

脑科学与教育译丛

译丛主编 董奇

Teaching with

the **Brain** in Mind

适于脑的教学

【美】 Eric Jensen 著

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 译

05

 中国轻工业出版社

G40-05
Z055

脑科学与教育译丛

译丛主编 董奇

Teaching with the Brain in Mind

适于脑的教学

【美】Eric Jensen 著

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 译

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

适于脑的教学 / (美) 詹森 (Jensen, E.) 著; 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译. —北京: 中国轻工业出版社, 2005.6

(脑科学与教育译丛)

ISBN 7-5019-4795-3

I . 适... II . ①詹... ②北... ③脑... III . 少年儿童—学习—能力培养 IV . G791

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 012231 号

版权声明

Copyright © 1998 by the Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
ASCD has authorized China Light Industry Press to translate this publication into Chinese.
ASCD is not responsible for the quality of the translation.

总策划: 石 铁

策划编辑: 赵 萍

责任编辑: 朱 玲 闫 景 责任终审: 杜文勇

版式设计: 陈艳鹿 责任监印: 刘智颖

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 740 × 1050 1/16 印张: 10.00

字 数: 130 千字

书 号: ISBN 7-5019-4795-3/G · 549 定价: 22.00 元

著作权合同登记 图字: 01-2002-6656

咨询电话: 010-65595090, 65262933

发行电话: 010-65141375, 85119845

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

E-mail: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部 (邮购) 联系调换

译丛总序

近十几年来,随着大脑研究技术的创新,脑与认知神经科学飞速发展,已成为当前科学研究领域最前沿、最重要、最活跃的学科之一。目前,世界发达国家已将脑科学研究纳入国家重点科学发展战略规划,如美国的“脑的十年”计划、欧共体的“EC欧洲脑十年”计划、日本的“脑科学时代”计划等。世界各国著名大学也纷纷建立跨学科、跨领域的认知神经科学研究机构,如牛津大学的认知神经科学中心、MIT的脑与认知科学系、斯坦福大学的认知神经科学实验室、加州大学的认知神经科学中心等。在科学界最权威的刊物《科学》(*Science*)和《自然》(*Nature*)上,几乎每期都可以看到相关最新成果发表。

语言、学习、记忆、思维、情感与社会行为等人脑高级功能是当前认知神经科学研究的重要内容,学习与脑的可塑性则是目前最引人瞩目的领域之一。人脑内的单个神经元如何组织起来,执行复杂的高级功能?日常生活的经验与学习,又如何引起脑结构功能的变化?究竟用什么样的办法可以改善脑的学习、帮助脑更好更快地进行学习?诸如此类的问题,汇聚成为学习与脑可塑性研究的主题,即了解脑与学习的复杂交互作用,解释脑结构与功能随学习所发生的变化,在此基础上为儿童与成人的发展和学习提供科学的依据。1999年,经济合作组织的教育研究与创新中心(OECD - CERI)发起了“学习科学和脑的研究”项目,强调通过学习科学和脑科学研究人员之间的互动,对学习问题开展多学科、深层次的对话与研究。

我国是世界第一人口大国,但整体而言人口素质偏低、高素质人才资源缺乏,这已成为制约我国社会与经济发展的瓶颈。为此,党的“十六大”强调“形成全民学习、终身学习的学习型社会,促进人的全面发展”。这一目标的实现必须有坚实的科学基础。我国3亿多儿童青少年的教育与学习质量、效率的提高有赖于对他们大脑认知活动规律的了解。许多研究表明,在我国儿童青少年群体中,阅读障碍的发生率为6%左右,计算障碍的发生率为5%左右,注意缺陷障碍的发生率为7%左右,学习障碍的发生率则可能高达10%。它们正严重地影响着数以千万计的儿童青少年

的健康成长，急需我们吸取当前脑与认知神经科学研究的最新成果，提出科学、有效的解决方案。

自20世纪90年代中期以来，在党和国家领导的直接关心下，在科技部和教育部的大力支持下，北京师范大学于2000年、2001年分别建立了“认知科学与学习”教育部重点实验室和教育部“脑与认知科学”网上合作研究中心，并于今年申报获准成为“认知神经科学与学习”国家重点实验室。我本人也主持了国家攀登计划项目、国家杰出青年基金项目、科技部重点国际合作项目、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，并取得了许多重要成果或有所突破。

在脑与认知神经科学研究领域，探索未知奥秘与应用该方面成果解决儿童青少年学习、教育实践中的重大问题，是国家赋予我们重点实验室的两项同等重要的任务。我们的研究和国内外其他相关研究已表明，脑与认知神经科学方面的研究成果对教育、儿童青少年的学习有着极其重要的应用价值。在国外，该方面的成果已经开始得到普及，并正对教育决策和实践产生重要影响。

建立“基于脑、适于脑、促进脑的教育”，根据脑发育与活动规律、根据脑认知活动的规律进行教育教学，在充分了解和认识脑的认知功能、情感功能和自我意识等高级功能的前提下建立适应儿童认知能力发展特点的教育教学方法和教学组织策略、教育评价方式方法等，真正奠定教育的科学基础，做到科学地教与学，努力提高教与学的质量和效率，已成为世界各发达国家教育科学研究和改革的重点之一。

但是，值得注意的是，目前我国广大教育科学研究与实践工作者对脑与认知神经科学方面的新成果还了解不多，对其重要应用价值的认识也不足。鉴于此，我们重点实验室脑与教育应用研究中心决定翻译出版一套《脑科学与教育译丛》，较系统地将当前脑科学研究的最新进展、最重要的研究成果介绍给广大读者，尤其是广大教育工作者、决策者与实践者，把国外学者、教育工作者关于脑与教育、脑与学习的一些新的理念与较成功的做法推荐给大家，供大家了解、参考。虽然广大读者不是脑生物科学、生理科学与认知科学方面的专家，但我们希望通过对脑科学最新研究成果的学习和思考，有助于大家去探索、认识、发现、实践“基于脑、适于脑、促进脑”的教育和学习，为广大儿童青少年探索出一条更加科学、有效、愉快的学习途径。

这套丛书的一个最大特点在于，其作者很多的并不是从事脑科学的基础与理论研究的专家、学者，而更多的是对美国本土教育和教育培训有着丰富经验和深刻经历的教育实践者和改革倡导者，他们对美国教育实践中的实际问题有着独特的认识，对如

何应对这些问题、改变教育现状有着极大的热情、强烈的责任感与大胆的实践精神。他们对脑科学最新研究进展的钻研和学习不仅体现在对最新研究成果的关注和了解上,而且还更多地体现在他们将自己对于这些研究成果的理解和教育实践结合起来的行动上。正因为如此,他们所阐发的种种认识与观点才更显真实、生动和弥足珍贵,他们所总结的种种具体操作方法与建议才对我们当前的教育实践有着一定的借鉴意义和参考价值。

当然,作为当前科学研究的前沿,脑科学的研究进展日新月异,我们对于人脑的认识每时每刻都在被激动人心的新成果修正和丰富,这些变化是一套译丛无法囊括的。因此,广大读者不应仅仅局限于某些研究结论。同时,由于文化背景和教育制度等方面的差异,读者更应该注意结合我国教育的实际情况,对译丛各书中的观点和做法加以分析并判断其正确性、适用性,并创造性地思考解决自己所遇到问题的方法与途径。

最后,我要感谢中国轻工业出版社“万千教育”的同志为该套译丛的引进出版所做的大量工作,感谢各书原作者和译者的辛勤工作。同时,我还要借此机会感谢国务院科技领导小组办公室、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的基础与应用研究的大力支持。

愿本套译丛对推动我国的素质教育和基础教育课程改革、对提高教育教学质量和促进儿童青少年健康发展有所帮助。

董奇

2004年12月16日

于北京师范大学

原著前言

我第一次听说“适于脑的学习”这个概念，是在1980年6月，一位未来派的企业家 Marshall Thurber 举办的一个商业发展研讨会上。这个词给我的印象之深，以致到20年后的今天，我仍然可以把我所记得（而且仍然在用着）的东西写满整整一本活页本。毫无疑问，那天演讲的内容和过程都已经深深地嵌入到我的脑海中。而那天的演讲者对学习与人脑的原理非常了解，并且也知道该如何去使用。

从那天起，我就对此充满激情（甚至可以说是狂热），并决定将我的这种兴奋与大家分享。因为我是一名教师，所以我最先想到的就是：“为什么我自己的学生平时没有这种学习经验呢？”这个问题令我感到很惭愧，同时又对未来充满期待。

我决定开始运用这种新发现的脑与学习的联系。我在加利福尼亚州的圣地亚哥合作开展了一项实验性、前沿性的教学活动，称为“超级营地”（SuperCamp）。活动的目的就是要利用最新的脑科学研究成果来帮助孩子们学习生活技能和学习技巧。第一阶段的活动始于1982年8月，这是一个成功的开端。在这之后，我们先后在其他州和国家也开展了这项活动。很快我们就处在媒体的包围当中，而且没过多久就发现我们的名字出现在今日美国（USA Today）和华尔街杂志（Wall Street Journal）上，随后出现在美国有线新闻网络（CNN）和“早安，美国”（Good Morning American）的节目中。

长期的追踪研究证明，我们这个为期10天的活动效果可以持续数年之久（DePorter and Hernacki 1992, p. 19）。学生们的成绩提高了，出勤率增加了，而且学生报告说自己的自信心也得到了增强。我们于数年前开始的这项实验，如今已累计有20,000名学生参加，成为了一项国际性的固定活动。目前，这个活动以加州的欧申赛德（Oceanside）为基地，仍然在不断发展壮大。

适于脑的学习方法所带来的变化，我是亲眼所见、亲耳所闻并亲身感受到的。任何背景和年龄段的学生，不论他们曾经经历过怎样的失败，也不论他们怀着怎样消极的态度，都能够获得成功，并且已经有很多人通过这样的活动获得成功。虽然“适于

脑的学习”并不是万能钥匙，但是它的确在我们迈进 21 世纪的征途上，可以为我们提供一些重要的启示。与人类天生的学习方式相一致的活动必将能够经受住时间的考验。当那些风靡一时的教育方案早已从人们的记忆中褪去时，“适于脑的学习”的原理仍将充满勃勃生机。

目 录

第一章	变革的新风	1
	教育模式	2
	我们如何了解脑	3
	知识爆炸	5
	脑研究的解读	6
	实践建议	7
第二章	学习的脑	9
	人类的脑	10
	学习中的不同半球	11
	学习的能量	12
	学习开始的地方	13
	我们是如何学习的	15
第三章	使学生做好学习的准备	21
	现在的孩子真的不一样了	22
	上学的准备从观念开始	23
	情绪智力从早期开始	23
	早期脑的准备	25
	实践建议	32
第四章	丰富的环境与脑	35
	环境的影响作用	36
	我们可塑的脑	37
	为谁丰富环境	39
	什么构成了丰富的环境	39
	实践建议	47

第五章	注意与脑	49
	注意中的脑	50
	实践建议	59
第六章	威胁和压力如何影响学习	61
	为什么一般的威胁会失败	62
	压力和学习	62
	威胁和学习	65
	习得性无助	67
	实践建议	70
第七章	动机和激励	73
	学生和动机	74
	暂时性的动机减退	75
	激励与脑	76
	提高内在动机	78
	实践建议	82
第八章	情绪与学习	83
	西方文化和情绪	84
	情绪成为主流	84
	情绪的测量	85
	情绪通路	86
	情绪的化学性质	88
	情绪即心—身状态	90
	情绪、学习和记忆	90
	实践建议	92
第九章	运动和学习	95
	心理和身体	96
	运动发展和学习	98
	体育与学习	99
	运动艺术	100
	实践建议	102

第十章	脑：意义的建构者	105
	寻找意义	106
	意义的生物学基础	107
	情绪的重要性	109
	有目的地调动情绪	110
	背景与模式的重要性	111
	实践建议	114
第十一章	记忆与回忆	117
	记忆研究的主要发现	118
	外显记忆	123
	内隐记忆	126
	实践建议	128
	后记	133
	专业名词解释	135
	参考文献	139
	作者简介	145
	译者后记	147

第一章

变革的新风

重点提示

- 脑研究的最新进展和理论
- 当前的研究状况和方向
- 研究脑所需的工具
- 如何解读新的脑研究成果

我们正处在一个变革的边缘：将重要的、最新的脑研究成果应用于教学和学习过程中。这场变革将改变学生入学时间、教规政策、评价方法，教学策略、预算分配、教学环境、教学技术运用，甚至会改变我们对于文理科教育的看法。但是，在我们考虑运用这些研究之前，首先必须有一个有效的模式来对之进行解读。

教育模式

统治了人类历史大部分时间的有关教育的模式都不复杂。如果你想学习某件事，你就到某个掌握这门技巧或知识的人的门下作学徒——这种方式很简单：找到一个比你懂得多的人并向他学习。这个模式既适用于农民和皇族，也适用于父母和孩子，适用于所有人。

工业革命改变了这种方式。一种新的模式应运而生，你可以将很多人召集到同一个地方，提供一种标准化的、“传送带”式的课程。这种学校教育的范式源自社会学、商业和宗教领域，最初始于19世纪，并在整个20世纪得到了广泛普及，被称为“工厂模式”，它强调有用的技能，诸如服从、纪律、团结和尊重权威。这种范式在20世纪五六十年代发生转变，当时，心理学家华生（John Wattson）和斯金纳（B.F.Skinner）等人提出的有关人类行为的理论占据了主导地位。这些理论认为：“我们可能不知道人脑内部究竟是怎么回事，但是我们可以确定地看见人们的外在表现。我们可以测量人们的行为，并学着通过行为强化手段来修正它们。如果我们想要行为再次出现，就奖励它；否则，就惩罚它。”在当时，由于我们对大脑的了解程度还不够，所以这种方法还是具有一定意义的。

最近，一个新的范式正开始形成。关于它出现的时间，在历史中可能会记载下20世纪末的最后20年。科学技术的进步为这种范式的转变铺平了道路，这种范式改变了我们思考、生活和学习的方式。从70年代到90年代，诸如“过度学习”和“促进学习”之类的名词随着信息时代的兴起而流行起来。磁共振成像（MRI）和正电子发射断层扫描技术（PET）等“脑扫描”技术赋予我们了解和观察脑内部活动的新途径。有史以来，人们第一次能够分析活人的大脑。一种新的“内部科学”——神经科学发展起来了，这是一种令人兴奋的探求人脑奥秘的综合性研究方法。

1969年，国际神经科学协会有500名注册的神经科学家，而今天已经发展到30,000多名。神经科学的发现揭示了大量的令人震惊的有关脑与学习的研究成果：精神分裂症和抽动-秽语综合症（Tourette Syndrome）可以获得医治；帕金森和老年痴

呆症的病因也即将揭开；脊髓损伤的病人极有可能重新站立行走；记忆药片，尼莫地平可以帮助学生更好地回忆起他们所学的知识；学校冲动和暴力行为的生物学基础已逐渐被我们所知。许多传统的教育观念正逐渐被打破。

我们如何了解脑

我们正以前所未有的速度解读着我们的脑。波特兰俄勒冈保健科学大学在学习与记忆方面的顶尖神经科学家 Jeri Janowsky 说道：“你两年前学到的任何东西现在都已经过时了……神经科学正以爆炸式的速度成长”（Kotulak 1996, p.124）。在未来的日子里，将会有新的更精确的技术出现以进一步揭示脑的奥秘。接下来介绍的就是在神经科学领域广泛应用的一些设备。

脑成像设备

磁共振成像（MRI）设备为脑这样的软组织提供了无X射线无辐射的高质量的截面影像。这种工具有两种新类型：功能性磁共振成像（fMRI）是低价位的一种，造价便宜而且迅速。另一种是核磁共振成像（NMRI），比 fMRI 速度快 3 万倍，并且可以每 50 毫秒采集一个图像。这样的速度可以使我们在脑这个狭小的空间范围内测查到思维的过程（见图 1.1）。

动物

人们在实验室用老鼠、狗、猫、鼻涕虫、猿猴和其他动物进行的实验，研究与人脑近似的动物的脑是怎样活动的，并且取得了相当丰富的成果。比如说，我们通过研究老鼠的脑，获得了许多关于丰富环境的刺激的作用。

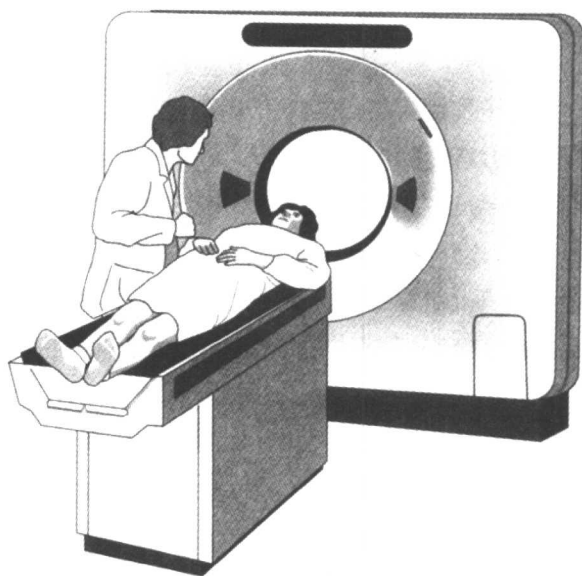


图 1.1 脑成像技术（包括 PET，fMRI 和 CAT 扫描）

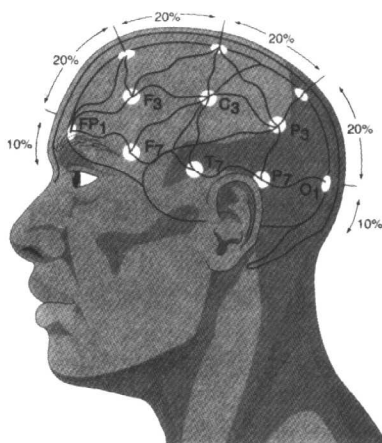
Copyright © 1989-97 by Techpool Studios, Inc., USA.

微机化电极

脑电图 (EEG) 为我们提供了大脑外部电流的数值。脑磁图 (MEG) 使用超低温、液氦和超导的高科技传感器, 对大脑神经网络产生的微弱磁场进行定位。这些设备已被应用于探测脑波的模式和脑功能异常如癫痫或痴呆等方面。这些工具可以帮助我们了解在解决问题时脑活动的情况见图 1.2。

临床研究

通过让志愿者 (通常是大学心理系的学生) 作为被试参与实验, 我们可以得到很多研究结果。例如, 高速放映的幻灯片可以帮助我们了解视觉系统的反应时; 通过对双生子的研究我们了解了很多有关“天性”和“教养”对人的发展的影响。



这些读数指示大脑电活动发生的位置

图 1.2 EEG (脑电图) 的一般电极位置

Copyright © 1989-97 by Techpool Studios, Inc., USA.

PET

正电子发射断层扫描仪 (PET) 是一种成像设备。在进行脑扫描前, 先让被试喝下一些“含有探测性元素 (O^{15}) 的水”或者放射性葡萄糖。然后, 当大脑的某些区域消耗葡萄糖时, PET 将记录这种放射物质的释放量。例如, 当你阅读时, 将会在颞叶和顶叶, 以及部分枕叶显示出葡萄糖的活动。(对于文中未加定义的生词, 请参见专业术语表的简单注解。) 由洛杉矶加州大学 (UCLA) 研制的一种新 PET 仪器, 可以在研究者特别“标记”的基因上植入放射性探针。

解剖

大脑的重量、发育阶段、衰减的量和损伤的程度都可以由神经病理学家观察或测量。洛杉矶加州大学的神经科学家 Bob Jacobs 通过解剖发现, 学习生活更富挑战性、要求更严格的学生的大脑比其他学生的脑有着更多的网状分枝。换句话说, 他们的脑发生了物理上的变化, 变得更丰富和更复杂了。

光谱仪

在被忽视了数十年后,光谱分析仪的应用现在得到迅速增长。这些设备是在活动时,用来测量大脑中化学物质或神经递质水平的。例如,如果我感觉到沮丧,这种方法就可以告诉我,额叶的特定神经递质的水平是否发生了变化。

知识爆炸

在20世纪90年代期间,脑科学的研究派生出了许多的子学科。表面上看起来似乎不相关的领域,如遗传学、物理学和药理学等都严丝合缝地与脑科学的研究结合到了一起。基于大脑的基本技术知识,一整套关于器官组织的崭新思路开始出现。尽管我们尚不能得到一个有关大脑功能的完整清晰的模型,但我们所了解的,已经足够使我们在教学方法上产生重大的转变。

有关大脑工作状况的最原始的模型已有两千年的历史。在这些模型中,大脑曾被认为是一个液压系统(古希腊罗马模型)、一个液态系统(文艺复兴时期)、一个神秘魔幻的东西(早期工业革命)、一个城邦的控制板(20世纪早期和中期)和一台计算机(1950 - 1980)。20世纪70年代有关脑的理论认为,人们需要加强右脑的学习,而此后,教育者们开始接触到三位一体的脑科学理论。这种三位合一的进化论图式认为,有关生存的本能学习发生在脑的下部,情绪位于中脑,而较高级的思维则发生在脑的上部。这个模型首先于1952年提出,在20世纪七八十年代盛行,而现在又变得过时了。今天的教育者,应该信奉一个更复杂的“全系统通路”的理念来解读大脑。本书的大部分,将为这个以脑研究为基础的、全新的多学科模型提供更为合理的生物学依据。

在“脑的十年”结束之前,20世纪90年代可能会在我们的记忆中成为“化学学习者”理论的开始。那些有着所谓“适当的化学物质”(具有数量不等的5羟色胺、多巴胺或其他相关化合物)的人将会获得成功,而那些所拥有的化学物质不大适合的人则会表现出注意力不集中、缺乏动机或者有暴力倾向。改变头脑的药物、智力食物和聪明剂等已经开始投入到了全球范围内数以十亿计美元产值的工业市场,并且将可能很快地主宰世界。我们会看到孩子服用利他林,爸爸用百忧解,妈妈用普维拉;奶奶会服用雌激素补充剂来降低患老年痴呆症的可能,而爷爷则服用GMI(神经节苷脂)或者GDNF(神经胶质源生长素)来防治帕金森症。这确实是一个勇敢的、崭新的世界。

脑研究的解读

军队有一套编码系统可以确定防卫信息的可靠程度。在最低级的水平所获得的是不可靠的、过时的、并缺乏其他有效来源的信息。而在这个系统的另一极端则是“高可信度”。这个级别表明拥有可靠的原始信息源、新近的有效源、各种高质量数据的汇总和数据的个人核实，甚至可能是亲眼所见的信息。

图 1.3 展示的是类似的解读脑研究的分类系统。在最低可信度水平，水平 1，是简单的理论。这种理论不存在什么错误，只要你能知道什么是什么就可以。水平 2 表示一些对理论进行证明的发现或实验。这个水平要高于水平 1，但是还远远不够。举个例子，在水平 2，神经学家 Daniel Schacter 发现，人脑储存真实发生的事与储存虚构的故事是不同的（1996）。在 PET 实验中，扫描结果可以看出，人们在叙述事实和虚构故事时脑有着明显的差异。而针对此发现可能的应用价值进行后续研究是非常有必要的。

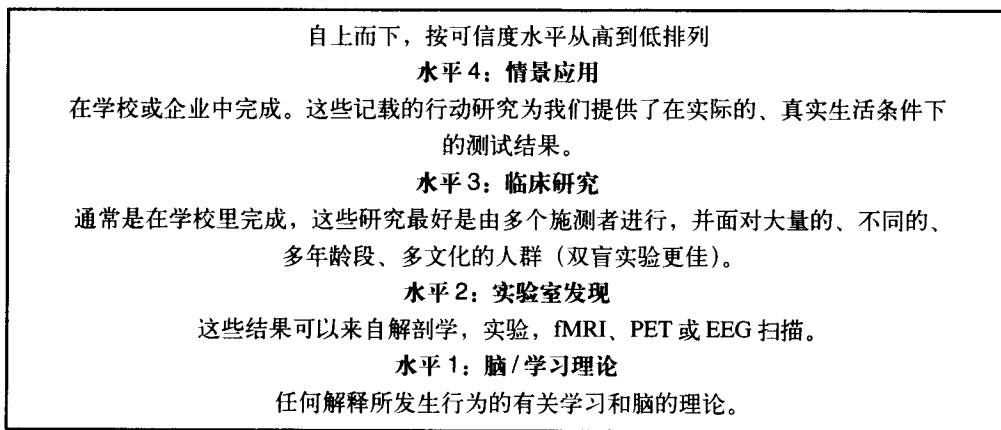


图 1.3 如何解读脑研究

可信度水平 3 是来自包罗万象的有文字记载的临床试验。这些试验通常在大学里完成，提供了中等水平的可信度。可信度水平 4 是指你或其他同事进行的行动研究，已经证实哪些观点能够适用于所用团体。无论对何人在何处，该方法都显示出非常高的可信度。在本书中谈到的大多数策略都属于较高可信度范围（水平 3~4 范围）。

展现脑科学的研究既令人兴奋又充满了缺憾。获得的推论令人感到振奋，可是思考它的不足也是非常重要的。例如，教育者们只能应用脑科学研究中的一小部分成