



ESSENTIAL  
SCIENCE

DK 科学探索

院士推荐外国新科普书系

人脑

How the Brain

如何工作

[英] 约翰·麦克克罗恩 著  
展颖转 译

Works

人民文学出版社

天天出版社

院士推荐外国新科普书系·DK 科学探索

# 人脑如何工作

[英] 约翰·麦克克罗恩 著 展颖转 译



人民文学出版社



天天出版社

著作权合同登记：图字 01-2013-3054

Essential Science: How the Brain Works,  
By John McCrone.  
Copyright ©Dorling Kindersley Limited, 2002  
Chinese simplified translation rights © 2014 by Daylight Publishing House,  
Beijing.

### 图书在版编目 ( CIP ) 数据

人脑如何工作 / (英) 麦克克罗恩著 ; 展颖转译 . —北京 : 天天出版社 , 2014.2

(院士推荐外国新科普书系 . DK 科学探索)

ISBN 978-7-5016-0583-5

I . ①人… II . ①麦… ②展… III . ①脑科学—普及读物

IV . ① R338.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 009462 号

---

责任编辑：范景艳

美术编辑：林 蓓

责任印制：李书森 康远超

---

地址：北京市东中街 42 号

邮编：100027

市场部：010-64169902

传真：010-64169902

<http://www.tiantianpublishing.com>

E-mail: [tiantiancbs@163.com](mailto:tiantiancbs@163.com)

---

印刷：鸿博昊天科技有限公司

经销：新华书店

开本：710×1000 1/16

印张：4.5

2014 年 3 月北京第 1 版

2014 年 3 月第 1 次印刷

字数：50 千字

印数：1-6,000 册

---

ISBN 978-7-5016-0583-5

定价：16.00 元

---

版权所有·侵权必究

如有印装质量问题,请与本社市场部联系调换。

# 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



院士推荐外国新科普书系·DK 科学探索



# 人脑如何工作

[英] 约翰·麦克克罗恩 著 展颖转 译

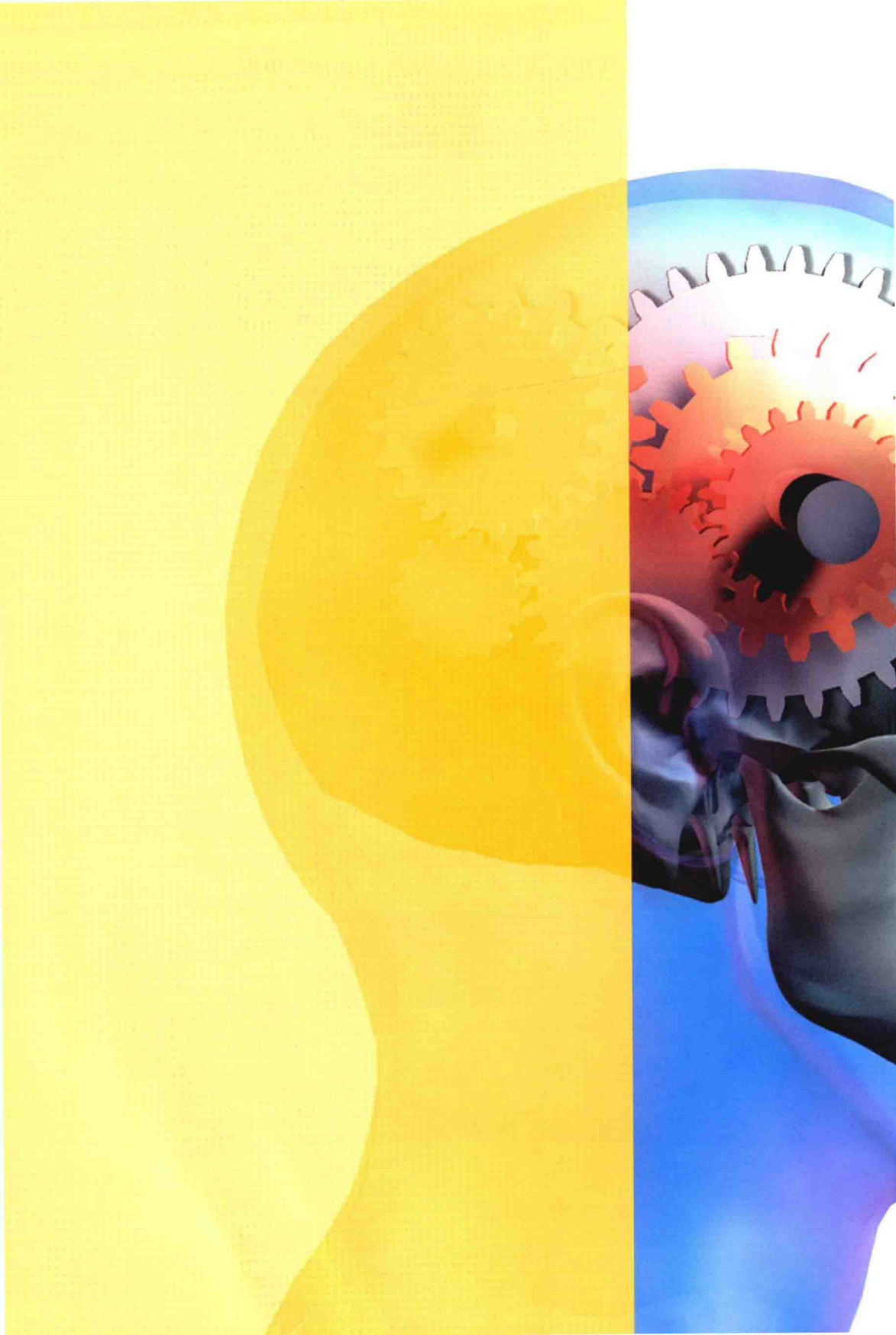


人民文学出版社



天天出版社

试读结束：需要全本请在线购买：[www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)



# 目 录

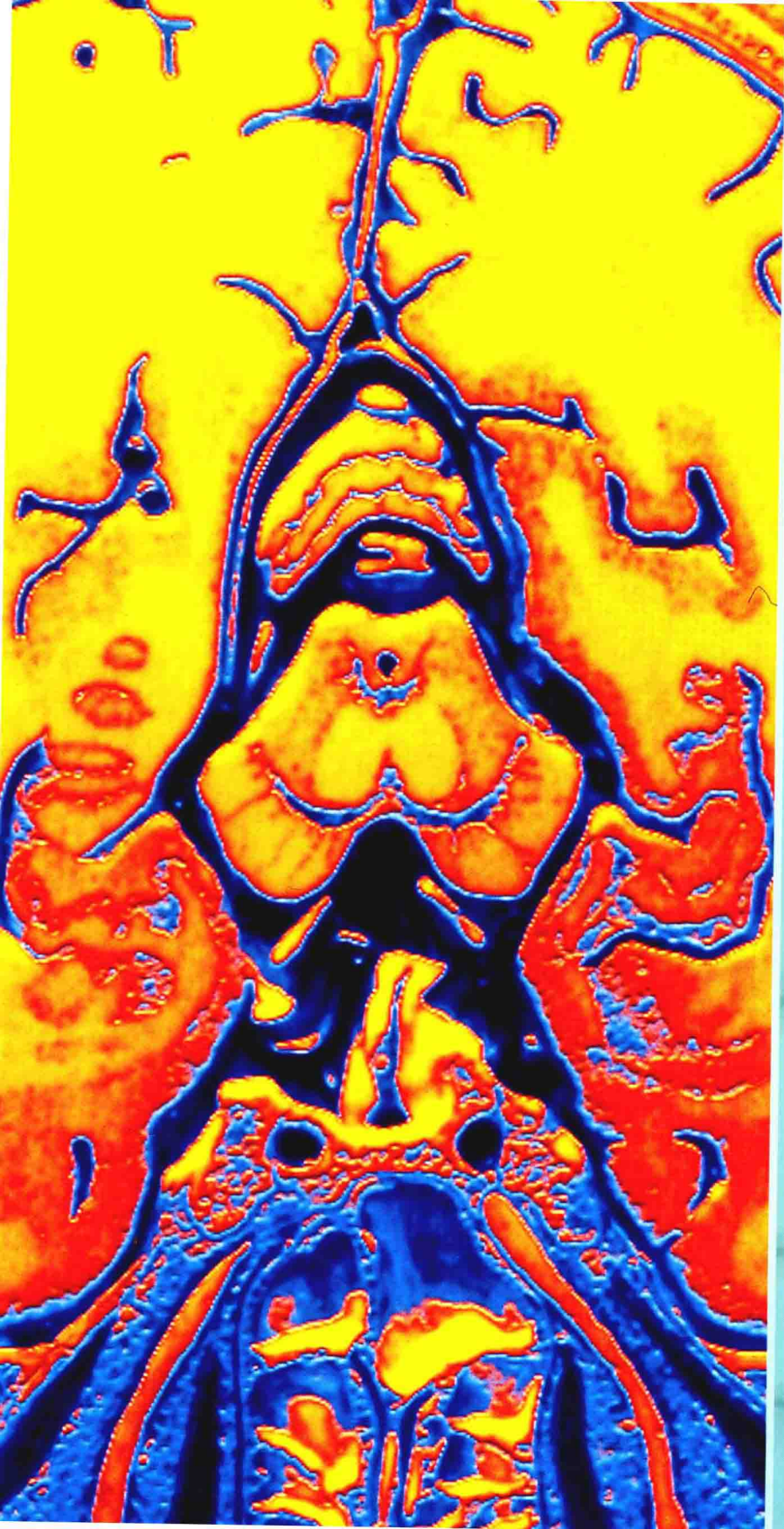
脑的构造与功能 .....	4
接触大脑 .....	6
生命机器 .....	10
你为何需要大脑? .....	16
适应性调整的三个阶段 .....	18
创造意识 .....	20
神经元和神经网络 .....	22
剖析复杂大脑 .....	27
接受世界 .....	31
观察事物 .....	35
弥补时差 .....	42
认知时刻 .....	47
人类的智慧 .....	50
人类之谜 .....	52
开启智慧之门 .....	55
大脑的语言功能 .....	59
大脑的记忆功能 .....	63
结 论 .....	65
术语汇编 .....	66



# 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。意识就是定向，它使大脑孕育出各种目标和期望，它是一种有选择的观察世界的的能力。《人脑如何工作》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。书中提到的大脑的各种工作原理非常简单，我们甚至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。



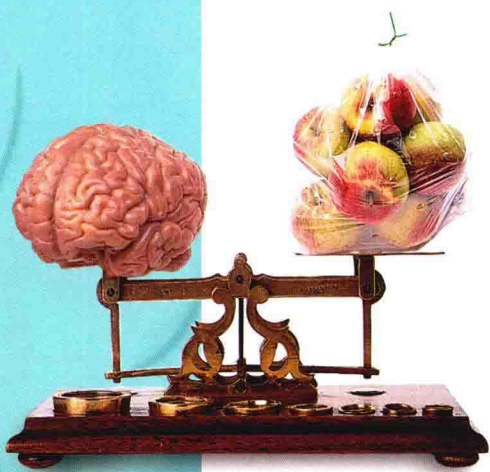


### 脑部扫描

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，它可能比你想象的要重一些，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的颜色），像核桃一样满是褶皱。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，比你所知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很重的固态块状物质。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都能通过一千到几十万个突触来创造任何东西——突触即两个神经元之间的连接点。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。

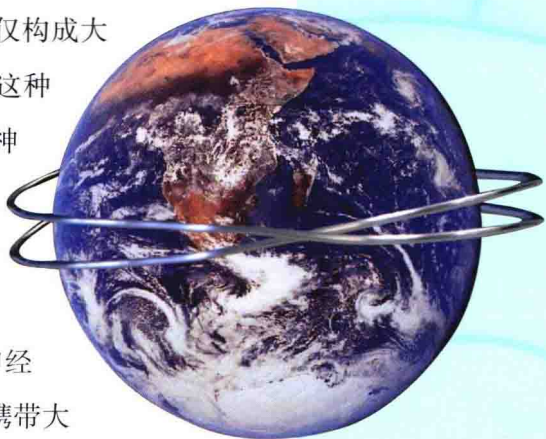
上述这些知识，才不过刚刚触及到大脑复杂结构的表面。大脑中有许多种突触连接的形式，这些突触利用不同的递质分子引

发大脑各部位的不同反应。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营养神经的功能，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——在你的头颅中团成了一个球。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元网络结构，绝不只是一块由无数神经纤维组成的物质。从脊髓中延伸出的、纵横交错的神经纤维能延伸至身体内最偏远的角落，它们与大脑相连接，形成一条神经回路。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现象都是由神经系统控制的，当然归根结底，还是大脑作用的结果。即使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，并通过递质在血液中的流动和躯体组织中的扩散对那些部



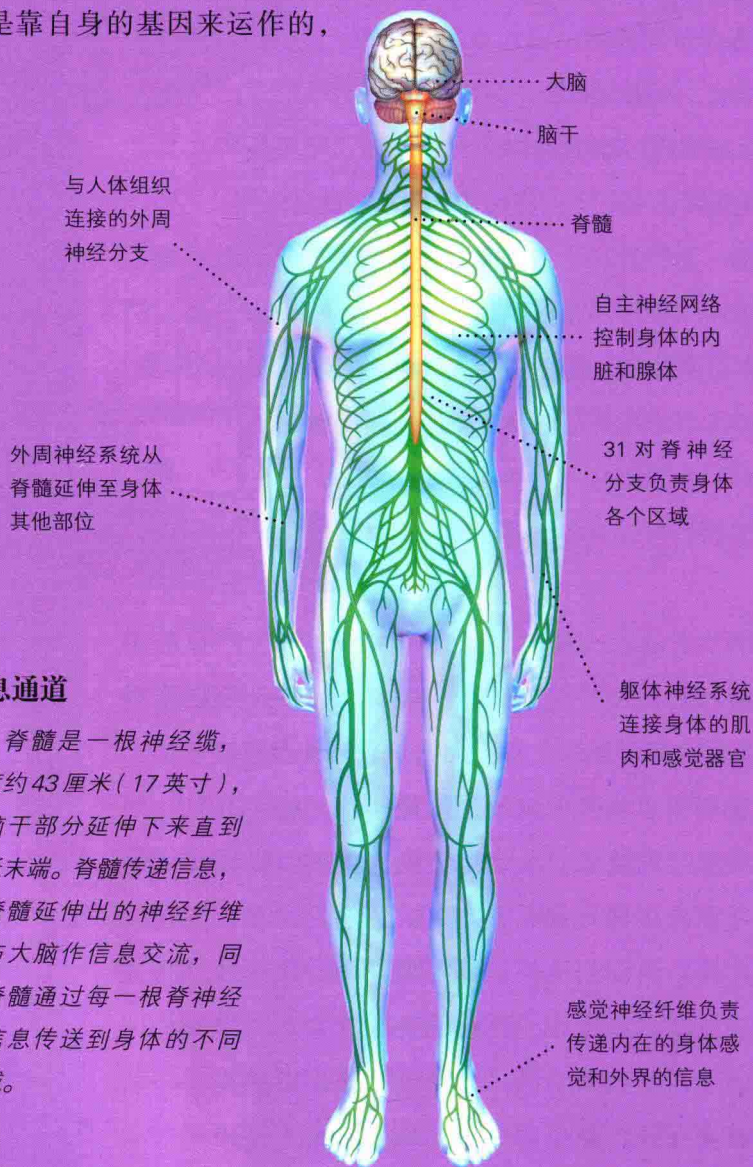
## 白质

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毫米长，但首尾连接后的长度却真的让人无法想象。

## 控制系统

大脑和脊髓组成了中枢神经系统（CNS），并通过外周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。头脑是一个神经帝国，而意识本身只不过是冰山的一角。



### 信息通道

脊髓是一根神经缆，长度约43厘米（17英寸），从脑干部分延伸下来直到腰骶末端。脊髓传递信息，从脊髓延伸出的神经纤维束与大脑作信息交流，同时脊髓通过每一根脊神经将信息传送到身体的不同区域。

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，你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结在一起。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？你从其他书中学到的那些与大脑有关的知识是否与这本书一样，也显得十分微不足道呢？

现在正是讨论大脑的一个好时机。神经科学领域的研究工作已经实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加清晰，但这并不意味着对大脑的了解也成了一项特别简单或特别熟悉的工作。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

### 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量的1/50，但是它需要的血液却是全部供血量的1/5。

### 关键点

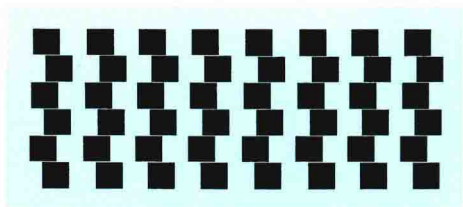
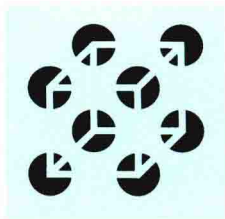
- 脑的平均重量为1.4千克（3磅）。
- 脑中约有一千亿个神经元和十亿兆的突触连接点。
- 一个人脑中所含的白质可环绕地球两周。

一些问题。

## 生命机器

### 格式塔想象

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  
大脑想对映像作出解释的话，就很难打破整体论的观点。



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，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岸边因河水翻滚而形成的旋涡？

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消防车

“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)

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会做整体思考。因此，

大脑总是把握住一种总体的想法，对事物的主要方面形成一种宽泛的印象，在大脑做更多工作以前它会特别注意这种想法。

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

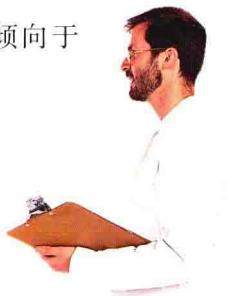


英国哲学家约翰·洛克（1632—1704），现代心理学之父，自由政治改革的拥护者。他沉浸于一种理性思维观点中，并坚持认为我们刚刚诞生时，无任何行为记录，心灵记录也是一片空白，随后被我们的经验逐渐填充。我们必须获得感知的习惯，精神联系网，甚至自我意识的技巧。事实上，意识力是一点点积累而成的。

用整体化秩序，将想法和感觉模式化以求达到和预想一致的结果。和过去相比，尽管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，



## 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属性，但从脑部成分分析中却无法发现上述属性。

任何一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精密的机器——现在正是要将它内部所有的零件都装在一起的时候了。



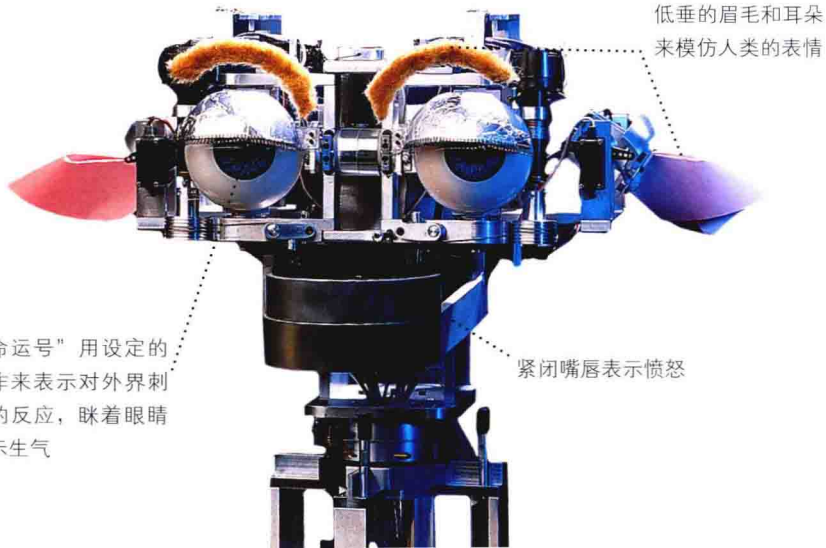
当然，如果我们把大脑想成是一台巨大的电脑，就可以对大脑的工作方式作些解释。但在本书中，我们试图从一个有机整体的角度来理解大脑。大脑是一种生物系统，而且这种生物所具备的似乎是自身独有的逻辑而非机械逻辑。如果我们用简化论的观点来观察大脑，那么我们首先要做的就是确定这部精密机器的基本构成情况。我们或许会先

讨论一些生物成分——大脑的神经元和连接神经元的突触。然后，我们将必要的心理因素都列举出来，如感觉、记忆、情绪、认知及肌肉运动的控制。

### 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，而且它还可以在人类社会的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。

简化论模式的理论认为谈论成年人的大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，我们并不需要知道是谁制造了这些机械零件或者为什么要这样做，我们只需要一张设计蓝图。通过了解零件的相关知识我们就能知道是什么使钟表滴答作响或让一辆车开动起来，并且可以知道这些零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。这个假设的提出基于每一种生物器官的进化都是为了达到一定的目的。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的进行设计。因此，第二个问题就是“怎么做”。自然界由一个“为什么”开始，然后以“怎么做”为目的进行自身塑造。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，大脑的进化只是告诉我们它怎样工作，但我们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“怎么做”。各具特色的进化力量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，人们以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。