

谁说了算

作者：迈克尔·加扎尼加

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](#)

前言

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。生理化学的大脑确实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，我们在本质上是沒有自由意志的僵尸。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。

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，能自由自主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是主要的。”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连接重要性概念的核心。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（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，他观察到神经从大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年代稍晚些时候，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

欢迎访问：电子书学习和下载网站 (<https://www.shgis.cn>)

文档名称：《谁说了算》迈克尔·加扎尼加 著.epub

请登录 <https://shgis.cn/post/1370.html> 下载完整文档。

手机端请扫码查看：

