



高等院校设计类通用教材

人体工程学

· 人—家具—室内 ·

申黎明 等 编著

中国林业出版社

高等院校设计类通用教材

人体工程学

人—家具—室内

申黎明 等编著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人体工程学/申黎明等编著. —北京: 中国林业出版社, 2010. 8
高等院校设计类通用教材
ISBN 978-7-5038-5789-8

I. ①人… II. ①申… III. ①人体工效学—高等学校—教材 IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 020963 号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

策划、责任编辑 杜娟

电话: 83221489 83220109

传真: 83220109

出版发行 中国林业出版社 (100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010) 83224477

网址: <http://lycb.forestry.gov.cn>

经 销 新华书店

印 刷 中国农业出版社印刷厂

版 次 2010 年 8 月第 1 版

印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷

开 本 889mm × 1194mm 1/16

印 张 16.75

字 数 488 千字

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

木材科学及设计艺术学科教材

编写指导委员会

顾	问	江泽慧	张齐生	李 坚	胡景初
主	任	周定国			
副	主 任	赵广杰	王逢瑚	吴智慧	向仕龙

“设计艺术”学科组

组 长 委 员	吴智慧			
副组长委员	王逢瑚	刘文金		
委 员	(以姓氏笔画为序)			
	丁密金	王双科	叶翠仙	申黎明
	朱 毅	吴章康	宋魁彦	张亚池
	李光耀	李重根	南海民	胡旭冲
	唐开军	徐 雷	高晓霞	彭 亮
	雷亚芳	戴向东		
秘 书	李 军			

前 言

人体工程学是研究人与某一系统中各要素之间相互作用及其规律的一门学科。该学科自 1950 年正式创立以来,发展极为迅速,其研究内容和应用领域在不断扩大,从家庭生活到工业生产,从日常用品到高科技产品,从制造业到建筑业。总之,对于人类一切生产和生活所创造的各种“物”,在设计与制造时,都有必要运用人体工程学的原理和方法,以恰当处理人与“物”之间的关系,使其更好地符合人的需要。

人体工程学现已成为“家具设计专业”和“室内设计专业”的一门必修课程。家具和室内环境与人的关系非常密切,将人体工程学应用于家具和室内设计尤为必要。在日常生活和工作中我们都离不开家具和室内环境,为使家具和室内环境能更好地满足人们的工作和生活需要,在进行家具和室内设计时,需要坚持以人为本的设计理念,必须运用人体工程学的原理和方法,在设计中充分考虑人的特性,考虑人与家具、人与室内以及人、家具、室内三者之间的相互关系和相互作用,使家具和室内设计符合人的生理、心理及行为特性等需要。

编写本书的目的是为“家具设计专业”、“室内设计专业”、“家具与室内装饰设计专业”的学生以及从事家具和室内设计的专业人员,提供一本比较适宜的人体工程学教材和参考书。有利于读者在学习了解人体工程学基础理论的同时,能系统学习和掌握家具和室内设计中的人体工程学知识,也有利于读者进行相关的人体工程学设计练习,提高人体工程学知识在家具和室内设计中的实际应用能力。

本书在编写过程中将人体工程学与家具和室内设计紧密结合,系统介绍家具设计和室内设计中的人体工程学理论和相关知识,并将国内外有关的最新理论成果编入该书,主要内容有:家具设计中人的因素、家具材料和结构对人体舒适性的影响、家具形态与人的视觉感受性、人体姿势与疲劳、室内空气质量和室内声环境对人的影响,老年人和残疾人的行为特征以及他们对家具和室内空间的特殊需求。

本书共分为“人体工程学基础理论”、“人体工程学与家具设计”、“人体工程学与室内设计”三大部分,共 13 章。组成了一个比较系统完整的家具与室内设计人体工程学理论体系。三部分内容既相互联系,又有一定独立性,便于家具和室内设计不同专业的人员根据其专业特点有重点地选用相关内容。本书在每章开头都附有本章提要,便于读者了解本章的主要内容。每章结尾都列出思考题,便于读者复习思考和掌握各章重点内容。各章多有大量图表,使本书内容更为丰

富、直观、易读、易懂。在设计部分还加入一些设计案例和分析。

本书有多位人员参加编写，第5章“椅类家具设计”由南京林业大学于娜编写；第7章“桌台类家具设计”由安徽农业大学陈玉霞编写；第10章“居住空间设计”由南京林业大学梅剑平编写；第12章“公共空间设计”由北京林业大学朱婕编写；第13章“室内无障碍设计”由南京林业大学张乘风编写；南京林业大学钟世禄和浙江科技学院杨勇参加了本书第8章“柜类家具设计”和第11章“办公空间设计”的编写；其他各章由南京林业大学申黎明编写。全书由申黎明负责统稿。

在本书编写过程中，南京林业大学的贾祝军、随金庆、陈艳云、杨静、顾丽秋、朱芋锐、朱云、侯建军、马平、杜文娟、熊炜炜等人在资料收集和整理方面给予了很多支持和帮助，在此表示衷心感谢！本书编写过程中，参考了许多相关书籍和文献资料，吸收、借鉴了不少前人研究成果，在此对本书中被引用的参考书和参考文献的作者表示衷心感谢！

鉴于作者水平有限，书中难免存在不足，欢迎读者提出批评和建议。

申黎明
2010年3月

目 录

第 1 部分 人体工程学基础理论

第 1 章 概 论	2	2.2 感觉和知觉的生理机制	16
1.1 人体工程学的概念	2	2.2.1 中枢神经系统	16
1.1.1 学科命名	2	2.2.2 周围神经系统	17
1.1.2 学科定义	3	2.3 人体知觉特性	17
1.2 人体工程学的起源和发展	3	2.3.1 知觉的选择性	18
1.2.1 经验人体工程学	4	2.3.2 知觉的整体性	18
1.2.2 科学人体工程学	4	2.3.3 知觉的理解性	20
1.2.3 现代人体工程学	5	2.3.4 知觉的恒常性	20
1.2.4 国际人体工程学组织及各国人体 工程学的发展	5	2.3.5 错觉	21
1.3 人体工程学的研究内容与方法	6	2.4 视觉	22
1.3.1 人体工程学的研究内容	6	2.4.1 视觉机能	23
1.3.2 人体工程学的研究方法	7	2.4.2 视觉规律	25
1.4 人体工程学理论体系及其应用领域	8	2.5 听觉	26
1.4.1 人体工程学理论体系	8	2.5.1 听觉适应	26
1.4.2 人体工程学应用领域	8	2.5.2 听觉方向	26
1.5 人体工程学与家具和室内设计	8	2.5.3 听觉与时差	27
1.5.1 人、家具、室内三者的关系	9	2.5.4 掩蔽效应	27
1.5.2 家具和室内设计中人的因素	9	2.5.5 双耳效应	27
1.5.3 家具和室内设计中的人体工程学 问题	10	2.5.6 声音的记忆和联想	28
1.5.4 人体工程学对家具和室内设计的 作用	11	2.6 肤觉	28
第 2 章 人体感知特性	13	2.6.1 触觉	28
2.1 感觉和知觉的概念	13	2.6.2 温度觉	28
2.1.1 感觉	13	2.6.3 痛觉	28
2.1.2 知觉	15	2.7 嗅觉	29
2.1.3 感觉与知觉的关系	15	2.7.1 嗅觉系统	29
		2.7.2 嗅觉特性	29
		2.8 本体觉	30
		2.8.1 平衡觉	30
		2.8.2 运动觉	30

第3章 人体运动系统及其特性	31	第4章 人体尺度与人体测量	43
3.1 人体运动系统	31	4.1 人体测量概述	43
3.1.1 人体骨骼	31	4.1.1 人体测量的分类	43
3.1.2 关节	32	4.1.2 人体测量的基本术语	44
3.2 肌肉与肌力	34	4.1.3 人体测量的方法	45
3.2.1 肌肉组织	34	4.2 影响人体测量数据的因素	46
3.2.2 肌肉运动	34	4.2.1 地区与种族	46
3.2.3 肌力及其影响因素	34	4.2.2 年代	47
3.2.4 肌电图	35	4.2.3 年龄	47
3.3 人体出力范围	36	4.2.4 性别	47
3.3.1 坐姿手臂出力	36	4.2.5 职业	47
3.3.2 立姿手臂出力	37	4.3 人体测量数据的统计处理	47
3.3.3 坐姿足蹬力	37	4.3.1 平均值	48
3.3.4 手的握力	37	4.3.2 方差	48
3.4 人体动作的灵活性与准确性	38	4.3.3 标准差	48
3.4.1 动作的灵活性	38	4.3.4 抽样误差	48
3.4.2 动作的准确性	38	4.3.5 百分位	48
3.5 人体疲劳	39	4.4 人体尺寸数据及应用	50
3.5.1 疲劳的种类	39	4.4.1 人体尺寸数据的选用原则	50
3.5.2 肌肉疲劳	39	4.4.2 常用的人体尺寸数据	53
3.5.3 慢性疲劳	39	4.4.3 人体尺寸数据的应用	56
3.5.4 疲劳的测定方法	40	4.5 设计使用人体模板	57
3.6 人的反应特性	41	4.5.1 人体模板简介	57
3.6.1 反应时间	41	4.5.2 人体模板的结构	57
3.6.2 影响反应时间的因素	42	4.5.3 人体模板的尺寸	58
		4.5.4 人体模板的应用	58

第2部分 人体工程学与家具设计

第5章 椅类家具设计	62	5.3.4 使用环境对椅类家具形态的要求	75
5.1 椅类家具概述	62	5.4 椅类家具设计要素	76
5.1.1 椅类家具的品种和功能	62	5.4.1 功能尺寸	76
5.1.2 椅类家具的构造与形态	65	5.4.2 椅类家具造型形态	78
5.2 椅类家具设计与人的关系	67	5.4.3 椅类家具材料	80
5.2.1 椅类家具设计与人体坐姿	67	第6章 床具设计	84
5.2.2 椅类家具设计与人体支撑	68	6.1 床具的功能和类型	84
5.2.3 椅类家具设计与人体疲劳	70	6.1.1 常见床具	84
5.3 使用环境对椅类家具的要求	74	6.1.2 电子床	85
5.3.1 椅类家具的使用场所及特点	74	6.2 使用环境对床具的要求	85
5.3.2 使用环境对椅类家具风格和尺度的要求	75	6.2.1 床具的使用场所及特点	85
5.3.3 使用环境对椅类家具材料的要求	75	6.2.2 使用环境对床具尺度的要求	86

6.2.3 使用环境对床具色彩的要求	87	7.3.2 VDT 办公桌设计要素	108
6.3 床具与人的关系	87	7.3.3 显示器的放置位置及辅助设计	109
6.3.1 睡眠与卧姿	87	7.3.4 键盘与鼠标	110
6.3.2 卧姿体压分布与卧感	89	7.4 台类家具设计要素	111
6.4 床具设计要素	89	7.4.1 台类家具的台面高度	112
6.4.1 床垫设计	89	7.4.2 台下的净空处理	113
6.4.2 床高与层高设计	93	7.4.3 坐立交替和斜工作台面	114
6.4.3 床屏设计	94	第 8 章 柜类家具设计	115
6.4.4 床箱与床架设计	95	8.1 柜类家具设计中人的因素	115
6.4.5 床梯设计	96	8.1.1 取放物品与人体动作	115
6.4.6 护栏设计	97	8.1.2 物品的可视性	118
6.5 设计案例——袋装弹簧分区床垫设计	97	8.2 柜类家具与储物特性	118
6.5.1 分区床垫特点	97	8.2.1 储物形式	118
6.5.2 床垫尺寸和结构	97	8.2.2 物品的尺度	119
6.5.3 设计分析	97	8.2.3 储物空间的分隔	119
第 7 章 桌台类家具设计	99	8.3 柜类家具设计要素	121
7.1 桌台类家具的分类	99	8.3.1 主要功能部件尺寸	121
7.2 桌类家具设计与人体工程学	99	8.3.2 书柜设计	122
7.2.1 桌类家具与人的关系	99	8.3.3 衣柜设计	124
7.2.2 主要功能部件和尺寸	102	8.3.4 橱柜设计	125
7.3 VDT 办公桌设计	107	8.3.5 其他柜类家具设计案例	126
7.3.1 VDT 办公作业对人体的伤害	107		

第 3 部分 人体工程与室内设计

第 9 章 室内环境与人的特性	130	9.3.1 声波的属性及其传播	139
9.1 空气环境	130	9.3.2 噪声对人的影响	140
9.1.1 室内污染与室内空气质量标准	130	9.3.3 噪声评价标准	142
9.1.2 氧气	131	9.4 人的心理空间	144
9.1.3 温度	132	9.4.1 个人空间	144
9.1.4 相对湿度	132	9.4.2 个人领域	144
9.1.5 空气流动速度	132	9.4.3 人际距离	145
9.1.6 空气洁净度	132	9.4.4 独处的个人空间行为	145
9.2 光环境	133	9.4.5 交流的空间行为	146
9.2.1 日光和灯光	133	9.4.6 个人空间的方向性	146
9.2.2 光的度量	133	9.4.7 影响躲避距离的因素	146
9.2.3 照明方式	136	9.5 人的行为特征	146
9.2.4 灯光布置	137	9.5.1 人的行为习性	146
9.2.5 照明质量	138	9.5.2 人的行为模式	148
9.2.6 照明与心理	138	9.5.3 幽闭恐惧	150
9.3 声环境	138	9.5.4 恐高心理	150

第 10 章 居住空间设计	151	12.1.1 商业空间的类型	197
10.1 公共空间	151	12.1.2 商业空间的环境设计	204
10.1.1 起居室	151	12.2 餐饮空间	214
10.1.2 餐厅	155	12.2.1 餐饮空间的类型	214
10.1.3 家庭活动中心	157	12.2.2 餐饮空间的环境设计	216
10.2 私密空间	160	12.3 展示空间	223
10.2.1 卧室	160	12.3.1 展示空间的类型	223
10.2.2 书房	163	12.3.2 展示空间的环境设计	224
10.2.3 卫生间	166	12.4 休闲健身空间	227
10.3 操作空间	171	第 13 章 室内无障碍设计	230
10.3.1 厨房	171	13.1 概述	230
10.3.2 家庭实用空间	178	13.2 出口及入口大厅	233
第 11 章 办公空间设计	182	13.3 坡道、休息平台、门厅和走道	238
11.1 普通办公空间	182	13.3.1 坡道	238
11.1.1 普通办公空间的布置	182	13.3.2 休息平台	240
11.1.2 普通办公空间的环境设计	187	13.3.3 门厅和走道	243
11.2 个人办公室	188	13.4 楼梯、扶手	243
11.2.1 个人办公室的布置	188	13.4.1 楼梯	243
11.2.2 个人办公室的环境设计	190	13.4.2 台阶	244
11.3 会议室	191	13.4.3 楼梯扶手	244
11.3.1 会议室的分类	191	13.5 卫生间	246
11.3.2 会议室的活动尺寸及布置	192	13.6 浴室	250
11.3.3 会议室的环境布置	194	13.7 厨房	251
第 12 章 公共空间设计	196	参考文献	255
12.1 商业空间	196		

第1部分

人体工程学基础理论

第1章

概论

【本章提要】 本章是对人体工程学及其应用于家具和室内设计的一个概述，分别从人体工程学的概念、人体工程学的起源和发展、人体工程学的研究内容与方法、人体工程学理论体系及其应用领域、人体工程学与家具和室内设计五个方面论述了人体工程学学科及其与家具和室内设计之间的关系。特别介绍了国际人类工效学学会给本学科所下的定义以及国际人体工程学组织。重点分析了家具和室内设计中人的因素，阐述了家具和室内设计中的人体工程学问题，说明了人体工程学对家具和室内设计的作用。

人体工程学是研究人、物及环境之间相互作用的一门学科。该学科在其自身的发展过程中，逐步打破各学科之间的界限，并有机地融合各相关学科理论，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，从而形成一门研究和应用都极为广泛的边缘性综合学科。

1.1 人体工程学的概念

1.1.1 学科命名

由于人体工程学研究和应用的范围极其广泛，它所涉及的各学科领域专家、学者都试图从自身的角度给这一学科命名、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，对名称的提法也很不统一，甚至有很大差别。例如在美国称为 Human Engineering (人类工程学)、Human Factors (人因学) 或 Human Factors Engineering (人因工程学)，而西欧国家多称为 Ergonomics (人类工效学)，其他国家大多引用西欧的名称，日本直接采用这个词的直译，称为“人间工学”。

人类工效学这个概念最早被提出是在 1857 年波兰学者 Jastrzebowski 发表的关于“人类劳动的

学说”一文中。在该文中，人类工效学意思是指一种学说或者称为科学劳动。目的是要用少量的力气获得丰硕的果实，但他的这一学说没有被人所跟随，很快就被人忘却。直到 1949 年，人类工效学一词第二次被英国心理学家莫瑞尔 (K. F. H. Murrell) 提出，在某种意义上也可以说是他的再创造。莫瑞尔与其他几位科学工作者一起建立了一个专门研究人类劳动问题的学会，起名“人类工效学研究学会”。通过该学会的工作，在以后几年中，人类工效学这一新学科迅速发展起来。

Ergonomics 这个词，是由两个希腊词根 ergon 和 nomos 组成，ergon 的意思是“劳动、工作”，nomos 的意思是“规则、规律”。因此 Ergonomics 的本义也就是“劳动规则”或“工作规律”。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，没有对各组成学科的亲疏和间疏，因此目前较多国家采用 Ergonomics 这一词作为该学科的名称。

人体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，除普遍采用工效学、人体工程学外，常见的名称还有：人机工程学、人因工程学、人类工程学、工程心理学、宜人学、人一机器—环境系统工程学等。为了同国际接轨，

我国一般采用人类工效学这一名称进行对外交流。但是不同的名称，其研究重点略有差异。人体工程学这个命名更多的是从人体自身的生理和心理特点出发，在家具和室内环境研究中其学科特色更明显。家具产品本身是给人使用的，是服务于人的，所以，家具设计中的尺寸、造型、色彩及其布置，都必须符合人体生理、心理尺度及人体各部分的活动规律，以便达到安全、实用、方便、舒适、美观的目的。人体工程学在家具设计中的应用，就特别强调家具在使用过程中人体产生的生理及心理反应，并对此进行科学的实验和计测，在进行大量分析的基础上为家具设计提供科学的依据。同时，把人的工作、学习、休息等行为分解成各种姿势模型，以此来研究家具设计，并根据人的立位、坐位和卧位的基准点，规范家具尺寸及家具间的相互关系以及室内的空间设计。

1.1.2 学科定义

与学科的命名一样，对其所下的定义也很不统一，而且随着学科的发展，其定义也在不断变化。

美国人体工程学家伍德(Charles C. Wood)对人体工程学所下的定义为：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。伍德森(W. B. Woodson)则定义为：人体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地研究，其目的在于获得最高的效率及作业时感到安全和舒适。著名的美国人体工程学及应用心理学家查帕尼斯(Alphonse Chapanis)说：“人体工程学是在机械设计中，考虑如何使人获得简便而又准确的操作的一门科学。”E. J. Mc Cormick 和 M. S. Sanders 给出人体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”。K. H. E. Kroemer 和 K. E. Kroemer 等人给出人体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”。而国际人类工效学学会(International Ergonomics Association, 简称 IEA)于 1957 年为本学科所下的定义为：人体工程学是阐述现有情况下人类的解剖学、生理学和心理学等方面的各种特点、功能，以进行最适合人类的机械装置的设计制造，工作场所布置的合理化，工作条件最佳化的实践科学。

后又修改为：研究各种工作环境中人的因素，研究人和机器及环境的相互作用，研究在工作中、生活中和度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科学。2000 年 8 月 IEA 再次对该定义作了修订：

人体工程学是关于探索人与某一系统中各要素之间相互作用，应用专业理论、原理、数据及各种方法，优化人和整个系统效能的学科。人体工程学家致力于设计和评价人的需要、人的能力、人的极限如何与各项任务、工作、产品、环境和系统的协调。

国内学者一般认为：人体工程学是运用生理学、心理学、生物力学和其他有关学科知识，使人与物相互适应，创造舒适和安全的环境条件，从而提高工效的一门科学。

从上述命名和定义来看，尽管学科名称多样，定义存在不同程度的差异，但在研究对象、研究方法、理论体系等方面并不存在本质上的区别，其研究对象是人与物(产品)及其环境的相互关系，其研究目的是如何使人达到安全、健康、舒适和提高工作效率。这正是人体工程学作为一门独立学科存在的理由，同时也充分体现了学科边界模糊、内容综合性强、涉及面广等特点。

1.2 人体工程学的起源和发展

从广义上说，人类自产生以来，就一直在不断改进自己的生活质量和生产效能。通过制作、使用简单的工具，也就形成了原始的人机关系——人与工具和用具之间的关系，这是一种相互依存和制约的关系。“工欲善其事，必先利其器”，此道理早就被我们的祖先所认知。

工业革命以后，科学技术日新月异，工具改良的要求日益迫切。一方面是新机器的不断涌现，另一方面则开始研究人如何适应机器的要求，创造出更高的劳动生产效率。为此，有些学者开始了相关研究，他们的研究方法和成果为后来的人体工程学的发展奠定了基础。

英国是世界上开展人体工程学研究最早的国家，但是学科的奠基性工作实际上是在美国完成的。所以，人体工程学有“起源于欧洲，形成于美国”之说。虽然本学科的起源可以追溯到 20 世纪初，但是作为一门独立的学科还只有 50 多年的历

史。在人体工程学形成与发展的过程中,大致经历了经验人体工程学、科学人体工程学、现代人体工程学三个形成与发展阶段。

1.2.1 经验人体工程学

在古代虽然没有系统的人体工程学研究方法,但人类所创造的各种器具,从形状的发展变化来看,是符合人体工程学原理的:旧石器时代所创造的石刀、石斧等狩猎工具,大部分是直线形状;到了新石器时代,人类所创造的锄头、铲刀以及石磨等工具的形状,就逐步变得更适合人类使用了;青铜器时代以后,人类新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进,由简单到复杂逐步科学化。在我国的古典家具中,如太师椅、茶几等可以很明显地看到人机理念的影子。这种实际存在的人机关系及其发展,我们把它称为经验人体工程学。

工业革命之后,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。改革工具以改善劳动条件和提高劳动效率已经成为一个迫切问题。这个阶段的主要研究内容是:研究每一职业的要求;利用测试选择工人和安排工作;设计利用人力的最好方法;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通力合作。著名的研究工作有:肌肉疲劳试验、铁锹作业试验、砌砖作业试验。

(1) 肌肉疲劳试验

1884年,德国学者莫索(A. Mosso)对人体劳动疲劳进行了试验研究。对作业的人体通以微电流,随着人体疲劳程度的变化,电流也随之变化,这样用不同的电信号来反映人的疲劳程度。这一试验研究为以后的“劳动科学”打下了基础。

(2) 铁锹作业试验

1898年,美国学者泰勒(F. W. Taylor)从人机学角度出发,对铁锹的使用效率进行了研究。他用形状相同而铲量分别为5kg、10kg、17kg和20kg四种铁锹去铲同一堆煤,虽然17kg和20kg的铁锹每次铲量大,但试验结果表明,铲煤量为10kg的铁锹作业效率最高。他做了许多试验,终于找出了铁锹的最佳设计和搬运煤屑、铁屑、沙子和铁矿石等松散粒状材料时每一铲的最适当的

质量。这就是人体工程学研究过程中著名的“铁锹作业试验”。

(3) 砌砖作业试验

1911年,吉尔伯勒斯(F. B. Gilbreth)对美国建筑工人砌砖作业进行了试验研究。他用快速摄影机把工人的砌砖动作拍摄下来,然后对动作进行分析,去掉多余无效动作,最终提高了工作效率,使工人砌砖速度由当时的每小时120块砖提高到每小时350块砖。

泰勒和吉尔伯勒斯的这些重要试验影响很大,后来成为人体工程学的重要分支,即所谓“时间与动作研究”(Time and Motion Study)理论。特别是泰勒的研究成果,在20世纪初成为美国和欧洲一些国家为提高劳动生产率而推行的“泰勒制”。

这一时期一直持续到第二次世界大战之前。因参加研究的人员大多是心理学家,研究偏向心理学方向,因而许多人把这一阶段的本学科称为“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工人为主,使人适应于机器。

1.2.2 科学人体工程学

第二次世界大战期间(1939~1945年)是本学科发展的第二阶段。在这个阶段中,由于战争需要,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操作而导致意外事故,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等现象经常发生。失败的教训引起了决策者和设计者的高度重视。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,要设计出一个高效能的武器装备,只有工程技术知识是不够的,还必须具有生理学、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内容相关的综合研究与应用。例如,为了使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把

解剖学家、生理学家和心理学家请来，为设计出能够合理操纵的武器出谋划策，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，使科学人体工程学应运而生。

这一时期一直延续到 20 世纪 50 年代末，在其发展的后一阶段，由于战争结束，本学科的综合研究与应用逐渐从军事领域转向非军事领域发展，并逐步应用军事领域中的研究成果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经超出了心理学的研究范畴，许多生理学家、工程技术专家跻身到本学科中共同研究，从而使本学科的名称也有所变化，大多将人体工程学称为“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”，力求使机器适应于人。

1.2.3 现代人体工程学

到了 20 世纪 60 年代，欧美各国进入了大规模的经济增长时期，在这一时期，由于科学技术的进步，使人体工程学获得了更多的发展机会，并且在高科技领域中得到了应用。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课题。又如原子能的利用、计算机的应用以及各种自动装置的广泛使用，使人、机(产品)关系更趋复杂。同时，在科学领域中，由于控制论、信息论、系统论等新理论的建立，在学科中应用“新三论”进行人机系统的研究应运而生。所有这一切，不仅给人体工程学提供了新的理论和新的试验内容，同时也给学科的研究提出了新的要求和新的课题，从而促使人体工程学进入了系统的研究阶段，使学科走向成熟。

随着人体工程学逐渐渗透到人们工作和生活的各个领域，有愈来愈多的各领域专家从事本学科的研究，主要有解剖学、生理学、心理学、工业卫生学、工业与工程设计、产品设计、工作研究、建筑与照明工程、管理工程等专业领域的专家。IEA 在其会刊中指出，现代人体工程学发展有三个特点：

- 不同于传统人体工程学研究中着眼于选择和训练特定的人，使之适应工作要求，现代人体工

程学着眼于工业产品和环境的设计。

- 理论与实际应用相结合，通过严密计划规定的广泛的试验性研究，尽可能利用所掌握的基本原理，进行具体的工业产品和环境的设计。
- 力求使实验心理学、生理学、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。

现代人体工程学研究的方向是：把人—物—环境系统作为一个统一的整体进行研究，以创造最适合于人工作的各种产品和作业环境，使人—物—环境系统相协调，从而获得系统的最高综合效能——高效、安全、经济。

1.2.4 国际人体工程学组织及各国人体工程学的发展

1949 年 9 月 27 日，在莫瑞尔(Murrell)的倡导下，英国成立了第一个人体工程学研究小组，次年成立了人体工程学学会(Ergonomics Society)，并举行了第一次年会。1950 年 2 月 16 日，英国海军部召开的会议上通过了人体工程学(Ergonomics)这一名称，正式宣告人体工程学作为一门独立学科的诞生。1957 年发行会刊《Ergonomics》，现已成为国际性刊物。

美国是现代人体工程学最发达的国家。美国于 1957 年成立人体工程学学会，之后人体工程学得到了迅速发展。其研究机构大部分在海军、陆军、空军系统和各大学，主要进行人体工程学以及有关宇航、军事工业、大型计算机体系、自动化系统等研究。

德国对人体工程学的研究始于 20 世纪 40 年代，对人机关系、工作环境、选拔训练以及管理方面的问题进行了广泛深入的研究。

前苏联于 1962 年成立全苏联技术美学研究所，并建立了人体工程学学部，其研究偏重于工程心理学方面，并且大力开展人体工程学的标准化工作，先后有 20 多项标准列入国际标准。

日本的人体工程学起步于 20 世纪 60 年代，着力引进各国的理论和实践经验，逐步形成和发展了自己的人间工学体系，并于 1963 年建立了人间工学学会，人间工学把人作为系统的一部分进行研究，目前被广泛应用于工业、交通运输、国防和服装行业。

IEA 的前身是欧洲生产力协会(European Productivity Agency, 简称 EPA)，该协会是欧洲经济

合作组织(European Economic Cooperation)的一个分支。1955年EPA成立了人类因素小组(Human Factors Section),并于1961年在EPA的基础上成立了IEA(International Ergonomics Association)。同年,IEA在瑞典首都斯德哥尔摩正式举行了第一次年会。IEA作为世界权威组织,截至2004年7月,已拥有42个联合学会,1个附属学会,11个维持会员组织和6个人维持会员。在IEA的研究领域和研究内容上,它包含3个专门学科——生理性人体工程学(Physical Ergonomics)、认知性人体工程学(Cognitive Ergonomics)、组织性人体工程学(Organizational Ergonomics)和22个技术委员会。这22个技术委员会的研究领域是:

- 作业分析的行为理论与设计研究(Activity Theories for Work Analysis and Design)
- 航空宇宙的人因工程研究(Aerospace HFE)
- 情感性产品设计研究(Affective Product Design)
- 老龄化研究(Aging)
- 人体测量学(Anthropometry)
- 听觉人体工程研究(Auditory Ergonomics)
- 建筑及其结构研究(Building and Construction)
- 儿童与教育环境的人体工程研究(Ergonomics for Children and Educational Environments)
- 设计中的人体工程研究(Ergonomics in Design)
- 性别与作业关系研究(Gender and Work)
- 卫生保健的人体工程研究(Healthcare Ergonomics)
- 高级制造业中的人因研究(Human Aspects of Advanced Manufacturing)
- 人类可靠性研究(Human Reliability)
- 肌骨骼失调研究(Musculoskeletal Disorders)
- 组织设计与管理(Organizational Design and Management)
- 初级工业研究(Primary Industries)
- 过程控制(Process Control)
- 人体工程中的心理生理学研究(Psychophysiology in Ergonomics)
- 质量管理(Quality Management)
- 安全与健康(Safety & Health)
- 防滑、摔、跌研究(Slips, Trips and Falls)
- 人机交互研究(Work with Computing Systems, WWCS)

IEA成立至今,已分别在瑞典、前西德、英国、法国、荷兰、美国、波兰、日本、澳大利亚、韩国等国家召开了16次国际性学术会议,交流和

探讨不同时期学科的研究动向和发展趋势,有力地推动学科的纵深发展和世界各国的人体工程学发展。2009年8月,IEA在北京召开第17届大会,这是IEA大会首次在中国举行。

我国的人体工程学研究起步较晚,建国前仅有少数人从事工程心理学的研究。1935年,中国心理学家陈立出版了《工业心理学概观》,是我国最早介绍工业心理学的专著。到20世纪60年代初,也只有中国科学院、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,而且研究范围仅局限于国防和军事领域。“文化大革命”期间,学科研究一度停滞。直到70年代末,研究才进入较快的发展时期。1989年,我国正式成立了与IEA相应的国家一级学术组织——中国人类工效学学会(China Ergonomics Society,简称CES)。1990年6月,成立了中国机械工程学会工业工程分会(Industrial Engineering Institute of CMES),至2007年10月,学会先后组织了13届工业工程与工程管理国际会议,召开了10届年会,全国已有162所大学设立了工业工程本科专业,66所大学设立了硕士专业,30所大学设立了博士专业。不久前,13位中国工程院院士联名提出了大力推进现代工业工程发展的建议。与此同时,中国科学院心理所及一些高校分别建立了人体工程学研究机构。当前,人体工程学的研究和应用已广泛涉及工农业、交通运输业、医疗卫生以及教育系统等国民经济的各个部门,由此也促进了学科与相关学科的交叉渗透。

1.3 人体工程学的研究内容与方法

1.3.1 人体工程学的研究内容

人体工程学是一门新兴学科,它与许多其他新学科一样,在学科内容上,具有交叉性、边缘性和综合性的特点。它的研究内容相当广泛,不同的系统和部门所研究的重点也不尽相同,但它始终是以人一物—环境这个系统作为研究的基本对象,通过揭示人、物、环境之间的相互关系的规律,以确保人一物—环境系统总体性能最优化。“人”、“物”、“环境”是人—物—环境系统的三大要素。通过这三大要素之间的物质、能量和信息传递、加工与控制等作用,组成一个复杂的系统。

很显然,对于任何一个系统来讲,系统的总体性能不仅取决于各组成要素的单独性能,更重要的是取决于系统中各要素的关联形式,即物质、能量、信息的传递、加工和控制的方式。人体工程学的任务就是从“系统”的总体出发,一方面要研究人、物、环境各要素本身的性能,另一方面又要研究这三大要素之间的相互关系、相互作用、相互影响以及它们之间的协调方式,运用系统工程的方法找出最优组合方案,使人—物—环境系统的总体性能达到最佳状态,即:满足舒适、宜人、安全、高效、经济等要求。

根据人体工程学的任务,人体工程学的研究内容可以概括为以下几个方面:

(1) 人的特性研究

人的特性包括人的生理特性、心理特性和行为特性等,研究人的特性是研究人—物—环境系统的基础。人体工程学的研究目标是统一考虑工作效率,人的健康、安全、舒适等问题。因此必须了解人的感知能力、认知规律、反应特性、施力特性、人的可靠性、人的控制模型和决策模型、人体动静态尺寸,以及各种条件下的感知极限和生理极限。不仅要研究人的自然属性,还要研究人的社会属性,包括宗教信仰和民族习惯以及人际关系、团体行为、组织行为、心理状态等方面。此外,还包括残障者的生理和心理特性的研究。

(2) 物的特性研究

人体工程学中“物”的含义广泛,它既包括加工设备如机床、电动和手动工具,也包括交通工具和各种工业产品,如飞机、汽车、家具、家用电器、服装等。了解物的特性对研究人—物—环境系统中各要素之间的相互关系,以及研究系统总体特性都具有重要作用。物的特性包括物的功能、外观、形态、尺寸、结构、力学特性和物的环境特性等。

(3) 环境特性的研究

人体工程学中的“环境”一词同样含义广泛,既指室外环境,也指室内环境;既指物理环境,也指化学环境;既指物质环境,也指社会环境。因此,对环境特性的研究内容同样广泛,就室内环境而言,其研究就包括室内空气质量、室内光照、温湿度、噪声、电磁辐射等内容。环境特性

的研究和把握同样是进行人—物—环境系统研究的重要基础。

(4) 人、物、环境之间的关系研究

人、物、环境之间的关系包括人与物的关系、人与环境的关系、物与环境的关系,以及人、物、环境三者之间的关系。人与物关系的研究内容包括两个方面,即人对物的影响和物对人的作用。人与环境关系的研究内容同样包括环境对人的作用,以及人对环境的影响。对人、物、环境三者之间的关系研究就是对系统总体的研究,要求这种研究不能忽略系统的任何一个方面,充分考虑系统各构成要素之间的相互关系和相互作用,研究系统各要素之间的最佳组合,寻求达到系统总体特性最佳的途径。

1.3.2 人体工程学的研究方法

人体工程学涉及许多学科领域,相关学科的研究方法都可以应用于人体工程学的研究,这里介绍一般常用的研究方法。

(1) 自然观察法

自然观察法是研究者通过观察和记录自然情景下发生的行为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察和记录。如要获取人在睡眠时的行为,可以用摄像机把睡眠活动记录下来,然后,逐步对其进行分析和整理。

(2) 实测法

这是一种借助实验仪器进行实际测量的方法,也是一种比较普遍实用的方法。如为了获得座椅设计所需要的人体尺度,可以对使用者群体进行实际测量,将所测量数据进行统计处理,为座椅的设计提供人体尺度依据。

(3) 调查研究法

调查研究法是人体工程学研究常用的方法之一,应用非常广泛,既可用于带有经验性问题的调查,也可用于各种心理量的统计。这种方法包括简单的口头访问、问卷调查,直至精细评分