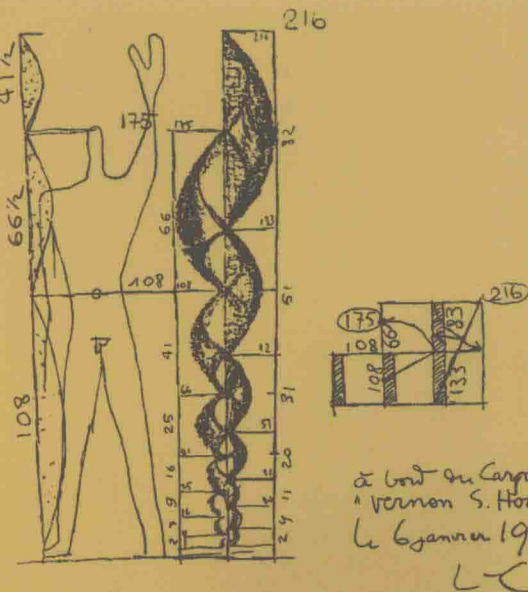


黄河 编著



清华大学出版社

工业设计科学与文化系列丛书

设计人类工效学

黄河 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统阐述了人类工效学的基础理论与方法,介绍了其在工业设计及相关设计领域的应用实例。全书内容分为基础篇、应用篇和资料篇3部分,共14章。主要内容包括:人类工效学概述、工效学基础知识、人和物的关系;衣服、鞋子、卧具、家具、居住、交通工具座椅、器具的工效学、通用设计与工效学;常用人体动作尺寸等。本书吸收了日本人间工学在设计领域的理论和方法,同时引用了大量的设计案例和实验案例作为理论的支持和补充,是一部理论与实践结合的参考书。

本书可作为普通高等学校工业设计等各类设计专业的教材,也可供工业工程、管理科学与工程、机械工程等其他专业的学生使用,还可作为相关专业的研究生、工效学领域的研究人员、设计师和其他工程技术人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

设计人类工效学 / 黄河编著. --北京:清华大学出版社, 2016

(工业设计科学与文化系列丛书)

ISBN 978-7-302-41844-3

I. ①设… II. ①黄… III. ①设计-工效学 IV. ①J06 ②TB18

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第252102号

责任编辑:冯 昕

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:210mm×285mm

印 张:12.5

字 数:341千字

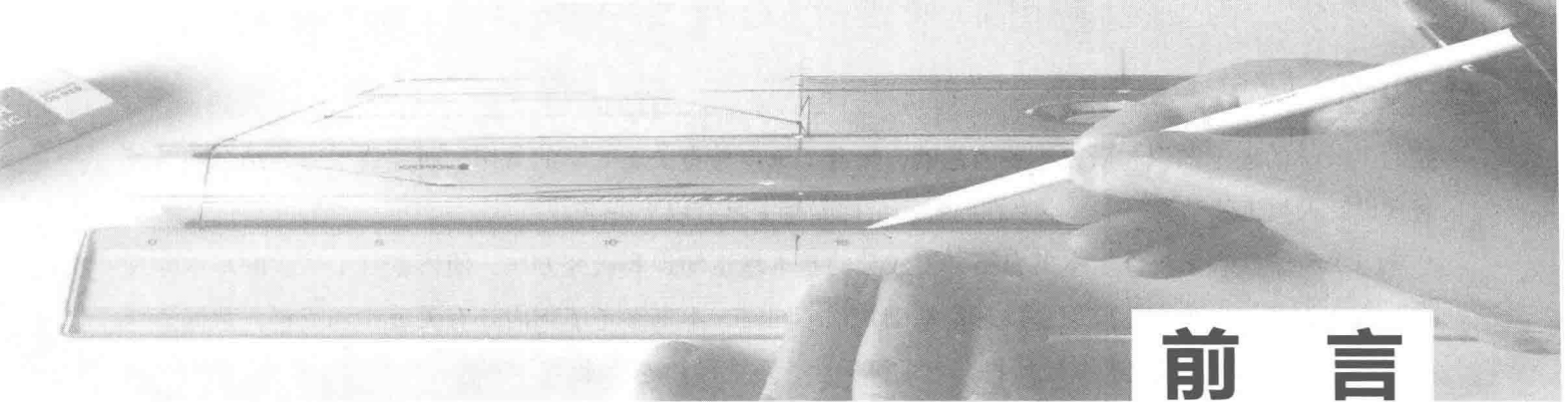
版 次:2016年1月第1版

印 次:2016年1月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.00元

产品编号:048709-01



前言

人类工效学是一门建立在工程学、医学、心理学、解剖学、人类学、信息论等一系列科学基础之上的新兴边缘学科，它正式作为一门学问，至今也不过几十年历史，但它以强大的生命力迅速发展着。开始只是应用于军事方面的研究，第二次世界大战后主要应用于企业中的人机关系，后来迅速渗透到人类生活的各个方面。尤其是进入 21 世纪以来，随着我国科学发展观和构建和谐社会战略思想的推进，以人为中心的设计理念和以人为本的管理思想逐渐成为时代发展的主题。目前工效学在制造业、服务业、工业设计、建筑景观设计、公共生活空间、计算机软硬件、航空航天系统、医疗系统、交通、电信、残障人士辅助设备、军事武器等各方面广泛应用，并在使人类活动的科学化、适宜化以及提高人机系统效能方面作出了突出贡献，日益显示出它的重要作用和价值。人类工效学对于广大的设计人员，尤其对从事建筑、室内、环境、工业设计和工程技术研究等人员来说，已是一门极为重要的必修课程。近年来，这门新学科在我国广为传播，迫切需要这方面的参考书，尤其是对指导实际设计和科学研究有启迪的书更为需要。

笔者有幸于 1998 年赴日本千葉工业大学经营工学专攻留学，师从著名的劳动科学专家肝付邦宪教授和产业保健人间工学专家三泽哲夫教授，留学期间第一次接触到人间工学（工效学）这门学科。在导师的悉心指导下，系统学习了人类工效学的理论知识和研究方法，并运用工效学方法进行了一系列的实验和调查研究。从一个对工效学一知半解的门外汉到 2002 年以全优的成绩获得硕士学位，2005 年获得博士学位，毕业后在日本一流的制造企业从事生产管理等工作。随着学习和研究的深入，深感这门学科对设计和管理的重要性。留日期间，还十分荣幸得到日本建筑、室内和家具研究权威，千葉工业大学理事小原二郎教授的指导。小原先生历任千葉大学教授及工学部长、千葉工业大学教授及理事、江南大学（原无锡轻工业学院）名誉教授等职，是日本人类工效学会创始者之一，取得很多先驱性的业绩而荣获国家蓝绶褒章和勋二等瑞宝章等国家殊荣。同时，小原先生还平易近人、热情好客，十分关怀中国留学生和中国的设计事业。小原先生在我博士毕业前还赠送了他的代表作之一——《来自人类工程学的发想》给我留念和学习，这是他几十年研究人类工效学成果的结晶，在日本及国外都得到高度评价，并因此获得日本建筑学会赏。自发行以来不断再版，经销不衰。

笔者于 2007 年回国后一直从事工效学方面的教学与研究。现在我国已成为世界的制造大国和经济大国，取得了令世界刮目相看的成就，但是我国还不是制造强国和创造大国，我们与发达国家还有一定的距离。对从事制造业和设计创造极为重要的人类工效学正在受到我国制造业、设计界等社会各个领域的重视，但深入的基础研究和应用研究成果尚不多。

鉴于以上背景，为进一步提高我国企业和设计院校工业设计的水平和质量，笔者以在日本留学所掌

握的工效学的理论知识和研究实践为基础,参考了国内外有关工效学的著作和研究成果,并结合国情编著《设计人类工效学》一书。本书在内容和结构安排上具有以下特点。

(1) 科学性和系统性:本书介绍了工效学的基本理论知识和研究方法,使读者对工效学的基本原理有一个全面了解,为实际应用提供理论基础知识。同时,本书参考了国内外有关著作和资料,数据资料都是基于工效学调查或实验基础所得,力求科学性、系统性和逻辑性。

(2) 理论性和实用性:在介绍工效学基础理论和方法的基础上,以与人们生活息息相关的衣食住行等为主线,重点介绍在衣服、鞋、卧具、家具、器具、交通工具、室内设计、通用设计等生活产品和环境中的应用。资料篇还附有设计用人体尺寸等,供从事工业设计和工程管理者参考。

(3) 易读性和趣味性:本书图文并茂,通俗易懂,结合生活实例论述,对推动工效学在我国的普及,指导和促进工效学在工业设计教育及企业设计实践中的应用,具有较高的现实指导意义。

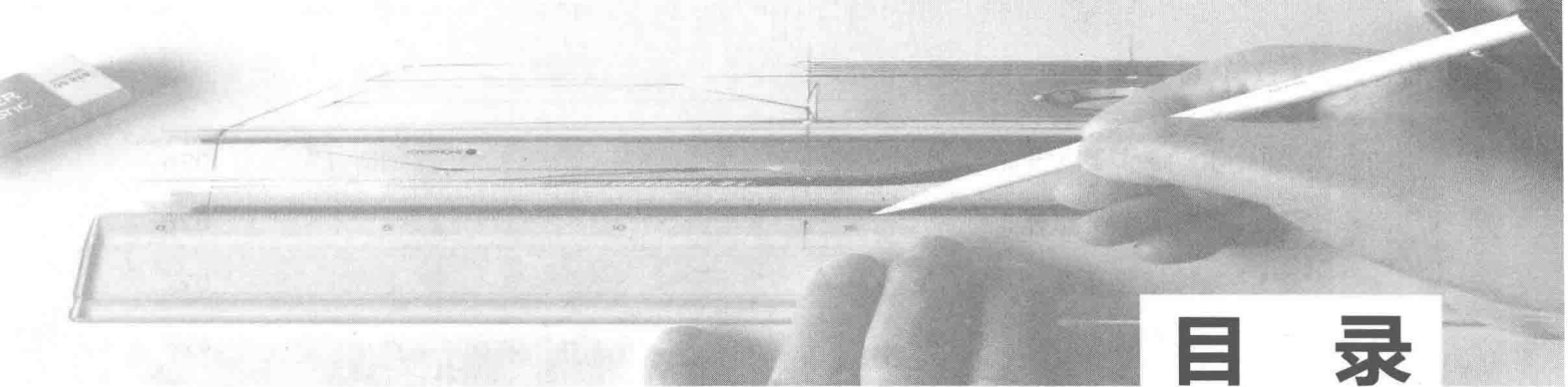
全书共分基础篇、应用篇和资料篇3部分,计14章。第1~3章为基础篇,介绍工效学基本理论;第4~11章为应用篇,介绍工效学在生活中的应用;资料篇主要附有工效学有关的设计用人体尺寸。

本书的写作计划源于日本,成在祖国。本书在编写过程中,得到了肝付邦宪教授和三泽哲夫教授的指导和帮助,得到了小原二郎先生等专家提供的宝贵资料。在这里还特别要感谢清华大学出版社理工分社张秋玲社长和冯昕编辑的热情鼓励、指导和帮助。在此谨向所有关心、支持和帮助本书出版的单位和专家、朋友们表示最衷心的感谢!

知识就是力量,智慧和创新改变命运。衷心希望本书的出版能对从事建筑、室内装饰、工业设计等设计领域的设计人员、研究人员、设计院校师生和广大读者在理论和实践上有所裨益。由于笔者水平有限,书中不妥和疏漏之处,恳请广大读者和有关专家学者予以批评指正。

黄河

2015年10月5日



目 录

基 础 篇

第 1 章 人类工效学概述	003
1.1 人类工效学的定义	005
1.2 人类工效学的产生与发展	005
1.3 人类工效学的研究方法	006
1.3.1 心理学的测定法	008
1.3.2 动作 - 时间研究	009
1.3.3 人体测量——形态学的测定	010
1.3.4 生理学的测定	010
1.4 人类工效学的研究内容和应用领域	011
1.4.1 环境	013
1.4.2 安全	013
1.4.3 作业空间	014
1.5 产品设计与人类工效学	015
1.6 21 世纪人类工效学的课题	016
第 2 章 工效学的基础知识	019
2.1 人体测量	020
2.1.1 测定方法	020
2.1.2 人体的大小和重量	021
2.1.3 测量值的应用	024
2.1.4 手、足的大小	024
2.1.5 动作和姿势	025
2.2 作业空间	026

2.2.1 水平面作业范围	026
2.2.2 垂直面作业范围	026
2.2.3 立体作业范围	027
2.2.4 必要空间	028
2.3 作业环境	028
2.3.1 空气环境	028
2.3.2 微气候环境	031
2.3.3 照明环境	032
2.3.4 色彩环境	036
2.3.5 噪声环境	040

第3章 人和物的关系	045
3.1 人-物系统的思考方式	046
3.2 触	046
3.3 握	047
3.4 旋	049
3.5 推、拉	050
3.6 开、关	051
3.7 踏	052
3.8 弯腰、跨越	054

应 用 篇

第4章 衣服的人类工效学	057
4.1 人体与衣服	058
4.2 人体尺寸与体型	058
4.3 运动时合适的衣服	060
4.4 衣服的构成	060
4.5 触觉与材质	060
第5章 鞋的人类工效学	063
5.1 鞋的作用	064

5.2 足的构造	064
5.3 足的机能与鞋	064
5.4 足的疾患与鞋	066
5.5 合适的鞋	067
5.6 步行和地面	067
第 6 章 卧具的人类工效学	069
6.1 睡眠与卧具	070
6.2 卧具的条件	071
6.3 人体构造与睡眠姿势	071
6.4 弹性的三层构造	073
6.5 枕头的高度	073
6.6 体压分布和睡眠感觉	074
6.7 睡眠姿势和床的柔软度	075
6.8 卧具的大小	075
6.9 缓冲材料	076
6.10 盖被的条件	078
6.11 卧具的选择方法	078
第 7 章 家具的人类工效学	081
7.1 家具的重要性	082
7.2 椅子的历史	083
7.3 椅子的作用	084
7.4 不适当的使用方法	085
7.5 桌子和椅子	086
7.6 好椅子的条件	087
7.7 作业台的高度	090
7.8 柜台的改进	091
第 8 章 居住的工效学	093
8.1 建筑和工效学	094

8.2 室内与外观	094
8.3 室内装饰内衣论	095
8.4 物理尺度和心理尺度	096
8.5 个人空间和间距	097
8.6 模数的调整	098
8.7 住宅与安全	100

第9章 交通工具座席的人类工效学	103
9.1 新干线上的后向座席	104
9.2 新干线的车辆座席	105
9.3 通勤电车的七人座位	106
9.4 卧铺车厢的铺位	107
9.5 飞机的座席	108
9.6 汽车的座席	109

第10章 器械的人类工效学	113
10.1 把手、把柄等的大小、形状与手的关系	114
10.1.1 粗细	114
10.1.2 长度	115
10.1.3 大小	115
10.1.4 形态	115
10.1.5 材质	116
10.2 笔记用具	116
10.3 工具把手	117

第11章 通用设计与人类工效学	119
11.1 通用设计概述	120
11.2 建筑、公共空间的通用设计	121
11.3 汽车的通用设计	121
11.4 住宅的通用设计	123
11.5 家电产品的通用设计	125

资料篇——设计用人体尺寸

VII

基础篇

工效学是近几十年发展起来的一门新兴边缘性学科，它是研究人、机、环境如何达到最佳匹配，并使整个人 - 机 - 环境系统适应人的生理和心理特点，保障人们安全、健康、舒适、高效地工作和生活的一门学科。随着社会、经济的迅速发展，工效学越来越显示出它的重要性，也越来越受到各行各业的高度重视。对于广大设计和管理人员，尤其是从事建筑、室内、环境、产品的工业设计和工程技术人员而言，已是一门极为重要的必修课程。因此，学习和掌握工效学的基本原理与知识，对科学指导生产实践，提高人们生活品质具有重要意义。



第1章

人类工效学概述

在远古时代,人类为了生存,捕获猎物、耕作生产以及生活都要依靠工具。从世界各国的工具进化中,我们可以看到在漫长的历史进程中人类与工具的关系,这也是人类工效学的萌芽。

无论在高山峻岭、大洋深处,或地球的两极,都有人的足迹,人类正在为建设美好的家园而努力。然而,在这些地区人类的活动是很困难的,因为要承受缺氧、失重、辐射、高温、高压、低温、振动和噪声等重重考验。宇航员起飞时要承受 6.5 倍的重力加速度,返回地球时则为 11 倍。1951 年美国宇航员斯塔乘坐的火箭车时速为 960km,到停止只用 1.4s,相当于 190km/h 的汽车撞到墙上。我国神舟载人飞船 3 次成功安全返回地面,反映了我国航天事业取得了突破性的发展。之所以能成功,是因为宇航员采取了防护和减少伤害的姿势。人类用科学的方法,测出了人体的许多具体参数,如肢体的容积、密度、质量、重心位置、转动惯量和动作、角度限制等,以此作为制定各种环境、条件安全标准的主要依据,所有这些为宇航员的安全返回提供了设计的依据。因此,宇宙飞船安全返回地面也体现了人类工效学的研究成果。

人类工效学作为一门新兴学科,诞生于 1945 年的美国,“二战”后在欧洲也同样得到了发展。由于该学科研究和应用的领域极其广泛,各学科领域的专家都从自身的角度来给本学科下定义,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),这是将希腊语中“作业”(ergon)和“管理、法则”(nomos)合在一起创造的新词;日本称为“人间工学”。比较各国的人类工效学,美国将研究重点放在工程学方面;欧洲则把重点放在人类科学方面,主要以英国和德国为中心,进行着相似内容的研究;日本的研究可说介于两者之间。

在日本,开始关注人类工效学是在 1955 年前后,并于 1964 年成立了日本人间工学会,会员的组成比例为:心理学占 30.6%,医学占

25.2%,工学占 14.1%,设计人员占 13.8%,建筑占 7.2%。到 1977 年会员不仅增加了服装等新的领域的研究者,同时组成比例也发生了变化,依次为:工学 21%,医学 14.6%,服装 11.3%,心理学 10.2%,设计 7%,建筑 3.5%,还有其他领域的会员。目前,会员达 2000 多人,研究领域更为广泛。图 1-1 为日本人间工学会会员的专业领域(按大类分)。

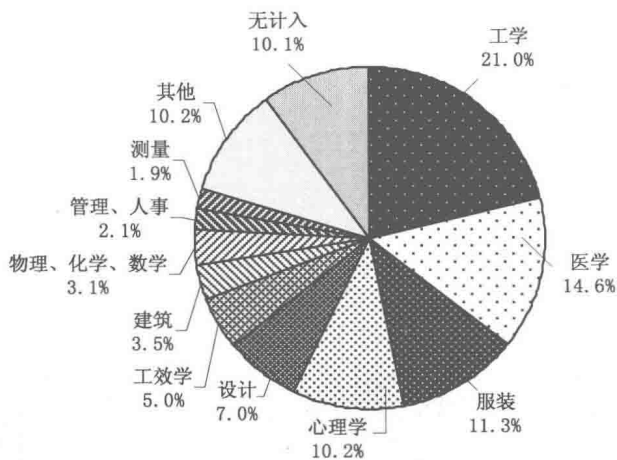


图 1-1 日本人间工学会会员的专业领域分类

在大的专业分类基础上,若再细分的话,就工学和医学的会员还可再分为多个专业领域。如工学可分为:安全工学,IE,运动力学,应用力学,画像工学,管理工学,环境工学,金属工学,教育工学,机械工学,航空工学,工作机械,可靠性工学,汽车工学,振动工学,车辆设计,系统工学,食品安全工学,照明工学,自动控制工学,精密机械,纤维工学,生产技术,造船工学,铸造,通信工学,电气工学,电子工学,道路工学,土木工学,动作解析,热工学,农业工学,木材加工技术等。医学可分为:医用电子,医学,运动生理,宇宙生理学,卫生学,眼科,环境医学,感觉生理,解剖学,潜水生理学,基础医学,外科,健康教育,公众卫生,交通医学,航空医学,产业医学,妇产科,人工脏器,循环器病学,牙科,小儿神经,体育医学,动物生理,内科,保健体育,理学疗法,劳动卫生等。由此可见,从事人类工效学研究的人员涉及很多学科领域。

人类工效学在我国起步较晚,常见的名称有人体工学、人类工程学、人机工程学、工程心理学、宜人学、人的因素等。目前该学科普遍采用人类

工效学这一名称,其学会组织叫“中国人类工效学学会”。随着社会的进步、科技的发展、学科的交叉,其内涵和外延都在变化,因而其定义和名称也将发生变化。

由于人类工效学从一开始就是一门交叉学科,涉及不少学科和专业领域,加上各国的研究侧重点不同,因而世界各国对本学科的定义也不尽相同,即使一个国家,提法也很不统一,现介绍几种代表性的定义供参考。

1.1 人类工效学的定义

人类工效学是一门建立在数学、物理学、力学、生理学、解剖学、卫生学、心理学、技术科学、人类逻辑学、生理物理学、生物力学、人类学、自动控制、信息论、社会学等一系列科学基础上的一门新兴学科,是一门研究“人-物-环境”之间相互作用的学科。

与该学科名称一样,目前国内外对本学科所下的定义也不统一。

(1) 美国人类工效学专家 C.C. 伍德 (Charles C. Wood) 所下的定义为: 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. 伍德森则认为: 人类工效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。著名的美国人类工效学及应用心理学家 A. 查帕尼斯 (A. Chapanis) 说: “人类工效学是在机械设计中, 考虑如何使人获得操作简便而又准确的一门科学。”

(2) 我国 1979 年出版的《辞海》中对人类工效学下的定义是: 人类工效学是一门新兴的边缘学科。它是运用人体测量学、生理学、心理学和生物力学以及工程学等学科的研究方法和手段, 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。用以设计使操作者能发挥最大效能的机构、仪器和控制装置, 并研究控制台上各个仪表的合适位置。

(3) 国际人类工效学学会 (International

Ergonomics Association, IEA) 为本学科所下的定义是最有权威、也最全面的, 即人类工效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、家庭生活和休闲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。

从上述定义来看, 尽管学科名称和定义不同, 但是本学科在研究对象、研究方法、理论体系等方面并不存在根本上的区别。这正是人类工效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。

1.2 人类工效学的产生与发展

英国是世界上开展人类工效学研究最早的国家, 但本学科的奠基性工作实际上是在美国完成的。所以, 人类工效学有“起源于欧洲, 形成于美国”之说。其发展大致经历了以下三个阶段。

1. 经验人类工效学

这一阶段是 20 世纪初, 美国学者 F.W. 泰勒 (Frederick W. Taylor, 图 1-2) 在传统的管理经验基础上, 首创了新的管理方法和理论, 并据此制定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问题。例如, 他曾经研究过铲子的最佳形态、重量, 研究过如何减少疲劳, 研究过动作时间、工作流程与工作方法分析、工具设计、装备布置等。因此, 人们认为他的科学管理方法和理论是后来人类工效学发展的奠基石。从泰勒的科学管理方法和理论的形成到第二次世界大战之前, 称为经验人类工效学的发展阶段。这一阶段主要研究内容是: 研究第一职业的要求; 制定培训方案, 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, 促进工人和管理者之间的合作等。在这一阶段, 研究者大都是心理学学科的, 其主要特点为: 在人机关系上以选择和培训操作者为主, 使人适应于机器。



图 1-2 科学管理之父——泰勒

2. 科学人类工效学

这一阶段是在第二次世界大战期间,由于战争的需要,许多国家大力发展效能好、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,忽视了其中“人的因素”,因而导致由于操作失误而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,造成飞行员误读和误用操纵器而导致意外事故。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”在设计中是一个重要条件;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,在第二次世界大战期间,首先在军事领域中开展了与设计相关学科的综合研究和应用。军事领域中对“人的因素”的研究和应用,使科学人类工效学应运而生。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。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”,力求使机器适应于人。

3. 现代人类工效学

20 世纪 60 年代之后,欧美各国进入了大规模的经济发

展时期。所有这一切,促使人类工效学进入了系统研究阶段。从 20 世纪 60 年代至今,可以称为现代人类工效学的发展阶段。现代人类工效学研究的方向和特点是:把人-物-环境系统作为一个统一的整体来研究,以创造适合于人工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。

随着人类工效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越来越多,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。

1961 年国际人类工效学学会(IEA)正式成立,该学术组织为推动各国人类工效学的发展起了重大作用。我国于 1989 年正式成立了与 IEA 相应的本学科国家一级学术组织——中国人类工效学学会(Chinese Ergonomics Society, CES)。这是我国人类工效学发展中新的里程碑。

1.3 人类工效学的研究方法

人类工效学的研究主要运用人体科学及其相关学科的研究方法及手段,同时结合系统工程、控制理论、统计学等方法。半个多世纪以来,本学科也建立了一些独特的研究方法,以探讨人、机、环境要素间复杂的关系问题。如:测量人体各部分静态和动态数据;调查或直接观察人在作业时的行为和反应特征;对时间和动作的分析研究;测量人在作业前后以及作业过程中的心理状态和各种生理指标的动态变化;观察和分析作业过程和工艺流程中存在的问题;分析差错和意外事故的原因;进行模型实验或用电子计算机进行模拟实验;运用数字和统计学的方法找出各变数之间的相互关系,以便从中得出正确的结论或发展成有关理论。

目前常用的研究方法有以下几种。

1) 实测法

这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。

2) 实验法

这种研究方法,一般是在实验室进行,但也可以在作业现场进行。例如,为了获得家具的体压分布或人对各种不同显示仪表的认读速度和差错率的数据时,一般在实验室进行;如需了解色彩环境对人的心理、生理和工作效率的影响时,由于需要进行长时间和数次观测,通常在作业现场进行。

3) 观察法

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

4) 分析法

分析法是在上述各种方法中获得了一定的资料和数据后采用的一种研究方法。目前,人类工效学研究常采用如下几种分析法:

(1) 瞬间操作分析法。即采用统计学中的随机取样法,对操作者和机械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,从而获得研究人-机-环境系统的有用资料。

(2) 知觉与运动信息分析法。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) 动作负荷分析法。在规定操作所必需的最小间隔时间条件下,采用电子计算机技术来分析操作者连续操作的情况,从而可推算操作者工作的负荷程度等。

(4) 相关分析法。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。例如,对人的身高和体重进行相关分析,便可以用身高参数来描述人的体重。由于统计学的发展和计算机的应用,使相关分析法成为人类工效学研究的一种常用方法。

此外,还采用频率分析法和危害分析法等方法。

5) 调查研究法

这种方法包括简单的访问、专门调查,直至

非常精细的评分、心理和生理学分析判断以及间接意见与建议分析等。

6) 模拟和模型试验法

此法为进行人机系统研究时常采用模拟的方法。模拟方法包括各种技术和装置的模拟,如操作训练模拟器、机械的模型以及各种人体模型等。通过这类模拟方法可以对某些操作系统进行逼真的试验,并从实验室研究外推得到所需的更符合实际的数据。图 1-3 为应用模拟和模型试验法研究人机系统特性的典型实例。尤其像汽车等交通工具的破坏性、安全性等研究主要采用这种方法。

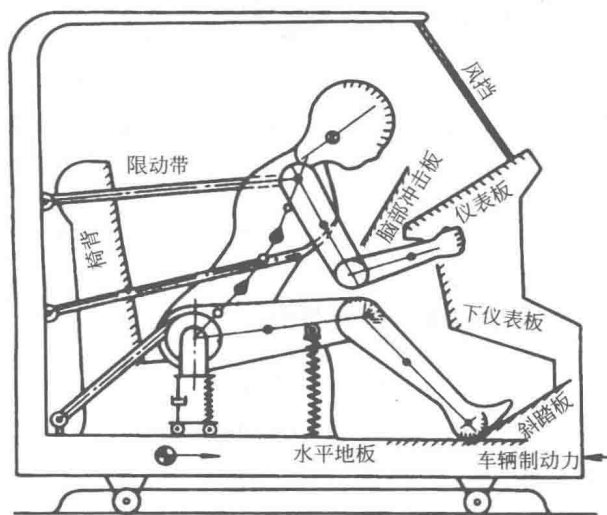


图 1-3 研究车辆碰撞的人机系统的模拟与模型

7) 计算机仿真技术

随着现代人机系统越来越复杂,采用物理模拟和模型方法研究复杂人机系统,不仅成本高、周期长,而且模拟和模型装置一经定型,就很难作修改变动。因此,计算机仿真技术已成为人类工效学研究的一种现代方法。

计算机仿真技术(computer simulation technology)是利用计算机科学和技术的成果,建立被仿真的系统模型,并在某些实验条件下对模型进行动态实验的一种综合性技术。研究者可对尚处于设计阶段的未来系统进行仿真,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改进设计。应用计算机仿真技术,能大大缩短设计周期,并降低成本。图 1-4 是人体动作分析仿真图形输出。