



21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国高等院校艺术设计系列实用规划教材



人机工程学

刘刚田 编著 吉晓民 主审

- 注重理论与应用相结合
- 结合实例探讨人机工程方法在现代制造领域的设计应用

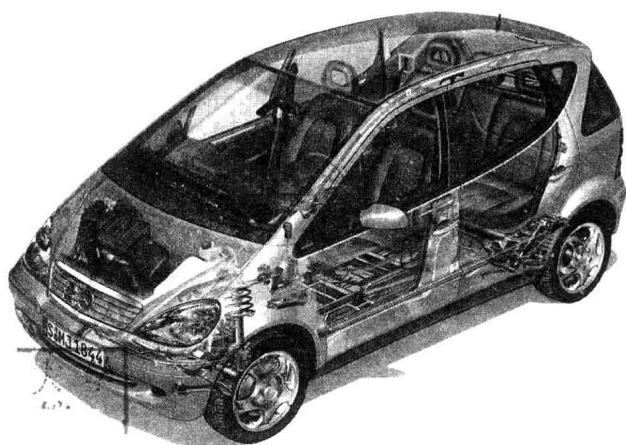


北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21世纪全国高等院校艺术设计系列实用规划教材

人机工程学

刘刚田 编著
吉晓民 主审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书系统地阐述了人机工程学的理论和方法等专业知识。全书共分十章,包括人机工程学概论(定义、概念、研究对象),人机工程学研究方法,人体生理特性,人体尺寸测量,人体运动的生物力学特性,显示与操纵装置设计,人机声环境,人机界面设计,作业空间设计,人机系统设计与评价。本书结合教学实践,图文并茂,极具可读性与实用性。

本书适用于高等院校工业设计、机械工程、工业工程、安全工程、计算机应用等相关专业的学生,可作为相关专业的研究人员、教师、研究生、大学本科学生的教材和参考书,也可作为广大从事产品造型设计、机械工程的科技人员的培训教材或工具参考书。

图书在版编目(CIP)数据

人机工程学/刘刚田编著. —北京:北京大学出版社, 2012.9

(21世纪全国高等院校艺术设计系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-20902-8

I. ①人… II. ①刘… III. ①人-机系统—高等学校—教材 IV. ①TB18

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第139847号

书 名: 人机工程学

著作责任者: 刘刚田 编著

策 划 编 辑: 孙 明

责 任 编 辑: 翟 源

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-20902-8/J·0448

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部62752015 发行部62750672 编辑部62750667 出版部62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京宏伟双华印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 18.25印张 423千字

2012年9月第1版 2012年9月第1次印刷

定 价: 36.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前言

人机工程学是一门综合性的边缘科学，它属于系统工程学的一个分支。系统论、控制论、信息论是它的基本指导思想，其基础理论涉及许多学科。除与有关的技术工程学科有着密切的关系外，它还与人体解剖学、人体测量学、劳动卫生学、生理学、心理学(特别是工程心理学)、安全工程学、行为科学、环境科学、技术美学等有着密切的联系。人机工程学带有横向学科的性质，其应用范围十分广泛，从日常用品到工程建设，从大型机具到高技术制品，从家庭活动到巨大的工业系统，各个方面都在运用人机工程学的原理和方法，解决人机之间的关系问题。

人类的设计意识和设计活动与人类的生存和发展一样历史久远。“设计”作为人类有目的的一种实践活动，是人类改善生存条件的标志，是人类自身进步和发展的标志，同时也是人类表达情感和生存理想的标志。中国自古就有制器造物的悠久历史传统，产生了“制器尚象”和“人为物本、物因人用”的造物理念，也许“以人为中心”就是中国造物文化中最基本、最古老的造物思想。老子说：“人法地，地法天，天法道，道法自然。”表明人与自然的某种一致性与相通性，其实这就是人机工程学所追求的人—机—环境的和谐性和一致性。人机工程学研究的是“系统中的人”，建立“以人为中心”的设计理论和实践系统。

本书以人、机、环境三要素为对象，以人为中心，按照人体因素、人机界面、作业环境、人机系统设计分析为顺序展开论述，重点落实在如何应用人机工程学的原理和方法进行人机系统的设计与分析评价。在注重理论与应用相结合、引介最新的应用领域的基础上，侧重于结合实例探讨人机工程方法在现代制造领域的设计应用，力求使读者既能获得基本理论知识和方法，也能在设计实践中加以应用与研究。

本书共十章，河南科技大学刘刚田编写第一、二、七、八章，巫滨编写第三、四、九章，霍银磊编写第五、六、十章。全书由刘刚田统稿。

书稿承西安理工大学博士生导师吉晓民教授审阅，并提出了宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

人机工程学正处于不断发展变化之中，由于作者的学识有限，加之时间仓促，书中不妥之处在所难免，热忱欢迎广大读者和专家、学者批评指正。

刘刚田

2012年6月

目 录

第一章 人机工程学概论	1
1.1 人机工程学的定义	2
1.2 人机工程学的研究体系	7
1.3 人机工程学的任务和研究范围	7
1.4 人机工程学研究的内容	8
1.5 人机系统研究的内容	13
习题	18
第二章 人机工程学研究方法	21
2.1 人机工程学研究方法的特点	22
2.2 人机工程学研究方法的层次	23
2.3 机器控制类课题研究的一般程序	23
2.4 人机工程学方法	26
2.5 人机工程学的研究步骤	32
2.6 研究方法的基本原则	35
2.7 基于人体测量学的产品造型设计	36
2.8 基于人机信息界面的产品造型设计	38
2.9 基于使用方式和使用环境的产品造型设计	40
2.10 基于生活形态的产品造型设计	41
习题	42
第三章 人体生理特性	45
3.1 人在系统中的功能	46
3.2 人的视觉特性	48

目 录

3.3 人的听觉特性	53
3.4 人的皮肤感觉特性	55
3.5 人的信息处理系统	56
习题	62
第四章 人体尺寸测量	65
4.1 人体测量	66
4.2 人体尺寸	70
4.3 人体测量尺寸的应用	81
4.4 人体模型	87
习题	96
第五章 人体运动的生物力学特性	99
5.1 人体运动系统	100
5.2 骨骼肌的力学特性	104
5.3 人体的出力	111
5.4 人体动作的灵活性与准确性	115
习题	117
第六章 显示与操纵装置设计	119
6.1 显示装置设计	121
6.2 操纵装置设计	142
习题	153

目 录

第七章 人机声环境	155
7.1 噪声的基本概念	158
7.2 汽车驾驶室的噪声源	161
7.3 汽车驾驶室的声学设计	162
7.4 汽车驾驶室主动吸声降噪方法	164
习题	198
第八章 人机界面设计	199
8.1 人机界面的发展	203
8.2 人机界面的研究内容	206
8.3 人机界面的基本概念和特性	208
8.4 人机界面的用户分析	212
8.5 人机界面的任务分析	219
8.6 人机界面的交互方式	220
8.7 人机界面的软件开发过程	224
8.8 人机界面设计的方法	227
习题	234
第九章 作业空间设计	237
9.1 作业空间设计的原则	238
9.2 作业空间范围	240
9.3 作业空间的设计	246
9.4 工作台设计	249
9.5 工作座椅的静态舒适型设计原理	253

目 录

习题	259
第十章 人机系统设计与评价	261
10.1 人机系统设计	263
10.2 人机系统评价	269
习题	280
参考文献	281

第一章

人机工程学概论

教学目标

- 理解人机工程学的定义
- 理解人机工程学的研究体系
- 理解人机工程学的任务和研究范围
- 理解人机工程学研究的内容
- 了解人机系统研究的内容

教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
人机工程学的定义	(1)了解人机工程学的定义 (2)人机工程学与工业设计相关的应用领域 (3)工业设计中的人机工程设计	人与生态
人机工程学的研究体系	(1)物理学原理的应用 (2)人体特性的应用 (3)工作与工作环境的分析及其结果的应用 (4)实际工作经验的分析及其结果的应用	
人机工程学的任务和研究范围	(1)研究人和机器的合理分工及其相互适应的问题 (2)建立“人—机—环境”系统的原则 (3)研究被控对象的状态、信息如何输入以及人的操纵活动的信息如何输出的问题	人—机—环境的具体含义
人机工程学研究的内容	(1)人机工程学的学科构成 (2)人的因素 (3)机器的因素 (4)环境的因素	人体尺寸
人机系统研究的内容	(1)人机系统的目标 (2)人机系统的类型 (3)人机系统的功能 (4)人机关系	人性化产品



推荐阅读资料

- [1] 刘刚田. 产品造型设计方法[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [2] 赵江洪. 人机工程学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

人机工程学虽然是一门综合性的边缘学科,但它有着自身的理论体系,同时又从许多基础学科中吸取了丰富的理论知识和研究手段,使它具有现代交叉学科的特点。人机工程学研究在设计人机系统时如何考虑人的特性和能力,以及人受机器、作业和环境条件的限制;同时还研究人的训练,人机系统设计和开发,以及同人机系统有关的生物学或医学问题。

该学科的根本目的是通过揭示人、机、环境三要素之间相互关系的规律,从而确保人一机—环境系统总体性能的最优化。该研究目的充分体现了本学科主要是“人体科学”、“技术科学”和“环境科学”之间的有机融合。更确切地说,本学科实际上是人体科学、环境科学不断向工程科学渗透和交叉的产物,它是以人体科学中的人类学、生物学、心理学、卫生学、解剖学、生物力学、人体测量学等为“一肢”;以环境科学中的环境保护学、环境医学、环境卫生学、环境心理学、环境监测技术等学科为“另一肢”,而以技术科学中的工业设计、工业经济、系统工程、交通工程、企业管理等学科为“躯干”,形象地构成了本学科的体系。从人机工程学的构成体系来看,人机工程学就是一门综合性的边缘学科,其研究的领域是多方面的,可以说与国民经济的各个部门都有密切的关系。

1.1 人机工程学的定义

人机工程学是研究人(Man)、机器(Machine)及其工作环境(Environment)之间相互关系和相互作用的学科。它是20世纪50年代开始迅速发展起来的一门新兴的边缘学科。在美国,该学科称为“Human Engineering”、“Human Factors”、“Human Factors Engineering”等,在欧洲,则多称为“Ergonomics”,日本称为“人间工学”,其他国家也大都沿用以上两种名称之一。在我国,这门学科起步较晚,名称尚不统一,学科的常用名称有“人机工程学”、“人类工效学”、“人体工程学”、“人类工程学”、“人因工程学”、“工效学”等。

“Ergonomics”一词是由两个希腊词根“ergon”和“nomos”复合组成的,“ergon”的意思是“出力”、“工作”,“nomos”的意思是“正常化、规律”。因此,“Ergonomics”的含义就是“人出力正常化或人的工作规律”。这就是说,人机工程学原本是研究人在操作过程中合理地、适度地劳动和用力的规律的一门学科。当然,该学科在自身发展过程中,有机地融入了其他相关学科的理论和方法,研究内容不断扩展,研究方法也不断完善。因此,人机工程学学科的名称和定义也是不断发展的。

美国人机工程学专家伍德(Charles C. Wood)对人机工程学所做的定义为:“设备的设计必须适合人的各方面的因素,以便在操作上付出最少能耗而求得最高效率。”伍德森(Wosley.E. 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,即对人的知觉显示、操纵控制、人机系统设计和布置、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人在作业时感到安全和舒适。”著名的美国人机工程学家和应用心理学家查帕尼斯(A.Chapanis)则认为:“人机工程学是在机器设计中考虑如何使人操作简便而又准确的一门学科。”美国学者桑德斯(Mark S.Sanders)和麦考密克(Ernest J.McCormick)在Human Factors in Engineering and Design一书中给出人机工程学的简要定义为:“为人的使用而设计”和“工作和生活条件的最优化”。美国学者科罗默(K.H.E.Kroemer)等则在Ergonomics—How to Design for Ease and Efficiency一书中给出人机工程学的简要定义为:“为适当地设计人的生活和工作环境而研究人的特性”和“工作的宜人化”。

人机工程学(Man—Machine Engineering),又称为人类工效学(Ergonomics)、人类工程学(Human Engineering)等。人机工程学研究内容十分丰富,应用范围极其广泛,因为它是一门新兴学科,有多种定义,而且随着该学科的发展,其定义也在不断变化。目前,比较全面、明确的定义有下面两个。

国际人机工程学学会的定义是: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因素,研究人和机器及环境之间的相互作用,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。

我国对人机工程学下的定义是:人机工程学是一门新兴的边缘学科。它以人体测量学、生理学、心理学和生物力学以及工程学等学科作为研究方法和手段,综合地进行人体结构、功能、心理以及力学等问题研究的学科。用以设计使操纵者能发挥最大效能的机器、仪器和控制装置,并研究控制台上各个仪表的最适合位置。

由此可见,因研究和应用领域有所不同,对人机工程学学科的定义各有侧重。这也从一个侧面说明该学科所涉及的学科和领域范围十分广泛,说明人机工程学的应用和研究涉及并利用多个学科的知识和方法。需要指出的是,尽管目前关于该学科的定义有多种,但在理论体系、研究对象和研究方法等方面并不存在根本上的区别,只是各有侧重。

1.1.1 人机工程学与工业设计相关的应用领域

目前,人机工程学的应用范围十分广泛。其研究和应用已深入到农业、林业、制造业、建筑业、交通、航天、航海、服务等广泛的领域;人机工程学在不同的产业部门有不同的应用。无论什么产业部门,作为生产手段的工具、机械及设备的设计和运用以及生产场所的环境改善;为减轻作业负担而对作业方式的研究和改善;为防止单调劳动而对作业进行合理安排;为防止人的差错而设计的安全保障系统;为提高系统中人机交互的高效性而研究和改进人机界面的设计;为提高产品的操作性能、舒适性及安全性而对整个系统的设计和改善,为实现集成设计与制造而进行计算机辅助人机工程设计的研究与开发等都是应该开展研究的课题。

人的因素是人机工程学研究的重要内容,是人机系统优化设计的核心。工业设计贯穿以人为中心的理念,产品设计以使用者为中心加以展开。在产品设计中应用人机工程学原理和方法,始终把“人的因素”放在中心位置,也正是工业设计和产品设计的题中之意。

工业设计学科参与研究和设计的对象,大至宇航系统、自动化工厂、机械设备、交通工具,小到家具、文具、日常用品等。总之,在人类为生产和生活需要而进行的造物

活动中，无论是人机工程学还是工业设计学科，都是把“人的因素”作为一个首要因素来考虑的。

人机工程学体系如图1.1所示。

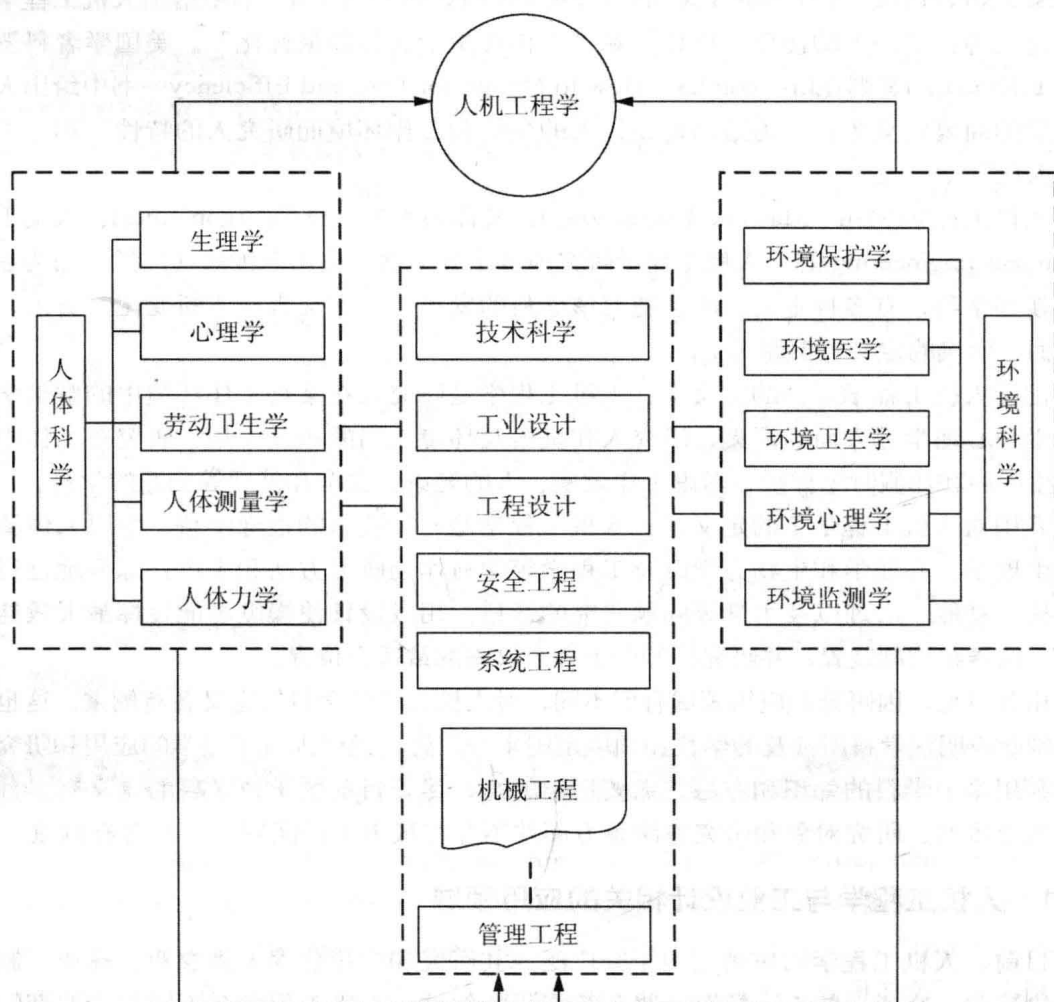


图1.1 人机工程学体系

1.1.2 工业设计中的人机工程设计

围绕设计中对“人的因素”，即人的生理和心理因素的考虑，人机工程学和工业设计(产品设计)具有共同的研究内容和设计事项。在产品设计中，应用人机工程学原理和方法展开人机工程设计是工业设计、产品设计中的重要工作内容。

人机工程学和工业设计在基本思想与工作内容上有很多一致性。人机工程学的基本理论(即产品设计要适合人的生理、心理因素)与工业设计的基本观念(创造的产品应同时满足人们的物质与精神需求)意义基本相同，只是侧重稍有不同；工业设计与人机工程学同样都是研究人与物之间的关系，研究人与物交接界面上的问题，不同于工程设计以研究与处理“物与物”之间的关系为主。工业设计是一种融合了理性与感性的创造性活动。它不仅要处理产品的形态问题，而且要处理产品与使用者的接口问题，同时还要处

理产品与其使用环境的各个因素的关系问题。工业设计的出发点是人,设计的目的是为人而不是产品。工业设计必须谨遵自然与客观的法则来进行;工业设计的主导思想在于以人为中心,着重研究“物”与“人”之间的协调关系。这就离不开以研究“物”(即机器)、“人”及它们的“环境”这三者相互关系和相互作用为中心内容的人机工程学及其设计与应用研究。

(1) 人机工程学为产品设计提供关于人体尺度的设计参数。一般产品都是通过使用者的操作和控制来实现其特定功能的。因此产品设计需要紧紧围绕人对产品的使用方式来展开。人能否顺利、舒适地操作和使用产品,很大程度上取决于人的生理能力(如手的握力和控制范围、脚的踏力和用力方向、视觉和认读速度、听觉与言语沟通等)。人的操作和控制能力是由人的身体尺度基本限定的,人在操作和使用产品时,都要受到自身生理条件的限制。

人机工程学以人体测量学、生物力学和劳动生理学、劳动心理学等学科为基础,提供了关于人体结构和机能的统计特征和数据,包括人体各部位尺寸、活动范围、出力范围等,分析了人的听觉、视觉和触觉等器官的机能特征以及人在作业活动中的生理和心理变化因素。这些都为产品设计中考虑使用者的整体能力、确定产品的操作和显示部件、优化使用者与产品的交互界面等提供了参照和依据。

(2) 人机工程学为产品设计提供关于产品功用和使用方式的切入点。共同关注“人的因素”,使得人机工程学和工业设计在产品使用功用、人与物的交互方式等方面的探讨上具有相似的研究内容。工业设计首先要探讨人的生产方式和生活方式。这具体地落实到探讨物品使用功能如何适应人的行为(生产和生活)需要,并如何反过来影响和改变人的行为方式——这也正是人机工程学应用研究的基本内容之一。在这个意义上说,从人机工程学角度对产品的使用方式、人与物的交互方式进行研究,可以为工业设计和产品设计提供关于产品功用和使用方式的有效切入点。

(3) 人机工程学为产品设计中优化人机界面提供设计准则。使用者的需要是通过使用和控制日用产品和机器系统来满足的。因此,必须很好地设计“人”与“物”(日用产品、机器、生产系统等)的交互界面(接口),这是保证人与机器之间进行正确、高效的信息和控制互动的基本前提。人机界面的设计与优化是人机工程学应用研究的重点之一。显示装置、操纵装置、作业空间、作业工具等是人机界面设计研究的基本对象。随着计算机技术与应用的深入发展,计算机系统已经与人们的生活和生产不可分离,人与计算机接口(Human—Computer Interface, HCI)问题也因此越来越成为人机界面设计所关注和研究的重要领域。计算机软件界面与电子产品软件界面、人类思维与信息处理等问题成为新的研究和设计热点问题。工业设计各阶段中人机工程设计工作程序见表1-1。

表1-1 工业设计各阶段中人机工程设计工作程序

设计阶段	人机工程设计工作程序
规划阶段(准备阶段)	1.考虑产品与人及环境的全部联系,全面分析人在系统中的具体作用, 2.明确人与产品的关系,确定人与产品关系中各部分的特性及人机工程要求的设计内容, 3.根据人与产品的功能性,确定人与产品功能的分配

续表

设计阶段	人机工程设计工作程序
方案设计	1.从人与产品、人与环境方面进行分析,在提出的众多方案中按人机工程学原理进行分析, 2.比较人与产品的功能性、设计限度、人的能力限度、操作条件的可靠性以及效率预测,选出最佳方案, 3.按最佳方案制作建议模型,进行模拟试验,将试验结果与人机工程学要求进行比较,并提出改进意见, 4.对最佳方案写出详细说明,方案获得的结果、操作条件、操作内容、效率、维修的难易程度、经济效益、提出的改进意见
技术设计	1.从人的生理、心理特性考虑产品的造型, 2.从人体尺寸、人的能力限度考虑确定产品的零部件尺寸, 3.从人的信息传递能力考虑信息显示与信息处理, 4.根据技术设计确定的造型和零部件尺寸选定最佳方案,再次制作模型,进行试验, 5.从操作者的身高、人体活动范围、操作方便程度等方面进行评价,并预测还可能出现的问题,进一步确定人机关系可行程度,提出改进意见
总体设计	对总体设计用人机工程学原理进行全面分析,反复论证,确保产品操作使用与维修方便、安全与舒适,有利于创造良好的环境条件,满足人的心理需要,并使经济效益、工作效率均佳
加工设计	检查加工图是否满足人机工程学要求,尤其是与人有关的零部件尺寸、显示与控制装置,对试制的样机进行人机工程学总评价,提出需要改进的意见,最后正式投产

可见,人机工程学中对人机界面的设计与研究是产品设计活动中不可回避的一个重要方面;实际上,显示和操纵装置、软件的使用界面等是产品的组成部分,人机工程学为产品设计中考虑人机系统整体功能的优化提供指导原则。“人”与“机”及其“环境”等要素共同组成人机系统。人机工程学要求运用系统科学理论和系统工程方法,正确处理人机系统中人、机、环境三大要素间的关系,深入研究系统最优化组合。系统中的“人”是指作为工作主体的人,即系统的作业者(如操作人员、产品使用者、维护人员、决策人员等);“机”是指人所操纵的对象(如汽车、生产系统、计算机设备等)的总称;“环境”则是指人机共处的外部条件(如作业空间、物理和生化环境、社会环境)或特定的工作条件(如温度、噪声、振动、有害气体、气压环境、超重与失重等)。

因此,人机工程学就是要研究如何使人机系统具有安全、高效、经济等综合效能。人机系统总体效能的高低首先取决于人机系统总体设计的优劣。这就要求设计中结合特定的系统环境,根据人和机各自的特点和能力,合理地分配人与机的功能,既各司其职,又相互协调,从而达到人机系统整体功能的最优化。

(4) 人机工程学为以“人”(即“使用者”)为中心的设计观提供有效的工作程序。

“以使用者为中心”(“User—Centered”)的设计思想是工业设计和产品设计创造活动中的首要思想,具体体现在各项设计均应以“使用者”为主线。

1.2 人机工程学的研究体系

人机工程学是综合应用有关科学原理、方法和成果而形成的一门学科,包括以下一些方面的内容。

1. 物理学原理的应用

人机系统主要由人和机器两个部分组成。从人的方面看,人机系统是根据人的操作和活动能力来寻求机械运动所需要的基本空间、位置和运动方向的。从机械效能方面来看,人机系统必须遵守物理学原理,如惯性定律、杠杆原理等。研究物理学原理是十分重要的。

2. 人体特性的应用

在人机系统中人是主体,所以要了解人的有关生理和心理特性,并把它应用于任何形式的人机系统的设计中。

人有各种器官,并具有呼吸、血液循环、信息接收、肌肉运动等生理功能。研究人机工程学就要了解这些生理功能产生的机理、条件以及人机系统内外环境变化对生理功能的影响,从而掌握和运用这些规律并用于人机系统的设计。

人的心理活动是复杂的,它是大脑皮层兴奋和抑制生理过程的结果,是人体整个外部运动和行为的调节者,它控制着人的思想、意识和行动,受外界环境和社会的影响,并与人的生理功能密切联系。在生产过程中,处处充满着人的心理活动,越是复杂的人机系统,其心理因素的影响和作用就越大、越明显。所以,在研究和确立人机学体系时,要充分考虑人的心理特性。

3. 工作与工作环境的分析及其结果的应用

对人机系统来说,如果孤立地研究人和机器两个方面的问题,那是不能构成人机系统的,因为,任何生产过程的改变和完成,都是人与机械(包括各种机器和工具)协同工作的结果。因此,只有把人与机械作为一个统一体来进行分析研究,才是科学的。这就要研究人操纵机器和工作的实际情况。此外,在人机之间还有环境的因素,因此,还需要研究环境条件对人机系统的影响,这样才能全面地满足人机学的要求。

4. 实际工作经验的分析及其结果的应用

这是人机学中很重要的一个方面。在生产活动过程(如操作机器)中,经常会出现因机器故障、机能不良或人的精神紧张、疲劳和疾病等造成的操作失误,由此人们总结出许多宝贵的经验和教训。更可贵的是,有许多实际的经验教训,只通过短期的分析和实验是无法得到的。在实际工作经验中,不仅成功的经验对人机学研究体系有作用,失败的教训同样有重要作用。只有把这两个方面的经验综合起来,才能更全面深入地反映实际工作中的问题。

1.3 人机工程学的任务和研究范围

现代的机器不但起着动力的作用,还担负着一系列过去只有人才能完成的工作,如复杂的运算、自动控制、逻辑推理和识别图像等。它把人从简单的劳动中解放出来,去

完成更多更复杂的任务。实践证明, 尽管采用了一种新的、高效能的机械或设备, 但如果它的结构不能适应人的生理和心理特性, 则还是得不到应有效果的。可见, 机械效能不但取决于它的有效系数、生产率和可靠性等, 而且还取决于是否充分适应人的操作要求。适应人的操作要求, 又主要取决于机械的结构、信息的传递方式和操纵装置的布局等。因此, 操纵和控制装置把人和机器连接成一个系统, 它是人机系统中的重要环节, 是连通人与机器的桥梁。

人机的关系如图1.2所示。

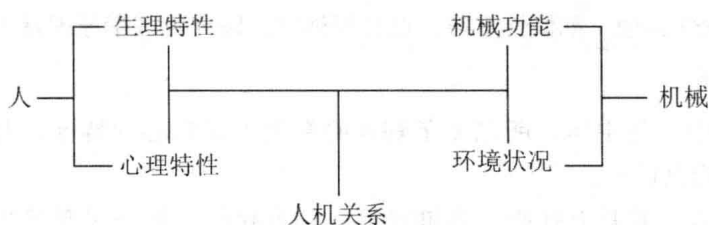


图1.2 人机关系示意图

在生产场所总是包含着人和机器以及围绕着人和机器的环境条件, 这是一个综合体。人机学的主要任务就是对这一综合体(人—机—环境)建立合理而又可行的方案。以便有效地发挥人的作用, 并为操作者提供舒适和安全的环境, 从而达到提高工作效率的目的。根据这样的任务和目标, 人机工程学的研究范围大致可以归纳如下。

(1) 研究人和机器的合理分工及其相互适应的问题。一方面, 必须对人和机器的潜力进行分析比较, 研究人的动作的准确性、速度和范围的大小, 以便确定控制系统的最优结构方案。另一方面, 人的能力还会因劳动工具(机器)的发展而扩大, 即新技术和新机器的诞生会使人在生产过程中的地位和作用发生变化。因此, 在设计机器时, 必须根据人机学的原理解决如何适应于人的特点问题, 以保证最优劳动条件的实现。

(2) 研究被控对象的状态、信息如何输入以及人的操纵活动的信息如何输出的问题。这里主要研究人的生理过程(如视觉现象、触觉现象等)和心理过程(心情愉快和抑郁)的规律性。显然, 还要运用其他技术学科的资料, 才能较完满地解决这些问题。

(3) 建立“人—机—环境”系统的原则。根据人的生理和心理特征, 阐明对机器和环境应提出什么样的要求, 如阐明如何进行作业空间设计。如何改善环境条件, 以减少对人的不利影响等。

1.4 人机工程学研究的内容

1.4.1 人机工程学的学科构成

人机工程学是一门综合性的边缘科学, 它属于系统工程学的一个分支。系统论、控制论、信息论是它的基本指导思想, 其基础理论涉及许多学科。除与有关的技术工程学科有着密切的关系外, 它还与人体解剖学、人体测量学、劳动卫生学、生理学、心理学(特别是工程心理学)、安全工程学、行为科学、环境科学、技术美学等有着密切的联系。

人机工程学带有横向学科的性质, 其应用范围十分广泛, 从日常用品到工程建筑, 从大

型机具到高技术制品,从家庭活动到巨大的工业系统,各个方面都在运用人机工程学的原理和方法,解决人机之间的关系问题。

人机系统的构成,可以分为人、机、环境3个子系统。对这3个子系统的研究,各自独立为一门科学,即人的科学、技术工程科学及环境科学。这3个子系统中两两相互交叉,又构成3个系统,即人一机系统,人一环境系统,机—环境系统,这3个系统交叉则构成人一机—环境系统,如图1.3所示。

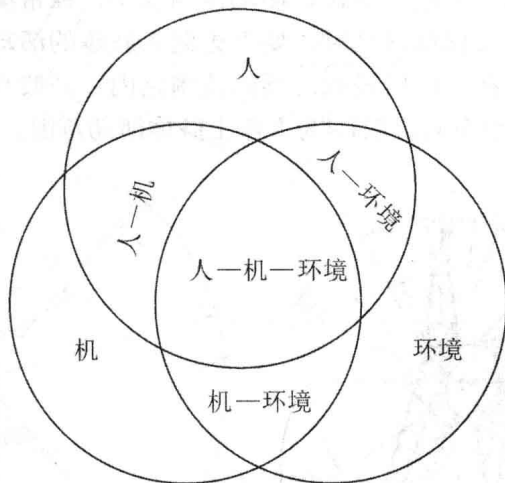


图1.3 人一机—环境中3个子系统示意图

在人—机—环境系统中,人、机、环境每个局部的功能由每个子系统的结构所决定,而整个人机系统的功能则由人—机—环境系统的结构所决定。根据系统学第一定律知道,系统的整体属性不等于部分属性之和。其具体状况取决于系统的组织结构及系统内部的协同作用程度,因此,对人机工程学而言,既需要对人、机、环境的每个部分的属性进行深入的研究,又需要对人机系统的整体结构及其属性进行研究,以达到总体优化的目的。

1.4.2 人的因素

人是人机系统中最活跃的环节,也是最重要的一个环节,同时也是最难控制的环节。对人的因素的研究是人机工程学的基础。

(1) 人体尺寸。研究人体尺寸的基础学科是人体测量学。人体尺寸是所有涉及与人有关设计中需面临的首要问题,也是基础性问题。人体测量的尺寸包括静态尺寸和动态尺寸。静态尺寸是人体处于静止的标准状态下测量的。可以测量很多不同的标准状态和部位,如手臂长度、腿长度、座高等。动态尺寸主要是指在工作状态或运动中的人体测量尺寸,它是人在进行某种功能活动时肢体所达到的空间范围,在动态的人体状态下测量而得的。它是由关节的活动、转动所产生的角度与肢体的长度协调的范围尺寸,主要解决许多产品空间范围、位置的问题。虽说静态尺寸对某些设计很有用,但是对大多数设计而言,动态尺寸应用更为广泛。因为人是运动的,人体结构是活动可变的。使用动态尺寸时强调的是在完成人体的活动时,人体各部分是不可分割的,不是独立工作,而是协调动作的。例如手所能达到的限度并不是手臂尺寸的唯一结果,它部分也受到肩的运