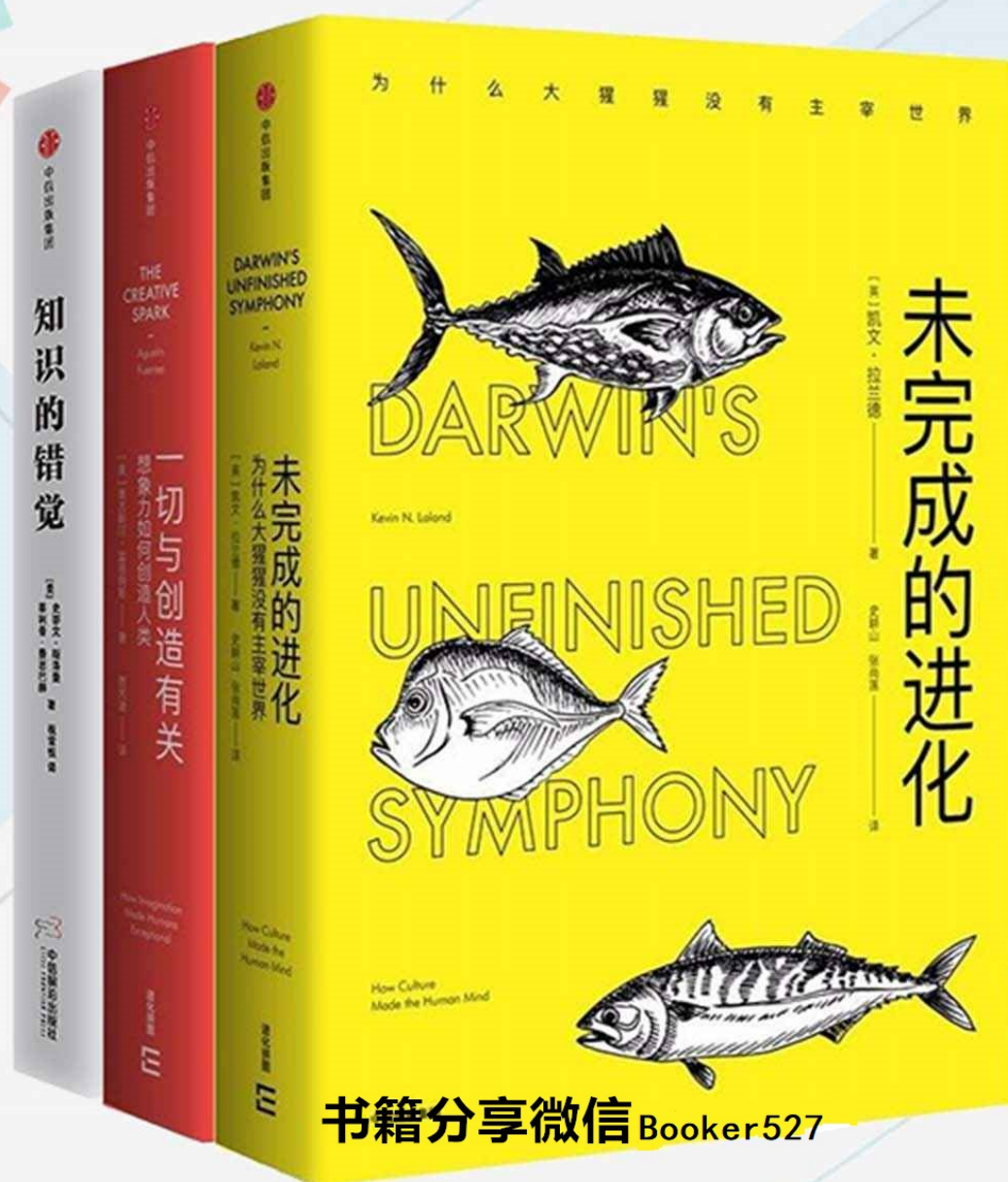


进化拼图三部曲

(套装共3册)



书籍分享微信 Booker527

中信出版集团

进化拼图三部曲

[英] 凯文·拉兰德 等 著
史耕山 等 译

中信出版集团

目录

未完成的进化：为什么大猩猩没有主宰世界

一切与创造有关：想象力如何创造人类

知识的错觉

为什么大猩猩没有主宰世界

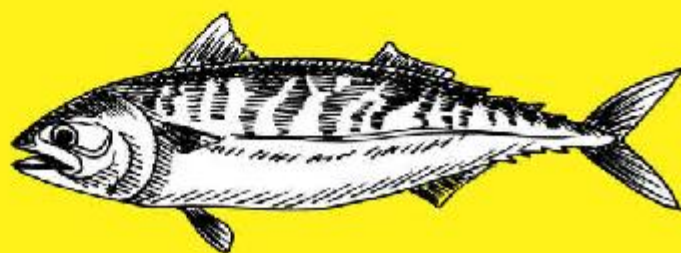


Kevin N. Laland



How Culture
Made the Human Mind

中信出版集团



【英】凯文·拉兰德

著

史耕山 杨霞 译

译

未完成的进化

未完成的进化：为什么大猩猩没有主宰世界

[英]凯文·拉兰德 著
史耕山 张尚莲 译

中信出版集团

目录

献言

第一部分 文化基础

第一章 达尔文未完成的交响乐

第二章 无处不在的模仿

第三章 为什么要模仿

第四章 两条鱼的故事

第五章 创造力的根源

第二部分 心智进化

第六章 智力进化

第七章 文化中的高保真

第八章 为什么只有我们拥有语言

第九章 基因—文化协同进化

第十章 文明的曙光

第十一章 合作的基础

第十二章 艺术

后记 疑惑得解，敬畏长存

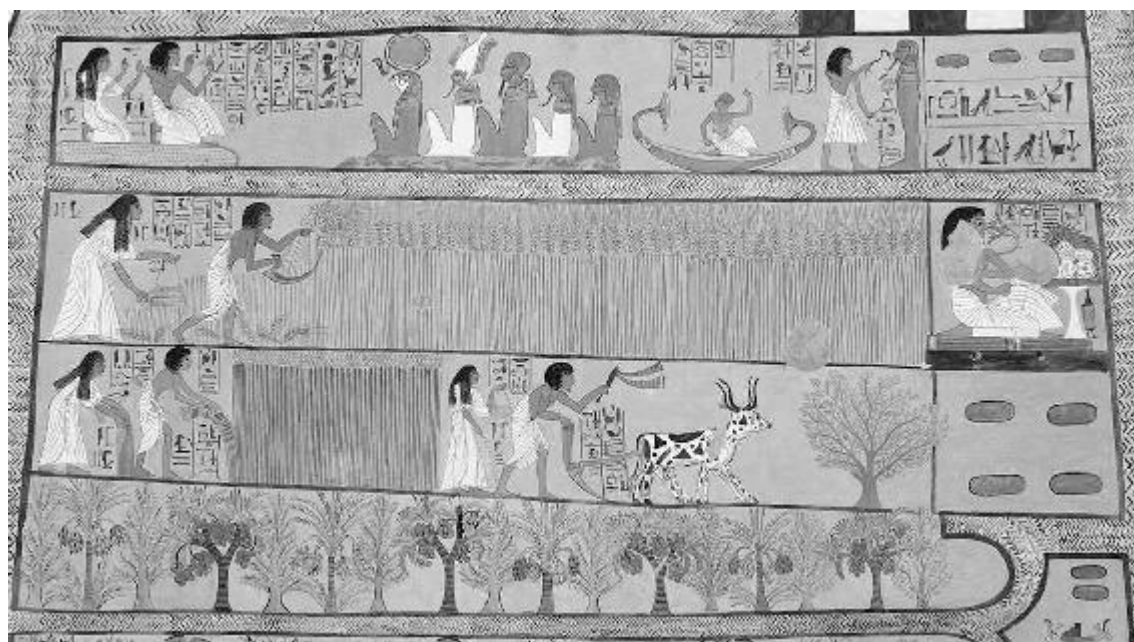
致谢

参考文献

版权页

谨以此书献给
指引我开启本次研究之旅的亨利·普洛
特金

第一部分 文化基础



第一章 达尔文未完成的交响乐

凝视树木交错的河岸，许多种类的无数植物覆盖其上，群鸟鸣于灌木丛中，各种昆虫飞来飞去，蚯蚓在湿土里爬过，并且默想一下，这些构造精巧的类型，彼此这样相异，并以这样复杂的方式相互依存，而它们都是由于在我们周围发生作用的法则产生出来的，这岂非有趣之事……这样，从自然界的战争里，从饥饿和死亡里，我们便能体会到最可赞美的目的，即高级动物的产生，直接随之而至。

——达尔文，《物种起源》[\[130\]](#)

从唐恩小筑的书房向外望去，达尔文看着眼前的英国乡村之景，一脸惬意。自然界如此复杂，让他对自然发展过程有了更合理的认识。《物种起源》的最后一段最有名且最耐人寻味，它描写道，达尔文凝视着一个树木交错的河岸，那里生活着各种植物、鸟儿、昆虫和蚯蚓，所有生物都以复杂却连贯的方式发挥着各自的作用。达尔文使我们能够用自然选择的进化过程解释那些交织存在的美，这是他留给世人的巨大财富。

在苏格兰东南部的圣安德鲁斯小镇，我透过窗户望着天际线。我也能看到灌木丛、树木和小鸟，但眼前的景象里更多的是石砌建筑、楼顶、烟囱和教堂尖塔。向南望去，不远处是一所学校；向西望去，有一家医院，连接着几条马路，行人往返穿梭其上。我试问自己，进化生物学能否以令人信服的方式（就像解释自然世界一样）来解释烟囱、汽车和电的存在？它能否像阐释物种起源那样描述祈祷书和教会唱诗班的源头？是否有一种进化论理论可以解释我用来打字的计算机、天上的卫星或是地心引力的科学概念？

乍一看，这些问题并不会让人感到头疼。显然，人类已经进化，我们恰好是极其聪明、擅长科技的灵长类动物。达尔文认为，“最尊贵的高级动物”已经从“自然界的战争”中脱颖而出，[\[1\]](#)人类理所当然地成为尊贵的物种。正是因为我们拥有智力、文化和语言，我们才能够主宰并改变这个地球，这难道不是显而易见的吗？

但是，再仔细一想，这种解释反而开始让人感到苦恼了，一连串更具有挑战性的问题也随之出现。如果是因为能够增强人类生存繁衍能力，我们的智力、语言或者制造精巧物品的能力才不断进化，那为什么其他物种没有获得这些能力？为什么我们的近亲猿和我们有着相似的基因，却制造不出火箭和空间站，也不能把自己送上月球？每种动物都食用特定的食物，发出不同的“歌声”（研究人员称之为“动物文化”），但在动物文化中不存在法律、道德和制度，动物文化也不像人类文化那样充满象征意义。和人类技术不同，动物使用工具的方式并没有随着时代的发展变得更加复杂、多元。公燕雀能发出嚶鸣之声，贾科莫·普契尼却能谱写出歌剧；黑猩猩钓取蚂蚁为食，高级餐馆的厨师却能烹饪各种美味；动物可以数到三，牛顿却能创立微积分，可见其他动物和人类的差距真是天壤之别。在认知能力和成就方面，人类与其他动物之间有着不可逾越的鸿沟。

本书探究了人类文化（好比树木交错的河岸）的起源和人类思维的动物根源。它描述了人类历史最具挑战和神秘的内容，解释了进化过程是如何使一个物种完全不同于其他所有物种的。它论述了我们的祖先如何历经漫长的旅程，从食用蚂蚁、块茎和坚果的猿发展成能够谱曲、诵诗、跳芭蕾和设计粒子加速器的现代人。然而，拉赫玛尼诺夫钢琴协奏曲的进化并没有遵循自然选择法则，空间站的出现也没有经历达尔文的“优胜劣汰”下的“饥饿和死亡”。设计、制造计算机和苹果手机的工作人员，无论男女，并不比从事其他职业的人拥有更多后代。

那么，什么法则能够解释技术的不断进步和多元化，或者艺术时尚的日新月异？基于文化进化的解释是，^[2]两种不同文化特质间的竞争带来了行为和技术的变化，^[3]这个解释在一开始还算令人满意，因为它阐明了产生复杂文化的心智在最初是如何进化的。然而，正如该书后面章节所揭示的，人类所看重的心智能力是在共同进化反馈的漩涡中形成的，文化在其中发挥了重要作用。事实上，我的中心论点是，推动人类心智进化的原动力不止一个。相反，我强调了不断加速的进化反馈循环的意义，这个循环借助复杂交织的文化进程，以不可抗拒的态势（这种态势控制着人类强大的计算能力）相互增强促进。

通过对比其他动物的类似特征来理解人类的显著特点是本书的另一个中心主题，也是我的研究小组在探究人类认知与文化时所采用的独特方法。这种比较不仅有助于我们正确地看待人类成就，也帮助我们重建人类取得惊人成就的进化之路。我们不仅要技术、科学、语言和艺术的源头做出科学解释，也要追溯动物行为，以探寻这些现象背后的根源。

例如，思考一下窗外的那所学校，它是怎么出现的？对于大多数人来说，这个问题很容易回答：学校是由一家建筑公司（已和法夫郡议会签了工程合同）的工人们建造的。但是，对于进化生物学家来说，完成这一建筑是巨大的挑战。最直接的力学层面的解释并不是问题所在，真正的难处在于理解人类是如何能够完成如此重任的。接受培训之后，同一批工人还可以建造购物中心、桥梁、运河或码头，但小鸟除了能筑巢或用树枝搭建“凉亭”外，别的什么都建造不出来；工蚁除了挖筑巢穴也不会干别的。

静下来一想，建造一所学校需要大规模的合作，这着实令人震惊。可以想象，所有工人必须在适当的时间和地点协调行动，以确保地基牢固、门窗安装到位、管道和电线安装合理以及门框刷漆工作顺利完成。与承包商进行交易的公司需要购买建筑材料、安排交货、购

买或租用工具、分包工作并组织财务。企业必须制造工具、螺母、螺栓、螺丝钉、垫圈、油漆和窗玻璃。还有一些人需要设计工具、冶炼钢铁、采伐树木以及生产纸张、油墨和塑料制品。正因为此，合作才得以顺利进行，并不断地向更大范围和领域扩展。所有的这些交互构成了一张无穷无尽的网，彼此并无关联的人们为了获得报酬而进行交流、交易和合作，为这所学校的建造发挥着各自的作用。这种合作不仅在建造一所学校中发挥了作用，而且每天都在高效地重复进行。于是，新学校、医院、购物中心和休闲中心遍布全英乃至世界各地。在我们眼里，这样的过程十分普遍，建成学校也是理所当然的事情，如果工程逾期竣工，我们甚至还会有所抱怨。

从某种程度上讲，我以研究动物为生，尤其着迷于它们的社会行为的复杂性。黑猩猩、海豚、大象、乌鸦和无数其他动物都展现出丰富且复杂的认知能力，这一认知能力揭示了它们令人惊叹的智力水平——通过自然选择过程，已经适应它们各自生活的世界。但是，如果想知道一个建筑是怎样的一个集创造力、合作与交流为一体的成就，我们只需将建造这一建筑所需要的材料、工具和设备放到一群动物面前，然后看看会发生什么。我常常想象这个场景：黑猩猩可能会抓起管子或石头，然后抛出或者拿在手中挥舞，以显示它的统治地位；海豚很可能会和漂浮在水面上的材料一起玩耍；乌鸦或鹦鹉或许会挑出一些新颖的物品，用来装饰它们的巢。我不想贬低其他动物的能力，因为它们在自己的领域也的确身手不凡。然而，在科学上，人们对动物行为的进化已有充分的认识，但对人类认知的起源以及社会、科技和文化的复杂性仍知之甚少。对于生活在工业化世界的大部分人而言，生活的各个方面都完全依赖于成千上万种合作互动，其中涉及几百个国家的数以百万计的人口，然而他们中的大部分人，我们从来没有见过，也不认识，甚至从不知道他们的存在。如此复杂的协同合作究竟有多么独特，现在仍然很难估量，而在地球上其他500万—4000万的物种中，这种合作行为十分罕见。[\[4\]](#)

对于像我这样的进化生物学家而言，学校的内部运作以及学生、教师的活动同样令人吃惊。还没有充分的证据表明，其他猿也会费尽心思地指导自己的朋友或亲人，更不用说建造复杂的机构，像工厂一样高效运转，给一拨又一拨的孩子传授大量的知识、技能和价值观了。我的意思是，教学——主动去指导其他个体的活动，在自然界是不多见的。^[5]除人类外，动物们用其他方式互帮互助，例如供给食物或团队合作，但它们通常只帮助自己的后代或近亲——它们有着相同的基因，因此也有着互相帮助的行为倾向。^[6]但在人类社会，无私奉献的教师投入大量的时间和精力去教授与自己没有任何血缘关系的孩子，并帮助他们获取知识，尽管这并不会强化教师自身的进化适应性。但应当指出的是，教师最终获取了一定的报酬，这可以被视为一种贸易形式（工作即商品），这样一来，他们的行为便不那么令人费解。但无论是英镑还是美元都没有内在价值，我们银行账户中的存款是虚拟的存在，银行系统是一个让人难以理解的复杂机构。相比于解释教师指导和自己没有血缘关系的孩子这一问题，解释金融市场的存在也并不容易。

望着这所学校，我想象着教室里的场景——孩子们坐在桌前，穿着统一的制服，所有人（至少有很多）都安静地坐着，认真地听教师讲解。但是为什么他们要听课呢？为什么要费力去理解古代的历史事件？为什么要努力去计算一个抽象形状的角度？其他动物只知道那些能够立即为己所用的东西。卷尾猴不会告诉小辈们几百年前它们的祖先是怎样砸开坚果的，也没有鸣禽会让幼禽去了解马路对面的树林里传出的歌声。

让生物学家感到好奇的是，所有学生都穿着相同的衣服。在这些孩子当中，有的家境并不富裕，父母也很难承受定制校服的费用。完成学业后，他们当中的许多年轻人将换上其他制服（可能同样不舒服），可能是一套西装，或者是不远处的那家医院里的医生和护士穿的白大褂或蓝衣。即便是我所在大学的学生们，他们自由、激进，也

经常穿得都一样，基本都是牛仔裤、T恤、运动衫和运动鞋。这些倾向源自哪里？其他动物就没有所谓的潮流或标准。

达尔文对生物界的漫长历史做出了强有力的解释，却很少提及文化领域的起源。当讨论“智力”进化时，他承认：“毫无疑问，探寻从低等动物到人类的每一种不同能力的发展过程都将是十分有趣的。但我的能力和知识有限，难以尝试。”^[7]现在看来，如果达尔文很难理解人类智力成果的起源，我们不必感到吃惊，因为这确实是一个巨大的挑战。想要做出满意的解释需要了解人类最显著的属性的进化根源，也就是我们的智力、语言、合作、教学和道德，然而其中的大多数特征不仅具有特色，也是人类所特有的。因此，相比其他物种，获取人类心智的历史进化线索变得更加困难。

这一挑战的关键在于一个不可否认的事实，即我们人类是进化最成功的物种。我们的涉足范围前所未有，实际上我们几乎已经占据了地球上每一块陆地栖息地，其范围可从炎热潮湿的热带雨林到冰冻苔原，人口数量也远远超过其他与人类规模相近的哺乳动物。^[8]我们表现出的行为多样性在动物界是无与伦比的，^[9]但（不像大多数其他动物）这种变异不能用潜在的遗传多样性来解释，实际上它的出现并不具有代表性。^[10]我们已经解决了无数生态、社会和技术难题——从原子分裂、沙漠灌溉到基因组测序。人类以这种方式统治着地球，不断争夺栖息地，也使栖息地遭到严重破坏，导致无数物种逐渐灭绝。但也有极少数例外：有些繁衍相对兴旺的物种成为我们的驯养动物，例如牛或狗；有的成为我们的共生体，例如大鼠、小鼠和家蝇；有的成为寄生虫，如虱子、蜱和蠕虫，其生存繁衍以损害我们的健康为代价。如果考虑到人类和其他猿的生命历程、社会生活、性行为和觅食模式都已大相径庭，^[11]我们有理由说，人类进化展现出了不同寻常且引人注目的特征，这些特征不再是人类的自我迷恋，并需要我们给予合理的解释。^[12]

如本书所示，人类取得的非凡成就归因于我们独特且强大的文化能力。我所说的“文化”是指知识的共享和广泛积累以及技术的迭代改进。[\[13\]](#)有时人们认为，是我们的聪明才智带来了人类的成功，[\[14\]](#)但实际上是文化让我们变得更加睿智。[\[15\]](#)当然，智力水平并不是无关紧要的，但真正使人类与众不同的是我们的敏锐洞察力、丰富知识以及解决问题的能力。新技术和一个仅凭自己、孤独思考问题的发明家毫无关系，并且几乎所有的创新都是对现有技术的改造或改进。[\[16\]](#)可以用最简单的案例证明上述说法：单独一个人是不可能发明出空间站的。

以回形针为例。当你认为回形针（本质上就是一根弯曲的金属丝）是由一个富有想象力的人发明设计的，没有人会因此责怪你，但是这不是事实。[\[17\]](#)1世纪，纸最早产生于中国，但直到中世纪，纸才在欧洲实现了广泛的生产和使用，为了方便，人们需要用一种方式临时固定纸张文件。最初的解决办法是用大头钉将文件别起来，但大头钉容易生锈还会留下难看的小孔，时常会戳破文件的边角。直到19世纪中叶，人们开始使用一些笨重的弹簧装置（像现在的写字板上的弹簧夹）和小金属扣来固定纸张。随后的几十年里，各种各样的按扣也相继出现，竞争十分激烈。1867年，第一个回形针发明专利被授予一位美国人。[\[18\]](#)然而，想让这一廉价纸夹实现大规模生产，还需发明出具有适当延展性的线材以及能够弯曲线材的机器——两者都是在19世纪末才被研发出来的。但即便如此，最早的回形针样式还未达到最佳标准——例如，当时的回形针是长方形的，其一边与自身重叠，不像现在设计成了两端弯曲的双环结构。20世纪的几十年里，人们设计出各式各样的回形针，最终制造商选择了一种现已成为标准的设计样式，名为“宝石”牌回形针。最初看起来最简单的物件，经过几个世纪的改造和改进才变得流行起来。[\[19\]](#)即使在今天，尽管“宝石”牌回形针已大获成功，但在过去几十年里，新的设计仍不断出现，同时还生产出了塑料材质的回形针，不仅样式繁多而且价格更加低廉。

回形针的历史很有代表性地讲述了技术是如何变化且更加复杂的，实际上，这样的变化也会在其他领域发生。人类丰富多彩的文化体现在极其复杂的知识、工艺品和制度中。而文化的这些方面复杂多元，很难一步实现，而是需要对现有形态进行反复的、渐进的改进，这一过程被称为“累积性文化”。[\[20\]](#)我们的语言、合作性和极端社会性，如同我们的智力，经常被认为是使我们有别于其他动物的主要特征。不过，我们将会看到，这些特征本身更有可能是我们特殊文化能力的产物。[\[21\]](#)

我全身心地投入探寻人类文化进化起源的科研事业中。在我的实验室里，我们不仅对动物行为进行实验研究，也使用数学进化模型来解答那些实验不能解答的问题。包括我们在内的众多研究员都已证实，许多动物，包括哺乳动物、鸟类、鱼类甚至昆虫，会 from 其他物种那里学习知识和技能。[\[22\]](#)通过模仿，[\[23\]](#)动物知道了什么东西能吃、哪里能找到食物、如何处理食物、捕食者长什么样以及如何逃脱捕食者等。这些行为通过模仿这一方式在动物自然群体（从果蝇、大黄蜂到恒河猴、虎鲸）中不断扩散，现今关于这些行为的研究报告已有成千上万。这些行为扩散发生速度十分快，显然不能归因于自然选择中有利基因的传播，因此毫无疑问是通过学习实现的。一些物种的行为能力随着地区不同而有所变化，在某种程度上，这一现象很难用生态或遗传变异来解释，而通常被认为“和文化有关”[\[24\]](#)。一些动物似乎具有非常广泛的文化能力，它们的每个群体都有多种多样的传统和独特的行为特征。[\[25\]](#)在一些鲸鱼和鸟类[\[26\]](#)中可观察到丰富的能力，但在人类之外，动物文化能力在灵长类动物群体中达到顶峰，其中一些物种（尤其是黑猩猩、红毛猩猩和卷尾猴）的各种社会传播行为模式，包括工具使用和社会规范，都有记载。[\[27\]](#)对圈养猿进行的实验研究为证实模仿行为[\[28\]](#)、工具使用和复杂认知[\[29\]](#)（至少对于其他动物来说这些是相对复杂的）的其他方面提供了有力证据。然而，尽管如此，甚至猿或海豚的文化能力似乎也没有像人类技术发展

得那样复杂，动物界中的累积性文化这一概念仍然存在争议。^[30]瑞士灵长类动物学家克里斯托弗·伯施提出的理念或许最为可信，他认为黑猩猩使用石器敲开坚果的技术随着时间推移而不断改进。^[31]一些黑猩猩已开始用另一块石头当作敲碎坚果的“砧座”，有人甚至发现，有几个黑猩猩拿石头当楔子来稳固砧座。虽然伯施的说法是合理的，也符合累积性文化的部分定义，但至今仍未得到证实。实际上，砸坚果的最复杂方式很有可能是由单一个体发明的，这意味着该工具的使用并不需要建立在黑猩猩祖先使用工具的基础之上。^[32]同样的问题也出现在所有的黑猩猩行为中——这些行为引出了累积性文化这一说法，^[33]但没有直接证据表明任何一个更复杂的方式都是从较简单的方式发展而来的。证实其他物种中存在累积性文化的旁证同样存在争议，尤其是新喀鸦，^[34]这种鸟会用细枝和树叶制作复杂的觅食“工具”。^[35]习得行为存在于动物种群中，但（即使有的话）很少发展为更高级的形式。

与之形成鲜明对比的是，人类新方法的发明、改良和传播有着极为完备的记录。^[36]最显著的例证来自考古记录，^[37]这可以追溯到340万年前的石片，它是人类祖先（被称为更新纪灵长类动物的非洲人族）所制造的迄今最古老的工具。^[38]因为它最早在坦桑尼亚的奥杜威峡谷被发现，所以这一技术被称为奥杜威石制砍砸器。这种石器是利用石锤敲击而成的圆形石球，用于分割食物和提取肉、骨。^[39]在180万年前，出现了一种新石器工具技术，被称为阿舍利石器，和直立人、匠人有密切关系。阿舍利石器是一种加工精细的标准化重型工具，主要适用于屠宰大型动物。^[40]阿舍利技术，连同非洲以外人类的出现以及系统狩猎和使用火的遗迹，都毫无疑问地表明，至少在这个历史时刻，我们的祖先受益于所累积的文化知识。^[41]大约30万年前，人类已经可以将木矛与燧石片组合在一起，^[42]在居住处安置火炉，^[43]制作用于猎取大型猎物的坚硬火矛。^[44]20万年前，尼安德

特人和早期的智人可以用同一块石头制造整套工具。^[45]在距今6.5万—9万年前的非洲文化遗址出现了抽象艺术、刀片工具、刺骨鱼叉^[46]和复合工具的证据，例如刀柄工具和用于缝制衣服的尖锥。^[47]3.5万—4.5万年前，或许更早些时候，^[48]出现了许多新工具，包括刀片、凿子、刮刀、尖刀、小刀、钻子、钻孔器、飞棍和针。^[49]这个时期还出现了用鹿茸、象牙和骨头制作的工具，远途运来的原材料，建造精致的住所，艺术品和装饰品，仪式化的葬礼。^[50]随着农业的到来，技术复杂性也进一步升级，随之而来的是车轮、犁具、灌溉系统、驯养动物、城邦等无数其他创新。^[51]随着工业革命的开始，变革步伐再次加速。^[52]人类文化不断变得更加复杂、多样，在当今的创新社会，技术复杂性发展到令人难以置信。

无论是黑猩猩、红毛猩猩还是新喀鸦，其使用工具都有所改进，与人类的巨大进步相比，这一进步仍是十分惊人的。在某些限定方面，动物传统类似于人类文化和认知，^[53]但事实依然是，只有人类能研制出疫苗、写小说、在《天鹅湖》芭蕾舞剧中跳舞、创作《月光奏鸣曲》。而文化程度最高的非人类动物仍然生活在热带雨林地区，靠敲碎坚果、钓取蚂蚁和采集蜂蜜为生。

虽然很容易把文化视为区别人类和自然界其他事物的因素，但显然人类文化能力本身也在进化。自然科学和人文科学都面临着一个重大挑战，即弄清人类非凡而独特的文化能力如何从动物行为和认知进化而来。了解文化的兴起已被证实是一大难题，^[54]主要因为在这个过程中必须要解决许多其他进化难题。首先，我们必须要了解，究竟为什么动物们要相互模仿，同时有关引导它们使用社会信息的规则，我们必须单独列入考虑。然后，我们需要辨别有利于累积性文化的关键条件，以及其表达的认知先决条件，还必须创造出能够促进创新、教育、合作和适应等能力不断进化的环境。同样重要的是，我们要了解人类如何发明语言及其原因，以及它又是如何带来更复杂的合

作形式的。最后，至关重要的是，我们需要理解所有这些过程和能力是如何相互影响以塑造我们的身体和心智的。只有这样，研究人员才能明白人类是如何拥有保证人类不断繁衍、独特且非凡的认知能力的。这些是我的研究小组多年来一直钻研的问题，我们及该领域的其他团队进行的研究也正在给出答案。

如果把理解人类心理和文化的进化看作重大挑战，一些读者可能会感到吃惊。毕竟150年前，达尔文就曾详细描述过人类进化问题，毫无疑问，在这期间也确实取得了很大进展。^[55]实际上，在《物种起源》中，达尔文根本没有提及人类进化，只是在书的结尾写到“人类的起源和历史也将由此得到莫大的启示”。^[56]他用10多年的时间阐述这一观点，最后出版了两本关于该主题的书籍——《人类的由来和性选择》（1871年）和《人类和动物的表情》（1872年）。但令人惊奇的是，在这些书中，达尔文几乎没有提到人体解剖学的内容，而是聚焦在“人类智力”演变的问题上。这个聚焦点非常重要。无论对维多利亚时代的读者还是对我们来说，似乎人类与其他动物在心智能力上的差异，要比身体上的差异大得多。达尔文认识到，如果想让读者相信人类已经进化，那么理解认知进化将会成为更大的挑战。在人类进化的这场战役中，人类心智的起源是关键所在。

《人类的由来和性选择》中的内容是典型的达尔文式推理。达尔文认为，心智能力存在差异性，同时智力天赋有利于人类进行生存、繁殖斗争：

躲避或成功攻击敌人、捕获野生动物、发明和改装武器都需要更高的心智能力，即观察力、理性、发明才能和想象力。^[57]

法国哲学家勒内·笛卡儿的著作使人们普遍认为，动物只是本能驱使的机器，只有人类才具有推理能力和高级心智，但达尔文并不赞同。^[58]与之相反，达尔文试图证明动物具有比迄今为止所认识到的

更高的认知能力，同时人类拥有本能倾向。通过大量的例证，如学习躲避陷阱的老鼠和使用工具的猿，达尔文记录了动物的智力表现以及动物学习、记忆能力的情况。他的大部分分析都具有拟人化特征，他称鸟儿的“歌声”是对美的欣赏，它们在巢穴附近的行为揭示了私人财产的概念，甚至他的狗都表现着灵性。但达尔文提供的数据无疑对固有的笛卡儿观点构成了威胁。

达尔文将人和动物共有的面部表情进行汇总，记录了人类拥有与其他动物相同的行为特征的证据。^[59]例如，他指出，猴子像人一样天生惧怕蛇，在看到蛇时也会像我们许多人一样发出尖叫声、露出恐惧的表情。通过这些努力，达尔文创立了延续至今的科学学说，试图证明人与其他动物之间的心智差异并不像以前所认为的那样大。

其中的相关性是，达尔文解释人类心理进化的方法，本质上与他解释人类身体进化的方法相同。他通过论证在一些方面，人类有着动物的特点或动物有着人类的特点，试图缩小人类与其他动物在智力上的深邃鸿沟，目前人类心智水平可能是在自然选择作用下产生的一系列过渡阶段。他提供的数据并没有证实过渡的存在，当然他提供这些数据的目的也不在于此。达尔文只是想说明，从原则上来看，心智进化连续性的设想是非常合理的。

达尔文的立场与同时代的阿尔弗雷德·华莱士的态度形成了鲜明对比。华莱士几乎在同一时间萌生出自然选择导致进化的想法。他得出的结论是，复杂的语言、智力以及人类的音乐、艺术和道德不能只用自然选择来解释，也一定有神圣创造者的介入。^[60]由于华莱士对心智起源的科学解释丧失了信心——与达尔文勇敢的坚守相比，他的立场被一些人视为软弱的表现。^[61]历史对他的评价有失公正。华莱士的评估主要是对当时知识状况的真实反映。如他所说，达尔文对心智进化做出的解释“不完整，也不连贯”。^[62]达尔文的立场主要基

于坚定的信念，即未来科学将会提供更具体的证据来弥合人类和动物之间的心理鸿沟，如今他的立场已被证实是正确的。

理解人类心智的进化是达尔文未完成的交响曲。不同于贝多芬或舒伯特未完成的作曲——仅通过原作曲家遗留的作品片段就被重新编排成了杰出之作，达尔文未完成的研究重任落到了后来的研究者的身上。在接下来的几十年里，研究取得了很大进步，人类心智进化这一难题的答案也开始浮出水面。然而，只是在过去的几年里，一个真正令人信服的解释才开始出现。达尔文认为，食物或配偶的争夺推进了智力进化，这种说法广泛而深入，也因此得到了支持。^[63]然而，直到最近人们才意识到文化在心智起源中发挥着核心作用。

达尔文以及后来的研究者的发现极大地缩小了人和动物在认知能力上的差异（体现了维多利亚时代的二元化论）。我们现已知道，人类和关系最亲近的灵长类亲戚有着许多相同的认知技能。^[64]随着动物认知的深入研究揭示了动物界让人意想不到的丰富和复杂。^[65]那些关于人类独特性的坚定观点——在所有生物中，只有人类会使用工具、教授、模仿、使用信号进行沟通、拥有对过去的回忆以及预期未来——在科学探索面前摇摆起来。然而，相对于其他动物来说，人类心智的独特性仍然十分惊人，同时，比较认知研究领域也已日趋成熟，我们现在可以确信，这一鸿沟不太可能会完全消除。^[66]100年以来的深入研究排除了合理怀疑，证实了大多数人的直觉，即这一鸿沟是真实存在的。在许多重要方面，特别是社会领域，人类认知甚至大大超过了最聪明的非人灵长类动物。

我怀疑，在过去之所以很多动物行为学家一直不愿意承认这一点，是因为他们担心这会有利于那些完全否认人类进化论者的立场。一名“优秀的进化论者”会强调人类和其他灵长类动物在智力上的连续性。讨论人类心理的优越性会被认为持有人类中心论观点，同时那些区别人类和自然界其他生物的人也常被怀疑一定带有某种个人目

的。人类可能是独一无二的，不过有人认为所有物种都是如此。与此同时，媒体上总会出现一些“说话”的猿和狡猾的猴子，让人们感觉到其他灵长类动物像最险恶、野蛮的人类一样狡猾，而且它们还有一些潜能尚未被挖掘出来，例如进行复杂的沟通、拥有丰富的知识甚至道德生活。[\[67\]](#)政治和环保主义者的议题也支持这一学说，认为其他猿与我们人类十分相似，它们应当得到特殊保护或享受人权，甚至有人提出，它们实际上就是人。[\[68\]](#)进一步证实这一观点的是一本年代久远的科普畅销读物，它具有挑战性，促使读者去思考人类的动物本能。人类在书中被生动地描绘为“裸猿”，一开始适应了小群体的森林生活，然后突然进入一个我们疲于应付的现代世界。[\[69\]](#)人类（至少我们当中的男性）也被称为“猎人”，这是在自然选择下进行残酷入侵而形成的适应性结果。[\[70\]](#)其他书籍认为我们人类行为体现太多的动物本能，而这些动物本能会毁灭我们。[\[71\]](#)这些书的作者通常都是权威的科学家，他们运用动物行为和进化生物学的知识来证明自己的主张。

在我看来，无论是通过放大其他动物的智力能力，还是通过夸大人类的动物本能，我们都可以发现，人类行为和其他动物行为之间有着太多表面上的相似之处。人类可能与黑猩猩关系最为亲近，但我们终究不是黑猩猩，黑猩猩也不是人类。任何通过展示人类与其他生物在心智能力上的连续性来“证明”人类进化的议题已不再有意义：它已经变得不合时宜了。我们现在已经很清楚达尔文唯一能猜测到的是：自从分化出人类和黑猩猩之后，几种现已灭绝的人类物种曾出现在500万—700万年前。考古遗物无疑表明这些人族拥有的智力能力介于人类和黑猩猩之间。[\[72\]](#)猿与人类之间的鸿沟是真实存在的，但对于达尔文主义来说，这并不是问题，因为我们已经灭绝的祖先弥合了这一认知鸿沟。

但是在本书里，证明人类与其他现存灵长类动物之间真实存在着心智鸿沟是关键内容。表面上，那是因为我们人类生活在复杂的社会里，这些社会围绕着语言编码规则、道德、规范和社会制度而存在，而且还过度依赖技术，但我们最亲近的灵长类亲戚并不是这样的。如果这些差异是虚幻的——要么是因为人类认知受控于本能的动物倾向（可以用解释其他动物的方式来解释这一点），要么是因为其他动物拥有隐蔽性的推理能力和社会复杂性，那么关于解释心智起源的问题也将会消失，就像进化论者在过去100年里所预期（或所希望）的那样。但是正如我们将看到的，这些差异并不是虚幻的，同时这一挑战也不会消失。

让我们思考一下基因方面的证据。或许科学中最容易被误解的数据是，人类和黑猩猩的基因相似度约为98.5%。对许多人来说，这个数据意味着黑猩猩是98.5%的人类，或者说黑猩猩98.5%的基因在运行方式上与人类相同，又或者说人与黑猩猩的差异主要在于1.5%的基因差异。所有的这些推论都非常不精确。98.5%这个数据和基因组的DNA（脱氧核糖核酸）序列相似性有关。人类和黑猩猩的基因组由一长串DNA碱基对组成，每个蛋白质编码基因中都有数以千计甚或数以百万计的碱基对。尽管20000个蛋白质编码基因只是基因组中很小的一部分，但仍起着十分重要的作用。1.5%的差异意味着两个物种之间存在3500万个不同的核苷酸。其中大多数都不会影响基因的功能，但有一些却起着很大的作用。甚至一个核苷酸的变化也能影响一个基因的运作，这意味着人类基因和黑猩猩基因可能几乎相同，但功能会有所不同。许多受到影响的基因编码成为转录因子（蛋白质——结合特定的基因序列，从而调节其他基因的转录），从而放大了物种之间微小的序列差别。[\[73\]](#)

人与黑猩猩之间的基因差异主要源于遗传物质的插入[\[74\]](#)、缺失突变、启动子和增强子（开启和关闭基因）的差异[\[75\]](#)以及基因拷贝数的种间差异。基因拷贝数变异表现为基因缺失和基因重复（通常在

人类基因谱系中），而在基因产物增多时，基因重复更具适应性。

[76]研究发现，6.4%的人类基因拷贝数在黑猩猩中找不到匹配项。

[77]另外，当剪接基因的不同区域（外显子）时，基因可以通过各种不同的方法进行读取，形成多种不同的产物。这种选择性剪接现象并不罕见。超过90%的人类基因存在选择性剪接形式，而在人类和黑猩猩共享基因中，有6%—8%显示出了剪接方式上的明显差异。[78]

然而，比基因差异更为重要的是基因排列组合的种间差异。基因可能会被看作孩子手中的积木，它们以不同的方式在不同物种中进行组合。人类和黑猩猩的基因可能完全相同，但仍以不同的方式运行着，因为它们可以在不同的地方或不同的时间，以不同的程度开启和关闭。美国加州大学伯克利分校的科学家阿兰·威尔逊和玛丽-克莱尔·金最先注意到了人类和黑猩猩之间惊人的遗传相似性。他们推测物种差异和基因开启、关闭的时间及方式的关系要远比和基因序列差异的关系大得多。[79]这几年已经证实这个推测是正确的。[80]“DNA元件百科全书”——由美国国立人类基因组研究所于2003年启动的一项大规模研究计划，旨在对人类基因组功能元件进行鉴定和分析——最近发现了约800万个结合位点，而这些调节因子的基因突变被认为是造成物种间差异的原因。[81]

这里可以用英语和德语的关系作为对比。从书面符号形式（所使用的字母）来看，两种印欧语系的语言完全一样，尽管德国人需要使用能够改变发音的变音符（元音上加两个小点）。[82]但是，如果就此认为两种语言之间的所有差异都归因于变音符号，或者认为一位英国人只需掌握变音符号的使用规则就可以学会德语，显然都是荒谬的。这两种语言之间的差异不仅仅在于语音元素上的差异，更在于字母使用以及构词成句的方式的不同。基因也是如此。最近在演化发育生物学领域出现的关键实证研究观点是，演化通常是通过基因调控机制的变化来实现的——通过“‘教’基因掌握新技巧”。[83]这些变

化包括蛋白质合成时间、人体的基因表达区域、蛋白质合成量和基因产物的形式。对比基因序列中的细微差异和我们所有基因开启和关闭的方式，后者则和人类与黑猩猩的差异的关系更为密切。

在人与黑猩猩的差异基因样本中，脑部和神经系统中存在不对称的高表达基因。[\[84\]](#)在人类基因谱系中，脑部的基因表达受到了强烈的阳性选择，其中超过90%的基因表达进行了上调。[\[85\]](#)这些差异很可能对脑功能产生很大影响。但不同于许多其他组织，对比人类大脑和短尾猴大脑，可以发现黑猩猩脑部的基因表达谱和后者更为相似。[\[86\]](#)从骨骼和生理机能来看，相对于人类大脑而言，猴子大脑和黑猩猩的大脑更为接近。[\[87\]](#)人脑容量是黑猩猩的三倍，同时人脑也一直进行着结构重组。例如，人脑具有更大比例的大脑皮层，而且大脑皮层与大脑的其他区域有着更加直接的联系。[\[88\]](#)

这意味着人类和黑猩猩在生物学上并不十分相似，因此他们在行为或认知上也不应该是相似的。黑猩猩可能是我们人类最亲近的亲戚，但这只是因为与人同属一类的其他所有成员——能人、直立人和尼安德特人等[\[89\]](#)，以及所有的南方猿人和所有的其他人族（傍人、地猿、乍得沙赫人和肯尼亚人）都已经灭绝了。如果它们还存在的话，那么黑猩猩在人类心中的地位一定会降低，也会被寄托更少的期望。

让我们抛开任何先入为主的观念，并思考人类的心智能力到底有什么特别之处。在过去的100年里，人们对人类和其他动物的认知能力进行了详细的实验分析，因此研究人员能够描绘出人类认知的真正独特之处。这并非是微不足道的小事，因为在历史上，类似于“只有人类拥有X和Y染色体”这样的说法比比皆是，只有当这种情况在其他物种身上也成立时，这些说法才会被摒弃。人类与其他猿的比较也分离出了人类和其他动物的共同特征。事实上，研究共同特征和探究人类

独特性一样富有洞察力，因为这种比较可以帮助我们重建过去，也可以推断出人类祖先物种的属性特征，从而使我们更好地理解现代人类特征的进化史。但是，一些显著差异仍然存在。

例如，近年来人们用经济博弈论深入研究人类社会的合作关系。有一种博弈名为“最后通牒博弈”，其中，两个参与者分一笔总量固定的钱，一名提议者向另一名响应者提出一种分配资源的方案，响应者可以同意也可以拒绝。如果响应者同意这一方案，则按照这种方案进行资源分配；如果不同意，则两人会什么都得不到。最后通牒博弈最有趣的特点是，对于响应者来说，选择拒绝并不理性，因为接受任何出价都好过一无所得。因此，我们可能会认为提议者会给出最小单位的钱，而将其余的钱据为己有。然而，人们通常并不会这样做。相反，在完全理性的状态下，相比预期情况，人们会给出更慷慨的出价（最常见的是五五分，即“公平”的分配），同时也会更倾向于拒绝（提议低于二八分时，通常会被拒绝）。此外，在不同的社会里，随着社会文化规范的不同，出价大小和拒绝比例也会有所不同。例如，生活在馈赠文化深厚的环境中的人们更容易给出慷慨的出价。[\[90\]](#)人类似乎更倾向于选择合作，并期望对方也是如此。我们的行为通常受到“公平感”以及“考虑他人观点”的驱使，同时也经常会遵守社会习俗。我们甚至有一种冲动，即对完全陌生的人一定要做到公平，无论他们是否有可能再次出现。这些结论在无数的实验数据中得到了验证，其涵盖范围广，交互规模大。[\[91\]](#)

如果让黑猩猩参与到这样的博弈中，会出现什么情况？心理学家基斯·詹森、约瑟·考尔和迈克尔·托马塞洛为黑猩猩设计了简化版本的最后通牒博弈。实验设置得很巧妙，要求作为提议者的黑猩猩在两个选项之间做出抉择：一是和另一个黑猩猩平均分享食物奖励，另一个是作为提议者的黑猩猩得到更大比例的食物。他们发现，黑猩猩总会选择能使自己的利益最大化的方案，而不考虑这对其他黑猩猩是否公平。[\[92\]](#)与人类相比，黑猩猩表现得更加自私，但不同于我们的

是，它们的行为是一种理性反应。很多诸如此类的研究都支持了这一论点：人族在做出选择时，既会考虑到他人，也会注重当地的公平准则。[\[93\]](#)这并不意味着其他猿类从不会合作，像大多数其他灵长类动物一样，黑猩猩在特定领域也会合作。[\[94\]](#)但是，大量的实验数据已证实，其他猿类的合作并不像人类合作那样广泛。

许多杰出的灵长类动物学家认为，由于对合作对象的心智状态缺乏理解，其他灵长类动物中的合作在一定程度上受到了限制。[\[95\]](#)关于这一话题的探讨源于比较心理学家大卫·普雷马克和盖伊·伍德拉夫对“黑猩猩是否拥有心智推理能力”这一问题的探究。他们对黑猩猩能否像成年人类一样知道他者的错误信念、意图和目标表示怀疑。[\[96\]](#)他们的研究引发一连串比较黑猩猩和儿童的行为表现的实验研究。根据研究数据，许多研究者对这一问题给出了否定答案。然而，最近的研究表明，黑猩猩可能也具备心智推理能力。[\[97\]](#)例如，有证据表明，黑猩猩能够推测出人类实验员的意图。在不同情况下——人们不愿意或不能给它们提供食物，是故意还是无意去做一些事情，以及它们的反应是非常不同的。[\[98\]](#)其他研究表明，在一定程度上，黑猩猩能够理解他者的目标、观念和知识。然而，这些结论仍然存在争议，[\[99\]](#)而且至关重要的是，这些研究没有提供任何证据表明黑猩猩知道他者观念错误。[\[100\]](#)相反，人类在4岁或更小的时候，[\[101\]](#)就知道他者观念的对错，这意味着这种能力是在人类基因谱系中演化而来的。此外，人类很容易明白“观念和理解”的等级，例如你能理解“我说我的妻子相信她的女儿认为母亲的短发最好看”。而实际上，女儿这样说是为了让她的母亲感到开心。这些关于观念的观念是人类认知中较为自然且普遍的方面，同时我们人类的认知能力已经达到第六等级，而其他猿类还在为第一等级挣扎。[\[102\]](#)

不了解比较心理学研究的读者可能会纳闷儿，为什么在认知行为检测中会将所有年龄段的黑猩猩的表现和人类儿童的表现进行对比。

[103]表面上来说，更为公平的比较是对比同一年龄的两个物种。比较黑猩猩和儿童（通常是在托儿所的年龄）而不是成年人类的一般理由是，成年人类在很大程度上已经被人类社会的文化所影响，因此，把儿童当作比较对象是为了在文化成为过大的干扰因素之前，梳理出两个物种之间的内在差异。不过这个论点是否成立仍存在争议，毕竟，即便是四五岁的儿童在很大程度上也受到了文化影响。用更实用的理论进行比较可能更接近真相。也就是说，在大多数认知任务中，将成年人类与成年黑猩猩进行比较并没有什么意义，因为前者的认知能力远远超过后者。即使是人类中蹒跚学步的儿童在心智能力测试中也胜过其他成年猿类。例如，发展心理学家埃斯特·赫尔曼和其同事对两岁半的儿童以及3—21岁的黑猩猩和红毛猩猩进行了一系列认知测试。这些研究人员发现，即使在很小的年龄，儿童在处理物理世界方面（例如空间记忆、物体旋转、工具使用）也已具备了与成年黑猩猩和红毛猩猩相当的认知能力；较之于成年黑猩猩和红毛猩猩，儿童在处理社会领域方面（例如社会学习、使用交际手势、理解意图）具有更复杂的认知能力；在任务中，他们表现出的能力通常是（非人类）猿的两倍。[104]虽然其他实验已经证实，黑猩猩在社会学习和社会认知上确实表现出了令人印象深刻的能力，[105]但直接对比物种的研究仍然不断揭示出人类与其他猿的巨大差异。[106]但是不论怎样，社会智力已经在我们人类的祖先中萌芽的假说现已被广泛接受。[107]

沟通也许最能体现人类和其他灵长类动物在心智能力上的本质区别。动物沟通包含各种信号——生存信号（例如报警信号）、求爱和交配信号（例如一些猴子的红肿臀部）和其他社交信号（如显示统治地位）。[108]每一个信号都有特定的含义，这通常和动物的生活环境有关。相比而言，人类语言并不受时间和空间的制约（我可以告诉你我在英格兰中部地区的成长故事，或者你可以告诉我邻近小镇新开的咖啡店）。除了极少情况外，如蜜蜂会做出“摇摆舞”向同伴传达蜜源位置的信息，动物语言只能传播现在和现场的情况。黑猩猩不会告

诉彼此它们昨天发现的白蚁丘，大猩猩也不会讨论森林另一头的荨麻地。一些灵长类动物的发音似乎都有所指向，最著名的例子就是长尾黑颞猴，这种猴子遍及非洲南部大部分地区，它们在鸟类、哺乳动物和蛇类捕食者[\[109\]](#)面前会分别发出三种不同的叫声。然而类似的说法也适用于其他几种灵长类动物。但是，灵长类动物的“语言”信号比较单一、毫无关联，很难传递更复杂的信息，而且还受到当时当地环境的限制。例如，一些猴子只有在遇到敌人的威胁时才会发出尖叫声告知同伴。[\[110\]](#)与之相反，人类语言是完全开放式的，因此人类可以创造出无限的话语，也能够运用语言符号造出新的句子。

比较浪漫的说法是，像黑猩猩或海豚这些动物可能隐藏着复杂自然的沟通系统，只是尚未被人类理解。我们很多人比较喜欢这样的说法：“傲慢”的科学家不能破解那些神秘复杂的啸叫声，便过早地假定其他动物不会互相交谈。遗憾的是，所有证据表明这只是一厢情愿。过去的一个世纪中，人们对动物交流进行了深入研究，但几乎没有出现任何能够表明存在复杂沟通系统的线索。相反，提供证实黑猩猩或海豚发出的信号具有指示作用的证据则非常困难。[\[111\]](#)在许多方面，黑猩猩无疑是特别聪明的，但它们的沟通方式并不比许多其他动物丰富，甚至语言形式也相对较少。[\[112\]](#)这意味着沟通系统不能按照相似的形式进行连续排列——人类语言位于其中的一端，并和某种高度复杂的动物原语紧密相连，然后是逐渐简单的动物沟通系统，直到另一端，也就是简单的嗅觉信息。当然，语言之间有着本质的差别。即使忽视人类语言与其他语言之间的鸿沟，还是按简单到复杂的顺序将动物沟通系统排成一行，目前的证据也已表明，与人类最亲近的物种也并不是具有最复杂沟通系统的物种。[\[113\]](#)

或许，猿的沟通要比它们在自然环境中展现出来的那样更加复杂。如果猿接受训练之后能够说话，那么连续性的观点可能会得到验证。就此，人们进行了多次研究尝试。[\[114\]](#)当然，其他猿的解剖结构

并不适于复杂发声，它们的发音控制和生理机能也不能产生语言。美国心理学家凯斯和凯西·海耶斯在20世纪40年代已经证实了这一点。他们在自己家中收养了一只刚刚降生的雌性小黑猩猩，取名为维奇。他们就像对待自己的孩子一样努力照顾它。最终，维奇仅可以发出4个单词：“mama（妈妈）”“papa（爸爸）”“cup（杯子）”和“up（上）”。而且据称，这些发音也并不可信。如果结果有点令人失望，至少比之前的尝试更成功。另一项研究来自另一对心理学家夫妇温思罗普和卢埃拉·凯洛格，他们收养了一只7个月大的雌性小黑猩猩果阿，当时，他们自己的儿子唐纳德与之年龄相仿。几年之后，凯洛格夫妇被迫放弃了这一尝试，因为果阿不仅没有学会一个单词，他们的儿子却已经开始模仿黑猩猩的声音了。直到20世纪60年代才取得了真正进步，当时，第三对心理学家夫妇艾伦与比阿特丽斯·加德纳再次进行尝试。但这一次，他们有了一个聪明的想法——教小黑猩猩华肖学习美国手语。据报道，华肖已经学会了300多个手语，多数通过模仿习得；它甚至将其中的一些手语教给了比它还小的黑猩猩罗丽丝。华肖也能够自己组合新词语以表达新含义，比如看见湖上的天鹅时，她会表达“水”和“鸟”，令人啧啧称奇。这项调查研究让人激动不已，也引起了一系列关于“会说话的猿”的研究，包括黑猩猩宁姆·乔姆斯基、大猩猩可可、倭黑猩猩侃仔——它们都学会了手语或使用具有象征性意义的词汇。

然而，猿能产生语言的说法经不起仔细检验，几乎所有语言学家都认同这一点。[\[115\]](#)动物们已成功学会了手语，也能将两三个词语进行简单的组合，但它们并没有表现出对语法结构或句法结构的掌握。人类语言在语法语义上有别于动物沟通系统，例如我们会用名词、形容词和连词，结合不同时态的动词（现在时态、过去时态和将来时态），以表达出极其复杂的含义。华肖、可可和侃仔可能已经理解了大量词语和符号的含义（尽管它们都做不到像一个三岁孩子一样学会许多不同的词语），但更重要的是，它们当中没有一个能学会人类语

言中复杂的语法。即使是那些相信猿的沟通具有复杂性的推崇者也承认这一差别。[\[116\]](#)正是这天壤之别将黑猩猩的沟通和莎士比亚的喜剧区分开来。

同样浪漫的一种说法是，科学还没有对动物“道德”的最大深度进行衡量。在这个前提下，许多糟糕的科学书籍在市场上热卖，好莱坞电影制作人也收益颇丰。在电视节目和故事书里，动物的形象随处可见——从灵犬莱西、飞宝到奇迹马——它们能够掌控复杂的局面，通常比人类的效率要高，也会表现出和人类相似的道德情感，如同情和内疚。再者，科学还未给出充分的证据：虽然许多畅销书认为动物能够区别对错，但很少有科学成果能证实这一点。相反，动物拥有道德的说法主要源于趣闻逸事，像在一些故事中，猿好像会同情、怜悯其他动物：例如，这些动物似乎会安慰生病或病危的同伴，或者在争吵之后进行“调和”。[\[117\]](#)然后，这些论述还需认真考究。

毫无疑问，动物有着丰富的情感生活。大量科学证据表明，许多动物有依恋感、能感知痛苦，也会对他者的情绪状态做出反应。[\[118\]](#)然而，这并不等同于拥有道德。动物有时表现得好像它们能区分是非对错，但通常对此还有其他的解释。动物可能只是在遵循简单的规则，而不会过多考虑或关心他者的感受。例如，如果能获得缔结新联盟的机会，那么安抚被侵略者也许是有利的。灵长类动物可能会选择“调和”以实现短期目标，例如获得合意的资源或维系被冲突破坏但有价值的关系。[\[119\]](#)你的小狗被训斥后并不会感到内疚，可能只是知道“眼巴巴”地看着你会更快获得原谅。如果有动物尖叫，旁观动物并不会对其感到同情，而会感到恐惧，这种现象被称为情绪感染。[\[120\]](#)一些动物图书作者认为，猴子打架之后的和解事件表现出它们的“内疚”或“谅解”，同时从进化论的角度出发，他们认定我们的近亲有着和人类相同的情感和认知。[\[121\]](#)然而，当我们得知鱼类也有着相同的行为模式时，这一推理似乎变得更有争议。[\[122\]](#)我们能假设它

们也有宽恕情绪吗？另一个担忧是，虽然奇闻趣事指出一些动物拥有道德倾向，但是通常同一物种表现出来的更多是自私和剥削行为。

[\[123\]](#)科学文献中关于动物行为表现的描述是，它们对他者的痛苦无动于衷，甚至还会利用弱者。在其他物种中，“道德”倾向的表达是少发生的。

人类是动物王国中非常重要的一部分。过去一个多世纪里，科学家们在多个领域进行了认真研究，证实了人类行为与其他动物行为之间存在连续性。尽管如此，人类和其最亲近的动物亲戚在认知能力和成就上的重大差异早已得到实验认证。这种差异需要用进化论来解释。150年前，达尔文第一次对人类进化做出一个可信解释，但不可避免的是，在化石数据匮乏的情况下，其论点更多的是在阐释人类进化的几个阶段，与人类起源的故事无关。在接下来的时间里，古生物学家们发掘了数以万计的人类化石，呈现出了人类祖先进化的详细历史。[\[124\]](#)然而，这段历史的大部分只是包括遗留的牙齿和骨骼、有关饮食和生活的巧妙推论以及石器工具和考古遗物。相反，人们对人类心智的了解仍然很少，并且具有不确定性和偶然性。

达尔文意识到，对人类进化做出真正可信的解释一定要考虑到人类的心智能力，包括我们的文化、语言和道德。尽管一个多世纪以来，各种科学研究不断出现，也取得了很大成果，但这仍然是一个巨大的挑战。这项任务的重要性始终未得到普遍认可。虽然科学家们努力开展（而不是阻碍）关于人类进化的各种研究，但是科学界对“人类与猿的认知能力存在很大差异”这一问题仍然持保留意见。我承认，科研开始之时，我确实也带有这样的心态。然而，随着比较认知实验数据的积累，人类与其他猿在认知能力上的显著差异开始显现，像我这样的进化生物学家不得不相信，在从古人类进化到人类的过程中一定发生了一些不同寻常的事。现在，这一假设得到了各领域的支持：解剖学数据显示，在过去300万年中，人类大脑几乎大了4倍；[\[125\]](#)遗传学数据表明人脑的基因表达大幅度上调；[\[126\]](#)考古学资料

显示人类技术和知识的多样性及复杂性呈指数增长态势。[\[127\]](#)并不是所有人类擅长的方面都值得夸耀；我们在战争、犯罪、破坏和生态退化等方面也展示出了前所未有的能力。然而，这些消极事物也突出了人类进化之旅的特殊性。但又该如何理解这一切呢？

本书着重阐述了人类文化能力的进化过程，旨在揭开人类心智起源之谜。同时本书就“人类能力是如何帮助自身实现群体生活的”这一问题做出了解释。关于心智、文化起源的解释并不是本书的全部内容，因为毫无疑问，许多复杂多样的选择压力对像人类大脑一样复杂的器官和多维认知能力也一定起到了作用。本书所讲述的故事并非推测，而是有科学成果的支撑。

然而，本书不仅有关文化的进化，也描述了科学项目研究的进程。本书凝聚了很多人的心血，包括我、我的学生、助理以及合作者。作为一个团队，我们已经为此坚持了25年。它描述了在深入理解问题的过程中的现代研究的发展状况，包括科学问题的解决、偶然发现、数据对研究者的引导作用，以及不同科学方法（实验、观察、统计分析和数学模型）的交叉使用。我也十分诚恳地描绘了我们的努力过程、犯过的错误以及顿悟和绝望的时刻。从某种真实的意义上来说，本书就像一本侦探小说，描述了接二连三的悬念、线索跟踪以及破解一个个令人费解的谜团之后达到故事高潮（就像在任何一本悬疑小说中）的过程。随着书中内容的推进，“答案”也逐渐变得清晰，而这一“答案”或许被认为是关于心智及智力进化的新理论。

我们的故事是从看似乏味的叙述开始的，即无数的动物——从小果蝇到巨大鲸鱼，通过模仿行为学习生活技能并获取有价值的知识。也许令人惊讶的是，关于它们为什么这样做的认识，也就是说，为什么模仿行为在自然界普遍存在，直到最近才引起科学的关注。事实上，这一难题充满挑战，我们不得不通过设计一场科学竞赛来解决这个问题。这场竞赛表明模仿是有回报的：参赛个体能够预先过滤行

为，从而提供适应性的解决方案供其他人模仿。这场科学竞赛给我们一个重要的启示：“优胜劣汰”的自然选择青睐越来越高效精准的模仿行为。

当我们明白了动物互相模仿的缘由，便开始对它们的聪明方式大加赞赏。动物的模仿并非盲目或普遍存在，社会学习是其关键因素。动物遵循着聪明的规则，例如“仅靠反复试验的学习进行模仿的代价太大”或“模仿大多数者的行为”，这已被证实是获取可利用信息的高效方法。更重要的是，我们开始发现我们能够利用进化原理预测模仿行为模式。随后，我们的实验和理论分析开始揭示出，对更加高效、精准的模仿的选择是如何使一些灵长类动物更加依赖于社会传播信息的。这个过程支持了构成知识库的传统和文化，这使群体具有了一定的适应可塑性：既能灵活应对挑战，也能为自身创造新的机遇。对社会学习的严重依赖也带来了一些不太显著的影响，包括在灵长类动物大脑进化过程中自然选择作用的转变，以及这种转变给动物认知造成的影响。在某些灵长类动物谱系中，社会学习能力连同创新能力和工具的使用不断进化，促进了生物的生存与发展（同样的反馈机制也可能存在于鸟类和鲸鱼等其他生物谱系中，但又同时存在不适合灵长类动物的制约条件）。作为结果，高速进化过程得以出现，认知过程中的不同要素互相促进发展，致使一些灵长类动物脑容量增大以及进化出高智能。

一个重要的认识是，在数学模型确定的严格条件下，这个高速进化过程青睐于教学行为，这种行为成本较高，旨在增强他者的学习能力。这种高保真信息传播使人类文化变得复杂多样。实验研究和其他数据表明，选择更有效的教学行为可能是我们祖先发展语言的关键因素。反过来，语言教学的普遍存在是人类合作广泛出现的关键。随着我们研究的进行，更多的证据支持了解释，人类进化谱系图也开始显现。例如，人类遗传学数据证实，在人类进化中，文化和遗传过程之间的互动达到了前所未有的程度，从而大大提升了人脑的计算

能力。数据显示，这一自动催化过程一直持续到现在，对文化变革——能够促进技术进步和艺术多元化——起到了推动作用，直接导致了今天的人口爆炸及随之而来的巨大变化。

然而，在我们的调查中，最令人吃惊的是，只有当我们最终感觉到我们对人类文化能力的进化起源有了更合理的理解时，才意识到我们竟然有了这么多的发现。我们在无意中认识到了智力、合作和科技的诞生。我们对复杂社会的起源也有了一个新的解释，并产生了为何只有人类才拥有语言的新理论。我们可解释人类从事大约10000种的不同宗教活动，[\[128\]](#)可解释产生无数专利的技术大爆炸。[\[129\]](#)我们还可解释人类是如何描绘日落、踢足球、跳吉巴舞和解答微分方程的。

在人类进化的过程中一定发生了一些不寻常的事情。在任何其他现存动物的祖先中，都很难看到心智能力会有如此巨大且特别的提升。人类不仅仅是高级的猿，我们的历史也有着一种完全不同的动态进化过程。所有物种都是独一无二的，但我们人类更是与众不同。为了解释人类起源，我们必须认识到我们真正特别的方面，并用进化原理来解释它。为此，我们需要探析文化的进化，因为文化不单是人类心智能力的一部分，也不是由其发展而来的。同时，人类文化并不是进化过程的终极产物，就像孔雀的尾巴或兰花的花朵，都是达尔文法则下惊人的产物。对于人类来说，文化也是解释过程的重要组成部分。人类真正非凡的特征——智力、语言、合作和技术——的进化已经被证明是难以理解的，因为与大多数进化的特点不同，它们并不是对外部条件做出的适应性反应。相反，人类是依靠自己而最终形成的生物。我们祖先的学习和社会传播活动为人类智力的进化创造了条件，远比气候、捕食者或疾病的作用更大。文化并不是人类心智形成的原因，而是文化塑造了人类心智。为了理解认知进化，我们必须首先了解文化的进化，因为或许只对于我们的祖先而言，文化改变了进化过程。

[1] Darwin 1859, p. 459.

[2] 文化进化指人类文化信仰、知识、习俗、技巧和语言上的变化可以被理解为一种进化过程。Mesoudi 2011, 以及Richerson和Boyd 2005对它做出概述, 而Cavalli-Sforza和Feldman 1981, 以及Boyd和Richerson 1985提出了具有开拓意义且重要的观点。

[3] 在《自私的基因》一书中, 理查德·道金斯引入了“文化基因”概念, 即一种带有类似于基因属性的文化复制因子。但是, 文化进化的现代科学和模因学说关系不大。关于该领域理论与实验研究的相关介绍, 见Mesoudi 2011, Richerson和Boyd 2005以及Henrich 2015。关于该领域的相关评论, 见Lewens 2015。

[4] Boyd和Richerson 1985, Richerson和Boyd 2005, Henrich和Henrich 2007以及Henrich 2015都论述过人类合作的独特性。

[5] Boyd和Richerson 1985, Richerson和Boyd 2005, Henrich和Henrich 2007, 以及Henrich 2015评论过动物中的教学行为。Thornton和McAuliffe 2006描述过狐獴中的教学行为, 这也是动物教学行为最典型的范例之一。

[6] 动物间的合作不局限于亲缘选择, 也可以通过各种不同机制发生。见Nowak和Highfield 2011的近期评论。

[7] Darwin 1871, p. 160.

[8] Currie and Fritz 1993.

[9] Winterhalder and Smith 2000, Brown et al. 2011.

[10] Gagneux et al. 1999.

[11] Klein 1999, Boyd and Silk 2015.

[12] Sterelny 2012a对该内容进行了更加详细的讲解。

[13] Boyd and Richerson 1985, Tomasello 1994, Richerson and Boyd 2005, Boyd et al. 2011, Henrich 2015.

[14] Pinker 2010.

[15] Boyd and Richerson 1985, Tomasello 1994, Richerson and Boyd 2005; Boyd et al. 2011, Henrich 2015.

[16] Basalla 1988, Petroski 1992.

[17] Petroski 1992.

[18] Ibid.

[19] See Petroski 1992 for a detailed treatment.

[20] 累积性文化也被称为“棘轮效应”, 见Tomasello 1994。

[21]Boyd and Richerson 1985, 2005; Tomasello 1999; Whiten and Van Schaik 2007; Pagel 2012.

[22]Zentall and Galef Jr. 1988, Avital and Jablonka 2000, Leadbeater and Chittka 2007, Hoppitt and Laland 2013.

[23]整本书中的“模仿”一词指的是任何一种“社会学习”——动物为了与其他动物交流而使用的学习方式。

[24]Warner 1988, Whiten et al. 1999, Van Schaik et al. 2003, Perry et al. 2003, Rendell and Whitehead 2001, Frigaszy and Perry 2003.

[25]Fragaszy and Perry 2003, Hoppitt and Laland 2013.

[26]关于鲸类，见Rendell和Whitehead 2001，以及Whitehead和Rendell 2015。关于鸟类，见Mundinger 1980, Avital和Jablonka 2000, Emery和Clayton 2004，以及Emery 2004。

[27]关于黑猩猩，见Whiten et al. 1999, 2009；关于猩猩，见Van Schaik et al. 2003；关于僧帽猴，见Perry et al. 2003。

[28]Whiten 1998, Whiten et al. 2009.

[29]Tomasello and Call 1997.

[30]关于“累积性文化”这一说法仍不常见并存在争议（Tennie et al. 2009, Dean et al. 2012, 2014）。黑猩猩的复杂垂钓工具为其提供了可能性（Sanz et al. 2009），第二个例证是新喀鸦制作的复杂觅食“工具”（Hunt and Gray 2003）。

[31]Boesch 2003.

[32]Tennie et al. 2009.

[33]体外寄生虫的控制、挖井和各种工具的使用都可能成为累积性文化的一部分。See Boesch 2003, and Sanz et al. 2009.

[34]Hunt and Gray 2003.

[35]近期的一项研究并没有找到解答鸟类观察性学习这一问题的证据（Logan et al. 2015），但很难排除一种可能性——社会学习在获取觅食技能及在自然环境中的饮食特征上发挥着作用，特别是这些鸟类已经能够使用工具来获得各种丰富的食物（Rutz et al. 2010）。

[36]Basalla 1988, Ziman 2000.

[37]McBrearty and Brooks 2000, D' Errico and Stringer 2011.

[38]McPherron et al. 2010.

[39]Stringer and Andrews 2005.

[40]Ibid., Klein 2000.

[41]Stringer and Andrews 2005.

[42]Thieme 1997.

[43]James 1989.

[44]Movius 1950, Stringer and Andrews 2005.

[45]Mellars 1996.

[46]McBrearty and Brooks 2000.

[47]关于斧柄工具，见Boeda et al. 1996；关于锥子，见Hayden 1993。

[48]这些日期通常与欧洲有关，但越来越多的证据表明这种“旧石器时代”技术，在早些时候也出现在世界其他地区。See McBrearty and Brooks 2000.

[49]Stringer and Andrews 2005.

[50]Ibid.

[51]Bronowski 1973, Diamond 1997.

[52]Ibid.

[53]Laland and Galef Jr. 2009, Whiten et al. 2011.

[54]Boyd and Richerson 1985, 1996; Galef Jr. 1992; Heyes 1993; Boesch and Tomasello 1998.

[55]关于人类进化史的权威研究，见Lewin 1987；关于人类进化史研究的最新进展，可见Boyd and Silk 2015。

[56]Darwin 1859, p. 458.

[57]Darwin 1871, p. 327.

[58]见斯坦福哲学百科全书中关于勒内·笛卡儿的条目（Hatfield, 2016）。

[59]Darwin 1872.

[60]Wallace 1869; see also “The Limits of Natural Selection as Applied to Man (S165: 1869/1870) ” on the Alfred Russel Wallace Page (<http://people.wku.edu/charles.smith/wallace/S165.htm>) .

[61]然而，这里也可以有许多种解释，见<http://wallacefund.info/wallacebiographies>。

[62]Darwin 1871, p. 158.

[63]关于智力进化的解释可见Miller所著的The Mating Mind （2001），该解释主要参照达尔文的性选择理论。

[64]Tomasello and Call 1997.

[65]关于精彩的介绍可见Shettleworth (2010)。

[66]例如，在Kappeler和Silk (2009)的文章中证实了人类和其他动物之间鸿沟的存在。See also Suddendorf 2013.

[67]Linden 1975; Wallman 1992; Radick 2007; Byrne and Whiten 1988; Whiten and Byrne 1997; de Waal 1990, 1996, 2007, 2010.

[68]例如，可见哲学家Peter Singer或者灵长类动物学家Frans de Waal和Jane Goodall的著作。

[69]Morris 1967.

[70]Lorenz 1966, Ardrey 1966.

[71]Diamond 1991.

[72]Lewin and Foley 2004, Stringer and Andrews 2005.

[73]Glazko 等 (2005) 报告称人类和黑猩猩的蛋白质有80%是不同的。

[74]Frazer et al. 2002.

[75]Haygood et al. 2007.

[76]Fortna et al. 2004.

[77]Hahn et al. 2007.

[78]Calarco et al. 2007.

[79]King and Wilson 1975.

[80]Carroll 2005, Müller 2007.

[81]Birney 2012.

[82]小的差别也存在，例如eszett只见于德语。

[83]Carroll 2005.

[84]Voight et al. 2006, Wang et al. 2006. See Laland et al. 2010 for an overview.

[85]Caceres et al. 2003.

[86]Enard, Khaitovich, et al. 2002.

[87]Taylor 2009.

[88]Striedter 2005.

[89]最近发现的与人类同属的成员，包括纳勒迪人和佛罗勒斯人。

- [90]Henrich et al. 2001.
- [91]关于人类合作的概述，见Henrich and Henrich 2007，或者Henrich 2015。
- [92]Jensen et al. 2007.
- [93]Fehr and Fischbacher 2003, Richerson and Boyd 2005, Henrich and Henrich 2007.
- [94]Tomasello and Call 1997.
- [95]Povinelli et al. 1992, Tomasello and Call 1997, Tomasello 2009.
- [96]Premack and Woodruff 1978.
- [97]Call and Tomasello 2008.
- [98]Call et al. 2004, Call and Tomasello 1998.
- [99]Heyes 1998, Seyfarth and Cheney 2000.
- [100]Call and Tomasello 2008.
- [101]Onishi and Baillargeon 2005.
- [102]Dennett 1983.
- [103]See, for instance, Call and Tomasello 2008, Herrmann et al. 2007, and Whiten and Custance 1996.
- [104]Herrmann et al. 2007.
- [105]Whiten 1998, Whiten et al. 2009, Tomasello and Call 1997.
- [106]Horner and Whiten 2005, Dean et al. 2012.
- [107]Byrne and Whiten 1988, Whiten and Byrne 1997, Dunbar 1995, Tomasello 1999.
- [108]Hauser 1996.
- [109]Seyfarth et al. 1980.
- [110]Caesar et al. 2013.
- [111]Janik and Slater 1997; Wheeler and Fischer 2012, 2015.
- [112]Bickerton 2009.
- [113]Ibid.
- [114]关于教猿说话的更多尝试，可见Gardner和Gardner 1969, Terrace 1979, 及Radick 2008。
- [115]Radick 2008, Bickerton 2009, Fitch 2010.

[116]Herbert Terrace改变了他对拥有语言的猿的看法。通过多年研究大猩猩Nim Chimsky, 他得出结论, Nim的行为能够被理解为设定学习过程的产物, 并没有显示出任何言语能力。See Terrace 1979.

[117]de Waal 1990, 1996, 2007, 2010.

[118]Dawkins 2012.

[119]Silk 2002.

[120]这也被称为间接教唆 (Galef Jr. 1988), 讨论情感感染的有Berger 1962, Curio et al. 1978, Kavaliers et al. 2003, Olsson和Phelps 2007, 以及Hoppitt和Laland 2013。

[121]de Waal 1990, 1996, 1999, 2007, 2010.

[122]见Bshary et al. (2002), 和Bshary (2011); 也可见Abbott (2015)。

[123]de Waal 1990, 1996, 2007, 2010.

[124]Lewin and Foley 2004, Stringer and Andrews 2005.

[125]Ibid.

[126]Caceres et al. 2003.

[127]Enquist et al. 2008, 2011.

[128]Barrett et al. 2001.

[129]世界知识产权组织2013年度报告表明, 仅在2012年一年全球就提交了235万个专利申请。此外, 2 400 万个商标成功注册。See http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2013.pdf.

[130]此段译文选自周建人、叶笃庄和方宗熙的译本。——译者注

如果你不知道读什么书或者想获得更多免费电子书请加小编微信: Booker527 小编也和结交一些喜欢读书的朋友 或者关注小编个人微信-信公众号名称: 布克小姐

第二章 无处不在的模仿

无论是在同一个地方用同一种陷阱去捕获许多动物，还是用同种药剂去消灭它们，都是不可能的。而且，不可能所有动物都会中毒，也不可能都落入陷阱。它们在目睹同伴被捕或中毒后一定会学会小心谨慎。

——达尔文，《人类的由来》

棕鼠的拉丁名字 (*Rattus norvegicus*) 总会让人误以为它来自挪威，但其实它源自中国。过去的几百年里，这一种群已繁衍到除南极洲外的所有大陆。棕鼠被称为“地球上最成功的非人类哺乳动物”之一。[\[1\]](#)它分布广泛，种类繁多，既可以在阿拉斯加的人类垃圾堆里寄居，也可以在南乔治亚岛依靠甲虫和在地上筑巢的鸟儿生存，并且几乎在所有的农场和城市的角落都兴旺繁衍。[\[2\]](#)

棕鼠的成功繁衍部分反映出它依赖人类的漫长历史，我们将其视为不受欢迎又野蛮的伙伴。然而，几百年间，尽管用尽了陷阱、老鼠药、熏蒸等各种办法，再有本事的人——就算他能施展魔咒——也很难消除这一生命力如此顽强的害虫。其原因，如达尔文所说，是因为老鼠通过模仿，狡猾地避开了人类使用的所有手段。

在达尔文所处的时代，主流观点是儿童和猴子的行为是通过模仿习得的，但大多数动物的行为是由本能控制的。[\[3\]](#)广泛流行的观点是，灵长类动物，或许只有灵长类动物，可以模仿其他同类的行为，但俚语“有样学样” (monkey see, monkey do) 和短语“模仿” (to ape) 却有违这一观点。像许多其他科学问题一样，达尔文认为，自然

界中的模仿行为无处不在，这一认识领先于他所处的时代。今天，在各种各样的动物身上都存在着社会学习的实验证据，广泛且又无可争议。[\[4\]](#)

达尔文认为，经过漫长的诱捕与反诱捕斗争，人类的哺乳类敌人已经变得“聪明、谨慎和狡猾”[\[5\]](#)，而棕鼠就具有这些特点。几十年鼠控尝试的失败，部分是因为老鼠对其栖息地的任何变化都表现出极度不安。[\[6\]](#)研究老鼠行为的这几年来，我观察到，它们对待任何新的食物或新的事物都是慢慢地、悄悄地接近，身子蜷伏得很低，肚子几乎要贴在地板上，只要受到一丁点儿的威胁，便立刻掉头逃窜。如果一切都安全，这些好奇的老鼠最终会吃上一些食物，但一开始它们不会轻易进食，吃也吃得很少。

直到20世纪中叶，人类使用的老鼠药还是得需老鼠大量食用后才能致命，频繁的少量摄入只会让老鼠生病，这将不经意地训练它们避开新的食物来源。这一做法，尽管一开始使老鼠数量减少，取得一些成效，但是经过短期尝试后，诱饵的接受率会逐渐变低，老鼠种群数量也很快回复最初的规模。

20世纪50年代，出现一种慢性杀鼠剂——华法林，它曾在控制老鼠数量的战役中取得胜利，因为老鼠在进食很久后才会感到不适，这样一来，它们就不会对诱饵产生抗拒。曾经世界各地都用华法林型药剂来对付老鼠和其他啮齿类动物，但只是取得了部分成功，最终存活下来的种群进化出了基因抵抗力。

鼠患的顽固使得人们产生了深深的挫败感，这也促使人们在20世纪中叶对老鼠行为进行深入研究。德国应用生态学家弗里茨·施泰宁格曾花多年时间研究改进控制啮齿类动物数量的方法，对于达尔文的老鼠通过社会学习避开老鼠药的观点，他是第一位提供数据支持的科学家。[\[7\]](#)经过几十年的观察和实验，施泰宁格认为，有经验的老鼠知

道诱饵有毒后，便会告知经验不足的老鼠避免进食有毒的食物。虽然施泰宁格的解释在细节上不够准确，但这是一次重要的认识。其实，信息传递机制是复杂、多样、巧妙的。几十年后，全世界首屈一指的动物社会学习权威、加拿大心理学家杰夫·杰利夫最终解开了这个谜题。

30多年来，杰利夫和他的学生们精心地设计了一系列实验，最终发现成年老鼠的进食方式会影响其他老鼠的食物选择，特别是幼鼠。杰利夫发现，老鼠不会刻意避开使同类生病的食物，但会更加偏好那些健康老鼠吃过的食物。这种机制非常有效，使鼠群形成了有效食用安全、美味又营养的食物的饮食习惯，基本上不去触碰有毒的食物。

值得注意的是，这种信号传输机制甚至在老鼠出生前就已存在。鼠胎在其母亲的子宫中受到某种味道的影响，在它出生后，就会偏爱这种味道的食物。给怀孕中的母鼠喂食大蒜，它生下的乳鼠会偏爱食物中大蒜的气味。^[8]母鼠乳汁也会影响乳鼠的进食口味，接触某种味道的乳鼠会足以培养出对相同食物的偏爱。^[9]之后，在乳鼠第一次尝试固体食物时，它们只在有成年老鼠的地点进食，^[10]主要是因为它们跟随成年老鼠到达这些地点，由此掌握了与食物相关的线索。^[11]即使离开群体并独自遇到食物，它们也只会吃那些成年老鼠吃过的食物。^[12]

成年老鼠甚至不需要时刻在旁边影响幼鼠做出进食决定。在离开一处进食地点后，它们会留下气味线索，引导幼鼠到食物摄取地寻找食物。^[13]此外，提供食物的成鼠在食物源附近和它们要吃的食物上以尿液和粪便的形式留下线索。^[14]在伦敦大学学院读研期间，我对这些线索在传播饮食习惯中起到的作用进行了调查。我发现老鼠在食物摄取地附近留下了大量集中的尿液标记和粪便，^[15]这些线索有效地传达出“该食物可安全食用”的信息。如果我以任何方式打乱了这

些线索，比如清除尿液标记但留下粪便，或清除粪便但留下尿液标记，甚至换成另一种食物，“信息”便会立刻失效，其他老鼠也不再喜欢这个地点了。鼠类似乎擅于忠实模仿，如果它们遇到任何可疑的事情，它们会迅速戒备。

我还发现，我可以在一群从未谋面的老鼠之间建立起食用特定食物的实验传统。^[16]我在干净笼子的一侧放一个碗，里面装有某种味道的食物，把老鼠放进去喂养几天。在这期间，老鼠会标记这个食物地点。之后我便取出这只老鼠，在笼子的另一侧放置一个相同的碗，碗里装着味道不同但营养成分相同的食物，此后每天我都会在笼子里重新放一只老鼠进去，观察它的进食和标记行为，然后再取走这只老鼠。我发现老鼠会保持传统，持续几天都在原来有标记的那个碗里进食，这种传统在更换老鼠的几次反复中依然保留下来。最开始的那一批老鼠留下的嗅觉线索在48小时内就失效了，所以这意味着要保持随后数天的标记有效，老鼠不仅要选择在标记地点进食，还要增强其他老鼠的标记信号。

然而，上述过程中没有一种是老鼠传递饮食偏好信息的主要方法。一只老鼠进食后，其他老鼠会注意它呼吸中与食物有关的气味线索，以及留在它身上和胡须上的食物气味，从而分辨出其他同类吃过的食物。^[17]接触刚进食过的老鼠对其同伴在食物选择上的影响可能是惊人的，足以完全推翻后者先前的偏好和厌恶。^[18]与其他传递饮食偏好的机制相结合后，例如稳定传递的气味标记，^[19]这些线索可以产生种群特有的进食习惯。^[20]用这种方式，鼠群可以有效地感受到各种不同食物中的口味和毒性的变化。对于寻找机会、搜寻食物的杂食动物来说，最关键的适应力就是必须在危险又不可预测的世界里依靠种类多样、不断变化的饮食习惯存活。

本章简要概述了动物社会学习的依据。我的目标是论证在自然界中，模仿行为无处不在。向同类学习是一种非常普遍的技巧。在艰难

残酷的世界里，动物们依靠这种技巧能够获得必要的技能和知识来谋生。从大象、鲸鱼到蚂蚁、木蟋蟀，各种各样的生物都在利用同类已积累的智慧。无论是关于食物、捕食者还是配偶，这种智慧都对动物的生存至关重要。之后在本书中，我会展示社会学习在不同社会动物的生活中所扮演的不同角色，这是改变复杂认知演变发展的基础。

老鼠利用同类的气息寻找食物线索的能力在几种啮齿类动物身上都存在，同时在狗和蝙蝠身上也发现了这种能力。[\[21\]](#)其他动物也拥有类似的机制。例如，鱼类体表非常黏滑，因为它们会分泌一种黏液，覆盖全身，帮助它们减少阻力，游得更快，也能免受外部寄生虫侵扰，这种黏液也能够被洗掉。我的研究生尼古拉·阿顿发现，某些鱼类的黏液还具有额外的功能，这些鱼在它们的黏液和尿液中分泌食物线索，其他鱼可以感知到这些线索。如果近期捕过食的鱼在分泌食物线索的同时释放关于紧张的化学信号，其他鱼可能会得出“避开新食物”的结论。相反，如果水中没有这种紧张的信号，当黏液线索发生作用，鱼儿们会迅速建立起对新食物的偏好。[\[22\]](#)大黄蜂同样具有类似的机制，当觅食者成功地把花蜜带入蜂巢时，它们将气味芬芳的蜜汁储存在“蜜罐”中，蜂群其他成员对蜂蜜进行品尝，从而形成对花香的饮食偏好。[\[23\]](#)食用同类吃过的食物是一种高度适应性策略，这种有效机制可以防止“坏”信息的传播。

动物社会学习的普遍性近期才被发现，震惊了科学界。[\[24\]](#)30年前，当我第一次开始研究动物社会学习与传统时，研究员们坚信社会学习主要发生在脑容量大的动物身上。当然，我们会想到一些例子，例如鸟开启牛奶瓶盖的这一行为的传播——在欧洲，有大约12种鸟，包括大山雀和蓝冠山雀，在送奶工将牛奶送到顾客家门阶上后，可以啄开牛奶瓶上的箔帽，偷食牛奶。[\[25\]](#)还有一个已被证实的发现是，许多鸟都是从成年鸟那里学会鸣叫的，这样的学习导致不同地理位置的鸟鸣声有所差异。[\[26\]](#)人们已经记录了几种不同的鸟在鸣叫上存在

的地区差异，特别是白冠麻雀和花鸡，这差异通常被称为“文化”差异。^[27]然而，打开牛奶瓶和鸟类鸣叫广泛被认为是动物的专有机制，并不意味着它们就能从同类身上学到其他行为习惯。研究人员更倾向于认为是自然选择让这些动物形成了专有机制，使它们能够获得社会中的特定信息，而不是普遍拥有模仿能力。同样，传递食物来源的位置信息时，一群蜜蜂会跳起有名的摇摆舞，^[28]这也被认为是一种专有适应机制，以适应有限的特定环境，它被认为是一种与人类文化相似的性状，而不是同源性状。

动物社会学习中的一个典型范例就是日本猕猴在吃红薯时会清洗红薯。^[29]1953年，一只名为伊莫的年轻雌性日本猕猴，和同类居住在日本宫崎县的幸岛上。在吃红薯前，伊莫会先在一条淡水溪流里把红薯洗干净。这个对它来说十分新奇的食物是日本灵长类动物学家们提供的。表面上看，吃之前清洗食物起到了去除污垢和砂粒的作用，而一只猴子竟然表现出如此文明和人性化的卫生行为，这引起了人们的极大关注。

这种习惯开始传播，不久后该种群里的其他猕猴也在溪流或海水里清洗科学家们提供的食物。三年后，伊莫又想出了新的觅食行为：它抓了一把混有沙土的小麦，投入海水，然后将浮在水面上的小麦捞了出来，以此来分离出小麦中的沙子，^[30]它注定会成为猴子中的明星。哈佛大学著名生物学家爱德华·威尔逊将伊莫描述为“一个猴子天才”^[31]，研究黑猩猩行为的著名权威珍妮·古道尔认为它“天赋异禀”。^[32]这种称赞是否合理？我们将会在后面的章节进行讨论。然而，不可否认的是，伊莫的行为在其种群中得到了传播。更重要的是，这并不是偶然事件，猕猴展现出了许多行为传统。^[33]

20世纪七八十年代，灵长类动物学家比尔·麦格劳德在非洲黑猩猩种群中搜集了各种关于行为传统的证据。^[34]在其他种类的猿和猴

子中也出现了传统行为的证据，并且人们的普遍印象是，社会学习是灵长类动物的一个独特特征。^[35]由于我们人类既有智力，又高度依赖于社会学习，所以研究人员或许自然而然地将这些属性联系起来，并假设这些有效的模仿行为仅限于与我们最密切相关的物种。这种直觉被证明是完全错误的。

当然，社会学习在猴子和猿类中是普遍存在的。最著名的例子是关于非洲的黑猩猩使用工具的独特传统。发展心理学家安德鲁·怀特及其同事在《自然》杂志上发表了一篇具有里程碑意义的文章，让这一传统得到关注。^[36]一些黑猩猩种群用茎柄探寻白蚁，其他种群用同样的方法找到蚂蚁或蜂蜜，还有一些黑猩猩种群用石头敲开坚果。每个地区的黑猩猩都有自己的特长，^[37]每种特长都远远不止是为了觅食。用特定的姿势整理毛发、在雨中跳舞，以及用植物做药材都是不太为人所知的学习传统。^[38]数据表明，这些行为模式是通过社会学习获得的。^[39]例如，坦桑尼亚贡贝国家公园的黑猩猩用茎柄和其他探针插入白蚁堆来“钓取”白蚁。灵长类动物学家伊丽莎白·朗斯多夫发现，母亲捕捉白蚁的时间与其幼崽获得捕捉技能的多少密切相关。^[40]显然，雌性幼崽花费大量时间观察它们的母亲，因此学到了同样的技能，而雄性幼崽花费的时间少得多，所以它们的觅食技能与它们的母亲并无关联。^[41]

红毛猩猩^[42]是人类的另一个近亲，也在喂食、筑巢和交流方面拥有独特的种群传统。^[43]与黑猩猩一样，许多红毛猩猩的文化行为都涉及使用工具觅食，例如用树叶托起多刺的果实或从树的裂缝中挖水。还有和建造有关的行为，例如制造一个伞状的覆盖物用来遮风挡雨，以及把“亲吻发出的吱吱声”作为通信信号，对于后者来说，猩猩将双手合拢在嘴边，让自己的叫声听起来更深远，从而显得更加强大，以此防御捕食者。红毛猩猩的一些习性仍然是个谜题。例如，至少有三个种群的猩猩有着奇怪的习惯：它们在睡觉时会发出嘘声。

[44]红毛猩猩的其他传统非常接近人类行为。它们可能会把树叶当作“杯子”汲取雨水，或当作“床”来睡觉，这可能并不会让人感到特别惊奇。然而，研究人员还观察到，有两只婆罗洲红毛猩猩为自己捆了一捆树叶，就像抱洋娃娃一样在睡觉时将这捆树叶抱在怀里。[45]

同样引人注目的是在哥斯达黎加卷尾猴中发现的奇特的社会习俗。加州大学洛杉矶分校灵长类动物专家苏珊·佩里和她的同事们通过多年的细心研究使这一现象得到重视。[46]研究人员发现，特定的猴子种群具有某些很独特的区域性习惯，这些习惯包括嗅同类的手、吮吸对方的身体部位、把手指放到其他猴子的嘴里或眼睛上。[47]例如，在洛马斯巴布达自然保护区发现的一个猴群中，成对猴子经常同时将手指插入对方的鼻孔中，并保持这一动作好几分钟，有时像发呆一样摇动。在另两个猴群中，它们会一边嗅对方的手，一边吮吸对方的手指。而在珀隆的猴群会戳同类的眼珠，一只猴子的手指直到指关节都会插入另一只猴子的眼睑和眼球间（见图1）。研究人员认为猴子们通过这些种群或种群特定的社会习俗来检验相互间社会关系的远近。同样，虽然日本猕猴清洗食物的习惯有实用意义，但是这个物种的某些种群展现出来的传统，比如连续好几个小时砸岩石，仍然是个谜题。[48]这可能是某种音乐倾向的先兆，也可能是一种社会信号，或者可能是一种机能失调，是无聊时或打发多余时间的行为产物。

然而，虽然它们的传统的普遍性和多样性无疑证明了社会学习对许多灵长类物种的至关重要性，但是这并未排除模仿对其他动物同样重要的可能性。达尔文始终比大多数人更敏锐。他在1841年给一本名为“园丁纪事”的期刊写了一封信，信中指出，一些蜜蜂像大黄蜂一样在花上打眼取蜜，并推测这一诀窍是通过物种间的模仿获得的：

如果这种行为得到验证，我认为这将会是一个关于昆虫间知识学习的很有启发性的例子。我们对一类猴子从另一类猴子身上学会用特

殊的方式打开坚果感到很震惊，那么在看到昆虫种群间如此卓越的本能能力时，我们该有多震惊啊。[\[49\]](#)

达尔文关于蜜蜂效仿大黄蜂的观点是否正确至今仍难以验证，[\[50\]](#)但是我们知道，大黄蜂窃取花蜜的习性，与猴子使用工具打开坚果的习性一样，都是一种在社会中可传播的行为传统。

动物间不仅会传递该吃什么食物的信息，同样也会传递在哪里觅食以及怎样得到食物的信息，许多物种都会通过观察其他物种或与它们互动获取相关的觅食知识。最引人注目的研究之一来自挪威动物行为学家托尔·斯洛格斯沃尔和加拿大人凯伦·维贝。他们把蓝山雀的蛋放到大山雀的窝里，[\[51\]](#)同时把大山雀的蛋放到蓝山雀的窝里（这种实验过程被称为“交叉抚养”），[\[52\]](#)以此研究野生动物间的社会学习。这些鸟和其他鸟一起栖息，一起觅食，却有着明显不同的觅食区，这一点直到最近才被认为是进化的结果，即未经学习形成的偏好。蓝山雀主要以树干高处的芽体、蛆类和蛾类为食，而大山雀主要以地面、树干或茂密的树枝上的较大的无脊椎动物为食。与许多动物相同的是，这些鸟儿跟其他种类一起觅食，比起小群体，它们因数量庞大能更有效地防御天敌，并且与这些特定的鸟类聚集还无须争夺食物。



图1 哥斯达黎加的白面卷尾猴拥有奇特的社会习俗，这种习俗在种群间有所不同。图中所示为来自珀隆种群的两只成年雌性猴（鲁默和赛都尼亚），它们展示出奇妙的本土传统：嗅手和戳眼球。鲁默是一系列传统的创新者，研究人员认为是它发明了戳眼球的动作（经苏珊·佩里授权使用）

斯洛格斯沃尔和维贝能够量化来自不同鸟的“养父母”在环境中（而不是本性）对幼鸟造成的影响。交叉抚养的方式极大地显示出早期学习对大部分行为的影响。[\[53\]](#)大山雀养育的蓝山雀有着大山雀的觅食习惯，反之亦然。鸟类在林间觅食的高度，以及它们捕获食物的类型和大小因社会学习经验，随着抚育物种的习性发生转变。大山雀有时甚至试图模仿它们的蓝山雀父母，用倒挂的方式觅食，即使它们总是掉下来！幼鸟们选择筑巢的地点也会随“养父母”的倾向发生转变，[\[54\]](#)同样受到影响的还有配偶选择[\[55\]](#)、鸣叫的声音[\[56\]](#)和惊恐的叫声。[\[57\]](#)鸟儿们学会了种属特有的大部分社会行为技能。

许多其他研究证明，许多行为模式都是通过社会学习的。海豚的觅食传统是把海绵当作探测工具，驱赶出躲藏在海底的鱼群。^[58]虎鲸有捕猎海豹的传统，方法是虎鲸们一起冲向海豹，制造巨大的波浪，让海豹撞到浮冰上。^[59]喷水鱼会喷射水柱，干脆地击落飞行中的昆虫猎物，这种习性可通过观察同类习得。^[60]许多动物像狐獴和蜜蜂都拥有种群独特的睡眠习惯，一些种群习惯早起，另一些种群则起得很晚，这种传统不能用生态差异来解释。^[61]甚至是鸡也可以通过社会学习学到嗜杀同类的习性。^[62]这一实验研究发现，鸟类某些种群观察其他种群吸血会诱导同类相食的倾向。同类相食在动物王国中普遍存在，在野生种群和工厂养殖的家禽中都会出现。对后者而言，这是重要的生存问题，因此了解同类相食的原因有重要的经济意义。^[63]

自然界中社会学习的普遍影响可以很好地通过择偶模仿的例子进行说明，动物对配偶的选择会受到同性个体配偶选择的影响。这种模仿形式极其普遍，在昆虫^[64]、鱼类^[65]、鸟类^[66]、哺乳类动物^[67]，包括人类^[68]中都有许多例子。实际上，雌性果蝇会选择其他雌性所选择的配偶就可以清楚地表明，动物不需要一个大容量的大脑就能模仿同类。^[69]

择偶模仿并不仅限于个体直接观察到的同类的求偶或交配情况，就像老鼠通过粪便留下一些信息，间接线索对择偶选择有同样的影响。在很多种鱼中，雄鱼筑巢，雌鱼在这些巢穴中选择一个最终产卵之地。通常这个决定是基于雌鱼对雄鱼能力的评估，但在某些鱼中，雌鱼的决定更多地取决于雄鱼巢穴的特征，雌鱼巢穴的选择在某些鱼中已被证明是受巢穴中已存在的鱼卵数量的影响。受欢迎的巢穴会有更多的雌鱼产卵。^[70]似乎雌鱼把已存在的大量鱼卵理解为：许多雌鱼选择了巢穴的主人作为配偶，因此推断出雄鱼一定质量高。在巢穴中有一定数量的鱼卵对于吸引雌鱼是至关重要的，在某些鱼中，已观

察到雄鱼会从其他巢穴中偷取鱼卵来增加自己未来的成功率。^[71]进化生物学家认为，雄性动物会尽可能地避免被“戴绿帽”，避免养育其他雄性的后代。但是，这里提到的雄鱼接受这样的“戴绿帽”行为，是为了影响雌鱼的决策，提高自己的繁殖成功率。

孔雀鱼（一种小型热带鱼）可能是择偶模仿中最好的研究对象，^[72]它是来自南美洲的小热带鱼，深受养鱼爱好者欢迎。路易斯维尔大学生物学家李·杜盖金进行了一系列实验：在一个水族箱两端的透明隔板后，分别放置一只雄性孔雀鱼，然后放置一只示范雌鱼靠近其中一只雄性，留下示范鱼选择这只雄鱼作为伴侣的印象。^[73]随后将一只学习雌鱼放入水族箱内观察雄鱼，之后移除示范雌鱼，撤离隔板，学习雌鱼可以自由地在水族箱内游动，两只雄鱼也可以向它求爱。实验发现，显然学习雌鱼大部分的时间离示范雌鱼选中的那只雄鱼更近，也就是说，它的择偶选择似乎明显受到了示范鱼选择的影响。与老鼠从其他同类的呼吸中得到信息一样，这种择偶模仿效应足以逆转它自己先前的偏好。^[74]一旦其他雌性动物看起来要对那些一直都不受欢迎的雄性动物示好，那么这些雄性动物则会很快引起另一只雌性动物的兴趣。

另一种小型热带鱼——来自大西洋的摩利鱼^[75]也表现出择偶模仿行为。^[76]但是，摩利鱼中的雄鱼也有这种模仿行为，更喜欢其他雄鱼的配偶。有趣的是，在自然选择的驱动下，为了减少竞争力，雄鱼会表现出欺骗行为。当它们的求偶受到竞争对手的关注时，雄性摩利鱼转而追求不太受欢迎的两只雌鱼，以误导观察者去追逐不太有吸引力的对象。^[77]值得注意的是，除人类外，大西洋雄性摩利鱼的行为是动物王国中使用欺骗手段阻碍社会学习的唯一已知例证。原则上，模仿策略最主要的问题之一就是只有被模仿的个体的利益不受影响，才能保证模仿者可以接收到准确信息。尽管如此，为什么动物的

社会学习在很大程度上仍保持诚实，这个问题我们在后面的章节中会谈及。

除了觅食和择偶，社会学习在其他方面也被证明是很重要的。之前提到的广泛的实验证据证明，许多雄鸟是从父辈那儿学会鸣叫的，或更常见的是从邻近的成年雄鸟那里学会的，并且学习过程中还出现了不少方言变体。[\[78\]](#)最近的研究表明，许多哺乳动物也存在发声传统，特别是鲸鱼和海豚。[\[79\]](#)这项研究主要针对宽吻海豚[\[80\]](#)、虎鲸[\[81\]](#)和座头鲸[\[82\]](#)。例如，座头鲸种群中的所有雄性都会发出一种叫声，这种叫声随着季节逐渐变化，这种变化太快，无法通过基因的变化来解释。[\[83\]](#)相反，座头鲸似乎通过社会学习获得了这种叫声，这种叫声在海洋里的鲸群中传播，又不断发生变化。然而，太平洋、大西洋和印度洋的座头鲸的叫声截然不同。这些叫声有时会经历一次彻底改变。引人注目的是，1996年在澳大利亚东海岸附近的太平洋海域，人们第一次听到两只座头鲸发出了一种奇特的声音，这种叫声与附近其他80头座头鲸的叫声大相径庭。一年后，其他座头鲸也学会了这种叫声，两年后，太平洋区域的所有记录到的鲸鱼都发出这种叫声。[\[84\]](#)这种新颖的叫声变体与生活在澳大利亚另一边的印度洋里的鲸鱼叫声相似，这引出了一种假设：一小部分座头鲸从印度洋游到了太平洋，带来了它们悦耳的叫声。最近的研究表明，这种叫声的改变可能会定期发生，有趣的是总是沿着同一个方向传播，如文化涟漪一般，从南太平洋西部、中部的种群向东延伸。[\[85\]](#)

对于许多动物来说必须要了解一些重要的位置：有益的饲料地、捕食安全区、休息地点、寻找配偶并繁殖的合适区域以及这些位置之间的安全路线。鱼类是这种社会学习的最佳例证。[\[86\]](#)许多鱼都有学习传统，它们重复使用交配、训练、休息和进食的场所以及洄游路线，每天、每季度或每年定期回到相同的地点进行各项活动。[\[87\]](#)例如，蓝鳍濑鱼[\[88\]](#)具备通过社会学习而掌握交配场所的传统，蓝鳍濑

鱼世世代代都在加勒比海的珊瑚礁交配。理论上，这种传统不一定源自社会学习遗传差异，或当地生态环境的变化，还有可能是因为种群间的行为差异。为了调查社会学习发挥的作用，加利福尼亚大学圣芭芭拉分校的进化生态学家罗伯特·华纳移走了整个濑鱼种群，并用其他移植的濑鱼种群替代了它们。华纳推断，如果确定交配地点的是环境或生态特征，那么新种群将与旧种群使用相同的地点，相反，如果这些是学习传统，那么就没有理由期望新种群与旧种群使用相同的交配地点。

华纳发现蓝鳍濑鱼完全建立了新的交配场所，并在其研究的12年间保持不变。^[89]但是，在随后的研究中，华纳在一个月后替换了新的濑鱼种群，他发现新替换的鱼群和之前的鱼群选择了同样的地点。^[90]很显然，鱼类初次选择交配地点和路线是基于它们对环境资源最佳利用状况的评估，然后这些行为模式作为学习传统建立起来。随后，当环境的各个方面发生变化时，传统得到保留，鱼类行为不能只从生态学的角度看。这种现象称为“文化惯性”^[91]，这个名词来源于维京人在格陵兰岛定居，后因定居者未能让其文化适应新的环境条件而失败。^[92]在濑鱼早期生活中观察到较高程度的混居情形表明，生活在珊瑚礁的鱼群不受明显的遗传分化影响。结合所观察到的传统，这项研究提供了关于文化差异的有力证据。

诸如对鱼类洄游学习传统的实地研究是我和学生们在实验室进行某些实验的灵感来源。我们想评估一种假设，即鱼通过追随有经验的同类，从而掌握重要资源的位置。剑桥大学本科生凯莉·威廉姆斯进行了一个小规模鱼类洄游研究以调查其潜在的机制。^[93]经过反复的实验，凯莉训练了一条示范孔雀鱼，在实验室的水族箱中，会通过两种备选路线中的一条找到食物地点。然后，凯莉将一些未经训练的鱼放入其中，这些鱼倾向于和示范鱼一起游动，采取相同的路线获取食物。5天后，这些鱼群单独进行测试，虽然有一条等距离并同样简单

的备选路线，但是它们明显倾向于采取和示范鱼相同的路线，凯莉之前已经表明，仅仅跟随有经验的鱼就可以掌握食物的路线。此外，一条路线上游过的示范鱼越多，实验对象的学习就更有效。多条示范鱼让它们的行为更有说服力，提高了可靠性，也更加有力并明确地指示了该选哪条路线。[\[94\]](#)

我们继续使用传动链设计进行实验。实验中，我们训练一小群鱼学会选择两条路线中的一条寻找食物，之后用普通鱼群逐渐取代受过训练的鱼群，以观察在鱼群成员发生变化的情况下[\[95\]](#)，新进入的鱼群是否仍保留对这条路线的偏好。[\[96\]](#)果然，在受过训练的鱼群被移除的几天后，新鱼群仍然偏好这条路线。即使这条路线比另一条备选路线更长、需要耗费更多体力，新鱼群仍然普遍地选择受过训练的鱼群游过的那条路线。

后来，在圣安德鲁斯大学进行的实验中，我们证明了鱼群的觅食路线可以形成传统，觅食技巧也同样可以。[\[97\]](#)我们训练示范鱼直接游进狭窄垂直且顶部封闭的管状容器里获取食物，这对鱼类是一种挑战，需要它们以某种鱼类不常观察到的方式游动。尽管简单，但是如果不经训练，鱼类无法靠自己完成这一觅食任务。虽然受过训练的鱼可以从管状容器中获取食物，但是未经训练的鱼仍然无法学会。然而，当和有经验的示范鱼一起游动时，未经训练的鱼群可以快速地学会从管状容器中获得食物，并且可以建立传统，通过社会学习维持这种新颖的觅食行为。

这些通过实验建立起的实验室传统持续了数天或数周，并非数年，但仍然表明，更稳定传统的合理机制在自然种群中同样存在。[\[98\]](#)我们的实验证实，和小鱼群相比，鱼儿们更喜欢加入大鱼群，[\[99\]](#)并倾向于采取大多数鱼的行为。[\[100\]](#)一些简单的过程，比如鱼群聚集、在不确定时模仿其他鱼的行为以及过多地关注鱼群的行为等，

共同形成了非常稳定的传统，这些传统有时甚至形成任意或反常行为。[\[101\]](#)正是这些简单机制在野生动物种群中产生了文化惯性。进化生物学家期望动物会跟随环境变化适当地改变行为，而且通常情况下似乎是这样。但是，和罗伯特·华纳对濑鱼的研究一样，野外实验表明，自然界中动物种群的交配和学习地点不能总是根据环境的特点进行预测，而可控的实验室实验有助于揭示原因。[\[102\]](#)

类似的过程还有候鸟每年长距离的迁徙。马里兰大学生态学家托马斯·米勒最近的一项研究提供了令人信服的证据，即在迁徙的美洲鹤中，富有经验的鹤将路线知识传达给经验较少的鹤。[\[103\]](#)米勒和他的同事们设计了一种新型训练方法，即用超轻航空器训练新加入迁徙种群的美洲鹤。笼养的鸟儿们经过训练后会跟随航空器进行第一次迁徙。在随后的迁徙中，鸟儿们单独飞或成群飞，研究人员发现了社会学习对迁徙行为的主要影响。这些数据深刻表明，幼鸟通常跟随更有经验的鸟儿飞行，以了解迁徙路线的方方面面。人们在昆虫中也观察到了同样的模式。例如，蜜蜂中的觅食新手更可能按照舞蹈的动作指示寻找食物地点，而不是单独寻找，而有经验的觅食者通常只有在之前的寻找失败时才会遵循舞蹈动作。[\[104\]](#)

如果不提及最后一个领域，自然界社会学习的简要概述将是不完整的，因为如何识别并逃离捕食者这一方面是十分关键的。避免被吃掉显然对任何动物来说都是优先考虑的内容，但准确了解捕食者并不容易。虽然许多物种都有进化了的反捕食机制，但如果任何新的捕食者运用了新的策略，而自己仍过度依赖于预先建立的逃避捕食者的策略，那么将会面临灾难性的后果。不断变化的世界需要动物们通过学习不断更新自己的反捕食行为。然而，这是一个很难通过反复学习便能掌握的领域，因为只要犯上一次错，就很可能被捕食者吃掉。因此不足为奇的是，恐惧和反捕食行为的社会传播是自然界中最流行的模仿形式之一。

生活在亚洲草原和森林的恒河猕猴^[105]容易受到很多天敌的攻击，包括大型猫科动物、狗和猛禽，尤其是蛇。然而，圈养的恒河猕猴不害怕蛇，这表明，自然种群中的反捕食行为是通过学习获得的。事实上，年轻的恒河猕猴在看到富有经验的恒河猕猴在面对蛇时，发出尖叫声、显露出恐怖的面部表情、表现出拼命逃跑的动作时，它们只知道蛇是一种威胁。研究人员通过细心的实验能够确定，通过观察，年轻的猕猴能够在对蛇的应激反应和其他猕猴对蛇的恐惧反应之间构建联系，从而识别出捕食者的身份，进而触发它们的情绪反应。^[106]实验者用现场演示或录像的方式向猴子展示其他猴子对蛇表现出的恐惧，或通过巧妙的实验操作向它们展示通常不引起恐惧的物体（例如花），然后测试它们对相同刺激物的反应。^[107]当实验者用到像蛇这样的与生态相关的刺激物时，猴子学习恐惧的效果又快又好。^[108]一只恐惧的猴子与一条蛇单独相遇的情景对观察的猴子造成严重的恐惧反应，且持续数月。^[109]但是，这些条件作用都与恐惧有关的刺激一起发生。这些实验结果有力地表明了观察性的恐惧学习机制已经通过自然选择进行了调整，偏向于认识真正的威胁。以这种方式了解捕食者，其优点是可能让猴子对任何种类的蛇都感到害怕，不论其颜色或体型，猴子都能迅速对蛇产生恐惧感，但不会对环境中安全的对象（比如花）产生恐惧感。

猴子学习恐惧的特性与欧洲黑鸟识别捕食者类似研究的结果形成对照。^[110]这些鸟经常聚集起来击退威胁，俯冲下来袭击猫头鹰、鹰和其他捕食者。幼鸟通过目睹这种群驱行为，学会识别危险。来自德国波鸿鲁尔大学的厄尔斯特·古皖和他的同事们通过巧妙的实验操作欺骗年轻的黑鸟，让它们以为成年黑鸟们正在围攻猫头鹰标本、无害的采蜜鸟，甚至是塑料瓶子。之后，这些年轻的黑鸟们就会围攻以上这些刺激物，似乎相信这些都是危险的。^[111]显然，与猴子不同，自然选择在这些鸟中还没有使它们对恐惧进行选择学习。

通过观察同类的安全状况能够获得恐惧感，而这种恐惧感有助于动物更好地适应环境，因此许多动物，包括昆虫、鱼类、鸟类、鼠类、猫类、牛类和灵长类动物，都会有这样的行为也就不足为奇了。[\[112\]](#)研究人员目前正在利用这种观察学习能力提高动物保护和放养的成效。[\[113\]](#)例如：澳大利亚生物学家克鲁姆·布朗曾在我的实验室做过一段时间的博士后研究员，他发现向幼年鲑鱼播放其他同类被狗鱼吃掉的“恐怖片”，可以训练鲑鱼避开大型捕食者，这对幼年鲑鱼来说是关键的生存技能。布朗还通过让幼年鲑鱼观察有经验的鱼，来训练它们进食合适的新食物。[\[114\]](#)之后，昆士兰的一些孵化场利用我们的社会学习实验方案，来提高鲑鱼和其他引入河流放养的鱼类的繁殖率。养殖的鱼通常被饲养在大桶中，生活的空间密度不合乎自然规律，并被喂以配制好的颗粒饲料，当数百万条鱼一起放入河流中时，它们必须迅速学会识别食物和捕食者，否则就会死掉。从历史经验来看，这种放养的成活率只有百分之几。但只要在放养前稍稍做一点训练，就能对成活率和繁殖率产生重要影响。

而自然界中普遍存在的模仿行为仅仅是最浅显的方法，动物能够通过无数种不同方法利用同类所提供的信息。动物行为研究文献中满是社会学习实验，关于动物种群中传播的新行为和种群间传统差异的报告有成千上万篇。在一些研究最为深入的动物体系中，我从功能领域研究中选取了一些例子。然而，社会学习非常有用，它会在不能凭借直觉获知的环境下起到作用，例如当科学还未理解传播行为功能的情况下。模仿不仅仅局限于那些聪明的、脑容量大的，或认知复杂的动物，或者是那些与我们人类密切相关的动物，在自然界中，模仿无处不在，至少在能够进行联想学习的复杂动物之中尚是如此。动物们经常创造新的解决问题的方法，这些方法常常通过种群传播，有时产生类似于“文化”的行为差异。达尔文的观点是正确的，他认为动物行为不完全是由“本能”和“先天倾向”控制的，[\[115\]](#)同时也受后天

习得和社会传播的影响。模仿的普遍性以及不同动物间，如蜜蜂、老鼠和猩猩身上的成功案例都证明了其效用。

我们人类同样展示了广泛的社会学习。与猴子一样，孩子们在看到母亲的恐惧表情后，会对与恐惧有关的对象（包括玩具蛇）表现出强烈又持久的厌恶。[\[116\]](#)一些孩子有动物恐惧症或在某些情况下（如在黑暗中）会感到极度恐惧，通常是因为观察到父母在相同或类似的情况下表现出害怕。[\[117\]](#)虽然这些恐惧症可能很奇怪，但是它们是高度适应性过程的结果。作为一般策略，我们会对任何引起其他人害怕的事情感到恐惧是完全说得通的。模仿同类就是一种高度适应性策略，并且人类尤为擅长，这会在后续章节中加以阐述。

本章中描述的研究提出了一个相当明显并同样有吸引力的问题：自然界中如此广泛存在的模仿行为究竟好在哪里？这个看似无知的问题充满隐藏的复杂性。乍一看，答案似乎很明显，模仿让动物们能快速获得宝贵的知识与技能。但是，几十年以来进化生物学家们一直在努力寻求答案，因为数学模型表明直觉并不完全准确。理论表明，模仿有可能导致不适当行为的传播或把过时的想法当成好想法进行传播，因此不能保证成功。相关分析表明，非社会学习能够允许种群追踪其不断变化的环境。为什么模仿会付出一定的代价？这一问题已经升级为一个重大科学难题，美国犹他大学人类学家艾伦·罗杰斯最先关注于此，[\[118\]](#)并以他的名字命名为“罗杰斯悖论”。直到最近几年，答案才最终浮出水面。一场国际竞赛终于解决了这个问题，关于这场竞赛及其深刻见解将会是下一章的主题。

[\[1\]](#)Galef Jr. 2003, p. 165.

[\[2\]](#)Galef Jr. 2003; Barnett 1975.

[\[3\]](#)Darwin 1871.

[\[4\]](#)Hoppitt and Laland 2013.

- [5] Darwin 1871, p. 50
- [6] Twigg 1975; Barnett 1975.
- [7] Steiniger 1950.
- [8] Hepper 1988.
- [9] Galef Jr. and Henderson 1972.
- [10] Galef Jr. and Clark 1971b.
- [11] Ibid.
- [12] Galef Jr. and Clark 1971a.
- [13] Galef Jr. and Buckley 1996.
- [14] Galef Jr. and Heiber 1976, Laland and Plotkin 1991, Galef Jr. and Beck 1985.
- [15] Laland 1990, Laland and Plotkin 1991.
- [16] Laland and Plotkin 1993.
- [17] Galef Jr. and Wigmore 1983, Posadas-Andrews and Roper 1983, Galef Jr. et al. 1988.
- [18] Galef Jr. et al. 1984.
- [19] Laland and Plotkin 1993.
- [20] Galef Jr. and Allen 1995.
- [21] Valsecchi and Galef Jr. 1989, Galef Jr. et al. 1998, Lupfer et al. 2003, McFayden-Ketchum and Porter 1989, Lupfer - Johnson and Ross 2007, Ratcliffe and Ter Hofstede 2005.
- [22] Atton 2013.
- [23] Dornhaus and Chittka 1999, Leadbeater and Chittka 2007.
- [24] Jablonka and Lamb 2005, Hoppitt and Laland 2013.
- [25] Fisher and Hinde 1949, Hinde and Fisher 1951.
- [26] Marler 1952.
- [27] Marler and Tamura 1964; Catchpole and Slater 1995, 2008.
- [28] Von Frisch 1967.
- [29] Kawai 1965.
- [30] Kawai 1965.

- [31] Wilson 1975, Bonner 1980.
- [32] Kummer and Goodall 1985.
- [33] Huffman and Hirata 2003, Reader et al. 2011.
- [34] McGrew and Tutin 1978, McGrew 1992.
- [35] de Waal 2001, Galef and Laland 2009.
- [36] Whiten et al. 1999, 2001.
- [37] Ibid.
- [38] Ibid.
- [39] Hoppitt and Laland 2013, chapter 7.
- [40] Lonsdorf 2006.
- [41] Lonsdorf et al. 2004.
- [42] 猩猩属。
- [43] Van Schaik et al. 2003, Van Schaik 2009.
- [44] Ibid.
- [45] Ibid.
- [46] 悬猴属。
- [47] Perry et al. 2003, Perry 2011.
- [48] Huffman 1996, Huffman and Hirata 2003, Leca et al. 2007.
- [49] Darwin 1841.
- [50] Leadbeater and Chittka 2007指出蜜蜂可以通过几种途径获得这种行为，只有其中一些包含社会学习。
- [51] 蓝冠山雀。大山雀。
- [52] Slagsvold and Weibe 2007, 2011.
- [53] Ibid.
- [54] Slagsvold et al. 2013.
- [55] Slagsvold et al. 2002, Hansen et al. 2008.
- [56] Johannessen et al. 2006.
- [57] Slagsvold and Hansen 2001.
- [58] Sargeant and Mann 2009.

- [59]Rendell and Whitehead 2001, Baird 2000.
- [60]Schuster et al. 2006.
- [61]Thornton et al. 2010, Kirschner 1987.
- [62]Cloutier et al. 2002.
- [63]Elgar and Crespi 1992.
- [64]Mery et al. 2009.
- [65]Dugatkin 1992, Witte and Massmann 2003, Godin et al. 2005.
- [66]White and Galef Jr. 2000, White 2004, Swaddle et al. 2005.
- [67]Galef 2009.
- [68]Little et al. 2008, and Jones et al. 2007.
- [69]Fruit flies (*Drosophila melanogaster*). Mery et al. 2009.
- [70]See, for instance, Goldsmith et al. 1993, Kraak and Weissing 1996, and Forsgren et al. 1996.
- [71]Largiadere et al. 2001.
- [72]网状孔雀鱼。
- [73]Dugatkin 1992.
- [74]Dugatkin and Godin 1992.
- [75]墨西哥孔雀鱼。
- [76]Witte and Ryan 2002.
- [77]Plath et al. 2008.
- [78]Catchpole and Slater 1995, 2008.
- [79]Caldwell and Caldwell 1972, Janik and Slater 1997.
- [80]宽吻海豚属等。
- [81]逆戟鲸。
- [82]座头鲸。见Janik 和Slater (1997) 关于这些物种的更多研究。
- [83]Payne and Payne 1985.
- [84]Noad et al. 2000.
- [85]Garland et al. 2011.
- [86]在本书中, 我采用了常用的科学惯例, 用“fishes”指多种鱼类, 用“fish”指同类物种的多个个体。

[87]Brown and Laland 2003, 2006.

[88]Thalassoma bifasciatum.

[89]Warner 1988.

[90]Warner 1990.

[91]Boyd and Richerson 1985.

[92]Diamond 2006.

[93]Laland and Williams 1997, 1998.

[94]Couzin et al (2005) 证明，随着动物群体中有经验的个体数量增加，这些个体将种群带到所需位置（比如食物来源地）的能力也会相应增强。尽管如此，这些作者发现，虽然有经验个体的比例出奇得小，仍能够有效带领队伍。在极端情况下只有不到5%的个体能获得信息，假设它们能够对群体进行简单调配，比如引领其他个体共同行动，种群中的所有成员都会到达目的地。近期对狒狒的分析证实了这些早期发现，当活动模式中出现冲突时，群体活动更易受共同向一个特定方向移动的少数个体影响，而非受将决定强加于其他同类的地位高的个体所左右（Strandberg-Peshkin et al. 2015）。

[95]Laland & Williams 1997, 1998.

[96]Stanley et al. 2008.

[97]Warner 1988, 1990; Helfman and Schultz 1984.

[98]Lachlan et al. 1998, Laland and Williams 1998.

[99]Lachlan et al. 1998, Day et al. 2001, Pike and Laland 2010.

[100]Laland and Williams 1998.

[101]Warner 1988.

[102]Mueller et al. 2013.

[103]Biesmeijer and Seeley 2005.

[104]猕猴。

[105]Mineka and Cook 1988, Mineka et al. 1984.

[106]Mineka and Cook 1988.

[107]Ibid., Mineka et al. 1984.

[108]Mineka and Cook 1988.

[109]乌鸫。

[110]Curio 1988.

[\[111\]](#)Hoppitt and Laland 2013, Olsson and Phelps 2007, Leadbeater and Chittka 2007.

[\[112\]](#)Brown and Laland 2001, Hirvonen et al. 2003, Brown and Day 2002.

[\[113\]](#)Brown, Markula, et al. 2003; Brown, Davidson, et al. 2003; Brown and Laland 2002.

[\[114\]](#)我把“本能”和“先天”用引号标出是为了强调这是不确定的术语。它们不仅有多种附加的含义（如“未经学习”“特定物种”“进化了的”“不变的”等），意思模棱两可，而且其含义也很少同时出现。见Bateson和Martin 2000的讨论。

[\[115\]](#)Gerull and Rapee 2002.

[\[116\]](#)Bandura and Menlove 1968, Mineka and Zinbarg 2006, Olsson and Phelps 2007.

[\[117\]](#)Rogers 1988.

[\[118\]](#)Laland & Williams 1997, 1998.

第三章 为什么要模仿

我职业生涯中最值得骄傲的时刻，便是我三岁儿子的照片出现在《科学》杂志上的时候。这张照片放在评论一栏，同一版面上还有我的一篇科学论文。在这张照片中，我在草坪上割草，他推着一个玩具割草机开心地跟在我身后（见图2）。[\[1\]](#)那篇文章与模仿行为有关，主要解释了为什么模仿行为在自然界中如此广泛，以及为什么我们人类恰巧如此擅长模仿，就此而言，这张照片极其恰当。父母的骄傲与学术成就很少能有如此完美的结合。



图2 有其父必有其子。父亲割草的行为被儿子模仿了许多年。后代模仿的倾向不仅对孩子的发展来说至关重要，也可能在人性的进化中起到先驱作用（经吉莲·布朗授权使用）

如果你们认为我专门为《科学》杂志拍摄了这张照片，我姑且原谅你们。事实上这张照片是几年前在我们原来家里的花园中拍摄的，那个玩具割草机深受我儿子的喜爱。每当我修剪草坪时，儿子都会跑出来推着他的玩具割草机和我一起割草。这样持续了好多年，直到他大约10岁时才停止。从理性角度而言，很难理解以这样的方式模仿父亲为什么会带来如此多的欢乐，但事实的确如此。

已经做父母的读者很可能会回忆起有关自己孩子类似的模仿行为。小孩子通常都会有一个阶段去模仿一个他们认可的人，或是情感上有所依赖的人。在2—4岁，我儿子似乎经常模仿我做任何事情。我记得他有一个玩具剃须套装，里面有塑料刀头和假的剃须膏，每当我刮胡子时，这个路都走不稳的小孩就开心地模仿我打开它。随着他妹妹的降临，昔日的模仿者成了被模仿的对象。我们的小女儿紧跟着她的大哥哥，走到哪儿跟到哪儿，说什么学什么。有一次儿子用手拍打开关想要关灯，还弄伤了手。尽管他疼得嗷嗷叫，眼泪直流，妹妹还是马上模仿同样的行为。

数十年来，儿童热衷于模仿的现象一直是发展心理学家的科学研究重点。^[2]20世纪60年代，斯坦福大学教授阿尔伯特·班杜拉进行了一系列经典的实验，他认为小孩子看到成年人对洋娃娃做过激行为后会学到暴力行为。^[3]班杜拉的实验被广泛认可，改变了现代心理学的面貌。他们论证了人类是如何经常通过观察学习，而不是受到直接的奖惩的刺激而学习的。很明显，儿童不仅会从社会中学到暴力倾向，还能从中学会有用的技能和知识。然而，事实上模仿行为主要发生在早期，大约4岁的时候达到高峰，且这一行为不会完全停止。这表明孩童时期的模仿行为发挥着社会作用，即能够巩固关系。^[4]

人类进行社会学习的形式远不止模仿一种，大量信息都是通过直接教学获取的，或是通过微妙的动机或意识过程，但模仿无疑是人类社会学习的一种重要形式。尽管有上述例子，社会学习仍呈现出不合理性和盲目性，模仿行为仍然难以解释。儿童不会模仿自身看到和听到的所有事情，而是根据一系列规则有策略地模仿。那些规则有时可能难以理解，甚至稀奇古怪，但是社会学习研究人员利用从进化论中汲取的原则来解释这些规则。

大多数人，甚至是没有特定学术才能的人都会表现出对知识的不懈渴求。从出生的那一刻到死去的那一天，我们沉浸在文化信息的海

洋里。有太多的知识是从别人那里获取的，以至很容易忘记我们有高度的选择权——选择学什么，怎样去学。另外，即使没有接受正规教育，我们人生中最开始的几年也一直在不断地学习知识和技能：和父母以及身边其他重要的人学习怎样走路、怎样说话、怎样玩耍，什么是好行为、什么是坏行为，怎样扔球、烹饪、打扫、开车、购物、祈祷，怎样看待金钱、宗教、政治、毒品以及其他诸多事情。然而，尽管人类的孩子可能已经在他们的进化过程中做足了准备，去学习别人告诉他们的事情，尽管事实上我们比地球上其他物种更具有文化独立性，[\[5\]](#)我们仍对自己所模仿的事物有高度的辨别能力。

如果我们的社会学习真的是盲目的，那么每次我们去听音乐会都会忍不住跟着唱歌。如果我们对模仿的行为不加辨别，每次我们看暴力电影时就会变成一个恶魔。当然，“电视、电影和计算机暴力游戏可能会引发侵略性”这种可能性的确合理存在，不容忽视。许多研究发现，玩暴力视频游戏和实施暴力行为之间确有关联。[\[6\]](#)然而，这些发现并不能直接解释这种可能性，因为即使我们发现《侠盗猎车手》游戏的狂热爱好者有较高的暴力倾向，我们很难排除有其他可能性——是这样的游戏吸引了有暴力倾向的人，而不是这些游戏使他们产生暴力倾向。可以清晰地看出，如果媒体暴力与侵略行为的确有因果关系，其影响要相对小一些。媒体暴力可能会对极少数易受影响的观众产生可怕的影响，或对更广泛的用户群体产生较小或更持久的影响。显然大多数人都会观看类似《第一滴血》或《天生杀人狂》的电影，而他们自己并没有成为凶手。模仿犯罪行为确有发生，但在媒体报道中的模仿犯罪的大多数人都有心理疾病或暴力前科。

模仿自杀行为也很有可能会发生，许多国家的警察和媒体在报告中都习惯淡化细节，以预防此类行为的发生。在极少数情况下，模仿自杀行为会在校园或地方社区大量传播，或者是随着一位名人的自杀后，全国自杀统计数据会略微增高。例如，玛丽莲·梦露因服用过量巴比妥类药物自杀身亡，导致该月的自杀事件比8月平均多了200例。

[\[7\]](#)但无论这种悲剧多么特殊，追随自杀的仍是少数：数亿人知晓了玛丽莲·梦露的死，但大部分人并未随她离去。

与之相关的还有儿童社会学习的实验研究，其报告称人类倾向于做出被称为“过度模仿”的行为，由此发现，当学习执行一项任务时，儿童会模仿示范者做出的“不相关”动作，但猩猩不会。[\[8\]](#)针对这个基本发现，人们建立了一个小型的行业研究。然而，认为“模仿行为的特征是‘盲目的’[\[9\]](#)或‘低效的’”[\[10\]](#)的确是一种误解，因为这种倾向肯定具有社会功能，[\[11\]](#)任何看似盲目的模仿行为都可能是缺少创造性的实验设置所产生的假象。最近的实验研究表明，面对多种示范动作，当儿童看到某些特定个体（而不是其他人）做出不相关的动作时，会马上推断出不需要模仿的不相干动作，过度模仿的比例也随之骤然下降。[\[12\]](#)同样，当儿童参与传动链学习时，在这个过程中，其中一个益智方块任务要通过一个链来解决，示范者最初做出的任何非相关行为都迅速被终止，传播知识也会集中于必要的行为。[\[13\]](#)人类的确会模仿，并且会大量模仿，但盲目模仿并不具有适用性。

模仿行为或社会学习当然不是人类获取知识的唯一途径——我们以及其他动物还可以通过自己的努力获取知识，比如反复试验，这被称为“非社会学习”。一些利用进化模型的理论分析表明，社会学习与非社会学习相结合有助于动物在多变的环境下生存。[\[14\]](#)通过类比法可以很直观地观察到这一现象。在任何情况下只要有动物能够找到食物，其他动物通常会跟着一起并试着从别的动物那儿将食物偷走。至少对较大型或处于支配地位的个体来说，从别人那儿索取食物要比自己获取食物简单。因此，群居动物（比如一群八哥或麻雀）会一起觅食，基本会形成觅食者与掠食者间的平衡。[\[15\]](#)在这样的种群里，觅食者和掠食者一般会得到等量的食物。[\[16\]](#)这并非巧合。如果事实证明有更高效的方法，动物会转换策略，从掠食者转变为觅食者，反

之亦然。如果觅食者过多，掠食就显得容易些；而如果觅食者较少，对掠食者来说也是不利的，如此一来个体就要独自寻找食物。最终的结果是维持一种频率依赖性平衡，由觅食者和掠食者共同组成。

同样的道理也适用于学习。有些个体直接与周围环境互动，通过反复试验解决新难题，而不是通过观察他者，在这个过程中，它们掌握了解决问题的方法。例如，它们可能会花很长时间去找水源或是栖息地，为了辨别新食物冒险尝试可能有害的物质，或是因险些丧命而知道了捕食者的特征。此类个体被称为“非社会学习者”，它们也因此在学习过程中付出了巨大的代价。

非社会学习可能需付出很高的代价，但与社会学习的替代策略相比，通过非社会学习所获得的知识更加准确可靠，更加与时俱进。另一方面，社会学习是一种信息搜集的过程。通过观察，个体能够很轻易地从他者那里获取信息——比如在哪儿可以找到栖息地，怎样躲避捕食者。然而，社会学习者更容易获取过时的信息或知识，这些信息更多的是与被模仿者有关，而不是社会学习者自己，尤其在多变的环境中。为了获得可靠的信息，个体需要模仿那些与环境有直接接触的个体，包括非社会学习者。[\[17\]](#)理论研究由此推断，一个种群是社会学习者和非社会学习者的混合体。同样，觅食者和掠食者的觅食能力应该是相同的，人们通过数学模型推断出：社会学习策略和非社会学习策略的回报将达到平等，进而使种群数达到平衡状态。同理可得，如果有任何更加有益的策略，个体会随时更改。在语言进化生物学方面，在保持平衡的基础下，社会学习和非社会学习这两种策略具有同样的适用性，也就是说，在个体的生存和繁衍方面二者具有同等效果。[\[18\]](#)

在数学分析的帮助下（如前一章中所提），人类学家阿兰·罗杰斯得出一个结论。他首先提出，这种观察存在的“悖论”，即在这种平衡机制下，社会学习者的适用性并不如非社会学习者，[\[19\]](#)从某种

程度上说，是有道理的。当社会学习很罕见时，其回报高于非社会学习，因为通过广泛的非社会学习所获得的可靠信息在种群中很常见。随着社会学习适用性的增强，社会学习者所占的比例也通过自然选择不断扩大。然而，随着社会学习者的增加，创造可靠信息的非社会学习者越来越少，社会学习者更有可能获得错误信息，社会学习的回报开始逐步降低。一种极端情况就是，如果非社会学习者不再存在，那么每个个体都将模仿他人，但没有个体会直接与环境接触来确定最佳行为。到那时，如果环境发生改变——假如又出现了新的捕食者，结果可能是灾难性的，因为没有人会辨别或躲避新的威胁。在这种情况下，非社会学习的适用性就超过了社会学习，非社会学习者就开始变得更加普遍。因此，据估计种群数将达到社会学习者与非社会学习者的平衡状态，这被称为“进化稳定策略”[\[20\]](#)，从定义上来看，社会学习的适应性等同于非社会学习的适应性。[\[21\]](#)

正如前面所言，这一发现被称为“罗杰斯悖论”[\[22\]](#)，之所以叫这个名字，是因为从表面上看它与之前公认的主张（文化加强生物适应性）有冲突。最终，从进化的角度来说，适应性说到底是指一个人留下了多少后代。适应性高是指能够帮助生物体生存和繁殖，进而留下许多后代。由于技术创新的传播，人口不断增加，人类文明似乎被赋予了高度的适应性，这意味着有更多的个体得以生存和繁衍。事实上，人类文明之所以在物种的成功中起作用是因为它与人口增长密切相关。1万年前，世界人口仅有100万人，而现在已经超过70亿人。[\[23\]](#)随着农业革命和工业革命的发展，出生率和预期寿命都大幅度增加。[\[24\]](#)这些数据表明技术进步的传播可以提高后代的平均存活率。在这种背景下，罗杰斯的结论似乎是矛盾的，因为它似乎挑战了“社会学习是物种成功的基础”这一主张的权威。

对科学家来说，数学模型非常有用，因为我们可以利用它构建一些假设的情景。例如，我们无法重新构建人类进化的轨迹，但我们可

以利用数学模型去探索在特定情况下，或是在特殊的自然选择形式下，我们的祖先是怎样进化的，模型会告诉我们此类问题的答案。如果理论和数据不一致，这并不意味着建模是失败的，相反，这类实例的信息量极为丰富。罗杰斯的模型假定社会学习者不加选择地进行模仿。他的发现清晰地表明非选择性模仿行为并不能提高适应性，不能超过或等同于通过非社会学习所取得的适应性。这一发现给了我们一个重要的提示：如果社会学习的确是人类成功的基础，我们的模仿行为便不是盲目进行的。[\[25\]](#)

换句话说，模仿行为是讲究策略的，而不是随意的。这些模型（如本章前面提到的常识观察）表明，选择个体时必须考虑他们何时开始进行社会学习，向谁学习，以及他们的学习是否具有适应性。[\[26\]](#)随着时间的推移，自然选择不断发生，就人类和其他动物而言，利用特定的决策规则的倾向已得到进化。[\[27\]](#)我们称这些规则为“社会学习策略”[\[28\]](#)，这些规则说明了个体会在哪些特定情况下向别人获取信息（同样也包括他们在何种情况下不从别人那里获取信息）。

第一条规则是，当非社会学习需要付出很大代价时，动物会进行模仿行为。这条规则指出，当动物能自己通过试验或犯错轻松解决问题时，它们肯定会亲力亲为。然而，当个体面对特殊的挑战，需要大量精力和冒险去解决问题（可能是一项复杂的获取食物的过程，需要多个步骤）时，它们会去观察别人是如何进行的，并进行模仿。

第二条规则是，动物会在情况不确定的情形下进行模仿行为。这表示如果个体在熟悉的领域，并且对所面临的问题十分了解，知道解决的方法，它们会依靠自身经验去解决。相反，当它们被迫处于一种新形势下——比如一个新环境，或是面临一个新的捕食者时——它们不确定自己的行为方式是否合适，就会对别人的行为进行模仿。

第三条规则是在不满意的时候进行模仿行为。也就是说，如果当前的行为能够获益，则坚持下去。如果该行为带来的回报不理想，就去模仿其他人的行为，以期得到好的结果。这些都是“模仿时间策略”的例子，这些例子说明了个体会在何种情况下利用社会信息。[\[29\]](#)

同样还有“模仿对象策略”，主要说明个体应该向谁获取知识。[\[30\]](#)例如，个体可以模仿大众行为，也可以模仿最有名望的个体的行为，或是模仿其他个体所展示的最成功的行为。所有这些规则都源于实际和理论调查，并且都有事实支持。[\[31\]](#)

但问题是，研究人员可以轻易设想出大量表面上似乎很合理的社会学习策略。个体可能会倾向于模仿亲戚、熟悉的个体或是家人的行为，也可能优先向更年长、更有经验或更成功的动物学习。他们会观察趋势，监测别人的回报，或寻求能够快速传播的行为变体，或者依据不同状况进行模仿行为——比如，模仿别人怀孕、生病或年轻的状态。此外，他们会将这些选项融合到多种复杂的策略中，例如“在非确定因素下模仿的同时，所有示范者的行为都保持一致，或是在不满意当下结果的时候去模仿权威一方”。[\[32\]](#)

这样的思考马上呈现出一个问题：哪种才是最好的社会学习策略？或者更现实地来讲，在特定的情况下，哪种策略才是最佳选择？解决这类问题的传统手段是利用如进化博弈理论或人口遗传学来构建数学模型，以此计算出哪种策略具有最高适应性或是能保持进化稳定。这是因为千年来的自然选择导致动物更倾向于最佳决策规则。通过数学研究找出最佳的策略，从而将对自然界的未来有更加清晰准确的预测的方法广泛运用于进化学科，如进化生物学和行为生态学，而且通常十分有效。然而，在用数学模型确定最佳社会学习策略时，取得的成果十分有限。[\[33\]](#)这是因为此类方法只能够对少量策略的相对优点进行同时分析。由于可能存在的社会学习策略种类过多，因此可

供模拟的空间过大。此外，很显然这种方法只适合有数学思维的研究者进行研究。原则上而言，现实社会中还有很多先进的策略，但目前还没有人考虑采用。

这个问题困扰了我很长时间。我实验室的成员已经开展实验，实验结果显示，动物在进行有策略的模仿行为。尽管我们没有采用真正明确的研究方式，我们的发现的确显露目前动物可能正在使用的策略。我们还开发了数学模型研究哪种策略应该被采用。但是我们一直被一种可能性困扰：我们所认为的最佳策略事实上可能会被任何遭到忽视的策略替代。当我们只专注于两三个最佳策略时，面对那么多可替代的策略，我们该如何有足够的信心认为自己找到的是最佳策略？

还有一个问题也令我担心。我们得到的数据似乎表明，特定条件下的社会学习策略（如考虑到动物的状态、被模仿者的回报或是执行每个选择的个体数）产生的回报要比固定的、不变的模仿策略高很多。这表明，如果我们找到最佳策略，[\[34\]](#)个体可能需要进行相当复杂的计算来确定是否需要利用社会信息。动物真的聪明到可以进行如此复杂的计算吗？我相信猩猩或是日本猕猴有这样的能力，但研究表明果蝇和木蟋蟀也存在模仿行为。无脊椎动物是否也可以计算其他个体的回报并监测频率依赖性？我们知道，如果社会学习具有适应性，那么必须有选择地加以使用，并且我们有理由相信，自然选择会使动物的决策更高效。但这似乎表示模仿者应该是很聪明的，动物身上的社会学习被公之于众，而它们的智慧却并未因此而出名。这怎么说都是个谜。

我们真正需要做的是寻找一种方法，去比较大量社会学习策略中依赖性的相对优点，同时还包括那些我们没有想到的策略。在解决这个问题之前，我已经被这个难题困扰了许久。讽刺的是，答案一直摆在我们面前，我们只要“模仿”一下就可以了。

有一天，我发现研究人员在社会学习领域面临的挑战与20世纪70年代的另一组研究人员所面临的挑战类似，他们当时研究的是合作行为演变。我们想知道什么是最好的模仿方式，而那些研究人员想知道什么行为策略最有可能导致合作。密歇根大学政治学和公共政治学教授、经济学家罗伯特·阿克塞尔罗德以一个名为“囚徒困境”的游戏为基础，组织了一场比赛（实际上是两场比赛），在合作问题上取得了很大进展。对于现实社会中许多与合作相关的情景来说，这个游戏是个十分有用的模型。

囚徒困境可被描述如下：想象一下，两名罪犯被警方抓获，并以同样的罪名被单独监禁。警察没有足够的证据确定哪个是犯罪分子，除非他们通过证明对方有罪来控告对方。罪犯也可以互相合作，保持沉默，在这种情况下，他们都可以逃脱严厉制裁，但仍需接受轻微的刑罚；或者他们都背叛彼此，证明对方有罪。但如果两人都选择背叛对方，则两人都要接受严厉的判决；如果其中一个选择背叛，则背叛者无罪释放，另一名犯罪分子将受到重罚。这样一来，背叛同伴所获得的回报要高于彼此合作。这意味着绝对理性的、自私的囚犯会背叛他的同伴，导致两名罪犯互相牵连。这个游戏之所以被称为“囚徒困境”，是因为这两个囚犯互相合作的结果要好于互相背叛，而每个人又有背叛对方的动机，使对方获罪。

如果让两名玩家连续玩两次，使他们记住前一次游戏中对手的行为，并据此调整下轮游戏的策略，这样的游戏叫作“重复囚徒困境”。阿克塞尔罗德邀请了来自世界各地的学术界同人设计合作策略，并在一个重复囚徒困境比赛中进行竞争。[\[35\]](#)选定的策略在复杂度、初步协作能力、对过去背叛行为的谅解能力等方面都有很大的差异，各策略之间都相互对立，以达到最佳效力。取胜的策略名为“以牙还牙”，由加拿大大学心理学家阿纳托·拉普伯特设计。玩家在游戏第一轮采用“以牙还牙”的合作方案，之后模仿对手在前一轮的行为。阿克塞尔罗德的研究被广泛认为是20世纪最具创新性的行为研究

之一，真正推动了合作行为研究的发展。这种合作研究成为进化生物学的一个主要领域，而这个游戏所起的作用也不可小觑。

受到这样的启发后，我想知道我们是否也可以通过组织一场比赛来找出最佳的学习方式，推动社会学习领域的发展。我们可以根据自己设计的规则安排比赛。每个人都可以参加，我们还将邀请参赛者提供最佳的模仿策略。然后我们可以通过计算机模拟使他们互相竞争，比较他们的相对表现，从而研究这些策略如何发挥作用。如果我们能够吸引很多参赛者，就会搜集到丰富的有关最佳模仿策略的信息，我们甚至可以提供奖金来激发兴趣。很难预测我们是否能从这个实验中得到有用的信息。我们当然希望能从这个比赛中得到一些真正的见解：模仿为什么会有代价？怎样才能更好地模仿？但这些很难保证。考虑到庞大的工作量，这场比赛本身就是一场巨大的赌博。幸运的是我们组织的比赛是成功的，不仅解决了模仿在自然界中广泛传播的本质，而且还对“文化进程驱动人类认知进化”的机制有了重要的认识。

我借用欧盟给我本人及瑞典和意大利的同事提供的资金开展这个项目，这个项目是一个更大的研究计划cultaptation的组成部分，该计划旨在研究文化进化。[\[36\]](#)这是一项更广泛的研究，结合了各种经验和理论方法来研究社会学习与进化，我的职责包括监督这场比赛。这笔资金使我能够聘用一名博士后研究员，他主要负责组织比赛，并对参赛作品做出分析。我还聘用了卢克·朗德尔，他将有关鲸鱼的社会学习研究与计算生物学方面的专业知识结合在一起，结果证明这是一个正确的决定，因为卢克在这个比赛中表现得非常出色。

最具挑战的首要工作是设计比赛。与我们相比，阿克塞尔罗德在这方面有一个主要的优势，因为“囚徒困境”这个游戏本身就是一个探索合作的好工具，是一个大家熟悉的游戏，每个人都知道。然而在社会学习方面并没有类似的游戏。在制订计划时，我和卢克都越发清

晰地认识到，将游戏设计好对整个练习来说至关重要。我们越想越觉得很容易搞砸。没有人想参与一个过于简单、无聊的游戏，或是一个毫无价值的，与现实生活问题没有任何意义上的相似之处的游戏。或许最令人尴尬的是，会有一大堆参与者找到解决问题的方法。

为了防止这些问题发生，我们决定从社会学习、文化进化和博弈理论等领域招募专家顾问，组成委员会，帮助我们制定最明智、最有成效的比赛规则。这些顾问是加州大学洛杉矶分校的罗伯特·伯伊德、斯德哥尔摩大学的马格纳斯·恩奎斯特和基莫·埃里克森以及斯坦福大学的马库斯·费尔德曼。他们是国际上顶尖的文化进化与博弈论权威学者。我们还有幸得到罗伯特·阿克塞尔罗德、圣安德鲁斯大学的劳雷尔·福格蒂和博洛尼亚大学的斯蒂法诺·吉安达的额外帮助和建议。我们很高兴能够组建这样一个权威的团队。

在接下来的18个月中，我们集中讨论了比赛的结构，通过计算机模拟和我们自己比赛来尝试各种选择。游戏经过了三次迭代，其中有两次在发现问题后被迫放弃，尽管我们已经做了大量工作。第二次发生这样的事情时，马格纳斯和基莫指出我们的比赛总体框架有一些缺陷，我和卢克都要崩溃了。幸运的是，我们由此设计出一个更加简洁的新框架。

我们最终确定的框架叫“多臂土匪”。你可能比较熟悉“独臂土匪”，这是老虎机或水果机的俗称，赌场中常见，通过拉伸机器屏幕旁边的杠杆操纵。赌徒把钱放在插槽里，拉下杠杆（以一定的概率确保业主赚取利润），可能会获得现金。现在想象一台水果机有100根独立的杠杆，每根杠杆发放现金的概率都不同。经过充分的练习后，资深玩家可以计算出哪些杠杆会给出最多或最少的现金。找出收益最高的那根拉杆的过程就类似于我们的游戏。

假设有一个生物群体——我们称之为“代理人”，需要在一个全新的、具有挑战性的、不断变化的世界中生存。比如，这些代理人可

以是热带岛屿上的漂流者，需要通过自己的设备来获取食物，确保生存。他们可以打猎、钓鱼、挖块茎、采摘水果播种作物等。我们设计了100种类类似于这样的替代行为方式供代理人选择，每种方式都有相应的回报。在模拟世界中，只有一少部分方式有很大的回报，大多数行为方式的回报都比较少。[\[37\]](#)因此，像玩多拉杆老虎机的赌徒一样，成功的代理人需要确定哪种行为方式有利可图，然后广泛执行。从进化的角度来说，他们在生活中积累的回报越多，就越能适应当下的生活。

不管是种大麦还是捕猎水牛，所得的回报都随天气、季节或可捕猎物的数量而波动。所以在我们的游戏中，模拟环境经常变化，导致与每个行为相关的回报也会变化。这个被称为“不安”匪徒的框架优点在于能够证明最佳策略分析极其困难，甚至是不可能的事情，[\[38\]](#)由此一来，我们就有理由相信我们的比赛对参赛者来说将是一个艰巨的挑战。我们还通过随机选择将要死去的代理人来模拟进化，并将这些人替换成通过执行高回报行为提高适应性的代理人的后代。这些后代继承了其父母的社会学习策略，通过自然选择增加人群中高效策略的使用频率。

比赛有许多轮，每个代理人在每轮比赛中必须进行1—3个可能的行为。这些行为是创新、观察和开拓。创新行为代表非社会学习，可以让代理人学到新的行为，[\[39\]](#)并且这种行为只有回报，没有错误。代理人不得不学习新的行为，因为在他们的人物设置中没有任何行为记录，必须要构建一系列行为来寻找回报高的行为。第二种行为是观察行为，表示任何形式的社会学习。进行观察行为可以让代理人去模仿在上一轮中因采取某种行为而获得高回报的对象。然而，通过观察学习产生了两种错误：观察者可能会误判正在进行的行为（比如正在进行的行为可能是错的），他们也有可能对示范者的行为带来的回报进行错误的估计。与创新行为不同，观察行为不能保证会为代理人的行为记录添加新的行为。如果被观察者做出一个观察者已知的行为，

那观察者什么也学不到，本轮选择观察行为将会是无效的。社会学习中出错的概率、被观察的次数、环境变化的速度以及大量其他因素，是我们在比赛中会进行系统变化的参数。第三种行为是开拓行为，代表了代理人的行为表现，相当于拉动其中一根杠杆并获得现金。很明显，代理人只能开拓他们以前学到的行为方式。我们还假设代理人会记住前几轮的学习行为，并取得了回报。

因此，游戏要求参与者在探索和开拓之间达到良好的平衡。[\[40\]](#) 代理人需要通过创新行为和观察行为建立一套具有高回报的行为记录，但实际上回报高低无法控制，代理人只能通过开拓行为提高适应性。参与我们比赛的人需要明确规则，详细说明在他们控制下的代理人——在他们的战略部署下——如何利用这三个可能的行为。[\[41\]](#) 最佳策略是高效创新、观察和开拓的综合。通过系统地改变条件，例如，有时令环境快速变化，有时更慢，或者操控与观察相关的错误率，我们将能够确定何时最适合模仿他人以及何时自己学习。

比赛将分两个阶段进行评估。第一阶段将是一个循环赛，就像阿克塞尔罗德的比赛一样，每个策略都会反复和其他策略抗衡。[\[42\]](#) 所有在这些对抗赛中排名前十的最佳表现策略将进入第二阶段，称为混合战，其中所有这10个策略都要在比对抗赛更为广泛的模拟条件下同时竞争。在所有混合战中平均频率最高的策略将是最佳策略。

定下规则后，我们广泛利用海报、会议谈话、电子邮件、网站等对这个比赛进行宣传，希望能够为研究小组找到有潜力的参赛者。为了激发参赛者实力，我们向获胜策略的参与者或团队提供10000欧元（约合13650美元）的奖金。[\[43\]](#) 我们最担心的是没有人愿意参加，无数个夜晚，我和卢克都担心我们的努力付诸东流。好在到最后这些担心都是多余的，结局真是太棒了。

我们的比赛吸引了104位参赛者（参与人数大大超过阿克塞尔罗德的比赛），这让我们感到很意外。他们来自15个学科领域（包括生物学、计算机科学、工程学、数学、心理学和统计学），[\[44\]](#)不少于16个国家（比利时、加拿大、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、日本、荷兰、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士、英国和美国），是一场真正的多学科国际比赛。

大多数（但不是所有）参与者都是学术研究人员，特别是大学教授、博士后研究员和研究生。然而，我们确实没有吸引太多普通社会群众，也没有太多在校学生参与。事实上，最佳策略之一是由两位中学生提出的，他们是拉夫·巴顿和约书亚·布洛林，来自一所英国独立中学——温切斯特学院。他们在第一阶段排名第9，不容小觑。我很高兴能够看到有两个聪明的年轻人对这场比赛感到兴奋，他们想法新颖，踏实肯干，积极主动，提出的策略战胜了统计学家和专业的数学家。为了表彰，我们奖励拉夫和约书亚1000英镑奖金。

从参赛作品的内容和复杂程度来看，参赛者对待比赛很认真，经常有人结伴参加比赛。参赛者经常自己编程去尝试不同的想法，有时会构建出类似于“多臂土匪”的模拟场景。参赛者甚至会初步模拟自己设计的小型比赛，以确定哪些策略最有效。有些作品十分复杂，涵盖了从神经网络到遗传算法的各种领域。对于有些参赛者的成果，我和卢克几乎难以置信。这一定是有史以来成本效益最高的科学形式之一。仅仅10000欧元，我们就十分高效地聘用了来自世界各地的数百名研究助理。这些人都是极其聪明且富有创造力的人，他们投入了几个星期，通常会是一两个月的时间来研究最佳学习策略。

下一阶段是分析参赛作品，并试着了解哪些策略做得好以及原因。原则上，在比赛第一阶段（循环赛）得分为0（如果该策略输给所有对手的话）—1（如果该策略赢了所有对手的话）。我们发现实际上分数都在0.02—0.89，说明各种策略所取得的效果有很大的差异。这

种效果分布对我们来说是一个很大的安慰，这意味着我们并没有使比赛难度过高，导致所有策略都没有很好的效果（“地板效应”），也没有过于简单，导致许多策略效果相当（“天花板效应”）。我们所观察到的不同变化效果真切地表明，我们设计的比赛结构很合理。更重要的是，我们能利用这些变化进行数据分析，确定哪些特征与策略的成功有关。我们可以根据许多条件来给策略分类。比如，是以固定还是灵活的方式实施，进行了多少模仿行为，是否监测了环境变化速率并据此调整行为方式。然后我们可以进行统计分析，确定哪些特征促使成功的策略。

首先想到的是我们有可能会学到很多东西！在比赛中，投入大量时间去学习没有一点效率。事实上，我们发现，在一种策略中，创新和观察这两种行为所占的比例与该策略在比赛中的表现有很大的负相关，与开拓截然相反。成功的策略只花了一小部分时间（5%—10%）学习，大部分时间通过开拓行为来巩固已经学到的东西。一种策略只有通过开拓行为才能直接获得适应性。因此，每当一种策略选择学习新的行为时，只要通过创新行为或观察行为，都会付出代价，并得到相应的回报，开拓行为也是如此。这说明生活就是一个迅速学习然后不断开拓直至死亡的过程。这对像我一样在学校学习后又到大学里任教而度过一生的人来说的确是让人清醒的一堂课。

另一方面，我们还发现，当在执行策略中进行学习行为时，最好的办法是进行模仿。我们观察到，与创新行为相比，观察行为在策略中占的比例与该策略在比赛中的表现有很大的正相关。最成功的策略并不经常进行学习行为，而是经常进行观察行为。然而，模仿行为和成功的策略之间这种看似简单的关系却隐藏着一些复杂性，只有在仔细检查之后才会出现。总而言之，在“混合战”中表现最佳的策略中，更多的是通过观察行为而不是创新行为进行学习，如此表现得更好。然而，在表现较差的策略中，我们实际上发现了相反的关系——

模仿行为越多，表现越差。这让我们看到一些有趣的事：模仿行为并不是普遍有益的，只有在高效的情况下进行模仿行为才有效。

表现不佳的策略为模仿行为付出了代价，错过了通过开拓行为获取现金的机会，而采取观察行为也没能成功地为行为记录增添新的行为。事实上，社会学习的成本很高，因为在第一场比赛中，53%的观察行为都没能为行为记录增添新的行为。这主要是因为代理人观察的是他们已知的行为。相反，进行创新行为往往能够学到一个新行为。比赛证实了本章开始时的直觉——不科学的模仿行为并不是成功的秘诀。如果想通过模仿行为得到回报，提高个体的适应性，就必须有效进行。

接下来，我们着手将最佳表现策略的特征分离出来。我们发现学习时机是一个关键因素。成功的策略奉行与时俱进地学习，使学习内容与环境变化相吻合。回想一下，在大多数情况下，成功的策略都进行开拓行为，且反复进行回报最高的行为。然而，当环境变化时，这种行为的回报会发生改变，通常会变小，曾经获益的行为方式可能也没有回报。这是需要进行观察行为的时候，因为很可能会学到一个更高回报的行为。毕竟，如果行为记录中有适应新环境的行为，代理人会继续进行开拓行为，因此便可以对这些高回报的行为进行模仿。相反，那些回报刚刚减少的代理人通常会开始学习，因此将不再模仿那些回报较少的行为。在以这种方式进行学习的时候，成功的策略会因此而更有可能掌握适应新条件的行为。

相反，表现差的策略不仅会消耗过多的学习时间，还会在错误的时间进行学习。在没有环境改变的条件下进行模仿行为将经常重复代理人行为记录中已有的行为。如果一种策略试图在错误的时间进行学习，最好不要进行创新行为，以保证能够学到一种新行为。所以结果是：在不是特别成功的策略中，模仿行为和适应性之间存在着一种负相关。

获胜策略——折扣机由两名来自安大略省皇后大学的研究生[\[45\]](#)丹尼尔·科恩登和蒂姆·里利克莱普提出。丹是一名数学家，蒂姆是一名计算机神经科学家，他们组成了一个很强大的团队。丹和蒂姆在他们的策略上花了好几个月的时间，投入了大量的精力来设计最佳策略。他们的胜利实至名归，也极具说服力。在两轮循环赛中，折扣机都是最佳表现策略，赢得了89%的比赛和混合战。[\[46\]](#)蒂姆和丹之所以叫它“折扣机”，是因为它可以根据年龄对所学到的东西打折，更加重视近期所获得的能力，而不是以前的信息。[\[47\]](#)

通过最佳表现策略获得的知识量超过了为确保维持高回报而进行的学习量。与其他策略相比，折扣机将学习时间更均匀地分配在代理人的一生当中，所以表现突出。它之所以能取得成功，一部分是因为较其他策略而言，它能够花较少的时间去学习，而花更多的时间进行开拓行为，反过来，也是因为它能够比竞争对手更有效地学习。折扣机通过观察行为或开拓行为来估计未来的回报。[\[48\]](#)换言之，最佳策略采用的是心理上的时间旅行技巧。折扣机会结合过去的经验，估计未来的形式，运用所搜集的信息制订出每轮的最佳方案。

引人注目的是，折扣机和亚军“代际”，都几乎完全将观察行为当作学习手段，在第二阶段至少有50%的学习手段是观察行为。我们想知道折扣机在比赛中取得的成功与模仿行为有多少联系，卢克提出了一个巧妙的方法来解答这个问题。他对折扣机的计算机代码进行编辑，得到一个与原始策略各方面都几乎相同的变体策略，但是会用创新行为替代之前的观察行为。我们在其他9个最佳表现策略的原有形式加上折扣机的突变版本，然后重新进行了比赛中的混合战。我们认为，如果折扣机的成功完全赖于模仿行为，那么在重新搭配的混合战中，它应该不如原来那样好；相反，如果折扣机的成功更多地与其他功能相关，那么它仍然会有很好的表现。令我们惊奇的是，折扣机的

表现大不如前。折扣机的变体只执行创新行为，表现大为退步，排在最后一名！显然，胜利策略的成功在很大程度上有赖于社会学习。

我和卢克意识到现在我们有两个版本的折扣机：一个几乎完全依赖于社会学习，另一个依赖于非社会学习。我们可以在更广泛的模拟条件下让二者相互作用，探索两种学习形式的相对优点。虽然以前已经进行过类似的分析，但没有用过这样的智能算法，也没有在这样丰富的模拟环境中进行，这使我们相信，与以前的研究相比，我们的分析会更具现实性。对于这个分析结果，我们毫无准备，所以感到很惊讶：在所有看似合理的条件下，模仿行为打败了非社会学习。例如，我们发现，当我们操纵环境变化速率时，发现在独立的创新版折扣机站稳脚跟之前，每种行为的回报在每轮比赛中有超过50%的变化概率。换句话说，在极端环境下，自我学习比从其他人那里学习更有效率，这些极端环境以非常快的速度变化，如此高的变化速率实际上是罕见的。

我们的研究结果有违大量先前的认知和直觉。例如，精神科医生广泛认为，模仿之所以能够获益是因为它允许个人同时检验大量个体行为。[\[49\]](#)快速对多个人的行为进行抽样调查使得学习者能够实施一些符合大多数人的策略，这被认为是大多人类学习的基础。[\[50\]](#)然而，我们发现，可以减少进行模仿行为的个体数量，当一个个体只对一个人进行“观察”时，这也属于模仿行为，也就是说，原始的折扣机支配着它“表弟”（折扣机的变体）的非社会学习，更普遍地说，“模仿快乐”策略依然会在混合战中取胜。

在经济学领域，社会学习被广泛认为是有优势的，因为个体可以监测对别人的回报，并据此采取高回报的行为。然而在模仿中，我们发现，我们可以提高有关被观察行为回报评估的错误率，有很多争论称进行模仿行为的代理人没有收到任何有关回报的可靠信息，而主要依赖观察行为的策略依然胜出。

另外，许多社会学习研究者，包括我自己在内，都认为社会学习的一个主要缺点是：在模仿过程中出错是难免的，比如个体掌握了错误行为或是根本没有接受任何行为。然而，我们发现模仿的错误率可能会非常高，是进行观察行为的50%、60%和70%，这样就不会发现新的高回报行为。而令人惊讶的是，模仿仍不会停止。

为什么模仿行为如此强大？与在如此广泛条件下进行的非社会学习相比，究竟是什么使社会学习如此有利？在这儿，比赛给出了一个主要观点：模仿之所以有回报，是因为其他个体对行为进行过滤，从而使自适应信息可供模仿。参赛者在他们的策略中指明，代理人应该首先建立一个行为记录，然后进行与最高回报相关联的行为。然而，这意味着当个体进行开拓行为时，他们并不是随机选择的，而是经过一个选择、反复尝试、反复验证的过程，最终确定高回报的行为。因此，进行观察行为的代理人把将要被执行的高回报行为从行为记录中抽出来。进行观察行为比进行创新行为更有可能掌握高回报的行为，因为创新获得的是随机行为，并且大多数此类行为都表现出低回报。当我们运行模拟测试时，代理人随机从行为记录中选择开拓行为，而不是进行他们所掌握的最佳行为方式，创新版本的折扣机胜于原始的折扣机。被模仿个体的行为选择性表现使社会学习对模仿者来说是有利可图的。

这就是为什么模仿行为会付出代价，也是为什么我们不仅研究脑容量大的动物（如人类、猩猩和日本猕猴）的模仿行为，同样需要研究果蝇和木蟋蟀。动物不需要很聪明地去从模仿行为中获利，因为早已过滤了其行为的被模仿者已经做出了许多明智的决定。我们处在社会学习的领域中，一直专注于观察者需要做的事情，来确保获得适应性信息，以至忽略了去考虑被观察个体是怎样将模仿工作变得更加容易的。在许多情况下，与在多种情形下通过反复试验和犯错进行学习相比，相对简单的模仿规则甚至更有可能导致高回报的行为。这就解释了为什么模仿在自然中分布得如此广泛。

我们的比赛还通过其他方式挑战了已有的理论。早期的分析，如罗杰斯的模型预测，进化会使社会学习与非社会学习在人类中达到平衡。[\[51\]](#)然而，当我们让两个版本的折扣机进行比赛时，在大多数条件下，原版的折扣机都完胜各种不同的非社会学习策略。在早期的分析中，社会学习者被设定为不灵活的代理人，即使环境发生改变，他们也执迷不悟。这个假设对之前人们所认为的社会学习的适应性有双重影响，因为当那些个体被与他们一样的社会学习者模仿时，模仿者同样会获得潜在的技能。相反，在我们的比赛中，拥有行为记录的代理人反而可以灵活探索。根据环境变化，成功的策略，如折扣机不会仅仅坚持进行过时的行为，还会根据自己的行为记录转换行为方式，取得下一个最高回报值。反过来，当代理人执行开拓行为时，其他进行模仿行为的代理人也会得到可观的回报。和罗杰斯的模型不同的是，社会学习者不会陷入和非社会学习者的频变关系中，不会依靠非社会学习者来追踪环境变化。考虑到很少有模仿错误出现，进行观察行为会产生足够多的行为方式供社会学习者应对环境变化。

之前的理论性工作表明，依靠社会学习并不一定会提高一个种群中个体的平均适应性，[\[52\]](#)甚至有可能会降低适应性，[\[53\]](#)罗杰斯悖论便由此产生。这场比赛揭示了我们如何解决此类发现之间明显存在的矛盾，还揭示了我们人类的成功之处：简单、执行力差、不灵活的社会学习并不会提高生物适应性，只有智能、复杂、灵活的社会学习才可以。

然而，在比赛中与其他策略相比表现良好的策略并不是能够给代理人提供最大回报的。我们发现，群体中只涉及一种策略的个体的平均适应性与这个策略在比赛中的表现之间存在着一种很强的负相关。[\[54\]](#)这一发现说明了过度依赖观察行为的策略产生的寄生效应（一些表现最好的参与者，包括折扣机、代际、掠食者部落和动态期望水平，分列第一、第二、第四和第六位，其中观察行为至少占学习行为的95%）。交叉进行社会学习和非社会学习的策略与只进行非社会学习

的策略相比很容易胜出，这会导致种群内较低的平均回报。这些发现促成了生态学的一项既定的规律：在资源竞争者中，主导竞争者将是在最低资源水平下持续存在的物种。^[55]当替代社会学习策略展开竞争时，可应用等效规则：最终居于主导地位的策略可以在最低频的社会学习中坚持下来。^[56]

在比赛中观察到的一些依赖于模仿行为的种群水平同样令人惊讶。我们需要考虑种群的多样性，即整个种群中已知的行为方式数量（即综合所有代理人行为记录中的行为模式）。如果我们根据他们对观察行为的依赖程度对这些策略进行排列，而不是像创新行为那样在学习时进行，我们会发现，模仿行为的比例与行为多样性的数量之间存在正相关。这一发现实在是违背直觉。毕竟，当一个代理人进行观察行为时，并没有增加种群中不同行为方式的种类，代理人只是为自己种群的行为记录增加了一项已有的行为方式。相反，进行创新行为能保证为代理人增加新的行为方式。为什么增加对社会学习的依赖会导致更丰富的行为多样性？

模仿行为通常不会引入新的行为方式，除非是在罕见的情况下因模仿错误而产生的新行为。然而，模仿行为的确能够减缓行为多样性的下降。这是因为社会学习产生了多个知识或行为的副本，保留在一些个体的行为记录中，所以当一个个体的死亡时，他所拥有的知识并不会随之消亡。在这里，模仿行为对行为多样性下降速率的积极作用通常会超过其对新行为学习的消极作用，从而导致整个种群行为多样性的净增加，而对观察行为的依赖也会大于创新行为。事实上，模仿行为进行到一定程度后，种群的知识库会达到完全饱和状态，所有可能的行为都被保留下来。

然而，实际生活并不会完全遵循这种规律，当模仿率上升时，行为方式的数量实际上反而会增加。增加对社会学习而不是非社会学习的依赖性会导致更少的行为方式，因为种群开始专注于少数高回报的

行为方式。在极端情况下，当所有代理人通过模仿行为学习时，整个种群表现出的行为高度一致：每个人都会做和其他人一样的事情。

现在让我们考虑一下种群中知识的寿命。也就是说，在一个种群中，一种行为从被掌握之日起会保存多久。对社会学习的高度依赖自然会使所掌握的文化知识更加持久。种群对社会学习的依赖性似乎达到了极限，其中文化知识的储备最为持久，实际上是持续存在的。在数千轮比赛后依然保留下来的行为方式相当于人类保留下来的见解，这些认识是由古希腊和古埃及最先获得的。[\[57\]](#)同时，随着社会学习的增加，行为方式实际上也发生了巨大的变化，颠覆了以往的文化传统。[\[58\]](#)

社会学习策略比赛取得了巨大的成功，[\[59\]](#)解决了几个和模仿行为有关的难题。比赛证明，只要行使高效，模仿行为的确有利于提高个体适应性，也就是说，进行模仿行为要讲究策略，对要模仿的行为保持高度忠实。[\[60\]](#)这个发现以及我们所观察到的“获胜策略采用最高效的学习方式”表明，自然选择更青睐那些采取最佳策略进行模仿行为的物种，这也是本书的中心论点。

和通过反复“实验”进行学习相比，模仿，甚至是“盲目”模仿都更具优势，因为模仿者能从被模仿者过滤后的行为中获利。这一认识有助于我们理解为什么社会学习在自然界如此广泛，甚至是在那些我们看来并不怎么聪明的动物身上也能发现社会学习的痕迹。大黄蜂、果蝇和木蟋蟀受益于对其他个体的模仿，因为要想找到丰富的花粉来源和理想的雌性很困难，而在许多可能出现的花瓣、雌蝇和危险的掠食者的条件下想要通过“反复实验”来躲避掠夺者也并不容易。社会学习在很多时候都能为掌握高回报行为提供捷径。在另一个极端——认知的复杂性方面，同样的认识可以用来解释：儿童对模仿的高度依赖导致他们忠实于模仿行为，甚至会在一项示范任务中模仿多余的行为。[\[61\]](#)当儿童模仿成年人的行为时，他们无意中利用了数十年

之久的信息过滤。信任成年人是一个十分高效的拇指规则（经验法则）。

该比赛还告诉我们，如果个体能够以一种“精明”的方式进行模仿，例如如果他们可以仔细挑选模仿的时间和频率，那就真的存在适应性红利。成功的策略能够计算什么时候回报降低，基于所处的时代估计当前的信息，判断这些信息在未来会有怎样的价值，并利用所有这些知识使模仿效率最大化。经验表明，有些动物能够根据获取信息的时间“折扣信息”。[\[62\]](#)比赛中获胜的策略同样有能力根据目前的状况预测未来，这在非人类种群中是一种罕见的特性。[\[63\]](#)少数动物能够采用像折扣机一样复杂的策略，毫无疑问，人类可以。这种认知能力可能是人类文化与任何非人类种群之间存在差别的原因之一。这场比赛显示出，社会学习的合理利用可以和以心理时间旅行为基础的认知能力相关联，这将是后续章节提出的一个主题。

此外，如果高效的模仿行为适应性强，自然选择将会越来越倾向于社会学习，而不是非社会学习，但是此次比赛还表明，许多能够强烈表达人类文化的性格特征将会自动保留。随着模仿行为不可避免地增加，行为多样性更明显，更多的知识会得以长久保存，一致性也更强烈，行为也会更新换代，例如技术上的更新、升级。考虑到模仿错误或创新行为会带来新的行为变体，模仿行为可以同时增加种群的知识库，缩小探索行为的范围，主要针对表现良好的行为变体进行模仿。还有类似的原因可以用来解释，为什么模仿行为会使知识长期保存，但会引发迅速的行为变化。长期以来，表现力低的、最适度标准以下的行为在社会学习的种群中都保留了大量文化知识，高水平的模仿行为更是为文化知识的储备增加了好几个数量级。

这些观察结果表明，社会学习可以赋予文化族群适应环境的可塑性，它可以使群体利用渊博的知识基础对变化的环境迅速做出回应。在生物进化中，变化速率与基因多样性之间绝对有联系，[\[64\]](#)之前的

分析也说明文化进化速率和文化差异之间存在类似的关系。[\[65\]](#)因此，我们或许可以设想过度依赖文化的群体很快会在行为方式上产生分歧，去探索保留下来的更高水平的多样性。社会学习策略比赛告诉我们，物种生物和人口学的成功、应对行为变化的能力、我们的文化多样性、逐步扩大的知识库以及我们所展示出的文化知识量可能都是我们的种群以艰难但聪明的方式依赖社会学习的直接产物。

[\[1\]](#)Pennisi 2010 (the commentary), p. 167; Rendell et al. 2010.

[\[2\]](#)Hoppitt and Laland 2013.

[\[3\]](#)Bandura et al. 1961.

[\[4\]](#)Carpenter 2006.

[\[5\]](#)Boyd and Richerson 1985, Tomasello 1999.

[\[6\]](#)Anderson and Bushman 2001.

[\[7\]](#)Halgin and Whitbourne 2006.

[\[8\]](#)Horner and Whiten 2005.

[\[9\]](#)Whiten et al. 2009.

[\[10\]](#)Lyons et al. 2007.

[\[11\]](#)Over and Carpenter 2012.

[\[12\]](#)Evans 2016.

[\[13\]](#)Flynn 2008.

[\[14\]](#)Boyd and Richerson 1985, Rogers 1988, Feldman et al. 1996, Henrich and Mc-Elreath 2003, Enquist et al. 2007.

[\[15\]](#)Barnard and Sibly 1981, Giraldeau and Caraco 2000.

[\[16\]](#)至少这是人们普遍认为的情况。我的一个学生Alice Cowie曾经研究虎皮鹦鹉（一种小型鹦鹉）种群的觅食行为。结果发现，实际上扮演觅食者的鸟比扮演掠食者的鸟获得更多的食物（Cowie 2014）。可以看出虎皮鹦鹉倾向于满意策略——也就是说，满足于一种合理回报。这可能意味着鸟类对于其他策略的回报并不十分了解，或者存在一些诸如能力或个体差异等制约因素，使某些个体很难进行策略转换。

[\[17\]](#)Kameda and Nakanishi 2002.

[18]事实上，最近的理论研究表明，这个结论并不总是强有力的。同时，在很多情况下，社会学习和非社会学习不会有同等的适应性（Boyd and Richerson 1985; van der Post and Hogeweg 2009; Rendell et al. 2010; Rendell, Boyd, et al. 2011）。

[19]Rogers 1988.

[20]该策略可缩写为ESS，如果被整个种群采用，就不能被任何其他并不多见的策略所代替。

[21]Giraldeau et al. 2002, Henrich and McElreath 2003.

[22]Boyd and Richerson 1985.

[23]Tellier 2009.

[24]Caselli et al. 2005.

[25]理论模型巩固了这个结论，产生了更讲究策略的模仿行为——例如，旨在无法进行非社会学习的时候模仿或根据被模仿者所得到的汇报进行模仿——表现了模仿有益于对非社会学习的适应性（see Boyd and Richerson 1995, Laland 2004, and Enquist et al. 2007）。

[26]Boyd and Richerson 1985, Rogers 1988, Feldman et al. 1996, Giraldeau et al. 2002.

[27]Boyd and Richerson 1985, Henrich and McElreath 2003, Laland 2004.

[28]Laland 2004.

[29]Ibid.

[30]Ibid.

[31]Henrich and McElreath 2003; Laland 2004; Kendal et al. 2005; Kendal et al. 2009; Rendell, Fogarty, Hoppitt, et al. 2011; Hoppitt and Laland 2013.

[32]尽管很少有足够的数据（实验及观察结果的综合）来详细说明所支持的独特策略，还是有间接证据能够证实这些观点的。更多的时候，这些研究结果与各种替代策略是一致的（Rendell, Fogarty, Hoppitt et al. 2011; and Hoppitt and Laland 2013）。

[33]See, for instance, Kendal et al. 2009.

[34]这里引用“最优”这个词是为了表明，在特定情况下预期发展的这些特性和“最优”特性之间存在着微小的差异。实际上，有关这种性质的大多数理论分析——比如那些利用进化博弈论的理论分析，都正在寻找ESS的最优特性，更应该被称为“不可替代的”而不是整体上“最优的”（Maynard-Smith 1982）。

[35]Axelrod 1984.

[36]欧洲委员会合同FP6 - 2004-NESTPATH-043434。

[37] 回报来自一种指数分布。

[38] 当一个“多臂土匪”的回报随时间发生变化时，这一土匪被称为“不安的”。“不安的‘多臂土匪’问题”通常被视为难题，目前尚未找到满意的解决办法（Papadimitriou and Tsitsiklis 1999）。

[39] 新行为是被随机选择的。

[40] 这就是所谓的探索和利用。

[41] 这套规则用“伪代码”或计算机语言（Matlab）编写。

[42] 为此，我们建立了对抗赛，最初所有群体中的代理人都采用单一的策略，然后再引入少数使用替代策略的代理人。然后我们观察引入的策略能否通过战胜原居民来接管整个群体。平均来说，能够更高效地进行高回报行为的策略比替代策略有更频繁的模仿行为，进而占主导地位。在每轮对抗赛中，每组策略间会重复进行10000轮比赛，它们之间的角色（原居民和入侵者）要互换进行。我们记录了参赛组最后2500次模拟中每个策略的平均使用频率，并给每个策略打一个分值，表示其在模拟比赛中所得的平均分数。

[43] 自比赛开始以来，欧元兑换美元的汇率已经有所改变，这里的数字是比赛期间的金额。

[44] 此次比赛所涉及的完整的学术领域是人类学、生物学、计算机科学、工程学、环境科学、人文学、跨学科中心、管理学、数理学、哲学、物理学、灵长类动物学、心理学、社会学和统计学。

[45] 和阿克塞尔罗德的比赛一样，最佳表现策略也来自加拿大的参赛者。

[46] 在混合站中，折扣机赢了35%的比赛，远超第二名代际（赢了24%的比赛）。

[47] 实际上，许多表现良好的策略更多地依赖于近期所获得的信息。

[48] 在这里，和其他参加决赛的选手不同，折扣机使用了几何折扣。

[49] Hoppitt and Laland 2013.

[50] Asch 1955, Latane 1981, Boyd and Richerson 1985, Henrich and Boyd 1998, Morgan et al. 2012, Morgan and Laland 2012.

[51] Rogers 1988.

[52] Rogers 1988, Feldman et al. 1996, Wakano et al. 2004.

[53] Rendell et al. 2010.

[54] 此外，当所有策略在相同的条件下一起比赛时，群体的一生平均回报比低等策略单独实施时要低。

[55] Tilman 1982.

[56] Kendal et al. 2009.

[57]在我们的比赛中，代理人的平均寿命可参加约50轮比赛。人类出生后的平均寿命目前在全球约为67岁，比青铜器和铁器时代（Encyclopaedia Britannica, 1961）以来的平均寿命26岁增长了不少。据此，这场比赛和真实的人类生活可以进行粗略比较。

[58]Rendell, Boyd, et al. 2011; Laland and Rendell 2013.

[59]据我判断，比赛成功的部分因素归因于“多臂土匪”的使用。“多臂土匪”已被广泛开发，用于研究包括生物学、经济学、人工智能和计算机科学在内的许多学科的学习，因为它模拟了人类面临的一个共同问题——必须做出决定如何分配时间，以使回报最大化（Schlag 1998, Koulouriotis and Xanthopoulos 2008, Gross et al. 2008, Bergemann and Valimaki 1996, Niño-Mora 2007, and Auer et al. 2002）。他们揭示了现实世界中许多困难问题的本质——比如，如果有许多可能的行动，最终只有少数能产生很大的回报；何地有可能进行非社会性学习或观察他人来学习；何时发生模仿错误；何时发生环境变化。当然，模拟框架仍然只是现实世界的一个缩影，其中个体可能会选择有一定特征的示范者，或者个体之间进行着直接互动（Apesteguia et al. 2007, Boyd and Richerson 1985, and Laland 2004）。如果在今后的比赛中（其中，在我们的比赛中取得成功的策略可能在将来表现得并不会很好）引入这些结果，我们的成果将会在多大程度上得到肯定？答案仍未明确。（在撰写本文时，我和我的合作者正在分析第二场社会学习策略比赛的结果，该轮比赛有三个原始框架的扩展，允许出现基于模型的偏差、可变的空间环境和累积性文化学习。）尽管如此，我们的比赛比过去的分析理论更具现实性，这就是为什么我特别重视这次比赛的发现。我们提出的“多臂土匪”问题的基本共性使我们相信：从此次比赛中得到的认识是可靠的、普遍的。

[60]在比赛中，个人行使的策略无法控制模仿的错误率，但很容易看出，如果允许使用策略的变体就可以减少模仿错误，这些策略也将有不错的变现，模仿效果也同样会变好：每发生一次模仿错误，该策略就会接收一种随机选择的行为（在我们的一些模拟情景中，没有新行为产生），同时准确的模仿行为会进入示范者选择的高回报行为中。

[61]Lyons et al. 2011.

[62]Van Bergen et al. 2004.

[63]最引人注目的例子是灌丛鸦的贮食行为（Clayton and Dickinson 1998, 2010；见 Suddendorf和Corballis 2007。

[64]Fisher 1930.

[65]Boyd and Richerson 1985, Cavalli-Sforza and Feldman 1981.

第四章 两条鱼的故事

对多数探求理解文化进化根源的研究者来说，堪与人类相提并论的动物当数猴子和猿，但我自己却是通过研究鱼类来进一步了解该话题的。毋庸置疑，该说法在一些人听来不可思议，他们误以为鱼类是意识模糊（头脑愚钝的）的、受本能驱动的生物，且只有三秒钟的记忆。但这不过是好莱坞和媒体固有的刻板印象罢了，他们对科学证据一直漠不关心。如第二章所述，如今大量的实验数据表明社会学习与传统惯例在无数鱼的行为发展中扮演着重要角色，多数鱼是高度群居（具有高度社会性）的动物。它们的行为远不受“基因程序”^[1]的严格控制，而是会不断灵活地适应调整以利用环境中的信息和资源，其中也包括由其他鱼提供的信息。

即使我们知道鱼类不但擅长模仿，而且普遍依赖模仿，但多数人类学家一定会回避“我们可以通过研究它们来了解文化”的建议。然而，鱼类确实已被证明是一个了不起的模型系统，可用于调查研究社会学习过程，因为与其他脊椎动物相比，它们拥有重要的实用优势，因此为我们带来了宝贵的见解，其中的关键因素是动物的传统与创新传播（推广）属群体现象，如果要对它们进行可靠的研究，科学家不仅需要模仿实验动物，还需要模仿实验动物种群。暂且抛开重要的伦理思考不说，对于和我一样的研究者而言，为行为实验准备大量的黑猩猩种群和日本猕猴种群不但耗资巨大，过程更是烦琐复杂，但在实验室中准备大量的小鱼种群并研究其行为却简单易行，花费不大。鱼类实验主义者既拥有满足良好实验设计所要求的多重条件，也拥有具备统计优势的大量样本，双重保证使社会学习研究更加严谨。^[2]对于对动物文化感兴趣的研究人员来说，从事鱼类研究意义重大。

在社会学习策略比赛之前，通过一系列非常有益的刺鱼实验，我已经了解到“动物模仿也许具有战略意义”这一想法。刺鱼是一个拥有16个种类的大家族，它们在北半球温带的河流、溪流和沿海区域极为常见^[3]，且与尖嘴鱼和海马密切相关。刺鱼的鲜明特点在于它们的脊椎，而且它们没有鱼鳞，而是用骨甲板代替。如果你生活在欧洲、北美洲或是日本，很可能发现在当地的湖泊、河流和溪流中也有刺鱼存在。这些鱼易于用简易抄网进行捕获，并在实验室中茁壮成长，成为在动物行为研究方面卓有成效的实验对象。其中部分原因是对于包括我自己在内的许多生态学家和进化生物学家而言，刺鱼长期以来一直是最受欢迎的实验系统。20多年来，我的研究小组已经对30多种不同的动物进行了社会学习和传统惯例的研究调查，其中包括大鼠、鸡、八哥、鹦鹉、狐猴、卷尾猴和黑猩猩，^[4]但我们通过研究刺鱼和其他小鱼而搜集获得的有关这些话题的见解却是最有价值的。^[5]

本章将介绍一项长达20多年的实验研究计划，旨在研究两个密切相关的刺鱼物种在社会学习方面存在的有趣差异。我之所以对其进行详细介绍，是因为它说明了使用灵活模型系统的专用研究方法如何能够为与文化进化有关的一般问题提供有价值的见解。同时，此项调查研究也为我们揭开了该领域的科学面纱。^[6]这一领域的科学问题很少仅通过一项实验便得出答案，往往需要一系列的广泛研究，进行具体问题具体分析。起初这只是一项引人好奇的异常现象，但后来针对这一问题进行的长期实验却逐渐成为关注社会学习如何发展为更宏大图景的美好构想。研究鱼类所获得的知识已证明与理解灵长类动物的认知进化存在高度相关性，我将会在本书的后面章节对此加以说明。

这一特定的研究方法是由法国行为生态学家伊莎贝尔·顾朗发起的，20世纪90年代末，她来到剑桥大学，并同我共事。在此前的博士学位学习期间，伊莎贝尔就已经完成了有关鸟类“公共信息使用”主题的研究。“公共信息使用”一词有着比表面含义更加具体的意义。

它被定义为“动物通过间接监测同伴的成败来评估资源质量，如食物点上食物的丰富性”的能力。^[7]因此，公共信息使用是社会学习的一种形式，它使个体能够通过观察从远处搜集信息，而无须承担与亲身探索和取样相关的风险，如增加与猎食者的接触机会或加大消耗在比较食物点上的精力。当时许多研究者认为，公共信息使用要求高度发展的智力或成熟复杂的认知。带着对这一看法的质疑，伊莎贝尔开始好奇鱼类是否有能力使用公共信息，因此我们决定采用三刺鱼作为实验对象对该问题进行探讨。^[8]

伊莎贝尔本打算从当地溪流中捕获三刺鱼，再将其带到实验室进行实验，但由于她之前一直从事鸟类研究训练，因此，她并不是特别熟悉三刺鱼和九刺鱼（常与三刺鱼群聚，关系密切）之间细微的形态差异。^[9]伊莎贝尔无意中捕获了这两种鱼，因为鱼量充足，所以我们决定不妨对它们都进行测试，这也算很好地说明了意外发现在科学中发挥着重要作用。如果由一位训练有素的鱼类研究人员进行捕捉，我们也许只对三刺鱼进行实验，一旦兴趣寥寥，便会放弃该项研究。而事实上，伊莎贝尔对两个物种均进行了测试，实验显示出的鱼群行为差异十分有趣，因此引起后来长达几十年的富有成效的研究。

伊莎贝尔的实验装置十分简单，只是一个标准的边长90厘米的水族箱，由透明隔板分成大小相等的三部分。她在水族箱的每端都放置了模拟天然食物点的人工喂食器，把血虫作为食物运输至箱底打开的管中，并在中央隔间中安排了一位学习鱼，即我们的实验对象，每次放置一条。在这里，它可以通过透明隔板观察两组示范鱼（每组三条）通过人工喂食器进食的情况。

伊莎贝尔将食物送至一个模拟丰富食物点的喂食器，它的食物传输速度是另一个模拟贫瘠食物点的喂食器的三倍。巧妙设计的透明障碍和不透明障碍意味着，当食物沿着喂食管到达底部时，示范鱼可以看到食物，但实验对象无法看到。当血虫下沉时，示范鱼会密切地注

意味着，并兴奋地啄食它们，最终将其从实验管底部拔出吃掉。因此，学习鱼可以看到两组鱼（每组三条）在水族箱每端的食物点上的进食情况，它们一组的进食速度要比另一组快。观察10分钟后，所有示范鱼和剩余的食物均被移出箱体，学习鱼此时也被释放。

伊莎贝尔认为如果刺鱼具备公共信息使用能力，那么它们完全可以仅仅根据示范鱼对食物的反应来区分食物点的食物是否丰富。如果事实果真如此，那么当它们一被释放，便会游向原先拥有丰富食物的食物点的箱体一端，与在水族箱的其他一端相比，鱼会在这里待上更长的时间。果然，伊莎贝尔发现九刺鱼主要游向箱中食物丰富的地方，而相比之下，三刺鱼并未表现出明显的食物点偏好，表面看来是随机游至水族箱各端。

伊莎贝尔的实验表明九刺鱼也许具备公共信息使用能力，因为它们可以通过示范鱼的行为确定哪一个食物点更加有利可图；同时，该研究也说明三刺鱼并不具备这一能力。但在当时得出这些结论不免有些为时过早，因为仍存在许多解释首先需要被排除。

在实验中，伊莎贝尔使用同种鱼作为研究对象，充当示范鱼。换言之，即九刺鱼示范鱼针对九刺鱼，三刺鱼示范鱼针对三刺鱼。也许三刺鱼示范鱼不能像九刺鱼示范鱼一样有效地传递有关食物点质量的信息，但导致物种差异的原因要归结于示范质量的悬殊，而非公共信息使用能力的不同。接下来，伊莎贝尔重复第一次实验，但这一次她使用异种示范鱼，即九刺鱼示范鱼针对三刺鱼，三刺鱼示范鱼针对九刺鱼。然而，这一调整操作并未改变结果，九刺鱼不成比例地游向原先食物供给充足的一端，而三刺鱼依然无动于衷地游向各处，无论食物点的食物是否丰富。

我们也好奇两个物种之间的感知能力差异是否能够解释这些发现。也许实验对象三刺鱼是由于视力不足，导致无法看到水族箱各端，也就无法辨明示范鱼是否正在进食。于是，伊莎贝尔又一次重复

该实验，这一次她将食物只送至箱体一端。如果三刺鱼在这个距离内仍不能区分正在进食的鱼与不在进食的鱼，那么，很明显它们也不能区分以不同速度进食的鱼群之间的微妙差异。但这种解释也不成立，因为三刺鱼在该情况下会像九刺鱼一样游向先前有正在进食的鱼群的一端。

另外一种我们需要排除的解释是：即使在实验中我们移走全部食物，依然可能会有残余的嗅觉线索留在箱体中，如血虫在丰富的食物点上留下的较强气味，而九刺鱼对此更加敏感。正因如此，伊莎贝尔进行了我最喜欢的实验之一，这一实验妙不可言，令人难忘。据我所知，这是唯一一次学习鱼真正看不见示范鱼的观察性学习研究：她第四次重复实验，这一次使用不透明隔板来分离示范鱼和学习鱼，完全看不到彼此。或许结果并不出人意料，实验显示两个物种都不青睐丰富的食物点。[\[10\]](#)因此，也就没有证据证明两个物种在视觉或嗅觉方面存在感知差异，由此可见，视觉线索是这种学习形式的关键。我们开始相信自己的发现可能真的是社会学习中的一种自适应性特化：九刺鱼能够利用公共信息，而它们的近亲属三刺鱼却不能。

但在可以对这两种鱼的认知能力提出权威性说法之前，我们需要对从不同地点捕获来的鱼群进行实验。我们必须确信我们所观察到的这些鱼的行为差异始终存在于它们整个群体范围内（分布区内）；不然我们就必须确定究竟是什么因素导致了行为差异。在接下来的15年时间里，我们逐渐开始确定这一物种差异的稳定性。迈克·韦伯斯特是我在圣安德鲁斯实验室的博士后研究员，他首先对从英国不同地点捕的九刺鱼和三刺鱼进行实验，之后继续测试来自世界各地的鱼。通过迈克·韦伯斯特的研究，我们证实物种差异是极其可靠的，且在全球范围内均有所显现。

无论我们测试来自剑桥、苏格兰、波罗的海、加拿大或者日本的刺鱼，总有同样发现：九刺鱼一直能够使用公共信息，但鲜有线索表

明三刺鱼也具备同样的能力。迈克不但测试了淡水种群、海洋种群、装甲鱼和无脊椎鱼群，也研究了来自高捕食量地区的鱼群和来自罕见猎食者的地区的鱼群，结果依然未发生改变。迈克使用受控的鱼卵培育九刺鱼，但当他后来将其作为成鱼进行试验时，却发现在实验室饲养的成鱼和野外捕获的成鱼之间并无差异。操纵鱼类饲养条件的研究也对它们的公共信息使用能力影响不大。这种学习形式似乎并没有受到饲养密度（养殖密度）或环境复杂性的影响。任何其他因素，无论是形态的、生态的、社会的或发展的，均未解释出公共信息使用能力的变化，而这一能力往往只存在于一个物种中。所有证据均表明，公共信息使用能力确实是九刺鱼一种天然的、种属的能力。

我对这个案例研究越来越感兴趣，也越来越相信我们已经发现了社会学习的自适应性特化。这种自适应性特化并非闻所未闻（试回想一下，如在第二章中所描述的恒河猴对蛇的恐惧），但是刺鱼社会学习的特化将会非常令人兴奋，因为它能够经得起检验。我们可以在实验室研究这种能力的发展；可以研究其他刺鱼物种，确定自适应性特化的进化历史；可以开展实验以确定公共信息的使用功能；可以研究遗传、神经、内分泌和行为水平的基本机制。伊莎贝尔的发现似乎是“上帝赐予的礼物”（喻指不期而获却又大受欢迎的好处）。

然而，在可以开始这个雄心勃勃的研究计划之前，我们首先需要确定研究结果的特异性（特殊性、专一性）。九刺鱼与三刺鱼是否真的在知识领域存在差异？抑或我们的研究结果是否体现了它们更普遍的认知差异呢？在极端情况下，也许九刺鱼比三刺鱼更加擅长各种学习形式。迈克对两种刺鱼均进行了一组学习实验。他测试了鱼群学习T形迷宫导航的能力，实验中只有一组鱼群找到了食物。接着，他又对鱼群进行辨色任务实验，实验中它们需要了解特定颜色与特定食物相关。此外，迈克还测试了它们通过关注其他鱼群行为（被称为“局部优化”）进行资源定位的能力以及社会觅食倾向。在所有实验中，迈克并未发现两种刺鱼显著的行为差异。博士研究生尼古拉·阿顿测试

了鱼类在不同环境中的公共信息使用能力（此处的公共信息指的并不是搜集有关食物点质量的信息），如此一来，学习鱼可能会了解到关于另一种岩石庇护处的价值，这将使其免受猎食者的伤害。但尼古拉发现，在这种情况下物种之间并不存在差异，两者均未显示出使用公共信息的痕迹。另外，我们已经从其他实验室研究人员发表的研究中了解到，尽管三刺鱼完全有能力开展寻找食物、识别亲属、了解猎食者等其他社会学习活动，[\[11\]](#)但它们没有能力使用公共信息。

总的说来，这些发现真的很有趣。我们有两种关系十分密切的鱼，它们往往采集自同一条河流和溪流，聚集在范围广阔的区域中，过着非常相似的生活，吃着非常相似的食物，在其他方面的认知也大同小异。但九刺鱼拥有极其特殊的社会学习形式，即其他鱼所欠缺的公共信息使用能力，那么，这又如何解释呢？

不可思议的是，这一问题的答案既不是来自进化生物学，也不是行为生态学，甚至不是比较心理学，而是来自人类学。双鱼故事的谜题在生物人类学家罗伯特·博伊德和彼得·里克森的研究中得到了解决，二人均是文化进化领域的学术大师和重要权威。博伊德和里克森[\[12\]](#)在进行了一项与人类心智方面密切相关的理论分析之后提出了一个假说，他们将其称为昂贵信息假说。尽管该观点信息丰富，涵盖全面，但在这里可以简化为一种理念，即当个人学习（缺乏社交性的学习）变得昂贵时，应该进行模仿。这一说法之所以与我们的刺鱼有关，是因为两种刺鱼的形态差异，尤其是物理防御不同，因此它们在反复尝试中进行个人学习所花费的成本也不同。

三刺鱼，正如它们的名字所示，背上通常有三根背刺，外加一些坚硬侧骨板的重型护甲，以保护它们免受鸟类或较大鱼（见图3a）等猎食者伤害。值得注意的是，这些防御措施十分有效，甚至有几则报道说三刺鱼竟真的可以不被吃掉：它们的背刺会卡在猎食者的喉咙里，等猎食者将其咳嗽出来，然后三刺鱼便可以逃之夭夭，安然无

恙。这样的有效防御意味着，三刺鱼可以相对安全地探索周围环境，如此一来便能够直接品尝（取样）其他食物点，最终判断周围哪里是最丰富的食物点。在这种情况下，这些鱼不需要进行模仿，因为学习对它们而言并不是特别昂贵。

另一方面，九刺鱼的背上约有9根背刺，[\[13\]](#)但是这些背刺很小，因此提供的保护也相对较弱。与三刺鱼相比，九刺鱼的侧骨板更少、更小（见图3b），这使得九刺鱼比自己的同胞（远亲）更易受到猎食者攻击。事实的确如此，研究已经显示，相比于三刺鱼，猎食者更加青睐九刺鱼。[\[14\]](#)正因为九刺鱼更容易受到捕食，所以当危险出现时，它们通常靠隐藏来应对。伊莎贝尔在捕获鱼群时发现，九刺鱼比三刺鱼更有可能藏在芦苇和野草中。相比之下，三刺鱼的优越防御性意味着，它们在开放水域觅食时更容易抵御较高的捕食风险，因此也更有利于最大限度地利用进食机会。

对九刺鱼而言，通过反复尝试亲身探索环境、取样品尝食物点的风险太大，以致要付出适合度代价。昂贵信息假说预言这些代价将会打破平衡，有利于依赖社会学习。很有可能，自然选择已经塑造了九刺鱼通过从安全优越的位置进行观察，进而获得有价值的觅食信息的能力，这使得它们能够在危险过后游至最丰富的食物点。如果该假设正确，那么公共信息使用确实是社会学习的一种自适应性特化。果然，当伊莎贝尔重复试验，在围隔中设置掩蔽物时，九刺鱼在观察阶段花费了大量时间进行隐藏，而三刺鱼却未如此。另外，我们观察到九刺鱼的小脑袋还会慢慢探出，小心翼翼地跟踪示范鱼的行动。



a



b

图3 三刺鱼（图a）有大刺和广泛的保护层，而这些恰好是九刺鱼（图b）所缺少的。形态上的差异已经显著影响了自然选择对两种鱼的社会学习的优化调整（经肖恩·厄恩肖授权使用）

你也许会好奇，为什么九刺鱼需要以牺牲其他鱼为代价来搜集信息？为什么它们要监测其他鱼的进食频率？当然，有一个更简单的方法可以解决这个问题，九刺鱼可以径直游到多数鱼光顾的食物点处，而这里一定是最有利可图的。但这种推理至少存在两个问题：第一，一个食物点很可能在不久之前有过很多“顾客”，它们已经吃掉了部分食物，降低了原有“收益”；第二，聚集的鱼群可能会像任何出于安全目的而群聚的动物一般，不会完全孤立地行动或确定觅食点。它们可能会无意之中遇到一个食物点，然后吸引其他鱼越过另一个也许更加有利可图的点到达这里。仅仅根据进行行为选择的个体数量做出决定将会致使动物陷入“信息瀑布”，[\[15\]](#)这在极端情况下可能是不适应的。[\[16\]](#)为此，尽管鱼的原始数量会提供有关食品点质量的线索，但这些线索也有可能是一种误导。

另一组由伊莎贝尔完成的实验恰好说明了这一点。[\[17\]](#)她重复了自己最初的实验，但这一次调整了水族箱每端鱼的数量，即一个食物点上有6条鱼，另一个食物点上有2条鱼。伊莎贝尔发现，如果在实验观察期间，学习鱼没有看到示范鱼正在进食（这意味着学习鱼九刺鱼需要专门根据食物点上鱼的数量决定食物点选择），那么在示范鱼离开后，学习鱼确实游到了鱼群数量最多的那一端。鱼群在临近水族箱中部的聚集现象使我们确信这是一种觅食行为，而不仅仅是成群聚集的决定，因为受试者必须真正游离鱼群安全区来选择食物点。[\[18\]](#)然而，当伊莎贝尔交换示范鱼数量和食物点质量，使学习鱼九刺鱼亲眼见证6条鱼在一个食物点上以较慢的速度进食，同时2条鱼在另一个更加丰富的食物点上以较快的速度进食时，学习鱼纷纷游向第二个食物点。这说明当食物点上鱼数所提供的社会线索成为唯一信息时，九刺鱼便会利用该线索；而当公共信息与其发生冲突时，它们又会优先利

用公共信息。这就解释了为什么提取公共信息是有益的，因为它比社会线索更有效，因此也有助于动物避免获得和传播误导性信息。

伊莎贝尔为研究刺鱼公共信息使用能力所设计的实验过程已被证明是极其灵活的。这使我们能够改变许多基础试验，包括控制调整每个喂食器所提供的食物比例，以模拟丰富的和贫瘠的食物点；改变示范鱼的数量、特征或种类；或者为学习鱼提供有关一两种食物点不同形式的先验经验。我们因此可以探寻当不同的信息来源发生冲突时动物所做出的权衡方式。该研究表明，刺鱼能够结合以往对食物点质量的了解，并以惊人的复杂方式观察其他鱼群所获得的信息，从而适度地权衡对具有社交性的和缺乏社交性的信息来源的依赖。

剑桥大学的一位博士研究生伊弗科·范·伯根对鱼在依赖具有社交性的和缺乏社交性的信息时做出的权衡进行了研究。在实验中，伊弗科首先使九刺鱼有机会通过反复尝试，在直接觅食后了解到其中一个食物点平均要比另一个产生更多食物。她能够通过改变训练实验次数来控制调整该个体训练方式的可靠性，在所有实验中最为丰富的食物点也是这次特定实验中最为丰富的一个。例如：在18次实验中如果有17次喂食器A比喂食器B供给更多的食物，而在另一组训练中，18次试验中只有12次喂食器A比喂食器B供给了更多的食物，那么我们认为A是更加丰富的食物点。

之后，伊弗科仿照伊莎贝尔最初的试验过程继续进行个体训练，使鱼能够观察到三条示范鱼在丰富的食物点上进食，另外三条在贫瘠的食物点上进食，再接着是补丁偏好测试。但这时情况发生了转变：伊弗科改变补丁质量，使根据学习鱼的个体训练所得出的低收益食物点在公开示范时成为更加丰富的食物点，反之亦然。[\[19\]](#)这一设计意味着，具有社交性的信息与缺乏社交性的信息是相互矛盾的，我们可以据此探讨在什么情况下个体将利用他人提供的信息，什么情况下又会依赖自己的先验知识。

我们发现，那些接受过可靠的、明确个体训练的鱼几乎完全忽视了公共信息，而且在测试时，它们会选择之前亲身体验过的更多产的食物点，而非被示范鱼认为是更丰富的食物点。然而，其他那些经历了不可靠的、混乱的个体训练的鱼则更倾向于模仿其他鱼，并根据示范鱼的指示选择食物点。模仿率会随着训练的混乱程度而增加，当九刺鱼的个体经验越不可靠时，它们越倾向于模仿。

在第二项实验中，伊弗科再次使鱼接受个体训练，训练时一个食物点的食物比另一个更加丰富，但是在鱼接收到相互冲突的公共信息和测试之前，她巧妙地调整了时间周期，根据不同条件将时段分别设为1天、3天、5天或者7天。她发现如果训练刚刚结束一天，鱼会根据个人信息选择食物点，但随着个人信息越发过时，它们将会越来越多地模仿示范鱼。距离它们上次更新个人信息7天后，鱼会完全转向使用公共信息，并以与之前从未取样品尝过食物点的个体相同的速度进行模仿。[\[20\]](#)

我们的刺鱼研究教给了我们有关动物使用社会信息的战略方式。伊莎贝尔的实验已经表明刺鱼遵循“当缺乏社交性的信息变得昂贵时便进行模仿”这一原则，该说法源自博伊德和里克森提出的昂贵信息假说。伊弗科的实验说明，九刺鱼的模仿进行得更加巧妙，当过去经验不足以确定最佳选择时，它们便会限制对社会信息的使用。显而易见，这些鱼并不总是且并非不可预见地使用公共信息，而是以极其精明的方式改变对不同信息来源的依赖。

随后我们了解到这些鱼不仅在模仿上高效，而且是以最佳方式进行模仿。[\[21\]](#)另一位现就读于杜伦大学的博士后研究员杰里米·肯德尔也进行了一项实验，实验中发现现在利用公共信息时，九刺鱼运用了一种令人印象深刻的“爬山”策略。[\[22\]](#)我们发现，如果一些鱼有曾在食物点上找到食物的先验经验，那么当其他鱼的捕食率表明另一个食物点较之前一个更加丰富时，它们便会改变偏好。这一策略使个体

能够通过逐步返回最丰富的食物点或鱼群所选择的觅食地点来稳步提高觅食效率，这就是该策略具有“爬山”效果的原因。后来，进一步实验表明鱼选择已被证明的食物点的概率完全取决于觅食示范鱼的收益。[\[23\]](#)通过观察，我们发现鱼所表现出的模仿水平会随着示范鱼的绝对摄食速度而提高。关于这一发现尤为有趣的一点是，一位经济学家为了理解人类行为提出过复杂的进化博弈理论，而九刺鱼的行为恰好符合该理论分析所预言的内容。[\[24\]](#)换言之，就像人类与九刺鱼一样，两个不同的物种在模仿时会表现出基于收益的最优学习原则。[\[25\]](#)例如，九刺鱼占领新区域时使用该策略，将会使它们随着时间的推移逐渐提高在自然环境中利用不同猎物的效率。我们为这一发现兴奋不已，这向我们说明通过使用一个相对简单的规则（按收益比例模仿他人），这些鱼可以实现令人惊讶的复杂的知识积累。虽然这明显与人类积累的文化相去甚远，[\[26\]](#)但该规则仍有棘轮效应，而且据我所知，该效应之前从未在动物身上被证实过。

九刺鱼和三刺鱼本是密切相关的两个物种，但由于细微的形态差异，因此处于昂贵信息假说所提出的成本效益分析的对立面。对于九刺鱼而言，这种特定的社会学习形式有利于物竞天择，但对于三刺鱼来说却并非如此。我们可以推测公共信息使用的成本效益比也会因每条鱼的个体情况发生改变，例如，我们可以考虑一下繁殖期对雌性九刺鱼的影响。孕期的雌性会因为鱼卵而变得肿胀，因此会比非孕期的鱼更易于受到猎食者的注意。在水中，因为腹部的阻力（拖着大肚子），它们对猎食者的反应要慢于其他雌性。此时雌鱼状况的改变会增加通过反复尝试进行学习的成本（试错学习成本），也使孕期的雌鱼比其他非孕期鱼群更加依赖社会信息。相反，处于生殖状态的雄鱼需要为了获得雌鱼和领地而与其他同性激烈竞争，需要大量投入父爱，在照看鱼卵和鱼苗时，需要待在巢穴里（藏匿处），在此期间通常无法进食。这些情况对通过在觅食地点直接进食、冒险寻求高回报

的雄鱼有利，因为丰富的能量储备在求爱时可能为它们带来好运。处于生殖状态下的雄鱼相比于其他同性鱼会更少地依赖公共信息。

这些预言已经被实验证实。[\[27\]](#) 迈克·韦伯斯特发现孕期的雌鱼几乎完全依赖于公共信息，相比于非孕期的同性，它们的模仿程度明显更高，在食物点之间做出的改变更少，也比其他鱼花费更多的时间待在庇护处。它们此时的处境使其更加倾向于规避风险，更加严重依赖社会学习。另一方面，处于生殖期的雄鱼并未表现出任何使用公共信息的痕迹，但在我们实验的所有鱼中，这些雄鱼表现出了最短的食物点选择时间、最高的食物点改变频率和最少的待在庇护处的时间。同时，它们也很少聚集成群。我们怀疑，导致生殖期雄鱼停止聚集成群的生理变化，也减少了它们对觅食的同种个体行为以及公共信息使用的关注。日益下降的鱼群聚集趋势和将时间花费在附近庇护处的下降趋势都是具有高风险的，因为个体单独行动或在露天处行动均会更容易遭捕食。[\[28\]](#) 来自其他动物的证据表明：生殖期开始时，循环睾酮水平升高会降低雄性对风险的敏感性。[\[29\]](#)

一项令我们尤为感兴趣的发现是：处于生殖期的雄鱼可比非生殖期的同性更快地完成独自觅食任务。这意味着生殖期雄鱼的行为转变不能简单归因于睾酮通过组织激增以及扰乱自身学习的影响。相反，这些雄鱼似乎正在寻求另一种自适应性策略，该策略有助于在得到父母照顾之前通过增强对个体采样的依赖来实现摄食最大化。如果抓住时机获得大量意外食物能够在获得雌性配偶或照顾鱼卵和鱼苗方面给予雄鱼竞争优势，那么这一行为将是具有适应性的。[\[30\]](#) 处于生殖期缺乏社交性学习的成本变化对觅食策略的转变做出了解释。[\[31\]](#) 事实上，处于生殖期的雄性九刺鱼与三刺鱼在行为表现方面十分相似，这也就使我们越发猜想，这两个物种之间的差异可能是由激素水平的变化所导致的。

当然，九刺鱼与三刺鱼并非唯一的刺鱼物种，二者之间的关系也并不是密不可分的。九刺鱼的姊妹物种是溪刺鱼，[\[32\]](#)这是一种很像九刺鱼，但通常只有5根或6根刺且缺乏侧骨板的鱼种。鉴于它与九刺鱼体型相似又关系密切，我们也许可以推断溪刺鱼也能利用公共信息。另外比三刺鱼与九刺鱼的关系更亲密的是四刺鱼和五刺鱼。[\[33\]](#)我们很想知道这些物种是否也具备公共信息使用能力，如此一来便能比对刺鱼族系社会学习能力的演变过程。几年来，迈克·韦伯斯特一直游走于全球各地以搜集不同物种的刺鱼，测试它们的公共信息使用能力。他已经对来自5个独立种属和8个物种的50多个鱼群的鱼进行了实验。其中，只有九刺鱼和它们最近的亲属——溪刺鱼，表现出公共信息使用能力，而其他三个种属的鱼似乎并不具备这一能力。这意味着公共信息使用能力是在九刺鱼和溪刺鱼的祖先与四刺鱼和五刺鱼分开后演化形成的，在约1000万年前。

这一发现很好地证明了智力进化的一般模式，更确切地说，动物的心智能力并不能由动物与人类的密切关系来解释。智力的不同方面已经在各个类群中经过趋同选择进化了多次。[\[34\]](#)在包括人类、鸟类和一些鱼在内且并不密切相关的动物群体中，公共信息使用能力是独立进化的。这些种群的共同之处仅仅是有利于此种学习形式的成本与收益平衡。后面的章节将进一步论证说明，这些可能被认为是文化基础的认知能力已经通过趋同选择，在不同的灵长类谱系中进行了相似的演变进化。

下面总结一些我们通过研究刺鱼公共信息使用能力所学到的知识。我们已经确定了社会学习的自适应性特化，有了这一行为，九刺鱼能够通过观测其他鱼的进食成败来利用有关食物点丰富性的信息，但三刺鱼却无法做到。这一种属差异是在来自世界各地的刺鱼中发现的，不受饲养条件或任何其他测试经验因素的影响。该能力似乎具有高度针对性：尽管九刺鱼能够提取有关食物点质量的公共信息，但无法获得有关庇护所的公共信息。除此之外，至今尚未发现两个物种的

其他学习能力差异。九刺鱼与溪刺鱼一样，都有着较弱的形态防御，但溪刺鱼又是唯一一种除九刺鱼外可使用公共信息的刺鱼。由此可见，公共信息使用是有益的，它使动物能够安全地、轻松地、可靠地获取有关食物点质量的信息。在这些物种中，我们的刺鱼实验表明公共信息使用已经发展到具有高度战略性，它使鱼能够以接近最优的效率利用环境中的资源。物种模仿仍然可以通过进化模型来预测，而且与一些各不相同但彼此互补的社会学习策略相一致。相反地，身体更加强大的三刺鱼可以直接以低成本取样品尝食物点，也因此很少需要使用公共信息。确实，在其他鱼群进食时却在庇护所中苦等只能意味着三刺鱼错过了进食机会，这在一定程度上解释了为什么两种鱼经常在同一条小溪和河流中一起被发现。九刺鱼与三刺鱼共享互惠关系，分别从对方的存在中获益。正是由于有机会从三刺鱼身上获取公共信息，因此很有可能或者至少在一定程度上，导致九刺鱼更喜欢与不同物种聚集成群。而三刺鱼则享受更大群体带来的安全，特别是许多猎食者优先将九刺鱼作为捕食目标。

此次研究计划形成了几点有关社会学习的宝贵经验。第一，我们了解到，动物是以决定性的战略方式来利用他人提供的信息。九刺鱼并非在每次可用的机会面前都进行模仿，而是具有高度选择性。例如，当没有相关的先验经验可依赖时，或通过先验经验所获得的知识不可靠（如过时）时，它们才倾向于利用社会信息。我们也看到，九刺鱼能够有效地结合这两种信息源，实现觅食收益最大化及风险最小化。在比赛结果出现之前，这是重要而又显著的一点经验。一旦我们意识到刺鱼模仿的战略本质，便会注意到其他动物也在选择性地进行模仿。我的研究小组已经研究了许多不同动物的行为，在我们研究过的每一个物种中，无一例外，社会学习均是具有高度战略性的。世界各地的社会学习研究者也都得出了同样的结论。

随后，我提出了“社会学习策略”一词，有意把实验研究中出现的动物模仿法则与运用进化博弈论进行分析的策略等同起来。[\[35\]](#)尽

管“至少人类可以进行战略性的模仿”这一观点已经存在于人类学著作中，[\[36\]](#)而且拥有重要的理论成果支持，[\[37\]](#)但仍有明确的机会可以进一步发展这一理论基础。由于社会学习战略的概念有着与生物群落产生共鸣的直观吸引力，所以已经成为社会学习研究的又一发展方向。

战略方式富有成效的原因之一是，它为统一实验发现与理论结果提供了丰富的可能性。关于具体策略应用的精确的进化模型的预测可以通过动物社会学习实验来进行检验，这些预测反过来又为背景理论提供了数据，由此确保假设是合理明智的。我们的研究可以说明刺鱼所表现出的模仿模式是符合进化论假说的，譬如它们会在缺乏社交性的学习代价高昂时进行模仿，[\[38\]](#)会在对缺乏社交性的学习不确定时进行模仿，[\[39\]](#)且该模式顺应多数群体的行为。[\[40\]](#)如此，战略方式有助于使社会学习领域更接近一般化的进化框架。

过去10年见证了这一领域的研究热潮，该领域的研究人员很少有对“动物社会学习是广泛的，也许是普遍的、富有战略性的”这一说法提出过怀疑。[\[41\]](#)当自己觅食失败时，蜜蜂会更加频繁地跟随其他蜜蜂摇摆舞动；[\[42\]](#)小鱼模仿其他鱼群觅食地的可能性会随捕食风险而增加；[\[43\]](#)红翼鹑鸟是否通过社会学习获得食物偏好严重依赖于示范鸟的身体状况；[\[44\]](#)黑猩猩更有可能模仿占主导地位的优势物种，而非居从属地位的动物；[\[45\]](#)诸如此类。战略性模仿成为一种法则，而不是一种例外情况。它已经在包括自然群居动物在内的各种动物中经过了实验研究，结果发现战略模仿往往会增加生物适应性。[\[46\]](#)

人类也不例外地遵循着这一模式。例如，汤姆·摩根（我在圣安德鲁斯大学的一位博士生），用一组实验任务展示了对成年人的研究结果。他的实验为有关文化进化文献中所预言的9种不同社会学习策略的应用提供了有条件的或强有力的支持，包括一致性、以收益为基础

的模仿、在非社交性学习代价高昂时进行的模仿，以及在情况不确定时进行的模仿。[\[47\]](#)这些不同的影响同时进行，相互作用，形成有效决策和更高回报的行为。[\[48\]](#)事实上，“模仿”一词有悖于人类社会学习的战略质量。在这本书中，尽管我普遍地运用该词以指代任何形式的社会学习，但在正常言语中使用“模仿”时，往往具有消极含义，我们会想到在考试中作弊抄袭的淘气学童。而事实上，这一说法却清楚地说明了社会学习的战略本质：没有人会在已经知道答案时还考试作弊！作弊违反规范，因为考试的目的是确定每个学生学到了什么，但在不确定时采用的模仿策略却是历史上一直为人类所用的明智之选。

我们在证实理论预测方面取得的成功也带来了新的挑战。短短几年里，我的实验室得出了一个重要的实验证据，即九刺鱼能有效利用至少6种社会学习策略。虽然并不是所有经过测试的策略都得到了证实，[\[49\]](#)但目前所证实的规则多样性仍然表明，战略模仿远比最初所设想的要复杂得多。例如，任何致力于测试一种动物策略运用的研究议程均不再合理。相反，动物通常使用多种社会学习策略，并根据环境做出改变，目的是以灵活的和适应的方式利用可用的内部线索和外部线索。这使社会学习研究者的工作更加具有挑战性。仅仅研究正在被使用的学习法则是远远不够的，我们也必须要研究能够详细说明为何应用某条法则的规律。目前，研究者们正开始设想元策略，这些元策略决定了在特定情境下运用何种社会学习策略，[\[50\]](#)或将策略视为能够影响对社会信息依赖的偏差。[\[51\]](#)

我们的刺鱼实验本身提供了有关如何实现替代策略（其他策略）一体化的线索。当最新的、明确的个人信息可用时，鱼类便会对其产生依赖；但当它们缺乏相关经验，或自身的知识过时或不清楚时，鱼类则会使用社会信息。[\[52\]](#)有关示范鱼收益的信息会在决策时优先使用，[\[53\]](#)而当这些信息丢失时，鱼类会转向下一个最可靠的信息源，

这是将运用每个选择的个体数量考虑在内。^[54]相应地，这些信息会通过循规蹈矩（按部就班）的学习策略生效，^[55]其再次被证明是高度自适应的。^[56]种种研究观察表明，动物可以通过类似于层次化的决策树形图的心理过程做出有关学习策略的判断。^[57]

伴随社会学习策略研究出现的第二个挑战是理解动物进行战略性模仿的机制。例如：研究中所观察到的模仿多数或模仿最高收益行为是为促进社会学习而进化出来的生物适应性吗？动物模仿多数群体或者模仿最高收益行为是不是一种富有成效、与生俱来的秉性？^[58]由于有关学习策略研究领域对该问题涉及不多，本质上处于中立立场，^[59]因此认为上述两种说法皆有可能。但对行为科学家来说，研究支持社会学习的机制与研究动物决策基础的功能法则同样重要。再次在此说明，我们的刺鱼实验经证明是行之有效的。迈克·韦伯斯特在进一步实验中分析了示范鱼的行为，并将鱼的进食攻击（突然快速冲向食物并进行啄食）确定为观察力敏锐的九刺鱼在学习时所关注的一条具体线索。分析表明，通过关注其他鱼的进食攻击并将其量化，九刺鱼掌握了公共信息的使用能力。这些发现，加上与三刺鱼相比，九刺鱼学习能力普遍增强这一说法的证据不足，二者均表明自然选择是通过精细调整与该社会学习形式相关的感知能力、激发能力和信息处理能力来增强九刺鱼的公共信息使用能力，而并非直接增强它们的学习能力。这与如下观点一致，即虽然动物学习到的东西也许从生态学的观点来看各有不同，因此可能在不同物种之间有所差异，但动物如何学习（至少是相关过程层面上）在不同类群中却是大致相似的。^[60]

我们的刺鱼实验也说明动物往往拥有令人赞叹的复杂的社会学习能力。谁会想到一条小小的淡水鱼会被发现与人类一样，拥有运用最佳效率的爬山法的能力，或者表现出循规蹈矩的信息传输能力呢？其他动物的认知能力与人类确实有很多相似之处，从实事求是的角度来看，我们需要给予差异同等关注。我们实验中的九刺鱼虽然擅长通过

观察获取有关食物点质量的知识，但未能通过运用公共信息对比不同庇护所的好坏。这种不灵活性与人类形成鲜明对比。毫无疑问，人类不但可以通过监测他人的收益来评估食物点的质量，也同样能够了解整个环境，进而提取有关配偶、庇护所或其他资源的公共信息。而三刺鱼尽管能够胜任其他形式的社会学习，却不能完成公共信息使用任务。

以下我所要说明的是总体模式。动物通常具有特定的社会学习能力，该能力由自然选择形成，用以应对物种在其所处的自然环境中特定的适应性挑战，而在它们所处的范围之外，该能力要么不起作用，要么功效不大。猕猴通过联系对象特性与其他猴子的恐惧反应会对蛇和任何蛇形物产生一种恐惧，但它们似乎对其他物体并不害怕。^[61]年轻的雄性鸣鸟似乎更易于学会同类的歌声，但对其他物种的歌声却未能如此，这表明了某些声音要比其他声音更易掌握的倾向。^[62]一般说来，大多数动物都是社会学习专家，它们的能力是在不同的谱系中进化，用以实现特定功能的专业化解决方案只可用于相对狭窄的范围中。相比之下，人类则是社会学习的通才，我们的模仿无疑得到战略性的运用，并且很少受到我们能力的限制。我们不仅能够在全社会中知晓食物、同伴和天敌，也可以学习代数、芭蕾舞步和汽车力学，这是一些并没有出现在我们进化过程中的现象，也不是我们的大脑被选择去克服自适应性挑战的一部分。

同样的模式也适用于与文化进化相关的其他方面。蜜蜂能够利用它们的摇摆舞来传递有关食物来源和巢址的信息，但是与人类语言不同的是，这些舞蹈不能传达其他形式的知识。^[63]狐獴的“帮手”将积极教幼崽如何处理猎物，但与人类教学相比，却没有迹象表明它们教授幼崽其他形式的智慧。^[64]在新喀里多尼亚，乌鸦通过制造、使用工具能够搜寻挖掘出深藏在缝隙中的食物，^[65]但依然与人类不同的是，乌鸦很少在其他方面使用工具。在每个实例中，我们都发现动

物的认知能力局限于具有相同的生态特征类群中，与人类形成鲜明对比的是，它们的认知能力在很大程度上也只是在它们进化的领域范围内发挥功能。

社会学习策略比赛告诉我们，进行战略性模仿是有好处的。本章证实了战略模仿正是动物所为。比赛表明，自然选择将有利于那些提高模仿效率的学习法则。的确，我们发现鱼是以最佳效率进行学习。当然，为了有效利用这些功能法则，动物必须具备相关的知觉和认知能力。自然选择不支持动物在不了解多数群体的行为是什么时便对其进行过多模仿，也不支持物种在无法计算他人收益时进行基于收益的模仿。如果动物不能看到很长的距离，那么它也无法进行长距离的模仿；如果动物无法足够近距离地观看其他动物的细微运动模式，那么也无法对其进行模仿。^[66]这样的思考使我们能够想象，支持更准确的、更有效模仿的自然选择是如何在塑造动物的认知、知觉和社会特性方面产生溢出效应的。为了进行更有效的模仿而形成的自然选择会对大脑和认知的进化产生连锁反应。有证据表明，在最终发展成人类的灵长类谱系进化过程中一定发生了什么，这使我们的祖先进化出更普遍的模仿他人的能力，同时对头脑进化也产生了重大影响。针对该情况的研究调查将在接下来的两章中阐述。

^[1]事实上，“基因程序”的整个概念在科学上已经成为无稽之谈。对于发育生物学家来说，将基因型喻为“程序”或“蓝图”已被证明与研究中发现的发育与遗传的动态性和相互性不符（见Gottlieb 1992, Keller 2010, Pigliucci and Müller 2010）。处于生长期的生物体既能改变基因表达，也能改变发展环境，在个体发育过程中生成反馈，使生物-环境关系与非基因遗传成为种属的、不变的表型通常被进化生物学家视为“由遗传基因决定”的原因（Oyama 1985, Gottlieb 1992, Oyama et al. 2001, Gilbert 2003, Jablonka and Lamb 2005, Keller 2010, Bateson and Gluckman 2011, Uller 2012）。

^[2]见Brown, Laland 2003, 2006; Laland et al. 2011中对鱼类社会学习的评论。

^[3]See <http://www.fishbase.org/home.htm>.

^[4]我们对灵长类动物的研究是在动物园或野外进行的观察性研究，从未在实验室里饲养过灵长类动物。

[5]有关我实验室鱼类研究所得出的创新见解见Laland and Reader 1999a, 1999b。有关我们以鱼类为基础的社会学习的观点可见Day et al. 2001; Brown and Laland 2002; Reader et al. 2003; Brown et al. 2003; Kendal et al. 2004; Kendal, Coolen et al. 2005; Croft et al. 2005; Webster, Adams, Laland 2008; Webster and Laland 2008, 2011, 2012, 2013; Duffy et al. 2009。有关我们鱼类创新传播的研究可见Reader, Laland 2000, Swaney et al. 2001, Morell et al. 2008, Atton et al. 2012, Webster et al. 2013。有关我们对鱼类传统惯例的研究可见Laland and Williams 1997, 1998; Stanley et al. 2008。

[6]现在对特定动物进行社会学习一般性研究的模式由第二章中进行大鼠研究的加拿大心理学家Jeff Galef首创。他花了30多年的时间通过大鼠的呼吸线索研究它们饮食偏好的传递，这一系统经证明是高效的，得出了无数有价值的发现，关于这些成果的论文达100多篇。

[7]Templeton and Giraldeau 1996.

[8]三刺鱼。

[9]多刺鱼属。

[10]在我们最近由Mike Webster进行的公共信息使用能力的实验中，示范鱼和食物点被放置在完全独立的水族箱中，毗邻实验箱，如此一来可以排除任何残留的嗅觉线索干扰研究结果的可能性。但实验装置的改良并未改变实验结果，仍然是九刺鱼表现出公共信息使用能力，而三刺鱼却未能如此。

[11]Milinski et al. 1990, Frommen et al. 2007, Atton et al. 2012, Webster et al. 2013.

[12]Boyd and Richerson 1985.

[13]不同多刺鱼属的背刺数量事实上存在很大差别，范围从7—12根不等，但多数刺鱼有9根或10根。同类物种在有些地方也被称为十刺鱼。

[14]Hoogland et al. 1957.

[15]研究该类现象的理论框架起源于经济学。这一理论框架创设了一个情景，即个体在不考虑个人信息的情况下模仿他人的选择，结果导致信息瀑布：最终每个人最后都会做同样的事情，却丝毫不顾这是不是最好的选择（Bikhchandani et al. 1992, 1998; Giraldeau et al. 2002）。

[16]Giraldeau et al. 2002.

[17]Coolen et al. 2005.

[18]这里提出的论点是即使示范鱼不再存在，而存在的鱼还尚未进食，实验对象也会游向之前有大量鱼群聚集的地方，将此作为一种觅食手段。这一论点被认为是合理的，因为鱼已经被证明会将鱼群聚集与进食机会联系起来（Brown and Laland 2003）。

[19]Van Bergen et al. 2004.

[20]我们怀疑这仅仅是由于遗忘，因为刺鱼已经被证明可以将对食物点的偏好保持超过一个星期的时间（Milinski 1994）。

[21]Schlag 1998.

[22]Kendal et al. 2009.

[23]Pike et al. 2010.

[24]Schlag 1998.

[25]施拉克（1998）将自己的法则称为“成比例的观察”，他的分析表明该法则是一种最佳的社会学习策略，能为种群带来最大效益的行为。

[26]刺鱼通过运用爬山法则表现出来的棘轮效应与人类积累的文化不同，因为前者是有局限的。该法则有可能使动物可以在环境中接近最优行为，但此时文化性积累会停止。这与人类积累的文化形成鲜明对比。在人类的文化积累中，新的行为或产物会为无限创新提供进一步的可能性。

[27]Webster and Laland 2011.

[28]Krause and Ruxton 2002.

[29]Wingfield et al. 2001, Kambo and Galea 2006.

[30]Kavaliers et al. 2011

[31]鱼在非生殖期性别差异的缺失以及所表现出的模仿的中间水平证明：特定性别的、自适应的社会学习策略是由生殖状态造成的，而非性别使然（Webster and Laland 2011）。

[32]溪刺鱼。

[33]四刺鱼和海刺鱼。

[34]See, for instance, Emery and Clayton 2004.

[35]Laland 2004.

[36]这一想法最初源自伯伊德和里克森1985年著述的《文化与进化过程》一书。书中讨论了影响利用社会知识可能性的“传递偏差”。

[37]See, for instance, Boyd and Richerson 1985, Giraldeau and Caraco 2000, and Schlag 1998.

[38]Coolen et al. 2003.

[39]Van Bergen et al. 2004.

[40]Pike and Laland 2010.

[41]Hoppitt and Laland 2013.

[42]Grüter et al. 2010, Grüter and Ratnieks 2011.

[43]Webster and Laland 2008.

[44]Mason 1988.

[45]Horner et al. 2010.

[46]见Hoppitt and Laland 2013 中对这些数据的汇总。

[47]Morgan et al. 2012.

[48]Wood et al. 2012在一项关于儿童的研究中得出了类似的结论。

[49]例如，既没有数据证明与刺鱼进行随机模仿策略说法一致，也没有证据发现刺鱼是在不满意时才进行模仿（Pike et al. 2010）。

[50]Laland 2004, Rendell, Fogarty, Hoppitt, et al. 2011; Hoppitt and Laland 2013.

[51]Boyd and Richerson 1985, Henrich and McElreath 2003, Hoppitt and Laland 2013.

[52]Coolen et al. 2003, Van Bergen et al. 2004.

[53]Coolen et al. 2005.

[54]Ibid.

[55]Pike and Laland 2010.

[56]Henrich and Boyd 1998.

[57]Laland 2004预见层次行为组织可由进化论观点来解释（Dawkins 1976），分级控制已经描述了大量人类行为和动物行为（Byrne et al. 1998）。

[58]两种观点均可在参考文献中找到，如：Boyd and Richerson 1985, Heyes 2012, Henrich 2015。

[59]这一立场明显符合行为生态学家提出的“表型策略应用”（Grafen 1984）。动物是否因为进化的心理机制、学习、文化或一些过程的结合而采用这样的策略其实并不重要。我们仍然可以对策略进行卓有成效的研究，正如最简单的遗传系统控制它们一样（Laland 2004）。尽管这种实用主义的立场在该领域被证明十分有效，但有关基础学习机制的实验研究对于全面理解这一现象也是至关重要的。

[60]Shettleworth 2001.

[61]Mineka and Cook 1988.

[62]Marler and Peters 1989.

[63]Sealey 2010.

[\[64\]](#) Thornton and McAuliffe 2006.

[\[65\]](#) Rutz et al. 2010.

[\[66\]](#) 例如，雄性金丝雀之间的攻击行为已经阻碍了社会信息传递（Cadieu et al. 2010）。

第五章 创造力的根源

1921年，在英国南部海岸靠近南安普敦的一个小村庄里，有人第一次在一所房子前观察到：一只蓝山雀啄破了门阶上的牛奶瓶顶端的锡箔纸，开始品尝牛奶。^[1]这是否真的是第一只从牛奶瓶偷取牛奶的鸟仍值得怀疑。更有可能的是，这只鸟曾经模仿过另一个偷偷摸摸的家伙——它曾暗中偷取过一顿免费的早餐却未被发现。但是，在英国这样一个有很多鸟类观察者的国度，没有鸟类盗贼能指望长时间进行偷盗行为而不被察觉。业余鸟类学家，之后便是专业动物行为学家，记录下了这一行为在附近重复出现的情况。很快，许多其他种类的鸟都学会了这一本事。英国人对此颇感困惑。鸟类爱好者将他们吃的烤面包和煮鸡蛋粘在窗户上，希望能一睹这些长着羽毛的“土匪”的特技。在接下来的30年里，随着鸟类这一习性传播到整个英国，甚至是欧洲大陆，一大批对此着迷的观鸟者在许多城镇和乡村仔细观测了鸟类打开牛奶瓶顶盖现象的分布情况。^[2]

这件事也许是有关一种已蔓延动物种群的新学习行为的最著名例子。随后，动物行为学家选取了几只笼鸟作为研究对象，进行了开启牛奶瓶的实验测试，^[3]并使用数学和统计模型分析了这一习性的扩散传播情况。^[4]这一研究证明，即使没有机会模仿其他鸟，许多鸟也都能够独立解决啄开锡箔纸盖这一难题。似乎对于鸟来说，啄破纸盖是一种本能行为。研究者还发现，这种行为很容易扩散，因为鸟类不仅可以通过模仿毫不费力地学会这一习性，还可以简单地通过已经被其他鸟开启的、暴露的牛奶瓶获得这种习性——这似乎已经足够使它们知道该怎么去做了。看来，这种独特习性在有牛奶瓶的地方通过多种独立发明实现传播，继而通过社会传播从一只鸟传给另一只鸟。^[5]

“开启牛奶瓶”这一行为是有关动物创新的例子，被定义为一种解决问题的新方法，或者一种利用环境的新方式。由于人们对这一习性较为熟悉，所以它才显得十分特别。实际上，成千上万的创新已被各种动物发明出来。众所周知，鸟类和哺乳动物会将新物品或新技术纳为己用，鲸鱼、海豚和鸟类将新的声乐元素融入自己的歌声，猩猩和猴子编造出新的欺骗行为，灵长类和鸟类发明新的工具，无数其他动物创造了新的求爱表演和社会行为。[\[6\]](#)

动物的创新十分多样。它们可以是巧妙的（如猩猩们设计出巧妙的手段，例如用植物的尖刺和刀边状的叶柄，从树上提取棕榈芯[\[7\]](#)）、病态的（如银鸥把兔子从高处抛掷到石头上或将其抛入大海溺死[\[8\]](#)）、令人愉悦的（有一群来自日本的猕猴，它们可以滚雪球、和人们玩耍，见图4[\[9\]](#)），甚至可以称得上是恶心的（如白嘴鸦有吃冰冻的人类呕吐物的习惯[\[10\]](#)）。

我最喜欢举的例子有关一只名叫迈克的年幼雄性黑猩猩。灵长类动物学家珍妮·古道尔观察到，迈克通过发明一种极度令人胆怯的聒噪表演——将两个空的煤油罐猛地对撞在一起——迅速提升了自己在黑猩猩中的社会地位，并且摇身一变成为老大。[\[11\]](#)令人惊讶的是，迈克和其他竞争者之间连一架也没有打便做到了这一点。同样让人印象深刻的是一群环尾狐猴，当它们想喝水却够不到池子里的水时，它们会紧紧抓住上方悬垂的树枝，再将自己的尾巴蘸入池内，然后把尾巴里的水挤到自己的口中饮用。[\[12\]](#)一群狒狒种群也独立地发明了同样的习性。[\[13\]](#)而且，那些我们从小就被告知的习惯——将饼干放入咖啡，可能是受到了一群生活于特立尼达的加勒比白头翁的启发。正是因为看到它们蘸自己的食物，我们才会这么做。[\[14\]](#)



图4日本猕猴似乎喜欢玩雪。这种猴子经常滚雪球，而且年幼的猴子还时不时地打上一场雪仗（经Zoonar图库授权使用）

我们的实验室对动物的创造和发明进行了长达20年之久的调查，这一章便总结了我們的一些发现。我們做过的实验使我們确信，动物确实展现出了可以被称得上“创新”的行为，即使动物创新和人类创新之间的关联性仍是一个值得讨论的问题。[\[15\]](#)我們以及其他动物创新的研究者的调查研究，都足以证明并不是只有人类拥有创造力。许多动物发明了新的行为形式，面对新的环境改进了现有的行为，或者以一种恰当和新颖的方式对社会和生态压力做出了反应。[\[16\]](#)当然，浸泡食物和发明微波炉之间确实存在着巨大差异，撞击罐子传递信息距离发明电子邮件也还有很长的一段路要走。为什么只有人类拥有真正惊人的创新力正是这本书关注的重点。不可否认的是，对于我们人类来说，彼此在创造力方面也存在一些差别，关于这种差别是如何引起的问题，将在后面的章节中进行阐述。尽管如此，我认为动物创新的研究对于理解人类认知过程的演变是至关重要的。正如我们所看到的，该领域的研究已经产生了一些具有建设性的数据，这些数据对重建人类历史的各个方面，尤其是对我们大脑的扩展演变相关方面提供了重要的线索。相比人类的成就，其他动物的创新也许并不令人惊叹，但有关它们的研究对我们了解人类文化根源却是至关重要的。

近年来，研究者已经证实，我們可以严谨且系统地对动物的创新进行研究。创新有别于诸如探索和学习的相关过程，同时，创新在动物自然行为中扮演着重要角色。[\[17\]](#)事实上，创新能力对动物在变化的环境中的生存至关重要。人们发现，当被人类放在新的地点时，鸟类中的创新物种比其他的鸟种更易生存和安顿下来。[\[18\]](#)在这样一个人类建造生活环境的时代，对于濒临灭绝的物种来说，创新能力是至关重要的，这一能力能够使它们在不得已时适应恶化的环境。[\[19\]](#)越来越多的证据说明，创新在动物的生态（例如，促进动物扩展其领地的能力）和演变（例如，在成员中产生分歧和差异是行为变化的一种重要因素）方面扮演着重要角色。[\[20\]](#)

事实上，许多动物都有极强的发明力，但是直到如今，动物创新的程度却一直不为人所知，其原因简单而明显：在人们很好地理解物种的“一般”行为之前，他们是不会把一种行为看作新行为的。例如，经过对卷尾猴的多年野外研究，卷尾猴使用棍棒攻击蛇的首次记录才被确定视为一种创新。[\[21\]](#)同样，在黑猩猩灵长学家历经数十年的精心观察之后，一次精彩的求爱表演才真正被看作一种新行为——在这场表演中，一只名叫“影子”的未成年雄性黑猩猩把上嘴唇翻起来抵在鼻孔上，以此来取悦其他雌性黑猩猩。[\[22\]](#)影子所求爱的成年雌性黑猩猩处于优势地位，在面对传统的求爱行动时，雌猩猩往往会以攻击性的方式作为答复，但是影子通过新的表演既传达出“性趣”又完全不会受到攻击。

长久以来，人们已经确定，至少在一个较小范围的物种研究中，例如鼠、猫、狗和鸽子，创造力是学习过程中自然形成的一个方面。19世纪末，美国哥伦比亚大学一位杰出的心理学家爱德华·桑戴克带头进行了有关动物解决问题的经典实验，这些实验推进了动物学习最著名的法则——效果法则的发展。[\[23\]](#)在一次著名的研究中，桑戴克将几只猫放到一个小盒子中，在盒子中装有类似按压按钮或拉绳子的逃出机制，通过这一机制它们能够逃离盒子。小猫不喜欢被束缚，于是撞击栏杆，把爪子挤进开口处，在所能触及的范围挠个不停，粗暴且不停歇地乱折腾一通，尝试了所有可以逃离的方法。最终，小猫撞到了起作用的东西，跑了出去。桑戴克重复进行了这种“囚禁”实验，并且记录下经过几次尝试后所有不奏效的行为是如何渐渐地从动物的表现中被剔除的，与此同时，成功的行为——正如桑戴克所说，是如何通过经验被“印刻”下来的。在数次尝试之后，一旦小猫被放入盒子，它就会立刻触动逃出机制，以从容和坚定的方式逃脱。

桑戴克的实验之所以著名，是因为它证实了动物会学习能够带来积极结果的行为，同时去除带来消极结果的行为，这种学习行为往往不断重复。然而，这个实验也表明，这种学习过程往往是以无意的新

行为开始的，[\[24\]](#)最终根据经验进一步精化，留下成功的元素。伯尔赫斯·弗雷德里克·斯金纳——最伟大的学习理论家，也是哈佛大学杰出的心理学家——曾用自己的名字命名“斯金纳箱”，这一设备用于研究动物学习，也提出了一个相似的结论。斯金纳强调了动物天生好动，并且依赖环境和自身动机不断创造出新的行为。

然而，并非所有的动物都擅长创新。早在1912年，布里斯托尔大学的心理学家康威·劳埃德·摩根就推断，行为是由“先前已发生多次的重复部分”和“不同于常规的创造性行为中的较小部分”共同构成，在所谓的“高级生物体”中更为明显。[\[25\]](#)尽管如此，对动物学习规律的调查充分说明，新行为的创造是动物学习方式的一个方面。当代动物行为研究已经证实了这些早期学习理论家的结论。正如我们所看到的，创新确实普遍存在，物种的创新趋势也各有不同。[\[26\]](#)

尽管如此，在应对研究创新这一挑战时，动物行为学家的研究进程过于缓慢。毕竟，当随着一些个体向其他个体学习，一种新的学习行为在动物种群内部传播时，通常是一个特定个体开启了这个传播过程。这样的传播需要两个过程：首先是行为变体的开创，也就是创新；其次是个体间新习惯的传播，称为“社会学习”。然而，许多科学类书籍、参考资料和论文都只是致力于动物社会学习的研究。[\[27\]](#)相比之下，关于动物创新的主题却缺乏关注，直到21世纪才有所改观。尽管相关的主题，例如动物的喜欢新奇的倾向、探索发掘和观察学习行为，已经出现在大量的研究中，同时人类创新的主题已经有相当多的调查，但关于动物创新的话题仍被极大地忽视了。

不过在这一方面还是有一篇重要的论文，这篇论文由灵长类动物学家汉斯·库默尔和珍妮·古道尔于1985年发表。[\[28\]](#)库默尔和古道尔调查了关于灵长目动物的科学文献，指出关于灵长目动物创新的报告有很多，不过“在许多被观察到的行为中，只有极少数会传到下一

个个体，且几乎没有传播到整个族群的”。[\[29\]](#)这些创新中，有的源于猴子或猩猩应对特殊事件的能力，其他的归因于使用现有行为形式来达成新目标的能力。库默尔和古道尔描述了创新有时是如何受到过量资源影响的，例如动物被囚禁时。在一个案例中，人们进行了一项研究，即将苏黎世动物园的阿拉伯狒狒同埃塞俄比亚野生狒狒的行为进行比较。[\[30\]](#)结果显示，野生狒狒身上观察到的动机和声音信号都能在动物园生活的群体身上观察得到，然而从动物园群体身上观察到的68个交流信号中，有9个未能在野生狒狒身上观察得到。这表明动物园聚居地发出的一些信号是另创，是在现有信号基础上苦心经营的成果。通常情况下，条件创造需要，从而引起创新，例如一段时期的干旱或社会挑战。后来的研究表明，古谚语“需求是创造之母”是有其道理的。[\[31\]](#)

然而库默尔和古道尔的文章的最大意义在于，给如何通过实验研究动物创新提供了建议。研究者该如何调查一个可能一年只发生几次的行为？库默尔和古道尔提供了一种简单、务实的解决方案：“在自由生长或被圈养的种群中进行系统实验（例如对一系列精心设计的生态型和技术型‘问题’的介绍），它是一种新方法，可以研究创新行为现象以及种群内部及之间的传播状况”。[\[32\]](#)这一提议的重要性已被证实。在过去的20年里，库默尔和古道尔的方法已经被广泛地应用于动物研究中。通过设定新的挑战，例如觅食迷箱（处于可控的条件下）和探索其影响因素（创新者的年龄或者生态环境），圈养或自然生长的动物种群就可能会产生创新行为。

20世纪90年代，我的调查团队开始研究动物创新，当时，库默尔和古道尔的文章绝不是针对动物创新这一主题的唯一论述。尽管如此，这一领域的科学文献还是很少。关于动物创新的解释一定不能令人满意，已发表的几篇文章内容也互相矛盾。在2001年，我在国际行为学大会上组织了一场关于此话题的专题研讨会，成为解决这些问题

所迈出的一步，我还邀请与会人员为书籍《动物的创新》撰写章节，[\[33\]](#)并于两年后将此书出版。在介绍章节里，我和合编者西蒙·里德讨论了一些关于动物创新该如何定义的难题。[\[34\]](#)这些问题很具挑战性，但是在这里我会跳过复杂细节。[\[35\]](#)从我们的角度出发，动物创新可以简单地被认为是一种先前在种群未被发现、全新的改良后的学习行为或创造出的资源。

当给人类的创新成果命名时，我们也许会想到亚历山大·弗莱明发明的青霉素（盘尼西林），或者蒂姆·伯纳斯·李创立的万维网，与这些相比，动物的发明或许少了一些戏剧性。其中一个例子是利用停下的汽车打开坚果，这是日本小嘴乌鸦的创新行为：当汽车在交通灯前停下时，它们会把胡桃放到汽车轮子下，等下一次红灯亮了再回去找已经被压开口的胡桃。[\[36\]](#)另一个有趣的例子是棕鸟装饰鸟巢的新发明——鸟是出了名的喜欢闪耀的东西，棕鸟袭击了一家位于弗吉尼亚州弗雷德里克斯堡的洗车场，破坏了那里的投币自动售货机，而且毫不夸张地带走了数千美元的硬币。[\[37\]](#)这些创新的共同之处在于，它们都代表了一种新被认识的行为或产物。[\[38\]](#)正如开启牛奶瓶的例子所阐明的，动物创新可以通过社会学习进行传播，但是通过模仿将新行为引入一个族群并不是其自身的创新。[\[39\]](#)正如我和西蒙想要特别强调的，并非任一古怪的、随意的或特殊的行为都可以算得上一种动物的创新。科学家所说的创新必须是既完全新颖又能够被学习的行为，而且研究人员只知道，如果这些行为以特定的功能方式被不断地重复，它们就会被生物体掌握。[\[40\]](#)一些研究人员认为应该缩小这个词语（创新）的使用范围——例如将创新限制在认知要求高的任务上。然而，我们认为，鉴于人们对该话题仍处在初始认知状态，具有包容性的定义将更有利于该领域的发展，因为过分严格的定义有可能阻碍原始数据的搜集，而对于一门年轻的科学来说，数据积累是最

重要的目标。该领域随后的发展和定义的广泛使用可以证明我们的看法是正确的。[\[41\]](#)

动物创新研究人员首先要解决的问题是，认为一些动物是“创新的”是否恰当。也许动物创新仅仅只是根据情况引起的，而我们所谓的创新者就是那些刚好遭受变化或压力大的环境的动物，如干旱或食物短缺。相反，如果创新性真的是个体动物的属性，我们需要确定是否所有个体都拥有这一属性，或者是否存在特定的个体类型来进行大部分的创新。

剑桥大学博士生蕾切尔·肯德尔[\[42\]](#)调查了动物园中狨猴亚科猴子（狨猴、绢毛猴和金狮面狨）的创新情况，开始着手解决其中的一些问题。灵长类动物文献中普遍存在的假设是，年轻或少年灵长类动物比成年灵长类动物更具创新能力。然而，支撑该假设的数据并不是特别具有说服力。或许，一两种表现突出的动物创新者对研究人员产生了过大的影响，如伊莫——这只著名的幼年猕猴发明了清洗红薯的行为。人们认为，年轻动物身上假设存在的创新倾向是幼年动物探索和玩耍活动增多而产生的副产品，这种说法是合理的。事实上，“玩耍”有助于发挥创造力和刺激创新的说法令人信服。它可能是为了适应一种摆脱常规的生活，也可能是为了找到更好的解决方法来应对生活中的挑战。[\[43\]](#)然而，在狨猴亚科猴子中，人们却发现了相矛盾的证据——这些证据否定了对新物体、新食物和新觅食任务的反应存在年龄差异这一说法。

为了弄清这些问题，蕾切尔采纳了库默尔和古道尔的建议，以简单的迷箱（打开就能获取想要得到的食物）形式设定新的觅食挑战。她在英国各地的动物园中，对狨猴亚科猴子家族进行了这一实验。蕾切尔着手验证猴子的年龄是否会影响它们对新奇（喜欢新奇）、探索和创新反应。该实验选定了动物园中26个种群，并以其中的100多只狨猴亚科猴子为研究对象进行反复实验。这些任务需要猴子通过推开

吊门、伸手入洞或揭開箱盖等方式获取食物。蕾切尔记录下每个种群中第一个接近、接触和解决任务的个体，以及与解决方案传播相关的各种其他变量。[\[44\]](#)

这项研究的确实揭示出狢猴亚科的创新存在着年龄差异，但是结果是年长的猴子而非年轻的猴子更有可能首先解决任务。年轻的猴子是最先探索和接触任务的群体，但首先解决问题的通常是年长的猴子。年长的个体似乎可以更好地通过技巧成功获取食物。[\[45\]](#)

当创新在动物种群中传播时，我们倾向于假定动物一定正在相互学习，而且大多数时候都是如此。但是，研究人员不能仅仅将此假设为社会传播，因为从理论上而言，如果创新很容易掌握，那么每个行为接受者本可以通过独自学习便能获得这一行为，而没必要通过行为传播的方式。事实上，在研究社会传播的这几年中，我遇到了几个有关在动物种群中扩散的新行为模式的例子，从意图和目的上判断，它们十分类似于社会传播行为，但是随后的分析显示，每个动物都是独立学习到这个任务的。[\[46\]](#)在自然生长的动物种群中，人们对动物生长的历史并不了解，因此区分社会学习与非社会学习是一个比较棘手的问题。围绕着这个问题也出现了许多争议。例如，之所以黑猩猩或海豚等动物具有“文化”的说法遭到否定，是因为没有明确的证据表明它们破开核桃、觅食白蚁和敲诈等习惯是社会学习的结果。[\[47\]](#)

因此，我的实验室非常努力地设计出新的数学和统计方法，使人们能够在自然生长的动物群体中观察到通过社会学习实现扩散的创新行为。“选择偏好”正是其中的一种方法。[\[48\]](#)该方法的工作原理简单，也就是说，在解决一项任务时，如果有多种解决方法（即多个“选择”），那么社会传播将产生“偏好”，因为动物个体会模仿对方的方法。即使还有一种同样简单的方法可供使用，但一群猴子都在使用另一种方式解决问题，那么研究人员便可以从这种选择偏好中推断出，猴子们已经相互模仿了这种方法。实际上，研究人员需要采用

统计方法计算出猴子偶然或完全通过非社会学习来选择偏好的程度。如果观察到的选择偏好足够大，则可以否定动物各自独立学习的这一假设，并且可以容易地推断出这是源于社会传播。在蕾切尔的猴子实验中，我们知道，创新者想出的一些迷箱解决办法随后确实通过社会学习实现了传播。

考虑所有的方面，蕾切尔的实验表明，年长的猴子有更丰富的经验和更强的体能，这使它们比年轻的猴子能更高效地创新和解决新问题，而年轻的猴子往往通过社会学习获得相同的新觅食习惯。[\[49\]](#)尽管其他发展因素，如操作技能的提高、力量的增加和年龄的成熟也很重要，但更丰富的生活经历似乎是使年长的猴子表现优于年轻的猴子更为重要的因素。当原有的操作经验使狨猴亚科猴子在萃取觅食方面拥有足够的能力，进而在没有他人帮助的情况下能够运用巧妙的技巧成功且高效地获取食物时，似乎便将会出现发展的分水岭（在狨猴亚科猴子大约4岁时）。至少在这些猴子中，创新似乎需要一定的知识和技能基础。[\[50\]](#)

年龄并不是创新行为存在差异的唯一原因。实验也揭示出不同物种在解决问题能力方面始终存在的差异。蕾切尔发现，金狮面狨比狨猴、绢毛猴有更快的反应、更高层次的成功、更强的迷箱操控能力，也更加注重任务和其他猴子的成功。[\[51\]](#)这些发现与以往的一项研究结果相一致。这项研究曾发现，与其他物种相比，依赖于巧妙、探索式觅食的物种对新事物有更少的恐惧感并更具创新能力。[\[52\]](#)萃取觅食是一种对埋在地下或有外壳包裹的食物（如地下沙虫、坚果的硬壳和水果）进行定位和加工处理的行为。[\[53\]](#)金狮面狨是众多萃取觅食者之一，它们用自己的爪子在树皮下游掘寻找各种昆虫和其他猎物。[\[54\]](#)狨猴也是萃取觅食者，但比金狮面狨更加专业化，因为它们能从树液中获取所需的大量营养，[\[55\]](#)同时蕾切尔研究的所有绢毛猴物种都已被描述成非萃取觅食者。[\[56\]](#)因此，蕾切尔的实验结果——从绢

毛猴到狨猴再到金狮面狨，创新力逐渐增强符合此前假设，即萃取觅食这种灵活应对觅食挑战的能力，也许促进了智力的发展。[\[57\]](#)

鸟类研究使人们进一步认识了影响动物创新的发明和传播的因素。圣安德鲁斯大学硕士生内尔齐·布各特以一群被圈养的棕鸟为实验对象，探究人们可以在多大程度上通过对各种个体和社会群体变量的认知来预测鸟类的创新传播模式[\[58\]](#)。这些变量包括联结模式（谁与谁在一起）、社会等级秩序（谁主导谁）、恐新症的解决措施（例如，谁快速地去探索新地方或对象）和非社会学习行为。[\[59\]](#)内尔齐也采用了库默尔和古道尔的建议，给一小群棕鸟设定了一系列新的萃取觅食任务，同时，记录下每只鸟接触和解决任务的顺序，以及在每个任务上所花费的时间。然后我们探讨了哪些变量最能解释所观察到的行为。

内尔齐惊奇地发现，非社会学习行为——每个个体进行隔离测试时所记录下来的数据，能够预测出哪些鸟将会最先解决觅食任务。换句话说，根据小鸟原有的学习能力，人们可以预知一只棕鸟将会有怎样的创新力。我们会直观地认为，更具创新力的个体应该会是优秀的学习者，但实验结果并没有证明这一点。如果是处于支配地位的鸟独占了所有任务，或者如果恐新症被证明是比学习能力更好的预测因素，那么我们就不会感到惊讶了，因为胆小的个体并不会参与迷箱任务。通常，直观的预测具有不确定性。例如，内尔齐的初步研究结果表明，联结模式并不能预测解决方案的传播，这意味着，相比于相处时间较少的同伴，鸟类并不可能向关系紧密的同伴学习。这个结果让我们感到惊讶，特别是在还有其他数据表明有些模仿正在发生的时候。[\[60\]](#)我们得出的结论是，也许鸟类还没有向最亲密的伙伴学习。这是因为在圈养环境中，空间范围相对较小，这意味着每只鸟几乎可以随时看到所有同伴，这使它们之间就能够有效地互相学习。而在自然环境中的较大群体里，创新行为或许更有可能沿着关系网络进行

传播，并且这一预测已经在野生鸟类群体中得到了证实。[\[61\]](#)然而，当我们运用更强大的统计方法通过动物关系网络对社会传播——基于网络的扩散分析——进行观察，[\[62\]](#)并再次分析了内尔齐的棕鸟数据后，我们发现鸟类确实会向亲密的伙伴学习。后来我们又使用相同的方法证实鸟类、鲸鱼、刺鱼和灵长类中存在着基于关系网络的扩散性学习。[\[63\]](#)

根据我的经验，更多的人会认可灵长类动物和鸟类能够创新的想法，而不愿意接受鱼类具有解决问题的能力。但是，正如我们所看到的，鱼类是很好的学习者。同时，在研究社会行为诸多方面上，鱼类也很自然地使用模拟系统。此外，有些实验在脑部更为发达的动物，如灵长类动物，是无法进行的，却可以通过鱼类完成。这十分适用于创新行为实验研究。其原因是，如果创新者被指定是群体中第一个解决问题的个体，那么研究人员还必须对更多的个体进行研究，只有这样才能观察到创新上一致的模式。想象一下，一位研究人员把一个新的觅食任务交给一群狒狒，其中一个两岁且地位较低的雄性狒狒首先解决了这个问题。从中我们可以得出什么结论？研究人员并不能推断出创新者通常是雄性、年轻且地位较低的个体，因为这些特征也许并不是创新者成功的原因。然后，把同样的任务交给其他狒狒群，以开始观察创新上的真正模式。如果研究人员发现，地位较低的狒狒仍会最先完成任务，他或她会有理由认为，社会地位和创新之间可能存在真正的关系，但也许其他因素也是与之相关的。然而存在的问题是，没有动物行为主义者拥有资源研究足够多的圈养狒狒，所以这种实验根本不能使用这种物种，或者说在这个实验里，任何其他灵长类动物都没有参考意义。相反，组建多个观赏鱼群体是切实可行的，这也是把鱼类作为实验研究对象的意义所在。

我和我的另一名博士生学生西蒙·里德（现在在麦吉尔大学工作）一同进行了这项研究。我在实验室的水族箱里组建了很多孔雀鱼

群，[\[64\]](#)还给它们安排了一些新的迷宫任务——它们能借此找到隐藏好的食物。迷宫是由一个或者多个带有小洞或隔间的分区组成的，孔雀鱼需要在其中游动来找到食物。[\[65\]](#)我们把每个鱼群中第一条成功通过迷宫找到食物的鱼叫作“创新者”。[\[66\]](#)我们一共组建了69组鱼群，每组有16条鱼，都是精心挑选，确保了它们的性别、饥饿程度和大小有所不同。这些实验是为了探究这些特征是否会始终出现在这些“创新者”身上。

我们确实找到了一致的模式：创新者更有可能是雌性而不是雄性，是饥饿的而不是饱腹的，是体型较小的而不是体型较大的。[\[67\]](#)这些模式并不是鱼在活动或游泳速度上存在差异的外在表现。因为创新者既不是最活跃的（因为雄鱼比雌鱼更活跃），也不是游泳速度最快的（因为体型大的鱼比体型小的游得更快）。[\[68\]](#)但是，这些模式可以用鱼的动机状态差异来解释。最先解决迷宫问题的是那些受到饥饿，也就是新陈代谢或怀孕因素影响而被迫找寻新的觅食方法的鱼。例如，体型较小的鱼的新陈代谢值较高，所以需要比体型较大的鱼更快地获得食物。[\[69\]](#)孔雀鱼是卵胎生鱼，成年雌鱼一生中大部分时间都处于怀孕状态，这促使它们需要大量摄入能量。我们的其他实验已确认，在未成年鱼的测试中，这种在觅食上表现出的性别差异消失了。[\[70\]](#)能够解释这些创新模式的不是智力和能力，而是动机。鱼类通常不愿游到陌生的洞穴中，或是游过黑暗的区域，因为捕食者可能潜伏在它们的背后。但饥饿的鱼更有可能会冒险和尝试新的解决方案去寻找食物。

为了进一步调查动机状态是如何影响创新的，我们做了一个实验，同样也是用孔雀鱼来探索过去觅食的成功和觅食创新之间的关系。[\[71\]](#)在两周的时间里，每天喂鱼的时候，我们会一次性将食物倒入。这样一来，某些鱼能够独享食物，从而这些鱼在觅食成功方面就会出现实质性的差异。[\[72\]](#)我们持续准确地记录每条鱼在两周时间内

消耗的食物量，也在实验之前和之后给每条鱼称重。然后将每一条鱼放到3个新的迷宫任务中，并记录下每条鱼完成每个迷宫所用的时间。我们预测，当面对新的觅食任务时，与强大的竞争对手相比，那些弱小的竞争对手（增重最少，获得的食物最少的鱼）可能更具创新能力。这正是我们在雄鱼中发现的，雄鱼完成觅食任务的时间与增加的重量和消耗食物数量成正比。然而，在雌鱼中却并没有发现这样的联系。尽管如此，雌鱼表现得很好。在不考虑以前觅食成功的情况下，在解决觅食任务方面，雌鱼比雄鱼表现得更积极。

进化论可以对这些发现做出解释。在许多动物中，在生育后代方面，雌性比雄性付出更多。通常，因为雄性随意交配从而能够拥有尽可能多的后代，不会为生育后代而投入过多能量，但雌性则更加谨慎和挑剔。这种性别差异被称为“贝特曼原理”，是以它的发现者安格斯·贝特曼命名的。[\[73\]](#)事实上，情况要复杂得多。目前，已知有多种因素会影响雄雌做出不一样的反应——一个随意，一个挑剔，[\[74\]](#)尤其是在人类之中。[\[75\]](#)尽管如此，对许多动物来说，雌性的生殖成功率主要受食物资源的限制，而雄性繁殖的生殖成功率受到与之交配的雌性数量的限制。[\[76\]](#)对于孔雀鱼来说，这一点尤其如此，因为雌鱼会生下活的幼体，并倾注大量的能量和资源。因此，相比雄鱼，高质量的食物对雌鱼健康的影响更大。[\[77\]](#)雌鱼吃得越多，产的卵就越多，孵化的后代也就越多。[\[78\]](#)雌鱼从不会主动交配，因为它们可以储存前配偶所产的精子长达数周之久。大多数时间它们更需要食物而不是配偶。这就是为什么无论雌鱼能源储备得如何好，它们总能在解决觅食问题的任务中表现得很好，它们会不断主动地寻找食物。另一方面，雄鱼花费大量的时间来追求雌鱼，向它们展示自己，试图引诱雌鱼交配，而且，如果未能打动雌鱼，甚至会尝试用偷袭的方法与雌鱼交配。一项研究表明，在实验室中，[\[79\]](#)雄鱼平均每5分钟就会向雌鱼展示自己7次，而在野外观测中也证实，雌鱼每分钟都会受到来自雄鱼偷偷摸摸的交配攻击。[\[80\]](#)在追求雌鱼过程中，雄鱼只要能够找到

维持自己生存的食物就适可而止，而这样的雄鱼反而后代最多。对于食物充足的雄鱼来说很多事都要比觅食重要，这就是我们为什么要权衡实验中觅食成功与解决问题之间的关系。

上述实验（还有其他许多类似的实验）是研究动物创新性的基础，很重要的是这些实验对动物创新现象有了基本的了解。然而，在我看来，当前对动物创新性研究的兴趣很少来自对动物解决问题能力的实验研究，更多是源自理论研究的启发。尽管这些实验很有价值，但对动物创新性的研究开始于一项对鸟类中2000多个觅食创新例子的调查^[81]——这是关于动物创新性研究最完整的调查。这项研究是由路易斯·列斐伏尔进行的，他是加拿大麦吉尔大学的生物学家，因其创造性研究而闻名于世。他注意到许多发表有关鸟类行为文章的学术期刊都会带有“简短笔记”，对鸟类做出的异常或新奇举动进行说明。看到这个令人兴奋的机会，他带领一组曾经编写过这类文章的研究人员，使用类似于“新奇”或“前所未有”的关键词，来对创新行为模式进行分类。他们继续调查研究鸟类脑容量的大小是否决定了它们创新能力的高低。

他们认为这种联系存在是有一定原因的。早些时候，加州大学伯克利分校的生物化学家阿兰·威尔逊（我会在下一章中对他做更多介绍）曾提出“文化驱动假设”这一理论。^[82]威尔逊认为，通过文化传播而实现传播的行为创新使动物用新的方式利用自然环境，从而增加了基因进化速率。^[83]他认为，拥有想出新奇的解决办法来应对生活挑战的能力，以及学习其他动物好想法的能力会让其在生存和繁殖方面占优势。假设这些能力是建立在脑组织的状况上的话，创新能力和社会能力会青睐于脑容量较大的大脑，反过来，这些大脑也会进一步增强创新能力和社会学习能力。威尔逊推测，这种文化驱动最终在人类身上达到顶点，使人类成为拥有超大脑容量、最具创新能力和文化依赖性的物种。如果这种推测正确的话，那么文化驱动就在人类大脑进化过程中起到了核心作用。

列斐伏尔和他的同事们发现，这种预测的关系确实存在。^[84]不同种类的鸟的创新力确实与脑容量大小成正比。报告中最具创新能力的鸟往往拥有最大的大脑，而大脑小的鸟则很少具有创新能力。尽管这些相关研究很容易出现偏差，^[85]列斐伏尔和他的同事们已经想出了统计方法来评估和消除这些偏差。这项工作和后续分析提供的合理依据，使我们相信这些创新性研究数据是对行为灵活性有价值、有说服力的且基于自然的测量。^[86]

列斐伏尔团队开创性的研究激发了人们进一步分析，在鸟类和灵长类动物中创新、生态与认识能力之间的关系。为了验证创新有利于生物在新环境中的生存这一想法，生物学家丹尼尔·索尔和他的同事进行了一系列人类将鸟类引入新的栖息地的自然实验，首项研究聚焦于新西兰，随后他们会进行全球范围内的分析。^[87]研究发现，当这些鸟进入新的栖息地，具有创新性的鸟比其他不具创新性的鸟更容易生存下来。^[88]研究表明，具有创新能力有助于生存，尤其是在环境变化的情况下更是如此。另一个有趣的研究表明，相较于其他鸟，候鸟的创新性较差，其他不需要迁徙的鸟的创新性大多在严酷的冬天展现出来。^[89]这意味着候鸟因无法调整自己以适应寒冬而被迫迁徙。后续研究表明，与其他鸟相比，具有创新能力的鸟更容易产生新的变种。^[90]

我记得读列斐伏尔的文章相当令人兴奋。对我来说，他的研究是一个概念上的突破。他的研究结果不仅表明，脑容量也许能够显示出动物创新能力的高低，同时也能有力地证明，创新的增强有利于动物的生存和繁殖。自然选择可能青睐于创新性——在灵活基础上的一种生存策略——也就是说，灵活应对不可预知或变化的环境，并通过改变行为来战胜别人。也许对创新的选择可以促进大脑在进化过程中变大。

列斐伏尔的分析也为研究人员提供了一种新的方法。我们和其他人做过的实验研究已经开始显现出创新行为中的模式，但不可避免的是，这类实验只能对少数物种的行为进行调查。这些结论的普遍适用性还不清晰。例如，我们的数据显示，大多数具有创新性的是成年个体而不是年轻个体，创新性的性别差异可以通过我们所掌握的父母投资模式的知识推测出来。然而，列斐伏尔为研究人员提供了使用一般方式验证假设的方法，这种方法可用于研究几十种甚至上百种物种。

受列斐伏尔及其合著者的启发，西蒙·里德和我决定把他们的方法应用到灵长类动物身上。但遗憾的是，不像研究创新行为的鸟类学者一样，灵长类动物学家没有单独编写“简短笔记”的习惯。因此，为了核对灵长类动物创新的例子，西蒙不得不翻阅研究灵长类动物行为的科学论文，系统地查阅了数千篇相关的学术文章。与此同时，他还搜集灵长类动物社会学习速率的数据。搜集这些数据需要花费巨大的努力和长达数年的时间，但西蒙坚持了下来。最终，他建立了一个巨大的数据库，其中包括500多个灵长类动物创新活动的例子，还有同样多的社会学习的例子，涵盖了42个物种。[\[91\]](#)

带着热切的期盼，我们对灵长类动物的数据进行了分析，希望可以从中找到一些模式。[\[92\]](#)结果令人欢欣鼓舞：所有的数据都显示，成年灵长类动物具有创新性的比率要比未成年的高，这和我们在狨猴亚科猴子实验中发现的结果一致。西蒙发现，在所有的灵长类动物中，地位低的动物创新案例比预想的多，而地位高的动物的创新行为则比预想的少，这与我们的假设一致，那就是许多雌性动物都是迫于寻找生活必需品的需要而进行创新的（这一点我们已从鱼类实验中得出）。占主导地位的动物通常都有获得资源的优先权，如食物、配偶，因此与地位较低的动物不同，它们可能不需要通过创新来得到它们想要的东西。而地位较低的灵长类动物不得不通过创新来想办法生存下去。为了生存，它们发明新的觅食技巧，寻找新的食物，想出新的方法来保证成功交配。通常，这需要地位较低的动物结成战略联盟

而不是单打独斗。[\[93\]](#)同时我们也发现，雄性灵长类动物更具创新性，雌性灵长类动物的创新行为则比预期少。[\[94\]](#)这种性别差异和性行为以及侵略性的关系较为密切。第二个研究发现可以用与孔雀鱼创新行为中的性别差异相类似的方法进行解释，除了灵长类动物的案例——其中，雄性的边际收益更大，因为创新性可以让它们找到配偶。此外，西蒙发现在这些灵长类动物中，大约一半的创新案例在发生时都伴随着某种生态危机，如一时的粮食短缺、旱季或栖息地的退化。这种模式再一次与需求假设相符合。灵长类动物的数据增强了我们对自己的实验结论的信心。

然而，灵长类动物创新能力与大脑大小之间的关系是我最迫不及待想要进行的实验。尽管列斐伏尔的研究很有说服力，但还是激起了我进一步研究的欲望。只有列斐伏尔在鸟类实验中找到的关系同样也存在于灵长类动物中，威尔逊的文化驱动才能真正成为驱动人类进化的核心因素。我们还需要确认是否会像威尔逊所预测的那样，社会学习率与创新率和大脑大小共变。比较统计分析方法直观简单，但是物种间往往是密切相关的，因此在分析时不能假设为独立的数据点，所以可以使用复杂的统计方法。我们的研究同样存在着一些弊病。关于某些灵长类动物创新的报道比较多，这仅仅是因为人们对这一物种的研究比其他物种多。显然，很多研究人员研究的是普通的黑猩猩，而不是一个鲜为人知的属于猿猴亚目的猴，例如狐猿或是灌丛婴猴。[\[95\]](#)我们需要为这项“研究工作”修正我们的数据。此外，关于测量大脑大小最合适的方法还没有达成一致。我们应该测量大脑的绝对大小，还是相较于身体的大脑大小？我们应该把重点放在整个大脑还是只关注那些我们认为对创新有重要作用的区域，例如大脑皮层？哪些潜在的偏见需要控制？西蒙和我最终通过许多种不同的方法进行分析，以确保我们的发现结果是准确可靠的。

然而，不考虑分析细节的话，结果还是非常明显的。我们发现，创新能力与通过各种方法测量的，无论是绝对的还是相对的脑容量都

成正比。也正是大脑控制了物种的系统发育，也决定了我们如何开展研究工作和看待其他偏见。同样，社会学习率也随脑容量的变化而产生变化。[\[96\]](#)而且，创新的发生是和社会学习紧密联系在一起的。正如威尔逊所预测的，相较于大脑较小的物种，拥有较大大脑的灵长类动物发明更多的新行为，并且更善于模仿。[\[97\]](#)

这些都是重要的发现。尽管几十年里，人们的科学兴趣主要在智力进化的研究上，这一极具吸引力的观点——脑容量和智力大小密切相关——却一直未被验证。当然，之前人们就研究过神经容量与认知能力或行为复杂性之间的关系，但这些研究都主要集中在研究某一特定行为领域或大脑区域，如鸟鸣技能的多寡，及与之相关联的脑核，[\[98\]](#)或者是空间能力，例如鸟类的食物储存和海马体的大小——海马体被认为是大脑中储存信息的区域。[\[99\]](#)唯一的惊喜是上文中所述的列斐伏尔及他的同事们对于鸟类的研究。据我们所知，尽管有充足的证据证明有史以来哺乳动物的神经与行为的各个方面存在联系，[\[100\]](#)但是迄今为止也没有找到直接的、明确的证据证明脑容量与一般行为灵活性存在联系。但是在这里，我们拥有了生态学上有关认知能力、创新行为记录和社会学习的相关研究，[\[101\]](#)我们可以发现，脑容量和认知能力间确实存在联系。

然而，令我兴奋的是，西蒙的分析为文化驱动假说的一个关键方面提供了有力的支持。事实证明，无论在鸟类中还是在灵长类动物中，脑容量大小与创新能力大小是密切相关的[\[102\]](#)，加上我们发现在灵长类动物中，社会学习能力与创新能力是共变关系，这使我们对威尔逊的解释[\[103\]](#)的合理性更有信心。关于人类认知进化的解释开始拨云见日。也许，青睐于创新和社会学习的选择会驱动灵长类动物大脑的进化，并在这一过程中，选择其他需要认知的能力（比如实用工具或者萃取觅食技巧）。我们的实验揭示了不同个体间（鱼类、鸟类、灵长类动物中）创新能力和社会学习能力之间的差别，所以，我非常

有信心地认为，自然选择发挥的作用也有所不同。我们也发现了物种之间的差别，比如金狮面绒的表现要强于绢毛猴以及狨猴。这一研究发现与“面对生态环境挑战的物种会增强解决问题的能力”的观点相一致。

文化驱动是一种有趣的想法，但是这种解释被证明合理之前，至少存在两个问题需要解决。第一，无脊椎动物模仿行为的实验报告逐渐增多。[\[104\]](#)如果果蝇、豆娘幼虫能够通过微型大脑进行社会学习，[\[105\]](#)那么灵长类动物为何需要大容量的大脑去模仿？我们在小鱼身上发现，同样的问题出现在创新方面。当创新和模仿本身并不需要发达的大脑回路时，为什么自然选择更青睐容量更大的灵长类动物的大脑，增强其创新和社会学习能力？这需要给出解释。第二个是大脑进化方面的比较发育学研究难题，这个难题由来已久：很多因素影响着脑容量的大小，我们如何才能有信心确认其中一种关联是具有因果关系的？我们对“创新和社会学习有助于灵长类动物大脑进化”这一观点充满兴趣。然而，其他的可变因素，如应对复杂社会的挑战的选择，[\[106\]](#)可能已经影响了灵长类大型脑部的进化，并且这种增强的计算能力也许只会偶然地体现在问题解决和社会学习上，并生成了我们已经发现的各种模式。为了解决这些问题，并证实文化驱动假说的合理性，我们还需对灵长类动物的大脑进化进行更多的研究。

[\[1\]](#)Fisher and Hinde 1949, Hinde and Fisher 1951, Martinez del Rio 1993.

[\[2\]](#)Hinde and Fisher 1972.

[\[3\]](#)Sherry and Galef Jr. 1984, 1990; Kothbauer -Hellman 1990.

[\[4\]](#)Lefebvre 1995.

[\[5\]](#)Lefebvre 1995.

[\[6\]](#)Byrne 2003, Reader and Laland 2003a, Lefebvre et al. 2004, Casanova et al. 2008.

[\[7\]](#)Russon 2003.

[8]Young 1987.

[9]Eaton 1976.

[10]J. M. Brown 1985.

[11]Goodall 1986.

[12]Hosey et al. 1997.

[13]Schönholzer 1958.

[14]Morand-Ferron et al. 2004. 这些作者称现在已有几种鸟类学会了蘸东西这一习惯。

[15]Reader and Laland 2003a.

[16]Kummer and Goodall 1985; Lefebvre et al. 1997; Reader and Laland 2001, 2002, 2003b; Biro et al. 2003.

[17]Sol 2003.

[18]Sol and Lefebvre 2000, Sol et al. 2002.

[19]Greenberg and Mettke-Hofman 2001.

[20]Laland and Reader 2009.

[21]Boinski 1988.

[22]Kummer and Goodall 1985.

[23]Thorndike是这样描述的：“效果法则就是，其他条件等同的状态下，如果个体对某种情境所起的反应形成可变联结之后伴随着一种满足的状况，这种联结就会增强。”（1898, p. 103）用现代的说法，我们简单来说就是：带来有益结果的行为更易被重复，而带来消极效果的行为将会被逐渐消除。

[24]这一学习过程现今被称为“操作性制约”或“工具性条件作用”。

[25]Morgan 1912.

[26]Thorpe 1956, Cambefort 1981, Lefebvre et al. 2004.

[27]Zentall and Galef Jr. 1988, Heyes and Galef Jr. 1996, Box and Gibson 1999, Galef Jr. and Giraldeau 2001, Shettleworth 2001, Frigaszy and Perry 2003.

[28]Kummer and Goodall 1985.

[29]Kummer & Goodall 1985, p. 213.

[30]阿拉伯狒狒。See Kummer and Kurt 1956.

[31]Laland and Reader 1999a, 1999b; Laland 2004; Sol, Lefebvre et al. 2005; Gajdon et al. 2006.

[32]Kummer and Goodall 1985, p. 213. 这篇文章也被Reader 和Laland 2003a中引述, 这里的引用出自其第234页。

[33]Reader and Laland 2003a.

[34]Reader and Laland 2003b.

[35]See Reader and Laland 2003b for discussion.

[36]Nihei 1995.

[37]See <http://www.snopes.com/photos/animals/carwash.asp>.

[38]Reader and Laland 2003b.

[39]这一立场和一些人类创新的定义形成了对照, 这些定义是指通过任何诸如创新的方式获取新行为, 最初获得的行为称为“发明”(Rogers 1995)。

[40]Reader and Laland 2003b.

[41]西蒙和我专门选用了动物创新的广义定义(Reader and Laland 2003b)。例如, 我们的定义并没有对全新的行为和现有行为的变体进行区别, 正如研究鸟鸣的研究者所做的那样(Slater and Lachlan 2003)。一些研究人员认为, 我们应该把那些新的或认知要求苛刻的任务或过程定性为“创新”。然而, 我们认为, 要求创新者必须表现出一个之前未曾观察到的运动模式、展示一种不寻常的认知能力或者设计一个复杂产物, 这也许是一种错误理解, 因为这可能会破坏数据的搜集。此外, 是否可以客观地应用这个标准仍是一个问题。几乎所有的动物创新者都可能已经在它们的活动中运用了某些创新性行动(Hinde and Fisher 1951), 而对认知能力或复杂性的主观判断却极易受到人类中心偏见的影响。正如我在第二章中所描述的那样, 当日本猕猴伊莫第一次发明了洗红薯时, 研究人员对此印象非常深刻, 它也被公开称赞为“天才”和“有天赋的”。然而, 随后的研究却证实食物清洗是几种猕猴行为的常见特征。凭借这种背景知识, 伊莫的发明仍然符合我所定义的创新, 但是如果定义规定必须涉及一定程度的复杂认知, 那么这个行为就会被错误理解。动物创新的关键特征是将一种新的行为模式引入群体掌握的技能中。见Ramsey et al. (2007)的不同观点。

[42]Née Rachel Day.

[43]Bateson and Martin 2013.

[44]Day 2003, Kendal et al. 2005.

[45]这一发现在其他研究中得到了重现(Reader and Laland 2001, 2009; Laland and Reader 2010)。

[46]最近的一个例子是通过将觅食信息扩散到刺鱼中(Atton et al. 2012)。

[47]Laland and Janik 2006, Laland and Galef 2009.

[48]Day 2003, Kendal et al. 2009.

[49]最近的一项研究揭示出人类中存在着惊人的相似之处，创新随着年龄和经验的增加而增加，而模仿显示出相应的下降趋势（Carr et al. 2015）。

[50]从其他灵长类动物的研究中发现，相比非成年动物，成年动物能够更有效地获得信息，更迅速地识别和分类事物（Menzel and Menzel 1979, and Kendal et al. 2015）。

[51]Leontopithecus（金狮面绒），Saguinus（绢毛猴），Callithrix（狨猴）。Day et al. 2003.

[52]Gibson 1986.

[53]King 1986.

[54]Rowe 1996.

[55]Ibid.

[56]Dunbar 1995.

[57]Gibson 1986, King 1986.

[58]Sturnus vulgaris（starlings）.

[59]Boogert et al. 2008.

[60]如果社会学习是创新传播的基础，鉴于较晚获取行为的个体比较早获取行为的个体拥有更多示范者，我们预计前者在扩散中获取行为的时间会更短。事实证明的确如此。接触延迟和掌握解决问题的能力呈负相关，与以解决问题为目的的社会学习相一致。

[61]Aplin et al. 2012, Aplin et al. 2014.

[62]基于扩散分析的网络最初由Franz和Nunn 于2009年开发，后由Hoppitt等人不断扩展；Hoppitt and Laland（2011）；and Nightingale et al. 2015。允许执行方法的统计数据包可从我的网站<http://lalandlab.st-andrews.ac.uk/freeware.html>获取。

[63]Webster et al. 2013, Allen et al. 2013, Claidiere et al. 2013, Aplin et al. 2014.

[64]孔雀鱼。

[65]迷宫的设计使得鱼类最初在每个分区处都必须游离食物的气味才能达到目的。这是很重要的，因为这意味着若仅仅游到有气味梯度的地方是完成不了任务的。

[66]Reader和Laland 2000发现，孔雀鱼第一次游出迷宫的时间与其能够基于一种试验标准（例如，在一个时间窗口内游出迷宫，连续三次试验都没有犯错）了解迷宫所需的试验次数之间是正相关，这使我们决定使用第一种方法作为衡量创新的指标。

[67]Laland and Reader 1999a.

[68]此外，为了确信，最先游出迷宫的个体身上产生的这些模式是寻找食物的结果，我们在鱼缸中重复进行了实验，但没有在里面放食物。当我们这样做后，发现之前所有发现的差异都消失了，由此可以确认原有模式与觅食任务关系尤为密切。

[69]Oikawa and Itazawa 1992, Pedersen 1997.

[70]Reader and Laland 2000.

[71]Laland and Reader 1999b.

[72]所有的鱼都正常进食了，这种喂养方式对任何鱼类都没有健康问题，整个程序由大学兽医监督，以确保没有出现动物生活健康的相关问题。

[73]Bateman 1948, Trivers 1972.

[74]Kokko and Monaghan 2001, Kokko and Jennions 2008.

[75]Brown et al. 2009.

[76]Bateman 1948, Trivers 1972, Davies 1991.

[77]Reznick and Yang 1993, Sargent and Gross 1993.

[78]Ibid.

[79]Farr and Herrnkind 1974.

[80]Magurran and Seghers 1994.

[81]Lefebvre et al. 1997.

[82]Wilson 1985. 威尔逊还把这个假设称为“行为驱动”，但我更喜欢文化驱动，因为它更体现出威尔逊所提出的机制。

[83]See also Wyles et al. 1983.

[84]根据禽类分类（总科之上、亚目之下的分类群）。

[85]各种各样的因素可能会影响有关创新的报告的数量。例如，从理论上而言，某些研究人员可能要比别人研究的物种更多一些，一些鸟类可能生活在更有可能被观察到的地方，或者一些期刊可能更愿意刊登有关某些特定物种的文章。这些因素在比较分析中是受控制的，所以它们不会扭曲结论。

[86]Lefebvre et al. 2004.

[87]Sol and Lefebvre 2000; Sol et al. 2002; Sol, Duncan, et al. 2005; Sol 2003.

[88]Ibid.

[89]Sol, Lefebvre, et al. 2005.

[90]再次与威尔逊的假设一致：最近研究已经显示出创新能力和大脑尺寸与禽类物种（和亚种）丰富度相关，表明进化速率在拥有较大大脑、创新能力的类群中更快，正如行为驱动假说所预测的一样。（Nicolakakis et al. 2003; Sol 2003; and Sol, Stirling, et al. 2005）；Lefebvre et al. 2016在对达尔文地雀（一种不同的鸟类）进行研究后也得出了类似结论。

[91]近一半的例子是觅食的创新，但创新也出现在其侵略性、交际、表演、打扮、性行为 and 玩耍行为以及其他环境中。

[92]Reader and Laland 2001.

[93]Jolly 1966, Humphrey 1976, Byrne and Whiten 1988.

[94]Reader and Laland 2001, Van Bergen 2004.

[95]Daubentonia madagascariensis (aye-aye), Galagos (busy babies).

[96]Reader and Laland 2002.

[97]通过使用各种不同的方法和脑部测量，创新或社会学习与脑部大小之间的这些关系已经重复出现多次，并被证明是可靠的。细节详见Reader et al. 2011, and Navarette et al. 2016。

[98]DeVoogd et al. 1993.

[99]Krebs et al. 1989, Hampton et al. 1995, Jacobs and Spencer 1994.

[100]Barton 1999, Joffe and Dunbar 1997, Harvey and Krebs 1990, De Winter and Oxnard 2001.

[101]同样的研究（Reader and Laland 2002）发现，工具的使用也适合这种模式。

[102]Lefebvre et al. 1997, Reader and Laland 2002.

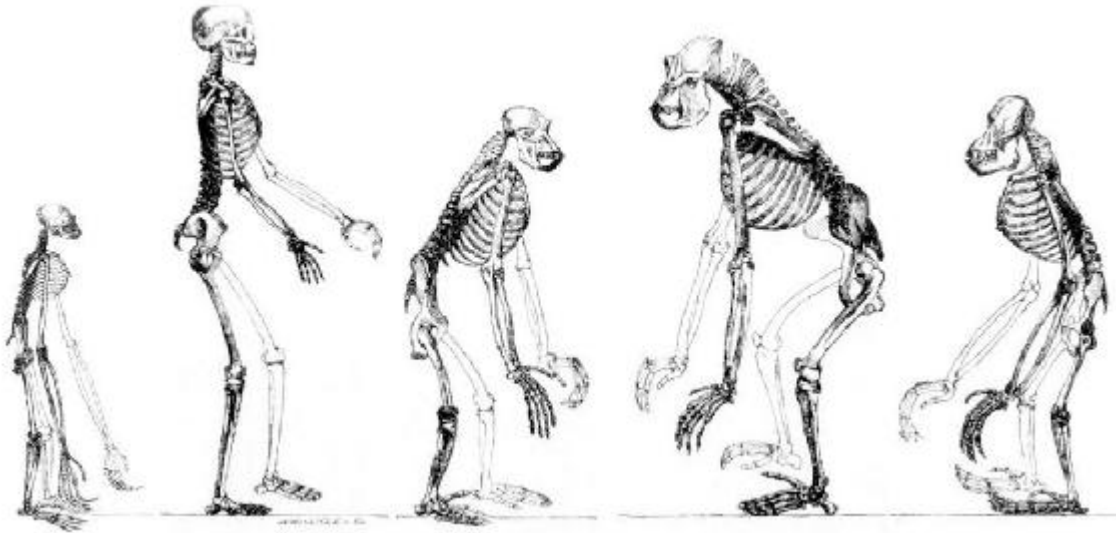
[103]我们发现，如果创新的灵长类动物使用工具来解决许多问题，那么工具使用频率也与大脑、创新和社会学习共变（Reader and Laland 2002）。几年后，剑桥博士生Yfke van Bergen发现，灵长类动物在萃取觅食（如吃坚果或蜂蜜）过程中去除食物外壳或者取出嵌在内部的食物速度与脑容量及创新能力有着共变关系。

[104]Leadbeater and Chittka 2007b.

[105]Wisenden et al. 1997.

[106]Dunbar and Shultz 2007a, 2007b.

第二部分 心智进化



第六章 智力进化

在我的学术生涯中，我没能和阿兰·威尔逊一起共事是一件遗憾的事。威尔逊是新西兰人，睿智、杰出并富有远见。他带头研究分子进化，以加州大学伯克利分校为研究基地，运用前所未有的新方法，根据不同物种分子的相似性来衡量物种之间的关联程度，并以此估计这些分子拥有共同祖先的时间。威尔逊最著名的成果当属他提出的线粒体夏娃假说。该假说把现代人类线粒体溯源到大约20万年前生活在非洲的一名妇女，[\[1\]](#)这个假说也为“人类来自非洲”这一现已被广泛接受的人类进化模式奠定了基础。[\[2\]](#)此外，威尔逊还是一位科学家，他极具创新思维，视野开阔，他的文化驱动观点极大地引起了我想与他共事的兴趣。1991年9月，我获得了博士后奖学金，终于如愿加入他的实验室。[\[3\]](#)然而事与愿违，就在我进实验室的前一个月，威尔逊因白血病去世，年仅56岁。

早在几年前，威尔逊就注意到动物进化速度与其脑容量存在着有趣的联系。[\[4\]](#)通过对早期两栖动物血统以及人类血统的研究，威尔逊发现，动物脑容量与该动物开始和人类享有共同祖先的先后时间有关联。他发现，在过去的4亿年中，动物脑容量已经相对增加了100倍，并且随着时间的推移，其脑容量增长的速度也在不断加快。鉴于此，威尔逊在进行研究时需要借助反馈机制。威尔逊断言，哺乳类动物大脑进化是一个自我驱动的过程，并分三步解释该观点。[\[5\]](#)第一步，哺乳类动物身上会出现一个良好的新习惯。第二步，在社会学习过程中，这些哺乳类动物擅于模仿其他动物身上的优点，并能从中受益，最终会使该新习惯在群体中广泛传播。第三步，“大脑突变”可以增

强动物创新能力或社会学习能力，因此自然选择会倾向于那些拥有“大脑突变”的哺乳类动物。对此，威尔逊解释说：

多种突变可以增强大脑的创新能力和捕捉能力，一些突变会产生更多的神经元或树突，从而可以增加大脑的相对容量。这种模式可以让人们基本理解，大脑相对容量是如何随时间推移呈指数级增加的。

[\[6\]](#)

威尔逊认为，随着一个新习惯在种群内传播，自然选择就会倾向于增强这个种群模仿他人新习惯的能力，并最终导致该物种脑容量的增加。新习惯也会促使动物原有的骨骼结构发生变化，以便能更好地适应新的行为方式，最终这种骨骼变化得以固定成型。威尔逊还设想，脑容量每增加一些，都会增强该物种衍生新习惯的能力，可以促进新习惯的广泛传播，并加速骨骼定型。威尔逊坚信，这一进化过程已经促使许多物种的大脑得到进化，尤其是灵长类动物，但是人类大脑进化的程度最高，而且在所有生物中，人类大脑最具智慧、最具创造力，人类文明程度也最高。

威尔逊预计，随着新机制的不断出现和广泛传播，脑容量大的物种会不断适应新机制；反过来，这些新机制又会促进动物骨骼和大脑的基因突变率升高。因此，在文化驱动假说指引下，威尔逊认为，动物大脑的相对容量（大脑占整个身体的重量[\[7\]](#)）与骨骼进化率之间存在一定联系。这一假设已经得以验证：骨骼进化速率与脊椎动物的脑容量确实密切相关。[\[8\]](#)然而，构成动物身体分子的进化速率在很大程度上取决于大脑基因突变率（与脑容量无关），动物骨骼进化速率也取决于那些已经成型的骨骼变化在全身所占的比例。威尔逊认为，骨骼固化速率也与新习惯的传播速度密切相关。威尔逊总结出：

脊椎动物的机体进化是大脑自我催化过程的一个例证，物种脑容量越大，其生物进化能力越强。[\[9\]](#)

在当代条件下，物种创新能力及社会学习能力的不断增强，会促使脑容量大的物种具备惊人的“生态位构建”[\[10\]](#)能力以及强大的改善当地环境的能力，进而影响自然选择。

文化驱动是一个极具吸引力的想法，但它真的正确吗？许多研究者都对此表示怀疑，一些进化生物学家更是对此提出质疑，他们声称，脑容量较大的哺乳类动物的进化会加速。[\[11\]](#)除此之外，威尔逊首次提出文化驱动这一观点时还存在诸多漏洞。其一，该结论——脑容量与社会学习之间存在重要联系，是从一篇非正式的科学文献中得出的，且未经过正式论证。威尔逊在报告中只是提出，社会学习在鸣禽和灵长类动物身上比较常见，而在脑容量较小的脊椎动物身上却不多见，如两栖动物和爬行动物。其二，根据威尔逊的观点，动物是否会拥有强大的创新能力，以及创新率和社会学习率在所有动物身上是否都能协同发展，这些问题目前尚无定论。其三，脑容量与智力之间的关系仍然存在争议。智力可以从许多方面来定义，但从广义上来说，智力就是动物能够解决问题、理解复杂思想，并且能快速学习的能力。[\[12\]](#)尽管人们普遍接受智力与脑容量成正比这一说法，但这仅仅是全面调查少数物种的心智能力得出的结果。可以想象，研究人员一直以来都认为那些与人类密切相关的动物会更聪明。这些问题虽然仅代表少数人的立场，但我们不能对其置之不理。不过，一些优秀的学者已经提出：除了人类以外，其余所有脊椎动物的智力均相同，并无高低之分。[\[13\]](#)

动物创新能力的研究改变了这一切。首先是鸟类[\[14\]](#)，其次是灵长类动物[\[15\]](#)，动物创新能力和其脑容量之间的关系十分引人注目，而实验研究证明，许多动物都普遍具有创新能力。[\[16\]](#)西蒙·里德和我之前发现，脑容量大的灵长类动物比脑容量小的灵长类动物拥有更强的社会学习能力；社会学习速率和创新能力会根据灵长类物种的变

化而发生变化；从生态学的观点来看，脑容量可以预知灵长类动物认知能力。鉴于以上几点发现，文化驱动看似是个合理的假设。

尽管如此，文化驱动这一假设在受到广泛认可之前还需要更多的论据，例如，增加更多细节，对一些问题进行更深层次的探讨。第一，当一些动物用它很小的大脑设法模仿一些事物时，社会学习如何推动大脑进化这一问题仍然存在。如果该论证成立，那么文化进程促进认知演变这一反馈机制则需要更详尽的论述。第二，许多变量（例如饮食、社会环境、地域）经验证都与灵长类动物脑容量有关。为了判断“文化进程在人类思维演变进程中发挥了十分重要的作用”这一假说是否正确，我们需要确定社会学习是不是大脑进化的真正原因。同时我们还需要排除一些其他影响因素。脑容量大一些的大脑由于某些原因得以进化，且容量大的大脑拥有更强的计算能力，这在动物的社会学习和创新方面得到了充分体现，这好像看上去合情合理。第三，谈论“脑容量”的增加过于简单化了。大脑是一个极其复杂的器官，拥有众多子结构，具有独特属性，并且大脑回路也具有重要的生物学功能。我们需要确定大脑是如何随着时间不断进化的，以及我们观察到的脑容量和结构的变化是否与文化驱动假设所预测的一致。如果与人类创新和社会学习相关的那些脑区在过去几百万年里并没有增加，那么文化驱动这一理论则有待商榷。本章会一一讨论这些问题。

首先要考虑无脊椎动物基因模仿带来的挑战。威尔逊可能从未想到社会学习会在果蝇和木蟋蟀等动物身上得到证实。人类大脑重量在1.25—1.5千克，内含大约850亿个神经细胞。^[17]然而，蜜蜂的大脑仅重1毫克，包含不到100万个神经细胞。如果蜜蜂都能以极其微小的大脑进行模仿，那么我们则很难想象，为什么模仿行为的自然选择只青睐那些脑容量大的脊椎动物。

至少对我来说，这个难题可以通过社会学习策略竞争加以说明。^[18]对比本次实验的所有研究对象可知，严重依赖社会学习的那些物

种的表现策略最优。总的来说，高级策略依赖社会学习（而不是非社会性学习）程度越深，物种所表现出来的能力也就越强，反之亦然。这些研究结果表明，模仿过程本身并不能完成自适应过程，只有有效的模仿才能实现自适应过程。换言之，模仿过程只能表示这一指令是否完成。社会学习策略比赛的赢家是那些完成有效模仿的物种，它们能仔细计算出最佳的学习时间，及时捕获大量最新信息，并及时预测出进一步模仿能否带来效益。

这些实验结果告诉我们如何正确地解释灵长类动物的社会学习能力和脑容量之间的关系。社会学习并非天生就是有益的，所以这种关系不可能反映更多的社会学习能力。此外，动物仅仅从事社会学习这项活动并不需要大容量大脑，蜜蜂、蚂蚁、苍蝇就是很好的例证。相反，如果社会学习在灵长类动物脑容量大小的演变过程中有一定的作用，那是因为自然选择已经促成了更高效的社会学习。如果威尔逊提出的假设是正确的，那么其关键的驱动因素一定是生物拥有更具战略性、更准确以及更有成效的模仿形式，并拥有能够提高个体间知识转移效率的变量（这些变量涉及认知层面、社会层面和生命史层面），而不是一味地模仿。对灵长类动物来说，脑容量大的灵长类动物会比脑容量小的灵长类动物模仿能力强，原因在于脑容量较大的灵长类动物的社会学习能力较为熟练。有效的模仿能力，而非模仿频次，才是与脑容量相关的因果变量。

个体在模仿其他个体行为的过程中，偶尔会出现模仿错误的情况。由于执行操作通常都是高效行为，如果模仿出现错误，则模仿得来的行为也就是不准确的，因而这类错误的模仿对个体没有多大益处，这会给人带来非常直观的感受。现实生活中的个体倾向于执行那些在过去已经富有成效的行为模式，同时，与不准确的模仿相比，准确模仿更能使个体有所收获。在竞赛中，模仿出现错误的频率是由组织导体决定的。对于所有依赖社会学习的策略来说（例如，进行观察行为），错误率越高，模仿效率越低，反之亦然。在现实生活中，模

仿出现错误的频率不仅仅取决于环境因素，也受模仿者自身特征的影响，例如，模仿者感知系统的好坏，理解示范者意图能力的强弱，以及模仿者学习其他行为的能力强弱。毋庸置疑，就模仿准确率而言，假如此次试验将这些个体差异考虑在内，会有利于提高模仿的准确率。

鉴于这些观点，我们需要重新考虑威尔逊的假说，看看能否更详尽地为文化驱动假定反馈机制进行阐释（见图5）。

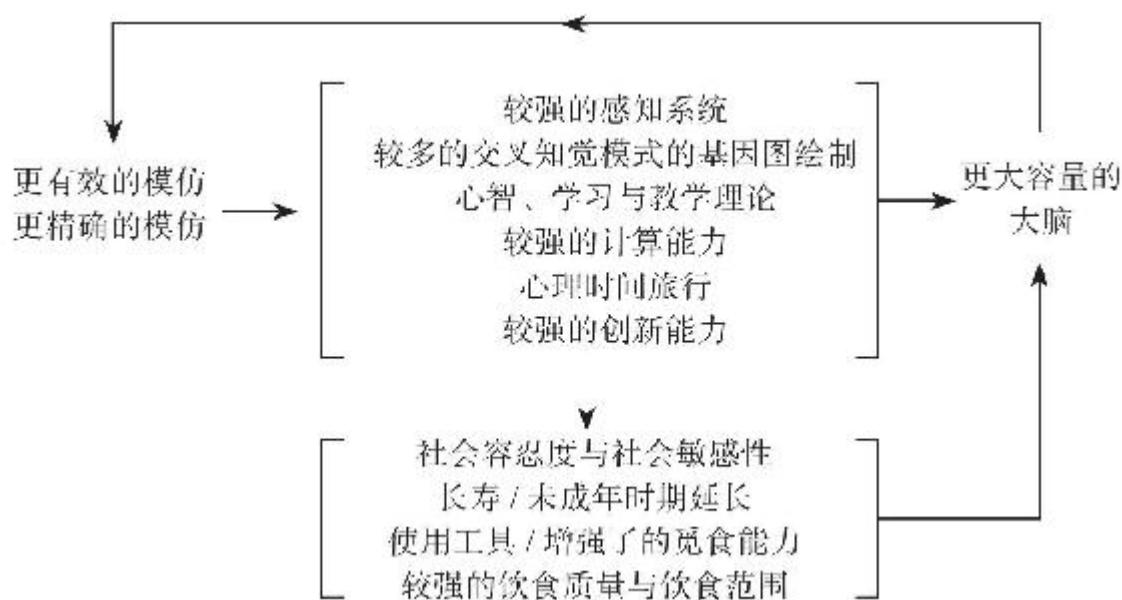


图5 文化驱动假说。有效与准确的模仿能反映出动物的脑容量与行为。同时也可以增强动物的认知能力、增加脑容量、做出反馈，以便进一步提高社会学习效率和准确性

从这场生物进化比赛中，我们可以获知，相较于那些模仿效率低下、模仿不准确或者完全依赖社会学习的个体，自然选择会倾向于那些模仿更高效、更具战略性、更准确的个体。这样带来的结果就是，大脑的功能和伴生构造也许可以提高动物模仿效率和准确性，或者会有助于增强动物的创新能力。反之，类似于大脑结构的这种进化可能会促使整个脑容量的增长，增强创新能力和社会学习能力，并产生威

尔逊所设想的反馈。这就引发了一个问题：大脑的哪些功能可以增强创新和社会学习能力？

首要答案就是强化了感知系统。如果较强的感知能力可以帮助模仿者模仿一些精细动作，例如食物加工技术和高精度工具的制造技术，或者较强的感知能力可以帮助模仿者实现远距离模仿，那么准确的模仿就会促进视觉敏锐度的提高。无脊椎动物，如蜜蜂，具有社会学习能力，但由于其视觉范围有限，仅限于近距离模仿。远距离模仿拥有诸多益处，例如可以选择更好的示范者，也比较安全，还可以模仿那些不能近距离观察的竞争者和敌人，具有高分辨率。远距离模仿不仅可以提高模仿精准度，而且还可以增加向别人学习的新机会。因此我们期盼灵长类动物大脑中处理视觉和听觉过程的区域能得到扩展，比如大脑的视觉和听觉皮层。

然而，在不同的感知系统中，模仿也需要整合，同时需要将感官输入转变成行为输出。长期以来，模仿一直是心理学家和认知神经学家的兴趣点。这是因为解释人们熟知的“对应问题”是一项具有挑战性的任务，人们很难理解大脑是如何将观察到的行为执行出来的。[\[19\]](#)例如，模仿一项钓鱼技术，模仿者的大脑必须把他人移动手和手臂的视觉信息转化成相应的输出，并按照指定动作移动自己的肌肉和关节。大脑要完成这些很有挑战，而很显然其本质却是我们熟知的“隐晦感知”动作。例如模仿面部表情，我们并不能看到自己的面部在运动。鉴于此，模仿能力或许真的有利于脑回路的进化扩展，脑回路会把大脑的视觉及听觉皮层和体感皮层及运动皮层区域联系起来。

认知心理学始终认为，要想使得模仿更有效率，模仿者必须理解示范者的目标和活动。[\[20\]](#)为了实现这一点，模仿者需要具备解释或理解示范者行为的能力，并且能在大脑中构建和再现这种行为；同时，模仿者还需要充分考虑其他个人的观点。将精神状态（如信仰、欲望和知识）归因于他人，并能认识到这些可能与自己的信仰、欲

望、知识有所不同的能力被称为“心智理论”。有效模仿可能会促进心智理论的发展，并且增强换位思考的能力。这种能力可以让观察者更有效地理解示范者的目的和步骤，同时，也可以让示范者理解模仿者的心理状态和能力。

如果动物不能计算出自己对其他个体的回报率，那么它们就不会偏向去模仿那些表现良好的个体。同样，只有判断出哪种行为是大多数行为，它们才会去遵从所谓的大多数行为。[\[21\]](#)鉴于战略模仿有一定好处，因此动物在战略模仿时应考虑到自己的计算能力。战略模仿会提升对他人行为回报的关注度或敏感度，提升样本中的行为频率，增强示范者之间一致性等，同时运用有效算法处理信息的计算能力也会进一步提升。例如，从进化的角度观察我们可以发现，相比一个个体重复执行6次相同的行为，6个个体独自执行相同的行为更具说服力，因为后者更能体现出该行为在群体中的普遍程度。[\[22\]](#)因此，我们应该关注并计算的是不同个体执行同一行为的频率，而不是同一个体重复某一行为的频率。[\[23\]](#)更广泛地说，战略模仿的实施需要有效的决策，即把整合过的社会和社会流信息融入有效的经验法则中，然后计算出最有益的结果。因此，我们可以认为，选择有效的社会学习可以增强各种形式的学习力量和潜力，包括社会学习能力。

社会学习策略比赛也会使有效的社会学习者具备心理时间旅行能力。比如社会学习策略比赛的优胜——折扣机，最佳的模仿是能够回顾过去，并且找出历史上有效的解决方案，同时判断每种解决方案是否具有相关性，进而做出最佳选择。同样，最佳的模仿能够展望未来，并对模仿他人行为后可能产生的后果（包括收益和风险）进行心理模拟。因此，文化推动应该有利于扩大那些与计算、决策、工作、长期记忆以及心理模拟相关的大脑区域，并有助于脑回路的扩展延伸。就人类来说，这些属性与大脑的前扣带区相关，即额叶和颞叶，尤其是前额皮质。

威尔逊的假说的重点也在创新能力上，因为如果没有新的行为和新的技术需要模仿，那么即便是再强的社会学习能力也无用武之地。用于计算、记忆、模仿的脑区也与创新有一定的联系，值得注意的是，额叶，尤其是前额皮质，更是与创新密不可分。

除大脑外，社会学习的选择也可能会影响社会行为和生活周期的其他方面。因为群体规模越大，社交时间越长，有效模仿的机会就会越多，因此严重依赖社会学习会增强社交能力。类似的社交能力有利于培养对社交暗示的特殊兴趣，增强社交暗示的敏感度，提高社交容忍度，特别是在亲属之间。[\[24\]](#)如果一个个体想要通过模仿学习复杂技能，需要与动作熟练的个体进行长时间的身体接触。卡尔·范·谢克是首屈一指的灵长类动物学家，他有力地阐明了自己的观点，即对其他个体的宽容对工具使用的广泛传播来说至关重要（见图6）。[\[25\]](#)动物，尤其是幼小动物，通过长时间与其他同伴待在一起，[\[26\]](#)已从亲属那里获得了进化优势，使它们得到充足的机会去模仿他人的技能和知识，同时也有机会到处搜寻食物残渣，玩耍那些被遗弃的工具。[\[27\]](#)据悉，这些被我们忽视的要素其实有助于灵长类动物的社会学习。



图6 动物间彼此密切接触是学习觅食技能的关键。图为在斯瓦克杨桃园研究站中，婴儿猩猩路易斯在观察它妈妈是如何觅食的（经朱莉安·孔兹授权使用）

在特定情形下，动物个体在向其亲属学习过程中尝到甜头，并开始自己的学习行为（见下一章的讨论）。更常见的是，如果成年动物能适当容忍幼小动物，那么就足以让后者学习到必要的技能。通过对黑猩猩的研究，我们已经可以确定，学习使用复杂工具（如砸开坚果和捕获白蚁）可能会需要很多年。[\[28\]](#)7岁左右的小黑猩猩仍然与母亲生活在一起，这样就可以让它们有充足的时间来掌握复杂技能，如觅食和社交。灵长类动物社会学习的时间并不成比例，例如婴儿和幼体主要从母亲那里学习技能，[\[29\]](#)这样一来，我们在预测动物社会学习效率时就会认为动物的青少年依赖期长。此外，威尔逊预计创新和社会学习可能会延长动物寿命，这是因为成年个体的行为创新发生的时间段并不一致，并且严重依赖先前的相关经验。[\[30\]](#)而学习复杂技能需要一定的时间，[\[31\]](#)成年动物将它们努力获得的知识传授给后代对

它们自身也有益处。^[32]反过来讲，长寿也为动物提供了更多的机会去学习知识。^[33]

最后，在现实世界中，任何强大的社会学习能力都必须以具体的方式表现出来。正如我们在第二章中所看到的，通过观察，灵长类动物获得了不同形式的知识，包括害怕什么、需要做什么以及各种社会习俗。然而，信息觅食是传播知识最常见的形式。从使用萃取觅食方法，例如从树皮挖出蛴螬，到使用复杂工具，例如弄碎坚果、用棍棒钓白蚁，猴子和猿通过模仿获取觅食的各种技能和知识。如果社会学习是让灵长类动物学习那些艰深但成效显著的获取食物的方法，那么对于精通社会学习的物种来说，它们就应该拥有更高水平的觅食方法及使用工具的方法，并拥有更丰富、更多样的饮食方式。

总之，考虑到对社会学习效率相关变量而非社会学习发生率的自然选择，威尔逊的假设能够成立，加上那些关于动物创新和战略模仿的文献，一个可信的文化驱动反馈机制慢慢成形。在该机制下，灵长类动物大脑中拥有广泛的功能^[34]以及其他结构层面的、社会层面的和生活史层面的特征，包括长寿、丰富的觅食能力和较强的工具使用能力——这些都被认为是自然选择（青睐于创新和高效社会学习）的结果。在这一过程中，如果出现动物的脑容量较大这一现象，那可能只是一个偶然结果，因为每个功能都需要一个或多个现有的中立结构或脑回路。如果正确的话，对创新和社会学习中相关变量的选择不仅会引起大脑扩张，还会形成反馈，提高动物的模仿效率，进而不断促进大脑的生长。

该推理引出了一个重要观点。如果自然选择对社会学习能力的影响真的可以促进灵长类动物智力进化，那么社会学习的速率不应该只与脑容量相关，而且还应该与认知表现的一系列措施相关。因为灵长类动物以社会学习能力为核心，因此认知能力差异主要集中在它们身上。我们即将论证这一假设。

与此同时，我们想解决有关灵长类动物心智的一些争议问题。无论是认为社会认知和社会学习是自然选择的必然结果，还是认为社会认知和社会学习是其他认知能力选择的偶然结果，这两种说法都曾引起争议。[\[35\]](#)另外一个争议是，灵长类动物的认知是不是以模块的方式被组织起来的，并以此作为独立的心理适应分类区，一个模块应对某一个特定问题。许多进化心理学家认为人类大脑也是如此。[\[36\]](#)另一种可能是，灵长类动物认知程度共变为一个单维度，这个维度会促进其一般智力的发展。此外，人类智力和其他灵长类动物智力是否具有可比性仍备受争议。[\[37\]](#)随着人们对社会、生态及技术措施之间联系程度的认识不断加深，这些争议或许可以得到解决。[\[38\]](#)

鉴于实验研究已经证明，对灵长类动物进行心理能力调查是一种有效的手段，[\[39\]](#)你或许会认为这些争议可以通过实验调查解决。当然，也有少数相关实验数据与威尔逊的假说一致。[\[40\]](#)然而，通过实验得出的结果具有明显的局限性。想要设计一个实验来对比学习能力和认知能力，这颇具挑战性：对所有研究物种都做到公平的实验任务很难操作，也会让人担心得出的结果不够严谨，比如任务的选择。这些实验通常在实验室进行，这就会让人质疑，能否真正反映动物在自然环境中的行为。然而，对我们来说，真正的障碍其实是，实验研究不能提供有关大量物种或广泛的认知能力的数据。[\[41\]](#)大多数灵长类动物的比较实验只调查了两个物种，其中最大的实验可能包含了4个或5个，这些实验通常以单一性能指标来评估动物。然而，鉴于世界上有超过200种灵长类动物，实际上我们需要运用多种认知能力方法来观察50种或60种物种的认知能力，这样才能对灵长类动物的智力演变有一个清晰的认识。

我们采用了列斐伏尔和他同事设计出的新方法，该方法是他们在对鸟类创新能力研究时设计出来的。[\[42\]](#)我们搜集并分析了那些已经发表的科学文献的数据，并在灵长类动物自然种群中，对与行为灵活

性相关的性状发生率进行了定量研究。[\[43\]](#)这种研究方法规避了实验研究中存在的缺陷，并运用定量测试的方法研究了多个种群中大量物种的表现。

西蒙和我邀请伊弗科·范·伯根加盟我们的团队，并在她的帮助下开始对威尔逊的假说进行测试。我们需要结合各种可以适用于大多数物种的测试，研究灵长类动物的认知能力。但这需要付出很多努力，不可能一蹴而就。西蒙和伊弗科又继续精心研究期刊，并对100多种灵长类动物物种的工具使用率、萃取觅食的饮食宽度和饮食质量进行了定量研究。同时，我们也采用了一些已有的措施进行研究。例如，实验研究表明：特别在类人猿群体中，偶尔会发生故意欺骗行为。[\[44\]](#)“战术欺骗”是指行为有足够的欺骗性并足以让他人相信，而且对欺骗者自身也有好处。我们已经搜集了许多灵长类动物的战术欺骗率，[\[45\]](#)结果显示它与动物脑容量大小有关。[\[46\]](#)通常，“马基雅维利智慧”[\[47\]](#)被用来描述高欺骗性的灵长类动物，它是以《君主论》中所描述的诡计多端并擅长政治操控的尼可罗·马基雅维利来命名的。

我们运用了多种测试来评估灵长类动物群体大小，[\[48\]](#)虽然这并不是对动物认知表现的直接评估，但长期以来人们一直认为灵长类动物群体大小与灵长类动物的社交智力相一致。灵长类动物通常会形成联盟，兄弟姐妹以及母系成员之间会相互援助。如果有谁从一只有强壮母亲的幼崽那里偷东西，后果将不堪设想，所以了解社会关系至关重要。[\[49\]](#)脑容量可能会限制物种处理这种社会关系的能力，生活在大种群中的灵长类动物比那些生活在小群体中的动物需要了解更多的社会关系，这为拥有更大的大脑以及更强的计算能力创造了需求。对群体规模大小的测量被认为是反映社会复杂性的一个有效工具，可以肯定的是，这些方法通常可以很好地预测出灵长类动物的脑容量。

[\[50\]](#)我们的问题是，群体规模、战术欺骗率、饮食广度以及我们所有的其他测试是否可以与社会学习率相提并论。

最终，我们用8个独立的测试直接或间接地测定了各种各样灵长类动物的认知能力。（1）解决环境或社会问题的新方案（即“创新”），（2）学习技能并从他人那里获取信息（即“社会学习”），（3）使用工具，（4）提取隐藏的或嵌入式食物（“萃取觅食”），（5）欺骗别人（“诡计欺骗”），以上这些是行为灵活性的5个生态相关措施。而（6）不同类别食物（“饮食广度”）的数量[\[51\]](#)，（7）饮食中水果的百分比，以及（8）社会团体规模的大小则被认为可以反映发现和定位食物的认知需求以及跟踪社会关系的认知需求。[\[52\]](#)

我们运用统计方法调查了这些测试之间的关系。在一种极端情况下，所有这些措施都可能紧密联系在一起，一个单一因素就可以解释灵长类动物智力之间的差异；而在另一种极端情况下，每个测试又可能是完全独立的。后一种发现可能意味着：灵长类动物的智力被纳入特定领域的模块，该模块反映了特定物种的生物和社会需求。我们采用的主成分分析法（PCA），[\[53\]](#)要求我们确定究竟需要多少个独立的维度来描述数据。然而结果令人备感惊讶：一个维度即可。

首先，我们使用了5种认知措施（创新、社会学习、工具使用、萃取觅食和战术欺骗[\[54\]](#)）对62种灵长类动物进行测量，这5项措施均适用于这62种灵长类动物。分析显示，单一主导因素[\[55\]](#)可以解释为什么在认知测试中会出现超过65%的差异，所有的这些独立测试都与单一主导因素紧密相关。[\[56\]](#)换句话说，灵长类动物在我们的5项测试中均有不同的表现，其中65%都可归因于这一单一主导因素。我们所有的测试彼此都密切相关，[\[57\]](#)即在一个认知测试中表现良好的物种，在其他认知测试中也会表现突出。同样，通过对饮食广度、水果在饮食中

的占比和物种群体大小进行分析，所得结果也与上述结论相同，再次验证了这一单一主导因素发挥了重要作用。^[58]而进一步的分析证实，这些认知能力不仅仅只是彼此相关，而且还协同发展。^[59]

我们的分析揭示了灵长类动物认知能力的一个独特特征，^[60]人类将其称为“一般智力”。人类智力被定义为“一种非常普遍的心理能力，涉及理性、计划、解决问题、抽象思考、理解复杂思想、快速学习和从经验中学习的能力”。^[61]我们分析的变量（例如：解决问题的措施、学习措施、创造措施、使用工具措施、欺骗措施）符合定义中强调的那些能力。能体现灵长类动物大部分认知能力的单一主导因素都与“一般智力”的特征相符合，因此我们就将该因素标记为灵长类动物一般智力。^[62]我们按照该方法对每个灵长类动物进行定位，^[63]因此，通过观察每种灵长类动物一般智力的得分就可以推测出该物种的一般智力水平。像黑猩猩这样的动物，在工具使用、创新能力、社会学习、饮食广度等方面的能力都很强，那么其灵长类动物一般智力分数就会很高；而像南美白秃猴，^[64]我们并未观察到它使用工具或发明一种新的行为，所以得分很低。更广泛地说，在我们的测试中，表现良好的动物经常可以设计出新颖的方法，解决社会和生态问题，快速学习并能从经验中学习，构建和操纵工具，欺骗他人并可以从中学习，这些都是人类才拥有的素质。一般说来，大多数灵长类动物学家都预计类人猿得分最高，属于猿猴亚目的猴得分最低。那么我们的统计方法就简单了，即根据智力来评估物种。^[65]

两组调查结果使我们确信这种解释是合情合理的。如果灵长类动物一般智力的分数真的可以反映动物的认知能力，那么我们预计得分的高低会与动物脑容量大小相一致。事实上，测试结果与我们所预计的一致。无论我们关注的是灵长类动物大脑的绝对容量，还是相较于身体的大脑相对容量，又或是其他各种测量脑容量的方法，^[66]其结果都一致，即灵长类动物一般智力与其脑容量密切相关。^[67]观察人

类时也得出了同样的结论。其中一般智力与整个大脑和脑白质容量有一定关联。[\[68\]](#)研究结果表明脑容量与认知功能之间确实存在一定关系，对此，大脑研究者也阐明了其“容量立场”。

随后，我们发现了一项更有利于测试的证据：我们在实验室测试了动物的认知能力，结果发现动物的表现能力与灵长类动物的一般智力得分密切相关。几年前，杜克大学的神经保健学专家罗伯·迪纳尔及其同事发表了一篇令人印象深刻的文章，该文章分析了大量基于实验的灵长类动物认知的比较研究。[\[69\]](#)每项研究都有不同的实验任务，研究的动物也都各不相同，这就使得我们很难解释研究出的各项结果。然而，在一个已经给定的研究任务中，我们可以根据动物在重点任务上的表现给它们进行排名，然后可以使用复杂的统计方法从多个实验中寻找合适的模板来编排这些等级。以这种方式，迪纳尔及其同事对动物的学习能力和认知能力进行了大量且多样化测试，根据得出的结果对24种灵长类动物属性进行了综合排名，[\[70\]](#)其结果又一次验证了我们的预测是正确的。迪纳尔的措施是将猩猩和黑猩猩置于顶端，将狨猴和倭长尾猴置于底端。特别鼓舞人的是，灵长类动物一般智力得分与迪纳尔及其同事通过实验测试得出的数据具有紧密的联系，[\[71\]](#)同时，与另外两组相对智力的多种群测试所得出的结果也密切相关。[\[72\]](#)换句话说，那些因为灵长类一般智力得分高而被我们认定为“聪明”的物种，在认知能力和学习能力的实验测试中也表现良好。这些结果让我们确定，灵长类动物一般智力是衡量灵长类动物相对智力的标准。

如前所述，关于灵长类动物大脑进化的关键驱动因素存在许多假说。研究人员不禁担忧：这些假说交替出现，研究结果看起来似乎并不能互相调和。[\[73\]](#)一种假说认为，自然选择可能会促进一般智力的发展，但不能培养单一的专业能力，而我们的分析有助于缓解这种担忧。对灵长类动物的一般智力进行测试，测试具体包括社会能力（社

会学习、战术欺骗）、技术能力（工具使用、创新）、生态能力（萃取觅食，即需要发掘或击碎外壳才能获得食物的觅食行为、食物的种类）。因此，许多因素都会共同促进大脑的进化而不仅仅是某个单一主导因素。社会智慧假说在当时占据主导地位，但根据我们的研究结果显示，社会复杂性可能不是促进大脑进化唯一的驱动力。^[74]例如，与灵长类动物一般智力不同，物种群体的大小并不能用于推测灵长类动物在实验室认知测试中的表现。^[75]我们开始认为，促进灵长类动物认知的演变不仅仅只有社会智力这一项因素。

我们还查看了整个灵长类动物家族一般智力的变化模式，以便确定较强的认知能力在多种场合下是不是独立完成进化的，或者说其他“聪明”的灵长类动物是否与人类密切相关。^[76]分析显示，4个独立的趋同进化事件都属于灵长类动物中较高的一般智力范畴，这些都会发生在卷尾猴^[77]、狒狒^[78]、猕猴^[79]和类人猿身上。^[80]值得注意的是，这些动物正属于那些以社会学习和传统著称的灵长类动物群体。如果社会学习真的是灵长类动物大脑和认知进化的主要驱动因素，那么该结果则正是我们所预期的。一般智力得分高的那些灵长类动物正是那些具有复杂认知力并拥有丰厚文化行为的物种。^[81]

威尔逊文化驱动假说提出的主要预测都已经得到了证实。分析指出，跨越多个认知领域的不同心理能力都已经在灵长类动物身上得到了发展，并产生了介于两个物种之间的一般智力。看来，主要的文化能力，特别是社会学习、创新和工具使用，构成了一部分的认知特征组合，且它们彼此高度相关，文化智力因素与许多认知表现领域密切相关。该发现与进化心理学中普遍存在的观点并不一致，认知能力独立演化为单独的模块，^[82]并且其结果与一般智力密切相关。事实上，最近的一项研究表明：灵长类动物的一般智力会随着灵长类动物智力的发展而发展。^[83]

在本章一开始，我们提出了三个令人担忧的问题，我们的研究已经表明，社会学习可以促进大脑进化和智力发展，这就解决了其中的第一个问题。然而，现在还存在另外两个问题。其一，社会学习可能会促进大脑进化，但我们的研究结果同样也符合另一种假设，即其他原因也可以促进灵长类动物大脑的演变，而我们的研究结果只是恰巧证明脑容量大可以提高社会学习和创新率。其二，我们需要准确观察在进化时间内，灵长类动物的大脑是如何进化的，并考虑我们所观察到的变化是否与文化驱动所预测的相一致。

灵长类动物大脑重量在3克至1.5千克，其中，倭狐猴的大脑最轻，为3克，[\[84\]](#)人类大脑最重，为1.5千克。在一些灵长类动物谱系中，包括猿类，[\[85\]](#)由于新皮层占其脑容量的80%，新皮层的增加会使动物的绝对脑容量和相对脑容量均得到增加。[\[86\]](#)新皮层是与人类解决问题、学习、规划、推理和语言相关的大脑区域，因此当我们考虑智力神经生物学的基础时，首先要考虑大脑结构。考虑到整个脑的容量，新皮层规模大小与整个脑容量的比例在不同灵长类动物身上的不尽相同，[\[87\]](#)这也就意味着新皮层正按照我们预期的速度不断变大。然而，这并不意味着新皮层对所有灵长类动物来说都同样重要，因为新皮层与整个脑容量之间的关系并不是一对一的。相较于脑容量较小的灵长类动物，新皮层在脑容量较大的灵长类动物中所占比例会较大。[\[88\]](#)新皮层的绝对数量也会较多，同样，相较于脑容量较小的灵长类动物，新皮层与脑容量较大的灵长类动物中的其他大脑区域的关系也会更好。[\[89\]](#)因此，无论是以绝对值测量（相对于整个身体大小），还是通过比较新皮层的相对大小，[\[90\]](#)大脑扩张都是人类进化的独特特征之一。[\[91\]](#)然而，正如我们所见，尽管我们进行了广泛研究，但对扩张进化的解释以及其与认知演化的关系仍存在诸多争议。

大脑与智力关系的问题长期以来一直没有得到解决，有如下几个原因。第一个主要原因，就是根据灵长类动物大脑研究出来的数据质

量差。进行比较统计分析的研究人员过度依赖那些能被获取大脑数据的灵长类物种，而这些物种的数量又相对较少。^[92]通常，每个物种仅能测量几个大脑标本，或者仅仅是单个大脑，因为一些物种的标本尚不可知。例如，通常情况下，我们并不知道大脑是来自雄性还是雌性灵长类动物，因此分析物种的性别二态性是错误的主要来源。要解决这个问题需要质量更高的数据。第二个原因，缺乏明确的量化措施以测量多种灵长类物种的认知表现。研究人员通常只假定整个大脑或新皮层大小与灵长类动物中的认知能力相关，当然，我们还未测试它们之间的真正关系。幸运的是，通过对灵长类动物智力的分析，我们已经找到解决措施，这就意味着第二个原因已经不存在。第三个原因，历史分析认为，饮食和群体大小的单个变量可以预测脑容量，而大家对这一历史分析过度依赖，也就导致研究者会根据他喜欢的变量而提出关于进化意义的主张。^[93]很少有分析人员可以同时考虑多个变量，并确定哪个最为有效。直到最近，在灵长类动物身上，对脑容量、智力和对文化的依赖是否真的在共同进化仍存疑。

我们真正需要做的是合理控制进化分析，包括所有潜在的相关变量，并且运用高质量的数据来预测脑容量的变化和灵长类动物认知表现的差异。有了这些目标后，博士后研究员安娜·纳瓦雷特与研究生莎莉·斯特里特^[94]以圣安德鲁斯大学为基地，开始共同搜集更多的大脑数据并对其进行分析。^[95]灵长类动物的脑容量、认知能力和对文化的依赖都有一个演变的过程，对此，我们需要有一个清晰而明确的认识。她们从荷兰神经科学研究所的灵长类动物脑库中获取了大脑，该大脑需要在乌得勒支神经影像中心进行磁共振成像。^[96]然后，安娜通过扫描大脑中各种结构的大小，从而补充现有的灵长类动物脑源。我们有针对性地增加数据库中的物种数量、每个物种的标本数量，再加上那些已知的大脑数据，安娜的分析大大增加了灵长类动物大脑数据的广度和可靠度。

然后，运用我们新扩大的灵长类动物大脑数据库，以及经过验证的测量一般认知能力（灵长类动物一般智力）的措施，安娜和莎莉对所有相关的社会科学、环境和生命史的预测变量都进行了分析，探讨了哪些因素可以真正解释动物绝对脑容量和相对脑容量以及其认知表现的变化。[\[97\]](#)什么因素会成为促进灵长类动物智力演变的根本原因？[\[98\]](#)这些分析将所有潜在的预测因素都纳入了一个统计模型中，除去那些不能真正帮助解释数据的变量，并保留那些经过验证有用的变量，这样就可以形成一个用来分析数据的最简单模型。当最终结果出来时，我们很是激动。

莎莉和安娜进行多元分析后发现，缓慢进行的生活史（例如长寿、青少年较长的依赖期）和大型群体规模的某个组合是预测动物脑容量以及认知表现的主要因素。[\[99\]](#)在最适合的模型中，不同的脑容量（绝对脑容量、相对脑容量、相对大脑皮层容量、相对小脑容量）和认知表现（灵长类动物一般智力、社会学习、创新能力）会随着群体大小和生命周期的增长而增长。通常来说，相较于社会群体的大小，生命周期更能预测动物大脑的容量。除了社会复杂性之外，物种生活的时间也会预示该物种大脑大小以及智力的高低，它比饮食、地域或任何其他变量都更为重要。

我们的研究结果会让人想起新墨西哥大学人类学家希拉德·卡普兰及其同事于2000年提出的论点。这些研究人员提出，人类拥有更高的智力与更长的生命，是因为自身的知识能力允许他们去开发那些营养丰富但难以获取的食物，例如获取那些必须通过猎杀才能得到的动物，提取植物中最难提取的部分（如纤维）。[\[100\]](#)大脑对器官的要求很高，但卡普兰认为，从嵌入式食物中获取的能量和营养物质可以满足脑部增长的需求。在这种观点下，延长寿命是有利的，因为它可以保证个体有充足的时间运用其早期获得的复杂觅食技能获取更多财富。

在我们的分析中，并不包括人类，所以我们无法直接评估卡普兰的假说。然而，鉴于觅食行为似乎是灵长类动物创新和社会学习的主要表现形式，我们发现其他脑容量大、寿命长、智力高的灵长类动物也符合该论证。最明显的例子就是类人猿和卷尾猴，或许还包括猕猴和狒狒。正如我们所看到的，这些灵长类动物群体以社会学习和传统而著称，特别是类人猿和卷尾猴最擅长使用工具以及萃取觅食。[\[101\]](#)大量的实验证据表明，许多灵长类动物物种获取富含营养食物（如坚果、白蚁和蜂蜜）的能力在很大程度上取决于其社会学习能力，很明显，该研究结果同样适用于人类。[\[102\]](#)青少年依赖期较长可能为这种跨种族的知识转移创造额外的机会。我们的发现与威尔逊的文化驱动假说完美契合，社会学习和创新能力的有效选择有助于增益饮食中的能量，反过来又会促进大脑发育，延长寿命。[\[103\]](#)

要开发人类及其他猿类所需的优质膳食资源，高水平知识、技能、协调能力和力量十分必要。掌握使用复杂工具和萃取觅食需要花费一定时间，但对于高智力动物来说，虽然在长期的学习过程中其生产力低下，但只要能保证从年老到年轻都有食物和知识的代际流动，那么，之前低下的生产力可以在成年时期通过更高效的生产力得到补偿。通过数学分析，我们已经可以确定，生产力通常会随着年龄的增长而增加，因此投入一定的时间来掌握技能和知识，会有助于降低死亡率并延长寿命。[\[104\]](#)

目前的主流观点是，灵长类动物大脑不断扩大主要是为了应对丰富的社会生活的需求，包括欺骗和操纵他人所需的“马基雅维利技能”，以及维持联盟和跟踪第三方关系所必需的认知技能。支持这一假设最重要的数据就是群体规模大小与相对脑容量呈正比关系。[\[105\]](#)在分析中，群体规模大小仍然是预测相对脑容量大小的一项重要因素，但事实证明，它同时也是预测灵长类动物智力和社会学习能力的一个次要因素。然而，在我们的模型中，群体规模大小不是预测脑容

量或智力的唯一因素，同时也不是最重要的因素。结合我们的早期发现，社会群体规模大小并不能预测灵长类动物在实验室认知测试中的表现，[\[106\]](#)这就使我们更加确信，影响灵长类动物大脑进化的并非只有社会智力这一个因素。

解读这些发现最简单的方法就是每项操作都要以不同的规模，对那些脑容量大、智力高的灵长类动物进行多重识别。我们的分析肯定了自然选择这一先前的研究，它对于应对社会生活复杂性所需的社会智力来说极其重要，普遍适用于猴子和猿类。[\[107\]](#)我们详细阐述了该事件，目的是表明：在经受了严格但重要的自然选择后，少数脑容量大的灵长类动物的文化智力得到了发展，由此，其社交智力也会不断进化发展——最显著的就是类人猿。[\[108\]](#)此外，通过最新分析，我们发现，生活在大型群体里的灵长类动物的社会学习效率 high，这与我们理论分析的结果相一致，即大型的、广泛联系的群体对维护文化变异至关重要。[\[109\]](#)

莎莉和安娜的分析还揭示了灵长类动物智力与新皮层及小脑大小之间的关系，新皮层及小脑是大脑中十分重要的两个结构。大脑皮层是负责大脑“思考”的部分，在人类进化过程中，它包括与模仿（例如顶叶、颞叶）和创新（例如侧前额叶核心）相关的结构。正如我们预测，由于脑回路将视觉皮层和听觉皮层连接到大脑的体感和运动皮质区域，因此视觉皮层也相应扩大。[\[110\]](#)一般认为，小脑在运动控制中发挥着关键作用，它支配肢体，使其做出精确的动作，例如按需求采摘觅食和使用工具。[\[111\]](#)

通常来说，如果动物体型大，它的脑容量也会大。例如，某些鲸的脑容量是人脑的6倍，3个人的脑容量加起来才差不多是1头普通大象的脑容量。尽管研究人员对于类似的比较将信将疑，[\[112\]](#)他们还是首次提出“大脑的绝对容量大小并不能代表动物智力高低”这一观点。

体型大的动物其脑容量也大仅是由于它需要处理和控制更多的细胞，而粗壮的四肢可能会需要大一些的神经来支撑其移动。由于这个原因，对动物智力的研究，我们往往会侧重于研究其相对脑容量。

然而，最近的想法表明，大脑或其中的一些关键结构的绝对容量[\[113\]](#)可能与智力更相关，而与目前所流传的看法关系不大。[\[114\]](#)格奥尔格·施特里特是加州大学尔湾分校研究大脑进化的著名学者，他指出：大脑的内部结构通常会随着脑容量的变化而变化，细分部分不断增多，在较大区域内，各部分随意地相互联系，相互影响。[\[115\]](#)与此一致的一种推测认为，新皮层会大量出现在脑干和脊髓中，随着人类的发展，类似的推测也在不断增多。它们能迅速连接到运动神经元，支配我们的颌骨、脸部、舌头、声带和手的肌肉。[\[116\]](#)加州大学伯克利分校心理学家特伦斯·迪肯预测出了大脑解剖学的这种变化。[\[117\]](#)迪肯提出了一个规则，并进行了详细解释：如果大脑太大，那么随着大脑的不断进化，它们就会“入侵”其他区域，并且与其他不相干的区域连接起来。大脑区域扩展的那部分对大脑其他区域的影响不断加深，因此大脑功能较之前更加重要。迪肯的规则是基于大脑发育的两个基本原则。首先，为了能与靶点连接，轴突（神经细胞的细长部分，脉冲从细胞体传导到其他细胞）之间通常会彼此竞争。其次，在该竞争中，获胜者往往是那些能参与“射击”目标细胞的轴突。[\[118\]](#)当大脑区域演变成较大比例时，相较于其他区域的轴突来说，大脑的轴突更具竞争优势。随着一个区域内有越多的轴突可以接触到目标细胞，靶细胞的激发就越可能会发生，从而增强彼此间的连接。这些新连接甚至可能会“替代”旧连接，特别是如果这些旧连接的来源已经在按比例缩小。[\[119\]](#)新皮层和小脑是人脑中最大的两个结构，通过上述推理，我们认为新皮层和小脑可能会越来越多地嵌入复杂的神经网络，随着脑容量不断增大，其产生的影响也不断增强。

所有这一切意味着：大区域的新皮层或小脑会自动增加物种的灵活性和敏捷性，这两个脑区域可以很好地控制我们的手臂、腿部、脸部和手部。只有大区域的新皮层才会增加动手能力，这是人类独有的特征。[\[120\]](#)在很大程度上，我们的祖先能够制造和使用工具得益于自身的计算能力，计算能力可以增强人类身体的灵活性，并操控我们的手，让它精确移动。同样，学习语言的认知能力也有助于提高口与舌的灵活性。[\[121\]](#)

随着脑容量不断增加，新皮层在大脑中的比重也在不断增加，这就意味着：要想增强大脑皮层的功能，不仅需要增加新皮层，更重要的是必须增加整个脑容量。[\[122\]](#)该项结论与一般智力会或多或少地促进灵长类动物认知演变所得出的结论十分相似。[\[123\]](#)同样，我们都熟知，小脑在运动控制中起着重要作用，在某种程度上，小脑扩张表明，物种使用工具和萃取觅食所需一系列精确的身体动作得到了强化和完善，特别是执行复杂的行为序列，会使该区域很快增长。此外，神经解剖数据也支持这一观点。[\[124\]](#)安娜进行了进一步的比较工作，结果表明，相较于非技术创新，技术创新（例如，灵长类动物的创新依赖于工具使用）与脑容量具有更直接、更强大的联系。[\[125\]](#)

还有一个发现值得我们注意。先前的一项研究发现，对于哺乳动物来说，其成年动物脑容量可以根据母系投入来预测，例如妊娠期或哺乳期的持续时间。[\[126\]](#)研究表明：脑容量和寿命之间存在某种联系，其原因只是由于脑容量较大的动物寿命也在延长，这样，动物就会有足够的时间和资源促使它们自身不断继续发展（这当然也包括其脑容量也会因其寿命的变长而增加）。然而，莎莉发现，对于灵长类动物来说，其实并不然。在分析中，莎莉将妊娠期和哺乳期的时间作为共同变量，发现最长寿命与脑容量之间的关联仍然存在。有趣的是，将母系投入的措施包括在分析中，我们能发现寿命与社会学习之间的关系，但没有发现寿命和灵长类动物一般智力之间的关系。灵长

类动物与其他哺乳动物不同，脑容量和生命周期之间的关系不仅反映了发育机制，也潜在地反映了认知机制。灵长类动物凭借大脑向他人学习各种有用的技能，很显然，一些聪明的灵长类动物的生命周期延长。换句话说，有且仅有灵长类动物，其文化智力有助于它生存。

莎莉和安娜的发现对我们也有一定启发，她们似乎搞清楚了大量的对比、统计和神经解剖学数据所体现的本质含义。在一些脑容量较大且生活在复杂社会群体里的灵长类动物中，依赖社会学习行为已达到临界阈值。一旦超过了这个阈值，增加脑容量、不同的认知能力、进一步依赖社会学习和创新等一系列相辅相成的选择随之而来，并会随着寿命和饮食质量的提升而进行调节。脑容量大肯定不是社会学习的先决条件，但它可以很好地促进高效、准确的社会学习，进而动物可以实现远距离模仿、高精度模仿、跨模态整合感知及运动信息，具备实施复杂社会学习策略的计算能力等。新皮层及小脑的扩张可能会增强动物学习运动的技能，[\[127\]](#)因此动物学习一系列协调动作技能的能力也会增强，例如，黑猩猩剥开坚果壳，大猩猩处理荨麻。[\[128\]](#)这种序列学习和协调动作似乎仅限于脑容量大的灵长类动物。[\[129\]](#)与此一致，在人类进化过程中，那些已经扩大了的大脑区域就是那些与社会学习、模仿、创新和工具使用相关的区域。

我们只对灵长类动物进行了研究，但其他动物，包括鸟类（如鸦科和鹦鹉）以及鲸类（如鲸鱼和海豚），其脑容量、一般智力以及对文化的依赖程度也是同步进化的。[\[130\]](#)鸦科，例如白嘴鸦，因具有复杂的社会认知而闻名，而且它还特别擅长工具使用、因果推理、记忆[\[131\]](#)、观念、创新和文化传播。[\[132\]](#)鸦科类似于猿，相较于身体容量，其大脑的容量相对较大，相对而言，鸦科的脑容量等同于黑猩猩的脑容量。[\[133\]](#)除了鹦鹉——其同样具有复杂的社会认知能力、创新能力、工具使用能力和模仿能力，[\[134\]](#)鸦科动物前脑的相对大小明显大于其他所有鸟。[\[135\]](#)座头鲸、虎鲸、海豚与灵长类动物的模式相

同，它们也拥有复杂的社会认知能力、使用工具能力，以及与容量较大的大脑和复杂的社会学习相关的创新能力。[\[136\]](#)事实上，我们很难想象，所谓“聪明”的动物其实并不擅长社会学习。

目前，对动物认知研究的思考表明：猿类、鸦科动物和鲸类动物的智力在趋同进化，文化驱动机制在该过程中扮演着相当突出的作用。然而，根据威尔逊的设想，它其实是自我催化过程，[\[137\]](#)通过有利于增强认知能力和技术技能的结构及功能来选择更有效的社会学习反馈机制，反过来，这些能力又会促进大脑和行为进一步的选择。但是疑虑仍然存在。我怀疑鸟类和鲸类动物在发展中都各自受到了一定的限制，而灵长类动物却没有，这可能就会阻碍鸟类和鲸类动物工具使用能力和萃取觅食能力的发展，同时又会限制技术信息反馈给大脑的程度。鲸类需要依靠鳍状肢来有效地游泳，这样通过喙和嘴就可以实现工具的有效使用。鲸鱼和海豚无法用一只手握住物体，同时用另一只手操纵物体，这就限制了它们使用复杂工具的能力，同时也限制了它们觅食技术的发展。同样，鸟类能够飞行也是有具体上限要求的，因为如果鸟类的身型或脑袋太大，那它根本就无法起飞。原则上讲，那些不会飞的大型鸟可能会拥有容量更大的大脑，如恐鸟或隆鸟。[\[138\]](#)同时，这些鸟退化了的翅膀并没有演变出很强的操纵能力，再加上脚也逐渐适应了在地面上行走，这就限制了它们采掘觅食范围。也许是由于这些限制，那些能灵活使用工具的鸟却表现出有限的行为灵活性。[\[139\]](#)相比之下，对灵长类动物来说，失控过程可以涵盖对社会、技术和文化智慧的选择，这些都是相互促进的。这样的机制可以跨越许多群体，特别是猿类。但很显然，该机制在人类那里已经达到了顶峰，人类拥有极强的脑力与智慧、强大的工具使用能力以及对文化的高度依赖。[\[140\]](#)也许威尔逊的研究方向是正确的。我开始相信，文化驱动可能真的会成为解释人类心智进化的核心观点。

[1]多细胞生物的细胞含有线粒体，细胞器可以将食物中的化学能量转换成细胞需要的能量，线粒体含有少量DNA。mtDNA经由母系遗传，没有遗传因子重组发生。因此，假设它以大致恒定的速度累积突变，那么从mtDNA开始拥有同一个祖先的时间算起，个体之间的数量差异就会随时间的推移而不断变化，同时，突变率产生的新mtDNA会代替之前旧mtDNA。See Cann et al. 1987；需注意：线粒体夏娃不是所有人的共同祖先，而是所有人类mtDNA的祖先。Cann等人从全世界186个人提取了mtDNA，并用它构建家谱。该家谱中最古老的分支在现代非洲人的类线粒体基因上已经消失，而其他非洲分支则表现出更多的变化。由于任何人的线粒体都来自过去的一位单身女性，所以这个女人被称为“夏娃”，但很显然，但她并不是当时唯一的女性，也不是第一位女性。作者的发现表明，夏娃是一位生活在约20万年前的非洲人。来自威尔逊研究团队的Vigilant等人（1991）将该时间估计值修改为距今16.6万—24.9万年前。

[2]“走出非洲”模式指出，在距今10万—20万年前，解剖学意义上的现代人类出现在非洲大陆，并广泛迁徙到世界各地，现代人类用很少或几乎为零的基因流就取代了其他古代种群。

[3]这是人类前沿科学计划博士后的奖学金。

[4]威尔逊的文化驱动假说首先于1983年问世（Wyles et al. 1983），后来威尔逊又于1985年对其进行了阐述。然而，在1991年，威尔逊对文化驱动假说做了最全面详尽的阐释。

[5]Wyles et al. 1983; Wilson 1985, 1991.

[6]Wilson 1991, p. 335.

[7]通常，体型大的动物的器官也相应会较大，反之亦然。例如：鲸的体型比人类大，则其大脑体积也比人脑体积大。同理，牛的大脑体积比猴子脑容量大。身体尺寸和脑容量呈正相关。许多研究大脑进化的人员认为，动物脑部相对于脑容量的实际大小（而不是动物大脑的绝对容量），可以预期该动物智力的高低。然而，这仍然存在争议。其复杂之处在于动物大脑的神经元密度是不同的，灵长类动物的脑容量相对较大，且其神经元密度特别大。

[8]Wyles et al. 1983.

[9]Wilson 1985, p. 157.

[10]Odling-Smee et al. 2003.

[11]Lynch 1990观察了哺乳动物颅骨的形态变化率，并得出结论：几乎所有谱系的形态分化率（包括猿猴）符合中性进化模型的预测（例如，分析并不能充分证明自然选择会影响进化率）。但通过观察，只有人类的数据点在长期进化过程中升高了，Lynch认为这可能是由于时间尺度造成的一个假象。但是近年来，大量的遗传数据表明，该论证并不成立，同时这些遗传数据表明人类分子进化的速度在大幅增加（例如，Hawks et al. 2007, Cochran and Harpending 2009）。在撰写本文时，已经有少数相关证据表明，“行为驱动”或“文化驱动”可以加速哺乳动物（暂且不包括人类）和鸟类进化速度，威尔逊设想的机制可能只

会影响人科动物进化的速度，甚至只影响人类的进化速度。与进化率的影响相反，行为/文化驱动会对大脑发育和复杂认知的演变造成负面影响，这一假设目前有广泛的数据支持（Reader and Laland 2002, Reader et al. 2011, and Navarette et al. 2016）。在这本书中，我提及文化驱动时指的是后一种效应。

[12]Deary 2001.

[13]MacPhail 1982.

[14]Lefebvre et al. 1997.

[15]Reader and Laland 2002.

[16]见Kaufman 2015最近的文献综述。也可见Reader 2016的文章。

[17]Chittka and Niven 2009.

[18]Rendell et al. 2010.

[19]Brass and Heyes 2005, Heyes 2009.

[20]Kohler 1925, Tomasello 1999.

[21]有一种说法声称：如果不能确定所谓的大众行为在所有情况下都正确，那么动物则不能盲目遵从它。例如，按照简单的规则，尽管个体可能并不知道它们自己是属于大多数还是少数，或即使有少部分动物知道，动物群体也可以准确而快速地达成共识，遵循主流。（Couzin et al. 2005, Couzin 2009）。

[22]进化模式已经表明，由于“循规蹈矩的传输”是个体掌握最优行为的一个有效手段，所以它几乎适应于所有的大众行为（Boyd and Richerson 1985, and Henrich and Boyd 1998）。

[23]需注意：如果一个行为的表现频率与表现该行为的个体频率呈正相关，那么前者很有可能会代替后者，特别是对动物来说，前者更容易计算。事实上，最近的一项研究发现，在大山雀身上这两个变量也确实相关（Aplin et al. 2015）。

[24]Whiten and Van Schaik 2007, Van Schaik and Burkart 2011.

[25]Van Schaik et al. 1999.

[26]动物间亲属繁殖的可能性不断增加，该优势就会凸现（例如，增加内含适合度）。See Hamilton 1964.

[27]Fragaszy and Perry 2003, Lonsdorf 2006, Biro et al. 2006, Fragaszy 2012, Schuppli et al. 2016.

[28]Goodall 1986, Lonsdorf 2006, Biro et al. 2006.

[29]Reader 2000.

[30]见前一章。

[31] Goodall 1986, Lonsdorf 2006, Biro et al. 2006.

[32] Boyd and Richerson 1985.

[33] Kaplan et al. 2000, Kaplan and Robson 2002.

[34] 如后所述，我们有理由去预测文化驱动也可以适应于其他的动物类别，例如，鲸、鹦鹉、鸦科鸟类等。

[35] Cheney and Seyfarth 1988, Reader and Lefebvre 2001.

[36] Cosmides and Tooby 1987, Carruthers 2006, Roberts 2007.

[37] MacPhail and Bolhuis 2001, Byrne 1995.

[38] Dunbar and Shultz 2007a, 2007b.

[39] Tomasello and Call 1997, Herrmann et al. 2007.

[40] 例如灵长类动物在实验室认知测试中的表现并不相同，大猿通常优于其他灵长类动物（Tomasello and Call 1997, Deaner et al. 2006）。此外两种灵长类动物物种——绢毛猴和普通黑猩猩，我们已经发现它们的表现会根据实验室任务的不同而有所不同（Banerjee et al. 2009, Herrmann et al. 2010）。这些结论与从其他哺乳动物和鸟类身上得出的相关数据（Emery and Clayton 2004, Matzel et al. 2003, Kolata et al. 2008）与基于实验表现的单一认知因素假说一致。

[41] Reader and Laland 2002, Deaner et al. 2000, Byrne 1992.

[42] Lefebvre et al. 1997.

[43] Lefebvre et al. 1997, 2004; Lefebvre 2010.

[44] Byrne and Whiten 1988, Whiten and Byrne 1997.

[45] Byrne and Whiten 1990.

[46] Byrne and Corp 2004.

[47] Byrne and Whiten 1988, Whiten and Byrne 1997.

[48] Kudo and Dunbar 2001, Nunn and Van Schaik 2002, Kappeler and Heyman 1996.

[49] Dunbar 1992.

[50] Ibid.

[51] 按照饮食广度的数据，我们将猎物分为13类，分别是：（1）无脊椎动物猎物，（2）脊椎动物猎物，（3）水果、真菌和蜂蜜，（4）种子和坚果，（5）渗出物，（6）花，（7）花蜜/花粉，（8）根、块茎、鳞茎和块菌，（9）叶、芽、茎和芽接，（10）木竹，（11）树皮，（12）木髓和（13）地衣，再根据动物的食物范围，将其按照1—13分类。

[52] Dunbar 1995; Dunbar and Shultz 2007a, 2007b.

[53]我们还对各因素进行了分析，与PCAs结果一致，见里德等人的电子补充材料中的表S1。

[54]为了方便研究，所有这些分类均进行了修正（我们对一些物种的研究比其他物种多，因此该类物种生成的报告自然也多）。

[55]Reader et al. 2011将这个单一主导因素称为灵长类动物一般智力 g_{s1} 。其中脚注s代表灵长类动物一般智力是一个跨物种的结构，而“1”则表示，以不同的方式计算，它是灵长类动物一般智力多个度量中的第一个。

[56]See table 1 in Reader et al. 2011.

[57]5种认知测量间的10个成对相关性显著 ($P < 0.001$)。See table 3 in Reader et al. 2011.

[58]我们称这个主要成分为灵长类动物一般智力 g_{s2} ，主要特征值= 3.77，其显著高于其他所有组分。八变量主成分分析还提取了第二个成分，饮食范围，饮食中水果的百分比以及群组的大小。See table 2 Reader et al. 2011. 我们发现，灵长类动物一般智力 g_{s2} 与灵长类动物一般智力 g_{s1} 密切相关。

[59]如果灵长类动物认知能力不同测试之间的关系可以反映出共同进化的历史，那么当我们独立对比每个测试时，都应考虑系统发育这一因素，灵长类动物一般智力 g_s 应该保持不变。重复使用 CAIC (Purvis and Rambaut 1995)，五变量PCA显示了所有认知测量加载的单个组件 ($n = 57$, d.f. = 14, $X^2 = 70.20$, $p < 0.0001$, 方差贡献=0.53, 提取觅食、社会学习和工具使用负荷= 0.76 - 0.84, 创新和技术欺骗负荷分别为0.66和0.55)。详情可见 Reader et al. 2011。

[60]这一结果也不是永恒的真理。我们采取了几种方法来解决那些潜在的混杂变量。我们观察到的联系并不是由同时支持多项测试的数据点引起的，因为它们已经被去除了。在研究工作中，测量每个个体的脑体积、体重、相关错误变异的协同变化，利用多元回归法对每个认知能力措施的残差进行分析所得出的关系也不是一直都正确。主要包括 (i) 相对大脑体积、(ii) 体重、(iii) 研究工作中不正确的情况，或 (iv) 为得出等效结果，我们在研究时，运用了5项独立的测试（见Reader et al. 2011电子辅助材料）。考虑到观察者很有可能认为，相比于其他动物，猿的行为会更具灵活性，这一次我们并没有将猿纳入分析范围，但仍然得到了相同的结果。（Reader et al. 2011, 电子补充材料。）为了排除个别物种的数据可能存在错误这一担忧，特别是一些物种还尚未得到充分研究。在这种情况下，我们使用相同的步骤对PCA进行了重复的研究，我们再一次发现了一个主要成分 ($X^2 = 116.28$, $p < 0.0001$, 方差贡献= 75%)。在实验室认知表现测试中，我们把Reader et al. 2006的数据也考虑在内，发现结果也是相同的： $X^2 = 131.12$, $p < 0.0001$, 方差贡献= 73%。里德等人的减少型模型测试（并不是传统的用高分代表高能）在一般智力 g （负载= 0.73）上大量负载。这支持了实验室性能依赖于一般智力的论证，并证明了现有灵长类6种认知措施的共同作用。

[61]Deary 2001, p. 17.

[62]里德等人于2011年惊奇地发现，灵长类动物在不同测试中的认知表现与人类在不同智力测试中的表现密切相关。对于这种相似性，最可能的解释就是，人类的一般智力因子反映了我们共同祖先进化的一般过程，同时，其他灵长类动物身上也存在着一一般智力因子。自然，在解释这一发现时，我们需要格外谨慎，因为观察到的关联发生在物种之间，而不是在物种之内。

[63]这对应于每个物种在主成分上的载量。

[64]*Cacajao calvus*.

[65]PCA可用于计算其提取的每个成分的因子得分，在每个成分上为变量负载分解提供综合评分。Reader et al. 2011计算出了一般智力 g_{s1} 因子的分数，并为每个物种提供了一般智力 g_s 的量度，这可以作为解释比较一般智力的量度。平均而言，人猿总科（不包括人类）的得分会超过其他分类，但在猕猴超科动物、卷尾猴科、原猴亚目之间没有发现 g_{s1} 得分存在显著差异。

[66]例如，新皮层比例（大脑皮层大小与大脑其他部分大小的比率）和执行大脑比例（新皮层和纹状体与脑干的比率）的结果相似。

[67]里德等在表4中列出了一般智力 g_{s1} 和大脑大小各种测量之间的关联。分析了这些数据之后，我们搜集了更多的大脑数据，以便再次分析时使用，当然我们需要运用更权威的统计方法。研究结果很有说服力（Street 2014, Navarette et al. 2016）。

[68]Gray and Thompson 2004, Van der Maas et al. 2006, Deary 2000, Schoenemann 2006.

[69]Deaner et al. 2006.

[70]动物按等级分类，如目、科、属、种等。灵长类动物是哺乳纲的1个目，目前动物界最高等的类群，它由种构成（包括类人猿、旧大陆猴类、锦鲤和松鼠猴等）。通常认为，每个灵长类动物属可以被认为是这些灵长类动物科的主要细分，通常由多于一种的物种组成。

[71]Deaner et al. 2006.

[72]Riddell and Corl 1977.

[73]Lefebvre 2010, Healy and Rowe 2007, Dechmann and Safi 2009.

[74]Reader and Laland 2002; Van Schaik and Burkart 2011; Dunbar 1995; Byrne and Whiten 1988; Whiten and Byrne 1997; Harvey and Krebs 1990; Barton 2006; Deaner et al. 2000; Dunbar and Shultz 2007a, 2007b; Clutton-Brock and Harvey 1980.

[75]Reader et al. 2011.

[76]借助MACCLADE v. 4.08完成了这项任务。

[77]*Cebus*.

[\[78\]](#) Papio.

[\[79\]](#) Macaca.

[\[80\]](#) 人猿总科。需要注意的是：虽然人类属于最优种科类，并且一般智力得分也最高，但该分析与自然阶梯概念相冲突，相反，这一观念认为趋同选择不会在远距离上重复支持灵长类动物智力的发展。这种解释涉及较少的进化事件，因此它比所有的替代方案都更为简洁，例如，在猿和旧大陆猴类还拥有共同的祖先时，曾出现过较高的一般智力，但是该智力却在一次又一次的重复模仿中消失了。物种之间存在着一定的差异，这可能由测量误差而导致，并且对于研究最少的分类群体来说，其误差方差值可能会最高。

[\[81\]](#) 对研究次数较少的物种进行研究，其得出的数据可能不可靠，为了解决这一担忧，里德等人于2011年除去了那些研究次数较少的物种，重新构建了系统发育，得出了与之前相似的结果。里德等人于2011年发现的结果与凡谢克和伯卡特在2011年对灵长类动物认知分类学差异的元分析大致一致，即猿类的社会学习能力优于其他灵长类动物（Van Schaik and Burkart 2011, Whiten 2011）。然而，里德等人的分析并没有证据可以表明原猴亚目和类人猿亚目的猴之间有什么区别。

[\[82\]](#) Cosmides and Tooby 1987, Carruthers 2006.

[\[83\]](#) Fernandes et al. 2014.

[\[84\]](#) Cheirogaleus medius.

[\[85\]](#) Striedter 2005, Montgomery et al. 2010.

[\[86\]](#) Finlay and Darlington 1995, Rilling and Insel 1999, Striedter 2005.

[\[87\]](#) Barton and Venditti 2013.

[\[88\]](#) Striedter 2005.

[\[89\]](#) Ibid.

[\[90\]](#) Finlay and Darlington 1995, Shultz and Dunbar 2006.

[\[91\]](#) 该观点也同样认为，无论是单个维度尺寸的变化还是组成部分的独立演变都能很好地促进大脑进化。（Finlay and Darlington 1995, Barton and Harvey 2000, Deaner et al. 2000, and Dunbar and Shultz 2007b）.

[\[92\]](#) Stephan et al. 1981.

[\[93\]](#) Healy and Rowe 2007.

[\[94\]](#) Sally Street was cosupervised by Gillian Brown.

[\[95\]](#) 该工作由约翰·邓普顿基金会和英国经济研究委员会高级研究人员基金资助。

[\[96\]](#) 研究物种来自动物园，这些动物刚刚由于其他原因而死亡。本项研究并没有牺牲任何动物。

[97]该分析涉及系统发育控制多元回归模型、多变量贝叶斯系统发育泊松模型和系统发育控制因果图分析。

[98]严格来说，这些分析可以确定因果关系中可能会存在哪些变量，这一结果会方便我们排除其他假说。例如，这些分析并不能证明长且慢的生命周期是促进大型灵长类动物大脑进化、智力发展的主要因素。然而，一系列认为长寿有利于促进智力演变的假说目前为止很有影响力，而认为其他因素是促进灵长类动物演变的主要因素的一些假说却被认为与数据不符。

[99]Street 2014, Navarette et al. 2016. 本书成书过程中，该项工作仍在继续。

[100]Kaplan et al. 2000.

[101]Whiten et al. 1999, Van Schaik et al. 2003, Perry et al. 2003, Hoppitt and Laland 2013.

[102]Kaplan et al. 2000.

[103]因果图分析支持这些结论，在系统发育探索路径分析中，运用最佳的图表形式，将技术创新直接与脑容量和社会学习连接起来，并通过饮食和生活史测值将非技术创新与脑容量连接起来 (Navarette et al. 2016)。

[104]Kaplan et al. 2000. 数学理论认为，如果动物在其未成年期内习得能力强，那么其未成年期越长就越好。例如，未成年动物在这一成长时期就向成年动物学习，会增强自身社会学习能力。

[105]Dunbar 1995; Dunbar and Schultz 2007a, 2007b.

[106]Reader et al. 2011.

[107]一般智力的高低通常被认为是社会智力的一个标记或是指标变量，灵长类动物生活在大型而又复杂的社会中，需要较强的计算能力，所以灵长类动物脑容量较大。最近邓巴和舒尔茨对他们的观点稍作修改后认为，一些动物的脑容量大是因为执行其认知能力时，大脑需要处理较多的成对组合，灵长类动物的社会就是以成对结合为基础，而对于其他类群来说，只有拥有成对结合才会拥有认知能力 (Dunbar and Schultz 2007b)。

[108]缓慢生活史的各种测量方式（最长寿命和长时期的少年抚养期）可以被看作文化智力的一个标记或指标变量，容量大的大脑和较长的寿命在特定的灵长类动物谱系中是十分有利的，因为对灵长类动物来说，通过社会学习获得复杂技能（如工具使用）需要较强的计算能力。

[109]Henrich 2004a; Powell et al. 2009.

[110]Striedter 2005.

[111]Ibid.

[112]我认为可疑是因为灵长类动物之间存在多种差异，对于鲸鱼和大象来说，它们生存的环境（例如陆地和水生）等方面就存在一定差异，这就使得这种类似的比较很难解释。由

于这个原因，大多数对大脑进化的比较分析都将重点放在较小的分类群体上，例如哺乳动物的目。

[113] 几位研究人员强调了前额皮层或额叶大小的重要性 (Deaner et al. 2006, Dunbar 2011)。

[114] Byrne 1995, Dunbar 2011, Striedter 2005, MacLean et al. 2014.

[115] Striedter 2005.

[116] Ibid.

[117] Deacon 1990.

[118] Rakic 1986, Purves 1988.

[119] 同理，不成比例的较大型脑区域应该多吸引一些新的投入，而不成比例的小型脑区域应该舍弃一些已有的投入。

[120] Heffner and Masterton 1975, 1983.

[121] Deacon 1990.

[122] Finlay and Darlington 1995, Barton and Venditti 2013.

[123] Fernandes et al. 2014.

[124] Barton 2012.

[125] Navarette et al. 2016.

[126] Barton and Capellini 2011. 哺乳动物的脑容量和寿命之间的关系已经很好地建立起来，但是通常认为包括灵长类动物在内，寿命会限制而不是促进大脑的发展。(Barton and Capellini 2007)。我们正在分析这个问题，但还不完全清楚两者的联系。因此，有种假说认为灵长类动物脑容量和寿命之间的关系意味着发展的限制而不是文化驱动，就目前来看它虽并不是最好的解释，但有一定可能是正确的。

[127] Glickstein and Doron 2008, Wolpert et al. 1998.

[128] 关于黑猩猩弄碎坚果的行为研究，见 Marshall-Pescini和Whiten 2008；关于大猩猩处理荨麻的研究，见Byrne et al. 2011。

[129] Byrne 1997.

[130] Hunt and Gray 2003, Rendell and Whitehead 2001, Emery and Clayton 2004, Bugnyar and Kortschal 2002.

[131] 最近在老鼠和黑猩猩身上发现了类似的记忆 (Corballis 2013, and Clayton and Dickinson 2010)，物种因其社会学习能力而著称，而并非因其食物储备能力，这符合威尔逊的观点。

[132] Emery and Clayton 2004.

[\[133\]](#) Ibid. 需注意：亲缘关系较远的物种之间的这种比较是存疑的（见本章注释第112条）。

[\[134\]](#) Emery and Clayton 2004.

[\[135\]](#) Heyes and Saggerson 2002, Pepperberg 1988, Moore 1996.

[\[136\]](#) Rendell and Whitehead 2001, 2015; Krutzen et al. 2005; Allen et al. 2013.

[\[137\]](#) Wilson 1985.

[\[138\]](#) 恐鸟：恐鸟目。象鸟：隆鸟科。

[\[139\]](#) 我们研究中的一个有趣例子就是夏威夷乌鸦，它使用工具能力很强，却仍然濒于灭绝（Rutz et al. 2016）。夏威夷乌鸦似乎非常擅长使用工具来探测猎物（无脊椎动物）的所在，但是不具有行为灵活性以适应不断变化的环境条件。

[\[140\]](#) Wilson 1985, Boyd and Richerson 1985, Pagel 2012.

第七章 文化中的高保真

学术最使人着迷的原因之一就是对研究主题穷追不舍的探索。对我们当前的研究案例而言亦是如此。如果文化驱动已经对大猩猩和一些猴子起了作用，那么为什么没有大猩猩发明粒子加速器？为什么卷尾猴没有把猴子送上月球，或者设计出一个猿猴版的脸谱网？对于所有深层次的认识，文化驱动并没有解释出为什么人会比其他灵长类动物更成功。那我们成功的秘诀是什么呢？[\[1\]](#)

一种答案把我们这个物种的成功归因于机会。如果是文化驱动或促进智力发展的任何其他机制已经在广泛发挥作用，那我们会发现并不是所有的物种都会受到同样的影响。无论什么原因，也许纯粹是由于运气，一些物种的大脑和智力增长的速度比其他物种更快，只要有自然的自动催化，那么就会与其他物种区别开，拥有自己的特征了。但不可避免的是，最聪明的物种会回头问道：“为什么是我们？”这种答案因此似乎不能令人满意。机会因素很难被排除，但是鉴别出我们祖先所拥有的特质并给予充分阐释才更加迫切。

另一种答案是将我们这个物种的成功归因于人口学统计。一旦人口数量达到了临界值，小群狩猎采集者相互之间就更容易接触，并交换商品和知识，那么文化信息就不太可能丢失，知识和技能就可能开始积累。[\[2\]](#)这样的论据令人信服，因为人口规模和人口之间的联系无疑是故事的重要组成部分。然而，人口统计学不可能是唯一重要的因素，因为世界上以大规模种群状态生存的动物有很多种，它们也没有谁像人类一样发明了疫苗或起草了人权声明。一个动物种群首先要能够产生复杂文化，那么与之相适应的大型社会网络才会支撑这个种群的复杂文化。

有个问题尚无定论，即我们祖先的行为方式、形态和环境有哪些特别之处，从而使得我们的技术和文化有了质的飞跃。在这里，已证明数学建模是非常有见地的，本章将介绍三项理论分析以对这一问题加以阐明。本章最后涉及对儿童、黑猩猩和卷尾猴的实验调查，这些调查进一步加速确立了我们的理论发现。

关于如何理解人类成功故事的早期线索来自斯德哥尔摩大学的马格纳斯·恩奎斯特及其同事进行的数学分析。^[3]马格纳斯是专攻生物学的理论学家，但后来他对文化进化产生了兴趣。他邀请我加入一个使用数学模型的项目，探究需要多少对“文化上的父母”来进行稳定的文化传播（即了解到的信息在人与人之间传递的准确性）。^[4]马格纳斯的许多发现让我感到惊讶和好奇，^[5]但其中一项稍显平淡的发现却产生了最持久的影响。马格纳斯的团队模仿了文化传播的保真度如何影响文化特征在人群中保留的时间。当然，这是一个正相关关系，因为精确模仿的知识比不精确模仿的知识在人群中保留的时间要长。几百年来，正是由于在准确传播信息方面的努力，芭蕾舞和乐谱，连同细致的指导和文稿的起草，得以忠实传承。尽管事实证明这些是非常重要的，但我没有想到的是，特征的保真度与持久度之间的数学函数在形式上增长很快，有的甚至呈指数级增长（见图7）。

曲线的形状之所以重要是因为它对给定的人口规模产生阈值效应，即社会学习保真度有小幅增长，将使保留的文化特征从短暂变为持久。这有助于解释为何与其他动物相比，在人类中观察到的文化量的差异会立即显现。理论研究结果支持了以前由马克斯·普朗克进化人类学研究所的心理学家迈克尔·托马塞洛的口头论证。托马塞洛曾提出，我们这个物种具有语言、教学和高效模仿的独特能力，这会使我们能够以比其他动物观察到的更高的保真度来传递知识，并且忠实的传播解释了累积性文化的存在（他称为“棘轮效应”），这在其他动物身上并不存在。^[6]

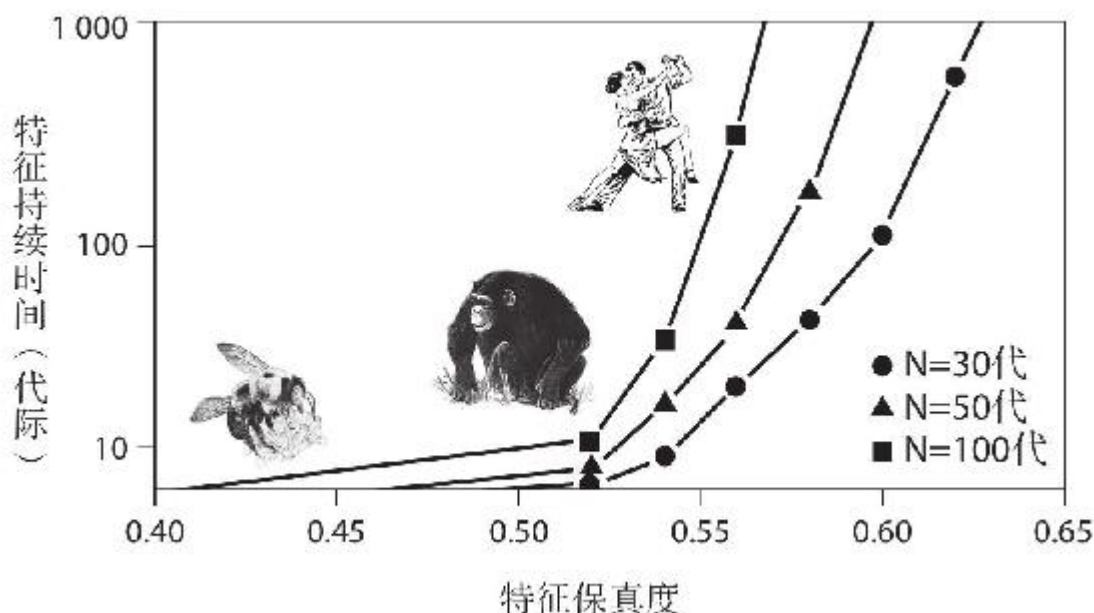


图7 文化特征的持久度 N （在人口中的持续时间）随着特征保真度（个体之间传播知识和行为准确度）的增长呈指数级增长。这意味着保真度的小幅增长有时会促使文化知识数量和持续性大幅增加。这种关系有助于解释为什么通过这种高保真的传播机制，人类会拥有如此可靠的遗传文化知识 [引自马格纳斯等人（2010）论述中的图3c]

我承认，最初我并不认为托马塞洛的观点特别令人信服，因为对我而言，高保真必然产生棘轮效应的原因并不明显。[\[7\]](#) 毕竟，如果每个人总是完美地模仿，那根本就不会有文化的变化。马格纳斯的分析解决了这一点，表明高保真的传播会确保文化特征持续很长时间。在相对垂直的曲线区域，传播的保真性小幅增加，对文化特征在人口中的保持时间发挥很大作用。反过来，文化的长久保持又为技术的改进创造了更多的机会，因为必须先有特征而后才进行改进或提升。文化的长久保持的另一积极结果是更多的文化将会被保留下来。高保真机制可能比低保真机制产生更多的文化知识和行为。

马格纳斯的分析说明了为什么托马塞洛的推理是正确的。特征的保真度与持久度之间的关系在特征上呈指数级变化，这也对理解大量关于动物进行社会学习和传统继承的问题具有重要启示作用。例如，虽然社会学习的行为在包括鸟类、鱼类和昆虫在内的动物中广泛存

在，但多数动物的学习建立在低保真机制上。无数动物通过观察其他物种或者通过与它们所见到的其他动物遭遇的刺激物相互作用而学习，这些简单形式的社会学习被称为“局部增强”或“刺激增强”。^[8]的确，如马格纳斯的理论所言，大多数能够进行社会学习的动物要么没有传统，要么表现为“闪电传统”^[9]——缺乏持久性的行为模式时隐时现、变化无常。

少数动物才具有更准确和高保真的社会学习能力。例如，实验表明，黑猩猩可以通过模仿他人运动的模样或通过模仿其他人带来的物体进行学习，这些被称为“模仿”和“效法”。^[10]黑猩猩的觅食和使用工具的传统已经持续了数十年，这可能不是巧合。^[11]达尔文在《人类的起源》中描述了黑猩猩的习惯，^[12]确定了这种传统至少持续了一个多世纪。此外，除人类之外，黑猩猩的传统比任何动物都要多，其中有39种行为在一些群落存在，而在有些群落中则不存在。^[13]最后，随着我们的教学、语言、写作和模仿的发展，人类具备了保真度最高的社会传播机制，而且的确拥有广泛的持久的文化。马格纳斯的分析表明，与其他物种相比，由于人类特定的传播机制，我们拥有更多的与我们物种相关的文化数量。同时，这种传播机制大大增强了我们进行社会学习的保真度。

我们推测，同样的理论也可以解释人类文化为何具有独特的累积性，这正如托马塞洛所预期的。更多的文化意味着拥有更多的机会借鉴其他领域的想法，并结合它们去创造新技术，从而可能推动进一步的创新和改进，从而促使文化不断累积。我们发现，较为陡峭的曲线出现在人口相对较多的地方，在这样的地方，文化特征的持续时间也长一些。^[14]因此，文化传播保真度的小幅增长对人类文化的性质产生了很大的质的影响，而且随着人口数量的增加，这些影响将会不断增大。

正如我们所看到的那样，对于黑猩猩和新喀鸦等动物的文化积累现象进行了论述，[\[15\]](#)然而，证据是有限的、间接的和有争议的。[\[16\]](#)相比之下，人类无可争辩地拥有别的物种没有的复杂技术，那就是发明技术。这种差异，归结起来真的是传输的保真度问题吗？这并不是新近提出的观点。除了托马塞洛，包括杰夫·杰利夫、塞西莉亚·赫耶斯和安德鲁·怀特在内的心理学家以及进化生物学家理查德·道金斯都提出了相关的论点。[\[17\]](#)然而，虽然人类毫无疑问地拥有进行高保真信息传播和大量复杂的文化积累的认知能力，但是直到最近也没有形成正式的理论研究来证明可能与之相关的方式和原因。这种假设的关系似乎合理，但是这种假设需要被证明。

当然，马格纳斯的理论分析使我们能够提出一个可信的口头论证，即准确传播文化的时间越长，就越可能有更多的机会进行文化修改或组合，从而使得文化变得复杂多样。动物不能获得改善短暂性状的机会，这似乎是合理的。同样，人类展现的长期文化也可以让人加以完善，并且许多文化特征的存在也将为相互对话和组合创造机会，这是讲得通的。然而，推测是一回事，通过数学建模来证明这一严格论断，却是另一回事。

圣安德鲁斯大学博士后研究员汉娜·刘易斯具有数学背景，她接受了这项挑战。[\[18\]](#)汉娜开始在模拟模型中对特征持久度加以控制来探索高保真的文化传播对文化积累的影响。[\[19\]](#)通过系统地改变特征在人群中流失的速度，我们可以评估这一假说的正确性：高保真传播引起认知变化，从而引起一种在人类中发现的累积性文化。[\[20\]](#)

显然，特征产生的过程而非特征流失影响了累积性文化的出现。这些包括从头开发新特征的速度（我们称之为“发明”），[\[21\]](#)将先前存在的特征汇总成复杂的复合物（以下称为“组合”）[\[22\]](#)的速度以及确定特征被改进或提高的速度（以下称为“修改”）。新特征的

发明、组合和修改都可以被认为是不同的创新形式。在探索文化特征数量^[23]或特征复杂性^[24]的模型中，已经分别考虑了这些过程，但是无人考虑过这些过程是如何影响文化积累现象的。此外，这些创新形式如何相互作用，以及证明哪些创新形式是最重要的还没有获得解答。

汉娜的做法很简单。她构建了一个数学模型，在这个模型中，她通过控制新的发明、组合、修改和丧失文化特征的速度来探讨这些过程如何影响累积性文化的形成。^[25]该模型考虑了整个人口的特征是如何获得和丧失的。^[26]作为起点，我们假设通过新的发明可以出现固定数量的特征，并且独立于文化中的任何其他特征。我们称这些新发明为“文化种子特征”。^[27]然后，4种事件中有一种可能发生。新的种子特征可以通过新发明（设为概率 ρ_1 ）获得。或者，组合中存在的两个文化特征可以结合起来产生新的文化特征（设为概率 ρ_2 ）。第三种可能性是，可以某种方式修改或改进组合中存在的一个特征，以产生性状的新变体（设为概率 ρ_3 ）。最后，组合中存在的一个特征可能会丢失（设为概率 ρ_4 ）。一旦发生了一个事件，组织的文化被更新（增加了一个新的特征，或删除已丢失的特征），并且发生下一个事件，重复该过程，通常有5000个这样的事件。^[28]因此，人口特征的搜集可能随着时间的推移而变化，无论是通过逐步修改或丧失现有特征，还是通过特征分化的方式，其中的单一特征可能产生一个以上的新因素。在多个模拟中，汉娜系统地改变了4个速度参数（ ρ_1 、 ρ_2 、 ρ_3 和 ρ_4 ），以探讨每个过程如何影响累积性文化的形成。^[29]

汉娜的成果在累积性文化发展过程中的社会传播保真度上起了全面且重要的作用。特征损失率 ρ_4 （保真度的相反数）是影响累积性文化积累的最重要因素。汉娜的模型有力地暗示传播保真度是影响棘轮效应出现的关键因素。如果传输的保真度太低（即 ρ_4 很大，这意味着损失率很高），那么它对发明、组合或修改这些量就无关紧要——累

积的文化就根本无从谈起。只有当特征损失率处于或小于传输的阈值水平时，累积知识才能开始累积。[\[30\]](#)损失率的进一步小幅减小，传播忠诚性就相应增加，这会导致文化的累积性质（由效用、复杂性，以及性状和谱系数量所表示）的大跳跃。[\[31\]](#)损失率如果进一步下降超过一个阈值，累积的文化似乎就不能得到发展，除非适度的组合或修改水平有所改变，才能使累积的文化得到发展。在具有不同参数值的数千个模拟中，特征保真度解释了更多的累积性文化积累的方差，而发明、组合和修改等数据却不能解释这些。[\[32\]](#)

汉娜的发现有力地支持了托马塞洛的观点，即在其他物种中明显缺乏文化积淀的原因是它们依赖于低保真的模仿机制，如局部增强，而不是在人类中发现的高保真的过程。[\[33\]](#)例如，教学在其他动物中是罕见的[\[34\]](#)，提高传输保真度的通信实例（例如参考通信）同样少见。[\[35\]](#)在黑猩猩和一些鸟中存在模仿这一现象，[\[36\]](#)但比较研究发现，与其他动物相比，人类的模仿更快、更准确、更完整。[\[37\]](#)如果大多数其他动物确实依赖于低保真的模仿，那么汉娜的工作就是确定这些学习机制是不会支持文化积淀现象的。

假设传播是高保真的，文化的本质取决于新的发明、组合和修改的不同混合，从而在结构的一端形成一种极其稳定、缓慢变化的文化，在另一端形成一种丰富多样、快速增长的文化。就创新过程而言，特征组合的速度对累积性文化影响最大，对新发明的速度影响最小。因此，我们的研究结果支持了“特征组合是人类创新和文化进步的主要来源”这一观点。[\[38\]](#)发明实际上并不重要，这一点令许多人感到惊讶。然而，最近对人类创新的研究报告指出，创新或发现通常是机会、特征结合和渐进式改进的结果，而不是“天才”的功劳。[\[39\]](#)几乎所有的人类发明都是对现有技术的重新制定或开发。[\[40\]](#)事

实上，技术史学者批评“英雄发明家的神话”，[\[41\]](#)批评那些把累积性文化的进步归结为新发明的说法。[\[42\]](#)

以前，社会学习策略比赛告诉我们，对社会学习的高度依赖通常会给人们带来极其长久的文化知识。现在，马格纳斯和汉娜的分析告诉我们，高保真机制自动产生了大量的长期和累积的文化。总而言之，这些理论结果表明，一旦我们的祖先一成不变地延续那些文化，他们几乎不可避免地会形成一种非常类似于我们自己的文化。我们开始思考人类极其复杂的文化是怎样开始的。

然而，仍然存在一个问题，即我们的祖先已经通过哪些机制实现了高保真的信息传播。答案显然是语言，在下一章中我们将努力揭开语言发展的谜团。然而，促成人类运用高保真传播机制的第二个最佳候选项是教学。事实上，教学可以被定义为有助于提高教师和学生之间信息传递的保真度的行为。[\[43\]](#)我使用这个术语不仅指教学技能，还指知识的传递：既向学生展示了如何运用食品加工技术，又向学生介绍了必要的成分以及在哪里可以找到它们。那么毫不奇怪的是，根据马格纳斯和汉娜的调查结果，我的研究小组把注意力转向了探索动物界教学方式演变的条件。

教学的演变本身就是一个具有挑战性、令人困惑却又诱人的话题。在进行模仿的同时，除了语言，教学被认为是一代代人传递知识、技能和技術的主要机制。教学广泛存在于人类社会，很可能是一种重要的人类心理性适应。[\[44\]](#)正如我们将在后面的章节中看到的那样，教学是个人了解社会规范、法律和规章制度的主要手段，对许多形式的人类合作至关重要。[\[45\]](#)然而，为什么教学在几乎所有的其他物种中要么缺乏，要么少见，对人类自身而言却异常重要？这还是个谜。

正如我们从第二章中了解到的，无数动物确实从其他动物那里获得技能和知识，但是“传播”信息的经验丰富的个人往往不会积极地促进其他人学习。[\[46\]](#)通常，动物只是完成自己的事，至于它们是否可能被其他动物仿效并不关心，也很少费心去帮助其他动物学习。事实上，常用术语“示范者”在应用于动物社会学习时存在一些误导，因为它可能错误地暗示传播者是主动的。[\[47\]](#)

多年来，人们认为只有人类积极从事教学，动物教学的早期研究受到人类中心观点的阻碍。教师的形象刻板不变，教学的定义强调了教师的教育意图。[\[48\]](#)这种立场成功地把教学限制于人类自身，因为这样的意图在人类以外的动物身上难以推断。由于两名动物行为研究员蒂姆·卡罗和马克·豪泽采取了功能视角，1992年取得了一些进步。[\[49\]](#)也就是说，他们将教学视为具有教学功能的行为，并明确按照这个目标演变发展。这种方法的主要优点是使用了可以用于动物的可观察的标准：

如果演员A（教师）只是在天真的观察者B（学生）的面前修正自己的行为，付出一些代价或至少自己没有立刻获益，那么他的行为就可以看作教学。A的行为鼓励或惩罚B的行为，或为B提供经验，或为B做了例子。因此，B获得知识，或者在早期生命中掌握了一种技能，或者与其他方式、与根本不学习相比更快地或更有效地学习到技能。[\[50\]](#)

在20世纪90年代初，卡罗和豪泽已经提出两个被普遍接受的[\[51\]](#)关于猎豹和家猫[\[52\]](#)的动物教学例子，尽管单独来看，无一达到他们的标准。带着幼崽的母猫和母猎豹不会像其他猫科动物一样杀死并吃掉猎物。母亲会根据幼崽的年龄，选择带回死掉的、致残的或者完整的猎物，显然这种方式可以锻炼幼崽的捕猎能力。在早期研究中，卡罗和豪泽结论的精进之处是附加了一些标准，例如学生向教师的反

馈，或者是仅限于传递技能、概念和规则之类的教学。[\[53\]](#)借助这个定义，研究人员报告了一些少量的并且令人信服的动物教学案例，但显然都不在我们期望研究的物种之列。

最终我们找到了一个有趣的例子，来自必须通过协调和团队合作才得以在艰苦的非洲沙漠中生存的小型肉食动物——狐獴[\[54\]](#)。狐獴幼崽几乎完全依赖于年长群体所提供的食物生存，这一群体被称为“帮手”，包括父母和其他群体成员。[\[55\]](#)三个月大的时候，这些仍然年轻的个体已经完全可以自给自足，并且可以捕获各种不易捕获和危险的猎物，包括蜥蜴、蜘蛛，甚至带有致命毒刺的蝎子。最近的工作表明，“帮手”是通过逐渐将活猎物带给幼崽来促进幼崽的自力更生的。[\[56\]](#)剑桥大学研究人员亚历克斯·桑顿和凯瑟琳·麦考利夫开始分析确定这一过程是否符合卡罗和豪泽对教学的定义的标准。[\[57\]](#)这要求他们确定是否仅仅是在幼崽在场的情况下，“帮手”才不在捕捉时就杀死猎物。成年群体辛苦一些，可以让年轻群体学会如何获得食物。

成年狐獴通常会立即吃掉猎物，但是当幼崽也在时，通常会把猎物带到嗷嗷待哺的幼崽之前杀死或使这些猎物失去移动能力。蝎子经常被除去刺，以确保幼崽安全吃下猎物。随着幼崽长大，它们的食物越来越完整，包括毒刺和别的东西。桑顿和麦考利夫确定，“帮手”是否对猎物进行处理是根据幼崽乞讨的声音决定的，而声音会随着幼崽年龄的变化而变化。这些研究人员对带有小幼崽的群体播放年长幼崽的求食声音，成年狐獴会带回活猎物；同时向带有年长幼崽的群体播放小幼崽的求食声音，成年狐獴会带回更多的死猎物。尽管成年狐獴被愚弄，但实验操作表明，“帮手”通常会根据幼崽的年龄做出调整，从而加强幼崽的能力。的确，成年狐獴对幼崽的表现相当敏感，如果幼崽没注意到猎物，成年狐獴就把猎物轻推过去，或者追回逃脱的猎物；如果幼崽吃起来费劲，成年狐獴会对猎物进行进一步处理

（如进一步致残）。这种供应策略会增添额外麻烦，因为成年狐獴花费了大量的时间来监督幼崽对付活猎物，而且冒着幼崽失去猎物的非常大的风险。然而，该策略会增强幼崽狩猎技能。

桑顿和麦考利夫也能够提供实验证据，“帮手”的行为会促进幼崽获取技能。幼崽有额外机会来处理活的或是无刺的蝎子，经过训练的幼崽后来的表现胜过那些用死掉的蝎子训练的兄弟姐妹，这证明了用残疾但活着的蝎子更能促进幼崽获取技能。^[58]桑顿和麦考利夫已经证明，狐獴“帮手”的行为符合卡罗和豪泽的所有标准，并且是一个真正的动物教学的例子。有关为什么“帮手”可以发挥教学的作用的线索已经找到，通过观察发现，幼崽很少能自己发现活动的猎物。因此，“帮手”可以通过给予幼崽难得的处理猎物的机会来积极辅助幼崽获得生存技能。从长远来看，成年狐獴通过缩短幼崽不独立的时间和提高幼崽的生存率，降低了配置成本从而获益。^[59]成年狐獴教导幼崽养活自己对成年狐獴而言是有利的，因为从长远来看，这可以节省“帮手”的时间和精力。

另一个令人信服的动物教学实例是在那些进行“前后跑”的蚂蚁中发现的，^[60]这是一种仔细指导同窝蚂蚁到新的食物来源或巢点的行为。^[61]在大多数蚂蚁物种中，个体沿着信息素的踪迹找到食物来源，但是蚂蚁的前后跑具有教导同窝蚂蚁找到食物位置的功能。^[62]在蚂蚁的前后跑中，善于寻找食物的蚂蚁会调整步调，以确保跟随的蚂蚁找准路线。布里斯托大学的生物学家奈杰尔·弗兰克斯和汤姆·理查森表示，在前后跑中，领头的蚂蚁只有在碰到跟随者的触角之后才向食物前进几步，就会使得整个蚂蚁团队能够保持紧密的联系。^[63]领头者捕食的速度变慢，导致领头者获得食物的时间也增加了4倍。然而，跟随者通过前后跑要比它们单独行动更快地找到食物，更重要的是在这个过程中它们学习到了如何找到食物的位置。强有力的证据表明，前后跑是为了方便教学而进行的。首先，如果“觅食能

手”只需要帮手将食物带回巢穴，那么将茫然的蚂蚁直接带到食物面前则会更加有效，正如它们有时就是这样做的。然而，一个严重的问题是，在这种情况下，往往没有路线学习，这主要是因为蚂蚁通常被带得上下颠倒，甚至转向后方！[\[64\]](#)前后跑可能比个体蚂蚁运食的速度慢，但是它的优点是使跟随者知道去哪里会找到食物。[\[65\]](#)

使用卡罗和豪泽的功能标准及其衍生物，动物行为主义者现在已经编写了一些有关小型且令人好奇的物种分类的教学证据，包括麝香、蚂蚁、蜜蜂和两种鸟——斑点鹃和细尾鹩莺，但关于猫、猎豹和猴则还没有确凿的证据。[\[66\]](#)蚂蚁和人类相比，功能虽有相似之处，但这不能掩盖其他动物教学与人类教学完全不同的机制，而且动物教学与人类教学依赖于完全独立的心理和神经过程。[\[67\]](#)人们目前的看法是，通过对已经存在于动物中的社会学习形式进行适应性改进，这些具有教学功能的案例确实可以提高信息传递的保真度。[\[68\]](#)这种思维使我们推测，在不同物种中的教学机制是截然不同的。同样重要的是认识到动物教学并没有受到大量的科学关注，所以这种特征无法按分类学分类。动物教学的案例仍然存在争议，一些研究人员希望在界定何种行为为教学行为之前制定更严格的标准。[\[69\]](#)然而，作为动物教学的例子，我们感到震惊的是，在非人类猿、海豚、大象或其他脑子较大、被认为是高智商的哺乳动物中，并没有发现令人信服的教学行为的证据。这也是为什么我对此感兴趣。

动物教学研究让我们思考一系列具有挑战性的问题。第一，我们想了解为什么教学看起来有许多益处但在动物中没有得到更广泛的传播。第二，我们需要了解与教学相关的奇怪的分类学分布。如果蚂蚁和蜜蜂能够进行教学，为什么像黑猩猩如此聪慧的动物不教呢？第三，与人类相反，其他动物的教学仅限于孤立的特征，这使得我们想知道如何以及为什么一个非常普遍的教学能力会在我们的祖先身上演变。人们可能会想到这些问题在多个学科，包括进化和行为生物学、

心理学和人类学等方面都会受到广泛关注。然而，尽管社会学习[70]的演变、习得性交流[71]和习得性合作[72]等相关课题一直是广泛研究的重点，但直到最近也没有形成正式的教学演变理论。

进化生物学中最热门的研究课题之一是合作的演变。对另一个人（“接受者”）提供利益的任何行为，产生了积极的影响，这种被选定的行为被定义为合作。[73]许多合作案例涉及捐助人将物质资源（例如食物或帮助）传递给接受者，但如果捐助者提供有用的信息，也将被定义为合作。因此，大多数人类的教学实践以及所有其他动物的教学情况都符合合作的定义，这就是为什么人们尊敬教师，因为教师的行为促使学生获得增强适应度的信息。原则上，学生被教授技能或知识，会损害教学者的生存机会（例如，使用A类药物），但这种情况是罕见的例外。教学一般是一种合作的形式。然而，合作进化的理论目前尚未将自然界中的教学模式解释得很清楚。[74]相反，特定于教学的某些独特特征意味着我们需要对合作进化加以专门理解。这些包括教学信息可以通过除教学之外的手段（例如试错法或社会学习）获得的事实，信息传递的动态与物理资源的传播和积累的动态有很大的不同。这意味着如果我们想了解教学的演变，就需要发展我们自己的理论。

我们再次寻求数学建模的帮助。我的研究小组里有两位具有数学天赋的成员——博士生劳雷尔·福格蒂、博士后研究员蓬特斯·斯蒂姆，他们一起密切合作，设计出一个教学模型，用以探索教学在何种情况下发展。[75]我发现他们的分析非常有见地，有助于解释自然界中教学行为的奇怪分布：许多大型哺乳动物之中为什么没有教学，以及人类为何广泛使用教学。劳雷尔和蓬特斯提出了一个模式，其中个体的进化适应性依赖于它们是否拥有有价值的知识或技能，如狐獴知道如何安全地处理蝎子，或我们的祖先知道如何制造挖掘工具。在劳雷尔和蓬特斯建构的假设数学世界中，拥有这种知识的个人比没有这

种技能的个人更有机会生存和繁殖。我们假设年轻人（以下称为“学生”）可以通过三种可能的方式获取这些信息：（1）以概率A的试错法（即社会学习）来学习该技能；（2）以概率S模仿另一个个体（社会学习）；（3）由一个具有亲缘关系的人（以下称为“教师”）来传导，教师将付出某种代价，以概率T来表示。只有具备了教学能力的人才能够成为教师。劳雷尔和蓬特斯接着探讨了在什么情况下，最初携带了一种罕见的、可以赋予教学能力的基因突变的人，与非教师相比更有优势，例如，教师通常会留下更多的后代。这样一来，突变的频率增加，直到人口由能够有教导能力的个人为主。这种方法使我们能够探索到在什么样的条件下，教学能力可以从自然选择中得到发展。

劳雷尔和蓬特斯的一些发现非常直观。正如人们所期待的那样，教师和学生之间的关系越密切，教学越有可能受到青睐。这个被称为“亲属选择”的推理是，行为可以传播，即使这些行为会减少教师自身的生存和繁殖机会，但只要这些行为可为其近亲的生存和繁殖（总适应度）提供利益。[\[76\]](#)劳雷尔和蓬特斯发现，由于教师的亲属比其他人更有可能获得有价值的信息，总适应度收益超过成本，教学将会发展。显然，这意味着随着教学成本上升，教学就会随之减少。

然而其他结论并不确凿。教师和非教师的适应差异之间的关系以及个人通过教学以外的手段（即通过学习或无意的社会学习）获得技能的可能性尤其明显。在后一种情况下，自我学习及无意的社会学习的高值可以被认为是对应易于学习的技能（即可以通过试错法或通过模仿容易获取的行为），而低值代表难以学会的技能，当这些变量绘制成图时，得到的函数产生了特征性的n形曲线。动物教学更容易演变为中等难度的任务，而不是简单的或困难的技能。

首先考虑一下容易学习的技能的情况。这方面的教学不受自然选择的青睐，因为投资大量的成本对于成年者来讲没有好处，不能确保它们的亲戚（例如它们的直系后代）掌握其实无论如何都很有可能学

到的技能。这个发现清楚地解释了为什么教学在有智慧的动物之间并不常见。例如，至少与其他动物相比，黑猩猩非常擅长不断摸索学习，特别擅长社会学习。黑猩猩的后代通过不断摸索与模仿相结合的手段学会觅食技能可能性很大，比如剥开坚果或捕捞蚂蚁，大大降低了成年猩猩投入成本的可能性，成年猩猩只需教会它们如何做就可以。费尽力气教授后代那些不需要帮助就能学会的技能是不划算的。因此，善于学习的后代实际上提高了门槛，使得在这个物种进化过程中教学变得更加困难。这就是为什么动物的智力能力与教学之间不是简单的关系。

现在考虑比较难以学习的技能的情况。这方面的教学同样不被自然选择青睐，但原因有所不同。种群中几乎没有个体能够获得这些技能，正是因为这些技能很难学习，这意味着大多数教师不具备必要的知识来指导学生。对于其他动物，如果它们没有用来传承的有用技能或知识，那么花费大力气进行教学也不会有任何好处。因此，在非人类动物中，中等难度的任务最有可能被教授。如果想使教学受到青睐，那么所教授的技能不应该那么简单，不应是不通过教学就能学会的技能，但同时也不应过于困难以致几乎没有谁能够拥有这项技能并传递下去。与不会大幅提升种群适应度的技能相比，对生存产生重大影响、价值很高的技能更有可能被纳入教学内容。然而，劳雷尔和蓬特斯发现，如果教学需要支付成本，通常就需要大大增强与技能相关联的种群适应度，也就是说，所教授的技能必须真的对学生的生存和繁衍的机会产生影响。由于满足这些限制条件的技能其实并不多见，因此教学行为在自然界就颇为罕见。

有了这些发现，我们就明白了为什么以前非要错误地在这样的动物种群中寻找教学行为。我们的错误直觉使针对动物教学的研究迷惑重重。我们期望教学将由善于社会学习的聪明动物展示出来。事实上，聪明的动物很少需要教，因为它们的大部分技能都可以通过模仿或者不断摸索来获得。动物教学的共同之处在于教师与学生之间的高

度亲缘性、教学成本不高以及有大量合适水平的难以自我学习的技能。如果看起来动物很少进行教学，那是因为这些标准很难达到。

然而，人类如何做到广泛教学仍是个难题。人类不仅仅把奇怪的、孤立的、有着高适应度的技能教给他们的亲属，有时也传授给毫不相干的人——而且传授给他们的内容各式各样，包括探戈和微积分等——这其中的大部分内容似乎对学生的生存没有一点影响。劳雷尔和蓬特斯确定了教学发展的条件，但人类这个物种似乎违反了这些规则。

我们重新开始，进一步发现动物与人类教学的差异。令人印象深刻的是，与其他动物教学相比，人类显然能够传授高度复杂的知识，无论是在汽车技术、计算机使用还是高等数学方面。我们知道这是因为人类经历了文化的累积演化，实质上就是通过反复不断地减少对凭一己之力获取信息的依赖，通过不断摸索，允许通过社会指导和直接教导进行知识和技能的积累。例如工业实践或技术制造等有价值的信息，已经使得个人可以通过总结过去许多人的努力成果来进行教学。我们开始怀疑文化积累是不是产生影响的关键因素。对于其他动物而言，难以学会的任务也难以教授，因为很少动物拥有相关的知识，但是人类能够教授非常复杂的技能。我们可以这样做，是因为这些知识在人类中广泛传播，随着时间的推移会逐渐累积下来。这使得我们提出一个假说：人类的普遍教学能力，在文化不断积累的前提下，与认知特征同步进化。

劳雷尔和蓬特斯通过扩展他们的模型来获取累积的知识。这是通过允许获得第一条信息的个体搜集改进的进一步知识来实现的。这种更深入的知识同时使我们获得的技能更加有益，但这种更深入的知识也更难以习得。[\[77\]](#)这些发现令人瞩目。累积的知识收益确实使教学变得更有利可图，因此也更有可能是得以发展。[\[78\]](#)与非累积性环境相比，累积环境中的教师相对适应度几乎总是比非教师更高一些。[\[79\]](#)

更重要的是，累积性文化更青睐我们预期的教学：通过先前的积累，难以获得的信息在人类中可以频繁获得，然后再通过教师传授给学生。[\[80\]](#)

教学难题已经得到解决。由于教师的亲属们更有可能获得有价值的信息，总适应度收益超出成本，这样教学就得以发展。当学生可以轻松获取信息或通过模仿他人来获取信息时，教学就不会开展。当传授的特征难以学习时，教学也不会开展，因为教师往往也不具备可以传递给亲戚的信息。这些限制通常使得有效教学非常罕见。然而，允许人类获得累积性文化知识的模型显示，教学在人类中演变不是因为我们有强大的模仿能力，而主要是因为累积的文化使得我们获得有价值的信息可供教学。分析表明，通过人类教学和累积性文化之间相互增强，人类教学和累积性文化得到了共同发展。

非人类动物中的一小部分动物似乎确实满足了教学演变的严格条件，我们的研究结果有助于解释这些奇特物种的共同之处。群居昆虫中雌性工作者的高度关联性可能有助于解释为什么在一些前后跑的蚂蚁和一些群居蜜蜂中能够观察到教学现象，[\[81\]](#)而在脊椎动物中教学现象相对较少被观察到。[\[82\]](#)然而，还有许多进行教学的物种有共同之处：合作养育，即帮助者帮助产仔的其他群体成员照顾后代的社会制度。[\[83\]](#)引人注目的是，动物教学中最有说服力的案例发生在合作养育的动物种类里，如蚂蚁、蜜蜂、麝猫和狒狒。人类也被称为合作育人者，因为儿童经常从远亲或非亲属处获得照顾和资源。[\[84\]](#)这里的合作养育的意义在于，帮助者给需要抚养的年青一代提供昂贵的[\[85\]](#)、长期的[\[86\]](#)物质支持。可能的情况是，合作养育减轻了大量供应成本；不同教师间分担教学成本，也显著降低了个体教师的人均成本。这些都使教学更经济划算。[\[87\]](#)只有当教师的成本异常低下时，[\[88\]](#)教学才可能受到青睐，因为教学成本可能与供应成本相抵消，[\[89\]](#)因此才可能更加频繁地进行合作养育。这一发现也有助于理解人

类教学。人类的特点是青少年长期依赖于成年人，这相当于在一个相当长的时间内，成年人必须为他们的后代提供经济上的帮助。这种青少年期间的长期依赖性可能导致了在我们人类中广泛存在的教学行为：这种教学行为给我们带来经济学上的驱动力，以便教育孩子如何照管自己。

到目前为止，动物教学的程度可能被低估了，未来可能会发现新的例子。^[90]然而，人类教学的通用性和普遍性与其他动物的教学形成了鲜明对比。^[91]在一定程度上，这取决于我们的文化积累能力。但还有第二个因素，这个因素是我们这个物种独有的，同时也是重要的因素：与其他动物的教学相比，人类教学的保真度可能会非常高。其中最主要的原因之一就是我们拥有语言能力。其他原因包括模仿教学、教师亲自示范以及巧妙的暗示。后者被称为教学线索，其中诸如教师和学生的眼睛接触、互鉴和教师对学生的口头提示（即“看这里”）等因素有助于培养学生的注意力。此外，人类具有相当大的精神状态归因能力，使教师可调整教学以适应学生的知识状态。^[92]所有这些关于认知特征能力的例子似乎都从威尔逊的文化驱动机制演变而来，它们联合起来就可以提高人类在信息传播中的保真度。

并不是所有关于教学的问题都得到了澄清。在人类社会中，教学是一种职业，从教人员因为给非亲属人员提供指导和教导而获得酬金，而劳雷尔和蓬特斯的模型并没有解释这种制度化教学是如何产生的。我们还没有讨论语言的起源，但我认为语言与教学的演变密切相关。这些是我们稍后要在本书谈到的主题。另一个使情况变得复杂的问题是，有些报告指出教学在某些狩猎采集社会中是不常见的。^[93]但是，这种说法指的是直接教学形式并不常见，却忽视了更微妙的教学形式的存在，例如用言语提示来增强学生的注意力，或者教师指导学生将目光集中在目标上。^[94]人类学中最近支持这样一种说法，即教学在人类中普遍存在，^[95]尽管早先有相反的说法，但是人类教学

包含从直接口头指导到更微妙的支架式教学和提示指导等各种各样的形式。事实上，我们每个人都在童年时期被教授了宝贵的知识、技能和教训，而且教学几乎是所有行业的知识转移和个人发展的核心，从培训会计师到辅导IT（信息技术）技能都有。所有人都生活在一个以法律、法规和复杂机构为依托的世界，绝大多数人不会在没有教学的情况下理解这个世界。

用一项研究来结束本章：我为高保真传播机制与累积性文化之间的联系提供了明确的实验支持。该实验由圣安德鲁斯大学研究生刘易斯·迪恩完成。[\[96\]](#)发表在《科学》杂志上的这项研究[\[97\]](#)调查了累积性文化学习所必需的认知过程，以及教学、语言和累积性文化之间的联系。

如前所述，其他动物展示的累积性文化的证据是间接的和有争议的。[\[98\]](#)随之而来的是一场科学辩论，研究人员已经讨论过为什么是人类的文化伴随着复杂和多样性的不断提高而发展，而不是其他动物的社会学习。这场辩论有助于理解累积性文化产生所必需的认知过程及教学、语言和文化累积之间的联系。

这些解释认定累积性文化对社会认知因素有很大的依赖性，因此注定为人类所专有或在人类中得到大力加强，包含教学、语言、模仿和社会性（即帮助他人）等。[\[99\]](#)然而，其他解释则强调社会结构的特征减缓了非人类动物的优化解决方案的传播。[\[100\]](#)这些特征包括骗取财物，它会阻碍社会学习并减少资源的生产；[\[101\]](#)占主导地位的个体有垄断资源的倾向，从而防止下属从中学习；[\[102\]](#)对地位低的发明者缺少关注。[\[103\]](#)另一种假设认为正是这种满足感或保守行为阻碍了非人类动物进化过程中的棘轮效应。[\[104\]](#)

由于此前没有对累积性文化学习能力进行广泛而严格的实验调查，[\[105\]](#)我们决定进行这样的调查。[\[106\]](#)我们特别设计了一个难题箱，以测试个体从事累积性文化学习的能力。难题箱里有一个模拟觅食任务，需要依序解决三个阶段的难题。第二阶段是否成功取决于第一阶段是否成功，第三阶段是否成功取决于第二阶段是否成功。每个阶段的进展都会获得更加令人满意的回报。要解决第一个难题，个体只需将一扇门滑到一边，使滑槽露出，实验者就可以通过这个滑道传送低等级的奖励（给非灵长类动物的是胡萝卜，给小孩的是贴纸）。第二阶段需要按下按钮，允许门进一步滑动，以便露出第二个滑槽，实验者就可以通过这个滑道传送较高质量的奖励（苹果或中等大小的贴纸）。第三阶段需要转动表盘，这样就可以让门进一步滑动，以便露出可以传送高品质奖励（葡萄或大贴纸）的第三个滑槽。所有阶段都可以通过两个并行方案来完成，使我们能够在任务中锻炼合作、忍耐以及社会学习的能力，而在社会团体中做这个实验，允许每个阶段的解决方案在个体之间进行传播。

然后，我们在不同条件下向儿童、黑猩猩和卷尾猴提供版本适当缩放的难题箱。[\[107\]](#)更具体地说，参与者包括8组来自苏格兰三所托儿所的3—4岁的小孩，8组来自得克萨斯州一家研究机构的年龄不等的黑猩猩，[\[108\]](#)以及来自法国斯特拉斯堡的一个研究机构的2组卷尾猴。[\[109\]](#)我们的研究有两个目标。第一，我们想确定儿童、黑猩猩和卷尾猴是否有能力进行文化累积学习（即是否会产生更高层次的解决方案，并且方案能通过群体传播）。[\[110\]](#)第二，如果没有产生更好的解决方案，我们想了解为什么参与者不这样做。也就是说，我们想对替代假设进行排序，探究为什么看起来只有人类拥有文化累积的能力。

刘易斯实验的结果非常清楚。在4个黑猩猩组中，任务开始30个小时后，33只黑猩猩中只有1只达到了第三阶段。[\[111\]](#)通过进一步的实

验表明，黑猩猩示范员的引导并没有大大提升它们的表现，这些黑猩猩示范员已经预先接受了足以让它们高水平完成任务的训练。受过训练的黑猩猩以高度精通的方式反复展示了解决方案，但这种解决方案并没有传播给它们的团队中的其他猩猩。在卷尾猴中也以同样的模式开展，在53个小时后，没有1只卷尾猴达到第三阶段，只有2只卷尾猴达到了第二阶段。这些发现与我们在人类的儿童中的发现形成了鲜明的对比。尽管儿童接触仪器的时间要短得多（只有2.5个小时），8组中有5组分别至少有2名儿童达到第三阶段。除这两组外，多名儿童完成了第二阶段或第三阶段的任务。儿童，而非黑猩猩或者卷尾猴，为我们提供了累积性文化学习的确切证据。

儿童和其他两类动物有什么不同呢？他们互相教导如何解决这个任务。我们观察到儿童直接指导（即引用难题箱的一部分）的明确的教学实例有23个；所有这些都是与任务相关的通信（例如，“按那边的按钮”），大约1/3涉及手势（即指向难题箱的相关部分）。当然，我们知道教学在动物中很少见，所以也许这些发现并不令人惊讶。因此，我们继续考虑教学的先行者，或考虑类似于教学的微妙过程，例如支架式教学，[\[112\]](#)这可能不符合教学的定义，但可能无意中帮助其他灵长类动物进行学习。一种可能是，黑猩猩或者卷尾猴通过允许幼崽偷食成年黑猩猩或卷尾猴所取得的食物促进他人学习。第二种可能是，它们通过进食召唤来引起后代对这项任务的兴趣。然而，当我们检查供食频次时，在卷尾猴中，我们没有看到母猴容忍幼崽盗窃的行为；而在黑猩猩中，实际上是黑猩猩母亲偷食后代所获取的食物！此外，我们对进食召唤的考察证实，在这两种非人类物种中，在进食召唤前将其他同类引到难题箱与进食召唤后将其他同类引到难题箱之间的比例并不存在差异。事实上，我们也观察到了食物对动物的召唤率很低。形成鲜明对比的是，那些接受口头指导的孩子的表现优于那些没有接受口头指导的孩子。

我们还比较了每个物种的个体与前一个准备离开箱子的个体的行为之间的匹配度。例如，如果前一个个体的最后一次动作是按住左侧的按钮，我们检查后一个个体是否也按下了该按钮。与之相配的可能是观察者模仿他人的行为（即模仿），或者以同样的方式进行相同的操作（即仿真）。我们发现，只有儿童表现出比非匹配操作更匹配的操作，并且他们做出了比黑猩猩和卷尾猴更多的匹配动作。其他分析显示，黑猩猩的社会学习处于第一阶段，而不是更高阶段。

此外，我们看到了令人震惊的证据，即孩子们正在相互帮助解决任务中的问题。至少有215个利他主义的事例显示，一个孩子自发地帮另一个孩子（一半的孩子表现出这样的利他主义），但在黑猩猩或者卷尾猴中没有出现一次自愿捐赠食物的事情。这种利他主义可能说明孩子们明白分享是他们的动机和目标，但黑猩猩或卷尾猴不明白它们的动机和目标是分享。还有其他迹象表明，孩子们合作完成了这个任务。两个孩子合作完成任务的比例远远高于黑猩猩或卷尾猴的合作，这表明儿童对他人的包容与合作比黑猩猩或卷尾猴要强。

相比之下，几乎没有证据表明累积性文化能力受到物种社会结构或非社会认知因素的影响。[\[113\]](#)我们发现没有证据对黑猩猩或卷尾猴缺失文化积累的5个假设进行支持，因为在这些动物中：（1）在社会中，优势解决方案的传播因为需要搜寻而受到了阻碍；（2）占主导地位的个体垄断了关键资源；（3）对地位低的创新者缺乏关注；（4）这些动物很满意；（5）不具备区分高质量和低质量的奖励的能力。由于对野生黑猩猩和卷尾猴已经进行了长期研究，但没有显示黑猩猩和卷尾猴可以进行文化累积的明确证据，然而这些结果也不能被视为人工囚禁试验而不予以考虑。[\[114\]](#)同样，我们的动物也可以被描述为“功能失调”，因为它们以前的研究中表现出了社会学习和非累积性任务的传统，并有效地进行了演示。[\[115\]](#)而儿童使用教学、模仿和语言的行为解释了物种之间存在差异表现的原因。

我们发现孩子在难题箱的表现与他们接受多少教学和言语指导、与他们进行多少模仿以及他们在亲社会性中得到多少益处有着重要的、积极的联系。这些发现巩固了高保真传播机制与累积性文化学习之间的联系。所有成功解决第三阶段难题的孩子至少得到了一种社会支持，其中有86%的受访者至少接受了两次社会支持。相反，没有受益于社会支持的儿童则表现不佳。

这些数据不仅为儿童具有文化累积能力提供了明确而强有力的证据，而且还将他们的高水平表现与社会认知紧密联系在一起。包含教学的一系列社会认知能力，主要通过口头指导以及模仿和亲社会来进行，对于提升表现至关重要。这项研究意味着这整套过程对于文化传播达到棘轮效应有重要作用。孩子们把这次试验看作一次社会锻炼，他们一起操纵盒子，配合别人的行动，通过口头指导和手势促进他人学习，并反复进行了配有自发礼物作为奖励的亲社会行为，其中，礼物需要他们自己获取。相比之下，黑猩猩和卷尾猴似乎只是与这种设备相互作用，将它作为一种获取资源的手段，以完全自我服务的方式运用它，黑猩猩和卷尾猴的表现在很大程度上独立于他人，主要表现出了以缺乏社交性为特征的有限学习。我们的研究有力支持了一种观点，即文化的累积需要心理过程，在人类中存在这种心理进程，但在黑猩猩和卷尾猴中则不存在或很贫乏。[\[116\]](#)

人类文化传统随着时间的推移不断积累，从而产生了技术和其他文化成就，这些惊人的复杂性和多样性在自然界前所未有。关于这种现象，人们虽然已经提出许多假设，但多年来对这种现象的解释仍然让人捉摸不透。刘易斯的实验为这个难题提供了一个明确的答案，再次有力支持了迈克尔·托马塞洛的立场，[\[117\]](#)并在此重申：人类文化的灵活复杂性严重依赖于我们的教学、语言和模仿能力。我们的研究对托马塞洛的论点加以补充，阐明了这些能力演变的方式和原因。

本章的理论分析和实验研究阐明了准确的信息传播对于文化起源具有重要作用。只有人类拥有累积的文化，因为人类拥有足够多的高保真信息传播机制，包括异常准确的模仿、教学和语言能力。教学既是人类文化复杂性的原因，又是它的产物，这听起来颇为矛盾，但如果像威尔逊的文化驱动等反馈机制的确发生作用，那么这正是我们期待看到的结论。事实上，进化反馈机制有助于解释我所触及的范畴以外更多的人类状况，包括这种典型的人类属性——我们的语言。

[1] Joseph Henrich最近撰写了一部引人注目的著作*The Secret of Our Success* (2015)，书中对该问题的回答与此处论述一致，但其讨论的重点主要是人类。

[2] Henrich 2004a, Powell et al. 2009.

[3] Enquist et al. 2010.

[4] 正如术语所示，文化父母是生身父母的文化对应者，二者均是信息的传递者。例如，如果一个人从两位生身父母和一位教师那里获得文化知识，那么他就有三位文化父母。

[5] 例如，Enquist et al. 2010的分析说明一对一的传授是不可行的，虽然社会学习方面的文献里满是与之相反的论断，包括女儿向妈妈学习或者儿子向爸爸学习等。

[6] Tomasello 1994.

[7] Laland and Hoppitt 2003, Laland et al. 2009.

[8] Hoppitt and Laland 2008, 2013.

[9] Laland et al. 1993.

[10] Whiten and Custance 1996, Whiten 1998.

[11] Whiten et al. 1999.

[12] Darwin 1871.

[13] Whiten et al. 1999.

[14] 这也将有助于促进更多的人类文化而非其他动物种群的文化，因为前者通常人口较多。这些发现巩固了早期有关人口因素的理论研究，如，人口联系的广泛与密切程度会对其所展现的文化程度产生重要影响 (Henrich 2004a, Powell et al. 2009)。

[15] Boesch 2003 (chimpanzees), Hunt and Gray 2003 (New Caledonian crows)。

[16] Tomasello 1994, Tennie et al. 2009, Galef Jr. 1992, Heyes, 1993.

[17]Galef Jr. 1992, Galef 2009, Heyes 1993, Whiten and Erdal 2012, Dawkins 1976. Dawkins强调了保真对于有效重复的重要性。

[18]Lewis and Laland 2012.

[19]这种分析是行为生物学和进化生物学中的常用工具，通过使用计算机程序来迭代过程或递归方程，以调查系统如何在不同条件下发展。

[20]Lewis and Laland 2012.

[21]新发明的增加已经表明可以增加个人和人口所具备的独立文化特征的数量。

[22]Enquist et al. 2011, Boyd and Richerson 1985, Reader and Laland 2003a, 2003b.

[23]Lehmann et al. 2011, Enquist et al. 2011, Eriksson et al. 2007, Strimling et al. 2009, Van der Post and Hogeweg 2009.

[24]Enquist et al. 2011.

[25]Lewis and Laland 2012.

[26]我们的分析建立在Enquist等人于2011年开发的建模框架上，其重点是考虑人口中存在的文化特征，而非考虑个体的具体特征或个人层面的变化过程。这样一来，我们根据一般的文化水平来看待人口文化发展情况，探索文化过程中的复杂依赖关系，之后便可以超越对单一一维特征改进或对多重原始特征进行的简单积累。

[27]继Enquist等人在2011年所做研究之后，为简单起见，我们假设群体中有多达10种种子特征。首先，每个文化群体被初始化时具备两种随机选择的的文化种子特征。

[28]我们进行了两种模拟。首先，4个事件受限，使得 $\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 = 1$ 。在这种情况下，其中一个事件必须发生在下一个时间，这符合“事件之间的时间是可变的”这一假设。这种分析使我们能够避免对基本人口率（出生、死亡、迁徙）做出任何假设，并以多种方式解释不同时间点的结果。此外，这种方法在计算上很简单，因此允许用来探索许多参数集。损失率在0.2—0.7，以0.1为增量；剩余的参数以0.1为增量变化；没有参数允许为零（因为我们特别关心过程是如何相互作用的，而不关心引发进程的主要进化变化的影响）。对于每个参数集，都模拟了10个独立的、重复的文化组。在第二组模拟中，速率独立变化，这就允许对参数交互进行额外分析，但是该方法在计算上成本更高，因此仅限于探索更多的参数空间。两种方法的结果在广义上讲是一致的。

[29]我们还假设每个文化种子都有一种“效用”，这是对用户的有用性的定量衡量。平均而言，较少有用的特征在更有用的特征之前就会丢失。通过修改或组合产生的特征被分配与原件相似的实用程序，而特定特征丢失的概率与性状的效用成反比。后者的假设与几个社会学习实验的结果一致，这些实验显示人类和其他动物会定期模仿最成功的个体，或者与示范者的收益是成比例的（Morgan et al, 2012, Mesoudi, 2008, Kendal et al, 2009, and Pike et al, 2010）。我们设计了一些累积文化的措施，包括人口中的“特征数量”“特征复杂性”（包括特征的元素数量），“谱系数”“平均谱系复杂度”和“最大效

用”。这些复杂性和实用性措施合力使我们能够描述每个模拟人口的文化的累积特征。有关更多方法细节，见Lewis and Laland 2012。

[30]在我们的分析中，典型的损失率 <0.5 是文化积累所需要的因素。见图1，Lewis and Laland 2012。

[31]See figure 2 in Lewis and Laland 2012.

[32]我们还发现，损失率有最大的个体回归系数，该系数指的是多样的文化水平与累积性文化程度之比。在个体回归中，损失率解释了这项指标的75%的方差。相比之下，如果单独考虑，特征组合可以解释30%的方差。其他进程所占的百分比相对更低。这些结果来自有限的分析，相对于其他创新型过程，我们只考虑了损失率。在这种分析中，另外三个（创意）过程的概率为 $1 - p_4$ ，所以我们有可能认为文化的累积性质同样可能是由于整体创造力的增加促成的。然而，我们也进行了模拟的参数被允许独立变化的研究，这证实了损失率才是真正的最重要的速率，而不是史前人工器具。线性回归分析中针对累积培养的量度的4个最强的影响都是由于损失率或损失率的相互作用造成。因此，独立参数模拟对我们的发现是很有力的支持，即损失率是决定文化累积性质的最重要因素。

[33]Tomasello 1994, 1999; Tennie et al. 2009.

[34]Hoppitt et al. 2008.

[35]Bickerton 2009.

[36]Whiten 1998, Dorrance and Zentall 2002, Saggerson et al. 2005.

[37]Herrmann et al. 2007, Whiten et al. 2009.

[38]Henrich and Boyd 2002.

[39]Simonton 1995.

[40]Petroski 1992

[41]Basalla 1988.

[42]这一研究也有力支持了人口规模促进累积知识获得（Lewis and Laland, 2012）的论断（如，Henrich 2004a, Powell et al, 2009）。

[43]Fogarty et al. 2011.

[44]Csibra and Gergely 2006, Csibra 2007. 可能更为准确的说法是人类教学依靠的是人类所具有的重要心理适应能力，而不是“教学本身就重要”的心理适应。虽然把动物教学视为一种适应可能更为合理，但把人类教学视为一个领域的能力的体现似乎更好（Premack 2007），尽管这种能力可能很大程度上依赖于适应性的演变能力。这种能力可能包括教导和被教导的动力、理解学生知识状态的能力，以及产生和参与儿向语言的能力。

[45]Boyd and Richerson 1985, Tomasello 1994, Fehr and Fischbacher 2003, Csibra and Gergely 2006, Csibra 2007.

[46]Danchin et al. 2004.

[47]Hoppitt and Laland (2013) 讨论了“示范者”这个术语如何错误暗示了一个人被模仿是有积极作用的；他们注意到其他术语的存在，如“模式”表达的意思更中性一点，如果只考虑这一点，用“模式”来表达可能会更好一些。“观察员”一词也有问题。但作者指出，替代术语有可能会混淆，权衡之后没有发现明显优于“示范者”和“观察员”的术语。

[48]Pearson 1989.

[49]蒂姆·卡罗目前在加利福尼亚大学戴维斯分校，马克·豪泽目前就职于位于英国西法尔茅斯的一家公司Risk-Eraser (Caro and Hauser, 1992)。

[50]Caro and Hauser 1992, 153.

[51]Caro 1980a, 1980b, 1995.

[52]Cheetah (Acinonyx jubatus), Domestic cat (Felis silvestris catus)。

[53]Franks and Richardson 2006, Leadbeater et al. 2006, Hoppitt et al. 2008.

[54]Suricata suricatta.

[55]Thornton 2007.

[56]Thornton and McAuliffe 2006.

[57]桑顿和麦考利夫目前分别在埃克塞特大学和耶鲁大学。

[58]在桑顿和麦考利夫的实验中，蝎子被拔掉刺，所以没有经验的幼崽不会受伤。研究人员继续记录了“虚拟被蛰”的幼崽的情况（被无刺的尾巴蜇伤），发现所有只用死蝎子来训练的幼崽都被猎物蛰着了，而用活猎物训练的幼崽中只有一只被无刺的尾巴蜇伤。

[59]Clutton-Brock et al. 1999.

[60]Moglich and Holldobler 1974, Moglich 1978; Pratt et al. 2005.

[61]这里的研究物种是一种白蚁，但是许多蚂蚁种群都有前后跑的行为，所以教学行为可能在蚁群中是广泛存在的。

[62]其他类群也发生了这种情况，例如鱼类。See Laland and Williams 1997.

[63]Franks and Richardson 2006.

[64]Leadbeater and Chittka 2007b.

[65]观察其他物种的蚂蚁正在移动其巢穴证明了这种解释 (Moglich, 1978)。一些物种使用前后跑和携带的方式将蚂蚁运送到新的巢穴。在移动的第一阶段，前后跑中的移动的蚂蚁的数量保持不变，但是运食物的蚂蚁的数量有所增加，表明熟悉路线的负责搬运食物的

蚂蚁的数量正在不断增加。但是，一旦新巢区的蚂蚁数量达到临界值，前后跑就会停止，剩下的蚂蚁搬运工就会被运送出去。这表明蚁巢移植期间前后跑的功能可确保足够多的参与者（工作者）知道新巢点的位置，以确保食物得到有效移动。

[66]Franks and Richardson 2006, Leadbeater et al. 2006, Thornton and McAuliffe 2006, Raihani and Ridley 2008, Rapaport and Brown 2008, Colombelli-Negrel et al. 2012; see Hoppitt et al. 2008, and Rapaport and Brown 2008 for reviews.

[67]Csibra and Gergely 2006, Hoppitt et al. 2008.

[68]Hoppitt et al. 2008.

[69]Leadbeater et al. 2006, Csibra 2007, Premack 2007.

[70]Cavalli-Sforza and Feldman 1981, Boyd and Richerson 1985, Feldman and Zhivotovsky, 1992, Rendell et al. 2010.

[71]Kirby et al. 2007, 2008; Boyd et al. 2010.

[72]Boyd and Richerson 1985, Peck and Feldman 1986, Boyd et al. 2003, Fehr and Fischbacher 2003, Gintis 2003.

[73]West et al. 2007.

[74]Sachs et al. 2004, Lehmann and Keller 2006, West et al. 2007.

[75]Fogarty et al. 2011.

[76]William Hamilton (1964) 正式确定为 $c < br$ ，其中 c 是帮助者的生殖成本， b 是接受者的生殖收益， r 是它们之间的相关程度，相关性被定义为它们共享利他基因的概率。

[77]一个真正的累积性文化场景将有多个回合的优化，而不是单一优化，但是我们的模型足以确定累积性文化产生的影响的特点。

[78]分析还发现，教学对非教学的适应性优势随着教学的忠诚度的增加而增加，因此与非累积环境相比，累积环境增加的程度更大。

[79]非累积性文化环境中的第二个学习机会（当 $w_1 > w_2$ ）不会提高教师的适应度。因此，累积模型和非累积模型之间的差异不是由累积环境有两个学习机会的事实来解释的。

[80]This is shown in figure 2 of Fogarty et al. 2011.

[81]Franks and Richardson 2006, Leadbeater et al. 2006, Thornton and McAuliffe 2006, Hoppitt et al. 2008.

[82]尽管教学的间接证据存在，然而在缺乏实验确认的情况下，要得出大量案例的教学频率的有力结论是困难的。Fogarty et al. 2011提出了一个正式的分析，确定了教学在每个遗传系统中发展的准确条件。这表明相对二倍体的工作者而言，在其他因素等同的情况

下，在单倍二倍体工作者中的教学可能更容易发生演变——因为在一夫一妻制的单倍二倍体群体中，工作者之间的相关性可能更高（Cornwallis et al. 2010）。

[83] Lukas and Clutton-Brock 2012.

[84] Hrdy 1999.

[85] Thornton and McAuliffe 2006.

[86] Langen 2000.

[87] 合作养育的物种通常也表现出很高的相关性（Cornwallis et al. 2010），这可能是增强其间教学演变可能性的另一个因素。

[88] Thornton and Raihani 2008.

[89] 明显的反例是猫科动物，母亲教幼崽学习之所以可能受到青睐，因为狩猎技能或获得技能的机会很难通过非社交或不经意的社会学习获得（对应于我们的模型中的A和S的低值以及T的高值）。

[90] Hoppitt et al. 2008, Thornton and Raihani 2008, Laland and Hoppitt 2003.

[91] 在分析中，人类教学的保真度对应于T的大小。关于人类教学相对于其他动物具有的高保真的特征，见Tomasello 1994, Csibra和Gergely 2006, 以及Csibra 2007。

[92] Tomasello and Call 1997, Premack 2007.

[93] Draper 1976, Whiten et al. 2003, Lewis 2007, McDonald 2007.

[94] Csibra and Gergely 2006.

[95] Tehrani and Riede 2008, Hewlett et al. 2011, Garfield et al. 2016.

[96] 迪恩也同时得到了英国杜伦大学灵长类动物学家Rachel Kendal的指导。

[97] Dean et al. 2012.

[98] Tomasello 1994, Galef Jr. 1992, Heyes 1993, Tennie et al. 2009.

[99] Tennie et al. 2009, Tomasello 1999, Laland 2004, Marshall-Pescini and Whiten 2008.

[100] 大型社会网络可能会增强文化的多样性并促进累积文化（Henrich, 2004a; Hillet al., 2011）的发展，但是我们没有考虑这个假设，因为它假定存在必要的认知能力。

[101] Giraldeau and Lefebvre 1987.

[102] Coussi-Korbel and Frigaszy 1995.

[103] Reader and Laland 2001, Biro et al. 2003.

[104]Hrubesch et al. 2008.

[105]至少，没有能够评估所有合理假设的研究用同样的仪器同时测试人类和其他动物。

[106]通过心理学实验室（Caldwell and Millen 2008）的历史分析（Basalla 1988）以及黑猩猩实验（Marshall-Pescini and Whiten 2008）进行了累积文化调查。

[107]第一个实验包括两个条件：一个是“开放”的条件，团体可以进入所有阶段；另一个是“支架式”条件，与更高阶段相关的操作有限制，除非较低阶段的表现达到标准。在第二个实验中，只进行了黑猩猩的实验，额外的4组黑猩猩中每组各分出一只母猩猩用于训练使用难题箱直至第三阶段。使用训练有素的有尊贵身份的雌性作为示范者，有助于我们调查出社会等级是如何影响解决方案的传播的。

[108]得克萨斯州立大学迈克尔·E. 基林比较医学研究中心。

[109]The Centre de Primatologie, Strasbourg.

[110]选择黑猩猩和卷尾猴的原因是，由于在这些物种中发现了与其他任一非人类物种一样的强有力的文化传统的证据，从而最大限度地扩大了可观察到的累积性文化学习的机会。此外，作为我们最近的近亲，黑猩猩为人类提供了一个适当的比较版本，根据与卷尾猴的表现进行对比，我们更好地解释黑猩猩与人的差异。儿童被广泛用于比较研究，有助于揭示文化积累的影响，因为成年人已经通过社会极大地适应了文化。

[111]另外4只黑猩猩达到第二阶段，然而，每个小组见证了许多个黑猩猩解决了第一阶段的难题。

[112]Wood et al. 1976.

[113]搜寻失败的个体的数量与卷尾猴、黑猩猩和儿童的表现之间存在正相关，而不是预测的负相关关系。并没有迹象表明，搜寻工作妨碍了黑猩猩和儿童的表现。占主导性的儿童和黑猩猩并没有垄断难题箱，虽然2007年关于卷尾猴的实验表明参加者的等级和难题箱的使用率呈正相关关系，但2008年并没有重复2007年的操作。在操作箱子时，与级别高的个体相比，低级别的个体与高级别个体获得一样的关注，也没有任何证据显示出满意或保守倾向，个体在找到第一阶段的解决方法之后继续操纵表盘和按钮。在开放条件下，它们在所有阶段都会获得奖励，操纵难题箱的黑猩猩和儿童数量都比支架式教学条件下的个体数量多一些，尽管后者在前一阶段并没有获得奖励。虽然我们在每个阶段都没有发现黑猩猩搜寻到的奖励的比例有显著差异，但是它们在试点中表达了对这三种食物的清晰而强烈的偏好，透过门上小孔，它们可以在吃到前先闻到气味。此外，许多黑猩猩尝试“钻蚁穴”（把茎秆插入嗅觉孔）的方法来获取食物，结果失败了，所有29个例子中黑猩猩都试图获得最高级食物。对于儿童和卷尾猴而言，它们找到的低档奖励比高档奖励多，这一现象反映出他们有更大的动力去获得高档奖励。

[114]Whiten et al. 1999, Perry et al. 2003.

[115]Whiten et al. 2007, Dindo et al. 2008.

[\[116\]](#)对此观点，可见Tennie et al, 2009, 以及Tomasello 1999。所有替代因果假设可以因为其不可能性而被拒绝。为什么成功解决这个任务会导致孩子们进行模仿、接受教育或从别人那里获得奖励尚不清楚，未指定的第三个变量如何解释我们的种内数据也无从得知。例如，虽然模仿和表现之间的关系可能反映了孩子的认知能力，但这种解释不能说明教学与表现的亲社会性之间的关系，因为在这两种情况下，捐赠者（提供知识或奖励的）与学习者是不同的个体。

[\[117\]](#)Tomasello 1994, 1999; Tennie et al. 2009.

第八章 为什么只有我们拥有语言

我死去的时候别再为我悲哀，
当你听见那沉重凄惨的葬钟
普告给全世界说我已经离开
这龌龊世界去伴最龌龊的虫：
不呀，当你读到这诗，别再记起
那写它的手；因为我爱到这样，
宁愿被遗忘在你甜蜜的心里，
如果想起我会使你不胜哀伤。
如果呀，我说，如果你看见这诗，
那时候或许我已经化作泥土，
连我这可怜的名字也别提起，
但愿你的爱与我的生命同腐。
免得这聪明世界猜透你的心，
在我死去后把你也当作笑柄。

像莎士比亚的十四行诗这样表达情感和自我牺牲精神的语言极富感染力，我们许多人为之感动。当今世界，人们常常吵着要青史留名或要留下一笔遗产，然而有些人却因深爱某人而选择被世界遗忘，不希望有关他的回忆为他的挚爱带来痛楚和苦难，这实在令人心酸。我们能从莎士比亚的语言中捕捉到一声咆哮，矛盾而痛苦。但这声咆哮与动物发出的吼叫声不同，它蕴含着更明确的信息。其他任何灵长类动物都不能如此清晰地表达出这种内心的情感，也不能表达出对逝者的追思或者对社会的预期判断。的确，“人类是一件多么了不起的杰作啊”！

如果我们没有进化出语言，那么莎士比亚肯定不会赞美人类拥有“无限的能力”。[\[1\]](#)没有语言就不会发展出十四行诗、表演、戏剧、文学和历史，当然，也不会有一代大师莎士比亚。如果苏联著名心理学家利维·维谷斯基认为，没有语言，人类思维就不会变得如此复杂，这肯定是对的。维谷斯基认为，人类推理的发展受符号和象征物的影响，因此它很大程度上由语言决定。[\[2\]](#)他将言语与思想观念及认知意识的发展联系了起来，这在当今的心理学中仍然盛行。伟大的美国语言学家诺姆·乔姆斯基持有类似观点，他强调语言既是沟通的工具，又是组织我们思考世界的系统。[\[3\]](#)也就是说，我们通常会借助语言进行思考。

任何关于人类认知和文化演变的观点，如果缺少对语言起源的解释就不完整。人类语言十分重要，这一点毋庸置疑，但人类语言进化的原因仍是未解之谜。当然，有关它的解释层出不穷。为语言起源精挑细选的方案也很多[\[4\]](#)：语言的进化是为了促进合作狩猎；[\[5\]](#)语言发展成为女性的一种昂贵饰品，用以评判男士的品质；[\[6\]](#)当群体变得过大时，语言成为灵长类相互梳理毛发的替代品；[\[7\]](#)语言是为了推动

男女的结合；[\[8\]](#)语言促进亲子间的沟通；[\[9\]](#)语言提供闲聊的机会；[\[10\]](#)语言加快工具的制造；[\[11\]](#)语言成为思想的工具；[\[12\]](#)语言实现了数不胜数的其他功能或目标。

问题是这些解释太过庞杂。语言是人类最宝贵的机能，我们对它的起源做了种种猜测，并讲述了许多貌似合理的故事，但大多数都缺乏证据支持。大量各色各样的历史叙述就足够让一些研究人员对这些猜测深表怀疑。[\[13\]](#)之所以很难给出解释，主要是因为语言的起源是一个单一事件，一个处于孤立谱系的适应性反应。当然，演化生物学家通常会对独特性状的出现进行研究，例如长颈鹿的脖子或大象的鼻子。人们可以借助对其他长脖子或卷鼻子生物的研究，找出这些独特性状出现的原因。然而，在动物王国中，没有什么比语言更独特的了。科学家对人们常说的“蜜蜂的语言”以及“海豚啾啾的叫声”进行了深入研究，但是没有证据表明，人类的语言与其他动物间的交流有很大的相似之处。这并不意味着二者的对比毫无用处。相反，人们在研究动物交流的同时，了解了大量关于语言起源的知识，包括人类交流的独特之处，以及神经系统和声音器官是如何变化的。[\[14\]](#)然而，语言的独特性确实为探究它的起源带来了巨大挑战。

研究发现，灵长类动物的自然交流系统，历经了从猴子到猿再到人类的演变，其复杂程度并没有明显的增加。许多研究人员认为类人猿的交流系统要比猴子的局限得多。[\[15\]](#)例如，猴子能发出有警示功能的叫声，[\[16\]](#)而猿却不能，尽管这种叫声是否真的像人类语言一样具有指示性功能还有待考证。[\[17\]](#)猴子与猿之间这种特殊的差异与生物因素有关。猿比猴子的身躯更大、更强壮，所以在捕食上不易受到攻击。因此相对来说，猿很少会遇到需要警惕的情况，所以没有进化出指示性警示叫声。实际上，我们从类人猿的声音交流中能研究出的结果很少。[\[18\]](#)猿确实有很多手势，例如发起活动或者小猩猩求抱的手势，这些很多都是后天习得的。[\[19\]](#)然而，它们的手势似乎不带有

指示性，也没有展现出任何象征性的或定型化的特点。^[20]因此，猿作为与我们人类最相似的动物，它们之间的交流包含的是单一、各不相同的信号，不适用于外部高度受限的功能性语境。它们很少聚集在一起表达更复杂的信息，只能传播眼前的消息。^[21]

诚然，有些猿可以在人类的训练下学习使用手势，并且许多都成功学会了。然而，事实上，语言学家一致认为，一些看似强有力的说法是没有数据支持的，比如说华肖（第一只会用手语的黑猩猩）或可可已经全部掌握了合乎语法规则的语言。^[22]这类研究确实能说明，猿经过训练能掌握大部分手势的意思，并且能用这些手势沟通。但是任何认为猿已经掌握了语法规则的主张都仍存在很大争议。^[23]人们可以训练老鼠或鸽子根据提示去行动，同样，猿的手语文化也能通过联想学习的简单规则来解释，或许这里还存在一点模仿因素。

事实上，认为猿会说话的观点都是基于个例提出的。训练猿用手势沟通后，它们也能讲些表达自己意愿的话，比如说“给我吃的”。例如，哥伦比亚大学的赫伯特·特雷西曾训练过一只名叫尼姆·乔姆斯基的黑猩猩学习手语，尼姆讲的最长的一句话是：“给橘子我给吃橘子我吃橘子给我吃橘子给我你”。^[24]黑猩猩、倭黑猩猩和大猩猩似乎都十分不擅长说话。相比之下，一些刚学会说话的两岁孩子，几个月后就能讲出各种各样的复杂句子，并且句子里应用的动词、名词、介词（例如，在……上、在……里、通过……）以及限定语（这个、他们的、我的）都符合语法规则，并且涉及多种话题。甚至很小的孩子都能讲讲过去和未来，说出远处物体的名字和位置。

语言的进化似乎需要经历一项重大的转变，即在指示性交流中，把代表当前具体事件的特殊、孤立、非习得的信号转变成一种普通、灵活、可习得、可在社会中传播、可无限组合、有无穷功能的交流方式，后者在动物世界里是完全不存在的。语言学家德里克·比克顿将语言进化的自相矛盾之处总结得十分到位，他写道：“语言一定是在

某些之前的系统上进化而来的，但是似乎并不存在这样的系统。”
[\[25\]](#)

我们每天都能看到，人类语言在应对不同事件时，展示出了各种不同的时代功能。动物用它们的长脖子或卷鼻子所做的事是有限的，这就为研究其原始功能提供了线索。然而，语言可以用于追求未来的伴侣、展示支配地位、协调团队合作、安抚孩子、教导学生、蒙蔽敌人、制定法律、演唱歌曲等，它拥有各种与其原始功能毫不相关的用途。一旦复杂的语言开始进化，它又会拥有与其原始功能完全无关的各种用途。区分出哪一个是自然选择的功能，哪一个是其后来发展的功能，十分困难。语言的确是人类最灵活的特征之一。

这并不意味着我们永远不会知道语言进化的原因。实际上，有一些规范这些解释与分类的方法。研究人员可以利用这些标准判断解释语言原始功能的各种历史叙事，分析它们的优缺点。然而据我所知，人们从未充分地遵循过此类标准，因此也未得到广泛应用。要想探索语言是如何以及为什么会进化的，我们需要弄清楚是什么使我们的祖先迈出了第一步，将我们的交流系统与其他动物（特别是灵长类动物）的区别开来。

我遵循的是斯伯克·施马塞、伊厄斯·施玛丽[\[26\]](#)以及德里克·比克顿提倡的标准，[\[27\]](#)他们为评判各种互相矛盾的语言进化理论的正误制定了6条标准。在此基础上，我自己又增加了1条标准。[\[28\]](#)至此就产生了7条评判这些解释的标准，以找出早期语言的原始适应优势。尽管这7条标准各自不具有特别的约束力，但将其视为一体时却变得尤为重要，因为它们会共同形成1条严格的标准，似乎能够驳倒现存的所有解释。实际上就我所知，在对语言起源的功能性解释中，只有1条符合所有的标准，这条解释恰好自然而然地遵循了本书中所提出的论证路线。让我们依次来解读一下这7条标准。

第一，理论必须对早期语言的真实性做出解释。通过研究动物的交流可以确定，生产出诚实可靠的信号需要高昂的成本，否则很容易造假。[\[29\]](#)很多交流形式在本质上都包含着个体发出的昂贵信号。高成本的信号生产过程能确保信号发出的准确性，并且只要传递的信息相对可靠，接收者就会对此做出回应。[\[30\]](#)零成本却又准确诚实的信号也有，但这主要出现在参与者之间没有利益冲突的方面。[\[31\]](#)人类一般通过彰显财富或进行危险活动（如狩猎）来表明身份地位，[\[32\]](#)与此相比，言语或手势的生产成本就显得微不足道。人类语言包含一种独特、经济又灵活的信号装置，人们可以利用它在各种语境中进行“廉价谈话”，所涉范围之广是前所未有的。然而，如果语言生产起来很容易且不需要成本，那人们有什么理由去相信别人说的话？如果人们不能确信传达的每条信息是否准确，那么去学习成千上万句话语的动力又是什么？这种局限性表明，研究人员应该支持那些把早期语言进化放入语境中研究的理论，在此语境中，信号发出者与接收者之间没有利益冲突，或许可以容易地评估出信号的可靠性。[\[33\]](#)

第二，理论必须对早期语言的协同性做出解释。在许多语言交际行为中，传达人通常会传播有益于接收者的信息。结果，接收者就可以与传达人一同利用这条信息，甚至直接与传达人竞争，这样一来，就几乎不能确保接收者在未来的交谈中给予传达人同样有益的信息，这就出现了传达内容真实性的问题。当把真实性标准与协同性标准放在一起考虑时，后者就变得越发重要。如果语言进化成了欺骗或操纵的工具，反而更容易理解传播知识的好处。但是，如果早期语言是诚实的，并且传达的信息对接收者是有益的，那么语言实际上是一种合作方式。虽然在这种情况下，生产信号的成本可能并不高，但是从时间成本和由此产生的竞争来看，这种成本对于传达人来说并非微不足道。一条成功的理论必须解释出，在语言起源之时，为什么人们会通过传播准确的信息去帮助他人。

第三，理论应该对早期语言是如何在起源之时就具备适应能力的做出解释。德里克·比克顿用“10个词测试”的形式为早期语言设定了限制条件。他认为，在某一时间段里，原始语言只包含10个或更少的单词或信号，[\[34\]](#)因此任何关于语言进化的理论都面临着一个挑战，即要解释原始语言如何用极少的单词传达有用的信息。语言中具体包含多少词语并不重要，重要的是语言必须从一开始就具备适应能力，否则就很难明白它受到自然选择的原因。理想状态下，一条成功的理论通过实验可证明——从语言起源之时就产生了选择压力，并且自然倾向于选择越来越难的交流方式。

第四，理论中的概念应该立足于现实。一条成功的理论必须能解释，人类设计的语言或符号是如何获取现实意义的（这被称作“符号接地问题”）。[\[35\]](#)早期语言肯定通过某些方法赋予了自身意义，例如通过指示、模仿或其他形式的表现方法。只有把一个符号与它在现实世界中代表的实体联系起来，才能发挥其作用。如果一个人可以说出“鸟”这个词，并且可以指出一只鸟，在沙滩上画出鸟的形状，或同时还能模仿鸟的动作，那么他就潜在地赋予了这个符号意义。第三条和第四条标准共同对所有的语言起源理论都提出了严峻挑战。施马窦和施玛丽指出，“大多数理论没有考虑接地问题，也没有提到任何关于最先出现的语言的问题”，而剩下的理论虽然提到了这一问题，却令人难以信服。[\[36\]](#)

第五，理论必须可以解释语言的共性。语言的特点就是它具有对不同范围的事物进行概括的泛化能力。人们谈论的话题可以与他们当时看到的事物无关。人们可以传达关于过去和未来的信息，也可以谈论远方的事物。假设这种泛化能力是自然选择的结果，那么一条成功的理论就要为语言所概括的所有事物指定一个确切的语境。施马窦和施玛丽提出的设想为，语言最初是为代替梳理毛发行为，也为拉近团体、伴侣或父母子女间的关系或是因为鸣唱无法清楚表达意图而进化的。

第六，理论应该可以解释人类语言的独特性。为什么只有人类拥有语言？为什么那些在人类中有利于语言出现的语境，不会出现在其他物种中，或者不利于它们的语言进化？一条令人信服的理论需要对这两个问题做出解释。爱丁堡语言学家詹姆斯·赫尔福德明确规定：

“在所有提出的语境中，任何认为自己单独或与其他语境组合在一起就足够解释语言进化的，还必须证明，这些语境只适用于人类，而不适合其他物种。”^[37]施马窦和施玛丽称，单这一条标准就能排除大多数关于语言起源的理论。^[38]大多数用来解释语言进化的语境（例如配偶选择、夫妻结合、亲子交流）也会出现在其他物种中，但是那些物种并没有像人类一样进化出了如此独特的交流系统。

第七，理论应该可以解释为什么语言交流需要后天习得。暂不考虑进化结构在语言习得中的作用，人类语言是需要后天习得的，并且需要在社会中学习。此外，相对于其他物种的交流系统，人类语言的演变速度更快，但这并不是得益于人类基因频率的变化，而是出于一个完全不同的原因——文化或语言水平。^[39]达尔文在《人类的由来》（1871年）中第一次指出，语言经历了“适者生存”的进化过程，类似于自然选择。鉴于其他灵长类动物（不包括人类）的大部分语言交流都不需要后天习得，^[40]语言进化的速度与其他生物也几乎没有什么不同，那么就出现了以下问题：人类语言为什么需要后天习得，以及它是如何实现快速演变的？

数学理论阐明了这个问题。^[41]理论分析表明，易变、多变的环境有利于文化传播。在变化幅度小、速度缓慢的环境中，人类可以在自然选择的作用下进化合适的行为，这样一来，学习的价值就很小了。相反，如果人类生活在一个快速变化或高度可变的环境中，只要有一定的可预测性，非社会学习就十分重要。（尽管一些理论认为社会学习在变化的环境中也很有益处。^[42]）中等到快速的变化速度通常更适合社会学习，因为在这种环境中，人类在获取相关信息时不用

承担非社会学习的成本，比非习得行为更加灵活。在这种可变环境中，信息的垂直传播（向父母学习）被看作适应缓慢变化的结果，水平传播（与同时期无血缘关系的群体一起学习）是适应稍快变化的结果，倾斜传播（后辈向非双亲成年人学习）是适应介于二者之间速度变化的结果。

这个理论体系能表明一点，即如果猿（不包括人类）的叫声在很大程度上是非习得行为，那么它们交流的内容肯定是相对稳定的。相反，人类是在社会中学习语言交流的，这就意味着我们谈论的内容一定会历经快速的改变，这是其他物种的语言进化无法企及的。这就出现了一个问题：我们的祖先需要谈论什么内容，才能使它的变化速度远远高于生物的进化速度？此外，为什么环境的这种动态特征对其他物种的交流没有产生影响？

就我所知，目前现有的语言起源设想没有一条能同时满足这7条标准。这很鼓舞人心，因为它表明7条标准共同构成了一个很大的障碍，任何为语言进化精挑细选的可靠设想都必须跨越这个障碍。然而，我相信确实存在一条真实可信的解释，一条能经得住这些检验的解释。[\[43\]](#)基于前面章节中提出的数据和理论结果，这条解释会自然出现。让我来重复一下这个观点。

我们从实验研究中得知，虽然模仿在自然界中很普遍，但动物在使用从他处获取的信息时，需要采取高超的策略。社会学习策略比赛通过证明只要操作准确高效，模仿可以发挥出选择性优势而解释了这一点。这会引导我们认为，自然会倾向于选择更有效、更高保真的社会学习方式，这种方式可能会影响大脑进化。灵长类动物的比对数据支持这种观点，数据表明，灵长类动物的社会学习与创新和脑容量的大小有很深的关联，与代表智力的几种特征共同演变，也与实验室认知测试的结果有强烈关联。这些发现表明，有限的几种灵长类动物经历了文化驱动这个过程。反过来，又会产生一个问题：为什么只有人

类文化的复杂性在不断增加？理论研究表明，高度准确的信息传播对于累积性文化十分重要，这为以上问题做出了解答，但随后又提出了另一个问题：我们的祖先是如何实现信息的准确传播的？很明显，答案是通过教学。我指的教学不仅仅是详细的指导，还包括许多细微的过程，比如利用眼神交流、联合参考（协调集中在一个物体以及另一个人之间的注意力）以及一些专门为帮助学生找到注意力集中点或弄明白信号代表的意思而设计的表达方式。这样一来，尽管教学在自然界中是罕见的，但在人类社会普遍存在。数学分析显示，教学的演变必须满足严格的条件，但它同时也表明，累积性文化会放宽这些条件要求。这意味着我们的祖先同时经历了教学和累积性文化的演变，二者在地球的生命史上第一次创造了一个能在广泛的语境中教导其亲属的物种。

累积性文化不是能促进教学演变的唯一确定因素。当教学成本降低或被供应成本抵消时，当教学内容高度精准并得到有效传播时，当教师和学生之间存在很大程度的相关性时，其演变的可能性都会增大。考虑到有一种动物（人类）正在进行教学活动，如果在不影响效果的前提下降低教学成本，或在不增加成本的情况下提高效率，这种适应能力会受自然选择。如果出现了一个因素，它既能提高效率又能降低教学成本，那么我们会预测它受到了强烈的正面选择的影响，但至关重要的是，这种选择只会出现在教师群体中。这个因素应用的教学情景越多，选择优势就会越大。

语言就可以成为这样一个因素。第一，语言教学的成本极其低廉。告诉某人去哪里找到食物比亲自带他去寻找要更加容易。直接告诉孩子红色浆果是有毒的，比其他方式更直白易懂。像“是”或“否”或“这边走，不是那边”这样简单的语言，就能使教师以极低的成本为学生提供有用的指导，让学生获得新技能。第二，语言教学极其精准。通过教学传达的信息十分精准，这种精准度是其他方式都无法达到的。因为语言教学的效率极高，所以教师在事件发生之

时就可以将相关线索提供给学生，在学生学习技能之时给予建设性的指导。这种高效率加上精确性，意味着通过语言教学可以大大促进知识传播。传达“注意”“挖这里”“像这样”“更快”“这边走”之类消息的言语，虽然简单，但会提供非常有价值的线索，并且能帮助学生集中于模仿的动作或准确找到应用新技能的地方。如果一个人决定从事教学，那么目前语言能为其提供最有效的帮助。这就解释了为什么在人类社会中几乎所有的教学都是通过语言开展的。^[44]此外，语言扩大了教学范围，并可传达抽象概念，学生理解了这些抽象概念后，能力可获得明显增强。语言可以讲授过去和未来，也可以讲授远处的事件或事物。语言为教学开辟了新的领域。

除了以上这些因素，环境也适合教学的发展。第七章描述的理论体系指出，近亲间的传授可能比无血缘关系人群间的教学要有利得多。在200万年前，我们的祖先生活在小型的同族种群中。^[45]之后，人类可能进化成了合作育人者。^[46]加州大学戴维斯分校的著名人类学家萨拉·赫迪已经提供了证据来证明，在原始狩猎采集社会中，妇女靠自己的力量养育孩子十分困难，她们严重依赖于“拟母”助手的帮助。^[47]除了母亲以外，婴儿的其他亲属（如父亲、祖父母和哥哥姐姐）也会照看婴儿，母亲从而有时间去采集食物。我们人类的青少年阶段异常漫长，这样一来，传授给儿童生活技能的成本就很低，这是因为人类在喂养和照顾孩子的过程中就将技能传授给他们。越快教会孩子照顾自己，育儿的负担就会越小。

关于早期人类进化的最新思想认为，随着人脑容量变大，工具制造和石头运输的数量也有所增加，饮食范围不断扩大，人类发展的可塑性增强（根据环境条件灵活调整发展进程）。^[48]这意味着早期社会中存在许多传授活动，因为我们的祖先靠广泛的杂食性饮食、大量的采掘觅食存活，他们还需要掌握许多工具使用技能，这些都需要通过后天习得。^[49]在人类历史中，累积性文化就是在这个时候出现

的，同时我们的祖先也开始制造石材工具，用薄石片屠宰野兽，并逐渐发展出了多种多样的生存方式。换句话说，正是在这一时期的最初阶段，累积性文化开始帮助拓宽传授活动的适应范围（根据我们对教学演变分析）。在这种条件下，近亲之间的传授在许多语境中都是有益的。

或许，语言在最初就是为提高传授效率、拓宽传授范围而进化的。自然之所以会选择我们祖先的早期语言，是因为早期语言使他们的传授活动变得更加经济高效。这个假设听起来似乎很有道理，但正如我们所了解的，很多关于语言进化的假设都貌似很合理。关键问题是，这个假设是否符合上述7条标准。让我们依次进行检验。

从第一条来看，如果语言是为教导亲属而进化的，[\[50\]](#)那我们确实希望所有的语言都是诚实的。在传授活动中，信号发出者与接收者之间不会产生新的利益冲突。传授的主要功能就是确保准确的知识被转移出去，使亲属获得提高自我的技能和信息，从而使学习者的生存和繁殖率得到提高，使教师的总适应度得到增强。带有欺骗性或不准确的教学内容通常不能提供这些好处。因此，这个假设符合第一条标准。在其他活动中，父母与子女或近亲之间很有可能产生矛盾，但是如果人类从一开始就只用后天习得的语言进行交流，那么双方的利益就会明显达成一致。当然，如果父母希望将资源平均分配给他们的后代，而个别后代想得到更多的资源，那么父母和子女之间就可能产生矛盾。[\[51\]](#)同样，在传授过程中如果个别子女过度要求父母把注意力只集中在自己身上，那么双方也可能发生矛盾。但是，为了将传授活动进行下去，必须解决这个矛盾，而语言作为一种更实惠高效的传授手段，能避免此类矛盾的发生。貌似合理的是，在传授内容的多少上，父母期望的与其后代有所不同，但是双方都希望传授的内容是真实的，因为不准确的传授活动只是在浪费父母的时间和精力。如果早期语言是为了促进教学而进化的，那么可以预计语言应该是真实的。

同样，这个假设也解释了早期语言的协同性。如果语言是为了促进教学而进化的，那么它本身就起源于一个具有协同性的语境中。这就不难解释为什么语言能帮助教师传达有价值的信息，因为利用语言，这位教师不仅能教会亲属学会生活技能，而且最终在一定程度上也会增加他/她自己的总适应度。

我们也很容易想象语言传授是如何开始的，以及语言符号是如何获取意义的（第三条和第四条标准）。为吸引注意力而发出的简单指令对传递大多数信息来说作用不大，但经证明它们有助于促进社会学习。模仿面临的挑战之一是，指示者会做出一连串的动作，这意味着没有经验的观察者不容易找出要模仿的动作，也不容易分辨出相关动作开始和停止的位置。在这种情况下，一句简单的语言提示（甚或非语言提示）就可能非常有价值。发展心理学实验中有大量数据表明，现在成年人都是用简单的发音来提示婴幼儿学习的。这些提示会让婴儿产生指示期待，使婴儿去跟随成年人的目光。例如，成年人把目光从与婴儿互动的某一特定物体上转移开时，会增强彼此之间的注意。[\[52\]](#) 婴儿会观察成年人看到不熟悉的对象时的面部表情，以此来指导自己的趋向或规避行为。[\[53\]](#) 所有的提示以及由此引起的注视以及注意均有助于婴儿学习物体的属性、操作方法以及词语的意义。[\[54\]](#) 同时，教师也可以通过指示、其他手势和动作来解释不熟悉术语的意义。教师可以在说出“这里”的同时指向石头的击中位置，在说出“挖掘”这个词语时用一根小棍模仿挖掘的动作，在说出“不，这样做”时亲自指导学生的身体动作。实验结果表明，这不是纸上谈兵，而是在婴儿学习新技能时经常发生的情况。[\[55\]](#) 因此，在教学语境下，现实生活中语言的基本意义——哪怕是寥寥几个词语——以及这些词语语义的逐渐扩展都成为可能。

那么下面就需要理论对语言的泛化能力进行解释了。这与教学活动的语境也有着天然的联系。语言传授的模式一旦开始，就可以利用

它讲授各种难学的专业技能，包括各种采掘觅食的步骤、食品加工方法和狩猎技能。古生物学家检查了古人类牙齿化石上的细微划痕，对骨骼和牙齿化石上留下的化学痕迹进行了分析（“稳定同位素分析”），使我们对祖先的饮食有所了解。这些研究表明，古人类和新人的饮食十分丰富，我们祖先涉猎的食物范围很广，包括水果、木本植物一类稍坚硬的食物以及各种动物组织。[\[56\]](#)最早带有切割和石器锤打痕迹的骨头可至少追溯到260万年前，这与大型动物的屠宰有关，并能直接证明惊奇南方古猿、阿法南方古猿和能人等物种也以肉类和骨髓为食。大约190万年前，直立人出现在了化石记录中。这个物种创造了手斧和劈刀等大型切削工具，以及用于烹饪和抵御大型食肉动物的篝火。人类饮食范围的拓宽与其越来越依赖那些难以获取而又营养丰富的食物有关，这些食物需要从基质中提取出来，并要经过一些形式的加工。通常，这种食品加工不仅需要使用工具，更需要先进的制作工艺。因此，人类要掌握的技能越来越难，这就为教学提供了机会。觅食、狩猎和清扫方法的传授，工具制造，食物准备和食品加工的技能，火种维护和集体防御（其中一些行为要求多人协调行动）都会从语言指导中受益。当前的协同觅食行动的教学与今后的协同觅食规划之间毕竟还有一小段距离。这样的话，粗糙的原始语言会变得更加精致复杂，并且可以泛化应用到许多领域。

至于第六条，即理论应该可以解释人类语言的独特性，这也很容易实现。除了人类以及我们直系的古人类祖先，其他动物都没有进化出语言，这是因为只有人类进行了广泛的教学活动。只有近代人类广泛参与了教学活动，因为只有他们拥有累积性文化，理论分析表明累积性文化能促进传授活动的演变。没有累积性文化，其他动物在传授活动的演变上就必须符合严格并且基本无法满足的条件。没有广泛的教学活动，它们就不会进化出像语言一样的能降低教学成本或提高教学效率的特征。只有人类在一个近乎失控的、自动催化的过程中经历

了语言、教学和累积性文化的共同演变，这一过程始于对战略型和高保真社会学习的自然选择。

剩下的就是要解释为什么早期语言需要后天习得了。在这里有必要指出，黑猩猩和红毛猩猩都有大量的工具使用记录，也具有极大的种群间变异的行为传统。[\[57\]](#)现存的丰富猿类文化表明，奥杜威和阿舍利一直不变的石器传统可能带有误导性。[\[58\]](#)我们人类在过去可能就已经构建了比当代猿类更丰富、在地理上更多样的文化，包括使用石器和非石工具的传统，以及局部的、种群特定的、可习得的、可在社会传播的觅食记录。最近的考古活动为此提供了强有力的证据。[\[59\]](#)

同时我们还发现，人类将大量所学知识进行了隔代传播，这远远超过了其他任何动物。[\[60\]](#)正如前面的章节所述，其他动物主要是通过简单的社会学习形式沿袭传统的，持续时间很短。[\[61\]](#)比较研究后发现，我们人类变得越来越依赖从上一代获取的信息。前面文化演变的理论分析告诉我们，隔代文化传播的增加标志着我们祖先的生活环境越来越趋于稳定。然而与之矛盾的是，没有证据能够表明环境在过去几百万年中变得愈加稳定，实际情况恰恰相反。此外，如果环境真的变稳定了，那么其他动物也会展现出比现在更多的隔代文化传播。

另一个更具说服力的假设是，我们祖先创造的环境条件有利于他们依靠文化进行发展，[\[62\]](#)他们建立的生态位有利于将更多的信息传达给后代。[\[63\]](#)这个假设比前面提到的那些要更合理。事实上，所有的生物在生态位建设的过程通过自身活动建造了适应环境的重要技能。[\[64\]](#)例如，有数不清的动物会挖洞，筑巢，堆土，织网，制作卵袋、蛹壳和茧。[\[65\]](#)当然，人类是著名的生态位建设“冠军”，我们的生态位建设比其他物种的要更加强大，这主要得益于我们的文化能力。[\[66\]](#)人类活动，特别是农业、森林砍伐、城市化以及运输系统的

建设，已经引起了环境的巨大变化，并在此过程中改变了与我们人类有关的自然选择，并且很多方面已经得到了充分的认识。^[67]这种环境的改变也影响了建设者对文化的依赖程度。一个生物体对其环境的控制和调整越多，就越有利于信息的隔代传播。^[68]例如，我们的祖先通过追踪迁徙或分散中的猎物，增加了获得某种特殊食物来源的机会。除了之前的狩猎工具，还可以利用这些猎物身上的皮、骨头、角等部分制作新的工具。这些活动营造了一种稳定的社会环境，有利于人类将食物制作或皮、骨头和角加工等技术传授给下一代，从而增大了隔代相传的可能性。这个过程一旦开始，文化生态位建设就会自动催化，并会产生大量的文化环境规制，能增强老年人和年轻人所处社会环境的同质性，从而有利于从父母和其他成年人身上得到进一步的社会学习。^[69]

语言的起源也可以用类似的方式来解释。近来有报道说，黑猩猩发现食物时发出的咕哝声是经过发声习得的，^[70]一些猿学习了手势并能灵活应用。^[71]然而，非类人猿的叫声在很大程度上是未经过学习的。^[72]发音所经历的从不需要到需要后天学习的转变表明，为灵长类动物交流所选择的环境，其特征的变化速度有所加快。然而，基于独立变化的外部条件（如气候变化）做出的解释不是特别具有说服力，原因如下。第一，这类解释都违背了语言的独特性标准：影响自然选择的外部因素应该同样有利于其他灵长类动物进行广泛的交流学习，包括其他猿类。第二，为发展语言加快外部环境变化速度的要求与为发展文化增强外部环境稳定性的要求相矛盾。第三，气候变化的速度太慢。然而，如果语言最初是为适应环境的自我构建的因素而进化的，那么上述情况就会有所改善。在自我构建的猿类生活环境中，哪些呈现出快速和多样化变化的特征，需要学习对它们加以追踪？比较后发现，符合此要求的最显著的特征是近亲间的文化传播。这些文化在过去指的是采集难以获取而又营养丰富的食物，并且学习起来很有挑战性。这恰恰是能从语言学习中受益的特征。

随着时间的推移，人类文化的复杂性和多样性都在不断急剧地增加，^[73]类人猿的文化却未产生如此变化。^[74]因此，在过去200万年的某个阶段，我们祖先开始历经文化变异（如工具、觅食技巧、社交信号、求爱仪式、药物治疗、手势），变异速度飞快，以至如果他们不持续更新和详细阐述交际的信号和意义，就无法在自己的世界进行交流。如果每种新工具、觅食技巧、每次展示或治疗都必须经过后天习得，那么对比来看，幼猿通常是从它们的母亲和哥哥姐姐那里学习变异文化的（比如工具的使用）。^[75]这样就可以相信，语言与文化复杂性共同进化，促进和加强了现代人类对生活技能的传授。^[76]

语言最初是为了传授技能而进化的，特别是为了近亲间的技能传授。这至少是我的观点。尽管很难相信所有的语言进化理论，但是我所给出的这个解释显然有很多优点。这个观点解释了语言的真实性、协同性、独特性和符号接地问题，以及它的起源、普适性以及需要后天学习的原因。并且这个观点符合成功的语言起源理论需满足的7条标准——据我所知，其他的任何假想都无法做到这一点。^[77]人类语言是独一无二的（在现存的物种中），这是因为只有我们人类构建了一个必定会被探讨的足够多样的、有生产力的和多变的文化世界。^[78]

在语言进化的争论中有一点很令人好奇，即人们对语言是否具有适应能力仍存有很大疑问。^[79]鉴于语言很复杂并拥有很多功能，也展现出了许多与适应力有关的“设计”特性，这会诱导人们认为，控制语言的神经机制必定是自然选择的结果，特别是为了交流的需要。然而，在很久之前，语言就被描述为“拱肩”，这个术语在进化生物学中指的是在选择其他能力的过程中所产生的副产品。例如，乔姆斯基就采取了这一观点，^[80]他坚持认为语言是庞大复杂的大脑发展以及人脑思维增强的副产品。相比之下，进化心理学家斯蒂芬·平克对此提出了强烈的批评。^[81]如上所述，很显然我认为语言的确具有适

应能力，具体来说，这种适应能力可以提高教学的准确性、降低其成本、扩大其范围。

当然，说到这里，语言受到自然选择才刚刚开始，为发挥各种各样的替代功能，语言通过各种方式得到了发展和扩充。维也纳大学语言进化专家特库姆塞·菲奇认为，语言是因促进近亲间的交流沟通而进化的，[\[82\]](#)我对此表示赞同。在我们祖先展示的亲系结构中，语言最初受到自然的选择可能是为了帮助父母或哥哥姐姐教导年幼的孩子或弟弟妹妹。然而，自那时起，早期语言经过发展，逐渐可以帮着教导远房亲戚，这种扩展与集体觅食、清扫和狩猎等活动息息相关，所有的这些活动都需要多人的协作配合。第七章描述的语言传授模式的演变表明，不论是与技能传授相关的大幅适应性增长，还是教师与学生之间浓厚的血缘关系，都需要教学受到自然选择。在这里，确保亲属掌握相关技能和知识以获得更多的食物有一个直接的好处，就是可以维系与远房亲戚间的关系。如果不教授或不告诉每个人自身要发挥的具体作用，复杂的协作活动往往难以传承下去。在这一点上，语言将会被证明是一个极其强大的协调工具。[\[83\]](#)

后来，通过语言的帮助，教学活动扩大到了其他合作活动中，如互惠交流、间接互惠和群体选择。非亲属间的互惠利他行为和互惠交易（至少是交易需要的商品）在其他动物中是极为罕见的。[\[84\]](#)这可能是因为制定交易的“汇率”需要一定的能力，如果没有原始语言的帮助，将会非常困难。[\[85\]](#)同样，间接互惠的有效运作可能也需要语言的帮助。[\[86\]](#)用语言讲授社会规范帮助人类制定了相关制度（如警力或社会制裁打击），去惩罚不配合的个体，从而进一步增强团结的力量。[\[87\]](#)进化生物学家马克·佩吉尔认为“语言进化促进了合作”，我猜想这是正确的。[\[88\]](#)但我认为语言起源于一种具体的合作方式——教学活动。其他的合作情景一定是利用了先前存在的语言能力，为增强语言技能而受到了自然选择。这种自然选择带来的结果可

能会对后来人类合作的规模以及人类语言的效力产生巨大的影响，[\[89\]](#)并似乎有助于解释早期语言是如何进入一些领域的。在这些领域内，不需要诚实的语言，反而要警惕恶意和不胜任情况的出现。然而，其他的合作情景却无法^{满足上述的真实性和适应性标准}，因此不能成为语言起源的答案。

语言一开始就创造并使用了带有意义的符号，这个观点并不是由我最先提出。许多学者对此表示认同，其中最具代表性的是美国加州大学伯克利分校的人类学家特伦斯·迪肯。[\[90\]](#)从比较视角来看，这种说法是有道理的。使用符号而非语法，是动物交流的一个特征。[\[91\]](#)如上所述，许多动物的自然交流系统中都包含符号，一些猿经过训练已经学会了识别并使用符号（手势或词汇），这些符号和语言传达的意义相同，它们甚至学会了通过简单的合作把东西绑到一起。但是，几乎没有可靠的证据表明除人类以外的动物有理解语法的能力。[\[92\]](#)

随着社会传播，食物种类、采集觅食技能、加工方法、手势、协作模式和常见威胁也日趋增加，学习与它们本身相关的符号开始变成了一项具有挑战性的任务，此外，我们的祖先还受到主要选择来源的影响。与其他学者一样，[\[93\]](#)我怀疑我们祖先是否创造了一个丰富的符号世界，能通过选择压力的自行调控产生进化反馈，这种压力会倾向于选择能快速操作并使用这些符号的大脑结构。[\[94\]](#)事实上，这种反馈作为鲍德温效应[\[95\]](#)或生态位建设[\[96\]](#)的另一种表现形式，仅仅是对本书最后两章提出的文化驱动论点的更具体表述。也就是说，选择更高效和更保真的社会学习有利于大脑特定结构和功能的进化，并在此过程中促进了大脑和智力的进化。当代人类语言存在语法的唯一原因是，人类对原始语言中象征符号的操作已经历经了200万年的历史，这个过程所产生的选择压力反过来会使人类大脑发生重大变化。[\[97\]](#)

由于我们的祖先需要学习大量的符号，由这些符号组合成的清楚信息在不断增加，对规则和惯例的需求也随之形成（这些是语法的重要方面）。如果只把词语简单地串联在一起，而忽略语法规则，就会马上引起歧义，并会给消息接收者带来沉重的处理负担。例如，“熊人吃饭”“熊吃了人”“人吃了熊”“熊和人都在吃饭”都是由相同的词语组成的，但意思相差千里。语法通过将信息分层，把它分解成有意义且容易理解的部分、短语和句子，使大脑能轻松快速地处理，以减轻理解负担。语法规则能消除歧义。使用语法不仅仅能表达成熟的语言，而且还具有很大灵活性。单个词汇的含义是有限的，将它们拼凑在一起后，会出现无穷的意义。但是只有遵循语法规则，它们才能传达高度复杂的信息。

语言最初可能是为了降低传授复杂捕猎技巧的成本而进化的，之后在某个时刻，它也用于传授语言符号。一旦早期语言本身成为被教授的对象（虽然通常是潜移默化的，而非刻意的指导），相应地，它就会生成一种对儿童更加有效的语言教授方法的自然选择，包括“儿向语言”，也就是儿语或“妈妈语”。[\[98\]](#)我们都知道儿童会选择性地听一些语言结构，自动忽视其他的，这种选择语言的现象称为“儿童友好型”。[\[99\]](#)通常来讲，儿向语言与普通语言相比语速较慢、音调较高、使用较短的简单词汇。研究表明，婴儿更喜欢听这样的语言，这种语言更容易吸引并能保持他们的注意力。比起标准语言，他们能更快学会这类语言。[\[100\]](#)因此我们通常就会觉得，婴儿学习语言的行为是自发的或者是“本能”[\[101\]](#)，好像大人在这个过程中并没有起到太大作用。这种看法低估了大人对婴儿学习语言的促进作用。实验表明学习说话最快的儿童得到的认可和鼓励最多，父母会给予他们充足的时间和关注，用“儿童友好型”的方式来纠正、提问和教授孩子，等到合适的时间再让孩子接触结构复杂的语言。[\[102\]](#)大多数动物社会[\[103\]](#)中（但并非全部）都存在儿向语言，这表明此类语言受到了广泛传播，并且可以后天习得。但这并不能否认儿向语言中的一些重

要组成部分有可能在生物进化过程中受到了自然选择，例如婴儿对语言结构的敏感度，或大人用某种行为来引导他们做出回应（例如笑）。

随着原始语言的复杂性在其原来的基础上慢慢增加，人类进化出了更强的认知能力，有助于语言学习和信息传递。例如，相对于其他灵长类动物，人类更加擅长推测其他人话中的意思。[\[104\]](#)这种能力的产生一部分可能得益于上述的语言传播者的传授活动，还有一个原因可能是，语言接受者察言观色的能力增强了。此外，人脑通过操作和使用语言符号得出的选择性反馈，可能不止于理解意思和句法的能力。乔姆斯基认为语言是思想的发动机，毫无疑问，人们拥有一个独特的大脑，能获取语言、处理信息。实际上，语言不仅让我们产生思想，也能帮助我们了解他人的想法（元认知）。这种元认知又进一步促进人类的传授能力。例如，教师可以用语言问学生：“明白了吗？”随后教师就会清楚地知道学生的理解状况。实际上，我怀疑在传授过程中（可能是通过语言），心理理论（一种推测其他人的信仰、愿望和知识的能力）就得到了发展。从这些方面我们可以看出，语言是生态位建设的强有力的例子。[\[105\]](#)我们的祖先给这个（概念上的）世界带来重大变化，这些变化帮助我们进化成了人类。

因为语言的结构习惯各不相同，也会随着时间的变化而变化，语法也需要不断学习。是像乔姆斯基所说的通过专门的语言习得机制来学习，[\[106\]](#)还是通过像贝叶斯分类算法这类一般的语言处理机制来学习，还有待讨论。[\[107\]](#)无论用哪种方式，我认为我们祖先创造的拥有丰富语言的文化世界是我们加强语言学习的重要选择来源。选择性反馈经历了两个阶段。一个是基因—文化共同进化的动态过程，在这个过程中产生了自然选择，增强了语言学习能力和信息传递能力。同时文化演进的过程也在起作用，人类的文化活动也影响了语言的习得属性。

有观点认为语言的特点是在文化传播过程中形成的，但我们更直观地认为祖先的思想是自然选择的结果。然而如果语言结构随着时间流逝一直存在，那么它们必须反复经过被他人习得、表达和采用的过程。难以习得和表达的语言相对于更直观的语言来说，就会处于不利的地位。因此，语言的发展需要时间。爱丁堡语言学家西蒙·柯比和他的同事称这个过程为“使语言容易习得而产生的文化选择”。[\[108\]](#)儿童能很轻松地学会语言，许多研究人员觉得这一点很了不起，他们认为这种早熟意味着人类大脑拥有专门的语言学习能力。[\[109\]](#)但是，儿童之所以能提早适应语法，一部分原因是语言中有简单易学的部分。[\[110\]](#)研究人员通过数学建模对语言的文化进化进行了研究，他们已经能确定语言的主要属性就是以这种方式得以进化的。[\[111\]](#)例如，语义合成性指的是一个复合信号的意义与其一部分的意义有关，这种现象会随着文化的进化而出现，通常来讲比通过生物进化实现的速度更快、成本更低。[\[112\]](#)同样，传输链实验和数学建模都展示了，传播中的语言是如何通过文化进化使其传播率得到最大化的，并且随着时间的推移，语言变得更加易学、结构也更加严谨。[\[113\]](#)这项研究很重要，因为它能使我们更容易地解释，特定语言认知适应是自然选择的结果，并且便于对解释语言起源的各种挑战加以控制。一旦我们的祖先进化出了一种符号沟通的社会传播体系，语言的其他特征就自然而然地出现了。[\[114\]](#)

总的来说，我在本章提出的论点非常实用。我们一直在解决一个问题：语言的原始功能是什么？然而我们还需要解决另外一个有关进化机制的问题：为什么人类可以学习语言？随着语法的出现，语言学习变得越来越难，因为我们不仅需要学习语言的意思，更重要的是要按照一定的顺序把词语组织成合理的句子，并理解句子的更深层次意思。人类是如何做到这一点的呢？

在此，我认为上文提出的共同进化的论点只是整个观点的一部分。我认为人类本来就有处理一连串要素的能力，因为我们祖先在制造和使用工具、采集觅食以及加工食品时，都需要按照严格的步骤进行。[\[115\]](#)只有按照正确的顺序安排每一个环节，才能确保最后的成功。许多食物经过恰当的加工，能提取出更多的营养物质，并能去除有害物质。[\[116\]](#)例如，人类饮食中的许多野生或家种的农作物，尤其是像稻米和小麦这样的谷类，生吃是不能消化的。同样，豆类食物营养丰富，但同时含有微量的有毒物质，只有经过浸泡和烹饪，将有毒物质分解，人体才容易消化吸收。含有碳水化合物的根茎类食物（例如淀粉），需要经过截断、切片、磨碎、加热的过程，才能变成人类容易咀嚼和吸收的形式。通常，这些食物的搜集和加工需要一系列较长的工序，这些工序等级不同，有时候需要经历循环操作。除了现代人类以外，一些猿也会按照类似的方法觅食（例如大猩猩采集荨麻时），[\[117\]](#)所以这不太可能是人类在近代获得的一项技能。

研究生安德鲁·惠伦和博士后研究员丹尼尔·科思登[\[118\]](#)在我位于圣安德鲁斯大学的实验室进行了一项理论研究，他们发现这种排序能力是后天习得的。安德鲁和丹尼尔发现，反复的尝试不能帮助人类学会如何对一系列活动进行排序，但是社会学习很有可能做到这一点。只有按照合适的顺序安排每一步，最后才能得到相应的回报。也就是说在得到最终回报之前，肯定要经历一系列不能达到预期结果或适得其反的行为。如果没有他人的帮助，学习起来会很具有挑战性。同样我们也认为前期阶段会面临着许多选择。社会学习对学会操作这类任务至关重要，人类可能是通过模仿学会此类技能的。实际上所谓的“生产模仿”具体指的就是通过观察去学习排序的技能。[\[119\]](#)“顺序模仿”的方法可以使人们更容易地学会许多任务，例如编篮子、做陶罐。在这个过程中，观察者关注的不是演示者的运动模式，而是演示者操作的步骤顺序。[\[120\]](#)暂不考虑进化机制的问题，通过社会学习来掌握多步骤任务的排序，加上进行分级和处理循环步骤的计算能

力，人们很有可能在认知过程中学会并能处理一连串的语言符号。实际上，很多语言学家认为，语言最明显的特征就是它拥有不同等级的语法结构。[\[121\]](#)我怀疑，我们人类之所以能够将一系列事情安排得井井有条，是因为加工复杂食物时必要的计算能力经过了千百年的进化发展。语言只有在极其精干的社会学习者身上才能得到进化，这再一次印证了上文所说的独特性标准。

我用两个实验来结束这一章。这两个实验的发现都为工具制造、教学活动及语言同时进化这个论点提供了证据支持，并阐明了早期语言受到自然选择的原因。[\[122\]](#)最为重要的是，实验表明，学会一种特定的技术（一种被我们祖先广泛实践过的技术）会促进教学活动和语言的发展，这种技术就是石器制造。

200多万年前，人类就很擅长制造石器，例如把燧石、黑硅石、黑曜石锻造成工具，这个过程被称作“敲碎石块”。技术高超的碎石人单用一把石锤去敲打鹅卵石，就能制造出大量的尖锐石片和其他各种各样的工具。经过对出土的石片工具进行分析，可以得出这些石片绝不是通过粗糙的捶打产生尖锐边缘的，而是有层次地将石片进行了分离，在这个过程中制造者会保留有精致尖角的石片，而且还会修补受损的石片的主要部位。[\[123\]](#)这种复杂程度，以及现在的工具制造实验[\[124\]](#)都证实了，即使是我们已知的最古老的石器制造技术（奥杜威文化），也需要学习以及大量的实践。[\[125\]](#)甚至，这种技术的保存、广泛的传播以及在地区传统留下的印迹都强烈表明，工具制造的方法是在社会传播的。[\[126\]](#)然而，其中蕴含的心理机制仍有待探索。[\[127\]](#)

如果我的观点是正确的，反馈机制在人类思想、语言和智力的进化过程中作用重大，那么石器制作便可以作为一项有趣的测试用例。250万年前在人类历史的开端，这项技术就出现了，并重复沿用了数百

万年，这表明很可能是石器制作促进了人类认知的发展进化。人们普遍认为古人类的生态环境十分具有挑战性，[\[128\]](#)掌握石器制作的技术也十分困难。[\[129\]](#)考古学家已经证明，适应性优势与制作并使用有效的切割工具，以及这一技能快速传播可能有一定的联系。[\[130\]](#)因此，认为工具制作与认知能力、教学活动与早期语言一同进化的观点似乎是可信的。[\[131\]](#)

如上所述，奥杜威人的石器制作可能是最难掌握的技能之一，它选择的传播方式（包括语言），也就更加复杂和精确。反过来，传播的信息越准确，越有助于掌握并传播更为复杂的石器制作技巧，比如说阿舍利文化选择的社会传播方式会更加复杂。与此假设相符的是，古生物以及考古遗迹研究都显示古人类的形态在奥杜威石器文明出现之后一直在变化，包括脑容量的增加。

以现代人为研究对象的实验能进一步探究这个假设，因为这些实验可以加深我们对支持石器制作技术的认知和运动过程的认识。[\[132\]](#)然而，实际上至今也几乎没有人对石器制作的社会学习进行研究。[\[133\]](#)这类实验将极具指导意义，因为传播机制可能会限制技术传播。然而，研究人员对工具制作的传播机制有不同的看法。[\[134\]](#)一些人认为类似于黑猩猩那样的效仿或模仿行为就足以传播敲碎技能，[\[135\]](#)还有人认为工具制作需要人类认知能力有了极大发展，[\[136\]](#)比如说语言。[\[137\]](#)

我们决定开展一项大规模的实验研究，来检验5种用于传播奥杜威石器敲碎技能的社会学习机制，这项技能的传播包含多个步骤。[\[138\]](#)通过计算不同机制的传播速度，我们可以判定哪一种才是受石器使用影响而被选择的交流方式。此项目由我的研究小组开展，共10名成员，研究生汤姆·摩根任小组组长，利物浦大学考古学家娜塔莉·乌米尼负责指导工作。

在我们的实验中，首先让成年参与者学习用花岗岩石锤和燧石敲碎石头，之后对他们的学习能力进行测试，然后，让他们帮助其他人学习这项技能。研究人员通过不断重复这一过程，探索石器制作知识能否在参与者之间传播，以及是如何传播的。根据“教师”向“学生”传播的信息的种类，可以分为5种不同的情况，每种情况下都有实验对象参与。[\[139\]](#)

1. 逆向工程：研究人员为实验对象提供一块打火石磨石和一把石锤来进行练习，但是他们只能看到之前由“教师”制作好的碎石，不能当面见到“教师”，也不能看见制作过程。

2. 模仿：除了拥有打火石磨石和石锤，学生还可看到教师制作石器的过程，但不许和教师交流。

3. 基础教学：除了向学生展示石器制作过程外，教师可以亲自指导学生使用石锤和打火石磨石，并可放慢动作、进行调整，以便学生能清楚观看。

4. 手势教学：学生和教师能使用手势进行交流，但不能说话。

5. 语言教学：教师和学生可以使用语言交流。

在每一种情况下，我们都安排了4条较短的传播链（包括5个人）以及2条较长的传播链（包括10个人）。实验人员首先担任教师，训练第一位参与者学习石器制造的方法。将近200位成年人参与了这个实验，共制作出了6000多块打火石，我们用最新开发并已验证的方法对每一块打火石都进行了称重、测量和质量评估。[\[140\]](#)我们对此倾注了大量心血（这也许是考古学研究领域最大规模的一次实验）。付出就有回报，我们最后取得了十分显著的成果。在众多的传播方式中，汤姆和娜塔莉一致发现与逆向工程相比，教学和语言能够帮助人们学习石器制作技能，而模仿行为则不可行。例如，通过手势教学和语言教

学制作的石块质量有明显的改善，而且语言教学的成果几乎是逆向工程的两倍，[\[141\]](#)但在模仿后，参与人员的表现没有任何改善。可用的打火石的数量也说明了一个相同的结论，即只有在手势教学和语言教学的情况下，参与人员制作打火石的技能才能得到大幅度的提高，[\[142\]](#)但在模仿的情况下，并无证据表明打火石的生产率得到了提高，只有语言教学才能提高生产率，并能大幅度增加打火石的制作数量。[\[143\]](#)最后，尽管没有证据证明模仿行为会提高打火石制作的成功率，但是手势教学会使成功率翻一番，而语言教学会使成功率翻两番。我们得到了强有力的证据来证明，在采取的5种措施中，语言教学比手势教学更能增强学生的表现能力。

因此，教学尤其是运用语言进行教学能极大地促进石器制作技术的快速传播，然而并无证据表明模仿能带来同样的效果。正如预期的一样，无论在哪种情况下，因为石器制作的信息在传播过程中不断丢失，参与人员制作石器的表现也有所下滑，但是教学能充分地弥补传播链上的这一缺憾。[\[144\]](#)相反，如果没有教学，参与人员的表现会急剧下滑至最低点。在更为自然的语境下，教学因为有了教师与学生之间的长时间互动，以及学生的自我练习，必定会保证信息可以稳定地传播。[\[145\]](#)

汤姆和娜塔莉的研究表明了教学——尤其是依靠语言进行的教学——可以促进奥杜威人石器制作技术的传播。[\[146\]](#)这一点恰好说明，奥杜威人的石器制作技术促进了教学和语言的进化，它们的复杂程度不断增加。关键问题是，我们发现交流形式越复杂，石器制作技艺的传播率越高。[\[147\]](#)此类数据表明石器制作技术促进了交流方式的演变，使其从开始的观察学习发展成了完全成熟的语言。从奥杜威时期开始，这一过程就可能发生并一直延续下来。在这一过程中，越精确的交流方式越有助于传播更加复杂的技术。事实上，这种进化反馈可能已经存在了数百万年，愈加复杂的交流方式使得愈加复杂的技术得

到了稳定而快速的传播，反过来，复杂技术的传播也会促进复杂的交流方式与认知能力的发展，这是一个永恒循环的过程。

另一个有意义的发现是模仿几乎无法促进奥杜威人石器制作技术的传播。[\[148\]](#)当然，我们也无法否认，通过延长学习时间，观察式学习有可能会发挥出它的优势。但是，它带来的好处显然低于同等时间内通过教学取得的效果。尽管不能断言石器制作技术不能通过模仿行为传播，但我们的发现可以确定，仅凭观察是无法有效地学习石器制作技术的。[\[149\]](#)很显然，通过模仿可以获取一些信息，比如说需要用石锤敲击石块的中心点以及所需的力度。但是，必要的快速敲击动作似乎并不利于传递重要的细节信息，比如说精确的敲击位置、角度、石块最佳的摆放位置，这些信息对石器制作十分重要。所以，在教学时放慢敲击动作，指明敲击位置和石块摆放位置，或者亲自教导如何操作，尤其是加上口头指导，会帮助学生快速地学会此项技能。语言教学情况的文字实录显示，敲击角度等抽象的敲击概念[\[150\]](#)（例如平台角度[\[151\]](#)）确实在参与人员之间得到了有效传播。较为可信的一点是，在语言教学中使用类似于“平台角度”这样的自定义标签可以促进传播。这种标签可以将任务分成多个环节，使学生能辨别出重要的操作部分，并能提供一个清晰的框架，使学生能继续将此技能传授给他人。换言之，语言不仅有助于学习技术，并且能帮助学习者将学到的技术再传授给他人。

尤其令人兴奋的一点是汤姆和娜塔莉的发现解决了人类进化的一个未解之谜，即奥杜威石器制作技术的发展为何会出现明显的停滞。[\[152\]](#)170万年前，在阿舍利技术出现之前，石器制作技术历经了70万年却并未发生明显的改变。[\[153\]](#)该研究表明了奥杜威人的发展受到了社会传播准确度的限制，它在非洲极为缓慢的传播速度印证了这一点。[\[154\]](#)很显然，虽然我们不能最终确定奥杜威人采用了何种传播方式，但是我们的数据表明他们很可能采用了模仿的方法。尽管模仿传

播的准确度要高于其他简单的社会传播方式，[\[155\]](#)但是据我们的实验可知，这种相对低级的传播方式在自然语境下传播速度缓慢，传播的信息不准确，所以传播的结果并不可靠。如果是这样的话，缺少了有效的沟通方式，石器制作技艺术可能无法得到进一步的发展。[\[156\]](#)

我们的发现表明，教学促进了形状更为规整的阿舍利工具的传播，至少具有对应实验中开展的基础教学环境。我们可以把发展不完备的初始语言形式当作技术缓慢传播的理由，但是有证据表明在奥杜威时期，人类似乎不可能进化出现代语言，因为后来技术发展比较缓慢。更为合理的解释是，阿舍利技术是通过手势和原始语言传播的。

[\[157\]](#)尽管阿舍利人可能无法创造出复杂的语法，但他们很可能已经学习了为数不少的语言符号，并能将其组合起来。我们的研究表明，就传播石器制作技术而言，简单的正反强化形式，或指导学生关注打火石磨石的特殊位置（常见于手势教学中）比单纯的观察更加有效。

（此发现恰好表明，语言是因教学而进化的观点符合比克顿的“10个词原则”标准。）

此研究证明，在人类进化史中，工具使用和社会传播之间的基因—文化协同进化驱动力一直没有间断过。它至少开始于250万年前，并一直延续到现在。简单而又停滞不前的奥杜威技术表明，像观察式教学这样有限的信息传播方式只能传播那种最广泛的石器制造概念。尽管这种教学模式能够在长期接触的个人之间实现知识的有限传播，但是无法在创新性技术失传之前就将其传播出去，这就是奥杜威技术发展停滞的原因。但是，人类可以依靠石器技术进化出更加复杂的交流方式，反过来可以有效传播石器制作方法。在自然选择的不断作用下，教学、符号交流、现代语言得到了发展，从而传播了抽象的石器概念。我们的研究表明古人类早在170万年前就拥有了教学能力，并极有可能形成了原始语言。

我想重申一点，语言并非是通过石器制作本身进化的，而是通过石器制作和使用过程中需要学习的部分进化的。更准确地说，我认为原始语言是为了将技术传授给近亲而进化的，石器制造仅仅是我们祖先传授给他们亲属的生活技能之一。尽管石器制作并非祖先传授的唯一技巧，但它是最重要的。因为数百万年以来，人类在很大程度上都依赖这一技巧生存。至少，石器制造是需要学习才能掌握的技术，并且能降低教学的成本、提高教学的准确率。该研究也完美地展示了早期语言是如何从名词、动作和介词发展到抽象概念的。

比克顿认为语言是为了帮助祖先合作清理大型猎物的尸体，并摆脱肉食动物的追捕进化的。[\[158\]](#)我认为这个观点也是合理的，因为正如比克顿所言，这样的协调合作需要有效的教学来辅助，包括告知人们在捕食过程中所担当的职责、指示食物的大概方位、通知他人是何种猎物、训练集体防御、协调大型队伍等。这种假设具有特别的吸引力，因为它进一步表明了语言是如何起到泛化作用的，可以描述远处发生的事件。然而，对语言进化而言，重要的不是搜寻食物而是教学。同样，迈克尔·托马塞洛认为人类语言早期是为了协调合作觅食行为而进化出来的。[\[159\]](#)在这一点上，我深有同感，因为难以想象在没有教学的情况下人类可以相互合作、协调觅食。然而，我想再次强调，重要的是教学而并非觅食行为，而且除觅食活动以外，教学很可能也存在于其他领域。几乎可以确定，人类许多不同的特征、技巧以及知识都是由祖先传授的，而它们对语言能力都有不同的需求。

当然，语言专家会指出，即使我的假设是正确的，语言进化在很大程度上依然属于未解之谜。我只是对计算能力在语言进化中的产生方式、语义表征的发展方式、音位表达的产生、以上几者是如何共同进化的以及这种内部机制如何在语言交流中外化的（是通过听觉还是视觉）进行了解释。我并不是意图推翻语言进化理论，它们都是对的，尽管如此，我仍认为我的解释对解开语言起源的秘密有一定的价值。该分析将语言起源置于更为广阔的语境当中，在这个语境中，我

们可以了解人类认知多个方面的进化进程。阿尔弗雷德·拉塞尔·华莱士与他人共同发现了自然选择，但他并没有意识到自然选择可以解释人类进化，其中一部分原因是他无法想象出像语言这样独特的人类认知特征是如何进化的。[\[160\]](#)我相信，如果他对这一章节的内容有所了解，肯定会得出不同的结论。

[\[1\]](#)这些著名语句节选自莎士比亚的《哈姆雷特》（第二幕第二场）：“人类是一件多么了不起的杰作！多么高贵的理性！多么伟大的力量！多么优美的仪表！多么文雅的举动！在行为上多么像一个天使！在智慧上多么像一个天神！宇宙的精华！万物的灵长！”（选自朱生豪译本。——译者注）

[\[2\]](#)Vygotsky (1934) 1986.

[\[3\]](#)Chomsky 1968.

[\[4\]](#)For excellent overviews, see Fitch 2010, and Hurford 2014.

[\[5\]](#)Washburn and Lancaster 1968.

[\[6\]](#)Miller 2001.

[\[7\]](#)Dunbar 1998

[\[8\]](#)Deacon 2003a.

[\[9\]](#)Falk 2004.

[\[10\]](#)Power 1998.

[\[11\]](#)Greenfield 1991.

[\[12\]](#)Burling 1993.

[\[13\]](#)Hauser et al. 2014.

[\[14\]](#)Fitch 2010, Hurford 2014, Bolhuis et al. 2010.

[\[15\]](#)Bickerton 2009, Hurford 2014.

[\[16\]](#)Hauser 1996.

[\[17\]](#)Wheeler and Fischer 2012, 2015.

[\[18\]](#)But see Watson et al. 2014.

[\[19\]](#)Pika et al. 2005.

[\[20\]](#)Ibid.

- [21]Fitch 2010, Hurford 2014.
- [22]Hauser 1996, Bickerton 2009, Fitch 2010, Hauser et al. 2014, Hurford 2014.
- [23]Yang 2013, Truswell 2015.
- [24]Terrace 1979.
- [25]Bickerton 2009.
- [26]Szamado and Szathmary 2006.
- [27]Bickerton 2009.
- [28]Odling-Smee and Laland 2009.
- [29]Grafen 1990; but see Kotiaho 2001.
- [30]Searcy and Nowicki 2005.
- [31]Maynard-Smith 1991.
- [32]For instance, See Smith et al. 2003.
- [33]Szamado and Szathmary 2006
- [34]我所说的原始语言指的是一连串的词语，它们的组合没有遵循语法。
- [35]符号是代表或暗示另一种思想、信仰、行动或物质实体的对象或概念。
- [36]Szamado and Szathmary 2006.
- [37]Hurford 1999.
- [38]Szamado and Szathmary 2006.
- [39]Gray and Atkinson 2003, Pagel et al. 2007, Smith and Kirby 2008, Kirby et al. 2008.
- [40]Janik and Slater 1997, Fitch 2010, Hurford 2014.
- [41]Bergman and Feldman 1995, Boyd and Richerson 1985, Feldman et al. 1996, Stephens 1991.
- [42]For instance, See Rendell et al. 2010.
- [43]Laland 2016.
- [44]此观点得到了人种学（如Hewlett et al. 2011, Tehrani and Riede 2008）及实验数据（如 Dean et al. 2012）的支持。
- [45]Stringer and Andrews 2005.
- [46]Hrdy 1999.

[47] See also Isler and Van Schaik 2012.

[48] Anton 2014.

[49] Stringer and Andrews 2005, Anton 2014.

[50] Fitch 2004对此给出了强有力的论证。

[51] Trivers 1974.

[52] Tomasello 1999, Gergely and Csibra 2005, Gergely et al. 2007, Csibra 2010.

[53] Walden and Ogan 1988.

[54] Tomasello 1999. Gergely and Csibra 2005, Gergely et al. 2007, Csibra 2010.

[55] 根据Tomasello 1999的研究，我们的一些实验数据也表明了这一点。例如在一项研究中，迪恩等人在2012年通过观察23个教学实例发现，口头指导（例如“按下按钮”“滑动门”）再加上手势和动作的帮助能有效地促进发声学习。

[56] Stringer and Andrews 2005.

[57] Whiten et al. 1999, Van Schaik et al. 2003.

[58] 奥杜威文化的工具首次发现于坦桑尼亚的奥杜威峡谷，并因此而得名，这些工具可追溯到距今250万—120万年前。东非、中非和南非的几个聚居地发现的奥杜威文化的文物中，最古老的是位于埃塞俄比亚贡纳的遗址。奥杜威技术的代表工具是薄片和砍刀。根据显微镜对薄片的划痕分析，这些薄片是用来切割植物和屠宰动物的工具。砍刀指的是带有锋利的边缘的石器，也用于切割、截断和刮削。阿舍利文化的石器首次发现于法国的圣阿舍利，并因此而得名，这些工具可追溯到距今170万—20万年前，人们普遍认为它们是奥杜威文化工具的进步。阿舍利工具广泛存在于旧大陆，从南非到北欧，从西欧到印度次大陆，分布范围极广。阿舍利技术的代表工具是其独特的梨形石器及对称的石头手斧。

[59] McBrearty and Brooks 2000, D' Errico and Stringer 2011.

[60] Laland et al. 2000.

[61] Galef Jr. 1988, Laland et al. 1993.

[62] Odling-Smee et al. 2003.

[63] Laland et al. 2000.

[64] Odling-Smee et al. 2003.

[65] Ibid.

[66] Odling-Smee et al. 1996, 2003; Smith 2007a, 2007b; Kendal et al. 2011.

[67]Laland et al. 2010.

[68]Laland et al. 2000.

[69]Ibid.

[70]Watson et al. 2014. 然而，这一说法仍然存有争议（See Fischer et al. 2015）。

[71]Pika et al. 2005, Janik and Slater 1997, Zuberbuhler 2005.

[72]Fitch 2010, Hurford 2014.

[73]Enquist and Ghirlanda 2007, Enquist et al. 2011.

[74]Tomasello 1994.

[75]Whiten et al. 1999, Reader 2000.

[76]Csibra and Gergely 2011.

[77]虽然我在写作此书时提出了这个观点，但我必须承认，在过去也有类似的其他假设，并制定了比其更为严格的标准（如Bickerton 2009）。因此，一条能同时满足这7条标准的假设不一定是正确的，它还必须经过时间及新标准的检验。

[78]Odling-Smee and Laland 2009.

[79]在这里，“适应”（一种为某个特定角色或功能受到自然选择的特征）不同于“适应性”（增大生物适合度）。据我所知，没有人（包括乔姆斯基）对语言交流是一种适应性特征提出过质疑。人们争论的焦点是，控制语言的神经和心理机制的原始功能是否为交流。

[80]诺姆·乔姆斯基认为语言能力，特别是其离散的无限性或递归的属性（普遍语法理论的重要组成部分）可能已经进化成了一个拱肩：在此观点中，乔姆斯基最先指出了语言是脑容量增加、脑神经变复杂，以及人类思维能力增强的产物。然而，他没有解释脑容量增加和脑神经变复杂的原因，这个过程使语言具有了离散的无限性的属性。近期，Hauser et al. 2002对此给出了解释。

[81]See, for instance, Pinker and Jackendoff 2005.

[82]Fitch 2004; see also Nowicki and Searcy 2014, and Smit 2014.

[83]Sterelny 2012a, 2012b.

[84]Fitch 2005, Ridley 2011.

[85]Pagel 2012.

[86]Nowak and Highfield 2011.

[87]Fehr and Gächter 2002, Fehr and Fischbacher 2003, Boyd and Richerson 1985, Henrich 2015.

[\[88\]](#)Page1 2012.

[\[89\]](#)Ibid.

[\[90\]](#)Deacon 1997; see also Bickerton 2009.

[\[91\]](#)Hauser 1996, Bickerton 2009.

[\[92\]](#)Hauser 1996, Bickerton 2009, Hauser et al. 2014,

[\[93\]](#)德里克·比克顿和特伦斯·迪肯都认为，人类对符号的持续使用和操作促进了对人类思维的自然选择，并能促进语言学习结构的演变，包括语法学习。See Deacon 1997, and Bickerton 2009. 其他研究人员提出的语言演变理论强调了生物和文化进化的重要性，但没有重点强调这种选择反馈，尤其是Arbib（2012）。

[\[94\]](#)Rilling et al. 2008, Schenker et al. 2010.

[\[95\]](#)Deacon 1997, 2003b. 鲍德温效应以心理学家詹姆斯·马克·鲍德温命名，他在1896年提出了适应进化的特殊机制（Baldwin 1896, 1902）。鲍德温认为，动物可以通过表型特征来适应环境，例如通过学习。学习不仅可以帮助它们生存，而且会使自然倾向于选择非习得行为。虽然近一个世纪以来，进化生物学家很大程度上忽略了这个观点，但是现在它重新得到了重视。例如，鲍德温效应对研究领域探索发育可塑性在进化中的作用产生了很大影响（e. g., West-Eberhard 2003）。

[\[96\]](#)Bickerton 2009.

[\[97\]](#)Hauser 1996, Bickerton 2009.

[\[98\]](#)Falk 2004. 我更喜欢用“儿向语言”这一术语，因为我们中的很多父亲和婴儿说话时也调整为婴儿的说话方式。

[\[99\]](#)Deacon 1997; Fitch 2004, 2005; Falk 2004.

[\[100\]](#)Thiessen et al. 2005, Fitch 2010.

[\[101\]](#)Pinker 1995.

[\[102\]](#)Waterson 1978, Thiessen et al. 2005, Fitch 2010; Huttenlocher et al. 2002.

[\[103\]](#)Falk（2004）认为儿向语言在全世界范围内都存在，但是这个说法是有争议的。例如，Masataka 2003（p. 137）写道：“能证明‘妈妈语’在许多文化中普遍存在的证据不具有说服力，实际上是非常有争议的。”

[\[104\]](#)Bloom 1997, 2000; Fitch 2010.

[\[105\]](#)Bickerton 2009.

[\[106\]](#)Chomsky 1965.

[\[107\]](#)Fitch 2010.

[\[108\]](#)Brighton et al. 2005.

[\[109\]](#)此观点的代表人物为乔姆斯基（1980），他提出了“刺激贫乏论”，即儿童在语言习得过程中所接触的语料不足，没有足够的信息来帮助他们建立某些语法规则。

[\[110\]](#)Deacon 1997.

[\[111\]](#)Smith and Kirby 2008, Kirby et al. 2007.

[\[112\]](#)Smith and Kirby 2008.

[\[113\]](#)Kirby et al. 2008.

[\[114\]](#)Smith and Kirby 2008; Kirby et al. 2007, 2008, 2015.

[\[115\]](#)Byrne 2016.

[\[116\]](#)Wollstonecroft 2011.

[\[117\]](#)Byrne and Russon 1998, Byrne 2016.

[\[118\]](#)Whalen et al. 2015.

[\[119\]](#)Hoppitt and Laland 2013.

[\[120\]](#)Heyes 2012.

[\[121\]](#)Bolhuis et al. 2014.

[\[122\]](#)Morgan et al. 2015.

[\[123\]](#)Delagnes and Roche 2005.

[\[124\]](#)Toth 1987.

[\[125\]](#)Roche et al. 1999, Callahan 1979.

[\[126\]](#)Schick and Toth 2006, Braun et al. 2009.

[\[127\]](#)Hovers 2012.

[\[128\]](#)Blumenschine 1986, Potts 2013.

[\[129\]](#)Callahan 1979.

[\[130\]](#)Potts 2013.

[\[131\]](#)Schick and Toth 2006.

[\[132\]](#)Stout et al. 2000, Uomini and Meyer 2013.

[\[133\]](#)对阿舍利工具制造最近的一次研究发现，人们普遍采用缩减策略（制作薄石片的方式）来制造石器（Shipton et al. 2009）。这些研究人员认为“真正的模仿”（即通过观察学习模仿他人的运动模式）作为社会传播最低级的方式，可以产生这样的一致行为。此外，一项未发表的实验研究发现，“示范性动作”已经足够指导人们通过合作获得基层岩石

并进行初步打磨了。只有两项研究直接调查了同时代的成年人制造工具的能力，虽然采取的社会传播方式不同，但它们都将口头传授与手势交流的效果进行了对比。其中一项研究调查了勒瓦娄哇技术的习得（Ohnuma et al. 1997），这项复杂的技术在距今30万—3万年前比较流行，研究结果表明两种传播方式取得的效果没什么不同。然而，这项研究是基于实验参与者的二元评估（是/否）得出结论的，因此就存在一种可能性，即更多细微的差异没有被发现。另一个实验（Putt et al. 2014）对两面凿石进行了研究，阿舍利人通常采用这种技术。尽管两种传授方式下制作出的工具在外形、对称性、质量上均相似，但两组人采用的技术有所不同，得到口头教授的参与者能更准确地模仿指导者的技巧（即使参与者缺乏有效的实践技巧）。由于语言和动作都属于交流符号，社会传播方式越多（包括模仿、效法、教授法的细微形式），二者的差异就会越大。奥杜威时期的技术就体现了这一点，人们在它的传播机制上有着极为激烈的讨论。

[134] 奥杜威文化的石器制造是否能解释人类语言和传授活动进化？这引起了研究人员的热烈讨论。例如，Gibson和Ingold 1993，以及Ambrose 2001。

[135] Wynn et al. 2011.

[136] Hovers 2012.

[137] Bickerton 2009.

[138] Morgan et al. 2015.

[139] 参与者是被随机分配到5种情况中的，不存在任何作假行为。

[140] 这是我们新研究出的衡量方法。它将薄片的质量、刀刃的长度和直径都考虑在内，全面评估了石器的质量。详情请见摩根（Morgan）等人的“补充方法”。

[141] 它也改善了通过模仿或效仿取得的表现及基本教学条件。

[142] 与逆向工程条件相比，的确有很大提高。

[143] 这一方面的最大量级是430%。

[144] 对语言教学中参与者的言语分析表明，谈论的话题不同，信息流失率也有所不同。

[145] Morgan等人（2015）认为，在允许语言教学的情况下，参与者的表现下滑至基础水平，只能说明这项研究的学习时间太短。以前的传播链研究已证实，延长个人练习时间可以加强社会传播知识的稳定性（Hoppitt and Laland, 2013）。这表明，随着学习时间变长，以及个人实践与教学、语言一次又一次的融合，语言教学的好处可能会持续更长时间。

[146] 与奥杜威人可能采用的学习时间相比，我们实验中的短暂学习时间（5分钟）显然是不现实的。现有数据显示，人类可能需要花费数十年（Stout 2002）的时间（Nonaka et al. 2010）才能精准地制造出贝壳状断口，并且人类学数据显示，针灸技能的掌握需要持续多年的学习（Stout 2002）。然而，短暂的学习时间足以检验出传播的速度，这是此次工作的重点。当然，我们不能否认，更长的学习时间可能会提升参与者的表现。但考虑到我们已经知道针灸技能需要花费数年时间才能完全掌握，因此我们怀疑，增加学习时间只能使参与

者在不同情况下的表现更加不同，而广泛的学习之后才会真正提高他们的表现。鉴于传播方式的不同，不同方式下观察到的表现差异在短期内可能转化为显著的适应性差异。

[147]例如，如果语言教学有利于知识的传播，而相对简单的教学形式却不能做到这一点，那么共同演变过程将无法解释这些相对简单的教学形式的演变。同样，如果简单的教学有利于工具制造技术的传播，但从语言教学中获益不大，那么共同演变过程就会停留在简单教学形式上，而且不能解释语言教学的演变。

[148]在模仿或效仿和逆向技术的情况下，参与者在传播链中的表现一直欠佳，改观不大，也不会出现大幅下滑（参与者在语言教学下的表现最终也会下滑到这一水平），这说明了最基础的表现所需要的传播知识很少。这种基础表现通过直觉和反复学习可能也会实现。我们认为，在此实验中，语言教学过程中产生的表现下滑并跌至基础水平的情况，只能表明此实验中的学习时间过短。以前的传播链研究已证实，延长个人练习时间可以加强社会传播知识的稳定性（Hoppitt and Laland, 2013）。这表明，随着学习时间变长，以及个人实践与教学、语言一次又一次的融合，语言教学的好处可能会持续更长时间。

[149]Stout et al. 2000, 2010; Uomini 2009.

[150]实验结束后，我们测试了参与者的知识水平，询问了他们一系列有关工具制作的问题以确定他们学到了哪些东西。

[151]平台角度指的是敲击面（“平台”）与下悬面之间的角度。平台角度只有小于90度，才能操作成功，理想角度在70度左右。（1）击打点与（2）离边缘最近的点之间有一条轴线，沿此轴线将平台旋转90度，可测量出平台角度。

[152]Hovers 2012, Ambrose 2001, De la Torre 2011, Stout et al. 2010.

[153]Beyene et al. 2013, Lepre et al. 2011.

[154]Schick and Toth 2006.

[155]Evans 2016.

[156]这就产生一个补充问题：如果存在选择性优势，为什么更复杂的交流方式需要70万年的时间才得以进化？最有可能的解释是，在奥杜威时期，交流方式确实得到了进化，但更先进的工具发展可能取决于其他认知能力的进化，例如技术理解、行动层次规划以及人口因素。

[157]Bickerton 2009, Donald 1991, Corballis 1993.

[158]Bickerton 2009.

[159]Tomasello 2008.

[160]根据Wallace 1869，也可查看Alfred Russel Wallace网页（<http://people.wku.edu/charles.smith/wallace/S165.htm>）中的“人类自然选择的局限性”（S165: 1869/1870）”。

[161]《莎士比亚十四行诗》，选自梁宗岱译本。——译者注

第九章 基因—文化协同进化

在经典科幻作品《人猿星球》中，太空旅行者尤利斯·梅鲁尔被困在一个恐怖的星球上。在那里，大猩猩、红毛猩猩和黑猩猩模仿它们以前的主人掌握了人类语言、文化和技术，从而篡夺了该星球的控制权。被驱逐出家园后，人类迅速退化成简单野蛮的野兽。皮埃尔·布尔于1963年出版的原著小说中大部分的现实主义描写均源于对动物行为的大量科学研究。当然，在现实中，地球上的其他人猿不能只靠模仿便获得人类文化，因为文化能力的培养需要一个潜在的进化过程。在我们看来，这种倾向是由数百万年的基因—文化协同进化而形成的。

在上一章中，我描述了石器工具的制造和使用是如何在文化实践和基因遗传之间进行共同进化反馈的，而这种反馈在人类进化中发挥着重要作用，从而能够促进语言的出现。同时，我们所进行的突破性研究支持了一种假设，就是至少从250万年前开始，工具使用和社会传播间的基因—文化协同进化动态就已经出现在了人类进化过程中，并持续到现在。^[1]实际上，我创作这本书便是为了长期倡导实行进化反馈机制，包括自然选择引发的文化驱动机制，这有利于准确而高效的模仿。这种选择性反馈推动了灵长类动物的认知进化，最终造就了人类大脑惊人的计算能力。

然而任何类似的论述均取决于基因—文化协同进化的合理性。如果要论证其说服力，那么用于衡量进化间相互作用的方法会极其有益。也许存在用来检测基因—文化协同进化过程的方法，或许有遗留在人类基因组或大脑中的历史痕迹，而这些历史痕迹就是其遗产的确切证明。本章的研究数据表明，人类的文化活动影响了生物进化，这

便为接下来的理论和实践研究提出了新课题。首先，本章将论述先前理论研究的成果，通过数学建模揭示了基因—文化协同进化的证据，至少从原则上看是合理的。之后，本章又对基因—文化协同进化的人类学证据进行了调查整理，对一些已经过深入研究、具有说服力的案例进行了再次研究，一致证实基因—文化协同进化是一个生物学事实。本章的最后部分又对一些基因数据进行了分析，并且进行了一系列用于证明人类基因受自然选择影响的研究，其中包括对大脑基因的研究。许多受自然选择影响的基因（严格地说，是“等位基因”或者“基因变体”）在几千年的时间里急剧增加，而这种异常迅速的蔓延，即为“选择性清洗”，同样是自然选择的结果。^[2]这些研究间存在着一定的关联性，因为实施研究的遗传学家们得出的结论一致，几乎可以肯定，选择性清洗是对人类文化活动的响应。总而言之，以上证据表明文化不仅是人类进化的产物，还是其共同指导者。

基因—文化协同进化的理论，在30多年前，由数学进化遗传学分支——基因—文化协同进化领域的先驱者首次提出。^[3]这些研究人员将基因和文化视为两种相互作用的遗传形式，后代从祖先那里既获得基因遗产，也获得文化遗产。两大知识流世代相传，紧密相连。在整个发展过程中，所表现出的基因倾向影响了可习得的文化特征；而人类行为和人工制品所传达的文化知识，则通过人群进行传播，并改变了自然选择在大量、反复地相互作用下影响人类群体的方式。

基因—文化协同进化模型以常规进化模型为基础而建立，后者主要追踪基因变异的频率如何对进化过程（如自然选择或随机遗传漂变）做出反应。与之不同，前者将文化传播也纳入分析。通过这种方式，便可以探索学习行为或知识是如何与影响行为表现的等位基因共同进化的，或许其适应力会受到文化环境的影响。这一方法也用于探索依赖学习和文化的适应优势，^[4]调查行为和人格特质的继承性，^[5]并且用来对人类进化的特定课题（如语言的演变）或合作进行研

究。^[6]1991年，我加入伯克利与阿兰·威尔逊合作的计划未能实现，我便开始与斯坦福大学遗传学家、基因—文化协同进化的权威人物——马库斯·费尔德曼合作。有机会可以向这位世界最伟大的遗传学家讨教基因—文化协同进化的方法，我感到十分高兴。

我与费尔德曼、其学生约亨·库姆以及心理学家杰克·范·霍恩（目前在南加利福尼亚大学工作）合作的第一组项目是对人类惯用手进化模式的研究。接下来，我将对这项研究进行详细的阐述，一部分原因是它为基因—文化协同进化提供了有用的例证，另一部分是因为它与前一章的主题相联系。

促使我们进行这项研究的动力，是要解开“为什么不是每个人都是右利手”这一谜题。实验研究表明，全球范围内，大约90%的人是右利手。^[7]尽管各社群的具体比例会有所不同，但粗略看来，这一估计在世界范围内是一致的。^[8]然而，世界上没有一个社会群体中左利手的人占大多数，研究人员由此得出结论：右利手的人在近期人类进化中受到了自然选择的影响。但是，如果右利手会形成一种优势，那为什么不是每个人都是右利手？左利手的人又是以什么方法在人类群体中留存下来？基因变异是利手模式变化的基础——这是该问题最常见的答案。这也表明左利手和右利手人群具有不同的基因类型，并且通过自然选择在人类群体中保留了变异基因。^[9]然而，如果说右利手或左利手是由基因决定的，那么不同的基因组合便会产生不同的利手模式；因此，也可以说，一对个体越是相似（即它们的基因越相似），其利手模式就越相似，但情况并非如此。两位权威人士曾说过：“实际上，一个人的利手模式传达不出任何关于其双胞胎或兄弟姐妹的利手模式信息。”^[10]据基因模型预测，拥有相同基因的同卵双胞胎（也称单卵双胞胎）比只各自拥有50%基因的异卵双胞胎，在利手模式上更相似。然而，在本质上，这两种类型的双胞胎基因的一致率是相同的。如果对1000对同卵双胞胎的利手模式进行调查，那么平均会有

772对拥有相同的利手模式；而1000对异卵双胞胎中拥有相同的利手模式的有771对。^[11]由此可以看出，利手模式没有呈现出很强的遗传力，这极大撼动了利手模式纯粹源于遗传的说法。^[12]

此外，特定的利手模式基因模型并不能解释一些既定文化对利手模式产生的影响。在世界许多地区，左利手人群都遭受了长时间的歧视，^[13]包括中东、远东地区以及一些东欧国家：在这些国家或地区，有时会认为左利手的人笨拙、肮脏或患有精神疾病。^[14]正如预期的那样，社会态度会对利手模式产生影响。中国历来对左利手持反对态度，其学童研究报告显示：中国大陆仅有3.5%的学童用左手写字（中国台湾只有0.7%）。美国不强制要求使用右手，^[15]因此出生在同一地区却生活在美国的儿童中有6.5%用左手写字。全球范围内右利手的人占主导是基因所起的作用，而跨文化的差异也对此造成一些文化影响。由此可看出：利手模式十分符合基因—文化协同进化的分析。因此，为了详细了解利手模式，我和我的同事便开始探索其演变过程。

我们构建了一个模型，假设右利手或左利手的概率受一个单一基因位点的等位基因组合影响。^[16]该基因位点上的两种可能的基因变体使其载体倾向于“右旋”（或“右移”）等位基因，而且只是偶然影响利手模式的中性等位基因。^[17]但这并不意味着利手模式只受一种基因影响。之后，我们便专注于把一种假设的基因作为探索基因变异如何对自然选择做出反应的手段。（事实上，我们的模型包含在整个人类进化过程中的一系列经过选择性相关清除的右旋基因，而每个基因都会提高右利手的概率。）文化因素也被认为对利手模式有影响，这主要是通过亲本间的影响进行。因为利手模式通常在孩子2—3岁的时候便完全养成，所以这种假设似乎是合理的。^[18]因此，我们模型的建立主要基于个人的基因型（即一个人拥有零个、一个或两个右旋等位基因）和其父母的利手模式。我们还考虑了种群内的各种选

择，包括直接选择右利手或间接地通过另一侧结构来选择（例如左脑的语言优势）。

分析结果非常简单：不考虑右利手的起始频率、右利手选择性优势的大小和两个等位基因的主导程度，所有最初的基因变异种群都会聚集在单个进化轨迹上，并且持续进化直到右旋等位基因完全固定，同时机会等位基因消除。表面上看，不保留利手性的基因变异，与基因差异影响利手性变化的解释相矛盾。[\[19\]](#)但人类不可能以这种均衡态势一直发展下去，因为当数据显示相反时，右利手概率需要随着时间的推移而增大。[\[20\]](#)那么，左利手的存在又该如何解释？通过分析我们还提出了另一种可能性：人类可能已经达到模型所预测的最终平衡状态，但是如果某些人右旋等位基因的影响很弱，就会出现左利手。

之后，我们对家庭中利手模式的数据进行了整理，以研究出现左利手的可能性，并用这些数据估计模型参数值，测试右旋等位基因的作用。我们共整理了17项研究，这些研究均根据父母的左利手或右利手形式被分为了三组：父母都是右利手；父母中一人是右利手，一人是左利手；两人都是左利手。随着左利手父母数量的增加，三个群体中孩子是左利手的概率便会增大。然后，我们用关于家庭利手模式的数据集进行了分析，估计模型中参数的最佳拟合值。[\[21\]](#)这些最佳拟合值显示，17项研究中有16项与模型相符，[\[22\]](#)而且这些值可以将整个研究整合起来。用其他权威基因模型对相同数据进行类似分析，大体上都得出了偏差较大的拟合值。与其他模型对比发现，我们的模型适用于更多的研究。

分析表明，所有人一出生就带有右利手的倾向。在其他因素相同的情况下，78%的人会是右利手（或者说一个孩子有78%的机会发展为右利手）。然而，当其他因素不完全相同时，父母的利手模式因素就发挥了重要的影响作用。如果父母双方都是右利手就增加了孩子的右

利手概率，平均增加14%，这就使得右利手父母所生孩子为右利手的概率总体达到92%。同样，父母双方都是左利手就降低了孩子右利手的概率，只到达64%。而如果父母双方一个是右利手，一个是左利手，就会大大抵消对方基因的影响力。

接下来，我们继续对该模型进行了各种测试。其中一个测试是为得出右利手的总体预期频率。正如预料的，其结果与观察值十分接近，总体预期频率达到88%。另一个更深入的测试是对已给出的同卵双胞胎和异卵双胞胎右利手 - 右利手、左利手 - 右利手和左利手 - 左利手组合频率的整理研究，并将我们模型中每个类别的预期概率与观察数据进行了比较。之后，又使用来自家庭数据集的相同参数值进行了研究，同样与预期相同，28个双胞胎数据集中有27个与我们的模型相符合，同时还整合了整个研究过程。这次我们的模型同样优于所有其他已发布的模型。

这项研究有力证明了遗传变异和人类利手模式的变化是基因与文化相互作用的结果。利手模式的历史选择造就了右利手的普遍遗传倾向，我们的基因里载荷着偏向右利手的基因，但没有强大到足以决定利手模式。除此之外，利手模式也受到亲本因素影响，特别是父母有意无意的培养，会使他们的孩子继承其利手模式。这种父母的影响很可能与直接指令有关（即父母告诉孩子要使用右手）。尽管表观遗传效应是另一种遗传可能性，但孩子对父母的模仿和父母无意识的举动都影响了孩子利手模式（例如重复在一只手中放置勺子或蜡笔）。

[\[23\]](#)

本项研究与上一章描述的石器制造实验分析之间有着十分有趣的联系。我们的祖先在制作薄片工具时，打磨薄片需要旋转磨石，而所旋转的方向就是其利手模式的一个可靠证明。[\[24\]](#)考古学家有时会在同一地点的同一岩心周围发现多个薄片，从而可以重构碎石过程。他们能够通过燧石破碎模式，根据骨骼数据，推断古代人类群体的利手

模式。这些骨骼数据为随着时间推进日益明显的利手偏好提供了证据。这些证据表明：生活在距今250万—80万年前的最早石器制造者中有57%是右利手，生活在距今80万—10万年前的中更新世时期人类中有61%是右利手，生活在距今30万—4万年前的尼安德特人中有80%—90%是右利手。^[25]其他灵长类动物，比如黑猩猩，是否有利手模式是一个有争议的话题，其研究结果中也存在矛盾，但是，猿类间的利手偏好是很微弱的。^[26]一个动物可能具有强烈的利手偏好，但从整个群体看，这种利手倾向就缓和很多。因此，考古数据和对比数据表明：随着时间的推移，右利手的概率逐渐增大，而且几乎可以肯定这是通过选择右旋的利手模式调节基因实现的，而这些基因在数十万甚至数百万年时间内一再受到自然选择的影响。

碎石是一项需要花费时间才能掌握，并需要一定的力量和精度的技能，而这些则易于使利手模式固定化。可以想象，碎石技能的社会传播会促使学生们沿袭与其指导教师相同的利手模式，例如将岩石和石锤分别拿在固定的手中，从而产生利手偏好。也许右利手概率偶然间就达到了最高值，也或许对右利手预先就存在偏好。但无论哪种情况，每次选择性相关清除都倾向于右旋等位基因，这样右利手频率就会被拉高。右利手频率的这种增加不仅是因为等位基因的直接影响，还是因为父母双方都是右利手的频率增加，这就揭示了右利手的父母所生孩子是右利手的概率会增加。无论是以间接方式（即引入得益于手部特化的新行为）还是直接方式（即建造适合大多数右利手人的环境），在古人类文化进程中对右利手性的选择都日益增强，这种情况一直持续到现在。

以上这一研究还不足以证明基因与文化是协同进化的，但是确实证明了上一章所讨论的反馈机制在逻辑上是合理的，也是十分真实的。如果祖先的文化实践可以使等位右旋基因受到选择，那么在大脑或高级认知中也可能发生基因变异的选择。即使这一利手模式理论最终被驳回，这个结论也站得住脚。如今，关于基因—文化协同进化的

分析已有很多，也出现了一些关于人类进化的重要见解。这些研究最终都证明基因和文化是可以协同进化的，而在二者的相互作用中，文化是整个进化过程中强有力的领导者。在基因—文化协同进化中，文化过程与遗传过程都有一定的影响，但在文化传播压倒或逆转了自然选择时，出现了许多问题，或者在观测的选择模式在很大程度上取决于文化传播的细节时，也会出现这些问题。[\[27\]](#)

这些模型一致发现，文化过程可以随着自然选择的变化速度显著影响基因频率，有时加速基因进化，有时减慢其速度。最近对揭示了文化改变条件的人类基因的进化反应进行了估计，显示出强自然选择。最好的研究案例之一是乳制品（以及相关乳制品的摄入）与等位基因的协同进化，这些等位基因允许人类消化乳糖，也就是牛奶中的糖分。大多数人代谢乳糖的能力会在儿童期时消失，但也有一些人的乳糖酶活性仍然持续到成年。众所周知，这种乳糖耐受性是由单个遗传基因位点上的突变引起的。通过比较分析和从7000多年前的人类遗骸中提取的古代DNA显示，乳制品在乳糖耐受性等位基因扩散之前就已经出现，这样成年人就有了产生乳糖酶的有利条件。只有随后的基因变异，才能促进成人乳糖耐受性的传播。[\[28\]](#)现在已知这种进化反应在至少6个独立的乳制品种类中出现，而且每个情况下产生的突变不同。[\[29\]](#)乳制品耐受性等位基因在乳制品业和饮用牛奶开始后不到9000年内就从低频扩散到了高频，甚至在一个斯堪的纳维亚人群中产生了0.09—0.19的选择性估计系数值，[\[30\]](#)这是所发现的对自然选择最强烈的反应之一。这些观察结果与许多人类基因被选择的原因一样，[\[31\]](#)都表明人类文化活动产生的自然选择可能异常强烈。其原因有两个。第一，与天气、气候或其他非人为因素会逐年发生一些反复无常的变化不同，人类活动有针对性和目标性。通过文化知识的传播，群体中的许多个体以一致的、定向的方式在环境中生存，一代又一代地生产相同的工具，吃相同的食物，种植相同的作物。因此，这种活动产生的自然选择模式也是一致的。虽然这种恒定性会随着环境

的不同而变化，但证据表明，受文化影响的环境能够产生异常强烈的自然选择，因为选择条件会随着时间的推移变得高度一致。^[32] 第二，许多基因变异被认为由其他物种的进化引起，如捕食者—猎物或宿主—寄生虫间的相互作用，就是由另一个物种的进化引起。当一个基因特性的变化即选择性变化的根源时，后者的反应速度便部分取决于前者的变化率，但一般来说不会很快。相比之下，如果文化改变了人类基因的变异选择，那么表现出文化特征的人群比例越大，基因选择性就越强。因此，文化的快速传播往往会快速导致对有利基因变体的最大选择，其频率也将快速增加。文化传播通常比基因突变传播更快，因为文化习得通常以比生物进化更快的速度进行。^[33] 文化特性传播的速度取决于什么？答案是文化传播的保真度。而对人类的复杂文化积累起着至关重要作用的因素也是决定该文化进化反应的主要因素。

为了便于说明，马库斯·费尔德曼和卢卡·卡瓦利·斯福扎对奶牛养殖和成年人乳糖耐受性之间的协调性进行了数学分析。^[34] 在他们的模型中，成年人乳糖耐受性由单个基因控制，会产生两种类型的等位基因，一种可以提升成年人乳糖耐受性，而另一种则会提升乳糖不耐受性。该模型显示，乳糖耐受性等位基因在人群中能否达到高频率，主要取决于牛奶饮用者的孩子也成为牛奶饮用者的可能性（也就是说，取决于文化传播的保真度）。如果这种可能性很大，那么乳糖耐受性的个体将有显著的适应性优势，就会使乳糖耐受性等位基因在几百代内扩散。然而，如果相当大比例的牛奶饮用者的后代不再饮用奶制品，那么等位基因的扩散就需要强烈的、倾向于乳糖耐受性的自然选择，而这显得很不切实际。

基因—文化协同进化模型往往显示，自然选择比传统遗传模式的反应速度更快，这归因于文化习惯的一致性和快速传播的综合影响。^[35] 这就是许多遗传学家认为文化已经“加速”了人类进化的原因之

一。[\[36\]](#)高保真的信息传播既支持文化的累积，又促进基因—文化协同进化，但选择性反馈并不止于此。乳制品生态位的构建允许人类扩散到其他不适宜居住的地区，这就为处理乳制品所需的各种技术的出现提供了条件。这便产生了使乳制品生产扩大到遍及欧洲和非洲的新区域的机会。像源自非洲的早期人类的扩散一样，这种扩散非常依赖于文化，是基因与文化进一步协同进化的催化剂。

距今大约200万年前，也许更早，属于直立人的古人类搬离了热带地区，开始在世界各地定居。这些早期人类能够在欧洲或亚洲许多地区生存，取决于他们可以制造适合大型动物屠宰的石器，学会了用火，可以制作衣服、建造住所，还可以协调组织狩猎以及使用其他技术。在扩散的过程中，我们的祖先以多种方式改变了作用于他们的自然选择。例如，新环境的气候条件不同，自然选择会使基因表现为皮肤色素沉着、耐热性和水盐潴留，所有这些都是受近期选择影响的迹象。[\[37\]](#)人类需要盐来运送营养，传导神经冲动，并在体内收缩肌肉。在人类第一次出现的非洲地区，气温很高，可用的盐不仅受到限制，而且会通过汗水迅速蒸发。所以，能够更好地应对高温胁迫或具有优异的水盐潴留能力的人，有显著的生存优势。然而，随着人类迁移到气候较冷的地区，这种优势就会减小，而且水盐潴留还可能导致疾病，因此便又选择了降低热耐受性和水盐潴留的等位基因。

早期波利尼西亚人的迁移也是一个例子。他们于公元前1800年左右，开始了定居太平洋的过程，并且持续了2000年，经历了长时间的海洋航行，其间遭受了严寒和饥饿。显然，这些先驱者体内存在提高能量利用效率和脂肪储存的基因，这有助于个体在饥荒中生存，也是受到了自然选择的影响。不幸的是，在食物丰富的当代环境中，这些基因则很可能使其携带者出现肥胖和相关的健康问题，比如糖尿病。[\[38\]](#)这就解释了为什么与Ⅱ型糖尿病相关的等位基因会被认为导致了

“节约”代谢（即脂肪储存），这在当代波利尼西亚人中发生的频率很高。[\[39\]](#)

也许证明文化活动的反馈多样性的最有说服力的例子就是西非克瓦语群体的农业实践。[\[40\]](#)几百年甚至数千年以来，这些人通过砍伐和燃烧的方式变森林为田地，来种植庄稼，而种植作物大多是山药。[\[41\]](#)然而，树木清除给人类带来了意想不到的后果：没有树根汲取雨水，农业实践也大大增加了静态水水量，就形成了一些水坑。这些水坑是携带疟疾的蚊子滋生的地方，如冈比亚按蚊，这种生物需要阳光的照射才能在新条件下繁殖生长。[\[42\]](#)蚊子是导致疟疾的原生动物寄生虫——恶性疟原虫的宿主。蚊虫通过叮咬将寄生虫传播进人类血液，再通过血液传播到肝脏并侵入红细胞。这些寄生虫会在72小时内分裂，释放更多的新寄生虫进入血液。[\[43\]](#)现今，世界各地有数亿种疟疾临床病例，每年约80万人死亡，[\[44\]](#)其中大多数发生在撒哈拉以南非洲地区。

也许你认为现代后工业社会中的人们不会如此愚蠢，构建这样一个充满疾病的环境，而我要说的是，现今社会，现代汽车轮胎制造业也在散播疾病。由于轮胎通常储存在外面，蚊子便会在聚集了雨水的轮胎中滋生，因此，轮胎出口就助力疟疾和登革热在全球范围内传播。[\[45\]](#)事实上，农村人口向城市的迁移，引起了人口密度增长，病原体通过长距离交易得以扩散、人类通过畜牧和灌溉与病原体接触，这些因素长期被认为促进了传染病的传播。[\[46\]](#)从历史上看，已经很难找到证明这些联系的证据，因为大多数感染并不伤及骨骼，从而无法在古代标本中显示，同时城市化的开端又早于历史记载的时期。[\[47\]](#)然而，据最近的一项采取创新方法的基因研究推断，如果城市历史与疾病之间存在联系，那么长期居住在城市居住区域的人群的抗病程度应该高于其他人群。[\[48\]](#)已经得知SLC11A1基因变体与人类结核病

的易感性有关，[\[49\]](#)也与其他感染性疾病如麻风病、利什曼原虫病以及川崎病有关。[\[50\]](#)研究结果与预测的一样，带有抗性的等位基因频率与在城镇居住的时间长短有关。现今，长时间居住在城镇的人群拥有更强的抵制城镇环境中感染菌的抗感染能力。[\[51\]](#)

克瓦语群体中也有类似的例子。由于不经意间促使疟疾发生，他们为具有抗病性的等位基因在自然选择中提高频率创造了条件。其中一个等位基因就是HbS（血红蛋白S等位基因），因为它使红细胞变僵硬并呈现镰刀形，所以通常被称为镰状细胞等位基因。携带两个HbS的人患有镰状细胞性贫血，这本身就是一种危及生命的疾病。镰状红细胞凝固，往往会阻塞小动脉血管。所以，如果个体有两个HbS，就会出现[\[52\]](#)问题，因此会患有严重的镰状细胞疾病。[\[52\]](#)而大多数患有镰状细胞病的儿童都活不过5岁。[\[53\]](#)但只有一个等位基因拷贝数（即“杂合体”）的个体，镰状化比较弱，这实际上为防止疟疾提供了一些措施，因为镰状细胞经过脾脏时会被识别，接着被清除，与寄生虫一起被排出。正如许多人在学校里学习一样，不偏科就会形成典型的“杂合体优势”，而只有一个HbS拷贝数的个体比有两个或者没有这种拷贝数的更适宜生存。长期的作物种植加剧了HbS的自然选择，导致其频率增加。与克瓦种群临近的种群，有不同的获得食物的方法，其HbS并不显示同样的增长，这一事实表明文化实践（如清理农田种植山药的实践活动）已撼动了遗传进化的结论。[\[54\]](#)

1550—1820年，因为奴隶贸易，西非约有1200万人被运往西印度群岛，然后再运往美洲。[\[55\]](#)这些人便将HbS带到了新世界，同时也带去了对疟疾的免疫能力。直到20世纪中叶，西半球部分地区根除了疟疾（这主要依赖于进一步的文化实践，例如用杀虫剂灭蚊和疟疾治疗方法的发现），我们便可以预测HbS的频率开始趋于下降。与这一预测相符，北美非洲裔人与其祖先相比，其HbS频率相对较低。[\[56\]](#)然而，非洲裔美国人中还包括来自非洲其他地区的人，这就使之前较合理的

推论变得复杂。在西印度群岛也有与之相似的人口迁移，大约三个世纪前，荷兰定居者从西非进口奴隶到库拉索岛和邻近的南美洲大陆。与沼泽地和已感染大陆不同，[\[57\]](#)在库拉索岛上，疟疾已被根除。而且可以肯定，到20世纪60年代中期，库拉索岛上HbS的频率只有6.5%，而相邻大陆上该等位基因的频率为18.5%，这就表明HbS的选择放松了。

然而，协同进化驱动力远比描述的更为复杂。我与考古学家迈克·奥布莱恩对这一事例进行了研究，在研究过程中我们惊奇地发现：山药可以缓解镰状细胞性贫血的症状。[\[58\]](#)一些食物，例如山葵、木薯、玉米、甘薯以及山药中都含有氰甙。这些食物作为天然植物化合物，与大肠中的细菌相互作用，可以帮助机体产生一种能够携带氧气通过血液细胞的血红蛋白，来减轻疼痛。[\[59\]](#)对于克瓦人来说，他们只是偶然种植了一种作物，而这一作物恰巧可以减轻疾病的症状，这未免太过于巧合。而另一假设似乎更为合理，即这些农业生产者最初也种植了其他作物，但随后发现山药的药用价值，才转而种植山药。[\[60\]](#)

受这一研究启发，圣安德鲁斯大学的博士后研究员卢克·朗德尔和研究生劳雷尔·福加蒂进行了理论研究，建立了农业实践和受改变环境的基因共同进化的模型。研究表明，即使参与成本高，学习难度大，农业实践（如刀耕火种种植方法）仍然通过为特定基因变体创造有利的条件（例如，HbS携带者）而迅速扩散。这是因为比起那些不参与农业实践的人，从事农业实践的人更可能携带这种基因变体。[\[61\]](#)换句话说，通过基因—文化协同进化，文化实践可以搭自然选择的便车进行传播。研究表明，邻近地区的疟疾发病率的增加，可以扩大刀耕火种农业的扩散，从而使农民能够在自己创造的病态百出的环境中更好地生存下去。[\[62\]](#)

我们现在可以从单一的人类文化活动了解到全面的反馈情况。[\[63\]](#)最初的作物种植通过复杂的路线描述产生了对HbS的选择，最终导致农民转而种植山药。作物生长不仅改变了HbS的选择，而且最终促进了疟疾疗法、蚊虫病治疗以及镰状细胞疾病疗法的发展，甚至导致刀耕火种的农业向邻近地区扩展。反过来，这些文化实践活动导致了对抗蚊虫病等位基因的自然选择，并进一步改变了HbS的选择。这一因果关系贯穿整个生态系统，从文化实践到进化反应，再反过来改变文化实践，就这样从一个物种到另一个物种，永久循环。

到目前为止，人类学证据已经明确证实：基因—文化协同进化是一个人类历史事实。毫无疑问，在人类进化过程中，基因和文化以多种方式塑造了彼此的特征。然而，基因—文化协同进化的程度，只通过这样的例子并不能使人明了。而这种纯粹关于程度问题的反馈，只有通过考察基因—文化协同进化的遗传证据才能显现出来。在过去几年中，遗传学家才注意到文化在人类进化动态过程中的核心作用。其主要的促进因素是，用统计学检测人类基因组中近期阳性选择“明显特征”方法的发展。[\[64\]](#)而这些方法主要用于检测在过去5万年左右时间内，哪些基因受到了自然选择。[\[65\]](#)到目前为止，人类基因组中已经有几百个甚至几千个区域，被确定曾受到近期选择的影响。能够显示出近期阳性选择迹象的基因变异，不仅限于人类基因组蛋白质编码区域中的简单突变，如上述的乳糖事例，而且还包括染色体重排、拷贝数变异和调节基因的突变。[\[66\]](#)有趣的是，根据这些数据，遗传学家可以认定受近期选择影响的变体中很大一部分似乎也受到人类文化活动的影晌。[\[67\]](#)

最近，我与牛津大学的进化生物学家约翰·奥德林·斯梅以及加拿大阿卡迪亚大学的人类遗传学家肖恩·迈尔斯对基因—文化协同进化的遗传学证据进行了整理，对近期被选择的人类基因记录进行了编辑，而这种选择最有可能由人类文化实践引起。[\[68\]](#)在绝大多数情况

下，文化实践是否引发了基因反应尚未被证实。要在基因与其对人体的影响之间，以及与在基因组扫描中与近期选择有关的人类基因长列表内自然选择的来源之间建立起联系，还有许多工作要做。尽管如此，这些数据已经强烈暗示，在很多情况下，根本无法想象在进化过程中文化并没有起到至关重要的作用。

在这些最令人信服的例子中，有些关注了人类饮食变化的基因反应。例如：人类食用淀粉食物能力的演变。[\[69\]](#)淀粉消耗是农业社会的一大特征，而大多数的狩猎采集者和一些牧民，他们消耗的淀粉量却很少。这种行为变化，引发了不同的选择压力在不同饮食习惯的人群中对淀粉酶（即负责分解我们的饮食中淀粉的酶）起作用的可能性。可以肯定的是，来自不同种群的人具有不同数量的AMY1（唾液淀粉酶基因）拷贝数，拷贝数数量与载体唾液中淀粉酶的含量呈正相关。平均来看，高淀粉摄入人群中的个体，要比传统的低淀粉摄入人群中个体的AMY1拷贝数数量多。更多的AMY1拷贝数数量和更高的蛋白质水平都可以促进淀粉食物的消化，也可以预防肠道疾病。

人类通过自身文化实践，制造出了各种各样新的食物。这些文化实践包括开辟新的含有不同动植物品种的栖息地，将动植物引种驯化，并充分发展农业。这些实践活动一直以来都是人类基因组选择的主要根源，而且有充分的遗传证据来支持。[\[70\]](#)几个与蛋白质、碳水化合物、脂质、磷酸盐和酒精相关的基因都发出了近期选择的信号，这些基因包括参与甘露糖、蔗糖、胆固醇和脂肪酸代谢的基因，[\[71\]](#)以及与其他营养相关的基因。[\[72\]](#)正如AMY1研究所得，饮食差异和特定基因变异间在几种不同情况下均有联系，现已被证实。[\[73\]](#)我们也将提出饮食相关选择与人牙釉质厚度[\[74\]](#)和舌头苦味觉受体有关的证据。[\[75\]](#)通过文化实践，新食物被大量引入人类饮食。因此，基因—文化协同进化塑造了人类消化生物学的概念，这已经是一个不可否认的事实。[\[76\]](#)

前面的几个章节描述了人类祖先如何通过文化知识获取营养丰富的食物，如何为大脑生长支付能量成本。与此一致，人体脑容量的增加与技术进步相吻合。^[77]反过来，通过文化传播的从切碎、研磨到烹饪的食物加工方法，使消化变得十分容易，并允许从其他来源获得营养物质，这就使得肠道变小。实际上，对火、烹饪技术和其他食物准备技术的控制，创造了“预消化性”食物。^[78]同时，脑容量扩大、大肠缩小以及小肠延长的演变迫使人们食用营养密集的食物。^[79]像人类一样的杂食动物必须寻求并消耗新物品来增加多种饮食，但也需要避免食用新的有毒食物。通常认为，人类已经通过先天机制的演变，生成味觉疲劳解决了这一困境：味觉疲劳是一种特定感觉的饱腹感，使人类越来越厌倦重复吃同一食物，以此确保了多种食物的消耗。^[80]文化传统有助于促进必要的营养多样化，而且明确指出自然界中所发现的东西哪些可食用（通常是完全可食用的），以及要避免食用哪些食物（“食品恐惧症”）。^[81]如何将产品转化为食物，添加调味剂以增加食物消耗，甚至与饮食相关的礼仪，这些都是社会习得的传统，并且在不同社会间都有所不同。^[82]

人类基因中的几种类型在受阳性选择的等位基因列表中出现频率较高。一项研究报告指出，在56个独立的热休克基因（由热刺激温度激活的基因）中，有28个显示，近期至少在一个人群中发生了选择性清除，这可能是对文化促进的分散和局部适应的一种反应。^[83]应对疾病的进化反应是另外一种范畴，占近期选择事件的近10%。^[84]正如镰状细胞的例子所表明的，狩猎采集者的生活方式慢慢由游牧转向久坐不动，而农耕的生活方式可能有助于传染病和其他疾病的蔓延。这导致了抗病毒等位基因频率的快速增加，这通常是最快的遗传反应之一。^[85]而且，参与人类免疫反应的基因在近期选择的人群中表现得极为突出。^[86]这些数据证实，文化活动在人类疾病反应的演变过程

中发挥了积极作用，二者无意中促进了疾病和疾病抵抗力的发展。确切来说，很长一段时间之后也发现了缓解病情的治疗方法。

与我们的外表相关的基因表现出了一些与近期选择相适应的强烈特征。例如，非非洲裔人群肤色较浅是许多皮肤色素沉着基因选择的结果。[\[87\]](#)从西班牙一块有着7000年历史的骨骼中提取的古代DNA显示，该载体内含有几种皮肤色素沉着基因的“祖先”变体，这意味着现代欧洲人的肤色在过去几千年里不断演变。[\[88\]](#)参与骨骼发育的各种基因显示出了近期本地适应的特征，[\[89\]](#)而且在毛囊、眼睛、头发颜色以及雀斑中表达的基因也是如此。[\[90\]](#)这些等位基因的频率通常在不同社会有所不同。虽然一些变化可以归因于自然选择，但许多差异性进化反应可能通过一种形式的性选择来解释。[\[91\]](#)其中在特定种群中，文化习得的择偶偏好显示出对某些异性生物学的特征的热衷。

几年前，我开发了一个数学模型，结合性选择和基因—文化协同进化理论来探索这种相互作用。[\[92\]](#)我发现即使人类择偶偏好具有后天习得、社会传播和文化特殊性等特征，但是性选择仍然存在。事实上，文化上的性选择比基于基因的性选择更快、更有效。遗传和心理学数据都支持这一假设。最近的一项研究确定了几个与人类配对相关的基因，包括涉及皮肤外观、身体形态、免疫力和行为的基因。[\[93\]](#)研究表明，关于我们会选择谁成为伴侣，尽管我们所习得的择偶偏好在这里最有可能是受因果关系影响，但其中的一小部分很大程度上可以通过研究共有基因预测出来。非洲人、欧裔美国人和墨西哥人这三个人类群体间几乎没有发现重叠，研究结论认为，择偶具有种族针对性，而且可以通过社交习得。事实上，实验数据表明，人类模仿他人的择偶选择，这可能导致对异性特定特征的偏好获得社会传播。[\[94\]](#)鉴于文化影响对人际交往偏好的普遍影响，社会传播可能对其次要特征和其他身体或个性特征的选择产生强大的影响。[\[95\]](#)

一些较少受到近期选择的人类基因经过扩散已经固定下来，现在所有人都携带着这类基因。有一个有趣的例子，主要在人类颞骨中表达的肌球蛋白基因MYH16，在人类祖先的基因中便出现了缺失，从而使得相当大一部分的该类基因丧失。[\[96\]](#)这种缺失被认为是导致颞肌大量减少的原因，这种缺失出现在距今200多万年前，与烹饪技术出现的时间相吻合。与其他猿类和早期人类不同，人类和大多数人属其他成员并不具有强大的咀嚼肌。表面看来，烹饪这一文化过程，消除了一种限制（即需要颞肌咀嚼生肉），并允许发生基因改变，如果没有这种基因改变，将会十分有害。

前面的章节涉及大脑进化中的基因—文化协同进化问题，强化了学习能力，增加了许多认知特征，包括语言特征。与这些特征相关的基因改变的证据也即将被呈现。几种已知参与脑生长和发育的基因显示出近期自然选择的迹象，[\[97\]](#)也包括在神经系统中表达的基因[\[98\]](#)以及与学习和认知相联系的基因。[\[99\]](#)与脑容量扩大有关的其他基因改变更加古老，尼安德特人和其他已经灭绝的人种都经历了这种改变。[\[100\]](#)在神经元信号和能量产生中表达的基因在人类新皮层中被上调〔即基因增加其细胞成分的产生速率，例如蛋白质或RNA（核糖核酸）〕，[\[101\]](#)并且与其他猿类相对的是，早期脑发育的可塑性已在人类中扩展。[\[102\]](#)人脑在过去几百年里经历了比黑猩猩脑部更多的进化，特别是在前额皮层，[\[103\]](#)这是负责决策、规划和解决问题的部位。

大脑在进化过程中的结构重组与脑容量增加一样重要。[\[104\]](#)事实上，正如我们所看到的那样，两者通常相伴发生，因为扩大后的大脑不仅具有更多的神经元，而且具有更强的组织复杂性。[\[105\]](#)这种重组包括不同大脑区域的比例变化，白色物质和灰色物质数量的变化，新皮层、小脑的折叠，左右脑不对称，模块化，神经递质活性[\[106\]](#)以及

各种其他因素的变化。[\[107\]](#)在许多情况下，这些变化的基因组区域已被确认，并且发现它们受近期选择影响，或者表现出与黑猩猩基因组的同源区域不同的特点。[\[108\]](#)

语言使用对人类大脑组织的选择性反馈的假设已经备受关注。[\[109\]](#)与之一致的是，参与语言学习和生产的基因是受近期选择的基因之一。[\[110\]](#)FOXP2基因是最著名的例子，该基因的突变导致了语言技能的不足。[\[111\]](#)在老鼠、猕猴、红毛猩猩、大猩猩、黑猩猩和人类的进化体系中仅发生4个FOXP2突变，其中2个发生在人类的进化谱系中，这表明了阳性选择的存在。[\[112\]](#)最常见的解释是，尽管FOXP2基因也可能受其他因素（诸如发声学习或肺部发育）影响，但这种阳性选择引起了FOXP2基因的变化，这是言语发展的必要步骤。[\[113\]](#)

此前章节也提出了这一论点，即包括大型类人猿在内的一些灵长类动物的寿命，已经通过为个人提供知识和生存技能的文化实践得到了延长，而且有基因证据支持。液泡蛋白质基因在人体中是必需的，因为它们可以去除细胞中逐渐积累的危险毒素，但是在其他动物（例如突变方面问题较少的老鼠）中，这种基因并不是必需的。最近人类的寿命延长已经极大增加了这些基因的重要性，因为现在毒素有更长的积累时间，如果不被液泡蛋白质基因去除，将产生致命的危险。[\[114\]](#)因此，文化过程使这些“持家”基因至关重要，出现任何突变都会致死。

基因与文化在人类进化中相互作用的另一种方式，在语言和文化差异影响人类基因流动模式时起作用。例如，在父系社会中，已婚女性住在丈夫的父母家，而且通常男性还会与其他社群的女性结婚；在母系社会则呈现出相反的模式。这些社会差异影响了基因的传播，雌性基因变异体（如线粒体DNA）就会从相邻的群体流入父系社会。例如，伊朗南部地区的吉拉奇和马赞达拉尼就出现了这种现象。[\[115\]](#)正

如玻利尼西亚所见，由男性携带的基因变异体（如Y染色体）流入母系社会。[\[116\]](#)文化特征对人类基因变异产生间接影响的其他例子，由社会制度的不同而造成。[\[117\]](#)最近的一项研究发现，南美印第安人群体的社会结构和文化习俗的差异可能会对其生物进化的速度产生极大影响，与他们的姐妹群——卡雅皮相比，沙万特人的进化速度惊人。[\[118\]](#)

现代卫生、医药和生育控制使得自然选择停止对人类起作用，这是一种常见的误解。然而，自然选择是无情的，只有在所有人都有完全相同的生殖成功率之时才会停止，而这是不可能的。[\[119\]](#)即使在现代社会，人类进化的证据也十分广泛。例如，至少在一些群体中，父亲和母亲会选择在较早年龄生育第一个孩子。而且一些证据也表明，女性会选择晚点生最后一个孩子，之后便进入更年期。[\[120\]](#)据耶鲁大学的进化生物学家斯蒂芬·斯特恩斯及其同事介绍，[\[121\]](#)对比发达国家与发展中国家，文化在形成选择性环境中所起的重要作用变得越发清晰：“在发达国家，首先影响生殖成功率变化的是生育率的变化而不是死亡率的变化。在发展中国家，死亡率的变化对选择影响更大，特别是与传染病和儿童营养缺陷有关的婴儿和儿童死亡率的变化。”[\[122\]](#)

我所描述的研究，只触及众多表现出基因和文化在学术领域可以协同进化的广泛数据的表面。一些利手性、性别选择和乳糖耐受性案例研究等理论模型，详细说明了协同进化机制的合理性，而且遗传学、人类学和考古学数据表明，这种反馈不仅仅是对可能性的假设，更是人类进化的事实。克瓦语群体中镰状细胞病的演变，像其他无数个例子一样，表明了基因和文化变化可以发生在相似的时间维度，而人类基因组的分析强烈表明，基因—文化协同进化的相互作用普遍存在。

哈佛大学的著名昆虫学家爱德华·威尔逊是社会生物学著名的建构师之一，[\[123\]](#)主要对现代的动物行为方法进行研究，曾提出一个有争议的说法，即“基因与文化是绑在一条皮带上的”。[\[124\]](#)威尔逊的意思是基因特性会对行为举止和文化知识的获取产生影响。在这一论断中也存在真理的成分，例如，如果人们拥有可以使他们代谢特定食物的基因变体，那么他们就更有可能只吃这些食物。然而，威尔逊的这个说法是有争议的，因为它被理解为暗示着人类文化受生物学的适应性限制。[\[125\]](#)不管威尔逊的意图如何，这种理解难以为之辩护。与人类发展和行为的各个方面一样，人类文化是灵活又开放的，能够产生许多新奇事物，比如会创造出对基因施加选择的新情况。威尔逊没有强调的是，“基因文化皮带”受到两方力量的拉扯。人类的行为、文化和技术在一定程度上由基因塑造，但正如前面提到的基因数据所证实的那样，人类基因组的结构同样受到文化的深刻影响。

人类行为、工具和技术中表达的文化知识，充分体现在物种极大地改变我们生活环境的能力上。[\[126\]](#)我们的祖先不仅仅只进化到适应他们当时的世界，还改造了他们的世界。人类进化的景观并不是在人类之前存在的，而是由人类自己创造的。也就是说，我们构建了自己的生态位。虽然所有的生物都从事生态位建设，[\[127\]](#)但人类物种的控制、调节和改造环境的能力是独一无二的，这主要是因为我们具有非凡的文化能力。但是，环境调节的能力本身可能已经陷入我一直强调的失控过程。[\[128\]](#)理论分析显示，协同进化的动态文化过程可以搭乘自己生成的选择的便车，迅速传播。[\[129\]](#)最依赖文化的物种——人类，具有最有力的生态位构建能力，这可能并不是巧合，也许自动催化和失控效应加强了我们的血统中更强大的生态位构建能力，正如它们促进了更高效的模仿、更大的大脑进化和更复杂的沟通一样。

文化生态位建设不仅对我们的身体施加选择，从而塑造了我们的身体外观、皮肤颜色、易感性和消化食物的能力，更重要的是改变了

人的心智，使我们的认知与文化生活相适应。[\[130\]](#)在近期选择的基因中，有许多是在人脑和神经系统中表达的，其中包括在我们的学习、合作和语言中表达的基因。[\[131\]](#)这些基因数据证实了前几章详述的比较神经解剖学的信息，这表明人类进化伴随着与创新、模仿、工具使用和语言相关的大脑区域的扩张。[\[132\]](#)

正如本书前面章节所述，社会学习在动物中广泛存在，而有些物种表现出相对稳定的行为传统。如果这样的传统并没有引发其他动物的基因—文化协同进化，我会感到非常惊讶。事实上，有迹象表明，这种进化已经发生。例如，顶着海绵觅食的宽吻海豚和使用工具的新喀鸦，凭借被认为可在社会传播的创新觅食技能，能够获得与其他海豚和乌鸦不同的食物。[\[133\]](#)同样，在抹香鲸和虎鲸身上也发现了文化多样产生的基因分化。[\[134\]](#)基因—文化协同进化如何在古人类以外普遍存在，尚未得出定论，但仍然可以发现，其影响是巨大的。对于我们人类物种来说，这种情况更加清晰，基因—文化协同进化甚至可能是进化的主要形式。理论模型一致发现，基因—文化驱动力通常比传统进化动力学更快、更强，并且可以在更广泛的条件下运行。通过改变选择压力和增加选择的强度，文化进程可以加快进化的速度。在其他情况下，例如通过提供应对生态和社会挑战的其他手段，文化进程可以消除对进化反应的要求。然而，这些数据表明，平均看来，人类文化活动大致上加快了生物进化的步伐。就像阿兰·威尔逊几十年前所设想的那样，自动催化过程加速了我们血统中认知能力的进化过程。我们人类强大的文化及其反馈表明，我们经历了快速进化，使得我们的认知能力凌驾于其他物种上，因此，人类与其他动物在知识能力上就产生了巨大差距。

人类思想演变的情景与进化心理学家和通俗科学作家的描述截然不同。他们声称，现在走在大都市街头的人们，仍然努力地研习灵长类动物或石器时代人类的大脑遗留，来适应现代社会的需要。[\[135\]](#)这

意味着现代人类制造出了与生物学发展根本不匹配的环境条件。虽然这样的“不匹配”确有发生，例如上文提到的人类对盐、糖和脂肪偏好的演变，这种不协调的程度远远超出这些作者设想的限制。人类不会随意改变自身所处的环境。相反，与建造巢穴、土穴、捕网和水坝的其他动物一样，人类为了生存和繁衍而建造建筑物，同时在其他方面也对世界产生影响，从而极大增强了对进化的适应能力。^[136]动物也消耗资源，污染环境，但同时这也在短期内增强了其适应能力，这往往与其活动的生活历史战略息息相关，例如当资源水平低下或环境不适宜生存时，动物便会开始迁移。人类种植作物时，在某些情况下也会产生消极的后果（例如农业可能会加速疾病传播），因为这些作物产生的营养效益通常会超过成本投入。生态位建设确实缓解了或消除了对适应度的负面影响，但尽管如此，至少在短期内会提高建构者的适应度。^[137]这一点几乎没有争议，而且合适的动物史前古器具的适合度所带来的益处有据可查。^[138]从这方面来看，人与其他动物无异。人类也创造自己的世界来适应自身的变化，尽管这给环境带来了根本性的转变，但在很大程度上使我们的行为方式更适合生存。^[139]

我们给世界带来的变化不可避免地影响了其他物种，这些影响通常是负面的，但有时是正面的、积极的。举例来说，澳大利亚原住民用火清除植被，以寻找猎物（比如，生活在洞穴中的小型哺乳动物），形成的小片食物点的地面实际上也让蜥蜴繁衍生息。^[140]同样，在人类建设的环境中，许多共生物和寄居动物也在茁壮成长。最终，人类栖息地退化，并出现明显的人为气候变化，这可能会对人类适应度产生负面影响。然而，目前其他物种首当其冲受到人类活动的影响，而所产生的结果往往是消极的。由于栖息地退化、森林被砍伐、城市发展和农业进步，使得西伯利亚虎、金狮面狨、格纹蛱蝶和无数其他物种都受到威胁。与此同时，人类繁荣兴旺，人口不断增加，这是一个短期内人类受益于我们自身的生态位建设的明显迹象。

最近的研究表明，农业和其他文化实践使环境对人类的承载力有所上升，这与环境开发导致文化崩溃的大众说法背道而驰。[\[141\]](#)

人类远远没有被过时的生物遗产所困，因为人类具有极高的可塑性。无论是文化演变，还是生物进化都增强了我们的适应能力。[\[142\]](#)通过文化，我们往往能够消除生物适应与我们所生存的世界间的任何不匹配，例如：衣服、火和空调对极端温度的缓冲，而新的农业实践和创新缓解了粮食短缺困境。其他动物在对新环境的反应中也表现出了可塑性，但大多数都不具备人类文化所赋予的卓越的灵活性和解决问题的能力。当人类无法通过文化实践根除新状况时，自然选择便会随之而来，正如我们所看到的，文化诱发的选择速度很快。克瓦语群体的疟疾受灾地区、HbS的杂合体应运而生。同样地，在乳制品业发达的社会中，高乳糖酶活性表达的基因也会与之相适应。人类文化活动诱发的这些基因变化重建了人类的适应性。

因此，尽管我们在解剖学、生理学和认知领域，既给我们自己又给我们所处的环境（这些环境对于我们大多数而言不同于非洲森林或草原）带来了广泛变化，人类对所处环境仍然得以适应。这是因为我们自己构建了环境，以造福自身，来适应不同环境内的生活。人类的思想和人类环境已经进行了长期的、密切的信息交流，受到生态位建构和自然选择的相互作用力的调和，使双方都以完美的形态出现。

[\[1\]](#)Morgan et al. 2015.

[\[2\]](#)近期选择的其他信号包括高频等位基因的一系列不平衡和超长的低多样性单倍型。

[\[3\]](#)Feldman and Cavalli-Sforza 1976, Cavalli-Sforza and Feldman 1981, Boyd and Richerson 1985, Rogers 1988, Feldman and Laland 1996, Enquist et al. 2007, Richerson and Boyd 2005.

[\[4\]](#)Feldman and Cavalli-Sforza 1976, Cavalli-Sforza and Feldman 1981, Boyd and Richerson 1985, Rogers 1988, Feldman and Laland 1996, Enquist et al. 2007, Richerson and Boyd 2005.

[5]Laland et al. 1995, Cavalli-Sforza and Feldman 1973, Otto et al. 1995.

[6]Feldman and Laland 1996, Richerson and Boyd 2005, Richerson et al. 2010.

[7]Corballis 1991.

[8]Ibid.

[9]原则上，诸如杂合子优势（Annett 1985，McManus 1985）或频率依赖性选择（Faurie, Raymond, 2005）等选择模式可以保留利手性的变化。

[10]Morgan and Corballis 1978.

[11]这个数据基于1985年McManus对双胞胎的14项研究分析得出。

[12]虽然一些独立的研究（例如，Warren et al. 2006）已经表明了一些利手性措施的阳性遗传性状，但全面来看整个研究，至少在绝大多数问卷和性能研究及衡量中，利手性没有表现出较强的遗传力（McManus 1985, Neale 1988, and Su et al. 2005）。

[13]Corballis 1991.

[14]Harris 1980, Corballis 1991.

[15]Hardyck et al. 1976, Hung et al. 1985, Teng et al. 1976.

[16]Laland et al. 1995.

[17]先前的研究已经证实，如果利手性受遗传因素影响，那么会通过右旋等位基因和机会等位基因来发挥作用，而不是右偏倚和左偏倚等位基因（Annett 1985, McManus 1985）。

[18]Bishop 1990.

[19]原则上，可以通过诸如频率依赖性选择或杂合子优势的选择来保留影响利手性的基因变异体。然而，并没有有力的证据证明这种选择是普遍存在的（Laland et al. 1995）。

[20]有假说称目前人类正在向一个平衡的方向发展，在这种平衡下，右旋等位基因是固定的，这与20世纪美国和澳大利亚的数据——右利手呈下降趋势——是不一致的（Corballis 1991）。这一数据通常被认为表明社会压力的缓解，从而符合右利手标准。

[21]使用的方法是最大似然法。See Laland et al. 1995.

[22]最早的一项研究，其成果不符合预期，并且其研究方法也受到了批判。在早期的利手性研究中，研究人员没有意识到通过广告吸引受试者参与利手性调查，会产生潜在偏差。这样的广告歪曲了主题，因为极少的左利手人对这一主题感兴趣。For further details, See Laland et al. 1995.

[23]Laland et al. 1995.

- [24]Toth 1985, Uomini 2011.
- [25]Toth 1985, Uomini 2011.
- [26]Bradshaw 1991, Hopkins and Cantalupo 2004.
- [27]Boyd and Richerson 1985, Feldman and Laland 1996, Kumm et al. 1994, Laland et al. 1995.
- [28]Holden and Mace 1997, Burger et al. 2007.
- [29]Peng et al. 2012.
- [30]Bersaglieri et al. 2004.
- [31]Voight et al. 2006.
- [32]Bersaglieri et al. 2004.
- [33]Feldman and Laland 1996; Perreault 2012.
- [34]Feldman and Cavalli-Sforza 1989.
- [35]Boyd and Richerson 1985, Feldman and Laland 1996, Feldman and Cavalli-Sforza 1989, Laland 1994, Laland et al. 1995.
- [36]Hawks et al. 2007. 其他因素可能也在加速人类进化方面发挥了作用, 例如, 农业的发展使新增人口突变数量增加。See Cochran and Harpending 2009.
- [37]Gleibermann 1973, Williamson et al. 2007.
- [38]Helgason et al. 2007.
- [39]Myles, Hradetzky, et al. 2007; Neel 1962.
- [40]O' Brien and Laland 2012.
- [41]Posnansky 1969.
- [42]Livingstone 1958.
- [43]Evans and Wellems 2002.
- [44]Kappe et al. 2010.
- [45]Hawley et al. 1987.
- [46]Roberts and Buikstra 2003, Barnes 2005.
- [47]Barnes et al. 2011.
- [48]Ibid.
- [49]Bellamy et al. 1998, Li et al. 2006.
- [50]Govoni and Gros 1998.

[51]Barnes et al. 2011.

[52]Aidoo et al. 2002.

[53]Weatherall et al. 2006.

[54]Durham 1991.

[55]Lovejoy 1989.

[56]Piel et al. 2010.

[57]Jonxis 1965.

[58]O’ Brien and Laland 2012.

[59]Agbai 1986, Houston 1973.

[60]O’ Brien and Laland 2012.

[61]Rendell, Fogarty, and Laland 2011.

[62]在Rendell、Fogarty 和 Laland 在2011年的研究中，把这一过程称为“失控的生态位建设”。

[63]O’ Brien and Laland 2012.

[64]这些信号包括连锁不平衡中的高频等位基因、低多样性的超长单倍型和过量的稀有变体。

[65]Voight et al. 2006; Wang et al. 2006; Sabeti et al. 2006, 2007; Nielsen et al. 2007; Tang et al. 2007.

[66]Stefansson et al. 2005, Nguyen et al. 2006, Prabhakar et al. 2008, Quach et al. 2009.

[67]Laland et al. 2010.

[68]Ibid.

[69]Perry et al. 2007. 这是基因—文化协同进化的一个很好的例子，其中人类饮食的变化有利于基因的模仿。

[70]Voight et al. 2006, Richards et al. 2003.

[71]Voight et al. 2006, Williamson et al. 2007, Han et al. 2007.

[72]Haygood 2007.

[73]Hunemeier, Amorim et al. 2012; Acuna-Alonzo et al. 2010; Magalon et al. 2008; Sabbagh et al. 2011.

[74]Kelley and Swanson 2008.

[75]Soranzo et al. 2005.

[76]Armelagos 2014.

[77]Striedter 2005, Schick and Toth 2006, Stringer and Andrews 2005.

[78]Armelagos 2014.

[79]Ibid.

[80]Remick et al. 2009, Armelagos 2014.

[81]Aunger 1992, 1994a, 1994b; Armelagos 2014.

[82]Ibid.

[83]Williamson et al. 2007.

[84]Wang et al. 2006.

[85]Olalde et al. 2014.

[86]Williamson et al. 2007, López Herráez et al. 2009.

[87]Izagirre et al. 2006; Lao et al. 2007, Myles, Somel, et al. 2007.

[88]Olalde et al. 2014.

[89]Voight et al. 2006, Myles et al. 2008.

[90]Voight et al. 2006, Wang et al. 2006. 在毛囊中表达的基因包括：生长素A受体（EDAR）和生长素A2受体（EDA2R）。以眼睛和头发颜色表达的基因包括：溶质载体家族24成员4（SLC24A4）、KIT配体（KITLG）、酪氨酸酶（TYR）和眼部白化病II（OCA2）。在雀斑中表达的基因包括：6p25.3和黑皮质素1受体（MC1R）。

[91]性选择是自然选择的一种方式，有些人会模仿群体中的其他人，因为这样更利于找到（更多或更好的）伴侣（Darwin 1871）。性选择可能会导致高代价和发育能力下降的进化特征，如精致的羽毛或大鹿角，在吸引配偶或为争夺配偶的战斗中，这些会是一种优势。

[92]Laland 1994.

[93]Laurent et al. 2012.

[94]Jones et al. 2007, Little et al. 2008.

[95]Laland 1994, Ihara et al. 2003.

[96]Stedman et al. 2004.

[97]Williamson等人在2007年的研究中，预先确定了几个涉及神经系统发育的基因，作为近期选择性清除的候选项。包括异常纺锤体、小头症相关（ASPM）和小脑磷蛋白1（MCPH1）。其他参与神经系统发育、突触形成、神经生长因子以及神经元和树突棘生成的基因，均在2012年由de Magalhaes和Matsuda的研究证实。See also Hill and Walsh 2005.

[\[98\]](#)de Magalhaes and Matsuda 2012.

[\[99\]](#)根据Laland等人在2010年的研究,实例包括细胞周期蛋白依赖性激酶5调节亚基相关蛋白2 (CDK5RAP2)、着丝粒蛋白J (CENPJ)、 γ -氨基丁酸A受体和亚基 $\alpha 4$ (GABRA4)。通过比较基因组鉴定,其他与人脑进化相关的基因包括:小脑症基因1 (MCPH1)、天门冬氨酸同系物 (asp homologue)、小头畸形伴生(果蝇) (ASPM)、CDK5调节亚基相关蛋白2 (CDK5RAP2)、溶质载体家族2 (可促进葡萄糖转运蛋白) 成员1 (SLC2A1)、SLC2A4、神经母细胞瘤断点家族 (NBPF) 基因、生长停滞和DNA损伤诱导 γ (GADD45G) 基因、ret指蛋白样1、2、3 (RFPL1, RFPL2和RFPL3) 以及与一些神经元功能相关的基因 [例如:多巴胺D5受体 (DRD5)]、谷氨酸受体、离子型体、NMDA 3A (GRIN3A)、GRIN3B和SLIT-ROBO Rho GTPase激活蛋白2 (SRGAP2)。详见Somel et al., 2013。

[\[100\]](#)这些包括一种生长停滞增强剂的缺失和一种DNA损伤诱导 γ (GADD45G) 基因,这被假定为导致大脑体积的扩大,在尼安德特人中广泛存在。同样地,人类特有的SLIT-ROBO Rho GTPase激活蛋白2基因 (SRGAP2) 的复制体,其出现大约可追溯到距今240万年前。预计这种复制可以增加皮层中的树突棘密度,并且可以增强人脑的信号处理能力。详见 Somel et al. 2013。

[\[101\]](#)Uddin et al. 2004, Caceres et al. 2003.

[\[102\]](#)根据Somel等人2014年的研究,许多神经基因的启动区,在人类进化过程中也受到了阳性选择。(Haygood et al. 2007)

[\[103\]](#)Somel et al. 2014.

[\[104\]](#)Hill and Walsh 2005, Sakai et al. 2011, Blazek et al. 2011.

[\[105\]](#)Striedter 2005, Marino 2006, Sherwood et al. 2006.

[\[106\]](#)Blazek et al. 2011.

[\[107\]](#)对黑猩猩的研究证实:(1)神经胶质与神经元的比值,(2)神经元之间的间距,(3)星形胶质细胞的复杂性,以及(4)人脑中神经毡密度都有所增大。然而,其中一些变化可能是由于人类进化谱系的总体大脑尺寸增加所致。见Marino 2006, Sherwood et al. 2006, Semendeferi et al. 2011, Oberheim et al. 2009, and Spocter et al. 2012。

[\[108\]](#)Blazek et al. 2011.

[\[109\]](#)Deacon 1997, 2003a; Milbrath 2013.

[\[110\]](#)例如,叉头框P2基因 (FOXP2)、ASPM基因、小脑症基因 (MCPH1)、原钙粘附蛋白11X (PCDH11X) 和原钙粘附蛋白11Y (PCDH11Y) 都与语言或言语相关 (Somel et al. 2013)。

[\[111\]](#)Fisher et al. 1998.

- [112] Enard, Przeworski, et al. 2002.
- [113] Enard et al. 2009.
- [114] Liao and Zhang 2008.
- [115] Nasidze et al. 2006.
- [116] Kayser et al. 2006.
- [117] Oota et al. 2001, Cordaux et al. 2004.
- [118] Hunemeier, Gómez-Valdés, et al. 2012.
- [119] Stearns et al. 2010.
- [120] Ibid.
- [121] Ibid.
- [122] Ibid. p. 621.
- [123] Wilson 1975.
- [124] Wilson 1978. p. 167.
- [125] Laland and Brown 2011.
- [126] Laland et al. 2000.
- [127] Odling-Smee et al. 2003.
- [128] Laland et al. 2000.
- [129] Laland 1994; Rendell, Fogarty, and Laland 2011.
- [130] Cavalli-Sforza and Feldman 1981, Boyd and Richerson 1985, Richerson and Boyd 2005, Henrich 2015.
- [131] Laland et al. 2010.
- [132] Striedter 2005.
- [133] Rutz et al. 2010, Kruetzen et al. 2014.
- [134] Whitehead 1998, Baird & Whitehead 2000.
- [135] Morris 1967, Buss 1999.
- [136] 这种结构往往是 “扩展表型”（Dawkins 1982），比如巢、洞穴和蜘蛛网，这些都属于生物适应性在构建者体外表现出来。
- [137] Odling-Smee et al. 2003.
- [138] Dawkins 1982, Odling-Smee et al. 2003.
- [139] Laland and Brown 2006.

[\[140\]](#) Bird et al. 2013.

[\[141\]](#) Boivin et al. 2016; 见 Diamond 2006 有关环境过度开发导致文化崩溃的证据。

[\[142\]](#) Laland and Brown 2006.

第十章 文明的曙光

从近代以来，人类的进化速度不断加快。[\[1\]](#)与地球上其他所有物种一样，人类的进化史也可以追溯到36亿年前的生命诞生之初。对人类以外的数百万物种来说，适应性改变的历史只从生物进化的角度被记录下来，但人类至少在99.9%的历史中以同样的方式适应世界。然而，在过去的200万—400万年，也许在更长的时间里，我们的历史也在基因—文化协同进化中逐步形成。起初，基因—文化动力学对我们的适应性进化的贡献的确不大，但随着时间的推移，我们的文化能力得到增强，对环境的控制也不断加强。最终，文化开始全盘接手，带我们进入了一个全新的世界。

在这个星球上所有的物种当中，我们或许是唯一经历了三个适应性进化阶段的物种。在第一个阶段，生物进化占主导地位，我们以和其他物种同样的方式适应生活环境。第二个阶段是基因—文化协同进化的时代。通过文化活动，我们的祖先以生物学的方式适应变化，迎接挑战。这样一来，尽管独立环境相对缓慢的变化影响着其他物种，我们的祖先却打破了这种限制，造成的结果是：与其他哺乳动物相比，人类形态演变的速度更快。[\[2\]](#)据报道，在过去的4万年间，人类遗传进化的速度加快了上百倍。[\[3\]](#)现在我们生活在第三个阶段，文化进化占主导地位。文化实践为人类带来了适应性挑战，但这些挑战在生物进化有所动作之前，通过更进一步的文化活动得到解决。我们的文化并没有阻止生物进化——这是不可能的——但文化已经将生物进化甩在身后。

通过文化进化，我们人类正在以飞快的速度彻底地改变着这个星球。古人类用600万年的时间，从类似于猩猩的生物进化成了智人，但在最后的1万—1.2万年的文化进化中，人类登上月球、分离原子、建造城市、编写百科全书、创作交响曲。绝大多数其他物种无法适应人类所造成的环境的急剧变化，因此，它们几乎必然会在适应环境之前走向灭绝，这也是自然选择的结果。我们对地球的影响如此巨大，科学家称我们来到了一个地质新纪元——人类纪。^[4]另一方面，我们人类在适应环境方面没有任何问题，因为我们拥有独一无二的文化。

文化为我们的祖先提供获取食物和生存的技巧，例如怎样获得营养丰富的食物，怎样取火，怎样制作切割用的工具。随着新发明的不断出现，古人类得以更高效地开发周边的环境。比如，我们的祖先扩大了饮食范围，食用大量肉类。与植物类食物相比，肉类中含有更丰富的蛋白质、维生素、矿物质和脂肪酸。之后，我们的祖先开始加工食物，这样一来大大减少了消化负担，不但节约时间，还可以更好地吸收食物中的能量。最终，营养物质的快速获取为大脑的发展和运转提供了充足的能量。人类的大脑比其他任何单个器官消耗的能量都要多，它虽然只占体重的2%，却会消耗人体20%的能量。这些额外的能量需要从别处获取，这就促使古人类去寻找一种能产生大量能量的生活方式，否则就会走向灭绝。只有当我们的智慧带来的能量超过其自身的消耗时，才可能成为正向自然选择的直接目标。^[5]反过来，我们大脑的成长，进一步增强了我们的创新能力和社会学习能力。^[6]

我们探索环境的效率越来越高，这不仅加快了大脑的发展，也加速了人口增长。人口数量的确随着农业的出现开始激增，而后我们迅速主导了地球生态系统。^[7]伴随着一项又一项的新发明，如植物的种植和动物的驯化、灌溉方法、动植物的育种、杂交水稻、化肥、杀虫剂、生物技术等，粮食产量提高了，人口数量也增加了。全球人口数量增长了约5个数量级，进一步加速了人类基因和文化水平的适应性进

化。由于新突变数量的增加，自然选择对基因漂变产生了更大的影响，较大的种群一般意味着更快的生物进化速度。^[8]同时，创新发明的人越来越多，而创新和知识不太可能因偶然事件而消失，因此文化进化也随之活跃起来。^[9]随着每种科技发展，人类越发依赖于通过社会传播的知识获得生存所必需的技能。反过来，正如社会学习策略比赛所展示的那样，随着社会学习的更多依赖，现代文化的特征会自动表现出来，包括形成更大的文化储备库、知识的长期保留、行为表面的一致性、时尚潮流和飞速变革的科技等方面。^[10]我们人类所取得的显著成功、适应能力的增强、惊人的多样性，以及我们所制造的令人眼花缭乱的大量信息，都直接归因于我们对社会学习的高度依赖。^[11]第七章从数学分析角度探讨了高保真传输的重要性，也与此相关。这些研究表明，随着传输机制（生物进化的遗产，如教学能力和语言能力；或是文化进化的遗产，如写作和记录）准确度的提高，我们将保留更多文化知识，从而形成更丰富的文化储备。^[12]传输保真度的每一次增加，都会使知识实现更有效的长期保存，从而为概念谱系提供机会，进行文化交叉，进一步刺激文化积累。因此，仅仅依靠既定的经验和理论发现，我们可以设想一系列相互交织的反馈机制。这些机制相互加强，相互促进，在且仅在人类的谱系中进行生态位建设和适应。

然而如果这种反馈运行如此活跃，为什么我们人类还在如此长的时间里一直做狩猎采集者呢？为什么世界上还有这么多小型前工业化社会尚未设计出车轮和拱桥，也未能提取金属？更不用说量子力学或基因编辑技术了。这些问题的答案是，狩猎采集者的生活牢牢地限制了文化知识的增长。

狩猎采集社会对社会知识传播的依赖并不低于后工业社会。一个简单的例子就足以证明这一点。采集蜂蜜这种觅食活动看起来并不复杂，在当今的狩猎采集群体中也很常见（见图8）。^[13]蜂蜜是自然界

中能量最高的食品之一，人们认为它是人类早期的重要食物来源。

[14]在坦桑尼亚的哈扎族人中，蜂蜜约占他们饮食的15%。[15]这种宝贵的商品在家庭以外广泛传播，是儿童断奶期的主要食物。[16]你不妨想象，自己可以在没有别人帮助的前提下轻松学会看似简单的获取蜂蜜的技巧。当然，你们几乎肯定已经把知识和实践结合起来了，知道蜂蜜营养丰富，是蜜蜂生产的，可以在蜂巢中找到等。这是你在社交中获得的知识。然而，即使已经了解了这么多，对于一个采蜂蜜的新手来说，要想成功获取蜂蜜，还要掌握大量额外的知识。例如，需要知道以哪些蜜蜂为目标，因为蜜蜂有许多种，有的不蜇人，而有的（如非洲杀人蜂）会凶猛地攻击人类，如果有人被反复叮咬，经常会导致死亡。他们还要知道选中的蜜蜂的蜂巢是什么样子，一般在什么地方，在何种树上。收获蜂蜜的人需要知道怎样爬树才安全——例如，他们可能会像哈扎人那样，敲击尖头的棍子，把它固定在树干上，做成梯子。他们必须了解如何砍树，将蜂巢裸露出来，如何用烟雾使蜂群平静下来，以及如何生火产生烟雾。他们需要知道如何将蜂巢或蜂巢的一部分从树上拿下来而不被蜇伤，还要知道如何提取蜂蜜。最后，如果他们是哈扎族的一员，还要知道怎样学向蜜鸟叫。[17]向蜜鸟和人类之间存在特殊的互惠关系，为了获得蜂蜡和幼虫，这种鸟会把人类带到野蜂的巢穴。哈扎人利用一系列啾啾声和口哨与向蜜鸟“交谈”，让向蜜鸟将人带到蜂巢那里。[18]



图8 蜂蜜是自然界中主要的高能量食品之一，人们认为它是我们祖先以及目前人类的重要食物来源。人类需要大量文化知识来安全获得蜂蜜（经乔安娜·艾迪授权使用）

这个例子说明，所有与收获蜂蜜相关的知识都是从社会中获得的。例如哈扎部落、巴拉圭的阿奇部落和秘鲁的马其根加部落，他们只能凭借长期积累的适应性技能维持生存。^[19]获取蜂蜜与其他无数基本技能没有什么区别，例如：设置陷阱捕捉动物；宰杀一只鹿或剥鹿皮；生火并保护火种；知道哪些水果和真菌是安全可食用的，哪些不是；怎样制作矛、弓和箭；怎样加工植物食品以去除毒素。有关如何完成这些任务的知识是这些社会群体的命脉，这些知识代代相传，使群体得以生存。^[20]

如今的狩猎采集社会，植物产品提供大部分热量，鱼类食品和其他猎物提供大部分蛋白质。^[21]然而，从生物学角度来看，人类并没有很好地适应从许多植物资源中汲取营养（我们无法像反刍动物那样消化纤维素，或排除无数植物为自卫而产生的有毒化学物质），这就

使得我们的采集活动局限在水果、种子和块茎上。[\[22\]](#) 食物加工方法在一定程度上扩宽了人类的饮食范围，但这些方法也需要大量的文化知识。[\[23\]](#)

例如，人们可以先将橡树子风干，然后剥掉外壳，将其捣碎，泡在水中，反复冲洗后去掉丹宁酸，最后食用。得到的糊状物可以被再次风干，制作成粉状，用来做面包，这是一些北美狩猎采集社会发明的方法。丹宁酸的析出是关键，丹宁酸不仅使食物发苦，还会妨碍蛋白质消化。食用未经加工的橡树子会引发疾病。[\[24\]](#) 这些技术提高了产量，且扩大了食物范围，但从人类进化历程来看，这样复杂的程序都发生在近期。在整个人类历史中，大部分狩猎采集群体都不得不靠所获取的有限的食物勉强度日。

因此，一个典型的人类狩猎采集群体必须不断迁移，以便从其他地方获取更多的食物，因为他们会迅速消耗掉当地所有能够轻易得到的资源。[\[25\]](#) 通常情况下，他们每隔几天就会迁移一次。他们迁移的速度主要取决于两个因素：该群体从环境中提取资源所需的文化知识的掌握程度和该地区总体的生产力。当然，狩猎采集者也会到远离居住地的地方搜寻食物，但距离一旦超过某个极限，迁移营地会比远距离往返采集更容易。早期的古人类甚至可能没有固定的住所。游牧狩猎和采集群体一般随着季节的变化追随野生植物和猎物迁徙，这通常被认为是最古老的人类生存方式。食物搜集技巧有限的人类群体，以及需要有效的稀缺资源开发策略的生产力低下地区，都非常适合游牧生活。即使在今天，许多以畜牧业为生的牧民社会也必须不断调整方式，避免牧草资源耗尽，难以恢复。[\[26\]](#)

不断的迁移严重限制了社会所掌握的技术工具的规模和复杂程度。[\[27\]](#) 狩猎采集群体不能拥有太多装备，因为每隔几天他们就要将所有成员的物品从一个地方运到另一个地方，所以该群体拥有的一切

物品必须易于搬动。游牧生活不适合使用那些需要花费数周或是在不同季节才能做成的用具，因为这样的用具不便运输。一旦某群体需要长期迁移，长期的食品储存也几乎变得不太可能。另外，频繁的徒步行走使女人一次只能养育一个孩子，因为她们无法一边抱好几个孩子，一边采集食物。狩猎采集群体会刻意在孩子出生之间留出间隔，从而保证他们一次只带一个孩子。例如，居住在卡拉哈里沙漠的昆申人通常会每隔4年生育一个孩子，[\[28\]](#)严重制约了人口规模。

在狩猎采集社会，两性之间的劳动分工可忽略不计，所有个体基本上都承担同样的觅食工作。[\[29\]](#)因此，没有人会比别人积累更多的财富或资源，抑或有更高的地位，也没有社会结构可言。通常情况下，不存在专业化的、持久的社会角色。[\[30\]](#)虽然有些人会成为萨满巫师，或是各类工具的制造者，但是没有人能够一直以此谋生，所有身体健全的个体都必须狩猎和采集。只有最富有的狩猎采集社会拥有明显的职能划分，包括酋长、独木舟建造者、弓箭制造者等。[\[31\]](#)

这有助于我们了解为什么狩猎采集技术在这么长的时间内变化如此缓慢，以及为什么时至今日，许多小型社会掌握的技术仍然有限。[\[32\]](#)狩猎采集者实际上陷入了恶性循环，严重限制了他们文化进化的速度。除非他们想出更有效的探索周边环境的方法，或是恰巧生活在物资极度丰富的地方，否则为了获得生存所需的足够资源，他们必须不断迁移。任何新发明都会受这些限制的制约：无论多么了不起的新工具或新设备，如果不便于运输，就没什么价值。无论如何，新发明很少出现，不仅因为很少有人会有新想法，而且人们没有太多时间创新。[\[33\]](#)由于生活在技术有限的小型社会，人们很少有机会将不同的文化元素融合到更复杂的新发明中。由于没有财富或资源积累，每个人（甚至孩子）都被迫去狩猎或采集，自然而然就形成了人人平等的社会，没有社会结构可言。这些因素结合在一起，导致文化积累的速度缓慢，至少相对于后农业社会而言的确如此。[\[34\]](#)

然而，如果这些限制被打破，一个群体能够通过关键性的考验，利用新技术的传播，高效探索当地环境，那么接下来会取得许多成果。第一，该群体不必再不断迁移。第二，他们可以有一个稳定的家庭驻地，甚至永久定居下来。第三，他们现在可以储存食物和工具，进而积累技术。第四，多样的工具给人们提供了更多机会吸收并借鉴一个领域的元素，并将其应用于另一个领域。第五，长期定居可以缩短人口生育周期，[\[35\]](#)加快觅食速度，增强养育后代的能力，进而加速人口增长。第六，人口增多以后会有更多潜在的创新者，他们拥有更多时间，可以利用更多资源和途径进行创新。第七，更多的创新使人们能够在环境中发现新的资源，或更高效地探索已有的资源，进一步增强环境承载能力，促进人口增长。第八，随着财富的积累，社会结构和劳动分工成为可能，从而实现专业化，提高效率。随着非游牧生活的出现，文化和技术变革开始起步。这就是为什么文化进化看起来与农业的出现以及集体饲养动物和种植植物这些行为同步，或在其后出现。只有通过农业，人类历史中的大多数人口才能摆脱不断迁移给文化进化带来的枷锁。

考古学领域中相当数量的研究聚焦在农业起源上，尤其是有哪些物种被驯化，何时何地驯化。[\[36\]](#)研究人员认为，农业并不是起源于一个地方，而是有8个或更多作物驯化的地点。[\[37\]](#)这自然就提出了一个问题：促成农业起源的因素有哪些？传统观点主要强调环境变化触发农业发展。[\[38\]](#)当然，很难想象农业会在冰河时代得到有效发展，所以，对于农业的第一次起源发生在最后一个冰河时代结束后不久（约11500年前），我们并不惊讶。[\[39\]](#)然而，研究人员推测，当野生资源的可利用性下降时，我们的祖先转向集约化农业，这种做法才更经济实用。[\[40\]](#)但是这一领域的专家——史密森学会的布鲁斯·史密斯近期发现，在一种常见的资源丰富的环境下，世界各地都发生了动植物驯化的现象。[\[41\]](#)

这些乍看上去互相矛盾的结论指向了同一个猜想：正是一些外部条件或环境促使人类开始尝试动植物驯化，从而使社会转型加速，完全依赖农业经济。^[42]我和密苏里大学的考古学家迈克尔·奥布莱恩合作，几年前就得出结论：研究人员不应（或除了）寻找驯化和农业起源的外部“原动力”，应该多关注人类和被驯化的动植物之间共同进化的相互作用，及其背后文化生态位构建的实践。^[43]强调外部环境为农业起源的因素并没有错。在最后一个冰川时代期间，气候不仅寒冷，而且多变，动植物群体被迫频繁转移阵地。^[44]古人类群体也不得不去寻找适合采集和狩猎的区域，但是又因追逐猎物需要不断迁移。^[45]这种不稳定的条件降低了长期定居的可能。相反，在全新世时期（可能是最后一个冰河世纪结束后），气候不仅变得更加温暖，还更加湿润和稳定，大气中二氧化碳浓度较高，这些条件有利于人类更多地依赖植物资源。^[46]在我们人类存在于地球的200万年间，最近的1万多年可能最有利于农业发展。

当然，在农业发展之前，气候已经适合植物驯化，但是我倾向于将这些外在条件视为必要的先决条件，而不是直接原因。气候变化最多只是起因的一部分。毕竟，地球过去已经经历了多次长期温暖湿润的气候，却没有哪个物种发明了农业。^[47]可以想象，如果间冰期发生在50万年前而不是现在，古人类当时也很难实现农业的发展。只有合适的物种，掌握了必要的知识和技能，在正确的时间和地点，关键是以正确的方式，才能成功发展农业。为了了解农业起源，我们需要知道人类如何为被驯化的动植物创建合适的生态位。

每个对其他物种的进化适应性产生影响的个体特征，都会受到自然选择的青睐，因此动植物共同进化。在这种情况下，当动物种群为人类时，遗传和文化进化也都有所涉及。^[48]如上一章所述，农业实践是文化生态位建设的例子，既可以触发动植物驯养的进化，又可以通过选择性的反馈，触发人类的进化。^[49]文化生态位的建设过程有

助于植物驯化，包括选择性采集、运输、储存和播种，有意或无意地焚烧草原和森林，砍树，耕种，除草并有选择地淘汰竞争物种，灌溉，堆起肥沃的有机粪堆。[\[50\]](#)通过教学、模仿、故事、神话和仪式等形式的结合，这些过程背后的技能和信息代代相传，[\[51\]](#)人类的知识库得到不断积累和更新。随着时间的推移，植物受到这些农业实践的影响，经历了一系列剧烈的变化，例如植物或种子的容量大幅度增加，种子萌发速度加快，种子作物同步成熟等，从而提高植物种群的适应性，并提高其产量。例如，在准备的基质中播种，偶然的人工选择诱导发芽和传播机制的变化，植物的种子更有可能作为来年储备继续被播种。[\[52\]](#)反过来，产量的提高鼓励人们延续能够维持或提高植物生产力的方法，从而触发了自然选择，使人体消化酶发生变化。然而，选择性育种和收获植物的方法无意中对植物进行了选择，最终，一些农作物在与同类野生植物的公开竞争中存活下来，因此它们完全依赖于人类。[\[53\]](#)

同样的道理也可以应用到动物身上，选择性驯化提高了动物产品的产量，例如牛奶产量，同时动物还获得了其他特点，例如对环境刺激的反应降低，生存与生育方面对人类的依赖。[\[54\]](#)围栏和圈养为动物提供的保护，以及可以轻松实现的对动物的选择，再一次改变了自然选择对动物品种的影响。如果没有人类的影响，这样的选择只能使这些动物更易受到捕食者的攻击。[\[55\]](#)因此，人类饲养的动植物更依赖饲养者。人类与被驯养动植物之间的互惠关系更加坚固，依赖共生或相互适应逐步形成。

事实上，植物和动物的初始驯化通常发生在农业蓬勃发展之前，[\[56\]](#)这一现象可以被视为人类社会对驯化的动植物近乎完全的依赖。[\[57\]](#)在世界的某些地区，初步驯化和农业的出现在时间上相隔了几千年。[\[58\]](#)在这个过渡时期，小型社会的食品生产水平较低，驯养动植物的水平也一样，社会仍强烈依赖野生动植物。[\[59\]](#)判断驯化是否已

经发展到能够支撑稳定的农业社会，一个关键因素就是人们是否可以在当地获得合适的植物种类。^[60]第一批驯化作物通常是一年生植物，且种子或果实体积较大。这些作物包括豆类（如豌豆）、谷类（如黑麦、小麦、大麦）和玉米等。^[61]一次重要的进步发生在公元前9600年左右，在地中海东部地区，出现了一种新型小麦（种子颗粒较大）。^[62]在此之前的小麦和我们今天熟知的样子不同，更像一种混生的野草。野生小麦通过自然或人类活动与其他种类的草杂交，产生了一种多产的多倍体杂交品种，^[63]其染色体是正常植物的4倍，麦穗丰满并易于收获。然而，这种特殊的植物种子很大，无法在风中传播，只能依赖人类来搜集麦穗，然后播种，来年收获。^[64]大麦几乎同时出现在新月沃土地区。^[65]大约9000年前，玉米首先被种植于墨西哥南部，随后遍及美洲，^[66]南瓜、豆类和木薯也是如此。到公元前1万年，^[67]曾被当作容器的葫芦也开始被人类驯化。这种植物的使用方法于公元前8000年从亚洲传到美洲，这种传播很可能源于人类的迁移。^[68]小米是亚洲最早种植的作物之一，对小米的利用始于中国，可以追溯到10300—8700年前，这一物种的成功归因于其出色的抗旱性。^[69]大米也在9000年前在中国被驯化，并在5000年前传入印度。^[70]

植物的驯化使人们不再那么容易忍饥挨饿，对人类的健康产生了积极贡献，这样的观点似乎十分合理。但事实上，它与真相大相径庭。^[71]当然，农业发展对健康的影响很大，至少在世界上许多地方都是如此，^[72]但这些影响并非总是积极的。最初，许多人类社会从狩猎采集生活过渡到农业和定居生活，暂时通过减少食物消耗的多样性缩小了饮食范围。因此，向密集型农业的转型首先造成了人类营养的下降，从而对人类健康产生了影响。^[73]约3000年前，许多欧洲人的健康状况明显下降，当时农业在欧洲被广泛采用，古希腊和罗马社会也正值兴盛。^[74]如前一章所述，过去表现为免疫力和抵抗疾病的

基因近来被选择性清除，这种现象的产生源于农业实践的广泛实施，以及因此导致的人类暴露于更高密度的动物疾病中。^[75]类似地，研究人员从这些时期的文献中发现了越来越多的由麻风病和肺结核病引起的骨骼病变，由于人们生活的地方靠近家畜或废物堆，而染上这些动物传染病。^[76]人们开始转向以谷类为基础的饮食结构，谷物营养成分少，含糖量高，因此蛀牙和牙釉质问题出现的频率有所增加。^[77]最终的结果是当时欧洲人的身高有所降低，从2300年前到400年前，男性身高比平均减少了7厘米。这明显说明，那些非精英家庭的孩子摄入的食物营养成分减少，且受到了更多疾病的折磨。^[78]农业革新可能会持续增加产量，但人口数量也会随之增加，人类面临的苦难和以前并无二致。

然而，人类学家一直认为，如果没有充足的粮食作为基础，便不可能发展出有广泛的劳动分工的、结构化的大型社会，而这种强大的粮食基础需要靠集约型农业来提供。^[79]这样的推理在农业和进化适应性之间建立了积极联系，这种联系可能推动了我们祖先的农业创新。可以推测，农业对我们的祖先有很大的吸引力，因为他们认为对粮食生产的控制为增加食物量和减少食物供应变化提供了手段。

动物储存食物以应对非常时期，人们可能也期望人类可以用同样的方式，从事潜在的密集型粮食生产，当替代品无法轻易获得时，有现成的或容易获得的野生食物可以利用。在这种推理下，当野生资源的可用性差、生产力低时，农业可能会有所进化。然而，其他因素在这里就被忽略了，例如，恶劣的环境通常无法为农作物生长提供良好的条件，^[80]并且在这种环境下生存的个体不可能有时间进行创新。此外，尽管农业能带来好处，但我们并没有充分的证据能够证明农业的出现大大降低了资源枯竭和饥饿的风险。^[81]农民可能开发了比狩猎采集者更先进的粮食储备和运输知识，他们可能并没有遭遇过非农业群体遇到的一些自然资源的严重波动，然而，定居人口用于减少或

消除粮食危机的策略不仅会带来收益，也需要成本。[\[82\]](#)事实上，这些优势在很多因素面前会显得略逊一筹，在面对气候变动或其他自然灾害时驯化作物会更脆弱——许多农业系统的特点或主要覆盖面的狭窄可能会加剧这种脆弱。[\[83\]](#)这种有违常理的观察引发出一个问题：在高劳动成本、高失败率，且许多群体没有明确的经济激励的情况下，农业系统为何会被众多的族群所采用？什么情况有利于农业的出现？在这么多问题产生之后，它又是如何发展壮大的？

几乎可以肯定，富饶的环境而非贫瘠的环境更有利于农业发展，尽管相关的技术经常在晚些时候传播到较贫穷的地区。[\[84\]](#)在富饶的环境中，人类群体可以长期定居，进而可以积累更多的技术。这种环境促进人口增长，而人口增长又经常伴随着资源短缺，过度开采也会降低所需食物的可用性。反过来，人类探索自然世界的效率得到提高，有利于食品储存，也提高了农业投资的经济价值。

人类建立了农业生态位。环境不会一直富饶或贫瘠，而是多变的，会随着强有力的生态位建造者（如人类）的活动而改变。[\[85\]](#)一个特定地区可提供的资源财富，主要取决于此地居民的文化复杂程度以及知识基础深度，最终取决于他们对环境的所作所为。我们是生态位建设的胜利者，主要是因为人类利用了文化方面获得和传播的悠久遗产，实现对环境的操控，由此我们才能改变世界，提高环境承载力。[\[86\]](#)

至于为什么农业社会尽管会产生这么多消极结果，依然繁荣发展，我猜测有两个主要因素。第一个因素实际上是自然选择。简单地说，与狩猎采集型社会相比，农业社会养育了更多的后代。农业最初至少在有些社会，可能对人类健康产生过负面影响，但农业的确使环境承载力实现了巨大的飞跃。[\[87\]](#)通过耕种，人类得以将当地环境的生产力提高多个数量级，可以支撑比以前大得多的社会群体。农业社

会对生存选择（存活能力方面的选择行为）造成了影响，存活率小幅度降低，但由于人类有了更多存活下来的后代，繁殖力选择（繁殖能力方面的选择行为）便弥补了农业社会对生存选择造成的影响。

在农业出现之前，世界人口稳定在100万左右，而在罗马帝国时期则超过了6000万。[\[88\]](#)遗传数据验证了这一观点。最近一项对人类mtDNA（线粒体DNA）的分析为近期显著的人口膨胀提供了有力证据，其时间与考古研究证明的农业起源的时间完全吻合。[\[89\]](#)随着工业革命的发展（如农业革命），人类寿命再次大幅度提升，更加证实了人口增长的确与社会发展有关。[\[90\]](#)节省劳动力的农业机器使大量劳动力可以到其他地方工作，生产其他物品，包括生产节省劳动力的装置、进行医疗创新，以及改善卫生和生活条件等。遗传数据证明了技术进步及其传播如何提高人类的繁殖成功率。[\[91\]](#)农业比其他形式的生存模式更能提高生育率，主要是因为农业的产生伴随着一种平稳、固定的生活方式，消除了出生率的主要制约因素，即因生活所迫不断迁移。[\[92\]](#)由于不再受漫长的生育周期的影响，出生率开始上升，开始很慢，而后逐渐加快。随着人口的增加，约6000年前出现了最早的城市。[\[93\]](#)农业生态位开始在许多这样的农业社会扩大，演变成更大型、更复杂的社会体系，具有以城市为中心、阶级不平等的特点。在人口扩张和农业创新传播的共同作用下，农业不断扩大到新的领土。[\[94\]](#)由于技术发展日益复杂，在迄今已被证明是不毛之地的区域，农业也已成为一种合理的生存方式。农业生态位以不可阻挡之势扩张开来，通过征服和贸易等机制延伸到新的区域。事实上，随着这种人口扩张，文化群体通过自然选择开始过上农业生活，在这个过程中，农业中心不断扩展，最终产生了拥有同样生活方式的社会子群体。[\[95\]](#)

此外，农业一开始就引发了一系列深入创新，大大改变了人类社会。这是农业社会取得显著成就的第二个主要因素。一些发明格外重要，催生出一系列副产品或行为，每一种新发明都加快了文化进化的

步伐。这些发现有时候被称为“关键创新”，[\[96\]](#)而农业肯定属于这一范畴。农业创造了一个世界，在这里，铁锹、镰刀、犁、耕畜、马具、织布机、储存容器、灌溉方法、建筑材料和无数其他创新都变得有价值。农业还对社会结构产生了巨大的影响，所创造的社会中出现了有组织的劳动力、劳动分工、巨大财富差距，以及更加分明的社会等级。[\[97\]](#)耕种和城市生活创造了新的生态位，产生了新奇的生物种类，包括猫、狗、老鼠、小鼠、家蝇、鸽子、臭鼬、杜鹃花、杂草和微生物，这些都对之后人类文化习俗的形成有一定的影响。

伴随着劳动分工，工作效率和生产力都得到了显著的提高。经济学家亚当·斯密在《国富论》中用一个图钉的例子来说明这一点：

“一个人拉金属丝，另一个人把金属丝拉直，第三个人把它剪断，第四个人把它磨尖。”[\[98\]](#)可能会有多达17个人为一个图钉工作，每天共生产4800个图钉。没有劳动分工，每个工人每天的产量不超过20个。（工业革命进一步提高生产力，最早的造钉机每天生产72000个图钉。[\[99\]](#)）

农业被视为一种关键创新，因为它为发明创造及其进一步传播提供了大量机会。犁的发明就是个例子。[\[100\]](#)当农业首先在尼罗河三角洲和新月沃土这样的富饶地区发展时，人们使用简单的手持式锄头来挖洞，然后播种。新月沃土在历史上被视为“文明的摇篮”，是农业的（第一个）发源地，也是城市化、书写和有组织的宗教的发源地。它的名字源于尼罗河、幼发拉底河和底格里斯河附近的肥沃土地，那里每年都会发洪水，土壤因此不断翻新，促进植物生长，是种植作物的绝佳条件。农业首先发展于自然生物多样化的富饶地区，这并不奇怪，因为经常性的洪水意味着人们可以在这里直接耕种，无须松土。[\[101\]](#)早期的农民用锄头耕地，然后播种。如今在一些热带或亚热带地区人们仍采用这种传统的耕作方式。但当社会为了生存所做的努力与农作物的成功紧密联系起来，迅速膨胀的社会群体就需要培育土地、

提高农业效率来维持其运转。土地耕作得越多，种子发芽越好，农作物质量就越高。在争取高效农业的斗争中，手持式锄头最终演变成简单的犁。

也许早在公元前6000年，美索不达米亚与印度河流域文明就开始驯化牲畜，最早为人类提供了发展更大型的畜力耕犁所需的能力。这项发明早在4000年前就为埃及人所使用，我们可以在很多画作、陶瓷制品和石刻中看到原始的牛耕犁场景（见图9）。动物让耕地变得更简单快捷，也可以生产出更多的食物。在古埃及，犁过的土地种植粮食作物、织布用的亚麻和其他作物。埃及人在犁的设计上取得了很大的进步，包括稳定犁锋、举土和翻土等创新。这些进步加上复杂灌溉系统的发明，意味着埃及人在干旱的气候下也能种出许多作物品种。

[\[102\]](#)希腊人进一步发展了埃及人的耕犁，在犁车上安装轮子，使控制性和操作性获得了更大的提升，此外还换了铁制犁锋。[\[103\]](#)大约在5500年前，美索不达米亚地区、俄罗斯和欧洲中部几乎同时出现了关于犁车的证据，所以关于哪种文化最先发明了犁车这个问题，至今仍未有结论。[\[104\]](#)几乎可以确定古希腊人不是最先发明犁车的，相反，他们耕种时使用的轮子是从别处借鉴而来的。尽管如此，希腊人在将车轮和犁结合成一种强大的新组合方面表现出了相当的创造力。

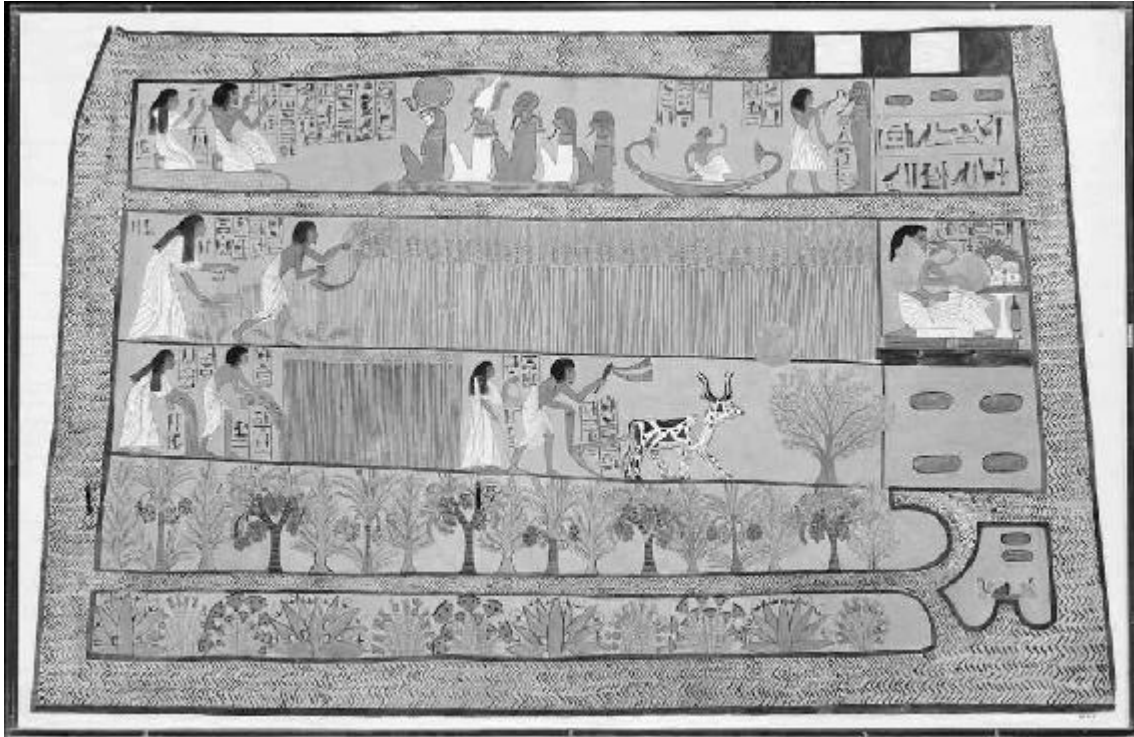


图9 古埃及的农业。这幅作品由查尔斯·威尔金森创作，收藏于纽约的大都会博物馆，此画是公元前1299—1213年的某幅墓画的现代仿品，完成于1922年

梯田和灌溉也是农业产生的主要结果。马丘比丘位于秘鲁安第斯山脉高处，海拔2500米，是一座壮观的城市。马丘比丘建于印加王朝扩张时期，在西班牙统治时期被废弃，甚至被遗忘，直到1911年由耶鲁大学考古学家海勒姆·宾厄姆重新发现，从此举世闻名。马丘比丘之所以成为如此引人瞩目的地点，不仅因为其海拔高度，还因为它有令人难以置信的大面积梯田，就像山坡上整齐的巨大台阶。印加梯田覆盖范围广，直至今日仍塑造着安第斯山脉的景观。与任何城市一样，马丘比丘需要强大的农业基础，但是适合种植庄稼的土地在山上不容易找到。梯田是印加人所采取的巧妙的解决办法。梯田可以排掉或汲取雨水，稳固土壤，从而得以种植玉米和马铃薯。每个梯田都是多层的，表层土在底土、沙子和石屑层上（见图10）。然后，印加人可以保留降水，用来浇灌农作物，使雨水不会变为径流流走，而复杂的渠道系统，包括运河与沟渠，可灌溉人造田。

印加人与埃及人和世界上所有主要的、大规模的、复杂的社会一样，严重依赖灌溉技术，从自然水源取水，通过人工渠道将水转移至农作物处。这些灌溉系统需要投入极大的资源和劳动力。早期的城市都在使用这项技术。例如，在美索不达米亚地区，降雨量太少，只有利用底格里斯河和幼发拉底河的水才可能种植庄稼。美索不达米亚最早的城邦建在地势最低、水资源最丰富的地区，并且每个城邦都设计了自己的灌溉系统。事实上，这些城市本身就是当地的灌溉系统，灌溉系统周围，逐渐形成了行政、经营和防御中心。[\[105\]](#) 炎热又干燥的地中海地区也是如此，灌溉对古希腊人和古罗马人来说是不可或缺的。[\[106\]](#)

马丘比丘的主要建筑都是由石块砌成的，不需要砂浆就能组装在一起，但尽管如此，当时的居民精确地切割出了非常稳定的干石墙。[\[107\]](#) 马丘比丘的200幢建筑围绕在巨大的中央广场周围，许多石制楼梯嵌在墙壁上，通向不同的楼层。[\[108\]](#) 这些建筑物包括粮仓、仓库、军营和住宅。道路和桥梁从这个中心区延伸出来，沿路运送商品和物资，被称为“最高印加”的中央机关下达的命令也从这里发出。古代的数字是通过一系列复杂的名为结绳文字的绳结记录的，当时的记录主题是庄稼的收成。[\[109\]](#)



图10 秘鲁梯田范围广阔，人们认为其有几千年的历史了。印加人和他们的祖先为应对在陡峭的山坡上种植粮食的难题，采取了这样的解决方案（经罗斯·欧德琳－史密授权使用）

印加人崇拜太阳，事实上，太阳神因蒂同时也是农业之神，这清楚地表明了印加社会中农业的重要性。人们非常清楚，阳光对于生产土豆、玉米和其他谷物等农作物至关重要。[\[110\]](#)农业对古埃及人同样重要，他们向掌管收获和食物的丰饶女神哈托尔贡献许多祭品。根据金字塔墙壁上的象形文字记载，哈托尔是掌管富足和福气的女神。她被刻画成一位长着眼镜蛇脑袋的女人。在收获季节，田地里经常能看到蛇捕食危害农作物的啮齿类动物。据说哈托尔是庄稼的保护者，因此她有“良田夫人”和“谷仓夫人”的称号。[\[111\]](#)同样的情况也出现在美索不达米亚地区，五谷之神阿什南和她的兄弟——苏美尔家畜之神拉哈尔据说是为人们提供食物的。[\[112\]](#)

在古希腊，德墨忒尔是奥林匹斯十二神之一（主神之一），她是丰收女神，掌管谷物，负责使土地肥沃。^[113]在希腊传说中，农业是德墨忒尔赠予人类最好的礼物。罗马人认为有30多位罗马农业神，其中包括：维尔瓦克托（耕地神）、萨布让希内特（除草神）和梅索尔（收获神）。最重要的农业神是克瑞斯，如同希腊的德墨忒尔，她是罗马十二主神（相当于奥林匹斯十二神）之一。^[114]据说克瑞斯发现了小麦，发明了耕作和牛轭，还创造了播撒、保护并培育种子的方法。和德墨忒尔一样，人们认为克瑞斯将农业赐予了人类。据说在此之前，人类以橡子为生，居无定所，生活毫无规律。^[115]在所有种族中，人们用无数的仪式、庆典、舞蹈、音乐和戏剧表演来努力取悦那些被认为是保护人们平稳生活的神灵^[116]。

农业产生了，随后就有了梯田、沟渠、砖块、复杂建筑物、公路网、桥梁、楼梯、仓库、食品店、军队、记录、社会等级制度、城市、国家首脑，好像只要迈过了农业的卢比孔河，众神都将尾随而来。一项创新使无数其他发明涌现出来，每一项发明反过来都会激发更多的创造力。这就是文化演变的本质。每一项新发明的诞生会增加文化生活的多样性，不同观点碰撞的机会呈几何级增长。新事物不仅创造了更好、更快和更经济的变化形式，也产生了一系列新的可能性，提供全新的功能。^[117]

农业不是唯一的关键发明。希腊人把车轮和犁结合，最初是安置在一个雪橇状结构上拖拉重东西的。从这种简单的组合开始，它经历了许多转变：制陶工人的轮盘（美索不达米亚）、运货车（美索不达米亚）、战车（希腊）、磨小麦的工具（在不同地区会用到动物、风力或水力驱动）、汲水用的滑轮装置（苏美尔和亚述）、纺车（亚洲）和无数其他的用途。^[118]没有物体绕轴运动的这种看似简单的发明，今天的我们很难想象任何一种机械化工具还可以工作。这种技术

覆盖了从齿轮到自行车、汽车、喷气发动机和计算机驱动的所有范围。

希腊战车是由马匹拉的，但是希腊人却没有驯化马匹，而中亚的锡西厄人首先完成了这项工作。据说，当时希腊人第一次看到锡西厄人骑在马背上时，他们以为骑手和马是一种动物，据说这就是半人马传说的起源。^[119]关于驯马的最早证据来自哈萨克斯坦北部的博泰人，在公元前3500—前3000年，他们是一群骑在马背上狩猎野马的觅食者。^[120]骑马让移动的游牧民族以极快的速度投入战斗，因而改变了战争形式，从匈奴王阿提拉部落到成吉思汗的众多军队都证明了这一点。^[121]然而，马既在农场、工厂和矿山工作，同时又被作为食物。古希腊人和古罗马人可能因其战车而闻名，但他们也是从其他社会中借鉴了这种发明。让古希腊人和古罗马人闻名的轻型马拉战车构造中关键的创新是辐条式车轮，这种车轮可追溯到公元前2000年左右的西伯利亚西部。^[122]战车最初是为战争而设计的，但在被取代了很久之后，它被用于旅行、狩猎、游戏、比赛和游行。

文化进化在和各个因素的复杂交织中前进。新的发现首先在社会内部模仿，之后通过传播、征服或贸易的方式为其他社群所采用。这些发明随后被应用于其他目的，通常将新理念与先前存在的基础结合成强大的新复合体。所以，在制造、工程、建筑、科学和艺术方面的伟大发明表现了通过创新和社会传播所锻造出的人类奋斗的复杂历史。农业引起了社会转型，因为它不仅促成了直接相关的技术，如铁锹、镰刀和犁，还包括驯养动物、车轮、运输人员和货物的新方法以及城市、国家的想法。早期的农民肯定没有想到他们大胆的梦想有如此深远的影响。类似的例子还有车轮、拱门、货币、文字、印刷机、内燃机、计算机和互联网。每一次成功的创新都是通过不断的社会学习和完善来传播的，在文化变革的步伐不断加快的情况下，在多样性和适应性不断融合的过程中，涌现出一系列新思想和新设备。^[123]在

这一过程中，文化因素累积成多个极为复杂的亚成分，其过程有着精湛的连贯性和同步性，以及令人大为惊叹的多样性。

在农业出现之前，每个族群最多拥有几百种人工产品，而今天纽约的居民可以在1000亿个商品中进行选择。[\[124\]](#)如今创新由专业人士负责，新业务的出现完全致力于设计和促进源源不断的新产品。创新是行业内聪明适合的专业人士和国家资助的研究发展实验室的任务，而每所重点大学周围都有一个生机勃勃的科技园，迫不及待地将科学与工程灵感转化为专利或新型衍生公司。对其他动物来说，创新可能会部分受需求推动，但人类的创新更多地与欲望相关，而非需求。[\[125\]](#)现代医学明显提高了存活率和生活质量，但是尽管如此，技术创新比较而言基本没有影响人类的生物适应性。如今我们生活在一个“适应性”逐渐被“病毒式传播”和脸谱网上的流行趋势所取代的世界，[\[126\]](#)广告公司投入大量金钱使消费者相信，最新的小玩意儿对他们的身份和社会地位来说至关重要。

当然不是所有的发明都能成功。每一次成功的创新都会经历多次失败，有的蔚为壮观，有的滑稽可笑。我们都目睹过这样的情况。例如，新口味的可口可乐是一个巨大的商业失败，中老年读者可能会想起索尼公司出品的Betamax磁带在竞争中输给了VHS（家用录像系统）格式的录像带，后者说明创新失败的原因不仅是糟糕的产品。Betamax被打败，只不过是因为它在一个墨守成规的市场中竞争，胜利的必然是那些主导产品。近来，高清DVD（用于存储数据和回放视频的数字视频光盘）以同样的方式输给了蓝光碟。另一个惊动一时的灾难是第一款商用电动汽车辛克莱C5，在1985年由英国一家计算机制造商推出而备受瞩目。但车辆的局限性（行驶距离短、每小时最高时速仅有15英里、电池耗电严重、对元件开放），加上一些严重的安全问题，让此产品极其不受欢迎，制造商也走向破产。还有更多的灾难性案例包括石棉、DDT（滴滴涕）农药和沙利度胺（镇定剂），这些产品最初都取

得了商业上的成功，但多年后隐藏的负面影响显现出来，造成了悲惨后果。

在某些情况下，有些人还能相信某个特定的发明可能会取得成功，真是匪夷所思。音乐火焰喷射器或奶酪味的香烟^[127]会有怎样的市场？19世纪，一位自行车制造商生产了一种单脚踏板的自行车，旨在让维多利亚女性偏坐着骑车，不用多说，它没有取得商业上的成功。^[128]近来有点滑稽的“灾难性”设计事件包括卡特瑞克斯（cutlericks），它非常奇怪地将刀具、筷子、手机指套（一种戴在食指上的乳胶手指套）组合在一起，以确保你的智能手机上不会沾满指纹。^[129]

这样的案例清楚地说明，在应用一项发明时，即使产品很好，也不可能万无一失。所有的新想法和新产品必须经过残酷的市场考验，成功不仅取决于产品的优点，而且取决于它的吸引力、涉及的学习策略、竞争性质、曝光程度、推广范围、受众规模，以及多个其他因素，比如大量的机会。通常，新发明的潜力不会立刻得到欣赏。1943年，IBM（国际商用机器公司）董事长托马斯·沃森声称：“世界上只要5台计算机就够了。”^[130]然而，随着时间的推移，有利变异的特点将给产品带来统计学上的优势，尽管无法保证成功，但在暗中提供帮助。对于生物进化来说，有文化差异、适应性差异（即传播的不同倾向）和继承的存在，文化演变继而发生，文化才会适应改变、变得多样，并累积复杂性。

由于人口的影响，农业还以另一种方式改变了人类适应的面貌。正如我们所见，农业带来了人口增长，这些增长的数字极大地影响了文化演进的速度。从进化生物学中我们得知，在小规模群体中，机会因素占主导地位，进化种群的动态受人口流动的影响，但是随着人口增加，自然选择开始变得更加重要，有利的变异更可能繁衍下去。^[131]文化演进也证明了这一点，随着人口规模的增大，选择的过程变

得越来越重要。[\[132\]](#)这意味着由丰富的农业产量支持的较大型社会中，有利的创新将更有可能得到传播和保留。[\[133\]](#)

文化可以被认为是为群体提供知识库的集体记忆。[\[134\]](#)这些信息库的效率取决于人口规模和结构，意味着人口统计的过程既能帮助又能阻碍文化记忆的累积和保留。[\[135\]](#)形式理论认为，在一定的种群密度阈值下，不但新的创新难以累积，而且适应性的文化知识实际上可能会丢失。[\[136\]](#)这种观点很容易理解。如果你想到一个好主意，但没有通过社会学习分享给他人，那么它会和你一起死去；相反，如果周围有足够的人让其他人考虑你的想法，那么你的想法很可能比你存活得久。实验表明，群体比个人能更好地解决复杂问题，联系的人数越多，联系越密切，设计出的新事物就会越复杂。[\[137\]](#)真正严峻的挑战不是由一个天才解决的，而往往是一群人一起合作解决的。[\[138\]](#)更多、更密集的人口不仅能产生更多、更复杂的创新，而且有能力将这些创新保留更长时间，从而获得更大的文化遗产库。[\[139\]](#)哈佛大学人类学家约瑟夫·亨里奇以塔斯马尼亚文化为例，通过理论分析，展示了文化库与群体规模之间的关系。[\[140\]](#)由于大约1万年前的海平面上升，塔斯马尼亚与澳大利亚大陆分离，为我们提供了最著名的关于失去文化记忆的例子之一。在塔斯马尼亚的小群体不再与大陆原住民接触后，他们便忘记了许多技能和技术，包括如何制造御寒的服装、渔网、鱼叉投掷器和回飞镖。[\[141\]](#)更普遍的是，人类学家和考古学家已经发现了人口规模与其工具种类的多样化（即其技术）之间的正相关。例如，在欧洲早期接触到的海洋人群中，人口更多的种族使用更多种类的工具。[\[142\]](#)

长期选择高保真的模仿机制带来一个消极的后果，即人类有时会保留不适当的或过时的知识。[\[143\]](#)一个著名的例子就是从1000年左右开始，挪威人试图殖民格陵兰岛。但对格陵兰岛的殖民最终失败了，

因为殖民者坚持饲养牛作为食物，这是一种在其家乡斯堪的纳维亚传播的适应性的社会规范，但在格陵兰更严峻的环境中却根本无法实施。殖民者没有放弃他们对旧文化知识的依赖，最终饿死了。然而，这样的例子与其说是规则，不如说是例外。总的来说，文化知识具有广泛的适应性。[\[144\]](#)全球人口增长没有出现意外的原因之一，是人类种群灭绝的频率远远低于大多数其他物种。我们能在富有挑战性的环境中存活，恰恰是因为我们的文化通常有一种适应环境的可塑性，而不是僵化的。[\[145\]](#)这种可塑性正是利用了巨大的文化知识库，长期以来对历史问题，包括那些很少出现的问题，保留了好想法和有效的解决方案。

语言在帮助人类社会分享和保留知识方面发挥着核心作用，许多传统社会都有口头保留下来的传统和仪式，这些传统和仪式极精确地保留了历史信息。毛利人的口述史为研究口头传统的效力提供了一个令人信服的例证。[\[146\]](#)毛利人的口述史描述了他们从家乡哈瓦基坐着他们称为瓦卡的大型远洋独木舟来到新西兰的故事。据传说，第一批居民于1290年到达丰盛湾，当时“塔基蒂莫”号穿越大洋，在北岛的曼格努伊山登陆。基于这一点，考古学家认为，最初定居至此地的毛利移民可追溯到1250—1300年。400多年后，英国探险家詹姆斯·库克船长遇到了这个群体。1769年，库克在新西兰航行时停靠在丰盛湾，试图与当地进行沟通。他的航海笔录描述了一个名为图皮阿的波利尼西亚船员如何与毛利人完美沟通，尽管事实是这位船员一直生活在位于新西兰东北方向2500英里处的塔希提岛上。[\[147\]](#)在塔希提岛时，图皮阿是一位牧师，因此对他的种族的口述传统十分精通。库克的船员描述他为一位出色的演说家，能没有错误或遗漏地背诵他的民族历史，而完成这一壮举要花费数周；他还能背出往上100代祖先的名字。[\[148\]](#)

库克的航海报告记录了毛利语与法属波利尼西亚塔希提语显著的相似性，并列出了大量相同的词汇。报告还指出了毛利人与波利尼西亚人在口述历史上惊人的相似性。例如，他们都声称自己的家乡在西北方向。来自考古学、语言学和人类体格学的证据完全支持这些说法，并表明新西兰的第一批移民来自波利尼西亚东部，后来就成为毛利人。语言进化研究和mtDNA表明，大多数太平洋人口源于约5200年前的台湾高山族，他们穿过东南亚和印度尼西亚向南迁徙。[\[149\]](#)也就是说，正如两种传统共同详述的部分一样，他们从西北方向的土地迁徙而来。

这些例子令人印象深刻，但口述传统即使是一些巧妙的发明，如原住民用歌曲来保持和传播地理知识，但它们的保真度和稳定性都是有限的。再一次主要通过文化手段，存在于大脑之外的记忆体系被创造出来，例如书面记录、建筑、绘画或印加结绳文字，这使人类知识库进一步扩大。近一万年来，这种包括物质文化方方面面的外部存储，在累积性文化的爆炸式增长中起着至关重要的作用，因为它大规模地扩大了人类所掌握的知识库，并记录了生活在过去的个体的记忆。[\[150\]](#)即使对于那些初步拥有文化传播基础的其他物种，动物记忆在很大程度上依赖于大脑中的信息，任何现存的种群用这种方式记忆的内容在信息量和持久性上都有具体限制。外部化的和持久的社会信息在非人类动物中似乎是非常罕见的。例如，某些蚁类在食物源处留下信息素踪迹，但这些踪迹持续时间非常短暂，几乎不会超过24小时。[\[151\]](#)相比之下，现代人类社会非常依赖于集体的、外部化的和持久的记忆，包括书籍、录音、图书馆、计算机数据库和万维网。这些资源是整个社会甚至是全球知识的特征，而不是任何一个人的特征。[\[152\]](#)世界上最大的图书馆是伦敦的大英图书馆，拥有大约1.7亿本书。一本典型的书籍包含了大约1兆字节的信息。这意味着世界上最大的图书馆包含大约170兆兆字节的信息。[\[153\]](#)最近对当今互联网上存储的信息量的估计是1200000兆兆字节。外部文化记忆库远远超过任何

个体记忆信息的能力，甚至超过任何种群的集体知识几个数量级。知识变得越来越不容易丢失，文化演进又从同时包含知识收益和损失的过程，变为一个极大地偏向于收益的过程。我们现在的主要问题是，信息使我们应接不暇，我们无法有效地过滤信息，找出直接相关的内容。

因此，农业不仅带来了创新的热潮，还带来了人口爆炸和信息过载。农业要顺利开始，需要气候适宜、土壤肥沃，需要具有生物多样性且有适于驯养的动植物的地理位置。但是，农业并不是在合适的气候出现时恰好发生在人们身上的。更重要的是，农业需要种群凭借其诡计和智慧，并通过积极创造经济的环境来抓住机会。[\[154\]](#)尽管有无数积极的结果，农业革命还是被证明是一把双刃剑。如今回到新月沃土，你会发现，由于自然栖息地退化、耕地种植强度增加、边缘地区种植面积扩大和过度开发天然草场和放牧地，该区域许多著名的丰富的植物资源正在受到侵蚀。[\[155\]](#)如今一个严重且日益加剧的危险是：生物多样性曾经使此地成为农业发源地，但这些固有的生物多样性将继续受到无休止繁殖的毁坏。同样的故事在世界各地都有所记载。除非有一种基于可持续农业发展的管理生态系统的可靠方法，在全球范围内实施，否则地球上生物多样性丰富的地区都将消失。

人类进化的轨迹就是一段令人不安的破坏生物多样性的漫长历史。[\[156\]](#)在距今5万—1万年前的时期，地球上150个属的巨型动物群中，至少有101种灭绝（包括猛犸象、巨型树懒和剑齿虎等），并且考古学家越来越确定人类在这些事件中扮演了重要角色。[\[157\]](#)1.2万年前，人类已经从非洲开始迁徙，他们抵达了远至欧亚大陆、澳大利亚和南北美洲的各个角落，全球人口数量的增长明显与物种灭绝和栖息地变化有关。[\[158\]](#)新几内亚、婆罗洲、澳大利亚和美洲的早期殖民者烧毁和扰乱了原有的植被，种植农作物，增加狩猎的机会。农业以不可阻挠之势从早期的小部分驯化中心扩张到地球上大部分地区，对物

种分布产生了前所未有的影响，包括人类携带的被驯化的动植物、共生体、杂草和微生物等疾速扩张。例如，当波利尼西亚人跨越太平洋时，他们带着芋头、甘薯、香蕉、猪、鸡、狗，还有很多无意间携带的物种，如老鼠，目前已知数千种当地物种在被入侵的情况下已经灭绝，其中2/3是非雀形目鸟类。[\[159\]](#)人类纪绝不是后工业化社会的产物，它在上万年前就开始了，并通过日益密集的文化生态位建设逐步强盛，直到现在几乎没有“原始”的自然环境留存下来。

农业为许多人带来了粮食丰收，在很多后工业化社会中，全球粮食生产工业化带来了前所未有的饮食多样性。但是，如今大量的含有糖和脂肪的、廉价的、高密度和高热量的食物，我们只需要消耗很少的能量就能轻松获得（比如开车去超市）。其结果是肥胖人口增加，心脏病、糖尿病、高血压和癌症患者数量激增。

农业让社会变得复杂，这种转变造成了严重的不平等。今天，全球前80位富豪的资产总和相当于世界上最贫穷的50%的人的资产总和。[\[160\]](#)亿万富翁的企业雇用了大量员工，使一些家庭收入更高。然而，这种财富的任何涓滴效应都不足以改变许多最贫困国家缺乏基本服务的状况，且无法避免贫富差距在全球范围内继续扩大。[\[161\]](#)

在人类积累了足够的社会传播智慧来提高土地生产力并定居下来（结束游牧状态）时，复杂的社会便开始出现。独一无二的强大创新能力和高保真式的社会学习能力的增强，让我们人类设计出以非凡的效率开发我们的环境的方法。我们的承载能力呈数量级增加，同时人口数量飙升。通过我们文化生态位的建设，我们已经改变和规范了我们生活的环境，达到了自然世界前所未有的程度，并且在植物驯化的早期实验后，这种转变的速度加快。农业是现代时代的开始，在发达国家不可阻挡地走向今天的“创新社会”时，新颖的产品和思想一直在成倍增长，农业是其中的第一个关键创新。然而，社会的意识形态认为创新可以解决问题，这只是故事的一半。创新就像有机体一样构

建新的生态位，每一个“解决方案”都有可能产生许多新的“问题”。[\[162\]](#)在我们的祖先一开始设计农业时，他们就打开了潘多拉的盒子，展现出了人类纪邪恶的一面。

[\[1\]](#)这个判断可以说是正确的，但据我所知，还未能最终得到证实。这种结论的复杂之处在于，研究人员更多的是了解了较近时间段内的进化，而不太了解在久远的过去所发生的事情。由于短期内的生物进化速度比在较长时间内观察到的生物进化速度快（Gingerich 1983），所以即使生物进化没有加速，人们也会产生较近时间段内生物进化速度加快的错觉。Perreault（2012）表示类似结论也适用于文化进化。当控制速率和时间间隔之间的相关性以及物种的代际时，文化进化比生物进化的确要快（Perreault 2012），许多知识和技术正以指数级的速度飞速发展（Enquist et al. 2008, Enquist et al. 2011）。如前一章所述，几项理论研究得出结论，基因—文化协同进化通常比传统的生物进化要快，部分是因为文化进化的速度要大于生物进化。还有遗传证据表明人类进化在过去的4万年里已经加快（Hawks et al. 2007）。总而言之，这些发现说明我的论断极有可能是正确的。

[\[2\]](#)Lynch 1990年公布了这一发现，却把人们引向偏见，并表示担心这可能是一种人为的假象。最近的遗传数据表明，在我们人类物种中观察到的进化速率的提高可能是真实存在的。

[\[3\]](#)Hawks et al. 2007, Cochran and Harpending 2009. 最近人类遗传进化的加速也可能反映出全球人口规模的扩大（Cochran and Harpending 2009）。人口数量已经从50 000年前的不到100万增加到今天的几十亿。这表明人口数量已经有了好几个数量级的变化，选择得以在此基础上进行。然而，由于人口增长的可能性源于文化，所以最终这种增长可以被视为基因—文化协同进化的结果。

[\[4\]](#)Vitousek et al. 1997, Waters et al. 2016, Boivin et al. 2016.

[\[5\]](#)有证据表明，人口数量在50 000年前这个区间前都是趋于稳定的（Li and Durbin 2011）。这可以解释为：我们的大脑能量消耗一直入不敷出，直到最近才得以补偿。

[\[6\]](#)Kaplan et al. Kaplan and Robson 2002.

[\[7\]](#)Vitousek et al. 1997.

[\[8\]](#)Cochran and Harpending 2009. 基因型频率的随机波动通常决定了小群体的进化动态，但随着人口数量的增加，自然选择开始占主导地位，因为有益的等位基因不太可能偶然丢失。

[\[9\]](#)Henrich 2004a, Powell et al. 2009, Lewis and Laland 2012.

[\[10\]](#)Rendell, Boyd, et al. 2011, Laland and Rendell 2013.

[\[11\]](#)Ibid. Boyd and Richerson 1985, Henrich 2015.

[\[12\]](#)Enquist et al. 2010; Lewis and Laland 2012.

[\[13\]](#)Crittenden 2011.

[\[14\]](#)Ibid.

[\[15\]](#)Marlowe 2001.

[\[16\]](#)Ibid.

[\[17\]](#)向蜜鸟科。

[\[18\]](#)Crittenden 2011.

[\[19\]](#)Boyd and Richerson 1985, Henrich and McElreath 2003, Richerson & Boyd 2005, Henrich and Henrich 2007.

[\[20\]](#)Richerson et al. 1996.

[\[21\]](#)例如，对于布须曼人来说，植物食品提供60%—80%的热量（Lee 1979）。

[\[22\]](#)Richerson et al. 1996, Hill et al. 2009.

[\[23\]](#)Wollstonecroft 2011.

[\[24\]](#)Basgall 1987.

[\[25\]](#)Richerson et al. 1996.

[\[26\]](#)Ibid.

[\[27\]](#)Ibid.

[\[28\]](#)Blurton Jones 1986, 1987.

[\[29\]](#)Lee and Daly 1999.

[\[30\]](#)Richerson et al. 1996.

[\[31\]](#)Lee and Daly 1999.

[\[32\]](#)Collard et al. 2012.

[\[33\]](#)Lee and Daly 1999.

[\[34\]](#)随着考古数据的积累，有越来越多的证据证明文化变革对狩猎采集社会的行为——例如饮食结构产生影响（例如，可见Bettinger et al. 2015）。然而，一般观点认为，相对于农业社会来说，狩猎采集型社会的技术变革速度似乎不快。

[\[35\]](#)Armelagos et al. 1991.

[\[36\]](#)Smith 1998, 2007a, 2007b.

[\[37\]](#)Smith 1998, Richerson et al. 2001, Zeder et al. 2006, Bar-Yosef and Price 2011.

[38]Winterhalder and Kennett 2006, Childe 1936, Wright 1977, Richerson et al. 2001.

[39]Richerson et al. 2001.

[40]Barlow 2002.

[41]Smith 2007b, p. 196.

[42]Smith 2007a, 2007b.

[43]Laland and O' Brien 2010, O' Brien and Laland 2012.

[44]Richerson 2013.

[45]Ibid.

[46]Ibid.

[47]实际上，这种说法不是很准确，因为切叶蚁进化出采集一种真菌（环柄菇科）的能力，这种行为可以看作一种农业形式。然而，蚂蚁的这种“培育”真菌的方式显然是一种适应性的特殊行为，而不是灵活的、后天习得的可以在社会传播的普遍能力，不是对另一个物种的驯化。针对农业是人类独有的这种说法的另一个有趣的挑战是园丁鸟。人们发现这类鸟会建造像凉亭一样的鸟窝，在鸟窝旁边“种植”浆果来装饰鸟窝，作为求偶过程的一部分。然而，这样的“培育”或“种植”是不是有意为之仍有待商榷（Madden et al. 2012）。

[48]Laland and O' Brien 2010.

[49]Laland and O' Brien 2010, O' Brien and Laland 2012.

[50]Laland and O' Brien 2010, Zeder 2016.

[51]考古学家和人类学家有时将此称为“传统生态知识”。

[52]Zeder 2016.

[53]Zeder 2012, 2016.

[54]Beja-Pereira et al. 2003, Zeder 2016.

[55]Zeder 2016.

[56]Smith 1998, 2007a, 2007b; Zeder 2016.

[57]Winterhalder and Kennett 2006, p. 3.

[58]Smith 1998, 2007a, 2007b.

[59]Smith 2001.

[60]Diamond 1997. Blumler 1992发现，与地中海地区相反，加州曾经没有大颗粒种子的一年生草本植物。因此，加州直到引进玉米以后才开始发展农业。

[61]Diamond 1997.

[62]Feldman and Kislev 2007.

[63]人们发现在生物体的染色体上DNA通常成对出现。多倍体生物含有两对以上染色体。杂合体是由两种不同有机体或菌株杂交产生的后代。

[64]Bronowski 1973.

[65]Badr et al. 2000. 新月沃土是中东的一个新月形区域，从埃及北部延伸到波斯湾，包括当今的以色列、约旦、黎巴嫩、叙利亚和伊拉克地区。

[66]Matsuoka et al. 2002.

[67]小葫芦。

[68]Erickson et al. 2005.

[69]Lu et al. 2009.

[70]Fuller 2011. See also <http://archaeology.about.com/od/domestications/a/rice.htm>.

[71]Armélagos et al. 1991, O’ Brien and Laland 2012.

[72]Cohen and Armélagos 1984, Cohen and Crane-Kramer 2007.

[73]O’ Brien and Laland 2012.

[74]Gibbons 2009.

[75]O’ Brien and Laland 2012.

[76]Armélagos and Harper 2005, Pearce-Duvert 2006.

[77]O’ Brien and Laland 2012.

[78]Gibbons 2009.

[79]圣雄甘地曾打趣说：“我对西方文明有什么看法？我认为‘文明’可能是个不错的说法。”这个引言很好地说明了术语“文明”所带来的负担。例如，这个术语说明在某些方面西方社会优于其他社会或比其他社会更复杂。我在本章标题中使用这个术语不包含此含义，仅仅是指劳动分工广泛的大型结构化社会。See O’ Brien and Laland 2012.

[80]Smith 1998, 2007a, 2007b.

[81]Cohen 1989.

[82]Diamond 1997.

[83]Cohen 1989, Rowley-Conwy and Layton 2011.

[84]Smith 1998, 2007a, 2007b; Laland and O’ Brien 2010.

[85]Laland and O’ Brien 2010.

[86]Odling Smee et al. 2003, Smith 2007a.

[87]Armelagos et al. 1991.

[88]Tellier 2009.

[89]Gignoux et al. 2011.

[90]Caselli et al. 2005.

[91]当然，工业革命对人口的主要影响是许多国家向低生育率国家转变，切断了创新与人口增长之间的关系。

[92]Armelagos et al. 1991.

[93]人们认为最古老的城市是美索不达米亚的乌鲁克，在公元前4500年就有人定居 (<http://www.ancient.eu/city/>) .

[94]Smith 2009.

[95]Boyd and Richerson 1985; Richerson et al. 2014.

[96]Reader and Laland 2003b.

[97]Bronowski 1973.

[98]Smith 1776, p. 195.

[99]Petroski 1992.

[100]Bronowski 1973. See also <http://www.ploughmen.co.uk/about-us/history-of-the-plough>.

[101]依靠雨水进行的农业被称为“旱作农业”，为发展中国家包括非洲、拉丁美洲和东南亚地区的贫困群体提供了大量食物。其中有些地区可能也出现过早期的农业活动。然而，由于没有高效的灌溉系统，生产力水平仍然很低。

[102]Bronowski 1973. See <http://www.ploughmen.co.uk/about-us/history-of-the-plough>.

[103]Ibid.

[104]Anthony 2007.

[105]Bronowski 1973.

[106]一些地中海区域也依赖旱作农业。

[107]Bronowski 1973.

[108]Ibid.

[109]Ibid.

[110]Bushnell 1957.

[111]见<http://www.ancientegyptonline.co.uk/renenutet.html>.

[112]Kramer 1964.

[113]Grant and Hazel 2002. I am indebted to Thomas Laland-Brown for drawing this point to my attention.

[114]Grant and Hazel 2002.

[115]Ibid.

[116]Bronowski 1973, Clarke and Crisp 1983.

[117]Lane 2016.

[118]Bronowski 1973.

[119]Ibid.

[120]Anthony and Brown 2000, Anthony 2007.

[121]Bronowski 1973.

[122]See <https://www.britannica.com/technology/spoked-wheel>.

[123]关于文化演进速度加快的论断来自对1800—1960年的包括从微波炉到脑电图仪等的154项发明（Michel et al. 2011）。最近时代的创新用了很少的时间就为人们所广泛采用。

[124]Lane 2016, Beinhocker 2006.

[125]Petroski 1992.

[126]病毒式传播是指一条消息在互联网上快速传播的趋势（变成“病毒”）。

[127]Bijker 1995.

[128]Ibid.

[129]See

<http://content.time.com/time/specials/packages/completelist/0,29569,1991915,00.html> and <http://thestubble.com/6-weird-inventions-couldve-invented.html>.

[130]See <http://www.farnhamconsulting.com/A31%20Watson.htm>.

[131]Futuyma 1998.

[132]Feldman and Cavalli-Sforza 1981.

[133]See also Henrich 2004a and Powell et al. 2009.

[134]Laland and Rendell 2013.

[135]Derex and Boyd 2015.

[136]Henrich 2004a, Powell et al. 2009.

- [137] Mesoudi and O' Brien 2008, Derex and Boyd 2015.
- [138] Richerson and Boyd 2005, Derex and Boyd 2015, Henrich 2015.
- [139] Henrich 2004a, Powell et al. 2009.
- [140] Henrich 2004a.
- [141] Ibid.
- [142] Kline and Boyd 2010.
- [143] Laland and Rendell 2013.
- [144] Boyd and Richerson 1985, Laland and Brown 2006.
- [145] Rendell, Boyd, et al. 2011.
- [146] Hawkesworth 2014; see also <http://nzetc.victoria.ac.nz/tm/scholarly/tei-HawAcco-t1-g1-t1-body-d3-d4.html>, and <http://www.tourism.net.nz/new-zealand/about-new-zealand/regions/bay-of-plenty/history.html>.
- [147] Blunden 2003; see also <http://nzetc.victoria.ac.nz/tm/scholarly/tei-HawAcco-t1-g1-t1-body-d3-d4.html>.
- [148] Blunden 2003.
- [149] 关于语言进化, 见Gray and Jordan 2000。关于mtDNA证据, 见Trejaut et al. 2005。
- [150] Donald 1991.
- [151] Evison et al. 2008.
- [152] Laland and Rendell 2013.
- [153] See https://www.google.co.uk/search?client=safari&rls=en&q=how+many+bytes+in+a+book&ie=UTF-8&oe=UTF-8&gfe_rd=cr&ei=U5uiVpGKLcn5-gb8jLjYDw#q=how+much+information+on+the+internet (dated 23 January 2013) .
- [154] See also Smith 1998, 2007a, 2007b; and Zeder 2012, 2016 for complementary arguments.
- [155] Jaradat 2007.
- [156] Boivin et al. 2016.
- [157] Ibid.
- [158] Ibid.

[\[159\]](#) Ibid.

[\[160\]](#) See <http://www.bbc.co.uk/news/business-30875633> (dated 19 January 2015).

[\[161\]](#) 最富有的国家与最贫穷的国家的收入比例在1820年为3:1, 在2000年增长到70:1 ([http://www.rgs.org/Our Work/Schools/Teaching+resources/Key+Stage+3+resources/Who+wants+to+be+a+billionaire/Is+it+ok+for+the+rich+to+keep+getting+richer.htm](http://www.rgs.org/Our+Work/Schools/Teaching+resources/Key+Stage+3+resources/Who+wants+to+be+a+billionaire/Is+it+ok+for+the+rich+to+keep+getting+richer.htm))。这份报告宣称, 全球前200个富豪只要每年能捐出他们财富的1%, 世界上的所有孩子都可以接受初等教育。

[\[162\]](#) Lane 2016.

第十一章 合作的基础

当你从纽约飞往伦敦，有数以千计甚至数以百万计的人们通过合作来保证你安全到达目的地。他们包括飞行员、空乘人员、空中交通管制员、机场工作人员、行李员、旅行社代理人 and 银行工作人员。没有人偷拿你的行李，没有人偷吃你的飞机餐，也没有人霸占你的位置。飞机上的几百人尽管大都互不认识，但自始至终都表现得彬彬有礼。众多互不相干的个体以互相配合的方式扮演众多不同的角色，形成合作，这在自然世界中是史无前例的。

我们在前面的章节讨论了复杂人类社会的出现，但是早期农业社会的最显著特征很可能是大规模合作组织的快速出现。如果人们没有达成良好的合作，山间就不会出现梯田，粮食就不会丰收，谷仓就不会得以修建，城邦就不会有效地运转。狩猎采集者同样协调他们的行为，努力实现合作，他们分享食物，分担劳动，共同照管后代，进行群体狩猎或觅食；当与其他部落产生摩擦或争端时，他们也会团结一致。这种规模的合作又该如何解释？

当某人帮助他的亲人时，亲缘选择能够从某种程度上解释发生在人类社会中的某些合作，但不能解释更大规模的发生在毫无关系或者是关系较远的人身上的合作。我们的古人类祖先一直被认为是以亲缘关系为基础而结成小规模群体的。而正如我们所知，现代的狩猎采集社会，即便只有几百人的小部落，没有亲缘关系的人之间也会有很多交流。[\[1\]](#)这样的合作关系是靠规范和制度来维系的。在农业社会中，合作的安排通常要在数以千计的毫无关系的人之间进行协商和维护。

在某些情况下强制现象肯定会发生，就像强大的领导者和族群会强迫弱者做苦力。公元前4000年，苏美尔人就从山地国家掠夺奴隶充当劳动力，[\[2\]](#)帮助自己建设万人以上的城市。《旧约·出埃及记》中就有这样的记载，“埃及人将以色列儿童当作苦力”。然而，这并不是故事的全部。为了获得奴隶，部族会开展一些重要的群体行动。例如，会组建一支秩序井然的功能化军队。此外，历史研究也证明了一些古代的主要建筑并不是用强制手段来完成的。例如，金字塔现在被认为是靠有偿劳动力来完成组建的。[\[3\]](#)工人们来自埃及南部和北部的贫困家庭，而且他们的工作是受人尊敬的。那些在施工中殒命之人也有幸被安葬在法老神圣的金字塔旁。古代社会就如同现代的社会（包括当代的狩猎采集者），是基于多种合作等级所建立的，绝大部分人都是完全自愿参与其中的。这是怎么做到的呢？以基因为基础的传统进化理论不能解释人类合作的所有方面。[\[4\]](#)答案是多方面的，且涉及合作和社会学习之间的联系，这种联系让人感到惊讶和难以接受。

开始大规模合作的重要一步是广泛教学的进化演变。很少有人认为教学是一种合作行为，但事实上它恰恰说明了什么才是合作。合作的定义是为其他个体（即“接受者”）带来益处的行为。鉴于其积极的影响，所以备受自然选择的青睐。[\[5\]](#)在教学的过程中，所提供的“益处”就是“有用的知识”。在第七章中所描述的理论工作表明，教学的普遍化形式与人类文化积累共同发展。分析强有力地说明了，教学之所以能在人类中普遍存在，正是因为文化知识随着时间的推移被累积起来，通过由教师传授给学生的方式，某些用其他方式很难习得却很有价值的信息（如怎样制作一个有实用功能的石具，或怎样采集蜂蜜）在人群中传播开。[\[6\]](#)人们常常认为人类的合作是独一无二的，[\[7\]](#)但是在某些方面，这个说法是否合理仍然是有争议的。[\[8\]](#)我们对教学演变的分析为这个难题提供了一个可能的答案。显然，“帮我们实现合作的复杂而独特的机制出现在人类之中，如合同、法律、司法、贸易和社会规范”，[\[9\]](#)而这些机制的运行都需要教学。显然，

也有很多人类的合作需要语言能力，但正如我们在第八章中看到的那样，有许多理由证明语言的起源与教学和文化累积密不可分。语言最初的演变发展可能是为了提高教学的效率和准确性，即使它的起源是由于其他一些原因，但语言仍然在这种环境下得到了应用。所以，作为文化累积的结果，人类之间的合作极为广泛，与其他物种不同，人类合作主要依赖于一些在其他物种里很少见或根本不存在的重要机制，特别是教育和语言。[\[10\]](#)

我们从对教学演变的调查中获得了两个更直观的发现，那就是教学的可能性随着教师与学生之间的亲缘程度的增加而增加，而随着教学成本的增加而降低。[\[11\]](#)人类族群的实证数据支持了这些结论。[\[12\]](#)因此，我们可以设想在人类中广泛和普遍存在的教学最初出现在近亲之间，例如父母将觅食的技能传给后代，或兄弟姐妹互相帮助学习制作工具。然而，在没有基本语言形式的情况下，向远亲传授技能的成本会很高，因为这种行为包含的适应性收益非常有限。在降低成本并同时提高教学的准确性时，语言的出现使向远亲传授技能成为可能，也包括以亲缘为纽带而组成的远古狩猎部落。这种教学可能已经足以允许身处小团体中的个人把合作任务中的不同角色传给他人，如狩猎羚羊或驱逐野兽，因此扩大了以亲缘为基础的合作规模。

正如前文所说，许多擅长社会学习的动物（灵长类和鲸目类动物）都表现出行为传统，这事实上是社群特有的习惯，例如唱本地歌曲或狩猎猎物。我们的古人类祖先也会把群体习惯保留下来，从而形成社会习俗。一些传统行为可以通过观察性学习来获取，而其他更具挑战性的习惯则会通过亲属之间的教学得以传播。而大多数动物的教学行为只会为它们的学生创造更好的学习机会，[\[13\]](#)就像狐獴会为它的幼崽提供已经失去攻击能力的蝎子。[\[14\]](#)然而在少数情况下，“执教”的动物会传递一些隐藏的含义，教师的反馈有鼓励或打击学生行为的作用。[\[15\]](#)例如，当母鸡发现了难吃的食物时，会使劲啄挠地面

以引开雏鸡的注意力。^[16]当然，这样的纠错行为也是当代人类教学的特征。因此，在人类历史上的某个时刻，我们的祖先就开始系统地纠正学生的行为。在这个过程中，他们将曾经纯粹依靠习俗来发展的社会转变为依靠规范来管理的社会。^[17]人们不再依各人心意行事，而是达成了行为方式上的共识。最后，每个社会都会以一套特定的规范为特点，去规定个人应该如何行事（例如，他们该如何生火、抓海龟、耕作），其中每一条规定都是口口相传的。规范明确了社会交往的原则，包括人们对规范的违反者该做出怎样的回应。^[18]随着规范的出现，原始人类的社会生活从简单的群居模式有效地转变为具有群体标记的生存方式，遵守其部族成员间的规则，并享有内部成员的特权。^[19]规范促进了成员间的合作，从而根本上增强了社会合作的能力。为了解决纠纷和预防未来会产生社会问题，明确的制度化规范就形成了“法治”，所有的社会成员都必须遵守制度，并同意必要时对违反者加以制裁。^[20]

从那时起，人们以合作的方式创造和实施的公约与习俗，构成了我们祖先所生活的社会，后来这些规范和习俗演变成了以规则为主导的社会制度。^[21]这些制度并不那么好理解，所以部族中的年轻人通常要学习这些规范的本质以及遵守这些规范的必要性。这在当代社会中十分常见，比如说，怎样使用支票和银行汇款，公民在何时因何原因需要以何种方式进行纳税，或者学习交通规则，这些都是无法轻易掌握的。所有的人类社会都拥有如此多的规范和法律，并且儿童们通常都能熟练掌握，这在很大程度上得益于成年人的积极引导或者是良好的有组织的学习环境。^[22]人类的合作远不只是个体向亲属提供帮助，或回馈帮助过他们的人。人类合作的范围是空前的，这主要是因为这种合作建立在通过社会学习和传播的规范之上。它们不仅明确了人们的行为规范，同样制定了奖励好行为、惩罚坏行为的指导方针，这一点在主流经济学家恩斯特·费尔的试验中有所凸显。^[23]

人类社会生活中的合作行为远比其他任何灵长类动物的多，[\[24\]](#)我们的规范是这一现象的缘由之一。大规模的合作通常需要许多个体间的协调合作。这种发生在搭档或团体之间有组织的行为通常是因为他们有着共同的意愿和目标，以及共同的关注点、视角和投入。[\[25\]](#)在这个方面，教学依然与此相关。要教别人如何准备食物、生火、制作工具，通常需要双方共同的关注点以及共同投入，当然还有共同的意愿和目标。当教师站在学生的角度去教学时，将会是一个非常有效的授业过程。合作行为所需的认知能力可能最初源于教学，后来用于促进多元化和规模化合作事业。从这一角度看，语言、教学和一致性已经成为人类行为的核心，这在其他动物身上是没有体现的。

对合作演变的研究使许多论著将关注点放在合作社会中如何防止个人的作弊行为这一问题上，然而它们却忽略了一个关于合作同等重要的问题，那就是你该如何引导个体参与集体合作并得到丰厚的产出。[\[26\]](#)如果没有社会学习、语言和教学的存在，很难组织很多个体进行复杂的团队协作。[\[27\]](#)所以虽然你能看到其他动物能协作觅食、打猎和防御（比如狮子打猎或麝香牛排列成圆圈队形防御狼群），但是在这样的群体里，个体很少承担花样繁多的明确且需要协同合作的职责。这需要集体的合作行为，其他动物通常无法建立这种机制。通过语言、教学和无意间为他人构建的学习环境，人类可以解决这一合作问题，我们能明确分工到每个个体，并保证每个个体都训练有素。[\[28\]](#)事实上，实验研究已经证明语言是一种重要途径，人类通过它能解决合作上的问题。[\[29\]](#)

学徒制训练也可能在组织团体合作时发挥了至关重要的作用。[\[30\]](#)在早期的农业社会中，为了给迅速增长的人口提供足够的食物，需要劳动力分工，并使职业更加专业化。为了让社会有效地运转，相关的专业知识和技术需要在陌生人之间传播开来。而这些技术往往都很复杂，单靠模仿并不能掌握。它们需要未来的教师以合作的方式来

指导学生。比如，许多与制造工具和商品有关的复杂人类知识，或是与某一专业相关的大量知识，通过长期的师徒关系进行传授是唯一可行的方法。这就需要在教师与学生之间建立长期稳定的合作关系。

[31]随着各领域贸易专家出现，大规模的合作又更进一步。与他们的祖先不同，他们不再只通过帮助自己的亲人而间接获益，而是开始辅导陌生人，从而换取直接的好处，像食物、衣物、庇护等有用的资源。随之，各类专业教师相继涌现。最常见的是祭司会教授富人家的孩子与后者日后地位相关的知识和技能，而在早期的农业社会中也有教师会教授军事技能、农耕方法甚至舞蹈。[32]

有证据证实，人类特有的文化学习、教学和语言大幅度扩大了我们物种的合作范围。[33]最初，教学可能只在近亲中展开，而有了语言，教学可以扩展到其他的合作过程中，比如互惠交易、间接互惠和群体选择。[34]

我们把人类的一些合作，无论是发生在非亲个体间的还是不同群体之间的，理解为互惠关系。黑猩猩、猩猩、猕猴和卷尾猴等族群都表现出各种不同行为技能，但除了迁移扩散之外，在群体之间并没有发生明显的有价值资源的交换。然而，人类祖先掌握了新的语言，这种种群间的物质文化多样性为他们创造了机会，把提取或建造出来的资源进行交换。这种互惠关系，即两个生物互相给予资源来提供帮助的现象也广泛存在于动物中。例如，有一种叫作红嘴牛的椋鸟，它们经常会骑在犀牛、斑马或牛身上，并吃掉寄生在它们皮肤上的扁虱和其他寄生虫。[35]这种关系是相互受益的，因为鸟能找到食物的同时，哺乳动物身上的害虫也能得到有效的控制。这种交换方式的进化容易理解，因为哺乳动物想摆脱的寄生虫正是鸟类渴望得到的。动物间互相提供相同服务的情况也很常见，如马和狒狒互相为对方清洁。在这里，这种行为的进化并不神秘，因为两种服务是等价的，因此这种交易可以看作公平交换。反之，在人类中常见的贸易或易物交易，

例如用工具换食物，则理解起来难一些。因为虽然双方都觉得两种商品有价值，但由于其物品不同，交易价格需要协商决定。这种互利关系在其他动物中很少或根本不会出现。[\[36\]](#)我所想到的唯一有记录的例子是，据说捕猎红疣猴的黑猩猩会用肉去换取与异性的交配，[\[37\]](#)但这一说法尚存争议。[\[38\]](#)一个合理的结论就是不同货物间的交易在其他动物中很少发生。[\[39\]](#)这种现象只发生在人类中，这并不令人惊讶，因为这一行为看起来需要对交换率有一定的认可度。如果连原始母语（或灵活的通用手势）都没有，这样的交换很难发生。随着语言的演变，贸易成为可能。贸易带来了交流，成熟的交流方法被人们选择和使用。特别是在每个地方的环境都不同的情况下，各个族群的文化多样性经过传播，能够使用语言的人类创造了机会，进行互惠互利的商品贸易。

贸易开拓了劳动分工，只有一部分人或者一些社会可用的有价值的商品或服务进入交换——这种资源可用性的差异性正是使合同合算的原因。[\[40\]](#)大规模等级社会的出现，以及与此相关的不同行业的发展，将快速地创造广泛的贸易机会。事实上，如果脱离了贸易，这种分工几乎肯定不会出现。社会内部和社会之间存在的分工越多，贸易的机会就越大。终于，人类迈过了一个关键的门槛，开始使用通用货币，交换变得便捷了，进而货币制度建立起来。早在公元前9000年，粮食和牛就用来作为货币或充当物物交换的媒介。[\[41\]](#)希伯来钱币谢克尔就被认为来源于大麦的重量，对应约180颗谷粒。很难想象在没有语言的情况下这种交易能够出现。在这种方式下，规范、制度、法律稳定了非亲属间的大规模合作互动，[\[42\]](#)而语言有助于确保这些规则或协议得以详细规定和广为人知。[\[43\]](#)

我认为由于产生了通过语言所进行的教学，我们这个种族的游戏规则得以改写，因为它的出现大大地增加了合作的规模和机制。[\[44\]](#)例如，人会倾向于帮助那些会回报他们的人，这一点毋庸置疑，[\[45\]](#)

但是他们是否会倾向于帮助那些会帮助别人的人，以及在自然界中这种现象（被称为“间接互惠”）有多普遍，仍然存在很大争议。^[46]理论模型已经证实了间接互惠能够产生合作，并且解释了为什么有些人牺牲自己去获得好名声。^[47]然而，哈佛大学进化生物学家马丁·诺瓦克率先研究了这一机制，他认为：“语言与合作密不可分。为了更有效地实现间接互惠这种机制，我们需要通过语言进行交流，我们的名字、行为以及时间、地点都会在闲谈中提及。”^[48]此外，口头教授的社会规范使人类可以通过制度化的方式惩罚不合作的个体，例如，通过监管或社会制裁予以打击。理论和实验表明，制度化惩罚是维护合作的有效手段，而不是个人层面的报复。^[49]然而在这种合作中，欺骗合作努力的可能性仍然存在。至少在人类社会，狡猾的欺骗可以通过控制通信网络进行，以确保所发送的消息能最大限度地给个人或集体带来回报。这种形式的诈骗应该会选择更有能力、更熟练的沟通者。在语言形成初期，随着当地人口特征符号的增加，不费力气地了解其他社会的原始语言符号将会变得越来越困难，这也进一步凸显了向当地人学习的好处。随着时间的流逝，当地原始语言的变体将逐步发展成方言，并且可能定义一个群落并成为群落的标志。

族群间的文化差异，要求人们首先从本族群成员身上去辨别和学习有用的本地知识，其次才是关注其他族群。理论分析表明，在这种情况下，人们倾向于遵循当地传统，从而产生了以下这些重要的影响，包括象征群体成员的种族标志的演变，群体内的合作加强，以及群体之间发生更大冲突的可能性。^[50]语言或方言可有效地作为种族标志，促进地方学习和其他区域性的趋势。^[51]反过来，模仿、教学、语言和地方公约都能够在面对分散个体的情况下，保障不同群体之间的行为差异。于是异常稳定的群体选择形式出现了，称为文化群体选择，它塑造了人类历史。^[52]

人类学家罗伯特·伯伊德和彼得·里克森首先明确提出了，群体选择通过选择文化特质在文化层面上进行，[\[53\]](#)例如人口依赖于农业。当群体更有效率或者有更高效的传统、规范和制度时，会在与其他群体的竞争中表现得更好。比方说，（1）与没有军队的社会相比，拥有有组织军队的社会在战争冲突中获胜的可能性要大；（2）拥有分工和职业专业化的城邦往往会超越那些没有这些创新的城邦；（3）设计出灌溉系统的农业社区将比其他社区更容易发展；（4）相比那些没有宗教来使人们顺从的社会，有宗教教义来稳定团体内合作活动的社会将会蓬勃发展。最终的结果是军事技术、劳动分工、灌溉、宗教教义等诸多合作活动得到传播。通过这些手段，社会能够解决许多集体行动问题。[\[54\]](#)

你可能会想知道，在这种情况下我为什么会设想自然选择，而不是传统认为的个人选择，将会对各个族群产生影响。如果农业社会中的个体比那些非农业社会中的个体有更多的后代，倘若后代倾向于采取父母的生活方式，那么农业的概率将会增加。这样的推理缺少一个环节，即承认与农业相关的大多数适应性益处来自群体活动。一个农民仅通过自己的努力勉强度日，通常不会比狩猎者生产更多的食物，也不会生育比狩猎者更多的后代。只有在一个群体共同从事某项工作，生产有利于集体的资源（被称为“公共物品”）的情况下，农业才开始变得高效。修建一个像样的灌溉系统通常需要几百人，修建适合捕捉羚羊或马匹的畜栏需要的人数与此相近。一些鱼堰，也就是由石头、网或捕鱼的本栅栏构成的陷阱长达几百米，将需要一大批人来制造。烧荒、播种、收获作物，传统上都是整个社区的活动。这些活动对于单个农民来说是不可行的，但是一群在一起工作的农民可以产生巨大的红利，而以这种方式进行合作的农民在竞争中远超过那些不这么做的农民。最终的结果是合作这种做法的传播。

群体的合作事业绝不仅限于农业社区。努尔人和丁卡人生活在非洲的苏丹，是两个以畜牧业为主导的族群。这两个族群在漫长的历史

中冲突不断，在19世纪，努尔人侵略丁卡人，大大地扩张了自己的领地。努尔人之所以能在战争中取得胜利，是由于他们的社会结构能够召集比丁卡人更大规模的军队。因此，努尔人的信仰和做法得以传播。[\[55\]](#)更普遍的是，许多小规模社会从事合作狩猎和觅食，并在冲突发生时共同出战，[\[56\]](#)文化群体的选择可能作用于这些社会，使得他们的文化传统得以传播。[\[57\]](#)

伯伊德和里克森强调准确的社会学习，也就是入乡随俗，不管是在社会行为的规范和制度方面，还是个人行为方面，都要和大多数人保持一致。[\[58\]](#)所谓规范与制度，也包括组织或社会对非合作者的制裁和惩罚。[\[59\]](#)广泛的一致性的意义在于，它可以最大限度地减少群体内的行为差异，同时保持群体之间的差异。此外，由于任何行为策略的回报都取决于其在本地使用的频率，所以即使某些子群体生活在同样环境中，也可能最终表现出完全不同的行为。[\[60\]](#)换句话说，在各个不同的人类群体之间，文化进程会有很大差异，自然选择正是以这些差异为基础而进行的。现在大量的数据表明，人类社会之间的差异更多地产生于文化而不是基因变异。[\[61\]](#)

一些因素使得伯伊德和里克森的想法高度可信。第一，文化遗产不同于基因遗产，后代可以从自己生物学父母以外的人那里学习知识，从而对社会中最普遍的文化特征保持敏感，并与当地的主流行为保持一致。这就有助于保持文化的差异性。第二，一个受到威胁或被打败的族群可能会自愿或被迫发生改变，形成一种新的有征服性的文化特征，因此人口迁移不会减少群体之间的文化差异（不同于基因组群选择中的基因流动）。因此，群体之间的人口流动不会明显削弱群体的多样性。第三，象征族群的标记系统，如仪式、舞蹈、歌曲、语言、穿着和旗帜，使文化更容易保持自身的身份，抵御来自移民的外来文化特征，而本地基因库通过抵抗基因流保持自身特征则要难得多。第四，制度化的惩罚（例如，由警察执行的）或者社会制裁的惩

罚（例如责罚战争时期的逃兵）可以稳定社会中的合作规范，这一点得到了数据和理论强有力的证明。^[62]总而言之，这使得文化群体的选择比遗传组的选择更有可能发生。事实上，前者现在得到了广泛的实证支持。^[63]

包括文化群体选择在内的文化进程，可以通过动态的基因—文化协同进化得到回馈，影响基因进化，从而影响我们不断发展的认知。人们认为，这种相互作用逐渐形成了人们对文化生活的心理倾向，人类学家马切伊·查迪克和约瑟夫·亨里奇定义为“规范心理学”。^[64]规范心理学是指“一系列心理适应行为，通过推理和记忆编码，坚持和执行社区共同行为标准，并纠正违反标准的做法”。^[65]大量的理论证据支持这一观点：一旦一个物种高度依赖于社会学习和文化，就可能会发展出专门的规范心理学。^[66]理论分析表明，人类应该特别擅长认识、表现和适应当地社会的规范，同时也应擅长关注、谴责和惩罚违反这些规范的行为。^[67]

例如，道德规范可能会影响自然选择，使人类基因向着有利于合作的方向发展。更倾向于遵守规范的个人比缺乏这种倾向的个体更容易进入规模更大的规则社会并遵守规则。这些更“温顺”的个人将处于优势之中，在一定程度上他们能更好地从社会技术中受益，并且不易受到排斥或惩罚。^[68]反过来，更温顺的人组成的群体则可以允许更复杂和更有效的规范的文化演变，并允许团体保持更可靠的合作。在类似的机制下，个人在违反社会规范时可能会倾向于感到耻辱或内疚。^[69]虽然这样的推论只是一种假设，但我们很难想象任何其他灵长类动物能以这样一个受规范控制的合作方式生活，再加上所观察到的许多家养动物经人工选择都变得更加顺从这一现象，这些事实表明人类的这种选择倾向是可信的。^[70]

此外，在漫长的人类历史中，人们展开团体合作的行为，通过社会学习、教学和语言解决集体行动问题，似乎也导致了一种独特的人类心理，即我们能够理解和分享其他人的目标和意图。^[71]我们通常表现得很愿意，并且能够通过共同关注、合作交流，当然还有教学方式与他人分享经验。^[72]人类不仅进化出了个人认知的先进水平，而且还发展出了共同认知的广泛技能和动机（知识通过人与人之间的对话构建）。在第八章描述的解决关于累积性文化问题的任务中，^[73]其他灵长类社会觅食的典型模式是激烈的食物竞争，对食物分享容忍度低，更不用说主动让出自己的食物。^[74]我们的祖先在某种程度上打破了这种格局，成为互相合作的觅食者。^[75]我强烈怀疑第六章描述的文化推动过程的一个后果是，为了寻求有效和准确的信息传播，人类性格的变化使我们在社会生活中更加宽容（并拥有普遍的教学能力），这种变化正是选择所青睐的。^[76]社会容忍也可能受到文化群体选择或其他基因—文化协同进化过程的青睐。

基因—文化协同进化同样可能与人类模仿能力增强的演变有关，也与模仿带来的社会关系和幼儿看护者引导儿童进行模仿的活动有关。对于成年人来说，被孩子模仿可能是很有吸引力或很有好处的事情，其原因包括几个方面。首先，被模仿者可能有被奉承的感觉，因为被模仿就意味着他们以及他们的价值观，或是他们的选择，已经被其他人注意到或被看中了。其次，被模仿的个体可能希望鼓励孩子去学习生活技能，因为他们本能地希望孩子发展成熟，或者因为他们希望尽快摆脱照顾孩子的责任。最后，通过从事相似的活动，模仿的孩子可能比没有模仿的孩子具有更少的破坏性，甚至会反过来帮助成年人（考虑到儿童在觅食活动中提供帮助的例子）。这可能解释了为什么父母和帮手通常会鼓励他们所照顾的孩子进行模仿，让孩子们沐浴在赞美和积极的鼓励中，有时甚至模仿孩子的行为和声音。理论和数据表明，这些反应强化了模仿能力，并引起了孩子的进一步模仿。^[77]自然选择可以作用于这种关系，并且倾向于对孩子的模仿行为进

行积极响应和鼓励，相应地，婴儿倾向于自发模仿成年护理人员，并且以进一步的模仿来对鼓励做出回应。模仿使照顾者和儿童产生了积极情绪，增强了社会关系，这可能是为了双方利益而鼓励模仿的方式。对于一个普遍的过程来说，以婴儿为导向的语言可能是个特例。自然选择可能倾向于成年人讲婴儿为导向的语言，同时倾向于孩子们对此语言做出回应，因为它加速了语言学习。[\[78\]](#)即使像微笑和皱眉这样的日常现象，可能已经成为我们规范心理学的一部分，作为低成本、高效果的用于赞成或反对的信号，他们可以很容易地用来教导他人应该做什么或不应该做什么。

基因—文化协同进化也可以解释模仿和合作之间的奇怪关系。像其他动物一样，人们（通常在无意中）模仿对方的姿势、姿态和面部表情。这种形式的社会学习被称为简单模仿[\[79\]](#)、回应促进[\[80\]](#)、拟态[\[81\]](#)、或变色龙效应[\[82\]](#)。实验已经证实，这种模仿可以让动物获得有价值的生活技能，但在人类社会，它还表现出增进社会互动的功能。实验研究表明，简单模仿与合作态度的出现有着根本的相关性，模仿与合作的关系是双向的：被模仿的个人将更具合作性，而合作使他更可能去模仿别人。[\[83\]](#)实验表明，如果人类被模仿，他们会更喜欢模仿者，[\[84\]](#)发现他们更有说服力，[\[85\]](#)并感觉和他们在一起更开心。[\[86\]](#)即便是18个月大的孩子，当他们被成年人模仿时，会更愿意赶过去帮助成年人（例如，拿起成年人掉落的物品）。而如果这种模仿没有发生，他们不会表现出这样的意愿。[\[87\]](#)成年人在被模仿之后，也更愿意做些简单的工作来帮助别人，甚至捐赠更多的钱给慈善机构。[\[88\]](#)

这种关系似乎是双向的。人们更多地模仿他们喜欢的人，而非他们不喜欢的人；更倾向于模仿他们自己组织内部的成员，而不是外部的成员，[\[89\]](#)这一发现已经受到了宗教和民族群体的认可。[\[90\]](#)

牛津大学的心理学家塞西莉亚·赫耶斯认为，模仿和合作之间的双向因果关系可能通过潜意识模仿和亲社会态度的“良性循环”，来维持社会团体成员之间的合作、集体行动和信息共享。[\[91\]](#)这种良性循环实现了保持群体边界的功能，与此相一致的是，这些倾向通过文化群体选择机制不断发展。像方言一样，当地人与身体相关的特殊习惯可以通过模仿来传播，进入潜意识层面，成为象征民族身份的标志。[\[92\]](#)作为人类进化心理的一个方面，我们倾向于对那些举止与自己相似的人产生好感，因为它有助于促成小组成员之间的合作。通过数学模型，我们发现，在各类环境中，模仿本地人都会带来回报，因为本地人更有可能知道本地最佳行为。[\[93\]](#)因此，人们倾向于模仿处于合作中的个人，因为他们更有可能是当地人。这些倾向也很可能被学习并在社会中传播。

文化群体选择也倾向于那些有利于促进模仿能力发展的社会实践。[\[94\]](#)许多社会都拥有集体舞蹈的传统，并通过组织大规模的集体行军和战斗演习来训练军队。这样的组织可能比其他组织更容易成功，部分原因是这种同步活动训练了个人的神经回路，使个人更精通于模仿，能够将对他人行为的感知与自己的表现联系在一起，[\[95\]](#)从而使组织内部的连接更加紧密。[\[96\]](#)触发内啡肽释放的同步行为（例如，一组同步运动的个体）可能使个体将同步活动与正面回报联系起来，结果同步活动本身变得有所回报了。[\[97\]](#)或者，如果在同步动作结束时收到奖励，例如一起狩猎，则一种通过学习得到的关联建立起来了。如果同步行为能获得回报，则促进同步行为的社会行为将更有可能发生。在这种情况下，对节奏（例如击鼓）和音乐广泛使用成为一种受人喜爱的手段，它可以帮助协调大规模群体的行动，并促进社会的紧密联系。[\[98\]](#)一边跑步一边唱歌的士兵们可以跑得更远、更快，痛苦的感受更少，并且能在这个过程中增进团结。

在第六章中，我们充实了阿兰·威尔逊的文化驱动假说。我提出，选择更准确和更有效的社会学习形式，可能反过来促成了对更强的模仿能力以及其他方面的认知选择。例如，这种模仿能力可以由人脑中的专门结构或网络来支撑，这使我们能够解决一致性的问题（当自我感知和对执行相同动作的另一个人的感知完全不同时，出现模仿方面的挑战），或至少赋予神经可塑性，以便能够用相关经验解决这个问题。我相信我们强大的模仿能力本身就是对文化生活的适应。

然而，这个问题仍然存在争议。例如，塞西莉亚·赫耶斯认为人的模仿能力依赖于古老的联想学习能力，我们对模仿的依赖程度和模仿能力都是在社会中建构的。[\[99\]](#)我认为，人类已经建立了一个有很多镜子、有丰富的同步活动的世界，这个世界通常充满了通过经验发展模仿能力的机会，这是我和剑桥大学动物行为学家帕特里克·贝特森在几年前得到的结论。[\[100\]](#)实验证据表明，通过积极的强化，模仿倾向会有所增加。例如，当婴儿模仿父母，父母通常以微笑和鼓励的话回应。[\[101\]](#)但是，即使给予相同的经验，我不相信其他动物会像人类一样擅长模仿。实际上，教猿说话的实验或多或少地表明了这一点。如前一章所述，自人类和黑猩猩从共同祖先进化以来，大量的自然选择作用于人类大脑，有证据表明我们的学习能力得到了大幅提升。几乎所有的人类学习都是在社会指导下，并在特定的社会背景下完成的，至少在过去的200万年中，我们的古人类祖先很可能也是这样。因此，人类首先善于模仿，而增强的社会学习能力是前者的副产品，这样的观点比相反的观点看起来更合理。[\[102\]](#)

对于进化生物学家来说，要说明某个特征是一种适应性改变，已被证实是非常困难的。[\[103\]](#)因此，要证明人类的某些促进社会学习的认知特征属于适应性改变并非易事。事实上，人类社会学习的适应性改变到底有哪些，我认为这个问题正是该领域的一个意义重大的、尚

未解决的问题。尽管如此，已经有足够的证据让我相信，人类最终将会被证实拥有文化学习的认知适应性。

人类在教学中的普遍能力就是一个这样的证据，包括教导和被教导的动机，以及理解学生知识状态的能力。如果我对语言促进教学的原始功能的理解是正确的，那么语言就是社会学习的另外一种适应。创造和使用以婴儿为目标的语言，这一倾向是促进社会传播的又一特征，也是教学提示的另外一种形式。[\[104\]](#)模仿行为具有非凡的社会动机，任何有孩子的人都会意识到模仿行为的强大和普遍性，由此个人之间的社会联系也建立起来，这些也是另一个强有力的证据。[\[105\]](#)儿童喜欢吸引他人的注视，还喜欢通过共同关注某事物与他人分享经验，这种倾向是另一个令人信服的证据。[\[106\]](#)甚至我们的眼白也逐步进化，让我们在近距离的交流互动中更容易注视另一个人的目光。[\[107\]](#)与大多数人保持一致的这种显著的人类趋势，是社会学习适应的另一个强有力的证据。[\[108\]](#)文化进化模式，而不是联想学习理论，可以解释为什么人类更有可能模仿三个人各做了一次的动作，而不是一个人重复三次的动作。[\[109\]](#)我们形成思想和生成观点的能力，以及读懂他人意图的能力，当然也是这些证据的一部分。[\[110\]](#)

最后，我提出了神经和遗传两个方面的依据，表明人类的可塑性水平得到提高，实现了我们在感觉输入和运动输出之间形成交叉知觉模式的神经连接，而这种可塑性有利于模仿的发展。[\[111\]](#)正如人们所期望的那样，长期以来，青少年依赖性的演变，促进了世世代代的知识传递，早期大脑发育突触的可塑性特征已经在人类中得以延伸。[\[112\]](#)即使我们最基础的和最原始的学习能力，包括我们认识事物之间的联系的能力、辨别我们的行动后果的能力、灵活地调整我们的行为的能力已经大大提升，[\[113\]](#)都最可能源于对更强的社会学习的偏爱。这种普遍学习和可塑性的增强可能在人类认知发展中发挥了关键作用。而我认为，社会学习的多种心理适应最终会在我们人类中得到证

实，但我预计这种认知的根源是未知的、微妙的。社会学习的适应性特征可能被表示为：通过非常普遍的学习过程，对文化构建的、符号化的编码环境进行高灵敏度的反馈，从而在逐步形成的动机、感知或认知偏差的基础上发展而来的复杂产物。[\[114\]](#)

总之，强有力的证据表明，只有在人类社会中才能出现大规模的合作，是因为我们独特而强大的社会学习、模仿和教学能力，以及这些能力在人类心中产生的协同进化的反馈。通过创造条件促进现有的合作机制，诸如间接互惠和直接互助等，抑或通过创建其他生物分类单元中从未出现的新型合作机制，如文化群体选择，文化使人类走上进化的道路，而这些道路并不对那些非文化物种敞开大门。在这个过程中，基因—文化协同进化似乎逐渐促成了一种心理，其中包括在学习、教学、语言交流、模仿、效仿等方面更强的能力和动机，以及对顺从的倾向、社会的容忍，还包括在目标、意图和注意力方面的共享。这种演变的心理完全不同于我们观察到的任何其他动物，也不同于单独通过基因演化而来的心理。[\[115\]](#)

世界人民在外貌、时尚、语言、饮食、生活方式和风俗习惯上表现出非凡的多样性，尽管人类之间存在着遗传差异，但与其他猿类相比，人类内部的基因差异微乎其微。使人类社会产生分化的不是我们的基因，而是几千年文化进化的产物。然而，认为我们的生物特征与理解当代人类的适应性和多样性无关，这也是错误的。我们通过文化建立了我们的世界，这种创造之所以能够实现，是因为我们的头脑是为文化而塑造的。

[\[1\]](#)Hill et al. 2011.

[\[2\]](#)Guillermo 2005.

[\[3\]](#)Shaw 2003.

[\[4\]](#)Fehr and Fischbacher 2003; Henrich 2015.

- [5]West et al. 2007.
- [6]Fogarty et al. 2011.
- [7]Boyd and Richerson 1985, 1988; Henrich 2004b.
- [8]West et al. 2011.
- [9]West et al. 2011, p. 255.
- [10]Fogarty et al. 2011.
- [11]Fogarty et al. 2011.
- [12]Kline et al. 2013.
- [13]Caro and Hauser 1992.
- [14]Thornton and McAuliffe 2006.
- [15]Caro and Hauser 1992.
- [16]Nicol and Pope 1996.
- [17]Castro和Toro在2004年得出了相似的结论。
- [18]Fehr and Fischbacher 2003.
- [19]Sterelny 2012a.
- [20]Fehr and Fischbacher 2003.
- [21]Fehr and Fischbacher 2003; Tomasello 2010.
- [22]Sterelny 2012a.
- [23]这种奖励合作者和惩罚非合作者的倾向被称为“强互惠”。See Fehr and Gächter 2002, and Fehr and Fischbacher 2003.
- [24]Tomasello 2010.
- [25]Tomasello 1999, 2008, 2010.
- [26]Sterelny 2012a.
- [27]Ibid.
- [28]Ibid.
- [29]Brosnan et al. 2012.
- [30]Sterelny 2012a, de Waal 2001.
- [31]Sterelny 2012a.
- [32]Bronowski 1973, Clarke and Crisp 1983.

[33]Boyd and Richerson 1985; Fehr and Fischbacher 2003; Gintis 2003; Henrich 2004b, 2015; Henrich and Henrich 2007; Richerson and Boyd 2005; Nowak and Highfield 2011.

[34]Nowak and Highfield 2011.

[35]Oxpecker: Buphagus spp.

[36]还有一些尚未公开发表的报告和录像，记录了巴厘岛的长尾猕猴盗窃旅游者的手机和太阳镜等物品，随后，长尾猕猴们愿意以所盗物品换取食物。这种“贸易”似乎是作为一种文化传统出现的。了解更多详情，见 <http://jbleca.webs.com/currentresearch.htm>。

[37]Stanford et al. 1994.

[38]Gilby et al. 2010.

[39]Ridley 2011.

[40]Ibid.

[41]Davies and Bank 2002.

[42]Richerson and Boyd 2005.

[43]我怀疑一些简单的制度在没有语言的情况下也能够被人所理解。

[44]Page1在2012年得出了相似的结论。

[45]Trivers 1971.

[46]Alexander 1987.

[47]Nowak and Sigmund 1998.

[48]Nowak and Highfield 2011.

[49]Fehr and Gächter 2002, Fehr and Fischbacher 2003.

[50]Boyd and Richerson 1985, Richerson and Boyd 2005, Henrich and Boyd 1998.

[51]在这方面，Karen Kinzler及其同事的实验很有趣（Kinzler et al. 2009）。这些作者表明，当看到陌生孩子的照片并听到他们讲话的录音时，5岁的孩子会选择与说自己本地语言的孩子交朋友，而不会选择讲外语的孩子或者有外地口音的孩子。此外，当被选的孩子不说话时，参与实验的孩子会选择与自己同种族的孩子交朋友。但是，当口音与种族不一致时，他们也会选择说本地语言的其他种族的孩子做朋友。结果表明，在史前人类社会，儿童优先从族群差异的角度去评价他人。

[52]Richerson and Boyd 2005, Richerson et al. 2014.

[53]Boyd and Richerson 1985.

[54]Richerson and Henrich 2012.

[55]Richerson et al. 2014, Henrich 2004b.

[56]Lee and Daly 1999.

[57]Richerson et al. 2014.

[58]Tomasello 1999.

[59]Fehr and Gächter 2002, Fehr and Fischbacher 2003.

[60]依赖于频率的收入和多个稳定的均衡可能非常常见于人类社会机构。例如，见库珀1999。

[61]Bell et al. 2009.

[62]Boyd and Richerson 1992, Fehr and Gächter 2002, Fehr and Fischbacher 2003, Richerson et al. 2014, Henrich 2004b.

[63]Richerson et al. 2014.

[64]这个想法得到了Richerson和Boyd（1998）的支持，他们将进化论心理机制称为“部落社会本能”。但是，我觉得“本能”这个词有问题（见第2章注释第114条），因此更喜欢由Chudek和Henrich（2011）提出的“规范心理学”这个替代称谓。也可以看看Fehr和Fischbacher（2003）和Richerson和Henrich（2012）相关处理方式。

[65]Chudek & Henrich 2011, p. 218.

[66]Chudek & Henrich 2011.

[67]Ibid. Fehr and Fischbacher 2003.

[68]Richerson and Boyd 1998, Richerson et al. 2014.

[69]Richerson and Boyd 1998, Richerson and Henrich 2012.

[70]第二届社会学习策略大赛的比赛结果能够进一步支撑人类受到自然选择的顺从倾向的影响这一假说。该大赛发现，一个累积的文化氛围创造了一个选择性的环境，其中最好的策略不过是先观察，再进行资源利用。文化的积累越多（即资源整合加工在该环境中所起的作用越大），这个简单的策略相对更复杂的策略就越表现出更大的社会或非社会学习优势。

[71]Tomasello 2010.

[72]Tomasello 1999, 2010.

[73]Dean et al. 2012.

[74]See, for instance, Melis et al. 2006.

[75]Sterelny 2012a, 2012b.

[76]Van Schaik and Burkart 2011.

- [77]Laland and Bateson 2001, Pawlby 1977.
- [78]这些现象也可能是通过文化进化过程产生的。见第八章的讨论和参考。
- [79]Heyes 2012.
- [80]Byrne 1994, Hoppitt and Laland 2008a.
- [81]Van Baaren et al. 2009.
- [82]Chartrand and Van Baaren 2009.
- [83]Heyes 2012, Chartrand and Van Baaren 2009, Van Baaren et al. 2004.
- [84]Chartrand and Bargh 1999.
- [85]Van Swol 2003.
- [86]在被模仿时，心情更加愉快，见Tanner et al. 2008。
- [87]Carpenter et al. 2013.
- [88]Van Baaren et al. 2004.
- [89]Stel et al. 2010, Heyes 2012.
- [90]Heyes 2012, Yabar et al. 2006.
- [91]Heyes 2012.
- [92]Ibid.
- [93]Boyd and Richerson 1985.
- [94]Heyes 2012.
- [95]Laland and Bateson 2001, Heyes 2005.
- [96]Heyes 2012, Wen et al. 2016.
- [97]这就是所谓的“二次强化”，在学习过程研究领域，这一发现已经被广泛接受。
- [98]Tarr et al. 2014.
- [99]Heyes 2012.
- [100]Laland and Bateson 2001.
- [101]Pawlby 1977.
- [102]Van Schaik和Burkart 2011提出了相似的观点。
- [103]Rose and Lauder 1996.
- [104]Gergely and Csibra 2005, Gergely et al. 2007, Csibra 2010.
- [105]Tennie et al. 2009.

[\[106\]](#) Tomasello 1999, 2010.

[\[107\]](#) Tomasello et al. 2007.

[\[108\]](#) 关于一致性的明确实验证据和进一步讨论, 请见Morgan et al. 2012, 及Morgan和Laland, 2012。

[\[109\]](#) Haun et al. 2012. See also Herrman et al. 2013.

[\[110\]](#) Call et al. 2004; Call and Tomasello 1998, 2008.

[\[111\]](#) 根据Laland等人在2010年的研究, 实例包括细胞周期蛋白依赖性激酶5调节亚基相关蛋白2 (CDK5RAP2)、着丝粒蛋白J (CENPJ)、 γ -氨基丁酸A受体和亚基 $\alpha 4$ (GABRA4)。通过比较基因组鉴定, 其他与人脑进化相关的基因包括: 小脑症基因1 (MCPH1)、天门冬氨酸同系物 (asp homologue)、小头畸形伴生 (果蝇) (ASPM)、CDK5调节亚基相关蛋白2 (CDK5RAP2)、溶质载体家族2 (可促进葡萄糖转运蛋白) 成员1 (SLC2A1)、SLC2A4、神经母细胞瘤断点家族 (NBPF) 基因、生长停滞和DNA损伤诱导 γ (GADD45G) 基因、ret指蛋白样1、2、3 (RFPL1, RFPL2和RFPL3) 以及与一些神经元功能相关的基因 [例如: 多巴胺D5受体 (DRD5)]、谷氨酸受体、离子型体、NMDA 3A (GRIN3A)、GRIN3B和SLIT-ROBO Rho GTPase激活蛋白2 (SRGAP2)。详见Somel et al., 2013。

[\[112\]](#) Somel et al. 2014.

[\[113\]](#) 这就是我们的经典条件作用、操作条件作用和逆转学习的能力。

[\[114\]](#) Bolhuis et al. 2011; 这些认知适应性的相关论证, 见 Carey 2009。

[\[115\]](#) Boyd and Richerson 1985, Henrich 2009, Chudek and Henrich 2011.

第十二章 艺术

我们在一生中都经历过技术创新。不同年龄的人可能还记得以下某些事物出现时的情形：2001年的iPod（苹果公司音乐播放器）、20世纪90年代的万维网、20世纪70年代的手机，或者20世纪60年代的彩色电视机。这些产品经过后来的技术提炼、推敲和升级，都成为横扫社会的尖端产品。文化的演变和生物进化虽然在细节方面有所不同，但在逻辑上是完全相同的。^[1]新的理念、行为的出现或新产品的问世都需要经过多种多样的、有创造性的加工。它们的吸引力、感染力或功能各不相同，最终的应用也不同，但各种最新式变体总是会代替老式的。技术通过改进得到发展，实现多样化，而技术的进步使得之前的创新成为过去时。文化在永无止境的创新和模仿浪潮中一直在改变。这个逻辑普遍适用，从针、回形针这样的简单制造类产品到令人眼花缭乱的空间站和CRISPR基因编辑技术，或者退回到遥远的过去，我们古人类祖先使用的石器和来自动物的发明创造都适用这个逻辑。永不间断的技术演变和生物进化的原因相同，即在这个过程中，一开始存在多样性，包括功用和遗传的多样性，所以之后不可避免地要有自然选择。

令人好奇的是，技术的演变对很多人来说是显而易见的，但艺术的演变却不像技术演变那样能够被大众了解。^[2]艺术作品的创作以及随着时间改变的艺术表现手法很大程度上都是通过模仿实现的，而这种模仿绝对不仅仅是对风格、技术和材料的模仿。电影行业和戏剧行业很好地说明了建筑、绘画和雕塑所坚信的东西，也就是，只有头脑经历了自然选择的精细调整，适应最佳状态的社会学习以后，艺术才可能被创造出来。

生物遗传在艺术世界的演变中所起到的作用很少被人提及，在对这一点有所了解后，我们接下来将继续探讨舞蹈的演变。有关舞蹈历史的记录非常完善，给我们提供了一个非常好的研究案例，我们可以舞蹈为例解释人类文化是如何演变的。我们会看到文化的演变既不像19世纪人类学家[\[3\]](#)设想的那样是线性的（从简单到复杂，随时间不断前进），也不是树状的——如同达尔文描绘生物进化那样，[\[4\]](#)从相互独立的体系中不断产生分支。文化的演变更像是一个熔炉，从其他领域借鉴东西再进行创新，如此便既有文化世系的合并，也有分离。这一点我们也可以从舞蹈、音乐、时尚、艺术和技术的共同进化看出，它们频繁地相互促进，而它们的历史也紧紧交织在一起，密不可分。

我们先从电影开始。《模仿游戏》是一部备受好评的电影，演员本尼迪克特·康伯巴奇因在此影片中成功塑造了艾伦·图灵这个人物而备受赞扬。艾伦·图灵是一位性格古怪的天才，在“二战”中他破译了纳粹用来发送无线电信息的密码系统恩格玛，在这一过程中，设计了世界第一台计算机。图灵的机器尝试模仿人类思维，或者说是一个典型的思维——图灵的童年朋友暨初恋克里斯托弗·摩尔康的思维。图灵甚至以克里斯托弗·摩尔康的名字命名他的密码破译机器。据估计，图灵在布莱切利园的工作使“二战”缩短了2—4年，因此英王乔治六世授予他大英帝国勋章，但是图灵的生命却以悲剧结束。1952年，图灵因同性恋被起诉，因为当时在英国同性恋被视为犯罪行为。在接受了两年残忍的激素“治疗”后，图灵在42岁生日不久前，吃下添加氰化物的毒苹果，自杀身亡。[\[5\]](#)2013年，英国女王伊丽莎白二世向图灵颁发了死后赦免令，英国时任首相戈登·布朗也早于2009年为这位伟大的科学家和战争英雄在英国所受到的骇人听闻的对待而致歉。

图灵被后人视为“现代计算机科学之父”。麻省理工学院人工智能传奇人物马文·明斯基认为，图灵1937年发表的里程碑式的论文“在本质上已经包含了现代计算机的发明技术和其连带的编程技

术”。^[6]这种对人类思维的模仿在长达半个世纪内指引着人们对人工智能进行研究，促进了计算机技术的多方面发展。1996年，深蓝计算机打败国际象棋特级大师加里·卡斯帕罗夫，和人类大脑相比显示出机器的优越性。这个消息令自负的人们倍感羞辱。而现在世界上最高级的计算机是由中国国防科技大学研制的“天河二号”超级计算机。它是基于长期以来对之前的技术进行模仿并提升而得到的最新技术研制的，它的技术源头可一直追溯至布莱切利园的传奇“8号小组”的工作成果。人们预计量子计算机在不久后即将取代如今的数字计算机。世界上已有的最精准的钟是由美国国家标准与技术研究院研制的量子逻辑钟，其原理是用单个铝离子的震荡来记录时间，每10亿年的误差不超过1秒。为了向看似粗糙的技术本源表示敬意，这些技术产品被称为“量子图灵机”。

我们很容易理解图灵用一个思考的机器来模仿大脑计算能力的这一尝试，我们同样很容易知道模仿在技术演变过程中所扮演的角色。然而通常被忽视的一点是所有的电影其实都是模仿游戏，因为每个演员都通过模仿其所扮演的角色来谋求生计。整个电影产业依靠的是那些有天赋的演员们的能力，他们需要仔细研究所扮演的人物的言谈举止、特殊习惯，之后再精确模仿，使他们的表演具有令人叹为观止的真实感，从而使故事情节可信。康伯巴奇让我们相信他就是艾伦·图灵，就像马龙·白兰度让我们觉得他就是电影《教父》中的维托·柯里昂，或者梅丽尔·斯特里普就是《铁娘子》中的撒切尔夫人一样。这些假象一旦被破坏，那么电影的魔力也会立刻消失。奥斯卡金像奖和金球奖授予世界上最具才华的模仿者，对获奖者来说这些荣誉代表其表演获得了最高水准的认可。为了能够进行更加精确的社会学习，经过数千万年的选择，现在社会学习的准确度已经达到了顶峰，我们有了像白兰度、斯特里普这样的演员。但是很明显这些卓越的表演天才并不是直接的自然选择的结果，因为在更新世时期没有业余的戏剧作品上演，而且成为一名精通表演的人并不能给早期人类带来任何好

处。表演不是简单的适应，而是一种“扩展适应”，它是自然选择塑造的完全不同的功能。^[7]精通表演是自然选择向模仿倾斜时的副产品。

距离我们十分遥远的祖先之中，有些人的模仿工作非常有效，而他们也的确充分享受了这种适应带来的好处，但是这种模仿仅限于学习极具挑战性的生活技能方面，并不涉及艺术。我们都是模仿者的后代，一代又一代，这种模仿已经成为一种习惯。通过模仿，我们的先辈学会了如何制作挖掘工具、长矛、鱼叉、鱼钩、钻头、打孔器、投掷棒、针，之后学会了屠宰动物、取它们的肉，生火并使火持续燃烧，捣碎、研磨并浸泡植物，猎捕羚羊、设陷阱捕猎、抓鱼，烹饪乌龟并用它的壳制作工具，设置一整套防御措施抵御凶猛的食肉动物，也掌握了在社会中看到的各种符号、声音、手势所代表的含义。上述技能以及其他数百项技能塑造了我们人类优秀的模仿能力。对于那些苦苦挣扎的生活在非洲平原、黎凡特沙漠、地中海沿岸的弱小且毫无防御能力的人类来说，精通这些技能事关生死。

经过成千上万年甚至数百万年的选择，人类具有了超高模仿能力，这也塑造了人类的思维，使人类思维具有卓越的适应性，看到别人的动作之后，将这一视觉信息进行转化，运用自己的肌肉、筋络、关节做出相同的动作。数万年过后，现在我们能轻松地完成那些在我们祖先看来是完全不可能做到的事情，我们也不太去思考模仿能力展现了一种多么伟大的适应。模仿并不是无关紧要的，会进行这种能动模仿的其他动物很少，或者即使它们展现出这种形式的学习，它们也不能做到像人类这样精准的模仿。^[8]长达一个世纪以来，心理学家一直在苦苦探索模仿是如何实现的。^[9]大部分的学习行为发生在个体因他们的动作受到奖赏或惩罚时，^[10]比如实现了梦寐以求的目标，或者因为没有实现目标而深陷痛苦。这种强化体验激励我们去重复让我们感到快乐的动作，或不去参与那些带给我们痛苦和压力的活动，这

一过程叫作操作性条件反射。奖励机制能引起积极或消极的感觉，这些机制是大脑中的古老结构，通过训练动物的行为适应性目标被满足，这种结构得到强化定型。^[11]然而，当我们通过观察他人来学习用筷子吃东西或骑自行车时，我们似乎并没有受到任何直接的强化刺激，那么我们是怎样做到的呢？更令人难以理解的是，我们如何把别人拿筷子或骑自行车的景象同自己在做这些事时完全不同的感官体验联系起来。相关问题几十年来一直困扰着模仿行为研究者，现在人们也没达成一致意见。^[12]但是有一个结论是非常明确的：要解决这些一致性的问题，大脑需要把感觉区和运动区以神经网络的形式连接起来。几年前，我在剑桥大学做博士后时，我和动物行为学专家帕特里克·贝特森教授一起用人造神经网络模型来研究模仿行为的演变和发展。我们发现，只要提前对该人造神经网络进行训练，让它有相关的经验，使其把感觉区的输入和运动区的输出连接起来，我们就可以模拟模仿行为以及其他形式的社会学习。^[13]有趣的是我们人类神经网络中恰巧拥有这种用来模拟模仿行为的神经元，即镜像神经元。

镜像神经元是大脑中的细胞，在人们做动作或看见他人做相同动作时起作用。^[14]人们广泛地认为镜像神经元可以帮助人们进行模仿。^[15]在人类进化过程中随着脑容量的增加，像颞叶、顶叶这样与模仿相关的结构变得格外大。^[16]人们首次在猴子身上检测出镜像神经元，其位于灵长类动物的顶叶中。脑成像研究显示，人类大脑的这个区域的确具有镜像功能。^[17]由此可见，镜像神经元系统是我们祖先为增强模仿能力而进行的选择的直接产物。这些认知能力至今仍然可以帮我们学习新技能，例如，开车、挥锤以及做饭。这些认知能力也成就了詹姆斯·史都华。他在电影《生活多美好》中成功塑造了乔治·贝利这个人物，这让我们每次过圣诞节时都能想起他。

而另一件被人忽略但不太明显的事情是电影、戏剧、歌剧甚至计算机游戏都要依靠观众的想象力，观众要想象自己身处其中，要能体

会到其中的恐惧和紧张气氛，分享主要角色的感情。而这些能力或许也是非洲丛林那令人汗流浹背的高温所塑造的。在非洲丛林，人们能够站在别人的视角，去理解那些担负重任的人的目标和意图，而这种能力能使观察者获得有关技术。我们祖先在社会中分享情感的能力，比如别人的恐惧感会引起你的焦虑，孩子的笑声可以让你感到高兴，有助于移情作用和情绪传播，从而使观看电影成为一种触动心灵的体验。这些对刺激的敏感度也取决于具有适应功能的社会学习的形式，例如，帮助个体辨认捕食者的身份或规避其他危险。[\[18\]](#)如果不具备这些社会学习能力，我们在看电影时就会像反社会分子一样，主角受伤了我们漠不关心，《惊魂记》中浴室里的场景或白瑞德和斯嘉丽接吻的镜头也不会令我们感动。据估计，2015年全球电影票房收入达400亿美元。如果没有人类的模仿能力，就不会有电影产业，也不会有戏剧或歌剧。

事实上，当我们开始思考这个问题时就会发现，各种艺术都与推动人类大脑进化的模仿和创新能力有关。我们以雕塑为例进行讨论。米开朗基罗为了在1504年完成他的雕像作品《大卫》，他需要解决自身需要面对的问题。他不能使得自己的身体摆出和大卫一样的造型，而是必须熟练地运用手和手臂，挥动锤子和凿子进行雕刻，将一块大理石雕成一件作品。为了完成这件作品，米开朗基罗需要把视觉输入，即他所看到的男性模特，转变成运动输出，才能用石头雕刻出相应的作品。他很好地完成了这个挑战，创作的雕像成为文艺复兴时期最伟大的作品之一。这件雕塑不仅向我们展示了他的天赋，也是他多年来练习石雕的成果。米开朗基罗从13岁起开始接受艺术训练，在卡拉拉当石匠时他学会了怎样挥动锤子才能产生好的效果。那几年的经验训练了他大脑的神经回路（就像我们训练人造神经网络一样），从而在“对石头做出的动作和最终的客观结果之间的关系”这个问题上变得敏感。这种训练之所以有效，是因为米开朗基罗在拥有恰当的经历

后，大脑中的感觉和运动皮层能够产生大量跨模块的映射，这种大脑结构的独特性是我们祖先为了获得模仿能力而进行选择的结果。

欣赏像《大卫》《米洛斯的维纳斯》这样优秀的雕塑作品是一种非凡的感官体验，尤其考虑到我们所面对的物品在本质上其实是一块石头。人们经常会暗自盼望着能伸手摸一摸这些美丽的作品。在一些文化中，比如因纽特人文化，人们会制作一些小的雕塑用来把玩，而不是观赏。^[19]我们之所以会产生想要再次亲身体验的感觉，也是因为跨模块神经网络，它将我们大脑中这些物体的物理表征与物体本身连接起来，又通过触摸物体带来的感受与之前脑中存在的关联网络（通常是与所触摸的物体有密切关系的记忆）连接起来。

只有脑容量非常大的物种才能创造出精确度如此之高的雕塑作品。制作这些作品需要创作者小心翼翼地控制手的动作，这种手部的灵巧也是随着脑容量的增大不断进化而来的。如第六章所介绍的那样，哺乳动物的大脑在变大的过程中，内部结构也发生了变化，不可避免地加强了模块化特征，各组成部分的大小也变得更加不均匀。^[20]随着整体容量的增大，大脑中那些容量较大的区域能够更好地和其他区域相连，并且开始控制其他区域。^[21]之所以出现这样的情况是因为神经元争先恐后地和目标区域连接，在这种竞争关系中，那些能够团结起来共同刺激目标细胞的神经元通常会取得胜利，所以大脑中容量较大的区域会占有优势。最终，容量较大的区域控制其他区域的能力增强。人类大脑的主导结构是新皮层，其容量大约占了整个大脑的80%，这个比例高于其他任何动物。从灵长类动物到人类，随着不断进化，新皮层变大，而且其对脊椎和脑干的运动神经的控制也在增强，从而使手变得越来越灵巧，大脑对四肢的控制也越来越精准。^[22]小脑是人类大脑的第二大区域，在对运动的控制方面也扮演着重要角色，在近代人类进化过程中，小脑的容量也变大了。^[23]这种对运动的控制使人类能够做出其他物种无法完成的非常协调的动作。人

类不断进行创新和社会学习使得新皮层和大脑在进化过程中不断变大，如果我的想法是正确的，那么这种自然选择可能同时使人类在其他方面也变得更加灵敏，这种灵敏不仅体现在绘画和雕塑上，也体现在表演、戏剧，特别是舞蹈方面。

运动控制能够使人类自发地进行艺术创作与表演，其他动物不具备这种能力。互联网上确实充斥着各种关于具有艺术能力的动物的报道，YouTube（美国视频网站）上也有各种相关的短片，但是这些报道和视频还没能做到像动物行为专家那样仔细地审视动物。你可能给你养的小狗或小猫买绘画工具，它也可能确实很喜欢作画，但它并不能创作出真正的艺术作品。狗和猫就像其他曾经拿过画笔的动物一样，缺少创作的偏好以及大脑对运动的控制，不能创作出有代表性的艺术作品。我怀疑只有它们的主人才能体会到那些五彩斑斓的作品的抽象美。

有趣的是，美国人道协会举办了一场黑猩猩艺术大赛，6只黑猩猩都递交了它们的“杰作”。最后一只来自路易斯安那州黑猩猩乐园的37岁的雄性黑猩猩布兰特夺冠，从黑猩猩研究泰斗珍妮·古道尔手中郑重接过1万美元奖金。很显然，布兰特用舌头作画，而不是想办法用画笔作画。后来，大赛中的这些原创作品在eBay（易贝）上都以数千美元的价格拍出，所筹集的钱用于支持灵长类动物庇护所建设。[\[24\]](#)然而不管人们多赞赏这种有魅力、聪明且动机良好的筹资倡议，动物行为学家和艺术学者对“大猩猩是艺术家”这种看法持怀疑态度。他们认为这些动物在创作色彩缤纷的所谓的艺术作品过程中能获得乐趣，仅此而已。

很多人觉得大象要有趣得多。在泰国的几个大象营里，大象在向公众表演时能画出非常逼真的树、花或者大象，这使得成千上万名本来就容易轻信稀罕事的游客感到目瞪口呆（见图11）。有时大象还会在作品上签上名字，这些艺术作品会卖给观众。然而，事实并非我们

所看到的这样。驯象师把画笔放在大象鼻子里，之后通过轻轻拉动大象耳朵偷偷地引导大象的动作。大象经过训练可以用鼻子拿住画笔接近画纸，按照耳朵被拉拽的方向移动。^[25]人们至少都知道这是动物接受训练的结果，^[26]但当看到这些作品时，他们还是不禁感叹大象对鼻子的控制多么精准。这其实是一个骗局，驯象师站在大象后面假装自己不参与其中。虽然事实如此，但游客们都会非常开心地回家，即使有人看穿了这点小计策也不影响心情，因为没有人会说这些“无价的”艺术作品不是大象画的。^[27]



图11 大象画画正逐渐成为泰国吸引游客的主要方式。大象能画出非常逼真的树、花或者大象，它们的表演令观众印象深刻。然而，事实并非我们所看到的那样，观众其实被蒙在鼓里（经菲利普·于冈/法国新闻社/视觉中国授权使用）

形象艺术是人类特有的。虽然大象能通过引导画出非常吸引人的作品，但准确来说，这其实说明大象通过训练能够在大脑中创建跨感觉模式神经网络，把输入的触觉信息转换成动作输出。大象解决了它们自身的一致性问题，这样看来下面要讲述的事也可能不是巧合。一只

来自韩国的名叫科西克的亚洲象可以模仿声音，包括模仿人说话，[\[28\]](#)而另一只来自纽约布朗克斯动物园的亚洲象，名叫嗨皮，它可以在镜子中认出自己。[\[29\]](#)几乎可以肯定，这些能力是有关联的。绘画（和镜像自我认知）就像雕塑一样，需要进行模仿行为的那部分脑回路的参与。[\[30\]](#)

我们的大脑不仅能准确地控制手、胳膊、腿和脚，也能控制我们的嘴、舌头以及声带，从而使我们能灵活地运用声音说话、唱歌。[\[31\]](#)如果人类的大脑皮层没有扩大的话，我们既不能创作出艺术作品，也不能用声音来表达对作品的喜爱之情。语言的进化对艺术起源来说非常重要，因为有了象征意义，艺术才始流行起来。如第八章所讲，象征性思维和抽象思维被广泛地认为是人类认知最重要的两个特点。人类使用具有任意性的符号，通过多种媒介来代表更广泛的想法和观念。我们通过运用自然选择形成的思维来处理这些符号，通过所讲的语言进行抽象思考，而我们对象征主义的喜爱也体现在无数的艺术创作中。

建筑就是其中之一。在1831年出版的雨果的著作《巴黎圣母院》中，“这个将要扼杀那个”的那一章特别精彩。这一章的标题就是书中恶棍克洛德·弗罗洛所说的令人费解的话。在面对新兴力量——印刷术出现时，弗罗洛痛斥印刷机的发明，认为教堂面临着被印刷术取代的威胁。威胁一说不仅仅是因为人们可能开始不再通过牧师而是通过书本掌握知识、获取建议，还因为教堂这一宏伟的哥特式建筑已经失修，将会失去它的权力和象征意义：

这预示着人们将要改变思想表达的外在模式，在未来，每一代的主导思想都会以一种新的材料、新的形式体现出来：既坚固又持久的石头书（教堂），要给纸质书让路。[\[32\]](#)

这种担心在现代读者看来毫无必要。但是，在尚无文字的时代，那些有权力的机构都会将他们所代表的权威直接刻在石头上。从金字塔到罗马圣彼得大教堂或者凡尔赛宫，这些建筑所展现出来的壮丽、规模、财富和美，都象征着这些机构拥有上帝赐予的权力和自信。

人类的艺术品有悠久的历史，可追溯至10万年前，[\[33\]](#)展现了文化演变的所有印记。[\[34\]](#)绘画表现出迥然不同的风格，但是准确表现所见之物的绘画理念很早就形成了。比如雷内·马格利特的作品《形象的叛逆》，画中的烟斗看起来仿佛是烟草广告上的模型。令许多瞻仰者不解的是马格利特在烟斗的下方写下了“*Ceci n'est pas une pipe*”（意为“这不是一根烟斗”）这句话。第一眼看到这句话时，我们会觉得这肯定是错的，因为在那一刻我们忘了这是一根烟斗的影像，所以它当然不是一支真的烟斗。曾经有人请马格利特解释这幅画，他简洁明了地回答道，这肯定不是烟斗啊，不信的话你往里面装点烟草试试。有些人会觉得马格利特的观点有些老套，但是我们还是很幸运的，因为在现在这个时代，我们可以沉浸于伟大的美术作品中，这些作品能够完美地捕捉并以惊人的准确度还原出所画事物的特点。在现代超写实主义艺术运动中，迭戈·法齐奥、杰森·德·格拉夫或摩根·戴维森等画家用丙烯、铅笔、蜡笔创作的作品都与原物极其接近，有时会被误以为是照片。他们的作品可以被列入上述那种经久不衰的绘画传统，即精准细致地表现所见之景和物。这种运动在很多时期都非常盛行，也就是大家熟知的写实主义、自然主义或（适当进行模仿的）拟态模仿。这些超写实主义的作品可以让观众在欣赏作品时，不用在头脑中准确模拟这幅画上的东西，就能知道画的到底是什么。然而艺术家为了能成功地创作出超写实作品，必须要迎接挑战，进行准确的模仿。

艺术领域的这种对应问题，在舞蹈中体现得最为清晰。舞蹈也需要之前提到的认知能力，即将感官信息的输入和输出统一起来的能力。2014年，在剑桥一家酒吧，我和妮基·克莱顿以及克莱夫·威尔

金斯进行了一次脑洞大开的谈话，当时我们刚开始一起研究舞蹈的演变。妮基是剑桥大学的心理学教授，也是动物认知方面的专家，还是一名热情的舞蹈爱好者。作为一家领先的现代舞团体——兰伯特舞蹈公司的科学总监，她将自己对舞蹈的热情融入研究中。[\[35\]](#) 克莱夫也同样令人钦佩，他是一名成功的画家、作家、魔术师，同时也对舞蹈非常狂热。我们很快提出了一个假设：舞蹈表演要用到模仿行为所用到的神经回路，只有这样才能做出舞蹈动作。[\[36\]](#)

舞蹈需要舞者配合音乐或跟着节奏做动作，有时甚至需要结合自己身体的内在律动，如心跳。要做到这些就需要舞者将输入的听觉信息转换成对应的动作输出。同样，合格的双人舞或群舞需要每个人在表演时能够协调各自的动作，互相配合、转换位置，或者互为衬托，这一过程也需要将输入的视觉信息与输出的动作进行对应。人类能够胜任这些挑战。舞蹈虽然或多或少都是一种轻松和优雅的活动，但也考验着我们的神经系统，它是我们人类特有的，是在不断优化模仿行为的过程中进行自然选择的产物。上述这些判断在独舞时也同样适用。

当代的一些理论认为虽然人类的模仿潜能是与生俱来的，但只有一个人有了一定的生活经验之后才能实现这种能力。[\[37\]](#) 人们在小时候，比如在婴儿时期，有人会一边晃动婴儿，一边给婴儿唱歌，这些经历可以让孩子建立神经方面的联系，把声音、动作、节奏联系起来，在之后的人生中，像演奏乐器这样的各种经历可以强化已建立的神经网络。弹钢琴可以让你成为更好的舞者，这种建议可能听起来有点奇怪，但是有道理，它是人们从神经心理学的有关数据得出的结论。

孩子们总是会强烈地想要模仿父母或者哥哥姐姐的动作，这一做法最初可能来源于其社会功能，比如加强社会联系。但是，儿童时期的模仿也能够训练大脑中的镜像神经元，可以让孩子在之后能够更好

地将不同形式的感觉统一起来。^[38]理论研究表明，和别人同步动作的经历可以帮助建立一种联系，连接自己的感觉和做同样动作的其他人的感觉。^[39]不管是因为之前的自然选择用独特的方式调整人类大脑，使其适应模仿，还是因为人类不断改变环境提升了模仿的准确性，或者两个原因都有，总之与其他动物相比，人类是与众不同的模仿者，这是毫无疑问的。最近一项通过大脑扫描来分析跳舞的神经基础的报告显示，脚步跟随音乐移动时，大脑中与之前的模仿行为有关的区域会兴奋，这可能不是巧合。^[40]生来会跳舞，需要有大脑帮助解决上述对应问题作为基础。

比较研究的证据也明确支持这一假设。蛇、蜜蜂、鸟、熊、大象、黑猩猩等许多动物也具备舞者的特征，其中黑猩猩能在雷雨天表演“雨舞”，它会有节奏地摇摆。然而，是否可以说这些动物真的会跳舞尚有争议，^[41]其中的原因至少有一部分是舞蹈的定义。与之相反，关于动物是否能跟随音乐或节奏移动身体这个更加具体的问题，人们已经进行了广泛的研究并且得出了非常明确、肯定的结论。令人震惊的是，事实上能够通过测试的都是非常精通模仿的动物，它们经常进行声音和动作的模仿。

能够跟随音乐节拍有节奏地做动作，比如点头、轻轻地跺脚，这是人类共有的特点，^[42]但是在其他物种身上却很少看到。^[43]对这个问题的解释，最为人熟知的便是“发声学习和节奏同步”假说，^[44]它与我们现在所提出的观点非常相符。^[45]该假说认为跟随节奏移动（即“协同”）依赖于进行复杂发声学习的神经回路，要拥有这种能力需要大脑中的听觉和运动神经回路紧密联系起来。^[46]该假说预测只有像人类、鹦鹉和其他鸣禽、鲸类动物、鳍足类动物等能够进行声音模仿的动物才能跟随音乐有节奏地移动，除人类之外的其他灵长类动物和不学习发声的鸟类不能做出与音乐同步的动作。

网络上关于鸟类尤其是鹦鹉跟随音乐移动的视频非常多，这和上述假说是一致的，但少有其他动物随音乐移动的引人注目的视频出现。有些“会跳舞的”鸟已经俨然是明星，最著名的是一只名叫雪球的黄冠葵花鹦鹉。[\[47\]](#)有关它的表演视频在YouTube上“如病毒般”传播。视频中雪球跟随皇后乐队的歌曲《又干掉一个》或后街男孩的歌曲踢脚、摇头，节奏非常准确（见图12）。[\[48\]](#)考虑到这些在拍摄者自己家中录制的视频可能造假，而且鹦鹉能够模仿人的动作，[\[49\]](#)所以仅依靠这个视频并不能说明雪球自己真的是在跟随音乐移动。因此，由来自圣迭戈神经科学研究所的阿尼·帕特尔带领的研究团队将雪球带进实验室，进行仔细的研究。[\[50\]](#)他们选取不同的音乐片段并且控制音乐的节拍，最终得出的结论是雪球能够自发地调整自己的动作之间的时间间隔，以匹配不同的音乐节奏。

到目前为止，已有证据表明包括几种鹦鹉在内的至少9种鸟类，以及亚洲象，能够跟随音乐自发地产生运动协同，以上动物都能够模仿声音，[\[51\]](#)并且当中有一些动物还能够模仿动作。[\[52\]](#)这种协同也体现在黑猩猩身上，[\[53\]](#)它是著名的动作模仿家。[\[54\]](#)有关这种连接的唯一例外就是加州海狮，[\[55\]](#)据人们所知，这种动物并没有表现出声音学习的能力。但是它的包括几种海豹和海象的近源属种[\[56\]](#)能够学习发声，这个事实表明有可能海狮的这种能力或与之相关的能力前兆是存在的，但还没有被证明。人们还没有对琴鸟进行此类协同实验，但众所周知的是，雄性琴鸟能模仿几乎任何声音，包括狗吠声、链锯锯东西时的声音、汽车鸣笛的声音等。它们能通过尾巴、翅膀和腿的移动，配合它们所发出的各种声音，编排出它们专属的独特“舞蹈”。[\[57\]](#)在跳舞的过程中，比如社交舞、群舞，除了要注意与音乐的配合外，还要考虑很多东西。在跳舞时，每个人的动作必须与其他人的动作保持协调，这看起来需要用到的是运动神经回路而不是模仿声音的神经回路。[\[58\]](#)然而，最近一项关于鸟类大脑的分析表明通过

对已存在的运动神经的开发，发声学习也得到了进化，[\[59\]](#)这意味着对声音和动作的模仿依靠的是相似的神经回路。这些动物数据为模仿能力和舞蹈能力之间的因果关系提供了强有力的支撑。究竟模仿对于协同能力的形成来说是不可或缺的，还是模仿只是通过再次强化有关的神经回路促进了协同能力的形成，还有待确定。



图12 雪球是一只头戴黄冠的葵花凤头鹦鹉，有关它的舞蹈表演视频在YouTube上得到了上百万人的追捧。经过严谨的实验，证实雪球能调整自己的动作适应音乐的节奏（经伊蕾娜·舒尔茨授权使用）

舞蹈通常都是在讲故事。舞蹈的这种具象性特点使其与模仿之间又有了另一种联系。例如在古埃及的“天文舞蹈”中，伴随着竖琴和笛子的声音，祭司们模拟有关神的故事中的一些重大事件或者昼夜轮回的宇宙规律。^[60]澳大利亚的原住民通过舞蹈展现与自然界和看不见的世界息息相关的精神和观念。^[61]女人们还会跳模仿动物的舞，人们认为这种舞就像春药或者生育治疗一样，可以让心爱之人回心转意或有助于怀孕，而男性所跳的舞都与捕鱼、狩猎、搏斗有关。非洲、亚洲、大洋洲和欧洲都有悠久的面具舞蹈的文化传统，表演者认为面具代表着舞者扮演的角色，舞者通常都身着华服，演绎与宗教有关的故事。^[62]美洲原住民以战舞著称，这种舞由于太过威武，极具号召力，因此曾被美国政府禁止，直到1934年相关法律才得以废除。^[63]美洲原住民还有许多模仿动物的舞蹈，比如水牛舞，意在引诱水牛群接近村庄；还有鹰舞，意在対这种令人崇敬的鸟儿表示敬意。^[64]这些传统一直延续到今天。例如在2009年，为纪念达尔文200周年诞辰，兰伯特舞蹈公司和妮基·克莱顿合作推出舞蹈《变的喜剧》，在舞台上用舞姿栩栩如生地模拟动物的行为（见图13）。上述所有例子中的舞蹈创作和表演都要求舞者能够模仿特定的人、动物或事件的动作和声音。这种模仿赋予了人类社会中的舞蹈极大的意义，以及一种联系或共同体验。这种舞蹈再次引入了对应问题，因为舞者、编舞者和观众都必须将舞者的动作与所表现的目标现象联系起来。



图13 来自兰伯特舞蹈公司的舞者在表演《变的喜剧》。一些证据表明舞蹈能力与模仿能力有关（经雨果·格伦迪宁授权使用）

然而，任何参加或观看过舞蹈课程的人都可以看出舞蹈与模仿之间显而易见的联系，即舞者通常以模仿的方式学习舞蹈动作的顺序。不论是芭蕾舞的婴幼儿学习班还是专业舞蹈公司，舞蹈学习一贯都是先由教练或编舞师分解步骤做示范，随后学习者才开始模仿。几乎全世界的舞蹈排练室内都有覆盖整面墙壁的大镜子。这并不是巧合，这面镜子可以让学习者一边观看教练或编舞师动作，一边观察自己的动作。这不仅能使学习者看到示范动作与他们自己的动作之间的相同或不同之处，还可以将肌肉和关节的反应与这些动作带来的视觉反馈相联系，从而纠正动作，提高学习的速度。[\[65\]](#)

新成员要加入专业舞蹈公司，需要通过富有挑战性的选拔，考核的内容之一是评估其是否有能力快速而准确地学会新的舞蹈动作，这是舞者必不可少的能力。跳舞不仅仅需要身体控制、优雅的气质和力量，而且对智力也有要求。[\[66\]](#)判断舞者是否合格的一个关键因素，从本质上可以归结于其在模仿上的表现。一位兰伯特舞蹈公司的专业

舞蹈家曾经跟我和妮基说，她最近开始帆船运动，并快速掌握了所有技巧，这令她的教练十分吃惊。因为这位教练不了解：舞者以模仿为生。

模仿不是学习舞蹈所必需的唯一认知能力。顺序学习也很重要，特别是在编舞舞蹈中。因为跳这些舞蹈，通常需要学习一长串复杂的动作。即使是即兴舞蹈，如阿根廷探戈，也需要示范者编排一系列的动作，为示范者和学习者之间的巧妙交流奠定基础。正如我们所了解的，如果不通过社会学习，很难学会长串的动作，而且社会学习会极大增加个人习得正确动作顺序的概率。[\[67\]](#)我们的祖先极可能是能力很强的顺序学习者，因为他们的许多工具制造、工具使用技能以及食品加工技能都要求他们按照正确的顺序精确执行每一个操作步骤。而顺序学习能力很明显又会应用到舞蹈学习中，这一事实进一步证明了模仿和舞蹈之间的紧密联系。

现在让我们来谈谈舞蹈的历史，并考虑这种特殊的艺术形式在严谨的意义上是否可以说经过了进化。原则上，任何具有变异性、适应性差异和继承性的系统都有望经选择过程而随着时间改变。[\[68\]](#)这些必要条件在物种通过自然选择进化的生物进化中得到了公认，但也发生在许多其他生命领域。例如，在脊椎动物的免疫系统中，首先会为了对抗疾病而产生不同的抗体，然后确定出哪些抵抗病原体最为有效，最后再大批繁殖这些有效的分子对抗疾病，因此，通过变异、适应性差异和遗传便形成了终身“适应”的免疫系统。[\[69\]](#)中枢神经系统、血管系统和肌肉系统都以类似的方式运行，分别抛出神经轴突、血管或肌肉细胞，然后加强其有用的联系，同时让用处较小的联系自行消失。[\[70\]](#)达尔文自己也指出，文化的一个方面——语言，也发生了进化，这已经被广泛的研究证实。[\[71\]](#)舞蹈也是一样吗？

据说，在中非班图社群内，当一个部族的人与另一部族的人相遇时，会问：“你跳什么舞？”^[72]随着时间的推移，每个社区都按照舞蹈仪式来塑造每个人的身份，因为舞蹈标记了个人生命中的重要事件，包括出生、成年、婚姻和死亡，以及宗教节日和季节中的关键点（例如农作物的循环）。^[73]从非洲部落到西班牙吉卜赛人，再到苏格兰部落，许多社区的社会结构都从舞团活动中获得凝聚力。历史上，舞蹈一直是一种对社区生活有较强的约束力，并表达出群体社会认同的手段，同时舞蹈还能展现出个人归属感。因此，在世界的许多地区，有多少个社区就有多少种不同的舞蹈，每个社区都有自己的特色。

舞蹈当然会表现出差异性，这很大程度上是因为舞蹈是人们文化身份的重要组成部分。举例来说，记录所有欧洲各地的民间舞蹈是一项十分艰巨的任务，学者和业余爱好者已经花费了几十年的时间。^[74]许多记录卷详述了上千种不同的舞蹈或舞蹈变种。如今，许多已失传，但还有一些仍然流行。数目巨大的记录卷中有一部分描述了欧洲剑舞，它出现在15个不同的国家的舞蹈列表中。^[75]今天的演出活动中，剑舞中挥舞的剑完全是象征性的。例如，我居住的地方——苏格兰，舞者把两把剑交叉放在地上，分出4个区域，身穿百褶裙的舞者在之间轻盈跳动。然而，这种舞蹈的起源可追溯到古希腊，由丹麦人和维京人在入侵时带到英国，他们在激烈的剑术战斗之前都会先跳一段剑舞。^[76]在亚洲，从印度卡塔卡利舞者到日本歌舞伎表演，有数百种不同的蒙面舞蹈，也展现出了类似的多样性。^[77]另一个例子，是西班牙的民间舞蹈，其中最有名的是吉卜赛人的弗拉门戈舞，但也有西班牙北部的霍塔舞、中部地区的塞吉迪亚舞、东部的萨尔达纳舞和安达卢西亚的方丹戈舞，以及南部的踢踏舞。舞蹈多样性在不同范围都有明显的表现，关系紧密的社区通常会形成类似的舞蹈，但世界其他不同的地区间舞蹈类型的差异就较大。举例来说，在许多西方舞蹈中，例如芭蕾，舞者力求表现出动作的轻盈，有时几乎要飞起来，

芭蕾舞通过跳跃、舒展身体和女演员的脚尖动作来消除重力。相比之下，起源于东方的舞蹈经常强调重力的重要性，需要用脚重踏地面，而且要求脚经常接触地面。^[78]

舞蹈中的创新往往源于不同社区的独特文化成分的重组。^[79]摩尔人侵入西班牙南部时，他们便将弯曲身体以及手和手指的动作带到了当地舞蹈中。同样，当俄罗斯人在芭蕾舞领域占统治地位时，为与高加索民间舞蹈传统保持一致，他们引入了高空跳跃和其他类似男性竞技运动的特技动作，高加索传统舞蹈就包含许多跨越式的动作，注重表现年轻男子的阳刚气概。通常看来，从其他社区中提取舞蹈元素是人们有意而为之，例如文艺复兴时期舞蹈模仿了罗马舞蹈表演的壮观场面，再如玛莎·葛兰姆著名的舞蹈《原始的神秘》引用了美国原住民的主题。^[80]有时，变革已经被刻意制度化了，正如芭蕾舞中5个位置的形成，或者又如20世纪初皇家舞蹈教师协会主导下的交际舞规范化。除此之外，印象派画家以同样的方式开始创作模糊画作，来反抗主导19世纪欧洲艺术的现实主义。同时期，德彪西和斯特拉文斯基也摆脱了古典音乐的主导音调传统；像伊莎多拉·邓肯和玛莎·葛兰姆这样的现代舞蹈先驱也创作出作品，与芭蕾舞中典型的舞蹈风格形成鲜明对比。虽然模仿对舞蹈来说很重要，但许多舞蹈创新的灵感恰恰是反对“纯粹模仿”的结果。

此类创新的快速传播说明了适应性的文化进化所需的第二个条件，即适应性差异，在这种情况下，适应性差异就意味着不同的摄取速率。很少有舞蹈创新比华尔兹更有影响力。在18世纪末，巴黎的数百个舞厅都掀起了华尔兹狂潮。“华尔兹”一词的意思是转动，该舞蹈起源于以前的旋转舞蹈，例如在德国穷人中非常流行的舞蹈——兰德舞。维也纳华尔兹和德国的慢华尔兹经精心修饰和改造，便风靡了欧洲，轻易地就得到了热衷跳舞的中产阶级的喜爱，他们已经厌烦了沉闷的贵族舞。这种舞蹈令人陶醉的旋转，以及男女之间危险的亲密接触是其主要的吸引力。现今，几乎听不到“华尔兹是下流的舞蹈”

的说法，但在当时，它确实引起了很大的争议，而许多身份显赫的人都反对这种“庸俗的新热潮”。尽管有这种说法，华尔兹势不可当，一方面因为它的音乐吸引力，另一方面，它在情绪上感染了恋爱中的年轻人。舞蹈的巅峰出现在19世纪下半叶，小约翰·施特劳斯就在那个时期创作了许多经典舞蹈，如《蓝色多瑙河》。但华尔兹的魅力从未完全消失，今天它仍然是舞厅的主旋律。

相对于18世纪晚期的其他舞蹈而言，华尔兹可以说具有很高的文化适应性。实际上，这就意味着它有更加异乎寻常的吸引力，从而快速地被大众接受。当然，华尔兹并不是受大众喜爱的唯一舞蹈。不久之后，波兰人的玛祖卡舞便征服了舞厅，接着人们又狂热地喜欢波尔卡舞。19世纪40年代，波尔卡舞像野火一样从其发源地——捷克斯洛伐克共和国蔓延到巴黎和伦敦。19世纪，涌入的移民将欧洲社会舞蹈带到了美国，华尔兹、波尔卡和许多其他舞蹈很快便为人们所接受。几十年后，美国的谷仓舞和两步舞席卷欧洲，可以说是给欧洲的还礼了，从那时起，美国的舞蹈出口就一直在继续。在20世纪，查尔斯顿舞、吉鲁巴舞、摇滚舞、迪斯科舞和霹雳舞都穿过大西洋，传播到欧洲并力压先前的舞蹈。

舞蹈也有明显的继承性，在个体之间传播，也在各代人之间流传，而且往往具有显著的稳定性。例如，圆圈舞的历史起源，可以十分确切地追溯到几千年之前。[\[81\]](#)《出埃及记》这本书讲述了大卫和以色列人如何围绕着金牛犊跳舞。学者将这种特别的圆圈舞蹈映射到了古埃及对神牛的崇拜上，并且可以追溯到中世纪欧洲各地的宗教环舞。围绕一个代表神力的中心物体（如献祭之石、祭坛、树木或火）转圈，从12世纪起到现在一直是整个欧洲无数民间舞蹈中反复出现的主题。这些圆圈通常代表生命、季节交替或日常规律的周期。反过来，从这些圆圈舞中又衍生出了卡罗尔舞和众多的五月柱舞。至今在欧洲各地仍然有卡罗尔舞演出，而五月柱舞从南至北在欧洲各地传播，甚至经西班牙征服而蔓延到了墨西哥。在五月柱舞蹈中，柱的图

腾特点将上述神的符号与多果又富有保护性的树的符号结合起来，其中舞蹈中的丝带代表树枝，将舞者与繁衍的源头连接起来。

古希腊人认为，最古老的舞蹈与宙斯的诞生有关：舞者假扮神话中的救援人员，拯救了还是婴儿的宙斯，使他免遭被他的父亲克罗诺斯吃掉的厄运。^[82]事实上，人们已经发现这场舞蹈的起源与一个更古老的繁衍仪式有关：舞者跳跃着大喊，并挥动武器，来祈求农作物丰收或驱赶邪灵。这种活动在整个中世纪重复出现，并且在16—18世纪的欧洲的许多基督教舞蹈中也遵循这样的传统。现今，某些非洲部族舞蹈中仍存在这样的传统。^[83]

英国美妙的莫里斯舞的舞者那响亮的腿铃、高跳以及撞击的棍棒也被认为起源于一种古老的繁衍仪式，但是它在十字军东征之后有了全新的面貌。^[84]撞击和跳跃是宗教仪式中永恒的方式，以祈求神的干预来获得丰收，而舞者跳跃的高度则被认为是庄稼长到的高度，清脆的铃声用来驱除邪灵。不过，“莫里斯”一词是“摩尔人”的变体，棍棒的碰撞代表了基督教军队试图击败穆斯林，并使圣地脱离他们的统治。莫里斯舞至今仍然在英格兰演出，虽然很少有观众懂得欣赏其象征主义。

纵观整个历史历程，还有一些“狂热”的传统多次反复出现。^[85]疯狂又令人陶醉的狄俄尼索斯舞始于古希腊，村民们在葡萄收获后喝酒狂欢，以此来纪念酒神狄俄尼索斯。他们兴奋地跺脚的场景，是希腊花瓶上最多的图案，这些醉酒的舞女在欧里庇得斯的悲剧《酒神的伴侣》中得到永生，她们因过于疯狂而招致谋杀。之后，数不胜数的社群也见证了类似的十分狂热的舞蹈传统，舞者兴奋的心情因鼓动的节奏和流动的酒精而更加兴奋。这些发生在时间上和空间上都相距甚远的地区〔古罗马、美洲印第安人、西印度群岛（巫术舞）、土耳其（旋转的托钵僧）〕的舞蹈中，一直持续到20世纪90年代席卷西欧和北美的高科技舞曲和酸性浩室迷幻音乐。

一旦我们认识到舞蹈具有变化性、适应性差异和继承性的特点，我们就可以开始了解最丰富、最具挑战性的舞蹈形式是如何进化的了。在近东和中东地区最早的农业社会，苏美尔、亚述、巴比伦、埃及，以及地中海文化中，人们内心中深处都有舞蹈。每一个例子中，社会信仰都体现在舞蹈仪式和戏剧仪式中，其中一部分作为庆祝，一部分作为崇拜，另一部分是为了确保丰收。在古希腊和古罗马，舞蹈是拜神和社会生活的重要基础，被认为是教育年轻人的必要组成部分。在《奥德赛》中，荷马描述了饭后佩内洛普的追求者如何“改变自己的想法……认为没有音乐和舞蹈的宴会是不完整的”。^[86]在一些神圣的活动中，例如公元前8世纪的奥林匹亚运动会，就由圣殿童女的舞蹈拉开帷幕。在东方，巴拉蒂的著作《戏剧艺术论典》是印度最早教授舞蹈的作品，创作于公元前2—公元3世纪，被看作一本神圣书籍。早有记录，非洲部落、美洲原住民和澳大利亚原住民的许多社区，都以舞蹈来标记个人生活中的或每年循环发生的重要事件。

舞蹈最早是部落共同身份的象征，精心地设计于宗教仪式中。然而，在许多较大的层级社会中，至少从古埃及开始，舞蹈演变出了更为专业化的表现形式，其中祭司或专业舞者成为直接与神交流的代表。从那时起，人们开始注重舞蹈对观众的影响，从激发人们的宗教奉献精神，到确保传奇和历史会留存下来。在初期阶段，舞蹈的重要性也使其创造出了另一个职业——舞蹈教练，主要工作就是确保学生受到适当的教育。一旦舞者成为专业人士，舞蹈也同时进入专业的表演领域；他们的舞蹈开始寻求与观众的沟通，但又不让他们直接参与。渐渐地，在这一领域，对卓越表现的渴望，使得舞者艰苦训练，并发展特殊的身体技能，以到达美丽和运动能力兼备的目标。

舞蹈可能从一开始就沉浸在宗教象征之中，但它长期与掌权者保持着错综复杂的关系。自始至终，宗教领袖一直努力控制和规范舞蹈，并试图将它限制成一种表达虔诚教义或信仰的方式，或是一种驱逐恶魔的象征。然而，跳舞似乎总是能够激起人的兴奋感，特别是当

节奏加强，并服用了令人沉迷的药物后，会使一些舞者沉醉其中，忘乎所以。早在554年，法兰克国王希尔德贝尔特被迫下令禁止跳舞，因为舞蹈容易使人堕落。今后的1500年内，基督教会反复尝试着控制舞蹈，欲使其从所有放荡倾向中摆脱出来。这些努力塑造了进化的媒介，以可接受的舞步或两性之间恰当的接触形式，自上而下地给舞蹈加上的结构和形式。纵观舞蹈的历史，从教会的约束到17世纪的芭蕾舞站位的规定，再到近期舞蹈手册的出现，受权威机构的控制而变化已经成为舞蹈的一个特点。

舞蹈经常给人带来放松、激励、愉悦和兴奋的感觉。让我们作为旁观者，一起反思一下为什么舞蹈如此令人愉快。舞蹈会引发积极情绪，部分原因可能是伴随着运动会释放出内啡肽，以及诸如后叶催产素之类的激素，这类物质会使人变得兴奋，并发生社交行为。^[87]而另一原因是与有魅力的舞伴跳舞而产生的求爱的兴奋感，而对观看者来说，观看轻盈、健壮并有吸引力的年轻身体的舞动，那种优雅和美满足了窥视欲。然而，在许多文化中，相同性别的人一起跳舞，并且会愉快地与对他们没有性吸引力的舞伴分享经验。此外，当生理需求不足以释放出内啡肽时，人们还是十分享受跳舞的过程。社交舞蹈（与伴侣或团体跳舞）是特别有趣的一种舞蹈，尤其在舞蹈的协调和同步方面，如同在参加歌舞会或大河之舞。这种舞蹈似乎往往会给人一种集体感，或者至少可以共享欢乐，并且能引发观众的愉悦感。^[88]舞蹈的一些特性能使人与人之间更亲密，这是很普遍的，因为舞者和舞伴的注意力和目标是一致的，^[89]其他特点可能是舞蹈自身的特性，例如可以将音乐的韵律具体化，这有助于使动作同步。^[90]事实上，长期以来，这种同步活动一直与社会的联结相关。^[91]

这样看来，前一章所述的模仿和合作之间的有趣关系，在这里可能也是相关的。我们可以看到，即使在被模仿的人不知道自己被模仿了，而且模仿者也无意这样做的情况下，模仿也会增强社交互动并引

发积极情绪。回想看来，模仿与合作之间的关系是双向的；被模仿之后，人会更有合作意识，而拥有合作意识使一个人更有可能去模仿他人。[\[92\]](#)这些双向的因果关系可能起到维持社会团体成员之间进行合作、集体行动和信息共享的作用。[\[93\]](#)如果自然选择倾向于对同步行为实行积极奖励来促进合作，那么以同步的方式跳舞就能营造出温馨的感觉。[\[94\]](#)在我们的大脑中，同一个模仿神经网络连接着声音和节奏，使我们可以伴随着音乐跳舞，这也几乎解释了我们随着音乐拍手和打拍子的行为，也解释了音乐体验带来的乐趣。

化石记录可以帮助生物学家和古生物学家重建生物物种的历史，[\[95\]](#)并使他们理解历史遗产和局部适应性的结合的多样性模式。相同道理，历史记录使舞蹈学者记录了各个舞蹈历程，以理解舞蹈在形式上的变化，并了解一些复杂的舞蹈形式的结构和复杂性随时间而产生的变化。例如，大多数交际舞均起源于早期的民间舞蹈，这些舞蹈经舞蹈大师修改和编排，随后成为舞厅的流行舞蹈，并传播到其他国家。拉丁舞就有类似的历史，只是更有异国情调。探戈的起源可以追溯到古巴的奴隶舞蹈，先是从那里传播到了普拉特河，并在20世纪初成了阿根廷的经典舞蹈。桑巴被称为巴西之舞，最初由非洲奴隶带到那里，并成了狂欢节期间里约热内卢街头十分常见的民族舞蹈。随后，桑巴被引进电影和电视中，传播到世界各地，并经舞蹈大师编排成为舞厅新宠。斗牛舞起源于西班牙，其舞步模仿斗牛，经改良而进入了法国南部的舞厅。萨尔萨舞在今天很受欢迎，源于古巴曼波舞，与恰恰舞属同一舞系。[\[96\]](#)

人们对芭蕾舞的历史也进行了深入的研究。芭蕾舞经历了一个逐渐演变的过程：15世纪出现在意大利，17世纪在法国成为正式且专业的舞蹈，19世纪和20世纪在俄罗斯被改良。芭蕾舞起源于文艺复兴时期的意大利宫廷，在有重要事件时贵族们便会应邀赴宴，特别是在婚礼庆典上，舞蹈和音乐可以营造出美好景象。[\[97\]](#)在这一时期，现代

芭蕾舞出现了一些至关重要的创新，包括舞蹈节奏的创作、动作的编排、专业舞蹈大师和编舞家的出现，以及舞者借助服装和道具扮演寓言或神话故事中的角色。[\[98\]](#)舞蹈大师将舞蹈动作教授给贵族们，以便他们参与演出。

凯瑟琳·德·美第奇是16世纪的一位意大利贵妇、法国国王亨利二世的妻子。身为艺术事业的热心赞助人，她开始在法国宣传和推广芭蕾舞。她精心设计了许多涉及舞蹈、服装、歌曲和音乐项目的节目。因为这些节目都在法国宫廷演出，所以人们将其称为宫廷芭蕾。根据记录，1583—1610年，有800多场芭蕾舞剧在法国演出。[\[99\]](#)后来，在狂热的舞者、国王路易十四的帮助下，芭蕾舞得到推广和规范。他成立了皇家舞蹈学院和皇家音乐学院，使芭蕾舞向专业化的道路迈出了第一步。在17世纪80年代，法国歌剧开始将芭蕾舞融入其表演，开创了芭蕾歌剧的传统。男性扮演主要角色，女性作为戏剧舞蹈演员参与演出，但只能扮演配角。因为女性服装使她们无法完成敏捷灵活的动作。[\[100\]](#)

到18世纪中叶，芭蕾舞开始以独立的艺术形式出现。它融入富有表现力的戏剧动作，借此可以讲述生动的故事。早期的古典芭蕾，如《吉赛尔》和《仙女》形成于19世纪上半叶的浪漫主义运动时期，以充满精灵和童话故事的超自然世界为主题。舞蹈演员玛丽·塔利奥妮将优雅、端庄、柔美融入芭蕾舞女演员的典型形象之中，这一形象也与浪漫主义时期女性被动、脆弱的形象相符。塔利奥妮使用足尖技术（即用脚尖跳舞），后来这逐渐成为芭蕾舞演员的标准动作。与此同时，她引入了芭蕾短裙，当时还是过膝长裙，以此展示芭蕾舞演员复杂精妙的步法。渐渐地，芭蕾舞女演员成为舞台上的中心人物，而男舞者则被边缘化了。[\[101\]](#)

19世纪，芭蕾舞在法国逐渐衰落，却开始在俄罗斯盛行起来，受到人们的热烈追捧。俄罗斯编舞家和作曲家促使芭蕾舞达到一个新高

度，他们创作了一些深受人们欢迎的经典芭蕾舞剧，包括《胡桃夹子》《睡美人》和《天鹅湖》。俄国人将他们独特的杂技也融进芭蕾舞中，使其融合了复杂的舞步、跳跃和旋转动作。这一些动作为那些像瓦茨拉夫·尼金斯基和鲁道夫·纽瑞耶夫一样有天赋、体格健壮的男芭蕾舞演员重回舞台创造了条件。这时舞者采用一种更短、更紧身的古典芭蕾舞裙，给舞者更大的活动空间。为了符合苏联的意识形态，一些故事情节也做出了相应的调整。后来，芭蕾舞在世界上许多国家盛行开来、蓬勃发展。各种古典芭蕾、传统故事和不断创新的芭蕾舞相互交织、共同发展。

人们对现代舞史也进行了认真研究。伊莎多拉·邓肯被誉为“现代舞之母”，她才华横溢，但她的命运令人不胜唏嘘。邓肯1878年出生于旧金山，在巴黎取得了辉煌的成就，成为舞蹈先驱，后来又受俄国革命启发，去了莫斯科。邓肯很反对传统舞蹈，她认为穿宽松裙袍，完全自由的舞蹈动作能更好地表达出她无限的激情。她被古希腊自由和学术的理想所吸引，并为古典音乐配舞，包括贝多芬、瓦格纳和勃拉姆斯的音乐。最初邓肯的舞蹈轻盈欢快，但1913年以后，她的两个孩子不幸溺水身亡，她的创作也转向了黑暗的题材。邓肯一生短暂，且受到酗酒和失败婚姻的困扰，最终，她以悲剧的方式过早地结束了生命：在她年仅49岁时，她的围巾被卷入她所乘汽车的轮子，从而勒断了她的脖子。然而，邓肯为后人留下了革命性的舞蹈，她身上拥有可以激励和鼓舞人心的巨大力量，并拥有一大批追随者。

这一时期的另一位美国舞蹈先驱是露丝·圣·丹尼斯，她同样认为舞蹈应摆脱芭蕾舞的限制，并从亚洲舞蹈中获得灵感。1914年，她与舞蹈家泰德·萧恩结婚，两人共同成立了丹尼-萧恩舞团，结合了芭蕾、欧洲和东方舞蹈形式，十分具有影响力。丹尼-萧恩舞团最著名的学生是玛莎·葛兰姆，她反对东方主义，开创了一种新的表现主义风格，即属于20世纪美国的当代舞蹈。她还独创了葛兰姆式舞蹈技法，降低的后背和骨盆是所有动作的源头，想完成进行空中的动作，

关键是舞者的体重要以一种微妙的方式失去平衡。^[102]葛兰姆有效地设计和编纂了现代舞蹈的语言，为后人使用，并一直延续到现在。她对美国现代舞的发展起到了至关重要的作用。事实上，对100家著名的当代舞蹈公司的调查显示，具有启蒙影响的开创性剧团当中，玛莎·葛兰姆的影响力最突出。^[103]

迄今为止，我一直专注于舞蹈，仿佛它是一个孤立又狭隘的文化范围，当然任何这样的想法都是一种误导。从一开始，舞蹈传统就与文化的很多其他方面，如音乐、时装、艺术、技术等进行创造性互动，从而得以极大丰富。舞蹈开始与音乐联系在一起，经常与宗教仪式上的乐器相伴。在传统的非洲、亚洲和美洲原住民舞蹈中，鼓带给人们重要的节奏，就像仪式的心跳。欧洲民俗舞者通常与各种各样的音乐家和歌手一起演出。例如，弗拉门戈舞需要吉他手、歌手以及专门负责拍手和跺脚的人等一整套人马来辅助演出。事实上，音乐和舞蹈总是携手并进，一方艺术形式的创新都会激发另一方的变化。至少从16世纪开始，公共舞蹈的需求创造出了一个舞蹈音乐产业，从当时出版的活页乐谱到几百年后的唱片，都见证了这一产业的产生和发展。华尔兹的流行成就了约翰·施特劳斯、肖邦和舒伯特等人的创作，他们谱写了一曲曲最浪漫动人的古典音乐，而这些音乐又反过来掀起了舞蹈的热潮。音乐和舞蹈之间的亲密关系从一步曲和拉格泰姆音乐，或者吉特巴曲和摇摆乐的共同进化中可以看出。但是在一些舞蹈形式中，这种关系表现得更为清晰，这些舞蹈形式与音乐形式的名字相同，如摇滚、迪斯科、嘻哈以及萨尔萨。事实上，二者之间的联系十分密切，一些音乐节奏，如律动和切分音，只有在舞蹈背景下才能被充分理解。^[104]古典音乐和舞蹈也紧密相连。柴可夫斯基、斯特拉文斯基和普罗科菲耶夫分别为古典芭蕾舞剧《天鹅湖》《彼得鲁什卡》和《罗密欧与朱丽叶》谱了曲。同样，近一个世纪以来，现代舞者先驱已经亲自为舞蹈表演创作舞曲了。

同样，服装和其他形式的装饰也有助于增强舞蹈的视觉效果、象征意味和戏剧力量。^[105]最开始表演者身着饰有画作、装饰、标记的舞服进行表演，甚至为了表演还会伤害自己的身体，还有的经常会穿戴华丽的服装和面具。^[106]几个世纪以来，舞者穿什么样的服装一直是社交舞蹈的一个重要方面。同时，服装和时装设计师一直以来也受到舞者服装的启发。^[107]当玛丽·塔利奥妮与同伴一起踮着脚尖学跳舞时，他们便开创了一个鞋尖加固的芭蕾舞鞋的市场。鞋尖加固技术的发展十分依赖鞋子的材质与舞蹈家的训练方法间的相互作用，并且这些元素是协同发展的。^[108]许多其他类型的鞋子现在都在大量制造，如芭蕾舞鞋和踢踏舞鞋。而且在包括摩斯·肯宁汉在内的现代编舞家的影响下，当代芭蕾舞者已经开始穿简单的紧身衣裤。

服装时尚也塑造了舞蹈。例如，18世纪晚期，新古典主义风格横扫时尚界，人们开始穿更轻便的衣服和平底鞋。这些就使得舞蹈动作的速度更快、幅度更大，从而间接地革新了舞蹈。^[109]这一关系是相互的，许多著名的舞蹈家，包括伊莎多拉·邓肯和玛戈特·芳婷，成为时尚偶像，对服装行业的影响很大，^[110]并且这种影响一直持续到现在。^[111]例如，克丽丝汀·迪奥就明确表示自己受到芭蕾舞者穿的芭蕾舞裙和芭蕾舞鞋的启发，而伊夫·圣罗兰则受到有东方民族特征的俄罗斯芭蕾舞团的影响。^[112]正如专业舞蹈公司委托作曲家作曲，公司与时装设计师也建立了联系。早在1924年，可可·香奈儿为俄罗斯芭蕾舞剧《蓝色列车》设计了服装；而在1965年，伊夫·圣罗兰为芭蕾舞剧《巴黎圣母院》演员设计了服装。近年来，几乎所有时装界人士，例如华伦天奴和薇薇安·韦斯特伍德，都在设计舞蹈服。^[113]舞蹈演出与社会礼义间的紧张关系引发了一些著名的时尚战。1885年，19世纪伟大的芭蕾舞演员弗吉尼亚·素绮因坚持身穿修短的芭蕾舞短裙表演而闹出丑闻；1910年，瓦斯拉夫·尼金斯基因拒绝遮盖紧身裤而被解雇！^[114]

艺术与舞蹈的关系由来已久。德加致力于为舞者绘画和雕塑；图卢兹·劳特累克被委任为红磨坊绘制海报；毕加索和马蒂斯都曾为各种芭蕾舞剧和舞蹈设计背景；玛莎·葛兰姆与日裔美籍雕塑家野口勇合作，创作的背景增强了舞蹈的视觉力量。^[115]舞蹈与戏剧、歌剧和喜剧的历史相互交织。电影对舞蹈的普及产生了重要作用，这种作用始于弗雷德·阿斯泰尔、金格尔·罗杰斯和吉恩·凯利，他们主演的经典作品《礼帽》和《雨中曲》，使踢踏舞进入舞厅，并迎来了踢踏舞时代。由舞蹈音乐剧精心改编的电影数量开始激增，出现了很多作品，如《俄克拉荷马》《红男绿女》和《西区故事》。而后的摇滚乐和迪斯科时代，出现了《昼夜摇滚》《周末夜狂热》和《油脂》等作品。

技术的演变对播放媒介的发展有一定作用，音乐录音和播放设备的规模化生产就是很好的说明，从20世纪早期的留声机和唱片开始，直到今天的iPod，这些先进的设备让拥有者可以在任何地方创作音乐或翩翩起舞。收音机、电影和电视的发明帮助了舞蹈和音乐的传播，并将地区或民族的舞蹈传播到世界各地。印刷术和平版印刷术促成了活页乐谱和舞蹈步骤的正式化和广泛传播，另外广泛传播的还有塔利奥妮和邓肯跳舞照片的印刷品，以及衣着单薄的舞者不雅照。紧接着就产生了各种各样的舞蹈产业。这些产业不仅包括专业舞蹈公司，还包括舞蹈指导、舞蹈编排、商业舞蹈制作、背景设计和服装制作的工作，舞厅、舞蹈房和夜总会行业，舞蹈书籍、舞蹈手册、舞蹈音乐的创作和销售行业，以及舞蹈运动和舞蹈疗法企业。舞蹈并不是在真空中发展的，而是不断受到其他领域的启发和促进。

关于舞蹈在近千年的演变历程，这里只能简要记述，虽然不足以作为历史分析，但我希望它能说明两点。第一，尽管舞蹈表现出了令人难以置信的形式变化，但是通过追溯每个谱系相互交织的历史，可以识别出各种促进舞蹈创新的内外部因素，以及舞蹈所适应的社会环境。这样的编年史有一定的欺骗性，而且一些历史细节已经丢失了或

还没有弄清楚，但是至少在一般情况下，这一巨大舞蹈库的出现过程并不神秘。别看多样性令人敬畏，但我们在理解如何产生如此多的舞蹈这一问题上也毫无困难。这很重要，因为至少在原则上，如果我们可以理解舞蹈多样性的过程，那么我们就应该不被食物、医疗、机动车或语言的多样性迷惑。每个文化领域都可以因其独特的细节而改变，但是如果我们以粗略的方式来思考变异、适应性差异和继承这三个先决条件，那么当我们解释任何一个领域的存在时，纯粹的多样性都不应构成障碍。

第二，我们也可以逐渐发现，随着时间的推移，各种思想相互交织，于是产生了高度复杂、连贯和精致的舞蹈形式。这些形式常会深深嵌入文化的其他方面，特别是音乐、技术、服装和表演。例如，我们不能简单地把芭蕾的演变描述为一个单一的芭蕾“基因”的传播，芭蕾的演变需要几个世纪艰苦卓绝的创新与积累，每次演变都会对其他正在发展的结构中的核心文化元素产生一系列影响。在许多方面，复杂且相互融合的文化形式的出现与复合生物适应性的演变类似——眼睛通常需要固定许多个体突变来表现其对变化的适应性。尽管表演需要令人羡慕的天赋，但是如果我们理解世间存在像《天鹅湖》这般充满魔力的舞蹈，那么对于卫星、金融市场或天主教的复杂性，我们也应该可以理解。

文化在两种层面上演变：文化现象因时而异，文化能力不断演化。进化生物学可以通过解释文化产生所需的心理、神经、生理等属性来阐明这些问题。就舞蹈而言，进化观点解释了为何人类能够跟着音乐的节奏跳舞；跳舞时，为什么我们能够使彼此动作保持一致、相互配合；我们是如何学会长而复杂的一连串舞步的；为什么我们可以精准地控制四肢；为什么看到他人跳舞时我们也想随之翩翩起舞；为什么无论是跳舞还是欣赏他人跳舞，我们都乐在其中。通过对这些知识的了解，我们可以更好地理解为什么舞蹈具有一些特殊属性，为什么舞蹈也在不断改变创新。舞蹈如此，雕塑、表演、音乐、计算机游

戏或其他任何文化领域的事物均是如此。生物学必然无法代替全面的历史分析，但是，通过对基础生物学的理解可以使我们的历史分析更加丰富和通俗易懂。

[1] Mesoudi et al. 2004, 2006; Mesoudi 2011.

[2] 这可能是因为艺术对创造力和原创性的要求比较高，也可能是因为进化对其他人文学科来说是一个不太好的词（有关历史方面的细节可以参考Laland and Brown 2011）。

[3] Morgan 1877; Spencer 1857, (1855) 1870; Tylor 1871.

[4] Darwin 1859.

[5] 关于苹果手机和Mac计算机上的苹果图标，有一个广为流传的故事，苹果的标志是为了向艾伦·图灵致敬。艾伦·图灵是“现代计算机之父”，他因食用被氰化物浸染的苹果自杀身亡。针对此事看法不一，这个故事更有可能是都市传奇，而非事实。

[6] Turing 1937; Minsky 1967, p. 104.

[7] Gould and Vrba 1982.

[8] Hoppitt and Laland 2013.

[9] Galef Jr. 1988.

[10] 严格来说，此处的“大部分的学习行为”应该理解为大部分“机械性的”（或“操作性的”）学习行为。

[11] Pullium and Dunford 1980.

[12] For a recent review, see Brass and Heyes 2005.

[13] Laland and Bateson 2001.

[14] Rizzolatti and Craighero 2004.

[15] Ibid.

[16] Striedter 2005.

[17] Iacoboni et al. 1999.

[18] 这种社会学习形式主要指“通过观察而进行的调整行为”。

[19] Bronowski 1973.

[20] Striedter 2005.

[21] Deacon 1997.

[22] Striedter 2005; Heffner and Masterton 1975, 1983.

[23]Barton 2012.

[24] 这些图画的复印件仍在出售，每张需付20美元 (<https://secure.donationpay.org/chimphaven/chimpart.php>)。

[25] 如要查看动物行为学家关于大象画画的评估，可点击 <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1151283/Can-jumbo-elephants-really-paint-Intrigued-stories-naturalist-Desmond-Morris-set-truth.html>。

[26]泰国的旅游营地对“会画画的大象”的吹嘘已招致动物权益保护者的批评，他们认为这些训练体制对动物来说可能是残忍的。旅游营地则回应称，这些大象不管是在精神上还是社交上都是健康的。

[27]关于大象和黑猩猩画画的短片在YouTube上很容易找到。

[28]Stoeger et al. 2012.

[29]Plotnik et al. 2006.

[30]支持这个观点的一项发现是：经过适当的视觉与体觉训练后，猕猴可以将视觉信息与体觉信息联系起来，自主地做出一些镜像诱导的行为，类似镜像自我认知 (Chang et al. 2015)。

[31]Striedter 2005.

[32]Hugo (1831) 1978, p. 189.

[33]首次把贝壳穿孔做成珠子可追溯至10万多年前 (D' Errico and Stringer 2011, McBrearty and Brooks 2000)。人们经常在贝壳上刻几何图案，并用颜料将其染色。红赭石被用作绘画原料的历史更久。南非已发现6万年前的鸵鸟蛋壳雕刻品 (Texier et al. 2010)。距今3.5万—4.5万年前，艺术分布广泛（至少在西欧），并且具有高度一致性，包括象牙和贝壳制成的带孔珠子、蚀刻和雕刻的石头、骨头、鹿角工具和武器上的雕刻装饰，以及象征生育的动物和女性人物雕像。然而旧石器时代艺术品中，最能够唤起共鸣和最引人注目的图画，毫无疑问，就是在欧洲几个国家发现的壮观的洞穴绘画 (Sieveking 1979)。许多洞穴都因穴内的艺术品而闻名，其中最古老的包括法国肖维岩洞的绘画，已经有3万年的历史。位于法国多尔多涅的拉斯科洞窟或许有着最卓越的洞穴绘画群，里面绘制的图像有2000多幅，包括马、鹿、家牛、野牛、人和5米高的公牛形象，距今1.2万—1.8万年。另外，西班牙北部阿尔塔米拉洞顶的美丽壁画也非常著名，距今约1.1万—1.9万年，它于1879年被发现，这是人类首次发现洞穴艺术。洞内有野牛、马和其他大型动物的逼真画像，这些绘画颜色运用极佳，还用阴影表现深度。关于这些绘画的发现细节，有一个有趣的故事。考古学家一开始并没有发现有个低矮的洞口内也有绘画，但是一个考古队员的8岁女儿发现了这些绘画，因为她是这些人中唯一一个可以在这个洞内站直看到洞顶的 (Tattersall 1995)。

[34]正如人们预料的那样，这些艺术品会有地域差异。各地都有其独特的技术、风格和材料，从中可以体现出艺术所表达的含义都是当地人在社会中学习 and 分享的内容 (Zaidel 2013)。这些绘画为他们的子孙后代记录了当时人们的主要思想、他们赖以生存的和捕杀的

动物，以及各种生物所代表的力量和象征意义。这些画中的动物和已证实存活至今的动物之间有非常紧密的对应关系，所以现在生物学家用旧石器时代的艺术来推断物种分布（Yeakey et al. 2014）。在几千年中，不同时期都会有相同的方法和技能反复出现，体现出连续性。比如，欧洲洞穴艺术传统持续了上万年，在岩画中使用的颜料，如红赭石，至今仍然在使用（McBrearty and Brooks 2000）。这些传统代代相传，吸收着许多富有创造力的、前卫的或者激进的人士进行创新。从人类起源时期的艺术到现在当代艺术博物院展览的艺术品一直具有延续性。最后，人们所察觉到的一些改变是历史发展过程中的偶然事件。和技术一样，新艺术并不是整个从创作者脑海中蹦出来的，而是对现有的艺术形式的再创作。

[35] 1966年之前，这家公司名为兰伯特芭蕾舞团，之后更名为兰伯特舞蹈公司（截至2013年）。

[36] Laland et al. 2016.

[37] Byrne 1999, Laland and Bateson 2001, Heyes 2002, Brass and Heyes 2005.

[38] Carpenter 2006.

[39] Heyes and Ray 2000, Laland and Bateson 2001.

[40] Brown et al. 2006.

[41] 一些动物的动作，比如日本丹顶鹤求爱时双方互相配合着跳跃、挥舞翅膀，或者蜜蜂的交流系统中包含的一些类似舞蹈的动作，都是个别物种为了实现独立的功能经过进化而形成的行为模式。

[42] Nettl 2000.

[43] Fitch 2011.

[44] Patel 2006.

[45] 与这一假说相比，我也强调动作模仿。

[46] Doupe 2005, Jarvis 2004.

[47] 葵花凤头鹦鹉埃莱奥诺拉。

[48] 在YouTube上观看雪球的视频，网址：<https://www.youtube.com/watch?v=cJ0Zp2ZfCw>。

[49] Moore 1992.

[50] Patel et al. 2009.

[51] Schachner et al. 2009, Patel et al. 2009, Dalziell et al. 2013.

[52] Hoppitt and Laland 2013.

[53] Fitch 2013.

[54]Hoppitt and Laland 2013.

[55]Cook et al. 2013, Fitch 2013.

[56]Ibid.

[57]Dalziell et al. 2013.

[58]实际上,对各种形式的古典舞和现代舞来说,动作模仿是关键。舞者需要模仿的是做动作的过程而不是最终的动作,之后在社会上的一些具有约束性的规则指导下进行演绎,这些规则主要取决于舞者所属流派的技术和风格。

[59]Feenders et al. 2008.

[60]Clarke and Crisp 1983.

[61]Clarke and Crisp 1983, Dudley 1977.

[62]Clarke and Crisp 1983.

[63]Laubin and Laubin 1977.

[64]Clarke and Crisp 1983.

[65]舞蹈教师可以通过手把手矫正舞者的身体来教学,或者在少数情况下,只通过口头指导来教学。在一些舞蹈中,具体的步骤都有口头称呼,特别是芭蕾舞,它有自己的精心设计的词汇表,如单腿蹲、迎风展翅舞姿、滑步和大蹲,每个都有自己的特色动作。然而,除了这些情况,用言语描述身体动作通常很困难。因此,口头提供舞蹈指导时,通常需要使用比喻,这就需要舞者有能力将自己的动作与另一个对象、情感或实体联系起来。

[66]我十分感谢Nicky Clayton,他提醒我注意到这些地方。

[67]Whalen et al. 2015.

[68]Lewontin 1970.

[69]Plotkin 1994.

[70]Kirschner and Gerhart 2005.

[71]Darwin 1871, Pagel et al. 2007, Gray and Atkinson 2003, Gray and Jordan 2000, Kirby et al. 2008.

[72]Clarke and Crisp 1983.

[73]Ibid., Dudley 1977.

[74]Clarke and Crisp 1983.

[75]Lawson 1964.

[76]Clarke and Crisp 1983.

[77]Ibid.

[78]Ibid.

[79]Lawson 1964, Clarke and Crisp 1983.

[80]Clarke and Crisp 1983.

[81]Lawson 1964, Clarke and Crisp 1983.

[82]Clarke and Crisp 1983.

[83]Ibid.

[84]Lawson 1964, Clarke and Crisp 1983.

[85]Clarke and Crisp 1983.

[86]Homer. The Odyssey, Book I, p. 29.

[87]Tarr et al. 2014.

[88]Ibid.

[89]Tomasello et al. 2005.

[90]Tarr et al. 2014.

[91]Ibid.

[92]Heyes 2012, Chartrand and Van Baaren 2009, Van Baaren et al. 2009.

[93]Heyes 2012.

[94]牛津大学心理学家、模仿专家塞西莉亚·赫耶斯提出，某些社交舞蹈的形式可能会通过文化群体的选择机制传播，这是因为这些形式会带来积极的亲社会情感（Heyes 2012）。

[95]化石证据得到了其他数据的补充，其中最明显的是分子数据。

[96]曼波舞曲的历史既有趣又令人意想不到，非洲和欧洲都存在其根源。在古巴，它被指定为起源于班图的古巴人。曼波是一种用于宗教仪式的乐器的班图语名。然而，一种可能性较小的观点认为，曼波舞的历史可以追溯到英国乡村舞蹈，其在17世纪成为法国宫廷的对面舞，后来又在西班牙发展成队列舞。一个世纪以后，队列舞传播到古巴，在那里被称为丹扎舞。随后，海地独立导致大量种植者和奴隶逃亡至此，丹扎舞又发生变化，加入一种名为cinquillo的切分音。19世纪，更自由和更自发性的双人舞代替了形式化的队列舞，这种新形式被称为丹颂。这反过来，又衍生出了现代曼波舞。详见 Clarke and Crisp (1983)。

[97]See <http://www.pbt.org/community-engagement/brief-history-ballet>.

[98]Clarke and Crisp 1983.

[99]Ibid., Dudley 1977.

[\[100\]](#)Clarke and Crisp 1983.

[\[101\]](#)Ibid.

[\[102\]](#)Dudley 1977.

[\[103\]](#)McDonagh 1976.

[\[104\]](#)Fitch 2016.

[\[105\]](#)Steele 2013.

[\[106\]](#)Clarke and Crisp 1983.

[\[107\]](#)Steele 2013.

[\[108\]](#)Kant 2007.

[\[109\]](#)Steele 2013.

[\[110\]](#)Clarke and Crisp 1983.

[\[111\]](#)舞蹈和装饰在现代社会出现之前的作用，在现代社会仍然很重要，这既是因为很多编舞者都受到“古代”或“原始”的文化和礼仪舞蹈的启发，也是由于一些最著名的芭蕾舞剧对神话故事的借鉴可以追溯到几千年前。这些不仅影响了舞剧的叙事，而且对服装也有影响。（Steele 2013）

[\[112\]](#)Steele 2013.

[\[113\]](#)Ibid.

[\[114\]](#)Clarke and Crisp 1983, Steele 2013.

[\[115\]](#)Ibid.

后记 疑惑得解，敬畏长存

我写作本书的念头发轫于某日向窗外出神凝望之时，当时我在思考纷繁复杂的人类文化问题。跟之前的很多人一样，我心中也不免疑窦暗生：作为阐释自然世界发展规律的进化论这一强大理论是否也可以解释人类社会中诸如汽车、房屋、医院、工厂、道路交通网、电网、戏剧作品以及管弦乐交响曲这些事物的存在？对技术、工程、艺术以及科学本身的起源有没有科学的解释并可以在动物行为领域追溯其根源呢？

将近30年前，我在伦敦大学学院读研究生时就提出过这些问题，可我意外地发现自己找不到答案。简单来说就好像建筑承包商搭建了建筑框架结构，但是这一结构却无法用力学原理进行充分合理的解释。我想要弄明白的是，我们人类这种建设、计划、协调能力以及建设如此庞大建筑所必需的团队合作等深层能力是如何一步步进化而来的，而不仅仅将人类取得的成功简单地归因于我们的文化、语言、智力或者合作等因素，因为这些因素本身就具有神秘属性，这些特质在自然界中是前所未有的。

随着我对这一问题思考的深入，我发现人类文化正因其丰富多彩和复杂多样而越来越难以进行科学分析。虽然进化论可以解释我们人类存在的大多数方面的因素，但是我并没有感到心满意足，越来越多具有挑战性的问题就像剥洋葱一样在我脑海里一一浮现。我本来信心满满地寄希望于能够在生物科学领域找到问题的答案，但是最终铩羽而归，留下的只是深深的敬畏感和赞叹声。我们究竟该怎样诠释人类文化呢？这是一种人类独有的特质，正是这种特质使我们与众不同，使我们与自然界其他物种区分开来，使我们作为一种物种取得生态领

域的主宰优势和数量的巨大增长。不仅文化的起源难以解释，而且人类与其他动物在认知能力上有着巨大差距和鸿沟。根据过去几十年的新研究表明，这种认知能力的差距并没有缩小，而是一步步固化下来。科学如何得以缩小这一差距呢？

现在，为应对这一挑战，在研究团队的众多成员以及其他专业同事的支持帮助下，经过长时间的研究之后，我觉得找到了答案的些许线索。当然并不是完全找到了答案。我很可能在这一过程中出现了纰漏而对他人的努力和贡献没有充分认知。然而，对我来说重要的是，科学方法可以使我们深入了解文化起源的秘密。研究人员可能永远不会知道文化能力背后深层的心理能力是如何进化演变的。这种不断进化的心理是如何与丰富的社会环境相结合，进而产生各种各样的思想、行为和手工技艺的，对这方面的完美重构可能仍然无法完成。尽管如此，也有很多令人满意的地方，现代科学可以对人类思想、智力和文化的核心方面的起源提供可靠的解释。世界上还有相当一部分人否认人是进化而来的，这确实值得我们去研究和用科学方法解释。

通过行为科学家大量的实验研究，我们已经认识到，模仿和创新是在动物世界里普遍存在的现象，但是动物在利用自身所学信息的方式上显示出高度的策略性。社会学习策略竞争学说正好可以对这种信息学习模式做出合理解释，该理论认为准确和效率是模仿能力的具体体现，而模仿能力又决定着动物在自然选择中的优势大小。策略性强、保真度高的模仿行为有利于身体健康，使其在自然选择中处于有利位置。根据这一理论观点，自然选择偏好效率更高、保真度更高的社会学习模式以及灵长类动物大脑中那些能够产生这种学习模式的神经结构和功能。在此过程中，自然选择就可以促进灵长类动物大脑和智力的进化。

灵长类动物间对比研究的数据也印证了这一观点，并且数据表明灵长类动物的社会学习能力、创新能力和脑容量之间有很强的联系，

社会学习能力与智力程度也具有共变性，这在自然参数如工具的使用以及学习和认知能力实验测试中都有具体体现。这些发现表明文化驱动过程可能已经在几种不同灵长类动物之间运作起来，其中自然选择钟情于模仿能力强的物种。几乎可以肯定的是，高智商灵长类动物的自然选择源于多个方面的因素。然而，对比分析表明，发生在猴和猿身上的大规模社会性智力选择，随即演变为在类人猿、卷尾猴和猕猴之间更为严格的文化智力选择，并且还受到寿命和饮食质量提高的影响。这一选择被认为加强了几个认知方面的能力，包括学习、观点采纳、计算、工具使用，特别是社会协作式互动。

比较分析反过来又提出了这样一个问题：为什么只有人类的文化才表现出高度的复杂性呢？理论研究后的答案是，复杂的文化需要高保真度的信息传播。研究表明，社会传播准确性的小幅增加就会导致文化在寿命和数量方面的大幅增加；对累积性文化而言，知识传播的高保真度是其存在的必要条件。另外，这种自然选择竞争告诉我们对社会性学习的高度依赖会自动使得文化知识获得极长的存续期。人类似乎超越了对社会性学习依赖的限定水平，文化知识变得极度稳定，几乎可以无限期地存在下去。随着社会性学习（而不是自主性学习）的不断增加，我们祖先一方面变得更加墨守成规，一方面也开始展示潮流和时尚，这在我们现代人类中也是常见的现象。总而言之，这些理论研究成果表明，一旦我们的祖先进化出十分具有策略性和准确性的模仿形式，现代人身上具有文化能力的很多方面就会逐步显现。

我们祖先是怎样实现信息传播的高保真度的呢？很明显，一旦信息传播的各种具体形式确定下来，答案就是通过教授的方式来实现的，这在自然界中很少见，却是人类社会普遍的现象。数学分析表明，知识教授的进化需要苛刻的条件才能实现，但是累积性文化则会放宽这些条件。这意味着，我们祖先在知识教授和累积性文化方面实现了共同进化，这样一来，在地球生命历史上就首次产生了能够向亲属们教授广泛领域知识的物种——人类。人类之所以在知识教授的广

度和深度上独一无二，主要是因为累积的文化可以使学生获得原来很难获得的知识。

知识教授逐步进化的条件有三个：一是知识传授的成本要低或者可以抵消物质供应成本；二是知识传授高度准确，知识传播高度有效；三是教师和学生具有高度的关联性。任何降低知识传授成本的改进措施都可以增加其在自然选择过程中的自身优势，前提是这种改变不会真正削弱知识传授的效果。正是在我们古人类祖先这种空前的大规模知识传授背景下，语言作为知识传授的辅助工具开始进化出来。语言是一种适应性的改变，发端于自然竞争之中，目的是降低成本，提高准确性以及扩大知识传授的领域范围。这种解释的优势在于它可以阐释语言的忠实性、合作性和独特性，并且还可以阐释语言的归纳概括能力、语言是如何产生以及语言为什么会被学习。人类语言是独一无二的，至少在现存的物种中是这样的，这是因为只有人类才能构建起一个丰富多样、富于变化、生产能力强、需要交流的文化世界。一旦我们的祖先发展出一套社会化的符号交流传播系统，语言的其他方面特质，如组合性就自然而然地出现了。

实验研究成果印证了这一假说：基因—文化协同进化发展体现在包括工具使用在内的社会传导技能以及人类体格和认知方面的协同进化、动态发展上。人类进化过程中这种互动式发展从至少250万年前就一直延续至今。理论研究、人类学研究和遗传学研究都证明了基因—文化协同进化作用在近期人类进化过程中的重要性，因为这种进化模式不仅塑造了我们的体格和认知方式，而且加快了变化的速度。正如所预料的那样，在近期的古人类进化过程中，大脑中与模仿、创新和工具使用相关的区域得到了爆发式的发展。正如生物进化论让位于基因—文化协同进化论一样，文化进化论也取代了人类适应论，同时，我们人类进化的变化速度也进一步加快了。文化向我们的祖先提供了食物获取和生存技能，随着每一项新发明的出现，人类能够更有效地

开发和利用周围的环境。这不仅促进了大脑的进化发展，而且人口也不断增长。

随着植物的培育、动物的驯养以及农业的兴起，人口和社会复杂性都得到巨大增长，这使得整个社会不再受到狩猎采集型生活方式的不断迁徙而带来的种种限制。农业社会的蓬勃发展，一方面是因为农业社会使得人类所处环境的承载力增加，进而超越了狩猎采集型社会的发展；另一方面是因为农业的发展促进了一系列发明创新的产生，极大地改变了人类社会。对那些依靠农业生产生活的广大人群来说，那些有益的创新发明能够更好地传播和保存。农业带来的革命性发展指的不仅仅是众多科技发明的出现，而且还包括那些完全出乎意料的思想迸发，比如轮子的发明、城邦制度的发展以及宗教的兴起。历史记录通过口头传说、舞蹈和仪式得以保存，并且通过文字、书籍以及现代计算机存储这样的外部文化记忆存储方式得以巩固加强，这样一来，文化知识越来越难以丢失。

人类合作的规模和复杂程度达到了前所未有的水平。理论和实验数据表明，正是因为我们人类具备独特且有效的社会学习、模仿和教授能力，人类社会中大规模合作才会成为可能。文化使人们走上了崭新的进化道路，为促进现有的合作机制（比如间接的互惠共生机制）创造条件，创造在其他动物群体中未曾发现的新合作机制，比如文化群体选择机制。在此过程中，基因—文化协同进化就促进了新的进化心理的形成，这种心理完全不同于我们所观察到的其他动物心理，而且还使得人类的学习和计算能力获得巨大增强。理论和试验研究表明，人类认知和文化与其他猿类的有着巨大差异，因为在人类文化深层结构中，我们人类具备一系列独一无二的社会认知能力，包括教授、语言、高等模仿和丰富的社会性。这些能力是与累积性文化协同进化的，这是因为这些能力可以提高信息传播的保真度。

进化生物学理论可以阐释当代文化现象随时间推移而变化的方式，也可以揭示文化产生所必需的心理、神经和生理特性的起源。这一点可以用舞蹈进化发展的例子来解释，例如舞蹈的进化揭示了为什么人类能够跟上音乐的节拍，我们如何能够跟其他人保持同步以及我们如何能够学习一长串的舞蹈动作。尽管舞蹈可以有让人眼花缭乱的各种形式，但是要理解为什么有舞蹈多样性的存在，可以通过追溯血统，认识舞蹈创新背后的各种影响以及了解舞蹈发展所处的社会环境来分析。我们也可以看到，随着时间的推移，各种想法是如何相互作用并组合在一起产生非常复杂的舞蹈形式的，这与综合性的生物适应性进化类似。舞蹈是这个道理，文化的其他方面也是这个道理，不论是否与艺术、科学还是技术相关，在所有文化因素中，对现有文化形式的改进和组合就会促进新文化形式的出现。文化的极端多样性和复杂性并不妨碍科学研究。我们对基础科学的理解非但不会毁掉文化，相反经过反馈后能够使得历史分析更丰富，更少些神秘感。人类文化确实经得起进化分析。

事后看来，我们如今才明白为什么弄清楚人类认知和智力的起源是如此艰巨的任务了，甚至包括达尔文在内的历史上最伟大的人物为此孜孜以求而不得。特别需要指出的是，有三个因素使得这一挑战显得尤其艰难。第一，人类认知中关键因素（文化学习、智力、语言、合作以及计算能力）的起源单独拿出来并不能够让人完全透彻理解，因为这些因素在复杂的协同进化进程中相互联系、相互影响。第二，人类心智、思想和思维的进化并不是简单的直线式发展，而是随着外部环境的变化进行优胜劣汰的自然选择，而这种自然选择以认知适应性为标准进行。同样，我们心智能力的进化也要经过一个错综复杂、相互作用的过程，在此过程中，我们的祖先不断构建他们的物质和社会环境，而环境反过来又对他们的体格和头脑进行优胜劣汰的自然选择，如此循环往复。第三，要理解人类头脑的进化这一复杂的动态发展过程需要多学科协同努力，运用现代基因组学、考古学、人类学和心理学工具。这一套工具在达尔文以及达尔文之前的人所处的时代并

不具备，而是近来才出现的。我们所具备的思考、学习、理解和交流能力使人类与其他动物真正区分开来。科学家现在认为这种差异正是反映了古人类一系列反馈机制所起的作用。通过这些机制的作用，人类认知和文化的关键因素便自发地大规模加速发展起来。

现在回想起来，我才明白，我的研究小组致力于阐释文化进化的努力面临很多困难，要在科学界层面理解人类思维起源同样也面临很大挑战，两者的原因都是一样的。人类的文化能力并不是孤立地进化，而是与认知和行为的核心要素经历复杂的协同进化，这些核心要素包括我们的语言、知识传授、智力、观点采纳、计算能力、合作能力、工具使用、记忆力以及对自然的控制。我们研究的意外收获是，在我们努力理解文化起源的过程中，我们对人类思维、语言和智力的起源有了进一步的认识。

我相信，我与很多从事这项研究的天才科学家的努力已经逐渐拨开了人类文化极度复杂性的迷雾。人类思维的创造能力和分析能力以及不懈追求、永不满足的潜能令人惊叹不已：在文化进化过程中，正是这些能力和潜能才使得我们的文化生活更加丰富多彩。深入理解文化起源的进化分析之后再去审视莫扎特、莎士比亚或者达·芬奇的奇思妙想，不由得让人叹为观止，令人印象深刻。艾伦·图灵、居里夫人和伊莎多拉·邓肯的才华横溢仍然给人极大的启发，令人欢欣鼓舞。尽管惊叹之情稍退，但敬畏之心长存。

致谢

本书是集体努力的结晶。我虽然是本书的唯一作者，但书中要阐述的是我的研究实验室成员以及其他合作者的集体研究成果，大家在过去的30年里共同应对科学挑战，目的就是深入探究文化的进化过程。我希望能够对人类思想进化起源、人类智力、语言、文化以及我们人类非凡的科技和艺术成就提供令人信服的科学解释。此外，本书旨在捕捉科学发展进程中的点滴，客观展现我们在科学发现旅程中遇到的挫折、走过的弯路、灵感迸发的时刻以及经历的成败。我要呈现的是我们的故事：我会介绍拉兰德实验室现在和以往的研究人员在探究人类文化进化起源之谜中的努力。虽然本书在写作风格上尽力做到通俗易懂，但它并没有小说那种跌宕起伏的节奏和动人心弦的情节，因为本人并不是小说家，所以这也没办法。但是，我希望本书让人读起来有点侦探小说的感觉，读者读到我们的理论和实验发现是如何一步步为我们的研究提供线索时，或许会有些许兴奋之情。

当然，我首先要感谢的是那些在本书中提到的研究人员。我曾有幸与一些极具天赋的研究人员合作共事，并从众多本科生、研究生、博士生、博士后研究员以及来自我的实验室和其他科研机构的众多合作伙伴身上受益匪浅。我从他们身上学到了兢兢业业的工作态度、精妙绝伦的思维方式、独辟蹊径的试验方法以及富于创新的理论研究：Nicola Atton、Patrick Bateson、Neeltje Boogert、Robert Boyd、Culum Brown、Gillian Brown、Hannah Capon、Laura Chouinard-Thuly、Nicky Clayton、Becky Coe、Isabelle Coolen、Alice Cowie、Daniel Cownden、Lucy Crooks、Catharine Cross、Lewis Dean、Magnus Enquist、Kimmo Eriksson、Cara Evans、Marcus Feldman、Laurel Fogarty、Jeff Galef、Stephano Ghirlanda、Paul

Hart、Will Hoppitt、Ronan Kearney、Jeremy Kendal、Rachel Kendal、Jochen Kumm、Rob Lachlan、Hannah Lewis、Tim Lillicrap、Tom MacDonald、Anna Markula、Alex Mesoudi、Tom Morgan、Sean Myles、Ana Navarrete、Mike O’ Brien、John Odling-Smee、Tom Pike、Henry Plotkin、Simon Reader、Luke Rendell、Steven Shapiro、Jonas Sjostrand、Ed Stanley、Sally Street、Pontus Strimling、Will Swaney、Bernard Thierry、Alex Thornton、Ignaciodela Torre、Natalie Uomini、Yfkevan Bergen、Jackvan Horn、Ashley Ward、Mike Webster、Andrew Whalen、Andrew Whiten、Clive Wilkins以及Kerry Williams。我们都为努力实现科学理解人类文化进化做出了贡献，就这点来说，本书是我们共同努力奋斗的成果。

还有其他很多人曾对本书的撰写提供了帮助。我要对那些审阅过全文或部分章节以及提出有益反馈和宝贵意见的人们表示感谢，他们分别是Rob Boyd、Charlotte Brand、Alexis Breen、Gillian Brown、Nicky Clayton、Michael Corr、Daniel Cownden、Rachel Dale、Lewis Dean、Nathan Emery、Tecumseh Fitch、Ellen Garland、Tim Hubbard、Hilton Japyassú、Nicholas Jones、Murillo Pagnotta、Simon Kirby、Claire Laland、Sheina Lew-Levy、Elena Miu、Keelin Murray、Ana Navarrete、John Odling-Smee、James Ounsley、Luke Rendell、Peter Richerson、Christopher Ritter、Christian Rutz、Joseph Stubbersfield、Wataru Toyokawa、Camille Troisi、Stuart Watson、Andrew Whalen以及两位外部匿名审稿人。在他们的帮助下，本书得到极大改进，内容上更科学、更准确，也更为普通读者接受。在这里我也要特别感谢Katherine Meacham在格式调整、注释编辑以及参考文献编辑等大量的图书设计方面提供的支持和帮助，她工作一丝不苟、富有成效。

我写作此书的想法可以追溯到30年前我在伦敦大学学院读研究生的时候。当时，约翰·邦纳的精彩专著《动物文化进化论》（普林斯顿大学出版社，1980年版）给我很大启发。我爱读这本书，因为它视野开阔、观点新颖。我也被这本书所要解决的宏大问题而深深吸引。然而，与杰夫·杰利夫教授的一席谈话同样给我很大启发，他是麦克马斯特大学动物社群学习研究领域的前辈。通过这次谈话，我将邦纳的研究贡献与杰利夫几十年来取得辉煌成绩的研究相结合，形成了一个更为宽广的研究框架。在杰利夫的帮助下，我开始认识到，尽管邦纳的书写得十分精彩，但是对人类文化如何从在其他动物身上观察到的社群学习和传统进化而来这一问题，那本书并没有提供彻底详尽的解释。与杰利夫的谈话也使我懂得，要解开文化进化背后隐藏的谜团必须要进行大量艰苦卓绝的科学研究。邦纳的远见卓识与杰利夫的科学严谨结合在一起使我萌生了未来有一天可以接受这一特别挑战的想法。

我还要感谢普林斯顿大学出版社的Alison Kalett，感谢她愿意出版这本书，感谢她不断激励我积极撰写此书，否则按照我的习惯，这本书还得等10年时间才能付梓出版。此外，我还要感谢Betsy Blumenthal、Jenny Wolkowicki和Sheila Dean，感谢他们对本书的出版发行所提供的热心帮助。本书写作过程几经延误，所以我要感谢普林斯顿大学出版社所有向我提供支持帮助、给予鼓励与包容的人。

本书大部分是在我休假时期撰写完成的，开展这项研究的大本营位于英国剑桥大学实验心理学系Nicky Clayton实验室。我非常感谢Nicky以及她的比较认知研究小组同人，感谢他们让我感受到家的温暖，感谢他们为我提供安静且让人灵感迸发的良好环境，这对创造性写作是十分有益的。本书最后几章就特别得益于这些交流探讨。我还要对吉莲·布朗、肖恩·厄恩肖、朱莉安·孔兹、罗斯·欧德琳-史密、苏珊·佩里、伊蕾娜·舒尔茨、卡罗琳·舒普利和卡雷尔·范斯海克所提供的图片表示感谢。

我要感谢英国生物技术与生物科学研究理事会、英国全国环境研究委员会、英国皇家学会、欧盟第六和第七框架计划、人类前沿科学计划、欧洲研究委员会和约翰·邓普顿基金会为我的研究所提供的资金支持。我要特别感谢约翰·邓普顿基金会的Paul Wason、Kevin Arnold和Heather Micklewright多年来对我研究工作的大力支持。

最后，我最要感谢的是我的导师亨利·普洛特金教授，感谢他多年的谆谆教诲。亨利教给我学术研究方法，他慷慨大方、极具耐心而又充满热情。他教会我如何设计实验、辩证思考、如何在理论研究与实证研究中实现平衡，并且在研究中要一丝不苟、注重细节的重要性。我们每周五早上的例行讨论是我博士学习期间的最精彩、最难忘的时光。能与他共度这么多的美好时光，我对此深感荣幸。

凯文·拉兰德

2016年3月

于英国圣安德鲁斯大学

参考文献

Abbott, A. 2015. Clever fish. *Nature* 521:412 - 414.

Acuna-Alonzo, V., T. Flores-Dorantes, J. K. Kruit, T. Villarreal-Molina, O. ArellanoCampos, T. Hunemeier, A. Moreno-Estrada, et al. 2010. A functional ABCA1 gene variant is associated with low HDL-cholesterol levels and shows evidence of positive selection in Native Americans. *Human Molecular Genetics* 19:2877 - 2885.

Agbai, O. 1986. Anti-sickling effect of dietary thiocyanate in prophylactic control of sickle cell anemia. *Journal of the National Medical Association* 78:1053 - 1056.

Aidoo, M., D. J. Terlouw, M. S. Kolczak, P. D. McElroy, F. O. ter Kuile, S. Kariuki, B. L. Nahlen, et al. 2002. Protective effects of the sickle cell gene against malaria morbidity and mortality. *Lancet* 359:1311 - 1312.

Alexander, R. D. 1987. *The Biology of Moral Systems*. New York, NY: Aldine de Gruyter.

Allen, J., M. Weinrich, W. Hoppitt, and L. Rendell. 2013. Network-based diffusion analysis reveals cultural transmission of lobsided feeding in humpback whales. *Science* 340:485 - 488.

Ambrose, S. H. 2001. Paleolithic technology and human evolution. *Science* 291:1748 – 1753.

Anderson, C. A., and B. J. Bushman. 2001. Effects of violent video games on aggressive behavior, aggressive cognition, aggressive affect, physiological arousal, and prosocial behavior: a meta-analytic review of the scientific literature. *Psychological Science* 12:353 – 359.

Annett, M. 1985. *Left, Right, Hand and Brain: The Right Shift Th.* London, UK: Erlbaum.

Anthony, D. W. 2007. *The Horse, the Wheel, and Language: How Bronze Age Riders from the Eurasian Steppes Shaped the Modern World.* Princeton, NJ: Princeton University Press.

Anthony, D. W., and D. Brown. 2000. Neolithic horse exploitation in the Eurasian steppes: diet, ritual and riding. *Antiquity* 74:75 – 86.

Anton, S. C. 2014. Evolution of early Homo: an integrated biological perspective. *Science* 345:6192, doi:10.1126/science.1236828.

Apesteguia, J., S. Huck, and J. Oechssler. 2007. Imitation-theory and experimental evidence. *Journal of Economic Theor* 136:217 – 235.

Aplin, L. M., D. R. Farine, J. Morand-Ferron, A. Cockburn, A. Thornton, and B. C. Sheldon. 2014.

Experimentally induced innovations lead to persistent culture via conformity in wild birds. *Nature* 518:538 – 541.

Aplin, L. M., D. R. Farine, J. Morand-Ferron, A. Cockburn, A. Thornton, and B. C. Sheldon. 2015. Counting conformity: evaluating the units of information in frequency-dependent social learning. *Animal Behaviour* 110:E5 – E8.

Aplin, L. M., D. R. Farine, J. Morand-Ferron, and B. C. Sheldon. 2012. Social networks predict patch discovery in a wild population of songbirds. *Proceedings of the Royal Society of London B* 279:4199 – 4205.

Arbib, M. A. 2012. *How the Brain Got Language: The Mirror System Hypothesis*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Ardrey, R. 1966. *The Territorial Imperative*. London, UK: Collins.

Armstrong, G. J. 2014. Brain evolution, the determinates of food choice, and the omnivore's dilemma. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 54:1330 – 1341.

Armstrong, G. J., A. H. Goodman, and K. H. Jacobs. 1991. The origins of agriculture: population growth during a period of declining health. *Population and Environment* 13:9 – 22.

Armstrong, G. J., and K. S. Harper. 2005. Genomics at the origins of agriculture, part two. *Evolutionary Anthropology* 14:109 – 121.

Arnold, C., L. J. Matthews, and C. L. Nunn. 2010. The 10k Trees website: A new online resource for primate phylogeny. *Evolutionary Anthropology* 19:114 – 118.

Asch, S. E. 1955. Opinions and social pressure. *Scientific America* 193 (5) :31 – 35.

Atton, N. 2013. Investigations into Stickleback Social Learning. PhD diss., University of St Andrews.

Atton, N., W. Hoppitt, M. M. Webster, B. G. Galef, and K. N. Laland. 2012. Information flow through threespine stickleback networks without social transmission. *Proceedings of the Royal Society of London B* 279:4272 – 4278.

Auer, P., N. Cesa-Bianchi, and P. Fischer. 2002. Finite-time analysis of the multi-armed bandit problem. *Machine Learning* 47:235 – 256.

Aunger, R. 1992. The nutritional consequences of rejecting food in the Ituri Forest of Zaire. *Human Ecology* 30:1 – 29.

——. 1994a. Are food avoidances maladaptive in the Ituri Forest of Zaire? *Journal of Anthropological Research* 50:277 – 310.

——. 1994b. Sources of variation in ethnographic interview data: food avoidances in the Ituri Forest, Zaire. *Ethnology* 33:65 – 99.

Avital, E., and E. Jablonka. 2000. *Animal Traditions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Axelrod, R. 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York, NY: Basic Books.

Badr, A. M., K. Sch, R. Rabey, H. E. Effgen, S. Ibrahim, H. H. Pozzi, C. Rohde, and W. F. Salamini. 2000. On the origin and domestication history of Barley (*Hordeum vulgare*). *Molecular Biology and Evolution* 17 (4) :499 – 510.

Baird, R. W. 2000. The killer whale: foraging specializations and group hunting. In: *Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales*, ed. J. Mann, R. C. Connor, P. L. Tyack, and H. Whitehead. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Baird, R. W., and H. Whitehead. 2000. Social organization of mammal-eating killer whales: group stability and dispersal patterns. *Canadian Journal of Zoology* 78:2096 – 2105.

Baldwin, J. M. 1896. A new factor in evolution. *American Naturalist* 30:441 – 451.

Baldwin, J. M. 1902. *Development and Evolution*. New York, NY: Macmillan.

Bandura, A., and F. L. Menlove. 1968. Factors determining vicarious extinction of avoidance behavior through symbolic modeling. *Journal of Personality and Social Psychology* 8:99 – 108.

Bandura, A., D. Ross, and S. A. Ross. 1961. Transmission of aggression through the imitation of aggressive models. *Journal of Abnormal Social Psychology* 63:575 - 582.

Banerjee, K., C. F. Chabris, V. E. Johnson, J. J. Lee, F. Tsao, and M. D. Hauser. 2009. General intelligence in another primate: individual differences across cognitive task performance in a new world monkey (*Saguinus oedipus*). *PLOS ONE* 4:e5883, doi:org/10.1371/journal.pone.0005883.

Barlow, K. R. 2002. Predicting maize agriculture among the Fremont: an economic comparison of farming and foraging in the American southwest. *American Antiquity* 67:65 - 88.

Barnard, C. J., and R. M. Sibly. 1981. Producers and scroungers: a general model and its application to captive flocks of house sparrows. *Animal Behaviour* 29:543 - 550.

Barnes, E. 2005. Diseases and human evolution. Albuquerque, NM: University of New Mexico Press.

Barnes, I., A. Duda, O. G. Pybus, and M. G. Thomas. 2011. Ancient urbanization predicts genetic resistance to tuberculosis. *Evolution* 65:842 - 848.

Barnett, S. A. 1975. *The Rat: A Study in Behavior*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Barrett, D. B., G. T. Kurian, and T. M. Johnston. 2001. *World Christian Encyclopedia*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Barton, R. A. 1999. The evolutionary ecology of the primate brain. In: Comparative Primate Socioecology, ed. P. C. Lee. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 167 – 194.

——. 2006. Primate brain evolution: integrating comparative, neurophysiological, and ethological data. *Evolutionary Anthropology* 15:224 – 236.

——. 2012. Embodied cognitive evolution and the cerebellum. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 367:2097 – 2107.

Barton, R. A., and I. Capellini. 2011. Maternal investment, life histories, and the costs of brain growth in mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108:6169 – 6174.

Barton, R. A., and P. H. Harvey. 2000. Mosaic evolution of brain structure in mammals. *Nature* 405:1055 – 1058.

Barton, R. A., and C. Venditti. 2013. Human frontal lobes are not relatively large. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 110:9001 – 9006.

Bar-Yosef, O., and T. D. Price, eds. 2011. The origins of agriculture: new data, new ideas. *Current Anthropology* 52, special supplement 4.

Basalla, G. 1988. *The Evolution of Technolog.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Basgall, M. E. 1987. Resource intensification among huntergatherers: acorn economies in prehistoric California. *Research in Economic Anthropology* 9:21 – 52.

Bateman, A. J. 1948. Intra-sexual selection in *Drosophila*. *Heredity* 2:349 – 368.

Bateson, P., and P. Gluckman. 2011. *Plasticity, Robustness, Development and Evolution*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Bateson, P., and P. Martin. 2000. *Design for a Life: How Behavior and Personality Develop*. New York, NY: Simon & Schuster.

———. 2013. *Play, Playfulness, Creativity and Innovation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Beinhocker, E. 2006. *The Origin of Wealth: Evolution Complexity and the Radical Rmaking of Economics*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

Beja-Pereira, A., G. Luikart, P. R. England, D. G. Bradley, O. C. Jann, G. Bertorelle, A. T. Chamberlain, et al. 2003. Gene – culture co-evolution between cattle milk protein genes and human lactase genes. *Nature Genetics* 35:311 – 313.

Bell, A. V., P. J. Richerson, and R. McElreath. 2009. Culture rather than genes provides greater scope for the evolution of large-scale human prosociality. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106:17671 – 17674.

Bellamy, R., C. Ruwende, T. Corrah, K. McAdam, H. Whittle, and A. Hill. 1998. Variations in the *Nramp1* gene and susceptibility to tuberculosis in West Africans. *New England Journal of Medicine* 338:640 – 644.

Bergemann, D., and J. Valimaki. 1996. Learning and strategic pricing. *Econometrica* 64:1125 – 1149.

Berger, S. M. 1962. Conditioning through vicarious instigation. *Psychological Review* 69:450 – 466.

Bergman, A., and M. W. Feldman. 1995. On the evolution of learning: representation of a stochastic environment. *Theoretical Population Biology* 48:251 – 276.

Bersaglieri, T., P. C. Sabeti, N. Patterson, T. Vanderploeg, S. F. Schaffner, J. A. Drake, M. Rhodes, et al. 2004. Genetic signatures of strong recent positive selection at the lactase gene. *American Journal of Human Genetics* 74:1111 – 1120.

Bettinger, R. L., R. Garvey, and S. Tushingham. 2015. *Hunter-Gatherers: Archaeological and Evolutionary Theor.* New York, NY: Springer.

Beyene, Y., S. Katoh, G. WoldeGabriel, W. K. Hart, K. Uto, M. Sudo, M Kondo, et al. 2013. The characteristics and chronology of the earliest Acheulean at Konso, Ethiopia. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 110:1584 – 1591.

Bickerton, A. 2009. *Adam's Tongue*. New York, NY: Hill and Wang.

Biesmeijer, J. C., and T. D. Seeley. 2005. The use of the waggle dance information by honey bees throughout their foraging careers. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 59:133 – 142.

Bijker, W. 1995. *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. Cambridge, MA: MIT Press.

Bikhchandani, S., D. Hirshleifer, and I. Welch. 1992. A theory of fads, fashion, custom, and cultural change as informational cascades. *Journal of Political Economy* 100:992 – 1026.

———. 1998. Learning from the behavior of others: conformity, fads, and informational cascades. *Journal of Economic Perspectives* 12:151 – 170.

Bird, R. B., N. Taylor, and F. Coddig. 2013. Niche construction and dreaming logic: aboriginal patch mosaic burning and varanid lizards (*Varanus gouldii*) in Australia. *Proceedings of the Royal Society of London B*, doi:10.1098/rspb.2013.2297.

Birney, E. 2012. An integrated encyclopedia of DNA elements in the human genome. The ENCODE Project consortium. *Nature* 489:57 – 74.

Biro, D., N. Inoue-Nakamura, R. Tonooka, G. Yamakoshi, C. Sousa, and T. Matsuzawa. 2003. Cultural innovation and transmission of tool use in wild chimpanzees: evidence from field experiments. *Animal Cognition* 6:213 – 223.

Biro, D., C. Sousa, and T. Matsuzawa. 2006. Ontogeny and cultural propagation of tool use by wild chimpanzees at Bossou, Guinea: case studies in nut cracking and leaf folding. In: *Cognitive Development in Chimpanzees*, ed. T. Matsuzawa, M. Tomonaga, and M. Tanaka. Tokyo, Japan: Springer, pp. 476 – 508.

Bishop, D.V.M. 1990. *Handedness and Developmental Disorder*. Hove, UK: Erlbaum.

Blazek, V., J. Bruzek, and M. F. Casanova. 2011. Plausible mechanisms for brain structural and size changes in human evolution. *Collegium Antropologicum* 35:949 – 955.

Bloom, P. 1997. Intentionality and word learning. *Trends in Cognitive Sciences* 1:9 – 12.

———. 2000. *How Children Learn the Meaning of Words*. Cambridge, MA: MIT Press.

Blumenschine, R. J. 1986. Early Hominid Scavenging Opportunities: Implications of Carcass Availability in the Serengeti and Ngorongoro Ecosystems. Oxford, UK: Archaeopress.

Blumler, M. A. 1992. Seed Weight and Environment in Mediterranean-type Grasslands in California and Israel. PhD

diss., University of California, Berkeley.

Blunden, G. 2003. Charco Harbour. Sydney, Australia: Sydney University Press.

Blurton Jones, N. G. 1986. Bushman birth spacing: a test for optimal inter-birth intervals. *Ethology and Sociobiology* 7:91 - 105.

——. 1987. Bushman birth spacing: direct tests of some simple predictions. *Ethology and Sociobiology* 8:183 - 204.

Boeda, E., J. Connan, D. Dessort, S. Muhesen, N. Mercier, H. Valladas, and N. Tisnerat. 1996. Bitumen as a hafting material on Middle Paleolithic artefacts. *Nature* 380:336 - 338.

Boesch, C. 2003. Is culture a golden barrier between human and chimpanzee? *Evolutionary Anthropology* 12:26 - 32.

Boesch, C., and M. Tomasello. 1998. Chimpanzee and human cultures. *Current Anthropology* 39:591 - 604.

Boinski, S. 1988. Sex differences in the foraging behavior of squirrel monkeys in a seasonal habitat. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 23:177 - 186.

Boivin, N. L., M. A. Zeder, D. Q. Fuller, A. Crowther, G. Larson, J. M. Erlandson, T. Denham, and M. D. Petraglia. 2016. Ecological consequences of human niche construction: examining long-term anthropogenic shaping of global species distributions. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 113 (23) :6388 - 6396.

Bolhuis, J. J., G. R. Brown, R. C. Richardson, and K. N. Laland. 2011. Darwin in mind: new opportunities for evolutionary psychology. *PLOS Biology* 9 (7) :e1001109, doi:org/1371/journal.pbio.1001109.

Bolhuis, J. J., K. Okanoya, and C. Scharff. 2010. Twitter evolution: converging mechanisms in birdsong and human speech. *Nature Reviews Neuroscience* 11:747 – 759.

Bolhuis, J. J., I. Tattersall, N. Chomsky, and R. C. Berwick. 2014. How could language have evolved? *PLOS Biology* 12 (8) :e1001934, doi:10.1371/journal.pbio.1001934.

Bonner, J. T. 1980. *The Evolution of Culture in Animal*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Boogert, N. J., S. M. Reader, W. Hoppitt, and K. N. Laland. 2008. The origin and spread of innovations in starlings. *Animal Behaviour* 75:1509 – 1518.

Boulle, P. (1963) 2011. *Planet of the Apes*. New York, NY: Vintage Books.

Box, H. O., and K. R. Gibson, eds. 1999. *Mammalian Social Learning: Comparative and Ecological Perspectives*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Boyd, R., and P. J. Richerson. 1985. *Culture and the Evolutionary Process*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

——.1988. The evolution of reciprocity in sizable groups. *Journal of Theoretical Biology* 132:337 – 356.

——.1992. Punishment allows the evolution of cooperation or anything else in sizable groups. *Ethology and Sociobiology* 133:171 – 195.

——.1995. Why does culture increase human adaptability? *Ethology and Sociobiology* 16:125 – 143.

——.1996. Why culture is common, but cultural evolution is rare. *Proceedings of the British Academy of Science* 88:77 – 93.

——.2005. *The Origin and Evolution of Culture*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Boyd, R., and J. Silk. 2015. *How Humans Evolved*, 7th ed. New York, NY: Norton.

Boyd, R., H. Gintis, and S. Bowles. 2010. Coordinated punishment of defectors sustains cooperation and can proliferate when rare. *Science* 328:617 – 620.

Boyd, R., H. Gintis, S. Bowles, and P. J. Richerson. 2003. The evolution of altruistic punishment. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100:3531 – 3535.

Boyd, R., P. J. Richerson, and J. Henrich. 2011. The cultural niche: why social learning is essential for human adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108:10918 – 10925.

Bradshaw, J. L. 1991. Animal asymmetry and human heredity: dextrality, tool use and language in evolution—10 years after Walker (1980). *British Journal of Psychology* 82:39 – 59.

Brass, M., and C. Heyes. 2005. Imitation: Is cognitive neuroscience solving the correspondence problem? *Trends in Cognitive Sciences* 9:489 – 495.

Braun, D. R., T. Plummer, P. W. Ditchfield, L. C. Bishop, and J. V. Ferraro. 2009. Oldowan technology and raw material variability at Kanjera South. In: *Interdisciplinary Approaches to Oldowan*, ed. E. Hovers and D. R. Braun. New York, NY: Springer, pp. 99 – 110.

Brighton, H., S. Kirby, and K. Smith. 2005. Cultural selection for learnability: three principles underlying the view that language adapts to be learnable. In: *Language Origins: Perspectives on Evolution*, ed. M. Tallerman. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 291 – 309.

Bronowski, J. 1973. *The Ascent of Man*. London, UK: BBC Books.

Brosnan, S. F., B. J. Wilson, and M. J. Beran. 2012. Old world monkeys are more like humans than New World monkeys when playing a coordination game. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 279:1522 – 1530.

Brown, C., and R. L. Day. 2002. The future of stock enhancements: lessons for hatchery practice from conservation

biology. *Fish and Fisheries* 3:79 - 94.

Brown, C., and K. N. Laland. 2001. Social learning and life skills training for hatchery reared fish. *Journal of Fish Biology* 59:471 - 493.

——. 2002. Social learning of a novel avoidance task in the guppy: conformity and social release. *Animal Behaviour* 64:41 - 47.

——. 2003. Social learning in fishes: a review. *Fish and Fisheries* 4:280 - 288.

——. 2006. Social learning in fishes. In: *Fish Cognition and Behaviour*, ed. C. Brown, K. N. Laland, and J. Krause. Oxford, UK: Blackwell, pp. 186 - 202.

Brown, C., T. Davidson, and K. N. Laland. 2003. Environmental enrichment and prior experience improve foraging behaviour in hatchery-reared Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology* 63:187 - 196.

Brown, G. R., K. N. Laland, and M. Borgerhoff Mulder. 2009. Bateman's principles and human sex roles. *Trends in Ecology & Evolution* 24:297 - 304.

Brown, G. R., T. Dickins, R. Sear, and K. N. Laland. 2011. Evolutionary accounts of human behavioural diversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:313 - 324.

Brown, C., A. Markula, and K. N. Laland. 2003. Social learning of prey location in hatchery-reared Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology* 63:738 – 745.

Brown, M. F. 1985. Rooks feeding on human vomit. *British Birds* 78:513.

Brown, R. E. 1985. The rodents II: suborder Myomorpha. In: *Social Odours in Mammals*, ed. R. E. Brown and D. W. Macdonald. Oxford, UK: Clarendon Press, pp. 345 – 457.

Brown, S., M. J. Martinez, and L. M. Parsons. 2006. The neural basis of human dance. *Cerebral Cortex* 16:1157 – 1167.

Bshary, R. 2011. Machiavellian intelligence in fishes. In: *Fish Cognition and Behaviour*, ed. C. Brown, K. N. Laland, and J. Krause. Oxford, UK: Blackwell, pp. 277 – 297.

Bshary, R., W. Wickler, and H. Fricke. 2002. Fish cognition: a primate's eye view. *Animal Cognition* 5:1 – 13.

Bugnyar, T., and K. Kortschal. 2002. Observational learning and the raiding of food caches in ravens (*Corvus corax*): Is it “tactical deception”? *Animal Behaviour* 64:185 – 195.

Burger, J., M. Kirchner, B. Bramanti, W. Haak, and M. G. Thomas. 2007. Absence of the lactase-persistence associated allele in early Neolithic Europeans. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104:3736 – 3741.

Burling, R. 1993. Primate calls, human language, and nonverbal communication. *Current Anthropology* 34:25 - 53.

Bushnell, G. H. S. 1957. Peru. London, UK: Thames and Hudson

Buss, D. M. 1999. *Evolutionary Psychology: The New Science of the Min.* London, UK: Allyn & Bacon.

Byrne, R. W. 1992. The evolution of intelligence. In: *Behaviour and Evolution*, ed. P. J. B. Slater and T. R. Halliday. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 223 - 265.

——. 1994. The evolution of intelligence. In: *Behaviour and Evolution*, ed. P. J. B. Slater and T. R. Halliday. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 223 - 265.

——. 1995. *The Thinking A.* Oxford, UK: Oxford University Press.

——. 1997. The Technical Intelligence hypothesis: An additional evolutionary stimulus to intelligence? In: *Machiavellian Intelligence II: Extensions and Evaluations*, ed. A. Whiten and R. W. Byrne. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 289 - 311.

——. 1999. Imitation without intentionality. Using string parsing to copy the organization of behaviour. *Animal Cognition* 2:63 - 72.

——. 2003. Novelty in deceit. In: *Animal Innovation*, ed. S. M. Reader and K. N. Laland. Oxford, UK: Oxford University

Press.

———.2016.Evolving Insight. Oxford, UK: Oxford University Press.

Byrne, R. W., and N. Corp. 2004. Neocortex size predicts deception rate in primates.Proceedings of the Royal Society of London B 271:1693 - 1699.

Byrne, R. W., and A. E. Russon. 1998. Learning by imitation: a hierarchical approach.Behavioral and Brain Sciences 21:667 - 684.

Byrne, R. W., and A. Whiten. 1988.Machiavellian Intelligence: Social Expertise and the Evolution of Intellect in Monkeys, Apes and Humans. Oxford, UK: Oxford University Press.

———.1990. Tactical deception in primates: the 1990 database.Primate Report 27 (entire vol.) :1 - 101.

Byrne, R. W., C. Holbaiter, and M. Klailova. 2011. Local traditions in gorilla manual skill: evidence for observational learning of behavioral organization.Animal Cognition 14:683 - 693.

Caceres, M., J. Lachuer, M. A. Zapala, J. C. Redmond, L. Kudo, D. H. Geschwind,D. J. Lockhart, et al. 2003. Elevated gene expression levels distinguish human from non-human primate brains.Proceedings of the National Academy of Sciences USA 100:13030 - 13035.

Cadieu, N., S. Fruchard, and J.-C. Cadieu. 2010. Innovative individuals are not always the best demonstrators: feeding innovation and social transmission in *Serinus canaria*. *PLOS ONE* 5:e8841, doi:org/10.1371/journal.pone.0008841.

Calarco, J. A., Y. Xing, M. Caceres, J. P. Calarco, X. Xiao, Q. Pan, C. Lee, et al. 2007. Global analysis of alternative splicing differences between humans and chimpanzees. *Genes & Development* 21:2963 – 2975.

Caldwell, C., and A. Millen. 2008. Experimental models for testing hypotheses about cumulative cultural evolution. *Evolution and Human Behavior* 29:165 – 171.

Caldwell, M. C., and D. K. Caldwell. 1972. Behavior of marine mammals. In: *Mammals of the Sea*, ed. H. Ridgway. Springfield, IL: C. C. Thomas, pp. 41 465.

Call, J., and M. Tomasello. 1998. Distinguishing intentional from accidental actions in orangutans (*Pongo pygmaeus*), chimpanzees (*Pan troglodytes*), and human children (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology* 112:192 – 206.

———. 2008. Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later. *Trends in Cognitive Sciences* 12:187 – 192.

Call, J., B. Hare, M. Carpenter, and M. Tomasello. 2004. Unwilling or unable? Chimpanzees' understanding of intentional actions. *Developmental Science* 7:488 – 498.

Callahan, E. 1979. The Basics of Biface Knapping in the Eastern Fluted Point Tradition: A Manual for Flintknappers and Lithic Analysts. Bethlehem, CT: Eastern States Archaeological Federation.

Cambefort, J. P. 1981. A comparative study of culturally transmitted patterns of feeding habits in the chacma baboon (*Papio ursinus*) and the vervet monkey (*Cercopithecus aethiops*). *Folia Primatologica* 36:243 – 263.

Cann, R. L., M. Stoneking, and A. C. Wilson. 1987. Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature* 325:31 – 36.

Carey, S. 2009. The Origin of Concept. New York, NY: Oxford University Press.

Caro, T. M. 1980a. Predatory behaviour in domestic cat mothers. *Behaviour* 74:128 – 147.

——. 1980b. Effects of the mother, object play and adult experience on predation in cats. *Behavioral and Neural Biology* 29:29 – 51.

——. 1995. Short-term costs and correlates of play in cheetahs. *Animal Behaviour* 49:333 – 345.

Caro, T. M., and M. D. Hauser. 1992. Is there teaching in nonhuman animals? *Quarterly Review of Biology* 67:151 – 174.

Carpenter, M. 2006. Instrumental, social and shared goals and intentions in imitation. In: *Imitation and the Social Mind*:

Autism and Typical Development, ed. S. J. Rogers and J.H.G. Williams. New York, NY: Guilford, pp. 48 – 70.

Carpenter, M., J. Uebel, and M. Tomasello. 2013. Being mimicked increases prosocial behaviour in 18-month-old infants. *Child Development* 84:1511 – 1518.

Carr, K., R. L. Kendal, and E. G. Flynn. 2015. Imitate or innovate? Children's innovation is influenced by the efficacy of observed behaviour. *Cognition* 142:322 – 332.

Carroll, S. B. 2005. *Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Dev.* New York, NY: W. W. Norton.

Carruthers, P. 2006. *The Architecture of the Mind: Massive Modularity and the Flexibility of Thought.* Oxford, UK: Oxford University Press.

Casanova, C., R. Mondragon-Ceballos, and P. C. Lee. 2008. Innovative social behavior in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *American Journal of Primatology* 70:54 – 61.

Casar, C., K. Zuberbuehler, R. J. Young, and R. W. Byrne. 2013. Titi monkey call sequences vary with predator location and type. *Biology Letters* 9, 20130535, doi:10.1098/rsbl.2013.0535.

Caselli, G., J. Vallen, and G. Wunsch. 2005. *Demography: Analysis & Synthesis.* Cambridge, MA: Academic Press.

Castro, L., and M. A. Toro. 2004. The evolution of culture: from primate social learning to human

culture. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 101:10235 – 10240.

Catchpole, C. K., and P.J.B. Slater. 1995. *Bird Song: Biological Themes and Variation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

———. 2008. *Bird Song: Biological Themes and Variation*, 2nd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Cavalli-Sforza, L. L., and M. W. Feldman. 1973. Models for cultural inheritance I: group mean and within-group variation. *Theoretical Population Biology* 4:42 – 55.

———. 1981. *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Chang, L., Q. Fang, S. Zang, M. Poo, and N. Gong. 2015. Mirror-induced self-directed behaviors in rhesus monkeys after visual somatosensory training. *Current Biology* 25 (2) :212 – 217.

Chartrand, T. L., and J. Bargh. 1999. The chameleon effect: the perceptio behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology* 76:893 – 910.

Chartrand, T. L., and R. van Baaren. 2009. Human mimicry. *Advances in Experimental Social Psychology*. 41:219 – 274.

Cheney, D. L., and R. M. Seyfarth. 1988. Social and non-social knowledge in vervet monkeys. In: Machiavellian Intelligence: Social Expertise and the Evolution of Intellect in Monkeys, Apes and Humans, ed. R. W. Byrne and A. Whiten. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 255 – 270.

Childe, V. G. 1936. Man Makes Himself. London, UK: Watts.

Chittka, L., and J. Niven. 2009. Are bigger brains better? *Current Biology* 19: R995 – R1008.

Chomsky, N. 1965. Aspects of the Theory of Syntax. Cambridge, MA: MIT Press.

———. 1968. Language and Mind. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

———. 1980. Rules and Representations. New York, NY: Columbia University Press.

Chudek, M., and J. Henrich. 2011. Culture-gene coevolution, norm psychology and the emergence of human prosociality. *Trends in Cognitive Sciences* 155: 218 – 226.

Claidiere, N., E. J. E. Messer, W. Hoppitt, and A. Whiten. 2013. Diffusion dynamics of socially learned foraging techniques in squirrel monkeys. *Current Biology* 23: 1251 – 1255.

Clarke, M., and C. Crisp. 1983. The History of Dance, 5th ed. New York, NY: Crown.

Clayton, N. S., and A. Dickinson. 1998. Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature* 395:272 - 274.

———.2010. Mental time travel: Can animals recall the past and plan for the future? In: *The New Encyclopedia of Animal Behaviour*, Vol. 2, ed. M. D. Breed and J. Moore. Oxford, UK: Academic Press, pp. 438 - 442.

Cloutier, S., R. C. Newberry, K. Honda, and J. R. Alldredge. 2002. Cannibalistic behaviour spread by social learning. *Animal Behaviour* 63:1153 - 1162.

Clutton-Brock, T. H., and P. H. Harvey. 1980. Primates, brain and ecology. *Journal of Zoology*, London 190:309 - 323.

Clutton-Brock, T. H., D. Gaynor, G. M. MacIlrath, A.D.C. MacColl, R. Kinsky, P. Chadwick, M. Manser, et al. 1999. Predation, group size and mortality in a cooperative mongoose (*Suricata suricatta*). *Journal of Animal Ecology* 68:672 - 683.

Cochran, G., and H. Harpending. 2009. *The 10,000 Year Explosion: How Civilization Accelerated Human Evolution*. New York, NY: Basic Books.

Cohen, M. N. 1989. *Health and the Rise of Civilizations*. New Haven, CT: Yale University Press.

Cohen, M. N., and G. Armelagos. 1984. *Paleopathology at the Origins of Agriculture*. Orlando, FL: Academic.

Cohen, M. N., and G.M.M. Crane-Kramer. 2007. Ancient Health: Skeletal Indicators of Agricultural and Economic Intensification. Gainesville, FL: University of Florida Press.

Collard, M., B. Buchanan, A. Ruttle, and M. J. O'Brien. 2012. Niche construction and the toolkits of hunter-gatherers and food producers. *Biological Theory* 6:251 - 259.

Colombelli-Négrel, D., M. E. Hauber, J. Robertson, F. J. Sulloway, H. Hoi, M. Griggio, and S. Kleindorfer. 2012. Embryonic learning of vocal passwords in superb fairywrens reveals intruder cuckoo nestlings. *Current Biology* 22:2155 - 2160.

Cook, P., A. Rouse, M. Wilson, and C. Reichmuth. 2013. A California sea lion (*Zalophus californianus*) can keep the beat: motor entrainment to rhythmic auditory stimuli in a non-vocal mimic. *Journal of Comparative Psychology* 127 (4) :412 - 427.

Coolen, I., R. L. Day, and K. N. Laland. 2003. Species difference in adaptive use of public information in sticklebacks. *Proceedings of the Royal Society of London B* 270:2413 - 2419.

Coolen, I., A. J. Ward, P.J.B. Hart, and K. N. Laland. 2005. Foraging nine-spined sticklebacks prefer to rely on public information over simpler social cues. *Behavioral Ecology* 16:865 - 870.

Cooper, R. W. 1999. *Coordination Games: Complementarities and Macroeconomics*. Cambridge, UK, and New York, NY: Cambridge University Press.

Corballis, M. C. 1991. *The Lopsided Ape: Evolution of the Generative Min*. Oxford, UK: Oxford University Press.

——. 1993. *The Lopsided Ape: Evolution of the Generative Min*. Oxford, UK: Oxford University Press.

——. 2013. Mental time travel: a case for evolutionary continuity. *Trends in Cognitive Sciences* 17:5–6, doi:10.1016/j.tics.2012.10.009.

Cordaux, R., R. Aunger, G. Bentley, I. Nasidze, S. M. Sirajuddin, and M. Stoneking. 2004. Independent origins of Indian caste and tribal paternal lineages. *Current Biology* 14:231–235.

Cornwallis, C., S. West, K. Davis, and A. Griffin. 2010. Promiscuity and the evolutionar transition to complex societies. *Nature* 466:969–972.

Cosmides, L., and J. Tooby. 1987. From evolution to behavior: evolutionary psychology as the missing link. In: *The Latest on the Best: Essays on Evolution and Optimalit*, ed. J. Dupre. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 277–306.

Coussi-Korbel, S., and D. Frigaszy. 1995. On the relation between social dynamics and social learning. *Animal Behaviour* 50:1441–1453.

Couzin, I. D. 2009. Collective cognition in animal groups. *Trends in Cognitive Sciences* 13 (1) :36 – 43.

Couzin, I. D., J. Krause, N. R. Franks, and S. A. Levin. 2005. Effective leadership and decision-making in animal groups on the move. *Nature* 433:513 – 516.

Cowie, A. 2014. Experimental Studies of Social Foraging in Budgerigars (*Melopsittacus undulates*) . PhD diss., University of St Andrews.

Crittenden, A. N. 2011. The importance of honey consumption in human evolution. *Food and Foodways: Explorations in the History and Culture of Human Nourishment* 19:257 – 273.

Croft, D. P., R. James, A.J.W. Ward, M. S. Botham, D. Mawdsley, and J. Krause. 2005. Assortative interactions and social networks in fish. *Oecologia* 143:211 – 219.

Csibra, G. 2007. Teachers in the wild. *Trends in Cognitive Sciences* 11:95 – 96.

———. 2010. Recognizing communicative intentions in infancy. *Mind & Language* 25:141 – 168.

Csibra, G., and G. Gergely. 2006. Social learning and social cognition: the case for pedagogy. In: *Processes of Change in Brain and Cognitive Development*, ed. Y. Munakata and M. H. Johnson. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 249 – 274.

———.2011. Natural pedagogy as evolutionary adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366:1149 – 1157.

Curio, E. 1988. Cultural transmission of enemy recognition by birds. In: *Social Learning: Psychological and Biological Perspectives*, ed. B. G. Galef and T. R. Zentall. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 75 – 97.

Curio, E., U. Ernst, and W. Vieth. 1978. Cultural transmission of enemy recognition: one function of mobbing. *Science* 202:899 – 901.

Currie D. J., and J. T. Fritz. 1993. Global patterns of animal abundance and species energy use. *Oikos* 67:56 – 68.

Dalziel, A. H., R. A. Peters, A. Cockburn, A. D. Dorland, A. C. Maisey, and R. D. Magrath. 2013. Dance choreography is coordinated with song repertoire in a complex avian display. *Current Biology* 23:1132 – 1135.

Danchin, E., L.-A. Giraldeau, T. J. Valone, and R. H. Wagner. 2004. Public information: from nosy neighbours to cultural evolution. *Science* 305:487 – 491.

Darwin C. R. 1986. Letter from Charles Darwin to the Gardener's Chronicle, [Aug. 16, 1841]. In: *The Correspondence of Charles Darwin*, Vol. 2. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 1837 – 1843. Darwin Correspondence Project, "Letter no. 607," accessed on 12 July 2016, <http://www.darwinproject.ac.uk/DCP-LETT-607>.

——. (1859) 1968. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray. First edition reprint. London, UK: Penguin Books, London.

——. (1871) 1981. *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. London: John Murray. First edition reprint. Princeton, NJ: Princeton University Press.

——. 1872. *The Expression of the Emotions in Man and Animal*. London: John Murray.

Davies, G., and J. H. Bank. 2002. *A History of Money: From Ancient Times to the Present Day*. Cardiff, UK: University of Wales Press

Davies, N. B. 1991. *Dunnock Behaviour and Social Evolution*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Dawkins, R. 1976. *The Selfish Gene*. Oxford, UK: Oxford University Press.

——. 1982. *The Extended Phenotype*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Dawkins, M. 2012. *Why Animals Matter*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Day, R., T. MacDonald, C. Brown, K. N. Laland, and S. M. Reader. 2001. Interactions between shoal size and conformity in guppy social foraging. *Animal Behaviour* 62:917 – 925.

Day, R. L. 2003. Innovation and Social Learning in Monkeys and Fish: Empirical Findings and Their Application to Reintroduction Techniques. PhD diss., University of Cambridge.

Day, R. L., R. L. Coe, J. R. Kendal, and K. N. Laland. 2003. Neophilia, innovation and social learning: a study of intergeneric differences in callitrichid monkeys. *Animal Behaviour* 65:559 – 571.

Deacon, T. W. 1990. Fallacies of progression in theories of brain-size evolution. *International Journal of Primatology* 11:193 – 236.

——.1997. *The Symbolic Species: The Coevolution of Language and the Brain* New York, NY: Norton.

——.2003a. *The Symbolic Species*, 2nd ed. London, UK: Penguin Books.

——.2003b. Multilevel selection in a complex adaptive system: the problem of language origins. In: *Evolution and Learning: The Baldwin Effect Reconsidered*, ed. B. Weber and D. Depew. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 81 – 106.

Dean, L. G., R. L. Kendal, S. J. Schapiro, B. Thierry, and K. N. Laland. 2012. Identification of the social and cognitive processes underlying human cumulative culture. *Science* 335:1114 – 1118.

Dean, L. G., G. Vale, K. N. Laland, E. Flynn, and R. L. Kendal. 2014. Human cumulative culture: a comparative perspective. *Biological Reviews* 89:284 – 301.

Deaner, R. O., C. L. Nunn, and C. P. van Schaik. 2000. Comparative tests of primate cognition: different scaling methods produce different results. *Brain, Behavior and Evolution* 55:44 – 52.

Deaner, R. O., C. van Schaik, and V. Johnson. 2006. Do some taxa have better domain-general cognition than others? A meta-analysis of nonhuman primate studies. *Evolutionary Psychology* 4:149 – 196.

Deary, I. J. 2000. *Looking Down on Human Intelligence: From Psychometrics to the Brain*. Oxford, UK: Oxford University Press.

———. 2001. *Intelligence: A Very Short Introduction*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Dechmann, D.K.N., and K. Safi. 2009. Comparative studies of brain evolution: a critical insight from the chiroptera. *Biological Review* 84:161 – 172.

Delagnes, A., and H. Roche. 2005. Late Pliocene hominid knapping skills: the case of Lokalalei 2C, West Turkana, Kenya. *Journal of Human Evolution* 48:435 – 472.

De la Torre, I. 2011. The origins of stone tool technology in Africa: a historical perspective. *Philosophical*

Transactions of the Royal Society of London B 366:1028 – 1037.

de Magalhaes, J. P., and A. Matsuda. 2012. Genome-wide patterns of genetic distances reveal candidate loci contributing to human population-specific traits. *Annals of Human Genetics* 76:142 – 158.

Dennett, D. C. 1983. Intentional systems in cognitive ethology: the ‘Panglossian paradigm’ defended. *Behavioral and Brain Sciences* 6:343 – 355.

Derex, M., and R. Boyd. 2015. The foundations of the human cultural niche. *Nature Communications* 6:8398, doi:10.1038/ncomms9398.

d’Errico, F., and C. Stringer. 2011. Evolution, revolution or saltation scenario for the emergence of modern cultures? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:1060 – 1069.

DeVoogd, T. J., J. R. Krebs, S. D. Healy, and A. Purvis. 1993. Relations between song repertoire size and the volume of brain nuclei related to song: comparative evolutionary analysis among oscine birds. *Proceedings of the Royal Society of London B* 254:75 – 82.

de Waal, F. 1990. *Peacemaking among Primates*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

———. 1996. *Good Natured: The Origins of Right and Wrong in Humans and Other Animals*. Cambridge, MA: Harvard University

Press.

——.2001.The Ape and the Sushi Maste. London, UK: Penguin Books.

——.2007.Chimpanzee Politics: Power and Sex among Apes. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

——.2010.The Age of Empathy: Nature' s Lessons for a Kinder Societ. London, UK:Souvenir Press.

de Winter, W., and C. E. Oxnard. 2001. Evolutionary radiations and convergences in the structural organization of mammalian brains.Nature 409:710 - 714.

Diamond, J. 1991.The Rise and Fall of the Third Chimpanz. London, UK: Vintage.

——.1997.Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societie. London, UK: Jonathon Cape.

——.2006.Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed. London, UK: Penguin Books.

Dindo, M., B. Thierry, and A. Whiten. 2008. Social diffusion of novel foraging meods in brown capuchin monkeys (Cebus apella) .Proceedings of the Royal Society of London B 275:187 - 193.

Donald, M. 1991.Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Dornhaus, A., and L. Chittka. 1999. Evolutionary origins of bee dances. *Nature* 401:38.

Dorrance, B. R., and T. R. Zentall. 2002. Imitation of conditional discriminations in pigeons (*Columba livia*) . *Journal of Comparative Psychology* 116:277 - 285.

Doupe, A. J., D. J. Perkel, A. Reiner, and E. A. Stern. 2005. Birdbrains could teach basal ganglia research a new song. *Trends in Neuroscience* 28:353 - 363.

Draper, P. 1976. Social and economic constraints on child life among the !Kung. In: *Kalahari Hunter-Gatherers: Studies of the !Kung San and Their Neighbors*, ed. R. B. Lee and I. DeVore. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 199 - 217.

Dudley, J. 1977. The early life of an American modern dancer. In: *The Encyclopedia of Dance and Ballet*, ed. M. Clarke and D. Vaughan. London, UK: Pitman.

Duffy, G. A., T. W. Pike, and K. N. Laland. 2009. Size dependent directed social learning in nine-spined sticklebacks. *Animal Behaviour* 78:371 - 375.

Dugatkin, L. A. 1992. Sexual selection and imitation: females copy the mate choice of others. *American Naturalist* 139:1384 - 1389.

Dugatkin, L. A., and J. Godin. 1992. Reversal of female mate choice by copying in the guppy (*Poecilia*

reticulata) .Proceedings of the Royal Society of London B 249:179 - 184.

Dunbar, R.I.M. 1992. Neocortex size as a constraint on group size in primates. *Journal of Human Evolution* 20:469 - 493.

——.1995. Neocortex size and group size in primates: a test of the hypothesis. *Journal of Human Evolution* 28:287 - 296.

——.1998. Theory of mind and the evolution of language. In: *Approaches to the Evolution of Language*, ed. J. R. Hurford, M. Studdert-Kennedy, and C. Knight. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 92 - 110.

——.2011. Evolutionary basis of the social brain. In: *Oxford Handbook of Social Neuroscience*, ed. J. Decety and J. Cacioppo. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 28 - 38.

Dunbar, R.I.M., and S. Shultz. 2007a. Understanding primate brain evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 362:649 - 658.

——.2007b. Evolution in the social brain. *Science* 317:1344 - 1347.

Durham, W. H. 1991. *Coevolution: Genes, Culture, and Human Diversity*. Stanford, CA: Stanford University Press.

Eaton, G. G. 1976. The social order of Japanese macaques. *Scientific America* 234:96 - 106.

Elgar, M. A., and B. J. Crespi. 1992. Ecology and evolution of cannibalism. In: *Cannibalism. Ecology and Evolution among Diverse Taxa*, ed. M. A. Elgar and B. J. Crespi. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 1 – 12.

Emery, N. J. 2004. Are corvids ‘feathered apes’? Cognitive evolution in crows, jays, rooks and jackdaws. In: *Comparative Analysis of Minds*, ed. S. Watanabe. Tokyo, Japan: Keio University Press, pp. 181 – 213.

Emery, N. J., and N. S. Clayton. 2004. The mentality of crows: convergent evolution of intelligence in corvids and apes. *Science* 306:1903 – 1907.

Enard, W., S. Gehre, K. Hammerschmidt, S. M. Holter, T. Blass, M. Somel, M. K. Bruckner, et al. 2009. A humanized version of *Foxp2* affects cortico basal ganglia circuits in mice. *Cell* 137:961 – 971.

Enard, W., P. Khaitovich, J. Klose, S. Zollner, F. Heissig, P. Giavalisco, K. NieseltStruwe, et al. 2002. Intra- and interspecific variation in primate gene expression patterns. *Science* 296:340 – 343.

Enard, W., M. Przeworski, S. E. Fisher, C. Lai, V. Wiebe, T. Kitana, A. P. Monaco, et al. 2002. Molecular evolution of *FOXP2*, a gene involved in speech and language. *Nature* 418:869 – 872.

Enquist, M., and S. Ghirlanda. 2007. Evolution of social learning does not explain the origin of human cumulative

culture. *Journal of Theoretical Biology* 147:449 – 454.

Enquist, M., K. Eriksson, and S. Ghirlanda. 2007. Critical social learning: a solution to Rogers' paradox of nonadaptive culture. *American Anthropologist* 109:727 – 734.

Enquist, M., S. Ghirlanda, and K. Eriksson. 2011. Modelling the evolution and diversity of cumulative culture. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:412 – 423.

Enquist, M., S. Ghirlanda, A. Jarrick, and C.-A. Wachtmeister. 2008. Why does human culture increase exponentially? *Theoretical Population Biology* 74:46 – 55.

Enquist, M., P. Strimling, K. Eriksson, K. N. Laland, and J. Sjostrand. 2010. One cultural parent makes no culture. *Animal Behaviour* 79:1353 – 1362.

Erickson, D. L., B. D. Smith, A. C. Clarke, D. H. Sandweiss, and N. Tuross. 2005. An Asian origin for a 10,000-year-old domesticated plant in the Americas. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102 (51) :18315 – 18320.

Eriksson, K., M. Enquist, and S. Ghirlanda. 2007. Critical points in current theory of conformist social learning. *Journal of Evolutionary Psychology* 5:67 – 87.

Evans, A. G., and T. E. Wellems. 2002. Coevolutionary genetics of *Plasmodium malari*a parasites and their human hosts. *Integrative and Comparative Biology* 42:401 – 407.

Evans, C. 2016. Empirical Investigations of Social Learning, Cooperation, and Their Role in the Evolution of Complex Culture. PhD diss., University of St Andrews.

Evison, S. F., O. Petchey, A. Beckerman, and F. W. Ratnieks. 2008. Combined use of pheromone trails and visual landmarks by the common garden ant (*Lasius niger*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63:261 – 267.

Falk, D. 2004. Prelinguistic evolution in early hominins: whence motherese? *Behavioral and Brain Sciences* 27:491 – 503.

Farr, J. A., and W. F. Herrnkind. 1974. A quantitative analysis of social interaction of the guppy (*Poecilia reticulata*) as a function of population density. *Animal Behaviour* 22:582 – 591.

Faurie, C., and M. Raymond. 2005. Handedness, homicide and negative frequencydependent selection. *Proceedings of the Royal Society of London B* 272:25 – 28.

Feenders, G., M. Liedvogel, M. Rivas, M. Zapka, H. Horita, E. Hara, K. Wada, et al. 2008. Molecular mapping of movement-associated areas in the avian brain: a motor theory for vocal learning origin. *PLOS ONE* 3:e1768, doi:org/10.1371/journal.pone.0001768.

Fehr, E., and U. Fischbacher. 2003. The nature of human altruism. *Nature* 425:785 – 791.

Fehr, E., and S. Gächter. 2002. Altruistic punishment in humans. *Nature* 415:137 – 140.

Feldman, M., and M. E. Kislev. 2007. A century of wheat research—from wild emmer discovery to genome analysis. *Israel Journal of Plant Sciences* 55 (3 – 4) :207 – 221.

Feldman, M. W., and L. L. Cavalli-Sforza. 1976. Cultural and biological evolutionary processes, selection for a trait under complex transmission. *Theoretical Population Biology* 9:238 – 259.

Feldman, M. W., and L. L. Cavalli-Sforza. 1981. *Cultural Evolution: A Quantitative Approach*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

———. 1989. On the theory of evolution under genetic and cultural transmission with application to the lactose absorption problem. In: *Mathematical Evolutionary Theory*, ed. M. W. Feldman. Princeton, NJ: Princeton University Press, pp. 145 – 173.

Feldman, M. W., and K. N. Laland. 1996. Gene-culture co-evolutionary theory. *Trends in Ecology & Evolution* 11:453 – 457.

Feldman, M. W., and L. A. Zhivotovsky. 1992. Gene-culture coevolution: toward a general theory of vertical transmission. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 89:935 – 938.

Feldman, M. W., K. Aoki, and J. Kumm. 1996. Individual versus social learning: evolutionary analysis in a fluctuating environment. *Anthropological Science* 104:209 - 232.

Fernandes, H.B.F., M. A. Woodley, and J. te Nijenhuis. 2014. Differences in cognitive abilities among primates are concentrated ofG: Phenotypic and phylogenetic comparisons with two meta-analytical databases. *Intelligence* 46:311 - 322.

Finlay, B. L., and R. B. Darlington. 1995. Linked regularities in the development and evolution of mammalian brains. *Science* 268:1578 - 1584.

Fischer, J., B. C. Wheeler, and J. P. Higham. 2015. Is there any evidence for vocal learning in chimpanzee food calls? *Current Biology* 25:1028 - 1029.

Fisher, J., and R. A. Hinde. 1949. The opening of milk bottles by birds. *British Birds* 42:347 - 357.

Fisher, R. A. 1930. *The Genetical Theory of Natural Selecti*. Oxford, UK: Clarendon Press.

Fisher, S. E., F. Vargha-Khadem, K. E. Watkins, A. P. Monaco, and M. E. Pembrey. 1998. Localisation of a gene implicated in a severe speech and language disorder. *Nature Genetics* 18:168 - 170.

Fitch, W. T. 2004. Kin selection and “mother tongues” : a neglected component in language evolution. In: *Evolution of Communication Systems: A Comparative Approach*, ed. D.

Kimbrough Oller and U. Griebel. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 275 - 296.

——.2005. The evolution of language: a comparative review. *Biology and Philosophy* 20:193 - 230.

——.2010. *The Evolution of Language*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

——.2011. The biology and evolution of rhythm: unraveling a paradox. In: *Language and Music as Cognitive Systems*, ed. P. Rebuschat, M. Rohrmeier, J. Hawkins, and I. Cross. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 73 - 95.

——.2013. Rhythmic cognition in humans and animals: distinguishing meter and pulse perception. *Frontiers Systems Neuroscience* 7:1 - 16.

——.2016. Dance, music, meter and groove: a forgotten partnership. *Frontiers in Human Neuroscience*, doi:org/10.3389/fn-hum.2016.00064.

Flynn, E. 2008. Investigating children as cultural magnets: do young children transmit redundant information along diffusion chains? *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363 (1509) :3541 - 3551.

Fogarty, L., P. Strimling, and K. N. Laland. 2011. The evolution of teaching. *Evolution* 65:2760 - 2770.

Forsgren, E., A. Karlsson, and C. Kvarnemo. 1996. Female sand gobies gain direct benefits by choosing males with eggs

in their nests. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 39:91 – 96.

Fortna, A., Y. Kim, E. MacLaren, K. Marshall, G. Hahn, L. Meltesen, M. Brenton, et al. 2004. Lineage-specific gene duplication and loss in human and great ape evolution. *PLoS Biology* 2 (7) :e207, doi:10.1371/journal.pbio.0020207.

Fragaszy, D. M. 2012. Community resources for learning: how capuchin monkeys construct technical traditions. *Biological Theor* 6:231 – 240, doi:10.1007/s13752 – 012 – 0032 – 8.

Fragaszy, D. M., and S. Perry, eds. 2003. *The Biology of Traditions: Models and Evidence*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Franks, N. R., and T. Richardson. 2006. Teaching in tandem-running ants. *Nature* 439:153.

Franz, M., and C. L. Nunn. 2009. Network-based diffusion analysis: a new method for detecting social learning. *Proceedings of the Royal Society of London B* 276:1829 – 1836.

Frazer, K. A., X. Chen, D. A. Hinds, P. V. Pant, N. Patil, and D. R. Cox. 2002. Genomic DNA insertions and deletions occur frequently between humans and nonhuman primates. *Genome Research* 13:341 – 346.

Frommen, J. G., C. Luz, and T.C.M. Bakker. 2007. Nutritional state influences shoal-ing preference for

familiars. *Zoology* 110:369 – 376.

Fuller, D. 2011. Pathways to Asian civilizations: tracing the origins and spread of rice and rice cultures. *Rice* 43:78 – 92.

Futuyma, D. J. 1998. *Evolutionary Biology*, 3rd ed. Sunderland, MA: Sinauer.

Gagneux, P., C. Wills, U. Gerloff, D. Tautz, P. A. Morin, C. Boesch, B. Fruth, et al. 1999. Mitochondrial sequences show diverse evolutionary histories of African hominoids. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96:5077 – 5082.

Gajdon, G. K., N. Fijn, and L. Huber. 2006. Limited spread of innovation in a wild parrot, the Kea (*Nestor notabilis*). *Animal Cognition* 9:173 – 181.

Galef, B. G., Jr. 1988. Imitation in animals: history, definition and interpretation of the data from the psychological laboratory. In: *Social learning: Psychological and Biological Perspectives*, ed. B. G. Galef Jr. and T. R. Zentall. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 3 – 28.

———. 1992. The question of animal culture. *Human Nature* 3:157 – 178.

———. 2003. Traditional behaviors of brown and black rats *R. norvegicus* and *R. rattus*. In: *The Biology of Traditions:*

Models and Evidence, ed. S. Perry and D. Frigaszy. Chicago, IL: University of Chicago Press, pp. 159 - 186.

Galef, B. G. 2009. Culture in animals? In: The Question of Animal Culture, ed. K. N. Laland and B. G. Galef. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 222 - 246.

Galef, B. G., Jr., and C. Allen. 1995. A new model system for studying animal tradition. *Animal Behaviour* 50:705 - 717.

Galef, B. G., Jr., and M. Beck. 1985. Aversive and attractive marking of toxic and safe foods by Norway rats. *Behavioral and Neural Biology* 43:298 - 310.

Galef, B. G., Jr., and L. L. Buckley. 1996. Use of foraging trails by Norway rats. *Animal Behaviour* 51:765 - 771.

Galef, B. G., Jr., and M. M. Clark. 1971a. Social factors in the poison avoidance and feeding behavior of wild and domesticated rat pups. *Journal of Comparative Physiology and Psychology* 78:341 - 357.

———. 1971b. Parent - offspring interactions determine time and place of first ingestion of solid food by wild rat pups. *Psychonomic Science* 25:15 - 16.

Galef, B. G., Jr., and L. Giraldeau. 2001. Social influences on foraging in vertebrates: causal mechanisms and adaptive functions. *Animal Behaviour* 61:3 - 15.

Galef, B. G., Jr., and L. Heiber. 1976. The role of residual olfactory cues in the determination of feeding site

selection and exploration patterns of domestic rats. *Journal of Comparative Physiology and Psychology* 90:727 - 739.

Galef, B. G., Jr., and P. W. Henderson. 1972. Mother's milk: a determinant of the feeding preferences of weaning rat pups. *Journal of Comparative Physiology and Psychology* 78:213 - 219.

Galef, B. G., and K. N. Laland. 2009. *The Question of Animal Culture*. Cambridge, MA:Harvard University Press.

Galef, B. G., Jr., and S. W. Wigmore. 1983. Transfer of information concerning distant foods: a laboratory investigation of the 'information - centre' hypothesis. *Animal Behaviour* 31:748 - 758.

Galef, B. G., Jr., D. J. Kennett, and S. W. Wigmore. 1984. Transfer of information concerning distant foods in rats: a robust phenomenon. *Animal Learning and Behavior* 12:292 - 296.

Galef, B. G., Jr., J. R. Mason, G. Preti, and N. J. Bean. 1988. Carbon disulfide: A smiochemical mediating socially-induced diet choice in rats. *Physiology and Behavior* 42:119 - 124.

Galef, B. G., Jr., B. Rudolf, E. E. Whiskin, E. Choleris, M. Mainardi, and P. Valsecchi. 1998. Familiarity and relatedness: effects on social learning about foods by Norway rats and Mongolian gerbils. *Animal Learning & Behavior* 26:448 - 454.

Gagneux, P., C. Wills, U. Gerloff, D. Tautz, P. A. Morin, C. Boesch, B. Fruth, et al. 1999. Mitochondrial sequences show diverse evolutionary histories of African hominoids. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96:5077 – 5082.

Gardner, R. A., and B. T. Gardner. 1969. Teaching sign language to a chimpanzee. *Science* 165:664 – 672.

Garfield, Z. H., M. J. Garfield, and B. S. Hewlett. 2016. A cross cultural analysis of hunter-gatherer social learning. In: *Social Learning and Innovation in Contemporary Huntergatherers: Evolutionary and Ethnographic Perspectives*, ed. H. Terashima and B. S. Hewlett. Tokyo, Japan: Springer.

Garland, E. C., A. W. Goldizen, M. L. Rekdahl, R. Constantine, C. Garrigue, N. D. Hausser, M. M. Poole, et al. 2011. Dynamic horizontal cultural transmission of humpback whale song at the Ocean Basin scale. *Current Biology* 21:687 – 691.

Gergely, G., and G. Csibra. 2005. The social construction of the cultural mind: imitative learning as a mechanism of human pedagogy. *Interaction Studies* 6:463 – 481.

Gergely, G., K. Egyed, and I. Kiraly. 2007. On pedagogy. *Developmental Science* 10:139 – 146.

Gerull, F. C., and R. M. Rapee. 2002. Mother knows best: effects of maternal modelling on the acquisition of fear and

avoidance behaviour in toddlers. *Behaviour Research and Therapy* 40:279 – 287.

Gibbons, A. 2009. Civilization's cost: the decline and fall of human health. *Science* 324:588.

Gibson, K. R. 1986. Cognition, brain size and the extraction of embedded food resources. In: *Primate Ontogeny, Cognition and Social Behavior*, ed. J. G. Else and P. C. Lee. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 93 – 103.

Gibson, K. R., and T. Ingold. 1993. *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Gignoux, C. R., B. M. Henn, and J. L. Mountain. 2011. Rapid, global demographic expansions after the origins of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108:6044 – 6049.

Gilbert, S. F. 2003. The morphogenesis of evolutionary developmental biology. *International Journal of Developmental Biology* 47:467 – 477.

Gilby, I. C., M. E. Thompson, J. D. Ruane, and R. Wrangham. 2010. No evidence of short-term exchange of meat for sex among chimpanzees. *Journal of Human Evolution* 59:44 – 53.

Gingerich, P. D. 1983. Rates of evolution: effects of time and temporal scaling. *Science* 222:159 – 161.

Gintis, H. 2003. The hitchhiker's guide to altruism: gene culture coevolution, and the internalization of norms. *Journal of Theoretical Biology* 220:407 - 418.

Giraldeau, L.-A., and T. Caraco. 2000. *Social Foraging Theor.* Princeton, NJ: Princeton University Press.

Giraldeau, L.-A., and L. Lefebvre. 1987. Scrounging prevents cultural transmission of food-finding behaviour in pigeons. *Animal Behaviour* 35:387 - 394.

Giraldeau, L.-A., T. J. Valone, and J. J. Templeton. 2002. Potential disadvantages of using socially acquired information. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 357:1559 - 1566.

Glazko, G., V. Veeramachaneni, M. Nei, and W. Makalowski. 2005. Eighty percent of proteins are different between humans and chimpanzees. *Gene* 346:215 - 219.

Gleibermann, L. 1973. Blood pressure and dietary salt in human populations. *Ecology of Food and Nutrition* 2:143 - 155.

Glickstein, M., and K. Doron. 2008. Cerebellum: connections and functions. *Cerebellum* 7:589 - 594.

Godin, J., E. Herman, and L. A. Dugatkin. 2005. Social influences on female mate choice in the guppy, *Poecilia reticulata*: generalized and repeatable trait-copying behaviour. *Animal Behaviour* 69:999 - 1005.

Goldsmith, T., T.C.M. Bakker, and E. Feuth-de Brujin. 1993. Selective choice in copying of female sticklebacks. *Animal Behaviour* 45:541 - 547.

Goodall, J. 1986. *The Chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior*. Cambridge MA:Harvard University Press.

Gottlieb, G. 1992. *Individual Development and Evolution: The Genesis of Novel Behavior*. New York, NY: Oxford University Press.

Gould, S. J., and E. Vrba. 1982. Exaptation: a missing term in the science of form. *Paleobiology* 8:4 - 15.

Govoni, G., and P. Gros. 1998. Macrophage NRAMP1 and its role in resistance to microbial infections. *Inflammation Research*. 47:277 - 284.

Grafen, A. 1984. Natural selection, kin selection and group selection. In: *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*, 2nd ed., ed. J. R. Krebs and N. B. Davies. Oxford, UK: Blackwell Scientific, pp. 62-84.

———. 1990. Biological signals as handicaps. *Journal of Theoretical Biology* 144:517 - 546.

Grant, M., and J. Hazel. 2002. *Who's Who in Classical Mythology*. London, UK: Routledge.

Gray, J. R., and P. M. Thompson. 2004. Neurobiology of intelligence: science and ethics. *Nature Reviews Neuroscience* 5:471 - 482.

Gray, R. D., and Q. D. Atkinson. 2003. Language tree divergence times support the Anatolian theory of Indo-European origin. *Nature* 426:435 – 439.

Gray, R. D., and F. M. Jordan. 2000. Language trees support the express-train sequence of Austronesian expansion. *Nature* 405:1052—1055.

Greenberg, R., and C. Mettke-Hofman. 2001. Ecological aspects of neophobia and exploration in birds. *Current Ornithology* 16:119 – 178.

Greenfield, P. M. 1991. Language, tools and brain: the ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behaviour. *Behavior and Brain Science* 14:531 – 595.

Gross, R., A. I. Houston, E. J. Collins, J. M. McNamara, F. X. Dechaume-Moncharmont, and N. R. Franks. 2008. Simple learning rules to cope with changing environments. *Journal of the Royal Society, Interface* 5:1193 – 1202.

Grüter, C., and F. L. W. Ratnieks. 2011. Honeybee foragers increase the use of waggle dance information when private information becomes unrewarding. *Animal Behaviour* 81:949 – 954.

Grüter, C., E. Leadbeater, and F. L. W. Ratnieks. 2010. Social learning: the importance of copying others. *Current Biology* 20:R683 – R685.

Guillermo, A. 2005. The Uruk World System: The Dynamics of Expansion of Early Mesopotamian Civilization, 2nd ed. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Hahn, M., J. P. Demuth, and S.-G. Han. 2007. Accelerated rate of gene gain and loss in primates. *Genetics* 177:1941 - 1949.

Halgin, R. P., and S. Whitbourne. 2006. Abnormal Psychology with MindMap II. CDROM and PowerWeb. New York, NY: McGraw-Hill.

Hamilton, W. 1964. The genetical evolution of social behaviour: I. *Journal of Theoretical Biology* 7:1 - 16.

Hampton, R. R., D. F. Sherry, M. Khurgel, and G. Ivy. 1995. Brain Behavior and Evolution 45:54 - 61.

Han, Y., S. Gu, H. Oota, M. V. Osier, A. J. Pakstis, W. C. Speed, J. R. Kidd, et al. 2007. Evidence of positive selection on a class I ADH locus. *American Journal of Human Genetics* 80:441 - 456.

Hansen, B. T., L. E. Johannessen, and T. Slagsvold. 2008. Imprinted species recognition lasts for life in free-living great tits and blue tits. *Animal Behaviour* 75:921 - 927.

Hardyck, C., L. Petriovich, and R. Goldman. 1976. Left handedness and cognitive deficit. *Cortex* 12:266 - 278.

Harris, L. J. 1980. Left handedness: early theories, facts and fancies. In: *Neuropsychology of Left Handedness*, ed.

L. J. Herron. London, UK: Academic Press, pp. 3 – 78.

Harvey, P. H., and J. R. Krebs. 1990. Comparing brains. *Science* 249:140 – 146.

Harvey, P. H., and M. D. Pagel. 1991. *The Comparative Method in Evolutionary Biolog.* Oxford, UK: Oxford University Press.

Hatfield, G. 2016. René Descartes. In: *The Stanford Encyclopedia of Philosoph* (Summer 2016 Edition) , ed. E. N. Zalta,
<http://plato.stanford.edu/archives/sum2016/entries/descartes/>
.

Haun, D.B.M., Y. Rekers, and M. Tomasello. 2012. Majority-biased transmission in chimpanzees and human children, but not orangutans. *Current Biology* 22:727 – 731.

Hauser, M. D. 1996. *The Evolution of Communicatio.* Cambridge, MA: MIT Press.

Hauser, M. D., N. Chomsky, and W. T. Fitch. 2002. The faculty of language: what is it, who has it, and how did it evolve? *Science* 298:1569 – 1579.

Hauser, M. D., C. Yang, R. C. Berwick, I. Tattersall, M. J. Ryan, J. Watumull, N. Chom -sky, et al. 2014. The mystery of language evolution. *Frontiers in Psychology* 5:401 – 412.

Hawks, J., E. T. Wang, G. M. Cochran, H. C. Harpending, and R. K. Moyzis. 2007. Recent acceleration of human adaptive

evolution. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 104:20753 – 20758.

Hawkesworth, J. (1773) 2014. An Account of the Voyages Undertaken by the Order of His Present Majesty for Making Discoveries in the Southern Hemisphere. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.

Hawley, W. A., P. Reiter, R. S. Copeland, C. B. Pumpuni, and G. B. Craig Jr. 1987. *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. Science 236:1114 – 1116.

Hayden, B. 1993. The cultural capacities of Neandertals: a review and re evaluation. Journal of Human Evolution 24:113 – 146.

Haygood, R., O. Fedrigo, B. Hanson, K. D. Yokoyama, and G. A. Wray. 2007. Promoter regions of many neural- and nutrition-related genes have experienced positive selection during human evolution. Nature Genetics 39:1140 – 1144.

Healy, S. D., and C. Rowe. 2007. A critique of comparative studies of brain size. Proceedings of the Royal Society of London B 274:453 – 464.

Heffner, R. S., and R. B. Masterton. 1975. Variation in the form of the pyramidal tract and its relationship to digital dexterity. Brain, Behavior and Evolution 12:161 – 200.

——.1983. The role of the corticospinal tract in the evolution of human digital dexterity. *Brain, Behavior and Evolution* 23:165 - 183.

Helfman G. S., and E. T. Schultz. 1984. Social transmission of behavioural traditions in a coral reef fish. *Animal Behaviour* 32:379 - 384.

Helgason, A., S. Palsson, G. Thorleifsson, S.F.A. Grant, V. Emilsson, S. Gunnarsdottir, A. Adeyemo, et al. 2007. Refining the impact of TCF7L2 gene variants on type 2 diabetes and adaptive evolution. *Nature Genetics* 39:218 - 225.

Henrich, J. 2004a. Demography and cultural evolution: why adaptive cultural processes produced maladaptive losses in Tasmania. *American Antiquity* 69:197 - 221.

——.2004b. Cultural group selection, coevolutionary processes and large-scale cooperation. *Journal of Economic Behavior and Organization* 53:3 - 35.

——.2009. The evolution of costly displays, cooperation and religion: credibility enhancing displays and their implications for cultural evolution. *Evolution of Human Behavior* 30:244 - 260.

——.2015. *The Secret of our Success*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Henrich, J., and R. Boyd. 1998. The evolution of conformist transmission and between group

differences. *Evolution of Human Behavior* 19:215 – 242.

———. 2002. On modeling cognition and culture: why cultural evolution does not require replication of representations. *Journal of Cognitive Culture* 2:87 – 112.

Henrich, J., and R. Henrich. 2007. *Why Humans Cooperate: A Cultural and Evolutionary Explanation*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Henrich, J., and R. McElreath. 2003. The evolution of cultural evolution. *Evolutionary Anthropology* 12:123 – 135.

Henrich, J., R. Boyd, S. Bowles, C. Camerer, E. Fehr, H. Gintis, and R. McElreath. 2001. In search of *Homo economicus*: behavioral experiments in 15 small-scale societies. *American Economic Review* 91:73 – 7.

Hepper, P. 1988. Adaptive fetal learning: prenatal exposure to garlic affects postnatal preferences. *Animal Behaviour* 36:935 – 936.

Herrmann, E., J. Call, M. V. Hernandez-Lloreda, B. Hare, and M. Tomasello. 2007. Humans have evolved specialized skills of social cognition: the cultural intelligence hypothesis. *Science* 317:1360 – 1366.

Herrmann, E., M. V. Hernandez-Lloreda, J. Call, B. Hare, and M. Tomasello. 2010. The structure of individual differences in the cognitive abilities of children and chimpanzees. *Psychological Science* 21:102 – 110.

Herrman, P. A., C. H. Legare, P. L. Harris, and H. Whitehouse. 2013. Stick to the script: the effect of witnessing multiple actors on children's imitation. *Cognition* 129:536 – 543.

Hewlett, B. S., and C. J. Roulette. 2016. Teaching in hunter-gatherer infancy. *Royal Society Open Science* 3:150403.

Hewlett, B. S., H. N. Fouts, A. H. Boyette, and B. L. Hewlett. 2011. Social learning among Congo Basin hunter-gatherers. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:1168 – 1178.

Heyes, C. M. 1993. Imitation, culture and cognition. *Animal Behaviour* 46:999 – 1010.

———.1998. Theory of mind in nonhuman primates. *Behavioral and Brain Sciences* 21:101 – 114.

———.2002. Transformational and associative theories of imitation. In: *Imitation in Animals and Artefacts*, ed. K. Dautenhahn and C. L. Nehaniv. Cambridge, MA:MIT Press, pp. 501 – 524.

———.2005. Imitation by association. In: *Perspectives on Imitation: From Mirror Neurons to Memes*, ed. S. Hurley and N. Chater. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 157 – 176.

———.2009. Evolution, development and intentional control of imitation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 364:2293 – 2298.

———.2012. What can imitation do for cooperation? In:Signalling, Commitment &Cooperation, ed. B. Calcott, R. Joyce, and K. Sterelny. Cambridge, MA: MIT Press.Heyes, C. M., and B. G. Galef Jr. 1996.Social Learning in Animals: The Roots of Cultur.Cambridge, MA: Academic Press.

Heyes, C. M., and Ray, E. D. 2000. What is the significance of imitation in animals?Advances in the Study of Behavior 29:215 – 245.

Heyes, C. M., and A. Saggerson. 2002. Testing for imitative and non-imitative social learning in the budgerigar using a two-object /two-action test.Animal Behaviour64:851 – 859.

Hill, K., M. Barton, and A. M. Hurtado. 2009. The emergence of human uniqueness: characters underlying behavioral modernity.Evolutionary Anthropology18:174 – 187.

Hill, K. R., R. S. Walker, M. Bozicevic, J. Eder, T. Headland, B. Hewlett, A. M. Hurtado,et al. 2011. Co-residence patterns in hunter-gatherer societies show unique human social structure.Science 331:1286 – 1289.

Hill, R. S., and C. A. Walsh. 2005. Molecular insights into human brain evolution.Nature437:64 – 67, doi:10.1038/nature04103.

Hinde, R. A., and J. Fisher. 1951. Further observations on the opening of milk bottles by birds.British Birds 44:393 – 396.

——.1972. Some comments on the republication of two papers on the opening of milk bottles by birds. In:Function and Evolution of Behavior: An Historical Sample from the Pen of Ethologist, ed. P. H. Klopfer and J. P. Hailman. Boston, MA:Addison-Wesley, pp. 377 - 378.

Hirvonen, H., S. Vilhunen, C. Brown, V. Lintunen, and K. N. Laland. 2003. Improving anti-predator responses of hatchery reared salmonids by social learning. In: FishModels as Behavior, Conference Proceedings: Fisheries Society of the British Isles Annual Symposium, Norwich, UK, June 30 - July 04, 2003. Journal of Fish Biology 63:Supplement A. 63 (232) , 10.1111/j.1095 - 8649.2003.0216n.x.

Holden, C., and R. Mace. 1997. Phylogenetic analysis of the evolution of lactose digestion in adults. Human Biology 69:605 - 628.

Hoogland, R. D., D. Morris, and N. Tinbergen. 1957. The spines of sticklebacks (*Gasterosteus* and *Pygosteus*) as a means of defence against predators (*Perca* and *Esox*). Behaviour 10:205 - 237.

Hopkins, W. D., and C. Cantalupo. 2004. Handedness in chimpanzees (*Pan troglodytes*) is associated with asymmetries of the primary motor cortex but not with homologous language areas. Behavioral Neuroscience 118:1176 - 1183.

Hoppitt, W.J.E., and K. N. Laland. 2008. Social processes influencing learning in animals: a review of the evidence. Advances in the Study of Behavior 38:105 - 165.

———.2011. Detecting social learning using networks: a user' s guide.American Journal of Primatology 73:834 - 844.

———.2013.Social Learning: An Introduction to Mechanisms, Methods, and Models.Princeton, NJ: Princeton University Press.

Hoppitt, W.J.E., N. J. Boogert, and K. N. Laland. 2010a. Detecting social transmission in networks.Journal of Theoretical Biolog 263:544 - 555.

Hoppitt, W.J.E., G. Brown, R. L. Kendal, L. Rendell, A. Thornton, M. Webster, and K. N. Laland. 2008. Lessons from animal teaching.Trends in Ecology and Evolution23:486 - 493.

Hoppitt, W.J.E., A. Kandler, J. R. Kendal, and K. N. Laland. 2010b. The effect of tas structure on diffusion dynamics: implications for diffusion curve and networ based analyses.Learning and Behavior 38:243 - 251.

Horner, V., and A. Whiten. 2005. Causal knowledge and imitation/emulation switching in chimpanzees (Pan troglodytes) and children (Homo sapiens) .Animal Cognition 8:164 - 181.

Horner, V., D. Proctor, K. E. Bonnie, A. Whiten, and F.B.M. de Waal. 2010. Prestige affects cultural learning in chimpanzees.PLOS ONE 5:e10625, doi:10.1371/journal.pone.0010625.

Hosey, G. R., M. Jacques, and A. Pitts. 1997. Drinking from tails: social learning of a novel behaviour in a group of ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). *Primates* 38:415 - 422.

Houston, R. G. 1973. Sick cell anemia and dietary precursors of cyanate. *American Journal of Clinical Nutrition* 26:1261 - 1264.

Hovers, E. 2012. Invention, reinvention and innovation: makings of Oldowan lithic technology. In: *Origins of Human Innovation and Creativity*, ed. S. Elias. Vol. 16 in *Developments in Quaternary Science*, ed. J.J.M. van der Meer. Maryland Heights, MO: Elsevier, pp. 51 - 68.

Hrdy, S. 1999. *Mother Nature—Maternal Instincts and How They Shape the Human Species*. New York, NY: Ballantine Books.

Hrubesch, C., S. Preuschoft, and C. van Schaik. 2008. Skill mastery inhibits adoption of observed alternative solutions among chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition* 12:209 - 216.

Huffman, M. A. 1996. Acquisition of innovative cultural behaviors in nonhuman primates: a case study of stone handling, a socially transmitted behavior in Japanese macaques. In: *Social Learning in Animals: The Roots of Culture*, ed. C. M. Heyes and B. G. Galef Jr. Cambridge, MA: Academic, pp. 267 - 290.

Huffman, M. A., and S. Hirata. 2003. Biological and ecological foundations of primate behavioral tradition. In: *The*

Biology of Traditions: Models and Evidence, ed. D. M. Frigaszy and S. Perry. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 267 – 296.

Hugo, V. (1831) 1978. Notre-Dame of Paris. London, UK: Penguin Classics.

Humphrey, N. K. 1976. The social function of intellect. In: Growing Points in Ethology, ed. P.P.G. Bateson and R. A. Hinde. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 303 – 317.

Hunemeier, T., C.E.G. Amorim, S. Azevedo, V. Contini, V. Acuna-Alonzo, F. Rothhammer, J.-M. Dugoujon, et al. 2012. Evolutionary responses to a constructed niche: ancient Mesoamericans as a model of gene-culture coevolution. PLOS ONE 7:e38862, doi:org/10.1371/journal.pone.0038862.

Hunemeier, T., J. Gómez-Valdés, M. Ballesteros-Romero, S. de Azevedo, N. MartínezAbadías, M. Esparza, T. Sjøvold, et al. 2012. Cultural diversification promotes rapid phenotypic evolution in Xavante Indians. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 109 (1) :73 – 77.

Hung, C. C., Y. K. Tu, S. H. Chen, and R. C. Chen. 1985. A study of handedness and cerebral speech dominance in right-handed Chinese. Journal of Neurolinguistics 1:143 – 163.

Hunt, G. R., and R. D. Gray. 2003. Diversification and cumulative evolution in New Caledonian crow tool

manufacture. Proceedings of the Royal Society of London B 270:867 – 874.

Hurford, J. R. 1999. The evolution of language and of languages. In: The Evolution of Culture, ed. R. Dunbar, C. Knight, and C. Power. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press, pp. 173 – 193.

———. 2014. Origins of Language: A Slim Guide. Oxford, UK: Oxford Linguistics.

Huttenlocher, J., M. Vasilyeva, E. Cymerman, and S. Levine. 2002. Language input and child syntax. Cognitive Psychology 45:337 – 374.

Iacoboni, M., R. P. Woods, M. Brass, H. Bekkering, J. C. Mazziotta, and G. Rizzolatti. 1999. Cortical mechanisms of human imitation. Science 286 (5449) :2526 – 2528.

Ihara, Y., K. Aoki, and M. W. Feldman. 2003. Runaway sexual selection with paternal transmission of the male trait and gene-culture determination of the female preference. Theoretical Population Biology 63:53 – 62.

Ingram, J. 1998. The Barmaid's Brain. New York, NY: Viking.

Isler, K., and C. P. van Schaik. 2012. How our ancestors broke through the gray ceiling: comparative evidence for cooperative breeding in early Homo. Current Anthropology 53 (6) :453 – 465.

Izagirre, N., I. Garcia, C. Junquera, C. de la Rua, and S. Alonso. 2006. A scan for signatures of positive selection in candidate loci for skin pigmentation in humans. *Molecular Biology and Evolution* 23:1697 – 1706.

Jablonka, E., and M. J. Lamb. 2005. *Evolution in Four Dimensions*. Cambridge, MA:MIT Press.

Jacobs, L. F., and W. D. Spencer. 1994. Natural space-use patterns and hippocampal size in kangaroo rats. *Brain, Behavior and Evolution* 44:125 – 132.

James, S. R. 1989. Hominid use of fire in the lower and middle Pleistocene. *Current Anthropology* 30:1 – 26.

Janik, J. M., and P.J.B. Slater. 1997. Vocal learning in mammals. *Advances in the Study of Behavior* 26:59 – 99.

Jaradat, A. A. 2007. Biodiversity and sustainable agriculture in the Fertile Crescent. *Yale Forestry & Environmental Science Bulletin* 103:31 – 57.

Jarvis, E. D. 2004. Learned birdsong and the neurobiology of human language. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1016:749 – 777.

Jensen, K., J. Call, and M. Tomasello. 2007. Chimpanzees are rational maximizers in an ultimatum game. *Science* 318:107 – 109.

Joffe, T. H., and R.I.M. Dunbar. 1997. Visual and socio cognitive information processing in primate brain

evolution. Proceedings of the Royal Society of London B 264:1303 – 1307.

Johannessen, L. E., T. Slagsvold, and B. T. Hansen. 2006. Effects of social rearing conditions on song structure and repertoire size: experimental evidence from the field. *Animal Behaviour* 72:83 – 95.

Jolly, A. 1966. Lemur social behavior and primate intelligence. *Science* 153:501 – 506.

Jones, B. C., L. M. DeBruine, A. C. Little, R. P. Burriss, and D. R. Feinberg. 2007. Social transmission of face preferences among humans. *Proceedings of the Royal Society B* 274:899 – 903.

Jonxis, J.H.P. 1965. Haemoglobinopathies in West Indian groups of African origin. In: *Abnormal Haemoglobins in Africa*, ed. J.H.P. Jonxis. Oxford, UK: Blackwell, pp. 329 – 338.

Kambo, J. S., and L.A.M. Galea. 2006. Androgens influence risk assessment behaviour but do not influence stress induced suppression in hippocampal cell proliferation in adult male rats. *Behavioural Brain Research* 175:263 – 270.

Kameda, T., and D. Nakanishi. 2002. Cost-benefit analysis of social/cultural learning in a nonstationary uncertain environment: an evolutionary simulation and an experiment with human subjects. *Evolution and Human Behavior* 23:373 – 393.

Kant, M. 2007. The Cambridge Companion to Balle. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Kaplan, H. S., and J. A. Robson. 2002. The emergence of humans: the coevolution of intelligence and longevity with intergenerational transfers. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99:10221 – 10226.

Kaplan, H. S., K. Hill, J. Lancaster, and A. M. Hurtado, 2000. A theory of human life history evolution: diet, intelligence, and longevity. *Evolutionary Anthropology* 9:156 – 185.

Kappe, S.H.I., A. M. Vaughan, J. A. Boddey, and A. F. Cowman. 2010. That was then but this is now: malaria research in the time of an eradication agenda. *Science* 328:862 – 866.

Kappeler, P. M., and E. W. Heyman. 1996. Nonconvergence in the evolution of primate life history and socio-ecology. *Biological Journal of the Linnean Society* 59:297 – 326.

Kappeler, P., and J. Silk. 2009. *Mind the Gap: Tracing the Origins of Human Universals*. New York, NY: Springer.

Kaufman, A. B., and J. C. Kaufman. 2015. *Animal Creativity and Innovation*. San Diego, CA: Academic Press.

Kavaliers, M., E. Choleris, and D. D. Colwell. 2001. Brief exposure to female odors ‘emboldens’ male mice by

reducing predator-induced behavioural and hormonal responses. *Hormones and Behavior* 40:497 - 509.

Kavaliers, M., D. Colwell, and E. Choleris. 2003. Learning to fear and cope with a natural stressor: individually and socially acquired corticosterone and avoidance responses to biting flies. *Hormones and Behavior* 43:99 - 107.

Kawai, M. 1965. Newly-acquired pre-cultural behavior of the natural troop of Japanese monkeys on Koshima islet. *Primates* 6:1 - 30.

Kayser, M., S. Brauer, R. Cordaux, A. Castro, O. Lao, L. Zhivotovsky, C. Moyse-Faurie, et al. 2006. Melanesian and Asian origins of Polynesians: mtDNA and Y chromosome gradients across the Pacific. *Molecular Biology and Evolution* 23:2234 - 2244.

Keller, E. 2010. *The Mirage of a Space between Nature and Nurture*. Durham, NC: Duke University Press.

Kelley, J. L., and W. J. Swanson. 2008. Dietary change and adaptive evolution of enamel in humans and among primates. *Genetics* 178:1595 - 1603.

Kendal, J. R., J. J. Tehrani, and J. Odling-Smee. 2011. Human niche construction in interdisciplinary focus. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366 (1566) :785 - 792.

Kendal, R. L., R. L. Coe, and K. N. Laland. 2005. Age differences in neophilia, exploration, and innovation in family groups of callitrichid monkeys. *American Journal of Primatology* 66:167 – 188.

Kendal, R. L., I. Coolen, and K. N. Laland. 2004. The role of conformity in foraging when personal and social information conflict. *Behavioral Ecology* 15:269 – 277.

Kendal, R. L., I. Coolen, Y. van Bergen, and K. N. Laland. 2005. Tradeoffs in the adaptive use of social and asocial learning. *Advances in the Study of Behaviour* 35:333 – 379.

Kendal, R. L., L. M. Hopper, A. Whiten, S. F. Brosnan, S. P. Lambeth, S. J. Schapiro, and W. Hoppitt. 2015. Chimpanzees copy dominant and knowledgeable individuals: implications for cultural diversity. *Evolution and Human Behavior* 36:65 – 72.

Kendal, J. R., L. Rendell, T. Pike, and K. N. Laland. 2009. Nine-spined sticklebacks deploy a hill-climbing social learning strategy. *Behavioral Ecology* 20:238 – 244.

King, B. J. 1986. Extractive foraging and the evolution of primate intelligence. *Human Evolution* 14:361 – 372.

King, M. C., and A. C. Wilson. 1975. Evolution at two levels in humans and chimpanzees. *Science* 188:107 – 116.

Kinzler, K. D., K. Shutts, J. DeJesus, and E. S. Spelke. 2009. Accent trumps race in guiding children's social

preferences. *Social Cognition* 27 (4) :623 – 634.

Kirby, S., H. Cornish, and K. Smith. 2008. Cumulative cultural evolution in the laboratory: an experimental approach to the origins of structure in human language. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 105:10681 – 10686.

Kirby, S., M. Dowman, and T. L. Griffiths. 2007. Innateness and culture in the evolution of language. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104:5241 – 5245.

Kirby, S., M. Tamariz, H. Cornish, and K. Smith. 2015. Compression and communication in the cultural evolution of linguistic structure. *Cognition* 141:87 – 102.

Kirschner, M., and J. Gerhart. 2005. *The Plausibility of Life: Resolving Darwin's Dilemma*. New Haven, CT: Yale University Press.

Kirschner, W. H. 1987. *Tradition im Bienenstaat: Kommunikation Zwischen den Imagines und der Brut der Honigbiene Durch Vibrationssignale*. PhD diss., JuliusMaximilians Universität.

Klein, R. G. 1999. *The Human Caree*, 2nd ed. Chicago, IL: University of Chicago Press.

——. 2000. Archeology and the evolution of human behavior. *Evolutionary Anthropology* 9:17 – 36.

Kline, M. A., and R. Boyd. 2010. Population size predicts technological complexity in Oceania. *Proceedings of the Royal Society of London B* 277:2559 – 2564.

Kline, M. A., R. Boyd, and J. Henrich. 2013. Teaching and the life history of cultural transmission in Fijian villages. *Human Nature* 24 (4) :351 – 374.

Kohler, W. 1925. *The Mentality of Apes*. Translated from the 2nd revised edition by E. Winter. New York, NY: Harcourt, Brace.

Kokko, H., and M. D. Jennions. 2008. Parental investment, sexual selection and sex ratios. *Journal of Evolutionary Biology* 21:919 – 948.

Kokko, H., and P. Monaghan. 2001. Predicting the direction of sexual selection. *Ecology Letters* 4:159 – 165.

Kolata, S., K. Light, and L. D. Matzel. 2008. Domain-specific and domain general learning factors are expressed in genetically heterogeneous *cd-1* mice. *Intelligence* 36:619 – 629.

Kothbauer-Hellman, R. 1990. On the origin of a tradition: milk bottle opening by titmice. *Zoologischer Anzeiger* 225:353 – 361.

Kotiaho, J. S. 2001. Costs of sexual traits: a mismatch between theoretical considerations and empirical evidence. *Biological Reviews* 76:365 – 376.

Koulouriotis, D. E., and A. Xanthopoulos. 2008. Reinforcement learning and evolutionary algorithms for non-stationary multi-armed bandit problems. *Applied Mathematics and Computation* 196:913 – 922.

Kraak, S.B.M., and F. J. Weissing. 1996. Female preference for nests with many eggs: a cost-benefit analysis of female choice in fish with paternal care *Behavioral Ecology* 7:353 – 361.

Kramer, S. N. 1964. *The Sumerians: Their History, Culture, and Charact.* Chicago, IL:University of Chicago Press.

Krause, J., and G. D. Ruxton. 2002. *Living in Groups.* Oxford, UK: Oxford University Press.

Krebs, J. R., D. F. Sherry, S. D. Healy, H. Perry, and A. L. Vaccerino. 1989. Hippocampal specialization of food-storing birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 86:1388 – 1392.

Kruetzen, M., S. Kreicker, C. D. MacLeod, J. Learmonth, A. Kopps, P. Walsham, and S. Allen. 2014. Cultural transmission of tool use by Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) provides access to a novel foraging niche. *Proceedings of the Royal Society of London B* 281 (1784) :20140374, doi:10.1098/rspb.2014.0374.

Krutzen, M., J. Mann, M. R. Heithaus, R. C. Connor, L. Bejder, and W. B. Sherwin. 2005. Cultural transmission of tool

use in bottlenose dolphins. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102:8939 - 8943.

Kudo, H., and R.I.M. Dunbar. 2001. Neocortex size and social network size in primates. *Animal Behaviour* 62:711 - 722.

Kumm, J., K. N. Laland, and M. W. Feldman. 1994. Gene-culture coevolution and sex ratios: the effects of infanticide, sex selective abortion, and sex-biased parental investment on the evolution of sex ratios. *Theoretical Population Biology* 46:249 - 278.

Kummer, H., and J. Goodall. 1985. Conditions of innovative behavior in primates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 308:203 - 214.

Kummer, H., and F. Kurt. 1965. A comparison of social behaviour in captive and wild hamadryas baboons. In: *The Baboon in Medical Research*, ed. H. Vagtbord. Austin, TX: University of Texas Press, pp. 65 - 80.

Lachlan, R., L. Crooks, and K. N. Laland. 1998. Who follows whom? Shoaling preferences and social learning of foraging information in guppies. *Animal Behaviour* 56:181 - 190.

Laland, K. N. 1990. A Theoretical Investigation of the Role of Social Transmission in Evolution. PhD diss., University College London.

———. 1994. Sexual selection with a culturally transmitted mating preference. *Theoretical Population Biology* 45:1 - 15.

——.2004. Social learning strategies. *Learning & Behavior* 32:4 – 14.

——.2016. The origins of language in teaching. *Psychonomic Bulletin and Review*, doi:10.3758/s13423-016-1077-7.

Laland, K. N., and P.P.G. Bateson. 2001. The mechanisms of imitation. *Cybernetics and Systems* 32:195 – 224.

Laland, K. N., and G. R. Brown. 2006. Niche construction, human behaviour and the adaptive lag hypothesis. *Evolutionary Anthropology* 15:95 – 104.

——.2011. *Sense and Nonsense. Evolutionary Perspectives on Human Behaviour*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Laland, K. N., and B. G. Galef Jr., eds. 2009. *The Question of Animal Culture*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Laland, K. N., and W.J.E. Hoppitt. 2003. Do animals have culture? *Evolutionary Anthropology* 12:150 – 159.

Laland, K. N., and V. M. Janik. 2006. The animal cultures debate. *Trends in Ecology and Evolution* 21:542 – 547.

Laland, K. N., and M. J. O'Brien. 2010. Niche construction theory and archaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory* 17:303 – 322.

Laland, K. N., and H. C. Plotkin. 1991. Excretory deposits surrounding food sites facilitate social learning of food preferences in Norway rats. *Animal Behaviour* 41:997 - 1005.

——.1993. Social transmission of food preferences amongst Norway rats by marking of food sites, and by gustatory contact. *Animal Learning and Behavior* 21:35 - 41.

Laland, K. N., and S. M. Reader. 1999a. Foraging innovation in the guppy. *Animal Behaviour* 57:331 - 340.

——.1999b. Foraging innovation is inversely related to competitive ability in male but not in female guppies. *Behavioral Ecology* 10:270 - 274.

——.2009. Comparative perspectives on human innovation. In: *Innovation in Cultural Systems*, ed. M. J. O' Brien and S. Shennan. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 37 - 51.

——.2010. Innovation in Animals. In: *Encyclopaedia of Animal Behaviour*, ed. M. D. Breed and J. Moore. Oxford, UK: Academic, pp. 150 - 154.

Laland, K. N., and L. R. Rendell. 2013. Cultural memory. *Current Biology* 2317:R736 - R740.

Laland, K. N., and K. Williams. 1997. Shoaling generates social learning of foraging information in guppies. *Animal Behaviour* 53:1161 - 1169.

——.1998. Social transmission of maladaptive information in the guppy. *Behavioral Ecology* 9:493 - 499.

Laland, K. N., J. R. Kendal, and R. L. Kendal. 2009. Animal culture: problems and solutions. In: *The Question of Animal Culture*, ed. K. N. Laland and B. G. Galef Jr. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 174 – 197.

Laland, K. N., J. Kumm, and M. W. Feldman. 1995. Gene-culture coevolutionary theory: a test case. *Current Anthropology* 36:131 – 156.

Laland, K. N., J. Kumm, J. D. Van Horn, and M. W. Feldman. 1995. A gene-culture model of handedness. *Behavior Genetics* 25:433 – 445.

Laland, K. N., F. J. Odling-Smee, and M. W. Feldman. 2000. Niche construction, biological evolution and cultural change. *Behavioral and Brain Sciences* 23:131 – 146.

Laland, K. N., F. J. Odling-Smee, and S. Myles. 2010. How culture shaped the human genome: bringing genetics and the human sciences together. *Nature Reviews Genetics* 11:137 – 148.

Laland, K. N., P. J. Richerson, and R. Boyd. 1993. Animal social learning: towards a new theoretical approach. In: *Behavior and Evolution*, ed. P. H. Klopfer, P. P. Bateson, and N. S. Thompson, Vol. 10 of *Perspectives in Ethology*. Berlin, Germany: Plenum, pp. 249 – 277.

Laland, K. N., K. Sterelny, F. J. Odling-Smee, W. J. E. Hoppitt, and T. Uller. 2011. Cause and effect in biology revisited: Is Mayr's proximate ultimate dichotomy still useful? *Science* 334:1512 – 1516.

Laland, K. N., C. Wilkins, and N. S. Clayton. 2016. The evolution of dance. *Current Biology* 26:R1 – R21.

Lane, D. 2016. Innovation cascades: artefacts, organization, attributions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, doi:10.1098/rstb.2015.0194.

Langen, T. A. 2000. Prolonged offspring dependence and cooperative breeding in birds. *Behavior Ecology* 11:367 – 377.

Lao, O., J. M. de Gruijter, K. van Duijn, A. Navarro, and M. Kayser. 2007. Signatures of positive selection in genes associated with human skin pigmentation as revealed from analyses of single nucleotide polymorphisms. *Annals of Human Genetics* 71:354 – 369.

Largiader, C. R., V. Fries, and T.C.M. Bakker. 2001. Genetic analysis of sneaking and egg-thievery in a natural population of the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) *Heredity* 48:459 – 468.

Latane, B. 1981. The psychology of social impact. *American Psychologist* 36:343 – 356. Laubin, R., and G. Laubin. 1977. *Indian Dances of North America*. Norman, OK: University of Oklahoma Press.

Laurent, R., B. Toupance, and R. Chaix. 2012. Non-random mate choice in humans: insights from a genome scan. *Molecular Ecology* 21:587 – 596.

Lawson, J. 1964. European Folk Dance. London, UK: Pitman and Sons.

Leadbeater, E., and L. Chittka. 2007a. The dynamics of social learning in an insect model: the bumblebee (*Bombus terrestris*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61:1789 – 1796.

———. 2007b. Social learning in insects—from miniature brains to consensus building. *Current Biology* 17:R703 – R713.

Leadbeater, E., N. E. Raine, and L. Chittka. 2006. Social learning: ants and the meaning of teaching. *Current Biology* 16:R323e – R325.

Leca, J. B., N. Gunst, and M. A. Huffman. 2007. Age related differences in the performance, diffusion, and maintenance of stone handling, a behavioral tradition in Japanese macaques. *Journal of Human Evolution* 53:691 – 708.

Lee, R. B. 1979. *The !Kung San: Men, Women, and Work in a Foraging Society*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Lee, R. B., and R. Daly, eds. 1999. *The Cambridge Encyclopedia of Hunters and Gatherers*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Lefebvre, L. 1995. The opening of milk bottles by birds: evidence for accelerating learning rates, but against the wave-of-advance model of cultural transmission. *Behavioral Processes* 34:43 – 53.

———.2010. Taxonomic counts of cognition in the wild. *Biology Letters* 7:631 – 633.

Lefebvre, L., S. Ducatez, and J. N. Audet. 2016. Feeding innovations in a nested phylogeny of Neotropical passerines. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, doi:10.1098/rstb.2015.0188.

Lefebvre, L., S. M. Reader, and D. Sol. 2004. Brains, innovations and evolution in birds and primates. *Brain, Behavior and Evolution* 63:233 – 246.

Lefebvre, L., P. Whittle, E. Lascaris, and A. Finkelstein. 1997. Feeding innovations and forebrain size in birds. *Animal Behaviour* 53:549 – 560.

Lehmann, L., and L. Keller. 2006. The evolution of cooperation and altruism. *Journal of Evolutionary Biology* 19:1365 – 1376.

Lehmann, L., K. Aoki, and M. W. Feldman. 2011. On the number of independent cultural traits carried by individuals and populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:424 – 435.

Lepre, C. J., H. Roche, D. V. Kent, S. Harmand, R. L. Quinn, J.-P. Brugal, P.-J. Texier, et al. 2011. An earlier origin for the Acheulian. *Nature* 477:82 – 85.

Lewens, T. 2015. *Cultural Evolution: Conceptual Challenges*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Lewin, R. 1987. *Bones of Contention: Controversies in the Search for Human Origins*. London, UK: Penguin.

Lewin, R., and R. A. Foley. 2004. *Principles of Human Evolution*, 2nd ed. Cambridge, UK: Blackwell.

Lewis, H. M., and K. N. Laland. 2012. Transmission fidelity is the key to the build up of cumulative culture. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 367:2171 – 2180.

Lewis, J. 2007. Ekila: blood, bodies, and egalitarian societies. *Journal of the Royal Anthropological Institute* 14:297 – 335.

Lewontin, R. C. 1970. The units of selection. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 1:1 – 18.

Li, H., and R. Durbin. 2011. Inference of human population history from individual whole-genome sequences. *Nature* 475:493 – 496.

Li, H. T., T. T. Zhang, Y. Q. Zhou, Q. H. Huang, and J. Huang. 2006. SLC11A1 (formerly NRAMP1) gene polymorphisms and tuberculosis susceptibility: a meta-analysis. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 10:3 – 12.

Liao, B. Y., and J. Zhang. 2008. Null mutations in human and mouse orthologs frequently result in different

phenotypes. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 105:6987 – 6992.

Linden, E. 1975. Apes, Men and Language. New York, NY: Bookthrift

Little, A. C., R. P. Burriss, B. C. Jones, L. M. DeBruine, and C. Caldwell. 2008. Social influence in human face preference: men and women are influenced more fo long-term than short-term attractiveness decisions. Evolution and Human Behavior 29:140 – 146.

Livingstone, F. B. 1958. Anthropological implications of sickle-cell distribution in west Africa. American Anthropologist 60:533 – 562.

Lloyd Morgan, C. 1912. Instinct and Experience. London, UK: Methuen.

Logan, C. J., A. J. Breen, A. H. Taylor, R. D. Gray, and W. J. E. Hoppitt. 2015. How New Caledonian crows solve novel foraging problems and what it means for cumulative culture. Learning & Behavior 44:18 – 28, doi:10.3758/s13420-015-0194-x.

Lonsdorf, E. V. 2006. What is the role of mothers in the acquisition of termite-fshing behaviors in wild chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*)? Animal Cognition 9:36 – 46.

Lonsdorf, E. V., E. A. Pusey, and L. Eberly. 2004. Sex differences in learning in chipanzees. Nature 428:715 – 716.

López Herráez, D., M. Bauchet, K. Tang, C. Theunert, I. Pugach, J. Li, M. Nandneni, et al. 2009. Genetic variation and recent positive selection in worldwide human populations: evidence from nearly 1 million SNPs. PLOS ONE 4:e7888, doi:org/10.1371/journal.pone.0007888.

Lorenz, K. 1966. On Aggression. London, UK: Routledge.

Lovejoy, P. E. 1989. The impact of the Atlantic slave trade on Africa: a review of the literature. Journal of African History 30:365 – 394.

Lu, H., J. Zhang, K.-B. Liu, N. Wu, Y. Li, K. Zhou, M. Ye, et al. 2009. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 106:7367 – 7372.

Lukas, D., and T. Clutton-Brock. 2012. Life histories and the evolution of cooperative breeding in mammals. Proceedings of the Royal Society of London B 279:4065 – 4070.

Lupfer, G., J. Frieman, and D. L. Coonfield. 2003. Social transmission of flavour preferences in social and non-social hamsters. Journal of Comparative Psychology 117:449 – 455.

Lupfer-Johnson, G., and J. Ross. 2007. Dogs acquire food preferences from interacting with recently fed conspecifics. Behavioural Processes 10:104 – 106.

Lynch, M. 1990. The rate of morphological evolution in mammals from the standpoint of the neutral expectation. *American Naturalist* 136 (6) :727 - 741.

Lyons, D. E., D. H. Damrosch, J. K. Lin, D. M. Macris, and F. C. Keil. 2011. The scope and limits of over-imitation in the transmission of artefact culture. *Proceedings of the Royal Society B* 366:1158 - 1167.

Lyons, D. E., A. G. Young, and F. C. Keil. 2007. The hidden structure of overimitation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104 (5) :19751 - 19756.

MacLean, E. L., B. Hare, C. L. Nunn, E. Addessi, F. Amici, R. Anderson, F. Aureli, et al. 2014. The evolution of self control. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 111:2140 - 2148.

Macphail, E. M. 1982. *Brain and Intelligence in Vertebrates*. Oxford, UK: Clarendon Press.

Macphail, E. M., and J. J. Bolhuis. 2001. The evolution of intelligence: adaptive specializations versus general process. *Biological Review of the Cambridge Philosophical Society* 76:341 - 364.

Madden, J. R., C. Dingle, J. Isden, J. Sarfeld, A. Goldizen, and J. A. Endler. 2012. Male spotted bowerbirds propagate fruit for use in the sexual display. *Current Biology* 22:R264 - R265.

Magalon, H., E. Patin, F. Austerlitz, T. Hegay, A. Aldashev, L. Quintana-Murci, and E. Heyer. 2008. Population genetic diversity of the NAT2 gene supports a role of acetylation in human adaptation to farming in Central Asia. *European Journal of Human Genetics* 16:243 - 251.

Magurran, A. E., and B. H. Seghers. 1994. A cost of sexual harassment in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Proceedings of the Royal Society of London B* 258:89 - 92.

Marino, L. 2006. Absolute brain size: Did we throw the baby out with the bathwater? *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103:13563 - 13564.

Marler, P. 1952. Variations in the song of the chaffinch *Fringilla coelebs*. *Ibis* 94:458 - 472.

Marler, P., and S. S. Peters. 1989. *The Comparative Psychology of Audition: Perceiving Complex Sounds*, ed. S. Hulse and R. Dooling. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 243 - 273.

Marler, P., and M. Tamura. 1964. Culturally transmitted patterns of vocal behaviour in sparrows. *Science* 146:1483 - 1486.

Marlowe, F. 2001. Male contribution to diet and female reproductive success among foragers. *Current Anthropology* 42:755 - 760.

Marshall-Pescini, S., and A. Whiten. 2008. Chimpanzees (Pan troglodytes) and the question of cumulative culture: an experimental approach. *Animal Cognition* 11:449 - 456.

Martinez del Rio, C. 1993. Do British tits drink milk or just skim the cream? *British Birds* 86:321 - 322.

Masataka, N. 2003. *The Onset of Language* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Mason, J. R. 1988. Direct and observational learning by red-winged blackbirds (Agelaius phoeniceus): the importance of complex stimuli. In: *Social Learning: Psychological and Biological Perspectives*, ed. B. G. Galef Jr. and T. R. Zentall. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 99 - 117.

Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M. M. Goodman, G. J. Sanchez, E. Buckler, and J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99:6080 - 6084.

Matzel, L. D., Y. R. Han, H. S. Grossman, M. S. Karnik, D. Patel, N. Scott, S. M. Specht, and C. C. Gandhi. 2003. Individual differences in the expression of a 'general' learning ability in mice. *Journal of Neuroscience* 23:6423 - 6433.

Maynard-Smith, J. 1982. *Evolution and the Theory of Game*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Maynard-Smith, J. 1991. Honest signalling: the Phillip Sidney game. *Animal Behaviour* 42:1034 - 1035.

MacDonald, K. 2007. Cross-cultural comparison of learning in human hunting. *Human Nature* 18:386 - 402.

McBrearty, S., and A. S. Brooks. 2000. The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behaviour. *Journal of Human Evolution* 39:453 - 563.

McDonagh, D. 1976. *The Complete Guide to Modern Danc.* New York, NY: Doubleday.

McFadyen-Ketchum, S. A., and R. H. Porter. 1989. Transmission of food preferences in spiny mice (*Acomys cahirinus*) via nose-mouth interaction. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 24:59 - 62.

McGrew, W. C. 1992. *Chimpanzee Material Culture: Implications for Human Evolution.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

McGrew, W. C., and C.E.G. Tutin. 1978. Evidence for a social custom in wild chimpanzees? *Man* 13:234 - 251.

McManus, I. C. 1985. Handedness, language dominance and aphasia. *Psychological Medicine Monograph Supplement* 8:3 - 40.

McPherron, S. P., Z. Alemseged, C. W. Marean, J. G. Wynn, D. Reed, D. Geraads, R. Bobe, et al. 2010. Evidence for stone-tool-assisted consumption of animal tissues before 3.39 million years ago at Dikika, Ethiopia. *Nature* 466:857 - 860.

Melis, A., B. Hare, and M. Tomasello. 2006. Engineering cooperation in chimpanzees: tolerance constraints on cooperation. *Animal Behaviour* 72:276 – 286.

Mellars, P. 1996. *The Neanderthal Legacy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Menzel, E. W., and C. R. Menzel. 1979. Cognitive, developmental and social aspects of responsiveness to novel objects in a family group of marmosets (*Saguinus fuscicollis*). *Behaviour* 70:251 – 279.

Mery, F., S. Varela, E. Danchin, S. Blanchet, D. Parejo, I. Coolen, and R. Wagner. 2009. Public versus personal information for mate copying in an invertebrate. *Current Biology* 19:730 – 734.

Mesoudi, A. 2008. An experimental simulation of the ‘copy-successful-individuals’ cultural learning strategy: adaptive landscapes, producer-scrrounger dynamics, and informational access costs. *Evolution and Human Behavior* 29:350 – 363.

———. 2011. *Cultural Evolution: How Darwinian Theory Can Explain Human Culture and Synthesize the Social Sciences*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Mesoudi, A., and M. J. O’ Brien. 2008. The cultural transmission of Great Basin projectile point technology II: an agent-based computer simulation. *American Antiquity* 73 (4) :627 – 644.

Mesoudi, A., A. Whiten, and K. N. Laland. 2004. Is human cultural evolution Darwinian? Evidence reviewed from the perspective of *The Origin of Species*. *Evolution* 58:1 – 11.

———. 2006. Towards a unified science of cultural evolution. *Behavioural and Brain Sciences* 29:329 – 347.

Michel, J. B., Y. K. Shen, A. P. Aiden, A. Veres, M. K. Gray, The Google Books Team, J. P. Pickett, et al. 2011. Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. *Science* 331 (6014) :176 – 182.

Milbrath, C. 2013. Socio-cultural selection and the sculpting of the human genome: cultures' directional forces on evolution and development. *New Ideas in Psychology* 31:390 – 406.

Milinski, M. 1994. Long-term memory for food patches and implications for ideal free distributions in sticklebacks. *Ecology* 75:1150 – 1156.

Milinski, M., D. Kulling, and R. Kettler. 1990. Tit for tat: sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) 'trusting' a cooperating partner. *Behavioral Ecology* 1:7 – 11.

Miller, G. 2001. *The Mating Mind: How Sexual Choice Shaped the Evolution of Human Nature*. New York, NY: Anchor Books.

Mineka, S., and M. Cook. 1988. Social learning and the acquisition of snake fear in monkeys. In: *Social Learning:*

Psychological and Biological Perspectives, ed. B. G. Galef Jr. and T. R. Zentall. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 51 - 73.

Mineka, S., and R. Zinbarg. 2006. A contemporary learning theory perspective on the etiology of anxiety disorders: it's not what you thought it was. *American Psychologist* 61:10 - 26.

Mineka, S., M. Davidson, M. Cook, and R. Keir. 1984. Observational conditioning of snake fear in rhesus monkeys. *Journal of Abnormal Psychology* 93:355 - 372.

Minsky, M. 1967. *Computation: Finite and Infinite Machine*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Moglich, M. 1978. Social organization of nest emigration in *Leptothorax* (Hym., Form.) *Insectes Sociaux* 25:205 - 225.

Moglich, M., and B. Holldobler. 1974. Social carrying behavior and division of labor during nest moving in ants. *Psyche: A Journal of Entomology* 81:219 - 236.

Montgomery, S. H., I. Capellini, R. A. Barton, and N. I. Mundy. 2010. Reconstructing the ups and downs of primate brain evolution: implications for adaptive hypotheses and *Homo floresiensis*. *BMC Biology* 8:9, doi:10.1186/1741 - 7007 - 8-9.

Moore, B. R. 1992. Avian movement imitation and a new form of mimicry: tracing the evolution of a complex form of learning. *Behaviour* 122:231 - 263.

Moore, B. R. 1996. The Evolution of imitative language. In: Social Learning in Animals: The Roots of Culture, ed. C. M. Heyes and B. G. Galef Jr. London, UK: Academic, pp. 245 - 265.

Morand-Ferron, J., L. Lefebvre, S. M. Reader, D. Sol, and S. Elvin. 2004. Dunking behaviour in Carib grackles. *Animal Behaviour* 68:1267 - 1274.

Morgan, C. L. 1912. *Instinct and Experience*. London, UK: Methuen.

Morgan, L. H. 1877. *Ancient Society, or Researches in the Lines of Human Progress from Savagery through Barbarism to Civilization*. New York, NY: Holt.

Morgan, M. J., and M. C. Corballis. 1978. The inheritance of laterality. *Behavioral and Brain Science* 2:270 - 277.

Morgan, T.J.H., and K. N. Laland. 2012. The biological bases of conformity. *Frontiers in Decision Neuroscience*, doi:10.3389/fnins.2012.00087.

Morgan, T.J.H., L. E. Rendell, M. Ehn, W. Hoppitt, and K. N. Laland. 2012. The evolutionary basis of human social learning. *Proceedings of the Royal Society B* 279:653 - 662.

Morgan, T.J.H., N. Uomini, L. E. Rendell, L. Chouinard-Thuly, S. E. Street, H. M. Lewis, C. P. Cross, et al. 2015. Experimental evidence for the co-evolution of hominin tool-making, teaching and language. *Nature Communications*, doi:10.1038/ncomms7029.

Morrell, L. J., D. P. Croft, J.R.G. Dyer, B. B. Chapman, J. L. Kelley, K. N. Laland, and J. Krause. 2008. Association patterns and foraging behaviour in natural and artificial guppy shoals. *Animal Behaviour* 76:855 – 864.

Morris, D. 1967. *The Naked Ap.* London, UK: Vintage.

Movius, H. L., Jr. 1950. A wooden spear of third interglacial age from lower Saxony. *Southwestern Journal of Anthropology* 6:139 – 142.

Mueller, T., R. O' Hara, S. J. Converse, R. P. Urbanek, and W. F. Fagan. 2013. Social learning of migratory performance. *Science* 341:999 – 1002.

Müller, G. 2007. Evo-devo: extending the evolutionary synthesis. *Nature Review Genetics* 8:943 – 950.

Mundinger, P. C. 1980. Animal cultures and a general theory of cultural evolution. *Ethology and Sociobiology* 1:83 – 223.

Myles, S., E. Hradetzky, J. Engelken, O. Lao, P. Nürnberg, R. J. Trent, X. Wang, et al. 2007. Identification of a candidate genetic variant for the high prevalence of type II diabetes in Polynesians. *European Journal of Human Genetics* 15:584 – 589.

Myles, S., M. Somel, K. Tang, J. Kelso, and M. Stoneking. 2007. Identifying genes underlying skin pigmentation

differences among human populations. *Human Genetics* 120:613 – 621.

Myles, S., K. Tanq, M. Somel, R. E. Green, J. Kelso, and M. Stoneking. 2008. Identification and analysis of high *F_{st}* regions from genome wide SNP data from three human populations. *Annals of Human Genetics* 72:99 – 110.

Nasidze, I., D. Quinque, M. Rahmani, S. A. Alemohamad, and M. Stoneking. 2006. Concomitant replacement of language and mtDNA in South Caspian populations of Iran. *Current Biology* 16:668 – 673.

Navarette, A. F., S. M. Reader, S. E. Street, A. Whalen, and K. N. Laland. 2016. The coevolution of innovation and technical intelligence in primates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 371:20150186, <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0186>.

Neale, M. C. 1988. Handedness in a sample of volunteer twins. *Behavior Genetics* 18:69 – 79.

Neel, J. V. 1962. Diabetes mellitus: a “thrifty” genotype rendered detrimental by “proress”? *American Journal of Human Genetics* 14:352 – 362.

Nettl, B. 2000. An ethnomusicologist contemplates universals in musical sound and musical culture. In: *The Origins of Music*, ed. N. L. Wallin, B. Merker, and S. Brown. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 463 – 472.

Nguyen, D.-Q., C. Webber, and C. P. Ponting. 2006. Bias of selection on human copynumber variants. *PLoS Genetics* 2:e20, doi:10.1371/journal.pgen.0020020.

Nicol, C. J., and S. J. Pope. 1996. The maternal feeding display of domestic hens is sensitive to perceived chick error. *Animal Behaviour* 52:767 – 774.

Nicolakakis, N., D. Sol, and L. Lefebvre. 2003. Behavioral flexibility predicts species richness in birds, but not extinction risk. *Animal Behaviour* 65:445 – 452.

Nielsen, R., I. Hellmann, M. Hubisz, C. Bustamante, and A. G. Clark. 2007. Recent and ongoing selection in the human genome. *Nature Reviews Genetics* 8:857 – 868.

Nightingale, G., N. J. Boogert, K. N. Laland, and W. J. E. Hoppitt. 2015. Quantifying diffusion on social networks: a Bayesian approach. In: *Animal Social Networks: Perspectives and Challenges*, ed. J. Krause, D. Croft, and R. James. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 38 – 52.

Nihei, Y. 1995. Variations of behaviour of carrion crows (*Corvus corone*) using automobiles as nutcrackers. *Japanese Journal of Ornithology* 44:21 – 35.

Niño-Mora, J. 2007. Dynamic priority allocation via restless bandit marginal productivity indices. *TOP* 15:161 – 198.

Noad, M. J., D. H. Cato, M. M. Bryden, M. N. Jenner, and K. C. Jenner. 2000. Cultural revolution in whale songs. *Nature* 408:537.

Nonaka, T., B. Bril, and R. Rein. 2010. How do stone knappers predict and control the outcome of flaking? Implications for understanding early stone tool technology. *Journal of Human Evolution* 59:155 – 167.

Nowak, M., and R. Highfield. 2011. *Super-cooperators: The Mathematics of Evolution, Altruism and Human Behaviour or Why We Need Each Other to Succeed*. London, UK: Canongate.

Nowak, M. A., and K. Sigmund. 1998. Evolution of indirect reciprocity by image scoring. *Nature* 393 (6685) :573 – 577.

Nowicki, S., and W. A. Searcy. 2014. The evolution of vocal learning. *Current Opinion in Neurobiology* 28:48 – 53.

Nunn, C. L. 2011. *The Comparative Approach in Evolutionary Anthropology and Biolog*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Nunn, C. L., and C. P. van Schaik. 2002. Reconstructing the behavioural ecology of extinct primates. In: *Reconstructing Behaviour in the Primate Fossil Record*, ed. J. M. Plavcan, R. F. Kay, W. L. Jungers, and C. P. van Schaik. New York, NY: Plenum, pp. 159 – 199.

Oberheim, N. A., T. Takano, X. Han, W. He, J. H. Lin, F. Wang, Q. Xu, et al. 2009. Uniquely hominid features of adult

human astrocytes. *Journal of Neuroscience* 29:3276 – 3287.

O’ Brien, M. J., and K. N. Laland. 2012. Genes, culture and agriculture: an example of human niche construction. *Current Anthropology* 53:434 – 470.

Odling-Smee, F. J., and K. N. Laland. 2009. Cultural niche construction: evolution’ s cradle of language. In: *The Prehistory of Language*, ed. R. Botha and C. Knight. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 99 – 121.

Odling-Smee, F. J., K. N. Laland, and M. W. Feldman. 1996. Niche construction. *American Naturalist* 147:641 – 648.

——. 2003. *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Ohnuma, K., K. Aoki, and T. Akazawa. 1997. Transmission of tool-making through verbal and non-verbal communication—preliminary experiments in Levallois flake production. *Anthropological Science* 105:159 – 168.

Oikawa, S., and Y. Itazawa. 1992. Relationship between metabolic rate in vitro and body mass in a marine teleost, porgy (*Pagrus major*). *Fish Physiology and Biochemistry* 10:177 – 182.

Olalde, I., M. E. Allentoft, F. Sanchez Quinto, G. Santpere, C. W. Chiang, M. DiGiorgio, J. Prado-Marinez, et al. 2014. Derived immune and ancestral pigmentation alleles in a 7,000-year-old Mesolithic European. *Nature* 507:225 – 228.

Olsson, A., and E. Phelps. 2007. Social learning of fear. *Nature Neuroscience* 10:1095 – 1102.

Onishi, K. H., and R. Baillargeon. 2005. Do 15-month-old infants understand false beliefs? *Science* 308:255 – 258.

Oota, H., W. Settheetham-Ishida, D. Tiwawech, T. Ishida, and M. Stoneking. 2001. Human mtDNA and Y-chromosome variation is correlated with matrilineal versus patrilineal residence. *Nature Genetics* 29:20 – 21.

Otto, S. P., F. B. Christiansen, and M. W. Feldman. 1995. *Genetic and Cultural Inheritance of Continuous Traits*. Morrison Institute for Population and Resource Studies Paper, no. 0064. Palo Alto, CA: Stanford University Press.

Over, H., and M. Carpenter, M. 2012. Putting the social into social learning: explaining both selectivity and fidelity in children's copying behavior. *Journal of Comparative Psychology* 126 (2) :182 – 192.

Oyama, S. 1985. *The Ontogeny of Information: Developmental Systems and Evolution*, 2nd ed. Durham, NC: Duke University Press.

Oyama, S., P. E. Griffiths, and R. D. Gray, eds. 2001. *Cycles of Contingency: Developmental Systems and Evolution*. Cambridge, MA: MIT Press.

Pagel, M. 2012. *Wired for Culture: The Natural History of Human Cooperation*. London, UK: Allen Lane.

Pagel, M., Q. D. Atkinson, and A. Meade. 2007. Frequency of word use predicts rates of lexical evolution throughout Indo-European history. *Nature* 449:717 – 720.

Papadimitriou, C. H., and J. N. Tsitsiklis. 1999. The complexity of optimal queuing network control. *Mathematics of Operations Research* 24:293 – 305.

Patel, A. D. 2006. Musical rhythm, linguistic rhythm, and human evolution. *Music Perception* 24:99 – 104.

Patel, A. D., J. R. Iversen, M. R. Bregman, and I. Schulz. 2009. Experimental evidence for synchronization to a musical beat in a nonhuman animal. *Current Biology* 19:827 – 830.

Pawlby, S. J. 1977. Imitative interaction. In: *Studies in Mother-Infant Interaction*, ed. H. Scaffer. New York, NY: Academic, pp. 203 – 224.

Payne, K., and R. Payne. 1985. Large scale changes over 19 years in songs of humpback whales in Bermuda. *Zeitschrift fur Tierpsychologi* 68:89 – 114.

Pearce-Duvet, J. M. 2006. The origin of human pathogens: evaluating the role of agriculture and domestic animals in the evolution of human disease. *Biological Reviews* 81:369 – 382.

Pearson, A. T. 1989. *The Teacher: Theory and Practice in Teacher Education*. London, UK: Routledge.

Peck, J. R., and M. W. Feldman. 1986. The evolution of helping behavior in large, randomly mixed populations. *American*

Naturalist 127:209 – 221.

Pedersen, B. H. 1997. The cost of growth in young fish larvae, a review of new hypotheses. *Aquaculture* 155:259 – 269.

Peng, M. S., J. D. He, C. L. Zhu, S. F. Wu, J. Q. Jin, and Y. P. Zhang, et al. 2012. Lactase persistence may have an independent origin in Tibetan populations from Tibet, China. *Journal of Human Genetics* 57:394 – 397.

Pennisi, E. 2010. Conquering by copying. *Science* 328:165 – 167.

Pepperberg, I. M. 1988. The importance of social interaction and observation in the acquisition of communicative competence. In: *Social Learning: Psychological and Biological Perspectives*, ed. T. R. Zentall and B. G. Galef Jr. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 279 – 299.

Perreault, C. 2012. The pace of cultural evolution. *PLOS ONE* 7 (9) :e45150, doi:10.1371/journal.pone.0045150.

Perry, G. H., N. J. Dominy, K. G. Claw, A. S. Lee, H. Fiegler, R. Redon, J. Werner, et al. 2007. Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation. *Nature Genetics* 39:1256 – 1260.

Perry, S., M. Baker, L. Fedigan, J. Gros-Louis, K. Jack, K. MacKinnon, J. Manson, et al. 2003. Social conventions in wild white-faced capuchin monkeys: evidence for traditions in a neotropical primate. *Current Anthropology* 44:241 – 268.

Perry, S. 2011. Social traditions and social learning in capuchin monkeys (Cebus). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:988 – 996.

Petraglia, M., C.B.K. Shipton, and K. Paddayya. 2005. *Hominid Individual Context in Archaeological Investigations of Lower and Middle Palaeolithic Landscapes, Locales and Artefacts*, ed. C. Gamble and M. Porr. London, UK: Routledge.

Petroski, K. 1992. *The Evolution of Useful Things* New York, NY: Vintage Books.

Piel, F. B., A. P. Patil, R. E. Howes, O. A. Nyangiri, P. W. Gething, T. N. Williams, D. J. Weatherall, and S. I. Hay. 2010. Global distribution of the sickle cell gene and geographical confirmation of the malaria hypothesis. *Nature Communications*, doi:10.1038/ncomms1104.

Pigliucci, M., and G. B. Müller. 2010. *Evolution, The Extended Synthesis*. Cambridge, MA: MIT Press.

Pika, S., K. Liebal, J. Call, and M. Tomasello. 2005. The gestural communication of apes. *Gesture* 5 (1 – 2) :41 – 56.

Pike, T., and K. N. Laland. 2010. Conformist learning in nine-spined sticklebacks' foraging decisions. *Biology Letters* 64:466 – 468.

Pike, T. W., J. R. Kendal, L. Rendell, and K. N. Laland. 2010. Learning by proportional observation in a species of

fish. *Behavioral Ecology* 20:238 – 244.

Pinker, S. 1995. *The Language Instinct*. New York, NY: Penguin.

———. 2010. The cognitive niche: coevolution of intelligence, sociality, and language. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 107:8993 – 8999.

Pinker, S., and R. Jackendoff. 2005. The faculty of language: What's special about it? *Cognition* 95:201 – 236.

Plath, M., D. Blum, R. Tiedemann, and I. Schlupp. 2008. A visual audience effect in a cavefish. *Behaviour* 145:931 – 947.

PLOS Biology Synopsis. 2005. Mitochondrial DNA provides a link between Polynesians and Indigenous Taiwanese.

PLOS Biology 38:e281, doi:10.1371/journal.pbio.0030281.

Plotkin, H. 1994. *Darwin Machines and the Nature of Knowledge*. London, UK: Penguin.

Plotnik, J. M., F.B.M. de Waal, and D. Reiss. 2006. Self-recognition in an Asian elephant. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103:17053 – 17057.

Posadas-Andrews, A., and T. J. Roper. 1983. Social transmission of food preferences in adult rats. *Animal Behaviour* 31:265 – 271.

Posnansky, M. 1969. Yams and the origins of West African agriculture. *Odu* 1:101 – 107.

Potts, R. 2013. Hominin evolution in settings of strong environmental variability. *Quaternary Science Reviews* 73:1 – 13.

Povinelli, D. J., K. E. Nelson, and S. T. Boysen. 1992. Comprehension of role reversal in chimpanzees: Evidence of empathy? *Animal Behaviour* 43:633 – 640.

Powell, A., S. Shennan, and M. G. Thomas. 2009. Late Pleistocene demography and the appearance of modern human behavior. *Science* 324:1298 – 1301.

Power, C. 1998. Old wives' tales: the gossip hypothesis and the reliability of cheap signals. In: *Approaches to the Evolution of Language*, ed. J. R. Hurford, M. Studdert-Kennedy, and C. Knight. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 111 – 129.

Prabhakar, S., A. Visel, J. Akiyama, M. Shoukry, K. Lewis, A. Holt, I. Plajzer-Frick, et al. 2008. Human-specific gain of function in a developmental enhancer. *Science* 321:1346 – 1350.

Pratt, S. C., D. Sumpter, E. Mallon, and N. Franks. 2005. An agent-based model of collective nest choice by the ant (*Temnothorax albipennis*). *Animal Behaviour* 70:1023 – 1036.

Premack, D. 2007. Human and animal cognition: continuity and discontinuity. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104:13861 – 13867.

Premack, D., and G. Woodruff. 1978. Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Science* 1:515 – 526.

Pullium, H. R., and C. Dunford. 1980. *Programmed to Learn*. New York, NY: Columbia University Press.

Purves, D. 1988. *Body and Brain: A Trophic Theory of Neural Connection*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Purvis, A., and A. Rambaut. 1995. Comparative analysis by independent contrasts CAIC: an Apple Macintosh application for analysing comparative data. *Computer Applications in the Biosciences* 11:247 – 251.

Putt, S. S., A. D. Woods, and R. G. Franciscus. 2014. The role of verbal interaction during experimental bifacial stone tool manufacture. *Lithic Technology* 39:96 – 112.

Quach, H., L. B. Barreiro, G. Laval, N. Zidane, E. Patin, K. Kidd, J. Kidd, et al. 2009. Signatures of purifying and local positive selection in human miRNAs. *American Journal of Human Genetics* 84:316 – 327.

Radick, G. 2008. *The Simian Tongue: The Long Debate about Animal Language*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Raihani, N. J., and A. R. Ridley. 2008. Experimental evidence for teaching in wild pied babblers. *Animal Behaviour* 75:3 – 11.

Rakic, P. 1986. Mechanisms of ocular dominance segregation in the lateral geniculate nucleus: competitive elimination hypothesis. *Trends in Neuroscience* 9:11 – 15.

Ramsey, G., M. L. Bastian, and C. van Schaik. 2007. Animal innovation defined and operationalized. *Behavioral and Brain Sciences* 30:393 – 437.

Rapaport, L. M., and G. R. Brown. 2008. Social influences on foraging behaviour in young non-human primates: learning what, where, and how to eat. *Evolutionary Anthropology* 17:189 – 201.

Ratcliffe, J. M., and H. M. ter Hofstede. 2005. Roosts as information centres: social learning of food preferences in bats. *Biology Letters* 1:72 – 74.

Reader, S. M. 2000. Social Learning and Innovation: Individual Differences, Diffusio Dynamics and Evolutionary Issues. PhD diss., University of Cambridge.

Reader, S. M., and K. N. Laland. 2000. Diffusion of foraging innovations in the guppy. *Animal Behaviour* 60:175 – 180.

———. 2001. Primate innovation: sex, age and social rank differences. *International Journal of Primatology* 22:787 – 805.

——.2002. Social intelligence, innovation and enhanced brain size in primates.Proceedings of the National Academy of Sciences USA 99:4436 – 4441.

——eds. 2003a.Animal Innovation. Oxford, UK: Oxford University Press.

——.2003b. Animal innovation: an introduction. In:Animal Innovation, ed.S. M. Reader and K. N. Laland. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 3 – 35.

Reader, S. M., and L. Lefebvre. 2001. Social learning and sociality.Behavioral and Brain Science 24:353 – 355.

Reader, S. M., E. Flynn, J. Morand-Ferron, and K. N. Laland. 2016. Innovation in animals and humans: understanding the origins and development of novel and creative behavior.Philosophical Transactions of the Royal Society B 371 (1690) .

Reader, S. M., Y. Hager, and K. N. Laland. 2011. The evolution of primate general and cultural intelligence.Philosophical Transactions of the Royal Society of London B 366:1017 – 1027.

Reader, S. M., J. R. Kendal, and K. N. Laland. 2003. Social learning of foraging sites and escape routes in wild Trinidadian guppies.Animal Behaviour 66:729 – 739.

Remick, A. K., J. Polivy, and P. Pliner. 2009. Internal and external moderators of the effect of variety on food

intake. *Psychological Bulletin* 135 (3) :434 – 451.

Rendell, L., and H. Whitehead. 2001. Culture in whales and dolphins. *Behavioral and Brain Sciences* 24:309 – 324.

———. 2015. *The Cultural Lives of Whales and Dolphin*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Rendell, L., R. Boyd, D. Cownden, M. Enquist, K. Eriksson, M. W. Feldman, L. Fogarty, et al. 2010. Why copy others? Insights from the social learning strategies tournament. *Science* 327:208 – 213.

Rendell, L., R. Boyd, M. Enquist, M. W. Feldman, L. Fogarty, and K. N. Laland. 2011. How copying affects the amount, evenness and persistence of cultural knowledge: insights from the social learning strategies tournament. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:1118 – 1128.

Rendell, L., L. Fogarty, W. J. E. Hoppitt, T. J. H. Morgan, M. Webster, and K. N. Laland. 2011. Cognitive culture: theoretical and empirical insights into social learning strategies. *Trends in Cognitive Sciences* 15:68 – 76.

Rendell, L., L. Fogarty, and K. N. Laland. 2011. Runaway cultural niche construction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:823 – 835.

Reznick, D., and A. P. Yang. 1993. The influence of fluctuating resources on life history patterns of allocation

and plasticity in female guppies. *Ecology* 74:2011 – 2019.

Richards, M. P., R. J. Schulting, and R.E.M. Hedges. 2003. Archaeology: sharp shift in diet at onset of Neolithic. *Nature* 425:366.

Richerson, P. J. 2013. Rethinking paleoanthropology: a world queerer than we supposed. In: *Evolution of Mind, Brain and Culture*, ed. G. Hatfield and H. Pittman. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania Press, pp. 263 – 302.

Richerson, P. J., and R. Boyd. 1998. The evolution of human ultrasociality. In: *Indoctrinability, Ideology, and Warfare: Evolutionary Perspectives*, ed. I. Eibl-Eibesfeldt and F. K. Salter. New York, NY: Berghahn Books, pp. 71 – 95.

———. 2005. *Not by Genes Alone: How Culture Transformed Human Evolution*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Richerson, P. J., and J. Henrich. 2012. Tribal social instincts and the cultural evolution of institutions to solve collective action problems. *Cliodynamics* 3:38 – 80.

Richerson, P. J., R. Baldini, A. Bell, K. Demps, K. Frost, V. Hillis, S. Mathew, et al. 2014. Cultural group selection plays an essential role in explaining human cooperation: a sketch of the evidence. *Behavioural and Brain Science* 28:1 – 71.

Richerson, P. J., M. Borgerhoff Mulder, and B. J. Vila. 1996. *Principles of Human Ecology*. New York, NY: Simon &

Schuster.

Richerson, P., R. Boyd, and R. Bettinger. 2001. Was agriculture impossible during the Pleistocene but mandatory during the Holocene? *American Antiquity* 66:387 – 411.

Richerson, P. J., R. Boyd, and J. Henrich. 2010. Gene-culture coevolution in the age of genomics. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 107:8985 – 8992.

Riddell, W. I., and K. G. Corl. 1977. Comparative investigation of the relationship between cerebral indices and learning abilities. *Brain, Behavior and Evolution* 14:385 – 398.

Ridley, M. 2011. *The Rational Optimis*. New York, NY: HarperCollins.

Rilling, J. K., and T. R. Insel. 1999. The primate neocortex in comparative perspective using magnetic resonance imaging. *Journal of Human Evolution* 37:191 – 223.

Rilling, J. K., M. F. Glasser, T. M. Preuss, X. Ma, T. Zhao, X. Hu, and T.E.J. Behrens. 2008. The evolution of the arcuate fasciculus revealed with comparative DTI. *Nature Neuroscience* 11 (4) :426 – 428.

Rizzolatti, G., and L. Craighero. 2004. The mirror neuron system. *Annual Review of Neuroscience* 27 (1) :169 – 192.

Roberts, C. A., and J. E. Buikstra. 2003. *The Bioarchaeology of Tuberculosis: A Global View on a Re-*

emerging Disease. Gainesville, FL: University Press of Florida.

Roberts, M. J. 2007. Integrating the Mind. New York, NY: Psychology Press.

Roche, H., A. Delagnes, J.-P. Brugal, C. Feibel, M. Kibunjia, V. Mourre, and P.-J. Texier. 1999. Early hominid stone tool production and technical skill 2.34 myr ago in West Turkana, Kenya. *Nature* 399:57 – 60.

Rogers, A. 1988. Does biology constrain culture? *American Anthropologist* 90:819 – 813.

Rogers, E. M. 1995. *Diffusion of Innovation*, 4th ed. New York, NY: Free Press.

Rose, M. R., and G. V. Lauder. 1996. *Adaptation*. San Diego, CA: Academic.

Rowe, N. 1996. *The Pictorial Guide to the Living Primates*. New York, NY: Pogonias.

Rowley-Conwy, P., and R. Layton. 2011. Foraging and farming as niche construction: stable and unstable adaptations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:849 – 862.

Russon, A. E. 2003. Innovation and creativity in forest-living rehabilitant orangutans. In: *Animal Innovation*, ed. S. M. Reader and K. N. Laland. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 279 – 306.

Rutz, C., L. A. Bluff, N. Reed, J. Troscianko, J. Newton, R. Inger, A. Kacelnik, and S. Bearhop. 2010. The ecological significance of tool use in New Caledonian crows. *Science* 329:1523 – 1526.

Rutz, C., B. C. Klump, L. Komarczyk, R. Leighton, J. Kramer, S. Wischnewski, et al. 2016. Discovery of species-wide tool use in the Hawaiian crow. *Nature* 537:403 – 407.

Sabbagh, A., P. Darlu, B. Crouau-Roy, and E. S. Poloni. 2011. Arylamine Nacetyltransferase 2 NAT2 genetic diversity and traditional subsistence: a worldwide population survey. *PLOS ONE* 6:e18507, doi:10.1371/journal.pone.0018507.

Sabeti, P. C., S. F. Schaffner, B. Fry, J. Lohmueller, P. Varilly, O. Shamovsky, A. Palma, et al. 2006. Positive natural selection in the human lineage. *Science* 312:1614 – 1620.

Sabeti, P. C., P. Varilly, B. Fry, J. Lohmueller, E. Hostetter, C. Cotsapas, X. Xie, et al. 2007. Genome-wide detection and characterization of positive selection in human populations. *Nature* 449:913 – 918.

Sachs, J. L., U. G. Mueller, T. P. Wilcox, and J. J. Bull. 2004. The evolution of cooperation. *Quarterly Review of Biology* 79:135 – 160.

Saggerson, A. L., D. N. George, and R. C. Honey. 2005. Imitative learning of stimulus response and response-outcome associations in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 31:289 – 300.

Sakai, T., A. Mikami, M. Tomanaga, M. Matsui, J. Suzuki, Y. Hamada, M. Tanaka, et al. 2011. Differential prefrontal white matter development in chimpanzees and humans. *Current Biology* 21:1397 – 1402.

Sanz, C. M., J. Call, and D. B. Morgan. 2009. Design complexity in termite-fishing tools of chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Biology Letters* 5:293 – 296.

Sargeant, B. L., and J. Mann. 2009. Developmental evidence for foraging traditions in wild bottlenose dolphins. *Animal Behaviour* 78:715 – 721.

Sargent, R. C., and M. R. Gross. 1993. Williams' principle: an explanation of parental care in teleost fishes. In: *Behavior of Teleost Fishes*, 2nd ed., ed. T. J. Pitcher. London, UK: Chapman and Hall, pp. 333 – 361.

Schachner, A., T. F. Brady, I. M. Pepperberg, and M. D. Hauser. 2009. Spontaneous motor entrainment to music in multiple vocal mimicking species. *Current Biology* 19:831 – 836.

Schenker, N. M., W. D. Hopkins, M. A. Spocter, A. R. Garrison, C. D. Stimpson, J. M. Erwin, P. R. Hof, and C. C. Sherwood. 2010. Broca's area homologue in chimpanzees (*Pan troglodytes*) : probabilistic mapping, asymmetry and comparison to humans. *Cerebral Cortex* 20:730 – 742.

Schick, K., and N. Toth. 2006. *Oldoway Case Studies into Earliest Stone Age*, ed. N. Toth and K. Schick. Gosport, UK: Stone Age Institute.

Schlag, K. H. 1998. Why imitate and if so, how? A boundedly rational approach to multi-armed bandits. *Journal of Economic Theory* 78:130-156.

Schoenemann, P. T. 2006. Evolution of the size and functional areas of the human brain. *Annual Review of Anthropology* 35:379-406.

Schönholzer, L. 1958. Beobachtungen über das Trinkverhalten bei Zootieren. *Der Zoologische Garten (N. F.)* 24:345-431.

Schuppli, C., E. J. M. Meulman, S. I. F. Forss, F. Aprilinayati, M. A. van Noordwijk, and C. P. van Schaik. 2016. Observational social learning and socially induced practice of routine skills in immature wild orang-utans. *Animal Behaviour* 119:87-98.

Schuster, S., S. Wohl, M. Griebisch, and I. Klostermeier. 2006. Animal cognition: how archer fish learn to down rapidly moving targets. *Current Biology* 16:378-383.

Sealey, T. D. 2010. *Honeybee Democracy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Searcy, W. A., and S. Nowicki, S. 2005. *The Evolution of Animal Communication*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Semendeferi, K., K. Teffer, D. P. Buxoeveden, M. S. Park, S. Bludau, K. Amunts, K. Travis, et al. 2011. Spatial

organization of neurons in the frontal pole sets humans apart from great apes. *Cerebral Cortex* 21:1485 - 1497.

Seyfarth, R. M., and D. L. Cheney. 2000. Social awareness in the monkey. *American Zoologist* 40:902 - 909.

Seyfarth, R. M., D. L. Cheney, and P. Marler. 1980. Vervet monkey alarm calls: semantic communication in a free-ranging primate. *Animal Behaviour* 28:1070 - 1094.

Shaw, J. 2003. Who built the pyramids? *Harvard Magazine* 7:42 - 99.

Sherry, D. F., and B. G. Galef Jr. 1984. Cultural transmission without imitation: milk bottle opening by birds. *Animal Behaviour* 32:937 - 938.

———. 1990. Social learning without imitation: more about milk bottle opening by birds. *Animal Behaviour* 40:987 - 989.

Sherwood, C., C. D. Stimpson, M. A. Raghanti, D. E. Wildman, M. Uddin, L. Grossman, M. Goodman, et al. 2006. Evolution of increased glia-neuron ratios in the human frontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103:13606 - 13611.

Shettleworth, S. J. 2001. Animal cognition and animal behavior. *Animal Behaviour* 61:277 - 286.

———. 2010. *Cognition, Evolution, and Behavior*, 2nd ed. New York, NY: Oxford University Press.

Shipton, C.B.K., M. Petraglia, and K. Paddayya. 2009. Stone tool experiments and reduction methods at the Acheulean site of Isampur Quarry, India. *Antiquity* 83:769 – 785.

Shultz, S., and R.I.M. Dunbar. 2006. Both social and ecological factors predict ungulate brain size. *Proceedings of the Royal Society of London B* 273:207 – 215.

Sieveking, A. 1979. *The Cave Artist*. London, UK: Thames and Hudson.

Silk, J. B. 2002. The form and function of reconciliation in primates. *Annual Review of Anthropology* 31:21 – 44.

Simonton, D. K. 1995. Exceptional personal influence: an integrative paradigm. *Creativity Research Journal* 8:371 – 376.

Slagsvold, T., and B. T. Hansen. 2001. Sexual imprinting and the origin of obligate brood parasitism in birds. *American Naturalist* 158:354 – 367.

Slagsvold, T., and K. L. Wiebe. 2007. Learning the ecological niche. *Proceedings of the Royal Society B* 274:19 – 23.

———. 2011. Social learning in birds and its role in shaping a foraging niche. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:969 – 977.

Slagsvold, T., B. T. Hansen, L. E. Johannessen, and L. T. Lifjeld. 2002. Mate choice and imprinting in birds studied by

cross-fostering in the wild. *Proceedings of the Royal Society of London B* 269:1449 – 1455.

Slagsvold, T., K. Wigdahl Kleiven, A. Eriksen, and L. E. Johannessen. 2013. Vertical and horizontal transmission of nest site preferences in titmice. *Animal Behaviour* 85:323 – 328.

Slater, P.J.B., and R. F. Lachlan. 2003. Is innovation in bird song adaptive? In: *Animal Innovation*, ed. S. M. Reader and K. N. Laland. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 117 – 135.

Smit, H. 2014. *The Social Evolution of Human Nature*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Smith, A. 1776. *The Wealth of Nations*. London, UK: W. Strahan.

Smith, B. D. 1998. *The Emergence of Agriculture*. New York, NY: Freeman.

———. 2001. Low level food production. *Journal of Archaeological Research* 9:1 – 43.

———. 2007a. The ultimate ecosystem engineers. *Science* 315:1797 – 1798.

———. 2007b. Niche construction and the behavioral context of plant and animal domestication. *Evolutionary Anthropology* 16:188 – 199.

Smith, E. A., R. Bliege Bird, and D. W. Bird. 2003. The benefits of costly signaling Meriam turtle hunters. *Behavioral Ecology* 14:116 – 126.

Smith, K., and S. Kirby. 2008. Cultural evolution: implications for understanding the human language faculty and its evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363 (1509) :3591 – 3603.

Smith, M. E. 2009. V. Gordon Childe and the urban revolution: a historical perspective on a revolution in urban studies. *Town Planning Review* 80:3 – 29.

Sol, D. 2003. Behavioral flexibility: A neglected issue in the ecological and evolutionary literature? In: *Animal Innovation*, ed. S. M. Reader and K. N. Laland. Oxford, UK:Oxford University Press, pp. 63 – 82.

Sol, D., and L. Lefebvre. 2000. Behavioral flexibility predicts invasion success in birds introduced to New Zealand. *Oikos* 90:599 – 605.

Sol, D., R. P. Duncan, T. M. Blackburn, P. Cassey, and L. Lefebvre. 2005. Big brains, enhanced cognition and response of birds to novel environments. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102:5460 – 5465.

Sol, D., L. Lefebvre, and J. D. Rodríguez-Teijeiro. 2005. Brain size, innovative propensity and migratory behavior in temperate Palaearctic birds. *Proceedings of the Royal Society of London B* 272:1433 – 1441.

Sol, D., L. Lefebvre, and S. Timmermans. 2002. Behavioral flexibility and invasion success in birds. *Animal Behaviour* 63:495 – 502.

Sol, D., D. G. Stirling, and L. Lefebvre. 2005. Behavioral drive or behavioral inhibition in evolution: subspecific diversification in Holarctic passerines. *Evolution* 59:2669 – 2677.

Somel, M., X. Liu, and P. Khaitovich. 2013. Human brain evolution: transcripts, metabolites and their regulators. *Nature Reviews Neuroscience* 14:112 – 127.

Somel, M., R. Rohlf, and X. Liu. 2014. Transcriptomic insights into human brain evolution: acceleration, neutrality, heterochrony. *Current Opinion in Genetics and Development* 29:110 – 119.

Soranzo, N., B. Bufer, P. C. Sabeti, J. F. Wilson, M. E. Weale, R. Marquerie, W. Meyerhof, et al. 2005. Positive selection on a high-sensitivity allele of the human bitter-taste receptor TAS2R16. *Current Biology* 15:1257 – 1265.

Spencer, H. (1855) 1870. *Principles of Psychology*, 2nd ed. London, UK: Longman.

Spoeter, M. A., W. D. Hopkins, S. K. Barks, S. Bianchi, A. E. Hehmeyer, S. M. Anderson, C. D. Stimpson, et al. 2012. Neuropil distribution in the cerebral cortex differs between humans and chimpanzees. *Journal of Comparative Neurology* 520:2917 – 2929.

——.1857. Progress: Its law and cause. Westminster Review 67:445 – 485.

Stanford Encyclopedia of Philosophy,
<http://plato.stanford.edu>.

Stanford, C. B., J. Wallis, E. Mpongo, and J. Goodall. 1994. Hunting decisions in wild chimpanzees. Behaviour 131 (1) :1 – 18.

Stanley, E. L., R. L. Kendal, J. R. Kendal, S. Grounds, and K. N. Laland. 2008. The effect of group size, rate of turnover and disruption to demonstration on the stability of foraging traditions in fish. Animal Behaviour 75:565 – 572.

Stearns, S. C., S. G. Byars, D. R. Govindaraju, and D. Ewbank. 2010. Measuring selection in contemporary human populations. Nature Reviews Genetics 11:611 – 622.

Stedman, H. H., B. W. Kosyak, A. Nelson, D. M. Thesier, L. T. Su, D. W. Low, C. R. Bridges, et al. 2004. Myosin gene mutation correlates with anatomical changes in the human lineage. Nature 428:415 – 418.

Steele, V. 2013. Dance and Fashion. New Haven, CT: Yale University Press.

Stefansson, H., A. Helgason, G. Thorliefsson, V. Steinthorsdotti, G. Masson, J. Barnard, A. Baker, et al. 2005. A common inversion under selection in Europeans. Nature Genetics 37:129 – 137.

Steiniger, von, F. 1950. Beitrage zur Sociologie und sonstigen Biologie der Wanderratte. *Zeitschrift fur Tierpsychologi* 7:356 – 379.

Stel, M., J. Blascovich, C. McCall, J. Mastop, R. B. van Baaren, and R. Vonk. 2010. Mimicking disliked others: effects of a priori liking on the mimicry–liking link. *European Journal of Social Psychology* 40:867 – 880.

Stephan, H., H. Frahm, and G. Baron. 1981. New and revised data on volume of brain structures in insectivores and primates. *Folia Primatologica* 35:1 – 29.

Stephens, D. 1991. Change, regularity and value in the evolution of learning. *Behavioral Ecology* 2:77 – 89.

Sterelny, K. 2012a. *The Evolved Apprentice*. Cambridge, MA: MIT Press.

———. 2012b. Language, gesture, skill: the co-evolutionary foundations of language. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367:2141 – 2151.

Stoeger, A. S., D. Mietchen, S. Oh, S. de Silva, C. T. Herbst, S. Kwon, and W. T. Fitch. 2012. An Asian elephant imitates human speech. *Current Biology* 22:2144 – 2148.

Stout, D. 2002. Skill and cognition in stone tool production: an ethnographic case study from Irian Jaya. *Current Anthropology* 43:693 – 723.

Stout, D., S. Semaw, S., M. J. Rogers, and D. Cauche. 2010. Technological variation in the earliest Oldowan from Gona, Afar, Ethiopia. *Journal of Human Evolution* 58:474 – 491.

Stout, D., N. Toth, K. Schick, J. Stout, and G. Hutchins. 2000. Stone tool-making and brain activation: position emission tomography PET studies. *Journal of Archaeological Science* 27:1215 – 1223.

Strandberg-Peshkin, A., D. R. Farine, I. D. Couzin, and M. C. Crofoot. 2015. Shared decision-making drives collective movement in wild baboons. *Science* 348 (6241) :1358 – 1361.

Street, S. 2014. Phylogenetic Comparative Investigations of Sexual Selection and Cognitive Evolution in Primates. PhD diss., University of St Andrews.

Striedter, G. F. 2005. *Principles of Brain Evolution*. Sunderland, MA: Sinauer.

Strimling, P., J. Sjostrand, M. Enquist, and K. Eriksson. 2009. Accumulation of independent cultural traits. *Theoretical Population Biolog* 76:77 – 83.

Stringer, C., and P. Andrews. 2005. *The Complete World of Human Evolutio*. London, UK: Thames and Hudson

Su, C. H., P. H. Kuo, C.C.H. Lin, and W. J. Chen. 2005. A school-based twin study of handedness among adolescents in Taiwan. *Behavior Genetics* 35:723 – 733.

Suddendorf, T. 2013. *The Gap: The Science That Separates Us from Other Ani.* New York, NY: Basic Books.

Suddendorf, T., and M. C. Corballis. 2007. The evolution of foresight: What is mental time travel and is it unique to humans? *Behavioral and Brain Sciences* 30:299 – 313, and discussion, pp. 313 – 315.

Swaddle, J. P., M. G. Cathey, M. Correll, and B. P. Hodkinson. 2005. Socially transmitted mate preferences in a monogamous bird: a non-genetic mechanism of sexual selection. *Proceedings of the Royal Society of London B* 272:1053 – 1058.

Swaney, W., J. R. Kendal, H. Capon, C. Brown, and K. N. Laland. 2001. Familiarity facilitates social learning of foraging behaviour in the guppy. *Animal Behaviour* 62:591 – 598.

Szamado, S., and E. Szathmary. 2006. Selective scenarios for the emergence of natural language. *Trends in Ecology and Evolution* 21:555 – 561.

Tang, K., K. R. Thornton, and M. Stoneking. 2007. A new approach for using genome scans to detect recent positive selection in the human genome. *PLOS Biology* 5:e171, doi:10.1371/journal.pbio.0050171.

Tanner, R., R. Ferraro, T. L. Chartrand, J. R. Bettman, and R. van Baaren. 2008. Of chameleons and consumption: the impact of mimicry on choice and preferences. *Journal of Consumer Research* 34:754 – 766.

Tarr, B., J. Launay, and R.I.M. Dunbar. 2014. Music and social bonding: “self-other” merging and neurohormonal mechanisms. *Frontiers in Psychology* 5:1096, doi:10.3389/fpsyg.2014.01096.

Tattersall, I. 1995. *The Fossil Trail*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Taylor, J. 2009. *Not a Chimp: The Hunt to Find the Genes That Make Us Hum*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Tehrani J. J., and F. Riede. 2008. Towards an archaeology of pedagogy: learning, teaching and the generation of material culture traditions. *World Archaeology* 40:316 – 331.

Tellier, L. N. 2009. *Urban World History*. Québec City, Québec, Canada: Presses de l’ Université du Québec.

Templeton, J. J., and A. Giraldeau. 1996. Vicarious sampling: the use of personal and public information by starlings in a simple patchy environment. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 38:105 – 114.

Teng, E. L., P. Lee, P. C. Yang, and P. C. Chang. 1976. Handedness in a Chinese population: biological, social and pathological factors. *Science* 193:1148 – 1150.

Tennie, C., J. Call, and M. Tomasello. 2009. Ratcheting up the ratchet: on the evolution of cumulative culture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364:2405 – 2415.

Terrace, H. S. 1979. How Nim Chimsky Changed My Mind. San Francisco, CA: Ziff Davis.

Texier, P.-J., G. Porraz, J. E. Parkington, J. P. Rigaud, C. Poggenpoel, C. Miller, C. Tribolo, et al. 2010. A Howiesons Poort tradition of engraving ostrich eggshell containers dated to 60,000 years ago at Diepkloof Rock Shelter, South Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 107:6180 – 6185.

Thieme, H. 1997. Lower Palaeolithic hunting spears from Germany. *Nature* 385:807 – 810.

Thissen, E. D., E. Hill, and J. R. Saffran. 2005. Infant directed speech facilitates word segmentation. *Infancy* 7:53 – 71.

Thorndike, E. L. 1898. Animal intelligence: An experimental study of the associative processes in animals. *The Psychological Review, Series of Monograph Supplement*, Vol. 2, No. 4. New York, NY: Macmillan.

Thornton, A. 2007. Early body condition, time budgets and the acquisition of foraging skills in meerkats. *Animal Behaviour* 75:951 – 962.

Thornton, A., and K. McAuliffe. 2006. Teaching in wild meerkats. *Science* 313:227 – 229.

Thornton, A., and N. J. Raihani. 2008. The evolution of teaching. *Animal Behaviour* 75:1823 – 1836.

Thornton, A., J. Samson, and T. Clutton Brock. 2010. Multi-generational persistence of traditions in neighbouring meerkat groups. *Proceedings of the Royal Society of London B* 277:3623 – 3629.

Thorpe, W. H. 1956. *Learning and Instinct in Animals*. London: Methuen.

Tilman, D. 1982. *Resource Competition and Community Structure*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Tomasello, M. 1994. The question of chimpanzee culture. In *Chimpanzee Cultures*, ed. R. Wrangham, W. McGrew, F. de Waal, and P. Heltne. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 301 – 317.

———. 1999. *The Cultural Origins of Human Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

———. 2008. *Origins of Human Communication*. Cambridge, MA: MIT Press.

———. 2009. *Why We Cooperate*. Cambridge, MA: MIT Press.

———. 2010. Human culture in evolutionary perspective. In: *Advances in Culture and Psychology*, ed. M. J. Gelfand, C. Chui, and Y. Hong. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 5 – 51.

Tomasello, M., and J. Call. 1997. *Primate Cognition*. New York, NY: Oxford University Press.

Tomasello, M., M. Carpenter, J. Call, T. Behne, and H. Moll. 2005. Understanding and sharing intentions: the origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences* 28:675 - 735.

Tomasello, M., B. Hare, H. Lehmann, and J. Call. 2007. Reliance on head versus eyes in the gaze following of great apes and human infants: the cooperative eye hypothesis. *Journal of Human Evolution* 52:314 - 320.

Toth, N. 1985. Archaeological evidence for preferential right handedness in the Lower and Middle Pleistocene, and its possible implications. *Journal of Human Evolution* 14:607 - 614.

——. 1987. Behavioral inferences from early stone artifact assemblages: an experimental model. *Journal of Human Evolution* 16:763 - 787.

Trejaut, J. A., T. Kivisild, J. H. Loo, C. L. Lee, C. L. He, C. J. Hsu, Z. Y. Li, et al. 2005. Traces of archaic mitochondrial lineages persist in Austronesian-speaking Formosan populations. *PLOS Biology* 38:e247, doi:10.1371/journal.pbio.0030247.

Trivers, R. L. 1971. The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology* 46:35 - 57.

——. 1972. Parent investment and sexual selection. In: *Sexual Selection and the Descent of Man: 1871 - 1971*, ed. B. Campbell. Chicago, IL: Aldine, pp. 136 - 179.

——. 1974. Parent-offspring conflict. *American Zoologist* 14:249 – 264.

Truswell, R. 2015. Dendrophobia in bonobo comprehension of spoken English. Paper presented at the 11th International Conference for The Evolution of Language, New Orleans, LA, March 2016, <http://evolang.org/neworleans/papers/87.html>.

Turing, A. M. 1937. On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, 2nd ser., 42:230 – 265.

Twigg, G. 1975. *The Brown Ra*. New Pomfret, VT: David and Charles.

Tylor, E. B. 1871. *Primitive Culture: Researches into the Development of Mythology, Philosophy, Religion, Art, and Custom*, 2 vols. London, UK: John Murray.

Uddin, M., D. E. Wildman, G. Liu, W. Xu, R. M. Johnson, P. R. Hof, G. Kapatos, et al. 2004. Sister grouping of chimpanzees and humans as revealed by genome-wide phylogenetic analysis of brain gene expression profiles. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 101:2957 – 2962.

Uller, T. 2012. Parental effects in development and evolution. In: *Evolution of Parental Care*, ed. N. J. Royle, P. Smiseth, and M. Kölliker. Oxford, UK: Oxford University Press.

Uomini, N. T. 2009. The prehistory of handedness: archaeological data and comparative ethology. *Journal of Human Evolution* 57:411 – 419.

Uomini, N. T. 2011. Handedness in Neanderthals. In: *Neanderthal Lifeways, Subsistence and Technology*, ed. N. J. Conard and J. Richter. Heidelberg, Germany: Springer, pp. 139 – 154.

Uomini, N. T., and G. F. Meyer. 2013. Shared brain lateralization patterns in language and Acheulean stone tool production: a functional transcranial Doppler ultrasound study. *PLOS ONE* 8 (8) :e72693, doi:10.1371/journal.pone.0072693.

Valsecchi, P., and B. G. Galef. 1989. Social influences on the food preferences of house mice (*Mus musculus*). *International Journal of Comparative Psychology* 2:245 – 256.

van Baaren, R. B., R. W. Holland, K. Kawakami, and A. Van Knippenberg. 2004. Mimicry and prosocial behavior. *Psychological Science* 15:71 – 74.

van Baaren, R. B., L. Janssen, T. L. Chartrand, A. Dijksterhuis, et al. 2009. Where is the love? The social aspects of mimicry. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 364:2381 – 2389.

van Bergen, Y. 2004. An Investigation into the Adaptive Use of Social and Asocial Information. PhD diss., University

of Cambridge.

van Bergen, Y., I. Coolen, and K. N. Laland. 2004. Ninespined sticklebacks exploit the most reliable source when public and private information conflict. *Proceedings of the Royal Society of London B* 271:957 – 962.

van der Maas, H.L.J., C. V. Dolan, R.P.P.P. Grasman, J. M. Wicherts, H. M. Huizenga, and M.E.J. Raijmakers. 2006. A dynamical model of general intelligence: the positive manifold of intelligence by mutualism. *Psychological Review* 113:842 – 861.

van der Post, D. J., and P. Hogeweg. 2009. Cultural inheritance and diversification of diet in variable environments. *Animal Behaviour* 78:155 – 166.

van Schaik, C. P., R. O. Deaner, and M. Y. Merrill. 1999. The conditions for tool use in primates: implications for the evolution of material culture. *Journal of Human Evolution* 36:719 – 741.

van Schaik, C. P. 2009. Geographic variation in the behavior of wild great apes: Is it really Cultural? In: *The Question of Animal Culture*, ed. K. N. Laland and B. G. Galef. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 70 – 98.

van Schaik, C. P., and J. M. Burkart. 2011. Social learning and evolution: the cultural intelligence hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:1008 – 1016.

van Schaik, C. P., M. A. van Noordwijk, and S. A. Wich. 2003. Innovation in wild Bornean orangutans (*Pongo pygmaeus wurmbii*). *Behaviour* 143:839 – 876.

Van Swol, L. M. 2003. The effects of nonverbal mirroring on perceived persuasiveness agreement with an imitator, and reciprocity in a group discussion. *Communication Research* 304:461 – 480.

Vigilant, L., M. Stoneking, H. Harpending, K. Hawkes, and A. C. Wilson. 1991. African populations and the evolution of human mitochondrial DNA. *Science* 253:1503 – 1507.

Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenko, and J. M. Mellilo. 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science* 277:494 – 499.

Voight, B. F., S. Kudaravalli, X. Wen, and J. K. Pritchard. 2006. A map of recent positive selection in the human genome. *PLOS Biology* 4:e72, doi:10.1371/journal.pbio.0040072.

von Frisch, K. 1967. *The Dance Language and Orientation of Bee*. Cambridge, MA:Harvard University Press.

Vygotsky, L. (1934) 1986. *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press.

Wakano, J. Y., K. Aoki, and M. W. Feldman. 2004. Evolution of social learning: a mathematical analysis. *Theoretical Population Biology* 66:249 – 258.

Walden, T. A., and T. A. Ogan. 1988. The development of social referencing. *Child Development* 59 (5) :1230 - 1240.

Wallace, A. R. 1869. Geological climates and the origin of species. *Quarterly Review* 126:359 - 394.

Wallman, J. 1992. *Aping Language*. New York, NY: Cambridge University Press.

Wang, E. T., G. Kodama, P. Baldi, and R. K. Moyzis. 2006. Global landscape of recent inferred Darwinian selection for *Homo sapiens*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103:135 - 140.

Warner, R. R. 1988. Traditionality of mating-site preferences in a coral reef fish. *Nature* 335:719 - 721.

Warner, R. R. 1990. Male versus female influences on mating site determination in a coral-reef fish. *Animal Behaviour* 39:540 - 548.

Warren, D. M., M. Stern, R. Duggirala, T. D. Dyer, and L. Almasy. 2006. Heritability and linkage analysis of hand, foot, and eye preference in Mexican Americans. *Laterality* 11:508 - 524.

Washburn, S. L., and C. Lancaster. 1968. The evolution of hunting. In: *Man the Hunter*, ed. R. B. Lee and I. DeVore. Venice, Italy: Aldine, pp. 293 - 303.

Waters, C. N., J. Zalasiewicz, C. Summerhayes, A. D. Barnosky, C. Poirier, A. Gałuszka, A. Cearreta, et al. 2016.

The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351 (6269) :aad2622, doi:10.1126/science.aad2622.

Waterson, N. 1978. *The Development of Communicatio*. Chichester, UK: Wiley.

Watson, S. K., S. W. Townsend, A. M. Schel, C. Wilke, E. K. Wallace, L. Cheng, L. West, and K. E. Slocombe. 2014. Vocal learning in the functionally referential food grunts of chimpanzees. *Current Biology* 25:495 – 499, doi:org/10.1016/j.cub.2014.12.032.

Weatherall, D., O. Akinyanju, S. Fucharoen, N. Olivieri, and P. Musgrove. 2006. In: *Disease Control Priorities in Developing Countries*, ed. D. T. Jamison, J. G. Breman, A. R. Measham, G. Alleyne, M. Claeson, D. B. Evans, P. Jha, et al. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 663 – 680.

Webster, M. M., and K. N. Laland. 2008. Social learning strategies and predation risk: minnows copy only when using private information would be costly. *Proceedings of the Royal Society of London B* 275:2869 – 2876.

———. 2010. Reproductive state affects reliance on public information in sticklebacks. *Proceedings of the Royal Society Series B* 278:619 – 627, doi:10.1098/rspb.2010.1562.

———. 2012. Social information, conformity and the opportunity costs paid by foraging fish. *Behavioral Ecology*

and Sociobiology 66:797 – 809, doi:10.1007/s00265 – 012 – 1328 – 1.

——.2013. The learning mechanism underlying public information use in ninespine sticklebacks (*Pungitius pungitius*) .Journal of Comparative Psychology 127:154 – 165.

Webster, M. M., E. L. Adams, E. L., and K. N. Laland. 2008. Diet-specific chemical cues influence association preferences and patch use in a shoaling fishAnimal Behaviour 76:17 – 23.

Webster, M. M., N. Atton, W. Hoppitt, and K. N. Laland. 2013. Environmental complexity influences association network structure and network based diffusion of foraging information in fish shoals.American Naturalist 181:235 – 244.

Webster, M. M., A.J.W. Ward, and P.J.B. Hart. 2008. Shoal and prey patch choice by cooccurring fish and prawns: inter taxa use of socially transmitted cues.Proceedings of the Royal Society of London B 275:203 – 208.

Wen, N., P. A. Herrman, and C. H. Legare. 2016. Ritual increases children' s affiliatio with in-group members.Evolution and Human Behavior 37:54 – 60.

West, S. A., A. S. Griffin, and A. Gardner. 2007. Social semantics: altruism, coopation, mutualism, strong reciprocity and group selection.Journal of Evolutionary Biology 20:415 – 432.

West, S. A., C. El Mouden, and A. Gardner. 2011. Sixteen common misconceptions about the evolution of cooperation in humans. *Evolution and Human Behavior* 32:231 - 262.

West-Eberhard, M. J. 2003. *Developmental Plasticity and Evolution*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Whalen, A., D. Cownden, and K. N. Laland. 2015. The learning of action sequences through social transmission. *Animal Cognition* 18:1093 - 1103. doi:10.1007/s10071-015-0877-x.

Wheeler, B. C., and J. Fischer. 2012. Functionally referential signals: a promising paradigm whose time has passed. *Evolutionary Anthropology* 21:195 - 205.

———. 2015. The blurred boundaries of functional reference: a response to Scaration & Clay. *Animal Behaviour* 100:e9 - e13, doi:10.1016/j.anbehav.2014.11.007.

White, D. J. 2004. Influences of social learning on mate-choice decisions. *Learning and Behavior* 32:105 - 113.

White, D. J., and B. G. Galef. 2000. 'Culture' in quail: social influences on mate choices of female *Coturnix japonica*. *Animal Behaviour* 59:975 - 979.

Whitehead, H. 1998. Cultural selection and genetic diversity in matrilineal whales. *Science* 282:1708 - 1711.

Whitehead, H., and L. Rendell. 2015. *The Cultural Lives of Whales and Dolphin*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Whiten, A. 1998. Imitation of the sequential structure of actions by chimpanzees (*Pan troglodytes*) .*Journal of Comparative Psychology* 112:270 - 281.

——.2011. The scope of culture in chimpanzees, humans and ancestral apes.*Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:997 - 1007.

Whiten, A., and R. W. Byrne. 1997.*Machiavellian Intelligence II. Extensions and Evaluations*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Whiten, A., and D. Custance. 1996. Studies of imitation in chimpanzees and children. In: *Social Learning in Animals: The Roots of Culture*, ed. C. M. Heyes and B. G. Galef Jr. San Diego, CA: Academic, pp. 291 - 318.

Whiten, A., and D. Erdal. 2012. The human socio cognitive niche and its evolutionary origins.*Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 367:2119 - 2129.

Whiten, A., and C. P. van Schaik. 2007. The evolution of animal ‘cultures’ and social intelligence.*Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 363:603 - 620.

Whiten, A., J. Goodall, W. C. McGrew, T. Nishida, V. Reynolds, Y. Sugiyama, C.E.G. Tutin, et al. 1999. Cultures in chimpanzees.*Nature* 399:682 - 685.

Whiten, A., J. Goodall, W. C. McGrew, T. Nishida, V. Reynolds, Y. Sugiyama, C.E.G. Tutin, et al. 2001. Charting

cultural variation in chimpanzees. *Behaviour* 138:1481 – 1516.

Whiten, A., R. Hinde, K. N. Laland, and C. Stringer. 2011. Introduction. Discussion Meeting issue ‘Culture Evolves,’ ed. A. Whiten, R. A. Hinde, C. B. Stringer, and K. N. Laland. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 366:938 – 948.

Whiten, A., V. Horne, and S. Marshall-Pescini. 2003. Cultural panthropology. *Evolutionary Anthropology* 12:92 – 105.

Whiten, A., N. McGuigan, S. Marshall-Pescini, and L. M. Hopper. 2009. Emulation, imitation, over-imitation and the scope of culture for child and chimpanzee. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364:2417 – 2428.

Whiten, A., A. Spiteri, V. Horner, K. E. Bonnie, S. P. Lambeth, S. J. Schapiro, and F.B.M. de Waal. 2007. Transmission of multiple traditions within and between chimpanzee groups. *Current Biology* 17:1038 – 1043.

Williamson, S. H., M. J. Hubisz, A. G. Clark, B. A. Payseur, C. D. Bustamante, and R. Nielsen. 2007. Localizing recent adaptive evolution in the human genome. *PLOS Genetics* 3:e90, doi:10.1371/journal.pgen.0030090.

Wilson, A. C. 1985. The molecular basis of evolution. *Scientific America* 253:148 – 157.

———. 1991. From molecular evolution to body and brain evolution. In: *Perspectives on Cellular Regulation: From*

Bacteria to Cancer, ed. J. Campisi and A. B. Pardee. New York, NY: John Wiley/A. R. Liss, pp. 331 - 340.

Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

———. 1978. *On Human Nature*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wingfield, J. C., S. E. Lynn, and K. K. Soma. 2001. Avoiding the 'costs' of testosterone: ecological bases of hormone-behaviour interactions. *Brain Behavior and Evolution* 57:239 - 251.

Winterhalder, B., and D. Kennett. 2006. Behavioral ecology and the transition from hunting and gathering to agriculture. In: *Behavioral Ecology and the Transition to Agriculture*, ed. D. Kennett and B. Winterhalder. Berkeley, CA: University of California Press, pp. 1 - 21.

Winterhalder, B., and E. A. Smith. 2000. Analysing adaptive strategies: human behavioral ecology at twenty-five. *Evolutionary Anthropology* 9:51 - 72.

Wisenden, B. D., D. P. Chivers, and R. J. F. Smith. 1997. Learned recognition of predation risk by damselfly larvae on the basis of chemical cues. *Journal of Chemical Ecology* 23:137 - 151.

Witte, K., and R. Massmann. 2003. Female sailfin mollies, *Poecilia latipinna*, remember males and copy the

choice of others after 1 day. *Animal Behaviour* 65:1151 - 1159.

Witte, K., and M. J. Ryan. 2002. Mate choice in the sailfin molly, *Poecilia latipinna*, in the wild. *Animal Behaviour* 63:94 - 949.

Wollstonecroft, M. 2011. Investigating the role of food processing in human evolution: a niche construction approach. *Archaeological and Anthropological Sciences* 3:141 - 150.

Wolpert, D. M., R. C. Miall, and M. Kawato. 1998. Internal models in the cerebellum. *Trends in Cognitive Sciences* 2:338 - 347.

Wood, D., J. S. Bruner, and G. Ross. 1976. The role of tutoring in problem solving. *Child Psychology and Psychiatry* 17:89 - 100.

Wood, L., R. L. Kendal, and E. Flynn. 2012. Context dependent model-based biases in cultural transmission: children's imitation is affected by model age over model knowledge state. *Evolution and Human Behavior* 104:367 - 381.

Wright, H. E., Jr. 1977. Environmental change and the origin of agriculture in the Old and New Worlds. In: *Origins of Agriculture*, ed. C. A. Reed. The Hague, Netherlands: Mouton, pp. 281 - 318.

Wyles, J. S., J. G. Kunkel, and A. C. Wilson. 1983. Birds, behavior, and anatomical evolution. *Proceedings of the*

National Academy of Sciences USA 80:4394 – 4397.

Wynn, T., A. Hernandez-Aguilar, L. F. Marchant, and W. C. McGrew. 2011. “An ape’s view of the Oldowan” revisited. *Evolutionary Anthropology* 20:181 – 197.

Yabar, Y., L. Johnston, L. Miles, and V. Peace. 2006. Implicit behavioral mimicry: investigating the impact of group membership. *Journal of Nonverbal Behavior* 30:97 – 113.

Yang, C. 2013. Ontogeny and phylogeny of language. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 110:6323 – 6327.

Yeakel, J. D., M. M. Pires, L. Rudolf, N. J. Dominy, P. L. Koch, P. R. Guimarães Jr., and T. Gross. 2014. Collapse of an ecological network in ancient Egypt. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 110:14472 – 14477.

Young, H. G. 1987. Herring gull preying on rabbits. *British Birds* 80:630.

Zaidel, D. W. 2013. Cognition and art: the current interdisciplinary approach. *WIREs Cognitive Science* 4:431 – 439.

Zeder, M. A. 2012. The broad spectrum revolution at 40: resource diversity, intensification and an alternative to optimal foraging explanations. *Journal of Anthropological Archaeology* 31 (3) :241 – 264.

Zeder, M. A. 2016. Domestication as a model system for niche construction theory. *Evolutionary Ecology* 30:325 – 348.

Zeder, M. A., D. G. Bradley, E. Emshwiller, and B. D. Smith, eds. 2006. *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms*. Berkeley, CA: University of California Press.

Zentall, T. R., and B. G. Galef, eds. 1988. *Social Learning: Psychological and Biological Perspectives*. London, UK: Erlbaum.

Ziman, J. 2000. *Technological Evolution as an Evolutionary Process*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Zuberbuhler, K. 2005. The phylogenetic roots of language evidence from primate communication and cognition. *Current Directions in Psychological Science* 14:126 – 130.

未完成的进化：为什么大猩猩没有主宰世界
[英]凯文·拉兰德 著
史耕山 张尚莲 译

电子书编辑：张畅
版权经理：王文嘉

出 品：中信联合云科技有限公司 www.yuntrust.cn
版 本：电子书
版 次：2018年1月第1版
字 数：378千字

纸书书号：978-7-5086-8175-7
出版发行：中信出版集团股份有限公司 CITIC Publishing Group

版权所有 • 侵权必究
投稿邮箱：tougao@citicpub.com

中信出版社官网：<http://www.citicpub.com/>;

官方微博：<http://weibo.com/citicpub>;

更多好书，尽在中信书院

中信书院：App下载地址<https://book.yunpub.cn/>（中信官方数字阅读平台）

微信号：中信书院

【英】

奥古斯汀·富恩特斯 (Agustín Fuentes)

——著

贾彬波

——译

想 象 力 如 何 创 造 人 类

THE
CREATIVE
SPARK

How Imagination
Made Humans Exceptional

中信出版集团

一切与创造有关

一切与创造有关：想象力如何创造人类

[美] 奥古斯汀·富恩特斯 著
贾丙波 译

中信出版集团

目录

序 宣扬创新和一项新综合研究

第一部分 棍棒和石头：第一个创新

第一章 会创新的灵长类动物

第二章 古人类血统中最后站立的人

第二部分 晚饭吃什么：人类是如何变得会创新的

第三章 让我们一起做把刀吧

第四章 杀死并吃掉，等等

第五章 排队的美好

第六章 食品安全的实现

第三部分 战争与性：人类是如何塑造出一个世界的

第七章 创造战争（与和平）

第八章 有创意的性

第四部分 伟大的作品：人类是如何创造出宇宙的

第九章 宗教的基础

第十章 艺术的翅膀

第十一章 科学架构

尾声 创新人生的节拍

致谢

版权页

致过去、现在和未来勇于想象、创新和学习的每个人

序

宣扬创新和一项新综合研究

提到创新，我们可能会想到莎士比亚或莫扎特、爱因斯坦或居里夫人、查尔斯·狄更斯或玛丽·雪莱、安迪·沃霍尔或安妮·莱博维茨、杰米·奥利弗或朱莉娅·蔡尔德、碧昂丝或普林斯。我们经常会看到某个人或某个特定人群拥有创新的能力，但创新能力不限于美国和欧洲，或者有钱人、近500年来出生的人身上。毕竟，创新能力不限于某个天才或某个非常有创见的思想家在创作作品时的一次单独的努力。创新是由彼此联系的思想、经历和想象形成的。无论是在做物理实验、进行艺术创作，还是在维修机动车，甚至在安排自己微薄的收入不致沦为“月光族”的思考过程中，创新存在于人类生活的每个角落。我们每天都会创新，但我们并非独力完成这个神奇的壮举。

作家玛丽亚·波波娃（Maria Popova）告诉我们，创新是一种“能力”，这种能力可以使我们“进入我们的精神资源库，资源库里有知识、洞察力、信息、灵感以及构成我们思想的所有的片段……并以非凡的新方式把它们结合起来”^[1]。考古学家伊恩·霍德（Ian Hodder）持有类似的观点，他认为创新是介于物质现实和我们的想象之间的一个空间，在这个空间里，智力、适应力、能动力、理解力和解决问题的能力集合在一起。但他也强调，这是一个完全的社会化过程。^[2]人类学家阿什利·蒙塔古（Ashley Montagu）强调，人类拥有用我们的观念来影响世人并将其转化为物质现实的基本能力。^[3]本书阐述了这些关于创新的观点与人类进化的非凡故事之间的显著联系。

无数个体创新性思考的能力使我们人类这个物种得以繁衍生息，同时，任何创新性行为的首要条件都是合作。

一个好汉三个帮，但只有三四个人的合作较为少见，更多情况下，成百上千的人跨越时空通力协作才能出现意义最深远的创新时刻。舞蹈家泰拉·撒普（Twyla Tharp）写道：“有时我们通过合作才能快速启动创造力，其他时间（合作）的重心只是简单地放在把事情做好上。在任何情况下，合作良好的团队成员都要比那些团队中最有才华的成员单打独斗取得更大成就。” [\[4\]](#)

通过钻研我们的历史，借助最尖端、最先进的科学知识，我们可以看到，创新正是我们如何进化而来、为什么我们是现在这个样子的根源。创新赋予了我们在“是什么”和“可能是什么”之间来回穿梭的能力，[\[5\]](#)这也使我们能够从一个成功的物种进化成一个卓越的物种。

人类创新性合作的本质是多层面的，也存在很大的差异，但我们人类所特有的共享意向和想象力成就了今天的我们。[\[6\]](#)

创新加上协作驱使着我们的身体、思想和文化向好的或坏的方向发展，这使人类有别于其他物种，因为未曾有其他物种能像人类这样出色地利用创新与协作。作为自然界中的一个物种，我们既不是最坏的，也不是最好的。我们既没有完全脱离生物性，也没有一味盲目地受其约束。并非受繁衍的驱使，并非出于对配偶、资源或权力的争夺，也并非我们对彼此照应使人类脱离于其他物种的倾向，而是创新塑造了我们并使我们变得卓越。[\[7\]](#)这就是关于人类这一物种进化的新故事，关于我们过去和现在的人性的新故事。

关于人类进化的四大误解

我们现代人类不就是凶恶雄性的后代吗？在进化史中自然选择偏爱更凶悍的男性，从而导致了暴力和性胁迫的生物倾向，我们不就是被进化史打上深深烙印的人类吗？换句话说，我们不是那个天性自私、好斗、酷爱竞争的善于行恶的物种吗？

不是！有位教授矢口否认。

我们人类的物种是这样的：天生具有同情心；无私；懂得合作，在进化的早期就有别于其他灵长类动物，因为我们看重分享食物和其他资源；懂得自我牺牲，并且把集体利益置于个人利益之上。难道不是吗？总之，我们是非常懂得合作与行善的一个物种。

事实也并非如此。

那么，难道我们的本质不是主要由我们赖以生存、带给我们机遇与挑战的环境中的偶然事件造成的吗？与现代化、机械化、城市化和科技化的生活相比，我们难道不是应该仍然更适应作为狩猎采集者的传统生活吗？难道不是我们与自己的进化根源出现了现代化脱节，才导致我们出现了心理健康问题，并对生活普遍感到不满吗？

难道我们的智慧没让我们超越生物进化的界限，不受自然环境的压力和限制，让地球为我们的意图服务，反而逐渐给地球带来了危机吗？难道我们不是普罗米修斯的后代，把整个世界都置于自己的统治之下，毁灭世界并最终毁灭我们自己吗？

对不起，仍然不对。

以上是当前关于人类进化和人性的4个主流观点。尽管它们都很引人注目，背后都有大量研究文献的支撑，还都有措辞雄辩的记者和科学家为其提供有力的证据支持，但是这些观点也都极其片面，每个观点都过度依赖某些证据和先入之见，主动抛弃或干脆忽视其他重要发

现。其中包括过去20多年里人类学、进化生物学、心理学、经济学和社会学给我们带来的大量启示。虽然这4个观点一直有助于推动我们对人性的理解，但也由此导致了对人性的过度简化和一些严重的误判，比如我们天生就有斗争倾向、我们分属不同的生物种族等观点。也许最重要的是，这些普遍的说法已经掩盖了我们进化核心中的精彩故事，即从史前祖先开始，我们人类是如何通过非凡的创新性合作才得以幸存并且日益蓬勃发展起来的。

这是所有史诗故事的集大成者：作为易危物种和多数猛兽喜欢捕食的猎物，我们人类比任何灵长类远亲都更擅于利用聪明才智、运用集体力量生存下来，让世界变得有意义，让生活变得有希望，在改造世界的同时也改造着自己。

一项新综合研究

无论是躲避天敌、制作并分享石器、控制火、讲故事，还是应对气候变化，我们的祖先都创造性地通过合作来应对这个世界带给他们的每一个挑战。一开始，他们做得只是稍好于他们的先祖和其他类人猿物种。随着时间的推移，这个优势逐渐扩大并得到完善，从而推动他们成为一个独立的物种。

进化论和生物学的近期研究发现和理论变化，比如我们的环境和生活经历会如何影响我们的基因和身体功能的观点，以及在化石记录和古DNA（脱氧核糖核酸）中的新发现，改变了我们对人类的基本认识。新的综合研究表明，人类获得了一系列独特的神经、生理和社交技能，使我们从很早就开始为了有目的的合作而一起工作、一起思考，而我们的基因只能从一方面解释我们如何在愈加复杂的情况下变得富有创造力。

利用这些能力，我们的祖先开始互相帮助照顾幼小，“幼吾幼以及人之幼”。出于营养层面和社交层面的原因，他们开始分享食物，也会在生存所需之外相互配合。他们以有益于群体的方式行事，而非仅仅为了个体或家庭，这种现象变得越来越普遍。这种创新性合作的准则——和睦相处、互相帮助、相互支持、用日新月异的高超技能思考和沟通的能力使我们转变成了人类，使我们有能力开创足以支撑大规模社区乃至国家的技能。这种协同创新也推动了宗教信仰、伦理制度和精湛艺术品生产的发展，当然也悲剧性地引发并促使我们用更加致命的方式进行竞争。我们用几乎一样的创造力杀死我们物种的其他成员，如同我们操控地球生态到濒临彻底毁灭的边缘一样。然而，尽管人类具有明显而又强烈的破坏性和残酷性，但我们的慈悲倾向在人类进化史中扮演着更为重要的角色。

相比以前的种种研究，本书的目的就是对我们的进化进行一个更加细致、完整和明智的描述。这个新故事基于综合全面的相关研究，研究中有新有旧，交叉了包括进化生物学、遗传学、动物行为学、人类学、考古学、心理学、神经科学、生态学，甚至哲学在内的各门学科。

我在本书中提出的新综合研究建立在近几十年才成形的对进化论最前沿研究的理解之上。自查尔斯·达尔文（Charles Darwin）和阿尔弗雷德·拉塞尔·华莱士（Alfred Russel Wallace）[\[8\]](#)150多年前首次提出自然选择以来，进化论已发生显著变化。如今，我们对进化过程的最佳理解被称为EES（延伸进化合成）[\[9\]](#)，其中不仅有自然选择，还包括一系列不同的进化过程，主要用于解释动物、植物和其他所有生命体如何进化、为什么会进化。

正如我们今天所知，进化可以总结如下：基因突变（DNA中的变化）让我们知道了遗传变异，遗传变异与有机体的生长和发育（从受孕到死亡）相互作用，并在有机体中产生一系列的变化（身体和行为

上表现出来的差异)。这种生物学变异可以随着个体迁入和迁出种群(称为基因流)而在一个物种内到处散播,有时偶然事件会改变种群中分布的遗传变异(称为遗传漂移)。这种遗传变异大多可以通过繁殖以及其他形式的传播和遗传代代相传。接着就有了自然选择。

自然选择并不像大多数人想象的那样。它是一个产生不同的变体以应对环境约束和压力的过滤过程,而不是在一个致命的生存竞争中那个最大者、最坏者或“最适宜者”通过争斗而适者生存的过程。让我们设想一个场景,有一个大过滤器,上面有多个特定尺寸的开口(尺寸大小随环境条件的变化而变化),然后再设想有一些不同尺寸和形状的生物体(变种),这些生物体必须依次通过过滤器才能繁衍并留下后代。那些能够通过过滤器开口的生物体能够成功繁衍,而那些没通过的则不能繁衍。一些成功的变异物种由于其特殊的尺寸和形状而比其他物种更便于通过过滤器的开口,这让它们留下了更多的后代(这些后代则遗传了其特殊的尺寸和形状)。这一基于环境压力而一代代过滤变种的过程就是自然选择。因此,在进化中,变异的类型与模式和环境的压力都非常重要。

目前我们认识到,以下4种遗传系统都能提供影响进化过程的变异模式。

1. 基因遗传是DNA编码的基因传递[\[10\]](#),代代相传。

2. 表观遗传影响身体中与发育相关的系统的各个方面,这些方面可以遗传给下一代,DNA中未必有其根源。例如,母亲在怀孕期间的某些压力因素会影响胎儿的发育,胎儿可能会将这些被改变的特征再遗传给下一代。

3. 行为遗传是行为动作和知识的代代相传,普遍存在于许多动物中,比如雌猩猩们帮助其后代学会如何用石头打开坚果或是用树枝来钓白蚁吃。

4. 象征性遗传是人类独有的，是思想、象征和观念的传承，会影响我们生活和运用肢体的方式，可能会在传给下一代时影响生物信息的传输。

因此，我们必须认识到，与进化相关的变异可能以基因、表观遗传系统、行为，甚至象征性思维的形式出现。

还有另外两个对新综合研究意义非凡的重要的当代理论发现。它们是：一种独特的合作类型、生态构建的过程。

人类已经进化成为超级合作者。蚁群内，细胞间，猎犬、猫鼬和狒狒等动物内部都存在着合作，但它们的合作从来不及人类间的合作那么密集或频繁。合作有许多种定义，所有的定义都可以归纳为为了一个相同的目标一起工作。维基百科（其本身就是一种合作的体现）把合作定义为“有机体为共同利益或互惠互利而共同工作或行动的过程，与为了个人利益而参与竞争相对”。在线韦氏词典中对合作的定义是“共同利益者的联合”。我们每天都在合作，所以我们都清楚合作是什么。在某些国家，我们商定在马路的右边行驶，而在其他国家则在左边；我们在杂货店结账时要排队；我们帮助需要帮助的人，不管是帮忙拿着购物袋，还是帮忙开门，抑或是传达联系信息；我们有各自的政府，举办生日聚会，上学，捐钱给慈善机构。合作是人类日常生活的核心。

大多数物种的合作只停留在较低的程度：非洲猎狗和雌性狮子在狩猎时会合作，猫鼬轮流站岗防备天敌，许多猴子聚集在一起建立同盟关系以应对日常生活的挑战。许多动物聚集在一起要么是为了防备天敌，要么是为了通过沟通交流给它们带来些好处。这类合作在大多数生物甚至细菌之间是很常见的。生活在你的肠道中的微生物群之间、它们和你的身体之间形成了复杂的合作和共生关系。生命历史初期，微生物间基本的合作互动为更复杂的多细胞动物形式的出现和发

展打好了基础，其中包括狗、猫、鹰、霸王龙和人类。[\[11\]](#)然而，除了人类以外，动物间有针对性的、复杂的、统筹的合作是不常见的，更不用说可能会付出高昂代价的、长期的合作了。没有其他动物能表现出我们人类合作时那样的强度、稳定性和复杂性。

为什么会这样呢？

一个流行的理论认为，进化主要的刺激是竞争而不是合作。达尔文认为刺激进化的因素是环境的冲突和挑战。许多研究人员一直认为，不仅仅是一般的环境挑战，在冲突中个体（甚至个别基因）之间的竞争才是生命历史长河里进化的真正驱动力。他们的基本观点是，不是物种或群体，而是个体在面临环境的挑战时相互之间的竞争推动了进化。因此，为谋求共同利益而做好事的合作并不是一个好策略。如果大多数生物个体都能合作而只有少部分不合作，那么作弊者不必付出与其他合作者同样的代价和努力，就能获取所有的好处。因此，作弊者就会出人头地，在进化博弈中“赢得”比赛。

人们已经注意到了这个观点存在许多问题。

如果群体中大多数人总是表现得很自私，那么当他们需要作为一个团队来应对挑战时，作弊并不会奏效，他们就会走向灭绝。如果置身于一个社会群体中是成功的关键，那么该群体的成员可以惩罚或驱逐作为威胁，来确保自私的作弊不失控。最近在进化论和经济学中的建模工作通过使用方程式来计算包括合作、背叛或是保持中立在内的投入与产出。这些方程式也把相关性和熟悉度考虑在内，据此我们可以设想各种情况，以了解有机体之间为什么会合作。这个复杂的数学模型[\[12\]](#)表明，作弊者和背叛者不会获得长远的胜利，而且在许多情况下，开展合作是一个很好的策略（即使某个个体不会一直这么做）。这个方程式证实了我们在自然界中所看到的情况。从普遍性上

来看，合作和竞争在整个动植物王国里同样相当普遍。我们的祖先没有凭空虚构出合作，他们只是喜欢尝新罢了。

许多动物把合作行为集中在那些与它们有类似基因的动物身上，比如它们的伴侣、亲属，但人类的合作范围远远不止于此，我们与朋友、伙伴、陌生人、其他物种，甚至有时与敌人开展合作。我们也在世代之间、两性之间、群体之间开展合作。这些合作也会不时地发生在其他动物身上，但几乎没有哪种动物之间的合作像人类间的合作那样始终如一、那样广泛。

我们人类拥有回忆过去和展望未来的独特能力^[13]（我们的“线下思维”），并通过语言和符号来传递信息。与蚂蚁间的合作不同，人类的合作会涉及一群个体，他们能认识到自己的个性，也会受个性的影响，但他们仍会合作。人类能更有效地计算出可能的合作或竞争所带来的结果，这种认知复杂性长期以来一直是我们倾向于合作的部分原因，不过它也使新颖的欺诈手段层出不穷，我们欺瞒的次数要多于大方承认的次数。我们并不总是合得来，但当我们这样做时，我们就能取得成就。我们之所以能够有别于地球上的其他物种，很大一部分要归功于我们精诚协作的能力，甚至在身处竞争、偶尔欺诈时，仍然能够开展合作。

EES所有的过程都与人类进化（自始至终出现于本书）息息相关，其中的一个过程尤为重要，即生态构建^[14]。这些新奇的观点听起来像行业术语，但我希望你能耐心听我道来。生态构建起源于20世纪80年代，它在进化科学中是一个真正具有突破性的新观点。

生态构建是指通过改造世界施加给我们（每个人）的压力，以应对环境挑战和冲突的过程。一个生态是一个有机体存在于世界中方式的总和，包括有机体的生态、行为和构成其周围环境的其他方面（包

括其他有机体）。总之，生态是一个有机体赖以生存和生存方式的生态结合体。

许多有机体“从事”生态构建。河狸建造堤坝，改变了鱼和小龙虾的构造，以及它们巢穴周围的水温和水流量，从而改变世界给它们带来的种种压力。连蚯蚓也会构建生态：到达一个新地方后，它们钻入泥土中，通过摄入土壤，改变土壤的化学结构并使其变得松动，为生活在同一个地方的蚯蚓后代提供一个更好的环境。然而，当涉及生态构建的时候，人类有其独特的特色，如城镇、城市、家畜、农业，不胜枚举。我们通过合作和创新来应对世界带给我们的各种冲突，由此我们实现了自我改造，改变了周围的世界，也成就了我们的身体和心灵。我们人类物种能够实现自我创造——因为我们是一种非凡的生态构建者。

由于我们的行动和所面临的进化压力，我们共同改造了我们的身体、行为和思想。这个过程的历史正是这项新综合研究的核心部分，它不仅告诉我们，我们是如何成就了今天的我们，而且也为我们未来的走向和目标提供了重要的见解。

生命之树上的人类

要讲人类进化的故事，我们必须试着建立一个起点，但时空里单个的点会蒙蔽我们。也许找到人类在自然界中位置的一个更好的方法，是先问问我们在进化成人类之前是什么。

进化生物学家、作家斯蒂芬·杰伊·古尔德（Stephen Jay Gould）强烈主张，我们往往把人类进化看作一系列整队排列的形象的经典图像，从左侧的形似黑猩猩的生物一直成长为右侧完善的人类。这幅图像在科学上是站不住脚的，甚至无法成为一个有趣的故事。人

类真正的进化树是用一张巨大而又密集的图表来表示的，图表显示人类是灵长类动物一个小分支上面的一个微小的枝杈，灵长类动物是哺乳动物那一大类里的一个小分支，哺乳动物是脊椎动物那一大类上的一个小分支，脊椎动物是被称为动物的那一个大类里的一个小分支，动物是这个星球上的生命树上的许多枝杈之一。我们知道，所有生命共有一个祖先，出自相同核心分支和边枝的生命类别的关系更为密切。一个人与一颗霞多丽葡萄的DNA相似度可能会达到24%，与一只蜜蜂的DNA相似度能达到44%，与一条狗的DNA相似度能达到84%，与所有灵长类动物的DNA相似度能达到90%，与我们人类最近的表亲黑猩猩的DNA相似度能达到96%。[\[15\]](#)

与人类进化的误导线性图不同的是，黑猩猩（甚至类似黑猩猩的动物）不是我们的祖先，我们和黑猩猩都是大家庭（被称为“类人动物”或类人猿）的一部分，而每一支血统已经彼此独立地进化了700万—1000万年（人类的血统被称为“人族”，而黑猩猩的血统被称为“黑猩猩属”或“黑猩猩亚族”）。我们确实与黑猩猩和所有其他灵长类动物在生物学和历史中有相当多的相似之处，足以达到惊人的地步。但是进化有连续性和非连续性之分。为了了解是什么使得人类与众不同，我们需要知道我们与其他灵长类动物有哪些相同之处，但更重要的是，我们需要知道我们是如何与它们在进化中出现偏离的，以及为什么会偏离。所以，我们与其他灵长类动物之间的相同之处要比进化论早期批评者认为的多，但恰恰是我们与其他灵长类动物之间的差异而非相同之处更能告诉我们：作为一个物种，我们究竟是谁？

下面我们将开始讲述我们所了解的作为灵长类动物的人类和拥有700万年历史的古人类血统。然后，我们将深入钻研新综合研究带来的启示，并找到我们究竟如何成为创新性物种的答案。人类创新火花的秘密在今天仍然能够继续为我们服务。

[1]Popova, M., “About,” Brain Pickings, accessed October 17, 2015, <http://www.brainpickings.org/about/>.

[2]Hodder, I., “Creative Thought: A Long-Term Perspective,” in *Creativity in Human Evolution and Prehistory*, ed. S. Mithen, 61–77 (London: Routledge, 1998).

[3]Mithen, S., ed., *Creativity in Human Evolution and Prehistory* (London: Routledge, 1998); Montagu, A., *The Human Revolution* (New York: Bantam, 1965).

[4]Tharp, T., *The Collaborative Habit: Life Lessons for Working Together* (New York: Simon & Schuster, 2009).

[5]Gabora, L., and Kaufman, S.B., “Evolutionary approaches to creativity,” in *The Cambridge Handbook of Creativity*, ed. J. Kaufman and R. Sternberg, 270–300 (New York: Cambridge University Press, 2010).

[6]Tomasello, M., and Carpenter, M., “Shared Intentionality,” *Developmental Science* 10 (2007):121–125, DOI: 10.1111/j.1467-7687.2007.00573.x; Tomasello, M., *A Natural History of Human Thinking* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2014).

[7]Fogarty, L., Creanza, N., and Feldman, M.W., “Cultural Evolutionary Perspectives on Creativity and Human Innovation,” *Trends in Ecology and Evolution* 12 (2015): 736–754.

[8]尽管查尔斯·达尔文作为进化论的奠基人享有很高的声誉，但需要注意的是，进化论的最初想法是由达尔文和华莱士共同提出的。进化论光辉的历史，常常被归功于达尔文的一个创造性举动以及另外几位学者的发展，事实上是数以千计的思想家历经数个世纪的创新性合作的经典案例。

[9]Jablonka, E., and Lamb, M., *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life* (Cambridge, MA: MIT Press, 2005); Laland, K.N., et al., “The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions,” *Proceedings of the Royal Society of London B* 282 (2015): 20151019, <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1019>; Pigliucci, M., “An extended synthesis for evolutionary biology: the year in evolutionary biology,” *Annals of the New York Academy of Sciences* 1168 (2009): 218–228.

[10]基因在人体发育和运作中起着重要的作用，但其并非处于主导地位，而是作为人体复杂系统的组成部分运作的。诸如蓝图、构建模块和生命代码等术语并非描述DNA的最佳方式。人们往往受到误导，认为基因是通过自身运作的，其实，它们仅仅是庞大集成系统的一

部分而已。表观遗传学是研究所有在基因水平之上的发育的相互作用系统的学科，它反映出多种因素影响生物体的发育，并且基因仅在很少的情况下直接影响生物体性状的现实情况。许多性状，如体型、形态、面貌等，不仅是基因相互作用的结果，而且是一系列进化和环境影响的结果，而行为则更为复杂了。

[11]Weiss, K., and Buchanan, A., *The Mermaid's Tale: Four Billion Years of Cooperation in the Making of Living Things* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009).

[12]Nowak, M.A., and Highfield, R., *Super Cooperators: Altruism, Evolution, and Why We Need Each Other to Succeed* (New York: Free Press, 2011); Sober, E., and Wilson, D.S., *Unto Others: The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998); *ibid.*

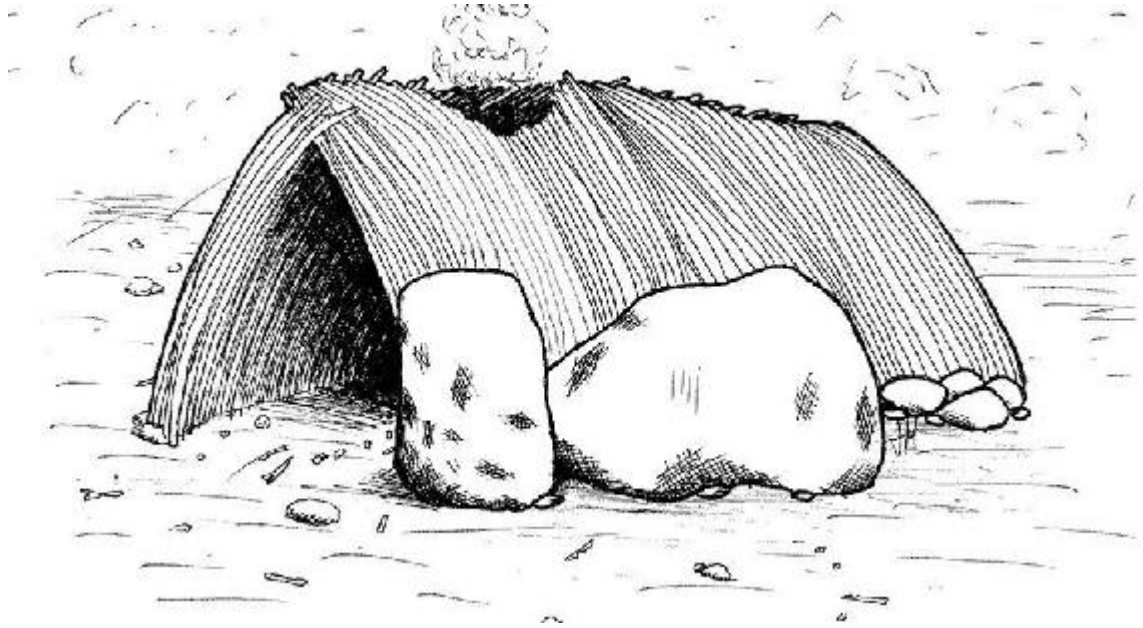
[13]对过去发生的问题、时间和地点以及未来可能发生的问题、时间和地点进行思考，这是我们人类的独特能力。我们的大脑让我们能够反复琢磨现在、过去或未来的困难，以便在实际问题发生之前想出解决办法并做出选择。See Bikerton, D., *Language and Human Behavior* (London: UCL Press, 1996); Donald, M., *The Origins of the Modern Mind* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991); Deacon, T., *The Symbolic Species: The Co-Evolution of Language and the Brain* (London: Penguin, 1997).

[14]See “Niche Construction: The neglected process in evolution,” School of Biology, St. Andrews University, accessed January 20, 2016, <http://synergy.st-andrews.ac.uk/niche/>, for an excellent overview.

[15]See the science writer Carl Zimmer's excellent and interactive description of this in “Genes Are Us. And Them,” National Geographic, accessed October 17, 2015, <http://ngm.nationalgeographic.com/2013/07/125-explore/shared-genes>.

第一部分

棍棒和石头：第一个创新



第一章 会创新的灵长类动物

我坐在印度尼西亚巴厘岛的潘当特噶尔圣猴森林公园中央广场里的巨大榕树下，我在这里已经待了几个月，观察多个群体的猕猴，我已经沉醉于它们的社会中。一小群猕猴冲到了树上和位于主庙上面的梯田山坡上。处于统治地位的猕猴队伍漫步走来霸占了它们的地方。一只成年母猴名叫泪珠，给它取这个名字是因为在它的左眼下方有一个泪珠形状的白色胎记，它停留在其他猴子后面大约30英尺^[12]远，它总是与其他猴子保持一定距离。我没有刻意关注它，因为我的注意力转移到了占主导地位的雄猴阿诺德和雌猴中的老大短尾身上，它俩联手从两只级别较低的雄猴手里抢夺了一簇木瓜叶和半个珍贵的椰子。我往下看时又注意到了泪珠，现在它坐在离我只有10英尺远的地方，盯着地面上的叶子，漫不经心地挠着痒痒。我转过头环顾了一下广场，想了解这群猴子的规模，雄猴、雌猴和小猴子簇拥到一起像一个个小家庭。我感觉有东西轻微地压在我的右腿上，才发现泪珠正在我的旁边，它把左手放在了我的大腿上。在接下来的几分钟里，它安静地靠着我，我们没有注视对方，也没有移动，就这样过了大约10分钟，然后它就起身，环顾四周，侧身瞥了我一眼，走开了。^[1]

我后来发现，泪珠无法生育，因此它无法融入任何雌猴群和年轻猴群，而它们则是猕猴群体的社会构成核心。但泪珠偶尔会贴近旁边的人并靠着他们，像所有的猴子一样，它也需要通过身体接触和社交来让自己活下来。^[2]像所有的猴子一样，它偶尔会用创新的社交来满足需求，毕竟还有一些体型较大、毛发相对较少、似乎乐意与它接触的灵长类动物能让它偶尔接触。它虽然面临困难，但它想出了一个解决问题的新方法。

泪珠是灵长类动物，我们也是，因此我们共同享有社交创新的特性——这也是我们进化成功的主要原因。为了了解人类的故事——我们创新之旅的传奇故事，我们需要认识到，我们（指人类）是哺乳动物，是一种特殊的哺乳动物（灵长类动物）。我们是被称为类人猿（猴、猿和人类）的灵长类动物中一个特定子集的成员，也是被称为古猿（猿和人类）的类人猿中一个特定子集的成员，还是被称为古人类的古猿中一个特定子集的成员。古人类也是人类，是我们的祖先，是一系列已经灭绝的类人动物。

想象一下，把这个星球上的生命史看作一株巨大的有很多分支的灌木，拥有数百万个树枝、枝杈和叶子。那些挨得最近的叶子之间和枝杈之间有亲密的进化关系，因此，我们确实与泪珠处在同一个分支上，但我们各自的枝杈在3000万—2500万年前分别走向了不同的方向。所以，不论我们与所有的猴子间有什么共同点，这都是我们的共性，都出现在原来的分支上，我们和猴子的两条线（枝杈）就是在这个分支上出现的。如果我们关注与我们亲缘关系离得最近的灵长类动物非洲猿（大猩猩和黑猩猩），我们的血统从1000万—700万年前由一个共同的祖先分离开来，因此我们可能会认为我们和猿之间的共同点要多于我们和猴子之间的共同点。在任何情况下，在了解人类的独特之处之前，关于人类，我们需要知道的是，我们得先把自己看作灵长类动物，而不是一开始就把自己当作人类。

正如泪珠，它用自己的方式向我说明了社交关系在猴子和猿的社会中处于中心地位。与它们的亲戚、朋友和潜在的伴侣相处、抚摸和相互陪伴是这些灵长类动物最重要的事情。听起来耳熟吗？社交活动是所有灵长类社会的关键因素，它或多或少是由等级关系、友谊、攻击行为和性等因素构成的。

想象你自己身处巴厘岛的潘当特噶尔圣猴森林公园里的其中一个猕猴群中，但这一次我们要观察那只叫短尾的雌猴，我们为它取这个

名字是因为它只有一截尾巴。有人可能会认为，对于长尾猕猴这个物种来说，没有尾巴会是一个问题，甚至会被当作残疾。事实并非如此，短尾在一个近80只猴子的群体里地位最高，地位与泪珠的相反。它会趾高气扬地穿过由它的女儿、孙女甚至重孙女环绕的森林和寺庙。其他的雌猴在它走近时会为它让路，或做着鬼脸屈服；它最喜欢的女儿们和它们的朋友们会把它们的孩子抱来让它梳理打扮；它能吃到最好的食物；当它所在的猴群与那里的其他猴群发生打斗时，它总是占据焦点位置，它甚至经常打头阵，捍卫群体空间的强悍程度都要超过体型较大的雄猴。

雄性长尾猕猴在体型上比雌性长尾猕猴大50%，它们巨大的尖牙（精确地说是犬齿）可以很利落地把肉撕碎，因此在大多数情况下，这些雄猴在任何一对一的冲突中都能轻易控制住雌猴。但是，级别高的雌猴从未出现在一对一打斗的场景中，因为它们比较精明。短尾周围有一帮准备保护它的亲戚，这就意味着级别高的雄猴不会试图去统治它，而是会找它、帮它梳洗打扮、和它一起玩耍，尤其是当它们需要好处时。

社会等级不是等级

在两只猴子中间的地上扔一根香蕉，十有八九它们不会同时来争，而是其中一只会迅速观察一下对方，然后不战而逃，把香蕉让出来。

找到你在等级层次中的定位，知道谁比你级别更高，可以帮助指引灵长类动物的日常生活。在一个等级森严的群组里面，对于谁将获得更好的食物、睡觉场所、梳理伙伴、潜在伴侣等问题，其答案是不言而喻的。当等级关系不明时，群组里可能有一个或两个“老大”（或猴王），其他成员差不多处于平等地位。不管怎样，灵长类动物

的等级制度既不森严，也不固定，支配关系是从与朋友和敌人的协商中得来的。大多数情况下，只要快速观察对方，就能确定谁更有权力。这种灵活性反映了灵长类动物在找到创新性社会解决方案方面有窍门。

灵长类动物一生都在交换它们的统治地位和角色，每个灵长类物种都有不同的模式，通过这些模式，某些个体获得支配权或者夺取资源。年青一代在成长过程中必须通过直接的打斗、积累支持者、操纵对手来习得这些模式。支配关系一旦以这种方式确立下来就会相对稳定，但依然会改变。

巴厘岛当地人把一只特别恶毒又好斗的雄性猕猴叫作萨达姆，他们给它取了伊拉克独裁者的名字（这是20世纪90年代末的事情），我和我的同事们叫它米。在潘当特噶尔3个猴群中最小的那个猴群里，它是唯一的成年雄猴，猴群由它、几只快成年的雄猴、6只雌猴和大约10只小猴组成。人们能很容易地认出米所在猴群中的一只雌猴，因为它总是要么头上少皮无毛，要么背上带着伤疤，这些都拜米锋利的犬齿所赐。米以铁腕手段统治着猴群中的每一只猴子。事实上，它甚至统治了附近的人们。当它想赶走他们或者偷他们的食物时，它会经常追赶或者去咬他们。它是个残酷的独裁者，但后来一切都改变了。

米摔了一跤，把腿摔断了。它仍然可以四处走动，但脚步慢下来了，也不能追赶或攻击其他猴子和人了。猴群中有两只年轻雄猴，它们以前对米卑躬屈膝，现在它们很有创意地发挥它们的优势。它们开始推搡米，起初只是试探性的，随后变得更加频繁。与此同时，它们黏在玛的旁边，帮它梳理，讨它的欢心。玛是米猴群里体格最大、最年长的雌猕猴。这一招奏效了，社会潮流转向了，它们采取了行动。米失去了它的地位，最终离开了这个猴群。

统治不是个体的生物学特征，而是一种社会地位。一个个体一生可以经历不同的统治阶层。在你自己的生活中，你可能会发现灵长类

动物统治的某些方面，但对于人类来说，统治要复杂得多。人类在如何建立关系以及如何改变或破坏关系方面是复杂的。然而，猴子和其他灵长类动物创造性地操纵它们社交世界的方式给我们提供了指南，灵长类创新的火花在人类世界里变成了创造力的5级火警。

当我们思考其他动物尤其是灵长类动物时，我们常常会想到好斗和暴力，但社会创造力远不止于此。和许多灵长类动物一样，雄性长尾猕猴长有尖牙，如果它们在人的大腿上狠狠咬上一口的话，就可以撕开一个8英寸^[13]长、2英寸宽的伤口。如果它们习惯在攻击时就使用牙齿，我们就会经常看到由牙齿造成的巨大伤害，但是我们没看到。灵长类动物之间大多数的争斗仅限于比较克制的威胁和追逐，真正的肢体搏斗远没有那么频繁。当攻击真正发生时，产生的创伤不如我们所预期的后果严重。灵长类动物会克制住自己的暴力冲动，^[3]通常通过创新性的解决方案来应对社交生活的挑战。

被从猴群赶出后，米四处游荡，独自坚持了近4个月。然后，渐渐地，它开始围着核心猴群（短尾的猴群）转悠，但仅限于外围。接下来，它接近几只级别较低的雌猴和它们的孩子，然后做了件真正令所有人惊讶的事：它向它们示好。它会主动帮这些雌猴梳理毛发，甚至和它们的孩子一起玩耍。起初，雌猴们都很警惕，在它当猴王时这些雌猴只是远远看过它，知道它不是“暖男”。但是当米坚持再三，它们逐渐改变了态度。几个月后，米来到了猴群中间，与五六只小猴子一起玩耍，惬意地和一群雌猴待在一起，看上去完全变成了一只老实敦厚的猴子。当猴群的其他雄猴来的时候，米就会表现出一副屈服的模样，雄猴们一般不会干涉米的活动。此后不久，米开始与很多雌猴多次交配，得益于它举止沉着，殷勤地帮别的猴子梳理毛发，与小猴子们玩耍，米赢得了好感。几年里米始终如一，它似乎完全改头换面，变换了性格。但事实并非如此，作为灵长类动物，它只是在做它该做的事，并且做得很好。那就是如果你生活在复杂多变的社交生活

中，当环境使然时，你就需要找到一个创新性的解决方式来解决这个问题。等级并不能支配它的生活，米需要的只是顺势而为。

这种能力很容易被忽略和低估，但是我要再说一次，正是由于这种特殊的创新让我们登上了历史舞台，让我们的血统能够世代繁衍下去。

肥皂剧里的故事

生物体需要改变自身并适应环境，否则就要承受相应的后果。动物必须要应对世界的压力才能生存，但灵长类动物不同于以死掉的蜗牛的壳为家的寄居蟹，也不同于通过消化来改变土壤化学成分并使其宜居的蚯蚓。为应对周遭环境的压力，灵长类动物不仅生理上要做出反应，而且还要与周围其他猴子构建起一个和睦、积极的关系网络——一个社会生态。因此，灵长类动物生活中上演的所有的交际、打斗、和解、对地位的争夺可能类似于肥皂剧中的情节，这些行为反映了其对生活压力的一系列成功反应，为其提供了大多数其他物种所没有的缓冲。^[4]如果灵长类动物能成功地使用这种缓冲来应对生活的压力，就可以像潘当特噶尔的猕猴一样在生活中开拓出更多的创新空间。^[5]

这些巴厘岛猕猴做得很好。它们从周围的森林以及寺庙工作人员和游客那里获取食物；它们身体健康，也不必去很远的地方觅食；它们所获取的食物营养价值非常高，也易于食用。剧情以科学家们所称的“生态释放”为结局。这并不代表猕猴们不用应对来自环境的压力，只是它们所面临的压力并不是特别严峻，因此这些猕猴会有很多闲暇时间。

那么我们就有足够的时间来说说猕猴的新爱好了。

在潘当特噶尔，不论长幼妇孺，猴子们都喜欢玩石块，它们围成一圈在地上、在水坑里磨石块。它们把石块仔细地堆在一起再分开，然后重新堆起来。它们用树叶或纸把小石块包起来，在地上来回滚动石块。它们时不时会用石块作为工具来砸食物或者挠痒痒。^[6]除了观赏性（对人类来说）和好玩（对猕猴来说）以外，这种行为没有明显的目的性，而关键就在于此。在闲暇的时候，这些猕猴将把玩东西的嗜好和好奇心（通常与觅食有关）结合起来，能形成相当新奇的行为。玩这种游戏光有闲暇时间是不够的，它们必须要有创造力。

并非只有潘当特噶尔的猴子钟情于此，泰国和缅甸的同类猕猴也以石头和贝壳作为工具。研究人员迈克尔·甘默（Michael Gumert）和他的同事曾描述猕猴使用石头来打开贝壳的情景，他在报道中还提到，猴子在海滩岩石上握住一种锋利的螺旋形的蜗牛壳，并用它撬开猴子们最喜欢的一种食物：贻贝。^[7]非洲的研究人员曾历时50多年在数个地点研究过黑猩猩，他们发现黑猩猩用石头砸开坚果、用树枝钓白蚁吃、用树叶喝水。哥斯达黎加研究人员也发表过猴子使用石头和木棍的研究成果。人类不是唯一使用工具的灵长类动物，灵长类动物也不是唯一使用工具的动物。不仅仅是使用岩石、棍棒和贝壳能反映灵长类动物创新的火花，不同群体使用工具的多样性也能反映出创新。

当你自西向东穿越中非，沿途在各个黑猩猩群落驻足时，最惊人的发现之一就是石头和木棍的多样用途和用法，以及什么时候用不上。在某些地方，雌性黑猩猩把锋利的木棒当作小梭镖，把熟睡中的小型灵长类动物夜猴穿起来；在其他一些地方，黑猩猩成群地聚集在坚果树下用石头砸开坚果，有证据表明，在某些地方，这个传统已经延续了200多万年。在另一些地方，黑猩猩携带轻便的树枝走到自己喜爱的白蚁丘旁，用以前留在那里的大树枝砸开白蚁丘，然后用轻便的树枝钓美味的白蚁吃。^[8]

在所有这些情况下，创新的作用表现在觅食时借助于实物的帮助，这是在觅食条件不足的情况下想到的解决办法。许多其他动物也做到了这一点，但它们的创造力稍弱一些，只有灵长类动物把工具的使用发挥到了极致。环境中的诸多压力，比如食物匮乏，能够很好地解释很多动物的进化史，而人类将创新的火花烧成了一蓬篝火，压力并非唯一的火种，并非自然界中创新产生的唯一原因。这里我们要注意，觅食方法的多样性不仅仅体现在不同灵长类群体对工具的使用上，也体现在它们的社会传统中。如果这个火花不是特别有创意，那么它仅仅是一个对环境压力的应对之策，我们也不可能有这么多样的觅食方法。

社会传统是创造性的点滴共享，[\[9\]](#)它是群体社交生活的一个组成部分，是通过某种社会学习方式来传承的。在灵长类动物中，一些社会传统与用作工具的石头或木棍有关，但还有许多社会传统则与之无关。

许多人类群体会用特殊的方式彼此问候，从口头问候到亲密的握手致意，其他灵长类动物也如此这般。比如，两只黑猩猩在分开一段时间后会彼此问候，它们经常会走近对方，高高举起双臂，抚摸彼此，好像举手击掌。在黑猩猩群体中，它们在问候时有的会鼓掌，有的会交叉手腕，有的会肘部弯曲互按手臂。更有趣的是，当一只雌猩猩从一个群体转到另一个群体时，它会把原来群体鼓掌的习俗带到新群体中来，有时会成功传播到新群体，有时则不会。[\[10\]](#)

灵长类动物的创新火花来自它们的社交生活方式和以应对环境压力为核心的社会创新。在与人类在生物学和生态学上共同点最多的这些物种身上，我们看到的是社会传统中越来越多的复杂性，这不仅体现在对工具的使用上，更重要的是体现在对新型社交行为的创造上。虽然没达到接近人类的程度，但其他灵长类动物确实能创造出新方法来应对生活的挑战，并发展出新的联系彼此的方式。

我们知道灵长类动物群体包括猴、猿、人类和类人猿，这些群体均表现出了复杂的社交生活。我们和猿类的祖先古猿可能有过更复杂的社交生活。相应地，起源于古猿的古人类最终演变成了人类，他们追随社会复杂化的趋势，开始产生社会生态、制作工具并建立社会传统。[\[11\]](#)

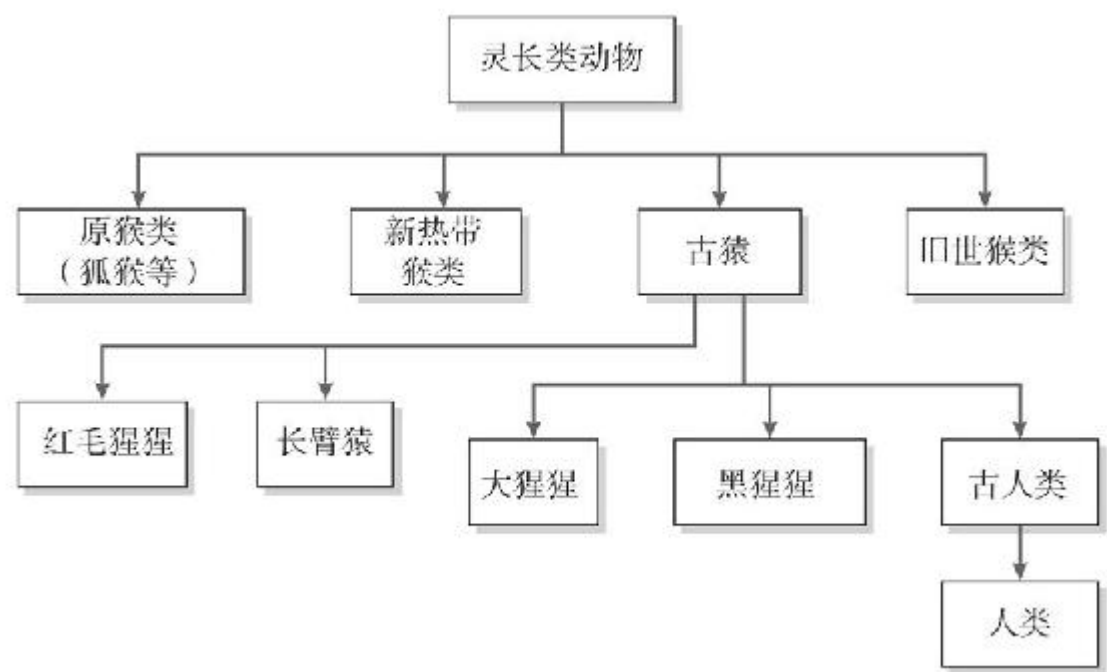


图1 灵长类动物的分类

在古人类进化的700万年里，我们见证了日益复杂的社会生态构成，充满活力的社会群体、社会传统以及简单的工具制作和使用。我们也看到灵长类动物创新的火花被提到了一个新的高度，它们制作工具不仅仅是图实用，还加强了社会学习与合作。总之，它们构建了一条全新的在地球上的谋生之路，那就是一种最终会一劳永逸地战胜一切的方法。

[\[1\]](#)This vignette is drawn from a larger essay on much of my work with macaques: Fuentes, A., “There’s a Monkey in My Kitchen (and I Like It):

Fieldwork with Macaques in Bali and Beyond,” in *Primate Ethnographies*, ed. Karen Strier, 151–162 (Boston: Pearson, 2014).

[2]显然，作为观察者，不应以这样的方式与猴子互动，但是泪珠总会以一种偷偷摸摸的方式和你在一起，这时站起来就会引起其他群体成员的注意，也会比静坐在那儿更能惹事。

[3]For a concise overview, see Bernstein, I., “Social Mechanisms in the Control of Primate Aggression,” in *Primates in Perspective*, 2nd ed., ed. C. Campbell et al., 599–607 (New York: Oxford University Press, 2011).

[4]还有其他高度社会化的哺乳动物，如鲸鱼和狼，它们具有相似的社会生态位。

[5]Good overviews of these concepts are in Campbell, C., et al., eds., *Primates in Perspective*, 2nd ed. (New York: Oxford University Press, 2011). See chapters 27, 32, and 38–44 for a terrific set of summaries of primate social complexity and creativity.

[6]These data are discussed at length in Fuentes, A., “Object rubbing in Balinese macaques (*Macaca fascicularis*),” *Laboratory Primate Newsletter* 31 (1992): 14–15; Fuentes, A., et al., “Macaque Behavior at the Human–Monkey Interface: The Activity and Demography of Semi-Free Ranging *Macaca fascicularis* at Padangtegal, Bali, Indonesia,” in *Monkeys on the Edge: Ecology and Management of Long-tailed Macaques and Their Interface with Humans*, ed. M.D. Gumert, A. Fuentes, and L. Jones–Engel, 159–179 (New York: Cambridge University Press, 2011). There is also great information on this site and these behaviors in Bruce Wheatley’s 1999 book, *The Sacred Monkeys of Bali* (Long Grove, IL: Waveland Press); and Nahallage, C.A.D., and Huffman, M.A., “Comparison of stone handling behavior in two macaque species: implications for the role of phylogeny and environment in primate cultural variation,” *American Journal of Primatology* 70 (2008): 1124–1132.

[7]Gumert, M.D., and Malaivijitnond, S., “Marine prey processed with stone tools by Burmese long-tailed macaques (*Macaca fascicularis aurea*) in intertidal habitats,” *American Journal of Physical Anthropology* 149, 3 (2012): 447–457.

[8]Sanz, C., Call, J., and Boesch, C., *Tool Use in Animals: Cognition and Ecology* (New York: Cambridge University Press, 2014).

[9]Fragazy, D., and Perry, S., *The Biology of Traditions: Models and Evidence* (Cambridge: Cambridge University Press, 2005). See also Whiten, A., “The Scope of Culture in Chimpanzees, Humans and Ancestral Apes,” in *Culture Evolves*, ed. A. Whiten et al. (Oxford: Oxford University Press, 2012): 105–122.

[\[10\]](#)For overviews of these patterns and many fascinating others, read the book edited by Bill McGrew, Linda Marchant, and Toshisada Nishida, *Great Ape Societies* (Cambridge: Cambridge University Press, 1998).

[\[11\]](#)Malone, N.M., Fuentes, A., and White, F.J., “Variation in the social systems of extant hominoids: comparative insight into the social behavior of early hominins,” *International Journal of Primatology* 33 (2012): 1251–1277; MacKinnon, K.C., and Fuentes, A., “Primate Social Cognition, Human Evolution, and Niche Construction: A Core Context for Neuroanthropology,” in *The Encultured Brain*, ed. D. Lende and G. Downey, 67–102 (Cambridge, MA: MIT Press, 2012).

[\[12\]](#)1英尺 \approx 0.305米。——编者注

[\[13\]](#)1英寸=2.54厘米。——编者注

第二章 古人类血统中最后站立的人

如果我们乘坐时光机回到1100万—800万年前的非洲森林，可能会瞥见人类进化中最受追捧的目标：人类和黑猩猩最后的共同祖先。科学家们称呼其为“最近公共祖先”，我们从很多科幻故事中了解到这些生物不是“缺失的一环”。事实上，没有单一的缺失一环这回事，因为我们的祖先不可能是唯一的，人类进化的过程并非如此。最近公共祖先确实是一个种群或是多个种群，是遍布非洲大部可能也包括地中海地区的群居猿类动物。最近公共祖先们很有可能既在树上生活，也在地面上生活，但它们更多时候会在树上生活。它们大约4英尺高，肯定是猿族成员，与黑猩猩、人类或任何其他的类人猿在外形上没多少相似之处，但它们的DNA、身体和行为方式在黑猩猩和古人类的进化中都起到了关键作用。

最近公共祖先们可能生活在有10—30个个体的小群体中，它们一天中会花大部分的时间以更小型群体的形式去寻找果实、嫩叶和长在树皮上的菌类。它们很可能在晚上一起回到树上睡觉，提防那些夜间捕猎的大型猫科动物和其他猎食动物。它们相互梳理毛发，积极参与到灵长类动物所上演的标准的肥皂剧中的各种关系中：打斗、和解和交配。它们一次只生育一个儿女，生育出的后代可能需要5年的时间才能成长为一个能够独立生存的年轻人。最近公共祖先们对黑猩猩和人类的基本影响并不仅限于此。它们可能也会用树枝翻找昆虫和小蜥蜴，也可能已经想出了用石头或重木头砸开坚果的方法。这种技能——这种小小的创新优势^[1]使它们有别于周围其他灵长类动物和其他动物。它们与其他猿类动物、猴子、大型猫科动物、小蹄的哺乳动物和一些早期猪类动物等生活在一起。

在900万—700万年前，不同种群的最近公共祖先开始分化。它们迁徙到新的地方，遭遇到新的进化压力。这些不同的群体进化成了许多其他种群和猿类动物，最终横跨非洲中部、东部和南部，形成了两个不同的谱系：古人类和原黑猩猩（黑猩猩属）。黑猩猩的血统不在我们的故事之列，而古人类则进化成了我们人类。

我们没有时光机，无法实时捕捉到这些过程，但我们的确有一些最好的证据：化石和我们最早的祖先所留下的其他活动迹象。利用这些证据，我们可以追踪创新的稳步增长。

人类创造力的早期一瞥

想要从化石记录中了解人类创造力的萌芽，我们面临两个核心问题：

1. 从什么时候起早期的猿类动物不再是猿，而是变成了古人类？
2. 能展示新创意的早期古人类化石是什么样的？

古人类习惯于用两条腿走路，而正因如此，呈近90度角位于脊柱上方的头骨，以及骨盆和下肢的形状反映了这种独特的移动模式（称为两足动物）。所以当我们想知道一个化石是古人类还是其他猿类灵长目动物时，只需要寻找两足动物的标志。

猿类偶尔会坐直或两条腿站立，但当它们走动时往往会四肢并用，所以它们的头骨连接的角度让它们不论坐着还是行走时都能使自己的头部舒适。对于古人类来说，这种移动并非易事。当我们人类试图用四肢行走时，我们不得不抬起头来看着前方，不论时间长短，这样做都很不舒服。对于人类能够直立行走、直视前方的解析在枕骨大孔处遇到了挑战，枕骨大孔就是科学上所说的大洞，它连接大脑与脊

髓，古人类的枕骨大孔位于头骨的正下方，而（用四肢行走的）其他猿类的枕骨大孔则更靠近头骨的背面。这就是说一个类人猿的枕骨大孔如果在头骨正下方而非头骨的背面的话，那他就是两足动物，即古人类。此外，古人类的犬齿稍小，与其他的牙齿更相似，而猿类，尤其是雄性的犬齿更大、更突出。

最早的古人类之所以是我们的始祖，是因为他们有三个区别特征：他们都比较像猿类，但他们的化石证明他们是两足动物；他们的犬齿已经变小了；他们都来自非洲。

- 乍得沙赫人 (*Sahelanthropus tchadensis*)。其化石发现于今天的乍得，距今已有700万—600万年的历史，头骨上的一些特征显示其能直立行走。现存标本只有几块头骨碎片和几颗牙齿，别无其他证据。

- 图根原人 (*Orrorin tugenensis*)。与乍得沙赫人大约出现于同一时间，发现于肯尼亚中部的图根山地区。发现他们的研究人员认为，被发现的几块骨头表明图根原人也是两足动物。这两处最早的疑似古人类都没能给我们提供太多关于创新新途径的线索，也没让我们感到兴奋。第三块化石给我们提供了一个更好的起点。

- 拉密达地猿^[27] (*Ardipithecus ramidus*)。这种古人类游荡在距今580万—440万年的非洲东部森林和混交林地帶。这个物种中有一个成员，昵称为“阿迪”，是迄今发现的最完整的化石之一（她大部分的骨骼被保存下来）。在地面上时，阿迪用双腿行走，头部高高昂起，但她的手臂长，抓指长，抓趾大而长，这使得她在树顶和地面之间移动时能够无缝衔接。我们能想象得到，由于她的大脚趾能像大拇指一样伸到侧面，所以她的直立行走与今天的我们不同。与大多数的古猿或猿类动物不同，雄性拉密达地猿只比阿迪稍大一些，雄猿和雌猿的犬齿尺寸差不多大。^[2]拉密达地猿的牙齿和颌骨显示他们是杂食

性动物，他们在树上和地面觅食。在树上安家、在地上直立行走的能力使他们在行走的过程中解放了双手，而他们的双手也没有闲着。

我们可以想象一下，阿迪和她所在群体中的其他五六个成员在清晨走到结满果实的大无花果树那里，怀里抱着采集来的果实，走过一条浅浅的小河，然后回到他们最喜爱的栖息之地——树上，和群体的其他成员会合。他们坐在那里，狼吞虎咽地吃着成熟的果实，而对岸的猴子、小鸟、松鼠和一群树栖鼠正在为了无花果树上剩余的果实而争斗。

拉密达地猿可能是我们人类血统里第一个经常用双手和胳膊携带东西的物种。我们没有直接证据来证明他们把棍棒或石头当作工具，但鉴于最近公共祖先所有其他的后代都会这么做，拉密达地猿可能至少和他们一样会创新。拉密达地猿可以携带更多、更大的棍棒、石头和采集的食物走更远的距离。“两条腿走路”提供了许多新的交通选择。

阿迪和她的物种创造了新的社交空间，为此后的古人类提供了选择。在许多灵长类动物中，包括类人猿，雄性的犬齿较大，身体比雌性大得多，两性之间存在着高度的冲突和竞争。所以，在拉密达地猿中犬齿尺寸差异和性别差异相对较小的情况表明，阿迪和其他雌性拉密达地猿与雄性拉密达地猿之间保持着更亲密的社交关系和合作关系，这暗示着一切水到渠成。^[3]虽然我们不能肯定，但很有可能由于他们能够用手来搬运并很好地操控物品，从而两性间和个体间开展了更多的合作，我们能从中看到创新模式的雏形，这一模式随后成为古人类成功进化的核心。

到目前为止，前文所述的唯一问题就是，对于拉密达地猿是不是人类的直接祖先这个问题，现在的科学界还未能达成一致。拉密达地猿算是古人类，但可能只是我们人类的一个表亲。抛开直接关系不

说，它表明了包括我们在内的人类血统早在440万年前就已经获得了创新行为的能力。在接下来的150万年里，全部的古人类（有些直接进化成了人类，有些没有）从早期的古人类群体中进化而来，将这些创新行为的能力发扬光大，这比其他任何物种都要更进一步。

从前在埃塞俄比亚的阿法尔地区，17个古人类^[4]（9个成年人、3个青少年和5个孩子）走在树木丛生的开阔草原上，但他们没有到达他们的目的地。在300多万年以后的1975年，科学家们发现了他们的残骸，他们身上覆盖的细细的淤泥在他们变成化石时将他们聚拢在了一起。这群古人类，有时被称为“第一家庭”，属于一个被称为南方古猿阿法种（*Australopithecus afarensis*）的古人类物种，他们是在400万—300万年前生活在非洲东部的两足动物，但他们的手臂很长，手指也很长（像拉密达地猿，但更像人类），这表明他们知道爬树时能用得着长手臂和长手指。

他们相隔不远变成了化石，这使我们能够合理地确认，这17人差不多同时死亡，但并非由山洪或当地的灾害造成的。虽然有些人假设他们的死亡原因是集体中毒，但一个更好的假设是，他们可能是集体被一只或多只非常大的猫科动物或其他大型猎食动物所袭击了。

我们不知道这群人确切的数目有多少，有可能超过17个，但也不太可能过多。我们知道，猎食动物即使三五成群一起狩猎，也只会杀死猎物中的一个或者几个，接着就会停止捕猎，然后就地吃掉猎物或者把猎物的尸体运到另一个地方吃掉。所以，这就意味着这群人中的大多数人甚至所有人可能是留下来试图帮助别人的，而最终他们全都死掉了。如果事实果真如此，那就说明在面对巨大危险的时候，团队成员间选择了一种终极合作，对于大多数动物来说这是不常见的，即使是大多数灵长类动物也不会这样。这样的悲剧事件或许可以作为早期的证据来证明古人类群体能够通力协作，能够比其他动物以更强、更有凝聚力的方式合作，甚至不惜牺牲自己的生命。

大约320万年前，现在被称为露西的著名化石，曾是一个活生生的身高近4.5英尺的成年女性。这具南方古猿阿法种化石，像阿迪一样，改变了我们对人类历史的看法。露西是由唐·约翰松（Don Johanson）和他的同事们在20世纪70年代发现的，起名露西是因为他们在发现她的当晚碰巧正在听披头士的歌曲，歌名中带有“露西”。露西是在当时发现的最古老、最完整的古人类化石，她的出现最终平息了一个古老的争论，那就是我们人类变成两足动物是在脑容量变大之前还是之后，结论是我们是在脑容量变大之前变成了两足动物。一系列能追溯到几乎与露西死亡同时代的脚印化石告诉我们，她的直立行走方式与阿迪的相比，更接近于我们人类。因此，虽然她的脑容量并不比拉密达地猿或最近公共祖先的大，但是她更像人类一样能直立行走，她的头在身体上部，目视前方，有时能抬头仰望夜晚的天空。约翰松和他的同事们认为她是我们最早的祖先，是我们的创新之源，以披头士的“缀满钻石天空下的露西”为她命名，的确创意十足。

露西和她同类的创造力在埃塞俄比亚的迪基卡遗址变得尤其显著，那里有动物屠宰最古老的证据。2010年，研究人员发现了360万—340万年前动物骨头的痕迹，[\[5\]](#)是迄今发现的最古老的动物屠宰的证据。几乎可以肯定的是，这些痕迹并不是狩猎所致，而是一种投机取巧的食腐行为——获取别的猎食者留下的肉。这些留在像羚羊大小动物的肋骨和股骨上的最早的痕迹是由石器造成的，但研究人员在遗址现场没有发现任何工具。骨头上一些带有清晰痕迹的线条和刮擦，表明肉是切下来或者刮下来的。其他痕迹也说明，石头被用来敲打骨头，要么打碎骨头，要么使肉脱离骨头。在这种情况下，一群动物得到了带肉的骨头，用石片和石块来把肉弄下来，然后把肉和石器都带走。最有可能这么做的就是南方古猿阿法种或当时与其血缘很近的其他两个古人类物种[\[6\]](#) [肯尼亚平脸人（*Kenyanthropus platyops*）和南方古猿近亲种（*Australopithecus deyiremeda*）]。

迪基卡遗址被屠宰动物的骨头说明，在地球史上一个动物破天荒地想出了一个主意：用锋利的石片更有效地把肉从骨头上切下来。锋利的石片可以让古人类把肉从骨头上切除，并把肉带到一个安全的地方，从而提升了获取肉的效率，也减少了获取肉的处理成本。

2015年，在肯尼亚图尔卡纳湖附近一个叫洛迈奎3号地点^[7]的地方工作的研究人员有了一个突破性的发现：他们找到了明确的石器的最早证据。这些石器大多是通过有意剥离石片在石头上形成特殊形状和刃缘的石核工具。制作工具的地点还有更大的“石砧”，小石器就是以“石砧”为平台被加工并最终成形的。这些石器已有330万年的历史了，是迄今发现的最古老的石器的例证，是我们的祖先已经跨越了创造性的临界点的一个明确信号。

300万年前，古人类发挥群体优势，通过加工石器^[8]来发明新的应对世界的方法。他们从一开始接受世界的馈赠，最大限度地加以利用，到后来获取像石头一样坚硬的东西，并从中看到新的可能性，然后通过改造石头的形状以满足他们的需要。古人类开始改造自己的世界。而且，如果你仔细想想就会知道，石器的构思、试验和制作的创造过程，以及石器的使用和携带方法是需要相当复杂的沟通与协作的。

如果你我看到有人在制作石器，也想试着做一个，我们会问：“你在做什么？”“你从哪里得到这些最好的石头？”一旦我们学会这个技能并教给别人，我们会告诉他们“这样做效果更好”。但这些古人类没有语言，他们的脑容量还不及我们的一半，那么这一切是如何发生的？这有点儿神秘，但我们知道，一些灵长类动物有能力通过观察他人，获得制作过程的要点，然后进行大量的反复试验，并把制作过程弄明白，以此来学习如何把石头和石块当作工具使用。然而，古人类把学习过程提高了一个层次：他们开始互相展示如何选择石块、根据不同的形状来制作石器，他们通过手势和敏锐观察的能力而

不是语言去彼此观察、学习和模仿。古人类能更好地关注并尝试共同完成一个特定的任务。

进化丛林里出现的人类

回顾一下我们找到的400万—200万年前所有的化石证据，我们所看到的不是一条清晰的一个接一个的人类祖先的线索，而是一大群疑似人类祖先的古人，我们人类就起源于此。

我们在非洲东部和南部的树木繁茂、大草原般的环境里都发现了古人类化石，他们分为几个不同的类型或种别。[\[9\]](#)我们在非洲东部发现的400万—300万年前的古人类主要包括：

- 南方古猿湖畔种（有少量发现）。
- 南方古猿阿法种（发现最多）。
- 南方古猿近亲种（只有一个发现）。
- 肯尼亚平脸人（有少量发现）。

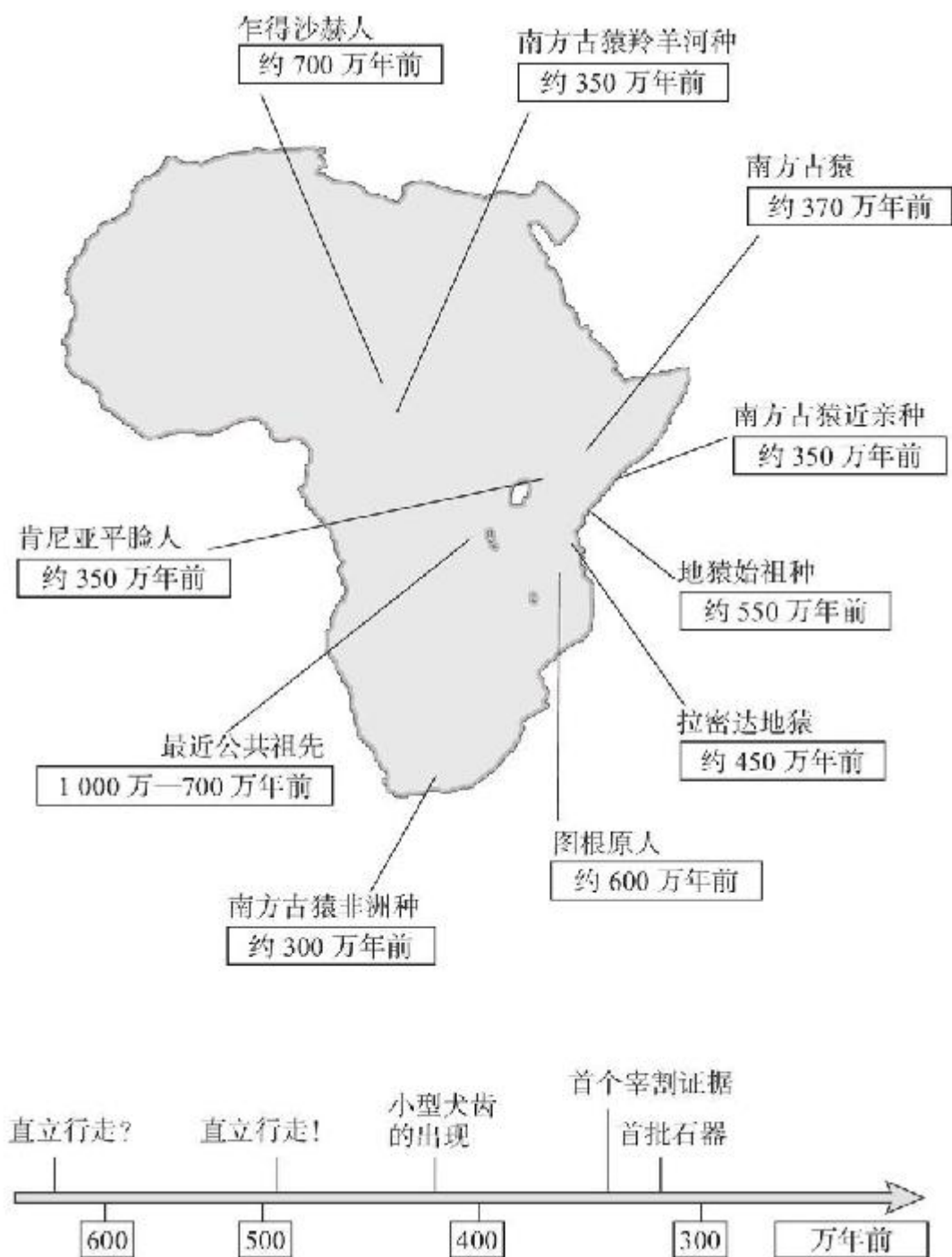


图2 首批古人类血统（化石位置及代表物种与年代）

大多数研究人员认为南方古猿阿法种起源于南方古猿湖畔种，但没有多少研究人员认为肯尼亚平脸人或南方古猿近亲种起源于南方古

猿湖畔种。肯尼亚平脸人与南方古猿不同，他们的脸很平，南方古猿近亲种的牙齿与大多数已知的南方古猿的牙齿也不同。肯尼亚平脸人和南方古猿近亲种很可能只是南方古猿阿法种的变种，他们也有可能是古人类的独立物种。我们知道，在这一时期的末期，气候变得日益不稳定，栖息地和生态出现诸多变化，物种间有可能相距甚远，也有可能产生各种别的物种。而且，所有这些古人类小规模聚居，数量上从未很多，来自猎食动物的压力让他们疲于奔命，他们实属不易。

从300万—200万年前，古人类的故事出现了一个新转折：古人类中兴起了明显不同的血统，并向各自的方向进化，其中之一便是我们人类。

主要出现了两种古人类：一种咀嚼肌和下颌发达，另一种嘴巴和脸稍显细长。我们人类来自嘴巴和脸细长的那一种。极有可能的是，所有这些古人类都曾使用也有可能制作过简单的石器，但只有其中一种的脑容量开始变大，也只有这一种生出的后代最终遍及全球并统治了这个世界。这两种古人类从脖子以下的身体看上去都与露西和第一家庭的身体略有差别，所以南方古猿阿法种有可能是所有出现于大约300万年前古人类的共同祖先，就像最近公共祖先是人类和黑猩猩的共同祖先一样。300万—200万年前的大多数古人类的手脚比起像露西的更像我们的，这些古人类开始完全在地面上生活，永远离开了灵长类动物喜爱的树上生活（尽管我们现在仍然乐此不疲地喜爱树屋）。

咀嚼肌发达的那一支，出现在非洲东部和南部，被称为傍人（*Paranthropus*），他们不直属于人类这一支，而是我们的近亲，是两足动物，会制作简单的石器，遭受到很多猎食动物的捕食。他们以能用宽大的牙齿和发达的咀嚼肌嚼碎坚硬的食物而著名。所以当食物短缺的困难时期来临时，他们发达的下颌、咀嚼肌和牙齿能使他们以草和种子为食，不需要找到更有创造性的方法来勉强维持生活，嘴就是他们的主要工具。[\[10\]](#)他们会使用简单的石器，再加上群体成员之

间一定程度的合作（从露西和她的同类那里继承而来的能力），并能在困难时期依靠坚硬粗劣的食物生存下去，这是他们适应世界变化的方式。他们实际上很会使用这个策略，并从270万年前一直存活到大约120万年前。但在这段时间里，他们没有发生太多变化，他们的脑容量并没有多少增长，他们的工具和行为可能一成不变。

细长脸这一支的故事则不同。发现最早也是最著名的是被称为南方古猿非洲种（*Australopithecus africanus*）的物种，他们与露西和她的同类很相似，只是在手脚上有一些细微的差别。他们在非洲南部生活了大约60万年（300万—240万年前）。在非洲东部还有另一支被称为南方古猿惊奇种（*Australopithecus garhi*）的类似物种，他们使用的石器（约260万年前）看起来或许比330万年前的洛迈奎的工具更高级一点，但这类物种的化石很少，所以我们对他们知之甚少。

在非洲南部的南方古猿非洲种要么与最近发现的团队成员（于2008年被发现）南方古猿源泉种（*Australopithecus sediba*）[\[11\]](#)同时代，要么发展成了南方古猿源泉种。南方古猿源泉种生活在大约180万年前的非洲南部，他们的长相奇特，看上去很像人们可以想象到的南方古猿阿法种和最早期人类的混搭。其中最引人注目的是，南方古猿源泉种直立行走的方式在某种程度上不同于那些稍早的人种（阿法种和非洲种），也与同时代的其他古人类略有不同。这表明这个时期有很多古人类的变种，进化中有很多自然实验，环境多变、猎食动物的捕食和其他诸多的进化压力给这些散布在非洲大陆上的小群体带来了挑战。

细长脸那一支面临的挑战则是建立一个生态来使他们与其他所有类似的物种相比能够轻松地直立行走。

我们的血统（人属）作为研究人员所称的古人类“适应辐射”的一部分，在形态与功能上都是一个宏大的进化实验。在250万—200万

年前，非洲大陆上生活着三群古人类：非洲东部和南部的傍人、非洲南部细长脸的南方古猿非洲种和源泉种，以及非洲东部和南部细长脸的我们称之为“人属”（我们就起源于此）的古人类。我们对南方古猿惊奇种不甚了解，因为我们所拥有的化石样本太少，因此我们对此暂且不说。

适应辐射是生命形式多样性发展的一条关键途径，这一点在许多物种中已经被发现。如今非洲的湖泊中差不多有上百种不同种类的慈鲷鱼（类似罗非鱼），它们都起源于一个共同的祖先种群。原始种群一度蓬勃发展，后来它们开始相互排挤，由于竞争过于激烈而不利于其中任何一个种群。许多种群因而出现了分支，尝试新的谋生方式：慈鲷鱼扩展的生态范围之广令人惊讶。当一系列新环境得以开发或当压力迫使一群类似的物种以不同的谋生方式竞争时，进化过程促进了一系列形态和行为的实验，一些物种进化成功，另一些则以失败而告终。在这种情况下，多种慈鲷鱼开始经历不同程度的进食压力，这导致了它们嘴部的进化；其他的慈鲷鱼则改变了交配的方式或生活水域的深度。慈鲷鱼在适应辐射的影响下具备了一系列新的形态和功能。

我们人类是古人类适应辐射的一部分。今天的人类隶属于人属智人种：我们是古人类血统中最后直立行走的人，是整个700万年的古人类实验中唯一进化成功的人。我们有一些外在特征，使我们与其他一些古人类区别开来；我们的脑容量、体型变大，牙齿变小，但关键的区别，也是一个真正至关重要的问题，就是我们的生活变得更加危险重重，我们更会协作，更加有创造性。

疑似人属最早的化石是一块有280万年历史的下颌骨，发现于埃塞俄比亚的莱迪－葛拉鲁遗址。[\[12\]](#)这块下颌骨和上面的一些牙齿既像属于早期的物种（如南方古猿阿法种）又像属于后来的人属，它看起来像一个处于进化过渡期的下巴。并不是所有人都认为这个下颌骨属于人属的一员，但它至少非常接近人属。在南非一个洞穴中还发现了

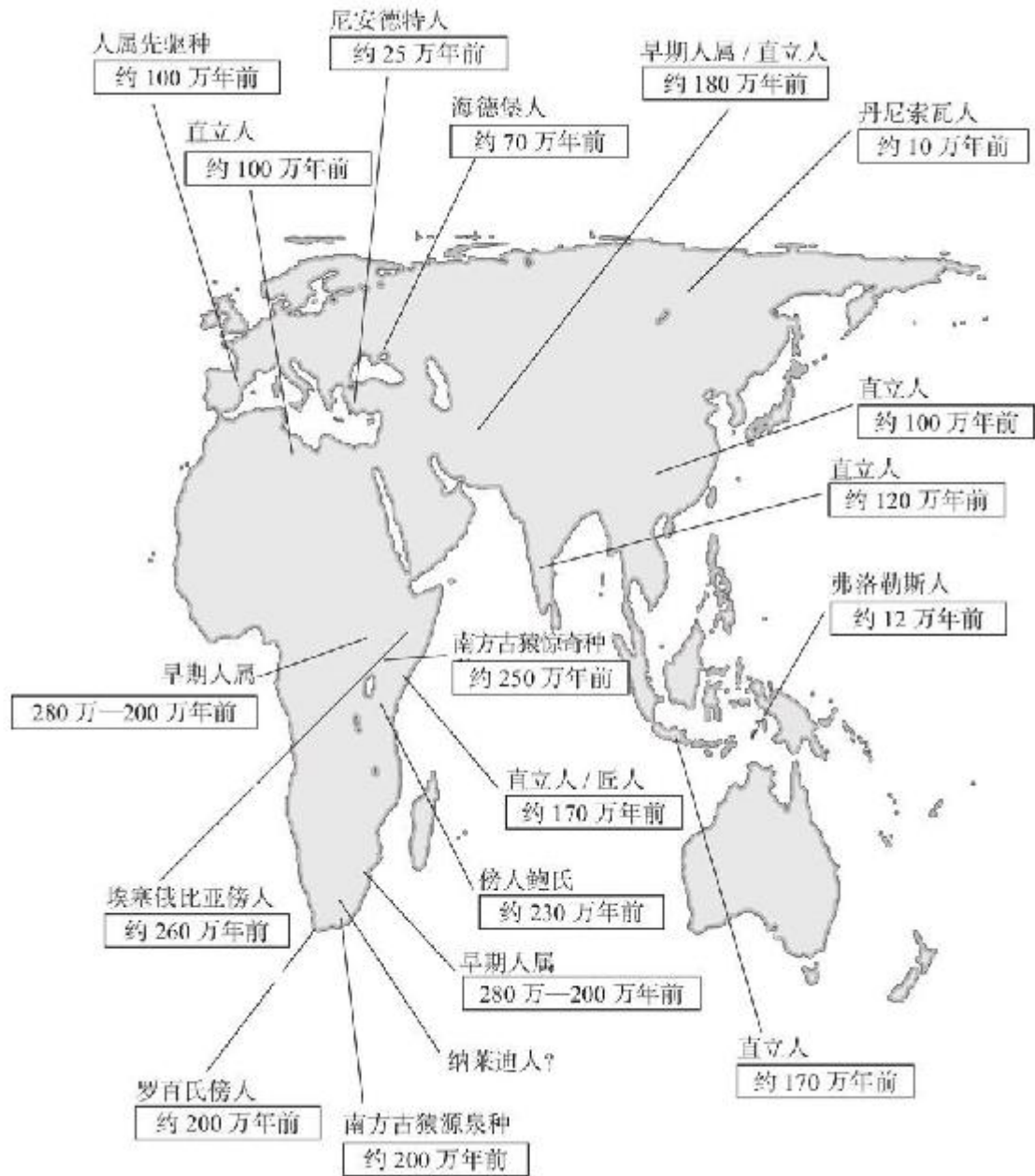
一个有趣的化石群，研究人员称之为纳莱迪人（*Homo naledi*），[\[13\]](#)这些化石尚未确认具体年份，但是具有像人一样的手和一个真正确切的头骨形状。纳莱迪人在某些方面与其他早期的人属成员类似，但在其他方面则表现出不同。目前还不清楚这些化石在我们人类进化故事中的位置，但它们很可能是人类进化谱系上根源的一部分。我们发现的240万—200万年前的头骨化石、牙齿化石和一些四肢骨骼化石，被大多数人认为属于人属，有充分的证据表明，它们的脑容量变得越来越大。[\[14\]](#)

几乎我的所有同事都一致认为，200万年前的具有我们人类独特血统的古人类在非洲东部及南部均有发现，就是在那时开始有了真正意义上的变化。在数十万年里，伴随着古人类辐射影响下其他血统的兴起，我们的祖先做了古人类未曾做过的事情：他们迁徙的速度加快、距离变长。一些人属群体离开了非洲。我们在中亚（在格鲁吉亚的一个叫作德马尼西的遗址）和东南亚（在印度尼西亚的爪哇岛）发现了大约180万年前的人属化石和使用工具。

180万—40万年前，由于来回迁徙，不断地进出非洲，在亚洲中部、南部和东南亚周围地区徘徊并进入东亚，我们的人种变得越来越多样化。在这一时期还出现了很多不同的人属群体，他们的身体、制作并使用的工具以及他们的行为方面各不相同。在致力于这一时期化石记录的研究人员中，对于有多少人种来回迁徙过存在着激烈的争议，而且这个争议不会在短时间内平息。

新的工具类型、新的行为、新的求生方式，以及人属在非洲、亚洲的大部分地区和欧洲的南部地区的冒险变得司空见惯。这些人属的群体规模仍然很小，他们经常四处奔波，无法与其他群体保持稳定联系，因此他们很容易灭绝。化石记录表明了很多人属群体从出现到消失的历史，有的走到了死胡同，有的出现了小小的失误，有的则完全失败。很难说生活在180万—40万年前的这些人属群体中究竟有哪些给

我们留下了基因和行为的遗产。许多群体给我们留下了，但更多的则没有留下什么。



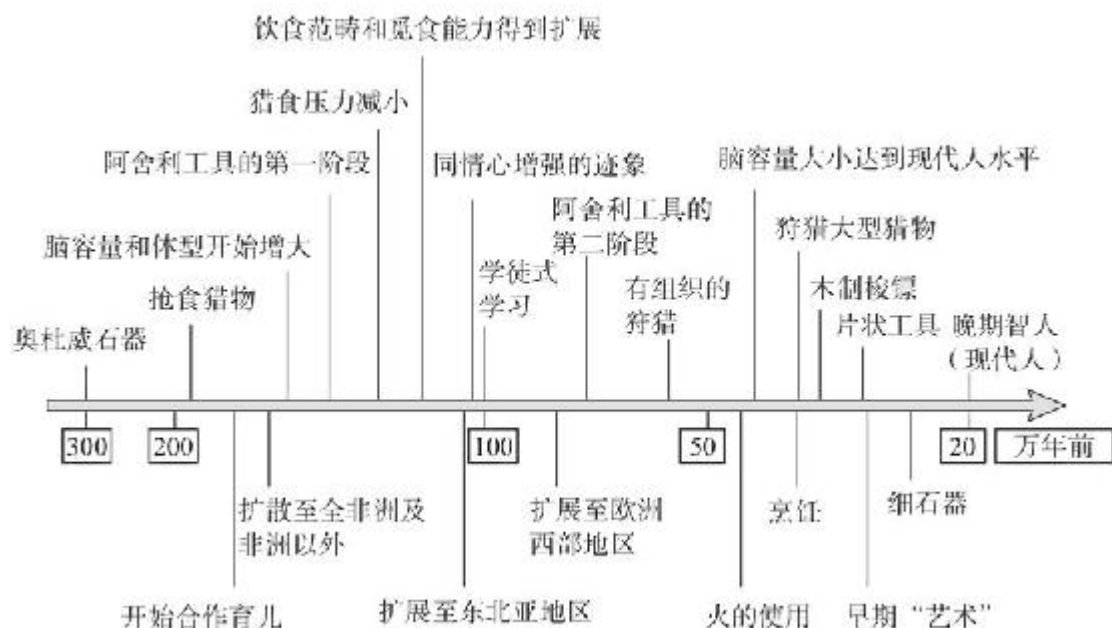


图3 蔓延世界的古人类及其新物种

小小的赢家

如果我们在大约180万年前踏上非洲东部的林地，我们会惊讶于我们早期的人类体型有多小，捕猎他们的猎食动物有多大、多密集。当时大多数人属成员身高大约5英尺，一个群体的成员有15—25个，他们在地面上四处奔波，寻找食物和居所，仅有的武器是一些简单的石器和结实的棍子。在非洲大陆上到处走动着的巨大的鬣狗、剑齿虎、大狮子、豹子，甚至老鹰，它们都特别喜欢吃这些四处走动的容易消化、蛋白质丰富、两条腿的动物。这些无角、无尖牙利爪的小体型的、直立行走的、赤裸的灵长类动物是如何幸存下来的呢？因为他们开始会创造性地应对这些威胁了。

早期人属还拥有傍人属的其他古人类作为同伴。我们知道，虽然其他古人类与早期人属在身体上相似，甚至可能会制作或至少会使用人属使用过的简单石器，但他们的生态环境要求他们在食物短缺时能

咀嚼粗糙的食物。早期人属走了一条不同的道路：他们的脑容量变得越来越大，他们开始更多地依赖工具和其他自身以外的东西来应对来自世界的挑战。我们不知道人属和傍人属之间如何相处，或者他们之间是否存在相互影响，但他们的确居住在同一区域，证据显示大型猎食动物会同时猎杀他们。被吃掉的威胁和对蛋白质的追求是两个关键的挑战，我们的祖先能创造性地应对，而傍人属可能注定因此要灭亡。

显然，人属和傍人属都想避免被吃掉，都想尽力摆脱猎食动物，但他们都缺乏天然的武器和速度，这让他们处于劣势。我们的祖先偶然发现了求生之道，就是让自己与傍人属相比不太可能成为猎物，但他们是如何做到的呢？

更大的脑容量将人属和其他古人类及周围其他的动物区别开来。大脑是最耗时耗力的器官，要想让脑容量变大，需要两样东西：一个更长的成长期（成长时间）和更多的卡路里（构建和运行更耗时耗力的大脑所需的能量）。这导致了一个两难的境地：获取更多热量和蛋白质最容易的方法是吃肉，最好随时可吃到大块的肉，但通过少量的棍棒和石器来捕获到肉食又不太可能。然而，捕猎并不是获得肉的唯一途径，猎食动物有时会剩下一些肉。因此，食腐是一个选择，但这又需要与其他食腐动物竞争。如果有人找到一种方法，能从猎食动物口中夺食，或者确保一旦猎食动物离开就能得到剩余的肉会怎样呢？

受限于棍棒和石器以及简单的沟通方式（当时还没有语言），180万年前的人属既不可能通过直接对抗来打败主要的猎食动物，也不能让傍人（或任何其他共同生活在同一区域的被猎食动物，比如狒狒、羚羊或者猪）主动把自己贡献出来当作人类的主食。没有语言，没有讨价还价的筹码，没有实质性的武器，人属该何去何从？

彼此合作。

携手合作，通过手势和实例交流，我们的祖先学会了其他古人类所不会的合作方式。^[15]人属可能开始慢慢地通过观察大型猫科动物和鬣狗，知道了猎食动物何时占据某些区域，当它们不猎食时会做什么，以及它们之间如何互动（或者不互动）。我们的祖先学会了如何确定哪些猎食动物饿了，正在觅食；哪些已经吃饱喝足，不会构成任何威胁。他们发现，当猎食动物有幼崽时特别危险，同时又很脆弱。他们认识到猎食动物之间也有争斗，很多猎食动物会偷其他猎食动物的猎物，食腐的时候要比狩猎的时候更多。人属有可能从那时就开始以手势和声音为信号，不仅仅用以表示猎食动物来了或走了，而且也当作在猎食动物靠近时让群体一起行动的手段，甚至通过信号猜想猎食动物接下来的举动，在猎食动物了解事态之前做好应对的准备。这比大多数其他灵长类动物使用过的交流方式更复杂、更具创造性。这种交流方式为语言的出现打好了基础。

在群体成员之间通过协同合作的方式利用并分享这些经验，最终人属学会了比猎食动物先行一步（在大部分时间里），他们时常会在猎食动物离开后冲向被猎杀的动物残骸，然后用锋利的石器迅速有效地把大块的肉剔除，并安全地带回他们的栖息地。作为一个合作群体，他们是这么做的：一些人剔除肉块；一些人站岗放哨，驱赶前来争食的秃鹫和较小的猎食动物；还有一些人向远处眺望，以确保没有大型猎食动物靠近。而所有这些都需要彼此用咕噜声和手势沟通、彼此信任并合作，这创造出了合作的新水平。

我们可以断定，一些早期人属群体偶然抓住了机遇。在通过协调合作来保护动物残骸和了解猎食动物习性的基础上，他们可能会抓住一个机会，选择一个较为老弱的猎食动物并跟随它。然后，当这个猎食动物捕到猎物后，人属群体就会步调一致地起身、站立起来，摇晃着他们的棍棒，发出咕噜的叫喊声，向猎食动物扔石头——总之他们想把猎食动物吓跑。猎食动物则会逃离这群协调一致、手持棍棒并投掷石头、尖叫着站立起来的古人类。

如果这样奏效的话，猎物就是他们的；如果不奏效的话，这个人属群体的下场就是人数变少。通过每一个新的经验教训，他们都会进行改进。随着这个地区大多数的人属群体都擅于这么做，一个新的生态就构建完成了。

毫无疑问，猎食动物也会注意到，它们以前容易捕食到的一种猎物变得不再那么容易捕猎了，并且越来越难找到他们了，捕猎他们的话也会变得更有风险了，有时走到他们周围都会变成一件危险的事情。如同食物链在不同生态系统中的情况一样，当一种猎物变得难以猎取时，它在优选猎物类别中的排位就会下降，猎食动物会把焦点转移到另一个更可靠的来源，以弥补这个差异。这也许就是傍人属能重回到人类进化故事中来的原因。尽管这并非出于本意，但我们的祖先用创新的方法来对付猎食动物、汲取蛋白质来满足脑容量增长的需求，这么一来，那些与他们生活在同一片非洲森林和草原的其他血统的古人类的生活可能变得更加困难。鉴于傍人面临很多其他的艰难困苦，比如他们长得很矮、直立行走、赤手空拳，作为生活在更新世的猿类动物，傍人的灭亡是不可避免的。我们通过合作创新来应对挑战的能力很可能加速了至少一个其他古人类近亲血统的灭绝。

一旦我们的血统遍布非洲并走出非洲（从大约180万年前，由于非洲和欧亚大陆之间的板块连接已经确立），不同的人种遭遇到了各种各样的新生态和新挑战，这加速了各大洲人种创造力的多样化。有时当人种间或群体间接触时，这些创新成果就会散播开来；群体间通常由于相隔甚远、隔深海冰山相望而经常没有联系。想象一下，欧洲大部分地区和亚洲北部都被冰雪覆盖，冰雪融而又积，形成了山谷和山脉；地中海地区和南亚地区经历数十万年的历程从平原变成了森林，然后又变成了沼泽甚至沙漠；东南亚地区，随着海平面的上升和下降，从数百个孤岛转变成了一大片陆地，随后又重回原来的地貌。随着早期人类的散播，他们发现的地貌是动态的，对他们来说很有挑战性，所以创造力才零星地发展着。

合众为一？

直到最近的1万年左右，在任何时间里，地球上生存的人属都不多，可能在超过100万年的人类历史的时间里只有一两百万人，而且直到最后的3万—2万年里还不到800万人。这意味着，在人类历史的绝大多数时间里，地球上的总人口都不可能填满纽约市（他们或将填满曼哈顿区，也许还能剩余一些住在布鲁克林区）。如今地球上有超过70亿的人口，足以填满1800个曼哈顿区。今天我们都是同一物种，甚至属于同一个亚种，但以前并不总是如此。

在我们人属近200万年的历史中，出现了很多不同的种群，他们有外形、体型和行为方面的差异。关于如何将他们进行最佳归类，学术界存在极大分歧，但大多数研究者认为一般应将他们归为4类，进而划分为多达11个不同的物种或亚种^[16]：早期形态（能人和卢多尔夫人，也许还包括纳莱迪人），中期形态（直立人、匠人和前人），后期形态（海德堡人、弗洛勒斯人、尼安德特人和丹尼索瓦人）和我们（智人）。我们已经看到了早期形态，但最有趣的故事是从中期形态开始展现的。

直立人是用来描述180万—40万年前几乎所有的人属种群的。^[17]直立人散布于非洲并走出非洲，遭遇到了各种新环境，被迫开始了创新与合作之旅。完全现代人模样的两足直立人是在直立人时代出现的，他们的脑容量达到750—1000立方厘米（现代人的平均脑容量约为1250立方厘米），他们的童年期变长，新型的石器 and 木器、新的觅食狩猎方式，甚至火的使用相继出现。不同的直立人种群由于这些新压力和新变化的出现，经历了进化转变期，并产生了后来的人种，包括海德堡人、尼安德特人、丹尼索瓦人、弗洛勒斯人和我们的祖先。其他人种似乎已经偏离了我们的主线，不断在独立的状态下进化，他们并没有和更大的人类基因库产生联系，并最终灭绝。这些单独进化的

晚期直立人中的最后一小部分被发现于4万—3万年前生活在东南亚印度尼西亚一个现在叫爪哇岛的地方。

后期形态一般分为3类：进化成尼安德特人、丹尼索瓦人的海德堡人，弗洛勒斯人和我们。

弗洛勒斯种群（弗洛勒斯人）是一群体型很小的古人类，他们起源于东南亚的直立人种群。他们有可能约100万年前在弗洛勒斯岛（今印度尼西亚的一部分）孤立而居，在10万—6万年前灭绝，此前他们历经一些非同寻常的进化，包括一种极端的侏儒。我们在人属中尚未发现像他们一样的人种。有可能人属进化过程中出现过很多像他们这样的独立的小群体人种。我们的地球一度似乎真的很大——直到最近，因为当时没有很多古人类去占领它，而他们中的大多数已经灭绝了。

海德堡—尼安德特人体型较大，脑容量也大（有的比我们的还大）。他们狩猎觅食，生活在40万—3万年前，分布在非洲北部、欧洲大部分地区、中东和欧亚大陆中部。他们看起来与我们相似，但并不完全相同。丹尼索瓦人只是通过在西伯利亚发现的一些骨骼[\[18\]](#)（可追溯至4.8万—3万年前）和研究人员从这些骨骼中提取到的一些DNA为人所知的，所以我们对他们的生活知之甚少。有些人认为海德堡—尼安德特—丹尼索瓦这条线上的人种也曾在东亚被发现，[\[19\]](#)但在该地区还没有一个足够完好的化石记录可供确认。

这个血统的种群使用日益复杂的石器，后来使用复杂的木器、用火，并能在相当寒冷和恶劣的环境中生存（他们是首批进入北欧和俄罗斯的人种）。他们还制作了一些艺术品和用作装饰的首饰，至少有时会埋葬死人。[\[20\]](#)他们有创新精神，会创造，相互之间很会合作，今天的我们甚至携带少量他们的DNA，[\[21\]](#)但他们不是我们的直接祖先。

我们体内为什么有一些尼安德特人和丹尼索瓦人的DNA？或者他们的DNA是如何进入我们体内的？这两点我们还不完全清楚，但有一点是显而易见的，我们的祖先和他们之间有过交配。我们的血统混合不止体现在一个方面。我们在基因上、行为上甚至可能在思想上都有过混合。这一切是何时以及如何发生的，我们尚不清楚，但DNA不会说谎。所以，尼安德特人和丹尼索瓦人可能与我们的直系祖先同属相同的物种。他们更像是来自一个共同祖先（直立人）的旁系群，只不过他们的种群与我们的种群有些偏离。他们当然也是人类，也做过我们的直接祖先做过的很多事情，但并非所有的事情。

直立人种群进出非洲，在非洲四处流动。受这些移动的影响，他们历经身体和行为上的进化。不同地域的变化让他们四处流动，他们对此所做出的反应以及基因方面的转变和混合，开始在这些小种群人类的身体和行为上产生一种特定的模式。就在不到20万年前，[\[22\]](#)非洲的一些人种在头骨、大脑、身体和思想上都得到进化，就像我们的进化一样。

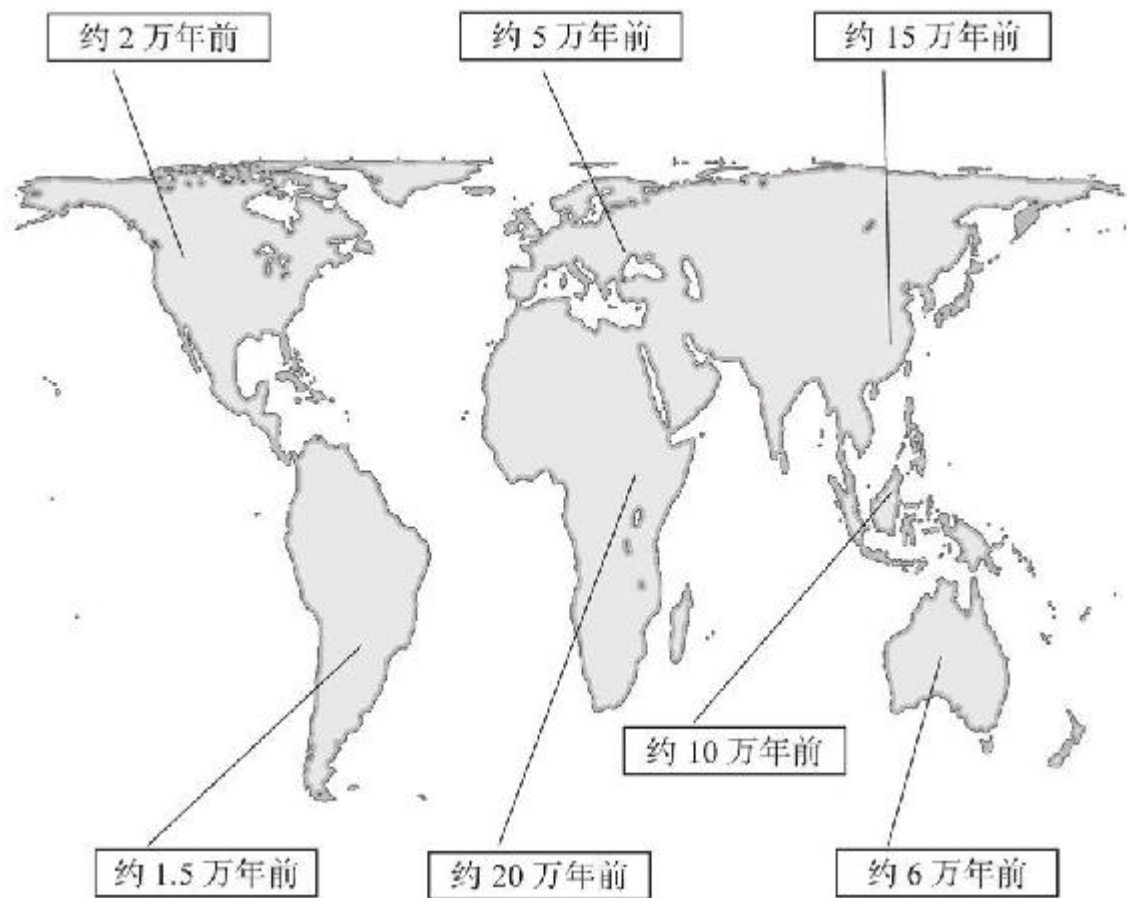


图4 晚期智人在地球上的分布情况

大约10万年前（可能更早），我们的一些直接祖先来到了欧洲、中亚和东亚。大约6万年前他们发明了航海技术，这让他们能够到达东南亚和澳大利亚附近的岛屿。2万—1.5万年前，他们占领了冰冷的北极，跨越北极南下来到了美洲。在数十万年里，他们在四处遇到了其他的人种——尼安德特人和丹尼索瓦人，甚至可能有弗洛勒斯人。我们知道，有时他们之间会交配（至少与尼安德特人和丹尼索瓦人交配过），分享做事的方法、思想和情感，但有时可能也发生过打斗，或者更有可能是他们彼此躲避，小心提防和他们长相类似而又紧张不安的其他人种。无论如何，大约2.5万年前，“其他人种”已经不复存在了。[\[23\]](#)

我们肯定有一些独特之处。

我们共同的轨迹

上述所有这些为生存而竞争的古人类亚种在某种意义上会让人混乱不清，因为这让他们听起来像不同的种族。在生物学意义上，一个种族是物种上的一个种群或一组种群，它们与该物种中其他种群有着不同的进化轨迹，生物学家称之为“亚种”。亚种仍处在同一个物种中，与其他物种相比，它们可以相互交配，并有更多的共同之处，但它们处在不同的进化压力下，它们的后代虽是同一物种，却有着明显的区别。有许多方法可以用来测量同一个物种内的种群之间的差异是否足以让它们被划分为不同的亚种，其中包括基因和形态（身体）的测量。这听起来像黑人、白人、亚洲人等诸多类似分类，就像我们现在在人口普查表格（以及普遍的种族观念中）上所看到的，但情况并非如此。

使用任何生物种族（亚种）的测量方法来测量今天的人类，我们得到的答案总是人类只有一个种族^[24]，我们都属于同一个亚种。无论是基因、行为、身高、身体、脸部、头部的形状、肤色、鼻子、头发类型，还是任何其他生物测量，都不能把现代人类划分为不同的亚种。^[25]如果你比较一下来自世界上任何一个地方的两个人之间的遗传差异，都要比来自非洲东部和西部的任何两个黑猩猩之间的遗传差异小得多，这是一个令人震惊的事实。人类遍布全世界，而黑猩猩只有在非洲中部一个相对较小的区域才能找到，但人类之间基因的相似度要高得多。这种比较模式与所有人类和其他任何哺乳动物之间的比较模式几乎是相同的，我们是最具遗传凝聚力和分布最广泛的动物之一，这种组合在动物王国里是极为罕见的。这种测量方法得出的结论与其他测量方法的结论一样，我们是真正与众不同的。

3万年前，甚至更早以前，曾有人类亚种的存在，比如尼安德特人，很有可能曾经有不只一个人类物种共同生活在地球上。尽管如此，现代智人不是人们通常所指的“种族”。我们仍然用白人、黑人和亚洲人作为人类群体的标签，如同这些标签与生物种族有关一样，然而并非如此。

今天我们使用种族这个术语，是指在社会、历史和政治意义下创建和保有的一个类别，而并非指一个特定的、可以识别的遗传或形态变异的集群，它并不能反映我们的进化史。作为一种社会现实，它的影响还需要长期周到的关注，但这些不是本书的重点。[\[26\]](#)

人类进化的故事证明了为什么说种族主义根本就是一种误导，也说明了所有的人类在生物学上的相似程度高到多么令人惊奇。尽管当今世界上各国社会都存在着广泛的差异，但各个社会和人类群体在服饰、语言、饮食、宗教、体育、生活方式和政治信仰上的不同，都来自一个关键特征，这个关键特征让作为现代智人种族的我们成为古人类血统中最后站立的人。

我们人类的创新过程在我们祖先获得食物的方式、应对来自地球和彼此之间的压力、将创新的能量与能力注入不断发展的创新中起了什么样的作用？在知道这些细节后，我们可以更好地占据在世界中的位置，帮助我们塑造自己的未来。我们人类的进化故事是我们如何从古人类血统中的一个小群体起步，到制作一些简单的石器，创造性地合作以免被吃掉，到后来可以控制火的使用，能进行大规模的捕猎，继而成为艺术、农业、科学、宗教、城市和国家的创造者，甚至可以驾驶宇宙飞船到其他行星以及更远的地方，去探索整个宇宙的起源。我们将来最好也要懂得创新。

[\[1\]](#)我们可以通过所知的猿类和人类以及从化石记录中得出的推论来描绘出这样一幅最近公共祖先的画像。See Malone, N.M., Fuentes, A., and White, F.J., “Variation

in the social systems of extant hominoids: comparative insight into the social behavior of early hominins,” *International Journal of Primatology* 33, 6 (2012): 1251–1277, DOI: 10.1007/s10764-012-9617-0.

[2] White, T. D., et al., “*Ardipithecus ramidus* and the paleobiology of early hominids,” *Science* 326 (2009): 75–86.

[3] Ibid; Lovejoy, O., “Reexamining human origins in light of *Ardipithecus ramidus*,” *Science* 326 (2009), DOI: 10.1126/science.1175834.

[4] Johanson, D., “Lucy, thirty years later: an expanded view of *Australopithecus afarensis*,” *Journal of Anthropological Research* 60, 4 (2004): 466–468.

[5] McPherron, S.P., et al., “Evidence for stone-tool-assisted consumption of animal tissues before 3.39 million years ago at Dikika, Ethiopia,” *Nature* 466 (2010): 857–860.

[6] Haile-Selassie, Y., Melillo, S.M., and Su, D.F., “The Pliocene hominin diversity conundrum: do more fossils mean less clarity?” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (2016), www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1521266113.

[7] Hovers, E., “Tools go back in time,” *Nature* 521 (2015): 294–295; Harmand, S., et al., “3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya,” *Nature* 521 (2015): 310–316.

[8] Heinzelin, J., et al., “Environment and behavior of 2.5-million-year-old Bouri hominids,” *Science* 284 (1999): 625–629; Semaw, S., “The world’s oldest stone artefacts from Gona, Ethiopia: their implications for understanding stone technology and patterns of human evolution between 2.6–1.5 million years ago,” *Journal of Archaeological Science* 27 (2000): 1197–1214.

[9] Spoor, F., “The middle Pliocene gets crowded,” *Nature* 521 (2015): 432–433.

[10] Wood, B., and Strait, D., “Patterns of resource use in early *Homo* and *Paranthropus*,” *Journal of Human Evolution* 46 (2004): 119–162.

[11] Berger, L.R., “The mosaic nature of *Australopithecus sediba*,” *Science* 340 (2013): 163.

[12] Villmoare, B., et al., “Early *Homo* at 2.8 Ma from Ledi-Geraru, Afar, Ethiopia,” *Science* 347 (2015): 1352–1354.

[13]Berger, L.R., et al., “Homo naledi, a new species of the genus Homo from the Dinaledi chamber, South Africa,” eLife 4 (2015): e09560.

[14]Antón, S.C., Potts, R., and Aiello, L.C., “Evolution of early Homo: an integrated biological perspective,” Science 345 (2014): 45–58.

[15]虽然我在这里讲的人属和傍人属的故事并不像直接坐时间机器回到过去看那样简单直白，但是这种方法通过使用实际数据和学术记录实现了一个架构，从而绘制了我们祖先的起居画面，使得我们能从硬核科学中获悉人类演变的直观信息。我所讲故事的具体细节是投机性的（也就是说，我们实际上并不知道这是怎么发生的），是基于我们对祖先的了解以及他们所居住的生态环境所得出的结论。The scenario described here is derived from published research in the primary research literature and books, including the following: Blumenschine, R.J., et al., “Environments and hominin activities across the FLK Peninsula during Zinjanthropus times (1.84 Ma), Olduvai Gorge, Tanzania,” Journal of Human Evolution 63 (2012): 364–383; Fuentes, A., Wyczalkowski, M., and MacKinnon, K.C., “Niche construction through cooperation: a nonlinear dynamics contribution to modeling facets of the evolutionary history in the genus Homo,” Current Anthropology 51, 3 (2010): 435–444; Hart, D., and Sussman, R.W., Man the Hunted: Primates, Predators, and Human Evolution (New York: Basic Books, 2005); Lee-Thorp, J.A., and Sponheimer, M., “Contributions of biogeochemistry to understanding early hominin ecology,” Yearbook of Physical Anthropology 49 (2006): 131–148; Pante, M.C., et al., “Validation of bone surface modification models for inferring fossil hominin and carnivore feeding interactions, with reapplication to FLK 22, Olduvai Gorge, Tanzania,” Journal of Human Evolution 63 (2012): 395–407; Potts, R., “Environmental and behavioral evidence pertaining to the evolution of early Homo,” Current Anthropology 53, 6 (2012): S299–S317.

[16]Wood, B., “Reconstructing human evolution: achievements, challenges, and opportunities,” Proceedings of the National Academy of Sciences 107 (2010): 8902–8909; Wood, B., and Leakey, M., “The Omo-Turkana Basin fossil hominins and their contribution to our understanding of human evolution in Africa,” Evolutionary Anthropology 20, 6 (2012): 264–292; Antón, S.C., Potts, R., and Aiello, L.C., “Evolution of early Homo: an integrated biological perspective,” Science 345 (2014): 45–58.

[17]有时，最早的人属被称为匠人（Homo ergaster），而后来在欧洲出现的人属被称为先驱人或前人（Homo antecessor）。

[18]See Krause, J., et al., “The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia,” Nature 464 (2010): 894–897.

[19]Cooper, A., and Stringer, C.B., “Did the Denisovans cross Wallace’ s line?” *Science* 342 (2013): 321 - 323; Hawks, J., “Significance of Neanderthal and Denisovan genomes in human evolution,” *Annual Reviews of Anthropology* 42 (2013): 433 - 449.

[20]我们十分地清楚，尼安德特人的性格几乎“人性化”。虽然并非像如今的我们一样，但他们确实是人类生态位的一部分。See Roebroeks, W., and Soressi, M., “Neandertals revised,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2016), www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1521269113.

[21]Villa, P., and Roebroeks, W., “Neandertal demise: an archaeological analysis of the modern human superiority complex,” *PLOS ONE* 9, 4 (2014): e96424, DOI: 10.1371/journal.pone.0096424; Cooper, A., and Stringer, C.B., “Did the Denisovans cross Wallace’ s line?” *Science* 342 (2013): 321 - 323.

[22]White, T.D., et al., “Pleistocene *Homo sapiens* from Middle Awash, Ethiopia,” *Nature* 423 (2003): 742 - 747, Bibcode:2003Natur.423..742W, DOI: 10.1038/nature01669, PMID 12802332.

[23]有些人认为，少数其他智人仍生活在孤立的环境之中（如在弗洛勒斯岛上或在西班牙南部），但这都是2万—1.5万年前的事了。

[24]See Fuentes, A., *Race, Monogamy, and Other Lies They Told You: Busting Myths About Human Nature* (Berkeley: University of California Press, 2012), for a good summary of the science of race; see Templeton, A.R., “Biological races in humans,” *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 44, 3 (2013): 262 - 271.

[25]See the special issue of the journal *Human Biology* 2014 (the official publication of the American Association of Anthropological Genetics) devoted to this topic, <http://www.wsupress.wayne.edu/news-events/news/detail/human-biology-reviews-troublesome-inheritance>. See also Hunley, K.L., Cabana, G.S., and Long, J.C., “The apportionment of human diversity revisited,” *The American Journal of Physical Anthropology* 160 (2016): 561 - 569.

[26]See Gravlee, C.C., “How race becomes biology: embodiment of social inequality,” *American Journal of Physical Anthropology* 139 (2009): 47 - 57; Marks, J., “Ten Facts About Human Variation,” in *Human Evolutionary Biology*, ed. M. Muehlenbein, 265 - 276 (New York: Cambridge University Press, 2010); Sussman, R., *The Myth of Race* (Cambridge, MA: Harvard University

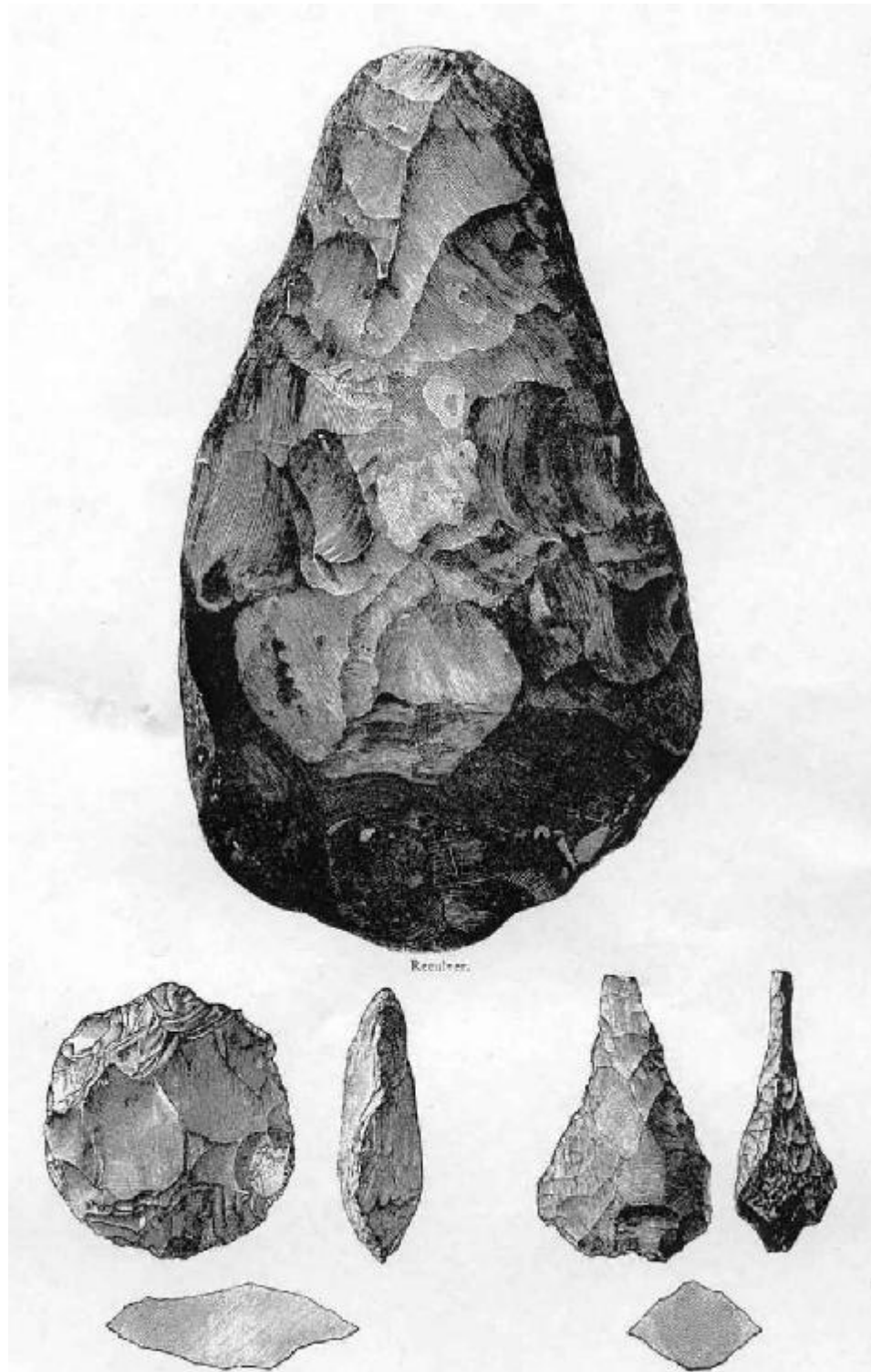
Press, 2014); Fuentes, A., “A troublesome inheritance: Nicholas Wade’s botched interpretation of human genetics, history, and evolution,” *Journal of Human Biology* 86, 3 (2015); Fuentes, A., *Race, Monogamy, and Other Lies They Told You: Busting Myths About Human Nature* (Berkeley: University of California Press, 2012).

[\[27\]](#)拉密达地猿，又称始祖地猿。——编者注

如果你不知道读什么书或者想获得更多免费电子书请加小编微信：Booker527 小编也和结交一些喜欢读书的朋友 或者关注小编个人微信公众名称：布克小姐

第二部分

晚饭吃什么：人类是如何变得会创新的



第三章 让我们一起做把刀吧

在20世纪后期的几十年里，学者们认为正是我们祖先的捕食能力把我们与其他古人类区别开来，我们才得以进化成功。一个名为“人——狩猎者”^[1]的著名会议在1966年召开（随后有书出版），会议阐述了一个基本的概念：早期人类（只指男性，不包括女性）为他和他的群体在世界上建立家园，他们团结在一起，用尖尖的木棍和锋利的石头猎取动物，把它们杀死并吃掉。这在灵长类动物的世界里开了先河，并产生了一个级联效应：表现突出的猎人成了首领，在首领的带领下，狩猎和侵略成为人类进化故事中的核心部分。男人狩猎、战斗并提供一切；女人采集食物，养育孩子，生火做饭。我们获取食物的方式让我们能够认识到性别、侵略和人性。

除非这是错的。

主动和有组织的狩猎在我们的进化轨迹里出现得很晚，食腐、采集食物和开发不同的食物都先于它。事实是我们人类的血统一开始是被猎食者而不是猎食者，^[2]我们今天看到的与食物相关的性别差异在我们遥远的过去并不明显。^[3]人们过去常说的“人是猎人”的情况，只是一个神话，被化石、考古和基因的证据攻破了。

的确，狩猎和与之相关的创造力在人类进化中扮演着特殊的角色。但是，在我们成为成功的猎人之前，在我们的血统中究竟发生了些什么，在我们拥有顶级猎食者的能力之前又是什么情况，这比任何神话或电视节目都要迷人。

顶级厨师

在电视节目《顶级厨师》里最重要的考验是消除挑战。在节目中顶级厨师们只分配到特定的配料、一套有限的工具和准备方案，在这样的挑战下厨师要尽可能做出最好的食物。在其中的一集里，在毫不知情的情况下，厨师们被派往一处沼泽地，他们要接受的挑战是使用一些当地食材（短吻鳄、乌龟或青蛙）和户外炊具做一道具有创新性和颠覆性的菜。各个团队饶有兴趣地完成了任务，获奖的菜是咖喱龟肉丸子、佛手瓜卷心菜沙拉和葡萄干酸辣酱。当顶级厨师们的创造力受到挑战时，他们通常会做得很好。一位训练有素的厨师所拥有的这种烹饪艺术天赋有着数百万年的形成历史。

近200万年前，在肯尼亚东部边境图尔卡纳地区曾有一片湖，我们的祖先在湖边预演了一场《顶级厨师》的“挑战赛”，他们的食材是鲇鱼和乌龟。居住在紧靠着沼泽和林地的湖泊边缘地带，这给很多动物提供了很多机会，但几乎所有的动物都只吃它们所能找到的食物：食草动物吃草；食肉动物吃食草动物；小型哺乳动物和鸟类吃浆果和种子，并试图避免被吃掉；水里的生物吃生活在水里的其他生物。生态系统也得以运转，每种动物有各自的生态位置，但生活在东非生态系统中的人属成员却并没有固定的食谱。

食物短缺是要命的事，即使是在200万年前的图尔卡纳地区这样富饶的环境中，温度的变化、干旱，甚至是火山爆发或地震都可以将一场盛宴转为饥荒。因此，生物体建立食物选项的能力越强，食物来源的选择就越多，找到并获取食物的创造力就越强，从而找到和获得食物的机会就越多。

我们的祖先在200万年前就已经非常擅长搜集水果和树叶了，更擅长偶尔从食肉动物留下的猎物残骸上得到一些残食。但不同于其他物

种，当食物短缺的挑战来临时，我们的祖先并没有完全依赖自己一贯喜爱的食物，而是扩大了食物范围。[\[4\]](#)

早期人属并没有局限于他们的身体所能提供的工具或武器，他们有能力制作和使用锋利的石片、石锤，也能携带或搬运棍棒、石头和食物走上一段距离，而且他们越来越彼此依赖并同心协力地把事情做完。他们能够利用周围物品创造出工具和齐心协力解决问题，也就让他们能更加认真地看待周围的环境。

人属有时会在湖边和沼泽地里觅食，吃青草和植物性食物，偶尔也会捕捉任何身边伸手能及的小动物。他们看到周围的狒狒涉水到浅滩，挖起水里的蜗牛和水生植物的根。在湖边，他们有时会看到一只豹子抓住一只乌龟，把它翻过来，但常常无法打开乌龟的壳；他们也会看到体型中等的猫捕鱼，它们张开爪子击打游到浅滩的鱼；有时鬣狗甚至会冲进水中想去抓住泥里的大鲇鱼，但通常是无功而返。像在路易斯安那海湾的顶级厨师一样，我们的祖先也很有创意。

把他们所看到的画面和所经历的事情都合计起来，我们的祖先开始扩大食物的范围。我们在肯尼亚库比福勒的弗瓦吉遗址20号地点[\[5\]](#)发现了他们食物范围扩大的具体证据，这些证据可以追溯到大约195万年前。一些龟壳上有明显的石器切割痕迹，这表明乌龟壳被切开了，里面的肉也被取走了。一些大的鲇鱼被切成了肉片，迹象表明肉是被工具从刺上刮下来的。

我们不知道早期人属究竟是如何捉到这些优质的淡水资源的，但我们确实知道他们把肉从鲇鱼刺上取下来，从乌龟壳里面割下来。这些水生食物，为陆地饮食提供了有营养价值的替代品。报道这一发现的研究人员发现了这样觅食的优点：

- 可以减少捕获和处理营养丰富的食物所需的能量。

- 减少与其他物种的竞争（大多数的其他物种都不能这样觅食）。
- 降低吃大型陆生动物尸体残食的风险（遭遇到猎食动物或与之竞争）。

人属经过漫长的岁月才懂得把水果、坚果和种子搬运到安全的地方来加工处理，他们已经创造了一份新菜单。

我们的祖先在接下来的150万年的时间里用创造性的新方法来得到他们大脑、身体发育和行为发展所需要的能量。他们通过改进石器和木器，齐心协力来扩大他们的食物范围，并最终学会了生火。越来越多获取食物的创新方式加快了人类血统从主要的被猎食者变成顶级厨师的进程。他们所吃的东西发生了变化，最终使我们能够赢得挑战，进化成功。

得到刃缘

食物为我们身体的机能、生长和生存提供能量。如果一个生物体能够正面地面对食物的挑战并取得最终胜利，那么它在进化博弈中会做得很好。然而，这些挑战不是那么容易应对的。

卡路里是我们测量身体所用能量的一个单位。在一个人吃掉动物或植物的一部分后，第一步就是将储存在水果或肉里面的热量转化为可以储存并在身体需要的时候消耗的热量。这就是我们所说的“宏量元素的挑战”。宏量元素包括碳水化合物、蛋白质和脂肪（专业术语为脂质），它们为身体提供能量。第二步是要获得身体良好运行所需的微量元素。这些微量元素包括维生素、矿物质和至关重要的水，这些重要的元素能调整和润滑身体，保持身体正常运行。不同种类的植物和动物产生和储存不同的宏量和微量元素的组合。我们的饮食目标是两者的最佳搭配。

当然，动植物会尽力保护自己，它们会让你费些工夫。一个人觅食所需要投入的工作越多，他就需要消耗越多的热量和水，也就需要越多的宏量和微量元素来补充能量。获得足够合适的食物是一个积极的过程，因此，动物们会采集或狩猎，或者两者都做。

像狮子和猎豹这样的肉食动物通过追捕大型猎物捕食；豹子通过偷袭和伏击来捕食猎物；狐獴能花大半天时间来寻找蜥蜴、昆虫的幼虫和甲壳虫，偶尔也会吃一些果实和根茎作为食物补充。它们都有特殊的身体能够让它们撕裂、撕咬、用爪抓、加速奔跑。一般来说，灵长类动物没有太多猎食动物的方法，但人类是一个极端的例外。

大多数猴子不猎杀动物，它们主要吃水果和树叶，这需要它们每天花1/3甚至更多的时间来寻找适当的植物和植物机体结构来吃。大多数猿整天吃水果，黑猩猩有时会猎食其他动物，红毛猩猩偶尔也会这么做。猴子或猿都没有熟练的狩猎技能或身体武器。其他灵长类动物也没有像人类那样饮食比较广泛。你可能见过海鸥把贝壳扔到马路上或岩石上来将它打碎，但没有任何其他动物能把食物加工到人类所能达到的程度，也没有其他动物会烹饪。人类的觅食、狩猎和进食都很有特色。

我们人类血统创造了新的方法来获取食物，增加了食物的多样性，创造了加工食物的新方法，甚至研制技术来改变食物的化学和生物特性，使食物变得更好、更容易食用、更美味。这种非凡能力的迹象始于我们的祖先变石头为工具之时。

美国国家航空航天局在2007年发射了一个太空探测器，它于2015年到达冥王星并传回了距离地球30亿英里[\[21\]](#)之遥的惊人图像。这个探测器是人造工具，这个创造性革新背后是对数百万年前把石头改造成有锋刃石器的一个直接传承。别说太空飞船了，从当今的钢刀和食品加工器的优势角度来看待早期的石器，它们之间的相似点看起来并

不多，至少乍看起来不多。但是这些经过加工的石头是我们大脑和身体发生变化的独特历史的起点。最早工具领域的这些简单的石片和带刃缘的石器是首个强有力的证据，能证明在这个世界上，我们人类血统有能力在看似简单的东西上看到更多的东西，并把它开发出新的形态和功能。

乌鸦用石块砸开蜗牛；山雀在英国家庭的门廊里用木棒刺穿牛奶瓶盖；海豚用海绵来帮助它们抓鱼；一些灵长类动物经常使用石头、棍棒和其他物品来砸碎坚果、钓白蚁、喝水，甚至猎食其他动物。把石块或木棒当作工具，特别是在觅食时，在动物王国并不少见，但通过显著地改造石头或木棒来做出更好的工具不常见。

在人类血统之外，最有创意的工具使用方法在我们的表亲黑猩猩中被发现。50多年前，我们就已经知道黑猩猩选择特定的石块来砸碎坚果，它们为了喝上溪水会把叶子折成杯子的形状，也会把叶子从小树枝上摘干净，再把小树枝折成合适的长度来钓白蚁。人类学家克里克特·桑斯（Crickette Sanz）和她的同事们发现，黑猩猩会通过使用多种工具来完成单一的任务。^[6]在非洲中部的古瓦卢古三角地带他们观察到黑猩猩携带小“钓竿”走很长一段距离，到达它们喜爱的白蚁丘，蚁丘旁边是它们以前吃白蚁时留下来的多条大木棍。黑猩猩一旦来到蚁丘，就会把小“钓竿”放进嘴里，用一只脚和一双手抓起地上一条大木棍，像使用大铲子一样用大木棍从底部把巨大的蚁丘拍开，打开蚁丘后，它就把大木棍放在一边，蹲下身子，把小“钓竿”从嘴里拿出来，巧妙地将其插进土堆，稍微晃掉前来攻击它的白蚁。然后，它快速地把爬有数十只甚至上百只白蚁的小“钓竿”放进嘴里，开始享受一“叉子”多汁而又富含蛋白质的食物。自始至终，它的小儿子一直紧紧趴在它背上或站在它身边观察，偶尔会伸手从它嘴角处抓几只白蚁吃。研究表明，幼年黑猩猩们和它们的妈妈相处多年，在这段时间里，它们会密切关注妈妈如何使用工具（和一系列其

他的行为），然后慢慢地经过反复试验，最终学会了工具的使用技巧。[\[7\]](#)

这个例子和相关的研究告诉我们三件事。首先，黑猩猩会非常熟练地使用稍加改进的棍棒和未经改进的石头作为工具；其次，因为这种技能组合在所有的猿类和人类中都出现过（在一定程度上），其可能有相当久远的历史，甚至和我们的最近公共祖先一样古老（猿类和人类之间的最近公共祖先），这种工具的使用变成了古人类的基本能力，也成了我们人类血统进化的起点；最后，这种使用工具的方式并不是一个个体仅仅创造了新一代的工具，而是通过接触其他群组成员而习得的，这是一种社会便利化，甚至可能还具有一些教学性质。

事实上，黑猩猩会把树叶从一根用于钓白蚁的树枝上摘掉，甚至把树枝折成恰当的长度，或者，它们会在一个地点留下一根大木棍方便以后使用，说明它们已经能够明白，木棍有形状和尺寸的差异，根据这些差异分别有不同的用途。这种能力不局限于灵长类动物，我们在乌鸦和其他鸟类身上也看到了，因为它们也会使用不同尺寸、形状的石块和棍棒。使用工具的动物倾向于选择符合预期任务的尺寸或形状的石块或木棒。对于幼年黑猩猩来说，通过观察来学会如何有效地钓白蚁或用石头来打裂坚果，可能需要数年时间。但是在自然环境下的其他动物，甚至黑猩猩，不能像人那样观察一个石块，知道石块里面含有另一个更有用的形状，并且还知道用其他石块、木头或骨头来改进那个石块，然后和它的群体里面的其他成员共同分享这些信息。这正是在300万—200万年前开始发生的，这是我们人类血统的正式起点。事实上，制作和使用石器涉及的信息、协作、创造力要比选择一个石块或木棍来使用多得多。与我们人类血统直接相关的最简单和最早的石器[\[8\]](#)出现在奥杜威（Oldowan）文化中，该文化得名于坦桑尼亚的奥杜威峡谷，这些工具是在20世纪30年代由考古学家路易斯·利基（Louis Leakey）发现的。

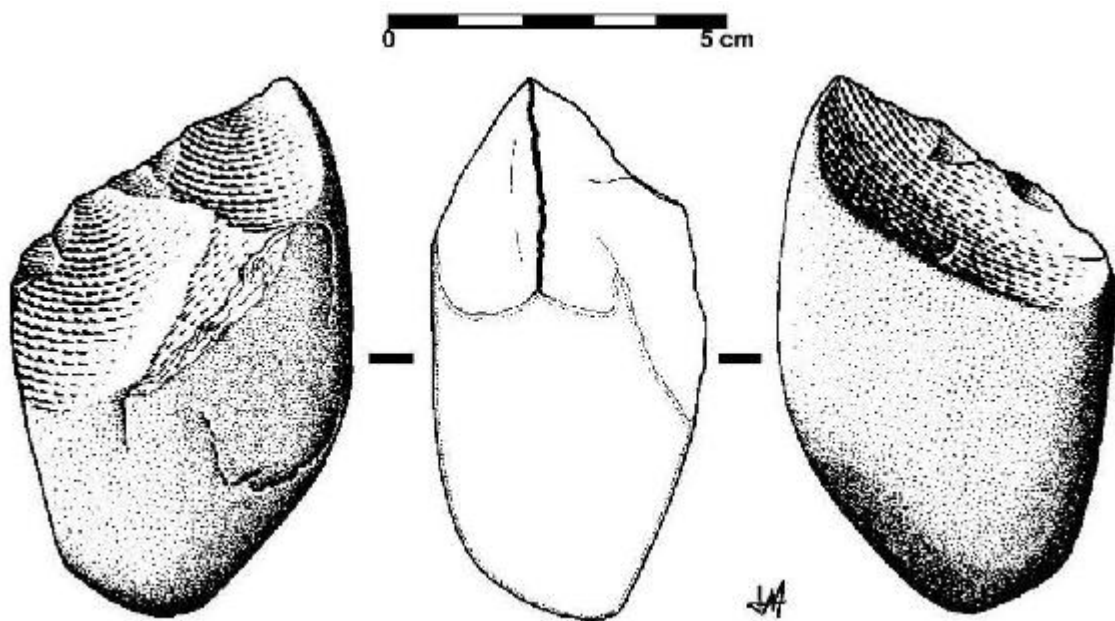


图5 奥杜威石器

奥杜威工具的制作需要一套可能像我们人类一样的手工操作，还需要一种能够预测以不同方式敲击（手工制作）石块得出不同石器的能力。最重要的是，每个群体似乎都有许多石器制作者（可能每个成员都是石器制作者）。这说明了制作石器是一个在群体内部代代相传的通过信息共享、知识传递来制作并使用工具的过程，这是我们合作创新的第一个真实迹象。

但是，要想用石块制作出锋利的薄片，需要怎样的“创造力”呢？事实上，这比表面上看起来要困难得多，尤其是正如我们所知是头一遭的情况下。

最常见的奥杜威工具是一个锋利的石片，它是用叫作石锤的另一块石头敲击一个石核（通常称为鹅卵石）所得。为了使石器制作效率更高，要按步骤去做几件事情。[\[9\]](#)首先，你必须找到尺寸、形状和石材合适的石核和石锤。并非所有的石块都能制作出同样好的石片，因为不同石头的密度、纹理和晶体结构各不相同。这意味着你不得不去寻找、确定石块位置，并反复回到相同的地方来找石块，或至少能够

得到相同类型和相同尺寸的石块，以获得最佳的原材料。一旦你收集到了所需的石块，就需要找到一个安全的地方来制作工具（这是一个喧闹而密集的过程——一起静静地试着敲打石块）。请记住，有许多大型猎食动物与早期人属同时生活在同一个区域。

制作石片会碰到一系列的挑战。他们必须先检查石核的形状和形态，然后找到特定部位来敲打石核，才能制作出最好的石片。他们必须要用某种方法支撑住石块，然后才能干净利落地敲打，敲打时必须抓紧并挥动石锤。这是一门艺术。

一旦石片被剥离下来，就不得不重复整套工序，但顺利的话，可用一个经敲打后的石核做出新工具：在得到新形状的石核后，他们选择在哪个部位敲打，然后生产石片的整套工序又要重新开始。如今，大学生们通常需要很多个小时甚至几周的时间才能确保学会如何制作出优良的奥杜威工具，[\[10\]](#)这还是在师从一位技艺娴熟的教师，借助语言、视频教程、书籍和拥有已经送到实验室或教室里的最好的石材的情况下，而这些都是我们的祖先所没有的。大学生们也不用面临被猎食动物捕食的危险。

这个简单的石器制作工序为我们的祖先打开了大脑生长和提高社会认知复杂性的空间，这也是我们进化史中的两个核心特征。

我们知道大脑生长耗时耗力，在大脑生长高峰期需要耗费身体20%—30%的能量！[\[11\]](#)在化石中我们看到，200万—50万年前脑容量巨大的增长需要大量加强营养。[\[12\]](#)人属的最早成员（230万—180万年前）的脑容量在600—650立方厘米的范围内（约比体型差不多的猿类大30%）；150万年前直立人的脑容量达到750—900立方厘米，这接近于50万—40万年前出现的现代人的脑容量（1000立方厘米以上）。[\[13\]](#)巧妙地发明和使用工具，可能使人类增加了热量消耗。[\[14\]](#)

这些工具还有一个有趣的副产品。[\[15\]](#)在制作工具的过程中，人们之间的行为和协作实际上改变了我们祖先使用大脑的方式，并促进了他们（和我们）大脑运行方式的改变。

我们有化石证据表明，脑容量在我们人类血统进化过程中得到增长，我们也有基于实验的研究来帮助我们了解这是如何发生的。近来，来自苏格兰圣安德鲁斯大学和美国埃默里大学的两个团队开启了培训人们把石头加工成工具（包括奥杜威风格的工具）的项目。研究人员把工具制作过程与一系列脑部扫描做对比，研究大脑哪部分的特定区域可能会受到学习如何制作这些工具并熟练掌握制作技巧过程的影响。两个团队研究报告中都提到了人的脑部连接与组织的变化，这些变化与培训时间和制作工具的实际表现有关。[\[16\]](#)

埃默里大学团队证实，在学习如何制作奥杜威工具的过程中，大脑后部的视觉皮层会产生不同的活动模式，这说明工具制作的行为塑造大脑对刺激的反应方式，而学习（当制作石器工具时）可以改变大脑活动。较为复杂的工具制作活动对大脑影响最为明显，这些受影响的区域在顶叶的缘上回和前额皮质的右侧额下回。这些大脑区域与设计复杂的行动、高级认知有关，也可能与语言技能的发展有关。埃默里大学团队也提出，有经验的当代石器制作者的顶叶缘上回脑部活动增加比较显著，但他们也发现，其他只是观看石器制作过程的人，在相同的大脑区域也会增加一些脑部活动。这表明，工具制作的行为，以及对工具制作的观察、模仿和交流，可以引起并扩大大脑特定区域的活动，带动并增强大脑特定区域的活力。我们知道，大脑这部分区域是从200万—100万年前开始增长的，并且最终与语言或其他高级认知行为联系在了一起。

工具制作的复杂性和工具种类的多样性随着脑容量和食物类型的增加而增加，这看起来像一个行为的反馈过程。正如我所提到的，这就是我们所说的生态构建——工具、大脑和行为都相互作用，促进人

属和他们的周围环境之间的关系产生了一种特定模式。这引发了一系列相互影响的反馈循环，从而提高了效率和有效性，但大脑工作方式的改变不是一蹴而就的。

在大约150万年前的非洲以及我们人类血统在旧大陆的其他所到之处所发现的考古记录中，我们开始看到一种新型的石器。这些工具与奥杜威工具相比种类增多了，并且出现了新特点和新形状，这使得这些新工具更好用，但制作起来更麻烦。这一石器文化被称为“阿舍利文化”（Acheulean），可分为早期（约150万年前到90万—70万年前）和晚期（70万—25万年前）。

早期阿舍利文化制作的工具不仅仅是石斧和石刀，并且采用了越来越普及的方法，即通过剥离边缘两侧较小的薄片来修整石器，从而使刃部更锋利、更有弹性。正是在这一石器时代，手斧开始出现，并作为人类的基本工具一直持续到当代。

这些创新的关键在于要对石核做一个更大的预先改进（从石块上剥离薄片），提前通过观察规划好在石块上能获取多少个薄片，然后在石核表面做下一定的标记，以便更容易获取优良的薄片。与奥杜威工具的制作方法不同，这种制作方法在工具制作之前有更多的准备步骤，还要计划好制作过程的多个步骤。[\[17\]](#)这就需要大脑的不同领域更多地参与进来，需要更加灵活的认知功能。

要制作这样一个工具实际上意味着我们的祖先群体不得不到附近的一些小悬崖找外露的岩石，或者到干涸的河床附近找一些杂乱的石块，有可能他们的群体多年前就已经来过这些地方，找到了很多石块并带回安全的地方。如果找到石块的区域相当安全，他们也可以轮流放哨，就地开始把石块锤打成工具（又一次，他们开始了喧闹的石器制作）。但做好之后，他们还得把这些石器带回栖息地或任何他们喜欢储藏的地方（注意，这些都是石头，非常重）。史密森学会的古人

类学家里克·波茨（Rick Potts）认为[18]，将一匹体型较大的蹄类动物（比如一匹小角马）去皮、取肉，需要大约10—25磅[22]的石头和50—100个石片。想象一下，一些人携带着5磅或10磅的石块穿过崎岖的地形，冒着约30℃的高温，寻找食物并把它切碎。团体的每个人都不可避免地要分担这些重量，由此，合作文化得到了发展。

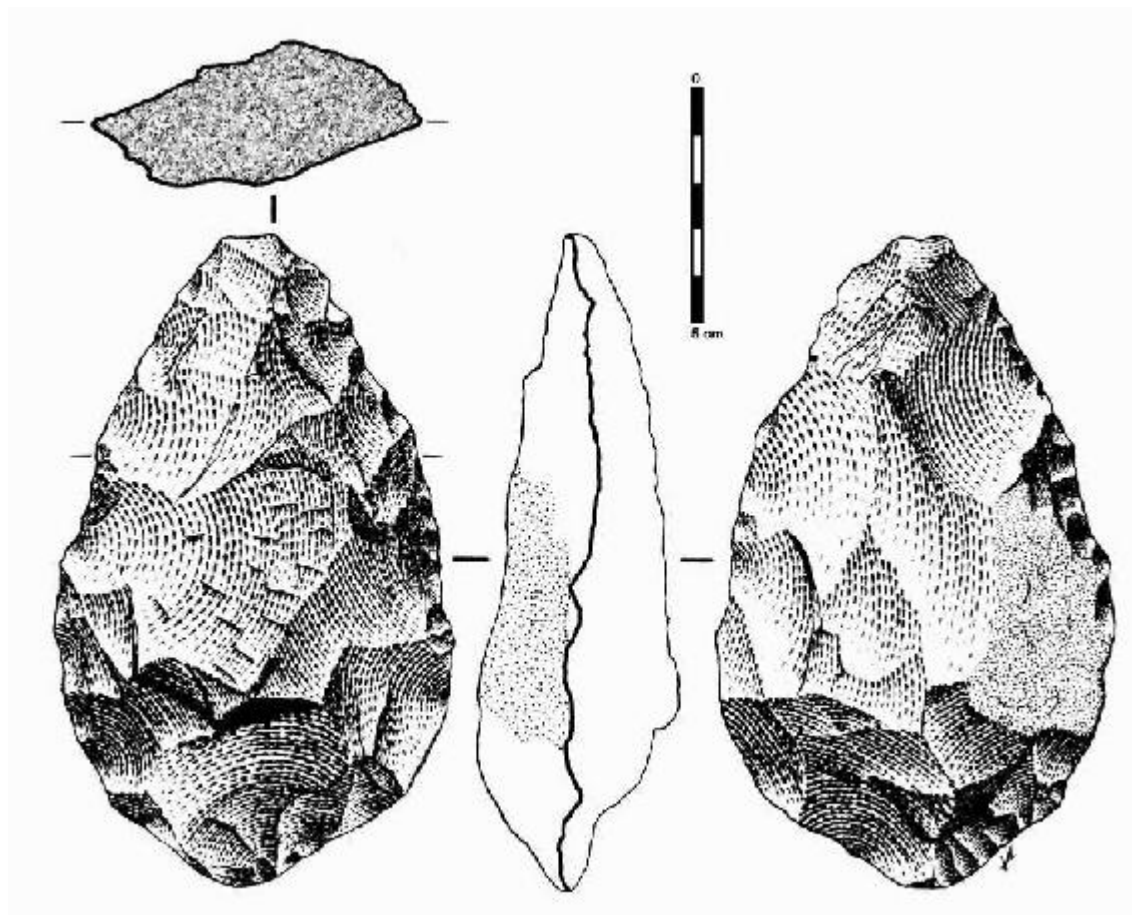


图6 阿舍利石器

我们发现可以证明他们已经找到一些新颖的方式来储存这些工具的证据。我们知道，我们的祖先从很早起就在自己所到之处留下很多工具[19]，以供他们捕猎、食腐或者采集蔬果使用，或者只是将这些工具藏在别人找不到的安全地点。也许这些工具实在太重了，一直随身携带的话太累。100多万年前，我们的祖先把他们的领地划出一部分

来作为工具室（或橱柜），以确保在需要的时候手头或一个可靠的地点始终有一些工具可供使用。这样新颖的工具储存方式又需要大量的协作和创新性的问题解决办法。这种物资——财产也会有被盗窃的风险，这促使我们的祖先思考、规划和创造出更多的应对方法。

为了制作阿舍利工具，我们的祖先不得不通过多次轻轻敲击石块的某个地方来改进石核，以准备好敲击的地方，直接用石锤敲打石块来得到第一块有用的石片。一旦他们改进了石核，找到敲打目标，他们会抓住石核（或者几个人一同把石核固定住），然后一个人会抡起石锤，做出关键一击。试着制作过石器的人们都知道这一步会让人受伤。由于石块硬度很高，石头碎片（当敲打石块时飞落的小碎片和小薄片）很锋利，很容易使人受伤。毕竟，这才是关键之处。即使是现代最好的石器制作者也会时不时地受伤。

第一块石片被剥离下来后，它将被放到一边或交给另一个人，然后那个人就要开始修整这块石片。工具制作者则会检查一下石核，用手拿着石核来回转一下，可能会敲敲这里、敲敲那里，为下一个步骤做好准备。这些活动把大脑的多个区域都调动起来，共同参与空间和旋转的分析、信息处理、手眼协调，也有可能参与这些概念的沟通。

在更高级的阿舍利文化中，石器的整个制作过程会变得更加复杂，随着硬锤和软锤（包括骨锤）的采用以及多套准备工序的使用，经过四套、五套或六套工序，再加上去除其他薄片，才能把一个石块削成理想的片状。归根结底，在50万年前，我们的祖先能够通过计划、细致入微的交流、教学以及大量灵巧的手动加工来制作出新型的工具。

奥杜威工具被用来切割和捣碎植物的构成部分及肉。新型阿舍利工具提供了更可靠的石器使用方法，有刃部更锋利的工具，也有更灵活、更高效的大型工具，还有更多类型的工具，使更广泛的石器用途

成为可能。最晚在50万年前，尖利的木器变得极为重要，刮刀、手斧，以及更小、更精细的刃缘出现在工具中，最终精制石核、预测和打制石片的新技术出现了，连通过打制工具来对其重新加以使用也变得司空见惯。在20万—10万年前的工业中，我们除了开始见到石叶（长度至少是宽度的两倍的石片）和一系列称为细石器的小型工具，以及骨器和木器外，还可以见到数十种不同的工具类型。在过去的1万年里，我们历经了工具材料从石头、骨头和木头到青铜、铁和钢等金属工具（一直到塑料的出现）的历史变迁。

虽然我们不是世界上唯一一个使用身体以外的东西来改变周围世界的种族，但我们必定是创造和创新工具、提高工具复杂性和使用工具的大师。到你的厨房看一看，你一定会陶醉在经过我们深加工的独特而有创意的产品中（即使你从来都没有费劲去改造过这些产品）。但是在我们因近200万年前一直到2.5万年前的工具制作方面的进度而感到过度兴奋之前，我们会发现与过去几千年我们所看到的进步相比，我们所说的技术进步的飞速发展并不存在。奥杜威工具和阿舍利工具在人类生活中占主要地位长达200多万年，这并不是因为我们的祖先安于现状，不愿意或者没有能力去做一些改变。

首先，奥杜威人和阿舍利人做得很好，比当时任何其他物种做得都要好。其次，请记住，开发更为复杂的工具，需要大量的脑力劳动和复杂的交流：正是通过早期的工具，我们的祖先开启了提供改变的可能性的进程（营养增加、脑容量增长、创新合作、对环境的掌控等新业态）。所以，在综合调动身体、大脑、行为、交流和思想来高效地发挥作用之前，需要花费大量的时间才能促进复杂的下一步的开展。

我们看到，创新确实断断续续地出现了，有一些创新最终在我们祖先的种群中被广泛接受、传播——这在我们人类历史最初的150万里花费了相当长的一段时间。为什么这个过程会如此缓慢呢？我不得

不重申一遍，以前地球上只有为数不多的人属，直到最近人数才增多。虽然一些群体会接触到少数其他群体，还有一些群体会长途跋涉迁徙到新的地方，但一般来说，我们人类的大多数成员在一生中都没有与很多其他个体或群体发生过交流互动。这意味着大多数群体已经灭绝了，有的群体还住在偏远地带，有的群体虽生活了几个世代，但只是与他们周围的其他小群体有过交流。所以当在一个群体或一些群体中有创新的工具出现时，最常见的结果是，这些创新最终在传播到其他地区之前会与拥有它们的群体一同灭绝。我们人类的大部分历史和这些历史中的个体，永远消失在了考古记录和人类进化的洪流之中。

在我们人类血统大约200万年的历史进程中，我们的祖先从第一个制作石器的生物发展成为地球上的技术大师，这一过程是从想出一个更好的方法来获取食物开始的。尽管越来越擅于获取食物仍然是生存的关键，但是还有一个与食物相关的主要挑战：如何才能避免成为别人的食物呢？

避免成为别人的食物

人类的肉体是很容易消化的（没有刺、鳞片、毛皮和倒钩刺），于是人类就成为许多其他动物的非常理想的食物。我们的祖先要做一个特别冒险的权衡，一方面要获取更好和更多样化的食物，另一方面还要把自己越来越频繁地置于猎食动物的视线之内。他们所消耗的营养价值的提高就意味着得到、制作和使用工具，获得更多的肉类，吃到更多样化的食物，花更多的时间来寻找最好的食物，采集这些食物并把它们带回到自己的大本营。所有这些活动需要白天在开放区域大量走动，被捕食的风险不会完全消失，直到现在仍有狮子、老虎、短吻鳄鱼、鳄鱼，甚至大型蛇类攻击并吃掉人的例子。[\[20\]](#)

要制作简单的石片，人们必须连续不断地敲打石块，这类似于大喊“嗨，在这边，没有角、没有利爪、没有刺的肉质哺乳动物在这边”。人们要尽量降低敲打石块的声音，尤其是当周围有大型剑齿虎和大鬣狗的时候。由于抱着一堆石头并不总是可行或可取的，他们不得不在领地不同的地方留下一些工具和原材料，这就意味着他们要走更多的路，有更多活动，将自己更频繁地暴露在野外。

要吃到混合性的食物，他们也要经历同样的事情。很多猴子把水果、树叶和昆虫混合在一起当作食物，但它们只是从树上找到这三种东西。而其他种猴子，比如狒狒则把这些东西混合起来，既吃地上长的，也吃树上结的，但是它们生活在相当大的群体中，并且花大量的时间戒备提防猎食动物，而大的雄性狒狒还有很大的犬齿，即便如此猎豹和其他食肉动物的捕食仍然可以给狒狒群体造成重大伤亡。对于我们的祖先来说，只是待在几棵树上摘果实，或者总是待在猎食动物去不到的地方，吃在那里可以找到的东西是相对容易的事情，但是由于他们把更多的肉类、更多种类的植物，甚至一些水生动物纳入了自己的菜单，他们反而开始穿越更多不同的地形，花费更多的时间来加工食物，而且当他们穿过不同的地方时，常常会双臂抱满东西。随着他们的菜单越来越有创意，我们的祖先开始做与大多数动物甚至我们的近亲们恰好相反的事情。吃得好意味着要冒更大的被猎食动物吃掉的风险。

饮食的多样性和复杂性随着我们脑容量的增加而增加。更大的脑容量可以让我们具备更多的认知能力，能创意性地处理石块、木头、食物等。由于大脑发育的时间更长了（这是获得脑容量增长的方式），脑容量的增长变得更为复杂，这导致在孩子的发育期大脑发育的速度减缓了，所以大约150万年前，人属的年轻成员越来越依赖其他成员的照顾，并且需要照顾的时间也变得 longer。

在这里没有“先有鸡还是先有蛋”的难题，究竟哪个出现得更早：更大的脑容量还是复杂的行为？这个相互影响的过程代表了早期人类生态的重要组成部分，这是我们祖先在世界上谋生的方式。两者都没有出现得更早。在我们祖先的身体和智力之间有一个相互反馈的机制，通过改变行为和增加营养，使人类能够调节大脑并让脑容量增长。创新是一个过程，当我们的祖先开始构建他们的新生态，以新的方式来获得食物，越来越多的选择开始出现了，而食物仅仅是其中的一部分。

怀抱着石块、孩子和食物，游走在猎食动物出没的高风险环境里，我们的祖先又没有尖牙、利爪、犄角或者真正的武器，这听上去似乎并不是一个成功进化的好策略，但这的确是一个好策略。

[1] Devore, I., and Lee, R.B., *Man the Hunter* (Piscataway, NJ: Transaction Publishers, 1969).

[2] Hart, D.L., and Sussman, R.W., *Man the Hunted: Primates, Predators, and Human Evolution* (New York: Basic Books, 2005).

[3] Dyble, M., et al., “Sex equality can explain the unique social structure of hunter-gatherer bands,” *Science* 348 (2015): 796–798.

[4] Ungar, P.S., Grine, F.E., and Teaford, M., “Diet in early Homo: a review of the evidence and a new model of adaptive versatility,” *Annual Review of Anthropology* 35 (2006): 209–228.

[5] Archer, W., et al., “Early Pleistocene aquatic resource use in the Turkana Basin,” *Journal of Human Evolution* 77 (2014): 74–87. For even more evidence that lake-edge ecologies were important for our early relatives, see Roach, N.T., et al., “Pleistocene footprints show intensive use of lake margin habitats by *Homo erectus* groups,” *Scientific Reports* 6 (2016): 26374, DOI: 10.1038/srep26374.

[6] See, for example, Sanz, C., and Morgan, D., “The Social Context of Chimpanzee Tool Use,” in *Tool Use in Animals: Cognition and Ecology*, ed. C.M. Sanz, J. Call, and C. Boesch, 161–175 (Cambridge: Cambridge University Press, 2013); Sanz, C., Call, J., and Morgan, D., “Design complexity in termite-fishing tools of chimpanzees (*Pan troglodytes*),” *Biology Letters* 5

(2009): 293 - 296; Sanz, C., and Morgan, D., “Flexible and persistent tool-using strategies in honey-gathering by wild chimpanzees,” *International Journal of Primatology* 30 (2009): 411 - 427.

[7]Lonsdorf, E.V., “What is the role of mothers in the acquisition of termite-fishing behaviors in wild chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*)?” *Animal Cognition* 9 (2006): 36 - 46.

[8]Hovers, E., “Tools go back in time,” *Nature* 521 (2015): 294 - 295; Semaw, S., “The world’s oldest stone artefacts from Gona, Ethiopia: their implications for understanding stone technology and patterns of human evolution between 2.6 - 1.5 million years ago,” *Journal of Archaeological Science* 27 (2000): 1197 - 1214; and Harmand, S., et al., “3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya,” *Nature* 521 (2015): 310 - 313.

[9]See Dietrich Stout’s great overview entitled “Stone Toolmaking and the Evolution of Human Culture and Cognition,” in *Culture Evolves*, ed. A. Whiten et al., 197 - 214 (Oxford: Oxford University Press, 2012).

[10]Stout, D., and Chaminade, T., “Stone tools, language and the brain in human evolution,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367 (2012): 75 - 87.

[11]Kuzawaa, C., et al., “Metabolic costs and evolutionary implications of human brain development,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (2015): 13010 - 13015.

[12]Antón, S.C., Potts, R., and Aiello, L.C., “Evolution of early Homo: an integrated biological perspective,” *Science* 345 (2014), DOI: 10.1126/science.1236828; Aiello, L.C., and Key, C., “Energetic consequences of being a *Homo erectus* female,” *American Journal of Human Biology* 14 (2002): 551 - 565; Aiello, L.C., and Wells, J.C.K., “Energetics and the evolution of the genus *Homo*,” *Annual Review of Anthropology* 31 (2002): 323 - 338.

[13]现代人的脑容量大于1000立方厘米，平均约为1350立方厘米。然而，脑容量的大小不是最重要的，因为现如今所有健康人类的脑容量范围都在1000—2000立方厘米之间（人体体型大小范围很广），在此范围内，所有认知缺陷都是微乎其微、无法测量的。（例如，爱因斯坦的脑容量就低于平均水平）。

[14]Tattersall, I., “If I had a hammer,” *Scientific American* 311 (2014): 54 - 59; Tattersall, I., “Diet as driver and constraint in human evolution,” *Journal of Human Evolution* 77 (2014): 141 - 142.

[15]Iriki, A., and Taoka, M., “Triadic (ecological, neural, cognitive) niche construction: a scenario of human brain evolution extrapolating tool use and language from the control of reaching actions,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367 (2012): 10–23, DOI: 10.1098/rstb.2011/.0190; Stout, D., and Chaminade, T., “Stone tools, language and the brain in human evolution,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367 (2012): 75–87; Coward, F., and Gamble, C., “Big brains, small worlds: material culture and the evolution of the mind,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363 (2008): 1969–1979.

[16]Hecht, E.E., et al., “Acquisition of Paleolithic tool making abilities involves structural remodeling to inferior frontoparietal regions,” *Brain Structure and Function* 220 (2015): 2315–2331; Morgan, T.J.H., et al., “Experimental evidence for the co-evolution of hominin tool-making teaching and language,” *Nature Communications* 6 (2015): 6029, DOI: 10.1038/ncomms7029; Stout, D., “Tales of a Stone Age Neuroscientist,” *Scientific American* 314 (2016): 28–35.

[17]Stout, D., “Stone toolmaking and the evolution of human culture and cognition,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366 (2011): 1050–1059; Stout, D., “Stone Toolmaking and the Evolution of Human Culture and Cognition,” in *Culture Evolves*, ed. Andrew Whiten et al., 197–214 (Oxford: Oxford University Press, 2012); Nonaka, T., Bril, B., and Rein, R., “How do stone knappers predict and control the outcome of flaking? Implications for understanding early stone tool technology,” *Journal of Human Evolution* 59 (2010): 155–167.

[18]Potts, R., “Environmental and behavioral evidence pertaining to the evolution of early Homo,” *Current Anthropology* 53 (2012): S299–S317.

[19]Ibid; Potts, R., “Evolution and environmental change in early human prehistory,” *Annual Review of Anthropology* 41 (2012): 151–167.

[20]Hart, D., and Sussman, R.W., *Man the Hunted: Primates, Predators, and Human Evolution* (New York: Basic Books, 2005).

[21]1英里 \approx 1.609千米。——编者注

[22]1磅 \approx 0.454千克。——编者注

第四章 杀死并吃掉，等等

我们的祖先需要吃肉。他们在200多万年前就已经擅于食腐，用石器从猎食动物留下的猎物残骸上割肉。但被动地食腐，吃残羹剩饭对人类来说是远远不够的。他们想要最好的、最多的肉，所以他们开始“抢夺猎物”：在猎食动物吃猎物之前就先接近猎物，并试图从猎食动物那里抢走猎物。在他们通力协作和在为避免被吃掉而了解猎食动物行为的基础上，我们的祖先变得非常有创意。当他们碰到刚刚被猎杀的猎物，或刚吃剩下的动物残骸时，尽管猎食动物仍然在场，他们中的一些人还会冲向前，摇晃手里的木棍，挥舞着手臂，发出喊叫声和咕哝声，其他人可能站在后面，向猎食动物扔石头，在这个时候，猎食动物可能落荒而逃，我们的祖先就得到了新鲜的猎物和大量的肉。如果不顺利的话，猎食动物可能会杀死他们中的一个或多个成员。但实践是最重要的，随着时间的推移，这些人属变得越来越聪明，并且更加擅于预测事情的结果。

最重要的是，要在猎食动物吃掉最好的肉之前，迅速地靠近被杀的猎物。在赶走猎食动物后，这群人可以协调起来把肉切下：首先，他们会用锋利的小薄片切断韧带和肌腱；其次，换用更大的手斧，劈开猎物的肌肉；最后，从大块骨头上把肉一条条或一块块地取下来，递到其他成员的手中。这些成员虽然不参与割肉，但他们有的站岗放哨来提防猎食动物，有的赶走其他的食腐动物（大秃鹫、豺狼，甚至还有离群的鬣狗）。猎食动物或更大群、更危险的食腐动物能快速返回现场，所以时间的掌控至关重要。不同个体的四肢和腰部都装备有石器，这群人能相对较快地把大猎物腰部的肉、腹部的脂肪、肋

骨和四肢上的肉取下来。剔除掉他们能携带的肉之后，这群人会把猎物的尸体留给小型食腐动物。

如果一个地区的大多数人属能够成功做到这一点，那么他们的联合行动将迫使整个生态系统发生微小的变化。猎食动物不得不改变它们的行为，以应对其他动物。如果人属群体继续保持他们的创造性活动，一个新的生态就可以构建起来。事实果真如此。在人类狩猎之前，抢夺猎物^[1]是人属生存手段的一部分，也是我们祖先在他们历史的第一个100万年左右开始发展的革新的一部分，这套革新包括工具制作、采集食物种类的增多、食物加工方法的增多。

这种行为，以及这种行为脱胎于相对消极的食腐模式的证据，在大型食草动物的骨骼化石和我们祖先留下的工具中被发现。在一些最早使用工具的地方，^[2]即那些甚至早于我们的血统（人属）出现的地方，有一些证据能证明食腐行为的存在：等到杀死猎物的猎食动物吃饱之后，再把剩下的肉取走。被更新世时代的猎食动物吃掉后又被石器处理过的动物骨骼留下了痕迹，这使我们能够重现当时的情境。大型猫科动物或鬣狗把肉从骨头上咬下来时，它们是把肉放进嘴里撕咬，当碰到骨头时，它们强壮的牙齿会在骨头上留下非常独特的凹痕和刻痕。在吃掉容易取下的肉之后，猎食动物经常会啃咬这些骨头（啃咬在骨头表面的肉，因为骨头表面有许多我们称之为软骨的结缔组织，味道很不错）。想想在自然纪录片里狮子吃角马的画面或者一条狗在欢快地啃咬带有肉屑的骨头画面，我们就能够很好地理解上面所说的了。专家们可以检查一块骨头化石（或者一块还没有变成化石的骨头），然后告诉我们不止一个猎食动物吃过这块骨头，甚至能告诉我们是什么样的猎食动物，体型有多大。^[3]另外，专家们也能看出来“餐桌上最后的食客”——食腐动物和啮齿类动物留下的全部其他标记。鸟类和小型哺乳动物通常是最后的“食客”，它们会留下非常明显的痕迹，而甲壳虫和蚂蚁可能会把骨头上的肉彻底吃干净，以至它们留下的痕迹最难被发现。

这些鉴识技术使我们能够知道石器何时被用于骨头上，因为石器同样也会留下可以鉴定和识别的标记。在切割连到骨头上面的肉时，石器的刃缘会切到骨头并留下切痕，但这个切痕与一个猎食动物或啮齿类动物的齿痕是有明显区别的。[\[4\]](#)如果石器切割的痕迹覆盖在猎食动物的齿痕上面，那说明在猎食动物啃咬之后才由石器切割。大多数早期被石器切过的骨头化石（330万—200万年前）都是这样的，因此这就成了食腐的证据。然而，在大约200万年前的化石中，我们开始找到了相反的证据：食肉动物的齿痕和其他食腐动物留下的痕迹覆盖在石器留下的痕迹之上。这表明，先由石器把肉从骨头上割下来，然后其他动物才吃剩下的猎物残骸。现在，我们没有发现任何早期使用石器捕猎动物的证据，所以我们没有实际证据来证明那个时候实际捕猎的存在。但是，可能杀死猎物的猎食动物没有很多的机会来吃猎物，这个事实让我们得出了一个具体的结论：我们的祖先把猎物偷走了，他们正在主动抢走猎物。

虽然食腐需要一定的创造力，但主动抢走猎物则把创新过程提高到了一个新水平。选择什么时候从猎食动物那里抢走猎物，协调整个群体的行动来完成这项任务，手头有合适的工具，快速而有条理地从猎物身上取下肉来，在更多的猎食动物到来之前撤离，这些都不是很容易的事情。

对西班牙阿塔普尔卡格兰多利纳洞穴遗址的研究[\[5\]](#)清楚地表明在大约80万年前就出现了这种协作。该遗址有大量动物骨骼，其中很多动物的骨头上往往是先有人属的痕迹，后才有其他动物的痕迹。很多体型中等和大型动物留下了被石器肢解的迹象，肉被从骨头上剥离，特定的骨头（上面带肉）被从动物尸体上切割下来。猎物的四肢、肋骨和其他带好肉的特定骨头比比皆是，而其他的骨头（例如头部和脊骨）则没有，因为这些骨头较重，上面的肉较少，这表明格兰多利纳洞穴的人属成员共同合作屠宰猎物，并把猎物的不同部位带到不同的地方分享，甚至可能储存起来以后食用。这个项目的研究人员

甚至从他们发现的证据中得出结论：“我们可以推断，有几个人参与到了狩猎派对和/或者猎物搬运中。尽管参与者有多少人是一个复杂的问题，但这仍然是一个群体内部社会合作的明显标志，他们分享食物，可能在群体内进行分工，这样就可以确保群体的生存。”

在200万—100万年前，我们的祖先来到了非洲东部和南部的草原和林地，然后扩散到气候很不稳定的欧亚大陆。那里的温度、降水和天气变化波动很大，这些因素给各种动物包括我们的祖先带来了挑战，一个成功应对这些挑战的方法就是灵活地适应不同的食物、懂得创新。观察这个时期我们祖先的牙齿化石就能发现，他们开发了一种混合性的饮食，而不是依赖某一类食物。[\[6\]](#)

肉类并不是菜单上唯一的菜肴。[\[7\]](#)借助于石器，人属能比身处同一环境的大多数灵长类动物或其他动物吃到更多种类的水果和坚果。剁碎、切开、压碎坚果和较大的水果甚至未成熟的水果可以给人类提供更多种类的植物营养，我们的祖先分享食物的本能使这种营养在群体中散播开来。他们知道分担任务：一些成员负责制作石器，而其他成员负责采集坚果和水果并带回栖息地。平等的劳动分工似乎是人类觅食成功的特点。[\[8\]](#)第一个格兰诺拉燕麦卷就是这样发明的。

有些时候他们会有组织地去抢夺猎物，而其他时候他们可能使用相同的协作技巧从另一种被称为地下储藏器官（地下水生植物）那里找到超级丰富的食物来源。这些新发现的食物基本上都是一些大块的根茎，饱含水、碳水化合物和热量，人属日常所吃的有番薯、甜菜和土豆。很多研究人员认为，这些东西可能是早期人属饮食的一个重要组成部分。[\[9\]](#)要得到地下水生植物，需要认真挖掘，并常常要经过某种加工处理（捣碎或榨汁）才可以食用（如果你还不知道怎么做，可以用上述方法）。我们没有他们用木棍来挖掘的具体证据，因为木棍很少能变成化石保存下来，但我们确信，早期人属有这种能力以这种方式来使用木棍，毕竟这要比制作石器更为简单。

如果群体一起劳作，包括老人和儿童，他们可能会带着他们的挖掘木棍出发，来到美味的地下水生植物的最佳挖掘地点，花上半天的时间来挖（同时还要提防猎食动物）。挖出大量的根茎后，他们就会用一些石器把它们切成小块，然后再把所有的劳动所得带回安全的栖息地（他们可能会把石器留下来，方便以后再用）。他们会再花一下午的时间轮流回到栖息地，用石器把根茎捣碎，加工成包含足够维持整群人几天生存的碳水化合物和热量的食物。

猎物残食和植物并不是餐桌上仅有的东西。我们祖先很有可能很早就学会了抢夺其他动物的劳动成果，而不仅仅是从猎食动物那里夺走猎物：他们会从蜜蜂那里抢走蜂蜜。大多数动物在获得蜂蜜后就会吃了它（一些黑猩猩甚至使用工具来获取蜂蜜），所以蜜蜂将蜂巢筑在枯树干上或高处等一些黑猩猩所够不着的地方，但这对我们的祖先来说算不上很大的挑战。

人类学家阿丽莎·克里滕登（Alyssa Crittenden）和其同事们[\[10\]](#)的研究表明，蜂蜜可能是早期人属蛋白质和糖的重要来源。两三个人会爬到树上，用挖掘木棍撬开树干上的树皮，露出密密麻麻、滴着蜂蜜的蜂巢。蜜蜂一开始对人类的这种接近方式感到困惑，会在周围飞来飞去，这对人类来说更是一种烦恼，而不是威胁。其中一人可以挥动木棍把蜜蜂赶走，同时另外两人用木棍和一些石片切下蜂巢，并往下扔给等在树底下的其他人。他们把黏糊糊的蜂巢块粘在大树叶上，还可能会把叶子卷起来使其不粘手且更易于搬运，让蜂巢的搬运变得更为简单。我们没有直接的证据来证明他们是这样做的，但这不难推测。因为同样也是这群人，他们可以走很远的路程去寻找合适的石块，用石块创造出工具，并用它来切下从大型猎食动物那里抢来的猎物的肉，他们是能够想出如此简单的搬运办法的。

而摘取蜂巢可能引发更为有趣的下一步，在采集过程中，蜂蜜可能洒落在地上，一些小块的蜂巢也可能散落在树底，有些小动物会被

散发着浓郁香气、营养丰富的资源（蜂蜜）吸引过来。有些人可能会注意到这种情况（毕竟他们擅长观察、跟踪，甚至推测大型猎食动物的活动），他们会意识到，一旦他们离开，有些小动物就会出现并吃掉散落在地上的蜂蜜；他们也意识到，自己有棍棒和石器……有些群体可能把这两件事联系在一起。

如果这群人中有几个人有空，正拿着蜂巢蹲守在树附近的高草丛中，他们或许会使用棍子和石头捕捉些小动物，在自己的菜单上加点肉。从把猎食动物从猎物那里赶走到自己狩猎就只要跨出这一小步，特别是在自己狩猎（主要是对小动物的捕猎）的风险成本很低的时候。获取食物的创造力很自然地为早期狩猎的试验奠定了基础。

狩猎派对

三类人猿中有两种（黑猩猩和大猩猩）现在仍会在某些条件下狩猎，这表明偶尔对小型动物的捕猎可能在最近公共祖先那时就出现了。这两类人猿（以及一些猴子，比如狒狒等）也会伺机捕猎小动物。举个例子，当碰巧遇到一头小鹿或小南非野猪时，类人猿就会抓住、杀死并吃掉它。这两类人猿有时也会有预谋地进行狩猎。

与我们最近的近亲黑猩猩会用两种方式狩猎：集体狩猎和独自狩猎。在集体狩猎中，一大群黑猩猩（大多是雄性，但有时也有雌性）在遇到爬到树上高处的猴子后开始变得有些狂躁，兴奋地喘着粗气，大声喊叫，爬到树上追赶猴子（黑猩猩最喜欢的猎物是一种叫作红疣猴的猴子^[11]）。其实黑猩猩在狩猎中并不擅于互相协调，而一些比较好的猎手不会理会集体行动，它们会观察猴子的动向，如果可能的话就把猴子拦下并捉住。当它们这样做的时候，场面很血腥。成功的猎手会把红疣猴的头咬得粉碎，或者把它狠狠地摔到树上使其昏迷，然后它会走到树上一个牢固的地方或者地面上，其余的黑猩猩展开双

臂围着它，呼喊着、鸣叫着，向它讨肉吃。大多数猎手得不到肉，成功的猎手通常只会分享一点给它最亲密的盟友（可能是它的妈妈）。有时，如果成功的猎手是低级别的雄性，级别较高的雄性黑猩猩会扑过来把猎物抢走，然后与自己的盟友一起分享猎物，而真正的猎手什么也得不到。这些狩猎，特别是如果狩猎成功的话，在群体内部会引发疯狂的争斗。黑猩猩们兴奋异常，时常会爆发小规模争斗，因为肉是非常珍贵的物品，它们很少吃得到。猎食所得的肉类在黑猩猩的饮食中只占不到5%，大部分黑猩猩群体不会在与狩猎有关的任何活动上花很多时间。

黑猩猩的独自狩猎就有点不同了，主要是由雌性使用工具来完成的，这种工具确切地说是像梭镖一样的棍子。[\[12\]](#)灵长类动物学家吉尔·普吕茨（Jill Pruetz）在塞内加尔做的研究发现，雌性黑猩猩会把结实木棍上面的叶子和小树杈去掉，折断木棍以获得一个尖头，然后它（通常背上骑着小猩猩）会走到树林中寻找带有洞口的大树干，这里是一种叫夜猴的在夜间活动的灵长类动物的栖息地。一旦雌性黑猩猩发现夜猴的窝，它就会把梭镖刺进去，乱捅一通直到它刺到夜猴，然后把刺到的夜猴从洞里拿出来吃。有趣的是，普吕茨在这个地方看过的大部分狩猎中，地位高的雄性黑猩猩很少从雌性黑猩猩那里抢夺这些猎物。

吉尔·普吕茨所研究的黑猩猩是唯一被观察到经常用武器狩猎的非人类灵长类动物，并且这是在热带草原地区，黑猩猩生活在这样的地区实属罕见。其他黑猩猩群体只是偶尔狩猎，特别是在果实充裕的时节，但当一大群黑猩猩碰到一群疣猴或其他猴子时，它们就会出击。黑猩猩这个时候狩猎既不是由于缺乏营养，也不是因为迫切需要肉食。事实上，当它们有大量可吃的水果和周围有很多同类时，黑猩猩似乎会进行更多次的狩猎：狩猎是一种社会活动，而不仅仅是获得食物的一种动力。这是一种狩猎派对。

在红毛猩猩中，狩猎不常见，[\[13\]](#)并且主要由雌性完成。在已被观察到的几次狩猎活动中，一只成年雌性红毛猩猩抓住一只被称为懒猴的夜间活动的小型灵长类动物（只生长在亚洲，但与非洲夜猴有亲缘关系），把它摔到树上或者把它的头咬碎。与黑猩猩的狩猎不同，红毛猩猩似乎只有在水果和嫩叶稀缺时才狩猎，因此少数红毛猩猩的狩猎是对营养缺乏的一种比较罕见但有创意的应对方式。

因为人类和一些类人猿会狩猎，所以很有可能我们的最近公共祖先能够伺机狩猎。但在某些时候，可能大约在100万年前，我们的祖先从抢夺猎物和伺机狩猎转变为经常打猎，这不仅改变了他们的世界，也改变了他们捕猎的那些动物的世界。人属群体采集蜂蜜或者挖掘地下水生植物并把它剁碎，或者从大型有蹄类动物身上切下肉来时，就已经偶尔会抓住一些小动物并把它们杀掉。大约100万年前，他们埋伏着等待小动物，谋划着捕猎它们。

一旦人属成功地捕捉到（并吃掉）在他们走后想食腐的那些小动物，只需稍微动一动脑子便能注意到这些小动物分布在许多不同的栖息地。通过大量的反复试验，人属的某些群体变得非常擅于突袭和捕获小型哺乳动物，并渐渐意识到这不仅是一个重要的食物来源，而且这些小动物有许多种类，可能捕猎不同种类的小动物的方法不一，营养价值也不同（可能味道也不同）。早期人属获取食物的社会性和创造性的方式生成了一个塑造他们的进化的反馈回路，而狩猎则加快了进化的过程。

把脑容量增长和身体生长的觅食压力、从石块和木头到工具的制作过程、抢夺猎物及采集与加工地下水生植物和蜂蜜连接在一起的这一反馈回路所需的合作与交流，加快了人属大脑和行为变化的进程，增强了他们的创造能力。人类有组织的狩猎很快就出现了。

什么推动了交流技巧的发展

人类的协同狩猎远远不只是一群灵长类动物跑来跑去，试图捕猎动物来吃，而是一群利用交流、协作和工具来捕猎难以捉摸的、时而危险的猎物。想象一只像鹿或羚羊大小的硕大而多肉的动物，重120磅或120磅以上，它身上的肉足以让一个20人的群体吃上四五天（当然要辅以植物和水果）。如果能够从猎食动物那里抢夺到这样的猎物当然很好，但如果这群人可以避开猎食动物自己捕猎到这只鹿，那会更好。成为真正的猎人就意味着他们将不再依赖于找到并尾随一个猎食动物，希望它能捕猎成功，并能成功地、不损兵折将地把猎物从猎食动物那里抢走。狩猎意味着获得食物的整个过程可能会变得对他们更加有利。主要问题在于鹿跑得非常快，并且对猎食动物非常警觉，它们会竭力避免被吃掉（这一点也不奇怪）。我们的祖先肯定已经注意到了猎食动物捕食猎物的方法，狮子经过漫长的追逐最终捕获猎物，猎豹会埋伏并袭击，鬣狗会发动群攻，他们可能开始想到模仿其中一些狩猎方法。但在每一种猎食动物的狩猎方式中，它们选用的武器是各自的身体特征：奔跑的速度、巨大的牙齿和颞肌、锋利的犬齿、致命的利爪，等等。我们的祖先没有这些东西，但他们用他们自己所拥有的东西来捕猎，那就是他们的创新性合作，他们这样做已经有100多万年的历史了。

这并不代表其他动物在狩猎时不交流。狮子会互相留意，寻找线索来推算猎物会往哪个方向逃跑；鬣狗、非洲猎犬和一些黑猩猩群体会跟从领头者的行动，或者加入首次攻击，或者围成一圈拦截猎物。但这些猎食动物都要依赖自己的身体作为武器，并根据它们以往的狩猎经验来弄明白下一步该做什么。年轻的鬣狗通过反复试验来学习，它们经常会犯些错误，有时会因为犯错而得不到食物。而人类的社会性狩猎与动物狩猎的区别是双重的：我们依靠工具或通过扩展我们的生理能力来进行狩猎，我们还通过语言来分享信息。我们可以详尽地

交流关于过去、现在和未来的信息，一个没有狩猎经验的人也能够成功地参与到有组织的狩猎中来。

尽管100万年前的人属可能不是用语言来交流的（当时还没有语言），但他们可能有一个独特的沟通系统，比其他灵长类动物的交流都更细致。在那时，如何沟通才能高效完成日常工作呢？在制作阿舍利石器、采集蜂蜜、觅食根茎的同时，还要与群体里所有不同年龄阶段、不同体型的二三十人打交道：需要照顾的婴幼儿，大脑发育耗时耗力、快速成长中的儿童，一些老年人。整个群体既没有把身体当武器，也没有奔跑速度，还迫切需要躲避整天想吃掉他们的大型猎食动物的捕食。这需要可靠的、细致的沟通。

很多动物过着群体生活，有的甚至过着非常复杂的社交生活（比如鬣狗、猴子、类人猿和鲸鱼），但它们都不需要人类群体所需要的、我们祖先所形成的那种协调和沟通水平。我们的祖先不单单能够就眼前的状况互相沟通，还能暗示一个人在狩猎、采集蜂蜜或者遇到猎食动物袭击的过程中及事后应该待在哪个位置，这为人属提供了一系列全新的选择。这是在他们拥有真正好用的武器之前的情况。

转变成猎人是重要的下一步，也是非常有吸引力的一步，但像在旷野中追上一头鹿这样明显的狩猎是行不通的。人属别无选择，唯有创新。群体里的一个人把一头鹿赶入一个茂密的灌木丛中，其他人则手持石块和锋利的棍棒在那里等着，这又是另一回事。群体里的一些成员把一小群羚羊逼到一个水坑附近，一些成员从三个不同方向围攻上来把羚羊困住，让它们无处可逃（至少无法离开水坑边），其他成员则围过来用石块和棍棒捕猎那些沿着水坑疯狂逃命的羚羊。有些群体甚至可能已经注意到，当猎物陷入泥泞中后行动会变得十分缓慢，或者当一只猎物跌进峡谷或跌落悬崖后会产生什么样的直接结果。追赶一群有蹄哺乳动物的目标并不总是要活抓它们，如果想让它们死亡，那么把它们赶下悬崖或者让它们陷入泥泞就可以了。无论选择哪

种策略，一个人属群体必须要有能力沟通并协调足够多的信息，才能成功捕获猎物。

一旦这些过程开始，食物、工具、行为和狩猎之间的反馈使人属能够生产出新工具，真正专为狩猎而造的新工具。我们有证据表明，最晚在50万年前，人属成员就使用过坚硬的梭镖，[\[14\]](#)他们可能在大约30万年前就学会了投掷梭镖。我们看到了50万—10万年前一系列更好的工具种类的发展，为了获得更精细、更锋利的梭头，人们更多地使用骨头和木材作为原料，石叶在那个时期也出现了。石叶，长度至少是宽度的两倍的石片，它的出现是制作出真正好用的刀的第一步，最终可以制作出像石矛和石剑一样的工具。在同一时期，有用胶和绳子把石器和骨器固定在木器上的证据，这是首批复合型工具，也是工具（武器）制作方面一个巨大的进步。

随着工具和狩猎武器的复杂性越来越高，有证据表明人属的饮食种类更多样化了，猎杀的动物体型也更大了。此时一些小群体的人属已经遍布非洲、地中海、中东、印度次大陆和东南亚，甚至欧亚大陆北部地区，从海边到山顶，从温带森林到广阔的热带草原，再到茂密的热带雨林，我们的祖先遍布各地，改变并适应着他们的饮食，开始吃新的动物和植物。

在如今的以色列的距今40万年前的凯塞姆洞穴遗址[\[15\]](#)发现的一些遗迹，特别是牙齿化石，显示截至这个时期，人属已经走到多远的地方，他们的饮食结构发生了哪些变化。这个遗址出土的牙齿化石上覆盖着沉积物，以及带凹槽和条纹的标记和沟槽。牙垢表面不饱和脂肪酸的迹象表明他们吃大量的种子，像黄连木（开心果的原始形态）和松树（松子）这样的植物种子等是他们最可能的食物来源。但是他们的饮食要比这些更为多样化，有证据表明他们吃一些真菌孢子（也许是蘑菇），一些花粉、多叶植物原料纤维（耐嚼的蔬菜，或许是一些花），甚至一些昆虫的外骨骼，包括一只蝴蝶（难道它飞到别人嘴

里去了吗）。上面的淀粉质表明他们也吃植物根茎，上面还有他们吃肉食的一些证据，他们的饮食真是非常多样化，也很有创意。但最有说服力的遗迹是那些说明早期人属创造性饮食的最后一个主要组成部分，它使狩猎（和其他所有的食物采集）更加有效：在凯塞姆洞穴成员的牙垢里嵌有一些微碳屑，说明他们吸入了大量的烟雾，并吃烧焦的食物。很显然，他们经常用火。

烹饪的力量

人类是地球上顶尖的（实际上是独一无二的）厨师。

那些认为生食对人最好的观点是错误的。当然，从生蔬菜、生多叶植物和水果，甚至生肉（尤其是鱼肉）中，我们可以汲取诸多养分，但现代人如果只吃生食，无法获得足够的营养^[16]来应对我们祖先所面临的那些挑战。烹饪使植物软化，可以分解含有纤维素的细胞壁（人类无法消化），减少脂肪的化学键以及肉类和纤维的其他关键组织，这通常使得咀嚼、吞咽和提取食物营养的过程（所有这些称为消化）更为容易。烹饪能把淀粉类植物的消化率提高12%—35%，蛋白质的消化率提高45%—78%；^[17]烹饪能使植物（尤其在地下水生植物）中的毒素失效，也能杀死附着在暴露在外的肉上（比如猎食动物捕杀的猎物）快速生长的危险的细菌。^[18]烹饪带来了很大的变化，但想要烹饪还需要学会如何用火。

有一些好的迹象（烧骨残片和加热过的石块）表明，至少有几个人属群体早在160万年前就使用过火，但是直到45万—35万年前的古人类遗址，我们才发现他们经常用火的证据（比如炉灶、骨头和牙齿上有烟的证据^[19]）。早期的用火案例很可能是雷击或者森林大火后留下的零星火堆的产物。小型人属群体会在草原大火熄灭后从躲避处里

出来，他们饥肠辘辘，同时也被大火发出的声响、烈火的高温和造成的混乱吓坏了。在曾经郁郁葱葱的草原上游荡时，他们会碰到被烧焦的动物尸体，作为食腐大师，他们会立刻检查肉是否能吃。大多数肉已经被烧成了灰烬，但有些肉只被烧焦或只熟了一点，依旧温热的肉会从骨头上脱落下来，变得很容易咀嚼和吞咽。烤熟的肉尝起来甚至味道也有点不同，吃起来更柔软、更美味。人属很擅于把因果联系在一起，在这一点上他们能在肉眼直接观察之外想象出更多的可能性（想想石器和抢夺猎物），一些早期人属最终会发现火焰的高温炙烤和混乱给肉带来的变化，肉变得更好吃了。这可能会促使一些群体积极地寻找发生过大火的地方，看看还有没有这样的肉，也许一些群体甚至意识到他们可以找来燃烧的树枝，然后在上面放些干草和木头使之继续燃烧。曾经找到这种火的群体很快会发现火还有其他两个非常重要的作用：被火光和火势吸引来的猎食动物很容易又被火焰赶走了；火焰本身也提供照明，给工具的制作和社会交往提供了额外的时间。

不受日光限制而劳作和玩耍的能力成了我们祖先变成人类的一个关键转折点，火光成为我们创造力和生产力巨大增长的催化剂。[\[20\]](#)

在从大约79万年前的以色列盖舍·贝诺特·雅各布遗址到大约40万年前的英国山毛榉坑遗址、德国舍宁根遗址与中国周口店遗址，再到许多更晚期的30万年前的遗址中，我们发现了取火和保留火种的证据，[\[21\]](#)包括火坑和木炭化石、烧焦的骨头，把石器烧热以便于更好地获得石片，甚至把木头削尖并加热，使其硬化用以制作梭镖。

这些用火的证据在时间上与经常狩猎的证据差不多吻合。这段时间（大约40万年前），最有可能也是我们祖先的脑容量已经发育成现代人脑容量的时间。也就是在这段时间里，我们开始看到工具的种类和复杂性急剧增长，以及我们可能称之为艺术品的物件首次出现。火的使用可能是这个时间点人类生态系统中的一个重要组成部分，是在

我们的进化故事中支持技术和社会变革加速的反馈系统的一个核心方面。火给我们提供的帮助不仅仅是食物，它也给我们带来了烹饪。

你可以坐在东京、雅加达、新德里、开普敦、马拉喀什、马德里、赫尔辛基、纽约、墨西哥城、利马和阿皮亚（萨摩亚），吃一盘白色的鱼片，但在每个城市中品尝到的鱼的味道不尽相同。现代人类饮食中最强大、最具创造力的一方面就是食物的种类、多样性和烹饪的独创性。我们只需要把食物加热然后吃掉就可以了，并没有理由做任何更神奇的事情，但我们偏偏要加上一些花样。每种文化、每个族群、每个当地社区都会有自己的烹饪方式，食物成了我们种族和国籍的标志。我们的祖先对食物的追求和获取食物的创造力为炸鱼、薯条、西班牙海鲜饭、玉米粉蒸肉、法式杂碎、寿司、咖喱、沙爹和粥的出现创造了条件。遍布世界的顶级厨师比赛、高档餐厅、辣椒烹饪比赛、星期日聚餐和食品外卖店的存在归功于我们近200万年前开始的进化轨迹。

人类饮食的故事是一个有关创新、合作和实验的故事。在我们人类的历史中，食物、工具的制作和携带，以及扩大食物和工具范围的能力，使人类接触到了新的食物种类和新的挑战。要想有效地应对这些新的食物种类与新挑战，就需要一些新能力：抢夺猎物，最终能够狩猎，增加食物的多样性，增强获得食物的能力，从制作和使用简单的工具转向制作和使用复杂的工具，成为超过猎食动物的专家。这些能力降低了外因造成的死亡概率，从而有效地延长了人类的童年期，并为人类身体的生长和脑容量的增长提供了条件。这些变化的每一个方面都需要在个体层面和群体层面上的创新与合作——人类的创新。

要理解数十万年前的这些特征的发展、壮大，我们不得不把注意力转向另一个独特的人类模式：我们在群体中的创新方式和生活方式。对工具、食品和狩猎的重点关注已经让我们知道20万—10万年前发生了什么，但我们还没提到我们的祖先在群体中是如何创新和生活

的，他们的群体生活促成了我们今天所看到的村庄、城镇、城市和国家的产生。我们也没有触及当今最重要的关于食物的真相：它们主要来自种植的作物和家养的动物。当然，这两个真相是交织在一起的。将群体的创新理解为我们进化轨迹中的一种力量，而不仅仅是一个结果，这是下一章的重点。

[1] Domínguez-Rodrigo, M., and Pickering, T.R., “Early hominid hunting and scavenging: a zooarcheological review,” *Evolutionary Anthropology* 12 (2003): 275 – 282.

[2] Semaw, S., “The world’s oldest stone artefacts from Gona, Ethiopia: their implications for understanding stone technology and patterns of human evolution between 2.6 – 1.5 million years ago,” *Journal of Archaeological Science* 27 (2000): 1197 – 1214.

[3] Domínguez-Rodrigo, M., et al., “Unraveling hominin behavior at another anthropogenic site from Olduvai Gorge (Tanzania): new archaeological and taphonomic research at BK, bed II,” *Journal of Human Evolution* 57 (2009): 260 – 283.

[4] Domínguez-Rodrigo, M., “Meat-eating by early hominids at the FLK 22 Zinjanthropus site Olduvai Gorge (Tanzania): an experimental approach using cut-mark data,” *Journal of Human Evolution* 33 (1997): 669 – 690; Domínguez-Rodrigo, M., et al., “Unraveling hominin behavior at another anthropogenic site from Olduvai Gorge (Tanzania): new archaeological and taphonomic research at BK, bed II,” *Journal of Human Evolution* 57 (2009): 260 – 283.

[5] Saladie, P., et al., “Carcass transport decisions in Homo antecessor subsistence strategies,” *Journal of Human Evolution* 61 (2011): 425 – 446.

[6] Unger, P., Grine, F., and Teaford, M., “Diet in early Homo: a review of the evidence and a new model of adaptive versatility,” *Annual Review of Anthropology* 35 (2006): 209 – 228; Schoeninger, M.J., “Stable isotope analyses and the evolution of human diets,” *Annual Review of Anthropology* 43 (2014): 413 – 430.

[7] Schoeninger, M.J., “Stable isotope analyses and the evolution of human diets,” *Annual Review of Anthropology* 43 (2014): 413 – 430.

[8] Dyble, M., et al., “Sex equality can explain the unique social structure of hunter-gatherer bands,” *Science* 348 (2015): 796 – 798; Fry,

D.P., and Söderberg, P., “Lethal aggression in mobile forager bands and implications for the origins of war,” *Science* 341 (2013): 270–273; Lee, R., *The!Kung San* (Cambridge: Cambridge University Press, 1979).

[9]Dominy, N.J., et al., “Mechanical properties of plant underground storage organs and implications for dietary models of early hominins,” *Journal of Evolutionary Biology* (2008), DOI: 10.1007/s11692-008-9026-7; Laden, G., and Wrangham, R.W., “The rise of the hominids as an adaptive shift in fallback foods: plant underground storage organs (USOs) and australopith origins,” *Journal of Human Evolution* 49 (2005): 482–498, DOI: 10.1016/j.jhevol.2005.05.007; O’Connell, J.F., Hawkes, K., and Blurton Jones, N.G., “Grandmothering and the evolution of *Homo erectus*,” *Journal of Human Evolution* 36 (1999): 461–485, DOI: 10.1006/jhev.1998.0285; O’Connell, J., Hawkes, K., and Jones, N.B., “Meat-Eating, Grandmothering, and the Evolution of Early Human Diets,” in *Human Diet: Its Origin and Evolution*, ed. P.S. Ungar and M.F. Teafor, 49–60 (London: Bergin and Garvey, 2002).

[10]Crittenden, A.N., “The importance of honey consumption in human evolution,” *Food and Foodways* 19 (2011): 257–273.

[11]Watts, D., and Mitani, J., “Hunting behavior of chimpanzees at Ngogo, Kibale National Park, Uganda,” *International Journal of Primatology* 23 (2002): 1–28; Wrangham, R.W., and Bergmann-Riss, E.L., “Rates of predation on mammals by Gombe chimpanzees, 1972–1975,” *Primates* 38 (1990): 157–170.

[12]Pruetz, J.D., et al., “New evidence on the tool-assisted hunting exhibited by chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) in a savannah habitat at Fongoli, Sénégal,” *Royal Society Open Science* 2 (2015), DOI: 10.1098/rsos.140507.

[13]Hardus, M.E., et al., “Behavioral, ecological, and evolutionary aspects of meat-eating by Sumatran orangutans (*Pongo abelii*),” *International Journal of Primatology* 33 (2012): 287–304.

[14]Sahle, Y., et al., “Earliest stone-tipped projectiles from the Ethiopian rift date to 279,000 years ago,” *PLOS ONE* 8 (2013): 1–9.

[15]Hardy, K., et al., “Dental calculus reveals potential respiratory irritants and ingestion of essential plant-based nutrients at Lower Palaeolithic Qesem Cave Israel,” *Quaternary International* 398 (2015): 1–7.

[16]Koebnick, C., et al., “Consequences of a long-term raw food diet on body weight and menstruation: results of a questionnaire survey,” *Annals of Nutrition and Metabolism* 43 (1999): 69 – 79.

[17]Wrangham, R., and Carmody, R., “Human adaptation to the control of fire,” *Evolutionary Anthropology* 19 (2010): 187 – 199.

[18]Smith, A.R., et al., “The significance of cooking for early hominin scavenging,” *Journal of Human Evolution* 84 (2015): 62 – 70.

[19]Roebroeks, W., and Villa, P., “On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (2011): 5209 – 5214.

[20]Wrangham, R., *Catching Fire: How Cooking Made Us Human* (New York: Basic Books, 2009).

[21]Roebroeks, W., and Villa, P., “On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (2011): 5209 – 5214.

第五章 排队的美好

如果你安排一群相关的和不相关的黑猩猩、猴子、狼或鬣狗在一张堆放着火鸡、地瓜、蔓越莓、肉汤、一份精美的沙拉和一个南瓜派的桌子上，你会看到一场非常暴力的节日活动。人类不会这样做（至少不常这样做）。坐下来与家人和朋友一起吃节日大餐比独自享用火鸡、争论政治要有意义得多。其他物种不像我们人类那样一起采集、烹饪、分享食物，它们当然也没有像我们人类这么普遍和热情地一起做这些事。

作为一个群体，人类要解决世界给他们带来的所有问题——食物、居所、安全、创新、照顾孩子、疾病，甚至死亡，但我们人类群体不像鱼群或角马群那样只服从集体活动，我们甚至不同于其他有复杂社交生活、被社会纽带联系在一起的灵长类动物。人类有独特的凝聚力，这是我们生态的一部分，是我们能够在世界上“立于不败之地”的方式。

当你下一次走向电影院、超市结账柜台或公共汽车站时，你会看到一队人正在排队，至少暂时放下你的烦躁，这是人性的奇迹：一群素不相识的人，他们可能以前从来没有见过彼此，都想买同样的商品（或服务），都同意按照一定的秩序来排队，延迟自己的即时满足。当然，事情并不总是能完美地顺利进行，在某些情况下，为了抢到位置会有很多推搡和拥挤（想象一下进入摇滚音乐会的入口或登上拥挤的通勤列车时），但在大多数情况下，无须多言，每个人都知道应该做什么。在地球上，几乎没有其他物种可以经常重复这一壮举，而人类无论在早上、中午还是晚上都会这么做。

帮助邻居修建谷仓的聚会几乎都是过去的事了，但对于横跨美国中西部和东部的阿米什社区来说，这种聚会仍然是社区生活的一个重要部分，全社区的人会聚在一起帮助其中一个社区成员修建谷仓。数十或数百人齐心协力，从装配横梁到架设侧壁，再到抬高屋顶并把它密封起来，而其他则摆好桌子、准备食物、照看孩子，或协调一天工作后的清理工作。为修建谷仓所做的一切，直接受益的只有一个家庭，但每个人都知道，如果自己需要这样的社区援助，人们也会过来帮忙。

2005年，在卡特里娜飓风肆虐后，成千上万的人前往新奥尔良当志愿者。他们把房子推倒重建，提供社区发展、食物准备、护理和教学的帮助。他们离开了他们没有受到飓风损坏或毁坏的生活，与受灾最严重的人们团结在一起。[\[1\]](#)超过20万人通过网站和社交媒体自愿为灾民提供住处，很多人为陌生人敞开了家门。这些人跨越了经济、政治、种族和民族的界限来帮助那些需要帮助的人，这么做通常会给他们的日常生活带来很大的风险和压力。在地球上，没有任何其他的物种能在灾难面前表现出如此巨大的同情心和协作能力，但是人类一次又一次地这么做着。[\[2\]](#)

人类并不是齐心协力在一起做事的唯一物种，很多其他动物也过着群体生活，共同合作来保护它们的幼小，捍卫它们的领地。大型角马群作为一个有凝聚力的团队能够迁徙数百英里，雁群在向南或向北迁徙时能够保持紧密的队形飞行达数千英里，成千上万只蚂蚁和白蚁通过化学和行为信息协调它们的动作来建造巨大的巢穴和蚁丘。然而，几乎没有小鸟会为其其他处在繁殖期的小鸟建巢；几乎没有狮子和鬣狗在猎杀羚羊后，把它带去和其他群体或家族分享；很少有蚂蚁能与其他蚁群一起协调行动，一起建造共同的蚁丘；并且几乎没有听说有人看见过一群动物会为自己物种内不认识的其他成员迁徙、受磨难并为之冒险。[\[3\]](#)正是这种把社区发展到这种程度的能力，以及相关的协调与合作，使我们的祖先实现从优秀的猎人和采集者到我们称之为

“驯养”的能够熟练操控动植物的飞跃，这是一个必要前提。这是如何发生的呢？

创建人类社会

不论你是一只猕猴、一头狮子、一只猫鼬，还是一条鬣狗，群体就是你出生、成长的地方，在那里你要么留下来，要么离开去加入另外一个类似的群体。群体是动物社交生活经验的基石。对人类来说也是如此，但人类群体又有所不同。人类生活在社区中，并且从我们进化的早期开始，社区就已经不仅仅指群体了。[\[4\]](#)

人类社会是一个有着归属感的个体的集合，人类学家称之为“亲属关系”，对于人类来说，这种亲属关系可以是生理的、历史的、社会的，或者三种因素同时存在——他们对我们来说是最重要的人。人类社会是共享知识、安全和发展的主要来源，通常会跨越个体的寿命。[\[5\]](#)社区内共享有意义的情感纽带和经验，即使所有成员不会同时出现在同一个地点。要想建立一个社区，首先人们需要生活在一起，事实证明，对任何动物来说，试图在社会团体中生活存在诸多挑战。[\[6\]](#)最基本的两个挑战是协调和规模。

协调仅仅意味着大部分时间待在一起，仍然能够做到以下3点：

- 相处融洽。
- 获得足够的食物。
- 不被吃掉。

相处融洽并不意味着群体的所有成员都对彼此特别友好。想想一个有很多兄弟姐妹的家庭或者一群猕猴，它们的日常生活中总会有很

多的小争吵，但相互梳理、平静地一起闲逛占据了它们大部分的时间。它们之间一定需要某种协调，这样才能得到足够的食物（避免为争夺食物而爆发严重的冲突），不被其他动物攻击（或者吃掉）。在猕猴群中这种协调以等级的形式体现，根据等级高低来分配东西，比如食物，在食物上它们对小猕猴可以高度容忍，它们也能够通过群体的联合防御来抵抗猎食动物的袭击或者其他外来群体的威胁。然而，这种协调随着群体规模的扩大而变得艰难，尤其是在没有语言的情况下。

心理学家、人类学家罗宾·邓巴（Robin Dunbar）^[7]多年前提到，能够成功协调的群体最大规模是存在的，这个规模的极限是你管理的密切联系（“朋友”）的数量。事实证明，这个极限与脑容量的大小和脑部结构的复杂性有关，你需要看清事态的走向。人类的脑容量比大多数动物的都要更大，脑部结构比大多数动物的都要更复杂，群体规模可以比其他动物的更大，我们的群体规模确实很大，但也并不总是很大。

在我们的进化过程中，我们的脑容量变得越来越大，脑部结构变得越来越复杂，而我们的社会群体也变得越来越复杂，我们能够从化石和考古数据中发现这一点。然而，根据我们目前的脑能力，一个群体（或社区）的最大规模是大约250个人（依据邓巴的观点，至少是这个数字）。今天如果你环顾四周的话，周围的任何事物都表明，我们人类群体的最大规模已经远远超过了这个数字，我们最晚在1万年前（可能更早）就开始超过这个数字了。能够让越来越大的群体保持凝聚的能力是我们创新的成果。我们已经了解了祖先们是如何想出通过增强他们的能力来获取来自周围世界的食物的，这是建立社区的第一步。现在，我们要来看看他们是如何通过增强他们的能力来和睦相处，以便生活在更大的群体中，并最终从群体发展到社区，再到城镇、城市，甚至更大的群体的。

需要一个村庄的努力来使大脑发育

在群体中生活的能力在人出生时就开始形成，婴儿生来就非常依赖他的母亲。这与大多数其他动物不同，大多数其他动物刚一出生就很独立：蛇一出生就可以自己爬行、寻找食物，鱼一出生就会游泳、吃食，青蛙从出生一直到转变为青蛙之前短期内是蝌蚪的状态（也可以游泳和吃食）。虽然哺乳动物在不同的准备状态下从母体中脱胎而出，但在其出生的初期都需要和母亲待在一起，需要母亲提供奶水和保护，有的需要几个星期，有的需要几个月，在某些情况下则需要几年。^[8]这就意味着哺乳动物所知道的第一件事就是与另一个哺乳动物即它们的亲属保持紧密的社交联系。如果我们仔细观察更多的社交型哺乳动物（灵长类动物、鲸鱼、狼等），那么我们会看到，一个群体内的多个成员与年幼的哺乳动物密切互动，因此幼崽的社交世界从一开始就是很复杂的。

这种现象有着深刻的生理影响。对于哺乳动物来说，生存是至关重要的，母亲和后代之间强大的纽带连接和责任意识，能使它们之间相处融洽，这是它们待在一起的动力。在数百万年的进化过程中，哺乳动物的身体得到了很好的调整，为它们拥有强烈依恋和关怀的身体感觉做好了准备。在学术上，这叫作精神神经内分泌系统，这是一种激素、情绪和情感的综合体。人类遗传了哺乳动物的这一基本特征，并使其变得更加复杂。

哺乳动物的育儿方式在灵长类动物中的体现是让幼崽长期依赖其母亲。大象、海豚和鲸鱼也是如此。在出生的头几年里，大多数猴子都黏在妈妈身上，有些类人猿在妈妈身边一直待到七八岁。这种生长模式出于两个相互关联的原因。第一，灵长类动物的脑容量大，需要很长的时间来发育，而且灵长类动物过着复杂的社交生活，需要很长的时间来学习如何在它们的社会里很好地生存。这意味着灵长类动物

母婴的联结会比其他哺乳动物持续更长的时间，[\[9\]](#)母婴的联结程度要比其他哺乳动物的更高。第二，虽不太常见但很重要的原因是，一个灵长类动物的幼崽有多个养母，即从幼崽出生后不久就不仅仅只有它的妈妈来照顾它。这些额外的看护者也不总是其他的雌性。[\[10\]](#)

想想我们人类，如今我们的婴儿依赖性很强。一匹小马在出生后几个小时里就可以奔跑；出生仅几天的猕猴就可以在它母亲在森林里跳来跳去时紧抓母亲的身体，几周后就可以尝试自己爬树。但人类的婴儿在出生后几个月才可以自行站立，更不用说独自行走了。他们需要花多年的时间来学会走路，花更长的时间才能学会奔跑，甚至花更长的时间来学会说话。换句话说，人类的婴儿对群体来说毫无用处可言。他们是群体资源的消耗者，因为他们至少在生命的头3—5年里不能独自觅食或携带自己的食物、抵御猎食动物，或在日常生活中提供帮助（一些人会认为，现在这个过程会延伸至20岁左右）。这是人类成功的关键。通过建立一个让婴儿在大脑和身体发育之前出生的系统，我们人类已经开发出了一种学习形式、一种大脑发育的复杂模式以及一种创新、想象和创造的潜力。我们通过寻找加强合作并构建社区的创造性方式才达此目的。

我们已经知道，大脑的发育需要花费很多时间和精力，但我们并不是突然就从早期人属600立方厘米的脑容量变成今天1300立方厘米的脑容量的。这个变化大约经历了180万年（从大约200万年前到30万—20万年前）。关键的创新行为是要开发出一种社会制度、一种生活方式，使我们的祖先有足够的灵活性，可以养育在更长的时间内无法自理的后代。也就是说，如果早期人属的婴儿在出生前发育得更慢了，就为他们出生后大脑的发育提供了更多的时间。要做到这一点需要做到两方面：提高食物质量，增强婴儿看护的能力。

提高食物质量，为婴儿的母亲提供额外的营养，从而间接地为婴儿提供营养。人类学家莱斯莉·艾洛（Leslie Aiello）和她的同事们

证明，直立人的女性比早期人属的女性需要更多的营养。[\[11\]](#)怀孕期（婴儿在母体内）不是最需要营养的时期，哺乳期（看护期、养育期）才是。婴儿的母亲必须消耗足够多的营养才能满足身体的需要，产生足够的奶水来为婴儿提供至少一两年的营养，然后才能以奶水之外的食物作为婴儿的辅食。我们知道，在这个时候（180万—100万年前），直立人出现并遍布非洲和非洲之外，我们的祖先开始增加了食物来源并使食物多样化。

然而，在大多数其他种类的哺乳动物中，母亲要完全靠自己来觅食，同时还要照顾婴儿，也要完全靠自己来避免被捕食（同时要确保婴儿不被吃掉）。如果在获取额外食物的同时再照顾一个行动不便、头几年又无法独立行动的婴儿的话，就会很麻烦，尤其是对于直立人来说。我们已经确定，群体成员需要共同努力来获取所需食物、获取并制作石器，同时还要避开猎食动物。婴儿的母亲，就像其他人一样，需要帮助采集食物和躲避猎食动物，如果只有她一人负责照顾这个成长期很长的婴儿的话，育儿的过程不会很顺利。

但如果群体中的其他人也帮助看护婴儿的话，就是另外一回事了。我们知道，在其他一些哺乳动物中，甚至在一些灵长类动物中，有共同看护幼崽现象的存在，群体中的其他成员而非幼崽母亲为照看幼崽付出很多努力。直立人开始这样做并带来了转折，不仅仅是除了母亲以外的其他女性来看护或照顾婴儿，而且特定的群体配偶也来承担很多婴儿护理的重任，就像在一些灵长类动物中，幼崽的父亲负责大部分“抱孩子”的工作。这两种情况同时存在，也有其他更多的可能。直立人开创了一个系统，我们称之为“需要一个村庄的努力来抚养孩子”，即使他们没有任何实际的村落架构。

人类学家萨拉·赫尔迪（Sarah Hrdy）和其他研究小组[\[12\]](#)已经发现了强有力的证据，表明人类有一种独特的系统，从出生第一天起婴儿的养育就不只是母亲的工作，而是由一个看护者系统来完成的。

在这个系统（赫尔迪称之为“母亲和其他人”）中，社区成员承担起照顾孩子和孩子成长的重要责任。老年女性（奶奶们[\[13\]](#)）可以做看护者，让年轻的母亲能参与许多的团体活动。一些研究人员认为，这种照顾婴儿的角色，是人类女性能够经历更年期的原因之一[\[14\]](#)，这一点不同于所有其他的灵长类动物，在更年期丧失生育能力后，她们仍然能够活很长的时间。当群体的其他成员包括孩子的妈妈制作石器、屠宰猎物残尸、采集地下水生植物或果实、在水边寻找乌龟或大鲇鱼时，年长的哥哥姐姐或其他孩子也能“抱孩子”、看孩子，甚至抱着孩子到处走动。当这个群体迁徙时，没有孩子的男性和女性可以轮流抱孩子走很长的路，这能让妈妈不用额外付出精力一直抱着孩子。早期直立人群体成员正慢慢地从群体走向社区。[\[15\]](#)

需要注意的是，直立人没有马上进入现代人的成长模式（现代人类的成长期包括几年的婴儿期和随后至少10年的童年期）。现代人的成长模式历经100万年左右的时间，经由各种具有生态构建过程特征的反馈机制缓慢出现。[\[16\]](#)人属的行动影响了他们身上的进化压力，这反过来又帮助他们塑造了一代又一代的身体、大脑和行为。人属的每次创新变革都能轻微调整这个系统，都会产生一些效果。从原来只有母亲看护婴儿到年长的女性怀抱和照顾婴儿是第一个进步，年长的哥哥姐姐和其他孩子也能够照顾婴儿是第二个进步，然后男性能帮助带婴儿是第三个进步。每一步都增强了群体的灵活性和顺应性，也提高了群体所需的协调和沟通的水平。反馈机制处在适当的位置，对直立人来说，婴儿问题的解决推动人类的进化故事走向了一个全新的篇章。

最初，直立人婴儿的成长速度要比我们人类的快，他们的童年期大约只有我们人类的2/3，他们可能在十几岁时就成熟了。随着时间的推移，直立人通过一系列行为创新调整了人类特有的系统，这些行为创新包括他们更擅于共同照顾婴儿，改善营养，新生社区成员间能够

更多地开展合作与协调，这使得婴儿的存活率得到提高，童年期变得越来越长。在这里我们需要关注两个过程，这将有助于我们了解在这段时间里人类社区的关键组成部分是如何发展的：

- 在从早期的奥杜威石器到阿舍利石器以及更为复杂的工具的转变过程中，人类如何形成的新思维方式。

- 同情心的出现，成了人类社区的核心部分，这使得社区成员不仅共同照顾婴儿，还会彼此照应。

同情心的出现

很多年前，我生活在印度尼西亚的巴厘岛中部，我在一个面具雕刻班上课。我是班里唯一的外国人，也是年龄最大的学生，那时我已经24岁了，其他人都是十几岁的男孩。刚开始上课，雕刻师拿出一块木头开始雕刻，大家围坐观摩。我们那样学习了一个星期，每天坐着看4个小时，我开始想知道接下来干什么。第二个星期开始的时候，雕刻师给我们每人各发了一套雕刻工具和一块木头，让我们学着雕刻那个他上周一直在刻的面具。好吧，我尽最大的努力去回想那个面具的图案、凹槽和雕刻手法，然后就开始雕刻了。雕刻师在房间里来回走动，边抓着我们拿工具的手，边展示如何做切割、如何刻槽或做出图案，但他只身教而不言传。当他靠近我的时候，他只是摇了摇头，并坐了下来，抓住那块木头，把它放在他的大腿上，让我从特定角度来观察木头，然后他就开始雕刻了。他雕刻了15分钟，木雕上出现了一只眼睛。他指着木雕上刚雕刻出的眼睛正右方的位置，把木头还给了我，让我接着完成。在我跟随雕刻师学习的那个月，关于木头雕刻作业我们大概总共有五六次谈话，但我们从来没有在我雕刻时交谈过。最终我刻完了第二只眼（以及其他部位）。这面具根本算不上雕刻得

多好，但起码有面具的样子。这样学徒式的学习深深植根于我们的血统之中。

我们知道，在160万—50万年前，遍布非洲大陆和欧亚大陆大部分地区的人属小社区完成了从稳定制作和使用石片、砍砸器的奥杜威技术向创新、实践、研发更广泛的多形态、尺寸和功能的阿舍利石器及随后的石器工具组合的转变。这些技术由个人传给个人，由社区传播到社区，并代代相传下去。正是这种涉及学习和分享，甚至超越最初创新的传承，可以说是最具创造性的行为。

记住，要制作石器，我们的祖先必须极其擅长“读懂”石块，能想象得出最终产品，并通过多次敲打来修整鹅卵石，从而打造出合适的石胚，为敲下第一块能用的石片做准备。接着，他们必须检查石核，转动着琢磨，可能会敲掉多余的部分，为下一次敲击做准备。随着时间的推移，他们的手艺更加熟练，整个过程变得更加复杂，有四五套甚至六套前期准备工序和其他石片剥离工序，只是为了得到合适的形状以制作出尽可能好的石片，这些石片一旦被敲下来就可以改造成可用的工具。学习如何制作石器的过程有点像我学习面具雕刻的过程。这并不容易，需要某种形式的教学。

我们通过最近的研究工作在考古记录中找到了这种制作过程的确凿证据，使我们能够逆向重现石片剥落的轨迹、石器的形状和制作模式。在一些可以追溯到100万年前（甚至更早）的遗址中，我们发现了从一块鹅卵石上剥落的所有或几乎所有的石片（碎片），以及最终打制而成的石器。这意味着，尽管过程非常艰难，研究人员实际上还是可以通过一片片的石片重现整个工具制作过程。[\[17\]](#)他们可以重现工具的模式、制作工具时所做的决定，以及在制作一个特定的阿舍利石器时进行的实际性敲打。最主要的是，要制作这样的工具，没有教学是不可能实现的。

一开始，一些特别熟练和有见地的人在奥杜威石片的基础上做了进一步或两步的发挥。随着新的、更好的改良工具偶尔或有意识地被制作出来，其他人也注意到了并试图去模仿。他们会与创新者一起制作工具，通过观察，跟着创新者学习敲击石块、准备石核，用他们的所学进行各种试验。但是，要让这样的创新在一个社区被保留下来，代代传承下去，需要最初的创造行为（由个人实施），以及经过更广泛的合作来增强最初的创造行为（由团体或社区成员实施）。这种工具制作过程不是一种由一代人或单个人通过反复试验的方法来开发的技能，而是一种一旦开发出来就在社区内被保留下来的技能。

生物哲学家金·斯特林（Kim Sterelny）关注到了这个问题，他问道：我们的祖先是如何在没有语言（这一点我们已经知道）、没有我们这样的脑容量和思考能力的情况下，开发并传承像制作石器工具这样一个复杂而精巧的技能的？斯特林的答案是“学徒模式”[\[18\]](#)，基本上与我学习面具雕刻的方式差不多。社区里的老年人制作石器，和社区成员一起出去搜集合适的石块，他们自己也处理这些工具，年轻的成员们则在他们面前使用甚至把玩这些工具，但这一切都是在没有学校、行会或任何我们可能当作正式的使用说明的东西的情况下进行的。

如今，我们把社会看作有特殊技能的各行各业的集合；在遥远的过去，社会很可能不是这么界定的。在100万年前不可能有固定的职业，比如工具专家、狩猎专家、艺人或育儿专家，但这与我们大多数人在博物馆或关于我们早期祖先的著作中所看到的几乎完全不相符。在这些图片和实景模型中，我们几乎总是看到同样的舞台设置：一个男人（猎人）站在那里，后背上悬挂着一个体型中等的猎物尸体；一个女人（保姆）坐着或跪着，怀抱一个婴儿；也许还有一个女人（做饭的人）正在生火，在她身边有个蹒跚学步的孩子；然后还有一个男人（工具制作者），通常年老一些，坐在那里制作石器。重要的是，要意识到在化石和考古记录中没有任何证据能说明，在过去特定的性

别或特定的年龄该做什么事情，或者那时候曾出现过上面所说的各种“职业”，一点证据都没有。我们知道，在所有的猿类中，雌性在使用和制作工具上略多于雄性，而年幼者则主要通过观察它们的母亲来学习使用工具。我们也知道，虽然雄性黑猩猩狩猎较多，但是雌性黑猩猩才在狩猎时经常使用工具。

当然，在许多同时期的人类社会中，男性比女性更多地狩猎大型动物，而女性往往主要负责照顾孩子。我们也知道，所有猿类或其他任何动物都不做诸如制作复杂石器的事情，同时也知道现代社会在技术上遥遥领先于石器时代，所以依靠人类或其他动物今天的模式并不是重现我们血统过去的最好方式。关于性别和角色专业化的假设可能会反映我们祖先的一些模式，但这些假设过多地限制了我们的观点。在考古记录中，严格的专业化更晚才出现，这是一个极其重要的转变，它改变了社区运转的方式。但我们需要记住，这个历史性转折点出现的时间不是在人类的早期。[\[19\]](#)

当然，有些人可能比其他人更擅于制作石器，正如有些人更擅于领导众人抢夺猎物、找到最好的果树、找到海龟，或者更快速地挖掘根茎和块茎。关键的一点是，群体其他成员并不是将所有责任都交给那些似乎更擅长一定技能的人来做，而是会向他们学习。知识在群体内部传播开来，使得大多数成员在一些关键的行为上至少能够表现尚可：如果这样的行为没有被分享，它们就不会在历经上百万年之后还继续存在着。

在学徒模式中，人们通过逐步效仿观察到的动作来进行阶段式的学习。这可以通过被动的教学来实现——让人们坐下来观看石器的生产过程。想象一下，三个正在劳作的成年人四周坐着一群年轻人，经过数小时对石块的打制，逐渐把大鹅卵石制作成锋利、光滑的双面石刀、薄刃斧、刮削器和砍砸器。年轻人会拿起石片、半成型的工具、鹅卵石原材料和最终成型的工具，触摸它们，跟着重复成年人的动

作，甚至尝试一遍从开始到完工的整个工具制作过程。有时成年人更为主动的指导可以发挥积极的作用。如果一个成年人看到一个年轻人每次在他开始制作工具就凑到跟前，那么在他开始打制鹅卵石侧面的时候，或许他会把石块放到年轻人手中，成年人放置的位置更合理，年轻人敲击石核就能看出效果。在这项技能中加入这种轻微的变化后，年轻人再次开始制作工具时，他会利用所学知识来从一个稍微好一点的起点位置下手。正如我在巴厘岛上看到的，学徒模式的学习仍然奏效。它是我们祖先的秘诀，现在仍然是我们的秘诀。[\[20\]](#)

这种通过学习、实践和信息共享的途径进行的技能传递反映了一种特殊的、非常人性化的能力，人类学家蒂姆·英戈尔德（Tim Ingold）称之为“赋予技能”[\[21\]](#)——这一技能总是涉及观察、互动，以及如何作为社区一员来融入这个社区。同情的品质源自感同身受。

许多动物都能表现出对自己人的关心，有时甚至还会帮助一些病患或伤者。一群狒狒或猕猴为了保护群体而集体围攻一条蛇或一条狗是常见的事，但很难看到一只猴子明显地照顾它所在群体的伤者并与它们分享食物（时而会发生）。广受欢迎的YouTube[\[27\]](#)上有一些视频显示，一些年长的母象营救一头危难中的小象，或两头成年大象从两侧扶起另一头受伤的成年象帮助它继续前行。一系列高度社会化的哺乳动物（海豚、狗、狼），甚至跨物种之间也会发生类似的行为，但动物间的相互帮助只是偶尔性的，从来都不是经常性的。而人类则会经常对别人表示高度同情并给予帮助，即使他们没有任何关系。当然，我们也会有动物王国里残酷无比的天性，这都变成了我们情感的一部分，像我们的同情心一样，但现在我们先不提这方面。

在过去的数百万年里，在我们的祖先构建和维系各种群体的过程中，成员会生病、受伤，甚至衰老并失去一些体能，这样的情况经常会发生。当这种情况发生在其他动物身上时，伤员或老者通常会被孤

立，有时甚至会遭到攻击，它就会慢慢离开群体，消失不见（它们的结局通常是死亡）。在我们人类血统中，一个惊人的转变是让老弱病残继续作为群体成员留在群体里。成员会主动帮助别人，即使是在他们会消耗一些能量，而别人又不可能直接回报的情况下。驱动母婴之间纽带的荷尔蒙行为系统，具备了超过其最初用途的其他作用。

考古学家彭妮·斯皮金斯（Penny Spikins）和她的同事们对化石记录的研究[\[22\]](#)向我们证明了这一点。她把过去的200万年分为同情出现的三个阶段。我们找到了180万—30万年前（第一个阶段）的人类获取并分享猎物残食和其他食物的证据。我们也看到了男人和女人、年轻人和老年人共同抚养婴儿的情况，以及随后出现的童年期的延长。群体内部食物的分享和广泛的照顾让我们的祖先得以成功存活，他们改造环境和被环境改造的反馈机制开始包含这些富有同情心的行为。我们甚至有他们彼此照顾的直接证据。在格鲁吉亚有180万年历史的德马尼西遗址[\[23\]](#)中，我们看到，其中一个成年个体在死亡之前只剩下一颗牙齿（我们知道，除了犬齿以外所有的牙槽骨都长在颞骨上）。这意味着群体的其他人必须为他提供易于消化的食物，也许他们甚至先把食物嚼烂再喂给他吃。

另一个例子来自肯尼亚一个有150万年历史的遗址，一个女性人属的遗迹证据显示，她可能患有维生素A过多症，[\[24\]](#)患病的原因是从食物当中摄入过量的维生素A（病因可能是食用太多的蜜蜂幼虫，因此也许这名女性生活在一个特别擅长采集蜂蜜的群体里）。这种疾病可能会导致骨质疏松，也会破坏骨头生长。这种病会潜伏很长时间才发作，她的化石显示她的身体出现了这种病的所有症状。如果她患有此病，病情发作会持续几个星期，甚至几个月，她会感到恶心、头痛、腹痛、头晕、视力模糊、肌肉能力萎缩和晕厥。这些症状会严重影响她的行动能力，甚至让她无法自理，但她幸存了下来。看来是有人照顾她。

在西班牙著名的大约有53万年历史的胡瑟裂谷遗址，有证据显示，一个孩子（可能有8岁）患有先天性单侧人字缝颅缝早闭症，他的颅骨骨骼融合过早，这会导致大脑发育的严重问题，致使他发育障碍、行动不便，也会导致他的面部、头部畸形发育。虽然他与其他人在外貌和行为上存在明显不同，但这个孩子患病后至少活了5年或5年以上的时间。[\[25\]](#)他得到了许多帮助和照顾，不然他不可能活这么久。

这些例子可能看起来并不多，但当你考虑到我们现有的这些时代的所有化石样本（其实数量不多），你会发现这样一个事实，我们所发现的化石表明，同情和关怀在当时可能很普遍。

斯皮金斯提出的第二个阶段，是30万—10万年前，同情已经延伸到社区的每一个方面。她认为，那个时候已经有很深的超越自我的情感投资的重要考古证据，更广泛的合作狩猎和食物共享、彼此照料范围的证据增多，以及埋葬的出现，都可以作为证据。她提出的第三个阶段，从大约10万年前一直延续至今天，同情的范围超越了社区，甚至超越了物种，并且可以扩展到陌生人、动物、物体，甚至是像上帝一样抽象的概念。

但是请记住，在我们变得过于暖心和感动之前，你与你自己所在的社区联系越密切，你对其他社区就越有戒心。我们知道，在我们人类血统的历史中，对于彼此相遇的社区，有一套共同的选择。我喜欢称之为“3F”（flee, flight, or fornicate，即逃跑、战斗或私通）。私通其实到最后就是某种程度的交配，但“2F和GA[\[28\]](#)”又不如“3F”那样好听。

在我们历史的大部分时间里，人口密度非常低，也就是说，群体数量少且相隔较远。当他们彼此相遇时，常常会花些时间待在一起、合作，甚至交换成员。他们群体规模足够小，通常情况下不会存在缺

乏食物或空间不足的问题，并且群体间交换成员可能对他们的社会交往有利，从生物学角度来说肯定能使他们更加健康。但是随着社区的发展、身份意识开始与特定的地点（石料采集地、狩猎场、某些河边或海边洞穴）联系在一起，对于“我们”和“他们”的身份意识会变得更强烈。群体间的争斗爆发了，我们很快就会说到我们进化故事的阴暗面，但第一个要考虑的是驯化这一关键步骤。我们将在下一章讨论。

我们能在不断扩大的社区中保持创造性吗

在过去的20万年里，看起来更像晚期智人（*Homo sapiens sapiens*^[26]）的人们散布在非洲和非洲以外的各处，他们会遇到生活在同一区域的其他人属。25000—15000年前，我们是人属中唯一存活下来的成员，是幸存的唯一的智人。

随着人类的扩散，我们来到了新的地区，见到了其他人群、动物和植物。进入新的生态系统后，我们面临着一次又一次新的谋生方式的选择。在创新繁荣期中，遍布全球的许多人类种群开始改造其他动物和植物。我们先是无意识地，然后是有目的地开始改造某些动植物的形态与行为，把它们带入我们的生活和我们的身体之中，使我们和它们之间永远彼此联系。随着社区的发展，人类学会了驯养其他动物、种植农作物，这改变了地球的面貌和生态系统的运行方式。在过去的10000—15000年里，人口数量开始增长，气候正在发生根本性的变化，冰河时代正在结束，正如我们以及其他任何形式的生命所知，世界开始发生改变了。前方有一个危险的挑战——我们创造的挑战，我们迎面碰到的挑战。

我们称自己为“双重智人^[29]”，这意味着我们有双重的智慧，或者至少我们有能力具有双重的智慧。事实证明，驯养动物和建设不

断扩大的社区是一条双向通道，上面有许多危险的弯道，而且我们还没有完美的地图为我们指路。我们有足够的创造力来指引我们走过这些弯道吗？如果没有会怎么样呢？

[1]Solnit, R., “In New Orleans, Kindness Trumped Chaos,” Yes! Magazine, August 27, 2010, <http://www.yesmagazine.org/issues/a-resilient-community/in-new-orleans-kindness-trumped-chaos>.

[2]Nowak, M., and Highfield, R., SuperCooperators: Altruism, Evolution, and Why We Need Each Other to Succeed (New York: Free Press, 2011); Fuentes, A., “It’s not all sex and violence: integrated anthropology and the role of cooperation and social complexity in human evolution,” American Anthropologist 106 (2004): 710–718.

[3]某些动物的行为十分罕见，它们的同情心让人惊奇，只不过不仅很少发生（尽管在网上能看到很多），也并非存在于任何物种之中。我发现许多雄猴和雌猴都在自己的群体中收养孤儿，就像一只狗拯救了一只小兔子，亦像一只猫哺育了几只老鼠幼崽，但这些仅仅是罕见的情况，并非狗或猫的特征（但这种行为在家畜中更常见）。有趣的是，正如我们所见，物种之间的同情心越强烈，往往它们的脑容量越大、大脑结构越复杂，社交生活也越长久。在这些物种的社会架构中，年长的雌性往往扮演重要角色（如逆戟鲸和大象）。在其他灵长类动物中，这种行为也会发生，但并不常见。

[4]我们还将一些非常复杂的社交型哺乳动物群体称为社区。黑猩猩、逆戟鲸和大象都生活在这种社区中。这些社区，包括人类社区，比单个群体具有更高层次的协调性和复杂性。

[5]Rodseth, L., et al., “The human community as a primate society,” Current Anthropology 32 (1991): 221–254; Fuentes, A., “Integrative anthropology and the human niche: toward a contemporary approach to human evolution,” American Anthropologist 117 (2015): 302–315; Fuentes, A., “Human evolution, niche complexity, and the emergence of a distinctively human imagination,” Time and Mind 7 (2014): 241–257; Gamble, C., Gowlett, J., and Dunbar, R., “The social brain and the shape of the Palaeolithic,” Cambridge Archaeological Journal 21 (2011): 115–136.

[6]这与兽群或鸟群不一样。它们往往在同一个地方组成群落，并以相同的方式协调移动（比如一群鸟类或兽类），但它们与由一群互相认识、有社交关系的个体组成的社区架构不同。兽群和鸟群的社交性更低，它们组成群落往往是为了自身安全或者进行简单的交流。

[7]Dunbar, R.I.M., “The social brain: mind, language, and society in evolutionary perspective,” Annual Reviews of Anthropology 32 (2003): 163–

181; Dunbar, R.I.M., Gamble, C., and Gowlett, J., *Social Brain, Distributed Mind* (Oxford: Oxford University Press, 2010).

[8]许多鸟也一样。任何脑容量相对较大的生物，其婴儿期似乎都要更长。

[9]McKenna, J.J., “The evolution of allomothering behavior among colobine monkeys: function and opportunism in evolution,” *American Anthropologist* 84 (1979): 804–840; McKenna, J.J., “Aspects of infant socialization, attachment, and maternal caregiving patterns among primates: a cross-disciplinary review,” *Yearbook of Physical Anthropology* 22 (1979): 250–286; Burkart, J.M., Hrdy, S.B., and van Schaik, C., “Cooperative breeding and human cognitive evolution,” *Evolutionary Anthropology* 18 (2009): 175–186.

[10]Gettler, L.T., “Direct male care and hominin evolution: why male-child interaction is more than a nice social idea,” *American Anthropologist* 112 (2010): 7–21; Gettler, L.T., “Applying socioendocrinology to evolutionary models: fatherhood and physiology,” *Evolutionary Anthropology* 23 (2014): 146–160.

[11]Aiello, L.C., and Key, C., “Energetic consequences of being a *Homo erectus* female,” *American Journal of Human Biology* 14 (2002): 551–565; Aiello, L.C., and Wells, J.C.K., “Energetics and the evolution of the genus *Homo*,” *Annual Review of Anthropology* 31 (2002): 323–338.

[12]Hrdy, S.B., *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009); Burkart, J.M., Hrdy, S.B., and van Schaik, C., “Cooperative breeding and human cognitive evolution,” *Evolutionary Anthropology* 18 (2009): 175–186.

[13]Hawkes, K., “Grandmothers and the evolution of human longevity,” *American Journal of Human Biology* 15 (2003): 380–400; Hawkes, K., O’Connell, J.F., and Blurton-Jones, N.G., “Human Life Histories: Primate Trade-offs, Grandmothering Socioecology, and the Fossil Record,” in *Primate Life Histories and Socioecology*, ed. P.M. Kappeler and M.E. Pereira, 204–227 (Chicago: University of Chicago Press, 2003); Hrdy, S.B., *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009).

[14]Hawkes, K., “Grandmothers and the evolution of human longevity,” *American Journal of Human Biology* 15 (2003): 380–400; Hawkes, K., O’Connell, J.F., and Blurton-Jones, N.G., “Human Life Histories: Primate Trade-offs, Grandmothering Socioecology, and the Fossil Record,” in *Primate*

Life Histories and Socioecology, ed. P.M. Kappeler and M.E. Pereira, 204 - 227 (Chicago: University of Chicago Press, 2003).

[15] 而且有充分的研究来证实我们的祖先是如何做到的。See Flinn, M.V., et al., “Evolution of the Human Family: Cooperative Males, Long Social Childhoods, Smart Mothers, and Extended Kin Networks,” in *Family Relations: An Evolutionary Perspective*, ed. C.A. Salmon and T.K. Shackelford, 16 - 38 (New York: Oxford University Press, 2004); Gettler, L.T., “Direct male care and hominin evolution: why male-child interaction is more than a nice social idea,” *American Anthropologist* 112 (2010): 7 - 21; Hrdy, S.B., *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009); Gamble, C., Gowlett, J., and Dunbar, R.I.M., “The social brain and the shape of the paleolithic,” *Cambridge Archaeological Journal* 21 (2011): 115 - 136; Fuentes, A., *Evolution of Human Behavior* (New York: Oxford University Press, 2009).

[16] 请注意，从“序”来看，这是生物体及其环境彼此适应的进化过程，它影响着各种生物形状的形成，并互相交织，塑造着生物体未来的形状。

[17] Delganes, A., and Roche, H., “Late Pliocene hominid knapping skills: the case of Lokalalei 2C, West Turkana, Kenya,” *Journal of Human Evolution* 48 (2005): 435 - 472; Nonaka, T., Bril, B., and Rein, R., “How do stone knappers predict and control the outcome of flaking? Implications for understanding early stone tool technology,” *Journal of Human Evolution* 59 (2010): 155 - 167.

[18] Sterelny, K., *The Evolved Apprentice: How Evolution Made Humans Unique* (Cambridge, MA: MIT Press, 2012).

[19] Adovasio, J.M., Soffer, O., and Page, J., *The Invisible Sex: Uncovering the True Roles of Women in Prehistory* (Walnut Creek, CA: Left Coast Press, 2009).

[20] Fuentes, A., “Integrative anthropology and the human niche: toward a contemporary approach to human evolution,” *American Anthropologist* 117 (2015): 302 - 315; Hiscock, P., “Learning in lithic landscapes: a reconsideration of the hominid ‘toolmaking’ niche,” *Biological Theory* 9 (2014): 27 - 41; Morgan, T.J.H., et al., “Experimental evidence for the co.evolution of hominin tool-making teaching and language,” *Nature Communications* 6 (2015): 6029, DOI: 10.1038/ ncomms7029; Stout, D., and Chaminade, T., “Stone tools, language and the brain in human evolution,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367 (2012): 75 - 87.

[21] Ingold, T., *The Perception of the Environment: Essays on Livelihood, Dwelling and Skill* (New York: Routledge, 2000); Ingold, T., “Toward an ecology of materials,” *Annual Review of Anthropology* 41 (2012): 427–442.

[22] Spikins, P., *How Compassion Made Us Human* (Barnsley, UK: Pen and Sword Press, 2015); Spikins, P., Rutherford, H., and Needham, A., “From homininity to humanity: compassion from the earliest archaics to modern humans,” *Time and Mind* 3 (2010): 303–326.

[23] Lordkipanidze, D., et al., “A complete skull from Dmanisi, Georgia, and the evolutionary biology of early Homo,” *Science* 342 (2013): 326–331.

[24] Spikins, P., *How Compassion Made Us Human* (Barnsley, UK: Pen and Sword Press, 2015); Spikins, P., Rutherford, H., and Needham, A., “From homininity to humanity: compassion from the earliest archaics to modern humans,” *Time and Mind* 3 (2010): 303–326; Walker, A., Zimmerman, M.R., and Leakey, R.E., “A possible case of hypervitaminosis A in *Homo erectus*,” *Nature* 296 (1982): 248–250.

[25] Gracia, A., et al., “Craniosynostosis in the Middle Pleistocene human cranium 14 from the Sima de los Huesos, Atapuerca, Spain,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (2009): 6573–6578.

[26] 后一个 *spaniens* 表示亚种（详见第一章）。

[27] YouTube, 美国视频网站。——编者注

[28] GA, 即 *Get Along*（相处）的缩写。——编者注

[29] 双重智人, 为原文 *double sapiens* 的直译, 实为 *Homo sapiens sapiens* 之意, 即晚期智人。——编者注

第六章 食品安全的实现

打开世界上几乎任何一个地方的橱柜，有可能你所看到的每一种食物99.9%都不存在于人类的进化史中。不只是包装和加工方式不存在，甚至连食物本身也不存在。几乎每一种我们所吃的植物或动物，以及我们每天看到的大多数动植物，都是受人类影响和加工的产物。狗、猫、鸡、牛、马、鸽子、仓鼠、豚鼠、老鼠、猪、山羊、绵羊、美洲驼、羊驼、水牛、鸭、鹅、兔子、火鸡、三文鱼、金枪鱼、罗非鱼、苹果、橙子、木瓜、芒果、李子、西红柿、胡萝卜、香蕉、豆类、大米、小麦、啤酒花、土豆、红薯、山药、洋葱、甜菜、韭菜、生菜，卷心菜、桃子、油桃、辣椒、香草、杏仁、腰果、胡桃、向日葵、玉米、西葫芦、南瓜、黄瓜、可可、柠檬和酸橙，这些不过是在人类进化的最近阶段我们创造过或改造过的动植物的一个小小的清单。

虽然我们今天所吃的几乎都是一些种植的植物或经过驯养的动物，但在大多数情况下，这些动物或植物的原始版本已经不复存在。但有谁会在乎呢？当我们坐下来吃一顿团圆饭、翻看冰箱，或者拿上一个在附近汉堡店、咖喱餐馆、墨西哥餐馆购买的便当时，通常不会去想人类创造性地驯养动物和种植植物的历史。

我们需要我们的食物能有所贡献。除了提供宏量和微量元素之外，食物已经成为我们社会和情感生活中的一个核心部分。我们希望食物口感好、易消化，并能满足我们对甜、辣、咸、脆、劲道、暖、凉的需求，让我们身心愉悦。我们很多人希望全年都有各式各样的食物，当我们走进一家商店却找不到我们想要的水果、蔬菜、肉块或香料时，我们就会心烦意乱。很久以前，食物就不再仅仅是果腹之物，

对许多人来说，食物是一种生活方式。我们创造了食物，但它也在一定程度上创造了我们。

现在有一场关于转基因食品的争论，当科学家们将水母和细菌的基因植入西红柿和草莓中时，人们会感到不安。但撇开转基因水果的冲击值和正当的道德、伦理问题不说，我们不得不承认，这种现代化的实验室操作以及使用激素、农药和其他一系列人工发明来改造我们的食物，是人类创造力的直接结果。我们今天的生活，以及我们赖以生存的食物，是数千年来人类操作和重新创造其他动植物机体和生命的产物，但这并不意味着我们目前的生产、分配、消费和控制食物的方式符合我们所有的最大利益。

在人类进化的大部分时间里，获取食物是非常困难的。想要使食物变得容易获取，从根本上来说，是一个把我们周围的世界纳入我们生活的社会结构中的驯化过程。驯化的故事不仅仅包括对食物的创造，对我们和其他物种来说，也是一种对新生活的创造。

一个严峻的考验

黎凡特是位于地中海东部的一个地区，北至今天的土耳其，南至今天的以色列，绵延大约750英里，从海岸到内陆的长度是250—300英里。从时间上看，在17000—5000年前，这里是一片茂密的橡树林，原始开心果树和橄榄树的祖先遍布其中。在春季和初夏，坚果可随时采摘；从夏末到晚秋，大量水果到处可见。这个地区四季分明，气候比较宜人。这里猎物很丰富，遍地都是种类多样的羚羊、野牛、野猪、鹿，连山部地区都有高地山羊和野山羊。这是一个物产丰富的地区，是人类社区繁荣发展的最佳场所，也是人类改造动植物的最佳场所。

在这片区域，我们发现越来越多18000—14000年前生活在这里的人们使用石碗和研磨器具的证据，种子、叶子和果实的遗迹表明人们对这个地区丰富的植物资源进行了更为有效的利用。当人们在较小的区域间来回迁徙时，丰富的猎物使人类群体规模稍有增长。在13000—12000年前的这段时期，在地中海东部的黎凡特地区的一些遗迹表明有些人类群体的几代人都生活在相同的地方。这些群体大力开发当地的植物和动物，他们不仅能够生存下来，而且可以繁衍下去，甚至开始建造房舍。这些考古遗迹是我们将这群人称为纳图夫人（Natufian）的证据。[\[1\]](#)

这些遗迹对我们理解人类物种历史上最重要的一个事件起着不可低估的作用，即我们人类是如何从半游牧的狩猎采集者的生活转变为定居的、驯养家畜的田园生活的。[\[2\]](#)这些纳图夫人不从事农业种植，他们不像我们所知的那样种植、收割农作物，但他们依赖许多野生作物，有选择性地取用一些、留下一些，如此开始改造所利用的作物。他们也狩猎，我们在他们居住地的遗址和墓穴中发现了羚羊、野猪、野牛、海龟、小型哺乳动物和鸟类以及其他动物的残留。最引人注目的是，纳图夫人建造了房屋。他们用石头和木头建造了一些小房子并加以维护，1万年前他们的村庄人口增长到300—500人，突破了邓巴所提出的人类最大群体规模为250人的人口极限。

纳图夫人和地球上同时期很多其他群体的墓葬有助于我们了解这个转变。有些人的墓中有许多陪葬品，其中包括狩猎的工具和武器、用于处理和盛放食物的碗和小型工具、用于采集和加工野生作物的工具，以及他们驯养动物的痕迹。陪葬品中会有一些动物和植物，这种现象反映了他们内心深处已经把这些其他物种深入地带进了他们的生活和社区中。正是这些人骨中蕴含着最丰富的信息，能够直接告诉我们他们的生活状况，以及最初向驯化的转变对人类产生的影响。

许多依靠狩猎和采集生活的社区在20000—15000年前生活得很好。他们的人数增加了，也没有太多资源缺乏的压力。什么都拥有得更多，这使他们创新的机会变得更大。由于社区之间联系的加强，一旦创新在一个社区出现，其传播的可能性就更大了。高价值的石块和其他货物的贸易能够跨越数百英里。精心制作的工具包括鱼钩、针、倒刺鱼叉、骨尖梭镖、锋利的石刀、石碗、研磨石器分布广泛。人类社区，特别是在海洋、森林、河流、沼泽和草原附近的富饶地区（比如当时的黎凡特），通过使用改良过的工具组合，能够从较小的区域获取更多的资源。对于这些人们来说，游牧的需求减少了，最终消失了。

这些日益定居的社区偏爱某些种子和水果。他们狩猎鹿、羚羊、野牛，有时他们只狩猎年轻的成年雄性猎物，把怀孕的雌性留下，或留下一些动物群体以让它们重新繁衍到一定数量。当狩猎成年动物的时候，他们有时只捕到幼崽，就把幼崽带回自己的社区进行饲养，也可能不吃——有时这些幼崽长大并经过长期和人相处，就成了宠物。由于人们开始在同一个地区居住更长的时间，他们的定居点（以及他们产生的垃圾）开始吸引其他动物。像这样的人类社区创造出了一种新生态，对某些动物（比如猪、狗、鸟）来说很有吸引力。10000—5000年前，人类四周的植物和动物在机体和行为上都发生了改变。驯化是对植物或动物的一种改变，以突出它们最有益于人类使用的部分。拿小麦或水稻来说，这能让种子（谷物）变得更大，抑制了种子落地生根的能力，使得它们只有通过人类播种才能长出下一代植物。拿山羊或奶牛来说，对它们的驯化是让温驯的小山羊或小牛待在人类定居点的里面或周围，学会听从人类的指令，生长的速度变得很快，并能为人类提供肉、奶、骨头和角。对于狗的驯化过程我们不是很清楚，狗和人类似乎互相驯服，因为事实证明，驯狗是为数不多的人类并不是为了肉食而开始的驯化实验。

从奶牛和山羊到无毛犬的养殖再到长有12磅胸脯肉的火鸡，驯化的产品反映出人类的想象力。奶牛、山羊、狗，当然还有火鸡，如果按照它们自己的进化路径的话不会拥有现在这些形状、行为和模式。但驯化并不是出于人类的人为操控，最早的驯化是创造性狩猎、采集和社区建设的意外结果，这成了我们历史早期部分的特点，而且驯化是相互的：我们改造了它们，它们也改变了我们。我们同那些奶牛、山羊和无毛犬有紧密的联系，这种联系要比我们认为的更密切。

改造动物

12400多年前，在位于今天约旦一个叫作欧云 - 阿尔哈曼的遗址里，一群人挖了一个墓穴，安葬了两具尸体，其中一具伏在另一具上面，一具是成年女性尸体，另一具是成年红狐狸的尸体。他们又放入了一些工具，加了一些红色颜料，然后把墓盖上了。[\[3\]](#)大约在同一时间，在今天以色列北部的艾因迈拉哈纳图夫遗址，另一群人站在一个长有橡树和阿月浑子树的果园里，把一个年轻的女性埋葬在一个浅墓穴里，将死去的小狗放在她的头旁边。他们把她的一只手放在小狗身上，然后把她和小狗埋在了一起并把墓穴密封起来，[\[4\]](#)这是一个感人的画面，也是一个驯化的具体证据。

考古学家格雷格·拉森（Greger Larson）和多里安·富勒（Dorian Fuller）最近总结了三种驯化动物的主要方式。[\[5\]](#)他们称这些过程为“三个途径”，即共生、猎食和直接驯化。

共生途径用于狗身上，是人类和他们感兴趣的其他物种至少在开始阶段所拥有的最互惠共生的关系。在这个途径的开始阶段，人类并没有刻意这么做，相反，是其他物种先黏在人类的四周。当另一个物种被人类生态吸引住时，共生的途径就开始了。[\[6\]](#)这开始于某个特定

物种的一些个体或群体由于被人类所做的某件事情所吸引，开始在人类社区生活。人类在营地附近留下了垃圾堆，这些垃圾本身又是小动物的食物，可以促进这个途径的发展。人类在夜间用火，可以保护人类营地的外围安全，这也能吸引一些动物过来。当人类社区开始定居，所有这些人类生态的特点逐渐显现出来，对一些动物来说非常有吸引力。那些真正对人类的生活方式感兴趣的动物就是在生态上与人类相关联的动物。[\[7\]](#)

人体身上的虱子和野鸽变成了与人类生态有直接关联的动物，这意味着它们必须与人类一起生活才能生存。其他与人类生态有关联的动物和人的关系变得更加有创造性，它们从被人类的生态特点所吸引到习惯了人类的存在，如果再辅以一点点的相互改造，就能达到驯化的程度。和人类相关的动物与它们的野生亲属不会马上分开，它们之间可能有一段基因交换的时间，但最终，与人类生态相关的动物会完全融入人类社区，它们用在人类火炉边的家代替了它们与野生亲属的亲密关系。让我们重回到这个话题——我们最好的朋友，狗。

30000—25000年前，有两种哺乳动物在北半球繁衍得非常好：灰狼和人类。两者都是高度群居的动物，过着复杂的集体生活，都对群体有一种强烈的忠诚感，都能共同照顾幼小，都有超常的狩猎能力，但我们人类有更多的长处：大脑、拇指、工具、火、语言（此时已有），甚至在一些地区（如黎凡特、非洲北部和南部、南亚、欧洲中部和东部），人类会想出如何更少地迁徙而定居的方法。人类社区和狼群曾发生过无数次冲突，特别是在争夺猎物的时候。当人类进入一个地方，狼会注意到一个新的顶级猎食动物正在那里，它们必须退而求其次，把头号交椅让给人类。它们开始追随人类狩猎者，试图尽它们所能食腐，有时甚至会挑战人类，当人类落单时抓住其中的一两个人并吃掉，但大多数时候，它们会躲避人类手中挥舞的锋利梭镖、箭和火把。[\[8\]](#)

随后事情开始发生变化。狼群在人类周围的时间越长，这群狼或狼群里的某些成员越有可能一直不离开夜间保护人类的火和相对容易获得的食物。起初人类会用武器和喊叫把狼赶走，但一段时间后，狼仍然会坚守在人类进攻的范围之外，总是在人类附近逗留。狼随后改变了它们的狩猎方式，它们开始跟随人类，人类走到哪里，狼就跟到哪里，人类找到新营地居住上一两个季节，狼群就逗留在营地四周。在几代人之后，狼的变化也影响了人类，人们开始容忍狼群的存在。这些人类发现狼群的存在会带来几个好处。如果夜间有其他猎食动物或大型动物靠近人类营地时，狼群就会发出声音；狼群在人类捕猎的时候也尾随人类，当它们去寻找较大的猎物时有时会逐出那些人类可以抓住并吃掉的较小的猎物。最后在某个时候，狼的幼崽或小狼来到人类的营地，它们有的被遗弃了，有的受伤了，有时人类会照料它们而不是杀死它们。人类与狼之间真正的关系开始发生了，开始互相依赖，成为对方安全的保障，也变成了彼此的狩猎伙伴和朋友。[\[9\]](#)

随着人类综合创造力的增强，在人类社区里面和周围的小狼也发生了变化。我们的祖先开始注意到狼的幼崽和成年狼在习性上的差异。这些习性改变对狼与人类社区的和谐相处、狼熟练地听从人类的指示，甚至狼与人类的孩子的互动交流产生了影响。一些狼对人类表现出更多的依赖，对人类的指令反应更加灵敏，更不可能为了争夺猎物而与人类发生争斗，有些狼甚至紧紧黏在某些男人、女人或者孩子周围，跟随并看护着他们。这些狼把对狼群的忠诚变成了对人类的忠诚，于是人类就想出了一个办法去改造它们。随后人类就发现与狼的幼崽相处不久，它就成了人类最好的朋友。当我们的远古同类开始有选择性地花时间与最好的、对人类最友好的狼幼崽待在一起，狼的行为和身体发生了变化，于是它们就变成了狗。在20000—15000年前的考古遗迹中，我们发现了像狼一样的骨头，[\[10\]](#)但骨头显示出了驯化的迹象——骨头更小，更没有棱角，更像小狗。有可能这是狼（灰

狼）已经足以被称为狗（犬科）的第一个迹象。它们几乎在同一时间大幅度地改造着我们。

我们是如何知道这些的？在黎凡特和中亚地区有丰富的早期狗化石，在15000—10000年前，人类的许多社区都有与我们如今称之为家犬的大小和外形相符的动物。早期纳图夫人的墓穴并不是唯一被发现的墓穴，在亚洲中部和东部以及美洲大陆也发现了类似的坟墓和遗迹。我们还知道所有现存的狗的基因都来自30000—20000年前的常见的狼祖先，这意味着大约在那个时候，狼和狗的种群作为不同的种类开始分化。[\[11\]](#)当然，狼和狗之间还可以顺利交配，还可以毫无障碍地把彼此看作交配方。我们称它们为不同的物种，但它们可能不这么认为。

狼变成狗的过程是由一个非常绝妙的实验来证明的，实验所用的狐狸来自俄罗斯北部。这是一个有创意的实验工程，演示了人类对特殊物种幼崽的照料是如何快速并强烈地影响犬科动物的身体和生活的。[\[12\]](#)1959年苏联科学家德米特里·贝尔耶夫（Dmitry Belyaev）开始在狐狸养殖场选择对人类最友好的狐狸幼崽，并把它们与其他狐狸分离，让它们繁殖并生活。他的这项工作由俄罗斯研究员柳德米拉·特鲁特（Lyudmila Trut）继续开展。[\[13\]](#)在经历了短短40代狐狸（刚刚超过50年），他们就发现了狐狸在行为和长相上更像家养的狗。它们会发出呜呜声、舔东西、搂抱人，与人类之间、彼此之间表现出亲密的行为。它们的耳朵很松软，尾巴卷曲，毛有不同颜色。事实证明，对某些行为特征进行精细的选择会对荷尔蒙和发育系统的运行方式产生影响，并导致它们出现松软耳朵和卷曲尾巴的“驯化”形态。

并不单单只是我们在改造狗，它们也进入我们的社区生态系统之中，利用我们自己的一些生理机能来改造我们。在这方面一系列大量的最新研究表明，狗已经参与了我們人类所具有的荷尔蒙和精神神经

内分泌途径，学会了我们人类共同照顾幼小和互相照顾的强大能力。还记得人类有同情心吗？当我们改造狗的时候，它们也改造了我们：它们融入我们的社区，开始学会激发人类社区成员彼此之间的同情心。多个研究小组的工作表明，狗进入了人类催产素反应系统（催产素是我们血液中的一种激素，也是我们大脑中的神经传递素，可以瞬时传递信息）。有些人甚至提出，正是这种关系，使得我们的直接祖先变成了更好的猎人，也许给了我们所需的额外的社交和生态支持，使我们在所生活过的所有栖息地上都能成功繁衍。没有大量进化成现代人类的其他群体的人类（比如尼安德特人）从未把狗看作朋友，[\[14\]](#)看看他们现在是什么下场！人与狗之间互相促进的关系无疑是我们物种成功进化的原因之一。

还有一些其他的动物通过共生的途径成为驯化动物：猫，当然还有大老鼠、小老鼠、豚鼠、鸡（起源于4000多年前开始在亚洲的人类社区旁逗留的红原鸡），甚至还有鲤鱼。但是大多数驯化的关系并不是从互惠互利开始的，而是随着人类的狩猎模式变得更有创造性而开始的。

猎食途径始于人类的行动。当人类开始定居下来，甚至开始初步农耕的时候，他们继续在村庄周围狩猎大小动物。然而，许多社区很快就注意到，如果他们不放过一种动物的所有成员的话，这种动物就开始变得稀少，甚至消失了。这意味着狩猎小组必须去到离村庄很远很远的地方才能捕到猎物，狩猎投资的回报率就下降了。一些创新能力差的村庄，继续捕猎一种动物的所有成员，他们很快发现自己营养严重匮乏；[\[15\]](#)其他村庄则利用我们人类的观察、创新和协调能力来想出了替代方案。

大多数最好的猎物，像牛、绵羊、山羊、驯鹿、水牛和猪的野生祖先，不会被吸引到人类的垃圾场，仍然像狼、狗和其他共生途径的物种那样狩猎（猪可能被垃圾场所吸引，但人类猎杀它们为食，所以

这种吸引没有维持很长时间)。这些动物会对人类非常警惕，因为人类在20000—15000年前是它们周围的顶级猎手。标枪、弓箭、长矛和各种各样的陷阱让人类在它们生活的几乎每一处环境中都变成了可怕的猎食动物。人类很固执，花了很长时间才意识到，不加选择的狩猎对他们的长远利益不利，于是他们开始对野生猎物种群进行分类。许多猎食动物追踪年幼的、年老的或受伤的动物，但它们这样做是因为那些目标猎物更容易捕杀，而不是因为在它们心中有个管理规划。然而，人类知道捕猎什么猎物和猎物的反应，以及它们在接下来的几年里会变得多么的稀少。我们在12000—10000年前被吃掉的动物的骨头里可以找到一些证据，人类会优先选择吃掉年轻的雄性动物而避免吃掉雌性，[\[16\]](#)尤其是怀孕的雌性动物。

如果人类有选择性地捕捉猎物，着眼于确保猎物的繁殖不受到影响，猎物种群或群体的社会结构不被完全破坏，猎物种群规模就能够保持相对稳定，甚至还会变大。[\[17\]](#)

当一个人类社区停止狩猎雌性野牛时，这群牛会慢慢容忍人类的接近。由于我们的远古祖先早已观察过猎食动物，并了解它们的习性，而更晚期的人类祖先通过观察野牛，可能已经开始掌握了野牛的生命周期，并做出了一些有风险但富有创造性的冒险。他们开始把一些小牛带进村庄，然后修建围栏，试图让它们活下来，最后他们成功了。他们一直在观察着牛的传宗接代，知道牛的生命周期，彼此分享已知的信息，共同提出养牛的想法，于是猎物的驯养就这样诞生了。人类在与牛、羊、猪、美洲驼和山羊生活在一起后，就像驯养狗一样，通过直接操控而改造它们的一点行为和形态就是一项简单的任务了（为了获得羊毛、牛奶产品，以及肉类产量的快速增长）。选择特定类型的动物来养育是走向现代家畜的第一步，也是汉堡包得以出现的第一步。

动物驯化的第三种模式是直接途径。在10000—6000年前，大量的人类社区迁移到了村庄和城镇居住，有一些狗在他们住宅四周的耕地奔跑。人类的需求发生了变化：他们需要携带大量物品穿梭于村庄之间，需要额外花力气把土地变成耕地，需要满足日益增长的贸易需求，还需要解决冲突和潜在增长的暴力……所以，人类使用在早期驯化过程中所学到的知识，开始以野生动物为目标改变它们的用途，有意识地改造这些动物，并让它们提供一定的服务。对于捕获的驴子和骆驼等动物，有选择性地让其繁殖，然后将它们训练成运载动物，马也是如此。甚至连蜜蜂都被引入人类社会为人类酿造蜂蜜。更早进入人类社会的物种具备了新的功能：水牛、绵羊、羊驼和许多其他的动物经过训练和改造，为人类提供体力，生产多余的羊毛和其他产品。人类也开始捕捉和驯化更小的猎物，为人类提供更精细的食物来源（比如兔子、鸭、鹅，以及其他许多种鸟和鱼），有些变成了人类的宠物（比如仓鼠、沙鼠和龙猫）。

我们现有的驯化动物，不管它们是通过共生途径还是通过猎物途径开始的，都是直接驯化的产物。一旦我们人类发现我们可以控制、改变和选择动物的模式、品种和行为，我们的创造力（有些人会说我们人类很残酷）就会腾飞。想想荷尔斯坦因奶牛、所有狗的品种、花式表演鸡，以及全世界范围内的家养宠物：动物的驯化是通过人类的行为来创造和维持的一个全球性的生物和生态事实。这一切都发生在我们人类进化史的最后一瞬。

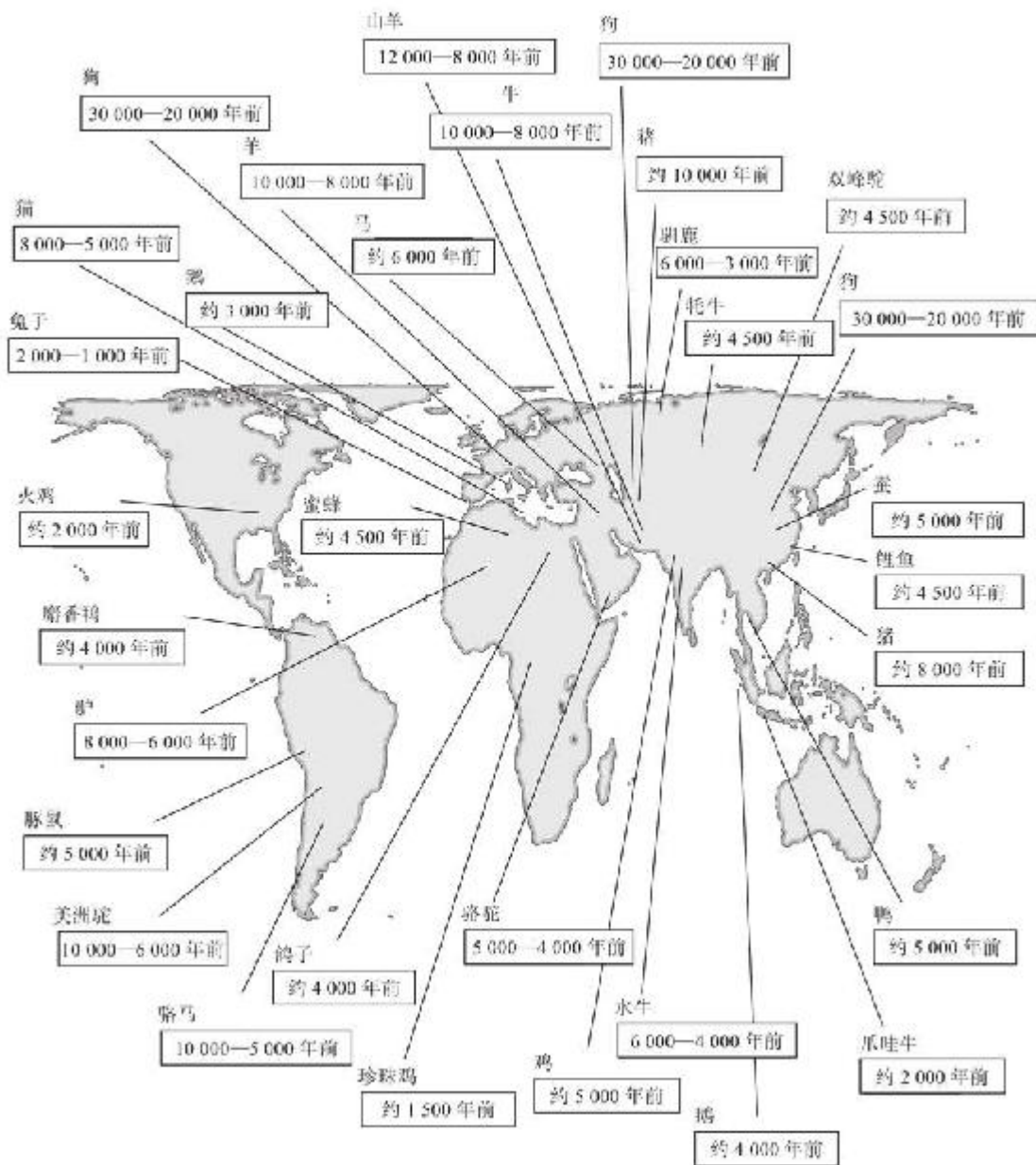


图7 动物的驯化

森林什么时候变成了花园

对于不细心的观察者来说，12000—10000年前的东南亚热带雨林看起来和它之前和之后的热带雨林非常相似，下冠层有大量的棕榈树

和带刺的植物，以及形状和大小各异的高耸入云的茂密的树木。但在研究人员看来，通过花粉分析、挖掘土壤来观察以前的森林、重建过去的风景，会出现一个模式：森林里的植物物种在出现频率和密度上正发生着变化。一些棕榈树、果树和葡萄树变得越来越普遍，另一些则正从一种生长模式向另一种生长模式转变，还有一些正在逐渐消失。随着气候的变化和海平面的升降，人们会预计到森林里植物的这类变化，但在东南亚热带雨林发生的这些变化与气候没有明确的关联，而是其他东西开始改造森林的外观和运行方式，[\[18\]](#)猜猜是谁？

千百年来一直生活在东南亚森林里和周围的人属没怎么改变这里的生态，但远至15000—10000年前，人类开始有针对性地利用某些种类的树木，因为人类喜欢它们以及它们的水果、坚果、树叶，或者要使用它们的树皮或它们又长又密又细长的茎（或藤）。人类会把阻碍他们进入森林的小爬藤移开，或者拔掉挡路的小树苗，为人类喜爱的树木开辟生长和繁衍的新空间。人类甚至可能已经开始保卫某些树木免遭其他动物破坏，并在果实成熟的季节不让鸟靠近。

12000多年前，在今天墨西哥中部和北部的人类社区沿着物产丰饶的湖泊和茂盛的山谷狩猎和采集食物。火山土壤为植物的生长提供了肥沃的土壤，人类越来越多地利用这些植物。人类大量食用在地上种植的学名叫作西葫芦的笋瓜。由于它们果肉多，易于携带、储存、烹饪和食用，所以它们变成可以种植的一个完美对象，这就是为什么今天我们有它们的后代：南瓜、西葫芦和冬南瓜。到10000年前为止，食用它们的人类社区发现了种子大和植物生长迅速之间的关系，[\[19\]](#)他们选择种植那些个头大、生长速度快、种子较大的笋瓜。随着时间的推移，大多数笋瓜都反映出了人类所喜爱的这些特质，由于人类的创造、选择和操纵，笋瓜变成了种植的植物。

大约在同一时间，美洲（以及当今世界的大部分地区）最著名的植物——玉米也正在与人类形成改造关系。可能早在10000年前，[\[20\]](#)

但肯定在6000年前，小而美味的玉米逐渐成为人类社区的主食。有充分的证据表明，今天的玉米源自一种很高、叶子很宽的叫作玉蜀黍的近缘草本植物。当玉蜀黍结棒子的时候，棒子上有5—12个玉米粒（种子），覆盖在其坚硬的外壳之内。人们费些劲就可以打开成熟蜀黍的外壳，取下玉米粒，把它们捣碎或加以烹饪。它们是很好的食物来源，但做一顿饭需要很多玉蜀黍。[\[21\]](#)在10000年前，人类社区在今天的墨西哥开发了一些土地来种植玉蜀黍，但人类认为他们可以做得更好。像种笋瓜一样，人类有选择性地采集玉蜀黍的棒子，甚至更有选择性地播撒种子，慢慢地改变了玉蜀黍的棒子，玉米粒开始依附在更小的棒子上面，而不是长在坚硬的外壳上。这些人类社区并没有就此停止，他们开始把重心放在挑选外壳上，偏爱那些外壳柔软的、更容易剥开的玉蜀黍，只播种那些棒子上有更多玉米粒而不是更少玉米粒的玉蜀黍。历经大约4000年的进程，他们创造了玉米：第一个真正能被完全辨认出来的干玉米棒子发现于可以追溯到大约6000年前的考古遗迹[\[22\]](#)（遗传学告诉我们它是于大约10000年前从玉蜀黍分化出来的）。

但是新作物、人类的新创造和很多合作（种植和收获是全社区的工作）并没有停滞不前。在大约2000年的时间里（6000—4000年前），玉米种植业遍布墨西哥北部，横跨今天的美国西南部和东南部。人类不满足于仅仅创造新的生活和新的生活方式，他们也在社区间、跨越时间和空间分享新的的生活和新的生活方式。

今天的一种作物——水稻，也就是大米，是近50%的地球人口的主食。在亚洲过去的9000年里，[\[23\]](#)历经多次培育，这种小粒谷类作物在人类和其他动物的生活中扮演了一个重要的角色（一个相关的物种，非洲水稻也在非洲种植）。在过去的3000—4000年里，不同的社群把水稻改良成多种形式，通常分为短粒大米（现在称为粳稻，起源于中国）和长粒大米（现在称为籼稻，起源于印度）。与水稻亲缘最近的野生水稻是稻属的另一个物种，叫作野生稻。野生稻是一种韧性

很强的草本植物，繁生在沼泽地区，有坚硬的红色种子，能吃但很难咀嚼，而且沼泽地里杂草丛生，不好控制。那么，人类是如何，并且又是为什么把他们的聪明才智集中在这种作物上面的呢？

我们知道，12000—8000年前，在今天的中国，人类社区正变得越来越安定，人们开发了储存食物的多种方法。早期稻种（野生稻谷）和橡子的仓库在珠江和扬子江流域被发现。[\[24\]](#)像野生稻这样的早稻，最大的麻烦（除了谷粒产量有限之外）就是随着稻粒成熟，它们就从稻草上脱落并掉进沼泽的水里或泥泞的土壤里，要么被鸟类和其他动物吃掉，要么发芽重新开始新的生命周期。如果这些稻粒能保留在稻穗上，人类就能把稻穗摘下来，把它们带回人类的栖息地或村庄，然后把稻穗往硬的地方摔打来把稻粒弄下来（现在这个过程叫作脱粒）。一些社区的人开始看到他们采集的野生稻穗也有不同的种类，有些稻粒紧紧长在稻穗上，有些则没有。

生活在珠江和长江周围的人群能有选择性地采集稻穗，他们不要那些稻粒容易脱落（掉粒）的稻穗，更多的时候只采集那些不容易脱粒的稻穗。有基因证据表明，人类开始通过拔掉那些容易脱粒、秸秆易折的水稻来保留那些不容易脱粒、秸秆更耐折的水稻。水稻的一种特定的基因突变使稻穗和秸秆之间的连接组织变得坚韧，这样稻粒很难脱离稻穗，这种基因叫作不易脱粒，正式的学名叫作sh4（落粒性基因shattering-4）。这种基因现在自然会再次出现，但在大多数水稻科中又迅速消失，因为有这种基因的作物在繁殖时有其自身的不足（稻粒难以脱落）。但是在7000—5000年前，sh4基因突变出现在大多数耕种水稻中，人类注意到了突变的影响，通过采取有利于那些作物的措施，使这种水稻作物的基因变体存活下来并传播开来。今天的我们实施了很多基因工程，而这就是人类早期基因工程的一个很好的例子。富有创意的人类事业在水稻作物上传播基因变体，永久性地改变了水稻，但这也造成了一个问题：如果没有稻粒脱落，收获是如何发生的？让我们重回到（协作）劳作中来，很多很多的协作劳作。

水稻喜欢潮湿的环境，虽然有许多品种的现代水稻能在旱地上生长，但是大多数水稻，包括所有的早期水稻，都需要在潮湿甚至水淹地区才能够长得好。每一株水稻上所结出的稻粒都不多，所以需要许多很多株水稻才能养活人类。如果这些秸秆不能够自我繁殖，这意味着人类不仅要采集和脱粒（以得到稻粒），也需要每个周期（每年一次，甚至每年两次）重新播种，如此才能有新的水稻产出新的稻粒。对于一个即便只有几百人的人类社区来说，也至少要有成千上万株水稻需要采集、脱粒、分类（吃饭用的稻粒和播种用的种子）、加工（食物和播种），才能满足食物或播种的需求。如此周而复始。

这个复杂的季节性过程与黎凡特和欧亚大陆中部小麦和其他谷物的故事有相似之处。地球上的人类社区在种植其他作物时也经历了类似的过程，如安第斯山脉的土豆、非洲的小米和大米、东南亚和南太平洋的香蕉、北美洲的向日葵，不胜枚举。

植物的形状、基因和生命周期发生了变化，由此对生态系统也产生了影响。再次重申，我们改造了其他物种的生命和机体，我们自己也正在被改造着。

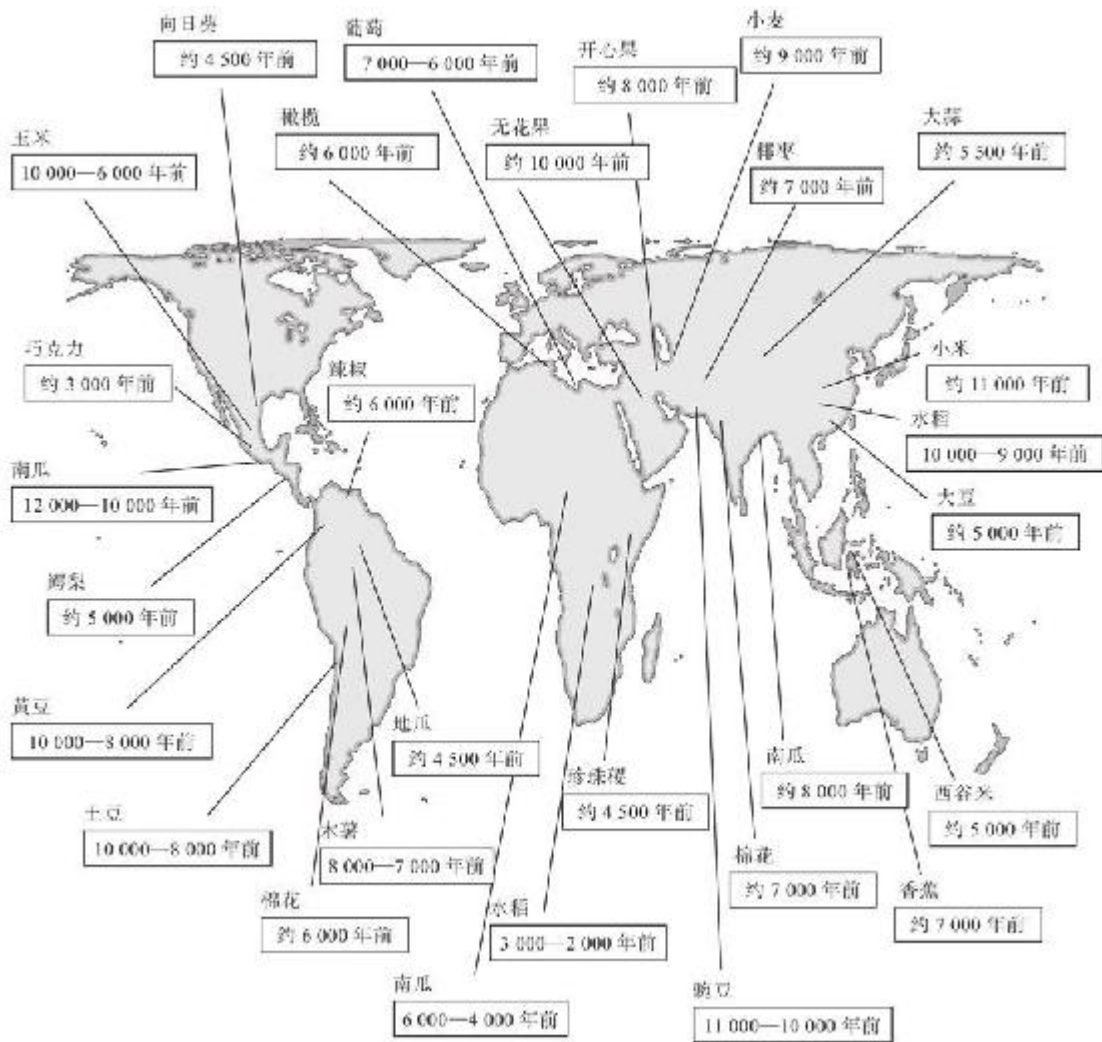


图8 植物的种植

驯化自己

12000—7000年前，许多社区的人类经历了一个转变，即从影响周围动植物的定居狩猎采集者转变为大量耕种农作物和驯养家畜的完全的农民和牧民。这种转变非常普遍，很多人口都发生了转变。这种转变对这些社区来说既有吸引力，也能给他们带来好处，但当我们看这些早期的农耕社区的考古记录时，遇到了一个棘手的难题：最初向农耕的转变使人类的健康恶化了。

那么为什么第一批农民要坚持下去呢？在转型时期之前不久，定居的狩猎采集者群体非常健康，似乎生活得很好，在我们物种的历史上名列前茅。随着向农耕生活的转型，他们的健康逐渐恶化，[\[25\]](#)社会不公和男女不平等在考古记录中也体现出来，在我们物种的历史上，出现了人类社区间爆发第一次大规模的协同冲突（战争）的证据。

三个关键的原因解释了为什么尽管很艰难，人类还会坚持耕种：

- 食物来源的稳定性。
- 人口的增加。
- 固定在一片土地上。[\[26\]](#)

第一个原因很容易理解。一旦开始种植自己的作物，你就有了许多新选择。你可以提前计划，比如，大家知道我们可以种植一定数量的小麦或水稻，它们会提供足够的食物让我们维持一定的时间。如果你有山羊、绵羊或鸡来作为食物的补充，就会有食物的双重选择，再加上你可能还在你的居住区域做一些采集和狩猎。

第二个和第三个原因是我们可能称之为恶性循环的部分。最初，农业和家畜驯养意味着人类的孩子能得到稳定的食物，可以长得快一点，母亲们可以在婴儿刚出生的关键时期依此获得她们所需要的营养来哺育婴儿。她们能够持续摄取蛋白质和碳水化合物，再加上她们能够做饭并把饭捣碎，意味着婴幼儿可以比游牧狩猎采集时早些断奶而吃一些辅食。[\[27\]](#)这意味着两胎生育间隔的时间缩短了，总体的出生率上升了。随着农业的发展，婴儿的出生率越来越高，[\[28\]](#)结果就是人口得到快速增长。[\[29\]](#)

恶性循环是由第三个原因来完成的：一旦人们致力于农业，几乎不可能轻装上阵，收拾好行装就走。人们把所有的时间和精力都投入到了种植农作物上，但它们又不能随身带走。人们已经建立起村庄和地方用来加工和储存粮食，社区发展得更大，孩子的数量更多。人们不能只是卷起铺盖就走人，如果他们这样做了，就会失去一切，并把群体置于致命的风险之中，想想那些远离英国故土后的清教徒们所遭遇到的艰难困苦（以及他们是如何得到北美洲原住民的帮助才得以幸存下来的）。此外，如果农业已经扩散到了你所在的地区，大部分其他优质地段很可能已经被其他社区所占领。如果你需要搬家，你搬去哪里？你如何搬运你所有的行李？找个地方定居下来，社区通过慢慢壮大，规模会远超游牧时的大小。人们一旦定居下来，致力于农耕生活，人类社区就长期固定下来，不管是好是坏。但是“坏”起来会相当糟糕，骨头化石告诉我们一个故事。

农业的出现与人类牙齿中蛀牙的成倍出现相关。蛀牙是一种疾病，通过细菌发酵能去除牙齿的矿物质，并把牙磨损坏，从而影响牙齿的牙釉质。有没有想过我们没有牙膏怎么办？细菌发酵主要是由碳水化合物引起的，农耕作物中的碳水化合物含量比野生作物高出许多。在口腔健康研究中，研究人员指出，农耕者中患蛀牙的数量是狩猎采集者患蛀牙的数量的4倍，[\[30\]](#)尤其是当这些农耕者把农作物煮熟，做成糊状粥时，这些食物残渣可以隐藏在牙齿之间的空间内，并迅速发酵（于是，牙线和刷牙便应运而生）。在他们的一生中，掉牙的情况在农耕者当中也比在狩猎采集者中要常见，这说明碳水化合物的增加和饮食种类的减少也可以导致牙周疾病，使牙根和周围的牙龈变得脆弱。[\[31\]](#)

牙齿化石也显示，随着农业的兴起，人类出现了显著的性别差异。狩猎采集者在牙齿疾病上没有表现出性别差异，但对来自北美洲、南亚和非洲的农耕者的研究则表明，相比男性，女性得牙齿疾病的频率更高，研究人员认为这可能是由于在这些社区生活的女性饮食

和男性饮食相比，碳水化合物的含量多，而蛋白质的含量少。[\[32\]](#)这些早期农耕者的遗迹是人类社区结构性性别差异明确的实物证据。

向农耕的转变也往往导致总体动物蛋白质摄入量的减少和食用植物种类的减少。这意味着，尽管早期的农耕者可能有足量的几种食物（比如许多大米），但饮食范围缩小了，所以人体对宏量元素和微量元素的需求并不总能得到满足。人类似乎长得更矮了，人体经常会由于营养不足而生长缓慢，骨骼的生长轨迹受到缩减。我们知道，只吃玉米会限制人体可吸收的烟酸，只吃小麦会导致缺铁，吃过多的大米会导致蛋白质和维生素A缺乏症。一些对早期农耕人口的骨骼研究显示，随着人们过渡到农耕生活，他们频繁出现了骨骼疾病，比如骨关节炎，并且总体上人类的个头变矮了。[\[33\]](#)

转为驯化的生活也与传染病的增加有关。在几乎所有的人类历史上，很少有大规模感染传染病的考古证据，直到我们人类社会实行驯化为止（10000—7000年前）。关于这一点，有几个明显的原因。定居某处意味着不能在疾病发作时远离疾病。在一个规模较大的人类社区，人们紧密地生活在一起（他们共同使用厕所），这为病毒和细菌感染的形成和在整个社区内部的快速传播提供了一张完美的温床。像肺结核（可能是从人与母牛的分枝杆菌交叉感染而来）和密螺旋体病（雅司病和多种类型的梅毒）这样的传染病随着动物驯化的出现而出现在人类社区之中。[\[34\]](#)

驯化肯定对人类的肠道产生过巨大的影响。肠道菌群指生活在动物消化系统内超过100兆个的细菌和其他细菌微生物。[\[35\]](#)在所有的哺乳动物中，肠道菌群在消化食物、延缓病情，甚至平衡我们的情绪（是的，肠道菌群失衡会让你感到沮丧）方面起主要作用。肠道菌群的组成主要受人们饮食的影响。尽管人类作为一个物种都有共同特点，但世界各地的不同人群体内的肠道菌群则稍有不同。这就是为什么当你从地球上的一个地方到另一个地方后，你经常会感到胃部不

适。你的消化系统在你获得了一系列新的肠道菌群后会让你水土不服。

数百万年来，我们人类血统完全依赖于吃生食，然后大约50万年前我们学会了把植物和动物做熟了来吃。接着驯化迅速改变了我们的肠道和几乎所有东西的生态。但这些挑战并不能毁灭掉大多数的人类群体，尽管这些阻碍很麻烦，但它们并没有摧毁人类的决心和创新。

随着时间的推移，农耕生活好的一面开始初见成效，社区规模变大了，驯化的系统得到改善，人们发现了营养均衡，驯养者开发了新模式，使得他们的系统更具吸引力。一些人类团体开始创造性地改良储存食物的方法：腌制肉类以让它们持久不坏，让谷物开始发酵以提供各种营养和享受（啤酒）的新选择。随着时间的推移，甚至肠道菌群的变化也开始获益。我们肠道曾面临的挑战使我们与细菌之间形成了一种新型的关系，让我们变得更有实验性，发明出了发酵食品和改良食品（酸奶、奶酪、泡菜）。正是我们在非洲的部分地区和欧亚大陆的祖先利用牛奶的能力，使我们能够像对水稻所做的那样来对待牛奶：人类使用生物工程的手段让自己喝上了牛奶。

所有的哺乳动物在生命的早期都会生成乳糖酶，它是人体分解牛奶中的关键营养物质所需的重要物质。没有乳糖酶的话，哺乳动物的身体就不能消化牛奶（里面的糖分被称为乳糖），只能从牛奶中吸收极少的营养，而且还会得肠道疾病。大多数哺乳动物成长为成年个体后，其调节和生成乳糖酶的基因就会关闭。从进化论的角度来看，这是可以理解的，成年哺乳动物还需要喝什么奶？它们的身体转移到别处去摄取营养。然而，这一系统并非一成不变，能够生成乳糖酶的基因突变现在再次出现在了所有的哺乳动物身上。通常情况下，乳糖酶停留在低水平上或者消失了，在几乎所有的情况下，它们对身体并无益处。然而，如果有牛奶可喝，成人又能消化的话，就会出现一个新环境，基因突变的频率让基因继续生成乳糖酶，这样的新环境和基因

突变就给成年人带来了益处。正如我们有意选择并保护更不易折断的水稻秸秆而增加了水稻的sh4基因突变一样，奶牛、山羊和绵羊的饲养为基因突变提供了一个新环境，那些能够一直喝牛奶喝到成年期并能从牛奶中获益的人往往具有优势（他们更健康，会生出更多的孩子）。让乳糖酶一直持续分泌到成年期的基因突变变得更加普遍。这里的肠道菌群又一次成了主角。人类能利用肠道消化并吸收牛奶中的糖分和脂肪，这样一直持续到成年期，使得一系列新的细菌和微生物蓬勃发展，从而增强了身体从牛奶及其副产品中获取能量和营养的能力。所以，今天任何一个能从牛奶中获取营养的成年人，身上都有一些来自遍布非洲和欧亚大陆的从动物身上挤奶的其中一个社区的血统。

但如今能够消化乳糖的人类仍然占少数。事实上，许多食用很多牛奶制品的人也不能消化生牛奶。南亚的一些社区尝试把牛奶发酵，他们发现，把牛奶与能产生乳糖酶的细菌（比如酶菌）混合在一起，就能创造出一种新的食物，这种食物易于消化，能给人体带来益处，这就是酸奶。

随着这些对食物改良的增多，我们的肠道系统增添了更多种类的细菌和化学物质，我们的肠道菌群也有了更多的反应。[\[36\]](#)肠道中的细菌和其他微生物是锌、碘、硒和钴等矿物质的吸收和排泄核心。它们生成的一系列维生素（如生物素）是我们自己基因产品功能的核心，包括调节我们身体发育和新陈代谢的酶和蛋白质。这些模式被称为表观遗传过程，代表了最新生物学所揭示的一种不断加深的理解。但现在的问题是一位母亲所吃的食物和一个婴儿所吃的食物都能去改造孩子的肠道菌群，影响孩子的生理机能，并能代代相传下去。

地球上的人类在利用动物时首先是为了吃肉，其次是为了进一步利用它们的羊毛、羽毛、蛋和其他部分。动物与人类之间的双向联系

变得越来越复杂，益处也越来越多。为了保障人类的食物供应而引发的驯化，使得人类历史的现代篇章由此开始，无论结果是好还是坏。

[1]Bar-Yosef, O., “The Natufian culture in the Levant: threshold to the origins of agriculture,” *Evolutionary Anthropology* 31 (1998): 159 - 177.

[2]Ibid.

[3]Maher, L.A., et al., “A unique human-fox burial from a pre-Natufian cemetery in the Levant (Jordan),” *PLOS ONE* 6 (2011): e15815. DOI: 10.1371/journal.pone.0015815.

[4]Davis, S.J.M., and Valla, F., “Evidence for domestication of the dog 12,000 years ago in the Natufian of Israel,” *Nature* 276 (1978): 608 - 610.

[5]Larson, G., and Fuller, D., “The evolution of animal domestication,” *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 45 (2014): 115 - 136.

[6]Ibid.

[7]Zeder, M.A., “The domestication of animals,” *Journal of Anthropological Research* 68 (2012): 161 - 190.

[8]Shipman, P., *The Animal Connection: A New Perspective on What Makes Us Human* (New York: W. W. Norton, 2011).

[9]Olmert, M.D., *Made for Each Other: The Biology of the Human-Animal Bond* (Philadelphia: Da Capo Press, 2009); Shipman, P., *The Invaders: How Humans and Their Dogs Drove Neanderthals to Extinction* (Cambridge, MA: Belknap Press, 2015).

[10]Larson, G., and Fuller, D., “The evolution of animal domestication,” *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 45 (2014): 115 - 136; Zeder, M.A., “The domestication of animals,” *Journal of Anthropological Research* 68 (2012): 161 - 190; Shipman, P., *The Animal Connection: A New Perspective on What Makes Us Human* (New York: W. W. Norton, 2011).

[11]虽然我们现在认为狗和狼是不同的物种，但它们仍然完全可以异种交配、共同生活，3万年的时间不足以形成真正的物种分化。

[12]犬科动物包括狗、狼、狐狸、土狼等哺乳动物。

[13]Trut, L., Oskina, I., and Kharlamova, A., “Animal evolution during domestication: the domesticated fox as a model,” *BioEssays: News and Reviews in Molecular, Cellular and Developmental Biology* 31 (2009): 349 - 360.

[14]Shipman, P., *The Invaders: How Humans and Their Dogs Drove Neanderthals to Extinction* (Cambridge, MA: Belknap Press, 2015).

[15]Marom, N., and Bar-Oz, G., “The prey pathway: a regional history of cattle (*Bos taurus*) and pig (*Sus scrofa*) domestication in the northern Jordan Valley, Israel,” *PLOS ONE* (2013), [http:// dx.doi.org/ 10.1371/ journal. pone.0055958](http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0055958).

[16]Zeder, M.A., “The domestication of animals,” *Journal of Anthropological Research* 68 (2012): 161 - 190.

[17]只有当人类的总体密度不高时，狩猎才能发挥最佳作用。一旦我们住进大城市或大村庄，狩猎野兽就不再是食物供给的最佳选择。

[18]Hunt, C.O., and Rabat, R.J., “Holocene landscape intervention and plant food production strategies in island and mainland Southeast Asia,” *Journal of Archaeological Science* 51 (2014): 22 - 33.

[19]Smith, B.D., “The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 years ago,” *Science* 276 (1997): 932 - 934.

[20]Piperno, D.R., et al., “Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the central Balsas river valley, Mexico,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (2009): 5019 - 5024.

[21]Beadle, G.W., “Teosinte and the Origin of Maize,” in *Maize Breeding and Genetics*, ed. D.B. Walden, 113-128 (New York: John Wiley & Sons, 1978); Benz, B.F., “Archaeological evidence of teosinte domestication from Guilá Naquitz, Oaxaca,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (2001): 2104-2106; Flannery, K.V., “The origins of agriculture,” *Annual Review of Anthropology* 2 (1973): 271 - 310.

[22]Piperno, D.R., and Flannery, K.V., “The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: new accelerator mass spectrometry dates and their implications,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (2001): 2101-2103; Piperno, D.R., et al., “Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the central Balsas river valley, Mexico,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (2009): 5019 - 5024.

[23] Callaway, E., “The birth of rice,” *Nature* 514 (2014): S58 – S59; Fuller, D.Q., et al., “The domestication process and domestication rate in rice: spikelet bases from the Lower Yangtze,” *Science* 323 (2009): 1607 – 1610.

[24] Ibid.

[25] Larsen, C.S., “Biological changes in human populations with agriculture,” *Annual Review of Anthropology* 24 (1995): 185 – 213.

[26] Bar-Yosef, O., “The Natufian culture in the Levant: threshold to the origins of agriculture,” *Evolutionary Anthropology* 6 (1998): 159 – 177; Ullah, I.I.T., Kuijt, I., and Freeman, J., “Toward a theory of punctuated subsistence change,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2015), www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1503628112; Kuijt, I., “What do we really know about food storage, surplus, and feasting in preagricultural communities?” *Current Anthropology* 50 (1009): 641 – 644.

[27] 女性的哺乳期越长，婴儿出生的间隔时间就越长。当人类母亲哺育婴儿时，常常发生泌乳性闭经：身体会在哺乳期暂停生育。这使得女性的身体能集中能量分泌母乳以帮助婴儿生长。如果妈妈停止哺乳，生育周期就会重新开始。这是早期农耕时代所发生的情况，婴儿生育的间隔时间也会从3—5年变为1年左右（出生率上涨两倍以上）！

[28] Bentley, G.R., Goldberg, T., and Jasienska, G., “The fertility of agricultural and non-agricultural traditional societies,” *Population Studies* 47 (1993): 269 – 281.

[29] Larsen, C.S., “Biological changes in human populations with agriculture,” *Annual Review of Anthropology* 24 (1995): 185 – 213.

[30] 人们种植的食物种类不同，会有很大的区别。例如，玉米比小麦更受青睐。此外，其他食材对其也有影响。See *ibid*; Powell, M.A., “The Analysis of Dental Wear and Caries for Dietary Reconstruction,” in *The Analysis of Prehistoric Diets*, ed. R.I. Gilbert and J.H. Mielke, 307 – 338 (Orlando, FL: Academic Press, 1985); Turner, C.G., “Dental anthropological indications of agriculture among the Jomon people of central Japan,” *American Journal of Physical Anthropology* 51 (1979): 619 – 636.

[31] Beckett, S., and Lovell, N.C., “Dental disease evidence for agricultural intensification in the Nubian C-group,” *International Journal of Osteoarchaeology* 4 (1994): 223 – 239.

[32] See summaries in Larsen, C.S., “Biological changes in human populations with agriculture,” *Annual Review of Anthropology* 24 (1994): 185 – 213.

[33] See Cohen, M.N., and Armelagos, G.J., eds., *Paleopathology at the Origins of Agriculture* (Orlando, FL: Academic Press, 1984).

[34] Harper, K.N., et al., “On the origin of the treponematoses: a phylogenetic approach,” *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2 (2008): e148, DOI: 10.1371/journal.pntd.0000148; Larsen, C.S., “Biological changes in human populations with agriculture,” *Annual Review of Anthropology* 24 (1995): 185 – 213.

[35] See the NIH Human Microbiome Project site ([http:// hmpdacc.org](http://hmpdacc.org)) for a fascinating overview of the human microbiome, what it does, and what it is made of. There are a number of good scientific articles and data summaries available on the site.

[36] Turnbaugh, P.J., et al., “The effect of diet on the human gut microbiome: a metagenomic analysis in humanized gnotobiotic mice,” *Science Translational Medicine* 1 (2009): 6ra14; Takahashi, K., “Influence of bacteria on epigenetic gene control,” *Cellular and Molecular Life Sciences* 71, 6 (2014): 1045 – 1054; Paul, Bidisha, et al., “Influences of diet and the gut microbiome on epigenetic modulation in cancer and other diseases,” *Clinical Epigenetics* 7 (2015), DOI: 10.1186/s13148-015-0144-7.

第三部分

战争与性：人类是如何塑造出一个世界的



第七章 创造战争（与和平）

2016年充斥着战争、暴力和人类犯下的暴行。暴力冲突相继在阿富汗、叙利亚、也门、乌克兰、以色列、利比亚和刚果民主共和国爆发。截至该年年底，恐怖组织“伊斯兰国”成员斩首、谋杀、强奸了数千人；在美国，发生了300多起大规模枪击案；[\[1\]](#)在发达和发展中国家每天都上演着暴力行为和抗议活动。不能怪罪人们对人性感到悲观。

直到你真正看一下数据，接着你就会看到另一幅画面。

现在地球上生活的人口超过70亿，但其中只有极小比例的人口参与到了与暴力、恐怖和战争相关的活动中。即使我们列出生活在任一战争区域甚至包括邻近战争区域的人口总量，也只达到了人口总数的4%左右。每年在美国被害的人口只占美国总人口的0.005%左右。[\[2\]](#)这并不是轻视战争和凶杀，它们是人类的可怕面，只是它们根本不像我们想象的那么无所不在。

哲学家托马斯·霍布斯（Thomas Hobbes）[\[3\]](#)写道，人类的自然状态是“每个人对每个人的战争”，生活是“孤独、贫穷、肮脏、野蛮和短暂的”。这一说法受到一些学者的追捧，他们认为人类进化成了杀手，或者至少是侵略者，人类把威胁和暴力犯罪当作他们在进化竞争中的一个主要优势。人类学家理查德·兰厄姆（Richard Wrangham）和作家戴尔·彼得森（Dale Peterson）认为，男性之间的竞争是人类进化的一个核心特征。[\[4\]](#)他们告诉我们，这促使男性在早期就痛恨并杀掉其能感知到的对手，与他们成为敌人，这就是为什么在今天我们的身体和思想中能发现一种进化的侵略倾向的痕迹（例

如，体现在应对威胁时我们的大脑运行方式和荷尔蒙释放上，也体现在男性比女性有更大块和更密集的肌肉这个事实上，这大概就是为了战斗的需要吧）。

最近，进化心理学家史蒂文·平克（Steven Pinker）在他的《人性中的善良天使》^[45]（*The Better Angels of Our Nature*）一书中说道，尽管现代人类有可怕的暴力天性，但是由于我们的内心充满了野兽的本性，过去的我们明显更加暴力，随着文明的进步，我们变得不那么暴力了。他认为，如果我们看看从考古记录中得来的证据，在过去被其他人杀死的人口比例要高于现在的比例。他写道：“当我们观察人类的身体和大脑时，就会从中发现一些为攻击而量身定做的直接迹象。有更大的块头、更大的力气和更发达的上身肌肉的男性是暴力雄性竞争进化史中的一个动物样本。”^[5]针对人类这一倾向，他认为，现代文明，包括我们的法律和道德规范，遏制住了我们内心的野兽，并让“人性中的善良天使”脱颖而出。平克与霍布斯一起加入到了由许多政治科学家们如阿扎尔·盖特（Azar Gat）提出的这些主张中。^[6]

经常被引用来支持这一观点的事实是，尽管许多其他物种也主动狩猎、捕捉并吃掉猎物，但它们很少像人类那样在自己同一物种的成员身上实施蓄意的、致命的、协同的暴力行为。有些动物确实互相残杀，社交型哺乳动物，如灵长类动物、狼和很多大型猫科动物，会在自己物种的成员身上实施致命的暴力行为。一头雄狮可能会为了争夺与一群雌狮的交配权，在打斗中给另一头雄狮带来致命的伤害；两只公羊可能会硬碰硬，直到其中的一只摇摇晃晃地死去；一只雄性狒狒可能会多次攻击自己群体里的一只雌性狒狒，给它和它的幼崽带来致命的伤害。但在这些情况下，杀害对方并不是它们的预谋。大多数物种并不经常性地、系统地实施极端暴力行为，即便当它们这么做时，也没有达到人类在执行这项任务时所达到的创造力和协调力的水平。

人类是唯一一个能够预谋杀人和全面战争的物种。1939—1945年，有多达6000万人，超过总人口2.5%的人在“二战”中死去。我们现代人类犯下这样协同的杀戮行为，当然还有许多其他可怕形式的大规模暴行，难道这实际上就是由人类的“野心”——进化上的暴力、杀戮和战争倾向造成的吗？

其他学者认为，暴力和战争并不是我们天性的核心。^[7]其中最著名的是生物学家爱德华·O. 威尔逊（Edward O. Wilson），他主张人类形成紧密合作团体的非凡能力，包括一种天生的道德观念和群体忠诚感，让部落得以产生，也反过来引发了更大的冲突和全面战争。在与其他灵长类动物的暴力倾向的对比方面，灵长类动物学家弗朗斯·德·瓦尔（Frans de Waal）支持这样的观点，同情和无私在我们还是类人猿的时期就根深蒂固了，^[8]人类不是生来就倾向于战争，而是倾向于慈悲和道德的。人类学家道格拉斯·弗里（Douglas Fry）和布赖恩·弗格森（Brian Ferguson）声称，化石和考古记录表明，我们并没有随着文明程度的提高而变得不那么暴力了，^[9]当我们开始在村庄和城镇定居下来，在家畜和领地上的大量投入使得人们在财富、地位和权力上出现了大规模的不平等，于是发展出了（完善了）协同而又大规模的暴力行为，最终形成了策略性的战争。他们还认为，虽然在遥远的过去也有凶杀发生，而且在某些群体变得很常见，但蓄意、预谋凶杀并不符合我们人类进化史的准则。

这些反对意见的拥护者已经整理出了他们认为足以证明他们观点的证据。尽管在大部分进化记录中比较缺乏确凿的证据，但从对人类行为和生物学的研究、对其他灵长类动物的研究、化石和考古记录中得到的综合数据，使得这些核心观点能得到验证。

就在80多万年前，一群人属祖先——一种还没有进化成人类的古人类，仔细地把肉从他们同类的6个青少年的骨头上切下来。我们不知道确切的原因，人们做出了各种解释。

孩子们的遗体由一个西班牙研究者团队发现于西班牙北部靠近布尔戈斯的阿塔普尔卡山。[\[10\]](#)格兰多利纳洞穴遗址是在该地区发现的6处重要遗址中的一处，这些遗址被称为阿塔普尔卡洞穴系统，其中人们在格兰多利纳洞穴里生活的时间最长，时间是80万—30万年前。人属祖先生活在那里的时候，这一地区有三条河流流经广阔的山谷，还有一片开阔的草地和林地。这里四季分明，有温暖的春天和夏天，也有寒冷的冬天。这里生活着大量体型大小不一的动物，包括大象、熊、不同种类的鹿、野牛、鬣狗、狐狸、长得像狼的小型犬科动物、猴子，以及许多种类的鸟、蛇和蜥蜴。发现孩子遗体的洞穴里还有至少845块加工过的石头和15种不同种类哺乳动物的骨头，以及其他没有标记的人属祖先的骨头。挖掘发现，生活在这里的人们在洞内和洞口处都制作过石器，并用它们把肉从骨头上切下来，把骨头砸碎来得到骨髓。

研究孩子骨骼的团队，是由考古学家尤德尔德·卡博内尔（Eudald Carbonell）带领的，他们很确凿地认为这就是食人行为的证据。孩子们的遗体显示他们骨头上的切痕和那些与它们一起扔在洞穴垃圾坑里的野牛、大象以及其他动物的骨头上留有的切痕完全一致。因为这些孩子和这些动物都以同样的方式被屠宰，所有的骨头都被当作垃圾丢掉。更多研究人员普遍接受了孩子和动物肯定都被吃掉了的说法，但是这些骨头留给我们一个难题：这是由于极度饥饿而同类相食的绝望行为吗？有没有可能孩子们已经死亡，其余人吃了他们的肉来避免同样的命运？或者，如一些人所提出的，屠宰也许是该群体的丧葬仪式？或者，有没有一个更为狡猾的解释？

卡博内尔和他的同事们提出了另一种可能性，即同类相食是与另一个群体发生冲突的一部分。他们假设一群人属祖先可能在狩猎领地上与另一个群体发生争端而突袭了另一个群体，把敌人吃掉就成了一举两得的解决方式。突袭另一个群体意味着警告他们要远离最好的狩猎场所，而孩子的肉是非常珍贵的蛋白质来源。曾做过战争人类学研

究的另一个人类学家基思·奥特拜因（Keith Otterbein）认为，该遗址是证明这种既有合作性又具创新性的特殊的入侵方式存在的最早证据，其实这也就是我们所说的“战争”，而同类相食不过是心理恐吓手段。[\[11\]](#)这些早期人属是否足够聪明或足够奸诈，会通过这样的行为恐吓对手呢？我们可能永远不知道答案。

格兰多利纳洞穴遗址的案例是一个很好的例子，可以用来说明我们历经多少困难险阻才把人类暴力的最早历史拼凑起来，来判断人类暴力的普遍程度、它所采取的形式和它背后的动机。随着格兰多利纳洞穴遗址的发现，我们所知道的是6个年轻的人属祖先的肉被从他们骨头上切了下来，所用的切肉方式与遗址中从其他动物骨头上切肉的方式相同。但这些年轻人是不是被他们同群体的人屠宰后吃掉了？这种同类相食的行为普遍存在吗？这是一种仪式还是由于饥饿所迫？

关于人类的暴力、凶杀和战争的进化，有一个普遍的观念，即随着我们的祖先变成更好的猎人，他们的内心出现了一个恶魔，对暴力充满渴望——他们往前迈了一步，把日益成功的猎食经验变成了互相残杀的特殊技能。20世纪50年代末，古人类学家雷蒙德·达特（Raymond Dart）提出了“人类是猎人，也是杀手”这一言论的现代版本。他提出，在我们人属之前及同时代的南方古猿、古人类都曾是强壮的猎人，很多他们的化石上显示带有伤痕，这或许可以解释为创伤留下的结果，也能表明他们是杀手。达特断言这些痕迹是由于我们祖先之间的激烈侵略造成的，他声称，这些证据表明，通过猎杀其他动物，人类对暴力的本能欲望被激活了——很快发展为另一件更加危险的事情，那就是自相残杀。

“成为猎人导致人类成为杀手”，这只是关于人类与暴力关系起源的众多故事版本之一。其他常见的故事版本认为，男性是天生暴力和强制的，这是人类进化遗产的一部分，因为它能帮助男人吸引女人，保护自己来对抗其他男人，在权力斗争中击败对手。另一种观点

认为，战争是一种古老的行为，人类的历史是一个个体冲突与群体冲突的故事，杀戮与暴力协同作战是常态。这些观点的支持者认为，直到最近，有了现代文明，我们才开始控制住我们暴力和野蛮的冲动。

也许深度合作与无私在暴力和战争中交替出现、共同进化。也许群体间的冲突会促进群体内部更强的合作，使某些群体（最佳的合作伙伴）在与其他群体战斗中变得具有创造性并取得胜利。这一理论的支持者告诉我们，喜欢、信任、愿意为自己群体的成员牺牲，再加上对其他群体成员的仇恨、恐惧和不信任差不多是我们成为现代人类的原因。[\[12\]](#)

尽管这些故事中有吸引人的想法，但它们都是错误的，或者至少是非常片面的。虽然对80万年前的格兰多利纳洞穴中发生的事情所下的确定性结论，以及一些其他遗址所提供的更有力的线索，都是让人难以捉摸的，但关于人类暴力的总体轨迹的一个清晰故事确实出现了，这个故事与许多人所想象的不一样。

从灵长类动物那里得到的观点

任何观察一群猴子的人都不可避免地会看到以下的画面：雌猴群体，既有年轻的也有年老的，它们看护幼崽，陪它们玩耍、睡觉，喂它们吃水果和树叶。雌猴们彼此间用手梳理对方的皮毛，有时它们会吱吱地磨着牙或咂着嘴唇，并发出满足的呼噜声。一群小猴子会四处翻滚、彼此抓闹，做出不露牙的微笑状，它们玩得不亦乐乎。成年雄猴独自或三两成群零散地坐在四周，吃东西、休息、偶尔会靠近雌猴让它们给自己梳理毛发，有时也会和小猴子们一起打闹。如果到了一年中的某个特定时间，成年猴子们会时不时进行一次快速的交配，有时这会引起一场争斗，有时则不会。最后，如果你观察足够长的时间，就会听到一声尖叫，随后就会看到争斗，一个雄猴或一群雌猴会

去追赶另一只猴子，甚至去抓它，把它背上的毛发咬下来或扯下来一些。然后一切归于平静，又重回到我们初见猴群时的景象。

我们必须记住，人类也是灵长类动物。如果我们能证明在其他灵长类动物中有暴力甚至战争倾向，那么我们就可以有把握地假设人类的暴力和战争倾向能从灵长类动物的进化中找到其深层的根源。它可能存在于我们的本性里，不论这意味着什么。

这种思维方式（被称为系统进化推理）假设血缘关系更相近的生物体有更多的共同原始特征。例如，所有的灵长类动物都有向前的眼睛，有良好的深度知觉，用拇指抓东西，人类也是如此。人类之所以有这些特征，并不是因为我们是人类，而是因为我们是灵长类动物，而这些特征是灵长类动物进化基线的一部分（实际上是灵长类动物定义的一部分）。当我们只观察那些血缘关系越来越密切的动物（例如猴子、类人猿、人类，甚至只是类人猿和人类）来缩小比较范围，我们得到了更加具体的共同特征。类人猿和人类的肩膀可以旋转（我们可以绕着圈摆动我们的手臂），其他灵长类动物却不能。这是一个只出现在与猴子的血统分化后的类人猿和人类的血统中（大约2200万年前）的共同特征。

但这些例子都是关于生理特征的，让我们感兴趣的是那些关于行为的细节。在行为方面找到共同原始特征有些困难，但也不无可能。猴子、类人猿和人类倾向于生活在有多个雄性、雌性（年轻个体）以及有复杂社会关系的群体中——灵长类动物的生活就像肥皂剧一样。交朋友、与朋友翻脸、吸引别人、说服他们一起做爱、为争夺社会地位而与群体中的其他人竞争、抚养年轻个体并看着他们离开家（或待在家里），这些都是灵长类动物所共同拥有的。我们用不同的方式来做这些事情（人类的复杂性和创造性更高），但拥有这些基本模式都是由于我们是灵长类动物，我们是一般的灵长类动物，并不明确地指人、类人猿或猴子。

因此，如果我们证明，猴子和类人猿，像人类一样，对他人，尤其是群体之间使用有目的的和协同的暴力，那么我们就得到一个强有力的论点：战争，或至少暴力的潜在驱动力，确实是一个非常古老的特性。

灵长类动物在一些情况和时机下确实会发生严重的争斗，但这是很罕见的，通常不会造成太大的伤害。灵长类动物学家鲍勃·萨斯曼（Bob Sussman）和保罗·加伯（Paul Garber）提出了一个基本问题：灵长类动物彼此之间使用侵略、打架、实施暴力到什么程度？他们研读了几十篇已经发表的研究论文，发现大多数灵长类动物大部分时间都是在休息、进食或积极的社会交往中度过的。[\[13\]](#)社交最活跃的灵长类动物（僧帽猴、猕猴、狒狒和黑猩猩）可以花多达20%的时间用于（非暴力的）社交，人类的社交则要比它们更活跃。重度侵犯在灵长类动物中很罕见，这并不是说争斗不会发生，也不是说在某些物种中，争斗发生的次数要比在其他物种中更多。我们只需要注意到，身体暴力行为通常占不到所有暴力行为的1%，致命的暴力行为就更少见了。

然而，竞争和轻微的侵犯是日常生活的一部分，就像家庭矛盾与办公室斗争一样。花上一天的时间在灌木丛里观察一群灵长类动物，你可能会看到一些小争斗、一些轻微的威胁、几个耳光，甚至咬上一两口，但实质的伤害和其他类型的严重侵犯还是很罕见的。灵长类动物学家和生物学家已经表明，竞争是由人际关系网络和社会联盟来防止的。[\[14\]](#)虽然发生争斗时可以使用暴力来解决，但大多数冲突可以通过相处、绝交、和好、避见彼此等方式来处理。是的，争斗有时会升级到受伤的程度，甚至会达到致命的程度，但这既不是常态，也不符合我们所说的战略（个体一贯使用的方式）。那些经常打架的个体通常来说境遇都不会很好。

雄性和雌性之间又有哪些区别呢？在大多数灵长类物种中，雄性要比雌性体型更大，往往有更大的犬齿（“尖牙”），因此雄性给雌性带来的伤害要比雌性给雄性带来的伤害更大（在一对一的打斗中）。有研究人员认为，这种模式反映了雄性使用暴力来控制雌性（人类能很好地反映这一点）的进化适应性。诚然，在一些类人猿和猴子中，雄性确实使用攻击的方式强迫雌性靠近它们，甚至强迫与它们交配，也有许多其他物种（大多数灵长类动物），雄性丝毫不能暴力强迫雌性。事实上，在许多物种中，雌性个体会团结起来形成联盟，以抵抗雄性强迫或攻击的企图。此外，我们必须记住，与许多灵长类动物相比，人类中的男性并不比女性体型大很多，男女的犬齿都很小。人类群体内使用攻击和社会控制的方式多种多样，没有一种灵长类动物的暴力模式可以作为人类暴力的进化基础。

到目前为止，我们只研究了群体内部的交往，群体之间又如何呢？是不是在群体之间的关系方面，其他灵长类动物能展示人类可能对暴力和战争有所倾向呢？

大多数灵长类动物的早期研究假定灵长类动物具有高度的领地意识，它们会为保卫自己的领地而斗争。我们现在知道，大多数灵长类动物都没有我们所说的“领地意识”，因为它们的领地与相同物种的其他群体的领地相重叠，但它们在空间使用上存在着冲突，在大多数情况下，同一物种的不同群体倾向于避免同时出现在同一个地方（尽管并非总是如此）。研究人员认为，这是一种最大限度地降低群体冲突和暴力风险的方法。这并不是说即使你花再长的时间来观察灵长类动物，你也看不到两个群体一同出现在一个有争议的地区，向对方“大秀肌肉”——向对方大喊大叫，甚至可能发生一些打斗。这些冲突可能会导致严重的伤害或者死亡，但它们很少这么做。就像在群体内部一样，群体间的冲突往往会通过谈判或者回避来解决，或者只是逃走。群体间严重的暴力和攻击是很罕见的，几乎不会导致死亡。

通过观察其他灵长类动物的生活，我们知道，极端的暴力和战争并不是共同原始特征，而这些东西可能只有在人类中才真正存在。这种说法大部分是对的。有一种特殊的、与我们人类亲缘关系最近的灵长类动物扭转了这一趋势：黑猩猩。

大约20年前，人类学家理查德·兰厄姆和记者戴尔·彼得森写道：“我们本质上是猿类，被一种罕见的遗传——陀思妥耶夫斯基式的（Dostoyevskyan）恶魔诅咒了600万年甚至更长的时间……我们集恶魔的攻击性和猿类的天性于一身的巧合预示了这一遗传由来已久。”[\[15\]](#)他们的观点是，并不是所有的灵长类动物，而是猿类，尤其是黑猩猩和人类共同拥有暴力和战争的核心进化史。他们认为，这段进化史是用鲜血写成的，是勇士般过往的标志，使雄性（包括人类和黑猩猩）把暴力和胁迫磨炼成了良好的武器，从而在冲突和纷争的世界中获得成功。

如果黑猩猩和人类有明显的和共同暴力模式，那么我们可以认为这些暴力的出现是由于它们反映了我们最近公共祖先的特定进化路径（1000万—700万年前的最近公共祖先）。在对11个以上黑猩猩群落进行了超过50年的集中研究后，我们对一件事情非常有把握：黑猩猩确实具有攻击性。[\[16\]](#)

当我们观察黑猩猩以更好地了解人类的时候碰到了一个大问题，那就是有很多的黑猩猩群落，它们中有两个物种（黑猩猩和倭黑猩猩），以及它们之间的很多变种。黑猩猩也有很多种类（或亚种），大致可分为非洲西部黑猩猩、非洲中部黑猩猩和非洲东部黑猩猩等类别。黑猩猩脑容量很大，它们是非常复杂的社交性灵长类动物。不同黑猩猩群体的社会传统是不同的，圈养的黑猩猩经过训练能够用浅显易懂的手语与人类沟通。

我们和我们的祖先确实与黑猩猩有很多共同之处。黑猩猩和倭黑猩猩生活在大群落里，群落里有许多雄性、雌性和年幼的猩猩。大多数时候，群落被分解成规模较小的亚群落，遍布在整个群落领地的范围之内。对于非洲东部的黑猩猩来说，整个群落很少同时在同一地点聚集在一起。非洲西部的黑猩猩和倭黑猩猩中规模稍大的亚群落和整个群落聚集在一起较为常见。非洲东部的雄性黑猩猩对待雌性黑猩猩尤其具有攻击性，往往能够使用攻击和威胁的手段强迫它们。非洲西部的雄性黑猩猩不太可能使用暴力要挟雌性黑猩猩，并且当它们这样做时，不会有多少胜算。在倭黑猩猩群落，雌性在许多情况下能够控制住雄性，雄性则没有那么好的运气能使用暴力来胁迫雌性。

黑猩猩和倭黑猩猩在力所能及的情况下都会捕猎、杀死并吃掉其他动物（这占据了黑猩猩饮食的大约5%，在倭黑猩猩饮食中所占的比例则稍微低一些）。在许多黑猩猩群落，猎杀在树上高处的猴子对整个群体来说是非常令它们兴奋的时刻。正如在前面章节中所提到的一样，雄性承担大部分的追捕工作，它们经常会与最亲密的盟友一起分享猎物，有时跟它们的母亲或其他雌性一同分享。吉尔·普吕茨和他的同事们关于塞内加尔的方果力地区的黑猩猩用锋利的木棒刺穿小型夜间活动的灵长类动物（夜猴）的报告，[\[17\]](#)是唯一已知的黑猩猩使用工具捕食哺乳动物猎物的情况。这么做的雄性并不多，也不是只有成年黑猩猩才这么做。年轻的猩猩不论雌雄都是最常见的猎手，十几岁的雌性最擅长捕猎。这种情况并不是“男人是猎人”这个假设的支持者所能想到的。

至于群体之间的暴力方面，东部和西部的雄性黑猩猩偶尔会聚集在一起，沿着领地的边界线列队行走（有时雌性也会加入其中）。研究人员称这些行动为“边境巡逻”，参与者往往会比它们在领地其他地区行动时更加安静，甚至更加严肃。当它们在巡逻时碰到来自周围群落的黑猩猩时，它们可以逞凶，大声呼喊并四处乱跳，偶尔也会发动攻击，这时的相互攻击可以是致命的。巡逻队一般只有在它们的数

量超过其他群落的人数时才展开攻击。这反映了一定程度的协调：一只雄性黑猩猩开始走向边界，它也许只是小声地呼叫，然后其他黑猩猩会在它身后排好队。当它们遇到另一个群体时，它们之间用不着商量或者交谈，相反，如果它们感觉自己这边在数量上占据优势，其中的一两只雄性黑猩猩就会发动攻击，其他黑猩猩随后也会在疯狂的嚎叫声和呼喊声中纷纷加入战斗。

最后，也是令人奇怪的是，雄性和雌性黑猩猩（主要是东部的黑猩猩）在发生边界冲突时会杀死自己群落和其他群落的黑猩猩幼崽（甚至是自己的后代）。在杀死黑猩猩幼崽后，有时整个群落会一起吃掉它，就像在吃掉一只猴子或一头南非野猪；有时它们只是把黑猩猩幼崽尸体留在那儿，不管不顾。

这会是我们认识在格兰多利纳洞穴里发生的人类同类相食的一个窗口吗？可能不是。请记住，人属祖先用工具把肉从骨头上割下来，并用工具提取出骨髓，这是一种更为一致和有意识的行为。在黑猩猩身上，对什么时候吃掉或丢弃它们幼崽的尸体则没有清晰的模式。有趣也令人困惑的是，倭黑猩猩不在边境巡逻，群落间也不使用致命性的暴力，也不杀死自己的幼崽。

那么，关于人类暴力的演变，黑猩猩能告诉我们一些什么呢？不幸的是，它们并没有能够告诉我们多少信息。

人类与这两种黑猩猩有着同样近的血缘关系，但这两种黑猩猩在它们表现出来的攻击类型和模式上有很大的不同。另外，雄性黑猩猩对雌性黑猩猩可能会展开真正的攻击，但雄性倭黑猩猩很少与雌性倭黑猩猩打斗（当它们与雌性倭黑猩猩打斗时经常会战败），这两种情况在人类社会都有所体现。东部和西部黑猩猩的边境巡逻和群落间致命的暴力可能在某些方面与人类的行为是相似的。男性可以，而且确实会在许多不同的情况下形成团体并攻击其他群体的人，偶尔会使用严重和致命的暴力。但是，在人类政治、经济、历史、社会基础之上

的争斗、杀害和战争，与东部和西部黑猩猩的行为没有直接的可比性。

虽然一些研究人员仍然认为黑猩猩能帮助我们深入了解战争的进化起源，[\[18\]](#)但大多数人类学家和生物学家并没有充分的理由把人类的暴力和黑猩猩的暴力加以比较来得出上述结论。[\[19\]](#)有证据表明，人类、黑猩猩和倭黑猩猩社会协调的能力都在其他灵长类动物之上。群体之间的严重暴力现象、雄性黑猩猩对雌性黑猩猩的胁迫现象会发生，雌性黑猩猩占主导地位的现象同样也可以出现，群体内部和群体之间的和平生活也会出现。在人类和黑猩猩共同的遗传基因中一切皆有可能。人类和黑猩猩是复杂的、社会充满变数的灵长类动物，都具备使用工具的能力，都比其他灵长类动物更懂得彼此配合，都会为了协商日常生活使用不同的社会策略。关键的一点是，人类和黑猩猩在使用这些能力时懂得变通。这种变通能力出自一个共同的创新火花，是我们人类而不是黑猩猩把这个火花发扬光大了。

我们体内的暴力

其他灵长类动物不会发动战争，但我们人类会，所以这个问题值得一问：我们的基因构成中是否有一些独特的东西，使得我们能够组织并协调群体之间互相争斗？暴力行为直接受到神经系统、大脑和荷尔蒙的影响。

很明显，大脑的某些部分（前额皮层、背侧前扣带回皮层、杏仁核和下丘脑）集中参与进攻和暴力的表达，并不是说这些部分会“导致”进攻，而是当我们咄咄逼人时，其中的许多部分都会以一种特定的方式参与进来。一般来说，大脑的这些部分接收输入（视觉、嗅觉、触觉、疼痛、声音、记忆、语言等），然后相互作用来刺激其他的身体系统（激素、神经递素、血液循环和肌肉）付诸行动。大脑

中的这些特定系统参与各种行动，比如自我反省、情绪调节、冲突状况的检测，以及对愤怒、痛苦和社会排斥反应的调节，这些与行为动作有关。还有一系列由身体产生的分子直接与大脑的这些区域相互作用，产生的分子包括血清素、多巴胺、单胺氧化酶A，以及多种甾体激素，比如睾丸素、其他雄激素和雌激素。很多我们身体的运作原理已经被揭露出来了。

有一个能说明这个系统的例子：当你在夜间独自走在黑暗的小巷里，听到身后有脚步声快速跟着你，你的经验（你知道或者推断独自一人在黑暗的地方可能会很危险）结合你输入大脑的信息（听见脚步声跟在你的身后，由于天色很暗视觉受限，而且在小巷里，你的活动区域也非常有限），进而你会启动一系列大脑和神经系统的行动，通过与你的激素进行交流，来促使你的肌肉、血流量、视觉和呼吸频率发生变化。你正处于研究人员所称的“战或逃”模式，这时你就会付诸行动。你所采取的行动取决于你所处的状况和你过去的经历，但从那里迅速离开或转身面对你身后的人是两个最常见的反应，你的身体为这两种行动做好了准备。你可能会选择使用暴力，也可能不会。

在上述场景中如果加入其他人的话就会使得结果不好预测，但在我们所了解的这些系统中，没有一处表明它们在进化时期被赋予了专门为暴力服务的功能，即使它们几乎总是暴力反应的一部分。所有这些系统都有许多其他功能，虽然它们是进攻和暴力表达的组成部分，但它们也完全依赖我们身体的生活历史、社会背景、健康状况和日常生活并受到这些因素的影响。

我们身体内部没有任何生理系统能够被明确地认定为“为暴力服务”。

甚至睾丸素也不是这样。我们都知道，睾丸素会刺激或使攻击和暴力增强，尤其是在男性当中——是不是？不是这样的，男性和女性的身体里都有睾丸素的存在。平均而言，男性睾丸素的循环水平要高

于女性，但这并不像大多数人想象的那样。拥有更多的睾丸素不会自动地导致一个人更加暴力。即使男性处于睾丸素激增的青春期，他们的攻击性也没有显著增强，甚至给予额外的睾丸素，成年人的攻击性也不会增强。[\[20\]](#)

有据可证的是，在竞争激烈或应激（比如打架）的情况下，人类（男性和女性）能够通过增加睾丸素的产生而迅速做出反应。睾丸素的增加可以提高肌肉的活力和效率，也可能会使得对疼痛的敏感性降低（男性和女性都如此）。这可能有助于使个体擅长攻击性竞争，尤其是对于大多数男性来说，他们的睾丸素循环水平要高于大多数女性，但这并不能导致甚至控制暴力行为的模式。

不仅仅我们的身体产生暴力和进攻的方式是理解人性的要点，我们创造性地使用和抑制暴力的方式也是。我们握手言和的能力比我们开战的能力更加复杂、更加有价值。

极端的暴力——古老特征还是现代特征？

人类历史绝大部分时间的特点是在小规模觅食群体中生存。在人属200万年的历史中，也只有在刚过去的20000—5000年里，人类的一些群体才开始定居下来，他们的群落规模变大了，建立起了村庄，开始耕种。因为觅食群体结构是了解人类过去最常见的途径之一，所以许多研究人员研究那些仅存的以这种方式生活（或直到最近他们仍然以这样的方式生活）的人类群体。这种方法存在一些问题。观察现代的原始居民并不是我们了解过去的一个窗口，他们并不与其他非原始群体隔绝而孤立地生活，并且在其他人类群体继续进化的同时他们肯定也没有停止进化的脚步。

但这并不意味着我们完全无法通过现代的原始居民了解关于小规模社会的社会模式和生活在原始生态中的社会模式的一些重要方面。这两种模式在当今人类社会中都极为罕见，在过去却很常见。观察他们并不是了解我们祖先所做事情的标准，但可以让我们深入了解人类在这些群落中生活的一些方式。

关于战争是古代特征还是现代特征的辩论双方都引用了这些现代的小团体作为例子。很多人认为，现代原始人是非常喜欢使用暴力的好战者，是文明程度的大规模提升使得我们在过去的几个世纪中成了更加和平的人类。^[21]然而还有一些人不同意此说法。

人类学家道格拉斯·弗里和心理学家帕特里克·瑟德贝里（Patrik Söderberg）广泛地观察了现代游牧原始部落的暴力现象。^[22]他们在21个部落中找到了优良的数据，从中发现了致命暴力的148个实例。他们发现其中竟有69个来自澳大利亚海域的梅尔维尔岛和巴瑟斯特岛的提维人（Tiwi people）。案例中55%是一个凶手杀死一个受害者，23%是多人参与杀死一个人，22%是凶手和受害者均有多人。有趣的是，近一半的部落样本（21个部落中的10个）中都没有两人或两人以上制造的致命事件，3个部落根本没有致命事件。

致命事件背后的原因是什么？超过50%的事件发生在同一部落里的两个人之间，原因有轻蔑或侮辱、报仇、虐待配偶，或为了争夺一名男性或女性。部落之间的致命事件占33%，大多数是由于两个不同的氏族寻求报复对方或亲近的部落、氏族之间出现了分歧。部落之间的致命事件大多只发生在提维人身上，他们有一些最丰富、最广泛的与死亡和丧葬有关的仪式，剩余的致命事件由占比较小的家族争斗、杀死部落以外的人（例如杀害传教士）和意外事故（占4%以上）组成，并且非常有趣的是，有了格兰多利纳洞穴的证据作为参考，大约有1.4%的致命事件是由于饥饿而导致的自相残杀。

弗里和瑟德贝里得出了什么样的结论呢？“当我们仔细研究了所有的实例……大多数致命的攻击事件可以被定性为杀人，还有几件是由于家族不和，只有少数可以被称为战争。致命攻击的真正原因常常是由于人际关系，因此，这些部落中大多数致命事件的情况与通常的战争概念不符。”是的，致命事件发生在现代的原始部落，但这几乎从来不能称为战争。作为一种脑容量很大、社会性复杂、具有高度创造性的灵长类动物，能够使用工具（武器）的话将会是危险的，但是这样的部落有处理这种危险的方法。

人类学家克里斯托弗·贝姆（Christopher Boehm）观察了50个被深入研究的原始群落^[23]并发现，当群落里有的人过于放肆、吝啬、盗窃、欺骗、欺负或毫无预兆地杀死其他人，他们所在的群落会坚决地反抗。积极的社会制裁措施，包括公开的羞辱或谴责、祈求神力惩罚罪犯、把罪犯驱除出群落，被用来进行行为控制。贝姆发现，这些群落的大部分成年男性会经常主动地强化他们不攻击的特征。对积极的社会关系的偏好，把群落当作一个团体来进行维护，这种观念普遍存在于群落中，而不仅仅体现在觅食中。这并不是说现代人总是和平相处的，也不是说男人没有侵略性，而是我们在所见之处几乎处处可见对侵略的约束和对积极的社会互动的偏爱。

我们通常认为，尽管我们看重和蔼可亲的、没有侵略性的男性，但那些更坚定自信、更积极进取、“更有支配力”的男性在社会中会做得更好，会更加吸引女性（像兰厄姆和彼得森所说的黑猩猩）。每个人都知道“人善被人欺”，但这是真的吗？

进化心理学家马戈·威尔逊（Margo Wilson）和马丁·戴利（Martin Daly）说道：“当然，很容易想象，一名男性有能力有效地使用暴力可能会增强他对女性的吸引力……即使在性骚扰和殴打盛行的地方，一个以狂暴著称的丈夫也可能会成为一种社会资产。”^[24]这种假设认为男性对女性的攻击为男性提供进化优势，使他们能够获

得更多的资源和更多的后代。这种假设认为女性可能更喜欢与那些更具攻击性的男性结合，因为他们是最好的提供者，或者因为与他们结合，女性（以及她们的后代）可以免遭男性其他的攻击性行为。这听起来非常有道理，但狂暴的家伙真的更受女士们欢迎？

鉴于这个想法已经受到关注，出人意料的是，很少有研究来试图回答这个问题：具有攻击性的男人做得更好吗？一个对居住在巴西和委内瑞拉边界上亚马孙地区的一个小规模群落亚诺玛米人（Yanomam?）的研究支持了一个主张，即男性的攻击是一种进化策略，[\[25\]](#)证明长久以来这个策略都是成功的。人们常说这项研究解决了这个问题。

亚诺玛米人居住的村庄有边界和园林。他们偶尔会袭击其他村庄，有时在袭击时会劫持对方的女性。亚诺玛米人进攻的比率相对较高，暴力事件会在村庄内部或村庄之间爆发，有时会导致死亡的发生。如果一个亚诺玛米男性参与了杀人，他必须要经历一个让他变成勇士（unokai）的净化仪式。只有少量（约30%）的男性能成为勇士（那就是真的杀了人）；然而，据说平均每个勇士拥有2.5个以上的妻子，生下孩子的数量是非勇士男性所生孩子数量的3倍。这种差异似乎表明致命的攻击和人类男性的繁殖成功率之间的进化关系。

然而，在这里有一个问题。尽管平均而言，勇士确实有更多的后代，但他们并不是与同龄人做比较的。我们从对其他灵长类动物的研究中得知，年龄能够影响支配权和繁殖成功率。道格拉斯·弗里对原始亚诺玛米人数据组的再分析[\[26\]](#)显示，勇士的年龄平均要比非勇士大10.4岁。平均而言，年长10岁的男人拥有更多的妻子和孩子（这在许多小规模群落里非常常见）就不足为奇了。对于亚诺玛米人来说，孩子越多就意味着年龄相对越大，暴力性也相应越强。

我们也有瓦拉尼人（Waorani）一些可用的数据，这是另一个被较多研究的居住在南美洲的小型群落，以凶猛著称，在所有被研究过的小型群落中凶杀率最高。人类学家斯蒂芬·贝克尔曼（Stephen Beckerman）和同事们采访并查验了121个瓦拉尼长者的族谱，[\[27\]](#)收集到了85位勇士完整的袭击历史。他们研究了袭击历史、婚姻记录、每个男性的孩子数量后发现：“更具攻击性的男性，不管如何定义，并没有比稍温和的男人获得更多的妻子，也没有生育出更多的孩子，他们的妻子们和孩子们也没有因此而活得更长。”他们还发现，更具攻击性的男性，他们的孩子能够存活到生育出自己孩子的人数更少。

在两个众所周知、已被充分研究、高度进攻性的小型群落的例子中，事实证明，通过计量生育成效的方法，具有攻击性的男性在进化的意义上来看并没有“做得更好”。我们看到，在现代的原始群落，大多数最致命的暴力并不是战争，而是出于分歧、结怨和群落内部的世仇。我们也看到，这些群落中大多数成员都会把友情和合作看得比攻击和暴力重要（就像其他的大多数灵长类动物），他们会使用社会交往来控制攻击。

因此，在一些群落发生的暴力要比其他群落多，通过复杂的社会群居生活方式相处在所有的灵长类动物包括人类中很普遍。但是，在其他灵长类动物和现代小型人类群落中，战争的罕见（或消失）并没有告诉我们为什么战争似乎是今天人类经历的核心部分。我们知道战争会发生，有时会发生很多战争。问题仍然存在：这种战争模式是从什么时候开始的？为什么会发生战争？

制造战争

狩猎的发展和暴力或“杀戮”欲望的出现有没有任何关联？在人属那条支线出现之前的大部分时间里，可用的确凿证据很缺乏，只有

在人属出现之后证据才稍多一些。可能最早的武器种类，如抛掷的石块和粗糙的树棒对此没有什么帮助，因为石块被用于多种目的，而树棒无法保存。

尽管如此，我们的确有证据为一个更令人信服的观点提供依据。尽管“男人从猎人变成了杀手”这个观点似乎有道理，但我们从对化石和考古记录的分析中发现，我们推断的时间都是错的。我们现在知道，南方古猿和许多早期人属成员骨头上的损伤，并不是在狩猎时受的伤，而是在被周围大型危险的猎食动物猎杀时受到了伤害所致。至于他们学会了狩猎的后代（我们的祖先们），化石和考古记录显示，他们早在战争甚至频繁的杀戮出现之前就成了顶级猎人。

他们的骨头能告诉我们很多信息，但也是有限的。我们对世界各地的人们如何、在何处使用暴力的研究，对那些有书面和口头记录的来自不远过去人类的研究，以及对他们骨头的研究，可以让我们很好地了解寻找的印记。损伤常伴有致命的暴力，包括头骨和脸部的损伤或碎裂，[\[28\]](#)肋骨被压碎，以及我们所称的“挡开性骨折”，即前肢断裂，比如尺骨、桡骨、手腕和手，当有人用双臂保护自己不受打击的时候就会受到这样的伤害。人们可能会认为，想要解释我们的祖先有多么暴力是一件简单的事情，只需测量带有这种印记的骨头的频率分布。但是，所有留下印记的伤害也可能是由于意外跌倒所造成的，这可能会发生，比如在狩猎中。我们已经看到，狩猎经常会涉及在危险地带追捕动物。回想一下，很长一段时间内，我们的祖先在猎杀一些真正的大型动物时，他们所拥有的只有短而尖的木棍以及饱满的乐观精神。

设想一下这两个场景：

- 50万年前，人属中的一个成员抱着一捆多汁的根茎和一些水果，走回到山谷上面的地方，他的群体在过去的旱季一直居住在那里。突

然间，住在山谷另一侧的对手群体中的一个人手持木棍从大石头后面跳了出来。随着沉重的木棍开裂的声响，我们的主人公扔下根茎和水果，举起他的双臂，他重重地摔下了斜坡，顺着陡峭的山坡滚了下去，头破血流，身受重伤。

•50万年前，人属中的一个成员抱着一捆多汁的根茎和一些水果，走回到山谷上面的地方，他的群体在过去的旱季一直居住在那里。在小心翼翼地沿着悬崖峭壁的边缘行走时，他想象着吃完美食后肚子饱饱、围着火堆唱歌和跳舞的温馨场景，没能注意到道路上一小处松动的石块，踏了上去，然后掉了下去，脸着地顺着陡峭的山坡摔了下来，根茎和果实洒落一地，前臂也摔断了。他头破血流地躺在谷底，身受重伤。

50万年后被我们修复的化石遗迹看起来会很相似。如果这个人是在较为晚期被人袭击的，那个时候长矛和箭已经被制造出来，那么矛头或箭头有可能与那些骨骼一同被发现，甚至嵌在骨头里，这种现象我们在后来的记录中发现过很多。但是用一种最原始形态的武器来实施袭击，比如简单地投掷石块或粗壮的树枝木棍，对骨骼造成的伤害可能和摔倒造成的伤害极其相似。这使得对远古过去致命暴力可能留下的迹象进行解释变得尤为困难。

协同的集体杀戮或大规模战争的迹象如何呢？会留下些什么证据呢？常常很难确定这些有明显蓄意创伤迹象的遗迹，比如挡开性骨折，甚至是嵌入骨头中的梭镖石尖，是同一群落两个成员间的一次性打斗造成的，还是不同群落多个成员之间的打斗造成的，抑或是应该把它们看作是大规模、协同性冲突的迹象。但是，如果我们发现很多尸体堆在一起，全部或其中大部分带有创伤的证据，特别是有肢体残缺不全的证据，比如尸体被肢解，或证据显示暴力行为需要多个参与者的协调行动，[\[29\]](#)那么我们就有所了解了。

让我们重回格兰多利纳洞穴遗址，由于那里有同类相食的明显证据，有人把它解读为有预谋的致命暴力，甚至可能是战争的一个实例。如果我们发现一些遗址有明显的同类相食迹象，同时也能清楚地表明这里发生过某种协同性的暴力事件，那么我们就能为解释同类相食提供更好的案例。唉，我们仅有的其他证据却不能给我们这方面的支持。在埃塞俄比亚一个叫作博多的遗址中，有人发现了一个人属头骨化石，显示出了大约60万年前类似的屠杀痕迹。据研究头盖骨化石的古人类学家蒂姆·怀特（Tim White）所说，这个头盖骨可能属于直立人血统中的一员。头盖骨上面显示有很明显的切痕，这表明一块锋利的石头被用来在头盖骨的不同部位把肉从骨头上割下来，如同格兰多利纳洞穴的骨头一样，切痕与在该遗址发现的那些动物骨头上的切痕相同。但与格兰多利纳洞穴的发现一样，这里同样也没有更多的证据来说明肉是谁切下的，为什么会这么做，也不知道他们对肉做何处理。

另一处遗址是周口店遗址，最早发现于1921年，许多研究者认为这个遗址能提供早期人属物种同类相食的证据。该遗址位于北京西南方向大约30英里处，是60万—30万年前的一个化石宝库。人们在那里发现了多达45个直立人的遗骸以及数以千计的石器和动物骨骼。该遗址的早期发掘者，包括解剖学家戴维森·布莱克（Davidson Black），古生物学家、神父德日进（Pierre Teilhard de Chardin），考古学家亨利·步日耶（Henri Breuil）和古人类学家弗朗茨·魏登瑞（Franz Weidenreich），都认为有些人属骨骼被处理和破碎的方式看起来好像和很多动物骨骼被处理和破碎的方式相同，这表明这些人被他们的同伴吃掉了。然而，在20世纪90年代和21世纪的头10年，生物人类学家诺埃尔·博阿兹（Noel Boaz）和拉塞尔·乔昆（Russell Ciochon）做了更新的研究工作，他们发现直立人骨骼的损伤，以及遗址中许多其他骨头的损伤，其实是由已经灭绝的叫作硕鬣狗的大鬣狗造成的。这些大鬣狗捕捉各种各样的动物（包括直立人）并把猎物拖到洞穴里，在吃猎物的时候大鬣狗会啃咬、咬碎或者弄开

骨头。有趣的是，数千年来，很长一段时间大鬣狗不再使用该遗址的这些洞穴，这个时候一小群直立人就搬了进来，把洞穴变成了自己的家（他们就是这么做的）。这儿可不是人们心目当中的梦想家园。

化石记录中可能会被解读为同类相食的另一组遗迹来自发现于克罗地亚一个叫作克拉皮纳的尼安德特人遗址，在时间上这处遗迹的出现时间要晚得多，大约是在13万年前。还有几处在欧洲和中国的遗址，在时间上更晚一些，这几处遗址也出土了智人的骨骼化石，迹象表明他们是死亡之后被屠宰的。但在这些案例中的迹象往往表现为骨头上的切痕都不在人们想要切肉的地方，因此这与人类的同类相食没有明显的联系。这经常被解释为葬礼行为，是为死者做记号，没有人认为这些迹象来自谋杀和战争。

其他类型暴力伤害的记录如何呢？在这方面，我们有大量可供使用的数据。更新世时期，从大约200万年前一直到15000—10000年前，这段时间包括人属的大部分历史，在非洲和欧亚大陆超过400多处遗址都有当时智人和人属其他物种的遗迹。对于其后的全新纪和人类纪，我们有成千上万个来自世界各地的例子。这些遗迹描绘了一个相对清晰的战争产生的画面。

要想从数据中得出清晰的画面，从整个时间跨度内调查所有的证据是非常重要的。对更新世的数据，人类学家马克·基塞尔（Marc Kissel）和马修·皮希泰利（Matthew Piscitelli）为我们做了一个精彩的分析。他们遍寻已出版的资源并创建了一个囊括全球447个化石遗址的数据库，[\[30\]](#)里面的智人骨骼遗迹能追溯到1万年前。他们之所以选择这个截止时间，是因为它是更新世时期的正式结束时间，末次冰期结束在这个时间，与驯化和农业的出现时间大致重合。正如我们之前所看到的，在这个艰难的时刻，人类的生活在许多方面开始越来越快地发生显著的变化。数据显示，暴力犯罪的增加是这众多显著变化的其中之一。

在该数据库的447个遗址中，只有其中11个遗址包含能显示伤害证据的化石，约占遗址数量的2.5%。整个数据库包括至少2605个个体的遗存（大部分是不完整的骨骼），而其中只有58个或大约2%的遗存能显示出含有创伤性暴力伤害的证据。换句话说，大约有98%的遗存中有确凿的化石证据，能说明在200万—1万年前的人类生活中都没有创伤性暴力的迹象。

我们所看到的那几种创伤性暴力可能会引人注目，像大约43万年前胡瑟裂谷（一个在西班牙阿塔普尔卡地区的遗址，靠近格兰多利纳洞穴）的头盖骨。第17号头盖骨是在这个遗址里发现的28个个体当中唯一一个带有外伤的，伤痕可能是由个体之间的冲突造成的：前额上有两个凹痕。该遗址的研究人员认为这两个凹痕是由两次重击造成的，这可能导致了这个个体的死亡。[\[31\]](#)这个例子与另外两个例子，即来自今天伊拉克的尼安德特人沙尼达尔3号，其肋骨断裂，以及来自今天俄罗斯的旧石器时代早期的晚期智人桑希尔1号，其颈椎被损坏，三者是更新世化石记录中最明显的个体之间暴力的例子（200万—1.4万年前）。还有一些化石，如马坝1号（来自中国）和德尔尼外斯特尼斯11号、12号（位于捷克共和国的摩拉维亚），其额骨有陈旧性的损伤，也可能是个体之间发生暴力的有力案例。还有其他带有创伤的化石，但这3个（或5个）最有可能是由于个体之间的暴力造成的。我们在成千上万年的时间里，在几千件化石中最多只发现了5例个体之间的攻击事件（有3例导致了死亡）。[\[32\]](#)

把这些数据与14000—5000年前（历史记录的开始）的最佳可用数据相结合，我们有了以下发现：

- 200万—1.4万年前，所有化石中大约有2%存在创伤性暴力的迹象，只有很少的遗址有这种暴力行为的证据。

•14000—7500年前，4%的人类骨骼遗迹中表现出创伤性暴力的迹象，然而有这些遗迹的遗址仍然不普遍，值得注意的是更多的遗址已经被发现了。

•7500—5000年前，7%的人类骨骼遗迹都有创伤性暴力的迹象，其中很多来自某几处遗址，那里损坏的遗骸比例很高，显示出了群落间有组织的、致命冲突的真正迹象。

那么，这整个故事就是在人属历史的绝大部分时间里定期或频繁的个体间暴力伤害的少有的证据之一，那时几乎没有遗址有多个创伤实例，然后在14000—7500年前伤害的实例大幅增长，在7500—5000年前又大幅增长。这使我们不再专注于远古的过去来解释我们现有的有组织和致命的暴力模式，而是更多地关注离我们更近的过去。

但是，致命暴力的证据缺乏能被看作很少发生这种暴力行为的真凭实据吗？缺乏确凿的证据本身可能被认为是不确定的，但数据的整体模式及其他在后来遗址中的发现显示出明显的凶杀和大规模冲突的迹象，让我们有了一个强有力的实例来解释我们的暴力程度为什么开始增强。为了理解后来出现的暴力和战争增强的这种观点有多么鲜明，我们必须近距离地查看那些最能记录这一变化的遗址。

人类学家布赖恩·弗格森指出，协同性群体暴力的鲜明标志正是在这些遗址中开始出现，但相比同一时间段发现的总的遗址数量，这样的遗址仍然数量稀少。其中最早的是叫作捷贝尔·撒哈巴的遗址，位于苏丹北部的尼罗河沿岸，接近现代的埃及边界。在这个遗址上生活的人们可以追溯到14000—12000年前。根据当时遗址中使用的工具和各种动植物的遗存，我们可以知道在捷贝尔·撒哈巴的人们是觅食群落，他们在这里找到了一个绝佳的位置。当时的捷贝尔·撒哈巴和它周围的地区，是一片拥有大草原的绿洲，草原上散布着大量的羚羊和像羊一样的动物，水里还有丰富的鱼类，但该地区正经历着气候突

变，气候变得越来越干燥，残酷的气候条件早就导致了周边环境食物的匮乏。捷贝尔·撒哈巴曾是一个外界十分向往的安乐窝。

这里有看上去像一个墓地的遗迹，于20世纪60年代初被美国考古学家弗雷德·温多夫（Fred Wendorf）带领的团队在考古挖掘时发现。考古团队在那里发现了59具尸体，其中包括46名成年人和13个孩子，他们的遗体现在被保存在大英博物馆。其中的24具尸体显示出了创伤性暴力的证据，大约占到总数的40%。有些尸体的胸腔里或四周有一些当作箭头的独特的石尖和碎石片，而其他尸体显示为挡开性骨折，其中有些尸体的骨头里还被射入石尖箭头。带有创伤性暴力迹象的骨骼数量惊人，说明这里发生过协同性的暴力冲突。这是人类化石记录中大规模人际暴力的最古老、最明确的证据，在当时这种暴力的激烈程度十分突出。对此主要的解释是，发生暴力的原因是人们为了争夺此地丰富的生态资源和抵御外来入侵。

附近另一处墓葬遗址，位于尼罗河的对岸，可以追溯到稍晚的大约12000年前，这个遗址对我们从捷贝尔·撒哈巴遗址中得到的信息带来了一些有趣的质疑。出土的39具人体骨骼中，没有一具显示任何的暴力迹象，说明那里的人们并没有参与到持续的协同暴力中。如果我们只借鉴捷贝尔·撒哈巴遗址所得到的信息的话，这可能会是一个澄清。布赖恩·弗格森确信，在捷贝尔·撒哈巴发生的激烈的暴力可能是由于矛盾的一次集中爆发，也许是一个小规模战争，而从长远来看，该地区并没有显示发生过持续的冲突。

人类大屠杀的第一个例子发现于位于肯尼亚图尔卡纳湖西部的一个叫纳塔卢克的遗址，[\[33\]](#)可以追溯到10000—9000年前。包括12具完整尸体的27具尸骸在这里被发现，尸体被半埋在水边浅滩的泥浆里。12具完整的骨骼中有10具显然是由于暴力创伤而死在其他人手，很可能很多其他尸体也是由于暴力创伤而致命。这些致命的暴力创伤有挡开性骨折、头骨粉碎、手被砍掉，还有迹象显示人们在被屠杀之前

手脚曾被捆绑。所有这些人大约在同一时间被杀死或者死亡。纳塔卢克在当时是一个特别肥沃的地区，可能有大量采集觅食的群落生活在那里。他们会制作陶器，懂得储藏，他们之间的关系可能错综复杂。或许他们也开始有了领地、财产甚至嫉妒的观念，或者这只是由于两个群落之间的某次相遇，而其中的一个群落尤其暴力。我们没有办法知道其中的细节，但放在当时的历史背景下，这是人类具备大规模和有组织实施残酷行为能力的第一个最强有力的证据。

考古记录中另一个最古老的可能的战争迹象来自乌克兰第聂伯河沿岸的沃卢施克伊和瓦西里耶夫卡遗址，[\[34\]](#)可以追溯到12000—10000年前。居住在这些遗址里的人们也过着采集觅食的生活，他们会钓鱼，在更广阔的生态系统采集丰富的动植物。有趣的是，这两个遗址像捷贝尔·撒哈巴那里一样也经历了一段时间的气候突变，再次出现的生存压力、获取最佳地点和资源的不平等可能导致了当地群落之间冲突的爆发。

每个遗址都发现了一处墓葬。在沃卢施克伊，被埋葬的19个人当中有5人要么体内射入了石尖箭头，要么身体某些部位缺失。[\[35\]](#)在这些尸骸的远处单独埋葬着一具男尸，他的脖子后面射入了一支石尖箭头，胸腔内射入了另外两支。研究人员经过分析遗迹推测，这个人可能被执行了死刑。还有一具男尸的下臂明显已经被切掉，一具男尸的手被切掉，膝盖以下的腿部也被切掉。虽然这些发现看上去似乎不像是协同性袭击，但死者可能是被处决而死的，或者是在群落之间的协同性攻击后被当作俘虏来处理的。很清楚的是，这些遗迹构成了蓄意甚至创造性地执行凶杀的证据。

在附近的瓦西里耶夫卡发现了44具尸骨，[\[36\]](#)其中的5具要么骨头中嵌入石尖箭头，要么石尖箭头紧靠在骨头旁边。一具女尸，死亡时年龄估计在18—22岁，一支石尖箭头嵌入在她的一根肋骨里；另一具大约25岁的女尸，一支箭头正好射在其肋骨旁边；一具将近30岁男尸

的脊梁上深深地扎进了一支石尖箭头。考古学家马尔科姆·利利（Malcolm Lillie）及他的同事们认为，这个遗址显示了年轻人被当作施暴的主要目标，他们认为这可能是由于年轻人身强体壮，因此最能捍卫他们部落的资源，同时也成了被攻击的首要目标。在这个遗址中有一个特别有趣的发现，这些骨骼有迹象显示男性的蛋白质消耗水平要略高于女性，所以这个遗址还可能提供性别等级制度的早期证据，即一些性别不平等的最早迹象。

有明确致命暴力迹象的遗址从8000—6000年前这段时期在非洲北部和欧洲开始变得更加普遍，但相比遗址总数，这样的遗址仍然比较罕见。[\[37\]](#)在这些遗址中，有明确迹象能够显示存在致命暴力的遗骸占3%—18%。在今天的阿尔及利亚有一个叫作卡鲁姆纳塔的遗址，可追溯到8300—7350年前，遗址里被埋葬的60人中有2人显示出暴力死亡的迹象，占3%。在丹麦的博格巴肯/韦兹拜克遗址和瑞典的司各特尔摩遗址，都能追溯到6800—6400年前，暴力死亡的比率是每60人当中有4人，占6%。在法国的布列塔尼/特维克岛遗址，16人中有3人由于暴力死亡，占18%。

我们看一下在美洲的各个遗址，最早的尸骨化石能追溯到12000—9000年前，其中至少有2具尸骨中嵌有箭头或矛头。但是尸骨的数量如此之少，以至不可能从这些早期美洲的遗迹中得出侵略行为性质的有用结论。大约6000年前，和世界上的其他地方一样，暴力死亡的比率在美洲出现增长。佛罗里达州温德沃尔遗址，可以追溯到6400年前，68具尸骨中有9具显示出暴力迹象，占13%；而肯塔基州的印度诺尔遗址，可以追溯到6100—4500年前，暴力迹象的比例要小得多，880个人中仅有48人，尸骨中要么嵌入箭头，要么被肢解，或两者兼有，占5%。我们在亚洲和非洲获得的数据较少，但趋势应该是大同小异。

因此我们看到，直到大约7500年前的时期，人与人之间致命暴力的明确证据仍比较少见，并且在大多数情况下，暴力事件是否意味着

战争的存在也没有明确答案。但从7000—6000年前，我们开始发现更多大规模协同性杀戮确凿证据的例子。

在可以追溯到7000—6000年前的德国塔尔海姆和赫尔克斯海姆遗址，以及同一时期的奥地利施勒茨遗址，[\[38\]](#)大型墓葬在20世纪80年代初和90年代中期被发掘出来。塔尔海姆遗址位于今天的德国南部，是一个早期的农耕聚居点。在附近一个被称为“死亡之坑”的遗址中，人们发现了34具尸骨，许多头骨显示出了暴力外伤的迹象，比如骨折和穿刺。许多尸骨面部朝下，而其他尸骨则呈现出不同寻常的扭曲姿势，许多尸骸混合在一起，表明这些尸体是被同时随便推进坑里的，或者时间间隔上非常短。有趣的是，在那里没发现4岁以下儿童的遗骸，由此推测，也许在一场明显的冲突之后，胜利者把年幼的孩子当作战利品带走了。

另一个混合型的早期农耕和采集觅食的聚居点——施勒茨遗址，其周围似乎修建了一些土筑的防御工事，在那里一个墓葬里埋葬了多达200人，这是大规模屠杀的一个明显证据。许多尸体的四肢被砍掉，一些尸骸显示出明显的创伤性暴力迹象，包括头骨粉碎和穿刺。年轻女性的遗骸比预期中死于自然原因的数量要少，这可能表明这次屠杀的行凶者带走了一些年轻的女性。看上去这场屠杀也表明了施勒茨聚居点的终结。

在赫尔克斯海姆遗址发现了埋葬多达500个人的墓葬，许多尸骨上带有切割的痕迹。奇怪的是，许多人头被割下并堆放在一起，很多人体四肢骨骼与其他动物的骨头混成一团。

从7000—6000年前开始，全世界范围内发现了越来越多的大规模屠杀遗址。但要强调一件重要的事，即这里描述的每一处遗址，以及更多同一时期的遗址，甚至在同一地区的遗址，都没有显示有组织的暴力的迹象。

从每个带有协同性暴力证据的遗址中得来的这些详细数据，以及从这段时间跨度内所有遗址中得到的集合数据，我们得出了最佳结论，那就是相比现代社会，在我们人类进化史的大部分时间里，人类文明不以大量杀人或多次战争为特点。然而，在过去的5000年里，这种类型的暴力在速度和强度上显著增加了。

这个分析受到了直接反驳，比如史蒂文·平克认为人性从一开始就充满了暴力。^[39]平克、阿扎尔·盖特以及这种观点的其他支持者几乎完全依赖考古学家劳伦斯·基利（Lawrence Keeley）和行为经济学家塞缪尔·鲍尔斯（Samuel Bowles）以前所发表的观点。^[40]他们认为，过去的人类有多达15%死于暴力——这个死亡率甚至连近代历史上发生的最血腥的事件都无法与之相比。但这些观点引起了强烈争议。^[41]其中布赖恩·弗格森和道格拉斯·弗里指出基利和鲍尔斯在很大程度上依赖一组有限的考古数据，也依赖从现存的原始民族和现代的部落社会中获得战争和杀戮的数据。这个问题有很多原因，其中一个主要原因是近代更大的经济体和政治体制的联结改变了暴力发生的方式。留存下来的原始民族只是所有曾经普遍存在的觅食群落的一个微小子集，因此并不能很好地代表觅食群落的各种行为。基利和鲍尔斯（以及平克和盖特）还经常把杀戮和较大规模的协同性攻击而导致的复仇性死亡联系起来，给人一种战争和协同性暴力比实际记录反映的更为常见的感觉。

但最重要的是，这些研究者忽略了大约14000年前的几乎所有的化石数据，而主要集中在了几个考古遗址上，从中我们的确看到了人类所有的进化历史中很有代表性的过去14000年的暴力。这是一个不必要的狭隘观点。

布赖恩·弗格森通过广泛深入地研究这些遗址的细节和已发表的相关报道，把他们所使用的数据称为“极不寻常的情况和严重扭曲战争的古老性和杀伤力的选编”。^[42]我们知道，截至14000年前超过

400个遗址已经提供了超过2500个的遗迹，我们确实有表明在早期人与人之间的暴力现象较少而不是较多的有效记录。

当我们考虑范围更广的人类早期行为的时间线时，所谓的《战争的深层根源》中对暴力记录的错误解读就显而易见了。如果你按照我们在第一章到第六章中的讨论随着时间的推移用曲线来绘制所有关于人类进化过程中的数据，然后把这个曲线与带有暴力和战争增加迹象的时间线做一个对比，你对暴力的起源和本质就有了更深刻的理解。一个巧合的出现显得尤为突出，那就是在更加复杂的社会和定居主义出现的同时，协同性致命暴力和战争兴起。大体上说，经济、政治和社会不平等的出现与战争的兴起密切相关。

当然，巧合并不是任何争论观点的充分依据，所以我们必须考虑模式背后的各种原因。从根本上来说，那些定居在资源相对丰富地区的部落能享受到更多的物质，还有些地区可以为定居者提供保护来抵挡风雨以及猎食动物的袭击（比如捷贝尔·撒哈巴遗址），这些都会引发其他不那么幸运的部落来袭击他们。在这一时期，我们开始看到，我们开发战略性狩猎方法的聪明头脑显然被用在了我们人类自己头上。但是，也许更引人注目的推理是，即使攻击可以带来好处，但大多数时间，在捷贝尔·撒哈巴遗址居住的部落繁荣兴盛，那里的群落显然能够与周围的群落避免发生这样的冲突。这种和平状态的一个很好的象征，就是在以后的遗址中，比如施勒茨遗址（大约7000年前），我们找到了在早期遗址中未曾见过的像土墙或武器库这样的防御结构，这是为暴力斗争做准备的明确迹象。尽管暴力有所增加，但这个更早时期的考古记录的主流特点仍然是我们所称的广泛和平，群落之间相处得很融洽。

增强人类社会复杂性的一个关键组成部分就是储存。一旦食品可以储存，就需要有储存维护、管理和监督的系统。储存之后便产生了所有权的概念，也就是要对正在储存的东西以及用于储存的位置和结

构进行控制。在大多数采集群落中，人们的个人所有物很有限，无非一张弓或一些陶器、珠宝，并没有很多，他们以共享的方式来对待群落的物品。贪婪和嫉妒会存在，但在采集群落中关于物品最日常的交流互动要比定居型农耕群落显得更加平等和/或更懂得共享，而在农耕群落中人们对物品和财产的所有权是日常生活的一个重要方面。[\[43\]](#)



图9 人类的创新

我们现在把财产的观念视为理所当然，但在早期定居群落产生以前，“财产”可能不是一个定义明确或者被使用的概念。流动的采集群落都有各自的打猎范围，在某些情况下，他们会捍卫自己的领地不受外来群落的侵犯。然而，一旦人们在一个村庄定居并开始农耕，财产就变成了赤裸裸的现实。在改造土地和作物时人们的投入和群落需要极度依赖这两种东西来汲取营养，使得土地和群落之间的关系变得十分密切。一个村庄的建设，需要建造永久性的住房、为牲畜建造窝棚和畜栏并提供饲料、农作物的种植、作物储存的管理，这引发了一种新的看待土地的方式：它成了人们用自己的双手建造的社区；它是“他们的”。

研究人员塞缪尔·鲍尔斯和崔成奎（Jung-Kyoo Choi）指出，居住在村庄的早期农民们“可以明确地占有并保护作物、住房和动物”，它们是人类行为的有形产品，正是由于人们的创造才得以存在。这种与世界产生关系的新方式意味着领地和物品可以属于群落所有，甚至可以属于个人所有，这就是看待世界的一种新转变。[\[44\]](#)

储存、财产以及社会中人的角色分工改变了群落内部成员之间的交流方式以及他们与其他社区的互动方式，使得群体间产生冲突的可能性增多。这些过程在最近四五千年的人类历史中得到了相当有创造性的、极具威胁的发展。

我们知道，大约在同一时期，较大的定居点出现在考古记录中，农业出现了，牲畜的驯化也出现了。随后出现了很多变化，出现了更大的群落，群落成员有了越来越强烈的群体认同感，有了更多的粮食储备，人们对自己的领地有了更多的奉献精神 and 责任感，不平等的现象越来越普遍，所有这些变化都为暴力的出现提供了更多的条件和诱因。一个地方的丰富资源通过劳动的划分而得到了充分的利用。耕种和培育农作物需要计划着播种和收割；要安置、照料和保护牲畜，还要把它们屠宰并制备肉食。随着我们按照整个群体都可以接受的方式

把责任和奖励做了划分，对这些不同技能需求的日益增加为人类的创造力和合作提供了一个巨大的发光发亮的机会，但同时出现的等级地位、财富、权力、大量过剩粮食的管理，以及土地和其他资源的分割，增加了冲突、贪婪、不信任甚至残忍的动机。

正如今天有些工作比其他工作要好，在这些早期社群里也一样，随着城镇的成功发展，最终形成了城市，有些工作更危险，有些工作能获得更丰富的食物或更多其他资源。考古记录表明，在城镇、农业和一些剩余产品出现后不久，有些墓葬开始与其他墓葬有了区别。有些人死后有较珍贵的陪葬品（金属、武器，甚至是艺术品），有些人只是集体埋葬在一起，有些人有自己的坟墓，还有些人甚至似乎没有实际上的墓葬。墓葬中的尸骨也开始有所差别，对牙齿和长骨进行化学和同位素的分析表明，有些成员的蛋白质和矿物质含量要比其他人的多；有些人的尸骨证据显示他们由于从事体力劳动而出现了更多的疾病和更大的身体伤害。在早期，这些差异还是很小的，但到了7000—5000年前，这些差异就变得相当明显。一旦一个社会以这些方式被划分，一旦出现了不平等，不管群体内还是群体之间，由于创新造成的不平等的形式和结果就会扩大，不平等也会扩大，群体内部和群体之间潜在冲突的原因也会增多。

随着阶级分化和不平等的出现，一个社区是如何保持凝聚力的？人类发明了一种机制，就是通过形成一些象征和仪式来增强群体认同感。正如我们在前几章所看到的一样，加入一个群体的重要性和社区认同感很可能早就存在于我们人类的血统之中，其中合作在我们进化的每一个方面都发挥了核心作用。但是，当我们开始看到在社区里出现了越来越多的社会分工，我们也看到氏族和世系正式发展的迹象，以及与之一同发展的故事和信仰的产生。这种联系的建立使越来越大的群体一起工作，并且能和睦相处。当然，这些相同的联盟和信仰可能有助于他们区别于他人。这是人类历史上的一个关键时刻，社区内部个体之间和社区与社区之间的分裂在日常生活中开始处于核心地

位。这些社区内部和社区之间差异的制度化正是协同性暴力和战争出现的核心因素。

我们发现，氏族发展得越大，氏族内部和氏族之间在建筑、防御、农业和贸易方面（商品、人，思想和意识形态的贸易）展开的合作就越出色。这些发展也为大规模暴力活动创造了更大的动机。剩余的食物和其他物品、贸易关系、强大的社区认同感、人口众多而又密集的社区、社区内部和社区之间社会阶级的出现，都为严重冲突带来了动机和可能性。一个能够设法积累一些剩余产品如食物的部落，会变成一些不那么幸运的（或技能不发达的）部落侵袭的主要目标，特别是在干旱或发洪水的时候，在不同的群体已经有了不同的归属，形成了氏族的时候。远途贸易，贵重商品比如贵金属、贝壳或备受追捧的食品的创造和分配，有利于那些制造商品的人、囤积货物的人或居住在贸易沿线控制货物流通的人。部落变得越大、越富有，遇到冲突的可能性就会越大。一些人把大规模和平合作的技能用在了大规模暴力协作上面。在人类大部分的历史中，致命的暴力呈现出了比较罕见的凶杀形式：报复性的屠杀、为争夺配偶而杀人，以及由于家庭纠纷而杀人。然而，随着氏族发展为更大的政治体，为一个部落不以某个具体的人作为攻击对象而去攻击另一个部落提供了动机和理由。人类发生了思想转变，从个人对个人的暴力转变成了把对方整个部落或群体当作自己的“敌人”：我们创造性地不把别人当人看。

战争与和平应该被视为一枚硬币的两个面，一面是人类的创造力，另一面是当代人类生态的一部分。我们通过强化合作、协作和创新来掌握自己的命运，同样的技能也让我们掌握了冲突和破坏的新形式。结合其他灵长类动物和人类生物学做出的对比检验，化石和考古记录并不支持人类战争和组织性暴力有其深层根源的论点。相反，这些数据结合起来，有力地反驳了一种观念，这种观念认为我们倾向于有组织的暴力和发动战争是人类进化的一个核心的早期适应性结果。战争的能力出自和平的能力，也出自我们创新、相处的技能和共同应

对世界挑战的能力。战争与和平是人类协同合作的创造性方式中不可或缺的一部分，在过去的200万年里，人类为了生存与获得成功而曾使用过这种手段，现在仍然在使用。

尽管人类在战争与和平方面使用创新能力的方式很复杂，但当涉及性、性别和性趣的时候，整个“球类运动”都转移到了一个新的“体育场”。让我们去看那场“比赛”。

[1]The Gun Violence Archive, accessed July 19, 2016, <http://www.gunviolencearchive.org/reports/mass-shootings/2015>. “大规模射击”的定义是在一次枪击事件中射击4个及以上的人。

[2]“Assault or Homicide,” National Center for Health Statistics, Centers for Disease Control and Prevention, last updated July 6, 2016, <http://www.cdc.gov/nchs/fastats/homicide.htm>.

[3]Hobbes, T., *Leviathan* (1651; repr., New York: Penguin, 1982).

[4]Wrangham, R., and Peterson, D., *Demonic Males: Apes and the Origin of Human Violence* (New York: Mariner Books, 1996).

[5]Pinker, S., *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature* (New York: Viking Press, 2002), 316.

[6]Gat, A., “Proving communal warfare among hunter-gatherers: the quasi-Rousseauan error,” *Evolutionary Anthropology* 24 (2015): 111–126.

[7]Wilson, E.O., *The Social Conquest of Earth* (New York: Liveright, 2015).

[8]De Waal, F., *The Age of Empathy* (New York: Broadway Books, 2010).

[9]Fry, D., *Beyond War: The Human Potential for Peace* (Oxford: Oxford University Press, 2007); Ferguson, B., “Pinker’s List: Exaggerating Prehistoric War Mortality,” in *War, Peace, and Human Nature*, ed. D.P. Fry, 112–131 (Oxford: Oxford University Press, 2013).

[10]Carbonell, E., et al., “Cultural cannibalism as a paleoeconomic system in the European Lower Pleistocene,” *Current Anthropology* 51 (2010): 539–549.

[11]Otterbein, K., “The earliest evidence for warfare?: a comment on Carbonell et al.,” *Current Anthropology* 52 (2011): 439.

[12] Bowles, S., “Conflict: altruism’s midwife,” *Nature* 456 (2008): 326 – 327.

[13] Sussman, R.W., and Garber, P.A., “Cooperation, Collective Action, and Competition in Primate Social Interactions,” in *Primates in Perspective*, 2nd ed., ed. C. Campbell et al., 587 – 598 (Oxford: Oxford University Press, 2011).

[14] Flack, J.C., et al., “Policing stabilizes construction of social niches in primates,” *Nature* 439 (2006): 426 – 429; Barrett, L., Henzi, S.P., and Lusseau, D., “Taking sociality seriously: the structure of multi-dimensional social networks as a source of information for individuals,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367 (2012): 2108 – 2118; Strum, S.C., “Darwin’s monkey: why baboons can’t become human,” *Yearbook of Physical Anthropology* 149 (2012): 3 – 23.

[15] Wrangham, R., and Peterson, D., *Demonic Males: Apes and the Origin of Human Violence* (New York: Mariner Books, 1996), 108 – 109.

[16] Wilson, M.L., “Chimpanzees, Warfare and the Invention of Peace,” in *War, Peace, and Human Nature*, ed. D.P. Fry, 361 – 388 (Oxford: Oxford University Press, 2013).

[17] Pruett, J., et al., “New evidence on the tool-assisted hunting exhibited by chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) in a savannah habitat at Fongoli, Sénégal,” *Royal Society Open Science* (2015): 140507, DOI: 10.1098/rsos.140507.

[18] Wilson, M.L., “Chimpanzees, Warfare and the Invention of Peace,” in *War, Peace, and Human Nature*, ed. D.P. Fry, 361 – 388 (Oxford: Oxford University Press, 2013); Wrangham, R., and Peterson, D., *Demonic Males: Apes and the Origin of Human Violence* (New York: Mariner Books, 1996), 108 – 109.

[19] See Ferguson, B., “Pinker’s List: Exaggerating Prehistoric War Mortality,” in *War, Peace, and Human Nature*, ed. D.P. Fry, 112 – 131 (Oxford: Oxford University Press, 2013); Fuentes, A., *Race, Monogamy, and Other Lies They Told You: Busting Myths About Human Nature* (Berkeley: University of California Press, 2012); Hart, D.L., and Sussman, R.W., *Man the Hunted: Primates, Predators, and Human Evolution* (New York: Basic Books, 2005); Marks, J., *What It Means to Be 98 Percent Chimpanzee* (Berkeley: University of California Press, 2002), for extensive discussion on the problems with using chimpanzees as analogies for human ancestors, especially when it comes to violence and war.

[20]Archer, J., “Testosterone and human aggression: an evaluation of the challenge hypothesis,” *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 30 (2006): 319–345. See also, Fine, C., *Testosterone Rex: Myths of Sex, Science, and Society* (New York: W. W. Norton, 2017).

[21]心理学家史蒂文·平克和政治学家阿扎尔·盖特提出了这一说法。

[22]Fry, D., and Söderberg, P., “Lethal aggression in mobile forager bands and implications for the origins of war,” *Science* 341 (2013): 370–373.

[23]Boehm, C., “Purposive social selection and the evolution of human altruism,” *Cross-Cultural Research* 42 (2008): 319–352.

[24]Wilson, M., and Daly, R., “Coercive Violence by Human Males Against Their Female Partners,” in *Sexual Coercion in Primates and Humans: An Evolutionary Perspective on Male Aggression Against Females*, ed. M.N. Muller and R.W. Wrangham, 319–339 (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009).

[25]Chagnon, N., “Life histories, blood revenge, and warfare in a tribal population,” *Science* 239 (1998): 985–992.

[26]Fry, D., *Beyond War: The Human Potential for Peace* (Oxford: Oxford University Press, 2007).

[27]Beckerman, S., et al, “Life histories, blood revenge, and reproductive success among the Waorani of Ecuador,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (2009): 8134–8139.

[28]Debra, M., and Harrod, R., “Bioarchaeological contributions to the study of violence,” *Yearbook of Physical Anthropology* 156 (2015): 116–145.

[29]See Ferguson, B., “War Before History,” in *The Ancient World at War*, ed. P. D’ Souza, 15–27 (London: Thames and Hudson, 2008); Ferguson, B., “Pinker’s List: Exaggerating Prehistoric War Mortality,” in *War, Peace, and Human Nature*, ed. D.P. Fry, 112–131 (Oxford: Oxford University Press, 2013); Kim, N., and Kissel, M., *Emergent Warfare and Peacemaking in Our Evolutionary Past* (London: Routledge, 2017). Many of these sites are also those heralded by Steven Pinker in his book *Better Angels of Our Nature* (New York: Viking, 2011).

[30]Kissel, M., and Piscitelli, M. (in prep), “Violence in Pleistocene Populations: Introducing a New Skeletal Database of Modern Humans to Test Theories on the Origins of Warfare.” See also Haas, J., and Piscitelli, M., “The Prehistory of Warfare: Misled by Ethnography,” in *War, Peace, and*

Human Nature, ed. D.P. Fry, 168–190 (Oxford: Oxford University Press, 2013).

[31] Sala, N., et al., “Lethal interpersonal violence in the Middle Pleistocene,” PLOS ONE 10 (2015): e0126589, DOI: 10.1371/journal.pone.0126589.

[32] Ibid.

[33] Mirazón Lahr, M., et al., “Inter-group violence among early Holocene hunter-gatherers of West Turkana, Kenya,” Nature 529 (2016): 394–398.

[34] Pinhasi, R., and Stock, J., eds., Human Bioarcheology of the Transition to Agriculture (New York: John Wiley & Sons, 2011).

[35] Ibid.

[36] Lillie, M.C., “Fighting for your life? Violence at the Late-glacial to Holocene transition in Ukraine,” in Violent Interactions in the Mesolithic: Evidence and Meaning, ed. M. Roksandic, British Archaeological Reports International Series 1237 (2004): 89–96.

[37] Ferguson, B., “War Before History,” in The Ancient World at War, ed. P. D’ Souza, 15–27 (London: Thames and Hudson, 2008); Keeley, L., War Before Civilization: The Myth of the Peaceful Savage (Oxford: Oxford University Press, 1996).

[38] Wild, E.M., et al., “Neolithic massacres: Local skirmishes or general warfare in Europe?” Radiocarbon 46 (2004): 377–385.

[39] Pinker, S., The Better Angels of Our Nature (New York: Viking, 2011); Gat, A., “Proving communal warfare among hunter-gatherers: the quasi-Rousseauan error,” Evolutionary Anthropology 24 (2015): 111–126.

[40] Keeley, L., War Before Civilization (Oxford: Oxford University Press, 1996); Bowles, S., “Did warfare among ancestral hunter-gatherers affect the evolution of human social behaviors?” Science 324 (2009): 1293–1298.

[41] Ferguson, B., “Pinker’s List: Exaggerating Prehistoric War Mortality,” in War, Peace, and Human Nature, ed. D.P. Fry, 112–131 (Oxford: Oxford University Press, 2013).

[42] Ibid.

[43] Fry, D., and Söderberg, P., “Lethal aggression in mobile forager bands and the implications for the origins of war,” *Science* 341 (2013): 270 – 273; Fry, D., *Beyond War: The Human Potential for Peace* (New York: Oxford University Press, 2009).

[44] Bowles, S., and Choi, J., “Coevolution of farming and private property during the early Holocene,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (2013): 8830 – 8835.

[45] 《人性中的善良天使》简体中文版已由中信出版社于2015年出版。以下引文皆为本书译者翻译。——编者注

第八章 有创意的性

2016年在谷歌上搜索“性”这个字，0.29秒内就能搜到大约33.4亿个结果，这相当于搜索“宗教”所得结果的近4倍，搜索“政治”所得结果的3倍，搜索“死亡”所得结果的半数以上，但这数字略低于搜索“食物”所得结果的数量。如果互联网上的表现能告诉我们什么事情对人类重要的话，那么性和食物是十足重要的，但我们不需要谷歌告诉我们这个。食物和性是大多数生物生命的基本目标，而不仅仅是人类的目标。

按性别区分，动物一般分为两种：雌性和雄性。我们称之为“两性”，它们是繁殖所必需的动物生物学的两个互补的表现形式。在大多数情况下，需要一雌一雄聚在一起，通过身体接触交换配子（卵子或精子，这就是我们对生物学意义上的雌性或雄性进行分类的方式）才能生出后代。显而易见，这种配子的交流是物种成功生育后代能力的核心。[\[1\]](#)由于性是如此重要，所以有性繁殖的动物有生理系统让它们热衷此事。性行为能带来快感。

因为性行为能带来快感，许多哺乳动物把性提升了一个等级，它们进行性行为的次数往往比生育所需的次数要多，我们称之为社会性行为，但这也是有代价的。那些有更多社会性行为的动物也可能患有更多的性病（性传播疾病）。性活动的增加意味着要承担更大的健康风险，考虑到基本的进化代价，我们可能会认为性行为很快就会消失，即使性行为确实能带来快感。但在高度社会化的动物（如犬科动物、鲸鱼和灵长类动物）当中，更多的性行为显然值得冒罹患性病的风险，这些动物的社会性行为非常普遍。一些动物如此乐意承担因性行为增多而加大的风险的这一事实使许多研究者相信，社会性行为带

给这些动物的不仅仅只有快乐。灵长类动物是动物世界里社会性行为最多的动物之一，因此不足为奇，它们也是动物世界里罹患性病最多的动物。^[2]人类是灵长类动物中罹患性病最多的应该更不足为奇。作为一个物种来说，我们人类有很多性行为，那意味着性行为极其重要。但是人类不只是有更多的性行为，我们还把性行为提升到一个全新的高度。作家贾雷德·戴蒙德（Jared Diamond）在他的一部书名与主题很贴切的作品《性为什么这么有趣：人类性行为演变史》（*Why is Sex Fun? The Evolution of Human Sexuality*）中说道：“人类的性行为……如果按照其他动物物种的标准来看奇怪得不同寻常。”^[3]

人类在进行性行为时也有很多不同的方式。^[4]年龄在25—44岁之间的男性和女性，^[5]98%与异性有过生殖器官的性交，90%有过口交，36%—44%有过肛交，6%—12%有过同性性交。这些数字上让地球上绝大多数其他物种看起来像假正经。年满24岁的人当中，3个性活跃的人中就有1个得过非艾滋病的性病，仅在美国每年就会有超过1900万例新的性病感染。^[6]总的来说，人类比其他生物患有更多的性病，因为人类比任何其他动物的性行为都要多，性行为的种类也多，场景也多，相关的问题也多。^[7]我们为性疯狂。

性不仅仅是一个行为、一个目标或一个生物模式，它是我们生活的核心部分。我们描写性，我们思考性，我们谈论性，我们对性行为有一些禁令，还有一些关于性行为的法律、观念和责任。我们观看别人的性行为，我们花钱买性，我们把性当作一种工具、一种武器、一种治疗方法。我们对性如此具有创造性，以至我们甚至已经形成了一个独特的人类概念来区别于性的基本生物学概念：社会性别。

“社会性别”是一个包罗万象的术语，^[8]内容涵盖在生理性别上人类的角色、观念及期望。在分析人类性行为时，“社会性别”带来

了一个问题。当人类说“男性”或“女性”时，他们几乎总是指人的社会性别而不是指生理性别，然而这两者又是两个不同的概念。任何特定的人的社会性别行为模式不只是简单地取决于其生理性别或性活动模式。这使得人类的性行为（“和谁、如何、为什么”发生性行为）理解和解释起来尤为困难。

两性之间存在着重要的区别：女性生育、哺乳后代，男性通常体型更大、肌肉更发达，两性之间的荷尔蒙水平和分泌方式也各不相同。两性之间也有重要的相似之处：我们的生殖器官来自同一个胚胎组织，我们的身体是由相同的材料和结构构成的，我们的荷尔蒙和大脑相同，我们是相同的物种。人类有独特的生理性别/社会性别上的混淆，这既美妙又带来了巨大的痛苦。

性是如何运作的

父母双方的配子结合后会产生后代，这种有性繁殖是从亿万年前的无性生物进化而来的，而无性生物通过细胞分裂或自我复制进行繁殖。性进化（最有可能）是为了应对环境变化。有性繁殖形成了新的变化，通过结合父母双方的遗传数据，为后代提供更多的选择。

设想生活在池塘里的一个简单生物，比如一种像变形虫一样的东西，它通过过滤水来得到食物。只要水温大体保持恒定，那么它就可以很好地进行自我复制，但是如果水温变暖了，它所使用的过滤系统可能就无法适应新的水温。池塘里可能还有很多类似的生物，它们各自在处理温度波动的能力上都有一些不同。与另一个相似但略有不同的生物体混合会是一个很好的选择，因为这样可以比无性繁殖给后代带来更大的灵活性，为它们提供更多的机会得到父母双方的DNA，但并非所有的新变种都能够做得更好，事实上，有些反而做得更糟。这就是性行为的风险。但重要的是总体的回报：与无性繁殖相比，只要有

一些后代能做得更好，这个系统（性行为）就有机会迎头赶上。新增的变种需要在总体环境有利于有机体的情况下才能维持系统里的有性繁殖。[\[9\]](#)这是一件大好事，谢天谢地，否则的话我们都将采取无性繁殖的方式，那么世界将少了多少乐趣啊。

性行为是使生物体产生更多变种的一种生理行为，以便它们有更好的机会去应对世界带给它们的挑战，这是一个冒险行为。考虑到这一点，人们会认为大多数生物对性行为是保守的，以减少性行为带来的问题。对于许多昆虫、鱼类和爬行动物来说，有性繁殖是相当简单的。在它们的生命里有一个特定的时间，也就是繁殖期，当繁殖期到来的时候它们就会进行性行为：雄性和雌性交换配子。雌雄中的一方或双方照顾受精卵（也有双方都置之不理的情况），直到受精卵孵化，然后靠自己生存。自那以后，繁殖期结束，动物重回到各自正常的无性生活中，或者生命终结。[\[10\]](#)

哺乳动物（比如我们人类）则有点不同，哺乳动物通过体内受精和妊娠，配子需要在雌性体内完成受精过程，并在体内发育成胚胎，然后发育成胎儿。接着雌性生育并照顾后代，直到后代已经准备好自己养活自己为止。这类有性繁殖系统在哺乳动物的身体和行为上增加了某些内容。雌性哺乳动物有哺乳用的乳房和乳头，[\[11\]](#)以及特殊结构的生殖器和生殖道，得以使雌性哺乳动物能通过同一个阴道进行性交和生育。雄性哺乳动物的生殖器与雌性的互补，往往有外睾丸和外阴茎[\[12\]](#)（与大多数动物不同），而雌性哺乳动物的生殖器要比其他动物的生殖器暴露得更多。

人类是长相怪异的哺乳动物。我们是灵长类动物，雌性灵长类动物像其他哺乳动物一样有乳腺，但是猴子、猿和人类只有一对，而大多数哺乳动物有3—5对。女人的一对乳房在青春期发育的时候被大量脂肪组织包围着，人类也直立行走，所以一对被脂肪组织包围的乳房具有独特的外观：女性有胸部。与大多数其他哺乳动物不同，男人的

阴茎没有骨骼来辅助勃起。人类的阴茎依靠复杂的血液液压系统来勃起并进行性行为。也正是为了适应于性交和生育用途的女性生殖器官的结构形状，[\[13\]](#)使得男性长出了灵长类动物中最厚的阴茎。人类也是用两条腿来走路，这使得被称为臀大肌和臀小肌的这组肌肉重新调整来推动人们往前行走（在我们行走或跑步时推动我们的身体前行）。这些肌肉包裹在骨盆带（组成人的中间部位并用于连接身体上、下部的一组骨骼）的后面，让我们人类在骨盆处有个大的凸起，而其他动物则没有，这里也往往是脂肪堆积的地方：人类有屁股。我们相对来说毛发较少，这对于陆地非穴居性哺乳动物来说很不常见。

胸部、屁股、相对无毛的身体和非典型的男性阴茎，这些特点使得人类真是很怪异。

对于哺乳动物包括人类来说，性与复杂的身体、行为、生理机能和养育幼小（对雌性而言，在许多情况下雄性也要养育幼小）息息相关。这意味着性的意义要比单纯的性交行为的意义大得多。尽管大多数哺乳动物在它们的性行为系统中会保持合理的保守，但性爱并不无聊。在一年的某些时候，很多哺乳动物的生殖道会“打开”，这些交配季节被称为“热情期”“发情期”或“求偶期”，当交配季节到来时你最好不要妨碍它们。哺乳动物的身体，包括它们的生殖器，会受到荷尔蒙和爱液的影响，接着它们就想交配。我们知道，对于哺乳动物来说，性行为的感觉特别好。雄性和雌性都会有性高潮，[\[14\]](#)它们通常可在生殖道“打开”的时期进行多次交配。哺乳动物的性行为以雄性和雌性大量的四处奔跑、行为和身体上的“交流”为特点。交配季节一旦结束，性的驱动力就会下降（或者“关闭”），大多数哺乳动物又会重新回到它们的日常生活中。

有些哺乳动物的性行为并不局限于求偶期，它们全年都可以进行性行为。在这种情况下，即使不以繁殖为目的，雄性和雌性也可以进

行性行为。这时候事情开始有意思了，我们人类作为灵长类动物在这方面有发言权。

大多数猕猴物种一年内有一个或两个交配的高峰期。其间，大多数雌性猕猴会经历生理上的各种变化。雌性猕猴阴道和肛门处的皮肤会变得微肿（有些物种会肿得更严重），这使得任何一个雄性猕猴都能注意到这一变化。这些雌性猕猴也会发生行为上的变化，会花费超过平常的时间来追随雄性猕猴，它们会把臀部展现给雄性猕猴并向它们发出性爱的邀请。如果雄性猕猴的反应不积极，雌性猕猴会在雄性猕猴面前摇头晃脑来吸引对方，有时会抓住它们脸部的毛发。如果那样还不奏效的话，它们可能会抓住雄性猕猴的生殖器来做最后的努力。

雄性猕猴在此期间也会发生变化，主要表现在对雌性猕猴的回应上。它们会花更多的精力去接近那些处于性活跃期的雌性猕猴，闻它们的臀部，与它们交配，和它们一起梳理毛发。雌性猕猴通常会与多个雄性猕猴交配，但它们也会挑选交配对象，它们会拒绝一些雄性猕猴而青睐其他猕猴。雄性猕猴偶尔会试图强迫雌性猕猴与它们发生性关系，但是大多数猕猴物种很少会有好运气（那些真不想发生性行为的雌性猕猴要么会坐下，要么会走开）。在这段时间里，雄性猕猴之间也会发生很多争斗，因为它们中有多只猕猴都想试图得到同一只雌性猕猴，有时它们会全然不顾已经确立的社会等级。交配或交配的可能性，往往会影响猕猴，让它们违反既定的社会规范。

但并非所有猕猴的性行为都发生在交配期或繁殖后代的环境里。年轻的雄性猕猴有时会与另一只雄性猕猴待在一起，抚摸彼此的生殖器官，有时其中的一只会骑在另一只身上，它们偶尔也会交配。成年雌性猕猴，尤其是在特定的猕猴物种（比如日本猕猴）中，也会进行同性性行为，它们中的一只会骑在另一只身上，就像和雄性猕猴交配时那样。雄性猕猴也会手淫，有时会很频繁，雌性猕猴偶尔也会这么

做，但不似雄性猕猴那么频繁。最重要的是，像骑在同伴身上、触摸并按摩生殖器官等性行为在很多非交配情况下出现——争斗之后、有压力的时候，有时也会发生在两个好友安安静静待着的时刻。猕猴将性行为当作它们社交网络的一部分，而不仅仅是为了繁殖后代。[\[15\]](#)

黑猩猩的性生活比猕猴的更加复杂。[\[16\]](#)在排卵高峰期，雌性黑猩猩的生殖器官周围会有大块红肿，这能表明它们的生育状况。当然，雄性黑猩猩，特别是地位比较高的雄性黑猩猩，会严阵以待，花很多时间待在那些处于排卵高峰期的雌性黑猩猩身边，频繁地与它们交配，或者至少会诚心对待这件事情。雌性黑猩猩并不总想和那些雄性黑猩猩交配。在非洲东部的黑猩猩中，这种不情愿会导致大量的争斗。雄性黑猩猩会攻击雌性黑猩猩，有时它们为了迫使雌性黑猩猩与它们交配会联合起来。在其他时候，雄性黑猩猩和雌性黑猩猩不仅想待在一起，而且实际上还会离开群体的其他成员并在一起独处几天，它们会彼此喂食、相互梳理并进行多次交配。

在这些交配环境之外，黑猩猩也有大量的社会性行为。雄性黑猩猩们，尤其是那些好朋友和盟友之间，在紧张的时候会经常互相寻求安慰并抚摸彼此的生殖器官，以此来建立亲密关系并缓解压力。雌性黑猩猩也会有一些同性触摸的交流。就像猕猴一样，黑猩猩的性行为也可以视作一种社交工具。

倭黑猩猩（属于黑猩猩物种的倭黑猩猩）是有很多性行为的猿类。[\[17\]](#)倭黑猩猩是黑猩猩的一种，所以它们也和其他黑猩猩一样，生殖器官周围会红肿，它们在性行为上也有同样的问题，然而倭黑猩猩也会有几个与众不同之处。通常情况下，都是雌性倭黑猩猩主导雄性倭黑猩猩，所以没有雄性倭黑猩猩能够强迫雌性倭黑猩猩进行交配，在倭黑猩猩群体里强迫交配是非常罕见的。在倭黑猩猩的群体里，各个年龄段的雄性倭黑猩猩和雌性倭黑猩猩都会把性行为（同性之间和异性之间）当作一种社交工具。当它们久别重逢时，会进行短

暂的交配来作为问候。当它们在为一大块水果而争斗时，常常会通过交配来解决冲突。倭黑猩猩把性活动当作一种社交黏合剂，但这并不意味着它们一直有性行为，或者不打架，或者性行为是它们的全部活动。不过，倭黑猩猩的性活动频率在非人类的灵长类动物中处于顶端位置。

女人与其他一些灵长类动物不同，她们的生殖器官周围不会红肿，也不像我们在雌性猕猴身上看到的那样有特定的交配周期或大量的行为变化。女人和所有的哺乳动物一样，都有月经周期，但她们在月经期间通常比其他的哺乳动物有更大的血流量。如果身体健康，男人和女人全年都能够有性活动。人类和其他灵长类动物一样，相互寻求性活动并有大量的社会性行为，但在这方面人类和其他灵长类动物出现了不同之处。

我们的性行为依赖我们生活的社群，我们的社会规则、法律和信仰体系，我们形成的伙伴关系、纽带和联盟，这些关系也会出现破裂与重建。人类是唯一一种已知的存在一定比例的稳定的同性性取向者的哺乳动物，也是唯一一种发誓要忠贞的物种（人类有时会保持忠贞不渝）。人类在灵长类动物中实属罕见，因为人类经常会在两个性行为和生育有关联的个体之间结成长期的关系。我们在性行为、年龄、伦理、道德和行为之间有一套独特的象征性联系：何时、如何、何地、和谁一起有性行为对人类来说关系重大，因为这不仅仅是个人的性行为，也关乎他们的社群和整个社会。人类性品位、性欲和性习惯的范围极其广泛，其中很多与以生育后代为目标的性行为相去甚远。人类已经沿袭了哺乳动物与性相关的基本生殖特点，而人类这一灵长类动物对此做了些改变，并创造了一个全新的方式来进行、思考、描绘、规范和体现性行为。[\[18\]](#)

要理解我们如何在性方面变得如此有创造力，我们需要了解人类故事中的三个主要方面：育儿和结对，社会性别，以及对于人类来

说，性永远不仅仅是性。

有创意的育儿计划

如果没有良好的育儿计划的话，有性繁殖的物种是无法幸存下来的。确保后代能够成功进入成年期（或者到它们可以自己谋生的时期）是哺乳动物社会生活中的一个重要方面。在大多数情况下，做这项工作的大部分都是孩子的母亲。但是，正如我们在前文所提到的，在许多高度社会化的哺乳动物，包括许多灵长类动物中，都存在着共同育儿的情况^[19]——除了母亲以外的群体其他成员帮助抚养后代，这种情况非常普遍，而这些其他的护理者并不只是其他的雌性。^[20]事实上，我们的祖先创造出了整个社区的护理者。

如果我们冒险回到大约150万年前的更新世早期，并关注一群人类的祖先，我们会看到他们解决“育儿问题”的方案（请参照第五章），他们是人类学家萨拉·赫尔迪称为“母亲和其他人”的一群护理服务人员。^[21]在一个由15个或20个人组成的早期人属群体中可能有2—3个婴儿，这些婴儿不会只由他们的母亲抱着和照顾，而是由群体里的其他年长的和年青的成员轮流抱着、照顾、护理。他们怀抱婴儿四处走动、寻找石材来源、制作工具，搬运石材和工具。这种护理的策略同样发生在他们从剑齿虎、鬣狗和其他大型猎食动物那里抢夺残食的时候，也发生在他们携带着大肉块来到更安全的地方（为了躲避其他大型猎食动物）的时候。

想象一下，在一天结束的时候，这群人沿着一个小峡谷的悬崖行走到他们安全的栖息地，是一个什么样的场景：20个左右的人会形成一个四五十英尺长的队伍。前后有一些成年人和十几岁的少年携带着锋利的石片或一块坚硬的木头，但群体里的大多数人会怀抱石块、肉块、成捆的果实或者块茎。有些人会在身体的两侧或前面抱着婴儿。

一旦他们到达了栖息地，婴儿就会被送到母亲那里照看。之后，母亲们可能会紧紧抱住他们，同时群体成员开始分享食物，群体中的许多其他成员会对依偎在母亲怀抱里的婴儿们柔声细语地说话，并帮他们梳理。当婴儿母亲与人交往的时候，甚至远离群体与某些群体成员一起“独处”时，年长的兄弟姐妹或其他群体成员会帮忙看护孩子。

如果不是全员参与，起码许多早期人属群体的成员可能已经承担了儿童护理和养育的实质性工作。[\[22\]](#)多人护理的系统使得孩子的母亲们能参与许多的群体活动。在第五章我曾经提到过，一些研究人员认为，这种共同育儿，是人类女性不同于所有其他灵长类动物的地方，是她们在经历更年期生殖周期结束后还能活很长时间的一个原因。[\[23\]](#)显而易见，最晚从直立人开始，早期人属群体在建立我们称之为人类社会的特殊生态时，为了让婴儿更好地生存下来，就已经开始协调不同的行动、责任，甚至角色。[\[24\]](#)

这和性行为有什么关系呢？早期人属就开始了直到现在我们仍然能够普遍看到的把生育和性行为分离的做法。通过发展出社区育儿的做法，早期人类能够创建一个可以养育出脑容量更大、更依赖护理的婴儿的系统。如果还是以标准的哺乳动物模式让母亲们独自养育婴儿的话，这样的发展是不可能存在的。人类的孩子基本上都要依靠成年人多年的照料。这样一个系统成功的唯一途径就是要求多个个体共同分担育儿的责任。但是，这种共同承担育儿的责任也意味着繁殖生物学即性行为并不仅仅是大多数哺乳动物的繁殖方式。由于繁殖的成本很高，大多数哺乳动物对性活动有所限制：繁殖系统会在适当的时候开启和关闭。而人类基本上随时都能有性生活。因此，母亲和其他人能够共同育儿的制度消除了性行为与育儿之间的必要联系。显然，这两者仍然紧密联系着，没有性行为就意味着没有后代，但由于育儿的高成本而导致的对性行为的限制则得到了缓解。

这让我们走向了此系统的另一面。性行为可以发生得更加频繁，因为我们作为灵长类动物有一个基础模式，那就是我们至少有一定的社会性行为，我们的祖先对这种模式进行了提升，使性行为变成了社会生活中一个常规而又重要的组成部分。但在社会日常生活中频繁进行性行为又给我们带来了两个令人感兴趣而又费解的问题：

1. 人类不是时刻都在发生性行为，而且并非对象是谁都可以。

2. 我们对性行为很挑剔，在一生中往往只与一个或几个人形成长期而又非常强烈的性关系。事实上，大量的人类相对来说都是遵循一夫一妻制的（在大部分时间里）。

现在，我们非常重视建立配对结合和我们称之为婚姻关系的法律和宗教协议体系。对于一个原先存在共同育儿和频繁社会性行为的宗族，这一切是如何产生的？

在过去50年的大部分时间里，人类一夫一妻制和婚姻关系进化的标准路线^[25]如下：人类育儿的成本是高昂的，因此女性需要别人的帮助来抚养婴儿。在人属的进化过程中，女性需要找到方法来推翻哺乳动物的基本模式，即婴儿的父亲离开母亲，而让母亲单独抚育婴儿的模式。因此，她们通过进化形成了隐蔽排卵的特点（没有外部标志，如阴部肿胀等），然后与多名男性发生性行为，所以她们自己也不知道孩子的生父是谁。缺乏明显的排卵信号使男性不确定他们能否成功生育，所以他们会花更多的时间试图与女性长期待在一起并作为其唯一的伴侣，以确保生出的孩子是他们的。女性则选择那些乐意抚育婴儿的男性，或者至少能够保护她们、为她们提供食物和其他有益于抚养后代的好东西的男性。在进化过程中，这种模式使配对组合的模式和我们在当今人类社会中所看到的相对普遍的一夫一妻制得以产生。

故事听上去不错，但事实并非如此。

我们知道，大多数灵长类动物的排卵信号并不明显，只有少数灵长类动物的排卵信号很明显，所以，人类的排卵信号不明显并不是一件新鲜事。我们也知道，共同育儿的模式在早期人属进化的时候就已经出现了，否则那些需要照顾的、脑容量越来越大的婴儿就不会存活下来了。所以，早期人属的母亲们试图靠她们自己得到那一个理想男性的画面是不真实的。我们也有充分的证据表明，从很早以前开始，分享食物、防御猎食动物、制作工具和生活的其他关键方面在我们人类的成功进化中处于重要地位，否则这些没有尖牙利齿、没有利爪、体型较小、没多少威胁性的小型古人类不会坚持下来并进化成现在的我们（我们在第二章和第五章已经提及过）。因此，早期人属的女性等待单身男性向她提供抚养孩子所需的营养和支持的想法缺乏依据。

此外，配对结合是一种强大、深刻的长期社会关系，可能会也可能不会涉及性关系。配对结合不一定与婚姻关系、一夫一妻制有关系，[\[26\]](#)甚至不一定与生育有关系，但配对结合也可以与之有关系。在我们的历史中，核心家庭[\[27\]](#)（男人、女人和他们的孩子）的观念根深蒂固是有很多原因的，但这并不是真的。

在所有的哺乳动物物种中，只有大约3%是一夫一妻制。一些灵长类动物物种生活在由一个雌性、一个雄性再加上幼崽组成的小群体中，还有一些灵长类动物物种有许多不同类型的配对结合。配对结合不等于一夫一妻制，事实上，明显存在两种类型的配对结合[\[28\]](#)：社会性配对结合和性行为配对结合。

与其他的友好关系相比，一个社会性配对结合在生理和情绪方面表现出强烈而又不同的特点。一个性行为配对结合包含性吸引的成分，配对结合的双方喜欢与对方交配，而不喜欢与其他成员交配。[\[29\]](#)在许多哺乳动物中，配对结合是通过结合后叶催产素、抗利尿激素、多巴胺、皮质酮和其他生理机能的社会行为来发展和维持的。[\[30\]](#)少数哺乳动物配对结合的生物机理已经得到了研究，社会性配对

结合和性行为配对结合常常是互通的，但在人类中情况并非如此。人类有多种类型的性行为配对结合，可能要多于任何其他物种。人类与其亲属和朋友间，与同性、异性间，与同龄人和非同龄人间也会有社会性配对结合。人类在大多数哺乳动物中也以既有同性性行为又有异性性行为的配对结合而显得独特。

不论有没有性行为，配对结合与婚姻关系是有区别的，也不一定与一夫一妻制有关：配对结合对婚姻关系和核心家庭起不到解释的作用。人类的社会性配对结合和性行为配对结合是复杂的合作和协作网络的一部分，这个网络是人类进化的核心模式。[\[31\]](#)当然，配对结合可以涉及性行为的附属物，这就是我们所体验到的浪漫爱情的根源。

人们对世界各地婚姻制度的历史和结构的研究越来越广泛。基本上，人类学家、历史学家和社会学家一致认为，在一般情况下，婚姻关系（在世俗和宗教系统中）被看作制定财产的继承、控制和调节人类性活动的最佳方式，另外，婚姻关系最近成了在文化上得到认可和约束的浪漫爱情的结果。[\[32\]](#)这也是一种重要的方式，文化可以正式承认和约束性行为的配对结合以及由此而产生的后代。

浪漫爱情和婚姻紧密相连，婚姻是爱情的最终结果，这一观念兴起于16世纪，随后迅速蔓延到西方国家的许多地方，现在已经遍及全球大部分地区。然而，在如今许多社群中，浪漫的爱情和婚姻仍然没有必然的联系。虽然大多数人都会把婚姻当作人类一个合乎常理的目标，也会把婚姻关系等同于一夫一妻制，但是婚姻、交配和性活动之间都有很大的差异。虽然在动物中长期的一夫一妻制非常罕见，长期的一夫一妻制并不是人类唯一的配对模式，但它被很多人类社群看作预期的文化规范。[\[33\]](#)为什么？

在思考这个话题时，我们常常忽略了婚姻关系不一定是配对结合的这一关键点，相反，它是人类在处理由进化得来的最近的创新如财

产、不平等、城镇、城市、社会性别以及重要的有组织的宗教这些错综复杂的事物时所表现出来的创造力的结果。例如，直到16世纪，欧洲大多数婚姻关系都是建立在参与者（和/或他们的家人）之间的口头协议的基础之上的，这些婚姻关系不一定得到任何宗教组织的认可。现代西方合法的婚姻形式在罗马关于财产和继承的普通法中就能找到其早期的根源，但直到更近些时候才正式或在法律上被认可。直到16世纪，罗马天主教会正式要求婚姻关系要取得牧师的认可，大约在同一时间，在欧洲出现了非宗教性质的正式婚姻登记处。著名的新教神学家马丁·路德（Martin Luther）颁布了作为现代西方婚姻关系主体的夫妻关系的相关法律。路德在独身40年后，强烈支持现在世界上非常典型的核心家庭和夫妻结构。[\[34\]](#)该制度在16世纪迅速发展壮大，国家在其中发挥着更为重要的作用。法律体系在构建和规范婚姻关系的过程中变得活跃起来，与此同时，财产所有权、小型商业活动和代表制政府选择的多样化变得越来越普遍。我们今天看到的婚姻制度是过去4个世纪现代政治民族国家形成必不可少的一部分。对后代在所有权、继承权和社会等级制度方面的认可已经成为人类生态的一个非常重要的方面。

理解了育儿、配对结合甚至婚姻关系有助于我们增加对性的了解，但我们对性欲的了解并没有太多帮助。除了繁殖后代和一些社会联合的目的之外，我们如何、为什么、和谁有性行为？尽管我们知道人类有很多配对组合，也一起共同抚养婴儿，但我们还没有从中找到真正的答案。了解社会性别可以帮助我们更深入地了解人类的性欲。

创造社会性别

大多数人，甚至许多研究人员，把社会性别和生理性别混为一谈，这其实是一个错误。

如果你在一个拥挤的房间里环顾四周的话，通常会看到一些男男女女。我们往往认为我们通过良好的生物学特征如身体形态、有没有乳房、脸型和头型来判别男女，但我们没有这样做，我们主要通过一些细节来判断，比如服装、发型和化妆的风格、姿态、说话和走路的方式，以及人们自控的方式。对于人类来说，社会性别是很重要的。社会性别是指强加于性别的生理差异之上的社会、文化和心理建构。不同于其他有性繁殖的生物体，我们将生理性别的真相嵌入一个复杂的性别网络中，不只是和我们的生理性别有关。生理性别是生物学概念，[\[35\]](#)指的是男性或女性，在一个人染色体的基础上看他/她是否产生精子或卵子。社会性别不仅仅是生物学范畴的概念，其形成是男性和女性通过发展逐步具备预期的心理和行为特征的过程，[\[36\]](#)这使得他们能够在他们成长的社会里完成他们的性别角色所承担的任务。

我们往往认为社会性别是二元的——男性或女性，但实际情况并非如此。在大多数社群中，但并非所有的社群，男性和女性之间有很宽的中间地带，其中的一端是完全的女性化，另一端则是完全的男性化，而大多数人都介于这两个极端之间。在我们的社会，我们希望女性能够在行为上表现得有女人味，而男性则要表现出男子汉的气概。从文化意义上来说，与男子气概有关的行为，比如自信、有攻击性和对体育的强烈兴趣，都被视为男性的正常行为。所以，当女性表现出这些行为时，我们会觉得她们表现得像男人一样。

任何一个特定社会的社会性别角色都反映出了差异化，即女性被期望来扮演特定的角色，而男性则扮演其他的角色。通常男女扮演的角色之间大量的重叠，但从中能体现出不同的性别期待，尤其是在重要的社会行为中。例如，在美国社会中，男人应该向女人求婚；当涉及当众表现出同情心时，如女人在看一场悲伤电影的时候可以大哭

一场，但是男人应该忍住不哭并安慰女人。社会性别在我们划分社会角色的方式中也非常重要。想想我们认为女人应该做的工作（秘书、图书管理员、护士），以及我们认为男人应该从事的工作（建筑工人、商务经理、飞行员）。当你想象上述每一份工作时，你会想到什么？有许多工作不论男女都可以做，但由于我们深受社会性别的生活和期待的影响，我们会通过基于社会性别的过滤器来看待这些工作。让我们先来想象一位律师的画面，接着想象一位女律师的画面，再来想象一位男律师的画面。在第一个和第三个画面中，你很可能会把律师想象成一个男人，而第二个是女人。但是他们的穿着是一样的吗？发型和配饰怎么样？他们手里拿着什么？他们穿什么样的鞋子？你希望他们在法庭上表现如何？问题是我们对社会性别有特定的期待，期待他们长得怎么样、如何表现以及他们在社会中应该扮演什么样的角色。这种期待模式是所有人类文化中的核心部分，[\[37\]](#)但对社会性别的特定期待并不总是相同的。

在性方面，我们期望一个伴侣在性关系中扮演女性角色，而另一个则扮演男性角色，我们期待两性互动中的性别互补。同性伴侣可能会挑战社会的期望，因为我们中的许多人把社会性别和生理性别紧密联系在一起，并期望人们的行为能遵循两性繁殖模式的性别假设，即使我们的物种中很多人并不遵循。

我们对社会性别角色和期待如此不同的观点，并认为两种社会性别一定互补，让我们难以真正看到两种社会性别并没有我们想象的那么不同。

心理学家珍妮特·希伯莱·海德（Janet Shibley Hyde）在十多前提出了性别相似性假说。[\[38\]](#)这一假说认为，男性和女性在大多数心理变量上是相似的，但并不是所有的心理变量都相似。也就是说，男人和女人，以及男孩和女孩，他们之间的相似点要多于不同点。[\[39\]](#)这个假说有可用的数据作为支持。

最近的心理学文献中对社会性别相似性和差异性的概述揭示出了男性与女性之间巨大的相似性，[\[40\]](#)这要远远超越大多数人的想象。男女之间也有一些虽小但很重要的区别。可惜我们所使用的大部分数据都来自现代的西方国家（北美洲和欧洲），虽然有一些跨国研究，但是我们对物种范围内的社会性别模式的了解确实较为有限。我们必须小心解读这些数据，因为以如今发达的西方为特点的社会性别模式是这些分析中的主要部分，可能无法准确反映我们整个物种的社会性别模式。话虽如此，在所有的测试中还是都出现了一些关键的社会性别差异，比如肌肉的大小和力量、投掷能力，以及其他一些解剖差异，基本都是与生理性别相关的差异。但是，我们已经知道了两性之间存在着体型大小等方面的差异，这在我们人类的历史上根深蒂固。少数心理变量反映出了男性和女性之间更加诱人的差异（如社会性别），其中有冲动的差异（男性表现得更为突出），人/物层面的差异（报告显示女性更喜欢交际，而男性更注重物质），还有性趣差异（报告显示男性有更强的性欲、对色情作品更感兴趣、更有可能从事性暴力犯罪），这些差异要有趣得多。

社会性别之所以重要，一个原因是它是社会结构的核心部分，所有人都以此来形成看待世界和诠释世界的方式；另一个原因就是它塑造了我们的生理机能，甚至塑造了我们的大脑。实证研究表明，男性和女性大脑的生理结构差异非常小。事实上，所有人类大脑的差异要比男性和女性大脑之间的差异大得多，因此对大脑差异的研究最好不要在男性和女性之间进行，而是在个体间和种族间进行。[\[41\]](#)我们可以找出一些成年男性和成年女性之间似乎源于生理性别差异的大脑差异模式，但这些差异很细微，通常表现为神经元密度的不同或大脑中非常小的特定区域之间的联结模式的不同。[\[42\]](#)如果一个人手持一个人类大脑，仅仅从外表来看的话无法确定它是男性大脑还是女性大脑。很难在孩子的大脑中发现男孩和女孩大脑在功能或结构上的任何差异。但令人惊讶的是，成人大脑的功能模式能帮助你分出性别。随

着一个人的发育，在他或她有了性别后，大脑发育的联结模式会受到个体经验的影响。人类获得性别的过程形成了我们的神经生物学。

[\[43\]](#)

我们的社会性别塑造了我们的经历和期望，我们的经历和期望又反过来在性欲和其他方面塑造了我们的行为和身体，但我们现在看到的社会性别差异是现代人类的性别差异。过去的情况怎么样？在人类进化史上，我们何时发现了社会性别，如何看待社会性别？

发掘社会性别

体型大小的差异和需要耗时费力照顾的婴儿是我们研究200万—5万年前的人类祖先可能的社会性别差异仅有的线索。

在早期古人类、古人类之前的化石中，雄性往往会比雌性体型大。这种模式（称为两性异形）在我们人类血统里减弱了一些，但人属中男性体型仍然比女性体型平均大10%—15%。这意味着我们可以推断男性的肌肉量比女性的稍微多一些，肌肉密度比女性的稍微高一些，上肢力量比女性更强大（就像今天人类所经常表现出来的一样）。我们也可以推断，在怀孕的末期（第九个月左右）和在婴儿出生后的头一年左右需要母乳喂养的时间里，女性在活动上可能已经受到了一些限制。这意味着，和今天一样，女性在怀孕末期和照顾婴儿初期的能量需求增加了，女性和婴儿在婴儿出生早期大部分时间都需要待在一起。人类学家莱斯莉·艾洛及其同事证明，女性人属的能量需求从200万—150万年前开始增长，[\[44\]](#)正如我们在前面章节中讨论过的一样，能量需求的增长迫使我们的祖先在获得食物种类上和对食物的加工上变得更有创意，也迫使他们找到了更有合作精神的育儿选择。

事实正是如此。男性比女性更强壮、体型更大（平均而言），女性由于婴儿脑容量变大、照顾起来耗时费力而有一些特定的限制。5万—3万年前的化石或考古记录没有给我们留下任何其他关于社会性别的真正线索。

但是狩猎能否体现出性别差异呢？男性体型更大，所以我们应该期望男人是猎人，女人则留在大本营里等着做饭，对不对？不对。早在成为猎人之前，人属的早期成员就已经能够主动抢夺猎物了，没有理由指望在体型或性别上的微小差异会使抢夺猎物的能力产生差异。此外，我们有充分的证据表明，正是由于整个群体的合作才使得他们能够成功抢到猎物。最早的狩猎只是捕捉小型动物，所以体型上的微小差异不那么重要，也不具有制约性。需要强壮上肢力量来狩猎的最早证据，像使用手持长矛来刺杀猎物，出现在大约30万年前，[\[45\]](#)但现有的（并不多的）证据表明，男性和女性都参与了狩猎[\[46\]](#)（那时的男性和女性均比今天的男性和女性强壮很多）。我们直到相对较近的时间（2万—1万年前）才看到很好的化石或考古证据能显示出狩猎的性别差异。

我们的确有一些证据表明，虽然当时的男性和女性在一起狩猎，但狩猎后他们可能在食物和兽皮的加工上有不同的分工。我们知道，早期的人类，特别是尼安德特人，普遍将他们的牙齿当作一种工具来使用。对从3个不同遗址找到的尼安德特人男性和女性的牙齿做的最新研究显示，男性和女性牙齿的磨损稍有不同，男性的牙齿碎裂多发生在上排牙齿，而女性多发生在下排牙齿。[\[47\]](#)尽管这并没有给我们很多的线索，但这表明了男性和女性在加工肉和兽皮时用牙齿做的事情稍有不同。虽然这些差异是什么很难确定，但他们牙齿化石上有不同的磨损模式的事实表明他们已经有了社会性别角色的划分，只是当时社会性别角色的划分和我们今天的不同罢了。

至于工具制作方面，情况又有所不同。让我们想象一下早期人属群体制作石器的画面——他们用石锤敲击鹅卵石，石屑四溅，然后制作出一把美丽的手斧。你想象的画面中制作工具的人会是谁呢？可能是一个男性。我们在书中、互联网上或者博物馆里看到的对石器制作的描述，几乎都是由男性来制作，正确的概率大概是50%吧，其余那50%是由女性来完成的。没有绝对的证据能够表明，在我们人类几乎整个200万年的历史中，在工具制作上是有性别偏见的。绝对没有。我们关于工具的每一点信息，工具是如何被制作和使用的，表明不存在丝毫的生理性别或社会性别模式。关于男性和工具、男性和狩猎的现代社会性别假设实际上确实是最近才形成的。[\[48\]](#)为什么会出现这样的观点呢？

我们把当前对世界的看法强加给过去。想想我们在成长过程中所有读过的书籍、看过的电视剧和听过的故事，为什么是泰山制作了工具，在丛林中狩猎，而不是简呢？[\[61\]](#)为什么几乎每一个穴居人的画面中都是男人手持木棍或石器，而女人抱着孩子呢？对遥远过去的描写之所以几乎总是男人做有男子气概的事情（制作工具和狩猎），而女人做女人该做的事情（做饭和照顾孩子），是因为我们就是以这种方式来看待世界的（或者期望世界是这样的）。我们认为男人就应该做与工具相关的事情（机械师、水管工、木工），因为他们在这方面做得比女人强。这是一个社会性别假设，不是一个生物学事实或社会事实。在我查阅过的多达几百页的数据表明，男性和女性都参与了工具制作、狩猎（也许除了狩猎最大型的猎物之外）和婴儿的照料。大多数男性的上肢力量要比大多数女性都强，但他们本质上在工具性劳动方面并不具备更高的技能。在1940—1945年（“二战”时期）的美国和欧洲，成千上万的妇女接替了那些上战场的男人的体力劳动和建筑工作，而且她们做得出人意料的好。随着过去4—5个世纪我们的社会、宗教和经济发生的变化，人们逐渐倾向于男性和女性更大程度的角色分化，与此同时，我们有了现代社会性别角色的经验。如果不考

虑这些数据的话，我们的社会性别生活难以让我们看到过去与今天的不同。

艺术是另一个领域，艺术创作的重现向我们展示了男性在洞穴里画壁画和制作雕像。在艺术方面，除了最近一项关于洞穴艺术的调查，我们几乎没有任何社会性别模式的证据。洞穴艺术最常见的形式之一是手形图案的艺术。大约从4万年前开始，人类会冒险进入山洞和石洞中，他们会咀嚼一些颜料和浆果来制作一种涂料，并把他们抹有涂料的手放在洞穴的墙壁上作画。他们会把颜料吐在手上，当他们把手从岩壁上拿开时，手的轮廓就印在了岩壁上。这些留在岩壁上的手印是我们最早的绘画证据之一，它们一直流传到今天。这些艺术作品有益于我们探索过去的生理性别和/或社会性别，因为手是我们身体的一部分，手也反映了生理性别和年龄的二元性（大小的差异）。考古学家迪安·斯诺（Dean Snow）观察了8个不同洞穴艺术遗址的32个手形图案。^[49]他推测出这些手形图案最有可能出自男性还是女性之手、成人还是小孩之手。32个手形图案中有24个出自女性之手，即75%的手形图案是由女性完成的，8个出自男性之手的手形图案中有5个看上去出自十几岁男孩之手：35000—15000年前，至少在欧洲的部分地区，妇女和儿童做了大部分的手形图案。然而，目前还不清楚，在更广泛的意义上，关于社会性别，这些手形图案能告诉我们一些什么事情。

我们几乎没有远古时代社会性别角色的证据，即使有，它们也几乎不符合我们如今对社会性别的一些假设。直到更晚期的时候，在15000—10000年前，特别是在农业和定居生活出现之后，其中包括晚期的采集者，社会性别角色变得更为清晰。我们在男性和女性之间的骨骼和牙齿的化学成分开始看到一些差异，这表明他们的营养状况略有差异；我们在肌肉的伤痕和骨头的磨损痕迹上也开始看到了一些差异，这暗示着他们的生活方式和工作方式略有区别。我们也看到了出生率的上升，这说明女性怀孕的时间增长了，婴儿的早期照料和喂养

的时间也变长了。所有这些模式可能会反映出社会性别的一些信息。大约同一时间的随葬品和埋葬模式也开始显示出身份和社会性别上的差异（在某些情况下男性和女性的随葬品会有所不同）。正如我们在前几章所指出的那样，高度的社会和物质复杂性、不平等和社会性别都随着人类进化的最后阶段开始显现出来。男性和女性的相似点总是很多，但越接近现在，我们就能看到越多明显的角色差异，这些角色差异体现在食品的采集和加工上、对孩子的照料上、艺术的创作中、社会等级制度中和性取向上。

在我们对人类过去的生理性别和社会性别有了一个很好的了解后，现在我们可以转而研究非常有趣的、无可否认具有投机性的，但也具有惊人的创造性的人类性欲的进化了。

普通、日常有创意的性欲

在我们灵长类动物血统的深处，性活动不仅仅只是为了繁殖而已。在我们的猿类祖先中，社会性行为是社会交往的一个重要组成部分，在我们最近的古人类祖先中可能更是如此。人类的身体进化到从生理角度能够在生命的大部分时间里全年进行性行为。[\[50\]](#)人类形成了护理系统，从而减少了繁殖时的能量成本所带来的约束。我们进化出一个系统，将性行为从生理和育儿的直接联系中解放出来，并使其作为一种社交工具得到更广泛的应用。接着我们在性方面做到了真正的创意四射。

人类进化出一种能力，使个体间能够形成紧密而持久的结合关系，从而产生生理上和情感上的纽带，这个纽带关系的建立、打破、重新组合在一定程度上通过性行为来进行。人类创造了社会性别，使得男性和女性在社会中扮演不同的角色，并根据随之而来的性别期望行事。社会性别使得人类如何、与谁、何时发生性行为变得复杂。今

天的性行为，甚至性行为的可能性，可以是为了快乐、政治、权力，甚至只是为了好玩。总的来说，人类不只有性行为，还有“性欲”。

生物学家安妮·福斯托-斯特林（Anne Fausto-Sterling）告诉我们，“性欲是由文化效应创造出的肉体事实”[\[51\]](#)；我们的身体和欲望都是由我们独特的人类创造力塑造出来的。日复一日，也许是夜以继日，人类参与了创造自己的性景观。

我们参与性活动的欲望、吸引和激情在动物王国里是最活跃的。在生理上，人类可以被一种生理性别、两种生理性别、一种或两种社会性别所吸引，甚至还可以来回交替被吸引。我们是所知的一切物种中唯一一种有一定比例的个体有独特的同性吸引力的哺乳动物。人类也对激起性欲的特定性状发展出了偏好：金发、黑发、幽默的伙伴、鲁莽的坏男孩/女孩、浪漫的姿态、漆皮的高跟鞋、搓衣板般的腹肌等。最重要的是，人类在性器官刺激以外还有各种各样的两相情愿的性活动。我们手牵手、调情、接吻、爱抚、拥抱、按摩、打屁股、捆绑起来，还有其他不涉及性器官的各种各样的性互动。这种活力的黑暗面是，我们也有各种各样的非自愿的暴力和强制的性行为，通过性来实施虐待、强迫、折磨和打击。

许多研究者试图简化这种惊人的复杂的人类性欲，并把它等同于其他哺乳动物的性系统。[\[52\]](#)他们认为，所有性欲的多样性只是对潜在的基本哺乳动物进化模式的一个覆盖，尽可能多地把你的DNA传承到下一代。对于女性来说，这个模式就是通过找到好男人“陪伴”她们或至少给她们和她们的后代一些支持来成功地养育耗时费力的孩子；对于男性来说，这个模式是想让尽可能多的女性受孕，使得他们的DNA传承到下一代。这些研究者中的大多数都同意人类增加了大量的复杂性，但他们坚定地认为这种进化压力的模式是理解人类性欲的最好基础。

这种传统的观点符合人们普遍持有的关于人类性欲和关系的通俗假设：我们的身体蠢蠢欲动地需要寻找配偶。遵循这条推理路线，一旦人们找到最好的生理配偶，他们的大脑和荷尔蒙就会相互作用来形成一种特殊的依恋驱动，从而产生一夫一妻的配对结合（可能会持续，也可能不会持续）、他们的后代和核心家庭单元——一个男人、一个女人和他们的孩子。当一个人发现自己的完美伴侣时，进化的化学反应将会产生一对配对结合的关系。[\[53\]](#)大多数人认为，结合后的一对男女（还有他们的后代）是进化了的，或是自然状态下的人类家庭的单位，婚姻关系是人性的一部分，并且每个人都有一个特定的配对结合的伴侣。动人的歌曲和故事促使这种观点长久不衰。

其他进化生物学家和人类学家对这一观点表示质疑，并提出了另一个截然相反的观点，即男性和女性天生就是矛盾的，男性希望尽可能多地进行性接触，而女性通常只想为后代找到好的（或者具有良好潜质的）父亲。伴随着这些观点，关于男性和女性的性欲有很多为什么、怎么样的假设。

然而，上述任何一种观点都没有强大的人类学、生物学或心理学上的支撑。[\[54\]](#)它们过于简单，与我们所知的人类进化不相符合。在过去的大约150万年里，人属开创了一个育儿系统，从根本上把育儿的成本从单一的女性身上转移到了更广泛的个体身上。这样一个系统使得一个女性将获得一个好男人当作育儿投资的观点不成立。直到最近一段时间（在过去几千年和过去几个世纪之间的某个时期[\[55\]](#)），考古记录中才有证据能够显示核心家庭是核心居所和社会单位。虽然有大量实质性的进化证据表明人类的确寻求（社交上的和生理上的）配对结合，但是这些配对结合不一定非要涉及性行为、婚姻关系、排他性，甚至是同性恋。因此，人类配对结合的性行为反映了繁殖的基本进化目标这一假设过于狭隘。[\[56\]](#)最后，这些传统的解释完全避开了社会性别的问题。

人类创造了一系列的性别期待，即人们应该根据他们生理性别的文化假设来行为做事。但这些假设往往依赖关于男性或女性在生物学上意味着什么的一些不正确的或者至少是一些过于轻率的观念。[\[57\]](#)正因如此，很多人觉得自己与他们文化中的社会性别假设相左。这并不是说社会性别和生理性别之间的所有联系都是错误的，其实不是，只是我们需要注意到，随着时间的推移，社会性别角色和模式的变化比实际上的生理性别的变化更为迅速和广泛。这意味着社会性别不是一成不变的，它和其他所有的文化模式和过程一样，也在经历着变化。因此，就像其他任何事物一样，与社会性别相关的性欲也会随着时间的推移而发生改变。

最重要的是，人类是长相奇怪的哺乳动物，有一种进行想象和符号创造的惊人能力。除了我们的育儿、配对结合和社会性别系统给性欲带来的复杂性以外，我们还利用了人类身体的诸多方面，并把它们与我们的性欲联系起来。例如，最近在很多社会里（最初出现在一些西方社会里，但现在正在四处传播），女性的乳房一直与性欲密切相关，所有魅力的亚文化和政治，都是围绕着它们建立起来的。[\[58\]](#)甚至还出现了一个外科领域致力于根据社会模式来改变乳房的大小和形状。在一个纯粹的生物学意义上，这是非常奇怪的，因为乳房主要与哺乳和喂养婴儿有关，但在人类中，由于我们直立行走，脂肪堆积在乳房周围，使得人类的乳房比其他动物更加突出。在性唤起过程中，由于乳头周围神经组织环状物（由于母乳喂养而形成的反馈系统）的作用，乳房会变得高度敏感，因此，对于许多女性来说，她们的乳房可以起到增强性活动时身体享受的作用。但是人类的手、脖子、腹股沟、脚和身体的多处其他有高度敏感神经丛的部位也可以起到相同的作用。事实上，大部分覆盖我们身体的皮肤都符合这个类别。

在某种程度上，由于乳房是女性身体的主要有形组成部分，所以它们才会受到如此多的关注。一些研究者认为这是一种进化后的性信号，可以让男性了解女性的性状态……这是一个荒谬的观点，乳房能

发出什么信号？乳房的大小或形状与乳汁分泌的能力没有关系，所以仅仅拥有乳房就可以让每个人都知道人类女性有乳腺、能够分泌乳汁。另一些人认为乳房的生长预示着女性怀孕能力的开始，这可能是真的，因为女性的乳房在青春期开始发育，但一旦乳房发育完成，就没有其他可以预示怀孕的信号了……那么，为什么青春期后会有这么多对乳房及其大小和形状的关注呢？[\[59\]](#)这种怪异的对乳房关注的出现是因为一些文化在女性身体的这一部分和我们所谓的欲望之间创造出了某些关联，欲望是人们想要或希望获得某人或某物的一种强烈的渴望或感觉，当代人类的性欲多是围绕欲望建立的。

欲望的网络是人类文化多样性的一部分。许多社会认为乳房有性吸引力，也有一些社会不这么认为，举个例子来说，古希腊人花了很多时间来思考关于阴茎的问题[\[62\]](#)，最近这似乎也在美国流行回来了（用电影里的阴茎笑话和始终如一而又密集的阴茎和勃起的增强广告来衡量的话至少是这样）。一些社会遮盖住身体的大部分，他们把皮肤的外露视作性诱惑，也有一些社会几乎不遮盖，人们在简单暴露的肉体中看不到性欲。有些人认为所有类型的性行为对青少年来说都是正常的，但是，成年人必须将自己限制于某些类型的性行为。我们已经选择了身体的许多部分、许多类型的服装和装饰品、许多行为来进入这个欲望的网络，我们也创造了一个完整的性欲景观，并把欲望的网络放入其中。人类社会甚至把不同类型的性活动分门别类。一些社会把生殖器官的接触当作性行为，而把其他类型的性活动当作别的东西；还有一些社会把所有的异性触摸都当作性行为。一些社会正在接受广泛的人类性吸引和性活动，还有一些社会则严厉反对繁殖需要的异性性交之外的任何性活动。当涉及人们对性行为的观点、政治和表达的时候，没有一种模式能概括所有人类社会的特征。

一旦我们把社会性别、语言、文化多样性和人体融合在一起，我们就为人类的性欲创造了一个模板，它对创新、改变和限制都是大开方便之门。人类的性欲并不是固定的以繁殖为目的的性行为，所以我

们可以用各种方式来利用与性有关的身体感觉以获得乐趣。这使得人类能够让性行为成为日常生活的许多不同方面的一部分，并为社会、政治甚至经济的目的而巧妙地控制性欲。有多少零售活动与性欲一点关系都没有？从洗发水、酸奶到服装、汽车，广告和包装激发了与产品实际用处毫无关系的欲望。

性可以帮助我们建立惊人的亲密关系，但也可以被用来打破这些关系。性亲近、性嫉妒、性信任和性背叛是人类经验中很强大的方面。性活动本身无论用积极还是消极的方式来使用都可以成为许多事物的象征。在从积极到消极这个连续体中最糟糕的一端，性欲和欲望可以被当作控制女性或男性的权力工具去虐待他们并强迫他们。在更好的一端，性欲可以被用来作为一种通过接受各种各样的人类经历来促进开放和信任的方式。大多数当代社会落脚于这两个极端中间的某处。

由于没有时间机器，所以我们无法确切知道我们祖先的性行为，但是我们知道如今的人类做了什么，我们从我们的身体和我们的进化记录中找到了些许证据，能帮助我们很好地了解大概的情况。正如科学家丽贝卡·乔丹-杨（Rebecca Jordan-Young）所说：“我们不是空白的石板，但我们也不是粉色和蓝色的笔记本。”^[60]我们的大脑不是被安排为“男性”或“女性”的，而是通过外部世界和我们自己的感觉器官之间的相互作用发育而成的；我们的身体系统显示两性之间的重要差异，但它们之间的共同点要多于不同点。社会性别行为和两性关系会随着时间的推移、随着我们社会背景和结构背景的转变而发生变化，我们的世界观和经历也会发生相应的变化。作为一个物种，我们创造了人类的性欲，我们的创造力和我们与世界相互塑造的方式之间的相互作用是一个不断变化而又持续的过程。关于性欲内在创造性的一个重要的信息就是，它本质上是协作性的，即使是一个人自己做，别人也会在自己的想象中赫然耸现。如同所有的创造力一样，要做到最好，需要不止一个人的努力。

在接下来的三章中，我们将通过人类最独特的三种方式，去进一步讨论想象与合作。这三种方式超越日常世俗杂务，可体验到妙不言、至高无上、宇宙论的感受。毫不夸张地说，宗教、艺术和科学创造了人类现在所感知的宇宙。

[1] 动物通过性行为繁育后代，也有许多生物不能进行有性繁殖（大量的植物、单细胞或结构更简单的动物）。但是，所有的哺乳动物和大多数结构复杂的动物都通过性行为进行繁殖。

[2] Nunn, C., and Alitzer, S., *Infectious Diseases in Primates: Behavior, Ecology and Evolution* (Oxford: Oxford University Press, 2006).

[3] Diamond, J., *Why Is Sex Fun? The Evolution of Human Sexuality* (New York: Basic Books, 1997). See the quote here: http://www.jareddiamond.org/Jared_Diamond/Why_Is_Sex_Fun.html.

[4] Have a look at the Kinsey Institute's webpages for a great overview: "Exploring Love, Sexuality, and Well-being," Kinsey Institute, Indiana University, accessed July 20, 2016, <https://www.kinseyinstitute.org/>.

[5] Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, "Sexual Behavior, Sexual Attraction, and Sexual Identity in the United States," data from the 2006-2008 National Survey of Family Growth; and "Teenagers in the United States: Sexual Activity, Contraceptive Use, and Childbearing," National Survey of Family Growth 2006-2008, series 23, number 30; see also "FAQs & Statistics," Kinsey Institute, Indiana University, <http://www.iub.edu/~kinsey/resources/FAQ.html>.

[6] "Sexual Health, Disease & Sexually Transmitted Infections," Kinsey Confidential, accessed July 20, 2016, <http://kinseyconfidential.org/resources/sexual-health-disease/>; and "Sexually Transmitted Diseases (STDs)," Centers for Disease Control and Prevention, accessed July 20, 2016, <https://www.cdc.gov/std/>.

[7] Fine, C., *Testosterone Rex: Myths of Sex, Science, and Society* (New York: W. W. Norton, 2017); Sanders, S.A, et al., "Misclassification bias: diversity in conceptualisations about having 'had sex,'" *Sexual Health* 7 (2010): 31-34; Clarkin, P., "Humans Are (Blank)-ogamous," accessed July, 28, 2016, <https://kevishere.com/2011/07/05/part-1-humans-are-blank-ogamous/>.

[8]Fine, C., *Delusions of Gender: The Real Science Behind Sex Differences* (London: Icon Books, 2010).

[9]Becks, L., and Agrawal, A.F., “The evolution of sex is favoured during adaptation to new environments,” *PLOS Biology* 10 (2010): e1001317, DOI: 10.1371/journal.pbio.1001317.

[10]好的，对于许多生物来说比这要更复杂，但这是最基本的模式。

[11]单孔目哺乳动物（如鸭嘴兽）除外，它们没有乳头，只能让母乳从皮肤的汗腺中流出，黏在毛发上，并让幼崽舔舐。其他哺乳动物无论雌雄都有乳头，但通常只有雌性拥有与其相连的乳腺。

[12]在一些哺乳动物，如鲸鱼、海豚和海豹中，由于特殊的环境限制，雄性的生殖器在身体内部。

[13]See Dunsworth, H., “Why Is the Human Vagina So Big?” *Social Evolution Forum*, Evolution Institute, December 3, 2015, <https://evolution-institute.org/blog/why-is-the-human-vagina-so-big/>.

[14]我们十分清楚，灵长类动物是这样的，但不甚确定其他哺乳动物是否如此。See Campbell, C., “Primate Sexuality and Reproduction,” in *Primates in Perspective*, 2nd ed., ed. C. Campbell et al., 464–475 (Oxford: Oxford University Press, 2011).

[15]Ibid; Thierry, B., “The Macaques: A Doubly Layered Social Organization,” in *Primates in Perspective*, 2nd ed., ed. C. Campbell et al., 229–241 (Oxford: Oxford University Press, 2011).

[16]Campbell, C., “Primate Sexuality and Reproduction,” 464–475, and Stumpf, R., “Chimpanzees and Bonobos: Inter- and Intraspecific Diversity,” 353–361, in *Primates in Perspective*, 2nd ed., ed. C. Campbell et al. (Oxford: Oxford University Press, 2011).

[17]Ibid.

[18]Fausto-Sterling, A., *Sexing the Body: Gender Politics and the Construction of Sexuality* (New York: Basic Books, 2000); Donnan, H., and MacGowan, F., *The Anthropology of Sex* (London: Bloomsbury, 2010).

[19]McKenna, J.J., “The evolution of allomothering behavior among colobine monkeys: function and opportunism in evolution,” *American Anthropologist* 84 (1979): 804–840; McKenna, J.J., “Aspects of infant socialization, attachment, and maternal caregiving patterns among primates: a cross-disciplinary review,” *Yearbook of Physical Anthropology* 22 (1979): 250–286; Burkart, J.M., Hrdy, S.B., and van Schaik, C., “Cooperative

breeding and human cognitive evolution,” *Evolutionary Anthropology* 18 (2009): 175 – 186.

[20] Gettler, L.T., “Applying socioendocrinology to evolutionary models: fatherhood and physiology,” *Evolutionary Anthropology* 23 (2014): 146 – 160.

[21] Hrdy, S.B., *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009); Burkart, J.M., Hrdy, S.B., and van Schaik, C., “Cooperative breeding and human cognitive evolution,” *Evolutionary Anthropology* 18 (2009): 175 – 186; Gettler, L.T., “Direct male care and hominin evolution: why male-child interaction is more than a nice social idea,” *American Anthropologist* 112 (2010): 7 – 21.

[22] Hawkes, K., “Grandmothers and the evolution of human longevity,” *American Journal of Human Biology* 15 (2003): 380 – 400; Hawkes, K., O’Connell, J.F., and Blurton-Jones, N.G., “Human Life Histories: Primate Trade-offs, Grandmothering Socioecology, and the Fossil record,” in *Primate Life Histories and Socioecology*, ed. P.M. Kappeler and M.E. Pereira, 204 – 227 (Chicago: University of Chicago Press, 2003); Hrdy, S.B., *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009).

[23] Ibid.

[24] 目前有充分的研究来证实这是如何发生在我们祖先身上的。See Flinn, M.V., et al., “Evolution of the Human Family: Cooperative Males, Long Social Childhoods, Smart Mothers, and Extended Kin Networks,” in *Family Relations: An Evolutionary Perspective*, ed. C.A. Salmon and T.K. Shackelford, 16 – 38 (New York: Oxford University Press, 2007); Gettler, L.T., “Direct male care and hominin evolution: why male-child interaction is more than a nice social idea,” *American Anthropologist* 112 (2010): 7 – 21; Hrdy, S.B., *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009); Gamble, C., Gowlett, J., and Dunbar, R., “The social brain and the shape of the paleolithic,” *Cambridge Archaeological Journal* 21 (2011): 115 – 136.

[25] For details of the traditional approach, see Symons, D., *The Evolution of Human Sexuality* (Oxford: Oxford University Press, 1981); Buss, D.M., and Schmitt, D.P., “Sexual Strategies Theory: An Evolutionary Perspective on Human Mating,” *Psychological Review* 100 (1993): 204 – 232; Chapais, B., *Primeval Kinship: How Pair-Bonding Gave Birth to Human Society* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2010); Lovejoy, C.O.,

“Reexamining human origins in light of *Ardipithecus ramidus*,” *Science* 326 (1009): 108–115.

[26]Fuentes, A., “Re-evaluating primate monogamy,” *American Anthropologist* 100 (1998): 890–907; Fuentes, A., “Patterns and trends in primate pair bonds,” *International Journal of Primatology* 23 (2002): 953–978; Curtis, J.T., and Wang, Z., “The neurochemistry of pair bonding,” *Current Directions in Psychological Science* 12 (2003): 49–53.

[27]See Barash, D.P., and Lipton, J.E., *The Myth of Monogamy: Fidelity and Infidelity in Animals and People* (New York: Holt, 2002); Squire, S., *I Don’ t: A Contrarian History of Marriage* (New York: Bloomsbury, 2008); Ryan, C., and Jetha, C., *Sex at Dawn: The Prehistoric Origins of Modern Sexuality* (New York: Harper, 2010), for a good set of discussions on this topic.

[28]Fuentes, A., “Patterns and trends in primate pair bonds,” *International Journal of Primatology* 23 (2002): 953–978; Curtis, J.T., and Wang, Z., “The neurochemistry of pair bonding,” *Current Directions in Psychological Science* 12 (2003): 49–53.

[29]Fuentes, A., *Race, Monogamy, and Other Lies They Told You: Busting Myths About Human Nature* (Berkeley: University of California Press, 2012).

[30]Ellison, P.T., and Gray, P.B., eds., *The Endocrinology of Social Relationships* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009); Curtis, J.T., and Wang, Z., “The neurochemistry of pair bonding,” *Current Directions in Psychological Science* 12 (2003): 49–53.

[31]Fuentes, A., *Evolution of Human Behavior* (Oxford: Oxford University Press, 2009); Ryan, C., and Jetha, C., *Sex at Dawn: The Prehistoric Origins of Modern Sexuality* (New York: Harper, 2010); Chapais, B., *Primeval Kinship: How Pair-Bonding Gave Birth to Human Society* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2010).

[32]See Fuentes, A., *Race, Monogamy, and Other Lies They Told You: Busting Myths About Human Nature* (Berkeley: University of California Press, 2012); Barash, D.P., and Lipton, J.E., *The Myth of Monogamy: Fidelity and Infidelity in Animals and People* (New York: Holt, 2002); Squire, S., *I Don’ t: A Contrarian History of Marriage* (New York: Bloomsbury, 2008); Ryan, C., and Jetha, C., *Sex at Dawn: The Prehistoric Origins of Modern Sexuality* (New York: Harper, 2010), for further insight on this.

[33]需要注意的是，如今大多数人的婚姻都是假定一夫一妻制的。同时，人类在社交关系和性关系上进行配对结合，但是所有的婚姻配偶都有性关系和/或社交关系吗？鉴于人们结

婚理由和结婚方式有巨大的不同，答案可能并非如此。很少有人研究这些问题，我们目前并没有关于这一关键问题的有效参考数据。

[34] Squire, S., *I Don't: A Contrarian History of Marriage* (New York: Bloomsbury, 2008).

[35] 实际上，即使生理性别也不是这么简单的。即使在DNA的层面也可能会有很多的模糊性，在非雌即雄之外，哺乳动物有更多的发展空间，但几乎所有的哺乳动物都会沿着一个非雌即雄的方向发展。See Fausto-Sterling, A., *Sexing the Body: Gender Politics and the Construction of Sexuality* (New York: Basic Books, 2000).

[36] Nanda, S., *Gender Diversity: Cross-Cultural Variations*, 2nd ed. (Long Grove, IL: Waveland Press, 2014); Wood, W., and Eagly, A.H., “A cross-cultural analysis of the behavior of women and men: implications for the origins of sex differences,” *Psychological Bulletin* 128 (2002): 699–727; Fine, C., *Delusions of Gender: The Real Science Behind Sex Differences* (London: Icon Books, 2010); and Fine, C., *Testosterone Rex: Myths of Sex, Science, and Society* (New York: W. W. Norton, 2017).

[37] Nanda, S., *Gender Diversity: Cross-Cultural Variations*, 2nd ed. (Long Grove, IL: Waveland Press, 2014).

[38] Hyde, J.S., “The gender similarities hypothesis,” *American Psychologist* 60 (2005): 581–592; Hyde, J.S., “Gender similarities and differences,” *Annual Review of Psychology* 65 (2014): 373–398.

[39] Zell, E., Krizan, Z., and Teeter, S.R., “Evaluating gender similarities and differences using metasynthesis,” *American Psychologist* 70 (2015): 10–20.

[40] Archer, J., “The reality and evolutionary significance of psychological sex differences” (unpublished manuscript, July 2016) Microsoft Word File; see also Fine, C., *Testosterone Rex: Myths of Sex, Science, and Society* (New York: W. W. Norton, 2017).

[41] Reviewed in Joel, D., and Fausto-Sterling, A., “Beyond sex differences: new approaches for thinking about variation in brain structure and function,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 371 (2016): 20150451, DOI: 10.1098/rstb.2015.0451.

[42] See the overview by McCarthy, M.M., “Multifaceted origins of sex differences in the brain,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 371 (2016): 20150106, DOI:10.1098/rstb.2015.0106.

[43] Jordan-Young, R.M., *Brain Storm: The Flaws in the Science of Sex Differences* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2011); Eliot, L., *Pink Brain Blue Brain: How Small Differences Grow into Troublesome Gaps—and What We Can Do About It* (New York: Mariner Books, 2010); Joel, D., “Male or female? Brains are intersex,” *Frontiers in Integrative Neuroscience* 5 (2011): 1–5; Ingalhalikar, M., et al., “Sex differences in the structural connectome of the human brain,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (2013): 823–828; Fine, C., et al., “Plasticity, plasticity, plasticity . . . and the rigid problem of sex,” *Trends in Cognitive Sciences* 17 (2013): 550–551; Fine, C., “His brain, her brain?” *Science* 346 (2014): 915–916; *ibid.*

[44] Aiello, L., and Key, C., “Energetic consequences of being a *Homo erectus* female,” *American Journal of Human Biology* 14 (2002): 551–565; Aiello, L.C., and Wells, J.C.K., “Energetics and the evolution of the genus *Homo*,” *Annual Review of Anthropology* 31 (2002): 323–338.

[45] Conard, N.J., et al., “Excavations at Schöningen and paradigm shifts in human evolution,” *Journal of Human Evolution* 89 (2015): 1–17.

[46] Estalrriich, A., and Rosas, A., “Division of labor by sex and age in Neandertals: an approach through the study of activity-related dental wear,” *Journal of Human Evolution* 80 (2015): 51–63; Kuhn, S.L., and Stiner, M.C., “What’s a mother to do? A hypothesis about the division of labor among Neanderthals and modern humans in Eurasia,” *Current Anthropology* 47 (2006): 953–980.

[47] Estalrriich, A., and Rosas, A., “Division of labor by sex and age in Neandertals: an approach through the study of activity-related dental wear,” *Journal of Human Evolution* 80 (2015): 51–63.

[48] See Adovasio, J.M., Soffer, O., and Page, J., *The Invisible Sex: Uncovering the True Roles of Women in Prehistory* (Washington, DC: Smithsonian Books, 2007).

[49] Snow, D., “Sexual dimorphism in upper Paleolithic European cave art,” *American Antiquity* 78 (2013): 746–761.

[50] 我们并没有这样做。大多数人类或多或少都有性生活，也有许多人很少有甚至没有性生活。

[51] “肉体”是指“肉身的”。 See Fausto-Sterling, A., *Sexing the Body: Gender Politics and the Construction of Sexuality* (New York: Basic Books, 2000).

[52] Symons, D., *The Evolution of Human Sexuality* (Oxford: Oxford University Press, 1981); Buss, D.M., and Schmitt, D.P., “Sexual Strategies Theory: An Evolutionary Perspective on Human Mating,” *Psychological Review* 100 (1993): 204–232; Fisher, H., *Anatomy of Love: The Natural History of Monogamy, Adultery, and Divorce* (New York: Simon & Schuster, 1992).

[53] 但是，还有很多人认为，配对结合的过程对女性更具吸引力，男性则对此有抵制心理。See, for example, the classic Symons, D., *The Evolution of Human Sexuality* (Oxford: Oxford University Press, 1981); Buss, D.M., and Schmitt, D.P., “Sexual Strategies Theory: An Evolutionary Perspective on Human Mating,” *Psychological Review* 100 (1993): 204–232.

[54] Fuentes, A., *Race, Monogamy, and Other Lies They Told You: Busting Myths About Human Nature* (Berkeley: University of California Press, 2012).

[55] Ryan, C., and Jetha, C., *Sex at Dawn: The Prehistoric Origins of Modern Sexuality* (New York: Harper, 2010); Fuentes, A., *Race, Monogamy, and Other Lies They Told You: Busting Myths About Human Nature* (Berkeley: University of California Press, 2012).

[56] Fuentes, A., “Re-evaluating primate monogamy,” *American Anthropologist* 100 (1998): 890–907; Fuentes, A., “Patterns and trends in primate pair bonds,” *International Journal of Primatology* 23 (2002): 953–978.

[57] Fausto-Sterling, A., *Sexing the Body: Gender Politics and the Construction of Sexuality* (New York: Basic Books, 2000); Fuentes, A., *Race, Monogamy, and Other Lies They Told You: Busting Myths About Human Nature* (Berkeley: University of California Press, 2012); Fine, C., *Testosterone Rex: Myths of Sex, Science, and Society* (New York: W. W. Norton, 2017).

[58] Yalom, M., *A History of the Breast* (New York: Alfred A. Knopf, 1997).

[59] See William, F., *Breasts: A Natural and Unnatural History* (New York: W. W. Norton, 2013), for an overview of these debates.

[60] Jordan-Young, R.M., *Brain Storm: The Flaws in the Science of Sex Differences* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2011).

[61] 泰山和简是迪士尼动画电影《泰山》中的男女主人公。——编者注

[62] 他们称之为勃起的阳具。——译者注

第四部分

伟大的作品：人类是如何创造出宇宙的



第九章 宗教的基础

宗教是人类经验中一个博大而精深的组成部分。几乎没有人会质疑，宗教信仰已经成为上千年来人类历史的核心部分。有些人认为宗教比其他任何事情都要好。

如今全球范围内有58亿人口认为自己是某个宗教的成员，占世界大约70亿人口总数的83%。^[1]宗教体验是大多数人的日常活动，宗教已经渗入我们的社会里。许多国家把宗教视为其传统的核心，有的国家列出哪些宗教在其国境内是合法的，有的国家甚至试图完全禁止宗教（然而却不怎么成功）。全球的大多数国家有多个宗教节日，并具有影响力的宗教领袖，如果没有宗教领袖，就靠政府的政策来执行。到目前为止，在21世纪的几乎每一年里，七大洲当中有五个洲已经发生过暴力性的宗教冲突。同时，宗教组织为世界各地的伤者、无家可归的人和贫困人口提供了大部分援助。在今天的美国，76%的人具有宗教信仰，3%的人是无神论者，4%的人是不可知论者，17%的人没有什么特别看法。^[2]如果一个人信教，他与他的邻居们就有了不同之处。2016年，有42%的美国选民表示他们不会把票投给无神论的总统候选人，40%的选民表示他们不会给穆斯林投票。^[3]

人类把宗教看成很严肃的事情。

就在4000年前，第一个亚伯拉罕宗教（Abrahamic religions）——犹太教在地中海东南部地区建立。传说中的创始人耶稣死后不久，大约2000年前，犹太教的一个分支一跃开始成为世界上最大的有组织的宗教，那就是基督教。三个亚伯拉罕一神教中的最后一个——伊斯兰教，大约出现于1300年前，教徒主要来自阿拉伯半岛和地中海

东南部地区。大约1000年前开始，一些基督教和穆斯林社团开始了各自的扩张，往往以强迫的方式把各自的宗教带到地球上的新领域。三大亚伯拉罕宗教之间的冲突已经时断时续地进行了1000多年，宗教冲突在大部分世界政治舞台上往往处于中心位置。

就在2016年，一个自称为“伊斯兰国”的宗教激进主义组织的分支，同代表所有三大亚伯拉罕宗教信仰的国家在伊拉克、叙利亚和土耳其之间的边界区域作战。之后当选为美国总统的特朗普呼吁禁止穆斯林进入美国，具有多重信仰的人们聚精会神地听一个特殊的基督徒〔天主教领袖，教皇弗朗西斯（Pope Francis）〕为和平与宽容呐喊。我甚至还没有提到，地球上40%以上的人不信仰这三大宗教（例如在印度和中国的大部分人）。

据皮尤研究中心－坦普尔顿全球宗教前景项目（Pew-Templeton Global Religious Futures Project）[\[4\]](#)的调查，当前世界宗教的分布是这样的：全球有22亿名基督徒（占世界人口的32%）、16亿名穆斯林（占23%）、10亿名印度教教徒（占15%）、5亿名佛教徒（占7%）、4.05亿人（占6%）信奉各种民间或传统宗教、1400万名犹太教教徒（占0.2%），估计有5800万人（仅占不到1%）信奉除此之外的巴哈伊教、耆那教、锡克教、神道教、道教、天理教、威卡教、拜火教（和其他宗教）。

很多人没有意识到最近的宗教布局是如何形成的。如今盛行的大多数宗教存在都不超过几千年，而且没有一个宗教在8000—6000年前就有明确的起源记载（印度教是我们目前所知的最古老的一个宗教）。这意味着在我们成为一个属（人属）和作为一个物种（智人）的大部分历史中，在当今人类日常生活中占据如此重要地位的有组织的宗教世界，要么与我们所知的宗教非常不同，要么根本不存在。

宗教和人类独特存在的许多其他部分一样，随着时间的推移而演变，本章旨在研究宗教的演变过程。

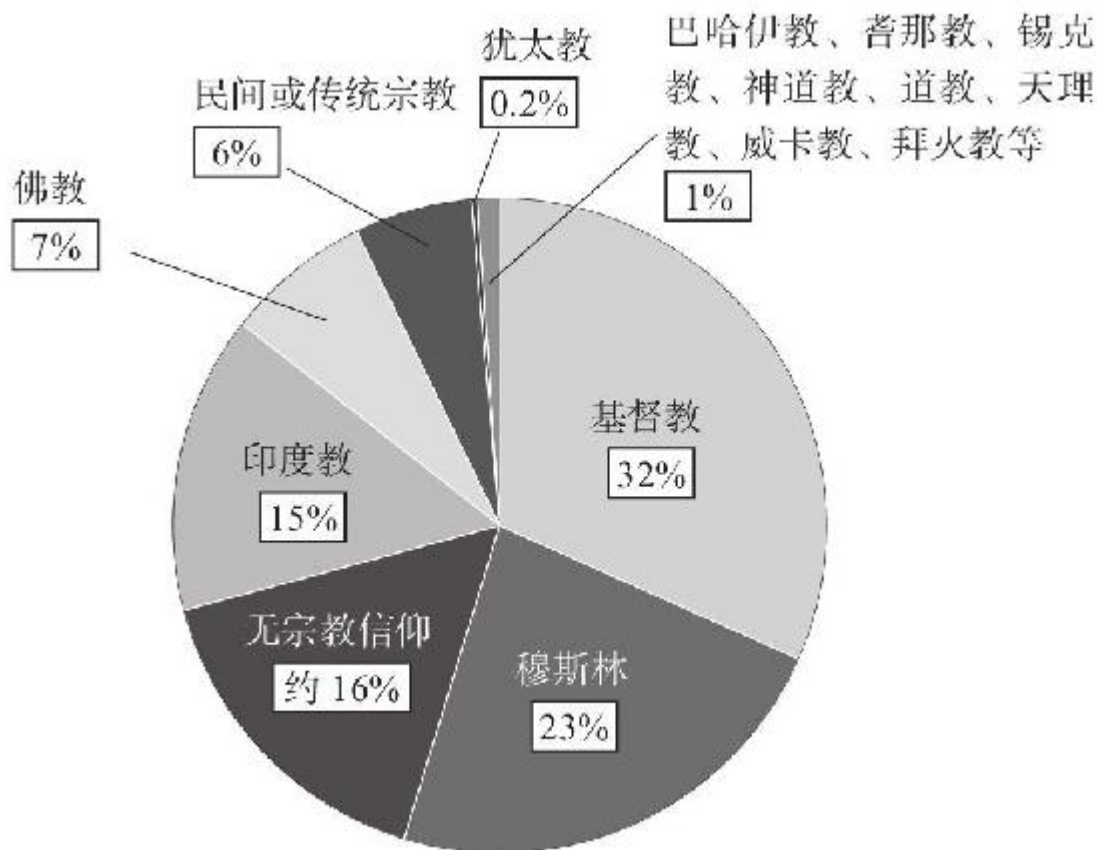


图10 世界上的宗教

在这个过程中，棘手的部分是具体定义“宗教”，并确定它在化石和考古记录中的证据是什么样的。在过去的几千年里，我们发现教堂、寺庙、文字记录、图标，以及大量的指向特定的宗教传统、习俗与信仰的艺术和象征。但是，回到过去，回到早期的定居点，回到过去的农业文化和动物驯化时期，回到2万、8万、30万甚至80万年前的原始居民生活，我们想询问并找出这些问题的答案：宗教是何时何地起源的？它到底是从哪里来的？[\[5\]](#)

你可能已经猜到了，答案揭晓：宗教是人类独有的特征，它可能是我们物种的创新中最迷人的例子之一。

什么是“信教”

大多数人都选择信教，但并不是每个人对信教的理解都相同。称某人“信教”通常意味着他们对于特定的终极现实和/或某个神或多个神有一套特定的信念，这些信念伴随着一套常规做法。今天，信教可能意味着属于一个既定的宗教，或者不归属于某个特定宗教，而是信仰某个神或多个神，或者甚至是一个人接受了生活的精神或超然部分，但不同意某一套特定的信仰。还有很多人不相信某个神或多个神的存在，但他们会参与特定的宗教传统、节日和仪式[比如“世俗犹太人（secular Jews）”或通常被称为“背教者（lapsed Catholics）”的人]。还有一群人坚决反对神存在的可能性，他们与任何一种宗教组织都保持敌对的关系[通常称为“确认的无神论者（affirmed atheists）”]。

不管我们将他们如何分类，大多数人通常表现得好像有一个超然的或超自然的现实存在，无论他们是否确信这个现实到底存不存在。全世界的人们都有与日常行为有关的迷信行为，他们在不考虑迷信的起源或者迷信是否有用的情况下就做出迷信行为。敲木头，避开邪恶的眼睛，为了好运而戴着一些饰品，相信某些黄道吉日、特殊的动物有特殊的意义，在死者周围要举止得当，都是迷信的行为。这些行为假设有一个超自然的力量在起作用，即使这个假设是潜意识的。人类在这种超然现实中最重要也是最普遍的投入就是祝愿和期望。

祝愿和期望反映了人类通过利用超过基于周围环境或自己的经历的可预测性来对未来结果产生期望的能力。[\[6\]](#)许多物种在决定觅食、发生性行为、打斗、梳理毛发或者只是履行日常生活中的任何任务时

都会使用基本的预测能力。但是，这一切都建立在它们有一些可用的物质现实的基础之上（比如它们知道水果在哪里或者它们的对手有多大）或者在它们已有经验的基础之上（过去在某个特定的地方有水果，或者在过去的战斗中它们能够击败这种对手的其他个体）。人类依靠想象所做出的“祝愿”和“期望”，为个体和群体提供了采取冒险的或不可预测的行動的理由，在正常情况下，这些行动可能会导致行动失败、危险，甚至死亡。当一小群士兵试图抵挡住一支更大的军队时，当一支球队在比赛还剩下最后几分钟时落后三分而聚在一起彼此鼓劲时，当自然灾害摧毁农作物或一个村落而村落里的人们发誓要坚守时，他们都拥有一样东西，那就是期望。尽管有很多迹象表明他们面临困难，尽管他们面前有这样的现实状况，但他们还是不顾一切地尝试着，他们相信自己能成功。其他动物可能偶尔会做出危险或不可预测的行動，但人类经常会祝愿和期望得到似乎超出我们能力范围的结果，并且以个体或群体的形式努力去实现。这是人类生存方式中经常发生的事情。

当人们参加一场考试或是观看一场体育比赛的时候，大多数人内心都会期望或祝愿得到一个特定的结果。这不是基于他们学过的知识，也不是基于他们通过统计数据而了解对阵双方的情况，而是通过求助于某个神灵、一些超自然的力量，甚至并不是什么特别的东西，但他们仍然希望如此。很有可能，人们先是通过期望和祝愿，然后形成了今天宗教的基线。

人类学家莫里斯·布洛克（Maurice Bloch）在一篇题为“为什么宗教并无特别之处，却是我们生活的中心”（Why Religion Is Nothing Special but Is Central）[\[7\]](#)的文章中，指出人性中最显著的一个特点是，在我们的进化史中，我们已经从事务性的存在变成了事务性和超然性的存在。“事务性的存在”，其经验的范围是基于个人之间和群体之间的相互作用和他们在这些相互作用中获取的经验，这样的存在可能有复杂的生活和不断变化的社交网络。比如猕猴或黑

猩猩，它们有统治阶层、友情和打斗、历史，以及让它们得以“生存”于一个群体中的多种复杂的习得行为，它们是复杂的、事务性的存在。人类也是如此，但我们生活中也有超然的部分。我们有基于严格的经验和物质现实之外的角色、规则和相互联系，这些角色和规则是由我们个人和共同的想象力[\[8\]](#)创造并成为现实的。“教授”“祭司”“姑婆”“祖先”，这些角色的特点大部分不仅仅来自亲属关系、祭司或教授的培训或经历，或者你所认为的祖先个体的生活现实。我们所举行的仪式以及我们对社会性别、国家、宗教和经济制度的期望都是这个组合的一部分。人类既是事务性的存在，也是超然性的存在，这种模式出现于我们的进化史上某段时间，最有可能是在我们自己人属的进化过程当中。这个过程几乎可以肯定与我们所谓的“宗教”的出现有关系。

但是，即便在遥远的过去找到一个宗教的实际记录是有可能的，也是极其困难的，首先我们可能不知道我们在寻找什么。现在所有的宗教都是近期才出现的，所以在遥远的过去不可能找到能够概括它们特点的一些实物。在考古学家中流传着一句老套的玩笑话：只要你发掘一个比5000—4000年前更早的遗址，并找到了一个不清楚有什么功能（比如用作烹饪、狩猎或存储）的物品，你就会把这个物品称为“艺术品”或“宗教物品”。这种说法有点挖苦的意味，也有点不负责任了。在人类进化过程中宗教记录的大部分资料里，只是有一些似乎没有任何其他功能的东西，因此它们就被默认为了“宗教物品”。这可不是严谨的科学。

莫里斯·布洛克指出了第二个问题，他告诉我们：“人类学家在无数次徒劳的尝试之后，发现他们不可能有效地、令人信服地、跨文化地区别看待或定义一个可以被打上‘宗教’标签的独特现象。”[\[9\]](#)是的，即使在今天，给现有的所有宗教来下一个定义也是非常难的。确定某人为信教要比给宗教下一个全面的定义来得简单。因此，给过

去属于宗教范围的物品和模式来下定义的话就更困难了。但如果我们想要了解人类创新的火花，值得一试。

认同感

人类学家坎达斯·阿尔科塔（Candace Alcorta）和理查德·索西斯（Richard Sosis）向我们提供了4个我们通常称之为宗教的大部分（如果不是全部的话）习俗和信仰的关键模式。[\[10\]](#)

- 他们认为，宗教的第一个特点是相信超自然力量和反直觉的观念。正如我们前面提到的，相信“超自然的力量”指的是人类主动感知超出人类正常感知现实范围的超然的事物、力量和存在，这些力量或存在是与人类生活相关的：它们可能会影响我们和我们存在于其中的自然世界。这些力量的例子包括萨满出神，神灵和神灵的方位，天使、恶魔和其他类似的存在，无所不在、无所不知的无形的神（或多个神）。在每一种情况下，超自然力量的存在破坏或挑战了我们感知世界的“自然”方式，这表明在人类的生活中，自然世界不止如此。对超自然力量的信仰也创造了阿尔科塔和索西斯所称的“反直觉的观念”的可能性，比如会说话的动物、流血的雕像、圣母的诞生、复活，以及一系列所谓的“奇迹”。

- 第二个特点是公开参与宗教仪式。许多动物物种中都存在着我们所谓的仪式化的行为。雄鸟通过跳舞和唱歌来吸引配偶，猕猴露出牙齿表示屈服，狼通过轻蹭对方并露出肚皮来表达问候，这些都是仪式化的行为。人类的宗教仪式遵循一些相同的组织模式，但在两个关键的方面有所不同：人类的宗教仪式依赖象征，仪式本身的作用是用来增强超自然力量信仰的影响。对象征的依赖意味着宗教仪式中的核心内容不是某些事物，其本身已经脱离了本意，指世间万物。“上帝”一词对基督徒有一个非常明确而又重要的意义，“真主”一词对于穆

斯林来说也是一样。十字架的标志、转世的思想、以酒代血、以圣饼代肉，以及许多不同地区其他方面的宗教仪式，都充满了象征性的行为。创造象征的能力，并使它们能够与超自然或超然相联系是人类一个独有的创新技能。

•对超自然的接受和对象征性仪式的依赖导致了第三个特点的产生：神圣与世俗的分离。^[11]人类学家罗伊·拉帕波特（Roy Rappaport）告诉我们：“仪式不仅确定什么是神圣的，它还创造神圣。”^[12]阿尔科塔和索西斯用圣水的例子来证明这一观点。通过仪式，水（在一个象征性仪式中）被祭司祝福后就变成了一种新的东西（水被转化成了别的东西），水就与超自然有了联系，甚至成了超自然的化身：水就变成了圣水。普通水（世俗水）具有化学成分，被用来饮用、洗刷等，它是世俗的和“自然的”；而圣水具有象征性的意义和超能力，因此就变成了与世俗水不同的存在。在所有的宗教中都存在着无数个这样的例子。宗教行为涉及人与超自然之间的联系，只有当人们有能力，至少在某些方面能够区分什么是神圣的、什么不是神圣的时才起作用。

•关于第四个特点，阿尔科塔和索西斯认为，所有这些知识，宗教制度和行为、信仰，以及与之相关的模式是必须要经过后天习得的。他们认为，教学和学习这些宗教知识的关键时期是青春期。

历史学家，美国宗教学院前院长托马斯·特威德（Thomas Tweed）提出了一个强有力的观点，即宗教描述并改变人类体验情感和生活其他方面的方式。^[13]大多数宗教的核心是某种形式的“全新体验”。特威德讨论了这样的体验是如何为教徒们提供语言和意义的框架，来帮助解释“世界的样子和世界应该有的样子”的。如果是这样的话，那么在人类进化过程中的宗教行为和思考能力对人类如何产生认同感以及人类和群体如何理解自我方面有着重要的影响。如今的宗

教团体使用象征性的物品以及仪式化的声音和手势来建立一个他们共同理解并体验世界的情景。

总而言之，宗教的特点是相信超自然的力量和反直觉的观念，涉及象征性的仪式，有助于形成一个对世界的共同体验，并培养出区分神圣和世俗的能力，宗教体系中的大部分内容是在童年时期传播的。

当回顾人类进化史时，这些对我们有什么帮助呢？

宗教体验的证据

可以说，这种内心体验的直接证据是不可能找到的，但是，如果象征性的仪式是产生和维护宗教意义的关键，那么我们可以看看化石和考古记录，并尝试找出象征性行为的实物记录是什么时候出现的。有证据表明，宗教体验的基本材料工具（以及制作这些工具所需的认知能力）存在于人类之中。在考古记录中象征性材料的存在，就像一个标记在告诉我们宗教信仰可能已经存在。

一旦我们有了象征性材料的证据，就可以寻找包括象征性物品在内的仪式行为的证据，这可能是宗教仪式曾经发生过的证据。当然，我们要寻找年轻人学习（传授）宗教行为和信仰的证据，这才能证明宗教代代相传。最后，我们想知道我们在何时何地找到有力的证据，能证明在人属的进化记录中神圣与世俗发生了分离。

最近，生物人类学家马克·基塞尔和我一起编写并分析了一个数据库，其中包含所有可能被认为是200万—4万年前由人属制作或改造而成的具有象征性的物品实例，都是目前已公开的。最早的物品能追溯到50万—30万年前，包括被改良过的赭石（一种矿物颜料）、一个用锋利物品（研究人员认为可能是鲨鱼的牙齿）刻出锯齿状图案的蚌壳、一块像人形且经过石器改良后更具人形的石头和一些珠子。更多

的物品如被雕刻过的骨头（包括一个看起来像人形的线条图）、更多改良过的赭石，这些赭石可能被当作颜料涂在身上，出现在30万—20万年前。但是在20万—10万年前，具有象征性的物品可能变得更加常见（赭石、贝壳和石头珠子、雕刻图案的石头和骨头），到了10万—4万年前，具有象征性的物品变得更加多样化，变得十足的复杂。与赭石的使用和各种颜料同时出现的雕刻图案的鸵鸟蛋壳、更精致的雕像和很多小饰品，都可以被看作人类身体的装饰品（项链和其他成串的珠宝、经过修饰后穿在身上的羽毛和一些修饰后的骨骼）。在人类历史过去的4万年里，象征性物品变得无处不在——洞穴绘画和其他平面艺术、雕像、骨刻，以及一整套无疑具有象征意义的物品。我们至今仍然不清楚这些物品对那些创作者来说意味着什么。

这些物品有宗教含义吗？我希望我能知道问题的答案。

直到2万—1万年前，我们才能够确认这些物品也许具有宗教意义。因此，我们还是很难推测出这些物品的确切用途是什么。例如，在洞穴深处发现了一些令人惊奇的、能追溯到4万年前的绘画，洞穴里一片漆黑，进出非常危险。为了这些画作，一个人或一群人要有意爬进一个阴暗、潮湿的洞穴开口处，然后顺着岩洞往下走。他们要在锋利的岩石和光滑的路面上爬行，仅靠一个燃烧的动物油脂的葫芦来照亮前面的路，这些人冒着极大的风险携带着一堆颜料。他们找到合适的地方后，就会花很长的时间（也许是几小时，也许是几天）在狭窄的深达60英尺的地下，创造一幅没有人能看得见的画作，除非他人也带着照明体，同样冒着危险笨拙地爬进洞穴。

人们很容易认为这是一种宗教仪式，这一推断是令人信服的。这种复杂、充满危险的活动，需要一群人共同努力，动物的图像、几何形状和人类的手形图案可能具有深刻的象征意义，事实上，除了绘画的人（或是他们带进山洞里的任何人），几乎没有其他人能看到这些东西。所有这些似乎很好地证明了这些画作符合超然的关键标准，可

能甚至还反映了一种有意的宗教活动，但我们目前还无法证实这种说法。

所有这些早期的象征性（或似乎有象征性的）物品告诉我们，具有象征性的和可能的宗教思想与行为的能力最晚在50万—30万年前就零星地出现在了人属的群落中。到了20万—10万年前，具有象征性的物品在更多的地方被发现，并且变得更为复杂。在过去的10万年里，具有象征性的物品在所有的人种中都变得很普遍。象征性物品的存在并没有告诉我们宗教出现的时间（正如我们现在所知道的），但它的确告诉我们，我们的祖先开始创造出了象征性物品，并在过去的50万年里越来越多地使用它们。如今这样的物品是宗教活动和/或参与宗教体验不可或缺的一部分，因此很有可能，我们可以认为肯定是在过去的10万年里宗教的内涵发展成了今天我们所看到的各种宗教活动，可能我们的祖先使用了我们在考古记录中发现的各种象征性物品。

还有另外一条证据的线索：我们血统的特点就是高度合作。阿尔科塔与索西斯所提出的宗教4个特征的其中2个（公共宗教仪式和在童年时代的学习）和特威德提到的重点——“全新体验”共同指出：我们需要进行密切的沟通和协作，才能成就我们今天所谓的宗教。如果一群早期人属曾有过一次让他们感到超然的经历，能够感知他们习惯体验的世界之外的东西——一次月食、一次血月、一次地震、一场巨大的野火或洪水会怎么样呢？通过协调，在一次特定的全新体验的意义上达成共识，并与他人一起分享体验的感觉，然后作为一个群体来庆祝此事，这需要一定程度的共同意向性（所有人自觉地同意相同的认知和情感的解释），（据我们所知）在其他动物身上没有发现这种共同意向性。我们知道这种能力在我们的血统中根深蒂固。

100万年前，我们的祖先在抢食猎物、共同育儿和石器的制作过程中就已经开始协作了。这三个过程中的每一个都会涉及某种形式的教学、很高的学习灵活性和相当多的群体协调。这些过程意味着某种相

当复杂的信息共享水平，但这并不是通过我们所知的语言来实现的。在50万—30万年前，许多群体的人属已经开始使用火、合作狩猎、制作更为复杂的石器和木器。他们可能也用近似于语言的某种交流方式，可能只是借助一些手势和声音来帮助他们传递并交流越来越多的信息。许多研究人员认为，他们越来越多地将多样化的声音来当作交流系统的一部分，这有可能是象征性行为能力发展的关键点。[\[14\]](#)在这段时间里，我们的各种能力得到了提高，其中包括协调合作的能力、传递信息和感知的能力（互相解释事物而不只是互相展示事物），以及用火的能力。懂得用火使得我们的祖先有更多的时间可以在晚上劳作、加工食品和工具，并聚集在封闭的空间里互相交流。他们开始谈论生活中日常事件背后的意义。这并不奇怪，正是在这个时候我们看到了最早的似乎有象征性的物品。我们的祖先开始尝试用这些物品创造出某种意义。

一旦创造意义的过程开始，从一个声音和手势的体系，即我们可以称之为“抽象化的语言”到比喻得以出现的过程并不是一蹴而就的。使用手势和声音来代表其他的事物，比如一次经历、一个想法、一个期望或想象力的其他某些方面……我们的祖先日益具备了分享他们想法的能力、想象和分享他们想象的能力。他们逐渐具备了所有人类生活的核心能力：讲故事的能力。这种能力为宗教的出现并登上历史舞台提供了最后一个关键因素。[\[15\]](#)

但是神圣与世俗的关系是怎样的呢？阿尔科塔和索西斯所提出的宗教特点的关键方面直到最近才在进化记录中清楚地显现出来。在我们人属的全部历史中，虽然我们有一些珠子、洞穴壁画、雕刻的塑像等看起来有明显象征意义的物品，但是我们仍然没有绝对证据来证明神圣与世俗之间存在着任何分化。许多学者认为，洞穴壁画存在于洞穴这样神圣的空间里，而我们人类生活在世俗的空间里，但正如我们前面提到的，我们无法证实这种说法（尽管听上去的确有道理）。

墓葬中的一些证据是，我们可能会看到神圣与世俗的分界线，但早期墓葬的模式（或那些我们认为是墓葬的东西）不同，人们往往把过世的人埋葬在他们生活的地方。有两处墓葬可能是尸体被放置在难以到达的洞穴里的最早实例，[\[16\]](#)一处是位于西班牙的大约40万年前的西玛德罗斯赫索斯（Sima de los Huesos），另一处与在南非发现的200万—100万年前的纳莱迪人有关。在南非的这处墓葬里没有随葬象征性物品，但在西班牙的那处墓葬里有一个雕刻精细、从没使用过的石器随葬品。有人认为，这是与葬礼有关的象征性物品。这个可能性很吸引人，但这两个墓葬只是个例，并且直到更晚期才出现了筹办葬礼的证据。在15万—5万年前的克罗地亚、以色列、法国和伊拉克的遗址里，我们发现了经过筹办的墓葬，死者被放置在深坑或洼地里，墓葬往往与人们的住所位于同一区域。[\[17\]](#)这些墓葬中常随葬鹿角、贝壳等物品，有时是一些石头，这些物品被放在尸体上方或身体部位上面。但是，这也只是一些少见的个例，而且即使在我们所发现的5万年前的人属所有的遗址中，墓葬还不是很普遍。直到1.4万—1万年前，我们才在考古遗址中发现了很多的墓葬，有时会发现墓葬群与生活场所分离（这是我们发现的第一批墓地）。

然而，直到我们看到早期的村庄和城镇（从14000—8000年前开始），我们才发现了直接的证据，能够表明一些物品有了可以反映某种宗教仪式或功能的象征性用途，但这些物品仍然经常发现于人们的生活场所。像在现今的土耳其加泰土丘发现的早期城镇遗址（9000—8000年前）就存在象征性空间强有力的标识，我们在那里发现了牛头、雕刻和被称为神龛或祭坛的艺术形式组合。这些显然形成了某种对超自然和/或超然的认知，有充分的证据表明这些物品具有了祭祀的功能。然而，这些祭坛大部分都位于人们的生活场所，祭坛内部和祭坛周围日常和普通（世俗）活动的考古证据就可以当作证明。[\[18\]](#)在这些早期遗址中，至少在空间上神圣和世俗之间没有分化。如果神圣和世俗之间不需要在空间上有所分化，那么在化石和考古记录中识别

这种分化几乎是不可能的，或许这个空间上的分化特征在某些当代宗教中非常普遍，但并不是出于宗教信仰或实践的要求。事实上，直到最近，在许多小规模社会的宗教里，神圣和世俗的分化仍然是基于共享的意义和/或全新体验和解释的可能性，而不是地理位置、物品、地点的形式。

我们几乎没有实物证据可以证明，对我们进化史的前75%的人类祖先来说，超然的经历和对超自然的认识在他们的生活中很突出。但在人属历史后25%的时间里，我们看到越来越多象征意义的证据和在我们祖先的生活中超然体验的潜在实物证据。毫无疑问，今天的人类存在宗教行为，大多数人即使不信奉某种特定的宗教，也会与某种形式的宗教传统联系起来。因此，信教的能力出现在我们的进化史中，宗教最终在人类身份中找到了固定的位置。

但为什么会这样呢？

通往真神（们）之路

神学家温策尔·凡·海斯丁（Wentzel van Huyssteen）告诉我们：“人类首先是具身的存在，因此，我们的所为、所思、所感，都是受我们所体现的物质性所制约的……宗教想象和人类对意义的追求‘自然’存在。” [\[19\]](#)

人类学家理查德·索西斯提出，要理解宗教，“分析必须注重宗教系统的功能作用，注重构成宗教结构的独立部分的融合……这些特点从史前的礼制中得来并由早期古人类群体挑选出来……通过促进合作，扩大跨越时空的社会关系的沟通与协调……宗教制度……正如我们所知是一种精细、复杂的适应，有助于支持广泛的人类合作和协调以及人类的社会生活”。 [\[20\]](#)

二人都提出了一个类似的观点，信教的能力是人类经验的一个重要组成部分，但至于其原因，他们的观点则略有不同。虽然对为什么人类有宗教信仰有无数种解释，但因为本书的关注点在于我们人类的进化，所以我将只专注于那些试图把宗教的出现和人类进化史联系在一起的解释。重点是要注意，绝大多数的科学解释对超自然事物存在的可能性持否认、部分认可或保持不可知的态度。这本身就表示这些解释中有什么漏洞。

许多科研人员认为，正是由于复杂的认知能力的进化、高度合作、共同的意向和成熟的语言，才使得宗教在人类生活中无处不在。[\[21\]](#)他们的主要观点是，仪式化的行为在人类经验中变得普遍并成为其核心内容，它先于宗教出现并促成了宗教的产生。[\[22\]](#)一些人指出，石器的生产影响了与语言出现之前的沟通和技能传递相关的神经结构，表明仪式化的行为（如生产石器时所需的行为）在人类进化过程中起到了（现在仍然在起）核心作用。[\[23\]](#)他们认为，这些过程为仪式的出现奠定了基础，从而使宗教得以兴起。有很好的证据表明，仪式化的行为与工具制作和早期人类社会生活的其他方面及生态景观息息相关。[\[24\]](#)从根本上来说，这一观点是在50万—30万年前，人属成员制作石器、根据不同的环境分配工具，并以一种能够增加沟通能力和意义共享的方式来利用工具。这使得仪式化的行为得以增加，使创造意义的新技能的出现成为可能。[\[25\]](#)

在这方面，阿尔科塔和索西斯提出宗教仪式与常规仪式分化的关键因素是强烈情感象征的出现。他们认为，不同于与石器制作或狩猎有关的仪式（或其他物种的仪式性行为），宗教仪式赋予了特别的情感体验，并创造了一个更有意义和潜在的超然体验的可能性。他们认为，大脑的可塑性和延长的人类童年期（请参照前几章）使人类的感情高度敏感，尤其是当我们创造和参与象征系统的时候。他们与生物学家皮特·里彻辛（Pete Richerson）和人类学家罗布·博伊德（Rob

Boyd) 一道声称: “通过促进合作、扩展跨越时空的社会关系间的沟通和协调的方式, 早期人类群体的宗教仪式象征系统解决了一个生态问题。” 在这种情况下, 宗教脱胎于人类仪式、象征和广泛的情感体验的能力, 这些能力也是人类进化过程中的一环, 为的是促进最高水平的合作。

有另一套科学方法试图将宗教行为、信仰和机构的存在及其模式解释为人类进化中对各种特殊挑战的特有的适应方式。一些生物学家和心理学家认为, 人类为组织大型群体并促成合作, 从而催化了宗教, 宗教通过自然(或文化)选择来帮助达成合作。^[26]其他人认为宗教信仰的模式和结构都是产生自人类认知系统(我们的思想)正常的运行机制并受其约束。^[27]他们认为, 宗教最好是被看作几种信念, 宗教借助人类潜在的心理机制使人类能够想象出超自然的力量并相信它们。这些研究人员对这些潜在的心理机制特别感兴趣。这方面的研究人员认为, 人类进化的认知组合, 即我们有自我意识^[28]并有能力将我们的精神状态(信仰、想象、欲望、知识等)归因于自己和他人, 也有能力知道其他人的精神状态可以与我们的有所区别, 可以产生促进超自然力量检测的机制和过程: 在精神印象产生的过程中, 有超自然的力量在许多被观察和感知的现象背后起作用。^[29]如果我们相信超自然力量, 那么我们看到一系列宗教实践的发展和细化就不是一个大跨越了。但是, 这样的解释如何解释如今主导人类社会的有组织的世界宗教?

大多数人类学家和考古学家把大规模、等级森严的宗教看作过去7000—5000年间日益复杂的社会制度和物质文化所产生的社会复杂性的一部分。心理学家阿拉·洛伦萨杨(Ara Norenzayan)提出, 个别的“真神(们)”宗教^[30](比如犹太教、基督教、伊斯兰教等现代亚伯拉罕宗教)在人类刚刚过渡到牲畜驯化和农耕社会(在过去的1万年前左右)之后, 随着社会复杂性和协调性的初步提高一同出现。随

着人群变得更为复杂、大城镇出现、贫富差距日益扩大和越来越不平等的活动出现，人类信奉的诸神更有说教力（能够设定行为标准）、更有干预力（有对人类生活产生直接影响的潜力）、更加强大。洛伦萨杨接着指出与诸神有关的信仰仪式组合（基本上是宗教），能促进大规模的超强合作和协调，使大规模、复杂的社会得以出现（比如民族和国家）。正如洛伦萨杨所说，各种真神宗教带来了“大型群体”——现代人类超复杂的社会，包括大规模的群体内部合作（民间团体）和重点要提及的大规模的群体内部战争。他说得有道理，考古记录的确告诉我们，宗教和合作与战争或多或少有一些联系。

其他科学家，如多米尼克·约翰逊（Dominic Johnson）和杰西·贝林（Jesse Bering），为真神们的出现提供了类似的解释，但他们专注于超自然的惩罚作为关键的手段在实现人类群体超强合作和引发他们之间冲突中所起的作用[\[31\]](#)（他们再次把战争、集权社会与大型宗教的出现联系在一起）。约翰逊和贝林认为，人类在获取特定认知（神经的和感知的）特征的进化过程中，直接形成了主要宗教，并赋予了其道德约束、惩罚性的神（们）的强烈倾向。基本上，他们认为我们通过进化心智能力来创造以法力无边且具有惩罚性的神（们）为特点的宗教，以便能够协调越来越大的社会群体。洛伦萨杨的说法有些不同，他认为人类文化进化过程产生了一个把我们的社会性、道德、礼仪、“强烈的认同感”与他所称的“真神（们）”联系在一起的系统，真神（们）法力无边、干涉人间事物、能惩罚众人，需要人们的认同。他还说，由于这些特点，真神（们）宗教最终击败了其他宗教，这也是它们在今天的世界占主导地位的原因。[\[32\]](#)

关于法力无边且具有惩罚性的神（们）的论点已经非常普遍，这些论点似乎很有道理，但也存在着一些问题。

法力无边且具有惩罚性的神（们）现象过分强调人类社会在更大规模上协调合作活动中寻找新方法的需要。我们知道，密切合作在成

熟的农业、人类定居、社会性别与社会不平等出现之前就已经存在。关于真神（们）的论点忽略了一个可能性，即这些假说中的大部分基本要求（超强合作、复杂的交流、象征的使用等）最晚在10万年前（甚至更早）就已存在，在现在的真神（们）宗教出现的7000—5000年前这一时间段肯定已经得到完善。为什么这些宗教没出现得更早呢？如果我们把过去12000—15000年的时间里所出现的牲畜驯化、农业和日益扩大的不平等与以真神（们）为特点的特定宗教系统的出现联系起来的话，这将是一个很好的观点。但更为站不住脚的说法是，各种真神（们）宗教演变成了可以促成大规模人类社会出现的关键结构因素，即使它们在构造和扩展人类社会的某些部分中起到了重要作用。

不幸的是，我们最终以“先有鸡还是先有蛋”这种争论不休的情况来结束了关于真神（们）的假说。从时间线上来看，很明显各种真神（们）宗教的存在和结构是初步走向日益增加的社会复杂性和物质不平等的结果，但它们也可能是推动人民管制、惩罚和群体间冲突（比如战争）背后的驱动力。与其说关于真神（们）的论点是错误的，还不如说它是不完整的，不足以解释宗教信仰或宗教体验。相反，它还可以解释特定类型的宗教和宗教机构的兴起。此外，要了解如此复杂和协调的各种宗教的兴起，我们需要把宗教体验坚定地视作人文景观的组成部分。

我认为我们不能从总体上评价宗教的是与非，尤其是真神（们）能否被明确地当作一个不同的驱动力，这一驱动力与我们近期的进化史中随着群体变得更大以及社会和物质上变得更为复杂而逐渐提高的其他形式的社会复杂性不同。在我们最近的进化史中，随着社会群体变得越来越大，社会上和物质上变得更加复杂，社会复杂性的其他形式也逐渐加快。甚至在城镇、城市和国家出现之前，经济、政治和生态系统就变得越来越复杂。因此，我们可能不需要借助超自然的惩罚和控制的威胁来发展和维持大规模的社会。这并不是说这些因素不利

于促进或维持这样的社会，而是说它们不是唯一的（或最好的）方式。

关于宗教的许多科学解释中忽略的一个关键点是宗教体验。我们已经确定，超然体验和可能的全新体验是个人教徒体验信教的核心内容。信仰真神（们）宗教的人们在认知上、生理上和感受上各不相同（大有不同），当我们把解释的重点放在宗教“做什么”而不是放在宗教对于信徒来说“是什么”的时候，可能忽略了这些不同中的一个相关的复杂性。

例如，亚伯拉罕信仰中的神是一个真神的典范，因此研究人员们称之为“会惩罚众人和极具说教力”的神。可以肯定地说，这些因素使得这些宗教得以扩张并对信徒施加控制。然而，这些是对诸宗教总体方面相当简单的概述。对于许多践行信仰（犹太教、基督教、伊斯兰教）的信徒来说，在日常生活中，在解读宗教的意义时，宗教具体的核心价值观，比如关心、爱和同情，要比惩罚和控制的因素（禁止、忏悔、赎罪、社会性别的不平等、牧师的统治等）重要。当我们不对宗教机构如何操纵和影响社会的那段历史抱有幻想，我们的确需要认识到个人和社群的宗教体验以及他们对法令、价值观、真神（们）（和其他的）宗教机构的服从都有显著的区别。如果我们只把注意力放在作为一个功能实体的宗教包罗万象的惩罚和执行的组织机构上，那么研究人员有可能看不到个人层面宗教体验和宗教活动中非常重要的多样性和活力。如果我们试图模拟对文化和生物进化过程有直接影响的行为模式，那么个人层面的宗教体验有可能是极其相关的。

我的观点是，我们必须更严肃地提出一个问题：为了便于给各种宗教提供总体结构和进化方面的解释，我们是否可以无视教徒的生活体验。人类几千年来的宗教体验极有可能要（已经）比提供的解释更加有意思。基于一个特定宗教机构的结论认定一个人“有宗教信

仰”，这样的想法在思考人类体验上来看非常肤浅。我们在模拟和提出假设时需要记住这一点。[\[33\]](#)

想象、信仰与期望首先出现

有充分的证据表明，就在现代人类首次登上历史舞台之前，我们的祖先正在形成应对生态和社会挑战的日益复杂的重大认知和行为反应。我们对过去人类历史所了解的一切表明，这种行为、认知灵活性和日益增强的社会合作与协调、象征性思维的发展与实验相结合，使得人类能够具备现在的获得广泛共识、相互协调和语言的现代能力。这些创新的核心在于以独特的方式创造意义的能力。

对生物体如何处理世界上的意义和模式的方法的研究被称为“符号学”（字面意思是“做标记”，即确定标志和意义的过程）。在我们进化过程中的某一时刻，人类创造了一种新的符号，即象征的使用及创造。[\[34\]](#)对于大多数动物可能包括我们的近亲来说，使用并阅读索引符号（可能与它们代表的东西相关，或者受它们所代表的东西影响，像乌云意味着要下雨）和标志性符号（看上去完全与它们代表的意思一样）是经常的事。在这两种符号中，“能指”（指代物本身——符号）和“所指”（符号的意思）有直接的关系。对于标志性符号来说，所指看上去就像能指；对于索引符号来说，所指与能指相关（下雨通常发生在乌云出现之后）。然而，象征性符号在能指和所指之间没有必然的实际联系，甚至不一定相关。一个象征性符号之所以有一定的含义，只是由于使用这个符号的人们对其所代表的含义达成了一致。美国国旗是一块有图案和颜色的布，如果当初人们没有一起赋予它一定的含义并使用它的含义，那么这块布是没有任何意义的。语言是一个象征性符号系统：你刚才读到的每一个字都是一个毫无意义的标记集群（以及你头脑当中的声音），只是我们（人类）已经对

这些标记和声音所代表的含义达成了一致。没有象征性符号的发展，完备的语言是不可能出现的。

如今人们深深地沉浸在一个象征系统中，在这个系统里，想象和期望以及与它们相关的象征可以保持稳定和一定的意义，并为信仰提供支持。我们理想中的道德和公平、对人类如何行为做事的期望、对世界发展的希望等，都是很好的例子。这样思考的能力是由我们的象征性能力所促成的，并且不一定与我们在任何特定时期周围物质世界的任何实际细节有关系。但正是由于受到象征和充满意义的体验的影响，使得我们从童年时期就适应了某种文化。这是理解宗教思想的关键。我们解释世界的方式来自许多因素（身体、大脑、感官、感知、经历、其他人类和动物等）的相互作用。不论作为个体还是作为群体，人类都生活在充满密集象征景观的世界里，其中大部分象征景观都是与宗教相关的。

知觉、意义和经验正如肌肉、骨骼和激素一样处于人类历史的中心（至少在过去的几十万年里）。人类如何看待世界，或者我最好这么说——人类如何感知这个世界，是我们进化史中的重要组成部分。象征产生、感知和被人类使用的方式，构成了人类的感知和行为，并创造了一个人类生态，其中的物质世界（物质环境）一直都存在着符号（包括象征）的标记。我们在一定程度上创造了我们所生活的世界。人类对世界的感知构成了我们与世界相互作用的方式，从进化论的角度来看，信仰是非常重要的。

也许理解宗教信仰和宗教机构的出现与演变要比简单地解释宗教为（对）人类“做”了什么要复杂得多。也许将人类有宗教信仰的倾向[\[35\]](#)解释为通过自然选择而产生的适应方式并不是最好的解释，像对我们非常有帮助的拇指、更宽大的产道、让我们能用两条腿行走和跑步（也让我们长有屁股）的臀部肌肉的形状。也许宗教经验是人类生态的关键结果，是人类“存在”于世界上的方式。

在我们的进化过程中，人类形成了一个生态，其中想象和象征成了人类生态学的核心层面。在生态形成过程中，生物体及其所处环境之间的相互作用成为影响塑造生物体身体和环境景观进化压力的一个核心过程。人类想象对实质压力和感知压力的反应，并将这些想象转化为实物或实际行动的能力，成了我们成功的一个主要工具。这种能够获得并有效利用想象力的进化，使我们能够更多地使用想象力来应对一系列不同的社会和生态挑战。人类应用想象力的一种方式体现在宗教仪式、结构和机构中。

这并不是说宗教的出现为人类的进化或宗教任何特定的适应性功能铺平了特定的道路，也并不是说“宗教”使人类成了完全的人，或在其他类人生物都灭绝时让我们人类幸存下来。这种说法只是假设在进化的背景下，无论宗教还是信仰宗教都不会进化成熟，正如我们所假设的，任何人类身体和生态的其他核心方面都不能在没有一系列初期形式的情况下就以现代的形式出现（请参照第一章到第六章）。因此，宗教信仰和实践以及宗教经验深厚的历史渊源，实际上并不是通过当前的宗教实践来解释的。在人类历史中，宗教经验、信仰、仪式和相关机构最初形成时，人类对象征符号的创造和使用及人类的想象力发挥了作用。我们应该确定哪些结构、行为和认知过程促进了人类的这一作用。

这种方法旨在为从不同角度探究人类的宗教经验提供一个更为开放的视角，并且不会想当然地认为“信仰”某一特定宗教传统的人们只要相信宗教活动的宣传就是错误的。如果具备想象力是人类生态的核心部分，并且想象力是对世界包括对超自然的感知发展所必需的一个基本因素，那么人们可以把进化论和宗教观当作人类如何和为什么会进行宗教实践和信仰的部分解释。在进化论的解释中，这种看待人类生态构建与宗教起源的方式为那些赞成宗教是一种功能性适应的人提出的功能性结构发展的观点提供了空间。但其实，神学家认为生态

构建一宗教是某种启示性体验，科学家试图将信仰和神性与人类进化模式联系在一起，这两种观点是存在互通之处的。[\[36\]](#)

举个例子来说，人类血统中象征性表达的出现和使用，特别是在过去的20万—30万年里，表明人类的生活方式得到重大扩张和改造。科学家们（包括我自己）认为，这反映了独特的人类生态的全面发展，因此这是促成我们从认知和形态角度上所称的“现代”人出现的一个关键时刻。尽管科学家们借助一套特定的进化过程和一种认知发展的形式（神经系统变得复杂）来解释这一过程，但是神学家们可以加入一些他们自己主观的内容。我们可以把这种向现代人类生态的过渡定义为启示过程的一部分，其中真神（们）的启示使人类能够形成一种反思和超自然的导向，并最终产生了宗教信仰。[\[37\]](#)也就是说，化石和考古记录的事实不能被否定或者被忽略，但对于信教的个体来说，作为人类进化记录中象征出现的一部分，超自然参与的假说就显得非常有道理。

只要一个人不是原教旨主义者（fundamentalist）或对宗教传统不抠字眼的话，我上面所说的方法就能行得通。就像其他人类机构一样，宗教在产生的初期就发生了变化，并将继续变化下去。一个人不能用科学方法或以其他的方式认为，书中所写的任何内容或是人们用多种语言口耳相传的东西都能保持一贯性或者没有被改动过。所有的宗教都是从一开始就发生变化，并且现在仍然在变化着的。任何人如果不能接受这个事实，并坚信他们的宗教从没发生过变化，就是一个千真万确的人类宗教，那么他必错无疑。有大量证据表明，在现代宗教尚未出现很久之前，人类就开始有宗教信仰了。

信教、宗教和人类

正如神学家温策尔·凡·海斯丁认为的那样，人类宗教想象力中很有可能有一种自然性，^[38]它是过去几千年里促进人类进化成功过程的一部分。如果事实果真如此，重建人性之路的一个重要部分必须要把想象、信仰，甚至宗教活动为地球上的人类可能已经发挥和仍将继续发挥的作用包括在内。

大多数人认为自己有宗教信仰，因此，任何反对宗教是人性一个重要方面的人，要么忽视了人类经验的一个巨大组成部分，要么只是选择不承认宗教的博大精深。无论任何人对任何宗教有什么个人感受，宗教都不会从人类世界中消失，所以参与宗教信仰并理解宗教是非常值得的。然而，对宗教与宗教机构采取的行动感到气愤与反对宗教信仰并不是一回事。在过去的几千年里，这一点尤其重要，因为一些主要的宗教已经在世界上占据了主导地位。单一民族国家、经济、战争和其他形式的暴力往往与狂热的宗教情感密不可分。我们要懂得一个人有宗教信仰和参加宗教活动、任何一种信仰的教义和理想，与任何特定宗教机构的运行和做事方式之间是有区别的，这往往是一个生死攸关的问题。

认为自己不信仰任何宗教或者认为自己没有宗教信仰，这对人类来说绝对没有任何问题，我们在大部分的人类历史中就是这么生存繁衍的。大量的研究表明，有人认为有宗教信仰或属于某派宗教会让一个人在道德上变得更加高尚或者更加无私，这种想法也是错误的。^[39]任何认为世界上所有的人都必须和他们要有相同世界观的人，都是以短浅的目光在看待人类历史。人类成功的途径有很多种，尽管我们作为一个物种有许多共同之处，但丰富多样的人类文化已经存在了数十万年，这是人性的标志之一，不会在短期内消失。所有的人类都生活在一个象征性和意义深远的世界里，我们大多数人做事时至少在有些时候会感觉到有超自然力量的存在。这是一个普遍存在于人类的超然现实，没有其他生物能够体会。

[1] “The Future of World Religions,” Pew-Templeton Global Religious Futures Project, accessed July 20, 2016, <http://www.globalreligiousfutures.org/>; “Topics & Questions,” Pew-Templeton Global Religious Futures Project, accessed July 20, 2016, <http://www.globalreligiousfutures.org/questions>.

[2] “America’s Changing Religious Landscape,” Pew Research Center: Religion and Public Life, accessed July 20, 2016, <http://www.pewforum.org/2015/05/12/americas-changing-religious-landscape/>.

[3] Saad, L., “Support for Nontraditional Candidates Varies by Religion,” Gallup, accessed July 2016, http://www.gallup.com/poll/183791/support-nontraditional-candidates-varies-religion.aspx?utm_source=Politics&utm_medium=newsfeed&utm_campaign=tiles.

[4] “The Future of World Religions,” Pew-Templeton Global Religious Futures Project, accessed July 20, 2016, <http://www.globalreligiousfutures.org/>.

[5] 我们在进化的层面上探讨该问题：人类在何时何地拥有了宗教行为？这与神学解释不同，所有的宗教都有内在的起源和解释。但重要的是要认识到，提出一个问题（进化论）绝不是完全否认另一个问题（神学方面）的宗教影响。两者可以共存，因为两者的答案几乎毫无区别。

[6] Fuentes, A., “Human evolution, niche complexity, and the emergence of a distinctively human imagination,” *Time and Mind* 7 (2014): 241–257.

[7] Bloch, M., “Why religion is nothing special but is central,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363 (2008): 2055–2061.

[8] 想象力并不意味着“简单拼凑”，想象力是感觉创造的能力，是我们一直所讨论的祝愿和期望。

[9] Bloch, M., “Why religion is nothing special but is central,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363 (2008): 2055–2061; Rappaport, R.A., *Ritual and Religion in the Making of Humanity* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999).

[10] To develop this list Alcorta and Sosis draw heavily on previous anthropological and sociological work on religion, especially that of Mary Douglas, Émile Durkheim, Mircea Eliade, Bronislaw Malinowski, Roy Rappaport, Victor Turner, and Edward Tylor. See Alcorta, C.S., and Sosis, R., “Ritual,

emotion, and sacred symbols: the evolution of religion as an adaptive complex,” *Human Nature* 16 (2008): 323–359.

[11]事实上，大多在此处使用“亵渎”作为一个形容词，意思是世俗的或者“不是宗教的或不神圣的”，但大多数人认为亵渎是动词，意思是“侮辱、不尊重或侵犯某种神圣的东西，因此称为亵渎”（《韦氏词典》）。所以这里的世俗仅仅意味着与宗教仪式或神圣（超自然）状态无关。

[12]Rappaport, R.A., *Ritual and Religion in the Making of Humanity* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999).

[13]Tweed, T., “Ancient Crossings and Foraging Religions: from Itinerant Paleoindian Bands to (Mostly) Sedentary Archaic Communities, 9200 BCE–1100 BCE,” in *Heavenly Habits: A History of Religion in the Lands That Became the United States* (New Haven, CT: Yale University Press, 2018), which might be considered symbolic.

[14]For example, see Mithen, S., *The Prehistory of the Mind: A Search for the Origins of Art, Religion, and Science* (London: Phoenix, 1998).

[15]Thomas Tweed outlines this scenario very well in his book in preparation *Heavenly Habits: A History of Religion in the Lands That Became the United States* (New Haven, CT: Yale University Press, 2018).

[16]Carbonell, E., and Mosquera, M., “The emergence of a symbolic behaviour: the sepulchral pit of Sima de los Huesos, Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain,” *Comptes rendus palévol* 5 (2006): 155–160; Dirks, P.H., et al., “Geological and taphonomic context for the new hominin species *Homo naledi* from the Dinaledi chamber, South Africa,” *eLife* 4 (2015): e09561.

[17]Pettitt, P., *The Palaeolithic Origins of Human Burial* (London: Routledge, 2011).

[18]Hodder, I., and Cessford, C., “Daily practice and social memory at Catalhöyük,” *American Antiquity* 69 (2004): 17–40.

[19]Van Huyssteen, J.W., *Alone in the World? Human Uniqueness in Science and Theology* (Grand Rapids, MI: William B. Eerdmans, 2006).

[20]Sosis, R., “The adaptationist-byproduct debate on the evolution of religion: five misunderstandings of the adaptationist program,” *Journal of Cognition and Culture* 9 (2009): 315–332.

[21]King, B., *Evolving God: A Provocative View on the Origins of Religion* (New York: Doubleday, 2007); Jeeves, M., ed., *Rethinking Human Nature: A Multidisciplinary Approach* (Grand Rapids, MI: William B. Eerdmans,

2009); Rappaport, R.A., *Ritual and Religion in the Making of Humanity* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999); Van Huyssteen, J.W., *Alone in the World? Human Uniqueness in Science and Theology* (Grand Rapids, MI: William B. Eerdmans, 2006).

[22] Rappaport, R.A., *Ritual and Religion in the Making of Humanity* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999); Rossano, M.J., “Ritual behaviour and the origins of modern cognition,” *Cambridge Archaeological Journal* 19 (2009): 243–256.

[23] Coward, F., and Gamble, C., “Big brains, small worlds: material culture and the evolution of the mind,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363 (2008): 1969–1979; Sterelny, K., *The Evolved Apprentice: How Evolution Made Humans Unique* (Cambridge, MA: MIT Press, 2012).

[24] Sterelny, K., and Hiscock, P., “Symbols, signals, and the archaeological record,” *Biological Theory* 9 (2014): 1–3; Stout, D., “Stone toolmaking and the evolution of human culture and cognition,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366 (2011): 1050–1059.

[25] Fuentes, A., “Human evolution, niche complexity, and the emergence of a distinctively human imagination,” *Time and Mind* 7 (2014): 241–257.

[26] Johnson, D.D.P., and Bering, J.M., “Hand of God, mind of man: punishment and cognition in the evolution of cooperation,” *Evolutionary Psychology* 4 (2006): 219–233; Norenzayan, A., *Big Gods: How Religion Transformed Cooperation and Conflict* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2013); and Johnson, D., *God Is Watching You: How the Fear of God Makes Us Human* (Oxford: Oxford University Press, 2016).

[27] 这些将被列入“宗教认知科学”(CSR)或“宗教进化认知科学”(ECSR)的领域,其实践者主要在认知心理学与宗教、思想哲学、神经科学和社会认知人类学中进行研究。

[28] 称作“脑海中的理论”。

[29] See the following for this position and some overviews and critiques: Atran, S., *In Gods We Trust: The Evolutionary Landscape of Religion* (Oxford: Oxford University Press, 2002); Bering, J.M., “The Evolutionary History of an Illusion: Religious Causal Beliefs in Children and Adults,” in *Origins of the Social Mind: Evolutionary Psychology and Child Development*, ed. B. Ellis and D. Bjorklund, 411–437 (New York: Guilford Press, 2012); Boyer, P., *Religion Explained: The Evolutionary*

Origins of Religious Thought (New York: Basic Books, 2001); Watts, F., and Turner, L., *Evolution, Religion, and Cognitive Science: Critical and Constructive Essays* (Oxford: Oxford University Press, 2014).

[30] Norenzayan, A., *Big Gods: How Religion Transformed Cooperation and Conflict* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2013).

[31] Johnson, D.D.P., and Bering, J.M., “Hand of God, mind of man: punishment and cognition in the evolution of cooperation,” *Evolutionary Psychology* 4 (2006): 219–233; Johnson, D.D.P., *God Is Watching You: How the Fear of God Makes Us Human* (Oxford: Oxford University Press, 2016).

[32] See Fuentes, A., “Hyper-cooperation is deep in our evolutionary history and individual perception of belief matters,” *Religion, Brain and Behavior* 5, 4 (2014): 19–25, DOI: 10.1080/ 2153599X.2014.928350, for a broader discussion of these.

[33] Ibid; Rappaport, R.A., *Ritual and Religion in the Making of Humanity* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999).

[34] Here I am relying on the philosopher Charles Sanders Peirce’s system of semiosis (for a good overview see Atkin, A., “Peirce’s Theory of Signs,” in *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, article published October 13, 2006, substantive revision November 15, 2010, accessed July 20, 2016, [http:// plato.stanford.edu/ entries/peirce-semiotics/](http://plato.stanford.edu/entries/peirce-semiotics/)). Peircian semiotics are used by anthropologists to explore human evolution and the development of symbols in the human past (e.g., Deacon, T., *The Symbolic Species: The Co-evolution of Language and the Brain* [New York: W. W. Norton, 1997]; Kissel, M., and Fuentes, A., “From Hominid to Human: The Role of Human Wisdom and Distinctiveness in the Evolution of Modern Humans,” *Philosophy, Theology and the Sciences* 3, 2 [2016]: 217–44).

[35] Rappaport, R.A., *Ritual and Religion in the Making of Humanity* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999); Van Huyssteen, J.W., *Alone in the World? Human Uniqueness in Science and Theology* (Grand Rapids, MI: William B. Eerdmans, 2006).

[36] See, for example, Deane-Drummond, C., *The Wisdom of the Liminal: Evolution and Other Animals in Human Becoming* (Grand Rapids, MI: William B. Eerdmans, 2014); Van Huyssteen, J.W., *Alone in the World? Human Uniqueness in Science and Theology* (Grand Rapids, MI: William B. Eerdmans, 2006); Deane-Drummond, C., and Fuentes, A., “Human being and becoming: situating

theological anthropology in interspecies relationships in an evolutionary context,” *Philosophy, Theology and the Sciences* 1 (2014): 5.

[37] See, for example, Deane-Drummond, C., “Beyond Separation or Synthesis: Christ and Evolution as Theodrama,” in *Darwin in the 21st Century: Nature, Humanity and God*, ed. P.R. Sloan, G. McKenny, and K. Eggleson (South Bend, IN: University of Notre Dame Press, 2015); Van Huyssteen, J.W., *Alone in the World? Human Uniqueness in Science and Theology* (Grand Rapids, MI: William B. Eerdmans, 2006).

[38] Van Huyssteen, J.W., *Alone in the World? Human Uniqueness in Science and Theology* (Grand Rapids, MI: William B. Eerdmans, 2006).

[39] See, for example, Decety, J., et al., “The negative association between religiousness and children’s altruism across the world,” *Current Biology* 25 (2015): 2951–2955; Galen, L.W., “Does religious belief promote prosociality? A critical examination,” *Psychological Bulletin* 138 (2012): 876–906; Sablosky, R., “Does religion foster generosity?” *Social Science Journal* 51 (2014): 545–555.

第十章 艺术的翅膀

我在葡萄牙首都里斯本市郊一处深约60英尺的洞穴里，弯腰走过巨大的钟乳石下方，在一株湿滑的石笋旁停了下来。我把灯靠近洞壁，可以看出用棕红色颜料涂画出的马和欧洲野牛（已经灭绝了的体型很大的欧洲牛）的轮廓，洞壁上的轮廓和自然的岩壁起伏勾勒出了马和牛的身体、头部和腿。这两种动物栩栩如生，好像在跑动。我突然想到，我可能正站在作画的艺术家（们）站过的确切位置……我想我领会到了艺术家（们）作画的意图。刹那间，我觉得我穿越了，遇见了大约27000年前的艺术家（们），就在那短暂的时刻，我坐上了一架时光机器回到了那里。

我们不仅仅生活在一个深具象征性和充满意义的世界里，我们也创造了一个这样的世界。艺术是人类超然本质的核心创造性成果。艺术不仅仅是一个作品、一个活动或一个过程，而且是一种存在于世界的方式，它本质上超越了现实世界。艺术是一场变革。当然，只有人类才深有体会。

从学术角度解析艺术很不错，但发自内心的亲身经历的艺术作品，如同我曾在葡萄牙的洞穴里看过的那一幅，能够更好地传达人类进化史中艺术的力量。让我提供其他三个我自己的亲身经历作为证明。

• 站在马德里的普拉多博物馆里，我盯着希罗尼穆斯·博斯（Hieronymus Bosch）的画作《人间乐园》（*The Garden of Earthly Delights*），这部画作令我头晕目眩。我相隔数年回来看过多次，每次都会让我有这般感觉。这幅巨大的、错综复杂而又混乱的三联画杰

作，给人的感觉就像电影或视频游戏中最好的高科技特效一样真实、梦幻、恐怖、令人头晕眼花而又迷人绚烂。这位55岁的荷兰籍画家大约在1500年创作了这幅画作，几个世纪以来，这幅画作的魅力不减，它向我们展现了极富感染力的意象、色彩、审美意识和喧闹景象。这幅画作涉及宗教、生理性别、社会性别、人与动物的关系、政治、生物、地理等内容。画作在创作完成500多年之后仍然引人注目。

•米开朗琪罗的雕像《哀悼基督》（*Pietà*）让我热泪盈眶。这尊雕像描绘了圣母玛利亚怀抱着受难后的耶稣时的情形。但让我流泪的不是雕像的主题，而是它的形式。这尊雕像由一块大理石雕刻而成，栩栩如生，看起来一点儿也不像石头。雕像的弧线、边缘、衣服的褶皱、手的形状、脖子、脸部、身体的位置，让你立即与圣母玛利亚及其怀抱里的耶稣连接在一起，让你有一种下一秒他们就会动起来而你会随他们而动的感觉。这只是一块由人类雕刻的石头，但它的美丽和力量是惊人的。据信这个雕像是米开朗琪罗唯一署名的雕像作品。

•坐在巴厘岛坎普罕南部一座庙宇外，空地上尘土飞扬，一听到加麦兰乐队的第一首乐曲时，我就陶醉了。竹乐器与金属乐器演奏出的旋律和长笛与鼓发出的节拍交织在一起。在音乐的高潮处，三位年轻女舞者出现在了空地的中央，她们身穿颜色鲜艳、编织精致的服装，头戴闪亮的金属首饰和珠宝。随着她们的身体伴着浓重、优美而又刺耳的音乐一同舞动时，她们的眼睛、手、手指和脚趾做着复杂的动作，而这只是开场舞——“欢迎”舞蹈。

艺术稳步推进人类创造的经验，并将继续推进。尽管艺术不切实际，但它在进化史中扮演了特殊的角色。

超越实用性

牛津词典把艺术定义为“人类创造技能和想象力的表达或应用，通常以视觉形式呈现，如绘画或雕像，主要为了欣赏美或情感力量来创作作品”。^[1]韦氏词典将其定义为“用想象力和技能创造的美丽的或表达重要思想、情感的作品”。^[2]这两个定义都符合听到“艺术”一词时许多人通常所认为的含义，但两者都强调艺术的功能，即艺术是什么和艺术能做什么。我们一致认为绘画、音乐、舞蹈和雕像属于艺术形式，大多数人都认为这些作品充满了美感或具有令人愉悦的功能，但这就是艺术的全部吗？我们称那些东西为“艺术品”，倾向于把艺术与实用性、创造性的努力或者为我们或社会服务的商品或物品如电脑、飞机和垃圾处理相对立，但其实在人类进化史中的“艺术”不仅仅是指创造了很多手工艺品，也远远不只是美学或奇思妙想的物品的手工制作、想象和梦想的诉求。

作家玛丽亚·波波娃收集了许多对艺术的定义，第一句就出自美国哲学家、著名的工艺美术团体创始人埃尔伯特·哈伯德（Elbert Hubbard）：“艺术不是一个东西，而是一种方式。”^[3]她接着列出了多位哲学家、艺术家、建筑师和作家为“艺术”下的定义，并引用艺术的力量作为结尾，告诉我们艺术有“能超越我们的私心、生活中的唯我论，并让我们与世界以及彼此间的关系更完整、更好奇、更全心全意的力量”。艺术能超越私利，如果一心认为艺术创作是为了满足私欲，这个想法就太狭隘了。

艺术家马特·施瓦茨曼（Mat Schwarzman）、基思·奈特（Keith Knight）及他们的同事们告诉我们，艺术是“通过语言、舞蹈、绘画、音乐和众多特有的文化形式，深刻地诠释生命的人类行为”。^[4]他们告诉我们，创新是一种建立在人类最基本层面上的“肌肉”，这样的创新性和艺术是如此的自然，以至在人们进行艺术创作时很少有人能够注意到。他们并没有把艺术简单地留给我们称之为“艺术家”的专家们，而是让我们认识到，我们一直在通过大型艺术

活动磨炼着自己的创作“肌肉”。我们所创作的艺术也是我们创造、使用和修改的信息，它是人类进化史的重要组成部分。

正如考古学家史蒂文·米森（Steven Mithen）告诉我们的：“现代人的行为比其他任何现存物种都更具创造性。”^[5]那么，其他物种也会创造“艺术”吗？

多年前，在华盛顿埃伦斯堡中央华盛顿大学的CHCI（人类与黑猩猩交流研究所），我有幸用一群著名的会使用手语的黑猩猩做了一个研究。我的兴趣不在于它们的手语，而是在它们的世界与人类的世界大量交叉的情况下，这些黑猩猩是如何生活和表现的。其中最有名的一只黑猩猩，也是这个群体的雌性家长，名叫瓦肖（Washoe），在它2007年去世时，《纽约时报》为此特发讣告。^[6]它是一个很不寻常的猿类动物，是由人类养大的，它学会了一些改良的美国手语，并会与人类交流，最终成了CHCI中5只会使用手语的黑猩猩之一。据照顾它的人说，瓦肖也是一个艺术家，它会用水彩笔、蜡笔画画，并会用特别的方式排列物品。与它共处时间最长的研究员罗杰·福茨（Roger Fouts）认为，瓦肖和许多其他的猿类动物（但不是全部）在被要求画画时，它们的作品就是一种艺术。这对我们人类来说并不像画，但正如福茨所指出的，瓦肖的画是连贯的并且是有图案的，而且它非常享受画画的过程。^[7]瓦肖尤其擅长多彩绘画，它的画作有很强的活力和动感。我不得不承认，它的画作像一些被圈养的大象和其他猿类动物的画作一样，看上去很有趣，甚至很好玩。^[8]野生大象和猿类动物都不会画出或排列出像“艺术品”一样的作品，但有些动物在获得人类工具（和一点点的指导与奖励）后的确会画画。它们的一些作品，如果挂在画廊里并被标记为前卫艺术，甚至可能会大卖。绝对可以肯定的是，人工饲养的一些动物，如果给予适当的培训和设备，可以创作出能够给人美的享受的作品。

有趣的是，这样的情况也发生在野外，不是猿类动物或者大象，而是鸟类。园丁鸟是在澳大利亚和新几内亚发现的鸟类，它们会把大量的时间花在我们所谓的艺术上。雄性园丁鸟建造精美的鸟巢来吸引雌性并促成交配。雄鸟会收集色彩明亮和发光的物品（贝壳、珠子、玻璃和塑料碎片、树叶、棍棒，甚至口香糖的包装，我不得不实话实说），并以惊人的图案和复杂的形式摆放在它们的洞穴或地面巢穴周围。当雌鸟到来时，雄鸟也会围绕精心布置的巢穴跳舞。整个表演在人类看来绝对是一种艺术（雄性园丁鸟理想的世界对雌鸟来说也极具吸引力）。最近的研究工作显示，园丁鸟能够创造所谓的“强迫透视”（一种视错觉，可以使物体看上去比实际更远、更近、更大或是更小）来增进雌鸟的观看体验。^[9]我们所说的更具美感的安排甚至可以帮助雄性达到成功交配的目的。

人类可能所认为的美观（甚至美丽）与许多其他鸟类羽毛的颜色及其求偶的舞蹈也有相似之处。这种美学模式也适用于我们在哺乳动物皮毛中看到的多种颜色。许多动物身体的颜色和面部的标志，既美丽又饱含潜在信息，这让我们很是着迷（一只臭鼬的皮毛，虎鲸、斑马、山魈、雪兔和赤狐身体的图案）。人类似乎与其他动物一样都有某种审美意识。

美学是结构上或感官上有吸引力或令人愉悦的美感和内在感觉。^[10]这似乎是一个能够创造艺术的必要的初期形式，但它和艺术不一样，至少和人类艺术不一样。也许人类的审美意识是我们与动物王国其他动物的深度进化联系所展现出来的一个领域。如果我们的审美意识真的历史悠久，那么我们就可以期望进化历史中出现一系列的动物，它们会利用美感并能做得十分精致（比如园丁鸟）。然而，这些美感是否超越了令人愉悦的色彩和表现？是否有任何证据表明，其他动物的审美意识扩展到了更广泛的思考范围？这个范围在人类视觉艺术中很常见，但是要在其他野生动物中观察和测量就真的很难了。很多动物，尤其是灵长类动物，在被圈养时会长久而又紧张地凝视某

处，但这可能是被关押而导致的极其无聊带来的副作用，更像是反常行为，而不是思考的行为。然而，我在野外的一些经历表明，也许还有其他一些灵长类动物会思索美感。

直布罗陀巨岩是一座巨大的石灰岩小型山脉，它拔地而起，一直延伸到地中海到达伊比利亚半岛南端。在一个晴朗的日子里，你可以站在巨岩（现在已成为一个自然保护区）的任何一处，眺望直布罗陀海峡，看到对岸摩洛哥（非洲大陆北端）沿岸的直布罗陀巨岩的姊妹山摩西山。景象壮观：两块隔海相望的大陆、一片汪洋大海，以及深蓝色、绿色、棕色和红色的地平线。当我开始在直布罗陀巨岩研究并观察猴子的时候，我常常停下来惊叹于这幅令人敬畏的景象。但令我吃惊的是，猴子们也会这么做。人们常常能碰到一只成年巴巴利猕猴坐在一处古老的城墙上，眺望着、凝视着海峡对岸的摩洛哥。起初我并没有在意，但当我顺着它们的目光看去，我看到了极其美丽的景色。但也许这只是偶然或者猴子模仿人类的一种表现，我找到了验证的机会。

有一年夏天，我与《美国国家地理》杂志动物拍摄团队合作，我们把高清摄像机固定在一些成年猴身上（把摄像机固定在猴子的项圈上，摄像机正好在猕猴的头下，镜头可以拍下猴子正在看的东西）。这些摄像机可以捕捉到猕猴所看到的所有画面，以及陡峭的峭壁和岩石周围茂密的树木与灌木丛的画面，而这些地方我们是无法跟着去的。

回看镜头捕捉到的影像，我们注意到一只雌猴为我们捕捉到了一个近乎完美的画面：它眺望着海峡对岸，远处地中海和摩洛哥山脉的画面甚是迷人。我们每个人都对此啧啧称奇。但它没有就此止步，它有点烦躁，稍微调整了一下姿势（主要调整了它的头部和上身），新的画面是如此的惊艳，以至我们每个人都屏住了呼吸。这只猴子刚刚捕捉到了我们从直布罗陀巨岩顶上能看到的最美的景色。它待在那

里，眺望了几分钟，什么也没做，我们也一样。猴子构建美丽画面（反映它们所看到的）的模式，在直布罗陀动物拍摄团队工作时曾出现过多次，在新加坡用其他种类的猴子做实验时也曾出现过。我仍然不知道这意味着什么，但我毫不怀疑，其他灵长类动物和人类可以在美感等某些事情上达成一致。也许感受美和享受美的能力是灵长类动物一种共通的能力，但是人类对美感的处理方式以及在哪里获取美感与其他灵长类动物有所不同。艺术方面的不同要多于美学。

我们为审美的模式和过程，甚至为反审美的设计、图像、物品和行为都赋予了意义。创造和控制审美品质的能力，让人类超越其他生物体、创造艺术，是对审美意识的掌控，是我们之所以是人类的主要原因。

人类今天有很强的图像创作和操控能力：画画、绘图、摄影、摄像、雕刻、雕像、拼贴……很早以前，人类孩子就会用笔描绘东西、画出美丽的图像、涂鸦、画线条、画弯曲的线和乱写乱画。这些行为可以是有目的性和有针对性的（想画画，想描绘一个人、一个想法或一个目标），我们在感到无聊、紧张、兴奋或没有什么特殊原因的时候，也会做出这些行为。创造视觉意象只是我们创造美的众多方法之一。我们也会跳舞。身体跟随着节奏的起伏而舞蹈，没有奏乐时我们也会跳舞，因为潮流对我们的情绪和信息共享产生巨大的影响，而跳舞可以缓解我们的压力、帮助我们谈情说爱、加强社会联系，还可以用来讲故事。跳舞就像音乐一样很常见，它是最有影响力的人类艺术之一。创造旋律和把各种声音汇成一体进行叙事是人类生活的一个重要部分。其他动物能使用声音进行交流，还有一些动物会使用优美而复杂的旋律，像许多鸟类和长臂猿等猿类，但人类创造了有意义的音乐，我们不单单把声音当作美学和直接的沟通，而且还用声音创造了象征性风景（如交响乐、爵士乐、摇滚歌曲、民谣）。我们也把语言混合进来。我们丰富而有象征性的交流系统能唱出旋律，给人以感触、激情和意义的爆发。最后一类是一个可以关联几乎所有我们称为

艺术的东西的形式：故事。在讲故事的过程中，我们能够创造和形成一些形象和信息，穿越时空分享它们的意义，并以某种形式将故事叙述出来。人们围着火堆讲述故事，故事通过不同年龄的人传承下来，并以小说、戏剧、电影等形式再生和重新创作。故事是最独特的人类艺术。以上各种艺术形式形成了我们对世界的体验，并将会继续下去。

那么，这些人类艺术是什么时候出现的呢？关于我们的过去和未来，这能告诉作为创新性物种的我们哪些事情呢？

在充满色彩和线条的嘈杂世界里的一件优雅的石器

与人们普遍的看法相反，人类的第一件艺术品不是绘画，不是雕刻，也不是旋律，它是一块被加工过的石头。生物哲学家金·斯特林和考古学家彼得·希斯科克（Peter Hiscock）最近研究了我们祖先制作的早期石器，他们得出结论，认为“石器在充满现代意义的赭石和装饰品出现之前就早已是物质象征了”。[\[11\]](#)

我们知道，把鹅卵石制作成斧头和刀具是我们祖先一个最早、最重要的改造世界的方式，这种制作工具的能力从根本上改变了人类的生态。但我们没有考虑的是这些工具的实际形状和形式，以及在艺术的角度，工具制作的过程对早期人类意味着什么。

把石头加工成工具需要我们在其他动物那里看不到的一定程度的想象力和协调合作的能力。[\[12\]](#)工具的制作还为一种创造力的出现奠定了基础，这种创造力为艺术打开了大门，比如最早期的奥杜威石器。鹅卵石被制作成切割工具，石片用于切肉和皮。制作过程包括造出锋利的刃，多角度转动石头，从鹅卵石原来的形状中设想出一套并不明显的工具雏形。目的是创造出一些实用的东西，但把一种形状改

造成另一种形状的想象和劳动改造了我们的大脑，使得我们的认知板块能够在脑海中构思工具雏形，并用世界上坚硬耐用的材料将它们转化为新的实物。我们可以很容易地想象早期的人类群体，当他们坐在一起把石头制作成石器的时候，意外地或者有意地显摆他们的技术，然后就造出了一个新的石片或一个特别的角，这让他们看到了美（记住，在许多灵长类动物中，审美情趣、美感至少是以原始状态存在的，在我们的祖先中也是）。他们可能会观察上一段时间，并把它展示给群体里的其他人；他们也可能把它放在一边看或过一段时间就把它扔了。不管他们是否试图再去做同样的事情，我们知道这种石器制作过程为早期人类尝试用石头来创造出外形和形状提供了可能，也知道他们的审美意识可能已经影响了他们所做的事情。[\[13\]](#)当我们想象我们的早期祖先不断地敲打石块的时候，米开朗琪罗的雕像《哀悼基督》的线条也开始变得更有意义了。

在人类进化的最近阶段（在过去的30万—50万年里），我们发现更多的工具，它们不仅仅只有实用价值，当时制作工具的工艺水平和对称性，远远超出了人们所需的有效工具，比如刀、石锤和研磨石。我们称之为晚期阿舍利文化的这些石器开始变得越来越精细、越来越像艺术品。研究人员在一种叫作手斧（两面都被打制成了刀刃、顶部带有尖头的石器）的阿舍利石器中已经发现了他们所称的“黄金分割”或“黄金比例”。[\[14\]](#)相比其他形状的石器，这种黄金比例形状的石器在切或砍等方面虽然不一定更好用，但似乎有一种美学价值。考古学家马修·波普（Matthew Pope）和他的同事们观看了148个文物组合，其中包括在欧洲、非洲、近东和印度发现的整个阿舍利时期考古记录中的8000多件手斧，他们发现，绝大多数手斧都在黄金比例的范围之内。[\[15\]](#)如果只是机缘巧合的话，那百分之百几乎是不可能的。相距甚远的人属成员，他们制作的工具既美观又好用，可见审美情趣对石器的制作产生了影响。我们也找到了其他的证据来佐证。在这段时间里，区域性和地方性的石器风格明显地显现出来，[\[16\]](#)有

些遗址出土的石器甚至出现了怪异的形状和风格，这表明至少在有的时候一群人中一个或多个个体创造出了明显不同于他人的特殊的工具制作风格，这也许是出于美观的原因，也许是一次特别的创造性爆发的结果。也许某种形状“唤醒”了某个工具制作者，使他变成了石器时代的米开朗琪罗。

例如，在英国有一个叫博克斯格罗夫的遗址，波普和他的同事们提供的证据显示，这里出土的工具是用相对一致的方法制作的，这些区域性的图案遍布广泛，可以长期保存下来。[\[17\]](#)在该遗址随处可见成堆的大量工具，人们还在多处发现了许多未经使用的工具。这些成堆的工具和工具本身，对工具制作者来说可能不仅仅是用于屠宰动物和修整其他工具的器具或物品。也许这些工具和它们的存在是让生活在这里的人属群体在这个他们在此发展、掌控或移动的地方创造出某种意义的一种途径。石器及其生产成了一种形成群体认同感的方式，让他们把这个地方变成了自己的地盘，实现了人类学家所说的从“空间”到“场所”的转变。

“场所”的出现在法国西南部的布吕尼凯勒洞穴深处得到了极好的证明。[\[18\]](#)近20万年前，几群尼安德特人搬进了这个洞穴深处（距洞口1000多英尺）并修建了石头堡垒。他们把洞穴地面以上的石笋打断，并用它们来建造小型的圆形堡垒。这些低矮的圆形堡垒直径为6—15英尺，有证据表明，在较大堡垒里面的一些小土墩上曾有过用火的痕迹。布吕尼凯勒的尼安德特人进入洞穴深处，修建圆形石头堡垒，并用火照亮了堡垒。尼安德特人用石头搭建了自己的栖身之处。

石头不仅仅被用来建造一个实质上的“场所”。在考古记录中有证据表明，这些工具似乎是费了很大的劲才制成的，但未被使用。一个完美的例子是在西班牙阿塔普尔卡胡瑟裂谷的疑似最早的墓葬之一的尸体中发现的美丽、稀有的单个石器（发现它的团队称之为“神剑”）。为什么这群人属费这么多周折，从30英里左右以外的地方找

到一块石头，精心地把它制作好，然后把它扔到已经堆了一堆尸体的坑里呢？为什么只有这一个工具，而没有其他的工具呢？目前答案尚不可知，也许是由于这个工具美观，甚至漂亮；也许它完全是一件艺术品，从来没有被想过用来当作一个切割或砍砸工具。[\[19\]](#)

人类艺术进化的下一个阶段将我们带到另一个层次，即色彩的创造和使用。

赭石是一种土质颜料，颜色来自赭石里不同氧化水平的氧化铁。赭石颜色众多，有黄色、棕色、橙色和红色。赭石以土块的形式存在，有点像质地较软的石头。有证据表明，一些人属群体最晚在28万年前，也许在50万年前就使用过赭石了。[\[20\]](#)我们在考古记录中至少发现了赭石的两大主要用途，并且可以推断出它的第三个用途。第一个用途是做标记，第二个用途是磨碎后和胶状混合物和在一起当作黏合剂，把石头或骨头固定在木头（石尖工具）上。我们推断出的第三个用途是赭石被磨碎后（可能和液体混合在一起）生产出颜料，可以涂抹在身体上、工具上或者其他地方。例如，考古学家威尔·罗布洛克斯（Wil Roebroeks）和他的同事们发表了一个欧洲遗址研究报告，这处遗址能追溯到25万—20万年前，出土了各式各样的工具和其他当时的实物证据，最有趣的是，这处遗址上面覆盖着最初呈液态的、现在已经干了的红色小斑点。[\[21\]](#)该遗址的人属成员把红赭石捣碎后加入液体，使颜料保持液体状态。没有证据表明，绘画或赭色被明显地涂抹在工具上。他们会把颜料涂抹在身上或者脸上，或者在身上和脸上都涂抹上颜料吗？无论他们是怎么做的，他们已经有意识地找到赭石，把赭石从数十英里外的地方搬运回来、制作成液体状，并把它用于他们的工具或生活环境以外的东西上。如果他们使用赭色在自己身体上绘画的话，这显然是一种更为复杂的运用美学的方式，从而让他们的想象得以实现。我们发现，在7万—4万年前的很多遗址中，赭色连

同其他颜色的颜料，包括黑色颜料被用于各种目的。[\[22\]](#)这就是艺术。

当人类正在用颜色来改变他们和世界的外观时，他们也在用包括颜料在内的一些东西来装饰自己。

人们在珠子上钻孔，以展示出珠子的美。人们通常是用一条简单的线（由动物的筋或者植物材料做成）穿过珠子的小孔，把很多珠子串在一起当作项链或手镯之类的装饰品。这种创造艺术的方式在当今地球上的许多地方都很常见，并且源远流长。然而，即使在今天，人们对于为什么要佩戴珠子、佩戴珠子可能会代表什么、为什么一些特殊的东西（石头、贝壳、骨头）可以用来做珠子等问题上还没有达成共识。

在一个对南非某个狩猎采集部落所做的研究中，人类学家波莉·维斯纳（Polly Wiessner）证实，即使是在一个群体里生活的人们，当涉及对珠子的审美和使用的交流时，他们在风格、品位和理解方面可能有很大的不同。在对串珠发带的研究中，维斯纳发现，虽然他们有一套相当一致的串珠发带设计模式，并且在这方面有共同的文化，但他们个人对什么是最重要的东西（群体认同、个人品位、美观设计和技巧的细节、作为商品的价值等）有所不同。[\[23\]](#)当我们回顾过去并识别出像珠子这样的东西时，我们可以获知以下两点：一是它们被制作出来、被有意识地使用（最有可能是为个人穿戴或使用并展示给众人），二是珠子可能并不总能向所有的穿戴者或观赏者传达同样的信息。虽然以这两点对珠子的“目的”下一个定论有困难，但它们并不偏离这是我们遥远过去在艺术方面的努力这一事实。

对珠子最早的报道是关于德国的一处遗址的，这处遗址大约可以追溯到30万年前，但人们对于测定的年代存在争议。在13.5万—7万年前，我们开始能够更频繁地发现珠子，[\[24\]](#)尤其是在地中海和南非东

部、东南部沿海地区。这些珠子通常是贝壳，令人惊讶的是，它们往往是由一种软体动物——织纹螺属软体动物变化而来。尽管其他软体动物的贝壳也被用作珠子，但在地中海地区和南非发现的绝大多数早期贝壳珠是织纹螺属的两个物种。[\[25\]](#)织纹螺是一种常见的海螺，其螺旋的外壳在尾部收缩成一点，通常有浅棕色和白色两种颜色，个别有颜色渐变，这让它们看起来很漂亮。织纹螺经常感染上寄生虫，这些虫子能在它们的外壳上钻出孔。有充分的证据表明，人类收集这些有天然小孔的贝壳，然后把小孔钻大，或只是利用这些原有的小孔，用绳子把贝壳串在一起（我们能看到绳子摩擦小孔边缘的磨损痕迹）。也有很多时候，小孔是人为打造出来的，也许他们是从自然环境和进一步处理贝壳的过程中得到的灵感，使得这些早期的“珠宝商”能把更多的织纹螺贝壳串在一起。为什么？这是一个比较难以解释的问题，但我们可以想象得到，这样做的人发现把珠子串在一起时非常美观，因此他们开始有意识地收集贝壳、在贝壳上打孔并把它们串在一起。很显然，珠子被看作一种艺术的表现方式，但其中包含什么信息、包含多少信息，都被尘封在了过去的历史中。[\[26\]](#)

在我们从考古记录中发现珠子的这一时期，一些群落已经开始使用赭色了，可能涂抹在他们的身上或脸上，因此我们在形象、身份或者群体团结方面增加另一种表现方式（珠子）并不是很牵强。甚至有证据显示，珠子并不是这一时期唯一的艺术性首饰。最近一组研究人员回顾了位于今克罗地亚的13万年前的著名尼安德特人遗址克拉皮纳中发现的大量出土文物。他们在这些文物中发现了以前未曾有人仔细研究过的8只白尾海雕的爪子，其中4只有多处切割痕迹，且这8只爪子的根部都曾被“抛光”过。[\[27\]](#)这些爪子是从海雕（肉可能已经被尼安德特人吃掉了）身上取下并被串连成一件最有可能戴在身上的艺术品的。直布罗陀和其他地点的洞穴遗址也有证据表明，其他人属群体的成员把羽毛从鸟身上拔下来并以某种方式穿戴在身上。[\[28\]](#)如今，各地的人们都会把鸟的羽毛和身体部位当作装饰品。长期以来，

人们一直认为这么做是出于美观的原因：鸟类的羽毛往往色彩斑斓，它们的叫声往往非常嘹亮。鸟类还会飞，而很久以来人类对飞这件事都很感兴趣。

赭石和由蜗牛壳做成的珠子的存在、鸟的爪子和羽毛的使用告诉我们，最晚在13万年前，人类就在这个世界上发现了能够产生美感的东西，或至少能够引起他们注意的东西，他们带走这些东西、加以改良并佩戴在身上。我们的祖先通过改变某些材料，使它们与众不同，将它们与人体连接并赋予它们意义，从而有意改变自己的外在。

当时的人们也会乱涂乱画。人类开始雕刻、雕像，用线把其他东西串到一起，这些东西不是用来穿戴，但有可能是用于携带、交易，或只是用于观赏。

就在30多万年前，在今天的印度尼西亚爪哇岛上，一位早期人属成员拿起一个蚌壳和一个锋利的工具（也许是一颗鲨鱼牙），并在蚌壳的内侧刻上一个“之”字形图案。[\[29\]](#)为什么是蚌壳？为什么用鲨鱼牙？为什么是“之”字形图案？这是艺术还是乱涂乱画？两者真的有区别吗？不幸的是，我们无法回答前四个问题。但对于第五个问题，我有可能知道答案。两者是相互联系的，乱涂乱画的能力是绘画、雕刻和创造意象能力必要的前期形式。正如宗教活动和信仰的发展需要想象和仪式活动作为前提一样，想要绘制和创造出栩栩如生或有表现力的图像，一个人首先要能够通过改变一个物品的外观来把使用工具与有目的地改进该物品联系起来。我们已经知道，许多动物可以做到这一点（许多灵长类动物和鸟类都会使用简单的工具）。我们也知道，最早的人属成员就已经能够制作石器了（在复杂性上我们比其他所有其他动物都要领先一步）。另外，乱涂乱画不一样。它与制作工具或使用工具不一样，它不具有任何功能。乱涂乱画，在一个物品上雕刻有生气、活力的线条或形状，无论是出于何种原因都是美观的，这样做是为了发挥我们的想象力，而不是为了得到食物或完成某项任

务。[\[30\]](#)人们毫无意义想入非非的能力与乱涂乱画是相关的，这种能力可能是我们人属血统在过去的30万年里想要发展和培养的一个关键能力。

我们在早期人类记录中并未发现很多乱涂乱画的例子，后来也一直没有人去寻找。然而，我们的确有可能证明在今天的德国发现了大约30万年前被雕刻过的骨头的证据，在15万—10万年前，我们开始看到雕刻文物出现在世界各地多个地方的明显证据。[\[31\]](#)尤其令人着迷的是，当雕刻变得越来越普遍，不管被雕刻的是什么物品（我们发现了被雕刻的赭石、鸵鸟蛋壳、骨头等），雕刻风格都非常相似。雕刻的图案通常都是一些互相交叉的线条，就像井字线或成片的直线和曲线。基本上，它们看上去就像高级的乱涂乱画。也许人类对于线条的创造存在着一种特殊的审美意识，线条带领着我们去思考和想象。[\[32\]](#)

从乱涂乱画到线条再到画出看上去像人和动物的图案的转变，花的时间要更长一些。有两个可能是非常早期的雕像作品。第一个是从摩洛哥一个50万年前的遗址中发现的被称为坦坦（Tan-Tan）的雕像。它是一块天然看起来很像人体的石英石，有一些证据显示，这些像人的特征后来经过石器改良后使得这个雕像看起来更像人了。第二个是以色列贝列卡特蓝遗址（大约30万年前）出土的一块石头，也是天然看上去像人的形状。一些研究人员认为，有证据表明，它被进一步改进看起来更像人（女性）。但对于这两个雕像的说法都引起了激烈的争论。[\[33\]](#)令人惊讶的是，鉴于珠子和雕刻出现得较早，无可争辩的人类雕像到了人类进化史的后期（4万—3.5万年前）才出现。

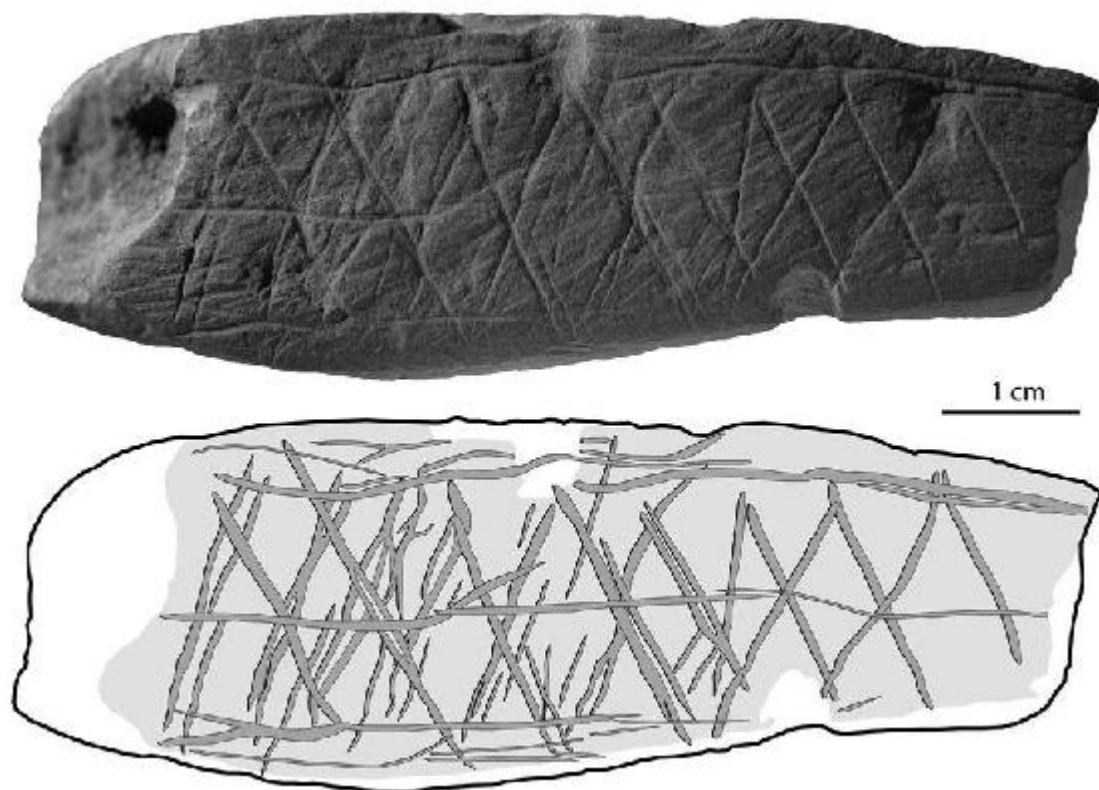


图11 赭石雕刻

公认的最早的雕像是一些动物雕像和半人半兽的雕像，最古老的雕像是一座大约4万年前的看上去像半人半狮的雕像。最早的雕像中还有狮子雕像、猛犸象雕像和犀牛雕像。与这些雕像一起被发现的是大量的珠子和其他身体装饰品。我们很难去了解这些小型的、手持的动物形象对它们的创造者来说意味着什么。大多数研究人员认为它们是某种能给狩猎带来好运的吉祥物，或者也许是某种描述狩猎故事的方式。其他人认为，这些雕像是了解在创造者的生活和世界观中什么东西重要的线索（最早的雕像发现于欧洲西部）。这些动物雕像可能体现了一种新兴的泛灵论，由于信仰了泛灵论，创造者用他们的想象力来创造反映他们周围活着的和充满活力的事物的艺术；这些动物雕像也有可能以人类与其他动物的关系为中心的一种仪式活动或信仰系统的发展密切相关；[\[34\]](#)又也许这些雕像只是出于美观的原因而被创造出来。人形雕像出现的时间要晚于最早的动物雕像。

最著名的人形雕像或许要数维伦多夫的维纳斯，它被发现于奥地利的一处遗址，是一座大约2.7万年前的高4英寸的女性雕像。她是个身材健硕的女人，看似头戴着一顶编织帽或帽子。在2.7万—2万年前这段时间，小型女性人形雕像在西欧的遗址中很常见（已发现200多座），其中很多雕像戴着类似的头饰，一些雕像外表涂有赭红色。

[35]为什么这些雕像会是女性人形？她们为什么会戴着编织帽？第二个问题最近在绳子和其他种类的编织物的一些证据里找到了答案，这些绳子和编织物可以追溯到2.5万—2.2万年前。人们当时可能穿戴着编织帽和服装，或许是出于这个原因，或许是因为她们有很复杂的发型。

第一个问题（为什么这些雕像会是女性人形）通常由一句古话来作答——“我们必须虔诚”。早期的学者看了雕像后经常认为它们夸张地表现了女性的乳房、臀部、外阴和腹部等生理特征，并认为这些雕像是“生育女神”或其他用于某种典礼、仪式的生殖崇拜。然而，在过去的几十年里，研究人员重新审视了这些说法，并提出了新的观点。一种观点认为，这些雕像是由女性艺术家制造的，雕像身体某些部分的比例失调是由于雕像者观察自己身体时的角度而造成的。

[36]其他人不同意这种以自己为模特制作雕像的理论，他们认为不同身体部位的侧重点不同，最有可能是由于特别强调女性身体的特定文化传统和艺术品位所产生的。有些人甚至认为，我们只考虑画面原因是错误的，这些雕像（它们很小）不是用来静静观赏而是用于手持的，因此夸张的身体部分是影响手持感受的一个因素。

如果你观察从大约3万年前最早的人形雕像到更近甚至1万年前的人形雕像，你会从中发现很多变化。人形雕像中大多数是女性，有些是男性，也有很多动物雕像或者半人半兽的混合雕像。这些雕像的身体形态和对身体不同部位的相对侧重点各不相同。几乎没有一座雕像清楚呈现所有身体部位的细节。这种多样性表明这些雕像从纯粹的美观到典礼甚至宗教仪式都有了一系列的视觉和触觉的意义。这些雕像

背后的意义可能很大程度上取决于制作这些雕像的特定群体，因此雕像产生的原因可能有很多。

关于雕像最令人感兴趣的一件事情是，它们与洞穴壁画差不多同时出现，或稍晚于洞穴壁画出现。我们已经讨论了可能是最早的颜料的材料：混合一些液体的赭石（25万—20万年前，甚至更早）。但这种简单的赭石颜料不具备在洞穴墙壁或其他物体上精细绘画所需要的流动性、稠密性和黏附性。人们可以把它涂抹或擦在其他东西上，但不可能用它在较大的表面上写出笔画、画出曲线、做精细的描绘，并让它在干了之后仍能保持原状。

我们在南非发现了大约10万年前真正像颜料的材料的最早证据，[\[37\]](#)这种材料是用赭石与在鲍鱼壳里发现的某种动物骨髓里提取的脂肪混合而成的，但是我们没有发现与之相关的绘画证据。另一个诱人的发现来自南非一处距今大约4.9万年的被称为斯布都的遗址，这个发现为我们提供了赭石与野生牛（像奶牛的动物）的牛奶混合的证据。[\[38\]](#)这一发现表明生活在那里的人们不得已猎杀了一头处于哺乳期的野牛，他们用牛奶制作颜料或用于其他可能的用途。但不幸的是，此处遗址也没有任何证据说明颜料的使用方法。

真正把赭石用于实际绘画的第一个证据来自东南亚和欧洲南部的一些遗址。在印度尼西亚苏拉威西的一处叫梁提姆普森的遗址，在洞壁上有一幅大约4万年前的清晰的人手轮廓图和一幅大约3.6万年前的—只奔跑中的鹿豚（一种野猪）的图像。[\[39\]](#)在附近的梁扎里发现了4万—3.9万年前的另一幅手形图。在西班牙一处叫作埃尔卡斯蒂约的遗址，发现了一幅4万年前的红色圆盘图和一幅3.7万年前的手形图。[\[40\]](#)从此，我们在世界各地发现了越来越多的洞穴壁画。

洞穴壁画最常见的图像是手形图（请参考第八章，手形图大部分是由女性和儿童制作的），其次是动物的图像，比如马、大水牛、猪

和鹿。同一画面中往往有多种不同的动物，较新的图像往往直接画在原来的图像上面，有时甚至相隔几千年。人形雕像在绘画早期非常稀少，但在2.5万—1.5万年前开始频繁出现。

我们现在处于21世纪，世界上有博物馆、书籍、电影、电视、扫描仪和互联网，当我们回顾这一切时，很难理解这些洞穴壁画在被创作时对于那些创作者和体验它们的人的重要性。这些洞穴壁画反映了一个真正人文的、真正独特而富有想象力和协作的投入。例如，在西班牙一处世界遗产地阿尔塔米拉洞穴发现的最早的壁画是2.2万年前绘制的，而最晚的壁画则是大约1.3万年前完成的。[\[41\]](#)这个洞穴被人类利用并当作创造壁画、故事和奇观的场地的时间跨度超过了9000年。为了说明这一点，埃及吉萨金字塔建成仅有4600年的历史，美国成立也只有大约230年的历史。9000多年前，人们走进阿尔塔米拉黑暗的山洞，用幽暗的火光照亮了山洞、通道和墙壁，借助光亮开始绘画。他们把想象转化为实物，所绘的壁画今天仍然存在。在这些洞壁上，鹿、野牛和马的形象栩栩如生，似乎在活力四射、五彩斑斓的洞穴中一跃而起、四处狂奔，其中有一些壁画长达6英尺。洞壁上岩石自然的弧线、凹凸被运用于壁画的轮廓和图像，让图像给人以生机勃勃的感觉，壁画中的动物像活的一样会跟随观看者奔跑。和许多布满人类绘画的洞穴一样，阿尔塔米拉洞穴是人类与视觉艺术紧密相连以及人类通过想象、合作和创新创造意义的独特能力的巨大标志。

尽管洞穴艺术和雕像令人印象深刻，但在10000—8000年前，几乎所有的艺术品都缺少一个令人好奇的主题：精致的人脸艺术。有些艺术品是人形艺术，也有些艺术品有对脸部的描绘，但对脸部细节的描绘非常罕见。对脸部的描绘，除了用点或凹痕表示眼睛、隆起代表鼻子、画条线代表嘴巴之外，几乎没有任何其他特征。但是从大约1万年前，对脸部细致的描绘在地球上许多地方开始变得越来越普遍。考古学家伊恩·库艾特（Ian Kuijt）和其他人认为，直到大约1万年前，随着农村和农业的出现，以及随之而来的日益强烈的人类对财产、身

份和地位的感知，人的脸部开始在艺术中出现。[\[42\]](#)人脸在与葬礼活动有关的艺术中最为常见，至少在中东地区这方面已经得到了深入的研究。向定居生活的转变，以及与农业和牲畜驯养有关的身份确立，是一个由小规模群体向更大规模、定居的人类社区的转变，这似乎为人们的身份和社会关系重新下了一个定义。在考古记录中，对人脸细节进行描绘的出现只是我们30多万年里视觉艺术散发的魅力中另一个创造性的创新成果。这成就了视觉艺术的实物遗迹，是人类想象力的确凿证据，是我们领会人类感知世界和创造意义在方式上发生转变的一个最重要的工具。

但并非所有的艺术都是看得见的，并非所有的艺术都能给我们留下实物遗迹。人类创造意义的三种最重要的形式——歌曲、舞蹈和讲故事，都与短暂的声音和动作有关，而这些声音和动作很少或根本没有留下实物记录。

许多人类学家和考古学家会认为，不论是对过去的人还是现代的人来说，歌曲、音乐和舞蹈当然都处于人类生活的中心。私下里有些人甚至可能会认为，我们人类对音乐和舞蹈的喜爱有悠久的历史渊源。他们只能私下里这么说，是因为我们在试图寻找这方面证据的时候几乎一无所获。但是，这并不能阻止所有的研究者冒险歌颂这种可能性，那就是音乐和舞蹈构成了人类创造力的最早和最重要的几个方面。

考古学家史蒂文·米森认为，音乐是人类一个基本的组成部分。[\[43\]](#)他认为，用我们的声音和一些物品来创造旋律，通过旋律的加工来讲故事，使我们的群体团结、表达我们的想象的能力，深深植根于我们的进化历程之中。他举例说明，语言本身源于音乐与情感表达的原生语言。米森认为，早期人类祖先创造了一个他称作“嗯”的交流系统，这是一个手势和旋律的混合体，是语言的前身。他认为我们的

祖先能够“广泛地运用音高、节奏和旋律的变化来传达信息、表达情感并激发他人的情感”。[\[44\]](#)

他的基本观点是，其他灵长类动物使用发声、手势以及身体语言进行沟通，因此我们的祖先也会使用它们所具备的能力。许多非人类灵长类动物也会使用发声（往往旋律优美）来相互交流情感状态和传递危险信号，甚至作为建立和维持紧密的社会关系的一种方式。所有的猿类动物都会使用这样的发声行为，长臂猿就会使用旋律极其优美的呼叫声（灵长类动物学家称它们为“歌曲”）来作为它们主要的沟通方式。米森进一步指出，灵长类动物的叫声中有一种内在的音乐性，因此甚至在人属出现之前我们的祖先就已经具备并使用了这种能力。我们知道，随着人属在进化的头150万年左右在认知和行为模式上得到了更为复杂的发展，他们肯定已经发展出了更为复杂的交流方式，如果没有新型的沟通方式，工具的制作、抢夺猎物、复杂的育儿和教育是不可能产生的。米森认为，这种新型的交流系统其中一部分是更多地使用“声音通感”，其中的发声部分用来表示事物的大小、动作，或者两者兼有。想想我们在描述什么东西掉到了地上时经常发出的呼啸的声响（嗖……轰），或者我们用来描述骏马奔腾时的声音（咯噔、咯噔、咯噔）。米森认为，随着更多复杂的实物表达（艺术）、狩猎、射击和日益复杂的社交生活的出现，现代人类的直接祖先采用了这种原始语言——“嗯”系统，并在旋律方面（音乐和歌曲）对它做了更为复杂的改进，同时出现了更多的支离破碎的声音（具有离散意义的更多声音），最终产生了语言。在这种情况下，音乐和语言共同发展，有一些神经生物学证据能充分证明两者是紧密相连的。

并不是每个人都同意这种观点。[\[45\]](#)这种观点存在一系列的疑点，从我们或许能发现什么解剖学依据，到缺乏这些转变的实物证据，再到有人认为现在许多语言在结构上与音乐或旋律并无相似之处，所以两者真的没有那么相关。另外，米森可能低估了其他动物通

过声音交流大量信息的能力（比如鸟类），以及其他灵长类动物通过手势来进行深入沟通的能力。最后，我们还不清楚这种能力何时从“嗯”系统转变成了早期音乐，然后又变成了语言。也许从早期赭石的使用向珠子和雕像的雕刻这一过程的转变，视觉艺术反映了人属认知和行为上的变化，这代表了从一般声音通感和“嗯”系统的交流向更精细的声音和意义序列（歌曲）的转变。随着视觉艺术的细节变得更为复杂，语言系统接着出现了更多具有特定含义的单字音（早期语言）。这听上去很有道理，但如果没有可靠的时间机器，我们的这些设想大概是不可能得到验证的。

哲学家玛克辛·希茨-约翰斯通（Maxine Sheets-Johnstone）提出了一个相关的观点，他认为，舞蹈和动作在我们认知能力的发展和人类创造复杂情感、行为与沟通系统的方式中处于核心地位。[\[46\]](#)这一观点与米森对旋律和音乐的主张一致，也与哲学家梅林·唐纳德（Merlin Donald）的主张一致。唐纳德提出模仿（在模仿中人类开始用可控和系统的方法熟练掌握并改善动作，这一能力使他们能够按照指令重复这些动作并赋予这些动作越来越复杂的意义）的主张，[\[47\]](#)希茨-约翰斯通则把重点放在使用和协调舞蹈、动作来传递共鸣、意义和内容上。希茨-约翰斯通认为人类通过舞蹈进化成了我们现在的样子。

把重点放在旋律优美的声音和动作上似乎非常重要，这些观点听起来很有吸引力，但支持这些观点的证据大多来自与活生生的灵长类动物和其他动物做对比的现代人类行为，以及在考古记录中得到的少量数据。骨笛最早被确定为乐器，但它只有大约4.3万年的历史，是在德国的一些遗址中被发现的。[\[48\]](#)骨笛吹奏起来确实像我们所知道的音符（人们制作出一只3.3万年前的骨笛泥塑复制品并演奏）。[\[49\]](#)只有在过去的1.4万年里，我们才开始发现更多乐器的证据。绘画和明显描绘音乐或舞蹈的艺术也是近期才出现。然而，这并不是指旋律优美

的声音，特别是打击乐（鼓乐），以及舞蹈在此之前没有出现。许多人类文化将某种形式的鼓乐、某种形式的重复吟唱和旋律优美的动作当作人类的一种表达方式。早期人属成员并不是在短期内就熟练掌握了声音的技巧。在制作石器的过程中就会产生很多声音，他们很有可能把这些声音变成旋律。黑猩猩有时会把倒下的树当鼓敲来引起同类的注意，许多鸟类（如啄木鸟）也会制造出连续的、有旋律的敲击声。我们的祖先会模仿它们，慢慢地，经过很长一段时间，他们把一些声音和这些声音的节奏融汇到一起，这样就要比单纯发出旋律优美的声音和直接敲击石头或两块石头相互敲击发出的声音更加令人愉快。

对于声音、旋律和舞蹈在人类进化过程中的作用现在仍然没有定论，但我愿意赌一把，当人们在听到柴可夫斯基的作品《胡桃夹子》里的《糖梅仙子之舞》、查理·帕克的《夏日时光》，或者滚石乐队的《你不能总是得到你想要的一切》的时候，他们的感受和所能推断出的含义之间有很深的渊源。

通过语言和手势来讲故事是最终的艺术形式，但这种艺术形式并不是一成不变的。事实上，所有的艺术都是讲故事的一种形式。艺术对于那些创造者来说是有意义的，传达这种意义是我们称之为故事的基础。但是人类能够通过声音、手势和可能的视觉帮助聚集成一个群体，并将一系列的思想、事件、希望和梦想联系起来，这种能力不是人类所特有的，可能是我们作为一个创造性物种进化出的关键成果。讲故事能为我们人类指引方向，让我们知道如何在世上生存下去。在日常生活中，尽管我们与其他人所处的时间、地点各不相同，但我们能了解他们身上所发生的事件、他们的想法和经验。从寻常的工作交谈到与家人和朋友一起回顾当天所发生的事情，再到想入非非地做白日梦（告诉自己未来可能会发生的事情），我们每天都在讲故事。

我刚才所说的讲故事的方式需要靠语言才能进行，但你也能知道，我们的祖先不论采取什么形式的原始语言，他们都不得不创新性地使用这些语言形式来进一步培养讲故事的能力。交流日益复杂、富有想象力的想法的需要与交流所需的与他人的密切合作很可能是我们本章所讨论过的一切内容的基础。艺术的创造是讲故事的过程。近200万年前，最早的人属成员发展并分享了制作奥杜威石器的能力，然后他们协调起来抢夺猎物、开发新的食物种类以及发展新型工具。他们接着学会了狩猎，也学会了火的使用，学会了利用赭石，创造出了雕刻和雕像，牲畜驯化和农业随后出现，视觉艺术也开始发展。自始至终，我们的祖先一直在活动、用手势交流、哼唱、咕哝、跳舞、唱歌，并最终学会了语言，从而进入了我们现在生活的世界。而且，没有任何证据表明我们的进化已经放慢速度。有创意的物种接二连三地获得了成功。

宗教、艺术与其他……

人类改造了一个充满意义的世界，同时也被世界改造着。我们的祖先通过创新改变了石头、木头和骨头的形状，也改变了很多其他的东西，并且赋予它们意义，这为艺术的井喷提供了机会，艺术作为人类活动的一个主要组成部分改变了我们看待世界的方式。创新的火花存在于我们每一个人身上，它在个体的努力中蓬勃发展，通过我们深层的能力、习性和合作而发展壮大。创造艺术作品改变了人类经验，成为讲故事以及拓展人类超然和想象方面的核心。这打开了艺术的大门，推动了意识形态，特别是那些有关超自然推理的意识的发展。宗教思想往往是象征性的，通过艺术表现和展示出来。有些人甚至认为艺术和宗教是一回事。但到目前为止，艺术创造力的证据先于任何组织化宗教习俗和礼仪的开端。人们可以认为，促进艺术发展的创新能力在建立有意义的信仰体系的人类能力中至关重要，而信仰体系不仅

仅源于现在日常生活中的物质（我们目前称之为宗教）。纵观人类历史，现如今，大多数艺术与任何特定的宗教或宗教习俗无关。宗教使用艺术，但艺术不一定具有宗教性质。

虽然人类创造力的这两个领域（艺术和宗教信仰）可以重叠，但它们也是有区别的。我们创新的火花不单单产生了艺术和宗教信仰，同样也产生了另一个核心过程，这个过程往往站在宗教的对立面，这无疑已经成为一种动力来解释为什么是人类而不是其他物种统领了地球。我们创新的火花也是科学的根源。

[1] “Art” in OxfordDictionaries.com, accessed July 21, 2016, http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/art.

[2] “Art” in Merriam-Webster’s Collegiate Dictionary Online, accessed July 20, 2016, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/art>.

[3] Popova, M., “What is Art? Favorite Famous Definitions, from Antiquity to Today,” Brain Pickings, accessed July 20, 2016, <https://www.brainpickings.org/2012/06/22/what-is-art/>.

[4] Knight, K., and Schwarzman, M., Beginner’s Guide to Community-Based Arts (Los Angeles: New Village Press, 2005).

[5] Mithen, S., Creativity in Human Evolution and Prehistory (London: Routledge, 1998).

[6] Carey, B., “Washoe, a Chimp of Many Words, Dies at 42,” The New York Times, November 1, 2007, <http://www.nytimes.com/2007/11/01/science/01chimp.html>.

[7] Fouts, R., and Mills, S.T., Next of Kin: My Conversations with Chimpanzees (New York: William Morrow, 1998).

[8] For a good overview, see Boxer, S., “It Seems Art Is Indeed Monkey Business,” The New York Times, November 8, 1997, <http://www.nytimes.com/1997/11/08/arts/it-seems-art-is-indeed-monkey-business.html>.

[9] Kelley, L.A., and Endler, J.A., “Male great bowerbirds create forced perspective illusions with consistently different individual quality,” Proceedings of the National Academy of Sciences 109 (2012): 20980 – 20985.

[10] For a range of the philosophical, literary, and other academic takes on this topic, see Umberto Eco's books *The History of Beauty* (Rome: Rizzoli, 2004) and *On Ugliness* (Rome: Rizzoli, 2007); Scruton, R., *Beauty: A Very Short Introduction* (Oxford: Oxford University Press, 2011); Cahn, S.M., and Meskin, A., *Aesthetics: A Comprehensive Anthology* (New York: Blackwell, 2007).

[11] 赭石是一种颜料。Hiscock, P., "Learning in lithic landscapes: a reconsideration of the hominid 'toolmaking' niche," *Biological Theory* 9 (2014): 27-41; Sterelny, K., and Hiscock, P., "Symbols, signals, and the archaeological record," *Biological Theory* 9 (2014): 1-3.

[12] Vaesen, K., "The cognitive bases of human tool use," *Behavioral and Brain Sciences* 35 (2012): 203-218.

[13] McPherron, S.P., "Handaxes as a measure of the mental capabilities of early hominids," *Journal of Archaeological Science* 27 (2000): 655-663, Mithen, S., "Social Learning and Industrial Variability," in *The Archaeology of Human Ancestry*, ed. J. Steele and S. Shennan, 207-229 (London: Routledge, 1996).

[14] See, for example, Pope, M., Russel, K., and Watson, K., "Biface form and structured behaviour in the Acheulean," *Lithics: The Journal of the Lithic Studies Society* 27 (2006): 44-57.

[15] Ibid.

[16] Lycett, S.J., and Gowlett, J.A.J., "On questions surrounding the Acheulean 'tradition,'" *World Archaeology* 40 (2008): 295-315; Ashton, N., and White, M.J., "Bifaces and Raw Materials: Flexible Flaking in the British Earlier Palaeolithic," in *From Prehistoric Bifaces to Human Behaviour: Multiple Approaches to the Study of Bifacial Technology*, ed. M. Soressi and H. Dibble, 109-123 (Philadelphia: University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, 2003); Wenban-Smith, F.F., "Handaxe typology and Lower Palaeolithic cultural development: flint, cleavers and two giant handaxes from Cuxton," in "Papers in Honour of R.J. MacRae," ed. M.I. Pope and K.D. Cramp, special issue, *Lithics: The Journal of the Lithic Studies Society* 25 (2006): 11-22; Wynn, T., and Tierson, F., "Regional comparisons of the shapes of later Acheulean handaxes," *American Anthropologist* 92 (1990): 73-84.

[17] Pope, M.I., "Behavioural Implications of Biface Discard: Assemblage Variability and Land-Use at the Middle Pleistocene Site of Boxgrove," in

Lithics in Action: Lithic Studies Society Occasional Paper No. 8, ed. E. Walker, F.F. Wenban-Smith, and F. Healy, 38–47 (Oxford: Oxbow Books, 2004); Pope, M.I., and Roberts, M.B., “Observations on the Relationship Between Individuals and Artefact Scatters at the Middle Palaeolithic Site of Boxgrove, West Sussex,” in *The Hominid Individual in Context: Archaeological Investigations of Lower and Middle Palaeolithic Landscapes*, ed. C. Gamble and M. Porr, 81–97 (London: Routledge, 2005).

[18]Jaubert, J., et al., “Early Neanderthal constructions deep in Bruniquel Cave in southwestern France,” *Nature* 534 (2016), <http://www.nature.com/doifinder/10.1038/nature18291>.

[19]Carbonell, E., and Mosquera, M., “The emergence of a symbolic behaviour: the sepulchral pit of Sima de los Huesos, Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain,” *Comptes rendus palévol* 5 (2006): 155–160.

[20]Watts, I., Chazan, M., and Wilkins, J., “Early evidence for brilliant ritualized display: specularite use in the Northern Cape (South Africa) between ~500 and ~300 Ka,” *Current Anthropology* 57 (2016): 287–310.

[21]Roebroeks, W., et al., “Use of red ochre by early Neandertals,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109 (2012): 1889–1894.

[22]Bonjean, D., et al., “A new Cambrian black pigment used during the late Middle Palaeolithic discovered at Scladina cave (Andenne, Belgium),” *Journal of Archaeological Science* 55 (2015): 253–265.

[23]Wiessner, P., “Style and social information in Kalahari San projectile points,” *American Antiquity* 48 (1983): 253–276; Wiessner, P., “Reconsidering the behavioral basis for style: a case study among the Kalahari San,” *Journal of Anthropological Archaeology* 3 (1984): 190–234.

[24]Kissel, M., and Fuentes, A., “From Hominid to Human: The Role of Human Wisdom and Distinctiveness in the Evolution of Modern Humans,” *Philosophy, Theology and the Sciences* 3, 2 (2016): 217–44.

[25]Bar-Yosef Mayer, D.E., “Nassarius shells: preferred beads of the Palaeolithic,” *Quaternary International* 390 (2015): 79–84.

[26]Stiner, M.C., “Finding a common bandwidth: causes of convergence and diversity in Paleolithic beads,” *Biological Theory* 9 (2014): 51–64.

[27]Radović, D., et al., “Evidence for Neandertal jewelry: modified white-tailed eagle claws at Krapina,” *PLOS ONE* 10 (2015), DOI:

10.1371/journal.pone.0119802.

[28]Finlayson, C., et al., “Correction: birds of a feather: Neanderthal exploitation of raptors and corvids,” PLOS ONE 7 (2012), DOI: 10.1371/annotation/5160ffc6-ec2d-49e6-a05b-25b41391c3d1.

[29]Joordens, J.C.A., et al., “Homo erectus at Trinil on Java used shells for tool production and engraving,” Nature 581 (2014): 228 – 231.

[30]可能很早就有人用灰尘或灰烬进行涂鸦了，但苦于没有时间机器，我们无法回到过去获得证据。

[31]Hodgson, D., “Decoding the Blombos engravings, shell beads and Diepkloof ostrich eggshell patterns,” Cambridge Archaeological Journal 24 (2014): 57 – 69.

[32]Ingold, T., *Lines: A Brief History* (London: Routledge, 2007).

[33]Bednarik, R.G., “A figurine from the African Acheulian,” Current Anthropology 44 (2003): 405 – 413; Kissel, M., and Fuentes, A., “From Hominid to Human: The Role of Human Wisdom and Distinctiveness in the Evolution of Modern Humans,” Philosophy, Theology and the Sciences 3, 2 (2016): 217 – 44.

[34]Porr, M., and de Kara, M., “Perceiving Animals, Perceiving Humans. Animism and the Aurignacian Mobiliary Art of Southwest Germany,” in *Forgotten Times and Spaces: New Perspectives in Paleoanthropological, Paleoetnological and Archeological Studies*, 1st ed., ed. S. Sázellová, M. Novák, and A. Mizerová, 93 – 302 (Brno: Institute of Archeology of the Czech Academy of Sciences; Masaryk University, 2015).

[35]Adovasio, J.M., Soffer, O., and Page, J., *The Invisible Sex: Uncovering the True Roles of Women in Prehistory* (Washington, DC: Smithsonian Press, 2007).

[36]McDermott, L., “Self-representation in Upper Paleolithic female figurines,” Current Anthropology 37 (1996): 227 – 275.

[37]Henshilwood, C.S., et al., “A 100,000-year-old ochre-processing workshop at Blombos Cave, South Africa,” Science 334 (2011): 219 – 222.

[38]Villa, P., et al., “A milk and ochre paint mixture used 49,000 years ago at Sibudu, South Africa,” PLOS ONE 10 (2015): e0131273, DOI: 10.1371/journal.pone.0131273.

[39]Aubert, M., et al., “Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia,” Nature 514 (2014): 223 – 227.

[40]Pike, A.W.G., et al., “U-series dating of Paleolithic art in 11 caves in Spain,” *Science* 336 (2102): 1409–1413.

[41]Visit “The Cave of Altamira,” Museo de Altamira, accessed July 20, 2016, http://en.museodealtamira.mcu.es/Prehistoria_y_Arte/la_cueva.html; or, better yet, visit Altamira in person.

[42]Ibáñez, J.J., González-Urquijo, J.E., and Braemer, F., “The human face and the origins of the Neolithic: the carved bone wand from Tell Qarassa North, Syria,” *Antiquity* 88 (2014): 81–94; Kuijt, I., “The regeneration of life: Neolithic structures of symbolic remembering and forgetting,” *Current Anthropology* 49 (2008): 171–197; Kuijt, I., “Constructing the Face, Creating the Collective: Neolithic Mediation of Personhood,” in *Verbs, Bones, and Brains: Interdisciplinary Perspectives on Human Nature*, ed. A. Fuentes and A. Visala (South Bend, IN: University of Notre Dame Press, 2017); see also Hodder, I., “An Archeology of the Self: The Prehistory of Personhood,” in *In Search of Self: Interdisciplinary Perspectives on Personhood*, ed. J.W. van Huyssteen and E.P. Wiebe (Grand Rapids, MI: William B. Eerdmans, 2011), 50–69.

[43]Mithen, S., *The Singing Neanderthals: The Origins of Music, Language, Mind and Body* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2007).

[44]Mithen, S., “Overview,” *Cambridge Archaeological Journal* 16 (2006): 1, 97–100.

[45]See commentaries by Clive Gamble, Ian Morley, Allison Wray, and Maggie Tallerman in “Review Feature: The Singing Neanderthals,” *Cambridge Archaeological Journal* 16 (2006): 97–112.

[46]Sheets-Johnstone, M., *The Primacy of Movement* (Amsterdam: John Benjamins, 1998).

[47]Donald, M., *A Mind So Rare: The Evolution of Human Consciousness* (New York: W. W. Norton, 2001).

[48]Higham, T., et al., “Testing models for the beginnings of the Aurignacian and the advent of figurative art and music: the radiocarbon chronology of Geißenklösterle,” *Journal of Human Evolution* 62 (2012): 664–676.

[49]You can hear a clay replica of the early flutes played here: Jones, J., “Hear the World’s Oldest Instrument, the ‘Neanderthal Flute,’ Dating Back Over 43,000 Years,” *Open Culture*, February 10, 2015, accessed July 20,

2016, <http://www.openculture.com/2015/02/hear-the-worlds-oldest-instrument-the-neanderthal-flute.html>.

第十一章 科学架构

如果你有开罐器，打开罐头就很简单。踩下汽车的油门，我们就可以前进，这是因为发动机中会产生一系列受控爆炸，推动活塞上下运动，并带动曲轴转动。重达千吨的飞机能以每小时165英里的速度飞离地面，这是因为机翼采用了空气动力学设计。吃片阿司匹林能让我们隐隐的头痛得以缓解，因为它可以抑制一种使大脑感知疼痛的酶。开罐器、内燃机、机翼、阿司匹林拥有一个共同之处：它们都因科学而存在。上述所有解决手段都存在于我们的生活之中，这是因为一个又一个人类团体用创造新想法、新设备、新视角等方式来着手解决某个问题，回答某个疑问，或者解开某个谜团。

现代的牙刷约于一个半世纪之前发明，而牙膏则在几十年后发明。二者的发明都是为了帮助清洁牙齿，从而避免自驯化以来一直伴随我们的龋齿与牙齿损伤问题。在过去的50年中，牙刷和牙膏得到了长足的发展，与我们习惯摄入高糖分、高碳水化合物食物对牙齿带来的更高风险齐头并进。更多美国人将牙刷列为“生活中不可或缺”的发明，认为牙刷比家中的其他任何物品都重要，[\[1\]](#)而这还是2003年的事情。2003年的牙刷效果极佳，但这并不能让我们止步。我们不能止步不前——我们要不断改进、提高、修正所有物品，而在牙刷方面，我们制造出了今天常见的电动牙刷，它们嗡嗡作响，不断旋转振荡，从而实现破坏牙菌斑的效果。人类很少会在某个问题上只得出一个答案或一个解决方案就止步不前。任何解决方案都可以得到改进、修改、控制和提升。

没有人会质疑科学产品让人类同整个世界以及彼此之间的联系方式发生了根本的改变，但是科学并不仅仅同生产技术有关，科学是对

于理解的热爱，它能够揭开世界的奥秘，让我们了解比先前的体验多得多的内容。科学是一项令人敬畏的事业，混合了好奇、坚毅、合作、革新、运气和创新。与艺术、宗教相似，科学可以整体反映出一些最美好的方面，正是它们让我们成为人类。

大部分人认为科学发展始于400年前，伽利略、培根、笛卡尔、牛顿等先驱共同打造了我们今天所认为的科学方法的内核。还有人将科学的起源追溯至约2600年前的希腊哲学家，米利都的塔莱斯（Thales of Miletus），[\[2\]](#)他也是亚里士多德的启蒙先贤。塔莱斯追求发展一种自然哲学，追寻物质的起源、大地的职能，以及万事万物。他还试图在天文学的研究中应用类似的概念，并且尝试用物质变化而非超自然因素来解释问题。还有人认为古埃及人和古巴比伦人的工作属于科学范畴，而1400—1100年前中国（指南针、火药、造纸术和印刷术的发明地）的唐代被认为是真正的科学革新之地。这些地方与人物都可以被看作恰当的科学起源，但是这些观点都不够准确。

如果我们指的是现代科学的某个方面，如科学方法或西方自然哲学史，或者如果我们将科学看作现代技术的起源，那么这些解释都说得通。但是，如果我们将科学看作人类用来理解世界的独有方式，一种深植于我们历史深处的理念，那么我们会发现，人类的科学能力植根于我们的创新。

仅仅是机制吗

大部分关心科学的人都将科学简单地视为使用科学方法的过程。这种方法包括对现象的观察，建立可检验的假设来解释现象，并且对该假设进行检验。如果通过检验发现最初的假设不正确，就需要回到原点，并且做出新的假设。如果检验结果支持最初的假设，则需对其进行再次检验证实。如果假设历经多次检验均未被推翻（显示为错

误），那么我们就可以说该假设得到强有力的支持，并且是当前对于所观察现象的最佳解释。我们可以随后应用该假设以及其他得到支持的假设来建立更广泛的理论，从而对我们所研究的形式和进程进行解释。例如：

- 对现象的观察：如果你向天空扔东西，它会落回地面。

- 建立可检验的假设来解释现象：类似地球的行星具有重力场，其强度与行星质量成正比，并与物体到行星中心距离的平方成反比。重力场能以固定的加速度向行星中心吸引物体（使物体“落回”）。

- 对假设进行检验，证实该假设得到支持还是被推翻：通过在不同情况下从不同高度投下不同物体对该假设进行验证，对银河系内外天体的运动进行绘制与监控，并且进行一系列数学分析。就重力而言，我们发现物体（在地球上）掉落的最大加速度是每二次方秒9.8米^[3]（每二次方秒32.17405英尺，并因距离赤道的远近、在山上的位置等因素而略有变化），而这个答案可以让我们证实地球上具有统一的重力场。通过物理学，我们可以证实重力场就是物体掉落的原因。

重力现在是更多假设及其相应理论的组成部分，包括相对论和量子力学，这些理论可以解释四种力（弱核力、强核力、电磁力、引力）是如何主导宇宙运行的。然而，我们需要再次指出的是，重力是对某种特定现象可测量检验的最佳解释，而不是终极的完美答案。科学家一直致力于对我们的理解进行不断检验和改进。1915年，爱因斯坦提出了存在力波的假设（作为他关于相对论提出的更广泛内容的一部分）。100年来，研究人员一直无法通过科学实验的方法来找到引力波。2016年，在历经一个世纪的失败尝试后，我们终于找到了一种可以“听到”并看到外太空的独特技术，而这一技术使得引力波地发现成为可能。^[4]科学是不断发展、不断延展的。

与其他对世界问题进行问答的方法不同，科学方法依赖一定的过程，通过可重复的检验与可证实的方法来推翻或支持某种论断。科学方法永远无法“证明”某件事是正确的，它只能证明某件事是完全错误的，并且可以论证，就我们的实验条件而言，某件事的准确度如何（支持假设并发展理论）。就我们目前的检验水平而言，重力是一种正确的假设。随着我们对宇宙中各种力越发微小的细节进行检验的能力不断发展，我们对于重力的理解（例如以波的形式存在或存在量子引力）得到了不断修正与改进。得到可靠的检验结果并不是科学调查的终点，因为目前的答案很少会是我们所能获取的最佳答案。这一点同其他依赖哲学、神学或逻辑修辞论证的方法截然不同。科学方法能够告诉我们哪个解释在可测量方面不正确，能够通过可测量论证告诉我们哪个解释可能是正确的，但是它不能告诉我们现在看上去正确的东西是我们可能得到的最佳答案。

以大爆炸理论为例。这是关于宇宙起源的假设，人们基本上认为宇宙起源于某种密度极大、温度极高的物质，很久很久以前这些物质开始膨胀冷却，直到今天宇宙还在继续膨胀。有一系列的计算和观察可以支持这一理论，而且各个星系正在以同彼此距离成正比的速度不断远离彼此（哈勃定律），也可说明宇宙正在膨胀。宇宙微波背景的存在和结构也显示出了这种膨胀，而氢氦元素的超高丰度（它们属于最初产生的元素）也可以证明宇宙冷却并形成各种元素的发展史。这些都是可测量因素，可以让我们（或者天文学家与物理学家）计算宇宙的年龄：宇宙的年龄约为137.7亿岁，[\[5\]](#)但这个数字并不是科学调查的最终结果。这是用我们目前的能力对宇宙发展进行检测所能得出的最佳答案。随着我们的检测能力与天文特征建模能力的不断提高，关于宇宙的理论还会一而再，再而三地改进。

将科学等同于科学方法对于某些思维与辩证训练是有用的，但是我们还需要承认的一点是，这种科学仅仅是一种方法论，[\[6\]](#)仅仅是在过去的三四百年中出现、形成的。

英国科学委员会将科学定义为“以日常现象为基础，用系统的方法对知识的追求、对大自然的理解以及对社会的理解”，^[7]这个定义听起来相当合理。科幻作家伊萨克·阿西莫夫（Issac Asimov）告诉我们：“科学不能给我们带来绝对真理。科学是一种机制，是一种尝试提高你对于自然认知的方法。它是一个对你关于宇宙的想法进行检验，并且证明想法与检验结果是否相符的体系。”与此同时，著名人类学家克洛德·列维-施特劳斯（Claude Lévi-Strauss）告诉我们：“科学家不是给我们正确答案的人，而是询问正确答案的人。”^[8]根据这三个关于科学的定义或深思，我们可以建立起对于人类过去的科学进行评估的基础：

- 科学致力于尝试找出世界如何运行的答案，探求实质性解释的答案。

- 科学涉及某种对解释或想法的检验，从而了解这些解释或想法是否“符合”预想的实质结果（例如当你扔下物体时，物体会落下，这是一个实质结果，而重力则是我们目前对于该结果的科学解释，该解释受到了良好的检验）。

- 科学的目标是不断开发最佳的问题，提高我们的理解，而不是知晓一切答案。

如果这三点有效，那么科学就可能是一项具有高度创造力的尝试，并为失败留出了大量的空间（合格的科学包含大量失败——寻找引力波用了一个世纪，即使物理学家们相当确信引力波应当存在）。合格的科学还要求我们接受一个事实，即我们不知道任何给定问题的全部可能答案。这个事实包括这样一种假设，无论我们在任何时间知道多少事情，都一定存在某些我们尚不知晓的相关信息。要让人们接受这些前提并不容易，然而我们一直默认接受了。这是因为我们无比好奇，拥有无尽的创造力。

大量证据显示，创新深植于人类血脉之中，但是如果要利用这种创新来实现符合被我们称为科学的调查，我们还需要某种特定的坚韧精神与资金手段来致力于问题的解决。从事科学研究需要我们拥有充足的好奇心，这种好奇心需要超越我们果腹、止渴的动力，以及对于睡眠、性和安全感的需求。从事科学研究需要对了解“如何”与“为什么”的深层渴望，以及无论可能面临什么样的挫折与失败，都要坚持找出这些问题答案的毅力。从事科学研究在很大程度上取决于驱使我们研究的好奇心和想象力，从而革新、实验、创造。我们不断创新的进化史，不仅仅是由竞争、性或暴力推动前进的，还有科学探索精神。

好奇心

其他动物能够很好地解决问题。大自然中有无数个例子，证明在应对环境挑战时可以采用何等令人叫绝的精妙方案。想想白蚁丘、鸟巢、松鼠为过冬储存坚果，或海豚成群吐出气泡网，使鱼聚集成群，便于捕食。某些动物在了解周边世界，并通过使用和开发工具对世界进行操纵等方面具有革新性。新喀里多尼亚上的乌鸦使用自己选择、改进的工具来获取食物。[\[9\]](#)这些乌鸦对露兜树（一种类似棕榈的植物）的树叶进行改造，将其撕成细条，并用这些细条捕捉昆虫。乌鸦所采用的程序可能是逐渐积累的结果：它们有时候会对同一种工具做出一系列有序改进，使其更好用。我们可以在许多灵长类动物中发现这种工具革新与实验行为：恒河猴、黑猩猩、卷尾猴、猩猩都会使用木头和未改良的石器来加强其获取某种食物的能力。这些灵长类动物可以通过观察其他同伴和实验来了解如何制作并使用这些工具，实验方式包括群体推动的尝试与失误。

除了获取食物外，在环境构成挑战时，许多灵长类动物也会进行革新。下雨时，猩猩会采摘大片树叶并将其置于头上；黑猩猩会在肠道出现蠕虫时采食一种味道不佳、表面覆盖有细小毛刺的树叶，而这种树叶可以帮助它们清洁消化系统。其他许多动物会通过利用周围世界中的物品并将它们用于新的目的来应对生态环境的挑战。尽管这种行为肯定包括某种好奇心——某些关于“如果我这样做会发生什么”的猜想——几乎所有这些革新都是由功能性目标所驱使的：饥饿、口渴、疾病、舒适等。进化的过程使许多物种能够对环境挑战做出令人惊叹的创新反应。它们的解决方案通常包括某种程度的学习，观察其他同伴，并且进行大量尝试——失误实验。但我们需要记住的是，年轻的黑猩猩需要数月甚至数年时间方能学会如何有效使用石头砸开坚果，而年轻人学会同样的技术只需要一天。

给猴子一个装有食物的箱子，它会竭尽所能地找出获取里面食物的方法。在大部分狗面前放上一个吱吱作响的玩具，它们会花上数小时甚至数天的时间来把玩，研究在什么位置下口才能咬出吱吱的声音，它们还可能把玩具拆开，拖出吱吱作响的部分，一旦玩具不再发出响声，它们可能就会对其失去兴趣，因为玩具不再激发它们的好奇心。某些猿类会对出现在它们周边环境的新物品产生强烈的好奇心，对其进行长达数小时的研究。毫无疑问，新奇性与陌生感会激发其他动物的兴趣和好奇心。

人类也进行了大量类似的功能性实验，并且对生存挑战的问题解决方案具有强烈的好奇心。除了观察他人，通过尝试和失误来学习之外，他们还做了更多。人类所进行的调查和实验远远超过功能与生存所必需的内容，并且人类会随后教授彼此相关的内容。人类想要了解“为什么”和“如何”等问题，所以我们通力协作，在之前获取的信息基础上发展出更多的问题，并找出更加全面、有效、新颖的答案。这就是科学的核心。

成败之外

科学源自一种极具创新性的问题——解决体系，该体系可以增加现有的解决方案——人类在先前掌握的知识基础上开发出更为复杂和多层次的解释与理解。人类想要改进事物的欲望促使我们不断发展新知识，这也促使人类同其他动物有了某些重要差异。

一只年轻的黑猩猩经常看到父母以及其他成年黑猩猩敲开坚果壳，吃里面的果仁。它可能会得到小块果仁，并且意识到果仁很美味。它将这些基本信息联系在一起。有一个坚果，里面有食物，而且有一些工具可以用于获取这种食物。它看到成年黑猩猩抓起某些物品敲击坚果，在几次敲击后，坚果壳会裂开，黑猩猩可以获取其中的食物。于是，它就会开始尝试使用自己身边能够找到的工具来打开坚果壳——小木棍、石头、树枝、土块。它意识到某些工具要比其他工具好用，而且可能通过更多地观察成年黑猩猩，它开始专门使用更加坚硬、体积更大的工具来砸坚果。它会时不时地砸开一个坚果，获取里面的美味。过了很长时间，它逐渐理解了能够更加有效地砸开坚果的“锤子”所需要具备的特性，但这只有在经过了相当多次尝试和失误，使用过各种各样可能的“锤子”之后才能实现。最后，它可能成为砸坚果的专家，并且成为年轻黑猩猩们专注观察、努力了解如何获取硬壳内美味佳肴的成年黑猩猩之一。但是，成为专家的这一过程可能需要数月甚至数年之久，而且并不是所有可以得到坚果与能够砸开坚果的石头黑猩猩群体都这样做。[\[10\]](#)

现在也并非所有人类群体都能利用其所处环境中所有可获取的食物，但是大部分人类群体都会利用所处环境中营养价值最高的食物（如坚果）。甚至如果他们不利用某一特定食物，用于开发和加工食物的技术（如工具锤子、刀等）也通常存在，即使这些技术或工具并不是专门用于某种特定的食物。不砸坚果的黑猩猩不会将石锤用于其他目的。这并不是说黑猩猩相对其他动物和其他灵长类来说不具有创

新性（它们有），只是与人类相比，黑猩猩在工具的使用和革新方面远远落后。

造成这一差异的原因如下。首先，人类会更加频繁地发问“为什么”和“如何”，并且经常在群体中以合作的形式进行发问。每个个体的创新能力和我们的合作与团队协调技巧融合在一起，构成我们在探索发现方面的核心力量。人类拥有浓厚的共享意向（有意识地在相同的认知解释与目标上达成一致），这促使我们共同致力于挑战与解决方案。我们传递信息、想法、革新的能力要比其他动物的更强大，这种优势甚至在我们这一物种的发展初期就存在了。人类具有对信息进行提升或升级的强大能力。

早期人类可以拿起石头砸开坚果，就像黑猩猩那样。与黑猩猩（至少是成年黑猩猩）类似，早期人属也可以对石头进行区分，寻找更好的石锤。于是早期人属获取了这样的信息：石头可以砸开坚果，某些石头在这方面要比其他石头好用。但是他们还具有一起合作砸坚果的能力，从而传递相关信息并进行探究。如此数次之后，他们开始使用石头的锋利边缘来砸坚果……而这要比其他石锤更好用。或者他们会使用相对较大的扁平石块，并且最终可以一次砸开两个坚果。在这两种情况下，他们都可以聚集在一起，将个体发现和团队合作结合在一起，从而意识到某些特定尺寸和形状的石块可以在砸坚果的工作中实现更高的成功率或生产率。随后他们可能会获取这一信息，分享该信息，并且进一步改进他们所使用的工具，从而提高生产率（一次砸开数个坚果），或者带着这个信息攻克其他问题。这一进程就是提升的最基本形式，也是个体经验与团队合作的联系，这对于发展科学研究的能力来说是不可或缺的。

一个钩子和一根绳子可以让我们从水中钓取食物，虽然我们无法在水中视物并呼吸。在钩子上放点食物，根据绳子的拉力来判断鱼什么时候上钩就是这个过程的全部，但是人类并不会就此止步不前。一

旦我们拥有了钩子，有些人就会对其进行改造来改进它的功能：在钩子上添加倒钩，让鱼更难逃脱；增添颜色或更多面，让鱼钩本身看上去就像是鱼饵；或者干脆不放鱼饵，直接将鱼钩装饰成小鱼或昆虫的样子（诱饵）。人类具有创造发明的能力，但是他们有了解这种创造发明以及在使用这种创造发明时获取的信息，并重新考虑基本的概念与设计的欲望。

其他动物也会进行一些提升与升级，但是它们缺少人类探索发现、创造革新、通力协作、信息传递的综合能力。人类的认知能力和手的灵活性（我们的大脑和双手），以及高度合作性让我们相比其他物种拥有了更加多样的操纵世界的方式。如果海豚或逆戟鲸拥有双手，并且在陆地上生活，可能情况会很不一样，但是它们并没有。

人类会询问“为什么”，并且努力用我们得出的答案来创造更好的解决方案（或者至少问出更好的问题）。尽管因我们的能力所限，不是每次都成功，但很显然，苹果手机、飞机、输电网、研究机构和医学技术都源自好奇心、实验、革新和创新，而我们的祖先在远古时代对石头和木头的工作也源自这一切。

矛的轨道

类似科学的最早的证据要追溯至人类这一物种的起源与早期石器。以奥杜威文化的石器制作为例，早期人属过着群居生活，使用非常简单的石器，而且他们也知道使用一块石头来改变另一块石头的形状，得到新工具。这种最简单的石器预示着人类这一物种的出现。早期人属继承了一个已经存在石器制作技术的世界，而且对其进行了改进。然而，或许是经历尝试和失误，他们开始意识到不同的石头存在着显著的差异。这种特征的变化意味着有一些石头可以用于制作更好或更好用的工具，可以使用更长时间，并且具有更为锋利的边缘。可

是这种石头并非随处可得。通过通力协作，早期人属群体学会了搜索周围环境，寻找更好的石头，这种方法效果良好。我们发现，这种模式（创造基本的奥杜威工具）持续了很长时间（大约50万年），并且在这一过程中没有太多结构性改变。一旦某种方法效果良好，人们就没有太多对其进行改进的动力了。然而，一丝好奇最终还是带来了提升，可能只有某些群体在某个时间实现了这一点。我们看到石头的使用，以及随后出现的工具种类出现了变化。[\[11\]](#)一旦好奇—实验—革新这个循环开始，它就开始改变我们祖先的大脑工作方式，以及他们彼此交流的方式。[\[12\]](#)

按照今天的标准，发展各种方法，制作更好一点的锋利石器，或者创造更多种石器用于压碎或刮擦物品并没有那么值得赞叹，但是当我们考虑到这些方法是由没有语言，脑容量比我们小很多、脑子比我们简单很多，仅仅拥有我们感知能力雏形的生物体完成的，这些成就看上去就不那么寒酸了。尽管经历了漫长的岁月，与我们今天的科学相关的调查研究、实验和探索发现行为才开始蓬勃发展，我们可以在这种革新中识别出某些在历史长河中尤为重要的成果，它们提升了人类的创新性与好奇心，让我们走向科学的道路。其中包括制作并使用工具进行狩猎的技能、控制火并生火的能力、颜料和黏合剂的发展，以及驯化的最初尝试。前文已经讨论过这些细节了，所以在这里我仅强调创新如何让我们最终拥有制造飞机、发电、保持牙齿清洁、开罐，以及为数百万人口种植粮食的能力。

通过敲掉两侧石片来改造一个简单的石器是一桩令人震撼的成就（地球上还没有其他动物做过此事），但这并不是向着科学研究方向发展的巨大进步。早期人属技术的最初改进出现时间较晚，大多发生于40万—30万年前。其中最令人震撼的一个改进就是发展出了用于投掷的长矛，这让我们实现了远距离狩猎。

最早的投掷长矛或标枪实证来自距今30万年的舍宁根遗址，[\[13\]](#)该遗址位于今天的德国北部。投掷长矛是一端削尖的木制工具，长度适中（4—6英尺），纤细均匀。舍宁根是马匹屠宰场遗址的所在地（约20匹马在这里遭到屠宰），屠宰采用了大量的石器、骨器和木器。这一地区发生过洪涝灾害，从而保留下了许多有机物（木头）。制作一杆投掷长矛是一项不小的壮举。该遗址和一些更早的遗址中有刺矛（更重更厚，一端削尖的木棍）的证据，所以我们知道，在30万年前（可能更早），早期人属成员已经将“尖锐的木棍+捅刺行为+动物=食物”的概念整合完成，这个等式为投掷长矛的出现奠定了基础。

当30万年前的人属在狩猎时发现一匹马后，他们协作制订了一个计划：其中一些人会悄悄绕到猎物后方，而其他人则将其追赶至两片茂密森林之间的小块空地上。位于后方的人会阻截猎物逃跑的退路，其他人从树林中飞奔而出，用各种武器来刺捅或敲击猎物。但马行动迅速、体型庞大，常常会撞开狩猎团队中的两三名负责用削尖木棍对其进行刺捅的成员。有时，狩猎的人群可以从正面捕获马匹，并将长矛深深刺入马匹的胸膛；有时，他们会被撞到一边或遭到马匹踩踏，此刻的混乱状态会导致长矛错失目标。随着马匹跑过，有些人可能会抛出长矛，或投掷棍棒，或直接向它扔石头，通常这些尝试都会无功而返。但是，在某个时刻，狩猎者可能会冒出某个想法，并开始酝酿一个主意。

30万年前的人属可能会向兔子或其他小型猎物投掷石块，有时候他们会成功。狩猎团队中的成员有时也会在嬉闹中向彼此投掷沉重的长矛，或者在猎物逃走时沮丧地将长矛重重抛在地上，这么一来，有时长矛会插在地上。可能不止一人注意到了这一点。作为一个团队，他们可能会开始进行投掷长矛的实验，但是这种沉重而不平衡版本的长矛极少能击中目标，或者即使长矛可以击中目标，也常常不能从正面的恰当角度刺入目标。这就到了协作与创新开始发挥作用的时候了。如果有一杆刺矛恰巧略为轻巧或者更加平衡一些，可能是由某些

年轻的成员或喜欢狩猎、身形小巧的女性制作出来的，也许某次当马匹跑过时，她投掷出这支轻巧的长矛，并且刺中了马的腰腿部。长矛刺透血肉，挂在马身上片刻，最终随着马匹的逃走而掉落。但是这一掷已经播种下创新的种子，狩猎团队看到了这一幕，并开始在海中进行思考。

一个新的公式出炉：尖锐的木棍+狭小的环境+轻巧的重量+投掷+动物=食物。现在他们可以进行实验，甚至计算了。在大部分情况下，他们无法得到新的进展，但是狩猎团队的成员有时会尝试各种重量与重心、尺寸与形状的尖锐木棍。这就为创造新型狩猎工具奠定了基础，产生了新的技术和对世界新的理解。这就涉及物理学，对吧？

在物理学的入门课程中，往往会使用一个非常简单的例子来描述人类的头脑是如何将数学融入狩猎的。这个模型被称为“猴子和猎人。”

假设一个猎人正在穿过森林，这时她看到一只猴子挂在一根光秃秃的树枝上。如果她之前遇到过类似的事情，她就会知道当她向猴子投掷尖锐的木棍，猴子可能会跳下树枝去逃脱。于是这时事情陷入一个两难的境地：她的长矛应当瞄准哪里投掷？应当向猴子当前的位置投掷还是向她所了解的猴子在长矛掷出后不久所处的位置投掷？这就是人类对于重力、轨道、质量甚至基础数学的默示承认发生融合的时刻。你可能会认为答案应当是瞄准猴子下方位置，那么你就错了，你应当瞄准猴子。这是因为重力对于长矛和猴子的作用是相同的，所以二者都会以大致相同的速度下落（被重力牵引）。^[14]长矛向两个方向同时运动，因此我们将这个运动轨迹称为轨道。猎人所施加的力让它向猴子的方向运动，而重力则让它向地面的方向运动。这个轨道是一根抛物线，而不是直线。因此，长矛在竖直方向的速率（让我们称之为 v_y ）初始值为 v_{y0} ，但是会随着重力与长矛飞向猴子的时间而降低（ gt ）： $v_y = v_{y0} - gt$ 。随着时间在投掷与可能命中猴子的一击之间逐

渐流失，这个方程中同样涉及时间特征，因此长矛高度的变化会受到其速率、重力、掷出后的时间、它最初瞄准的高度等因素的影响。这就让我们得出这样一个公式： $y=y_0+v_{y0}t - 1/2gt^2$ （ t 表示时间），这个公式可以解释长矛在其轨道中的竖直位置。我们的祖先并没有把这一数学推演过程发展成公式，代数和演算的出现时间要晚得多，但是他们确实开始努力搞清楚刚才这个公式所描述的各种关系，并且将这些关系用作投掷各种各样物品的基础，而并不仅仅局限于长矛的投掷。[\[15\]](#)

于是投掷长矛就出现了，带来了一种全新的狩猎方式。我们的祖先并没有像今天这样的语言，但是他们显然具有彼此进行交流、表达想法、一起工作和思考来解决问题的能力，而这往往会带来新技术的创造和新的狩猎方式。可以在不需要离猎物太近的距离（不会被猎物碰撞、撕咬、踢到）攻击猎物的能力使人类的狩猎模式发生了巨大的改变，这也为人类的生存模式带来了同样翻天覆地的变化。到30万—20万年前，人类已经成了远距离狩猎者，而关于抛掷类武器、射击类武器的概念也成了人类方程式的一部分。30万年前开始进行的这一系列关于狩猎的实验为人类创造威力无穷的狙击步枪、地对空导弹、太空探索等行为奠定了基础。同一个基本的方程概念在增添大量变量与复杂性后，[\[16\]](#)就可以成为我们用来计算发射火箭，让人类飞向月球的方程，也可以成为我们向外太空发射飞行器，抵达太阳系各个位置，甚至飞越太阳系的方程，而这个方程在不久的将来可能就会让人类登上火星。

投掷武器只是增强人类生理能力的一种方式，另一种方式就是给武器装上手柄。给武器装上手柄的过程让人类创造出复合式工具：这是两种工具类别的组合，石头和木头或骨头和木头通过捆绑和/或黏结的方式合二为一，从而增强了工具的能力。以锤头为例，锤头由两个部件结合而成，即锤头和把手。任何人都可以用手拿着某种坚硬的物体将钉子砸入木头，但这需要消耗大量的能量，钉子所受到的力与人

们挥动胳膊时投入的能量成正比。但是如果我们使用锤子，我们就可以利用物理学来节省力气（把手的杠杆作用）：我们可以减少挥动胳膊所消耗的能量（与直接用手抓握硬物相比），并且可以获得更大的冲击力。我们还可以考虑一下木制长矛的前端加上石尖这种改进。木头可以削成尖锐的形状，但是无论怎么加工，木头都不可能像薄薄的石头边缘那样锋利，而且也不可能像石头那样坚硬。在长矛前端固定上锋利的石片极大地提高了长矛刺透皮肉的效率。复合式工具要比单式工具更好用，但是制作起来也更难一些。

如果要组装一件复合式工具，你需要做到：第一步，想象两件工具的组合；第二步，通过对每个部分进行改进，使各部分适应彼此来组装这个复合式工具；第三步，确保当你使用这件工具时这两部分可以保持连接。第一步还不是太难，但是第二步和第三步就很难了。第二步让我们对工具进行充分的改进，这不仅仅是为了工具本身的用途，也是为了让它们适应彼此。第三步则需要使用绳索、麻线或者某种黏合剂，也就是胶。复合式工具并不只是一项发明，它至少包括三项结合在一起的发明，而它的存在就是综合性调查研究思路出现的标志。[\[17\]](#)

第一步可能在大约30万年前就已多次出现，但是在大部分情况下，个体及其团队还不明白如何从第一步向第二步和第三步发展。可能出现过许多次失败的尝试，而我们永远无法在考古学记录中看到这些，但是我们确实看到了成功。真正的有柄工具最晚在12.5万年前出现，并且在8万—7万年前更加广泛地出现。[\[18\]](#)我们可以想象在没有直接指导和语言的情况下进行大量工具制作与复杂的活动，但是复合式工具是不一样的——人类必须先发明胶。

最早的黏合剂可能由赭石制成，赭石是一种颜料，在30万—20万年前的某些早期人属遗址中出现过。但是最早的赭石遗址中并不存在复合式工具，我们也不知道早期人类是如何使用赭石的。直到约20万

年前，我们才找到有关黏合剂的直接证据，而直到12.5万—8万年前才出现了经常使用黏合剂的证据。考古学家琳·沃德利（Lyn Wadley）及其团队通过对南非斯布都遗址的发掘向我们展示了黏合剂的发展是如何艰辛而富有创造力的。[\[19\]](#)这个遗址有7万多年的历史，具有大量科学萌芽的证据。

研究人员在斯布都发现了长长的锋利石片，它们的形状适用于木柄或长矛。在石片连接处出现了黏合剂的证据：赭石与植物胶（如树液）的混合物。斯布都遗址显示早期人类意识到树上流出的那些具有黏性的树液可以帮忙。可能当人类在某些树林或灌木丛中寻找果实时，会触摸到树液，而草、木棍和其他小物体可能会黏在他们手上。树液黏到他们的工具上，并且时不时地将某些小石片黏在一起。当斯布都遗址的人类回到营地时，有人发现树液已经风干变硬，而这些小石片就被黏在了一起。或许她向其他同伴展示了这些黏在一起的石片，而其中恰好有人正在考虑如何将木头和石头连接在一起（他甚至可能曾因自己的尝试与失败而被嘲笑）。就在这一刻，经历过无数次失败的工具制作者与黏在一起的石片持有者可能会同时认识到一件事情：树液可以将东西黏在一起。为什么不用这种方法来制作新的工具呢？可能他们用了很长时间向同伴进行解释，甚至花费了更长的时间来演示如何发挥作用。水滴石穿，他们的坚持终于带来了回报。这个群体开始实验各种工具与树液的组合，最终发现改进石片和木头的形状的方法，制造出凹槽与扁平的边缘，从而让树液能够实现最大的接触面积与均匀散布。就这样，人类创造出了复合式工具，但这种工具并不是太好用。

树液并不是一种稳定的黏合剂。它在干燥后有一定的黏性，但同时会变得脆弱，一碰就裂。如果受潮，树液就会失去黏性，造成工具散架。这就是赭石的意义。某天，有人将赭石与植物胶混合在一起，这样制成的黏合剂要更加牢固可靠，并且不会在受潮时变松。赭石中的氧化铁成分与植物胶中的化学结构发生反应，创造出这些特性。然

而，为了实现这一效果，这两种成分的比例很重要，而且为了彻底干燥这一混合物，要加热才行。这就是沃德利及其团队从斯布都的工具中发现的信息。生活在那里的人类群体发现了这样一个等式：赭石+树液+用火烘烤=强有力的黏合剂。这个过程改进了他们的复合式工具，新的工具比之前的任何版本都更加坚固有效。斯布都的人类对胶的黏合特性与赭石的化学特性进行了思考与实验，这是没有任何成体系的化学、物理知识的情况下完成的。他们所从事的工作就是科学的最初形态。

与许多化学发现相仿，巧合往往在最终结果中发挥着主要的作用。斯布都的人类已经开始将赭石当作颜料使用，甚至还对他们的工具进行了染色。赭石可能在某次制作复合式工具的过程中与树胶发生了偶然的混合，随后被扔在火堆旁，变得坚固而具有弹性。这个群体可能意识到自己的工具发生了这种变化，并且想要复制这一过程，大部分尝试应当都失败了，这一过程可能持续了数月甚至数年之久，但是在无数次的调查研究与锲而不舍的努力后，最终他们找到了制作良好黏合剂的配方，而这个发明传到了这一地区的其他群体之中。这种模式并不仅仅存在于斯布都的群体之中，我们可以在非洲和欧亚大陆的同期遗址中发现相同进程的证据，而且这种进程也传播到了这些地区。对于事物之间存在的可能关系的想象和对物质世界进行的实验让我们得以发现事物之间的新关系，这是对于事物如何工作的全新理解，而对于这些发现的分享也变得越发普遍。早在7万多年前，胶的创造就显示出了现代科学根源的显著证据。

胶是一项极为便利的发明。它和带柄工具、新型武器、绳索、麻线的更广泛应用，湿颜料与绘画的发展，以及其他许多创新开始在12.5万—1万年前的考古记录中大量出现。但是对植物和动物的驯化则是人类朝着科学方向进一步发展的另一个巨大飞跃。人类转向种植农作物并改良动物的变迁为对自然界进行大规模实验、影响、理解奠定了基础，这也是今天人类（以及科学）的显著特征。

我们知道，早期的驯化和定居（居住在同一个地方）并非一帆风顺，有健康问题、与相邻群体的冲突和许多其他劳作是早期农耕群体的主要特征，但大部分人还是坚持了下来。好奇心、想象力、调查研究驱使他们这样做。

中国珠江河谷地区的人类群体对水稻进行挑选和保护，筛选出那些具有防落粒、抗倒伏特征的基因变种，这一过程几乎完美符合科学方法这一术语的定义。珠江河谷地区的人们搜集野生水稻作为食物。采摘稻秆，在稻粒落到地上以及/或者鸟类或其他动物采食之前获取所有成熟稻粒（野稻）是一项极为耗时耗力的工作。但是肯定有人注意到了野稻的某些变种，这些野稻的稻粒更易从稻秆上脱落，并且他们将这一信息分享给了其他人。这个群体随后开展了一定的工作来确定，是否有办法分辨这种易落粒的野稻与防落粒的野稻变种之间的差异。他们并不知道他们正在使用生物表型（外在特征）来进行基因型的评估（潜在遗传模式），但是结果是一致的：这是一种基础的遗传学实验。最初具有逻辑的回应就是先采摘这种容易落粒的稻粒，一旦成熟即刻采摘，而留着防落粒的品种以后采摘。表面更为粗糙的稻粒会在稻秆上保留更长时间，被吃掉的可能性也更小（并且更可能含有基因突变sh4）。这就促成了最初的实验成功，虽然有一半是在无意中实现的。先采摘容易获取的稻粒，将其他稻粒留到以后采摘，这样人们就降低了易落粒品种的繁殖率（这种品种的种子更多地被吃掉，这样发芽的种子就更少了），并且让那些具有防脱粒基因突变的品种在繁殖方面占据优势——这在无意间实现了植物的遗传操纵，也是农耕和传统基因改良作物创造的开端。

这一选择过程让野稻开始向防落粒的变种方向发展，从而带来了最初的“假设”。珠江流域的人们随即意识到出现了越来越多的防落粒水稻，因此要将种子从稻秆上摘下需要付出更多劳动。然而，如果他们能够对获取稻秆的位置进行控制，他们就可以确保获取所有的稻粒。他们对现有情况进行了推理，并且假设他们能够控制野稻的生命

周期，或者至少控制种类的变异，让它们为自己提供更多食物。随后他们就采用创新的方法进行第二次实验（尽管这耗费了无数代人数个世纪的时间）。他们将野稻生长区域中的其他植物清除，可能还会在稻子成熟时让儿童或年轻人守卫这片稻田，使其免遭飞鸟和啮齿类动物的侵犯。随后，他们就组成一个群体（在这里是一个团体）来同时采摘所有成熟的稻谷，并将其带回村庄或季节性营地。他们并不担心损失太多稻粒（这时大部分稻谷都是防脱粒的）。这就是一次收割。随后，他们会对稻穗进行脱粒，获得能让所有人吃饱还有盈余的食物。因此，他们必须要创造出储存更多食物的技术（采用陶器和其他储存器具）；他们还必须要分配人手来守卫存粮，并对其进行管理。你可能已经看出这项实验的发展方向了。

同样的事情也在全球多种动物身上发生了。在俄罗斯，研究人员对狐狸进行实验后发现，人们可以从狐狸幼崽中选择最亲近人类的那只，在狐狸繁殖40代之后会出现同家养狗在外观与行为方面极为相似的品种。“人类+狼+共同生活的空间+时间=狗”这个等式显然是地球上许多地区的人类对狗进行的遗传操纵与改进。这更像是一种双向的实验，狼在对我们做实验，而我们也在对狼做实验——尽管我们的实验更加深入而具有创造性（所以它们成了我们的帮手，而我们并没有成为它们的帮手）。对于早期山羊、绵羊等人类捕食的动物来说，这种实验的方向和意图更加类似于我们对植物进行实验的方向和意图。人类对他们的食物进行实验，改变它们的基因——肌肉、骨骼、毛发的发展，并且改变它们的行为方式。

考古学记录显示，在很久以前就存在人类有选择性地捕猎雄性动物，并通过对狩猎进行管理来改良野生畜群的证据。在过去的1万年中，这种管理提升为超越狩猎实验的手段。捕获并饲养动物幼崽可以带来一整套全新的假设与实验的可能。我们所面临的挑战是能否饲养所捕获的动物幼崽。一个关键的难题就是如何喂养野山羊、野绵羊或者其他哺乳动物的幼崽，它们每天都需要奶和大量食物。今天的我们

知道，无论采用蒙古的放牧模式还是亚马孙的饲喂方法，许多人类群体都会花费大量时间和精力来照料幼崽，甚至会采用由乳母饲喂人奶的方式。这也非常接近过去的群体们在驯化过程中曾多次尝试过的一项实验。它确实有效，但是经证明极其浪费营养和时间。除此之外，在自己的婴儿与作为饲养的动物幼崽之间建立竞争关系并不是最佳策略。这时，一点点想象力和创新为我们带来了今天所采用的解决方案。

在这一点上，大部分狩猎群体都已进行了一系列观察：第一，每种动物（物种）都有两种性别，其中一种可以生育（雌性）；第二，在大多数动物中，雌性负责幼兽的哺育及大部分照料工作。最初的实验是捕获雌性动物，通过某种方式对其进行圈养，并且等待它们生育抚养幼兽。这样人们就可以让动物自己为人群生产食物——这要比总去打猎强得多。人们很快就发现他们并没有完成整个等式。雌性动物可能一开始会生下一只幼兽，但是之后就不会再生育了。一定是少了点什么，导致雌性动物不会再次怀孕。可能又过了一段时间，或许并非所有人都将这些细节整合在一起，但是大部分人意识到了问题所在。在地球上捕获并饲养动物，从而在身边获得肉类的人类开始设法找出解决方案。或许雄性动物除了被吃掉之外还有些别的什么好处。完整的等式为“雌性+雄性+圈养+时间=后代”，这是一种生物计算学。一旦发现这个等式，人类就得到了两个重要的数据位，这是真正的科学洞察：第一，繁殖需要雄性和雌性（一个巴掌拍不响）；第二，后代具有同父母相似的特征。在格雷戈·孟德尔（Gregor Mendel）和查尔斯·达尔文对这一进程做出长篇累牍的阐述之前数千年，人们消除了最终的障碍，而选择性繁殖这种人类对于其他物种进行的遗传操纵行为正式开始。今天我们几乎可以在我们熟悉的所有动物中看到这一过程的实施，并且这也被用于繁殖之外的其他领域，即对其他动物进行实验和操纵，从而改变它们的身体和身体对人类用途的开端。我们从中获益良多，我们在其他动物身上投入了大量成本，带来巨大的影响，而这些动物从中获取的益处则越来越少。

一旦人类意识到自己可以控制其他生物体（植物或动物）的繁殖、外形和行为习惯，知识、想象力、创新和实验就融入了一个完备的体系之中，这个体系整合了数学、生物学和经验。人们假设利用这样一个体系可以弄明白一些事物，对这些事物进行操纵，并且按照自己的意图对其进行改造，这个体系作为人类的一大努力成果预示了应用科学的出现。从那以后，科学调查（对于世界如何运行的好奇）和技术发展（我们如何创造解决方案来让世界更好地为我们工作）之间的联系开始以前所未有的速度迅速攀升，从而带来了人类世，也就是人类的时代，并且在当前让我们自身乃至整个地球濒于重大的灾难边缘。

在过去的1万年中，我们的知识基础与技术发展不断加速。我们了解得越多，就拥有越多技术，我们的科学努力与成果也就会变得越发惊人。知识、好奇、想象力、创新、技术提高和我们在合作协调方面的巨大能力，同不断增长的人口密度、不断增加的人口需求、语言、经济和其他诸多因素结合在一起，让我们进入了近现代工程方面的科学大爆炸。乡镇、城市、国家、道路、供水系统、供电网、全球运输体系和互联网都诞生于我们祖先所采用的同一个基础进程，但是我们所处的竞技环境早已改变。我们不再耗费成百上千年的时间，甚至耗费数代人的心血来对我们的知识、实践乃至全世界进行实质性的改变，在过去的几千年中，科学革新与发明以全新的速度进行发展。今天，这一变化无比迅速，让我们之前200万年的发展史看上去同蜗牛爬行一样缓慢。1966年，我刚刚出生时，没有电话，也没有家用电脑，互联网几乎只是个梦想，美国国家航空航天局正准备把人送上月球，而第一架大型长途客机波音747还要3年时间方能迎来它的首航。那时候地球上大约有30亿人。今天，仅仅半个世纪以后，地球上生活了将近75亿人口。我的苹果手机要比美国国家航空航天局当年发射第一艘航空飞船时的计算能力更强大，我可以同全球任何地方的人进行视频聊天，而波音747已经过时。

科学调查向内在发展

源自我们操纵世界这一嗜好的全球化改变可能会决定我们作为一个物种能够存活多久，毕竟大部分物种最终都走向了灭亡，但是我们从事科学研究的能力还有另一个同样重要、有力的结果：我们拥有了与众不同的内省能力。我们是唯一一个具有科学好奇心的物种，我们将这种好奇心用于自身，带来了实践与存在两方面的挑战。除了不断探寻关于我们为什么会在这里的超自然解释外，我们最近还开始从科学的视角询问“我们是谁”和“我们正在这里做什么”。这就带来了一些很有趣又常常富有争议的结果。

人类已经对自己的身体进行了长时间的调查研究。许多人类群体中的早期哲学家解剖过人类和其他动物的尸体，并且注意到它们之间的异同。罗马医师、西藏医生和阿兹特克祭司都对人类身体及其功用发展出了扎实的理解，他们全都注意到了人类与其他动物之间的相似之处。

关于人类和猩猩的起源，加里曼丹（婆罗洲隶属印度尼西亚的部分）南部当地居民中流传着这样一个故事。传说有两兄弟生活在森林里，许多年后，其中一人厌倦了天天挂在树上的生活，决定过得多产些，他开始在森林中清理出一片区域，为他的家人建造了一幢房屋，并且开始种植水果，还开辟了一个花园。与此同时，另一个兄弟还是懒洋洋地挂在树上，吃着成熟的果子，取笑他那勤奋的兄弟如此卖命工作。这个勤奋的兄弟成了人类的祖先，而留在树上的懒惰的兄弟则成了猩猩的祖先。这个故事不仅仅是用来打发时光的，它反映了科学。为什么猩猩会是人类的兄弟？为什么不是蛇、猪或者熊？因为当人类居住在灵长类动物附近，特别是类人猿附近时，他们早期的科学能力才开始闪现——他们发现了相似之处。当与类人猿并肩而立时，毫无疑问，我们确实与它们很相似。

在没有其他灵长类动物的地区会出现这种模式。这些地区的人类会选择那些具有复杂群体构成或者有些特定行为的动物——狼、郊狼、逆戟鲸（虎鲸）、渡鸦等，因为这些特征会让他们想到人类。人类注意到他们自身与其他生命形式之间存在相似之处，并且利用这些观察结果来生成自己对于自然界关系的理解。这种深思的过程反映出了我们的科学好奇心，并且在过去数百年中迅猛发展，成了一种思考我们是谁、我们从哪里来，以及这一切意味着什么的全新方式。

在彻底改变了我们对于进化与生物学理解的《物种起源》出版12年后，达尔文在1871年出版了《人类的由来及性选择》（*The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*）一书。这本书要比前一本更令人震撼，它论述了人类同地球上的其他生命一样，都是从更早的物种形式进化而来的。达尔文并不是第一个提出这一理念的人，包括他的祖父伊拉斯谟·达尔文（Erasmus Darwin）在内的许多人也曾正式探究过这些观点，但均无功而返。达尔文是第一个对这个观点提出合乎逻辑、表达清晰的科学论述的人：这是对我们这一物种实质性进化的可试论点。他的论述列举了一系列假设，我们可以对其进行评估、确认或反驳。众所周知，人类在生物学上同哺乳类灵长目有关（甚至属于这一类别）。无数个群体都曾注意到这一点，而“生物分类学之父”林奈（Linnaeus）早在达尔文出版此书的一个多世纪之前就将这一点纳入了现代科学标准之中，但在当时，关于从非人类祖先经过漫长的岁月进化成人类的假说是极具革命意义，甚至令许多人心生恐惧的。这也是科学。我们要发现人类的远古形态，我们要在关系密切的灵长类动物之间发现形式与功能方面的一致性，而所有的人类肯定都彼此密切关联，并源自同一个谱系。所有这些假说都得到了验证，我们已经在本书的前几章中回顾了这些证据。达尔文是正确的。我们是进化而来的，而且我们还在不断进化着。

我们发现达尔文所提出的许多具体的人类进化模式程序并不准确，而且他关于不同人类群体的“进化”程度不同的论断是完全错误

的。不幸的是，19世纪和20世纪充满了曲解进化论的人，他们歪曲进化论，以推广种族主义和性别歧视的观点，在某些情况下导致了恐怖政策、压迫和暴行。[\[20\]](#)今天，在21世纪，还有一些人在做着同样的事情，[\[21\]](#)但是他们的数量正在逐渐减少，因为许多科学家与这种进化论科学的滥用和曲解进行了不懈的抗争。

达尔文开创了一个趋势，这个科学调查的分支至今兴盛不衰。数百年来的医学调查研究为人类创造了一整套强有力的技术来与疾病和身体损伤斗争。在过去的一个半世纪中，进化论、达尔文和其他许多学者的思想扩展与全面发展为医学带来了变革。我们可以将我们关于病毒、神经生物学、细菌、公共卫生等方面的研究融入我们对构成人类身体动态过程的综合理解之中。

最近的一些科学革新让我们可以充分发掘我们的过去，并且可以对我们根据进化过程的发现进行诠释。在本书的前10个章节中，这种探索让我们对人类拥有了深刻的见解。但是关于未来，我们还有许多许多问题……而回答这些问题不仅仅需要关注我们存在的可检验的与物质的方面。

科学需要想象力，但是人类的想象力不仅仅能够为我们带来科学。爱因斯坦告诉我们：“我们所能拥有的最美好的体验就是未知的神秘——这是孕育真正艺术与真正科学的基本情感。”[\[22\]](#)正是未知神秘的诱惑力和我们想要解释这些神秘现象的欲望推动了人类的存在。演员兼制片人比尔·奥布赖恩（Bill O’Brien）告诉我们：“艺术家和科学家从本质上来说并没有什么不同，他们都致力于通过想象的力量解决人类最大的神秘未知。”[\[23\]](#)人类在科学方面的能力同我们疑惑和想象的能力交相辉映。我们是一种充满创新性的物种，而我们的未来也依赖于此。

关于我们走向何方（或能走向何方）的最佳答案可以通过进化论科学的交流得出，但并不能仅仅源自科学。如果要解释清楚我们当前所处的世纪将为我们带来些什么，了解我们过去数百万年的进化固然重要，但这还远远不够。如果我们过去的历史能够告诉我们任何内容，那就是作为个体、群体、一个物种，我们需要拥有真正的想象力和创新力来获得最佳的发展。这并不是说我们不会遭遇甚至造成冲突和残酷，不会犯很多错误，而是我们的过去说明，恰恰是在最具有挑战性的情况下，共同工作与思考可以创造出最佳的解决方案。

[1] “Toothbrush Beats Out Car and Computer as the Invention Americans Can’t Live Without, According to Lemelson-MIT Survey,” MIT News, January 21, 2003, <http://news.mit.edu/2003/lemelson>.

[2] See the peer-reviewed Internet Encyclopedia of Philosophy for details on Thales and many other aspects of philosophical history and theory: O’Grady, P., “Thales of Miletus (c. 620 B.C.E. – c. 546 B.C.E.),” Internet Encyclopedia of Philosophy, accessed December 18, 2015, <http://www.iep.utm.edu/thales/>.

[3] Check out the European Space Agency’s gravity pages: “Science,” European Space Agency Earth Online, accessed July 20, 2016, <https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-operational-eo-missions/goce/science>.

[4] Kaplan, S., “Einstein Predicted Gravitational Waves 100 Years Ago. Here’s What It Took to Prove Him Right,” The Washington Post, February 12, 2016, <https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2016/02/12/einstein-predicted-gravitational-waves-100-years-ago-heres-what-it-took-to-prove-him-right/>.

[5] See “How Old Is the Universe?,” National Aeronautics and Space Administration (NASA), accessed December 18, 2015, http://map.gsfc.nasa.gov/universe_uni_age.html.

[6] “Science,” in Merriam-Webster’s Collegiate Dictionary Online, accessed July 20, 2016, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/science>.

[7] “Our Definition of Science,” The UK Science Council, accessed July 20, 2016, <http://www.sciencecouncil.org/definition>.

[8]Both the Asimov and Lévi-Strauss quotes come from a great compilation of definitions and thoughts about science put together by the author and blogger Maria Popova in her blog Brain Pickings: Popova, M., “What Is Science? From Feynman to Sagan to Asimov to Curie, an Omnibus of Definitions,” Brian Pickings, accessed July 20, 2016, <https://www.brainpickings.org/2012/04/06/what-is-science/>.

[9]Hunt, G.R., and Gray, R.D., “Diversification and cumulative evolution in New Caledonian crow tool manufacture,” *Proceedings of the Royal Society of London B* 270 (2003): 867 – 874.

[10]Boesch, C., et al., “Is nut cracking in wild chimpanzees a cultural behaviour?” *Journal of Human Evolution* 26 (1994): 325 – 338.

[11]Braun, David R., et al., “Oldowan behavior and raw material transport: perspectives from the Kanjera Formation,” *Journal of Archaeological Science* 35 (2008): 2329 – 2345.

[12]Morgan, T.J.H., et al., “Experimental evidence for the co-evolution of hominin tool-making teaching and language,” *Nature Communications* 6 (2015): 6029, DOI: 10.1038/ ncomms7029; Stout, D., “Stone toolmaking and the evolution of human culture and cognition,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366 (2011): 1050 – 1059; Sterelny, K., and Hiscock, P., “Symbols, signals, and the archaeological record,” *Biological Theory* 9 (2014): 1 – 3.

[13]Conard, N.J., et al., “Excavations at Schöningen and paradigm shifts in human evolution,” *Journal of Human Evolution* 89 (2015): 1 – 17.

[14]See “The Monkey and the Hunter,” American Physical Society: Physics Central, June 20, 2013, accessed July 20, 2016, <http://www.physicscentral.com/explore/action/monkey-hunter.cfm>; and Wolfe, J., “The Monkey and the Hunter,” Physclips, accessed July 20, 2016, http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/monkey_hunter.html, for examples and the math.

[15]其他动物能够理解该公式的基本原理（例如，弓箭鱼能以一定的角度吐水，将昆虫冲入池塘并捕获，详见 <http://www.wired.com/2013/11/archerfish-physics/>），但没有动物能将其应用于很多物体，并通过修整物体来进行投掷，从而最终得出该基本公式的全部应用条件。只有我们人类的祖先做到了这一点。

[16]See Ehryk, “How to calculate the velocity needed for a rocket to get to a L1 point (escape a body without orbiting)?” *Physics, Stack Overflow*, March 19, 2014, accessed July 20, 2016,

<http://physics.stackexchange.com/questions/104337/how-to-calculate-the-velocity-needed-for-a-rocket-to-get-to-a-ll-point-escape-a>; and Pettit, D., “The Tyranny of the Rocket Equation,” for NASA, May 1, 2012, accessed July 20, 2016, http://www.nasa.gov/mission_pages/station/expeditions/expedition30/tryanny.html.

[17]Wadley, L., Hodgskiss, T., and Grant, M., “Implications for complex cognition from the hafting of tools with compound adhesives in the Middle Stone Age, South Africa,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (2009): 9590 – 9594.

[18]Wynn, T., “Hafted spears and the archaeology of mind,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (2009): 9544 – 9545.

[19]Wadley, L., Hodgskiss, T., and Grant, M., “Implications for complex cognition from the hafting of tools with compound adhesives in the Middle Stone Age, South Africa,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (2009): 9590 – 9594.

[20]Sussman, R., *The Myth of Race* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2015); Marks, J., *Why I Am Not a Scientist* (Berkeley: University of California Press, 2009).

[21]Like Nicholas Wade’s repugnant book: *A Troublesome Inheritance: Genes, Race and Human History* (New York: Penguin, 2014).

[22]From Maria Popova in her blog *Brain Pickings*: Popova, M., “What Is Science? From Feynman to Sagan to Asimov to Curie, an Omnibus of Definitions,” *Brain Pickings*, accessed July 20, 2016, <https://www.brainpickings.org/2012/04/06/what-is-science/>.

[23]Senior Adviser for Program Innovation for the U.S. National Endowment for the Arts, O’Brien, B., “The Imagine Engine at the Intersection of Science and Art,” *Live Science*, January 3, 2014, accessed July 20, 2016, <http://www.livescience.com/42320-intersection-science-art.html>.

尾声

创新人生的节拍

正如我在序中提到过的那样，人类学家阿什利·蒙塔古告诉我们，人类的定位、我们在这个世界上的生活方式，是通过我们使用符号、抽象、想法的能力创造的——去大胆想，去梦想。“这些符号、想法都是从头脑中创造出来的……但是人类这种动物不仅仅会学习创造这些东西，还会把这些东西投射到外部世界中，从而将它们转换为现实。”[\[1\]](#)我们去梦想，并使梦想实现的能力就是让我们与众不同的地方。

半个多世纪以前，马丁·路德·金同我们分享了他的梦想[\[2\]](#)：

我梦想有一天我的4个儿女将生活在一个不是以肤色，而是以品格的优劣作为评判标准的国家里。

马丁·路德·金充满激情的梦想引发了广泛的共鸣，这不仅仅是因为它强有力地鞭笞了不公，呼吁公平，还因为它激发了我们共同拥有的想象、创造一个更美好的世界的能力。当马丁·路德·金谈到自己的“梦想”时，他实际上是在谈论我们去想象并创造改变的能力。在过去的200万年中，我们的祖先们为我们发展出了拥有梦想，用梦想去改变世界的能力。这种能力让我们成为创新的物种，还我们的生活变得错综复杂。

成为人类、作为人类是一件纷乱、漫长、艰难的事情。从一开始，我们的生活就是群居性的，我们依赖他人，充满困惑和好奇。我们人生的头一两年既不会走，也不会说话。要做好一个人则需要数十

年的时间（甚至更久）。我们群体的成员想什么、看什么、吃什么、感觉到什么、做什么、希望什么、梦想什么决定了我们是谁，以及我们如何进行每一项活动，但是在这个过程中，我们每个人都会添加自己的特点。我们不仅是一个与众不同的物种，我们这个物种中的每个个体也是与众不同的。我们具有这样的创新能力，发展了这么久的时间，这意味着我们每一个人都是与众不同的。这就在我们这个物种整体的一致性中创造了观点与能力的多样性，这种多样性会带来许多挑战，同时也会带来更多的机遇。

创新既是一种个体行为，又是一种群体行为。能够将这两方面有效融合在一起的能力就是人类成功的原因。鉴于我们每个人都寻求实现我们各自的潜力，我们必须意识到彼此合作的需求，无论大张旗鼓还是悄无声息、频繁合作还是偶尔配合、严肃冷静还是充满激情。我们的模式是在群体成员中开展广泛合作，无论年龄、性别，从生命的第一天起便是如此。这种模式包含革新、分享与传授、冲突与挑战、交流与复杂性，甚至失败。作为一个具有创新性的物种的一员，活着是一件不小的功绩，尤其在今天。

最后一章回顾了我们的进化史是如何作为一份指南，一系列建议、意见和工具来帮助我们接受自己充满创新性的生命的。人类生态构建的完整前提和人类一直表现卓越的进化过程使我们能够通过个体行为和群体行为来为我们的子孙后代改造周围的环境。人类的下一个世纪与下一个千年是我们进化遗产的继承者，就像我们继承了我们1000年前、1万年前、10万年前、100万年前，甚至200万年前祖先的进化遗产一样。

在过去的1万年（我们称之为全新世）中，改变的速度加快了，挑战也随之增多。定居、农耕和饲养动物、建立城市与国家，这一切为创新力创造了新的选择，并且使我们所面对的生态与社会挑战增加。但是今天我们正处于人类世（现在人类的行为是气候与地貌变化的一

种或者全部的主要改变力量），改变的速度与挑战的强度让全新世看上去如同慢镜头播放一般。我们对地球的影响到达了前所未有的高度，能不能避免让事情变糟取决于我们自己。

我们的祖先克服了无数个挑战。当我们面对不利形势时，我们会有宏大的梦想，并采取行动。如果我们能够成功，让21世纪成为一个充满有益创新的纪元，我们的后代在讲述我们的故事时就会强调我们的创新力与合作，而不是我们的错失与冲突。这正是我们期盼和梦想的那种遗产，也是我们必须努力实现的目标。

人类最初的舞步

一旦我们意识到自己想象解决方案的能力，认识到它的重要价值，并通过协作努力来实现这种能力，我们所面临的最大挑战就是应对不可避免的失败。

多样性、挑战 and 冲突都会帮助我们保持想象力。大部分人都假定冲突是坏事，处于自己的“舒适区”就很好。这并不完全正确。当然，我们并不希望有只巨大的剑齿虎冲过来袭击我们，我们也不希望自己没有工作、没有医保，或者同伴侣、家人、老板、同事争吵，诸如遇到剑齿虎或其他类似紧张危机的糟糕经历，一生一次就够了。但是同家人和朋友的小争议，在技术或金融方面遇到的麻烦，在工作和家庭中遇到的挑战，可以帮助我们自主思考。各种问题迫使我们用脑思考，进行合作，从而想出具有创新性的答案。穿越各种各样的风景，经历各种考验与不时的冲突，要比一直停留在不会对我们的感官与思想带来任何挑战的局面，更容易让我们产生创新性。过去200万年的人类发展史充满了挑战与冲突。

在久远的上古时代，我们还生活在小型觅食群体之中，团队的每个成员都与其他人拥有诸多相同之处，这种同质性促进了我们的理解、交流、合作，催生了我们的创新进程。随着人类开始扩展和发展，群体日益膨胀，出现了社团，人们的职责出现了分化，而他们所面临的社会与生态挑战也越发多样。在社团中存在经验、观念、视角等方面的差异，这成了创新之火的必要燃料。最终，超越单个群体的扩张、想法、过程和传统的混合与再创造帮助我们更加高效地创新。人类目前拥有的所有创新之选都植根于某种程度的多样性。如果我们丧失了思考与领会的多样性与差异，当挑战出现时，我们就没有什么可以依赖的了。

作家戴维·吉费尔斯（David Giffels）为我们讲述了一个例子，证明了多样性在21世纪所面临的挑战中的重要性。美国的超大型卖场和购物中心正在杀死我们的想象力。[\[3\]](#)他指出，地方性公司、小商店和容纳这些单位的多种建筑正在被超大卖场、完全一样的连锁饭店和统一的购物中心结构所替代。在过去的30—40年，这种现象导致了一种同质性，从而压抑了美国人的想象力。如果在你的成长过程中，无论身处何方，什么都是一模一样的，你的思想就会被这种相似性所影响。

这种强加给我们的同质性与个人选择每天早上吃同样的早餐，或者喜欢每晚进行同样的散步，穿同样的衣服，甚至每天都要喝同样的一杯咖啡不同。这些都是我们出于延续性或熟悉性，能让我们感觉舒适而做出的选择，甚至可以帮助我们进入一种更加具有创新性的空间。这种选择来自我们自身，属于我们自己充满创新性的生命，而不是被强加在我们身上的。在一个同质化的环境下，我们是不可能做出选择的。让我们回到吉费尔斯的例子，一个有着多种类型商店的环境，每个商店都出售不同的物品，让人们进入不同的地方，与不同的人进行互动，这让我们拥有不同类别的经历和素材来进行想象与创新。即使我们一次又一次地回到同一家商店，其他商店也会影响整个

环境，并且为我们充满创新的想象提供必要的精神食粮。美国零售业出现的同质化让我们的体验不再丰富多样。人们可以在美国的任何地区走入一家星巴克（在世界上其他许多地区也是如此），而它们看上去都一样：一样的颜色、一样的菜单、一样的制服、标准化的问候、顾客与服务生之间的交易也总是一样的模式，甚至连饮料都是一样的。尽管这可能是一种成功的商业模式，并且为消费者提供了某些好处（例如原来不能喝到意式浓缩咖啡的地区也可以为消费者提供这种服务），我们在得到这些便利的同时也失去了一些东西。我们的大脑发育很缓慢，里面有许多空间供我们去输入信息，体验人生。而多样性的匮乏，甚至是我们喝咖啡的体验，都可能会削弱我们的创新力。

所以，让我们热情拥抱多样性的存在吧，让我们接受多样性所带来的挑战吧。这就是我们的第一个简单指南。

接下来呢？失败也可以是创新进程的一部分。

游泳运动员黛安娜·尼亚德（Diana Nyad）尝试了5次才成功从古巴游到佛罗里达；[\[4\]](#)诺贝尔炸毁了自己的实验室（和他的弟弟），最终成功研发出了甘油炸药（并且持续为诺贝尔奖提供基金）。大部分科学家在大部分时间都在犯错，几乎所有的运动员射门、击球、投篮的尝试大部分都以失败而告终。随便找几个卓越的科学家、运动员或艺术家，问问他们经历的成功多还是失败多，每次的答案都会是失败多。他们会告诉你，每次无论他们多么压抑、沮丧，失败都会让他们吸取一个教训，从而让他们可以继续前进，即使是选择另一条道路前行。成为人类，尝试拥有创新性，意味着我们需要经常经历失败。

关于如何应对失败，我们的祖先告诉过我们许多东西。正是采用新方法来应对失败的能力让早期人属得以在数十万年前四处迁徙，最终走出非洲。想象一下我们的人类祖先以小群组的形式尝试过多少次才能做出一个有用的石器或木矛，要尝试多少次才能对能源搜集、更

好的石材来源或者躲避掠食者的方式进行交流——他们一定经历过无数次失败。我们的祖先用了足足100万年的时间来学习控制火、捕获大型猎物，而搞明白如何将自己的故事画到洞穴的墙壁上又耗费了他们50万年的漫长岁月。人类的历史建立在失败远多于成功的基础之上。

记者汉娜·布洛克（Hannah Bloch）写道：“如果没有失败的刺痛激励我们重新评价、重新思索，我们就不可能取得进步。”^[5]某项努力的失败可以向我们展示不足，逼迫我们重新思考或重新评估如何做事，并且学习如何更好地做这些事情。不幸的是，在今天的社会中，尝试和失败常常被看作缺陷，被认为代表一个人的失败。

任何科学实验最常见的结果就是失败。大部分成功的科学都源自推翻假说——通过展示什么是错误的，而不是什么是正确的。正是对失败细节的检查和实验方法的重新构建让研究人员离成功越来越近。想想电灯、抗生素、互联网等的发明，所有具有创新性的成功前身都充满了失败。

当然，并不是所有的失败都能一笑而过的。我们人类谱系上的大部分群体都已灭绝，几乎没有留下任何痕迹，我们却还在这里。所以，当我们失败时，我们必须记住我们可不是一般人，我们已经有差不多200万年的历史了。

所以，作为一个具有创新性的人类生命，我们需要做到以下两步：

- 热情拥抱多样性的存在。
- 把失败看作人生之旅的一部分。

没错，但是能更具体点吗

对人类的历史进行回顾，我们可以为自己充满创新性的人生带来关键的主题与具体的要点。尽管我并不是一个营养学家、性问题顾问、心理治疗师或者文艺评论家，但是我知道，我们总有办法能够通过创新性的行为来帮助我们自己和我们的社群解决有关食物、性、两性关系、暴力、信仰、艺术和科学方面的问题，并且带来具有进化意义的结果。

食物

造就我们的不仅仅是我们吃了什么，还有怎么吃、何时吃。人类在吃的领域是特别具有创新性的杂食性动物与社交型进食者。在我们探求常量元素、微量元素和水的平衡过程中，我们良好的身体构造可以让我们食用并消化多种植物和动物部分。我们吃什么和怎么吃在我们的进化之路上发挥了重要作用。随着我们的社会生活越发具备合作性，我们对蛋白质与富含营养成分的食物摄入量有所提升，从而让我们可以放慢脚步，延长生长模式，提高抚养后代的成功率，并且我们还一起学习，变得越来越有创造性。关于人类饮食，有些进化论方面的观点可以诠释今天我们的饮食情况。

首先，人类需要多种饮食才能获取正确、均衡的营养成分，保障自己的健康。对于年轻人来说，这一点尤为重要。从出生到停止生长（17—22岁）这段时间内，如果不能够摄入充足均衡的营养，我们的大脑生长和肌肉发育就会受阻，从而导致认知和其他行为方面的延迟，这还会对我们造成一系列健康方面的负面影响。这种对我们发育和潜能造成损伤的模式在许多贫穷城市区域的“食物沙漠”^[6]中最为显著。^[7]发育方面的失误可能会相互关联，而解决方案通常包含充足的优质食物。

有些人会故意避免摄入某些食物。素食主义者或纯素主义者的生活方式看上去好像很健康，但是我们的祖先寻求动物蛋白是有原因

的：动物蛋白含有最方便易得、含量密集的营养成分——特别是儿童时期大脑和肌肉发育所需要的营养种类。人类在过去的1万年中对我们食用的植物进行了逐步改造，提高了它们的营养潜能，所以今天有很多方式来获取非动物来源的蛋白质。世界上很多地区的成年人可以在不食用动物蛋白的情况下达到良好的营养平衡，但是这需要仔细计划。而对于孩子，就不能这么做了。如果没有任何动物蛋白，让儿童获取正常生长所需的所有恰当营养成分是非常艰难的。人类最初摄入的纯动物蛋白食物就是母乳，[\[8\]](#)这为我们获取成长必需的营养平衡奠定了基础。因此，尽管非动物制品饮食可以满足成年人的需求，但是儿童能够安全成为素食主义者，特别是纯素主义者的可能性要小得多得多。儿童不需要太多的肉或鱼，但是他们确实需要一些。

所谓的生食饮食法和原始人饮食法理念都不是均衡的膳食理念。我们的祖先用了100多万年的时间才掌握了火的使用和烹饪技术。烹饪让我们能够更好地从许多食物中吸取营养，并且让我们发展出菜肴，这也是人类历史的两大革新。许多食物生吃是不错的，但是在稍微烹饪后的营养价值会更高。[\[9\]](#)真正的原始人饮食法没有任何意义。我们祖先的这种饮食习惯（大量蛋白质、少量碳水化合物、没有谷物或加工食品）是因为他们并没有自己种植食物的选择；他们不能走进超市买一些有机甜菜、胡萝卜、甘薯、全麦面包和一些可持续化养殖的鲑鱼，也不能叫份宫保鸡丁的外卖。我们已经开发出了许多令人震撼的食物，它们健康、富含多种营养成分，并且美味可口。如果可以选择的话，我们的祖先应当更愿意像我们这样进食。在21世纪，让我们只食用2万年前人类能够获取的食物既不受人青睐，也不太可能。进化的事实是我们的身体和头脑都在随着我们摄入的食物发展，所以我们应当尽可能吃得健康，这一点很重要。但是我们还应当享受自己的创新能力。人类已经发展出了一些并不怎么有营养的选择，但是这些选择却具有惊人的创造力（例如巧克力熔岩蛋糕），而且适度摄入也足够

健康。人类100万年来在烹饪食物、改良菜肴方面做出的创新性努力应当得到尊重。

在我们考虑食物的时候，水分往往受不到充分的尊重。脱水会阻碍我们的认知技能，并且导致严重的健康问题。脱水导致的腹泻是5岁以下儿童的第二大死亡原因。[\[10\]](#)如何获取安全的饮用水是全球性的危机，而那些缺乏安全饮用水的人类遭受了恐惧的煎熬。即使在较为富裕、拥有充足安全饮用水资源的地区，苏打水等高热量饮料的摄入也会导致严重的水合作用问题。

在大部分地区，如果仔细想想，我们就能够基于自己所能获取的食物制订良好的饮食菜单。我们建议还是要在这个混合菜单中保留一定量的动物蛋白（特别是鱼），但是我们不需要太多动物蛋白。摄入一定量的纤维素和其他植物成分是很重要的，而食用含淀粉的块根和多汁的水果以摄入一定量的碳水化合物就构成了良好的膳食结构。正如记者迈克尔·波伦（Michael Pollan）提醒我们的那样，我们必须尽可能地寻求平衡，[\[11\]](#)避免深加工食品[\[12\]](#)，正如数万年来的人类那样，享受我们的进食时刻，并且在可能的情况下使其变得具有社会性。

遵守这些建议不仅对我们有益，而且对我们的微粒体也有益。我们的祖先从数十万年前开始进行高效狩猎，1万年前同动植物建立了驯养关系，自那时起，这些行为的改变也同时改变了我们的微粒体，使其得到了相应的扩张。我们的微粒体就是我们自身，我们就是自己的微粒体，我们是密不可分的。当我们摄入的饮食非常不均衡时，我们体内的微生物也会遭到抑制。我们会生病、乏力、出现消化问题。听从我们肠道（以及里面所有生物）的声音，并且做出相应的回应，这一行为深植于我们这一物种的内心。我们应当继承这一传统。

然而传统并不是我们唯一的指南。目前地球上有约70亿人口，而我们吃得太多了。这就导致了一个问题：我们当前的食物模式不具有可持续性。在过去的1万年中，我们已经提升了食物生产的强度与密度。今天，我们已经在海洋的多个区域过度捕捞，导致数百个物种的大量灭绝。[\[13\]](#)我们已经发展出大规模工厂化农场体系，因此许多人食用的牛肉、鸡肉、猪肉营养含量下降，出现潜在的不安全性。大规模肉类生产的模式也导致了一个令动物（以及许多人类工人）遭受苦楚的体系，这种体系让人心生厌恶，更别提其中道德感的缺失了。在发达国家，人们摄入的肉类远超身体所需，而政府调控意味着肉类的成本要低于它本身的价值。要确保人类以及我们所倚赖的其他所有物种能够持续良好发展，建立一个更好的系统化、生态化、创新化生产途径是至关重要的。

人类历史上的第一幅壁画不是关于人类自己的，而是关于他们所吃的动物。我们的祖先发现了他们所倚赖的动物具有的重要性与意义。我们可以从他们身上吸取经验，并且在如何管理我们食用的生物这个问题上更具创新性和人道主义。

食物不仅仅是我们生长、健康、发展的必需品，它还是我们对于自身和所处社群的认知核心。一起烹饪和吃饭、分享食物是我们成功进化的关键要素。食物的管理和食用可是需要用心的地方。下面是一些关于我们这些充满创新性的生命的饮食重点：

- 明智的食物搜索。在价格、易得性、营养、味道和享受感之间寻找平衡。

- 吃新鲜的。避免成分表很长的包装食品。你的微粒体会感谢你的。

- 在群体中进食。就像我们的祖先那样，让整个群体都参与到食物的采集、准备、享用中来，把这件事当成一件重要的事情来办。

•在我们当地社区、国家，以及全球范围内你力所能及的地方创造获取食物和水的公平途径。以食物为中心的小型创新活动还有很长的路要走。

性

性和两性关系很少（或者从未）是一件简单的事情。人类的成长意味着在一个充满不同性别期望、身体类型、繁殖选择、家庭结构和性取向的世界中成长。生理特征很重要，但这并非故事的终结。人类的性别和性行为并不是静止不动的。在生理上作为男性或女性会对一个人如何体验这个世界造成差异。怀孕、哺乳、生育、绝经的模式与体型和上肢力量之间的差异导致了一系列进程，使女人和男人的生活变得不一样，但是这种差异并不如许多人认为的那么极端。在过去的200万年中，人类成功地扩张到这颗星球的各个角落，在此过程中可能是男人和女人共同制作了石器，参与到能源的搜集和狩猎之中，照料婴儿，搜集食物，进行各种革新和创新。在生理上，男女之间确实存在一些固有差异，但是在日常工作中，还存在着相当大的重叠部分。大部分人每天做的大部分事情都不会受到体型和上肢力量极限的影响，也不会受到怀孕的影响。如何体验、影响、提高或减少性别差异，取决于一个人所处的社会和社区，以及一个人所做出的决定。

社会性别与生理性别不是一回事，但是它们在我们的脑海中往往关系密切，所以我们常常无法承认这种差异。大部分人都推断我们今天所经历的社会性别差异，同生理性别差异一样，是一种古老的存在，但事实并非如此，至少在进化中不是这样。

人类的社会性别起源于数十万年前。在更为久远的过去，这种差异并没有那么极端、明显，至少根据我们祖先所留下的骨骼和用品来看是这样的。我们今天所看到的具体性别职能证据出现在6000—5000年前，甚至仅仅出现在过去数百年前，这种判定取决于我们所研究的

方面。现代的性别发展模式并不意味着远古时期不存在社会性别，只是那时的社会性别不像今天那样明显，也不与今天的全然相同。社会性别不是一成不变的。

随着社区与社会的发展，社会性别也日益复杂化。毕竟社会性别是人类创新性的产物。无论一个人对于过去和现在的社会性别有什么感觉，我们都不会再走回头路了。社会性别的差异是存在的，而且是实质性的问题。但我们需要记住的是这些差异的模式并非一成不变。

比方说，和普遍的看法不同，大部分性别差异同男性和女性之间的具体生理差异（长期以来这并没有发生太大变化）没有太大联系。例如，今天的美国在经济和政治现实方面存在性别不平等现象。男性的平均收入要比从事相同工作的女性高。女性在人口总数中占据了略高于50%的部分，然而在美国参议院这个关键的国家统治主体中只占20%。通过观察人类的生理特征、我们的化石与考古学记录和人类今天的行为，我们可以发现这些模式都不是基于某些进化的能力或我们生理上的可测量方面形成的。并没有证据显示当具有相同资质的男性和女性从事同一份工作存在能力方面的差异，也没有证据显示男性的管理更加高效。

当代对于跨越文化和整个人类物种的概览为我们揭示了性欲与行为模式方面的许多变种。不幸的是，化石和早期考古学记录并不能给我们带来这方面的指导，性行为无法以化石的形式流传下来。在较晚一些的时期，特别是当陶器上出现象征艺术之后，5000—3000年前大量制作的小塑像、雕像、雕刻、绘画和建筑艺术为我们提供了某些证据。这一时期的性行为存在无数种描绘，涵盖全面，具有图像性特征。如果在美国公众面前展出，较晚的考古学记录中有许多物品都可以被归类为淫秽制品。但是这一切告诉我们的是我们已经了解的内容：有些人类存在大量性行为。

有证据显示我们的祖先绝对不拘泥于礼仪，他们可能拥有我们今天所看到的性行为与性吸引的多种模式的其中一些版本。性行为和性偏好的范畴可能会受到社区内和社区间两性关系的约束。据我们所知，那些通过强制性行为的方式伤害别人的家伙日子可能不怎么好过。今天，人类的性行为受到了历史、法律、传统、经济、媒体、文学和戏剧影响、社交网络，以及个体经历的制约和促进。今天，我们如何进行性行为，为什么进行性行为，以及在哪里发生性行为也会受到许多方面的影响，如物质条件（汽车、避孕用品、性玩具、润滑剂等）、接触某种具体实践行为、对社会规范的反叛或遵循、理想和期望、恋物癖等。

当代人类性行为的情势可能会让我们的祖先大吃一惊，也可能不会。或许除了我们能在化石记录中看到的内容之外，还有着其他许多东西，但是我们永远都不会知道了。要弄明白这种错综复杂的情况，最好的建议就是尽可能地对自己诚恳一些，并且向其他效仿者开放。让我们回到人类两步走的第一条原则：欢迎多样性。处理与性行为相关的问题很难，但是听从我们祖先的含蓄建议或许会有所帮助：不要一个人做这件事情。同伴和社区讨论关于性关系的问题，让它们成为社会结构的一部分，可以帮助所有人更容易地弄明白人类性行为的复杂性。

生理性别、社会性别、性行为常常和婚姻与子女抚养联系在一起。在这里，有两个源自我们进化史的关键点：第一，婚姻和性爱关系并不是同一件事情；第二，子女抚养并不是一件独自进行（或仅仅是女性职责）的活动。

弗兰克·西纳特拉（Frank Sinatra）曾经唱过，爱情和婚姻就像马儿和马车，捆绑在一起无法分离，我们曾满怀激情地聆听。许多人依然把婚姻视为人类的自然目标，并且认为被称为“爱情”的东西是婚姻的必要组成部分。然而，考古和历史证据在这一个问题上的答案

相当明确：婚姻是较晚期的人类创造，而非源自我们的远古时代。

[\[14\]](#) 尽管追求婚姻和明确浪漫关系的目标是较晚期的事情，我们想要构建紧密的配偶关系的驱动力则是根深蒂固的。

我们在第八章中阐述了这种生理现象。从生理感官的角度来说，存在两种配偶关系：社会配偶关系和性配偶关系。这两种关系都是作为人类进化核心模式出现的复杂社会网络的组成部分，这是我们早期创新性与合作性冒险的一部分。配偶关系可能会涉及性关系和被我们今天称为浪漫情感的东西。人类还存在跨越性别与年龄范畴的广泛社会配偶关系，可能要比其他任何物种更多。我们可以同我们的亲属与密友建立社会配偶关系。他们可以同同性个体或异性个体、同龄个体或非同龄个体建立这种关系。人类还存在异性和同性的性配偶关系。我们倾向于期望配偶关系同婚姻或其他某种受到文化认可的关系联系在一起，然而，我们远远不清楚是否所有（甚至大部分）已婚夫妇在性方面和/或社会方面具有配偶关系。

重要的是，我们的性配偶关系与我们的性行为类似，并不限于繁殖目的。在许多社会中，社会和政治历史创建了这样的环境，只认可异性的配偶关系，不认可同性的配偶关系。然而，在21世纪初，这种倾向发生了迅速的变化，许多社会改变了它们对于性行为与婚姻的看法，这就是社会创新性在运转。

繁殖是性行为的可能结果，这一点是不言而喻的。看看我们的过去，我们可以很清楚地证明人类婴儿耗费极大，需要大量的照料工作。我们所拥有的一切证据表明，人类是共同抚育后代的，在我们历史的大部分时期，无论男女老少都会参与儿童的抚养，但是在当代世界的大部分时间里，这种成功的模式瓦解了。

随着有关婚姻的想法出现，大部分发达国家都创建了一种青睐单一核心家庭（一个父亲、一个母亲和他们的孩子）的居住模式，居住

在相对孤立的环境中。这种新的发明让抚养后代变得更为艰难。将这种居住模式与当代关于性别的想法结合在一起，照料婴儿在很大程度上成了与女性有关的任务，并且在很多情况下仅仅是母亲自己的任务。这种居住模式和有关照料的假设结合在一起，带来了很大的问题，这是因为：第一，人类的进化让婴儿的需求变得非常高，而单一的照料者（甚至两名照料者）在养育一个孩子时都会有巨大的压力。第二，用如此极端的方式来将照料责任进行性别区分可能会限制女性在行为与社会两方面的选择，增加性别不平等，并且限制了婴儿接触多种个体与经历的机会，从而减少了对发育中大脑和思想的刺激，并且可能会抑制婴儿的想象力。

日托、启智计划、社会化托儿所，甚至大量的社交公共空间都可以缓解这些挑战。我们应当从人类进化进程中得到启发，竭尽所能来创造让孩子接触社会与多样性的机会，从而开发儿童的思想，并且为那些担任繁衍任务的女性提供支持，保证公平。

人类在进行性行为、对自己进行性别划分、建立配偶关系，以及子女抚养方面，明显比较复杂、杂乱、尽力钻研。这些模式是我们成为地球上最能干、最复杂、最有趣物种的一部分原因。

下面是一些关于性和性别的重点：

- 我们可以认识到男性和女性之间的生理差异，但是女性和男性之间的差异并不像很多人认为的那样巨大。这是一个伟大的开端。

- 性别内涵丰富，而不是一种非此即彼的人类特征。无论谁面临性别的什么情况，都可安然面对，这才是人类的正常处理方式。

- 人类在性行为方面具有广泛的多样性，只要个人的性行为方式不涉及伤害或胁迫，它就是正常人类体验的一部分。无论一个人寻求怎样的性行为体验，他很可能都不是唯一这样做的人。

•人类可以在一生中发展出配偶关系（甚至多重配偶关系），但是这些配偶关系同婚姻不同。婚姻是最近出现的创新性发展。将发展强有力的社会联系放在首位，可以让其他社会目标（婚姻、家庭、伴侣，或所寻求的任何东西）更容易实现。

•抚养子女是一件很艰难的事情，最好不要独自承担。如果你将有孩子却独身，请寻求家人和朋友的帮助。人类200万年来都是这么做的。

暴力

每当我们观看新闻报道、阅读最新报道或转向任何媒体来源时，头条故事几乎总是与恐怖事件相关。如果在《纽约时报》上看到一个名为“4人今日在纽约市遇害”的标题，没有人会惊讶，但是那些更平常的事情，也是这一天更重要的新闻故事是一则我们永远不会看到的新闻标题：“7999996人今日在纽约市好好活着”。对于一个以向我们售卖信息为基础的媒体，我们肯定不会让其推广人类正常情况的内容。

我们的祖先并不是手拉着手在雏菊丛中奔跑了200万年。他们有冲突，他们战斗，有时候他们会杀死彼此，但是在大部分时间里，他们一起工作、革新、做东西、创造社会并合作解决世界扔给他们的的问题。冲突可以让我们做得更好。当我们意识到自己并非注定要使用暴力，也不受到必须使用暴力的限制时，马丁·路德·金、纳尔逊·曼德拉、里戈韦塔·门楚、圣雄甘地、马拉拉·优素福扎伊、凯萨·查维斯、昂山素季、鲍勃·马利、贝蒂·威廉斯、阿兰达蒂·洛伊等人就开始致力于开发人类在悲悯与共享、想象与希望等方面的力量，并且联合了广泛的人群在面对暴力与残忍时创建和平的繁荣。这一进程每天也都在以润物细无声的方式进行着。

协同、合作、协调不仅仅是用来反对或治疗暴力与残忍的方式，事实上，它们为最令人毛骨悚然的事件提供了基础：德国大屠杀，卢旺达、刚果、柬埔寨发生的大规模暴行，以及全球范围内的战争。如果犯下这些罪行的人们没有集中的协同与协调，这一切也不会发生。在战争中，最暴力的军队不一定会取得胜利，往往是最具有合作性、协调性、关心战友的军队会胜利。这应当给我们希望，找到代替暴力的选择。

下面是一些关于暴力的重点：

- 没有人仅仅是骨子里就暴力。任何宣称我们进化史的这些方面让他/她成为强奸犯或谋杀犯的人都是在撒谎。

- 冲突不一定是件坏事，它经常对我们有好处。冲突和竞争并不是暴力、侵略或残忍的同义词。

- 要小心满口胡言的媒体。它们正试图用恐怖和恐惧来向我们兜售一些东西。在大多数时间，人类的相处都极具创新性。

- 暴力是人类的一种选择，但并非义务或必需。会有残忍的事情发生，但是悲悯发生的频率更高。我们所面临的挑战就是明确如何在我们的日常生活中应用这些事实。

- 不平等与暴力有关，并且依然存在，但这并不是一成不变的。我们能够也应当在如何作为个体、社区乃至物种对不公平现象进行改善与管理方面具有创新性。

信仰

人类的想象力为我们的世界带来了难以置信的复杂性。但是，在当今世界，还没有什么东西比信仰更深植于我们想象与希望的能力。有些类型的信仰，通常是具体的信念体系，是几乎每个人生命的一部

分。信仰某种宗教信条、实践教义是地球上的普遍行为，但是宗教的意义并不与许多人认为的意义相同。并非每个人都有宗教信仰。宗教在人类记录中的出现时间并不算早。作为一个物种，我们的大多数历史中并没有任何特别的正式信仰体系，也没有制度化的宗教结构。

尽管如此，可能所有的人类社区都拥有自己近乎承认超自然的实践与方式。这就让人类陷入了一个窘境：我们应当如何解释这些意义？事情为什么会发生？这个世界是否存在有形体验之外的东西？我们如何才能在头脑中进行思考与对话？我们是否都拥有一个思想或灵魂？

我们的祖先在过去的数十万年中对这些问题进行了严肃的调查，所得出的答案改变了我们认识世界的方式，从而改变了我们的生活。从食物的搜寻者到种植者，从游牧到定居，从石器到铁器，从猎人到牧场主，从村庄到城市，这一切都改变了人类对意义的思考与体验。

如果我们仔细审视全球大部分宗教的核心教义与基本程序，就会发现许多内容都是相互重叠，甚至一致的。令人惊异的是，这并不能阻止它们彼此之间经常发生冲突，有时候这些冲突还会很暴力。关于为什么这么多宗教基本教义存在重叠，我们可以用下面的理由来解释：它们是同一种人类能力的一部分。我们还可以用一种理由来解释为什么全球不同宗教之间存在大量争论和分歧：它们是机构。它们的权力与拥护者的数量和地位部分相关，而它们会为了争取拥护者而进行竞争。教徒相信教义真谛，与思考宗教的意义，是不同的。

对于我们远古时期的研究没有找到多少有关今天宗教的信息，但是这些研究告诉我们人类思考意义的能力以及这些能力可能会如何与宗教和惯例联系在一起。在不远的过去，我们对于宗教本身有了更深刻的见解。将这两者结合在一起，思考我们在这本书中已经涵盖的内容可以让我们了解一些重点，从而增强我们在关于宗教问题方面的创新思维。

- 没有宗教信仰的人不应当因为别人拥有某种信仰而对他们产生非议。我们应当认识并尊重这一点，地球上大部分人拥有某种宗教信仰。我们同样都拥有创造并参与意义的能力，仅仅是采取不同的方式而已。

- 拥有宗教信仰的人不应认为世界上只有一种做好人、理解世界的方式，而且不应认为这种方式只属于某一特定的宗教传统。有大量数据显示这种观点是错误的。

- 我们应当小心有人利用宗教机构或某些宗教断言来破坏或降低人类的创新性与潜能。否认我们作为一个创新性物种的能力和倾向（例如复杂的性行为、社区、科学、艺术）具有根本上的破坏性。宗教原教旨主义尤其可能导致压迫和滥用，应当遭到反对。

- 没有某个宗教性或其他性质的人类传统或机构拥有所有的答案，或者拥有正确的答案。要成为人类，我们有无数种途径。即使你坚守自己的信仰，也要包容其他异见。

艺术

人类艺术不仅仅是一件作品、一项活动或者一个结果。艺术是我们在同世界相互影响的过程中与世界进行互动、再想象，并解释的途径。这让我们可以讲述故事，体验意义。前面提到的所有类别（食物、性、暴力和信仰）都会艺术中找到某些最强有力的体现：色彩、形状以及不同菜肴的呈现方式，对于性的直白或隐晦图像表达和对于性行为的实时戏剧，从描述战场英勇拼杀的故事到恐怖电影对于暴力的描写和唤醒，宗教图像、仪式和音乐的力量。所有这些都是对我们作为人的定义的常规诠释。

虽然看上去我们经常会努力奋斗，让艺术保留在我们的生命中，但并不一定。从我们的祖先开始在蚌壳（约30万年前）、赭石、鸵鸟

蛋上涂鸦时起，我们就拥有了去创造图像和意义的欲望并难以自拔。所有人类在孩童时期都曾经让自己沉浸在艺术尝试中，不幸的是，后来许多人会停止这样做。

这是为什么呢？许多社会把艺术与游手好闲联系在一起。艺术被看作对于社会需求无益的行为，这是一种愚昧的观点。讲故事、描述感觉、用歌唱和舞蹈来表达某种感受对我们来说同制作石器、生火、避免被吃掉、弄明白如何种庄稼一样重要。这些过程一直相互影响、相互纠缠，甚至同今天写电脑代码、构建法律论据或者设计高能物理实验表现出同样的能力。艺术可以帮助人们精准地进行任何工作，因为它开发了我们的想象力，让我们的创新力能以其他动物望尘莫及的方式蓬勃发展。艺术让我们在这个世界上占据了高人一等的位置，为我们开启了新的视野与远景和新的可能性，而我们却嘲笑艺术家游手好闲。

下面是一些重点内容：

- 每个人在孩童时期都是艺术家。为什么要阻止？我们要培养孩子的艺术天赋，但是还要继续培养成人的艺术感。我们应当不时做一些与艺术有关的事情，并且同朋友、家人协作完成。

- 不要将你认为是艺术的东西划分成“高雅”或“低俗”的类别。芭蕾和街舞、涂鸦和油画、打油诗和十四行诗、随手涂画和大理石雕像，你不一定非要喜欢它们，但是它们全都是艺术。它们蕴含着人性。

- 除了画家、雕像家、音乐家、作家、演员，还应当尊重你的管道工、机修工、司机。我们有些祖先会制作出具有特殊美学价值的石器，有些祖先会在剔下大象肉的时候采用特别花哨的模式，有些祖先会在将食物呈现给群体之前创造出新的食物组合方式，他们都在自己的技能中融入了艺术感。日常生活技能也可以充满艺术感。

•自己悄悄做一些具有艺术感的事情可以培养我们的创新性和想象力的发展，我们又可以将这些能力用于公开的日常生活社会中。

科学

科学是本书的一个合适的结尾。毕竟，科学是启发本书创作的灵感。

最广泛意义上的科学具有悠久的历史，这是一种在早期人属的发展史中就已经出现过的进程。一直以来，我们将好奇心和想象力、革新和创新力、决心和复杂的教授、学习、分享结合在一起。当前的科学探索对人类的进化以及其他物理过程进行了调查，包括视觉、思想、恒星构成和宇宙本身的起源，现在的科学调查达到了一个新的水平。

询问我们是谁、我们来自哪里、我们去向何方这几个问题并非新鲜事，但将科学方法应用于这些问题上是新做法。在人类历史的大部分时间中，这些问题都是用神话故事、社会传统和早期宗教信仰来回答的。在过去的1万—2万年，这些答案可能随着某些社会身份、财产观念、正式的宗族、部落、语言群体、贸易网络和其他大型社区群落的发展而进一步固化。大规模制度化宗教的出现增强了这个混合体，并且创立了教义来解答这些问题。最初的写作出现后，出现了哲学的建构，在哲学领域，人类对这些问题给予了专门的关注。在过去的3000—4000年中，哲学探究、宗教教义、传统故事主导了对于我们是谁、我们来自哪里，以及我们为什么要这样做的人性探究的回答。但是在过去的400多年时间里，特别在过去的200年中，科学方法出现了。

将某种既能证伪又基于资料数据的探究应用于我们自身和周边世界上，这一能力让我们可以用一种更具有创新性的独特方式诠释事物。生物学和物理学让我们对世界有了全新的认知，但无论所产生的

数据与分析质量和真实性如何，对这些结果进行诠释的还是人类本身。这也就意味着创新性和想象力加上大量社会调节的解释能够让科学结果变得更加复杂，引发疑问和新的假设，并对新的假设进行检验。人类永远无法达到完全的客观。无论科学家还是其他人，任何不承认这一点的人都受到了欺骗。所以，我们所听说的任何科学都会获得大量创新性发展。区别在于，在科学中，无论科学家怎么说，我们都应当能够查看他们所使用的数据并得出自己的判断。本书中所列出的一切都源自某些科学研究，对大量可获取的数据进行诠释，或者对某些不同的研究手段进行对比、评价、推断。我们对科学进行思考和理解的诀窍在于科学要比大部分人想象的更容易理解。如果科学的根源深植于我们的过去，那么今天每个人都会拥有某种程度的对科学调查理解和实践的基本能力。

人类不需要被动接受被告知的东西。比方说，我们接受在狩猎、男人、战争之间存在某种联系，并将此视作常识。这只是听起来正确而已。在本书中我列出了一系列论据，说明了为什么这种联系不仅不存在，还误导并阻挠了许多更加有趣的关系。如果你不同意的话，就做些科学研究吧。你可以查阅本书注释，查看我所引用支持这些观点的出版物。你可以读读这些出版物，也让你的朋友读一下，看看你是否同意。在图书馆里或者在网上做点研究，问问别人，看看科学调查能将你带向何方。我们还可以保留各自的观点。

现在很多高品质在线课程和网站都包含大量信息。[\[15\]](#)当然，你现在正在阅读本书，所以你可以知道有些用更加深奥或浅显的语言诠释进化论科学的书。阅读是人类最伟大、最与众不同的技能之一。正如伊萨克·阿西莫夫所言，科学“是一个对你关于宇宙的想法进行检验，并且证明想法与检验结果是否相符的体系”。科学在你的能力之内。

下面是一些关于科学的重点：

- 大部分科学都不是那么深奥的事情。人类的理解能力要比我们自己认为的更强大。我们将好奇心、认知能力、协作式教学和创新性融合在一起，这种独特的结合让我们能够以特别有效而充满想象力的方法来思考、消化信息。利用这种天赋可以为我们所有人带来益处。

- 进化论方法和所有物理、生物、社会科学在理解健康、环境问题、种族与种族主义、衰老、性别和性、暴力，以及许多人类日常面对的核心问题方面至关重要。基础科学与算数、阅读、写作、历史一样重要。我们应当将它教授给孩子。

- 科学被看成内置的理科学士探测器。如果没有任何办法评价科学家在说什么，那就保持警惕。不要让科学家们摆脱责任，要求他们用易懂的信息对研究结果做出更清晰明确的诠释。要注意方法论和实施方法论的人之间的界限。

- 过有科学意义的生活。科学致力于尝试找出世界如何运行的答案，探求实质性解释的答案。我们应当每天都这样做……享受你的科学人生吧！

前进吧，创新者

成为人类本身就是一个具有创新性的过程。然而在今天，我们都有自己的义务，现代世界的复杂多样将我们引领向100万个方向，这种创新性的行为看上去偏离我们日常生活轨道甚远，我们需要花费时间和精力才能接受，而我们的时间、能量和努力都是有限的。但是即使比过去艰难很多，我们和我们的家人、朋友、社区，乃至物种对创新性的需求远远高于以往。

我们的祖先通过具有创新性和合作性的个人和集体生活为我们奠定了基础，我们不能浪费了这些遗产。200万年前，我们的祖先身形矮

小，赤身裸体，没有尖牙、长角和利爪的保护，他们用几根木棍和石头克服了几乎不可能克服的困难。这一切都是因为他们拥有彼此和创新的火花，我们也拥有。

创新的星星之火正蓬勃发展，将光明撒遍全球。我们发展出了更好的工具和衣服、更长和更健康的寿命、飞机、极富美感的思想、进行星际航行的航天器，以及更多的孩子，但是我们所面临的挑战也成比例增长，并且没有减慢的迹象。

让我们正面应对这些挑战，争取再度过200万年的创新岁月。

[1] Montagu, A., *The Human Revolution* (New York: John Wiley & Sons, 1965): 2 - 3.

[2] King, Martin Luther, Jr., “I Have a Dream” (speech, March on Washington for Jobs and Freedom, Washington, DC, August 28, 1963).

[3] David Giffels, *The Hard Way on Purpose: Essays and Dispatches from the Rust Belt* (New York: Scribner, 2014).

[4] Myre, G., “On Fifth Try, Diana Nyad Completes Cuba-Florida Swim,” NPR.org, September 2, 2013, <http://www.npr.org/sections/thetwo-way/2013/09/02/218207861/diana-nyad-in-homestretch-of-cuba-florida-swim>.

[5] Bloch, H., “Failure Is an Option,” *National Geographic*, September 2013, <http://ngm.nationalgeographic.com/2013/09/famous-failures/bloch-text>.

[6] 美国农业部将食物沙漠定义为“缺乏新鲜水果、蔬菜和其他健康食品的地区，通常为贫困地区。这主要是由于缺乏杂货店，市场和健康的食品供给”。(“USDA Defines Food Deserts,” *Nutrition Digest*, American Nutrition Association, 38 (1), accessed July 20, 2016, <http://americannutritionassociation.org/newsletter/usda-defines-food-deserts>.)

[7] Noble, Kimberly G., et al., “Family income, parental education and brain structure in children and adolescents,” *Nature Neuroscience* 18 (2015), <http://www.nature.com/doi/10.1038/nn.3983>.

[8] Ballard, O., and Morrow, A.L., “Human milk composition: nutrients and bioactive factors,” *Pediatric Clinics of North America* 60 (2013): 49 - 74, DOI: 10.1016/j.pcl.2012.10.002.

[9]Wanjek, C., “Reality Check: 5 Risks of a Raw Vegan Diet,” Scientific American, January 16, 2013, <http://www.scientificamerican.com/article/reality-check-5-risks-of/>.

[10] “Diarrhoeal Disease,” Fact Sheet n. 330, World Health Organization, April 2013, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs330/en/>.

[11]DeNoon, Daniel J., “7 Rules for Eating,” WebMD, March 23, 2009, <http://www.webmd.com/food-recipes/20090323/7-rules-for-eating>.

[12]如果食品中有5—7种成分，可能是人为加工的；如果食品中有2种以上的成分是人造化学品，那它就是深加工食品。

[13]See this overview from the World Wildlife Fund: “Overfishing,” World Wildlife Fund, accessed July 20, 2016, <http://www.worldwildlife.org/threats/overfishing>.

[14]详见第八章。

[15]The BioAnthropology News Facebook group page is a terrific place to start (<https://www.facebook.com/groups/BioAnthNews/>).

致谢

我要向我的妻子，黛维·斯奈维利（Devi Snively）致以最诚挚的感谢。如果没有她的支持、反馈、评论、编辑、质疑、见解和陪伴，就不会有本书和我的事业。我还要向我的父母、兄弟姐妹、亲朋好友致以一生的诚挚谢意，是他们一次又一次地向我们说明了社区与关怀的意义，他们也向我证明了教学的价值。我还想感谢我的犬科家人，它们从我的童年时光起就向我展示了其他物种的重要性。

过去10年中，同事、学生和朋友们在与我的来往中询问了许多极具见解的问题，这些挑战让我可以更加有效地思考和解释，本书内容也尤其受到了这些互动的影响。参与这一过程的人不胜枚举，我无法一一列出姓名。在这里我要列出一些直接影响到我的某些思考、研究或写作方面的简要名单，他们与对本书写作尤为相关。我确信自己肯定会由于疏漏一些人，并为此表示诚挚的歉意。我还确信本书肯定存在谬误之处，我对所有不当之处全权负责。

我要感谢（排名不分先后）：Jim McKenna、Joanne Mack、Marc Kissel、Celia Deane-Drummond、Susan Blum、Christopher Ball、Lee Gettler、Greg Downey、Daniel Lende、Katherine C. MacKinnon、Christina Campbell、Rebecca Stumpf、Julienne Rutherford、Michelle Bezanson、Libby Cowgill、Jon Marks、Sue Sheridan、Maurizio Albahari、John Hawkes、Milford Wolpoff、Rachel Caspari、Karen Rosenberger、Karen Strier、Robert Sussman、Paul Garber、Tim Ingold、Adam van Arsdale、Matthew Piscatelli、John Terrel、Mark Golitko、Harry Greene、Rahul Oka、Vania Smith-Oka、Ian Kuijt、Meredith Chesson、Deborah

Rotman、Natalie Porter、Catherine Bolton、Carolyn Nordstrom、Alex Chavez、Patrick Gaffney、Donna Glowacki、Hope Hollocher、Mark Hauser、Douglas Fry、Eben Kirksey、Carolyn Rouse、Susan Anton、Leslie Aiello、Laurie Obbink、Polly Wiessner、James Calcagno、Ian Tattersall、Philip Sloan、Thomas Tweed、Richard Sosis、Aku Visala、Erin Riley、Lisa Jones-Engel、Michael Gumert、Michael Alan Park、Jan Beatty、Oliver Davies、Kevin Laland、Jeremy Kendall、Cordelia Fine、Peter Richerson、Mary Shenk、Luis Vivanco、Robert Welsh、Walter Rushton、Barbara Harvey、Eugene Halton、Cliff Shoults、Ken Dusek、Rita Haake、Walt Haake、Sarah Coakley、James Loudon、Michaela Howels、Nicholas Malone、Anne Kwiatt、Amy Klegarth、Kelly Lane、Jeffrey Peterson、Amanda Cortez、Rieti Gengo、Angela Lederach、Julia Feder、Adam Willow、Becky ArtinianKaiser、Marcus Baynes-Rock、Felipe Fernandez-Armesto、Wentzel van Huyssteen、Patrick Bateson、Kim Sterelny、Dietrich Stout、JanOlav Henrickson、Markus Muehling、Eugene Rogers、William Storrer、Robin Lovin、Conner Cunningham、Ripan Malhi、Neil Arner、Grant Ramsey、Dominic Johnson、Andrew Whiten。

我要特别感谢泰鼎的Milissa Flashman，她从这个项目一开始就看到了可能性，并且同我合作，对我充满信心。我还要感谢Emily Loose，她在本书的计划过程中帮助我修正词句、概念、细节等方面。我要永远感谢达顿的Stephen Morrow，他帮助我界定、设计、发展了这个项目，让它从一个好主意变成你们现在手中的这本书。我还想要衷心地感谢达顿的其他人，他们帮助我让这本书得以付梓，特别是Eileen Chetti（审稿），Alice Dalrymple和Madeline Newquist。

一切与创造有关：想象力如何创造人类
[美]奥古斯汀·富恩特斯 著
贾丙波 译

电子书编辑：张畅
版权经理：王文嘉

出 品：中信联合云科技有限公司 www.yuntrust.cn
版 本：电子书
版 次：2017年11月第1版
字 数：257千字

纸书书号：978-7-5086-8092-7
出版发行：中信出版集团股份有限公司 CITIC Publishing Group

版权所有 • 侵权必究
投稿邮箱：tougao@citicpub.com

中信出版社官网：<http://www.citicpub.com/>

官方微博：<http://weibo.com/citicpub>

更多好书，尽在中信书院

中信书院：App下载地址<https://book.yunpub.cn/>（中信官方数字阅读平台）

微信号：中信书院

THE KNOWLEDGE ILLUSION

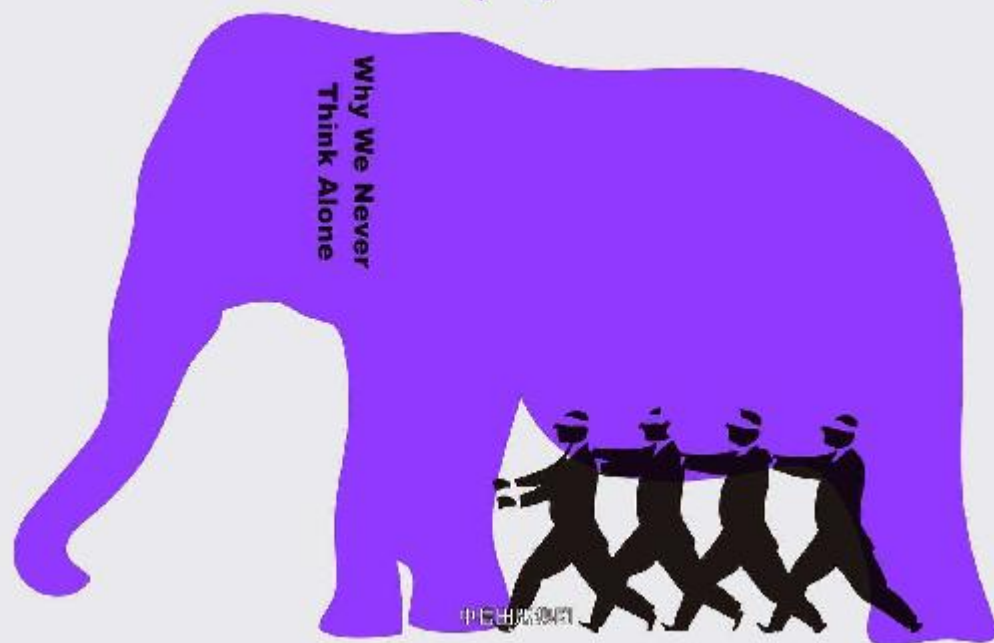
知识的错觉

为什么我们从未独立思考

新锐历史学家，
《人类简史》作者尤瓦尔·赫拉利撰文推荐



[美] 史蒂文·斯洛曼
(Steven Sloman)
[英] 菲利普·费恩巴赫
(Philip Fernbach) 著
祝常悦 译



中信出版集团

知识的错觉

[美] 史蒂文·斯洛曼 [美] 菲利普·费恩巴赫 著
祝常悦 译

中信出版集团

目录

推荐序 无知怎么破解？没人知道

前言 无知与知识共同体

第一章 我们知道什么

我们究竟有多无知

错觉的诱惑

第二章 我们为什么思考

一个好大脑

明察秋毫的大脑

富内斯的诅咒

第三章 我们如何思考

因果推理大师

推理的正向和逆向

讲故事的能力9

第四章 我们的认知为何会出错

我们所知甚少，但够用

两种思维

直觉、慎思与解释性深度错觉

第五章 身体记忆卡和世界存储器

具身智能

认知革命

世界存储器

大脑，心智的一环

第六章 他人的智慧

狩猎共同体

智力爆炸

共享意向性

作为常态的团队合作

模糊的知识边界

为共同体而生

知识共同体的代价与好处

第七章 与技术共事

思想的延伸

无法共享意向性的技术

真正的超级智能

与系统一起工作

第八章 科学的错觉

公众理解科学

忠于共同体

错误的因果模型

修正错误信念

第九章 政治的错觉

解释你的立场
价值还是后果
“无知”的选民

第十章 聪明新定义

智力的定义
智力测验简史
集体智力测评
群智及其影响

第十一章 变得更聪明

发现你的未知
知识共同体与科学教育
学习共同体

第十二章 做更聪明的决策

解释的朋友和敌人
信息不是越多越好
蜂巢经济
推向更好的决策

结语 无知不可避免，错觉亦有价值

无知能够避免吗
一个健全的共同体
“校准的”和“不准的”

致谢

注释

推荐序

无知怎么破解？没人知道

在《知识的错觉》一书中，认知学者史蒂文·斯洛曼和菲利普·费恩巴赫又毫不客气地为个人理性的棺材板狠狠地钉上了一颗铆钉。在17—20世纪的400年间，西方哲学相信人人都能独立思考，将个人理性奉为圭臬，并把这些视为现代社会的基石。民主制度建立在选民无所不知无所不晓的基础上，自由市场经济笃信消费者永远明智，现代教育试图教会学生们独立思考。

过去的几十年以来，这种理想化的个人理性备受各方抨击。后殖民主义者和女权主义者认为它不过是西方沙文主义的幻想，用以美化白人男性的无上权力和荣光。但行为经济学家和进化心理学家的论证已表明，人类的大多数决策都不过是情绪使然和拇指法则的产物，而非来自理性的分析，我们的这种情绪与经验或许更适合因应石器时代的非洲大草原，而对电子时代的都市丛林望尘莫及。

斯洛曼和费恩巴赫要讨论的远不止于此，他们指出，别提理性思考了，个体的思考能力这个说法本身也有待商榷。人类鲜有独立思考的时候。相反地，我们会采取群体思考的方式。正如族人共同养育后代，发明工具、化解纷争、治愈疾病也都需要群策群力。没有人能凭一己之力盖出一座教堂、造出一颗原子弹或一架飞机。让智人从众生当中脱颖而出，称霸地球的并非我们的个人理性，而是那无与伦比的群体思考力。

正如作者在那些趣味盎然却又发人深省的篇章中向我们展现的那样，人类个体对这世界的了解少得可怜，而且随着历史的车轮滚滚向

前，这一了解越来越有限。石器时代一个靠渔猎采集为生的人尚懂得如何制衣、生火、捉兔子以及狮口脱险。如今，我们自以为知识更渊博了，但就个体层面而言，我们实际上越发地无知了。我们生活中方方面面的需求几乎都仰仗着别人的专业知识与技能。在一项原本不起眼的实验中，受试者被问及他们是否了解拉链的运作原理。大多数人都自信满满地给出了肯定的回答——毕竟这玩意儿他们天天都在用。接着，受试者被要求对拉链的原理给出准确的解释，并尽可能详细地描述“拉”拉链时的每一个步骤。大多数人都傻眼了。这便是知识的错觉。尽管人人都一知半解，但由于我们把别人脑袋里的知识当成了自己的，便自以为上知天文下晓地理。

不过，这也未必是件坏事。正是对群体思考的依赖成就了我们世界霸主的地位，知识的错觉让我们不用花大把力气亲力亲为地弄清楚每件事情，日子也能过得一帆风顺。从进化的角度看，人类相当擅长采他者之长为己之用。

然而，正如许多在远古时期管用，步入现代社会就失灵的人类特质一样，知识的错觉也有其软肋。世界变得越来越复杂，人们意识不到自己有多么无知。结果是，一群对气象学或生物学一窍不通的人就气候变化和转基因作物等议题吵翻了天，而另一群根本不知道伊拉克或乌克兰在哪儿的人，极力主张要对这些地区采取行动。人们很少发觉自己的无知，因为他们会沉浸在一个高度同质性的环境中，其信念被不断自证与加强，鲜有相左之声。

据斯洛曼和费恩巴赫所言，向人们提供更丰富的信息也于事无补。科学家寄望于通过更进一步的科学教育来消除反科学带来的偏见，专家学者致力于通过传播准确可信的事实和专业可靠的报告来影响公众舆论对奥巴马医改法案或全球变暖议题的看法。这类无谓的希望皆根植于对人类思维方式的迷思。事实上，我们绝大多数的观念都源于群体思考而非个人理性，这些观念又经由群体认同的加强而根深

蒂固。把事实真相一股脑儿摆在他们面前，揭露他们个体层面的无知，这很可能会适得其反。大多数人都不愿意面对真相，更不喜欢承认自己的愚蠢。如果你觉得摆事实讲道理就能让唐纳德·特朗普相信全球变暖——请三思吧。

没错，那些笃信事实真相能够改变公众舆论的科学家本身可能就是科学界群体思维的受害者。科研群体坚信事实的效力，正是在这种信念的驱使下，即便大量的实证经验与之相左，他们还是固执地认为只要收集足够的事实，就能在公开辩论中获胜。相似地，对个人理性的传统看法这一见解本身也可能是群体思维而非实证经验的产物。巨蟒剧团演绎的《布莱恩的一生》的高潮之一，就是一大群不明真相的追随者把布莱恩误当成了救世主。无路可逃的布莱恩对他的门徒嚷道：“你们不需要追随我，你们不需要追随任何人！你们得自己思考！你们都是独立的人！”热切的门徒又随之齐声吟诵起来：“是的！我们都是独立的人！”巨蟒剧团的表演旨在讽刺20世纪60年代的反主流、反正统文化，但其中对个人理性主义的真知灼见大概放在任何时代都适用。

未来的数十年间，世界或将变得比今日复杂更多。人类个体终将对于科技产品、经济形势和政治动向如何影响世界知之更少。那我们还怎么能放心地把决定权交给这些无知又容易被操纵的选民和消费者？倘若斯洛曼和费恩巴赫所言属实，让选民看到更多的真相，向消费者提供更多的信息也无益于问题的解决，那么，我们还有别的办法吗？两位作者也只能耸耸肩。但他们确实给出了几条简单实用的法则（“存下收入的15%来养老”），以及把握最佳的教育时机（教刚下岗的人如何面对失业危机而不是对上班族指手画脚），并鼓励人们面对无知的现实。当然，这些还远远不够。正如书中所言，斯洛曼和费恩巴赫对自身理解力上的限制也心知肚明，他们自知无法提供答案。而且，十有八九根本没人知道。

尤瓦尔·赫拉利
历史学家，《人类简史》作者

前言

无知与知识共同体

三名士兵坐在一个三英尺^[1]厚的混凝土掩体中，聊着各自的家乡。突然，谈话随着水泥墙体的剧烈摇动而中断，接着停止，地面晃得简直像抖动的杰乐果冻（Jell-O，美国果冻食品品牌）一般。此刻，在他们头顶上方三万英尺处的一架B-36轰炸机上，机组成员因机舱中充斥的热流与浓烟而咳嗽不停，并因为几十个闪光灯和警报器同时启动而争吵不休。与此同时，在向东80英里^[2]的海面上，不幸的“幸运龙五号”渔船（第五福龙丸）全体船员站在甲板上，惶恐而惊愕地盯着海天之际。

这是1954年的3月1日，身处太平洋远洋海域的他们都见证了这一人类历史上规模最大的爆炸事件：绰号为“虾”，代号为“喝彩堡”¹的氢弹爆炸。不过，好像哪里不对劲儿，而且错得很离谱。那些置身比基尼环礁掩体中的军人们接近核弹的爆心投影点。他们曾目睹过以往的核弹爆炸，这不像地震那样不可预期，他们应该能够预知爆炸发生45秒后袭来的冲击波。再说B-36的机组人员，他们进行的是一次载有科学使命——放射性沉降云采样与放射性测量的飞行任务，理应在安全高度内航行，而这架飞机却被烧得都要起泡了。

这些人都比第五福龙丸上的船员要幸运得多。爆炸发生两小时后，一片放射性沉降云笼罩在渔船上空，使船员们暴露在放射性碎片下长达数小时之久。他们几乎立即出现了辐射综合征的急性症状——牙龈出血、恶心、灼烧感——其中一人在送至东京医院后几天内就死亡了。爆炸发生前，美国海军曾护送几艘渔船离开危险海域。而第五

福龙丸早已在美国海军划定的危险海域以外了。更令人痛心的是，几小时后，放射性沉降云随即飘过了朗格拉普环礁和乌蒂里克环礁，使本地居民都受到了辐射。这是居民们从未经历过的。他们在罹患急性辐射综合征三天后被疏散撤离，并暂居于另一个岛上。他们于三年后返回环礁，但又因癌症发病率激增而被再次疏散。最为悲惨的是孩子们，他们始终眼巴巴地盼着回家之日的到来。

爆炸的威力远远大于预期，这是灾难发生的原因。TNT当量是用于衡量核武器威力的指标。1945年于广岛²爆炸的代号为“小男孩”的裂变式原子弹，其当量为16 000吨TNT（三硝基甲苯，常用于制造炸药），足以让这座城市的大部分彻底变为废墟并夺走10万人的生命。研制“虾”的科学家们对其威力的期待大约是“小男孩”的300倍，即6兆吨。然而，“虾”实际释放了15兆吨的爆炸威力，几乎相当于“小男孩”的3 000倍。科学家们预见了这次爆炸会威力惊人，却没想到低估了那么多。

这一错误源于对该炸弹主要成分之一锂-7的误解。在“喝彩堡垒”事件前，锂-7被认为是相对惰性的。事实上，锂-7在受到中子轰击时会发生强烈反应，通常衰变为氢的不稳定同位素，然后与氢原子结合，释放出更多中子的同时也释放巨大的能量。此外，负责评估风向的团队也犯了一个错误，他们未能预测较高海拔的东风将推动放射性沉降云飘向有居民的环礁。

这个故事诠释了人类的心智是一个矛盾体，即人类心智是天资与悲怆、聪慧与愚昧的合体。人类能力最极致的展现莫过于对神力（超自然力）的藐视与反抗。我们从1911年首次发现原子核到有能力制造兆吨级的核武器不过用了40年的时间。我们学会使用火，创建了民主制度，登上了月球，并培育出转基因番茄。然而，正是这样的我们，也有着傲慢、愚勇的一面。我们不仅会犯错，有时还会失去理智，常常表现得很无知。实在难以想象，会产生核聚变反应的氢弹竟出自人

类之手。更令人难以置信的是，我们居然真的造出来了（尽管直到它腾空爆炸之时，我们也没有完全掌握其背后的反应原理）。同样让人出乎意料的是，我们早已发展出精密的政府机制与经济体系，然而大多数人在享受其带来的有序现代生活的同时，却并不了解它们究竟是如何运作的。不过，人类社会目前似乎一切如常，至少核辐射不会在下一秒降临到你我身上。

人类何以能够兼具创意与无知，时而把大家哄得团团转，时而又被自己气得捶胸顿足？我们对世界的理解如此有限，又何以掌握如此多的技术与能力？以上问题你都将在阅读本书的过程中找到答案。

思考是种集体行为

20世纪50年代，认知科学开始成为一门学科，研究人类已知领域中最非凡的特质：我们的心智是如何运作的。思考是如何实现的？究竟是什么在人类大脑中，使我们对数字敏感，用数学去计算和理解死亡率，让行为符合道德却有时又很自私，或让我们做出哪怕只是用刀叉吃东西这种最简单的行为？做出以上这些行为的能力都是人类独有的，你无法在机器或其他动物身上找到。

研究人类心智已成为一项志业。史蒂文作为一位认知科学教授已从事此课题超过25年。拥有认知科学博士学位的菲尔精通市场营销，他致力于了解人们是如何进行决策的。纵观认知科学的发展历程，我们看到的并不是逐步探明人类心智如何不断撷取惊人成就，相反地，多年来认知科学总是告诉我们“人类不能做什么”——我们的局限在哪里。

认知科学更令人沮丧的一面是，其一系列关于人类能力的启示虽不是针对所有人，但对大部分人而言，都表明我们的工作方式及成就都高度受限。每个个体能够处理的信息量是非常有限的（这就是为什么我们在听完自我介绍的下一秒可能就忘记了对方的名字）。人们常常缺乏看似最基本的技能，比如评估某一行动可能存在的风险，甚至好像永远也不会从中学到教训（因此绝大多数人，包括本书的作者之一，总是可笑地恐惧于搭乘最安全的现代交通工具之一——飞机）。或许更重要的是，个人所涉及的知识十分浅薄，与世界真实的复杂性相比不过皮毛而已，更何况我们常常意识不到自己的无知。其结果是，人类对目前已知事物的了解少得可怜，却常常自负地认为自己无所不知。

我们的故事将会带你进入一次跨学科之旅，涵盖了心理学、计算机科学、机器人技术、演化理论、政治学以及教育学，这一切都旨在引领我们探索心智是如何运作的以及思维到底是什么。并且，你也会明白，为何回答以上问题对于解释人类心智之浅薄与强大并存至关重要。

人类的心智并不是一台计算机，生来就是用于储藏海量信息的。我们的心智经过演化成为一个懂得灵活变通的问题解决专家，学会只提取最有用的信息并举一反三地应用于新情势，引导我们做出决定。于是，个体极少耗费大脑资源储存细枝末节的信息。从这个角度看，人类社会更像蜜蜂和它们的蜂巢：我们的智慧是集体式的而非个体式的。当这种智慧发挥作用时，个体不仅仅依赖各自脑中的知识储备，还需要那些存在于我们身体、周遭环境，尤其是他人头脑中的信息。当我们把这些信息加在一起，便会发现人类的思想是多么令人震撼。但别忘了，这是群体的产物，而非个人所能及。

“喝彩堡垒”核试验计划是蜂群思维的一个极端案例。这一复杂项目需要约一万人直接参与其中，更别提那些必要的数不胜数的间接参与者，譬如募资的政客和营建基地与实验室的承包商。在这个项目中，数百名科学家负责炸弹的各个不同组件，数十人负责监控气象，还有研究放射性危害的医疗团队。此外，反间谍部门确保通信加密，并确保俄罗斯潜艇不能足够接近比基尼环礁以窃取秘密情报。这一项目还需要厨师负责伙食，清洁人员负责后勤卫生，以及水管工人保障厕所下水道畅通。没有任何人能完全掌握这当中所需知识的千分之一。我们通力合作，为了共同追寻的艰难事业，集众人心智，化不可能为可能。

这固然是积极美好的一面。而躲在“喝彩堡垒”阴影下的是核军备竞赛与冷战氛围。下面我们要关注的是这种极具代表性的狂妄自大：引爆一个15兆吨级炸弹的背后动因。这至今也未被全部理解。

无知与错觉

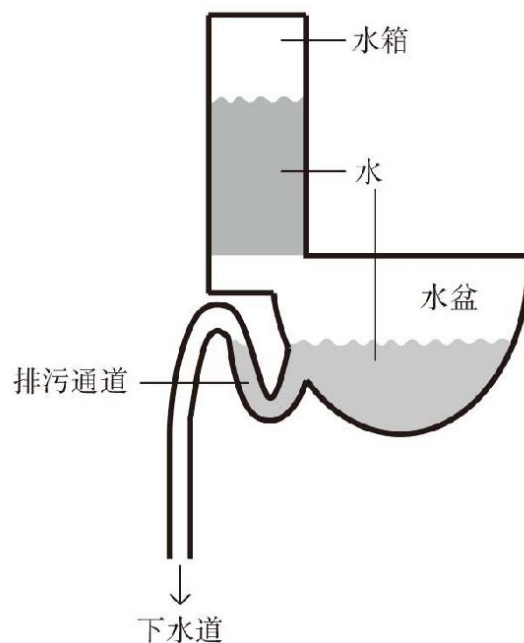
事物总是比其看上去要复杂得多。你不会惊讶于现代汽车结构、计算机系统或空中交通管制制度的复杂性。但，马桶呢？

我们的生活中有奢侈品，有实用品，更有那些“没你不行”的必备品。冲水马桶无疑被归在最后一类。我们对如厕的需求是真实存在的。发达国家每家每户至少有一个卫生间，餐厅基于法律的规定也必须设立盥洗室，还有，谢天谢地，你通常也能在加油站和星巴克咖啡馆找到它们。它们的实用与简便程度简直是奇迹，让人人都觉得其工作原理简单易懂。无疑，大多数人都是这样想的，不是吗？

让我们花一点时间，试着解释按下冲水按钮的瞬间发生了什么。你真的了解冲水马桶运作的一般原理吗？事实证明，多数人的答案都是否定的。

马桶其实是个简单的设备，其基本设计原则已存在数百年之久。

（与坊间传说不同，托马斯·克拉普并不是冲水马桶的发明者，他只是对设计进行改良并因此狠赚了一笔而已。）在北美地区，最流行的冲水马桶是虹吸式马桶。其主要的部件包括一个水箱、一个水盆和一个排污通道。排污通道通常为S形或U形，向上隆起且高于水盆的排



出口，下接排水管并最终引入下水道。水箱最开始是装满水的。

当我们冲厕所时，水从水箱迅速流入水盆中，使得水盆的水位高度高于排污通道的倒U形最高点。这时排污通道中的空气被挤出，水流涌进。一旦排污通道被水填满，奇迹便发生了：虹吸效应使得水流出水盆，经过排污管并从下水道彻底消失。你甚至可以用虹吸效应来窃取汽油，只需将管子一端接在油箱上，即可从另一端吸走。当水盆中的水位低于排污道的第一个折弯处（U形最低点）时，虹吸停止，使空气流入。一旦水盆中的水被吸走，水将再次被泵入水箱中等待下一次虹吸发生。这是一个精巧的机械设计，对使用者而言简直轻而易举。那么，它真的很简单吗？或许它的确简单到只需一段话便可描述清楚，却又并不那么显而易见、尽人皆知。事实上，现在你正属于那为数不多知道其中奥秘的人之一。

若要完全了解马桶，一个简短的机械装置描述是远远不够的。你需要具备陶瓷、金属及塑料的相关知识，以便理解马桶的材质构成；还有化学知识，以便了解如何做好密封，使马桶水不会漏到浴室地面上；更有人体工学知识，以确保马桶的大小和形状符合人体需求。或有观点认为，若要全方位地了解马桶，还需要经济学知识来为马桶合理定价以及选择原配件进行制造。这些原配件的质量取决于消费者的需求及购买意愿。这时，掌握心理学知识对于理解为什么消费者更青睐某一颜色的马桶来说至关重要。

没有人能对哪怕一项事物面面精通。即使制造和使用最简单的东西也需要复杂的知识体系。我们甚至还没提到自然界中真正复杂的事物，如细菌、树木、飓风、爱情以及繁殖的过程。它们都是如何运作的？恐怕大多数人都说不出咖啡机的工作原理，胶水如何把纸张粘在一起，或照相机如何对焦，更别提如爱情这般令人费解的难题了。

我们并非认为人们是无知的。只是人们比他们认为自己要无知得多。我们或多或少都经历着一种错觉：我们认为自己了解世间万

物，而事实上我们的理解是何等微不足道。

有些人可能会想，“嗯，虽然我不知道这些东西如何运作，但我也并不是生活在幻象里。我既不是科学家也非工程师，但这不妨碍我了解事物，至少我明白哪些东西必须懂得以及如何做出正确的决策”。那么，哪个领域是你有深入研究的？历史？政治？经济政策？你真的对自己擅长的每一件事物了如指掌吗？

日本于1941年12月7日袭击珍珠港。当日本与德国结盟，世界身陷战火之时，仍未参战的美国很显然是站在同盟国而非轴心国一边。上述众人皆知的事实已为我们如何理解珍珠港事件定下基调。但是，你真正了解日本为何发起攻击吗？具体而言，为什么日本选择攻击夏威夷群岛的海军基地呢？你能解释这其中的来龙去脉吗？

事实证明，袭击珍珠港事件爆发之时，美日战争可谓一触即发。日本正陷入远征的泥淖，1931年发动“九一八”事变，1937年发动南京大屠杀，以及1940年侵略法属中南半岛。夏威夷海军基地存在的原因即防范日本蠢蠢欲动的侵略企图。美国总统富兰克林·罗斯福于1941年将原驻圣地亚哥基地的太平洋舰队移防夏威夷。由此而见，日本的攻击行动对美国而言并非意料之外。攻击发生前的盖洛普民意调查结果显示，52%的美国人预计美国将在一周内与日本开战。

故此，袭击珍珠港事件与其说是欧洲战场的后续，倒不如说是东南亚矛盾长期胶着的结果。即使希特勒并未于1939年发起闪电战入侵波兰，袭击珍珠港事件依然有可能发生。袭击珍珠港事件无疑影响了第二次世界大战期间的欧洲战事，但它并非由此而起。

此类事件在历史中屡见不鲜，人们对看起来众所周知的事件形成了刻板印象，但其真正的历史脉络却与我们想象中的情况大相径庭。随着各利益集团简化故事、编造传言以为己服务，复杂的细节也随着时间而消散。

当然，如果你仔细研究过针对珍珠港的袭击事件，你会发现我们大错特错，其中有太多问题仍待讨论。但这种例子并不多见。因为没人有时间去一一理清多如牛毛的历史事件。我们打个赌，除了你精通的几个专业领域，你对某一事物机制层面的了解是相对浅薄的。这里所指的不仅仅是懂得操作设备、器械，而是对某事物之起源、开展及后续影响都了然于胸。但在你驻足反省自己究竟了解多少之前，你可能很难意识到自己对某一领域的认识有多浅薄。

样样精通是不可能的，理智让我们甚至不曾动过这样的念头。我们依靠的是抽象化的知识，它们模棱两可又未经推敲。但我们都见过例外情况——总有人钟爱深究事件细节且乐于滔滔不绝地讨论它们，有时这一讨论方式令人神往。况且，我们都有自己擅长的领域，对其了如指掌。但对大多数事物而言，我们不过浅尝辄止，知其然而不知其所以然。事实上，绝大多数知识无非就是一堆联结物，是物或人之间的高度相关，而非支离破碎的细枝末节。

那么，为何我们意识不到自己如此无知呢？为何我们自认为对事物有深刻的理解，拥有足以解释一切的系统化的知识网络，但事实并非如此？为何我们身陷一种对理解力的错觉之中？

我们为何而思考

为什么这种错觉对我们的思考来说极为重要，更好地了解这一点有助于理解我们为何而思考。思维为服务不同的职能而演化。思维的功能可以是对世界的表征——在我们的脑中构建一个按要素对应现实世界的模型。思维还赋予我们语言能力，使人际沟通成为可能。解决问题与做出决策的能力也是思维的产物。或许，思维还能朝着特定的意图演化，例如发明工具或求偶时的炫耀行为。上述概念对于理解思维都有所助益，但思维的演化无疑有更大的目标——一个集合了上述所有意图的远大目标：思维是为了行动。思维的演化首先是将其作为有效行动能力的延伸，此外，它使我们更善于开展那些有助于目标达成的行动。思维使我们能够预测每项行动的后果或设想采取不同行动导致的结局，并据此在一系列备选方案中做出选择。

我们有理由相信行动是先于思维而存在的。即使是最原始的有机生物体也具备行动能力。在演化早期出现的单细胞生物也会进食、移动和繁殖。它们有所行动；它们用行动改变世界。演化筛选出那些最善于用行动求生者，以及那些在复杂多变的环境中能最有效调节其状态者。假使你依靠吸取路过的动物的血液为生，那么接近任何与你擦肩而过的东西就显得至关重要。但它最好是一只美味的啮齿动物或禽类，不是一片随风飘落的枯叶。

用于鉴别规定情境下之行动是否合宜的最佳方法，是评估能够处理信息的心智能力。其中，视觉系统必须能够执行大量而复杂的处理程序，以辨别靠近我们的是老鼠还是树叶。其他心理过程也对选择适当的行动至关重要。记忆有助于提示我们哪些行动在过去的类似情境下最有效，推理能够帮助我们预见在新情境中可能会发生什么。思维

能力大大提高了行动的有效性。从这一角度来看，思维乃行动之延伸。

要理解思维如何运转并非易事。人们是如何为了行为而思考的？哪些心智能力能够使人们运用记忆和推理追寻其目标？我们将会发现，人类是推论世界运行规则，即因果关系的行家。对行为之后果的预测要求由因至果的推理，而想要弄清楚为什么有些事情会发生，则需要由果溯因的推理。心智便是为此而设计的。无论我们思考的是具象的物体、社会系统、其他人、我们的宠物狗，还是其他任何事物，我们的专长就是挖掘出行为及其他因素是如何引发结果的。我们知道踢球一脚能把它送上天，但踢狗一脚会让你疼上半天。我们的思维过程、语言以及情绪是用来进行因果推理，帮助我们采取合理行动的。

这使人类的无知显得更加匪夷所思。如果因果关系对择取最佳行动方案如此重要，为什么人类个体对于世界运行规则的所知少得可怜？这源于思维的强大驾驭能力，能够取其所需，去其无用。当你听到一整句话时，你的语音识别系统会提取句中核心意思、潜台词或引申义，但不会逐字记住原句的措辞。同理，当你面对一个复杂的因果系统时，你也会提取主旨并遗忘细节。假如你是一位修理巧匠，有时你可能会拆开一件旧电器，比如一台咖啡机，当你进行此项操作时，你不会记得咖啡机的形状、颜色或每个部件装配于何处。相反地，你会关注那些主要的组件，并尝试理清它们与其他组件如何相接，以便解决核心问题，比如怎样让咖啡机内的水被加热。如果你和大多数人一样，对咖啡机的内部结构兴味索然，那么你对它的工作原理也只是略知一二。此时，你的因果理解只限于使用须知：怎么用它做出一杯咖啡（所幸，在这方面你已经是行家了）。

心智不是为了获取每一个个体或情境的细节而存在的。我们从经验中学习，进而能够举一反三，以应对新的个体或情境。想要在新环

境中有行动能力，需要具备对世界运行规则深层次、规律性的理解，而非拘泥于表面的细节。

我们生活于知识共同体中

如果只靠头脑中有限的知识储量和因果推理的天赋，我们还不足以成为称职的思想者。成功的秘诀在于我们生活在一个被知识团团包围的世界中。知识体现在我们所做的事情里，游走在我们的身体和工作场所内，也同样存在于其他人身上。我们生活在一个由知识构成的共同体当中。

我们能够接触到的大量知识储存于他人脑中：我们的亲朋好友谁没有自己专精的一方小天地呢。我们可以打电话给专业人士说，请帮我修好这个已经罢工无数次的洗碗机吧。电视上正在播放教授和发言人对事件进行的预告或分析。我们还有浩瀚书海，以及最丰富而即时的信息宝库——互联网，它就在我们指尖。

除此之外，我们也从事物本身获得启迪。有时我们可以通过观察一台家用电器或自行车的工作方式来修理它。当我们留意查看时，毛病出在哪儿往往显而易见（只要是常见问题！）。你或许不知道吉他的发声原理，但只消拿起一把吉他拨弄几分钟，试试和弦、调调音高，便足以让你对怎么弹吉他有基本概念。由此来看，关于吉他的知识可以直接通过吉他自身习得。若想探索一座城市，亲身游历一番绝对是上上策。城市本身即展现了它的布局：风景名胜分布何处，不同制高点上可览何等风光。

如今，我们所能接触的知识库空前庞大。这不仅仅指的是电视节目里教你怎么做东西或解释宇宙如何诞生，而是我们只要打开搜索引擎，在键盘上敲几个字母便可以回答任何事实性的问题。我们常常通

过维基百科或其他网站获取我们需要的信息。然而，获取外界知识的能力并非当今世界的不二真理。

认知劳动的分化³乃认知科学家们的惯用称呼。自文明诞生之初，人类在其团体、氏族或社会内部已发展出了各有特色的专职领域。他们成为族人当中的农人、医者、匠人、向导、乐师、诗人、厨子、猎人、斗士，或拥有其他专长的一员。每个人可能在多种专业上都有所建树而非只有一项技能，但从未有人在所有行当的方方面面都是全能手。就像厨师不可能做所有的菜肴，再令人钦佩的音乐家，也无法对每件乐器或每种类型的音乐都手到擒来，没有人能独揽一切。

合作由此而生。社会性、群体化生活的主要好处便是易于分享我们的技能和知识。如此说来，我们难以分清知识是已内在掌握还是取自他人智慧也就不足为奇了，因为我们常常，或可以说总是，在具体行事时二者都会涉及。比如，每当我们洗碗时，我们一边感谢上天有人发明了洗洁精，一边感谢另一个聪明的家伙能够让热水从水龙头中流出。而我们对其中的运作原理一无所知。

技能和知识的共享比人们认为的复杂多了。人类不是流水线上的机器，并非个体的单纯叠加。相反，我们能与他人共事，也能意识到其他人的存在以及他们做出的努力。我们励精图治为的是共同的愿景。这一点用认知科学的语言可以表达为，我们共享意向性。这是一种人类独有的合作模式。实际上，我们乐于同他人彼此分享心智空间。在某种意义上，它甚至可以被称为一种游戏。

我们的颅骨或许能划定大脑的边界，但知识是无边界的。心智的延伸已超越大脑，囊括了身体、环境和他人，因此对心智的研究绝不能只局限于脑部。这便是认知科学迥异于神经科学之处。

知识的表征不易，但表征一个你不了解的概念则是难上加难。加入知识共同体，换句话说，加入一个每个人脑内只存有部分知识的社

会，你需要甄别哪些信息是有效的，无论它们是否储存在你的记忆里。对有效性的辨别绝非易事，脑中内在信息与外在信息是没有清晰界限的。我们心智的设计要能够连续处理外部环境中资讯与脑内已储存的信息。人类有时低估了自己的无知，但总体而言，我们还是干得相当漂亮。这便是进化最伟大的成就之一了。

现在，关于理解什么是知识的错觉，你已具备基本的背景常识。思维的本质是缜密地使用无论源自内在还是外在的知识。由于无法精确地划分知识来自内在还是外在，我们便生活于知识的错觉之中。我们败就败在，这本来就不是泾渭分明的。所以我们常常对自己不知道什么一无所知。

知识的错觉

这种理解心智的方式可以为我们探讨最复杂的问题提供改进方案。对理解力局限性的认识应使我们更加谦卑，以开放的心态去接纳他人的想法和思维方式。它教我们如何避免失误，例如糟糕的财务决策。它使我们得以改善政治制度，并帮助我们评估应该在多大程度上仰赖精英，有多少决策权应赋予一般选民。

这本书写于美国政治两极分化空前严重的情势之下。自由主义者和保守主义者观点对立、彼此厌恶，结果是民主党和共和党找不到任何共同点或可妥协之处。美国国会甚至无法通过哪怕良性的立法；参议院阻止重要的司法和行政任命，只因其来自对立党派。

导致这种僵局的原因之一，是政治家和选民没有意识到他们对问题理解得多么浅薄。每当一个问题重要到值得开展公开辩论时，它也必是复杂难懂的，只靠读一两篇报纸上的文章是不够的。社会问题有复杂的因和难以预测的果，我们需要大量的专业知识才能真正了解某一情势的内在含义，甚至连专家的意见都显得微不足道。当双方对立时，比如警察和少数族裔，我们不能武断地用恐惧或者种族主义，或两者兼备来解释其关系。因为伴随着恐惧与种族主义的个人经验与期望，由于误导与误解，加之充满变数的特定情况，矛盾反而升级。复杂性无处不在。倘若大家都能理解这一点，我们社会的两极分化或将减弱。

相较于欣然接受复杂性的存在，人们更倾向于跟从一个或另一个社会信条而人云亦云。因为我们的知识是与他人缠绕在一起的，知识共同体塑造着我们的信念和态度。同侪之间分享的观点着实难以抗

拒，这种分享太频繁以至我们不再基于观点本身的价值进行评估。我们用集体意见代替个人思考。认识到知识的公共性这一本质应使我们在决定信念和价值观上更加务实。

这将改善我们的决策过程。我们都会做出一些羞于承认的决定，其中包括失误，如没储备好养老金，也包括遗憾，如本该克制自己却沉沦于诱惑之中。我们将看到，知识共同体可以被用来辅助人们克服与生俱来的限制以大幅增加这一共同体的福祉。

了解“知识是公共性的”这一本质得以揭示出我们看待世界时的偏见。我们崇拜英雄。我们颂扬个人的力量、天资与美貌。我们的电影和书籍将人物偶像化，例如超人可凭一己之力拯救地球。精彩的电视剧剧情也总是让某个低调的神探在灵光一现之后破解案情并将罪犯绳之以法。个人总被赋予创造壮举的重任。玛丽·居里获得的推崇之高就像她独自发现了放射性元素，牛顿则是仿佛凭空想出了三大运动定律。蒙古人在12—13世纪所取得的成就皆被归功于成吉思汗，而罗马帝国对犹太行省所做之恶行也都怪罪于本丢·彼拉多一人。

事实上，在现实世界，没人活在真空中。侦探们也有其团队，可以一起开会、思考和行动。科学家们不仅有实验室和在其中工作、提供批判性想法的学生，也有同事、朋友和死对头，他们的所做所想都与科学家们无异，没有他们也就没有所谓的科学家。此外，还有更多的科学家致力于研究不同的问题，身处不同的领域，但他们仍在为彼此的想法与探索铺路。一旦我们开始意识到知识并非全部储存在某人的脑袋里，而是在一个共同体中被共享，我们心中的英雄们也将改头换面。我们开始关注一个更大的群体，而非聚焦于个人作为。

知识的错觉对社会的演进和技术的未来走向也影响深远。随着技术系统变得越来越复杂，个人已无法完全理解。现代化的飞机就是个很好的例子。目前，在大多数情况下，飞行由飞行员与可控的自动化系统协力完成。关于操纵飞机的知识储存于飞行员、仪器设备和系统

设计师身上。知识的共享是如此天衣无缝，以致飞行员或许根本意识不到他们彼此间理解上的差异。这也会使灾患不易被察觉，关于这一点，我们已经看到不幸的后果了。更好地了解自我将有助于更好地进行安全防范。知识的错觉也影响着我们对当代最具变革性的技术——互联网的认知。随着互联网空前紧密地与我们的生活融为一体，知识共同体也前所未有地丰富、分布广泛、触手可及。

影响远不止于此。由于集体性的思考模式，我们倾向于团队合作。这意味着个体的贡献取决于团队合作能力而非你的脑子转得多快。个人智慧被高估了。这也意味着，当我们和他人一起思考时更容易学有所成。在每一个教育阶段，最好的教学策略都会让学生进行团体学习。对教育研究者而言这早已不是新招数，但其普及和落实程度仍不甚理想。

我们希望这本书能让你更全面地了解心智，更深刻地认识到，你自己的许多知识和思想取决于这大千世界的人、事、物。我们的大脑已乃至奇之物，而左右它的还有这个瞬息万变的世界。

[1] 1英尺=0.304 8米。——编者注

[2] 1英里=1.609 3千米。——编者注

第一章

我们知道什么

核武器战争本身就导向一种错觉。阿尔文·格雷夫斯（Alvin Graves）曾于20世纪50年代初任美国军方核武器试验计划的研发负责人。我们在前言中讨论过的那场堪称灾难性的“喝彩堡垒”爆炸正是由此人极力推动的。世界上怕是再没有人比格雷夫斯更了解核辐射的危险性了。“喝彩堡垒”事件发生的8年前，即1946年，格雷夫斯曾是位于新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯核武器实验室的8名成员之一，当时的另一位研究员路易斯·斯洛廷（Louis Slotin）正执行一项被伟大的物理学家理查德·费曼（Richard Feynman）戏称为“老虎屁股摸不得”的棘手实验，测试钚这种放射性原料在核爆炸中的表现。¹实验涉及包裹中心钚球的两个铍半球之间的缝隙闭合。当半球闭合时，从钚当中释放出来的中子被铍反弹，导致更多的中子被释放。这一实验极其危险。一旦两个半球合拢，其连锁反应会引发一连串辐射。斯洛廷作为一名经验丰富又才华横溢的物理学家，出乎意料地用一把平头螺丝刀分离了两个铍半球。但在螺丝刀转动并使两个半球相撞的那一刻，在场的8名科学家还是受到了危险剂量的辐射。斯洛廷的状况最糟糕，9日后在洛斯阿拉莫斯实验室的医务室与世长辞。团队中的其他人都得以从急性辐射综合征中康复，但少数的几位还是因癌症或其他可能与此次事故相关的疾病英年早逝。

这些绝顶聪明的人为何如此愚蠢？

意外确实难以避免。我们都会为诸如刀子割到手指或关车门夹到别人的手之类的失误而感到羞愧。但对于一群杰出的物理学家，你却指望他们仅用一把手持平头螺丝刀自救于致命的核辐射之下。据斯洛

廷的一名同事所言，其实有很多相对安全的方法来进行钚测试，而且斯洛廷对此心知肚明。例如，他可以先固定其中一个钚半球的位置，再将另一个由下而上地托上去。接下来，如有任何滑落发生，两个半球将因重力而无害分离。

为何斯洛廷会如此鲁莽行事？我们怀疑他经历了那种人人都曾有过的错觉：我们在一知半解中仍知道该怎么做。这些物理学家们所感受到的惊诧，其实和你试图修好漏水的水龙头却反而使浴室“洪水滔天”，或试图帮你女儿解出数学作业题却被二次方程难倒时大同小异。我们总是胸有成竹地开头，垂头丧气地结尾。

这些都只是不相干的例子，还是它们背后有更系统性的因素？人们总是习惯于高估自己的理解力吗？抑或知识确实比看起来更浅显易懂？1998年，认知学家弗兰克·凯尔（Frank Keil）离开工作多年的康奈尔大学来到耶鲁大学。在康奈尔大学期间，凯尔长期致力于研究已有的事物如何运作的理论。他很快便意识到那些理论何其破碎且浅薄，但他遇到了一个困扰。他找不到一个有效的方法来科学地阐明人们实际所知与他们自认为所知之间的差距。他已尝试过的方法不是太耗时就是太难以量化，还有些根本无法得到受试者的真实反馈。于是，他灵机一动，一种符合他预期效果的方法浮现在脑海。这种被称为解释性深度错觉（illusion of explanatory depth，简称IoED）的测试工具能够克服上述弊端：“我清楚地记得某日清晨，当我在位于康涅狄格州吉尔福特的家中淋浴时，几乎整个解释性深度错觉的模型随着水流涌现，倾泻而下。我立即冲出浴室，开始工作，拉上一直和我一起研究认知劳动分化的利昂·罗森布利特（Leon Rozenblit），开始制定解释性深度错觉的所有细节。”

由此，一种研究无知的方法诞生了，这种方法只单纯地要求受试者对某事物给出解释，并说明这种解释如何影响他们对自身理解力的

评价。倘若你是罗森布利特和凯尔的受试者之一，你会被问到下列问题：

1. 请自评对于拉链工作原理的知识了解多少，如果了解程度为1—7，你会给自己打几分？
2. 拉链是如何发挥作用的？请描述使用拉链的所有步骤，越详细越好。

如果你同罗森布利特和凯尔²的大多数受试者一样，并非在拉链工厂上班，那么关于第二个问题你便所知甚少。你确实对拉链的工作原理毫无概念。所以，试想你被问到如下问题：

3. 现在，请重新自评你对拉链工作原理了解多少，了解程度依然是1 - 7，你会给自己打几分？

这一次，你多少会降低评分以示谦卑。在试着解释拉链的工作原理之后，大多数人意识到了他们对拉链的知识其实还是门外汉，因此在问题3上只给自己打一分或二分。

这项论证表明人们置身于错觉之中。受试者们自己也不得不承认，他们对拉链的真正了解远不如想象中多。当人们调低第二次评分的分数时，他们实质上是认识到，“我知道的比我以为的要少”。拆穿人们的错觉着实简单得难以置信，你只要要求他们对看似平凡的某事给出解释就行。这一招可不只对拉链有效。罗森布利特和凯尔分别以车速表、钢琴键盘、冲水马桶、锁芯、直升机、石英表和缝纫机为题进行的测试都得到了相同的结果。每一位受试者都表现出错觉：无论他们是耶鲁大学的研究生、名校的本科生还是就读于社区公立学校的学生。在一所美国常春藤名校的大学生身上，在一所大型公立高中

的学生身上，以及在对美国民众的线上随机抽样测试中，错觉一而再，再而三地被证实。我们发现错觉不仅发生在对日常物品的认知上，它几乎无处不在：人们高估了自己对诸如税收政策和对外关系之类政治议题的理解，在热门科学话题如转基因作物和气候变化方面也全凭想当然，甚至连个人理财都是一本糊涂账。我们对心理现象的研究持续已久，但如此强有力的关于理解力错觉的证据实属罕见。

关于这些实验结果，一种可能的诠释为，正是受试者努力去解释的过程改变了他们对“知识”的解读。或许当他们先后两次被要求进行自评时，受试者们感觉在回答两个截然不同的问题。第一次他们将问题理解为：“我对拉链的了解有多少？”而在他们尝试过解释这东西怎么工作之后，则开始评估自己究竟能在多大程度上清楚地给出说明。如果这样的话，受试者可能是将第二个问题理解为：“我能在多大程度上用语言表达有关拉链的知识？”但是，由于罗森布利特和凯尔设计的题干严谨而明确，这似乎不太可能发生。他们精确地定义并告知了受试者每一级分数所代表的含义（1—7）。而且，即使受试者自认为前后回答的并非同一问题，这仍不妨碍他们在想办法给出一个解释的过程中也省悟到：他们能说明白、讲清楚的知识确实比自以为的要有限。此乃解释性深度错觉之本质。若不曾试着说明某样东西，人们总是对自己的理解水平自我感觉良好；一番尝试之后，他们会有所改观。即使他们调低分数是基于对“知识”这一术语定义上的歧义，这仍然揭示了他们实际所知还是较少的真相。据罗森布利特和凯尔所言，“许多受试者反馈说当他们得知自己远比原先预想的要无知时，一份实实在在的惊讶和从未有过的谦卑涌上心头”。³

解释性深度错觉还可以用人们如何理解自行车⁴这个例子来说明。利物浦大学的心理学家丽贝卡·劳森（Rebecca Lawson）向一组心理学专业的本科生展示了一幅车架部分组件缺失、没有链条和踏板的自行车示意图。

劳森要求学生补全缺失的部分。我们不妨试试看。车架的哪些部分不见了？链条和踏板应该安装在哪儿？



如上问题居然出乎意料地难以回答。在劳森的研究中，将近一半的学生无法完全正确地补全图片（你会在下面看到几个学生的绘图）。甚至劳森以四选一的方式，要求他们选出正确的图片时，这些学生也并没有表现得更好。许多学生选择了前后轮都缠有链条的图片，在这种结构下车轮是不可能转动的。即便是专业骑手在这一看似简单的问题上也远远拿不了满分。对于平日里司空见惯的物件，甚至那些每次使用都觉得其原理显而易见的东西，我们的理解竟是如此粗浅。



我们究竟有多无知

因此，我们对自身知识量的高估正暗示了我们比想象中更加无知。但我们究竟有多无知呢？知识量是否有可能被估算呢？托马斯·兰道尔（Thomas Landauer）试图为此寻找答案。

兰道尔是认知科学的先驱，曾任职于哈佛大学、达特茅斯大学、斯坦福大学和普林斯顿大学，并倾25年之久试图将其独到见解应用于贝尔实验室。他的研究起步于20世纪60年代，正逢认知科学家们将人脑视为电脑的时代。当时，认知科学领域与现代计算机一同崭露头角。如我们所知，拥有非凡数学头脑的约翰·冯·诺依曼（John von Neumann）和艾伦·图灵（Alan Turing）奠定了计算机技术的基础，于是问题来了，人类心智的运作是否也遵循相同的原理。计算机配有一个由中央处理器运行的操作系统，按照一系列规则读取和写入一个数字存储器。早期的认知科学家认为，与计算机相比，人脑并没有什么不同。计算机的运作程序被视为认知执行模式的一种暗喻。思维被当作一种在人们脑中运行的电脑程序。让艾伦·图灵声名鹊起的原因之一就是他把这种想法发挥到了极致。如果人脑像电脑一样工作，那么人类所能做的一切都可以由电脑程序实现。受此鼓舞，图灵于1950年发表了经典论文《计算机器与智能》（*Computing Machinery and Intelligence*），对“机器会思考吗”⁵这一问题做出解答。

20世纪80年代，兰道尔⁶决定用与计算机内存相同的衡量标准来衡量人类的记忆容量。当我们撰写此书时，一台笔记本电脑的长期储存空间为250—500GB^[1]。兰道尔使用了几种巧妙的手法以测量人们的知识量。例如，他估计了成年人的平均词汇量并计算出储存这些信息所

需的字节数量，并用这一结果推算了成年人的平均知识量，其结果是0.5GB。

兰道尔也用其他完全不同的方法测算过。在许多心理学实验中，受试者都被要求读文本，看图片，听字词（实义词或无意义的音节）、句子或一小段音乐。几分钟乃至几周之后，心理学家对受试者们的记忆进行测试。一种方法是要求人们再现他们当初接收到的原始材料。这是一种令人精疲力竭的记忆力测试。你觉得你现在能立刻复述出一段几周前仅听过一次的短文吗？兰道尔分析了一些对人们而言稍显轻松的实验。这些实验更像识别测试，只要受试者能够指出新展示的内容（常常是一幅图片、一个单词或一小段音乐）是否在此前出现过即可。其中一些实验会出示几个选项让受试者选出哪个他们之前见过。这是一种极易受到影响的测试方法，即使记忆力不尽理想，受试者也能有不错的表现。兰道尔通过实验组和对照组在识别表现上的差异来推测人们究竟记住了多少。这一差异在理论上等同于我们所能获取记忆的多少。

兰道尔这一方法的绝妙之处在于，他依据起初是否接收过认知材料区分出哪些是对记忆的测量（两组间识别表现的差异）。这使他得知人们记住他们先前习得的信息的速度是多少。测量时，他也找到了一种方法，能够把遗忘的因素考虑进去。若不计实验程序细节或认知材料类型的差异，兰道尔的分析结果毫无疑问地显示出人们汲取信息的速度并无太大差异。无论认知材料以何种方式呈现，比如视觉、语音或音乐，习得的速度都大致相同。⁷

接下来，兰道尔计算了人们究竟掌握多少信息，即人脑的知识库到底有多大。假设人们在70年的寿命中这一习得知识的速度始终恒定，他所尝试过的每一种测量方法大都指向同一个答案：1GB。兰道尔并未宣称这一结果是准确无误的。但即使把这个数字乘上10倍，即使人们的记忆储量能增加到10GB，它仍小得微不足道。这和一台现代笔

记本电脑的内存比起来不过是九牛一毛。但人类本就不是堆砌知识的仓库。

从某种角度看，这简直骇人听闻。作为健全的成年人，我们居然学会了这么多东西。我们居然能看懂新闻，不会觉得晕头转向，理不清头绪。我们居然能围绕好几个不同领域的话题高谈阔论。看《危险边缘》（*Jeopardy!*）⁸的时候，我们冷不丁还能猜对几道题。我们都至少会说一种语言。毫无疑问，我们知道的远不止背包里那个小机器的存储量的几百分之一。

但是，如果你对人脑等于电脑的说法不买账，那就没什么好震惊的了。如果心智模式是机械的，只能将信息编码和储存在记忆体中，那么当你需要面对的是如此纷繁复杂的世界时，它就黔驴技穷了。一味追求大存储量的记忆体是徒劳的，因为我们的记忆不可能穷尽这个世界。

认知科学家对于用计算机类比人脑的暗喻不屑一顾。不过它并非一无是处。某些情况下当人们慢条斯理且小心翼翼地思考时——当他们对每一步都深思熟虑而非凭直觉贸然行事时——确实像计算机程序在运行。但绝大多数时候，认知科学家还是热衷于指出人脑与电脑的区别。深思熟虑只占我们思维运转的一小部分罢了。大多数认知过程都是潜意识下的直觉思维的产物。认知意味着要同时处理海量的信息。例如，当人们绞尽脑汁搜寻某一词语时，我们不会逐一排查，相反地，我们将搜遍整部字典——我们头脑中的字典——与此同时，目标词也会浮现在脑海中。这可不是早年间冯·诺依曼和图灵构想的计算机和认知科学能应付的运算。⁹

更重要的是，人脑不像电脑一样只依赖一个中央处理器，用写入和读取记忆的方式思考。正如我们稍后将在本书中详细讨论的那样，

人们的思考还依赖于他们的躯体，他们身处的世界，以及其他人的心智。若要把我们对这世界的所知全部装进脑袋，实在是异想天开。

为了说明这个世界究竟有多么复杂，不妨考虑一下复杂性的几种来源。有些人造物因设计而复杂。据丰田汽车称，现代汽车约包含三万个部件。¹⁰但它们真正的复杂性并不在于部件的数量，而是这些部件有多少种设计方案以及有多少种组装方式。试想一名汽车设计师需要考虑的一切：外观、动力、效能、触感、可靠性、尺寸、安全性等。除了上述人尽皆知的因素外，预估和评测汽车的震动是现代汽车设计制造的重要环节，因为这决定了一部车将会多么吵及多么晃。设计师通常会替换某些部件以调试车辆的震动特性。如今，汽车被设计得如此复杂，以致十几岁的孩子们无法再一掀开发动机罩就可以拿着扳手敲打摆弄一番。修理现代汽车需要接受大量的训练，调试汽车需要众多电子配件。年轻人不得不去找一台油腻腻的老爷车，只有那样的引擎才简单得足以让业余修理匠上手。甚至，连专业技师都在抱怨维修车辆早就轮不到他们插手了，他们不过是遵照电脑程序的提示更换组件而已。

从飞机到钟控收音机，你可以把上述说法套用在任何现代技术上。现代飞机如此复杂以至没人能完全看懂它们。更准确地说，不同的人了解它们的一些不同方面。有些人是飞行动力学专家，有些人则专攻导航系统。一些人负责看懂喷气式引擎，而另一些了解人体工程学谙熟座椅设计的人，让航空公司得以有效地把经济舱塞得像桶装薯片。还有诸如钟控收音机和咖啡机这样的现代家用器具也太过复杂，以至当它们损坏时都不值得被送修。我们直接弃旧换新了。

人造物的复杂性同自然界的复杂程度比起来算是小巫见大巫了。一旦你凑近仔细查看便会发现，岩石和矿物比它们看上去可复杂多了。科学家至今无法完全解释黑洞的原理，甚至为什么冰是滑的等自然现象。但如果你当真想体验一下复杂性，请翻开一本生物学教科书

吧。哪怕只是像癌细胞¹¹一样的微观生物，都需要成百上千位科学家和医生共同努力，研究它们的本质、变异、繁殖和死亡的原因，以及怎么在正常细胞里把它们辨认出来。倘若科学和医学能回答这些问题，人类将摆脱这被统称为“癌症”的瘟神之扰。科学与医学不断发展，但还是有许多癌细胞“逍遥法外”。

复杂性随着多细胞生物的出现而成倍上升。举个极端的例子吧，试想一下神经系统，连一只海参都有18 000个神经元。按照渐进的标准，果蝇和龙虾都聪慧过人，它们大概有超过10万个神经元来处理信息。蜜蜂有将近100万个神经元在工作。这样算来，哺乳动物的复杂性已经达到另外一个范畴了。老鼠约有两亿个神经元，猫有近10亿个，而人类则在1 000亿个左右。大脑皮层是大脑最近才被开发的部分，有大约200亿个神经元，其复杂性正是人类区别于其他动物之处。大脑还真是纷繁忙碌，一秒都不停歇。

不论我们脑中有多少细胞，它们仍不足以将我们所见所闻的点点滴滴都保留下来。世界的复杂性深不可测。而具有讽刺意味的是，要说哪个系统复杂得难以被充分理解，大脑恰好是个完美的例子。当你面对的是像大脑这样庞大的系统时，别指望你能洞悉一切。尽管如此，在过去的几十年中，神经科学家还是在解释单个神经元如何运作，以及描述由数百万神经元组成的大规模脑功能区方面取得了长足的进步。他们发现了脑内的许多系统，认知神经学家则深入探究这些系统如何与不同官能建立联系。至今，我们所知最多的大概要数视觉了。科学家了解光线如何进入眼睛，如何被转化为大脑活化，并在枕叶的哪个位置解析为其在现实世界代表的意义（如运动、方向和色彩）。我们还知道活化哪里可以辨认物体（颞叶）并找到它们（顶叶）。

但是，神经科学家对于大脑作为一个复杂的整体如何反应和计算所知甚少。科学家仍致力于弄清楚什么是我们与生俱来的，什么又是

我们后天习得的，什么会被我们遗忘且忘得有多快，意识的本质是什么以及意识因何而存在，情绪是什么以及我们能在多大程度上控制情绪，以及人们（包括婴儿）如何看清他人的意图。进化创造了如此复杂的大脑，以至我们都意识不到其复杂性的全部所在。

科学家尽力探索的另一个复杂系统当属天气。气象学家在天气预报¹²方面已取得长足进步。许多极端天气现象数日前即可被预测，这在10年或20年前简直就是天方夜谭。我们称其为短期预报。它的进步归功于海量数据，更完善的天气模型以及更快的电脑运算速度。这是一项无与伦比的进步。像前面提到的大脑一样，天气是个极度复杂的系统，变幻莫测的因素多得难以想象而结果又与这些因素的复杂互动密切相关。你今天所处位置的天气取决于近期光照、海拔、是否与山脉为邻、有无大面积水体储热或吸热，附近地区有无恶劣天气（如飓风和雷雨），以及周遭的气压分布情况。¹³

将这些信息汇集并统整为一份天气预报并非易事。事实上，气象学家仍无法做出具体的预测，例如下一个龙卷风的魔爪会伸向哪里。此外，长期天气预报还有很长的路要走（或许永远无法实现）。几日之内的天气预报你尚可相信一二（只要你能接受“意外之喜”），但别指望当地的气象学家能把几周后的天气状况告诉你。我们确实能够把握气候正在发生的长期变化，但针对气候变化的研究在预测具体的短期天气事件方面并无助益。我们知道由于气候变化，极端天气事件将有增无减，但具体会发生什么、发生在哪里，我们就无从得知了。

有些我们试图了解的东西是无限复杂的，即使在理论上都无法被理解。例如你正准备去参加一个同学聚会，并试图预测会不会撞见昔日的男/女朋友。假设你与他/她已失去联系多年，你还是能够依据一些基本事实做出预测，比如通常情况下谁来参加这类聚会的可能性比较大。朋友或许会透露一些参加人员的情报。你还可以基于印象中前男/女朋友过去合不合群或念旧与否做出预测。你做不到的是基于具体

事实的预测，如这个人是不是住得太远或无法负担旅费，或已经不在人世了。此人可能已婚或离异。他/她或许已为人父母，照料着一个或两个，甚至8个孩子，可能从事过各行各业，也说不定曾在监狱服过刑。事实上，他/她的人生轨迹有无限种可能，只是我们无从知晓。

军事战略家谙熟此类问题。无论你对各个方向的进攻防守得多么周详，敌人还是可能从其他地方冒出来，有些在意料之中（从陆上或海上进攻），但还有很多出人意料（从地下挖隧道或藏在城门外的木马里）。由于敌人势必不想让你猜到他们会从何处进攻，意料之外的情况恐怕更有可能发生。¹⁴

我们要预测的往往不只小概率事件，甚至还包括那些连我们自己都说不清到底该不该列入考虑范围的事情。唐纳德·拉姆斯菲尔德（Donald Rumsfeld）曾分别在杰拉尔德·福特（Gerald Ford）和乔治·W. 布什（George W. Bush）任职美国总统期间出任国防部长。他的著名言论之一是关于区分无知的几个层次：

知道自己知道，这指的是我们对自己已知什么心知肚明；知道自己不知道，这是说，我们对自己不知道什么有自知之明；还有不知道自己不知道，指的是我们对未知的愚昧无知。

“知道自己不知道”尚属可控。这或许有点麻烦，但至少有些迹可循。如果军方已知会遭到攻击但不知时间和方位，那么可以安排部队进入警戒、准备武器并让一切尽可能保持机动状态。2001年年初，警方已获悉纽约世界贸易中心是中东恐怖分子的攻击目标。毕竟，它在1993年即遭受过爆炸袭击，造成6人死亡，千余人受伤。自从知道世界贸易中心被锁定后，警方从多方面加强了安保措施，例如增加警卫和设置车障。

但真正的罪魁祸首是“不知道自己不知道”。当你漫无目的时，怎能不手足无措？谁能想到民航客机会被当作炸弹于2001年9月11日撞上世界贸易中心？此次袭击改变了美国的国土安全概念，并开启了一连串灾难性的中东事件，包括发生于阿富汗、伊拉克和叙利亚的几次大战，以及关于新兴恐怖组织的定义。

不只军事家长期为“不知道自己不知道”所扰，它也是我们每个人都必须面对的。股票交易有风险，因为谁也料想不到什么时候会有突发事件导致股市低迷。2011年，作为日本股票市场的指示灯，日本日经指数在一场大地震和接踵而至的海啸之后下跌了1.7%。“不知道自己不知道”还会在飞来横祸或者横财时把家里翻个底朝天（例如在后院挖宝藏）。“不知道自己不知道”总是难以被预测却又接二连三地发生。

要知道，巨大的复杂性不会因为你凑近去仔细琢磨就会被肢解简化。在数学领域，具有此类属性的现象被称为分形。就像是众木成林，众枝成木，众叶成枝，而且树叶自身还有血管似的复杂分支毛细管结构。如果你能一瞥高倍显微镜下的毛细管，宛如细胞层次的复杂结构即映入眼帘。分形能在你看得到的每一层级维持其复杂性。自然界众生万物都遵从分形模式。海岸线就是个典型的例子。乘坐客机从三万英尺高空俯瞰英国海岸，你将看到一条参差不齐的轮廓，勾勒出陆地与海洋的楚河汉界。无论离得多么近，那条锯齿状的边缘线依然清晰可见。即使你正身处海滩之上，只要手持放大镜盯着一块水边的岩石，就能看到那似曾相识的锯齿状边缘。看得越仔细只会发现问题越多。待解之事总是没完没了。

即使是简单的日常物品，其每个侧面都可以引入分形式的复杂性。例如，为了完全了解发夹，我们需要穷尽它的所有用途和潜在用途：它由哪些材料制成，这些原材料产自哪里，每一种原料在制造发夹中如何发挥作用，发夹在哪里出售，以及谁会买发夹。此外，为了

充分领会上述每一个问题的答案，又需要提出更多的问题。要充分了解发夹的消费人群就需要展开关于发型的分析，相应地，之后便是对时尚及深层社会结构的分析。计算机科学家称这种不断增长的信息需求为组合激增（combinatorial explosion）。想要全部地理解，势必要了解更多，而且每一项待解之事的组合将很快使你不堪重负，于是，系统崩溃。

另一种证明世界复杂性高深莫测的数学工具是混沌理论（chaos theory）。在混沌系统中，差之毫厘，失之千里。众所周知的比喻是，中国的蝴蝶扇扇翅膀，美国便飓风肆虐。在混沌系统中，微小的差异会被放大，就像跌落悬崖的速度是平时下山速度的放大版。斯蒂芬·杰伊·古尔德（Stephen Jay Gould）这样诠释混沌理论如何将复杂性引入历史研究：“一开始没来由的小小异动引发的后果如瀑布般倾泻而出，回首一切，恍然间有种命中注定之感。起初哪怕只是轻轻一推，历史的车轮就会驶入不同的轨道，从这一点开始即分道扬镳。始于微不足道的改变，终于大相径庭的结局。”¹⁵古尔德对过往事件的不可避免性的观察结论，正是对人类无知的深刻洞见。我们只是意识不到事情是如何发生的罢了。

错觉的诱惑

我们已看到，人类的无知如此出乎预料，比他们自认为的还要无知得多。我们还看到，世界的复杂性也如此出乎意料，比任何人想到的都还要复杂得多。那么，如此无知的我们为什么没有被这样的复杂性打败甚至全军覆没呢？对浩瀚世界只有微小认识的我们居然也能从容应对，还表现出一副学识渊博的样子，这又是为什么呢？

答案是我们都在自欺欺人。我们高估对事物运行规则的理解能力，即使一窍不通也笃信自己无所不能，对复杂性视而不见。我们说服自己相信一切尽在掌握，哪怕事实并非如此，我们还用所谓的知识和信条将观点和行为合理化，把它们包装得冠冕堂皇。我们否认复杂性，聊以慰藉。这正是理解的错觉。

我们都听过小孩子们一遍一遍地问“为什么”，直到被他们缠着的大人们说出“答案”。孩子们隐隐察觉到了事物的复杂性，大人解释得越深入就引出孩子们越多疑问。一种关于解释性深度错觉的说法是，成年人忘记了事情是多么复杂而决定不再发问。由于我们不曾意识到这个决定让我们不再刨根问底，结果我们一直认为，我们对事物如何运转的理解比实际上要深入。

最后，我们将要探讨一个更深层次的问题。与其纠结我们该如何在复杂性面前卑躬屈膝，不如谈谈如何对付它、掌控它。无知的人类何以取得今日之成就？事实上，我们已经在认知劳动分化方面成绩斐然。但想要了解我们如何共享知识，首先还得从个体如何思考说起。

[\[1\]](#) 1GB=230字节。——编者注

第二章

我们为什么思考

你想拥有更好的记忆力吗？你想要完美的记忆力吗？这听起来很棒，是不是？

伟大的阿根廷作家豪尔赫·路易斯·博尔赫斯（Jorge Luis Borges）在他出色的短篇小说《博闻强记的富内斯》（*Funes the Memorious*）中描写了一位生活在乌拉圭边境小镇弗赖本托斯的青年。他对亲历的点点滴滴有着过目不忘的记忆力¹：

我们一眼望去，可以看到放在桌子上的三个酒杯；富内斯却能看到一株葡萄藤所有的枝条、一串串的果实和每一颗葡萄。他记得1882年4月30日黎明时南面朝霞的景象，并且在记忆中同他只见过一次的一本皮面精装书的纹理比较，同凯布拉卓暴乱前夕船桨在内格罗河激起的涟漪比较。那些并不是单纯的回忆；每一个视觉形象都和肌肉、寒暖等等的感觉有联系。他能够再现所有的梦境。他曾经两三次再现一整天的情况；从不含糊，但每次都需要一整天时间。^[1]

这听起来简直像任何一位货真价实的超级英雄所拥有的超能力一样，虽还不足以离奇到被有放射性的蜘蛛咬上一口，或被伽马射线击中，但富内斯的故事事出有因：他卓越的记忆力始于一次从马背上跌落导致头部受创的遭遇。

博尔赫斯因其融离奇想象于日常生活的编剧手法而闻名，因此富内斯的故事直到近年仍被认为是虚构的奇幻小说。但在2006年，加州大学欧文分校的伊丽莎白·帕克（Elizabeth Parker）、拉里·卡希尔（Larry Cahill）与南加州大学的詹姆斯·麦高（James McGaugh）共同发表了一项惊人的病例研究，其病人代号为AJ。² AJ几乎就是富内斯的翻版。她能记住她日常生活中经历的每一件事，从一日三餐到每一次社交活动。

她在电子邮件中向麦高解释道：

我今年34岁，自11岁起，我便拥有了这种不仅仅是回想起某件事情，而且是一种令人难以置信的能够再现过往经历的能力。我的第一个记忆还是婴儿床里那个蹒跚学步的孩子（大约在1967年），然而，从1974年至今，随便挑一天，我都能说出那天是星期几，我干了些什么以及当天发生的任何意义重大的事情……这些我都能描述给你听。我不用预先查看日历，24年来的日记都装在我的脑子里。每当一个日期在电视上（或任何其他地方）闪过，我便不由自主地回忆起那一天并记起当时我身在何处，在做什么，那一天怎么开始，接下去又如何，永无休止。

这种情形被称为超忆症，或超常自传性记忆。此症状极其罕见，患病率屈指可数。

我们大多数人连钥匙放在哪儿都记不住，因此AJ所拥有的能力堪称奇迹。但是，或许我们不必为此震惊不已。从计算机角度来讲，储存是个相对容易解决的问题。计算机一经问世，我们立即学会了如何高效地储存大量信息，同时，计算机的存储量也成指数级增长。时至今日，1TB^[2]的U盘（闪存盘）在亚马逊网站上的售价还不到100美

元。³它那约与一包口香糖等大的体积可以容纳200万册与本书相当的文本，或20万首歌曲，或31万张照片。

如果计算机能够保存这么多信息，那么你或许希望人类的大脑也做得到。诚然，超忆症存在的事实显示出大脑有潜力成为储存细节的宝库。为什么不是每个人都具备这种能力呢？

原因在于大脑并非电脑工程师设计出来的。演化的推力塑造了我们的大脑以解决某些特定的问题，而死记硬背一大堆细节对此并无帮助。博尔赫斯体悟到了这一点。我们来看看他怎样运用高水准又令人叹服的文字借富内斯之口描述这种能力：

我一个人的回忆抵得上开天辟地以来所有人的回忆的总和……我睡觉时就像你们清醒时一样。^[3]

下一句稍逊色了些：

先生，我的记忆简直像一大堆垃圾。

在AJ的经验中，她的“超能力”也并不总是令人艳羡。超忆症在她看来是个沉重的负担：

它一刻不停，完全不受控制，把我折腾得精疲力竭。有些人叫我活日历，当别人的脑袋已经塞得满满的，而发现我有这项“天赋”时，都是满脸惊讶。接着他们开始丢出一个一个日期试图难住我……但我从没被问倒过。大多数人会把这叫作上天的馈赠，可对我来说却是个包袱。每天，我的一生都像过电影一样穿梭在脑海里，这简直快把我逼疯了！！！！

类似的情况并非只有AJ一人。2013年，美国国家公共广播电台⁴报道了55位已被确诊的超忆症个案，其中大多数患者都被抑郁症困扰。

要理解为什么过目不忘并非幸事，我们得从头开始仔细考虑我们思考的目的。思维究竟是为了解决什么问题而存在的？

一个好大脑

几乎所有动物都有大脑。神经元是动物从其他生命体分化出来时最早的适应性之一。甚至那些尚不具备完全结构化的大脑的动物也有神经系统，有神经网络协同处理信息。但植物就没有大脑，没有一种植物演化出能组成网络处理信息的细胞。

动物与植物之间千差万别，但最根本的差异在于动物能够做出一些复杂精巧的动作，它们能够以多种方式应对所处的环境。诚然，植物也有异常复杂和迷人的一面（一种名为重楼百合⁵的植物，其基因组是人类的50倍之多），但它们终生与复杂行为无缘。这就是为什么砍倒一棵树或摘下一朵花是如此轻而易举，它们对此毫无反抗能力。植物当然也在演化中找到了不要求复杂行为的生态位。光合作用无疑是它们演化之路上最重大的壮举。我们动物若是晒晒太阳就能获得营养供给，那生活可就完全是另外一番样貌了。

部分植物具备一些原始的行为能力。许多植物能转动叶片朝向太阳，有些能攀附其他物体作为支撑，有些甚至会自行收缩以避免被碰触。关于植物似乎也有着“动物般”的行为能力这一点，我们最津津乐道的例子莫过于食肉的捕蝇草。⁶捕蝇草生长的土壤环境缺乏某些特定的关键营养素。为了获得这些营养，它们已经演化出了诱捕并消化昆虫的能力。它们所使用的猎捕机制堪称自然界的奇迹：它们有两瓣裂片状的叶子，能分泌花蜜，会在吸引小虫进入后迅速合拢。当叶片顶部的毛状触发器收到刺激信号时，闭合动作即被触发。这一系列物理和化学反应促使叶片合拢并分泌消化酶。

这种机械式的猎食手法反映出捕蝇草还不够聪明。演化给它们提供了一些避免严重错误的机制。例如，它们的毛状触发器必须在短时间内连续接收到两次刺激信号，叶片才会闭合。这使捕蝇草得以区分落入其中的究竟是昆虫还是雨滴或无意义的碎屑。不过，它们还是太容易被欺骗了。

你可以把捕蝇草看作一种信息处理系统。来自环境的刺激被转换成闭合与否的信号。信号的处理历经一系列相当复杂的机械式过程。值得注意的是，信息处理发生于植物自身的内部机制之中。重新安排和改变这些机制以处理不同的信息几乎是不可能的。捕蝇草的猎捕机制在闭合时机方面已演化到了登峰造极的地步。进化已经不能让其做得更复杂了。

我们之前提到过几乎所有的动物都有大脑。不过，海绵倒是个例外。因此，海绵作为唯一没有行为能力的动物也就不足为奇了。它一动不动地坐在海底，以从海水和其他生物的排泄物中过滤出的营养作为供给。这样的日子索然无味（尽管我们怀疑海绵其实挺乐在其中的）。

一旦动物发展出神经元和神经系统，其行为的复杂性骤然猛增。这是因为，作为一个弹性系统的基石，神经元的演进使这一系统能够编写越来越复杂的信息处理算法。

以原始水母^[4]为例，它有着动物界最低级的一种神经系统，甚至称不上是个真正的大脑。⁷水母只有约800个神经元，但它们的行为本质上比捕蝇草复杂精妙得多。它们能够对水中的盐度做出反应，以触角为武器进行简单的猎捕行为，并把囊中之物塞进嘴巴，原始水母也自有逃避掠食者的独门绝技。但是，我们也不要对原始水母的能力过分夸大，水母大多数情况下也不过是在水中四处游荡而已。

只要稍稍增大一点脑容量，奇迹就发生了。在神经元数量逾千的动物身上我们已经能够看到真正称得上复杂的行为了，比如飞行和运动。神经元数量达百万以上的动物，如老鼠，已经具备导航和筑巢能力了。拥有数以亿计的神经元的人类，创作交响乐和制造宇宙飞船已不在话下。[8](#)

明察秋毫的大脑

若你曾在五、六月份的月圆之夜去过新英格兰海滩，你将有机会领略一个不可多得的盛况：大西洋马蹄蟹，即美洲鲎的交配。马蹄蟹全年生活在海洋里，但届时会成群结队地涌向海滩寻找配偶并产卵繁殖。经当地志愿者计算，在2012年的特拉华湾，一夜之间即有157 016只马蹄蟹喜结连理。

马蹄蟹的求偶之舞已经跳了4.5亿年之久。说得更形象一点，它在地球上的历史是现代人的2 250倍之多。马蹄蟹这一物种难以置信的长寿应该做何解释？它们具备哪些能力，它们的大脑如何让这些能力得以实现？

霍尔丹·哈特兰（Haldan Hartline）⁹是一位生理学家，因对于上述问题有所创见而获得1967年的诺贝尔奖。有时，平凡中的机缘巧合往往引出最了不起的科学发现。哈特兰曾任职的宾夕法尼亚大学与东海岸的海滩相去不远。哈特兰因地利之便在五、六月间的满月之夜前往海滩收集尽可能多的标本带回实验室。

马蹄蟹相对简单的大脑构造让科学家得以确凿地分辨出里面究竟发生了什么。就像我们在前一章节中看到的那样，通常情况下，大脑实在高深莫测。由于其复杂性，人脑的许多功能至今仍是未解之谜。马蹄蟹的“头脑简单”使它成为脑生理学研究的绝佳工具。时至今日，它仍是自然界中被研究得最完善透彻的神经系统之一。马蹄蟹的脑分为几个功能区，其中视觉感知占据要席，也是哈特兰研究的重点。

马蹄蟹的两只复眼位于甲壳两侧。每只眼睛由被称为小眼的约800个感光细胞组成。当受到光照刺激时，每只小眼向大脑传递信号，反馈光的强度。因此，本质上，马蹄蟹的视觉系统绘制了一幅关于眼睛进光强度的地图。

哈特兰发现的关键在于，马蹄蟹脑中的地图并非是对外界环境光源一丝不差的反映。相反地，光线强度的信息以非常系统化的方式被转化。当一个强信号从某只复眼的一个小眼传入时，其他邻近区域的信号即被削弱。这被称为侧向抑制。侧向抑制的一大成效在于它制造了视觉输入上的反差，使亮区从暗区中脱颖而出。这与信号处理算法有异曲同工之妙，后者被用于修复因时光流逝渐渐褪色且对比度下降的老旧影像。对马蹄蟹而言，侧向抑制的成果即放大光线地图上相对进光最强的区域。

哈特兰的研究引出许多新问题，但或许最不容忽视的议题是马蹄蟹为何会发展出这种能力？视觉输入对比度的增强对其有何益处？

1982年，一支由哈特兰的学生罗伯特·巴洛（Robert Barlow）[10](#)带领的实验团队着手解答这个疑问。演化决定了交配乃头等大事（我们自知人类也深有同感）。巴洛的发现表明马蹄蟹视觉系统的侧向抑制机制对求偶交配至关重要。巴洛制造了一些形状、颜色各异的注水泥套管，并在交配季节将它们置于海滩上。就像捕蝇草一样，事实证明，雄性马蹄蟹也不够聪明。它们不断地试图和这些注水泥套管交配。更无可救药的是，它们的浪漫序曲主要都献给了那些无论形状还是与沙子的对比度都更近似雌性马蹄蟹的套管。这表明，视觉使它们寻得佳偶，帮助它们分辨出那些最有可能是雌马蹄蟹的目标对象。

想象一下，一只雄马蹄蟹爬上海岸，它的首要目标是尽快找到一只可以交配的雌性。它或许不曾从海滩的这个位置上岸。天空可能阴沉沉的或乌云密布，还有密密麻麻的海草或浮木遮挡视线。其他雄性

马蹄蟹也成群结队地怀着相同的目标蜂拥而至，更糟糕的是，这片海滩僧多粥少。因此，迅速识别并定位那些未交配的雌性，决定了能否成功传宗接代。此时，侧向抑制的优势开始显现。增强对比将使那些雌马蹄蟹秀色可餐的黝黑甲壳从杂乱的背景色中凸显出来。在侧向抑制方面出类拔萃的雄马蹄蟹将最有机会成为幸运儿。

马蹄蟹用眼睛处理来自外界环境的信息，以在寻找伴侣时略占优势。该信息处理能力使它们不至于被光线不足或沙滩上的海草等环境干扰骗得团团转。这有助于雄马蹄蟹在无论何种视觉条件下寻找雌蟹。尽管如此，马蹄蟹还是很容易上彩色水泥块的当，因为它所针对的反应目标的属性太过单一。任何只要看起来像雌马蹄蟹的东西都可能具备这种属性，即使这种东西不是雌性的。

大脑变得越来越大，也越来越复杂，其运作逐渐摆脱外界环境的影响。为了说得更清楚，我们先从面部识别谈起吧。人类是辨别面孔的行家里手。这可不是个简单的信息处理问题。粗略看来，我们的长相大同小异，我们的体型非常相似，两只眼睛、一个鼻子、一张嘴巴都长在差不多的位置。但是，人类能够区分数千张几乎差别甚微的面孔。更具挑战性的是，我们必须有能力在多种不同情境下识别出同一张面孔。每当我们看到一张面孔时，视角会挪移，妆容或胡须会变化，连打光位置的轻微差异都会投出不一样的阴影。如果大脑只依靠眼部的感官输入辨识面孔，我们将一败涂地。

最近，我们在丹尼·德维托（Danny DeVito）的高中纪念册上看到一张（居然十分帅气的）毕业照。¹¹这张照片最引人瞩目之处在于，它很显然就是丹尼·德维托。如果你把它放在丹尼·德维托的近照旁边比对，你很难找出两张照片在视觉上的相似之处。但我们就是看得出来它们是同一个人。我们是如何做到这一点的？

答案是，面部处理系统从每个我们所见的角度精密地提取了一张面孔的深层属性，我们可以据此从其他人脸中辨识出某一个。如果丹尼·德维托有一道疤痕或其他不寻常的特征，这或许会容易些。只要这个疤痕大得足以在任何光线条件下都可见，任何化妆术都无法遮挡，而且从任何角度看都一览无余。但是他没有疤痕，因此我们的面部识别系统¹²不得不仰赖更抽象的，让丹尼·德维托看起来像丹尼·德维托的属性。例如，不同特征的相对位置是进行人脸感知的关键要素。人类可以侦测到瞳距或口、鼻、目纵向相对位置的细微变化。

¹³

上述对人脸感知的解释同样适用于所有知觉类型。变得聪明即意味着有能力从感官接收到的信息洪流中攫取更深层、更抽象的信息。不同于单纯地对周遭的光线、声音和气味做出反应，动物拥有复杂而巨大的大脑，提取出它们所感知到的这个世界中深邃而玄妙的部分。这使它们得以在新情境中甄别出极其细微而复杂的相似与差异，进而在哪怕全新的环境中都游刃有余。

更深层、更抽象的信息之所以大有帮助，是因为它们能够被用于从无限可能的排列组合中提取出那些我们感兴趣的部分，而不用管这些兴趣点是怎么产生的。这些抽象信息为我们所用，比如，识别熟悉的旋律。你一听到勃拉姆斯的《摇篮曲》，无论音色高低，用什么乐器演奏，哪怕几个音符错了，你都可以认出它。不管让我们识别出这熟悉曲调的机制是什么，它绝非过去在某个特定场景中听过这个调子的记忆，而是某种非常抽象的东西。我们无时无刻不在仰赖这种抽象信息辨别事物，却浑然不觉。

富内斯的诅咒

即便是出于想象，博尔赫斯也已经知道过目不忘与心智最好的功能——抽象思考之间的矛盾。这就是为什么富内斯说自己的脑袋像个垃圾堆。它塞满了无用之物，以致无法归纳和理解。譬如，在富内斯看来，他见过的所有四条腿毛茸茸的生物都是同一种动物：

我们不能忘记，富内斯几乎不会进行一般的、纯理论的思考。他非但难以理解“狗”这个共性符号包括不同大小、不同形状、各式各样、数量巨大的狗，而且，令他感到困扰的是，从侧面看其编号为3-14的狗，名称会和从正面看其编号为3-15的狗一样。[\[5\]](#)

我们大多数人并非超忆症患者，因为这种特质对在演化中成功存活下来毫无帮助。心智忙着通过提取精华摒弃无用来做出行为选择。事无巨细的记忆阻碍了对更深层本质的聚焦，即那些能让我们辨识出新、旧情形相似之处并做出有效行动的通则。

关于心智因何而生的理论层出不穷。埃德加·赖斯·伯勒斯（Edgar Rice Burroughs）视泰山不同于其他猿类是基于他的推理能力（以及他会刮胡子）。有些人提出心智的演化是为语言服务的，或是为了适应社会互动、狩猎、觅食、导航或因应环境的变化。我们并不反对上述想法。事实上，它们可能都是正确的，因为心智的演化实际上是为着一个包含又高于上述一切的目标，即为着有效的行动。智慧生物比之竞争者更有机会生存下来，是因为它们更善于采取那些能在短期和长期内受益的行动。这对于我们应该如何诠释思考意义非凡。

随着大脑变得越来越复杂，它们对环境中更深层、更抽象的线索也回应得更自如，这使它们对新环境的适应性前所未有的高。这对理解知识的错觉至关重要：储存细节无益于有效行动；通常，全局概貌才是我们需要的。像在超忆症患者和《博闻强记的富内斯》这样的例子中，细节往往适得其反。

如果我们在另一个青睐其他类型能力而非偏好择取有效行为的环境中演化至今，人类心智的发展或将遵从一种迥异的逻辑。如果我们在一个鼓励赌博投机游戏的世界演化至今，对概率分布和统计法则的掌控绝对不在话下；如果我们在一个崇尚演绎推理的世界演化至今，说不定人人都是精于推演的史波克。但我们中的大多数在这两方面都是一团糟。相反地，我们演化至今的世界由逻辑行为主导，这也是为什么逻辑思维是人之所以为人的核心要件。在下一章中，我们将进一步剖析行动的逻辑是什么，以及这与其他类型的逻辑有何不同。

[1] 豪尔赫·路易斯·博尔赫斯. 杜撰集[M]. 王永年, 译. 上海: 上海译文出版社, 2015.

[2] 1TB=240字节。——编者注

[3] 豪尔赫·路易斯·博尔赫斯. 杜撰集[M]. 王永年, 译. 上海: 上海译文出版社, 2015.

[4] 这里的原始水母 (lowly jellyfish) 与今天通俗意义上属刺细胞动物门的水母 (Cnidaria) 不同, 是栉水母动物门 (Ctenophora) 的物种。二者有相似的习性和生态位, 但栉水母的网状神经系统和肌肉系统发育早于水母, 故在本文中以“原始水母”称之。——译者注

[5] 豪尔赫·路易斯·博尔赫斯. 杜撰集[M]. 王永年, 译. 上海: 上海译文出版社, 2015.

第三章

我们如何思考

本书的作者之一史蒂文有一只名叫卡西的狗。卡西和它的主人有很多共同点，其中之一便是如何对待食物。每到晚餐时分，我们都变得饥肠辘辘。卡西的解决之道就是蹲坐在它的食盆边等待佳肴到来。这主意其实还不错。毕竟，每晚差不多相同的时间点，当主人注意到它蹲在那儿就想起该喂食了。问题是如果恰好没人在厨房看到正守着食盆望眼欲穿的它，不幸的卡西就只好盼望下一餐有人能记起它还饿着呢。

史蒂文比卡西还是略胜一筹的。他会主动找寻食物的来源而不是在餐桌旁傻傻等待。由于家中的晚餐由史蒂文夫人掌勺，每到开饭前史蒂文便会对她“纠缠不休”。最终，为了结束这场“死缠烂打”，史蒂文夫人只好下厨准备二人的晚餐。只要史蒂文夫人有空，哪怕她并没有恰好在厨房看到馋猫一样的史蒂文，这一策略仍然奏效。诚然，史蒂文的方案也不臻完美。倘若史蒂文夫人外出或被丈夫衣来伸手饭来张口的作风惹恼，这点小伎俩也徒劳无益。

在卡西自己的小脑袋里，进食与进食地点之间已紧密相连，它的行为也正是拜这种关联所赐。但作为狗的主人，史蒂文则更深谋远虑：他发现了佳肴将临的因由（史蒂文夫人），对症下药。卡西所针对的则是结果（食盆），也难怪它有时候要饿肚子了。治本而非治标在多数情况下都是极为有效的问题解决之道。如果你正被某种病症困扰，最好根治痼疾（因）而非仅仅满足于消除症状（果）。所谓“授人以鱼不如授之以渔”。

或许我们对卡西有些太过苛刻了。在心理学史上，俄国生理学先驱伊万·巴甫洛夫（Ivan Pavlov）于19世纪晚期进行的实验举世闻名，获学界瞩目长达数十年之久。实验表明了动物能够通过学习对任意刺激建立联系，例如铃声和食物。¹巴甫洛夫发现狗在食物入口之前便已分泌了过量的唾液（人亦然）。因此，他通过狗唾液腺的分泌量测量它们对食物的渴望程度（大致就是狗流了多少口水）。实验中，巴甫洛夫固定在摇铃之后向狗投喂食物。之后，他发现狗只要听到铃声就会分泌唾液而无须有食物供应。他认为狗已将铃声与食物建立了联系，由此引发了相似的反应。此处的铃声可以换作任意刺激，只要它被狗感知到。食物则是巴甫洛夫迎合狗的需求挑选的特定刺激。这一实验的前提是，他假设食物和铃声在狗的记忆中是任意且没有预先关联的。巴甫洛夫的发现获得了同人的认可：他于1904年荣获诺贝尔奖，其条件反射理论^[1]作为行为主义的基石，统领了20世纪上半叶的心理学界。

在20世纪50年代，心理学家约翰·加西亚（John Garcia）开始质疑条件反射的任意性。在加西亚的一项研究²中，老鼠在实验中被施与了几种不同的配对刺激。老鼠先被置于噪声、闪光或有甜味的饮水三种情境中的一个。随后，它们又受到电击或经历胃痛（向其饮水中添加某种化合物所致）。老鼠很容易习得噪声、闪光与电击之间的联系，并把甜水和随之而来的胃痛联系在一起。但它们无法建立其他联系，噪声、闪光与胃痛，或甜水与电击之间并无因果关系。

制造闪光与触发电击的是同一机制。同理，饮用有添加剂的水——哪怕是甜味剂——仍是导致胃痛的潜在原因。这两种配对都带有因果关系，另外相反的两个配对则没有。甜水导致电击听起来匪夷所思，闪光引起胃痛也不合常理。老鼠能够习得具有因果关系的联系，但对任意性联系则无动于衷。加西亚的研究表明老鼠倾向于习得有因

果意义的关系，而非任意联系。甚至可以说，老鼠也参与了一项简易的因果推理，这一推理让它们弄清楚痛苦不堪的可能原因。

如果老鼠能进行因果关系思考且依赖的不仅仅是简单的联想，想必这推论在狗身上也成立。条件反射并非生效于任意配对的刺激之间，它们只在联系具备某种潜在的因果意义时才生成。因此，我们要为丑化卡西的认知能力致歉。请允许我们对狗和它们因果思考的能力致以崇高的敬意。当然我们更敬重的，是人类的因果认知。

因果推理大师

人类乃这世界的因果推理大师。在粗糙的物质表面划一根火柴，下雨天出门没带伞，在天性敏感的同事面前说错了话，我们皆能预知将引发何种后果。以上这些都要求因果推理的能力。无一例外的是，我们先设想这世界处于某种状态，然后因为某项机制的操纵改变了初始状态。在第一个例子中，我们先想象一根火柴和一个粗糙的表面，接着想象用火柴摩擦糙面这个机制。我们已知该机制将产生火花且这些火花将引燃火柴头内的可燃物。在第二个例子中，我们设想外面在下雨但室内是干爽的。接着我们想象无数小水滴落在我们身上这样一个机制。基于对该机制的了解，我们预见衣服和头发将吸收一部分水滴而剩下的将会落在皮肤上。简而言之，我们会被淋湿。预测行为所基于的是因果性知识——那些关于机制如何运行的知识，这看似简单却要求我们对多种机制烂熟于心：在糙面上可以引燃火柴、被雨淋湿是附着了一层小水滴、觉得冷要盖厚毛毯、熊孩子要被大声批评才听话、打开电子设备要按电源按钮、棒球能够打碎玻璃窗、灌溉植物、踩下油门——这样的例子不胜枚举。我们熟知一大堆能导向既定结果的机制和原理。

而且我们不只熟悉它们，还熟知它们如何运行。如果火柴或摩擦面受潮，或是力道太轻或太重，火花都不会出现。如果披着雨衣或者雨势小得足以在落到身上后立即蒸发，我们都不会被淋湿。对每个耳熟能详的机制，我们都理解得足够深入，知道必须满足哪些条件，其机制导出的结果才能符合预期（只有当小孩子从对他的责备中感受到气愤而非玩笑时，他才会号啕大哭），以及哪些条件不过是虚张声势（你若是离得太远，他听不见你愤怒的批评，他当然不会哭了）。

还有一些其他类型的因果推理相对晦涩，不那么易于理解。解出8743的立方根恐怕没那么简单；阐明量子力学谈何容易；你下次在内华达州里诺市赌博的胜算也很难猜透。就连里诺在洛杉矶的东边还是西边都不是个简单的问题（去查查看，答案会让你大吃一惊的）。我们不是样样精通的全能手。推论这世界的运行规则才是你我的强项，我们是天生的因果推理达人。而老鼠，碰巧也是这行当的怪杰。我们都是遵循相同规则演化至今的动物，除此以外谁还能生出如此智慧？

在上一章我们已了解到，思考的目的是在当前给定情境下选出最有效的行动方案。这要求我们能洞悉、识别那些深藏和贯穿在不同情势之中的恒量。人之所以为人，即在于我们能厘清那些深沉而稳定的特质，那些需要人类智慧才能辨识出的核心特质：从某人是否患有脑震荡或传染性疾病，到是不是该给汽车轮胎打气了。

截至目前，我们所讨论的例子都不过是蜻蜓点水而已。我们还尚未提及人类在预测战争结局、分析新健康保险方案的组织影响，甚至破解马桶工作原理方面的杰出才能。相较于其他类型的推理，我们的因果推理或许真的更胜一筹，但深度错觉还是说明了人类在个体层次上的局限性。

因果推理指的是我们试图用已知的因果机制对变化做出解释。它通过理性论证帮助我们预测“因”会结出怎样的“果”。这里有一些人们本能地参与因果推理的例证。试想以下故事中的问题。

一名说客暗中对一位参议员展开攻势：“如果你支持我的提案，下一年你就不用为资金发愁了。”在接下来的几个月里，当参议院吵得不可开交时，这位参议员是该法案坚定的支持者。故事说到这里，你认为这位参议员会在下一年度募款上花费多少时间？

这个问题回答起来并不困难。这位参议员显然更可能使用说客提供的经费，高枕无忧地品名酒、抽雪茄，而不是为筹款四处奔波。这

个问题之所以如此容易回答是因为人类堪比一台推理机器。对所有未知或无法亲眼所见的事物，我们皆推测之。这一说客的故事是逻辑架构中被称作“肯定前件式的假言推理”的一个简单案例。如果使用符号，它可以表示为如下形式：

若A则B。

A成立。

因此B成立。

谁会反驳这样的说法呢？如果A意味着B，那么一旦你有A，就有了B。这听起来就像你把一模一样的话说了两遍。但事实上，并非每一次真相都是如此显而易见。参议员有可能支持了提案但回绝了说客的资金。也或许是说客撒了谎。“果”是有可能不按套路出牌的。如“肯定前件式的假言推理”之类的逻辑架构在符号形式上看起来合情合理，可是一旦我们把它们放入有血有肉的现实情境中，可能就不那么顺理成章了，这是因为涉及因果关系的因素在不知不觉间被纳入考虑范围。³

许多逻辑架构看上去本就不怎么合理，有些论点也不如它们看上去那么合乎逻辑。我们来看下面这个例子。

如果我的内衣是蓝色的，那么我的袜子肯定是绿色的。

我的袜子确实是绿色的。

因此，我的内衣是蓝色的。

上述推理成立吗？大多数人会觉得没错，但回归逻辑的学理（即从逻辑命题的角度来解释），答案是：大错特错。这个推理犯了一种

名为“以果证因”的逻辑谬误。

现在请来思考一个不仅有关事实真伪，还涉及因与果的论证。

如果我掉进下水道里，那么我将需要洗个澡。

我洗了个澡。

因此，我掉进了下水道里。

大多数人能看出这个例子的问题所在。“我洗了个澡”这一事实并不意味着我曾掉进下水道里，因为导致我去洗澡的原因远不止这一个。在这个例子中，第一条陈述是因果性的：掉进下水道是洗澡的原因。当我们进行因果推理时，我们会更加充分地考虑到所有致使我们做出正确推论的因素。它确实还是要费一番脑力的。我们必须厘清的是，掉进下水道可能是导致洗澡的原因之一，但反之不然。我们必须顾及其他亦可能导致洗澡行为的原因。我们不得不一一评估这些原因的合理性。而且，我们还要将上述意见或看法组织成回答问题的答案。所有这一切，不过在转瞬之间完成。当涉及因果关系时，我们的推理简直无懈可击、浑然天成。

人类不是计算机那样的逻辑运算机器。我们或许时时刻刻都在进行推论，但这些推论并非基于教科书式的逻辑，而是因果性的逻辑。

正如人们不相信联系是任意的（巴甫洛夫想象中的人类行为），人们也不是按照逻辑演绎做日常推理，而是用因果分析。我们通过推理世界运转的方式来进行推论。我们猜想如何由因导果，哪些东西会抑制或阻碍预期中的“果”，以及为了“因”能发挥作用，哪些因素必须就位。我们判断一个说法的是非对错所依靠的是因果式的逻辑，而非命题式的逻辑，因果关系的逻辑包括了具体事件如何一一对应到其结论。

因果推理的能力让我们得以解决许多现实问题。在裂谷或水面上建造一座桥梁就是因果推理的产物。桥梁设计师必须进行与承重结构相关的推理，以确保建造一座能承载汽车和卡车重量的安全桥梁。为机动车安装车轮使车子能随着车轮的滚动而移动，这要求另一种因果机制的参与。实际搭建一座桥梁或制造一只车轮的前提是构思与筹划它们的能力，这也使人类得以拓展领地、躲避敌人，并在争夺稀有资源的演化之战中成为最大的赢家。

将想法投射到长远未来的能力也是因果推理的一种。它涉及对世界长期情势发展的预期机制。这类长期规划是必要的，可以激励我们终生学习。学习的精髓在于，我们精进的能力不会立竿见影，而是在多年以后才凸显其价值。学习独木舟的精良制作工艺可能要花费数年之久。但是，某个社群中使用独木舟的人不会投入时间在这项将来才会用到的工艺上，在当代的独木舟工匠做出最后一支船桨之前，这个社群还是可以继续他们习以为常的捕鱼和交通方式。只有在你能通过因果机制的推理足以看到未来社会变迁的时候，比如当你看到死亡的威胁近在眼前时，才会花时间学习某项有用的技能或工艺。

我们所擅长的因果分析不仅针对客观实物和社会流变，还包括精神和心理层面遇到的问题。⁴试想某人，比如你的爱人，拒绝跟你说话。现在，你有了一个要解决的问题。你需要调动因果推理来找出问题所在并弄清楚如何应对。

想要确认问题出在哪里，你得因果式地揣测人类的反应和情感。是什么导致他/她对你做出负面反应呢？你冒犯他/她了吗？你提起他/她不堪回首的过去了吗？你踩到他/她的道德雷区了吗？正如面对客观实物一样，这也需要复杂的因果分析。此时，你需要了解人类的想法和动机，以及它们如何引发后续行动。要弄清是什么触怒了某人，你得对他/她的信条或观念略知一二。例如，他/她对你的过去了解多少？哪些道德价值观是他/她看重的？你还得对他/她的欲求所有了

解。他/她的敏感地带在哪里？他/她跟你冷战是为了达到什么目的？换句话说，你要做的就是找出操控他/她行为的背后意图并弄清他/她希望借此达成的结果。这类因果分析在每一个人际交往场合都会被调动，也是绝大多数人用起来都得心应手的一类推理。

寻求解决问题的具体做法也需要因果推理：现有的各种方案都会导向怎样的后果？如果你试图安抚此人，他/她的态度可能会有所缓解，但也可能被理解为你认错了，使对方占了上风。如果你挑起争执，或许能逞一时口舌之快，但你可能将结束或至少在一段时间内无法维系这段关系。有时，预测我们的所作所为会对他人产生何种影响并非易事，但还是那句话，如果我们义无反顾地这样做，大多数情况下还是能顺利解决问题的。彬彬有礼地提出一个简单的请求，对方通常会心甘情愿地顺从；如果以开玩笑的方式提出，则大多会得到一个忍让的似笑非笑作为回应（根据我们的经验）。人们在因果推理上的非凡天赋不只是针对具体事物，在预测人类行为方面也毫不逊色。

推理的正向和逆向

因果推理是人类认知的基础，也是心智的主要任务，但其各个面向也有难易之分。我们的推理有正向和逆向两种。正向推理是思考如何由因导果。我们用它预测未来，用今日之旧闻预测明日之新闻。我们也用它搞清楚设备如何工作：例如，怎样按下一连串的按钮，就能设置好新时钟上的闹钟。前文提到的逻辑架构中“肯定前件式的假言推理”的例子，运用的即正向推理。现在，请你从参议员的行为出发，推测他将来是否一定会把时间花在筹款上。

逆向推理是由果推因的推理。⁵医生用它诊断引发症状的病因，机械师用它判断你的爱车出了什么问题。逆向推理通常涉及解释、阐明事情是怎么发生的。对人类而言，正向推理，即由因导果，比诊断式的由果推因更容易一些。例如，医生更容易推测一名胃溃疡患者有腹痛症状，而不是由腹痛得出他患有胃溃疡的结论。逆向推理也比正向推理更耗时。由果推因的逆向推理或许很难，但人类也正是因此而与众（动物）不同。我们尚不清楚是否还有其他生物有能力或者有兴趣理清万事皆有其因。

做正向推理时，我们通常只需少量的心理模拟。如果我请你预估做好一个煎蛋饼需要多久，你会在脑海中想象所需的几个步骤，评估每一步所需的时长，并把它们累加在一起。若预测与俄罗斯开战的影响，你可能会想象洲际导弹横空飞过，被雷达捕获。由果推因的诊断式推论可没这么容易。假设对俄战争真的爆发，我们想一探究竟，则需要动用一些其他方法择取潜在的原因，再评估每种原因的可能性以猜测实际上发生了什么。

具有讽刺意味的是，我们的预测力比诊断力强这一事实导致我们在进行预测性推理时会犯一个错误，而进行诊断式推理时我们不会犯这样的错误。⁶假设你是一个精神康复师，接手下面这个案例：

Y女士是一名32岁的女性，已被诊断为抑郁症。请评估她表现出嗜睡症状的可能性有多大。

换句话说，在你除了她32岁、女性、抑郁症患者之外一无所知的条件下，你要回答她昏昏欲睡的可能性有多大。如果你不知道相关统计数据（其实也没几个人知道），这会是个很难回答的问题。但总有一些你确凿无疑知道的事。比如，你确信，如果没有其他导致她困乏的原因，那么她表现出嗜睡症状的概率就会小一些。因此，假设我们向你咨询如下情况：

Y女士是一名32岁的女性，已被诊断为抑郁症。**一套完整的诊断检查结果显示，她尚未被诊断出任何其他可导致嗜睡的器质或精神疾病。**请评估她表现出嗜睡症状的可能性有多大。

你应该会给一个较低的数值，或许也不会低太多，但你对她嗜睡程度的预估值多少会降低一点。

实际上，人类可不是这样做的。人们会忽略第二次提问中被着重强调的部分。我们向几组出席由哈佛大学主办的工作坊的心理健康专家展示了上面两个问题。他们对两次提问都给出了完全相同的答案。粗体字传递信息之所以会被忽略，是因为在由已知原因推测某项结果发生的概率时，人们会对其他可能的因素视而不见。他们想象一个年轻而忧郁的女性，并检视他们的心理图像是否呈现她昏昏欲睡的模样。这种心理图像不会考虑她是否脱水、疲劳或引起嗜睡的其他因素。

令人惊讶的是，诊断式推理不会受此困扰。我们向参与同一个工作坊的其他几组人提出了下列问题。

Y女士是一名32岁的女性，表现有嗜睡症状。请评估她被诊断为抑郁症的可能性有多大。

我们反转了这个问题的问法。现在是要求通过给定结果推测某项原因的可能性，而非给定原因，推测某种结果发生的概率。这一次，与上述判断结果相比较的是对下面这个问题的回应。

Y女士是一名32岁的女性，表现有嗜睡症状。**已知一套完整的诊断检查结果显示，她尚未被诊断出任何其他可导致嗜睡的器质或精神疾病。**请评估她被诊断为抑郁症的可能性有多大。

文中的粗体字又一次排除了可能致使Y女士嗜睡的其他原因。在这个例子中，排除干扰因素理应提升人们的判断力。如果我问你A为真的概率有多大，而你已知A会导致B且B已发生，那么一旦你知道不存在其他导致B的因素，则A为真的可能性极大。事实上，如果你相信万事皆有因（其实大多数人都这么想），那么A绝对为真，因为它是导致B发生的唯一原因。

这与心理健康专家们的回答不谋而合。在排除其他潜在原因的情况下，相较于不给任何补充信息，他们更倾向于认为Y女士患有抑郁症。在进行诊断式推理时，即由果推因时，我们的受试者并未忽略其他可能因素。

由因导果时人们会忽略其他潜在因素，是因为他们的心理模拟已经应接不暇了。但逆向地由果推因时，我们根本无法进行心理模拟。

尽管我们并不擅长诊断式推理，但或许正是这种能力让我们得以成为人类。似乎还没有任何证据显示其他动物也能进行诊断式推理。动物对其身处环境的因应或许也十分老练，而且在前文中我们已看到，老鼠在思考因果关系方面何其敏锐，但没有任何一种动物表现出由果推因的诊断式推理能力。⁷

关于非人动物不能进行诊断式推理的最强有力的反例，并非来自你我意料之中的黑猩猩、倭黑猩猩（在基因上甚至比黑猩猩更接近人类）或海豚（众所周知远比人类更聪明，正韬光养晦，等待时机统领地球），而是来自乌鸦。这种动物的推理能力深深地震撼了科学家们。

在一项研究中，6只新喀里多尼亚乌鸦面前放着一根透明的装有少量的鲜美肉泥的管子。狡猾的实验者在管子上设计了一个洞，这样一来，推出或拉出一小堆肉泥又可避免食物掉入洞中的唯一办法就是利用工具。6只乌鸦中的三只不仅想出了如何从最初的管子里取得食物，它们似乎还理清了其中的因果缘由。它们也能够从其他洞被设计在不同位置的管子中获取食物。考虑到在实验观察中，非人（灵长类）动物能做到什么（不能做到什么），乌鸦的这项本领是相当不同寻常的，这一点即使连黑猩猩都无法做到。但是，这与人类精密而抽象的推理能力相比，还是相形见绌。实验中，没有任何一只乌鸦是基因突变的畸鸦（就此例而言）。故此，认为只有人类能够进行真正的诊断式推理的假设，即由果推因的因果推理，仍待争辩。尽管如此，乌鸦还是令人叹服不已。⁸

讲故事的能力⁹

因果分析有许多形式。弄清楚一台新咖啡机如何运作需要因果分析，怎么修补一件毛衣上的洞或如何治疗你的膝关节炎也是如此。在社会生活中，我们通过多种方式交换有关因果分析的信息。在销售一台需要自行组装的新电器时，我们把组装指导手册放入包装；我们在视频网站上分享一则如何修理洗碗机的视频；我们还阅读专家写的关于怎么治病救人，如何给他人留个好印象，以及怎么把生意做得风生水起的书籍。

讲故事大约是人们彼此间传递因果信息的最常见方式了。想想下面这个古老的犹太故事。一位店主走到他的商店门口，发现窗户上满是用喷漆颜料画的侮辱和贬损涂鸦。他把窗户擦干净了。但第二天，同样的事情再次发生。因此，他萌生了一个计划。第三天，店主一直等到这帮当地的小流氓们出现，在他们干完这些勾当之后，店主付给他们10美元作为这项“工作”的酬金。翌日，他再次酬谢他们但只付给他们5美元。接下来几天，他继续为店铺受损而付钱，但金额逐日缩减，因此，小流氓们很快就只能拿到不到1美元了。他们终于不再来了。何苦就为了这么一点点钱而喷漆侮辱这位店主呢。

这个虚构的小故事揭示了一个实实在在的因果教训，关于是什么让人们采取行动，以及你如何能够引导他们的动机，让其认为他们正在做一些违背初衷的事情。

故事用于阐述人类动机很常见，但还有一些故事所传达的是一些有关世界运行规则，以及我们该如何应对的其他类型的启示。《圣经》中的一则传说讨论了世间万物的根本之源，世界是如何被创造

的。许多《圣经》中的故事告诉我们行之有报且原因何在，因此，某些特定的行为是正确的而其他是错的。亚当和夏娃的故事教导我们要遵照神的指示去做，该隐和亚伯的故事告诉我们应当与兄弟友爱。童话和都市传奇总是告诫我们应该避开什么，什么是危险的，以及我们如何确认谁值得信任。有关英勇事迹的故事告诉我们自身有着惊人的潜力。

讲故事是我们对一系列事件建立因果意识的自然本能。这就是为什么我们到处都能看到故事。20世纪40年代社会心理学的经典论证之一，是弗里茨·海德（Fritz Heider）和玛丽安娜·西梅尔（Marianne Simmel）向人们展示的一个简单的动画片。¹⁰主角是在屏幕上移动的一个圆形和两个三角形，仅此而已，无配音，无字幕。有时其中的两个几何图形会相互靠近；有时一个似乎在追另一个；有时它们似乎在打架。毫无疑问，人们看到的远不止圆形和三角形，他们看到的是一场浪漫的戏剧表演。人们无时无刻不在看故事。

一则好故事不仅仅描述实际发生的事情，它在更广义的层面上告诉我们世界如何运作，这便关系到那些并没有真正发生的或至少还没有发生的事情。当莎士比亚笔下的麦克白夫人在杀害邓肯王后无法自己地不住地洗手时，她哭道：“去掉，该死的血迹！去掉，我说！……一，二；那么好吧，现在到了动手的时候啦。……地狱是阴冷的！”从中我们所领悟到的不仅是某个虚构人物的追悔莫及，更是关于谋杀带来的情感恶果。我们习得一个因果定律：杀害某人会使凶手饱受负罪感的煎熬，惶惶不可终日。

一则好故事的道德寓意不仅适用于此情此景，也要能应用到我们或将身临的其他地方。我们之所以将亚伯拉罕在摩利亚山牺牲其子以撒的故事代代相传，绝不仅仅是为了在亚伯拉罕及其家族的事迹上多添一笔。这绝对是一堂教导我们不论何时何地都忠于上帝的课。

在这重意义上，讲故事要求我们做一些唯人类之能力所及的事。这需要我们运用对世界因果机制的理解，建立对整个世界的思考。讲故事有助于我们如此设想：倘若某些情况有所不同，世界将会是个什么样子。这在科幻小说中最清楚不过了：作者帮助读者畅想了另一个世界，在其他星球上有生命存在，或有能够确保带来幸福的药物，或一个由机器人接管的世界。但是，许多其他类型的故事也涉及另类世界，特别是我们讲给自己听的故事。你可以设想你是一位摇滚明星，你会过着怎样的生活？要想知道答案，你可以参考你对世界运行机制的理解，当一个摇滚明星的“因”能够导致怎样的“果”。举个例子，你可能会出入豪华酒店，宝马香车相随，而且会花不少时间在给歌迷亲笔签名上。你可以尽情幻想其他可能性。想象另一种世界是人类思维重要的一部分。它被称为反事实思考，你可以体会到，这取决于我们进行因果式推理的能力。

我们为什么这样做？我们为何会本能地讲述那些要求在虚构世界进行推理的故事？或许，这样做的主要动机是它让我们得以考虑替代性的行动方案。我们非常自然地去想，如果做了什么不一样的事情，世界将会怎样：如果我们换了发型，买了一个新割草机，或卖掉我们的房子并买了一艘游艇。正是因为我们可以考虑这种假设行为，在某些少数时刻，我们真的会去追寻那些假想的世界。一个无法构想出一套新发型的人是不会出门去理发换造型的（至少不会主动为之）。一个无法构思一系列权利法案或无法想象一台新型吸尘器的人也不会去发起提案或购买。反事实的思考能力使得人们能够同时做出非凡和平凡的行为。

人类最伟大的一部分发现皆源于反事实的思维实验。伽利略从比萨斜塔上丢下砝码以证明不同质量的下落速度相同，这是众所周知的。历史学家不认为这一事件确实发生过，但我们知道的是，早在声称的实验进行之前，伽利略已经知道他已在脑中演练过的这一实验将会产生怎样的结果。正如他在16世纪的著述《论运动》（*On Motion*）

中描述的那样，他设想了两个重量不同的物体同时从天而降。伽利略对物理定律的理解指引着他的思考，他能够准确地推断出，无论质量大小，这些物体都会以相同的速度下落。

我们的想象力通常不如伽利略那般深刻而富有见地，但我们每个人也都经常以某种形式运用着想象力。许多决策是通过进行少量的心理模拟，依据我们对支配当前情境的因果律之见解，来理清不同的行动方案所对应的可能出现的结果。当道路拥堵时，我们会试想不同的路线，并选择途经交通流量最小又不用花太长时间的那一个。当纠结午饭吃什么的时候，有些人会想象每样菜品尝起来如何，以及，那是不是我们渴望立即吃到的味道。这些心理模拟也是我们讲给自己和他人小故事，其目的在于寻找和架设一座通向当前处境的因果之桥。

心理学家指出，故事建构了我们从个体自我到集体成员的身份认同。¹¹我们讲述关于过去的故事，我们追忆往昔并赋予它们浪漫色彩。我们讲述关于未来的故事，我们畅想未来并赋予它们奇幻色彩。我们还讲述关于现在的故事，我们建构出自我并开始白日做梦。所有这一切都是关于挖掘原因和预见结果的。我们是怎么来的？我们要去哪里？此时此刻，我应该采取什么行动？

故事被用于在人群中传播因果信息和教训，同时也被用于分享经验、组建集体式的共同记忆，并表明和宣称一种态度。当一个共同体认同一段特定的故事时，他们也正在接受故事暗含的立场。讲述1773年波士顿倾茶事件的美国人，是在讲述一个骄傲的反抗强权的故事；而如果是所有茶叶被倒光的英国商人讲这个故事，他们描述的就是一群需要被狠狠教训的盗贼无赖。因此，故事通常属于一个共同体，而不是某个人，而且这些故事与其共同的信仰体系密切相连。

故事或许是独立客观存在的实物，但要讲述它们需要个体拥有与之相匹配的认知系统。我们已看到，认知系统中有关因果的表现和推理能力是有限的，仅凭我们个人无法应对世界真实的复杂性。这无疑是因为故事倾向于简化，且有时过度简化。比如，大多数人对亨利八世的欲求不满都略知一二，这就是他有6个妻子的原因之一，以及他的妻子大多不久于人世。我们实在无法在接近现实世界复杂性的程度上记住和散布这些故事。

然而，故事是世界中因果关系的反映，无论我们如何简化它们。因此，个体需要一套无论面对什么内容的故事都能理解其内在因果关系的认知系统。我们需要一套认知系统，用于理解正面人物和反派角色想要达到什么目的，诸多困难是如何阻止目标达成的，以及这些困难是如何被克服的（或没有被克服的，视情况而定）。这些都是涉及试图影响世界走向一个特定结局的因果概念。这并非巧合，讲故事作为人类最本能的表达方式，取决于同一个才能——因果知识，它能让思维激发更有效的行动。

[1] 在巴甫洛夫的实验中，一旦联系产生，原为中性刺激的铃声被称为制约刺激（conditioned stimulus），狗听到铃声分泌唾液的反应被称为条件反射（conditioned response）。这个联系被称为经典条件反射（classical conditioning）。——译者注

第四章

我们的认知为何会出错

2008年，安吉丽娜·朱莉（Angelina Jolie）出演的电影《通缉令》（*Wanted*）在美国共赚得1.35亿美元的票房。在影片中，未来的超级杀手们被训练出能够在扣动扳机之前以特定的方式扭转手臂，从而使子弹绕开周围障碍物的本领。电影中的场景或许能俘获绝大多数观众，却让物理学家抓狂。

问题在于，我们对物理学的肤浅理解¹与真实的物理学并不相符。在绝大多数情况下都能准确预测物体运动的牛顿运动定律，可能与人们对物理现象的预期并不一致。为了说明子弹转弯的不可能性，请想象你正在绕着你的脑袋旋转一个系在绳子上的石块。接着，你无恶不作的老大哥过来切断了绳子。情况看起来是这样的：

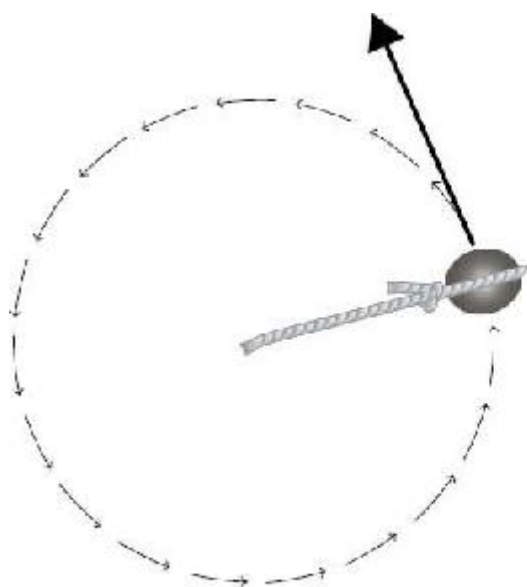


图 1

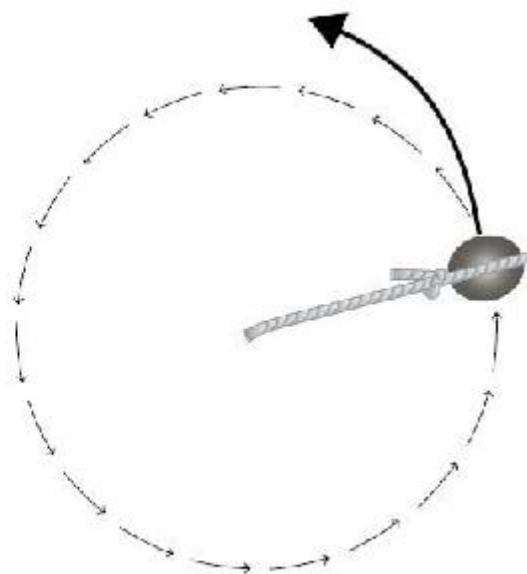


图 2

当石块飞离你的时候，它的路径是怎样的呢？大多数人认为它将飞成一条曲线（如图2）。而事实上，受牛顿定律的支配，它将按照直线飞行（如果你够幸运的话，它将直接向你的老大哥飞去）。我们并非总是依据牛顿定律预测物体的运动，因为日常观察的结果常常并不遵从定律。（这也是牛顿在首次发现这些规律时用尽心力的原因之一。）例如，牛顿第一定律认为一个运动中的物体会以相同的速度和方向保持运动状态，但通常情况下我们不会看到这个现象。如果你在地板上推一块砖，它很快就动不了了。物理学家恰如其分地把这种现象归因于摩擦力。非物理学家则倾向于用一种相当“非牛顿”的方式理解这一点，比如你会想，你施加在砖块上的“推力”会随着时间消退。当推力完全耗尽时，砖块就不动了。

牛顿第一定律同样意味着，当绳子被切断且没有其他作用力让石块保持圆周运动时，石块将沿直线运动。但人们相信是旋转赋予石块以圆周运转的动力，这一动力将在一段时间后耗尽，因此他们预估石块还会沿圆周路径运动。《通缉令》的出品人在子弹曲线飞行的问题上也犯了同样的错误，或至少他们以为观众也是这样想的。好莱坞不是靠科学严谨赚钱的，迎合观众的口味才是其生财之道。

因果推理可被视作思维的基石，但是这并不意味着人类是完美的因果推理大师。我们已看到，在事物的运行规则方面，人们比他们自以为的更无知。尽管我们生来就被赋予根据因果机制进行推理的禀赋，但作为个人所能做的也不过如此了。

你曾经试过调试一辆自行车的车闸吗？这是可以做到的，但是对我们大多数人来说，这似乎需要历经多年的培训和实践。思维贯穿一切，并决定众多可能性之中哪些需要被调整，以及每一处要调整多少，这已经让许多智者开始怀疑自己的智商了。相似的情形是，梦想着一到正午就饭菜满桌，却一直弄不懂怎么设置炉灶定时器的人不止你一个。常人注定总有些自己思维所不能及之处。

这就是为什么没有公认的美味佳肴，没有普世的经济制度，以及政府是否应该以及如何处理中东事务也没有统一答案。生活和社会制度是复杂的，并没有一个绝对正确的方式去理解它们。思维充满了猜想臆断，只能无限逼近事实真相。

我们再来看一个展现物理特性推理困难程度的鲜明案例，来自一项由加州大学伯克利分校教育学研究员安德烈娅·迪塞萨（Andrea diSessa）²进行的研究。请看下图中的两枚硬币。如果上方硬币沿着下方硬币的边缘滚动，假设其直接滚到下方硬币的正下方，上方硬币上的箭头会指向哪个方向？

大多数人觉得箭头当然是指向下方。事实上，它是指向上方的。不妨拿一组25美分的硬币试试看。在日常生活中，我们天天都会看到物体的滚动，但物体沿曲面滚动的场景就相当罕见了，因此，我们对于上面例子中硬币之表现的直觉判断很糟糕。通常情况下，一个物体在平面上滚动，其转动的距离同它与平面的接触面积成比例。一枚硬币滚动其自身周长的一半的距离即转了半圈，如果这枚硬币沿着平面滚动了其自身周长的一半，箭头会指向下方。当硬币沿着曲面滚动时，此规则不再适用，但人们仍倾向于误用他们已在平面上学到的因果模型。这就是直觉误区的根源。

因果模型的应用不仅仅局限于理解物体怎么运动。人们还常用水流或人流等已观察到的事物来类比理解电的存在。³因果模型也决定了人们如何与日常生活中的机械设备互动。例如，很多人把他们的恒温器设定的温度调高，为的是快点儿达到理想温度。这是由于他们调用了制热系统的因果模型，达到额定温度的快慢取决于设定的目标温度的高低。虽然这是错误的，但人们似乎坚信，他们给恒温器设定的温度越高，它就会工作得越卖力。以下是一名实验参与者对其错觉的解释。⁴

我真的认为这很简单。嗯，我想，手柄和制热系统功能之间一定有着某种线性关系。这就像踩下油门踏板。我了解液压的概念，你知道的，你踩得越用力，就会有更多的液体被推入发动机，接着会产生更多的火花，车子就会跑得更快。此处同理，你越用力地推或拧手柄……系统就会产出越多热量。

随后，他又列举出一大堆其他也依相同原理运行的装置：

我随即能想到的还有电动搅拌机。你把它们的转速调得越高，它们转得越快……你踩油门踩得越用力，汽车跑得越快……打开水龙头……你会看到更多的水以更快的速度喷出，你懂的，这和向手柄施力使温度升高是一个道理。

显然，这个因果模型是直观易懂的，因为我们处处都能体验到。我们很少直接察觉到那些产出结果的机制。我们所能体会的只有我们的行动，以及这些行动导致的结果。只有当进入装置内部一探究竟时，我们才能弄清楚是怎么回事儿。当各组件在眼前一览无余时，我们就可以看到机械的内部。例如，透明的外壳使我们能够看到机械钟表如何工作，或落叶如何被耙在一起。可大多数机制都太微小（如分子变化导致水沸腾）或太抽象（如经济政策导致贫困）或难以触及



（如心脏如何供应你全身的血液）。我们看不到疫苗正如何发生作用或食物的基因是怎样被改造的，因此我们用既往经验理解未知的领域，而这可能导致错误的信念。

我们所知甚少，但够用

因为做不到完美的因果推理就自我责备，这是错误的。试想，在任何情况下，想要做出正确的因果推论需要哪些条件。你需要知道世间的一切，你还要对事物如何变化具备全面的认识。因为世界是复杂的而且事物变化的模式多种多样，这两种知识都与完备二字相去甚远：不全面、不确定和不严谨。在现实世界中，你的所知必然主要源于你所经历过的那一部分世界。你对看重的事物的了解总比你漠不关心的那些要多。你对怎么在职业道路上出人头地的了解，比如何成为一名专业冰球运动员要多得多（先假设你的职业目标不是晋级国家冰上曲棍球联赛）。

关于分子的位置、方向和运动你也不大可能知道得太多。因为那同我们生活的世界根本不在一个粒子水平上。我们的知觉与运动系统是为了执行更高层面的任务而生的——那个我们与物质世界的动植物（特别是其他人）以及人造物存在真实互动的层面。因此，我们的知识尤其适用于这一层次上的对象，它与我们的日常生活等高，或许稍微高那么一点儿（共同体和其他社群组织）。知识库就是在这一层面被组织起来的。

故此，人们对任何东西都知之甚少（出乎意料，太出乎意料了）。事实上，我们知道的特别少，只是刚刚够罢了。由于知识是有限的，相应地，我们对事物变化的理解也被局限了。除了化学家或物理学家，大多数人无须考虑因果律在分子和原子层面的应用。这就是为什么虽然经典力学无法精准无误地应用于微观（在原子层面上的运动）和宏观（宇宙在最宏伟尺度上的运动）层次，但用来描述人类的经验已经绰绰有余了。我们只是无法体验量子物理学家日思夜想的那

个超出我们常人经验的世界。绝大多数人——事实上，包括化学家和物理学家在内，当他们脱掉白大褂变成普通人时——只需考虑那些涉及肉眼可见的物体、仅限于冬夏之间小范围浮动的气温、人与人之间的互动的因果机制，说得更笼统一些，即那些操控常见事件的机制。在风平浪静的生活中，浅层的因果推理完全够用。这其实挺幸运的，因为如果我们必须无所不知，我们很快就会被知识淹没了。

有关社会情境的推理就像对物理对象的推理一样，非常浅显。每天不经意间发生的事情都要求我们理解他人的意图，但这些意图往往停留于表面。他们是想在人行道上截住我们吗，还是想问个问题，或者是想要我们的钱？我们无时无刻不在经历这些简单而直观的推断。令人印象深刻的不是上述情境中推论的深度，而是我们事实上全部做到了。

在有些情况下，人们需要更深层次的推论。假设一个骗子正想要诱你上钩，这时要推敲出此人心里的小算盘可能有点麻烦。或者说，如果你所爱的人郁郁寡欢或举止异常，找出原因和对策可能需要极高的敏感度和深刻的同理心。实际上，绝大多数人都不擅长在这些情境下做出合宜的推断。骗子无处不在是因为他们尝到了甜头，人们总是容易上当受骗。令人伤感的真相还有很多，不过真正能理解他人痛苦并给予帮助的人却少之又少。大部分人想要对他人施以援手，最终却求助于其他人：我们请朋友和家人帮助我们分析事态，或请专家进行干预。还是那句话，问题是尽管人们擅长因果推理，但在专精领域之外往往流于肤浅。

两种思维

我们长期进行某种类型的因果推理，但并不是所有的因果推理都一模一样。有些推理转瞬即逝。当老鼠将不适归因于食物而非闪光时，我们假设这一推断并没有涉及太多的思考和反应。它是迅速而自发的，就像一个人可能会将他手上的伤归结于他撞到了墙，或一名学生会将她的欣喜归结于数学考试拿了满分。这样的归因方式几乎和“推理”搭不上边儿，因为它们太显而易见且来得如此之快。

其他类型的因果推理需要更多的思考和分析。是什么导致了第一次世界大战？为什么你的汽车打不着火儿？为什么你辛勤努力做出的贡献无法赢得上司的赏识？回答这些问题需要时间和精力，我们得慢慢来，谨慎周密地得出结论。此处的推理才符合这个词原本的意义。

这两种不同思维的区别贯穿了整个古典与现代哲学、心理学，及认知科学。丹尼尔·卡尼曼（Daniel Kahneman）在其著作《思考，快与慢》（*Thinking, Fast and Slow*）中道出了二者的区别。⁵这种区别由来已久，认知科学领域对其有多种不同说法。比如，这两套推理系统被称作联想式思维与规则式思维⁶，或简化为系统1与系统2。⁷我们将它看成直觉与慎思之别。

哪个动物的名字是以字母e开头的？

你是不是想到了“elephant（大象）”？几乎每个人都会这样反应。某些东西就是会迅速、自发且毫不费力地浮现在脑海里。这些依靠的是直觉。

值得思考的是，意识在直觉与慎思中分别扮演了怎样的角色。我们凭直觉拥有的一个想法，是自己跃入脑中的。就像面对下面这个乱序非实义词，我们无须花费任何力气就能认出它：

inituitve (intuitive的相同字母异序词)

答案立即涌入你的脑海。虽然最终结果就在眼前，但你甚至都没察觉到这个答案生成的过程。“直觉”一词奇迹般地在你心里闪过。

但是当你思考时，你不仅得到了答案，还知道它是怎么来的。来试试这个稍有难度的变位词：

vaeertidebli

如果你能认出它（答案在本页页脚^[1]），那么你不仅知其然还知其所以然。你能看到自己的思维过程，在心中来回移动字母以期找到一个实义词。与此类似，当求解一道复杂的计算题时，你留心每一个运算步骤。你在讨论一名政治候选人的功过时也是如此。

直觉和慎思之别在知识史上也长期受到重视。以古希腊哲学家亚里士多德为例，他指出仰赖直觉已积习难改，习于深思熟虑又谈何容易。

现在如果论辩本身足以使人类品行善良，它们就是正当的……取得了巨大的回报……但事情往往是……它们无法引向高贵与善良……什么样的论辩会把人塑造成这样？即便并非不可能的，但要通过论辩去掉这深植于性格中的特质着实不易。

——亚里士多德，《尼各马可伦理学》 (*Nicomachean Ethics*)

柏拉图更含蓄地指出了直觉和欲望的联系，摘录如下。

接下来，让我们将灵魂比作一队飞马与其驭者的天作之合。其中一匹飞马受荣耀之爱且只听从口头命令；其余的同伴都狂野、自负而猥琐，且从不顺服于马鞭。

——柏拉图，《斐德罗篇》（*Phaedrus*）⁸

柏拉图试图区分激情和理性，当面对诱惑时，它们是两匹将我们拉往相反方向的马。我们都认同柏拉图的“推理”很类似亚里士多德所说的“论辩”，也就是认知科学家口中的慎思。那就是用小心谨慎的思考来帮助我们解决问题，以免行动被欲望所操纵。那是脑中一个小小的声音在耳语，告诫我们什么才是重要的以及如何达成长远的目标。正是这个思维过程阻止我们去吃第二块巧克力蛋糕或为自己的贪嘴而内疚不已。

但直觉与激情完全一样吗？我们的直觉是无意中涌入脑海的想法，基于某些根深蒂固的认识。例如，我们通过某人说“about”（关于）一词的口音就可以断定“他是加拿大人”。这样的想法本身并不是欲望。只是认定某人来自加拿大并不会让他变成欲望的对象，尽管这也无妨。而有些直觉真的会唤起欲望。烘焙坊的包装盒会引发一种这盒子里装有蛋糕的直觉，这难免会激起某人对糖分与油脂的向往。另一方面，欲望也能引发直观的反应。如果我们看到一辆中意的汽车，我们会想象驾驶它的样子。如果我们置身于一栋理想的房子里，我们会想象住在里面的样子。一块秀色可餐的甜点诱使我们想象吃它的样子。一位梦中佳人诱使我们想象……好吧，你懂的。即使并非所有直觉都与激情有关，我们的冲动也与某些特定的直觉相伴相生。因此，直觉和激情是不一样的，但非常相近。直觉和欲望二者能够相互配合，也都能与慎思相对抗。

在进行因果推理时，那些快速、直观地得出的结论并不总是与慎思的结果相同。我们的直觉反应可能是向敌军投下炸弹迫其投降，但深思熟虑之后可能会发现，投掷炸弹可能正给自己落下了恐怖袭击的口实。有时慎思有助于让我们在对某事做出反应时从恐惧和担忧中平静下来。我们只要稍微仔细想一下就会发现，其实没有什么可怕的。换句话说，有时通过直觉——迅速且毫不费力地得出的结论，会被耗时耗力较多的深思熟虑后的结论推翻。直觉得出一个结论，但慎思让我们犹疑再三。

直觉和慎思之辩并非只存在于西方思想中。根据某些印度和瑜伽传统，能量有七轮，轮即脉轮，有“呼吸中枢”之意，是与一个人各方面状态和健康相关的精神元素。它们有时被视作生命力的能量中心。每个脉轮各自与身体某一部分相关联。第一轮在最低处，系生根于大地。脐轮位于肚脐稍下处，与性行为及整个躯体和动力相关。第三轮略高于肚脐，与火有关。第四轮位于胸口中心，贴近心脏，与爱有关。第五轮置于喉咙，与沟通有关。第六轮和第七轮则与认知科学家所考虑的思维密切相关。第六轮，亦称眉心轮，位于双眉之间。你在印度教艺术作品里看到的第三只眼睛就是它。它通常与视觉表象这样的领域有关。我们认为这就是东方式的对直觉的描述，思绪自发而来，无心插柳柳成荫。

第七轮，或称顶轮（千瓣之轮），位于头顶中央。它与智力和意识有关。这一轮把我们与更高的真我及其他生灵相连。第七轮与我们所说的慎思之间似乎没有多大距离。

这意味着直觉是自我选择。它是个人思维过程的一环。慎思则不同。一种慎思的方法是和自己对话，就像你跟别人谈话一样。慎思将 you 和其他人联系起来。一个团队的人不能一起靠直觉感知到什么东西，但他们能够一起缜密地思考。在之后章节中我们将看到这种集体思维概念发挥重要作用。我们将看到，可以通过与团体协同的慎思来

设法克服直觉因果模型中的弱点和痼疾。由此，我们将创造一个格外强大的社会性心智。

直觉、慎思与解释性深度错觉

回想一下解释性深度错觉这个发现，人们自觉对因果系统的理解比他们实际做到的要好。错觉是直觉的产物。我们思索事物如何自发而不费吹灰之力地运行。但是当我们深入考虑我们拥有的知识的时候，错觉就不堪一击了。这也有助于解释为何不是每个人都会被错觉所击败。耶鲁大学市场营销学教授沙恩·弗雷德里克（Shane Frederick）实施了一项简单的测验，用以判定一个人更偏向使用直觉还是思考。他为该测验命名为CRT（Cognitive Reflection Test，认知反射测验）。测验包括三个简单的问题，其中一个是弗雷德里克在一本字谜书中看到的：

一只蝙蝠和一只球的价格是1.10美元。蝙蝠的价格比球高1美元。那么，球的价格是多少？

你觉得答案是10美分？大多数人都会给出上面这个答案（包括许多常春藤盟校的学生）。更重要的是，“10美分”几乎是所有人都最先想到的。真正的问题是，你是满足于这个凭直觉得出的答案还是再把题目推敲一遍。如果你回看这个问题，你会发现，如果球的价格是10美分，而蝙蝠的价格比球高1美元，那么蝙蝠的价格应该是1.10美元，共计1.20美元。所以答案不是10美分。

一小部分人会反推他们凭直觉得到的答案，并意识到10美分是错误的。在检查之后，大多数人都能够算出正确的结果。[\[2\]](#)弗雷德里克把这类人称作反思型⁹，意思是他们倾向于抑制其直觉反应并在回答之前深思熟虑一番。

CRT中的另外两道题和蝙蝠与球的问题皆有共性。下面举其中一例。

湖里有一小片睡莲，睡莲的面积每天成倍增加。假设睡莲覆盖整个湖面需要48天的时间，覆盖一半的湖面需要多长时间？

你首先想到的答案是“24”吗？几乎所有人都这么想，而且大多数人都说这是正确答案。真的是这样吗？如果睡莲的面积每天双倍增加，那么当湖面在第24天被盖住了一半，第25天的时候它应该就被盖满了。但题目中已说明，湖面只有在第48天的时候才被完全覆盖住。所以24不会是正确答案。正确的答案必定是被完全覆盖的前一天，即第47天。

我们再看一下第三个问题。

如果5台机器需要5分钟来制作5个小零件，用100台机器制造100个小部件需要用多长时间？

给个提示：答案不是100哦。[\[3\]](#)

CRT中三个问题的共同之处在于，错误的答案总是率先涌入大脑。想要得到正确的答案，凭直觉做出的回答必须被抑制，而且你必须进行一些计算。然而大多数人都懒得去做。与抑制错误的草率答案，稍稍深思一下找出正解相比，人们宁愿凭直觉回答，不假思索地说出第一个出现在脑中的想法。只有不足20%的美国人对CRT的三个问题给出了正确答案。数学家和工程师比诗人和画家的表现要好，但也没好到哪儿去。麻省理工学院接受弗雷德里克测试的学生中有大约48%全部答对；在普林斯顿大学这个数字只有26%。

CRT区分了反思型的人和直觉型的人。更具反思特征的人倾向于仰赖他们深入思考和表达的力量；那些缺乏反思特征的人更多地依靠他们的直觉。这两类人有诸多不同。当面对的问题涉及运用推理时，反思型的人会更加小心谨慎。他们较少犯错且相较于缺乏反思的人不那么容易上当受骗。¹⁰例如，他们更善于发现一个句子是确有深意还是只不过是一堆字词的堆砌（如“隐藏的意义改变了无与伦比的抽象之美”）。¹¹他们也更愿意冒险且鲜有冲动任性的行为。一般来说，他们更善于把握时机或干脆等得更久以放长线钓大鱼。¹²他们的喜好在其他方面不尽相同。相较于缺乏反思特征的人，反思型的人更偏好黑巧克力而非牛奶巧克力¹³，他们也不太相信上帝。¹⁴

与我们所讨论的内容相关性更高的是，反思型的人，也就是在CRT中得分更高的人，相较于直觉型的人较少地表现出解释性深度错觉。¹⁵在一项研究中，我们要求受试者前后两次评估他们对几种冷门装置的了解程度（如能自动给植物浇水两周的给水球），一次在论述他们的理解前，一次在论述后。在CRT中得分优异的受试者未表现出深度错觉。与此形成鲜明对比的是，在CRT中得了零分或只答对其中一个问题的受试者表现出了极大的深度错觉。换句话说，反思型受试者在论述前后对他们了解程度的判断是一致的，然而，缺乏反思特征的受试者在被要求给出论述之后就对他们之前的判断没那么有信心了。

直觉给予我们一个简化的、粗略的，而且通常足够好的分析，这让我们产生错觉，自以为所知甚广。但是当我们慎思时，我们才意识到事物实际上何其复杂，我们真的只是略知皮毛。

那些在CRT中取得好成绩的人为什么没有表现出解释性深度错觉呢？在另一项研究里，我们找到了一种可能的答案。我们制作了一大堆产品广告说明书，每一件产品的说明书都有详有略。我们向消费者展示这些广告，并征询他们对每件产品的喜好程度。反思型的受试

者，即CRT的高分人群，更喜欢说明书对细节介绍得更详尽的产品。这与直觉型的人正好相反，也就是说，与我们大多数人相反。那些在CRT中得分较低的人倾向于选择只提供少量说明的产品，太多的细节会让他们干脆转身离开。与大多数人不同的是，高度反思型的人渴望了解细节。他们喜欢阐释、说明事物，因此不难假设，他们甚至在被要求给出论述之前就开始滔滔不绝地发表意见了。任何这样做的人都不会蒙受解释性深度错觉之苦。

直觉是属于个人的，它存在于我们自己的脑袋里。慎思涉及对个人层面所知之事的反思，还有对我们隐约察觉到的或仅有浅显了解的事实，以及其他人所知之事的反思。例如，如果我正在考虑投票给哪个候选人，我可能会向某个我敬重有加的人征询意见。从这个角度来说，能否慎思取决于知识的共同体。故此，解释性深度错觉产生的原因之一，是我们的直觉系统高估了它能够缜密思考的程度。当我问你马桶如何运作时，你的直觉系统回答说，“这不难，我对马桶再熟悉不过了。它们是我的日常生活的一部分”。但是当你被要求阐述马桶的工作原理的时候，你的慎思系统将会不知所措，因为你的直觉不过看到了皮毛而已。真正的知识在别处。这本书接下来的两章将会揭示它的藏身之所。

[1] deliberative, 深思熟虑的。

[2] 正确答案是5美分。

[3] 正确答案是5分钟（每台机器用5分钟制作一个零件）。

第五章

身体记忆卡和世界存储器

认知科学乃研究人类智慧之科学，探寻人们不可思议的感知力、思考力与行动力的神秘之源。人工智能是关于机器智能的研究，即如何制造一台有智慧行为的机器。人工智能与现代计算机的发展并驾齐驱，也难怪这两个领域的历史进程都如出一辙。

20世纪40—80年代为人工智能的萌芽期，此阶段的发展集中在个人计算机方面，其目标是用硅打造一个无与伦比的大脑，像阿瑟·C. 克拉克（Arthur C. Clarke）在代表作及同名影片《2001：太空漫游》（*2001: A Space Odyssey*）里描述的超级计算机哈尔一样。哈尔下得一手好棋，在发疯（系统崩溃）之前也一直都是飞船船员的左膀右臂。像虚构出哈尔的发明家一样，早期的人工智能研究者力图把大量的知识和复杂的推理能力一股脑儿塞进电脑里。智能计算机被赋予超大的存储空间且被各类知识填满，它的高速处理器还能调用这些知识用以解答任何问题（只要它不涉及人的情感范畴，如爱或害怕）。人工智能开发人员正竭力打造一个超级机器人，它拥有一切资源以供解决所有难题，并替人类完成所有想要推给机器代劳之事。

像某些人工智能研发人员叹惋的那样，这个超智能机器人的问世还为时尚早。2003年，麻省理工学院人工智能实验室的奠基人之一、人工智能领域的先行者马文·明斯基（Marvin Minsky）在接受采访时说，“计算机是没有感受能力的。我们能让计算机做的不过是从航空公司订票之类的事情。没有一台电脑能环顾四周告诉你这个房间是什么样子”。¹明斯基旨在说明人工智能行业的旧有模式（20世纪80年代之前对人工智能的唯一想象）对智能机器运行方式的预期，同对一台

设计精巧的收银机的预期并无不同。收银机采集信息（比如按键对应你要买的商品），片刻间进行一些计算（将你购买的商品价格累加），然后给出一个结果（你要支付的总金额）。这种传统的、按部就班的计算是耗时且低效的。这需要计算机遵循一长串简单的规则从一组符号转换为另一组符号（就像收银机将一堆价格转换成一个总金额）。计算机执行规则的速度或许很快，但每次只能遵循一种规则进行转换。而且，哪怕一则简单的算法，计算机都需要执行一系列成百上千次的操作。

我们在此类符号处理型人工智能方面确实小有成就，例如，有些程序是象棋高手，有些则能向医生提出诊断建议，但仍非早期研发者憧憬的超级智能计算机。人工智能哲学的先驱约翰·豪格兰（John Haugeland）发声叫停，他讽刺这个项目为出色的老式人工智能。²

出色的老式人工智能假设软件与硬件有天壤之别。算法（计算遵循的方法）是软件，而且它们可以独立于硬件发挥作用。从原则上讲，它们能在任何一台配置条件相符的计算机上运行。从这个角度说，硬件（作为实体的电脑）根本无关紧要。诸如计算速度之类的指标可能取决于硬件，但它终将也只是做着和其他电脑一样的运算。

这种理解机器智能的思路秉承了17世纪法国哲学家勒内·笛卡儿（René Descartes）所主张的人类智慧二元论之遗风。笛卡儿认为人类的心智并非物理存在之实体，它完全不同于物质性的肉体。笛卡儿的名言“我思故我在”，表示我乃能思者，反映出他的自我认同，即以智识证存在，源于思考能力，而非肉体之躯。他从中得出的结论是，思维属于精神范畴，与肉体所属的物质范畴有着天壤之别。但两者间必有交互作用。毕竟，思维也只能通过躯体感知这个世界。我们思考所基于的信息是由目、耳、鼻和其他感官一同捕获的。而且，感官与思维之间的互动也是双向的：思维做出决定，告知感官做何行动。笛卡儿甚至精准描述了它们的互动轨迹。他认为，灵魂与肉体的

交融发生于大脑的松果体之内。出色的老式人工智能也将思维和行动分作两个独立的范畴：非物质的软件和物质性的硬件（虽然没有类似松果体的装置）。

以人类智慧为模型的出色的老式人工智能有几处重大败笔。为理解其中的一处，让我们先看看欧内斯特·劳伦斯·塞耶（Ernest Lawrence Thayer）的名篇《凯西在击球》（*Casey at the Bat*）。它的开头是这样的：

那天九点，马德维球赛真不妙：

比分已经二比四，只剩一局见分晓……

熟悉这首诗歌的大家一定了解当时马德维球迷的状态：

三三两两人离去，剩下的观众没有散。

他们心中继续闪耀着永恒不灭的希望；

大家心里想，“只要凯西上场就好办——

凯西若是来击球，我们就把所有赌注都押上”。

你也知道他们最终如愿以偿：

只见投手举起球，向着凯西扔过来，

现在，空气都因为凯西的击打而破碎。

此处无须提示，我们也不会告诉你接下来会发生什么。相反地，我们希望你来考虑有哪些可能性。如果你了解棒球，你就会知道凯西要么击中，要么与球擦肩而过。如果他击中了球，他大概会用尽全

力，尽管他或许对这一记擦边球也有些恼火。让我们假设他狠狠地击球。事实上，他来了个场外全垒打。这一举动将导致什么结果？举例来说，他将绕垒跑一周，且他的队伍至少还能再打一轮。观众们也会有所反应。想必马德维的球迷们将兴奋而欢欣鼓舞地跳起来，为凯西的精彩表现欢呼呐喊。当然，并不是每个人都会如此兴奋：其他球队的球迷不会，赛场边对棒球漠不关心的、卖花生豆的小贩们不会，一条街之外正在分娩的、为眼前事烦心的女人也不会。但那些在赛场里的人会不会兴奋，就全凭他们支持谁，押宝在哪一支队伍上，以及他们对棒球是否有足够的了解以至在拥挤嘈杂的球场上及时跟上赛况。换句话说，这很复杂。确定一个行动会导致什么改变、什么不变并非易事。如果你是一台以出色的老式人工智能为原型的计算机，以上所有这些可能出现的结果都必须使用你能读懂的算法编入软件。对每一步接下来可能采取的行动，你都得列出一个长长的单子，写着你将要做出的改变，同时，还得有一个更长的、写满不变因素的单子。而事实上，这个单子或许长得根本没有尽头。

关于编程时哪些改变要写入、哪些不用写入的问题被计算机科学家和逻辑学家称作框架问题。³尽管针对框架问题的现有想法不少，但解决它还有很长的路要走。要弄清楚这个问题为何这般棘手，不妨想一下，为了解决它你都需要了解些什么。你必须熟知棒球的规则，同时你还得了解人类的情绪，才能理解为什么有人兴高采烈，有人垂头丧气。你也必须对人类文化了然于胸，才能弄懂为什么有人在乎比赛结果，有人不屑一顾。你甚至必须得懂一点物理学，才能明白距离球场太远的人不太可能即时知道比赛结果。而上述所有知识都融进了前述短短的几行诗里。反正，你得找出诗歌所述事件的关键点，再由这些关键点探寻出所有的相关知识。

这里还有出色的老式人工智能会碰到的另一个难题。想象你正在徒步穿过一个森林。你所迈出的每一步都是冒险。你的双脚踩过高高低低的树枝、荆棘和石头；有时你还会在碎岩和砾石上重心不稳、失

足摔跤。在各个位置上，你的脚都必须配合所处的环境行动。从长远来说，它得朝着你决定前往的方向走去。而短时间内，它得避免被障碍物绊住或被黏黏糊糊的秽物弄湿。从更微观的角度说，无论地面上有什么，你的脚都必须乖乖配合。假如路上有一颗鹅卵石，它就一定得跨过去。倘若你脚下的每一个动作都是由你的神经系统计划好的，能带你避开路障、踏踏实实地踩在地上，计算出了脚步的精确轨迹，包括控制每一个脚部动作的肌肉群，这将涉及一大堆的计算，足以让一台超级计算机忙上半天。

若要算出你每一个脚步的精确轨迹，即使花不了几天也得花上几个小时绕开障碍。大多数时间里你都将一动不动，思维瘫痪，一味地做着机械枯燥的重复计算。这正是出色的老式人工智能系统所做的：它们在行动前优化和统筹一切。一套做咖啡的出色的老式人工智能系统会把大量的时间用在思量筹划上，而只花一丁点儿工夫真正做咖啡。出色的老式人工智能机器人宛如加强版的理论哲学家，想得多而做得少。

如果机器人的运算系统运转得足够快，那它可能看上去并没有花太多时间用于思考和筹划。何况当代名副其实的计算机其运算速度都快得惊人。但即使是它们中的佼佼者，相对出色的老式人工智能来说仍然不够快。当今的机器人备受瞩目，是由于它们的决策和行动借鉴了一种不同类型的计算——仿生的计算。

具身智能

罗德尼·布鲁克斯（Rodney Brooks）自20世纪80年代起任职麻省理工学院的计算机科学教授，已逾20年之久。他曾站在机器人技术革命的风口浪尖上。当他还是一个年仅12岁、生活在澳大利亚的小男孩的时候，他对机械即抱持着超前的看法，并自制了一个电子井字棋游戏。⁴与旧有思路不同，布鲁克斯没有把井字棋游戏的逻辑语句写成软件编入现成的计算机里，反之，他从零开始，硬是用废弃的金属、开关、电线和灯泡造出了这个游戏。尽管他的做法与众不同，但这款游戏还是无往不胜。

布鲁克斯看不上传统的出色的老式人工智能机器人，因为它们的任务说明必须巨细靡遗。比如，一名程序员必须小心地列出计算所需的条件（怎么做运算，怎么移格，或怎么在游戏中制胜），像严格计量的菜谱一样写下来，即写成一套算法，再让机器人遵从一系列给定的明确指令按部就班地执行。布鲁克斯并不认为一台真正的智能机器人理应需要如此详尽的指示。

布鲁克斯倡导另一种被称作具身智能的思路，其设计灵感源自生物体本身。某种动物的演化不是一蹴而就的。相反地，新物种慢慢崭露头角，年复一年，逐步积累从其祖先身上承袭的生物学功能。早期人类所面对的世界是混沌的，更确切地说，人类也是从更原始的，无法思考，只会做些如游动或蠕行、觅食与繁衍后代之事的生命形式演化而来的。它们有专门化的系统用以处理上述事务，那是一些在自然选择中留存下来且依旧运行在鱼类、昆虫及其他动物体内的系统，当然也包括人类。动物行走时，使用的是祖先们历经数百万年形成的神经通路，从游泳到爬行，再到用越来越复杂的肢体走动。那些远古时

代的动物也具备感知系统，其演化成为现代哺乳动物的眼睛、鼻子和耳朵。

因此，当布鲁克斯的团队着手研发一个机器人时，他们将从一个只能说话和走路的简单装置起步。但它走得很顺利，它能够实时对所处环境做出响应，而非按照细致规划好的每一步行事。机器人的四肢通常不会由一个全能的中央处理器操控，反而每只手脚都装有弹簧、减震器和独立的开关，以便各自为政，使它能凭自身的智慧因应简单的问题。布鲁克斯机器人的四肢能在没有中央控制器发号指令的情况下，自主地躲避障碍物或自我调节以适应路况。像这样的一个机器人或许无法全凭一己之力走出复杂的迷宫，但它已经走得十分稳健了。它不会被鹅卵石绊倒或摔倒在路上，石块和沙地对它来说都不在话下，相对缓和的上下坡也能应付。布鲁克斯的想法是，更复杂的机器人将利用这种行走架构，参与更高级的任务。新的模块可能会与基本的行走模块相呼应，比如说，能够感知光线和解读视觉信号。

你或许曾见过这类机器人，艾罗伯特（iRobot）公司的伦巴（Roomba）吸尘器就是个例子。你家里甚至可能就有一个呢。它们长得像磁盘一样，在人们家里地板上转来转去地吸尘，同时既能避开障碍物也不会有滚下楼梯的危险。伦巴配有两个独立运行的轮子，以及一大堆用于告知它前方会不会撞到东西的传感器。如果一个伦巴吸尘器即将撞上一堵墙或其他物品，它会转向去其他地方。但它并没有一整套总体规划，只是朝不同方向旋转轮子而已。它的各个传感器和控制器各行其是，对其他同伴在做什么并不知情。每个部分都各自简单而有效地工作着，而总体效果令人赞不绝口：它吸走了你家地板上的灰尘。

由于较高级别的模块需包含低级别的功能，这种遵循实体智能设计机器人的方法被称为包容体系结构。这种结构把智能看作一个庞大的分层体系：高级的复杂任务表现为简单技能之组合，相应地，简单

技能又以更简单的技能为基础。复杂的任务并非完全由详尽的计算和规划而达成，而是在最低的层级上依序直接对环境做出响应。布鲁克斯从未想过他打造的机器人能做任何精妙绝伦之事，但他的理念已是当代主流机器人技术的极简主义设计中不可或缺的一部分。与其将所有复杂巧妙的技能都事先注入机器人体内，今日最顶尖的机器人更应具备的是对所处环境有效因应的能力。如此一来，它们无须事先为每一个小动作都规划好算法。环境都替它们算好了。

认知革命

在有关人类思考的研究中，一场革命也已随之到来。正如旧式人工智能概念下对机器人的认知一样，认知科学中也有一个相应的老派的观点，认为人类和出色的老式人工智能共享全部的关键特质，连运转周期都大同小异。依照这个概念，人们不过是和计算机一样处理代码的人肉软件罢了，得出合理的结果并归档存入记忆体中。这种想法意味着，由人类执行海量的计算来为现实世界建模。然后我们通过计算找出最佳行动方案、储存信息并不断更新知识库，用以导向和决策。倘若这真的是我们的思维方式，那我们一定统统累得精疲力竭了。但事实上，大多数时间里我们并非为建模表述世界而忙得不可开交。

在一系列实验中，受试者被要求阅读显示在电脑屏幕上的文本。每一位受试者都佩戴着眼动仪，用以将其视线位置反馈给计算机。⁵该研究有一个巧妙的设计：屏幕上显示的大部分都只是由随机排列的字母组成的废话，唯有一个小视窗里的文本是有实义的，也正是受试者盯着看的地方。因为计算机知道每个人在看哪里，就可以让显示实义文本的小视窗正好出现在人眼盯着的位置。因此，随着受试者的目光逐行掠过文本，视窗也在移动。实义文本总是恰好出现在视线所及之处，而周围尽是一堆杂乱无章的随机字母。研究者实验中发现，只要实义视窗足够大，受试者完全不会意识到，在同一个屏幕上，就在他们的视野之外全是胡言乱语。文档没有任何异常，写满了有可读性的文字。通常，一个视窗的宽度可以小到17—18个字母，向左约可看到2—3个字母，向右约15个（由于英语的阅读习惯是由左向右）。这不过数个单词而已，不会超过6个。哪怕仅几个单词之外的字母排列已

经毫无意义，受试者仍坚信他们读到的是再正常不过的文本。任何站在受试者身后观看屏幕的人所看到的绝大部分都是胡扯，但受试者完全被蒙在鼓里。因为他们每时每刻看到的都是有实义的信息，读者就假定这一切都是有意义的。

读者在这项研究中所经历的并非真实世界，真实世界中鬼话连篇，而他们读到的每句话都合情合理。无论他们盯着哪里看，眼中的文本都读得懂、讲得通，因此他们就断定没看到的部分也是如此。他们用一种管中窥豹的视野感知世界，对那小小视窗之外的混乱视而不见。这项研究表明，我们对世界的见识犹如盲人摸象。而我们却在为这个世界建模，还自导自演地呈现给自己看？好像也不是这么回事儿，因为还有一个更单纯的解释：受试者认为这一切是合乎常理的，因为这个世界通常都是合理的（好像心理学家、魔术师和艺术家都不常骗我们似的）。受试者感觉自己在实验中的经历一切如常，是由于他们看到的那一点点信息印证了经验中习以为常的世界。

世界总是运行如常的，这一预设惯坏了人类。这意味着我们不必凡事都死记硬背，因为信息本就储存在这世界的角角落落。如果我要知道些什么，我所要做的就是看看它。如果我需要知道什么，我所要做的一切不过是看上一眼就好。假若我需要知道本页第一句话是什么，我并不需要把它背下来，只消看一眼即可。一位从事这些实验的研究者指出，“视觉环境功能可看作一种外部存储器”。[6](#)

试想这项研究映射了我们日常生活中对世界拥有的哪些经验。你怎么理解此时此刻所处的空间？想想身边的物件和你之间的相对位置如何。这是你熟悉的那个空间吗？如果有台机器能来读你的心，难道不会画出一幅你当下所处环境的完整图像吗？可能你得稍稍转动一下眼睛和脑袋，或许连整个身体都要旋转才能看到全貌，但你自认为是在直接地感知环境。移动窗口范式恰恰暗示了这种理解的感觉只是表

象而已。如果你以为心中早已映射了一套周围环境的空间模型，那简直是白日做梦。你所能看到的不过是眼睛紧盯的那一小部分罢了。

为何你觉得自己好像对整体空间都了如指掌？这是因为无论你看向哪里，看到的都是同一个空间。你对整体环境的认知感来自你视线范围内所有合理的东西。一切称得上合理的东西都是由于世界在按照你理解的方式运转着（家具不会飞到天花板上；树木一直待在那里不会时隐时现）。每次你都只看到世界的冰山一角，但你知道余下的部分就在那里，在你脑海里。无论你看向哪里，你总会看到安然无恙、一如往常的那部分。世界按照你的记忆运转。你知道台灯在左边，是因为当你看向左边时，它就在那里。你可以这样说服自己：闭上眼睛，试着重建你周围的一切，越细致越好。你惯常的视线范围之外有些什么？大多数人都会惊讶地发现这个问题是多么难以回答。我们自认为脑中存有一个环境模型，巨细靡遗地表征了环境中的一切，但其实我们没有。

在第二章中，我们讨论过超忆症，患者拥有海量且细节惊人的自传式记忆。我们很好奇超忆症患者编码、储存环境的方式与我们是否相同。或许他们异于常人的记忆力使其脑内能够进行更多的运算；也或许他们的环境建模比普通人更加精确。若真是如此，他们对外部信息的需求将与我等凡人不同。但数据表明，超忆症患者在这方面与普通人并无二致。例如，患有超忆症的AJ也会被哪把钥匙对应哪道门这类问题所困扰。在某次实验中，她被要求闭上眼睛，说出实验者的着装。⁷她答不上来。毕竟，超忆症最令人叹惋之处在于，他们过目不忘的是生活经历的点点滴滴，而非对这个世界的解读。

世界存储器

让我们继续本章已讨论过的棒球话题，对我们大脑的非密集计算特性做进一步说明。想象一个棒球正朝你呼啸飞来，你如何判断接球的时机？传统认知科学的答案是，你脑中的“小牛顿”会告诉你该怎么做。你开始调动一切已知的物理知识，计算球的轨迹并预测它下落的方位。⁸高中时学的微积分你大概都忘得差不多了，但你的运动系统很有可能还记得。那就是，当球向你击来时，它的路径是一条抛物线（在不考虑风速和摩擦力的情况下）。你要做的就是估算几个参数，谨记抛物线方程式，并迅速求出解，如此一来就大功告成了。方程的解会告诉你，你应该站在哪里接球。这和遵循出色的老式人工智能规则行事的机器人没什么两样。它会坐下来想一会儿，上帝保佑不会很久，接着移动到正确的接球位置（如果它的计算结果无误）。

当然，打进大联盟无须将曲线方程铭记在心。其实有一种接球的妙计几乎不涉及任何思维过程。相较于计算球的轨迹，这种策略是跑向球的着陆点。如果一个球从你对向而来，自然的反应是盯着它升空，当球朝你迎面飞来时，你可以仰头以抬高视线。此时，你的视线与地面之间有个夹角。重点来了：为了确定球落地的位置，你所要做的就是前后挪移，让这个夹角始终以恒定的速度增大。⁹为了确保球被击出后你的视线能紧盯着它，你必须不断地向上仰头（或转动眼球）以追踪球的移动。可能让你出乎意料的是，即便球已经开始下落，你仍然会继续向上抬高视线。如有机会一睹外场手接球的跑动，你会看到他调整自己身体的朝向和速度以确保他的视线自始至终以相同的速度上移。上述调整将他引向正确的拦截点。这时，他需要做的是接住球。

经严谨的实验测量发现，经验丰富的棒球和垒球运动员在现实中接球¹⁰和在虚拟条件下追逐不可能轨迹球的移动¹¹是一致的：球员并不预测球将会落于何处。他们注视着球，稳步上升的视线将引领他们跑向正确的接球点。

此外，这种注视方向策略还有其他优势，比推算轨迹更简单易行。首先，一切你所需的信息都触手可及，几乎没有什么是你必须死记硬背的。想知道你应该注视的方向，你只需要知道地面在哪里以及你正看向哪里。想知道你注视方向的变化速度，你只需要确定你的头转动得有多快，这一点你的知觉系统已经尽在掌握了。相比之下，执行繁重运算任务的出色的老式人工智能之流需要创建一条抛物线，这意味着要在球的运动轨迹上至少找出三个点并求解。这并不容易。

注视方向策略的第二个优点在于它允许球员随时移动。球员可以也的确应当立即开始移动以加大视线与地面的夹角，而不是先做一大堆计算。这让球员有更充裕的接球时间。也难怪专业球员都是这样做的。

狭窄空间内导航是利用整个世界进行运算的一个更简洁而有力的例子。想象你正跑过一片麦田（如果你附近恰巧有田野的话不妨试一下），身旁的麦穗似乎比远处的动得更快。这必定发生在光线沿麦田表面射入你眼睛的情况下。这种地形结构反射到你的视觉系统中，创建出带你穿越麦田的系统性模式。倘若你来个急转弯，麦田也会随着你跑过的轨迹画出同心圆弧，因为那正是它们在光线的反射下映入你眼帘的样子。你所看到的是光流效果，即当你处在运动状态下，光线经物体表面反射后进入你眼睛的模式。光流遵循明确的定律。例如，假使你沿着和在麦田中相同的路径跑过一个苹果园，你也会体验到光流效果。你所见到的当然不会完全一样（也不过是苹果树和小麦的差别而已），但原理是相同的：正如离你越远的麦子似乎移动得越慢，离你越远的树也比身边的那些移动得更慢。

另一个能体验到光流效果的地方是高速公路。交通部门在路面上画行车线，助你做个遵纪守法的好司机。只要一侧的行车线看上去同另一侧的移动速度一致，你就会留在原来的车道内行驶。这一点在模拟驾驶仪的实验中得到了印证。如果你让某人坐在一台带有电脑显示器的模拟驾驶仪上，且设定一侧的行车线比另一侧走得更快，他将会向较慢的那一侧靠近。交通部门利用的是人们对光流的敏感性，当希望司机在某处减速时，他们会把行车线漆成一种特定的样式，这会导致车子看上去开得比实际上要快。这个巧妙设计在高速公路的出口匝道处尤其见效。

人们进门的时候也会用到光流。假设你想从门的正中央穿过，而不会撞到门框，一种方法是预测你与门之间的距离、门的宽度，并算好应以多大的角度从门中间穿过。出色的老式人工智能机器人就会这么干。这需要进行大量的计算和判断。如果你这位机器人时间有限，进行这类估算可能就心有余而力不足了。这里有个更快捷简单的办法：穿过门口的过程中确保两侧的门框以相同的速度靠近你（更确切地说：确保你两侧的光流是对称的）。仅此而已。如果你能这样做，你走进哪个房间都不会撞疼肩膀。而人们平日里就是这样做的。我们知道，事实就是如此，因为在利用虚拟现实技术创造的情境中，如果人为地提高某侧光流的速度，人们则不再走在走廊的正中间，他们将移步光流较慢的那一侧。¹²

光流对蜜蜂和其他昆虫而言也有类似的用途。¹³蜜蜂利用光流飞入蜂巢并指引自己穿过通道。这一点已由让蜜蜂飞过两侧光流速度不一的通道这一试验佐证。蜜蜂总是更靠近通道中光流较慢的那一侧。如果蜜蜂和其他昆虫能这样做，说明它不需要太多的计算，这一定非常简单。

上述这些研究表明，人类（和虫子）都不是老派建模师的作品，行动时不时就会被超负荷计算打断。相反，人们利用生活中的事实，

比如球面等表面的光学，以简化他们的做法。许多例子证明，答案并不在我们脑中，它在整个世界里。这不仅仅对接球和进门之类的动作有效。当我们刷碗时，那堆脏碟子告诉我们现在该做什么，每个盘子的光泽显示出它干净与否，而不再滴水则说明我们可以把盘子收起来了。我们几乎不用记住任何东西。同样地，当我们阅读时，我们只要专注于眼睛当前盯着的那一串文字即可。这一页上的其他字自会乖乖待在原地，不会逃跑的。

先前讨论的阅读和接球的例子说明，我们并不是把每一样东西都存在脑子里。在最基本的运作层面，我们把整个世界当作存储器。在更高的层面上，这不是明摆着吗。桌上堆积如山的文件提醒我们不得不做之事。渐渐地，排队躺在收件箱里的电子邮件宛如写满任务清单的便条纸。行事日历，无论纸质的还是电子的，也是为着相同的目的。接下来将要讨论的是，我们何以把自己的身体作为一部格外实用而灵活的记忆库。

大脑，心智的一环

你觉得心智落脚何处？大多数人会说在大脑里。¹⁴人们都认定思维这一人类最伟大的能力，必以最复杂的器官，即大脑为中心。如果这种对于心智的看法是正确的，它对你如何执行简单的任务即有所暗示。假设你想要判断一张普通日常物品的照片，比如喷水壶的照片，是正立的还是倒置的，你所要做的就是瞧一眼那张照片并询问你的大脑，那件东西正常摆放时的方位是怎样的。接下来，如果你发现照片中的物品方位如常，就回答是，反之则回答否。

在一项实验中，受试者被要求做这样的测试：有时用左手按下按钮回答是，而有时用的又是右手。实验进行得还不错，人们对任务没有疑问且反应时间都在半秒之内。但测试者很狡猾，他们改变了一个小小的细节，一个按说不重要的细节：照片中的物体是朝左还是朝右。例如，在一半受试者看到的图片中，喷水壶的手柄是朝向右侧的，而另一半受试者看到的则是朝左的。如果你判定物体方位的正立和倒立时，参考的都是大脑内储存的知识，那么手柄在左还是在右理应没有差别。但它确实有。当受试者给出肯定回答且使用右手操纵按钮时，他们对手柄朝右的照片反应时间更短。而当他们回答“是”的按钮被设定在左手的时候，受试者对手柄朝左的照片反应更迅速。¹⁵

这项实验表明，展示一张手柄在右的器皿照片会让你觉得右手用起来更自如。你看到照片时，便不由自主地立即开始调动你的身体，与照片中的物件互动。尽管那个手柄只是一张照片而已，它依然召唤着你的右手而非左手。这真的只是一张照片。右利手确实加快了你行动的速度，而那个有关物体方位的提问和动作并没有什么关系。通过

优先手与物体的互动可见，你的身体直接影响你回答问题所需的时长。这可不只是把答案从脑袋里翻出来那么简单，相反，你的躯体与大脑同步对照片做出反应，找出答案。

我们运用身体进行思考和记忆的例子层出不穷。一项研究表明，再现一个场景会比其他任何记忆术¹⁶都更有助于回想起当时的情景。由这类证据推出的结论通常被称为具身化¹⁷，主张身体在认知处理过程中发挥着重要的作用。思维借由与思考对象的互动运作，而不是在心里的小黑板上做计算。

诸如一张纸或一面黑板之类的外援使计算变得容易多了（计算器作用也是如此）。在某些文化中，人的整个身体被当作一套数字系统。新几内亚的奥克萨普明人¹⁸将身体各部位依序对应27个数字。这一序列始于一只手的拇指，向上到鼻子，接着向下到另一只手的小指。因此，他们的计数系统是二十七进制的。在其他一些文化中，也存在着与身体相关的数字体系。西方文化可能亦在其列。我们对十进制的倚重可能正是因为我们拥有10个手指。别忘了孩子常常用手指帮他们数数呢。

认知是思考与所思考对象的统一。¹⁹当我们谱曲时，我们脑中浮现的曲调与嘴巴或乐器发出的声音属同一进程且高度相依。当你真的拿着一把吉他在演奏时，拨动琴弦可谓轻而易举，当你把想到的单词或算式写下来时，拼写和计算也就容易多了。总体而言，当思维与现实世界存在交点时，思考确实会更有效。这一事实告诉我们，思维不仅仅是发生于大脑内部的一个虚无缥缈的过程。精神活动并不止于大脑。事实上，大脑只是处理系统中的一环，系统中还有我们的身体和这个世界的一切。

我们甚至将情绪反应作为一种记忆。当我们对某件事表现出愉悦、痛苦或恐惧的时候，我们知道哪些要留意哪些要避免。美国南加

州大学的神经科学家安东尼奥·达马西奥（Antonio Damasio）将这些反应称作躯体标记（somatic marks）²⁰，源于希腊语中“体”（soma）一词，意即身体。身体产生感觉以使我们自觉和自省。愉悦时，我们产生积极的情绪反应，即感觉良好。身体告诉我们此时应该集中注意力，享受当下。这就是为什么法式甜点能让我们垂涎欲滴。身体总设法让我们专注于眼前的美味。不悦时，我们会产生厌恶或恐惧之类的负面情绪反应。身体警示我们应避免这个选项，因为它可能是传染性的，从某种角度来说可能是危险的，或单纯令人生厌而已。一项恰到好处的厌恶反应能帮助我们摆脱万恶之源。一滩褐色液体流淌在街道中央或许可以被人接受，但如果那是一种不洁之物，情况就不太妙了。类似的教训还适用于恐惧反应：遇到蛇或敌人的时候恐惧或许是有用的，但不能随便遇到一个陌生人就吓得胆战心惊。

这些情绪反应影响着我们的决策过程。它们决定着我们要考虑些什么以及哪些在备选之列。我们会更仔细地考虑那些不令人生畏的东西，比如，我们倾向于去琢磨法式蛋糕而非一滩令人作呕的黏液。从这个层面上讲，情绪反应不仅影响思维，还会取而代之。

这些反应源自何处？人们不禁产生一种假设，其中一些反应是与生俱来的，是数千年来人类与蛇的危险遭遇在基因中烙下的恐惧。或许还真是如此。当不安的感觉已到了一发不可收拾的地步，恐惧症便发作了，而常见的恐惧症又往往与远古记忆中的危险事件息息相关：蜘蛛恐惧症（对蜘蛛的恐惧）、恐高症（对高度的恐惧）、广场恐惧症（对开阔或拥挤空间的恐惧）。这些恐惧都涉及一些威胁到我们祖先生存演化的因素。未来可能会出现诸如mp3播放器恐惧症或宝马汽车恐惧症之类的例子，但我们目前还一无所知。这两种新型恐惧症也很难在自然选择中被筛选出来。但总有一些恐惧是无法用演化的观点加以解释的。有些人非常害怕搭乘飞机（飞行恐惧症），有些人对腹语术表演退避三舍（假人恐惧症）。这一类恐惧源于长时间地暴露在某种刺激下，或可能需要一些观念或文化方面的依据。例如，对搭飞机

的恐惧可能与飞机难以操作这一信念有关。飞行打破了我们物理学的因果观。这个又笨又重的金属大块头怎么可能离开地面升上万里高空呢？

厌恶反应是一种器质性或躯体性的信号，提醒我们应当远离那些有害健康之物。我们对不良事物感到恶心，这种恶心之感亦有助于我们对秽物避而远之。我们不仅对体液和其他带菌体感到恶心，也对某些特定的行为感到厌恶。一些心理学家提出厌恶感是道德判断的驱动器。²¹有些人认为同性性行为是令人反感的；更多人觉得兄弟姐妹间的乱伦更加恶心。对某些特定行为产生的惧怕或嫌恶之感可以被视作一种抽象层面的躯体标记。身体提供反馈，告诉我们这种行为是否合宜。幸运的是，我们（慎思的侏儒）仍保有遵循或反抗身体意见的选择权。

这些不过是我们利用身体进行思考和记忆的几个例子而已。重点在于，我们不应把心智当成只会在大脑里进行耗时抽象运算的信息处理器。大脑、身体和外部环境一同致力于记忆、推理和决策。除了大脑之外，知识的传播还要经由整套系统才得以完成。思维不止活跃在脑内的舞台上，它还负责调动储存在大脑、身体以及世界各地的知识以成就智慧的行动。换句话说，心智并非附属于大脑的一部分。恰恰相反，大脑是心智的一环。大脑及其他相关部件都是受心智操控，用来处理信息的工具。

到目前为止，我们已对人类何以在个体相对无知的条件下掌控周遭一切这个问题给出了部分回答。当人们能够借助外力时，个体也就不显得那么无知了。整个世界，也包括你我的身体在内，像内置记忆卡和外接存储器一样扩充了我们的知识库，否则我们将更茫然无知。在下一章中，我们将看到人类启用的一套更强大的存储装置和处理工具：其他人。

第六章

他人的智慧

我们已经看到，思维为支持复杂行为而演进。心智处理信息，因而个体能够采取行动，进而使他们能够依自己的喜好改变环境。我们也看到，思维利用环境处理信息。作为储存器的世界也是思维处理的一环。但是每个人的思维所能做的也不过如此了。在自然界中，我们常常看到复杂的行为由众多个体合作而成。当多个认知系统协同作业时，群体智慧的出现超越了每个个体的能力所及。

蜜蜂就是个极好的例子。蜂巢复杂得离奇，远比它各个部分的总和要复杂得多。蜂巢所采取的策略与企业如出一辙：不同的个体在群体中扮演不同的角色。其中有工蜂：一些保护巢穴、采集花蜜和花粉、制作蜂蜜供寒冬补给、用蜂蜡建造储存食物的巢脾并喂养幼虫的雌蜂。有蜂后：负责组建一个新蜂群，然后交配和产卵。还有雄蜂：一些离开原生蜂群并与其他蜂群蜂后交配的雄性。蜂巢本身经过了精心周密地组织筹划。蜂蜜和花粉储存在靠近蜂巢顶部的蜂房中。发育中的幼虫栖身于靠近底部的蜂房，工蜂、雄蜂和蜂后也在此，它们在独立的区域内发展成熟。

蜂巢通过合作解决了不少难题。工蜂收集和储藏食物，使蜂群在花粉和花蜜都无迹可寻的寒冬仍供给不断。工蜂还保护蜂巢免受入侵者之扰，捍卫食物和幼虫。基因多样性借由蜂后同来自其他蜂群的雄蜂交配而引入。

任何个体都无法独当一面。工蜂无法独自完成交配，雄蜂无法自给，蜂后无法独立保护蜂群。大家各司其职，而且做得相当专业。工

蜂并不知道它们是工蜂。雄蜂也意识不到它们是雄蜂。它们埋头干着演化为其设定好的工作，整体能够运作是因为每个个体都担负起这极端复杂的行为系统中相对简单的一部分。

人类个体可比一只只蜜蜂聪明多了。但从另一个层面上看，人类和蜜蜂有一项相同的特质：我们都利用多个实体的协同作业来造就大规模的智能体系。人类能成为空前复杂而强大的物种，不仅取决于个体脑的成就，还仰赖于群体脑的协作。

狩猎共同体

一个物种的兴亡取决于几项因素，如何获取食物就是其中之一。自19世纪末以来，人类学记录一再证实，古人类堪称世界历史上最伟大的猎手。从非洲到中东到欧洲和美洲，大规模带有人工宰杀和屠宰痕迹的动物骨骼遍布世界各地。古人来者不拒，包括当时活跃在地球上的巨兽们：猛犸象、大象、犀牛、欧洲和美洲野牛。他们无往不胜，以致人类的猎捕行为竟成为众多大型哺乳动物灭绝的主因之一。我们骨瘦如柴的祖先们战绩斐然，杀死的猎物远超其体形数倍。在人类崛起之前，猎捕的成功全凭绝对性的体能优势：力量、体形或速度。而人类与其卓越思维能力一同登场，仿佛一夜之间，那些庞然大物们变得不堪一击。

考古学与民族学研究者已重现了部分古人类用于达成上述壮举所使用的技术和策略。狩猎毫无疑问是一项集体事业，需要相当程度上的合作与个别化的劳动分工。集体狩猎往往有数十人参与行动，体现出高度的复杂性和协同性。其回报也相当可观。每次出征，猎人们总能收获大量的巨型动物，维持几个月的生计不在话下。

人类学家约翰·斯佩思（John Speth）描述了在更新世晚期的美洲西北部，伴着最近一次冰期尾声发生的集体猎牛行动。¹猎人们驱赶着牛群，有时他们要走上数英里，直到他们已铺设好陷阱的位置。这些陷阱可以是能圈住动物的天然旱谷，也可以是人为搭建的围栏。有时，猎人们会故意将牛群赶下悬崖，让它们坠崖死亡。

这些猎人需要大量的专业知识、精心的筹划以及紧密的配合才能完成这次行动。狩猎行动由一名熟知野牛行为的巫师统领。为了控制

牛群的行为，巫师需要拥有历经多年实践积累的专业知识。他把几样拿手把戏用得炉火纯青，比如披上野牛的毛皮充当卧底，让动物们视他为同类。而且，他还是个牛群首领。狩猎团体的其他成员战略性地选择一些节点沿路蹲守，以确保动物被赶向预定的方位。守在陷阱附近的猎手们伺机而动杀死野牛。整个行动是经过周密安排的，以确保万无一失。如果动物们察觉到了人类的气味，变得警觉起来，或在抵达陷阱之前就逃之夭夭，那整场猎捕行动就毁于一旦了。

置动物们于死地只是狩猎的目标之一。一旦动物被宰杀，它们的肉就必须被肢解和保鲜。这也是一项重大而艰巨的任务。试想分割并储存一大群每只重达3 500磅^[1]的野牛得耗费多大的力气。这需要整个社群齐心协力才办得到。

诚然，个体智慧在狩猎中还是有用武之地的。制造有效的武器、预测动物在受到威胁时的反应、宰杀并保鲜肉质都需要令人钦佩的智慧。但在一次狩猎行动中，这些远不足以捕杀一群野牛，更别提如猛犸象那样的巨兽了。没人能凭一己之力做到这些。而认知劳动分工让这一切成为现实。共同体中的每位成员各掌握一项对整体目标有所贡献的技能，比如巫师贡献出时间和精力去掌控牛群。但前提是共同体中的其他人，掷矛的、屠宰的、生火的，他们各司其职。当认知劳动被分化时，效能和功率将获得爆炸性的增长。

这种基于认知劳动分化的爆炸性增长可见于建筑物的施工过程中。凭个人之力能够搭起一顶帐篷甚至一座木屋。而建造一处带有室内管线、绝缘层、恒温器、功能齐全的厨房以及家庭娱乐系统的现代居所，则需要群策群力。当今的住宅建设涉及多个工种：测量师、挖掘机师、搭架工、砌砖工、屋顶工、水管工、木匠、油漆工、泥水匠、电工、橱柜安装工、园林师、石膏板与窗户安装工，以及铺地毯的工人。有些人或许一专多能，但没有谁能单独挑起上述所有重任，做得合乎法规又让今日的消费者无可挑剔。

大型建筑的施工，从古埃及金字塔到现代摩天大楼，无一不需要认知劳动的分化。中世纪大教堂的建造者更多的是四处游历的石匠和其他技艺娴熟的技工：采石匠、泥水匠、砂浆工和泥瓦工。当然还有资助人、建筑师以及工程之初所需的其他设计师。建造这些大教堂被视为一项耗时达数十年乃至上百年的集体工程。大多数建造者并不指望有生之年能看到教堂落成。正是共同的努力与所有权的公共性成就了今日世界各地许多大教堂惊人的宏伟、壮丽和永垂不朽。

这些例子说明了心智的一项关键特质：其演化历程不是个体独自奋斗之路，而是群体协作的过程。连思维的演化都是彼此相依，结合在一起的。正如一个蜂巢，当每个个体独当一面时，群体智慧将大于各部分的总和。

智力爆炸

现代人类从其他原始人科动物，即那些灵长类亲戚当中分离出来自立门户的时间，在演化史上短得宛如白驹过隙。这场演化始于两三百百万年前非洲大草原上人属物种的出现，随着近20万年前现代人类的兴起而结束。这段时期内人类最重大的飞跃是认知。与祖先相比，现代人类既没有更快也没有更强，他们的优势在于脑容量。现代人类的大脑重量大约是其祖先原始人类的三倍。²人类学家把这种脑容量的猛增称作脑化（encephalization，其中“encephalic”意即与大脑有关的）。如此迅猛的增长给演化理论出了一个难题。大脑可不是省油的灯，耗能极大。由于体内可供使用的卡路里是有限的，我们的体能势必要减弱一些作为妥协。³更大的脑同时也意味着更大的颅骨，随之而来的就是分娩过程中痛苦与危险性的增加。撇开有这么多得得不偿失不谈，我们到底是怎么在短时间内变得如此聪明的？

作为现代人类出现的标志，脑容量和智力的爆炸有多种解释。生态学理论假定这种爆炸源于个体因应环境能力的增强。例如，更强的觅食能力，如撬贝壳或剥毛皮之类的高难度动作成为高级人科动物的绝佳优势。它们由此得以获取更多的热量。相应地，若能掌握更大范围的心智地图，可获取的食物资源也随之增加，这样，体能也就更上一层楼了。

与侧重个人能力的生态假说相左，另一种观点认为，正是追寻复杂且一致的目标的多重认知系统的协调性，推动着人类智能的演进。这被称为社会脑假说。它将智力的增长归结于人类社群组织规模和复杂性的增加。正如我们在狩猎的例子中看到的，群居生活确有其优

点，但也需要某些特定的认知能力。这要求人们有能力进行复杂的沟通，理解并吸收他人意见，以及分担共同目标。社会脑假说认为，与群体生活相关的认知需求和适应性优势形成雪球效应⁴：团体越来越大，随之发展出越来越复杂的联合行动，个人也发展出新能力以适应这些行为。这些新能力反过来使组织扩充得更大，并让组织行为精进得更加复杂。

狩猎是协同作业随时间推进而日益复杂的一个例子。早期的原始人类猎手必定足够机智，团团围住形单影只的猎物使它无处可逃（犬类亦是如此）。在社群发展到足以协作猎捕、宰杀和肢解数十只野牛之前，人类有上千年的漫漫长路要走。正是这样的狩猎能力将现代人类与先前其他物种区分开。狩猎在人类演化上可能起着至关重要的作用。⁵

人类学家罗宾·邓巴（Robin Dunbar）以多种灵长类为样本着手检验这两个相悖的假说，即生态假说和社会脑假说。⁶他收集了脑容量及与生活环境相关的信息，例如活动范围和饮食习惯，还有诸如群体平均规模之类的社交状况。事实证明，脑容量与社群规模密切相关。社群规模更大的灵长类物种有更大的脑。相比之下，某些环境指标，如领地大小和饮食，同脑容量就互不相干了。这一发现表明，较大的脑专为因应群体生活的必备技能而设计。

最显而易见的例子是语言，一项涉及同他人配合并仰赖复杂心智过程的功能。许多物种皆有能力进行简单的交流。蜜蜂通过一种舞蹈和外激素的分泌向其他个体传达花蜜高产区的地理位置信息。蜂巢的成功也仰赖交流。数量庞大的工蜂能够搜寻到丰沛的蜜源并让蜂巢中的其他成员获悉它们发现了宝藏与否。通过交流各自的发现，蜂群得以将觅食之力集中于最佳的蜜源。交流让蜂巢运行如常。

但通过舞蹈和外激素能传达的信息也就到此为止了。交流能力的桂冠显然非人类莫属。让人类脱颖而出的，是那种通过语言就能恰如其分地交流任何复杂想法的能力。凡是集体狩猎的动物或许都能在其协作行为中进行适当的交流。但早期人类所掌握的狩猎行为要求对更复杂的概念进行无偏差的沟通：空间概念指示出猎物所在地以及它们将被赶向何方，与此同时，还有关于驱赶兽群、杀死动物和屠宰肢解之类工作如何进行的复杂因果概念，更别忘了瓜分战利品的时候更是要靠语言来讨论。

假设我们一起狩猎，那么若能提前获知接下来你要做什么，对我未尝不是好事。我不仅能够从交流中了解你的意图，还能据此推理出你的行为。如果我看到你拉起弓和箭，瞄准一头野牛，此时我会本能地推断你想要射杀这头猎物。做出这项推论所需之心理机制多得惊人。我必须由你的行为（举起弓箭并瞄准）反推出你的意图（射杀野牛）。这需要了解或厘清一些与你的欲求（你想杀死一头野牛）及信念（你知道通过射箭可以杀死一头野牛）有关的东西。这还需要对你的性格有所了解（你的价值观不反对杀野牛）。假使我继续坚守岗位，让你独自前去射杀野牛，这表现出我对你的信赖，你是个可以合作的伙伴而且不会私吞猎获的牛肉。这种针对他人心态的揣测总是自发且不费吹灰之力的。人们在推测他人意图和心态方面当然各有千秋，但每个人多少都能在一定程度上这样做。狗在这方面做得也不错，但远不及人类。没有哪只狗能从你拉弓射箭的动作中推断出你的目标是射杀一头野牛。揣测他人的心理状态对大规模群体协同作业而言是至关重要的才能。

共享意向性

人类能做到的事情比理解他人意图要多得多。人类具备一项其他机器或动物的认知系统均不可企及的能力：与他人共享对某事的注意力。当人类与他人互动时，他们不仅仅在共事，而且还知道彼此正在共事。认识到他们正在共享注意力比共事本身带来的改变更大，这还改变着他们的行为以及影响到他们通过与他人合作能够达成什么。

注意力共享是在知识共同体中分担认知劳动的群体迈向充分合作的关键一步。一旦我们能够共享注意力，我们便可做些更不同凡响之事：共享彼此的观点。我们知道他们知道的，我们知道他们知道我们知道的（当然我们也知道他们知道我们知道他们知道的，以此类推）。知识不止散布各处，它还是被共享的。一旦知识以这种方式被共享，我们便可以共享“意向性”，一齐追寻共同的目标。共享意向性作为人类的一项基本能力，使我们得以合作共事。⁷

上述观点在很大程度上脱胎于伟大的苏联心理学家列夫·维果茨基（Lev Vygotsky）在20世纪提出的学说，他认为心智是一个社会实体。维果茨基并不赞同以个体智力为标准划分人类与其他动物。其标准应是人类能够从他者、文化以及人际合作中学习：人与人通过集体活动建立密切的联系。维果茨基的洞见也成为知识共同体这一理念的奠基石之一。

迈克尔·托马塞洛（Michael Tomasello）与其同事多年来在德国莱比锡的马克斯－普朗克研究所致力于演化人类学研究。通过对人类儿童与黑猩猩的观察，他们对共享意向性如何发生有了更深刻的认识。⁸为何人类长大成熟后就开始了充斥着文学艺术、高等教育和尖端

技术的生活，当然也包括合法化的大麻、烈酒以及西部乡村音乐，而今日黑猩猩的社会风貌同它们刚刚走上演化舞台时并无二致？

托马塞洛的团队观察到这样一个现象。一名成人和一个婴儿同处一室，房间里有一只不透明的桶。婴儿看到成人指着桶，如果成人说那是蓝色的（桶的颜色），婴儿会很困惑：他想表达什么？他究竟指的是什么？他想引导婴儿的注意力放在容器的形状、颜色、材质还是其他属性上？现在，试想他们俩在玩一个游戏：成人把一种物品藏起来让婴儿去找。当成人在玩游戏的过程中指着桶时，婴儿应将他的目的理解为：告诉婴儿哪里能够找到被藏起来的物品。研究人员发现14个月大的婴儿就能完成这项任务。在上述情境中，他们理解了成人的意图。黑猩猩及其他类人猿无论长到多少岁都对此项能力望尘莫及。

黑猩猩和其他猿类也是高级动物，但它们无法共享人类的意向。猿类可以循着人类的视线看人之所视，但对游戏中人类所指之事物就无法领会了。它们无法将注意力集中到游戏中特指的那样物品上，也不知道人类正和它们聚焦于同一件东西。猿类不会这样想，“嗯，那个人正试图让我和他关注同一个我们正在一起玩儿的东西”。猿类能察觉到人类正试图达到某种目的，但它们无法通过注意力共享进行合作，因而，它们也无法朝着共同的目标努力。

不妨以手势为例。手势是人类交流的重要组成部分。我们用手势传递信息（指指点点或动作模仿）、表达共鸣（张开或抱紧手臂）或提出请求（向某人招手或点头示意）。9个月大的人类婴儿会用手势将他人的注意力吸引到他们关注的事物上去。相比之下，黑猩猩和其他猿类的手势仅供操作之用，向同伴示范动作或对要求做出回应。人类用手势来共情，猿类用手势来把事情做完。

在托马塞洛与其同人的另一项研究中，曾有一名成年受试者在与儿童共同完成任务时中途放弃。儿童会鼓励受试者继续下去。当他对黑猩猩做出同样的表现时，黑猩猩从未试图鼓励受试者。“人类儿童

[2]，”托马塞洛和他的团队写道，“与黑猩猩不同，他们常常似乎只是为了合作而合作。比如，他们在社交游戏中合作，在玩具机游戏中亦然，当他们在游戏中赢得一件玩具时，往往会把它放回机器里去，再重新玩一次。”⁹孩子们为了获得参与感而想要参加游戏，黑猩猩则无法领会参与的意义所在。

在上述每一个例子中，让人类脱颖而出的是他们的能力，甚至是他们的需求，与他人共事之需求。人乃为合作而生。

共享意向性的能力支持的或许是人类最重要的才能：储存并将知识一代代传递下去的能力。这便是人类学家所谓的文化累积。知识的传递由我们的社会脑通过语言、合作以及劳动分工逐渐创造出文化。这是人类制胜宝典中最关键的绝招之一。人类能力的持续升级并非源于个体智能的提升。¹⁰与数百万年来不思进取的蜂巢不同，我们共同追寻的志业变得愈加复杂，同时我们共享的智慧也越发强大。

社交技能与智力通常被认为是此消彼长的。随便挑一部20世纪80年代的电影，你都会看到一个典型的书呆子形象：一名杰出的数学家或物理学家，但极其不擅长跟异性交往。这些描述掩盖了个体智能与群体智慧间的深层联系。正如我们马上将看到的，我们当中最聪明的人，即从某种意义上说的最成功的人，很可能是那些最能理解别人的人。

作为常态的团队合作

共同认知演化的痕迹无处不在。看看小孩子们的互动就知道了。无论和成年人还是同龄人一起，大多数孩子都能积极地参与到团体思考当中。他们一同做游戏、角色扮演、解决问题，还为此争论不休。

成人之间的互动也并无二致。倘若你和朋友们围坐在桌边说笑话，大家会依次轮流说。偶尔，也会有某个能说会道的人口若悬河，其余的人就只有听的份儿了。但绝大多数对话仍是共同参与的。笑料往往从各自提出的想法以及对彼此天马行空的回应中迸发出来。

这可不仅限于你和朋友怎么消磨时光。科学实验室里的学术会议也如出一辙。研究员们围坐一桌，房间内通常配有某种视觉上的辅助设施，如幻灯片或白板，每个人都贡献一点知识和见地。问题被提出来，有时问题能获得解答，各种假设迸发，分歧点被记录在案，也有可能大家达成共识，所有这些都发生在一系列相当混乱的轮流发言与回应之间。

在很多情境中，这是让事情圆满告成的不二之法。近来，医院通常使用团队战术来护理病人。术业有专攻的医护人员，包括医生、护士、医学实习生、技师、药剂师和照护管理员，协同作业。他们当中并无明确的领导者，但不同于单纯的专家大集合，在最好的情况下，这相当于提供一套优于个体之和的群体智慧。客机的飞行也由一整套体系保驾护航，包括飞行员、副驾驶员、航空交通管制员和在现代航空器中发挥着重大作用的自动飞行系统。今日，这么多重要的决策都由集体做出，从政策制定、陪审团判决到军事战略部署和体育比赛战术。平心而论，这才是常态。

知识是如此的精密复杂，以至最前沿的科学进步都需要庞大的团队力量。如果你是一名从事基础研究的物理学家，你不难明白，2012年希格斯波色子的发现可是个了不起的大事件，甚至称得上重大突破。这一发现有助于物理学家认清此前未知的最基本的物理规则。希格斯波色子是谁发现的？人们很容易将这项殊荣归于彼得·希格斯（Peter Higgs）和弗朗索瓦·恩格勒（François Englert），他们也凭此举荣获2013年的诺贝尔物理学奖。而事实是，若没有上千名来自40个国家的物理学家、工程师与研究生的努力，希格斯波色子将永远不会进入我们的视野。对该发现起着至关重要作用的物理学论文的作者有近3 000人，更别提建造和运转那个耗资64亿美元，位于欧洲核子研究中心，用于观察希格斯波色子的大型强子对撞机的全体工人了。没人能单独完成这个复杂整体的哪怕一小部分，各项工作都要求专业化的技能，而这些技能分散在数千人手中。

心理研究表明，人们无须多想，天生就会分化认知劳动。¹¹试想你正和朋友准备一顿特殊的晚餐。你厨艺非凡，而你的朋友是葡萄酒达人，业余品酒师。一位邻居恰好路过，告诉你们俩街口的酒行新进了几种上好的葡萄酒。酒的种类很多，因此要记住的东西真不少。你得花多大力气才能记下邻居提到过的酒的名字？何不劳烦你旁边的这位葡萄酒行家来记住这些信息？如果你的朋友不在身边，你或许还值得努力试试。毕竟，了解一下晚宴上该配什么酒也不错。但你的行家朋友大概不费吹灰之力就能让这些信息烂熟于心。

这种效应已在托尼·朱利亚诺（Toni Giuliano）和丹尼尔·韦格纳（Daniel Wegner）的实验室中得到验证。他们要求一些约会超过三个月的情侣记住一组事物，比如特定的电脑品牌。他们要求这些情侣评判他们当中谁更熟悉每种事物（例如，倘若一方是计算机程序员而另一方是厨师，那么前者在电脑方面就更加专业）。研究者发现，情侣们会分配需要记忆的项目，相应领域里的行家会分配到更多的任务。在情侣中只有一人擅长任务涉及事物的情形下，内行记得更多，

外行忘得更快。当任务在同伴的专业范畴之内时，人们会少花些力气去记忆那些事物。换句话说，大家都把任务推给更擅长的人。人们倾向于在自己的一亩三分地里为认知劳动的分工贡献出最好的一面。我们依赖其他专家们记住其他事情。

语言、记忆、注意力，所有的心智功能皆通过认知劳动的分化分配到整个社群中。

模糊的知识边界

自然状态下的认知劳动分化意味着，团队中人与人的想法和知识并无明确界线。有多少时间都被浪费在争论究竟是约翰·列侬（John Lennon）的深邃还是保罗·麦卡特尼（Paul McCartney）的天才成就了披头士乐队？我们觉得答案是显而易见的：1957年7月6日，在英国利物浦的圣彼得教堂，就在约翰即将带着他的采石工乐队登台之际，约翰被引荐给了保罗。正是这次会面开启了他们的合作，并与乔治和林戈一起创造了披头士传奇。那非凡的、变革了流行文化的创新精神并非个人功绩，而是源自他们的互动。

本书的构思过程也经历了共同协作，最密切的合作者莫过于我们的同事克雷格·福克斯（Craig Fox）和托德·罗杰斯（Todd Rogers），他们是分别来自加州大学洛杉矶分校和哈佛大学的心理学者。我们都对无知和错觉有所体悟，也对如何科学严谨地评测它们自有见地。我们之中是谁提出了关键的想法？这是个伪问题。我们都提出了关键的想法。就算我们能够再现多次碰面讨论时谁说了什么话，我们还是不会把功劳归于个人。这些想法源于我们共同参与的对话。

当新点子出现时，通常很难把它们归功于任何一个人，因为许多人都在讨论中提供了至关重要的一块拼图或某些灵感妙计。整个团队，绝非任何个人，都应得到赞誉（或责备，视情况而定）。该过程涉及大量的思考，而每个人的认知过程都与其他人的交织在一起，这一思考过程所孕育出的点子属于整个团体。

参与者纠结于某个想法该归在谁名下，这一状况在团队合作中司空见惯。在撰写本书期间，我们屡次上演下列对话：

菲利普：我有一个好主意。我们试试X如何？

史蒂文：等一下，三个月前我提议X的时候你可是讨厌这么做的。

菲利普：（沉默10秒）。嗯。我想其实这是个相当不错的主意。

为什么会发生这种情况？因为个人思维与团体思维是如此密不可分、边界难寻。如果你让人们评估自己对于一个集体项目的贡献占比，他们会以无法估量为借口往自己脸上贴金。¹²如果真要这样算，大家的贡献值相加绝对不止100%！例如，已婚夫妇被要求各自评估他们所负担的家务劳动百分比。¹³两方的平均值皆大于50%。这种自我高估的倾向会引发矛盾，特别是当其他成员的贡献遭到贬抑时。我们在团队合作中彼此相依，因此准确列出每个人做了什么极其困难的，认清这一点才是明智之举。

就像人们说不出自己的职责范围以及别人的工作从哪里算起，人们也分不清哪些知识是自己的，哪些归别人所有。只要知识在共同体中触手可及，人们就感觉自己无所不知了。试想你偶然翻到下面这则剪报。¹⁴

2014年5月19日，《地质学》（*Geology*）杂志的一篇研究报道了一种新岩石的发现，科学家已对它进行了透彻的研究。该岩石与方解石类似，但它能够在没有光源照射的条件下自行发光。该研究的作者雷特诺（Rittenour）、克拉克（Clark）和徐（Xu）已全面掌握了其发光机理。他们详述了矿物的外观特性，并拟订了进一步的实验计划。

你认为自己在多大程度上弄懂了这种矿物是如何发光的？你大概没什么头绪。毕竟，你不可能听说过这种岩石，因为它是我们瞎编出来的，何况仅凭剪报提供的信息你也无法自己理出来龙去脉。如果报道中提到的科学家——雷特诺、克拉克和徐，尚未对岩石的发光原因做出解释，会让你对该矿物理解发生变化吗？科学家们的一知半解会降低你的理解程度吗？恐怕也不会。那么，别人理解某一新知的程度究竟对你的理解力有何影响呢？

在这种情况下，可能是你的直觉在作怪。我们将上述杜撰的报道展示给一组受试者，并给另一组受试者看一个类似报道，两者唯一的差别是后者提及科学家尚未搞清楚该矿物的发光原理。我们请两组受试者分别给自己对发光岩石的理解程度评分。当科学家们尚未查明时，受试者也会表示自己没太弄懂。部分受试者对知识的理解源于别人的理解力。仅仅告诉受试者某现象已为科学家所掌握，就能改善他们对自己对该现象的理解程度的判断。我们已直截了当地告诉受试者，本实验的兴趣点在于个人对自身理解程度的判断。这就像人们怎么也分不清自己和他人的知识边界所在。

在某种程度上，这完全在情理之中。我何必非要把信息都塞进自己脑袋里？如果你向我打听一个电话号码，它是记在我脑子里，还是写在我口袋里的一张小纸条上，或者被我身旁的哪个人记住了，又有什么关系呢？我当下所能做之事又不取决于我的脑袋里存着什么知识，而是在需要时哪些知识是我触手可及的。

再来看看下面这则虚构的剪报。

2014年5月发现新岩石的研究已被DARPA列为机密，该机构的科研人员已对这种岩石进行了全面的了解。该岩石与方解石类似，但它能够在没有光源照射的条件下自行发光。该研究的作者已全面掌握了其发光原理；他们详述了矿物的外观特性，并拟订

了进一步的实验计划。下一阶段的实验仍属机密，因此外界尚无人取得有关这一新岩石的情报。

为了满足你的好奇心，我不妨告诉你，DARPA指的是国防部高级研究计划局，一个美国军方的研究部门。在这个例子中，的确有人对岩石的发光原理做出了解释，但这是秘密，你没有权限了解它。现在，知识装在别人的头脑里，但这一次你鞭长莫及，因此它就不算在你的知识共同体之内。你看，这种情况下人们对其理解程度的评分就非常低。事实上，他人的理解力并没有改善人们对自身的理解。

在一个知识共同体当中，比拥有知识更重要的是拥有获取知识的权限。研究岩石的科学家不可能将地质学及相关学科的一切都储存在记忆中，但科学家可以把工具书放在手边或收藏相关网站，其他专业人士也会根据需求提供必要的信息。医学是个更为人熟知的例子：医学研究的爆炸性增长使一般的全科医生[\[3\]](#)无法掌握与患者表现出的各种病痛和担忧有关的一切。好在他们可以使用电子数据库，随时根据需求查看。

为共同体而生

在列夫·维果茨基和迈克尔·托马塞洛的研究中，我们已看到知识共同体的一项要件：个体间必须能共享意向性。人们要能同他人分享注意力和目标，也必须能形成共同立场。

另一个要件是我们的信息储存方式。集体性的知识散布于人群中，没有哪个人能拥有这一切。因此，作为个体的我认识到，必须与其他人所拥有的知识产生联系。我的知识不能只有事实本身，而必须是充满指向性和符号化¹⁵的。就拿狮身人面像来说，我知道它在埃及，但我并不确切地知道狮身人面像是什么。也就是说，我通过思考和推论相信，在埃及有某个东西被人们称作狮身人面像。但我从未见过它，因此我对狮身人面像的概念完全来自他人所知。我很想有朝一日亲眼去看看，因为别人说它棒极了。我知道狮身人面像是开放参观的，因为我确实有朋友曾去看过，或者说至少我知道有人去参观过。当我跟同样说英语的人提到“the Sphinx”（狮身人面像）这个词时，我认定我们所讨论的是同一个东西，虽然他们对狮身人面像了解得也不一定比我多。所以，我的知识库里的“狮身人面像”不过就是个占位符而已，等着别人的信息填进去。有关“埃及”的知识对我而言亦是如此。它也有一个占位符，标注着“这是狮身人面像的所在地”。我的知识库里的“埃及”也充满了这类标注，提示我相关细节可以在其他地方找到。

人类的不可思议之处在于，至少当我们保持一致时，我们表征的是同一片小小的世界，即使各自持有不同的信息碎片。这反映了集体性知识的第二个特性：共同体中持有不同知识片段的成员之间必须能

包容共存。¹⁶我们不太可能总是一拍即合，且大多数情况下往往莫衷一是，但我们至少要考虑到相关情势，分歧或将导致认知劳动分工彻底崩溃。如果我们正在建造一所房子，木匠和水管工最好能就浴室的位置和形状达成共识，明确谁负责哪个部分以及各项设备的尺寸大小。即使木匠对管道系统一无所知，浴室仍必须设置供水管道系统和排水管道系统。同样，我们有关事物的知识须结构化，以便我们期望借由他人补全的部分能填对地方。

知识共同体的代价与好处

在《圣女贞德》（*Saint Joan*）的开场，15世纪初，一名女青年对圣徒和天使长的幻想激发了士兵们的战斗热情，乔治·萧伯纳（George Bernard Shaw）给出了一个说服力惊人的说法，士兵们跟从贞德的神秘幻想，至少与今日战场上跟从一名麾下装配高科技武器的将军一样合情合理。他的论点在于，20世纪的战士所怀抱之信仰与15世纪的并无不同。

中世纪的人们相信地球是平的，这种感觉至少有据可循。而我们相信地球是圆的，并非由于我们当中有相当比例的人能对这个奇妙的概念给出物理上的解释，而是因为现代科学让我们相信，“地球是圆的”是个显而易见的事实，而且一切神奇、异常、非凡、壮阔、渺小、无情或荒诞之事都可能是科学的。¹⁷

这当然有些夸张了。但这段话一针见血地指出，生活于现代世界中的我们在极大程度上仰赖他人所告知之事度日，仅有很少一部分的理解直接通过感官经验进行。从叫我们起床的闹钟到我们闭着眼睛都能使用的马桶，到我们打开的智能手机（在蹲马桶前后），到厨房门口的咖啡机，再到我们用来给咖啡机加水的龙头，没有哪一样是尽在我们掌控之中的。但我们仍使用着上述工具，甚至离不开它们，因为它们用起来得心应手（除非它们出故障了，那么我们的生活也会有些小小的波澜）。我们应该对它们的创造者致谢，因为我们的生活仰仗着他们的专业技术。多年来成功使用这些设备的经验，让我们对驾驭现代科技也信心满满。但当这些设备罢工时，比如有线电视没有信号

或下水道堵着污泥时，我们恍然警觉自己对现代生活的便利知之甚少。

知识的错觉之所以会发生是因为我们活在一个知识共同体当中，而且我们无法区分哪些知识是内化了的，哪些根本不在我们脑袋里。我们自以为那些有关事物运行规则的知识是印在自己脑袋里的，而事实上我们从周遭环境及他人身上获取了很多。这既是认知的特征也是认知的死结。我们知识库的绝大部分都存储于这世界和我们的社群里。多数人的理解力仅限于意识到知识就在那里。高级的理解力通常还包括知道可以去哪里获取知识。只有名副其实的饱学之士才真的把可用的学识存在他们自己的记忆体里。

知识的错觉与经济学家所说的知识的诅咒¹⁸正好相反。当我们熟知某样东西时，很难想象竟有人不知道。当我们打出一首曲子的拍子时，有时会讶异于竟然有人听不出来。¹⁹这似乎是显而易见的，毕竟，我们能够听到曲调在脑中回荡。如果我们知道某个常识性问题的答案[谁是《音乐之声》(*The Sound of Music*)的主演?]，我们便倾向于假设其他人也知道这个答案。知识的诅咒时常以马后炮的形式出现。²⁰假设我们支持的球队赢了一场大赛或我方候选人在选举中获胜，这时我们会感觉自己一直都知道结局会是如此，而且认定其他人也抱有同样的预期。知识的诅咒即我们倾向于认为吾之所想即人之所想。在知识的错觉中，我们倾向于认为人之所思即吾之所思。这两种情况的共性是，我们都分不清谁到底知道些什么。

这是因为我们生活在蜂巢思维中，严重依赖他人和环境来储存我们的知识，真正记在自己脑袋里的绝大部分知识都相当粗浅。大多数情况下，我们对这种肤浅和粗鄙都心照不宣，因为其他人也不指望我们知道得更多，毕竟，他们的知识也渊博不到哪里去。由于认知劳动分化的存在将掌握不同领域知识的责任分摊到整个社群中，我们尚能勉强度日。

认知劳动分化乃认知演化的基本方向，也是当今社会运行之基本原则。正是在整个社群中共享知识的能力，让我们登上月球、生产汽车、修建高速公路、调制奶昔、拍摄电影、在电视机前打发时间，做一切社会生活给我们提供便利之事。认知劳动分化使得社会生活之安全惬意与野外独行之间产生了云泥之别。

但是，依靠别人帮我们保存知识也有不利的一面。大多数读者应该都很熟悉爱丽丝（因梦游仙境而出名），但今天，鲜有人真的读过刘易斯·卡罗尔（Lewis Carroll）那本孕育了爱丽丝的小说。^[2]许多人都是通过电影、卡通片以及其他电视节目间接地了解爱丽丝，而非通过阅读卡罗尔的杰出作品时那种独特而离奇的体验。如果我们不懂微积分，我们无法想象时间被压缩为一瞬而消逝的美感，以及这又是怎么与曲线的切线方程扯上的关系。我们无法领略牛顿所见之事，政府将他葬于西敏寺以示其举足轻重。这就是活在知识共同体中的代价之一：我们与那些只能通过他人的知识和体验而了解之事失之交臂。

还有更危险的后果。由于我们混淆了内化的知识和可获取的外在知识，我们远远没有意识到自己的所知何其浅薄。在生活中，我们笃信自己了解得比事实上要多。正如我们将在本书余下章节中探讨的那样，许多社会中最迫在眉睫的难题皆出于这种错觉。

^[1] 1磅=0.453 6千克。——编者注

^[2] 在原始的实验记录中，儿童（children）一词误写作“hildren”，原书中有更正。——编者注

^[3] 一般全科医师（primary care physician），亦称家庭医师，指社区健康照护级别的全科（多内科）医师。——译者注

第七章 与技术共事

不论我们喜欢与否，互联网已成为我们所有人生活中的主角。它是我们的主要信息来源，是我们知识共同体的核心。它提供了源源不断的事实，而且我们不必应付任何恼人的人际互动就能得到这些。这会带来许多巨大的改变。当我们对任何常识问题都能在几秒钟内对答如流，当通过线上购物能避免和年轻人一起挤在商场里，当利用应用软件能避免交通堵塞，还能窝在家里舒舒服服地看电影时，我们的生活变得容易多了。

技术正在变革我们的生活，而且它来得如此迅猛。大量的工作可能很快就会被外包给程序算法，计算机能够驾驶长途运输卡车，机器人也能做出美味绝伦的汉堡。商业已经移步互联网，从根本上改变了经济，颠覆了诸多产业，例如出版、音乐和电影。许多我们以前在办公室做的事情现在都可以在家中完成。因此，我们在工作中与同事的互动变少了。我们的通勤往返也少了一些。¹而且我们能够立即获取无数的书籍、图像、电影，以及看起来有无限选择的音乐和信息资源。

与这些变化相伴而来的隐忧，是我们正在与真正重要的东西失去联系。新的生活方式可能会为我们带来高清电视和如置身现场般的音响系统，但也减少了人与人的直接接触。许多人不再出门去看现场音乐表演，进电影院的观影人数也降到了1995年以来的最低。²而且，虽然较少的通勤往返并不意味着工作压力的降低，但如果根本没人去上班，在工作场所建立人际关系终归是更困难了。

关于人际关系的一则老笑话如今也适用于智能手机：我们没法和它们一起过日子，但我们没法过没有它们的日子。就在我们第一万次把手伸进口袋，用手机查看电子邮件和脸谱网上的留言的同时，我们内在的一部分也幻想着从信息洪流中逃离（哪怕几天也好）。

技术革命在某些方面改善了我们的生活，但它也唤起了担忧、绝望，甚至还有恐惧。技术革命所引发的各方面影响正接踵而至，其中有些或许还容不得我们讨价还价。

一些最伟大的企业家和科学家甚至看得更远。埃隆·马斯克（Elon Musk）、史蒂芬·霍金（Stephen Hawking）和比尔·盖茨（Bill Gates）都曾发出警告：技术可能会变得非常复杂，以至能够追寻它们自己的目标而不再唯人类命令是从。弗诺·文奇（Vernor Vinge）于1993年发表的题为“技术奇点即将来临”（*The Coming Technological Singularity*）的论文阐述了担忧的原因。³无独有偶，雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）在2005年的著作《奇点临近：2045年，当计算机智能超越人类》（*The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*）⁴中也提到了这一点，最近发表类似观点的还有任职于牛津大学的瑞典哲学家尼克·博斯特罗姆（Nick Bostrom）。⁵用博斯特罗姆的话说，技术的进步如此神速，以至我们对如大兵压境般的超级人工智能望而生畏。

超级人工智能指的是一台或多台智力远超人类的机器。令人担忧的是，现今成功的人工智能将能够自给自足。人工智能机器人能用比人类更短的时间设计出更聪明的智能体。一旦它们真的这样做了，我们将有更聪明能干，能制造出更高级智能体的机器，这些智能体反过来又造出升级版……你已经看得到结局了。这些未来主义者预测，人工智能将迎来爆炸性发展，类似于自工业革命以来我们见证过的生产力的突飞猛进。机器的智能将以前所未有的速度持续增长，在不久的将来，我们就会拥有一台在思考力和执行力方面都把人类远远甩在身

后的超级智能体。按照末日论者的说法，一旦超级智能问世，人类便永无翻身之日了。超级智能体将比人类更善于实现目标，倘若它们与人类水火不容、分道扬镳，人类就要倒大霉了。

思想的延伸

人类的演化与新技术的涌现相伴发生。据位于纽约的美国自然历史博物馆的荣誉馆长伊恩·塔特索尔（Ian Tattersall）所言，“认知与技术的相得益彰”⁶正是文明发展的写照。基因演变与技术变革共同串联起我们的演化史。随着人科物种后代脑容量的增加，工具变得更复杂但也更常见。我们的前辈从使用边缘锋利的石块起家，之后的几代人发现了火、打造了石斧和刀，接着是鱼叉和长矛，然后有网、钩子、陷阱、套索、弓箭，最终发展到农耕。以上各项技术变革都伴随着其他促进现代人类形成的变迁：文化、行为和遗传基因的改变。每向前迈进一步，工具、文化、认知和基因都一齐变化，创造出新的平衡，赋予我们的祖先更强大的力量，以便把环境改造成他们想要的样子。如灌溉水渠之类的新技术使文明成为可能。文明反过来又催生了多种多样的古老器具，并最终铸成了20世纪中叶以来当代信息技术的爆炸性增长。无论是福是祸，社会发展与技术进步总是相伴相生、互相促成的。

人类是为技术变革而生的。我们的躯体和大脑生来就有将新工具融入日常活动的本领，仿佛它们就是我们肢体的延伸一样。⁷我们很快就能学会用鼠标或触控板移动屏幕上的光标，宛如我们的手指直接在屏幕上晃来晃去。当你用钢笔或铅笔书写时（如果你还在坚持手写的话），纸张表面的触感并非摸起来那么光滑：因为笔尖会产生压力。这也是为什么外科医生可以用机器人来做显微手术。相似地，我们在扫地时很快就能适应扫帚的长度。我们几乎能毫不迟疑地够到沙发后面的角落，好似扫帚是直接长在胳膊上的加长臂一样。寿司师傅的功

力十年磨一剑。专业厨师的衡量指标之一即操刀宛如本人之手，浑然天成、游刃有余。

在上述各例中，大脑都把我们使用的工具看作身体的一部分。故此，技术没什么非自然之处。相反，运用技术恰恰是造就人类的要件之一。

技术不再只是受使用者操控的工具了，这是过去几年中发生的变化，也能解释某些人觉察到的不对劲之处。如今，技术已在诸多方面超越了人类。事实上，技术正越发先进，好似一个有血有肉的生命体。我们从小就相信，在指令不变的情况下，计算机会一直重复同样的操作，因为它毕竟只是一台机器。但是，这不再是真的了。现在，就像和一个活生生的人打交道那样，我们并不总能预判计算机会做何反应。在明明相同的情境中下达一样的指令，可能引发计算机完全不同的作为。

有几种原因使机器变得难以预测。其一是复杂性。现在的系统太复杂了以至我们常常不确定它们处于什么状态。你以为你已经把手机关掉了，但其实显示屏才刚刚变暗，因此当你把它放进口袋时，如果一小块布料碰触到屏幕，它可能会冷不丁地打给你的前女友。

第二个原因在于外部事件也会毫无预期地对机器造成影响。像所有生物体一样，互联网正以我们无法预见或控制的方式不断变化着。近些年来，机器已能够自动更新其运行系统与各项应用程序。因此，当你打开自己的设备时，你已无法确定它仍是你昨天刚刚用过的那一台。你每天花一半时间处理的文档程序和电子邮件，可能就像你16岁的儿子，在见了个自诩是发型师的朋友之后，改头换面到你根本认不出来。我们的机器可能也很难预测，因为它们运行取决于网络传输量，而且我们通常并不清楚这个传输量有多大。时不时地，负荷过大的网络传输量干脆就让我们互联网停止运转了。就像一个乖巧的小

孩一夜之间步入叛逆的青春期的时候，最受你我青睐的机器正在变得越来越状况百出。我们永远猜不到它们接下来要干什么。

互联网变得人类化的方法之一就是它能够试着欺骗我们，甚至还挺成功的。我们以为点击某个网页链接就能看到一部离奇的影片，而事实上，它则警告我们最好买个杀毒软件清理一下硬盘，否则后果自负。还有有的时候，我们访问某个网站，失手下载了恶意软件。这些恶果皆出于卑劣之人，技术本身是无辜的，但正是技术的复杂性让此等恶行成为可能。

往好处看，技术越来越像一个有血有肉的生命体，在某些层面上能够自我修复。它自带疗愈属性。当你割了个小口子，你会贴上一片创可贴，等着伤口愈合。现在，软件漏洞有时也会自行消失。自动更新确实有所助益，或者直接更换成下一代全新的硬件或软件系统，你所面临的困扰也就不复存在了。这就是无知之美。我们并不知道这究竟是怎么回事儿，如果运气好，好事就会发生。我们在无知无为中依靠整体寻求改善。

这些改变造成的后果之一是，我们开始越来越像对待人类一样看待技术，把它们视为全程参与知识共同体的一员。互联网是个极好的例子。正如我们把要理解的东西放在别人脑子里一样，我们也把它们存在互联网上。我们已看到，当别人脑中的知识能够为己所用时，这会导致我们高估自己的理解力。因为我们生活在一个分享知识的共同体当中，每个个体都无法分辨出知识到底储存在自己还是别人的脑袋里。这引发了深度错觉：当我对个人理解力进行自评时，他人的想法也被纳入其中，因而，我对自己的理解力的自我评价比实际上更好。

两个独立的研究小组发现，人类在使用互联网进行搜索时都存在相同的“边界模糊”。⁸得克萨斯大学的心理学者阿德里安·沃德（Adrian Ward）发现当进行互联网搜索时，人们在认知方面的自尊

心，即他们对自己记忆和处理信息的能力的感觉也随之改善。此外，如果人们在互联网上搜索了他们不了解的事情，之后他们被问及是在哪里找到这些信息的，他们多半都不记得了并回答说自己一直都知道这些信息。其中许多人完全忘记他们曾在互联网上进行过搜索。他们将功劳归于自己而不是谷歌。

在另一组由马特·费雪（Matt Fisher），即与弗兰克·凯尔（解释性深度错觉的最早发现者之一）一起工作的耶鲁大学博士生主持的研究中，受试者被要求回答一系列涉及日常因果知识的问题，例如“拉链是如何工作的”。他们将受试者分成两组。一组被要求上网搜索来证实他们对拉链工作原理提供的解释中的细节。另一组则被要求在不借助任何外部资源的条件下回答问题。接下来，受试者被要求自评对某领域问题的回答能力，该领域同他们先前所回答的问题无关。例如，他们可能会被要求回答“为什么大西洋飓风多发于8月和9月”这样的问题用以自评。这一问题与拉链工作原理毫无干系。实验发现，那些曾上网搜索过的受试者对自己回答不相关问题能力的评分高于另一组。在互联网上搜索、找寻某一组问题答案的行为，让受试者感觉他们知道了所有问题的答案，包括那些他们并未搜索过的答案。

模糊你和互联网知识的边界，这有点反常但不无道理。互联网已成为一种不可或缺的综合工具。假如我们设计了一个以所执行任务为单位的人机系统，其作为一个单一实体，达成任务的职责既不在人类也不在机器，而是人机组合。如果我为了策划某次旅行已经参考了多个网站，其中一些用于获取资讯，另一些用于推荐行程，其他的用于预订，那么谁将是最终计划的制订者？大家都有所贡献。如果我没去目的地，什么都是一纸空谈。但我参考的每个网站多少都有所助益。因此我们都分担一部分职责。

倘若你近期曾使用互联网做过些什么，由于任务的执行已离不开互联网的参与，你会发现很难评估个人自身的能力表现。一切证据都

指向，你和计算机是一个团队，且这个团队生来就比个人更出色。因此证据表明，你比那些无法利用互联网的人表现得更好。由于思维的延伸远超头骨之外，且包含了所有可用于追寻目标的工具，它几乎不可能准确地衡量你个人贡献了多少。就像我们所在的队伍赢得了比赛，此时，无论我们的角色是举重若轻还是微不足道，我们都是赢家。

这还是有些隐忧的。互联网上的知识如此浩瀚又唾手可得，我们或许正在塑造一个只要拿着一台智能手机并能连接无线网络，人人都能在多个领域自诩为专家的社会。在一项与阿德里安·沃德合作的研究中，我们调查了红迪网上的医务人员与那些在就诊前自行到网络医生⁹之类的网站上咨询的病人的接触经验。医务人员告诉我们，事实上，这些病人并不明显比那些没参考过互联网信息的病人知道得更多。然而，他们往往对自己的医学知识相当自信。这可能会让他们不屑于专业的医学诊断或寻求其他替代性治疗方案。在另一项研究中，我们请受试者就几个简单的金融问题上网搜寻答案，诸如“什么是股票”。接下来，请他们玩一种不相关的投资游戏（先前查询获得的信息并不会使他们在游戏中表现得更好）。他们也有机会对自己的表现下注。之前做过互联网搜索的人比没做过的更有自信。但他们并没有在游戏中表现得更好，最终也没赚多少钱。

问题在于，花几分钟（哪怕几个小时）研读网络医生的资料，并不能代替数年学习所训练出的足以做出可靠医学诊断的专业知识。在金融网站上学习几分钟也无法让人掌握投资的奥妙。但是，当整个世界的知识就在指尖时，我们仿佛真的认为自己博学多闻。

无法共享意向性的技术

撰写此书的当下，日常生活中最先进的人工智能莫过于GPS（全球定位系统）地图软件了。GPS设备在20世纪90年代和21世纪初变得越来越普遍。2007年，智能手机一经问世即内置了GPS，它们可谓无处不在。当你开着车，这些强大的小小系统规划出最佳路线，并视觉化地呈现出来，依据当前交通状况，或你是否错过了转弯的路口来更新它们的提示，它们甚至会跟你说话。它们的能力超乎寻常，以至彻底改变了我们大多数人的导航模式。它们甚至改变了，主要是改善了许多关系：夫妇们不再需要为了是否应该停车问路而拌嘴。

但请注意哪些事是这等惊人的机器们不会做的：它们不会因为你正在不情不愿地开车去父母家就决定选择一条远路。它们不会为了观赏今晚分外美丽的日落而选择沿湖的路线。它们不会因为今天交通状况太糟糕而建议你最好待在家里别出去。想要它们做这些也可以，但必须预先将其编入程序中。它们没有读心术来弄清楚你的意图即你的目标和期望、你打算怎么达成目标、满足期望。然后，这些将变成技术自己的意图，以想出那些新颖的点子。它们无法与你共享意向来追寻共同的目标。

我们无法与技术达成共识，从某种意义上讲，这是因为机器和使用者之间除了最基本的判断以外，并没有在所知和所做方面达成任何共识。机器会问你的目标是A、B还是C，并根据答案给予恰当的回应。但你不能临时想到一个新主意就让它跟着你的意向走。你跟机器之间可以建立一种默契，机器将尽己所能帮助你追寻目标。但你需要确保你已经告诉它你的目标是什么。机器不是合作者，它只是一个工具。从这个角度来说，身为工具的人工智能更像一台微波炉而不是实实在

在的人。技术可能借由提供信息和有用的设备在知识共同体中占有一席之地，但它不同于共同体中的人类成员的角色。我们的机器就像绵羊一样，我们并不与之共事，我们只是利用它们。

共享意向的能力在一个智能体当中至关重要。语言以及概念化等核心功能都仰赖于此，因为正如我们所见，两者都是合作性活动。我们怀疑很难通过编程让一台计算机与你共享意向，因为这样做要求计算机能够与他者相辅而行，它得了解你知道些什么以及别人知道些什么，这需要一种能够反思自己与他人认知过程的能力。这种能力尚无法通过编程写入计算机。倘若真能实现，我们将会揭开人类意识的神秘面纱。然而，我们至今还对此毫无头绪。

我们正处于技术史上的尴尬时刻。几乎我们所做的一切都可以由人工智能来实现。机器已足够聪明，让我们放心地依赖它们，将它们摆在知识共同体的中心位置。然而，没有哪台机器具备那种对人类活动至关重要的神奇能力：它们无法共享意向性。这影响着人类与机器共事的方式。

当代人机系统的一个重要功能在于挽救生命，它们做得相当不错，特别是在它们还没把我们干掉的时候。现在哪里还有单凭人工操控的飞机、火车和工业设备。它们的运作早就离不开复杂技术的加持，连司机对汽车的控制都变少了。今天，每辆汽车大约装有50个微型处理器。¹⁰有些用于确保你行车舒适并与卫星相连，提供实时的娱乐服务。还有许多处理器在帮你操控汽车：动力转向系统会利用计算机调整你在不同行驶速度下所需的动力，防抱死制动器也使用计算机来防止轮胎打滑。而自动化革命才刚刚开始而已：全自动驾驶汽车已不再仅仅是科幻小说里的桥段。2015年年底，特斯拉汽车公司的首席执行官埃隆·马斯克表示，全自动技术大约将在两年内趋于成熟，尽管在无人驾驶汽车布满街道之前，政府监管部门可能还需要更长的时间来拟定相关法规。¹¹

对更大型的交通工具而言，技术早已改变了游戏规则。没有自动飞行控制系统的辅助，现代客机根本飞不起来。最先进的军用喷气式飞机使用的是电传操纵系统：由于变数太多，它们需要一套在多数情况下比人工操作员感知和反应更快的自动化系统来控制飞行。我们对智能技术的依赖引向一条悖论。随着技术的更新，智能技术变得越发可靠和高效。也正因为它的可靠和高效，人工操作员也开始对其越发依赖。最终，人类无法集中注意力，变得心烦意乱，干脆让机器自行运转。可能发展到的最极端的情况是，驾驶大型客机或将变成一种消极被动的职业，就像在看电视一样。只要不发生意外，这样也挺好。但人类的价值也正体现在意外发生的时刻；处理突发情况的灵活性乃人类所独具的特质。机器不会为了追求一个共同的目标而彼此合作，它们仅仅是工具罢了。因此，一旦人工操作员监管不力，机器系统很可能引发严重事故。

自动化悖论指的是极其有效的自动安全系统导致了人们对其的依赖，而这种依赖削弱了人工操作员的作用，从而导向更大的险情。已相当复杂精密的现代技术正在这条路上越走越远。自动安全系统正在改进之中。随着它们变得愈加复杂，并且额外追加了提示和备用系统，它们也被开发出越来越多的任务。一旦自动安全系统失效，将会铸成更大的灾难。讽刺的是，飞机、火车和工业设备上的自动化系统会让其整体都岌岌可危。¹²因为技术并不了解系统所要实现之目标，它无法与人类共享意向性，总会出差错的威胁从未消失。当技术失效而人类毫无防备之时，灾难会随之降临。

这里有个典型的例子：当飞行器的空速不足以产生足够的升力让飞机保持在飞行状态时，飞机会发生失速。一旦失速，飞机基本上就是从空中坠落的。一种让飞机从失速中复原的办法是，压低机鼻，增大引擎功率，直到飞机的空速能产生足量的升力用以保持机身高度。改出失速状态乃是航校里的预备飞行员们应该掌握的最基本技能之一。这就是为什么2009年因坠海事故导致228人丧生的法航447的黑匣

子找到后，空难调查人员如此震惊。空客A330发生失速并从空中坠落。副驾驶员莫名其妙地曾试图将机鼻上拉而不是下压。这怎么可能？美国联邦航空管理局于2013年出具的报告认为，飞行员已过度依赖自动飞行控制系统，缺乏基本的手动操作技能，这使他们无法应对异常情况。在这个案例中，机组人员可能根本没有意识到这架飞机有可能发生失速，也未能正确地理解设备发出的警示信号。这是一则自动化悖论的绝佳案例：飞机的自动化技术如此强大，以致当它出错时，一组飞行员居然手足无措。[13](#)

拜GPS设备的泛滥所赐，你或许也体会过自动化悖论。有些人完全听命于GPS发出的指令，让往哪里走就往哪里走，却很容易忽略GPS设备并不真的了解你想要干什么。由于人们一味地遵从GPS的指示，把车开进水里以及开下悬崖的故事数不胜数。[14](#)

1995年，“御皇”号游轮航行在马萨诸塞海岸的南塔克特岛附近。[15](#)原本连接船载GPS和船上天线的电缆被风吹断了。不幸的是，船员并没有意识到发生了什么。GPS发出了一条报错信息，但屏幕上微小的信号声并不足以引起船员们的注意。在失去卫星数据的情况下，GPS系统很快就进入设计之初被赋予的功能：切换到航位推算法（DR，通过估算速度、时间和方向，用前一处位置推算当前的位置）。报错信号也停止了。船员们也没注意到屏幕上两个表征这一切换（“DR”）以及无信号输入（“SOL”，“解决方案”的英语单词缩写，其实是对“不再计算精确位置解决方案”相当混乱的缩写）的小小缩略词。航位推算法只是一种有凭据的猜测，它无法对气流和潮汐做校正。因此，该船的自动驾驶系统正由一套合理但越来越不准确的推算系统操控着。船员确实监看了雷达地图，但它显示的路线信息也来自GPS的大致估测，不再反映船只的实际坐标。船员也没有将GPS与另一种有效的信息资源，即定位海岸无线电信号的导航系统，进行比对。一个不幸的巧合最终决定了这艘船的命运：一个警示南塔克特危险水域的航标

在GPS系统中被当成波士顿海湾航道的标记。雷达监测到了这个航标，但船员认为一切都正按计划进行。他们没有注意到任何异样，直到发现海水颜色的改变表示他们已进入浅水水域。但那时已经太迟了。这艘32 000吨的游轮搁浅于距南塔克特岛10英里处。

幸运的是，这则故事有个皆大欢喜的结局。“御皇”号在搁浅24小时后被5艘拖船救出。多亏了双层船底，它仍可航行并将乘客们送抵波士顿。不过，确实也花了200万美元才让“御皇”号得以重返大海。

我们能从这个险些酿成惨剧的事件中吸取什么教训？机器只是做了它们应做之事。所有的备用系统都一如既往地运行着。机器确实没有告知操作员当时究竟有哪些细节发生了变化。但是这对机器的要求也太高了。机器得能理解人类需要知道哪些信息，才能做到这一点，这就需要让机器理解人类试图做什么。正如我们已经看到的，这可不是机器能做到的事。机器是工具，而非追寻共同目标的真正伙伴。

这一事件的唯一失误在于，船上的负责人过于相信他们的GPS设备了，但他们这样做也情有可原，这些机器过去一直准确无误。这些海员们被他们理解上的错觉误导，他们自以为明白了设备向他们告知了什么，却没意识到显示器上那两个不起眼的符号所代表的重大意义（小小的“DR”和“SOL”），因为他们并不真的清楚GPS设备是怎么工作的。他们不知道那些符号说明GPS正在凭猜测进行推算，可能会得出驴唇不对马嘴的结论。他们没有仔细检查，因为他们并没有意识到自己的无知。多年来的成功航行让他们信心满满，掩盖了其理解上的错觉。

与自我意识如影随形的能力之一是反思能力。人们能够随时观察并评估自己的行为，能够后退一步审视自己所为以及环境现况。他们甚至可以审视一部分自己的思维过程（有意识的、经过深思熟虑的部分）。如果他们对所见不满意，可以施加一些影响来改变它。这种影响当然是有限的。如果你滑倒在一片冰面上，没有冰镐在手，那么你

停下来的可能性微乎其微。同样，如果你被一些恐惧或欲望所迷惑，你可能也无法控制它们。但至少我们有能力在清醒和有意识的时候，去了解发生了什么。在我们能控制的事情上（比如，我们不会不管不顾地把眼前的一大块巧克力蛋糕塞进嘴里），我们能够调整自己的行为。相比之下，机器永远都得遵从它们的计划行事。机器程序可能会很复杂，也会存在一些能让它们适应不断改变的环境的程序。但是，如果程序的设计者始终从未考虑过机器不知做何响应这一情况，那么，当现实中这种情况真的来临时，机器就要做错事了。因此，人类的关键作用在于监督，待在那儿避免大祸临头就好。我们目前面临的最大危机在于，没人拿得到能掌握和控制现代复杂技术的全部知识。而且，技术正以前所未有的速度发展得愈加复杂。这确实需要我们的关注。

真正的超级智能

由于计算机不具备共享意向性的能力，而且尚无迹象表明它们正朝着这个方向发展，我们并不太担心恶魔般的超级智能会为实现自己的目标而将人类踩在脚下。事实上，我们尚未看到任何一种超级智能的问世。机器连人类最基本的分享注意力和目标的能力都不具备，它们永远无法读懂我们的思维，也不会比我们更聪明，因为它们无法理解人类。

但有一种观点认为，技术正在使超级智能变为可能。网络为我们提供了一些具备智能的新工具，例如GPS设备和能跟我们对话的操作系统。而网络应用最有效的一种形式是把人类自己变成工具。众包应用创造了比过去任何时候聚集大量人的知识与技能更包罗万象也更具动态性的知识共同体。众包是网站和应用程序重要的信息提供者，它对来自不同经验、地域和知识库的信息进行整合。Yelp（美国消费点评网站）以及亚马逊将服务和产品的评论实行众包。位智把地图上的交通路况众包给行驶在道路上的司机。此外，还有如红迪网之类的网站，允许用户提问并鼓励任何人提供答案。

若做得好，众包是利用共同体中专业知识的最佳方式。它可以让尽可能多的人参与追寻同一个目标。这意味着专家们更有可能贡献出他们的知识。最终，这将成为达成目标的最佳方案：专长专用。Yelp汇集了用餐食客对餐厅的评价，而红迪网则试图发现谁是该领域回答他人提问的行家。所以，当那些具备最多专业知识的人有足够动机参与到共同体中时，众包运行得最好。

众包造就了智能机器，但并非通过人工智能的魔力。它们的智能并非来自对最佳推理方式的深刻理解或巨大的计算能力，而是源于对共同体的利用。位智通过整合成千上万名用户关于交通路况及其位置信息的反馈，指导你穿梭于车流之中。此处所精进的并不是传统意义上的智力，而是众人集结的力量。

企业利用众包所面临的一大问题是如何激励专业人士贡献他们的才智。金钱只是激励因素之一。被认可的感觉常常比金钱激励更为有效。¹⁶ 维基百科的爆炸性增长就是明证。它不付给词条提供者一分一厘。《牛津英语字典》（*Oxford English Dictionary*）的编纂者于1857年首次开始收集为单词定义的引句时亦是如此，他们呼吁志愿者们阅览不计其数的英文文本，时至今日仍不支付任何报酬。¹⁷ 大多数专家都喜欢借机展现自己的专长，尤其是当他们的贡献受到肯定的时候。助知识共同体一臂之力乃你我的合作天性使然。

人人都在这世界上拥有一片属于自己的小窗口，能获取一小部分知识。众包能做到让人同时浏览几十、几百，有时是几千个窗口。但众包唯有在提供专业知识的前提下才能有效运作。丧失了专业性，它可能是无用甚至有害的。帕罗科尔霍 - 35 是芬兰的一个足球俱乐部。¹⁸ 几年前，该俱乐部邀请粉丝们参与有关招募队员、训练，甚至比赛战术方面的决策。粉丝们用手机进行投票。其结果惨不忍睹。球队表现糟糕，教练被解雇了，这场实验也戛然而止。要使众包机制有效，仅仅有一个庞大的共同体是不够的，共同体还要有必要的专业知识。

有时专业只是表面现象。大多数在亚马逊网站上进行打分评价的用户并非它们自称得那么专业。¹⁹ 他们的打分与真正专业人士给出的评价并不吻合，且容易在其偏爱的品牌和高价位商品上给分过高。许多消费者不具备评判科技类产品，如数码相机和厨房电器优劣的专业知识。

但众包可能是有效的。这一观点由弗朗西斯·高尔顿（Francis Galton）在1907年发表的一篇题为《群体智慧》（*The Wisdom of Crowds*）的文章中首次提出。²⁰他报道了一场在英格兰普利茅斯农产品展会上的比赛：竞猜一头大公牛的重量。对所有人来说，只要愿意花一点小钱作为参赛费用，答案最接近公牛实际体重的竞猜者可以赢得奖金。竞猜者既有如屠夫和农夫之类的行家，也不乏一般大众。正如高尔顿所言，“一般的竞猜者或许也能对公牛的净重猜个大概，而作为一名普通选民，他的投票判断大多是基于政治方面的得失，选民间投票判断的差异性或许就像一般大众猜公牛体重一样”。高尔顿设法取得了写有估算重量的竞猜票，其中787张的字迹清晰可辨。他发现答案的平均值与公牛1 198磅的实际体重只相差不到1%。²¹在评估重量方面，群体确有些许智慧。高尔顿保守地指出，“我认为，这一结果说明民众的判断力比我们所预见的更为可靠”。在个人层面，我们可能饱受知识错觉之扰，但群体所表现出的专业性或许能克服个体的偏见。

众包在商界已被大肆吹捧。它通常被用来解释维基百科等网站的成功之道。一群经济学家鼓吹一种被称为预测市场的众包类型。²²在一个预测市场中，人们会对未来将发生之事下赌注。人们愿意在某项特别结果上所投下的赌注，被用于衡量该结果实现之概率。人们确有以下注的动机，因为最佳预测者可赢得诸如金钱或名誉的奖赏。专家们尤其兴致盎然，因为他们比刚入门的新手更了解即将发生什么，故此，专家意见往往对市场有巨大的影响力。许多政府机构和私人企业已开始将预测市场运用于推测民主选举、国际事务及商业环境中。相比于传统的预测方法，这种方法往往更胜一筹。

相较而言，众包其实是一种利用知识共同体的原始形式。网页开发人员不过是开发出一些能够让社群以动态形式解决特定问题的应用程序而已。这些应用程序通过短暂地汇集来自世界各地的专家共同商

讨，把协作变得简单易行。在这些应用占据主流之前有些问题必须得到解决：专家们必须被引导参与；对任何特定问题而言，必须设计出能筛选正确专家团队的方法；有效分化认知劳动；合理拟定每个项目的风险与回报分配方案。这些应用程序的成功与否，取决于以上问题在多大程度上得到解决。

支持这类分散式协作活动的平台将以诸如以太坊、传送门和克隆地^[1]之类的新潮名字出现。以太坊的灵感源于比特币的成功，比特币是一种分散的，非由任何单一实体管理的网络货币。有关何人拥有多少比特币的信息存储在一个叫作区块链的公共交易账户中。区块链是一项用于维护网络中所有比特币用户更新和储存交易记录的复杂技术。把交易账户分散到整个网络中是一种防止失误和作弊的好方法。以太坊使用区块链的方法，通过分散式协议让每个人参与到项目中，形成合作。其假设是，信息散布在群体中时更加安全，以防任何个人拥有太多权限。获取信息意味着控制，而这些合作平台的目的是促进公平：让每个人都尽己所能，对每个人也都论功行赏。这一目标使得共同体对任何类型的项目都进行认知劳动分化。一旦这些平台流行起来，它们将创造一种全新的商业模式。如果不断变化的专家组合成为打造商业团队的准则，那么，我们将不得不重新定义公司的概念。这可能会导向一种全新的经济类型。

与系统一起工作

众包的力量和协作平台的成功，显示出真正的超级智能不是那些能够打败人类的未来机器。超级智能是在用知识共同体改变世界。技术的巨大进步不在于制造拥有非凡马力的机器；相反，它们会通过空前巨大的知识共同体使信息交流更顺畅，合作更容易。智能技术无法取代人类，却把人类连成网络。这个网络说明真正的超级智能就在人群中。

我们的人机系统共同体将不断演进。技术持续以惊人的速度变得更加复杂，它在我们共同体中的角色也将更加重要。但是，把技术当成一个不断增长的、终有一天会压倒人类的威胁就大错特错了。在可预见的未来，技术将缺少一项促使人类成功的秘诀：共享意向性的能力。因此，技术不会成为知识共同体中人类的平等伙伴，它仍然是一个从属工具。而正如我们所见，技术发展所起的关键作用是通过众包与协作让我们的共同体更加强大。人群的要素是人，因此这里所放大的是人类的作用。从茹毛饮血到有文字记载，演化中的重大转折都不乏人类与技术的互动。

但技术正变得越来越复杂，从这个角度来说，它也离使用者越来越远。如果我们大多数人连马桶的工作原理都不知道，想象一下我们对各种充斥于生活每个角落的进口电子产品和互联网网站的了解该是多么糟糕。对于未来的运作我们更是一无所知。讽刺的是，有效的技术总是格外容易上手，它总像老朋友似的让我们对其一见如故。所以，我们即使对这些日趋复杂的系统的了解越来越少，还是会自我感觉对其了解得不错。我们在理解上的错觉变得越来越强。如今，生活起居和商业运营都已离不开机器设备与互联网。随着技术变得越发复

杂，我们也将对引擎盖里面的世界越发无知。我们也将更加依赖专业人士来确保一切运转如常。在大多数情况下，我们与其相安无事，直到问题发生。当技术失效，由于疏漏、战争或天灾等原因，因理解的错觉而导致的刚愎自用将反咬我们一口。我们会得不偿失。我们对专家的错误依赖将毕露无遗。

我们可能不再独霸一方。我们更像齿轮，与那些我们并未全然了解，因而也无法完全掌控的系统一起运作。这意味着我们必须更加谨慎，提醒自己，我们真的不知道这是怎么回事儿。好消息是，新技术有数不尽的好处：增强安全性、降低能耗又提高效率。不止如此，当我们对知识共同体的利用到了游刃有余的境界时，世界上将有越来越多的专业知识随时听任我们调遣。

[\[1\]](#) 以太坊是一个开源的公共区块链平台；传送门是一个专用于开源硬件开发的网络；克隆地是一种开源插件框架格式。——译者注

第八章

科学的错觉

破坏行为通常是令人厌恶的。一个年轻人的破坏行为竟能使他成为平民英雄，这真是令人惊讶。18世纪末，正逢工业革命刚刚萌芽之时，他是英格兰莱斯特针织工厂的一名学徒。主管责罚他工作不力，他勃然大怒并用锤子把机械针织机砸了个粉碎。（至少故事是这么讲的。）这个年轻人的名字叫内德·卢德（Ned Ludd），他将成为一群被称为卢德分子的抗议者的守护神。

当时，卢德分子因英格兰快节奏的技术革命而感到不安，机器技术被他们视为对其生计和价值观的威胁。他们最青睐的抗议工具是“伟大的伊诺克”，由一位名为伊诺克·泰勒（Enoch Taylor）的铁匠设计制作的一种巨型长柄锤¹，他们用它来粉碎整个英格兰的工业化机器。他们还与警察发生冲突，且这种争斗常常是致命的。卢德分子声称他们由一个名叫卢德王，亦名卢德王子或卢德将军的神秘人物领导。事实上，此人并不存在。这不过是为内德·卢德在莱斯特的反抗行动发出的呐喊。

表达对政治和经济不满的抗议运动常常很快就不再受到公众的关注，内德·卢德捣毁机器的细节即使在今天也不是尽人皆知，但是在过去的几百年中，卢德分子已然成为一种文化标志。卢德被铭记的原因是，粉碎当时最先进的技术象征着人类思想的一次深刻转变。有些人总是用怀疑和忧虑的眼光看待科学与技术，尽管科学技术在20世纪取得了惊人的进步，时至今日，反科学的思潮仍不可小觑。其极端者自称“新卢德分子”，比如1996年第二次卢德大会的与会代表们。该

会议围绕反对“计算机时代愈加怪异和可怕的技术”²展开。然而，你无须费力去找一大堆典型案例来说明我们的未来福祉将深受威胁。对科学技术的合理怀疑或有助于社会的健康发展，但反科学思想如果走得太远就有可能造成危险。

气候变化大概是当今最重大的议题，这是一场充满了反科学辞藻的论辩。参议员詹姆斯·英霍夫（James Inhofe）在2015年将一颗雪球带入参议院，用以表示对气候变化事实的反对。他多年来一度引领着反科学之声。³ 2003年，他直接将矛头对准了17位最具影响力的气候科学家，威胁要提起刑事诉讼，控告他们欺骗大众：“在所有的歇斯底里、恐惧、伪科学背后，人为因素导致全球变暖会不会是美国民众面对的最大骗局？听起来就是如此。”⁴英霍夫的主张令人质疑，但他所传递的信息仍持续引起反响。他先后4次代表俄克拉何马州入选参议院，在2014年的选举中，得票率高达68%。

基因工程当属我们这个时代最具变革性的技术之一，它也是首当其冲遭到激烈攻击的靶子。基因工程是现代科学最前沿的奇迹，它包括向某种生物的DNA（脱氧核糖核酸）中添加（偶尔也删减）基因来创造新品种。部分西红柿、大豆和玉米品种经由基因改造后具备更强的抗病能力，能结出更大的果实，或更加不易变质。

β - 胡萝卜素是一种天然存在于胡萝卜和红薯当中的化学物质。（它赋予这些食物独特的颜色。） β - 胡萝卜素进入人体后被分解，转换为一种对包括视力在内的多项人体功能有重要作用的维生素，即维生素A。在许多发展中国家，儿童无法在日常饮食中摄取足量的 β - 胡萝卜素，导致严重的健康问题。据估计，每年有50万名儿童因维生素A缺乏症而失明。21世纪初，欧洲科学家开发了一种能自然产生 β - 胡萝卜素的转基因水稻品种。由于 β - 胡萝卜素使大米呈黄色，他们称之为“黄金大米”。大米是许多罹患维生素A缺乏症儿童的主食，因此黄金大米潜力非凡。然而，一些反对转基因作物的人士可不会这么

想。例如，2013年一群抗议者在即将收割之前横扫位于菲律宾的黄金大米种植田，庄稼毁于一旦。令人心酸的讽刺是，这些都是用于测试黄金大米安全性和有效性的科学试验田。这种破坏行为不仅糟蹋了粮食，还毁掉了可能有助于评估抗议者最关心的安全因素的科学实验数据。

另一个可能导致负面影响的问题是反对接种疫苗。21世纪初，麻疹在美国基本得到根除，每年发病人数下降到100例以下。由于疫苗接种率的降低，2014年麻疹发病人数又飙升至600余人。⁵科罗拉多州的博尔德是一座人口素质高且生活富足的城市，本书其中一位作者的小孩就在那里上幼儿园，博尔德有10%的父母对数十年来明确的医学研究结论充耳不闻，拒绝为他们的孩子接种疫苗。⁶科学也常常是疫苗反对人士利用的武器。他们诉诸（不可信的）科学研究和统计数据。但反疫苗言论往往弥漫着反科学情绪，表达出对医疗专业人士的不信任以及对科学研究的排斥。这里有个不错的例子。一个热门的反疫苗网站列出了“对疫苗说不的6个理由”，开宗明义地摆出了所有原因中最重要的那个，即医生是不可信的：“别相信你的儿科医生说注射疫苗是安全的。可能是医生错了。毕竟，他们也是人。实际上，你的医生不过是鹦鹉学舌地把美国医疗协会订立的标准复述给你听。如果你以为自己得到的是发自肺腑的良心建议，请三思。”⁷

公众理解科学

沃尔特·博德默尔（Walter Bodmer）是一名出生于德国的遗传学家，现任教于英国牛津大学。1985年，他受命于世界上最古老的科学学会——英国皇家学会，带领一支团队评估当时英国公众对待科学技术的态度。英国皇家学会很担心英国的反科学情绪，将其视为社会福祉的严重威胁。该团队的评估结果与建议发表在一篇影响深远的论文中，现被称为博德默尔报告。

过往研究主要集中于对态度的直接衡量，而博德默尔和他的团队强烈主张一个简单而直观的说法：反科学与反技术源于理解的匮乏。因此，通过增进对科学的理解，民众对科学的态度会更加友善，且能更好地利用科学技术并从中获益。这种对科学的态度取决于理解程度的观点通常被称为缺失模型。根据这个模型，反科学思维的出现是由于知识的缺失，也会随着缺口被填满而消逝。

博德默尔报告的出版是开创性的，世界各地的科学家们受此启发着手开展有关公众理解科学的研究。在美国，这项研究由国家科学委员会牵头。他们每两年对研究现状进行综述，撰写成科学与工程指标报告。弄清如何评测公众对科学理解是一大挑战。科学庞大而复杂，没有哪个单纯的测试能完美涵盖。国家科学委员会关注的要素之一就是人们在一系列基本事实性问题上的表现。

以下是自1979年国家科学委员会开始对美国公众展开调查以来最常问的科学知识问题。答案请见本书第157页最下端。看看你能答对多少吧。[\[1\]](#)

问题	正确率 (%)
1. 对或错：地心温度极高。	84
2. 对或错：数百万年来，大陆的位置一直在移动，并将继续移动。	80
3. 地球绕着太阳转还是太阳绕着地球转？	73
4. 对或错：所有辐射都是人为造成的。	67
5. 对或错：电子比原子小。	51
6. 对或错：激光由聚集声波而产生。	47
7. 对或错：宇宙起源于一场大爆炸。	38
8. 对或错：克隆生物所产生的是基因上完全相同的副本。	80
9. 对或错：父亲的基因决定后代的性别。	61
10. 对或错：普通番茄不带有基因，而转基因番茄有。	47
11. 对或错：抗生素既杀死病毒也消灭细菌。	50
12. 对或错：据我们所知，今天的人类从某些早期动物物种演化而来。 ^①	47

表中“正确率”一栏的数字是指在2010年被调查者中答对这道题的人数占比。问题7和问题12是有争议的，因为答对它们需要某些受试者违背他们的宗教信仰。一旦在问题前面加上“据天文学家的观点”或“据进化论的观点”的字样，这两道题的正确率便提高到70%上下。

⁸不过，人们回答这些问题的整体表现还是会令你感到诧异。哪怕人们只是随便猜一下，他们也有有一半的机会猜对。先别急着笑话美国人有多么无知。其他来自包括中国、俄罗斯、欧盟、印度、日本和韩国的受试者表现也不怎么样，大多数国家的情况还要更糟一些。

除了这些知识性的问题，调查者通常还会询问人们的态度，并发现那些答对更多问题的受试者对科学和技术的态度往往也更加友善。

在2013年的一项研究中，我们所负责的科学素养测验询问了人们对一系列技术的观感，其中包括转基因食品、干细胞疗法、疫苗接种、纳米技术、核能以及食品辐照。答题正确率更高者也更倾向于认为，这些技术对社会福祉而言是可以接受且利大于弊的。

故此，知识与态度之间似乎确有些许关联，尽管相当微弱。但如下所述才是缺失模型的症结所在。数十年来的公众科学教育对实现博德默尔报告之理想都是无用之功，该理想是通过培育科学素养来改善整个社会对科学的积极观念。尽管人们在提升公众对科学的理解上已投入了大量的努力和资源，成百上千万美元的经费用于科学研究、课程设计、科普宣传和学术交流，我们仍然无法取得进展。反科学思想依然无处不在且长盛不衰，而教育似乎无济于事。

反疫苗即是一个教育无力改变态度的好例子。美国达特茅斯学院的政治学家布伦丹·奈恩（Brendan Nyhan）与其同僚发起了一项针对父母的研究，看看提供更多的信息能否提高他们对给孩子注射麻腮风三联疫苗的接受度。⁹父母们会接收到各式各样的特定信息，接着会有人征询他们对疫苗与自闭症之联系的看法，请他们评估疫苗引起严重副作用的可能性，以及他们让自己的孩子接种疫苗的可能性。在一种情境下，父母们接收的信息包括一大堆因未接种疫苗而引发的潜在恶果。在另一种情境下，父母们会看到一些患有麻疹、腮腺炎和风疹的儿童照片。在第三类情境下，父母会读到一个受麻疹感染的孩子的感人故事。在最后一类情境下，父母们会看到由疾病控制与预防中心发布的破除疫苗与自闭症之联系的声明。测验结果着实令人沮丧。上述信息都无法提升人们接种疫苗的意愿。事实上，其中部分信息甚至是火上浇油。看到照片中病怏怏的孩子们，父母们反而更加坚信疫苗与自闭症的相关性，而读完那个感人的故事以后，父母们越发相信疫苗会带来严重的副作用。

究竟是哪里出错了？这是过去几年中有关公众理解科学的期刊文章中最为人津津乐道的话题。最近，主流观点认为，什么都没出错，错在我们的期望。那就意味着，缺失模型本身是错的。对待科学的态度并非基于对证据的理性衡量，因此，提供更多的信息并不会带来改变。相反，人们的态度取决于一系列语境和文化因素，这些因素导致他们在很大程度上难以被撼动。

忠于共同体

耶鲁大学的法学教授丹·卡亨（Dan Kahan）是这种新观点的倡导者之一。卡亨认为我们的态度并非基于对证据理性客观的评价。这是因为我们的信念不是相互分离的数据片段，能够随心所欲地接纳或摒弃。相反，人们的信念彼此深深地交织在一起，共享文化价值观念和身份认同。摒弃某项信条往往意味着一整套观念都随之而去，离开社群，背叛曾经相信和热爱的东西，简而言之就是在挑战我们的身份认同。从这个角度出发，仅提供一点点关于转基因作物、疫苗、进化或全球变暖的信息怎么会对人们的信念和态度造成影响呢？文化对于认知的力量不过是让这些教育方面的努力陷入困境。

有关文化价值对认知的影响，此处可以举一个有力的例证。迈克·麦克哈古（Mike McHargue）是化名为“科学迈克”的播客主播和博主。¹⁰他成长于佛罗里达州的塔拉哈西，作为激进的教会成员，他支持许多与科学共识背道而驰的观点。该教会完全按字面意思解释《圣经》，笃信年轻地球创造论，否认进化论，且相信祷告能够替代医疗。在其大部分人生岁月中，“科学迈克”都对这些东西深信不疑。然而，当他30多岁开始阅读科学文献时，从前的这些信念开始动摇。随机对照实验质疑了祷告的疗愈能力，物理学研究确定了宇宙的真实年龄，生物学及古生物学研究也都支持进化论。他最初感到自己完全失去了信仰，很长一段时间里都在教会极力隐藏自己的新观点。最终，一段经历帮助他重拾信心，如今迈克是一名见习基督徒，但他仍反对激进教会的反科学思想。

他主持的一档名叫“问问科学迈克”的播客节目是科学与宗教独一无二的混搭。节目的大多数时间都在关注对科学话题的详尽解释，

如相对论，宇宙大爆炸，以及死后会怎样，但有时也会在不经意间谈到对信仰以及神性的冥想。在讨论自慰和大麻等禁忌话题的一集中（如果你想知道，我会告诉你，“科学迈克”认为这两样都不是坏事），一名观众来电询问他是如何开始质疑他的激进教会的，并请他给出具体的应对建议。下面是“科学迈克”的回答：

你问我当发现自己在人群中是个怪胎的时候，该怎么生活，我对此有没有什么建议？当然有。不要在你的社群里当怪胎……你本身就是一枚定时炸弹。因为在某些时刻你无法继续假装下去，你会实话实说，这将给你的教会带来巨大的附带损失和影响。现在你应该继续向前，找到一个与你信念相符的社群……一旦你找到了，你将失去某些人际关系。有些人无法接受异议，而这样的人关系也会变成一种暴力……这太痛苦了，因为他们都是我最亲近的人，而我再也无法与他们交流了……那种曾经拥有的人际关系无法维系了，这太艰难了。我不会说谎。这真的太艰难了。[11](#)

当你听他谈论科学时，迈克显然很聪明、思维周密而审慎，他怀着明智的谦逊之心，对自己所不知道的事和所谈论话题的复杂性都有自知之明。但截至目前，他仍保有一大堆在绝大多数科学家看来荒诞至极的想法。当他开始质疑这些信念时，结果是这完全颠覆了他的生活以及他曾经最亲密的人际关系。这就是文化的力量。我们的信念并非个人所有，而是与整个社群共享。这使得信念非常难以改变。

“科学迈克”的经历让我们体会到知识错觉从何而来。个人对科技发展的所知往往不足以形成丰富而细腻的观点。除了采纳那些为我们所信任的立场外，我们别无选择。我们的态度与周围其他人的意见相辅相成。而抱持着强烈的观点这一事实，也让我们觉得一定有某个坚实的基础在支撑着我们的观点，因此我们自以为了解得很多，比我们实际知道的多得多。

本书第157页中介绍的研究很好地说明了这一点，我们请受试者接受科学素养的测验，接着询问他们对科学技术的态度。我们也请受试者为自己对科学技术的了解程度打分。科学素养的高低与人们对自身知识丰富度的评价无关，那些满篇错误答案的受试者认为自己和那些正确率高的人一样了解科学技术。

这种自信似乎很合理，因为它从未接受过评测。我们周遭尽是一些思维都在一个水平上，知识量差不多一样少的人。我们生活在一个知识共同体中，不幸的是，共同体有时也会在科学方面犯错。倘若不改变共同体的共识，或不能让多个共同体中的学习者联合起来，培养科学素养的尝试就无法见效。

到目前为止，这些听起来应该都不陌生。人们对复杂事物的理解往往很有限，且在汲取细节方面困难重重（如回答事实性问题）。他们也不太清楚自己究竟知道多少，而且严重依赖其知识共同体作为信仰的基础。结果是，激烈且极端的态度难以被改变。

以上这些意味着我们应该彻底拒缺失模型于千里之外吗？试图通过教育提升人们对科学技术的接受度真的完全是徒劳吗？

错误的因果模型

科学素养研究最大的局限在于它所评估的尽是一些事实性的科学知识。通过事实性的科学问题来探明人们的态度可不是个好办法。个别事实很难记忆，特别是对其缺乏较深刻理解的时候。我们当中很少有人对科学原理认识深刻。就像我们在本书的前两章讨论过的，心智从来就没有被赋予记忆细节的能力，我们对事物运作原理的了解肤浅之极。

让我们以测试中的一个问题为例——对或错：抗生素既杀死病毒也消灭细菌。当我们用这类问题评测科学素养时，自然而然地，我们会聚焦在那50%答错题的人身上，并自问怎么帮助他们向另外50%回答正确的人看齐。或者，如果我们没那么无私，就会问，这些人到底有什么毛病？媒体可不会这么宽宏大量。随着年度“科学与工程指标报告”的发布，我们都预期会有一堆标题如下的文章出现，比如“科盲101：1/4的美国人不知道地球绕着太阳转”。¹²但这不是问题的关键。另一种反思这项测试结果的角度是，关注那些答对题目的人，看看他们是不是真的有什么过人之处。事实上，大多数知道抗生素只对灭菌有效的受试者把这一点当作一则孤立的知识进行记忆，并没有更多的细节支撑。我们当中有多少人能够详尽地解释出细菌与病毒之间的确切差异，并说明抗生素起到什么作用，以及为何它对细菌有效而奈何病毒不得？这应该没什么好惊讶的。想让普罗大众对一大堆科学原理都了然于胸本身就是不可能做到的。这就是为什么我们如此倚重知识共同体。

本书第三章指出，是人类个体的认知系统成就了因果推理。人类构建并理解因果模型。因果模型是人类运用我们对世界运作机制的理

解来思考和推论世界的方式。而在第四章中，我们看到个体的（因果）模型往往是幼稚而不准确的，时常为迎合我们的直觉而带有偏见。这些模型也影响着我们对科学的态度。

此处可举一则常见因果模型如何导致谬见的例子。韦罗妮卡·伊尤克（Veronika Ilyuk）、劳伦·布洛克（Lauren Block）和戴维·法罗（David Faro）有关消费者行为的研究表明，大多数人在从事一项困难任务时相信药物失效得更快。例如，一个正在卖力工作的人会觉得他/她之前吃过的能量棒消耗得更快。而真实情况是，大多数药物作用时间的长短与服药者的工作强度并无关联。但药效缩短的确非常直观，因为我们有关药物效用的因果模型是从其他领域的经验中习得的，越费力消耗的资源就越多。汽车爬坡会比在平地上行驶耗费更多汽油，对自行车骑手而言，上坡也会比下坡消耗更多的卡路里。此处的问题已不仅仅是学术错误了。这类伪因果模型会致使人们消费比合理用量更多的药品。¹³

让我们回看几个本章早些时候讨论过的反技术案例。转基因食品如今备受争议，但美国科学促进会指出，科学上已有明确结论：“经由现代生物工程分子技术改良的作物是安全的。”¹⁴在欧盟，反转基因作物之声愈演愈烈，尽管欧盟委员会已宣布：“跨越25年，超过130个研究项目，500余个独立研究团队得出的主要结论是，生物工程，特别是转基因作物并不比常规的作物育种工艺具有更高的风险。”¹⁵那反对人士还在坚持什么呢？

事实上人们反对转基因作物的原因五花八门，但很明显的是，有关基因工程技术的因果模型有误的确是部分原因。不妨花点儿时间扪心自问你对基因工程究竟了解多少。如果你和大多数人一样，那你了解得不会太多。当然还有很多人属于谈转基因色变的类型。一种常见的担忧是对污染的恐惧。在我们进行的一项研究中，约有1/4的受试者认为“植入食品中的基因能够转录到摄取这些食品的人体遗传密码

中”。另有1/4的受试者表示他们不太确定，但这种说法可能是正确的。这种说法是不对的，而且可以肯定的是，如果你真的相信，就太可怕了。这也解释了为何他们深陷谬误并对转基因作物表现出最强烈的反对。

甚至，那些不认为转基因作物会改变人类遗传基因的人也怀有与污染相关的其他恐惧心理。在另一项研究中，我们向受试者征询他们对几种不同的基因改造产品的观感。我们请受试者估量他们对该产品的接受度，以及如果比市场上同类常规产品价格低20%，他们购买的可能性有多大。我们调整了受试者可能与这些产品发生的潜在接触量。部分产品被设定为消耗品，如酸奶和蔬菜高汤；其他则是像乳液一样被涂在皮肤上的东西；还有些是喷在空气中的，比如香水；最后还有些产品是受试者几乎不会接触到的，例如电池和房屋中的隔热设备。受试者无法接受经过基因改造的产品出现在食品当中。他们对接触皮肤的产品接受度稍高一些，对喷洒在空气中的接受度更高，而对那些他们不怎么会接触到的产品则有更强的购买意愿。显然，人们是在用理解病菌的方式看待基因改造技术。

人们对转基因作物的态度还取决于另一项重要因素，受体与供体之间的相似性。我们先来看看佛罗里达州柑橘作物黄龙病的解决之道。¹⁶黄龙病是一种具有高度传染性的细菌感染，会对柑橘植株造成致命打击。它的传播速度快且难以根治。出于对佛罗里达州柑橘产业未来的担忧，种植业者一直在进行有望对抗这种疾病的基因改造试验。其中一种已被证明有效的方法是从猪身上移植一个基因，编码为一种输送抗体的蛋白质。但柑橘业者不愿采取这项措施，因为他们坚信消费者是不会接受水果里面有猪的基因的。他们担心消费者会认为经基因改造的作物将携有供体的属性，远不止通过基因编码输送某种特定的蛋白质那么简单。在这种情况下，他们或许会想象出带有一点点猪肉味道的橘子。

柑橘业者很可能是对的。在一项受严格操控的实验室研究中，这一效应得到了丝毫不差的再现。相比于供体和受体异种的转基因产品，人们对二者相似度高的产品接受度也高得多。在另一项研究中，近半数的受试者认为将橙子中植入菠菜的基因会使橙子尝起来有菠菜的味道（事实上并不会。）

但凡你对转基因技术有所了解，你会明白这些顾虑都是杞人忧天，但它们的确与直觉相符。人们不太了解基因改造的原理，于是他们就照搬其他领域的因果模型来自圆其说。人们对转基因作物的抵触不仅仅是出于上述担忧。有些人提出环境方面的考量，另一些人则担心大企业权威技术的垄断，以及有些人就是泛泛地感到焦虑（“这项技术刚刚问世，谁知道会有什么后果”）。但错误的因果模型在其中起到了重要的作用。

对其他争议性技术的抵触也可能源于解释这些技术原理的因果模型有误。食品辐照是让食物暴露于高能辐射之下，以消灭病原体。几十年来的试验都表明，食品辐照是安全的，且能有效地降低食源性疾病以及延长食品的保质期。但这项技术从未得到普及。公众对食品辐照坚决抵制，其部分原因是辐射和放射的概念被混淆了。辐射是能量的发射，可见光和微波都属于辐射线。放射性是不稳定原子的衰变，会放射出对生物造成损害的高能辐射。当被问及为何反对食品辐照时，许多人回答说他们担心辐射会“滞留”在食物当中并造成污染。这样的恐惧完全没有科学依据。

学者郑艳梅（Yanmei Zheng）、乔·阿尔巴（Joe Alba）和莉萨·博尔顿（Lisa Bolton）已找到了减缓此类担忧的办法。相对有效的方法之一是直接为这种技术改名换姓，使它不再引发与放射性有关的联想。当使用“低温巴氏灭菌法”这个称呼时，人们对这项技术的接受度大幅提高。另一个方法是利用某种比喻修正人们的因果模型。将

食品辐照与阳光照进窗户作比，人们的观感就会有所改善，这大抵是因为大家都认为阳光显然不会“滞留”在窗户上。¹⁷

疫苗接种是另一个因机制认识有误而导致抵触的例子。最常被反疫苗人士援引的论据即是他们声称注射疫苗同自闭症之间存在关联。尽管这条谣言已被戳穿，但与此相关的忧虑仍持续存在。反对者往往把矛头指向一种含汞的化合物——硫柳汞，它被作为某些疫苗的成分。这种担心还真有点儿道理。因为我们从小都被教育汞是剧毒的，一旦吃进去会造成严重的伤害。尽管疫苗中汞的含量远不足以引起不良反应，但人们想到要把汞注入身体里还是觉得毛骨悚然。

健康的生活方式可以替代疫苗接种是反方的又一常见主张。这也不无道理。确有一些证据表明某些生活方式的选择能增强免疫系统，尽管其本质和效果仍不甚明确。然而，以改善生活方式替代疫苗接种的想法是过度简化免疫系统运作原理的体现。¹⁸免疫系统同时需要一般性的保护机制与一系列针对特定感染的抗体。¹⁹疫苗即是为某些特定感染提供抵抗力的，尚未有任何证据表明生活方式的选择能提供此类助益。²⁰

修正错误信念

信念极难被改变，因为它们受到价值观和身份认同的层层包围，且又被我们的社群共享。不仅如此，真正为我们自己所有的因果模型不是丢三落四就是错误百出。这也就解释了为何错误的信念总是如此难以被铲除。共同体有时也会搞错科学问题，通常是我们的因果模型造的孽。而知识的错觉则意味着我们没有及时或足够深入地核对自己理解得是否正确。以上就是你要的反科学秘笈。

所以，就没有什么办法吗？

在过去几年中，加州大学伯克利分校的心理学家迈克尔·兰尼（Michael Ranney）一直在试图进行有关全球变暖的公众教育，让人们更加接受这一科学共识。对于他的第一项发现，本书的读者应该不会太惊讶，即人们对全球变暖究竟是怎么回事了解得相当有限。他在圣地亚哥的几个公园里调查了上百名受试者，用一系列问题来评测他们对气候变化机制的理解程度。仅有12%的受试者答对了部分问题，提到大气中的某些气体会聚集热量。但基本上，没人能完整、准确地阐述其机制。

接着，兰尼试着告知人们一些信息。在一系列的研究中，他让受试者看一篇有关全球变暖机制的介绍，大约400字。这显著地增进了他们的理解，而且也让他们更加接受“人为因素造成气候变化”这一观点。基于以上研究结果，他正在搭建网站，打算用一个简短的视频来说明什么是全球变暖。²¹事实上，这个视频可以要多短有多短：既有不到5分钟的“详解”版，也有一系列52秒长，带你领略气候变化现象的“精简”版。初步测试表明，这些短片确能达到预期效果。

兰尼的成果让我们看到光明在即，但我们还没有天真到以为，仅凭一项简单的干预就能让整个社会立即转变为沃尔特·博德默尔展望的那种人人心向科学的乌托邦。不过，现在就抛弃缺失模型或许还为时尚早。正如本章告诉我们的，想要有效地影响公众对科学的理解和态度，就得找出造成缺失的原因。与我们已有因果模型相悖的新资讯很难被吸收且容易遭到抵制，特别是当其立场与我们信赖的人意见相左时。但是，如果人们在一开始对其机制就没什么头绪的话，对真相也就没那么抗拒了。这也许正是兰尼在气候变化方面的试验能如此成功的原因。修正错误信念的第一步，是让人们对那些他们或他们的社群可能搞错了的科学观点抱持开放的心态。毕竟没有谁想一错到底。

[\[1\]](#) 1. 对。2. 对。3. 地球绕着太阳转。4. 错。5. 对。6. 错。7. 对。8. 对。9. 对。10. 错。11. 错。12. 对。

第九章 政治的错觉

最近少有议题能像2010年立法通过的《平价医疗法案》（更为人所知的是“奥巴马医改计划”这个名字）一样让美国人如此兴奋。这一法案已成为众多辩论的主题，并被共和党当作攻击巴拉克·奥巴马（Barack Obama）执政表现的利剑之一。共和党人在国会多次投票废除或修订该法。然而，尽管两大党都十分激动且已各自表明态度，但没几个人真正理解这个法案。事实上，一项由恺撒家庭基金会于2013年4月进行的调查发现，40%的美国人甚至都不知道《平价医疗法案》是一部法律（12%的被调查者认为这项法案已被国会驳回了，当然它并没有）。¹

但这并不妨碍普罗大众对此法案抱有强烈异议。2012年，就在最高法院裁定关于该法的重要条款维持原判之后，皮尤研究中心随即进行了一项调查，询问人们是否支持该判决。理所当然地，答案是极端分化的：36%赞成，40%反对，24%未表态。皮尤研究中心的问卷还包括一个提问：法院的裁决是什么。只有55%的人答对。15%的人说法庭的判决与法律相悖，30%的人表示不知道。因此，76%的人表达了看法，但只有55%的人知道他们在就什么议题表达意见。

《平价医疗法案》不过是众多更广泛的议题中的一个例子罢了。公众舆论比民众的理解判断更加极端。2014年，最强烈支持军事干预乌克兰的美国人正是最不可能在地图上找到乌克兰位置的那群人。²这里还有另外一个例子：一项俄克拉何马州立大学农业经济学系的调查³询问消费者，对经过基因工程改造的食品是否应强制性标注。约80%的

受访者的回答是肯定的。支持这样一条法规似乎极具合理性。人们理应了解他们想要知道的信息，他们也有这个权利。但还有80%的受访者赞同应制定一条法规，要求对含有DNA的食品也强制标注。他们认为民众有权知道他们的食物里是否含有DNA。你现在是否也百思不得其解，因为跟所有生物一样，绝大多数食物都含有DNA。根据受访者的回答，所有的肉类、蔬菜和谷物应该被打上“小心：有DNA”的标签。但是，倘若我们拒绝吃含有DNA的食品，我们都会饿死。

如果赞同给所有含DNA的食品贴标签的人，和为经过基因工程改造的食品是否该贴标签投票的人是同一批受访者，我们该怎么看待这次投票结果呢？这似乎有损他们的可信度。显然，大多数投票者都倾向一方的事实并不意味着他们是知情的。通常而言，对问题的强烈反应并非源于深刻的理解。他们常常缺乏理解，用伟大的哲学家兼政治活动家伯特兰·罗素（Bertrand Russell）的话来说，“慷慨激昂的陈词往往是因为缺乏事实的支撑”。克林特·伊斯特伍德（Clint Eastwood）更直言不讳：“极端主义太简单了。站好你的立场就够了，无须更多思考。”⁴

人们为何对他们所知甚少的议题如此热衷？以下是苏格拉底对某位“政治家”的回应：

我离开后，自己盘算着：“我是智过此人，我与他皆一无所知，可是他以不知为知，我以不知为不知。我想，就在这细节上，我确实比他聪明：我不以所不知为知。”^[1]

苏格拉底抱怨的这个家伙就是不知其不知。像我们大多数人一样，他知道的比自认为的要少。

通常，我们不会察觉自己所知甚少。因为了解不足挂齿的一点知识，人们就觉得自己像专家一样。一旦自我感觉像个专家，举手投足

也就都添了专家风范。但事实证明，坐在我们对面高谈阔论的人所知也相当有限。所以，比起他们，我们也算是专家了。这也增强了自我的专业感。

一个知识共同体正是这样步入险境的：与我们对话之人被我们影响，而老实说，我们也被他们影响。当大家都所知不多而立场相同时，即使没有来自真正专业人士的可靠支持，群体内成员之间亦会彼此取暖，让每个人都觉得他们的观点正当合理、使命清晰明确。人人相互合理化彼此的意见，以致整体观点犹如空中楼阁，立基于海市蜃楼之上。成员们彼此间提供智力支援，但对整个群体毫无助益。

社会心理学家欧文·贾尼斯（Irving Janis）把这种现象称作群体思维。⁵一项惯常的发现是，当和想法相近的人一起讨论问题时，人们会变得更加极端。⁶也就是说，无论在讨论之前各自所见为何，讨论之后他们都会更强烈地支持这种观点。这类似一种从众心理。人们刚聚到一起进餐时都只是泛泛地聊着医疗保险、犯罪问题、枪支问题或枪支管控问题、移民问题或有多少狗随地大小便之类的话题。在每个问题上，餐桌上每个人的意见都不谋而合。到晚餐结束时，人人都感到被号召了，有权利要求对这些问题采取行动。这在今天尤其是个值得注意的问题，因为互联网让寻找志同道合之人变得轻而易举：既有信心能得到印证和拥护，又提供了一个抱怨异议者多么愚蠢和邪恶的平台。反正那些家伙也不想跟我们有任何互动。

更糟的是，我们往往并未意识到自己正身处一个装满镜子的房间之中，而这种狭隘让我们更加无知。我们无法欣赏和体会对方的观点。而极少数情况下，我们确实听到了对方在说什么，但由于他们未能理解我们，他们似乎也是白痴。我们在对方眼中被过分简化了，他们看不到细微的差别和深度。祈求“只要他们能理解”的感觉淹没了我们。只要对方能理解我们有多在乎，有多开明，以及我们的想法有

多好，双方就能达成共识了。那么，问题来了：不仅你的对手没看清问题的微妙与复杂之处，你也没有。

说得极端一点，意识不到自己的无知，再加上来自共同体的支持，就真能引燃危险的社会机制。无须具备太多历史知识，你也能理解社会如何通过政治宣传和恐吓消除独立思考和政治对立，试图创造一个统一的意识形态。苏格拉底死于古代雅典人对摆脱思想污染的渴望。耶稣也基于同样的原因落难于罗马人之手。

上述事件有多种复杂的诱因，我们并不打算假装对20世纪上半叶的邪恶有何见解。然而，我们的确注意到，当时所有领袖们都不约而同地为他们的野蛮行径找了一个冠冕堂皇的理由：意识形态的统一是引领社会走向未来的真理之路。现在看来，统治者们当时极力宣扬的绝对正统都被证明是错误的。理解的错觉纷纷出现在统治者及他们的追随者身上。这些错觉的后果是不堪设想、令人发指的。

解释你的立场

解释性深度错觉让人们更坚定自己的立场，即便他们实际上没有那么理直气壮。为了验证这一点，我们利用本书第一章介绍过的罗森布利特和凯尔在测量解释性深度错觉方面的巧思，设计了一项实验。但这次，我们没有像罗森布利特和凯尔一样询问受试者关于日常物品的理解，而是询问各种各样的政治议题。^[1]针对2012年美国倍受热议的各类政策，受试者被要求给出赞成或反对的态度。

- 是否应设立全国统一税
- 是否应设置碳排放总量管制与交易制度
- 是否应对伊朗采取单方面制裁
- 社会保障的退休年龄是否应上调
- 是否应设立单一支付方医疗体系^[2]
- 教师行业是否应实行绩效制薪酬

依照该实验的标准程序，我们首先请受试者用7点量表为他们对某项议题的了解程度打分。接着他们被要求说出这项政策将可能引发的所有影响。以交易额上限那条为例，其题干叙述如下，“就是否应设置碳排放总量管制与交易制度这一问题，请列出你所能预见的一切后续影响，并一一理清它们之间的因果联系”。最后，我们再次要求受试者自评对这项议题的了解程度。

和大多数此类实验的结果相似，受试者给出的说明都相当糟糕。除极少数人外，有关一项政策如何运作，他们都只能含糊其辞地解释。他们不知道该怎么解释这些政策的起效机制。他们也说不清为何第二次的自评分数比第一次要低。解释性深度错觉又一次出现了。他们对议题给出说明的尝试正表现出，其对议题的实际理解程度远没有自以为的那么深。我们可以说，就像人们高估自己对马桶和开罐器的了解一样，他们对政治政策的理解也是眼高手低。

在这项实验中，我们真正感兴趣的并非人们究竟是为错觉所扰还是乐在其中。我们想知道的是，这种试图做出说明的尝试能否让人们立场不那么极端。我们已经知道，这种尝试的确让他们意识到了自己眼高手低。那么，他们会把这种意识纳入其态度并修正自己的立场吗？换句话说，这种无果的尝试会让人们变得更谦逊，不再那么坚持己见吗？

为了寻找答案，受试者不仅被要求为自己的理解程度评分，还要用7点量表为他们在该议题上的立场强弱打分，1分代表非常支持，7分代表极度反对。和前面的实验程序一样，受试者在给出政策后果的说明前后，分别都要为自己的立场强弱评分。如此一来，我们便可以通过计算人们的打分与中立值（4分）之差来评定他们立场的极端程度。按照这种算法，1分（坚决支持）和7分（坚决反对）同属一组，因为它们都是最极端的评分。

我们发现，对政策起效机制给出说明的尝试不仅降低了受试者对自身理解力的良好感觉，还缓和了他们立场的极端程度。倘若把两组实验合并来看，极端度评分的降低显示出，“给出说明”这项活动使得人们不再那么偏激了。“给出说明”的尝试让他们在观点和立场上有所收敛。

这些结果也不乏违背直觉的一面。一种解释认为，仔细考虑某项议题会让人们意识到他们的理解是多么有限，从而调整自己的观点。

或许正是因为因为在群体中讨论观点会让立场更加偏激的缘故，其他直接询问观点（而非思考议题）的实验则把人们推向极端而不是缓和态度。⁸通常而言，当人们就某个议题考虑该持何种立场时，他们会回想“我为何相信，我做了什么”，并得出一个支持既有观点的结论。他们不会用因果性的解释来衡量该政策的利弊得失。

思维的模式多种多样。通常当人们在谈论政治时，他们并没有调用因果性的解释。大多数有关政策的讨论都是关于我们的信仰和作为：谁站在我们这一边，这项政策受什么价值操控，那天的新闻里是怎么说的。我们的实验要求人们从因果关系的角度解释一项政策的影响，这是一项困难且不同寻常的任务。这项任务需要受试者深入细节之中，并说清楚该政策如何与这个复杂多变的世界相互作用。

因果性的解释可能相当困难，但它有着远超出学习机会之外的益处。因果性解释的美丽之处在于，它需要解释者跳出自己的信念体系。试想，一条明日起即生效的新法规将你所在地区每人每日的用水量限制在10加仑^[3]以内，短期内会产生什么后果呢？长期后果又是什么呢？它会对你居住地的房价产生哪些影响？净水标准会改变吗？这些都是很棘手的问题。但请注意，回应它们的唯一办法是想象一个不同的世界，即一个人们用水量少得多的世界，并推断这个世界将会变成什么样子。你不得不考虑孰轻孰重（你会先洗澡，洗衣服还是洗碗筷？），但是你不能只关注自己。你还得思考其他人会做何反应，如何应变。

你不能仅凭个人感受就判断一项政策的影响。你得从政策本身考虑，它将如何被付诸实施，由谁主持，以及接下来会发生什么。这种抽离自我的思维对于调和政治观点可能是至关重要的。让人们抛开自己的偏好和经验可能是必要的，这可以减轻他们的傲慢，从而缓解政治观点的极端程度。因果性的解释可能是打破这种解释性深度错觉、改变人们态度的唯一方法。

为了一探究竟，我们再进行一组实验。该实验流程和前一个几乎一模一样，但这次受试者要做的不是给出因果性的解释，而是说出他们支持某方立场的原因。受试者被要求详述他们为何对政策有这样的观感。这一次他们不用抽离自我从政策本身考虑，而是特别要从自己的角度来审视。如此一来，这就成为人们考量政治政策的正常模式了。受试者回答了和第一个实验中相同的问题：在给出原因前后分别自评对该议题的理解力和立场的强弱程度。

给出原因而非因果性的解释会导向完全不同的行为：受试者既没有降低对理解程度的打分，也丝毫没有要缓和立场极端性的意思。与做出因果性解释不同，给出原因对理解上的错觉并无影响，致使他们仍然和之前一样极端。找个原因相当容易。要合理化你对碳排放总量控制与交易制度这条政策的支持，你可以诉诸保护环境的理念。哪怕你根本意识不到自己对总量控制与交易制度的了解多么肤浅，你还是可以大言不惭地这样说。与此形成鲜明对比的是，当你被要求做出因果性的解释时，你则不得不面对知识上的空白。

这说明因果性的解释非比寻常。就某个议题展开思考能够让人们调和自己的立场，但那不是我们平日考虑政治问题的惯常模式。为你的立场找理由除了强化既有信念，别无他用。你要做的是关注政策本身，想想你真的想要这项政策落实什么，以及会导致什么后果，而这些后果又会造成何种影响。你要比大多数人都更深入地考虑事物的机理。

对于人们改变其对政策态度的评分，你或许不会太惊讶。评分可能只是受试者愿意展现给别人看的一面，并不反映其真实态度。因此，在另一个实验中，我们给受试者多施加了一点压力。测试被分为两组。和先前的实验一样，一组要做出因果性的解释，另一组则给出原因即可。然后，我们让受试者做一个决定。这一次，两组人被要求

为一小笔资金的支配做出选择，而不是为自身立场的极端程度评分。他们有4种选择。

1. 捐赠给一个志同道合的团体。
2. 捐赠给一个针锋相对的团体。
3. 留下这笔钱。
4. 放弃（把这笔钱还给实验者）。

不出所料，很少有人会选择方案2或方案4（既不会捐给对立方也不会把到手的钱白白还回去）。给出原因的那一组受试者表现正如你预期，先前表现出立场强硬者比那些相对中立者更有可能做出捐赠的决定。但这种差异在试图做出因果性解释的那一组人当中消失了。起初，更极端的人并不比温和派捐赠得更多。这说明因果性解释让极端派对其立场的不确定性增加，这改变了他们的行为。人们意识到自身理解上的限制，这一点降低了他们为推进其立场而采取行动的意愿。

通常，人们在某些议题上都有强烈的立场，而这些立场一般只有极少的依据作为支撑，能表达清楚的依据肯定就相当少了。但是，不一定非得如此。我们的研究表明，让人们详细地做出因果性的解释能打破他们理解上的错觉，从而降低立场的极端性。考虑到极端主义带来的种种恶果，包括政治僵局、恐怖活动以及战争，这似乎也是好事一桩。

价值还是后果

影响人们对政治政策态度的因素都有哪些？我们已经看到，对这些政策后果的深入分析远不如你想象中那么重要，而你所处的社群反而在其中涉入颇深。但认识到另一个左右人们观点的关键因素也至关重要：有些特定价值在我们看来是神圣不可侵犯的，无论经过多少讨论、争辩都无法动摇它们。

乔纳森·海德（Jonathan Haidt）认为道德结论很少基于推理，更多的来自直觉和感觉。⁹其最强而有力的证据源于一个被海德称为“道德错愕”的例子。为了证明这一点，他给出了下述情境（注意：下面的故事可能会引起不适）。¹⁰

朱莉和马克是一对兄妹。他们于学校放假期间一起去法国旅行。某晚，他们一起住在海滨的一间小屋里。两人都觉得如果尝试做爱一定会好玩又刺激。至少，对他们而言这都是一项从未有过的新体验。为确保万无一失，朱莉服下了避孕药，马克也使用了安全套。他们都很享受做爱的过程，但他们决定到此为止。那一晚作为他们的独享秘密，让彼此感到越发亲近了。

大多读过这个故事的人都会做出两种反应：首先，他们觉得恶心；接下来，他们指责朱莉和马克的行为是不可理喻的道德败坏。到目前为止，这些都没什么好大惊小怪的。因为大多数社会对乱伦都有所禁忌。更值得讨论的是，人们无法为他们的反应找出一个合理的理由。大家只是支支吾吾地给出“乱伦是不对的”，或者“这是一种禁忌”之类的说法。但这些都不过是对其道德反应的重述而已。除了

“这种行为是不对的”，他们就不会说点儿别的了。在刚才的叙述中，朱莉与马克的行为没有导致任何负面结果，海德以此巧妙地排除了恶果引发道德愤怒的因素。你可能会以近亲生子很可能导致新生儿先天缺陷为理由否定他们的性行为。但由于朱莉和马克已采取了双重避孕措施，这种指责也就不攻自破了。你不能说性行为破坏了他们兄妹的关系，因为他们反而更加亲密了。你也不能指责性行为破坏了兄妹二人与他人的人际关系，因为除了他们自己再没有第三个人知道了。但大多数人还是对此表现出强烈的反感，并坚持他们的观点。其背后的原因真是令人吃惊。

显然，强烈的道德反应不需要理由作为支撑。强烈的政治观点也不用。有时候，我们是否了解政策的后果都无关紧要。这些态度都不是经由因果分析而得出的。我们不在乎某项政策的成败得失，其背后承载的价值观才是真正重要的。¹¹

某些政策也塑造着你自己。也许你支持或反对的任何一项政策将使女性更容易实现堕胎。很多人，无论是支持人工流产的还是反对堕胎的，他们都有一个共同点，他们都不怎么关心堕胎法案的代价、对女性健康的影响，或是可能的经济后果。这些人会说，堕胎政策不应像规划项目的产出一样，被放在成本—效益分析的框架下进行判断。它的实施与否应该由是非对错来决定。如果你是支持人工流产的一方，你的论点可能是，女性有进行选择的基本权利，不应由别人来告诉她们该怎么对待自己的身体。如果你是反堕胎派，你可能会认为没人有权利擅自终结一个无辜胎儿的生命，堕胎是谋杀，而谋杀是有罪的。无论如何，你的态度都不是基于对这项政策的因果分析，而是根据一条至高无上的价值观，我们的行动皆不顾后果地受其支配。

许多人对于安乐死的态度也是基于这类神圣价值，而非自杀所带来的后果。一方认为，当面临极度痛苦和绝望时，我们都有权利在专业人士的协助下以人道的方式终结我们的生命。另一方则指出，取走

他人生命是谋杀行为，不管当事人是否有寻死意愿，也不管他寻死的原因为何。寻死权利政策所带来的这些后果，牺牲和救助，以及将导致或避免的痛苦和愧疚，都被那些基于神圣价值做判断的人视而不见。对于这样的人来说，这是一道是非判断题。

到目前为止，我们关注的都是有关后续影响的因果推理。我们认为解释性深度错觉将缓和立场的极端程度，因为人们会意识到他们对一项政策所造成后果的了解不如自己以为的那么充分，这将让他们对持极端态度望而却步。但如果此人并非结果主义者，而是基于无上的价值观进行判断，那么就算打破错觉也无关紧要。

实则不然。我们就上述两个极具争议性且基于价值判断的问题调查人们的看法。一个与堕胎有关（女性在怀孕的前三个月内是否有权终止妊娠），另一个是安乐死（医生是否可以帮助遭受极度痛苦的个人自杀）。对于这些问题，在受试者被要求给出因果性解释的前后，对该判断的解释性深度错觉并没有出现。人们的立场也没有更加温和。在进行因果性解释之后，人们仍和之前一样极端。

因此，我们探讨的因果性解释对缓和立场是简单而有效的良方这一结论，只适用于某些立场判断基于后果而非价值观的特定议题。这涵盖了不少议题，在大多数情况下，对后果的考量都左右着意见的取舍。从核能发电到教育和健康保险，对于绝大多数人而言，能达到最佳效果才是这些问题的重中之重。

但人们也会口是心非。某些政治立场的拥护者常常把结果导向的政策装扮成基于价值判断的样子，来掩饰他们的无知，也防止中立派推动妥协或和解。医疗保健之争就是个极好的例子。大多数人只是想以最优惠的价格获得最好的医疗保健。关于这个议题的全民大讨论也应围绕如何达成此目标展开。但是，这样的讨论将会是充满着技术性且相当无聊的。因此，政客与相关利益集团将此议题转向至高无上的价值判断。一方质问政府是否应多管闲事地替我们操心医疗保健，向

众人强调限制政府权力的重要性。另一方提出人人都应享有正当的健康照护，摆出慷慨无私与避免伤害的大义。双方都没切中要害。我们大都持有相似的基本价值观：我们想要保持健康，也想让别人保持健康，我们想让医生和其他医疗专业人士获得应有的报酬，但我们不想为此掏空荷包。医疗保健之争与基本价值观无关，因为在大多数人的心目中，基本价值观根本不是问题。问题在于什么是实现最佳结果的最佳方式。

所以，在各种政策问题上，政客与利益集团为何总是强调价值观判断而非思考因果得失呢？最显而易见的答案是，为了混淆视听：以结果为导向的分析不会产生能为他们赢得选票或募得资金的政策偏好，因此他们也避免结果主义的分析占据主导地位。另一种说法是，从后果与影响出发思考一项政策不那么容易，甚至可以说相当困难。相比之下，用普世价值之类的老生常谈来掩盖无知就容易多了。这是政界老油条的惯用伎俩。这个秘诀是数千年来人们在游说的艺术中通过实践习得的，当态度有了神圣的价值做后台，结果已经无关紧要了。

莫尔塔扎·迪格海尼（Morteza Dehghani）与其同事的一项关于伊朗人对核武器计划之态度的研究呼应了这种冷嘲热讽。¹²伊朗因在21世纪的前10年当中一意孤行地发展其核武器而在国际社会四面树敌，伊朗的领导人开始积极进行政治宣传，力图将发展核武器变成伊朗人的神圣价值。对核武器的追求被宣称为伊朗人与生俱来的权利，可以在数百年来的民族历史，甚至教义中找到根据。他们将当前局势与以往外国势力侵犯伊朗主权的历史作比，试图把核武器计划说成一个有关民族主义和民族自决的故事。迪格海尼的研究证明，令人不安的是，这种政治宣传效果惊人。将核武器与民族价值联系起来的伊朗人对任何条件都不肯让步，哪怕真的是个不错的解决办法，都不能让伊朗放弃发展核武器的野心。所幸，不是所有伊朗人都是这样看问题的。

类似的例子在西方世界也层出不穷。近年来，美国人对同性婚姻的态度发生了结构性的转变。根据皮尤研究中心的调查，2004年，60%的美国人反对同性恋结婚，只有31%赞成同性婚姻。让我们快进到2015年：55%的人赞成同性婚姻，只有39%的人反对。¹³在此期间，有关这种婚姻制度的利与弊的争执的核心，从价值观念（“同性婚姻是错误的”与“人人有权利结婚”）转变为更偏重结果导向。这种讨论模式的转变不一定与态度的转向有必然的因果关系。它也可能只是衍生效果之一：可能正是由于态度改变了，才导致人们开始讨论结果而非基本价值。所有的可能性都是双向的：讨论模式的改变导致一部分人开始从不同的角度思考这个议题，并转变了想法，与此同时，那些改变立场的人也使讨论模式焕然一新了。

无论我们所讨论的议题是结果取向还是价值取向，都影响着谈判中达成妥协的可能性。我们以巴以冲突为例。不管你支持哪一方，大多数人都不得不承认这种情势对双方而言都是悲剧。或许存在一个替代方案，无论对巴勒斯坦还是以色列都是更好的选择。不幸的是，争端已发展到无法调和的地步，由于相互不信任和极端对抗，冲突在所难免。谈判似乎陷入无限循环的调停过程，止步不前，随之而来的是相互责难，然后，谈判破裂。

进展不甚理想的原因之一是双方都将恨意诉诸神圣的价值对立，斩断了任何妥协的可能性。纽约的新学院大学的心理学家杰里米·金格斯（Jeremy Ginges）与他的同事一起调查了巴勒斯坦人和以色列人对巴以问题潜在的解决方案的态度。凡是把双方冲突上纲上线到价值观层面者，物质补偿的解决方案都会激怒他们。¹⁴哪怕稍微有一点点结果主义倾向，都能大大改善巴勒斯坦和以色列的关系。但结果似乎并不重要，因为双方都深感被侵犯和亵渎。

诉诸神圣价值的思路是相当诱人的，因为它们把问题变得很简单。所有令人讨厌的烦琐因果分析都可以抛在脑后了。而且，神圣价

值能够永远立于不败之地。例如，谁会对黄金定律有异议呢？除非绝对必要，我们都将避免伤害他人视之无上崇高的价值。而对于其他的价值观我们也都一致公认。比如，我们都认同生命、自由与追求幸福是天赋人权。神圣价值观固有其作用，但它们不应成为阻碍对社会政策进行结果式因果推理的绊脚石。

如果你不知道读什么书或者想获得更多免费电子书请加小编微信：Booker527 小编也和结交一些喜欢读书的朋友 或者关注小编个人微信公众名称：布克小姐

“无知”的选民

这项讨论让我们汲取了有关政治文化的各种教训。其中之一就是确认了我们在政治论述方面一个显而易见的事实：相当粗浅。公民、评论家和政客们常常在对一项立法提案做出严肃分析之前就已经选好了赞成还是反对的立场。综艺节目把自己伪装成一副新闻报道节目的样子，但实际上是让嘉宾们互相泼脏水。事实上，不一定非要这样不可。作为个人的我们往往是无知的，但通过广播电视这些重要媒介得到的，应是有意义且经过深思熟虑的专业见解。我们不是要求这些电视节目完全不带有任何偏见，所有的报道都难免有所偏颇。但公众应得到一个客观理性的分析，面向公众的声音应该充分考虑政策提案的实际后果，而不仅仅是排山倒海般的口号和游说。若能手握更详细的分析，我们的决策过程或将受到影响。

我们绝对不是在暗示每个人在各个领域都得成为行家。这是不可能的。连专精于一门都已经足够不容易了。我们已经看到，这个世界无限的复杂程度超出任何人的掌控。人们活在知识共同体当中，为了让共同体发挥作用，就需要将认知劳动进行分工。为了让知识得以在共同体内被共享，必须有可靠的知情人士扮演专家的角色，在特定议题上站出来说话，但并非人人都得无所不知无所不晓。如果这个共同体正在为如何给成员们提供健康保健而踌躇不定，此时，那些医疗保健分配方案的行家里手应成为我们的导师。如果这个共同体正为要不要修建公路而犹豫不决，那就得去请教并托付给工程师了。专家无法替共同体决定他们的需求，这方面共同体得自食其力。但专家可以协助共同体判断哪些方案是可行的，并告知其后果。

这是一种精英主义吗？我们请专家来决策是否意味着仅代表了受教育阶层的自身利益？完全求助于专家确实等于捅了马蜂窝。专业人士往往在他们最擅长的议题上涉有一己私利。对健康保健了解最充分的人大多也从事相关行业，因此医疗保健的分配制度与他们的经济利益息息相关。工程师当然渴望公路建设能开工，因为他们正是以此为生，有越多的路要修，他们的工作也就越有保障。此外，还有更微妙的利害关系。学者就某事提供的建议也可能并非源于客观、公正的分析。学术圈拘泥于各自理论观点的派系之争已是众所周知。一名经济学教授主张签订自由贸易协定，可能只是因为他发表的论文强调了开放市场的重要性。心理学家可能会根据一项有关认知学习的最新理论大谈育儿方法，却没有任何实际养育孩子的经验。两位认知科学家可能会写一本书，声称人类活在理解的错觉中，聊以慰藉自己的无知。

认定谁足够专业并判断这种专业是否带有偏见是个麻烦的问题，但它并不是无法解决的。事实上，社会当中有许多相应组织和渠道可以寻求帮助。专家的推荐和介绍能证明他们的知识水平和可信程度。人们也可以查阅他们的过往经历并评估其声誉。虽然互联网上的信息不保证一定准确无误，但相当高效的网络信息产业已经发展出让客户对专家服务进行评分的机制了。只要客户量够大，且网站自身对搜集和反映评分结果负起责任，这还是挺有效的。查明一位专家的可靠性远比培养一名专业人士要容易多了，事实上，这也是社会上种种问题唯一的解决途径。

让专业人士来做决定，政府应依靠技术官僚的想法，这在美国政治当中重重受阻。在19世纪与20世纪之交，美国所面临的最大问题之一就是国家的财富和权力集中在几家公司和垄断组织手里。许多州的立法机构干脆任由这些强大的利益集团摆布。一项利用直接民主工具的运动颠覆了大企业对立法机关施加的政治影响力。他们发展出一系列由一个州或自治市公民直接投票的制度，绕过立法团体，这样一

来，权力不再由政客们独揽。这种表决方法有多种形式，包括倡议、提案和全民公决，时至今日，美国的许多州仍保有这种投票机制。

尽管这些民主投票机制的出发点是好的，但它们深受诟病。具有讽刺意味的是，这些投票机制在创立和推广的过程中就发生过被别有用心者利用的情况。2015年，臭名昭著的公民表决提案，加利福尼亚州的《反鸡奸法案》，包括了数条指令，其中一条是，凡与同性发生性行为者“应被子弹爆头而死”。幸运的是，这项提案本身被当地法院枪毙了。但这个例子说明，直接民主和其他治理方式一样，极易受到操控。

批评公民直接投票机制的理由数不胜数。我们最关心的是，这种机制对知识的错觉的忽视。公民个人对于复杂的社会政策很少能获得足够的信息用于决策，即使他们自以为做到了。把投票权交给每位公民，就会埋没群体做正确判断时所仰赖的专业意见。

减税乍一听是个好主意，但不妨想想加利福尼亚州第13号提案。此表决于1978年由加利福尼亚州全体公民直接投票完成，要求降低对住宅、商业与农业资产的征税，从过去的平均3%减到不得超过财产售价的1%。这项议案还限制每年度的财产课税不得超过2%。第13号提案的通过引发了多种影响。其一为，在房价猛涨的地区，房主们不会因为随之暴涨的税款而被迫将房产出手。但并非所有影响都是正面的。许多市镇正是仰赖地产税作为其财政收入的。征税上限由第13号提案被引入这些地区，给当地市政造成了巨额的财政负担。同时，第13号提案也在很大程度上震动了房地产市场。一方面，它降低了房屋持有者的出售意愿，因为加利福尼亚州的大多数地区房地产市场正热，出售行为会随着估价的上涨而使财产贬值，这样一来那点税款就不值得了。对近期购房者而言，第13号提案引起了极大的不公，他们不得不支付一笔巨额资产税，而那些守着房产的老古董们，税额却减轻了。

第13号提案所产生的不公正性是一种司法的不公。当年，普罗大众很难预见这项提案会引发如此后果。但对于一名研究过改变资产税率会导致何种结果的专家而言，这就不难想到了。改变一个州市政当局的收入来源势必会产生复杂的后果，而专业到能预测出这些结果的人寥寥无几。政治代表被选出来去了解信息，与专业人士商议。公民个人很少有时间或兴趣这样做。他们不一定非得是最终做出决策之人。

温斯顿·丘吉尔（Winston Churchill）绝对有先见之明，他曾言：“反对民主的最好论据就是和一名普通选民谈上5分钟。”但这个观点要结合语境来理解，他当时的观点是：“民主不是一个好东西，但目前还没有找到一个比它更好的。”我们也都相信民主。但我们认为人类的无知为代议制民主，而非直接民主提供了论据。我们选出代表，这些代表应该有精力也有能力学习专业知识来做出正确的决策。可能他们常常忙于募款而无暇学习，不过这就是另一码事儿了。

我们已经看到，缓解极端主义并增加理性谦逊的方法之一，就是要求人们对政策的起效机制做出解释。不幸的是，这种做法是有代价的。揭露人们的错觉会让他们恼羞成怒。我们已经发现，要求某人解释一项他并不理解的政策不会改善彼此间的人际关系。大多数情况下，他们表示不想再继续讨论这个问题（而事实上，他们通常再也不想和我们说话了）。

我们曾希望打破理解上的错觉能激发人们的好奇心，对当下的话题能更开放地接纳新资讯。¹⁵但事与愿违，怎么说呢，当人们发现自己错了，反而更不愿意寻求新信息。因果性解释对打破错觉而言确实有效，但人们不喜欢幻灭的感觉。正如伏尔泰（Voltaire）所说：“幻想乃第一大乐事。”幻灭会让人有疏离之感。人们喜欢的是体验成功而非无能。

一位好的领导者需要能帮助人们意识到自己的无知，又不让他们看起来很蠢。这谈何容易。一种办法是证明大家都很无知，但并非针对你。是不是无知与你知道的多少有关，而蠢不蠢则是一个与他人比较的相对概念。如果每个人都是无知的，那也就没人是傻瓜了。

领导者也有责任了解自己的无知，并有效地利用其他人的知识和技能。强而有力的领导者会让身边集聚那些在特定领域有真知灼见的人，以此利用知识共同体。更重要的是，他们会汲取专业人士的意见。一个在做决策之前花大把时间用于收集信息、高谈阔论的领导人会被认为是优柔寡断、软弱且缺乏长远眼光的。成熟的选民会尽力去寻找一个能认清这世界之复杂与艰难的领导者。

[1] 柏拉图. 游叙弗伦、苏格拉底的申辩、克力同[M]. 严群, 译. 北京: 商务印书馆, 1983.

[2] 一种由政府作为唯一支付方, 负责筹资和购买医疗服务的体系。在这种体系下, 来自雇主、个人和政府的资金会由政府筹集, 统一管理, 并用于支付每个公民的医疗开支。
——译者注

[3] 美制1加仑=3.785升。——编者注

第十章 聪明新定义

不熟悉马丁·路德·金（Martin Luther King Jr），你就不可能成为北美知识共同体中的一位好公民。¹ 20世纪五六十年代的民权运动家喻户晓，金是其领袖和主要发言人之一，在1968年被无情枪杀于田纳西州的孟菲斯之前，他一席激动人心的、有关梦想的演讲鼓舞了数百万人。由于上述原因，马丁·路德·金在美国已成为平等和种族正义的根本象征，而且，为了纪念他，每年一月的第三个星期一成为一年一度的国家法定假日。

可悲的是，大多数人对马丁·路德·金的了解就到此为止了。我们都知道他是一位发表过伟大演讲的伟人。但是我们绝大多数人对这个男人和他的演讲内容都知之甚少，也不知道金的演讲究竟想要达到什么目的。

也许在我们的知识中，更要命的空白在于，我们所知道的更宏伟壮阔的民权运动使金名声大噪。他当然是一位开创性的人物，但在20世纪60年代为促成民权立法而不惜一切代价的身影中，他并不孤单。他甚至不是唯一的领导人。其他包括金在内的同时代重要领导人同样参与了1957年南方基督教领袖会议的成立，这是一个致力于消除种族隔离的组织。这些活动家有贝亚德·杜斯廷（Bayard Rustin）、埃拉·贝克（Ella Baker）以及斯蒂尔牧师（Reverends C. K. Steele）、弗雷德·沙特尔沃思（Fred Shuttlesworth）、约瑟夫·洛厄里（Joseph Lowery）和拉尔夫·阿伯内西（Ralph Abernathy），他们所有人也都勇气不凡且毅力超群。而公民权利所仰赖的伟大男女斗士们早在金之前就现身了，在此可以两人为例：废奴

主义者弗雷德里克·道格拉斯（Frederick Douglass）和妇女参政权论者苏珊·安东尼（Susan B. Anthony）。此外，还有科雷塔·斯科特·金（Coretta Scott King）、罗莎·帕克斯（Rosa Parks）和4个非裔美国大学生，他们通过静坐助推了运动的发展。他们勇敢地坐在了北卡罗来纳州格林斯博罗的沃尔沃斯超市的白人专用午餐区，他们被拒绝提供服务，但仍坚定地面对威胁与恐吓。20世纪60年代美国少数民族法律地位的结构性转变都因他们而起。金的行动处在历史洪流之中，甚至受到总统层面的支持和干预，包括约翰·肯尼迪（John Kennedy）和林登·约翰逊（Lyndon Johnson）。

民权运动并非发生在真空中。20世纪60年代是一个在各方面都发生重大文化巨变的时代，最为人熟知的是国家对战争、毒品和性的态度。毕竟，1967年的夏天是嬉皮之夏。民权运动不过是60年代社会革命的冰山一角而已。

马丁·路德·金是民权运动的主要活动家和伟大领袖。尽管他拥有极高的文化地位，民权法案也不是他单枪匹马一人起草的。但他仍是这场运动的标志，就像圣雄甘地（Mahatma Gandhi）是印度独立的旗帜，以及苏珊·安东尼是妇女选举权的代言人。这三人都伟大的领导者，但若没有身后相互支持的共同体，他们将一事无成。他们不是一个人在战斗。

个人崇拜，以及与其相伴而来的对共同体所扮演之角色的认识不足，不仅仅是一场简化复杂历史的骗局而已。我们所保留的这些人物形象决定着如何看待他们所参与的这些事件。每位领袖都已成为他们各自运动中的符号象征，而且，在大众的印象中，每个人都成为他的运动本身。我们都会说“是马丁·路德·金说服国会通过民权法案，改变了美国的面貌”或“如果没有甘地，印度仍在英国的统治之下”。类似这样的陈述并不仅仅是修辞手法而已。绝大多数人对民权运动知之甚少，而关于印度独立，他们的了解不比对这些伟人的壮举

多多少。从认知的角度讲，某个人与整个运动事件画上等号，且原本涉及数百万人的复杂历史事件却都归功于一人。

我们以个体取代复杂整体的心理倾向可以通过我们如何谈论政府机构窥知一二。美国人谈论艾森豪威尔政府或肯尼迪政府的样子，仿佛在他们眼里，美国总统事必躬亲地履行所有政府部门的职能。《平价医疗法案》共计两万页左右的法律条文，它通常被称为“奥巴马医改计划”。你认为其中有多少是奥巴马本人起草的？我们估计一个字都没有。无论总统是不是伟大的领导人，他们一定都是普普通通的凡夫俗子。要求他们为自己的执政行为负责绝对在情理之中，但这并不意味着他们就是这些政治作为的执行人。对其中绝大多数决策而言，他们不过是一个个代号，代表政府的一张张面孔而已。

我们不仅升华了个人在政治中的作用，个人英雄崇拜在娱乐业也十分普遍。个人往往会被神化，获得信任和爱戴，而一旦做了坏事也会被骂得狗血淋头。詹姆斯·邦德（James Bond）式的角色在好莱坞大片中不仅仅是以一当十的救世主，通常还身兼品酒专家、武林高手，又玩得一手好牌，当然也总是抱得美人归。不用说，他们不属凡人之列。好莱坞的这类电影在全世界都广受喜爱和追捧。

而真相是残酷的。事实上，英国特工也需要睡眠，也会感到焦虑，而且（我们怀疑）《人物》（*People*）杂志的候选人名单上并非每位都天生丽质。我们对《女王密使》（*Her Majesty's Secret Service*）这部影片致以最高的敬意，但忍不住怀疑这项任务唯有胆大如超人才能够胜任。尽管无法一窥其内部之究竟，我们猜想英国秘密情报局里面大多也都是是一群从事专业工作的普通人罢了。

类似的偏见也出现在我们对科学与哲学的理解中。我们倾向于把整个领域的研究同一名杰出的男人联系起来（有很少的情况会是一位杰出的女性）。这个人会被描述为突破其所处时代束缚，超越当前社会思潮的觉醒者。他意识到了共同体思维上的限制，凭一己之力开创

新的范式，由其惊人的智慧掀起一场社会变革。这个伟大的人物通常还得和既得利益者以及当权精英分子大战一场才能赢得胜利。在坊间历史故事的版本中，苏格拉底为了捍卫自己追求信仰的自由而被迫服毒芹汁自尽²；由于教会禁止宣扬日心说，哥白尼只得把自己的专著束之高阁³；而伽利略被流放到阿切特里的一间小农舍并不久于人世。

这些人或许真的聪明绝顶，但也不是所有和他们有关的成就都应该记录在他们名下。无一例外地，他们都是站在前人肩膀上。哥白尼有关太阳系的日心说模型乃继承了古希腊人的衣钵。古希腊人搞错了关键事实，他们认为整个太阳系都是绕着地球转的，而哥白尼的理论是基于相同的观察，他的理论机制也来自托勒密。哥白尼提出的行星新轨迹所使用的天体系统在很大程度上也来自古希腊。一些杰出的科学家都承认，前人在科学领域的耕耘为这片土地提供了孕育理论种子的可能。爱因斯坦就曾这样说过，没有科学前驱的努力，就没有相对论的问世。⁴

这些伟大科学家的特别之处在于他们改变了世界。假若没有他们，这世界不会受益于他们的真知灼见，我们仍将处于黑暗时代，忙着做用铅块变黄金的美梦。但他们也远没有重要到那般地步，即便这些科学家从未出生，也可能会有其他人代替他们完成相同的发现。科学史一次又一次地证实，独立从事类似研究的人们常常在几乎相同的时间点有相似的突破或发现。⁵我们都知道元素周期表。在化学课上被要求背诵之后，我们都对它或爱或恨。元素周期表乃现代化学的核心。它列出了所有元素，即建构自然的基石，并揭示彼此间的联系，以及各自属性为何。我们大多数人使用过的教科书上都说是德米特里·门捷列夫（Dmitri Mendeleev）画出了元素周期表，但学术界也一致认同，门捷列夫并非凭一己之力就完成了所有必需的工作。他的成就立基于前人，比如法国化学家安托万·拉瓦锡（Antoine

Lavoisier)。但门捷列夫获得了最高的赞誉。他在其他科学同人眼中是如此非凡，以至一种新发现的元素，钋，就是以他的名字命名的。

最近，艾瑞克·塞里（Eric Scerri）撰文考证门捷列夫首创元素周期表这一说法。⁶有不下5名科学家都创造了类似的周期表，且他们论文的发表时间都早于1869年，即门捷列夫周期表的问世时间。其中一篇（作者为法国地质学家尚古多）甚至比门捷列夫的发现早了7年。

我们要说的是，门捷列夫的元素周期表并非一拍脑袋凭空而来。他身处一个研究共同体当中，这一共同体遍布欧洲，甚至范围可能还要更广。其成员之间有书信往来，他们撰写论文，也编纂教科书，并召开学术会议。门捷列夫必定在其中贡献良多，但若没有这个共同体，门捷列夫可能还是无名小卒。元素周期表发源于这个知识共同体。

无独有偶。时至今日，科学上的同步性发现或突破仍十分普遍。就在撰写本书之时，一场关于DNA编辑酶CRISPR/Cas9系统^[1]的专利权应花落谁家的争论正进行得如火如荼。⁷造成这种尴尬局面的原因是，两个团队的科学家几乎同时提出了这个基本想法。

科学的进步似乎除了与天才的出现密不可分之外，还得具备与特定科学发现相匹配的环境。它需要有正确的理论铺垫和数据收集。最重要的是，合宜的讨论已经展开。共同体中的科学家正在把他们的智慧聚集起来，专注于回答时机已成熟的问题。

人类记忆的推理能力都是有限的。哪怕历史专业的学生们也就只能了解这么多了。于是，我们倾向于把事情简单化。简化问题的方法之一就是诉诸英雄崇拜，把某些重要人物与知识共同体联系起来。我们把历史事件和这些英雄绑在一起打成“懒人包”，而非试图记住众人众事的庞杂一切，当然这也是不可能的。这不仅让我们得以避开许

多鲜血淋漓的细节，还把我们自己也变成说书人。英雄事迹成了共同体复杂网络中人际关系的代表，而这些历史事件也在塑造着整个共同体。无论政治、娱乐还是科学，无一领域不是如此。我们用传说代替真相。

智力的定义

初次邂逅时，我们依据某些个人特质形成对他人的第一印象：他们的天资、技能、美貌以及智慧。我们或许还了解他们的背景和成长脉络：教养如何，曾受惠于何人，家庭与工作环境等等。但最初引起我们注意的还是个人特质，那些在人际交往中显露出来的素养。对个人所在社群以及生活环境的关注都是后见之明。第一印象才最引人注目，有关其个人脉络的进一步了解仅是对既成印象的小修小补而已。

想象你正在面试一个应聘者。你知道她毕业时成绩全班第一。你会推想这是她严苛的父母让她学习如此刻苦吗？你会猜测她同辈中有人品学兼优，帮助且激励着她吗？你或许会试着了解这些细节，但是大多数人都只是归结为她很聪明而已。因为能力出众，她在面试中表现得类拔萃，但我们将其直接下结论为她很聪明。这一点都不奇怪。结论是显而易见的。她必定拥有某些智慧才能做得如此出色。但在本章中，我们接下来要讨论的是，以上并非故事的全部。重大成就所需要的远比个人才智要多得多。

我们所说的智力究竟所指为何？不难想出几个好例子。爱因斯坦是相当有才智的。我们有时也认同，身处智力梯队底端的人（你最讨厌的那些政客大都可以归于此列）会有些失常。但我们说起智力的时候，真的知道自己在说什么吗，或者当我们讨论智力的时候是否也受到解释性深度错觉的影响？一旦把这个问题摆出来，我们是否也发现其实自己对智力了解得并不多？

智力理论倾向于把智力分解成几个部分。不幸的是，智力的拆分方法几乎没有一致的定论。流体智力与晶体智力是一种普遍且相对传

统的区分方法。⁸流体智力对应的是我们用“聪明”形容某人的情形。此人对任何问题都能快速得出结论，也擅长探索新事物。晶体智力则指的是一个人的记忆体能存储和处理多少信息。这包括此人的词汇量以及他所知道的常识多少。

智力也可以依据它所包含之技能进行分类。一种理论把智力拆分为三项独立的技能：语言能力、准确且迅速感知世界的能力和空间想象能力。⁹另一个理论则更进一步，认为智力有8个不同的维度：语言、数理逻辑、空间、音乐、认知与适应自然、肢体运动、人际关系和内省。¹⁰一名研究者从实用的角度出发，认为智力反映了人们制定并达成其目标的能力。这个理论中设定的基本技能涵盖了创新能力、分析能力、实践能力，以及通过注入积极的价值观，有助于实现公共利益的能力。¹¹

理论学家依照不同的方法把智力拆分为一系列技能，而这种争论也在持续进行着。心理学家对智力的研究已逾百年，却始终未找到一个表征它的统一办法。把智力看作人类思维深刻而永久的属性不是个好兆头。试图辨别出个体的基本认知技能或许并不是理解人类心智的最有效途径。

智力测验简史

心理学家喜欢以可测量的方式，即能够在现实世界中找到对应行为的方式来定义各种心理学概念。心理学家青睐那些基于真实人类行为，有客观明确定义的概念。¹²这也就是为什么弗洛伊德有关本我和超我的学说不怎么受欢迎。因为它们无法在现实世界中被准确衡量。智力则不然，智力是可以被测量的。在现代心理学中，一个人的智力完全等同于此人在智力测验中的表现。对人们进行测试，给他们的表现打分，然后用测验分数确定其智力水平。

但是，该用哪一种呢？各种智力测验确实琳琅满目，但如果我们真的要用测验来衡量智力的话，选择哪种测验就非常关键了。1904年，首个现代智力测验由阿尔弗雷德·比奈（Alfred Binet）和他的学生提奥多·西蒙（Theodore Simon）开发。¹³他们让儿童完成30个难度逐渐递增的任务，最开始的一项是让他们按照简要的指导语依序回忆出7个数字。

这种开发测验的思路听起来实在不怎么靠谱。倘若没有一个明确的智力定义作为指导，那么我们只不过是用一个测验将人们依分数排名而已。我们目前还真就是这么干的。在心理学界，有关智力的研究等同于如何根据某些认知能力将个体分成不同等级。比奈试图找出那些需要被辅导的后进生。但这不意味着我们可以随心所欲，而是应该根据预测性来选择用哪种测验。心理学家是实用主义者，他们正在寻找预测孰胜孰败的方法。猎头、人力资源部门、研究生院和常春藤盟校招生办公室希望挑选到智力最顶尖的那群人。通过对成功与否最准确的预测能最有效地遴选出这些佼佼者的，就是最好的测验。

当心理学家试图开发最好的测验时，他们的发现是相当惊人的。事实上，只要你在足够广泛的维度上测量心理能力的表现，选用哪种测验其实没什么差别。你将会得到相同的结果，至少非常相似，无论你用什么类型的任务来评测受试者的表现。这是因为所有的认知测验都是正相关的，该事实于1904年由查尔斯·斯皮尔曼（Charles Spearman）提出，这一工作是开创性的。¹⁴无论你是要求人们解出高难度的数学题，还是评测他们读懂维吉尔的《埃涅阿斯纪》（*Aeneid*）的能力，抑或测试他们当看到灯亮时能以多快的速度按下按钮（反应时间），只要任务涉及注意力和思考力，其表现都会呈现一个微小但正向的相关。也就是说，在某一任务上表现出色的人干其他事情基本也不会失手，而对表现平平者来说，往往就事事不顺了。所有测验之间都具有相关性这一事实说明它们必定有什么共同点，即一种能把佼佼者和平凡人区分开来的机制。斯皮尔曼称其为“共性一般智力”。

真正让斯皮尔曼一举成名的是，他运用因素分析设计了一套凭个人测验结果来评定其智力分数的复杂数学方法。因素分析取用每个人在每项测验当中的得分，找出了所有测验都共同具有的基本维度。在这一维度上，你的得分即代表了你的智力水平。

由因素分析揭示的这一基本维度被称为“g因素”，你猜得没错，就是“一般智力”的意思。心理学家对此爱不释手，因为它能满足他们对计量测验的向往。你只需对人们施以一系列测试，然后用因素分析给出智力分数即可。因此，g因素是一种统计上的建构。它不仅仅是你在一个智力测验当中的表现，但也差不多。它呈现了你的一系列测验表现相对于他人而言所处的水平。其优势在于，只要它们有鉴别力且涵盖的思维类型足够广泛（空间的、语言的、数学的、类比的、简单的、复杂的），任何一组测验随你挑。心理学家偏爱g因素，因为它基于人的表现，能有效地预测多种重要的个人素养和潜力。g因素得分较高者在学业和工作中都有较好的表现。部分研究显示，g因素是职

业成就最佳的预测因子。[15](#)一篇整合了127项研究，共计超过两万个样本数据的报告指出g因素与数项工作成就都正相关。[16](#)

不仅如此，小规模样本研究还想探求智力是否与实际生活中技巧性的认知表现有关。20世纪80年代的一项有关赌马的研究同时对专业与非专业人士进行测试，其中有些受试者涉足赛马业已有20多年。该研究也包括一份智商测验，即最常见的测量g因素的手段。然而，这项研究发现，获知某人的智商对预测他在一系列比赛中选取最佳马匹的能力并无助益。赌马者决策过程的复杂性甚至与其智商都没有半点联系。[17](#)

然而g因素可用于预测人们在实际生活中表现的结论并不会因这样的例外而受到质疑。尽管如此，还是要小心为上。关键在于，千万不要高估任何人的智力分数。别忘了，在一系列测验当中的得分会受到多重因素的影响。它反映了你对问题的理解的深浅，你的自信程度，你那天喝了几杯咖啡，男朋友是否离你而去，以及数不尽的随机事件。此外，一个人的价值，比如关心他人的能力（或者对公司垒球队的贡献）远不是单凭一组测试就能衡量的。

然而，对那些想按甲乙丙丁将人排序者，g因素可谓黄金标准。它是现有方法当中预测思维能力方面谁将胜出的利器。

集体智力测评

坊间对g因素深信不疑。尽管已有足够的证据显示对g因素，那些思维能力上可被测量的差异，并没有明确的界定。g因素确实有助于学业与工作成就的预测，但在智力以及所测量的建构为何等方面仍有许多问题亟待解答。或许这是因为我们有关智力的思路一直都是错的。最初的构想是，智力乃对某人思维马力的测量，而测量智力则是一种把人们的思维引擎按大小排序的方法。

意识到知识处于一个共同体当中，让我们可以从不同的角度对智力进行建构。不同于把智力视作一种个人特质，它可以被理解为个人对共同体的贡献多寡。假如思考是一种存在于团体中，涉及团队合作的社会行为，那么智力则属于团体而非个人。在本节中，我们将讨论评测智力的最佳方法是衡量个人在团体成就中的贡献这一观点。个人效力于团队，此时团队才是最重要的，因为是团队在完成任务。一个人的智力取决于他在团队中的重要程度。

从这个角度来说，智力不再是某个人思考和解决问题的能力，而是这个人在其所处团体相应活动过程中的贡献。此举涉及的内容远多于强大的记忆力或快速的执行力之类个人信息处理能力。它还将包括理解他人观点的能力，高效轮班的能力，情绪反应能力，以及倾听能力。当从知识共同体的角度进行建构时，智力变得更加包罗万象。人们可以以多种不同的方式对共同体做出贡献：有人提供创意和洞见，有人长期任劳任怨地辛勤工作，还有人成为雄辩家或领导者。

于是，一个高效运作的团体无须人人都g分数奇高，而是需要人们在不同技能上的平衡。无论当前的任务为何，是狩猎觅食、搭建房

屋，还是为一艘船引航，都包含不同的要件，要求不同的技能。只要有一个全能型的团队，其表现都将所向无敌。当人们合作时，这些技能更容易得到发挥。成员间技能互补的团队最有可能满足认知劳动分化的所有需求。因此，当你为团队挑选成员时，个人能力对团体的贡献远比他或她的g分数重要得多。我们需要评估的是团队合作，而非把每个人单独关在一间屋子里测量他们的智力。

让我们通过类比来思考这个问题。一个贯穿本书的论点是，我们应当把心智看作一种认知劳动的分化：头脑归整个共同体，而非个人所有，不同的人扮演着不同的角色为整体生产出效力。这就像组成一辆汽车的不同组件都参与到运输劳动的分工当中一样，每个零件都有它的用处，而当它们组装在一起时，汽车就能开动了。代入到这个例子中，测量个人智力就好像在评估单个零件的品质。我们可以对每个组件都进行一套复杂精密的测试：逐一称重、评估其强度、老化程度、光泽度以及售价。我们的确可以这样做，而且我们也真心希望每个组件的质量与功能具有相对较高的正相关。也就是说，相比于次品，优品由质量更高的材料做成，它们可能会更轻巧、更结实、更新、更有光泽，当然也更贵。和智力一样，每项测试的结果都应与其他测试同增同减。评估汽车零件的质量固然是有意义的。但难道不该测量那些我们最关心的东西吗？对一辆汽车而言我们最在意的想必就是它的性能了，比如速度、里程数以及可靠性。至于单个组件的性能，我们就没那么关心了。我们想要上等零件，不是因为它们本身品质绝佳，而是因为有了它们，才更有可能打造一款更好的汽车。

有时，单个组件在部分测试上会有所偏差，这都在意料之中。最好的轮胎不一定是最耀眼的，轮毂也不是越贵越好（当然这取决于你拿轮毂来干什么）。好的保险丝不应该太结实，收音机也不总是越轻巧越高档。因此，关于什么是好的，这一系列测试给出了提示：总的来说，你希望汽车的各个组件都为你的预期服务。但它也仅仅是个提示而已：最好的零件也有事与愿违的时候。这是因为，这些测试并没

有直接测量你所关心的东西。你想知道的是这辆车跑起来怎么样。你希望零件能对汽车的行驶有用，而非自顾自地各行其是。

让我们将上述情况套用在集体工作的人类身上：对绝大多数工作而言，你都需要能发挥不同作用的人。想经营一家公司，小心谨慎和敢于冒险的人都不可或缺，既要有对数字敏感的人也要有善交际的人。和客户打交道的业务员要是也精于计算可能反而是个麻烦，客户可不希望因为跟不上销售员的算盘而丢了面子。

由于大多数情况下我们都在团队中共事，我们最关心的是完成任务的整体实力。无论医疗团队、工程团队、研究团队，还是设计团队，其最终成果都是整体所为，而非凭一己之力。而且，一切都仅凭最终成果说话。因此，我们真正需要的是评估团队的整体表现，而非测量个人智力。泰伯商学院教授安妮塔·伍利（Anita Woolley）所带领的团队即提供了这样一个测试。¹⁸他们对40个由三人组成的团队施以各种测验，包括头脑风暴尽可能多地想出砖块的用法，这是一项被称为瑞文高级图形推理测验的空间推理任务，常作智力快速评测之用，包括一道道德推论题，一项为旅行计划的采买工作及一项团体性的打字任务。每项任务都由三人团队协力完成。

我们知道单人作业时，任一认知测验的表现之间都呈正相关。集体智力假设这种类似的相关性也存在于团队合作中：所有团队作业的表现都有相关性，且也有一个类似的g因素（研究人员称其为c因素，即集体智力）可通过对团体表现的分析被提取出来。他们真的找到了。尽管某些相关性非常微弱，但各项任务的表现之间都呈正相关，意即一个团队在某项任务上表现出色，也会在其他工作上成绩斐然。于是，c因素横空出世。

伍利的研究团队还推测，相比于个人智力分数，c因素将会更好地预测出后续其他不同类型团队作业的表现。换句话说，他们验证“集

体智力将大于各个部分之和”这一假设。他们验证假设的方法是，交给每支团队一个不相关的任务（如计算机跳棋），看看c因素是否能更好地预测出团队在和电脑交战中的表现。确实如此。c因素相当有效地预示了这组人下棋的表现，而个人智力分数则毫无用武之地。想知道一个团队的表现，你得从团队层面着眼。个人智力分数此时就显得捉襟见肘了。以此类推，假如你雇用一队人来翻修厨房，宁可找一群能彼此配合的半吊子工人，也不要请来一堆各自为政的能工巧匠，精于各自的手艺倒是不假，可最后连橱柜都对不齐。

现在，我们用评定团体智力的c因素取代了测量个人智力的g因素，整体而言：证据表明c因素更符合现实，测量结果也更加可靠，但让我们回到最初有关智力的大诘问：我们到底在测量什么？高效和无能团队的区别究竟是什么，是什么帮我们预测出他们在团体作业中的表现？

伍利和她的同事们为解答这个问题抛砖引玉。他们对每支团队都进行一些附加测评，并发现团队凝聚力、动机和满意度等指标都无法预测团队的表现，而其他如社会敏感性、工作轮替频率以及团体中女性的比例等因素则可以预测。数据表明，女性比例高对一个团体是有益的，因为这提升了团队的社会敏感性（每个去过男更衣室的人都能心领神会）。

测量集体智力是个新点子，尚存有很多硬伤。尽管社会敏感性等概念对于团体的运作十分重要，但这些还不是故事的全部。团体动力是什么，以及它是怎么增进社会敏感性的？为什么大家要一起下棋？除了听取团队成员的意见，你得想出漂亮的走法，而且整组人还要对最好的策略达成共识。还有许多其他理论都旨在解释造就团队优异表现的因素为何，而c因素的测量对象至今尚无定论。¹⁹但是，既有的数据已表明团体的成功并非由个别成员的智力所主导，而是取决于成员之间合作得怎么样。

群智及其影响

智力的概念造成了难以理解的困惑：我们把智能行动视作个人行为，即使共同体确实参与其中。我们对企业成功的理解体现了这种困惑。互联网创业者把众人引入歧途，他们宣扬一个信念：好点子很重要。公众普遍认为，创业成功的秘诀就是那个能俘虏市场并赚得百万美钞的好点子。从马克·扎克伯格（Mark Zuckerberg）创立的脸谱网到史蒂夫·乔布斯（Steve Jobs）的苹果帝国皆是如此。由于我们认为智力仅属于个人所有，便把想出这些好点子的功绩都归于个别英雄。据某些资助初创公司的风险投资家所言，根本不是这么回事儿。艾文·拉比海若（Avin Rabheru）就是其中之一，他说：“风险投资人看重的是团队而非想法。” [20](#)

让我们来看看Y Combinator这家较早引领科技创新企业孵化行业的创投公司。其经营战略基于如下信条，成功的创业公司很少，如果有的话，扶持他们的最初想法。现在思路变了。因此，想法不再是最要紧的，远比一个点子的好坏更重要的是这支团队的水准。一支优秀的团队会创业成功，因为它能通过了解市场运作机制找出好想法，并付诸实践。一支出色的团队会利用成员所长对劳动进行分工。Y Combinator避免向只有单一创始人的初创公司投资，不仅因为单一创始人意味着没有团队来进行劳动分工，也因为一个不那么明显却是团队合作基础的理由：单一创始人缺乏袍泽之情[21](#)，那种为了不让队友失望的信念。当遭遇困境时，团队反而会因为成员间的相互支持更加努力，他们是为了团队而坚持。

一旦你认同我们生活在一个知识共同体当中，显而易见地，大多数研究人员探寻智力定义的方向都错了。智力不是个人财产，它是一个团队的公共财产。一个解得了数学难题的人肯定能有所贡献，那么一个会管理团队动力的，或者记得住所有重要细节的人也可以。我们不能把某人独自关进小屋，给他或她一份试题来测量其智力，我们得评估此人所处团队的成就。

要怎么做呢？如何正确评定个人对团体成就的贡献呢？这个问题尚未受到广泛关注。为了开始寻找答案，让我们简化一下假设，无论身处什么样的团体，个体的贡献总是相差无几。一种方法是评测某人在多个不同团体中的个人贡献，这与冰球队用正负计分评价每个队员的表现有异曲同工之妙。其理论是，在冰球比赛中，一名优秀队员执球时，其所在球队将打进更多的球，其他队伍的得分也随之减少。因此，球员水平的指标就是正负计分，即该球员参与的比赛中，所在队伍的进球数与对手的得分之差。在团队中的思维贡献或许也可以用相似的手段来衡量。当某人参与其中时，团队的胜败比率如何？某个对团队成就做出实实在在贡献的人，在“智力”的正负计分上也理应拿个高分。这或许是在知识共同体的框架下，将集体智力细分、拆解为个人贡献的思路之一。

但这种思路很难付诸实践。团队的成败往往不像冰球比赛的比分那般清楚明了。创造出一个得奖却卖不出去的小产品究竟算是成功还是失败？另一个问题是，如果两人朝夕相伴，那么其中一人的成功也反映了其同伴的贡献（同理，某人可能被认为是社交达人，不过是因为他的伙伴们都善广交朋友而已）。

但是，原则仍未改变。一名项目执行人可能看上去聪明活跃，巧舌如簧，灵感迸发。但是，如果他参与的项目最终无果，那么此人可能也不会得到大笔奖金。当一位管理者考评员工时，重要的是千万别

把耍小聪明和积极做出贡献搞混了。管理者应关注的是，该员工所参与的项目相对于其他人而言是否更有望成功。

农夫们都知道耕种最艰难的部分是筹备土地。播种，静观其成长则相对容易得多。在科学与实业中，大家一齐备好了土壤，但社会往往把所有的功劳都归在播下成功种子的个人身上。播种并不需要超越常人的智力，但创造一个能让种子蓬勃成长的环境则需要超出常人。在科学、政治、商业与日常生活的方方面面，我们都需要给予整个共同体更多的赞誉和信赖。

马丁·路德·金是一代伟人。但或许，他的最伟大之处是他鼓舞了人们一同努力，排除万难，去实现社会种族观念的变革与追求法律的公平正义。但若想真正理解他的成就，需要看到站在马丁·路德·金身后的人们。我们应当颂扬马丁·路德·金发挥的作用，而非把他视作一切伟大的化身。

[\[1\]](#) CRISPR/Cas系统全称为常间回文重复序列丛集/常间回文重复序列丛集关联蛋白系统（clustered regularly interspaced short palindromic repeats/CRISPR-associated proteins），为一种存在于真细菌和古细菌中的基因组重复丛集。Cas9是该系统中第一个被发现的核酸酶。——译者注

第十一章

变得更聪明

20世纪80年代，巴西城市地区的生活相当不易。恶性通货膨胀使得货币迅速贬值。¹年利率在80%—2 000%之间摆动。仅一年之内，一杯咖啡的价格就能从一雷亚尔涨到2 000雷亚尔。可怜的巴西人为求生存，有太多不得已之事。许多贫困的城区儿童靠沿街叫卖为生，不能去上学。这些小孩子什么都卖，包括糖果、红橘还有炒麦花。这些孩子有多少知识？由于没机会上学，他们要是还能对巴西文学、世界地理和代数都信手拈来倒是奇怪了。但这些孩子在销售方面肯定相当有发言权。他们在进货、定价、保利和找零上经验丰富，上述活动都需要具备算术能力。而且，由于通货膨胀，要处理的交易数额也相当巨大。或许这些街头小卖家已经掌握了计算的基本知识？尽管缺乏学校教育，他们在算术方面说不定比上过学的孩子还要更胜一筹？

为了弄清楚这个问题，聪明的教育研究人员找到了一群10—12岁的街头小贩以及其他年龄相仿的就学儿童，他们所上的学校是这些街头小贩们如果有条件也都会去上的。他们对所有孩子都进行了一系列关于算术和数字的测试。²

他们的第一个发现对于那些试图教过小孩子数学的人来说都不会感到意外：两组孩子在基本技能，如大数值读数上，表现得都不怎么好。他们并没有真的理解各个数位上的数字究竟代表什么。他们所做的是将数字进行比较。两组孩子都能说出一对数值中哪个更大一些。两组的差异体现在加减法的能力上。街头小贩组，完胜；就学儿童组，完败。甚至，街头小贩对比例的概念也比就学儿童好得太多。

当谈及他们赖以维生的技能，事实证明，生活经验比正规教育有用得多（至少，就这些巴西穷苦孩子接受的正规教育而言）。

人们生来就是为了行动，而非听人教诲、摆弄符号、死记硬背一大堆东西。至少自1938年教育哲学家约翰·杜威（John Dewey）发出劝诫以来，这已是教育者们的共识：

固然小孩也应该有短时间的静思机会，但是这些机会能成为真正的思想的机会，只是在身体活动之后，用来组织由手和脑子以外之身体的其他部分在活动时所获得的东西。[\[1\]](#)

有经验的教师和学生都知道，单纯听听讲座，不经思考地摆弄摆弄符号，死记硬背一些东西并非最好的学习方法。活动在教学中是必需的。我们会去学习那些有助于达成目标的必要知识。如果你的目标是在街角换个零钱、谋些小利，你将学到这些行为所必需的算术知识。这并不代表课堂学习毫无用处。课堂上的代数教学对于那些想要在金融领域谋得高位，想证明数学定理，或想知道怎么把火箭送上月球的人来说必定很有意义。[3](#)

但课堂上讲授的大多数知识与学生们真正在意的目标是分离的。[4](#)学生们通常很难把他们学到的阅读、写作和算术同未来生活中的实际应用联系起来，因此，他们常常是为了学习而学习，而非为了行动而学习。这可能就是为什么教育者总是抱怨学生没有真正理解他们所读的东西。对这种一知半解感到震惊的往往是学生本人，他们觉得自己读得非常认真。让学生们感到惊讶的是，他们在理解测验上表现得多么糟糕。他们学习、学习、再学习，感觉已经理解得非常深入了，但他们还是无法答对有关阅读内容的基本问题。这种现象如此常见，以至有了一个专有名词“理解的错觉”[5](#)，不禁让人联想到深度错觉。

理解的错觉源于人们对熟悉和识别这两个概念的混淆。当你用眼睛扫过一遍文本，下次再读时，文本的内容的确看起来很熟悉。即便距离你上一次读它已经过了很久，这种熟悉感仍然存在。心理学家保罗·科勒斯（Paul Kolers）设置了一种极端情况，让受试者阅读字母反向的文本（每个字母都上下颠倒）。⁶一年多后，他发现相同的这群人阅读同一份文本时的速度仍然比读一篇从未见过的新文本的速度要快。他们有关阅读某些特定文字的记忆能够保留长达一年之久。

事实上，出现在学生们身上的问题也会发生在我们身上，正是这种熟悉感混淆了我们对阅读材料的真实理解。跟某些文字混个脸熟，甚或将其倒背如流是一码事儿，而真正了解这些文字的含义就又是另一回事儿了。许多美国学生都将《效忠宣誓》（*U.S. Pledge of Allegiance*）背得滚瓜烂熟，却完全不知道自己在说什么。这就是为什么你经常会听到奇怪版本的《效忠宣誓》。原文是“上帝之下，未可分裂之国度（One nation, under God, indivisible）”，有些学生显然觉得自己的国家隐身了：“上帝之下，未可见之国度（One nation, under God, invisible）”；以及在某些其他版本中，美国宛如被超自然力量诅咒了一样：“代表女巫的共和国（the republic, for witches stand）”，而原文其实是“所代表之共和国（the republic for which it stands）”。每个摇滚乐手也都好奇为什么大家跟着吉米·亨德里克斯（Jimi Hendrix）⁷唱《紫雾》（*Purple Haze*）时，会唱成“原谅我，当我吻他的时候（scuze me while I kiss this guy）”。吉米究竟吻了几个人我们不得而知，但我们知道他唱的歌词其实是“当我亲吻天空的时候请原谅我（excuse me while I kiss the sky）”。即便已经记在脑中的文字也不一定是被理解的。

真正的理解要求以审慎的方式对文本予以细致、认真的处理。作者的意向也需要被考虑在内。显然，这并非对每个人来说都显而易见。把学习和消遣阅读搞混的学生不在少数。

因此，那个我们在前几章中得出的结论，即人们比其意识到的更肤浅，我们遭受着知识错觉之苦，扩展到教育领域也一样：学习需要通过更深入的信息处理来打破普遍存在的习惯。

发现你的未知

我们还是受知识错觉所扰，因为我们混淆了哪些是专家们知道的，哪些才是我们自己知道的。而事实上，从他人身上获取知识的权限让我们觉得对正在谈论之事尽在掌握。相似的现象也发生在课堂上：儿童也会出现理解的错觉，因为知识对于他们来说可谓触手可及、随需随拿。这些知识都在课本、老师和优秀的学生的脑袋里。人类不是为精通所有学科领域而生的，人类生来就能参与建设一个知识共同体（伟大的约翰·杜威多年前提出的又一个观点）。⁸

如果我们参与知识共同体的方式是在认知劳动分工中贡献一己之力，那就必须避免错误地把教育的目的设置为向一个个独立的思考者传授知识和技能。⁹一种想法是，我们上学是为了学习那些前人已替我们发现的知识；这种教育的目的是提高人们的个体智力。例如，如果我希望成为一名汽修工人，我想自己应该去学有关怎么修车的课程。一旦学成归来，我期待自己能够修车了。我可能还需要一些辅助，像是工具、零件以及一间车库，但在其他方面我应该都能上手了。如果我想当一名历史学家，那么我假定自己应该去学一大堆历史知识，包括事件、趋势还有年表，而且我至少应该表现出能够回答有关过去的问题的样子。如果我想当一名科学家，我就该去学校，学习所属领域的理论和数据资料。当从学校毕业时，我理应能够探索新事物、提出新颖且先进的理论，能把我学到的传授给他人，或许还能将自己所学应用在制造更好的工具上。

这种认为教育是为了增进个体智力的观点不完全正确，因为它立足于另一套存在问题的假设上：教育的目的是扩展你个人的知识和提

高个人技能；不管你所学领域为何，一系列的概念都应随着教育而更新和进步；接受教育之后，你所产出的知识应该比你当初学到的更加准确，而且你所能做的应该远不止于此。

这些说法并不是错的，但相当不完整。教育应增进个人智力的观点只是对学习的一种狭隘理解。它忽略了那些来自他人的知识。要修理汽车，机械师得了解谁是零件供应商，谁负责运输，怎么获知，如何确定哪些车被召回了，以及车辆最前沿的设计创新。今天，汽车所用到的技术来自世界各地。一名合格的汽修工人所接触到的信息遍布于整个汽车行业的知识共同体当中。因此，学习不仅仅是发展新知识和新技能，还包括学会与他人合作，意识到哪些知识是我们必须贡献的，而又有哪些空白是要仰赖他人帮我们填补的。

想象你正在学习西班牙的历史。只了解西班牙境内发生的事件还远远不够，你必须涉猎的还有罗马帝国、十字军以及摩尔族人的历史等许多相关知识。西班牙史本身所处的背景也是这段历史的一部分。你无须知道太多细节，你也做不到，因为实在太多了，但你至少要对西班牙的历史背景有个提纲挈领的理解。当你具备纲要式的理解后，就会知道哪些信息是可用的，以及从何处可以获取这些信息。如此你将能够利用知识共同体。

真正的教育包括让你明白有些特定的知识（这样的知识恐怕不在少数）是你不知道的。懂得留意你的未知，而不是盯着已知的部分。要想做到这一点，你必须放下一些傲慢身段，接受你对自己的未知一无所知这一点。找出你的未知，不过就是个关于你的知识边界在哪里，以及探求边界之外有什么的问题。寻找原因才是重点。学习的过程不是理出西班牙发生了什么历史事件，而是看看同时代的其他国家怎样影响着西班牙的历史。西班牙长期分裂不是你要学习的内容，你要学的是那些你不知道的，比如为什么会发生长期分裂。

身为个人，我们所知甚少，而且对此无能为力。因为要了解的东西实在是太多了。显然，我们可以学习一些事实、理论，我们也可以发展某些技能。但我们还必须学会如何利用他人的知识和技能。事实上，这才是成功的关键，因为我们能获取的绝大多数知识和技能都储存在他人身上。在知识共同体中，个人就像一幅拼图中的一小片。锁定自己这一片的位置不仅需要明确你知道什么，还得了解你的未知。找出你在共同体中的位置也需要超越你的知识本身，你的未知暗示着你的已知。

知识共同体与科学教育

了解未知的重要性并非我们的首创。这个想法已然获得了部分科学教育者的关注。哥伦比亚大学自2006年以来开设了一门名为“无知”的课程。¹⁰在课堂中会邀请科学家来说说他们的未知。来自不同学科背景的学者讨论“他们想知道的东西，他们认为至关重要必须要知道的东西，如何才能获知，一旦真的获知了会怎么样，如果不知道又会怎么样”这类问题。这门课的重点不在于教科书中的内容，而在于引导学生思考他们的未知以及他们可以去学习、了解的东西。这个想法的关键不在于学生本人的未知，而是整个科学界的未知，旨在激发和引导学生提出有关科学领域边界的疑问。这门课程不仅要求学生思考某些科学理论与相关数据，他们还要着手确定整个共同体的已知和未知。

了解某人之未知的一个好办法，就是通过从事某个学科的实际工作来了解这个学科。科学家工作在其所属领域的前沿。他们的工作就是把未知变成已知。因此，学着怎么当一名科学家就意味着要找出哪些东西是未知的。代表不同学科领域的学会组织都倡导这种科学教育方法。美国社会研究理事会¹¹主张历史的学习应该像历史学家研究历史那样。美国国家研究理事会¹²提倡一种被称为“科学的本质”¹³的科学教育哲学¹⁴：科学教育应该反映真实的科学；学生应当以符合科学研究实际的方式学习科学。然而，说总比做起来容易得多。美国国家研究理事会的建议基本上被忽略了。当今主流科学期刊——恰如其名《科学》——主编指出，即便在大学程度的基础科学课程中，事实类的记忆远远超过实践类的操作。这个问题在小学和中学阶段甚至更加突出。“科学的文字变得臃肿、肤浅，而且互不相关”，据教育理论

家戴维·珀金斯（David Perkins）¹⁵所言，部分原因是每个人心中都有一套标准：形形色色的利益集团和学者都坚持他们最感兴趣的东西应该被反复强调。为了迎合众人口味，教科书变成只会呈现事实的流水账，有想法没灵魂，没有任何对学理的深刻整合，所以，最终谁也不会感到满意。

让我们再回到科学这个本书作者自称通晓一二的领域。现实中，科学是怎么被研究的呢？事实上，科学家并不是整天待在实验室里忙于解开自然界的秘密。科学研究是由一个共同体来完成的。其中涉及认知劳动的分化：不同的科学家在其领域各有专精，而科学知识散布于整个科学家群体当中。这种分化不仅意味着每位科学家都各有所长，且知识的总和取决于每个成员。认知劳动的分化是一种永恒的存在，这个共同体吸收了科学家所做的一切。科学家使用的每一项技术，呼吁的每一条理论，提出的每一个想法都在共同体中成为可能。

想象你是一位当代分子生物学家，想要知道植物是怎么繁殖的：分别来自植物妈妈和植物爸爸的DNA是怎么结合在一起，一遍一遍地复制长出植物宝宝的。你读到一项有关转运RNA（核糖核酸）分子的新发现。在你采信这个说法之前，你会先重复验证这个发现吗？极少有人这样做。如果你真的这么干了，你将用尽所有的时间和资源来再现他人的研究。相反地，你干脆直接相信它（同时也要保证头脑清醒，说不定你读到的研究出错了呢）。与此相似，如果你新学到一个分析数据的进阶方法，你不太可能自己进行推导，检查每一个证明步骤或校验每一个近似值。重写一本曾被写过的书要花掉更多的时间。当共同体向你推荐某种方法时，通常情况下，跟着做就行了。

科学就是在做证明，能得到证明的结论才会被发布。证明有多种形式。其一是通过直接观察（在显微镜下，我们能够亲眼看到受精时父母亲的染色体配对的过程）。另一种证明形式是推理（“遗传学之

父”格雷戈尔·孟德尔通过观察性状如何从亲代遗传给子代推理出染色体的存在）。

然而，大多数科学结论既非来自观察，也非基于推理。相反地，它们源自权威，那些写在课本、期刊里的以及专家朋友告诉你的都是权威。¹⁶知识共同体的智能之一即在于此，对事实直接给出证明将会耗费太多时间，付出太大代价或者相当困难。知识当中的绝大多数细节都需要由知识共同体帮我们填补。每个人的理解，无论你是不是科学家，都仰仗着他人的知识，因此，对学生来说，比亲自学习这些事实和证明它们更重要的是了解哪些是已经被探索过的，哪些是可以被他人证明的。分子生物学实验室只有利用那些研究者或许还未完全领会但已被分子生物学界普遍接受的工具和方法，才能取得研究进展。由于大多数知识并不在研究者自己脑中，就像我们常人一样，科学家也选择直接相信前人的成果。我们驾驶汽车，却对这项不可思议的技术知之甚少；我们点亮灯光，却并不完全了解开关的工作原理（现在我们使用的开关装置远比你以为的要复杂精妙得多）。科学家所谓的真理大多数都可以归结为信念问题，这个信念并非什么至高无上的存在，而是相不相信别人说的真理。与宗教信仰不同，这种信念可以诉诸一种更高的力量，即验证的力量。科学的宣称结果是可以被检验的。一旦科学家宣布了虚假的结果，或出了差错，最终很可能被识破，因为如果这项研究议题足够重要，总会有人去尝试重复实验却发现结果无法再现。

科学家当然在乎真理，但在他们日复一日的生活中，寻求真理远不如知识共同体带来的社会生活重要。作为一名研究人员，简·多伊（Jane Doe）的成功与她在实验室的重大发现只有间接联系。她将会凭此得到哈佛大学的教职，并且，只有这些引人注目的研究成果能够顺利发表，她才能留在哈佛。因此，她的主要工作就是去说服别人相信她的研究有多么重要，这份工作事实上就是如此。要想获得发表机会，她必须写出论文，得到评审和编辑的认可，印在高水准的期刊

上。通过这种方式，科学家之间长期相互评价研究成果，无论你承认与否，评价是一种社会行为。

科学家还必须争取资金和其他资源来展开研究，向学生和助手支付薪酬，以及到处参加研讨会和论坛之类的学会活动。资源的提供者包括政府机构、基金会和其他组织。某些决定资源配给的人自己也是科学家（此外还包括政客和商业人士）。所以，这些人也是被说服的对象，让他们相信资助一名科学家将对更大的群体（或资助者个人）有益。这乃是科学家依靠共同体的另一种体现。

因此，如果你相信科学教育应该反映科学本身，那么就要培养人们对他人知识的信赖。这将有助于培养出能与周遭环境和睦相处的成熟个体。其重要性也出于某些法律上的理由。个人，甚至是作为非科学家的普通人，都得对过失负责，即便科学知识理应预见到这些损害的发生。我们小时候，听说过一个家伙用白色清洁粉冒充可卡因倒卖。尽管那时年纪尚小，我们也意识到了这种行为不仅违法而且邪恶至极。我们当时对生物化学一无所知，但也足以明白任何理智的人都想得到把清洁剂吸入鼻子将可能导致致命的后果（或者更糟）。与此类似，小孩子知不知道往下水道排放机油对环境有害呢，他们知道。无知不是借口。我们需要科学家的协助来了解某些行为的特定后果，但我们也得为这些后果负责，即使我们不是科学家。从这个角度来讲，我们得依靠科学家保证自己的日常活动合理合法。在生活的方方面面，知识是相依共生的。我要担负的法律责任我自己都不一定知道。

今日，知识的共生性前所未有的重要。交叉学科已在众多科学领域中如此普遍，其涵盖范围之广，使掌握做研究所需的全部知识变得不可能。科学家比以往任何时候都更仰赖他人来开展研究。我们所研究的认知领域提供了一个完美的例证。近来，认知科学的许多创新都依托于众多不同领域的成果。正如我们先前提到的，计算机科学长期

以来在认知科学当中扮演着重要角色。许多认知科学家正在利用神经科学发展出的方法。物理学对研发脑功能测量设备做出了重要贡献，并且还为信息的习得和流动提供了精妙的数学模型。本书呈现的观点是认知科学家从人类学、文化与社会心理学当中汲取、同化的产物。我们也希望借此展现信息流的另一个方向：在此讨论的观点正被来自其他众多领域的人阅读和吸收。

共同体趋向于更大更多样化的指标之一，即期刊文章作者的平均人数不仅所有增加，而且增量惊人。医学文献资料库是一个包含生物医学领域已发表的上百万文章的数据库。每篇文章的作者平均数已经从1950年的1.5人增长到2014年的约5.5人，增长了近三倍。¹⁷ 这意味着，当今发表一篇论文需要一个平均由约6名科学家组成的共同体完成。像许多其他学科一样，科学共同体也是团体作业。

科学教育不止教授科学理论和事实。它还需要让学生们注意到他们知识的局限性，并学会如何通过共同体的合作来填补空白。这意味着得去了解谁的说法值得信任以及哪里能找到货真价实的专业知识。当某人提出一项科学发现时，我们该相信他吗？对每个人而言这都是个重要的问题，无论对科学家还是普通人来说都一样，因为遵从专家的建议总比相信我们自己更靠谱一些。¹⁸ 如果你捡到一个蘑菇并决定要不要把它吃下去，你可遵循专业采菇的朋友提出的经验法则，比如，别碰阳伞形状的蘑菇，或者你可以请教一位专家。你真的该去问问专家的。而且如果是你的孩子要吃它，你就有责任必须请教专业人士了。许多情况下，获取专家意见是唯一理智的做法：当你搞不清皮肤上一个异常的小色块是什么的时候；当你车上的刹车片冒烟的时候；当你正考虑把一生的积蓄都花在购买一家激动人心的新公司股票上（或买下布鲁克林的一座桥）的时候；或者，当你正在琢磨着把健怡可乐和盐酸混在一起清理餐具上的铁锈的时候。

怎么确定你获得的建议是否出自一位专家之口？如果你了解这条宣称背后的科学原理，那你可就握有试金石了，能够直接对这种宣称做出评判。但通常情况下，你缺乏必要的知识。不过，你可以质问这条结论是否基于可再现的证据，或者它是不是你朋友的朋友的醒世恒言。它是发表在同行评审期刊上，还是刊载于《纽约时报》（*The New York Times*），或者街头小报？了解科学的本质，包括研究过程、学术造假、同侪审议机制，以及科学的变化和不确定性，都对获取评估科学宣称的能力至关重要。

此外，与科学有关的经济学也不容忽视。科学做得不好，谁会从中渔利？答案不仅仅是那些搬出一堆可疑的研究证据，自称其产品有奇效的营养保健品公司。人们通过多种渠道从科学中牟利。营利媒体大肆炒作（有关爱情的脑区至今尚未被确定）并总是过度简化某些科学论点。身处前沿领域的科学家们常常因媒体作品对其研究的断章取义而大失所望。鲜有新闻媒体能做出正确的报道，他们的宣传中总是犯一些莫名其妙的错误。因此，一线科学家在看待媒体对其研究的报道时，往往半信半疑，倾向于持保留态度。教育的目标之一应该是让身为非科学家的普通人也能用批判的眼光审视媒体报道。一旦有能力进行批判思考的观众够多，新闻机构或许也会合力追求报道内容准确无误。

教育的重点之一即判断某个结论是否可信，谁对它有发言权，以及这个人是否可信。做出上述任何一个评判都绝非易事，但受过教育的人理应做得更好。这不仅仅适用于科学，还包括我们所教授和学习的一切，无论是法律、历史、地理、文学、哲学，或任何其他领域。

学习共同体

以上这些对这课堂有什么影响？这说明我们应当把杜威的忠告铭记于心，教育的对象不是一个个独来独往的“人”¹⁹，我们教的是一群依靠这个世界来学习，通过互动来解决问题²⁰、保留信息的人。

身为教育研究员的安·布朗（Ann Brown）拥有在数个机构中短暂但出色的从业经历，她从中找到了实现这种教学的办法。在一个被她称作营造学习者共同体的项目中，她聚焦于团队合作在学习中的重要性。在项目中，一个班级的小学生们拿到一个诸如“动物的生活”之类的话题。这个班级的学生被分成若干研究小组，每组都专注于这个话题中的一个部分。某一组可能侧重于研究动物的防御机制，另一组则关注捕食与被捕食关系或保护免受外界侵害的机制或生殖策略。每个研究小组都利用各种各样的资源，比如请教老师、采访专家、电脑以及书面材料，但最终都要为各自的研究成果负责。老师们仅略做引导。学生们的任务是全面掌握他们的课题，尽可能多地了解他们所负责的那部分内容。

这时，认知劳动分化起作用了：整个班级重新组成教学小组，其成员分别来自各个研究小组，每组一人。他们称之为拼图法，因为每位学生参与其中的角色宛如一块拼图。他们也确实在完成一幅拼图（谜题）。本例中的谜题是设计一种未来的动物。现在，每个学生都是他们在第一阶段查过资料、做过研究的课题的小专家了。如此一来，在第二阶段，每个教学小组都由一系列专家组成，谜题中每一个相关部分都一定能得到解决。

这项团队/重组团队策略暗含着一个知识共同体的模型。正如安·布朗所言：

专业知识的分配是有意而为之，但学生们在不同领域各有所长，这也是自然结果。学习和教学很大程度上有赖于创造、维系和扩展一个从事研究实践的共同体。共同体的成员之间相互依赖。没有谁孤身一人，没有谁无所不知，合作学习对生存而言是必需的。这种相依共生营造了共同承担责任、彼此尊重的氛围及一种个人与团体认同感。²¹

这种策略的成功不仅体现在出色的学习成果上——学生们设计出了有趣的动物，也体现在有关动物生活的教学上。参与拼图法的学生比只读阅读相同资料而未涉及研究活动的学生对所学内容了解和掌握得更多。参与研究小组让个人得以分享见解并传递给他人，以此来激发新想法。集体思考创造了一个更丰富多彩的智力环境，每个人的思维都可以沉浸其中。

上述结果着实令人赞叹，如果没有在56岁（1999年）就英年早逝，安·布朗或许将发展出更多方法。对她而言，这些成果的重要意义之一，是它们为课堂的多样性提供了论据。²²涉猎更广泛的专业知识对学习及学业表现都助益良多。一个多样化的团体中集合了不同背景、类型、性别和种族的成员，能够拓宽知识的范围。

原则上，这种集体学习的策略没理由不被应用到小学课堂上。但对于高年级学生和成人则必须做些调试，至少我们会建议使用不同主题的拼图（谜题）。但是，先发展出一群专家，再将专精于不同方面的专家重组，这种基本思路总体来讲是适用的。试想一下，让大学生修习不同的基础科学课程，然后将他们分成小组，每组由修过不同科目的人组成。每组都拿到一个待解决的问题，比如节约用水或者设计

一个更好的计算机接口。这样的小组可能比那些惯常依志同道合而自发组建的团队更具生产力和创造力。

除拼图法之外，多种集体学习策略经试验也获得了部分成功。它们常常伴以“同侪教育”²³之类的标题出现，也包括同侪辅导、合作学习以及同侪协作等等。这些学习小组在空间与资源共享的情况下最有成效。这有助于注意力与协作力的共享。²⁴其他学习理论也应得到善用。例如，我们知道，要求人们给出解释能够让他们学得更加深入、透彻²⁵，因此这些可以放入学习策略当中。

让每个人什么都学是徒劳无效的。相反，我们应该发挥个人的优势，让人们展现出他们最好的一面。我们也应该重视那些能够促成与他人共事的技能，比如同理心和倾听的能力。同时，这也意味着要教授批判思考的能力，促进沟通和意见的交流，而非仅盯着事实本身。这是一种自由教育的价值观，与你为了获取职业技能而进行的学习截然相反。²⁶

该教育策略不仅旨在让我们成为更称职的科学消费者，也让我们对任何一般性信息的接收都更加有效。在解读媒体报道时，我们都要心怀疑问。除了司空见惯的煽情和愚蠢的报道，更值得警惕的是，虚假信息的提供者往往还有更恶毒的企图。阿德里安·陈（Adrian Chen）在《纽约时报》上揭露了俄罗斯一家叫“巨魔农场”²⁷的公司，该企业的员工被要求使用多个虚假身份，通过写博客、在社交媒体网站上发帖以及大批量地在新闻网站的评论区留言等方式，宣传支持克里姆林宫的观点和无根据的传言。令人悲伤的是，这类事件在政界和商界长期以来都层出不穷。市场营销机构只对其客户发布有关产品的正面反馈。上述文章的新颖之处在于，作者陈把这家公司，该互联网研究机构，与最近的几起谣言联系起来，包括2014年9月11日那场路易斯安那州圣玛丽郡从未真实发生过的化工厂爆炸。这场假爆炸通

过多方消息迅速传播开来：短消息，其中一条被发给国土安全局局长；向新闻记者和政客发出的推文；最让人意想不到的是，美国有线电视新闻网网站的屏幕截图显示，全国都受其影响；在一则YouTube视频中，某人正在看电视报道说有“伊斯兰国”组织声称对该爆炸负责；当地电视新闻组织的镜像站点也行动起来；维基百科还建立了有关这场灾难的词条。所有这些都是在编造出来的。幸运的是，我们日常接触的信息来源少有如此罪大恶极之流。但不可靠的信息源也够多了，我们应当提高警惕。

对他人的依赖让我们更容易被那些利用这一点而散布谣言的人所伤害。让学生具备科学素养，且更有能力把准确无误的论断从一大堆废话和噪声中分离出来，其意义比写出更好的教学策略论文更深远。

[\[1\]](#) 杜威. 经验与教育[M]. 李培圃, 译. 南京: 正中书局, 1941.

第十二章

做更聪明的决策

苏珊·伍德沃德（Susan Woodward）是一位金融经济学家，曾任美国证券交易委员会和美国住房与城市发展部的首席经济学者，长期致力于帮助人们做出更好的财务决策。

伍德沃德的职业生涯始于学术界，她在斯坦福大学、加州大学洛杉矶分校和罗切斯特大学分别都有金融学的从教经历。基于金融和经济的学术背景，她过去认为，消费者总体上获知了足够多的信息，且往往会做出对自身最有利的选择。当她进入从事公共服务的住宅与城市发展部，开始与普通消费者打交道后，这种观点也发生了变化。她考察了联邦住房管理局贷款利率，这是一种受政府支持的抵押贷款，之后她第一次意识到有什么东西不太对劲儿。这些贷款所提供的补助很类似，因此，对借方而言，利率不应有太大的差别，但事实上，差别很大。苏珊将这些差异归因于许多借款人对抵押贷款一事并不了解，而贷方正是利用了这一点。贷方似乎会评估借款人的知情程度，而对那些了解较少的人则会提供更糟糕的借贷条件。

由于在政府机构及私营部门的任职经历，她研究过诸如共同基金之类的其他金融产品。堆积如山的证据表明，人们对各类财务决策的了解相当有限。苏珊为我们总结了她的总体评价：“在证券交易委员会，我不仅仅参与焦点小组，而且参与那些重在调查消费者中有谁了解这些议题的研究，而结果是几乎没人了解。”

苏珊的观点获得了实验证据的支持。财务决策最关键的要素之一是评估储蓄额或债务额随时间的变化模式。我们今日所做之决定应取

决于对未来之预期。我们现在开始存钱，是因为我们相信当将来需要钱的时候，这些储蓄会让我们生活无忧。我们坦然地通过抵押贷款买房买车，是因为我们预期能在一段合理的时间付清余款。当变化模式简单时，人们对储蓄额或债务额之改变的预测相当在行。当事物以某种恒定的模式变化时，这种变化可以用一条直线来表示，我们称其为线性模式。假设你每月把20美元放在床垫底下，很容易预测出一年后你的床垫下面会有240美元（这12个月中，每月都有20美元的线性增长）。但财务往往是非线性的，在这种情况下，人们理解起来就不那么容易了。这会导致相当糟糕的决策。

储蓄行为是个极佳的例子。人们总是存不够钱，又行动得太迟。没有储蓄的原因有很多，而其中一个重要因素就是没有领悟到复利的威力。当一个储蓄账户开始赚取利息时，利息计入存款，储蓄也随之增加。于是大量的存款赚得了更多的利息，这又大大增加了储蓄。正因如此，储蓄的增长是非线性的。数年后，复利真的累计在一起了。但人们往往不明白这一点。相反，他们把储蓄视作一种线性变化。在一项由加州大学圣地亚哥分校的心理学者克雷格·麦肯齐（Craig McKenzie）¹和美林财富管理的行为金融学现任主管迈克尔·利尔施（Michael Liersch）共同主持的研究中，他们要求受试者回答下面这个问题：

假设你每月向一个年利率10%的退休储蓄金账户存入400美元。（你从未从这个账户提现。）在10年、20年、30年以及40年后，你认为你的账户里会有多少钱（包括利息）。

你觉得答案是多少？受试者对40年后账户金额猜测值的中位数是22.3万美元。事实上，正确的答案接近250万美元。这就是复利的力量以及尽早并经常储蓄的价值。

这里还有另一个线性思维引发财务迷思的例子。你的信用卡有欠款吗？如果有，你可能每个月都会收到一份报表，且必须决定要付多少钱。报表上的其中一条信息就是最低支付额。这就是你得以在信用卡公司保持良好信誉而必须支付的最小额度。很多人都选择这一级别的付款。不妨花点儿时间想一下，若选择最小支付额，你得用多长时间才能付清欠款。

杜克大学管理学教授杰克·索尔（Jack Soll）与其同事主持的一项研究显示，由于对非线性问题本质的误解，你可能大大低估了还款所需要的时间。²试想有一万美元的欠款，年利率为12%，你决定每月还款110美元。你多久能还清债务？答案可能会让你大吃一惊：241个月，也就是20多年。为何要这么长时间呢？第一个月，110美元中包括了100美元的利息（总利息1 200美元的1/12）加10美元的本金。第二个月的计算方法也一样，但此时的本金略低了一些，利息相应也减少了。你的付款水平仅仅比利息高了一点点，这让还款期又被拖长了。随着你要支付的本金越发接近于0，还款期也趋向于无穷无尽。随着还款额的增加，还款期也急剧缩短。如果你每月多付10美元，即月还款额120美元，很快，你在5年内就可以还清债务。

尽管241个月是一段相当长的时间，但它总比无限期要短。早在2003年，信用卡公司就获准设定最低还款额，而且想多低就多低。猜猜怎么样？许多人都选择最小还款额，有时候甚至连支付利息都不够。他们永远身陷债务之中。有时，欠款甚至还会增加！许多不了解非线性函数的善良人一定会被当月“定额”气得半死，而下个月又会收到一份一模一样的信用卡账单。

2003年，美国立法要求信用卡公司设定的最低还款额必须使债务能在“一段合理的期限内”付清。各银行依不同规则来设定这个最小值。例如，美国大通银行保证最低还款额能支付利息加至少1%的本金。³

抵押贷款是另一种很难理解的非线性情况。抵押贷款通常是结构化的，以便每月的付款额保持一致，通常还款期为15年或30年。每个月都有一部分还款支付利息而另一部分支付本金。较长的还款期意味着较低的月付款，而每月支付本金的减少意味着下个月必须为剩余的本金支付更多利息。想象一下，你有一笔25万美元的抵押贷款，利率为5%。如果你要在15年之内还清，最终，你付给银行的贷款总额将在25万—35万美元之间，其中包括约10.5万美元的利息。如果你选择了30年期的抵押贷款，你付给银行的总额将达48.3万美元，其中含利息23.3万美元，是15年期的两倍之多。在现实中，区别可能会更大，因为你通常会凭更短的还款期限得到更优惠的利息条件。该差异之巨大令许多人惊讶不已，因为这也是一个非线性问题。许多身负债务的人对抵押贷款的机制了解得并不透彻。相反，他们倾向于单凭直觉做出选择，试图把每月还款额降到最低。

解释的朋友和敌人

理解是肤浅的，而且不仅仅表现在做财务决策的时候。人们在购买任何一种产品时都不关心其细节。试想你去商店买创可贴，看到货架的盒子上印着一个很棒的新广告。

泡沫填充物让伤口更快愈合。

你愿意为这些创可贴花更多的钱吗？也许会，但你可能会问：它们是怎么起作用的？如果给你一点点的说明，你或许会更加相信并愿意多付一点钱。事实证明，几乎人人都喜欢多获得一点说明。⁴ 当我们在广告中加入下面的细节后，人们对这种创可贴越发青睐了。

泡沫加速了伤口周围的空气循环，由此达到灭菌效果。这使伤口愈合得更快。

告知泡沫的用处，这给人们一种得到因果解释的感觉。但这个解释实际上很肤浅，它没有告诉我们泡沫是如何加快空气流通的，也没说为何空气流通能杀死细菌。碰巧，大多数人并不想了解这些细节性的问题。我们试一下再多加一点说明来给出回答。

泡沫将填充物与伤口隔开，使空气流入。空气中的氧气会抑制大量细菌的代谢，并消灭它们，让伤口愈合得更快。

实际上，此时大多数人对产品的评价却降低了。过多的因果说明真的会让消费者丧失兴趣。

当我们进行决策时，绝大多数人都是“解释的敌人”。我们就像金发女郎：关于解释的细节存在一个最佳点，太多太少都不对。事实上，我们都知道总有那么几个人不在此列。他们试图先掌握所有细节，再做选择。他们会花上数日学习一切能找到的资料，弄懂新技术的全部来龙去脉。我们管这类人叫作“解释的朋友”。

“解释的敌人”和“解释的朋友”之间究竟有何差异？答案是我们已在第四章中讨论过的认知反射。在认知反射测试中，得高分者往往不会被诡计欺骗，因为反复斟酌自己的理解程度是他们与生俱来的禀赋。同样，认知反射程度高的人对所给出说明的满意阈值也会更高。如第一条广告语那样浅显的解释说明，以及第二条都无法满足他们的胃口。他们想知道的更多。但绝大多数人都是“解释的敌人”。他们早在得到第三条广告那样的说明之前就心满意足了。加入过多的细节只会让产品显得越发复杂难懂。谁知道细菌的代谢活动会和估量要不要买一小盒创可贴有关？有谁会在乎呢？

做“朋友”还是当“敌人”，哪个更好？这个问题并没有正确答案，两者都各有利弊。世界是复杂的，因此了解一切是不可能的。耗费大量的时间用于掌握无关紧要的细节，就像“解释的朋友”所做的那样，可能是在浪费时间。此外，即使某些人在其专业领域是“解释的朋友”，比如厨房用具、古董汽车或是音响设备，而当谈到他们不那么在意的东西时，他们又往往成为“解释的敌人”。

市场正是利用了“解释的敌人”对细节的厌恶。大多数广告都仰赖一些模棱两可、闪烁其词的理由。广告倾向于让受众聚焦于广告商希望观众联想到的某个人（例如一个相貌平平的建筑工人）或是观众眼中的某个角色模型^[1]（一个色眯眯的大汉），并含糊其辞地说明该

产品将如何改善你的生活，同时也发出免责声明。一支抗抑郁药物电视广告只用了5秒钟介绍临床上的药效证据，却花了55秒来表现药物可能出现的副作用，广告的背景是一个邻家女孩型的姑娘迎着阳光，探索着生活中微小的快乐。另一支广告仅仅提到这种药物是“有帮助的”，以及花了45秒对潜在副作用进行说明，画面又是女性重获新生的样子，虽然这次是中年妇女。即便如此，已经比那种只有一群性感年轻人欢笑玩闹的啤酒广告提供的信息多多了。

另一个极度依靠“解释的敌人”的行业是护肤品行业。⁵化妆品公司给那些装在小瓶子里的许诺能“修复你的DNA”或“让你年轻20岁”的乳膏标上不可思议的高价来赚取利润，而鲜有临床证据支持这些噱头。他们是怎么成功的呢？通过给出表面上看起来有凭有据、像模像样的伪科学行话。整个护肤品行业的涌现都离不开伪科学。“肌肤科学门诊”提供诸如高级影像设备及“肤色分析软件”之类的极具吸引力却毫无临床证据的技术。这全部都是护肤品公司的营销手段。

在某种程度上，我们面对误导性宣传和无力的解释说明时的脆弱是无法避免的。我们的许多决策都需要对世界运行机制的推理。我们得估计哪种饮食计划最有效，哪种轮胎最有利于雪地行车，或是哪种投资方案将能让我们退休后过得最好。世界的复杂程度令人生畏，因此，每个人所面对的决策范围太过广泛，以至任何个人都无法掌握所有的细节。假如我们每次想买一包创可贴的时候都不得不把细菌的代谢过程研究一番，很多人可能就干脆任由伤口化脓算了。所以，大多数情况下，我们只是随便拿一个看着还不错的，而且通常还都挺管用的创可贴。

信息不是越多越好

要帮助消费者脱离无知，第一反应自然是通过教育。其设想是，如果你教会他们所需要知道的东西，他们将做出更明智的决定。

这种用于改善人们财务决策的尝试已经不是一天两天了，因为它牵涉到我们一生中最重要决定，比如买房、养老、上大学。考虑到我们社会中的财富总量，有这么多人生活徘徊在财务破产边缘着实令人震惊不已。骇人的统计资料显示了许多美国家庭财务状况的脆弱性：只有1/4的美国家庭表示他们有信心在一个月内筹到2 000美元。⁶一旦发生意外、生病或家里的顶梁柱被解雇了，会有什么结果？这里还有另一个更骇人的数据：美国中产家庭的积蓄在退休后只够三年的生活花费。⁷显然，这也差得太远了。

为试图解决这个问题，各国政府及全球的游说团体已经在财务教育计划上投入了数十亿美元。但这些都无济于事。截至2014年，至少有201项研究分析了理财教育对培养积极理财行动的影响，如退休储蓄、准备应急基金、避免开空头支票以及按时为信用卡还款、提升信誉等等。这些教育项目几乎没有任何成效。即使稍微有那么一点点，在教育介入几个月后也消失了。⁸这不禁让人想起我们在第八章中讨论过的，在缺失模型引导下增强科学素养的失败尝试。

我们认为上述努力的失败之处在于：它们将决策的重担全部放在个人身上。做决策的是个人，因此，个人必定要被教育去做正确的决策。一旦出了问题，受责备的也是个人。

然而，这和我们在整本书中看到的是同一种谬论。个人并不自己做决定，而是由别人来设计选项，另有一些人呈现这些选项，还有一些人提出建议。此外，人们有时还会效仿他人做过的决策（例如，股神沃伦·巴菲特决定买某一只股票，许多人都会追随他的脚步）。我们应当从集体性的角度来考虑做决策这件事。决策所需的知识不仅在个人的脑袋里，还在很大程度上仰赖着知识共同体。

误导性宣传和无力的解释说明也是知识共同体的产物，其得逞正是因为我们倾向于让别人替自己思考。仅提到共同体就常常让人们觉得自己已经了解得够多了，至少足以做出决策。因此，我们很容易被那些听上去不错，但未给出任何实质性优点的产品打动。如把“天然”和“有机”之类的词语放在那些与同类相比既不天然又不有机的产品上，可能会产生误导。类似地，在这个所有食品都标榜“不含麸质”的时代，“不含麸质”的标签甚至被贴在从来不曾含有麸质的食物上。而又有多少人知道“益生菌”是一种有益的膳食补充剂？

不了解知识共同体的作用可能导致相当微妙的结果。当人们置身于一个充斥着上百种复杂选择，专业术语印满小标签的市场中，他们可能会不知所措，并缴械投降。

不妨想想这个被称作“年金悖论”的经济学难题。这是一种被设定为保险政策的养老金。一次性付清后将确保你在余生中每月都收到一笔定额回款。回款的多少主要取决于你当初的支付额以及收益款的起始接收年龄。许多经济学家都认为年金是相当不错的投资方式，但很少有人购买。大量研究都试图解释为什么消费者对年金兴趣索然，其原因之一就是消费者并不了解它们。

在一项与科罗拉多大学合作的研究中，我们把年近退休的受试者请入实验室，并让他们在电脑上评估一份年金手册。我们用一台叫作眼动仪的设备追踪人们在阅读手册时眼睛盯在哪里。为了模拟日常生活中的干扰因素，电脑屏幕上也安排了其他各种内容的网页，我们想

知道受试者的注意力从年金手册上移开的频率。一组受试者阅读了一份直接从一家大型金融服务公司拿来的手册。另一组读到的则是一个简化版本，我们通过提供较少的细节缩短了它的篇幅。

如果你看过标准的年金手册，或许能预测出我们的研究结论。这本手册很长（20页），写满了专业术语以及大量令人生畏的数字信息。眼动追踪数据显示的结果不容乐观。你会看到，一开始，我们的受试者确实很努力地想要集中注意力。他们花了很长时间浏览手册的前几页，几乎不去看干扰性网页。但随着时间的推移，他们的注意力开始懈怠，接着完全瓦解。到手册的最后几页时，他们在每一页上几乎都没花什么时间，注意力也总是跳到那些网页上。阅读简化版的受试者的表现则好得多，但即使如此，集中注意力对他们而言也相当吃力。

很难将其归咎于这些人的懒惰或无知。他们是真的想要集中注意力并汲取信息，但注意力让他们大失所望。

这个想法远远超过了年金本身。最近，我们收到了一封前雇主的来信。在此节选部分予以展示。

您持有一项为期5年并由×××公司转入的退休保险金。这意味着公司无权收回。在您未从事任何工作至少一年以后，账目将全数转出。转账将在不久之后发生。请注意，该股权涵盖了培训、限期就业以及正式入职后的年资，但其计算结果可能与您在×××公司工作的实际年限不符。

此信后面的几段也是这种论调。你明白其中的含义吗？反正我们没弄明白。我们可以试着弄清楚，但是大多数人的做法则是：把它丢进垃圾桶，接着把注意力转到更迫在眉睫的事务上面。但愿对这封信的忽视不会酿成大错。

遇到此类法律术语，我们的因应方式反映出对知识共同体在决策中所扮演之角色的认识不足。此类信件都是由专家撰写的。这些专业人士以为但凡同行专家看得懂的，每个人必定都能够理解。这就是知识的诅咒。这也是身处知识共同体的后果——我们无法分清楚什么是自己知道的，什么在别人脑袋里。

最重要的是，大多数人不愿意了解细节。我们当中的绝大多数都是“解释的敌人”。我们总是对并不真正了解的事物心怀抗拒。有时，我们甚至都没有意识到自己在理解上是空白的。即使意识到了，我们也常常不情愿或不好意思向他人求助。

蜂巢经济

理财决策是阐明知识共同体的绝佳实例，因为金融资产的价值在根本上取决于整个社群。经济学复杂得吓人（这也就是为什么它被称为“沉闷的科学”）。大多数个人对此只有最粗浅的理解。然而，经济学依旧稳步前行，因为它们并非倚赖个体的理解力。一种经济制度能有效运行，是因为我们每个人都分担了一小部分。经济是说明蜂巢思维的绝好例子，一个复杂得难以置信的系统涉及许多个体心智的通力合作。这就是秘鲁经济学家埃尔南多·德·索托（Hernando de Soto）反复强调的经济支柱：“记住，对某些特定资产的排他权不是来自你自己的想法，而是由于在其他人心中的观点也支持你的这种专有权。这样的想法极度需要彼此，用以维护和掌控彼此的财产。”⁹

在第八章，我们讨论过人们对共同体的信念何其强大，强大到足以让聪明人都相信那些不可理喻的荒唐之事。但是这些信念的威力也是有限的。那些骇人听闻的流言并不会因为众人的笃信就成为事实。即使世界上人人都相信地球是平的，它也不会真的变平。而经济是个例外。

费是一种如巨型甜甜圈般的石灰石，生活在密克罗尼西亚联邦雅浦州一个小岛上的雅浦人用它作为流通货币。这种石头真的很大，直径可达20英尺，重数吨。有些石头大到即使货币的所有权发生变更，新主人也不会移动石头。石头仍然留在原来的地方，但大家都认同它新的所属权。在一则传闻中，一大块石头从独木舟上掉了出来，沉入海底。没人再见过那块石头，但它仍保持着原有的价值且继续被用于交易。雅浦人虽然看不到这块石头，但他们推测并认定它一直都在那里。

对西方人而言，这个故事简直匪夷所思。一块沉在海底的大石头怎么会有价值？但雅浦人的经济制度并非奇闻逸事。这大致就是经济的本质。上溯到20世纪30年代，我们的经济也是建立在一块块看不见的石头上。我们的石块是由金子而非石灰石构成的，它们被藏在诺克斯堡（美国国库黄金存放处）而不是海底，但相似之处还是显而易见的。

今日，我们不再使用金本位，但你口袋里的美元钞票能值那么多钱正是因为其他人也认同其价值。如果每个人都突然得了健忘症，不记得钞票所代表的含义，那美元的价值恐怕只剩烧火了，可能还不如柴火值钱呢。金钱的价值来自公众对其价值的信念，其价值取决于社会契约。别人可能会用某件东西，比如一根巧克力棒，交换你的一美元。而那人愿意这样做的唯一原因，就是他相信其他人也会拿其他东西换取这一美元。而那些第三方也愿意这样做同样是因为他们知道还有别人会为会此而进行交易。金钱具有价值，是因为共同体通过交易意愿认定了它的价值。甚至，连金钱这样本质上非常个人化的东西也都是知识共同体的产物。

这不只是学术问题。经济的状况还取决于人们的信念。在17世纪的荷兰，当人们相信能从郁金香球根上赚取暴利的时候，一棵球根的交易价格抵得上一个实业中产家庭一年的收入。而当人们不再相信这一切时，整个市场也土崩瓦解。多数经济泡沫都与此大同小异。在2008年金融危机爆发之前，房价曾一度飞涨，因为大家相信房地产价格会持续上涨，而他们也都想从中分一杯羹。让问题更加棘手的是，购房者利用如可调利率贷款之类的复杂手段来抵押买房，却无力偿还。抵押贷款可能是我们大多数人将会做出的最重要的财务决策，但如我们所见，绝大多数人连简单的抵押贷款都不了解，更别提那些闻所未闻的金融产品了。我们相信细节无关紧要，因为知识共同体一直都触手可及。当需要了解细节时，我们可以去找顾问咨询，市场也会筛选出最顶尖的金融产品，因为早已有人做了研究，法律条文也旨在保护我

们这样的门外汉而非那些金融专家。知识共同体让我们觉得自己比想象中理解得更深刻，而且也让我们在做此类复杂决策时具备必要的信心。

正如经济取决于认知劳动分化，家庭也在财务理解方面做出了劳动分工。许多人在生活中几乎对金融信息视而不见。一项由得克萨斯大学的阿德里安·沃德主持的研究揭示了情侣们是如何在财务决策中进行分工的。沃德询问这些情侣交往了多久以及各自负担了多少理财决策。下一步，研究者用一系列有关金融常识的测试题评估了这些情侣的财务素养。不出所料，随着交往时间的增长，负责理财事务的那个人的财务素养也相应提高。可谓熟能生巧，实践出真知。比较令人惊讶的是，情侣当中不负责理财事务的那一方确实财务素养较低。显然，这就是“用进废退”的道理。沃德告诉我们，他在这项研究中的最大的收获就在于，了解认知劳动分化如何影响人类的学习，进而造成我们在自己的角色上越陷越深。“对我来说，这项研究的关注点在于，对他人的依赖如何影响注意力，因而影响学习和知识的获取，进而影响决策和随之而来的各种后果……如果你在财务上一窍不通，却肩负着理财的责任，你会留意周遭与理财有关的事物，这让你渐有起色。如果你卸下理财的担子，恐怕连金融相关的信息都不会多看一眼。”

做决策是人生中无可避免之事，即使那些非常重要的决定，也常常是未经深思熟虑的草率之举。那么，我们该如何帮助人们做出更明智的选择呢？

推向更好的决策

芝加哥大学的经济学家理查德·塞勒（Richard Thaler）和哈佛大学法律学者卡斯·桑斯坦（Cass Sunstein）提出了一种被他们称为“自由家长主义”的哲学。虽然这个名字又长又拗口，但概念本身却是简洁明了且令人信服的。其主要的发现是，人们并不总能做出最好的决定；他们并不总会选择更可能达成目标的选项。这样的例子比比皆是。我们会点一个大比萨而不是一大份沙拉，又在离开餐厅的时候懊悔不已。我们会去跟一个相貌迷人却毫无幽默感的人约会，于是这次连餐厅门还没出就开始后悔得捶胸顿足了。我们会买一条10年前能穿得上的裤子，因为我们还没准备好承认自己到底发福了多少。我们以为回家的路程很短，于是就找出一堆理由不叫出租车。还有，我们都认同器官捐赠并希望成为器官捐赠者，却从未花点时间在驾驶证背面签字，因此，即便某日不幸降临，也不会有人受惠于我们的器官。上述的每个例子中，人皆凡人：做出抉择或三思之后悔不当初。

自由家长主义者认为行为科学会成为一种良性推力，用以改善我们的决策。行为科学可被用于找出我们后悔并改变决策过程的原因，这样，我们在未来就会做出更好的决策。这种变化被称为“助推”。其理论是，行为科学可被用来推动那些更符合决策者实际期望的决策。就上面提及的暴饮暴食的例子而言，助推可以帮你改变点餐顺序，先选沙拉再决定是否要吃比萨。点餐顺序能够对人们的选择造成巨大影响，自助餐厅里摆在前面的食物会比稍后端上来的同类美味被取走得更多。¹⁰助推在器官捐赠方面的应用则是将法律改成在默认情况下人人都是捐赠者。你可以选择不捐赠，但需要手动做出选择。最简单的方法就是变更制度，如此一来，不想当捐赠者，选择放弃捐赠

的人需要在驾驶证后面签名，而不是要求想捐赠的人这样做。¹¹这一简单改变带来了巨大的影响，器官捐赠者的数量急剧上升。让人们选择放弃而非选择加入，这使许多项目的参与人数都增加了。为了增加退休储蓄，美国劳工部鼓励小企业为其员工创设自动加入的退休金计划。¹²

从某种角度来说，助推是自由的，因为人们的选择能力并未被削减。没人拦着你吃一块大比萨或要求你选择是否捐赠器官。但在某种意义上，助推也是家长式的，因为选项的鼓励与否操纵在别人手里。有人把比萨放在自助餐取餐顺序靠后的位置，让你更可能选择吃沙拉。这种家长主义的主要论点是，无论以何种方式，反正都要做出抉择。自助餐厅里总得有什么东西摆在前面，为何不把最吸引人的食物摆在人们没有头脑发热、一时冲动，能静下来思考哪种食物是最佳选项的地方呢？

助推法给人的重大启示在于，改变环境比改变人本身更容易也更有效。而且，一旦弄清是哪些奇怪的认知驱使着我们行为，便可以设计环境来让这些怪癖为我所用，而不是深受其害。

我们可以将这项启示应用到我们如何作为知识共同体的一部分进行决策。我们得向那些“解释的敌人”致谢，因为我们通常没兴趣，甚至也没有能力掌握所有决策的细节。尽管一知半解，我们还是可以试着打造一个帮助自己做出更好决策的环境。

启示一：降低复杂度

由于大量的金融知识归共同体而非我们个人所有，我们需要从根本上降低对大众可接受复杂程度的期望。我们要让人们有机会去了解和评估产品，然后自己做出决定。这仅在他们有能力从决策环境中汲

取信息的情况下才可以实现。在红迪网上，你会看到一个名为“5岁小孩都听得懂”的讨论区。人们的提问常常是粒子物理或金融学之类的晦涩话题，讨论区的成员们试图提供深入浅出的解释。这个论坛的受欢迎程度表明，阅读那些我们确实能理解的阐释说明是件何等愉悦之事。它也凸显出，这些浅显易懂的阐述在我们日复一日的生活中是多么难得。

启示二：简单的决策法则

作为自由家长主义法的开创者之一，理查德·塞勒已经考虑了许多与金融有关的决策。他认为，力求让人们在金融问题上有更深刻的理解似乎是缘木求鱼。金融的世界太复杂，而人们的能力又太有限。他主张，与其试图教育大众，不如教给他们一些简单易懂却相当有用，且只需要一点点知识或学习就能掌握的法则¹³，比如“尽可能把钱投在401(k)退休福利计划上”，“把赚到的15%存起来”或者“如果你已经年过半百不如就选择15年期的抵押贷款”。

这是个极好的开端，但其实施过程中的挑战在于，人们难以持之以恒地遵循这些法则。试想一位50多岁的借贷人曾发誓要好好遵守塞勒法则，而他后来又看到一个似乎很令人心动的30年期抵押贷款合同，条件那么诱人，贷款经纪人还向他保证这是百年一遇的好机会。塞勒法则这时候很可能就被抛到九霄云外去了。

若能辅以一段简短、清晰的解释说明，让人们了解为何这些法则是有益的，决策法则可能会更加卓有成效。让人们从直觉上认清分散投资的益处、复利的威力，或其他基本的理财原则，或许更有可能引导他们正确地应用这些法则并坚持下去。

启示三：即时教育

这里还有一个想法。科罗拉多大学消费者金融决策研究中心主任小约翰·G. 林奇（John G. Lynch Jr.）提倡一种他称之为“即时教育”的理财教育观念。其做法是，人们做决策要用到的信息即需即给。在高中阶段开设一门教授债务和储蓄管理的基础课其实没什么意义。正如我们在整本书中多次讨论过的，人们不善于记忆细节。从高中到真正面对重大财务决策，他或她很可能早就把复利的威力和分散投资的好处忘得一干二净了。在人们有需求时提供教育，意味着信息是新鲜出炉的，而且人们还有机会趁热打铁在实践中练习他们学到的东西，使所学更有可能被记住。

在此，林奇提供了一个绝好的例子，在这种情形下，即时教育确实大有帮助。被解雇是一种可怕的经历，它因致使人们做出糟糕的财务决策而越发恐怖至极。例如，失业经常导致人们从其退休金账户里提现。他们这样做，可能是为了应付失业期间的预计开销，或是转入其他投资账户。问题是，这是一项复杂而多数人知之甚少的决策。从退休金账户中提款而未偿还的话，会导致罚款，还牵涉到复杂的税务问题。更糟糕的是，当人们丢了饭碗时，他们总是从林奇称之为“秃鹫”的理财服务公司找门路，试图把不良资产以高价出售。按照林奇的说法，解决之道是在失业的那一刻进行理财教育，摆出所有选项，并让人们充分了解每一项的利弊得失。

即时教育可被应用在许多复杂的决策上。例如，初为父母者会对新生儿复杂的医疗保健选择应接不暇。本书的作者之一回想起来，就在妻子躺在床上即将临盆之时，他还得考虑储存脐带血的费用。如果你没有孩子（也许你有），你可能根本不知道什么是脐带血，或不明白为什么要把它储存起来。未来的新手父母们将从有关新生儿健康照护的多方面即时教育中获益良多。

启示四：核对你的理解力

上述想法皆乃社会能为个人所做之事。个人能对自身有何助益呢？我们得从意识到自己倾向于当“解释的敌人”开始。把握每个决策当中的所有细节是不切实际的，但它至少能够帮助我们意识到理解力的差距。如果这项决策足够重要，我们不妨先停下来搜集更多的信息，以免做了选择又追悔莫及。

在最后一章中，我们看到真正的理解要求你了解你所未知的。这让你能够在需要时获取帮助、填补空白。它让你脚踏实地，避免受自作聪明的傲慢之心驱使，做出可能抱憾终身的重要决策。了解你对自己的信用度、新房产、未婚夫（妻）和红色小跑车的未知，可以让你从那些不打算从你的糟糕决定中狠捞一笔的专业人士那里获取可靠的良言劝谏。

在金融行业，了解你的未知甚至能让你成为更好的投资者。这是对冲基金桥水投资公司的创始人及首席投资官雷伊·达里奥（Ray Dalio）给出的建议：“我的成功是……取决于我如何对待未知……我如何找到问题可能出在哪里……我乐于见到有人能够同我意见相左……我会从他们的角度来审视和思考，那是对的吗？这是错的吗？这种学习历程使我受益更多，也帮助我做出更好的决策。因此，应对未知比已知某些东西更有价值。”^[14]通过了解他的未知，达里奥已经懂得利用知识共同体。该策略的成效已不言自明。桥水公司是目前世界上最大的对冲基金。这条忠告人人都可以用在各种类型的决策上。

^[11] 角色模型是一种在市场营销过程中被创建出来的虚拟角色，用来代表各种不同类型的目标用户。该方法在网站设计和广告制作中获得广泛应用。——译者注

结语

无知不可避免，错觉亦有价值

每当学术界遇到同预设不相符的新理论时，通常会依次出现三种反应：先无视，再抵制，最后又宣布本就是如此。学界面对挑战其主流观点的新想法的第一反应总是不屑一顾：假定它根本不值得费时费力地去考虑一下。如果视而不见的招数不奏效，而迫于社群压力又不得不面对这个新理论，学术界就会想出各种理由来抵制它。学者对其反对理由的辩护可谓出神入化。最后，如果这个理论实在太出色以至无法拒绝，学者始终拗不过社群的压力，他们又会找理由声称自己早就知道了，似乎这一理论本就是显而易见的。

我们也希望你能直接跳到这个结论，这本书中的理念也是不言而喻的。相比于充满未知的大千世界，人们的所知极少，就此而言，个人的愚昧无知难道不是明摆着的吗？显然，世界是复杂的，有太多东西无法了解。更令人稍感讶异的是，我们自认为知道的比实际上的要多，而你对此或许已经略知一二了。毕竟，这再明显不过了，每次你对某个问题胸有成竹的时候，却总是答不上来。思维是行动之延伸，这一理论更是不言自明，鉴于推理所包含的范围如此之广，其本质皆归于因果关系假设，这也没什么好大惊小怪的了。我们生活在知识共同体当中这一事实并非什么前所未有的新概念，每当你向别人请教问题时，事实上，你都是在依靠他人的知识。我们在本书中所讨论的细节和影响当然没那么显而易见，但其主旨同大多数人的想法是吻合的。我们经由整本书阐明了这些概念由来已久，而且个个都合情合理。

为什么要把众所周知之事写成一本书？为何要提出一些我们大家可能早就知道的陈旧观点？

因为，这些想法唯有在你思考它们的时候才是显而易见的。当你不考虑它们时，当你忙于日常琐事而没有意识到它们的存在时，你的想法会截然不同。人们往往生活在理解的错觉当中，我们聚焦在个体身上，比如他们的权力、天资、技能和成就，而忽视了我们是知识共同体中的一员。更糟糕的是，我们所做决策既有或大或小的人生抉择，也包括关于如何建构我们的社会，在这些决策过程中，我们高估自己的知识量又不肯承认其中有多少是拜他人所赐。我们已经看到有关人们怎么选择食物，怎么投资退休储蓄，如何投票选举，支持哪些政治立场，怎样与技术互动，怎么挑选员工，以及如何教育后代的种种案例。仅仅认识到它是显而易见的远远不够，更要用这一理念去审慎地决策，同时考虑个人与整个社会。

本书有三个核心主题：无知、理解的错觉和知识共同体。我们不奢望能从这些讨论中得出简单的启示。这些启示绝不是为了减少无知，让你在群体里过得幸福快乐、如鱼得水，或消除所有错觉。相反，无知是不可避免的，幸福的标准往往因人而异，而错觉亦有其价值。

无知能够避免吗

无知绝非幸事，但它也不必然是痛苦的。对人类而言，无知是不可避免的，这是我们的本来状态。对任何人来说，这世界都有太多的复杂性待理解。无知可能会令人沮丧，但问题并不在于无知本身，而是我们身陷其中却浑然不觉。

戴维·邓宁（David Dunning）是一名心理学家，长期任职于康奈尔大学。他因为日常生活和科学调研中所见到的无知如此之多而震惊不已，他也把这些统统记录在案。¹令邓宁担忧的并非人类多么无知，而是无知的人类不知道他们究竟多么无知。他指出，“我们不善于看到自己的未知”。²

邓宁说，当问题发生时，唯一的办法就是用你自己的知识来评估你到底了解多少。你车开得怎么样？如果你对驾驶很在行，那么你对自己驾车技能的评价或许还算合理。你对于驾驶技能都包括什么了如指掌，对你自己已经掌握了哪些也有自知之明。但如果你是个“马路杀手”，你不仅技艺不精，连驾驶技术可能包括些什么也一无所知，那么你将高估自己的技术。假设你在城郊开了20年的车，如果你几乎没出过什么交通事故，你可能会自诩是个相当不错的好司机，那是因为你没有意识到还有人会在城区开车，还有人在各种天气条件下，在淤泥、冰面甚至沙滩上驾驶车辆。跟这些拥有丰富驾驶经验的人比起来，你的技术可能就相当有限了。专业意味着你具备某些能力，而且还知道这些能力是由什么构成的。无知则说明你两者皆无。

这种配对阐释了邓宁 - 克鲁格效应（以下简称“达克效应”）³，意即表现最差的人也总是最高估自身能力的那一个。这种现象源于一项实验，该实验让一组人完成某项任务，并请他们自评成果如何。表现欠佳者会自吹自擂，表现良好的人又总是妄自菲薄。该效应在心理实验室和现实情境中皆多次得以验证：从学生到职员到医生，无一例外。邓宁搜集的大量证据表明，达克效应之所以发生，是因为缺乏技能者也同时对自己究竟欠缺哪些能力认识不足。因此，他们自我感觉相当不错。而那些具备技能者则更清楚该领域的情况，他们自知哪些技能是有望精进的。

不具备技能等同于不了解他们的未知。而且，据邓宁所言，由于我们对生活中的绝大多数领域都是门外汉，这就显得格外重要了。

我们的无知，大体上以未知的方式塑造着我们的生活。简而言之，人们倾向于做他们通晓之事，并在一无所知的领域手足无措。无知用这种方式深深地引导着我们的人生方向……人们难以发挥作为专家、爱人、父母，哪怕只是一个人的潜力，因为他们不知道可能性在哪里。⁴

这是不争的现实。我们无法选择那些不了解的东西。在大多数情况下，这根本不是问题。如果我们不知道迪士尼乐园的存在，也就不会对它念念不忘。只有当诱人的信息具备可行性，才会让我们日思夜想、难以释怀。这就是为什么彩票中奖之后，负担反而比欣喜还多：一旦我们如愿以偿，就再也回不到无知状态了。这是让我们在囊中羞涩时远离那些上瘾之物，比如奢侈品的最佳理由。你知道得越少，欲望也越少，因而也会越发快乐。

但无知也有代价。如果我们不懂得节育，那么也不会采取避孕措施。如果我们对身边的威胁浑然不知，也就不会采取必要的行动加以

制止。如果我们不知道自己的孩子正步入险境，不幸也将随之降临。

一个健全的共同体

某些东方哲学提倡信徒接纳自己的无知：接受他们知之甚少，同时对别人的所知怀以敬畏。事实上，在某些传统中，人们被进一步鼓励去感激他人拥有的知识。我们也把这作为认知科学的启示之一。作为个体，我们的所学所想都是有限的，如果想要完成更宏大的事业，我们需要一个共同体。根本上，就我们的思维方式而言，我们都在一起。

智能存在于共同体之中，而非任何个体身上。因此，相较于依赖个体的无知，动员群体智慧所做之决策可能会带来更好的结果。一名强有力的领导者懂得如何激励整个共同体，并充分利用其中的知识，把责任授予那些行家里手。

但是，尽管生活在共同体当中，我们也必须为自己的决定负责。其他人可能会犯错，而共同体有时也会走向极端，产生误导。人们会自欺欺人，而团体也会串通起来欺骗彼此。否则就不会发生那种邪教领袖走火入魔酿成的离奇悲剧了，如1978年在圭亚那琼斯镇，吉姆·琼斯（Jim Jones）的人民圣殿教所做的那样。在攻击了国会议员利奥·瑞安（Leo Ryan）的随行人员并将瑞安杀害之后，该邪教教团组织了一场大规模的集体自杀，男女老少共计909人，大部分因氰化物中毒而死。所幸，此类事件极其罕见，但无独有偶。戴维·考雷什（David Koresh）所领导的大卫教派于1993年同联邦调查局爆发了一场小规模冲突，最终考雷什同其余79人丧生大火。而在1997年，天堂之门的39名成员集体殉教，因为他们坚信这是抵达追随海尔－波普彗星的外星飞船的不二之法。上述所有团体都发展出了疯狂的信念，最终致其自我毁灭。共同体会侵蚀人们的信仰，进而对决策和行为造成危害。

所以，我们并非宣扬笃信集体信仰或某个资深专家的观点。除了信任之外，还必须抱持合理的质疑，并擦亮眼睛辨识出那些谎话连篇的骗子。当你的共同体给出不良建议时，你得自己避免误入歧途。纳粹监狱的看守不能以自己不过是服从命令为借口而免罪，恐怖分子当然也不能以身处某个意识形态之中而为自己辩护。

然而，我们大多数人都可以自由地选择那些能够发挥其所长并避免谬论和谎言的共同体。社会已发展得空前壮大，因为大多数人在绝大部分时间里都是合作共事的。我们试着让自己身处人人贡献其所知的群体中，并在游移不定时相互商讨。我们大体上是成功的。互动者之间基本上总是能够彼此信赖的，这让共同体生活成为可能。

“校准的”和“不准的”

我们生活在一种高估自身理解力的错觉中。我们非得消除这种错觉吗？我们应该永远努力保持尽可能实际的信念和目标吗？这是电影《黑客帝国》（*The Matrix*）中基努·里维斯（Keanu Reeves）扮演的尼奥（Neo）所面临的选择：服下红色药丸并活在现实世界，或者吞下蓝色药丸，继续待在安逸的幻觉里。如果他选了红色药丸，他必须面对一个与机器霸主相伴，充满悲痛的真实世界。如果他选了蓝色药丸，他将回到人类现存的集体幻觉之中。

避开错觉的话，你会更加精准地认识世界。你将对自己的已知和未知都一清二楚，这仅仅有助于实现你的目标。你不会逞强去做一项力所不能及的工作，也不太可能让别人失望。你将会更清楚自己的位置，踏实地履行承诺。

但幻想也是一种乐趣。我们当中的很多人会特意把生命中大量的时间沉浸在幻想里。我们在虚构的世界里自娱自乐，假装一切都是真实存在的。为寻求欢乐而做的白日梦，同时也提高了我们的创造力。错觉通过鼓励我们对另外世界、其他目标和不同结局的想象，从而激发创新性的产品诞生。它们能够激励我们探索未曾涉足之事。这难道不对吗？我们真的应该尽可能地减少错觉吗？

本书的作者之一史蒂文有两个女儿。就让我叫她们S和L吧。L博学多闻。她很清楚自己知道些什么，甚至连自己的未知都一清二楚。由于她对自己已知与未知的比率非常了解，我们就先称她为“校准的”。她的这种校准就像一台被校验过的体重计能如实反映你的体重一样。相反，S的校准不那么理想。S也尽力地去学习这一切。她也了

解不少东西，但坚信她知道得更多。就像我们大多数人一样，她倾向于生活在理解的错觉里。

L是一个人见人爱的开心果，她说话时总是自信满满。她能够巨细靡遗地说出她所了解的东西，她知道何时该闭嘴，何时该说“我不知道”。她追求的目标都切实可行，并倾向于尽力达成。她看起来总是泰然自若（虽然没人知道她内心是否也暗潮汹涌）。L会阅读她感兴趣的東西，也有几項爱好，但她真正关注的还是其专精的领域。

S也很稳重大方，尽管也许没那么从容自在。她没有什么明显迥异于他人的专长。她会思考那些超越其有限领域之外的东西。她心怀大梦：她想要解决重大的难题，而不只限于她的专长之内，她尽其所能，力图让梦想成真。S勤奋刻苦，且已有不小的成就。但由于她总是盯着更大的愿景，便常常对结果感到大失所望：现实很少能满足她那遥不可及的梦想。相比于L，她经历了更多挫折。S的涉猎也相当广泛并乐于讨论任何东西。无论哪个学科，学习都是她最大的乐趣。她也有数种爱好，总是满怀热忱、兴致勃勃。

哪种角色模型更胜一筹呢，“校准的”L还是比较“不准的”S？站在一位父亲的角度，答案是显而易见的：她们都是最棒的。而这种评价可能还挺有道理的。生活在理解的错觉当中必定有其隐患。在这本书中，我们已经解释过错觉何以导致战争、核灾难、党派间的政治僵局、对科学的抵触、公平性的缺失及其他种种不幸。但我们也说明了由错觉引发的一种不可思议的心智特质。知识的错觉乃是知识共同体的产物，它之所以会出现是因为我们模糊了自己与他人的知识边界。从认知的角度讲，之所以会有错觉，是因为我们是一个团队。作为团体的一员，你不必非得经历错觉，但有错觉则表明你确实身处团体之中。

那些活在知识的错觉当中的人对其知识量过于自信了。这也不完全是坏事。一方面，它敞开了一扇大门，让人敢于说大话、干大事。

1961年，约翰·肯尼迪无法预知10年后美国宇航员能平安地踏上月球。他因狂妄自大而直接给出的预言只能用幻想来解释。然而，随后令人难以置信的事情发生了：美国真的做到了。若没有约翰·肯尼迪无所顾忌地发表登月计划演说，美国航空航天局可能根本连尝试都不会做。

知识的错觉赋予人们自信去开拓新疆域。伟大的探险家必定坚信他们知道得比实际上更多，才能展开新的冒险征程。这便解释了某些天灾人祸发生的原因，例如罗伯特·斯科特（Robert Scott）的南极冒险之旅注定要功亏一篑，因为他自诩是内行，拒绝使用雪橇犬。他的整支探险队都与他的马们葬身于南极大陆。但对于伟大成就而言，这种自信也是不可或缺的。那些由马可·波罗（Marco Polo）、克里斯托弗·哥伦布（Christopher Columbus）和瓦斯科·达·伽马（Vasco da Gama）带领的队伍，每一支都是欧洲人对新大陆的首次探索，他们表现出的勇气和刚毅，使其成为永垂青史的英雄。我们均未曾与这些人谋面，但我们猜想他们怀抱着一种唯有在意识不到自己何等无知的情况下才拥有的自信。许多人类的伟大成就皆源于个人理解中的谬见。从这个角度看，错觉在人类文明发展中或有其必要之处。

高估自身理解力的错觉让我们亲自动手修理自行车、电动火车玩具以及搭建门廊（或至少尝试过）。我们着手去做这些事情是因为我们并不了解即将面对的一切。只有当已经把自行车拆得七零八碎，把所有工具都买齐之后，我们才开始期望对将行之事有更多了解。有时候，我们干脆放弃，把车交给维修店，或者找一名木匠师傅，但有时候，我们会坚持一定要自己动手。当选择坚持下去时，我们就不得不将其归功于一开始激励我们这样做的知识错觉。

人际关系也与此类似：如果在相处当中遇到问题，我们自以为了解状况，这激励我们试着去解决问题。通常而言，我们会发现情况远比想象的要复杂，但至少我们正在努力。

错觉可能还算令人愉快，但和无知一样，它并不是完美的。人际关系的另一面是，由于理解上的错觉，我们有时自以为充分了解状况，便放弃修补某些关系。我们在傲慢或恐惧之中把自己封闭起来，拒绝沟通，因为我们坚信这是他人的过失。不可避免地，我们未能充分理解社会动力，我们本就是自身问题的一部分。从更广义的角度讲，这整本书就是知识错觉造就的人类缺点和灾难的大集合。

因此，L角色模型的优点在于她能做到不出差错。由于明确地知道哪些在其理解范围之内，哪些不归她负责，L保持着一种从容不迫的确定性。她能够清楚地界定自己的专业范畴，因此也有信心并愿意同他人合作。L对于别人的贡献乐见其成，也欣赏他们的知识，因为她了解自己的局限所在。

S也是个好榜样。她对遇到的一切都热情满满，并不断开创新领域，寻求新的概念上的新联系，探索未知的世界（有时真要把她父母惹恼了）。S喜欢聊天，因为她满脑子都是主意，而且乐于参与到任何话题当中。她倾向于相信自己见多识广，这意味着她可能会争强好胜，也一定被折腾得疲惫不堪。她就是活在那个小小的错觉里。但她的父母也认为，造成这种错觉的原因亦可能让她成就非凡。感谢上苍给了我们一点小小的错觉。

致谢

本书的一切皆始于弗兰克·凯尔的研究，我们不过是循着他对认知本质的见解一探究竟。自我们的探索伊始，萨宾娜·斯洛曼（Sabina Sloman）便支持我们继续前行，指出我们未见之联系，分享观察结果，发现矛盾之处，并修改文本。琳达·科温顿（Linda Covington）也提供了关键的修改建议，她不止一遍地耐心阅读全书，润色那些平淡无奇的段落，并让我们的主旨思想得以凸显。杰萨米尼·霍普（Jessamyn Hope）和尼克·赖因霍尔茨（Nick Reinholtz）亦对增进本书的可读性有所贡献。前言和第四章开头的插图皆出自萨曼莎·斯坦纳（Samantha Steiner）之手。在此对她的慷慨和才华深表敬意。

本书的灵感是在同克雷格·福克斯、丹尼尔·沃尔特斯（Daniel Walters）及托德·罗杰斯合作的项目中孕育出来的，该项目由人类发展繁荣中心与约翰·邓普顿基金会赞助。此外，本书受到美国福坦莫大学多样化理解项目的捐赠得以付诸出版，该项目的赞助方亦为约翰·邓普顿基金会。

多名同事提供了重要想法与智力支持，他们是：迈克尔·夏纳（Michael Shiner）、纳撒尼尔·拉布（Nathaniel Rabb）、比尔·沃伦（Bill Warren）、马克·约翰逊（Mark Johnson）、乌利尔·科恩 - 普利瓦（Uriel Cohen-Priva）、安迪·霍维茨（Andy Horwitz）、戴维·奥韦尔（David Over）、帕特里克·马里根（Patrick Mulligan）、理查德·弗洛雷斯（Richard Florest）、苏珊·伍德沃德、阿德里安·沃德、约翰·林奇、皮特·麦格劳（Pete

McGraw）、巴特·德·朗格（Bart de Langhe）和唐尼·利希滕斯坦（Donnie Lichtenstein）。

史蒂文还要感谢莉拉·斯洛曼（Leila Sloman）的帮助，感谢她愿意当新概念的试验品。还有史蒂文的父母，瓦莱丽（Valerie）和里昂（Leon）所提供的重要鼓励、意见和住处。

菲尔要感谢支持他的家人：琼（Joan）、乔（Jow）、布鲁斯（Bruce）、乔伊丝（Joyce）、雷切尔（Rachel）、亚历克斯（Alex）以及迅速添丁加口的盖格思（Gagers）与埃德尔斯坦（Edelsteins）的氏族。他希望自己人生中的两座灯塔，安德烈亚（Andrea）和詹姆斯（James）能尽快识字阅读，这样他们就可以指出书中的所有错误了。最重要的还有他的人生伴侣安娜（Anna）。

最后，要感谢经纪人克里斯蒂·弗莱彻（Christy Fletcher）的信任。还有耐心而专业的编辑考特尼·杨（Courtney Young），没有她的话，你是读不到这本书的。

注释

前言 无知与知识共同体

[1.](#) *Castle Bravo*: A complete recounting of the Castle Bravo accident is provided in C. Hansen, ed. (2007). *The Swords of Armageddon*. Chukelea Publications. Also see B. J. O' Keefe (1983). *Nuclear Hostages*. Boston: Houghton Mifflin.

[2.](#) *Hiroshima*: An excellent history of the development of the atomic bomb up to the end of World War II is provided in R. Rhodes (1986). *Making of the Atomic Bomb*. New York: Simon & Schuster.

[3.](#) *division of cognitive labor*: P. Kitcher (1990). "The Division of Cognitive Labor." *The Journal of Philosophy* 87(1): 5 – 22.

第一章 我们知道什么

[1.](#) *Slotin*: The story is recounted in M. Zeilig (1995). "Louis Slotin and 'The Invisible Killer.'" *The Beaver* 75(4): 20 – 27.

[2.](#) *Rozenblit and Keil*: L. Rozenblit and F. Keil (2002). "The Misunderstood Limits of Folk Science: An Illusion of

Explanatory Depth.” *Cognitive Science* 26(5): 521 – 562.

[3.](#) *Rozenblit and Keil quote: ibid.*, 10.

[4.](#) *what people know about bicycles:* R. Lawson (2006). “The Science of Cycology: Failures to Understand How Everyday Objects Work.” *Memory & Cognition* 34(8), 1667 – 1675.

[5.](#) Can machines think?: A. M. Turing (1950). “Computing Machinery and Intelligence.” *Mind* 59: 433 – 460.

[6.](#) *Landauer:* T. K. Landauer (1986). “How Much Do People Remember? Some Estimates of the Quantity of Learned Information in Long-term Memory.” *Cognitive Science* 10(4): 477 – 493.

[7.](#) *They learned at approximately the same rate:* For those familiar with information theory, the rate of acquisition Landauer estimated was roughly two bits per second.

[8.](#) Jeopardy!: A popular American game show that tests participants’ ability to quickly answer general knowledge questions.

[9.](#) *early days of computer science and cognitive science:* Parallel, distributed computation is becoming the norm in the age of the Internet and powerful graphics engines.

[10.](#) *30,000 parts:* www.toyota.co.jp/en/kids/faq/d/01/04.

[11.](#) *cancer*: A story told in S. Mukherjee (2010). *The Emperor of All Maladies: A Biography of Cancer*. New York: Scribner.

[12.](#) *Weather forecasting*: www.bbc.com/news/business-29256322.

[13.](#) *The weather in your location today depends*: www.scholastic.com/teachers/article/weather.

[14.](#) *the more likely ones*: These issues are discussed in Nassim Nicholas Taleb (2007), *The Black Swan*. New York: Random House.

[15.](#) *Gould quote*: S. J. Gould (1989). *Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History*, 1st ed. New York: W. W. Norton, 320 – 321.

第二章 我们为什么思考

[1.](#) *Borges quotes*: J. L. Borges (1964). “Funes the Memorious.” *Labyrinths: Selected Stories and Other Writings*. Trans. James E. Irby. Ed. Donald A. Yates and James E. Irby. New York: New Directions, 59 – 66. Quotes from pp. 63 – 64. Story originally published in 1942.

[2.](#) *AJ*: E. S. Parker, L. Cahill, and J. L. McGaugh (2006). “A Case of Unusual Autobiographical Remembering.” *Neurocase* 12(1): 35 – 49.

[3.](#) *1-terabyte*: aimblog.uoregon.edu/2014/07/08/a-terabyte-of-storage-space-how-much-is-too-much.

[4.](#) *National Public Radio*: www.npr.org/sections/health-shots/2013/12/18/255285479/when-memories-never-fade-the-past-can-poison-the-present.

[5.](#) *Paris japonica*: J. Pellicer, M. F. Fay, and I. J. Leitch (2010). “The Largest Eukaryotic Genome of Them All?” *Botanical Journal of the Linnean Society* 164(1): 10 – 15.

[6.](#) *Venus flytrap*: A. G. Volkov, T. Adesina, V. S. Markin, and E. Jovanov (2008). “Kinetics and Mechanism of *Dionaea muscipula* Trap Closing.” *Plant Physiology* 146(2): 694 – 702.

[7.](#) *jellyfish*: T. Katsuki and R. J. Greenspan (2013). “Jellyfish Nervous Systems.” *Current Biology* 23(14): R592 – R594.

[8.](#) *horseshoe crab numbers*: news.nationalgeographic.com/news/2014/06/140617-horseshoe-crab-mating-delaware-bay-eastern-seaboard.

[9.](#) *Hartline*: H. K. Hartline, H. G. Wagner, and F. Ratliff (1956). “Inhibition in the Eye of *Limulus*.” *The Journal of General Physiology* 39(5): 651 – 673.

[10.](#) *Barlow*: R. B. Barlow, L. C. Ireland, and L. Kass (1982). “Vision Has a Role in *Limulus* Mating Behavior.” *Nature* 296(5852): 65 – 66.

[11.](#) *Danny DeVito yearbook photo*: i.imgur.com/njXUFGa.jpg.

[12.](#) *Face perception*: D. Maurer, R. L. Grand, and C. J. Mondloch (2002). “The Many Faces of Configural Processing.” *Trends in Cognitive Sciences* 6(6): 255 – 260.

[13.](#) *Humans can detect*: N. D. Haig (1984). “The Effect of Feature Displacement on Face Recognition.” *Perception* 13(5): 505 – 512.

第三章 我们如何思考

[1.](#) *Pavlov’s bell*: There’s been some dispute about whether he actually used a bell, a dispute that seems to have been resolved in his favor by R. Thomas (1994). “Pavlov’s Dogs ‘Dripped Saliva at the Sound of a Bell.’ ” *Psychology* 5(80).

[2.](#) *one of Garcia’s studies*: J. Garcia and R. A. Koelling (1966). “Relation of Cue to Consequence in Avoidance Learning.” *Psychonomic Science* 4(1): 123 – 124.

[3.](#) *Modus ponens and causal considerations*: D. D. Cummins, T. Lubart, O. Alksnis, and R. Rist (1991). “Conditional Reasoning and Causation.” *Memory & Cognition* 19(3): 274 – 282.

[4.](#) *We excel at casual analysis*: An introduction to this literature can be found in B. F. Malle and J. Korman (2013). “Attribution Theory.” In ed. D. S. Dunn, *Oxford Bibliographies in Psychology*. New York: Oxford University Press.

5. *Reasoning backward*: See, for example, A. Tversky and D. Kahneman (1978). “Causal Schemata in Judgments Under Uncertainty.” *Progress in Social Psychology*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

6. *error in predictive reasoning*: P. M. Fernbach, A. Darlow, and S. A. Sloman (2011). “Asymmetries in Predictive and Diagnostic Reasoning.” *Journal of Experimental Psychology: General* 140(2): 168 – 185; P. M. Fernbach, A. Darlow, and S. A. Sloman (2010). “Neglect of Alternative Causes in Predictive but Not Diagnostic Reasoning.” *Psychological Science* 21(3): 329 – 336.

7. *No evidence for diagnostic reasoning in animals*: D. C. Penn, K. J. Holyoak, and D. J. Povinelli (2008). “Darwin’s Mistake: Explaining the Discontinuity Between Human and Nonhuman Minds.” *Behavioral and Brain Sciences* 31(2): 109 – 130.

8. *Crow study*: A. H. Taylor, G. R. Hunt, F. S. Medina, and R. D. Gray (2009). “Do New Caledonian Crows Solve Physical Problems Through Causal Reasoning?” *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276(1655): 247 – 254.

9. *Storytelling*: See R. Hastie and N. Pennington (1995). “The Big Picture: Is It a Story?” in *Knowledge and Memory: The Real Story*. Ed. R. S. Wyer Jr. and J. K. Srull. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 133 – 138.

10. *Heider and Simmel video*: You can see the film on Youtube: www.youtube.com/watch?v=76p64j3H1Ng.

[11.](#) *identities as stories*: A major proponent of this view is Jerome Bruner.

第四章 我们的认知为何会出错

[1.](#) *naive understanding of physics*: M. McCloskey (1983). “Intuitive Physics.” *Scientific American* 248(4): 122 – 130.

[2.](#) *Andrea diSessa*: A. A. diSessa (1983). “Phenomenology and the Evolution of Intuition.” In ed. D. Gentner and A. L. Stevens. *Mental Models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

[3.](#) *People understand electricity*: D. Gentner and D. R. Gentner (1983). “Flowing Waters or Teeming Crowds: Mental Models of Electricity.” In *Mental Models*.

[4.](#) *Quote from an experimental participant*: W. Kemplton (1986). “Two Theories of Home Heat Control.” *Cognitive Science* 10: 75 – 90.

[5.](#) *Thinking, Fast and Slow*: D. Kahneman (2011). *Thinking, Fast and Slow*. New York: Farrar, Straus.

[6.](#) *associative versus rule-based thinking*: S. A. Sloman (1996). “The Empirical Case for Two Systems of Reasoning.” *Psychological Bulletin* 119(1): 3 – 22.

[7.](#) *System 1 versus System 2*: K. E. Stanovich and R. F. West (2000). “Individual Differences in Reasoning:

Implications for the Rationality Debate.” *Behavioral and Brain Sciences* 23(5): 645 – 726.

[8.](#) *Aristotle and Plato quotes*: We thank Tamar Gendler for these quotes.

[9.](#) *Frederick refers*: S. Frederick (2005). “Cognitive Reflection and Decision Making.” *Journal of Economic Perspectives* 19(4): 25 – 42.

[10.](#) *They make fewer errors and are less likely to fall for tricks*: K. Stanovich (2011). *Rationality and the Reflective Mind*. New York: Oxford University Press.

[11.](#) *Profound versus random words*: G. Pennycook, J. A. Cheyne, N. Barr, D. J. Koehler, and J. A. Fugelsang (2015). “On the Reception and Detection of Pseudo-profound Bullshit.” *Judgment and Decision Making* 10(6): 549 – 563.

[12.](#) *bigger reward*: S. Frederick (2005). “Cognitive Reflection and Decision Making.” *Journal of Economic Perspectives* 19(4): 25 – 42.

[13.](#) *Dark versus milk chocolate*: Shane Frederick, personal communication.

[14.](#) *Belief in God*: A. Shenhav, D. G. Rand, and J. D. Greene (2012). “Divine Intuition: Cognitive Style Influences Belief in God.” *Journal of Experimental Psychology: General* 141(3): 423 – 428. For a review, see G. Pennycook (2014).

“Evidence That Analytic Cognitive Style Influences Religious Belief: Comment On.” *Intelligence* 43: 21 – 26.

[15.](#) *CRT predicts illusion of explanatory depth*: P. M. Fernbach, S. A. Sloman, R. St. Louis, and J. N. Shube (2013). “Explanation Fiends and Foes: How Mechanistic Detail Determines Understanding and Preference.” *Journal of Consumer Research* 39(5): 1115 – 1131.

第五章 身体记忆卡和世界存储器

[1.](#) *Minsky quote*: *Wired Magazine*, Issue 11:08, August 2003. archive.wired.com/wired/archive/11.08/view.html?pg=3.

[2.](#) *GOFAI*: J. Haugeland (1989). *Artificial Intelligence: The Very Idea*. Cambridge, MA: MIT Press.

[3.](#) *Frame problem*: For a philosophical analysis, see H. L. Dreyfus (2007). “Why Heideggerian AI Failed and How Fixing It Would Require Making It More Heideggerian.” *Philosophical Psychology* 20(2): 247 – 268.

[4.](#) *Rodney Brooks’ s tic-tac-toe game*: www.bostonmagazine.com/news/article/2014/10/28/rodney-brooks-robotics.

[5.](#) *Reading text with an eye tracker*: Reviewed in P. S. Churchland, V. S. Ramachandran, and T. J. Sejnowski (1994). “A Critique of Pure Vision.” In ed. C. Koch and J. L.

Davis, *Large-Scale Neuronal Theories of the Brain*. Cambridge, MA: MIT Press, 23 – 60.

6. “*outside memory store*”: J. K. O’Regan (1992). “Solving the ‘Real’ Mysteries of Visual Perception: The World as an Outside Memory.” *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie* 46(3): 461 – 488.

7. *What experimenters were wearing*: E. S. Parker, L. Cahill, and J. L. McGaugh (2006). “A Case of Unusual Autobiographical Remembering.” *Neurocase* 12 (1): 35 – 49.

8. *calculating trajectories*: A strategy like this for catching balls (to solve what vision scientists call the outfielder problem) was proposed by B. V. H. Saxberg (1987). “Projected Free Fall Trajectories. I. Theory and Simulation.” *Biological Cybernetics*: 56(2 – 3): 159 – 175.

9. *angle is always increasing at a constant rate*: A strategy first suggested by S. Chapman (1968). “Catching a Baseball.” *American Journal of Physics* 36(10): 868 – 870.

10. *players catching real balls*: P. McLeod and Z. Dienes (1993). “Running to Catch the Ball.” *Nature* 362(6415): 23; P. McLeod and Z. Dienes (1996). “Do Fielders Know Where to Go to Catch the Ball or Only How to Get There?” *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 22(3): 531 – 543.

11. *chasing virtual balls*: P. W. Fink, P. S. Foo, and W. H. Warren (2009). “Catching Fly Balls in Virtual Reality: A

Critical Test of the Outfielder Problem.” *Journal of Vision* 9(13): 14.

[12.](#) *the side with the faster flow*: A. P. Duchon and W. H. Warren Jr. (2002). “A Visual Equalization Strategy for Locomotor Control: Of Honeybees, Robots, and Humans.” *Psychological Science* 13(3): 272 – 278.

[13.](#) *Bees . . . slower optic flow*: M. V. Srinivasan, M. Lehrer, W. H. Kirchner, and S. W. Zhang (1991). “Range Perception Through Apparent Image Speed in Freely Flying Honeybees.” *Visual Neuroscience* 6(5): 519 – 535.

[14.](#) *it’ s in the brain*: We were inspired to ask this question and present the material this way by a talk entitled “Cognitive Ethnography” by Edwin Hutchins at the Cognitive Science Society conference that took place in Boston in 2003. A more recent articulation of Hutchins’ s views about the relation between cognition, culture, and the environment can be found in E. Hutchins (2014). “The Cultural Ecosystem of Human Cognition.” *Philosophical Psychology* 27(1): 34 – 49.

[15.](#) *Experiment to judge orientation*: M. Tucker and R. Ellis (1998). “On the Relations Between Seen Objects and Components of Potential Actions.” *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 24(3): 830 – 846.

[16.](#) *memorization techniques*: C. L. Scott, R. J. Harris, and A. R. Rothe (2001). “Embodied Cognition Through Improvisation Improves Memory for a Dramatic Monologue.” *Discourse Processes* 31(3): 293 – 305.

[17.](#) *embodiment*: These ideas took on prominence due to the work of a number of people, including Lawrence Barsalou and Arthur Glenberg.

[18.](#) *Oksapmin people*: G. B. Saxe (1981). “Body Parts as Numerals: A Developmental Analysis of Numeration Among the Oksapmin in Papua New Guinea.” *Child Development* 52(1): 306 – 316.

[19.](#) *unified with the objects that we’re thinking about and with*: A fuller presentation of these ideas can be found in M. Wilson (2002). “Six Views of Embodied Cognition.” *Psychonomic Bulletin & Review* 9(4): 625 – 636.

[20.](#) *somatic markers*: This idea is spelled out in A. R. Damasio (1994). *Descartes’ Error: Emotion, Reason and the Human Brain*. New York: G. P. Putnam’s.

[21.](#) *moral reactions*: This is an idea made popular by J. Haidt (2001). “The Emotional Dog and Its Rational Tail: A Social Intuitionist Approach to Moral Judgment.” *Psychological Review* 108(4): 814 – 834.

第六章 他人的智慧

[1.](#) *Speth describes communal bison hunts*: J. D. Speth (1997). “Communal Bison Hunting in Western North America: Background for the Study of Paleolithic Bison Hunting in Europe.” *L’Alimentation des Hommes du Paléolithique* 83: 23 – 57, ERAUL, Liège.

[2.](#) *brain mass of modern humans*: S. Shultz, E. Nelson, and R. I. Dunbar (2012). “Hominin Cognitive Evolution: Identifying Patterns and Processes in the Fossil and Archeological Record.” *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 367(1599): 2130 – 2140.

[3.](#) *physically weaker to compensate*: www.nytimes.com/2014/05/28/science/stronger-brains-weaker-bodies.html?_r=0.

[4.](#) *snowball effect*: A. Whiten and D. Erdal (2012). “The Human Socio-Cognitive Niche and Its Evolutionary Origins.” *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 367(1599): 2119 – 2129.

[5.](#) *Hunting . . . instrumental to human evolution*: R. Ardrey (1976). *The Hunting Hypothesis: A Personal Conclusion Concerning the Evolutionary Nature of Man*. New York: Atheneum.

[6.](#) *Robin Dunbar, social brain hypothesis*: R. I. Dunbar (1992). “Neocortex Size as a Constraint on Group Size in Primates.” *Journal of Human Evolution* 22(6): 469 – 493.

[7.](#) *reasoning about intentionality*: For a penetrating analysis of what this kind of reasoning requires, see B. F. Malle and J. Knobe (1997). “The Folk Concept of Intentionality.” *Journal of Experimental Social Psychology* 33(2): 101 – 121.

[8.](#) *Tomasello, shared intentionality*: This and the other work on shared intentionality reviewed here are discussed in M. Tomasello and M. Carpenter (2007). “Shared Intentionality.” *Developmental Science* 10(1): 121 – 125.

[9.](#) *Tomasello quote*: Ibid., p. 123

[10.](#) *not . . . getting smarter*: Though they are doing better and better on intelligence tests. J. R. Flynn (2007). *What Is Intelligence? Beyond the Flynn Effect*. New York: Cambridge University Press.

[11.](#) *couples divide cognitive labor*: D. M. Wegner (1987). “Transactive Memory: A Contemporary Analysis of the Group Mind.” In ed. B. Mullen and George Goethals, *Theories of Group Behavior*. New York: Springer, 185 – 208.

[12.](#) *more credit than they deserve*: Reviewed in M. R. Leary and D. R. Forsyth (1987). “Attributions of Responsibility for Collective Endeavors.” In ed. C. Hendrick, *Review of Personality and Social Psychology*, vol. 8. Newbury Park, CA: Sage, 167 – 188.

[13.](#) *household chores*: M. Ross and F. Sicol (1979). “Egocentric Biases in Availability and Attribution.” *Journal of Personality and Social Psychology* 37(3): 322 – 336.

[14.](#) *glowing rocks study*: Sloman and Rabb. Some of you might be worried that these results just reflect either task demands or judgments about the understandability of the

phenomena. Sloman and Rabb controlled for both of these types of alternative explanations.

[15.](#) *placeholders*: There is a view in philosophy that claims this is true of certain aspects of language. This “meaning ain’ t in the head” view is called “essentialism” and was articulated with great insight by Hilary Putnam and a related view by Saul Kripke.

[16.](#) *compatibility of communal knowledge*: Frank Keil has done a lot of work on this topic — for example, F. C. Keil and J. Kominsky (2013). “Missing Links in Middle School: Developing Use of Disciplinary Relatedness in Evaluating Internet Search Results.” *PLoS ONE* 8(6), e67777.

[17.](#) *George Bernard Shaw quote*: gutenberg.net.au/ebooks02/0200811h.html.

[18.](#) *curse of knowledge*: C. Camerer, G. Loewenstein, and M. Weber (1989). “The Curse of Knowledge in Economic Settings: An Experimental Analysis.” *Journal of Political Economy* 97(5): 1232 – 1254.

[19.](#) *shocked that others don’ t recognize the tune*: C. Heath and D. Heath (2007). *Made to Stick: Why Some Ideas Survive and Others Die*. New York: Random House, 2007.

[20.](#) *hindsight bias*: B. Fischhoff and R. Beyth (1975). “ ‘I Knew It Would Happen’ : Remembered Probabilities of Once-Future Things.” *Organizational Behavior and Human Performance* 13(1): 1 – 16.

21. *few people today read Alice in Wonderland: A fact bemoaned by Anthony Lane in “Go Ask Alice,” The New Yorker, June 8 and 15, 2015.*

第七章 与技术共事

1. *commuting a little less:* www.governing.com/topics/transportation-infrastructure/how-america-stopped-commuting.html.

2. *attendance at movie theaters:* www.slashfilm.com/box-office-attendance-hits-lowest-level-five-years.

3. *Vernor Vinge:* V. Vinge (1993). “The Coming Technological Singularity.” *Whole Earth Review*, Winter.

4. *Ray Kurzweil:* R. Kurzweil (2005). *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. New York: Penguin Books.

5. *Nick Bostrom:* N. Bostrom (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford, UK: Oxford University Press.

6. *Ian Tattersall:* As told to Dan Falk in the online magazine *eon*: <http://eon.co/magazine/science/was-human-evolution-inevitable-or-a-matter-of-luck>.

7. *extensions of our bodies:* A. Clark (2004). *Natural-Born Cyborgs: Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence*. New York: Oxford University Press; J. H. Siegle

and W. H. Warren (2010). “Distal Attribution and Distance Perception in Sensory Substitution.” *Perception* 39(2): 208 – 223; R. Volcic, C. Fantoni, C. Caudek, J. A. Assad, and F. Domini (2013). “Visuomotor Adaptation Changes Stereoscopic Depth Perception and Tactile Discrimination.” *The Journal of Neuroscience* 33(43): 17081 – 17088.

8. *when we search the Internet*: D. M. Wegner and A. F. Ward (2013). “How Google Is Changing Your Brain.” *Scientific American* 309(6): 58 – 61; and M. Fisher, M. K. Goddu, and F. C. Keil (2015). “Searching for Explanations: How the Internet Inflates Estimates of Internal Knowledge.” *Journal of Experimental Psychology: General* 144(3): 674 – 687. See also A. F. Ward (2013). “Supernormal: How the Internet Is Changing Our Memories and Our Minds.” *Psychological Inquiry* 24(4): 341 – 348.

9. *WebMD*: Adrian F. Ward (May 2015), “Blurred Boundaries: Internet Search, Cognitive Self-Esteem, and Confidence in Decision-Making.” Talk presented at the annual meeting of the Association for Psychological Science, New York, New York.

10. *fifty microprocessors each*: auto.howstuffworks.com/under-the-hood/trends-innovations/car-computer.htm.

11. *Elon Musk*: fortune.com/2015/12/21/elon-musk-interview.

[12.](#) *compromise overall safety*: S. Greengard (2009). “Making Automation Work.” *Communications of the ACM* 52(12): 18 – 19.

[13.](#) *pilots . . . didn’ t know what to do*: www.popularmechanics.com/technology/aviation/crashes/what-really-happened-aboard-airfrance-447-6611877.

[14.](#) *GPS master*: Examples can be found at www.straightdope.com/columns/read/3119/has-anyone-gotten-hurt-or-killed-following-bad-gps-directions.

[15.](#) *Royal Majesty*. The story is described in much greater detail in chapter 8 of A. Degani (2004). *Taming HAL: Designing Interfaces Beyond 2001*. New York: Palgrave Macmillan.

[16.](#) *more than on financial incentives*: E. Bonabeau (2009). “Decisions 2.0: The Power of Collective Intelligence.” *MIT Sloan Management Review* 50(2): 45 – 52.

[17.](#) *OED . . . is still doing so*: For an engaging history of the OED, see S. Winchester (1998). *The Professor and the Madman: A Tale of Murder, Insanity, and the Making of the Oxford English Dictionary*. New York: HarperCollins.

[18.](#) *PK-35*: The story and conclusion come from E. Bonabeau (2009). “Decisions 2.0: The Power of Collective Intelligence.” *MIT Sloan Management Review* 50(2): 45 – 52.

[19.](#) *Amazon ratings are not all they' re cracked up to be:* B. De Langhe, P. M. Fernbach, and D. R. Lichtenstein (2015). “Navigating by the Stars: Investigating the Actual and Perceived Validity of Online User Ratings.” *Journal of Consumer Research* 42: 817 – 830.

[20.](#) *The Wisdom of Crowds:* F. Galton (1907). *Vox Populi (the Wisdom of Crowds)*. First published in *Nature* 75(1949): 450 – 451. The topic is discussed in detail in J. Surowiecki (2005). *The Wisdom of Crowds*. New York: Doubleday Anchor.

[21.](#) *within 1 percent of the ox' s true weight of 1,198 pounds:* Despite frequent reports saying otherwise, he did not find that the mean weight was within 1 pound of the ox' s true weight. Nor did he find that the average was better than any individual guess.

[22.](#) *prediction market:* K. J. Arrow, R. Forsythe, M. Gorham, R. Hahn, R. Hanson, J. O. Ledyard, S. Levmore, et al. (2008). “The Promise of Prediction Markets.” *Science* 320(5878): 877 – 878.

第八章 科学的错觉

[1.](#) *a giant sledgehammer:* smithsonianmag.com/history/what-the-luddites-really-fought-against-264412/?all.

[2.](#) *increasingly bizarre:* Ibid.

3. *James Inhofe's snowball*: washingtonpost.com/news/the-fix/wp/2015/02/26/jim-inhofes-snowball-has-disproven-climate-change-once-and-for-all.

4. *Inhofe quote*: nytimes.com/2003/08/05/science/politics-reasserts-itself-in-the-debate-over-climate-change-and-its-hazards.html.

5. *cases of measles spiked*: cdc.gov/measles/cases-outbreaks.html.

6. *10 percent of parents*: dailycamera.com/news/ci_19848081.

7. *doctors are not to be trusted*: www.thehealthyhomeeconomist.com/six-reasons-to-say-no-to-vaccination.

8. *increase to about 70 percent*: These results are summarized in the 2014 version of the Science and Engineering Indicators report.

9. *MMR vaccine*: B. Nyhan, J. Reifler, S. Richey, and G. L. Freed (2014). "Effective Messages in Vaccine Promotion: A Randomized Trial." *Pediatrics* 133(4): e835 - e842.

10. *Science Mike*: kernelmag.dailydot.com/issue-sections/headline-story/14304/science-mike-mystical-experience-podcast.

11. *Science Mike quote*: mikemchargue.com/blog/2015/1/11/new-podcast-ask-science

mike.

12. “*Earth revolves around the Sun*”: www.techtimes.com/articles/3493/20140216/dumb-101-1-in-4-americans-is-ignorant-that-earth-revolves-around-the-sun.htm.

13. *consume more pharmaceuticals*: V. Ilyuk, L. Block, and D. Faro (2014). “Is It Still Working? Task Difficulty Promotes a Rapid Wear-Off Bias in Judgments of Pharmacological Products.” *Journal of Consumer Research* 41(3): 775 – 793.

14. *AAAS conclusion*: Statement by the AAAS Board of Directors on Labeling of Genetically Modified Foods. American Association for the Advancement of Science, October 20, 2012. www.aaas.org/sites/default/files/AAAS_GM_statement.pdf.

15. *European Commission conclusion*: A Decade of EU-funded GMO Research, 2001 – 2010. European Commission: Food, Agriculture and Fisheries, Biotechnology. ec.europa.eu/research/biosociety/pdf/a_decade_of_eu-funded_gmo_research.pdf.

16. *Florida orange crop*: <http://www.nytimes.com/2013/07/28/science/a-race-to-save-the-orange-by-altering-its-dna.html?page-wanted=all&r=0>.

17. *sunlight cannot get stuck in a window*: Y. Zheng, L. E. Bolton, and J. W. Alba (working paper). “How Things Work: Production Matters in Technology Acceptance.”

[18.](#) *oversimplification of how the immune system works:*
www.health.harvard.edu/staying-healthy/how-to-boost-your-immune-system.

[19.](#) *antibodies that target specific infections:*
www.biologymad.com/resources/Immunity%20Revision.pdf.

[20.](#) *Generalized versus specific immunity:* This idea was inspired by a conversation with Joanna Arch.

[21.](#) *global warming in a short video:* www.howglobalwarmingworks.org/.

第九章 政治的错觉

[1.](#) *Kaiser Family Foundation:* <http://kff.org/health-reform/poll-finding/kaiser-health-tracking-poll-april-2013/>.

[2.](#) *Ukraine's location:*
www.washingtonpost.com/blogs/monkey-cage/wp/2014/04/07/the-less-americans-know-about-ukraines-location-the-more-they-want-u-s-to-intervene.

[3.](#) *Oklahoma State University survey:* Food Demand Survey, Oklahoma State Department of Agricultural Economics, 2(9), 2015.
www.washingtonpost.com/news/volokh-conspiracy/wp/2015/01/17/over-80-percent-of-americanssupport-mandatory-labels-on-foods-containing-dna.

[4.](#) *Clint Eastwood quote*: Interview, *Time*, February 20, 2005.

[5.](#) *groupthink*: I. L. Janis (1983). *Groupthink: Psychological Studies of Policy Decisions and Fiascoes*, 2nd ed. Boston: Houghton Mifflin, 349.

[6.](#) *Polarization from discussion*: An early paper showing this effect is D. Pruitt (1971). “Choice Shifts in Group Discussion: An Introductory Review.” *Journal of Personality and Social Psychology* 20(3): 339 – 360. A review of the literature can be found in D. J. Isenberg (1986). “Group Polarization: A Critical Review and Meta-Analysis.” *Journal of Personality and Social Psychology* 50(6): 1141 – 1151.

[7.](#) *illusion of explanatory depth with political issues*: P. M. Fernbach, T. Rogers, C. Fox, and S. A. Sloman (2013). “Political Extremism Is Supported by an Illusion of Understanding.” *Psychological Science* 24(6): 939 – 946.

[8.](#) *Thinking increases extremism*: A. Tesser, L. Martin, and M. Mendolia (1995). “The Impact of Thought on Attitude Extremity and Attitude-Behavior Consistency.” In ed. R. E. Petty and J. A. Krosnick, *Attitude Strength: Antecedents and Consequences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 73 – 92.

[9.](#) *intuitions and feelings*: J. Haidt (2001). “The Emotional Dog and Its Rational Tail: A Social Intuitionist Approach to Moral Judgment.” *Psychological Review* 108(4): 814 – 834.

[10.](#) *Incest scenario*: Ibid., 814.

[11.](#) *Causal analysis versus values*: For a rich discussion of these issues, see J. Greene(2014). *Moral Tribes: Emotion, Reason, and the Gap Between Us and Them*. New York: Penguin Books.

[12.](#) *Iranians' attitudes*: M. Dehghani, R. Iliev, S. Sachdeva, S. Atran, J. Ginges, and D. Medin (2009). “Emerging Sacred Values: Iran’ s Nuclear Program.” *Judgment and Decision Making* 4(7): 930 – 933.

[13.](#) *gay marriage*: Changing attitudes on gay marriage, Pew Research Center, July 29, 2015. www.pewforum.org/2015/07/29/graphics-slideshow-changing-attitudes-on-gay-marriage.

[14.](#) *material remuneration*: J. Ginges, S. Atran, D. Medin, and K. Shikaki (2007). “Sacred Bounds on Rational Resolution of Violent Political Conflict.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(18): 7357 – 7360.

[15.](#) *Not more open to new information*: In a 2014 Brown University honors project by Julia Shube.

第十章 聪明新定义

[1.](#) *Martin Luthar King Jr.*: As Henry Louis Taylor Jr., professor of urban and regional planning at the University of Buffalo, says, “Everyone knows, even the smallest kid knows

about Martin Luther King, can say his most famous moment was that ‘I have a dream’ speech. No one can go further than one sentence. All we know is that this guy had a dream. We don’ t know what that dream was.” Reported by Deepti Hajela, Associated Press, January 21, 2008.

[2.](#) *Popular history*: History is never so simple. See B. Hughes (2011). *The Hemlock Cup: Socrates, Athens, and the Search for the Good Life*. New York: Alfred A. Knopf; and M. Singham (2007). “The Copernican Myths.” *Physics Today* 60(12): 48 – 52.

[3.](#) *Copernicus*: D. J. Boorstin (1985). *The Discoverers*. New York: Vintage Books.

[4.](#) *Einstein*: G. Holton (1981). “Einstein’ s Search for the ‘Weltbild.’ ” *Proceedings of the American Philosophical Society* 125(1): 1 – 15.

[5.](#) *documented cases*: D. Lamb and S. M. Easton (1984). *Multiple Discovery: The Pattern of Scientific Progress*. Amersham: Avebury Publishing Company, 70. The authors conclude that “multiple discovery is a normal feature of science.”

[6.](#) *Scerri*: E. Scerri (2015). “The Discovery of the Periodic Table as a Case of Simultaneous Discovery.” *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 373(2097): 20140172.

[7.](#) *CRISPR/Cas9*: www.wired.com/2015/10/battle-genome-editing-gets-science-wrong.

[8.](#) *fluid versus crystallized intelligence*: R. R. Cattell (1943). "The Measurement of Adult Intelligence." *Psychological Bulletin* 40: 153 - 193; J. L. Horn (1976). "Human Abilities: A Review of Research and Theory in the Early 1970' s." *Annual Review of Psychology* 27(1): 437 - 485.

[9.](#) *three separate skills*: W. Johnson and T. J. Bouchard (2005). "The Structure of Human Intelligence: It Is Verbal, Perceptual, and Image Rotation (VPR), Not Fluid and Crystallized." *Intelligence* 33(4): 393 - 416.

[10.](#) *eight distinct dimensions*: H. Gardner (1999). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*. New York: Basic Books.

[11.](#) *The basic skill set*: Ed. R. J. Sternberg and S.B. Kaufman (2011). *The Cambridge Handbook of Intelligence*. New York: Cambridge University Press.

[12.](#) *objective definition*: They call these operational definitions.

[13.](#) *The first modern intelligence test*: M. Alfano, T. Holden, and A. Conway (2017). "Intelligence, Race, and Psychological Testing." *Oxford Handbook of Philosophy and Race*. New York: Oxford University Press.

[14.](#) *Charles Spearman*: C. Spearman (1904). “ ‘General Intelligence,’ Objectively Determined and Measured.” *The American Journal of Psychology* 15(2): 201 – 292. More recent evidence comes from an exhaustive survey by J. B. Carroll (1993). *Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-Analytic Studies*. New York: Cambridge University Press.

[15.](#) *best predictors*: I. J. Deary (2001). “Human Intelligence Differences: A Recent History.” *Trends in Cognitive Sciences* 5(3): 127 – 130.

[16.](#) *data from 127 studies*: N. R. Kuncel, S. A. Hezlett, and D. S. Ones (2004). “Academic Performance, Career Potential, Creativity, and Job Performance: Can One Construct Predict Them All?” *Journal of Personality and Social Psychology* 86(1): 148 – 161.

[17.](#) *gamblers*: S. J. Ceci and J. K. Liker (1986). “A Day at the Races: A Study of IQ, Expertise, and Cognitive Complexity.” *Journal of Experimental Psychology: General* 115(3): 255 – 266.

[18.](#) *Anita Woolley*: A. W. Woolley, C. F. Chabris, A. Pentland, N. Hashmi, and T. W. Malone (2010). “Evidence for a Collective Intelligence Factor in the Performance of Human Groups.” *Science* 330(6004): 686 – 688.

[19.](#) *what c is measuring*: J. Salminen (2012). “Collective Intelligence in Humans: A Literature Review.” arxiv.org/pdf/1204.3401.pdf.

[20.](#) *Avin Rabheru*: www.theguardian.com/media-network/media-network-blog/2014/jun/05/good-ideas-overrated-investor-entrepreneur.

[21.](#) *esprit de corps*: www.paulgraham.com/startupmistakes.html.

第十一章 变得更聪明

[1.](#) *Brazilian inflation*: www.inflation.eu/inflation-rates/brazil/historic-inflation/cpi-inflation-brazil.aspx.

[2.](#) *administered a series of tests*: G. B. Saxe (1988). “The Mathematics of Child Street Vendors.” *Child Development* 59(5): 1415 – 1425.

[3.](#) *Dewey quote*: J. Dewey (1938). *Education and Experience*. New York: Macmillan, 63.

[4.](#) *students care about*: A rich discussion can be found in D. Perkins (1995). *Smart Schools: Better Thinking and Learning for Every Child*. New York: The Free Press.

[5.](#) *illusion of comprehension*: W. Epstein, A. M. Glenberg, and M. M. Bradley (1984). “Coactivation and Comprehension: Contribution of Text Variables to the Illusion of Knowing.” *Memory & Cognition* 12(4): 355 – 360; A. M. Glenberg, A. C. Wilkinson, and W. Epstein (1982). “The Illusion of Knowing: Failure in the Self-Assessment of Comprehension.” *Memory & Cognition* 10(6): 597 – 602.

[6.](#) *inverted text*: P. A. Kolars (1976). “Reading a Year Later.” *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 2(5): 554 – 565.

[7.](#) *Jimi Hendrix*: For many more examples, see www.kissthisguy.com.

[8.](#) *John Dewey*: Dewey, *Education and Experience*, 56.

[9.](#) *the mistaken belief*: A point made by philosophers Rom Harré and John Hardwig and by education theorists Stephen Norris, David Perkins, and Neil Postman. See, for instance, S. Norris (1995). “Learning to Live with Scientific Expertise: Toward a Theory of Intellectual Communalism for Guiding Science Teaching.” *Science Education*, 79(2): 201–217.

[10.](#) *Ignorance course*: S. Firestein (2012). *Ignorance*. New York: Oxford University Press.

[11.](#) *National Council for the Social Studies: National Curriculum Standards for Social Studies: A Framework for Teaching, Learning and Assessment*. National Council for the Social Studies, 2010.

[12.](#) *NRC*: National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academies Press; H. A. Schweingruber, R. A. Duschl, and A. W. Shouse, ed. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K–8*. Washington, D.C.: National Academies Press.

[13.](#) “*nature of science*”: B. Alberts (2009). “Redefining Science Education.” *Science* 323(5913): 437. In direct support of this complaint, a study looked at the exams and quizzes used in a variety of introductory biology courses at the college level and concluded “that introductory biology courses emphasize facts more than higher-order thinking.” J. L. Momsen, T. M. Long, S. A. Wyse, and D. Ebert-May (2010). “Just the Facts? Introductory Undergraduate Biology Courses Focus on Low-Level Cognitive Skills.” *CBE Life Sciences Education* 9(4): 435 – 440.

[14.](#) *a philosophy to teach science*: N. G. Lederman (2007). “Nature of Science: Past, Present, and Future.” Ed. S. K. Abell and N. G. Lederman. *Handbook of Research on Science Education*. New York: Routledge, 831 – 879.

[15.](#) *David Perkins*: Perkins, *Smart Schools*, 33.

[16.](#) *based on authority*: Philosophers call this epistemic dependence.

[17.](#) *1950 – 2014*: U.S. National Library of Medicine. www.nlm.nih.gov/bsd/authors1.html.

[18.](#) *trust ourselves*: This is another point emphasized by Stephen Norris (1995), 211.

[19.](#) “*person-solo*”: A term used by Perkins, *Smart Schools*, 132, to argue in favor of attending to social learning, to distributed cognition in the classroom.

[20.](#) *to figure things out interactively*: This view is argued for by R. Pea (1993). “Practices of Distributed Intelligence and Designs for Education.” In ed. G. Salomon, *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations*. New York: Cambridge University Press, 47 – 87.

[21.](#) *Ann Brown quote*: A. L. Brown (1997). “Transforming Schools into Communities of Thinking and Learning About Serious Matters.” *American Psychologist* 52(4): 399 – 413.

[22.](#) *diversity in the classroom*: A. L. Brown and J. C. Campione (1994). “*Guided Discovery in a Community of Learners.*” In ed. Kate McGilly, *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*. Cambridge, MA: MIT Press, 229 – 270.

[23.](#) “*peer education*”: See, for instance, E. Phelps and W. Damon (1989). “Problem Solving with Equals: Peer Collaboration as a Context for Learning Mathematics and Spatial Concepts.” *Journal of Educational Psychology* 81(4): 639 – 646.

[24.](#) *sharing of attention*: Perkins, *Smart Schools*.

[25.](#) *generate explanations*: J. J. Williams and T. Lombrozo (2013). “Explanation and Prior Knowledge Interact to Guide Learning.” *Cognitive Psychology* 66(1): 55 – 84.

[26.](#) *what you need to get a job*: A point made by F. Zakaria (2015). *In Defense of a Liberal Education*. New York:

W. W. Norton; and by N. Postman (1995). *The End of Education*. New York: Alfred A. Knopf.

[27.](#) “*troll farm*”: A. Chen, “The Agency.” *New York Times Magazine*, June 2, 2015.

第十二章 做更聪明的决策

[1.](#) *Craig McKenzie*: C. R. M. McKenzie and M. J. Liersch (2011). “Misunderstanding Savings Growth: Implications for Retirement Savings Behavior.” *Journal of Marketing Research* 48: S1 – S13.

[2.](#) *Jack Soll*: J. B. Soll, R. L. Keeney, and R. P. Larrick (2013). “Consumer Misunderstanding of Credit Card Use, Payments, and Debt: Causes and Solutions.” *Journal of Public Policy & Marketing* 32(1): 66 – 81.

[3.](#) *Chase*: www.creditcards.com/credit-card-news/minimum-credit-card-payments-1267.php.

[4.](#) *a little explanation*: P. M. Fernbach, S. A. Sloman, R. St. Louis, and J. N. Shube (2013). “Explanation Fiends and Foes: How Mechanistic Detail Determines Understanding and Preference.” *Journal of Consumer Research* 39(5): 1115 – 1131.

[5.](#) *skin care*: T. Caulfield (2015). “The Pseudoscience of Beauty Products.” *The Atlantic*. www.theatlantic.com/health/archive/2015/05/the-pseudoscience-of-beauty-products/392201/; Z. Liu (2014). “How Cosmetic

Companies Get Away with Pseudoscience.” *Pacific Standard*.
www.psmag.com/nature-and-technology/cosmetic-companies-get-away-pseudoscience-placebo-week-92455.

6. *\$2,000 in thirty days*: A. Lusardi, D. J. Schneider, and P. Tufano (2011). *Financially Fragile Households: Evidence and Implications*. National Bureau of Economic Research Working Paper No. 17072.

7. *enough savings to live on for three years*: D. Rosnick and D. Baker (2014). *The Wealth of Households: An Analysis of the 2013 Survey of Consumer Finances*. Center for Economic and Policy Research. www.scribd.com/doc/245746907/The-Wealth-of-Households.

8. *educational interventions*: D. Fernandes, J. G. Lynch Jr., and R. G. Netemeyer(2014). “Financial Literacy, Financial Education, and Downstream Financial Behaviors.” *Management Science* 60: 1861 – 1883.

9. *de Soto quote*: H. de Soto (2001). *The Mystery of Capital: Why Capitalism Triumphs in the West and Fails Everywhere Else*. London: Bantam Press, 186.

10. *cafeteria line*: B. Wansink (2007). *Mindless Eating: Why We Eat More Than We Think*. New York: Bantam.

11. *organ donors*: E. J. Johnson and D. G. Goldstein (2003). “Do Defaults Save Lives?” *Science* 302: 1338 – 1339.

[12.](#) *Small business retirement plans:*
<https://www.dol.gov/ebsa/publications/automaticenrollment401kplans.html>.

[13.](#) *simple rules:* R. H. Thaler. “Financial Literacy, Beyond the Classroom.” *New York Times*, October 5, 2013.

[14.](#) *Ray Dalio quote:* Interview with Fareed Zakaria, April 27, 2015.

结语 无知不可避免，错觉亦有价值

[1.](#) *ignorance documentation:* D. Dunning (2011). “The Dunning-Kruger Effect: On Being Ignorant of One’s Own Ignorance.” Ed. J. M. Olson and M. P. Zanna, *Advances in Experimental Social Psychology* 44: 247 – 296.

[2.](#) “*We’re not very good*”: David Dunning in interview with Errol Morris, *New York Times* Opinionator, June 20, 2010.

[3.](#) *Dunning-Kruger effect:* J. Kruger and D. Dunning (1999). “Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One’s Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments.” *Journal of Personality and Social Psychology* 77(6): 1121 – 1134.

[4.](#) *Dunning quote:* David Dunning in interview with Errol Morris, *New York Times* Opinionator, June 20, 2010.

图书在版编目 (CIP) 数据

知识的错觉/ (美) 史蒂文·斯洛曼, (美) 菲利普·费恩巴赫著; 祝常悦译. -- 北京: 中信出版社, 2018.1

书名原文: The Knowledge Illusion: Why We Never Think Alone

ISBN 978-7-5086-8250-1

I. ①知… II. ①史… ②菲… ③祝… III. ①认知心理学 IV. ①B842.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第257725号

知识的错觉

著者: [美] 史蒂文·斯洛曼 [美] 菲利普·费恩巴赫

译者: 祝常悦

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编100029)

电子书排版: 萌芽图文

中信出版社官网: <http://www.citicpub.com/>

官方微博: <http://weibo.com/citicpub>

更多好书, 尽在中信书院

中信书院: App下载地址<https://book.yunpub.cn/> (中信官方数字阅读平台)

微信号: 中信书院