

科学大师佳作系列

11

# 人脑之谜

THE HUMAN BRAIN

苏珊·格林菲尔德 著

杨雄里 等译

人脑之谜

上海科学

社

上海科学技术出版社

600  
4-8  
2

# 人 脑 之 谜

苏珊·格林菲尔德 著

杨雄里 等译

上 海 科 学 技 术 出 版 社

---

## 内 容 提 要

《人脑之谜》为美国约翰·布罗克曼公司组织世界著名科学家分别撰写,并于1994年开始推出的一套反映世纪之交科学前沿问题的《科学大师佳作系列》之一。全世界有20多个国家和地区共同推出这套丛书的各种文本。

本书是由一名实验生物学家从脑的结构、脑的发育、神经细胞活动的基本过程以及脑的正常、异常活动等几个侧面对脑作比较全面的介绍。作者以丰富、翔实材料为依据,从引述浅显的事实或引证在脑科学发展史上有重要意义的典型病例起步,以生动的笔触带领读者作一场引人入胜的科学之旅——探索脑的奥秘。

### 人 脑 之 谜

苏珊·格林菲尔德 著

杨雄里 等译

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所经销 常熟市第六印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 4 插页 4 字数 95 000

1998年8月第1版 1998年8月第1次印刷

印数: 1—15 000

ISBN 7-5323-4773-7/N·78

定价: 10.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,  
请向承印厂联系调换

Published by arrangement with  
JOHN BROCKMAN ASSOCIATES, INC.  
in association with BARDON-CHINESE MEDIA AGENCY  
ALL RIGHTS RESERVED

关于《科学大师佳作系列》

~~~~~

这是全球出版界的一次大行动，当代科学大师亲自  
出马，带领读者作一次现代科学的知性之旅，全球 26 种  
语言同步出版。

---

## 编译委员会名单

|          |           |
|----------|-----------|
| 编译委员会主任  | 朱光亚       |
| 顾问       | 龚心瀚       |
| 编译委员会副主任 | 谢希德       |
|          | 叶叔华       |
| 编译委员会委员  | (以姓氏笔划为序) |
|          | 文有仁       |
|          | 卞毓麟       |
|          | 陈念贻       |
|          | 杨沛霆       |
|          | 杨雄里       |
|          | 吴汝康       |
|          | 何成武       |
|          | 郑 度       |
|          | 洪国藩       |
|          | 胡大卫       |
|          | 谈祥柏       |
|          | 戴汝为       |

## 《科学大师佳作系列》中文版序

人类正在迎接世纪之交。即将消逝的 20 世纪,科学技术又有了过去无法比拟的巨大发展与进步。科学上的重大发现,与技术发明、创造相互交替影响与促进,使人们对客观世界的认识更深入、更丰富多采了。

以“宇宙演化”这一课题为例,《科学美国人》杂志 1994 年 10 月号以“宇宙中的生命”为题的专刊,登载了詹姆士·皮博(P. James E. Peebles)等 4 位科学家的综述文章,介绍了近年来对宇宙起源的演化问题的研究成果——大爆炸标准模型。按照这一理论,宇宙是在大约 150 亿年以前从炽热而且稠密的物质与能量“大爆炸”而形成,随着它急骤膨胀、冷却,逐渐衍生成众多的星系、星体、行星,直至出现生命。人类生活于其中的太阳系,约在 50 亿年前才开始出现。这篇文章指出,研究宇宙学问题的还有哲学家、神学家、神秘主义者;然而,与他们不同的是,科学家们只接受经过实验或观测检验过的事实。文章还指出:“我们对宇宙起源与演化的认识,是 20 世纪科学研究的重大成就之一,这正是基于几十年的创新实验与理论研究的结果。用地面和发射到空间的现代望远镜,可探测到远在数十亿光年之外的星系发出的光,它告诉我们宇宙年青时是何种模样。用粒子加速器可探索宇宙演化初期其高能环境的基础物理学。用人造卫星可探测到宇宙早期膨胀后留下的本底射线,使我们在能观察到的宇宙最大尺度范围内勾画出它的大致图象。”当然,由于观察和实验受到条件和能力的局限,正如过去许多理论认识仅是客观真实的一种近似那样,也还有许多问题尚不能由这一理论作出回答,需要科学家们继续努力进行创新研

究,并通过更多的观察、实验来解决。

江泽民同志近年来多次指出,各级领导干部要努力学习与掌握现代科学技术知识。1994年12月,中共中央、国务院发出了《关于加强科学技术普及工作的若干意见》,要求从科学知识、科学方法和科学思想的教育普及3个方面推进科普工作。问题是:当代科学之发展如此迅速,其前沿领域又如此艰深,究竟能不能凭借通俗的语言,使广大干部和社会公众对当代科学成就取得比较中肯的了解?

这很不容易,但回答仍是肯定的。已故美国科普泰斗艾萨克·阿西莫夫(Isaac Asimov)曾经说过:“只要科学家担负起交流的责任——对于自己干的那一行尽可能简明并尽可能多地加以解释,而非科学家也乐于洗耳恭听,那么两者之间的鸿沟便有可能消除。要能满意地欣赏一门科学的进展,并不非得对科学有透彻的了解。归根到底,没有人认为,要欣赏莎士比亚,自己就必须能写出一部伟大的文学作品。要欣赏贝多芬的交响乐,也并不要求听者能作出一部同等的交响乐。同样地,要欣赏或享受科学的成就,也不一定非得躬身于创造性的科学活动。”

这番话很有道理。而美国布罗克曼公司组织编写的《科学大师佳作系列》(Science Masters Series)则堪称贯彻这一宗旨的上乘之作。该系列的作者们,既是当代科学前沿研究领域中有盛誉的专家,又是成绩卓然的科普作家。他们的这些作品内涵丰富,深入浅出,水准确实是很高的。同时,该系列的选题布局也很有特色:既有选择地抓住了当前科学发展的若干热点或焦点,又从整体上兼顾了学科覆盖面。这从该系列第一辑12本书和第二辑10本书的选题即可见一斑。

《科学大师佳作系列》是世界科普出版界的一项盛举:它将在全球范围内的十几个国家中,以二十几种语言出版。上海科学技术出版社与布罗克曼公司签约,取得了出版中译本的版权。为确保中译本早日问世,出版社邀请了10余位专家、学者组成中文版编译委员会,决定每拿到一本英语原著打字稿,即着手组织本学科领域

中既有学术专长、又有著译和科普写作经验的学者翻译。经过编译委员会诸同仁和全体译、校、编者的共同努力,《科学大师佳作系列》中译本中首先推出的3本已呈献于读者面前,即《宇宙的起源》、《宇宙的最后三分钟》与《人类的起源》。这3本书也正好是我前面举例讲到的介绍“宇宙的起源与演化”课题的精辟之作。作为中文版编译委员会的主任,我对此委实是不胜欣喜的。

该系列的作者之一、哲学家丹尼尔·丹尼特说过:“我将这项计划(按:即出版《科学大师佳作系列》)视为向这个世界撒下了一张网,它捕获的将是我们这颗行星的下一代思想家和科学家。”但愿果真如此。与此同时,我也衷心地企盼我国的科学家、科普作家、出版家们能并肩奋斗,不懈努力,写作和出版一批足以雄视世界科普之林的传世佳作,为我国科学事业的长足进步作出更大的贡献。

谨序如斯,愿与读者共勉。

朱 光 亚

1995年1月20日于北京

# 目 录

|                |     |
|----------------|-----|
| 序 言.....       | 1   |
| 第一章 脑中之脑.....  | 4   |
| 第二章 脑的活动 ..... | 26  |
| 第三章 神经冲动 ..... | 48  |
| 第四章 脑的发育 ..... | 68  |
| 第五章 记忆之谜 ..... | 88  |
| 结论和前瞻.....     | 107 |
| 译者后记.....      | 110 |

# 序 言

许多人对大脑充满好奇,但他们却苦于无从去了解它,即使是大脑最基本和众所周知的事实。目前所能见到的多为专业书籍,这些书籍对于生物医学专业的学生较为合适,因为他们已经具备了必需的背景知识,但其中众多的专业术语很容易使一般人望而却步。实际上,大脑对所有人都极具吸引力,它涉及的内容林林总总,诸如婴儿发育、药物的使用和滥用、中风、精神分裂症、大脑扫描、意识的物质基础等,其中总会有一个是你我感到兴趣的。

我写这本书是为了向非专业读者介绍大脑的奥秘,读者在书中可以了解到:关于大脑和精神我们已经知道了些什么;用我们现有的知识又能确切地回答些什么。虽然我早就想要写这么一本书,但最后使我付诸行动的是最近的两次经历。1994年,我应邀作了那一年度皇家学会的圣诞讲座,这些讲座涵盖内容广泛的科学主题,自1826年以来一直深受青年听众的欢迎。在最近30余年中,英国广播公司(BBC)为每一次讲座作了电视转播。这档节目现已成为英国式生活的一部分,这多半是因为它与通常的讲演迥然不同:从该讲演的奠基人法拉第(Michael Faraday)\*那个时候起,讲演就一直注重有听众参与的生动演示,以及活动模型、古色古香的道具和各种奇异的动物展示。

泛而言之,本书的五章内容就是这五次讲演的结晶。然而,尽管我已经努力把圣诞讲演的某些精髓融入其中,书中也确有不少

---

\* 迈克尔·法拉第(Michael Faraday, 1791-1861),英国著名物理学家和化学家,英国皇家学会会员,发现电磁感应现象,确定了电磁感应的基本定律——译者注

素材取自讲演,但两者之间还是有一些很根本的差别。讲演是针对青少年的,而这本书是为成年读者而写的。此外,讲演中一头活生生的鹰和猫头鹰所产生的影响,一次计测反应时间的比赛所激起的欢欣,是难以充分地用文字来表达的。因此,在本书中,我并不那么强调向读者陈述各种各样的现象和原理,而是注重大脑研究所具有的更富“哲学性”的涵义。简言之,我已不揣简陋提出各种猜测,以解释“精神”是怎样由大脑产生的。我无意让读者把这些想法视为确凿的事实,只是希望能以此促使读者不断提出质疑和自己的想法。

随着第二次向公众谈论大脑机会的出现,这个念头变得更加成熟起来。1995年我当选为伦敦格雷欣(Gresham)学院物理系的讲座教授。按托马斯·格雷欣(Thomas Gresham,一位伊丽莎白女王时代的金融家)的意愿,学院延聘八名教授在伦敦城里免费为公众作讲演,他们分别代表了所谓“新学”的各个分支。于是,在最近二年中,我有了两次机会为大众作关于大脑的入门讲座。我努力使讲演对每一个信步进门的听众都明白易懂,即使他们是第一次来听讲演。我因此得到了一个极好的机会能直接听取人们提出的各种问题,同时也对那些听众感兴趣的特定主题心中有了数。这些经验对我挑选材料和选择恰当的表述方式极有帮助。

在第一章中,我们单凭肉眼检视大脑,并探索不同脑区间的相关,探讨每个脑区是否都有不同的功能。在第二章中,我们考察某些熟悉的功能,如运动和视觉,并试图了解它们在脑中如何协调,以此来认识脑功能的定位问题。在第三章中,重点从脑区的大体解剖转移到显微镜下对脑的研究。我们将看到,脑的基本结构单元——脑细胞之间是怎样通讯的,药物如何能改变这种通讯。在第四章中,我们探索单一受精卵怎样发育成为脑。在跟踪脑一生的演变过程中,我们看到在经验的影响下脑如何不断地变化,从而形成一个独特的个体。在第五章中我们提出问题:记忆是什么?它是怎样运转的?它发生在脑中何处?以此来继续对个性的探索。正是通过记忆,我们最终能对精神的物质基础有一个粗浅的了解。

大脑仍然是一个引人入胜之谜。对于我们这些研究脑大半生的人来说,常常会有这样一种感觉:知道得越多,未知的就越多。这有点像希腊神话中的九头蛇,砍掉一个头,在原处会长出七个头来。本书并不提供揭示个性或意识奥秘的魔弹,也不承允对这些奥秘给予简单明了的答案。但是,我希望它将有助于激起读者对宇宙间这个最富有魅力的实体的好奇。

# 第一章 脑中之脑

**脑**是如何工作的？它究竟在做什么？千百年来，这些问题吸引着无数人，也不断向人们提出挑战。也许，了解脑是人类认识的最后疆界。但现在，我们终于能够涉足这一领域了，当然也有动力驱使着我们这样做。

人的寿命延长了，但未必生活得更好。侵袭人脑的灾难性老年疾病，如帕金森病和老年痴呆症等，正日趋蔓延；抑郁和焦虑等精神疾病也因现代生活的压力而与日俱增；人们对情绪调节药物的依赖性越来越强。由此可见，目前我们最需要的是尽可能多地了解脑。1990年7月17日，当时的美国总统乔治·布什呼吁，应竭尽全力使公众充分意识到脑研究给人类带来的益处。我们正处于“脑的十年”的中期，人们对脑感兴趣是理所当然的。

人脑处于仿佛是度身打造的颅骨中，远离躯体的其他部位，其粘稠度与半熟的鸡蛋相似，而且没有任何部分是运动着的。显然，脑注定无法承受任何物理的张力，或参与大幅度的机械性动作。古希腊人由此得出结论：这个非实质性的、隐蔽的实体是灵魂的理想栖身所。最重要的是，灵魂是不朽的；它与思维无关。事实上，对我们现在归诸于脑的所有功能，古希腊人都把它们都定位在心或肺（从未就精确的定位达成过完全一致）。不朽的“灵魂”自然是那么的神圣和难以捉摸，而它那寂静而又幽远的灰色栖息处，大脑，便成了一个具有神秘特性的庄严圣地——他们为此设立了严格的戒律，禁止吃任何动物的脑。显而易见，古希腊人所说的灵魂具有一种不同的涵义，它与意识、精神以及现在与个性和人格相联系的所有其他性质迥然相异。

古希腊人的这个离奇推论，亦即正常精神活动与脑毫无关系，终于因克罗托内镇(Croton)\* 的阿尔克迈翁(Alcmaeon)\*\* 的一个伟大发现而发生了改变。阿尔克迈翁发现，确实有连接物从眼导向脑。他断定，这个区域就是思维的发生地。这个革命性的想法与两名埃及解剖学家希罗菲勒斯(Herophilus)和埃拉西斯特拉图斯(Erasistratus)\*\*\* 的观察异曲同工。这两位解剖学家曾设法跟踪神经(显然当时还未被鉴定为神经)，以了解它如何从身体的其他部位传入脑。但是，如果脑是思维的中心，那么灵魂又该栖身何处呢？

古希腊医生盖伦(Galen, 公元 129—199)\*\*\*\* 的兴趣所在是脑中能清晰地被裸眼辨别的最松散、最稀薄的那个部分。在脑的深处是一个由互相联通的腔组成的迷宫，当胎儿在子宫内发育时它便已形成，内含无色的液体。这种看上去非实质性的液体称为脑脊液(CSF)，它包围着整个脑以及脊髓。通过腰椎穿刺从低位脊髓取样检查脑脊液，可以诊断各种神经病学的问题。在正常情况下，脑脊液仍然会被重新吸收，进入人体血供。由于新鲜的体液在不断地生成(对于人而言，约每分钟 0.2 毫升)，因此它可以不断地循环。

现在我们很容易想象，为什么古希腊人会把这种神秘的涡旋物质，而不是把粘滞的脑浆视作灵魂实体的一位合适候选者。我们现在知道，脑脊液仅仅包含盐、糖和某些蛋白质，非但不是灵魂的所在地，它甚至被贬作“脑的尿液”。到了科学发展如斯的今天，即便笃信不朽灵魂的人也不再期望在脑内找到灵魂。人类的脑，已被公认为我们全部思维和情感的掌管者，它本身是一个最撩人的谜团。

---

\* 克罗托内镇(Croton)，位于意大利南部的古镇，现称 Crotona——译者注

\*\* 阿尔克迈翁(Alcmaeon)，又名 Alcmeon，公元前 6 世纪古希腊的哲学家和生理学家——译者注

\*\*\* 希罗菲勒斯(Herophilus，公元前 335—公元前 280)和埃拉西斯特拉图斯(Erasistratus，约公元前 250)，都是亚历山大城的医生和解剖学家——译者注

\*\*\*\* 盖伦(Galen, 129—199)，公元前 5 世纪伟大的医生、哲学家和语言学家。理性医学的奠基者，他的思想对拜占庭和伊斯兰文化以及欧洲文艺复兴有重要的影响——译者注

脑是怎样工作的？这个问题实在太笼统、太含糊，用实际的实验或观察来回答没有任何意义。我们需要做的是回答某些特定的子问题，通过对这些子问题的解答，我们最终将对脑——这团以某种方式寓含着我们个性的神秘组织——有一个认识。在本书中，我们将看到，在对这个问题的回答上我们已获得了怎样的进展。

在本章中，我们探讨的第一个主题是脑的外形。设想一下，你正在看手中的脑：一个奶油色的、有皱褶的物体，它的质量超过 1 千克，平均在 1.3 千克左右（见图 1）。你将注意到的第一个特征是，这个外表怪异的物体小到可以置于手掌之中，但它是由不同的区域组成的。这些区域有着特定的形状和纹理，按一定的方式互相折叠、交联在一起，而对于这种交联方式，我们现在刚开始有一点粗浅的了解。

脑的粘稠度与半熟的鸡蛋相当，它的总体平面图总是相同的。它可分为清晰的两半，称为半球，看上去像是坐落在一根粗壮的主茎（脑干）上。脑干基部逐渐变细成为脊髓。在它的背面是花菜样的突出物——小脑，悬于大脑之后，摇摇欲坠。

如果你去观察小脑、脑干和这些半球的表面，你会发现它们不仅表面纹理完全不同，而且颜色也在奶色—粉色—棕色的范围内略有变化。而当你将脑翻过来看它下面时，你还可以容易地发现更多颜色、纹理和形状各不相同的部位。对脑的绝大部分而言，每一区域在脑两侧的分布是完全一样的，所以你可以在中间画一条线作为轴，相对于这个轴，脑是对称的。

脑的不同区域堆叠在柄状的脑干周围，神经科学家们在解剖学上把这些区域有序地加以划分。你可以把这些脑区想象为由边界区分的不同国家。这些边界通常是很明显的：它可以是一度被我们认为蕴藏着灵魂的充满液体的脑室，也可以在纹理或颜色上有细微的变化。按照公认的模式，每一区域都有不同的名字，但我们只在需要时才冠以名称（譬如小脑、脑干等）。在这里，我们关心的主要是某个特定区域对于我们在外部世界中的生存有何功绩，对



**图 1** 头颅中人脑剖面图

请注意脑如何由易被裸眼辨别的大体上不同的区域组成,又如何与脊髓相连续。

【引自 *A Colour Atlas of the Brain and Spinal Cord*, M. A. 英格兰(M. A. England)与 J. 韦克利(J. Wakely)著, London: Wolfe Publishing Ltd., 1991】

我们内部世界(思维和情感最隐秘的所在)的意识起何作用,而不是对脑的解剖学作详尽的记述。这些问题早在“脑的十年”开始之前就已使人心驰神往。

在 17 世纪,有人曾认为脑就像一个巨大的腺体,以君临一切

的方式实施其功能。马尔皮基(Malpighi)\*就是其中的一位。他把神经系统想象成一棵倒立的树,树干即脊髓,树根扎在脑内,伸展到全身的神经就是树枝。稍后,让·皮埃尔·玛丽·佛洛昂(Jean-Pierre-Marie Flourens)\*\*在18世纪前叶通过相当残忍的实验得出结论:脑是均一的。佛洛昂的思考方式非常简单:摘除脑的不同部位,然后观察还有哪些功能残留。他用不同的动物做实验,以一定方式越来越多地摘除它们的脑,并观察其后果。他发现,摘除脑的不同部位后,并不是脑的功能特异地受到损害,而是所有功能都逐渐减弱。佛洛昂用无可争辩的事实推断,不可能将不同的功能选择性地定位于脑的不同部分。

这种认为脑是均一的、并无专一功能区域的设想,导致了脑整体活动概念的出现。现在这种想法仍然存在,当然不再那么极端。它常常被用来解释一些看似不可思议却又频繁发生的现象:当脑因中风等原因部分受损时,不久会有其他未受损部分来接管它的工作,这至少使得原先功能的一部分得以恢复。

与这个想法形成鲜明对照的另一种观点是,脑可以被分隔成若干固定的小室,各自有高度专一的功能。佛伦茨·加尔(Franz Gall)\*\*\*,一位1758年生于维也纳的医生,是这种看法最负盛名的鼓吹者。加尔对人脑很感兴趣,可他认为它太娇嫩而无法以外科手术的方法来探查。就当时的技术水平而言,他可能是完全正确的。于是,他想出了另一种似乎更巧妙的方法研究脑。他发展了一种理论,即研究死者的颅骨,再查看它们如何与死者生前被指称的那些性格相匹配,这样就有可能确定与一定性格特征相对应的脑的物理特征。被加尔选择用来进行匹配的物理特征是最易检测的颅骨

---

\* 马尔皮基(Malpighi, 1628—1694), 全名 Marcello Malpighi, 意大利的医生和生物学家——译者注

\*\* 让·皮埃尔·玛丽·佛洛昂(Jean-Pierre-Marie Flourens, 1794—1867), 法国的生理学家和心理家——译者注

\*\*\* 佛伦茨·加尔(Franz Gall, 1758—1828), 全名 Franz Joseph Gall, 德国的医生和生理学家——译者注