

 | 科学新悦读文丛

知名科普期刊《新科学家》杂志  
联合诸多科学家策划撰写，  
帮你即刻走进前沿科学的世界！

# HOW YOUR BRAIN WORKS

Inside the Most  
Complicated Object in the  
Known Universe

# 科学速读 脑内新世界

「英」《新科学家》杂志 | 编者 / 蔡春林唐骋 | 译

修订版



 中国工信出版集团

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

科学速读  
脑内新世界

修订版

[英]《新科学家》杂志——编著 / 蔡春林 唐骋——译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目（CIP）数据

科学速读. 脑内新世界 / 英国《新科学家》杂志编著；蔡春林，唐骋译. -- 2版（修订本）. -- 北京：人民邮电出版社，2021.4

（科学新悦读文丛）

ISBN 978-7-115-55712-4

I. ①科... II. ①英... ②蔡... ③唐... III. ①科学知识—普及读物②脑科学—普及读物 IV. ①Z228 ②R338.2-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2020）第262638号

编 著 [英]《新科学家》杂志

译 蔡春林 唐 骋

责任编辑 王朝辉

责任印制 王 郁 陈 犇

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 <https://www.ptpress.com.cn>

大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司印刷

开本：880×1230 1/32

印张：6.375 2021年4月第2版

字数：129千字 2021年4月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字：01-2017-9344 号

定价：49.90元

读者服务热线：（010）81055410 印装质量热线：（010）81055316

反盗版热线：（010）81055315

广告经营许可证：京东市监广登字20170147号

# 目录

[版权声明](#)

[内容提要](#)

[编者](#)

[学术供稿者](#)

[引言](#)

[第1章 欢迎光临你的大脑](#)

[神经科学的诞生](#)

[脑图谱](#)

[大脑里的身体](#)

[大脑分为两个半球，以及许许多多的部分](#)

[由数学构筑的心灵](#)

[第2章 记忆](#)

[记忆是什么](#)

[大脑中的记忆长什么样](#)

[为何会遗忘](#)

[6招帮你成为记忆大师](#)

[第3章 智力](#)

[量化智力：智商](#)

[人类是正在变聪明还是正在变笨](#)

[第4章 情绪](#)

[情绪：全在脸上](#)

[不用词汇去描绘的话，我们能感受情绪吗](#)

[第5章 感觉和知觉](#)

[感觉理论入门](#)

[时间感：人脑如何创造“现在”这个概念](#)

[第6章 意识](#)

[你大脑中的意识](#)

[有没有所谓的无意识思想](#)

[第7章 大脑的年龄与性别之分](#)

[大脑的5个成长阶段](#)

[男人的大脑、女人的大脑](#)

[做个婴儿是什么感觉](#)

[第8章 睡眠](#)

[睡眠是什么](#)

[我们为什么要睡觉](#)

[我们为什么会做梦](#)

[梦有什么意义](#)

[睡眠：用户指南](#)

[第9章 用科技武装大脑](#)

[神经植入](#)

[记忆移植：芯片能够修复受损的大脑吗](#)

[第10章 充分利用大脑](#)

[大脑的使用指南](#)

[轻松改变你的大脑](#)

[50个拓展知识](#)

[5个值得一去的地方](#)

[10桩事实](#)

[10句名言](#)

[5句文学作品引文](#)

[5个冷笑话](#)

[5个送给孩子的礼物](#)

[10个长知识的途径](#)

[图片来源](#)

## 版权声明

Originally published in the English language by John Murray Learning under the title: How your brain works

John Murray Learning is an Hachette UK company

Rights Arranged Through Peony Literary Agency

Translation © Posts & Telecom Press Co., LTD 2021

## 内 容 提 要

由英国《新科学家》杂志汇编的这本书，荟萃了世界知名神经科学家在脑科学领域的诸多研究成果，介绍了大脑的特点和功能，如记忆、智力、情绪、睡眠、感觉、知觉及意识等，同时也讲解了它的演化历程以及解剖结构。书中讨论了科学家如何通过电场及磁场来控制人们的大脑，同时还探讨了那些通过大脑就可以控制外界的新科技。

本书是一本大众科普读物，适合广大的科学爱好者，尤其适合对脑科学感兴趣的读者阅读。

## 编者

主编：艾莉森·乔治，英国《新科学家》杂志《速成专家》专栏编辑。

编辑：卡罗琳·威廉姆斯，驻英国的科学记者及编辑，著有《重写》（Override）。

本书基于2016年《新科学家》杂志组织的“大脑的运作原理”高级讲习班系列讲座的内容，以及刊登在《新科学家》杂志上的文章编写而成。

## 学术供稿者

丹尼尔·博尔：作家，英国萨塞克斯大学萨克勒意识科学中心的认知神经科学家。

德克·简·戴克：英国吉尔福德市萨里大学的睡眠和生理学教授，萨里睡眠研究中心主任。

乔纳森·K·福斯特：临床神经心理学和行为神经科学教授，就职于澳大利亚珀斯的科廷大学、西澳大利亚州卫生部神经科学中心和西澳大利亚大学。

琳达·戈特弗雷德森：美国纽瓦克市特拉华大学的教育学名誉教授，专门研究智力的社会影响。

安德鲁·杰克逊：任职于英国纽卡斯尔大学神经科学研究院，研究用神经假体修复脊髓损伤者的手部运动功能，以及用脑植入体来控制癫痫。

乔治·马瑟：英国林肯大学的视觉科学教授，专门研究运动感知和视觉艺术感知。

迈克尔·奥谢：英国萨塞克斯大学神经科学教授，担任计算神经科学系和机器人研究中心的联合主任。

蒂凡尼·瓦特·史密斯：英国伦敦玛丽女王大学情绪史研究中心研究员。

拉法埃尔·温斯基-佐梅雷尔：在英国吉尔福德市的萨里大学从事生物节律与睡眠研究工作。

同时也感谢以下作者和编辑：

萨莉·阿迪、阿尼尔·阿南塔斯瓦米、柯林·巴拉斯、安迪·科格伦、凯瑟琳·德·兰格、琳达·格迪斯、艾莉森·乔治、杰西卡·格里格斯、安娜·戈斯兰、杰西卡·哈姆泽鲁、鲍博·霍姆斯、考特尼·汉弗莱斯、克里斯蒂安·贾勒特、格雷厄姆·劳顿、杰西卡·马歇尔、艾莉森·莫特鲁克、海伦·菲利普斯、迈克尔·雷利、大卫·罗布森、劳拉·斯宾尼、凯特·苏克尔、海伦·汤姆森、索尼亚·范·吉尔·库克、克尔斯滕·韦尔、卡罗琳·威廉姆斯、克莱尔·威尔逊、艾玛·杨。

## 引言

如果你正在读这本书，那么恭喜你拥有着宇宙中已知最复杂的物体——人脑。

人的大脑（译注：为符合大众认知，本书中的“大脑”如无特别指出，均指包括大脑、小脑、脑干在内的整个脑部）其貌不扬，乍一看，不过就是一团1.4千克重的粉嫩玩意儿，上头遍布褶皱，质感和豆腐差不多。就因为这朴素的外表，欧洲人直到2500多年前都还以为大脑不过是用来冷却血液的器官。

当然，现在我们知道大脑是由大约860亿个神经元联结成的复杂网络，通过复杂而优雅的电化学活动，让我们得以触碰、品尝、铭记与体验周遭的一切。古往今来，我们靠着大脑建立了文明，创造了伟大的艺术，飞上了月球。

数个世纪以来，人们一直都知道大脑是如何完成这些壮举的。不过神经科学家们直到最近几十年，才得以利用现代脑成像技术实时观测脑部的电活动和血流情况，继而推测大脑内部正在发生什么。

如今无疑是脑科学研究史上最激动人心的时代。随着新技术不断揭示出大脑的运作方式，神经科学正大踏步走进新的境界，研究人员甚至正试图勾勒出人类大脑的整个网络连接图谱。

在这神经科学高歌猛进的年代里，《新科学家》杂志所编的这本书荟萃了神经科学家们的前沿想法和《新科学家》杂志的优秀文章，让你跟上最强大脑们的步伐。假如你好奇大脑是如何感受、如何记忆、如何产生意识的，想知道当我们睡觉时大脑在干什么，那么就请继续往下看吧！

卡罗琳·威廉姆斯

## 第1章 欢迎光临你的大脑

大脑是我们机体中最复杂、最让人捉摸不透，也可以说是最丑陋的器官。不过，它本质上就是一个神经细胞的聚集体，这些神经细胞汇聚在一起以便彼此连接。大脑可以只是一小撮细胞，比如在一些简单的无脊椎动物中就是如此；也可以是由数十亿上百亿个细胞组成的庞杂系统，比如人脑。靠着大脑，动物能在较快的时间里调整其行为，以适应环境变化。借由神经科学的进步，我们今天已经对大脑的结构有了非常精准的认识。但是我们的大脑是怎么演化的，是什么使之与动物的大脑如此不同？我们又该如何理解我们“只是一个大脑”的哲学内涵呢？下面就让我们走马观花地在大脑中游览一番吧。

## 神经科学的诞生

神经科学的诞生要追溯到2500年前的希波克拉底，虽然和他同时代的人，比如亚里士多德，认为思想应该存在于心脏里，希波克拉底却辩称大脑才是思想、感受、情绪和认知的基础。

这是历史的一大进步，不过受制于早期理论的局限性，过了很久，人们才对大脑有了更深入的理解。那时人们无视大脑的实体组织，更青睐于大脑中那些充满液体的孔洞，也就是脑室。这一倾向最有名的代表人物可能当属公元2世纪的医生盖伦，他认为人的大脑有三个脑室，它们分别负责想象、推理和记忆。

根据盖伦的理论，大脑会将液体从脑室经由神经泵进其他器官，从而控制机体活动。由于盖伦的声望，这个观点深远影响了我们对大脑的理解。这个液体理论直至17世纪中后期依然占据着主流，甚至法国著名哲学家勒内·笛卡儿也将大脑比作液压机。但是这个观点有一个重大缺陷，那就是流体流动的速度太慢，无法解释我们反应的速度之快。

当新一代解剖学家开始描绘出更精细的大脑结构后，另一个更加先进的解释大脑运作方式的观点出现了，其中尤为杰出的是17世纪的英国医生托马斯·威利斯的理论，他认为大脑运作的关键并非脑室，而是大脑的实体组织。100年后，意大利科学家路易吉·伽伐尼和亚历山德罗·伏特向人们展示了外接电源的电流能够激活神经和肌肉。这项成果十分关键，因为它总算揭示出了人类对外界刺激反应如此迅速的原因。不过直到19世纪，德国生理学家埃米尔·杜布瓦-雷蒙才证实了神经元和肌肉本身能产生电脉冲。

这为现代神经科学奠定了基础。现代神经科学始于20世纪初，以西班牙解剖学家圣地亚哥·拉蒙-卡哈尔在20世纪初的工作为起始。他以其深刻的洞察力发现了大脑是由神经元所构成的，而且不同于其他器官，大脑里的神经元形式多种多样。最不可思议的是，他注意到昆虫的神经元大可媲美人类最复杂的脑细胞，其中有些甚至比人的还复杂。这意味着，赋予人类各种能力的不是细胞本身的什么特点，而是神经元间的连接方式。卡哈尔的“连接论”开启了一扇新的大门，为人们理解大脑的信

息处理方式提供了新思路，且至今仍是主流。

## 编织思想

卡哈尔在19世纪研究神经元解剖结构的时候，曾提出信号在神经元中是单向流动的。胞体和分叉出来的突起，也就是树突，收集来自其他细胞的信号，信号经过处理后，沿着神经元长长的纤维——轴突传递到突触，在突触这里，信号被传到下一个神经元中（单个神经元的结构见图1.1）。

这种电信号传导的细节至20世纪40~50年代才开始被神经科学家深入解析。我们现在知道信号是以一种叫作“动作电位”的脉冲的形式传递的。动作电位带有很小的电压（只有0.1伏特），持续时间只有千分之几秒，但在这短短的时间里能传递相当远的距离，速度高达120米/秒。

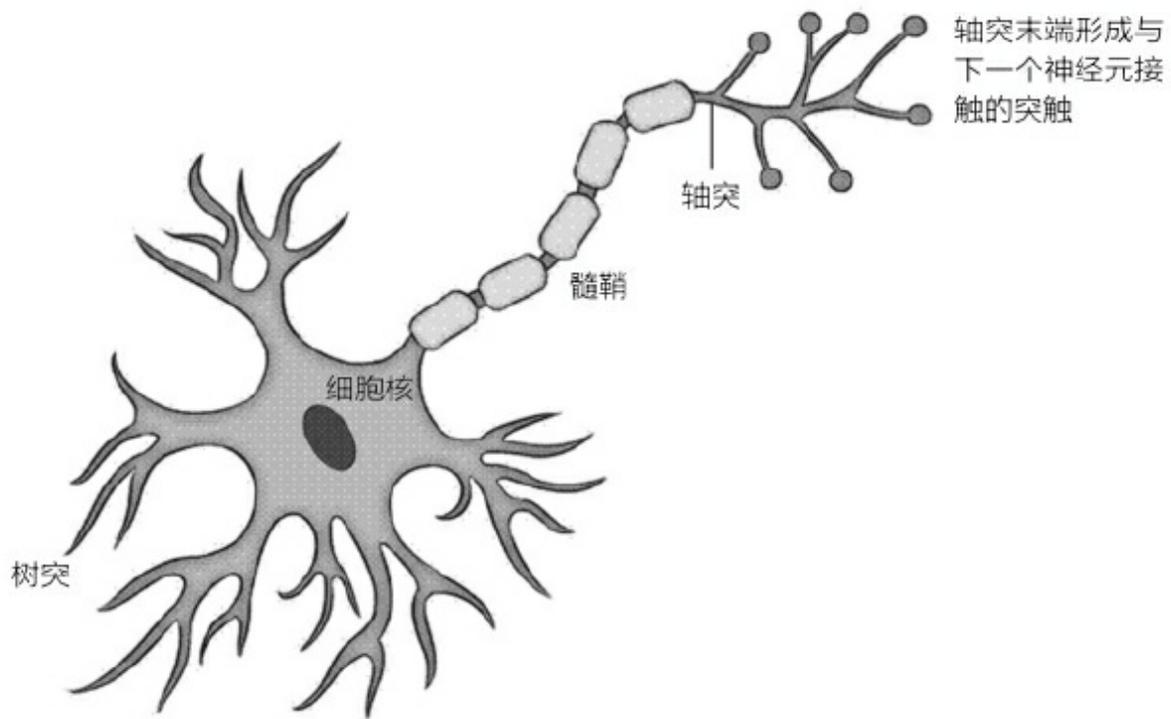


图1.1 单个神经元的结构

这个神经脉冲在突触处终止，它在这里触发释放出一种叫作“神经递质”的分子，这种化学分子带着信号跨越神经元之间的间隙。一旦到

达另一边，这些分子能迅速翻转接收方神经元表面的电位。神经元要么被激活，发出自己的信号；要么被暂时抑制活性，其他来源的信号将更难使之被触发。这两种效应对于信号传递都非常重要，最终形成了我们的思想和感觉。

这样的网络复杂得惊人，我们的大脑中有大约860亿个神经元，每一个又有大约1000个突触，假如你从现在开始以1个/秒的速度来数它们，那这足够让你数上3000万年之久。

大脑里的神经元和计算机里的电子元器件不一样，它们更加灵活多变，而这要归功于神经调质。神经调质有点像音量调节旋钮，不仅能控制其他神经递质在突触处释放的量，还能调节神经元对外来信号的反应。神经调质一方面在大脑面对突发情况时起到微调作用，另一方面也在长时程内参与了大脑神经网络的重新构建，后者常被用于解释记忆是如何存储的。

有些神经调质只作用于其附近的几个神经元，而有些能穿透大片脑组织，产生大规模的影响。举个例子，一氧化氮因为非常小（已知第十小的分子），所以可以轻松地从初始的神经元位置扩散出去，改变其他神经元在每一次发出神经脉冲时释放神经递质的量，由此改造这些神经元，进而开启海马（海马也称海马体，主要负责长时记忆的存储转换和定向等功能）的记忆形成之路。

我们的大脑中活跃着众多的神经递质和调质，正因为如此，大脑才能不断变化，我们才得以了解、改变和适应周遭环境。

## 我们的大脑是如何变得这么复杂的？

1400万年前，在非洲生活着一种小型猿，虽然这种猿很聪明，但其大部分后代，比如红猩猩、大猩猩和黑猩猩的大脑演化程度都远不能和同一家族的另一支系——现代人类的祖先同日而语，那么我们为何如此与众不同呢？

我们尚不清楚250万年前人脑为何会变大，这没准只是因为我们的祖先撞了大运。

其他灵长类动物的咬肌会跨越整个颅骨，限制颅骨生长，但在我们

的祖先身上，一个基因突变导致了咬肌变弱，颅骨因此得以扩大。这个基因突变出现的同时，原始人有了脆弱的颌部和发达的颅骨与大脑。

另一件大事则发生在200万年前，人类制造出了更强大的工具来捕杀动物。肉类营养丰富，而营养让大脑进一步增大。

美国哈佛大学灵长类动物学家理查德·兰厄姆认为火也起了类似作用，烹饪能让我们从食物中获得更多营养。按照他的观点，吃烹饪过的食物让我们的消化道缩小，而消化道的生长和维护成本都很高，它们缩小了就能节省一部分能量开支，转而供脑部用来生长。

人类发达的脑部也很可能和我们复杂的社交活动有关。根据现代灵长类动物来推测，原始人可能也过着群居生活。而要掌握好为人处世的方方面面，需要一颗强大的大脑。英国牛津大学的罗宾·邓巴认为，这点可能解释了为什么灵长类，尤其是类人猿的额区新皮质明显增大。邓巴的研究显示，负责社交的脑区大小与灵长类动物的团体规模、个体之间的交流频率都有很强的相关性。

总之，貌似是饮食、文化、技术、社会关系和基因等共同构建起了一个良性循环，最终使得现代人类的大脑在20万年前初现于非洲。

那之后人类又怎么样了呢？答案是继续演化。根据最近的一项研究，我们的祖先从非洲往北迁到高纬度地区后，视觉皮层变大了，这可能是为了适应当地较弱的光照。

有意思的是，我们现在的大脑体积似乎达到了一个临界点，再大也带不来什么好处。或许在最近的演化史中存在某个时间点，在这一时间点，更大的大脑带来的益处被生大头孩子的风险抵消了。抑或我们供养不起太大的大脑：我们从食物中获取的能量有20%都供给了大脑，或许已经没办法再给脑力活动多分半点能量了。

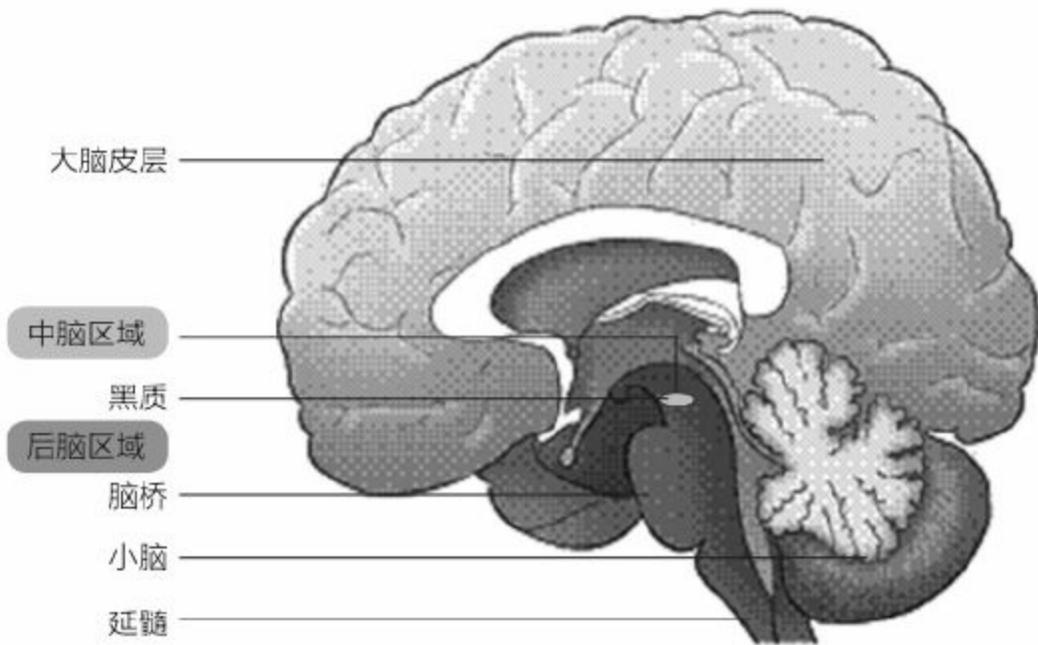
不仅如此，我们的大脑可能正在缩小，在过去10000年左右的时间里，人类大脑的体积占整个身体的平均比例缩小了3%~4%。有些人担心这会不会意味着人类越来越蠢了，不过也有些人比较乐观，他们认为这或许是因为大脑的组织方式变得比以前更高效了。

## 脑图谱

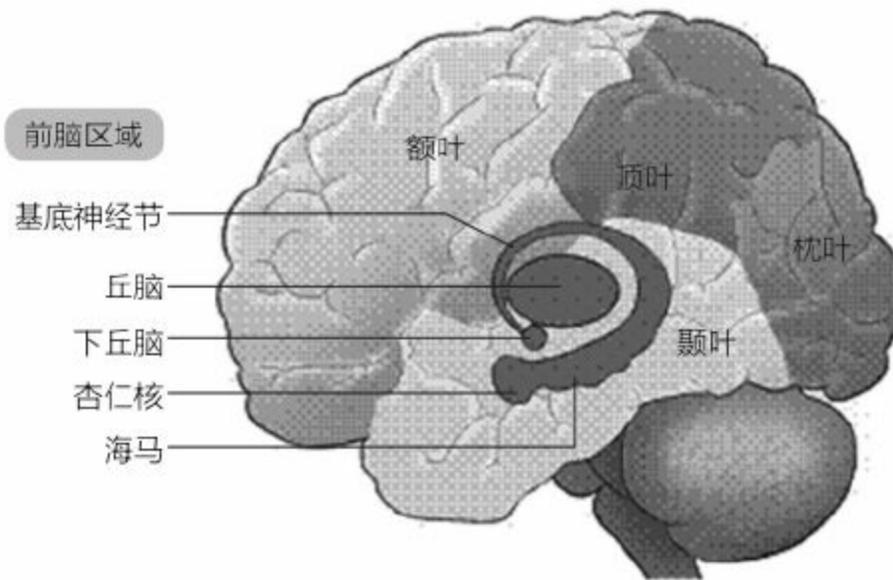
人脑虽然是由一团神经元缠绕而成的，但是它绝非一团乱麻。在出生前，人脑发育成了一种特定的形状，忽略细节的话，每颗人脑看起来都差不多。对人脑这样复杂的器官，我们有许多不同的分区方法，人脑不同区域的名称和描述多得让人眼花缭乱，不过概括起来，人脑可以分成三大块，每一块都各司其职（人脑的主要组成部分见图1.2）。

### 后脑

后脑，顾名思义，位于脖子上面一点，在颅骨基部。科研人员对不同的物种比较后发现，后脑是第一个演化出来的脑结构，它的前身出现在最早的脊椎动物中。人类的后脑包含三个部分：延髓、脑桥和小脑。



(a)



(b)

图1.2 人脑的主要组成部分

延髓控制着呼吸、心跳和吞咽等性命攸关的自主活动。关于延髓非常重要的一点是，它的神经元轴突会下行到对侧的脊髓中，这也是为什

么我们一侧的身体会受对侧大脑的控制。

延髓上面一点是脑桥，脑桥也控制着呼吸、心跳、血压和睡眠等重要功能。脑桥还参与控制面部表情，接收身体动作和与空间定位相关的活动。

后脑中最突出的结构是小脑，小脑表面有着独特的褶皱和深深的沟壑，其中充满了关于身体位置和运动的感觉信息。小脑的职责是编码和存储复杂的精细运动技能和动作所需的信息。此外，最近的研究发现小脑在情感与认知功能的精细调控方面也发挥着一定的作用。

## 中脑

中脑在许多的肢体运动中起作用。它的核心结构之一是“黑质”，之所以这么叫是因为黑质富含一种叫作多巴胺的神经递质，而剖开尸体暴露黑质组织后，多巴胺会变成黑色。多巴胺对运动控制至关重要，故而黑质有“运动的润滑剂”之称。多巴胺还是“奖赏型”神经递质，广泛作用于多种学习、成瘾和强迫行为。

中脑的其他区域与视听觉信息处理、眼部运动控制和情绪调节有关。

## 前脑

前脑赋予了人类许多独特的能力，它在我们的哺乳动物祖先的演化进程中高速扩张。它由几个部分组成：丘脑是感觉信息传递到大脑皮层（大脑表层布满褶皱的区域）的中转站，负责处理高级信息；下丘脑会释放激素，激素随血液扩散至全身；杏仁核处理情感；海马则在记忆形成过程中起主要作用。

基底神经节是演化过程中最近出现的结构之一，负责调控大脑皮层发起的意向运动的速度和流畅度。该脑区的神经连接来自中脑黑质的多巴胺调控。黑质如果不能给基底神经节提供足够的多巴胺，就会引发帕金森病的各种症状，比如运动迟缓、震颤和身体失衡。用药物提高基底神经节的多巴胺水平能缓解症状，但仍无法治愈帕金森病。

最后我们可以看到覆盖着半个大脑的大脑皮层，人之所以为人正是因为有了它。就是在这里，我们制订计划、组织语言、生成想法；就是在这里，创意、想象和意识得以栖居；就是在这里，心智得以诞生。

皮层是颅骨里的一个折叠得皱巴巴的6层结构，整个皮层铺开有1.6平方米大。信息经由100万个神经元在皮层里进进出出，但皮层里神经元之间的连接数却超过100亿个，也就是说大脑皮层大多数时候在自言自语。

大脑皮层主要分为额叶、枕叶、颞叶和顶叶：额叶包含负责思考与计划相关的神经环路，同时也决定着我们的人格；枕叶和颞叶分别负责处理视觉和听觉信息；顶叶与感觉信息的整合以及注意力相关。

## 大脑里的身体

人们曾多次尝试将身体映射到大脑皮层上，并做出了感觉、动作控制等的大脑功能定位图谱。这些图谱还保留着人体的大致模样，所以你可以看到脚部控制感知的神经元离腿部控制感知的神经元更近，离鼻子中处理数据的神经元远。不过图谱的比例是失调的，手和唇部映射到脑组织区域的面积比躯干和腿的更大一些。按照图谱重构身体，就会制作出像世界神经外科先驱、加拿大神经外科医生、神经生理学家潘菲尔德作品中的侏儒（见图1.3）那样怪模怪样的小人。

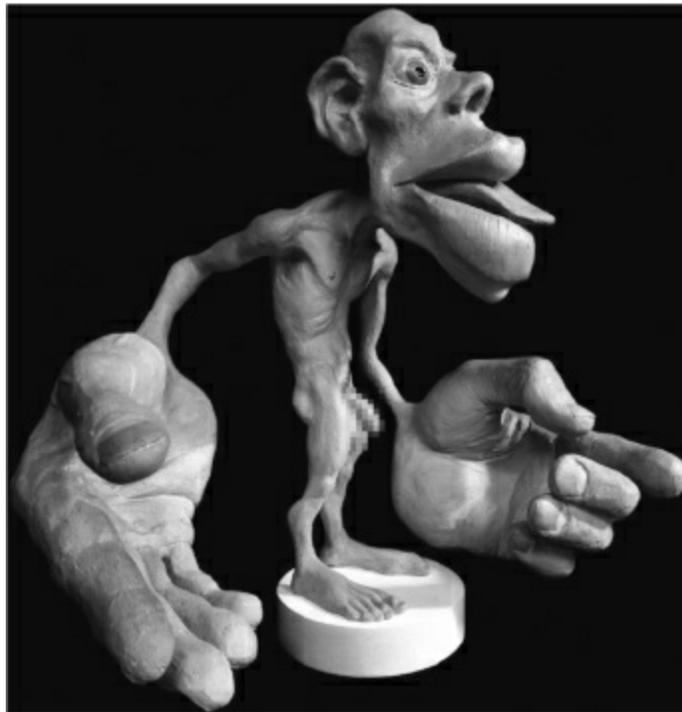


图1.3 潘菲尔德的侏儒（大脑“看到”的身体）

## 大脑分为两个半球，以及许许多多的部分

大脑分为两个半球，中间由一束（大约100万个）轴突彼此连接，我们称之为胼胝体。如果把胼胝体这个桥梁切断，那么所谓统一的“自我”就会分裂，这种做法倒是可以缓解癫痫病情。大脑半球间的联系被切断后，身体仿佛被两个独立的大脑控制着。有一个做过胼胝体切除术的吸烟者说，当他用右手去拿烟时，左手会把烟一把夺过来扔掉。

胼胝体对不同皮层区处理的任务进行整合，将它们无缝衔接，最终呈现给我们一个流畅的世界。我们看到事物时，不会察觉到这是大脑的不同区域分工完成的结果，其中的详细原理目前还是个谜，在学术界这被称作“捆绑问题”，谜底还要等未来的神经科学家去揭示。

### 读心术：科学家如何检测大脑活动？

- 磁共振成像（MRI）：展现详细的解剖图，可以看作针对软组织的X光片。
- 功能磁共振成像（fMRI）：在大脑执行算术或阅读等任务时，展示不同脑区的供血变化，基于的假设是供血和局部神经元活性有关。
- 扩散磁共振造影（也称扩散追踪成像）：通过追踪水分子展示大脑长距离神经连接的情况。因为轴突是被脂质层包裹着的，所以水分子可以沿着长长的轴突扩散，而不会逸散出去。
- 功能连接磁共振成像（静息态磁共振成像）：揭示的也是长距离的神经连接，它检测不同脑区活动的自然波动，从而揭示脑区间的交流程度。

## 由数学构筑的心灵

科研人员对脑区的探索和对它们功能的研究大大加深了我们对大脑的理解，不过，近年来神经科学家不再满足于单纯地描述特定脑区的特殊职能，而是转而研究神经网络是怎么把不同脑区联系起来，实现“1+1>2”的效果的。一个崭新的神经科学分支——计算神经科学由此诞生。

### 小世界大网络

如果把大脑里的神经纤维抽出来，首尾相连，可以绕地球4圈。这么多神经纤维挤在一个脑袋里，你可能会觉得它们在里面势必乱作一团，但数学家们很清楚，大脑是一种“小世界网络”。



小世界网络的标志是网络里的任意两个节点之间的距离都比较短。你可能听过著名的“六度分离理论”，它阐述的是人与人之间的社交距离不超过6个人，这反映出人类社会就是一种小世界网络结构。类似地，任何两个脑区间的连接距离平均下来也差不多长，这种连接水平的微小变化就足以改变人的智力。

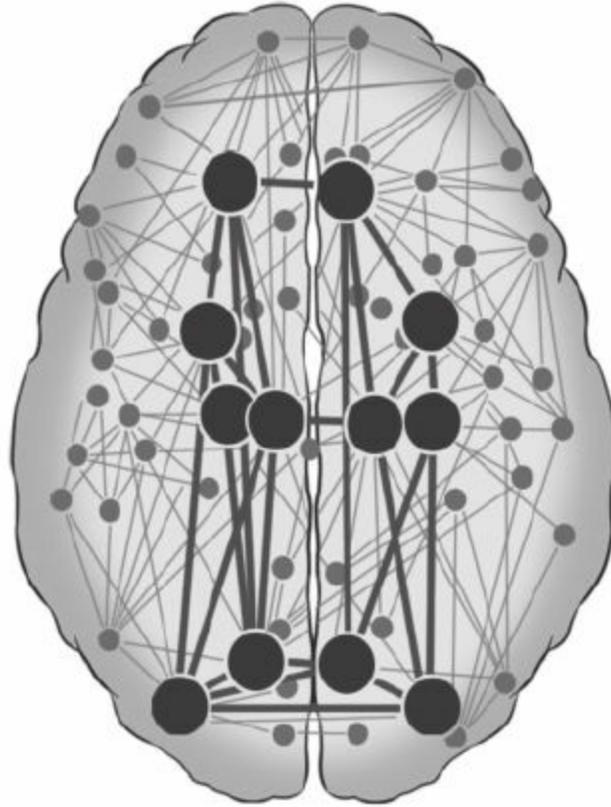
究其原因，可能是小世界结构让网络里的不同区域可以快捷高效地交流。大脑里的长距离连接很少，大概只有1/25的神经纤维会连接到较

远的脑区，剩下的都与邻近的神经元相连。来自荷兰乌得勒支大学医学中心的马丁·范·登·赫费尔认为，制造和维护长神经纤维的成本都很高，大脑或许是在权衡了成本和信息传递效率之后选择了小世界网络的组织结构。



大脑里的长距离连接分布并不均匀，范·登·赫费尔和美国印第安纳大学伯明顿分校的奥拉夫·斯鲍恩斯近期发现，这些成簇的长距离连接形成了一个坚固的骨架，充当12个主要脑区间的交通要道（见图1.4）。骨架和脑区一起构成了一个所谓的“富人俱乐部”，这个称谓反映了其中丰沛的神经连接。范·登·赫费尔觉得，没人知道大脑里为什么会有“富人俱乐部”，但就它承担的信息运输量看，它必然十分重要。可想而知，这里出问题的后果会有多严重。他说：“现在就有新兴的观点认为，精神分裂症实际上可能就是这些‘富人俱乐部’内的信息整合出了问题。”最好的治疗思路应该是改善“富人俱乐部”内的交通状况，但这事说起来容易，做起来可就很难了。

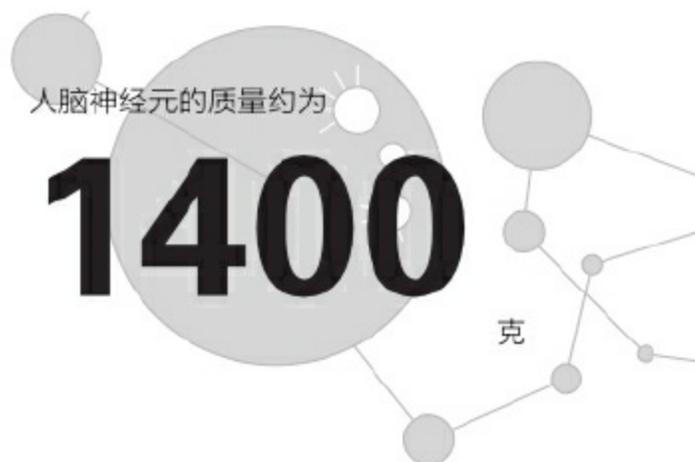
信息要在大脑中快速传递，需要依赖于大脑中神经网络的组织方式，  
大脑中包含一组高度连接的信息中心，  
即所谓的“富人俱乐部”，  
它们承担着不同脑部区域间的大量信息的运输工作



想法和感觉构成了我们的意识体验，  
而它们的整合或许离不开这组神经网络

图1.4 大脑的12个主要脑区间的交通要道

我们目前已清楚地知道，这个高度连接的神经网络是个完美的思维舞台，它也支撑起了我们思考和行动背后的数学原理。



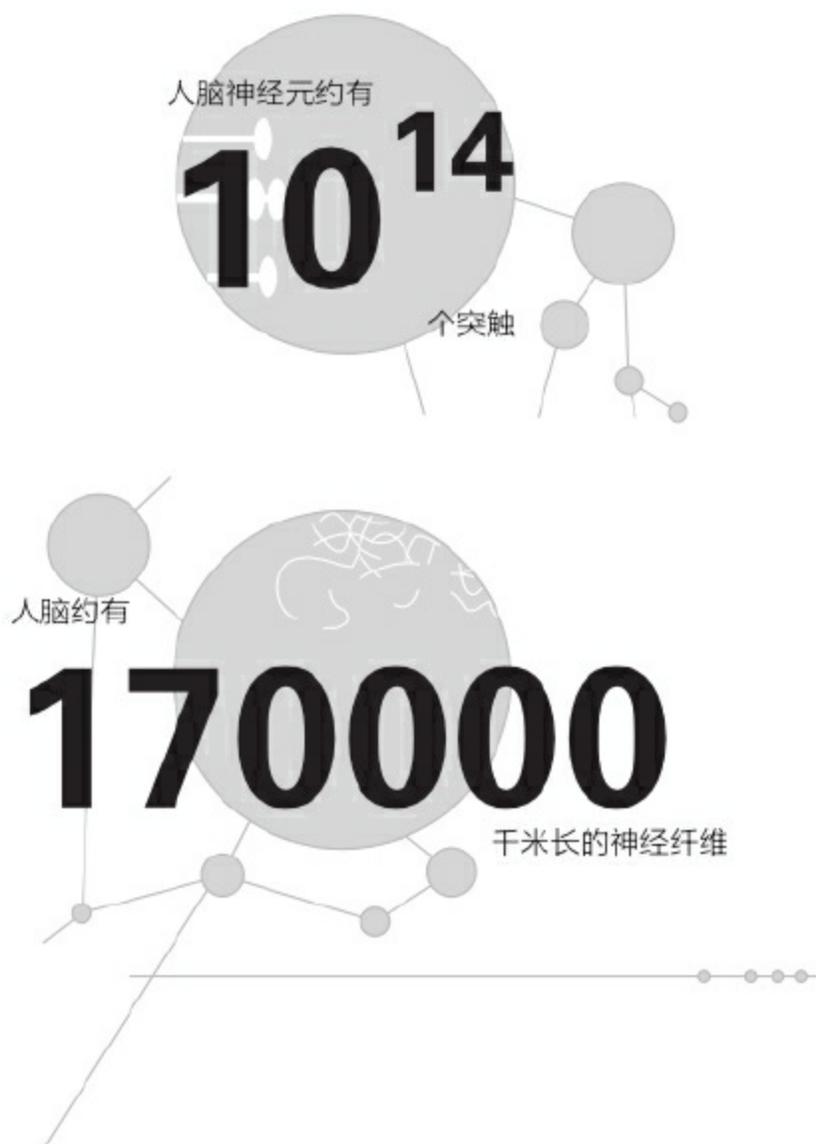
## 混沌边缘

大脑高度连接所带来的好处毋庸置疑，但它也存在一个潜在的负面影响。因为每一个神经元都与一个发达的小世界网络连接，所以电信号可以迅速传递得又远又广，引发一连串细胞信号发放。理论上，这还可能导致信号滚雪球般疯涨，让大脑掉线，引发癫痫。

好在上述情况的发生概率很小，在这个世界上只有1%的人会在一生中经历一次癫痫。这说明大脑能保持一种平衡，它既能控制神经信号的混乱洪流，又不至于完全阻滞信号流通。

大脑如何恰好击中甜点（译者注：**sweet spot**，网球等运动的术语，意为球与拍的最佳接触点）呢？这个问题的答案直到20世纪70年代才被揭开。当时，杰克·考恩（现就职于美国芝加哥大学）意识到这种平衡代表的是理论物理学家熟知的一种状态，称作临界点或者“混沌边缘”。他认为，神经元发放产生级联效应或者“神经雪崩”时，大脑细胞会暂时跨过这个临界点，之后再回归安全区。

雪崩、森林火灾和地震等都是因为系统恰好位于临界点所致，它们有一些共同的数学特性，其中最重要的一条叫作“幂律”分布，就是说小型地震或森林火灾出现得比大规模的频繁，而且是由严格的数学比例决定的。举例来说，如果一种地震强度是另一种的10倍，那么它的出现频率就是另一种的1/10。



位于美国马里兰州贝塞斯达的美国国立卫生研究院的约翰·贝格斯和迪特马尔·普伦茨在2003年测试了大脑是否也遵循上述规则，果不其然，他们在对鼠类大脑进行研究后发现，大脑也是一个处于混沌边缘的系统，一个神经元在被激活后一般会将信号传给一个相邻的神经元。而且和地震、森林火灾相似，大的“神经雪崩”虽会发生，但发生频率会随着规模的扩大而降低，遵循幂律分布。

功能磁共振扫描则显示，在全脑这个更大的尺度上也可观测到类似混沌边缘的活动，实际上，计算机模拟显示这可能是大脑中的小世界结构在起作用。

在混沌边缘走钢丝看起来有点冒险，但人们认为这样能给予大脑最大的灵活度，在加速信号传递的同时，还能随机应变，快速协调大脑活动。一些研究人员开始好奇像癫痫之类的疾病是不是因为大脑偏离了平衡状态导致的。“就像正常心率和正常血压一样，也许大脑也存在这么一个健康态。”贝格斯说道。

## 思想：为生存而战

当一个个念头在脑海里闪过时，你会觉得好像各种感觉和想法都在不懈地争取你的注意。事实还真差不多就是这样，不同神经网络竞争上位之盛况就好似捕食者和猎物之间的生死较量一样。

这个过程的副产物或许就是你有时候会神游八方。美国加州大学圣迭戈分校的米哈伊尔·拉比诺维奇和曾就职于美国帕萨迪纳的加州理工学院，现就职于德国法兰克福的马克斯·普朗克脑科学研究所的吉尔斯·洛朗最先注意到，神经元的活动呈现一种波动状态。当时他们俩正在研究昆虫负责处理气味的神经元，差不多相当于它们的嗅球。他们本来以为会看到神经元的“习惯化”——神经元在检测到气味后活跃度下降，但结果并非如此，神经元的活跃度是随着时间上下波动的。

拉比诺维奇经过仔细观察后发现，神经元的活跃度变化模式看着很像20世纪早期数学家阿尔弗雷德·洛特卡和维多·沃尔泰拉用来描述捕食者与猎物关系的模型，也就是当捕食者快要吃光其猎物时，它们就开始饿死，于是猎物的数目得以恢复，而当猎物数目足够多时，新一轮的捕食循环就开始了。

在拉比诺维奇看来，大脑中的情形跟这个有点像。只不过，大脑里的斗争不是一对一的竞争，而是一大堆组成思想的认知模式的混战，每一个竞争者最多只在瞬间占据了上风（这可能是你有时觉得心不在焉的原因）。

一些异常状况，比如，多动症和强迫症患者的认知模式竞争必定与正常人有所不同，如果我们能更深入地理解这些不同点，那没准就能将不平衡的认知模式竞争调回健康状态。

## 计算未来

大脑面临的另一个重大计算问题就是如何根据巨量的电活动做出预测，例如，谈话时下一句话该说什么，又怎样算准时机穿过马路。

有一种观点认为这可以用贝叶斯统计来解释，顾名思义，这是以18世纪一个叫托马斯·贝叶斯的数学家的名字命名的，贝叶斯的理论可以根据过去来预测未来某个事件发生的概率，同时还能不断纳入新的数据来更新结果。数十年来，神经科学家都认为大脑是用这个理论来帮助它预测未来的，不过英国伦敦大学学院的卡尔·弗里斯顿将这个观点又向前推进了一步。

弗里斯顿重点研究了大脑如何将贝叶斯统计的误差最小化，换句话说就是如何避免出现“惊喜”。他想到可以借用热力学系统（例如蒸汽机）的计算方法来加以描述，于是提出了“自由能原理”。鉴于预测是大脑几乎一切功能的核心，他认为自由能原理可以作为一般规律，描述绝大多数的神经活动，足可媲美优雅强大的质能方程 $E = mc^2$ 。

弗里斯顿成功地用他的自由能原理描述了当视觉皮层对光线产生反应时，神经元往来传输信号的模式。他认为这个理论也可以推广到身体动作上，例如，他成功模拟了眼球在我们接收熟悉的或新的图像信息时的运动。他的模型显示，大脑会根据我们的每一次扫视来更新图像，以此最小化初始感知的误差。他的另一篇文章则关注取东西时手臂的精细调控，他用自由能理论描述了我们如何整合关节内部信号和视觉信息，以此来调整我们的肌肉运动。

其他人也利用这个理论来解释大脑更匪夷所思的行为。新西兰奥塔哥大学达尼丁医学院的德克·德·瑞德就利用自由能原理解释了人在被剥夺感官能力时出现的幻觉痛与幻听现象。他表示，大脑在信息匮乏时会“不择手段”地预测未来事件，然后就会产生幻觉。

采访：难道我真的“只是一个大脑”吗？

这一章讲了神经元、大脑网络和数学法则，说得让人有点泄气，难道我们的爱、希望和存在本身都仅仅是电流流过一团灰质组织的结果？神经科学哲学家帕特里夏·丘奇兰德的回答是：“对。”不过这个真相带给我们的不应是惊吓，而是启发。

你把神经科学的新发现与地球绕着太阳转、心脏是一个泵这些发现相提并论，你觉得它们之间的共同点是什么呢？

它们都对人们的固有世界观发起了挑战。比如，从前人们一直认为地球位于宇宙的中心。类似地，许多人都相信是心使我们称得上人，结果它只是一个肉做的泵。我们意识清醒、做出决定、上床睡觉、生气发怒、恐惧害怕，所有这些都只是实实在在的大脑在行使功能，我觉得人们意识到这些时，会跟对前面所说的情况感受相似。试着理解我们是谁的神经基础可能让人很受打击，这种思想叫作“神经存在主义”，这个名字切中了要害，我们不习惯从这个角度思考自身。

为什么我们难以看清自身的本质呢？

部分缘于神经系统的演化。大脑有什么了解自身的必要吗？我们不了解大脑也无所谓，就像我们不知道肝的功能之一是去除毒素也能过日子。当然，值得庆幸的是科学允许我们去了解。

神经科学有没有给你带来不安？

要我说的话，没有。这要花点时间去适应，但我没有被吓到。当然，我理解人们的矛盾心理，一方面，他们痴迷神经科学，因为它帮助解释了他们母亲的阿尔茨海默病，但另一方面，他们又想：“天呐！我对孩子的爱意真的只是神经化学活动吗？”嗯，事实就是如此。不过这并不困扰我。

为什么你似乎理所当然地觉得会有人抵制脑科学？

我教神经科学哲学多年，学生们经常会说，想想你就只是你的大脑，这不会很恐怖吗？这不会困扰你吗？然后我们就会谈论为什么这会困扰他们，我明白有些人会感到矛盾或忧虑。

你承认我们对大脑的许多更高级的功能没有满意的神经学解释，比如意识、睡眠和做梦等，我们真的已经准备好宣称我们只是我们的大脑了吗？

确实，我们目前还没有充分的解释，也要确保不要言过其实。但证

据都指向大脑，我们在神经科学方面的知识都将我们指向了那个方向。

你说神经科学挑战了一些人对灵魂和死后生命的信仰，那么目前这些信仰依旧广泛存在吗？

这可能存在文化间的差异，在英国或许不太需要挑战这些想法。但我发现在美国，这事很重要。许多人不见得有很强的宗教观念，但他们总觉得人死后还存在点其他的东西。

即使是那些对神经科学接受程度已经很高的人，也会发现某些观点很棘手，尤其是自由意志，我们真的有自由意志吗？

这样问可能更好：我们是否能控制自我？它的演化动力不难找，我们需要盯准一个目标不分心，我们需要克制某些冲动。我们确实知道一点自我控制的神经生物学机制，而且大脑也明白无误地展现出了自我控制能力。在我看来这已经很好了，当我们需要对某件事做出决定时，自我控制机制就会以我们理解的方式运作。比如买车，我们决定不买超过支付能力的车，而是买辆多少还算实用的车，这就是自由意志。不过，如果你觉得自由意志是在没有因果关系的背景下创造了决定，那就不存在自由意志。

神经科学能提供一种生存哲学吗？

神经科学不会为我们提供生存的剧本，但是我觉得理解大脑的自然本质能促使我们变得明智。

有些人可能会说你只是你的大脑这个观点让生命变得黯淡、冷酷而终究归于虚无，你怎么回应这一点？

一点也不黯淡啊！上帝也好，灵魂也罢，我从这些事物身上根本看不出它们赋予了我生命的意义。鬼神何以给我意义？没人说得清吧？我的生活之所以有意义，是因为我有家人，从事有意义的工作，因为我喜欢玩，我有狗。是这一切让我的生活有意义，我认为大多数人也这么觉得。那么，在生命尽头会发生什么？我会死去，仅此而已。我酷爱这个想法，几近疯狂。

帕特里夏·丘奇兰德是来自美国加州大学圣迭戈分校的哲学家，她专注于神经科学、心理学和哲学交叉领域的研究。

和其他灵长类动物相比，人脑有什么特别的？

大脑半球的额叶负责处理复杂的思考与社交行为，比如计划、决策、共情、撒谎和道德判断。人类的大脑半球比其他灵长类动物更大更发达，但如果调整到按身材的比例比较，这个差异又小得惊人。

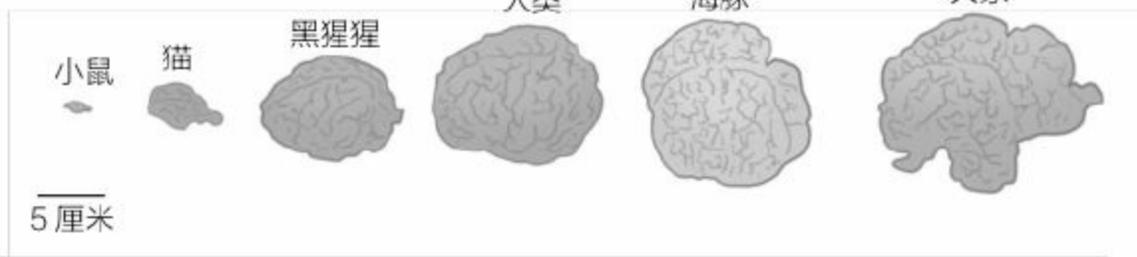
人类和黑猩猩及大猩猩大脑的差异貌似主要在于神经元的连接方式，人类似乎拥有一些独特的基因控制着大脑发育过程中的神经细胞迁移，而且大脑中的基因表达模式也有所不同。所以，虽然人类和黑猩猩以及大猩猩的硬件看起来差不多，但运作方式显然不同。

至于其他非灵长类的哺乳动物，它们的大脑更小，额叶也更不发达。在演化树底部的动物就完全没有皮层，爬行动物只有一个和我们脑干相似的大脑。在低等动物中，大脑更像是位于神经索顶部或者嘴巴周围的一个隆起。

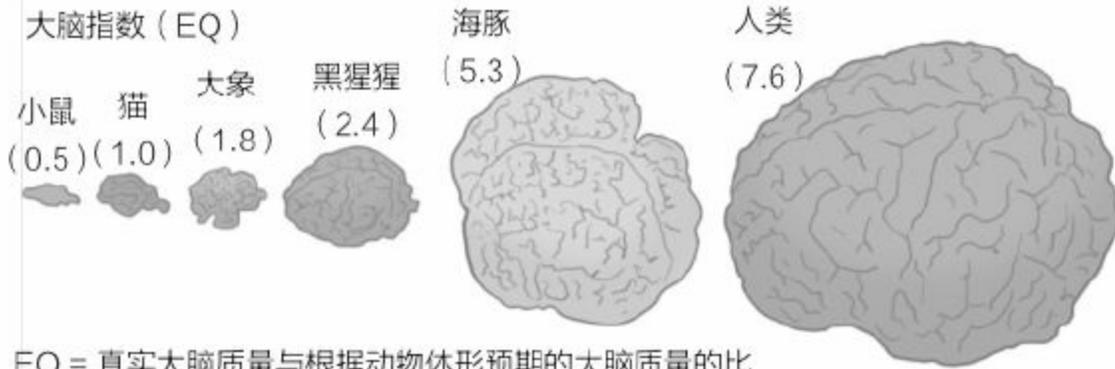
图1.5所示为人类的大脑与其他动物的比较。

按大脑尺寸来判断智力未必正确，因为当改变测量方式后，  
大脑的相对尺寸变化得尤其厉害

### 大脑的绝对尺寸



### 大脑指数 (EQ)



EQ = 真实大脑质量与根据动物体形预期的大脑质量的比

### 大脑质量占整个身体质量的百分比

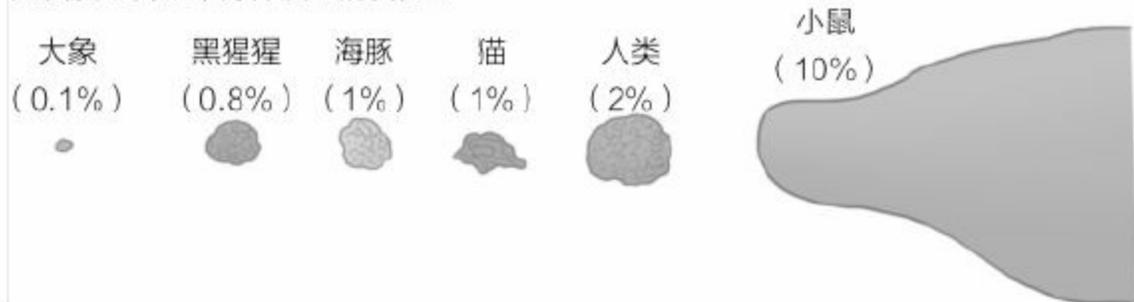
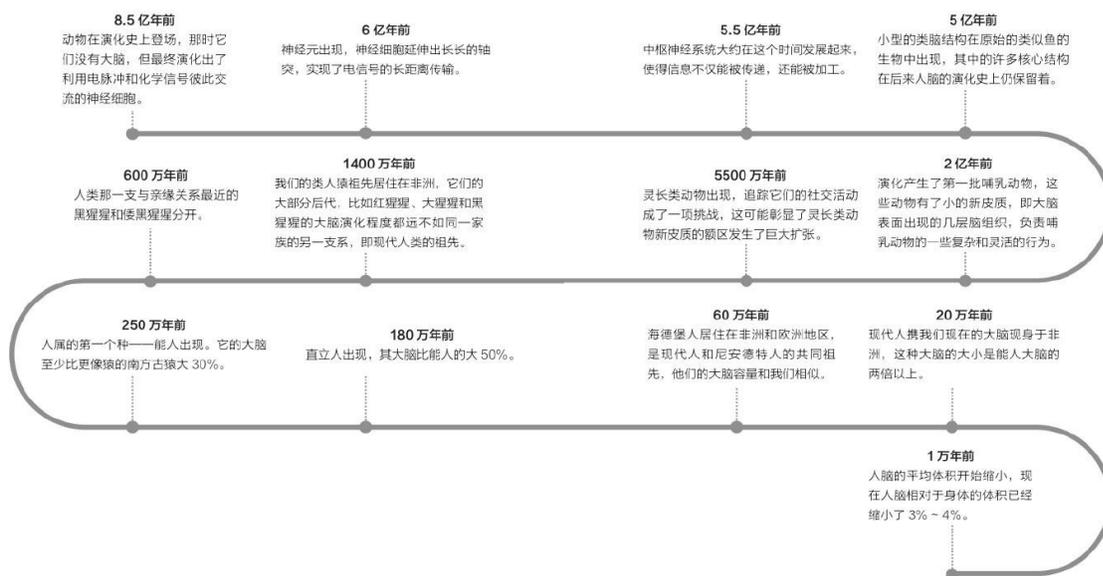


图1.5 尺寸并非一切

# 大脑的演化之路

远在我们人类出现之前，大脑就伴随着那些游、爬和走的生物走过了一条蜿蜒曲折的发展道路。



## 第2章 记忆

记住过去的能力是人作为一个完整存在不可或缺的一部分。没有它，我们没法开车上班、和家人正常对话、读一本书或者做一顿饭。理解记忆的本质和原理是现代神经科学的一个基本目标。

## 记忆是什么

关于记忆，柏拉图有一个很著名的比喻，他把记忆比作蜡板，刚出生时是一片空白，之后的生活经历慢慢地在蜡板上留下印痕。不过直到过去几百年间，心理学家才开始用各种客观手段研究记忆，我们才渐渐明白人的记忆比柏拉图想象的要复杂得多。

首先，记忆并不是只有一种，而是分很多种。科学家按记忆在大脑中存储的时间将记忆分成了三个亚型：感觉记忆、短时记忆和长时记忆。

### 感觉记忆

有机体在它生命的每时每刻都会通过眼睛、耳朵和其他感觉器官接收外界信息，然后将这些信息传递给神经系统处理。我们的感觉记忆能将这种信息存留片刻。所以当我们在空中挥舞烟花时，烟火划过的轨迹在我们脑海里构成瞬间的印象，并呈现出字母或者圆圈的样子。

18世纪，匈牙利科学家约翰·塞格纳最先探索了这种现象。相传他把一个燃烧的煤块绑在车轮上，然后加速转动车轮直到“看”到光形成一个完整的圈为止。200年后，美国心理学家乔治·斯珀林接着他的实验往下做了更系统的探究。他让一个字母矩阵在一个屏幕上快速闪过，再让看到的人回忆这些字母，他发现事物快速闪过带给人们的视觉印象（被称为图像记忆）只能持续几百毫秒。在那之后不久，对回声记忆的研究显示我们对声音的印象能留存数秒。值得注意的是，儿童开口说话晚可能是回声记忆受损所致。

人们认为大脑感觉区存储的瞬间电活动模式就是感觉记忆，电活动消散时，记忆也随之湮灭。不过只要感觉记忆还在，它们就能呈现出完整细致的感觉体验，大脑可以从中提取出相关信息碎片，形成短时记忆，再交由工作记忆做进一步处理。

### 短时记忆和工作记忆

在拨旅馆的电话的时候，你会在心里默念电话号码，这种时候靠的是短时记忆。这种记忆模式能让你将7条左右的信息记住15~20秒，不过主动地多回顾若干次能让你记得更久。

7条信息看似不多，但如果把信息分割成有意义的单元“块”，那就可以存储数量比较可观的信息了。比如说，要记住10位的电话号码021-6394345，你可以把这串号码分成三块：区号（比如021），然后是3个数组成的一块（639），最后是4个数组成的一块（4345）。

短时记忆似乎将语言和视空间信息分别存储在了不同的位置（见图2.1），而语言的存储最受人们关注。人们从一项研究中推理出了它的存在，在该研究中，志愿者被要求回忆刚接触过的一串单词，结果显示人们更加容易记住列表中的最后几个单词，但如果推迟几秒，这种效应就消失了，在延迟过程中做一些干扰记忆存储的语言活动（比如倒数）时更是如此。

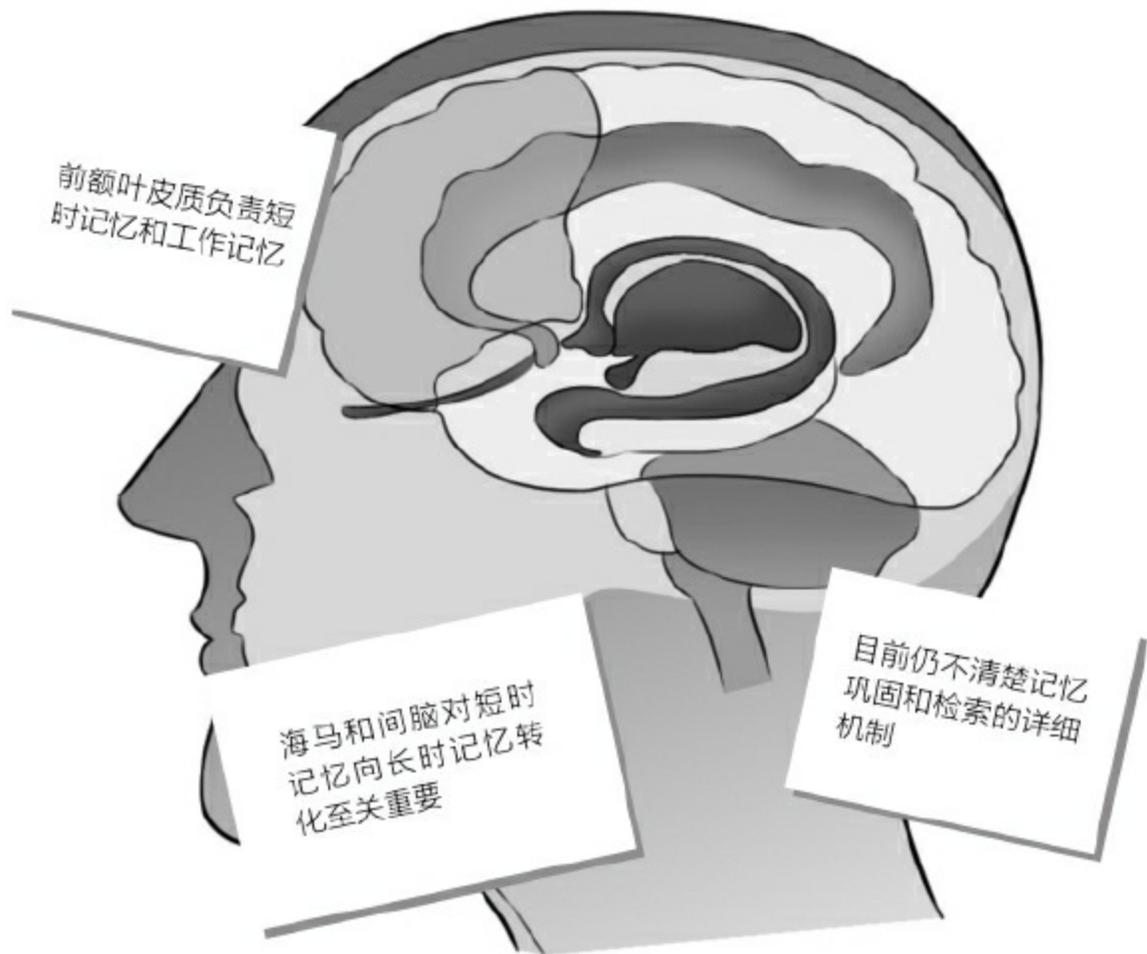


图2.1 记忆：从感觉到存储

语言短时记忆似乎以声学或者音系学的形式存储。例如，当你试图记忆一串字母时，相较于W、K、Y、R和Z这种读音差很大的字母串，像P、D、B、V、C这种听起来近似的字母串更难记住，即使一开始信息通过视觉呈现，结果也是如此。

短时记忆和工作记忆联系紧密，这两个概念也经常被混淆，不过它们有一点差异——短时记忆指的是你在刚刚过去的瞬间接收、存储和记住的信息，而工作记忆指主动处理这个信息的过程。举个例子，短时记忆能帮助你记住别人刚刚和你说了什么，但通过工作记忆，你能倒背出刚刚这段话，或者挑出每个单词的首字母。

## 长时记忆

特别重要的信息会在大脑的长时存储区域中保留几年甚至几十年，包括你的生日、手机号、车牌号以及你母亲的娘家姓，等等。和短时记忆不一样，长时记忆貌似存储的不是声音而是意义。举例来说，过了一段时间再回忆某段信息时，你也许不能只字不差地复述出内容，但是能轻松地把内容要点讲出来。不过这难免会产生点误差。

长时记忆有不同的形式，其中语义记忆是对一般事实的了解，比如，尽管你不记得是在什么情境下获取了相关信息，但你知道巴黎是法国的首都。情景记忆涉及生活中的具体事件，比如，你成功考到驾照当天的情形。

你也可以按照长时记忆对行为的影响方式来给它分类。有意识地回忆起过去的经历或者信息碎片，叫作外显记忆，而内隐记忆指能影响行为、感受或想法，但你并不会主动去回忆具体事件的经历的记忆。比如，有天早上你在上班的路上经过了一家意大利餐厅，后来你可能会想去吃意大利菜，但你并没有意识到其实是受到了早上经历的影响。

从加拿大心理学家唐纳德·赫布在20世纪40年代的工作，到美国纽约哥伦比亚大学的神经精神病学家埃里克·坎德尔最近获诺贝尔奖的工作，这些前人的贡献让我们知道是稳定和永久的神经元连接变化构筑起了长时记忆。我们对记忆形成的理解离不开人类早期对海兔的研究，海兔是一种能长到30厘米长的生物，它拥有与身体相匹配的巨大神经细胞。

研究发现，海兔在对某个刺激做出简单反应的学习过程中，一些突触会加强，从而使得其神经元对前一个神经元发放的冲动更敏感。其实这是所有拥有神经系统的动物的记忆基础（见图2.2）。坎德尔因为这项突出贡献荣获了2000年的诺贝尔生理学或医学奖。

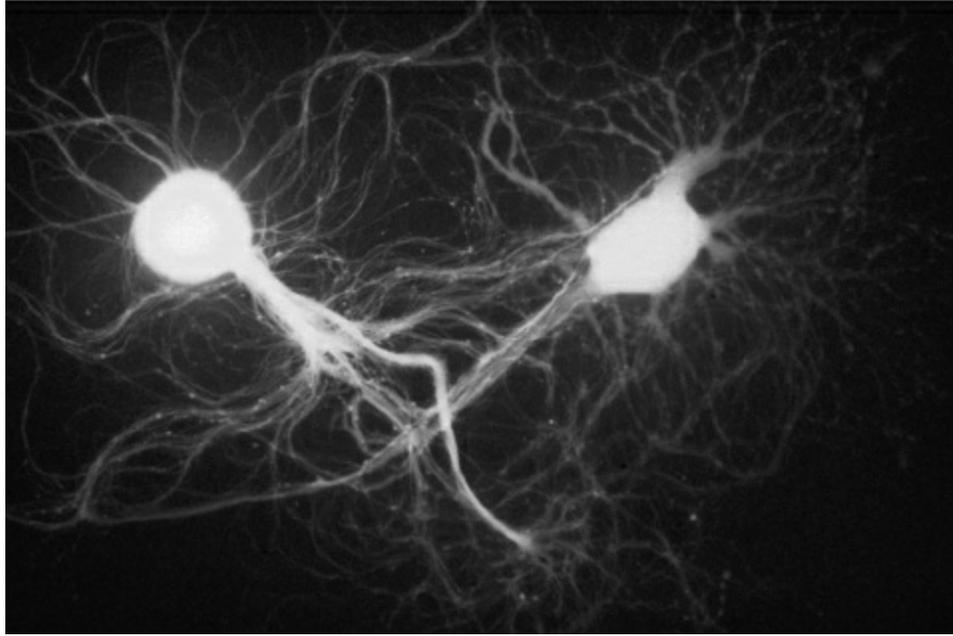


图2.2 大脑中的1个概念可能是由海马中的100万个神经元描述的（不过这里展示的是海兔的神经元）

如今我们可以利用功能磁共振成像等技术在人体上以非侵入的方式研究记忆，我们发现间脑和海马似乎是将短时记忆加固成长时记忆的要素。

## 大脑中的记忆长什么样

在“哈利·波特”系列电影中，记忆是一缕缕银色细流，能用魔杖从大脑里抽出来。在皮克斯动画工作室制作的电影《头脑特工队》里，记忆是一个个发光小球，存放在我们脑海里巨大的储物架上。不过，记忆到底长什么样子？大脑如何存储信息以供日后查阅？记忆存在哪里？如果看得见，它们看起来是什么样的？

这些问题都很难回答，部分原因是记忆包含了无数小谜题。对此，一些研究人员专注于脑细胞连接事件中的微小细节；其他人致力于搞清楚记忆的主观体验，想要弄明白玛德莲娜蛋糕如何勾起了马塞尔·普鲁斯特对孩提时代的回忆。但是大脑在创造新记忆时是如何变化的呢？要回答这种宏观问题困难重重。不过，我们正慢慢地拼凑起线索，开始窥见记忆的原理，了解记忆如何联结我们的生活和人格。

坎德尔对海兔的研究揭示了记忆“如何”形成，但没有回答记忆魔法诞生于“何处”。

### 奇特案例：亨利·莫莱森

在揭开谜题的漫漫长路上，发生了一件里程碑式的事件，也可以说是当代神经科学史上最大的悲剧。1953年，亨利·莫莱森（实际上，在相当长一段时间里人们只知道他名字的缩写“H.M.”）接受了一次严重错误的手术。手术本意是切除导致莫莱森患癫痫的脑组织，他的癫痫起源于海马结构，大脑的两侧各有一个海马，从其外文名hippocampi就可以得知它们的形状类似海马。

海马的移除对当时年仅27岁的莫莱森造成了巨大伤害，无法记住事情导致他余生都需要人照顾。他的案例也对神经科学的发展产生了深远影响，手术摧毁了他的一些能力，但也保留下了一些，我们从中获得了很多新认识。莫莱森貌似保留了手术前的大部分记忆，这表明海马虽然对形成新记忆至关重要，但对于记忆的存储则没那么关键。他的短时记忆也没有受影响，他可以记住信息15~30秒，但是更久就不行了。另外，莫莱森的脑损伤显示长时记忆还可以进一步细分，他仍可以学会骑

自行车之类的技能，但他对经历的事很难形成新的记忆，也无法学习一些客观知识。

## 海马与记忆

海马似乎对那些关乎我们个人生活和智力活动的记忆十分关键，但大脑光有它们是形成不了记忆的。海马十分重要且一直占据研究的主流地位，但记忆也涉及大脑皮层，它位于大脑的外层，负责处理我们对世界的感知以及复杂的思考活动（见图2.3）。

比方说，昨天你在花园里邂逅了一朵玫瑰，你停下脚步细嗅它的芳香。这项活动由大脑后部和两侧的负责视觉和嗅觉的皮层处理。今天，如果你回想起这段经历，同样的脑区会被重新激活。这个现象也被称作再现，它存在已久，但直到过去10年间才借助脑成像技术得到证实。扫描实验显示，对一幅图，人们第一次看到它和后来回忆它时激活的是同一个皮层区。

记忆在形式上就是皮层和海马神经细胞之间连接的强化  
**皮层**

大脑外层的神经元负责加工我们的感觉和知觉，  
当我们再想起这段经历的时候，这里的神经元会被重新激活

**海马**

这些脑区把一个个独立的信息整合成一段记忆

**神经元**

记忆加强了神经元之间的连接，让神经元间的触发变得更容易

**突触**

记忆形成后，相关神经元间突触内的神经递质和受体都增加了

**电信号**

**神经递质分子**

**受体分子**

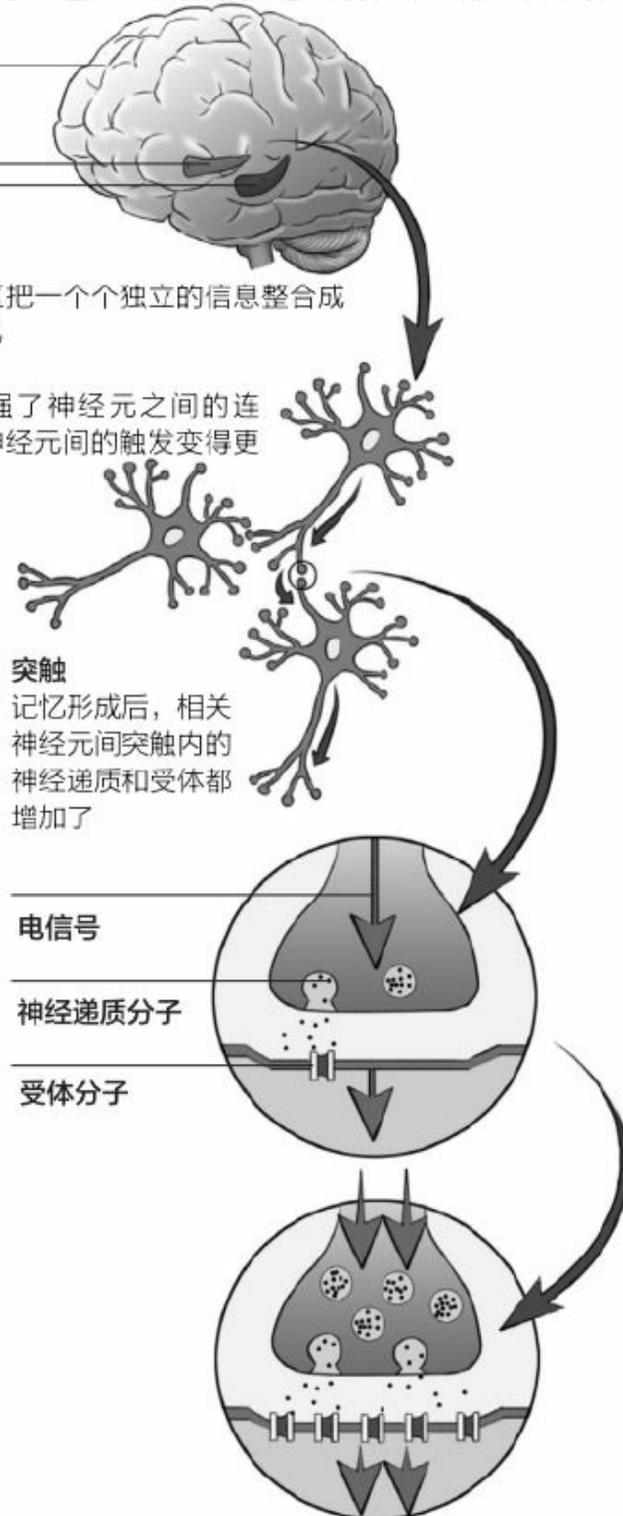


图2.3 你必须记住的一张图

通过莫莱森的案例我们知道，闻玫瑰香气这种短时记忆不涉及海马。但是对于持续时间超过半分钟的记忆，我们得加强海马和相关皮层区域之间的连接。海马和许多不同的大脑皮层区构建起网络，由此将一段记忆的不同方面结合起来。

这有助于我们理解记忆的一个特点：回忆一段记忆的某个部分时，我们会不由得想起相关的其他方面。比如，收音机的歌声响起时，我们会想起第一次听这首歌时的情景；又比如，玛德莲娜蛋糕会勾起人们对童年的回忆。

这似乎是如蛛网般纵横交错的神经元共同作用的结果，神经网络中的一股股分支在不同的皮层区间盘亘交错并深入海马结构，守护着我们的记忆之门。

## 未来记忆

人类记忆准确可靠，科学家们逐渐开始怀疑记忆的演化不是让我们记住东西，而是让我们能够幻想未来。加拿大多伦多罗特曼研究所的安道尔·托尔文首先对这个猜想展开了探究。托尔文发现，一个遗忘症患者能够记得事实本身，但不记得与他过去经历相关的情景记忆。重点是，不管托尔文什么时候问他对当晚、次日或者即将来临的夏天有什么打算，他的大脑里都是一片空白，这让托尔文怀疑预见未来或许和情景记忆是一体两面。

接下来的脑部扫描验证了他的想法，扫描结果表明每当我们展望未来时，我们都是在从自传中撕下人生阅历的一页页片段，用蒙太奇手法（人为地拼贴剪辑手法）展现新的场景。这是展望和创造的关键，但代价是牺牲了精确性，因为我们的记忆被扰乱了。美国哈佛大学心理学家丹尼尔·夏克特说：“我们会混淆记忆和想象也无可厚非，毕竟它们共享了这么多生理机制。”

## 为何会遗忘

正常运作的记忆应当具备以下三个要素：

- 编码的信息能被存储下来；
- 可保留该信息；
- 之后能获取该信息。

以上任何一个出问题都会导致我们遗忘。

在信息编码阶段，分心或者注意力不足会导致记忆失败。已存储的记忆也可能被其他记忆干扰而“褪色”，变得不那么鲜明，或许因为这些记忆存在于神经集合的交集处。脑损伤也可能切断海马和皮层之间的联系，导致人们无法回忆信息。

大脑的搜索算法不够完美，有时无法区分信号和噪声，这可能会导致话到嘴边却想不起来到底是什么，也就是记忆搜索失败。许多记忆故障都发生在搜索阶段，此时记忆重新编码，很容易被篡改和丢失。

其他条件不变的话，我们往往更倾向于记住最重要的事情，比如会带来奖赏或威胁的信息。

最极端的例子就是闪光灯记忆，一种在大脑里留下深深烙印，多年后人们仍能事无巨细地描述的记忆。这种记忆通常在特殊的情况下产生，发生的事件往往能引起人们的强烈感情或者与强烈情感相关联。许多人都记得他们在1963年听闻约翰·肯尼迪总统被刺杀、1997年戴安娜王妃逝世或2001年“9·11”恐怖袭击事件发生时他们身处何处，这些就是闪光灯记忆。

另一个常见现象就是，我们在青春期和成年早期形成的记忆尤其多，这被称作“记忆高峰”，我们在年老时更容易想起那一阶段的事情。产生记忆高峰可能是因为我们在那段时间发生的事最有感情，可能在那时遇见伴侣、结婚生子，也可能在那时发生了一些决定生活轨迹的事，

比如大学毕业、初入职场或者环游世界。

## 幻想中的记忆

奇怪的是，我们记忆中的有些事可能压根就没发生过。记忆也容易被篡改。比如，有人看见了一次车祸，然后别人问他车子是在经过一棵树之前还是之后停下的，即便其实没有树，他也可能把树塞入记忆的场景中。这表示我们在提取记忆时也会重新对它进行编码，那么错误就有可能乘虚而入。

美国加州大学欧文分校的伊丽莎白·洛夫特斯和同事们经研究发现，这种“错误信息效应”对法庭影响巨大，实验一再显示目击证人的证词会被误导性的提问歪曲。所幸警察、律师和法官也可以利用这一点构建问题框架，让证人更可能说出真实情况。

和错误信息效应相关的还有恢复性记忆和虚假记忆。来自美国密苏里州圣路易斯的华盛顿大学的亨利·罗迪格和凯思琳·麦克德莫特的团队进行了大量研究，结果显示虚假记忆非常容易形成。虽然一样东西没有出现过，但若是展示与之相关联的其他物品，很容易促使人们“记得”它。暗示和误导信息能够创造“记忆”，让当事人十分肯定一件事情发生过，即便事实上它从未发生过。

洛夫特斯做过一个著名的实验，她成功地说服了实验对象，使他们相信自己在迪士尼乐园看到过兔八哥，而事实上，兔八哥是华纳兄弟公司的动画人物。这些发现让人深深担忧在法律案件中，正在接受治疗的成人会相信他们有幼年遭受虐待的恢复性记忆。我们所珍惜的记忆或许根本不是我们想的那么回事。

## 拥有完美记忆是种怎样的体验？

鲍勃·彼得雷拉拥有所谓的超级自传体记忆，他这样描述自己能清楚地记住每天的生活情景的感觉。

“当我回忆过去时，就像在看一部家庭伦理剧。我仍能感受到过去的感觉，甚至能感受天气，如果天气又热又湿，我能想起自己穿的是什么衣服、衣服紧紧贴在身上的感觉。我所有的感觉都被触发了。我能记

起我和谁在一起、我当时的想法和态度，所有的事都历历在目。我第一次注意到这一点是在上高中的时候，我会和好兄弟们谈起小时候的事，当时我说‘对，我记得那是在2月4号，是一个星期五’，然后我意识到我的记忆力有点与众不同。

“人们有些误解，他们认为我有图像式记忆力，叫我雨人，但我没有自闭症，也不会用什么思维技巧，除了自己的过去，我对其他事记得并不清楚。

“我记得好事，也记得坏事，不过能牢记自己犯过的错也有好处，那就是我比其他人更容易从中吸取教训。能感受到自己当时犯错时的体验，你就会想‘好吧，我不会重蹈覆辙’。大多数时候糟心的日子也没那么坏，所以我不会纠缠不放，我喜欢活在当下。能牢记过去的一大好处就是我能想起和我所爱的人相处的时光，我能回到和他们在一起的任何时光，往日历历历在目，就算他们已经不在我身边，我仿佛还能和他们共度良辰。”

## 遗忘的好处

记得好也离不开有效的遗忘能力。大脑发展出了清除无效、过时信息的能力，让我们得以遗忘，如果我们把有用信息也一并忘掉了，可能是这个修剪系统工作太勤奋所致。

我们会把旧电话号码、上周吃的食物之类的旧信息抛于脑后，这可能也是一种策略，因为对于需要记住的信息，我们一般会经常检索和使用，而对于那些很少再回顾的信息，大脑就会觉得抛弃掉也无所谓。

心不在焉是另一种情况，我们一不留神导致信息没编好码，就会忘了钥匙放哪儿了。还有一种情况叫作阻断，当存在两种相互竞争的记忆时，大脑会隐藏一种而选择另一种，以防我们产生混乱，比如，遇到一个词有两种意思时大脑就会这么做（见图2.4）。不过有时候，大脑一开始检索出的信息并不是我们想要的，于是大脑只好再努力搜索另一个信息。

下面的每个单词都既可以作动词又可以作名词，不过它们的名词意思更常用，试着快速想出一个跟它们的动词意思相关联的单词。比如，DUCK（鸭子）旁边可以写“crouch”（蹲着的姿势）

● LOAF _____	● SHED _____
● POST _____	● FENCE _____
● COURT _____	● LOBBY _____
● ROOT _____	● STUMP _____
● SOCK _____	● FAWN _____
● LODGE _____	● PRUNE _____
● SIGN _____	● DUCK <i>crouch</i>
● BARK _____	● RAIL _____
● PINE _____	● SINK _____
● BOWL _____	● RING _____

大部分人会发现自己很难暂时“忘记”单词的名词意思，想在 DUCK（鸭子）旁边写“quack”（鸭子发出的嘎嘎声）

图2.4 记忆抑制能力测试

这些策略都有其适应生存的意义，它们可防止我们存储那些平淡琐碎、让人迷惑、老旧的信息。我们只想记住现在在用的电话号码，而不是旧号；我们只需知道今天把车停哪儿了，而不是上周的位置。

忘得太多也不行，像遗忘症并不利于生存。但在戴安·范·黛伦身上我们看到，忘掉也是好事。范·黛伦是世界顶尖跑者，在最近的一场赛事中，她在22天内跑了1500千米，最长的时候一次跑20小时。她确实有运动天赋，但她的惊人耐力与她的短时记忆力差也有关系，没错，她因为癫痫做了脑部手术，从而导致了这个结果。

她经常会忘记自己已经跑了多远，甚至把自己的跑步时间少算了8小时。英国埃克塞特大学研究记忆和癫痫的神经科学家亚当·泽曼

说：“大部分人得了遗忘症后都会被当下的情况所折磨。”但范·黛伦记不住自己跑了多久，这似乎让她摆脱了其他运动员所感受到的疲劳。或许，当其他人纠结着经过了哪里和要去哪里时，她已经进入了某种禅的境界，不觉得非常煎熬，从而能一直跑下去。当然，也可能是她在经历了生活中的风风雨雨后，痛苦的阈值比其他人高一些。

普通人不太会像她那样忘了自己跑了多久，但关于忘记的发现也会在其他方面影响到我们。英国伯明翰大学的苏珊妮·希格斯和同事们发现，人们在吃饭的时候如果因为看电视之类的行为分散了注意力，那么就记不住吃东西时的美好体验，结果就会在饭后吃比注意力集中的对照组更多的零食。

可能是因为和记忆紧密相关，想象也很有用，只是幻想吃东西的过程就可以让人心满意足，从而少吃点。所以在努力少吃的时候，善用记忆可能会带给你最大的帮助。

## 我的记忆正常吗？

有些人能从脑海中挖掘出很久以前一段对话的隐约细节，但想不起很久以前去过的地方或流行乐队的名字，另一些人善于记住事实本身，但是回忆起个人经历时却一片茫然。许多人觉得他们的记忆能力不算突出，但是我们究竟需要多在意那些被忘记的东西？

你可能会感觉吃惊：记忆的高明之处不在于能记住的东西，而在于忘掉了什么。所有人的大脑都会丢弃接收到的大部分感觉数据，因为它们与发生的事情不相关。美国加州大学欧文分校的神经科学家詹姆斯·麦高说：“今天的谈话内容你明天应该还能记得，一周后，大脑会丢掉大量信息，一年后，对话则会完全消逝在你的记忆中。”

不同类型的记忆在大脑里的存留时间也不同。感觉记忆只会持续片刻，其中一些会继续存留至形成短时记忆，比如，你刚拨过的电话号码。要牢记精确数字很难，但一般的大脑能同时保留4件事情长达30秒之久。

能形成长时记忆的都是些特别重要或有意义的信息，比如一段含有人身侮辱性内容的对话。麦高说：“那些能引起强烈感情的事件尤其能给我们留下深刻的记忆。”长时记忆可以分成两种：语义记忆和情景

记忆。语义记忆是对事实的记录，比如火车这个概念，而情景记忆是对我们经历的事件的记忆，比如一趟特别的火车之旅。

可能我们身边总是有一个对事实拥有百科全书式记忆的人，但超群的情景记忆能力则是近期才被人们发现的。麦高说：“这些人对数年前的记忆和你对上周的记忆差不多一样清晰。”这种情形叫作超级自传体记忆，与之对立的情况也存在，这类人很难想起刚发生不久的事。

美国马萨诸塞州波士顿大学研究自传体记忆的丹妮拉·帕隆博说：“他们虽然知道有事情发生过，但他们的大脑追溯不回去，即使那只是一周前的事。”

我们大部分人处于这两个极端之间。和人们的刻板印象一致，女性的情景记忆能力更强。至于语义记忆，男性对空间信息记得更好，而女性对语言任务处理得更好，比如回忆一串单词。个人性格也起到了一定作用：乐于体验新事物的人往往有更好的自传体记忆。

相较于事实，个人经历的回忆受衰老和抑郁的影响更大。但是如果我们发现自己40多岁时记不住新的名字，这不是因为大脑过载了（毕竟我们的记忆容量其实是无限的），而是因为大脑结构在渐渐改变，比如，帮助神经元形成相互连接的树突的密度减小了，这使得创造和存储记忆的效率都降低了。

不过除非你发现自己在对话时跟不上，或者以前执行起来很熟练的一项任务现在很难完成，否则你不用太过担心记忆是不是在秘密改变。说到底，记忆是一件很私人的事情，没有哪两个大脑是用同样的方式进行记忆的。

## 6招帮你成为记忆大师

### 1. 击中甜点

当你努力想要记住新东西时，你可能会死死地盯着某一页，期望书上的内容像水一样流进你的脑袋里。但是，最有效的应试方法之一是反复测验自己，这比较简单，适合学习用，不像记忆专家们用的那些正式记忆方法那么复杂。

掌握好节奏也很重要，不要填鸭式地一次性强攻，而是要经常复习。复习的时间要拿捏得恰到好处；如果是在准备一周后的考试，你应该间隔一天左右复习一次；而如果应对的是半年后的考试，那么应该以月为单位复习。

### 2. 热身

少量锻炼除了能让你的身材（包括你的灰质）保持健美，还能为你学习新东西带来立竿见影的好处。在一项研究中，学生们被要求学习30个单词，和那些坐着不动的学生比，散步10分钟的学生学得更轻松，这可能是因为运动提高了人的精神警觉性。短时间的剧烈运动可能最有效。在最近的一项实验中，参与者要学习新单词，结果发现跑2次步、每次快跑3分钟的参与者比一次性慢跑40分钟的表现更好。锻炼似乎促进了神经递质的释放，而神经递质参与了脑细胞之间新连接的形成。

### 3. 做手势

还可以用更休闲的方式调动你的身体来促进学习。大脑在学习抽象概念时，一点简单的身体感觉似乎能让它学得更轻松。所以许多实验显示，不管是学习新的外语单词，还是记忆物理公式，做些简单手势将想法表现出来都能够促进记忆。

更加匪夷所思的是，简单的眼球运动也有用。英国曼彻斯特城市大学的安德鲁·帕克和尼尔·达格纳尔发现，一个人在学了一组单词后，如

果眼睛从左往右，再从右往左重复看30秒，那么能记得更好。可能是因为这个动作促进了信息在两个脑半球间的传递。不过值得注意的是，这似乎仅仅在右利者身上有效，可能左利者和两手同利者的大脑已经用了更高级的信息交流方式，眼睛的运动只会产生干扰。

## 4. 动用鼻子

我们想要记住事实，但更常见的情况是我们想回忆过去的完整事件，以此追忆逝去的旧时光。这种怀旧不仅仅是一种沉溺于过去的情结，它还有许多好处，比如帮助我们对抗孤独和焦虑。如果不能使自己沉浸于过去，你不妨向安迪·沃霍尔学习。他有一个香水库，里面分门别类地放置着各种香水，每一瓶都关联着过去某个阶段的生活经历。据说当他想要追忆往昔时，只要闻一闻相关的某一瓶，记忆就会如洪水般涌入脑海。沃霍尔的方法在最近的一连串研究中找到了证据：研究发现气味尤其能唤起情绪记忆，比如生日聚会的兴奋感；气味也可能唤起我们孩提时代的记忆。有些研究表明，在考试那天闻一闻与平时复习时所用的气味相同的香水，可以提高成绩。

## 5. 给齿轮上润滑剂

每个人的记忆都会随年龄而淡化，但可以利用饮食让机体维持更久。举个例子，避免吃高糖的快餐食品可能会有些效果，高糖食品会促进蛋白质斑块累积，而这正是阿尔茨海默病的标志。

相反，多吃另一些食物能让认知晚几年衰退，比如富含黄酮类化合物的蓝莓和草莓、富含 $\omega$ -3脂肪酸的橄榄油和富脂鱼，可能是因为这些抗氧化剂能够保护脑细胞，防止它们早衰。

## 6. 学会遗忘

有时候不想记住的东西会在脑海里徘徊，比如某个尴尬的瞬间、一次痛苦的分手。要赶走这些记忆很困难，但或许可以在一开始阻止大脑，不让痛苦事件的新鲜记忆变为长时记忆。比如，英国牛津大学的艾米丽·霍姆斯让实验对象先看一段会感到不适的视频，然后让他们做其他活动，那些玩俄罗斯方块的人要比参加常识测验的人更少想起让人感

到不适的视频，原因可能是俄罗斯方块占用的那部分脑力资源会参与记忆巩固的过程。经历不愉快事件后听点放松身心的音乐也有帮助，可能是因为负面情绪使这些事件深深印在大脑里，而音乐可以拔出心头的“尖刺”。

## 第3章 智力

尽管智力是一个很难弄清楚的问题，但是一代又一代的科学家一直在努力探索智力的本质、制定智力的衡量标准，并且探明为什么有些人的智力水平要高人一筹。

## 量化智力：智商

1904年，法国教育部委托心理学家阿尔弗雷德·比奈（见图3.1）开发一种实用的方法来测量智力，以便鉴定出需要特殊帮助才能完成小学学业的孩子，于是最为人熟知的智力衡量指标——智商（IQ）就这么诞生了。IQ测试的内容是一份简短的调查问卷，上面列出了一些任务，包括说出日常用品的名字、比较物体大小等。比奈认为测试成绩可以体现一个孩子的学习能力是否比同龄人“差”。这种方法效果很好，因而在大西洋两岸掀起了一股IQ测试热潮，人们将其用来检测士兵的训练潜能、大学申请人的学术潜力以及求职者的工作前景，等等。



图3.1 阿尔弗雷德·比奈（设计出第一份IQ测试问卷的人）

这些测试有没有用目前仍存在争议，部分是因为得分很容易受文化或性别影响。“金标准”应该是几乎不需要阅读或写作的一对一口头测试，其中斯坦福-比奈和韦克斯勒测试耗时30~90分钟，将理解、词汇和推理等方面的得分加起来，得到一个综合的IQ。人们通过这些测试，给那些在学习与生活上需要帮助的儿童和成人提供诊断、治疗和建议。为了避免文化偏见，这些测试需要详细的道德准则和严格的标准来约束，还需要不断更新。使用合理的话，IQ测试是理论上最成熟的心理测试，

至今仍被看作最有用的智力衡量方法。

值得注意的是IQ测试的结果是经过校正的，我们规定在一定的年龄和群体里平均IQ值为100，而且90%的人IQ在75~125（见图3.2），所以某个人的IQ值一定是相对于他所在的群体而言的。

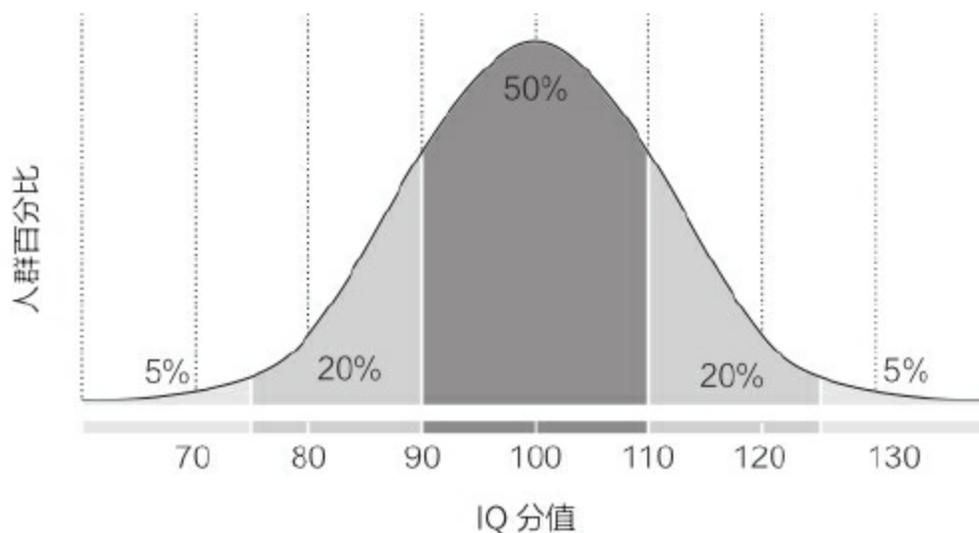


图3.2 平均IQ的人群分布

## g因素：不仅仅是一个IQ分数

100年前，英国心理学家查尔斯·斯皮尔曼经调查发现，尽管不同心理测试的目标、形式和内容千差万别，但是一个人如果在一项测试中表现得好，那么他往往也会在其他测试中表现得好。比如，根据你在某项语言能力测试中的成绩能预测你在某项数学测试中的分数，反之亦然。

斯皮尔曼推测这所有的测试一定是利用了人类具有的某种更深层次的一般性能力，所以他发明了一种叫作因素分析的统计方法，目的就是所有测试之间的正相关网络中提取出这个共性因素。这表明所有的测试几乎都在检测同一种东西，也就是被他称为一般智力因素或g因素的因素。本质上，g等同于个体解决复杂认知任务的能力。

在美国，斯皮尔曼的发现一直被忽视，直到20世纪70年代，心理学家亚瑟·詹森才开始系统性地研究关于g的争议。g会不会只是一个人造制造出来的因素分析产物呢？答案是否定的，g和大脑的多种特征相关

联，包括大脑的相对尺寸和处理速度等。那么g会不会只是一个人造出来的文化产物，只能反映西方人的思考方式呢？也并非如此，在所有的人群乃至所有物种中，大多数认知差异都来自g的差异。

詹森的分析为智力研究带来了一场变革，不过，尽管现在人们普遍接受了g的存在，但还是很难把它说清楚。智力就像引力，我们没法直接观测到，而只能通过其产生的效应来理解。在行为层面，g像一个不可分割的力，能够在大脑里熟练地处理信息，支撑学习和推理过程，发现并解决各种领域的问题。在心理层面，g的差异反映了大脑的协调性和整体效率的差异。g的遗传基础更加广泛，它可能来自成百上千个基因的联合作用，这些基因会对不同的环境做出反应。

强的g是处理复杂任务，尤其是学习和工作的有力工具。它也为身体健康保驾护航，g强的人损害自身健康的概率更低，得慢性病、创伤后应激障碍、阿尔茨海默病和早逝的概率也都更低。但是，它和心理健康或者快乐的关系不太大。它和勤勉认真也没什么关系，而勤勉却是决定一个人能否充分发挥智慧潜力的重要因素。

## 不同类型的聪明

工程师们的超常空间想象力和律师们的三寸不烂之舌总是不禁让人产生疑问：智慧是不是也分为不同的类型？这个问题在20世纪前几十年里引发了激烈讨论：一方面，查尔斯·斯皮尔曼坚定捍卫他提出的一般智力因素g的全能性；另一方面，心理学家路易斯·瑟斯顿则认为存在7种“基本能力”，包括语言理解能力（女性尤其擅长）和空间可视化能力（男性表现得更出色）等。最终，瑟斯顿承认所有的“基本能力”都和g因素分不开，而斯皮尔曼则认可除了g之外还存在多种附属能力，这些能力有个体差异。

不过，这个“一加多”理论直到1993年才被人们广泛接受。当时，美国心理学家约翰·B.卡洛尔在重新分析了所有关于智力的因素分析之后，发表了他的三层级理论（见图3.3）。在层级顶端只有一个一般智力因素g，在它之下有8个广义能力，虽然每个广义能力主要都由g决定，但也各包含一个附加属性，这些附加属性可以提升人类在某些大领域的表现，比如，视觉感知和处理效率。这些反过来催生了几十个更狭义的能力，它们除了g和第二层级附加属性之外，还需算上生活经验和

专业能力（比如空间感知力）。

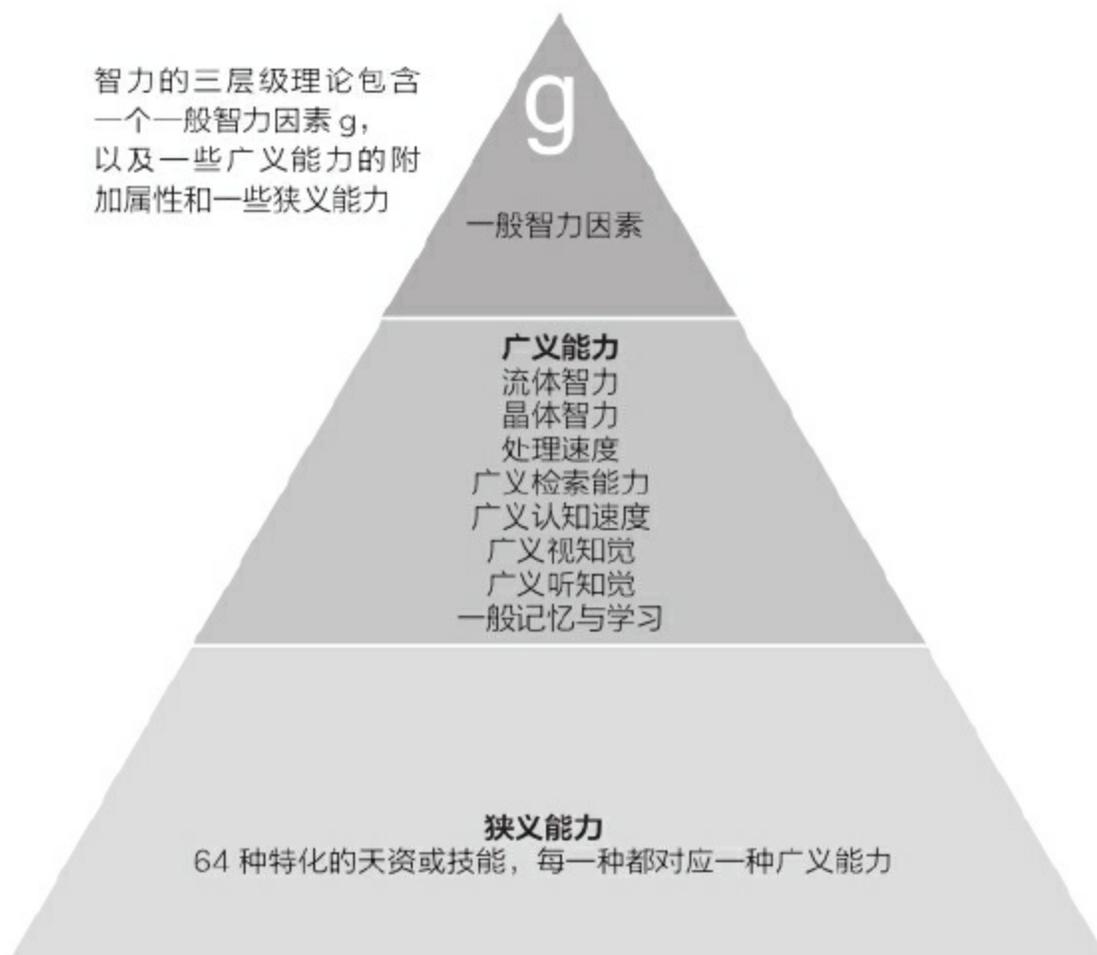


图3.3 智力的三层级理论

三层级结构不仅将g的主导地位纳入体系，而且也解释了个体间为什么存在许多差异。例如，一个优秀的工程师可能拥有卓越的视空间感知力，外加经过多年实践获得的专业能力，不过在这一切之上，是其本身就很强的一般智力因素g。“一加多”理论也显露出更早些时候，也就是20世纪80年代教育者们所持的多重智力理论有多不靠谱，该理论认为只要按照每个孩子的特长（比如视觉、触觉等任何一种）来定制课程，那么所有的孩子都能在某方面智力超群。

聪明的大脑长什么样？

1955年，人们解剖爱因斯坦的遗体后，对他的大脑多少有点失望：它看起来似乎比一般人的还要小那么一点点。实际上，后来的研究显示大脑的大小和智力的关系微乎其微，看起来关键在于大脑有多好而不是有多重。

神经元间的交流程度似乎是一个重要因素。马丁·范·登·赫费尔是荷兰乌得勒支大学医学中心的神经科学家，他发现聪明的脑袋似乎有着更加高效的神经网络，换句话说，在不同脑区间传递信息所需的步骤更少。他说，人群中IQ的差异或许1/3取决于神经连接。

另一个关键因素是包裹着神经纤维的多脂的鞘，它们影响电信号的传递速度。美国加州大学洛杉矶分校的保罗·汤普森发现，IQ和鞘的性能相关。

尽管IQ极高的那群人拥有偏大的脑区网络（见图3.4），包括关键的语言区域，但最重要的可能不是大脑里信息处理中心的尺寸，而是信息在一个个处理中心间的传递效率。

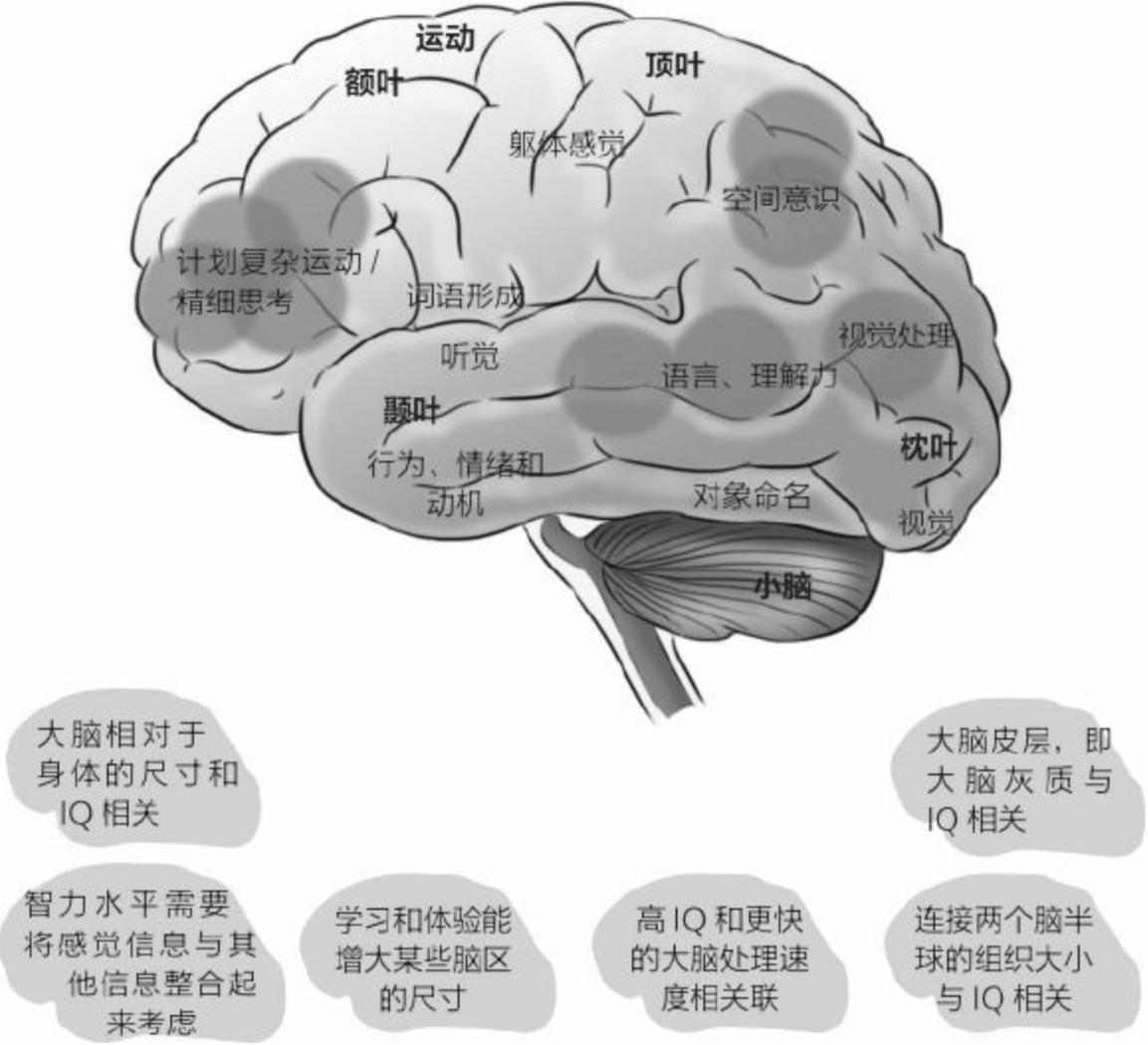


图3.4 脑区网络

## 人类是正在变聪明还是正在变笨

在丹麦，男性到了18岁都有服兵役的义务。如今，每年只有几千人会应征入伍，这些人都要接受评估，其中就包括IQ测试，相关的测试调查问卷从20世纪50年代一直用到现在。哥本哈根大学的心理学家托马斯·蒂斯代尔说：“我们每年都会对25000~30000名年轻男性做同样的测试。”

蒂斯代尔说：“结果很惊人，在这段时间里，丹麦男性的平均IQ显著提升，20世纪50年代的平均分放到现在都不够入伍资格。”

同样的现象也出现在其他许多国家。在至少一个世纪的时间里，从数字上看，每一代人都比上一代聪明些，但是历史的辉煌篇章似乎就要接近尾声了。在丹麦，IQ增速最快的时候是20世纪50年代到80年代，增速大概是每10年上涨3分。然而分数在1998年达到顶峰之后，到今天实际反而还下降了1.5分。其他几个发达国家似乎也正发生着相似的事情，包括英国和澳大利亚。

那么，为什么全世界的IQ分数都在不断升高呢？更重要的是，为什么现在这种上升的势头却到头了呢？最具争议的解释是，IQ分数的提升掩盖了我们基因潜力的下降。这个说法对吗？我们要面对一个智力潜能日渐枯竭的未来吗？

毫无疑问，从一个世纪前提出IQ测试方法至今，IQ测试分数提升了不少。在美国，从1932年到1978年，IQ平均每10年上涨3分，幅度与丹麦一样。日本在第二次世界大战后，平均每10年的IQ涨幅达到了令人咂舌的7.7分之多，20年后，韩国也开始以一个相似的速度攀升。心理学家所见之处差不多都这样。

### 弗林效应

IQ测试分数稳步上升的趋势是由新西兰奥塔哥大学的詹姆斯·弗林首先描述的，因而被称为“弗林效应”。关于它产生的原因已经有过很多讨论了，其中可能有文化因素，电视、计算机和移动设备的普及让我们

更加擅长某些技能，包括IQ提升涉及最多的视空间能力；也有部分原因是我们对测试形式越来越熟悉。

不过，主流观点认为恶劣的健康状况和环境曾经拖了人们的后腿，其实直到今天在许多国家仍是如此。一旦国家的情况开始好转，弗林效应就会出现。随着营养、教育水平的提升和童年经历的丰富，许多人真的会变聪明。

毕竟我们在其他方面也变了很多，比如，每一代人都比上一代更高一些，这可能是因为营养状况变好了。所以即便一般认为身高较智力更受基因影响，高个子父母的孩子往往也更高，但是环境的作用也不容小觑。

如果营养和教育水平的提升成就了更高的IQ，那么IQ区间的下限，也就是那些生活环境最差的孩子们的得分应该提高最多。测试人员看到的事实也确实如此。举例来说，丹麦IQ最高的人群的得分几乎没变，在20世纪50年代位于前10%的分数和今天一样，只有最低分进步显著。

如果社会进步的速度落后于弗林效应，那么随着教育和营养等因素在某个国家好起来，弗林效应会渐渐减弱。弗林说：“我预测有一天我们会看到它消失的迹象。”这种迹象实际上正逐渐浮现。我们似乎看到，在发达国家弗林效应即将终结。

## 智力：先天的还是后天的？

这个永恒的问题有一个简单的答案：两者皆有。我们每个人都是基因和环境共同塑造的产物，从生到死一直如此。

为了理解二者是如何相互作用造成智力差异的，行为遗传学家们在双胞胎、领养儿和其他家庭成员间展开了比较。最让人信服的研究来自两种人群：不同家庭收养的同卵双胞胎，他们有相同的基因和不同的成长环境；同一个家庭收养的不同孩子，他们成长环境一致而基因殊异。这类研究显示IQ和遗传的关系最大。

更有意思的是，研究还发现智力的遗传力随着年龄的增长稳定上升，智力的遗传力表示在特定人群中基因差异对智力差异影响的百分比。在西方人中，学龄前儿童的智力遗传力不到30%，到成年时上升到

了80%。事实上，同样是处于青春期，分开生活的同卵双胞胎的IQ测试答卷看起来几乎一模一样，而生活在同一屋檐下的领养儿的答卷看起来却宛如陌生人。

有一个很惊人的结论是，只要环境不是太过不人道，大多数家庭环境对于智力的培育效果是一样的，一个人的成长环境对成年后的IQ没有什么影响。

为什么随着孩子渐渐独立，环境对IQ的影响会减弱，而基因的影响却会增强？关于育儿本质的研究可以提供些许线索。所有的孩子都是作为环境的塑造者而来到这个世界上的，父母、老师在监护孩子时能够体会到当试图将孩子强扭向某个方向时往往会受挫。不断增加的独立空间让年轻人有更多机会在探索环境时选择更复杂的认知模式，一个人越来越聪明，就越倾向于选择需要更高认知力的任务，也就有越多的机会强化自身的认知能力。

## IQ下降

近些年来IQ得分不仅没有趋向稳定，反而似乎呈现出了下降趋势。

自从2004年挪威第一次报道IQ有微小下降的迹象以来（见图3.5），一系列研究都发现在其他高度发达的国家，包括澳大利亚、丹麦、英国、瑞典、荷兰和芬兰在内，IQ都出现了类似的下降。我们应该为此担忧吗？弗林和蒂斯代尔认为不需要担心。支持IQ在下降这一观点的论据稀少且常常自相矛盾，可能只是随机现象。弗林说：“就算不是随机事件，这么小的下降也可以归因为社会环境的微小改变，比如收入下降、教育落后，这些可以被轻易逆转。”但是这些假设只是为了解释极其微小的改变而创造出来的，他指出：“在想尽办法找出原因之前，你会想要非常确信现象本身是真实的。”

挪威应征入伍者的平均 IQ 得分增势趋缓，并且开始下降。  
其他几个国家也出现了类似情况

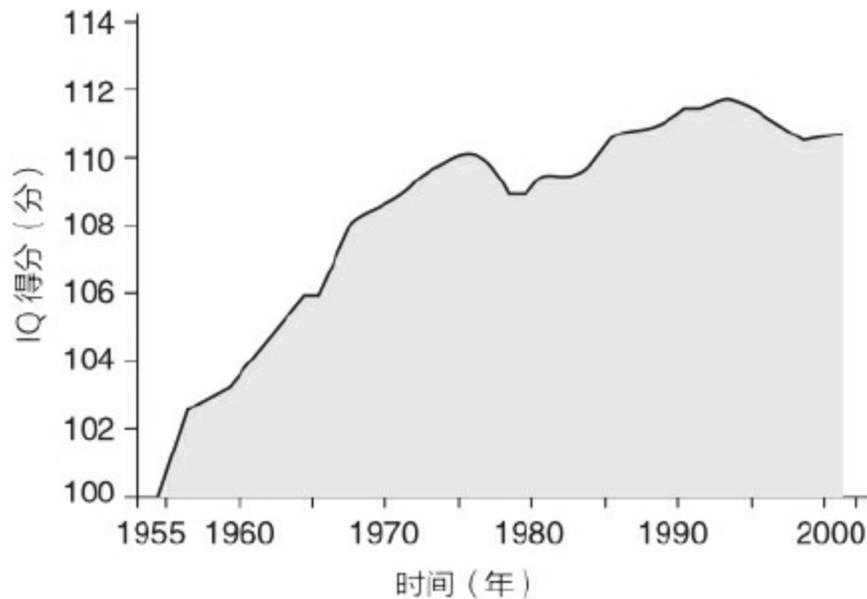


图3.5 挪威军队应征者IQ得分情况

但是还有一种让人不安的可能性。有少数研究人员认为弗林效应掩盖了智力的遗传基础本身的下降。换句话说，尽管更多的人在更加充分地发挥他们的潜能，但是潜能本身在下降。

人口统计学家们大多同意，在过去的150年间，西方社会的受教育水平最高的人群比普通人生的孩子要少，而受教育水平较低的人群生育速度更快，同样由来已久的是由此得到的推论：我们正演化得越来越笨。它甚至成了2006年的电影《蠢蛋进化论》的主题。美国新泽西州罗格斯大学肯顿校区的心理学史学家比尔·塔克说：“这种说法已经出现了一个世纪之久，伴随而来的往往是最骇人的预测，担心我们不阻止它会怎么样。”这直接导致了美国在20世纪初期推广激进的“优生绝育”政策。这反过来也促使纳粹德国实行所谓的保持种族纯洁性的种族主义政策。

纵使有这些黑历史，但的确有人认为遗传基础并非没有下降。英国阿尔斯特大学的心理学家理查德·林恩的研究备受争议，他一直努力用1950年和2000年世界范围的IQ值来计算人类遗传潜能的下降速率。他得到的答案是：就全世界而言，1950年到2000年IQ下降了将近1分。照此趋势下去，到2050年，将会再下降1.3分。但即便真被他说中了，跟弗

林效应比起来这个变化还是太微小了，这么微小的下降会有什么影响吗？

有，比利时布鲁塞尔自由大学的心理学家迈克尔·伍德利便是如此认为的。他声称这种演化会让智力的钟形曲线发生迁移，一个小迁移就可以导致高分者数量的骤减。例如，如果平均IQ从100分降到97分，那么得分高于135分的人就几乎会减半。

## 大脑更大的婴儿

IQ真的那么重要吗？在IQ测试中得分高的人不一定能在实际生活中成功。不论如何，有这么多混杂因素在里面，很难说清楚“演化得越来越笨”效应是否真的存在。比方说，比起过去，当今的剖腹产让更多的大脑袋婴儿得以存活。

要得到明确的答案还需要看看那些和高IQ相关联的基因变体是不是在减少，但问题是，迄今我们花了巨大的力气却仍然没能在健康人中找到任何和高IQ有显著相关性的基因变体。不过，伍德利认为他的团队已经找到了关于我们遗传潜能下降的明确证据，还声称其发生的速度要比林恩的计算结果快得多。伍德利没有借助繁殖力的数据，而是看了一个更简单的测量指标：反应时间。结果显示机敏的人更聪明：聪明的人反应时间更短，也许是因为他们处理信息的速度更快。

在19世纪80年代，博学的弗朗西斯·高尔顿测量了几百个来自英国伦敦不同社会阶层人士的反应时间。几年前，位于美国俄亥俄州的博林格林州立大学的欧文·希尔弗曼发现高尔顿当时测量的反应时间（看到信号和摁下按钮的间隔）平均是185毫秒，而从20世纪40年代开始的当代测试结果平均超过250毫秒，比之前长了不少。

伍德利的研究团队将反应时间和智力的已知联系考虑在内，重新分析了希尔弗曼的数据。他们发现在这一个世纪里，人们的反应时间确实变长了，大概相当于IQ每10年下降1分，从维多利亚时代开始已经下降了超过13分。

批评者很快就对伍德利的分析发起了攻击，辩称高尔顿和后来者用来测量反应时间的手段可能不一样。例如，如果高尔顿的测量装置中的

按钮触发时间更短，那么他测出来的反应时间就会更短。此外，希尔弗曼指出1940年后的数据没有明显的下降趋势，但如果按照伍德利的分析，应该会持续下降才对。

## IQ差异

伍德利在2014年6月发表了一篇详细的回复性文章，坚持认为即便考虑其他人的解释，当今人类大脑的反应时间仍比以前更长了。但是即使他对于反应时间的观点是对的，IQ和反应时间之间的相关性仍然不是那么强：反应时间只能解释IQ差异的10%。

爱尔兰的都柏林圣三一学院的神经遗传学家凯文·米歇尔说：“也许每代人都会悲叹下一代人在变笨，上流社会人士抱怨下层阶级比他们更能生。基本的前提还是IQ水平在下降，对此我没有看到任何论据支持它，这让我觉得整场争论有点诡异。”

在接下来的几十年里我们就能知晓确切答案：如果我们在丹麦之类的国家看到的现象只是弗林效应的尾声，那么IQ值应当会在发达国家稳定下来；如果伍德利和他的同事们是对的，那我们应当能看到IQ持续下降。

即使我们真在变得越来越笨，我们也还不清楚有没有担心的必要。弗林认为问题能自己化解，随着医疗和就业等情况的改善，各个社会阶层的人的生育率都会降下来。

长远来看，对我们的智力或许有一个更加深层次的威胁存在。人类基因突变的速度很快，我们每个人都有50~100个父辈所没有的新突变，美国印第安纳大学伯明顿分校的演化遗传学家迈克尔·林奇说：“其中有一小部分是有害的。”过去，有害突变出现和被去除的速度一样快，因为不幸遗传这些突变的人多半会早逝，不会留下后代。如今情况不同了，林奇说：“英国的胎儿死亡率已经比16世纪下降了99%。”

这意味着发达国家的人口正在积累有害突变。林奇计算过，累积超过10代，遗传适应性水平就会大幅下降，大脑功能需要那么多基因，这种下降趋势很可能会拖垮我们的脑力。唯一的阻止方式也许就是调整我们的基因组，但考虑到我们对智力的遗传基础所知无几，加上牵扯到复

杂的伦理问题，这恐怕是很久以后才能实现的事了。

不过，将目光拉回现在，对于智力水平的担心还是有应对方法的。米歇尔说：“如果你担心，那么答案还是老生常谈——教育，如果你想让某个人更聪明，那就给他更好的教育，这不会让人人平等，但会惠及所有人。”

## 如果智力是个死胡同怎么办？

智力，这个被我们视作人能站在演化顶点的资本，或许终会毁了我們。要是从演化角度看，愚蠢点更好怎么办？

人类已经演化出一种独特的智力形式，拥有其他物种所缺少的认知复杂性。它是我们取得农业、科学和技术进步的秘诀。它让我们占据着整颗星球，理解浩渺宇宙的诸多奥秘。但它也把我们带到了毁灭的边缘，气候变化引发的风险隐约浮现，大灭绝或将降临，而要采取一致行动做出改变的呼声却几乎没有。

人类极低的遗传多样性可能会让这事雪上加霜。美国普林斯顿大学的迈克尔·格拉齐亚诺说：“一小群黑猩猩比整个人类的遗传多样性都要高。”不难想象一场全球性的灾难就足以把我们地球上抹除。

德国美因茨大学的哲学家托马斯·梅青格尔说：“这要怪我们演了一出拙劣的双簧。”他认为我们到今天这个地步是因为人类的超高智力还需要和固有的原始特征并存。他说：“问题在于我们的动力结构中有复杂的认知，却没有配套的同情心和灵活性。”

换句话说，驱动我们的仍然是贪婪和嫉妒之类的本能，而不是对全球团结的渴求、同情或理性。我们也不清楚人类会不会在全球性灾难到来前演化出必需的社会技能。

另一部分的问题在于，我们的智力是和所谓的认知偏差一起出现的，例如，心理学家已经发现，相对于未来的风险，我们更关注当前的风险，这让我们习惯性地做出对短期有利但长远看来有灾难性影响的决策。例如，这可能解释了为什么我们不能充分理解气候变化引发的风险。

人类也有着哲学家所谓的存在性偏差，这影响了我们对生命的价值观：好死不如赖活着。但是如果我们的智力要往丢失这种偏差的方向发

展呢？梅青格尔揣测，或许具有超高智慧的外星人已经到达这个高度了，它们不再短视，对于苦难看得更透彻，这种生命形式可以决定生命是否值得继续。他说：“它们也许已经有了结论，觉得终止自身的存在更好。”

这能解释为何我们还没接触到外星智慧生物吗？他说：“或许能吧。”

## 第4章 情绪

在大脑的各种输出之中，情绪可以算得上是最神秘的一种了。当我们感受到情绪并在生活和休闲娱乐中追寻情绪体验时，我们就知道那是怎样的感觉。不过，尽管我们知道其中的滋味，也能轻易识别出别人的情绪，情绪产生的原因和运作的原理却依旧令我们疑惑，我们也不清楚情绪对人类究竟意味着什么。

这当中最重要的问题是，世界上的每个人体验到的情绪是不是一样呢？如果是的话，这又是为什么呢？

## 情绪：全在脸上

1868年，查尔斯·达尔文正在写一本关于进化的新书，当时他喜欢把来访者带到房间里，向他们展示一系列表情狰狞的人脸照。

这些照片由法国生理学家纪尧姆-本杰明·杜兴拍摄，展示了人们被电击时面部肌肉扭曲成的奇怪而荒诞的样子。抽搐的唇部加上紧皱的眉头就能展现一种生气或惊讶的情绪，这让达尔文感到很神奇，他想要知道客人们是不是对这些照片产生了共鸣，结果通常还真是这样。

达尔文由此得出一个结论：面部表情（见图4.1）是世界共通的，全世界的人做同一套表情，也能自动识别出其他人脸上的表情。他没有宣称自己知道表情的作用（他认为表情“应该会有点用”），但是他的确认为表情是根植在人类和其他动物共同的祖先身上的。他将自己的论点写进了《人类和动物的情绪表达》一书并于1872年出版。

虽然达尔文不是第一个研究面部表情意义的科学家，但他的巨大影响力让更多人开始关注这一领域，并引发了一波又一波的辩论。情绪表达到底是天生就有且全球共通的，还是会随着文化不同而变化呢？

到20世纪末，达尔文的观点似乎更胜一筹，但今天这场辩论硝烟再起，左右着我们对情绪的本质及它体现出的人类本性的理解。



图4.1 塞雷娜·威廉姆斯富有张力的面部表情

在达尔文吓唬访客之后，过了一个世纪，一个经典的实验大大促进了现代人们对情绪表达的正统观念的形成。

20世纪60年代末，美国加州大学旧金山分校的保罗·埃克曼带领一群心理学家前往巴西、日本、加里曼丹岛和新几内亚岛，向当地人展示了6种典型情绪，包括快乐、恐惧、愤怒、惊讶、厌恶（鄙视）和悲伤的面部或肢体表达。

他们在美国也做了同样的实验。埃克曼的团队发现来自不同文化背景的人都能识别出这6种基本情绪——快乐、悲伤、愤怒、恐惧、惊讶和厌恶，即使是那些没和外界接触过的加里曼丹岛人和新几内亚人也是如此。

相应的，于1969年发表在《科学》杂志上的研究论文充分论证了情绪表达是所有人共通的，与文化无关，因为人类都有一个共同的演化起源。

## 本能的情绪

自那时起，又有很多研究得出了相似的结论。除了6种（或者7种，有时会把厌恶和鄙视区分开）基本情绪，进一步的研究还囊括了骄傲和羞耻（见图4.2），骄傲用一个夸张的挺着胸脯的姿势表示，而羞耻则用低头驼背来表示。结果都支持情绪表达是天生固定在人脑里的观点。

有一种理论认为，所有人都能做出并识别同一套基本表情，每种表情都有各自的生理功能

表情	推测的生理功能	推测的社交功能
快乐 	未知	传达无威胁和友好信号
悲伤 	未知	眼泪模糊视野，从而传达需要抚慰的信号，引起同情
愤怒 	未知	警惕逼近的威胁，宣示领地
恐惧 	睁大眼睛来扩大视野，加速眼球运动	警惕可能的威胁，安抚潜在的侵略者
惊讶 	睁大眼睛来扩大视野，寻找意外刺激的源头	未知
厌恶 	缩小口鼻等入口，减少潜在污染物的吸入	警示厌恶的食物或令人嫌恶的观点和行为
骄傲 	增加睾酮和肺容量，准备对抗	传达社会地位的提高
羞耻 	减少或者隐藏身体潜在的遭攻击部位	传达社会地位的降低和妥协的意愿

图4.2 情绪

其他的支持证据来自对先天性盲人的研究，这些人从未见过任何表情。举个例子，美国旧金山州立大学的心理学家大卫·松本分析了2004年奥运会和残奥会上柔道选手们的表情，其中包括一些先天性或后天性的盲人。他发现三组选手在每回合获胜的时候表情都是一样的，其中包括所谓的杜兴式微笑（幅度大而灿烂的微笑，眼睛和嘴巴都有动作），这被认为是真正开心时的表情。既然情绪表达是全球共通的，那么问题

就来了，表情是怎么演化出来的呢？一种观点认为典型的表情是有生理功能的。例如，当一个人做出经典的恐惧表情时，自己的视野会扩大，会做出更多的快速眼球运动，并打开气道，这些都有利于人们应对危险情势。

其他表情也被认为有合理的功能。厌恶时，人的嘴巴紧闭，这可能是为了收缩气道，阻止污染物进入，而感到羞耻时的退缩姿势可能是为了遮挡脸部敏感部位，以防受到攻击。不过，不是所有的表情都有明显的功能。像开心时的微笑、生气时的横眉冷对和悲伤时的愁眉苦脸一直让心理学家们迷惑不解。

但是，表情的起源并不仅仅是生理反应。人是社会动物，需要交流，表情就是重要的交流途径。能够传递和接收情绪对我们祖先而言是一种优势。比方说，表现出恐惧或是从别人脸上读出恐惧能够帮助人们更好地应对危险。

在这种情况下，演化生物学家认为表情本身不是为了传递信息而出现的，而是源自一种可以展现出内心或行为信息的动作，就像咀嚼是某人正在吃东西的可靠信号一样。然后随着时间的流逝，它们演化成了传达有效信息的信号。表情变得更夸张、更独特，让人们更容易进行无声的交流。

这或许解释了为什么有些表情的功能让人难以理解：它最初的目的已经在被解读的时候丢失了。还有一种可能，就是有些表情只是为了传递信号。骄傲和羞耻这两种独特的与社交相关的情绪表征就比较符合这种可能，这两者比较像其他社会性的灵长类动物表示占领和臣服时的神态，说明它们是我们从远古的祖先那里继承而来的表明社会地位的信号。

更加复杂的是，有些学者质疑情绪表达本身并不是共通的。他们指出埃克曼等人用的研究方法有问题，志愿者是在给出的情绪列表中选出了最匹配的表情。质疑者称当志愿者要努力找出快乐、悲伤和愤怒等情绪时，他们很可能会认定看到的选项就是所要找的。而让人们自己想合适的词时，他们会更难说对。在一项实验中，移除选项列表甚至让准确率从80%以上降到了约50%。

相反，有些学者认为情绪表达不是植根于生物身上的，而是一种从

文化中习得的符号，一种让我们用来和其他人交流情绪的“身体语言”。并且与说的语言一样，在不同的文化中，情绪表达既“有共性”，也有差异。

实验显示，人们对情绪的认知很大程度上是取决于具体情境的。在现实世界中，人们很少只看到脸。我们还会审视姿势、声音、其他人的脸以及更多的情境细节，这些都会影响我们对情绪的感知。例如，皱眉通常和愤怒相关，如果当时那个人拿着一个很脏的东西则可以理解为厌恶，而如果和危险情况同时出现则可以认为是恐惧。典型的厌恶表情如果配上胜利时的抬起胳膊的姿势，那么可以认为是骄傲。类似地，同样一个表情配上“愤怒”“惊讶”和“恐惧”的标签也会改变人们的认知。

研究还发现，和埃克曼的经典论文所表述的相反，情绪表达在不同的文化中并非完全一致。英国格拉斯哥大学的蕾切尔·杰克说：“是有差异存在的。”她在2012年的一项研究中利用图形包随机组合面部肌肉的位置，产生了几千个表情。她的研究团队将产生的4800张脸分别展示给15个欧洲的志愿者和15个中国的志愿者。志愿者们的任务是将这些面孔归类到6种基本情绪中，或者说“不知道”，没有预设的正确答案。欧洲志愿者（向他们展示的是欧洲人的面孔）的分类一致性比较高，且选择比较一致。但是中国志愿者（看的是东亚人的面孔）所进行的分类有更多交叠的部分，且各个人的选择很不一致。

杰克说：“我不否认某些表情是有生物学基础的，但是文明已经产生80000年之久了。”她认为，这些基础信号已经在社交过程中被文化演变大大重塑，产生了局部的差异。

如果情绪表达确实不像埃克曼等人宣称的那样是全球共通的，那么应该是怎么样的呢？有一种观点认为在观察其他人的表情时，我们所使用的分类是由文化构建、习得并依赖情境的。也有证据显示，移民能渐渐让自己的情绪适应新家园的规则。所以或许我们说的是相似的语言，但是只有用当地的方言才能更好地和身边的人交流。

## 不用词汇去描绘的话，我们能感受情绪吗

人们一直很关心一个问题，即我们给感觉贴的标签会不会影响我们对它们的感受。有些演化心理学家相信，在远未学会讲话时，我们的穴居祖先在看到剑齿虎走过时，会出现明显的恐惧生理反应：心脏扑通扑通直跳，手心冒汗，起鸡皮疙瘩。在这种情况下，首先出现的是感觉本身，然后随着人们学会交流，才出现了感觉的名称。这样看的话，不管是住在美国的纽约还是马里的廷巴克图，厌恶的感觉都是一样的。

但是仔细研究世界各国的语言时，所谓情绪的共通性就不那么能站得住脚了。如果厌恶是一种基本的情绪，为什么德国人要把它分成两种？一种叫“ekel”（能让食物上涌或者胃部翻腾的厌恶），另一种叫“abscheu”（通常翻译成强烈反感）。更有甚者，澳大利亚西部的宾士比人有15种关于恐惧的说法。

有些文化中也存在一些没有明显对应的英文词汇的情绪，如日语里的“amae”指的是受到无条件喜爱和关怀时的舒适感，荷兰语里的“gezelligheid”一词描述的既是一种在像家一样的地方被好朋友围绕的身体状态，也是一种被“扶持”和安抚的精神状态。

同样，有些说英语的人习以为常的情绪可能在一些语言里是没有对应词汇的。例如，居住在秘鲁的马奇根加人就没有能够准确描述“担忧”的词汇。他们没有能传达这种情绪的词是不是意味着他们不会或者不能体会这种情绪呢？

### 给情绪起个名字

人们正在用科学来探索这些问题。比如，脑成像研究显示语言和情绪间有紧密联系：激活和情绪相关的脑区时，那些与语义学和语言相关的脑区也会被激活。

有些研究结果和我们的直觉相符：给一种情绪冠以名字可以抚慰人心，抹平内心的惊涛骇浪。还有些科学家研究得更为深入，他们发现词语在构建我们的情感生活方面扮演了一个更为深刻的角色，不仅帮助我

们管理自己的感觉，而且还实际引发了这些感觉。

这已有证据支持。语义性痴呆是一种神经退行性疾病，患者理解不了词语的意思，研究已发现，患者如果丧失了表述某些情绪的词汇，那么就更难识别出其他人的相同情绪。给健康人一摞展示情绪的面部照片，健康人能够把它们划分到6种基本情绪中。而语义性痴呆患者更喜欢把它们分成三类：不愉快的、愉快的和中性的情绪。

当我们失去理解情绪的词汇时，可能甚至都无法在脸上表现出不同的感受。辨别我们自身的感受时似乎也是这样，当我们学到表述某种情绪的词语时，它就像避雷针，将各种未成熟的感觉和模糊的想法吸引到一起。一旦我们学会将这个词和特定的感觉网络联系起来，我们的大脑就更容易搜索出与该词一致的体验，而摒弃与之不同的体验。

反之亦然，有些情绪没有名字，所以就不会被注意到。就意识层面来说，它们是不会被感知的。我们甚至可以说，当一种语言里缺少某种情绪的名称时，这种情绪可能就会变为背景，逐渐模糊乃至消失。

如果真是这样，这将产生重要的治疗意义。最近，来自西班牙巴塞罗那的庞培法布拉大学的乔迪·霍尔迪巴克和同事们发现，“情绪多样性”（体验多种多样的情绪）与长期的身心健康紧密相关。

所以如果你想要让自己的情绪多样一些，不妨熟悉一下这些词：“greng jai”，泰语词，描述因为怕给其他人带来麻烦而不愿接受其帮助；“iktsuarpok”，等待来访者时的不安感。你还可能会发现自己因此体验到了一些新的感觉，可以留心一下“basorexia”，它表示一种突然想要亲吻某人的冲动。

## 我们为什么会哭？

仔细琢磨一下哭这回事，你可能会觉得它很奇怪。首先，哭包含了两个迥异的组分：哀号和流泪。

人类宝宝尤其擅长前者，这是情有可原的，因为放声大哭是获取监护人关注的有效方式。在刚出生的前几周，婴儿们甚至都不会掉眼泪，因为他们的泪腺还在发育。随着他们的长大，哭泣时的声音越来越少，眼泪越来越多。

荷兰蒂尔堡大学的阿德·芬赫胡茨提出，这可能是演化适应的结果。哀号会将自己脆弱的信息传向四周，也可能让捕食者知晓，所以一旦孩子可以自主运动，流泪这种更为隐蔽的方式便成了明智之选。

另一个让人疑惑之处就是哭泣会贯穿我们的整个人生。哭泣行为的奇特变化似乎反映了它的功能会随着人的年龄增长而发生改变。在青少年时期，我们较少因为生理上的疼痛而哭泣，而更多地因情感伤痛而哭。许多人开始对勇敢、奉献和无私的行为展现“道义之哭”，我们为什么会这样呢？这仍是个谜团。

另一个问题也让人不解：为什么随着年龄的增长，我们会更多地积极的事情掉眼泪呢？美国马里兰大学巴尔的摩分校的罗伯特·普罗文的观点是：“鉴于情绪性的哭泣是近期才演化出来的，它是一种对情绪表达的十分粗略的估判。”

另一种理论认为所谓的欣喜之泪反映的根本不是快乐，婚礼和节日常常让人感到苦乐参半，是因为它们让人想起了时间流逝和生命凋零。这可能说明了为什么孩子们通常不会喜极而泣：因为他们还不会联想到牺牲、失去和世事无常。

还有一个问题是为什么有些人比其他人更爱哭。芬赫胡茨在最近的一篇综述里写道，最喜欢哭的是那些神经质测试得分比较高以及有同理心的人。前者是有控制地流泪，比如自恋狂、精神病人和大发脾气的人。一般认为精神病人最常假哭或者流“鳄鱼的眼泪”。

尽管男孩和女孩在青春期以前都经常哭，但在西方文化中女性哭的频率至少是男性的2倍。男人在文化上倾向于克制流泪，但或许原因没那么简单。动物研究显示睾酮可能起了抑制眼泪的作用。

### 三步控制情绪

控制住我们的情绪，无论是对心理健全还是对在生活其他方面取得成功都很重要。所幸，心理学家发现了三种能够让所有人变得更善于控制情绪并从中获益的技巧。情绪出现的目的是要帮助生物快速应对生死攸关的情形。但是英国雷丁大学的演化生物学家马克·佩格尔则认为，我们的社交生活让人类的情绪变得复杂起来。“我们会嫉妒、同情，感到不公、罪恶。正是这些社交情绪凸显了我们这个物种的特点。”它们让我们的情感生活变得如此复杂。

有些人明显更加擅长于应对这种复杂生活。这也解释了为什么在1995年，心理学家丹尼尔·戈尔曼出版了《情商：为什么情商比智商更重要》（*Emotional Intelligence: Why it can matter more than IQ*）一书之后不久，人们就欣然接受了情商（EQ）这个概念。这本著作畅销全球，引发工业界纷纷利用测试来选择情商高的人从事管理以及医药方面的工作。不过人们在大肆吹捧并投入大量金钱后，却对其没能达到预期效果感到失望。

这种混乱部分是因为情商理论上似乎是一个类似IQ的固定值，但即使是它的拥护者也会承诺说，包括雇员、学生在内的几乎所有人都可以通过学习提升他们的情商。现在许多生理学家更喜欢用“情绪胜任力”这个词，因为这个词表明情绪是可以锻炼的。

许多人也喜欢把这种能力当成一种人类共通的语言。就像学习一门新语言需要识别词语、理解它们的用法并用它们来组织对话，掌握情绪语言也需要三项核心技能：感知、理解和调节情绪。

## 感知

感知是其他两个技能的基石。情绪的感知并不像听起来这么直接。传统的情商测试用面部图片来检测这项技能，但情绪的表达不仅通过面部，还可以拓展到手势和动作、声调和其他声音等。听觉和视觉的信号还可以相互作用，比如，一项研究发现人们对笑和哭声的理解会被伴随的表情改变。

一张静态图片甚至没法很好地展示我们面部表达情绪的方式。英国格拉斯哥大学的蕾切尔·杰克说：“人脸上有许多独立的肌肉，可以动用每一块肌肉，在不同时间以不同强度激活它们。”她在研究中使用计算机合成人脸，随机将撇嘴和挑眉等面部表情组合起来，展示了每一种情绪都包括一连串相关联的面部动作，她称之为“动作单元”，拆开来就像单词里的字母。动作单元以特定模式串联起来，产生了“句子”，从而可以交换更复杂的社交信息。

那么，我们怎样才能提高情绪识别技巧呢？一些研究显示，量身定制的培训会有些帮助。在其中一项研究中，相比对照组而言，被训练过如何在面部、声音和身体上找到正确信号的人拥有更强的情绪识别能

力。还有人研究过音乐训练，一项研究发现，成年的音乐家比非音乐家更善于判断别人的音调里的情绪。脑成像研究表明，这反映了人对基础声音部分不仅有一个一般的敏感性，而音乐训练或许能够调节出更具特异性的和与情绪相关的大脑反应。

## 理解

情绪掌控的下一步就是理解如何使用情绪。问题在于每个人的情绪信号都和别人的不同。美国东北大学的莉莎·费尔德曼·巴雷特说：“不是所有人都在开心时笑，在生气时叫。”巴雷特发现不管是不同的人，还是同一个人在不同时刻面对不同类型的威胁，脑活动都有显著差异。这表明不存在所谓某种情绪的“精髓”。一个能熟练理解情绪的人，既能从外界也能从他们自身获得情绪信号，理解具体的情绪。

美国耶鲁大学情商中心的主任马克·布拉克特说：“这是一种需要教才学得会的语言。”10年前，在尝试这么做的时候，他开发了一个叫作RULER的程序，现在美国有大概10000所学校在使用这个程序。它教孩子和年轻人识别跟情绪相关的身体姿态，解读它们所表示的心理变化，并做标记，学习调整情绪的技巧。布拉克特说：“这项工作对孩子的竞争力有巨大影响。如果你能注意自己的身体变化并将其理解成一种情绪，那么你就能理解这种变化的意思。”

## 调节

情绪管理的最后一个技巧就是调节情绪的能力。同样，这也不是我们生来就有的，随着我们的成长，有些人发展出了无效的应对策略，比如，逃避会激起情绪的场景或者竭力控制住自己的情绪。研究显示能够直面情绪场合的人比那些逃避的人更幸福，也更善于应对压力。

有许多方法可以提高我们的情绪调节能力，其中备受心理学家青睐的方法就是重评估：站在别人的立场上思考从而让自己更加客观，继而相应地改变自己的情绪反应。当荷兰马斯特里赫特大学的乌特·胡尔希格的团队将这一技巧教给理发师、服务员和出租车司机之后，他们发现还能衍生出更多技巧。

但是要从头去重新思考情绪很费力。另一个看起来有希望的方法叫“正念”：观察你情绪的来龙去脉，不做干涉也不评价。在另一项独立研究中，胡尔希格随机从人数为64的一组雇员中选取了一些成员接受正念训练，并持续监测10天。接受过训练的人宣称自己的工作满意度提高了，情绪困扰也减少了。她说：“它的理念是，当你只单纯把情绪看作情绪，就像看待想法和感觉一样时，你得到的是一种见解，而情绪的‘热’的一面就消散了。”

众所周知，掌握一门语言需要时间和练习。有些人天赋异禀，有些人得拼尽全力才能有效交流。但是谈到情绪语言时，努力提高一定会有回报，因为情商的提倡者们有一个观点是没错的：流畅的情绪语言真能带来益处。

## 5种你从不知晓的情绪

主流观点认为人或许只有6种基本情绪，但最近，人们还尝试把另外几种概念模糊的情绪加到这个集合里，它们在现代社会生活中同样有着重要的功能。这里我们探索了一下有希望和6种基本情绪比肩的另外5种候选情绪。

(1) 昂扬：一种上进的、鼓舞人心的积极感受。它在日本、印度、美国和巴勒斯坦等国家已有文献记载。它的功能应该是团结起人们，使其感到温暖和积极。从生理上说，这种情绪有催产素的作用。

(2) 感兴趣：前额和眼部的肌肉收缩，我们在努力理解新事物时会露出这种表情。它或许能激励人们学习，防止人们在陌生环境中信息过载。

(3) 感激：一种激励我们感谢和回报善意与喜爱的情绪，可能对维持基于付出和回报的长期关系有帮助。

(4) 骄傲：头后仰，臂张开，尽可能占据大的空间，这就是骄傲了。它有两种形式：“骄傲自大”，为了树立形象的吹嘘型骄傲；“骄傲自豪”，因努力工作和成就产生的骄傲。不过二者的肢体语言看起来是一样的。

(5) 困惑：很容易从皱紧的眉头和眯起的眼睛看出来，可能还伴随咬唇动作。困惑意味着缺乏信息，大脑里的知识需要更新了，它的任

务是激发人们做出改变或者向他人寻求帮助。

## 第5章 感觉和知觉

我们接下来要揭秘人脑如何将四面八方涌入的感觉信息整合成一种流畅的体验。大脑如何加工信息？当涌入的信息彼此冲突时，大脑又该如何应对？新技术又能否助上一臂之力，带我们走向感觉信息的新世界？

## 感觉理论入门

我们总是不假思索地感受这个世界，但实际上我们的感官每时每刻都在遭受信息轰炸，人脑总能将感觉信息转化为有序而意义明确的物体和事件，从而形成知觉。

就拿骑摩托车举个例子吧，这种经历是一大堆感觉信息的大杂烩：物体的视觉动感、树的苍翠、天的湛蓝、风的力量、发动机的轰鸣与震动，种种感觉元素汇总成你对所做之事的认知，这种认知并不是一系列独立的感觉，而是一个浑然天成的整体——你在骑车。

大脑是怎么做到这一惊人壮举的呢？第一步是收集感觉信息，这不需要我们费多少精力，却依赖于巨量的大脑活动，这大多都是下意识完成的。

尽管看似轻而易举，但所采用的技术实际上奇难无比，人们原则上就设计不出能与大脑相提并论的计算机来做到这事。我们可以利用感觉系统做出非常精细而复杂的决策，比如机场安检人员检视行李，或医生通过X光片检查肿瘤，这种能力没有任何超级计算机可与之比拟。我们每一个人都装备着这样一台高精度感知设备，每一颗大脑每时每刻都在做着同样的感觉信息处理，而我们甚至都不必知道其原理是什么。

古希腊人就有“五感”的说法——味觉、嗅觉、视觉、听觉和触觉，不过从科学上讲，“五”并不是最准确的数字。较之基于我们主观体验的朴素分类，更合理的做法是根据大脑处理信息的方式来给感觉分类。我们可以将感觉分成4类，因为大脑有4类感受器细胞，分别对应光（视觉）、化学物质（味觉和嗅觉）、机械力（听觉、触觉和平衡觉）以及组织损伤（痛觉）；或者也可以分成7类，因为大脑有7条不同的感觉神经通路，包括嗅神经和视神经等。

脑部会将汇入其中的信息分配给6个不同的皮层区域（见图5.1），这6个区域分别负责6种不同的感觉信息：视觉、听觉、本体感觉（温痛触压以及身体姿态与运动信息）、嗅觉、味觉和平衡觉。所以如果从大脑的角度考虑感觉，那应该是“六感”而非五感。当然理论上这些感觉也

可以再进一步细分，比如本体感觉皮层就承包了触觉、痛觉还有身体运动与姿态等信息，这些截然不同的感受每种都可以单独算作一种“感觉”。

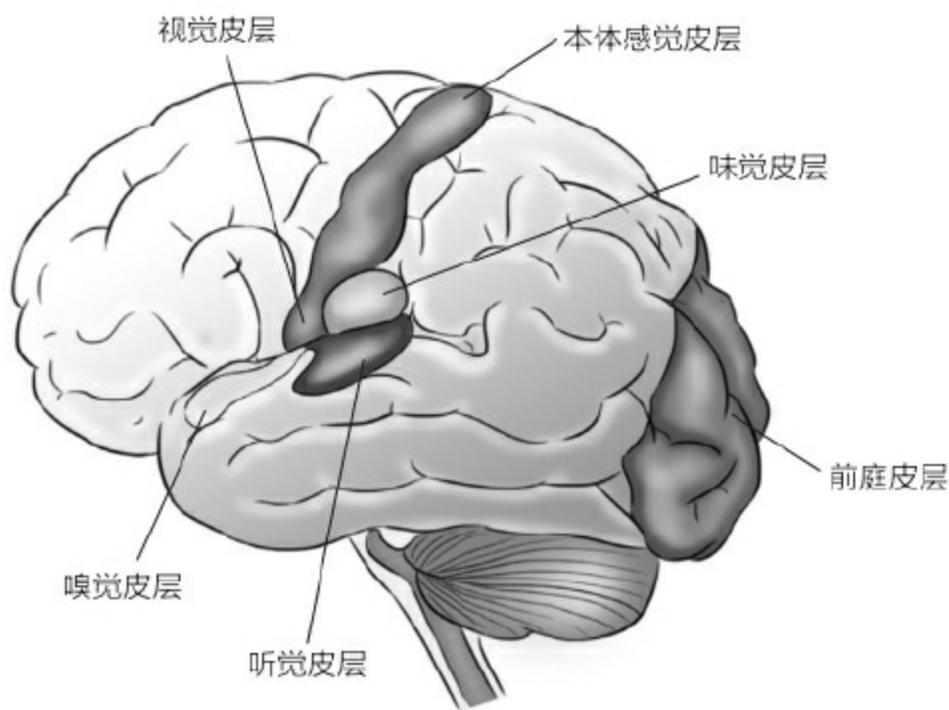


图5.1 感觉皮层区

定义感觉的另一个难点则是各种感觉经常混在一起，很难说清楚某一种具体感知当中各种感觉各占多少。

就比如说你也许会觉得单脚站立主要得依靠负责平衡的前庭皮层，但你若是让人闭着眼睛单脚站立，那较之睁眼单脚站立，他能坚持的时间就只有后者的1/4。实际上我们做任何事情几乎都依赖视觉，你走在高山之巅时可能会感到眩晕，这就是因为周遭的景物几乎不会随着你的运动而改变，让你觉得就好像在闭着眼睛走路一样。

类似地，食物的风味也不仅仅是嘴里尝到的味道，也包括鼻咽部嗅到的气味，还会受到食物外观的影响，比如酸奶的醇厚质感或柠檬汽水的气泡。所以食品制造者才会讲究色香味俱全，让至少一部分滋味在食物入口之前就沁人心脾。

## 感觉整合

我们还不是特别清楚大脑是如何将这些感觉整合成一种统一的体验的。我们知道有些整合发生在脑干里，那里有一些直接的反射回路，直接关联起平衡觉和视觉，这样你在点头的时候，眼珠才可以做出相应的转动，从而保持视野稳定。最近我们发现大脑皮层的6个感觉区域之间也有直接连接，这或许是为了让大脑的不同区域共享信息。

第三种方式是各种感觉信息同时投射到皮层的其他区域，并且高度融合在一起，其融合之紧密足可令人无法区分这个信息究竟是来自视觉还是来自听觉。

这简直是一个极为繁重的任务，大脑接收信息的速率惊人，人体有超过2亿个感觉受体细胞，接近300万条感觉神经纤维和160亿个皮层细胞，每时每刻喧哗不止，而大脑只有有限的存储空间和能量来应对这些信息。

就算是我们坐在家里看电视，大脑要处理的信息量也是相当大的。大脑要消耗身体20%的能量，但是血液供应的能量只够3%的神经元同时高速运转。脑部的应对方法有点像是你在家只开你待的房间里的灯，也就是把能量集中供应给你正在使用的脑区。3%听起来可能不多，但这大约相当于5亿个脑细胞。所以大脑会面临一个问题，即外界涌入的信息的量会远远超过脑部可以提供的存储空间和能量负荷，解决问题的方法就是把大部分信息扔掉。

不过大脑会使两个小花招以让你察觉不到这一点：其一是在你无意识的情况下抛弃信息，你不知道你不知道什么，自然也意识不到有信息丢了；其二是大脑很清楚什么信息可以扔，比如，我们完全感受不到肢体有多重，也不会一直察觉衣服在皮肤上的触感，这些信息短期内毫无变化，大脑就会判定这些信息不重要而将其抛弃。

其他感觉亦然，有一种叫作特克斯勒消逝效应（见图5.2）的视错觉就是典型的例子，要是你紧盯着一幅图上某个固定的点，过一小会儿图画边缘的部分就会逐渐消失。这是因为感觉系统判定图画边缘部分不如你盯着看的那个点重要。

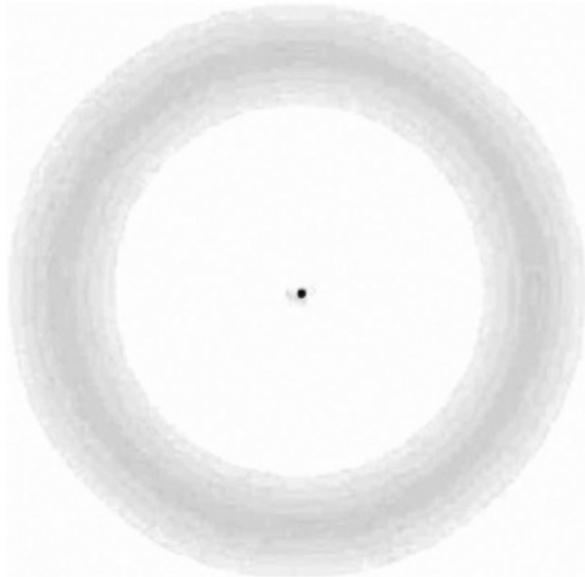


图5.2 特克斯勒消逝效应

扔掉的信息太多就意味着你会搞不清周遭状况，所以很多事也只能靠推测，好在大脑深谙此道，它会结合脑海中的经验，诠释它抓取的那些感觉信息。

科学家会用到一种叫作“贝叶斯推理”的统计学方法来做类似的推测，这是一种基于概率的算法。大脑所做的一切分析都是下意识、全自动的，所以我们无法欣赏到大脑做出这一切推断的娴熟手法和精巧之处。

归根结底，我们的所见所闻所感在一定程度上都取决于我们的预期。一般来说，不同人的见闻是一样的，但任何感觉都基于无意识的处理，在这一点上任何人都有差异，所以可以理解不同人的见闻有时候会有所不同这一点。因此对立的选手及其支持者对于同一个仲裁结果会有很大分歧。我们的大脑抛弃掉了很多细节，而对于由此造成的空白，每个人都会脑补出不同的内容。

## 圆点移动的声音

这听起来有点像禅家的谜题：圆点移动是什么声音？我们大都无法回答这个问题，但是对于联觉者来说，“听到”这种画面简直是再自然不过的事情。

美国加州理工学院（位于帕萨迪纳）的神经科学家梅丽莎·萨恩斯记得，有个访客看到她无声的屏幕保护程序后说：“有谁也听到了吗？”经过测试，她发现他是一名联觉者——联觉指一种感觉会引发另一种感觉体验。有些人会感受到字母、数字、词汇和气味有其“内在颜色”，还有些人则能“尝”到音乐的味道或是想象出时间有特定形态。

现在我们还不清楚联觉者在人群中所占的比例，因为大多数联觉者对于自己的通感习以为常，甚至会惊讶于别人感觉不到。鉴于每个人大脑中的各种感觉都有千丝万缕的联系，没准联觉比我们所知道的要普遍得多。

## 时间感：人脑如何创造“现在”这个概念

何谓“现在”？我们会想当然地认为就是此时此刻，一个没有长度的时间点。但如果说“现在”只是一个点，我们就不可能体会到一连串“现在”随着时间的流逝彼此相连，也察觉不到物体的运动。如果“现在”没有时长，我们在这个世界上将寸步难行。那么“现在”究竟是多长的一段时间呢？

这貌似是个很形而上的问题，但是神经科学家和心理学家有答案。就最近几年他们已经积累的证据来看，“现在”有2~3秒长（见图5.3），你感知概念上的“现在”，差不多就是大脑在这么长一个窗口期内，将你的种种感觉体验汇总成的一个“心理上的当下”。这的确长得有点不可思议，但诡异的地方还不止于此，另有一些证据显示，你所感知的“现在”还是由一大堆潜意识层面的“微现在”

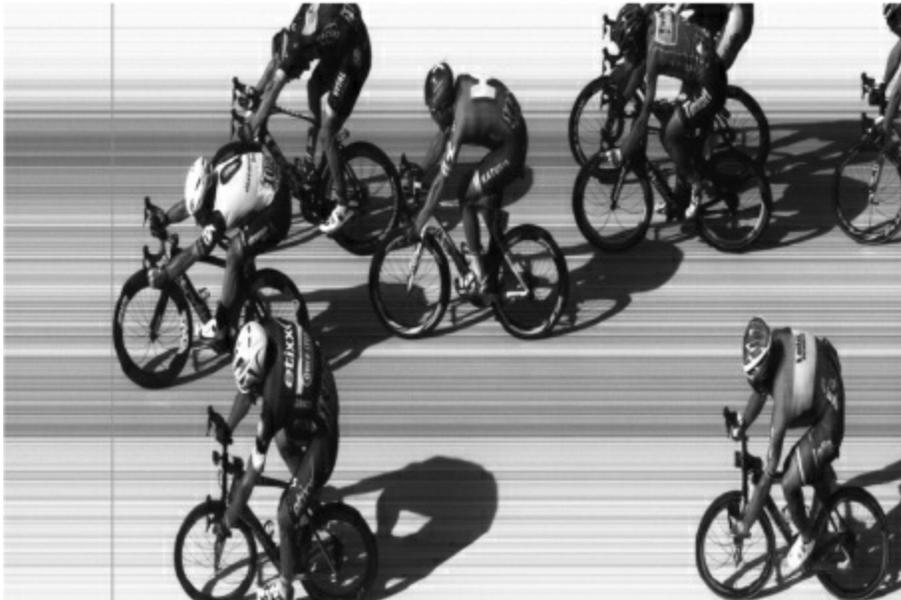


图5.3 “现在”有多长取决于大脑如何判定若干种刺激是否属于一组

所组成的，大脑会对各种事情进行精挑细选后放进你的“现在”中。大脑中不同的部分会用不同的方式衡量“现在”，在某些情况下，“现在”的窗口期还会扩展或收缩。

落实“现在”的定义能描绘一幅更宏观的图景，向我们展现大脑如何追踪时间，我们如何体验世界以及明了事情的因果。德国心理与精神卫生前沿研究所的马克·维特曼说：“你的现在感支撑起了整个意识体验。”

大脑感受不同时间尺度有许多不同的方法，人们早就知道大脑包含一些结构，可以利用光的明暗周期来调整每天的生物节律，但是对大脑怎样感受分秒级的时间尺度就不那么清楚了。在这个尺度上存在两类广义的时间机制，一类比较内隐，而另一类则比较外显，外显者关乎我们如何感知时间长度——这事我们竟颇为擅长；而内隐者则是对“现在”的计时，就是大脑如何定义“心理上的此刻”，进而构建我们的意识体验。

我们内隐的时间感本身来自两个看似矛盾的方面：我们永恒存在于当下却又能体验到时间从过去流向未来。维特曼认为大脑构建了一系列彼此传承的“现在”，每个“现在”都是下一个“现在”的基石，以至其最终变成一道连续的时间流。

如果维特曼没错，那么要理解我们所体验的“现在”是怎么一回事，就必须首先搞清楚“现在”的下意识构成元件，即所谓的“功能性此刻”，这取决于人能否在某个时间尺度内区分两个事件。不同感觉的“功能性此刻”各不相同，比如听觉可以区分间隔2毫秒的声响，而视觉能区分的事物则须相隔几十毫秒，弄清刺激的顺序则需时更久，两个事件必须相隔50毫秒以上你才能弄清何者在前。

大脑必须以某种方式协调好这些不同的探测阈值，才能感知世界。更麻烦的是，光和声音在空气中传播的速度不同，即便它们同时从同一物体上发出，到达我们感官的时间也不一样。

我们的大脑在某种程度上可以补偿这些，当你观看一部音画不同步的影片时，只要两者的间隔不超过200毫秒，大脑就能自动匹配两者，不一会儿你就会自动忽视演员唇形和台词的违和感。位于法国伊维特河畔吉夫的医学研究所认知脑成像单位的维吉妮·范·瓦森霍夫及其同事想看看大脑是如何做到这件事的，他们给人们播放一连串嘀声与闪光，两者都是1秒1次，但是有200毫秒的间隔，在此期间研究人员记录下人们大脑的电活动。

他们在听觉皮层和视觉皮层中各发现了一种截然不同的脑电波，两

者频率都是1赫兹，也就是1秒1次。一开始，两者的相位并不一致，被试也能感觉出声响和闪光不同步。然而当被试报告说他们觉得两者同步时，听觉皮层的脑电波也和视觉皮层的同步了；大脑似乎一旦认为几个信号是一起的，就会将它们物理上同步化。

这是人们首次发现人体内隐时间机制的生物学基础，这也表明即使在潜意识层面，大脑也在有意选择将哪些事放进同一个单位时间。然而，这个“功能性此刻”并非我们能意识到的一个“现在”，后者属于另一个维特曼层次，即“体验性此刻”（见图5.4），那我们对此又知道些什么呢？

### 现在感

你的日常行程可能是由太阳决定的，但你对现在和时间消逝的感知是由大脑里的不同层级创造出来的



图5.4 现在感

我们知道这个“现在”持续2~3秒，意大利特伦托大学的大卫·梅尔彻和他的同事用精巧的工作证明了这一点。他们把许多几毫秒到几秒长的视频片段随机插入一段完整的视频中，然后让被试观看，他们发现如果插入片段短于2.5秒，人们依然会顺着视频继续看，好像这些插入片段都不存在一样，但要是插入片段超过2.5秒，被试就会被搞糊涂了。研究人员认为这个时长就是“主观上的当下”，用来让我们有意识地感知复杂的事件串。

梅尔彻认为我们的大脑一直在处理过去的信息，而这2~3秒的时长

提供了一种承上启下的补偿机制。你的大脑此时此刻就在处理几百毫秒前涌入的感觉刺激，如果你的反应也这么慢一拍的话，你在现实世界中就无法应对了。

好莱坞的电影剪辑师就会有意无意地利用我们的“体验性此刻”，在剪辑室里，他们极少会插入一个少于2秒或3秒的镜头，除非导演希望创造一种混乱或疑惑的感觉。梅尔彻说：“3秒足以让你理解正在发生什么事，但又不需要让你耗费太多脑力记住杂七杂八的信息，这样刚刚好。”

维特曼承认，人们还不清楚一组下意识的“功能性此刻”是如何组装成有意识的“体验性此刻”的。

## 创造流

不论我们所体验到的此刻是怎么产生的，它们都组装成了一种连续的感觉，或者说是“心理存在”感，这是维特曼层次中最高的一层。这一层的时间跨度约为30秒，可以产生“连续”的感觉。根据他的模型，将体验性单位时间黏合到一起，创造时间流逝感的“胶水”是“工作记忆”，这种记忆只能在很短的时间里存储很有限的信息。心理存在构成了你以第一人称体验某些事情的感觉的基础，维特曼说：“这是‘我’的现在，第一人称的我。”

这种新的“现在观”的确让人难以接受，没准还会引发关于自由意志的口水仗。在20世纪80年代，美国心理学家本杰明·里贝特发现，他在检测到大脑做出“甩手”指令大约500毫秒之后才看到人们挥动其手腕。他得出一个目前争议很大的结论：我们对自身行为的控制没有我们想象的那般有意识。但是，根据我们已知的内隐时间机制，他实际观察到的没准只是大脑在很小时间尺度下表现出的对命令不敏感的假象。500毫秒，用维特曼的说法就是“我们正处在时间分辨率的边缘，你无法区分哪个事件先发生”。

那么接下去就是“现在”的尺度拉伸问题。相当多的坊间传闻说，我们的时间感可能会随周遭所发生的事情加快或减慢，比如在经历一场车祸时会感觉一切都仿佛陷入了慢动作。人们已经在实验室里再现了这种时间减缓，研究人员给被试呈现了一系列时长相等的刺激，但他们却会

报告说其中一个特别古怪的事情持续时间更长一点。梅尔彻的初步研究还显示，如果人们感觉一件事情持续的时间比现实更长，那么他们也能将这件事情描述得更详细而准确。根据他的看法，这表明时间感的变化反映了感官加工的真实变化，这反过来也可能赋予我们某种演化优势。我们在紧要关头加快大脑的处理速度，而在环境回归宁静时放松下来，从而节省宝贵的认知资源。

这种感觉和知觉的转变是下意识的，但是我们有办法控制我们的“现在感”吗？冥想修行者经常声称他们的生活比多数人更加充实或有激情。在一项试验中，维特曼找来了38个冥想者和38个非冥想者，让他们看一个被称为奈克方块的视错觉图像，这个图根据关注点的不同会呈现出不同的视觉意义，他要求这些被试每次感到图像的意义发生改变时按一下按钮，一般认为这个意义改变的时间可以用于很有效地估计心理上的现在的长度。两组人的“现在”都是4秒左右，看来冥想者的想法是错的。但是当维特曼要求被试努力维持某一种对图像的理解时，冥想者平均可以坚持8秒，而对照组则只可坚持6秒。

维特曼说，冥想者在注意力测试中得分更高，也拥有更好的工作记忆能力。“如果你正密切关注周遭的一切，那么你不仅会在当下体验更多，而且你还会产生更多记忆内容。”而这反过来会影响你的时间感。“不管是在现在还是回忆中，冥想者都会比非冥想者感觉时间过得更慢。”

这也表明只要付出一些努力，我们也能操纵我们的“现在感”；如果冥想能延长现在，那么这种思想上的延伸也相当于延长了你的生命。所以要牢牢抓住你的意识，让自己更长久地沉湎于现在，无论何时皆不比此时。

采访：知觉的未来——选择一种感觉，拴住它

我们对世界的认识受制于人类肉体所能感受的那一小撮感觉，神经科学家大卫·伊格曼正试图改变这一切。他发明了一种能振动的夹克，这相当于给大脑提供了一个额外的感觉信息源。他说：“理论上你可以给这件衣服编程来添加任何你想要的感觉。”

你说人脑“被关在寂静的小黑屋里”，那么它是如何给我们创造这么

丰富的现实感官体验的呢？

这是神经科学最大的谜团之一：你大脑里的电化学信号是怎么转变成你对这个世界的主观体验的。我们知道大脑很善于从环境中抽象出各种意义，我则热衷于探究如何多给大脑一些感觉选择，使之体验到现实的更多方面。

我们还能感知到怎样的新现实呢？

在这世界纷繁的信息海洋中，我们的感官可以感受到的不过是沧海一粟，还有很多信号我们根本无法察觉，比如X射线、伽马射线等，我们怎么努力也不可能凭肉眼看到这些光谱。

但大脑在与现实对接方面非常灵活，它从我们的眼睛、鼻子、皮肤发来的电化学信号中获取信息，然后又孜孜不倦地赋予其意义，关键是人脑毫不在意这些信号从何处来，只是考虑如何利用它们。

我把大脑视为一台通用型计算机，我们的感官不过是从演化中继承下来的即插即用式设备而已。如果真是这样，那我们应该可以把任何数据源接入大脑，反正大脑总会知道怎么去处理。

所以你打算给大脑接入一个新的数据源？

我们正在测试我们的新设备，我们叫它多重超感官传感器（VEST），这是一种覆盖有振动器的可穿戴设备。当你穿上它时，一开始你只会觉得身上出现了一大堆奇怪的振动，但是大脑真的很善于解锁新感觉，它很快就会明白这些振动的意义。

一件会振动的夹克怎么让我们体验到不同的世界呢？

嗯，举个例子，我们正在听力障碍人士身上做测试，我们采集环境中的声音，然后将其转换成不同的振动模式。大概经过一周时间，我们的被试就可以独立理解我们在说什么了，他们通过皮肤上的振动感来理解声音世界。

不过大脑本来就很擅长听不同频率的声音，它真能通过皮肤上的振

动理解语言吗？

的确，用皮肤上的触觉来感受语言看起来有些疯狂，但归根结底这也是将感觉信息转换成电化学信号后发送给脑部，正常的听觉不也就是这么回事嘛，只不过本来这些信号是经由听觉神经传播，但现在改为经由皮肤的神经传播而已。我们已经知道大脑也能解读人造信号的意义，比如，盲人通过触摸盲文就可以直接理解其意思，而你阅读《新科学家》杂志的文章时，你也不用考虑每个字的笔画和形态，句子的含义是直接跃然纸上的。同样的道理，我们认为声障人士也可以从体表振动中提取话语信息。

这振动夹克居然有这么多应用潜力，那你还有什么别的创想吗？

没错，我们很难决定要先尝试哪一种可能性。我们正在让这夹克可以实时查看推特上的话题，分析推特上的大众情绪。想象一下你在发表竞选演说，穿上这件夹克你就可以实时感受推特上的人们对你言论的反应。我们的其他试验还包括让飞行员感知驾驶舱数据或者无人机信息，等等。

酷炫极了！你说飞行员最后会不会觉得他已经和无人机融为一体了呢？

这就像是把你的皮肤延伸到了飞机上一样，你能感受到起飞、翻转和偏离航线，我们认为这种全新的感知体验会让飞行员做得更好。我们还考虑到了航天员要花大量时间观察上百个显示屏，那如果他们能直接感受到宇宙空间站的状态，知道什么东西何时发生了变化，那岂不是很棒？我们这辈子的时间就用在看小显示屏上，在我看来直接体验这些数据远胜于去看它们。

你觉得可穿戴设备能够提供的额外感觉有极限吗？

你是说，你能穿个推特夹克衫和股市牛仔裤吗？在我看来有何不可？我们并不知道究竟最多能有多少种不同的感觉，但我觉得我们距离极限还远得很呢，我们的大脑里地盘多得是。当你失去一种感觉时，大脑里分管这种感觉的区域就会被其他感觉所占领，大脑很善于给所需的感觉腾地方，有很多地盘都可以匀一匀，而我们也不会察觉到有什么不

便。

VEST系统有极限吗？

能做到哪一步只取决于我们能做出什么样的传感器，只要有好的传感器，那把它捕获的信息转变成衣服的振动信号根本不是问题。

如果你只能选择一种额外的感觉，你会选什么呢？

这个问题有意思。现如今，我们社会的一切都是围绕我们当前所拥有的感觉设计的，如果我突然能听见超声波了，我能听见其他人听不到的动物叫声，作为一个自然爱好者来说，那当然爽翻了，但我不知道这会不会让我很孤独，毕竟在这个超感空间里，除我以外没有别人。

我也挺想看看VEST能否让我们与他人更好地沟通，如果我和我的妻子都穿着VEST，用某种方法借助其感知彼此的情绪，那我们的亲密关系没准会更上一层楼，当然也可能反而变糟了（笑），这个不试试也不知道啊。

大卫·伊格曼是美国加利福尼亚州斯坦福大学的一名神经科学家，著有《大脑：你的故事》（Brain: The Story of you）等书。

## 第6章 意识

这世上的难题千千万万，但真正当之无愧的“难题”只有一个，那就是意识问题：在我们的每一个清醒时刻，约1.4千克重的神经细胞是如何天衣无缝地编织出一个由感觉、思想、记忆和情绪构成的万花筒的呢？

英国心理学家斯图尔特·萨瑟兰曾于1989年对这个棘手的问题做出了著名评论：“意识是一个迷人而又难以捉摸的现象……关于它，迄今都未曾出现过哪怕是一丝有意义的讨论。”

尽管这个难题至今无解，不过神经科学家们还是取得了巨大的进步，更深入地理解了从意识存在的理由到它出故障会给人带来的麻烦等诸多问题。那么意识仍旧迷人吗？没错。仍然让人捉摸不透？绝对是。但萨瑟兰说的最后一点现在已经不成立了，请接着往下读……

## 你大脑中的意识

大脑中的意识“长什么样”？我们在探索意识与生理或者神经的关联上已经取得了巨大的进步，用你的话说可能就是所谓的意识在大脑里的“样子”。研究这个问题的一种方法是观察意识被抑制或去除之后的影响，比如，看起来没有意识的植物人就可以作为研究对象。

对这些人的脑部扫描显示，他们的丘脑通常都有损伤，丘脑是一个不偏不倚恰好位于脑中央的传递中心（见图6.1）。另一个常见的损伤部位是丘脑和前额叶皮质之间的连接处，前额叶皮质是位于脑前部的一个区域，通常负责高级的复杂思维活动。

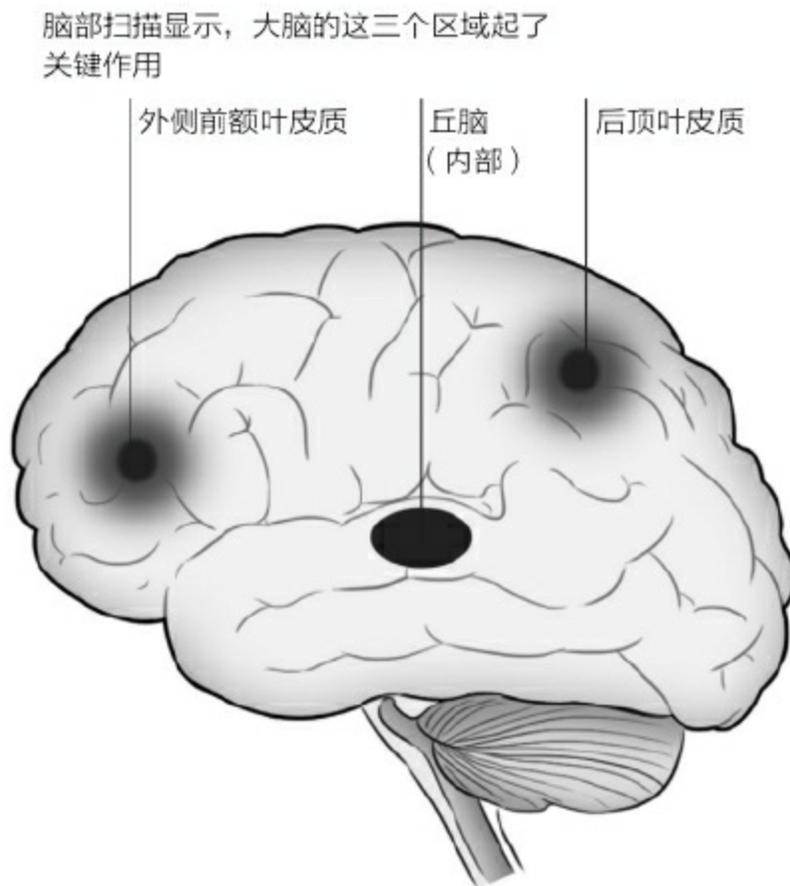


图6.1 意识之所在

人们用另一种技术也发现了前额叶皮质与意识的关系。脑部扫描显示，随着全身麻醉，人的意识渐渐模糊，我们可以看到几块独立区域的失活，这其中外侧前额叶皮质表现得最为明显。

这些探究极大地缩小了搜索范围，能够帮助我们定位在人们清醒和有意识时活动的脑区，但它们仍无法告诉我们大脑中的具体情况，比如，当我们看到红色时大脑里发生了什么。

## 看见红色

只是找人躺在脑部扫描仪里并让他们盯着红色的东西看，给不了我们答案，因为我们知道视觉刺激会带来许多无意识的脑部活动，确切地说任何感觉刺激都会这样。那么我们该怎样摆脱这个麻烦呢？

一种解决办法是采用一些刚好达到人类感知阈值的刺激，比如，一阵阵微弱的噪声或者快速在屏幕上闪过的单词，这些刺激只是偶尔能被感知到。如果被试不是有意识地留意闪现的单词，那么在他的大脑中就只有直接和感受器官相关的区域会被激活，在这个例子中就是视皮层。但如果这个人意识到了声音或者单词的话，那么大脑里另一些区域就会发挥作用，包括外侧前额叶皮质和后顶叶皮质，后者是另一个涉及复杂高级思考的脑区，它在大脑顶部最后面的位置。让人自豪的是，尽管许多动物都有丘脑，但它们大脑中这两个负责意识的区域都没有人类的这么大和这么发达。和一般人的直觉相符，尽管动物王国中有诸多意识状态，但我们人类的这种意识有其非常独特之处。

人脑里有三个与意识相关的脑区：丘脑、外侧前额叶皮质和后顶叶皮质。它们都有一个显著的特征：不管是彼此的连接还是与脑部其他区域的连接，都远超其他任何脑区。凭着密集的连接，这三个脑区就成了接收、整合和分析来自其余脑区信息的最佳场所。许多神经科学家都推测这种信息汇聚正是意识的标志。比如，当我在酒吧里和一个好友聊天时，我不会只看到他的一个个分割的特征，而是会看到一个整体，结合了他的外貌、声音、名字和最爱的啤酒，等等，这些特质融合在一起构成了这样一个人的客体。

大脑如何把一股股来自不同脑区的信息给编织起来呢？主流假设认为相关的神经元每秒会同步发放很多次，我们在脑电图上看到的脑电

波就是这种发放的表现，测脑电波时电极会被放在头颅表面。意识的特征看起来就是一种以超快速度传播的脑电波，从丘脑发出，然后沿着皮质传播。

有许多人尝试将实验数据整理成一个意识理论体系，其中最著名的是“全局神经元工作空间”模型。它提出，眼睛、耳朵等器官传入的信息首先由大脑的感觉区无意识地加工，只有在激活前额叶和后顶叶皮质时它们才能进入我们的意识，而这些皮层通过超快的脑电波互相连接。

这个模型将意识和困难任务关联了起来，而困难任务通常需要多股知识的交叉。事实也很好地契合了这个观点：当我们执行新的或者复杂任务时，外侧前额叶和后顶叶皮质会被高度激活；而如果做的是重复任务，比如，在一个熟悉的航线上自动飞行时，这些皮层区的活跃度则会骤减。

与“全局神经元工作空间”模型相对的是一个叫作“整合信息理论”的数学模型，后者认为意识只是将数据整合起来，达到总体超出部分之和的效果。这解释了为什么我在酒吧里和朋友碰面时，综合各种感觉和对他的了解后，感受到的远远超出这些原始感觉信息的叠加。同样，这个模型也适用于互联网：它的创立者们曾经大胆宣称，理论上我们能够计算出任何一个信息网络的“意识程度”（见图6.2），不管它是人脑、大鼠的脑还是电脑（计算机），我们所要知道的只是网络的结构，尤其是它的节点数和节点之间的连接方式。

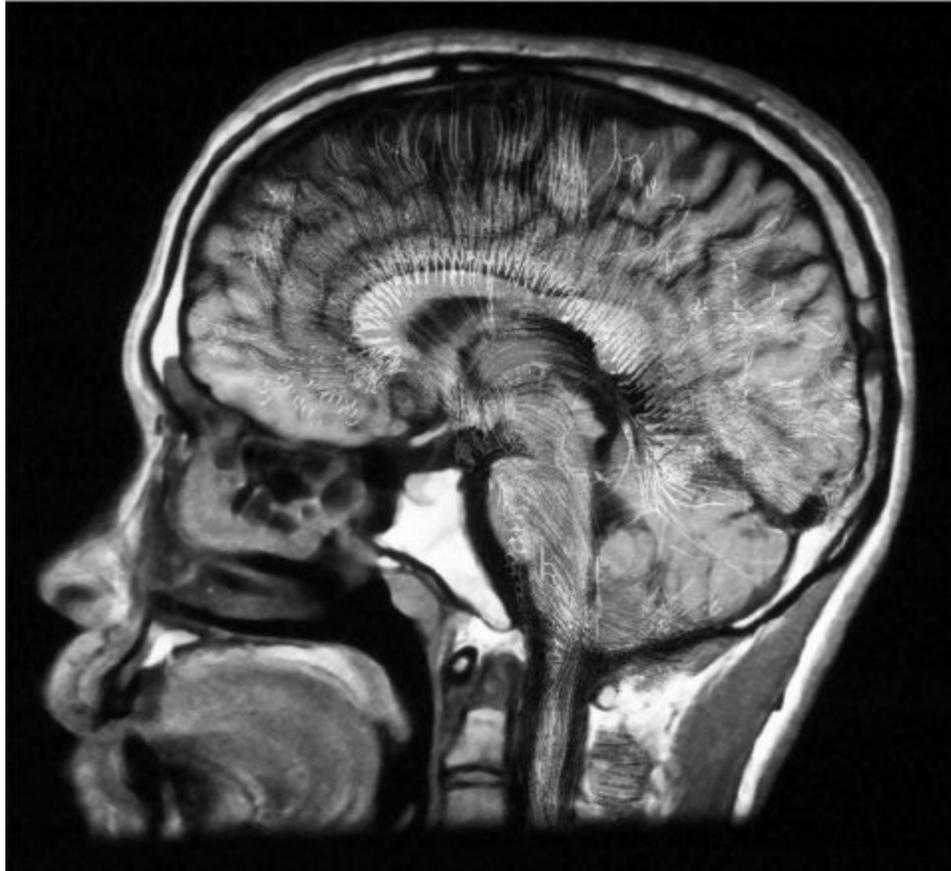


图6.2 理论上我们可以计算出任何一个信息网络[人脑、大鼠的脑或电脑（计算机）]的“意识程度”

不幸的是，这个模型涉及太多艰深的计算，并且计算量会随节点数的增加呈指数级增长，即使最先进的超级计算机也无法在可见的时间内对哪怕简单如线虫的区区300个神经元完成计算。不过，未来计算或许能大大简化，那时这个模型会更可行些。

这个数学模型（见下文“phi因子”部分）可能看似和“全局神经元工作空间”模型差异巨大，因为它从一开始就忽略了大脑的解剖结构，不过，令人欣慰的是，这两个模型都认为意识的作用在于整合信息，且二者都关注信息处理网络中连接最密集的部分。两者的共同基础反映了这个领域正在取得显著的进步。

我们或许还没能解决意识这个难题：一束神经元是如何让我有了看见红色这样的体验的。不过在很大程度上，对这个难题的担心就像是另一个版本的二元论，将意识看成某种十分神秘的问题，认为我们无法通过研究大脑而解释它。此前，我们也一次次觉得有超自然力量在支持着

一些神秘现象，比如，精神疾病乃至面团的发酵膨大，不过每一次我们都找到了科学答案。所以如果我们能持续不断地攻破一个个“简单的问题”，那么最终应当会发现：根本没有所谓的难题。

## phi因子

或许理解数学整合理论的最佳办法是将大脑和数码相机比较，思考一下它们的不同点。虽然屏幕上展示给我们的是一幅完整的图片，但是相机只是将图片看成独立像素点的集合，像素点之间完全独立，相机不会整合信息来寻找联系或者模式。

因此相机拥有很低的“整合度”，或者根据理论创始人，美国威斯康星大学麦迪逊分校的朱利奥·托诺尼的叫法，拥有很低的“phi”。

和相机不同，大脑持续不断地极力将感觉器官接收到的信息关联起来，所以它有很高的phi。

托诺尼说：“现在我可以把这个实验性的理论用到神经生物学上，那么意识的任何基础一定有高水平的phi，其他的系统一定没有。”有些人认为这个实验性的理论和解剖学的发现融合得很好。例如，我们都知道大脑皮层对意识体验很重要，大脑皮层受到任何损伤都会对人的精神生活产生影响。相反，小脑对于意识不是必要的，但小脑的神经元数目是大脑的两倍多。

而当托诺尼用他的理论分析这两个脑区时，一切都说得通了：大脑皮层的神经元或许有点少，但是细胞之间都有密切连接。它们可以承载大量信息，也能整合出一幅连贯的画卷，可以说这个系统的phi水平相当高。小脑更像是数码相机：它包含的神经元或许比大脑皮层多，但是神经元间的连接更少，不能形成连贯画卷，换句话说，它的phi水平较低。

“我研究意识有25年了，托诺尼的理论最有前景，”美国加州理工学院的克里斯托弗·科赫说：“它不太像是最终结论，但是方向是对的，它做了预测。它从思辨的形而上学领域里将意识拉了出来。”

托诺尼的理论也能用来解释我们睡觉或者被麻醉时发生了什么，他通过实验展示了当我们的意识逐渐模糊时，大脑皮层的phi水平也在下降。

## 有没有所谓的无意识思想

人类为自己强大的意识思考能力感到骄傲，这的确是理所当然的。但是我们认知的超强技艺中有一点经常会被埋没：有一个沉默的思想伙伴在背后不声不响地运作，它就是“无意识”。弗洛伊德将无意识视作我们被压抑欲望的仓库，虽然他的观念现在不再被人接受，但有大量证据显示我们的大脑在意识的雷达之下还做了大量信息处理工作。

美国加州大学旧金山分校的本杰明·里贝特在20世纪80年代做的一项实验最早显示了这一点（见图6.3）。研究者让实验参与者稍等片刻，然后随其意愿按下按钮，并且用一个高精度时钟记下自己决定操作的具体时刻。参与者的头上还放着一个用来测量大脑电活动的电极。

这套装置揭示了在人做出按下按钮的决定约半秒前神经元就被激活了。近期有一个类似的实验，不过不是给人的头上戴电极，而是让人进入功能磁共振成像扫描仪里。这项实验发现，在人们意识到自己做了某个决策10秒前，大脑前额叶皮质就已经开始准备活动了。

这些结果有时被人们拿来反驳自由意识的存在。其实反过来，它也可能表示我们是有自由意识的，只不过不是由有意识思想主导，而是由无意识思想主导。位于德国莱比锡的马克斯·普朗克研究所的神经科学家约翰·迪伦·海恩斯是前述脑成像研究的负责人，他提醒人们不要着急下结论：“我不会把这些提前的（脑）信号解读成‘无意识的决策’，我认为它更像是后来的决定的无意识偏好。”

该实验似乎挑战了自由意识观念

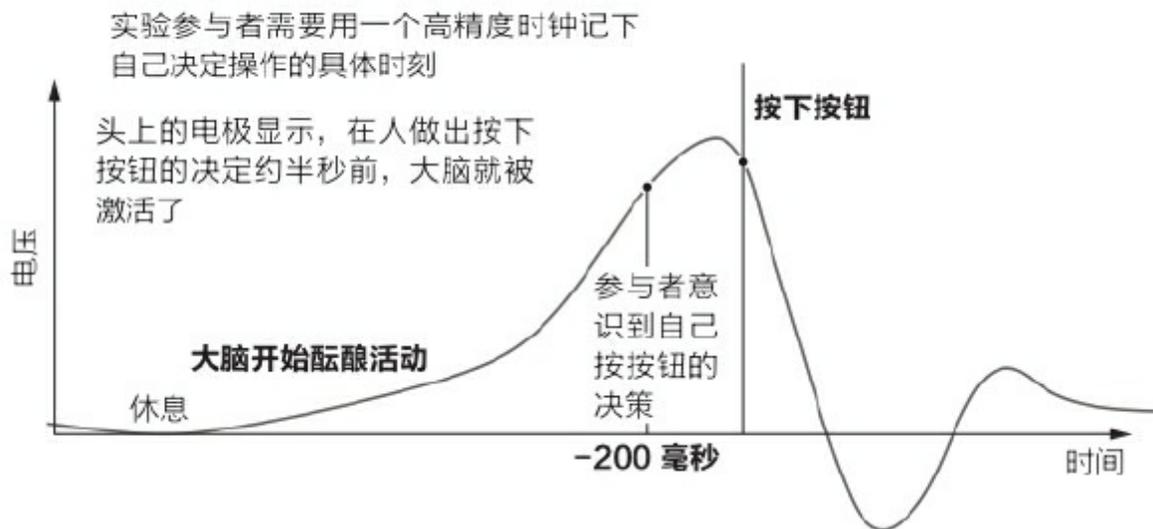


图6.3 谁在掌控？一个关于自由意识的实验

按照定义，无意识处理是我们意识不到的，很难在实验室里对其展开研究。有一种研究方法用到了“伪装”的技巧：将一幅图快速地从被试眼前闪过，然后趁着这幅图还没被意识到，迅速换成另一幅图。结果展示了无意识的信息能够影响到有意识的想法和决策。

例如，向人们展示“盐”这个伪装词之后，他们就偏好从一个列表中选出相关的词，比如“胡椒”。让人们从列表中选词可能有点像是人为操纵的测试，但是走出实验室后，这种无意识关联也影响着人们的日常生活。例如，一项研究显示，在一些游戏中，相较于帆布背包，如果纸和笔是从公文包中取出的，那么游戏参与者就会表现得更争强好胜，过后没有人意识到这对他们的行为有什么影响。位于荷兰奈梅亨的拉德堡德大学的阿普·戴克斯特赫伊斯指出，如果这让你觉得不安，不妨想想它的好处，无意识处理信息的能力或许能帮助我们做决策。

戴克斯特赫伊斯做过一项研究，他让人们用三种方式选择公寓：立刻决定；花几分钟把所有的优缺点考虑一遍；思考一个不相干的问题，不让他们有意识地考虑公寓问题。用转移注意的方法选到的房子从客观上看来最好，戴克斯特赫伊斯认为这是因为当人们的意识飘走的时候，大脑在进行无意识的思考。

部分此类发现受到了人们的质疑，因为其结果无法重复，不过，确

实有越来越多的人开始关注无意识的力量。戴克斯特赫伊斯相信，无意识的思索能够解释所谓的“顿悟时刻”：问题的答案突然不知道从哪里冒了出来，或者在脑海里努力搜寻某个词汇而不得，但停止搜索后又立马想了起来。

许多神经科学家都认同，不管无意识能不能进行复杂思考，但几乎可以肯定的是，它所做的比我们所认识到的要多得多。海恩斯说：“对于各种类型的决定，我们永远无法察觉到那数不清的影响因素。”

## 第7章 大脑的年龄与性别之分

我们的大脑随着年龄的增长会产生一些深刻的变化。我们现在已经对这个过程有了清晰的认识，开始能够回答这样一些问题：人们为什么不大记得幼年的事？婴儿在想什么？最近的研究也揭示了另一个谜题的答案：男人和女人的大脑真的不一样吗？

## 大脑的5个成长阶段

在我们的一生中，大脑经历的变化比身体其他任何部位都多。这些变化大致分为5个阶段，每一个都深深影响了我们的能力和行为。但是在这些过程中我们并非不能有所作为，我们在每一个阶段都有办法让大脑达到最佳水平，并将最佳状态延续到下一阶段。

### 在子宫内：准备阶段

在我们呱呱坠地之前，大脑已经有8个多月大了。它在怀孕4周内开始发育，此时，胚胎三层细胞中的某一层卷起来形成了神经管。一周之后，神经管的最顶端开始弯曲，逐渐形成了由前、中、后脑组成的基本结构。

这之后，大脑的生长和发育主要受基因控制，但即便如此，想要在这一阶段让大脑发育得最好，还是得在出生前尽可能给予它最好的环境。也就是说，在发育的前几周，母亲不能有压力，要养成良好的饮食习惯，远离烟酒等有毒物质。事实上，如果仔细想想大脑发育的工程量，你就会觉得大脑能在4个主要叶区和10个不同脑区中完成1000亿个脑细胞和几百万个支持细胞的构建，绝对称得上是演化工程上的一项壮举。

我们已经知道大脑发育早期需要多种营养，比如叶酸对于神经管闭合至关重要，而缺乏叶酸会导致脊柱裂（部分脊柱长在身体外）、无脑畸形（多个脑结构发育失败，此病会致死）等。动物研究显示，营养不良，尤其是蛋白质缺乏，会让神经元的生长和连接受阻，而神经元从形成位置向最终目的地迁移需要铁和锌。突触生长和膜功能的维持则需要长链多不饱和脂肪酸。一般来说，健康的饮食习惯能够满足这些需求，但要是胎盘效率低下，就会阻碍发育，而其元凶就是高血压、压力和吸烟等。单一营养太多也不是好事，患糖尿病的孕妇如果病情控制得不好，会导致葡萄糖水平过高，从而危害胎儿大脑的发育。

到大脑构建的最后时期，胎儿已然拥有了听力和记忆，此时胎儿的经历也开始参与对大脑的塑造。

## 童年：充分汲取

童年时代是大脑一生中最有活力、最为灵活多变的阶段。伴随着我们探索周遭世界的步伐，它疾速地生长，疾速地建立连接又打破连接。我们在出生前就已经开始学习了，在孕期22~24周，胎儿会对声音或者触摸做出反应，但是如果这些刺激反复出现，胎儿就会忽略掉它们，这是一种被称为习惯化的简单记忆。从大约32周开始，胎儿开始出现条件反射，这是一种更复杂的记忆形式，此时，任意一个刺激都可以被当作信号，关联到另一件事情上，比如，将一个声音和轻轻一戳关联起来。研究发现，胎儿对音乐、母亲的声音、气味和语言的记忆都形成于孕期第30周并在出生后仍保留。

出生对大脑功能的改变意外地少。尽管对接触敏感的躯体感觉皮层在婴儿出生前就有活性了，但其他皮层区还要等两三个月才会有活性，到那时候才最终掌控随意运动、逻辑推理和知觉等功能。额叶在6个月和1岁之间开始出现活性，从而触发情绪、依恋、计划、注意和工作记忆等的发展。到18个月左右，顶叶和额叶的环路整合度变得更高，随之产生了对自我的意识。3~4岁的时候，人们才会意识到其他人也有自我意识。

早年的生活经验有助于我们形成健康的情绪，父母疏于照顾或者粗暴对待都有可能永远改变孩子的大脑。例如，父母的冷落或者童年创伤可能会影响一个人后来对压力事件的情绪反应，让他们容易出现抑郁症和焦虑症等问题。

不过还是可以跟父母们分享一个好消息：你的孩子绝不会因为什么原因停止玩而开始工作。研究显示，促进性的环境，一对一地和孩子玩游戏，比如，捉迷藏、搭积木、唱儿歌和认形状等，都有助于提高孩子的智商并促使他们在以后的人生中热爱学习。

到6岁时，孩子的大脑质量大概是成年后的95%，并且能量消耗达到顶峰。这个时候，孩子们开始建立起逻辑和信任，也开始理解自己的思考过程。他们的大脑随着生活经验的生长而继续生长、建立和打破连接，然后在女孩11岁、男孩14岁左右时灰质容量达到顶峰，之后就进入青春期，大脑又得经历一次彻底的改变。

## 为什么我们记不起小时候的事？

“童年期遗忘”的现象普遍存在，大多数人不记得两三岁之前的事，之后几年的事情充其量也只是记得个大概。

这很令人困惑，因为孩子在其他方面都展现出了惊人的学习能力。在我们出生后前几年，我们掌握了许多持续一生的复杂技能，比如走路、说话、人脸辨别。但是，对童年时期某些事的记忆却在我们成年时被丢掉了，就好像某人从我们的自传里撕掉了前几页。

那么，是什么导致了童年期遗忘呢？部分原因似乎跟大脑的发育方式有关。与自传体记忆产生和存储相关联的有两大结构：前额叶皮质和海马。人们认为经历的具体细节在海马这里被强化，变成了长时记忆。海马中有一个小区域叫作齿状回，它直到孩子四五岁时才充分发育成熟。这个区域充当了一个类似桥梁的角色，让周围结构的信号到达其余的海马区域，所以如果齿状回没有充分进入状态，早期记忆可能就永远没办法被锁进长时记忆库里。

另一个因素可能在于孩子何时产生自我感：理解“我”这个存在和“你”是不一样的。这个能力在孩子18~24个月大的时候出现，大概是开始能记住过去的年龄。此外，语言可能也会起作用，实验发现，儿童记住过去的能力和他们能说和理解的词汇量相关。一种解释认为我们要记住一个概念，必须先掌握用来描述它的词汇。

一旦拼图的所有碎片就位，孩子就能够开始编写属于自己的故事。父母在这个过程中会起到重要作用，研究发现，关于孩子周围发生的事情，父母描述的细节越多，孩子就能越早形成记忆。总之，语言和自我感知似乎齐头并进，二者对于形成丰富的自传体记忆缺一不可。

人们至今没弄清楚为什么我们成年后无法获取最早期的记忆。有些人认为早期记忆压根就没有被详细地存储下来。也有可能这些记忆还在那里，只是不容易获取。有观点认为我们在前语言时期的记忆是以一些感官经验的“快照”形式存储着的，如果真是这样，尘封的记忆或许有重见天日的一天，前提是我们得找到正确的方向。

### 青春期：构建与重构

青少年自私又鲁莽、不理智且易怒，这一切在一定程度上源自于青

少年大脑里发生的构建事件。心理学家过去将青少年时期的这些不良特质归因于飙升的性激素，因为儿童在进入青春期之前脑容量就已经接近成年人的大小了。但是最近，影像学研究发现青少年和20岁出头的年轻人的大脑发生了广泛的结构改变，这些充分解释了那些狂乱的青葱岁月。

位于美国马里兰州贝塞斯达的美国国立卫生研究所的杰伊·吉德和同事们对将近400个儿童进行了跟踪研究，在他们成长的过程中，每隔两年对他们的脑部进行扫描。结果发现，伴随青春期的是灰质的快速精简，青少年每年精简掉1%的灰质直到20岁出头。大脑精简掉了许多童年时期过量产生却没有使用过的神经连接。这个过程从最先成熟的基础感觉和运动脑区开始，接着是与语言和空间定位相关的区域，最后是更高级的与处理和执行功能相关的脑区。

最后成熟的脑区包括一个背外侧前额叶皮质，它位于额叶最前端，参与控制冲动、评价和决策，这或许能解释为什么一般青少年不易做出最优决策。该区域也参与控制和处理杏仁核发出的情绪信息，这或许是青少年情绪反复无常的原因。

不过，在灰质被精简掉的同时，大脑的白质却在增多（见图7.1）。白质是一种包围神经元的类脂质，它的作用是有助于更加迅速地传导神经电脉冲，也有助于稳定那些经过精简留下来的神经连接。这些改变有利有弊，在这个阶段，大脑还是像幼年时期那样灵活，所以我们仍在努力汲取知识。另外，缺乏控制的冲动会导致危险的行为，比如吸毒、酗酒、抽烟和无保护措施性行为。所以，虽然青少年有潜力将大脑塑造成精干、冷酷的信息处理机器（不管他们想不想要这样），但他们的决策环路仍在形成过程中，脆弱的大脑仍需要保护，最好能阻止来自他们自身的伤害。

虽然灰质（脑细胞）因为未被利用而丢弃了，但白质的增加却让电脉冲的传导速度提升，让神经元连接更稳定

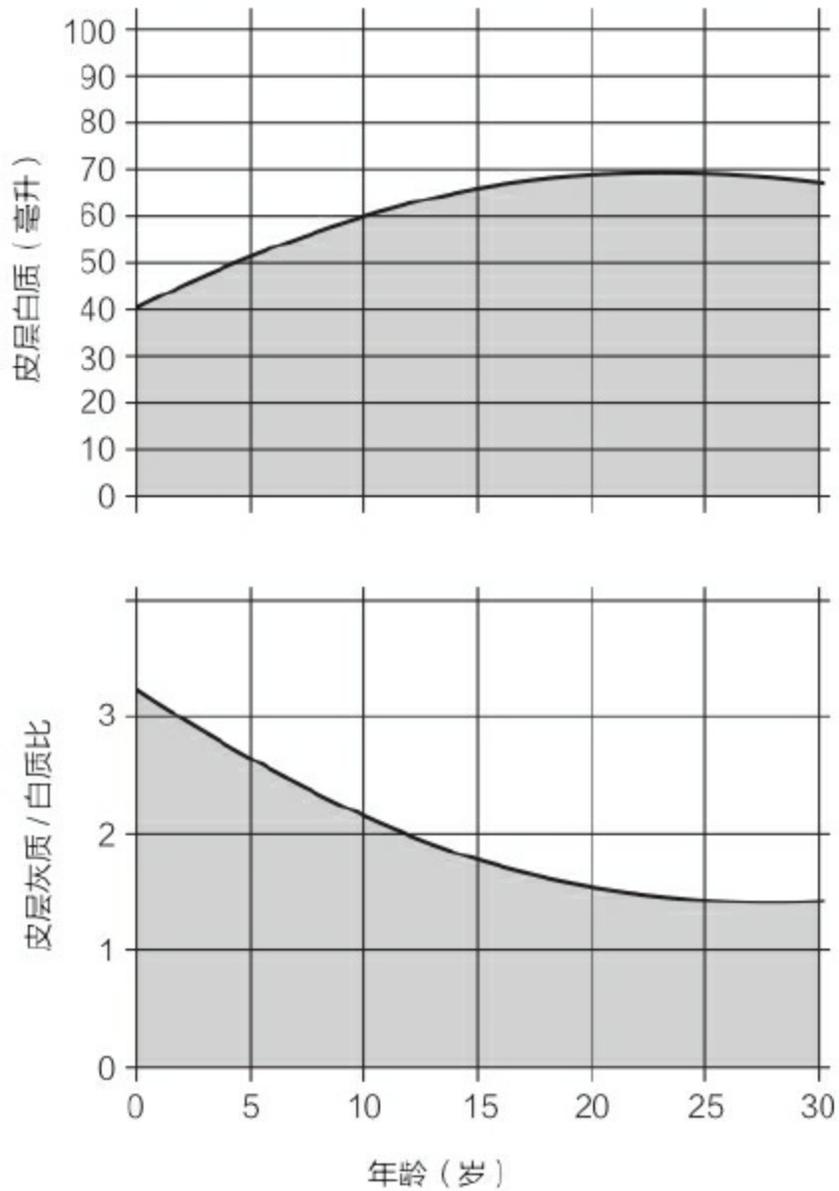


图7.1 大脑发育的青春期

## 成年时期：滑坡

好了，现在你已经到了20岁出头的年纪，大脑也终于进入了成年期。那么请趁它状态好的时候尽情享受之。脑力在22岁左右到达顶峰，然后只能持续5年，之后就是一直走下坡路了。

这个漫长的下降过程始于27岁，贯穿整个成年期，不过不同能力的下降速度有所不同。奇怪的是，最先开始下降的是计划和任务协调等与执行/控制相关的能力，这些也是青少年时期最晚出现的能力。它们与前额叶和颞叶皮质相关联，这些区域一直到20岁出头还在发育。

当大脑的处理速度下降，工作记忆存储的信息变少时，情景记忆（与具体事件的回忆相联系）能力也在快速减退。到底有多快呢？根据美国伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校的心理学家阿特·克莱默等人的研究，从25岁左右开始，按照简易精神状态检查表的标准，我们的得分每10年下降1分（见图7.2）。这个检查满分为30分，测试的是算术、语言和基本运动能力，通常被用来评估痴呆患者能力的衰退速度。在临床上，下降3~4分就算是能力显著下降了。换句话说，人在25岁到65岁之间的衰退程度是有现实影响的。

这听起来很让人沮丧，但其实也有好处。成年后下降的能力依赖的是“流体智力”，就是大脑的基本处理速度。但是所谓的“晶体智力”（大概等同于智慧）却呈相反的走向。所以，虽然随着脸部凹陷、臀部松弛，你的流体智力也一同下降，但你的晶体智力会和腰线一样持续增长。这两者似乎能互相平衡，至少持续到我们六七十岁的时候。

根据简易精神状态检查表的一系列测试结果，认知能力每过 10 年就会加速下降

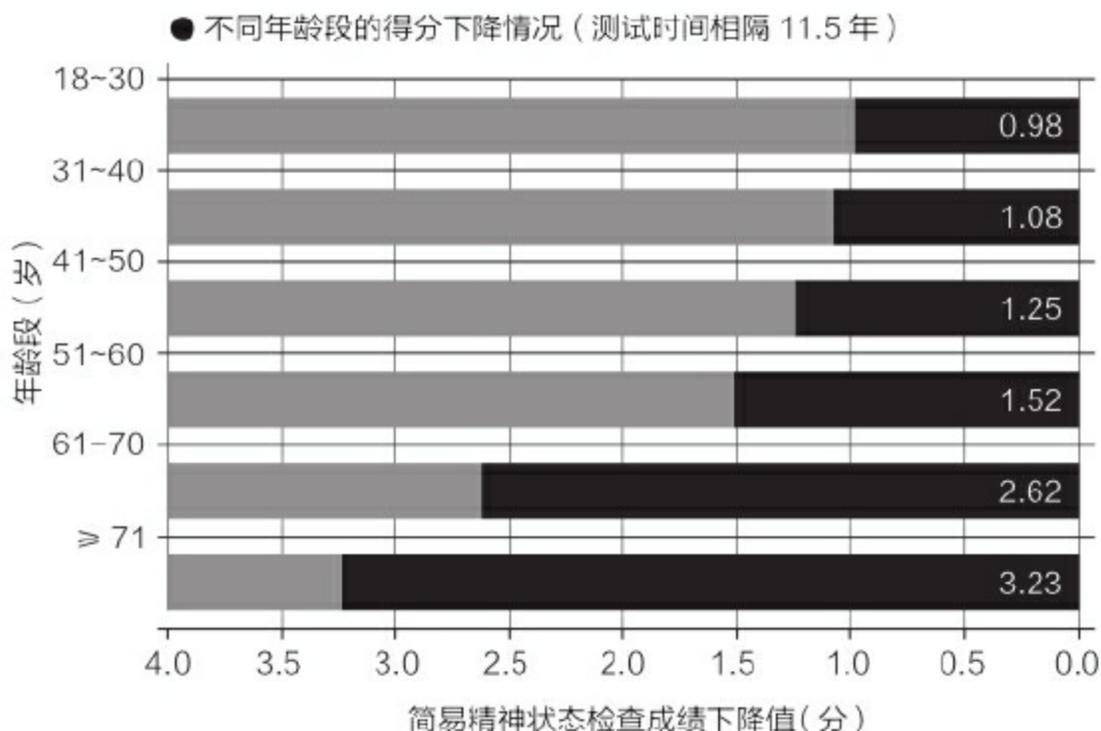


图7.2 认知能力的下降情况（最高分为30分，在临床上，下降3~4分就算是显著下降了）

保持身心活跃、健康饮食、杜绝烟酒和毒品等看上去都能减缓这种衰退。如果现在开启自律生活已经太迟，也不要恐慌，你还有一个逆转的机会。

## 老年：衰退但不是消失

到你退休的时候，大脑毫无疑问已经大不如前了。你会忘记别人的名字，茶壶也不时会出现在冰箱里。

记忆力大不如前是有原因的，到了人生的这个阶段，我们大脑中的关键区域持续地流失脑细胞，比如海马这个记忆加工脑区。一开始，这不是什么大问题，即使到了老年，我们的大脑还能靠灵活应变来弥补。但是，到了某个点，人就开始能感觉到脑细胞的流失。

运动肯定有助于阻止此事。诸多研究都显示，一周三次的温和锻炼能够增强老年人的注意力和抽象逻辑思维，这可能是由于运动能刺激新

的脑细胞生长。运动也能帮助我们稳定血糖水平。随着年龄的增长，人的血糖调节能力变差，导致血糖容易激增。这会影晌海马里的齿状回，从而影晌记忆形成。因为活动身体能帮助调节血糖，出门四处走走或许有利于降低血糖，有望提高记忆力。

事实上，大脑为了让人们过上舒适的退休生活，已经竭尽所能。在你二三十岁爱冒险的年纪，在你不断尝试的中年时期，它一直在默默学习如何把注意力集中在积极的事情上。加拿大阿尔伯塔大学的神经生物学家弗洛林·达尔科斯认为，到65岁时，我们更善于让正面的情绪体验最大化。在实验中，他发现超过60岁的人记得更多关于正面或中性情绪的照片，而相较而言，年轻人记得更多负面情绪的照片。

磁共振成像扫描揭示了其中的原因。杏仁核是负责处理情绪的脑区，虽然扫描结果显示，超过60岁的人的杏仁核被正常激活了，但是它和另外一些脑区的联系却出现了异常：相比年轻人的大脑里的杏仁核，老年人的杏仁核和海马之间的相互作用更少，但和背外侧额叶（参与情绪控制）的联系增多。达尔科斯认为这可能是因为老年人经历了更多需要控制情绪反应的情景所致。

所以也不用那么悲伤绝望。事实上，你完全可以停止担忧。研究显示，过得悠然自得的人似乎比那些整天被压力笼罩的人更不容易得痴呆。在一项研究中，少社交但泰然处世的人比那些孤立而忧郁的人患痴呆的风险低50%。这可能是因为压力引发了皮质醇水平的升高，引起了前扣带回皮层的萎缩，这个脑区与老年人的阿尔茨海默病和抑郁症有关系。

所以说，尽管我们的大脑不会像皮肤那样长皱纹并松弛、下垂，但也需要照顾和关心。当你察觉到衰老信号时，不妨出门散散步、玩个填字游戏、努力笑一笑，这没准还能偿还点年轻时欠下的“债”。

## 男人的大脑、女人的大脑

近年来，人们已经发现男人和女人的大脑有非常多的差异，有些差异是在突触水平，有些是在传导信号的化学小分子水平，还有些是在特定脑区的尺寸水平。因此在神经科学领域已经有了一个大致的共识，那就是大脑确有“粉色”和“蓝色”之分（译注：“粉色”和“蓝色”并不是大脑的颜色，而是以“粉色”指代女人，以“蓝色”指代男人）（如同“金星”指代女人，“火星”指代男人一样，见图7.3）。



图7.3 看起来“金星”和“火星”相距也没那么远（译注：与“粉色”“蓝色”一样，“金星”指代女人，“火星”指代男人）

但有一个问题，不是所有的生理差异都会增添能力差异。目前，有些学者认为我们忽略了一些重要的问题。至少有些差异演化出来不是为

了创造行为或能力的差异，恰恰相反，这些差异的作用是弥补两性间因不同的生殖器和生育行为而产生的遗传或者激素的差异。

这听起来可能有点矛盾，那么不妨想象一下笨重的山地自行车和轻量级的公路自行车。如果你骑的是山地自行车，那么为了达到与轻量级公路自行车相同的速度，你需要更用力蹬脚踏板才能抵消山地车受到的阻力，一个差异迫使你必须引入另一个差异才能达到同样的输出。从大脑的方面说，尽管有些环路泛着“粉色”或“蓝色”，但不影响输出（也就是行为）呈现出一种均匀的“紫色”。

历史上的大部分时期，男人和女人在生活中所扮演的不同角色都被认为是固有的、不可改变的。但在20世纪的下半叶，随着女权主义在西方世界的兴起，这个论调受到了挑战。也许男孩和女孩的行为差异来自于文化规范：例如，父母看到男孩子玩弄和摔打玩具汽车会给予夸奖，但却期望女孩矜持些，能够善待玩具。

不过，与此同时，我们对性别的生物学机制也有了新的理解。在子宫里，我们刚开始的时候差不多都可以算是女性，这种状态一直持续到怀孕6~12周时。接着，男性胎儿的Y染色体上的某个基因让一些细胞开始制造睾酮，促使阴茎和睾丸发育。女性胎儿走的就不是这条“睾酮路径”，因而发育出了女性生殖器官。

但是性激素的影响并不局限于性腺：它们也参与了大脑的发育，影响着各种神经环路的构建。性激素不仅能使我们产生解剖学差异，也可能影响我们成年后的行为，因为科研人员在许多脑区都找到了性激素的受体。

神经科学的一大研究热点就是男性和女性大脑的差异，在过去10年里随着脑成像技术的快速发展更是如此。最著名的发现之一是，男性似乎拥有一个更大的与空间推理相关的脑区，比如，做类似三维图像心理旋转的任务时需要用到的耳朵上方的左侧顶下小叶。而女性的语言相关脑区看起来更大。

这类工作的一个共同问题就是两性之间的平均差异微乎其微，同一性别内的变异度要高于男性和女性之间整体的差异。换句话说，这些结果只说明了人群的平均值，而不是个体的情况。

不过，从事不同职业的女性数目也不同。比如，美国的计算机专业学生中女性只占20%左右，工程专业也是差不多的比例。究竟是因为大脑的固有差异还是文化制约，让女性与这些对于如今这个技术导向型社会如此重要的高薪领域失之交臂？

对大脑性别的研究也加强了人们对男女区别教育（单一性别的教室或学校）的呼声。尤其是在美国，人们主张给不同“色调”的大脑定制不同的教学方案。

鉴于大脑有性别之分的观点对社会产生了如此广泛的影响，我们很有必要警惕这个观点的潜在瑕疵。2004年吉尔特·德·弗里斯提出的补偿理论最先吸引了人们的注意，他在美国马萨诸塞大学阿默斯特分校研究啮齿动物的激素和大脑的信号传导系统。

## 通过草原田鼠获得的领悟

在20世纪80年代，德·弗里斯偶然发现草原田鼠（一种生活在美国中西部地区的小型啮齿动物）的大脑有巨大的性别差异。和大多数哺乳动物不同，草原田鼠实行一夫一妻制，且雄鼠是非常尽职的父亲，它们花在舔舐和陪伴幼崽上的时间和雌鼠一样长。不过和雌鼠相比，雄鼠的大脑中有更多抗利尿激素的受体，抗利尿激素是一种和亲代抚育相关的信号传导分子。

德·弗里斯猜想，雌鼠的母性关怀明显是被孕激素的变化触发的，而雄鼠似乎利用抗利尿激素环路弥补了孕激素的缺失。很快，他在其他的一些动物（包括大鼠、小鼠和斑胸草雀）身上也找到了可能的补偿机制。

忠实拥护这一观点的玛格丽特·麦卡锡是美国马里兰大学巴尔的摩分校医学院的一名性别差异研究者。“我们在大脑里观察到的许多性别差异是雄性和雌性发展各自繁殖策略之所需，”她说，“但这些差异也带来了一些约束。雄性的睾酮水平很高，而雌性的许多激素都有周期变化，这些激素在用于繁殖之外也会令雌性在行为方面付出一些代价。”

截至目前，人类补偿机制的相关证据看似寥寥无几。不过会不会是因为人们预设了大脑的差异就意味着行为差异，所以没留意这方面的证

据呢？

美国加州大学欧文分校的拉里·卡希尔在2006年发表了一篇关于性别差异研究的综述，他在综述里引用了几个脑部扫描的研究成果，这些研究成果显示了男性和女性存在一些不伴有行为差异的大脑差异。卡希尔认为虽然研究者们没注意到这一点，但这些研究可以说明补偿机制在运作，尽管尚不清楚其具体机制。

## 相等但不相同

卡希尔自己可能也找到了补偿机制在运作的证据，它与杏仁核相关，杏仁核是位于大脑深处的一对类似杏仁的结构，它参与情绪反应的加工和记忆。卡希尔的课题组发现，即使大脑在休息，杏仁核的活跃程度也存在男女差异。卡希尔认为杏仁核的活性差异可能就是一种补偿机制，用于消弭睾酮水平的差异。

美国哈佛医学院（位于波士顿）的吉尔·戈尔茨坦的课题组没有去寻找补偿效应，她相信德·弗里斯的理论能够解释她的结果。

戈尔茨坦团队的研究人员一边让12名女性和12名男性看各种图片，一边对他们进行功能磁共振成像扫描，这些图片是预先设计好的，有些是让人震撼的情景（比如车祸和被肢解的尸体）。女性接受了两次测试：第一次是在月经周期开始的时候，那时雌激素水平比较低；另一次刚好在排卵期之前，也就是雌激素水平达到顶峰的时候。

当女性看到可怕的照片时，不管处于月经周期的哪一阶段，她们报告的主观压力感受都和男性类似。但是当女性体内的雌激素水平很高时，她们的几个应激反应相关脑区的活性比男性低。戈尔茨坦认为，女性激增的雌激素容易导致更敏感的应激反应，而抑制这些脑区的活性则可以平衡这些变化，她说：“男性和女性对压力的主观感受是一样的，但是为了达到这种状态，他们的大脑表现略有不同。”

目前，补偿理论还没有在神经科学家中间引起多少争议，但是随着在人们身上发现的潜在例证越来越多，这个理论愈发不容忽视。尽管这种起补偿作用的大脑差异不会影响行为或者能力，但它们可以解释某些医学问题为什么在某一性别中更常见。比如，女性更容易受焦虑、抑郁

等精神疾病的困扰，而男性更容易出现自闭症之类的发育障碍。

戈尔茨坦所做的关于压力的研究就是一个典型例子。“我们需要理解这些神经环路在健康男性和女性大脑里如何发育成不同样子，”她说，“只有这样我们才能理解这些神经环路怎么被破坏并导致精神失常。”项目资助者们也开始严肃对待这个问题。2014年，美国国立卫生研究院颁布新政策，要求以后接受该机构资助的生物医学研究项目要设法阐释性别差异问题。

需要说明的是，我们在男性和女性大脑中观察到的所有差异并不是都可以用补偿理论解释的，有许多确实能与表现的差异对应，但也有些不能。

按照丽丝·艾略特的观点，这表示从现在起，我们要小心地解读这些大脑数据。艾略特是美国芝加哥罗莎琳德·富兰克林大学的神经科学家，在2010年出版的一本关于性别差异的书中她创造了一个新短语作为书名——《粉色大脑、蓝色大脑》（**Pink Brain, Blue Brain**）。

“我们了解得越多，我们就越意识到性别差异不能等同于大家喜闻乐见的‘火星-金星’文化，”她说，“神经科学家、媒体和家长都需要当心数据的解读方式，以及我们会从中推导出什么结论。”

## 做个婴儿是什么感觉

如果你想要体验一下婴儿的大脑，美国加州大学伯克利分校的心理学家艾莉森·高普尼克有几条建议：去巴黎，恋爱，抽4包高卢烟，再来4杯双份意式浓缩咖啡。因为就我们所知，婴儿的世界实在是太奇怪了。

我们对婴儿的大脑的研究确实基于对成年人意识日渐增加的理解。通过分析成年人的脑电波，我们发现，成年人获取信息的过程可以分为两个阶段。第一阶段涉及对信息（比如一幅图片）的无意识处理。300毫秒后则进入第二阶段，在此阶段，信息开始在整个大脑的网络中回荡。此时我们也开始意识到我们获取的信息。最近的研究发现，婴儿的情况与之相似，只是速度要慢很多。对于12到15个月大的婴儿，第二阶段要经过750毫秒才上线，而对于5个月大的孩子，这个延迟高达900毫秒。

但是婴儿的大脑并非只是成年人意识的缓慢版。高普尼克认为成年人拥有的意识体验是某种连续谱的一个极端，而婴儿则可能处于某个中间地带，不是完全无意识，也不能算有意识。

美国纽约大学的哲学家内德·布洛克将各种主观的感官体验称为现象性意识，当我们观察到某个复杂的场景时，我们意识到的东西远超语言之所及。

### 感官轰炸

成年人在关注某些东西时，会自动排除环境中的噪声。但是婴儿不能控制自己的注意力，他们会被富含信息的东西所吸引，可能从一开始就很难屏蔽噪声。婴儿看到的可能是一个明亮刺目、没有调光开关的世界。比起注意个别的東西，婴儿很可能仅仅从狂轰滥炸的外界刺激中提取某种大体模式。在成年人看来，他们的世界可能就是色彩和噪声的“乱炖”。

这好似我们来到了喧嚣的巴黎，然后坠入爱河，迷醉于咖啡和香烟

之中。集中注意力相关脑区的激活由神经递质乙酰胆碱负责，尼古丁起到了与乙酰胆碱类似的作用。同时，抑制性的神经递质会阻止其他脑区掺和进来。不过如果你喝了咖啡就另当别论，因为人们认为咖啡因会把扫兴的神经递质隔离起来，让你的大脑对一切事物都保持警觉。

烟和咖啡把你的大脑推向注意力高度集中的状态，只不过是以一种天真又任性的方式。高普尼克认为，坠入爱河、旅行的效果看似也与之相似。这些让我们的大脑变得更加柔韧、更有可塑性。婴儿的大脑可以说就是这个样子的，他们稚嫩的大脑总体可塑性更强。成为婴儿就像是在用大部分的脑区来集中注意力一样。

不过真实的情况更古怪一些。婴儿的这种宽泛、东张西望似的体验也许超出了人们的认知。婴儿对自我的感觉和对他人的意识混杂在一起。这意味着，婴儿可能会同时感觉到自己和他人的情绪，且不能将二者区分开来。

## 来自蘑菇的领悟

婴儿这种自我界限模糊的体验其实可以借助致幻蘑菇来实现，这看似荒谬，不过确实让我们有机会模拟婴儿的意识。英国帝国理工学院的罗宾·卡哈特-哈里斯和同事们一直在研究裸盖菇素（致幻蘑菇的活性成分）对意识状态的影响。他们关注的是连接前额叶皮质、扣带回皮质，还有颞叶等区域的“默认网络”。

前人的研究已经发现这个“默认网络”会在我们睡觉和思考自身时被激活，而在集中注意力执行任务时则会被抑制。卡哈特-哈里斯的研究团队展示了裸盖菇素能够让大脑里的一些中心节点失活，比如后扣带回皮质和内侧前额叶皮质，同时也会减弱不同脑区的长距离连接。卡哈特-哈里斯指出，这些节点像是乐队里的指挥，裸盖菇素或者像麦角酸二乙基酰胺（LSD）之类的更强的致幻剂一旦掺和进来，指挥就会离开房间。

高普尼克警示人们，重访诡异又奇妙的幼年感受有些危险。“LSD很危险，尼古丁则更加危险，而堕入爱河比世间的一切都危险，”她说，“茶，以及成为蹒跚学步的孩子是拓展意识的最安全方式。”

## 第8章 睡眠

大多数人都感觉自己睡眠不足，而有些人有常人一半的睡眠就够了。海豚一次只让半个脑部睡觉，大鼠三周不睡就会死，而雄性帝企鹅却能在整整三个月的孵卵期内都不睡觉。睡眠在动物界相当普遍，甚至连昆虫也需要睡觉。我们一生中有1/3的时间在睡觉。不过，睡眠仍然是一大生命未解之谜。

## 睡眠是什么

严格来说，“睡眠”这个词只适用于拥有复杂神经系统的动物。不过它的起源可以追溯到40亿年前生命诞生之初，那时最早的微生物会根据白天和黑夜调节自己的行为。我们知道今天的微生物即使没有类似神经系统的结构，也拥有由内在生物钟驱动的活跃/不活跃的昼夜循环。

诸如蝎子、昆虫和甲壳动物之类的无脊椎动物也有类似睡眠的状态，此时，它们会经历休息和活跃的循环。在休息时，它们会采取一种固定的姿势，停止对外界做出反应，如果你惊醒它们，它们之后还会补觉。

鉴于此，有些学者认为睡眠就是一种在动物界中很普遍的持续不活动状态。

为什么人和其他动物要花这么多时间在睡觉上？目前这仍是个谜。不过一旦我们更多地理解了动物从睡眠状态中取得的好处，或许我们对睡眠是什么、睡眠有什么用之类的问题就能给出一个合理的答案。

### 活动的循环

人的睡眠伴随着脑部的复杂变化。这可以由脑电图观测到，脑电图可以测量脑部在一段时间内的电活动。

躺下大约10分钟后，我们会进入非快速眼动（NREM）睡眠状态，根据脑电图模式的细微差别，这又可分为三个阶段：NREM1、NREM2和NREM3（见图8.1）。每上升一个阶段都意味着进入了“更深”的睡眠。



夜晚睡眠涉及许多循环，包括快速眼动和非快速眼动睡眠

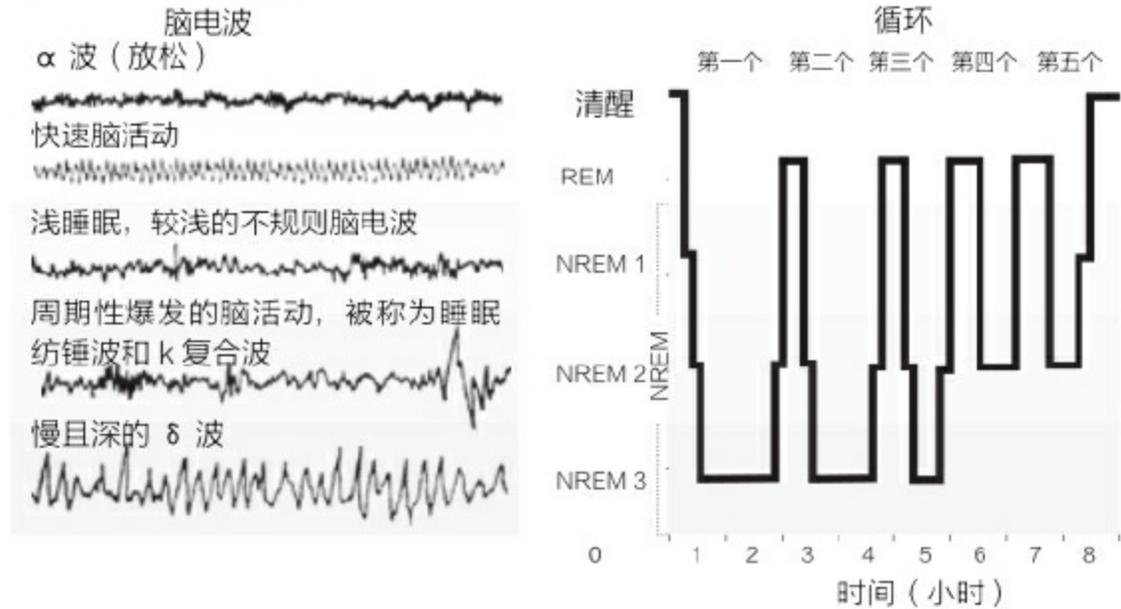


图8.1 人类睡眠周期

经历了非快速眼动睡眠几个阶段的循环后，我们会进入快速眼动（REM）睡眠状态。快速眼动睡眠的脑电图模式和清醒、犯困时的情况类似，我们通常在这一阶段做梦。

每个循环大约持续1.5小时，一夜循环5~6次。

除了大脑活动的改变，睡眠的典型特征还包括心率下降约10次/分钟，核心体温降低1~1.5摄氏度，运动和感觉也会减少。

## 我们为什么要睡觉

我们为什么要睡觉（婴儿在大多数时候都在睡觉见图8.2）？这个问题是生命最大的谜团之一。它对我们的生存显然至关重要：实验大鼠被剥夺睡眠后，不出一个月就会死亡，当人连续几天不睡觉时，他们就会开始产生幻觉，可能还会癫痫发作。



图8.2 婴儿在大多数时候都在睡觉

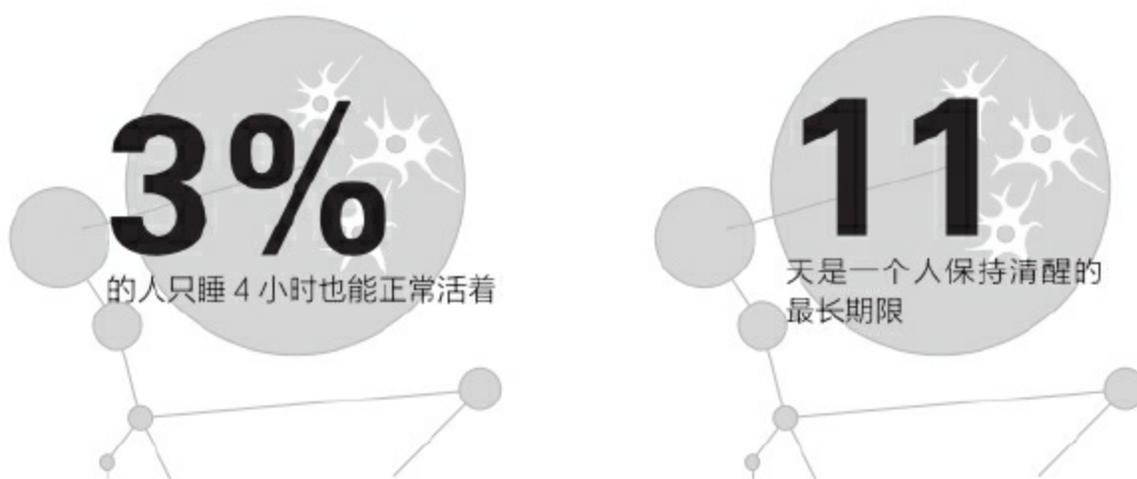
然而，人们却迟迟无法对此提出解释。比方说，如果我们的身体只是需要生理上的休息，那我们完全不必丧失意识。“为什么我们会在一天中的几小时里任由捕食者摆布，却无法有所作为呢？”美国威斯康星大学麦迪逊分校的朱利奥·托诺尼问道。

大多数理论都会提到这跟大脑的基本生理或修复活动相关，但对于睡眠时大脑的变化情况，一直没有出现令人信服的说法。最近，人们发现了大脑中的一个“排水系统”，这个系统类似于淋巴系统，后者负责排出身体其他地方的组织代谢废物。

这个系统在我们睡觉时开始运作，也就是说在我们熟睡时，代谢废物会被清除掉。

还有理论认为睡觉的目的在于保存能量或让动物在食物短缺时免受伤害。当然，也可能睡眠同时执行许多功能，甚至在不同动物中起不同作用。

但是，托诺尼认为睡眠的一大核心功能是防止新记忆让大脑过载。他提出了一种“管家理论”，认为睡眠的产生是为了削减神经元间的连接，以便为第二天的记忆腾出空间。



托诺尼在最近的实验中检测了12只小鼠大脑内的神经元连接或者说突触的尺寸。结果显示，在一段睡眠快结束时采集得到的突触比在睡前采集的小了18%，这表示，睡觉时神经元之间的连接变弱了。因为记忆存储在新的突触里，而睡眠似乎是用来巩固新记忆的，所以很难想象睡眠会削弱而不是加强大脑里的连接。但是之前也有证据支持这个管家理论。比如，脑电图记录显示，相比于一天结束时，大脑在一觉醒来后的清晨显示出更少的电活动，也就是说连接变弱了。

除了连接呈现出变弱趋势，托诺尼的研究还暗示了我们建立长期记忆的方式。他的研究团队发现，有些突触看起来像是被保护着——前5大突触的尺寸保持不变。大脑似乎是将最主要的记忆保存着。“我们总是留着最重要的东西。”他说道。如果管家理论没错的话，就可以解释为什么我们在一夜无眠后，会发现第二天自己更难集中注意力和学习新东西，可能是因为我们大脑的容量不够用来对新的经历进行编码。托诺尼的发现也表明，不仅在学习完新知识后要睡个好觉，在学习的前一晚也应该充分休息。他说：“睡眠是我们为学习付出的代价。”

## 能不能只睡着一半？

睡觉感觉像是个非开即关的状态，但事实是大脑可以一边睡觉一边保持清醒。这在海豚和海豹中很常见，动物能“半脑入眠”：大脑的一半睡觉，另一半却呈现清醒时的电活动特征。

研究睡眠的学者很好奇人类是否也能这样。睡眠究竟是一种均匀发生于整个脑部的“全局”状态，还是能在某种程度上局部调节？现在有越来越多证据支持后者。例如，在清醒状态下最活跃的脑区接下来会经历更深更久的睡眠。

利用局部睡眠的观点，我们可以更好地理解清醒入侵睡眠的问题，比如，说梦话、梦游，以及一种罕见的失眠状态：有些人称自己彻夜未眠，但单个脑区的脑电图显示这些人是睡着的状态。

这个观点也可以解释睡眠是如何入侵清醒状态的，例如，我们在睡眠被剥夺时会走神。这种“微睡眠”对于驾驶十分危险，人们已经开发出不同的检测方式，比如，监测汽车相对于马路上白线的运动轨迹，或者分析眼部有没有睡眠的标志性动作。

## 我们为什么会做梦

西格蒙德·弗洛伊德在他1900年出版的经典之作《梦的解析》（*The Interpretation of Dreams*）里写道：“梦的解析是通向对大脑的无意识活动的理解的康庄大道。”不仅他自己认为这是个“千载难逢”的想法，在20世纪的大多数时间里，整个世界也这么觉得。在全世界范围内，无数的人坐在精神分析师的沙发上回忆他们的梦境，因为他们相信其中有被压抑的欲望的编码信息。梦不再是超自然的交流或者神明的干预，而是通往隐藏的自我的窗口。

如今我们解析梦的方式和过去大不相同，我们用了更先进的技术，而不是简单地记下人们对梦的回忆。在睡眠实验室里，研究梦的科研人员将志愿者与脑电图或功能磁共振成像扫描仪连在一起，在他们做梦做到一半时叫醒他们，再记下他们的梦境。因为这个领域容易让人联想到“臭名昭著”的精神分析，所以从事这个领域的研究需要一些勇气。“说自己准备研究梦几乎无异于学术自杀。”美国加州大学伯克利分校的马特·沃克说道。

尽管如此，科学家们今天的发现仍会让你完全重新认识梦。现代神经科学早已抛弃了弗洛伊德的那套理论，并告诉了我们比那深刻得多的东西。我们现在知道，这种特殊的意识形式对于塑造自我至关重要，梦还能帮助我们巩固记忆、解析海量新经历的意义，并持续监测我们的情绪。



# 100000

这是美国每年因疲劳驾驶造成的车祸的数目



# 33%

的梦境包含有一些不可能出现在日常生活中的诡异元素

通过观察脑电图的模式变化我们知道，睡着时大脑每90分钟经历一个工作循环，每个循环又包括5个阶段（见上文中的图8.1）。虽然没有特定模式的大脑电活动与做梦对应，但是几乎所有健康人都会做梦。尽管做梦通常和快速眼动睡眠相关，因为人在这一时期几乎一直做梦，但是研究人员在20世纪60年代末期就已经知道，人在非快速眼动睡眠期也会做梦，不过二者不太一样。非快速眼动睡眠期的梦更加稀少，更像是一个个想法，不像快速眼动睡眠期间的梦那般漫长且复杂、生动而虚幻。

尽管有所不同，但二者似乎都是真实生活的映射。梦经常反映最近的学习经历，尤其是晚上刚开始做梦的时候，此时常见非快速眼动睡眠期的梦。举个例子，刚刚玩过街机滑雪游戏的人晚上可能会梦到滑雪。脑部扫描研究也发现真实的经历和非快速眼动睡眠有关。比利时列日大学的皮埃尔·马奎特观察了被试非快速眼动睡眠末期的表现后发现，他

们的大脑会再现和清醒时刻一样的神经活动模式。许多快速眼动睡眠期的梦中也会出现白天真实经历的元素，但这种联系比较弱，比如，某个白天玩过街机滑雪游戏的人，晚上可能会梦到自己在一个森林里猛冲，或者从山上往下落。

## 睡觉时发生了什么？

但是我们在睡觉时不是简单回放之前的事情，我们还会加工白天的经历，巩固记忆、整合信息以备不时之需。

美国哈佛大学医学院的罗伯特·史蒂克戈尔德最近做了一项研究，他先给被试出一些难题，他发现如果这些人接下来在非快速眼动睡眠期间做了与之相关的梦，那么他们就能更好地解决问题。类似地，在玩电子游戏、做视觉任务和从大量信息中挖掘意义时，人们都发现好成绩跟快速眼动睡眠有关。



“显然，大脑在我们睡觉的时候做了海量的记忆处理工作，而且这肯定不是因为大脑在做记忆分选和整合工作时，我们恰好在做梦。”史蒂克戈尔德说道。他怀疑两种做梦状态对记忆有不同的功能，虽然这个观点仍有争议，但是他表示，非快速眼动睡眠的梦可能对于巩固记忆很重要，而快速眼动睡眠的梦则能识别记忆在大脑中的存储路径，从而使你能够比较并整合新旧记忆。

不过，目前在德国图宾根大学工作的简·伯恩和苏珊娜·迪克尔曼对于同样的证据却得出了完全相反的结论：快速眼动睡眠的作用是加强新

记忆，而非快速眼动睡眠对记忆做更高层次的巩固。“我觉得这意味着我们还是没能理解不同阶段睡眠对记忆的作用。”史蒂克戈尔德说道。同样，我们也不清楚做梦在记忆形成过程中究竟有多重要。我们的大脑不仅仅在做梦这段时间里巩固记忆。例如，当我们做白日梦的时候，大脑中的所谓“默认网络”就会变得活跃。我们现在知道，这个网络也参与了对记忆的加工，而且其中包括许多在快速眼动睡眠时期活跃的脑区。此外，做白日梦和快速眼动睡眠期做梦一样，能够促使我们从信息中提取意义、产生创意。

这是不是表示我们其实用不着利用睡觉做梦来加工记忆呢？沃克认为并非如此，他指出在做白日梦和真的梦时，新记忆在大脑中的回放方式是不一样的。大鼠研究显示，动物在清醒的时候记忆回放是逆向的，而睡着时记忆回放是正向的。没人知晓这种差异对记忆加工有什么意义，但沃克认为这表示白日梦并非只是睡梦的淡化版。

马奎特对此表示赞同：“对记忆来说，不同的大脑状态可能都有特定的功能。记忆巩固可能是由接连发生的细胞级联事件组织而成的。”一部分在你清醒时发生，另一部分在你睡着时完成。

## 情绪重置

虽然做梦对记忆至关重要，但在沃克看来，它的主要功能不是这个。“我认为越来越多的证据支持梦是一种情绪稳态机制：基本上是从生物学水平上重新校准情绪的指南针。”他说道。做家长的都知道，打个盹就能平息一个两岁孩子的暴怒，并且沃克指出成年人身上也有类似的现象。他发现，对愤怒或恐惧面孔敏感的成年人如果小睡一下，而且在快速眼动睡眠期做梦，那么这种敏感会得到缓解，而且他们会变得更容易感受到快乐的面孔。

沃克还发现睡眠（尤其是快速眼动睡眠）能加强负面情绪的记忆。这听起来不像是好事，但是如果我们记不住那些不好的经历，我们就没法从中吸取教训。另外，他和史蒂克戈尔德都认为，在激素水平不像当初事件发生时那么高的时候回放负面经历有助于将情绪从记忆中剥离，让它随时间的推移淡化。所以尽管梦本身可能是高度情绪化的，但是沃克相信梦会逐步地抹去记忆里的情绪部分。他认为，这样看来，快速眼动睡眠期的梦像是大脑的万金油。在那些患有创伤后应激障碍的人当

中，这种情绪剥离过程似乎因为某些原因出了故障，导致他们的创伤记忆带有浓厚的情绪色彩，从而损害了心理健康。

和记忆处理过程类似，快速和非快速眼动睡眠期所做的梦可能扮演了不同角色。美国波士顿大学的帕特里克·麦克纳马拉发现，人们在不同睡眠阶段会做不同的梦。他指出，快速眼动睡眠期的梦境包含更多情绪、攻击性和陌生角色，而非快速眼动睡眠期的梦境则更有可能是友好的经历。他据此推测，非快速眼动睡眠期的梦帮我们练习如何与他人友好相处，而快速眼动睡眠期的梦则帮我们提前演练危机场景。

## 梦有什么意义

以上这些表明我们的机体离开梦就无法正常运作，但这没有回答一直让人好奇的问题：梦有什么实际意义？

对于一些研究睡眠的学者来说，答案既简单又令人扫兴。伯恩称，做梦本身没有什么意义，只是睡觉时脑活动的一种副现象或者说副作用，并且真正有意义的是脑活动而非具体的梦。沃克觉得这个观点很难辩驳。“我不愿意相信，但是我没有发现有充足的证据能够支持梦本身很重要这一观点。”他说道。

一些学者不赞同梦的内容不重要，他们援引了美国芝加哥拉什大学的罗莎琳德·卡特莱特的研究。她从20世纪60年代开始进行了一系列持续长久的研究，对那些经历了离婚、分别和亲人离世的人进行了追踪调查。梦到这些事件越多的人，之后应对得越好，这说明他们的梦帮上了忙。来自美国南卡罗来纳州格林维尔的福尔曼大学的艾琳·瓦姆斯利说：“卡特莱特的工作强有力地支持了梦具有实用价值这一观点。”

事实上，瓦姆斯利自己的研究暗示，梦的功能和形式是相互关联的。她和史蒂克戈尔德共同完成的研究显示，在非快速眼动睡眠期做梦能提高人们解决问题的能力。在这项研究中，被试有60分钟的穿行复杂迷宫的时间，然后要么睡90分钟，要么保持清醒。之后，做梦的人表现出了更大的进步，而进步最大的是那些梦到迷宫的人。比如，其中有一个被试说他梦到了迷宫和待在检查点的人们，其实在真实任务中没有人，也没有检查点，他还梦到自己几年前到访过的一个蝙蝠洞。史蒂克戈尔德没想到这会提高被试在迷宫里的定位能力，“但这个人表现得极为优异”。

他指出这个梦的内容和之前的一个观点相符，该观点认为做梦将记忆和以往的经历一起归档，以备将来使用。“梦肯定是以一种有意义、有功能的方式和记忆提升相关联，而不仅仅是一种副现象，”他说，“我这番话其实带着我个人的炽热情绪，毕竟我现在还没有强有力的支持数据。”

不过，这类证据或许有一天会出现。过去没有客观手段可以记录人梦到了什么，但现在不一样了，2008年，日本京都ATR脑情报通信综合研究所的神谷之康和同事们利用功能磁共振成像技术解码并重现了被试清醒时的脑内画面。为了探究在被试做梦时实验能不能重复，他们在之后的一项研究中让被试在扫描仪里睡觉，然后反复地叫醒被试，让被试描述自己刚做的梦。

利用这些信息，他们可以按照意思对不同的功能磁共振成像模式进行分类，并能说出被试做了什么梦（比如，梦到的是男人还是女人，或是车之类的物品），准确率可达60%。

有人会觉得我们这样窥探梦境是在抹杀它的魔力，但研究人员并不觉得如此。当你在做梦的时候，大脑确实在重塑自身，包括重新构建并加强神经元间的连接。所以，尽管梦不会揭示我们的秘密，但它确实对塑造独特的自我很重要。“科学不会染指梦的奇幻和神秘之处，”史蒂克戈尔德说道，“它只是帮我们更好地欣赏梦的神奇之处。”

## 睡眠：用户指南

行文至此，梦对我们大脑的健康和情绪的的稳定有多重要应当是不言而喻了。但是我们需要多少睡眠来达到这样的魔力效应呢？一如往常，科学家们正在努力探索答案。

### 我需要多少睡眠时间？

我们都知道8小时是衡量好睡眠的黄金数字，但问题是没人知道这个数字是从哪儿来的。人们在调查问卷中喜欢说自己每晚睡7~9小时，这可能解释了为什么8小时成了经验法则。但人们也容易高估自己睡着的时间。杰罗姆·西格尔在美国加州大学洛杉矶分校从事睡眠研究工作，在他看来，8小时规则是没有演化基础的，他研究了一些没有电力的部落的文化后发现，他们只睡6~7小时也没有明显的健康问题。

所以把8小时作为目标或许是错的，只睡7小时也能活得很好。7小时可能是底线，最近美国的一项分析得出结论：经常性地睡眠不足7小时会提高肥胖、患心脏病、抑郁和早逝的风险，并且建议成年人至少睡7小时。

按照这个基准，最近的报告似乎显示我们正处于睡眠剥夺状态。美国疾病控制与预防中心估计，35%的美国成年人每天睡眠不到7小时。对英国人的一项调查显示他们的平均睡眠时间是6.8小时。媒体也广泛报道我们睡得比过去少，这导致的后果就是我们的身体被严重透支了。

也有人对此不信服，睡眠科学家吉姆·霍恩说：“睡眠在过去的约100年里并未发生变化。”他在《失眠——当今社会睡眠需求评估》（*Sleeplessness-Assessing sleep need in society today*）一书里批判了媒体抱持的观点。最近的一篇综述为他的想法提供了依据，该综述对1960—2013年的睡眠相关科学文章进行了总结，发现睡眠时间和研究开展的年份没有显著相关性。

而有研究发现我们所需的睡眠时间是受基因影响的，不同的人之间有差异。人们还没有完全搞清楚具体有哪些基因参与，不过最近一项对

50000多人的研究找到了一个相关的基因变体，其每个复本会增加3.1分钟的睡眠时间。随着年龄的增长，睡眠时间也在改变。

美国国家睡眠基金会将这个因素考虑在内，并在最近更新了睡眠指南，建议成年人睡7~9小时，但考虑到自然变异的问题，将范围往左右各放宽了1小时（见图8.3）。

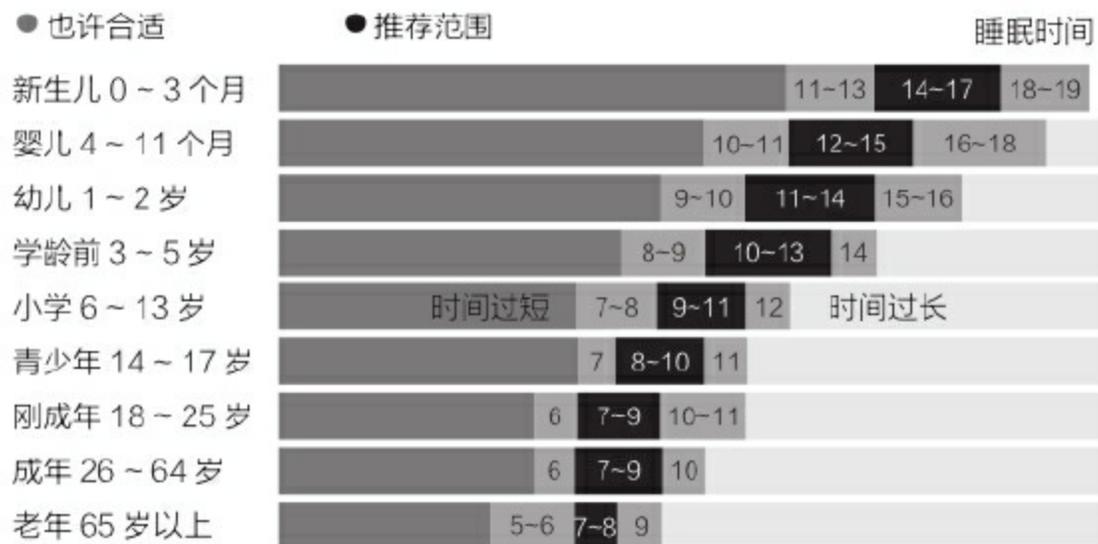


图8.3 我需要睡多久才够？需要睡多久既取决于年龄也取决于个人

那么整天嚷嚷着自己每天只睡很少也过得很好的人是怎么回事呢？可能他们正处于睡眠剥夺状态，却因为习惯了这种状态带来的影响，所以已经不太容易注意到这种影响。也可能他们白天打盹了。只有极少部分人，也许不到3%的人能只睡4~6小时却没有任何问题。美国加州大学旧金山分校的傅嫫惠和同事们在一个短睡者家族中找到了一个相关基因。当他们在小鼠体内表达这个短睡基因时，小鼠能更快地从睡眠剥夺状态中恢复过来，并且相较于未转基因的小鼠，能更快地度过非快速眼动睡眠阶段。

团队成员认为这个基因变体和生物钟的核心蛋白相互作用，这勾起人们的遐想，或许有一天可以通过基因工程把我们变成短睡者，而且不会产生副作用。与此同时，让人欣慰的是，以我们大多数人的体质，怕是都不能在睡眠很少的情况下把事干好。

我们会不会睡得太多？

缩在被窝里多睡觉有益健康，但也请小心过犹不及。

位于美国坦佩市的亚利桑那州立大学的肖恩·杨施泰特研究了流行病学数据，结果显示经常睡8小时以上可能会让人提前步入坟墓。“往往这种关联和短睡眠与死亡的关系一样甚至更强，”他说，“健康的习惯似乎总是有一个甜点，对睡眠来说似乎就是7小时。”

我们还不清楚为什么会这样，可能仅仅是因为当我们睡觉时动得太少，有大量证据表明不活动对身体不好。

杨施泰特表示，尽管可能你在白天积极活动就没事了，但睡得更多的人动得也少，或许因为他们就是没时间活动。

久睡还跟炎症相关，炎症是一种跟抑郁乃至心脏病等诸多健康问题都有关的免疫反应。杨施泰特指出，你可能不像你想的那样需要睡那么久。“许多人是出于习惯或者无聊而睡很多觉，我们发现他们稍微少睡点觉也受得了。”他说道。所以你不妨试试少睡点觉，没准你反而不那么累了。

## 第9章 用科技武装大脑

把大脑直接和电子设备相连，不经过肌肉和感觉器官就直接和外界连通，这一度只是科幻小说里的场景，但这正在迅速成为医学现实。

## 神经植入

随着我们监控和操纵大脑电信号的技术日臻成熟，损伤和疾病导致的机体功能丧失有了新的被治愈的希望。从人工耳蜗开始，人们逐渐发展出深度脑刺激、人工视网膜，后来甚至能够通过大脑中的植入元件来控制体外设备（见图9.1）。

### 人工耳蜗

第一个人工耳蜗由美国外科医生约翰·道尔和威廉姆斯·豪斯设计并于1964年在被试身上投入试验。一开始，安装在内耳中的由4个电极组成的阵列只能让病人听到，且只能重复简单的短语。

如今，商业化的人工耳蜗有超过20个电极，每年让数万人重获听力。人工耳蜗对提高适龄儿童的语言理解能力效果显著，因为此时孩子大脑的可塑性比较高，能够理解新的听觉信息。

现在，科学家们正致力于研究不带电线和电池的完全可植入设备，同时也在探索如何提高大脑对音乐等复杂信息的处理能力。

概括而言，神经植入物有两方面的应用潜力。首先，植入式输入设备可以直接将电信号发送给神经系统，传入外界的感觉信息，比如，人工耳蜗和人工视网膜分别可以传递声和光信号。输入设备也可以用来控制由于大脑错误发放信号引起的癫痫或者帕金森病的震颤症状。与之相对，植入式输出设备则把大脑中的电信号发送到外界，如移动假肢等外部设备。其中最先在人身上投入使用的是输入设备，包括人工耳蜗等。

人们也在开发用于刺激视网膜和恢复视力的新技术。有些人因为受伤或者视网膜光感受器细胞缺失而导致失明，可以用视网膜植入设备对这些人眼里残存的细胞进行电刺激，如在2002年首次投入临床试验的“第二视觉”视网膜植入设备。因为人眼接收的视觉信息非常丰富，要呈现出正常视觉那么好的效果很困难，所以目前植入设备只能将摄像头捕捉到的图像转化为粗糙的视觉信息。不过科学家目前正在努力研发拥有几千个独立像素的植入设备。

直接刺激大脑的输入设备也有差不多长的开发历史。该领域的先驱之一是西班牙科学家何塞·德尔加多，他于20世纪50~60年代在美国耶鲁大学用动物模型完成了自己的大多数工作。



图9.1 脑控轮椅

他开发了一种被他称为“刺激接收器”的脑植入体，他把刺激接收器连到动物大脑的特定区域，然后尝试控制它们的行为。在一个著名实验中，他通过远程控制把电脉冲传入了一头正在进攻的公牛脑中，公牛随即停下了步伐。德尔加多甚至继续在人类被试身上测试了刺激接收器的效果。

## 光遗传技术

未来也许可以用光取代电来控制大脑活动。近年新出现的光遗传技术通过基因工程手段改造神经元，以使之对光敏感。它首先可以用于恢复视网膜对光的敏感性，不过理论上它也可以用在在大脑里面，前提是我们能够用安全的方法将基因治疗载体和光信号导入颅内。动物实验显示，光刺激可以激活特定的神经元或使之静默，影响动物行为，比如，让小鼠在光照到大脑的运动皮层时跑起来，在撤掉光源时停下来。未来这种神经元光控技术或许将大大造福癫痫等疾病患者。

用光遗传技术使神经元静默已经能够抑制小鼠的癫痫。科学家目前

正在研发监控大脑活动的设备，目的是在癫痫发作时及时发现。这如果和基因疗法结合起来，将来或许可以让我们防范癫痫于未然。

展望未来几十年，这类技术的应用价值必将越来越明晰。在今天，全世界有超过10万人已经在用深度脑刺激抑制由帕金森病引发的震颤。帕金森病患者的基底神经节缺乏负责制造多巴胺的神经元，如果在他们这个脑区里植入电极，并以一个植入胸部的电池为其供电，由手持遥控器控制，那么一旦打开开关，病人的震颤就会完全停止，可以自由地进行日常活动。

最近人们也研发出了能记录大脑信号的输出设备。科学家们利用它们读取神经活动，再翻译成信号来控制假肢。放置在运动皮层中的精细电极可以识别由单个神经元活动引起的“脉冲”。早期在猴子身上的实验显示，人们可以通过听取多个神经元的脉冲模式来“破译”猴子手臂活动的方向。下一步就是用这些信息来移动机械臂了，猴子可以很快学会只用脑部信号来控制机械臂。在过去10年间，类似的事也在人身上得到了重复。

马修·纳格尔是一位脖子以下全部瘫痪的患者，2004年，他首次成功借助脑部植入体来控制光标在计算机屏幕上的运动，并以此打开和关闭假手。后来也有其他人做了类似的植入，不过，目前绝大部分研究仍局限在实验室里，因为这项操作首先要把人和计算机连接起来，才能让计算机将大脑信号翻译给假肢。不过随着低功耗微电子技术的进步，人们正在将下一代的神经接口设计成可无线操作的。

## 对抗瘫痪的里程碑事件

智力和电子设备的双剑合璧正在快速打破瘫痪的魔咒。一位“闭锁”的女性在接受脑部电极植入后，能够只通过意念与人交流。一位局部瘫痪的男性也在电极的帮助下恢复了部分手部功能，据称，2016年4月，该病人的运动皮层区域和胳膊上戴的电极套连接后，他能够从瓶子里倒水出来，还能玩《吉他英雄》游戏。

电极还能使人恢复触觉。2016年10月的一份研究报告称，一个四肢瘫痪的人在躯体感觉皮层植入电极后，能够感觉到自己在用机械臂触摸东西。而电极也不是非要植入大脑中，戴在头上的电极帽同样可以让瘫痪的人重新走路，这个帽子将大脑信号传给外骨骼，而像裤子一样穿在

身上的外骨骼在接收到信号后会移动。外骨骼不是重获行走能力的必要条件，2015年，一个瘫痪的男性就学会了不用外骨骼行走，其电极帽直接发送信号给腿里植入的电极来刺激肌肉。

## 双向交流

最近科学家开始研究兼具输入和输出功能的双向接口。当神经系统中的某些部分因为损伤导致连接中断时，可以用这种植入体充当人工连接来传递信息。例如，用药物干扰猴子的运动皮层，让猴子暂时“中风”并且手臂瘫痪，然后测试猴子的大脑和脊髓之间的双向连接。把失活区域的上游神经元与脊髓的电刺激连接起来，能够恢复猴子手部的抓握能力。甚至有结果表明，双向植入物可以用来恢复认知功能，比如，海马是形成记忆的关键部位，人们可以通过替换海马的输入/输出连接来恢复记忆能力。

双向神经接口的另一个有趣的应用是可以改变不同脑区的连接强度，这种现象被称为神经可塑性。健康人的大脑天然会做这件事：我们每天学习的时候，外界的信号和我们发送出去的信号之间的连接在不断改变，我们学到的东西就体现在这些改变上。这种相互作用驱动了大脑的生理变化，这也就是学习的机制。

利用双向神经接口，我们可以改变输入和输出的关系，从而改变大脑。这是建立在神经科学家唐纳德·赫布于20世纪40年代提出来的理论“一起发放的神经元会连接在一起”的基础上的，也就是说当两个神经网络同时被激活时，它们之间的联系也会随之强化。既然双向接口能够人为地将输入和输出联系起来，那么它应该也能强化不同大脑区域的连接。

猴子实验显示这确实可行。猴子手臂的不同运动（如弯曲和伸展手腕）涉及不同的大脑皮层，利用双向接口，能在几天时间内将两个皮层的位置连接起来。结果就是形成一个新的运动信号架构，也就是说连接两个皮层位置的一条新通路被创造出来了。

实际上，人们逐渐明白神经植入体能够从不同方面去挖掘神经可塑性。当大脑学会用神经植入体来操控机械臂时，它便习得了一项新技能，这与我们学习使用新工具的过程类似。虽然控制机械臂的神经元一

般不这么控制人类真的胳膊，但是大脑很聪明，会根据看到的效果来弄明白该怎么做。实际上，如果给猴子展示一个由单根神经元控制的计算机光标，那么它们只需要几分钟就能学会根据不同需要来增减这个神经元的活性。大脑的这种通过神经反馈来学习的能力很有应用价值，我们可以在给大脑接入设备的过程中利用这一点。

一旦开始把神经植入体当作工具，我们就不仅仅能拿它来替代缺失的功能。有一天，我们能强化功能，或者增加新功能。或许大脑可以学会直接和计算机相连，不借助键盘和显示屏就能获取互联网上的信息。又或者，我们甚至可以连上其他人的大脑，直接交流思想。

目前这些都还只出现在科幻小说里，但是我们正在接入已知最聪明的学习机器，让它为我们所用。我们设计并用双手使用诸多工具的能力推动了人类的进步。也许随着大脑和技术的联结，我们即将见证人类踏入演化的下一阶段。

## 第一个家用脑植入体让“闭锁”女性可以与人交流

2016年，一名瘫痪的女性成了第一个在日常生活中使用脑机接口的人。“成为第一人的感觉很特别。”汉内克·德·布鲁因告诉《新科学家》杂志的编辑。

德·布鲁因患有肌萎缩侧索硬化症（ALS），这种疾病会破坏病人的神经细胞。德·布鲁因说：“所有的肌肉都瘫痪了，我只有眼睛可以动。”“她几乎完全闭锁了。”尼克·拉姆齐说道，他来自荷兰乌得勒支大学医学中心的鲁道夫·马格努斯脑研究中心。当拉姆齐刚接触德·布鲁因时，她靠眼动追踪器来交流，这能帮她选择字母并在屏幕上拼出单词。对她来说这暂时可行，但有1/3的ALS患者甚至连眼球都不能动。全世界的科研团队一直在致力于开发能直接用大脑控制的系统。

这些设备读取大脑活动并将其翻译成信号，来控制计算机或机械臂等。但是，迄今为止，还没有哪个系统能很好地融入人们的日常生活。拉姆齐团队研发出的接口是把电极放在患者颅骨下方的大脑表面上。当电极记录下大脑活动的时候，信号通过电线传给一个胸部皮下植入的像起搏器一样的小元件。这个元件再把信号无线传输给平板电脑，由平板电脑将信号转化成“点击”动作。平板电脑里的其他软件则接受用点击做的各种事情，比如玩游戏或者用拼写器选择单词并和外界交流。

德·布鲁因2015年志愿植入该套系统。她说：“我想贡献出我自己的一份力量，来改善和我有同样遭遇的人的生活。”研究团队向控制右手运动的脑区植入了电极。经过多轮的训练（包括玩打地鼠之类的电子游戏），德·布鲁因学着靠想象自己移动手臂来触发点击。6个月之后，她的准确率达到了95%。下一步，拉姆齐的团队想要开发新软件，将点击转化成其他功能。德·布鲁因说：“我的梦想是能自己控制轮椅。”

## 记忆移植：芯片能够修复受损的大脑吗

破译大脑信号，黑进我们的感觉和运动系统是一回事，那么入侵记忆呢？这当然只在科幻小说里出现过。萨姆·戴维勒的研究听起来的确有点像电影《黑客帝国》里的内容。电影里尼奥把功夫大师的技能下载了下来，戴维勒则把带有30只大鼠记忆的电子设备和一只大鼠的大脑联结了起来，让这只大鼠获得了之前从没经历过的训练。这个研究或许能成为里程碑式的事件，但是“所有人都把它看成科幻小说”。他说：“我当时认为没人会相信，除非我做100次对照实验。”

然后他就真的那样做了。2013年，也就是最初实验做完的10年后，文章终于发表了。功夫速成仍然只能停留在好莱坞大片里，但这项研究对许多大脑损伤的人来说有重大意义。神经植入体能让一只大鼠接受其他多只大鼠的记忆“捐赠”，那也应该能恢复因诸如事故、中风和阿尔茨海默病而丧失的大脑功能。

对于许多丧失记忆的人来说，大脑损伤导致信息无法在不同脑区间传播。如果能创造一个电子设备，它能翻译来自某个脑区的信号，绕过受损伤的部分，再写入第二个脑区，那我们就能帮助人们重新获得形成新记忆的能力，甚至能获取之前的珍贵记忆。这样的芯片作用相当于一种大脑旁路。

要实现这一点并不容易：对于这种植入体所需要的神经科学知识，我们现在还只是初窥门径。不仅如此，这些新技术还引发了曾经只停留在科幻小说层面的伦理问题。我们的记忆定义了我们是誰，所以保护它们免受损伤才能保留我们的身份个性，但是如果记忆成了计算机程序，你还是那个你吗？差不多是时候寻找答案了：第一批人体研究项目正处在起步阶段。

在过去20年里，我们将信息传入和传出大脑的能力在迅猛发展（见前几页内容和时间表）。

然而记忆很复杂，它需要多个脑区的协作。在不同脑区间上传下达的电子设备需要记录下一组神经元的活动，然后在需要的时候再电刺激

另一组神经元，实现记忆回放。这其中的挑战自不必多言。“为了做出一个认知设备，我们首先得知道记忆长什么样。”罗伯特·汉普森说道，他在北卡罗来纳州的维克森林大学浸信会医学中心与戴维勒一起从事认知植入体研究工作。记忆追踪的复杂之处还在于它包括许多种类：有短时程的“工作记忆”，帮助我们在拨电话时记住电话号码；有感觉记忆，包括对某人刚说过的话的听觉记忆；还有对事实、技能和经历的长时记忆。戴维勒和汉普森感兴趣的是长期记忆和它从工作记忆转化过来的方式。

尽管每段记忆的轨迹都不同，但是所有的长时记忆都始于海马这个脑区，它是大脑的“打印机”。

在这里放置一个植入体，或许能记录下正在形成的记忆。下一步是弄清楚特定记忆的神经代码，这关键在于相互连接的神经元的发放模式，比如，某一组神经元的同步活动可能表示你对埃菲尔铁塔的印象，而另一个和它有交集的网络可能代表更加宽泛的巴黎。

## 破解神经代码

在过去几十年里，神经科学家们已经开始默默地破解神经代码了。20世纪90年代，美国南加州大学的西奥多·伯格率先取得进展，他使用了一种被称为多输入/多输出（Multi-Input/MultiOutput, MIMO）的技术。MIMO通常在无线通信领域被用来从噪声中提取信号，伯格意识到，可以利用同样的原理从上百万神经元发放的噪声中提取信号。

他的探索工作也不免遭到质疑。“在相当长的时间里，人们都说他疯了。”美国密苏里州圣路易斯华盛顿大学的神经外科医生埃里克·莱特哈特如是说。

其他科学家并非没看到记忆所具有的特征。有证据显示人类拥有一些极端特化的神经元，它们只对单一概念有反应，如自己的祖母或者詹妮弗·安妮斯顿。不过，这些所谓的“祖母细胞”只对少数的概念进行编码，而伯格想要的是对任意一种记忆进行编码。虽然进度缓慢，但他确实展示了MIMO算法是可以做到这一点的，方法就是分离出某个动作记忆的信号，然后再把信号按顺序回放。

在一项开拓性的实验中，伯格（此时与戴维勒和汉普森合作）将带有电极的芯片植入了大鼠的海马。这些接受过训练的动物按下两个操纵杆中的一个时会获得奖赏，此时研究人员用MIMO算法把相关的神经代码分离出来并记录下来，然后用药物破坏这些实验动物的记忆能力，让它们记不住哪个操作杆对应奖赏，之后，研究人员就用同一个电极把之前记录的发放模式传递给神经元。尽管患有遗忘症，这些大鼠还是知道应该按下哪个操纵杆，换句话说，这个算法让大鼠的记忆失而复得。

这是阶段性的胜利，它表示电子设备可以破解神经代码并有望替代脑部受损的区域，比如，用人工海马来治疗失忆症。戴维勒的研究提出了一个关键问题：我们每个人有不同的神经代码，还是说存在一种人人都有的通用程序语言。正是带着这个疑问，戴维勒和汉普森尝试在大鼠间进行记忆移植。

在他们的实验里，有两组大鼠被训练在两个运动场中跑动，按照既定顺序按下一系列的操纵杆。重点是，一组大鼠要延迟动作：它们需要暂停30秒才能按下操纵杆，另一组则不需要。如果把暂停的情节用到第二组大鼠身上，它们就茫然了，会记不住在之前训练的时候所按的操纵杆。但是当戴维勒和汉普森用MIMO记录下第一组大鼠做这项任务时的大脑活动，再通过电极回放，那么第二组大鼠即使面对长时间暂停也能选对正确的操纵杆，表现得好像之前接受的是第一套训练，但其实它们之前并没有这段训练经历。汉普森说：“我们利用模型建立了一段之前没有用过的记忆。”

## 如何读心？

在解译大脑信号这方面我们已经取得了很大进步，但是在找出信号的意义之前，我们首先要保证信号的保真度足够高。听取大脑电信号交流的方法很多，关键在于权衡取舍。

不妨将大脑里的信号比作一场音乐会。如果只靠贴在颅骨上的非侵入式电极，那么能听到整个管弦乐团的演奏。要想集中听弦乐器组，就得稍微深入点，在大脑的表面放置一组电极，获取皮层脑电图。如果还想更精细一些，要听单个小提琴的声音，就只能直接和单个神经元连接。要获得这样高精度的信号，需要将电极插入大脑深处，然而电极的插入会撕裂或划伤周围的神经元，产生水肿和瘢痕，然后大脑中因免疫

反应形成的瘢痕会阻挡侵入物。很快，电极就检测不到任何有用信息了。后果就是，极少有植入体能维持1~2年。为了克服这个困难，神经科学家正在开发新型电极，让它们跟身体更兼容，或者躲过大脑的免疫系统。

这套模型真的这么好吗？还是说成功是由其他因素造成的？戴维勒和汉普森着手做了大量的对照实验来排除其他可能，比如，这只是大脑被电流扰乱后产生的假象，或者是电刺激导致的整体强化。最终，他们在2013年12月发表的文章中宣称，在大脑中植入通用的记忆特征是有可能的。

如果在人身上可以重复这个实验，带有现成代码的芯片可以让人抢先完成对一般技能的重新学习，如在脑损伤之后丧失的刷牙或者驾驶技能。在美国佛罗里达州迈阿密大学从事神经假体研究工作的贾斯汀·桑切斯说：“在让大脑损伤的人回归岗位前，我们想让他们先重拾形成外显记忆的能力。”

## 连接起来

下一步应该开发出能解决更复杂问题的神经芯片，而不仅仅是简单的技能习得。桑切斯说：“想一想刚从战场回来的、记不住自己妻子脸的士兵。”对于这种识别，大脑把人、地方或物体分解成了一个特征，如发色、身高，然后分别进行编码。

用MIMO技术重构这个过程是很费力的，而戴维勒和汉普森最近已经开始探索了。他们先训练猕猴记住屏幕上图片的位置和形状，接近一分钟后，让它们从更多备选项里选出这幅图片。与此同时，研究人员植入猕猴大脑里的电极会借助MIMO算法记录下前额叶皮质和海马内的神经信号。接着，他们给猕猴用药，阻止它们形成新的长时记忆，然后再让它们重新执行任务。当研究人员用实验成功时的信号刺激猕猴们的神经元时，它们的表现水平显著提高。通过插入代码，研究人员成功地促使海马和前额叶皮质再现了“正确”记忆。

有趣的是，戴维勒和汉普森发现，电极记录到的神经信号模式不是只对应猕猴看到的那幅图片，而是对应其中的特征，比如，图片是否带有蓝色，是不是包含人脸。“这正是我们所理解的记忆运作方式。”戴维

勒说。大脑不会浪费资源给见到的每个人、物、地点都分别创造神经标记，而是将进入大脑的信号分解成不同特征。戴维勒说：“所以，当你要记住某个东西的时候，你不需要面面俱到。”促使我们想起它们的，是物体的综合特征而不是细节。

美国国立卫生研究院（位于美国马里兰州的贝塞斯达）的陈道奋说，猕猴大脑自身的可塑性或许为该算法（指MIMO算法）助了一臂之力。“大脑努力迁就机器，”他说，“这是一个适应过程，给大脑提供充分或者不完整的信息，它都能解读成对自己有用的东西。”

随着技术的进步，融合了电极和MIMO之类算法的大脑芯片也许能够解读出一段经历中极端复杂的细节。墨西哥大学的拉努尔福·罗莫证明，他的芯片能够捕捉到非常细微的感觉信号变化，如皮肤接触的振动频率。

作为原理论证，他还用这个设备把一只猴子的感觉实时移植到另一只猴子的大脑里，就好像心灵感应似的。罗莫说：“猴子把假的感知当成了自己的工作记忆。”

除了把感/知觉信息恢复成记忆外，这种对感觉信息的精细解码还有其他用武之地。例如，有些人因为韦尼克区和布罗卡区之间的脑区受损而不能说话，用一个芯片获取详细的感觉信号，然后在这两个脑区之间做信息翻译，这或许能够让他们重新讲话（见图9.2）。

电子植入设备能够帮助大脑受损的人们，它记录下神经信号，然后在受伤区域周围传递信号

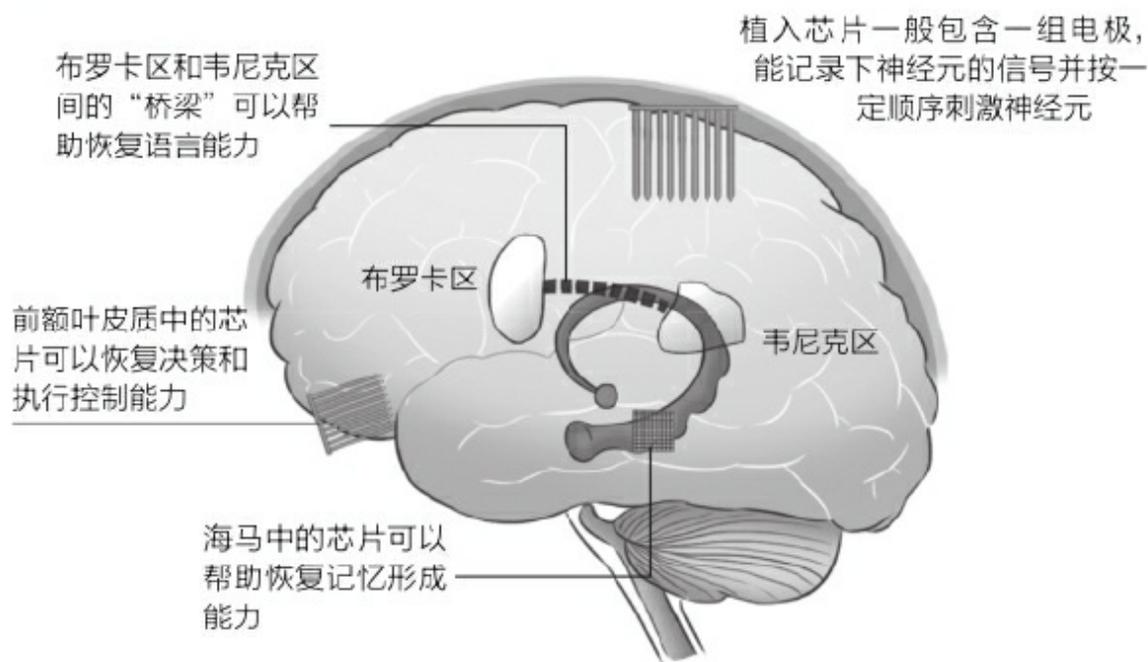


图9.2 受损大脑的重建

除了这些进步，最大的未知因素就是这些记忆的质量。“你无法去问动物‘你对记忆的感知是什么样的’。”桑切斯说道。不过这个问题也许很快就能解决，由桑切斯主导的美国国防高级研究计划局（DARPA）的“恢复主动记忆计划”目前正在努力将该研究推广到人身上。

初步结果显示，相关团队已经能在人类志愿者海马形成记忆的同时识别简单记忆的电信号，然后用精准的靶向电刺激促使记忆再现。针对志愿者测试并优化算法和电子元件后，芯片样片将会进入临床试验。研究将需要获得美国食品药品监督管理局（FDA）的许可，也需要志愿者知情同意。只有FDA认为足够安全，芯片才能获准使用。DARPA希望能用该植入体帮助那些从战场归来的遭受创伤性大脑损伤的士兵。一些神经工程学研究人員构想了针对阿尔茨海默病和中风的芯片，不过根据患者的受伤程度会有所区别。对于大脑损伤严重的病例，汉普森设想了一种戴在腰部的设备，上面有按钮（键），可以帮你记起特定地点和对应的意义。

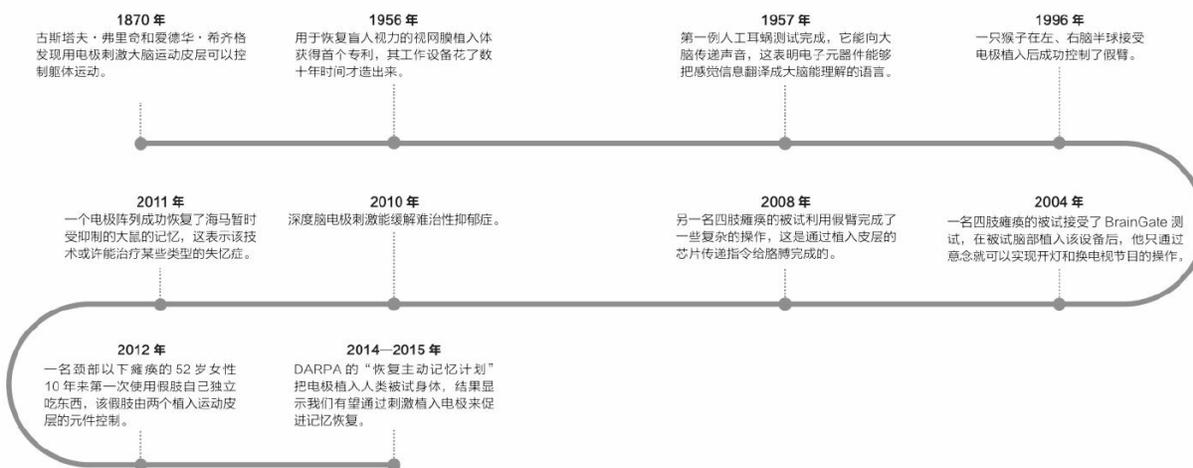
他说：“比方说我在厨房，我需要想起银质餐具在哪儿。”病人可以

按下右键。“记忆就会跳出来，因为我们之前存下了对应的代码。”不过，记忆修饰确实会引发功能之外更深层次的问题，正如超现实主义电影之父路易斯·布努埃尔所说：“我们的记忆就是我们的连贯性、我们的理智、我们的感觉，甚至是我们的行动，没有记忆，我们什么都不是。”

如果人为改变记忆，你还是你吗？戴维勒和汉普森的大鼠实验凸显了一个隐患：你的记忆可能不再是你自己的了。罗莫说：“激活正确的大脑回路，你会产生回忆的幻觉。”应该用什么样的控制机制，来确保每个植入记忆对当事人而言都是客观真实的呢？这些记忆是不是你自己的？与记忆相关的神经元被激活后最终将直接或间接导致你改变决策，所以谁将为你的决策造成的影响负责呢？

这些芯片还可能重复“播放”尘封已久的事情，我们并非想要所有的记忆，大脑的一大卓越之处就在于既能记住也能忘记，遗忘可能只是我们为迎接新记忆所付出的微小代价。

## 硅脑的产生



## 第10章 充分利用大脑

人的大脑精通十八般武艺，但毛病也不少。问题是大脑并不自带说明书，就这么硬塞给你用了。好在神经科学家总结出了几条黄金规律，让你可以把大脑用到极致。

## 大脑的使用指南

### 控制你的注意力

注意力是大脑的筛选机制，用以决定哪些信息更重要，必须优先处理并马上采取行动。但问题是分心也如影随形，这也是大脑根深蒂固的特征。

简单来说，大脑有两套注意力系统。一个是自下而上的系统，自动把意识抓到潜在的重要新信息上，如运动的物体、突然的声响或接触。这套系统动作快速、下意识而且总是在线（至少在你清醒时如此）。另一个则是自上而下的系统，这套系统是由主观控制的，需要集中注意力，它负责让我们聚焦到我们想要思考的事情上，而且最好能从头到尾保持专注直到工作完成。这种形式的注意力系统对于需要集中精神的任务非常有用，但它很不容易坚持下去，也很容易被自下而上的系统打断。

保持注意力集中的一个方法是阻断自下而上的系统的干扰，比如，把电子邮件的提醒功能关掉、把手机调到静音，等等。此外，英国伦敦大学学院的认知神经科学家尼利·拉维还有一个建议，就是给你的大脑多分派点活儿。

拉维的研究表明，想要更好地控制自上而下的注意力，就应该增加而不是减少对大脑的输入。她有一个装载理论：一旦大脑达到了处理感觉信息的极限，它就无法再吸纳更多信息，包括外界的干扰。

所以如果想让一项工作能更加吸引人们的注意力，不妨试试给空白文档加个彩色边框，或者把正在处理的那一部分标成紫色。拉维说任何感觉输入都行，所以选择一个带点背景噪声的环境或许也能帮助人们保持注意力。

之前的研究还表明，冥想之类的认知训练可能也有帮助。人们已经发现，长期冥想者大脑中与注意力相关的脑区有所增厚；还有一些研究表明，一个短期的冥想课程可以提高注意力测试的得分。所以强化注意

力也许并不难，只要花点时间坐着放空自己就行了。

## 提升记忆力

工作记忆和注意力一样，也是大脑最重要的基础功能之一，你所知道、记住的一切，不管是一件事、一项技能抑或一桩大新闻，它们进入你脑海的旅程都是从工作记忆开始的。

虽然工作记忆在人脑中是标准配置，但我们还是应该试试把已有条件发挥到极致。工作记忆能力比智商更能预示你在学术上取得成功的可能性。

好在这个系统很有可能是可以升级强化的，有些研究表明，针对工作记忆的专项训练可以带来提升，市面上甚至有不少相关的训练课程。不过我们还不清楚这些课程除了能够提高工作记忆测试成绩以外，还有没有别的好处。

美国费城天普大学的认知神经科学家杰森·切因是工作记忆领域的专家，他认为有证据表明，其他方面的认知能力也可以提高，只不过增幅相当微小。他说：“任何微小的影响在某种意义上都是很重要的，纵然是最温和的增长，也存在对日常的认知活动有意义的一面。”

## 像孩子一样学习

学习是大脑的本职工作，从出生前1个月起，大脑在你清醒的每秒每秒都在干这件事。学习的本质就是获取和存储有用的（和没用的）信息和技能，那么你能使之更高效吗？

答案就藏在我们学习时身体发生的事情中。当处理信息时，大脑创造连接也打破连接，它会增加和强化不同神经元之间的突触连接，也会反其道而行之。在我们主动学习时，制造新连接的速度就会超越旧连接断裂的速度。对大鼠的研究显示，这种线路重排非常快，只需几小时，大鼠就能学会穿过一个洞来获得食物奖励。而在别的脑区，尤其是海马马当中，当学习的时候会会长出新的脑细胞。

而如果一个神经环路已经存在，就得频繁使用它，才能使之持续起

效。这主要在于，当一个神经环路受到足够的刺激时，它会长出一层脂肪外膜——髓鞘，这层膜可以提升信息传导速度，让神经环路运作得更高效。

那么学习期间记忆的最佳方式是什么呢？对任何上过学的人而言，答案并不出人意料——集中注意力（见图10.1），将知识注入工作记忆，然后过一小会儿再去主动回忆之。



图10.1 不出所料，集中注意力是记住一件事的最佳途径

英国约克大学的艾伦·巴德利认为这种训练非常好，因为它可以让你的大脑强化新的连接。他还建议主动尝试将新的信息和你已有的知识联系起来，这可以让大脑的连接更加稳固，使之不易荒废。

我们终身都在学习，那为什么当我们成年以后，学习变得那么困难

呢？好消息是这种退步貌似并没有什么生理上的原因，也许只是因为我们在花了更少的时间在学习上，而且就算我们在学习，我们的热情和注意力也不能和孩子同日而语。

部分原因是成年人懂得太多了，美国内华达大学拉斯维加斯分校的加布里埃尔·伍尔夫研究了成年人和孩子学习具体技能时的倾向，以打高尔夫球为例，成年人更关注动作细节，而儿童则不然，他们更想知道怎样让球到达自己想要的位置。在伍尔夫教导成年人像孩子一样学习后，他们的技术进步得就快多了。

掌握信息貌似亦然，作为成年人的我们有一大堆思想捷径来跳过细节，但我们依然有能力像孩子一样学习新的东西。这表明，如果我们克制住抄近路的诱惑，我们很可能可以学到更多。

还有一个更加久经考验的方法是保持活跃，衰老会导致脑组织减少，但这很大程度上取决于我们比青少年少活动了多少筋骨。只需一点点锻炼，大脑便可返老还童。在一项研究中，被试每周锻炼三次，每次40分钟，坚持一年就能增大海马的体积，而海马正是学习记忆的关键。这些锻炼还有助于增强脑区间的连接，这会让学习新东西更容易。

## 大脑的存储空间会用光吗？

好消息是大脑能存储的知识量看起来并没有上限，迄今为止，我们还没听说过有谁能耗尽大脑的存储空间。但你还是有可能知道得“太多”的。德国图宾根大学的迈克尔·拉姆斯卡测算过，人只要活得足够久，就会达到一生知识的顶点。他认为上了年纪后认知水平下降并不是因为大脑萎缩，而是因为大脑已经存得太满了，就像一个使用过度的硬盘一样，筛选信息就会变得很慢。

## 获取创造力

J.K.罗琳指出，“哈利·波特”系列的创意是有一次她被困在一列晚点很久的列车上时突然闪现在她脑海里的。我们都有类似这样的“灵光一闪”的经历，灵感毫无预兆地就“叮”的一下冒出来了，只不过这些灵感没那么值钱就是了。这些想法是哪儿来的？有办法让它们随叫随到吗？

美国费城德雷塞尔大学的神经科学家约翰·库尼欧斯所领导的一项研究表明，我们之所以没有全成为身价百万的作家，是因为有些人的大脑比别人设置得更富有创造力。脑电波检测表明，喜欢用直觉而非逻辑去解决问题的人在放空时右脑半球颞叶更加活跃。库尼欧斯说他最近的研究显示大脑的这种特性是遗传而来的，不过就算你遗传到了一个注意力强而创造力不足的大脑，我们还有不少方法来将大脑切入创造模式。

第一步的筑基工作比较无聊，我们得先建立起足够雄厚的信息储备，这样潜意识才有米下锅。人们曾幻想不通过主观努力就获取知识，但相关研究证明这是痴心妄想，因此我们必须全神贯注弄清问题的所有细节，方能确保知识的获取万无一失。在这个阶段，我们应该利用一切手段集中注意力，比如说来点咖啡因。

一旦把这件事做好了，就可以开始酝酿闲适、积极的情绪了，你得做些截然不同的事情来休息，比如，上网看点好玩的猫咪视频。有一项研究是让人分别看喜剧和恐怖片，然后再叫他们想点子，结果证明，轻松愉悦的心情比紧张忧虑的心情更能激发创造力。不仅如此，降低注意力需要付出代价，因此最简单的做法就是等你的大脑已经累到没有办法集中注意力的时候再去想主意。

一项2011年的研究发现，早起的人最具创造力的时刻在半夜，而夜猫子的却在清晨。不过当工作的截止日期逐渐临近时，你不太可能处于身心放松的状态，更可能是在才思枯竭中挣扎，不过要是到这会儿创意都还未出现，还是放到以后解决问题比较好。脑刺激研究显示，强化右脑颞叶活动，同时抑制左脑颞叶，可以让解题效率提升40%。或许未来的创意人才会找到办法人为打开思维的闸门，让思潮涌动。

## 提高智力水平

我们很难公允地衡量智力，主要是因为大部分脑区都参与其中，所以智力绝不是一样“东西”。尽管如此，各种智商测试表明，能把某些题目做得特别好或特别差的人在其他方面表现得也差不多。这些得分可以归纳成一个一般智力因素，它的数值和一个人的学术成就、收入、健康状况以及寿命密切相关，而且似乎很大程度上是由遗传决定的。

但这并不意味着环境对此无所作为，至少童年的经历对人智力的影

响还是很大的。在大脑的发育阶段，饮食、教育和刺激等方面都对大脑结构的发育有着深远影响，而智力正仰赖于这些大脑结构。缺乏合理饮食和教育的儿童将永远无法充分展现他们的基因潜力。

不过就算在儿童时期吃得好、学得好，时间也会逐渐消磨环境的印迹，成年后，人与人智力评分差异的60%~80%是由基因决定的，而对于儿童，这个比例只有不到30%。不管你喜不喜欢，随着我们逐渐变老，我们会变得愈发像我们的家庭成员。

好在还有一种智力，会随着我们的一生不断增长。有些研究者会把智力分为流体智力和晶体智力：流体智力是指人的推理、学习和模式辨识能力，晶体智力则是我们所有知识的总和。流体智力会随着年龄的增长而衰退，而晶体智力则越来越高。所以虽然我们都会衰老，变得迟钝，但我们依然可以确保自己仍在变得更聪明。

## 合理安排时间

人脑就像一头无常的野兽，时而尖锐如钉，时而又绵若毛毡，这其中的部分变化可归因于生物节律的起伏，这就意味着，理论上如果你在恰当的时间做恰当的事情，生活就会顺畅许多。

早起者和夜猫子的节律起伏周期大概有两小时的错位，因此在这方面不存在放之众人而皆准的建议。不过无论你的自然作息规律是什么，还是有一些法则值得你铭记于心的。

首先是在你刚起床的两小时内不要做太多需要全神贯注的工作。根据你睡眠的时间，你需要30分钟到4小时来摆脱“睡眠惯性”，不过如果你需要创意，这种昏沉状态到也不错。

但若是遇到刻不容缓的艰巨工作，研究人员倒是也有弥补方案，做法我们都知道——来点咖啡因就能让你迅速摆脱睡眠惯性，投身到工作中。

其次就是设法调整你的脑力劳动节奏，使之与体温的变化一致。经过研究我们得知，注意力、语言推理能力以及反应水平等一切变化都表明，当核心体温低于37摄氏度时人脑就不会处于最佳状态。

由此可知，做思考之类事情的最差时间，不出所料就是午夜至早上6点之间。此外下午2点到4点之间还有一个体温滑坡，这与人有没有吃午饭无关——就算不吃或少吃午饭，体温一样会降低。总体来说，铆足精力使劲干的最佳时间就是上午10点到中午之间，其次就是下午4点到晚上10点之间。

不过我们没准也可以在这个机制中使用技巧，研究表明机体的温度变化能独立于内在节律，因此按时锻炼或是冲热水澡也会派上点用场。

而竞技体育项目适合做到一天结束。研究表明，反应速度与手眼协调能力会在一天中逐步提升，并在大概晚上8点的时候达到峰值。

在这之后，就做点需要集中注意力的事吧。再过一会儿，身体就会开始冷却，大脑的活动也会随之放缓，以准备入睡并迎接新的一天了。

采访：重塑自己大脑的奇女子

成人的大脑不像孩子的那般可塑，但也会在一生的时间里不断改变。中风或脑损伤后，大脑会变得特别具有可塑性，竭尽全力绕过障碍。

神经科学家吉尔·波特·泰勒在1996年不幸中风，这场大病夺走了她的记忆、运动能力乃至人格。然而在8年的恢复期里，她充分利用自己所掌握的大脑知识，重新将她的大脑塑造得更胜从前。

中风对你造成了什么影响？

因为大脑皮层出血，我彻底丧失了我的认知能力。不过所幸，除此之外我的身体一切良好。

能说说你在那之后几天过的是什么样的日子吗？

我在医院里躺了5天，第三天早上，我母亲来到医院。那个时候我完全不知道母亲是什么，更不知道我母亲是谁。她走过来谢过了屋里所有人，然后迅速掀起被单，钻进了我的被窝里。我那时既不知道这个人是谁，也不知道这个人是要做什么的，我只知道这位非常友善的女人钻进我的被窝，抱着我轻轻摇摆，仿佛我是她的孩子一样。而我的确是她的

孩子，她只是意识到我再一次变成了一个新生儿，如此而已。

为了康复，你做了些什么呢？

我唯一接受的正规康复训练只有语言障碍矫正，我看了三个月的语言矫正医师。我真正的康复训练来自我的母亲，从她把我接回家那天开始。她是我生命中的天使。她会带我去浴室，喂我吃东西，然后如果我还有力气的话，她就会敦促我练习拼儿童拼图，教我阅读，陪我从公寓到街区周围到处散步，诸如此类。要不是她，我今天不会如此。

我所拥有的优势是我相信大脑有能力让自己复原，这对我而言意义重大，让我可以放手让大脑恢复。

你如何放手让大脑恢复呢？

我最首要的建议是睡觉。大脑需要睡眠，脑细胞已然遭受损伤，整个人都垮了，它们需要睡觉。在我们的社会中，康复环境一般需要大家早上7点起床，所有人都会被叫醒。

如果你中风了，你会漫不经心，也不想醒过来，医生会给你打安非他命。刺激扑面而来，通常是房间里的一台电视机，不过有时候是字面上的一只脚踩在你脸上，超痛的。然后我们让这些中风的患者在整个晚餐期间保持清醒。吃完饭，他们就被送回床上。其中的理念就是，如果你想复原，你就得表现得像一个正常人。说实话，要是叫我这样的话，我宁可拒绝。在我的观念中，我们治疗中风患者的方式绝对是没用的。

你说你撤退到了右脑半球中，这是一种怎样的体验？

我脑出血以后，属于我左脑半球的人格就崩溃了。我将一切转移到了右脑当中，因为左脑的人格已经丧失功能，不再统御身体，或者说释放了限制右脑的神经纤维。这是从解剖学角度说的。

随着时间的流逝，左脑的一些神经环路也逐渐恢复了功能，就像是修好了。对我来说，这是与我大脑相处的一段长长的历程，重塑日复一日，年复一年。我可以有意识地选择如何重塑我的大脑，使之变成我想要的样子。

你真的是按照你的想法，有意识地重构你的大脑的吗？

嗯，对神经环路的重启和重建都是我自主选择的。失去功能的神经环路纷纷开始重新上线，我可以决定促使其恢复还是阻挠之。比方说，当“愤怒”环路重新上线的时候，我不喜欢这种感觉，我就对其运行说不。它每次试图重新运行的时候，我就会把注意力放回到它身上，我不喜欢愤怒的感觉，所以我要将其关闭。现在这个神经环路已经很少运行了，因为我将其扼杀在了萌芽状态。

“当环路复原的时候，我会自主决定是否要将其保留。”

在我康复期间，我非常确信我的任何一项脑功能之所以存在，是因为控制它的神经环路非常完好，运作正常。我明白了某些特定的想法可以刺激情绪神经环路，从而带来生理上的反应。

所以我把人类视为一个个想法、情绪和生理反应的神经环路集合。当你把大脑视为一个计算机网络的时候，操控它就容易多了。但是你得下决心，人们说“噢，我远远不止是我的想法，我远远不止是神经环路”，而我呢？呃，也有过一次这种妄想吧，也就那么一次。作为人类，我们都有能力将我们的意志集中在我们想要思考的地方。

这听起来就和冥想者说的差不多。

我认为冥想爱好者也是能够把注意力集中到他们所想的地方的，所以他们可以引导其意志。祷文、念珠、沉思、呼吸都是不错的工具，都能让大脑在思想的喋喋不休中获得额外的选项，将思想转换到其他方面。这都是相通的，观察我们的神经环路，却不与之纠缠，是我们都能学会的技能。

你什么时候知道你已经康复了？

当我再一次觉得我是固态的时候，我就觉得我已经完全康复了。在那之前，我觉得我是液态的。我会在早上起床，带着我的狗出去，从外面带柴火回来。当万物协调，释放出生命的能量，我感受到光线穿过葱郁的树木，露珠在青草上熠熠生辉时，我就知道我康复了。世间万物都充满着活力而且美丽，它们各自相关联，而我也是其中的一分子。这跟

说“我是一个固体，那是一棵树，那是一片草，那是一滴露水”，把一切分割开来很不一样，我不知道还有没有别的方法能描述这种感觉。

你如今做了很多彩色玻璃工艺品，那么你在中风后是不是对艺术与生命的本质有了非常不同的看法呢？

那是当然，如今一切都变得更加活灵活现、更加美丽了。流动和曲线多了，线条少了；关联多了，隔阂少了；相似多了，差异少了。在那次中风之后，我生命中的一切都发生了这样的变化。要是有人跟我说“好的，吉尔，我们要把你塞进时间机器，让你一觉醒来后穿越回那一天，你能重新选择一次要不要中风”，我会不假思索地说“要”。

吉尔·波特·泰勒是美国印第安纳大学医学院的神经解剖学家，著有《左脑中风右脑开悟》（*My Stroke of Insight*）。

## 轻松改变你的大脑

提升你的心智能力，并不意味着你要努力学习，或者变成一个书虫。这里有些久经考验的方法，不费劲哦！

### 健脑食物

吃早餐可以让血糖早早地飙升，应尽量摄入缓慢释放的碳水化合物，配以尽可能多的维生素，尤其是B族维生素。多样性的饮食固然是最好的，不过下面这些食物对大脑尤其好。

- 鸡蛋富含胆碱，这是身体制造神经递质乙酰胆碱（对记忆至关重要）的原料。
- 酸奶含有酪氨酸，可以用来制造多巴胺和去甲肾上腺素等神经递质。
- 大脑的60%是脂肪，但是反式脂肪似乎会损害这个系统。而对大脑有利的 $\omega$ -3脂肪酸，尤其是二十二碳六烯酸（DHA）则大量存在于多脂鱼当中。
- 蓝莓和其他莓类——多吃有助于提高认知能力。

### 合理睡眠

睡眠不足是做计划、解决问题、记忆和智商的大敌。补充睡眠可以消除这些麻烦，不过要注意别睡太多了。7小时的睡眠似乎对大脑运作最为有利。

### 锻炼

每周三次，一次半小时的慢步走可以提升15%的学习、专注和抽象思维能力。锻炼不仅能让血流通畅，还能促进海马脑细胞新生，这没准

会为新的记忆创造更多空间。奇特的是，这种效应看起来是双向的，心智锻炼也能强化身体。2001年，位于美国俄亥俄州的克利夫兰医疗基地的研究人员仅仅是每天花15分钟思考怎样强化他们的肱二头肌，12周后，他们的胳膊就强壮了13%。

## “聪明药”

最近一项涉及750个人的调查中，有38%的人使用过认知增强药物，不少是从网上买的，其中使用最普遍的一种药——莫达非尼是一种治疗嗜睡的药物，可以让人长时间保持清醒，而且没有像咖啡因或者安非他命之类的兴奋剂的副作用，也不需要人去补足睡眠。类似地，许多人使用哌甲酯并不是因为他们注意力不足，而是因为他们要更好地把精力集中到工作和学习上去。到目前为止，我们还不清楚长期而言这些药物对人类有没有副作用。

目前的制药途径受制于尚无有潜力被专门用来提升记忆力的化合物，因此或许能安全提升一切大脑功能的药片还在研发中，不妨关注之。

## 50个拓展知识

这一部分不仅仅是一份信息清单，它还有助于你对本书的主题做更高层次的探索。

## 5个值得一去的地方

1 拉蒙-卡哈尔——位于西班牙马德里的卡哈尔研究所的图书馆，这里有一个关于卡哈尔的小型展览，陈列着他在20世纪早期绘制的一系列具有变革性的神经元图纸。参观需要提前预约。

2 位于美国波士顿的沃伦解剖学博物馆。在这里可以观看菲尼亚斯·盖奇的头骨以及穿过头骨的铁棍，这根铁棍当年摧毁了他的左侧额叶。盖奇在1848年的骇人伤势揭示了额叶在塑造人格以及控制冲动过程中发挥的作用。

3 可以在美国穆特博物馆看到爱因斯坦的大脑。

4 英国弗洛伊德故居——参观弗洛伊德用来试图深入客户内心阴暗面的著名躺椅。

5 颅相学头颅——在我们能够洞悉大脑之前，颅相学家曾试图通过我们头部的鼓包和颅骨形态来理解人类行为。英国爱丁堡大学的解剖学博物馆展出了爱丁堡颅相学会的藏品，其中包括形状各异头颅。

## 10桩事实

1 尺寸和质量大小并不重要。男性大脑的平均质量为1400克，而爱因斯坦的大脑只有1230克，略低于平均水平。1921年诺贝尔文学奖得主阿纳托尔·法朗士的大脑甚至还不到1017克。不管他们为什么这么聪明，反正肯定不是因为拥有大于常人的大脑。

2 大脑可以感知疼痛，但是大脑本身没有痛觉感受器，因此有些脑外科手术可以在患者清醒时做。不过大脑周围的血管和膜有痛觉感受器，这就是我们会头痛的原因。

3 我们在子宫里时，平均每分钟会形成25万个新细胞，从而每秒创造出180万个新连接，不过其中大概一半随后都会丢失，留下的那些则会在使用中被强化。

4 如果你把大脑皮层铺开的话，大概有2500平方厘米，差不多相当于一张A2纸那么大。

5 在人的一生中，平均有25年，大概相当于平均寿命1/3的时间在睡眠中度过。

6 “我们的大脑只被开发了10%”只是个流言，我们会用到整个大脑，只不过不是同时使用。

7 大脑里面最常见的细胞并非神经元，摘得此项桂冠的是胶质细胞，其作用是为神经元提供结构和功能支持。

8 被髓鞘（一种大脑中最常见的脂质白鞘）覆盖的神经元传递电信号的速度是无髓鞘神经元的10倍。

9 磁共振成像扫描仪中的磁铁磁力相当于在废物处理中吸取汽车的磁铁的磁力。

10 2008年在英国约克郡，人们发现了一个2600年前铁器时代的大脑，它仍然保存在死者的颅骨内。因为一般大脑在人死后不久就会液

化，所以这一发现非常罕见，这颗大脑得以保存得益于缺氧和被土壤掩埋的环境。

## 10句名言

1 人们应该知道，从大脑中，也只有从大脑中能够产生我们的愉悦、快乐、欢笑和戏谑，以及我们的悲伤、痛苦、痛楚和泪水。

——希波克拉底

2 只要大脑之谜未解，那么映射着大脑结构的宇宙仍将是谜。

——圣地亚哥·拉蒙-卡哈尔

3 夸耀智商者皆为失败者。

——斯蒂芬·霍金

4 最高的意识活动起源于大脑的物质现象，就像最妙的旋律不会崇高到无法用音符表达一样。

——W.萨默塞特·毛姆

5 我们所知所为的一切都源自我们神经元的连接。

——蒂姆·伯纳斯-李爵士

6 没什么科学研究比研究自己的大脑更重要，这决定了我们对宇宙的整个看法。

——弗朗西斯·克里克

7 多读书而不常动其脑，终将怠于思考。

——阿尔伯特·爱因斯坦

8 如果再给我一次生命，我会有规律地阅读一些诗歌，每周至少听一次音乐。因为这或许在一定程度上能够让现在我萎缩的大脑保持活跃。

——查尔斯·达尔文

9 你得让无意识也变得有意识，才能使之指导你的生活，而你会称之为命运。

——卡尔·荣格

10 宽容是心灵的最大恩赐，这需要大脑所付出的努力，不亚于在自行车上保持平衡。

——海伦·凯勒

## 5句文学作品引文

1 我是一颗大脑，华生，我身体的其余部分不过是大脑的附属物。

——夏洛克·福尔摩斯，柯南·道尔所著《王冠宝石案》中的人物的话

2 我自己的大脑对我而言是最难以理解的机器——总是嗡嗡作响，轰隆低鸣，轰然入水，又深埋泥里。这是为什么呢？这份激情究竟图什么？

——弗吉尼亚·伍尔芙

3 如果过去和外部世界都只存在于头脑中，并且心智本身是可控的，下一步会发生什么呢？

——乔治·奥威尔《一九八四》

4 知识的本质是多么奇怪！它会像地衣一样抓紧岩石般紧贴心灵。

——玛丽·雪莱《弗兰肯斯坦》

5 我喜欢胡说八道，这能唤醒脑细胞。

——苏斯博士

## 5个冷笑话

1 每个人睡着后最喜欢的乐队是什么？

快转眼球乐队 [这是个很冷的双关梗，睡着后的快速眼动（rapid eyes movement）和快转眼球乐队的缩写都是REM] 。

2 你的脑子会去哪里度假？

海马 [还是双关冷笑话，海马的英文单词“hippocampus”当中包括一个单词“camp”（露营）] 。

3 你怎么称呼一个没有860亿个神经元的脑袋？

不用脑子想就知道（原文是A no-brainer，字面意思是没脑子，也可以指显而易见的事情）。

4 我终于知道我的脑子问题出在哪儿了。左脑什么也不对（nothing right），右脑什么也没有（nothing left）。（原文On the left there's nothing right and on the right there's nothing left, right同时有“右边”和“正确”的意思，而left同时有“左边”和“存货”的意思。）

5 你什么时候应该撑把大伞？

发生头脑风暴的时候。

## 5个送给孩子的礼物

1 大脑果冻：网购几个大脑形状的果冻模具，在模具中塞满草莓丝软糖，再填入淡粉红色果冻或牛奶冻后放置一阵子。这可以用来招待所有的大脑爱好者，而且特别适合在万圣节享用。

2 测试反应时间：甲捏着一根30厘米长的尺子的末端，使之垂下来。乙把他的手放在尺子下端，准备在甲松手时抓住它。甲在5秒内丢下尺子，记录乙捏住的尺子上的数字。重复三次取平均值，根据右表换算反应时间。

3 记忆托盘：先在托盘里放一堆小物件，然后将托盘向孩子们展示30秒，再取走托盘并要求他们尽可能地回忆并说出托盘内的物品。全家参与，看看谁的记忆力最好。

4 芬兰研究人员开发的基于智能手机的阅读游戏，他们的目标是帮助没条件受教育的儿童通过识字脱贫。

5 视错觉在线：一个很适合向孩子解释视错觉的宝库。

距离	时间
5 厘米	0.10 秒 ( 100 毫秒 )
10 厘米	0.14 秒 ( 140 毫秒 )
15 厘米	0.17 秒 ( 170 毫秒 )
20 厘米	0.20 秒 ( 200 毫秒 )
25.5 厘米	0.23 秒 ( 230 毫秒 )
30.5 厘米	0.25 秒 ( 250 毫秒 )

## 10个长知识的途径

- 1 **BrainFacts**: 美国神经科学学会面向广大公众的展示网站。
- 2 **孩子的神经科学**: 美国华盛顿大学的神经科学家埃里克·楚德勒的趣味神经科学。
- 3 《**大脑的极简介绍**》（**The Brain: A very short introduction**）: 作者为迈克尔·奥谢，牛津大学出版社出版。
- 4 **NeuroPod**: 《自然》杂志的神经科学播客。
- 5 **全脑图谱**: 健康人与疾病患者脑部扫描图汇。
- 6 **从上到下说大脑**: 加拿大蒙特利尔市麦吉尔大学的研究人员的在线大脑介绍。
- 7 旨在绘制大脑环路图谱的人类连接组计划。
- 8 《**深入大脑**》（**The Brain with David Eagleman**）: 一部6集电视纪录片，附带DVD和书。
- 9 **Testmybrain**: 测试你的大脑技能并和别人比较，同时也为神经科学研究做贡献。
- 10 来自英国（布里斯托）科学中心的神经科学互动介绍。

## [图片来源](#)

图1.1 单个神经元的结构

图1.2 人脑的主要组成部分

图1.3 潘菲尔德的侏儒（大脑“看到”的身体）

© Natural History Museum, London/Science Photo Library

图1.4 大脑的12个主要脑区间的交通要道

图1.5 尺寸并非一切

图2.1 记忆：从感觉到存储

图2.2 大脑中的1个概念可能是由海马中的100万个神经元描述的（不过这里展示的是海兔的神经元）

© B. M. Salzberg; D. Kleinfeld; T. D. Parsons; and A. L. Obaid

图2.3 你必须记住的一张图

图2.4 记忆抑制能力测试

图3.1 阿尔弗雷德·比奈（设计出第一份IQ测试问卷的人）

© Universal History Archive/Rex/Shutterstock

图3.2 平均IQ的人群分布

图3.3 智力的三层级理论

图3.4 脑区网络

图3.5 挪威军队应征者IQ得分情况

图4.1 塞雷娜·威廉姆斯富有张力的面部表情

© BPI/BPI/Rex/Shutterstock

图4.2 情绪

图5.1 感觉皮层区

图5.2 特克斯勒消逝效应

图5.3 “现在”有多长取决于大脑如何判定若干种刺激是否属于一组

© Tim de Waele/Corbis via Getty

图5.4 现在感

图6.1 意识之所在

图6.2 理论上我们可以计算出任何一个信息网络[人脑、大鼠的脑或电脑(计算机)]的“意识程度”

© Cultura/Rex/Shutterstock

图6.3 谁在掌控？一个关于自由意识的实验图7.1 大脑发育的青春期

© PNAS, Vol. 101. Copyright (2004) US NAS

图7.2 认知能力的下降情况（最高分为30分，在临床上，下降3~4分就算是显著下降了）

© American Journal of Psychiatry. Vol. 156 p.58

图7.3 看起来“金星”和“火星”相距也没那么远

© VISUM/Rex/Shutterstock

图8.1 人类睡眠周期

图8.2 婴儿在大多数时候都在睡觉

© WestEnd61/Rex/Shutterstock

图8.3 我需要睡多久才够？需要睡多久既取决于年龄也取决于个人

© National Sleep Foundation

图9.1 脑控轮椅

© Philippe Psaila/Science Photo Library

图9.2 受损大脑的重建

图10.1 不出所料，集中注意力是记住一件事的最佳途径

© Bryn Colton/Getty