

Business 与思想有关

湛庐文化
READING

心视界

谁说了算？
自由意志的心理学解读

——美——迈克尔·加扎尼加 著

浙江人民出版社

WHO'S IN CHARGE?

FREE WILL AND THE
SCIENCE OF THE BRAIN

谁说了算？

自由意志的心理学解读

〔美〕迈克尔·加扎尼加 (Michael S. Gazzaniga) 著 阎佳 译

当代最伟大的心理学家、思想家
认知神经科学之父**加扎尼加**震撼之作

浙江人民出版社



WHO'S IN CHARGE?

FREE WILL AND THE
SCIENCE OF THE BRAIN

谁说了算？ 自由意志的心理学解读

【美】迈克尔·加扎尼加（Michael S. Gazzaniga）◎著 周佳◎译



浙江人民出版社
ZHEJIANG PEOPLE'S PRESS

版权信息

本书纸版由浙江人民出版社于 2013年7月出版
作者授权湛庐文化（Cheers Publishing）作中国大陆（地区）电子版发行（限简体中文）
版权所有•侵权必究

书名：谁说了算
著者：（美）迈克尔•加扎尼加
字数：210000
电子书定价：29.99美元

Who's in Charge: Free Will and the Science of the Brain/ Michael S. Gazzaniga.
Copyright ©2011 by Michael S. Gazzaniga.

献给夏洛特

毫无疑问，你是世界第八大奇迹

目录

[前言 我的地盘我做主](#)

[01 深入自由意志的源头——大脑的构造](#)

[02 打通思想与行为——左右脑的博弈](#)

[03 揭开“意识”背后的奥秘——解释器的力量](#)

[04 谁决定了“我”的意志——自由意志的幻象](#)

[05 谁决定了“我们”的意志——社会意识的进化](#)

[06 人该为自己的罪行负责吗——正义的证据](#)

[后记 科学夺不走价值与美德](#)

[致谢](#)

[注释](#)

[译后记](#)

我的地盘我做主

苏格兰的吉福德讲座降临人世已经超过125年了，出资创办人是19世纪爱丁堡律师兼法官亚当·吉福德勋爵（Adam Lord Gifford），他热爱哲学和自然神学。他在遗嘱里规定，讲座的主题应当是自然神学，并视之为“严格的自然科学”“不得涉及或依赖任何假想的特例，或所谓的神迹。我希望人们待它就像对天文学或者化学……可以自由地讨论一些问题……所有关于人类对神明、无限，对起源、本性和真理设想的问题，以及人类能否拥有此类设想，上帝是否受到约束、受什么样的约束等等。我深信，自由讨论带来的别无他物，唯有益处”。讲座主要集中在宗教、科学和哲学领域。

只要真正选读过源自这些讲座的书籍，你便会发现它们的品质极佳。西方世界一些最杰出的人士在讲座中传达了自己的观点，比如威廉·詹姆斯（William James，美国哲学家、心理学家）、尼尔斯·玻尔（Niels Bohr，丹麦物理学家，在量子理论和原子结构方面有过卓越贡献），以及阿尔弗雷德·诺思·怀特海（Alfred North Whitehead，英国数学家、哲学家）。在漫长的主讲者名单中，许多人曾投身重大的知识角力。有人阐述宇宙的浩瀚，有人谴责世俗生活无法为生命的意义带来充满希望的信息，也有人直截了当地说，不管什么样的神学，自然神学也好，其他神学也罢，都不值得成年人花时间去思考。表面上看，该说的话前人早已说尽，而且又都说得那么清晰有力，当我受邀出席表达自己的观点时，几乎想掉头就跑。

我读过许多出自这个讲座的书籍，我感觉，我和其他所有这么做过的人一样，都有一种无法满足的欲望，想要更多地认识人类为自己寻找的位置。在某种程度上，我们为自己有这样的兴趣感到惊讶，因为我们现在对物理世界知道得很多，我们大多数人相信现代知识的言外之意——虽说我们有时也很难接受所有的科学观点。思考这些事情，就是

吉福德讲座的意义所在，我发现自己也想为之略尽绵薄之力。在这个论坛上提出我的看法，既令人兴奋，也叫人畏惧，但我真的想说明，哪怕科学突飞猛进，也从未改变如下不容动摇的事实：哪怕我们生活在一个确定的宇宙，可我们自己就是承担责任的载体，我们要为自己的行动负责。

我们人类是大型动物，聪明又伶俐，也经常能把推理能力用至化境。可即便如此，我们还是想知道，就这样了吗？我们仅仅是一种更华丽、更精巧、耸着鼻子四处寻找晚餐的动物吗？诚然，我们比蜜蜂复杂得多，尽管都有自动反应，但我们还有各种认知和信仰，信念胜过进化磨砺出的一切自动生物过程和硬件——哪怕是后者把我们带到了现在这个地方。因为信念（即便是假的也罢），奥赛罗杀死了挚爱的妻子；西德尼·卡顿（狄更斯小说《双城记》里的一个角色）自愿替朋友走上断头台，并宣称，这件事比自己从前所做的任何事都远远好得多。人类就是至高的境界，即便抬头仰望浩瀚天空里的数十亿颗恒星，不免偶尔也会生出微不足道之感。有一个问题自始至终困扰着我们：“我们真的不属于一套有意义的宏伟设计吗？”来之不易的科学智慧和大多数的哲学会说，生活的意义，

只来自我们自己。它完全取决于我们，哪怕那恼人的问题始终伴随着我们：一切真的该是这样？

但现在，一些科学家和哲学家干脆提出，我们带给生活的东西，不由我们做主。现代知识及其尴尬的言外之意自有一定道理。生理化学的大脑确然令得思想以某种我们尚不理解的方式运作，与此同时，它仍然跟其他一切物质一样，遵循宇宙的物理规律。事实上，仔细想想，我们绝不希望它变成其他任何样子。举例来说，我们不希望自己的行动会带来随机结果：我们把手朝着嘴递过去，是想冰激凌落进嘴巴，而非戳在脑门上。

然而，也有一些人说，由于我们的大脑遵循物理世界的法则，我们在本质上是没有任何自由意志的僵尸。科学家们共同接受这样的假设：只有在神经系统展开运作以后，我们才能知道自己是谁、是什么。然而，大多数人都忙忙碌碌，没法拿时间仔细思考，为这样的说法烦恼。很少有人会因此陷入存在主义的绝望深渊。我们希望干好工作，回家陪伴妻子丈夫孩子，玩玩扑克牌，聊聊八卦，做做家务，品品威士忌，开心笑笑，简单生活。大多数时

候，我们似乎并不为生活的意义所困扰。我们想过好生活，而非琢磨生活。

然而，在知识分子群体，有一种信仰明显占据主流，也即：我们生活在一个完全确定的宇宙。这种信念似乎与我们人类对宇宙性质的认识相吻合。物理定律支配着现实世界发生的一切。我们是物理世界的一部分。故此，物理定律支配我们的行为，甚至我们的意识本身。不管在物理领域还是社会领域，都是确定性说了算，我们只能安然接受，继续向前走。爱因斯坦是这么认为的，斯宾诺莎是这么认为的，我们算什么，竟然质疑它？信念带来结果，因为我们生活在一个许多人相信是确定的世界里，社会规范往往要我们别忙着指责，别叫人们对自己的行动（甚或反社会行为）负责。

多年来，吉福德讲座已从多个不同的角度探讨过这个问题。量子物理学家们说，自从量子机制取代了牛顿的物质观，决定论这件事有了回旋余地。原子和分子层面上存在不确定性，这意味着，等下一轮甜点端上来，你可以自由选择是拿波士顿奶油馅饼，还是拿小红浆果；宇宙大爆炸的那一瞬间，

并未决定你此刻的选择。

与此同时，也有人认为，原子的不确定性跟神经系统的运作以及人类意识最终如何产生毫不相关。现代神经科学的主导理念是，完整地理解大脑，你就能揭示大脑如何启动思想，而事实将会证明，这个启动过程，采用的是由下而上的因果方式，它完全是确定的。

面对问题，人类似乎喜欢非黑即白、非此即彼的答案：要么全有，要么全无；要么全都来自天性，要么全都来自培养；要么一切确定，要么一切随机。我会说，没那么简单，现代神经科学并未确立一套彻底的原教旨主义宿命论。我会坚持自己的看法：思想，产生自大脑的物理过程，反过来也限制了大脑。正如个人确立了政治管辖规范，最终又受到这些规范的控制，大脑萌生的思想限制了我们的大脑。

当今时代，所有人都同意，因果力量是认识物理世界的唯一途径，难道，我们就不需要有一套全

新的思考框架，来描述身体与精神的相互作用和相互依存吗？加州理工学院的约翰·道尔（John Doyle）教授指出，在计算机硬件/软件的世界，两个系统的一切我们都完全了解，但要让它们发挥功能，唯有两个领域互相作用才有此可能。然而，还没有人知道该如何形容这一现实。大脑产生思想，就类似宇宙大爆炸。正如车流源自汽车，车流也最终限制了汽车，难道思想就不能限制产生思想的大脑吗？

不管怎么把软木塞使劲往水下压，它始终会浮上来。同样道理，这个问题不会自动消失。它会反反复复地冒出来。思想与大脑的关系是什么，它对个人责任有什么样的暗示——不管是谁解决了这个问题，都将吸引我们的注意力。答案是理解如下事情的关键：身为一种有情感、有远见、好追寻意义的动物，我们有着什么样的体验。故此，它的重要性毋庸置疑。我希望延续人类探讨此一根本问题的传统，勾勒出迄今为止我们在理解思想和大脑互动上有哪些进步。是思想限制大脑，还是大脑从下至上地做完了所有事？这很棘手，因为我在这里所要说的，并不是思想完全独立于大脑。绝非如此。

在开始我们的旅程之前，有必要审视一下21世纪我们对自己是怎样一种生物有了什么样的认识。过去100年中，我们积累了大量有关“人类何以成为人类”的知识。其数量之多，不免令人望而生畏。而且，现在摆在我们面前的问题是：这些知识是否超越了早前我们对人类存在本质的认识呢？

在我的吉福德系列讲座以及本书当中，我认为，我有责任回顾当前时代的人类知识，过去的许多伟大思想家尚未掌握的一些知识。神经学家研究出了许多新奇的意识机制运作知识，可所有的这些认识，对责任这一人类生活的深层核心价值观毫无影响。为证明这一论断，我会解释我们为获取当前的大脑知识走过了什么样的道路，又曾绕了哪些弯路；我会总结现在我们对大脑如何运作的认识。为理解某些有关生活在确定世界的论断，我们要拜访若干不同的科学层面，从亚原子粒子的微观世界（神经科学会带你来到这些地方，你一定料想不到），到你和朋友在超级碗橄榄球比赛上两掌相击大声喝彩的宏观社会世界。这趟科学漫游将向我们说明，物理世界有着不同的规律，它们取决于我们在观察的是哪一级组织层面；我们会发现，哪些规律跟人类的行为有关。我们将在法庭上结束本轮探

索之旅。

即便理清了所有这些关于物理、化学、生物、心理等各方面的知识，一旦把活动的人体视为一个动态系统，总有一点现实不容否认。我们本身是责任的载体。就像我的孩子们爱说的那样，“先别管它啦”，投入精彩纷呈的人类生活吧。



WHO'S IN CHARGE

Free Will and
the Science of
the Brain

01 深入自由意志的源头

大脑的构造

一天24小时，大脑从不休止地管理着我们的思想、欲望和身体。我们触碰、记录、刺激、分析，想知道它到底是如何运作的。是生而复杂？还是白板一张任你书写？是每个人的大脑里都有一个“自我”在发号施令，还是另有秘密？

这就是那个日常生活中的难解之谜：所有人都感觉自己是意识统一的载体，行动时有着自我目的，能自由自在地做出几乎任何选择。与此同时，所有人都意识到自我是机器（虽然是生物性的机器），而宇宙的物理定律对两种机器——人工机器和人类机器都适用。这两种机器都完全像爱因斯坦（他不相信自由意志）说的那样确定吗？还是，我们能随心所欲地自由选择？

理查德·道金斯（Richard Dawkins）代表了“人都是确定的机械设备”这一开明科学观，并直接地指出了它的含义。为什么要惩罚那些从事反社会行为的人呢？为什么不能单纯地将之视为需要修理的人呢？毕竟，他认为，要是车熄火了、坏了，不应该打它也不应该踢它。要修理它。

把汽车换成一匹马，它把你从背上颠了下来。现在怎么办？你脑子里冒出的念头，想必不是把它牵去马厩修理，而是拿出一根棍子教训它。有生命的物体唤起了一种充满勃勃生气的反应，它是我们人类的一部分，与此伴随而来的，还有大量的感受、价值观、目标、意图，以及所有的人类心智状

态。总之，我们的构建方式中似乎有什么东西（大概是**大脑**吧）控制着人的许多日常行为和认知。我们的构成似乎极其复杂，**大脑**这部机器要靠独特的蒸汽才能运转，哪怕我们认为一切归自己说了算。这就是个谜。

我们的大脑是一套庞大的并行分布式系统，有着许许多多的决策点和整合中心。一天24小时，**大脑**从不休止地管理着我们的思想、欲望和身体。数以百万计的网络汇成了像汪洋大海一样的部队，而不是单个的士兵等着指挥官发话。这同样是一套确定的系统，它不是独行的牛仔，超脱于充斥宇宙的物理、化学力量之外。可惜，这些现代科学发掘出来的事实，丝毫也不能说服我们——每个人内心，居然没有一个“你”，一个“自我”在发号施令。这同样是个谜。我们的任务，就是尝试理解这到底是怎么回事。

人类大脑取得的成就，让我们有充分的理由相信存在一个有目的、有中心的自我。人类掌握的现代技术和知识多么精彩啊！

自由意志背后的实验与故事

北卡罗来纳一只植入了特殊神经的猴子竟然能直接连上互联网，受到刺激后，猴子被启动的神经还能控制日本一台机器人的运作。不仅如此，它的神经冲动传到日本的速度，竟然比传到猴子自己腿上的速度要快！

再来看看你的晚餐。要是你运气好，今晚，你兴许能吃上本地种的沙拉、智利的梨子、意大利的美味干酪、新西兰的羊排、爱达荷州的烤土豆，还有法国的红酒。要多少有创造力和创新精神的人合作，才能把这么多不同的东西结合到一起？数之不尽。先是头一个想出自己种粮食的人，头一个想到陈年葡萄汁喝起来更有趣的人，接着是达·芬奇，他第一个画出了飞行器的图样，还有头一个咬了发霉奶

酪、觉得这是好东西的人，更有众多的科学家、工程师、软件设计师、农夫、牧场主、葡萄酒商、运输员、零售商、厨师做了贡献。

动物王国里，不相干的个体之间可不存在如此的创意或协作。更令人惊讶的或许是，有人居然看不出人类和其他动物的能力有着多么大的差异。事实上，他们信心满满：自家有着忧伤大眼睛的宠物狗，聪明得马上就能到杂志上发表文章——《如何趴在沙发上支使你的人类室友》。

人类已经遍布世界各地，生活在千差万别的环境中。可跟我们血缘最近的亲戚，黑猩猩，则处于濒危状态。你肯定要问，为什么人类这么成功，我们的近亲却只能勉强度日。我们有能力解决其他动物都解决不了的问题。之所以如此，唯一可能的答案是，我们拥有某种它们没有的东西。可我们又发现很难接受这一点。随着人类迈入21世纪初，我们

掌握了更多有助于解答部分此类问题的信息，这些信息，过去时代好奇善问的人一无所知。好奇似乎是我们的天性：自从人类有了历史，我们就一直想知道我们是什么，我们是谁。公元前7世纪德尔斐圣地阿波罗神庙的墙上刻着箴言：**认识自己**（**KNOW THYSELF**）。人总是好奇思想、自我和人之为人的本质。这种好奇心从何而来？这可不是你家狗狗蜷在沙发上会想的问题。

今天，神经科学家正在探索大脑：他们触碰它，记录它，刺激它，分析它，拿它和其他动物的大脑相比较。它的部分神秘业已曝光，理论比比皆是。在我们为现代人类的辉煌壮举感叹之前，我们需要控制好我们的“自我”（ego）。公元前5世纪，希波克拉底写下了以下的话，好似当代神经科学家：“人应当知道，欢乐、愉悦、笑容、强健的体魄，还有悲伤、哀怨、失望和慨叹，无不出自大脑。通过大脑……我们获得了智慧和知识，我们能看，我们能听，我们知道什么是逾矩，什么是公平，什么是坏，什么是好，什么甜蜜，什么讨厌……通过同一器官，我们也可能变得疯狂，神志不清，任凭害怕和恐惧攻击我们……”¹他对提出的

作用机制分析得很粗略，但原理丝毫不错。

所以我想，尽管让科学去解释作用机制好了，在此过程中，我们最好是采纳歇洛克·福尔摩斯“科学方法”的建议：“困难在于，需要把那些确凿的事实——无可争辩的事实——与那些理论家、记者的虚构粉饰之词区别开来。我们的责任是立足于可靠的根据，得出结论，并确定在当前这件案子里哪一些问题主要的。”²

这种除了事实什么也不要的冲动，是着手解决谜题的一种方法，早期的脑科学家们也正是本着这种精神开始探索的。这是什么东西？找一具尸体，打开颅骨看一看。让我们来在大脑上钻个孔。研究一下中了风的人。把大脑传出来的电信号记录下来。看看它在生长过程中是怎么连通的。如你所见，激励早期科学家、甚至现在不少科学家的，就是这种简单的问题。不过，随着我展开整个故事，你会发现，不实际研究生物体的行为，不知道我们进化而来的精神系统天生应该去做什么，就绝对不可能解决“自我”与机器的问题。诚如杰出的脑科学家戴维·玛尔（David Marr）所说，仅仅是观察

鸟的羽毛，你是没办法弄懂鸟的翅膀怎样运作的。随着事实的积累，我们需要将之放到功能背景下，检验该背景对生成该功能的潜在要素做了什么样的限制。让我们开始吧。

多舛的大脑发育历程

照理说，像“大脑发育”这种说起来简短干脆的东西，应当很容易研究和理解，但就人类而言，这一发育涉及的范围极广。它不光是神经发育，更有分子发育，不光认知随着时间改变，外部世界的影响也随着时间改变。事实上，它根本不简单：通常情况下，光是从推理中剥离出事实框架就是一个漫长、艰巨而迂回的过程，而要想揭示大脑如何发育并运作，命中注定也会这样。

等位性原则——新生宝宝的大脑就像一张白纸

20世纪初，大脑研究就遭遇了一次绕弯路事件，它给科学界和世俗世界带来了深远影响，直至今日，由它衍生出来的“先天禀性还是后天培养”问题，仍然困扰着我们。1948年，在我的母校达特茅斯学院，加拿大的和美国的两位伟大心理学家，卡尔·拉什利（Karl Lashley）和唐纳德·赫布（Donald Hebb）聚在一起讨论以下问题：大脑到底是一块白板（基本上就像我们今天所说的“可

塑体”) 呢，还是它本身就有限制，并由其结构所决定呢？

此前20年都是白板理论占主导，拉什利是它最初的支持者之一。他最先采用生理和分析方法研究动物的大脑机制和智力。他仔细地在实验用大鼠的大脑皮层上形成损伤，并加以量化，测量其损伤前后的行为变化。他发现，移除皮层组织的数量会影响学习和记忆，但在什么位置移除没有影响。这使他确信，技能的损失和切除皮层的体积有关，和位置无关。他没有想到特定的皮层损害会令得大鼠丧失特定的技能。他提出了整体活动原则（大脑整体的活动决定了其性能）和等位性原则（大脑的任一部分都可执行给定任务，没有专业分工）。³

拉什利在做研究生毕业研究时受到了这种学说的影响，还成了约翰·霍普金斯大学心理实验室主任约翰·华生（John Watson）的好朋友。华生是个坦率的行为主义者，坚定地支持“白板说”。1930年，他说了一句名言：“给我一打健康而又没有缺陷的婴儿，把他们放在我所设计的特殊环境里培养，我可以担保，我能够把他们中间的任何一

个人训练成我所选择的任何一类专家——医生、律师、艺术家、商界首领，甚至是乞丐或窃贼，而无论他的才能、爱好、倾向、能力，或他祖先的职业和种族是什么。”⁴拉什利的整体活动和等位性原则很好地与行为主义的框架相吻合。

第一批发育神经生物学家之一保罗·韦斯（Paul Weiss）为等位性概念提供了更多的证据。他也认为，大脑发育是没有专门分工的。根据他在实验中的结果（为两栖动物蝾螈嫁接了额外一条肢体），他创造了“功能先于形式”⁵这一说法。他要研究的问题是，神经是专门针对肢体生长出来的，还是先随机生长，并通过对肢体的使用而后适应为肢体神经元的呢？他发现，移植给蝾螈的肢体逐渐受神经的支配，并能够学习跟相邻肢体完全协调同步的动作。韦斯的学生罗杰·斯佩里（Roger Sperry，后来成了我的导师）将韦斯广为接受的共振原则总结为“认为突触联系在下游接触中是完全非选择性、分散化的和普遍存在的一种设想”。⁶所以，当时人们认为，神经系统（从神经元到神经元）“最确定的一点”就是，它不是结构化系统。它由拉什利首先提出，由行为主义者跟

进，还得到了当时最杰出的动物学家的赞同。

神经总知道该往哪儿长

但唐纳德·赫布不为所动。虽然他师从拉什利，但他是个有独立见解的人，并着手构建自己的模型。他认为特定的神经连接怎样运作非常重要，于是有意识地回避了整体行动和等位性概念。他已经抛弃了俄罗斯伟大生物学家巴甫洛夫的想法，后者认为大脑就是一个超级巨大的反射弧。赫布相信，大脑的运作能解释行为，有机体的心理学和生物学密不可分，这是一个现在广为接受的想法，但与那时的主流认识格格不入。行为主义者认为大脑仅仅是对刺激做出反应，赫布则意识到，大脑时刻处于运作状态，哪怕不受刺激时也一样。他根据20世纪40年代对大脑功能掌握的有限数据，勉强构造了一套框架。

赫布开始根据自己的研究设想这种情况是如何出现的。1949年，赫布出版《行为的组织：神经心理学理论》(Organization of Behavior: A Neuro-psychological Theory) 一书，为严格的

行为主义敲响了丧钟，转回了较早以前认为神经连接非常重要的观点。

科学聚焦

赫布写道：“若轴突细胞A与细胞B靠得足够近、A能够激发细胞B，并且反复或持续参与B的启动，AB细胞单个或两者之间就会出现某种生长过程或代谢变化，使得A细胞启动B细胞的效率得到加强。”⁷通俗地说，在神经科学中，这就是所谓的“神经元一同启动，就一同交织”，它构成了赫布“学习与记忆”主张的基础。

赫布提出，一组共同启动的神经元构成了“细胞集合”（cell assembly）。在触发事件出现后，集合里的神经元可以继续启动，他认为，这种兴奋留存就是记忆的一种形式，而思维就是细胞集合的

顺序激活。总之，赫布的想法道出了神经网络重要性概念的核心。它至今仍是神经学研究的中心议题。

赫布的注意力集中在神经网络以及它们如何运作、学习信息上。尽管他并未关注神经网络如何形成，但他的理论提出了一点暗示，即思想会影响大脑的发育。事实上，早在1947年公布的早期大鼠实验中，赫布就表明，经验会影响学习。⁸赫布明白，等人们掌握更多有关大脑机制的情况，他的理论必定会得到修正。但他坚持生物学与心理学相结合，为10多年后确立神经科学新领域打通了道路。

人们从这时开始理解：一旦信息得到学习和存储，特定的大脑区域就会以特别的方式运用该信息。然而，老问题依然存在：这种网络是怎么形成的？简单地说，大脑是怎样发育的呢？

保罗·韦斯的学生，罗杰·斯佩里完成了这方面的基础工作，日后，它将成为现代神经科学的骨架。斯佩里还十分强调神经特异性的重要。神经连

接（或布线）怎样发生的问题，让他十分着迷。他对韦斯的“神经生长”说（认为功能性活动在神经回路的形成中发挥主导作用）表示怀疑。1938年，他投身研究的那一年，约翰·霍普金斯医学院的两名医生，弗兰克·福特（Frank R. Ford）和巴恩斯·伍德爾（Barnes Woodall）做了另外一些违背神经系统功能可塑性教条的研究。这两人详细回顾了自己的临床经历，有病人神经再生多年，但功能紊乱却丝毫没有改善。⁹

自由意志背后的实验与故事

斯佩里动手观察大鼠的功能可塑性，看看改变神经连接会给它的行为造成什么样的影响。他将老鼠后肢对立屈肌和伸肌肌群之间的神经连接互换，使踝关节运动颠倒。他想看看，动物能不能像韦斯功能主义观点所预言的那样，学会正确地动脚。他惊讶地发现，即便经过长时间的训练，大鼠也完全无法调整。¹⁰

举例来说，爬梯子的时候，它们的脚该往下时往上，该往上时却往下。他以为新的回路能建立起来，恢复正常的功能，但事实证明，运动神经元不能互换。接着，他又尝试了感官系统，把大鼠一只脚的皮肤神经换到另一只脚上。大鼠再一次照着错误的感觉动弹：右脚受震，它们抬起左脚；右脚疼痛，它们舔舐左脚。¹¹它们的运动和感官系统都缺乏可塑性。

韦斯在实验中选择蝾螈充当人类的代替品，只可惜这是个糟糕的选择。神经系统再生只表现在低等脊椎动物上，也就是指，鱼类、青蛙和蝾螈。斯佩里回到20世纪初杰出神经科学家圣地亚哥·拉蒙-卡哈尔 (Santiago Ramón y Cajal) 提出的观点上：有一种趋化作用控制着神经纤维的生长和终止。

斯佩里认为神经回路的生长是神经接触遵循特定基因编码带来的结果。他进行了几十个巧妙的实验来证明自己的观点。他曾将青蛙的眼睛用手术颠倒过来。之后，当青蛙眼前出现一只苍蝇，它的舌头却朝着相反的方向伸出。即便眼睛换位置好几个星期了，青蛙仍然继续朝着错误的方向搜索。这就是神经系统的特异性：它不可塑，不能适应。他又将金鱼切除了部分视网膜。神经再生后，他观察到神经从中脑接收眼睛传来信号的部位，也即视顶盖生长出来。事实证明，神经的生长非常具有针对性。如果它们从视网膜的背后生长，就会长到顶盖的前面，如果它们从视网膜的前方生长，就会长到顶盖的后面。换句话说，不管神经的起始位置如何，始终都要长到特定的地方去。斯佩里得出结论：“每当中枢纤维系统断开再移植，甚或仅仅覆盖上大略相邻的部位，再生总能带来有序的功能恢复，无需进行再教育性调整。”¹²

20世纪60年代稍早些时候，人们可以实际观察并拍摄下神经生长了，发现神经的生长锥连续发送微丝或触须朝着各个方向试探，它们伸长、收缩，感觉该朝哪个方向进行神经生长。¹³斯佩里认

为，化学因素决定由哪一种微丝占主导地位，并设定生长路线。在他的神经生长模型中，神经元发送细小的丝状伪足（细胞里探出的纤细细胞质突起）观察该走那条路（这么说吧，就像是试试水深水浅），找到自己在大脑中的连接。由于一种化学梯度的存在，它们能找到合适的道路，前往特定地方。

这一基本想法引出了至今仍常见于神经科学的神经特异性概念。斯佩里的原始模型已经有所改变，做了细微的调整，但他的神经元生长整体模型保存了下来。神经元受基因控制而生长、连接，这一神经元生长机制带来的结果是，在整个脊椎动物王国里，大脑的组织方案基本上是一致的。加州大学戴维斯分校的进化神经生物学家莉亚·克鲁比泽（Leah Krubitzer）认为，对所有由相同基因决定的物种，皮质中可能存在一种共同的遗传模式。

科学聚焦

克鲁比泽总结说：“这就可以解释，为

什么我们检验过的每一种哺乳动物，都存在共同的发育组织方案或蓝图，而看似不使用某一种感官系统的哺乳动物，也都有着退化的感觉器官和皮质区。”¹⁴皮质的某些部位，会因为头骨和大脑的不同体积和形状而略有偏向，但它们之间的关系仍保留同一种整体方案。

拉什利和韦斯的实验似乎表明，大脑不同区域是未分化的，可互换的；斯佩里却指出真实情况恰恰相反：大脑的大部分网络由化学或物理化学的通路、连接编码从遗传上决定。这是一种硬连线观：神经细胞的分化、迁徙和轴突导向受遗传控制。但这样就产生了一个先天论的问题，也即认为思想拥有的观念完全是天生的，并非得自外部来源。这个想法的局限性，赫布已有所预见。

到什么山上唱什么歌

大约就在20世纪60年代初斯佩里微调自己神经发展理论的同时期，英国一位年轻的生物学家

彼得·马勒 (Peter Marler) 迷上了鸣禽。这些鸟是从鸟爸爸那里学习歌唱的。他在做植物实地考察时注意到，同一类型的鸣禽在不同地区会唱不同的歌 (他称之为方言)。他发现，白冠麻雀的幼鸟在出生大约30天到100天的敏感时期，渴望而且能够学习特定范围内的声音。他想知道，限制幼鸟接触到的歌曲，是否能控制它们所学的内容。他把处于敏感期的幼鸟隔离出来，只给它们听本地方言或外来方言的歌曲。幼鸟接触到的是什么歌曲，就学会了什么歌曲。故此，鸣禽学习的方言是依赖于个体经验的。

接着，马勒又想，如果给幼鸟接触另一类型麻雀唱的略有不同的歌曲，它们是否能够学会。他尝试换用了本地常见的另一种麻雀的歌曲，但幼鸟只学得会自己这一类麻雀的歌曲。¹⁵ 故此，幼鸟学习的歌曲方言取决于它们所接触到的歌曲，而它们能学会的歌曲类型，则非常有限。它们的学习范围受先天的神经限制。这种内置限制为白板说提出了一个问题，但尼尔斯·杰尼 (Niels Jerne) 并不感到吃惊。

学习只是在先天能力中做选择

20世纪50年代，瑞士著名免疫学家尼尔斯·杰尼撼动了免疫学世界的核心。当时在免疫学家中存在一个共识：抗体形成等于是抗原扮演指导作用的学习过程。抗原多为构成细胞表面部分的蛋白质或多糖。这些细胞可以是微生物（如细菌、病毒、寄生虫），非微生物（如花粉、蛋清），或移植器官、组织、输血细胞等。杰尼认为事实与此完全不同。他说，不是抗原生长成专门设计好的抗体，而是身体出生之时就具备各种不同类型的抗体：抗原不过是这些先天抗体识别或选择的分子。没有指令，只有选择。免疫系统本身就极度复杂，并不是随着时间的发展而变得复杂。

科学聚焦

杰尼的设想成了现在抗体反应和克隆选择理论的基础（就是带有受体的白血细胞——又名淋巴细胞与侵入的抗原相结合后克隆或繁殖）。这些抗体大多从未遇到过匹配的外来抗原，可一旦碰到，抗体就激活，产生自身的克隆，与入侵的抗原结合、阻止后者活动。

杰尼不断提出颠覆前人的突破性观点。他后来提出，如果免疫系统真的是基于这种选择过程展开运作，那么包括大脑在内的其他系统很可能也是一样的。1967年，杰尼写了一篇名为《抗体与学习：选择还是指令》（Antibodies and Learning: Selection versus Instruction）的文章¹⁶，论述将大脑视为对选择过程（而非指令）做出反应的重要性：大脑不是能够学习任何东西的无分化团块，正如免疫系统也不是能产生任何类型抗体的无差别系统。他提出一个惊人见解：学习可能是一种对先天能力的排序过程，这些能力我们本来就具备，只是在特定时刻为应对特别的挑战而挑选出最适合的一种或几种。换句话说，这些能力是由遗传决定的神经网络，专门用于进行特定类型的学习。

这里有一个常用的例子：人很容易就学会害怕蛇，但却很难学会害怕花。我们有内置的模板，一发现某种类型的运动（如草丛里有东西在爬行）时就引出恐惧反应，而对花却没有这种天生的反应。

和免疫系统的情况一样，这个设想认为，大脑本身就具有复杂性和特异性（如前文论述的白冠麻雀学习歌曲一例所示的）。这里最重要的一点在于，系统（或器官）是从已经存在的能力做出选择。但它也意味着限制。如果先天不具备某种能力，就无从选择，故此也就不存在。

研究人员在达尔文最初的“教室”加拉帕戈斯群岛上，观察到了选择在种群生物学里运作的一个著名例子。

自由意志背后的实验与故事

1977年发生了干旱，大部分能结出种子的灌木颗粒无收，成年地雀大量死亡。地雀的喙有大有小。地雀以吃种子为生，喙是它们生计的关键。喙小的地雀啄不开干旱期间仍较为常见的刺蒺藜的木质果实和坚果，但喙大的地雀却啄得开。柔软的种子供应有限，早就被鸟

儿们一抢而空，只留下个头大的坚果，而它们，只有喙大的鸟才能吃到。喙小的地雀灭绝了，喙大的地雀存活下来：这就是从已有能力中做出选择。次年，幸存下来的地雀的后代，往往体格更大，也有着更大的喙。¹⁷

目前的大脑观，并不如拉什利、沃森和韦斯所描述。他们的模型把大脑视为一种什么都可以学习的无分化团块：任何大脑能学习任何东西。对于这样的大脑，很容易教它像享受玫瑰清香一样享受腐烂鸡蛋的臭气，也很容易教它像害怕蛇那样害怕花朵。我不知道你的情况怎么样，但厨房里飘出臭鸡蛋的味道，是不会给我的客人们留下好印象的——不管他们来了多少次。斯佩里对这一概念提出质疑，认为大脑是以非常具体的方式构建的，它由遗传决定，我们还是婴儿的时候，它的布线方式基本

上就预设好了。这种解释可以说明大部分的事实，但尚不足以说明研究中涌出的所有数据。它并不能完全解释马勒在鸣禽身上观察到的现象。

后天培养也很重要

事实证明，神经科学领域的故事多着呢。温辛（Wun Sin，音译）、库尔特·卡斯（Kurt Kass）和同事们研究青蛙大脑视顶盖的神经元生长时发现，给予光刺激，能提高神经细胞末端分支突起（也即树突棘）的增长速度和数量。这些树突棘传导其他神经细胞的电刺激，统称为树突分支。故此，视觉活动增强实际上带动了神经生长。¹⁸斯佩里认为细胞生长只受一种遗传趋化作用（细胞朝着某种化学物质运动）所影响。和他所说的不同，神经元的实际活动和它的经验也推动着它的生长以及其后形成的神经连接。这叫做活性依赖过程（activity-dependent process）。

烦人的是，新近的研究表明妈妈的话没错：应该勤练钢琴。事实上，练习任何运动技能都能使之趋于完美。练习不仅改变了突触的功效，¹⁹新近的

研究还表明，活鼠的突触连接会迅速响应运动技能训练，并永久重新布线。²⁰训练一只一个月大的老鼠用前肢够取物体，能让树突棘迅速形成（一个小时之内）。训练结束后，一些原有的树突棘消失，学习过程中形成的新树突棘得到稳固化，树突棘的整体密度会恢复先前水平。同一批研究人员还发现，不同的运动技能，是由不同组别的突触编码的。好消息是，现在听妈妈的话也不算迟（至少对老鼠来说是这样）。练习新任务同样能够促成成年后树突棘的形成。坏消息是，始终都需要练习。看起来，运动学习是突触重组的结果，稳定的神经连接是持久运动记忆的基础。

自由意志背后的实验与故事

联想学习（associative learning）是经验改变神经连接的另一个例子。如果你看过《奔腾年代》这部电影，你大概还记得，人们训练赛马“海饼干”时，听到铃声就要它开始奔跑。铃声一响，驯马师用马鞭在它屁股上抽

一下，诱发“逃跑”反应，它就开始跑了。经过多次尝试，只要听到铃声，无需马鞭它也会跑了，最终，“海饼干”跑赢了东海岸的赛马冠军“战将”。

因此，虽然整体连接模式受遗传控制，外部环境的刺激和训练也影响着神经细胞的生长和连接。目前的大脑观是这样：它的整体方案是遗传的，但局部层面上的具体连接是活性依赖的，外部因素和经验都要发挥作用：和任何爱观察的家长或宠物主人说的一样——先天禀性和后天培养同样重要。

我们生而复杂

人类发展心理学中有许多婴儿发自本能地了解物理学、生物学和心理学知识的例子。多年来，哈佛的伊丽莎白·史培基（Elizabeth Spelke）和伊利诺伊大学的瑞内·柏莱乔（Rene Baillargeon）多年

来都在研究婴儿懂得多少物理学。这是成年人视之为理所当然的知识，可惜很少有人想过它打从哪儿来。举例来说，你桌上的咖啡杯通常不会让你给予太大的视觉关注。但要是你突然看见咖啡杯飞到了天花板上，它必然会极大地吸引你的注意力，你一定会瞪着它看。这有违地心引力。你认为物体要遵循一整套的规律，如果它们不遵循，你就会瞪着它们看。就算你从来没在学校里学过地心引力，你也会死死地盯着那个杯子。同样的道理也适用于婴儿。如果他的瓶子突然飞到了天花板上，他会死盯着看。

从婴儿会更长时间地盯着不符合一定规律的物体这一观察现象入手，研究人员梳理出了婴儿知道哪些规律。

自由意志背后的实验与故事

柏莱乔在3个半月大的婴儿面前放了一个球，接着用屏风把球挡住。而后，她悄悄取走

了球。屏风撤走之后，球没了，婴儿们惊讶了。这是因为他们似乎早就领悟了物质无法穿过物质的物理知识。3个半月大的婴儿就懂得物体是恒定的，即便被其他东西遮挡住，也不会消失。²¹

另一些实验还表明，婴儿以为物体是紧密结合的，拖拽不应该让它们自然分开。他们还认为物体穿过屏风之后再出现时，应该保持相同的形状：球不应该突然变成玩具熊。他们认为物体应该顺着连续的路径运动，不能跨越空间间隔；他们对部分遮挡起来的形状做出假设：遮挡之后露出半个球形，取消遮挡之后就应该是完整的球形，而不应该有腿。他们还以为物体靠自己无法移动，除非有东西碰触它；物体应该是实心的，不能穿越另一物体。²²这就是遗传决定的知识，我们生来就有的知识。我们怎么知道这不是习得的知识呢？因为不管此前接触过什么样的内容，各地的同龄婴儿都知道

这些事情。

人类的视觉系统，似乎也内置了先天复杂性。在人类的感知层面上，还有其他许多内置的自动流程。比如，在视觉领域，你所看到的东西，不一定符合事实。人们早就知道，把两个度量光强度相同的方块放在不同的背景下，亮度看起来就不一样了。黑色背景下的灰色方块显得比白色背景下的同色方块更亮，见图1—1。



图 1—1 黑白背景下的灰色方块

物体的照度基本上由照在它上面的光、物体表面的反射、观察者与物体之间所隔的空间透射度（比如有没有雾，有没有滤光镜等）所决定。对物体照度的感知叫做亮度。然而，物体的照度及其感知亮度之间并不呈简单的对应关系。光到达眼睛的相对强度，取决于这3种变量的组合。举例来说，

你坐在一间有4面墙壁的房间里。墙面刷的颜色相同，但若是照度不同，某一面墙可能显得比其他几面墙更亮。故此，视觉刺激源和组合生成刺激的元素之间并没有固定的关系；视觉系统无法判断这些元素是怎样结合起来，在到达视网膜的图像上产生照度值的。

科学聚焦

为什么演化出的是这样一套系统呢？杜克大学的研究员戴尔·珀维斯（Dale Purves）、博尤·勒图（Beau Lotto）和同事们指出，成功的行为需要反应与刺激的根源相协调，并不需要与刺激的量度属性相协调；这一点，只能依靠过去的经验（包括个体的过去和进化层面的过去）来学习。²³例如，了解挂在树梢枝头的成熟水果的照度，比了解它的具体光学特性更有利。换句话说，他们认为，视觉回路和所得的感知是根据过去视觉引导行为带来的成功所选择的。

“倘若刺激与处于同一发光体下的类似反射性目标表面相一致，目标物体就将呈现类似的亮度。然而，要是刺激与视觉系统对不同发光体下不同反射性物体的过往经验相一致，目标物体就呈现不一样的亮度。”²⁴关键在于，我们在认知上并未意识到这一点。我们的视觉感知系统通过选择过程，进化出了这样一种内置的复杂自动机制。

通往智人之路

古人类学家估计，现代人类与黑猩猩的共同祖先生活在距今500万至700万年前。出于某种原因（大多数说法是，天气变化造成了食物供给上的变化），我们的共同祖先分化了。有几次尝试一开始就弄错了，也有的分支进化到了一定程度后无以为继，但最终，一条分支演化成了黑猩猩，另一条分支则成了智人。尽管我们智人是这条演进路径上唯一存活下来的原始人类，但还有许多原始人类出现在我们之前。这些原始人类残留下来的少数化石，为我们提供了人类进化的线索。

最初的两足行走祖先

有一种原始人类的化石引起了不小的轰动。1974年，唐纳德·约翰森 (Donald Johanson) 发现了第一个约400万年前的非洲南方古猿残存化石，震动了整个人类学世界。人们找到了这只古猿近40%的骨架，它的盆骨部分说明它是雌性：也就是现在著名的“露西”。令人吃惊的不在于发现了露西，而在于“她”双足行走，却并不拥有体积庞大的大脑。在这之前，人们认为，我们的祖先是先进化出了庞大的大脑，有了复杂的想法，才带来了两足行走。

几年后，在1980年，玛丽·利基 (Mary Leakey) 发现了约350万年前的非洲南方古猿足迹化石，它和我们的足迹有着几乎相同的外观、形状和重量分布，为两足行走先于大脑进化提供了更多的证据。最近，蒂姆·怀特 (Tim White) 和同事又找到了若干化石，其中有一只约440万年前的始祖地猿的脚，它尚处于四足行走到两足行走的过渡状态。²⁵ 现场科考小组每发现一块化石，理论学家们就被迫回到绘图板前重新绘制人类的进化路线图。现在，蒂姆·怀特和他的国际团队提出，我们与黑

猩猩最后的共同祖先并不像先前普遍以为的那么类似黑猩猩。两者在进化之路上分道扬镳之后，黑猩猩本身也经历了很多的变化。

有一位从事相关工作的理论家、心理学家列昂·费斯廷格 (Leon Festinger) 对现代人类的起源甚感好奇，他想知道，我们的祖先到底在哪一代上可被视为最早的人类。他指出，两足行走“几乎是一种灾难性的不利条件”²⁶，因为它极大地降低了奔跑和攀登的行动速度。此外，四条腿的动物靠三条腿仍然能对付着跑动，两足动物要是有一条腿受伤就没法跑了。这一缺点显然让后者在天敌面前更为脆弱。

转为两足动物，还带来了另一个不利之处：产道变小了。从物理上看，若有较宽的盆骨，就无法两足行走。在胎儿时期，灵长类动物的头骨是几块夹着大脑的平板，要到出生之后才合并到一起。这既可以让头骨保持足够的柔韧度，以便顺利通过产道，同时也让大脑在出生后继续发育。人类婴儿出生时，大脑的个头与黑猩猩婴儿相近，但发育却要滞后一些。因此，与其他猿类相比，我们出生过

早，造成了另一缺点：人类的婴儿更加无助，需要照顾的时间更长。然而，出生之后，人类孩子的大脑发育和黑猩猩存在着显著的区别。人类孩子的大脑在整个青春期持续扩大，个头增至最初的3倍，并伴随着各种改进和影响。最终，它的重量达到1300克左右。相比之下，黑猩猩的大脑在出生时就几乎完全发育了，成年后仅重400克左右。

两足行走必然具备某种能让我们祖先存活并成功繁殖的优势。费斯廷格提出，这些原始人类所具备的优势，不在于他们拥有了两条能够自由使唤的前肢，可用于除了运动之外的其他事情；而在于他们拥有了创造力十足的大脑，能为前肢琢磨出新的用法：“胳膊和手不像腿，有着专门的用途。人为胳膊和手发明了多种用途——这里的关键词是‘发明’。” 欧文·洛夫乔伊（Owen Lovejoy）对始祖地猿化石做了猜测，认为雄性通过“以物换性”的方式，用前肢替雌性搬运食物，引出了一整套的心理、生理、行为和社会变化。²⁷

费斯廷格提出，独创性和模仿性推动了大脑的进化：“生活在250万年前的人类，并不需要全都

冒出制造带锋利边缘工具的想法.....只要有一个
人，或者一小群人，发明了一种新流程，其他人就能
够模仿并学习。”我们人类所做的大多数事情，最初
都是某一个人先大胆吃螃蟹，之后由其余的人竞相仿
效。是谁用那些看起来平凡无奇的豆子里做出第一杯
咖啡的呢？是一个跟我有不同大脑的人。然而，幸运
的是，我不必自己重新发明轮子。我可以利用另一个
家伙的聪明点子。发明和模仿在人类世界里无处不在
，可在我们的动物朋友身上却惊人地罕见。

运动速度减慢和天敌更多，表面上看是劣势，实际
上却是许多认知变化的重要催化剂。早期擅长创造的
大脑必须首先解决天敌问题，“需求是发明的动力”
这句话就是这么来的。智胜天敌有两种方式，一种是
更大更快——这个选项已经不具备可行性了。另一种
则是大规模群居，加强巡视，增加保护，同时让捕猎
和采集变得更为有效。多年来，在寻找是哪些力量驱
动了原始人类大脑不断扩大的过程中，人们推敲了许
多设想。现在看来，有两种因素推动了自然和性别选
择的过程：由于大脑变大，新陈代谢也随之提高，人
类需要饮食能提供额外的热量；为获得保护而大规模
群居，带来了各种社会

挑战。

我们拥有的这个大个头大脑，是我们区别于其他动物的原因所在吗？

人类的大脑不仅胜在个头大

查尔斯·达尔文最先提出了这个观点：人类的能力仅仅是体积较大的大脑的功能。他写道：“人类和其他高等动物的区别固然很大，但它无非是程度上的区别，而非性质上的区别。”²⁸他的支持者和盟友，神经解剖学家赫胥黎（T. H. Huxley）更是认为，人类大脑除了体积之外，没有其他独特的地方。²⁹直到20世纪60年代，此看法一直是主流：人类大脑和我们其他灵长目近亲的大脑只有体积上的区别。

现任哥伦比亚大学人类学教授的拉尔夫·霍洛韦（Ralph Holloway）决定站上擂台跟前人过过招。他提出，认知能力的演进变化是大脑重组的结果，并不仅仅是体积变化的结果。³⁰他写道，“我

是1964年在一次研讨会上做陈述时得出这个结论的。当时，我举例说明，一些小脑症患者的大脑体积连某些大猩猩都比不过，可他们仍然能够说话。在我看来，这意味着他们的大脑组织和类人猿是不同的。”³¹最终，到1999年，托德·普罗伊斯（Todd Preuss）和同事们为霍洛韦提供了一些物证。他们最先找到了猿和人类大脑组织之间的微小差异。³²

进化生物学家威廉·德·温特（Willem de Winter）和查尔斯·奥克斯纳德（Charles Oxnard）提供了更多支持的证据。他们认为，大脑具体部位的体积，与该部位对大脑其他部位的功能关系有联系。他们将363种动物的大脑部位比例做了多变量分析（同时分析多个统计变量），发现大脑部位比例相似性较强的动物群，往往有着相似的生活方式（运动、觅食和饮食），但系统发育（进化）上的关系并不太强。例如，新大陆食虫蝙蝠的大脑部位比例和旧大陆食肉蝙蝠联系更紧密，却跟血缘关系更近的新大陆食果蝙蝠不那么相似。

科学聚焦

德·温特和奥克斯纳德的分析显示，同一生活方式分组内的物种有着相似的大脑组织：大脑关系的收敛性与相似性，跟生活方式的收敛性与相似性相关度更大。³³

在所研究的363种动物当中，人类是唯一有着两足生活方式的物种。他们发现，人类和黑猩猩的大脑组织的差异非常明显，达22标准差之多（标准差测量的是平均值附近的数据分布。如果标准差大，那么数据的变化性就大。如数据呈正态分布，那么它通常会落在平均值的3标准差上下范围内）。故此，研究人员总结说：“人脑组织的性质和黑猩猩非常不同，而黑猩猩的大脑跟其他类人猿并没有太多区别，甚至跟旧大陆的猴子没太大区别。”³⁴

达尔文认为大脑只存在程度上的变化不足为奇。尽管所有的物种各有其独特之处，但却都由相同的分子和细胞构成，也基于相同的自然选择原理演进而来。此前做出的各种假设，都基于如下先决条件：只考察了人类的独特性。然而，耶鲁大学的神经解剖学家帕斯科·拉吉克（Pasko Rakic）对我们提出了一点告诫：“我们免不了迷惑于各物种间皮层组织的惊人相似性，却忘了我们应该寻找差异之处，人类认知能力提升的演进进步来自这些差异。”³⁵

人的大脑跟其他动物的大脑有着怎样的不同，其他动物的大脑彼此之间又有着怎样的不同，它到底是数量上还是质量上的区别——围绕这些问题，各方意见的分歧还会持续下去。但有一个支持性质差异的证据相当引人注目。杰出的心理学家大卫·普雷马克（David Premack）多年来尝试教黑猩猩使用语言，他的立场和拉吉克一样：“展示动物和人类能力之间的相似性，会自动触发下一个问题：两者的差异性是什么？这个问题能避免人们误将相似性视为等同性。”³⁶

普雷马克强调的一个主要差异是，其他动物的能力不能推而广之：每一物种都有着极为有限的能力范围，而这些能力都只是为单一目标而适应发展出来的：灌丛鸦只为了将来的食物这一个目标做计划，完全不考虑其他的事情，它们不教学，也不在野外制造工具。乌鸦会在野外制造工具，但它们只是为了获取食物，它们不做计划，也不教学。狐獾不做计划，也不在野外制造工具，但它们会教幼崽，虽然只教一件事：如何不挨蛰而吃掉毒蝎子。它们无法把自己的技能适应到多个领域去。狐獾教育幼崽如何安全地吃蝎子，人类则可以教育孩子一切事情，并且，教学的内容通常可以推广到其他的技能上。简而言之，教育和学习得到了推广。

和其他动物一样，人类能力的核心构成也是从具体的适应演进来的，人类拥有大量以这种方式演进来的高度精练的能力。这些能力结合起来，引出了解决一般性问题的额外能力，最终形成了人类独有的各领域通用能力。于是，人类的能力获得爆炸性发展，人类的条件全面就绪。现代神经解剖学家很快就会指出，当你顺着灵长类动物的树枝爬上人类这一级，你就不再是一项项地增加额外技能（这是过去的假设），而是你的大脑得到了彻底重组。

科学聚焦

三位一体大脑模型由保罗·麦克莱恩（Paul Maclean）提出。依照这个模型，大脑结构以进化发育为基础，由三层构成：最早的爬行动物层，上面覆盖着大脑边缘系统，而最新的一层“新皮层”包裹着前两者。基本上，他认为，随着人类的演进，我们不断增加大脑的层次，就类似你往火车后头挂车厢一样。我把它称为火车式进化论。

当然，还有一个棘手的小问题尚未解决：大脑里到底发生了什么，让人类具备了这种了不起的能力呢？它是怎么来的呢？你又是怎么知道的呢？为了保住相关研究人员的饭碗，也为了如今的研究生有课题可做，这个谜题现在尚未完全解开。不过，有一部分奥妙已经得到了破解，接下来，我们就要去看一看。

人类大脑展现出的物理差异

所有这些对大个头大脑理论（big brain theory）的批评指摘，逼得研究人员使用技术更先进的显微镜，一个个地清点细胞，为细胞染色，确定其详细情况。现在，就在我们眼前，大个头大脑理论的基础裂开了一条无法弥合的缝隙。

早在1999年我们还没有接触到显微镜带来的差异之前，有几个问题就曾给大个头大脑理论蒙上了阴影。尼安德特人的大脑比人类更大，但在能力范围上从未展现出超过我们的迹象。放眼历史长河，智人的大脑体积有过缩小的阶段。我是在研究接受裂脑手术的癫痫症患者时注意到这个问题的。

科学聚焦

裂脑手术将连接大脑左右半球的大片神经（也即胼胝体）切断，防止电脉冲扩散。然而，孤立的左脑（无法从右半球获得任何信号输入，本质上也就是体积减半）仍然和完整的

大脑同样聪明。如果大脑的体积非常重要，你会认为，少了一半一定会影响问题解决和推理能力，但事实并非如此。

主张神经元以数量取胜的观点，现在还面临另一个问题的挑战。马克·吐温说过，“有关我死亡的报道太过夸张”，说人类的大脑体积比同等体格的猿猴要大得多，过去也表达得太夸张了。

个头大并不能说明更聪明

2009年，弗雷德里科·阿泽维多（Frederico Azevedo）和同事们³⁷使用了一种新技术来计算神经元。他们发现，从神经元和非神经元数量的角度而言，人类大脑是灵长类动物大脑的等比放大：也就是说，和我们同体格的灵长类动物理应有这么多神经元，我们并不拥有相对更多的神经元数量。他们判断，人类成年男性的大脑一般含有860亿个神经元和850亿个非神经元细胞；大脑皮质占大脑总量的82%，拥有的神经元却只占整个大脑的19%。

绝大多数的神经元（72%）在小脑，它只占大脑总量的10%。他们还发现，人类大脑结构中的非神经元大脑细胞和神经元之比，跟其他灵长类动物相当，细胞数量也跟同等体格的灵长类动物预期数量相吻合。事实上，他们的结论是：人类并不拥有相对于身体更大的大脑，在灵长类动物里不是异数；猩猩和大猩猩则拥有相对于大脑更大的身体，反倒是真真正正的异数。

人类大脑平均拥有860亿个神经元，但有690亿都位于小脑，也即大脑后方帮助优化运动控制的小结构。我们认为负责人类思想和文化活动的整个皮层区域只有170亿个神经元，大脑其余部位的神经元还不到10亿个。额叶和前额叶皮层——涉及记忆和规划、认知灵活性、抽象思维、启动适当行为并抑制不当行为、学习规则、通过感官挑选相关信息的大脑部位——所拥有的神经元数量，比视觉区域、其他感官区域和皮层运动区域要少得多。然而，额叶比大脑其他部位更庞大的地方，在于神经元的树状分支，这可能使神经连接增加。

现在，大脑解剖学家有必要解答这些发现的含

义。如果人类神经元的数量只不过是按黑猩猩神经元的数量等比增加而已，那么，它们的连接模式或神经元本身必然有所不同。

人类神经元的连接模式不同

大脑的尺寸增加，也就意味着神经元的数量、神经连接以及神经元彼此之间的空间全都随之增加。人类大脑皮层的体积约为黑猩猩的2.75倍，但由于细胞体和细胞体所占据的空间加大，人类大脑神经元的数量仅比黑猩猩多1.25倍。³⁸这种空间叫做“神经纤维网”，里面充满了由轴突、树突和突触所构成的连接物质。一般而言，这一区域越大，它连接得越好³⁹，因为有更多的神经元跟更多更多的其他神经元相连接。然而，随着大脑的扩大，要是每一个神经元都与其他所有的神经元相连接，连接所增加的体积和长度就将遍布增大的部分，这会减缓神经信号的处理速度，整体收益极为有限。⁴⁰

实际出现的情况是，并不是每一个神经元都与其他所有的神经元相连接。连接的比例不增反降。到了某个点，大脑的绝对尺寸和神经元总数增加，

连接的比例下降，随着连接模式发生变化，大脑内部结构也发生变化。为了增加新功能，连接比例的下降会迫使大脑进行专业分工。一组神经元经内部连接，构成小型局部回路，执行特定的处理工作，并转为无意识的自行化处理。它们把处理的结果传给大脑的另一部位，为得出结果进行的所有计算却并不传过去。所以，正如我们此前讨论的视觉感知问题，处理结果（灰色方块显得更亮或更暗的判断）传过去了，得出这一结论的处理步骤却省略了。

过去40多年的研究表明，人类大脑有数十亿神经元组织成了专门展开特定功能的局部专门回路，它们叫做“模块”。例如，马克·莱切尔（Mark Raichle）、史蒂夫·彼得森（Steve Petersen）和迈克·波斯纳（Mike Posner）做了一次神经影像研究，示范了人类大脑中不同回路并联处理不同输入的一个例子。大脑的一个部位对你听到的词汇做出反应，另一个部位对你看到的词汇做出反应，还有另一个部位对说出的词汇做出反应，它们全都可以同时运行。⁴¹

詹姆斯·林戈 (James Ringo) 意识到，大脑尺寸增大而连接比例降低的需求带来了更多专业分工的网络。他还指出，这解释了卡尔·拉什利的大鼠及其大脑等位性的问题：大鼠的大脑太小，并未形成专业分工的回路，后者是较大的大脑的特点。托德·普罗伊斯则评论说：“皮层多样性的发现给研究人员带来了太多不便。对神经学家而言，多样性意味着，将基于若干‘模型’物种——比如大鼠，恒河猴等——研究所建立的皮层组织学说推而广之是站不住脚的。”⁴²

贯穿哺乳类动物的进化过程，随着大脑尺寸的增加，进化历程最年轻的大脑部位——新皮层——不成比例地大幅增加。

科学聚焦

新皮层多达6层，由神经元细胞构成，像一张皱巴巴的硕大餐巾纸一样覆盖在大脑皮层顶部。新皮层负责感官知觉、运动指令的生成、空间推理、意识和抽象思维、语言以及想

尺寸的增加受神经形成的时机所控制，而神经形成的时机则由DNA控制。较长的发育期带来了更多的细胞分裂，由此也带来了尺寸更大的大脑。新皮层的最外层叫上颗粒层（Ⅱ和Ⅲ），它最晚成熟⁴³，主要是向皮层内的其他区域进行映射。⁴⁴

我们实验室的杰夫·哈特斯勒（Jeff Hutsler）对于这些层提出了重要的观察报告：灵长类动物的上颗粒层神经元在比例上比其他哺乳动物要增加得更多。它们占灵长类动物皮层厚度的46%，占食肉动物的36%，啮齿目动物的19%。⁴⁵这一层更厚，是因为它在皮层各部位之间有着密集的连接网络。许多研究人员认为，由于这一层连接了运动、感觉和联合区，它大量参与了较高层次的认知功能。不同物种这些层次的不同厚度，或许暗示了连接性相应的不同程度，⁴⁶而连接性，有可能影响了不同物种的认知和行为差异。⁴⁷新皮层尺寸的增加，能够

再造局部皮层回路，增加连接的数量。

然而，随着灵长类动物大脑尺寸的增大，在大脑左右半球之间传输信息的粗大神经纤维束——胼胝体在比例上缩小了。⁴⁸故此，大脑尺寸的增大和大脑两半球之间沟通减弱有关系。随着我们演进为人类，两个半球联系得不如从前紧密了。与此同时，每个半球内部的连接量，也即局部回路的数量增加了，从而带来了更多的本地处理。尽管有许多回路在大脑左右两侧对称地存在（比如，右脑有主要控制身体左侧运动的回路，左脑有主要控制身体右侧的回路），也有许多回路是只存在于单个半球的。过去几年，我们了解到，许多动物都有着神经解剖上的不对称性，但人类大脑回路的单侧化程度似乎要大得多。⁴⁹

我们与黑猩猩最后的共同祖先身上，一定已经出现了单侧化的部分框架。我的同事查尔斯·汉密尔顿（Charles Hamilton）和贝蒂·弗梅尔（Betty Vermeire）在研究猕猴的面孔感知能力时，发现右脑在猴脸觉察上存在优势；⁵⁰人类大脑在辨识人类

面孔时，同样是右脑占优。其他研究人员则发现，人类和黑猩猩都有不对称的海马体（调节学习和巩固空间记忆、情绪、食欲、睡眠的结构），右边比左边大。⁵¹

不过，原始人类分支经历了更进一步的不对称变化。在寻找其他灵长类动物和人类之间不对称性的过程中，人们研究最多的是涉及语言的大脑区域，而这一部分也确实发现了许多不对称的地方。比如，人类、黑猩猩和恒河猴的颞平面——韦尼克区的组成部分，与语言输入相关的皮层区域——的左侧都比右侧大，但人类左半球在微观层面上最为独特：皮层微柱（新皮层6层结构内的单个神经元和其上下层的神经元并排构成的细胞柱，垂直地穿过各层。）更宽，之间的空隙更大。由此带来的不同神经结构可能表明，左半球会以更详细、冗余更少的方式处理信息。它或许还表明，这一空间内还存在另一未知的构成组件。后语言区和布罗卡区（涉及言语的理解与产生）的皮层结构不对称性同样表明：这一独特能力是由连接性上的变化负责的。⁵²

在裂脑研究的早期，我们就遇到了另一个惊人的解剖差异。在黑猩猩和恒河猴的大脑中，前连合（连接左右半球颞中回和颞上回的纤维束）参与了视觉信息的传输。⁵³然而，我们从对裂脑患者的最新研究中了解到，人类的前连合并不传输视觉信息，而是传输嗅觉和听觉信息：相同的结构，不同的功能。另一个显著差异是主要视觉通路，它将眼睛的视网膜投射到枕叶（大脑后部）的初级视觉皮层上，猴子和人类都是如此。视觉皮层受损的猴子仍能看到空间中的物体，辨别颜色、亮度和图案。⁵⁴可要是人类患上相同的病变，就不能再执行这些任务，彻底失明了。这种对应大脑片区能力上的差异，凸显了这样一个事实：不同物种的类似结构在运作上存在差异，我们需要对跨物种比较持谨慎态度。

新的成像技术——弥散张量成像，可以映射神经纤维。故此，人类大脑在局部层次的组织方式，研究人员现在可以获取、观察、检测并量化了。通过这种技术，人们识别出了越来越多神经连接模式变化的证据。例如，人类大脑中参与语言活动的白质纤维束——弓状束，跟猴子和黑猩猩有着

完全不同的组织形式。⁵⁵

人类神经元的类型不同

几年前，我很好奇人们怎么想——是认为不同物种的神经元细胞存在差异，还是全都一样。我问了几位顶尖的神经学家：如果有人要你记录培养皿中海马体切片的电脉冲，事先你并不知道这切片是来自老鼠、猴子还是人，你能分辨它们的差异吗？当时，大多数人都告诉我：细胞就是细胞。它是一个通用的处理单元，人的细胞和蜜蜂的细胞只有尺寸上的差异。如果你适当改变小鼠、猴子或人类神经元细胞的大小，哪怕你有智慧女神的相助，也无法判断它们的差异。但最近10年，出现了一个异端观点：神经元细胞并不完全相像，某些类型的神经元只能在特定的物种身上找到。此外，特定类型的神经元可能会在特定的物种中表现出独特的性质。

1999年，神经解剖学家托德·普罗伊斯和同事们找到了神经排列微观差异的第一个证据，它位于枕叶的初级视觉皮层当中。他们发现，人类4A皮层

的神经元在结构和生物化学上都跟其他灵长类动物不同。在4A皮层中，这些神经元构成了信息传递系统的一部分：将来自视网膜的物体辨识信息，通过枕叶的视觉皮层传到颞叶。它们在人类大脑中形成了网状的复杂模式，而在其他灵长类动物中，则是简单的垂直模式。这很出人意料，普罗伊斯指出：“在视觉神经学中，人们有一种近乎坚定的信仰：人类和短尾猴没有什么太大的区别。”⁵⁶普罗伊斯推测，这种神经元排列上的演进变化，有可能导致了人类从背景中辨识物体的卓越能力。

这一发现牵连出了其他的事情：要知道，我们对视觉系统结构和功能的认识，主要都来自对猕猴的研究。而正如普罗伊斯所指出，上述发现和其他的一些近期研究说明，皮层的多样性给人们早前的假设带来了不便。神经科学家对神经元结构、皮层组织、连接和其相应功能的概括，无不是以对猕猴和大鼠的研究为基础。这一基础的谬误究竟有多大，还有待人们判断，而且，它并不仅限于视觉系统。

就连大脑的基本构建模块，锥体神经元（这么

叫它是因为它的细胞体形如三角锥体），也受到了严格的审视。比较神经学研究一直赞美锥体神经元跨物种存在，但这首赞歌唱了几十年之后，2003年，澳大利亚人盖伊·埃尔斯顿（Guy Elston）重新肯定了圣地亚哥·拉蒙-卡哈尔的独到见解。正如大卫·普雷马克担心人们在比较不同物种的行为时把相似性阐释成等同性，埃尔斯顿也哀叹，比较神经学家在研究哺乳动物大脑皮层时，“不少人遗憾地把‘相似’阐释成‘相同’”。这令得人们普遍接受：皮层是同质均一的，由相同的基本重复单元构成，这一基本单元在不同的物种中是相同的。⁵⁷埃尔斯顿认为这完全不合理，“如果大脑中与认知处理相关的区域，也即前额叶皮层的回路和其他皮质区域中相同，它怎么可能执行人类心理状态这样复杂的功能”？100年前，卡哈尔也认为这不合理。他做了一辈子的研究，得出结论：大脑并不是由相同的重复回路构建的。

科学聚焦

埃尔斯顿和其他人发现，在前额叶皮层锥体神经元中，基底树突的分支模式和数量比

皮层其他区域更多。这些树突令得前额叶皮层中的每一个锥体神经元具备比大脑其他部位更强的连接性。潜在而言，这意味着，较之大脑其他部位的神经元，前额叶皮层的单个神经元在一个相当大的皮层区域获得了大量更为多样化的输入。事实上，锥体细胞的差异并不仅限于部位差异。他和同事们发现，在灵长类动物中，锥体细胞存在显著的结构差异。⁵⁸

还有证据表明，神经细胞并不是在所有物种中都做出相同的反应。神经外科手术取出肿瘤的时候，部分正常的神经细胞也遭到切除。耶鲁大学的神经生物学家戈登·谢泼德（Gordon Shepherd）发现，把这些人类细胞放进培养皿中进行记录，对豚鼠神经细胞也做相同处理，两个物种的树突反应并不一样。⁵⁹

人类其他类型的神经元

20世纪90年代初，西奈山医学院的伊斯特·尼

姆金斯基 (Esther Nimch-insky) 和同事们决定重新研究一种相当罕见的神经元。这种神经元最初在1925年由神经学家康斯坦丁·冯·艾克诺默 (Constantin von Economo) 做过描述⁶⁰，早已遭人遗忘。

科学聚焦

这种细长苗条的艾克诺默神经元和较为矮胖的锥体神经元不同，前者有后者的4倍大，两者在顶部都只有一个尖端树突，但前者只有一个基底树突，后者则有着众多的分支。它们只存在于大脑与认知相关的特定部位——前扣带皮层和额岛皮层。

最近在人类⁶¹和大象的背外侧前额叶皮层也确认了它的存在。在灵长类动物中，只有人类和类人猿⁶²大脑里找到了艾克诺默神经元，人类最多（绝

对数量和相对数量均如此)。研究人员发现，类人猿拥有这种细胞的平均数量是6 950个，成年人类有193 000个，4岁的孩子有184 000个，新生的婴儿有28 200个。根据它们的位置、结构、生物化学，以及它们涉及的神经系统疾病，加州理工大学的神经科学家约翰·奥尔曼 (John Allman) 和同事们⁶³提出，它们是参与社会意识的神经回路的一部分，并可能会参与快速、直观的社会性决策。

在原始人这条演进路线上，艾克诺默神经元似乎出现在1500万年前人和类人猿的共同祖先身上。有趣的是，存在此种神经元的其他哺乳动物，均为同样具备大个头大脑的社会性动物：大象⁶⁴、某些种类的鲸鱼⁶⁵，还有最新确认的海豚。⁶⁶这些神经元是独立出现的，是驱动进化的例子，也即相同的生物性状出现在进化上不相关的世系。尽管艾克诺默神经元并非人类独有，但它们在人类大脑中的发育程度，却是独一无二的。

2006年，伊琳娜·拜斯特隆 (Irina Bystron) 和同事在31天到51天大的人类胚胎中发现了一种

前身细胞，但目前尚未确定它是否为人类所独有。⁶⁷正如前身细胞这个名字所暗示，这些神经元是大脑皮层中第一批形成的神经元。这些细胞没有在其他任何物种中找到等同物。

我们生而不同

这些物理解剖学上的差异、连接性上的差异、细胞类型的差异，皆有如山的铁证支持。我认为，我们可以说，人类的大脑和其他动物的大脑在组织方式上是不同的，等我们真正理解了它，便有助于我们进一步理解人类何以有别于众生。

我们有着在大量遗传控制下生来就高度复杂的大脑，又靠着基因外因素（导致有机体的基因展现出不同行为的非遗传因素）和活性依赖学习把大脑进一步改良。这是一个结构化的、非随机的、十分复杂的、带自动处理的大脑，具备一套附加了限制的技能集合，还有着通过自然选择进化而来的通用能力。我们将在后面的章节看到，在大脑的不同部位，分散着无数的认知能力。每一种能力，都有着不同的神经网络和系统。我们也有着同时并行运行、分布在整個大脑的系统。这意味着，我们的大脑有多个而非一个控制系统。我们的个人叙事，来自这个大脑，而不来自某种外部的精神力量。

然而，前面还摆着许多未解之谜。我们将试着去理解，为什么我们人类能毫无障碍地接受人体的看家机制（如呼吸等）是我们大脑活动的结果，却如此抗拒意识包含在大脑之中的想法。我们还要考察另一个难题：“我们生而具有复杂的大脑，而不是一个能够轻易改变的空白大脑”这个观点为什么是这么难以下咽。我们将会看到，我们大脑行使职责的方式，以及我们对它如何行使职能的信念和感觉，不光影响了下游的因果关系、观念和自由意志，还影响了我们的行为。

但这到底对我们意味着什么呢？鲍勃·迪伦（Bob Dylan）可能会问，理解了我们如何来到这一步，会是什么感觉？好奇我们到底是不是自由选择的道德载体，好奇它到底如何运作，会是什么感觉？如果一个人相信人类的意识、思想以及由此产生的行动都是确定的，他的实际感觉和其他任何人有什么不同吗？此外，看过两三章之后，理解了哪怕实情不一定如此，我们为什么仍觉得心理上统一且受控制，这又会是什么感觉？啊……其实没太大不同。

如果你担心的是，了解真相会叫人产生生存危机的话——我想说，没那么严重。毫无疑问，你仍然会觉得控制着自己的大脑，一切归你说了算，归你拍板定夺。你依然会觉得某个人，也就是你，坐在中间做出决定，拉动杠杆。这是一个我们似乎怎么也撼动不了的“超级小人”想象：我们总觉得有一个人，一个小人，一个灵魂，掌控一切。哪怕我们知道所有的数据，知道它是以其他某种方式运作的，我们仍然有着这种大权在握的压倒性感觉。

别走开哦。继续往下看吧。



WHO'S IN CHARGE

Free Will and
the Science of
the Brain

02 打通思想与行为

左右脑的博弈

我们用了数百年才知道大脑没有中央指挥部，左脑右脑各司其职。如果将大脑分成割裂的两半——“左思”和“右想”，会不会让我们有两重意识，哪一个才是主角，是否也同样存在两重自由意志？

还记得电影《黑衣人》里尸检的生动场面吗？脸突然裂开，露出内部的大脑构造，右边有一个外星人长相的超级小人在拉动杠杆使之工作。这就“我”（I），“自我”（self），知觉的中心，人人都认为我们拥有的“控制台”。好莱坞把它表现得很完美，我们都相信它，哪怕我们理解这并非它的运作方式。事实上，我们懂得，我们的大脑是自动化的，它们是高度复杂的并行分布式系统，似乎没有统一的最高指挥者，就像是没有统一指挥者的互联网那样。基本上，我们有点像是从工厂里一出来就安装就绪、随时可用的产品。

自由意志背后的实验与故事

以袋鼠为例。过去的9 500年，生活在澳大利亚袋鼠岛上的小袋鼠就像生活在天堂里一般。这么多年来，它们的生活环境里一直不存在天敌。它们甚至见都没见过天敌。那么，为什么你把肉食动物，比如老虎、狐狸，或者现

在濒临灭绝但过去是它们天敌的毛绒玩具拿给它们看，它们会停止觅食，露出一副警觉的样子呢？为什么给它们看不是天敌的动物模型，它们却浑然无所谓呢？按照它们自身的经验，它们压根儿就不应该知道这个世界上存在自己需要留神警惕的动物。

和袋鼠一样，我们内置着成千上万，甚至上百万种针对不同行为和选择的预设偏好。我不知道袋鼠的脑袋会怎么想，但我们人类认为，我们自己做出所有的选择，采取自觉和有意识的行动。我们都觉得自己是统一而连贯的超级心智机器，潜在的大脑结构必定反映了我们所拥有的这种超级强大的感觉。但它并不是这样。大脑拥有数百万的局部处理器来做出重要的决定。它是一套高度专业化的系统，关键的网络分布在大脑的整个组织当中。大脑里没有最高指挥员。你当然不是大脑的最高指挥员。如果你曾失眠过，想必知道：不管你怎样对着

大脑喊叫“停下，去睡觉”，它也从来不听你的。

我们用了数百年的时间，才积累了眼下所掌握的关于人类大脑组织的知识。这也是一条坎坷之路。然而，随着故事的展开，人们对这些知识始终感到不安。大脑怎么能以这么多种方式局部处理事情，同时仍然在表面上维持综合的整体性运作呢？这个故事，要从很久以前说起。

大脑区域各有分工

第一条线索来自解剖学，有关人类大脑的现代解剖学知识来自17世纪的英国医生托马斯·威利斯（Thomas Willis），威利斯氏动脉环（大脑底部的血管结构）就因他得名。他最先描述了胼胝体的纵向纤维和其他若干结构。100多年后的1796年，奥地利医生弗朗茨·约瑟夫·高尔（Franz Joseph Gall）得出一个想法：大脑的不同部位产生不同的心智功能，带来了人的天赋、特点和性情。他甚至认为，道德和智力是天生的。虽然这些都是很好的想法，但它们建立在没有科学依据的错误前提之

上。他的前提是，大脑是由不同器官构成，每一种器官负责一种心智过程，产生特定的特征或才能。如果特定的才能高度发达，它对应的器官就会扩大，只要按压头骨表面就能感觉到。根据这个思路，他提出，可以通过检查头骨来诊断人的特殊能力和性格。这后来就成了颅相学。

高尔还有另一个很好的想法：他搬到了巴黎。然而，随着故事的展开，他惹恼了拿破仑·波拿巴，因为他未能从未来皇帝的头骨上找出某些皇帝本人确定自己具备的高贵特点。显然，高尔不是投机的政客。等他向巴黎科学研究院提出申请时，拿破仑吩咐科学院为他的猜想找些科学证据来，于是，科学院叫生理学家马里-让-皮埃尔·弗卢朗（Marie-Jean-Pierre Flourens）去看看能不能找出些具体的发现来支持这一理论。

当时弗卢朗可以采用3种查询方法：（1）用手术破坏动物大脑的特定部位，观察其结果；（2）用电脉冲刺激动物大脑的部位，看看会发生些什么；（3）对神经病患者加以临床研究，并在其死后进行剖验。弗卢朗迅速接受了大脑的特定定位

置处理特定流程的概念（皮层功能定位），并选择了对这个想法进行调查的方案。他通过研究兔子和鸽子的大脑，第一个指出：大脑的某些部位负责某些功能：他切除大脑半球，感知、运动能力和判断都没有了；没有了小脑，动物变得不协调，失去了平衡；如果切掉脑干，正如你所知，动物就死掉了。

然而，他找不出负责诸如记忆或认知能力等高级能力的区域——我们将在下一章读到心理学家卡尔·拉什利的遭遇，他观察研究老鼠的大脑，结果亦然。弗卢朗得出结论：这些功能更广泛地分散在整个大脑。通过研究头骨判断性格和智力通不过严谨的科学检验，是骗子的把戏。遗憾的是，高尔的良好设想（也即大脑功能局部定位）也和糟糕的设想一起被扔了出去。他的另一个好主意——移居巴黎则得到了普遍接受。

然而，没过多少年，和高尔的设想相关的证据开始从临床研究中一点一滴地冒出来。1836年，另一位法国人，蒙彼利埃的神经学家马克·达克斯（Marc Dax）向科学院提交了一份有关3名患者的

报告，3人都患有言语障碍症，尸检时发现他们的大脑左半球存在类似的病变。不过，这一来自地方省份的报告，在巴黎并未引起太大关注。直到近30年后，才有人注意到这一观察结果：言语可能只会因为一个脑半球的病变而受到妨碍。

1861年，巴黎的著名医生保罗·布罗卡（Paul Broca），公布了他昵称为“谭”（Tan）的患者的尸检报告。谭患有失语症，之所以叫做“谭”，因为他只能吐出这一个词来。布罗卡发现，谭左大脑半球的额下回有梅毒性病变。布罗卡进而研究了另外几名失语症患者，所有人的病变都出现在同一区域。这一区域，后来称为“言语中枢”，也叫做“布罗卡区”。同一时期，德国医生卡尔·韦尼克（Carl Wernicke）发现颞叶一个区域存在病变的患者，可以听到也能很好地发出声音，但无法理解声音的意义。于是，研究人员竞相开始在大脑中寻找具体能力所对应的部位。

英国神经学家休林斯·杰克逊（Hughlings Jackson）证实了布罗卡的发现，但他对这个故事也有另外一份功劳。他的妻子患有全身性癫痫发作

(generalized seizure)，他得以非常仔细地对其加以观察。他注意到，发作总是从她身体的特定部位开始，并进而系统性地以同一模式扩展到全身。杰克逊认为，这意味着大脑的特定部位控制着身体不同部分的运动动作。他提出理论：运动活动源自大脑皮层，也局部定位在大脑皮层。他还使用了几年前德国医生兼物理学家赫尔曼·冯·赫尔姆霍兹（Hermann von Helmholtz）发明的光学检测仪。这台仪器可以让医生窥探到眼睛后面的部位。杰克逊认为，研究眼睛对神经学家很重要，至于为什么会这样，我们会在接下来的内容中探讨。根据这些早期的临床观测，以及越来越多的尸检结果，人们逐渐意识到：高尔提出的大脑功能定位假设很可能方向是正确的。

思想在半无意识的状态下运行

局部定位并非长期以来人们对大脑功能的唯一设想。虚构的文学作品，从莎士比亚的《奥赛罗》到简·奥斯汀的《爱玛》，都暗示很多事情是在大脑的无意识部门上演的。尽管人人都说是西格蒙德·弗洛伊德揭开了无意识处理的冰山一角，但他并

非这个想法的原创者，而只是宣传推广的人。很多人，尤其是哲学家亚瑟·叔本华——弗洛伊德的许多想法都是从他那儿汲取灵感——一直在强调无意识的重要性，后来，英国维多利亚时代的弗朗西斯·高尔顿（Francis Galton）也是如此。

高尔顿有好多头衔。他是人类学家、热带探险家（西南非洲）、地理学家、社会学家、遗传学家、统计学家、发明家、气象学家，也是心理测定学之父（心理测定学是衡量智力、知识和人格特质等的工具和技术的新兴学科）。在《大脑》（Brain）杂志上，他画了一幅有关思想的画，认为大脑就像是一栋房子建在“排水、供气和水管的复杂系统之上……而这一套复杂的系统，通常我们看不见它们的存在，只要它们运作正常，我们就从不为它们困扰”。在这篇论文的结论中，他写道：“这些实验给人留下的最强烈印象大概是，思想在一种半无意识的状态下完成了多种工作，它们提供的正当理由令得我们相信，精神运作还存在更深的层面，它完完全全地淹没在意识层之下，许多心理现象都要靠它们来解释，要不然，就根本无法说明。”¹

科学聚焦

高尔顿和弗洛伊德不同的地方是，他的理论以实实在在的发现和统计方法为基础。他将相关性、标准差、均值回归等统计概念引入了研究人员的工具库，还最早使用了问卷调查的方法。高尔顿对遗传也有兴趣（不足为奇——他的表兄是查尔斯·达尔文）。高尔顿第一个使用了“先天禀性还是后天培养”的说法，并通过双胞胎研究来梳理不同因素的影响。高尔顿不光创造了许多个“第一”，还设计了用于指纹识别的分类系统，计算了两个人拥有相同指纹的概率。

故此，到20世纪初，大脑局部功能定位和无意识过程的设想已经逐渐成形，只不过，如我们在前一章所见，在20世纪初，学界普遍接受的是行为主义和大脑等位性理论，这些设想并不受重视。然而，大脑等位性理论一直承受着来自临床的严峻挑战。挑战最初拉开序幕，是达克斯观察到，大脑特

定部位的病变跟不同的人身上产生特定结果存在相关性。大脑等位性理论永远无法解释神经学上的这一现象（以及其他许多看似神秘的现象）。然而，等科学家们认识到大脑是分布化的专门网络，一部分此类的临床奥秘就迎刃而解了。早在现代脑成像和脑电图技术出现之前，对病变患者认知缺失的研究就提供了一种相当于逆向工程式的反推，为大脑如何启动认知状态带来了洞见。

临床现身说法

靠着许多临床患者慷慨大度地参与研究，神经学家们受益良多。用X射线和早期扫描设备研究临床患者，揭示了特定部位病变导致的各种反常行为。比如，患者脑叶的一个特定区域出现病变，会造成二重性记忆错误（reduplicative paramnesia）这种古怪的症状。它是一种妄想式的信念，认为一个地方遭到复制，或是同时存在于多个位置，要不就是给移动到了不同的位置。

我有一个病人，本人正在纽约医院我的诊室里接受检查，却坚信我们在缅因州自由港她家里。我先是问她：“那么，我们在哪儿呢？”她说：“我在缅因州的自由港。我知道你不相信。波斯纳医生今天早晨告诉我，我是在纪念斯隆-凯特琳癌症治疗医院，等住院医师来查房时，记得跟他们这么说。嗯，好吧，但我知道，我明明在缅因州自由港主大街上我自己的房子里！”我问：“好吧，既然你是在自由港的家里，门外面怎么会有电梯呢？”她平静地回答：“医生，你知道为了安装它我花了多少钱么？”

我们顺着大脑前方探索，外侧额叶的一处病变

能造成有序行为的混乱，让人无法计划或进行多重任务。位于眼窝右上方的眶额病变（orbital frontal lesion），可能会中断给予反馈、监督认知状态的情绪通路，兴许跟判断正误的能力缺失相关。抑制行为的能力会减退，造成更冲动、更强迫、更好斗甚至暴力的行为，以及高层次的认知功能障碍。左颞叶韦尼克氏区出现病变，会产生韦尼克失语症，患者可能无法理解书面或口头语言。尽管他能够流利地以自然语言的节奏说话，但说的全都是毫无意义的胡话。故此，从临床医学中，我们可以看到大脑的特定部位参与特定的认知活动。

大脑模块功能明确

如今人们认识到，局部定位的大脑功能比高尔当时设想的要更加明确。有些患者在颞叶存在病变，他们辨识动物的能力非常糟糕，但对人造物体却能无碍辨识，也有些患者的症状恰好反过来。² 某个部位的病变让你无法区分小狗和獾，另一个部位的病变则让你连烤面包机都认不出来。还有些大脑出现病变的人，无法识别水果。哈佛大学的研究人员阿方索·卡拉马扎（Alfonso Caramazza）和

珍妮弗·谢尔顿 (Jennifer Shelton) 声称，大脑对于有生命物体和无生命物体有特定的知识系统（模块），它们有着不同的神经机制。这些特定领域的知识系统并不是知识本身，它的目的是让你注意到环境的特定方面，从而提高你的生存概率。

举例来说，对于像蛇和老虎这一类的肉食动物，大脑里可能有着不同的探测器。³一组稳定的视觉线索可能会在大脑里进行编码，让你注意到生物运动的某些方面，如蛇的滑行，老虎的利齿、向前的眼睛、肢体大小和形状，大脑靠这些方面的线索来进行识别。⁴你不见得天生就有跟老虎相关的知识，但当你看见一头有着眼睛冲着前方、牙齿锋利的大号动物向你步步逼近，你的肾上腺素会自动射出；看到草丛里有东西在哧溜哧溜地运动，你也会躲开它的方向。这一类的知识，你天生就有。

当然，这种针对肉食动物的专门领域，并不仅限于人类。美国加利福尼亚州戴维斯大学的理查德·克拉斯 (Richard Cross) 和同事们研究了一些松鼠，它们从小生活在隔离的条件下，从没见过蛇。

第一次给它们看蛇时，它们会竭力避免，但对其他新颖东西却没有这种行为：松鼠对蛇有着天生的戒心。事实上，这些研究人员计算出，要花10 000年没有蛇的生活，这种“见了蛇就躲开”的模板才会从物种中消失。⁵袋鼠岛上的袋鼠可套用此一解释。它们是对毛绒天敌玩具所表现出的视觉线索做出反应，而不是针对其行为或气味。因此，高度专业化的识别模块并不需要事前经验或相关社会背景就能发挥作用。这些机制是天生的，内置的；有一些机制是我们和其他动物所共有的；有些动物具备我们人类没有的机制；有些机制则是人类所独有的。

左右脑各有擅长

从1961年开始，人们有了一个新的机会来研究大脑的运作：有些患者大脑的左右半球通过手术分裂开来，也即所谓的裂脑患者。20世纪50年代后期，加州理工学院的罗杰·斯佩里实验室开始研究分裂猴子和猫胼胝体的影响⁶，并设计新的方法来检验这些影响。他们发现，如果是胼胝体完整的

动物，向它们的一个半球教授任务，该技能会传输给另一个半球，但要是胼胝体断开，就无法传输。大脑分开，认知和学习也就分开了。研究人员发现了很大的影响，但这又带来了新的问题：怎样才能发现人类身上的类似影响呢？

出于如下几个原因，学界普遍持怀疑态度。尽管19世纪末有许多神经系统案例报告描述了胼胝体局部病变造成的具体障碍，可这些发现受了拉什利大脑皮层等位原理的蒙蔽，遭到了人们的忽视，被扫到了地毯下面，多年来无人搭理。此外怀疑论者们还有更明显的证据：天生没有胼胝体的孩子并未表现出不良影响。（后来人们得出的结论是，他们发育出了代偿途径。）最后一个重要原因在于，20世纪40年代在罗切斯特大学为治疗癫痫而切断了胼胝体的26例患者，接受了才华横溢的年轻神经学家安德鲁·阿克莱提斯（Andrew Akelaitis）的检验，并未发现神经或心理上的影响。⁷ 患者们术后感觉良好，自己报告说并无异样。卡尔·拉什利利用了这些调查结果，来推进自己的大脑皮层整体行动和等位性理论，称大脑里的分立回路并不重要——它们只是皮层团块而已。他认为，胼胝体的功能仅仅

是把两个半球维持在一起而已。

在达特茅斯学院读大三到大四之间的那个夏天，我到加州理工学院罗杰·斯佩里实验室打暑期工，因为我对本书最后一章要谈到的神经再生研究感兴趣。可实验室那年的关注重点是胼胝体，我的整个夏天都用来努力麻醉兔子的半个大脑了。我认定，这就是我人生的基础研究。我很想知道，做了胼胝体手术之后，人会是怎么样的。由于实验室发现，胼胝体切断后，猫、猴子和黑猩猩的大脑功能都有了极大的改变，我相信，它对人类肯定也有些影响。

大四那年的春假，我想到要对阿克莱提斯检查过的患者再做一下测试，并设计了一套不同的检测方法。我把达特茅斯学院希区柯克基金会给我的第一笔拨款（200美元）拿来当租车和住宿费，一路开车去了罗切斯特大学。可等我正想开始的时候，测试取消了，我两手空空如也，失望之极。不过，我的好奇心有增无减，我下定决心，等下一个夏天，我要以研究生身份重返加州理工学院充满活力的氛围。

我的研究生课程要开始时，新的机会来了。洛杉矶怀特纪念医院的神经外科驻院医生约瑟夫·伯根（Joseph Bogen）和他主治医师菲利普·沃格尔（Philip Vogel）有一个病人，伯根严格审阅了他的病历之后，认为对裂脑手术对他会有好处，患者同意了。此前的10年，这名病人，一个富有魅力的强壮男士WJ，每周癫痫病发作两次，每一次发作后，他都得用一整天才能恢复元气。显然，这对他的生活产生了巨大的影响，他愿意冒险接受手术。因为我在达特茅斯设计过测试程序，我分配到的任务就是在手术前和手术后测试WJ。⁸他的手术非常成功。他自我感觉毫无异样，而且癫痫发作得到了彻底的解决，这叫他十分兴奋。而我在WJ大脑功能上的发现，也令我十分兴奋。这名患者以及自此以后其他患者身上表现出的结果，更是令我着迷。

切断胼胝体的手术，是要等其他所有治疗癫痫的手段都用尽之后才能进行的。1940年，纽约罗切斯特医院的神经外科医生，威廉·冯·瓦格南（William Van Wagenen）观察到，自己的一位重度癫痫病人胼胝体长了肿瘤，癫痫却大有好转。受此观察启发，他首次进行了此种手术。⁹当时的看

法是，两侧大脑之间的连接体切断之后，导致癫痫的电脉冲就无法从大脑的一侧蔓延到另一侧，故此也就避免了全身抽搐。然而，把大脑分成两半是一件很严重的事情。人们对手术可能导致的副作用感到莫大的恐惧。头颅里有两个大脑，会造成人格的分裂吗？事实上，治疗非常成功。患者的癫痫发作平均下降了60%至70%，有些还彻底停止了发作，而且他们全都感觉很棒：没有人格分裂，没有意识分裂。¹⁰他们似乎完全正常。这很棒，但令人费解。

科学聚焦

将两个半脑彻底分开的手术，是要把连接两半球的两条纤维通路切断：也即前连合和胼胝体。但这并不是说，两个半球之间的所有联系都切断了。左右半脑仍然接入共同的脑干，维持在相似的唤起水平上，所以，两侧大脑可以同时入睡，同时醒来。¹¹皮层下通路保持完整，两侧大脑从躯体与五官相连的神经接收到相同的感受信息，从肌肉、关节、肌腱内的感知神经接收到相同的有关躯体空间位置的

那时候，我们并不知道两个半球都能发起眼睛的活动，大脑中似乎也只存在一套综合性空间注意系统，一套刺激选择程序，大脑裂开之后，它们似乎仍然保持统一。故此，注意力无法分配到两个空间不同的位置。¹²很遗憾，和现代大多数司机想象中不同，他们不能让右脑观察交通状况，同时让左脑阅读手机短信。后来，我们还了解到，向一个半球展现情绪刺激，另一个半球同样会受到判断上的影响。从达克斯和布罗卡的研究工作中，我们知道，人类的语言区域位于大脑左半球（不过，少数左撇子例外）。

WJ在手术前接受测试时，不管物体是放在他视野当中，还是放在他的左右两手，他都能说出那是什么。他能理解任何指令，并用任意一只手执行它，也就是说，他是正常的。手术结束后他再接受测试时，他感觉良好，和罗切斯特的所有患者一

样，除了不再癫痫发作，他并未注意到自己发生了任何变化。我设计了一种和阿克莱提斯所用不同的测试程序，利用了人类视觉系统的解剖构造。

科学聚焦

人类双眼的视神经交汇在所谓的“视觉交叉”（optic chiasm）部位。在这里，每一条神经都分成两半，内侧的半条穿过视觉交叉进入大脑的相对内侧，外侧的半条则停在原来的一侧。故此，双眼负责右视野的部位发送信息到左半脑，来自左视野的信息进入右半脑并在此处理。在动物实验中，如果左右半球断开，这类信息就无法从一个半球传到另一个半球。

只有大脑右侧才能获得左视野传来的信息，反之亦然。由于视觉系统是以这种方式建立起来的，我可以只把信息送到动物的一侧大脑。

WJ手术后接受第一次测试的日子到了。我们会发现什么样的情况呢？事情的最初进展一如预料。我们预料，由于他的言语中心位于大脑左半球，依靠他的左半脑，他能说出物体的名字。因此，他可以很轻松地将展现给他大脑左半球的物体说出来。于是，我们在他的右视野闪现了一幅勺子的图画，然后问：“你看到什么东西了吗？”他迅速回答：“一只勺子。”接着是初始临界测试：把这些物体从左视野展现给他的右半脑，事情会怎么样呢？阿克莱提斯的研究认为，胼胝体在跨左右半球的信息集成过程中并未扮演重要角色。照此预测，WJ应该能够正常地描述物体。然而，在加州理工学院做的动物实验研究提出了不同的看法，我也正是因为这样才把钱投进来的。我们朝他的左视野闪过一幅图片，我问：“你看到什么东西了吗？”

如果你本身不曾从事科学研究，这么形容你大概会更好理解我当时的紧张情绪：你把好几年的工资都押在了俄罗斯转盘的红色区域。转盘转动起来。你全身心地希望小球落在红色档位，随着轮盘速度放缓，你的期待越来越强烈，因为你把自己的生计还有时间都赌上去了。我希望我的实验设计能揭示某些未知的东西，随着向右半脑展示图片的时

刻临近，我的期待越来越强烈。会发生什么呢？肾上腺素一波波地穿过我的身体，我的心跳动得就像是绿茵场上的足球。

虽然当时的发现现在已经老掉牙了，成了鸡尾酒会上闲谈的材料，可当WJ说出那句话来的时候，什么也无法形容我的欣喜和惊讶。他说：“不，我什么也没看到。”向他断开的右半脑展现物体，他不光无法用左半脑进行口头描述，而且还根本不知道那儿有个物体。我在本科生阶段设计的实验，在研究生时得以付诸实践，还揭示了一个惊人的发现！就算是哥伦布发现美洲大陆的那一刻，也不见得比此刻的我更兴奋了。

乍看起来，他似乎是看不到来自左视野的刺激。然而，进一步的调查显示，事实并非如此。我设计了另一个“把戏”来检验右半脑是否接收到了视觉信息。尽管左右两个半脑都能指导面部和上臂近端肌肉，但手的远端肌肉，是由两个半脑分别控制的。左半脑控制右手，而右半脑控制左手。¹³如果手在视线之外，那么左脑就不知道左手要干什么，反之亦然。我设计了一个实验，让WJ在给出口

头回答（受左半脑控制）之前，可以用左手（受右半脑控制）使用莫尔斯电码键做出回复。我朝他右半脑打了一道闪光；闪光的时候，他用左手按下了键盘，但却说自己什么也没看见！他的右半脑并不是看不见刺激，它能清楚地看到闪光，而且用莫尔斯电码键作了报告。WJ否认闪光的唯一原因，必然是因为左右半脑之间的信息传输完全中断了！

原来，任何提交给一个半脑的视觉、触觉、听觉、嗅觉或本体感觉信息，都是由该半脑单独处理，无需另一半脑知晓。左半脑不知道右半脑在处理什么，反过来，右半脑也不知道左半脑在处理什么。我发现，裂脑患者的左半脑和语言中心无法接触输入到右半脑的信息。我们获得了一个全新的机会：研究单个半脑的能力，又不受病变造成的损害。

自由意志背后的实验与故事

我们与其他患者进行了一系列实验，我

们把各种物体放在患者左手可接触到的范围内，但不让他看见。我们将一种物体的图片闪现给患者的右半脑，让他用左手去触知物体，这时候，患者能够选中刚才图片上出现的物体。然而，我们问他，“你看到什么东西了吗？”或是“你左手拿着什么？”患者会否认看到了图片，无法描述左手拿的东西。我们又换了实验的场景，朝患者的右半脑闪现一幅自行车的图片，问患者他是否看见了什么东西。他再一次做出了否定回答，可他的左手却画出一辆自行车。

事情很快变得明显起来：大脑右半球擅长视觉空间技能。受右半脑控制的左手，可以轻松地将若干彩色积木搭建起来，与闪现给右半脑的图片模式

相吻合；而若是把图片闪现给左半脑，右手却总是无法解决这类问题。患者甚至要坐在自己的左手^上，不让它冲动地冒出来解决问题。左手可以复制和绘制三维图像，但能轻松写信的右手，却连个立方体都画不出来。原来，右半脑专门用于解决识别颠倒面孔、集中注意力、做出感性区分的任务。大脑左侧偏重智力技能，它专攻语言、说话和智力行为。胼胝体切开后，患者的言语智商不会改变，¹⁴他解决问题的能力也无变化。自由回忆能力和其他绩效指标上可能会有所欠缺，基本上不会给人的认知功能带来重大变化。较之手术前的状况，左半脑的性能保持不变，可断开的同样体积的右半脑却在认知能力上受到重大损害。很明显，右半脑有着独立的丰富精神生活，和左半脑全然不同。

从对神经学患者的研究中我们已经知道，大脑有两条完全不同的神经通路来产生无意和有意的面部表情。占主导地位的大脑左半球能产生有意的面部表情。¹⁵有些患者右半脑出现了一种特别的病变，破坏了大脑两半球之间的通信，碰上有人要他们微笑，他们就只能让脸的右侧做出回应，左侧无动于衷。（左半脑主要控制右侧的面部肌肉，右半

脑控制左侧的面部肌肉。)然而，如果同一位患者听到一个笑话，产生下意识的微笑，他的两侧面部肌肉就响应正常了，因为这是另一条无需两个半球之间通信的通路。锥外系统受损（与动作协调相关的运动系统的一部分）的帕金森症患者则是完全相反的情况。他们无法做出下意识表情，但可以主动控制自己的面部肌肉。

在裂脑实验中，我们预计，如果我们给患者的左半脑输入命令，那么脸的右侧会首先做出响应，事实正是如此。裂脑患者的左半脑看到了微笑或皱眉的命令，脸的右侧会先于左侧约180毫秒做出响应；左右脸存在反应时间差，是因为大脑的右半球必须通过皮层下通路获得身体反馈。

所有这些发现形成了一幅大脑内部分布着诸多专业分工的图景。但我们的研究似乎还带来了另一个结论：左右两个半脑都能够在另一半脑意识领域之外的地方处理信息，这暗示，通过手术可以诱导出双重意识的状态。

双重意识是否存在

不是所有人都为这些研究结果感到兴奋。在洛克菲勒大学搭电梯时，乔治·米勒（George Miller）将我介绍给顶尖的美国心理学家威廉·埃斯蒂斯（William Estes），并对埃斯蒂斯说，“你知道迈克尔吧？他就是那个研究人类裂脑现象的小伙子。”埃斯蒂斯回答说：“太棒了，现在我们有两套理解不了的系统了！”裂脑手术似乎带来了两个独立的意识半球，当时，我们认为这就是两套意识系统了：“左思”和“右想”。

1968年，罗杰·斯佩里写道：“该综合征的一个更普遍也更有意思的惊人特征似乎可以概括为：自觉意识的大部分领域似乎都明显翻倍。患者不再拥有正常统一的单一意识流，他们在许多方面的行为就好像是有两套独立的自觉意识流，一个半脑负责一套，每一半脑都与另一半脑的精神体验相分离。换言之，每个半脑似乎都有自己单独私属的感觉、感知、概念、行为冲动，与意志、认知和习得体验相关。”¹⁶

4年后，我对它更加入迷，甚至这样写道：“过去10年里，我们收集到证据显示，沿着大脑的中线部分，共同的正常意识会分解，令得裂脑意识形成两套思想（至少），‘左思’和‘右想’。它们以两套有着完整意识的实体而共存，就像连体的双胞胎，同时是两个不同的人。”¹⁷

这就引出了一个问题，每一重意识是否有着自己的主角呢？也即，是否存在两个自我呢？那儿同样存在两重自由意志吗？大脑的两半球为什么没因哪一半负责产生冲突？有负责的一半吗？困在同一具身体内的两个自我，同一时间只能出现在同一个地方吗？是哪一半决定身体去哪儿？为什么、为什么、为什么人会有这种明显的统一感？意识和自我感觉真的处在大脑的同一个半球内吗？

意识是什么

它变成了一个理论上的噩梦！不仅如此，我们还为了“意识”（conscious-ness）这个词争执起来，我们甚至并不真正知道它到底是什么意思。此前没人费心查过字典。多年后，我决定查一查。我

在1989年的《国际心理学大辞典》里找到了如下说法。意识的定义，由心理学家斯图尔特·萨瑟兰（Stuart Sutherland）撰写，它很有趣，甚至颇具启发性：

意识：拥有感知、想法和感觉：认知（awareness）。只有从不理解意识意味着什么的角度出发，才能够定义这个词。意识是一种迷人但难以捉摸的现象；无法确定它是什么，它做什么，以及它为什么演进出来。迄今而至关于意识的文章，还没有哪一篇值得一读。¹⁸

最后一句话让我感到有点宽慰，因为我在“Medline”医学数据库上做过搜索，搜索出1800篇相关文章，但萨瑟兰告诉我，它们全都不值得一读。面对一个连专业人士都担心讨论、其他所有人却都自认为懂得的主题，你知道它是一块烫手的山芋——就像是要跟自己的孩子解释性是怎么回事差不多。“意识”的棘手之处在于，它有一种神秘感；不知道为什么，我们认为它和记忆、本能有些不同，尽管记忆和本能也是相当模糊的东西。我们

在大脑里并没有找到记忆和本能的实在例子，但我们已经能够慢慢地消化、理解它们；所以，没有确切的定义就直接对意识下手，我倒不觉得有什么问题。又不是只有神经科学家要对付这种麻烦。最近，圣塔菲研究所的研究人员告诉我，他们目前掌握的基因概念，跟人们对基因的最初构想很不一样。

20世纪70年代我们陷入“裂脑患者存在两套意识系统”想法的时候，约翰·埃克尔斯爵士（Sir John Eccles）和唐纳德·麦凯（Donald MacKay）却不这么想。1979年，埃克尔斯在吉福德讲座上提出，大脑右半球只拥有一种有限度的自我意识，但不足以像左半球那样赋予人格。唐纳德·麦凯同样对当时的设想不满意，他在自己的吉福德讲座上评论说，“我想说的是，仅仅依靠将连接大脑半球的胼胝体分裂开来这种层次的有机系统切断方式，就创造出两个人来，迄今为止没有任何证据的担保……光从感觉上来讲，这也很叫人难以置信。”¹⁹

随着科学的进步，我们已经将精神系统一分为

二的想法抛弃了，不过，它仍然常常以骇人听闻的形式出现在大众媒体上。我们采用不同的方法、更精密的仪器和大脑扫描仪检验了更多的患者，收集了更多的数据，又凭借自身大脑的灵活性，找到更多的聪明人提出问题、设计实验。我们现在的设想是，人的大脑里存在多套系统，一些分布在左半球，一些分布在右半球。我们不再认为大脑完全分为两套意识系统，相反，我们认为它由多套动态精神系统构成。

大脑有许多不停竞争着的子系统

我们开始检测右半脑的认知能力时，这一理论出现了裂痕，我们意识到，两个半球并非同等。我们逐渐了解，左半球是那个能说话、理解语言的神童小子；右半球不能说话，对语言的理解能力也非常有限。于是，我们使用图片和右半球可以理解的简单词汇，对它进行相当于小学一年级的概念测试。

比如，我们向右半脑闪过“平底锅”这个词，左手会指向一口平底锅。接下来，我们又闪过“水”这个词，左手又指向了水。到目前为止，一切正常：大脑右半球可以阅读文字，并将文字与图片关联起来。然而，让我们把两者一起闪现，左手却无法将它们融合成“锅里有水”的概念，而是指向了空锅的图片。大脑左半球很快解决了这个“水/锅”的任务。

事实证明，大脑右半球很不擅长做推论。我们尝试只用图片提出问题，比如向右脑闪过一幅火柴的图片，接着又闪过一幅木柴堆的图片，我们让右脑从6张图片中挑选出一幅来反映两者的因果关系。它无法选出柴火堆在燃烧的图片。即便使用更为视觉空间化的刺激，比如，我们展现一个U型物

体，问哪一系列形状能将U变成一个正方形，右半球无法解决这个问题。但左半球却轻松地解决了这个问题。哪怕有些患者开始能让右半球说话、并建立了相当大的词汇库之后，这种差异仍然存在：右半球就是不能举一反三。

这让我们得出了一个明显的结论：大脑两半球意识体验是截然不同的。至少，有一半生活在一个可以举一反三的世界里，另一半则不是。右半球过的是一板一眼的平实生活。右半球更能够准确地识别出之前看到过的物体，否决新加入的物体。“是的，有塑料勺子、铅笔、橡皮擦，和苹果。”可左半球看到跟先前显示物体相似的物体时，往往会做出错误的判断，这大概是因为这些物体跟它所构建的样式相吻合。²⁰ “是的，全都有：勺子[尽管我们把银勺子换成了塑料勺子]，铅笔[尽管这一把是自动铅笔，前一把是普通铅笔]，橡皮[尽管这块是灰色的，前一块是粉红色的]，还有苹果。”由于没有推演能力，右半球的感受很有限。向右脑展示一盒糖果，那就是一盒糖果。左半球可以从这份礼物中推断出各种各样的东西。

研究结果逐渐告诉我们，大脑的左右半球术业有专攻，每个半球并非同等意识，也就是说，它们意识到的不是相同的东西，在执行任务的能力上也并不相同。这对大脑二分理论来说足够坏了，它还彻底搞臭了现有的意识统一性概念。回到开头的白板问题：这种意识体验从何处来？信息是先得到处理，接着通过某种让你我知晓主观体验的意识激活中心传输，还是另有不同的组织形式？指针指向了一种不同的组织形式：多重子系统的模块式组织。我们开始怀疑是否存在促成意识体验的单一机制，并转而走向另一个设想：意识体验是多个模块孕育的感受，每个模块都有专门的能力。因为我们在大脑的各个不同区域都找到了专门的能力，也因为我们看到意识体验和参与某一能力的皮层部位密切相关，我们逐渐明白：意识分布在大脑的每一个地方。这种想法和约翰·埃克尔斯完全相悖，他一直主张左半脑是意识所在的地方。

让我提出这一点的基本观察如下：就在患者接受裂脑手术之后，你问他：“你怎么样？”他答：“挺好。”接着你问，“你注意到有什么不同吗？”他答：“没有啊。”怎么会这样呢？你必须记住，患者看着你的时候，他无法描述自己视野左

半部的任何东西。大脑的左半球，也就是告诉你一切挺好的部分，看不见它的前面有什么，无法注意之。在不接受测试时，为补偿这一点，裂脑患者会无意识地移动脑袋，将视觉信息输入左右半脑。如果你从大多数其他类型的手术中清醒过来，发现左视野什么也看不见了，你一定会抱怨：“啊，医生，我左边什么都看不到了——这是怎么回事？”可这些患者却从未发出类似评论。哪怕经过多年的频繁测试，他们也不知道自己的大脑里有什么东西变得跟从前不同了。他们的左脑毫不想念右脑，也不想念右脑的任何功能。

科学聚焦

我们认识到，要对空间的特定部分有意识，处理该空间部分的皮层区域必须参与进去。如果它不能正常运作，那么对大脑，或者对当事人来说，这部分空间就不存在了。你是靠自己的左半脑来说话，我问你是否知晓左视野里的东西，这部分的信息由断开的右半脑处理，左半脑并不负责。故此，对左半脑而言，这部分区域根本不存在。它并不想念自己从未处理过的东西，正如你不会想念自己从来没听

说过的某个人。

这开始让我们想到，也许意识真的是一种局部现象，它来自于左右空间特定感官时刻相关的局部进程。靠着这一设想，我们可以解释神经病患者身上一些从前让人感觉莫名其妙的行为。

为什么有些人，视野的一大部分区域突然失明，他们会发出抱怨，能意识到这点（“嘿，我左边什么也看不见了，怎么啦？”），而另一些人却什么也没说，没意识到自己突然丧失了视力呢？发出抱怨的患者，其病变来自视神经上的某处，它将视觉信息传输给视觉皮层（处理该信息的大脑部位）。如果视觉皮层的一个部位没有收到信息，他视野里就会出现盲点，叫他发出抱怨。然而，没有抱怨的人是在视觉联想皮层（该皮层部位与产生视觉体验的高级视觉信息处理阶段有关）本身出现了病变，而不是视神经有病变。病变产生了同样的盲点，但患者通常不会抱怨。其道理，和裂脑患者不

抱怨一样。

为什么他们不抱怨呢？视觉皮层是大脑中再现、或组装来自视觉世界图像的部分。视野的每一部分都在视觉皮层有着对应部位。举例来说，假设大脑有一个部位通常会问：“视觉中心的左边发生了什么情况？”视神经出现病变的话，这一大脑区域能正常运作；它得不到来自神经的任何信息，它就会发牢骚：“出错啦！我得不到任何的输入了！”可是，要是这一块相关的视皮层出现病变，患者的大脑就没有了负责处理该视野部位的区域；对患者而言，该视野区域在意识上已经不存在了，自然也不会发牢骚了。对这些现象的合理结论是，现象意识，也即自己对某种知觉有意识的感觉，是由参与该活动的局部处理过程产生的。

我认为，大脑有着各种局部意识系统，它们结合起来，促成了意识。尽管你似乎有着统一的意识感受，但它们来自非常不同的系统。不管特定时刻你产生了怎样的概念，这都是一个突然冒出来成为主导的概念。你的大脑里是一个狗咬狗的世界，不同的系统彼此竞争，全都想要冒出头来，赢得意识

认可的大奖。

自由意志背后的实验与故事

举个例子，一位患者接受裂脑手术几年后，右半脑发展出了能说简单文字的本事。这就带来了一个有趣的场面，因为她说话时，旁观者有点难以判断是哪个半脑在说话。在一次采访中，她描述了自己看到不同视野里的屏幕上闪现物体图片的情形。“在这边[指着向右半脑闪现图片的左边屏幕]，我看到了图片，我更清晰地看到了一切；在某种程度上，在我的右边，我感觉对答案更有自信。”

从之前的测试中，我们知道，大脑右半球更擅

长各种感知判断，故此，我们知道，她所说“看得更清晰”的陈述来自右半脑；而她“对答案更有自信”的陈述，则来自左半脑的说话中心。她把来自左右半脑的两个故事合在了一起，但对倾听者来说，这听起来像是来自统一系统的完全统一的陈述。可惜，从知识上我们知道，这是来自两个不同系统的信息，只是被我们正听她阐述的头脑结合在了一起。

人类大脑的独特连接方式

我们是怎么变得这么地“去中心化”，有了这么多重系统的呢？答案涉及我们前一章讨论的大个头大脑连接模式的变化。大脑体积变大，有了更多的神经元，扩大了网络规模，从比例上说，连接性降低了。每个神经元连接的神经元数量大致保持相同：神经元的总数增加，但神经元并没有连接到更多的神经元，这是出于若干实际和神经经济学上的原因。原因之一是，如果每个神经元都跟除自己之外的所有神经元相连，我们的大脑会变成庞然大物。

有两位计算神经学家，马克·尼尔森（Mark Nelson）和詹姆斯·鲍尔（James Bower）算出，如果我们的大脑彻底连接，并呈圆球形，那么，它们的直径将达到20公里！²¹这可真的是“大”脑了。新陈代谢的成本也会高得无法承受，因为我们的大脑时刻都在喊叫：“喂我吃的！”目前，我们的大脑消耗了全身能量的20%。²²设想一下，维持一个直径20公里的大脑，得耗去多大的能量！（至少，它能解决肥胖问题。）为了连接着大脑远方的神经元，需要长长的轴突，故此处理速度会减慢，难以实现同步活动。此外，这还需要增加树突的尺寸，以便增加突触的数量，这将改变神经元的电特性，因为树突的分支影响着它从其他神经元结合电输入的方式。不行，我们的神经元无法彼此全都相连；于是，我们的大脑采用了另一种解决方案。

神经生物学家格奥尔格·斯崔德特（Georg Striedter）考虑了我们当前对哺乳动物比较解剖学和连接性上的知识，认为如下神经元布线“规则”适用于人类大个头大脑的演进发展。²³

随着网络规模增加，连接性减少：保持绝对连接性，而非比例连接性，大个头的大脑其实在互联互通上变得更为稀疏，但它们的戏法暗中藏着两个奥妙。

它们尽量缩短连接长度，用最短的连接维持局部接通。²⁴故此，轴突来回穿梭占用的空间较少，维持线路需要的能源较少，信号传递的速度更快（因为它传输的距离短）。这为局部网络的划分和分工奠定了基础，形成处理模块的多个集群。然而，处理分开进行，大脑的不同部位仍然需要交换信息，所以.....

不是所有连接都缩到最短，一些接通遥远位置的长连接保持了下来。灵长类动物的大脑已经发展出了一套“小世界结构”：大量又短又快的局部连接（高密度的局部连接性），加上少量沟通处理结果的远程连接（少量步骤即可连接任意两者）。²⁵这种设计既实现了高度有效的局部处理（模块化），同时也带来了整体网络的迅速沟通。这一点是许多复杂系统（包括人类的社会关系）所共有的特点。²⁶

我们大脑的去中心化是拥有一个大大小小的大脑，以及神经经济学共同作用带来的结果：因为连接密度低，逼得大脑进行专业分工，创建局部回路，实现自动化。最终，我们有了数以千计的模块，每个模块都有自己的事情要做。

我们的有意识知觉仅仅是无意识处理这座庞大冰山上的一个小角。在知觉的水平面之下，是极为繁忙的无意识大脑在辛苦工作。我们不难想象，大脑要持续进行内务管理工作，才能维持自我平衡机制（比如心脏跳动、肺部的呼吸、体温）的正常运行。比较难于想象，但在过去50年里又反复发现的一点是，无数的无意识处理在流畅地推杆进洞。

科学聚焦

首先，大脑中有我们已经谈过的各种自动视觉和其他感知处理。此外，我们的思维总是无意识地被正面或负面启动过程所偏转，并受分类识别过程所影响。在我们的社交世界，联结同盟过程、骗子检测过程、甚至道德判断过程（仅举几例）就都在我们意识机制层面下

运转。凭借日益成熟的检测方法，能够确定的无意识处理过程在数量和多样性上都会翻倍。

我们必须始终牢记的是，我们的大脑，还有所有这些处理过程，都是进化所造就的，目的是让我们做出更好的决策，增加我们的繁殖成功率。大脑的岗位职责就是要让它的基因传给下一代。多年的裂脑研究已经清楚地告诉我们，大脑不是一台通用的计算设备，而是一台有着无数串行接线的专门回路构成的设备，这些回路在大脑内并行分布运作，以便做出更好的决策。²⁷有了这种网络，各种同时发生的无意识处理才得以进行²⁸，令得你能够做类似开车这样的事情。你脑袋里必须同时记住前进的路线，判断车与车之间的距离、你的速度、何时刹车、何时加速、何时踩离合换挡位，记得并遵守交通法规，而且，你还可以听着电台播放的鲍勃·迪伦，跟着他一起哼歌。所有这一切，全都同时发生！多么惊人！

不过，就我们目前的讨论而言，分层处理发生在模块当中，但模块之间却并不存在层级。（感官系统除外）所有的这些模块无需向部门头头汇报工作，它们是完全自由、自我组织的系统。这样的网络，跟主持过吉福德讲座的神经学家唐纳德·麦凯所设想的东西并不一样。他以为，意识机构来自一种中央监管活动：“意识体验的起源，不来自参与该过程的任何大脑原子核，而在于评估体系进行自我评估之时架设起来的正反馈链网（positive feedback chain-mesh）。”

什么说了算

然而，问题仍然没有得到解决：为什么我们感觉自己是如此的统一、尽在掌控？我们从不感觉大脑里有一群狗在狂吠。还有，为什么精神分裂症患者就像是有别人控制了他们的行动或思维呢？如果你在鸡尾酒会上告诉没有心理学或神经学知识的朋友们有关无意识心理过程的事，他们会好奇，会怀疑，但这只是因为无意识心理过程对个人的亲身体验而言并不明显。它极度违背我们人类的直觉，我们始终有着身心统一的强烈感觉，认为“自己”控

制着自己的行为。

就算是我们这些神经学家，也曾一度难于打消大脑中有个小人、有台中央处理器发号施令的念头，唐纳德·麦凯就提出，我们拥有一套监督系统掌控我们的意图和行为，根据环境加以调整。我们可能并不直接说“有个小人”这样的话，但我们会用类似“管理机能”、“自上而下处理”这样的委婉语。系统里分明没有首脑，怎么偏偏叫人感觉有呢？问题的答案可能是这样：我们的大脑是一套复杂系统。

所谓复杂系统，是由许多彼此交互的不同系统所构成，这些系统共同产生了大于单个系统之和的特性，并且与构成部件的特性并不等同。交通就是一个便于理解的典型例子。光看汽车零件，你无法预测交通模式。光看零件所组合成的高级模式——汽车，你也无法预测交通模式。交通模式来自所有车辆、司机、社会及法律、天气、道路、偶然出现的动物、时间、空间，以及其他任何可能出现的因素的互动。

过去，有人认为，这种系统之所以复杂的原因是，有关它们的知识还不够多，一旦所有的变量都得到了确认和理解，就完全可以对其加以预测了。这是一种十足的决定论观点。然而，过去多年的实验数据和理论都在质疑这一结论。事实上，人们逐渐接受：复杂性本身根植于物理法则当中，我们将在第4章进一步讨论它们。研究复杂系统这件事也很复杂，它横跨了多个学科，需要各种专业人士的参与——物理学家、数学家、经济学家、分子生物学家，以及人口生物学家、计算机科学家、社会学家、心理学家和工程师。

复杂系统的例子从各种地方接连不断地冒出来：天气和气候、传染病的传播、生态系统、互联网以及人类的大脑。对追求充分理解行为的心理学而言这是个讽刺，因为复杂系统的典型现象就是“可能出现多种结果，故此有了选择、探索和适应的余地。”²⁹ 人类大脑是一个复杂系统这一认识带来的延伸意义在于，它影响了对自由意志、神经学和法律、决定论的讨论，我们将在后面的章节对其中一部分内容加以展开。

美国西北大学物理学家路易斯·阿玛拉尔 (Luis Amaral) 和化学工程师胡里奥·奥蒂诺 (Julio Ottino) 提出了一个重要观点，和我们当前讨论的感觉统一、尽在掌控的问题很有关系：“所有复杂系统的共同特点是，它们都在没有应用任何外部组织原则的条件下，表现出了组织性。”³⁰这也就是说，没有“首脑”，没有小人。

你只需要想想谷歌的广告拍卖，就能意识到什么样的系统看起来像是有人在负责，实际上并没有。它靠算法来运行。广告拍卖有追求自利的三方参与者：广告客户——想要卖出产品，故此需要跟产品相关的广告；用户——需要相关的产品，故此想要看到相关的广告，以便节省时间；谷歌，想要满足广告客户和用户，以便获得更多的业务。用户每次查询谷歌，谷歌就为点击运行一次拍卖。

广告客户只在获得点击的时候付钱。整个过程如下：广告客户会提供一份关键字、广告和出标的清单，有人点击其广告时，广告客户会根据这份清单付费；然而，广告客户并不按自己的出标付钱，而是按比自己出价低的广告客户所出的标的付钱；

这也就是说，广告客户所付的钱，是为维持排名位置必需的数额。谷歌的用户输入搜索查询，谷歌便汇编出一份匹配查询关键字的广告清单。谷歌希望显示给用户的广告有着较高的质量。质量按3个元素来判断。最重要的是点击率。故此，用户每次点击一个广告，都是在用“手”投票。第二个元素是相关性。谷歌会考核广告的关键字和内容是否匹配搜索查询。它只使用相关的广告，不让产品与用户查询不相关的广告客户投标，从而帮购物者节省时间。第三个元素是广告客户目标网页的质量，它应当相关性强、易于浏览、透明公开。广告排名由投标价乘以页面质量来决定。故此，页面设计漂亮，成了有着自私动机的每一方都能利用到的东西，也成了最具生产性的互动结果（这是谷歌的首席经济师说的）！³¹整套系统，看起来是有一个控制员在运行，实际上只靠算法来维持。

为什么我们感觉如此统一呢？我们发现左半脑有另外一个模块，吸收所有输入大脑的信息，并构建叙述。我们把它叫做解释模块，它是本书下一章的主题。



WHO'S IN CHARGE

Free Will and
the Science of
the Brain

03 揭开“意识”背后的 奥秘

解释器的力量

神经系统就好像喧闹的股票交易所，各种声音吵吵嚷嚷。可我们始终坚信人类有一个“自我”做出所有行动和决策，那是因为左脑有个“解释器”在作祟，它驱动我们提出假说，给我们貌似合理的解释。它究竟怎样编造出条理清楚的故事？

尽管我们知道，大脑组织由一大群决策中心构成，一个组织层面上进行的神经活动对另一个层面无法解释，而且，和互联网一样，它似乎没有“老大”，可对人类而言，难解的谜题依然存在。我们人类有一个“自我”做出所有行动决策——这个信念始终挥之不去。这是一个压倒一切的强大幻觉，几乎不可能撼动。事实上，也几乎没有任何理由要撼动它，因为它一直好好地为我们效力。不过，尝试理解它的由来，有一个很好的理由。一旦理解了为什么我们哪怕明知要容忍自己对大脑在做些什么有些许的迟疑，仍感觉自己控制权在握，我们就能理解人为什么会产生思考和感知上的失误。在接下来一章中，我们还将考察个人责任产生于人类生活空间的哪些地方，看到它在我们还原到最简单的世界（reductionist world）里过得如鱼得水，欣欣向荣。

意识在后行动在前

我还小的时候，在南加州的沙漠里度过了许多时光，我父母在那儿拥有一些土地。那里有紫色的群山，矮树和干草丛里藏着有毒的杂酚树、土狼和

响尾蛇。我今天之所以还能活着，完全是因为我拥有进化磨炼出来的无意识处理流程，尤其是在前一章提到的对蛇的本能反应。听到蛇在草丛里沙沙作响地前行，我跳着躲开了许多次。但不仅如此。我也曾因为风吹草动而跳着躲开了许多次。是的，我在自己还没意识到那是风吹动草的声音之前，就跳到了一边。如果我只依靠有意识的处理流程，我恐怕会少跳几次，但很可能被多次咬伤。有意识的处理过程比较慢，因为我们需要考虑，然后才能做出有意识的决定。

人在行走时，来自视觉和听觉系统的感知输入进入中继站丘脑。接着，脉冲发送到皮层的处理区域，之后又中继传输到额叶皮层。在那里，它们与其他较高级的心理过程整合起来，成为进入意识流的信息，到了这时候，人才能意识到信息——呀，有蛇！就响尾蛇一例而言，记忆启动了“响尾蛇有毒、被它咬了可没好下场”的信息，我做出决定（不希望它咬中我），迅速计算出我和蛇的距离有多远，并回答如下问题：我需要改变当前的方向和速度吗？是的，我应该后退。命令发送出来，传达给肌肉执行。这一切的处理，需要耗费很长时间——至少一两秒钟，说不定，我还在想的时候就被

蛇给咬了。

幸运的是，实际情况并非如此。大脑通过杏仁核（它位于丘脑以下，跟踪一切流过的信息）抄了捷径。如果一个模式和过去经历过的危险有关系，杏仁核会将其识别出来，通过一条直接连接发送脉冲到脑干，脑干激活“要么战斗、要么逃跑”反应，敲响警钟。我还根本没意识到为什么，就自动往后跳了出去。我并未有意识地决定要跳，它发生在我的有意识批准之前。等我跳开之后，我的意识才最终介入，告诉我那不是一条蛇，只是风把草丛吹得发出了响声而已。当然，其他哺乳动物身上也存在这一得到了深入研究的快速途径（古老的“战斗-逃跑”反应），并且同样经过了进化的磨炼。

如果你问我为什么跳起来，我会回答说，我想我看到了蛇。这个答案当然有道理，但事实是，我是在我意识到有蛇之前跳起来的：我看见了，但我不知道我已经看到它。我的解释来自意识系统的事后综合信息：我跳起来，以及我看见了蛇的事实。然而，现实情况是，我的起跳先于（以毫秒为单位）我意识到有蛇。我并未有意识地决定要跳，然

后有意识地执行这个决定。就某种意义而言，我回答这个问题的时候，我是在补充虚构情节：对过去的事件进行虚构叙述，并相信它是真的。我跳起来的真正原因，是杏仁核内置的对恐惧的自动无意识反应。我之所以会虚构情节，是因为我们人类的大脑受推断因果关系所驱动。它们努力地通过理解散乱的事实来解释事件。我的意识大脑处理的事实是，我看到了一条蛇，我跳了起来。但它并没有注意到，我是在还没有意识到有蛇之前就跳了起来。

本章中，我们将了解一些有关自己的奇怪事情。每当我们解释自己的行动，都是利用事后观察进行的事后解释，并未接触到无意识处理。不仅如此，我们的左脑总会编造一些事情来创造合理的故事。只有在故事和事实相去太远的时候，右脑才会往回勒缰绳。这些解释都以进入了我们意识的东西为基础，但现实情况是，行动和感觉往往出现在我们意识到它们之前，而且，它们大多是无意识处理的结果，而无意识处理是不会进入我们的解释的。所以，听人解释自己的行动很有趣（如果听政客解释自己的行动，更加具有娱乐性），但基本上是浪费时间。

无意识是一座巨大的冰山

意识要花时间，但我们却不见得总有时间。我们的祖先是那些在威胁生命的竞争环境下跑得快的人；跑得慢的人活不到繁殖后代的那一天，没能成为祖先。要揭示自动反应和意识干预之间的时差很容易。如果我把你放在屏幕前，让你看到灯亮后按下按钮，经过数次尝试，你能在大约220毫秒内完成它。如果我要你把这个过程放慢一点，比如放慢到240或250毫秒，你不可能做得到。你的速度会慢一倍以上，下降至大约550毫秒。一旦你把意识纳入循环，你对速度的有意识自我监控会花更长时间，因为意识的基本速度就比较慢。这些内容你大概已经很熟悉了。

自由意志背后的实验与故事

还记得练习钢琴或者其他任何乐器时记忆乐谱的情形吗？一旦你练习过了一段乐谱，你的手指会真正地飞起来，但要是你犯了错

误，并有意识地试图纠正失误，那就糟糕了。你会磕磕碰碰，甚至很难记住下一段的音符。这时候，你从头开始，让指头自己重新跳跃起来，冲过容易出错的地方，效果反而更好。这就是为什么优秀的教师总是告诉学生，演奏出错时不要停，继续弹，让演奏自己动起来。运动领域也是如此。别去想罚球，只需要像数百次练习时那样“扑通”一脚踢出去就好。一旦意识参与进来，你便会因为紧张而发挥失常。

自然选择推动了无意识处理过程。速度快、自动化，这是它通往成功的车票。有意识处理过程代价昂贵：不仅需要时间，还需要大量的记忆。与之相反，无意识处理过程迅速，受规则驱动。无意识处理最明显的例子，是光学错觉。我们的视觉系统识别特定的线索，并自动调整我们对它们的感知。

请看图3—1。

这幅图是罗杰·谢泼德 (Roger Shepard) 设计的“转桌子错觉”。图中的两张桌子的形状和面积完全一样。没人相信！事实上，如果你把这一错觉放进基础心理学教材，学生们可以把图片剪下来，看看它们是否真正匹配。你的大脑在进行运算和添加修正，根据桌子摆置方向的视觉线索加以调整——你无法阻止它。就算你把图片剪下来，将两张桌子叠在一起，看到它们确确实实是同样大小的，你仍然无法有意识地改变视觉形象，让它们看起来一样。故此，当某些刺激欺骗你的视觉系统构建出错觉时，哪怕你知道自己受了欺骗，错觉依然不会消失。产生错觉的视觉系统部位，是不受意识认知修正的。（你可以访问 <http://michaelbach.de/ot/index.html>，了解相关的视觉错觉）

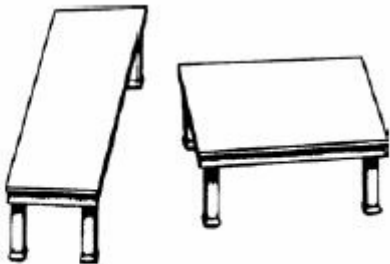


图 3—1 转桌子错觉

两张桌子看起来不同，但其实，它们的大小和形状都一样。用尺子量一下，就知道它们是相同的了。

然而，一些让人确信不疑的错觉，也并不影响人的行为。例如，研究人员要观察者一边看着著名的穆勒-莱尔错觉（Müller-Lyer Illusion，见图3—2），一边用手指比划出图中线段的长度。线段的两端附有朝内或朝外的箭头，箭头的指向固然可以

改变眼睛对线段的感知长度（观察者一般会说，箭头朝外的线段要长一些），但观察者并不会据此调整自己手指比划出来的长度。它并没有骗过手。这表明，决定外在行为的处理过程和决定潜在感知的处理过程是相互分离的。因此，对应视觉刺激的视觉运动过程，可以独立于对刺激的感知。然而，一旦你把意识放入循环，事情就变了。要是你过了一段时间才要求观察者用手指比划出线段长度，他们会按照视觉感知加以调整。

然而，未自觉感知的刺激能够影响行为。例如，法国的斯坦尼斯拉斯·德阿纳（Stanislas Dehaene）和同事在一项研究中，先迅速地（43毫秒）朝志愿者闪过一个前导刺激（也即影响随后反应的刺激），这一刺激要么是数字（比如“5”），要么是表示数字的单词（比如“five”）；接着再闪过一个遮蔽刺激（两个无意义的字符串）。志愿者们无法确定地报告前导刺激是否存在，也不能把它和无意义的字符串区分出来。换句话说，前导的数字或单词并未进入志愿者的自觉意识。²

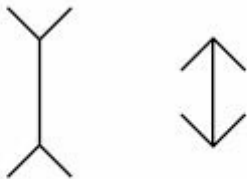


图 3—2 穆勒 - 莱尔错觉

再接着，研究人员又朝志愿者闪出目标数字，并要求他们：如数字大于5，用一只手按下按钮；如数字小于5，用另一只手按。如果前导数字和目标数字均小于5（一致），志愿者的反应速度比两者不一致时要快。利用大脑成像技术，研究人员发现，前导数字从未进入意识知觉，瞒过了受试者，但其实却激活了运动皮层。若是再考虑到，未自觉感知的刺激可以诱发强烈的知觉后效（perceptual after-effects）³，那么，你可以明显看出：大脑的大量运算是发生在意识知觉和控制之外的。（我的大脑让我那么做的！）所以，每当碰到属于自己领域的刺激，我们大脑里内置的系统就开始自动执行任务，而这一切，经常不为我们的意识所察知。

自动性也是可以后天习得的。多加练习即可提高。除了演奏乐器的例子之外，打字也是一个很好的例子。经过长时间的练习，你可以不加思考地打字。不过，要是我问你，“V”字键在哪儿，你必须停下来，有意识地想一下。这就很慢。自动化带给了我们许多的效率。自动化处理程序让我们成了专家。放射科医生经手的X光检查片越多，他们的解读越是准确、快捷。这是因为，他们大脑里的模式识别系统得到了训练，能够自动地识别出异常组织的模式。通过为特定工作培养自动模式识别能力，人变成了专家。

为什么我们感觉身心合一

现在，我们都知道（有意识地！），我们大部分的处理过程都是无意识地自动化进行的，那么，不妨回到上一章末尾所提出的那个问题上去。如此之多的复杂系统在潜意识底下以多样化、分散化的多元方式运作，我们为什么仍然感觉身心合一呢？我相信这个问题的答案来自我们的左半脑，那儿有一个我们在多年研究中偶然发现的模块。裂脑患者再一次带来了一些惊人的发现。

实验进行了几年以后，我们接触到了东海岸的另一群裂脑患者。我们开始琢磨，要是我们偷偷向患者的右半脑输入信息，让他们的左手做某件事情，患者的感觉会如何呢？他们会怎么描述自己的左手突然做起事情来的呢？这就好像，你正在读这本书，突然之间，你看到自己的手打起了响指。你会如何向自己解释呢？我们设计了一个实验，询问患者是怎么看待自己左手突然动起来的。实验揭示了左半脑的另一项能力，让我们目瞪口呆。

自由意志背后的实验与故事

我们向裂脑患者展示两幅图片：向他的右视野展示一个鸡爪（这样，他的左半脑只看见了鸡爪）；向他的左视野展示下雪的场景（右半脑只看见了下雪）。接着，我们又将一组图片放在他的整个视野前面，让他的左右半脑都看得见，要他从中选出一幅图片。他的左手指着一把铁锹（这是最适合下雪场景的答

案)，右手却指着一只鸡（最适合鸡爪的答案）。我们问他为什么选择这两样东西。他左半脑的语言中心回答：“哦，简单啦，鸡爪是属于鸡的。”很轻松地解答了它知道的事情——它看到了鸡爪。接着，他看到了自己左手指的铁锹，毫不迟疑地说道：“还需要铁锹清理鸡舍嘛。”

左半脑观察到了左手的反应，但并不知道它为什么会选中该物体，于是立即将该物体放入了一个可以解释的背景。它根据与自己所知的事情相符的背景来阐释反应，而它所知的东西是：鸡爪。它对下雪场景一无所知，但又必须解释左手的铁锹。嗯，鸡会把鸡舍搞得一团乱，你必须把它清理干净。就是这样！很有道理。有趣的是，大脑左半球并不会说：“我不知道。”而这才分明是正确答案。它编造一个跟情形相吻合的事后回答。它根据

自己所掌握的线索，编造出了一个合理的回答。我们把左半脑的这一处理过程称之为“解释器”。⁴

有关裂脑患者这一处理过程的运作例子，我们有许多许多。

自由意志背后的实验与故事

我们朝裂脑患者的右脑闪过“钟”（bell）这个单词，向左脑播放音乐。患者报告说，他看到“音乐”（music）这个词。我们要他指出自己刚才看到的图片，患者从许多能更好地体现音乐一词的图片中选择了钟。我们问他：“你为什么选钟呢？”他回答说：“嗯，我刚才听到音乐的时候，外面在敲钟。”（他指的是钟楼。）他的左脑编造了一个故事来解释自己为什么选择了钟。

在另一次实验中，我们朝左脑闪了“红色”这个单词，朝右脑闪了香蕉。我们把各种不同颜色的笔放在桌子上，要患者用左手画一幅画。他拿起红色的笔（这对左脑来说是一个轻松的决定），而后用左手画了一根香蕉（这是大脑右半球的决定）。当我问他为什么画香蕉，患者的左半脑完全不知道自己的左手为什么要画香蕉，但它回答说，“左手画这个最容易，因为左手往下拉更方便”。他仍然没有回答，“我不知道”，哪怕这才是准确的回答。

我们想知道情绪反应或变化的解释是否也受制于相同的事后编造，便对一个少年患者做了同类测试。

我们先诱导他出现情绪变化。我们大声问：“谁是你最喜欢的……”（左右脑都听到了），接着我们只向他的右半脑输入“女朋友”一次。他立刻笑了，脸红起来，表现尴尬（情绪变化），但却摇摇头，表示自己没有听到后面的词。他再也不说什么了。听到别人问自己的女朋友，他表现出了青年人正确的反应（包括拒绝讨论这个话题），但他并不知道为什么。最后，他用左手拼出了自己女朋友的名字。

赌博，你可赌不赢老鼠

接下来，我们又想，能不能设计一个实验，展现大脑左右半球分析世界的不同方式呢？我们采用了一个经典实验心理学游戏，名为“概率猜测实验”。受试者猜测接下来会出现哪一种事件：是直线上方的灯闪烁，还是下方的灯闪烁？实验人员可以操纵灯，让80%的时候是直线上方的灯闪，20%的时候是下方的灯闪。事实证明，老鼠比人更擅长玩这个游戏。除了人类之外的动物，往往会追求最大化，也就是说，它们总是选择过去出现频率最高的选项。老鼠会迅速计算出上方的灯闪烁的次数多，故此永远只选上方的灯。这样一来，80%的时

候它们都能得到奖励。

鸽子同样追求最大化。拉斯维加斯的赌场也追求最大化。4岁以下的孩子追求最大化。⁵但之后就出现了奇怪的事情：4岁以上的人类，会采用一种不同的策略，名为“频率匹配”，也就是说，他们往往会在猜测时匹配过往事件的概率。他们80%的时候猜直线上方的灯闪，20%的时候猜下方的灯闪。这一策略的问题在于，由于灯闪的顺序是完全随机的，它会造成很大的误差。就算你告诉受试者，灯光的闪烁是随机模式，他们仍然会尝试琢磨一套系统出来。平均而言，在上述情况中，他们只有67%的时候能猜对答案。我们想出了一种办法，把这个游戏分别展现给左右半脑，发现右半脑是追求最大化的⁶，它和老鼠、鸽子、4岁以下的孩子一样；而左半脑则追求频率匹配。它尝试寻找系统；它总是想着为灯光闪烁的频率寻找理由，并创造一套能够对其进行解释的理论。

我们的结论是，负责寻找事件发生模式的神经处理过程位于大脑的左半球。人类喜欢从混乱中寻

找秩序，把所有事情都编成故事，放进背景当中，这全是左半脑在起作用。即便看到了全无模式存在的证据，左半脑也有着强大的动力对世界的结构做出假设。哪怕这种努力有时会拖累绩效，它也仍然不屈不挠——比如，人在玩吃角子老虎机的时候。

看起来很奇怪，哪怕是在无需自动适应的情况下，左半脑仍然要自动适应。为什么我们会拥有这样一套有损准确性的系统呢？答案是，大多数情况下，它是自适应的，要不然，我们根本就不会拥有它。外部世界的模式大多数时候都是可识别的，有确定的成因，也具备一套找到了就能到处（除了拉斯维加斯）带给我们优势的系統。

解释器的岗位职责

理解了左脑解释器处理过程力争要为事件寻找解释或原因之后，我们就能观察它在各种情况下的运作。事实上，它可以解释过去的许多实验观察现象。例如，1980年搞过一次著名的社会心理学研究，就可以用后来发现的这一解释器机制来进行解释。

在该次实验中，研究人员用化妆术在受试者的脸上弄出一道明显的疤痕，受试者可以从镜子里看到。⁷研究人员对他们说，他们要跟另外一个人谈话，实验方想知道对方的行为是否会为受试者脸上的伤疤所影响。研究人员要他们注意对方对伤疤表现出的任何行为反应。到了最后一刻，研究人员说，他要为伤疤上点润肤油，免得它开裂。他一边这么做，一边在未告知受试者的情况下，将伤疤抹掉。接着，受试者去跟别人谈话，之后，研究人员会询问他们谈话进行得怎么样。受试者报告说，他们遭到了可怕的对待，对方紧张、傲慢。研究人员给他们看谈话期间拍下的对方的视频，并要求受试者指出对方在哪些时候对伤疤有反应。影片一开始，受试者就叫停，指出对方目光游离，是因为伤疤的缘故，类似的情况贯穿整个视频。

他们的解释器模块对可用信息做了最简单、最方便的阐释：因为有难看的疤痕，对方经常往旁边看，房间里没有其他的人，没有其他可以分心的东西。它做出的合理解释是：对方往旁边看是因为自己脸上有伤疤。解释器竭力推断因果。它不断地利用从当前认知状态得到的输入以及从周围环境得到

的线索来解释世界。有趣的是，人在谈话时总会东张西望，但一般是没人注意到的。谈话伙伴经常瞟向旁边这一信息之所以此刻进入了受试者的意识，是因为他们在事先受了“启动”，要留神对方的反应、注意它们。他们的整个故事，那一刻对他们而言的绝对现实，是以两点错误信息为基础的：

（1）他们脸上有伤疤；（2）他们的对话伙伴频频将目光瞟向其他地方。因此，我们必须记住，解释器的解释质量，源自它所接收到的信息质量。

我们整天都在使用自己的解释器模块，理解环境的要旨，阐释输入和身体的生理反应，解释一切。上一章我们谈到，大脑右半球是按字面意义生活的，它能记住集合中的具体项目，而左半球则往往无法识别类似却不同的东西。一如我之前所说，它会编造。我们的解释器不光编造东西，也编造事件。

在一项实验中，我们向不曾接受过裂脑手术的健康受试者展示了40来张系列图片，图片内容讲述的是一个故事：一个人早晨起来，穿好衣服，吃了早饭，去上班。过了一段时间之后，我们检测每一

位受试者，问他看到了哪些图片。这一次，我们给他展示的是另外一系列的图片：有些图片是他先前看过的，此外夹杂了一些不属于前一个系列、但很容易套进故事当中的图片，以及一些和故事毫无关系的干扰图片，如人外出打高尔夫，或是人在动物园。在这样的任务中，健康的受试者会把实际展示过的图片和相关的图片合到一起，同时很容易把干扰图片区分出来。对裂脑患者来说，他们的大脑左半球也会做出同样的响应，但右半球却不会这么做。

我们从上一章的内容中了解到，右半球擅长记忆物体，它完全不会“弄虚作假”，只会把最初看到的图片识别出来。左半球掌握故事的要点，接受任何与故事相符的东西，扔掉不相符的东西。这种阐述对精确度有负面影响，但通常会便于处理新信息。右脑无法推断故事的要旨；它非常“刻板”，不会把原先没有的东西囊括进来。这就是为什么3岁的小孩听到你美化故事时会反驳你，叫你尴尬得不得了。小孩子仍然在追求最大化，左半脑的解释器（满足于掌握要旨）尚未完全发育运转。

如我所说，解释器是一套异常繁忙的系统。我们发现，就连情感领域也有它尝试解释情绪变化的活跃身影。

自由意志背后的实验与故事

我们给一位患者的右半球看了一段可怕的消防安全视频，视频里有人被推进了大火，触发了该患者右半球的负面情绪。我们问她看到了什么，她说：“我不太清楚。我觉得那只是一道白色的闪光。”我们又问她是否察觉到某种情绪，她说：“我不明白到底是怎么回事，可我觉得挺害怕。我觉得心惊肉跳，我猜大概是我不喜欢这个房间，要不就是因为，你让我挺紧张。”接着，她转向另一位研究助理，说：“我知道我喜欢加扎尼加医生，可现在，我因为某个原因挺害怕他。”她察觉到了

自己对视频的情绪反应——全是自动产生的结果，但完全不知道是什么原因导致了它们。左半脑的解释器只好努力去解释她为什么会感到害怕。它从环境线索里获得的信息是，我正在房间里提问题，其他一切正常。它得出的第一个合理解释就是，我吓到了她。

我们发现的最有趣的一点就在这里：事实很重要，但并非必需。左半脑找得到什么线索就用什么线索，其他的全靠即兴发挥。和本例中一样，只要第一个合乎情理的解释能说明问题，受试者就会采纳它！其他获取信息的处理过程向左半脑的解释器展现乱麻一般的大量信息，解释器则力争从中创造出秩序。

我们找来另一位患者，尝试了另一种情绪。我们朝她的大脑右半球闪现了一幅性感女郎的图片，

她偷偷笑了起来。可她照样说，自己什么也没看到，我们问她为什么笑，她告诉我们，我们有一台可笑的机器。这就是我们的大脑整天干的事情。它从周围环境、从大脑的其他部位获得输入信息，并将之综合成一个故事。它还从身体获得输入，请看下面这个经典实验。

1962年，哥伦比亚大学的斯坦利·沙切特（Stanley Schachter）和杰瑞·辛格（Jerry Singer）做了一个实验（在设计上使用了如今很可能会遭到禁止的欺骗手段），证明情绪状态是由生理唤起和认知因素共同决定的。⁸研究人员告诉受试的志愿者说，要给他们注射一种维生素，看它对视觉系统是否有影响，但受试者并不知道，注射液其实是肾上腺素。研究人员告诉一些受试者，注射维生素之后会引起诸如手指颤抖、震颤、脸红等副作用，但他们对另一些受试者说，注射没有副作用。注射肾上腺素后，受试者们会跟一位事先串通好的“同谋”接触，这个人会做出欣快或愤怒两种行为。听说过注射有“副作用”的受试者，会将身体出现的症状（如心跳加速）归结于药物。但没有听说注射有副作用的受试者，则把身体自动唤起的

症状归结于环境。和表现欣快的“同谋”接触的受试者，报告说很高兴；和表现愤怒的“同谋”接触的受试者，报告说很生气。

故此，受试者对同一种身体症状给出了3种不同的解释，但真正的原因只有一个：他们注射了肾上腺素。这一发现，同样说明人爱对事件进行解释的倾向。一旦出现生理唤起，我们就想去解释它的原因。要是找得到一目了然的解释，我们就接受它——听说了注射液副作用的受试小组就是这样。要是找不到明显的解释，我们就编一个出来。

故此，通过左半脑的这一解释过程，我们接受所有输入，将之整合成一个合理的故事，再把它输出。然而，一如我们所见，左半脑的解释质量，和所得信息质量是相对应的。我们可以从上面的许多例子中看出，它所得的信息是错误的。

输入的信息质量高，解释器就解释得好

现在，知道了存在这样一个机制，你大概会

想，它出错的频率是多高呢？我们可以轻松想出与他人互动时发生误解的例子。可要确定自己误解了自己情绪反应的情况，就不怎么容易了，分辨它们什么时候出错则更为困难。各种各样的情绪状态和心理干扰，比如与突然性恐慌相关的反应，最初都是大脑新陈代谢的内源性错误导致的。这种生理驱动的事件，令得肾上腺素井喷，造成了全然不同的感觉状态，而大脑又不得不对这些感觉加以解释。

大多数人不会告诉自己说：“天哪，我心跳加速、汗流浹背，肯定是因为我大脑代谢出故障了。我最好把它的症结找出来。”相反，大多数人的解释系统会从自己独特的既往和目前心理历史寻找线索，或从当前的环境中寻找线索，得出一个解释：“我的心咚咚响，我突然汗流浹背，我一定是给吓着了……是什么吓着我了呢？……[四周环顾，寻找狗的踪迹]是那只狗！我怕狗！”即便内源性事件得到了药物或自然事件的纠正，对情绪状态改变的解釋却保持不变。它们已经录入了记忆。这就是恐惧症的起源。

解释器不光解释我们的感觉怎样、我们行为的

原因是什么，还解释大脑内部正在发生着什么。我们是在无意间了解到这一点的。我们检验一位患者（叫她VP好了）的时候，意外地发现她能够完成一些其他裂脑患者做不了的推断。举例来说，如果我们朝其他裂脑患者的一个半脑显示“head”（头部）一词，朝另一个半脑显示“stone”（石头），患者会画出头部和石头的图片，但你我这样的普通人则可画出“headstone”（墓碑）的图片。VP也能画出墓碑的图片。这是怎么回事呢？

科学聚焦

由于裂脑患者和其他神经患者随时会通过自我提示来补偿损失的大脑处理过程，我们在检测他们的时候，必须始终观察他们是在哪里进行信息合成的：是在身体之内，还是在身体之外。例如，裂脑患者可以转动头部，让视觉刺激同时进入两个半脑，也可以大声地把事情说出来，让右半脑从左半脑获得声音输入。

进一步的测试显示，VP不能将单个半脑获得的数字形状、大小或颜色等图片信息匹配起来，故此，这并非单纯的视觉信息传输。然而，要是她看见了“红色正方形”的字样，它们就会传输，她也能够通过另一半脑选出红色正方形。原来，她接受的手术在无意中为她保留了若干前胼胝体纤维（我们可以通过核磁共振成像看到）。这些特殊的纤维可以让书面文字在两个半脑之间传输，所以，她的左半脑能够看到她右半脑看到的文字。这样一来，她的解释器就能同时接受“头部”和“石头”这两个词的输入，并将之整合成一个故事。

另一位患者JW的手术，则将他胼胝体切割得非常彻底。他没有内部信息传输通路；信息的传输总是发生在身体之外，但传输进行得很快、很机巧，看起来就像是发生在大脑内部一样。

自由意志背后的实验与故事

我们朝JW的左半脑闪过“car”（汽车）

一词，又朝他的右半脑闪过“1928”这一数字，接着让他画出自己所看到的東西。他是一个很棒的画家，也很喜欢汽车。他竟然用左手（只从右半脑获取信息，看到了“1928”一词）画出了一辆1928年的老款汽车！两个半脑以某种方式在运动输出中合作，画出了一辆车，但提示和整合却发生在身体之外的画纸上。他用左手画画的时候，左半脑看到了正在画的东西，影响了处理过程，可这一切并非发生在大脑内部，而是另一大脑外部行动带来的结果。

因此，既然我们拥有这套相当早熟的解释器随时解释从我们的并行分布式系统里倾泻而出的行为、想法和情绪，问题来了：右半脑也有一套解释

器吗？当然，和大脑研究里常见的情况一样，得出了惊人的结果，就必须找到说明。我之前提到过，大脑的右半球是追求最大化结果的。可我们发现，要是向右半脑展示它擅长的刺激，比如脸部识别等视觉任务，它确实会进行频率匹配。在此任务中，我们指示左半脑或右半脑猜测，即将展示给它看的面孔是否有面部毛发（30%的展示图片都有面部毛发）。左半脑在这个问题上不是专家，它的回应是随机的。⁹这让我们想到，一个半脑会把任务的控制权交给擅长此任务的另一半脑。¹⁰在另一半脑的提示下，人们会做出更为迅速的回应。

大脑右半球的部分专长涉及视觉处理。保罗·科波利斯（Paul Corballis）在我们实验室研究裂脑患者，他提出假设说：在大脑右半球有一套视觉解释器，专门用来解决空间视觉中以二维图像为基础的三维世界表现含糊之处。赫尔曼·冯·赫尔姆霍兹在1909年出版的《生理视觉论》（Treatise on Physiological Optics）中头一个提出，为了获得对世界的3D视角，视觉感受形成于从2D视网膜图像进行无意识推测所得的信息。他提出了一个令人吃惊的想法：3D视觉感基本上是一个认知过程，不

光包括了从视网膜获得的信息，也牵涉到感受主体的经验和目标。科波利斯强调，要根据视网膜图像提供的信息准确再现世界，需要极高的智力，故此也就认为右脑存在“解释器”系统来完成这一切。¹¹

弄清我们为什么会被一些视觉错觉欺骗，为什么不是所有的视觉错觉都能同时被左右半脑所看到，理解左右半脑在视觉处理过程中分别扮演的角色，是揭穿视觉系统奥秘的一部分。科波利斯和同事们发现，左右半脑在较低层次的视觉处理（处理视觉刺激的第一阶段）上做得同样好，如感知错觉轮廓（尽管没有线条、亮度、颜色的改变，仍能感觉到轮廓的错觉）¹²，但右半脑比左半脑更擅长各种涉及高级处理过程的视觉任务。右半脑能轻松完成牵涉到空间性质差异的任务，如判断两幅图是完全相同还是镜像反转，判断直线方向的细小差异¹³、物体的心理旋转¹⁴，左半脑在这些任务上则相当无力。右半脑还很擅长完成时差任务，如判断两个物体出现在屏幕上的时间是相同还是不同。¹⁵事实上，右半脑还长于知觉分组。比方说，如果给你的右半脑展示只画了一部分的人物，它能轻松猜

出它们，但左半脑却要差不多画完的时候才能做出判断。

科学聚焦

右半脑看得到线运动错觉。这种错觉是这样的：在屏幕上迅速而完整地显示一条直线，但在观察者眼里，直线却是从一端扩展到另一端的。不管是在低级还是高级的视觉处理过程中，这种错觉都是可以操控的。如果在直线出现之前，先在直线的一端现出一个点，那么直线出现时，就像是从这个点开始扩散的。¹⁶这属于低级视觉处理过程，左右半脑都会体验到这种错觉。如果直线在两个有着不同颜色或宽度的点之间闪烁，那它就会显得像是从跟自己颜色（或宽度）相吻合的那个点开始扩散的。¹⁷这涉及更高级的处理过程；右半脑看得到这一错觉，左半脑却不能。¹⁸

如果右大脑擅长理解复杂图案，并获得了自动化处理程序，那么，我们想，说不定我们能看到它展现在象棋大师的能力当中。棋手们经常充当认知科学家的研究对象，它始于20世纪40年代的阿德里安·德格鲁特（Adriaan de Groot）的研究。德格鲁特是一位心理学家，本身又是棋手。

自由意志背后的实验与故事

我们把国际特级象棋大师、两届美国国际象棋冠军、20岁上就击败了世界象棋冠军加里·卡斯帕罗夫的帕特里克·沃尔夫（Patrick Wolff）请到了实验室。我们给了他5秒钟观察一幅棋盘的图片，棋盘上所有棋子都按符合象棋规则的方式排列，接着，我们要他对该棋局进行复盘。他迅速而准确地完成了我们的要求，把27枚棋子中的25枚都摆在了准确的位置。如果你和我要做这件事，就算我们是不错

的棋手，大概也只能把5枚棋子放在正确的位置。

不过，有一个问题依然存在。他能够做到这一点，会不会只是因为他有着极其出色的视觉记忆力呢？如果是这样，那么就算棋子的位置不符合象棋的规则，那应该也没问题。回到棋盘上：我们让他看相同的棋盘，棋盘上棋子的数量相同，只是摆放位置不依照象棋规则。这一回，他只放对了几枚棋子，和其他不下象棋的人差不多。他第一次复盘的准确性来自右脑通过多年下棋所获得的自动匹配模式。

因此，尽管我们这些神经学家知道沃尔夫的右脑图案感知机制是全编码、自动运行的，也是他能力的源头，但他自己却不知道。我们问他时，他左

脑的解释器只能艰难地寻找解释。“[你]努力……迅速理解发生了什么，就可以了吧？你会把事情分成块，对吧？我的意思是，很明显，这些卒，就是……呃……我是说，你会把东西按正常的方式分块，就像……我的意思是，普通人或许以为这是某种结构，但实际上，我觉得它还不止如此，所有的卒都像这样……”

解释器的解释质量，和它获得的信息质量是相当的。解释器接收到多个模块的计算结果。但它并未接收到存在众多模块这一信息。它并未接收到这些模块如何运作的信息。它并未接收到右半球存在图案识别系统这一信息。解释器是一个根据自己获得信息来解释事件的模块。因此，在帕特里克·沃尔夫一例中，解释器接收的信息是，他只看一眼就能迅速将棋局复盘，以及他有着相当丰富的象棋知识。所以，他就利用这些信息来解释自己的能力。

解释器可以被操纵

要解释正常大脑和神经系统患者许多看似费解的行为，理解“解释器解释的质量和所得数据的质

量相当”这个概念至关重要。事实上，如果向解释器提供不正确的数据，你甚至可以操纵它。不正确的数据令解释器得出了一个完全不同的故事。或许，对我们的阐释过程而言，现实是虚拟的。它依赖于此时此刻的感官线索。

自由意志背后的实验与故事

如果你正常运作的大脑进入了一间虚拟现实实验室，你会注意到，该实验室是个有着混凝土地坪的大房间。这就是你目前的现实。接着，你戴上虚拟现实眼镜，你所看到的东西完全受房间角落里操作计算机的人控制，他很乐意对你玩弄些诡计。你开始走动，突然，你面前弹出了一个深坑。呀！你的肾上腺素猛地冲涌出来，你的心跳加速，赶紧往后一跳。你听到笑声。但就在这时，一张狭长的木板架在

了深坑两侧，有人要 you 从木板上走过去。如果你像我一样，你会拒绝，说：“没门儿！”可你要是一个喜欢刺激的人，说不定会试试看。你会张开双臂保持平衡，迈着小碎步往前挪动，你的心怦怦直跳，全身肌肉紧张。当然，实验室里的其他人都笑得更厉害了，因为你其实走在平坦的水泥地上。可即便你知道这一点，你的常识仍然受到那一刻感知的操纵。你对世界的阐释，马上受到视觉线索的影响，并推翻了你意识大脑所知道的现实。

解释器接收负责监控视觉系统、体感系统、情绪和认知表现的区域传来的数据。但正如我们先前所见，解释器的解释质量跟它所接收到的信息质量相当。这些区域监控系统任何一处出现病变或故障，都会造成一系列的特异神经系统问题，涉及了对自我、他人、物体和周围环境不完整或妄想性认识，并体现为离奇的行为。不过，一旦你懂得，这

类行为都是解释器接收到不良信息的结果，它们就没什么好奇怪的了。

在前一章，我们看到，要是监控视觉系统部位的区域出现病变，会产生什么样的情况。这里，让我们转到监控躯体感觉系统的区域来，这里发生病变，会造成一种名为“病觉缺失”的综合征。患有此综合征的人，会否认自己瘫痪的左手属于自己。维兰努亚·拉玛钱德朗（Vilayanur Ramachandran）讲述他碰到的这种病人：

病人：[指着自己的左手]医生，这是谁的手？

医生：你觉得它是谁的手？

病人：嗯，反正不是你的！

医生：那是谁的呢？

病人：也不是我的。

医生：你认为它是谁的手？

病人：这是我儿子的手，医生。¹⁹

科学聚焦

顶叶皮层不断寻找三维空间中的手臂位置信息，还监控着手臂与其他一切东西的位置关系。如果神经系统边缘的感觉神经出现病变，通往大脑的信息流就中断了。监控系统收不到手臂在哪里、手里有些什么、它痛不痛、感觉热还是冷，甚至它能动不能动的信息。监控系统发起了牢骚：“有没有输入！左手在哪里？”但如果病变部位是顶叶皮层本身，那么就根本没有监控，也不会发出抱怨，因为抱怨装置坏掉了。

右顶叶病变的患者，代表身体左侧的区域受到了损害。这就像是，如果身体部位失去了在大脑中的代理，没有留下痕迹，大脑里就没有部位向解释器报告身体的左侧以及它是否在运作。对患者来说，身体左侧不复存在。神经医生将患者的左手举到她面前，但没有躯体感觉信息到达患者的解释器，于是患者给出了一个合理的回应：“这不是我

的手。”解释器是完整的，持续运作的，可它没有获得来自患者顶叶的有关左手的报告，故此，这只手不是她的。从这个角度看，患者的说法就合理多了。

另一种怪病叫卡普格拉综合征，它是监控情绪的系统出了问题。患者能够识别出亲近的人，但坚持说对方乃是冒名顶替者，被外貌酷似的人给换掉了。例如，拉玛钱德朗描述过另一位病人提及自己的父亲：“他跟我爸爸长得一模一样，但真的不是我爸本人。他是个好人，但他不是我爸爸，医生。”拉玛钱德朗问这个病人，为什么会有人假装是他父亲，病人说，“太叫人惊讶了，医生——为什么会有人要假装是我爸爸呢？也许我爸爸雇他来照顾我——给他一些钱，让他帮我付账单……”²⁰患上此综合征之后，患者看到熟人时，感觉不到任何的情绪²¹，而这可以通过皮肤电导反应测量得知。解释器必须要解释这一现象。它从脸部识别模块接收到信息：“这是爸爸。”然而，它接受不到任何情感信息。它必须要进行因果关系的推论。解释器想出了解决办法：“他一定不是真人，因为，要是他真的是我爸爸，我一定能感受到一些情感，

所以，他是冒名顶替的！”

这类操纵解释系统的例子当然很有趣，但还有些更常见的例子。很多人都服用缓解焦虑的药物，但焦虑并不见得总是坏事。如果你正走在大街上，看到有人形迹可疑，你感到有些焦虑、兴奋、戒心大增非常正常，也非常实用。数百万年的进化历程证明肾上腺素激增成效斐然。然而，如果你服用了抑制焦虑的药物，你看到诡异情况就不会兴奋，不会提高戒心。你的监控系统遭到了操纵，并为解释器提供了糟糕的信息。你不觉得焦虑，你的解释系统不将该情况划入危险类别；它做出了不同的解释，令得你未作提防。研究界声称，纽约市使用此类药物的人增加，与劫案增加、急诊增加存在联系。

有时候，抗焦虑药物并非拖累我们“战斗-逃跑”反应的罪魁祸首；相反，是我们的解释器将情况合理化了：“冷静点儿，没什么好奇怪的，他就是个无家可归的家伙罢了。”大概是因为听了太多陌生人并不可疑的劝诫，也因为想保持政治正确态度，解释器忽视了警告信号。

拉玛钱德朗认为，各种防御机制，如合理化（编造虚假证据，构建错误的信念）和约束等的产生，是因为大脑根据来自多个来源的证据得出了可能性最大、全局统一的阐释，于是就忽视或抑制了与该阐释相悖的信息。这一看法跟我们的发现相吻合：大脑左半球会进行频率匹配，并错误地将类似但其实不同的新刺激标记为以前见过的刺激。它从所有的输入中掌握情况的要旨，尝试找到模式，并将之整合成一种有意义的阐释。

他还提出，大脑的右顶叶有一套他称为“异常检测器”的系统，如果差异过大，就会报警。一丝不苟的右半脑进行了干预。这能够解释如下临床观察：右顶叶病变的患者的左半脑能够编造出超级离谱、百无禁忌的故事，不受右半脑异常检测器的约束，但左半脑病变的患者却并无此种现象，因为右半脑准确、严格的系统功能完备，能够正常运作。左额叶受损的患者往往无法进行否认，无法找理由，甚至不能没话找话地闲聊，并容易变得情绪低落。试想一下，要是你永远都想不出理由去吃一块美味的巧克力蛋糕，那该是何等郁闷。

解释我们感知到的一切

人在活动的期间，解释器随时都处理着来自大脑各部位（活动所发生的地方）不断变化的输入。牛顿坐在在苹果树下，以最有人类特色的方式沉思着，不断寻找事情的解释和成因，他问自己：“苹果为什么会掉下来呢？嗯……没有东西在拉它。它为什么不往上飘呢？”牛顿参与了涉及因果关系的两种不同处理过程，我们发现，一种处理过程发生在右半脑，另一种则在左半脑。

自由意志背后的实验与故事

比利时实验心理学家，阿尔伯特·米乔特（Albert Michotte）拿出了因果性感知一个最著名的例子，名叫“米乔特之球”（Michotte's balls）。让受试者观察屏幕，绿色球朝红色球滚动，待双方接触后绿色球停止滚动，而红色球则立刻开始滚动。大多数人会报告说，绿色球让红色球动了起来。这就是因果性感知：它直接地感知到（上例中是通过观察），某种行动的发生是物理接触的结果。然而，要是两个球接触后隔了一段时间，红色球才开始运动，或是两个球并未接触，红色球就运动起来，大多数人会报告说，这之间没有因果关系。

观察到这种差异的是右半脑。²²左半脑不受时间或空间间隔的影响，面对前述3种情况，它都认为存在因果关系，是绿色球让红色球开始运动的。因果性感知属于大脑右半球的职责范围。所以，当牛顿观察到苹果落地，但感觉没有可见的相互作用导致这一现象，他是在运用自己的右半脑。对其他动物而言，故事到此为止。但这对牛顿而言还不够。他进而采用了因果推论，运用逻辑规则和概念性知识来阐释事件，而这正如你的猜测，属于大脑左半球的管辖范围。这可以从以下实验的结果看出：两个小盒子，一红一绿，悬浮在一个大盒子上。如果小盒子掉下来（单独一个或一起掉落），接触到大盒子，那么，当绿色小盒子碰到大盒子的时候，大盒子会发光。左半脑可以立刻得出因果推论，绿色盒子接触大盒子会使之发光，但右半脑却做不到。你我在懵懂中活着，从一个任务转向下一个任务，而遍布大脑各个部位的不同区域各自发挥作用，无缝结合，时时刻刻地主导着我们的意识。

像闪电一样飞速解释

出乎我们的意料，我们观察到大脑的这种混合行动，是在裂脑患者（最开始只有一位，之后又出现了几位）能用右脑说几句话之后。我们朝患者的右半脑闪了“钥匙”（key）一词，朝左半脑闪了“叉子”（fork）一词，患者竟然先回答说“叉子”，再说“钥匙”（而不是反过来），这让我们目瞪口呆。这是怎么一回事？我们再一次想弄清楚，信息是从外部还是从内部在左右半脑之间传输的，还是左右半脑同时在说话。为搞清楚这一点，我们又闪了两幅图，但这一回我们不要求患者说出它们是什么，而是要她判断两者是否相同。她做不了这件事。经过更多的测试，我们终于发现，是大脑的右半球冒出了单词，其间并无任何信息的传输。

我们开始做一些能揭示人适应速度的测试，发现解释器收得到什么样的信息，就用上什么样的信息。我们给患者PS展示了5张系列幻灯片，每张幻灯片上都有两个词，分别是Mary（玛丽）+ Ann（安）；May（也许）+ Come（来）；Visit（拜访）+ Into（进入）；The（不定冠词，无

实际意义) + Town (城镇) ; Ship (轮船) + Today (今天) 。幻灯片左侧的词, 给大脑右半球看, 右侧的词, 给大脑左半球看。左右半脑分别看到的5个单词, 都可以理解为一个故事。右半脑看到的故事是: 玛丽也许会去船上拜访 (Mary may visit into the ship) 。左半脑看到的故事是: 安今天进城 (Ann come into town today) 。但如果按正常语序从左读到右 (你我就是这么做的) , 系列幻灯片则构成了另一个故事: 玛丽·安也许今天要到镇上拜访 (Mary Ann may come visit into the township today) 。那么, 裂脑患者看到的情形是怎么样的呢?

患者: 安今天进城[左半脑的答案]。

实验者: 还有其他的吗?

患者: 在一艘船上[这时候右半脑来了]。

实验者: 谁?

患者: 玛。

实验者: 还有什么呢?

患者: 要拜访。

实验者: 还有什么呢?

患者: 去见玛丽安。

实验者：现在再重复一下整个故事。

患者：玛大概今天要进城去拜访船上的玛丽安。（Ma ought to come into town today to visit Mary Ann on the boat）²³

PS是在把这些词大声念出来之后，才将之串为一体的。解释器从外部接收到来自右半脑的信息；一直到右半脑将词语念出来，传入左半脑，解释器才接触到了故事的这一部分，并需要应对处理。我们再次看到不同的行为整合到了连贯的框架之下。混沌中诞生出了秩序。在这么做的过程中，源自大脑右半球的行为整合进了左半脑的意识流，我们就能够看到/听到它活生生地发生在自己眼前。

在另一个案例中，我们朝右半脑闪过一幅玩具拖车的图片。右半脑冒出了“玩具”这个词。而在以下对话中，没看到这幅图片的左半脑费了很大工夫来解释为什么自己会说出“玩具”这个词来。

实验者：怎么想到“玩具”这个词的呢？

患者：我不知道，我就是想到了它。它一下子就从脑袋里冒出来了。

实验者：它看起来像是玩具吗？

患者：是啊，有这么一种感觉。就像是内心有个声音在告诉你一样。

实验者：你经常会听到自己内心的声音吗？你经常会碰到这样的事情吗？

患者：如果我无法确切判断某种东西的样子，那么，我首先想到的是什么，我就会说什么……总之，就是脑子里头一个冒出来的东西。

这些相当明显的例子表明，我们的认知系统并非是一套有着单一目的、单一思路的统一网络。

左脑编造故事

当今的神经学观点是，意识并非是一个单一、整体化的过程。我们愈发清晰地看出，意识设计了

众多分布广泛的专门系统和分裂过程²⁴，这些系统和过程的产物，通过阐释模块以动态的方式进行集成。意识是一种自然发生的特性。每时每刻，不同的模块或系统都在争夺注意力，赢家则从支撑此刻意识体验的神经系统中浮现出来。我们的意识体验是匆忙间组装起来的，因为我们的大脑就像个在街头讨生活的机灵顽童，它响应不断变化的输入，计算可能采取的行动路线，同时给予反应。

所以，我们不妨在这里回到本章的主要问题：既然我们是由无数个模块构成，为什么又总有一种“完整而统一”的强烈感觉呢？我们不曾听见自己身体里有上千个声音同时吵闹，相反，我们的体验是统一的。意识流轻松、自然地从这一刻涌向下一刻，并有着独立、统一而连贯的叙述。我们所体验到的心理统一，来自名为“解释器”的专门系统，它对我们的感觉、记忆、行动及其之间关系构建解释。²⁵这就带来了一种个人叙事，把我们意识体验的不同方面整合成有机的整体：从混乱中诞生出秩序。阐释模块似乎为人类所独有，而且专属左半球。它驱动人提出假说，触发信念，而这些信念反过来又限制了我们的大脑。

通常情况下，我们看不出人类意识的构建性质。只有当解释系统受了愚弄，被迫在输入极度匮乏的条件下运作，犯了明显错误的时候，我们才能够观察到解释系统的行动。裂脑或脑部存在病变的患者是最适合的对象，但也可以从接受了错误信息的正常患者身上观察。然而，即便大脑受损，解释系统仍然能叫我们感觉“是自己”。我们从裂脑患者那里了解到，就算是左半脑失去了一切由右半脑管理的意识过程，右半脑失去了一切由左半脑管理的心理过程，患者也不会觉得两个半脑在彼此思念。事情就像是，对于我们接触不到的东西，我们无法掌握相关的知识。自然发生的意识状态从不同的精神系统中产生，如果它们断开或受损，意识产生的基础回路也就不存在了。

我们的主观意识源自占主导地位的左半脑，它不断地解释突然出现在意识中的信息片段。请注意，“突然出现”的信息片段一旦出现，就成了过去时态。这就成了一种事后合理化的心理过程。帮我们编造故事的解释器，只把进入意识的内容编造进去。由于意识是一个缓慢的心理过程，进入意识的东西都是已经发生过的东西。它是既成事实。我在本章开头讲了个小时候的故事，我不等自己判断

出前方路上是有蛇，抑或仅仅是风吹着草的声响，我已经跳了开去。我们在事后才构建相关理论，这意味着什么呢？我们为过去的事件创造虚构的叙述，相信它是真实的，需要用多长时间呢？

这种事后的解释过程，对自由意志和决定论，对我们的个人责任和道德界限等宏大问题，产生着极大的影响。我们将在下一章详细论述。在思考这些宏大问题时，我们必须始终记住：所有这些模块都是进化路上选择出来的精神系统。拥有它们的个体所做的选择，事关人类的生存和繁殖。而这些人成了我们的祖先。



WHO'S IN CHARGE

04 谁决定了“我”的意志

自由意志的幻象

我们自主地感觉、呼吸、制造细胞；我们自动和孩子们分享食物，逃避痛苦……如果一切都在自动操作，这是否意味着，我们只是开启了自动巡航系统？我们的整个生命，以及我们所做、所想的一切，都是确定的？

解释器欺骗了我们。它创造了自我的幻觉，有了它，我们人类就拥有了力量感，以为可以“自由”地决定自己的行为。从许多方面而言，这是人类具备的一种了不起的正面能力。智力越来越高，又有了洞穿表面之外联系的能力之后，人类过了多久便开始琢磨这一切的含义，琢磨生命的意义呢？解释器提供故事情节和叙事，我们相信自己是自由意志、做重要选择的行动载体。这种错觉如此强大，以至于再多的分析也无法改变我们的感觉——自己是在有意识、有目的地采取行动。这里有一个最为浅显的事实：即便是个人心理层面上最为顽固的决定论者和宿命论者，也并不真心相信自己是大脑棋盘上的一颗走卒。

自不待言，要戳穿这种单一自我意志的幻觉泡沫很困难。这就好像，我们明明知道世界并不是平的，但却很难相信；同样道理，我们也很难相信，自己并非完全自由的载体。不妨从以下这个问题开始理解关于自由意志的幻觉：人类到底是想要从什么当中获得自由？确实，自由到底是什么意思呢？不管行动是怎么来的，我们总归希望它们执行得准确、一致、符合目的。我们伸手去取水杯的时候，绝不希望手突然去挖自己的眼睛，或是握得太紧把

玻璃都给捏碎了；也不希望水突然从水龙头里往上喷，或是弥散成水雾。我们希望世界上的所有物理化学因素站在我们这一边，为我们的神经和躯体系统服务，不管什么任务都能干得妥妥当当的。故此，我们显然并不希望逃离自然规律，从中获得自由。

再从社会层面上思考自由意志的问题。虽然我们相信自己总是自由行动的，但通常并不希望别人也如此。我们希望出租车司机带我们去目的地，而不是去他认为我们该去的地方。我们希望自己选出的政治家们在未来事务上按我们支持的方式去干（我们很可能打错了算盘）。要是我们一把他们送进华盛顿，他们就由着自己性子干上一气，我们可不喜欢（虽然他们很可能会这样）。我们强烈希望民选官员，还有我们的家人、朋友，都忠诚可靠。

自由意味着什么

从前所有了不起的头脑都琢磨过自由意志的问题，可“人类是大型动物”（诚然，人类也有独一

无二的特性）这一严苛而一目了然的现实却并未得到充分的理解和接受。不过，宿命决定论的想法却十分强大，广为接受。与此同时，在神经科学出现惊人进步之前，对整个大脑机制的解释语焉不详。如今，我们知道，自己是进化演变出来的一种运转有如瑞士钟表那样精确的实体。今天，我们比以往任何时候都更需要知道我们在这个中心问题上的立场：人类到底是不是能够为自己行为承担责任的载体。显然，表面上看，我们应该是。简单地说，问题不在于我们是否“自由”。问题在于，有没有科学上的理由来解释清楚人们为什么要负责。

在我们力争达成这一目标的过程中，我要提出两个观点：

第一点是，我们人类享受源自基本神经元、细胞间互动的精神状态——这跟大脑促成的意识体验的性质有很大关系。没有这些互动，也就不存在精神状态。同时，只了解细胞互动，并不能定义或理解精神状态。源自我们神经行动的精神状态，限制了令精神状态诞生的大脑活动。诸如信仰、思想和欲望等精神状态，都来自大脑活动，反过来，它们

又影响了我们的行动方式。最终，要理解这些互动，我们只能通过全新的词汇库来理解：两种不同层面的事物交互作用，若是它们单独存在，则两者都无法运作。

加州理工学院的约翰·道尔这样说：“这个标准问题可以用软件硬件来阐述；软件依赖硬件运作，但从某种更‘基本’的意义上来说，实现功能的是软件。那么，是什么导致了什么呢？其实这里没什么神秘的，只不过，‘导致’（cause）这个词似乎把事情弄糊涂了。我们应该创造恰当的新词汇，而不是努力往亚里士多德过去的分类上靠。”正如道尔所说，了解这种联系，寻找合适的语言来形容它，“是科学上最困难也最为独特的问题”。¹不妨对自由做这样的表述：关注健康和体重的精神层面信念选择不吃果冻甜甜圈，它战胜了仅仅因为甜甜圈好吃就想吃的底层拉力。有时候，自下而上的拉力在行动之战中败给了自上而下的信念。然而，光有顶层，不依靠底层的参与，顶层是无法运作的。

第二点是，如何思考机械化和社会化世界中个

人责任这一概念。所有的网络系统，不管是社会化还是机械化的，都必定需要责任制才能运作。在人类社会，责任通常是指社会群体成员所拥有的个人责任。那么，个人责任是大脑里常驻的一种机制吗？抑或个人责任的存在，依赖于社会群体的存在？另外，这个概念是只有在考虑社会群体内行为时才有意义吗？如果世界上只有一个人，个人责任的概念有意义吗？我认为没有，事实上，个人责任这一概念完全依赖于社会互动，依赖于社会参与的规则。它并不是大脑里找得到的东西。当然，也有一些概念，在周围没有其他人时缺乏意义，但却并不完全依赖于社会规则或互动。如果世界上只有一个人，说他长得最高，或者比其他人更高，是毫无意义的，但“更高”这个概念并不完全取决于社会规则。

有人或许会说，这一切太像是疯狂的学术知识讲座了。确实如此。就好像是，我去餐馆吃饭，选择吃什么是我的自由。或者，清晨闹钟响起时，我可以起床去锻炼，也可以翻个身继续睡，但它是我的自由选择。要不，反过来说也可以，我走进一家商店，选择了不顺水摸鱼，没有不给钱就把东西塞进自己的口袋。在传统哲学中，自由意志是这样一

种信念：人类行为是个人选择的表达，不由物理因素、命运或神祇来决定。发号施令的，是你。你的自我，有中央指挥中心。你掌控全局，不受因果关系支配，自由地做事情。你有自由免受外人的控制，免遭胁迫、勉强、欺骗，你的行动只受内心的约束。然而，按我们在上一章所了解到的知识，现代观点认为，大脑促成了思维，你，就是你庞大的并行分布式大脑，没有中央指挥中心。机器里没有幽灵，没有一个能称为是“你”的秘密物体。你引以为傲的“你”，是你的阐释模块编造出来的故事。这个故事竭尽所能地整合了你的大部分行为，而对其余的行为加以否认，要不就是寻找理由。

我们已经看到，我们的功能是自动化的：我们不停地感觉、呼吸、制造血细胞、消化，却想都不用去想它们。我们还可以在某些方面自动开展行为：我们缔结联盟，和孩子们分享食物，逃避痛苦。我们人类还能够自动地相信某些东西：我们认为，乱伦是错的，鲜花不可怕。我们左脑解释器的叙述能力是一种自动化过程，它带来了统一或目的感的事后幻觉。这是否意味着，我们只是开启了巡航自动驾驶仪，搭上了顺风车？我们的整个生命，以及我们所做、所想的一切，都是确定的？哦，天

哪。如我所说，我们现在知道了大脑怎样运作，故此，我们有必要重新构建自由意味着什么这个问题。也就是说，我们讨论的到底是什么？

牛顿的普遍规律在我家

1975年，我没想太久，就选择了自己盖房子。请注意，我说的不是我选择了找人来帮我盖房子，而是自己动手盖房子。现在想来，找人帮我盖，大概能盖出一座更好的房子吧。好些年来，我总是被人嘲笑：要是在客厅地板上放个皮球，它不会不偏不倚地自动开始滚动，穿过餐厅，直奔厨房。厨房的灶台也存在类似现象。发现我家地不平的人，还会对横贯整座房子的窗户发表评论。物理学家应该挺喜欢我家的房子，它不光便于阐释牛顿的运动法则和混沌理论的部分原理，还可供他们好生嘲笑一番：这房子显然是一个不怎么精通物理科学的人盖的，此人在数据测量上马马虎虎，绝非学工程出身。

我的房子示范了实验科学的一个基本原则：没

有绝对精确的测量；它总是包含了一定的不确定性——不是多一点，就是少一点。之所以存在不确定性，是因为不管使用什么样的测量工具，它的精度都是有限的。事实上，有些时候，“测量”这一行为本身甚至就会改变要测量的东西。物理学家知道这一点，但不喜欢它。这就是为什么他们要不断发明更多、更精确的测量设备，而我则应该多多使用这样的设备。我承认，盖房子期间，最初就测量得有些不精确。物理学家们会点点头说，没错，很遗憾，可怎么测量也测不准呀；但我那当建筑承包商的女婿，则会大翻白眼。牛顿也会翻白眼，因为，多亏了这位17世纪的科学家，物理学家们才在近两百年的时间里一直相信，完美的测量最终是有可能做到的，而且，一旦实现了完美的测量，一切就井然有序了。你在方程的左边放进一个相同的数字，必定在右边得到相同的答案。

牛顿是个很勤奋的学生。他在剑桥大学深造时，正好碰上瘟疫来袭，校园连续两年关闭。牛顿没有坐在火炉边读小说（那大概是乔叟做的事儿）、打台球、喝啤酒、消磨时光等着学校重新开门，而是通读了伽利略和开普勒、发明了微积分。事实证明，这是一件好事，因为它几年后派上了用

场。意大利天文学家伽利略（1643年过世，同年牛顿出生）是个天生的“只管去做”式家伙。他不是坐而论道，畅谈自己认为宇宙如何构成（那是柏拉图的做法），而是决定用测量和数学来支持自己的设想和观察。除非物体碰上外力（多为摩擦力），否则它将保持原本的速度和直线运行轨迹——这个概念的整体思路是伽利略提出来的，它反对亚里士多德的假说：除非有外力使之继续运动，物体会自然变慢、停止。伽利略还提出了惯性的概念（物体在运动中天然地拒绝变化），还确定了摩擦力的存在。

牛顿把这些想法整整齐齐地打成了包。在审核了伽利略的实验观测和数据之后，牛顿以代数方程组的形式写下了伽利略的运动法则，他意识到，这些方程同样能够描述开普勒对行星运动的观测。伽利略尚未想到这一步。牛顿提出了如下概念：宇宙间的物质——也即万事万物——都按照一组固定的、可知的法则来运作，也就是他先前记录下来的数学关系。他的三大运动定律，支配着在我家客厅滚来滚去的球，经受住了三百多年实验和实践应用的检验，从时钟到摩天大楼，莫不遵循。然而，牛顿的定律不光震撼了物理的圣殿，还震动了整个世

界。你或许会想，为什么一个家伙用微积分、伽利略的数据和苹果鼓捣了一阵，就掀起这么大的轰动呢？如果你和我一样，光是上上物理课，是不会领悟到生存危机的。

万事万物从一开始就注定了

如果餐桌边闲聊时有人挑起了决定论这个话题，众人的目光大概会直射到牛顿及其宇宙定律上，不过，相关的概念其实早在古希腊时代就浮出水面了。牛顿把神秘的宇宙用一组数学公式概括出来。如果神秘的宇宙遵循的是一套确定的规律，那么，万事万物从一开始就是注定的。正如我先前所说，决定论这种哲学信仰认为，一切眼下和未来的事件、行动（包括人类的认知、决定及行为）都是由之前的事件加上自然的定律合在一起决定好了的。由此而来的必然结果则是，倘若所有的参数已知，那么，所有的事件、行动等等，原则上都可以提前准确预测出来。牛顿定律反过来也成立。也就是说，时间并没有方向。所以，通过观察现状，你可以了解事物过去的状况。

科学聚焦

如果自由意志和决定论的问题还不够叫你脑袋发麻，那看看这个好了：一些严肃的哲学家和物理学家干脆认为，时间本身并不存在。他们的观点是，时间同样是一种幻觉。而所有的这一切，都映衬着如下现象学背景：人类在实时中感觉自由。

决定论者相信，宇宙及宇宙中的万物都是完全受因果定律支配的。他们左半脑的解释器难道是疯了么，难道他们能叫解释器赶在时间之前做出阐释？等我们往肚子里多塞点物理学，再回到因果关系这个概念上来好了。

此刻，几乎所有人都为此看法的延伸结果感到烦乱。倘若宇宙和宇宙中的一切都遵循既定的规律，那么，这似乎意味着个人没有办法为自己的行为负责。狠狠地吃巧克力蛋糕把自己撑死吧，这一

幕在20多亿年前就注定了。考试时作弊？你控制不了这个——继续作弊吧。跟丈夫相处不好？给他喂点儿毒药，你大可以说这是宇宙叫你这么做的。牛顿提出他那一套普遍规律时，引发轰动的地方就在于此。我把这称为“前景暗淡的世界观”（Bleak View），但许多科学家和决定论者认为，事情就是如此。其余的人则不相信。“宇宙让我买那套衣服的！”“宇宙叫我买那辆保时捷的！”你如果是在闲聊时这么说，这可聊不下去。但要是我们是讲逻辑的神经学家，我们不正应该这么想吗？

人人都是事后诸葛亮

我们接受以下看法：我们的身体忙忙碌碌，靠遵循确定规律的自动化系统进行运作。我们消化食物、维持心跳、为肺部供氧，都不需要意识的参与。然而，我们并不愿意认为人的思想和行为同样是遵循预定规律的无意识活动。但事实正是如此（你可以通过实验来验证）：你的大脑还来不及意识到，你的行为就过去了，或完成，或失败。左半脑的解释系统忙着把意识拉回过去，解释行为的原因。解释器随时都在问，也随时都在答：为什么？事实上，哥伦比亚大学的刘克顽能干扰大脑对时间

的这种错觉。他想尝试利用经颅磁刺激技术（transcranial magnetic stimulation，简称TMS）证明对行为的意识控制是错觉还是真实的。

科学聚焦

顾名思义，经颅磁刺激就是对大脑进行磁刺激。给脑袋罩上一层用塑料封好的线圈。线圈激活后生成磁场，穿过颅骨，诱使大脑产生电流，局部激活神经细胞。这一技术可以应用于特定细胞或区域，研究大脑不同部位的功能和连接。它还可以抑制大脑各部位的活动，故此，研究人员可以研究特定区域与其他区域处理过程断开时的表现。

额叶皮层名为“运动辅助区”的地方参与了记忆动作序列中运动行为的规划，如演奏一段记下来的钢琴曲。前运动辅助区则参与新动作序列的获取。刘从其他人的研究工作中了解到，内侧额叶皮

层的刺激让人产生运动冲动感²，猕猴在这一部位的病变会让它们放弃自发运动。³刘本人从前曾发现，受试者在发起自由选择的行动时，这一部位会激活。⁴故此，他对前运动辅助区很感兴趣。刘发现，在执行自发行动后对前运动辅助区施以经颅磁刺激，对行动意图开端的感知（也即你意识到自己有意行动的那一刻）在时间图谱（大脑图谱是神经元对世界的表现，其中之一是针对时间的，也即时间图谱。）上会被调后，而对实际行动时间的感知（也即你意识到自己正在行动的那一刻），则提前于时间了。⁵照我看来，他所做的，其实就是扰乱解释模块。

刘的设想是这样：大脑里固然有着映射了意图和行为的时间图谱，但意图和行为实际发生的时候，并不一定会有时间图谱。这个点子看起来虽然很疯狂，但其实人随时都会经历到它。让我们来想一想：你用铁锤砸到了自己的手指，赶紧把手指抽了回来。你的解释大概是这样：因为你把自己的手指砸到了，手指很痛，所以你赶紧抽开它。可实际上，你是在感到痛之前就抽开手指的。察觉或意识到疼痛需要几秒钟，那时候你的手指早就躲开了。

整个过程的实际发生顺序是：你手指的疼痛感受器顺着神经将信号传到脊髓，而后立刻有信号顺着运动神经传回你的手指，触发肌肉收缩，让手指缩回去。

该过程无需大脑参与，纯属反射动作。你先动。疼痛感受器的信号同时也会发送到大脑。大脑处理信号，并将之阐释为“疼痛”之后，你才意识到痛。意识需要时间，意识到痛之后，你并没有做出“挪开手指”的有意识决定：抽开手指是一种条件反射，早就自动完成了。痛感意识信号是在受伤后自大脑产生的，该信号指向手指，但手指其实已经抽走了。你的解释器必须把所有观察到的事实（疼痛和挪开手指）整合成一个合理的故事，解答“为什么”的疑问。因为痛而抽开手指合乎情理，于是它就虚构了时间。简而言之，解释器编造了与情况相配的故事，让人觉得是自己出于自我意志采取了行动。

“人拥有自由意志”的信念渗透了我们的文化，而这个信念又得到了事实的强化：要是我们相信事情就是这么运作的，人和社会的表现也就变得

更好。那么，信念这种精神状态，竟然约束了大脑么？明尼苏达大学卡尔森管理学院的心理教授，凯瑟琳·沃斯（Kathleen Vohs）和加利福尼亚大学圣芭芭拉分校心理学教授乔纳森·斯库勒（Jonathan Schooler）⁶，用一个聪明的实验揭示出：人若是相信自由意志，行为表现会更好。曾有一次涉及范围极广的报告调查了来自36个国家的受访者，70%的人都同意，生活掌握在自己手里，沃斯和斯库勒为此感到好奇。他们也知道有其他研究显示，改变人的责任感，就能改变人的行为⁷，于是二人打算从实证上看一看：要是人相信自己是自行其责，会不会干得更出色。

自由意志背后的实验与故事

他们从弗朗西斯·克里克（Francis Crick）的《惊人假说》（The Astonishing Hypothesis）一书中摘抄了一段隐含了决定论看法的话给去参加计算机考试的大学生。两

人又告诉同学们，计算机的软件有故障，每道题的答案都会自动弹出来。两人要求学生主动按下计算机上的某个按键，以避免答案弹出。也就是说，学生要付出额外的努力才能不作弊。另一组学生则读到的是一本对人生有着积极看法的励志书，他们也要参加同样的考试。结果怎么样呢？读了决定论文章的学生们作了弊，而读了励志书的学生没有。究其本质，一种精神状态影响了另一种精神状态。

沃斯和斯库勒认为，怀疑自由意志让人产生了一种微妙的心情：努力终归徒劳，于是默许了不多费工夫。

我们乐意不多费工夫，因为费工夫要求自我控制，要消耗额外的精力。⁸佛罗里达州立大学社会心理学家罗伊·鲍迈斯特（Roy Baumeister）、马斯坎波（E. J. Masicampo）和内森·迪沃（C. Nathan DeWall）顺着这条思路做了进一步调查，发现受试者阅读了决定论文章段落之后，更倾向于做出好斗行为，不愿意帮助别人。⁹学者们认为，自由意志的信念，或许是激励人控制自私行为冲动的关键，而要压制自私冲动和好斗冲动，需要相当大的自控和精神力量。支持行为自愿这一想法的精神状态，影响着随后的行为决定。所以，一方面，人们相信自己能控制自己的行为；另一方面，相信这一概念对人们也有好处。

然而，在学术界，决定论者已经攻击自由意志好几百年了。骚乱始于16世纪，哥白尼宣称地球不是宇宙的中心，如我们所知，伽利略和牛顿也紧随其后举起了全新宇宙观的大旗。后来，以二元论出名的笛卡儿提出，身体机能遵循生物学规律；达尔文提出了自然选择的进化理论；弗洛伊德宣扬了潜意识世界的存在。这些观点合在一起，提供了来自生物世界的攻击弹药，并在爱因斯坦提出相对论时

达到了顶峰。爱因斯坦相信世界是严格确定的。如果这些还不够，神经科学带着各种发现，继续将我们指向确定性的世界。

它们的潜在主张是：自由意志无非是一场玩笑。你大概会想，这场观念地震的中心一定是在物理系——可紧接着，物理学家的表现却把我们搞糊涂了：他们纷纷摇着头，悄悄从后门溜走了，紧随其后的还有不少生物学家、社会学家和经济学家。只有神经学家和理查德·道金斯继续坐在“硬邦邦”的决定论桌子边。道金斯说：“难道真正科学的、机械的神经系统观，不曾彻底否定了责任这一说法吗？”¹⁰这是怎么回事？从标准的教科书角度理解决定论，碰上了什么麻烦吗？

用混沌理论破解自由意志

我的女婿会说，皮球在我家地板上滚来滚去，是因为地板不水平。接着，我3岁的孙子会问，地板为什么不水平。牛顿和我的女婿会说，我的测量不准确，然后他们会指出，如果我最初的测量能够

更准确些，地板就能水平。可我却抛出另一个观点来为自己开脱：由于每一种测量方法都存在不确定性，不可能完全准确地测量最初的情况。如果最初的测量就不确定，那么从该次测量所得的结果也具有不确定性。我的地板有可能是水平的，也有可能不是水平的。牛顿当然不同意。在1900年有个讨厌的法国人出来搅局之前，物理学家们一直认为，初始测量越准确，预测的不确定性就越少，从理论上说，人们有可能近乎完美地预测任何物理系统的行为。诚然，光考虑我家地板所属的物理宇宙，牛顿的设想是对的。但，一如往常，事情并非如此简单。

庞加莱对“三体”问题的回答

1900年，法国数学家兼物理学家朱尔斯·亨利·庞加莱（Jules Henri Poincaré），对自从牛顿时代就困扰数学家的所谓“三体问题”或“n体问题”做出了一项重大贡献，大煞了决定论的风景。牛顿定律应用于行星运动时是完全确定的，故此也就意味着，如果你知道行星的初始位置和速度，那么你就可以准确地确定它们在未来（或过去）的位置和速度。问题是，初始测量，不管测量得多么谨

慎，始终达不到无限的精确，总是有微小的误差。起初人们并不觉得困扰，因为他们认为，只要减小初始测量的误差，就能减小预测答案的误差。

庞加莱发现，简单的天文系统确实存在这样的规律——减小初始不确定性总能减少最终预测的不确定性，可一旦天文系统内包含了3个或3个以上存在相互作用的轨道星体，情况就不是这样了。事实上，情况恰恰相反！他发现，即使初始测量上只有极微小的差异，随着时间的推移，也会扩展变大，产生一个非常不同的结果，远大于数学计算预期的比例。

科学聚焦

庞加莱得出结论：对3个或3个以上天体构成的复杂系统，进行精确预测的唯一办法就是对初始条件进行绝对准确的测量，而在理论上，这又是不可能做到的。如果做不到对初始条件的绝对准确测量，那么，随着时间的推移，任何微小的偏差都会导致预测结果的不确定性，而且，这种不确定性几乎是随机的。

此类系统（现在称为混沌系统）对初始条件的极端敏感性叫做“动态不稳定性”或“混沌”，长期数学预测的准确性和随机预测的准确性相当。这也就是说，混沌系统的问题在于，用物理规律进行精确的长期预测，在理论上就是不可能实现的。不过，其后的几十年里，庞加莱的研究工作都不为人知，直到有一天，有个天气预报员产生了好奇心。

20世纪50年代，数学家出身的气象学家爱德华·洛伦茨（Edward Lorenz）对用来预测天气情况的模型大感不满。天气依赖于大量的因素，如温度、湿度、气流等，这些因素存在一定程度的相互依存性，但其依存性又是非线性的，也就是说，彼此之间不成正比。可预测天气使用的模型是线性模型。之后的几年，洛伦茨收集了许多数据，把它们放到一起。他设计了一套数学软件程序（包括了12个微分方程）来研究气流受太阳加热时上升下降的模型。一天，他运行程序，得到了一些初步结果，便决定将计算范围进一步延长。因为当时是1961

年，他用的电脑又大又重，速度还十分缓慢。计算当中，他决定重启电脑来节省时间，这次偶然的不耐烦，再加上他敏锐的大脑，叫他一举成了名。重启电脑之后，他将前次运算在中间点所得的数据输入机器，就出去买咖啡了。

洛伦茨以为他会得到跟上一次运算相同的结果——毕竟，计算机代码是确定的。可等他端着咖啡回来时，结果却完全不同！毫无疑问，他很生气。起初，他以为这是硬件问题，但后来，他回想到之前输入数据时，输入的不是完整的“0.506127”，而是四舍五入，只输入了“0.506”。由于庞加莱的混沌系统有半个多世纪都没见过天日，当时的人觉得这么小的差别无所谓。但对这个有着诸多变量的复杂系统，差异可大了！洛伦茨重新翻

出了混沌理论。

现在，我们把天气理解为一个混沌系统。由于变量太多，不可能——准确测量，即便测量出来，初始测量上任何一点细微的不准确，也会让最终结果产生巨大的变化，所以，长期预报根本做不到。1972年，洛伦茨做了一番讲演，论述细微的不确定性最终会影响一切计算，让长期预报的准确性报废。这次讲座的标题是：“可预测性：巴西的一只蝴蝶拍了拍翅膀，会在得克萨斯引起一场龙卷风吗？”人们将之简称为蝴蝶效应¹¹，它吸引到了决定论者们的注意力，推动了他们的势头。

科学聚焦

混沌并不是说系统的行为是随机的，而是说，由于变量太多太复杂，无法进行测量，即便进行了测量，从理论上来说，测量也不可能完全精确，最微小的误差也会让最终结果产生极大的变化，故此，系统无法预测。

对决定论者来说，这就意味着，天气是一个有着诸多变量的庞大系统，但该系统仍然严格遵循既定行为，连蝴蝶拍翅膀这样细微的东西都会影响到它。

天气是一个远远偏离热力学平衡的不稳定系统，自然中的大部分系统都是这样。物理学家伊利亚·普利高津（Ilya Prigogine）对这类系统产生了兴趣。孩提时代，普利高津热爱考古和音乐，上大学后喜欢上了科学。这些混杂的兴趣让普利高津对牛顿物理学说产生了怀疑，因为牛顿物理学说把时间视为可逆的过程。他觉得，自己是随着时间的单向推进分别喜欢上这些科目的，时间可逆对他来说是没有道理的。所以，当天气的不可逆性对牛顿物理学说构成了一个问题时，普利高津觉得很有意思。他把这类系统叫做“耗散系统”（dissipative systems）。1977年，他因为在这一领域进行的开创性研究获得了诺贝尔化学奖。

科学聚焦

耗散系统不存在于真空当中，而是热力学上的开放系统，不断与同一环境下的其他系统共享物质和能量。飓风和龙卷风就是耗散系统。它们的特点是自发性出现对称破裂，并构成复杂结构。

对称破裂指的是，系统临界点上出现小波动，令得若干结果有同样大的出现概率。举一个广为人知的例子：对称的山顶上放着一个球，任何干扰都会让它从山顶滚落，滚落的方向是事先无法判断的。球的滚落打破了对称性，导致了特定的结果。

所以，我们现在懂得，天气预报只在短期内准确。即使有了最先进的超级计算机，长期预测的准确性也永远跟乱猜差不多。好吧，老话不是说了么，只有傻瓜才会去预测天气？既然自然中存在的混沌系统限制了我们利用确定性物理定律进行准确

预报的能力，那么，这就给物理学家提出了一个难题。它似乎暗示，要么，任何确定性的宇宙模型在核心都潜藏着随机性；要么，我们永远无法证明确定性定律适用于复杂系统。一些物理学家因为这一事实抓破了脑袋，觉得说宇宙的行为确定毫无意义可言。

也许，这对你的房子而言不是个大问题，但试想，你正跟“决定论先生”斯宾诺莎一道进晚餐。他说：“没有绝对的思想，没有自由意志，只有因为某个理由而决定的这样或那样的思想，而这里的某个理由，是另一个理由所决定的，后一个理由仍然是由另一个理由决定，依此类推至无限。”要不然，你正跟爱因斯坦共进晚餐。他说：“对哲学意义上的人类自由，我绝对是个怀疑者。每一个人都不仅因为外部力量而行动，也因为内在的必然性而行动。”哎哟，餐桌边再坐上几个物理学家，这样的环境可真不适合消化。结果呢，爱因斯坦围绕量子力学，跟自己的决定论打起了仗。

量子力学捅了马蜂窝

混沌理论在幕后暗涌了50多年以后，量子力学上了头条新闻。大多数物理学家把视线放到了微观世界：原子、分子、亚原子粒子等等，他们的关注点不再是我家客厅地板上的皮球或者庞加莱的天空了。他们的发现把物理世界推向了深渊。就在人人都以为牛顿定律放诸四海而皆准的300年后，物理学家们发现，原子并不遵循所谓的普遍运动规律。物体遵循牛顿定律，可是构成物体的东西，也就是原子，怎么不吃这一套呢？理查德·费曼（Richard Feynman）说过，总是靠例外来证明规律.....是错的。¹²这到底是怎么回事？原子、分子和亚原子粒子，并不像我家客厅里的皮球那样运动。确切地说，这些微观粒子并不是“球”，而是波！而且是“无物之波”（waves of nothing）！粒子是有着波特性的能量块。

量子世界里发生的事情很疯狂。举例来说，光子没有质量，只有角动量。物理学家构建量子理论，是为了解释电子为什么能停留在轨道当中。牛顿定律和麦克斯韦的传统电磁定律解释不了这件事。量子理论成功地描述了分子中的粒子和原子，凭借这些知识，人们创造了晶体管和激光器。可量

子力学中潜藏着一个哲学问题。薛定谔方程以确定性方式描述了波函数怎样随时间改变（且具可逆性），但却无法预测任一时间状态下电子在轨道上所处的位置：这是个概率。如果要实际测量电子的位置，那么测量这一行为，则将扭曲初始值（和不进行测量时相比）。

科学聚焦

某些成对的物理性质存在如下一种关系，使人无法同时测量两者：你越是（凭借测量）精确地知道性质之一，则另一性质就越是无法精确得知。就轨道中的电子而言，这组配对的性质是位置和动量。如果你要测量电子的位置，就会改变电子的动量，反之亦然。理论物理学家海森堡将之称为不确定性原理。

对物理学家及其决定论观点而言，不确定性不是个讨人喜欢的东西，但同时也逼得他们改变了思

考方式。半个多世纪之前，尼尔斯·玻尔在1948年到1950年的吉福德讲座上，收紧了决定论的缰绳（1937年，他亦曾写过一篇持相同立场的文章）。他说：“要放弃强加给我们的……原子物理学中的因果观点。”¹³海森堡更进一步，说：“我相信，非决定论是必然的，而不仅仅是可能的。”¹⁴

另一个潜在的问题是时间和因果。一想到因果关系，时间及其语义这两个鬼怪就冒出来折磨你了。人要是慌里慌张、鲁莽地使用“原因”（cause）这个词，会陷入问题与解答的无尽漩涡，就好像被刚学会问“为什么”这个词（还有后面的问号）的小孩子穷追猛打一般。最终，就像许多决定论者和还原论者所说，在这种对“为什么”的追问之下，你最终会来到原子及亚原子粒子的层面上。但系统理论家、纽约州立大学宾汉姆顿分校名誉教授霍华德·派蒂（Howard Pattee）指出，这带来了一个根本性的问题：

微观物理方程在时间上是对称的，故

此在概念上是可逆的。因此，微观物理定律不支持不可逆的因果关系，如果非要使用之，那它也只是对定律的纯粹主观语言阐释……由于这种时间的对称性，依照此类可逆动态所描述的系统就无法正式地（在语义上）生成诸如测量、记录、记忆、控制或成因等内在不可逆的性质……因此，因果关系的概念，尤其是下行因果关系，在微观物理定律的层面上就不具备太多的根本说明价值。¹⁵

派蒂补充道，就语义问题而言，“因果关系的概念在统计或确定性模型上有着完全不同的意义”。他举出以下例子：如果有人问你，“温度的成因是什么？”决定论者会认为，这里的成因指的是一种微观事件，于是回答：温度是分子碰撞产生动能交换造成的。但持怀疑态度的观察者，则挠着脑袋，指出：测量装备计算的是动能交换的平均值，并没有衡量所有分子的初始条件，而取其平均值，则是一个统计过程。微观的、决定论的模型，是无法观察到平均值的。我们把两种东西装进了同一个框里。

派蒂反对只支持两种模型中的一种，他认为两种模型都是必要的，而且两者互为补充，相辅相成。“这里，我用‘互补’这个词，是出于玻尔和波尔兹曼的逻辑不可约性。也就是说，互补模型在形式上不兼容，但又都是必要的。甲模型不能由乙模型推导出来，也不能化约为乙模型。反过来也一样。偶然性并不出自必要性，必要性也不出自偶然性，但两个概念都不可少……正是出于这个原因，确定性因果的概念有别于统计性因果的概念。确定性和偶然性出自对世界的两套互补模型。我们不应浪费时间讨论世界本身是确定的还是随机的，因为这是一个形而上学的问题，无法从实证上裁断。”

当然，许多决定论者会着急地指出，依照决定论，因果关系链是一连串的事件而非粒子，故此，它永远不可能化简成原子或亚原子粒子。相反，它倒可以追溯回宇宙大爆炸。按亚里士多德的说法，因果关系链是一系列的动力因（efficient cause），而非物质因（material cause）。

牛顿定律影响不了皮球里的原子

我得意地对女婿指出，地板影响不了皮球里的原子。可惜，他也是个有着好奇心的贪婪读者。他说，牛顿定律只在原子层面上失效，而原子是物理学家用超级测量设备偶然发现的。“可我们要对付的不是原子而是皮球。你说的是另一个组织层面，在这里不适用。”这自作聪明的家伙，引出了突现这个话题。突现指的是，微观层面上远离均衡状态（故此随机事件得到放大）的复杂系统通过自我组织（创新、自我生成、寻求适应的行为）带着从前并不存在的新特性进入新结构，在宏观层面上构成了一种新的组织层次。¹⁶

科学聚焦

关于突现，有两个思想流派。在弱突现中，新特性是元素层面互动的结果，突现特性可还原到各个组成部分，也就是说，你可以找出从一个层面进入下一层面的步骤，这一观点属于决定论。然而，在强突现中，新特性是不可化约的，它不是部分之和，由于随机事件的放大，规律不能靠潜在的基本理论预测，也不能借助另一个组织层面的规律来加以理解。

物理学家们偶然发现了这种情况，他们（还有他们左脑的解释器）不喜欢这个莫名其妙的观点，但不少人已经逐渐接受事情就是这个样子的。不过，伊利亚·普利高津对这一件事很满意。他可以把“时间之箭”确认为出现在更高宏观组织层面上的一种突现特性。时间在宏观层次上事关紧要，生物系统中处处可见它的身影。突现并不仅仅适用于物理学。它适用于所有的有组织系统：城市是砖块的突现，披头士狂热又是怎么冒出来的？把一个特性称为突现，并不是要解释它，或是说明它如何形成，而是把它放在一个适合的层面上，以便更为充分地描述到底发生了什么。

有件事你可能不知道：作者对自己作品的书名是没有控制权的，最终选择突现在出版商手里。我本想给我的上一本书起名《相移》（Phase Shift）。物质的相移，比如从水变成冰，是分子组织上的变化带来了不同的特性。我很喜欢这个比喻：人类大脑和其他动物大脑是神经组织上的变化

带来了新特性。可出版商不为所动。他把那本书改名为《人类》（Human）。对大多数物理学家（也包括我女婿）而言，事情很明显：在不同的结构层次上存在不同类型的组织，遵循不同的规律，开展完全不同类型的互动：一个结构层次从另一结构层次上完全不可预测地突现而出。即便是像水变成冰这样基本的事情也如此，物理学家罗伯特·拉夫林（Robert Laughlin）指出：迄今为止，人们已经发现冰有11种不同的结晶相，它们无一能为水的第一原理所预测！¹⁷

这给还原论者的理论来了一记重拳，也给决定论添了麻烦。如果你还记得，决定论的必然推论是，每一件事、每一种行为等等，都是预先决定的，能够提前预测（如果已知所有参数的话）。然而，即使已知原子的各个参数，也不能通过牛顿定律来预测。到目前为止，牛顿定律无法预测水在不同条件下结冰时呈现的晶体结构。

故此，部分地出于混沌理论的原因，更多地则可能是出于量子力学和突现的原因，物理学家们决定偷偷夹着尾巴，从决定论的后门溜掉。1961

年，理查德·费曼在加州理工学院的新生讲座上，发出了著名的宣言：“是的！物理学投降了。我们不知道如何预测给定情况下会发生些什么，我们现在相信这是不可能的——我们只能预测不同事件的概率。必须承认，相对于我们之前理解自然的理想，这是退让了很大一步。但谁也看不出该怎么回避这一步……所以，就目前而言，我们只好满足于计算概率。我们说，‘就目前而言’，但我们也怀疑，有一件事大概会永远伴随着我们——永远无法解开谜题，解开自然真正的奥妙。”¹⁸

盘旋在突现现象上的大问题是，这种不可预测性是临时的状态，还是永久的状态。仅仅因为我们现在还不知道，并不一定意味着它始终不可知（尽管也有这样的可能）。爱因斯坦相信，我们以为事情是随机的，只是因为忽视了一些基本的性质。而尼尔斯·玻尔则认为概率分布是基本的，不可化约的。在有些案例中，这一点似乎已经得到了解释。艾德菲大学的教授杰弗里·戈尔茨坦（Jeffrey Goldstein）研究复杂性科学（complexity science），他指出，突现本身并不是问题，问题在于，有时候所举的突现例子并不是真正的突现，

在奇异吸引子（strange attractor）一例中，“数学定理支持这种突现的内在不可预测性……”

但麦吉尔大学的哲学家兼物理学家马里奥·邦格（Mario Bunge）指出，“得到了解释的突现仍然是突现，”¹⁹即便一个层次最终确实源自另一个层次，“彻底废弃传统的概念似乎仍完全不切实际，因为诸如形状、黏度和温度等传统概念，就和自旋、不可分离性等量子概念一样一丝不假。简单地说：量子层面和传统层面之间的区别是客观存在的，而不仅仅是一个描述和分析层面的问题。”

大脑功能是自动化的

与此同时，回到神经科学系，顽固的决定论仍然把持统治地位。顽固的决定论者难以接受存在多个层面的现象。他们好长时间都难以接受有这样的可能性：更高层面的突现，还伴随着全新的特性。这是为什么？这是因为，大量证据表明，大脑功能是自动化的，我们的意识体验乃是一种事后体验。让我们再一次来回忆大脑的存在是为了什么。尽管

神经学家大多不这么想，但大脑是一个决策设备。它每时每刻都从各种来源收集信息，做出决策。它采集、计算信息，做出决定，而后，你获得了意识体验的感觉。

自由意志背后的实验与故事

现在，你其实可以自己做一个小实验。该实验表明意识乃是事后体验。用手指摸鼻子，你的鼻子和手指上会同时产生感觉。然而，承载从鼻子到大脑处理区域的感觉神经只有大概7厘米长，而从手指到大脑处理区域的神经却有106厘米长，神经冲动的传输速度始终相同。两处感觉抵达大脑存在几百（250到500）毫秒的时间差，但你意识不到这一时间差。尽管大脑并未同时获得冲动，但它收集感官输入的信息，进行运算，做出决策：“对两

个地方的抚摸是同时发生的。”这之后，你才获得了认知体验的感受。意识要花时间，可它出现在工作完成之后！

意识，总是慢半拍

早在25年前，人们就反复记录下了这种时间的滞后。加州大学圣弗朗西斯科分校的生理学家本杰明·利贝特（Benjamin Libet）在一次外科手术中吃了一惊：他刺激清醒患者的大脑时发现，对代表手的皮层表面施以刺激和病人意识到手上有感觉之间存在时间差。²⁰在后来的实验中，参与启动某个动作（如按下按钮）的大脑活动会先于该动作500毫秒出现。这当然是说得通的。可出人意料的是，据受试者报告，在有行动意识之前300毫秒，就有了和行动相关的大脑活动。大脑内部的电荷累积先于有意识决定，这叫做“运动前准备电位”，或者简称“准备电位”。²¹

自从利贝特进行第一次实验之后，一如早期心理学家所估计，测试变得更加成熟了。使用功能磁共振成像技术，我们现在不再认为大脑是静态系统了，而是一个动态的、不断变化的、始终处于活动中的系统。使用这些技术，2008年，约翰-迪伦-海恩斯（John-Dylan Haynes）²²和同事们扩展了利贝特的实验，揭示出大脑活动可以对一种行为倾向的结果编码长达10分钟，才让它进入意识！大脑先活动，人之后才有意识。不仅如此，观察扫描图像还能预测人下一步要干什么。这个实验的暗示相当惊人。如果行动在无意识中开始，在我们意识到自己的欲望之前就有了行动，那么意识在意志中的常规角色就出局了：有意识的意志，也即你愿意采取某个行动的念头，是一种错觉。但应该这么想么？我逐渐认为不应该。

顽固的决定论者

所以，神经科学上的顽固决定论者们做了一个论断，我称之为“因果关系链”论断：（1）大脑促成意识，大脑是物理实体；（2）物理世界是确定的，所以我们的大脑必定同样是确定的；（3）既然我们的大脑是确定的，大脑是促成思想的充分

和必要器官，我们必定要相信：源自意识的思想也是确定的；（4）故此，自由意志是错觉，我们必须修正“人为自己的行为负责”这一概念。换句话说，自由意志的概念没有任何意义。自由意志的概念出现在我们充分了解大脑如何运作之前，现在，我们应该抛弃它了。

神经学家们在第一个论断上并没有太多分歧，也即，大脑以某种未知的方式促成了意识，大脑是物理实体。不过，第二个论断则是松散环节，遭到了不少攻击：许多物理学家不再认为物理世界是确定的、可以预测的，因为复杂系统的非线性数学使得人无法对未来状态做出精确预测。现在，第三个论断（我们的思想是确定的）的地基有点要垮掉的意思了。虽然有些神经学家认为，我们可以证明特定的神经元兴奋模式能产生特定的想法，这些是预先确定的，但没人搞得清运转中的神经系统适用什么样的确定规律。

我认为，正如物理学家以为牛顿定律具有普适性，结果碰到了难题，我们现在也一样。各层面的组织并不适用相同的规律；适用什么规律，取决于

你描述的是哪一层组织，如果突现了更高级的组织，需要采用新的规则。量子力学是适用于原子的规律；牛顿定律是适用于宏观物体的规律，前者不能完全预测后者，后者也不能完全预测前者。所以，现在的问题是：我们能否根据对神经元、神经递质这一神经生理学微观层面上了解到的知识，得出一套确定的模型去预测意识思想，预测大脑生成的结果或心理。更成问题的是，要是碰上三个大脑交汇，结果又是怎么样呢？我们可以从微观故事推导出宏观故事吗？我觉得很难。

有些脑状态理论家、神经简化论者认为，每一种心理状态都等同于某种尚待发现的神经状态，以我之见，他们是永远无法证明这一点的。我觉得，意识思想是一种突现特性。这种认识并未对意识思想做出解释，它只是意识到它的现状，或抽象层面。正如软硬件交互时所发生的情况一样，意识是大脑的独立特性，但同时又完全依存于大脑。我觉得不可能从下至上地建立起一套完整的精神功能模型。如果你觉得做得到，那么，这里有一种带刺的甲壳动物，还有一位生物学家，为你提出了一道难题。

神经系统有许多方式能实现同一种行为

伊芙·曼德尔 (Eve Marder) 研究的是龙虾内脏的简单神经系统及运动模式。她把网络的整体模式和单个神经元、单个突触的运作隔离开来，并在神经递质效果的层面上模拟了突触的动态。从确定性的角度而言，既然她知道并映射了所有的这些信息，理应能够将之拼凑到一起，描述龙虾内脏的功能。但这个简单的小神经系统，她的实验室就模拟了2000多万种可能出现的突触强度和神经元特性网络组合。²³为所有这些组合建立模型后，她又发现，只有大约1%到2%的组合能带来合适的动态，创造自然中观察到的运动模式。事实证明，即便所占比例如此之小，要实现与特定时刻完全相同的行为，仍有10万到20万种不同的搭配（这只是一个部位寥寥无几、十分简单的系统）！神经系统活生生地圆满再现了多重实现的哲学概念——也即存在多种方式让系统产生一种行为。

有许许多多网络组合可实现同一种行为，这不禁让人好奇，用单元分析 (single-unit analysis) 和分子方法是否可能弄清产生一种行为到底是怎样一种过程。这对持还原论的神经学家们

而言是个深刻的问题，因为它表明，分析神经回路或许可以说明事情可能是怎样运作的，但却无法说明事情实际是怎样运作的。表面上看，这似乎说明了要弄清特定行为背后的特定神经学解释有多么困难。曼德尔的研究工作几乎肯定了突现的设想——研究神经元无法让我们来到合适的解释层面上。太多不同的状态能让我们得到相同的结果了。神经学家们失望了吗？

约翰·道尔并不这么看，还认为这类说法毫无必要。他指出，思考任何东西的多个构成元素时，构成回路的元素和参数越多，可能出现的回路组合都会成倍增长。与此同时，功能性回路尽管数量少，也会成倍增长。但重要的是，功能集合是完整集合里几可忽视的一个小部分。所以，哪怕可能出现的组合数量庞大，功能性组合的实际数量仍只占极小的比例。嗯，伊芙·曼德尔和同事们在研究中所发现的情况正是如此，除了龙虾，各种各样的事物都存在类似的关系。

道尔说过，“英语单词的数量极其庞大，差不多有 10^5 个那么多。但我们就拿 ‘organized’（组

织)这个词为例吧.....它有9个不同的字母,而这9个字母所能排出的序列有362 880个,可其中只有一个是有实际意义的功能性英语单词。故此,随机的长字母串很难构成一个真正的单词(比如 'roaginezd', 就不是真正的单词),但真正单词的数量仍然极其庞大。”

道尔指出,这是一件很好的事情,因为它跟“大脑是分层系统”的概念相吻合。分层说明了很多问题,并引出了“强健性”这一观点。下面的层次为上面的突现层次构建了强大而灵活的平台。

曼德尔的研究为神经学家们揭示了问题所在。我们的任务是进一步了解大脑的不同层面如何相互作用,如何认识,如何为相互依存的互动作用构建概念和术语。从这个角度着手进行研究,不光可能破解突现的真正意义,说不定还认识到层次之间如何进行沟通。

就算我们假设第三个论断(源自意识的思想是确定的)成立,那么,让我们再来看看第四个论

断：自由意志是错觉。姑且不管历史悠久的相容论——认为人在一个确定的宇宙中自由选择观点——先说说自由意志到底是什么意思。“呃，就是我们想要自由地做出决定。”很好，但我们到底是想脱离什么，获得自由呢？我们并不希望脱离个人的生活体验，要做决定，生活体验必不可少。我们也不想脱离自己的性格气质，因为我们得靠它指引做出决定。我们甚至也不希望脱离因果关系，我们靠它来做预测。想把球扑住的守门员绝不希望脱离自己赖以维持速度和轨迹的躯体自动调整。我们不希望脱离人类成功进化出来的决策装置。那么我们到底是要脱离什么获得自由？你肯定想得到，这个主题吸引了大量关注。不过，我想从另一个角度谈一谈。

责任和自由在人的互动之间

几千年来，哲学家以及几乎所有其他人都曾思考过，意识（精神）和身体到底是一个实体，还是两个。二元论认为，人不止是一具身体，而是还有本质、精神或意识，不管你怎么称呼，反正就是那令得你成为“你”、我成为“我”的东西。笛卡儿的二元论主张最为出名。我们很容易接受人除了物

理躯体还存在本质的想法，所以，如果你形容一个人的时候，只对该人进行物理描述，会显得很奇怪。我有个朋友最近碰到了已经退休的前最高法院大法官桑德拉·戴·奥康纳，朋友完全没有描述大法官的身高、发色或年龄，而是径直说：“她精气神十足，就像根针那么锐利。”朋友描述的是大法官的精神实质。尽管在大脑科学里，决定论取代了二元论，但却始终不足以解释人的行为，以及我们的个人责任感和自由感。

我认为我们神经学家在寻找这些能力的时候，找错了组织层面。我们的寻找范围是单个大脑这一层面，但这些能力是多个大脑集体互动的突现特性。马里奥·邦格提出了一个值得神经学家注意的观点：“我们应当把感兴趣的东西放在前后背景当中，而不是视之为孤立的个体。”物理学家们曾经很难接受这个观点，但大多数人现在已经接受：有些事情，用由下至上的方法是无法理解的。物理学领域的还原论已经遭到了突现原则的挑战。整个系统获得了全新性质的特征，用个别元素的特征简单相加是无法预测这些新特征的。你或许可以把一句老话套用到这里：新系统的整体大于部分之和。组织结构上出现了相移，从一种级别进入了下一级

别。我们为什么要从这个角度去认识自由和个人责任感？“我们相信它们的存在，因为我们观察到了它们——就跟大多数突现出来的东西一样。”物理学家罗伯特·拉夫林的这句话，论述的是从水变成冰的相移，但用来阐述我们的责任和自由感同样成立。

1972年，诺贝尔物理学奖得主菲利普·安德森（Philip W. Anderson）在一篇开创性论文《多即不同》（More Is Different）中探讨突现现象时，重申了我们不能根据微观故事获得宏观故事的观点：“这种想法的主要谬误在于，还原论假设在任何意义上都不等于‘构建论’假设。也就是说，能够把所有东西还原到最简单的基本规律上，并不意味着能够从这些基本规律开始，重建万物。事实上，物理学家对基本粒子的基本性质了解得越多，距离科学其他领域的现实问题就越远，距离社会领域的现实问题更是遥不可及。”²⁴接着，他朝生物学家，还有我们这些神经学家也摇起了手指：“虽然我们大概把粒子物理学家及其深入研究的傲慢态度（正电子的发现者说，‘其余的无非是化学反应罢了’）抛在了身后，但一些分子生物学家似乎打

定主意要把人类组织的一切，不管是普通的感冒、各种精神疾病，还是人类对宗教的本能，都还原到‘只剩’化学反应。这种态度，我们尚未完全摆脱。很明显，人类行为学和DNA之间存在的组织层次数量，远比DNA和量子电动力学之间存在的组织层次要多，而且，每一组织层面都需要一种全新的概念结构。”

罗伯特·拉夫林1998年赢得了诺贝尔物理学奖，他在《不同的宇宙》（A Different Universe）这本奇妙之书里提到理解突现的开端：“我们所看到的，是世界观的转换：之前的目标是通过把物体分解成越来越小的部分来理解自然，现在的目标则是理解自然本身如何组织。”

科学聚焦

物理学家们意识到，有了理解微观成分的完整理论，并不意味着能由此构建出理解微观成分如何构成宏观结构以及整个形成过程如何运作的通用理论。诚然，毫无疑问，是自然

造就了这一切，但按理查德·费曼所说，我们对整个过程进行理论总结、预测或理解，可能性极低；若按菲利普·安德森和罗伯特·拉夫林所说，则是根本就没有可能。由下至上的因果关系构建主义认为，理解神经系统，我们就能理解其余的一切。但我们不能用这种方式来对待此一问题。

在物理、生物、化学、社会学甚至艺术领域，人们已经接受：突变是一种常见现象。如果物理系统并未表现出相关支配定律的所有对称性，我们便说，这些对称性自动破裂了。突现，就是对称破裂。这个概念很简单：物质集体地、自发地获得了一种基本规律不曾描述的特征或偏好。生物学上的经典例子，是某种蚂蚁和白蚁建造的庞大塔型结构。只有当蚁群达到某一规模，才会出现这类结构（多即不同）；研究单只蚂蚁或小群蚂蚁的行为，是永远无法预测到这类结构的。

然而，许多神经学家强烈抵制突现概念，严肃

地坐在角落里摇头。他们原本正在庆祝，终于把“小人”从大脑里赶了出去。他们战胜了二元论。他们赶跑了机器里的所有鬼魂，绝不允许其他怪物再乘虚而入。他们担心，把突现放进方程，意味着除了大脑还有别的东西在运作，这就相当于把鬼魂重新放进了大脑这台确定性的机器。拜托！他们不需要突现！我以为，神经学家们看待问题的方式出了错。突现不是神秘的鬼魂，而是从一个组织层次进入另一个组织层次。一个人漂流在荒岛上，或者一个人在阴雨的周末待在家里，这种时候你所遵守的规则，肯定跟你到老板家参加鸡尾酒会所遵守的规则完全不同。

了解突现的关键是认识到存在不同层面的组织。我最喜欢用汽车来做比喻，此前也曾提到过。如果你只看单独的汽车零件，比如凸轮轴，你不可能预测星期一到星期五下午5点15分时高速公路上会全面拥堵。事实上，要是你只看制动垫，甚至根本预料不到竟然存在“交通”这种现象。在汽车零件的层面上，你无法分析交通。发明轮胎的那家伙难道想象得出星期五晚上洛杉矶405号大道上的混乱场面吗？就连在单辆汽车的层面上，你也无法分析交通。只有你把大量的汽车、司机放到一起，再

结合不同的地点、时间、天气、社会等所有变量，到了这个层面上，你才能预测交通。这时候出现了一套在零件层面上完全无法预测的新规律。

大脑同样如此。大脑是遵循决策途径的自动化机器，但孤立地分析单个大脑，不能说明责任的能力。责任是源自社会交流的一种生活维度，而社会交流需要多个大脑的参与。当一个以上的大脑进行互动，不可预测的新事物就开始突现，建立了一套新规则。责任和自由，就是这套新规则获得的两种之前没有的特性。大脑里找不到它们的身影，一如约翰·洛克（John Locke）所说：“意志其实无非标志着一种喜欢或选择的力量或能力。若是从才能（faculty）的角度思考意志，而不是从做某事的能力（ability）去看，说自由与否就显得很荒谬了。”²⁵然而，在大脑与大脑之间，在人的互动之间，你就找得到责任和自由。

从神经元到想法要经过多层突变

现代神经学乐于接受这样的观念：人类行为是概率化确定系统的产物，受经验的指导。但经验怎

样指导呢？如果大脑是一个决策设备，收集信息为决策做准备，那么，精神状态就是某种经验的结果吗？或者，社会互动的结果会影响、制约将来的精神状态吗？这意味着自上而下的因果关系。对某些神经学家提到自上而下的因果关系，简直就是挑衅。你要是邀请他们到家里吃晚餐，并在饭桌上提到这说法，可有你好受的。我们还是邀请物理学家马里奥·邦格比较好，他会告诉我们，“所有自下而上的分析，都应该用自上而下的分析作为补充，因为整体限制着部分：想想金属器具零件之间的关系，或是社会系统成员之间的关系，究其本质，是这些单个元素与其他元素的互动构成了整个系统。”

如果我们邀请系统控制专家霍华德·派蒂，他会高兴地告诉我们，因果关系在物理定律的层面上没有解释性价值，但在更高的组织层面上却有。举例来说，缺铁就会导致贫血。派蒂认为，因果关系的日常意义在于它简单实用，它适用于可以控制的事件。控制含铁水平，就能解决贫血问题。我们不能改变物理定律，但能改变含铁水平。汽车在山脚下跟另一辆车追尾，我们会说，发生事故是因为刹车磨损，刹车磨损是事情的起因，也是可以控制

的。然而，我们并不责怪物理定律，或是不受我们控制的环境（比如，山脚下信号灯前刚好停着另一辆车，让肇事司机来到此地的种种原因，交通信号灯变换颜色的时机，等等）。

派蒂认为，人们喜欢寻找单一可控的因素，认为它“或许可以避免事故的发生，同时其他所有可以预料的结果都保持不变。”很少有人认为，整件事其实是一套复杂系统导致的结果。人的这种倾向，“是向下因果关系很成问题的一个原因。换句话说，在无尽的并发分布式成因链条或网络当中，我们总是从最简单的近端控制结构（proximal control structure）的角度去理解成因。”这也就是说，向下的因果关系是混乱而不可预测的。

那么，控制是在什么地方进入这幅图景的呢？派蒂问。并不是在微观层面上，因为从定义来看，物理定律只描述不随观察者的变化发生变化的事件之间的关系。要是家长严厉地问，“你为什么要在考试时作弊？”孩子回答说，“不过是原子在遵循物理规律罢了。”这固然是万事万物的普遍成因，但哪怕是最相信还原论的家长，也一定认为这孩子

自作聪明，理当受罚。孩子的解释需要攀上几个行为层级，才能来到可以施加控制的地方。控制意味着某种形式的约束。控制是，因为你知道果冻不健康，所以你不吃它；知道考试作弊会遭到惩罚，所以你不作弊。控制是一种突现特性。

在神经学领域，当你讨论向下的因果关系时，其实是在暗示精神状态会影响生理状态。你暗示，宏观A层面上的一个想法，能够影响微观B生理层面上的神经元。首先问题是，我们怎样才能从神经元层面（微观B）进入到突现的想法层面（宏观A）？圣塔菲研究所的理论生物学家大卫·克拉考尔（David Krakauer）强调，“在任何分析层面，关键都是要找到有效的变量，包含了产生上层所有行为所需的所有底层信息。这既是一门科学，又是一种艺术。现在，‘由下而上的因果关系’（从神经元的微观B层面进入想法的宏观A层面）既难以对付，又无法理解。‘自上而下的因果关系’指的是，当用更高级的有效变量和动态表示宏观A，用微观动态表示微观B时，则A导致了B。在物理上，所有的相互作用都是微观的（B-B），但并非所有微观自由度都事关紧要。”²⁶这也就是说，B可产

生A，但A仍由B构成。

科学聚焦

克拉考尔指出，我们在派蒂的世界对电脑编程，控制电脑时，“我们和一套实施计算工作的复杂物理系统展开互动。我们并不在电子的微观B层面编程，而是在一套更有效理论的层面上，也即宏观B（如Lisp语言）上编程。宏观B层面是通过编译，在信息不受损的条件下进入微观物理层的。因此，A导致了B。当然，A在物理上是B构成的，所有的编译步骤，也仅仅是B层对B层物理的。但站在我们的角度，我们可以看到某些集体的B行为是在A的条件下处理的。”

再回到我家客厅看看，原子们聚集到一起，能够产生在地板上滚动的球，但球仍然是由原子构成的。我们在宏观A，也即皮球这一更高级的组织层面上观察原子的集体行为，我们看到皮球的行为遵

循牛顿定律，但构成皮球的原子还是做着自己的事情，遵循另一套不同的规律。在大脑科学中，我们对宏观A层面的状态，使用诸如愤怒、基调、看法等概念。站在微观B的层面上来看，这些是A级颗粒度的变量状态。克拉考尔继续说：“由于自我内省意识的限制，我们在A层面上运作得很好。对内而言，有些事情在进入意识之前就已经完成了编译。故此，我们可以把A层或者编译器想成是一种思想的语言。我们并不孤立于机器，也即微观B层面，但我们要在更合适的A层面来理解自己。”

“更深刻的一点是，如果没有这些更高的层面，就不可能进行沟通，因为我们必须给每一个想要移动的粒子单独下指令，而不是让意识编译器完成这一工作。”必须要有突现，才能控制这台在另一层面上运转的机器。总体观点如下：我们有多种层次的突现系统，从粒子物理层到原子物理层，到化学层，到生物化学层，到细胞生物学层，到生理学层，最后才进入精神处理过程。

大脑与思想是互补关系

一旦一种精神状态存在了，向下的因果关系就建立起来了吗？思想限制了产生思想的大脑吗？整体限制了部分吗？在我们这个领域，这是个价值千金的问题。经典的益智题通常会这么表述：有一种生理状态（physical state）P1，在时间1，产生了一种精神状态（mental state）M1。过了一阵，来到时间2，有另一种生理状态P2，产生了另一种精神状态M2。我们是怎么从M1来到M2的呢？这是一道难解之谜。我们知道，精神状态是大脑中的处理过程产生的，故此，没有大脑的参与，M1并不直接生成M2。如果我们只是从P1到P2，就自动进入了M2，那么，我们的精神生活就没有运作，我们就真正成了搭便车的。没有人真心喜欢这个概念。棘手的问题在于，M1是否在某些向下约束的过程中，指引了P2，从而影响了M2呢？

我们或许可以从遗传学家那儿得到对这个问题的一些帮助。他们从前认为基因复制是一个简单的、向上的因果系统：基因就像一根绳子串起来的珠子，构成了能够复制、产生与自身完全相同副本的染色体。现在，他们知道，基因并非如此简单，许多事情在火热地进行着。持系统控制主张的霍华德·派蒂发现，从说明到构建的基因型-表现型映

射，是向上及向下因果关系的很好例子。“基因要描述构成酶的零件序列，而反过来，这段描述又需要酶能解读出来……按照最简单的逻辑形式，由符号表示的零件（密码子）部分控制了整体（酶）的建设，而整体又部分地控制了零件的识别（翻译）和自身构建（蛋白质的合成）。”派蒂再一次冲着极端立场（非要在向上或向下因果关系中找出哪一个更为重要）摆了摆手。它们是互补的。

这种分析让我发现，当我们观察本杰明·利贝特所说的事实（大脑在我们有所意识之前做了些事情）时，很容易陷入推理的陷阱。我们顺着指向同一方向的时间箭头，又有着“凡事的成因都来自它之前发生的某件事”的概念，就很难把握互补这个概念了。如果大脑活动发生在我们意识到某事之前，互补性概念能带来什么区别呢？意识是在自己的时间尺度上进行抽象的，而这一时间尺度是相对于目前确立的。因此，利贝特的想法并不正确。活动在哪里发生不是关键，正如软件活动在晶体管上进行，但软件活动的关键并不在这里。

设定行动过程是自动化的、确定性的、模块化

的，在任意时刻受成千上万甚至上百万的生理系统驱动。选择行动过程，在我们看来似乎是一件关乎“选择”的事情，但事实上却是交互的复杂背景环境选择的特定紧急精神状态所导致的结果。²⁷行动由源自内部和外部的互补元素所构成。这就是机器（大脑）的运作原理。因此，向下的因果关系设想有可能会扰乱我们的认识。正如约翰·道尔说，“成因在哪里？”实情是，永无休止的多重精神状态以及冲撞的环境合力（多重精神状态在环境合力下发挥作用）在拔河角力。再接下来，我们的解释器宣布，我们是自由做出选择的。

事情变得更加复杂了。我们现在必须要考虑社会背景和社会对个人行为的约束了。群体层面上别有洞天。



WHO'S IN CHARGE

Free Will and
the Science of
the Brain

05 谁决定了“我们” 的意志

社会意识的进化

我们如何确定他人的意图、情感和目标，如何在竞争的环境中生存下来？我们对个人心理了解得很多，却对社会互动影响的神经科学知之甚少。到底是一个大脑说了算，还是一群大脑说了算？责任是来自人类的互动，还是来自单独的个体？

如果你抱起一个小宝宝，并对她伸出舌头，过上一会儿，她便也会对你伸出舌头。那情形就好像你们俩正在进行一场可爱的小小社会互动一样。她的行为并非后天习得。她似乎是自动地模仿你的动作，故此显得像是在参与你的活动。你或许认为这不是高层次的沟通，但其实它很可能是。随着自动机制的参与，宝宝看着你，意识到你可供模仿（也即作为模仿对象，而非一盏台灯），看着你的舌头，意识到自己也有舌头，并摸索着控制自己所有的肌肉，找出哪一部分肌肉控制舌头，并最终伸出了舌头！她还是个小婴儿！她怎么知道舌头是舌头呢？她真的知道吗？她怎么知道如何使用负责控制舌头的神经系统，并使之运动呢？而且，她干吗要煞费苦心地模仿你伸出舌头来呢？

婴儿通过模仿第一次进入社交的世界。他们明白自己跟其他人很像，他们只模仿人的行为，却并不模仿物体的行为。¹这是因为人类大脑有专门的神经回路识别生物运动和无生命的物体运动，还有专门的回路用来识别面孔和面部运动。²婴儿在能够坐起身、控制头部或说话之前，尚不能完全进入社交世界，和另外的人建立起联系。但她可以模

仿。当你抱着婴儿，她的模仿行为将你们连接起来进入社交世界。她不会像一坨铅块一样呆呆地躺着，而是以一种你可以建立联系的方式做出响应。

我在上一章结束时提出，责任源自社会互动，意识约束大脑。现在，我们要来看看我们如何将社会动态整合进个人选择，如何确定他人的意图、情感和目标来谋求生存，理解社会过程如何约束个人意识。对美国人而言，“个人受制于社会过程”的想法，是一个相当遭人嫌弃的话题。毕竟，我们是一个喜欢顽强个性的国家，我们用头条新闻告诉整整一代人要自我奋斗，“到西部去，年轻人，到西部去！”我们让孤独的牛仔成了我们的文化符号。在研究人类和大脑功能的时候，我们的个人主义思维其实就影响了我们的方法以及我们的关注焦点。故此，我们对个人心理了解得很多，对社会互动影响的神经科学却理解有限。

社会性是人类的标准配置

事实证明，我们从一出生，就有社会互动的硬

接线。我们有许多社会能力，都是从婴儿制造厂里原装自带的。显然，硬接线能力的优势，是它们能立刻运作，无需习得，和生存技能（需要后天习得）恰恰相反。大卫·普雷马克和安·普雷马克从观察幼儿理解哪些社会概念开始，最先开始本能社会技能研究。早在20世纪40年代初，学界就已经证明，要是胶片上的几何图形在运动中表现出了意图或有着目标指向的行为（像动物那样运动），人会自动给几何图形配上欲望和意图。³普雷马克揭示，哪怕是10~14个月大的婴儿，看到似乎是自己推动或有目标导向的物体时，也会自动将这些物体阐释为有意图的；更重要的是，要是看到有意图的物体之间进行互动，他们会自动为其分配正负价值。⁴基利·哈姆林（J. Kiley Hamlin）、卡伦·温（Karen Wynn）及保罗·布鲁姆（Paul Bloom）扩展了这一研究，表明连6~10个月大的婴儿，也能基于社会行为评价他人。

自由意志背后的实验与故事

研究人员给婴儿看一段视频，视频里，

长着眼睛的动画三角形努力登上山峰，圆圈往上推三角形，想要帮助它；方块则向下推三角形，想要阻拦它。看过视频后，研究人员拿着托盘，托盘上放着圆圈和方块，要婴儿们做出选择，婴儿们果断地抓住了“帮手”圆圈。⁵ 在社会的世界航行，评估他人的能力是必不可少的。就连尚未学会说话的婴儿，也能判断谁会帮忙谁不会，这对他来说是一项极大的优势，因为他需要多年的帮助才能生存下去。

菲利克斯·瓦纳肯（Felix Warneken）和迈克尔·托马塞洛（Michael Tomasello）观察了婴儿本身帮助行为的初期迹象，认为哪怕是14个月大的婴儿也会无私地帮助其他人。无需鼓励或赞美，他们就会拾起别人意外掉落在地的物体并交还对方⁶，有时候，孩子甚至会主动停下自己喜欢的活动

来这么做。⁷当然，这不光涉及理解对方有目标、有什么样的目标，还包括对非亲属的利他行为，这是一种进化上罕有的行为，在我们的黑猩猩亲属身上可能便有基础，并能在14个月大的婴儿身上体现出来。⁸帮忙似乎是一件来得很自然的事情，而不是专门习得的。不过，托马塞洛实验室里的其他研究发现，人和黑猩猩不同，12个月大的人类婴儿还会自由提供信息。如果他们知道有人在找的东西在哪里，他们会指出来。⁹

有趣的是，在人类身上似乎是天生的利他行为，却受社会经验和文化传播的影响。¹⁰到3岁的时候，小孩子就开始抑制部分自然的利他行为。他们对要帮助的人变得更有区分能力。他们往往跟过去与自己分享的人更多地分享。¹¹黑猩猩也是一样¹²，表现出互惠利他的部分特点。社会规范和规则也开始影响学龄前儿童的利他行为。¹³

人多才安全

这种社会行为是怎样演进出来的呢？想到人类社会过程的演进，我把它分为两个阶段。进化心理学家不断地提醒我们，千万不要忘了我们祖先生活的环境——人烟非常稀少。迟至公元前10 000年，最后一个冰河时代的冰川退却至北美大陆，人都非常稀少，相隔极为遥远。随着早期原始人类聚成小群体，抵挡掠食天敌，帮忙狩猎，社会适应逐渐演化出来。在人类历史的大多数阶段，食物来源都分布得非常散落，故此这些小群体采取游牧形式。一直到晚近时期，人口才变得密集起来，这一切始于农业的发展，人类的生活方式变为定居。事实上，1950年的人口数量大约相当于此前历史上全世界生活过的总人口。

随着人口密度的增加，为了适应在人口日益增多的世界里穿梭和控制，第二个阶段启动了。全世界的人口现在是67亿，是1950年时的两倍还多。令人吃惊的是，较之你在晚间新闻里听到的那些消息，我们这个物种的暴力性其实正越变越少，而且彼此之间相处融洽。爱惹麻烦的人尽管始终还是个问题，但其实并不太多，最多占人口的5%。整体而言，我们这个物种并不喜欢杀害、欺骗、盗窃和虐待。这实际上令得我们思考起了人类的社会互

动，以及我们的精神生活是如何彼此依存的。我们是怎样辨识他人的情绪状态，以便理解他们的呢？我们是如何产生了人赖以生活的道德和社会规范的呢？规范是后天习得，还是与生俱来的呢？抑或两者皆然？我们拥有什么样的能力，在每天都要面对的社会互动中穿梭呢？这些能力又是如何形成的呢？我们是靠着一套个人规则理性地生活呢？还是会为群体动态所摆布操纵？人单独行事时的做法，和在群体中是一样的吗？

人与人互相影响

神经学和心理学界逐渐意识到，我们不能光看大脑的行为。阿西夫·加赞法（Asif Ghazanfar）在普林斯顿大学研究猕猴和人类的发声，他提出了一个观点：发声过程不光涉及大脑不同部位的动态关系，还涉及与倾听对象（其他动物）之间的动态关系。一只猴子的叫声调动了其他猴子大脑里的处理过程。人类也是一样。普林斯顿的乌里·哈森（Uri Hasson）用功能性核磁共振成像测量了一对谈话者的大脑活动。他发现，倾听者的大脑活动与说话者的互为镜像；大脑的部分区域甚至表现出了先兆性预期反应（predictive anticipatory

response)。这种预期反应带来了更深入的理解。¹⁴一个人的行为能够影响另一个人的行为。问题的关键是，我们现在终于明白，如果想要更充分地理解发挥作用的各種力量，就必须考察整体，而不是孤立的单个大脑。

很多年前，灵长类动物学家就明白了这个概念。1966年，艾莉森·乔利（Alison Jolly）在一篇探讨狐猴社会行为的论文中得出结论，“故此，灵长类动物社会的雏形很可能先于灵长类动物的智力发展，前者为后者奠定了基础，并决定了后者的性质。”¹⁵她这番推理的整体思路如下，我在自己的上一本书《人类》中已做过评论。

群体的起源

是什么样的力量在不懈地驱动人类大脑扩大，相关的理论众多。人们逐渐接受了如下看法：通过自然选择和性选择过程，有两个主要因素在发挥作用——一是有着足够卡路里的饮食方式养活了新陈代谢耗费越来越多的体积更大的大脑；二是生活在大群体（也即“社会世界”，为了保护自已免受食

肉动物的伤害、为了打猎和采集食物，人类必须群体生活）中带来的挑战。结合成社会群体，带来了自身的一整套问题，包括与他人竞争有限的资源，如食物和潜在的配偶等。艾莉森·乔利的观察及其后继研究（由圣安德鲁斯大学理查德·伯恩和安德鲁·威登主持），提出了后人所知的社会性大脑假说。他们认为，灵长类动物有着比非灵长类动物更复杂的社会技能，生活在复杂的社会群体当中，也比应对纯粹的自然世界更具挑战性。（人人都知道，待在后台小黑屋里修面包机，比在前台做客户服务要容易多了。）在越来越大的社会群体中生存带来的认知挑战，选择了大脑规模和功能的扩大。¹⁶

大多数猴子和猿类都生活在持久的群体中，故此，熟悉的同种动物是资源的主要竞争对手。这种情况对善用操纵性技巧来抵消竞争成本的人有利，巧妙的操纵技巧则依赖于广泛的社会知识。在群体中，竞争优势是相较于他人的能力而言，故此，这就带来了社会技能的“军备竞赛”，而大脑组织新陈代谢代价高昂则将这场竞赛拖入了均衡状态。¹⁷

在社会群体中取得成功不光涉及竞争。我们还必须合作，否则，诸如联合狩猎等活动就行不通了。为了解决这个问题，发展和比较心理学家亨瑞克·摩尔（Henrike Moll）和迈克尔·托马塞洛提出了维果茨基智力假说（Vygotskian intelligence hypothesis）。他们认为，认知在整体上主要由社会竞争驱动，但认知的其他方面，尤其是他们视为人类独一无二的认知能力（如共同目标、共同关注、共同意图的认知能力，以及协作沟通），则由社会合作驱动或构成。创造复杂技术、文化制度、符号系统等需要社会合作，而不是社会竞争。¹⁸

群体越大，大脑越大

牛津大学人类学家罗宾·邓巴（Robin Dunbar）为上述观点（某些类型的社会元素驱动了大脑的进化性扩张）提供了支持。他发现，每一种灵长类动物往往都有着典型的社会群体规模；灵长类动物和类人猿的大脑规模和社会群体规模是相关的；新皮层越大，社会群体越大；较之其他灵长类动物，大型猿类因特定群体规模需要更大的新皮层。¹⁹黑猩猩的典型社会群体规模是55头；邓巴根据人类大脑的尺寸预测，人类社会群体的典型规模

是150人。²⁰

自由意志背后的实验与故事

邓巴研究了实际的人类社会群体，事实证明，从史前时代直至今日，人类社会群体规模的恒定值均为这个数字。古代捕猎者和采集者每年举行传统仪式所聚集在一起的亲戚群体，是这个规模（150人上下）；延续至今的捕猎者和采集者社会，是这个规模；现代人在个人通讯录上记下的每年送圣诞卡的名单，也是这个数。²¹今天的社会网络似乎也没太大的不同。在后续研究中，邓巴甚至发现，就算有着数千“朋友”的人，也只跟数量有限的个体互动。“有趣的是，在社交网站上，你可以拥有1500名‘好友’，可是观察网站的实际流

量，你就看得出，人仍然只维持150人左右的‘亲密’圈子，跟我们在现实世界里观察到的一样。”²²

研究表明，150~200人是人无需组织层级就能控制的数目。²³这个人数范围内，你可以与大家保持联系，维持稳定的社会关系，愿意施与帮助。不过，为什么我们的社会群体规模有限制呢？要建立社会关系，你需要具备5种认知能力：（1）你必须阐释视觉信息以识别他人；（2）你必须能记住他人的面孔；（3）你必须记住谁和谁有关系；（4）你必须处理情绪信息；（5）你必须管理一套与人际联系有关的信息。邓巴发现，管理一套关系信息的能力是限制的因素。其他处理过程尚未达到运行极限。与社会联系相关的信息需要额外的处理能力和特别的技能，而其他能力不需要。

定居生活改变了人类的进化道路

由于多种力量都驱动了进化，研究人员务必要谨慎，不能把焦点只放在一个方面。几年前，我荣幸地成为一支小型研究团队的一员，团队的领导人是列昂·费斯廷格，团员则包括大卫·普雷马克和社会心理学家斯坦利·沙切特。列昂对人类物种与其他动物之间的巨大差异很感兴趣。他指出，社会行为（它触发了诸多变化）可能导致的结果之一，是让人逐渐改为定居，放弃了游牧生活方式。公元前10 500年到8 500年间，过去数万年积累下来的诸多事情凑到了一起，导致了人类生活方式的一个重大变化。最后一次冰河时期结束；控制了火，能够更有效的狩猎；驯化了狗；鱼的消耗量大增，人类对可储存谷物的依赖性更大。费斯廷格的结论是，定居生活不可逆转地彻底改变了人类的进化道路。

定居生活方式让人类繁衍得更成功（流产减少，生育孩子的时间间隔缩短），群体规模迅速增加到150人左右。环境和自然资源往往出于内在繁殖驱动力限制种群的增长，但人类却不是这样。他们有能力找到或发明解决问题的途径（无非是迟早的区别），在进化中显著地改变身处的环境。故此，随着定居群体形成，人口也开始增长。公元前7 000年左右，有人想出了一个超级棒的点子，农

业登上舞台。紧随其后的是公元前6000年到4500年的专业分工，这需要社区内部更多的相互依存，反过来，专业分工又为人与人地位和权力差异悬殊奠定了基础。与此同时，自然技术和宗教不断发展，社会规则、流言蜚语和道德立场控制和组织了这些人类社群。

文明与大脑协同进化

关键的地方在于，除了我们所有的自动处理过程，人的整个生活环境不断改变、影响着我们的行为、思考，甚至我们的基因组。在定居生活方式发展起来以前，原始社会行为基本上不曾受到影响。然而，定居生活和随后兴起的文明，为复杂社会行为的兴起、社会性大脑的蓬勃发展提供了环境。我们进入了我所说的第二阶段——协同进化阶段：新兴的文明持续塑造着人类大脑的社会部件，直到今天也不曾停息。

协同进化从何而来

这种协同进化是怎么来的呢？究其本质，自然选择是向下因果关系的一个例子，它对被动的选择者有一种反馈机制。不管是什么生存下来，环境对其而言都是向下的成因，而不管出于什么样的原因，生存下来的物种都在影响着环境。生存下来的物种本身就是反作用力，因为它通过繁殖，让下一代继续接受环境的选择。现在，如果生存下来的物种稍微改变了环境，那么稍微改变了的环境或许也会做出稍有改变的选择。社会过程也是同样道理：社会环境是整体环境的另一因素罢了，整体环境通过向下因果关系的方式进行选择，同时伴随着反馈机制的运作。

我之前说过，固定在基因上的特性始终优于需要习得的特性，因为学习要靠机缘巧合。学习需要时间、精力和机会，有些时候你可能不具备相应的条件。不管是对婴儿还是成人，硬接线的自动响应都提供了生存优势，但随着一个人慢慢长大，面对变化时的灵活性同样是优势。外界环境并不稳定。地震、火山爆发、冰河时代、干旱、饥荒等，都是常见现象。变动和意外稀松平常。

科学聚焦

哲学家大卫·帕皮诺 (David Papineau) 指出, “从一般规律的角度来说, 环境保持长期稳定, 则遗传固定的特性受青睐; 如果环境多变, 则选择后天习得。鉴于环境的稳定性, 遗传固定的特性会有.....可靠且便于获得的优势。但碰上环境出现重大变化, 失去灵活性的不利可以轻易抵消这些优势。”²⁴从人口及其地理分布变化的证据看, 社会环境同样也有不稳定的时候。

1896年, 美国心理学家詹姆斯·马克·鲍德温 (James Mark Baldwin) 在达尔文的自然选择框架下进行研究, 希望找到一种方式, 解释非固定的后天习得特性在有机体的生命过程中怎样演进。这乍听起来有点像是拉马克遗传 (Lamarckian genetics), 也即获得特性的遗传, 但事实并非如此。鲍德温逐渐形成了如下设想: 获得的特性并不遗传, 但获得某种特性的**倾向**却可以遗传。²⁵ (套

用我先前的例子，人容易怕蛇，却不容易怕花。）1971年，康拉德·沃丁顿（Conrad Waddington）在吉福德讲座上首次提及鲍德温效应（the Baldwin effect）。基本上，鲍德温效应是一种机制，它解释了表型（可观测特性）可塑性的演变，表型可塑性指的是生物体可以灵活地调整行为，适应环境变化的能力。进化神经生物学家莉亚·克鲁比泽和乔恩·卡斯（Jon Kaas）说：

虽然产生的表型依赖于环境，响应环境的能力却是有遗传基础.....在本质上，鲍德温效应指的是以最优方式响应特定环境的能力的演进。故此，演进的是针对可塑性的基因，因不是针对特定表型特性的基因，尽管选择行为依赖于表型。²⁶

自然选择也可能受行为的影响

有两种类型的生物机制可能导致鲍德温效应：遗传同化（genetic assimilation）和生态位构建（niche construction）。克鲁比泽和卡斯这样解释遗传同化：

针对特定环境做了最优化的特定表型特征，能够赋予展现出这些最优特性的个体以及在遗传型和表型空间中具备最强相关性的个体以选择优势，从而整合到连续数代人的基因组里。之后，哪怕最初产生这一特性的环境条件不复存在，这一特性仍能表现出来。这个过程，就叫做遗传同化，它解释了对表型的活性依赖修正如何受到遗传控制，并成为进化过程的一部分。

另一种生物机制是生态位构建。长期以来，生态位构建²⁷一直藏身幕后，是进化理论中一个受忽视的主题。直到最近，这种情况才有所改变。约翰·奥德林-斯米（F. John Odling-Smee），凯文·莱兰（Kevin N. Laland）和马库斯·费尔德曼（Marcus W. Feldman）做了这方面的努力：

生物，通过新陈代谢、活动和选择，定义也部分创造了自己的生态位。它们同样也可以部分地破坏自己的生态位。生物推动环境修正的这个过程，叫做“生态位

构建”。生态位构建定期修正自然原则的生物和非生物来源，与此同时，产生了改变进化过程动态的反馈形式。²⁸

生态位构建的最明显例子是珊瑚和珊瑚造的珊瑚礁、海狸及海狸造的水坝，以及智人和智人造的巴黎。

这两种生物机制似乎都涉及了一类可以改变进化过程的反馈。鲍德温效应背后的了不起设想是，有时候，自然选择实现的演进方向和速度，都可能受到习得行为的影响。

倘若思考过去12 000年发生了些什么，我们可以看到，环境充满变化而非稳定不变，灵活性可以极大地提高生存率。过去不光有冰川消融等地理面貌的改变，生活方式、人口密度、社会组织也都发生了变化。这就带来一个问题：社会互动的增加，是否以某种方式影响了我们的进化。大卫·帕皮诺提出了一个有趣的观点：

在我看来很明显，至少有一种场合，是[鲍德温效应]和复杂行为特性的社会习得在运作.....假设一种复杂的行为特性P是社会习得的，也即个体从他人那里学到P，他们并没有真正的机会来自己琢磨P是怎么一回事。那么，这就会带来选择压力，指向能让个体更擅长社会习得P的基因。但倘若没有了先前的P文化，这些基因便并不具备选择优势，因为对任何需要学习P的人来说，这种文化都需要实践才能学会。毕竟，如果根本就不存在可以向其学会P的其他人，那么，能让你更擅长向其他人学习P的基因也就毫无任何优势了。所以，这看起来就完全像是鲍德温效应了：针对P的基因获得选择，正是因为P从前是通过社会学习获得的.....社会学习与鲍德温效应之间存在一种特殊关系，因为社会学习很容易触发这两种机制[遗传同化和生态位构建]。当我们拥有社会学习，那么我们就有可能找到生态位构建和遗传同化朝着同一方向推进、从而造成强大生物压力的例子。

这里隐含的概念是，一旦个体组成群体，那就是进入了社会世界。如果有人能够更好地响应群体里出现的社会规则和实践，他就会更成功，生存和繁殖的概率也更大。也就是说，这样的人，在一种向下的因果关系当中，通过环境（部分是社会性的）得到了选择。

连猴群都有警察

其他物种也存在复杂的社会系统，研究我们的社会系统如何起源时，便可以通过观察这类动物来获得线索。举个例子，杰西卡·弗莱克（Jessica Flack）找到证据，说明猴子里有警察！²⁹这些警务人员是社会群体整体凝聚力的重要组成部分。猴子警察不光要终止冲突，降低冲突激烈度，还预防冲突的发生和扩展，有利于群体成员之间的社会互动。若是暂时去掉猴子警察，冲突就会增加。人类社会也是一样，有警察的时候，酒吧斗殴事件会比较少，高速公路上的超速车辆也会放慢速度。杰西卡的研究结果表明，有警察在周围，“影响了大规模的社会组织，便利了社会凝聚和融合的程度，如果没有警察，这种凝聚和融合可能根本无法实现。”³⁰猴子的社会网络不光是部分和的累加。一

群猴子既可能培养出和谐、富有生产力的社会，也可能形成分裂、不安的派系——一切都取决于个体的组织情况。

就我们这里的探讨而言，杰西卡所得出的结论同样有趣：

这意味着，权力结构在实现有效冲突管理的同时，影响了社会网络结构，也因此反馈回了个体层面，对个体行为起到了约束作用。猪尾猕猴的社会组织并不是偶然现象，而是塑造了个体互动、也为个体互动所塑造的因果关系结构。

社会群体约束个人行为，个体行为塑造社会群体进化的类型。这就回到了我们先前的设想上：个体行为并非孤立的、确定性的、大脑的产物，而是受社会所影响。

驯化野人可以成功

布赖恩·黑尔 (Brian Hare) 和迈克尔·托马塞洛在情绪反应假设中提出，对个人行为的约束最终带来了遗传改变。黑猩猩一般而言并不是擅长合作的动物。它们只在某种竞争环境下，只和某些特定的其他黑猩猩合作。这跟人类形成了鲜明的对比，人类基本上很讲究合作。要不然，金字塔和罗马帝国的引水渠怎么可能修建出来呢？黑尔和托马塞洛认为，黑猩猩的社会行为受其脾气所限制，而人类的好脾气，对更复杂的社会认知形式大有必要。为了在大型社会群体下提高必要的合作水平，人类收敛了好斗的脾气。黑尔和托马塞洛认为，人类可能经历了自我驯化的过程，过去好斗或专制的人遭到了群体的排挤或处死。因此，人类的基因库进行了修正，选择了可控（也即抑制）的情绪反应（如愤怒）激活系统。（我们稍后就会看到，研究人员业已发现，右背外侧前额叶皮层区居然可以抑制自私行为！）社会群体约束行为，最终影响了基因组。

俄罗斯遗传学家德米特里·别利亚耶夫 (Dmitry Belyaev) 的研究发展了黑尔和托马塞洛的情绪反应假说。

自由意志背后的实验与故事

1959年，德米特里在西伯利亚驯化狐狸，该驯化项目一直持续到今天。他的选育过程只采用一个标准：他把手伸出来，哪只幼狐走得离手最近，他就选哪只。故此，他所选择的是不怕人、对人没有攻击性的行为。短短几年，这一选择过程的副产品就很类似如今所见的家犬了。狐狸们有着耷拉的耳朵、翘翘的尾巴、像边境牧羊犬一样的花斑色泽、较长的繁殖季；每窝狐狸产崽的数量大；雌狐狸有着较高的血清水平（能减少某类攻击行为）；狐狸大脑中调节压力和好斗行为的许多化学物质的水平都发生了改变。³¹

这些驯化的狐狸像家犬一样，以同样的技能响应人类的沟通姿势，如手势和目光。³²所有这些特征全都和克制恐惧的相关基因有关。实验用狐狸身上出现的社会认知演进，似乎是对调节恐惧和攻击的系统进行选择所带来的相关副产物。人们认为，狗的驯化也存在类似的过程。不怎么害怕人类的野狗会更靠近人类的营地，吃掉人的残渣剩饭，围著人转并繁殖。也许，人的最佳朋友（不管是其他人，还是狗）都是以同样的方式选择出来的。

社会心理神经学来帮忙

伟大的社会心理学家弗劳德·亨利·奥尔波特（Floyd Henry Allport）说：“社会行为是皮层的最高成就。”³³他说得对。如果你好好想想，你会意识到，社会世界是我们的主要关注点，它占用了我们特别多的时间和精力。你想得出来什么东西和社会无关吗？不出意外的话，你的大部分想法都和社会有关：他们为什么要那样做？她在想什么？不要再见了！他们什么时候结婚呢？他喜欢我吗？

我欠他们一顿晚餐。等等，等等。它可以把你逼疯！所有这些社会想法，都反映在我们的谈话里。不妨回想一下你无意中听到的手机对话。你听到有人在聊量子物理学或者史前石斧吗？社会心理学家尼古拉斯·艾姆勒（Nicholas Emler）研究了人们谈话的内容，发现80%到90%的内容都跟具体的名字和熟悉的人有关，也就是说，我们的谈话大多都是社交性的闲聊。³⁴我们根本就是社会动物。

“我知道你知道我相信……”

神经学家最终把一部分的工作重心转到了社会世界，社会神经学的新领域逐渐登上舞台。复杂的社会互动依赖于我们理解他人精神状态的能力，1978年，大卫·普雷马克形成了一个基本的想法，到今天，这个想法已经支配了大部分的社会心理神经学研究。他意识到，人类天生就有理解他人有着不同欲望、意图、信仰、精神状态的能力，也有能够大体准确地对他人有着什么样欲望、意图、信仰、精神状态形成理论的能力。他称这种能力为“心理理论”（theory of mind），他想知道，其他动物拥有何种水平的此种能力。

光是能想到其他动物是否拥有此种能力，就足以让他有别于我们绝大多数人了。大多数人认为其他动物，尤其是有着可爱大眼睛的动物，都有心理理论，好些人还把这种想法投射到物体之上。事实上，麻省理工学院的社会性编程机器人“莱昂纳多”只要现身几秒钟，就能引出人的这种反应。“莱昂纳多”长得像是约克郡犬和松鼠的调皮混血儿，高约76厘米。我们观察到这个机器人的行为似乎是自我推动的，有目标导向的，就会自动认为它拥有一意图（就跟婴儿看到想要登上山顶的三角形一样）。我们会对“莱昂纳多”为什么以某种方式行事形成心理理论，也即解释，就好像我们面对的是其他人，或者我们的宠物。

一旦你理解了这种机制的力量，是什么激活了它，以及人类如何将之应用到从宠物到汽车的万事万物上，你就很容易理解为什么拟人化是这么地容易打动人，为什么我们这么难于接受某些心理过程为人类所独有。我们天生的想法不是这样。研究人员在其他动物身上寻找心理理论寻找了近30年，所得的证据却说明，其他动物并不具备心理理论。黑猩猩具有一定程度的心理理论³⁵，但一切仅此而

已。所以，就算你对家里的狗、它在想什么、它相信什么等等有一套理论，狗并没有一套关于你的理论，它靠着跟踪观测值（你的动作、面部表情、行为习惯、说话语调）并对其进行预测就过得很好了。心理理论在四五岁的孩子身上自动完全发展起来，³⁶有迹象表明，18个月大的婴儿身上就有心理理论的部分（甚至全部）迹象了³⁷。有趣的是，患有自闭症的儿童和成人在心理理论上存在缺陷，他们对他人心理的推理能力不足，³⁸因此，他们的社交技能也受到了损害。

通过镜像神经元理解他人的精神状态

20世纪90年代中期，贾科莫·里佐拉蒂（Giacomo Rizzolatti）和同事在研究猕猴的抓握神经元时，发现了一些奇怪的事情，他们很快意识到，这是碰到了动物如何理解他人精神状态的皮层源头。他们发现，如果一只猴子抓住葡萄，就会触发另一只观察它抓住葡萄的猴子大脑里的相同神经元。³⁹他们把这种神经元叫做镜像神经元（mirror neurons），而这则是神经学上近来最伟大的发现之一。镜像神经元是第一个具体的证据，证明观察

与模仿之间存在神经联系，有专门的皮层基底用来理解和赏识他人行为。自从这些最初的观测以来，研究人员已经确认，人类有着与猕猴极为不同、也更为广泛的镜像神经元。猴子的镜像神经元仅限于手和嘴的动作，只有存在以目标为导向的行动值，镜像神经元才激活，这或许可以解释为什么猴子的模仿能力非常有限。然而，人类的镜像神经元对应了全身上下所有部位的行动，哪怕没有目标，镜像神经元也可激活。⁴⁰事实上，我们只要想象一种行动，就足以激活镜像神经元了。镜像神经元不仅关系到动作的模仿，还涉及理解动作的意图。

研究界正逐步理解人类镜像系统所带来的衍生结果，它产生了巨大的影响。人们认为，镜像神经元不光是理解行为的神经基础，也是理解情绪的神经基础。人类在脑岛有镜像系统，它通过内脏运动反应（运动系统中控制平滑肌纤维、心脏肌肉和腺体等非自主活动部分的反应），促成了对他人情绪的理解和体验。这样的系统在无意识中从内部复制行为和情绪，很有可能就是我们把握他人如何感受和行为的机制，它在一定程度上说明了解释器将他人行为和情绪理论化的原因。

科学聚焦

这就是所谓的模拟理论：你通过察觉情绪刺激（如看到他人脸上的恐惧表情）来感觉，你的身体会自动模拟给予响应（你自动模拟恐惧的表情，令得内脏运动系统给你来了一波肾上腺素，模拟了该情绪），从而引起你的注意并认可（当然你也可以不注意，不认可）。如果它真的吸引了你的注意，你的解释器会对该情绪感受做出解释。

你看到朋友接听电话，她脸上浮现出幸福的表情。你镜像她的表情，也微笑起来，并得到了同样的内脏运动反应。您不需要听到电话那边的谈话才能知道朋友的感受。你已经知道了。你得出结论：她应聘上了自己梦寐以求的工作。我们通过在自己的大脑和身体上进行模拟，来理解他人的状态。

功能性核磁共振成像扫描业已证实了这类的镜

像反应。举例来说，大脑构成痛苦系统的部位存在解剖上的联系，并高度互动。但对痛苦的身体感觉（“哎哟，痛！”）和情绪感知（“噢，不，那会很痛苦！”）却似乎是分离开来的。核磁共振成像扫描显示，对情绪上的痛苦感知，观察者和承受者的大脑相关部位都会激活，但对身体痛感而言，只有承受者的相关部位会激活。⁴¹如果你看到另一个人出现疼痛，你会感觉焦虑，但却感觉不到疼痛本身。

自由意志背后的实验与故事

在实验中，研究人员先让受试者体验不同程度的痛感（冷热刺激），并扫描大脑，看大脑有哪些部位参与。有一个疼痛区域的活动会根据受试者对痛苦的反应而调整：你越觉得痛，它就越活跃。接着，研究人员给受试人看体验痛苦（比如脚趾断了）的照片，让他们根据自己的感觉给疼痛强度打分。受试者自己感

觉到某一疼痛强度，以及他们看到照片后将其评为相同疼痛强度的时候，会激活大脑的同一部位。⁴²

整体来看，这些实验支持了如下设想：为了理解他人的精神状态，我们会一板一眼地模拟他人的精神状态。

无意识的模仿

我们的脸是人类最明显的社会特征。脸反映了我们的情绪状态，但正如我们所知，脸也会对他人的情绪状态做出反应。给你看30毫秒高兴、中立和愤怒的面部照片（速度非常快，根本无法有意识地看到看到过的面孔留下印象），就能让你的面部肌肉产生与高兴、愤怒脸孔相应的反应⁴³（这些研究是在非社会环境下完成的，而这一点，我们稍后会看到，是非常重要的）。

我们这里探讨的，是无意识的模仿。我们其实在不断模仿他人，但由于事情发生得太快，我们根本无法察觉。⁴⁴我们无意识地模仿他人的面部表情、姿势、声音语调、口音⁴⁵，甚至说话模式和所用词汇。⁴⁶我们不光无意识地仿效他人举止，如果有陌生人仿效我们的举止，我们会很喜欢，与该人的互动会更为顺畅。在无意识中，你和对方形成了连接，你“喜欢”跟你类似的人。如果有人在模仿我们，那么，同时面对模仿自己和没有模仿自己的人，我们会更乐于帮助前者。⁴⁷我们还倾向于赞同自己喜欢的人。⁴⁸模仿，让婴儿复制妈妈的表情，妈妈朝他伸舌头，他也伸舌头；妈妈微笑，他也微笑。这种自动模仿他人面部表情、声音、姿势和动作倾向带来的结果，是与他人在情绪上产生交汇，也即所谓的“情绪感染”（emotional contagion）。⁴⁹在幼儿园里，要是有一个宝宝开始哭，全体宝宝都会哭闹起来，这其实就是情绪感染的证据。

显然，所有这些模仿行为都为社会互动机制起到了润滑作用，增加了积极的社会行为。通过提高

亲社会行为将人们结合在一起，说不定有着适应性上的价值：亲社会行为是社会黏合剂，把群体团结在一起，鼓励人们抱团获取安全感。

不过，要是考虑到竞争或不同群体成员出现的情况，事情就会起变化。人并不模仿和自己正在竞争的人的面孔⁵⁰，也不模仿自己不认同的政治家的面孔。⁵¹最近的研究表明，观察者和被观察者之间的关系，跟模仿行为存在关联，不是所有的情绪反应，都会得到相同的模仿。⁵²高兴总是会受到模仿；负面表情则不然，它取决于被模仿者是什么人。模仿固然增进和谐，但人这么做不见得总是有利，尤其是在跟他人竞争有限资源的时候。

科学聚焦

高兴是一种低成本的情绪，总能受到模仿，因为高兴不需要观察者付出代价；消极的情绪表达，则只有群体内成员才会模仿，因为模仿悲伤（提供帮助）或愤怒（要么是传达威胁信号，要么则是表达亲密）的代价可能非常

大。事实上，男性只有在存在双重亲缘关系——亲近的圈内成员——的时候才说悲伤的事情。⁵³看起来，模仿并非纯粹的自动化和条件反射性；刹车偶尔会基于社会背景施加制动。亲和信号在维持和规范社会互动中扮演着重要角色，尤其是在社会群体内部。

但主动模仿就完全是另一回事了。由于意识行为速度慢，自觉模仿他人很困难。如果你有意识地想要去模仿别人，你的行为会看起来很虚伪，并且跟沟通不同步。然而，在人类这一物种中，它是进行传播的一条重要途径，也是学习和积累的有效机制。⁵⁴

自由意志背后的实验与故事

人类是动物王国里最大的主动模仿者。

尽管猩猩也会主动模仿别人，但它们是直奔着

目标或奖励而去的，人类孩子则会模仿不必要的行为去获得奖励。看到你跨越木板拿到了香蕉，黑猩猩可能会模仿你，但并不会像孩子那样，模仿你蹑手蹑脚地跨越木板。孩子们是模仿机，这就是为什么父母必须谨言慎行的缘故，要不然，你家可爱的小朋友恐怕会变得满嘴脏话。模仿在人类世界普遍存在，而在动物王国中却十分罕见。某些类人猿、鸟类和海豚似乎有一定程度的模仿。⁵⁵虽然人们研究了成千上万只猴子，却只有两只日本猴子经过多年的高强度训练后学会了主动模仿。⁵⁶⁵⁷

天生的道德是人类社会的润滑剂

我们镜像，我们模仿，我们模拟情绪。我们以这么多种的方式来沟通，穿行在人类世界复杂的社会当中。即便如此，我们大多数人又是怎样相处，好叫67亿人不会随时都掐着彼此的喉咙呢？我们是真的在依赖习得行为和有意识的推理，还是天生就内置了一套恰当行为的观念呢？人类团结一致谋求生存，是否让整个物种进化出了一套内在的道德感呢？杀人不好，是因为我们天生这么想，还是因为上帝、真主、菩萨或者政府是这么说的？有关人类是否与生俱来道德行为感的这些问题，早就不新鲜了。1777年，大卫·休谟就问过同样的事情：“近来出现了一场关于……道德整体基础的争议；道德是来自理性，还是感性；我们获得道德知识，是通过一连串的辩论和归纳，还是靠一种直接的感觉和微妙的内心感受。”⁵⁸虽然哲学家和宗教领袖围绕这个问题争斗了好几个世纪，不过，神经科学现在有了工具和实证证据来帮助我们做出解答。

人类学家唐纳德·布朗（Donald Brown）⁵⁹整理了一份人类共性的清单，其中包括了多种文化共同具备的与道德行为有关的一些概念。这里稍作列举：公平，换位思考（移情），区分对错、纠正错

误，对慷慨行为的赞扬和钦佩，禁止谋杀、乱伦、强奸和暴力行为，权利和义务，耻辱。心理学家乔纳森·海特（Jonathan Haidt）^[1] 努力想弄清所有道德系统——而非仅限于西方思想——中的共同之处，他得出了如下结论：“道德系统是环环相扣的成套价值观、美德、规范、惯例、认同、制度、技术，以及演进而来的心理机制，它们共同发挥作用，抑制或控制自私，促成社会生活。”⁶⁰

天生的道德直觉

许多道德直觉是对带有强烈正确性或恰当性的行为做出迅速的自动判断。这种自动判断通常并不来自蓄意的有意识评估过程（有意识评估过程要花时间，并受理性的影响）。如果你见到一个人故意违背上列的某种普遍道德行为，那么，你很可能对该行为有着道德直觉。举一个道德直觉的明显例子：你看到一个孩子安安静静地在沙箱里玩，他的祖母却响亮地扇了他一个耳光。你会立刻对祖母的行为做出判断：这是坏的、错误的、不恰当的，你会理直气壮地表示愤慨。要是有人问你何以做出这种判断，你会很容易解释。但这种问题其实无助于帮我们解答休谟的问题。海特设想了一个不同的场

景和环境，并将它展现给各种各样的人：

朱莉和马克是兄妹。大学放暑假时，两人结伴旅行。有一天晚上，他们俩住在海边的一处小木屋。两人突然想要试试做爱，觉得会很有趣。至少，这对他俩而言都是全新的体验。为了确保安全，朱莉服了避孕药，马克也用上了保险套。两人都很享受，但决定再也不要这么做了。他们决定将那晚上的事作为两人之间的特殊秘密，这个秘密让他们彼此感到比从前更亲近了。⁶¹

他们可以做爱吗？海特的这个故事设计得很好，挑起了人的所有本能和道德直觉。他对道德直觉的定义是：“意识或意识的边缘中突然出现了对其人特点或行为的评价（喜欢—不喜欢，好—坏），却并没有在意识上逐一完成搜索、权衡证据或推导结论的步骤。”⁶²故此，在他设计的场景中，他为所有的反对意见都预先安排了理性的对应之道。海特知道，大多数人会说这是错误的、恶心

的，大多数人的表现也正是如此。但海特希望了解人们做出推理的根源（如果真是出于理性的话）。为什么是错的呢？理性的大脑是怎么说的呢？不出意料地，许多人回答说，近亲繁殖可能会生出畸形婴儿，兄妹两人会在情感上受伤一类。但在海特设计的场景里，已经一一排除了这些反对意见。海特发现，大多数受访者最终会说，“我不知道，我解释不了，我就是知道这不对。”这是理性的判断还是直觉的判断呢？不管我们是从父母、宗教或文化中了解到乱伦不对，还是天生就知道它不对，想用理性论据战胜我们脑子里内嵌的规则都很困难。

科学聚焦

所有的文化都有乱伦禁忌。人们普遍认为这是一种不良行为。由于人类无法通过视觉线索自动识别自己的嫡亲，1891年，芬兰人类学家爱德华·韦斯特马克（Edward Westermarck）提出，人类进化出了一种内在的机制来阻止乱伦，大多数时候都会管用。该机制令得人对小时候常和自己在一起的人不感兴趣，厌恶与之发生性关系。⁶³按照这一规则

的预测，从小一起长大的玩伴，继兄弟姐妹，当然还有血亲的兄弟姐妹，是不会结婚的。相关的研究已经证明了这一结论。⁶⁴

进化心理学家黛布拉·利伯曼（Debra Lieberman）扩展了这些发现。⁶⁵她很想知道，个人的乱伦禁忌（“和我的血亲兄弟姐妹发生性关系是错的”）如何普及到了更大的范围（“对所有人来说，乱伦都是错的”），这种认识是自发地出自内心，还是后天习得。她发现，一个人对乱伦的道德态度，一般而言会随着和兄弟姐妹（不管是血亲、收养或者继父母带来的孩子）生活在同一个屋檐下的时间长度而增加，而不随着社会或父母规定而增加，也不随着和兄弟姐妹的血缘亲近度而增加。

回避乱伦并不是一种父母、朋友或者宗教导师教给我们的理性习得行为和态度。如果它是理性的，那就不会适用于收养的或者过继的兄弟姐妹。

这是一个通过进化选择的特性，因为它适用于大多数情况，能避免生下因近亲繁殖导致隐性基因表达而不够健康的后代。乱伦禁忌是与生俱来的，这就是为什么所有文化中都有它的身影。

然而，你的意识大脑，你的理性大脑，并不知道你内置了一种回避乱伦的系统。它只知道，兄弟姐妹发生性行为大错特错。如果你问，“为什么是错的呢？”你的解释器只能靠自身掌握的信息运行，大多数时候它并不知道有关乱伦禁忌的最新研究文献，只知道那感觉糟糕，它会想方设法地解释，于是，你大脑里会倾泻出各种各样的理由！

为了救5个人，可以杀死1个人吗

针对是否存在普遍道德推理的问题，马克·豪瑟（Marc Hauser）和同事们采用了另一种办法。他们在互联网上公布了一段经典的火车推车困境，题目由哲学家菲利帕·福特（Philippa Foot）和朱迪思·贾维斯·汤姆森（Judith Jarvis Thomson）设计。豪瑟预测，如果道德判断是理性过程带来的结果，那么，面对抽象的道德问题，不同年龄和文化

的人会有不同的答案。请阅读以下文字，看看你的回答会是怎样。

一辆铁轨上用的推车失控，朝着5个人直冲而去，要是它继续在这条轨道上前进，这5个人全会被撞死。救下这5人性命的唯一办法是，推车上的乘客丹尼斯扳下开关，把推车切换到另一条轨道上去，那条轨道上只有1个人。丹尼斯应该为了救5个人而撞死这1个人吗？

来自世界各地的20多万名受访者中，有89%的人回答说，丹尼斯应该扳动开关。但要是换了以下这个问题：

和之前一样，一台轨道推车失控，即将撞死5个人。弗兰克正好站在轨道上方的行人天桥上，身边还有个大块头的陌生人。弗兰克和陌生人所处的位置，正好在迎面而来的推车和轨道上的5名工人之间。如果他把大块头陌生人推下桥，卡在

轨道上，就能停下推车。陌生人会死掉，但5名工人能够得救。弗兰克应该把陌生人推下桥害死，来救下5名工人吗？

这一回，89%的人会回答，不应该。不管在什么年纪、什么群体中，这个结果都惊人的统一，尽管两个困境中的实际人数没有区别（为了救下5个人而牺牲1个人）。研究人员询问受访者何以做出了这样的答复，受访者们给出的理由多种多样，但无一特别具有逻辑性。根据我们对解释器模块的认识，解释各种各样是意料中的事。神经科学家关心的并不是人们给出的解释，而是想知道大脑里是否存在道德推理中心或系统，哪种困境能将之激活；做出道德决策时，大脑的哪个区域会呈现活跃状态。

乔舒亚·格林（Joshua Greene）和同事们很好奇：在上述两个场景中，人们使用的是大脑的同一部位吗？他们使用脑成像实验，在受试者确定答复期间扫描其大脑。第一个困境是一个与个人无关的场面（扳动开关），此时，与抽象推理和解决问题相关的大脑区域活动增加；第二个困境则是一个

事关个人的场面（要和陌生身体接触并将之推下去），与情绪和社会认知相关的大脑区域活动增加。⁶⁶对这样的结果，有两种不同的阐释。格林认为重要的区别是：前者与个人无关，后者则和个人相关。马克·豪瑟不这么认为，他指出，两种场面都存在太多的变量，不能简单地将之范围缩小到是与个人相关还是不相关上。人们的反应同样可以从“不能为了达到目的而不择手段”的角度来解释：换言之，为实现更大利益而有所牺牲，这是可以接受的；但不能故意叫人牺牲来实现更大的利益。⁶⁷在此前提下，我们才会根据意图来探讨行为。但不管采信哪一种解释，如下概念都成立：面对某些情况，人的大脑里普遍存在道德刹车，它们会及时启动，阻止我们进行某些活动。

情绪在道德判断时起作用

安东尼奥·达马西奥（Antonio Damasio）及其团队能帮忙解答情绪在道德判断中是否发挥着因果作用这一问题。⁶⁸他们有一群患者，其脑部与正常情绪产生相关的区域（腹内侧前额叶皮层）都出现了病变。这些患者在情绪反应和情绪调节上有缺

陷，但均有正常的智力、逻辑推理能力以及对社会和道德规范的知识。

自由意志背后的实验与故事

达马西奥的研究小组推测，如果情绪反应（受腹内侧前额叶皮层调节）影响道德判断，那么，这些患者会在事关个人的道德场景（第二个轨道推车问题）中做出实用主义的判断；但在与个人无关的道德场景中则会有着正常的判断模式。病人一边接受扫描，一边回答一些答案毋庸置疑的问题，如，“可以杀掉你的上司吗？”不管是正常对照组还是病变组的受试者都回答，“不！这太疯狂了，不行。”然而，一旦问题换成了事关个人、矛盾冲突强烈、唤起强烈社会情绪的道德困境（要

在总体利益和伤害他人之间做出权衡），情况就变了。

除了前述的第二个轨道推车困境，还有一道题是这样：“在一场残酷的战争中，你和另外10个人（其中还包括1名婴儿）藏在一间屋子里，躲避敌军士兵。婴儿哭了起来，会暴露你们的藏身之处。为了不让敌人发现并杀害其他9个人，掐死婴儿是否可以接受？”对这一类的问题，腹内侧前额叶皮层有病变的患者，在判断和反应时间上与控制组有着很大的不同。他们对场景没有情绪反应，回答得更快、也更为功利：当然可以，把那个胖子推下去好了；当然可以，把婴儿掐死吧。

道德受文化影响

乔纳森·海特提出，人面对困境是先有反应（无意识道德情绪带来的结果），之后再开动脑筋为这一反应寻找解释。这时候，解释器参与进来，根据当事人的文化、家庭、知识等信息，生成道德理由。道德推理固然有可能，但一般而言我们不这么做。道德推理往往只发生在这种时候：我们改变自己立场，站到另一个人的角度，考察他的理由从而何来。马克·豪瑟认为，就跟我们生来便有获得语言的准备基础一样，人生来也具备抽象的道德规则以及接受他人道德规则的准备基础，之后，环境、家庭和文化限制指引我们进入特定的道德体系（我们获得语言时也是这样）。不过，让我们来看看史蒂夫·平克（Steven Pinker）设计的轨道推车场景：

一辆失控的轨道推车正冲向一名教师。你可以把推车切换到另一条轨道，但这样的话，推车会触发开关，向一群6岁的孩子发送指示信号，让他们把一头玩具泰迪熊起名“穆罕默德”。你应该扳动切换开关吗？

这个故事并不是在闹着玩。上个月，苏丹一名在私立学校执教的英国妇女允许班上的孩子们把一只玩具泰迪熊以班上最受欢迎的男孩为名，不巧，这个男孩的名字跟伊斯兰教创始人的名字一样。她被判亵渎罪入狱，还受威胁说要遭当众鞭答，与此同时，监狱外还聚集着一群暴徒，要求判她死刑。示威者认为，女教师的性命显然远远低于他们至高的宗教尊严，故此，这些人对上述轨道推车假设场景所做的判断，显然跟我们不一样。指引人做出道德判断的“语法”，不可能全都是放诸四海皆准的。任何上人类学基础入门课时没打过瞌睡的学生，都说得出同类的其他许多例子。⁶⁹

虽然平克的反对意见指出了问题，但它并未否定我们的“普遍内在道德行为”理论，只不过，我们必须要考虑文化的影响。这一点，乔纳森·海特及其同事们会来帮忙。

普遍存在的5大道德模块

海特和克雷格·约瑟夫 (Craig Joseph) 在比较了人类共性、道德的文化差异、黑猩猩身上的道德前兆之后，整理了一份道德共性模块的清单。[\[2\]](#) 他们的5大模块分别和受苦（帮助别人是好事，不能害人）、互惠（由此生出了公平感）、层级（尊重长者和合法权威人物）、结盟纽带（忠于自己所属的群体）与纯洁性（赞美清白，回避污秽和不洁行为）相关⁷⁰。道德直觉判断源自这些模块，这些模块演进出来是为了应付人类以捕猎、采集为生的祖先所共同面对的特别环境。

我们的祖先所生活的社会世界，由基本上是亲戚的群体所构成，他们联合起来谋求生存。偶尔，他们会遇到其他部落，有些部落存在敌意，有些部落没有敌意，有些部落的血缘关系跟自己更靠近。所有的这些部落都要面对相同的生存问题：资源有限，找东西吃而不被吃掉；寻找住处，繁殖，照料后代。他们往往在互动中面临两难。这些情况中，有一部分就涉及了我们今天视为道德或伦理的问题。个体生存依赖于群体的生存（为众人提供了保护）以及个体在社会群体及自然世界里的技能。生存、繁衍下来的个人和群体，都曾成功地经历过了

这些道德问题。达尔文意识到了这一点，他写道：

有的部落内部包含了多种成员，有些人具有高度的爱国主义精神[结盟]、忠诚[结盟]、服从[尊重权威]、勇气和同情[受苦]等品质，有些人总是愿意帮助他人[互惠]；有些人愿意为了共同利益牺牲自己[结盟]。这样的部落能够战胜大多数其他的部落；而这，是自然的选择。放眼世界各地，随时都有部落取代了其他的部落。道德是这些部落取得成功的一个重要元素，故此，道德水平高和道德心强的男性人数，在任何地方都趋于上涨和增加。⁷¹

海特和约瑟夫的道德模块清单以及他们对不同社会道德基础的认识，比其他西方心理学家都更宽泛。两个人认为，这要归功于自己不光受到西方文化的影响，也受到了政治意识形态偏重自由的大学文化的影响。两位学者提出，前两个模块的焦点放在个人身上，是西方文化和自由主义意识形态的奠定基础，另外三个模块的焦点放在群体的生存上，融合到了保守派和其他世界文化的道德之中。

道德模块固然是共性，可建立在这些道德模块大杂烩上的美德却不是共性。美德是特定社会或文化中视之为符合道德的良好行为，是可以后天习得的。不同的文化强调海特五个模块的不同方面。我们发现，个人的思想和行为总是受家庭、社会环境和文化的影响。因此，一种文化、一个政党，甚至是一个家庭视之为善良的行为（在道德上值得称许），并不具备普遍性。美德受道德和文化差异所推动，可以用来解释平克的手推车问题。海特推测，美国政党之间存在的差异，是两党对五大模块的重视程度不同所致。

信念认知在右脑

神经科学家丽贝卡·萨克斯（Rebecca Saxe）认为，尝试理解他人的信仰和道德立场，或是试图预测和操纵他人的信念时，不仅仅需要刺激情绪。为了确定自己是否正确，她和同事们让受试者接受经典的错误信念任务（false belief task），同时扫描其大脑。

自由意志背后的实验与故事

任务是这样的：萨利和安妮在同一个房间，萨利在蓝色盒子里藏了一个球，安妮在一旁看到了。接着，萨利离开了房间。安妮站起身，把球转移到红色的盒子里。然后，萨利回到了房间。看罢这一场景，研究人员问孩子们，萨利以为球在哪儿呢？4岁以下的孩子会回答说，萨利以为球在红色盒子里。他们不明白萨利此刻有一种错误的信念。4到5岁以上的孩子则理解这一点，会说萨利认为球在蓝色盒子里。这是一种4到5岁后发展起来的机制，有了它，人就能明白他人有可能拥有错误的信念。

萨克斯发现，成年受试者在思考他人信念时、以书面形式明确地获知某人的信念时、遵循模糊的指示判断他人信念时、获得指示预测怀有错误信念的某人如何行动时，都会激活右半脑的特定区域。

我第一次听说这些研究结果时，感到很惊讶：这个机制居然在大脑的右半球。因为如果这一关于他人信念的信息放在右半脑，那么，对裂脑患者而言，关于他人的信息就不会传输到解决问题和掌握语言能力的左脑去，他们在道德推理上就应该出现中断。但事实并非如此。裂脑患者的行为和其他所有人一样。我和同事们再一次测试这些耐心无限的患者。我们接受了前述“对他人的信念认知位于右半球”的设想，我们又知道对他人的目标再现位于大脑左半球，便向裂脑患者提出了如下类型的问题：

1. 秘书苏西以为自己正往老板的咖啡里加糖，但其实加的是药剂师不小心留下的毒药。老板喝了咖啡，死了。请问，苏西的行为可以接受吗？

2.秘书苏西打算让自己的老板上西天，意图往他的咖啡里下毒，但那毒药其实是糖，老板喝了，安然无恙。请问苏西的行为可以接受吗？

受试者听了这些故事，是会只考虑结果，还是会根据故事中人的信念来判断其行为？如果你被问到这些问题，我们会说，第一个故事里苏西的行为可以接受，因为她并不知道咖啡有毒。然而，第二个故事里苏西的行为就不能容许了，因为她有意想往咖啡里下毒。我们是根据秘书的用意、行为者的信念来做出判断的。裂脑患者会如何回答呢？裂脑患者认识他人信念的大脑区域和负责解决问题、语言和言语的大脑区域分离开来，根据预测，他们只会只考虑结果。研究结果确实如此。他们完全根据故事的结果来进行判断。

例如，裂脑患者J.W.听说了如下场景：女服务员以为有位顾客对芝麻严重过敏，但照样把芝麻端上了桌。但结果却很好，因为该顾客其实并不过敏。J.W.立刻判断该行为可以接受。由于裂脑患者在现实世界中行事正常，接下来发生的事情也就不

足为奇了。过了一会儿，J.W.的意识大脑处理了他先前所说的话，赶紧给自己的回答找理由（解释器来救场了）：“芝麻只有一点点嘛，不会害死人的。”他不得不纠正自己的自动反应（自动反应并未受益于有关女服务员信念状态的信息），因为凭借理性和意识，他知道世界上哪些行为不可接受。

抑制自私

我们往往认为，与公平相关的困境肯定是道德困境。最后通牒博弈就是与此有关的一项知名发现。

自由意志背后的实验与故事

博弈有两人参加，而且只允许玩一轮。

研究人员拿给其中一人20美元，他必须和另一名玩家分配这笔钱。拿到钱的玩家只能决定分配的百分比。如果对方玩家接受了前者的提

议，两人都可留住自己手里的钱。可要是对方玩家拒绝了分配方案，那么两人都拿不到一分钱。在理性的世界里，不管第一位玩家提出怎样的提议，对方玩家都应该接受，因为不管怎么说，后者总能有所得。但人们的反应可不是这样。他们只有在自认为提议足够公平，也即自己至少得到6~8元钱的时候，才愿意接受。

恩斯特·费尔 (Ernst Fehr)⁷²和同事们利用经颅电刺激干扰受试者大脑前额叶皮层的运转，发现要是右背外侧前额叶皮层受干扰，碰到数额较低的提议，人们仍会判断其有失公平，却愿意接受。由于打压这一区域增加了人对不公平提议的自私反应，它表明该区域正常而言会抑制自私（接受任何提议），减少自私冲动对决策过程的影响，故此，也就在实施公平行为中扮演了重要的角色。

有关这一区域抑制自私的更多证据，来自达马西奥的团队。该团队为小时候这一区域就受了伤的成年人进行了道德测试。受试者的答案过分以自我为中心，他们的行为也如此。他们表现得缺乏对以自我为中心的抑制，不接受他人的观点。成年后才产生这类病变的人（如达马西奥以道德两难困境测试的患者）能够进行更好的修正补偿，这表明，幼年对获得社会知识是至关重要的。⁷³

研究人员已经确认了道德回路的许多例子，这些道德回路似乎分布在整個大腦。我們對身處的社会世界有很多先天内置的反应，包括自动换位思考、含蓄地评价他人、情绪反应等，这些反应都为我们进行道德判断提供着信息。然而，在解释自己的决定时，我们大多不会想起、或是求助于这些自动反应。面对道德挑战，人类行为一致，却给出不同的原因。这是因为，我们的行为和判断受各种影响的指引，其中包括情绪系统和特殊的道德判断系统；先天内置的道德行为喷涌而出，之后我们再给它找说法。我们真真切切地相信自己所找到的解释，这种解释亦成为我们人生中一个有意义的部分。但启动我们这些反应的，是上述全体人类都具

备的共同特性。

我们人类似乎有着相同的道德网络和系统，面对相似的问题时，也倾向于以类似的方式作出回应。我们不同的地方不在于我们的行为，而在于我们对自己为什么以这样那样的方式做出反应给出的理论不一样，在于我们对这些不同的道德系统给予的权衡不一样。我们自己的理论、我们对这些理论的权衡，是人类一切矛盾冲突的源头，要理解这种情况，我们还有很长的路要走。在我看来，这种理解对帮助有不同信仰体系的人和睦相处至为关键。

我们人类的大脑进化出了能叫我们在社会环境中茁壮成长的神经回路。即使是婴儿也能根据他人的行为做出判断、选择以及相应的行为。我们喜欢愿意帮忙、或至少不偏不倚的人，而不喜欢下绊子的人。我们懂得当别人需要帮助时，我们应当给予无私的帮助。分布广泛的镜像神经元系统赋予了我们理解他人意图和情绪的能力，通过这一信息，我们的解释模块能编织出一套关于他人的理论。我们也利用同一模块来编织自己的故事。

随着人们逐渐积累关于自然的知识，社会环境也发生变化，我们或许想要改变我们的生活方式以及我们对社会生活的体验方式——尤其是与正义与惩罚有关的事情。那么，下一章要讲的便是人类如何将社会动态和个人选择整合到一起，我们如何理清他人的意图、情绪和目标来求得生存，以及理解社会过程如何限制个人的思想。

[1] 想了解更多关于海特的思想，可参阅他的著作《象与骑象人》，中文简体版已由湛庐文化策划、浙江人民出版社出版。
——编者注

[2] 若想了解更多相关知识，可参阅海特的新书《正义之心》(The Righteous Mind) ,该书即将由湛庐文化策划、浙江人民出版社出版。
——编者注



WHO'S IN CHARGE

Free Will and
the Science of
the Brain

06 人该为自己的罪行 负责吗

正义的证据

近年来，不断有律师将大脑影像作为证据呈上法庭，或者用测谎仪检测证言的真实性。心理学终将影响大众对公正和责任的看法，但这种影响是好还是坏？脑科学能不能为我们指出大脑自动化运行和人类自由意志之间的界限？

1997年2月19日，美国佛罗里达州坦帕的一名粉刷匠拨打了911电话报警。他来到一位客户的房子，正巧透过窗户看到有个裸体男人似乎正卡着一个裸体女人的脖子。警察赶到时，邻居说，有个男的“东倒西歪地从房子里跑了出去。他的衬衫没扣纽扣，胸口全是血”。¹该男子不光卡了女受害者罗克珊·海斯的脖子，还捅了她好多刀，直至其死亡。海斯育有3个孩子。凶手名叫劳伦斯·辛格尔顿，70岁，在加利福尼亚州臭名昭著。早在19年前，他就强奸过一名15岁的少女——玛丽·文森特，还用一把斧子砍下了她的手臂，又把她抛弃在路旁的涵洞里等死。第二天早晨，两名度假客碰到了赤身裸体的玛丽，当时她正跌跌撞撞地走在州际公路上，高举着断臂以防失血更多。玛丽对攻击自己的凶手做了非常生动的描述，警方画像师据此画出头像，辛格尔顿的邻居一下就把他认了出来。

我们就是律法

辛格尔顿受到审判，被判有罪，并处以当时加州的最高刑期14年。可8年之后他就因“行为良好”假释出狱了，但假释前，监狱对他所做的精神

鉴定上说，“由于他完全无法控制自己的敌意与愤怒，他仍然高度威胁着监狱内外其他人的安全。”

²玛丽的母亲，露西·文森特说，玛丽的父亲总是随身带着一把0.45口径的手枪，想杀了辛格尔顿。³听说辛格尔顿假释出狱，玛丽吓坏了，原因有二。一是还在监狱里时，辛格尔顿就写信给玛丽的律师，对玛丽施以威胁；二是玛丽在法庭上作证时，辛格尔顿走过她身边，低声说：“就算用掉我的余生，我也会把活儿干完。”⁴辛格尔顿获得假释之后，玛丽根本不敢在同一个地方停留太长时间，还找了无数的保镖。

不光玛丽如此。辛格尔顿假释出狱后，监狱当局想把他安置到加州的小镇上，可每一座小镇的居民都爆发了愤怒的抗议。最后，他被安排到了圣昆廷监狱附近的一座流动房屋，直至假释期满。辛格尔顿获假释在加州引发的义愤，令得该州通过了《辛格尔顿法案》，避免犯下酷刑罪案的罪犯提前获释，还把此类犯罪的刑期延长为25年至终身监禁。⁵ 2001年，辛格尔顿在佛罗里达州排队等着执行死刑期间，死于癌症。玛丽·文森特告诉记者，辛格尔顿遭到逮捕以及他死掉的消息，叫她生

出“如释重负的自由感”，但她还是经常做噩梦，害怕得不敢入睡。“因为做噩梦，我还骨折过。我为了想下床，猛地跳起来把肩膀弄脱臼了。我折断了肋骨，鼻子也撞伤了。”⁶她离了婚，靠自己用破烂冰箱和收音机零部件拼凑成的假肢，当上了艺术家，辛苦抚养着两个儿子。

当你读到这里，你对辛格尔顿的直觉感受和想法是怎样的呢？你希望他被关起来，永远不得释放吗（剥夺行为能力）？如果你是玛丽的父亲，你会想杀死他（报复）？或者，你想要宽恕他，对他说他的大脑无法抑制他天生的好斗倾向真的很糟糕，或许，接受一些治疗能让他变得更亲社会（改造）？剥夺行为能力、报复和改造，是社会应对犯罪行为的三种选择。社会在考量公共安全的时候，制定和执行法律的人需要决定采取哪一种方式：报复方法着眼于对个人的惩罚和伸张正义；唯效果论（consequentialism）则强调功用，认为正确的事情就是对社会有着最好结果的事情。

随着神经科学日渐从物理的角度认识大脑处理，它开始挑战一部分人对犯罪行为、如何解决犯

罪行为的传统概念。决定主义对“人应当为自己的行为负责”的古老观念提出了异议，一些学者甚至提出极端的看法：人类永远无法为自己的行为负责。这些想法对调控人类在社会群体中相处的基本规则提出了怀疑。人们应该为自己的行为承担责任吗？如果人类不为自己的行为负责，那么，人的行为会转向糟糕的方面（一如我们在第4章所知——读了有关决定主义的研究结果之后，考试作弊的学生变多了），并在整体上给社会造成负面影响。人类走向文明，靠的是责任心吗？神经科学对这些问题提出了越来越多的看法，并且慢慢地扩散到了法庭之内。不过，在大多数神经学家看来，神经科学走进法庭实在为时过早。

加利福尼亚州人认为，辛格尔顿不应该获得假释，他仍然是个危险人物，他们不想要他住在自己的社区。他们还认为，某些行为需要给予更长时间的监禁处罚。遗憾的是，在辛格尔顿一案中，他们的看法是对的，假释委员会错了。最近，法律系统求助于神经科学，希望获得涉及若干不同领域的答案：预测人未来的危险性（累犯）；判断治疗对哪些人可行；判断这些决定有多大的可信度。是不是有些罪行太可怕，不能考虑释放？神经科学对我们

面对反社会行为或犯罪行为时的情绪反应也有启发作用。这就产生了如下问题：如果我们理解自己的行为是进化所磨炼出来的，我们能够修正行为吗？应该修正行为吗？是这些情绪塑造了文明社会吗？嘿，我们这些神经学家可真是给自己找到合适的活儿啦！

“我们就是律法”是来自哲学家加里·沃森（Gary Watson）的建议。他指出了简单的事实：人类在认识自己的过程中，塑造了自己决意赖之生活的规则。如果迈克尔·托马塞洛和布赖恩·黑尔所说不错，数千年来，我们一直在通过排斥、杀死过分激进好斗的人来进行自我驯化，将这些人从我们的基因库里去掉，修正我们的社会环境；那么，贯穿人类进化史，我们也在制定并执行群体的生活规则。鉴于之前我引用的神经科学的各分支研究，我们对自己、自己的行为 and 动机逐渐有了不同于两百年前的认识，或许，我们可以考虑重构社会的框架。这可归结为一点：我们就是律法，因为律法是我们制定的。我们的立场受先天内置的道德思想和不同的文化观念所平衡。在考察大脑如何促成思想的议题时，我们必须做出判断：我们是否必须对人的本性、我们是什么、我们应该如何互动

形成一套不同的信念？不可避免地，接下来我们还应该考虑，改变我们的现行法律结构，是好还是坏？

到目前为止，我们已经看到思想约束大脑，我们也逐渐理解了社会过程约束个体的思想。在本章中，我们将看到，源自神经科学的人类生存条件观点对我们的法律、我们的责任和争议概念，产生了文化上的冲击。有一个反复被人思索的问题，在于我们法律制度的根基：我们有必要自然倾向于报复吗？强调功用的责任心就足够了吗？惩罚是公正的吗？我并不想吊你的胃口。这些问题从未得到解答，但对大脑的研究以及研究所得的相关内情，令得它们浮出了水面。我们会看到，一如我们的道德系统，现行的法律制度亦源自人类的天生直觉，又受进化所磨炼。

文化和基因影响认知

我们所从属的文化其实在塑造人的某些认知过程中发挥着重要作用。理查德·尼斯贝特（Richard

Nisbett) 和同事们考察了这一观点。他们假定, 东方人和西方人在思考某些事情时使用不同的认知过程, 这些差异的起源来自双方不同的社会系统, 前者源自古老的中国, 后者来自古老的希腊。⁷ 研究人员认为, 其他古代文明中没有跟古希腊人类似的文化, 尤其明显的一点是, 古希腊人认为力量发自我体。尼斯贝特在撰写研究结果时说, “较之其他任何古老的民族, 甚至较之当今世界的大多数人, 希腊人对个人载体赋予了更大的意义感——也即, 人负责自己的生活, 人听凭自己的选择自由行事。希腊人有一种幸福定义, 认为幸福来自人能施展自己的力量、追求卓越、免于束缚。”⁸ 古代的中国人与此不同, 更关注对社会的义务, 以集体为载体。 “中国人和希腊人不同的地方, 在于前者强调和谐。每一个中国人首先是一个集体或若干集体 (宗族、村落, 尤其是家庭) 的成员。对中国人而言, 个人不是在各种社会环境下都能维持独特身份认同的独立单位, 而希腊人却显然正是这样。” 以和谐为目标, 社会环境不鼓励对抗和争论。

尼斯贝特和同事们提出, 社会组织将我们的注意力焦点引向环境的不同部分, 间接地影响认知过

程；又通过大力接受某些社会沟通模式来直接地施加影响。他们认为，如果人把自己看成是一幅宏观图景中的一部分，那么，或许他会以整体的方式看待世界的所有方面；反过来说，如果人认为自己拥有个体的力量，那么或许他会单独地看待世界的各个方面。研究证明了这一想法。研究人员做了测试，先要求美国人或东亚人将眼前一闪而过的简单场景加以描述，隔了一会儿之后，再看他们能记得场景中的多少内容。美国人的焦点放在画面的主要物体上，而东亚人则更注意整幅场景。这是不是大脑功能中文化差异的证据呢？

自由意志背后的实验与故事

麻省理工学院的研究员，特里•海登

(Trey Hedden) 和约翰•加布里埃利 (John Gabrieli) 让东亚人和美国人迅速做一系列的感性判断，同时接受功能性核磁共振成像扫描。⁹研究员向受试者展示了一组大小不一的

正方形，每个正方形中间都画着一条线。在判断每一组直线与正方形大小比例是相同还是不同的时候（这是一种相对的判断），美国人维持关注力所需的大脑活动较多；而在判断直线是否等长时（与包围直线的正方形无关）——也即对单个物体进行绝对判断，他们所需的关注力较少。对于美国人而言，大脑对个体进行绝对判断时需要做的工作较少，进行关系判断时需要做的工作较多。东亚人却恰好相反。他们的大脑在进行绝对判断时超时运转，但进行相对判断时却轻轻松松。

此外，大脑在进行文化偏爱和非偏爱任务时的活动量也有不同，会根据人对自身文化的认同程度

有所变化。大脑功能的差异出现在以判断为注意中心的处理后期阶段，而非出现在视觉处理的初期阶段。尽管美国人和东亚人使相同的神经系统完成相同的任务，但所擅长的任务类型却有着极大的差异，“彻底推翻了整个大脑网络中任务与激活之间的关系。”

同一地理区域和族裔群体中似乎也可发现这种不同的关注聚焦类型。土耳其东部黑海地区的渔民和农夫，生活在以讲究合作的社群里，就比牧民（生活在需要不断进行个人决策的社群里）更倾向于整体关注方式。¹⁰

东方人与西方人在基因构成上也有不同，金喜

君 (Heejung Kim , 音译) 和同事们想知道 , 关注方式差异在多大程度能用基因差异来解释。之前有许多研究已经揭示 , 五羟色胺在注意力、认知灵活性和长期记忆中发挥着一定作用 , 所以 , 他们认为 , 考察某个特定的五羟色胺系统多态性 (一种 DNA 序列的变化) 会大有收获。该系统多态性会影响人的思考模式。研究人员观察了 5-HTR1A 基因 (控制五羟色胺的神经传递) 的不同等位基因 (在负责控制相同遗传特征的配对染色体上占据相同位置的不同核酸序列) 。

科学聚焦

研究人员发现 , 人所拥有的 5-HTR1A 等位基因类型和该人所生活的文化存在明显的互动关系。这种互动关系影响了人对注意力的分

配。在匹配基因组上拥有相同DNA序列（纯合子）G等位基因（跟适应变化的能力降低相关）的人，更强烈地接受文化所固有的思考模式，而拥有纯合子C等位基因的人则不会。拥有一个G序列一个C序列（杂合子G/C等位基因）的人爱选择中间路线的观点。

研究人员总结了研究结果，认为：“依据个人的文化背景，相同的遗传倾向可能会导致不同的心理结构。”¹¹

行为、认知立场和潜在的生理机能能够影响文化环境，也会受文化环境所影响。这强化了我在上一章所提及的生态位构建模型观点的重要性，也即，生物体和环境之间的互动是双向的：生物体（被选择方）在某种程度上改变着环境（选择方），甚至影响着未来选择的结果。以人类的情况为例，我们拥有改变自然甚至社会环境的能力，这些改变带来的反馈造就了一个不同的环境，而受到改变的环境又选择了能够生存、繁殖、改变未来环

境的人类。因此，环境和生物体是错时匹配的。

考虑到我们的法律结构和道德规则怎样影响、塑造我们的社会环境，它们会选择什么样的行为，什么样的人才能生存、繁殖，以及这些人对将来的社会环境有着怎样的影响，上述观点就显得尤为重要了。在神经生理层面上，我们生来就具有公平感和其他一些道德直觉。这些直觉有助于我们在行为层面上进行道德判断，甚而，在更高的层面上，我们的道德判断有助于我们构建社会的道德和法律法规。在社会层面上，这些道德规则和法律提供了反馈，对行为加以限制。社会对个人行为层面的压力，影响了人的生存和繁殖，故此，也就影响到哪些潜在的大脑过程会得到选择。随着时间的推移，社会压力开始塑造我们自身。因此，很容易看出，我们极有必要理解这些道德体系。

干坏事的是我，还是我的大脑

法律系统是社会调解人与人关系的中介。在尝试归纳法律及人的正义、惩罚概念（由人类大脑、

思想和文化互动所造就)时,我们应当牢记生态位构建的动态。法律系统以多种方式阐述权利和责任。在大多数现代社会中,法律系统所制定的法律,通过一整套的制度来强化,违反法律的后果就是受到法律的制裁。人违反法律,不光只是对一个人犯下罪行,而是对整个社会、整个国家犯了罪。目前,美国法律认为,除非受到严重的胁迫(如有人拿着枪指着你孩子的头),或是在理智上存在严重缺陷(如无法判断对错),人必须为自己的犯罪行为负责。在美国,违背法律后果建立在报复性正义的体系之上,也即,人为自己的罪行承担责任,并以“罪有应得”的形式受到惩罚。阅读了前面的章节和决定论证据之后,我们要面对的问题是:人犯了罪,我们该怪谁?怪这个人?还是怪他的大脑?我们是想要当事人对罪行负责,还是基于决定论的大脑功能观,想要原谅他?具有讽刺意味的是,这个问题正好趟二元论的浑水。二元论认为,人与人的大脑和身体是有区别的。

法律很复杂,考虑的不光是实际犯罪行为。举例来说,行为人的意图同样是方程的一个因子。行为是有意还是无意呢?1963年,李·哈维·奥斯瓦尔德(Lee Harvey Oswald)怀着杀害肯尼迪总统的

意图，带着改装步枪埋伏到游行路线边的一栋建筑，等总统的车队经过时便朝肯尼迪开了枪。次年，澳大利亚发生了另一案件，罗伯特·瑞安（Robert Ryan）成功抢劫了一家商店，被认定无意中杀害了店里的收银员。他离开商店时脚被绊了一下，不小心扣动了枪的扳机，击中了收银员。

电影、书籍和电视大量表现法庭上的犯罪审理情况，控辩双方为犯罪者的意图和许多其他情形争得面红耳赤，但现实中，只有很少的罪案会上庭审理，仅约为3%；绝大多数都通过认罪答辩程序处理。一旦我们走进法庭，走进司法程序的实验室，神经科学便大有用武之地了。它可以提供证据，说明法官、陪审团、检察官和辩护律师存在无意识的偏见，告诉我们目击者作证的记忆和感知是否可靠，测谎是否可靠。现在，还有人要求神经科学判断被告人是否能承担刑事责任，预测未来的行为，判断什么样的人会对什么样的境遇做出反应。它甚至可以说明我们进行处罚的动机。

斯坦福大学的心理学教授罗伯特·萨波斯基（Robert Sapolsky）发表了语气极为强烈的声

明：“法律体系应用于精神失常检验的金律《麦克·纳顿条例》（M' Naghten Rule），竟然建立在年纪已足足有166岁的科学之上。我们对大脑的日益丰富的知识，令得意志的概念、有罪的概念，乃至刑事司法系统的立足前提，都显得非常可疑。”

¹² 《麦克·纳顿条例》出现于1843年（当时，麦克·纳顿试图刺杀英国首相罗伯特·皮尔），自那以后，就被用来判断大多数普通法管辖范围内精神病人的刑事责任。

英国最高法院曾在上议院回答一个事关精神病的法律问题这样说，“应当告知陪审员，在所有案件中，都须假定每一个人都神志健全，有充分的理智对其所犯罪行承担责任，除非辩方令陪审员确信当事人神智失常；若要以神智失常作为辩护基础，辩方应当清楚地证明，事发当时，被告因精神疾病处于理智缺失状态，不知道自己行为的性质；或者，被告确知自己行为的性质，却不知道自己在做的事情是错的。”¹³ 萨波斯基提出的问题是：考虑到决定论，考虑到我们逐渐理解了精神状态，考虑到我们可以追踪大脑哪一部分参与了意志活动，该部分有可能受到了损害，我们可以具体地确

定损害存在以及造成损害的原因，那么，我们是否应该采用不同的方式来看待被告？

卷入争论的观点，正是我们法律体系的基础，也即人应当为自己的行为负责。问题是：现代神经科学是否加深了我们的决定论认识，以及，有了更强的决定论认识，是否减少了进行报复、施以惩罚的理由？换句话说，有了决定论，就无法归罪；无法归罪，就不应该有报复和惩罚。这正是令得人们隐隐担心的事情。如果我们从文化上改变了对这些事情的看法，那么，我们就会改变我们处理人类行为中涉及犯罪和惩罚的这些遗憾方面。

法庭上大展拳脚的神经科学

普通法系（亦称英美法系）建立在如下信念之上：在不同的场合下以不同的态度对待相同的事实有违公平，所以，“先例”或过去的决定对将来的决定起到约束作用。这样一来，构成普通法的，是法官和陪审团从前的判决，而非法律法规。回顾普通法的历史，我们可以看出，普通法的根源和不少

传统来自科学知识不甚昌明的时代。20世纪50年代，法庭将精神分析理论接纳为一门科学，但精神分析理论并无实证数据支撑。法庭为什么会接纳没有实证数据支撑的东西呢？因为法官认为精神分析理论挺好，准予接纳。过去的半个世纪里，事情发生了变化。我们对大脑功能和行为的认识有了天翻地覆的变化，而且还拥有实证数据。现在，我们知道了所有的这些大脑机制，知道认知状态和精神面貌的关系。大脑扫描逐渐进入法庭，采信为证据，解释为什么某人会以特定的方式行事。大脑扫描真的能够做到这一点吗？

大部分神经学家相信大脑扫描还没这么大的神通，因为你在阅读大脑扫描图的时候，你仅仅会注意到在某一特定区域（如果你多收集几个人的脑部扫描图进行对照的话），这一部位出现了这样那样的情况。扫描的结果并非专门针对特定的人。这就提出了一个问题：大脑扫描是怎么走进法庭的呢？我们很难不这么想：我们文化中的有些东西，叫我们比科学家们自己还更相信扫描。不过，律师和神经学家都想知道，这些扫描是真能当成证据，还是更容易造成不利的偏见。同样有争议的是，不管是法官还是陪审团都不曾受过科学的训练，他们是否

能够理解——脑部扫描有其局限性，由此做出的结论不够可靠。许多神经学家担心，要是一名科学家走进法庭，展示了一连串的大脑扫描图，说这就是被告为什么不应承担责任的原因——这会不会造成过分的影响呢？

最近的研究表明，成年人阅读心理现象的解释时，如果在阅读材料中附上大脑扫描图，他们会对这些解释做出更正面的评价，并给予重视，哪怕所附的大脑扫描图跟解释毫无关系！事实上，有大脑扫描在侧，人们更容易接受糟糕的解释。¹⁴事实上，科学家所阅读的大脑扫描，是对脑部活动在何处发生的概率性计算，它以不同人大脑活动的平均值为基础。要是陪审员和法官先入为主地以为大脑扫描是科学铁证，那就错得厉害了。我们稍后再来探讨这一点，这里，我们必须弄懂的是：人不可能指着大脑扫描图上具体的一个点，以100%的准确性断定，某个想法或行为就发生在这个区域。研究人员曾经让学生们做假想惩罚的游戏：如果事先让学生读一段有关决定论的摘录（朝决定论引导），学生做出的惩罚决定会比事先没读过的人更轻。¹⁵故此，我们对大脑功能的认识，会影响到我

们是什么样的人，我们会怎么做。

神经科学在三个领域对法律有所影响：责任、证据，以及受害者和罪犯在审判期间是否获得公正对待的问题。

责任并不在大脑中

从责任的角度说，法律是从如下简单模式来考察大脑的：正常的大脑中有所谓的“实践推理器”在畅快地运转，产生行动和行为。个人责任是大脑“实践推理器”正常运作的产物。大脑可能会遭遇一些事情，如病变、受损、中风或神经递质失常，让“实践推理器”无法正常运转，削弱大脑的能力，故此也就削弱了责任，而当事人也就能免于承担责任。尤其在刑事案件中，被告还必须有“犯罪意图”，或明确的邪恶用心。

自由意志背后的实验与故事

在宾夕法尼亚州，大脑扫描改变了两例死刑判决。1983年，西蒙·派雷拉因为犯下了两宗一级谋杀罪，两次被判死刑。然而，时隔21年后的2004年，法庭接受了大脑扫描的证据，这些证据在重审听证会（召集重审听证会是因为检察官行为不当）上说服了陪审团：派雷拉不应当承担死刑处决，因为他的前额叶是畸形的，损害了他正常行事的能力。于是，派雷拉又对自己犯下的第二宗谋杀罪提出上诉，上诉过程中，辩方又拿出相同的大脑扫描图，提出另一套说法：派雷拉精神发育迟滞。上诉法庭的法官认为，神经心理学家的证词“极具说服力。”¹⁶前后的诊断不同，却都使用相同的大脑扫描图作为证据，而且居然还都得到了认可！

有一点值得指出，这两起案件都是在2002年“阿特金斯诉弗吉尼亚州案”之后裁定的。在阿特金斯诉弗吉尼亚州案中，最高法院认为，将精神发育迟滞（弱智）的人处以死刑，违背了美国宪法第八修正案，因为这种惩罚残忍且有违常规。首席大法官斯卡利亚对阿特金斯案做了如下总结：

申诉人达里尔·雷纳·阿特金斯一整天都在喝酒、吸食大麻，之后，他和犯罪同伙驱车去了一家便利店，意图抢劫一位顾客。受害者是兰利空军基地的一位飞行员，埃里克·内斯比特。两人绑架了内斯比特，开车到了附近的自动取款机上，强迫内斯比特取出200美元。之后，两人又将受害人开车送到一处荒地。受害人乞求他们不要伤害自己。按照同案者的证词（显然已为陪审团采信），阿特金斯吩咐内斯比特下车，等后者走了几步之后，就连开一、二、三、四、五、六、七、八枪，击中其胸口、腹部、胳膊和腿部。

陪审团确信阿特金斯犯有谋杀罪。经

过重审.....陪审团听取了申诉人自辩精神发育迟滞的大量证据。一名心理学家作证，申诉人有轻度的弱智，智商为59，“学习缓慢”.....，在生活的几乎每一个方面，都显得“缺乏成功，”.....他判断自己行为是否犯罪的能力是“受损”的，也无法使自身行为遵守法律.....申诉人的家人提供了更多支持他精神发育迟滞的证据。弗吉尼亚州对辩方所提交的精神发育迟滞的证据做了反驳，并呈上了另一位心理学家的证词，“除了智商之外，绝对没有其他证据.....表明[申诉人]有丝毫的精神发育迟滞”，并得出结论，申诉人“至少，有着一般人的智力”。

陪审团还听取了有关申诉人此前所犯16次罪行的证词，其中包括抢劫、企图抢劫、绑架、使用枪支、致使他人伤残.....这些罪行的受害者对申诉人的暴力倾向做了生动的叙述：他用啤酒瓶敲击一名受害人的头部.....；他当着另一名受害人的脸挥舞枪支，并用枪敲击她的头部，使之倒地，然后扶她站起来，又一枪击中她的腹部.....陪审团判申诉人死刑。弗吉尼亚州

最高法院确认了对申诉人的判决.....¹⁷

大法官史蒂文斯撰写了最高法院的多数人意见书，他认为，精神发育迟滞的被告无法理解死刑的两大主要理由：威慑和报复，因此，对其施以惩罚是残忍的、有违常规的。大法官没有论及死刑的第三点理由，也即使犯罪人丧失行为能力。总之，法律裁决是根据对当前法律惩处目标的信念来做出的。它并不建立在科学的基础上，也即由于被告大脑异常、可能无法形成意向等等。法律裁决还假定，任何存在某种程度“精神发育迟滞”的人，都没有能力理解“罪有应得”或社会的正误观点。

大脑异常的故事存在许多问题，但其中最大的问题在于，法律做出了错误的假设。大脑扫描呈异常的人并不一定有着异常的行为，有着大脑异常的人也并不一定不能对行为负责任。责任并不位于大脑当中。大脑里没有责任区域或网络。一如我此前所说，有关责任的思考方式来自人与人之间的互动，它是社会的契约。责任反映了社会背景下一个或多个载体互动中浮现的规则，以及希望人人都遵守固定规则的愿望。异常的大脑并不意味着人不能

遵守规则。请注意，在上述案例中，罪犯能够制订计划，携带对执行计划而言必要的工具，明白自己正在做的事情不能公开做，在到达无人地区之前也能够约束自己的行为。

以精神分裂症这样的神经递质失调问题为例：一方面，精神分裂症患者确实经常因为与毒品相关的问题遭到逮捕，另一方面，只要精神分裂症患者坚持服药，暴力行为的发生率就并不比正常人更高，未服用药物的人，也只有很小的比例出现暴力行为增多现象。他们仍然深刻地理解所有的规则并服从，比如，他们碰到交通信号灯会停下，会付钱给收银员。光是因为你患有精神分裂症，并不代表你的暴力行为基准发生率会提高，也不是代表你有更大的犯罪可能性。用精神分裂症来作为辩护借口，在一起案件中或许对被告有所帮助，但同样有可能不恰当地开释了另一起案件中的被告。它甚至还可能作为错误指控的证据。“精神分裂症患者容易犯罪”这样的想法，还能令得政府当局“在他们犯罪之前”，把所有精神分裂症患者关押起来。

约翰·欣克利在行刺里根总统未遂之后，一位

精神科医生诊断他患有精神分裂症，于是陪审团因其精神错乱而裁定欣克利谋杀罪名不成立。可欣克利的行刺却是事先预谋好的。他早早就做好了计划，显示出良好的执行运作能力。他明白自己的做法是违反法律的，所以把武器藏了起来。他知道枪击总统会让自己背上恶名。

同样错误的假设也用到了左侧额叶出现病变的人身上。他们有可能行事古怪：他们自己、家人和朋友，都会注意到当事人行为的变化，但其出现暴力行为的概率只比正常基准高3%到13%。额叶病变并不能预测暴力行为。病变并不出现在固定的位置，也没有开关能打开暴力行为。此外，一种情况并不能推而广之地用到另一种情况。如果法院系统得出结论，额叶病变可以替犯罪行为进行开脱，那么，有些患有类似病变的人很可能借此作为现成的借口，做出一些他们本来找不到借口做的坏事（太好了，我要收拾收拾那个混蛋，到时候，我只要说我额叶受伤就能脱身）。要不然，就是政府当局为了预防犯罪，把所有额叶受了损伤的人全都关起来。故此，在思考这些事情的时候，我们必须谨慎：我们的良苦用心，一定不能用错了地方。

我们的脑影像将作为呈堂证供

精神分析理论，还有现在的大脑扫描，是怎样得到法庭采纳的呢？在美国，法庭采纳科学证据有通用的标准。不同的州要么遵循普遍接受的弗莱规则（Frye rule），要么遵循杜博特-乔伊纳-坤霍“有效性”规则（Daubert-Joiner-Kumho “validity” rule）。前者规定：“只要‘科学技术、数据或方法，得到了相关行业内的普遍接受’，便可采纳为科学证据。”¹⁸后者规定，在判断科学证据、专家证词、抑或两者之有效性方面，主审法官拥有“把关的责任”。法官则使用若干标准，如一种理论或技术是否可以证伪、是否已受到同行审查等等，来分析专家证词是否具备良好的科学性。但是，法官受的是法律训练，能够可靠地判断科学证据是否有效吗？

不管脑部成像是否通过科学标准的检验得到法庭的采纳，它总归已经找到门路进入了法庭，而我们必须加以应对。学界越发倾向从确定性的角度认识大脑，脑功能成像是其基础，尽管如下文所介绍，大脑扫描的性质主要还是统计性的。不管怎么

说，脑功能成像检查的结果同样成为法律诉讼的证据，似乎已不可避免。然而，仔细审视这一技术，应该让人对这些阐释和期待产生怀疑。

每个人的大脑各不相同，大脑扫描不精确

和指纹一样，每个人的大脑都略有不同，有着独特的配置，每个人都以不同的方式可靠地解决问题。心理上的个体差异由来已久，想必任何人都不觉得这是什么新鲜事。然而，在大脑扫描技术被发明之后，人们把这个事实暂时给搁置了。有一幅漂亮的大脑扫描图是一回事，知道你看到的是什么、某个区域的功能是什么、它跟大脑的另一区域有什么关联、如何在不同的的大脑上定位特定的结构，就完全是另一回事了。核磁共振成像扫描的个体差异极大，因为大脑的体积和形状有很大区别；此外，体积和形状带来的切片方向也有差异，扫描器材所用的程序也有很大差异，等等。

尽管存在这样那样的个体差异，1988年，让·塔莱拉什（Jean Talairach）和皮埃尔·托诺克斯（Pierre Tournoux）还是公布了一套用于识别和测

量大脑的三维比例网格系统。该系统建立在如下设想上：大脑的组建根植于表面上无法看到的结构，但通过与“大脑表面两个容易识别的特点，也即前连合和后连合”比较，可以进行定义。使用上述标准的解剖标志，通过核磁共振成像和正子扫描（PET scan）所得到的个别大脑图像，就可以调整到“标准的塔莱拉什空间”上。套用他们的图谱，研究人员可以对特定位置的脑体组织识别做出推论。

塔莱拉什很快指出，这种方法有局限性，他用来参考构建标准空间的大脑（是一位60岁法国女人死后献出的大脑）比普通大脑小，“由于大脑体积的差异，尤其是端脑（telencephalon）的差异，这种方法只针对此一大脑具有精确性。”¹⁹也就是说，他的方法只针对该60岁法国女性小于平均水平的大脑才准确。用来比较大脑的“标准化软件”，会旋转、缩放、甚至扭曲单个的大脑，使之与标准模板吻合。该软件一开始运作，就先把大脑成像里的脑沟（皮层表面的深沟）给磨平，而每个人的脑沟是极为不同的。在这么做的过程中，脑沟信息的细节丢失了，而且，也让脑沟的位置变得不确定。

因此，特定区域的位置坐标完全是概率性的，它在每个人大脑里的实际位置并不一样。反过来说，任何大脑处理流程在大脑里的位置同样是概率性的、不准确的，但在不直接检验单个大脑的前提下，现行技术也只能做到这个程度了。这就是神经科学自身的小小不确定性原理！

为了通过成像为大脑的运作确立标准，信号噪声比（也就是在所有其他大脑信号中要研究的那一信号）必须足够高，才能显示出特定区域出现了特定的反应。要做到这一点，达特茅斯学院的迈克尔·米勒（Michael Miller）和同事们扫描了20人的大脑，把得来的所有大脑扫描整合成了一幅图，将所有信号添加到该平均调整而得的大脑上。如果针对一个任务，某个区域存在始终如一的信号，说明可以可靠地将该区域确认为活跃。但如果关于大脑运作的大部分信息都来自像这样的群体平均值，你又能怎么分析个体大脑的信息呢？你如何获得法庭上被告的大脑信息呢？举例来说，如果你观察辨识记忆任务群体扫描图，分析人会把从前看到过某样东西的记忆放在哪儿，16名受试者的平均结果显示，左侧额叶区域积极参与了这一类的记忆任

务。²⁰可要是你看单个人的扫描图，前9名受试者里就有4人并未激活该区域。6个月后，要是你再把这这些受试者找回来，完成同样的任务，他们的特定反应模式仍然保持一致，可不同人之间的变数仍然很高。那么，你怎么能把群体模式应用到个体身上？

此外，我们大脑的连接方式也存在差异。长久以来为科学所忽视的大脑白质，是一张连接神经结构的巨大纤维网络。大脑处理信息的方式，依赖于这些纤维怎样连接。现在，有了扩散张量成像（DTI）技术，我们可以看到连接的个体差异，而事实证明，这种差异又极其巨大。²¹我们利用扩散张量成像，发现人与人之间胼胝体的连接方式都有可能很不一样。

自由意志背后的实验与故事

我们在实验室里观察研究两种处理过程
时第一次发现了人与人之间胼胝体的连接方式

并不一样：处理过程之一，旋转空间中的物体，我们知道它存在于大脑右半球；过程之二，叫出物体的名字，存在于左半脑。举例来说，如果我给你看一艘面朝下的船，在你叫出它的名字之前，你会先在大脑右半球里把它翻成正面。接下来，你把旋转后的图像发送给左半脑，左半脑叫出该物体的名字，之后你才把名字说出来（“啊，是船”）。我们注意到，有些人做得快，有些人做得慢。我们发现，报出物体名称快的人，使用胼胝体的某一部分来传输信息；而做得慢的人，使用的是完全不同的一部分来把信息传输到言语中心。于是我们想，也许解剖学差异可以解释这一点。原来，人胼胝体不同部位的纤维数量差别相当大，用来处理该问题的路径当中的纤维数量也差别巨大。²²在法律环境下，我们不可能掌握上述所

有差异，充当具体案件的证据。

扫描时的大脑，并不是犯罪时的大脑

目前，法庭很明显不宜使用大脑扫描图，原因如下：（1）如我所描述，所有的大脑都有所不同。判断单个人脑部活动模式是正常还是不正常，是完全不可能的。（2）思想、情绪和我们的思考方式不断在发生改变。扫描时对大脑所做的衡量，并不反映犯罪发生时大脑发生的情况。（3）大脑对许多能改变扫描的因素非常敏感，如：咖啡因、烟草、酒精、毒品、疲劳、月经周期、伴发疾病、营养状况等等。（4）人的表现做不到始终如一。人每天完成特定任务的情况有好有坏。（5）大脑成像图令人产生了偏见，以为临床上确定如此，其实不然。2010年我执笔撰写本书时，这样那样的确凿原因还有很多。尽管这门科学大有前途，但目前还不够好，遭到误用的可能性远大于妥善使用的可能性。当然，我们必须记住，神经科学里的事情变化极快，新的技术不断涌现，我们能更多地了解

人的大脑和行为。我们一定要为将来可能发生的情况做好准备。

爱德华·科克 (Edward Coke) 爵士论及“犯罪意图”的格言，有可能成为美国刑事法和普通法未来的中心原则：除非意图同样有罪，单纯的行为并不能定人的罪。你需要犯罪的意图。犯罪意图主要有4个必须加以论证的部分：（1）怀着有意识的目的采取行动，参与特定行为或导致特定结果（目的）；（2）懂得人的行为具有特定的性质，如好或者坏、合法或非法（理解）；（3）有意识地无视毫无道理的庞大风险（鲁莽）；（4）引发庞大或已知的风险，而此种风险，行为人事先早就知道（疏忽）。这里的每一部分，都对应着已经得到了深入研究（而且还在继续研究）的大脑机制。目的性涉及大脑的意图系统；理解和知晓涉及大脑的情绪系统；鲁莽涉及奖励系统；疏忽涉及寻求快乐系统。这些领域的大部分情况我们是已经了解的，也会给犯罪意图原则带来不少问题。

动作早于意识

我在前面的章节中曾提到，本杰明·利贝特和崔思松（Chun Siong Soon，音译）两人的研究都表明，大脑的大多数工作是在无意识层面上完成的，受试者有意识地做出决定之前几秒钟，研究人员就能够预见他的决定。有关人的意图的研究越来越有意思，并已得到一些有违直觉的惊人研究成果。

自由意志背后的实验与故事

如果你以低速度对一个受试者的顶叶区域进行刺激，他会产生一种有意识的意图感（“我会抬起手来”）。如果你以较高的速度对顶叶上略有不同的区域施以刺激，受试者会产生行动的知晓感，哪怕事实上他的肌肉并未做动作，也就是说，受试者什么都没有做，他却相信自己做了（“我已经把手抬起来了呀。”啊……不，你没有抬起来过。）²³而如

果你刺激的是额叶区域，受试者会产生多关节运动，可他自己却不知道！

从这些研究来看，发号施令的是无意识的大脑，而非有意识的大脑。但，且慢！尽管这一类的研究让人把视线集中在“什么样的”意图和“何时产生”意图方面，马塞尔·布拉斯（Marcel Brass）和帕特里克·哈格德（Patrick Haggard）却已经着手研究一个久遭忽视的方面：“是否”²⁴ 执行意图，也即意识可以对无意识中产生的念头加以控制。他们的数据表明，（dorsal frontomedian cortex）的一个特定区域和某种自我控制相关，²⁵ 该区域和运动准备区存在已确定的连接，这就暗示，这种自我控制是靠调节大脑参与运动准备的区域来实现的。²⁶ 额叶皮层中间背部左侧区域激活上存在的个体差异和抑制行为的频率相关，这暗示自我控制有一种类似个人特质的倾向。两位研究人员认为，这是一个自上而下处理的例子，一种精神状态影响到了下一种。他们对确定性

提出反对意见。

我们的看法是，意志活动有着不同的元素，这些不同的元素有可能分散在大脑的不同区域当中，可以进行识别。倘若通过大脑扫描能说明人在意识通往行为的通路上是否发生病变，说明人是否能正常运作，那么，我们可以理解法庭接纳大脑扫描的做法。可惜，目前的扫描技术在上述两种情况下都无法充当证据。

测谎仪准吗

在判断有罪无罪的时候，精神状态很重要。将来，有关精神状态的知识会越来越多，进而对精神状态做出更严谨的阐述。这将对我们如何认识自己、法律如何应对这些越来越多的知识产生极大的影响。读心，也就是检测精神状态，是颗烫手的山芋。人们熟悉的传统读心术，“测谎”，是出了名的不可靠检测，目前在美国，除了新墨西哥州，没有别的地方允许法庭以此作为证据。但一些法庭将采用EGG技术的同类新做法接纳为证据：2001

年，爱荷华州的一家法院接受了“脑指纹”证据。2007年，印度的一家法院批准对两名谋杀案的犯罪嫌疑人进行脑电振荡签名测试（这两名嫌疑犯先前还做了测谎检验，检验结果认为两人确实说了谎）。2008年，在印度的浦那，此案继续审讯，并以2007年脑电振荡签名测试所得的阳性结果作为证据，令得一人罪名成立。另一种使用功能性核磁共振成像扫描技术的新方法（由No Lie MRI和Cephos两家公司开发）也即将出现在法庭上。

许多批评者说，没有足够的数据证明上述任何一种方法可靠。没有哪种测试能做到万无一失，不管样本量有多大，总会存在一定比例的假阳性测试和假阴性测试，而这一比例决定了测试结果的准确度。如果有两种测试方法，一种测试1 000次只有2个假阳性结果，另一种有200个假阳性结果，那么，显然前者更为可靠。上面列举的几种测试方法，其假阳性和假阴性的基准率并不清楚。

弗吉尼亚大学的教授弗雷德里克·绍尔（Frederick Schauer）²⁷则认为这些测试已经达到了足够的成熟度，他说，科学以为，法律和科学的

标准都是一样的，其实两者的标准并不一样。他指出，法律的目标和科学的目标完全不同：检察机关除了要提出合理的怀疑，更承担着证明有罪的重大责任，就跟科学需要可靠的数据差不多，而辩方只需提出合理的怀疑。而这些测试尽管还不完全可靠，但却足以提供合理的怀疑了。他还指出，追求自我利益的证人同样不够可靠，也不够可信。目前，法官和陪审团要负责判断证人在说谎还是说真话，但普通人分辨骗子的能力，并不比随机概率高多少。²⁸

在法庭上遭受审查的还有另一种精神状态：痛苦。良好的检验痛苦方法可以分辨出谁在假装，谁真正在为被侵权的人、残疾人和工人的赔偿案备受折磨。在没有外部迹象的前提下检测意识的精神状态，也是当前研究的一个热点。这种技术可以让人做出决定，是否撤去替植物人维持生命的设备。尽管眼下针对这些精神状态的测试还不够可靠，但曙光即将出现在眼前。

当然，与此相关的伦理问题和法律问题无处不在。接受这样的测试，是否等同于做出对自己不利

的证词？警察能获准对你进行读心测试吗？那是侵犯隐私吗？对那些拒绝接受测试的人，法院的立场是什么？要是这些测试足够可靠了，在涉及痛苦评估、多方争议的案件中，所有的证人都需要接受测试吗？

法官和律师天生有偏见

最高法院大法官安东尼·肯尼迪（Anthony Kennedy）曾经说过：“法律承诺：不偏不倚。如果这个承诺遭到破坏，我们所知道的法律就无法继续存在了。”真的可能做到不偏不倚吗？

曾有一部战争片，片中的士兵形容所有的敌人看起来都一样。他把自己的怒火提升到了政治正确的层面，同时也反映了包含政治正确着在内的人人都有的两种潜意识大脑处理过程。这两种大脑过程会令得法律诉讼产生偏见。其一是“本族偏差”（own-race bias）现象，它涉及对人面部的记忆，70多年来已经广泛得到了心理学文献的确认。

科学聚焦

较之和自己种族相异的群体，人更擅长正确识别本族人的面孔，这一现象和种族偏见程度并无相关性。在一个民族极为多元化的国家，我们对其他种族的面孔识别较差是很明显的，事实上，过去20年来的研究甚至表明假阳性有增加的趋势：错误地把某个以前从没见过的人当成见过的。²⁹

这种情况在法庭上尤其显得重要，因为它会叫人把无辜者认作是施暴者。1996年，美国司法部报告说，DNA分析为85%遭到定罪的嫌疑人洗脱了罪名。而这些嫌疑人之所以遭到定罪，都是因为目击者认错了人。³⁰影响异族辨识准确度的因素之一是“识别时间”，识别的时间越短，误报率越高；案件的目击证人往往只来得及匆匆瞥到涉案人。目击犯罪和分辨嫌疑人之间相隔的时间长短，也会影响准确度。

专家证人和辩护律师已经在法庭上利用这一现象来对跨种族识别的功效进行争辩了。尽管与“本族偏差”相关的理论比比皆是，其中最简单的一种是这样：“本族偏差”和感知者与本族及异族面孔接触的频率相关。在东京长大的白人孩子，肯定比堪萨斯州长大的白人孩子更擅长辨识亚洲人的面孔。因为我们知道，感性知识的发展以及识别他人面部都是跟右脑相联系的。我的一位同事，阿伯丁大学的戴维·图克（David Turk）想到：右脑会不会也是优先处理本族面孔的地方呢？现在，他已经确定：整体而言，右半脑更擅长识别面孔，较之识别异族，它更擅长识别本族面孔；左脑的面部识别能力较差，但在识别同族、异族面部上没有高下区别。“本族偏差”的处理过程，局部集中在右半脑。³¹既然这种偏差是有着神经生物学基础的，人们能借此设计出强有力的工具，对证人及陪审员提出质疑。同时，这种神经生物学上的偏差也是神经科学影响证据及法律性质的又一个例子。

拉萨纳·哈里斯（Lasana Harris）和苏珊·菲斯克（Susan Fiske）研究了另一种有可能导致诉讼偏差的无意识大脑过程，也即对外族的非人化

(dehumanizing)。 ³² 他们发现，美国受试者看到特定的社会群体时，会因该群体的不同而产生不同的情绪。羡慕（看到富人时）、自豪（看到美国奥运会选手时）、可怜（看到老人的照片时），都跟大脑中与社会交往相关的区域（内侧前额叶皮层，the medial prefrontal cortex, 简称mPFC）活动相关。然而，厌恶情绪（看到吸毒者的照片时）则不会引起同样的大脑活动。

受试者观看引起厌恶的社会群体时，其内侧前额叶皮层的激活模式和看一块岩石没什么不同。这表明，引起厌恶的群体成员（“非我族类”，极端的“外族”）遭到了“非人化”处理。战争期间就会发生这种事情：敌对群体引发厌恶，遭到非人化，被轻蔑地打上标签。面对特定的人，陪审员、法官和律师都可能会产生无意识的神经反应。这些神经反应强有力地影响他们的行为，并改变他们对人的评价方式。法律系统注意到了这些研究的发现结果，未曾忽视无意识偏见的影响。在遴选陪审员时，律师始终在观察偏见迹象，法官则不断提醒选中的陪审员要当心无意识偏见，恳请他们以有意识的、由上至下的大脑过程施加控制。

罪名成立之后如何惩罚

在复杂的法律系统中，诉讼得出裁决只是最简单的环节。大多数受审或认罪的被告都是犯了罪的。被告被判有罪之后，要进行量刑，这才是最困难的部分。对于有罪的人，故意犯下伤害他人这一错误行为的人，你该怎么处置呢？在美国，如果你是刑事罪犯，要面对“惩罚”；如果你的官司受民事法律管辖，法律的目标则是赔偿受害者。法官考察所有值得加减刑罚的因素（如年龄、过往犯罪记录、犯罪的轻重程度、伤害是否可以预见等等）以及判刑方针，之后做出决定。

照理说，这一决定应该能伸张正义，事实上却很困难。正义是一个有关道德正当性的概念，但对于道德正当性建立在什么基础上，人们从未达成过一致意见：是伦理[惩罚应当和罪行相符（报复）？还是为了整个族群更大的利益（功用）？]，理性（惩罚或处置能带来更好的结果吗？），法律（人同意遵守、以便其维持社会地位的一套规则体系），自然法则（行为导致结果），还是公正（以权利为基础？以平等还是利益为基础？以个人还是

社会为基础？），宗教（以哪一种宗教为基础？），公道（允许法院在量刑时行使酌情权）？不管怎么说，法官总要努力拿出一个公平的处置来。罪犯应当受到惩罚吗？如果应该，惩罚的目标应该是基于报复，注重个人权利；还是基于改造和威慑，注重整个社会的利益，或者，注重对受害者的赔偿？这个决定受法官个人的正义信念所影响。人的正义信念体现为3种形式：报复式正义，功用式正义和积极进取的恢复式正义。

报复式正义是往后追溯的。罪犯依照其所犯罪行受到惩罚，惩罚只限于本人，惩罚本身就是目标。关键的变量是罪行唤起的道德义愤程度，而不是惩罚给社会带来的益处。因此，偷窃CD播放机不会判处无期徒刑，谋杀罪也不只判一个月监禁。如果人被判神智失常，不会得到惩罚。惩罚只限于当事人所犯的罪行，不多，也不少。这种思路针对的是人直觉的公正感：人人平等，受到的惩罚也应平等。你不会因为你没犯的罪受到惩处。哪怕你富裕，也不会判你更高的罚款；哪怕你贫穷，也不会判你更少的罚款。不管你是名人还是小人物，是黑人还是白人，你都得到一样的处罚，不会更严厉，也不会更轻微。它不考虑社会整体的福祉。报复性

正义不认为惩罚是要威慑后来者、改造犯罪者、赔偿受害者。这些都可能是惩罚带来的副产品，但并不是最初的目标。惩罚是为了伤害犯罪者，一如受害者为犯罪者所伤。

功用式正义是前瞻的，关注因惩戒个体犯罪者而为整个社会带来更大益处。这一目标，通过以下3种类型的惩戒来实现。第一种是罚款、监禁或社区服务，专门用于震慑将来的罪犯（或其他效仿者）。第二种是剥夺罪犯的行为能力。剥夺行为能力，可以靠长期监禁或流放等方式从地理上实现；也可以剥夺律师或其他专业人员的从业执照；或使用物理方法，如对强奸犯进行化学阉割；还有死刑。功用式正义的第三种惩戒形式是通过治疗或教育来康复。法官按累犯倾向、冲动程度、犯罪记录、伦理（是否可以对不愿接受治疗的人施以强迫治疗？）等，或按规定的量刑标准来选择具体的方法。这是神经科学可以有所贡献的又一个领域。

对功用式判刑决定而言，不管是选择治疗、感化、强制住院或拘留，都涉及对罪犯未来的犯罪行为进行预测。神经标志（Neural markers）检测可以用来确认犯罪者是否心理变态、性侵犯倾向强烈、过分冲动等等，再配合其他证据，便可对其将来的行为进行预测。很明显，功用式正义施以惩戒，是为了让人将来不再犯罪，故此，这种预测的可靠性非常重要，决定了有害失误的增减。

功用式正义也会通过惩戒甲来震慑乙，故此，惩戒的严厉程度有可能跟实际罪行并不相当：偷了一台CD播放机的小偷有可能受到残酷的重刑，以阻止其他人偷窃。从这个意义上来说，惩罚名人或是对犯下一桩公众瞩目罪行的罪犯施以更严厉的惩罚，就很有道理了，因为公众的关注说不定能震慑许多将来的罪行、造福社会。基于功用立场，有人认为，对普通的轻微罪行施以严厉处罚，能提高震慑效果，是有道理的。和惩罚蓄意谋杀的罪犯而言，对初次犯下超速行驶和酒后驾车罪的人处以监禁，可以拯救更多无辜者的性命。极端的时候，无

需真正犯罪，而只是公众认为有罪，便可以对当事人进行惩罚。为避免发生暴乱，为大多数人的利益着想，可以把无辜的人当成替罪羊逮捕、监禁起来，省下大量治安维持工作。这就是为什么功用式正义会惹人生气——它侵犯个人权利，显得不够“公平”。

恢复式正义认为犯罪的对象是个人而非国家。在苏美尔、巴比伦和罗马等古代文化中，这种以人为本的态度很常见，但1066年诺曼人入侵不列颠之后，一切都变了。征服者威廉（William the Conqueror）为了集中权力，认为犯罪是对国家的伤害，受害者在司法系统没有地位。这一观点还用来确保刑事诉讼的不偏不倚立场，避免复仇和不公正的报复。迟至20世纪末，它在美国法律界都是主流观点。1974年，一名门诺教派的缓刑官和加拿大安大略省基奇纳的一位志愿服务总监共同开办了讨论小组，寻找改进刑事司法系统的途径，新版本的恢复式正义就此诞生，目前还有了好多变体。恢复式正义侧重于受害者和犯罪者双方的需求，希望修复罪行对受害者所造成的伤害，让受害者重新完整如一，也希望让犯罪者重进社会、遵纪守法。

恢复式正义让罪犯直接为受害者及受影响的社区负责，要求罪犯尽量把事情还原，允许受害者在纠正过程中表达态度，鼓励社群让罪犯负责、支持受害者，为罪犯提供重新融入社群的机会。³³受害者、罪犯和社群都扮演积极的角色。犯罪的受害者往往生活在恐惧当中，终其一生都受到负面的影响，一如本章开头提到的玛丽·文森特。整个社群同样可能陷入此种境地。对于程度较轻微的犯罪，面对面的道歉和赔偿一般就足够缓解受害者内心的恐惧和愤怒了。但对更为严重的罪行，恢复式正义恐怕无能为力。

我们生来就是法官和陪审员

虽然法官、陪审员和律师很可能将自身的立场归结于各种因素所致，如长年的教育、哲学讨论等，但一如既往，法庭上发生的事情大部分都出自我们生来便具备的直觉，包括公平感、互惠和惩罚。

蕾妮·白拉尔戈昂 (Renee Baillargeon) 和同事们深入研究了一组小孩子，他们指出，不光两岁半大的孩子存在公平感，连16个月大的孩子也一样。研究人员让年纪较大的小孩子把糖果分给木偶玩具，小孩子们会平均分配，³⁴而16个月大的小孩子同样更喜欢平分奖品的卡通角色。³⁵我们天生还内置了互惠机能，但互惠只针对我们自己所属的社会群体内部。小孩子们期待看到同一群体内的成员一起玩耍、分享玩具，³⁶如果看不到，小孩子们会显示出惊讶。但不同群体的成员不在一起玩耍、不分享玩具的话，小孩子们并不感到惊讶；不同群体成员在一起玩耍、分享玩具，反而会叫小孩子们惊讶。

迈克尔·托马塞洛实验室的小孩子们不仅能识别出违反道德的人，还会以对其做出消极的反应。面对遭到违反道德行为伤害的受害者，哪怕没有明显的情绪线索，一岁半到两岁大的孩子会给予其帮助、安慰，和受害者分享东西。面对施加道德伤害的人，情况完全不同。小孩子们会对其表示抗议，不愿意给予帮助和安慰，或与之分享。³⁷小孩子还懂得分辨有意或无意，孩子们将故意违反规则的行为判定为“淘气”，而对偶然违反规则则不这么看。³⁸众所周知，成年人为了惩罚别人，宁肯自己吃亏受苦；而保罗·布鲁姆（Paul Bloom）实验室一项尚未公布的研究表明，连四岁大的孩子也会这样。³⁹我们随时都会感觉到这些冲动；我们总想着要为之确立堂皇的理论，但其实，我们就是天生如此。

对于惩罚，人们言行不一

人们对惩罚的口头看法和实际行动完全是两回事，而且又拿不出真正合乎逻辑的理由来解释为什么。这种情形我们之前遇到过，对吧？解释器在后

台努力工作，试图解释来自直觉的判断。心理学研究生凯文·卡尔史密斯（Kevin Carlsmith）和他的导师约翰·达利（John Darley）对这个问题感到很好奇，进行了研究。研究人员要受试者对自己分类——是倾向于惩戒，还是倾向于威慑。受试者的答案差异很大，二选一者有之，合二为一者也有之（也即认为自己两种倾向都有）。然而，这些个体差异，对受试者的惩罚性行为（大部分都是为了施以惩戒）只有些许的影响。

研究人员发现，要是给人们分配一项任务，要他们对一桩罪行施以假想中的惩处，97%的人会寻找和报复角度相关的信息，而非寻找和功用（使罪犯丧失行为能力，或加以威慑）角度相关的信息。⁴⁰受试者对罪行的严重性高度敏感，却无视犯罪者再犯的可能性。他们只为既成的伤害施以惩罚，而不对将来有可能造成的伤害施以惩罚（威慑）。研究人员又要求受试者只从功用角度施以惩罚，忽略报复性因素。但哪怕研究人员仔细地加以解释，受试者始终做不到。人们仍然根据犯罪的严重程度来指引自己的判断。⁴¹倘若非要他们站在功用角度施以惩罚，受试者会感觉对自己的决定欠缺

信心。

反过来说，如果研究人员要求受试者分配资源逮捕罪犯或预防犯罪，受试者则大力支持预防犯罪的功用做法。故此，尽管人们认可减少犯罪的功用理论，却并不希望通过不公平的惩罚来实现这一点。他们希望犯罪者罪有应得，但却只在当事人真正犯了罪之后才这么做。受试者希望公平。“人们希望惩罚叫罪犯丧失行为能力，起到震慑作用，但他们的公平感又要求刑罚与罪行的道德严重性成比例。”⁴²（就连天主教教会也会对惩罚有所区别：犯了较轻的贿赂罪，罚下炼狱；犯了致人死命的重罪，则直接送去地狱。）研究人员还发现，除了拥有这种对公平的渴望，在阅读了决定论文献之后，受试者亦会做出较轻的假想惩罚。如果罪犯无法为自己的行为负责，那么他们也不该受到严厉的惩罚。

然而，人们对自己施加惩罚做出的解释，跟他们的行为并不吻合。他们认同抽象意义上的功用政策，但在实践中却走报复路线。⁴³卡尔史密斯和达

利指出，正是这种思想和行为上的不一致，带来了善变的立法。例如，72%的加州选民支持“三振出局”法，也即对连续三次犯下重罪的人处以终身监禁（功用式方法）。几年后，人们意识到，这有可能会叫一个仅仅是偷了一块比萨饼的人被“不公平”地处以终身监禁，该法令的支持率降到了50%——这种不公平感，来自报复主义的观点。

由于人对“罪有应得”的高度直觉冲动，两位研究人员认为，在思考恢复性正义概念（诚然很有吸引力）时，民众恐怕不愿意犯下严重罪行的人只受到纯粹恢复性的处理，而不给予适度的惩戒。研究人员让受试者在假设场景下，选择将案件分配到几种不同的法院系统下：纯恢复式的、纯报复式的、混合式的。80%的受试者愿意将犯了轻微罪行的人送到恢复式法院，但只有10%的人把重罪案件送到恢复式法院；与此同时，还有65%的人选择混合式法院系统，25%的人选择纯报复式法院系统。看来，面对惩罚，我们有着相同的道德反应。一如我们在上一章所探讨的其他道德系统，不同的地方不是我们的行为，而是我们对自己为什么做出这种反应给出的理论。

如果法官坚信，人要对自己的行为负责，那么不管是报复式惩罚还是恢复式正义都有其道理；如果法官认为，威慑有效，或者惩罚可以将恶行变为善行，或者有些人就是不可救药，那么，功用式惩罚合乎情理；如果法官采取决定论立场，那么，他必须决定他关注的重点到底是什么：（1）是罪犯的个人权利吗？既然罪犯无法控制自己的行为（因为他的行为是先天决定的），那么，若有可能，他不应该受到惩处，而应该得到治疗（但又不违背罪犯的意愿）？（2）是受害者获得赔偿的权利，以及受害者有可能产生的任何报复决心吗？（3）是社会的整体利益吗（尽管不一定是罪犯的错，但必须得把他们清扫干净）？

永恒的问题：着眼于社会还是个人

太阳照常升起，一如雅典时代，毫无疑问，它打着哈欠，翻着白眼（若是在雅典，我们这里说的就是阿波罗）……“难道他们还没把这事儿给来个了断？这套古老的论辩，我听了一个世纪又一个世纪了。”亚里士多德认为，正义以对个体的公平对待为基础，有了正义，就能实现公正的社会；柏拉

图则从宏观入手，认为社会的公平是最重要的，裁断个别案件，就是为了实现社会的公平。这其实也是西方和东亚思想差异的另一个版本：我们应该把注意力放在个人还是社会上？

这两种思考方式也把我们带回了轨道推车问题：情绪状况和更抽象的状况。在法庭上面对着一个的罪犯，裁定他是否接受惩处，这是一种情绪任务，进而唤起了直觉的情绪反应：“严厉地惩罚他们吧！”或者，“可怜的家伙，他是无心的，让他轻松脱身吧！”最近完成的一次大脑核磁共振成像研究⁴⁴是这样的：受试者一边对假想案件裁定责任、给予处罚，一边接受核磁共振扫描。在处罚判决中，大脑与情绪相关的区域激活了，处罚越重，该区域越活跃（和报复一样，道德义愤越强，惩罚越是严厉）。受试者在最后通牒经济博弈中做出惩罚决定时，右背外侧前额叶皮层区域会激活，与此相对应的，在对第三方法律事务做决定时，该区域同样会激活。

研究人员认为，“我们的现代法律系统，有可能是以支持二元互动中公平行为的先天认知机制为

基础逐渐演进出来的。”如果个体在重要社会情境下的联系真的存在进化基础（例如配偶），那么，面对个体，我们力求公正判决，而不单纯看重结果，这也就很有道理了。然而，面对公共政策这样的抽象问题，我们可以抛开情绪反应，进行更抽象的、看重结果的思考。

哲学家珍妮特·拉德克利夫·理查兹（Janet Radcliffe Richards）说：

.....许多人接受这样的观点：自由意志和终极责任真的表明，归根结底没有谁理当受到惩罚.....如果是这样的话，站在让人罪有应得的报复主义立场上，是说不通惩罚的正当性的：只有站在结果主义的立场上，认为惩罚可以震慑反社会行为，这样才说得通。

.....如果我们懂得，当他人间接或直接地伤害了我们，我们便想要他们受苦，这种反应有着充分的进化理由，那么，我们便可解释自己认可报复的强烈感受从何而来，又不必以之为道德真理的指引.....

我们或许能够把自己的报复感受看成是人类性格里深刻而重要的一个方面，并在这个层面上严肃地对待报复心；但我们不会把报复心看成是通往真理的指引，并在这个基础上，着手反思我们对惩罚的态度。⁴⁵

但她接着又说，如何实现这一设想，她毫无头绪。

微妙的平衡

不依靠惩罚，社会系统还能运作吗？这是坚定的决定论者伯克利大学法律教授桑福德·卡迪什（Sanford Kadish）等人所提倡的立场。桑福德写道，“指责一个人是为了表达道德批判，如果此人的行为并不值得批评，那么指责他就是一种虚伪，甚至，这个人会因为受到不公正的指责而遭伤害。”事实上，我们可以从报复主义的观点来解释这一立场。如果一个人无法控制自己先天确定的大脑，那么他就不该受到惩罚。这是报复主义的论

点。1945年，最高法院裁定霍洛威诉美国（Holloway vs. U.S）一案时，得出了同样的结论：“惩罚一个缺乏理性能力的人，就如同惩罚没有生命的物体或动物一样，是欠缺庄严、不相称的。缺乏理智的人不能承担罪责。”出于同样的道理，我们可以说，惩罚罪不当罚的人是不公平的。宽恕是一个可行的概念吗？倘若宽恕胜过问责和惩罚，社会还能正常维持下去吗？这样一个系统能够运作吗？

正如我在上一章中提到的，我们人类不同于任何其他物种，在进化过程中，变得可以大规模地和其他没有血缘关系的其他人合作。这一点很难从进化的角度来解释，因为擅长合作的个体会给自己招来成本，让非亲属的人得利，在个人层面上，这没有任何意义。这样一种策略怎么能最终成功呢？原因在于，它在群体层面上很有意义。我们已经看到，在最后通牒博弈中，哪怕只是一次性的交易，人们也宁可牺牲自己的利益来惩罚不合作的人。

不管是理论模型还是实验证据都表明，若是没有惩罚，由于搭便车者的存在，大小群体内的合作

关系都无法维持，最终陷入崩溃。⁴⁶为了让合作得以延续，必须惩罚搭便车者。如果你把问责这一环取消，整件事情就分崩离析了。你能够不靠处罚来问责吗？显然，我们的基因组认为惩罚非常重要。我们能够超越惩罚吗？或者，我们应该超越惩罚吗？在经济博弈中惩罚搭便车的人，在社会群体里惩罚不遵守公认规则的人，把我们带回了托马塞洛的人类自我驯化理论：通过剥夺行为能力（杀死或者驱逐）进行惩罚，令得进化选择了更好合作的气质。如果我们不剥夺罪犯的行为能力，不合作的人会占据上风，让社会崩溃吗？

所有这些问题，都来自最初那个偏向物理层面的认识：我们是什么人。而这个认识，反过来又影响了我们对上述问题的思考。方程的左右两边都存在难题。

社会互动让我们自由选择

我的观点是，终极责任是两个人之间的契约，而不是大脑的一种属性，决定论在这种环境下是毫

无意义的。人的本性保持不变，但进入社会世界之后，人的行为可以改变。我们可以对无意识的意图踩下刹车。就因为你咬了一口我的饼干，我不会拿叉子戳你。一个人的行为会影响另一个人的行为。在高速公路的入口匝道上，我看到巡警，于是我看了看自己的车速表，放慢了速度。正如我在前一章所说，关键在于我们必须要看整个画面，要看一个大脑混杂在其他大脑之中并与其他大脑互动，而不是孤立地观察单个大脑。

然而，不管条件如何，大多数人总是遵循规则的。犯罪分子也能够遵循规则。他们不会当着警察的面从事犯罪活动。看到警察走过，他们能够约束自己的意图。他们根据经验做出了选择。说我们是责任的载体，原因就在这里。

后记

科学夺不走价值与美德

几年前，我看过一段令人难忘的BBC纪录片，故事情节还挺简单的。一名经验丰富的BBC记者到访印度，决定去找自己的印度朋友。影片中，摄影师和记者来到一处位于山坡上的棚户区，在充满淤泥和粪便的街道上艰难跋涉，终于来到朋友那7平方米大小的家。这位印度朋友看到自己的老伙计从英国来了，笑容满面。原来，他的家不光是他和妻子及两个孩子住的地方，还是他的工作间和商店。他是卖儿童网球鞋的，亮闪闪的那种。不知怎的，他们让这个小地方的一切运转自如。摄像师因为受不了难闻的气味想要赶紧离开的时候，厚道的印度人递给英国朋友一双鞋，要老朋友带回去送给孩子。他们住在西方人只能视为赤贫和悲惨的地方，但人类的交流超越了一切——故此，就是那一刻，定义了我们是什么人。这就是作为人的辉煌，我们

都珍视、爱惜，不愿科学夺走的东西。我们要感受自己的价值和他人的价值。

我试着指出，从更完整的科学角度理解生命、大脑与意识，并不会侵蚀这种我们都珍惜的价值。我们是人，不是大脑。我们是意识（源自大脑）与大脑互动时的抽象产物。我们存在于这一抽象层面上，而遭到科学蚕食的也正是这一抽象层面。为此，我们拼命地想寻找一套词汇库来描述真正的我们。我们总在好奇大脑与意识是怎么运作的。环绕一切科学的宏观决定论观点，似乎带来了一种灰暗的视角，不管我们怎么为之打扮，我们归根结底都是某种机器，自动化地、无思想地充当着宇宙中各种确定力量（远比我们更加庞大的力量）的载体。所有人都不再宝贵。人人都成了无足轻重的过河小卒。

走出这种困境的常用方法是无视它，从现象层面上描述生命何其美丽，名胜美景何其壮观，性爱多么曼妙，儿孙满堂多么幸福。我们欢愉，因为我们生来就是享受、喜欢这些东西的。这是我们的运作方式，就是这样，问题结束了。走吧，去来上一

杯干邑马提尼酒，翘起双脚，读本好书吧。

我试图为这一困境提供不同的阐释角度。我的论点是，人生所有的经历，包括个人的和社会的经历，都影响着我们的突现心理机制。这些经历是经验，是调控思想的强大力量。它们不光限制了我们的
大脑，也揭示出，是大脑和思想的双层互动创造了我们的意识现实和人生当下这一刻。揭秘大脑，是现代神经科学的任务。然而，完成这项工作要求神经科学思考，控制所有独立分布模块运作的规则和算法是怎样交织在一起创造了人类所处的条件和环境。

理解大脑的自动工作原理，遵循自然世界的法则，既令人振奋，也具有启迪作用。令人振奋的地方在于，我们得以确信，决策装置，也就是大脑，有着可靠的结构去执行行动决定。具有启迪作用的地方在于，它清楚地表明，有关自由意志的这一整套神秘问题，本身就是一个放错了地方的概念，它以人类历史上特定时期的社会和心理信念为基础，可惜当时的社会和心理信念尚未成熟，和现代有关宇宙性质的科学知识不相融合。正如约翰·道尔对

我所说：

不知怎么回事，我们习惯了这样的想法——若系统表现出前后一致、内置的功能和行为，必然是有着某种“本质”的重要中心或中央控制单元在负责。我们都是强烈的本质论者，我们的左脑会发现这一点的。就像你说的，就算我们找不到，我们也可以编造一个出来。我们把它叫做“小人”、心灵、灵魂、基因，等等……但从通常的简化意义上来说，并不存在这种东西……但这也并不意味着没有某种“本质”的东西在负责，只不过，它是分布式的。它在协议里，在规则里，在算法里，在软件里。它是细胞、蚁巢、互联网、军队、大脑的真正运作方式。我们很难理解，因为它并不藏在某个地方的神秘盒子里，事实上，如果它真的藏在盒子里，那倒是设计缺陷了，因为盒子本身构成了“命门”，盒子失效，整个系统也失效。所以，重要的东西不在模块当中，而在于模块必须遵守的规则当中。

在朝着这个方向努力的过程中，我发现自己的视角有所调整。科学人生的本质便是如此。事实并未改变。但在像神经科学和心理学这种高度依赖阐释的学科当中，随着对自然之母不断积累的事实，理解事实的观念发生了变化。每天早晨，总有一个问题反复折磨着每一位科学工作者：我对某事所做的这种解释，是否真正抓住了情况的本质呢？没有人比观点的最初提出者最明白该观点的薄弱环节，也正因为此，最初提出观点的人始终站在高高的观察哨上张望风向。这不是一个特别容易保持的状态，我曾问过列昂·费斯廷格（世界上最聪明的人之一），他是否也有觉得自己愚笨的时候。他回答说：“当然啦！你就是靠着这个保持警醒的呀！”

在为本书核查素材时，我意识到，为理解意识过程约束大脑以及大脑约束意识过程时所发生的一切，必须建立一套全新的语言。动作发生在意识和大脑层面的交界处。用一种术语来说，它是由下至上的因果关系与由上至下的因果关系交汇的地方。用另一种术语来说，它存在于大脑与大脑彼此互动的空间当中。人的存在是分层次的，只有从这些分层的接口处着手寻找答案，我们才能理解大脑/意识的关系。我们该如何进行描述呢？这一突现层面

有自己独特的时间进程，它和行为发生是同步的。这个抽象的概念，令得我们和时间同步，真真切切，尽职尽责。站在不同操作层面的有利位置，所谓的“大脑在我们意识到之前就完成了动作”这一整套东西，就无关紧要了。故此，对我而言，如何构建一套适合这些分层互动的词汇库，是本世纪的一大科学任务。

致谢

我每写一本书，就对同事、家人和大学亏欠得越来越多。本书亏欠的对象是爱丁堡大学，吉福德讲座则促成了本次亏欠事件。2009年秋，爱丁堡大学邀请我去做一轮为期两周的系列讲座，我备感荣幸。我的目标是将神经科学对一些经典人生哲学问题带来的启发阐述清楚，尤其是人要对自己的行为负责这一点。叫我吃惊的是，好多人都想知道这些事，包括我妻子夏洛特；我的孩子，玛琳、安妮、弗朗西斯卡和扎切利；我的女婿，克里斯；还有我妹妹，丽贝卡。他们全都来到爱丁堡，还租了一套公寓，叫我感觉压力挺大。这是个了不起的瞬间，至少，他们是这么说的。不必说，我在整个讲座过程中都坐如针毡。

当然，整体说来，讲演是最容易的环节。讲演

让人把自己的思想全部倒了出来，可要把这些内容写下来可完全是另一回事。我再一次得到了许多人的帮助。我妹妹丽贝卡成了我不可缺少的帮手。她的智慧和对书稿的编辑工作拓宽了自己在对话沟通方法上的视野。我对她无尽感激。我还要向我在达纳基金会的朋友兼同事简·内文斯致上深深的谢意。她敏锐的眼光和严格的编辑才能无人能及。她能妥善地保留你的行文风格，只有当你错得离谱时她才出现。以我之见，我错得离谱的时候委实太多，不过，每一次，我都从她那儿学到了好多东西。

我本想——向我所有专业上的同事们致谢，可惜做不到。多年来我受到了许多人的启发，从我的导师罗杰·斯佩里开始。罗杰·斯佩里也许是有史以来最伟大的脑科学家了。我的不少研究生和博士后学生也都极大地影响了本书的观点。他们和我同样参与了这次研究，并且同样为本书的观点贡献了力量。此外，一些大脑科学研究界的巨头，如列昂·费斯廷格、乔治·米勒和大卫·普雷马克，也都向我提供了无私的帮助。前吉福德讲师唐纳德·麦凯也一样。还有迈克尔·波斯纳、史蒂文·希利亚德（Steven Hillyard）、里奥·查鲁帕（Leo

Chalupa)、弗劳德·布鲁姆(Floyd Bloom)、埃米里奥·比兹(Emilio Bizzi)、马克·雷切尔(Marc Raichle)、斯科特·格拉夫顿(Scott Grafton)、恩德尔·托尔文(Endel Tulving)、史蒂芬·平克,以及许许多多的人。这是一场丰富的人生历程。我要特别感谢瓦特尔·斯诺特·阿姆斯特朗(Walter Sinnott-Armstrong)和迈克尔·波斯纳对手稿提出的批评意见,加州理工学院的约翰·道尔阅读了本书,并为脑心研究未来向何处去提供了无尽的见解。我是在加州理工学院开始职业生涯的,能够回去再度拜访自己成长的摇篮,学习更多东西,真的让我很欣喜。

01深入自由意志的源头——大脑的构造

1. Hippocrates (400 B.C.). Hippocratic writings (Francis Adams, Trans.). In M. J. Adler (Ed.), The great books of the western world (1952 ed., Vol. 10, p. 159). Chicago: Encyclopedea Britannica, Inc.

2. Doyle, A. C. (1892). Silver blaze. In The complete Sherlock Holmes (1930 ed., Vol. 1, p. 335). Garden City, NY: Doubleday & Company, Inc.

3. Lashley, K. S. (1929). Brain mechanisms and intelligence: A quantitative study of injuries to the brain. Chicago: University of Chicago Press.

4. Watson, J. B. (1930). Behaviorism (Rev. ed., p. 82). Chicago: University of Chicago Press.

5. Weiss, P. A. (1934). In vitro experiments on

the factors determining the course of the outgrowing nerve fiber. *Journal of Experimental Zoology*, 68(3), 393-448.

6. Sperry, R. W. (1963). Chemoaffinity in the orderly growth of nerve fiber patterns and connections. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 50(4), 703-710.

7. Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior: A neuropsychological theory* (p. 62). New York: Wiley.

8. Hebb, D. O. (1947). The effects of early experience on problem solving at maturity. *American Psychologist*, 2, 306-307.

9. Ford, F. R., & Woodall, B. (1938). Phenomena due to misdirection of regenerating fibers of cranial, spinal and autonomic nerves. *Archives of Surgery*, 36(3), 480-496.

10. Sperry, R. (1939). The functional results of muscle transposition in the hind limb of the rat. *The Journal of Comparative Neurology*, 73

(3), 379-404.

11. Sperry, R. (1943). Functional results of crossing sensory nerves in the rat. *The Journal of Comparative Neurology*, 78(1), 59-90.

12. Sperry, R. W. (1963). Chemoaffinity in the orderly growth of nerve fiber patterns (p. 703).

13. Pomerat, C. M. (1963). Activities associated with neuronal regeneration. *The Anatomical Record*, 145(2), 371.

14. Krubitzer, L. (2009). In search of a unifying theory of complex brain evolution. *Annals of the New York Academy of Science*, 1156, 44-67.

15. Marler, P., & Tamura, M. (1964). Culturally transmitted patterns of vocal behavior in sparrows. *Science*, 146(3650), 1483-1486.

16. Jerne, N. (1967). Antibodies and learning: selection versus instruction. *The neurosciences: A study program* (pp. 200-205) New York: Rockefeller University Press.

17. Boag, P. T., & Grant, P. R. (1981). Intense natural selection in a population of Darwin's

Finches (Geospizinae) in the Galapagos. Science, 214(4516), 82-85.

18. Sin, W. C., Haas, K, Ruthazer, E. S., & Cline, H. T (2002). Dendrite growth increased by visual activity requires NMDA receptor and Rho GTPases. Nature, 419(6906), 475-480.

19. Rioult-Pedotti, M. S., Donoghue, J. P., & Dunaevsky, A. (2007). Plasticity of the synaptic modification range. Journal of Neurophysiology, 98(6), 3688- 3695.

20. Xu, T., Yu, X., Perlik, A. J., Tobin, W. F., Zweig, J. A., Tennant, K., ... Zuo, Y. (2009). Rapid formation and selective stabilization of synapses for enduring motor memories. Nature, 462(7275), 915-919.

21. Baillargeon, R. E. (1987). Object permanence in 3¹/₂h and 4¹/₂h month old infants. Developmental Psychology, 23(5), 655-664.

22. See: Spelke, E. S. (1991). Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget' s

theory. In S. Carey & R. Gelman (Eds.). *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition* (pp. 133-169). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; and Spelke, E. S. (1994). Initial knowledge: Six suggestions. *Cognition*, 50, 443-447.

23. Purves, D., Williams, S. M., Nundy, S., & Lotto, R. B. (2004). Perceiving the intensity of light. *Psychological Review*, 111 (1), 142-158.

24. Purves, D. An empirical explanation: Simultaneous brightness contrast. Retrieved from:

<http://www.purveslab.net/research/explanation/brightness.html#f2>.

25. Lovejoy, C. O., Latimer, B., Suwa, G., Asfaw, B., & White, T D. (2009). Combining prehension and propulsion: The foot of *Ardipithecus ramidus*. *Science*, 326(5949), 72, 72e1-72e8.

26. Festinger, L. (1983). *The human legacy* (p. 4). New York: Columbia University Press.

27. Lovejoy, C. O. (2009). Reexamining human origins in light of *Ardipithecus ramidus*.

Science, 326(5949), 74, 74e1-74e8.

28. Darwin, C. (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. London: John Murray (Facsimile ed., 1981, Princeton, NJ: Princeton University Press).

29. Huxley, T. H. (1863). *Evidence as to man's place in nature*. London: Williams and Morgate (Reissued, 1959, Ann Arbor: University of Michigan Press).

30. Holloway, R. L., Jr. (1966). Cranial capacity and neuron number: A critique and proposal. *American Journal of Anthropology*, 25(3), 305-314.

31. Holloway, R. L. (2008). The human brain evolving: A personal retrospective. *Annual Review of Anthropology*, 37, 1-19.

32. See: Preuss, T. M., Qi, H., & Kaas, J. H. (1999). Distinctive compartmental organization of human primary visual cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96(20), 11601-

11606; and Preuss, T. M., & Coleman, G. Q. (2002). Human-specific organization of primary visual cortex: Alternating compartments of dense cat-301 and calbindin immunoreactivity in layer 4A. *Cerebral Cortex*, 12(7), 671-691.

33. de Winter, W., & Oxnard, C. E. (2001). Evolutionary radiations and convergences in the structural organization of mammalian brains. *Nature*, 409, 710-714.

34. Oxnard, C. E. (2004). Brain evolution: Mammals, primates, chimpanzees, and humans. *International Journal of Primatology*, 25(5), 1127-1158.

35. Rakic, P. (2005). Vive la difference! *Neuron*, 47(3), 323-325.

36. Premack, D. (2007). Human and animal cognition: Continuity and discontinuity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(35), 13861-13867.

37. Azevedo, F. A. C., Carvalho, L. R. 8.,

- Grinberg, L. T., Farfel, J. M., Ferretti, R. E. L., Leite, R. E. P., ... Herculano-Houzel, S. (2009). Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain. *Journal of Comparative Neurology*, 513 (5), 532-541.
38. Shariff G. A. (1953). Cell counts in the primate cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 98(3), 381-400.
39. Deacon, T. W. (1990). Rethinking mammalian brain evolution. *American Zoology*, 30(3), 629-705.
40. Ringo, J. L. (1991). Neuronal interconnection as a function of brain size. *Brain, Behavior and Evolution*, 38(1) 1-6.
41. Petersen, S. E., Fox, P. T., Posner, M. I., Mintun, M., & Raichle, M. E. (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, 331 (6157), 585-589.
42. Preuss, T. M. (2001). The discovery of cerebral diversity: An unwelcome scientific

- revolution. In D. Falk & K. R. Gibson (Eds.), *Evolutionary anatomy of the primate cortex* (p. 154). Cambridge: Cambridge University Press.
43. Hutsler, J. J., Lee, D. G., & Porter, K. K. (2005). Comparative analysis of cortical layering and supragranular layer enlargement in rodent carnivore and primate species. *Brain Research*, 1052, 71-81.
44. See the following: Caviness, V. S., Jr., Takahashi, T., & Nowakowski, R. S. (1995). Numbers, time and neocortical neurogenesis: A general developmental and evolutionary model. *Trends in Neuroscience*, 18(9), 379-383; Fuster, J. M. (2003). *Neurobiology of cortical networks*. In *Cortex and mind* (pp. 17- 53). New York: Oxford University Press; and Jones, E. G. (1981). *Anatomy of cerebral cortex: Columnar input-output organization*. In F. O. Schmitt, F. G. Worden, G. Adelman, & S. G. Dennis (Eds.), *The organization of the cerebral cortex* (pp. 199-235). Cambridge, MA: The MIT Press.

45. Hutsler, J. J., & Galuske, R. A. W. (2003). Hemispheric asymmetries in cerebral cortical networks. *Trends in Neuroscience*, 26, 429-435.
46. Elston, G. N., & Rosa, M. G. P. (2000). Pyramidal cells, patches and cortical columns: A comparative study of infragranular neurons in TEO, TE, and the superior temporal polysensory area of the macaque monkey. *The Journal of Neuroscience*, 20(24), RC117.
47. Elston, G. N. (2003). Cortex, cognition and the cell: New insights into the pyramidal neuron and prefrontal function. *Cerebral Cortex*, 13 (11), 1124- 1138.
48. Rilling, J. K, & Insel, T. R. (1999). Differential expansion of neural projection systems in primate brain evolution. *Neuroreport*, 10(7), 1453-1459.
49. See: Buxhoeveden, D., & Casanova, M. (2000). Comparative lateralisation patterns in the language area of human, chimpanzee, and rhesus monkey brains. *Laterality*, 5(4), 315-330;

and Gilissen, E. (2001). Structural symmetries and asymmetries in human and chimpanzee brains. In D. Falk & K. R. Gibson (Eds.), *Evolutionary anatomy of the primate cerebral cortex* (pp. 187- 215). Cambridge: Cambridge University Press.

50. Vermeire, B., & Hamilton, C. R. (1998). Inversion effect for faces in splitbrain monkeys. *Neuropsychologia*, 36(10), 1003-1014.

51. Halpern, M. E., Cunturkun, O., Hopkins, W. D., & Rogers, L. J. (2005). Lateralization of the vertebrate brain: Taking the side of model systems. *Journal of Neuroscience*, 25(35), 10351-10357.

52. For a review, see: Hutsler, J. J., & Galuske, R. A. W. (2003). Hemispheric asymmetries in cerebral cortical networks. *Trends in Neuroscience*, 26(8), 429-435.

53. Black, P., & Myers, R. E. (1964). Visual function of the forebrain commissures in the chimpanzee. *Science*, 146(3645), 799-800.

54. Pasik, P., & Pasik, T (1982). Visual functions

in monkeys after total removal of visual cerebral cortex. In W. D. Neff (Ed.), Contributions to sensory physiology (Vol. 7, pp. 147-200). New York: Academic Press.

55. Rilling, J. K, Glasser, M. F, Preuss, T M., Ma, X., Zhao, T, Hu, X., & Behrens, T E. J. (2008). The evolution of the arcuate fasciculus revealed with comparative DTI. Nature Neuroscience, 11 (4), 426-428.

56. Preuss, T M. (2003). What is it like to be a human? In M. S. Gazzaniga (Ed.), The Cognitive Neurosciences III (pp, 14-15). Cambridge, MA: The MIT Press.

57. Elston, G. N. (2003). Cortex, cognition and the cell: New insights into the pyramidal neuron and prefrontal function. Cerebral Cortex, 13(11), 1124- 1138.

58. Elston, G. N., Benavides-Piccione, R, Elston, A., Zietsch, B., Defelipe, J., Manger, P, ... Kaas, J. H. (2006). Specializations of the granular prefrontal cortex of primates: Implications for cognitive processing. The Anatomical Record,

288A(1), 26-35.

59. Williamson, A., Spencer, D. D., & Shepherd, G. M. (1993). Comparison between the membrane and synaptic properties of human and rodent dentate granule cells. *Brain Research*, 622(1-2), 194-202.

60. Nimchinsky, E. A., Vogt, B. A., Morrison, J. H., & Hof, P. R (1995). Spindle neurons of the human anterior cingulate cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 355(1), 27-37.

61. Fajardo, C., Escobar, M. I, Buritica, E., Arteaga, G., Umbarila, J., Casanova, M. F, & Pimienta, H. (2008) Von Economo neurons are present in the dorsolateral (dysgranular) prefrontal cortex of humans. *Neuroscience Letters*, 435(3), 215-218.

62. Nimchinsky, E. A., Gilissen, E., Allman, J. M., Perl, D. P., Erwin, J. M., & Hof, P. R (1999). A neuronal morphologic type unique to humans and great apes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96(9), 5268-5273.

63. Allman, J. M., Watson, K.K., Tetreault, N. A., & Hakeem, A. Y. (2005). Intuition and autism: A possible role for von Economo neurons. *Trends in Cognitive Science*, 9(8), 367-373.
64. Hakeem, A. Y., Sherwood, C. C., Bonar, C. j., Butti, C., Hof, P. R., & Allman, J. M. (2009). Von Economo neurons in the elephant brain. *The Anatomical Record*, 292(2), 242-248.
65. Hof, P. R., & Van der Gucht, E. (2007). Structure of the cerebral cortex of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Cetacea, Mysticeti, Balaenopteridae). *The Anatomical Record*, 290(1), 1-31.
66. Butti, C., Sherwood, C. C., Hakeem, A. Y., Allman, J. M., & Hof, P. R (2009). Total number and volume of von Economo neurons in the cerebral cortex of cetaceans. *Journal of Comparative Neurology*, 515(2), 243-259.
67. Bystron, I., Rakic, P., Molnar, Z., & Blakemore, C. (2006). The first neurons of the human cerebral cortex. *Nature Neuroscience*,

02 打通思想与行为——左右脑的博弈

1. Galton, F. (1879). Psychometric experiments. *Brain*, 2, 149-162.

2. Caramazza, A., & Shelton, J. R. (1998). Domain-specific knowledge systems in the brain: The animate-inanimate distinction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(1), 1-34.

3. Boyer, P., & Barrett, H. C. (2005). Domain specificity and intuitive ontology. In D. M. Buss (Ed.), *The handbook of evolutionary psychology* (pp. 96-118). New York: Wiley.

4. Barrett, H. C. (2005). Adaptations to predators and prey. In D. M. Buss (Ed.), *The handbook of evolutionary psychology* (pp. 200-223). New York: Wiley.

5. Coss, R. G., Cuse, K. L., Poran, N. S., & Smith, D. G. (1993). Development of antisnake defenses in California ground squirrels (*Spermophilus beecheyi*): II. Microevolutionary effects of relaxed selection from rattlesnakes.

Behaviour, 124(1-2), 137-164.

6. See: Stamm, J. S., & Sperry, R. W. (1957). Function of corpus callosum in contralateral transfer of some of the tactile discrimination in cats. *Journal of Comparative Physiological Psychology*, 50(2), 138-143; and Glickstein, M., & Sperry, R. W. (1960). Intermanual somesthetic transfer in split-brain rhesus monkeys. *Journal of Comparative Physiological Psychology*, 53 (4), 322-327.

7. Akelaitis, A. J. (1945). Studies on the corpus callosum: IV. Diagnostic dyspraxia in epileptics following partial and complete section of the corpus callosum. *American Journal of Psychiatry*, 101, 594-599.

8. See: Gazzaniga, M. S., Bogen, J. E., & Sperry, R. W. (1962). Some functional effects of sectioning the cerebral commissures in man. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 48(10), 1765-1769; Gazzaniga, M. S., Bogen, J. E., & Sperry, R. W. (1963). Laterality effects in

somesthesia following cerebral commissurotomy in man. *Neuropsychologia*, 1, 209-215; Gazzaniga, M. S., Bogen, J. E., & Sperry, R. W. (1965). Observations on visual perception after disconnection of the cerebral hemispheres in man. *Brain*, 88, 221-236; and Gazzaniga, M. S., Sperry, R. W. (1967). Language after section of the cerebral commissures. *Brain*, 90, 131-348.

9. Van Wagenen, W. P., & Herren, R. Y. (1940). Surgical division of commissural pathways in the corpus callosum: Relation to spread of an epileptic attack. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 44(4), 740-759.

10. Akelaitis, A. J. (1941). Studies on the corpus callosum: II. The higher visual functions in each homonymous field following complete section of the corpus callosum. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 45 (5), 788-796.

11. Sperry, R. (1984). Consciousness, personal identity and the divided brain. *Neuropsychologia*, 22(6), 661-673.

12. Kutas, M., Hillyard, S. A., Volpe, B. T., & Gazzaniga, M. S. (1990). Late positive event-related potentials after commissural section in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2(3), 258-271.
13. Gazzaniga, M. S., Bogen, J. E., & Sperry, R. W. (1967). Dyspraxia following division of the cerebral commissures. *Archives of Neurology*, 16(6), 606-612.
14. See: Nass, R. D., & Gazzaniga, M. S. (1987). Cerebrallateralization and specialization in human central nervous system. In F. Plum (Ed.), *Handbook of Physiology* (Sec. 1, Vol. 5, pp. 701-761). Bethesda, MD: American Physiological Society; and Zaidel, E. (1990). Language functions in the two hemispheres following cerebral commissurotomy and hemispherectomy. In F. Boller & J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology* (Vol. 4, pp. 115- 150). Amsterdam: Elsevier.
15. Gazzaniga, M. S., & Smylie, C. S. (1990). Hemispheric mechanisms controlling voluntary

and spontaneous facial expressions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2(3), 239-245.

16. Sperry, R. W. (1968). Hemisphere disconnection and unity in conscious awareness. *American Psychologist*, 23(10), 723-733.

17. Gazzaniga, M. S. (1972). One brain-two minds? *American Scientist*, 60(3), 311-317.

18. Sutherland, S. (1989). *The international dictionary of psychology*. New York: Continuum.

19. MacKay, D. M. (1991). *Behind the eye*. Oxford: Basil Blackwell.

20. See: Phelps, E. A, & Gazzaniga, M. S. (1992). Hemispheric differences in mnemonic processing: The effects of left hemisphere interpretation. *Neuropsychologia*, 30(3), 293-297; and Metcalfe, J., Funnel, M., & Gazzaniga, M. S. (1995). Right-hemisphere memory superiority: Studies of a split-brain patient. *Psychological Science*, 6(3), 157-164.

21. Nelson, M. E., & Bower, J. M. (1990). *Brain*

maps and parallel computers. Trends in Neurosciences, 13(10), 403-408.

22. Clarke, D. D., & Sokoloff, L. (1999). Circulation and energy metabolism of the brain. In G. J. Siegel, B. W. Agranoff, R. W. Albers, S. K. Fisher, & M. D. Uhler (Eds.), Basic neurochemistry: Molecular, cellular and medical aspects (6th ed., pp. 637-670). Philadelphia: Lippincott-Raven.

23. Striedter, G. (2005). Principles of brain evolution. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc.

24. Chen, B. L., Hall, D. H., & Chklovskii, D. B. (2006). Wiring optimization can relate neuronal structure and function. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 103 (12), 4723-4728.

25. See: Hilgetag, C. C., Burns, G. A., O' Neill, M. A., Scannell, J. W., & Young, M. P. (2000). Anatomical connectivity defines the organization of clusters of cortical areas in the macaque monkey and the cat. Philosophical

Transactions of the Royal Society London B: Biological Sciences, 355(1393),91-110; Sporns, O., Tononi, G., & Edelman, G. M. (2002). Theoretical neuroanatomy and the connectivity of the cerebral cortex. Behavioural Brain Research, 135(1-2), 69- 74; Sakata, S., Komatsu, Y, & Yamamori, T. (2005). Local design principles of mammalian cortical networks. Neuroscience Research, 51 (3),309-315.

26. Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of "small-world" networks. Nature, 393, 440-442.

27. See: Gazzaniga, M. S. (1989). Organization of the human brain. Science, 245(4921),947-952; and Baynes, K., Eliassen, J. C., Lutsep, H. L., & Gazzaniga, M. S. (1998). Modular organization of cognitive systems masked by interhemispheric integration. Science, 280(5365), 902-905.

28. Volpe, B. T., Ledoux, J. E., & Gazzaniga, M. S. (1979). Information processing of visual stimuli in an "extinguished" field. Nature, 282(5740),

722-724.

29. Nicolis, G., & Rouvas-Nicolis, C. (2007). Complex systems. Scholarpedia, 2(11), 1473.

30. Amaral, L. A. N., & Ottino, J. M. (2004). Complex networks. Augmenting the framework for the study of complex systems. European Physical Journal B, 38(2), 147-162.

31. Varian, H. R. (2007). Position auctions. International Journal of Industrial Organization, 25 (6), 1163-1178.

03 揭开“意识”背后的奥秘——解释器的力量

1. Aglioti, S., DeSouza, J. F. x., & Goodale, M. A. (1995). Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand. Current Biology, 5(6), 679-685.

2. Dehaene, S., Naccache, L., Le Clec' H, G., Koechlin, E., Mueller, M., Dehaene-Lambertz, G., ... Le Bihan, D. (1998). Imaging unconscious semantic priming. Nature, 395, 597-600.

3. He, S., & MacLeod, D. I. A. (2001). Orientation-selective adaptation and tilt after-effect from invisible patterns. Nature, 411,

473-476.

4. Gazzaniga, M. S. (1989). Organization of the human brain. *Science*, 245(4921), 947-952.

5. Derks, P. L., & Paclisanu, M. I. (1967). Simple strategies in binary prediction by children and adults. *Journal of Experimental Psychology*, 73 (2), 278-285.

6. Wolford, G., Miller, M. B., & Gazzaniga, M. S. (2000). The left hemisphere's role in hypothesis formation. *Journal of Neuroscience*, 20(6), RC64.

7. Kleck, R E., & Strenta, A. (1980). Perceptions of the impact of negatively valued physical characteristics on social integration. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(5), 861-873.

8. Schachter, S., & Singer, J. E. (1962). Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. *Psychology Review*, 69, 379-399.

9. Miller, M. B., & Valsangkar-Smyth, M. (2005). Probability matching in the right hemisphere.

Brain and Cognition, 57(2), 165-167.

10. Wolford, G., Miller, M. B., & Gazzaniga, M. S. (2004). Split decisions. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The Cognitive Neurosciences III* (pp. 1189-1199). Cambridge, MA: The MIT Press.

11. Corballis, P. (2003). Visuospatial processing and the right-hemisphere interpreter. *Brain and Cognition*, 53(2), 171-176.

12. Corballis, P. M., Fendrich, R, Shapley, R M., & Gazzaniga, M. S. (1999). Illusory contour perception and amodal boundary completion: Evidence of a dissociation following callosotomy. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11 (4), 459-466.

13. Corballis, P. M., Funnell, M. G., & Gazzaniga, M. S. (2002). Hemispheric asymmetries for simple visual judgments in the split brain. *Neuropsychologia*, 40(4), 401-410.

14. Corballis, M. C., & Sergent, J. (1988). Imagery in a commissurotomed patient. *Neuropsychologia*, 26(1), 13-26.

15. See: Funnell, M. G., Corballis, P. M., &

Gazzaniga, M. S. (2003). Temporal discrimination in the split brain. *Brain and Cognition*, 53(2), 218-222; and Handy, T. C., Gazzaniga, M. S., & Ivry, R. B. (2003). Cortical and subcortical contributions to the representation of temporal information. *Neuropsychologia*, 41 (11), 1461-1473.

16. Hikosaka, O., Miyauchi, S., & Shimojo, S. (1993). Focal visual attention produces illusory temporal order and motion sensation. *Vision Research*, 33(9), 1219-1240.

17. Tse, P., Cavanagh, P., & Nakayama, K. (1998). The role of parsing in highlevel motion processing. In T. Watanabe (Ed.), *High-level motion processing: Computational, neurobiological, and psychophysical perspectives* (pp. 249- 266). Cambridge, MA: The MIT Press.

18. Corballis, P. M., Funnell, M. G., & Gazzaniga, M. S. (2002). An investigation of the line motion effect in a callosotomy patient. *Brain and Cognition*, 48(2-3), 327-332.

19. Ramachandran, V. S. (1995). Anosognosia in parietal lobe syndrome. *Consciousness and Cognition*, 4(1), 22-51.
20. Hirstein, W., & Ramachandran, V. S. (1997). Capgras syndrome: A novel probe for understanding the neural representation of the identity and familiarity of persons. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 264(1380), 437-444.
21. Doran, J. M. (1990). The Capgras syndrome: Neurological/neuropsychological perspectives. *Neuropsychology*, 4(1), 29-42.
22. Roser, M. E., Fugelsang, J. A., Dunbar, K. N., Corballis, P. M., & Gazzaniga, M. S. (2005). Dissociating processes supporting causal perception and causal inference in the brain. *Neuropsychology*, 19(5), 591-602.
23. Gazzaniga, M. S. (1983). Right hemisphere language following brain bisection: A 20 year perspective. *American Psychologist*, 38(5), 525-537.
24. Gazzaniga, M. S., & LeDoux, J. E. (1978).

The integrated mind. New York: Plenum Press.

25. Roser, M., & Gazzaniga, M. S. (2004). Automatic brains-Interpretive minds. *Current Directions in Psychological Science*, 13 (2), 56-59.

04 谁决定了“我”的意志——自由意志的幻象

1. Personal communication.
2. Fried, I., Katz, A., McCarthy, G., Sass, K. J., Williamson, P., Spencer, S. S., & Spencer, D. D. (1991). Functional organization of human supplementary motor cortex studied by electrical stimulation. *Journal of Neuroscience*, 11 (11), 3656-3666.
3. Thaler, D., Chen, Y. C., Nixon, P. D., Stern, C. E., & Passingham, R. E. (1995). The functions of the medial premotor cortex. I. Simple learned movements. *Experimental Brain Research*, 102(3),445-460.
4. Lau, H., Rogers, R. D., & Passingham, R. E. (2006). Dissociating response selection and conflict in the medial frontal surface.

NeuroImage, 29(2), 446-451.

5. Lau, H. C., Rogers, R.D., & Passingham, R. E. (2007). Manipulating the experienced onset of intention after action execution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19 (1), 1-10.

6. Vohs, K. D., & Schooler, J. W. (2008). The value in believing in free will. Encouraging a belief in determinism increases cheating. *Psychological Science*, 19(1), 49-54.

7. See: Harmon-Jones, E., & Mills, J. (1999). Cognitive dissonance: Progress on a pivotal theory in social psychology. Washington, DC: American Psychological Association; and Mueller, C. M., & Dweek, C. S. (1998). Intelligence praise can undermine motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75, 33-52.

8. See: Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Muraven, M., & Tice, D. M. (1998). Ego depletion: Is the active self a limited resource? *Journal of Personality and Social Psychology*, 4, 1252-1265; Gailliot, M. T., Baumeister, R. F.,

DeWall, C. N., Maner, J. K., Plant, E. A., Tice, D. M., & Brewer, L. E. (2007). Selfcontrol relies on glucose as a limited energy source: Willpower is more than a metaphor. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92, 325-336; and Vohs, K. D., Baumeister, R. F., Schmeichel, B. J., Twenge, J. M., Nelson, N. M., & Tice, D. M. (2008). Making choices impairs subsequent self-control: A limited resource account of decision making, self-regulation, and active initiative. *Journal of Personality and Social Psychology*, 94, 883-898.

9. Baumeister, R. F., Masicampo, E. J., & DeWall, C. N. (2009). Prosocial benefits of feeling free: Disbelief in free will increases aggression and reduces helpfulness. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 35 (2), 260-268.

10. Dawkins, R. (2006). Edge.org, 1/1.

11. O' Connor, J. J., & Robertson, E. F. (2008). Edward Norton Lorenz. http://www.history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Lorenz_Edward.html.

12. Feynman, R. (1998). The meaning of it all. New York: Perseus Books Group.
13. Bohr, M. (1937). Causality and complementarity. *Philosophy of Science*, 4 (3), 289-298.
14. Quoted in: Isaacson, W. (2007). *Einstein: His Life and Universe*. New York: Simon & Schuster.
15. Pattee, H. H. (2001). Causation, control, and the evolution of complexity. In P. B. Andersen, P. V. Christiansen, C. Emmeche, & M. O. Finnerman (Eds.), *Downward causation: Minds, bodies and matter* (pp. 63-77). Copenhagen: Aarhus University Press.
16. Goldstein, J. (1999). Emergence as a construct: History and issues. *Emergence: Complexity and Organization*, 1 (1), 49-72.
17. Laughlin, R. B. (2006). *A different universe: Reinventing physics from the bottom down*. New York: Basic Books.
18. Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M.

(1995). Six easy pieces: Essentials of physics explained by its most brilliant teacher (p. 135). New York: Basic Books.

19. Bunge, M. (2010). Matter and mind: A philosophical inquiry (p. 77). Dordrecht:Springer Verlag.

20. Libet, B., Wright, E. W., Feinstein, B., & Pearl, D. K. (1979). Subjective referral of the timing for a conscious sensory experience: A functional role for the somatosensory specific projection system in man. *Brain*, 102(1), 193-224.

21. Libet, B., Gleason, C. A., Wright, E. W., & Pearl, D. K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readinesspotential): The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, 106(3), 623-642.

22. Soon, C. S., Brass, M., Heinze, H.J. & Haynes, J.D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, 11 (5), 543-545.

23. Prinz, A. A., Bucher, D., & Marder, E. (2004). Similar network activity from disparate circuit parameters. *Nature Neuroscience*, 7(12), 1345-1352.
24. Anderson, P. W. (1972). More is different. *Science*, 177(4047), 393-396.
25. Locke, J. (1689). *An essay concerning human understanding* (1849 ed., p. 155). Philadelphia: Kay & Troutman.
26. Krakauer, D. Personal communication.
27. Bassett, D. S., & Gazzaniga, M. S. (2011). Understanding complexity in the human brain. *Trends in Cognitive Science*, in press.

05 谁决定了“我们”的意志——社会意识的进化

1. Legerstee, M. (1991). The role of person and object in eliciting early imitation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51 (3), 423-433.
2. For a review, see: Puce, A., & Perrett, D. (2003). Electrophysiology and brain imaging of biological motion. *Philosophical Transactions of*

the Royal Society of London B: Biological Sciences, 358, 435-446.

3. Heider, F., & Simmel, M. (1944). An experimental study of apparent behavior. *American Journal of Psychology*, 57(2), 243-259.

4. Premack, D., & Premack, A. (1997). Infants attribute value to the goal-directed actions of self-propelled objects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(6), 848-856.

5. Hamlin, J. K., Wynn, K., & Bloom, P. (2007). Social evaluation by preverbal infants. *Nature*, 450, 557-559.

6. Warneken, F., & Tomasello, M. (2007). Helping and cooperation at 14 months of age. *Infancy*, 11 (3), 271-294.

7. Warneken, F., Hare, B., Melis, A. P., Hanus, D., & Tomasello, M. (2007). Spontaneous altruism by chimpanzees and young children. *PLoS Biology*, 5(7), 1414-1420.

8. Warneken, F., & Tomasello, M. (2006).

- Altruistic helping in human infants and young chimpanzees. *Science*, 311 (5765), 1301-1303.
9. Liszkowski, U., Carpenter, M., Striano, T., & Tomasello, M. (2006). 12- and 18-month-olds point to provide information for others. *Journal of Cognition and Development*, 7(2), 173-187.
10. Warneken, F., & Tomasello, M. (2009). Varieties of altruism in children and chimpanzees. *Trends in Cognitive Science*, 13(9), 397-402.
11. Olson, K. R., & Spelke, E. S. (2008). Foundations of cooperation in young children. *Cognition*, 108(1), 222-231.
12. Melis, A. P., Hare, B., & Tomasello, M. (2008). Do chimpanzees reciprocate received favours? *Animal Behaviour*, 76(3), 951-962.
13. Rakoczy, H., Warneken, F., & Tomasello, M. (2008). The sources of normativity: Young children's awareness of the normative structure of games. *Developmental Psychology*, 44(3), 875-881.
14. Stephens, G. J., Silbert, L. J., & Hasson, U.

(2010). Speaker-listener neural coupling underlies successful communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(32), 14425- 14430.

15. Jolly, A (1966). Lemur and social behavior and primate intelligence. *Science*, 153(3735), 501-506.

16. Byrne, R. W., & Whiten, A. (1988). *Machiavellian intelligence*. Oxford: Clarendon Press.

17. Byrne, R. W., & Corp, N. (2004). Neocortex size predicts deception rate in primates. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271(1549), 1693-1699.

18. Moll, H., & Tomasello, M. (2007). Cooperation and human cognition: The Vygotskian intelligence hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1480), 639-648.

19. Dunbar, R. I. M. (1998). The social brain hypothesis. *Evolutionary Anthropology*, 6(5),

178-190.

20. Dunbar, R. I. M. (1993). Coevolution of neocortical size, group size and language in humans. *Behavioral and Brain Sciences*, 16(4), 681-735.

21. Hill, R. A, & Dunbar, R I. M. (2003). Social network size in humans. *Human Nature*, 14(1), 53-72.

22. Roberts, S. G. B., Dunbar, R I. M., Pollet, T. v., & Kuppens, T. (2009). Exploring variation in active network size: Constraints and ego characteristics. *Social Networks*, 1 (2), 138-146.

23. Dunbar, R. I. M. (1996). *Grooming, gossip, and the evolution of language*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

24. Papineau, D. (2005). Social learning and the Baldwin effect. In A. Zilhao (Ed.), *Evolution, rationality and cognition: A cognitive science for the twentyfirst century* (pp. 40-60). New York: Routledge.

25. Baldwin, J. M. (1896). A new factor in

- evolution. The American Naturalist, 30(354),441-451.
26. Krubitzer, L., & Kaas, J. (2005). The evolution of the neocortex in mammals: How is phenotypic diversity generated? Current Opinion in Neurobiology, 15(4),444-453.
27. Lewontin, R. C. (1982). Organism and environment. In H. C. Plotkin (Ed.), Learning, development and culture: Essays in evolutionary epistemology (pp. 151-171). New York: Wiley.
28. Odling-Smee, F. J., Laland, K. N., & Feldman, M. W. (2003). Niche construction: The neglected process in evolution. Retrieved from <http://www.nicheconstruction.com>.
29. Flack, J. C., de Waal, F. B. M., & Krakauer, D. C. (2005). Social structure, robustness, and policing cost in a cognitively sophisticated species. The American Naturalist, 165(5), E126-E139.
30. Flack, J. C., Krakauer, D. C., & de Waal, F. B. M. (2005). Robustness mechanisms in primate

societies: A perturbation study. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1568), 1091-1099.

31. Belyaev, D. (1979). Destabilizing selection as a factor in domestication. *Journal of Heredity*, 70(5), 301-308.

32. Hare, B., Plyusnina, I., Ignacio, N., Schepina, O., Stepika, A., Wrangham, R, & Trut, L. (2005). Social cognitive evolution in captive foxes is a correlated by-product of experimental domestication. *Current Biology*, 15(3), 226-230.

33. Allport, F. H. (1924). *Social psychology*. Boston: Houghton Mifflin.

34. Emler, N. (1994). Gossip, reputation, and adaptation. In R F. Goodman & A. Ben-Ze' ev (Eds.), *Good gossip* (pp. 117-138). Lawrence, KS: University Press of Kansas.

35. Call, J., & Tomasello, M. (2008). Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later. *Trends in Cognitive Science*, 12(5), 187-192.

36. Bloom, P., & German, T. P. (2000). Two reasons to abandon the false belief task as a test of theory of mind. *Cognition*, 77(1), B25-B31.

37. Buttelmann, D., Carpenter, M., & Tomasello, M. (2009). Eighteen-monthold infants show false belief understanding in an active helping paradigm. *Cognition*, 112(2), 337-342.

38. See: Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: The MIT Press; and Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind" ? *Cognition*, 21 (1), 37-46.

39. Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, v., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131- 141.

40. Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G., & Rizzolatti, G. (1995). Motor facilitation during action observation: A magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology*, 73(6), 2608-2611.

41. Singer, T., Seymour, B., O' Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303(5661), 1157-1162.
42. Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *NeuroImage*, 24(3), 771-779.
43. Dimberg, U., Thunberg, M., & Elmehed, K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science*, 11 (1), 86-89.
44. Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1999). The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(6), 893-910.
45. Giles, H., & Powesland, P. F. (1975). *Speech style and social evaluation*. London: Academic Press.
46. For a review see: Chartrand, T L., Maddux, W. W., & Lakin, J. L. (2005). Beyond the

perception-behavior link: The ubiquitous utility and motivational moderators of nonconscious mimicry. In R. R. Hassin, J. S. Uleman, & J. A. Bargh (Eds.), *The new unconscious* (pp. 334-361). New York: Oxford University Press.

47. van Baaren, R. B., Holland, R. W., Kawakami, K., & van Knippenberg, A. (2004). Mimicry and prosocial behavior. *Psychological Science*, 15(1), 71-74.

48. Chaiken, S. (1980). Heuristic versus systematic information processing and the use of source versus message cues in persuasion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(5), 752-766.

49. Hatfield, E., Cacioppo, J. T., & Rapson, R. L. (1993). Emotional contagion. *Current Directions in Psychological Sciences*, 2(3), 96-99.

50. Lanzetta, J. T., & Englis, B. G. (1989). Expectations of cooperation and competition and their effects on observers' vicarious emotional responses. *Journal of Personality and*

Social Psychology, 56(4), 543-554.

51. Bourgeois, P., & Hess, U. (1999). Emotional reactions to political leaders' facial displays: A replication. *Psychophysiology*, 36, S36.

52. Bourgeois, P., & Hess, U. (2007). The impact of social context on mimicry. *Biological Psychology*, 77(3), 343-352.

53. Yabar, Y., Cheung, N., Hess, U., Rochon, G., & Bonneville-Hebert, M. (2001). Dis-mot si vous etes intimes, je te dirais si tu mimes [Tell me if you're intimate and I'll tell you if you'll mimic]. Paper presented at the 24th Annual Meeting of the Société Québécoise pour la Recherche en Psychologie, October 26-28. Chicoutimi, Canada.

54. de Waal, F. (2001). The ape and the sushi master: Cultural reflections of a primatologist. New York: Basic Books.

55. See: Baner, G., & Harley, H. (2001). The mimetic dolphin [Peer commentary on the paper, "Culture in whales and dolphins" by L. Rendall & H. Whitehead]. *Behavioral and Brain*

Sciences, 24, 326-327.

56. Visalberghi, E., & Fragaszy, D. M. (1990). Do monkeys ape? In S. T. Parker & K. R. Gibson (Eds.), *Language and intelligence in monkeys and apes* (pp. 247-273). Cambridge: Cambridge University Press; and Whiten, A., & Ham, R. (1992). On the nature and evolution of imitation in the animal kingdom: Reappraisal of a century of research. In P. J. B. Slater, J. S. Rosenblatt, C. Beer, & M. Milinski (Eds.), *Advances in the study of behavior* (pp. 239-283). New York: Academic Press.

57. Kumashiro, M., Ishibashi, H., Uchiyama, Y., Itakura, S., Murata, A., & Iriki, A. (2003). Natural imitation induced by joint attention in Japanese monkeys. *International Journal of Psychophysiology*, 50(1-2), 81-99.

58. Hume, D. (1777). *An enquiry concerning the principles of morals* (1960 ed., p. 2). La Salle, IL: Open Court.

59. Brown, D. E. (1991). *Human universals*. New York: McCraw-Hill.

60. Haidt, J. (2010). Morality. In S. T. Fiske, D. T. Gilbert, & G. Lindzey (Eds.), *Handbook of social psychology* (5th ed., Vol. 2, pp. 797-832). Hoboken, NJ: Wiley.
61. Haidt, J. (2001). The emotional dog and its rational tail: A social intuitionist approach to moral judgment. *Psychological Review*, 108(4), 814-834.
62. Haidt, J., & Bjorklund, F. (2008). Social intuitionists answer six questions about moral psychology. In W. Sinnott-Armstrong (Ed.), *Moral psychology* (Vol. 2, pp. 181-217). Cambridge, MA: The MIT Press.
63. Westermarck, E. A. (1891). *The History of Human Marriage*. New York: Macmillan.
64. Shepher, J. (1983). *Incest: A biosocial view*. Orlando, FL: Academic Press; and Wolf, A. P. (1970). Childhood association and sexual attraction: A further test of the Westermarck hypothesis. *American Anthropologist*, 72(3), 864-874.
65. Lieberman, D., Tooby, J., & Cosmides, L.

(2002). Does morality have a biological basis? An empirical test of the factors governing moral sentiments relating to incest. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1517), 819-826.

66. Greene, J. D., Sommerville, R. B., Nystrom, L. E., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 293(5537), 2105-2108.

67. Hauser, M. (2006). *Moral minds*. New York: HarperCollins.

68. Koenigs, M., Young, L., Adolphs, R., Tranel, D., Cushman, F., Hauser, M., & Damasio, A. (2007). Damage to the prefrontal cortex increases utilitarian moral judgements. *Nature*, 446, 908-911.

69. Pinker, S. (2008, January 13). The moral instinct. *The New York Times*. Retrieved from <http://www.nytimes.com>.

70. Haidt, J., & Joseph, C. (2004). Intuitive ethics: How innately prepared intuitions

generate culturally variable virtues. Dsedalus, 133 (4), 55-66; and Haidt, J., & Bjorklund, F. (2008). Social intuitionists answer six questions about moral psychology. In W. Sinnott-Armstrong (Ed.), *Moral psychology* (Vol. 2, pp. 181-217). Cambridge, MA: The MIT Press.

71. Darwin, C. (1871). The descent of man. In M. Adler (Ed.), *Great books of the western world* (1952 ed., Vol. 49, p. 322). Chicago: Encyclopedea Britannica.

72. Knoch, D., Pascual-Leone, A., Meyer, K., Treyer, V., & Fehr, E. (2006). Diminishing reciprocal fairness by disrupting the right prefrontal cortex. *Science*, 314(5800), 829-832.

73. Anderson, S. W., Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R (1999). Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience*, 2(11), 1032-1037.

06 人该为自己的罪行负责吗——正义的证据

1. Van Biema, D., Drummond, T., Faltermayer, C., & Harrison, L. (1997, March 3). A recurring nightmare. Time. Retrieved from <http://www.time.com>.
2. Spake, A. (1997, March 5). Newsreal: The return of Larry Singleton. Salon. Retrieved from <http://www.salon.com>.
3. Puit, G. (2002, January 6). 1978 Mutilation: Family relieved by Singleton's death. Review Journal. Retrieved from <http://crimeshots.com/VincentNightmare.html>.
4. Taylor, M. (2002, January 1). Lawrence Singleton, despised rapist, dies / He chopped off teenager's arms in 1978. San Francisco Chronicle. Retrieved from <http://www.sfgate.com>.
5. Harrower, J. (1998). Applying psychology to crime. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
6. Hackett, R. (2003, January 30). A victim, a survivor, an artist. Seattle PostIntelligencer.

Retrieved from
http://www.seattlepi.com/local/l06424_maryvincent30.html.

7. Nisbett, R. E., Peng, K., Choi, I., & Norenzayan, A. (2001). Culture and systems of thought: Holistic versus analytic cognition. *Psychological Review*, 108(2), 291-310.
8. Nisbett, R. E. (2003). The geography of thought: How Asians and Westerners think differently and why (pp. 2-3, 5). New York: Free Press.
9. Hedden, T., Ketay, S., Aron, A., Markus, H. R., & Gabrieli, J. (2008). Cultural influences on neural substrates of attentional control. *Psychological Science* 19(1), 12-17.
10. Uskul, A. K., Kitayama, S., & Nisbett, R. E. (2008). Ecocultural basis of cognition: Farmers and fishermen are more holistic than herders. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(25), 8552-8556.
11. Kim, H. S., Sherman, D. K., Taylor, S. E., Sasaki, J. Y., Chy, T. Q., Ryu, C., Suh, E. M., & Xu,

J. (2010). Culture, serotonin receptor polymorphism and locus of attention. *Social Cognitive & Affective Neuroscience*, 5, 212-218.

12. Personal communication.

13. United Kingdom House of Lords decisions. Daniel M' Naghten' s case. May 26, June 19, 1843.

Retreived from <http://www.bailii.org/uk/cases/UKHL/1843/J16.html>.

14. Weisberg, D. S., Keil, F C., Goodstein, J., Rawson, E., & Gray, J. R. (2008). The seductive allure of neuroscience explanations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 470-477.

15. Shariff, A. F., Greene, J. D., Schooler, J. W. (submitted). His brain made him do it: Encouraging a mechanistic worldview reduces punishment.

16. Staff working paper (2004). An overview of the impact of neuroscience evidence in criminal law. The President' s council on Bioethics. Retrieved from

<http://bioethics.georgetown.edu/pcbe/backgro.html>.

17. Scalia, A. (2002). *Akins v. Virginia* (00-8452) 536 U.S. 304. Retrieved August 9, 2010, from <http://www.law.comell.edu/supct/html/00-8452.Z>.

18. Snead, O. C. (2006) .. Neuroimaging and the courts: Standards and illustrative case index. Report for Emerging Issues in Neuroscience Conference for State and Federal Judges. Retrieved from http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:CTy_7pLokKYJ:www.ncsconline.org/d_research/stl/dec06/Snead%20Presentation%20%28AAAS%20-%20modified%29.doc+simon+pirela&cd=10&hl=en&ct=clnk&gl=us&client=a.

19. Talairach, P. T., & Tournoux, P. (1988). *Coplanar stereotaxic atlas for the human brain: 3-D proportional system: An approach to cerebral imaging* (p. vii). New York: Thieme

Medical Publishers.

20. Miller, M. B., van Horn, J. D., Wolford, G. L., Handy, T. C., ValsangkarSmyth, M., Inati, S., ... Gazzaniga, M. S. (2002). Extensive individual differences in brain activations associated with episodic retrieval are reliable over time. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(8), 1200-1214.

21. Doron, C., & Gazzaniga, M. S. (2009). Neuroimaging techniques offer new perspectives on callosal transfer and interhemispheric communication. *Cortex*, 44(8), 1023-1029.

22. Putman, M. C., Steven, M. S., Doron, C., Riggall, A. C., & Gazzaniga, M. S. (2009). Cortical projection topography of the human splenium: Hemispheric asymmetry and individual difference. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(8), 1662-1669.

23. Desmurget, M., Reilly, K. T., Richard, M., Szathmari, A., Mottolese, C., & Sirigu, A. (2009). Movement intention after parietal cortex stimulation in humans. *Science*, 324(811), 811-

24. Brass, M., & Haggard, P. (2008). The what, when, whether model of intentional action. *Neuroscientist*, 14(4), 319-325.

25. Brass, M., & Haggard, P. (2007). To do or not to do: The neural signature of self-control. *Journal of Neuroscience*, 27(34), 9141-9145.

26. Kuhn, S., Haggard, P., & Brass, M. (2009). Intentional inhibition: How the "veto-area" exerts control. *Human Brain Mapping*, 30(9), 2834-2843.

27. Schauer, F. (2010). Neuroscience, lie-detection, and the law: Contrary to the prevailing view, the suitability of brain-based lie-detection for courtroom or forensic use should be determined according to legal and not scientific standards. *Trends in Cognitive Science*, 14(3), 101-103.

28. Bond, C. F., & De Paulo, B. M. (2006). Accuracy of deception judgments. *Personality and Social Psychology Review*, 10, 214-234.

29. Meisser, C. A., & Bigham, J. C. (2001). Thirty

years of investigating the ownrace bias in memory for faces: A meta-analytic review. *Psychology, Public Policy, and Law*, 7(1),3-35.

30. Connors, E., Lundregar, T, Miller, N., & McEwan, T (1996). *Convicted by juries, exonerated by science: Case studies in the use of DNA evidence to establish innocence after trial*. Washington, DC: National Institute of Justice.

31. Turk, D. J., Handy, T C., & Gazzaniga, M. S. (2005). Can perceptual expertise account for the own-race bias in face recognition? A split-brain study. *Cognitive Neuropsychology*, 22(7), 877-883.

32. Harris, L. T, & Fiske, S. T (2006). Dehumanizing the lowest of the low: Neuroimaging responses to extreme out-groups. *Psychological Science*, 17(10),847-853.

33. Wilkinson, R. A. (1997). A shifting paradigm: Modern restorative justice principles have their roots in ancient cultures. *Corrections Today*. Dec. Retrieved from

<http://www.drc.state.oh.us/web/Articles/article>

34. Sloane, S., & Baillargeon, R. (2010). 2.5-Year-olds divide resources equally between two identical non-human agents. Poster session presented at the annual meeting of the International Society of Infant Studies, Baltimore, MD.

35. Geraci, A., & Surian, L. (2010). Sixteen-month-olds prefer agents that perform equal distributions. Poster session presented at the annual meeting of the International Society of Infant Studies, Baltimore, MD.

36. He, Z., & Baillargeon, R. (2010). Reciprocity within but not across groups: 2.5-year-olds' expectations about ingroup and outgroup agents. Poster session presented at the annual meeting of the International Society of Infant Studies, Baltimore, MD.

37. Vaish, A., Carpenter, M., & Tomasello, M. (2010). Moral mediators of young children's prosocial behavior toward victims and perpetrators. Poster session presented at the

annual meeting of the International Society of Infant Studies, Baltimore, MD.

38. Harris, P. L., & Nunez, M. (1996). Understanding permission rules by preschool children. *Child Development*, 67(4),1572-1591.

39. Hamlin, J., Wynn, K., Bloom, P., & Mahagan, N., Third-party reward and punishment in young toddlers. (Under review)

40. Carlsmith, K. M. (2006). The roles of retribution and utility in determining punishment. *Journal of Experimental Social Psychology*, 42, 437-451.

41. Darley, J. M., Carlsmith, K. M., Robinson, P. H. (2000). Incapacitation and just deserts as motives for punishment. *Law and Human Behavior*, 24, 659- 683.

42. Carlsmith, K. M., & Darley, J. M. (2008). Psychological aspects of retributive justice. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 40, pp. 193-236). San Diego, CA: Elsevier.

43. Carlsmith, K. M. (2008). On justifying

punishment: The discrepancy between words and actions. *Social Justice Research*, 21, 119-137.

44. Buckholtz, J. W., Asplund, C. L., Dux, P. E., Zald, D. H., Gore, J. C., Jones, O. D., & Marois, R. (2008). The neural correlates of third-party punishment. *Neuron*, 60, 930-940.

45. Richards, J. R. (2000). *Human nature after Darwin* (p. 210). New York: Routledge.

46. Boyd, R, Gintis, H., Bowles, S., & Richerson, P. J. (2003). The evolution of altruistic punishment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(6), 3531-3535.

译后记

人应不应该有责任感？应不应该对自己的行为负责任？

按理说，这本来是个不言自明的问题。较真的美国人民，因为“决定论”而对个体意志产生了怀疑，本书的目的便是对此进行拆解，从大脑科学的角度提出，脑袋的元件当然是确定的，可脑袋的内容，则来自社会，来自人际互动。作者以汽车来打比方：单辆的汽车，是一个个零件构成的，我们了解整个汽车是如何组合运作的；可一旦一辆辆汽车汇集成车流，我们便无法通过一辆汽车的运作原理来预见整个车流的走向。

然而，出于中国当下整个社会的特殊转型性质，我们产生了许多具有特殊国情的认识。我们很容易把所有问题归结于“社会的错”，甚至，连自己碰到的一些极为个人的问题，也怪社会。换言之，正是强大的社会互动，令我们无法对自己负

责。排队、加塞儿、走后门、塞红包，人人都痛恨之，但轮到自己碰到了类似情形，也不得不照着做。连考试不及格、作弊被抓、工作升不了职、加不了薪、夫妻关系破裂，也都是社会的错。同样用上面汽车的例子打比方，那也就是：既然已经置身车流，单辆的汽车无法决定车流的走向，只能随波逐流。

所以，这本书对中国读者的意义，恐怕还在于将它从另一个角度来解读：人固然是社会的人，要受社会规范的制约；但人同时也是有自我意志的个体，有自由选择的能力和余地。单辆的汽车固然无法决定车流的走向，却完全可以控制自己前进的方向和行驶的速度。车流轰轰烈烈加速驶向看不见的“nowhere”，你可以选择退出车流，去别的地方；也完全可以停下来，看看路边风景。

因为本书涉及的专业知识较多，时间仓促，还有其他一些同事及好友参加了本书的翻译、资料检索及整理工作：李佳、李征、张志华、张才学、唐竞、向倩叶、廖昕、侯高林和甘雪芹。向大家致上最衷心的感谢。

碍于译者水平，疏漏在所难免，如果各位读者在阅读过程中感觉译文理解有困难，或是发现了任何翻译上的错误，不妨一同探讨。

闫佳

2013年2月于成都

- ★您知道自己为阅读付出的最大成本是什么吗？
- ★您是否常常在读过一本书后，才发现不是自己要读的那一本？
- ★您是否常常发现很多书都是一时冲动买下，至今一字未读？
- ★您是否常常感慨书的价格太贵，两百多页，值四十多元钱吗？

★ 阅读的最大成本

读者在选购图书的时候，往往把成本支出的焦点放在书价上。其实不然。

时间才是读者付出的最大阅读成本。

阅读的时间成本=选择花费的时间+阅读花费的时间+误读浪费的时间

★ 选择合适的图书类别

目前市场上的图书来源可以分为两大类、五小类：

1. **引进图书**：引进图书来源于国外出版公司，多从其他语种翻译成中文出版，反映国际发展现状，但与中国实际结合较弱，其中包括三小类：

a) **教科书**：理论性较强，体系完整，但多为学科的基础知识，适合初入门的、需要系统了解一门学问的读者。

b) **专业书**：理论性、专业性均较强，需要读者拥有比较深厚的专业背景，阅读的目的是加深对一门学问的理解和认识。

c) **大众书**：理论性、专业性均不强，但普及性较强，贴近现实，实用可操作，适合一门学问的普通爱好者或实际操作者。

2. **本土图书**：本土图书来源于中国的作者，反映中国的发展现状，与中国的实际结合较强，但国际视野和领先性与引进版相比较弱，其中包括两小类，可通过封面的作者署名来辨别：

a) **“著”作**：大多为作者亲笔写就，请读者认真阅读“作者简介”，并上网查询，验证其真实程度。一旦发现优秀的适合自己的作者，可以在今后的阅读生活中，多加留意并了解。

b) **“编著”图书**：汇编了大量图书中的内容，拼凑的痕迹较明显，建议读者仔细分辨，谨慎购买。

★ 阅读的收益

阅读图书最大的收益，来自于获取知识后，应用于自己的工作和生活，获得品质的改善和提升，油然而生无垠的满足感。

★ 我们出版的所有图书，封底和前勒口都有“湛庐文化”的标志



并归于两个品牌



★ 找“小红帽”

为了便于读者在浩如烟海的书架阵列中清楚地找到湛庐，我们在每本图书的封面左上角，以及书脊上部47mm处，以红色作为标记——称之为“小红帽”。同时，封面左上角标记“湛庐文化 Slogan”，书脊上标记“湛庐文化 Logo”，且下方标注图书所属品牌。



湛庐文化主力打造两个品牌：财富汇，致力于为商界人士提供国内外优秀的经济管理类图书；心视界，旨在通过心理学大师、心灵导师的专业指导为读者提供改善生活和心境的通路。

★ 用轻型纸

您现在正在阅读的这本书所使用的是轻型纸，有白度低、质感好、韧性好、油墨吸收度高等特点。

★ 关注阅读体验

我们目前所使用的字体、字号和行距，是在经过大量调查研究的基础上确定的，符合读者阅读感受。每页设计的字数可以在阅读疲劳周期的低谷到来之前，使读者稍作停顿，减轻读者的阅读疲劳，舒适的阅读感觉油然而生。

所有的一切都是为了给您更好的阅读体验。代表着我们“十年磨一剑”的专注精神。我们希望湛庐能够成为您事业与生活中的伙伴，帮助您成就事业，拥有更为美好的生活。

洪庐文化2008-2012年获奖书目

★《正能量》

《新财富》2012年经营类十大图书，京东2012好书榜年度新书。

15年职业经理人的心得，写给迷茫及在职场人。

献给迷茫的职场故事，发掘自己与生俱来的正能量。

★《牛奶可乐经济学》

国家图书馆“第四届文津奖”十本获奖图书之一，唯一获奖的商业类图书。

搜狐。《第一财经日报》2008年十本最佳商业图书。

写经济学的诺贝尔得主生活和作品。体验作为“经济学家”的无奈之旅。

★《清单革命》

《中国图书商报》商业类十大好书。

全球思想家正在读的20本书之一。

一场应对复杂世界的观念变革，一场捍卫安全与正确的实践宣言。

★《大幅削减》

《金融时报》-高兹2010年度最佳商业图书入选作品。

美国《外交政策》杂志评选的全球思想家正在阅读的20本书之一。

蓝狮子·新潮2010年度十大最佳商业图书，《新财富》2010年度十大最具价值经营图书。

一部金融界的《12》，一部丹·布朗式的瑰丽巨制。

★《金融之王》

《金融时报》-高兹2010年度最佳商业图书。

蓝狮子·新潮2011年度十大最佳商业图书，《第一财经日报》2011年度十大金融投资书籍。

一部优美的人物传记，一部独特视角的经济学史。

★《快乐竞争力》

蓝狮子·新潮2012年度十大最佳商业图书。

赢得优势的7个积极心理学法则，全美10大幸福企业“幸福感”培训专用书。

★《大客户销售》

蓝狮子·新财富2012最佳营销商业图书。

著名营销及销售行为专家陈路分最新作品，一本提升大客户销售能力的实战解密。

★《自营销》

白犀牛2013年度潜力新书。

全球最具创意广告公司CDP自营销人的视觉之作，让产品和营销网合一营销。

★《认知盈余》

2011年度和清华大学财经图书大奖。

看“互联网革命最伟大的思考者”克里斯安德森如何开在组织的时间力量。

看自由时间如何成就“有用”世界，如何打破“有用”经济与“有用”商业的未来。

★《爆发》

白犀牛2013年度潜力新书。

大数据时代催生未来的新思维，颠覆《黑天鹅》的预言之作，揭示人行为背后隐藏的模式。

★《微力无边》

2011年度和清华大学财经图书大奖“最佳装帧设计奖”。

中国最早的社区媒体营销研究家张子建首部作品，一部值得期待，半部营销后传。

★《神话的力量》

《心灵月报》2011年度最佳图书奖。

在神话与基础的世界中发现自我，当代神话学大师的慧见·坎贝尔学生精粹之作。

★《真实的幸福》

《三联》2010年度最具阅读价值的10本畅销书籍。

积极心理学之父马丁·塞利格曼代表作。

哈佛最吸引人，最受欢迎的幸福课。



延伸阅读

《自由意志》

- ◎ 中国科学院理论物理研究所研究员李淼跨界导读。
- ◎ 有关“自由意志”最精到的著作。
- ◎ 2012年影响世界的50人之一，TED演讲嘉宾萨姆·哈里斯经典力作。



扫码直达本书购买链接

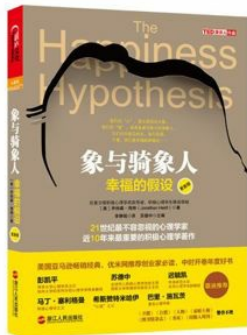


本书购买链接：<http://t.cn/RPUXcgy>

《象与骑象人》

◎ 坦普尔顿奖获得者乔纳森·海特改变心理与行为的积极心理学震撼之作。

◎ 伟大思想家关于“心”的共同洞悉，用现代科学验证关于幸福的10个古老假设。



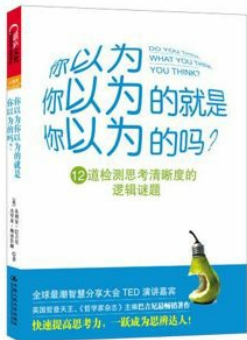
扫码直达本书购买链接



本书购买链接：<http://t.cn/RPUXJPE>

《你以为你以为的就是你以为的吗？I》

- ◎ 思维大师、英国《哲学家杂志》创办人朱立安·巴吉尼最具颠覆性与挑战性的作品。
- ◎ 12道检测思考清晰度的逻辑谜题。



扫码直达本书购买链接

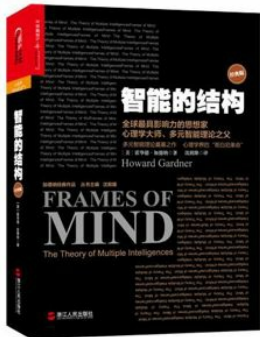


本书购买链接：<http://t.cn/RPUXSA0>

《智能的结构》

- ◎ 作者霍华德·加德纳是当今世界最具影响力的心理学家，多元智能理论创始人，是推动美国教育改革的首席科学家。
- ◎ 多元智能理论的奠基之作，标志着多元智能的诞生，被心理学界誉为“哥白尼式的革命”，使加德

纳在世界上—举成名。



扫码直达本书购买链接



本书购买链接：<http://t.cn/RPUoxYP>

《拖延心理学》

◎ 从学生到科学家，从秘书到总裁，从家庭主妇到销售员，拖延的问题几乎会影响到每一个人。

◎ 《拖延心理学》的两位作者简·博克和莱诺拉·袁都是心理学博士，同时也是美国加利福尼亚大学的资深心理咨询师。她们一直致力于为全美国的学生、公司组织和公众团体提供治疗的心理工作坊和

专题演讲方面的服务，终年活跃在伯克利、斯坦福大学的讲坛。



扫码直达本书购买链接



本书购买链接：<http://t.cn/RPUooBa>