



心理学实验方法： 科学心理学发展的根本*

文 / 舒 华 周仁来 韩在柱 阎 鸣
北京师范大学脑与认知科学研究院 心理学院 北京 100875

【摘要】心理学是一门实验科学,心理学的研究对象——人的心智及其生物基础,使得其研究途径变得异常复杂。心理学研究方法的鲜明特点是大量借鉴了其他学科的思想、方法和技术,同时,心理学家发展出各种精巧的实验设计和实验范式。20世纪末认知神经科学及其方法学的发展是心理学实验研究方法发展的重要里程碑。结构方程模型、多层分析技术等多元统计方法的发展将心理学研究拓展到教育、管理、经济、医药、社会等应用领域。中国心理学坚持实证研究、追踪国际前沿和为社会服务,其重要科学和应用价值已经显现出来,但在科研人员数量、追踪研究、疾病心理学研究、跨学科研究等方面亟待加强。

【关键词】心理学实验,方法学,实验设计,实验范式,多元统计

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3045.2012.Z1.020

科学研究是以人类认识和改变客观世界为出发点,揭示物质现象的内在规律为己任,寻求这些规律的变量间的因果关系为根本。其中,有些变量间的因果关系比较简单明确,易于揭示。而有些则相对复杂隐晦,需要借助系统、严谨、科学的研究方法才能得以澄清。因此,研究方法在人类认识自然的过程中起着举足轻重的作用,它的更新迭代是科学发展的原动力。

心理学研究与其他学科的研究密切相关,但也有别于其他学科研究。它鲜明的特点是方法的独特性。心理学的发展史几乎

就是一部心理学方法的发展史。每个重大的心理学发现都离不开心理学研究方法的重大突破。心理学实证研究方法的创立奠定了心理学的科学基础,科学的心理学研究又促进了心理学研究方法的日新月异。熟练掌握、运用各种心理学传统的、经典的、现代的各种方法与技术,是有效进行心理学研究的重要前提。同样,高水平的心理学研究需要不断改革和创新研究方法,利剑在手,才能搏击长空。

1 心理学研究的特点

心理学是一门实验科学,与物理、生物等其他科学一样,心理学探讨事物的本质与

* 修改稿收到日期:2012年12月19日



中国科学院

规律。探讨人的心理本质、心智的起源,是科学家长期的梦想。早在2 000年前,哲学家就开始了心理现象本质加以思考。科学心理学的重要标志是强调实验方法的使用和对环境变量的控制。科学心理学的诞生以1879年冯特(W. Wundt)在莱比锡大学建立第一个心理学实验室为标志,意在表明心理学也可以像其他自然科学一样,能够采用实证的方法加以研究。与其他科学类似,心理学研究需要一定的理论框架,需要收集数据,检验假说,探讨因果关系,需要一定的变量控制机制。然而,与其他科学不同的是,人的心理现象更加复杂,如果说其他自然科学的研究对象涉及的是与“物质”有关的现象,心理学的研究对象则涉及了与“精神”有关的现象,以及物质与精神现象之间的关系。研究对象难以直接观察,影响变量繁多,大量无关变量影响探讨因果关系。100多年来,心理学家在研究途径、实验设计与统计方法等方面进行了坚持不懈的努力。

2 心理学研究方法的发展

心理学科的发展与方法学的发展密不可分,与其他相关学科的方法学和技术发展密不可分。为了揭示人的心理现象,心理学家探索了各种研究途径,大量借鉴相关学科的思想和技术。心理学研究方法与技术的不断革新与改进,在很大程度上决定了心理学研究的科学程度,起到了推动整个学科发展的作用,方法学的发展反映并促进了心理学重要理论、学派等的发展。

2.1 揭示客观外界与心理关系的早期途径

心理学作为一门科学首先面临的挑战是能否描述客观外界与心理的关系。19世纪30年代韦伯(E.H. Weber)通过触觉的差别阈限测定实验发现了客观外界刺激强度水平与人的感官差别阈限的大小之间存在固定的数学关系。韦伯定律 $C=\Delta\Phi/\Phi$ 第一次量化地揭示了生理与心理世界之间的相互关系。费希纳(G.T. Fechner)进一步解决了人对外界物理刺激的感觉阈限的测定问题,他提

出的绝对感觉阈限和差别感觉阈限概念、感觉阈限测量的经典方法至今仍然占据着不可替代的位置^[1]。费希纳对心理量和物理量之间关系的定量描述开辟了心理学的实证研究之路,也奠定了后来在心理学领域广为人知的心理测量学的基础,让心理学有资格正式迈进科学领域的殿堂。正如波林(E.G. Boring)^[2]总结到:“没有费希纳……也许仍然会有以后一种实验心理学……可是,在实验体系中,却不可能出现如此广泛的科学范畴。因为,如果测量不能成为科学的工具之一,我们就很难认为某个课题是符合科学的……人们也许可以称他做实验心理学‘之父’……”。

1879年,冯特建立了第一个心理学实验室,使用实验的方法探讨心理现象。经典的实验心理学研究借鉴了化学、物理学、生理学的思想方法,认为复杂的心理可以分解为元素,可以建立外界物理变化与感知变化的公式等。然而,当时研究者认为高级心理过程不能用实验的方法进行研究,因此研究结果主要依靠被试的主观报告。艾宾浩斯(H. Ebbinghaus)因解决了采用实验方法研究作为高级心理过程之一的记忆而被载入心理学史册。他使用无意义音节作为刺激材料,控制了被试经验、文化、教育等带来的额外变量的影响,他提出的节省法测量学习和记忆效果使作为高级心理过程的记忆能够被精确地量化,奠定了高级心理过程量化研究的基础。

20世纪初,随着行为主义的兴起和发展,出现了一批因动物心理实验而闻名的心理学家,这些心理学家被与他们偏爱使用的特定动物关联在了一起。如桑代克(E.L. Thorndike)的猫、巴甫洛夫(I.P. Pavlov)的狗、斯金纳(B.F. Skinner)的鸽子、托尔曼(E.C. Tolman)的白鼠、柯勒(W. Kohler)的黑猩猩。行为主义心理学在方法论上深受进化论问世以来的动物心理学的影响,认为人和动物在心理上并没有质的差别。行为主义心理学家强调研究可直接观察的外显行为,阐明能客观地加以测量的刺激和反应之间的关系,在研究方法上摒弃

内省,主张采用客观观察法、条件反射法、言语报告法和测验法。他们的实验将科学研究的客观性特征发挥得淋漓尽致。

2.2 认知科学及认知神经科学途径

20世纪60年代,受信息论、系统论、计算机科学影响,信息加工的观点被引入心理学,产生了认知心理学。早期的认知心理学家,如布鲁纳(J.S. Bruner)、米勒(G. Miller)、乔姆斯基(N. Chomsky)、波斯纳(M.I. Posner)、奈瑟(U. Neisser)等,他们突破了行为主义的局限,继承了实验心理学的传统,吸收了计算机科学的研究成果,形成了一套比较完整的研究方法——实验、模拟、理论分析相结合的研究方法。认知心理学家将大脑的信息加工与计算机进行比较,更关注复杂的心理加工,关心大脑如何将感官刺激转化为行为,揭示其内部加工阶段过程、信息的复杂程度等,并认为信息加工研究可以在不了解硬件的情况下进行^[3]。另一方面,认为大脑运用先天的能力解构外部世界,从而建立一个内部表征或外部世界的认知地图。认知心理学发展了许多新的研究方法,在探讨人类复杂的心理现象上获得了巨大成功。但仍然停留在描绘介于感觉输入和行为反应之间的内部表征。大脑仍然是个黑箱。

20世纪80年代,认知心理学与神经科学的结合成为重要趋势,将探讨大脑加工过程的生物学方法引入认知心理学,产生了认知神经科学。用电生理方法研究感觉信息如何在动物大脑中表征,用成像方法研究正常人的感觉和其他复杂心理过程。脑成像技术的发展,使科学家实现了观察人脑认知活动的梦想。正电子发射断层扫描技术(Positron Emission Tomography, PET)通过测量脑的能量消耗、功能性磁共振技术(functional magnetic resonance imaging, fM-

RI)通过测量脑血流的耗氧量,观察人在进行认知活动时大脑各皮层区域活动模式^[4]。认知神经科学与分子生物学的结合,促使了认知神经生物学的诞生,使科学家能在分子水平上探索思维、记忆、意识等心理加工过程。诺贝尔奖获得者F.Crick认为,意识所涉及的是注意和短时记忆相结合的神经机制,可以用科学的方法加以研究^[5]。Crick关于意识的惊人假设和通过视觉注意和短时记忆研究视觉意识的具体建议,引起了大批认知心理学家、神经科学家和计算神经科学家的广泛兴趣。认知神经生物学试图揭示神经细胞群的相互作用而形成的分子传导信号通路是意识的基础,从而解决精神的本源问题。

心理学研究的发展与其他学科的发展密切相关。如,近50年生物学所取得的巨大成就,使从分子水平进行认知心理研究成为可能。研究人类认知心理的生物学基础,成为科学界重大前沿问题。20世纪之交,科学家发现个体神经元之间的联系是很精确的,它们在皮层通路和皮层中过滤并转换感觉信息。然而,输入神经纤维不是高保真的录音机,“感觉是一个精华摘要,不是外部世界的复制品”^[6]。通过综合行为主义和认知心理学,以及神经科学和分子生物学,新兴的认知神经科学已经可以回答哲学家们思索了将近2000年的问题:大脑是如何获取客观世界的知识的?大脑中有多大部分是遗传而来的?先天的心理功能是否使我们以一种既定的方式感知世界?这些问题已经不再是思辨的哲学研究课题,而已成为当今实验研究中硕果累累的领域^[7]。多种研究技术,如脑功能成像技术、神经心理学方法、计算机模拟、认知分子生物学、行为遗传学和分子遗传学的出现和结合,对心理学研究有着深远的影响和积极的促进。今天,心



中国科学院

理学家正在与数学家、物理学家、生物学家、计算机科学家、化学家携手揭开人类心理的秘密。

2.3 实验室研究和自然实验研究途径

一个多世纪里,许多构思独特、设计精巧的研究,提出了新的假设,引发了激烈的争论,激起了大量相关研究,不断拓展和完善着我们对人类行为和心理的认识。在发展过程中,心理学研究逐渐分化成两大类,即实验室研究和自然实验研究。前者广泛应用于认知心理学等分支,采用反应时、眼动追踪、脑电和脑成像等先进技术手段,通过严格控制的实验环境和严谨的实验设计排除大量干扰因素,操纵研究者关心的有限自变量的有限水平(分类变量),探索自变量和因变量之间的因果关系。而自然实验研究主要在不加控制或在有限干预的相对自然条件下进行,研究者依照实验计划对社会生活中的行为现象进行搜集、整理和分析,该类研究广泛用于发展心理学、教育心理学、社会心理学等领域。其中,追踪研究作为自然实验研究的重要组成部分,是社会学、心理学、教育学、经济学等领域普遍采用的方法,可以研究个体的发展趋势及个体间发展趋势的差异,其最重要的优势之一是能够推论变量之间的因果关系,非常好地探讨个体水平随时间的变化^[8-9]。

3 实验设计是心理学研究的精髓

3.1 心理学实验设计

研究问题、研究假设、研究方法是构成科学研究的3个基本要素。科学研究的主要目的是揭示问题产生的根源,研究问题是科学研究的前提,研究假设是关于研究问题的因果关系的推论,研究方法是检验研究假设的正确与否。因果关系在心理学上被表达为自变量与因变量之间的关系,为获得“纯净”的因果关系的证明,主要的工作是控制那些影响因变量的其他变量——额外变量,科学研究的基本特征——控制也在这里得到充分的体现。因此,围绕自变量、因变量、额外变量之间关系展开的工作就是实验设计的过程。心理学家

已经发展出了形式多样的实验设计类型。如,依据实验中含有自变量的数量多少,把实验分为单因素实验和多因素实验;依据实验中每个因素上分配被试随机化程度,又把实验分为被试内实验、被试间实验以及混合实验。心理学研究以其精巧的实验设计而著称,一些在科学心理学发展史上产生深远影响的研究,改变了人类的认识^[10]。

3.2 实验范式的发展

在许多领域尤其是心理学中,为了验证某种假设,以及发现某些有意思的现象,实验者会设计具有验证性目的的实验。有些实验比较经典,被有相同或类似目的的后来人多次沿用,就形成了一种实验范式(Paradigm)。实验范式就是相对固定的实验程序,包括实验的目的、具体流程、手段等。例如,在有关外界刺激引起个体行为反应的心理学研究中,有些外界刺激的强度足够大,能够达到个体的阈限水平,引起个体的主观感受。有些刺激的强度较弱,未能达到个体的阈限水平,个体主观上难以感受到它的存在。从科学心理学诞生到20世纪30年代,绝大多数的研究侧重于探讨阈上刺激的心理加工过程,很少涉及到阈下刺激的心理机制。直到心理学启动范式(Priming paradigm)的创建,为研究阈下刺激的心理机制开启了一个新纪元^[11]。启动是指由于先前相关经验导致个体对当前刺激的敏感性发生了改变。通过操纵启动刺激的呈现时间,可以观察这种先前经验,阈上或阈下刺激,引起的启动效应。如,Dell'Acqua和Grainger^[12]先给被试短暂阈下呈现(17毫秒)一幅视觉启动图形(猫),相隔317毫秒后再呈现一个视觉目标词(如狗)。目标刺激分为人造物(如器皿、交通工具等)和自然物(如哺乳动物、蔬菜)两个语义类别,被试的任务是判断目标词是人造物还是自然物。结果发现,被试对目标词的反应时间受启动类型的调节:完全相同启动(如Dog-dog, 635毫秒)与类别相同启动(如Dog-cat, 628毫秒)之间没有显著差异,而它们均显著快于不同类别启动(如Dog-bike, 658毫秒)。结果表

明,尽管启动图形处于阈下加工状态,但它的语义得到了激活和扩散。启动范式目前已被广泛应用于心理学的各个领域,包括感知觉、注意、记忆、语言、思维等,使人们对这些领域的阈下无意识加工过程有了较深入的了解。研究者还使用fMRI、PET、ERPs、单细胞记录等技术直接记录了阈下视觉刺激引起的大脑神经信号的降低^[13]。

在婴儿知觉和认知发展领域,20世纪70年代,心理学家从信息加工角度发展的新研究方法极大地推动了对婴儿早期知觉发生发展的认识。利用婴儿喜爱熟悉的或复杂的视觉刺激的特点,通过系统操纵呈现给婴儿的刺激,使用视觉偏爱(Visual preference)范式,记录婴儿在关键刺激上的注视时间和频率,可探讨儿童早期认知的形成^[14]。使用新奇偏爱和习惯化(Novelty preference and habitation)范式,可探讨儿童早期知觉辨别的形成。在过去几十年中,这些便捷可靠的研究范式使研究者有机会“观察”了大量的视知觉发生发展过程,如婴儿视觉敏感度、模式知觉、面孔知觉等。研究范式还扩展到婴儿注意、记忆、语言习得、物体知识、分类、概念形成等广泛研究领域^[15]。同时这些研究范式允许观测的研究对象的年龄越来越小,使我们有可能探讨知觉和认知的起源。认知起源的研究也受到新方法技术的极大推动。如,半个多世纪以来,乔姆斯基提出的先天语言装置的假说吸引了无数研究者。2011年,一项新生儿的fMRI研究给出了有意思的回答^[16]。研究者让出生两天的新生儿在机器中“听故事”,设计正常语言、只有语调(hummed speech)和拉平调(flattened speech)的3种条件。结果发现婴儿出生就可以接受语言输入。新生儿脑皮层对正常语言有反应,对只有语调和拉平调的语言刺激不反应。语言刺激主要

激活了颞叶,而额叶没有激活。新生儿的语言激活脑区是双侧的。新生儿颞叶和额叶脑区的腹侧通路白质纤维束连接已经形成,而背侧通路还不完善。这项研究大大推进了我们对语言习得的先天与后天争论的认识。

4 数据采集和分析方法是揭示心理学现象本质的保证

4.1 数据采集技术

心理学研究趋向和方法论的每一次变革,都得益于当时科学技术的发展,而研究方法的发展在很大程度上起到了推动整个学科发展的作用。在数据采集方面,反映内外部刺激引起的心理活动的外部指标有多种,如反应时、正确率、心率、血压、呼吸、脉搏、神经递质成分、激素含量、神经活动的频率与强度、血氧含量等等,对这些指标加以客观、准确、有效地记录是研究者所期望的。因此,记录手段与技术的改进也一直伴随着心理学研究的发展进程,甚至推动着心理学研究向更深层次的迈进,这可以从反映人类心理活动的经典指标之一——反应时记录手段的不断改进中得到清晰的证明。早期记录反应时的直尺计时器,是简单机械计时器的一种。后来发展出复杂机械计时器、电子计时器,使得反应时的记录越来越精确。尤其是计算机的出现让心理学实验的普及成为可能,今天,大多数心理学的实验可以通过心理学专用实验设计软件进行编程,并在计算机上得以实现,它能自动化地呈现刺激、记录被试的反应时和正确率,使实验控制更加流程化。

近二三十年,心理学实验技术得到了迅速发展。尤其是一些高端技术手段被大量采用,如fMRI、ERPs、PET、近红外功能性光学脑成像技术(functional near-infrared spec-



中国科学院

troscopy, fNIR)、脑磁图(Magnetoencephalography, MEG)、快速经颅磁刺激(Transcranial Magnetic Stimulation, TMS)技术、眼动记录技术、生理多导记录技术、生物反馈技术乃至基因技术等。这些技术使人们得以精细观察来自外部刺激引起的脑内不同区域的神经活动规律,从而更好地理解脑与行为的关系。如,在经典的“后续记忆效应”的研究中,在最初的学习阶段,通过采用ERP技术记录被试在学习语词或图片过程中诱发的ERPs波形,预测在随后的记忆测验阶段哪些“学过了”的刺激能够被记住。作为记忆的编码阶段很早就被研究者所关注,但采用正确率等的技术指标却无法揭示同样程度的学习为什么有些刺激能够被记住,而有些刺激不容易被记住^[17-18]。

4.2 多元统计方法

无论是实验室研究还是自然实验研究,都要基于对实验数据的恰当处理、分析和统计,得到实验结果进而得出理论上的推断。因此,统计方法是心理学研究极为重要的方法学基础,也是使心理学由对现象的简单描述或思辨升华为真正科学研究的重要依靠。由于涉及的变量较少,实验室研究往往采取较简单的方差分析方法(Analysis of Variance, ANOVA)作为统计手段;而自然实验研究则依靠更为复杂的回归分析、结构方程等统计方法。

20世纪70年代以来,随着多元统计方法和计算机软件的发展,社会科学研究领域,探寻多个自变量与多个因变量之间的关联关系或因果关系的方法与技术有了突破性的发展。新一代统计分析方法最突出的发展是结构方程的发展和应用。很多心理、社会研究中涉及的变量,即潜变量(如学业成就),难以准确、直接地测量,而结构方程模型中可以通过测量外显变量(如语文、数学、英语成绩)作为潜变量的指标,分析涉及潜变量的复杂关系^[19]。结构方程模型拓展了心理学研究的思路,使研究者有可能提出和检验更丰富的假说,使多变量、交互作用、多指标、潜变量的探索成为

可能。结构方程模型既可用于实验设计的研究中也可用于非实验设计的研究中。

20世纪80年代后,大量计算机程序的发展使结构方程模型的使用扩展到发展心理学、行为遗传学、教育、公众健康等领域。另一个突破性发展是多层分析的理论和方法。发展、教育、管理、经济、医药、社会领域研究中,取样常常包含嵌套结构,传统分析方法简单忽略数据的层次结构导致估计误差^[20]。例如在跨文化研究中,探讨国家经济发展的差异如何与成人教育程度相互作用以影响生产效率,这个数据的重要特点是它的层次结构,当考虑国家水平的经济指标和教育的家庭信息与个体生产效率的关系时,家庭是嵌套在国家里的。多层分析技术解决了困扰社会科学多半个世纪的生态谬误问题,大大减少由于忽略取样的嵌套结构引起的统计误差。

4.3 实验设计与统计方法的融合

40年前,人们认识到多重回归和方差分析本质上属于相同的数学模型,后者是前者的特例,二者均属于一般线性模型(General Linear Model, GLM)。GLM还包括多重回归和方差分析的多因变量扩展,典范回归(canonical regression)和多元方差分析(MANOVA)及探索性因素分析^[21]。因此,从统计方法上来说,实验室研究和自然实验研究二者并不是完全对立的关系。从研究的需要上来说,使用方差分析为主要统计方法的实验室研究,往往考察的是自变量的有限几个水平。例如,在语言加工的研究中,以往以词频作为自变量的研究通常将频率人为地划分为高频、低频两类,以符合方差分析对自变量的要求,但却抹杀了频率为连续变量的本质。因此,研究者迫切需要新的统计方法帮助他们把握在自变量的整体范围内因变量的变化轨迹,以获得更全面的因果关系。事实上,近年的一些认知心理学、发展心理学、社会心理学的实验研究开始将两类研究进行有机的结合。在实验室研究中,研究者尝试在实验中加入连续变量(而非传统使用的分类变量),以把握自

变量在更大范围内对因变量的影响。显然,如果没有得力的统计方法加以支持,这些结合的尝试不可能获得成功。研究者近期在许多研究领域,如生物、农业、经济等领域,追踪数据、重复测量、区组设计、多层次数据等,常用的一种统计方法就是线性混合模型(Linear Mix Models, LMM)。线性混合模型也是属于一般线性模型范畴内的一类数学模型,不仅可以与传统的方差分析一样包含固定效应(fixed effects),同时也可以假设在被试和项目等多个水平存在随机分布(random effects),进而减小统计残差^[22]。此外,一般线性模型的自变量既可以是分类变量,也可以是连续变量,它更适用于更一般、更自然的实验数据分析。例如,在Shu、Zhou、Yan和Kliegl的研究中^[23],利用一般线性模型考察了汉语阅读中视觉复杂性对前视野词汇切分的影响,发现在复杂性提高时词汇切分加工更容易失败。其中,视觉复杂性以笔画数作为指标,以连续变量的形式进入方程。如果将这个变量转化为分类变量(分为高复杂性和低复杂性两种),则会丢失变量的很多信息,难以反映变量的本质。

5 心理学研究方法在中国的发展和展望

回顾中国心理学近百年的发展,一个重要特点是,我国心理学坚持实证研究、坚持追踪国际前沿和为社会服务,使中国心理学在科学的道路上不断前进。特别是改革开放后的30年间,我国心理学家紧跟国际前沿,一些研究领域在研究思路、水平和成果上都受到国际同行的重视,在一些研究上获得重要的原创性成果。如中科院脑与认知国家重点实验室陈霖院士提出的拓扑性质知觉理论^[24-25],就“知觉过程从哪里开始”的根本问题,向近代占统治地位的“由局部性

质到大范围性质”的理论提出挑战;中科院神经所郭爱克院士团队系统性地开创了果蝇的“认知”研究^[26-28],在探索“智与愚”的神经生物基础的科学活动中具有重要的科学意义。

近年来,国内建立了一批大型心理学研究平台。2005年初以来,新建了一批国家重点实验室、中科院重点实验室、教育部重点实验室、教育部人文社科研究基地、省部级重点实验室及各高校实验室或实验中心。这些研究平台为我国心理学开展高水平的研究工作,吸引优秀国内外人才,组建有特色的研究队伍,建立跨学科合作,开展团队攻关,提供了重要保障。各高校、研究所设置了更加丰富的研究方法和统计课程,大量的方法学、统计教科书的出版,中国心理学会、香港中文大学等单位及国际专家进行的方法学和统计培训,为青年教师、研究生队伍提供了更加专业化的研究训练并深化了他们对心理学科学性质的认识。

随着中国经济实力的不断增强,核磁共振成像、脑电、近红外、眼动等高端心理学实验设备开始服务于国内许多心理学研究机构,为国内心理学的研究提供了重要支持。过去10年,拥有ERPs数量由几台跃升为百台。更加昂贵的fMRI设备,在本世纪初期只有中科院生物理所拥有1台专用设备,但到2011年,国内可用于心理学科学研究的fMRI设备已达两位数。尤其近5年,国内心理学界在国际心理学影响较高的学术杂志发表了很多优秀论文,这些高端设备功不可没。

然而,与美国、英国、德国等发达国家相比,我国的研究设备总体水平还相对落后,需要得到国家进一步的重视和支持。我国心理学研究队伍总体上偏小,在各个研究领域分支上的研究者相对较少,难以形成系统



中国科学院

性、持续性、深入性的研究,缺乏一些重要的基础性工作,使我国心理学难以产出一些大型原创性成果。如,追踪研究是社会心理学、心理学、教育学、经济学等领域普遍采用的方法,可以研究个体的发展趋势及个体间发展趋势的差异,其最重要的优势之一是能够推论变量之间的因果关系。一些使用追踪研究获得的重要成果是其他方法不可替代的:芬兰研究者^[29]在一项长达10余年的追踪研究中揭示了芬兰语阅读障碍风险儿童的遗传、早期脑电和行为预测指标,对在全社会开展早期干预、降低阅读障碍风险有重要的社会价值;美国国家心理健康研究所(NIMH)Giedd^[30]的一项15年的脑发育纵向研究揭示了儿童青少年期额叶、顶叶、颞叶的灰质发展曲线,揭示了额叶发展趋势对个体计划、决策、元认知等复杂认知过程的影响,及经验在皮层变化中的重要作用。与许多发达国家相比,我国的基础性研究工作、长期追踪研究还相对较少,今后需要得到国家更多的重视和增加支持力度。在一些新兴发展的研究领域,我国心理学家还需要实行更大的跨学科合作,如,认知分子生物学、认知神经生物学、行为遗传学、分子遗传学、基因与脑成像结合等被认为是今后10年重要的研究发展方向,心理学与生物学、神经科学、医学、计算机科学等不同学科的研究者建立的广泛跨学科合作将对中国心理学基础和应用研究对国际的贡献起到重要作用。另外,我国是一个人口大国,在病理心理学研究对象及脑功能障碍患者的多样性和资源广泛性方面有巨大的优势,更多关注和支持心理障碍和脑损伤的病因和发病机制方面的研究将会推动中国心理学研究达到国际领先水平。总之,中国心理学的未来发展依然有赖于如何更好地坚持科学的道路,同时更好满足经济、科技不断发展的社会与大众的需求。

参考文献

1 Fechner G T. Religion of a scientist (edited & translated by Lowrie W). New York: Pantheon Books, 1946.

- 2 Boring E G. A History of Experimental Psychology (2nd ed). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1950.
- 3 Neisser U. Cognitive psychology. New York: Appleton-Century-Crofts, 1967.
- 4 Solso R L (Ed). Mind and brain sciences in the 21st century. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.
- 5 Crick F & Koch C. A framework for consciousness, *Nature Neuroscience*, 2003, 6: 119-126.
- 6 Eric.R. Kandel 著, 罗跃嘉等译. 追寻记忆的痕迹. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- 7 Gazzaniga M S, Ivry R B & Mangun G R (Eds). *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind* (3rd Edition). The MIT Press, 2009.
- 8 Singer J D & Willett J B. *Applied Longitudinal Data Analysis*. Oxford University Press, 2003.
- 9 刘红云, 张雷. 追踪数据分析方法. 北京: 教育科学出版社, 2005.
- 10 Hock R R. *Forty studies that changed Psychology: Explorations into the history of psychological research*, 4th Edition. Pearson Education, Inc, 2002.
- 11 Meyer D E & Schvaneveldt R W. Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 1971, 90: 227-234.
- 12 Dell'Acqua R & Grainger J. Unconscious semantic priming from pictures. *Cognition*, 1999, 73: B1-B15.
- 13 Fang F & He S. Cortical responses to invisible objects in human dorsal and ventral pathways. *Nature Neuroscience*, 2005, 8:1 380-1 385.
- 14 Cohen L B & Strauss M S. Concept acquisition in the human. *Child Development*, 1979, 50: 419-424.
- 15 Hunter M A & Ames E W. A multifactor model of infant preferences for novel and familiar stimuli. In C Rovee-Collier & L P Lipsitt (Eds). *Advances in Infancy Research*, 1988, 5: 69-95. Nor-

- wood. NJ: Ablex.
- 16 Perani D, Saccuman M C, Scifo P et al. Neural language networks at birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2011, 108 (38), 16 056-16 061.
 - 17 郭春彦, 朱滢, 丁锦红等. 不同加工与记忆编码关系的 ERP 研究. *心理学报*, 2003, 35: 150-156.
 - 18 Eichenbaum H. *The Cognitive Neuroscience of Memory: An Introduction*. Oxford University Press, 2002.
 - 19 侯杰泰, 温忠麟, 成子娟. *结构方程模型及其应用*. 北京: 教育科学出版社, 2004.
 - 20 张雷, 雷雳, 郭伯良. *多层线性模型应用*. 北京: 教育科学出版社, 2003.
 - 21 Kirk R E. *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. Wadsworth Inc, 1982.
 - 22 Kliegl R. Towards a perceptual-span theory of distributed processing in reading: A reply to Rayner, Pollatsek, Drieghe, Slattery & Reichle (2007). *Journal of Experimental Psychology: General*, 138: 530-537.
 - 23 Shu H, Zhou W, Yan M et al. Visual acuity modulates saccade-target selection in Chinese reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2011, 73: 482-490.
 - 24 Chen L. Topological structure in visual perception. *Science*, 1982, 218?: 699-700.
 - 25 Zhuo Y, Zhou T G, Rao H Y et al. Contributions of the visual ventral pathway to long-range apparent motion. *Science*, 2003, 299: 417-420.
 - 26 Zhang K, Guo J Z, Peng Y Q et al. Dopamine-Mushroom Body Circuit Regulates Saliency-Based Decision-Making in *Drosophila*. *Science*, 2007, 316: 1 901-1 904.
 - 27 Guo J Z, Guo A K. Cross modal Interactions Between Olfactory and Visual Learning in *Drosophila*. *Science*, 2005, 309: 307-310.
 - 28 Tang S M, Guo A k. Choice Behavior of *Drosophila* Facing Contradictory Visual Cues. *Science*, 2001, 294:1 543-1 547.
 - 29 Giedd J N, Blumenthal J, Jeffries N O et al. Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 1999, 2: 861-863.
 - 30 Lyytinen H, Erskine J, Tolvanen A et al. Trajectories of reading development: A follow-up from birth to school age of children with and without risk for dyslexia, *Merrill-Palmer Quarterly*, 2006, 52, 514-546.

Experimental Methods of Psychology: Nature of Psychological Science

Shu Hua Zhou Renlai Han Zaizhu Yan Ming

(State Key Lab of Cognitive Neuroscience and Learning, School of Psychology, Beijing Normal University
100875 Beijing)

Abstract Psychology is a science. The scientific target of psychology is the mental phenomena and processes of biological entities, which makes the methodology of psychological research unconventionally difficult and complex. The significant characteristic of methodology in psychological research is to widely borrow methodology and techniques from other disciplines. In recent history, psychologists have developed many exquisite designs, powerful paradigms, and data analysis approaches. The emergence of Cognitive Neuroscience in late 20



中国科学院

century becomes a milestone of the development and history of psychological science. The growth of multivariate statistics, such as Structure Equation Modeling, Hierarchical Linear Models, extend psychological research to applied areas, such as education, development, management, economy, medicine, and social sciences. While psychological research in China endeavored to maintain its scientific roots, meet the needs of the society, and made great progress in catching up with the cutting edges, much improvement is desired in terms of the number of psychological researchers, in the area of longitudinal studies, neuropsychological studies, and interdisciplinary studies.

Keywords methodology, experimental design, experimental paradigms, multivariate statistics

舒 华 北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室教授、博士生导师。中国心理学会常务理事、中国心理学会普通心理和实验心理专业委员会副主任。主要从事语言的认知神经机制、儿童语言、阅读发展及阅读障碍等方面的研究。主持和完成了多项国家自然科学基金、教育部及国际合作基金项目,在国内外学术杂志上发表论文200余篇。E-mail: shuhua@bnu.edu.cn

接224页

provement. We also briefly explained the statistics to be used in adopting tests from other countries. Looking into the future, we have to prepare ourselves for the development of new statistical methods and should be ready to change our attitudes towards different statistics approaches. To promote statistical education, we have to coordinate workshops and courseware development, in particularly to fully utilize the internet platform.

Keywords applied statistics, methodology, psychological statistics, structural equation modeling, psychological curriculum

侯杰泰 香港中文大学副校长、教育学院教育心理为讲座教授,国际应用心理学会教育心理部主席。研究兴趣包括:教育心理、学习动机、研究法、应用统计。在主要心理学期刊上,如,*American Psychologist*, *Journal of Educational Psychology*, *American Educational Research Journal*, *Psychological Methods*, *Journal of Personality and Social Psychology*, *Harvard Educational Review*, *Journal of Educational Measurement*等发表学术论文100余篇。近10年来,曾在中国多地举办近百次全国性大型的高级统计培训班,致力于推动国内教育学及心理学研究。E-mail: kthau@cuhk.edu.hk

刘红云 北京师范大学心理学院副教授、中国教育学会教育统计与测量分会秘书长。1996年毕业于山西大学数学系数理统计专业,获理学硕士学位;2003年毕业于北京师范大学心理学院,获博士学位。主要从事心理测量与评价,统计分析方法理论及应用等方面的研究,尤其关注统计与测量方法新进展及应用方面的研究。目前主要从事的应用研究有考试测评理论的发展与应用,多元统计分析技术在心理学研究中的应用。E-mail: hyliu@bnu.edu.cn