

人机工程学

RENJI GONGCHENGXUE

主编 ■ 郭媛媛 高睿 郭婷婷



高等院校艺术学门类
“十三五”规划教材



A R T D E S I G N



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

人机工程学

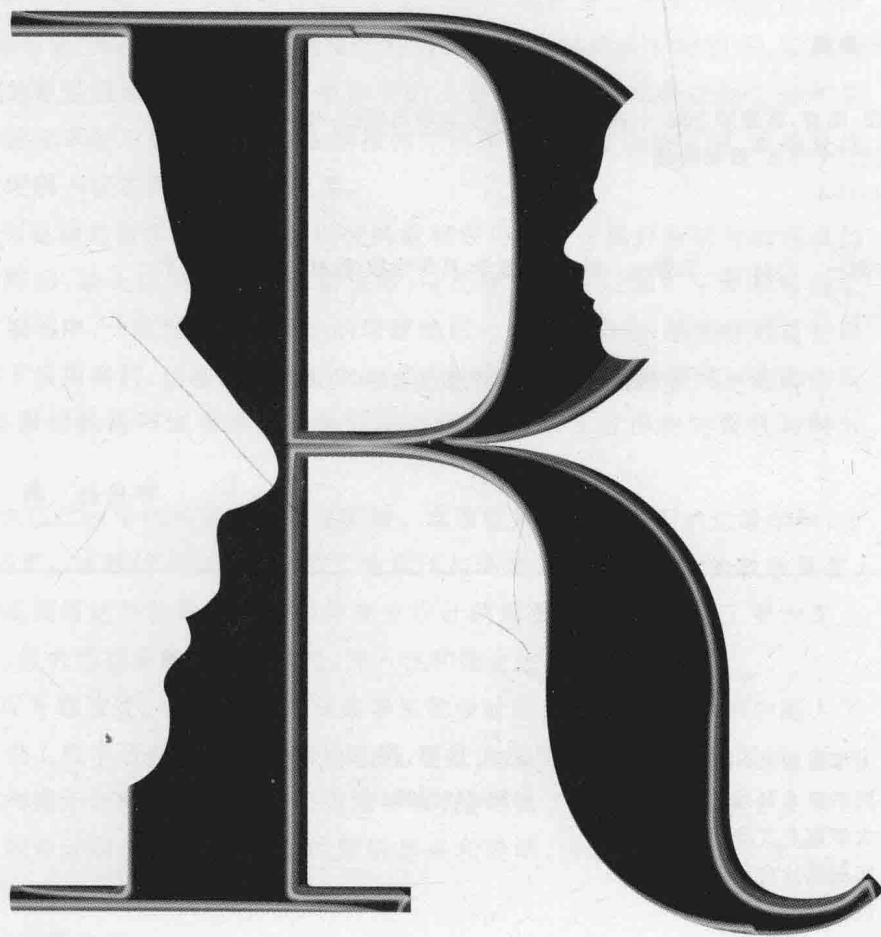
RENJI GONGCHENGXUE



华中艺术

高等院校艺术学门类
“十三五”规划教材

主 编 郭媛媛 高 睿 郭婷婷



A R T D E S I G N



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本教材根据现代设计课程教学特点,充分考虑本科院校工业设计及其相关专业的现状,严格遵循教育部工业设计及相关专业研究生考试大纲的要求,吸收国外教材的一些新思想,既有创新,又兼顾了传统教材的优点,把教师的教学要求、学生学习的需求以及实际工作需要紧密结合起来。

本教材共 8 章,第 1 章对人机工程学的内容、发展史和相关应用领域进行介绍;第 2 章介绍人体测量方法、测量数据的统计与应用;第 3 章介绍人体生理系统知识,同时探讨因设计不合理导致生理不适的原因和减轻症状需要采取的措施;第 4 章将人体心理学的基本知识与人的行为特征结合进行探讨,分析人的行为与设计之间的相互导向关系;第 5、6 章综合论述了人机工程学在艺术设计各领域的应用;第 7 章为教学提供相应的课程专题设计;第 8 章讲述了人机工程学的展望。

本教材可作为工业设计、艺术设计、室内设计、产品设计等相关专业的教材,也可以作为相关设计者、研究者的参考书和工具书。

图书在版编目(CIP)数据

人机工程学/郭媛媛,高睿,郭婷婷主编. —武汉:华中科技大学出版社,2018.8
高等院校艺术学门类“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5680-4314-4

I. ①人… II. ①郭… ②高… ③郭… III. ①工效学-高等学校-教材 IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 176748 号

人机工程学

Renji Gongchengxue

郭媛媛 高 睿 郭婷婷 主编

策划编辑:彭中军

责任编辑:段亚萍

封面设计:优 优

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:880mm×1230mm 1/16

印 张:13

字 数:383 千字

版 次:2018 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:48.00 元



华中大版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

一、本教材的主要特点

本教材根据现代设计课程教学特点,充分考虑一般本科院校工业设计及其相关专业的现状,严格遵循教育部工业设计及相关专业研究生考试大纲的要求,吸收国外教材的一些新思想,既有创新,又兼顾了传统教材的优点,把教师的教学要求、学生学习的需求以及实际工作需要紧密结合起来。

(1) 该教材的编写将理论与实训结合。“人机工程学”课程是艺术设计专业的必修课程,主要研究如何使“人-机-环境系统”的设计符合人的生理结构和心理特点,以实现人、机、环境之间的最佳匹配,使处在不同条件下的人能安全、高效和舒适地工作和生活。本课程在理论知识学习后,会带领学生到校内外的模拟实训室进行实训,目的是使学生更加深入地理解人机工程学原理的应用。

(2) 基于案例驱动的教学内容设计。以往的教材在内容上一般只有针对知识点的基础案例且案例陈旧,缺乏应用案例与创新思维,从而使学生感到深不可测和枯燥乏味。在本教材的编写中,一般先针对知识点的理解给出一个基础案例,随后针对该知识点的应用给出若干应用案例,让学生掌握每个知识点的应用价值,增添学习兴趣和創新思维。因此,在本教材的编写过程中精心设计应用案例,以确保应用的完整性与时效性。

(3) 扩展与人机工程学相关的设计专业领域。本课程是文理渗透型的边缘学科,涉及面广,应用领域宽。本教材不仅针对高校工业设计与环境设计专业本科的教学需要,而且照顾相关的视觉传达与公共艺术等相关专业设计的需要,为学生提供了更为深入系统的学习机会,极大地提高教材的全面性、深入性和综合性。

(4) 提供课程专题设计。为了更好地提高学生的设计能力和学习兴趣,书中融入了编者多年从事人机工程学研究 and 教学的部分成果,重视人文层面的设计伦理阐释,同时以丰富的典型案例揭示学科的思想本质和方法要义,整理出了适合高校艺术专业各方向学生的课程专题设计题目,并提供相应的解决思路和说明,为老师提供教学参考,引导学生进行本课程的自我钻研和应用实践。

二、本教材的主要内容

人机工程学是艺术设计专业中一门典型的文理渗透型的边缘学科,涉及知识面广,应用领域宽。本教材既论述了人机工程学领域的基本原理和主要内容,又强化原理的实践与应用,采用自上而下的设计方法,从由浅入深的案例导入,再到操作的具体实现,通过课程的专题训练,使学生初步掌握“人-机-环境系统”的设计准则和基本方法。本教材为艺术设计专业教师提供循序渐进、易于讲解的教学内容和教学过程,为学生提供自我学习的范本。

本教材的主要内容如下。

第1章对人机工程学的内容、发展史和相关应用领域进行介绍;第2章介绍人体测量方法、测量数据的统计与应用;第3章介绍人体生理系统知识,同时探讨因设计不合理导致生理不适的原因和减轻症状需要采取的措施;第4章将人体心理学的基本知识与人的行为特征结合起来进行探讨,分析人的行为与设计之间的导向关系,从而达到安全、舒适、高效的目标。以上这4章是人机工程学的基本理论,也是本教材的基础部分。

第5、6章综合论述了人机工程学在艺术设计各领域的应用:交互设计、视觉传达设计、产品设计、环境设计、数字媒体设计、公共艺术设计等,体现了本教材的全面性、深入性和综合性。各高校可以根据本专业特色对教材章节内容进行取舍。

第7章结合前面章节的基本原理,为教学提供相应的课程专题设计,并以实际案例解说设计思路与方法的应用。教学实践环节可以参考专题设计进行开展。

第8章人机工程学的展望,扩充了本课程在其他领域的延伸。

三、课时分配建议

目前人机工程学作为设计院校的一门专业必修课,涉及的专业有产品设计、环境设计、视觉传达设计、数字媒体设计以及公共艺术设计等,一般为3个学分,48个课时($3 \times 16 = 48$)或52个课时($40 + 12 = 52$)。在以上的课时设置下,对课内学时分配的参考建议如下。

内 容	课 时 数
课堂讲授	28 课时
课程讨论、课程设计及总结	20 课时

四、课程考核与评分

建议考核评分采用以下分配比例:

- (1) 考勤成绩(平时表现)20%;
- (2) 平时练习(随堂练习)20%;
- (3) 结课作品(课程设计)60%。

目前多数高校中人机工程学由“考试”课程改革为“考查”课程,从闭卷考查基本理论和原则的掌握到开卷进行专题设计,使本课程提高了教学质量,让学生培养了开阔的思路,对现实的问题有了敏锐的观察力。在教学的过程中,编者发现人机工程学的基本理论人人都能接受,一般不存在理解上的困难,通过考试形式考核学生对定义或理论的掌握并无意义。通过设计专题让学生通过实践应用培养解决问题的能力才是本课程的关键教学环节。通过专题设计完成的质量,来衡量学生学习情况,同时在认真完成专题设计的过程中,也能更好地发挥学生主动性,有效提升了师生的互动性。

本书由武汉东湖学院郭媛媛、高睿、郭婷婷等主编。书中融入了编者从事人机工程学研究 and 教学多年的成果。本书由刘丽娟主审,编者对马潇潇老师的校对工作表示感谢。

最后,诚挚期盼同行、使用本书的读者对书中的错误和不当之处给予批评指正。

编 者

2018 年 8 月



1

第1章 人机工程学概述

- 1.1 引例——人机工程学的起源与发展 /2
- 1.2 人机工程学的命名与定义 /8
- 1.3 人机工程学的研究内容与方法 /9
- 1.4 人机工程学的应用领域 /14



18

第2章 人体测量学与数据应用

- 2.1 人体测量学基础知识 /19
- 2.2 人体测量方法 /27
- 2.3 常用的人体尺寸数据 /33
- 2.4 人体尺度数据的应用 /37



47

第3章 人体生理系统及其特征

- 3.1 以人为中心的人机工程学 /48
- 3.2 人体感觉通道 /48
- 3.3 人体视觉系统及其特征 /49
- 3.4 人体听觉系统及其特征 /53
- 3.5 人体其他感觉及其特征 /55
- 3.6 人体神经系统机能及其特征 /57
- 3.7 人体运动系统机能及其特征 /59



63

第4章 人体心理学与行为特征

- 4.1 人体心理学 /64
- 4.2 人的行为特征 /80
- 4.3 人的行为习惯 /84
- 4.4 基于用户行为的人机工程学设计 /97



107

第5章 人机工程学中的交互设计

- 5.1 人机界面设计 /108
- 5.2 交互设计 /129
- 5.3 人机界面与交互技术的发展及应用 /134



138

第6章 艺术设计各领域中的人机工程学

- 6.1 人机工程学与视觉传达设计的关系 /139
- 6.2 人机工程学与产品设计的关系 /150
- 6.3 人机工程学与室内设计的关系 /151
- 6.4 人机工程学与公共艺术的关系 /162



166

第7章 人机工程学的设计专题

- 7.1 为坐而设计 /167
- 7.2 为站而设计 /181
- 7.3 为手而设计 /184
- 7.4 为脚而设计 /187
- 7.5 为儿童而设计 /190
- 7.6 为孕妇而设计 /192
- 7.7 为老人而设计 /194
- 7.8 为残障人群而设计 /195



197

第8章 人机工程学的未来展望

- 8.1 人机与可持续发展结合 /198
- 8.2 人机与认知心理学结合 /198
- 8.3 人机与健康行为方式结合 /199
- 8.4 人机与数字技术紧密结合 /200
- 8.5 人机与智能系统紧密结合 /201



202

参考文献

第1章

人机工程学概述

RENJI GONGCHENGXUE GAISHU

学习目标

本章讲解人机工程学的基本知识,包括定义和应用,通过对推动人机工程学领域早期发展的个人和案例进行研究,使学生了解人机工程学的历史渊源。要求学生理解人机工程学是研究人与物、人与环境关系的学科,在日常生活中运用人机工程学主动地、高效率地支配生活环境,从而达到我们的生活要求。此外,还探讨了人机工程学在现实生活各领域的应用。

1.1

引例——人机工程学的起源与发展

创造是人类的天性,同时由于人自身的局限,需要借助不同的工具来延展及辅助人类目标的达成,这一过程反映了人类不断创造劳动工具改造世界的驱动力。早在石器时代,人类学会了选择石块制成可供敲、砸、刮、割的各种工具,从而产生了原始的人机关系。此后,人类为了提高自己的工作能力和生活水平,不断地创造发明各种器具设备。

1.1.1 引例——人机工程学的起源

中国是饮食大国,中餐的美味佳肴享誉全世界,中国餐馆遍布各国,中国独特的进食工具——筷子也因而传播全球。中国人使用筷子至少已持续三千年。筷子古称为“箸”(见图 1.1),或“筴”(zhù),又称为“筴”(jiā),古书常将“匕箸”连用,即勺和筷子。《礼记》中曾说:“饭黍无以箸。”可见至少在殷商时代,已经使用筷子进食。中国人使用筷子,在人类文明史上是一桩值得骄傲和推崇的科学发明。李政道论证中华民族是一个优秀民族时说:“中国人早在春秋战国时代就发明了筷子。如此简单的两根东西,却高妙绝伦地应用了物理学上的杠杆原理。筷子是人类手指的延伸,手指能做的事,它都能做,且不怕高热,不怕寒冻,真是高明极了。”

筷子是训练心灵手巧的工具。将短箸用作计数和计算工具,古称为“筹”或“算筹”,中国古代用于数学演算,名筹算。《汉书·律历志》规定算筹用长 6 寸(13.8 厘米)的小竹箸制成。1994 年,湖北长阳香炉石遗址出土商代中期(前 15—前 14 世纪)的骨箸,长 16 厘米。

从结构制作上来看,筷子经过长期的历史演变,其长短、粗细结构已有了一定的规范。现在我们通常使用的筷子是首方足圆,一般长度在 22 厘米和 26 厘米左右,这一长度与人的前臂(肘关节至腕关节)长度相当;首径在 0.5 厘米到 0.8 厘米之间,足径为 0.3 厘米到 0.6 厘米(视材料硬度大小而异)。这样的结构改造就其上部方形设计而言,首先摆放在饭碗和桌子上,不易滚落,其次在夹菜时增加手与筷子的摩擦力,不易滑落,方便操作,且在工艺上比圆形更易刻字雕花题诗;而筷子下部的圆形设计主要优点是在筷子与嘴唇接触时减少对嘴唇的摩擦,更易入口;最巧妙的属筷子中间部分方、圆形式的过渡,结合得自然而流畅,使筷子整体形态设计精巧、美观和简洁。

从这些数据与设计原理中体现了“器物与人的尺度数据的关系与应用”的问题,也可以发现在设计器物时,



图 1.1 汉代人餐桌上的“箸”

应该优先考虑和把握的因素。

器物要和人(使用者)的各种因素相适宜——这是现代人机工程学的基本思想和学术理论的简洁表述。

以上论述的器物设计基本准则不仅简单、朴素、自然,而且能满足人的本能需求。除了典籍之外,从我国的古文物中也能观察到其间蕴含的与人的生理相宜的例子。譬如在古代文化遗址中发现的器具、桌椅、服饰等产品,都是围绕“人的因素”进行设计与制作的,没有一个器物的尺寸会高得离奇而难以使用,或低得离谱而无法省力;也没有一个饮具大得惊人而捧饮困难,或小得不合理而无法盛下适量液体。即使是狩猎时使用的棍棒、石块等简陋工具,在尺寸、重量、形状上也大体符合原始人的生理条件。

可见,人机工程学的基本思想在人类历史上是源远流长的。一定程度上它属于人们“自发的思维倾向,本能的行为方式”。

人们设计与制作器物外观造型,不仅能使器物本身达到精准的制作标准,更大的作用在于对比例美的追求,以满足人的使用。《考工记》在全文总述中对车轮比例有这样的介绍:“轮已崇,则人不能登也;轮已庳,则于马终古登阨也。故兵车之轮六尺有六寸,田车之轮六尺有三寸,乘车之轮六尺有六寸。六尺有六寸之轮,轺崇三尺有三寸也,加軫与轂焉,四尺也。人长八尺,登下以为节。”车轮是车中最为核心的部件,它的比例影响着整个车子的比例是否符合人的使用。

《考工记》此处的论述,主要是根据使用情况来选择车轮的尺寸(见图 1.2)。车轮太高,人就不容易登车;车轮太低的话,马拉车的时候会非常费力,好像时刻处在爬坡的状态,影响车行进的速度。所以工匠根据以往的设计制造经验,通过不断的实践验证,根据配合的车辆不同将车轮的尺寸进行了不同的设定。兵车使用的环境经常变化,故轮高六尺六寸,田地中有沟壑所以使用的车子轮高六尺三寸,日常乘坐的车轮高六尺六寸。大多数人乘坐的车轮高六尺六寸,相配合的轺高三尺三寸,加上軫与轂,共四尺。人的身高在古代多被认为是八尺,所以这些车轮的尺寸让人上下车时感觉高低刚好合适。——《考工记》的研究表明,与人的因素相适应是器物设计和制作最基本的原则之一。

关于“人的因素”,以上引例中仅仅只提到人体尺寸、体能、体力等生理条件等,在实际的设计应用中我们还

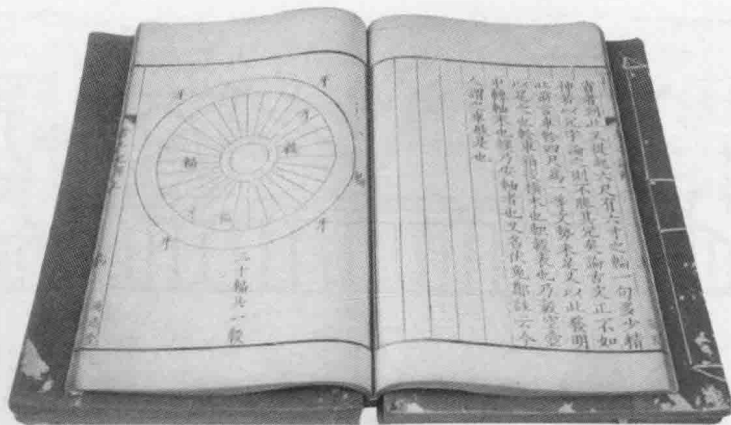


图 1.2 《考工记》的车轮记载

应该考虑人的感知、认知、情感、行为及社会等更多、更深的方面。人机工程学在艺术设计的领域——视觉传达设计、产品设计、环境设计、数字媒体设计、公共艺术设计中,如何分析和处理“人的因素”是本教材将展开论述的重点。

1.1.2 人机工程学的发展

1. 我国人机工程学发展简况

在我国,最早的人机工程学的思想和方法可以说是应用在家具设计方面的。我国在世界上不仅是最早使用家具的国家,而且是最早重视家具功能设计的国家。例如,曾被视为东方艺术瑰宝的明式椅(见图 1.3),各个部件,如搭脑、扶手、靠背板、座板、四足间的比例关系都是非常适宜合度的,其搭脑、扶手等部位形成曲线,同时其靠背与座面形成近 100 度的背倾角,这是根据人体休息时必要的后倾角度进行设计的。总体来说,明式椅既有视觉上的美感,又能给人带来人体比例、触觉等方面的舒适感,体现了人体功能与器具相结合的效果。当时曾被欧洲家具设计师们争相效仿。到了近代,由于战争,直至中华人民共和国成立前夕,我国的工业生产处于相当落后的状态。不要说重工业得不到发展,就是轻工业产品也大多靠进口。有些产品,虽然我国能够制造却多是仿造和复制的,与工业发展息息相关的人机工程学当然难以得到引进和发展。所以,当时我国没有人机工程学的研究机构,也没有任何一个学校开设这门课程。



图 1.3 明式椅

中华人民共和国成立后,人们的物质生活还不够丰富,人们对工业产品的要求仅限于使用功能上的满足,至于室内设计、环境的美化、器具的宜人等问题,暂时还无法顾及。中华人民共和国成立初期经过短暂的恢复,我国设立了轻工业部、纺织工业部、中央手工业管理局、机械工业部等国家机构,专门负责工业生产的发展和研究工作,使我国的工业得到迅速发展。

在新的形势下,旧的生产设备日益难以满足生产的需要。特别是改革开放以后,原有的设备状况难以与飞速发展的当代工农业生产相适应。同时,人们的物质生活及精神生活都得到了很大的提高,对产品的需求自然越来越高了。因此,在一些理工科大学首先设置了造型设计、工业设计等专业,还在一些美术院校设

置了工艺美术专业。在教学和设计中人机工程学的理论不仅得到了应用,而且促进了本学科沿着具有我国特点的方向发展。早期,我们虽然开设了人机工程学课程,但在教学形式和内容上,多是照搬别国经验,缺乏我国自己的特点,因此,所设计的产品往往不适合我国民众的特点。例如,多数机械设备设计偏高,人在操作时,不是垫高人的位置,就是将机器就地而放,无法适应操作者的使用需要。

20 世纪 60—70 年代,我国经历了“文化大革命”,由于受到“知识无用论”的影响,刚刚兴起的科技文化再度受挫,严重地影响了人机工程学的发展,甚至某些设计人员对人机工程学的作用也缺乏足够认识,误认为它只是应用在精密设计范围,如导弹、飞机座舱、军备等方面,而在家庭用具、工厂布局、机械、学校、医院、办公室、图书馆、汽车、火车、船舶、农具、书籍、玩具、运动设施等方面得不到应用。多年来,由于诸多原因,人机工程学在我国发展缓慢。

我国人机工程学真正起步是在 20 世纪 70 年代,首先是将人机工程学的理论应用在家具设计方面。用人机工程学有关知识来指导家具的设计仍处于初始阶段,无论是试验方法或实测手段都不够完善,影响了人机工程学理论与应用向纵深发展。人机工程学得到发展是 20 世纪 80 年代前后,随着改革开放政策的实行,加强了国际学术交流,促进了科学技术的发展,也使人机工程学相应地得以发展。1980 年,在机械工业系统成立了“工效学”学会。1985 年,以全国高等学校为主体的“人类工效学”学会在西南交通大学成立。1995 年 9 月,《人类工效学》杂志创刊。近年来,我国人机工程学发展速度很快,在许多理工科大学与美术院校(系)都开设了人机工程学的课程。本学科的发展在国内虽然已经取得了一定成果,但与世界先进水平相比较,各地发展不平衡,要形成具有我国特色的人机工程学尚需很大努力。

2. 国际人机工程学发展简况

人机工程学作为一门独立的学科已有六十年左右的历史,其作为一门学科而言,起源可以追溯到 20 世纪初,在学科的形成和发展过程中,大致经历了以下三个阶段。

1) 经验人机工程学

在古代,虽然没有系统的人机工程学研究方法,但人类所创造的各种器具,从形状的发展变化来看,是符合人机工程学原理的:旧石器时代所制造的石刀、石斧等狩猎工具,大部分呈直线形状;到新石器时代,人类所制造的锄头、铲刀及石磨等的形状,就逐渐变得更适合人类使用了;青铜时代以后,人类所创造的工具更是大大向前发展了,这些工具由于人的使用和改造,由简单到复杂并逐步科学化(见图 1.4)。这种实际存在的人机关系及其发展的最初阶段被称为经验人机工程学。如指南车的设计,被认为是经验人机工程学的范例。

人机工程学一词的概念,是由波兰教授雅斯特莱鲍夫斯基于 1857 年提出的。20 世纪初,西方国家的机器工业生产飞速发展,用美国学者泰罗(见图 1.5)名字命名的泰罗制成为人机工程学的鼻祖:这是一套专门研究工人如何去操作机器和工具才能更加安全、省力、高效的方法和制度。从泰罗制的形成到第二次世界大战之前,属于经验人机工程学的发展阶段。

在经验人机工程学的发展阶段,对于人机工程学的研究者大多都是心理学家,因此这一阶段的研究基本偏重于心理学方面,以至于在这一时期,本门学科被称为“应用试验心理学”。在这一基础上,本阶段人机工程学的发展特点则是:机器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优选上,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。

因此,改革工具以改善劳动条件和提高劳动效率成为最迫切的问题,从而使人们开始对经验人机工程学所提出的问题进行科学的研究,并促使经验人机工程学升华为科学的人机工程学。这一转变过程以几个比较有名的研究试验为代表。

(1) 肌肉疲劳试验。

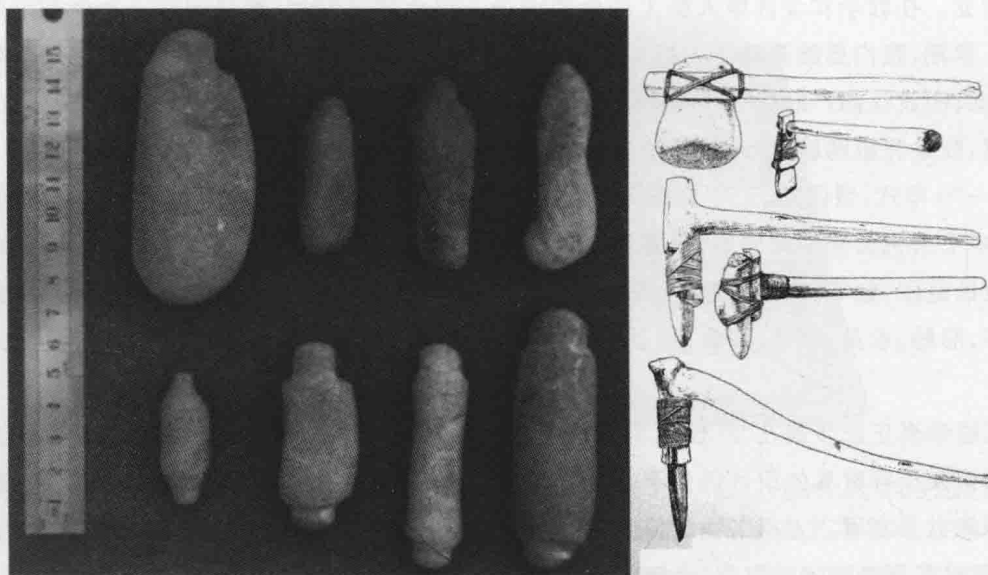


图 1.4 原始人的劳动工具

1884 年,德国学者 A. 莫索(A. Mosso)对人体劳动疲劳进行了研究。当人作业时,将人体通以微电流,随着人体疲劳程度不同,电流也随之变化,然后再用电信号将人体的疲劳程度测量出来。这一研究为后来形成的“劳动科学”学科打下了基础。

(2) 铁锹作业试验研究。

1898 年,美国工程师泰罗从人机工程学的角度出发,对铁锹的使用效率进行了研究。他用形状相同而铲量不同的四种铁锹(每次可铲重量分别为 5 kg、10 kg、17 kg 和 30 kg)去铲同样一堆煤(见图 1.6),虽然 17 kg 和 30 kg 的铁锹每次铲量大,但试验结果表明,用 10 kg 的铁锹铲煤效率最高。经过多次试验,终于找出了铁锹的最佳设计和搬运煤屑、铁屑、砂子和铁矿石等松散粒状材料时每一铲的最适当重量,这就是人机工程学一次著名的试验“铁锹作业试验”。



图 1.5 泰罗

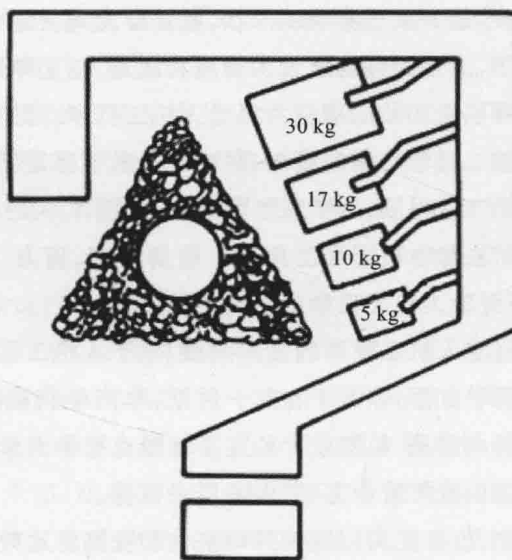


图 1.6 铁锹作业试验

(3) 砌砖作业试验。

1911年, F. B. 吉尔伯勒斯对美国砌砖工人进行了试验, 他用快速摄影机拍摄砌砖工人的动作, 然后对砌砖动作进行分析研究, 去掉无效动作, 提高有效动作的效率, 使工人的砌砖速度由当时的每小时 120 块提高到每小时 350 块。

2) 科学人机工程学(第二次世界大战期间)

人机工程学的第二个发展阶段贯穿于第二次世界大战期间, 这一阶段可以称为科学人机工程学的发展阶段。在这一阶段中, 由于战争的需要, 各个国家大力发展效能高、威力大的新式武器装备, 但由于忽视了这些新式武器装备中“人的因素”, 使得因操作失误而导致失败的例子屡见不鲜。

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; 由于操作复杂、不灵活和不符合人的生理尺寸而造成的战斗中率低等现象经常发生; 雷达运行时, 要求操纵人员接收和分辨出显示器上显示的各种信息, 根据这些信息在很短的时间内做出决策和进行操作, 而雷达设备没有发挥出其全部潜力来, 绝大部分是由于操纵人员不能掌握这个电子设备的复杂操作。这种种失败的经验和教训提醒人们, 有时飞机弄错方向坠毁, 炸弹误中友船, 就是因为设计时没有考虑人的各种生理与心理特征。据统计, 美国在第二次世界大战的飞机事故中, 80% 是由于人机工程学方面的原因造成的。众多失败教训引起了决策者和设计者的高度重视。专家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, “人的因素”在设计中是不容忽视的一个重要条件; 此外必须了解, 要设计好一个高效能的装备, 只有工程技术知识是不够的, 还必须兼顾生理学、心理学、人体测量学、生物力学等学科方面的知识。正是由于这些失败例子的频发, 军事领域的工程师不得不在武器装备的设计中更多地考虑“人的因素”, 这样一来, 科学人机工程学便应运而生。

由于“二战”的结束, 人机工程学的研究与应用逐渐从军事领域转向非军事领域, 现有的军事领域中的研究成果也被用来解决工业与工程设计中的某些问题。在这一阶段, 人机工程学的发展特点是: 重视工业与工程设计中“人的因素”, 力求使机器适应于人。

3) 现代人机工程学(第二次世界大战之后)

人机工程学发展的第三阶段是从 20 世纪 60 年代至今。20 世纪 60 年代起, 欧美各国进入了大规模的经济发展时期。在这一阶段, 本门学科的研究方向发展为把人、机、环境作为一个统一的整体来研究, 由此创造出最适合于人操作的机械设备和工作环境, 最终使得人、机、环境三者相协调, 获得系统的最高综合效能。由于人机工程学的迅速发展及其在各个领域中的作用日趋明显, 各学科专家学者都开始关注起来。1961 年, 国际人类工效学学会的成立(简称 IEA) 推动了各国人机工程学的发展。该组织出版了《工效学》和《应用工效学》两种刊物, 每三年召开一次学术会议。

随着人们对人机工程学的一段研究, 其应用已经深入与人有关的各个领域, 从人们的衣、食、住、行, 到科学技术的高速发展, 都与人机工程学密不可分。而 IEA 在其会刊中明确指出了现代人机工程学发展的三个特点: ①不同于传统人机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, 现代人机工程学着眼于工程设计及各类产品的设计, 使机器的操作不越出人类能力界限外; ②密切与实际应用相结合, 通过严密计划设定的广泛的试验性研究, 尽可能利用所掌握的基本原理, 进行具体的产品设计; ③力求使试验心理学、生理学、功能解剖学、人类学等学科的专家与物理学、数学、工程技术等方面的研究人员共同努力、密切合作。

1.2

人机工程学的命名与定义

1.2.1 人机工程学的命名

人机工程学(man-machine engineering)是研究人、机器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。

由于该学科研究和应用的范围极其广泛,它所涉及的各学科的、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不尽相同,即使同一个国家对本学科名称的提法也很不统一,甚至有很大差别。例如:该学科在美国称为“human engineering”(人类工程学)或“human factors engineering”(人的因素工程学);西欧国家多称为“ergonomics”(人类工效学);而其他国家大多引用西欧的名称。

“ergonomics”一词是由希腊词根“ergon”(即工作、劳动)和“nomos”(即规律、规则)复合而成的,其本义为人的劳动规律。由于该词能够较全面地反映本学科的本质,又源自希腊文,便于各国语言翻译上的统一,而且词义保持中立性,不显露它对各组成学科的亲密和间疏,因此目前较多的国家采用“ergonomics”一词作为该学科的名称。例如,苏联和日本都引用该词的音译,苏联译为“эргономика”,日本译为“人間工学”,称为人间工学。

人机工程学在我国起步较晚,目前该学科在国内的名称尚未统一,除普遍采用人机工程学外,常见名称还有人-机-环境系统工程、人体工程学、人类工效学、人类工程学、工程心理学、宜人学、人的因素等。不同的名称,其研究重点略有差别。

1.2.2 人机工程学的定义

由于各国国情和研究的针对性不同,不同国家对这门学科的命名及侧重点也不同。美国人机工程学专家C. C 伍德(Charles C. Wood)给出的定义为:设备的设计必须适合人体各方面的因素,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,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操作时使作业者感到安全和舒适。日本的人机工程学专家认为:人机工程学是根据人体解剖学、生理学和心理学等学科,了解并掌握人的作业能力和极限,使工作、环境、起居条件等和人体相适应

的科学。苏联的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。

国际人类工效学学会(IEA,International Ergonomics Association)在1960年的定义是: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的相互作用,研究在工作中、家庭生活中与闲暇时怎样考虑人的健康、安全、舒适和工作效率的学科。三句话,分别说明人机工程学的研究对象、内容与目的。

IEA在2008年8月的新定义是:人机工程学是研究人与系统中各因素之间的相互作用,以及应用相关理论、原理、数据和方法来设计,以达到优化人类和系统效能的学科。新定义概略、简洁,强调了系统中人与其他因素交互作用的理念。设计应在多种约束和多重目标之间恰当地把握住平衡。这一确切定义将人-机-环境系统作为研究的整体对象,运用生理学、心理学和其他有关学科知识,根据人和机器的条件及特点,合理分配人和机器承担的操作职能,并使之相互适应,从而为人创造出舒适和安全的工作环境。

1.3

人机工程学的研究内容与方法

1.3.1 人机工程学的研究内容

人作为人机系统中的操作者,与外界发生联系主要依赖于三个子系统,即感觉系统、神经系统和运动系统。人在操作过程中,信息由机器通过显示器传递给人的感觉器官(如眼睛、耳朵等),然后经过中枢神经系统进行处理,再指挥运动系统(手、脚等)操纵机器的控制器,改变机器所处的状态(见图1.7)。

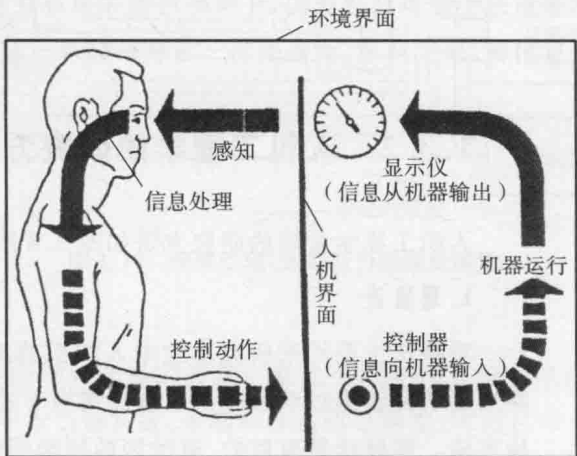


图 1.7 人机系统示意图

由此可见,机器传达的信息,通过人又反馈到机器,形成一个闭环系统。人机所处的外部环境因素(如温度、光线、噪声、振动等)也将不断影响和干扰此系统的工作。因此,人机系统从广义上来讲,又可称为人-机-环境系统。

1. 人

人是指操作者或使用者。人机工程学主要研究人体尺寸、人的感知特征、人的反应特征以及人在劳动中的心理特征等。人作为系统中的主要因素既要遵从物理原则,又不违反自然规律。

在产品设计中,人机工程学研究的内容主要包括人机界面设计、控制台和控制室的布局设计、医疗设备、座椅的设计与舒适性研究、办公室和办公设备设计、家用产品舒适性设计等。产品设计通过数据研究来确定产品的尺寸和比例,这些尺寸和比例主要基于人类的生理尺寸和使用习惯。在产品开发阶段,会把人机工程学研究的数据应用到产品设计中,使其符合人们的使用要求。

2. 机

机泛指人可操作与可使用的物,可以是机器,也可以是用具或生活用品、设施、计算机软件等各种与人发生关系的一切事物,包括三大类别:显示器(仪表、信号、显示屏等)、操纵器(各类机器的操作部分)、机具(家具、设备等)。人机工程学主要研究工作系统中直接由人使用的机械部分如何适应人的使用。

3. 环境

环境是指与人共处的环境,包含两大类:普通环境(建筑与室内环境的照明、温度、湿度等)、特殊环境(冶金、化工、采矿、航空、宇航和极地探险等环境,其中也有极特殊的环境,如高温、高压、辐射、污染等)。人机工程学主要研究环境的控制,即环境如何适应人的使用。

从以上人机工程学研究的内容来说,本门学科涵盖了许多交叉的学科问题,涉及很多不同的学科,所以在进行研究时要遵循以下几点原则。

(1)物理原则:某些定律与原理在物理学科中成立,也适用于人机工程学中,但在处理问题时则既要以人为主又要遵从物理原则。

(2)生理、心理兼顾原则:人机工程学必须了解人的结构,除了生理,还要了解心理因素。人是具有心理活动的,人的心理在时间和空间上是自由和开放的,它会受到人的经历和社会传统以及文化的影响。人的活动无论在何时何地都是受到这些因素影响的,因此,人机工程学的研究必须遵循生理、心理兼顾的原则。

(3)考虑环境的原则:人机的关系并不是单独存在的,环境是两者关系存在的媒介。因此,在进行人机工程学的研究时,不能单独研究人、研究机械、研究环境,而是要将三者联系起来一起考虑。

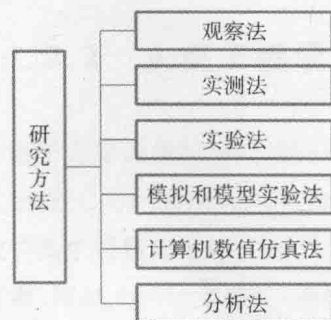


图 1.8 人机工程学的研究方法

1.3.2 人机工程学的研究方法

人机工程学常用的研究方法如图 1.8 所示。

1. 观察法

观察法主要用来研究系统中人和机的工作状态,其方法多种多样。观察法是研究者通过观察和记录自然情境下发生的现象来认识研究对象的一种方法。观察法是有目的、有计划的科学观察,是在不影响事件的情况下进行的。观察者不参与研究对象的活动,这样可以避免对研究对象的影响,可以保证研究的自然性与真实性。自然观察法也可以借助特殊的仪器进行观