



21世纪心理学专业前沿丛书

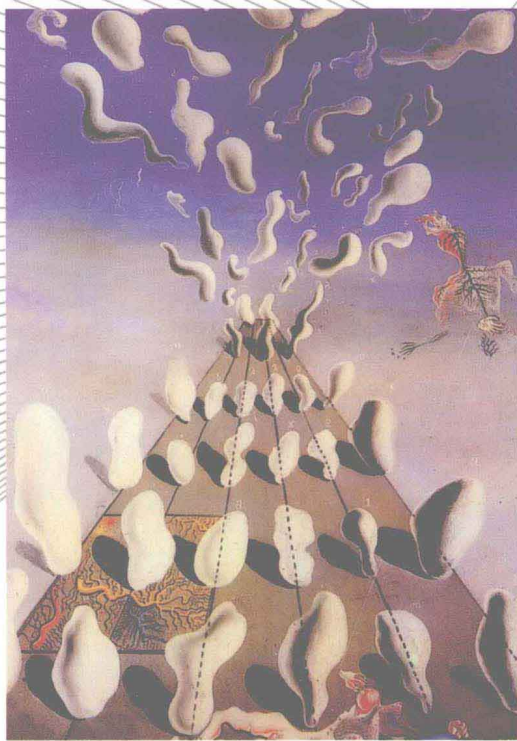
“十二五”国家重点图书出版规划项目

神经人因学

——工作中的脑

【美】拉嘉·帕拉休拉曼 马修·里佐◎编著

张侃◎主译



作为一个新兴领域，神经人因学的研究正处于蓬勃发展中。本书首次将已有成果整合在一起，力图展示对人类脑功能的理解如何给人因学以启发，从而设计安全、有效、愉悦的工作场景。《神经人因学：工作中的脑》展示了神经人因学如何基于现代神经科学和人因心理学与工程学，突破标准的实验室研究，走到自然或仿自然情境中，帮助我们理解日常生活中各种复杂任务下的脑功能和行为。

 东南大学出版社

21 世纪心理学专业前沿丛书

神经人因学

——工作中的脑

【美】拉嘉·帕拉休拉曼 马修·里佐/编著

张 侃/主译

东南大学出版社

·南京·

图书在版编目(CIP)数据

神经人因学:工作中的脑/(美)帕拉休拉曼(Parasuraman R.),
(美)里佐(Rizzo M.)编著;张侃译. —南京:东南大学出版社,
2012.3

(21世纪心理学专业前沿丛书/张侃主编)

书名原文:Neuroergonomics: The Brain at Work

ISBN 978-7-5641-3197-5

I. ①神… II. ①帕… ②里… ③张… III. ①神经
心理学—高等学校—教材 IV. ①B845.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第035508号

Copyright © 2008 by Oxford University Press, Inc.

This edition of *Neuroergonomics: The Brain at Work* by Raja Parasuraman
and Matthew Rizzo is published by Oxford University Press, Inc., New York, 2008

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

中文简体版由东南大学出版社独家出版

版权所有,侵权必究

江苏省版权局著作权合同登记

图字:10-2011-246号

神经人因学——工作中的脑

原 编 著 【美】拉嘉·帕拉休拉曼 马修·里佐 (Raja Parasuraman and Matthew Rizzo)

主 译 张 侃

项目策划 李静婷

责任编辑 张 煦

文字编辑 郭 吉

封面设计 王 主

责任印制 张文礼

出版发行 东南大学出版社

出 版 人 江建中

社 址 江苏省南京市四牌楼2号(210096)

经 销 江苏省新华书店

印 刷 兴化印刷有限责任公司

版 次 2012年3月第1版 2012年3月第1次印刷

开 本 700mm×1000mm 1/16 印 张 31.25 字 数 630千字

书 号 ISBN 978-7-5641-3197-5

定 价 98.00元

本社图书若有印装质量问题,可直接与营销部联系,电话:025-83791830。

原著序

作为一个新兴领域,神经人因学的研究正处于蓬勃发展阶段。本书首次将已有成果整合在一起,力图展示对人类脑功能的理解如何给人因学以启发,从而设计安全、有效、愉悦的工作场景。《神经人因学——工作中的脑》展示了神经人因学如何基于现代神经科学和人因心理学与工程学,突破标准的实验室研究,走到自然或仿自然情境中,帮助我们理解日常生活中各种复杂任务下的脑功能和行为。

本书开篇纵览了神经人因学的主要研究问题,最后一章展望了这一交叉学科的未来发展方向。中间 22 个章节中的每一章都探讨一个特定主题,涵盖了脑与行为研究中大量难题的科学和临床解决途径,这些问题吸引着研究者们去探索和寻求答案。神经人因学的整合需要医学、人因工程学、生理学、心理学、脑成像、公共卫生以及法律专家们集体智慧的参与,问题的解答更是需要众多相关领域的专家们共享知识、交流思想、团结协作,我们希望本书能为此略尽绵薄之力。

本书涉猎之广、讨论之深离不开丛书主编 Alex Kirlik 和牛津大学出版社稳固的影响力和高瞻远瞩的眼界,也离不开所有作者的创造性贡献和对修改建议的及时反馈,在此深表感谢。拉嘉·帕拉休拉曼(Raja Parasuraman)由美国国立卫生研究院(NIH)、DARPA 给予了基金支持,马修·里佐(Matthew Rizzo)由 NIH、疾病控制与预防中心给予了支持。Raja Parasuraman 感谢认知科学实验室前成员,尤其是 Francesco DiNocera, Yang Jiang, Bernd Lorenz, Ulla Metzger 和 Sangy Panicker 在神经人因学发展的早期阶段所展开的模拟辩论,当时争论的很多问题如今正在受到关注,并继续在目前的实验室成员之间进行着讨论,包括 Daniel Caggiano, Shimin Fu, Pamela Greenwood, Reshma Kumar, Ericka Rovira, Peter Squire 和 Marla Zinni, 以及 George Mason 大学 Arch 实验室的其他成员。Matthew Rizzo 感谢他在神经学、工程学、公共卫生、公共政策中心的同事,感谢他们的开放式合作,尤其感谢神经人因学部门(<http://www.uiowa.edu/~neuroerg>)全体前成员和现有成员的幽默、创意和辛勤工作,深深感谢 Michael 和 Evelyn 培养了他的好奇心,感谢 Annie, Ellie 和 Frannie 的持久支持,感谢已故的 Big Bill 和 Margie。我们还要共同感谢 Constance Kadala 和 Cheryl Moores 协助本书的编辑。

译者序

又是经过两年的努力,《神经人因学》就要付印了。东南大学出版社的张煦主任嘱我为这个中文译本写几句话。

《神经人因学》是由美国乔治梅森大学教授拉嘉·帕拉休拉曼和爱荷华大学教授马修·里佐两位主编的,于2008年由牛津大学出版社首版。第一次看到这本书,我就觉得非常值得将其翻译成中文,介绍给国内的学术界、工程界、有关领导和研究生。

神经人因学,诚如帕拉休拉曼所指出的,是一门最近十多年才发展起来的,研究在工作中的脑与行为的交叉学科。它不仅将认知神经科学的原理、理论、技术、方法应用于人因学的研究,使得我们对人在人机系统中的行为有更深刻的了解,进而为设计更高效舒适的人机系统提供科学的依据,同时,也拓展了认知神经科学的研究领域,使得其研究更加能揭示实际的人的行为的脑机制,而不是抽象的、实际不可能存在的实验室状态的所谓的脑的机制。我个人认为,神经人因学对后者的意义要远远大于前者。

当代科学心理学受到的最大的病诟之一是,认为实验室心理学所研究的不是真实的人的行为,因而也不可能真正揭示相应的脑机制。一切的结果只不过是心理学家的人为的解释,缺少基本的表面效度,这些研究实际上只是学者们在宝塔尖中玩耍,自娱自乐的游戏,对真正理解人的行为和脑机有隔靴搔痒之感,对解决实际问题更有望尘莫及之痛。虽然这些看法不免有只争朝夕之嫌,但是也确实反映了社会对心理学的迫切期望。神经人因学为解决这些问题,提供了很好的途径。

本书的第一位主编,美国乔治·梅森大学的拉嘉·帕拉休拉曼,是该大学心理学系的教授,人因学和应用认知科学部主任,多年从事心理学、人因学、神经科学的研究,为建立神经人因学做了大量的工作。2006年,他应罗跃嘉教授的邀请,来北京访问,我有机会和他面谈,当时他正在研究用基因技术为美国选拔宇航员,我们谈了很多与人因学和神经人因学有关的问题,给我非常深刻的印象,觉得这是一个非常有前景的重要领域。他的工作,得到美国科学基金、陆军研究局、空军科学研究局、海军研究局、国家健康研究院、国家宇航局和很多私人基金会的大力支持,前后获得2600万美元的研究经费。最近得知,2010年,他又获得为期5年的750万美元的资助,在乔治·梅森大学建立一个神经人因学、技术和认知卓越

研究中心 (Center of Excellence in Neuroergonomics, Technology, and Cognition)专门开展神经人因学研究。由此可见他本人的学术地位,也可以看到美国,特别是美国军方对这一领域工作的极大重视。

在翻译这本书的过程中,中国科学院心理研究所工程心理学/应用认知心理学研究团队的各位同仁做了大量的工作,他们的名字都在每一章的后面有所标注,特别是吴健辉副研究员做了主要的协调工作。东南大学出版社的张煦主任为此译本做了非常多的指导,并耐心地等待我们的慢动作。没有以上这些同仁的奉献、努力和耐心,我们不可能在龙年看到本译本。要向他们致以诚挚的谢意。

希望本书的中文版的问世,能成为推动神经人因学研究和应用在我国发展的一个新的起点。相信本书可以成为我国人因学研究者、人因学工程师、心理学研究者、认知神经科学研究者、相关学科的研究生、军队装备研究和决策人员的重要参考材料。

张 侃

发展中国家科学院院士

国际人因学会会士

国际心理科学联合会副主席(2008—2012)

中国心理学会理事长(2001—2009)

2012-3-8 于北京时雨园

目 录

第一篇 引言

第 1 章 神经人因学概述	3
---------------------	---

第二篇 神经人因学研究方法

第 2 章 EEG 在神经人因学中的应用	19
第 3 章 神经人因学中的事件相关电位(ERP)	40
第 4 章 功能性磁共振成像——高级方法及其在驾驶研究中的应用	63
第 5 章 脑功能光学成像	80
第 6 章 经颅多普勒超声	99
第 7 章 眼动——探索认知加工过程的窗口	117
第 8 章 自然世界中的脑——在自然场景里追踪人类行为	140

第三篇 知觉、认知和情绪

第 9 章 空间巡航	161
第 10 章 脑血流动力学与警戒	179
第 11 章 执行功能	196
第 12 章 情绪和情感的神经学及其在决策中的作用	221

第四篇 应激、疲劳和体力工作

第 13 章 应激与神经人因学	241
第 14 章 神经行为功能的睡眠与昼夜节律控制	256
第 15 章 人体神经人因学	274

第五篇 技术的应用

第 16 章 自适应自动化	295
---------------------	-----

第 17 章 虚拟现实与神经人因学 313
第 18 章 情感唤起能力对于关系机器人的作用 342
第 19 章 神经工程学 365

第六篇 特殊群体问题

第 20 章 基于 EEG 的脑机接口 391
第 21 章 人工视觉 409
第 22 章 神经康复机器人技术与神经假体技术 431
第 23 章 医疗安全与神经人因学 449

第七篇 总 结

第 24 章 神经人因学的展望 475
术语表 485

第一篇

引 言

第1章 神经人因学概述

Raja Parasuraman and Matthew Rizzo

神经人因学是一门研究工作中的脑与行为的科学(Parasuraman, 2003)。这门研究与实践相交叉的学科将神经科学和工效学(或称为人因学)相融合,以发挥两者的最大优势。神经人因学的目的不仅仅是研究大脑结构与功能——这是神经科学的研究领域,它更注意研究人们在工作、居家、交通以及日常生活中方方面面的认知与行为活动过程中的大脑结构与功能。神经人因学试图研究与现实世界中的科技和环境相关的知觉与认知功能,如视觉、听觉、注意、记忆、决策以及计划等。由于人类大脑与外部环境的交互必须通过其肢体来实现,所以神经人因学也研究肢体行为的神经基础,如抓握、移动、提举物体和四肢的活动等等。

每当一门新的交叉学科被提出,总要先问一问发展这门新学科的必要性。对于这个疑问,读者们将在本书中找到答案。在接下来的各章中,您将了解到神经人因学所能提供的新的价值与意义,这些新的内容超越了“传统”神经科学和“常规”人因学,它能让人们了解发生在真实世界中的大脑活动与行为。神经人因学的指导原则是,研究大脑如何来完成日常生活中的复杂任务——而非实验室中简单的人工任务——这对人因学来说具有研究和实践的双重意义。对脑功能的理解可以发展和完善人因学理论,而理论的完善又能反过来促进更新更广的研究。举例来说,对视觉、听觉和触觉信息加工的脑机制的了解为人们提供了信息呈现和任务设计的重要原则与规范。这个例子的基本前提是,神经人因学的方法使研究者们可以回答多种问题,探讨人与作业的内在原因,而不是单一地依靠外显行为的测量或操作者的主观感知。而对于某些工作环境,如现代半自动化系统(Parasuraman&Riley, 1997)等,神经人因学增添的附加值就更加明显,因为在这些环境中很难测量到用户的外显行为(Kramer&Weber, 2000)。

1 研究示例

1.1 航空

下面几个例子阐释了神经人因学方法的价值。一直以来,人因学在科技设计方面影响最显著的一个领域就是航空领域,尤其是对飞机座舱内显示器和控制器

的设计(Fitts, Jones, & Milton, 1950; Wiener & Nagel, 1988)。随着全世界航空运输的发展,人们已经提出了新的空中交通管制方案。执行这些方案需要新的座舱技术。设想有一种新型交通监控系统将被安装到座舱内,告知驾驶员邻近区域内的其他飞机,并显示邻近飞机的速度、高度、航线等,这些信息采用颜色编码符号显示在一台计算机屏幕上。而神经人因学的各类研究,包括基础研究和应用研究,就可以给系统的设计者以指导。例如,设计者可能想了解符号的特性(如形状、强度、运动等),从而用最佳的设计有效地吸引飞行员的注意,提醒他们邻近区域内的潜在入侵者。与此同时,另一个问题也需要考虑,那就是这些交通信息在帮助驾驶员即时地了解领空的同时,也会增加驾驶员的认知负荷(mental workload),对首要任务,即驾驶任务造成影响。尽管我们可以采用主观评价和行为测量来评估这种影响的可能性,但有一种神经人因学的方法却能够提供更为敏感的指标,使我们可以评估对飞行绩效产生影响的任何因素(见第7章)。最后,对这种新型交通监控系统的信息面板和控制器的相关操作,以及肢体需求进行神经人因学评估是很有必要的,它可以保障飞行员安全而有效地使用这一系统(见第15章)。

1.2 驾驶

神经人因学还用于评估眼、脑与汽车之间的交互(Rizzo & Kellison, 2004)。功能性磁共振成像(fMRI)是一种无创性动态扫描图像技术(见第4章)。在与汽车驾驶因素相关的任务中,记录下被试完成这些复杂任务时的数据,用fMRI数据的分析方法,如独立成分分析(independent component analysis),就可以揭示这些数据蕴含的意义。采用这种方法的初步研究发现,多个部位,包括额顶区,小脑,顶叶(frontoparietal, cerebellar, occipital areas)在各种驾驶任务,比如控制速度时,均有不同程度的激活。

我们还可以将微睡的生理变化与即将发生的驾驶绩效下降联系在一起,这种生理变化由记录脑活动的脑电图(electroencephalographic, EEG)来测量[微睡(impending sleep/microsleeps):清醒状态中出现短暂数秒、无预警的睡眠状态,一般常发生于睡眠不足者;短暂的昏睡:尤指失去正常睡眠者的阵发性昏睡,通常仅持续1至10秒钟]。最后,驾驶行为的自然式研究(naturalistic studies)为“自然中的脑(the brain in the wild)”的远程交互、策略和手段提供了独特证据。

1.3 神经工程学

第三个例子是使用脑信号作为人类与自然环境以及人造环境沟通的渠道。这方面的研究和实践,亦被称为神经工程学(neuroengineering)或脑机接口(brain-computer interface, BCI),在近些年已经取得了显著的发展。在这种方法中,各种脑信号被用来控制外部设备,而无需肌肉的运动,这对于那些运动肌控制力有限,

或毫无运动能力的肌萎缩性侧索硬化(amyotrophic lateral sclerosis)患者来说,无疑是一大福音。这一想法源于 Donchin 等人开拓的生物控制论(biocybernetics, Donchin, 1980; Gomer, 1981),如今随着脑活动的实时记录技术的进步,它的发展已远远超出了早期成就。

BCI 让用户无需运动双手、双脚,眼睛或者嘴巴,不费一丝肌肉的力量而达到与环境交互的目的。取而代之的是,用户被训练使用一种特别的、与某个独特的脑电信号相连的心理活动。这些脑电位被记录、加工、归类,用以提供一种实时操纵外部设备的控制信号。目前已有多种不同的脑电活动的测量被应用在这一领域。有创方法包括采用植入电极记录场电位和多元神经活动,已有报告称这项技术能够成功地控制机器手臂(Nicolelis, 2003)。这种有创技术提高了信噪比,但很明显,这一技术仅适用于动物或那些临床需要植入电极的毫无运动能力的患者。而无创 BCI 则采用了多种由 EEG 采集的脑电信号。这包括不同频带的信号,如 beta 和 mu 波(Pfurtscheller & Neuper, 2000),事件相关电位(ERPs)如 P300(Donchin, Spence, & Wijesinghe, 2000)以及关联负变化(Birbaumer et al., 1999)等 EEG 信号。基于这些信号的 BCI 已经被应用于语音合成器,控制鼠标在电脑显示器上运动,以及移动机器手臂等等。

1.4 虚拟现实

虚拟现实(virtual reality, VR)与神经人因学密切相关,因为 VR 可以重复出那些在真实世界中无法控制的情景,这使我们能够测量工作中的神经与脑活动,这些都是在现实世界中无法做到的。VR 可以研究工作者在危险任务中的绩效,而无需将这些工作者或其他人置于危险境地(见第 17 章)。例如,VR 可以被用来研究疾病、药物、疲劳或车载技术(如手机)对飞机驾驶或汽车驾驶的影响,研究如何降低年老化衰退带来的风险,还可以用 VR 来训练学生,避免新手在关键的医疗程序、飞机驾驶以及操作重型机械等方面的错误判断和过失。VR 特别适用于那些工作中需要空间意识、复杂的运动技巧,或者在意外变化中估计多个可能的反应并作出选择的工作者。VR 还适用于对运动、认知或精神方面受损的患者的治疗与康复。

2 概念、理论与哲学问题

神经人因学的组成学科——神经科学和工效学/人因学研究——都是 20 世纪二战之后的研究领域。神经科学在 20 世纪后半期的迅猛发展以及人因学虽不多却非常重要的进步都与计算机科学和工程技术的发展密不可分。彻底革新了现代神经科学的脑成像技术(如 fMRI)和促进了大量人因学工作的复杂的自动化系统(如飞机飞行管理系统)都离不开这些工程学的发展。然而,这两个领域一

直是各自独立发展的。

一直以来,人因学很少关注神经科学或是涉及人类感知、认知、情绪和动机过程之下的脑机制研究。与此同时,神经科学及其新近的分支学科也是最近才开始关心研究结果是否与真实环境中(相对于实验室)的人类功能相关。最近有人号召神经科学的领域应该超越“实验台”,增加对群体社会行为(Cacciopo, 2002)以及对机器人控制、家用自动化及其他残疾人服务技术的神经修复术的发展(见第19章)。

考虑到人因学起源于19世纪40年代的心理学,而那时正是行为主义阵营根深蒂固的时代,我们就很容易理解为什么人因学家会忽视人脑功能的研究。19世纪60年代,认知心理学的崛起对人因学产生了一些影响,但在很大程度上,神经科学仍然未能引起认知理论学家的重视,这种情况与当时机能主义看待心理的哲学体系是一致的(Dennett, 1991)。这一方法意味着神经结构与功能的特性与心理功能理论没有多大关系。受到人工智能和计算机科学学者的影响,19世纪70年代到80年代认知心理学(及认知科学)也经历了一段机能主义时期。然而,近代的认知神经科学已经改变了这种情形。认知神经科学提出了神经结构和功能可以制约、甚至在某些情形下可以决定人类心理加工的理论(Gazzaniga, 2000)。

如果说神经科学将认知科学从机能主义的桎梏中解放出来,那么人因学或许能帮助认知科学跳出不切实际的虚无,让认知科学停泊在真实的世界中。研究人员虽然懂得生态效度的重要性,但现代认知心理学研究的往往都是孤立的、与现实世界中的工具和科技分离的心理加工过程(除了少数几例例外),尽管这些过程是需要应用到现实世界中去的。科技,尤其是计算机,可以被看做是人类认知能力的延伸。与此相关的观点是,在认知人因学中,人类与智能计算机系统组成了“联合认知系统”(Hutchins, 1995; Roth, Bennett, & Woods, 1987)。人类的很多行为都与其所处的环境密切相关。而环境常常是由科技的改变所决定和驱动的。因此,人类如何设计、交互、使用科技——即人因学的本质——也应该是认知科学研究的核心。

曾有很多前辈提出过认知研究应该与现实世界的行为相联系这一思想。皮亚杰(Piaget, 1952)致力于研究婴儿的认知发展及其探索环境的独立性,这形成了后来的情景认知或称为涉身认知(situated or embodied cognition)。Clark (1997)也研究了涉身心理的本质,涉身心理受环境影响,也帮助塑造物理世界中的行为。如果认知科学应该研究与物理世界交互、而非孤立于物理世界的心理活动,那么很自然地,下一个问题就是如何设计出最利于与环境互动的工具。这就是工效学或人因学的研究领域。而神经人因学迈出了关键的一步。它假定,要研究人类的执行认知功能以及被物理环境所塑造的大脑,就必须研究与环境交互中的大脑,这样才能更好地、全面地理解认知、行为与工具世界的相互关系。

目前,我们还没有形成以神经人因学的实验证据及其相关概念为基础的系统

的理论体系。当然,无论是人因学(Hancock & Chignell, 1995)还是神经科学(Albright, Jessell, Kandel, & Posner, 2001),这些人类科学都鲜有广泛的理论。Sarter & Sarter(2003)提出,神经人因学应该遵从与认知神经科学相同的减缩版本,由此才能发展出各式理论。有一些小尺度的理论,可以被整合为一个宏理论,但是这仅适用于人类机能的某些特定领域。例如,注意的神经理论发展得越来越具体,无论是在大规模神经网络的宏观层面(Parasuraman, 1998; Posner, 2004)还是神经元功能和基因表达层面(Parasuraman, Greenwood, Kumar, & Fossella, 2005; Sarter, Givens, & Bruno, 2001)。与此同时,注意的心理学理论也已经扩展到了人因学的研究和设计(Wickens & Hollands, 2000)。难题在于,如何将这些独立的理论融合为一个神经人因学的注意理论。目前,尚未完成多个功能领域的跨越与融合。

3 研究方法

有很多方法已经被应用于神经人因学的研究和实践。在这些方法中,脑成像技术已经极大地影响了认知神经科学领域的发展。脑成像技术可以分为两大类。第一类是基于脑血流动力学的方法,如正电子发射断层扫描(positron emission tomography, PET),功能性磁共振成像(fMRI),经颅多普勒超声(transcranial Doppler sonography, TCDS);第二类是测量脑的电磁活动的方法,包括脑电图(EEG),事件相关电位(ERPs),脑磁图(magnetoencephalography, MEG)。关于脑成像技术在认知与人类绩效研究中的应用,可参见 Cabeza and Kingstone(2001)的综述。

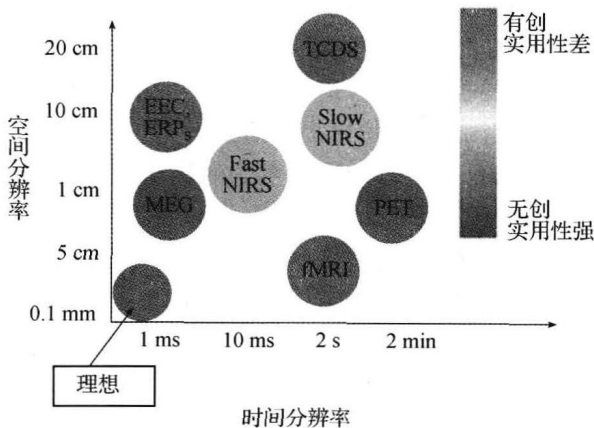


图 1.1 应用于人因学研究中的脑成像技术的分辨率示例。图中展示了各种神经成像方法在测量神经活动时的空间分辨率(y轴)和时间分辨率(x轴)之间的权衡,以及无创程度和应用在人因学研究中的实用程度(颜色编码)。EEG=脑电图;ERPs=事件相关电位;fMRI=功能核磁共振成像;MEG=脑磁图;NIRS=近红外光谱;PET=正电子发射断层扫描;TCDS=经颅多普勒超声(见中页彩图)。

PET 和 fMRI 是目前最佳的无创性成像技术,用于神经活动的评估和定位。然而,这些方法有两个缺点。第一,他们的时间分辨率远低于 ERPs 等电生理学技术。第二,它们必须严格遵守高度控制的实验室环境,在这种环境中测试者必须静止不动。因此,这种方法无法从人因学应用的角度去研究复杂任务绩效的神经基础,如飞行、驾驶模拟器或虚拟现实系统等,尽管这些复杂任务的组成部分已经得到了研究(Peres, Vande Moortele, & Pierard, 2000; Calhoun et al., 2002; see also chapter 4, this volume)。视觉成像技术,如快速近红外光谱(fNIRS),或许能够提供满意的空间和时间分辨率,并且可以用于神经人因学的应用(参见第 5 章)。

图 1.1 综合展示了这些技术的优缺点,这张示意图形象地描绘了各种脑成像技术的时空分辨率,它最初是由 Churchland and Sejnowski(1988)绘制的。图中显示了测量神经活动时空间分辨率与时间分辨率的权衡,不同的颜色表明了人因学应用该技术的难易度。目前,还没有一种技术可以达到能在人因学中使用的理想标准——0.1 mm 的空间分辨率与 1 ms 的时间分辨率。

除了脑成像技术,眼动技术也是神经人因学研究的一种技术。随着各种各样低成本,高速度眼动测量系统的发展,以及我们对神经系统的逐步了解,眼动测量能够提供非常重要的信息,这些信息是无法通过测量反应准确度和速度的传统方法获得的(参见第 7 章)。

需要注意的是,神经人因学的研究方法并不仅限于脑成像和眼动测量技术。神经人因学研究也可以使用行为测量或计算分析;然而,无论是绩效测量还是计算模型都应与脑功能理论联系在一起。

看看下面的例子。假设由于操纵了某些因素,提高了某个目标鉴别任务的绩效(如之前讨论过的,在飞机座舱监视器上监测闯入飞机的例子)任务,在目标出现前提供一个目标位置的提示信息,结果在一个无效的位置提示后,对目标的反应时反而增加了,而在一个有效的位置提示后则没有这种情况。这是有可能发生的,比如提示信息可能来自一个自动检测系统的输出结果,而这个系统并不是百分百可靠的(Hitchcock 等,2003)。在使用这种提示程序的简单的实验室任务中,已有证据表明这种绩效模式是与基本的注意操作以及皮层与皮层下区域的特定分布式网络激活有关的,这些证据来源于已有的对人类的无创脑成像研究、对动物的有创性研究记录,以及相关脑区受损的患者的研究数据(Posner & Dehaene, 1994)。由此,我们可以实施一项研究,采用同样的提示程序,用绩效的测量作为神经网络激活的行为检测,检验那些在相同的基础认知操作中被激活的神经网络如何应对复杂的任务。如果绩效表现出的模式是:在无效的位置提示后,反应时不均衡地增加,在有效的位置提示后,反应时有效地缩短,那么研究者就可以推论,在这个任务中很可能涉及了脑分布式皮层/皮层下网络。这样,研究者就可以将注意机制的神经科学工作扩展到复杂的敌机监测任务中来。尽管没有使用心

理学指标,而且传统人因学研究中也采用了同样的绩效测量,但是通过神经人因学的方法,研究问题的类型和解释的框架就完全不同了。

最后,神经人因学研究还可以对脑或复杂任务绩效的潜在认知过程进行计算分析。只要分析是理论驱动的,并与脑功能相关,该研究就是神经人因学的研究,即便它没有采用任何生理学指标。目前已经发展出几个人类绩效的计算模型,他们已被应用于人因学领域(Pew&Mavor,1998)。从原理上看,这些模型都与脑功能相关,如神经网络(连接)模型(O'Reilly & Munakata,2000),它们可属于神经人因学的研究。

4 神经人因学与神经心理学

神经心理学及其相关领域(如行为神经学,临床与健康心理学,神经精神病学和神经遗传学)也对神经人因学的发展发挥了很大作用。Hebb(1949)在他经典的《行为的组织——神经心理学理论》一书中使用了神经心理学(Neuropsychology)一词。这一领域广泛的研究与各种特定的心理加工相关的人脑结构和功能。神经心理学采用标准化的心理测验与量表进行统计,为临床诊断、筛选正常与损伤病人提供依据(de Oliveira Souza, Moll, & Eslinger, 2004)。

与神经人因学一样,神经心理学也属于一种心理测量方法,它认为人类的行为可以通过言语和非言语行为的客观测试来量化,包括神经系统的状态,这些数据能够反映一个人的心理状态和信息加工过程。这些过程可以分为几个不同的领域,包括知觉、注意、记忆、语言、执行功能(决策的制定与执行),以及运动能力,有多种不同的技术可以评测这些内容。

神经心理学和神经人因学都遵循信度(行为测量的可重复性)和效度(测量是否真实地反映了人类的脑与行为活动)。传统的神经心理学依靠纸笔测验,很多测验都是标准化和容易解释的(如 Lezak, 1995)。而神经人因学的方法更依靠技术,正如本书中所提到的那样。目前,创新技术与测验发展迅猛,而指导原则与标准是很有必要的。

5 其他领域对神经人因学的贡献:遗传学、生物技术及纳米技术

在本章中,我们已经强调了神经科学对神经人因学的贡献,其他领域的发展也影响着我们对工作中的脑功能的研究。在此,我们简要介绍其中三个领域,分子遗传学、生物技术以及纳米技术。

如前所述,认知心理学家越来越多地利用了神经科学的成果。近来,认知功能的个体差异研究正受到分子遗传学,特别是给人深刻印象的人类基因组工作的影响。我们对认知遗传学多数知识来源于双胞胎研究,在这些研究中实验者将同