



上海出版资金项目
Shanghai Publishing Funds



当代中国心理科学文库
总主编 杨玉芳

Engineering Psychology

工程心理学

葛列众等 著



华东师范大学出版社



上海出版资金项目
Shanghai Publishing Funda



当代中国心理科学文库
总主编 杨玉芳

Engineering Psychology

工程心理学

葛列众等 著

图书在版编目(CIP)数据

工程心理学/葛列众等著. —上海:华东师范大学出版社,2016

(当代中国心理科学文库)

ISBN 978-7-5675-5732-1

I. ①工… II. ①葛… III. ①工程心理学 IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 239816 号

当代中国心理科学文库

工程心理学

著 者 葛列众等
策划编辑 彭呈军
审读编辑 张艺捷
责任校对 邱红穗
装帧设计 倪志强

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
网 址 www.ecnupress.com.cn
电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105
客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887
地 址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口
网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com>

印 刷 者 常熟市文化印刷有限公司
开 本 787×1092 16 开
印 张 24
字 数 510 千字
版 次 2017 年 2 月第 1 版
印 次 2017 年 2 月第 1 次
书 号 ISBN 978-7-5675-5732-1/B·1046
定 价 52.00 元

出 版 人 王 焰

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社客服中心调换或电话 021-62865537 联系)

《当代中国心理学文库》编委会

主 任：杨玉芳

副主任：傅小兰

编 委(排名不分先后)：

莫 雷 舒 华 张建新 李 纾 张 侃 李其维

桑 标 隋 南 乐国安 张力为 苗丹民

秘 书：黄 端 彭呈军

总主编序言

《当代中国心理科学文库》(下文简称《文库》)的出版,是中国心理学界的一件有重要意义的事情。

《文库》编撰工作的启动,是由多方面因素促成的。应《中国科学院院刊》之邀,中国心理学会组织国内部分优秀专家,编撰了“心理学学科体系与方法论”专辑(2012)。专辑发表之后,受到学界同仁的高度认可,特别是青年学者和研究生的热烈欢迎。部分作者在欣喜之余,提出应以此为契机,编撰一套反映心理学学科前沿与应用成果的书系。华东师范大学出版社教育心理分社彭呈军社长闻讯,当即表示愿意负责这套书系的出版,建议将书系定名为“当代中国心理科学文库”,邀请我作为《文库》的总主编。

中国心理学在近几十年获得快速发展。至今我国已经拥有三百多个心理学研究和教学机构,遍布全国各省市。研究内容几乎涵盖了心理学所有传统和新兴分支领域。在某些基础研究领域,已经达到或者接近国际领先水平;心理学应用研究也越来越彰显其在社会生活各个领域中的重要作用。学科建设和人才培养也都取得很大成就,出版发行了多套应用和基础心理学教材系列。尽管如此,中国心理学在整体上与国际水平还有相当的距离,它的发展依然任重道远。在这样的背景下,组织学界力量,编撰和出版一套心理科学系列丛书,反映中国心理学学科发展的概貌,是可能的,也是必要的。

要完成这项宏大的工作,中国心理学会的支持和学界各领域优秀学者的参与,是极为重要的前提和条件。为此,成立了《文库》编委会,其职责是在写作质量和关键节点上把关,对编撰过程进行督导。编委会首先确定了编撰工作的指导思想:《文库》应有别于普通教科书系列,着重反映当代心理科学的学科体系、方法论和发展趋势;反映近年来心理学基础研究领域的国际前沿和进展,以及应用研究领域的重要成果;反映和集成中国学者在不同领域所作的贡献。其目标是引领中国心理科学的发展,推动学科建设,促进人才培养;展示心理学在现代科学系统中的重要地位,及其在我国

社会建设和经济发展中不可或缺的作用；为心理科学在中国的发展争取更好的社会文化环境和支撑条件。

根据这些考虑,确定书目的遴选原则是,尽可能涵盖当代心理科学的重要分支领域,特别是那些有重要科学价值的理论学派和前沿问题,以及富有成果的应用领域。作者应当是在科研和教学一线工作,在相关领域具有深厚学术造诣,学识广博、治学严谨的科研工作者和教师。以这样的标准选择书目和作者,我们的邀请获得多数学者的积极响应。当然也有个别重要领域,虽有学者已具备比较深厚的研究积累,但由于种种原因,他们未能参与《文库》的编撰工作。可以说这是一种缺憾。

编委会对编撰工作的学术水准提出了明确要求:首先是主题突出、特色鲜明,要求在写作计划确定之前,对已有的相关著作进行查询和阅读,比较其优缺点;在总体结构上体现系统规划和原创性思考。第二是系统性与前沿性,涵盖相关领域主要方面,包括重要理论和实验事实,强调资料的系统性和权威性;在把握核心问题和主要发展脉络的基础上,突出反映最新进展,指出前沿问题和发展趋势。第三是理论与方法学,在阐述理论的同时,介绍主要研究方法和实验范式,使理论与方法紧密结合、相得益彰。

编委会对于撰写风格没有作统一要求。这给了作者们自由选择和充分利用已有资源的空间。有的作者以专著形式,对自己多年的研究成果进行梳理和总结,系统阐述自己的理论创见,在自己的学术道路上立下了一个新的里程碑。有的作者则着重介绍和阐述某一新兴研究领域的重要概念、重要发现和理论体系,同时嵌入自己的一些独到贡献,犹如在读者面前展示了一条新的地平线。还有的作者组织了壮观的撰写队伍,围绕本领域的重要理论和实践问题,以手册(handbook)的形式组织编撰工作。这种全景式介绍,使其最终成为一部“鸿篇大作”,成为本领域相关知识的完整信息来源,具有重要参考价值。尽管风格不一,但这些著作在总体上都体现了《文库》编撰的指导思想和要求。

在《文库》的编撰过程中,实行了“编撰工作会议”制度。会议有编委会成员、作者和出版社责任编辑出席,每半年召开一次。由作者报告著作的写作进度,提出在编撰中遇到的问题和困惑等,编委和其他作者会坦诚地给出评论和建议。会议中那些热烈讨论和激烈辩论的生动场面,那种既严谨又活泼的氛围,至今令人难以忘怀。编撰工作会议对保证著作的学术水准和工作进度起到了不可估量的作用。它同时又是一个学术论坛,使每一位与会者获益匪浅。可以说,《文库》的每一部著作,都在不同程度上凝结了集体的智慧和贡献。

《文库》的出版工作得到华东师范大学出版社的领导和编辑的极大支持。王焰社长曾亲临中国科学院心理研究所,表达对书系出版工作的关注。出版社决定将本《文

库》作为今后几年的重点图书,争取得到国家和上海市级的支持;投入优秀编辑团队,将本文库做成中国心理学发展史上的一个里程碑。彭呈军社长是责任编辑。他活跃机敏、富有经验,与作者保持良好的沟通和互动,从编辑技术角度进行指导和把关,帮助作者少走弯路。

在作者、编委和出版社责任编辑的共同努力下,《文库》已初见成果。从今年初开始,有一批作者陆续向出版社提交书稿。《文库》已逐步进入出版程序,相信不久将会在读者面前“集体亮相”。希望它能得到学界和社会的积极评价,并能经受时间的考验,在中国心理学学科发展进程中产生深刻而久远的影响。

杨玉芳

2015年10月8日

序 言

有机会看到葛列众教授主编的《工程心理学》定稿,我非常兴奋。他嘱咐我为本书写一个序言,这是无法推托的事情。这不仅是因为我们是同门、有多年的友情,更是因为这本书的整合性、全面性和新颖性让我感到激动。

在我看来,过去人们对工程心理学的认识还只是停留在工具性的层次,尚缺乏哲学层次的思考。实际上工程心理学是一门非常具有人类本质特色的学科。首先工程心理学是心理学的一个分支,同时也是心理学与工程学等相关学科交叉的产物,具有天然的跨学科整合性。记得1980年,我随导师曹传咏先生(他的名讳最后一个字本是言字旁,但因为当时的系统中没有收入这个字,他只好用“咏”字代替,这也是人机系统设计中的弊病)第一次到杭州大学去,在屏风山,听到陈立老先生的报告。他说心理学是研究S-O-R的,也就是从刺激到反应,中间还有个机体,我们不仅要搞清楚刺激与反应的关系,还要研究中间的那个人脑的活动。这是很有见地的,在提出典型的行为学派的看法的同时,明确了认知的任务。

很快,认知学派成为心理学的主流,并传入中国。工程心理学也就被定义为:在人机系统背景下,研究人的信息加工的特征和局限性的心理学分支学科。学科的目标是将获得的知识应用于人机系统的设计和改进,使得系统更加安全高效,同时使人能够更加舒适愉快地完成工作。近年来随着认知神经科学的技术广泛应用于心理学,在人机系统中开始有更多的有关脑功能的研究进展,这进一步拓展了工程心理学的内涵。

对我影响最大的自然是我的导师曹先生。1978年我们在北京大学心理学系(那个时候的名称是科学院心理研究所)第一次听曹先生讲课。他手拿一个飞机仪表,说工程心理学不仅是服务于系统的设计,更是在人机系统这种特殊环境中,研究人的真实心理特征的。我愿意随着先师的指引向前看,后来更多的心理学研究证明,人从一开始就不存在完全脱离环境的孤立于世界的心理过程和特征,人的心理的一切都是与环境交互作用的结果。到了现代,人更是时时处处在人机系统当中。因此,离开了

人机系统去研究人的心理,所获得的只能是高度抽象的、现实中不存在的、甚至可能是错误的结果。国际心理学界也已公认:人的心理受环境决定, human is situated!

葛老师主编的这本书,既是很好的教材补充读物,又可以作为工程心理学研究的专业参考书。可以看出,他们在过去写作和研究的基础上,采取了更加综合的定位,使得本书包含了很多全新的内容,既反映了工程心理学最新的研究进展,比如情景意识整章的内容,同时囊括了很多最新的研究成果和方法,使得本书更有可学习性,能够极大地帮助到工程心理学的学习者。从整个人类社会本质上是由人机系统组成的角度出发,本书适合所有希望增加对必须打交道的人机系统的了解和对自己的了解的读者。同时,本书更是所有机械工程和工业工程以及相关学科专业人员的专业学习和研究的必备参考书。

葛列众老师是我国心理学大家朱祖祥先生的第一批学生。几十年来,葛老师始终潜心工程心理学研究和教学,取得了很多对社会有贡献的成果。最近又被我国载人航天系统工程任命为空间站工程工效专家组组长,是我国最一流的工程心理学家。由他领导的团队完成本书的编写,确是实至名归。

随着人类科学技术的进步,无处不在的人工智能、深入到生产和生活各方面的机器人、已经开始全面实行的无人驾驶、神奇而又可靠的脑机接口等新科技正在向我们扑面而来。所有这些都必将给工程心理学带来全新的课题和广阔的发展空间。许多高校正在或计划开设工程心理学专业,我的学生们正在不断被高校聘任。可以预见,工程心理学必将有更大、更快、更广阔的发展。就在这个时刻,葛老师等的《工程心理学》问世了,可谓正当其时。

张 侃

发展中国家科学院院士

中国科学院心理研究所研究员

中国心理学会理事长(2001—2009)

2016年9月3日于北京时雨园

前 言

看着这整整 11 章书稿,我既欣慰又感激。欣慰,是因为我们相信这本书的价值;感激,是感谢这本书的所有作者和参与者,刘宏艳、刘玉丽、郑燕、王琦君、胡信奎、吕明、孙梦丹、余晓雯、方激、曾国芬、张越^①,没有他们的辛勤付出,这本书是不可能完成的;同时也要感谢杨玉芳教授、张侃教授和彭呈军老师,没有三位专家的关注和指导,这本书也是不可能完成的,另外也要感谢 2013 年初工程心理学专业委员会筹备会上各位专家对本书写作出版的建议。

这本书写作的主要目的是介绍工程心理学这门学科,特别是这个领域的相关研究,所以这书既可以作为工程心理学专业教材之外的进一步深造的补充读物,亦可以作为相关学科专业研究的参考书。

我们在写作本书时,努力追求满足当代中国心理科学文库的前沿性、系统性和中国特色这三个要求。为了体现相关领域的最新研究成果,我们引用的文献有 1 118 篇^②,其中 279 篇是最近 5 年发表的文献,601 篇是近十年发表的文献。为了体现学科的系统性,和以往相关的论著相比,在研究内容上,我们增加了工程心理学研究中许多新兴的研究领域,比如,用户体验和可用性研究以及神经人因工效学研究^③;在研究方法上,我们增加了高级统计方法和神经生理学研究方法的介绍。为了体现中国学者的研究特色,我们引用了 607 篇相关的国内研究文献,约占总引用文献的 54%。

另外,我们还想说明的有以下几点。首先,细心的作者会发现,2012 年我们出过

① 葛列众撰写了第 1 章,参与了第 2、4、5、6、8、10 章的部分写作。李宏汀、王笃明(和王琦君)、胡信奎和刘宏艳分别撰写了第 3、7、9 和第 11 章。刘玉丽和刘宏艳参与了第 2 章的部分写作。方激参与了第 4 章的部分写作。刘玉丽、孙梦丹、王琦君、吕明参与了第 5 章的部分写作。朱廷劭、高玉松和郑燕参与了第 6 章的部分写作。吕明和郑燕分别参与了第 8 章和第 10 章的写作。

② 由于文献是分章统计的,所以文献中难免有重复统计的情况出现。

③ 限于篇幅,有些研究领域的研究在本书中没有涉及,例如,微气候环境的相关研究。

工程心理学的教科书^①。在本书中,有些内容因为是经典的研究或者是常规的论述,我们都参照了我们2011年书中的内容。当然我们都做了标注。其次,我们书中有些内容参照了我们最近这几年发表的文献综述,这样做的主要原因是我们觉得这部分内容较为新颖,添加在书中,既可以体现前沿性的特点,也可以完善本书的系统性。最后,我们在书中也提出了一些我们自己的新的看法,比如,用户体验和可用性研究的三三模型。我们并不认为我们这些想法是完备的。我们大胆地把这些想法写在这里,其主要目的之一也是期望得到同行的批评指正。

在这里,我们还想说的人是做人应记得祖宗,做学问也不应忘却前辈。我们的导师朱祖祥先生以及和他差不多同一个时代的我国工程心理学的研究前辈们有:陈立先生、曹传咏先生、曹日昌先生、李家治先生、徐联仓先生、朱作仁先生、封根泉先生、赫葆源先生、马谋超先生和彭瑞祥先生^②。他们的研究是我国工程心理学研究中不可多得的瑰宝,他们的事迹永远值得我们这些晚辈缅怀铭记。本书就是献给这些研究前辈们的礼物。我们将以此来感谢前辈们的教导和提携。

最后,我们也想在这里感谢我们的家人和朋友。他们的关爱、支持是我们生活的源泉。

主编 葛列众

副主编 李宏汀 王笃明

2016年5月10日

① 葛列众,李宏汀,王笃明.(2012).工程心理学.北京:中国人民大学出版社.

② 在此,我们仅凭现有的文献,列出了工程心理学的各位前辈,挂一漏万,在所难免,如有不周,敬请谅解。

目 录

序言	1
前言	3
1 概论	1
1.1 学科性质	2
1.1.1 人机器环境系统	2
1.1.2 研究目的	3
1.1.3 相关学科	4
1.2 工程心理学的历史发展	7
1.2.1 早期研究	7
1.2.2 学科诞生	8
1.2.3 学科拓展	9
1.3 我国的工程心理学	10
1.3.1 学科建立	10
1.3.2 学科重建	11
1.3.3 学科发展	13
1.4 工程心理学的研究	14
1.4.1 研究领域	14
1.4.2 研究特点	15
参考文献	18
2 研究方法	21
2.1 经典的实验研究方法	22

2.1.1	概述	22
2.1.2	问卷法、访谈法和观察法	23
2.1.3	实验法	26
2.1.4	现场研究和模拟实验	30
2.2	神经生理方法	31
2.2.1	概述	31
2.2.2	眼动追踪技术	31
2.2.3	心理生理测量技术	33
2.2.4	脑功能检测技术	35
2.3	经典的数据处理方法	40
2.3.1	概述	40
2.3.2	描述统计	40
2.3.3	推断统计	42
2.4	数据模型方法	44
2.4.1	概述	44
2.4.2	回归分析	44
2.4.3	判别分析和聚类分析	46
2.4.4	因子分析	47
2.4.5	结构方程模型	49
	参考文献	50

3	视觉显示界面	52
3.1	视觉显示	53
3.2	静态视觉显示界面的研究	54
3.2.1	文字显示设计的研究	54
3.2.2	图表显示设计研究	57
3.2.3	符号标志设计研究	59
3.3	动态视觉显示界面的研究	61
3.3.1	表盘仪表信息显示的研究	62
3.3.2	灯光信号设计的研究	66
3.3.3	电子显示器信息显示设计的研究	68
3.3.4	手持移动设备显示的研究	71
3.3.5	大屏幕显示的研究	74

3.4	视觉显示编码、突显和兼容性的研究	77
3.4.1	视觉显示界面中的信息编码问题	78
3.4.2	视觉信息显示的突显研究	81
3.4.3	视觉显示和控制兼容性研究	83
3.5	研究展望	87
	参考文献	91
4	听觉显示界面	96
4.1	听觉显示	97
4.1.1	听觉显示特点	97
4.1.2	听觉显示器	99
4.2	语音界面	101
4.2.1	概述	101
4.2.2	言语易懂度和自然度的研究	102
4.2.3	语音界面的研究	105
4.3	非语音界面	107
4.3.1	概述	107
4.3.2	听标和耳标的研究	109
4.4	听觉告警	111
4.4.1	概述	111
4.4.2	听觉告警的研究	113
4.5	研究展望	115
	参考文献	116
5	控制交互界面	118
5.1	传统控制器的交互界面	119
5.1.1	控制器的识别	119
5.1.2	控制器的操作	122
5.2	新型控制的交互界面	126
5.2.1	语音控制	126
5.2.2	眼动控制	128
5.2.3	脑机接口	132
5.2.4	可穿戴设备交互	134

5.3	点击增强技术	137
5.3.1	概述	137
5.3.2	静态点击增强技术	138
5.3.3	动态点击增强技术	140
5.3.4	小结	142
5.4	研究展望	143
	参考文献	144
6	人计算机交互	148
6.1	菜单、命令和对话等界面	149
6.1.1	菜单界面	149
6.1.2	命令和填空界面	151
6.1.3	对话和直接操作界面	154
6.2	协同工作、虚拟和网络等界面	156
6.2.1	协同工作界面	156
6.2.2	虚拟界面	158
6.2.3	网络界面	159
6.3	自适应用户界面	163
6.3.1	概述	163
6.3.2	自适应交互研究	165
6.3.3	问题和展望	169
6.4	键盘等硬件的交互设计	171
6.4.1	键盘的交互设计	171
6.4.2	指点设备的交互设计	174
6.5	手机使用行为与心理特征	178
6.5.1	概述	178
6.5.2	研究状况	179
6.5.3	小结	186
6.6	研究展望	186
	参考文献	187
7	环境	194
7.1	一般环境属性及其影响	195

7.1.1	光环境	195
7.1.2	声环境	203
7.2	特殊环境及其影响	210
7.2.1	航天失重环境	211
7.2.2	高原低氧环境	220
7.3	情境意识	232
7.3.1	情境意识的内涵	232
7.3.2	测量方法	234
7.3.3	研究现状	238
7.4	研究展望	248
7.4.1	环境研究	248
7.4.2	情境意识研究	249
	参考文献	250
8	工作负荷	256
8.1	生理负荷	257
8.1.1	生理负荷概述	257
8.1.2	影响生理负荷的因素	258
8.1.3	生理负荷测量	260
8.2	心理负荷	262
8.2.1	心理负荷概述	262
8.2.2	影响心理负荷的因素	263
8.2.3	心理负荷测量	266
8.3	应激	273
8.3.1	应激概念	273
8.3.2	应激影响	274
8.3.3	应激源	276
8.3.4	影响应激的因素	277
8.3.5	应激的测量方法	282
8.4	研究展望	285
	参考文献	286

9 安全与事故预防	289
9.1 事故原因	290
9.1.1 概述	290
9.1.2 人的特性	290
9.1.3 物的影响	292
9.1.4 环境的制约	293
9.2 事故理论	295
9.2.1 概述	295
9.2.2 典型事故理论	295
9.2.3 事故模型	298
9.2.4 我国事故理论研究	299
9.3 事故预防	302
9.3.1 概述	302
9.3.2 危险识别与控制	303
9.3.3 安全防护装置设计	309
9.3.4 安全培训与管理	311
9.4 研究展望	315
参考文献	315
10 产品可用性和用户体验	317
10.1 可用性和用户体验	318
10.1.1 可用性及其研究	318
10.1.2 用户体验及其相关理论	321
10.2 可用性和用户体验的度量	328
10.2.1 概述	328
10.2.2 度量维度	328
10.2.3 各种度量的整合	331
10.3 评价度量体系	332
10.3.1 定性的可用性度量评价体系	333
10.3.2 定量的可用性度量评价体系	337
10.4 研究展望	340
参考文献	341