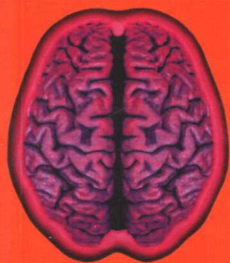


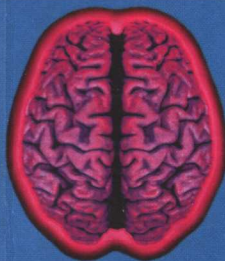
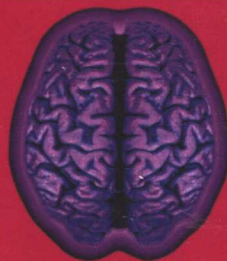
科 学 前 沿



人脑中的风暴

How the Brain Works

约翰·麦克克罗恩 著
周继岚 译



生活·读书·新知 三联书店

图书在版编目 (CIP) 数据

人脑中的风暴/麦克罗恩著;周继岚译. 北京:
生活·读书·新知三联书店, 2003. 11
(科学前沿)
ISBN 7-108-01927-2

I. 人… II. ①麦…②周… III. 脑科学-普及读
物 IV. R338.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 059511 号

责任编辑 陈 晓

封面设计 罗 洪

科学前沿

人脑中的风暴

主 编 约翰·格瑞宾

著 者 约翰·麦克罗恩

译 者 周继岚

出版发行 生活·读书·新知三联书店

(北京市东城区美术馆东街 22 号 邮编 100010)

经 销 新华书店

印 刷 北京华联印刷有限公司

787×1092 毫米 32 开本 2.25 印张

2003 年 11 月北京第 1 版

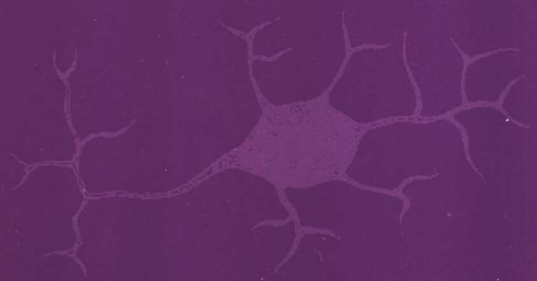
2003 年 11 月北京第 1 次印刷

印 数 0,001-6,000 册 图字 01-2003-0488

定 价 15.00 元

约翰·麦克克罗恩,科普作家、《外科神经学》杂志的专栏作家,作品经常刊登在《新科学家》和《卫报》上。约翰已经写了三本有关人类进化和人脑知识的读物,包括*Going Inside*——一本备受欢迎的神经系统科学读物。

丛书主编约翰·格瑞宾是国际知名的作家、电台主持人、记者和科学家,英国皇家学会文学协会会员。格瑞宾因科普著作而享有广泛声誉,已有著作五十余部。



“科学前沿”丛书

致命疾病

正在膨胀的宇宙

人类基因组

全球变暖

人脑中的风暴

人工智能

食在未来

数字革命

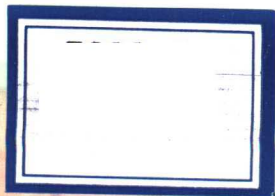
进化

不平静地球

量子物理

另类能源

科 学 前 沿



人脑中的风暴

约翰·麦克克罗恩 著 周继岚 译

生活·读书·新知 三联书店

A Dorling Kindersley Book
www.dk.com

Essential Science
how the brain works
by John McCrone

Copyright © 2002
Dorling Kindersley Limited, London
Text copyright © 2002 John McCrone
Chinese translation © 2003
SDX Joint Publishing Company

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the copyright owner.



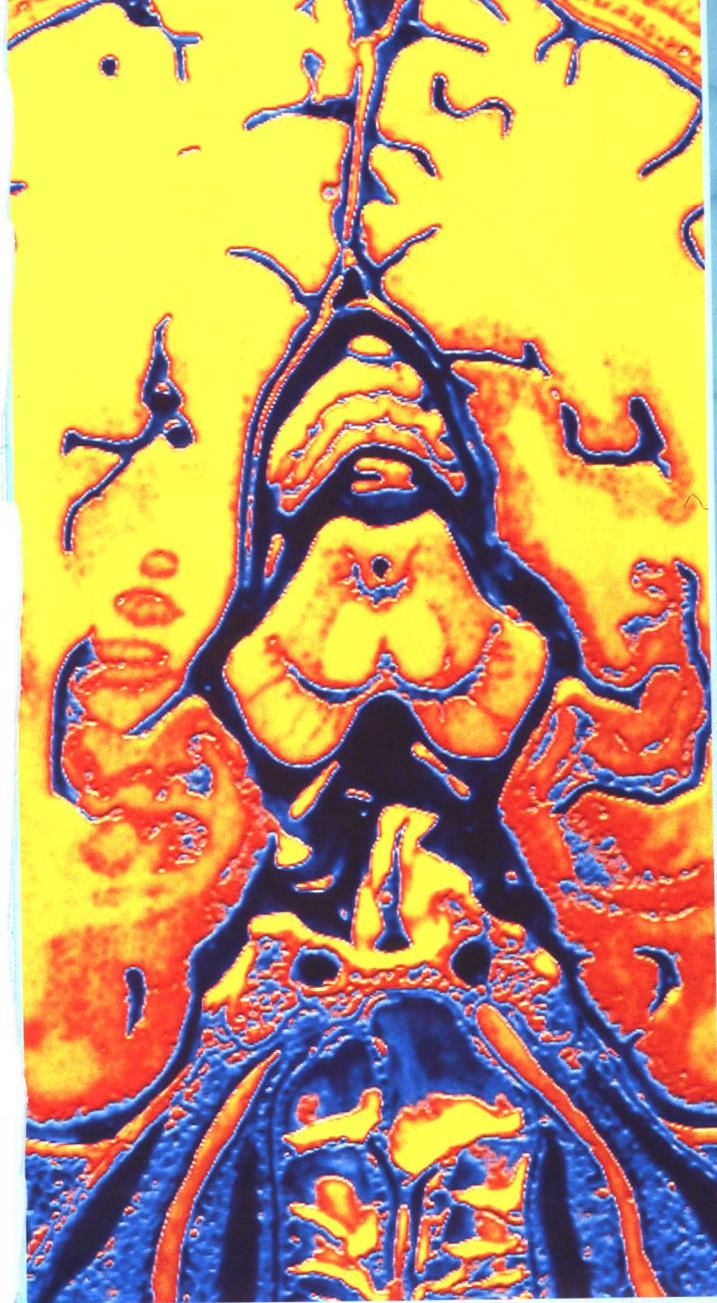
目 录

脑的构造与功能	4
接触大脑	6
生命机器	10
你为何需要大脑?	16
适应性调整的三个阶段	18
创造意识	20
神经元和神经网络	22
剖析复杂大脑	27
接受世界	31
观察事物	35
弥补时差	42
认知时刻	47
人类的智慧	50
人类之谜	52
开启智慧之门	55
大脑的语言功能	59
大脑的记忆功能	63
结论	65
术语汇编	66
延伸阅读 / 致谢	69



脑的构造与功能

人脑中有数十亿个细胞和数百万兆个神经接点，这一切看起来似乎并不复杂。但一位神经系统科学家需要花上多年时间，才能获得一点点有关上千个或者很重要的处理区域的粗浅知识。然而，所有错综复杂的神经机构的后面却隐藏着一个极为简单的目的，大脑按照可能的反应来感知世界，意识常常被视为一种被动的运作。但意识就是定向，它使大脑孕育出各种目标和期望，它是一种有选择性的、观察世界的能力。《人脑中的风暴》讲述的正是关于大脑如何对每一个过去的瞬间进行自身定位的故事。书中提到的各种大脑工作原理其实非常简单，我们可以从大多数初级生命形态，如低等细菌的工作中观察到与大脑运作完全相同的原理。在开始调查研究之前，让我们先来认识一下这块存在于每个人头颅内的复杂物质。



脑部扫描

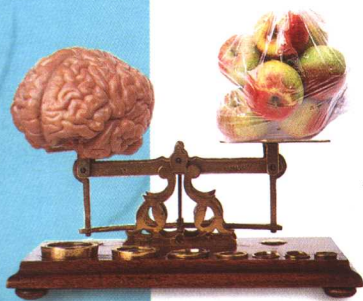
这是一张运用磁共振成像技术(MRI)扫描出的正常人脑的彩色反转片示意图。

接触大脑

我们先来看看大脑究竟是副什么模样。先把它从你的脑袋里取出来，放在你面前的桌子上。好了，它可能比你想像的要重一些，大脑有 1.4 千克（3 磅）重，相当于一大袋苹果的重量。它看起来又非常小——大概只有两个拳头并



在一起那么大。大脑就放在桌子上，略带着粉红色（大脑并不是灰色的，那是由于浸泡在防腐剂中才呈现这种颜色），像胡桃一样满是褶皱。由于受到自身重量的影响，它会像果冻一样耷拉下来，并渗出清亮的液体。一点都不好看！你现在看到的是目前已知万物中仅有的一种最复杂的物体。这块塞在你脑壳里的无声物质，比你所能发现的任何物体都拥有更高密度的有序设计。



大脑内部

大脑看起来像是一块固态的、很重的块状物质。它是由什么物质组成的呢？化学分析表明，大脑中水占 78%，脂肪占 10%，蛋白质占 8%，碳水化合物占 1%，盐分占 1%，还有 2% 的其他微量元素。

复杂的设计

人脑中约有一千亿个神经元——即单个脑细胞。人脑中的每一个神经元通过一千到几十万个突触创造任何东西——突触即两个神经元之间的连接。因此，你的大脑总共有近十亿兆的突触。每一个突触都是有意义的——它们并非是一些活性物质中凌乱的小块物质。每一个突触都有自己的历史，它们有目的地连接不同的神经元。

上述这些知识，才不过刚刚触及到大脑复杂结构的表面。大脑中有许多种突触形式，这些突触利用不同的递质分子引发大

脑各部位之间的不同反应。而神经元自身仅仅构成大脑的一小部分。大脑中还包含胶质细胞——这种常规型细胞，具有神经营养的功能，可以加速神经元的传导速度，促进神经元生长，并对神经元进行管理及修复。脑内胶质细胞的数量是神经元数的50倍。因此，几乎有一半的大脑都是由白质构成的，白质是脑内神经传导纤维的集中地，可隔绝脂肪，其作用是携带大脑的各种信号。如果将一副人脑内的白质拆开，把里面所有的神经传导纤维接成一条线，其长度足可环绕地球两周。

因此，设想一下，所有这些物质——神经元、它们的突触、胶质细胞和神经纤维束——都被团成一个球，处于你的头颅中。当它们被接通并产生意识的时候，凝胶状的回路会随着各种想法、印象、冲动、抵触、忧虑、好奇及意念等信息的传递而颤动。

何为意识

其实我们刚才在谈论大脑时就已经犯了一个极为严重的错误。人们常常将大脑视作一块紧贴在头盖骨下方的、布满褶皱的物质，事实上大脑贯穿你的全身。大脑一直延伸至脊髓末梢。这块灰色物质中有很多复杂的神经网络结构，但它决非只是一块由无数神经纤维组成的物质。它会与脊髓中延伸出的、纵横交错的神经纤维相连接，形成一条神经回路，延伸至身体内最细微的角落。当我们受到惊吓时出现的心跳加速、肠道蠕动变快、新的血细胞产生及手臂上的毛发耸立等种种现象虽然都是由神经系统控制的，但归根结底，还是大脑作用的结果。即便神经系统不能直接对某些部位起作用，大脑仍能分泌出激素递质，并通过递质



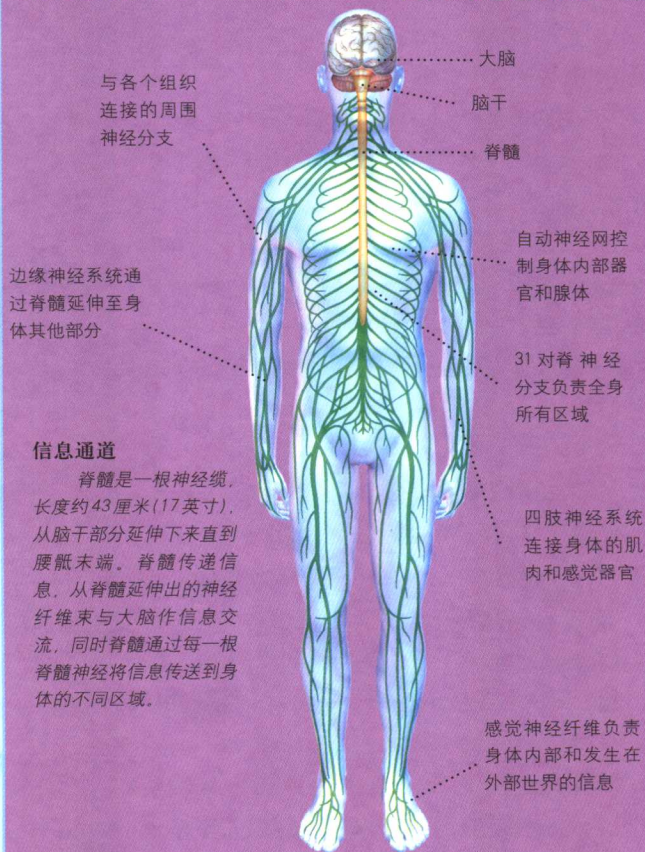
白质

我们的大脑中有足够多的神经纤维——用来携带各种信号——它们的长度加起来可以绕地球两周。有些纤维可能只有几微米长，但首尾连接后的结果却真的让人无法想像。

控制系统

大脑和脊髓组成了中枢神经系统(CNS)，并通过边缘神经系统操纵整个身体。身体内部没有孤立的细胞。因此，生物学可能认为身体是靠自身的基因来运作的，

但神经学家认为大脑是通过它们细小卷曲的神经传递信息来操纵整个身体的。思想是一个神经的帝国，在这个帝国中，意识本身只不过是冰山的一角。



在血液中的流动和躯体组织中的扩散对那些部位进行控制。所以说，大到任何一种器官，小到单个的细胞，都无法逾越大脑的掌控。

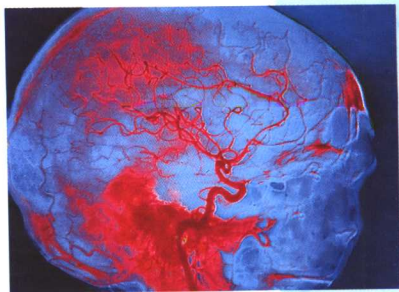
所以，如果你能将自己的大脑从颅骨中取出，就会发现脑后拖着一根长达2米（6英尺）的神经纤维束，无数连接着末梢的神经纤维都纠缠在一起。如果说意识是“大脑活动”的产物的话，那么，人体所表现出的意识动作要远比脑中所呈现的意识丰富得多。正如心理学家们常说的那样：思想是通过肢体表达才得以呈现出来。你的肢体语言体现了你对事物的理解或认知程度。

一个激动人心的时刻

在大脑的极大复杂性的背后是否存在一个简单的故事呢？你从这本书中学到的那些与大脑有关的知识是否与其他书一样，也显得十分微不足道呢？

现在正是讨论大脑的一个好时机。神经系统科学领域的研究工作已经出现了一次爆炸性突破，衍生出一股技术新潮，比如出现了能够对脑部血液流动状况进行瞬间成像的脑扫描技术，以及能将一些检测药物的分子直接注入神经元中的显微玻璃试管。所有这些技术创新都有助于非常详细地揭示大脑的构造。现在，神经系统科学家们不再害怕公开地讨论意识，即大脑是“如何产生思想的”，毕竟，这一点是我们真正想要知道的。

尽管当前的情况已变得更为清晰，但这并非意味着对大脑的了解也成了一项特别简单或熟悉的工作。因此，现在正是拿起大脑并将它放回原位的时候了，因为它还需要认真思考一些问题。



精力消耗

从这张动脉X射线造影图中可以看到网状动脉（红色）是如何为大脑供血的。虽然大脑的重量仅占整个人体总重的1/50，但是它需要的血液却是全部供血量的1/5。

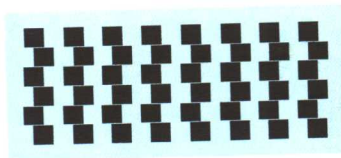
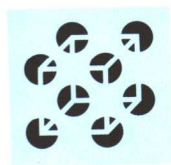
关键点

- 脑的平均重量为1.4千克（3磅）
- 脑中约有一千亿个神经元和十亿兆的突触连接
- 一个人脑中所含的白质可环绕地球两周

生命机器

格式塔想像

格式塔心理学家认为，我们在观察部分结构之前应该先观察整体结构。这些理论已经通过普通的视觉幻想得到证明。我们发现，如果我们的头脑想对映像作出解释的话，就很难打破整体论的观点。



“尽管我们所有知识的形成伊始都有经验相伴，但我并不认为所有的知识都源自于经验。”

伊曼纽尔·康德，德国哲学家（1787）

回顾历史，从事人脑研究的人一直分成简化论和整体论两大派。我们应该将大脑视作一台仅由零件装配合成的机器，因此须

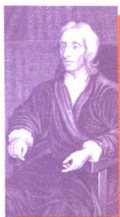
根据它的许多零件来解释这台装置的运行原理呢？还是应该将大脑视作一个连贯的整体，将脑内因神经纤维相互交错而形成的精神模式比作河岸中因河水翻滚而形成的旋涡呢？

每个时代，这两种对立的观点都有各自的拥护者。以20世纪30年代为例，当时的行动主义者将思想视作一种巨大的反应集合。他们认为思想仅仅是一系列

连带的自动反应。一想到红色你可能不由自主地会想到火的热力或停止信号。而格式塔心理学者（又称完型心理学者）则提出与行为主义者相反的观点，他们认为大脑在提取思维片段之前要做整体思考。因此，

当大脑进行全面思考的时候，会对事物的主要方面形成一种明显的感觉，在大脑做更多工作以前它会特别注意这种感觉。

类似的争论的确在几百年之前就已经出现了。英国哲学家约翰·洛克认为，人的头脑就像是一种感觉和记忆片段的积聚物，而当时的德国哲学家伊曼纽尔·康德则反驳说：头脑运用整体化秩



英国哲学家约翰·洛克(1632—1704)，现代心理学之父，自由政治改革的拥护者。他沉浸于一种理性思维观点

中，并坚持认为我们刚刚诞生时，无任何行为记录，心灵记录也是一片空白，随后被我们的经验逐渐填充。我们必须获得感知的习惯、精神联系网、甚至自我意识的技巧。事实上，意识力是一点点积累而成的。

序，将想法和感觉模式化以求达到和预想一致的结果。尽管和过去相比，我们已经学到了这么多关于大脑如何进行具体工作的知识，可直到今天什么都没有改变。神经系统科学家仍然分成整体论和简化论两派，那些持整体论观点的人从上往下地处理问题，而偏爱简化论的人则是从下往上地进行解释。尽管这场争论似乎是一

场科学内部的拉锯战，然而，据大众选择看来，如今人们更倾向于简化论的观点。这可能是由于我们对机械、技术和计算机太过熟悉的原因——这些人工制作的物体都是配件的简单组合——因此，人们自然会以同样的思路来考虑复杂的物体。

因此，当我们听到大脑被描述成一种拥有程序、代码、记忆存储器及输入、输出功能的装置时会觉得相当入耳，因为，对我们而言，任何一



整体论对简化论

整体论通常不被大家接受，因为这种观点虽然时髦但却不具备科学性。简化论被视为“正确”的科学理论。但整体论却提醒我们一点：构成的整体要大于各部分单纯相加的总和。比如在湿气中无法找到 H_2O 分子，再比如，像大脑这样的复杂系统可能会产生某些突发性，但从脑部成分分析中却无法发现上述属性。



种信息处理系统都是由上述这些标准元件组成的。

为何要这样运作？

机械思维

这种思维似乎是最容易的，它只把大脑看成一台构造精细的机器——现在正是要将它内部所有的零件都装在一起的时候了。

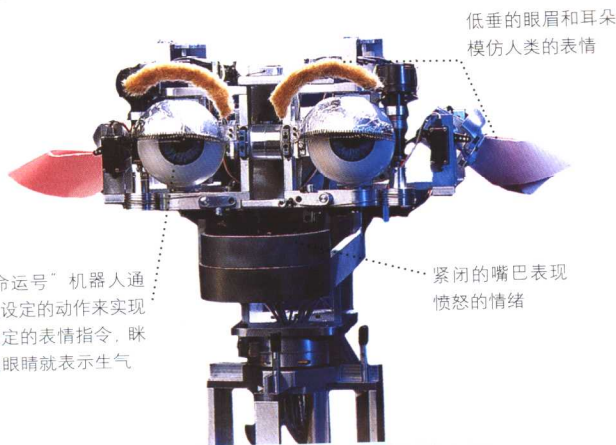


当然，如果我们把大脑想成是一台巨大的电脑，就可以对大脑的工作方式作些解释。但在这本书中，我们试图从整体器官的角度来理解大脑。大脑是一种生物系统，而且这种生物所具备的似乎是自身独有的逻辑而非机械逻辑。如果我们用简化论的观点来观察大脑，那么我们首先要做的就是确定这部一流机器的基本构成情况。我们或许会谈及这种生物结构的一些构成部分——它的神经元和连接神经元的突触。然后，我们会将必要的心理要素都列举出来，如感情、记忆、情绪、认知及肌肉运动。

简化论模式的理论为：谈论成熟的人脑时要忽略其形成史。我们不会讨论人脑的运转目的——它这么做是什么意思——或它是如何采用这种处理方式的。而是换个角度，只对这种早已成形的物质的解剖结构进行研究，这样才能对人脑进行解释说明。当我们想了解钟表或汽车是如何工作时，我们并不需要知

营造思想

这是麻省理工学院人工智能实验室建造的“命运号”机器人。它的设计程序使它不仅能够表现人类丰富的面部表情，而且它还可以在与人进行相互交流过程中进行学习，并表现出各种情绪。尽管此类研究已经持续了40年，但人们距离让机械也能拥有意识的目标似乎还是和以前一样的遥远。



道是谁或他为什么要制造这些机械零件，我们只需要一张设计蓝图。通过配件知识我们自己就可以了解到是什么能使钟表滴答作响或让一辆车开动起来，并且可以知道这些部件是如何互相连接的。“如何连接”从结构详图中就可以看出。

整体论观点从开始就成为这种衡量标准的另一面，它甚至早于任何一种物质结构的存在，同时最先提出了“为什么”的问题。假设每一种生物器官的进化都是为了完成一些目的。大脑可能想做某些事情，所以脑部构造会以实现这种愿望为目标进行设计。因此，第二个问题就是“如何实现？”。自然界由一个“为什么”开始，然后以“如何实现”为目标进行自身塑造。首先是需要，然后才是结构。

这听起来可能像是一种诡辩。当然你可能会说，

我并不关心脑部的进化过程，我只

想知道它们是如何工作的。但我

们在此仍要再次强调整体论

的观点，整体论认为是

“为什么”的问题引发了

“怎么办”。进化这种加

工过程可将尚处于原始

状态的原生质变成任何东

西。因此，要想弄清楚脑部的解

剖结构，你需要清楚地了解脑部是如

何完成其进化过程的。只有在观察了脑部

结构以后，才能提出这个“为什么”的问

题。大脑毕竟是目的明确的器官，因此有

关它的故事也需要以一种有意义的方式

来讲述。



颅相学

19世纪流行一种观点，人们认为大脑是由多个分隔部分组成的，每一个分隔区都具有部分精神功能，比如获取、隐匿、自尊心、保持镇定，以及仁慈的爱心等。早在维多利亚时代，感觉朋友颅骨的凹凸部分已成为当时最为流行的一种游戏。触摸颅骨可以发现这个人是否具备丰富的仁爱之心，还是缺乏高贵的气质。