



RENTI GONGCHENGXUE
YU
JIANZHU HUANJING SHEJI

人体工程学



与建筑环境

设计



杨西文 编著

陕西出版集团
陕西人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

人体工程学与建筑环境设计/杨西文编著. —西安:
陕西人民出版社, 2009

ISBN 978 - 7 - 224 - 09091 - 8

I. ①人… II. ①杨… III. ①人体工效学②建筑设计: 环境设计 IV. ①TB18②TU - 856

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 179237 号

人体工程学与建筑环境设计

作 者 杨西文
出版发行 陕西出版集团 陕西人民出版社
(西安北大街 147 号 邮编: 710003)

印 刷 陕西新胜印务有限责任公司
开 本 787mm × 1092mm 16 开 13 印张
字 数 167 千字
版 次 2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷
印 数 1 - 1000
书 号 ISBN 978 - 7 - 224 - 09091 - 8
定 价 20.00 元

前 言

人是万物之灵,人类在文明历程中始终没有停止对自然环境以及对自身的研究和探索。欧洲的文艺复兴带来了人性的复苏,这一运动的结果遍及世界后,人类的文明迈进了一大步。人性解放导致了思想上的自由和创造力的释放,工业革命又使人类的生产力大大提高。经过几百年的探索和努力,西方社会的经济模式对造物的关注早已上升到哲学和文化的层面,任何一种创造现象都强调“设计”,设计已经家喻户晓,设计已经深入到家家户户、方方面面。设计观念对人类生产、生活、生活方式以及精神文化的影响越来越深,也越来越大,无所不包、无所不创的文化环境导致了“设计文化”的诞生和发展,而无论设计文化的内容如何丰富,其思想核心都是“人”。

中国的改革开放对于西方文明的吸收引入了市场经济以及产业化生产模式,大量的商品(人工产品)极大地丰富了中国人的物质和精神生活,而生活方式的调整和改变使我们又不得不从文化的角度去重新审视自身和世界。通过比较,我们发现了和发达国家的差距,从而不断调整认识和发展方向,努力使差距逐渐缩小。“人性化”的时代,现代“设计文化”影响下的西方人不约而同地发现,早在两千多年前的古代中国,一位伟大的思想家、教育家和政治家——孔子(名丘,字仲尼)所开创的儒家思想至今还闪耀着智慧的光芒。这位东方古国的先哲是如此的平易近人,其哲学“人本”思想不但深深地影响了后世的中国人,也影响了现代世界的文化。于是我们不难理解世界各地的儒学热,也欣喜地看到美、法、日等发达国家,甚至是俄罗斯都成立了孔子学院。

如今,经济高速发展的现代中国提倡“以人为本”的执政观念,这不但是儒学传统的治国观念的发扬,也是中国跻身世界现代强

国的一个文化标志。延续了千余年的儒学思想在今天世界范围内的影响和普及使我们为祖辈留下来的丰厚遗产而自豪。

当国人为此骄傲之时,我们也要清醒地认识到,科技在中国的经济发展中仍然是第一生产力。在“科学发展观”的治国方针下,尊重科技,与外来先进文化的交流仍然是对外开放的重要内容和举措。

《人体工程学》是伴随着全球进入现代工业文明背景下产生的一门多学科交叉、综合的技术科学,几十年来,随着这门学科的不断发展,其强大的应用性、适应性给世界性的工业大生产带来了巨大的贡献。在国内,《人体工程学》也越来越发挥出不可估量的重要作用。

《人体工程学》是艺术设计学科的专业基础课程,也是环境艺术设计专业的重要专业基础课程。为了适应环境艺术设计的专业特点,本书在内容、结构和编排上作了适当的增减和调整,增强了该书的专业针对性,突出了环境艺术的专业特色。相信越来越多了解这门学科的人都会惊喜地发现,无论是中国传统儒家哲学,还是当代中国“以人为本”的治国理念,都在现实中一点一滴地得到体现和实施。

目 录

CONTENTS

第一章

概论

1.1 人体工程学简介	1
1.2 人体工程学的发展历史	3
1.3 人体工程学的定义	5
1.3.1 人的要素	6
1.3.2 系统的要素	7
1.3.3 人的效能	7
1.3.3 人的健康	7
1.4 人体工程学研究的主要内容	8
1.4.1 工作系统中的人	8
1.4.2 工作系统中的机械	8
1.4.3 环境控制	8
1.4.4 人体工程学研究时要遵循的原则	8
1.5 人体工程学的研究方法	9
1.5.1 实测法	9
1.5.2 询问法	10
1.5.3 实验法	10
1.5.4 观察法	10
1.5.5 测试法	10
1.5.6 模拟和模型试验法	10
1.5.7 分析法	11

第二章

人体尺寸与环境

2.1 人体尺寸	12
2.1.1 人体尺寸	12
2.1.2 数据的来源	14
2.1.3 尺寸的分类	15

2.1.4	人体尺寸的比例关系	16
2.1.5	人体尺寸的差异	17
2.1.6	残疾人	19
2.1.7	百分位的概念	21
2.1.8	平均人的谬误	22
2.1.9	人体尺寸运用中的问题	22
2.2	人体活动	24
2.2.1	肢体活动范围与作业域	24
2.2.2	人体的活动空间	27
2.3	重心问题	34
2.4	肢体的运动出力	35
2.4.1	人体运动系统	35
2.4.2	人体力学	37
2.5	静态肌肉施力	40
2.5.1	静态施力举例	40
2.5.2	避免静态肌肉施力	41
2.5.3	提起重物	41
2.6	人体作业效率	42
第三章 人体与家具		
3.1	工作面的高度	43
3.1.1	站立作业	43
3.1.2	坐姿作业	43
3.1.3	坐立交替式作业	44
3.1.4	斜作业面	44
3.2	座位的设计	45
3.2.1	一般的座位设计原理	46
3.2.2	坐姿的解剖学和生理学	47
3.2.3	椅子靠背侧面轮廓	48
3.2.4	工作椅	49
3.3	卧具的设计	49

3.3.1	睡眠的生理特征	49
3.3.2	床的尺寸	49
3.3.3	床面材料	50
3.4	休闲文化	50
第四章 人的感知觉与室内环境		
4.1	环境概述	53
4.1.1	环境概念	53
4.1.2	环境构成	54
4.2	人和环境的交互作用	54
4.2.1	人与自然环境	54
4.2.2	刺激与效应	56
4.2.3	知觉传递与表达	57
4.2.4	人体舒适性	59
4.3	感觉和知觉	60
4.3.1	感觉	61
4.3.2	知觉	65
4.4	视觉与视觉环境设计	66
4.4.1	视觉特性	66
4.4.2	眼睛的构造	68
4.4.3	光线与视觉	69
4.4.4	色彩与视觉	83
4.4.5	形态与视觉	89
4.4.6	质地与视觉	96
4.4.7	空间与视觉	99
4.4.8	视觉环境	110
4.5	听觉与听觉环境设计	112
4.5.1	听觉	112
4.5.2	听觉环境	126
4.5.3	室内音质设计	130
4.6	触觉与触觉环境	132

4.6.1	皮肤感觉	132
4.6.2	触觉与环境	136
4.6.3	振动觉与隔振	140
4.6.4	温度觉与室内热环境	142
4.6.5	痛觉与室内环境	147

第五章 人的心理行为与室内外环境

5.1	环境心理学	150
5.2	注意和记忆	151
5.2.1	注意的特点和作用	151
5.2.2	记忆的特点和作用	152
5.2.3	思维和想象	153
5.3	环境行为学	156
5.3.1	行为特征	157
5.3.2	人的行为模式	157
5.3.3	行为与室内空间分布	161
5.3.4	行为与室内空间尺度	163
5.3.5	行为与室内空间设计概念	164
5.3.6	人的行为习性	166
5.4	行为的多样性与环境的多样性	167
5.5	心理空间	169
5.5.1	个人空间	169
5.5.2	领域性	170
5.5.3	人际距离	172
5.5.4	私密性	175
5.6	人在空间中的定位	176
5.7	人际行为与交往空间	177
5.7.1	人际行为	177
5.7.2	人际行为与交往空间	179
5.8	幽闭恐惧和恐高症	183

第六章	人性化设计	
6.1	无障碍设计	186
6.1.1	无障碍化的概念与标准	186
6.1.2	无障碍化设计的基本思想	187
参考文献	197

第一章 概 论

1.1 人体工程学简介

人类在生活中总是使用着某些物质设施,这些物质设施提供人们的生活和工作的便利。它们有些是生活和工作的工具,有的构成了人类生活的空间环境,人们的生活质量和工作效率在很大程度上取决于这些设施是否适合人类的行为习惯和身体方面的各种特征。实际上自从有了人类和与之同时诞生的人类文明,人们就一直不断地改进自己的生活质量和生产效能,尽管上古时代不可能像今天这样采用科学研究方法,但在人们的创造与劳动中已经潜在的存在着人体工程学的萌芽,这些不但可以从石器时代的文物中,也能从铁器时代的人工物中看出。如旧石器时代的砍砸器使用起来就没有新石器时代的打磨器方便、适手,中国秦代的青铜武器、车马器等,其构造、尺寸、形制都和人们实际使用、操作状况紧密联系。这些都是人体工程学要研究的问题。

人体工程学的概念其原意就是讲的工作和规律,这是1857年由波兰教授雅斯特莱鲍夫斯基提出的。人体工程学的英文为“Ergonomics”,它源于希腊文,其中“Ergos”是工作,“nomoes”是规律。一般来说,光凭人体工程(Human Engineering)的字义不足以表达其研究的内容。人体工程学在国外由于研究方向的不同,因而产生了很多不同或意义相近的名称,如美国的人体工程学(Human Engineering)和人因工程(Human Factors);而欧洲则用生物力学(Biomechanics)、生命科学工程(Life - Sciences - Engineering)、人体状态学(Human Condition)、人一机系统(Man - Machine System)等。

我国对人与工具、人与空间环境之间的规律性研究有着悠久的历史。春秋时期《考工记》记载了周朝的都城制度:“匠人营国,

方九里,旁三门,国中九经九纬,经涂九轨,左祖右社,面朝后市。”这样中规中矩的造城理念,符合人们进进出出的习惯并方便人在城中的各种活动;明清时期南方的“天井院”也是为人的起居着想,三面或四面围以楼房,正房朝向天井并且完全敞开,以便采光和通风,各个屋顶向天井院中排水,正房一般为三开间,一层的中央开间称为堂屋,是家人聚会、待客、祭神拜祖的地方。除此之外,对于制作各种工具及车辆,《考工记》也有相关的论述:

“所谓轮六尺有六寸天下制也。轮过于崇则其亦过于四尺矣,故辘为太高而人力所不能登轮。或已庳则其辘亦不及四尺亦,故辘为天下,而马之力又所不能引,人不能登则力怠,马不能引则常若登阪,而倍用基力,此非车之善也……六尺六寸之轮,轱高三尺三寸也,加辘与焉四尺也,人长八尺登下以为节。”

这一长段文字详细说明了在马拉车辆的制作中,车轮结构尺寸如何按照人的尺寸设计,以保证其宜人性,并使马的力量得以很好的发挥。今天人体工程学的宗旨也正是以达到舒适、安全、高效为目的。

工业文明带来了生产工具和科学技术的飞快发展,随着工业的发展,人类制造了许多先进的工具和设施,然而人类的肉体从古到今并非有本质上的变化。工具发展的高速和人类体能发展的缓慢使两者之间产生了巨大的鸿沟,产生了许多关于人类的能力与机械关系的复杂问题。如人类的反应速度是一定的,但现代的机械工具的速度越来越快。高速运动的飞机和火车等使人类的神经反应不能适应,不能安全地使用。人体接受信号的肌肉反应为100—500ms,完成控制动作0.3—0.5s,反应时间0.5—1s,如果是1800 km/h的飞机0.6s飞300m,在这样巨大的速度下,零点几秒的误差就会产生严重的后果。又比如,技术的发展使人们能够到达许多原来不能去的地方(太空、极地、海洋、高山等),人类如何在这些特殊环境中生存和工作?人类的各种生产和生活活动同样产生了各种特殊环境(高温、高压、噪声等),人们又如何适应这些极端环境?人类工业文明的副产品——环境污染,也成为一

无法回避的社会问题。1842年是英国基本实现工业化的一年,然而英国工业区的劳动工人平均寿命比贵族缩短了一半,利兹(Leeds)劳工的平均寿命为19岁;利物浦劳工的平均寿命为15岁,贵族为35岁;曼彻斯特劳工平均寿命17岁,贵族38岁。这一系列人与环境的问题都期待改善和解决。

1.2 人体工程学的发展历史

人体工程学的宗旨自有人类以来就存在,从某种意义上说人类技术发展的历史也就是人体工程学发展的历史。但是,人体工程学作为一门独立的学科只有很短的历史,它产生于上个世纪50年代。正式建立的时间是在第二次世界大战。当时的美国军方为了取得战争的胜利,发展和投资了大量威力强大的高性能武器,期望以技术的优势来决定战争的胜败。然而由于过分地注重武器的性能和威力,忽略了使用者的能力与极限,出现了飞机战斗中操纵不灵活、命中率低等意外事故。二战期间,美国飞机频繁发生事故,已经成了难题。经过调查发现,飞机高度表的设计存在很大问题。高度表对飞机非常重要,但当时的高度表将三个指针放在同一刻度盘上,这样一来要迅速读出准确值非常困难,因为人脑不具备在瞬间同时读三个数值并判断每个数值含义的能力。后来把它改成一个指针,消除了因高度表发生的事故隐患。这个简单的事例告诉人们,设计任何机械都不能仅着眼于机械和设施本身,同时要充分了解人使用的方便与否,以便使人能安全、自由、正确地使用。

自从英国工业革命以来,由于手工业的工业化,促使生产线作业普遍发展。这与手工业时代使用个人惯用的工具、技术的个人性、工作个人性的生产方式有很大不同。在生产线的作业为单调、反复性的工作。例如,英国1840年生产的机床只考虑机器的功能,并不考虑人的高度与手臂的长度。铣床和炼铁、炼钢的过程、煤矿开采设备和货物的吊装设备等都存在着极大的隐患。因此在设计机械时,有必要对人的因素进行深入的研究,并使这种研究渗

透到机械设计本身,使机械具备人的特性以适应人的行为。机械为人服务,应该是机械适应人的要求。工程师们感到人的因素在应用科学的研究中非常重要,于是有一些科学家转向了人与复杂工作系统之间协调问题的研究。这些人包括行为学家、心理学家、生理学家、人类学家和医生。他们建立了人体工程研究机构,对有关人类的生理、心理、社会学、功效学、物理学及其他应用科学进行了研究,使人的条件与物理原则结合起来,再应用到兵器的设计上,从而成为一门新的科学。

1949年,A·查波尼斯出版了《应用试验心理学——工程设计中人的因素》,该书总结了第二次世界大战时期的研究成果,系统地论述了人体工程学的基本理论和方法,为人体工程学作为一门独立的学科奠定了理论基础。二战结束后,专家们将人体工程的体制及各项研究成果广泛地应用到产业界,以追求人与机械间的合理化。工业生产向机械化和自动化发展,一连串流水线生产系统的发展、新式生产技术的使用,使工业生产量增加。但是由于高度的机械化和自动化,人与机械间产生了高度的生理与心理摩擦,直接或间接地影响了工作效率与正确性,从而也产生了许多严重的后果。

1957年,E·J·买米考来克发表的《人类工程学》是第一部关于人体工程学的权威著作,标志着人体工程学已进入成熟期。过去是先设计机械,后训练人去操纵;现在是先了解人,然后根据对人的了解来设计。如果不能遵循这样的原则,那么机械文明的飞快发展对人并不意味着是好事。由于人体工程学在此时主要是研究人与机器的关系,因此也称为人机工程学。1960年,国际上成立了人体工程协会(IEA),1961年在斯德哥尔摩举行了第一次国际人体工程学术会议,1975年成立了国际人体工程标准化技术委员会(ISO/CT-159),颁布了《工作系统设计的人类功效学原则》,这标志着人体工程学进入科学时期。

作为一门学科,我国的人体工程学是在20世纪60年代国防科委结合飞机设计的一些试验项目而起步的。直到70年代末,人体

工程学才逐渐地在个别大学及研究机构建立起来。1981年,由中国科学院心理学研究所和中国标准化综合研究所共同建立了中国人类功效学标准化技术委员会,并与国际人体工程标准化技术委员会(CIEA)建立了联系,进入21世纪以来,我国的人体工程学研究迅速与国际接轨,并在国民经济与国民生活中发挥着前所未有的作用。

由于不同的时代工业技术的主角不同,因而产生的问题也不同,对人和机械关系的研究也在不断发展。机械化时代研究的主要内容是人体尺寸、施力、人对物理环境的适应能力等;而人类进入电子时代后,人体工程学所面临的新问题是人的技能与学习的能力。到了信息时代,对人的信息接收能力和处理能力的探索又成为挑战的课题。所以,人体工程学也会随时代的发展而发展。

1.3 人体工程学的定义

人体工程学目前无统一的定义。

著名的美国人体工程学专家W·E·伍德森(W. E. Woodson)认为: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、操纵控制、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和作业时感到安全和舒适。

苏联的学者将人体工程学定义为:人体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。

国际人体工程学会(International Ergonomics Association,简称IEA)的定义为:人体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、生活和休假时怎样统一考虑工作效率、健康、安全和舒适等问题的学科。

《中国企业管理百科全书》中对人体工程学所下的定义为:人

体工程学是研究人和机器、环境的相互作用及其合理结合,使设计的机器和环境系统适合人的生理、心理特点,达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。

综上所述,尽管各国学者对人体工程学所下的定义不同,但在下述两方面却是一致的:一是人体工程学的研究对象是人、机、环境的相互关系;二是人体工程学研究的目的如何达到安全、健康、舒适和工作效率的最优化。

任何一门学科都要针对一定范围内的问题展开研究、建立理论体系,这就是这门学科的科学性。同样,任何一门学科都要运用其理论体系提出解决某类问题的方法,这就是该门学科的技术性。人体工程学也是一门技术科学。技术科学是介于基础科学和工程技术之间的一大科学。

人体工程学强调理论联系实际,重视科学与技术的全面发展,它从基础科学、技术科学、工程技术这三个层次来进行纵向探讨。与人体工程学有关的基础科学知识主要包括:心理学、生理学、解剖学、系统工程等。在工程技术方面,人体工程学已广泛运用于军事、工业、农业、交通运输、建筑、企业管理、安全管理、航天、潜水等行业。从各门学科之间的横向关系看,人体工程学的最大特点是联系了关于人和物的两大类科学,试图解决人与机械、人与环境之间不和谐的矛盾。

既然人体工程学是研究“人一机一环境”系统中人、机、环境三大要素之间的关系,为解决该系统中人的效能、健康问题提供理论与方法的科学。为了进一步说明定义,需要对定义中提到的几个概念作以下几点解释:

1.3.1 人的要素

在人、机、环境三要素中,“人”是指作业者或使用人,人的生理、心理特征以及人适应机械和环境的能力都是重要的研究课题。“机”是指机器,但较一般术语的意义要广得多,包括人操作和使用的一切产品和工程系统。怎样才能设计出满足人的要求、符合人的特点的机器产品,是人体工程学探讨的重要问题。“环境”

是指人们工作和生活的环境，噪声、照明、温度、空间即设施等环境因素对人的工作和生活的影响是研究的主要对象。

1.3.2 系统的要素

“系统”是人体工程学最重要的概念和思想。人体工程学不是孤立地研究人、机、环境这三个要素，而是从系统的总体高度将它们看成是一个相互作用、相互依存的整体。系统既由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体，而这个系统本身又是它所属一个更大系统的组成部分。由此看来，人体工程学不仅从系统的角度研究人、机、环境三要素之间的关系，也从系统的高度研究各个要素。

1.3.3 人的效能

“人的效能”主要是指人的作业效能，即人按照一定要求完成某项作业时所表现出的效果和成绩。工人的作业效能由其工作效率和产量来测量。从管理的角度看，现代管理体系三要素（人、物资、信息）中，人的管理主要是怎样获得最高的作业效能的问题。一个人的效能决定于工作性质、人的能力、工具和工作方法，人的效能也决定于人、机、环境三个要素之间的关系是否得到妥善处理。

1.3.4 人的健康

“人的健康”包括安全和身心健康。近几十年来，人的心理健康受到广泛重视。心理因素能直接影响生理健康和作业效能，因此，人体工程学不仅要研究对人生理损害的某些因素（例如强噪声对听觉系统的直接损伤），而且要研究这些因素对人的损害程度，例如有的噪声虽不会直接伤害人的听觉，却造成心理干扰，引起人的应激反应。

人体工程学在解决系统中的人的问题上主要有两条途径：

- (1) 使机械、环境适合于人；
- (2) 通过最佳的训练方法使人适应于机器和环境。

任何系统按人体工程学的原则进行设计管理，都必须同时从这两方面考虑。

1.4 人体工程学研究的主要内容

人体工程学研究的主要内容大致分为三方面:

1.4.1 工作系统中的人

工作系统中的人包括:人体尺寸;信息的感受和处理能力;运动的能力;学习的能力;生理及心理需求;对物理环境的感受性;对社会环境的感受性;知觉与感觉的能力;个人之差;环境对人体能的影响;人的反射及反应形态;人的习惯与差异等等。

1.4.2 工作系统中的机械

这些部分包括三大类:

(1) 显示器:仪表、信号、显示屏;

(2) 操纵器:各种机具设备的操纵部分,如开关、旋钮、把手和键盘等等;

(3) 机具:家具、设备等和人的生产生活息息相关的设备。

1.4.3 环境控制

环境控制指如何使环境适应人。环境主要是:

(1) 普通环境:建筑与室内外空间环境的照明、温度、湿度、噪声控制等。

(2) 特殊环境:高温、高压的工作间;宇宙飞行器;具有辐射、电磁波的场所等。

1.4.4 人体工程学研究时要遵循的原则

从人体工程学研究的问题来看,涵盖了技术科学和人体科学的许多交叉的问题。它涉及了很多不同的学科,包括:医学、生理学、心理学、工程技术、劳动保护、环境控制、仿生学、人工智能、控制论、信息论和生物技术等众多的学科。在进行人体工程学研究时要遵循以下的原则:

1. 物理的原则

如杠杆、惯性定律、重心原理,在人体工程学中也适用,但在处理问题时应以人为主来进行。而在机械效率上又遵从物理原则,两者之间的调和法则是保持人道而又不违反自然规律。