

TURING 图灵新知

你不可不知的

50个脑科学知识

50 Human Brain Ideas You Really Need to Know

[英] Moheb Costandi 著 邢妍 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

你不可不知的50个脑科学知识 / (英) 康斯坦迪
(Costandi, M.) 著 ; 邢妍译. — 北京 : 人民邮电出版
社, 2014. 5

(图灵新知)

ISBN 978-7-115-35230-9

I. ①你… II. ①康…②邢… III. ①脑科学—基本
知识 IV. ①R338.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第067908号



内 容 提 要

本书提取了人类百余年间从脑研究中获取的精华, 荟萃了神经科学领域的重要理论, 根据新的证据更新了旧有观念, 并介绍了一些近年才产生的观点。作者对人脑研究的相关理论做出了准确而简明易懂的解释, 取其精华, 去其糟粕, 揭开了人脑中神秘物质的面纱。本书适合所有对人的心理及行为感兴趣的人阅读。

-
- ◆ 著 [英] Moheb Costandi
译 邢 妍
责任编辑 楼伟珊
执行编辑 余 倩
责任印制 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/24
印张: 9.25
字数: 228千字 2014年5月第1版
印数: 1-5 000册 2014年5月北京第1次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2013-6320号

定价: 32.00元

读者服务热线: (010)51095186转600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

版 权 声 明

Original English edition, entitled *50 Human Brain Ideas You Really Need to Know* by Moheb Costandi, published by Quercus, 21 Bloombury Square, London, WC1A 2NS, England, UK. Copyright © Moheb Costandi, 2013. This edition arranged with Quercus through Big Apple Agency Inc., Labuan, Malaysia.

All illustrations by Patrick Nugent except p.34 © Natural History Museum, London/Science Photo Library.

Simplified Chinese-language edition copyright © 2014 by Posts & Telecom Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由 Quercus 通过 Big Apple Agency 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

序 言

现代神经科学最早可追溯到 19 世纪 90 年代。当时，研究人员首次指出，神经系统与其他生物一样，都是由细胞构成的。一个世纪以后，老布什总统宣称 20 世纪 90 年代是“脑的十年”。自那以后，有关脑这个极其复杂器官的研究工作，便以惊人的速度发展了起来。有人称，这十年里我们对于脑的了解要比此前百年间的了解还要多。尽管如此，我们目前也只是略知皮毛而已，还有大量的内容等待着我们去探索与发现。

在这短短的时间里，人们已经就脑的运作机制及其生成思想和行为的方式提出了许多理论。其中有一些早期的理论虽曾盛极一时，但最终却被证实为伪科学，如 19 世纪认为人格特质与颅骨形状有关的颅相学。还有一些理论目前仍是现代神经科学的核心，如认为脑是由细胞构成的神经元学说。

随着技术的进步，我们对脑的了解也越来越深入。普通大众开始越发地关注起神经科学，以及这些激动人心的新发现于他们而言到底意味着什么。与此同时，撇开那些不实报道不提，脑研究领域炒作之风盛行。同样，关于脑的讹传也有很多，其中一些较为耳熟能详的说法最近越发受到追捧，尤其是在教育和商业领域，像是左脑掌管“逻辑”、右脑掌管“创造力”。

本书旨在提取人类百余年间从脑研究中获取的精华。书中荟萃了神经科学领域的重要理论，根据新的证据更新了旧有观念，并介绍了一些近期才产生的观点。本书力求对这些理论做出准确而简明易懂的解释，区分其中的精华与糟粕，从而让我们头脑内部的神秘物质变得不再神秘。有可能的话，我还会探讨这门科学具体是如何开展的——包括运用的技术，以及研究人员如何根据新的证据来改进旧有理论。

有人认为，人们若能更加了解脑的运作机制，就会发现生命诸重大问题的答案。实则不然，脑研究无法提供关于我们自己的所有问题的答案，或者告诉我们人何以为人。不过，它的确为我们研发出治疗许多疾病的新方法开辟了可能性，这些疾病往往使人身体虚弱，如成瘾、阿尔茨海默病、中风以及瘫痪。本书也会以谨慎乐观的态度，讨论这些可能性。

目 录

第一部分 神经系统的结构和功能1	27 奖励与动机.....110
01 神经系统.....2	28 语言处理.....114
02 神经元学说.....6	29 执行功能.....118
03 神经胶质细胞.....10	第四部分 动态的脑123
04 神经冲动.....14	30 细胞迁移和轴突导引.....124
05 突触传递.....18	31 细胞死亡.....128
06 感觉知觉.....22	32 突触修剪.....132
07 运动.....26	33 神经可塑性.....136
08 拓扑映射.....30	34 青少年期.....140
09 特殊分化的脑区.....34	35 压力与脑.....144
10 脑不对称性.....38	36 脑的老化.....148
第二部分 你的脑,你的自我43	37 神经退行性疾病.....152
11 镜像神经元.....44	第五部分 打破定论157
12 连接组.....48	38 成年性神经发生.....158
13 具身认知.....52	39 表观遗传学.....162
14 身体觉知.....56	40 默认模式.....166
15 自由意志.....60	41 脑波振荡.....170
16 性别差异.....64	42 预测误差.....174
17 人格.....68	第六部分 新兴技术与挑战179
18 脑损伤患者.....72	43 神经干细胞.....180
19 意识的剧院.....76	44 脑刺激.....184
20 意识障碍.....80	45 认知增强.....188
第三部分 思维过程85	46 脑扫描.....192
21 注意.....86	47 解码.....196
22 工作记忆.....90	48 脑机接口.....200
23 学习与记忆.....94	49 神经科学与法律.....204
24 心理时间之旅.....98	50 神经伦理学.....208
25 记忆(再)巩固.....102	术语表212
26 决策.....106	

第一部分

神经系统的结构和功能

- | | |
|-----------|------------|
| 01 神经系统 | 06 感觉知觉 |
| 02 神经元学说 | 07 运动 |
| 03 神经胶质细胞 | 08 拓扑映射 |
| 04 神经冲动 | 09 特殊分化的脑区 |
| 05 突触传递 | 10 脑不对称性 |

01 神经系统

神经系统由两大部分组成。一是中枢神经系统，由脑和脊髓构成，接收身体其余部位的信息，并整合这些部位的活动。另一个组成部分是周围神经系统，包括向躯体发送信息并接收躯体信息的神经。

人脑含有上千亿个排列极为有序的细胞，常被视作已知世界上最复杂的结构，但它却仅重 1.5 千克左右。人脑分左右两个半球，每个半球分别控制着对侧身体，并接收对侧身体的信息。每个半球的大脑皮质分为四种不同的叶，各个叶之间由深沟状的裂隙隔开，且彼此功能不同。

额叶：具有推理和决策等复杂的心理功能，且由于运动区位于该部分，因此也负责计划与执行随意运动。

顶叶：躯体感觉区位于顶叶内，负责处理身体的触觉信息。同时，顶叶负责整合不同类型的感觉信息，以产生空间意识——主要针对对身体在空间内所处位置的意识。

颞叶：接收耳部信息，外侧含有专门负责言语理解的区域。内侧的海马体是记忆形成的关键，且与其周围区域共同在空间导航方面发挥着重要作用。

大事年表

公元前 1700 年

《埃德温·史密斯纸草书》(Edwin Smith papyrus) 首次描述了神经系统

900 年

拉齐 (Al-Razi) 在《医学集成》(Kitabal-Hawi Fi Al Tibb) 中描述了脑神经

1543 年

安德雷亚斯·维萨里 (Andreas Vesalius) 出版《人体的构造》(On the Workings of the Human Body)

复杂的分层结构

大脑皮质，或简称皮质，包裹于脑外侧，是非常复杂的折叠结构组织。人类大脑皮质的面积要比其他动物的大得多，展开面积达 0.2m^2 。皮质因折叠结构而布满了脑回（凸起）和脑沟（凹沟），形成了我们所熟知的样貌。皮质仅有几毫米厚，但却分为6层，且每层的细胞分布都非常均匀一致。尽管结构统一，但皮质还是分为许多单独的区域，且每个区域功能各不相同。

枕叶：位于脑部后端，含有许多专门负责处理和解读视觉信息的不同区域。

脑的揭秘

几大神经元群位于大脑皮质下。丘脑就位于脑的中心，可将感觉器官的信息传递至适当的脑区。基底神经节是一组主要控制随意运动的结构，位于丘脑周围。边缘系统是另一组皮质下结构，位于基底神经节与大脑皮质之间。由于边缘系统在进化上比较原始，因此有时又被称为“爬行类脑”，该结构与情绪、奖励刺激和动机有关。同时，与记忆相关的海马体和杏仁核也属于边缘系统。

1641年

弗朗西斯·德拉·鲍伊·西尔维 (Franciscus de la Boe Sylvius) 描述了脑部一侧的裂隙

1664年

汤姆斯·威尔斯 (Thomas Willis) 出版《脑的解剖》(*Cerebri anatome*)

1695年

汉弗莱·雷德利 (Humphrey Ridley) 出版《脑的解剖》(*The Anatomy of the Brain*)

“人脑……是据我们所知最为复杂的组织结构。”

——艾萨克·阿西莫夫，1986年

中脑是位于脑干顶端的一小块区域。该部位含有大量控制眼部运动的神经元，同时也是神经递质多巴胺的主要来源。产生多巴胺的神经元也能够产生一种叫做褪黑激素的色素，因此部分中脑外表呈黑色，这部分黑色的中脑就叫做黑质（“黑色物质”）。

组成后脑的三大结构位于脊髓顶端，共同构成了脑干部分。延髓位于脑干下方，控制着呼吸和心率等极为重要的非随意功能，且与唤醒密切相关。脑桥位于延髓上方，连接着大脑皮质与脊髓，同样也与唤醒相关。后脑最后一个组成部分——小脑，控制着平衡与动作的协调，对于骑自行车等运动技能的学习至关重要，同时也与情绪和思考过程相关。

高峰交通

脊髓是人体核心运输网络的中心，呈管束状，由上百万神经纤维构成，负责脑与躯体间的信息传递工作。脊髓十分脆弱，受脊柱保护，可在没有脑部指令的情况下，自发执行膝跳反射等功能。脊髓被分成了一个节段，神经以规则的间隔和高度有序的方式进出其中（脊髓的横截面看上去就像是一只蝴蝶）。

运动神经元纤维从脊髓前端走出，延伸至躯体肌肉处，负责将脑部发出的随意运动信息传递给肌肉。感觉神经元的轴突负责将身体信息传递至脊髓后端，与二级神经元建立联系，再由二级神经元将信息传递至脑内。运动神经元与感觉神经元的轴突集聚于周围神经中。

信息携带者

周围神经系统包括所有从脑和脊髓发出的神经，且分为两部分。一部分是躯体神经系统，由感觉神经纤维和运动神经纤维构成，这些神经纤维负责在躯体和脊髓之间传递信息。这部分神经与身体知觉和随意运

动的控制有关。另一部分是自主神经系统，控制着心脏、腺，以及血管、眼球和肠道的平滑肌等器官的活动，这些活动均不属于随意控制。

自主神经系统可进一步分为交感神经系统和副交感神经系统，二者功能相反。在神经递质去甲肾上腺素的作用下，交感神经系统可使心率加快、瞳孔放大、呼吸道扩张，并疏导血液离开消化系统。身体由此会在“战或逃”反应中做出选择。而副交感神经系统则在神经递质乙酰胆碱的作用下，可使瞳孔缩小、呼吸道收缩、心率减慢，同时增强消化功能。

脑神经也属于周围神经系统的一部分。这部分神经由脑干发出，负责在脑和感觉器官间传递信息。迷走神经，又称第十对脑神经，是最长的脑神经，分支范围远至心脏、胸部以及腹部。

“思想是脑分泌的一种神秘物质。”

——安布罗斯·比尔斯，
《魔鬼辞典》，1911年

**神经系统极其复杂、
高度有序**

02 神经元学说

脑是由细胞构成的，这是现代神经科学的主要理论基础。据估计，人脑含有800亿至1200亿个神经元，数量惊人。这些神经元构成了负责处理信息的复杂网络。神经元，又称神经细胞，是构成脑细胞的两种类型之一，专门负责生成电信号以及实现各神经元间的交流。

19世纪30年代，两位德国科学家提出了细胞学说，认为所有生物都是由细胞构成的。那时的显微镜还无法显示出神经系统的细节结构，因此无法确定细胞学说是否适用于神经组织，人们也就此争论了很长时间。一些研究者认为，神经系统肯定也和身体的其他部位一样，是由细胞构成的。而其他研究者则称，神经系统是由连续的组织网络构成的。

随着显微镜的功能日渐强大，以及化学染色法的发展，研究人员开始观察到神经组织的更多细节。卡米洛·高尔基（Camillo Golgi）对于“黑色反应”这种染色技术的发现，是人类取得的一项重大进步。首先利用重铬酸钾和氨水使组织硬化，然后将组织浸入硝酸银中，这就是“黑色反应”的染色过程。此种染色技术可随机浸染组织样本中的少量神经元。由于细胞整体都受到了浸染，因此形状轮廓清晰可见。19世纪80年代，西班牙神经解剖学家圣地亚哥·拉蒙·卡哈尔（Santiago

大事年表

1655年

罗伯特·胡克（Robert Hooke）发现了细胞

1838年

罗伯特·雷马克（Robert Remak）提出神经纤维与神经细胞相连接

1839年

泰奥多尔·施万（Theodor Schwann）和马蒂亚斯·施莱登（Matthias Schleiden）提出细胞学说

1865年

奥托·代特（Otto Deiters）生前的作品付梓出版，书中描述了轴突和树突

Ramón y Cajal) 利用高尔基的染色法, 检验和对比了各种动物的诸多脑区组织。他将组织样本在溶液中浸染了两次, 由此改进了高尔基的染色法。改进后的染色法加深了神经元受浸染的程度, 卡哈尔也因此观察到了神经元的更多细节。

卡哈尔得出结论: 脑的确是由细胞构成的。他在1889年的一次会议中说服了他人认同这种观点, 神经元学说就此诞生。该学说认为神经元是神经系统的基本结构和功能单位。卡哈尔和高尔基也因各自的贡献, 共同荣获了1906年的诺贝尔生理学或医学奖。虽然高尔基独创的方法促成了神经元的发现, 但他本人却坚持认为神经系统是由连续的组织网络构成的, 这多少有些讽刺。而卡哈尔则被广泛认为是现代神经科学之父。

身体的信使

人脑至少包含数百种甚或数千种不同类型的神经元。这些神经元的形状大小多种多样, 但如果按照功能划分, 可大致分为三种。感觉神经元将感觉器官的信息传递至脑内; 运动神经元向肌肉和器官发送指令; 中间神经元则负责在局部回路神经元间, 或在距离更远的不同脑区神经元间传递信息。

尽管这些差异让人感到眼花缭乱, 但大多数神经元还是拥有一些共同的基本特征。传统来说, 神经元可细分为三部分, 各部分的功能各不相同:

“就像是昆虫学家寻找色彩鲜艳的蝴蝶一般, 灰质这个花园吸引了我的注意。花园里细胞的形态精致、典雅, 仿佛灵魂的神秘蝴蝶在此飞舞。”

——圣地亚哥·拉蒙·卡哈尔,
1894年

1873年

卡米洛·高尔基发现了“黑色反应”

1889年

圣地亚哥·卡哈尔称神经系统是由细胞构成的

2005年

伊萨克·弗里德 (Itzhak Fried) 及其同事发现了“珍妮弗·安妮斯顿”神经元

珍妮弗·安妮斯顿细胞

在为即将接受神经外科手术的癫痫患者检查脑部时，研究人员发现一些神经元会对特定图像产生反应，如知名女艺人珍妮弗·安妮斯顿或哈莉·贝瑞的图像，抑或埃菲尔铁塔或白宫等著名标志性建筑物的图像。这些细胞所在的脑部区域含有对记忆至关重要的结构。随后，这批研究人员又发现，这些细胞不仅会在患者看到名人或标志性建筑物的图像时得到激活，甚至只要患者想想就可以得到同样的效果。一些人根据这些发现，认为个体细胞负责编码抽象概念。但更为可能的情况是，每个分布式网络包含数百万个神经元，负责编码名人或标志性建筑物的记忆。而每个个体细胞很可能从属于数百万个各自负责编码独特记忆或概念的网络。

树突：源自于希腊语“dendron”（意为“树”），是由胞体延伸出的分支突起。树突是神经元的“输入”通道，负责接收和计算其他神经元发出的信号，然后将这些信号传送至胞体。

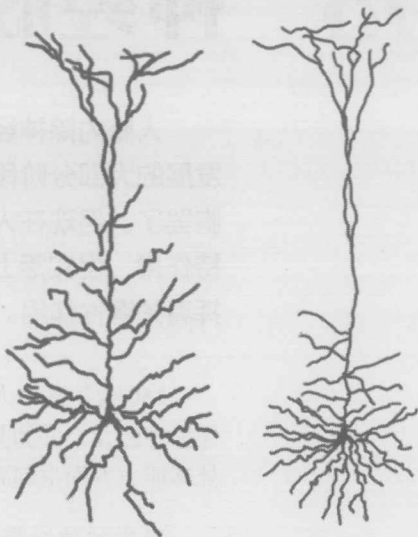
胞体：计算树突接收的不同类型的信号，并产生输出。胞体内部的细胞核含有DNA。DNA是一种长分子，内含合成数千种蛋白质所需的信息，这些蛋白质控制着细胞的功能。每种神经元都有着独特的基因表达，因此也具有着独一无二的特质。

轴突：神经元另一区域延伸出的单根纤维，是神经元的“输出”通道。电信号产生于轴突起始段，离开胞体后被传递给其他细胞。神经末梢形成于轴突末端，末梢分支将神经元的输出传递至多个“目标”细胞。不过我们现在知道，神经元的任何部分都可产生神经冲动，且可双向传导。

训练有素的组织

大部分（约 80%）神经元都位于小脑内。小脑皮质（外层）的细胞层次分布十分有序，就像专业军团内纪律严明的士兵一般。从脑内这两部分的两种细胞中，我们可以看出这些神经元非常多样。浦肯野神经元是脑内最大的细胞类型，该类细胞宽大、扁平，结构极为复杂。相反，颗粒细胞是脑中最小的细胞，该类细胞的单根纤维在离开胞体后不久，就分裂成了两根，并与浦肯野细胞的树突垂直交错。每个浦肯野细胞连接着约 250 000 根颗粒细胞纤维。

大脑皮质也是分层结构，每层的神经元都分布得十分有序。锥体细胞是一种主要的细胞类型，存在于大脑皮质各处（最外层除外），以一定的规律成群分布，每隔 1/30 000 毫米便重复出现一次。位于大脑皮质内不同层和不同脑区的锥体细胞，结构会有所不同，但都具有独特的金字塔形胞体、分支广泛的树突，以及一个分叉的轴突——延伸至大脑皮质内其他层及较远脑区的细胞。



大脑皮质不同部分的锥体神经元

神经元是神经系统的基本组成部分

03 神经胶质细胞

人脑内除神经元外，还含有神经胶质细胞。在现代神经科学发展的大部分阶段中，人们一直以为神经胶质细胞不过是支持细胞罢了。但现在人们得知，神经胶质细胞虽然的确起着重要的支持作用，但实际上它们在脑部发育、功能以及疾病方面也同样发挥着关键性作用。

150 余年来，人们一直认为神经胶质细胞的重要性仅仅只是固定和保护神经元，并为其供给养分。但现代研究表明，该类细胞在脑的信息处理能力方面也起到了重要作用。

脑内的神经胶质细胞虽然在数量上超过了神经元，但自被发现以来，基本未曾引起研究人员的注意。不过现在我们越来越清楚地认识到，要想了解脑的运作机制，就必须将神经胶质细胞考虑在内。该类细胞不只起到了支持作用，在脑功能方面也发挥了重要的作用，也许它们才是这里真正的功臣。

认识神经胶质细胞

脑内不同类型的神经胶质细胞功能各不相同。

星形胶质细胞：呈星形，分布于神经元周围区域。它们为神经元提

大事年表

1839 年

泰奥多尔·施万 (Theodor Schwann) 描述了周围神经的结构，并且观察到了施万细胞

1856 年

鲁道夫·菲尔绍 (Rudolph Virchow) 将神经胶质细胞命名为“nervenkitt” (意为“神经胶水”)

1896 年

格奥尔基·马里内斯库 (Gheorghe Marinescu) 认识到，神经胶质细胞通过吞噬作用吞噬神经元