

HUMAN FACTORS METHODS &
A PRACTICAL
GUIDE FOR ENGINEERING
AND DESIGN (SECOND EDITION)

[英] 内维尔·A.斯坦顿 [澳] 保罗·M.萨尔蒙 [英] 劳拉·A.拉弗蒂
[英] 盖伊·H.沃克 [英] 克里斯·巴伯尔 [英] 丹尼尔·P.詹金斯

编著

人因工程学研究方法

工程与设计实用指南

(第二版)

罗晓利 陈德贤 陈勇刚 译



西南师范大学出版社
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

人因工程学研究方法 工程与设计实用指南 (第二版)

[英] 内维尔·A.斯坦顿

[澳] 保罗·M.萨尔蒙

[英] 劳拉·A.拉弗蒂

[英] 盖伊·H.沃克

[英] 克里斯·巴伯尔

[英] 丹尼尔·P.詹金斯

编著

罗晓利 陈德贤 陈勇刚

译



西南师范大学出版社

国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

人因工程学研究方法:工程与设计实用指南:第二版 / (英)内维尔·A.斯坦顿(Neville A. Stanton)等编著;罗晓利,陈德贤,陈勇刚译. -- 重庆:西南师范大学出版社,2017.3

书名原文:Human Factors Methods:A Practical Guide for Engineering and Design(Second Edition)
ISBN 978-7-5621-8442-3

I. ①人… II. ①内… ②罗… ③陈… ④陈… III. ①人因工程-研究 IV. ①TB18

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第003251号

Copyright © Neville A. Stanton, Paul M. Salmon, Laura A. Rafferty, Guy H. Walker, Chris Baber and Daniel P. Jenkins, July 2013.

Simplified Chinese Copyright © 2017 by Chongqing Southwest China Normal University Press CO., LTD.

The simplified Chinese translation rights arranged through Rightol Media. (本书中文简体版本经由锐拓传媒取得。E-mail:copyright@rightol.com)

人因工程学研究方法:工程与设计实用指南(第二版)

Human Factors Methods:A Practical Guide for Engineering and Design(Second Edition)

[英]内维尔·A.斯坦顿 [澳]保罗·M.萨尔蒙 [英]劳拉·A.拉弗蒂 ©编著
[英]盖伊·H.沃克 [英]克里斯·巴伯尔 [英]丹尼尔·P.詹金斯
罗晓利 陈德贤 陈勇刚 ©译

责任编辑:刘凯

书籍设计:  汤立

排版:重庆大雅数码印刷有限公司·夏洁

出版发行:西南师范大学出版社

网址:<http://www.xscbs.com>

地址:重庆市北碚区天生路2号

邮编:400715

经销:全国新华书店

印刷:重庆共创印务有限公司

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:36

字数:1160千字

版次:2017年3月第1版

印次:2017年3月第1次印刷

著作权合同登记号:版贸核渝字(2015)第318号

书号:ISBN 978-7-5621-8442-3

定价:180.00元

作者简介

内维尔·A. 斯坦顿是南安普顿大学的人因工程学教授,他在业内期刊上已经发表了160篇文章,出版了20本关于人因工程和工效学的书籍。1998年,他因一篇联名撰写的工程心理学和系统安全论文,被电气工程部授予成就奖;2001年,被人因工效学机构授予奥托埃德霍尔姆奖;2008年,被授予总统勋章;2012年,由于他为基础和应用工效学研究做出了巨大的贡献而被授予弗雷德里克·巴特莱特奖;2007年,皇家航空协会授予他和他所在的学院霍奇森奖,并为他在驾驶舱安全研究所取得的成就授予铜奖。他是工效学期刊的编辑,还是工效学理论研究期刊和制造服务业人因工效学期刊的编委。他同时也是许多组织的咨询顾问,咨询主题涉及人因工程、安全案例、安全文化、风险评估、人的差错、产品设计、告警设计、系统设计和运行等方面。他还是事故调查的专家顾问,英国心理协会的成员和职业心理学家,以及工效学协会的成员。他在赫尔大学获得职业心理学学士学位,在伯明翰的阿斯顿大学获得了应用心理学的硕士和博士学位。

保罗·M. 萨尔蒙是研究人因工程的一名副教授和阳光海岸大学研究团队的带头人。他主持了澳大利亚国家卫生和医学研究理事会、公共健康领域的博士后培训奖学金项目,在包括军事、航空、公路和铁路运输领域方面已经有12年的研究经验。他还联名出版了10本书,在行业内期刊发表了70篇文章和大量会议论文。他的研究成果取得了许多荣誉,2007年因他在研究方面的突出贡献和优秀论文而被皇家航空协会授予霍奇森奖;2008年被授予工效学协会的总统勋章;2011年入围澳大利亚前三名最年轻研究学者。

劳拉·A. 拉弗蒂在2007年大学本科毕业,并获得布鲁内尔大学的心理学学士学位。获得学士学位前,她就完成了两次工业实习,第二次实习是在工效学研究项目组里担任研究助理。在布鲁内尔人因整合防护技术中心的7个月实习中,她协助完成了大量的试验设计和试验分析。在此期间,她完成了自己的论文,她的论文是探索新手和专家在军事指挥和控制方面的定性与定量差异。目前正是她攻读在职博士的第三年,她的博士论文的研究方向是团队协作中冲突情况下的决策。从2009年开始,她就任职于南安普顿大学的运输研究项目,担任人因整合防护技术中心关于团队中的自然决策研究项目和人因工程研究方法编译项目的助理。

居伊·H. 沃克是爱丁堡赫瑞·瓦特大学环境建设学院的讲师。他的主要研究方向是基础建设和运输中的因工程学研究。他和同事因其原创性的研究而被授予工效学协会的总统勋章。他还出版了9本关于人因工程学不同主题的书籍,撰写了大量关于人因工程学方法的文章,并在国际行业期刊上发表50篇论文。

克里斯·巴贝尔,1987年毕业于基尔大学并获得心理学和英语的学士学位,之后加入阿斯顿大学的应用心理学研究项目组。1990年他获得了语音技术人因工程学的博士学位,并于同年加入伯明翰大学。在加入电子、电气和计算机工程学院(2010年他成为该学院院长)之前,他已经有了12年的MSc工作设计和工效学课程的教学经历。他的研究涵盖人与新技术交互、社交注意力分配理论分析研究和可穿戴计算机的设计和评估。

丹尼尔·P. 詹金斯是DCA设计人因工程和可靠性团队的带头人。DCA是欧洲领先的产品设计和开发咨询公司,领域涉及医疗科技、运输、商业、产业和信息。DCA为产品开发提供的整合服务包括:应用产品研究和规划、战略设计、产业设计、交互设计、机械工程、自动化软硬件工程、可用性工效学、原型机研究和产品支持。

丹尼尔最初是一名汽车工程师。2004年研究生毕业并获得机械工程与设计的工程硕士学位,在学校因突出的学术成果而获得“大学奖”。在汽车工程师的职业生涯中,丹尼尔对人因工程和工效学产生了浓厚的兴趣。2005年,丹尼尔回到布鲁内尔大学并加入工效学研究项目。后来他攻读在职博士,并于2008年获得人因工程和交互设计的博士学位。2009年,丹尼尔开了一家自己的咨询公司(社会技术公司),目的是为了积累各领域的产业经验。2012年7月,丹尼尔的团队抓住机会,成了整合产品开发团队的一部分。在应用研究方面,丹尼尔已经积累了包括医疗、防护、核设施、汽车、潜艇、航空、警察和控制室设计的大量经验。丹尼尔联名出版了9本书,发表了45篇文章和大量的会议论文。丹尼尔及其同事因在应用工效学研究方面做出的突出贡献,于2008年被授予工效学协会的总统勋章。

译者简介

罗晓利,中国民用航空飞行学院航空心理学教授,硕士生导师,民航特聘专家,四川省专家评议(审)委员会委员,民航飞行技术专业建设专家组成员,四川省安全生产专家委员会专家,四川省第八批学术与技术带头人,2006-2010年教育部高等学校心理学教学指导委员会委员,四川省心理学会常务理事、应用心理专委会副主任委员。主要研究领域为航空人因工程,发表学术论文60余篇,出版著作12部;主持和参研国家自然科学基金项目4项(重点项目1项),省部级科研项目18项;获国家安全生产科技成果一等奖1项,民航科技进步一等奖3项,民航科技进步三等奖5项,四川省优秀教学成果二等奖1项,作为课程负责人获四川省精品课程1项,获民航局优秀教师一等奖。

陈德贤,2008年本科毕业于中国民航飞行学院英语专业;2011年硕士研究生毕业于中国民航飞行学院载运工具运用工程专业,研究方向为航空人因工程。现就职于厦门航空有限公司,高级飞机性能工程师,主要研究领域为航空人因、飞机性能工程和节能减排。参与国家自然科学基金重点项目研究1项,省部级项目1项,发表学术论文3篇。

陈勇刚,中国民用航空飞行学院教授,硕士生导师,主要从事航空安全管理、航空安全评估和航空可靠性等方面的教学和科研工作。主持出版《航空安全评估理论与方法》教材,参写和参编《航空安全管理》《民用航空质量管理理论与应用》《民航安全文化概论》等教材和著作;主持和参与完成各类科研项目15余项,其中省部级项目6项,横向项目3项;在《航空学报》等刊物发表专业研究学术论文20余篇,其中中文核心期刊10余篇,EI收录3篇。

第二版序

本书是《人因工程学研究方法——工程与设计使用指南》第一版的修订版本。令人感到欣慰的是第一版出版后受到了很多研究者的好评。但第一版终究还是存在一些不足,在这次的修订中我们对书中存在的不足进行了修订和改进;进行了少量的删减,增加了大量的内容;进一步更新了有关方法的参考资料,第一版出版后的7年里我们自己也使用了其中的许多方法。

人们所感兴趣的是“食谱”如何帮助他们掌握做菜的方法,但令人惊讶的是有很多方法类的书并没有阐述如何去使用这些方法。本书对涉及的107种方法的优点和缺点、程序、事例以及相关参考信息进行了介绍。实际上在本书的第一版我们就已经做得很好。

虽然本书有多位作者,我们还是尽力使用一致的表达方式,这有助于读者浏览全书,挑选需要的方法。我们也鼓励读者尝试使用新的方法或者结合使用多种方法,因为很多情况下对同一信息,不同的人看问题的方式和角度也会不一样。

我们建议对人因工程学方法不太熟悉的读者,应先将人因工程学方法应用到较小、较为简单的问题上,然后再应用到大而复杂或者不确定的问题上。我们发现,在使用人因工程学方法来检查问题时,可以帮助我们重新以新的方式组织问题,可以看到原来的问题只是个症状,隐藏在症状下面的还有更多根源性的原因。解决问题能够带来很大的成就感,在本书中我们分析了很多军用领域和民用领域的系统,还开发了新系统的设计方案。

人因工程学方法提供了十分有用的结构,在调查问题时能够帮助分析人员更快地理解所研究的领域和问题。与一些专题专家一起工作时,还可以帮助发现人的因素的规律,并获得专家的认可。成功的设计项目经常需要有该领域的专家参与,人因工程学的方法能够提供有效沟通和协作的渠道。

人因工程学专家可能只需要本书作为备忘录来帮助熟悉方法,而不需要知道本书中的所有方法。值得一提的是最后一章的EAST方法,它把几种熟知的方法整合成为团队协作分析的方法。

对于新开发方法或者调整现有的方法,我们建议以本书中的结构来介绍给新手。对于接受人因工程学训练的人来说,本书能够作为专题讲座的材料;对于分析和设计系统来说,本书应该能够帮助选择使用哪种方法。总之,我们希望每个人都能从本书中受益,并继续探索人因工程学方法来解决实际的问题。

Neville A. Stanton

南安普顿大学



致谢

Acknowledgments

人的因素整合防护技术中心的这项工作得到了英国国防部科技研究项目人因学组的资助。

关于人为因素整合防护技术中心的其他工作和相关人员可以通过访问www.hfidtc.com来查询。

译者序

翻译这本书的意愿那是10年前了,2007年4月我赴美国俄亥俄州代顿市的莱特州立大学参加第十四届国际航空心理学研讨会时,在茶歇的短暂时间浏览英国 Ashgate 出版公司设在会场外的书展,发现了内维尔·A.斯坦顿教授等6位学者所著的 Human Factors Methods: A Practical Guide for Engineering and Design(第一版)一书,并毫不犹豫地自掏腰包买下了这本书,因为我知道这本书的价值——它作为专门介绍科学研究的方法的专著,是人因科研工作者和相关专业本科生、硕士和博士研究生都必备的方法类工具书。所谓“工欲善其事,必先利其器”,研究方法正是任何一个科研工作者和研究生都必须掌握的科研工具。本书既可作为航空航天、核工业、化工业、交通运输等风险行业科研工作者从事科学研究的参考工具书,也适用于工业工程、应用心理学、安全科学与工程等专业本科生和研究生研究方法类课程的教材,它对于从事产品/系统设计和评价的人员亦有很大帮助。

翻译本书的动因可归结为两个方面:一是科研的需要,二是教学的需要。从科研的需要来说,这本书所介绍的内容可以帮助研究者在制订研究方案时选取恰当的研究方法。譬如,2003年本人承担了民航局下达给我的“分类统计分析1993-2003年中国民航35起人因事故和361起人因事故征候”的任务,拿到厚厚的一摞事故与事故征候报表,我当时竟然不知道如何分类,应该使用什么样的分类分析标准,最后是找到了美国联邦航空管理局(FAA)的几份“人因分析分类系统(HFACS)”研究报告才帮助我建立了人因分类标准,顺利完成了民航局交给的任务;在这以后,于2006年我又成功申报了国家自然科学基金“中国民航人的错误分类分析系统的研究”项目,在文献检索过程中发现欧洲航行安全组织(European Organization for the Safety of Air Navigation, EUROCONTROL)也开发了一整套基于人类信息加工理论的人误分类分析系统,而这些方法在本书中亦可找到;2014-2015年,中国商用飞机有限责任公司(简称中国商飞)与中国民航飞行学院建立了战略合作关系,在开展学术交流的过程中,中国商飞的有关专家多次提到飞行器设计和评价中的人因工程学问题,例如,差错预防的适航审定、机载设备和系统的可用性评价等,这些复杂问题都需要整合多个人因工程学研究方法去解决,斯坦顿教授等所编写的这本专著中有许多方法都是可用的。在教学方面,我所在的中国民航飞行学院于2007年招收首届航空人因工程学研究方向的硕士研究生,我负责的“航空人因工程学”和“民航人误识别与控制”课程涉及大量本书的内容。正是基于这样的一些动因,促使并支撑着我们坚持不懈地完成了这项工作量巨大的工作。

本书是迄今为止所见的最新、最为系统和最为全面的介绍人因工程学研究方法的专著,许多方法在国内文献中尚未见报道,使用的案例多为航空、化工等风险行业的典型事例。该书分为13章,包含107种人因工程学研究方法,作者按照其功能将人因工程学研究方法划分为11个大类,并以此



作为各章的标题。各章的撰写体例规范,均按照方法的背景与应用、适用范围、优点与缺点、使用程序和步骤、范例以及使用流程图的逻辑顺序来撰写,易于学习、理解和记忆。第一章主要阐述人因工程研究方法的概 念、人因工程与设计的关系、如何整合人因工程方法、方法的信度与效度、科学家与实践者的关系以及如何选择研究方法等内容;第二章系统介绍功能相似的4种数据收集方法;第三章包含功能相似或具有渊源关系的6种任务分析方法;第四章系统介绍8种认知任务分析方法;第五章包含6种过程图方法;第六章包含17种功能相似或有渊源关系的人误识别与事故分析方法;第七章系统介绍情景意识的理论和6种情景意识评价方法;第八章包含脑力负荷评价的15种常用方法;第九章介绍15种团队评价方法;第十章包含16种界面分析方法;第十一章包含11种设计方法;第十二章包含3种执行时间预测方法;第十三章通过2个范例系统介绍了多种方法的整合。

本书的翻译历时7年,先是委托我本科学英语的2008级研究生陈德贤(现为厦门航空公司高级飞机性能工程师)对本书的第一版进行翻译,由于本书的体量和难度太大,专业术语很多,翻译的进展非常缓慢,直到2013年初才翻译出了一个初稿,在我对初稿进行校对和修改的过程中查到该书已经于2012年出了第二版,与第一版相对照发现已经发生了巨大的变化,新增了100多页,几乎每章都做了很大修改,甚至书的构架和逻辑顺序都发生了很大变化,这就迫使我不得不重新组织人员对本书的第二版进行翻译,分工为:罗晓利及其研究生秦凤娇、李海龙负责1~6章的翻译,陈勇刚负责7~9的翻译,陈德贤负责10~13章的翻译;由秦凤娇和李海龙负责全书图表的制作,罗晓利负责全书的校对和修改。对第二版的翻译花费了1年的时间,校对和修改花费了1年多的时间。原以为校对工作只是稍作修改,但由于本书的专业术语太多,一些研究方法在国内文献中很少见到或没有出现过,需要比较深厚的人因背景知识积累才能够比较好地理解原文,翻译出来的第二版要达到出版要求尚有很大距离,必须逐字逐句对照原文进行修改或重新翻译。事实上,从2015年初到2016年7月,我把全部的节假日和日常工作间隙都投入到了对本书译稿的校对或重新翻译中了,终于在2016年7月将自己认为比较满意的译稿提交给了西南师范大学出版社。还值得一提的是,在对本书第二版翻译的早期,我的另外两名已毕业的研究生王一帆(现为四川航空集团公司模拟飞行训练中心教员)和李明亮(现为民航西南管理局贵州监管局机长、公务员)也做出过一些贡献。王一帆将英文原版书全部扫描成电子版以便能够分发给各个翻译者翻译,并制作了初步的术语对照表;李明亮翻译了第七章的部分内容。在此,对翻译本书做出过贡献的所有译者表示衷心的感谢。

还要感谢西南师范大学出版社的领导和同志们,这本书的翻译和出版得到了他们的大力支持和帮助。西南师范大学出版社的米加德社长对本书的翻译工作十分关心,在第二版原版图书的购买和出版合同签订过程中多次过问和协调,西南师范大学出版社高等教育分社社长郑持军具体组织西南师范大学文字编辑中心副主任杜珍辉、编辑刘凯对译稿进行了长达8个月的、逐字逐句的认真审校和编辑。

本书的翻译和出版得到了国家自然科学基金(批准号:60472128)和中国民航局特聘专家科研基金的资助。

由于这本书的翻译难度很大,再加上我们的知识和翻译水平有限,书中定有许多地方翻译得不够准确,甚至存在着错误,敬请广大读者批评指正。

罗晓利

2017年5月

目录

CONTENTS

图目录	I
表目录	VI
作者简介	XI
译者简介	XIII
第二版序	XV
致谢	XVI
译者序	XVII

第一章 人因工程学研究方法介绍1

什么是人因工程学研究方法?	1
人因工程学与设计	1
人因工程的整合	2
科学家还是实践者?	3
信度和效度	4
方法的选择	5
如何使用本书	7

第二章 数据收集方法11

访谈法	13
问卷调查法	18
观察法	25
鼠标追踪法	29

第三章	任务分析方法	35
	层次任务分析	36
	目标、操作、方法和选择规则	42
	口头报告分析	45
	任务分解方法	49
	次目标模板法	53
	表格任务分析	57
第四章	认知任务分析法	61
	认知作业分析	64
	应用认知任务分析	71
	认知走查法	76
	关键决策方法	80
	关键事件技术	86
	并行观测叙事技术	90
	面向对象的认知任务分析与设计	94
	同事口头报告法	99
第五章	过程图法	103
	工序图技术	105
	操作顺序图技术	109
	事件树分析方法	114
	决策行动图方法	117
	故障树分析法	120
	墨菲图法	123
第六章	人误识别及事故分析方法	127
	系统性人误降低和预测方法	133
	人误模板法	137

认知差错的回溯性分析技术	142
针对差错识别的任务分析	147
危险与可操作性分析技术	154
人误评估技术	159
系统工具的人误识别	166
人误与恢复评价框架	170
预测性错误分析和降低系统	174
人误评估与减少技术	178
认知可靠性与差错分析方法	183
基于系统理论的事故模型和过程	187
人的因素分析与分类系统	191
事故地图法	196
功能共振事故模型	199
安全事件分析法	204
寻因分析法	209

第七章 情景意识评估方法

SA 需求分析	219
情景意识全局评估技术	223
情景现状评估法	228
情景意识分级技术	231
情境意识主观工作负荷优势技术	236
命题网络方法	239

第八章 脑力负荷评价方法

主、次任务绩效测量	257
生理学测量	261
美国国家航空航天局任务负荷指数	265
经修订的库珀哈帕量表	270

工作负荷主观评估法	273
预测性工作负荷主观评估技术	276
主观工作负荷优势技术	279
防御研究中心工作负荷量表	283
马尔文容量评估技术	286
工作负荷剖面技术	289
贝德福德量表	292
瞬间自我评价	295
认知任务负荷分析	298
预测性主观工作负荷优势技术	301
脑力负荷指数	304

第九章 团队评价方法

行为观察量表	312
通信使用图	316
协作需求分析	320
决策要求练习	326
团体任务分析	330
团队层次任务分析	333
团队认知任务分析	338
社交网络分析	343
分布式团队交互意识评估问卷	347
团队任务分析	350
团队工作负荷评估	353
任务与训练需求分析法	356
驾驶舱管理态度问卷	361
生成事件/任务的目标化可接受反应	364
团队沟通评估	367

第十章	界面分析方法	371
	检查单方法	375
	启发式分析技术	378
	施耐德曼的八项黄金法则	381
	尼尔森的十项启发式原则	386
	界面测量方法	393
	链接分析法	397
	空间布局分析	401
	用户界面满意度问卷	405
	备选网格分析	408
	软件可用性测试量表	414
	系统可用性量表	418
	有效性、满意度和易用性问卷	421
	普渡大学可用性测试问卷	423
	后研究系统可用性测试问卷	426
	用户试验	429
	走查分析	432

第十一章	设计方法	435
	功能分配分析方法	437
	焦点小组法	441
	任务分析技术	444
	基于场景的设计方法	447
	以任务为中心的系统设计	449
	向导奥兹技术	453
	意图设计方法	458
	多图法	461
	情节串联图板方法	463
	情景调查法	468
	需求和设计的协同分析方法	471



第十二章	执行时间预测方法	475
	关键路径分析方法	476
	击键水平模型	484
	时间轴分析	489
第十三章	人因学方法的整合:应用系统团队协作框架的事件分析	491
	引言	491
	应用案例 1:铁路养护案例	495
	应用案例 2:民用指挥和控制案例	503
	结果	507
	总结	514
	结论	515
	参考文献	517
	术语对照表	545



图1.1	在产品早期设计过程中考虑人因学的优势	2
图1.2	各阶段设计过程中的人因学方法应用	2
图1.3	验证所选择方法和工效学干预过程(Stanton和Young,1999a)	5
图1.4	系统设计问题空间形成问题及其恰当解决方法的思维工具	6
图2.1	Odo Plus方法输出结果示例	32
图2.2	汇总输出示例	32
图3.1	“水壶烧水”任务的HTA	40
图3.2	在新奥尔良机场使用自动着陆系统着陆的HTA任务概要(来源:Marshall等,2003)	41
图3.3	用于场景分析的口头报告数字化视/听记录	46
图3.4	转录和编码表格(来源:Marshall等,2003)	51
图3.5	“X机型使用自动着陆系统在新奥尔良机场着陆”的HTA分析概要(来源:Marshall等,2003)	59
图4.1	决策阶梯图(来源:Vicente,1999)	67
图4.2	空中作战空域的抽象层次	68
图4.3	揭示缓解潜在威胁过程的决策阶梯图	69
图4.4	并行观测叙事技术中表示编码类别和词频的初始输出 (来源:Mcllroy和Stanton,2011)	93
图4.5	OOCAD的模块、包和分类(改编自Wei和Salvedy,2006)	95
图4.6	用户租车过程的面向对象的认知任务分析与设计模型 (改编自:Wei和Salvedy,2006)	98
图4.7	用户租车(改编自:Wei和Salvedy,2006)	98
图5.1	工序图部分通用符号(来源:Kirwan和Ainsworth,1992)	105
图5.2	“在新奥尔良机场飞机使用自动着陆系统着陆”工序图摘录(Marshall等,2003)	108