



科爱传播
KEJAI COMMUNICATIONS
生命科学

·注解版·

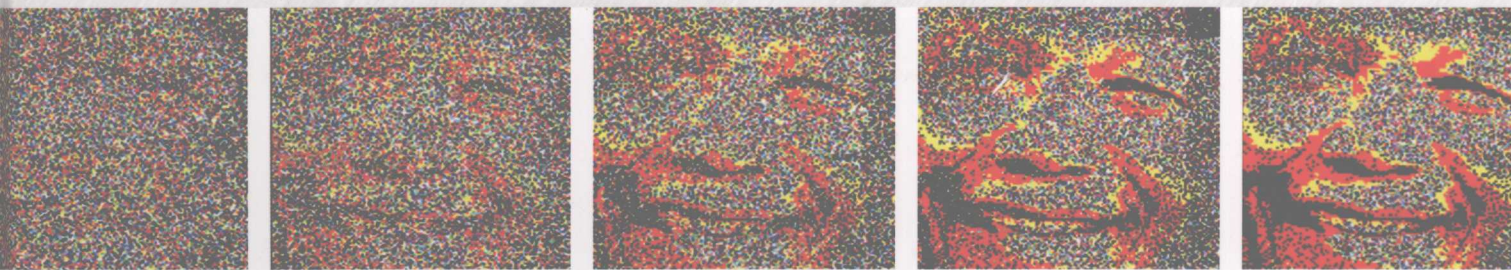
·全彩色·

Cognition, Brain, and Consciousness
Introduction to Cognitive Neuroscience

认知、脑与意识

认知神经科学导论

Bernard J. Baars, Nicole M. Gage



科学出版社
www.sciencep.com

COGNITION, BRAIN, AND CONSCIOUSNESS

Introduction to Cognitive Neuroscience

认知、脑与意识

认知神经科学导论

Edited by

Bernard J. Baars

Nicole M. Gage

图字：01-2008-1080 号

This is an annotated version of

Cognition, Brain, and Consciousness, Introduction to Cognitive Neuroscience

Bernard J. Baars, Nicole M. Gage

Copyright © 2007 Elsevier Ltd.

ISBN: 978-0-12-373677-2

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

AUTHORIZED EDITION FOR SALE IN P. R. CHINA ONLY

本版本只限于在中华人民共和国境内销售

图书在版编目(CIP)数据

认知、脑与意识：认知神经科学导论 = Cognition, Brain, and Consciousness: 英文/ (美) 巴尔斯 (Baars, B. J.) 编著. —影印本. —北京：科学出版社，2008

ISBN 978-7-03-022221-3

I. 认… II. 巴… III. 认知科学-研究-英文 IV. B842.1 R338

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 080164 号

责任编辑：田慎鹏 贾明月 马伟伟/责任印制：钱玉芬/封面设计：耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

天时彩色印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 8 月第 一 版 开本：889×1194 1/16

2008 年 8 月第一次印刷 印张：36 3/4

印数：1~1 500 字数：895 000

定价：280.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换〈双青〉)

导 读

脑与认知科学,或曰认知神经科学,是阐明认知活动的脑内过程和脑机制的科学,包括知觉、运动、注意、记忆、语言、思维、意识、情绪等人类认知的基础研究。认知神经科学的研究将行为、认知过程和脑机制三者有机地结合起来,分析人和动物感知客体、形成和使用表象、阅读、使用语言、记忆等信息加工成分、过程及其相应的神经机制。这门新兴学科是在传统的心理学、生物学、信息科学、计算机科学、生物医学工程,以及物理学、数学、哲学等多学科交叉的层面上发展起来的。

国际一些著名学者对认知神经科学的意义与前景独具慧眼。诺贝尔医学或生理学奖获得者 Eric R. Kandel 认为:“认知神经科学——对知觉、行为、记忆、语言、选择性注意等认知活动的研究,将迅速成为 21 世纪神经科学研究的焦点。”美国科学院院士,著名心理学家 E. E. Smith (1997) 在《21 世纪的心理学与脑科学》一书中指出:“与本书的其他作者一样,本人预期认知心理学在今后几十年内将沿神经科学的方向发展。在未来 20~30 年中,认知心理学专业的学生将必须学习脑与认知的关系这门课程,就象他们现在学习数学模型和统计学一样。”20 世纪 90 年代以来,认知神经科学以异乎寻常的速度在全球范围内发展。1990 年,美国国会通过议案,并由美国总统签署“脑的十年”(1990~1999);1991 年,欧洲议会随之跟进,推出“欧洲脑的十年”。1996 年,日本提出“脑科学时代”,投入 200 亿美元,把“认识脑”——阐明智力与思维工作机制、“保护脑”——延缓衰老和治疗神经精神疾病、“创造脑”——建立创新信息处理系统,作为其研究目标。为此,日本在其著名的 Rekin 研究院建立了专门的脑科学研究所。1998 年,国际神经信息学工作组推出人类脑计划(Human Brain Project, HBP),与人类基因组计划(HGP)对应,重点研究脑结构与脑功能,强调神经信息学,建立世界性人类脑功能结构信息库,在世界范围内推动脑科学及神经信息学的研究和发展。从 21 世纪开始,美国又发起“行为的十年”,其宗旨是多学科共同努力,促进行为和社会科学研究;战略目标是安全、健康、教育、民主和社会繁荣。“人类前沿科学计划”(Human Frontal Science Program, HFSP)是一项耗资上百亿美元的跨国研究计划,也是与美国战略防御计划、欧洲尤里卡计划鼎足而立的重要计划,包含物质和能量的转换、认知科学与信息处理、支撑技术三大组成部分。在其 12 个研究焦点问题中,包含知觉与认知、运动与行为、记忆与学习、语言与思维等 4 个认知相关问题。美国国家科学基金会(NSF)和美国商务部(DOC)共同资助了一个重大计划——“聚合四大技术,提高人类素质”(Convergent Technology for Improving Human Performance),将纳米技术、生物技术、信息技术和认知科学看作 21 世纪四大前沿技术,并将认知科学视为最优先发展领域,主张这四大技术融合发展。该计划描绘了如下科学前景:“聚合技术以认知科学为先导。因为一旦我们能够在如何(how)、为何(why)、何处(where)、何时(when)这四个层次上理解思维,我们就可以用纳米科技来制造它,用生物技术和生物医学来实现它,最后用信息技术来操纵和控制它,使它有效运转。”这将给人类社会带来巨大影响。可见认知神经科学研究在全世界的科学发展战略中都占有重要地位。

伴随着 21 世纪中国的崛起,国内的认知神经科学研究也在高速发展之中。“脑与认知科学”被列为国家中长期科学技术发展规划的八个前沿领域之一。2005 年初,国家科技部批准“认知神经科学与学习”和“脑与认知科学”2 个国家重点实验室建立,并已相继通过建设验收,这代表了国家在认知领域的科学规划与研究基地布局。近 10 年来,国内也开展了一系列有关认知神经科学的重要学术活动:1999 年,科技部召开了有关“意识”问题的香山科学会议;2001 年 9 月,第三届国际认知科学大会在北京举行;2002 年 8 月,中国科学院组织的认知神经科学国际研讨会在青岛举

行；2006年1月，《认知神经科学教程》由北京大学出版社出版；同年10月，北京师范大学举办认知神经科学中西方学术交流大会，包括诺贝尔奖得主、美国哈佛医学院的 Hubel 博士在内的 10 多位中外院士和 40 余位中外科学家与会并介绍了认知神经科学的最新进展。目前，脑与认知科学在中国蓬勃发展。本书在中国的出版，将进一步推进中国的认知神经科学的深入发展。

《认知、脑与意识：认知神经科学导论》一书由美国神经科学研究所的 Baars 博士与美国加州大学欧文分校的 Gage 教授主编，Elsevier 旗下的 Academic Press 出版（2007 第一版）。全书分为 15 章，深入浅出，图文并茂。各章简介如下：

第 1 章 从思维与大脑结合的研究入手，为读者展现了认知神经科学的宏观概览。首先，作者从距离、时间等概念上切入，给读者提供了很好的起点。这个起点既包括让我们为之兴奋的许多奇妙事物，也包括在严谨的科学实验时应具备的基本思想准备。本章还介绍了阅读本书时应该具备的一些基本知识，例如如何更容易地看懂脑的结构图、为什么丘脑和“新娘的卧房”是有联系的，等等。此后，作者在为读者展开认知神经科学研究历史的同时，也为我们展现了一个更加人性化的、更加丰富多彩的关于脑的研究历程。我们不仅仅知道了“意识”这个概念在历史长河中是怎样的蜿蜒起伏，也知道它发展到今天的状况。同时，我们也知道笛卡儿不仅是个数学家、哲学家，他当初还是一位学习大脑的优秀学生；而弗洛伊德不仅是一名只会思考潜意识的心理学家，他还发现了化学染色方法，使我们可以在光学显微镜下更清楚地观察一些神经元。最后，本章为如何更好地学习本书提供了很多行之有效的方法。

第 2 章 介绍了认知神经科学的基本框架。这里用两幅经典的图片展示了认知功能的框架和人类大脑皮层的功能区，生动体现了脑与行为的关系：包括视觉、听觉、躯体知觉、工作记忆、中央执行控制功能及语言的输入和传出等方面的研究进展和存在的问题等。可以说，本章是全书内容的提纲。在功能框架图中，左侧是以视觉、听觉、触觉为代表的感知系统：如皮层功能区的图片所示，所有的感觉都传导到大脑的后半皮层。对视听觉的研究已经持续了两个多世纪，因此我们所知甚详；而触觉、痛觉、温度觉、本体感觉等躯体感觉也已基本阐明。但我们对嗅觉和味觉的研究还处于起步阶段。一些潜在的感觉功能，例如生理节率、消化，甚至性和生育繁殖功能，都在研究之中。选择性注意一直是认知神经科学领域的重要课题，“自下而上”与“自上而下”是其主要的加工模式，选择性注意与知觉意识之间的关系也非常密切。

第 3 章 在神经元水平我们了解哪些东西呢？是否也能在更具体的生物水平上生动描述呢？我们首先从神经元和神经网络的基本概念开始。大脑是由能够传递信号的一类细胞——神经元组成的。这些细胞在进化上高度保守，也就是说，在亿万年的演变之后它们依然保持着相对稳定的状态。千差万别的物种间却拥有类似的神经元，就正好是这一观点的体现。和人的其他细胞不同，神经元是高度特异化的细胞，负责电化学信号的传导。它们通过自身的很多小分枝（树突）接受来自别的神元元的信号，然后通过一根主干枝（轴突）把电化学信号传导出去。整个大脑可以看成是一个由神经元及其连接所组成的巨大的复杂系统。树突和轴突是从神经元胞体内伸出的管道，一个神经元平均有一万个树突、一个或多个轴突。虽然神经细胞中动作电位传递的速度比不上电脑中电流的速度，但是人脑还是要比电脑的功能更强。现在的电脑还没有办法像人脑一样完成某些活动，例如知觉、言语、语义记忆、行为控制或者是艺术创作。

第 4 章 一个完美的心智观察者需要能跟踪数百亿个神经元，并能对每个细胞每秒进行上千次的取样。他还要完美地跟踪记录那些可能进行亿万种联结的大小神经细胞团持续转换的交互作用。

就像一颗现代化的侦查卫星能在太空中细致入微地观察每一个人，以及这些个体或群体之间的、从家庭到整个国家的动态关系一样，我们对大脑的理解就像是一幅由许多谜语碎片构成的粘贴图，合理地粘贴起来以构成一幅完整的图画。对建立在发展了数十年的认知心理学基础上的认知神经科学来说，脑成像技术具有突破性的进展。在脑成像技术成熟以前，我们的知识来自于动物研究和人脑损伤。但是脑损伤的定位尤其不精确，因此神经学家通常不得不在患者死后再对其脑进行解剖以确定损伤部位。比如在第1章提到的布洛卡氏区和威尔尼克氏区，就是病理解剖的结果。脑通常能自我修复，经过一段时间，细胞死亡，脑的损伤情况也发生变化，产生了适应性。因此，后期检查并不一定反映了早期诊断时的损伤。而动物研究建立在预先假定的同源性——即物种间的相似性上，而这一点并不能让所有人信服。因为动物没有语言，不会产生人类特有的活动，所以要理解动物的脑活动是如何反映人脑的认知是非常困难的。当能够直接观察脑活动时，这些问题就迎刃而解了。

最初是通过脑电图（EEG），再是X射线技术，接着是计算机X射线断层摄影（CT），以及正电子断层扫描（PET）和磁共振成像（MRI）等。现在有十多种成像技术已经十分成熟。临床需要常常促进了这些昂贵技术的发展并应用到人体。所以，我们现在有办法研究人脑中几十亿个神经化学感受器的分布状态、皮层的厚度、白质纤维束的高速传递系统；而对认知神经科学最需要的是脑的功能性活动、适应环境的能力，及其神经基础。新的进展让科学家们除了可以调查位于特定脑区的功能性活动，还能测量它们之间联结的动态路径。图4.2和4.3是一些脑的主要的“导线”，但像互联网一样，这些导线仅仅是故事的一部分：这些神经群间的持续变化的动态联结能在转瞬之间就发生小部分的改变。要从专家视角呈现记录和研究脑活动的工具，参见附录B。

第5章 人脑是文化和科技存在的基础。在这一章里，我们首先学习脑的结构。此后，我们将进一步学习脑的功能——它究竟是怎样进行工作的。需要强调的就是要认识到脑的解剖学知识不是静态和固定不变的，人们不断地发现新的重要事实，比如说在微观水平上发现的全新的神经、突触、联结方式和递质分子。不过尽管关于脑的知识正在连续不断地扩展，我们仍将聚焦于基础部分。

认知神经科学的研究聚焦于脑皮层，并且将其视为加工过程中的“最高水平”。其实，经过漫长的进化过程，大脑皮层仅仅是复杂人脑中可见的外部结构。“皮层”一词的原始含义是树皮，这样我们就可以理解在早期的解剖学中，大脑皮层意味着什么。大脑皮层最重要的功能就是认知调控，它持续联系着其他主要“卫星”器官，特别是丘脑、基底节、小脑、海马和边缘系统。正因为如此，我们才把皮层和丘脑紧密的联结称为“丘脑-皮质系统”。大脑的核心系统，就像信号交通甚至飞行运输一样，可以灵活地前进或后退。可以形象地将大脑皮层中几个主要的脑叶比喻为地球的陆地，每一块陆地都有各自的人口中心、自然资源，并且通过交易与其他区域相联系。大脑皮层区域虽说各有各的分工，但是它们也经常和其他区域整合，这种联系遍布整个皮层区域和相关的器官组织。我们将部分皮层外层部分称作“灰质”，这是通过人们肉眼见到的颜色而命名的。皮质内另外一些大量填充在大脑半球、如同果肉一样的物质称为“白质”。这两个名词都是从其外观得来的。而事实上，灰质中包含着数以亿计的神经细胞体，这些细胞体向不同方向发出更多轴突。灰质中起支撑作用的髓鞘由白色脂质分子构成。这些白色外鞘使得皮层间的神经联结看起来是白色的，故称之为白质。

第6章 回想一下你站在高处俯瞰的情景，你会发现大千世界的印象是如此生动而富有感染力，而这些印象却仅仅是由你脑中一些神经元活动的集合产生的。那么，一个值得思考的问题就是：成千上万的神经元及其活动，是如何使你看到所有的东西，并使你形成每时每刻的视觉经验呢？当我们开始思考脑活动与主观视觉经验间的关系时，会陆续产生一些令人困惑却又十分令人着迷的问题。通常，人们直觉地认为人类的视觉机制与照相机十分类似。在日常生活中，我们很容易

认为眼中的整个世界是一幅具有高分辨率的鲜明的全彩图。但很像高分辨率照相机的视觉仅仅为视觉空间的一小块地方提供高分辨率。而这仅是大脑迅速有效地表征我们所看见的特征或客体的策略之一。这证明了我们的大脑有天衣无缝地表征外部世界的能力，虽说这个惊人事实往往被我们所忽视。

对大部分人来说，视觉可能是我们在日常生活中用于感知外部世界和完成各种任务的五种知觉中最重要的一种。那么，视觉的目的是什么呢？一位早期的视觉科学家和计算机专家 David Marr 提出了一种看似合理的简单论点：视觉的目的在于“知道在那儿的是什么”，即空间和物体知觉。例如，当你在校中步行或驾车寻找一座新建筑时，最重要的是要知道，其他的车辆和行人在哪儿，交通灯是红的还是绿的，我该走哪条路，如果走这条路多久能到达，下个街角要转弯吗，眼前的这座楼是我要找那座吗？

大脑是如何感知某种客体的呢？人类视知觉和神经科学的研究结果显示知觉是多层次的。在最基本的层次上，人类大脑处理基本的视觉特征，如颜色、朝向、环境和立体视觉深度等。例如，当看到花朵时，我们也许会知觉到花的中央是黄色的，下面的叶子是绿色的，两枝茎干朝着不同的角度等。人类很擅长感知朝向和颜色的微小差异以及轻微的移动轨迹。大脑中初级视觉皮层中绝大部分细胞对特定特征有很高的调谐度——一些会对特定角度的线段有很强的激活，而一些对特定的颜色或运动方向有激烈的反应。这些神经元仅分别对视野中很小的一块区域有反应，即一些仅跨越1度到几度的视角片段。如果这些神经元的活动只能分别表征视野的一小块区域，例如视野中的小斑点是垂直的还是水平的，红的还是蓝的，运动的还是静止的，那么大脑如何对各个神经元传出的信息进行整合呢？不知通过何种机制，大脑能够将这些基本特征元素组织成知觉群。格式塔心理学家认为知觉不能仅通过考察基本元素来实现。格式塔这个德文词汇很难被直译，它的意思是整体大于部分之和。这些心理学家提出了知觉组织的格式塔规则，如相似性、接近性、连续性、相同命运规则等。这些规则指出：颜色或形状越接近的元素越倾向于被知觉成一个整体；同样地，如果一些元素排列在行列中，这些规则能决定它们被知觉排在行中还是列中。

为什么知觉组织如此重要？它能帮助我们知觉到哪些特征是属于某个东西的，并帮助我们辨别图形与背景。例如，想象你看见一只金色的猎犬躺在高高的草丛里。相似性原则会帮助我们将狗和草区分出来，即使我们只能看见一旁摇动的尾巴末端，也能认出它是属于狗的。如果狗开始在灌木丛中跑动，愤怒地咆哮着，那么一只猫在跑动之前，我们将不会发觉它一直藏在灌木丛后面。因为猫的运动引发了相同命运的组织形式，这会激发我们对动物这一整体而非树枝和叶子间透出的皮毛片段的生动印象。

最后，我们能够知觉整个客体的形状，并通过先前的经验将这些形状与相应的客体表征对应起来。为知觉一个客体，大脑必须经过许多步的视觉加工，从处理客体的特征元素，到将这些元素组织成各种知觉群，再最终计算出这些元素如何建构一个有组织的形状。这些对客体形状的表征必须随后与存贮在记忆中的客体表征相对应。鉴于客体数量是如此之多，而且任何客体投射在视网膜上的二维图像都会随着视点、光线或观察情况的变化而改变，客体辨认这一问题变得极具挑战性。因此，大脑必须从客体中提取出稳定的或不变的抽象特征，同时忽略掉那些在客体二维投射图像中时常变化的表面特征。

你是如何知道世界上各个东西的位置呢？当你观察世界的时候，刺激你眼睛的视觉信息都是二维的，类似你用照相机得到的图像。这些投射到你眼睛上的二维图像保存到大脑的初级视觉皮层中。这种处理产生了客体位置相对向中央注视点汇聚的图像。而大脑能够依此建构出原始的三维图像，并估算出空间中各个客体的距离。虽然初级视觉皮层中客体位置的表征是相对向中央集中的，但在顶叶、颞叶或额叶中更高级的皮层一般倾向于用更抽象的方式表征客体位置，比如它们与人们的身体或周围环境的相对位置。

第7章 我们怎样从听到简单的声音，到理解复杂的语言，甚至是领会庞大乐队演绎的交响乐，是本章的重要内容。首先，我们了解声音传导的基本神经基础：从声音的感觉器官——耳，通过听觉传导道，到听觉皮层。然后，我们讨论特异性的声音加工，例如对语言和音乐的感知。可以想象，我们从婴儿时期就开始了语言的学习，而声音感知改变了整个人类生活。如果你是熟练掌握某种乐器的音乐家，或是通晓几种语言的翻译家，你的神经加工机制有可能与常人不同。因此，我们将讨论学习与经验对脑的可塑效应。当然，声音的加工不是独立存在的，我们所听的，总是与我们所看的、所触摸的以及我们的记忆力和经验联系在一起。

第8章 注意和意识常被看作选择和综合的过程。注意包括大脑对信息的集中选择能力，就如同你现在做的这样；接下来大脑去综合这些信息——也像你正在做的这样——通过感知和理解这些句子，然后用它们去思考、记忆、回想、感觉、计划和表达。在日常生活中，选择和综合并不排斥，两者共同起作用。先前的行为学实验表明，正确率这一反应能够从知觉经验中分离和定义选择性注意。

第9章 记忆可定义为对思维、经验或者行为的一种持续性表征。而学习是对这种表征的获得过程，涉及大量脑区的激活。人类记忆具有非常显著的局限性，同时也可以说是一种重要能力。例如，大多数学生都希望有“好记性”，也就是轻松准确地存贮并提取信息的能力。然而，人脑毕竟不是为了学术研究或者考试而进化的，这种功能是近代新开发出来的，它进化的唯一原因与目的只是生存的需要。所以，我们的大脑最好的记忆成绩不在于能够精确地表征各种符号信息，这是最普通的计算机都能做的事，而是能够在现实生活中游刃有余地处理各种复杂模糊而又瞬息万变的信息。

得益于学习与记忆的支持，人类能够非常灵活地适应新环境。我们杰出的学习能力，使得从新石器时代进化而来的脑还可以帮助我们在满是计算机、脑科学以及学术研究的时代顺利而成功地生活。可见，学习能力必有独特之处。

记忆中的信息存贮向来被认为包括了大量脑区的广泛的突触交换。这个过程通常涉及大范围的赫布学习，遵循“共同兴奋导致相互连接”的规律（参见第3章与附录A）。因而，神经元之间相关的活动，无论是兴奋还是抑制，都会使它们之间的联系性增强。研究者们认为，瞬时的细胞集体放电维持即时记忆，而长时记忆需要更长时的突触联系。尽管有一些研究证实了这些现象，但迄今为止，我们仍未取得在相关的脑区存在长时程联系的直接证据。因此，赫布记忆轨迹自身仍是一个推论性概念。

一些观点认为，通过突触联系的改变，可能所有脑区（从皮层后部知觉区域，到前部执行与运动皮层）都参与学习。而另一些观点更关注传统上认为与记忆功能相关的颞叶。在这一章，我们主要考察脑区结构中最重要的一部分——新皮层以及包括海马及其周围组织在内的内侧颞叶（medial temporal lobe, MTL）。

多年来，研究者们普遍认可海马在将经验转换为记忆的过程中发挥着最重要的作用，但最近更先进的技术方法显示，整个海马所在的内侧颞叶区域可能都参与了这一过程。内侧颞叶与只有不到六层神经元的古老皮层——嗅球之间存在重叠，而新皮层是哺乳动物“新有的”脑皮层，其最显著的特点是包含六层神经细胞。当我们存贮或提取日常经验时，新皮层与内侧颞叶之间持续不断地相互交流。因为有着古老的进化血统，内侧颞叶的功能繁多。以海马为例，最初的研究主要关注老鼠及其他哺乳动物中海马的空间定位功能，此外，海马还负责嗅觉编码，这也正是内侧颞叶的一些部分被称为“嗅皮质”（rhinal cortex）、“内嗅皮质”（entorhinal cortex）和“嗅缘皮质”（perirhinal cortex）的原因。

内侧颞叶与视觉皮层颞下回（inferior temporal, IT）之间也存在联系。你大概还记得，颞下

回参与调节高级视觉客体信息（参见第8章），该脑区的神经元放电与意识状态下的视知觉有关（Sheinberg & Logothetis, 1997）。因此，内侧颞叶能够非常方便地接收到高级的意识状态下的视觉信息。

内侧颞叶周围是听觉区，听觉信息也能迅速反馈到内侧颞叶（参见第7章）。此外，情绪信息的“集中营”——杏仁核正好在海马附近。可见，内侧颞叶可以说是一个繁忙的“交通枢纽”，各种输入信息首先在这里整合，然后再到新皮层相应区域完成学习与提取，可以说这是“中枢中的中枢”。

人类脑皮层大部分是新皮层，这是哺乳动物几亿年的进化中，逐渐由旧皮层伸展出来的。上面已经提到，新皮层一般通过大量神经元之间的突触联系的改变来编码长时程记忆，皮层中，尤其是丘脑，有着数以万亿计的此类突触（参见第3章）。而海马体将新皮层的认知信息与边缘系统的情绪信息完美地结合在一起，形成包含了所经历事件各方面编码的记忆痕迹。

第10章 解决问题是一种以其他多种功能为基础的高级认知功能。工作记忆的参与使我们不必提醒自己记住各种辅助信息，可以把注意力集中在问题的主要方面；执行控制功能使我们的认知更加灵活，从而克服解决问题时的“功能固着”倾向，提高对环境变化的适应力；此外，我们当前面临的问题，常常与我们的经验和过去已解决的困难有关，在问题解决过程中，我们需要反复提取长时程记忆里的知识和技能。

工作记忆、注意、认知加工和执行控制都存在能力上的限制。因此我们在解决问题时的常用策略是，将问题的各个方面组块化，分解成可存储在长时记忆系统中的成分。例如，国际象棋大师在记忆中掌握了棋局的许多种变化以及对应的解决办法，所以他们在比赛中可以将注意力集中在棋局的新异之处。

一般认为，解决问题包含了三个要素：起始状态，即我们着手问题时所面临的状况；目标状态，即问题解决后的状况，是问题解决者所要达到的目的；解决问题的步骤，即问题解决者将起始状态转换为目标状态的过程中的每一个中间状态，这些状态被称为问题解决的子目标，它们可能并不明显。所有潜在子目标，即我们可以作出的各种选择，构成了这个问题的问题空间（problem space）。解决问题可以被看作是在问题空间中搜索通往目标状态的路径。

人类的问题解决，可以按心理活动的类型分为两类：内隐的和外显的。这两种模式有着显著的不同。外显思维有着清晰的、有意识的目标和子目标，从起始状态到目标状态的每个步骤都是非常明确的。我们可以举一个日常生活中的例子：心算。在心算过程中，外显思维涉及到更高级的执行控制，更多的心理工作负荷，更频繁的有意识存取。为了追求外显目标，会激活更广泛的皮层区域。个体解决“汉诺塔难题”、“威斯康星卡片测试”等外显问题的表现，会显著地受到额叶损伤的影响。其他因素，如滥用药物、认知负荷、困倦和分心等，也会影响被试的成绩。因此，外显的问题解决任务是脑功能研究的重要参考。

完全地解决外显问题在现实世界中是很罕见的。相比之下，解决内隐问题可能更常见，因为很多技能是我们在早年生活中就掌握了。经过反复实践，解决这些问题的技能越来越熟练，逐渐变得内隐（无意识）和自动化。例如，你对刚才那句话的理解就是一个内隐问题解决的好例子。解决内隐问题与解决外显问题相比，所需的执行控制、有意识的存取、认知负荷更少，激活的皮层面积也比较小。从另一方面说，它对长时程记忆和实践经验的依赖比外显模式少得多。因此，虽然内隐问题解决的效率很高，但容易僵化，也缺少灵活的控制。

我们进行学习，一个隐含目的是要将外显问题解决转化为内隐模式。人类解决的绝大部分问题，都包含了外显成分和内隐成分。我们往往低估了内隐认知的复杂性，因为内隐成分是无意识的。实际上，最有效的解决问题的工具通常是反复练习的、已自动化的技能。问题解决的外显部分，常常是在完成个体不熟悉的任务时，在暂时性的执行功能中发挥作用。在问题解决的执行控制

和自动化操作之间，需要掌握好动态的平衡。“知道感 (feeling of knowing)” 和 “舌尖现象 (tip of the tongue)” 是处于意识和无意识之间的认知现象，这些现象也许能向我们揭示关于内隐问题解决过程的原认知知识。

由于问题解决需要多种认知功能的参与，它所涉及的脑区是非常广泛的。问题解决激活的部位包括了额叶（以背外侧前额叶为主）、顶叶扣带回（包括扣带前回和扣带后回皮层）、腹侧颞叶以及丘脑等神经核团。对问题解决所涉及脑区的协同工作模式的研究，牵涉到脑功能定位学说与脑功能分布式学说之间存在的长期争论。我们现在使用脑成像方法，可以观察到比以前多得多的局部脑区和大脑活动进程。由此，我们可以想象定位学说有朝一日会取得胜利，不过这还没有成为事实。虽然人们致力于研究更小更精细的脑区，但现在依然存在引人注目的证据，表明大脑中广泛存在着分布式加工（见第 9 章）。因此，有一部分理论家正努力发展出一套理论模型，希望将脑功能定位与神经网络的广泛分布性都包含在内。

第 11 章 语言是人类思维与文化最重要的工具，同时也是儿童发育的重要标志。本章介绍了语言脑机制的经典研究，从语音、词汇、语义和句法等层次介绍了语言输入输出神经网络机制的最新研究进展。我们将通过研究由大量神经元联结而成的分布式皮层网络来加深我们对语言脑机制的理解。在今后几十年，语言研究可能专注于以下问题：

- 声学分析：声音转化为言语元素，例如音素、音素的编码与串联、音节的构建、词素等。
- 词汇识别：词汇输入的指定，词表的选择。
- 句法分析：识别名词、动词以及其他语法分类，构建句法框架。
- 语义：构建词汇和句法结构的语义网络。
- 演讲与对话背景：怎样从前后文中识别对话的意思。
- 团体与社会推论：对话双方的目的是什么？

第 12 章 执行功能或者执行控制是与前额叶紧密相连的。但前额叶的功能却不仅限于执行功能。前额叶曾经被称为“沉默的脑叶”，因为人们不能很容易地将它与我们所熟知的、能明确定义的认知功能联系在一起。但是近年来，新成像技术的发展却使我们发现，前额叶的不同子区域和执行控制、冲突监控、情绪以及工作记忆等功能有关。前额叶区域已经成为当前研究的热点。从进化角度看，前额叶的进化最晚，并且为人类和灵长类动物特有，这暗示了目标、远见、计划等与前额叶密切相关的功能也是高等生物所特有的。大量的研究表明，前额叶在目标形成、计划执行等方面起着举足轻重的作用。传统的观点认为，前额叶的主要功能体现在行动和计划方面，而近年的研究更进一步发现它参与了人们对新异性刺激进行加工、形成记忆表征、利用知识经验和记忆达成目标、面临模糊情境时进行灵活地选择等方面的过程，使我们能够适应这个复杂多变的世界。因此，前额叶的发展，是与我们的社会发展密切相关的。前额叶的发育成熟，往往也标志着我们社会化的成熟。前额叶与其他脑区有着广泛的神经联结。同时，它又是十分脆弱的，我们时常看到的很多脑损伤患者所出现的症状，就是前额叶受损时导致的一些执行功能受损。

第 13 章 你还记得 2001 年 9 月 11 日时，自己身处何地吗？你也许能轻易回想起那一天，甚至对那一年的 9 月 9 号也记忆犹新。这是为什么呢？9·11 事件深深地铭刻在了我们的脑海里，因为那一天的记忆与一种强烈的情感紧紧地联系在了一起。在之前的章节中，我们已经讨论过几种更高级的大脑认知功能，例如记忆、执行功能、语言等。而我们的情绪是紧密地与支撑这些认知功能的大脑系统相结合的。在本章中，我们将探索大脑中的情绪系统，以及它与认知加工的相互作用。“情感神经科学”这个术语是在 20 世纪 90 年代末期被创造出来的，用于概括一个新的研究领域：情绪的神经科学。我们对大脑中情绪的了解已经不少，在这里将重点介绍情绪系统的形态，以及对

能存在的多重情绪系统则几乎没有引起什么关注。迄今为止，恐惧情绪在杏仁核中的起源已受到重视，人们认为它是基于多巴胺的“奖赏系统”。但学界对于探索其他各种情绪体验的神经基础，则显得兴趣寥寥。随着精细程度更高的脑成像技术的出现，这一局面有望改观。

虽然经典条件反射仍然是与习得情绪联结有关的重要课题，但“情感神经科学家”已经开始探索从哺乳动物脑中的多个神经网络中产生的情绪。它们彼此分离，其性质由遗传决定，每一个网络都为一种特定的适应性功能服务；被激活时会引发一种独特的行为；而且每一种诱发条件（可激活该网络的刺激的性质）都不相同。这些网络构成了有意识的情绪体验的神经基础。从心理习性的角度，我们可以在适应性环境下观察到这些情绪功能。

第 14 章 认知使得人类从哺乳动物中脱颖而出，即我们依靠内部心理状态将对方作为有意识的生物来了解的能力。其他的哺乳动物具有部分知晓其物种成员的心理状态的能力。可作为信号来感知肢体语言、发声和面部表情，并在这些信号的基础上做出行为反应。一些灵长类动物具有的“镜像神经核团”，似乎可以让它们记住其他灵长类的行为和自己行为之间的共同点。尽管如此，还没有其他动物拥有理解、利用或者依靠本物种其他成员的主观性的能力，这种能力是人类所特有的。

“推测他人的想法”是一个古老的哲学命题，但新近发展起来的心理学和神经科学却致力于理解他人的心理状态。迄今，心理学家和神经科学家在描述和解释社会认知的概念方面并没有达成一致。所以在我们开始学习社会认知之前，需要列举一些概要的定义。

本章涉及了移情、心理理论、内化、读心术、意向等术语，最后强调按照我们对他人主观性和意图的感知来调整共有的交互作用的能力。如果缺乏这种能力，我们容易意识到他人在社交中的不足。例子常见于孤独症，以及对杂语症患者、精神病性移情缺失者和人格分裂患者的情感缺失识别中。

第 15 章 本章将概述人类从出生前到婴儿、从儿童到青少年等生命不同阶段，我们的脑与认知功能是如何发生发展的。本章重点在脑与认知发展的早期阶段，因为在生命的头几年，随着婴儿认识世界，神经的发育呈现爆炸式增长。我们将探究先天因素和后天因素对发展脑与思想的作用，揭示遗传和经验相互影响的复杂性。

发育认知神经科学是个相对新的研究领域，例如研究大脑成熟性及其对认知的影响。新的无创伤的研究方法如何测量婴儿和儿童的脑功能，这些研究方法的出现对研究婴儿和儿童早期如何理解周围世界产生了革命性作用。对于研究脑的发展及其与行为的关系，关键是将多种技术和研究方法相结合，以阐明脑-思想的复杂性。

本章我们将简要介绍研究婴儿和儿童发展研究的新技术。然后，我们将描述从出生前到出生后不同生命历程中脑的解剖结构的发展。接下来将重点介绍在生命的早期阶段脑与认知的发展——一个呈爆炸式增长、大幅度改变的阶段。然后再介绍在儿童与青少年阶段脑与思想的发展。最后我们讨论在早期围产期脑损伤导致的长期影响与在儿童期脑的可塑性。本章重点介绍关于脑及其对认知的作用的最新实验研究，不管怎么说，请谨记这是相对新的研究领域，我们才刚刚开始理解脑与人类行为的关系。

附录 A 本部分有两个特殊目的：一是试图描绘参与脑的神经结构和认知功能的模型成分及其兴奋场。早在 20 世纪 40 年代，人们就开始研究与神经网络行为有关的神经元，及其学习功能的可塑性变化。神经网络的研究热潮在 20 世纪 70 年代有所回落，但没过多久，在 80 年代又开始复苏，并奠定了今天的基础。读者只要有神经模型的相关知识，已经不一定非需要详细的数学背景不可了。第二个目的是“眼见为实”，即阐明人工神经网络的机制，其范围从单个神经元到网络，及至

认知加工的影响。

大脑的三位一体 保罗·麦克林 (Paul MacLean) 于 20 世纪提出了“三位一体大脑”思想, 借以描述哺乳动物大脑内在功能上截然不同的各个层面。这一理论在学者研究大脑内的功能组织时广泛采用。根据麦克林的观点, 大脑在脊椎动物进化过程中发展出了三层结构, 各层虽然相互连接非常紧密, 但仍然保留了因进化起源不同而导致的某些区别。我们可以观察到每个层面对人类行为的影响, 尤其是在认知与情绪的关系上。

大脑中最古老的皮层叫爬行动物脑。这一部分由脑干组成 (包括延髓、脑桥、小脑、中脑、苍白球以及嗅球) ——在蛇类和蜥蜴的大脑中占核心地位的结构。这一脑皮层在学习经验上有所欠缺, 倾向于一次又一次地以固定方式重复本能行为。对人类来说, 大脑的这一部分负责控制生存活动, 如呼吸, 心跳, 或保持平衡。我们在这一章中涉及爬行动物脑的内容并不多。

哺乳动物脑位于爬行动物脑上方, 它包括了边缘系统 (limbic system) 的主要部分。“边缘” (limbic) 一词来自于拉丁语 *limbus*, 意即“边界, 交界”——指大脑半球内部位于脑室外侧边缘的位置。边缘系统最早在 19 世纪发现, 但直到神经解剖学家帕帕兹 (J. W. Papez) 于 1937 年发表他的著作, 边缘系统在情绪方面的功能才被世人了解。因此, 边缘系统曾经被称为帕帕兹回路。

边缘系统的组成成分有多种说法, 取决于我们采纳哪位研究者的意见——很遗憾, 并不存在公认的边缘系统成分的界定。某些神经科学家认为我们不应再保留边缘系统这一提法, 但我们将继续使用这一术语, 作为概括一系列影响我们情感生活的皮层下脑成分的概念。普遍承认的边缘系统包括了杏仁核、海马、海马旁皮层、扣带回、下丘脑和腹侧纹状体/伏隔核。

边缘系统在人类情绪领域扮演着主要角色。我们可以意识到边缘系统的影响, 尤其是特定的表象或想法所附带的效价 (正性或负性的价值和感觉) 和显著性 (“可察觉性”)。其他哺乳动物与我们一样拥有大脑的这一部分。在我们的宠物猫、狗身上, 可以轻易地辨认出典型的哺乳动物的情绪性反应。

根据边缘系统的合适角色, 我们可以发现边缘系统包含多个相互独立的系统, 这些系统是为了应对哺乳动物在进化中面临的压力 (如逃避危险、生产培育生活必需品、寻求食物等) 而进化的。例如, 杏仁核和下丘脑在针对危险的早期警报系统中共同发挥作用, 在发现与过去遇到的危险情景相似的刺激时, 会自发地激活生存机能。不过, 与大脑皮质的感知觉区域相比, 杏仁核对刺激的细节加工较少。边缘系统对刺激的识别遵守接近性原则 (“距离近者优先”), 所以我们有时会被草丛中一圈又长又黑的物体吓一大跳, 但结果发现那不是蛇, 只是花园水管。根据在进化历史中习得的条件反应, 边缘系统对危险的阈限很低, 即使出错也要确保安全。我们有时会发现自己在杏仁核的影响下, 无意识地作出行动。片刻之后, 我们的理智就会为自己显得很傻的举措感到尴尬——在日常生活中, 我们可以轻易地在自己身上发现边缘系统和大脑皮质系统间的相互影响。

边缘系统与脑皮质紧密地相互连接, 尤其是在 VM-PFC (背外侧前额叶) 的眶回部分和脑岛皮层。与 VM-PFC 的紧密联系, 使边缘系统被称为思维脑的感受区。VM-PFC 是边缘系统与新皮质之间的通路。

新皮质 (又称灵长类动物脑) 是我们大脑进化中历史最短的部分。它包括覆盖在大脑半球上的褶皱部分 (以及某些皮质下神经核团, 如基底神经节)。相比于其他哺乳动物, 灵长类和人类的这一部分皮质的体积出现了爆炸性增长。新皮质是我们综合认知活动、推理、运动、感觉和社交能力的源泉。新皮质使我们具有相当高的灵活性和创造性, 从而适应动态变化的环境。皮质的社会化功能和控制情感表达的功能, 都起源于边缘系统; 皮层对环境的评估能力, 对更精细的情绪技能来说是必要的, 可能也依赖于边缘系统。

基本情绪和反射性意识的角色 情绪性反应取决于: ① 对过去曾带来愉悦或痛苦的刺激作出经典的条件反应, 并由皮质下系统所调节; ② 对环境中的刺激作出认知评估, 并由新皮质所调节。

神经科学家对经典条件反射一直非常关心, 根据动物理论模型对此作了很多研究。而大脑内可

整个认知体系。从刺激系统出发,称为“神经表征模型”。

附录 B 将复杂的心理活动与大脑功能联系起来一直是人类不断探索的课题,早在 19 世纪,临床医生和解剖学家就开始通过研究脑损伤患者来确定功能脑区的定位,然而鉴于脑损伤巨大的偶然性,难以找到合适的患者是研究人员面临的头等难题。20 世纪 50 年代以后,随着医学技术的突飞猛进,产生了如脑电图 (EEG) 和磁共振成像 (MRI) 等适应普遍、无创的神经活性记录技术,为人类窥视大脑活动打开了窗口。这些现代医学技术与心理学研究方法的结合也催生了一门崭新的学科——认知神经科学。

先进的神经成像技术是研究人脑活动最有效的工具,也是认知神经科学所依托的基石。将生理表征与心理活动相联系是这些方法的共同之处。例如,当研究者意识到脑中血流量和血氧含量与大脑活动的关系之后,PET 和 fMRI 就随之而生,这在第 2 节有详细的说明。附录 B 的重点在第 3 节,依次对几种当前热门技术进行了大篇幅的介绍。

脑电图 (EEG) 的优势体现在突出的时间分辨率上,自发电位与事件相关电位是 EEG 研究的两个方面。自发电位的意义主要来自于临床医学对癫痫等疾病的诊断,而事件相关电位则被广泛应用在了认知活动的研究中。当然,EEG 的记录除了通过头皮电极外,还可以直接向脑中植入深度电极的方式实现。这样能够更为精准地记录神经元活动,但考虑到其侵入性,只限于采用某些疗法的患者或在动物研究中使用。

脑磁图 (MEG) 基于奥斯特在 1820 年首先观察到的法拉弟电磁感应原理,假设大脑中神经元之间的冲动会形成一个回路,而流动的电场又会在其正交面上产生磁场。虽然单个神经元产生的磁场难以探测,但当—个区域有 50 000 个细胞同时活动时,则可以记录到磁场。MEG 具有和 EEG—样,可以精确到以毫秒计的时间分辨率,而且随着技术的提高,理论上的空间分辨率可达到毫米级。MEG 的数据分析和应用也在本部分有介绍。

单光子发射计算机断层扫描术 (SPECT) 原理与 PET 相似,都是通过接收放射性同位素释放的射线达到成像目的。不同的是 SPECT 中向被试注射的主要是 ^{133}Xe ,且接受的是单光子的 γ 射线。SPECT 具有较高的空间分辨率,在即时成像上较 PET 优越。

正电子发射断层扫描术 (PET) 也需要向被试注射放射性同位素,这里一般采用掺入到水分子里的 ^{15}O 。 ^{15}O 衰变释放出正电子,当正电子与电子相遇湮灭后,以 180° 角放射出 2 个能量为 511keV 的 γ 射线。PET 仪器中的两个闪烁接收装置能接收到此射线,最后在计算机中形成三维图形。

磁共振成像 (MRI) 具有高度的空间分辨率,应用广泛,是本附录中最重要的部分。文中首先对 MRI 的成像原理进行了详尽阐述,解释了弛豫、T1、T2 等重要概念,并且还结合实际对比了不同条件下 T1 加权象和 T2 加权象的效果。功能磁共振成像 (fMRI) 是研究脑功能的重要手段,分为 BOLD (血氧水平依赖) fMRI 和灌注 MRI 两种方式,其中重点在前者。BOLD 的生理学原理当然要解释,这在每本 fMRI 的教学书中都必不可少。关键的是,本文随后将目光投向了 Block 和事件相关两种研究范式的分析上,如果读者还不了解如何设计 fMRI 实验流程,在读完这部分后,相信会得到启发。此后,书中还简要介绍了其他一些新近发展的 MRI 方法,如血管自旋标记 (ASL) 和扩散张量成像 (DTI) 等,这些都是关于灌注 MRI 的。3.7 节则承接上节,对 MRI 的未来进行了展望。3.8 节还提到了光学成像。

附录 B 第 4 节综合比较了以上提到的这几种神经成像技术,对其各自的优缺点进行了分析。在 4.2 节中还简单讨论了基因在大脑活动中的作用。

总的看来,附录 B 为需要了解神经成像技术原理的高校师生和科研人员提供了一条便捷通道,关于 MRI 的部分尤其值得一读。此外在各节之间还插入了若干“窗口”,单独提出并讨论了某些引人关注的问题。这也是本书的特点之一。当然可能有些读者会认为附录 B 对 EEG 和 PET 等技术的

介绍略显单薄，这就需要大家根据研究的需求结合其他参考资料来相辅相成了。

【致谢】首先要感谢责任编辑田慎鹏博士，他的认真和执着，保证了本书在中国的出版。笔者在北京师范大学、中国科学院心理研究所、西南大学的十多位研究生参加了本书的摘译工作，他们是古若雷（目录、第 10、13 章，部分第 7 章和章首图）、顾媛媛（序言）、杜博琪（第 1 章）、周立明（第 2、11 章）、吴润果（第 3 章图解、附注 B）、欧阳峥峥（第 3 章简介）、杨晓昀（第 4 章）、白露（第 5 章）、吴婷婷（第 6 章）、王妍（第 8 章）、孙世月（第 9 章）、张慧君（第 12 章）、黄森（第 14 章）、余芬（第 15 章）、朱湘茹（附注 A、部分第 7 章）。另外，陈灵娟助理对翻译的格式进行了整理。在此感谢他们为本书在中国的出版所做出的贡献。

罗跃嘉

2008 年初夏于京师园

序 言

要想与认知神经科学的最新进展保持同步就如同在波涛汹涌的夏威夷 Waikiki 海岸冲浪。不断的新发现如浪潮般蜂拥而至,在这些“海浪”上保持平衡是一个很大的挑战。这种“冲浪”令人振奋、趣味横生,尽管有时令人望而生畏。我们正时刻紧紧攀住思维的冲浪板去迎接这一不断进步的科学所卷起的层层巨浪。本书致力于为不同专业水平的学生和读者提供这一日益兴起的新科学——认知与脑科学——的总体概貌。

正如 Frith、Posner 以及其他杰出的科学家所描绘的那样,现今的科学界正在见证认知科学和脑科学的真正融合。过去几十年间所取得的历史性科研进展为这一融合奠定了坚实的基础。如今,我们可以利用各种现代脑成像技术,更直接地验证过去仅能从行为科学研究中推测的认知与加工机制。有史以来,我们第一次能够实时观察大脑在数百万年里是如何运作的。在综合心理学、生物学、医学、生物化学和物理学各个科学领域的研究成果后,所获得的一系列发现是惊人的。然而,大部分科学研究都会使用完备的心理学概念和方法。这也是为什么现在心理学和脑科学以惊人的和谐方式互补。认知神经科学领域的相关知识正成为心理学、生物学、教育学和医学等基础教育领域的必备内容。

仅靠一门课程是无法实现对认知神经科学的讲解的。很多教师发现,大部分授课内容都是在介绍大脑的结构和功能,很少有多余的课时涉及综合性课题。虽然解析大脑本身非常重要,但是把重点完全放在解剖学机制上反而会损害讲授者的本来意图。

本书用以下方法来解决讲授这门科学面临的挑战。首先,全书的整体框架尽可能以最合理的学习曲线来建构——以读者熟悉的课题为主线,这包括视觉和听觉的感知觉、工作记忆、注意和意识、记忆、执行功能、语言和想象、问题解决、情绪、社会认知及其发展。第二,我们一步一步从浅入深、循序渐进地对大脑的功能和结构进行系统的介绍。为了使本书的条理更加清晰,我们采用功能性框架来构建所有的内容。认知神经科学领域的一些公认结论是我们以单一框架将所有涉及的主要课题联系起来的基础。书中对课题的解析都是逐步深化和细化的。这一功能性的框架可以从不同的角度来诠释。例如,记忆存储可看作是积极的工作记忆,而知觉、认知和控制可认为是对大脑内永久性存储信息进行作用的过程(见第2章)。第三,教师和学生可以登陆 <http://textbook.elsevier.com> 并在免费注册后查找相关资料。教师可以从网上下载书中所有的图表及其说明(PPT格式)、教学指导视频和多媒体文件。学生可下载包括章节小结、测验、图表和视频在内的材料。这一支持网站是不断更新的,我们会根据新进展和新发现增加或改变内容。本书作者欢迎读者提供新的支持材料。

教师可以根据自己的意图来安排各章的讲授顺序。对高年级学生来说,第4和第5章有关脑成像和脑解剖结构的内容在讲授时可一笔带过。对于将本书作为入门课程学习的学生来说,这两章的内容不可或缺,还可将附录B作为这两章的补充材料(Thomas Ramsøy 等编写)。附录部分都可作为参考资料的便捷来源。

神经网络的问题在认知心理学和神经科学中所占的地位愈来愈重要。关于现代神经计算学的指南可参见附录A,是由伦敦皇家学院(Imperial College)的终身教授 Igor Aleksander 所写。该指南简单易懂,以介绍神经计算学为重点。附录A可在看完介绍神经元突起和模型的第3章后阅读。

本书还介绍了一系列的大脑障碍,包括脊髓出血(HM)和 Clive Wearing 的病例(见第2章和第9章)、盲视、视觉忽视、面孔失认以及其他视觉缺陷。讲述执行功能的第11章讨论了控制范围之内和之外的障碍。有一些大脑障碍病患的运动和认知控制功能并没有直接受损,看上去似乎是患

者不愿意正常表现。但也有些患者好像会无法控制地自发模仿另一个人的举动，比如可能会在检查医师起立时也冲动性地站起来。控制力之内和之外的大脑机能障碍揭示了人类执行功能的基础。

有些脑机能障碍会与心理机制的异常相对应。钢琴家 Van Cliburn 等专业音乐家，有时在弹奏乐器时会不能自主地跟着吟唱。经过长期训练的专家可能会失去控制一些自动行为的执行控制功能，尤其当他们处于某种精神负荷时。相反，严重抑郁症患者的经典症状就是似乎不能发起或继续某个行动。与这种“纯粹的心理”缺陷相关的脑区常常就是类似机体障碍的神经基础。这是对研究获得的结论所进行的一种显著的简化，使得读者看到的不是一些零散的事实，而是可以将相关发现统一起来的原则。

有关心理机制的问题常常能在大脑神经机制上找到简单的答案。例如，经典工作记忆的语言记忆部分，即大脑复述数字和词语的容量，现在我们认为正常的语言容量。Baddeley (2003) 强调，无声的复述会激活著名的语言皮层区。因此，传统工作记忆的语音回路已不再被看作一种独立的认知特征，而是一种激活语言皮层的无声方式。哈佛大学的 Kosslyn 教授等人 (2004) 也有类似的发现：视觉想象会激活参与正常视觉知觉过程的一些脑区。更令人惊讶的发现是视觉注意与眼动控制密切关联。运动员和音乐家的感觉运动皮层会参与无声的精神过程。根据上述发现，我们可以获得这样一个简单的结论：“内部”和“外部”的过程所对应的活动脑区是相互重叠的。

虽然认知神经科学的研究发现并不总能起到简化事实的作用，但已足以使我们能够以一些共同的主题来编撰本书的内容。这样有助于内容的教授与学习，并能够使我们涵盖广泛的基本课题包括情绪、社会认知和发展。

书中的辅助材料是为了丰富学生的学习方式和内容而设计。生动的课堂演示、展示图片和学习重点、PPT 讲解以及视频播放都可以实现这一目的。该书内容所提及的很多现象都可以通过实验和视频片断得到很好的演示。例如，我们先通过材料显示一个患有自闭症的患者仅能通过注视键盘的眼动操作来进行交流。然后再呈现与之表面病症相同但处于真正昏迷状态的患者以作为比较区分之用。在每章的最后，我们都列出了小结性的问题和绘制某些脑结构的练习以帮助读者进行交互式的学习。其中，绘制脑区并相应地进行着色这一练习尤为重要，这是为了帮助学习者掌握大脑三维的复杂结构。

本书还涵盖了处于不断发展中的认知神经科学的一些前沿课题。其中的一个热点问题就是我们分别所观和所感的“大脑”和“认知”的关系，即意识及其脑机制关系的一个历史性问题。Alan Baddeley 最近提出这样一个评论：“过去二十年间认知心理学和认知科学领域所获得的最重大的发现可能就是，意识是可以进行合理的、可行性研究的一个科学问题”。

对意识问题的重新认识已经深入到知觉、记忆和注意各个领域的研究中。Endel Tulving、Daniel Schacter、Gerald Edelman、Francis Crick、Christof Koch 等学者已经开展了一系列先驱性的工作并获得了初步成果。基于对意识问题的日益关注，一些教科书已经增加了有关意识的章节。但是，我们认为意识问题如今已是一个普遍深入的问题，因此应该贯穿全书的所有内容。《科学》杂志最近在其第 125 周年纪念刊上提到，意识问题是现今生物科学领域尚未解决的主要问题之一。虽然对意识问题的了解还不多，但是心理学家其实长期以来一直在“外显认知”和“聚焦注意”等标题下研究意识过程的相关内容。“外显认知”和“聚焦注意”等过程的考察都是通过测量精确报告的行为学指标来实现的，而这一指标自两百多年前心理物理学创立之初就已经作为意识事件产生的信号标志了。因此，记忆和知觉一样，可以把意识看作是具有很多次级课题（如阈下知觉、自传体回忆和聚焦注意）的伞状图标。

自主控制问题也回到了研究领域的前沿，有时以“策略控制”和“执行功能”代指。在人脑内，自主和非自主功能可以在解剖学上和生理上清晰地区分。这两者稳定的不同也能在功能性脑成像和行为水平上得以体现。最后需要指出的是，关于执行控制的概念似乎正为社会和人格心理学领域对日常生活中自我的研究提供新的视角。

以上所有课题都显示，行为水平和脑机制水平上的研究成果正在发生令人瞩目的融合。关于情绪和社会关系的脑机制的研究也在快速发展并获得了不少发现。例如，“镜像神经元”与感知他人意图的能力密切相关；无意识的恐惧面孔会激活杏仁核；自我控制中的冲突与前额叶皮层的竞争脉冲相对应。

认知神经科学是一门深具挑战性的科学，同时也是现今科学界最重要的前沿领域之一。对认知科学的学习将会使我们对人性的理解在清晰性和可信服性上到达前所未有的深度。

本书的编辑要特别感谢 Elsevier 出版集团神经科学部门的主编 Johannes Menzel 博士。我们对 Johannes Menzel 博士亲切友好的态度以及在本书撰写过程中给予的意见和支持表示深切的感谢。如果没有 Elsevier 出版集团的大量档案资料供我们参考，这本书是无法成功完成的。

第一编辑（Baars 博士）要特别感谢位于圣地亚哥的神经科学研究院的 Gerald Edelman 博士以及他的同事们。他们针对神经科学领域的许多课题提供了独到的见解和学术指导。第一编辑还要向德克萨斯州的 San Antonio 精神科学基金会致谢。该基金会为意识的认知神经科学领域的先驱性研究提供了大力支持。其常务和执行董事 Joseph Dial 一直活跃在有关统一意识体验的行为学和脑成像研究的各项工作中([http:// www. mindscience. org](http://www.mindscience.org))。

另外，很多同事和朋友都帮助我们更深刻地理解了脑与认知科学。在这里我们不能全部一一列出，但希望他们能够感到我们诚挚的谢意。其中，Stan Franklin、Walter Freeman、William P Banks、E R John、Christof Koch、Francis Crick、Karl Pribram、Dan Dennett、Patricia Churchland、Patrick Wilken、Geraint Rees、Chris Frith、Stan Dehaene、Bjorn Merker、Jaak Panksepp、Stu Hameroff、Thomas Ramsøy、Antti Revonsuo、Henry Montandon、Murray Shanahan 等一些同事给予了无私的帮助。虽然我们并不总能达成一致的结论，但我们对于他们很多有趣且重要的观点一直心存感激。此外，我们还有幸得到了一些杰出的合著者的帮助。他们的贡献在本书的内容中得到了充分的肯定。没有他们渊博的学识和强烈的沟通欲望，该书的内容不会如此生动有趣、丰富多彩。从更广泛但真实的意义上来说，本书的成功编撰要归功于所有文中引用的学者们和科学家们的研究和工作的。

第一编辑还要以个人名义感谢他所爱的亲人。他的已故双亲依旧是鼓舞和指引他的精神动力。感谢 Barbara Colton 博士一直以来的意见反馈和支持，使他能够做出明智的判断以便增加本书的可读性。

A Lisette Isenberg 女士在该书编写的最后阶段提供了可贵的帮助。此外，Shawn Fu 先生提供了很多精美的脑结构示意图。在此也向他们表示感谢。

第二编辑（Gage 教授）要特别感谢第一编辑，和他共享编撰此书的想法和热情。我们的交流合作开始于几年前在芝加哥三个小时的中途候机时间，到如今，伴随此书的开花结果，我们之间也结成了深厚的友谊。第二编辑还要感谢帮助她理解语言是如何在大脑中形成的很多同事和朋友。其中，她要特别对 Greg Hickok、David Poeppel、Tim Roberts、Bruce Berg、Norm Weinberger、Bryna Siegal、Anne Spence 和 Kourosh Saberi 在多年来的交流和讨论中给予她的帮助表示感谢。此外，第二编辑要感谢她的亲人长期以来对她工作的支持。最后，对 Kim 给予的意见和帮助表示由衷的谢意。