

脑与学习科学新视野译丛

董 奇 / 主编 周加仙 / 副主编

理解脑

——新的学习科学的诞生

UNDERSTANDING THE BRAIN:
THE BIRTH OF A LEARNING SCIENCE

© 经济合作与发展组织 / 编

© 北京师范大学认知神经科学与学习
国家重点实验室脑科学与教育应用研究中心 / 组织翻译

© 周加仙 等 / 译

脑与学习科学新视野译丛

董 奇 / 主编 周加仙 / 副主编

理解脑

——新的学习科学的诞生

UNDERSTANDING THE BRAIN:
THE BIRTH OF A LEARNING SCIENCE

教育科学出版社
· 北 京 ·

责任编辑 刘明堂

版式设计 贾艳凤

责任校对 曲凤玲

责任印制 曲凤玲

图书在版编目 (CIP) 数据

理解脑：新的学习科学的诞生/经济合作与发展组织编；周加仙等译。—北京：教育科学出版社，2010.10

(脑与学习科学新视野译丛/董奇主编)

书名原文：Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science

ISBN 978-7-5041-5109-4

I. ①理… II. ①经… ②周… III. ①脑科学—研究
②学习理论(心理学)—研究 IV. ①R338.2②G442

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 117327 号

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2007-5887 号

出版发行 教育科学出版社

社 址 北京·朝阳区安慧北里安园甲 9 号

市场部电话 010-64989009

邮 编 100101

编辑部电话 010-64989419

传 真 010-64891796

网 址 <http://www.esph.com.cn>

经 销 各地新华书店

制 作 北京鑫华印前科技有限公司

印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司

版 次 2010 年 10 月第 1 版

开 本 169 毫米 × 239 毫米 16 开

印 次 2010 年 10 月第 1 次印刷

印 张 18

印 数 1-3000 册

字 数 297 千

定 价 38.50 元

如有印装质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

经济合作与发展组织

经济合作与发展组织是一个独特的论坛，30个国家共同努力来解决全球化的经济、社会与环境挑战。经济合作与发展组织也处于前沿，努力理解与帮助各国政府对新的发展和关注点作出反应，如合作管理、信息经济以及人口老龄化的挑战。该组织提供情境，使政府可以比较政策经验、努力回答共同的问题、确定良好的实践、并协调国内与国际政策。

经济合作与发展组织的成员国有：澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、意大利、日本、朝鲜、卢森堡公国、墨西哥、荷兰、新西兰、挪威、波兰、葡萄牙、斯洛伐克共和国、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其、英国、美国。欧洲共同体委员会参与经济合作与发展组织的工作。

经济合作与发展组织广泛传播该组织有关经济、社会、环境问题的统计结果与研究，并召集会议、颁布其成员国同意的指导纲要和标准。

经济合作与发展组织秘书长负责本书的出版。本书所表达的意见与观点并不一定代表经济合作与发展组织及其成员国的官方观点。

译丛总序

人脑是世界上最复杂的物质系统，它所具有的学习功能是所有其他一切生物无法比拟的。在人类学习的研究中，由于研究方法与手段的局限性，无论是古代东西方对学习的思辨，还是近现代流派纷呈的学习理论，都回避了对学习的器官——脑的探索，使学习的研究停留在外显的行为以及对内部心理机制的推测上。

随着脑科学的迅猛发展以及研究方法与工具的进步，人们日益重视脑、认知与学习之间的关系。学习科学研究者将真实情境中的学习作为研究对象，运用科学的研究方法，来理解人类学习过程中的认知活动及其神经机制，探讨学习、认知与发展的过程与本质。学习作为人类极其复杂的现象，只有整合不同学科的视野才能对其有完整、科学的认识，因此学习科学是多学科、跨学科的研究领域。

最先用科学的方法来研究脑与学习关系的是诞生于20世纪50年代中期的认知科学。认知科学是研究人、动物和机器的智能本质和规律的科学，研究内容包括知觉、学习、记忆、推理、语言理解、知识获得、注意、情感等统称为意识的高级心理现象。认知科学从诞生之日起，就从多学科的视角来研究学习。到20世纪70年代，认知科学家开始研究人类是怎样解决问题的，关注数学、科学、阅读和写作等学校教育教学中涉及的重要问题。他们发现专家与新手采用不同的方式来解决各种学习领域中的问题，认为专家与新手的区别是理解学习的第一步，“学习就是新手变为专家的过程”^①，追踪这一过程中的思维变化可以研究学习的产生。20世纪90年代以后，认知科学转变了脱离学习情

^① Bruer, J. B. (1993) *Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, p. 2.

境、关注静态知识的实验室研究方式，转而重视学习者的思维与求知过程。认知科学对表征、专家知识、问题解决和思维等的研究，成为学习科学的核心概念。经过 20 余年的发展，《学习科学杂志》于 1991 年创刊。2002 年“国际学习科学协会”（The International Society of the Learning Sciences）成立。目前美国的西北大学、斯坦福大学等许多著名大学都设立了学习科学专业，从认知科学的角度来探究学生的学习。

在认知科学发展的同时，与此相关的另一门新兴学科也在形成之中。美国心理学家 George Miller 于 20 世纪 70 年代提出了“认知神经科学”一词，率先将脑科学和认知科学结合起来。在 90 年代“脑的十年”里，随着脑成像技术的发展以及 Michael S. Gazzaniga、George Miller、Michael I. Posner 等一批认知神经科学家卓有成效的研究，认知神经科学迅速发展起来。认知神经科学的研究任务在于阐明自我意识、思维想象和语言等人类认知活动的神经机制，研究脑是如何调用各层次上的组件，包括分子、细胞、脑组织区和全脑去实现自己的认知活动的。^①教育与认知神经科学结合起来的研究已成为当前国际上备受关注的新兴研究领域。1999 年经济合作与发展组织启动了“学习科学与脑科学研究”项目，目的是在教育研究人员、教育决策专家和脑科学研究人员之间建立起密切的合作关系，通过跨学科的合作研究来探明与学习有关的脑活动，从而更深入地理解个体生命历程中的学习过程。2003 年 11 月，“国际心智、脑与教育协会”成立，标志着科学界与教育界更加紧密地合作起来，共同研究人类学习与学习科学。

目前，许多国家的政府都采取了一系列重要措施，大力支持脑与学习科学的研究与应用工作，并将它作为国家科技与教育发展的重要议程。新世纪伊始，美国国家科学基金会就积极酝酿筹办学习科学研究中心以及学习科学孵化中心。从 2003 年起，美国国家科学基金将投入约 1 亿美元，正式建立 6 个学习科学中心以及若干个学习科学孵化中心。这些学习科学中心分别从生物、认知、计算机、数学、物理、社会科学、工程以及教育等多种学科交叉的角度来研究学习，甚至还涉及机器学习、学习技术以及所有有关学习的数学分析与模型的研究。日本政府也非常重视脑科学与教育的研究，日本文部科学省于 2003 年元旦启动了庞大的“脑科学与教育”研究项目。2004 年，欧洲启动了由 8 个不同国家的实验室共同合作的研究项目“计算技能与脑发育”项目，研究计算能力的脑机制，并将研究成果运用于数学教育。这些研究组织与机构的创

^① Gazzaniga, M. S.: 《认知神经科学》，沈政等译，上海教育出版社，1998 年。

立表明，无论在北美洲、欧洲，还是在亚洲，全方位、多层面的学习科学研究已经蓬勃地开展起来。

我国对学习的研究已有悠久的历史。在古代，人们把“学习”看作是包含“学”与“习”两个独立环节的过程。“学”是指人获得直接与间接经验的认识活动，兼有思的含义；“习”是指巩固知识、技能等实践活动，兼有行的意思。^①最早将“学”与“习”联系起来强调“学”与“习”之间内在联系的是孔子，他说：“学而时习之，不亦说（悦）乎！”（《论语·学而》）又说：“学而不思则罔，思而不学则殆。”（《论语·为政》）说明“学”是“习”的基础与前提，“习”是“学”的巩固与深化，在学习的过程中可以感受到愉悦的情绪体验，揭示了学习、练习、情绪、思维之间的关系。由此可见，我国古代把学习看作是学、思、习、行、情的总称，对学习的这种探讨已经触及了一个重要的科学研究问题：学习过程中认知、情绪、行为三者之间的统一关系。

20世纪初期与中期，我国有一些学者出版了有关学习的论著，如杨贤江撰写的《学习法概论》（1923）、周冰原撰写的《学习观点与学习方法》（1950）等。经过多年的发展，20世纪70年代末到80年代初，开始形成了学习学的理论与实践研究，并出版了大量专著，学习学的研究在全国展开。1987年6月，在南京召开的“全国第一届学习科学讨论暨讲习班”成为学习学研究历史上的一次重要会议。此后，全国学习学专业机构纷纷成立，并多次举办了全国性的学习学会议。学习学的理论与实践研究也有了新的进展。但是，目前学习学的研究仍然停留于行为研究与思辨层面，关注较多的是学生的学习心理研究、学习规律的观察与总结、学习经验的交流、学习方法的指导等方面，而对脑与学习的关系则探讨较少。

20世纪90年代中后期，在当时国务院科技领导小组、国家科技部、教育部、自然科学基金委的支持下，我国开始重视脑科学与教育的研究，并多次举行专题研讨会。以脑科学研究为基础的学习科学才逐渐受到关注，并成立了专门的研究机构。2000年，教育部在北京师范大学建立了认知科学与学习教育部重点实验室；2002年，韦钰院士在东南大学发起成立了学习科学研究中心；2005年，国家科技部在北京师范大学成立了“认知神经科学与学习”国家重点实验室；关注脑的学习功能与生理机制的学习科学研究受到了重视。

^① 桑新民：《学习究竟是什么？——多学科视野中的学习研究论纲》，《开放教育研究》第11卷第1期，2005年2月，第8-9页。

北京师范大学“认知神经科学与学习”国家重点实验室的主要目标是研究人类学习的脑机制，并将研究成果运用于学校的教育教学与学生的心理健康发展。我们从认知科学、认知神经科学的角度，围绕“学习与脑可塑性”这一核心问题，研究学习的一般机制和特殊规律，已经在认知能力的发展与促进，社会认知、行为的心理与神经机制，认知障碍，英语、汉语以及汉英双语表征的神经机制与学习方面取得了许多研究进展和突破。我本人也主持了国家攀登项目、国家杰出青年基金项目、科技部国际合作重点项目、教育部人文社科重大项目等重要课题，组织北京师范大学和国内外有关专家从多学科角度进行联合攻关，在脑与学习科学的研究方面取得了许多有价值的成果。

近年来，在各国的重视下，脑科学已经开始运用于教育，其取得的初步成果和出现的问题，对我国开展该方面的工作均有重要参考、借鉴意义。为此，我们决定组织“脑与学习科学新视野”译丛，根据我国学习科学研究与学校教育的需要，选择国际学习科学研究中最权威、最重要的研究成果介绍给教育科学工作者、决策者与实践者，尤其是有志于从事脑与学习科学研究的工作者。译丛中的书籍分别从认知科学和认知神经科学的角度来阐明学习科学。有些书籍是不同国际组织召集国际上资深科学家研讨而成；有些书籍勾勒出脑与学习科学的具体研究框架；有些书籍让大家了解脑与学习科学的最新研究进展。因此，本译丛最大的一个特点在于，其作者均为脑与学习科学研究领域的国际著名专家或者相关国际研究组织，这些书籍也都由国际知名出版社出版发行。原书作者的许多见解有助于我们更好地把握国际脑与学习科学发展的趋势与存在的争论，有助于促进我国脑与学习科学的研究工作。

值此译丛出版之际，我要对译丛中各著作的原作者和出版社表示谢意；我还要感谢教育科学出版社的同志细致、耐心的工作；感谢参与本译丛翻译的老师和研究生们所付出的辛勤劳动。同时，我还要借此机会感谢国务院科技领导小组、国家科技部、教育部、自然科学基金委长期以来对脑与认知神经科学方面基础研究和应用研究的大力支持。

我希望本套译丛将对我国脑与学习科学的研究以及学习科学研究人员的培养有积极的启示与帮助；我也希望本套译丛将对我国的教育决策、教育研究范式的改革、课程与教学设计带来有益的启示。

董 奇

2009年10月26日

于北京师范大学

前 言

“学习科学和脑科学研究”是由经济合作与发展组织教育研究与创新中心(CERI)于1999年发起的一个研究项目。这一新项目的目的的一方面在于鼓励学习科学和脑科学研究之间的合作,另一方面也让研究者和政策制定者携起手来。教育研究与创新中心管理委员会认识到这是一个困难且具有挑战性的课题,但是却能够带来很高的潜在收益。这个项目对于进一步理解人类生命周期中的学习过程具有长远的意义,并且将在这个研究框架中解决许多重要的伦理道德问题。总之,这个项目所拥有的潜力和所受到的关注突显出在不同利益群体之间展开对话的必要性。

脑科学研究的发展虽然缓慢,但确实在学习领域的应用中占据了一席之地。本项目第二阶段成功地使不同研究领域之间以及不同研究者之间相互促进,也得到了世界范围内的广泛认可。同时在经济合作与发展组织成员国中发起了国家性的项目,让脑科学的新知识能够应用于教育领域。然而,到目前为止,教育领域已经探讨的脑科学研究发现的数量相对来说并不多,部分原因是人们对将脑科学的研究成果运用于教育政策制定的潜在应用还没有达成一致。但是这些研究在促进脑科学和学习中心的建立方面起着重要的作用,同时也搭建了两个研究领域之间交流的桥梁。研究证实,在个体的生命周期中,大脑再学习的能力具有可塑性,无创性脑扫描和脑成像技术也为科学的进一步发展提供了新的途径。通过这两个研究领域之间的进一步紧密合作,必将创造出更多有价值的发现。

本书是经济合作与发展组织 2002 年出版的研究报告《理解脑：走向新的学习科学》（已译成七种文字出版，大部分观点都反映在目前这本书中）的续集。本书的目的是让读者更好地理解脑，理解脑的学习过程，理解如何通过养育、训练与适应教学过程与实践来使学习最优化。本书避免使用过于高深的语言，希望能够让更多非专业人士理解和学习。本书内容来源于 2002 年设立的两个超学科网络，这些训练网络关注读写能力、计算能力和终身学习的研究，同时在 2004 年起提出了第四个侧重点——情绪与学习，平行于前三个研究网络。本项目的网站发挥了创新性、交互性资源平台的作用，希望教育实践者和公民社会为这项工作提供反馈与大量的资源。

以下机构为本项目的研究提供了资金与实质性的支持：

- 美国国家科学基金会（The National Science Foundation）（研究、评价和交流部/教育学分部）
- 日本文部科学省（MEXT）（the Japanese Ministry of Education, Culture, Sport, Science and Technology）
- 英国教育和技术部（DfES）（the Department for Education and Skills）
- 芬兰教育部（the Finnish Ministry of Education）
- 西班牙教育部（the Spanish Ministry of Education）
- 英国终身学习基金会（the Lifelong Learning Foundation）

以下机构为本书提供了重要的科学、经费和组织上的支持：日本理化研究所脑科学研究所（the RIKEN Brain Science Institute）；美国萨克勒协会（the Sackler Institute）；丹麦学习实验室（the Learning Lab）；德国乌尔姆大学神经科学与学习转化中心；（the ZNL within Ulm University）；法国国家卫生研究院（the INSERM）；英国剑桥大学（the Cambridge University）；法国科学院（the Academie des Sciences）；西班牙格拉纳达大学（the University of Granada）；英国皇家研究院（the Royal Institute）。

经济合作与发展组织的“学习科学和脑科学研究”项目主要由 Bruno della Chiesa 以及 Cassandra Davis, Koji Miyamoto 和 Keiko Momii 等人负责，同时 Christina Hinton, Eamonn Kelly, Ulrike Rimmele 和 Ronit Strobel-Dahan 作为顾问也对该项目作出了很大的贡献。本书主报告（第一部分）的英文版和法文版分别由 David Istance 和 Bruno della Chiesa 负责编辑。此外，Jarl Bengtsson, Delphine Grandrieux, David Istance, Christina Hinton, Atsushi Iriki, Masao Ito, Jellemer Jolles, Hideaki Koizumi, Michael Posner, Ulrike Rimmele, Adriana Ruiz Esparza, Ronit Strobel-Dahan 和教育研究与创新中心的“脑科学组”也对本书

进行了部分或全部审阅。

在秘书处，Jarl Bengtsson 首先启动了本项目，同时为本项目提供了策略性和关键性的支持；Tom Schuller 在第二阶段继续为本项目提供支持。Vanessa Christoph, Emily Groves 和 Carrie Tyler 为本项目提供了后勤支持（按参与的顺序）。Cassanadra Davis 是项目网站的管理者。

Barbara Ischinger
教育理事会理事长

致 谢

Bruno della Chiesa 代表秘书长对大家表示感谢：

- 首先要感谢 Jarl Bengtsson 对本书的贡献，他是“学习科学和脑科学研究”项目的重要人物。

- 对 Eric Hamilton, Masao Ito, Eamonn Kelly, Hideaki Koizumi, Michael Posner 和 Emile Servan-Schreiber 为项目作出的杰出贡献表示衷心的感谢。

- 同时还要感谢为本项目提供重要支持的合作者们（他们提供了资金和物质上的支持）：Richard Bartholomew 及其团队，Christopher Brookes, Eamonn Kelly, Juan Gallo 及其团队，Eric Hamilton 及其团队，Masayuki Inoue 及其团队，Søren Kjær Jensen 及其团队，Reijo Laukkanen 及其团队，Pierre Léna 及其团队，Francisco Lopez Ruperez, José Moratalla 及其团队，Teiichi Sato, Sylvia Schmelkes del Valle, Hans Siggaard Jensen 及其团队，Finbarr Sloane。

- 对在本项目过程中投入了大量精力的科学家们表示感谢：Brian Butterworth, Stanislas Dehaene, Christina Hinton, Jellemer Jolles, Heikki Lyytinen, Bruce McCandliss, Ulrike Rimmelé, Nuria Sebastian, Manfred Spitzer。

- 感谢本项目的骨干：Hilary Barth, Antonio Battro, Daniel Berch, Leo Bloment, Elisa Bonilla, John Bruer, Tom Carr, Marie Cheour, Guy Claxton, Frank Coffield, Stanley Colcombe, Margarete Delazar, Guinevere Eden, Linnea Ehri, Michel Fayol, Uta Frith, Michael Fritz, Ram Frost, Peter Gärdenfors, Christian Gerlach, Usha Goswami, Sharon Griffin, Peter Hannon, Takao Hensch, Katrin Hille, Shu Hua, Petra Hurks, Walo Hutmacher, Atsushi Iriki, Layne Kalbfleisch, Ryuta Kawashima, Arthur Kramer, Morten Kringelbach, Stephen Kosslyn, Jan de Lange, Cindy Leaney, Geoff Masters, Michael Meaney, Michael Miller, Fred Morrison, Risto Näätänen, Kevin Ochsner, David Papo, Raja Para-

suraman, Eraldo Paulesu, Ken Pugh, Denis Ralph, Ricardo Rosas, Wolfgang Schinagl, Mark Seidenberg, David Servan-Schreiber, Bennett Shaywitz, Sally Shaywitz, Elizabeth Spelke, Pio Tudela, Harry Uylings, Janet Werker, Daniel Wolpert 和 Johannes Ziegler。

• 感谢以下组织或机构为本项目的超学科会议提供了设施与热情的接待（按照接待时间的顺序）：美国萨克勒研究所，西班牙格拉纳达大学，日本理化研究所脑科学研究所，芬兰国家教育委员会（the National Board of Education），英国皇家学院（the Royal Institute），法国国家卫生研究院，德国乌尔姆大学精神科医院神经科学与学习转化中心，丹麦学习实验室，西班牙教育部，法国科学院，日本科学技术协会（JST）科学技术研究所（RISTEX）（the Research Institute for Science and Technology for Society of the Japan Science and Technology Agency），英国剑桥大学教育神经科学中心（the Centre for Neuroscience in Education）。

• 感谢本书的撰稿者：Christopher Ball, Bharti, Frank Coffield, Mélanie Daubrosse, Gavin Doyle, Karen Evans, Kurt Fisher, Ram Frost, Christian Gerlach, Usha Goswami, Rob Harriman, Liet Hellwig, Katrin Hille, Christina Hinton, David Istance, Marc Jamous, Jellemer Jolles, Eamonn Kelly, Sandrine Kelner, Hideaki Koizumi, Morten Kringelbach, Raja Parasuraman, Odile Pavot, Michael Posner, Ulrike Rimmele, Adriana Ruiz Esparza, Nuria Sebastian, Emile Servan-Schreiber, Ronit Strobel-Dahan, Collette Tayler, Rudolf Tippelt, Johannes Ziegler。

• 感谢在本项目中担任翻译工作的翻译员：Jean-Daniel Brèque, Isabelle Hellyar, Duane Peres, Amber Robinson, Marie Surgers。

• 感谢人力资源部的同事们，他们在经济合作与发展组织总部举行的两次“脑意识”活动中的筹备和实施过程中作出了很大的贡献，同时也要感谢经济合作与发展组织公共事务和交流部的同事对项目的理解和支持。

• 感谢教育研究与创新中心成员对项目的大力支持，他们是：Francisco Benavides, Tracey Burns, Emma Forbes, Stephen Girasuolo, Jennifer Gouby, Delphine Grandrieux, David Istance, Kurt Larsen, Sue Lindsay, Cindy Luggery-Babic 和 Tom Schuller。

• 最后感谢致力于本项目的“脑研究小组”：Jarl Bengtsson, Vanessa Christoph, Cassandra Davis, Emily Groves, Koji Miyamoto, Keiko Momii 和 Carrie Tyler。没有他们的努力，本项目难以完成。

目 录

概论.....	1
---------	---

第一部分 学习脑

导言	11
----------	----

第一章 脑的“ABC”	14
知识的习得	15
脑	15
认知功能	15
发展	16
情绪	16
功能——学习的神经基础	17
遗传学	17
“动手做”与整体论——做中学	18
智力	18
学习的乐趣	19
卡夫卡	20
语言	20
记忆	21
神经元	21
学习的机遇期	22
可塑性	23
品质生活和健康人生	23

表征	24
技能	24
团队和社会交往	24
普遍性	25
多样性	25
工作	26
...XYZ	26
第二章 一生之中脑如何学习	27
脑结构的基本原则	28
功能结构	30
脑结构	31
脑终身学习的方式	34
可塑性和敏感期	34
儿童期（3—10岁）	35
青春期（10—20岁）	38
成年期和老年期	42
学习以延缓由于老化而导致的认知能力下降	43
对抗认知功能老化	43
对抗脑功能损伤	45
结论	50
参考文献	50
第三章 环境对脑学习的影响	55
社会交往	58
情绪调控	60
动机	67
睡眠和学习	71
结论	74
参考文献	75
第四章 读写能力与脑	84
语言与发展敏感期	86

脑的读写能力	87
以语言为媒介的阅读能力的发展	90
发展性阅读障碍	92
结论	94
参考文献	95
第五章 数学素养和脑	98
培养数学素养	99
婴儿计算	100
脑的数学素养	101
数量和空间	103
教学的作用	104
性别和数学	105
数学学习障碍	106
结论	107
参考文献	107
第六章 消除“神经神话”	110
什么是“神经神话”	111
“时不我待，因为在3岁时脑的重要方面就已经决定好了”	112
“必须传授与学习某些事物的关键期是存在的”	114
“我在什么地方读到过，说我们只用了脑的10%”	116
“我是左脑人，她是右脑人”	117
“让我们来面对它——男性脑与女性脑的不同”	121
“幼儿的脑一次只能学习一种语言”	122
“提高你的记忆”	124
“边睡觉边学习”	126
结论	128
参考文献	129
第七章 伦理与教育神经科学组织	132
教育神经科学所面临的伦理挑战	133
目的与对象	134

运用影响脑的产品时所产生的伦理问题·····	135
脑与机器——人之为人的意义是什么·····	136
教育中过度科学的方法存在的危险·····	136
创造一种新的超学科方法来理解学习·····	137
超学科·····	138
互惠的合作关系——双向发展·····	146
跨越国家界限，开展国际合作·····	152
谨慎与局限性·····	155
参考文献·····	156
结论与未来展望·····	158
关键信息与结论·····	159
未来教育神经科学研究的主要领域·····	164
一门学习科学的诞生·····	166
参考文献·····	166

第二部分 合作撰写的文章

A 篇 儿童早期的脑、发展和学习·····	169
A.1 导言·····	170
A.2 我们对新生儿、婴儿和儿童的脑发育了解多少·····	170
A.3 早期发展和学习的重要性·····	177
A.4 我们对促进儿童早期发展的学习环境了解多少·····	182
A.5 神经科学研究和早期教育研究相结合时所面临的挑战·····	187
参考文献·····	188
B 篇 青少年的脑发育和学习·····	193
B.1 简介·····	194
B.2 理解脑发育——我们所关注的问题是什么·····	194
B.3 经验对脑的塑造·····	199
B.4 青少年学习的理论和生命进程·····	205
B.5 未来发展的方向和挑战：新的综合观点·····	212
参考文献·····	213