

全国高等院校设计艺术类专业创新教育规划教材

人因工程学

吕杰锋 主编 / 陈汗青 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



全国高等院校设计艺术类专业创新教育规划教材

人因工程学

主 编 吕杰锋

副主编 穆存远 柯常忠

参 编 (以姓氏笔画为序)

马广韬 叶振合 李 苒 武月琴

主 审 陈汗青



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书从与设计紧密相关的人的因素（人体尺度、人的感知、人的运动、人的作业、人的情感等）出发，系统介绍了基于以上人因的人因工程设计原理、相关标准、方法及应用，并结合实例进行了说明、分析和示范。

全书共分八章，除绪论外，分别为人体尺度与作业空间设计、人的感知与信息显示设计、人的运动与操纵控制设计、人的作业与作业设计、人的情感与情感化设计、作业环境与作业环境设计和人因工程设计专题。

本书适于用做高等学校设计类专业的课程教材，也可作为教学参考书和设计工具书使用。

图书在版编目（CIP）数据

人因工程学/吕杰锋主编. —北京：机械工业出版社，2011.7
全国高等院校设计艺术类专业创新教育规划教材
ISBN 978-7-111-34157-4

I. ①人… II. ①吕… III. ①人因工程—高等学校—教材
IV. ①TB18

中国版本图书馆CIP数据核字（2011）第065859号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）
策划编辑：宋晓磊 责任编辑：宋晓磊 安虹萱 郭娟
责任校对：赵蕊 封面设计：鞠杨
责任印制：杨曦
保定市中国画美凯印刷有限公司印刷
2011年7月第1版第1次印刷
210mm × 285mm · 10.5印张 · 284千字
标准书号：ISBN 978-7-111-34157-4
定价：32.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：（010）88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：（010）68326294

销售二部：（010）88379649

教材网：<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线：（010）88379203

封面无防伪标均为盗版

本教材编审委员会

主任委员：陈汗青

副主任委员：（以姓氏笔画为序）

许世虎 张书鸿 杨少彤 梁 珣

委 员：（以姓氏笔画为序）

龙 红 卢景同 吕杰锋 朱广宇 刘 涛

米宝山 杨小军 杨先艺 何 峰 宋冬慧

宋拥军 宋晓磊 张 建 陈 滨 周长亮

袁恩培 贾荣建 郭振山 高 颖 徐育忠

彭馨弘 蒋 雯 谢质彬 穆存远

出版说明

为配合全国高等院校设计艺术创新型人才的培养和教学模式的改革，提高我国高等院校的课程建设水平和教学质量，加强新教材和立体化教材建设，深入贯彻《教育部、财政部关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》精神，我们经过深入调查，组织了全国四十多所高校的一批优秀教师编写出版了本套教材。

根据教育部“质量工程”建设的目标和评价标准，创新能力的培养是目前我国高等教育急需解决的问题。本系列教材的编写与以往同类教材相比，突出了创造性培养目标，从教材编写的风格和教材体例上表现出了创新意识、创新手法和创新内容。

本系列教材的编写考虑了环境艺术设计、平面设计、产品设计、服装设计、视觉传达及新媒体设计等专业方向的兼容性和可持续性，突出了艺术设计大学科的特点。有利于学生掌握宽泛的艺术设计学科的基本理论和技能，具有一定的前瞻性。

本系列教材是针对普通高等院校的艺术设计专业而编写的，但是在“普及”的平台上不乏“提高”的成分。尤其是专业理论和基础理论，深入探讨和研究的学术问题在教材中进行了启迪式的介绍。

本系列教材包括22本，分别为《设计素描》、《设计色彩》、《设计构成》、《设计史》、《设计概论》、《人因工程学》、《设计管理》、《形式语言及设计符号学》、《设计前沿》、《图形与字体设计基础》、《计算机辅助平面设计》、《计算机辅助产品造型设计》、《视觉传达设计原理》、《环境艺术设计图学》、《工业设计图学》、《工业设计表达》、《环境艺术设计表达》、《环境艺术设计原理》、《景观规划设计原理》、《产品设计原理》、《计算机辅助动画艺术设计》、《计算机辅助环境艺术设计》。

本系列教材可供高等院校环境艺术设计、平面设计、产品设计、服装设计、视觉传达及新媒体设计等专业的师生使用，也可作为相关从业人员的培训教材。

机械工业出版社

前 言

人因工程学(又称工效学、人机工程学、人类工效学、人体工学等)是研究“人-机-环境”系统中“人”与“机”、“环境”之间相互关系的学科。其中,“机”主要是指人造产品,包括用品、器械、界面乃至建筑等,“人”是这些产品的使用者和操作者,“环境”则包括影响人与产品发生作用的温度、湿度、照明和噪声等外部因素。人因工程设计则是以人的生理、行为、认知、心理乃至情感等人的因素为出发点,运用系统的观点和方法分析研究人与产品、人与环境之间的相互作用,合理地设计和安排人们生产与生活中的信息显示、操纵控制、作业器具、作业空间、作业方式、作业环境,保障人的安全与健康,提高人的工作效率与质量,实现人的舒适与愉悦,使“人”、“机”、“环境”的配合达到最佳状态。

人因工程学在现代社会的日常生活和劳动生产中都有着非常广泛的应用范围。小到一柄牙刷、一把剪刀,大到一辆汽车、一台机床;小到一副桌椅、一个办公室,大到一栋住宅、一条流水线,都需要运用人因工程学的原理和方法协调其中人与产品、环境之间的关系。目前人因工程学已经成为工业设计、机械设计、服装设计、环境设计、建筑设计和城市规划等众多专业的重要基础学科。

本教材的基本编写思路即是根据人的各方面因素,介绍基于这些人因的人造物在各个方面的设计依据、原则和方法,除第1章为绪论外,依次为人体尺度与作业空间设计、人的感知与信息显示设计、人的运动与操纵控制设计、人的作业与作业设计、人的情感与情感化设计、作业环境与作业环境设计和人因工程设计专题。人因工程设计专题还介绍了四类具体产品的人因工程综合设计,作为前文基础知识的应用范例。其中,第1章由九江学院李苒老师编写,第2章2.1、第8章8.5由沈阳建筑大学马广韬老师编写,第2章2.2、第3章、第4章、第8章8.1由沈阳建筑大学穆存远老师编写,第6章由河北农业大学叶振合老师编写,第7章由西华大学武月琴老师编写,其余章节由武汉理工大学吕杰锋老师与柯常忠老师编写,全书由吕杰锋老师统稿。

本教材适于用做高等院校设计类专业的课程教材,也可作为教学参考书和设计工具书使用。

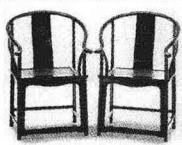
囿于水平与时间,书中难免存在错漏之处,敬请读者指正。

编 者

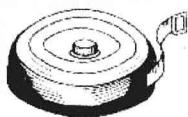
目 录

CONTENTS

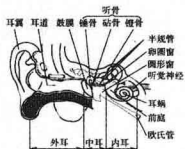
出版说明
前言



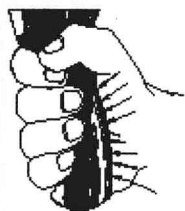
第1章 绪论	1
1.1 人因工程学的起源、形成与发展	2
1.2 人因工程学的命名及定义	6
1.3 人因工程学的研究内容与方法	7
1.4 人因工程学与其他学科的关系	10



第2章 人体尺度与作业空间设计	13
2.1 人体尺度	14
2.2 作业空间设计	25



第3章 人的感知与信息显示设计	31
3.1 感觉与感觉特征	32
3.2 知觉与知觉特性	42
3.3 信息处理	45
3.4 信息显示装置设计	48



第4章 人的运动与操纵控制设计	63
4.1 操纵装置的类型与特征	64
4.2 站姿操纵空间的造型与尺度	66
4.3 坐姿操纵空间的造型与尺度	70
4.4 综合姿势操纵空间的造型与尺度	76
4.5 手操纵空间的造型与尺度	77
4.6 知觉生理、心理与控制器的造型设计	82
4.7 操纵装置设计与选择的基本原则	83

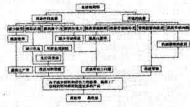


第5章 人的作业与作业设计	87
5.1 人的作业	88
5.2 动作分析与动作经济原则	92
5.3 作业设计	95



第6章 人的情感与情感化设计 100

- 6.1 情绪与情感 102
- 6.2 情感对作业的影响 103
- 6.3 情感化设计 105



第7章 作业环境与作业环境设计 114

- 7.1 光环境及其设计 115
- 7.2 噪声环境及其设计 118
- 7.3 热环境及其设计 123
- 7.4 振动环境及其设计 126

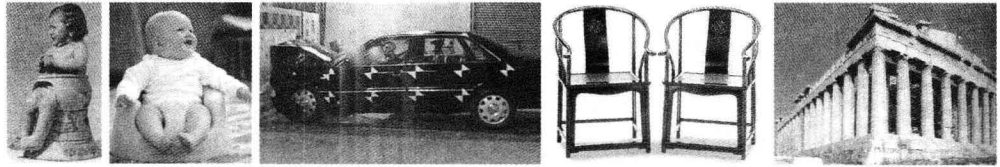


第8章 人因工程设计专题 131

- 8.1 办公室人因工程学 132
- 8.2 手握式工具设计 137
- 8.3 工作座椅设计 142
- 8.4 鞋子设计 148

参考文献 158

第 1 章 绪 论



学习目标

通过本章的学习，让学生对人因工程学有一个初步的认识，了解这门学科的历史、发展及研究内容、方法，为以后的学习打下基础。

学习重点

- (1) 人因工程学的起源、形成和发展。
- (2) 人因工程学的命名及定义。
- (3) 人因工程学的研究内容与方法。
- (4) 人因工程学与其他学科之间的关系。

学习建议

在学习这门课的过程中要多找一些相关的资料来加深对人因工程学的理解，并试着从不同的角度来认识这样一门学科。

1.1 人因工程学的起源、形成与发展

1.1.1 人因工程学的起源

人类不断地创造、使用方便工具的历史，就是人因工程学发展的引源。

人类造物，无论原始的石器还是今日的高科技产品，都出于一个共同的信念与目标，那就是为了能在越来越方便、舒适而且安全的情况下使用工具从事各种活动与工作。

尽管人因工程学直到20世纪20年代才出现，但从早期的历史记录来看，早在5世纪前，该原理就已经为人所知并确定下来。作为文明发源地之一的古希腊，其生活中的许多实物都是以满足“人”的需要而制成的。例如： $\delta\alpha\kappa\upsilon\lambda\omicron\varsigma$ （手指）、 $\pi\alpha\lambda\alpha\mu\eta$ （手掌）、 $\pi\eta\chi\upsilon\varsigma$ （前臂）和 $\pi\acute{o}\delta\omicron\tau$ （脚）等即是用来测量小的及中等长度的尺度单位的名字及大小来源。正是使用了这种测量系统，从而使许多古代建筑元素都适合人体。

由于使用这种测量系统，其许多建筑元素也是符合人体尺度的。通过雕像和绘画，我们可以了解到古希腊人已对人体学知识掌握精湛。他们也使用人体各部分的相对关系来作为设计建构元素。例如，庙宇圆柱的高度是它们柱脚直径的8倍，而8:1被认为是与一个高个子妇女身高和脚长之间相关比例最接近的比率。



图1-1 帕提农神庙

由于视觉具有特殊性，古希腊建筑家以此作为一种方法来设计建筑物，从而给观看者带来特别的感受。帕提亚建筑有许多曲线和弯曲弧度，看第一眼时可能并没有感觉，但当你站立在脚下向上望去时，它本身的高、宽比例正符合人眼透视的关系，从而使得整个建筑看上去和谐、壮丽与紧凑，如图1-1所示。

考古学家们通过对大量出土的不同形状和尺寸的工具研究，发现这些工具适用于不同石料的裁切和雕刻要求。而且其中大部分工具和今天使用的相同，如图1-2所示。它们最初的形状和功能仍然保留没有改变。这表明通过实践，这些工具的形态已经被磨炼得十分完善了。而且，从大理石的质量和像帕提亚那样现存遗迹的那个时代的整体建筑来判断，在没有现代电动工具的情况下，那时工具的金属部件一定已经比现在的手工工具更坚硬、更有效。日用品的设计也体现出古希腊人对“人体”本身尺寸及尺度的考虑。例如，双重手柄的青铜坛在举起来时可扶拉低处的手柄，而置于上端的手柄则可用于控制液体的流出，如图1-3所示。婴儿的座椅，除了材质与现代不同，对孩子本身的了解与理解，几乎没有两样，如图1-4所示。

再来看看中国，作为另一文明古国，我们在春秋时期的《考工记》、战国时期的《黄帝内经》及宋代的《天工开物》古文献资料中均有关于都城制度、人体测量方法及部位以及水稻灌溉工具等方面的详细记载，这是古代没有系统人机工程学的最朴素最自然的研究方法。然而，在我国古代家具发展的历史中，明代的座椅设计可谓是人机运用的典范。如图1-5所示，此为明代著名的圈椅，做工考究，靠背处呈与人体脊椎吻合的曲线，扶手处的弧线大气流畅，呈自然下垂之势，人的手臂搭在上面放松而舒适，脚框处除了稳定结构支撑作用外，还可搭脚，解决了久坐后座椅面挤压大腿而产生的不舒适问题。其在结构上采用榫卯方式，不用一颗钉子、一

滴胶水，避免了污染与金属的过度消耗，可谓现代绿色设计的先驱之作。

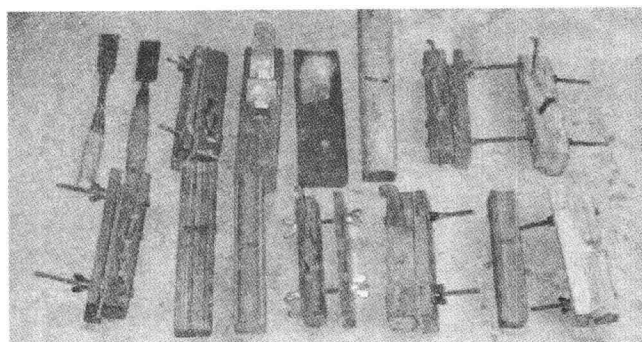
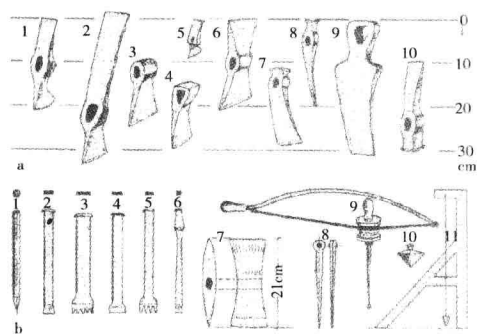


图1-2 古希腊手工工具示意图与现代木工部分手工工具

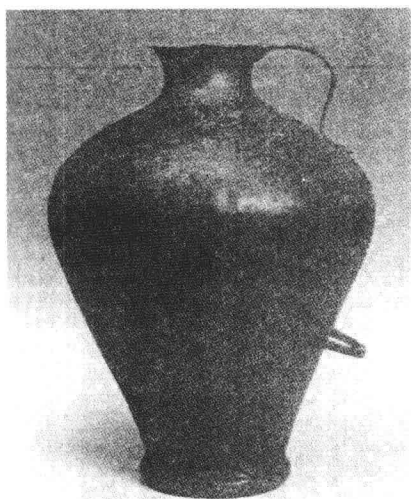


图1-3 古希腊青铜坛

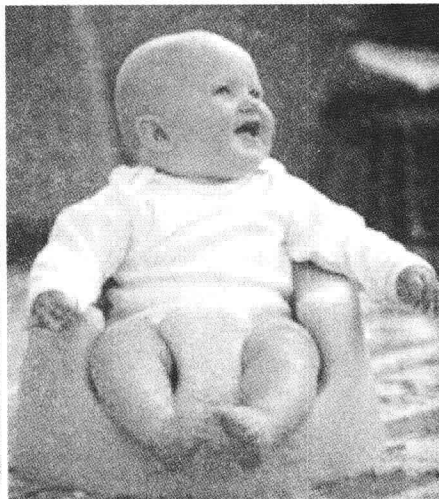


图1-4 古代与现代婴儿座椅对比

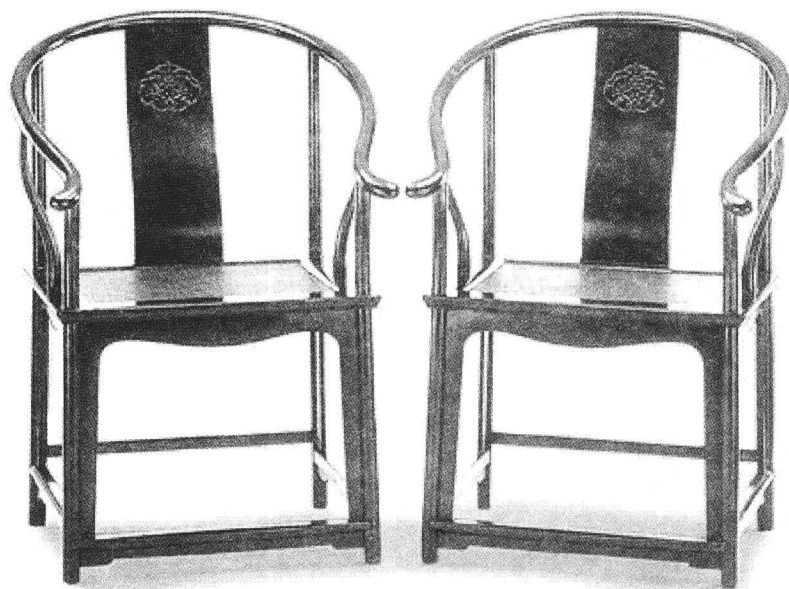


图1-5 明代圈椅

1.1.2 人因工程学的形成与发展

英国是世界上开展人因工程学研究最早的国家，但本学科的奠基性工作实际上是在美国完成的。所以，人因工程学有“起源于欧洲，形成于美国”之说。在其形成与发展中，大致经历了以下几个阶段。

1. 经验人因工程学

20世纪初，美国学者泰罗（Frederick W. Taylor）研究过铲子的最佳形状、重量及如何减少由于动作不合理而引起的疲劳等。1911年，吉尔布雷斯借助快速摄影技术详细记录砌砖工人的作业动作，并研究出一套简化程序。1949年，英国成立了劳动学学会，主要目的是研究生产劳动规律，使它最佳化，同时，心理学家英瑞欧提出ergonomics一词。这一阶段被称为经验人因工程学时期。

这一阶段的主要研究内容是：研究每一职业的要求；利用测试来选择工人和安排工作；规划利用人力的最好方法；制订培训方案，使人力得到最有效的发挥；研究最优良的工作条件；研究最好的管理组织形式；研究工作动机，促进人和管理者之间的效力合作。

在经验人因工程学发展阶段，研究者大都是心理学家。其中突出的代表是美国哈佛大学的心理学教授闵斯特博格（H. Munsterberg），其代表作是《心理学与工业效率》。他提出了心理学对在工作中的适应与提高效率的重要性。闵斯特博格把心理学研究工作与泰罗的科学管理方法联系起来，曾为选择、培训人员与改善工作条件、减轻疲劳等问题做过大量的实际工作。由于当时该学科的研究偏重于心理学方面，因而在这一阶段，人们大多称本学科为“应用实验心理学”。学科发展的主要特点是：机械设计的主要着眼点在于力学、电学、热力学等工程技术方面的原理设计上，在人机关系上是以选择和培训操作者为主，使人适应机器。

经验人因工程学一直延续到第二次世界大战之前，当时，人们所从事的劳动在复杂程度和负荷量上都有了很大变化。因而改革工具、改善劳动条件和提高劳动效率成为最迫切的问题，从而使研究者对经验人因工程学所面临的问题进行科学的研究，并促使经验人因工程学进入科学人因工程学阶段。

2. 科学人因工程学

本学科发展的第二阶段是第二次世界大战期间。在这个阶段，由于战争的需要，许多国家大力发展效能高、威力大的新式武器和装备。由于片面注重新式武器和装备的功能研究，忽视了其中“人的因素”，因操作失误而导致失败的教训屡见不鲜。例如，空战中歼击机对飞行员的体能和智能提出要求，使得人员的选拔和培训难度不断增大，而飞机的仪表设计、显示装置、操作工具和座椅设计，均没有考虑人的个体因素。通过分析研究，人们逐步认识到，在人和武器的关系中，主要的限制因素不是武器而是人，并深深感到“人的因素”在设计中是不能忽视的一个重要条件；同时还认识到，要设计好一部高效能的装备，只有工程技术知识是不够的，还必须有生理学、心理学、人体测量学、生物力学等学科方面的知识。因此，在第二次世界大战期间，首先在军事领域中开展了相关学科的综合研究与应用。例如，为了使所设计的武器能够符合战士的生理特点，武器设计工程师不得不请解剖学家、生理学家和心理学家为设计操纵合理的武器出谋献策，结果收到了良好的效果。军事领域中对“人的因素”的研究和应用，使科学人因工程学应运而生。

科学人因工程学一直延续到20世纪50年代末。在其发展的后一阶段，由于战争的结束，本学科的综合研究与应用逐渐从军事领域向非军事领域发展，并逐步应用军事领域中的研究成果来解决工业与工程设计中的问题，如飞机、汽车、机械设备、建筑设施以及生活用品等。人们

还提出在设计工业机械设备时也应集中运用工程技术人员、医学家、心理学家等相关学科专家的共同智慧。因此,在这一发展阶段中,本学科的研究课题已超出了心理学的研究范畴,使许多生理学家、工程技术专家涉身到该学科中来共同研究,从而使本学科的名称也有所变化,大多数人称之为“工程心理学”。本学科在这一阶段的发展特点是:重视工业与工程设计中“人的因素”,力求使机器适用于人。

3. 现代人因工程学

到了20世纪60年代,欧美各国进入了大规模的经济发展时期。在这一时期,由于科学技术的进步,使人因工程学获得了更多的发展机会。例如,宇航技术的研究提出了人在失重情况下如何操作,在超重情况下人的感觉如何等新问题。又如,原子能的利用、电子计算机的应用以及各种自动装置的广泛使用,使“人一机”关系更趋复杂。同时,在科学领域中,由于控制论、信息论、系统论和人体科学等学科中新理论的建立,应用“新三论”来进行人因系统的研究便应运而生。所有这一切,不仅给人因工程学提供了新的理论和新的实验场所,同时也结合学科的研究提出了新的要求和新的课题,从而促使人因工程学进入了系统的研究阶段。从60年代至今,可以称其为现代人因工程学发展阶段。

随着人因工程学所涉及的研究和应用领域的不断扩大,从事本学科研究的专家所涉及的专业和学科也就愈来愈多,主要有解剖学、生理学、心理学、工业卫生学、工业与工程设计、工作研究、建筑与照明工程、管理工程等专业领域。国际人类工效学学会(International Ergonomics Association,简称IEA)在其会刊中指出,现代人因工程学发展有三个特点:

(1) 不同于传统人因工程学研究着眼于选择和训练特定的人,使之适应工作要求;现代人因工程学着眼于机械装备的设计,使机器的操作不超越人类能力界限之外。

(2) 密切与实际应用相结合,通过严密计划设定的广泛实验性研究,尽可能利用所掌握的基本原理,进行具体的机械装备设计。

(3) 力求使实验心理学、生理学、功能解剖学等学科的专家与物理学、数学、工程学方面的研究人员共同努力、密切合作。

现代人因工程学研究的方向是:把人一机一环境系统作为一个统一的整体来研究,以创造最适于人操作的机械设备和作业环境,使人一机一环境系统相协调,从而获得系统的最高综合效能。

由于人因工程学的迅速发展及其在各个领域中的作用愈来愈显著,从而引起各学科专家、学者的关注。1961年IEA正式成立,该学术组织为推动各国人因工程学的发展起了重大的作用。IEA自成立至今,已分别在瑞典、原联邦德国、英国、法国、荷兰、美国、波兰、日本、澳大利亚等国家召开了多次国际性学术会议,交流和探讨不同时期本学科的研究动向和发展趋势,从而有力地推动着本学科不断向纵深发展。

4. 1980年以后的人因工程学

1980年以后,人因工程学已经形成一个完整的学科体系,其理论和实践随着大批专业人才的出现而逐渐扩展到了法律咨询和社会生活的各个层面。与此同时,计算机科学的飞跃发展又促使人机交互、人机界面、可用性研究、认知科学等新的人因工程研究领域的形成。人因工程学的目标也随之发生了变化,只要求“机器适应人”已不能达到要求。在人机相互适应的目标下,人因工程学不仅关注人的安全、健康、效率,更加关注人的价值,关心人的满意度、舒适感、成就感和人的尊严。可以说,一部人因工程学的发展史,其实就是“以人为本”的思想在工程和设计领域的运用和实践的历史。

5. 我国人因工程学发展

我国人因工程学发展的基础工作是在工业心理学和工程心理学的领域内开始的，这一点与美国十分相似。20世纪30年代，清华大学开设了工业心理学课程。《工业心理学概论》（陈立，1935）是我国最早系统地介绍工业心理学的著作。70年代后期，我国人因工程学开始发展，其标志性的发展是中国科学院心理研究所、航天医学工程研究所、空军医学研究所和杭州大学等分别建立了工效学或工程心理学研究机构。我国已于1989年正式成立了本学科与IEA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），CES主页如图1-6所示。同时，在工业设计领域，人因工程学的发展几乎与设计的发展是同步的，这成为我国人因工程学发展的特色之一。



图1-6 CES主页

1.2 人因工程学的命名及定义

人因工程学是20世纪40年代后期跨越不同学科和领域，应用多种学科的原理、方法和数据发展起来的一门新兴的边缘学科。由于它学科内容的综合性、涉及范围的广泛性以及学科侧重点的不同，学科的命名具有多样化的特点。例如，在欧洲多称为工效学（Ergonomics）；在美国多称为人类因素学（Human Factors Engineering）、人类工程学（Human Engineering）、工程心理学（Engineering Psychology）；在日本称为人间工学等。在我国所用的名称有人机工程学、工效学、人机学、人体工程学等。

由于该学科是以人为核心因素，综合运用了解剖学、人体测量学、生理学、心理学等人体科学知识，以保障人的安全与健康、提高人的工作效率与质量、防止人的失误、实现人的舒适与愉悦为目标，重点研究人—机器—环境系统总体性能的优化，本书使用了“人因工程学”这一名称。

著名的美国人因工程学专家W. E. 伍德森（W. E. Woodson）认为：人因工程学研究的是人与机器相互关系的合理方案，即对人的知觉显示、操纵控制、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和使人作业时感到安全和舒适。

《中国企业管理百科全书》中对本学科所下的定义为：研究人和机器、环境的相互作用及其合理结合。使设计的机器和环境系统适合人的生理、心理特点，达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。

2000年8月，IEA对本学科所下的定义为：人因工程学是研究人在某种工作环境中的解剖学、生理学和心理学等方面的因素，研究人和机器及环境的相互作用，研究在工作、生活和休

假时怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题的学科。

尽管各国学者对人因工程学所下的定义有所不同，但是有几点是相同的：

- (1) 人因工程学的研究对象是人—机—环境的相互关系。
- (2) 人因工程学研究的目的如何达到安全、健康、舒适和工作效率的最优化。

1.3 人因工程学的研究内容与方法

1.3.1 人因工程学的研究内容

人因工程学是一门交叉性很强的基础应用科学，也是指导设计学科进行设计研究及实践展开的重要基本科学。例如，工业产品设计需要研究产品的尺寸是否超出人体尺度的限制；服装设计将研究人体的肌体特征和人在静止与运动状态下的习惯；环境艺术设计需要研究人与自然或人造景观的空间是否满足人生理与心理两方面的需要；动画及影视数码设计对信息界面的把握又显得更为重要。

人因工程学研究人从事不同作业时的生理、心理变化，并据此确定作业的合理负荷及能量消耗，制定合理的休息制度及正确的操作方法，以减轻疲劳、保障健康、提高作业效率。人因工程学还研究作业分析和动作经济原则，寻求经济、省力、有效的标准工作方法和标准作业时间，以消除无效劳动、合理利用人力和设备，提高工作效率。在环境控制方面，人因工程学通常研究温度、湿度、照明、噪声、振动、色彩、空气污染等一般工作与生活环境条件对人作业活动和健康的影响以及控制和改善不良环境的措施，来保护操作者免遭因作业而引起的病痛和伤害。

根据人因工程学的任务，人因工程学的研究内容可概括为以下几个方面。

1. 人体因素的研究

人的生理、心理特性和能力限度是人—机—环境系统设计的基础。从工程设计的角度出发，人因工程学研究人体有关的主要问题是：人体形态特征参数、人的感知特征、人的行为特征与可靠性以及人在劳动过程中的生理和心理特征等，从而为与人体相关的机电设备、工具、用品、用具、设施、作业以及人—机—环境系统设计提供有关人的数据资料和要求。

2. 人机系统总体设计研究

人机系统总体效能的高低首先取决于总体设计的优劣，所以要在整体上使机与人相适应。在研究的过程中应根据人机各自的特点，合理分配人机功能，使其在人机系统中发挥各自的特长，并互相取长补短、有机配合，保证系统的功能最优。

3. 工作场所和信息传递装置设计研究

工作场所包括：工作空间、座位、工作台或操纵台等。工作场所的设计是否合理将对人的工作效率的高低产生直接的影响。只有使作业场所适合人的特点才能保证人以健康的姿势从事劳动，这样人在工作的过程中既能高效地完成任务，也不致过早地产生疲劳。

人与机、环境之间的信息交流是通过人机界面上的显示器和控制器完成的。为了使人机之间的信息交换迅速、准确且不易使人产生疲劳，在研究显示器的过程中就要考虑其和人的感觉器官的特性相匹配，研究控制器则使其和人的效应器官相匹配，同时还要考虑它们之间的相互配合问题。

4. 作业改善的研究

一方面人因工程学研究人从事不同作业时的生理、心理变化，以此确定作业的合理负荷及

能量消耗，同时制定合理的休息制度，并采取正确的操作方法，以减轻人的疲劳，保障人的健康，提高人的作业效率。

另一方面人因工程学还研究作业分析和动作经济原则，通过寻求经济、省力、有效的标准工作方法和标准作业方式，从而达到消除无效劳动、合理利用人力和设备、提高人的工作效率的目的。

5. 环境控制与安全保护

人因工程学所研究的工作效率，不仅是指人在短期内能有效地完成工作，更重要的是在长期的工作中不对人体健康造成伤害，或是使事故危险降低到最低限度。人因工程学通常研究温度、湿度、照明、噪声、振动、色彩、空气污染等环境条件对人的作业活动和健康的影响，通过采取控制和改善不良环境的措施，使得操作者免遭因作业而引起的病痛、伤害。

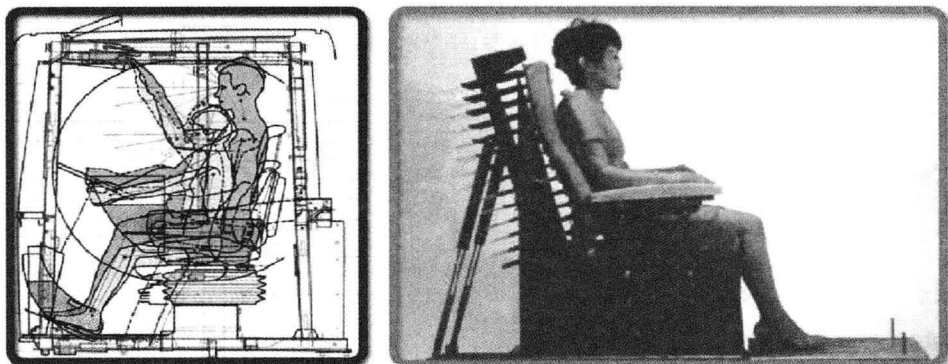
随着科学技术的进步，计算机终端显示中的人体因素、计算机设计与使用的人因工程学问题、工作成效的测量与评定、人在异常工作环境条件下的生理效应以及机器人设计的智能模拟等也成了人因工程学研究的重要内容。

1.3.2 人因工程学的研究方法

目前常用的研究方法有以下几种。

1. 实测法

实测法是借助工具、仪器设备进行测量的方法。例如人体尺寸的测量、人体生理参数的测量（能量代谢、呼吸、脉搏、血压、尿、汗、肌电、心电等）和作业环境参数的测量（温度、湿度、照明、噪声、特殊环境下的失重、辐射等），如图 1-7 所示。



美国亨利·德雷夫斯 (Henry Dreyfuss) 事务所的人因工程学实验

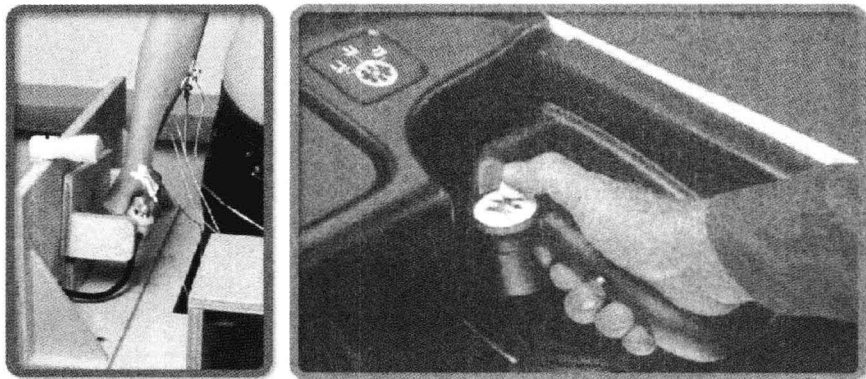
图1-7 实测法

2. 实验法

实验法是在人为设计的环境中测试实验对象的行为或反应的一种研究方法，一般在实验室进行，但也可以在作业现场进行，如人对各种仪表显示值的认读速度、误读率与仪表显示的亮度、对比度，仪表指针和表盘的形状，观察距离，观察者的疲劳程度和心情等关系的研究。以下是美国亨利·德雷夫斯事务所对多功能把手的设计实验，如图1-8所示。

3. 询问法

调查人通过与被调查人的谈话，评价被调查人对某一特定环境、条件的反应。询问法需要具备高超的技巧和丰富的经验，调查人要对询问的问题、先后顺序和具体的提法作好充分准备；对所调查的问题采取相对中立的态度；对被调查人要热情关心，并与其建立友好的关系。这种方法能帮助被调查人整理思路，对了解被调查人没有认真考虑过的问题特别有效。



美国亨利·德雷夫斯事务所的人因工程学实验

图1-8 实验法

4. 测试法

根据研究内容,对典型生产环境中的人进行测试调查,收集其在特定环境中的反应,然后分析该反应产生的原因、差异等。测试法可根据具体情况,采取个体测试、小组测试或抽样测试等不同方法进行。

5. 观察法

观察法是通过直接或间接观察,记录自然环境中被调查对象的行为表现、活动规律,然后进行分析研究的方法。其技巧在于客观地观察并记录被调查者的行为而不受任何干扰。根据调查目的,可事先让被调查者知道调查内容,也可秘密进行;有时也可借助摄影或录像等手段。

6. 模拟和模型试验法

由于机器系统一般比较复杂,因而在人机系统研究时常采用模拟法。它是运用各种技术和装置的模拟,对某些操作系统进行逼真的试验,可得到所需要的更符合实际的数据的一种方法,如训练模拟器、各种人体模型、机械模型和计算机模拟等。因为模拟器或模型通常比所模拟的真实系统价格便宜得多,又可以用来进行符合实际的研究,所以在实际研究中获得较多的应用,如图1-9所示。

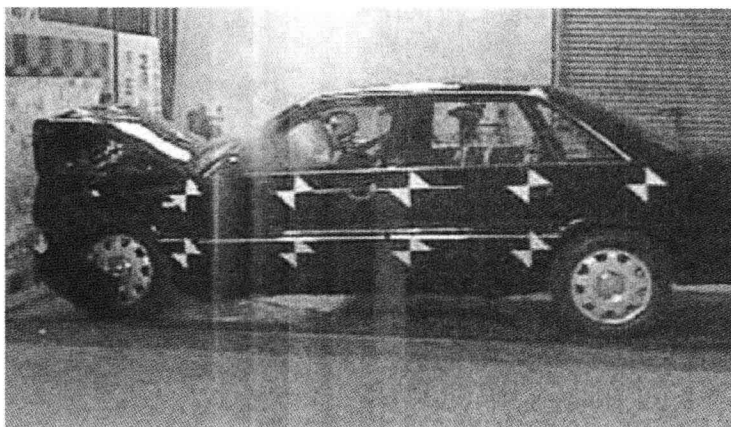


图1-9 模拟和模型试验法

7. 分析法

为了获得有关人因工程学的相关数据,人们一般采用如下几种分析法。

(1) 瞬间操作分析法 生产过程一般是连续的,人和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,因而只能采取间歇性的分析测定法,对操作者与机械之间