

合肥工业大学出版社

百所艺术院校打造百部精品

张萍 殷晓晨 编著

Man-machine Engineering

人机工程学

高等院校应用型设计教育规划教材 ▼ 工业设计系列

丛书主编 邬烈炎

高等院校应用型设计教育规划教材
HIGHER EDUCATION SCHOOL APPLICABLE DESIGN TEXTBOOKS



人机工程学

MAN-MACHINE ENGINEERING

人机工程学

MAN-MACHINE ENGINEERING

ID 张萍 殷晓晨 编著

合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

张萍 等编著

Zhang Ping, et al

合肥工业大学出版社

HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (C I P) 数据

人机工程学/张萍等编著. —合肥: 合肥工业大学出版社, 2009.5

高等院校应用型设计教育规划教材

ISBN 978-7-81093-933-1

I. 人… II. 张… III. 人-机系统-高等学校-教材 IV. TB18

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第060555号

人 机 工 程 学

人机工程学

MAN-MACHINE ENGINEERING

编 著	张 萍 殷晓晨
责任编辑	方立松
封面设计	刘亭亭
内文设计	陶霏霏
技术编辑	程玉平
书 名	高等院校应用型设计教育规划教材——人机工程学
出 版	合肥工业大学出版社
地 址	合肥市屯溪路193号
邮 编	230009
网 址	www.hfutpress.com.cn
发 行	全国新华书店
印 刷	安徽联众印刷有限公司
开 本	889mm × 1092mm 1/16
印 张	6
字 数	190千字
版 次	2009年9月第1版
印 次	2009年9月第1次印刷
标准书号	ISBN 978-7-81093-933-1
定 价	39.00元 (含教学光盘1张)
发行部电话	0551-2903188

编撰委员会



丛书主编：邬烈炎

丛书副主编：金秋萍 王瑞中 马国锋 钟玉海 孟宪余

编委会（排名不分先后）

王安霞	潘祖平	徐亚平	周 江	吕国伟
顾明智	黄 凯	陆 峰	杨天民	刘玉龙
詹学军	张 彪	韩春明	张 非	郑 静
刘宗红	贺义军	何 靖	刘明来	庄 威
陈海玲	江 裕	吴 浩	胡是平	胡素贞
李 勇	蒋耀辉	陈 伟	邬红芳	黄志明
高 旗	许存福	龚声明	王 扬	孙成东
霍长平	刘 彦	张天维	徐 仂	徐 波
周逢年	宋寿剑	钱安明	袁金龙	薄芙丽
森 文	李卫兵	周 瞳	蒋粤闽	季文媚
曹 阳	王建伟	师高民	李 鹏	张 蕾
刘雪花	孙立超	赵雪玉	刘 棠	计 静
苏 宇	张国斌	高 进	高友飞	周小平
孙志宣	闻建强	曹建中	黄卫国	张纪文
张 曼	盛维娜	丁 薇	王亚敏	王兆熊
曾先国	王慧灵	陆小彪	王 剑	王文广
何 佳	孟 琳			

江南大学 南京艺术学院 北京服装学院

方立松 周 江 何 靖

主 审 院 校

CHIEF EXAMINE UNI.

策 划

PLANNERS

参编院校



排名不分先后

江南大学	南京艺术学院
苏州大学	南京师范大学
南京财经大学	南京林业大学
南京交通职业技术学院	徐州师范大学
常州工学院	常州纺织服装职业技术学院
太湖学院	盐城工学院
三江学院	江苏信息职业技术学院
无锡南洋职业技术学院	苏州科技学院
苏州工艺美术职业技术学院	苏州经贸职业技术学院
东华大学	上海科学技术职业学院
上海交通大学	上海金融学院
上海电机学院	武汉理工大学
华中科技大学	湖北美术学院
湖北大学	武汉工程大学
武汉工学院	江汉大学
湖北经济学院	重庆大学
四川师范大学	华南师范大学
青岛大学	青岛科技大学
青岛理工大学	山东商业职业学院
山东青年干部职业技术学院	山东工业职业技术学院
青岛酒店管理职业技术学院	湖南工业大学
湖南师范大学	湖南城市学院
吉首大学	湖南邵阳职业技术学院
郑州轻工学院	河南工业大学
河南科技学院	河南财经学院
南阳学院	西安工业大学
陕西科技大学	咸阳师范学院
宝鸡文理学院	渭南师范大学

参编院校
EDITORIAL UNI.

参编院校



排名不分先后

北京服装学院	首都师范大学
北京联合大学	北京师范大学
中国计量学院	浙江工业大学
浙江财经学院	浙江万里学院
浙江纺织服装职业技术学院	丽水职业技术学院
江西财经大学	江西农业大学
南昌工程学院	南昌航空航天大学
南昌理工学院	肇庆学院
肇庆工商职业学院	肇庆科技职业技术学院
江西现代职业技术学院	江西工业职业技术学院
江西服装职业技术学院	景德镇高等专科学校
江西民政学院	南昌师范高等专科学校
江西电力职业技术学院	广州城市建设学院
番禺职业技术学院	罗定职业技术学院
广州市政高专	合肥工业大学
安徽工程科技学院	安徽大学
安徽师范大学	安徽建筑工业学院
安徽农业大学	安徽工商职业学院
淮北煤炭师范学院	巢湖学院
皖江学院	新华学院
池州学院	合肥师范学院
铜陵学院	皖西学院
蚌埠学院	安徽艺术职业技术学院
安徽商贸职业技术学院	安徽工贸职业技术学院
滁州职业技术学院	桂林电子科技大学
华侨大学	云南艺术学院
河北科技师范学院	韩国东西大学

参编院校
EDITORIAL UNI.

总序



前艺术设计类教材的出版十分兴盛,任何一门课程如《平面构成》、《招贴设计》、《装饰色彩》等,都可以找到十个、二十个以上的版本。然而,常见的情形是许多教材虽然体例结构、目录秩序有所差异,但在内容上并无不同,只是排列组合略有区别,图例更是单调雷同。从写作文本的角度考察,大都分章节平铺直叙,结构不外乎该门类知识的历史、分类、特征、要素,再加上名作分析、材料与技法表现等等,最后象征性地附上思考题,再配上插图。编得经典而独特,且真正可供操作、可应用于教学实施的却少之又少。于是,所谓教材实际上只是一种讲义,学习者的学习方式只能是一般性地阅读,从根本上缺乏真实能力与设计实务的训练方法。这表明教材建设需要从根本上加以改变。

从课程实践的角度出发,一本教材的着重点应落实在一个“教”字上,注重“教”与“讲”之间的差别,让教师可教,学生可学,尤其是可以自学。它必须成为一个可供操作的文本、能够实施的纲要,它还必须具有教学参考用书的性质。

实际上不少称得上经典的教材其篇幅都不长,如康定斯基的《点线面》、伊顿的《造型与形式》、托马斯·史密特的《建筑形式的逻辑概念》等,并非长篇大论,在删除了几乎所有的关于“概念”、“分类”、“特征”的赘语之后,所剩下的就只是个人的深刻体验、个人的课题设计,于是它们就体现出真正意义上的精华所在。而不少名家名师并没有编写过什么教材,他们只是以自己的经验作为传授的内容,以自己的风格来建构规律。

大多数国外院校的课程并无这种中国式的教材,教师上课可以开出一大堆参考书,却不编印讲义。然而他们的特点是“淡化教材,突出课题”,教师的看家本领是每上一门课都设计出一系列具有原创性的课题。围绕解题的办法,进行启发式的点拨,分析名家名作的构成,一次次地否定或肯定学生的草图,无休止地讨论各种想法。外教设计的课题充满意趣以及形式生成的可能性,一经公布即能激活学生去进行尝试与探究的欲望,如同一种引起活跃思维的兴奋剂。

因此,备课不只是收集资料去编写讲义,重中之重是对课程进行设计有意义的课题,是对作业进行编排。于是,较为理想的教材结构,可以以系列课题为主,其线索以作业编排为秩序。如包豪斯第一任基础课程的主持人伊顿在教材《设计与形态》中,避开对一般知识的系统叙述,而是着重对他的课题与教学方法进行了阐释,如“明暗关系”、“色彩理论”、“材质和肌理的研究”、“形态的理论认识和实践”、“节奏”等。

每一个课题都具有丰富的文件,具有理论叙述与知识点介绍、资源与内容、主题与关键词、图示与案例分析、解题的方法与程序、媒介与技法表现等。课题与课题之间除了由浅入深、从简单到复杂的循序渐进,更应该将语法的演绎、手法的戏剧性、资源的趣味性、效果的多样性与超越预见性等方面作为侧重点。于是,一本教材就是一个题库。教师上课可以从其中各取所需,进行多种取向的编排,进行不同类型的组合。学生除了完成规定的作业外,还可以阅读其他课题及解题方法,以补充个人的体验,完善知识结构。

从某种意义上讲,以系列课题作为教材的体例,使教材摆脱了单纯讲义的性质,从而具备了类似教程的色彩,具有可供实施的可操作性。这种体例着重于课程的实践性,课题中包括了“教学方法”的含义。它所体现的价值,就在于着重解决如何将知识转换为技能的质的变化,使教材的功能从“阅读”发展为一种“动作”,进而进行一种真正意义上的素质训练。

从这一角度而言,理想的写作方式,可以是几条线索同时发展,齐头并进,如术语解释呈现为点状样式,也可以编写出专门的词汇表;如名作解读似贯穿始终的线条状;如对名人名论的分析,对方法的论叙,对原理法则的叙述,

总序



就如同面的表达方式。这样学习者在阅读教材时，就如同看蒙太奇镜头一般，可以连续不断，可以跳跃，更可以自己剪辑组合，根据个人的问题或需要产生多种使用方式。

艺术设计教材的编写方法，可以从与其学科性质接近的建筑学教材中得到借鉴，许多教材为我们提供了示范文本与直接启迪。如顾大庆的教材《设计与视知觉》，对有关视觉思维与形式教育问题进行了探讨，在一种缜密的思辨和引证中，提供了一个具有可操作性的教学手册。如贾倍思在教材《型与现代主义》中以“形的构造”为基点，教学程序和由此产生创造性思维的关系是教材的重点，线索由互相关联的三部分同时组成，即理论、练习与构成原理。如瑞士苏黎世高等理工大学建筑学专业的教材，如同一本教学日志对作业的安排精确到了小时的层次。在具体叙述中，它以现代主义建筑的特征发展作为参照系，对革命性的空间构成作出了详尽的解读，其贡献在于对建筑设计过程的规律性研究及对形体作为设计手段的探索。又如陈志华教授写作于20世纪70年代末的那本著名的《外国建筑史19世纪以前》，已成为这一领域不可逾越的经典之作，我们很难想象在那个资料缺乏而又思想禁锢的时期，居然将一部外国建筑史写得如此炉火纯青，30年来外国建筑史资料大批出现，赴国外留学专攻的学者也不计其数，但人们似乎已无勇气再去试图接近它或进行重写。

我们可以认为，一部教材的编撰，基本上应具备诸如逻辑性、全面性、前瞻性、实验性等几个方面的要求。

逻辑性要求，包括内容的选择与编排具有叙述的合理性，条理清晰，秩序周密，大小概念之间的链接层次分明。虽然一些基本知识可以有多种不同的编排方法，然而不管哪种方法都应结构严谨、自成一体，都应生成一个独特的系统。最终使学习者能够建立起一种知识的网络关系，形成一种线性关系。

全面性要求，包括教材在进行相关理论阐释与知识介绍时，应体现全面性原则。固然教材可以有教师的个人观点，但就内容而言应将各种见解与解读方式，包括自己不同意的观点，包括当时正确而后来被历史证明是错误或过时的理论，都进行尽可能真实的罗列，并同时应考虑到种种理论形成的文化背景与时代语境。

前瞻性要求，包括教材的内容、论析案例、课题作业等都应具有一定的超前性，传授知识领域的前沿发展，而不是过多表述过时与滞后的经验。学生通过阅读与练习，可以使知识产生迁延性，掌握学习的方法，获得可持续发展的动力。同时一部教材发行后往往要使用若干年，虽然可以修订，但基本结构与内容已基本形成。因此，应预见到在若干年以内保持一定的先进性。

实验性要求，包括教材应具有某种不规定性，既成的经验、原理、规则应是一个开放的系统，是一个发展的过程，很多课题并没有确定的唯一解，应给学习者提供多种可能性实验的路径、多元化结果的可能性。问题、知识、方法可以显示出趣味性、戏剧性，能够激发学习者的探求欲望。它留给学习者思考的线索、探索的空间、尝试的可能及方法。

由合肥工业大学出版社出版的《高等院校应用型设计教育规划教材》，即是在当下对教材编写、出版、发行与应用情况，进行反思与总结而迈出的有力一步，它试图真正使教材成为教学之本，成为课程的本体的主导部分，从而在教材编写的新的起点上去推动艺术教育事业的发展。

邬烈炎

南京艺术学院设计学院院长 教授

[illegible]

前言



人机工程学是一门年轻的科学,现在已发展为一门多学科交叉的工业设计学科,研究的核心问题是不同的作业中人、机器及环境三者间的协调,研究方法和评价手段涉及心理学、生理学、医学、人体测量学、美学和工程技术的多个领域,研究的目的是通过各学科知识的应用,来指导工作器具、工作方式和工作环境的设计和改造,使得作业在效率、安全、健康、舒适等几个方面的特性得以提高。人机工程学从不同的学科、不同的领域发源,又面向更广泛领域的研究和应用。学科在其自身的发展过程中,逐步打破了各学科之间的界限,并有机地融合了各相关学科的理论,不断地完善自身的基本概念、理论体系、研究方法以及技术标准和规范,从而形成了一门研究和应用范围都极为广泛的综合性边缘学科。

本教材主要针对高校工业设计专业本科的教学需要,适当照顾相关的专业。全书共六章,第一章总体介绍人机工程学研究内容、方法、应用领域及与工业设计的关系;第二章介绍设计中所包含人的因素,是教材的基础部分;第三章介绍显示装置设计;第四章介绍操纵装置的设计,是教材的传统部分;第五章介绍关于工作岗位和工作空间的设计,兼顾管理、机械工程专业适用;第六章为人机系统的专题设计研究,分别针对工业设计中的产品设计、视觉传达设计和室内设计三个领域展开,体现教材的工业设计专业适用性。每章均附有精心选编的练习题,有助于学生学习和理解。

本书的最大特色是在吸收、借鉴了前人的研究成果基础之上,融入了编者多年来从事人机工程学教学和研究的成果,以丰富、典型的案例揭示学科的思想本质和方法要义。通过本门课程的学习,学生可以系统地掌握人机工程学的基础理论知识以及人机工程设计原理和方法,并能将这些知识熟练地应用到设计中去。本书第五章由殷晓晨编写,第六章由张良编写。本书在编著的过程中得到合肥工业大学工业设计专业的研究生黄明山、俞璋凌、钟华、黄文婷、李想和周海娟的大力帮助,他们的辛勤付出使本书得以成编,在此致以由衷的感谢。

本书主要针对工业设计、艺术设计等设计类专业教学需要,亦可作为从事设计人员的设计参考书。课内学时32~48学时,可安排4~8学时左右的实验。

囿于学识,加之时间仓促,本书疏漏之处恐难避免,诚望广大读者和同仁批评指正。

张 萍 殷晓晨

2009年5月



第一章 概论

学习目标:

全面了解人机工程学的基本概念、研究内容及方法、学科体系及应用领域,了解人机工程学在工业设计中的地位和作用,树立正确的设计理念,让学生明白人机关系是设计满足人的需求的根本途径。

学习重点:

掌握人机工程学的基本知识,理解人机关系的含义,明确人机关系在设计中要实现的目标。了解人机工程学与工业设计的关系,能够理解在产品设计中,如何实现合理的人机关系。

学习难点:

人机工程学的研究内容与方法。

劳动创造了人。在设计概念的产生过程中,劳动起着决定性的作用。远古时代,人类的生存环境是极为严酷的,人们不但受到洪水、严寒等自然灾害的威胁,还常常遭到野兽的袭击。而人类为了生存就必须与自然界作斗争,因此,人类最早的设计工作就是在受威胁的情况下为保护生命安全而开始的。人类最初只会用天然的石块或棍棒作为工具,以后渐渐学会了拣选石块、打制石器,如图1-1所示,作为敲、砸、刮、割的工具。人类的设计就是在满足生存最基本需求的工具的基础上发展起来的。

一旦最基本的需求得到了满足,其他的需求也就会不断出现。另外,原有的需求也会以一种比先前的方式更先进的形式来得到满足。随着温饱的解决和危险的消失,使生活更为舒适的欲望就会油然而生。人们发现自己是有感情的,他们的需求需要有一种感情上的内涵。这样,人类设计的职能便由保障生存发展到了使生活更有意义。

随着社会的进步和人们生活水平的提高,人们对产品的要求不仅仅满足于其使用价值,而越来越注重产品的附加价值——情感价值、美学价值、个性化价值等。从当代设计的发展趋势来看,人性化设计越来越受到重视。

从设计的本质来说,在产品设计过程中,任何观念的形成均需以人为基本的出发点。人机关系是设计必须考虑的因素,只有合理的人机关系才能让设计、乃至技术更好地为人服务,满足人的需求。

人机工程学作为一门新兴的学科,是20世纪50年代前后才发展起来的。然而,今天它已成为一切工程技术人员必不可少的工具,成为实现产品设计目标的重要手段。

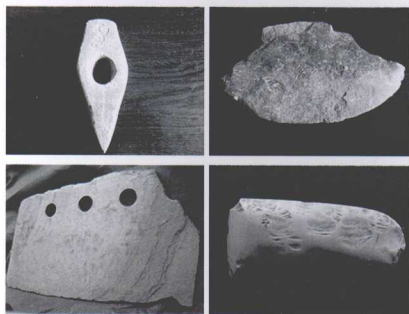


图 1-1 各种石制工具

第一节 人机工程学的概述

人机工程学是研究人、机械及其工作环境之间相互作用的学

科。该学科在其自身的发展过程中,逐步打破了各学科之间的界限,并有机地融合了各相关学科的理论,不断地完善自身的基本概念、理论体系、研究方法以及技术标准和规范,从而形成了一门研究和应用范围都极为广泛的综合性边缘学科。因此,它具有现代各门新兴边缘学科共有的特点,如:学科命名多样化、学科定义不统一、学科边界模糊、学科内容综合性强、学科应用范围广泛等。

一、学科的命名

学科研究和应用的范围极其广泛,它所涉及的各学科、各领域的专家、学者都试图从自身的角度来给本学科命名和下定义,因而世界各国对本学科的命名有很大差别。例如:美国一般称为“Human Engineering”(人类工程学)或“Human Factors Engineering”(人的因素工程学),而在西欧称为“Ergonomics”(人类工效学),俄罗斯称为工程心理学,日本称为人间工学,其他国家大多引用西欧的名称。

在中国,普遍采用人机工程学的名称。另外还有人-机-环境系统工程、人体工程学、人类工效学、人类工程学、工程学心理学、宜人学、人的因素等等名称。

二、学科的定义

同学科的命名一样,学科的定义也不统一,而且随着学科的发展,其定义也在不断发生变化。

早期的定义有,美国人机工程学专家C. C. 伍德(Charles C. Wood):设备设计必须适合人的各方面因素,以便在操作上付出最小的代价而求得最高效率。

W. B. 伍德森(W. B. Woodson)则认为: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及作业时感到安全和舒适。

著名的美国人机工程学及应用心理学家A. 查帕尼斯(A. Chapanis)说:“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。”

在不同的研究和应用领域中,带有侧重点和倾向性的定义也很多。本文重点介绍国际人类工效学学会(International Ergonomics Association, 简称IEA)的定义。因为这个定义反映了人机工程学已经相对成熟时期的学科思想,也为各国多数学者所认同。其定义如下:

人机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各种因素;研究人和机器及环境的相互作用;研究在工作中、家庭生活中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。

这个定义的三句话,分别阐明了人机学的研究对象、研究内

容和研究目的。第一句话指出人机学的研究对象,是工作环境中的解剖学、生理学、心理学等方面的因素。这些因素除了工业设计以外,还与管理工程、劳动科学、安全工程、环境工程等领域有关。第二句话指出人机学的研究内容,是人-机-环境的最佳匹配,人-机-环境系统的优化。第三句话指出人机学的研究目的就是设计一切器物都要考虑人们生活、工作的安全、舒适、高效。

值得注意的是,设计的目的“安全、舒适、高效”,定义只讲应该“考虑”而没有选用“确保”、“尽量达到”之类的词。因为设计总有多方面约束条件,又常有多种因时、因地而异的目标。好的设计在于针对具体对象,在多种约束条件和多重目标之间恰当地把握住平衡。人机工程学设计要求的“安全、舒适、高效”,常常是重要的,但也要受到其他条件的约束和其他目标的制衡,不但不是唯一的,也未必总是优先的。

另外,人机工程学里面所说的“机”或“机器”是广义的,泛指一切人造器物(图1-2):大到飞机、轮船、火车、生产设备,小到一把钳子、一支笔、一个水杯;也包括室内外人工建筑、环境及其中的设施等等。

尽管学科名称多样、定义各异,但是在研究对象、研究方法、理论体系等方面并不存在根本上的区别。这正是人机工程学作为一门独立的学科存在的理由,同时也充分体现了学科边界模糊、学科内容综合性强、涉及面广等特点。

三、人机工程学的起源与发展

人机工程学在欧洲是以劳动科学为基础发展起来的。英国是欧洲开展人机学研究最早的国家,于1950年成立了英国人机工程学会,1957年创办会刊《Ergonomics》。美国于1957年成立人类因素工程学会,同时发行了会刊。日本于1963年成立日本人间工学研究会。苏联、德国、法国、荷兰、瑞典、丹麦、芬兰、澳大利亚等国也先后开展了人机工程学的研究。1961年,国际人类工效学学会(IEA)正式成立。我国进入80年代以后,也开始人机工程学的研究。

人机工程学有“起源于欧洲,形成于美国”之说。在其形成与发展过程中,大致经历了以下三个阶段:经验人机工程学、科学人机工程学、现代人机工程学。

第一阶段称为经验人机工程学,是人适应机器的被动阶段。

20世纪初,英国学者F. W. 泰罗(Frederick. W. Taylor)在传统管理方法的基础上,首创了新的管理方法和理论,并据此制订了一整套以提高工作效率为目的的操作方法,考虑了人使用的机器、工具、材料及作业环境的标准化问题。例如:他曾经研究过铲子的最佳形状、重量,研究过如何减少由于动作不合理而引起的疲劳。其后,随着生产规模的扩大和科学技术的进步,科学管理的内容不断充实丰富,其中动作时间研究、工作流程与工作方法分析、工具设计、装备布置等,都涉及人和机器、人和环



图 1-2 生活中的器物



图 1-3 飞机驾驶舱

境的关系问题，而且都与如何提高人的工作效率有关，其中有些原则至今对人机工程学研究仍有一定意义。因此，人们认为他的科学管理方法和理论是人机工程学发展的奠基石。

在经验人机工程学发展阶段，研究者大都是心理学家。这一阶段学科发展的主要特点，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，使人适应于机器。

经验人机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机工程学所面临的问题进行科学的研究，并促使经验人机工程学进入科学人机工程学阶段。

第二阶段称为科学人机工程学，是让机器适应人的阶段。

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，但由于片面注重新式武器和装备的功能研究，而忽视了其中“人的因素”，因而由于操作失误而导致失败的教训屡见不鲜。例如：由于战斗机中座舱及仪表位置设计不当，造成飞行员误读仪表和误用操纵器而导致意外事故；或由于操作复杂、不灵活和不符合人的生理尺寸而造成战斗命中率低等现象经常发生。（图1-3）

失败的教训引起决策者和设计者的高度重视。他们通过分析研究，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，要设计好一个高效能的装备，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，第二次世界大战期间，与设计相关学科的综合研究与应用在军事领域中开展了。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，收到了良好的效果。军事领域中对“人的因素”的研究和应用，使科学人机工程学应运而生。

科学人机工程学一直延续到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，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、工程技术专家投身到该学科中来共同研究，从而使学科的名称也有所变化，大多称为“工程心理学”。这一阶段学科发展主要特点是重视工业与工程设计中“人的因素”，力求使机器适应于人。

第三阶段称为现代人机工程学，是将人-机-环境作为一个整

体来研究的阶段。

近年来,欧美各国进入了大规模的经济发展时期,由于科学技术的进步,人机工程学获得了更多的发展机会。例如:在宇航技术的研究中,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-机关系更趋复杂。如图1-4所示的电脑系统。从事学科研究的专家所涉及的专业和学科愈来愈多,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。

现代人机工程学研究的方向是把人-机-环境系统作为一个统一的整体来研究,以创造最适合于人操作的机械设备和作业环境,使人-机-环境系统相协调,从而获得系统的最高综合效能。

中国对本学科的研究起步较晚,但发展迅速。新中国成立前仅有少数人从事工程心理学的研究。20世纪60年代初,只有中科院、中国军事科学院等少数单位从事本学科中个别问题的研究,其研究范围仅局限于国防和军事领域。但是,这些研究却为我国人机工程学的发展奠定了基础。十年动乱期间,本学科的研究曾一度停滞。70年代末进入较快的发展时期。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)。目前,该学术组织已成为IEA的会员,这是我国人机工程学发展中又一个新的里程碑。

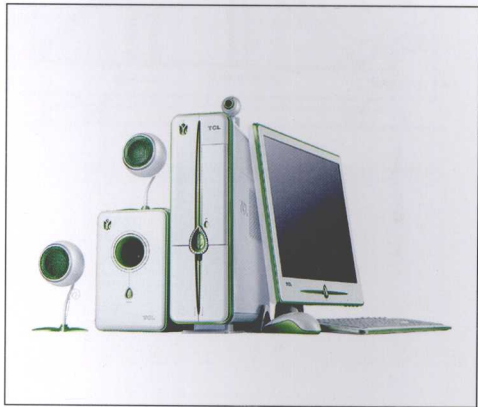


图 1-4 电脑系统

第二节 人机工程学的研究内容与方法

一、学科的研究内容

人机工程学研究应包括理论和应用两个方面,但当今本学科研究的总趋势还是偏重于应用。而对于学科研究的主体方向,则由于各国科学和工业基础的不同,侧重点也不相同。例如:美国侧重工程和人际关系;法国侧重劳动生理学;前苏联注重工程心理学;保加利亚偏重人体测量;捷克、印度等则注重劳动卫生学。

学科的根本研究方向是通过揭示人、机、环境之间相互关系的规律,以达到确保人-机-环境系统总体性能的最优化。

对工业设计师来说,从事本学科研究的主要内容可概括为以下几个方面。

1. 人体特性的研究

主要研究对象是:在工业设计中与人体有关的问题。例如,人体形态特征参数、人的感知特性、人的反应特性以及人在劳动中的心理特征等。研究的目的是解决机械设备、工具、作业场所以及各种用具和用品的设计如何与人的生理、心理特点相适应,从而才有可能为使用者创造安全、舒适、健康、高效的工作条件。

2. 人机系统的总体设计

人机系统工作效能的高低首先取决于它的总体设计,也就是要在整体上使“机”与人体相适应。人机配合成功的基本原因是

两者都有自己的特点，在系统中可以互补彼此的不足，如机器功率大、速度快、不会疲劳等，而人具有智慧、多方面的才能和很强的适应能力。如果注意在分工中取长补短，则两者的结合就会卓有成效。显然，系统基本设计问题是人与机器之间的分工以及人与机器之间如何有效地交流信息等问题。

3. 工作场所和信息传递装置的设计

工作场所设计的合理与否，将对人的工作效率产生直接的影响。工作场所设计一般包括工作空间设计、座位设计、工作台或操纵台设计以及作业场所的总体布置等。这些设计都需要应用人体测量学和生物力学等知识和数据。研究作业场所设计的目的是保证物质环境适合于人体的特点，使人以无害于健康的姿势从事劳动，既能高效地完成工作，又感到舒适和不致过早产生疲劳。

人与机器以及环境之间的信息交流分为两个方面：显示器向人传递信息，控制器则接受人发出的信息。显示器研究包括视觉显示器、听觉显示器以及触觉显示器等各种类型显示器的设计，同时还要研究显示器的布置和组合等问题。控制器设计则要研究各种操纵装置的形状、大小、位置以及作用力等在人体解剖学、生物力学和心理学方面的问题，在设计时，还需考虑人的定向动作和习惯动作等。

4. 环境控制与安全保护设计

从广义上说，人机工程学所研究的效率，不仅是指所从事的工作在短期内有效地完成，而且是指长期内不存在对健康有害的影响，并使事故危险性缩小到最低限度。从环境控制方面应保证照明、微小气候、噪声和振动等常见作业环境条件适合操作人员的要求。保护操作者免遭“因作业而引起的病痛、疾患、伤害或伤亡”也是设计者的基本任务。因而在设计阶段，安全防护装置就视为机械的一部分，应将防护装置直接接入机器内。此外，还应考虑在使用前对操作者的安全培训，研究在使用中操作者的个体防护等。

二、学科的研究方法

人机工程学的研究广泛采用了人体科学和生物科学，系统工程、控制理论、统计学方法，以探讨人、机、环境要素间复杂的关系问题。

目前常用的研究方法有：

1. 观察法

为了研究系统中人和机的工作状态，常采用各种各样的观察方法。如人工操作动作的分析、功能分析和工艺流程分析等大都采用观察法。

2. 实测法

是一种借助于仪器设备进行实际测量的方法。例如，对人体静态与动态参数的测量，对人体生理参数的测量或者是对系统参数、作业环境参数的测量等。图1-5是用实测法研究人的生理、心