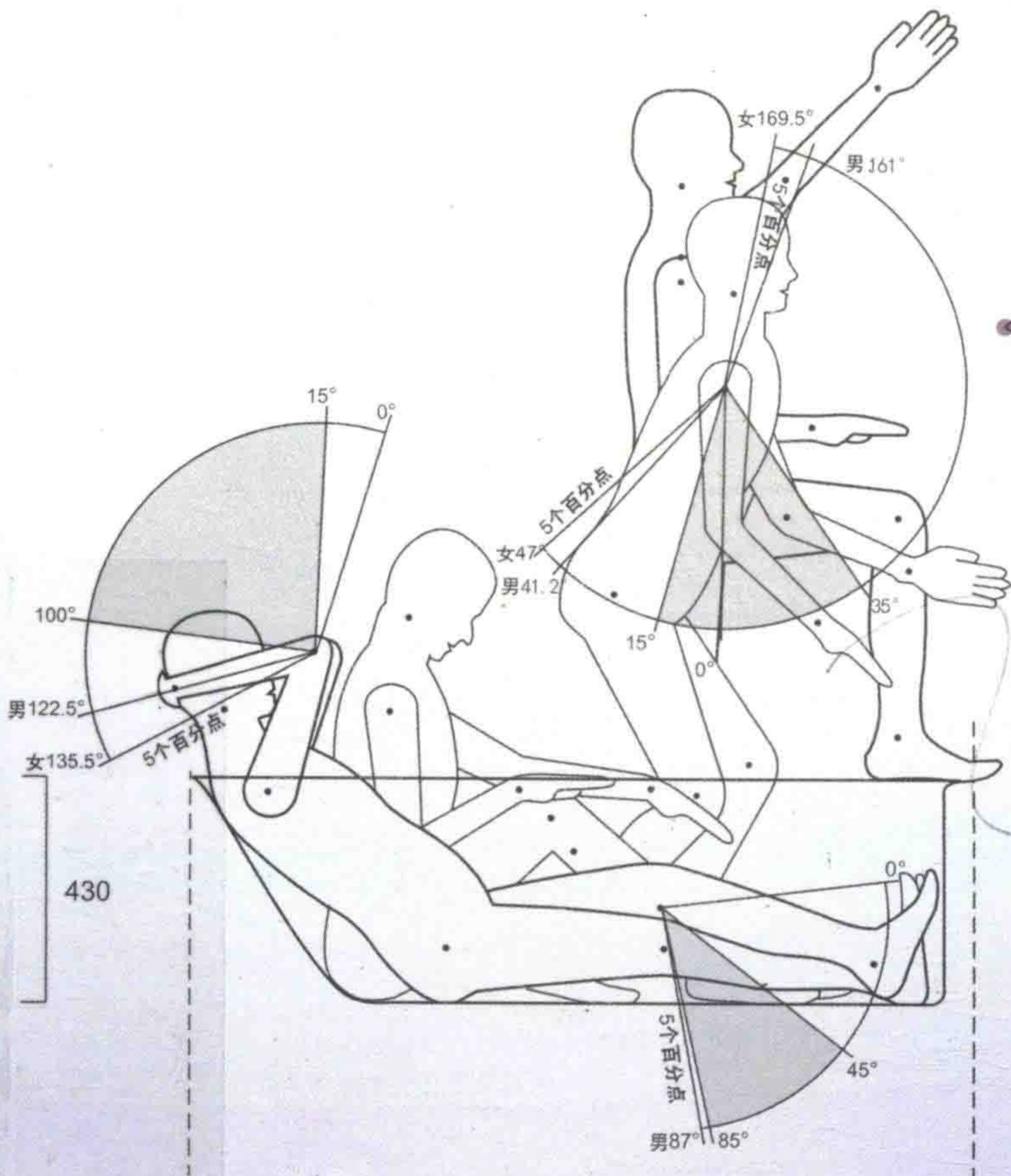


人机工程与产品设计

Renji gongcheng yu chanpin sheji

颜声远 许彧青 陈 玉 编著



人机工程与产品设计

颜声远 许或青 陈玉 编著

哈尔滨工业大学出版社

(封面设计: 张华, 插图: 张华)

内 容 简 介

本书基于人的认知特性,从人-机-环境系统的角度出发,以相关标准为基础,通过大量的图片、实例和分析,对人机工程学的理论进行了阐述,对人机工程学在产品设计中应用的方法和流程进行了分析,对多种评价方法进行了研究。

本书分为三编:基础理论、人机系统设计与评价、产品人机设计实例。基础理论部分叙述了人机工程学的基本概念、人体尺寸测量与统计函数、人的特性、显示器设计、操纵器设计、作业空间设计、座椅设计和环境因素对人机系统的影响等内容;人机系统设计与评价部分主要介绍了人机系统设计和人机系统评价;产品人机设计实例部分给出了几个产品设计实例,如厨刀设计、主控制室人机界面综合评价实例和船舶导航显控系统软件界面优化设计,力图通过设计实例的学习使学生具有将人机工程学理论知识运用于具体设计中的能力。

本书可作为工业设计专业和产品设计专业本科生的教材,亦可作为机械工程、工程心理学、管理学等专业本科生的教学参考书,还可作为从事产品设计人员的设计参考书。

本书由“哈尔滨工程大学2016年本科生教材立项”资助出版。

图书在版编目(CIP)数据

人机工程与产品设计/颜声远,许彧青,陈玉编著.
—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2017.2

ISBN 978-7-5603-6461-2

I. ①人… II. ①颜… ②许… ③陈… III. ①工效学-应用-产品设计
IV. ①TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 025011 号

责任编辑 杨秀华
封面设计 博鑫设计
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 19.75 字数 465 千字
版 次 2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-6461-2
定 价 45.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

人机工程学是工业设计的指导性理论。无论是产品设计还是环境设计,其宗旨都是为人而设计,由人来使用的。如果一件产品不能满足人-机、人-环境、机-环境的要求,那么这件产品的使用功能便无法保证,其使用价值也无从体现。

人机工程学思想起源于人类开始制造简单的工具和用品的时代。在19世纪末20世纪初,逐渐成为一门学科,开始在欧美国家兴起。发展至今,人机工程学涉及的领域包括生理学、心理学、工业卫生学、工业与工程设计、建筑与照明工程、管理工程、工业工程、医学、生命科学、计算机科学和职业安全等多个学科,并已在众多领域得到应用。

本书基于人的认知特性,从人-机-环境系统的角度出发,以相关标准为基础,通过大量的图片、实例和分析,对人机工程学的理论进行了阐述,对人机工程学在产品设计中的方法应用和流程进行了分析,对多种设计评价方法进行了研究。

本书分为三编:基础理论、人机系统设计与评价、产品人机设计实例。基础理论部分叙述了人机工程学的基本概念、人体尺寸测量与统计函数、人的特性、显示器设计、操纵器设计、作业空间设计、座椅设计和环境因素对人机系统的影响等内容;人机系统设计与评价部分主要介绍了人机系统设计和人机系统评价;产品人机设计实例部分给出了几个产品设计实例,如厨刀设计、主控制室人机界面综合评价实例和船舶导航显控系统软件界面优化设计,力图通过设计实例的学习使学生具有将人机工程学理论知识运用于具体设计中的能力。

本书由哈尔滨工程大学颜声远、许彧青、陈玉编著,其中第1,2,11,13章由颜声远撰写,第3,5,6,7,8章由许彧青撰写,第4,9,10,12章由陈玉撰写。在本书撰写过程中,哈尔滨工程大学研究生盖晓琳、曲林川、吴潇伟、马雨薇、王雪莹、程巧娟、侯博瑞等在收集相关资料和修缮图片方面做了大量的工作,谨此表示衷心的感谢。

本书可作为工业设计专业和产品设计专业本科生的教材,亦可作为机械工程、工程心理学、管理学等专业本科生的教学参考书,还可作为从事产品设计人员的设计参考书。

在本书撰写过程中,作者引用和参考了国内外专家和学者的诸多精辟论述、研究成果和理论,在此,谨向这些学者致以诚挚的谢意!

受作者知识水平和所在领域的局限,本书难免存在一些缺点和不足,敬请广大读者批评指正。

编 者

2016年11月

目 录

第1编 基础理论

第1章 概 述	3
1.1 人机工程学的术语和定义	3
1.2 人机工程学的起源与发展	4
1.3 人机工程学的研究内容及应用领域	6
1.4 人机工程学的研究方法	9
第2章 人体尺寸测量与统计函数	12
2.1 人体尺寸测量基本知识	12
2.2 人体测量学统计函数	20
2.3 人体尺寸测量数据的应用	23
2.4 设计用人体模板、模型	29
2.5 人体尺寸测量标准简介	32
第3章 人的特性	35
3.1 人的感知特性	35
3.2 人的信息加工特性	50
3.3 人的运动与反应特性	63
第4章 显示器设计	81
4.1 显示器分类及设计原则	81
4.2 硬显示器设计	84
4.3 软显示器设计	103
第5章 操纵器设计	107
5.1 操纵器分类及基本设计原则	107
5.2 硬操纵器设计	108
5.3 软操纵器设计	125
第6章 作业空间设计	129
6.1 作业空间设计要求	129
6.2 作业区域及控制台设计	131
6.3 作业空间中的元件布局	146
第7章 座椅设计	156
7.1 坐姿对人体的影响	156

7.2	座椅的设计原则	157
7.3	典型座椅设计	164
第8章	环境因素对人机系统的影响	169
8.1	热环境	169
8.2	振动环境	175
8.3	噪声环境	178
8.4	照明环境	182
8.5	气体环境	187
8.6	颗粒物环境	194
8.7	电磁环境	199
8.8	色彩环境	206
8.9	作业环境分析实例	208

第2编 人机系统设计与评价

第9章	人机系统设计	213
9.1	人机系统特性	213
9.2	人机系统功能分配	216
9.3	人机系统设计	224
第10章	人机系统评价	229
10.1	人机系统评价的内容和特点	229
10.2	检查表评价方法	231
10.3	联系链评价方法	237
10.4	灰色系统理论评价方法	239
10.5	人工神经网络评价方法	252

第3编 产品人机设计实例

第11章	厨刀设计	263
11.1	现状分析	264
11.2	尺寸计测	275
11.3	新设计方案	276
11.4	设计总结	277
第12章	主控制室人机界面综合评价实例	279
12.1	人机界面客观评价	279
12.2	人机界面主观评价	283
12.3	主控制室人机界面的综合评价	288
12.4	评价结果的分析与改进建议	289

第 13 章 船舶导航显控系统软件界面优化设计	296
13.1 船舶导航显控系统功能导航设计	296
13.2 系统界面要素设计	297
13.3 界面原型交互设计	301
参考文献	307

第 1 编 基础理论

第1章 概 述

1.1 人机工程学的术语和定义

人机工程学的发展与科学技术的发端密不可分。虽然人机工程学始于人类开始制造简单的工具和用品的时代,但是人机工程学作为一门学科起源于19世纪末和20世纪初的欧美国家。

第1编 基础理论

人机工程学,在英语中通常称为 Human Factors, 有时也称为 Human Engineering(多用于美国军方)和 Human Engineering。在日语中称为“人間工学”, 在俄语中称为“человеческий фактор”, 与人机工程学相关的还有 Engineering Psychology(工程心理学), 它最早使用于美国,涉及的是关于人的能力(特别是人的信息加工处理能力)和限度等基本问题,并向设计者提供有关人的研究数据。我国人机工程学研究起步较晚,多采用外文译名,有人机工程学、人因工程学、工效学、人类工程学、人体工程学等。

2007年国际人类工效学学会(International Ergonomics Association, 简称IEA)对人机工程学的定义为:人机工程学是将人体科学应用于人类使用的对象、系统或环境设计的学科(Ergonomics (or human factors) is the application of scientific information concerning humans to the design of objects, systems and environment for human use)。

美国人机工程学专家 W. D. 伍德曼(W. D. Woodman)认为,人机工程学研究的是人与机器相互关系的合理方案,亦即对人的知觉显示、操作控制、人机系统的设计及其布置和作业效能的组合等进行有效的研究,其目的在于获得最高的效率并使人工作业时感到安全和舒适。

著名人机工程学及应用心理学家 A. 查帕尼斯(A. Chapanis)认为,人机工程学是在机械设计中,考虑如何使人获得操作简便而又准确的是一门学科。

日本人机工程学专家认为,人机工程学是依据人体解剖学、生理学和心理学等特性,了解并掌握人的作业能力和极限,让机具、工作、环境、起用条件等与人相适应的科学。

前苏联人机工程学专家认为,人机工程学是研究人在生产过程中的可能性、劳动活动方式、劳动的组织安排,从而提高人的工作效率,同时创造舒适和安全的工作环境,保障劳动人民的健康,使人从生理上和心理上得到全面发展的一门学科。

Sanders 与 McGeisock(1977)在 A. 查帕尼斯的基础上,将人机工程学定义为,人机工程学探索有关人的行为、能力、限度和其他特征的各种信息,并将它们应用于工具、机器、系统、任务、工作和环境的设计中,使人们对它们的使用更具价值、安全、舒适和有效。

上述是国际上比较具有代表性的人机工程学定义。因此,人机工程学是研究人、机、环境及其相互关系的边缘性应用学科,其目的在于:一是增进人的工作及其他行为的效能和

第1章 概述

1.1 人机工程学的术语和定义

人机工程学的发展与科学技术的发展密不可分。虽然人机工程学始于人类开始制造简单的工具和用品的时代,但是人机工程学作为一门学科起源于19世纪末20世纪初的欧美国家。

人机工程学,在美国,一般被称为 Human Factors,有时也称为 Human Engineering(多用于美国军方)和 Human Factors Engineering。在欧洲,被称为 Ergonomics。日本和俄罗斯沿用了欧洲的命名,日语称其为“マーケティング”。俄语称其为“Эргономика”。与人机工程学相关的还有 Engineering Psychology(工程心理学),它最早使用于美国,涉及的是关于人的能力(特别是人的信息加工处理能力)和限度的基础研究,并向设计者提供有关人的研究数据。我国人机工程学研究起步较晚,多采用外文译名,有人机工程学、人因工程学、工效学、人类工程学、人体工程学等。

2007年国际人类工效学学会(International Ergonomics Association,简称IEA)对人机工程学的定义为:人机工程学是将人体科学应用于人类使用的对象、系统和环境设计的学科(Ergonomics (or human factors) is the application of scientific information concerning humans to the design of objects, systems and environment for human use)。

美国人机工程学专家 W. B. 伍德森(W. B. Woodson)认为:人机工程学研究的是人与机器相互关系的合理方案,亦即对人的知觉显示、操作控制、人机系统的设计及其布置和作业系统的组合等进行有效的研究,其目的在于获得最高的效率并使人在作业时感到安全和舒适。

著名人机工程学及应用心理学家 A. 查帕尼斯(A. Chapanis)认为:人机工程学是在机械设计中,考虑如何使人获得操作简便而又准确的一门学科。

日本人机工程学专家认为:人机工程学是根据人体解剖学、生理学和心理学等特性,了解并掌握人的作业能力和极限,让机具、工作、环境、起居条件等和人体相适应的科学。

前苏联人机工程学专家认为:人机工程学是研究人在生产过程中的可能性、劳动活动方式、劳动的组织安排,从而提高人的工作效率,同时创造舒适和安全的劳动环境,保障劳动人民的健康,使人从生理上和心理上得到全面发展的一门学科。

Sanders 与 McCormick(1993)在 A. 查帕尼斯的基础上,将人机工程学定义为:人机工程学探索有关人的行为、能力、限度和其他特征的各种信息,并将它们应用于工具、机器、系统、任务、工作和环境的设计中,使人们对它们的使用更具价值、安全、舒适和有效。

上述是国际上比较具有代表性的人机工程学定义。因此,人机工程学是研究人、机、环境及其相互关系的边缘性应用学科。其目的在于:一是增进人的工作及其他行为的效能和

效率,如提高便利性、减少失误和提高生产力等;二是提高人的价值,如增加安全性、降低疲劳和压力、提高舒适性、增加工作满意度和提高生活质量等。

1.2 人机工程学的起源与发展

人机工程学起源于人与工具或用品之间的简单关系。人类在使用工具或用品的过程中,依照自身的感受和经验,对其进行选择和改进,使其越来越便于使用。下面将按照时间的脉络来简述人机工程学学科的发展历程。

在远古时代,人们就已在无形中运用了人机工程学。原始人类最早使用的是刃部不规则,仅有少量功能的打制石器。到了新石器时代,人们开始将打制的石器刃部和表面磨光,出现刃部规则、功能较强及使用较为便利的磨制石器。后来人们又把磨制的石器固定在木柄上,方便了手的持握,同时也提高了打击的距离和力量。

战国时期的《考工记》指出:各种兵器握柄的形状应随其用途的不同而各异。用来刺杀的武器,如枪和矛,其手柄的截面应是圆形的,这样在刺杀中就不会因为手柄在某一方向扁薄而挠曲;用来劈杀、钩杀的武器,如大刀和戟,由于使用时具有一定的方向性,所以手柄的截面就应做成椭圆形,这样在使用中才不易转动,而且士兵能通过手柄的形状感知刀刃和钩头的方向。

到了工业革命时期,大机器生产方式在实现了高效率的同时,也产生了比过去复杂得多的人机关系。人如何适应机器的速度和要求,以创造出更高的劳动生产率成为人们关注的问题。1857年,波兰人亚司特色波夫斯基(Jastrzebowski)建立劳动学(Ergonomics),用劳动学表示“以最小的劳累达到丰富的结果”。他在《劳动学概论》中提出人的生命力应当以科学的方式从事劳动,为此应当发展专门的学科,使人们以最小的劳累为自己和大家共同的福利获得最大的成果和最高的满意。19世纪末20世纪初,欧美一些学者和研究机构以减少事故,提高劳动生产率为目的,对工人在劳动过程中的生理和心理等方面进行了研究。例如,1898年美国学者F. W. 泰勒(F. W. Taylor)进行了“铁锹作业试验”,他用4种装煤量的铁锹对铲煤作业进行试验,以研究哪种装煤量的铁锹作业效率最高。1911年,泰勒出版了《科学管理原理》,提出了要研究人的操作方法,并从管理的角度制定了相应的操作制度,即“泰勒制”。又如,1911年美国吉尔布雷斯(F. B. Gilbreth)夫妇对建筑工人砌砖作业进行了研究,通过快速摄影机将工人砌砖动作拍摄下来,对动作过程进行分析研究,去掉无效动作,使砌砖速度由每小时120块提高到350块。F. W. 泰勒和吉尔布雷斯夫妇的研究成果后来发展为人机工程学的重要分支,称为“动作与时间的研究”。与此同时,美国心理学家闵斯托博格(H. Munsterberg)最先将心理学应用于工业生产,并于1912年出版了其代表作《心理学与工作效率》。尽管F. W. 泰勒和吉尔布雷斯夫妇早期的研究方法和理论为人机工程学的产生奠定了基础,但其研究目的更倾向于“使人适应机器或工作要求”,因此受到了很多社会学家的反对和质疑。

第二次世界大战期间,“使人适应机器或工作要求”的设计思想遇到严峻挑战。由于设计者片面注重武器装备的功能,而忽略了人的因素和人的适应极限,导致由设计不当或操作过于复杂而引发的事故频繁发生。例如,快速识别飞机操纵器非常重要,第二次世界大战中

仅在22个月内就有超过400起因飞机起落架控制器和副翼控制器的识别混淆而引起的飞机事故。研究表明:即使是通过各种测试手段为作战任务选拔和训练合适的人员以及改良作战人员的训练程序,操作人员还是无法安全操控某些复杂的机器设备。频发的事故使人们认识到只有当机器设备符合使用者的生理、心理特征和能力限度时,才能发挥武器的效能,避免事故的发生。因此,在军事领域率先开展了与“人的因素”相关的研究,力争使机器或工作适应于人,这预示着人机工程学发展成为一门独立学科时期的到来。

第二次世界大战结束后,人机工程学的研究与应用领域也逐渐从军事领域向非军事领域扩展。

1945年,美国陆军航空队和美国海军正式成立了工程心理学实验室,广泛研究感知(尤其是视觉)和肌肉控制问题。同时,人机工程学在英国也得到医学研究委员会及科学和工业研究部门的鼓励和扶持,并作为一个专业正式诞生。

1949年,英国成立工效学学会(Ergonomics Research Society),并于1957年发行工效学会刊 *Ergonomics*。

1957年,美国成立人类因素工程学会,并发行会刊 *Human Factors*。

1959年,国际人类工效学学会成立,出版会刊 *Ergonomics*。标志着人机工程学已发展成一门成熟、独立的学科。

1961年,国际人类工效学学会在瑞典斯德哥尔摩举行了第一届国际人类工效学会议,世界范围内的人机工程学研究进入了一个新的发展阶段。

发表的有影响力的著作包括:

1949年,被称为人机工程学之父的A.查帕尼斯等人出版了第一部人机工程学著作《应用实验心理学:工程设计中的人因》(*Applied Experimental Psychology: Human Factors in Engineering Design*)。

1955年,美国学者尼贝尔(Benjamin W. Niebel)等出版了《方法、标准与作业设计》(*Methods, Standards, and Work Design*)。目前已出第11版,是一本优秀的人机学教材。

1957,美国工程心理学家Ernest J. Mc Cormick出版了人类工程教科书《人机工程学》(*Human Engineering*)。目前已出第7版,书名已改为《工程和设计中的的人因学》(*Human Factors in Engineering and Design*)。该书目前仍被许多大学作为人机工程学教科书使用。

1961年,美国设计师德雷夫斯(Henry Dreyfuss)总结出版了《人的尺度》(*The Measure of Man*)一书,建立了作为人机工程师基本工具的人体数据以及人体比例和功能的人机工程学体系。

1963年,日本成立人间工学研究会。

20世纪60~70年代,人机工程学被应用于太空探索领域。对于人在失重、超重等环境下的操控能力、思维能力、观察能力、判断能力、生存能力和生存极限等的研究促进了人机工程学的发展。例如,1967~1973年间,美国设计师罗维(Raymond Loewy)被聘为美国宇航局常驻顾问,进行有关宇宙飞船内部设计、宇航服设计及有关飞行心理方面的研究工作,以确保“在极端失重情况下宇航员的心理与生理的安全与舒适”。

随着人机工程学在工业中应用的日益广泛,20世纪60~80年代,人机工程学研究组织由500个发展到3000个。人机工程学研究涉及的专业和学科也扩展到解剖学、生理学、心

理学、工业卫生学、工业与工程设计、建筑与照明工程和管理工程、核电和化工等众多领域。1975年,国际标准化组织(ISO)设立了人机工程学技术委员会,负责制订人机工程学方面的标准,世界各国也根据自己的具体情况制订了相关人机工程学标准和规范。

计算机技术的革命也给人机工程学的发展带来了机遇及挑战,计算机相关设备设计、用户友好界面、信息显示方式以及新技术对人的影响等都成为人机工程学的重要研究课题。

认知科学的发展向人机工程学学科提供了更多人机工程学的研究方法和有关人的研究数据。其中认知心理学是认知科学的三个核心学科之一,它以信息加工观点为核心,对一切认知或认知过程进行研究,包括感知觉、注意、记忆、思维和言语等。信息加工观点就是将人脑看作是信息加工系统,通过信息的输入和输出、贮存和提取,依照一定的程序对信息进行加工,进而揭示认知过程的内部心理机制,揭示操作者的信息加工能力的限度。基于认知的观念对人机工程学及应用进行研究,更容易实现技术或产品的人性化设计。

我国人机工程学的研究起步较晚,虽然在20世纪30年代,心理学家陈立出版了工业心理学的专著《工业心理学概观》,但该学科直到20世纪80年代初才进入较快的发展时期。1980年4月,国家标准局成立了全国人类工效学标准化技术委员会,统一规划、研究和审议全国有关人类工效学的基础标准的制定。1984年,国防科工委成立了国家军人-机-环境系统工程标准化技术委员会。1989年,我国正式成立了与国际人类工效学学会相应的国家一级学术组织——中国人类工效学学会(Chinese Ergonomics Society,简称CES)。1993年,中国系统工程学会人-机-环境系统工程专业委员会成立。1995年9月创刊了学会会刊《人类工效学》季刊。2009年,中国人类工效学会在我国主办了第17届国际人类工效学国际会议。人机工程学已在航空航天、兵器、能源、交通运输、电子信息、工程机械和日常生活用品等军用和民用领域得到广泛应用。

1.3 人机工程学的研究内容及应用领域

1.3.1 研究内容

从人-机-环境系统角度出发,可以将人机工程学研究内容分为人的特性、机的特性、环境特性、人-机关系、机-环境关系、人-环境关系,以及人-机-环境系统七个方面,参见图1.1。

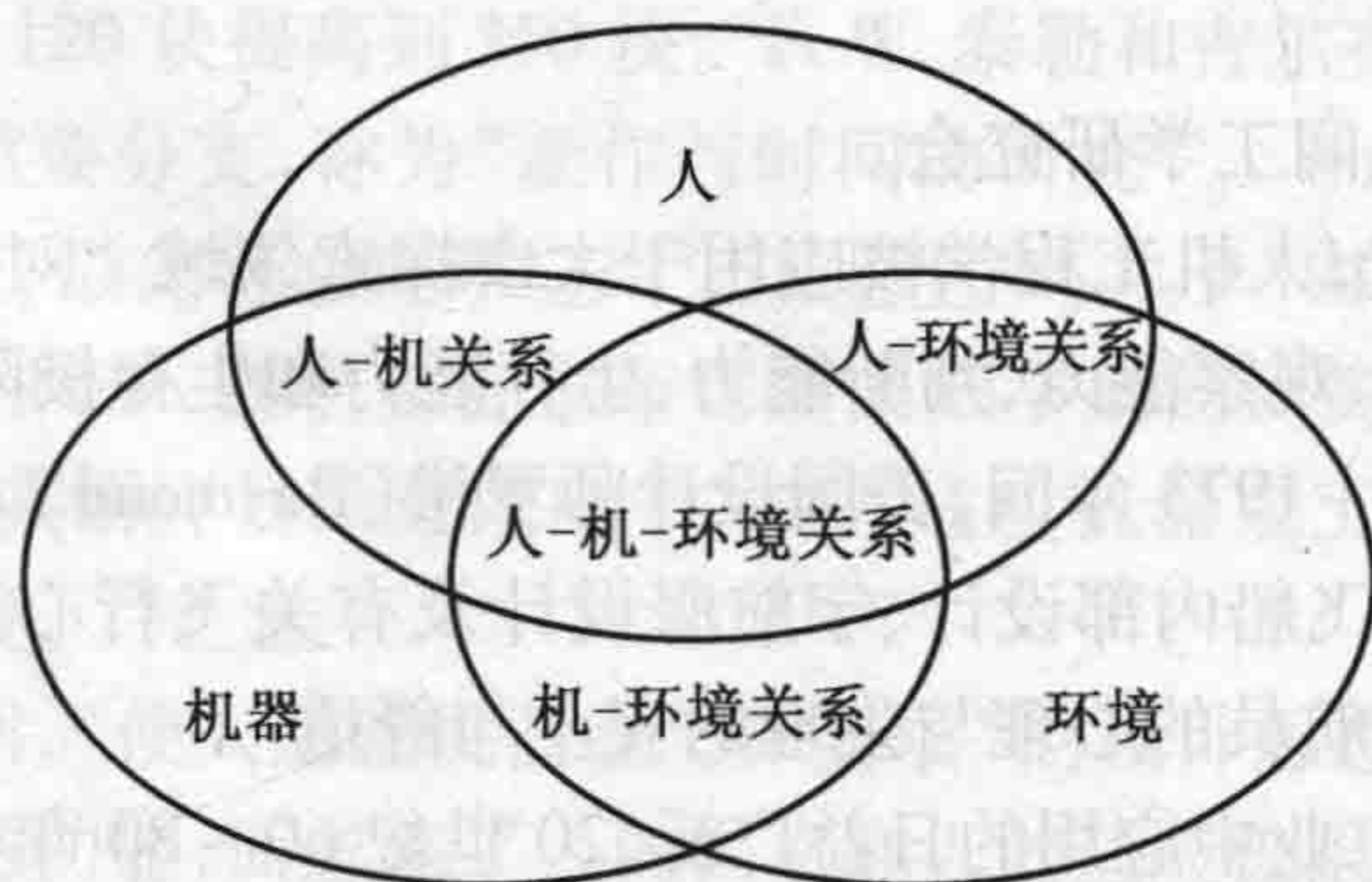


图 1.1 人机工程学的研究内容

1. 人的生理和心理特性的研究

人的生理、心理特性是研究人-机-环境系统的基础。人机工程学的研究目标是“统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题”。因此必须了解人的感知能力、认知规律、反应特征、施力特征、人的可靠性、人的控制模型和决策模型、人体动静态尺寸及各种条件下的感知极限和生理极限。不仅要研究人的物理属性,还要研究人的社会属性,包括宗教信仰和民族习惯等。此外,还应包括残障者生理和心理特性的研究。

2. 机器特性的研究

机器的特性包括建立机器的动力学模型、运动学模型;机器的特性对人、环境和系统性能的影响;机器的防错纠错设计;机器的可靠性研究。

3. 环境特性的研究

环境特性的研究包括环境检测技术、监控技术、预测技术。环境因素能直接或间接影响人的工作和机器的运行。不良的环境因素通过对人生理和心理的影响,使人疲劳、反应速度减慢、工作效率下降、人为失误增加;恶劣的环境也会影响到机器的性能、运行的稳定性和安全性以及寿命,甚至威胁到人的生命和机器的安全。

对于环境特性的研究,主要目的是控制对人和机器造成不良影响的各种环境因素,减少环境因素对操作人员和机器的不良影响。

4. 人-机关系的研究

人-机关系是人-机-环境系统中的主要研究内容。它主要包括显示器和操纵器设计、人机功能分配、人机界面设计与优化、人机特性协调、人机系统可靠性和人机系统安全性等。

5. 人-环境关系的研究

研究振动、噪声、粉尘、辐射、有害气体、照明、色彩、失重、超重、摇动、温度和湿度等环境对人的影响及防护技术。不良的作业环境会影响人的工作效率,损害人的身体和心理健康。例如,温度过高会使人产生不适感,易引起焦虑、烦躁、激动、动作不协调、自持力下降、精神松弛和注意力分散等,易产生操作失误;照度不足容易引起视觉疲劳,影响对信号的感知和大脑思维的敏捷性,易误判断和误操作;噪声可使人烦躁、易怒、多疑、乏力、多虑、压抑感和分散人的注意力,使人的行为处于不安全状态;杂乱、狭小和拥挤的工作空间,使作业者产生压抑、烦躁、紧张和混乱感,易发生失误等。

6. 机-环境关系的研究

研究机器和环境的相互作用、相互影响,寻求机器和环境共生的最佳途径。

7. 人-机-环境系统性能的研究

把人、机和环境作为人机系统中的三大要素,从系统的角度对其进行全面规划和控制,保证人、机器设备和环境的相互协调,创造最优化的人机关系、最佳的系统工效和最舒适的工作环境。主要研究内容包括人-机-环境系统总体性能的分析 and 评价。

图 1.2 是典型的人-机-环境系统示意图。在人-机-环境系统中,人通过感觉器官感知显示器传递的信息,经大脑分析和决策后,通过手脚等运动器官对操纵器进行控制,改变机器的运行状态,而机又将新的状态信息通过显示器传递给人,完成一个人机交互循环。所有

人机系统的交互过程都是在某一特定环境下完成的,环境对人机系统的交互质量具有重要影响。因此,环境是人机系统中不可忽视的一个重要组成部分。

本书即是从人-机-环境系统的角度出发,基于人的信息加工(处理)特性,对人机工程学进行研究。

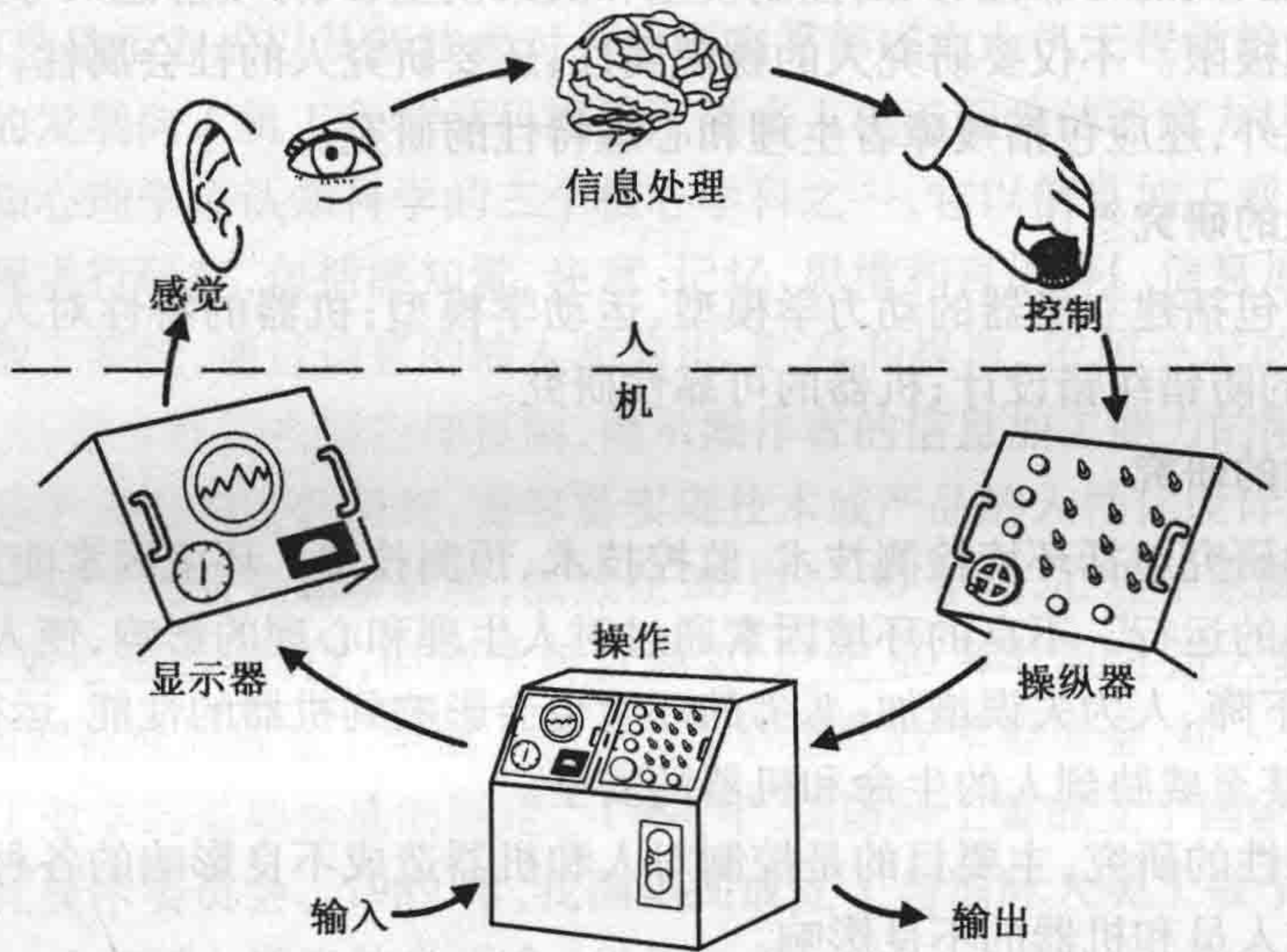


图 1.2 人-机-环境系统示意图

1.3.2 应用领域

人机工程学的应用领域应该包括有人类参与活动的各个领域。因此,很难将其一一列出。而且随着人类活动触角的延伸,其应用领域还将不断扩大。只要有人类活动的地方,都应该进行人机工程学的设计与评价,以确保人类能安全、高效、舒适地生活和工作。

美国国家研究委员会的一项调查显示,人机工程学专家主要集中在计算机、航天、工业过程、健康与安全、通信和运输这六个领域。各个领域人机工程学专家的比例参见表 1.1。

表 1.1 人机工程学专家在各个领域人数的百分比

工作领域	占被调查者的百分比/%
计算机	22
航天	22
工业过程	17
健康与安全	9
通信	8
运输	5
其他	17

1.4 人机工程学的研究方法

人机工程学广泛采用各学科的研究方法,包括人体科学、生物科学、系统工程、控制理论、优化理论和统计等学科的一些研究方法,同时也建立了一些独到的新方法。常用的方法可以归纳如下。

1.4.1 观察法

观察法是在自然情景中对人的行为进行有目的、有计划、有系统的观察和记录,然后对所做记录进行分析,发现人的活动和发展规律的方法。观察法可以观察到被试者在自然状态下的行为表现,结果真实。例如,观测作业的时间消耗,流水线生产节奏是否合理,工作日的时间利用情况等。

1.4.2 实验法

在控制条件下对某种行为或者心理现象进行观察的方法。实验法分为实验室实验法和自然实验法。

1. 实验室实验法

它是在特设的实验条件中,借用各种仪器设备,严格控制各种条件进行实验的研究方法。实验室实验的最大优点是能够精密地控制实验的条件,精确地揭示变量之间的因果关系。例如,在风洞实验室进行的飞行器测力实验、测压实验、传热实验、动态模型实验和流态观测实验等。

2. 自然实验法

也称现场实验法,是在自然条件下,对某些条件加以有限地控制或改变从而进行研究的方法,它简便易行,所得结果比较符合实际。例如,在作业现场进行测试,即可得到某种按钮开关的按压力、手感和舒适感等数据。

1.4.3 物理模拟和模型试验法

当机器设备比较复杂时,常用物理模拟和模型试验法进行人机系统的研究。与采用实体进行研究相比,模拟或模型可以进行符合实际的研究,而且更加廉价和安全。例如,飞行模拟器可以模拟危急情况,训练飞行员对特殊情况的处理,即使操作失误也不会危及装备及人员的安全;训练不受气候、地域和环境的限制;可以对飞行员的难点项目进行反复练习,大大缩短飞行员的受训时间;有统计数据表明,采用飞行模拟器训练的费用只有实际飞行训练费用的1/70。

1.4.4 计算机仿真法

计算机仿真法是在计算机上利用系统的数学模型进行仿真性实验研究。研究者可对尚处于设计阶段的设备系统进行仿真,并就系统中的人-机-环境三要素的功能特点及其相互

间的协调性进行分析,从而预知所设计的机器设备的性能,并改进设计。应用计算机仿真法进行研究,能大大缩短设计周期,降低研发成本。例如,在汽车研制阶段,就可以应用计算机仿真做出三维虚拟模型,并对其进行人机评价、做出快速准确的判断,并提出改进意见,在汽车投产之前就可以发现问题、解决问题,从而大大降低后期改造以及维修的成本。三维虚拟模型代替了费时费力且成本高昂的原型样车的制造,从而节省了高额成本投入,并将研发周期缩短了数个月。

1.4.5 分析法

分析法是对人机系统已取得的资料和数据进行系统分析的一种研究方法。目前,人机工程学研究常采用如下几种分析法:瞬间操作分析法、知觉与运动信息分析法、频率分析法、危象分析法、相关分析法、调查研究法、系统分析与评价法等。

1. 瞬间操作分析法

操作过程一般是连续的,因此人机之间的信息传递也是连续的。但要分析这种连续传递的信息比较困难,因而只能用间歇性的分析测定法,即用统计方法中随机抽样法,对操作者与机器之间在每一间隔时刻的信息进行测定后,再用统计推理的方法加以整理,从而得到对改善人机系统有益的资料。

2. 知觉与运动信息分析法

由于外界给人的信息首先由感知器官传到神经中枢,经大脑处理后产生反应信号,再传递给肢体对机器进行操作,被操作的机器状态又将信息反馈给操作者,从而形成一种反馈系统。知觉与运动信息分析法就是对此反馈系统进行测定分析,然后用信息传递理论来阐明人机间信息传递的数量关系。

3. 频率分析法

对人机系统中的装置、设备等机械系统被使用的频率进行测定和分析,其结果可作为调整操作者负荷的参考依据。

4. 危象分析法

对事故或近似事故的危象进行分析,特别有助于识别容易诱发错误的情况,同时也能方便地查找出机器设备系统中存在的而需要用复杂的研究方法才能发现的问题。

5. 相关分析法

在分析方法中,常常要研究两种变量,即自变量和因变量。用相关分析法能够确定两个以上的变量之间是否存在统计关系。利用变量之间的统计关系可以对变量进行描述和预测,或者从中找出合乎规律的东西。由于统计学的发展和计算机的应用,相关分析法已成为人机工程学研究的一种常用方法。

6. 调查研究法

调查研究法是用各种调查方法来抽样分析操作者或使用者的意见和建议,此方法包括访谈调查和问卷调查等。通过对调查结果的统计分析,对系统进行认知和评价。