

脑科学

B r a i n S c i e n c e

〔美〕Melissa Abramovitz / 编著

科罗拉多大学丹佛医学院神经科学副教授

〔美〕Augusto Miravalle / 顾问

第三军医大学生理学教授

胡志安 / 主译

神经生物学家和生理学家

杨雄里 院士 / 审



上海科学技术出版社

世界前沿科技探索丛书

Cutting-edge
science and technology

(青少年版)

脑科学

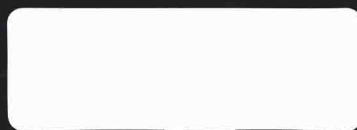
(美) Melissa Abramovitz 编著

科罗拉多大学丹佛医学院神经科学副教授

(美) Augusto Miravalle 顾问

第三军医大学生理学教授 胡志安 主译

神经生物学家和生理学家 杨雄里院士 审



上海科学技术出版社

世界前沿科技探索丛书
Cutting-edge
science and technology
(青少年版)

图书在版编目 (CIP) 数据

脑科学 / (美) 梅丽莎·阿布拉莫维茨 (Melissa Abramovitz) 编著; 胡志安主译.

—上海: 上海科学技术出版社, 2017.8

(世界前沿科技探索丛书: 青少版)

ISBN 978-7-5478-3664-4

I. ①脑… II. ①梅… ②胡… III. ①脑科学—青少年读物 IV. ① R338.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 183690 号

Original title: Brain Science

Written by Melissa Abramovitz

Copyright © 2016 by Abdo Consulting Group, Inc.

Published by Abdo Publishing, a division of the ABDO Group

All rights reserved.

The simplified Chinese translation rights arranged through Rightol Media

(本书中文简体版权经由锐拓传媒取得 Email:copyright@rightol.com)

脑科学

(美) Melissa Abramovitz 编著

(美) Augusto Miravalle 顾问

胡志安 胡贤康 胡千烁 译

杨雄里 审

夏建霞 邓项元 校

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co

浙江新华印刷技术有限公司印刷

开本 889×1194 1/16 印张 6.5

字数 120 千字

2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-3664-4/N · 133

定价: 45.00 元

目录

contents

page 5 第一章
 大脑间的思想传递

page 19 第二章
 绘制大脑图谱

page 29 第三章
 透明的大脑

page 39 第四章
 大脑疾病追根溯源

page 49 第五章
 机体防御与精神疾病

page 59 第六章
 被遗忘的细胞

page 69 第七章
 脑控机器

page 79 第八章
 记忆的储存与删除

page 89 第九章
 令人神往的未来

page 100 要点

page 102 名词解释

page 104 关于作者和译者

脑科学

(美) Melissa Abramovitz 编著

科罗拉多大学丹佛医学院神经科学副教授

(美) Augusto Miravalle 顾问

第三军医大学生理学教授 胡志安 主译

神经生物学家和生理学家 杨雄里院士 审



上海科学技术出版社

世界前沿科技探索丛书
Cutting-edge
science and technology
(青少年版)

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

图书在版编目 (CIP) 数据

脑科学 / (美) 梅丽莎·阿布拉莫维茨 (Melissa Abramovitz) 编著; 胡志安主译.

—上海: 上海科学技术出版社, 2017.8

(世界前沿科技探索丛书: 青少版)

ISBN 978-7-5478-3664-4

I. ①脑… II. ①梅… ②胡… III. ①脑科学—青少年读物 IV. ① R338.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 183690 号

Original title: Brain Science

Written by Melissa Abramovitz

Copyright © 2016 by Abdo Consulting Group, Inc.

Published by Abdo Publishing, a division of the ABDO Group

All rights reserved.

The simplified Chinese translation rights arranged through Rightol Media

(本书中文简体版权经由锐拓传媒取得 Email:copyright@rightol.com)

脑科学

(美) Melissa Abramovitz 编著

(美) Augusto Miravalle 顾问

胡志安 胡贤康 胡千烁 译

杨雄里 审

夏建霞 邓项元 校

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co

浙江新华印刷技术有限公司印刷

开本 889×1194 1/16 印张 6.5

字数 120 千字

2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-3664-4/N · 133

定价: 45.00 元

目录

contents

page 5 第一章
 大脑间的思想传递

page 19 第二章
 绘制大脑图谱

page 29 第三章
 透明的大脑

page 39 第四章
 大脑疾病追根溯源

page 49 第五章
 机体防御与精神疾病

page 59 第六章
 被遗忘的细胞

page 69 第七章
 脑控机器

page 79 第八章
 记忆的储存与删除

page 89 第九章
 令人神往的未来

page 100 要点

page 102 名词解释

page 104 关于作者和译者



大脑间的思想传递

2013 年，美国北卡罗来纳州和巴西纳塔尔（Natal）的神经科学家证实，思想可从一个大脑传递到另一个大脑。在大脑间传递思想（即所谓的心灵感应）过去只见于科幻小说中。当这些科学家宣布他们的发现时，他们的确曾将自己的研究与《星际迷航》系列科幻电影和电视剧中提到的相似概念进行过类比。在《星际迷航》中，人们在传递思想时，只需简单地碰触接收者的脸即可，而现实生活中使用的方式则要复杂得多。

这些神经科学家通过互联网将位于巴西的一只大鼠的脑信号，传送给在美国北卡罗来纳州的另一只大鼠，后者正确地解读了传过来的信号。杜克大学的首席研究员米格尔·尼古莱利斯（Miguel Nicolelis）称此现象为脑—脑接口（brain-to-brain interface, BTBI）。早先的研究者曾建立了脑—机接口（brain-to-machine interfaces），使人类能够通过思想去控制计算机，但此次研究则是科学家首次实现脑—脑接口。

通过研究大脑，逾越了技术上的
难关，实现了大脑间的思想传递

科学家是如何做到的

在北卡罗来纳州，杜克大学的研究人员将一种导电装置——电极植入一只大鼠（称为解码鼠）的大脑内，然后将大鼠放置在一个实验小室中，小室内有 2 个控制杆，大鼠可以通过按压其中一个控制杆得到一小口水。如果解码鼠是在 2 个控制杆间做随机选择的话，可以预期，解码鼠按压到出水控制杆的概率是 50%。

▲心灵感应和未来畅想

米格尔·尼古莱利斯认为，实验中的 2 只大鼠通过合作成功完成了按压控制杆的任务。之所以这么说，是因为只有在解码鼠选择了正确的控制杆时，2 只大鼠才能同时得到饮水的奖赏。他认为，这一原理也可以拓展到借助若干大脑间的协同工作去解决仅靠个人无法单独解决的任务。此外，他认为，如果传递思想的方法日趋完善，不再需要植入电极，那就能让讲不同语言的人进行心灵交流。人类也能通过互联网，以心灵感应的方式分享各自思想和情感，就像分享电子邮件一样。

与此同时，另一只在巴西的大鼠（称为编码鼠）被放置在完全一样的实验小室中。研究人员用光信号训练编码鼠按压出水控制杆，使编码鼠正确按压出水控制杆的次数能达到总次数的 95%。植入其大脑内的电极将进行这项训练时的电活动（机体通过电活动传递信号）记录下来，这种电活动随之转换成信号发送给计算机，信号再通过互联网传送到解码鼠的大脑中。当解码鼠接收到这个信号后，它按压正确的控制杆的次数约占总次数的 70%。当用触碰而不是光信号训练编码鼠学会识别正确的控制杆时，也得到了同样的结果。

米格尔·尼古莱利斯

(1961—)



巴西科学家米格尔·尼古莱利斯是杜克大学神经生物学、心理学、生物医学工程学教授。2014年6月12日，在巴西世界杯足球赛开幕式上，超过10亿人通过电视见证了他的研究成果。一位名为朱利诺·平托（Juliano Pinto）的下肢截瘫的男子，穿戴了由尼古莱利斯设计的机械骨骼装置。这套装置中的计算机把平托的思想转译成机器指令，使机械骨骼运动。观众看到的结果是平托成功将足球踢出。

尼古莱利斯也因其其在神经科学领域的其他成就广为人知。他是提出动物和人类可用脑信号控制义肢的第一人。

尼古莱利斯还通过综合运用关于行为、细胞、脑的系统学的知识，为大脑疾病的研究做出了巨大贡献。他认为，了解大脑疾病的最佳途径是研究脑细胞中的分子。分子层面出现的问题会导致细胞活动的异常，从而使大脑环路出错，并出现各种症状和异常行为。





人对鼠的心灵感应

在杜克大学的研究成果发表后不久，其他研究者进一步提供了脑—脑接口实际可行的证据。哈佛大学由柳承世（Seung-Schik Yoo）领导的研究小组试验了一种非侵入性的脑—脑接口。与杜克大学实验不同的是，这个小组的研究不在头部打孔植入电极，而是将电极放在志愿者的颅骨上，并与脑电图仪（EEG，一种记录大脑电活动的设备）相连接。在该实验中，大鼠则被连接到聚焦超声仪（FUS）上（这种设备可以把声波聚焦于特定的大脑区域），并用此仪器刺激控制鼠尾部运动的大脑区域，另外一台计算机则连接聚焦超声仪和脑电图仪。

研究者对每一个志愿者发出指令，让他们思考移动鼠尾，脑电图仪记录下了这种思考产生时的脑信号，然后计算机再通过聚焦超声仪把该信号传送给大鼠的大脑。在 94% 的情况下，大鼠的尾巴动起来了。

关于心灵感应的伦理问题

生物伦理学家是生物学研究领域中的伦理学专家，他们对脑—脑接口提出了一些疑问。埃默里大学（Emory University）的生物伦理学家约翰·特林皮尔斯（John Trimper）、波尔·沃尔普（Pole Wolpe）和凯伦·隆美尔范格（Karen Rommelfanger）认为，读取和发送他人的思想是一种对个人隐私的侵犯，特别是在没有经过当事人允许的情况下就这样做。他们也很担心，由于脑—脑接口的信号能通过互联网传输，因此黑客很有可能潜入他人的神经装置。此外，还有其他的一些担心，例如，脑—脑接口使不法分子能无声无息地交流犯罪计划，也可能对受试者产生情感伤害。生物伦理学家强调，任何科技都能用于行善或行恶。科普作家萨巴斯蒂安·安东尼（Sebastian Anthony）写道：“当你潜心思考，如果一个独裁政权拥有了脑控制技术，那将多么可怕！”

经颅磁刺激原理是通
过在大脑近旁产生
磁场刺激大脑

经颅磁刺激治疗过程

当一名患者为治疗抑郁症、偏头痛或者其他病症而前来进行经颅磁刺激治疗时，在进入治疗室后，会被安排坐在躺椅上。患者需要戴上耳塞以免受经颅磁刺激线圈工作时产生的刺耳噪音的影响。之后，磁体通电，磁场强度逐渐增加，直到患者的手开始抽搐才停止。这使医生能确定合适的经颅磁刺激的强度，接着治疗过程就开始了。患者会听到头上有点击声和敲击声，这个治疗过程一般持续约 40 分钟。

人与人之间的心灵感应

杜克大学和哈佛大学的研究证实，动物与动物之间、人与动物之间实现大脑沟通是可能的。2013 年，华盛顿大学的研究者们创建了人与人之间的脑—脑接口，使该领域研究又进了一步。计算机科学和工程学教授罗杰西·拉奥（Rajesh Rao）和心理学教授安德列·斯托科（Andrea Stocco）的研究表明，人与人之间可以用思想进行交流。拉奥戴了一顶与脑电图仪连接的“帽子”，脑电图仪又同时与一台计算机相连。实验时，拉奥只思考如何玩一个简单的电脑游戏。事实证明，思考玩电脑游戏时产生的

大脑信号和实际玩游戏时所产生的大脑信号是一样的。

在另一栋大楼内，斯托科的头上也戴着一顶“帽子”，帽内有一个经颅磁刺激（TMS）线圈，放置在他左侧大脑运动皮层，大脑这个区域控制其右手运动。经颅磁刺激能通过磁场影响大脑的特定区域，它常被用于治疗偏头痛和抑郁症，也被用于诊断大脑疾病。斯托科面前有一个电脑键盘，但是没有电脑屏幕，同时他还戴了耳塞来避免听见经颅磁刺激线圈工作时发出的噪声。

当拉奥想移动他自己的手来发射游戏中的机关炮时，计算机传输其大脑信号并激活经



▲美国脑计划项目的主要目标

根据美国国立卫生研究院，该项目的主要目标如下。

- 研究神经元是如何连接和相互作用的，并绘制连接图谱
- 描绘神经系统中所有不同种类的细胞
- 认识神经元连接如何导致某种思想和行为
- 研发激活或抑制集群神经元的新方法和测量大脑活动的新手段
- 了解不同的大脑神经连接如何有助于决定每一个体是谁和是什么
- 更好地了解精神和神经疾病的病因，以便研发更好的诊治方法
- 更清晰地认识不同物种神经系统之间的相似性

颅磁刺激线圈。这个过程耗时不到一秒钟。与此同时，斯托科的右手食指会不自觉地移动并按下键盘上的开炮键。斯托科说，感觉像“一次神经质的抽搐”。拉奥说：“当看见来自我大脑的一个想象的动作，竟然通过另一个大脑转换为一个实际动作时，真是令人既激动又怪异。”

前沿神经科学

通过前沿性研究，科学家们已经对思想是什么和大脑是如何工作的这两个问题的认识有了巨大进展。尽管如此，他们承认，大脑是被了解最少的身体系统。神经科学家克里斯托弗·科赫（Christof Koch）解释道：“人类的大脑有 860 亿个神经细胞，是当前所知宇宙中最复杂的有组织的物质。”为了更好地认识这个复杂的器官，美国政府在 2013 年启动了一个数十亿

美元的项目，名为“使用先进创新型神经技术研究大脑”（BRAIN，简称脑计划）。欧洲和亚洲也正启动一些类似的项目。

从思维到感知乃至控制身体，大脑所做的一切都依靠神经元（神经细胞）间的电信号和化学信号来实现。美国脑计划项目的主要目标之一，就是绘制出神经元间的连接图谱。科学家们估测，大脑中约有 10^{15} 个神经元连接点，因此这个任务并不轻松。大脑连接图谱能将大脑中特定区域的神经元活动与相应的思想和行为关联起来。许多神经科学家、生物学家、数学家、工程师、医生、遗传学家、计算机科学家和物理学家都参与了这类项目。

绘制大脑连接图谱

早在 19 世纪时，科学家们就开始把大脑划分为若干主要区域，如大脑皮层和边缘系统。大脑皮层负责思考和推理，而边缘系统则对情感、记忆和动机至关重要。近年来，计算机科学、遗传学及其相关技术的进展使研究人员能在细胞层面上绘制大脑连接图谱。磁共振成像（MRI）是用无线电波和磁体来构建大脑的三维影像，而功能性磁共振成像（fMRI）则用于追踪大脑特定区域的活动。正是这两项核心技术使绘制大脑连接图谱成为可能。

▲ 磁共振成像是如何工作的

在做磁共振扫描时，患者躺在一个大管道内，围绕在患者四周的是一个高功率的大磁体。为了达到这种高功率，磁体组件必须置于由液态氮产生的极冷环境中。磁体使构成患者身体的原子出现的朝向二选其一，即约一半的原子朝一个方向，约另一半的原子则朝着另一个方向。但是，仍然有少数原子没有相对应的匹配对象。在磁共振成像机向人体发射无线电波时，这些没有匹配对象的原子将转换方向。当无线电波中止后，它们转回原来的方向，其转换过程中会释放能量。磁共振扫描设备能探测到这种能量，并利用该能量实现对患者身体成像。