



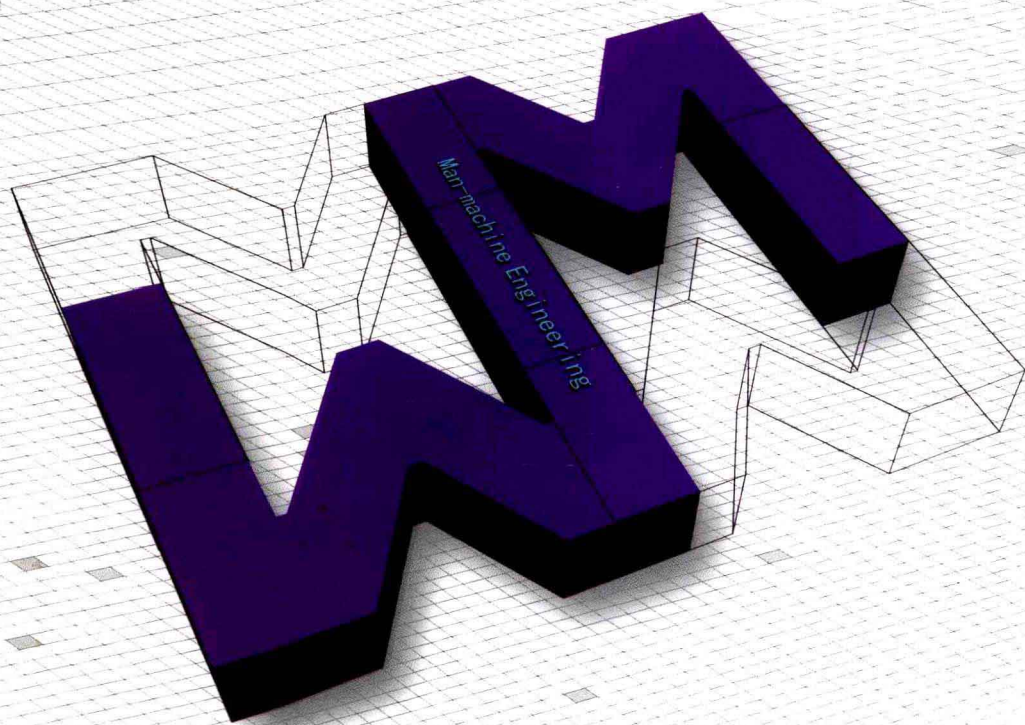
指南针系列教材

21世纪全国普通高等院校美术·艺术设计专业
“十二五”精品课程规划教材

人机工程学

Man-machine Engineering

编著 徐涵 刘俊杰 陈炜



北方联合出版传媒(集团)股份有限公司
辽宁美术出版社

目录 contents

序

第一章 概论

007

- 第一节 人机工程学的形成与发展 / 007
- 第二节 人机工程学的基本概念与研究范围 / 009
- 第三节 人机工程学的学科特性与相关学科 / 012

第二章 人体动作与行为因素

013

- 第一节 人体与物体尺度的行为关联 / 013
- 第二节 人体与知觉心理的行为反映 / 033
- 第三节 人体与作业环境的行为需求 / 047

21世纪全国普通高等院校美术·艺术设计专业
“十二五”精品课程规划教材

总主编 范文南
总策划 范文南
副总主编 洪小冬
总编审 苍晓东 方伟 光辉 李彤
王申 关立

编辑工作委员会主任 彭伟哲
编辑工作委员会副主任
申虹霓 童迎强 刘志刚
编辑工作委员会委员
申虹霓 童迎强 刘志刚 苍晓东 方伟 光辉
李彤 林枫 郭丹 罗楠 严赫 范宁轩
王东 彭伟哲 薛丽 高焱 高桂林 张帆
王振杰 王子怡 周凤岐 李卓非 王楠 王冬冬

印制总监
鲁浪 徐杰 霍磊

图书在版编目(CIP)数据

人机工程学/徐涵等编著. —沈阳: 北方联合出版传媒(集团)股份有限公司 辽宁美术出版社, 2011.5
21世纪全国普通高等院校美术·艺术设计专业“十二五”精品课程规划教材
ISBN 978-7-5314-4889-1

I. ①人… II. ①徐… III. ①人-机系统-应用-工业设计-高等学校-教材 IV. ①TB47-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第073485号

出版发行 北方联合出版传媒(集团)股份有限公司
辽宁美术出版社

经 销 全国新华书店

地址 沈阳市和平区民族北街29号 邮编: 110001

邮箱 lnmscbs@163.com

网址 <http://www.lnpgc.com.cn>

电话 024-23404603

封面设计 范文南 洪小冬 彭伟哲 林枫

版式设计 彭伟哲 薛冰焰 吴焯 高桐

印刷
沈阳鹏达新华广告彩印有限公司

责任编辑 李彤 严赫 方伟

技术编辑 徐杰 霍磊

责任校对 张亚迪

版次 2011年5月第1版 2011年5月第1次印刷

开本 889mm×1194mm 1/16

印张 8

字数 210千字

书号 ISBN 978-7-5314-4889-1

定价 36.00元

图书如有印装质量问题请与出版部联系调换
出版部电话 024-23835227

21世纪全国普通高等院校美术·艺术设计专业
“十二五”精品课程规划教材

学术审定委员会主任	
清华大学美术学院副院长	何 洁
学术审定委员会副主任	
清华大学美术学院副院长	郑曙阳
中央美术学院建筑学院院长	吕品晶
鲁迅美术学院副院长	孙 明
广州美术学院副院长	赵 健

学术审定委员会委员	
清华大学美术学院环境艺术系主任	苏 丹
中央美术学院建筑学院副院长	王 铁
鲁迅美术学院环境艺术系主任	马克辛
同济大学建筑学院教授	陈 易
天津美术学院艺术设计学院副院长	李炳训
清华大学美术学院工艺美术系主任	洪兴宇
鲁迅美术学院工业造型系主任	杜海滨
北京服装学院服装设计教研室主任	王 羿
北京联合大学广告学院艺术设计系副主任	刘 楠

联合编写院校委员 (按姓氏笔画排列)

马振庆	王 雷	王 磊	王 妍	王志明	王英海
王郁新	王宪玲	刘 丹	刘文华	刘文清	孙权富
朱 方	朱建成	闫启文	吴学峰	吴越滨	张 博
张 辉	张克非	张宏雁	张连生	张建设	李 伟
李 梅	李月秋	李昀蹊	杨建生	杨俊峰	杨浩峰
杨雪梅	汪义候	肖友民	邹少林	单德林	周 旭
周永红	周伟国	金 凯	段 辉	洪 琪	贺万里
唐 建	唐朝辉	徐景福	郭建南	顾韵芬	高贵平
黄倍初	龚 刚	曾易平	曾祥远	焦 健	程亚明
韩高路	雷 光	廖 刚	薛文凯		

学术联合审定委员会委员 (按姓氏笔画排列)

万国华	马功伟	支 林	文增著	毛小龙	王 雨
王元建	王玉峰	王玉新	王同兴	王守平	王宝成
王俊德	王群山	付颜平	宁 钢	田绍登	石自东
任 戡	伊小雷	关 东	关 卓	刘 明	刘 俊
刘 赦	刘文斌	刘立宇	刘宏伟	刘志宏	刘勇勤
刘继荣	刘福臣	吕金龙	孙嘉英	庄桂森	曲 哲
朱训德	闫英林	闭理书	齐伟民	何平静	何炳钦
余海棠	吴继辉	吴雅君	吴耀华	宋小敏	张 力
张 兴	张作斌	张建春	李 一	李 娇	李 禹
李光安	李国庆	李裕杰	李超德	杨 帆	杨 君
杨 杰	杨子勋	杨广生	杨天明	杨国平	杨球旺
沈 雷	肖 艳	肖 勇	陈相道	陈 旭	陈 琦
陈文国	陈文捷	陈民新	陈丽华	陈顺安	陈凌广
周景雷	周雅铭	孟宪文	季嘉龙	宗明明	林 刚
林 森	罗 坚	罗起联	范 扬	范迎春	郇海霞
郑大弓	柳 玉	洪复旦	祝重华	胡元佳	赵 婷
贺 祎	郜海金	钟建明	容 州	徐 雷	徐永斌
桑任新	耿 聪	郭建国	崔笑声	戚 峰	梁立民
阎学武	黄有柱	曾子杰	曾爱君	曾维华	曾景祥
程显峰	舒湘汉	董传芳	董 赤	覃林毅	鲁恒心
缪肖俊					

序 >>

当我们把美术院校所进行的美术教育当做当代文化景观的一部分时，就不难发现，美术教育如果能呈现或继续保持良性发展的话，则非要“约束”和“开放”并行不可。所谓约束，指的是从经典出发再造经典，而不是一味地兼收并蓄；开放，则意味着学习研究所必须具备的眼界和姿态。这看似矛盾的两面，其实一起推动着我们的美术教育向着良性和深入演化发展。这里，我们所说的美术教育其实有两个方面的含义：其一，技能的承袭和创造，这可以说是我国现有的教育体制和教学内容的主要部分；其二，则是建立在美学意义上对所谓艺术人生的把握和度量，在学习艺术的规律性技能的同时获得思维的解放，在思维解放的同时求得空前的创造力。由于众所周知的原因，我们的教育往往以前者为主，这并没有错，只是我们更需要做的一方面是将技能性课程进行系统化、当代化的转换；另一方面需要将艺术思维、设计理念等这些由“虚”而“实”体现艺术教育的精髓的东西，融入我们的日常教学和艺术体验之中。

在本套丛书实施以前，出于对美术教育和学生负责的考虑，我们做了一些调查，从中发现，那些内容简单、资料匮乏的图书与少量新颖但专业却难成系统的图书共同占据了学生的阅读视野。而且有趣的是，同一个教师在同一个专业所上的同一门课中，所选用的教材也是五花八门、良莠不齐，由于教师的教学意图难以通过书面教材得以彻底贯彻，因而直接影响到教学质量。

学生的审美和艺术观还没有成熟，再加上缺少统一的专业教材引导，上述情况就很难避免。正是在这个背景下，我们在坚持遵循中国传统基础教育与内涵和训练好扎实绘画（当然也包括设计摄影）基本功的同时，向国外先进国家学习借鉴科学的并且灵活的教学方法、教学理念以及对专业学科深入而精微的研究态度，辽宁美术出版社会同全国各院校组织专家学者和富有教学经验的精英教师联合编撰出版了《21世纪全国普通高等院校美术·艺术设计专业“十二五”精品课程规划教材》。教材是无度当中的“度”，也是各位专家长年艺术实践和教学经验所凝聚而成的“闪光点”，从这个“点”出发，相信受益者可以到达他们想要抵达的地方。规范性、专业性、前瞻性的教材能起到指路的作用，能使使用者不浪费精力，直取所需要的艺术核心。从这个意义上说，这套教材在国内还是具有填补空白的意义。

21世纪全国普通高等院校美术·艺术设计专业“十二五”精品课程规划教材编委会

目录 contents

序

— 第一章 概论

007

- 第一节 人机工程学的形成与发展 / 007
- 第二节 人机工程学的基本概念与研究范围 / 009
- 第三节 人机工程学的学科特性与相关学科 / 012

— 第二章 人体动作与行为因素

019

- 第一节 人体与物体尺度的行为关联 / 013
- 第二节 人体与知觉心理的行为反映 / 033
- 第三节 人体与作业环境的行为需求 / 047

— 第三章 人体动作空间与人性化设计

059

第一节 人体动作疲劳强度的适度考量 / 059

第二节 人体动作空间环境的标准考量 / 066

— 第四章 人机工程学的设计运用

076

第一节 室内空间设计 / 076

第二节 家具陈设设计 / 095

第三节 无障碍设计 / 108

第 1 章

概 论

本章要点

- 人机工程学的形成与发展
- 人机工程学的基本概念与研究范围
- 人机工程学的学科特性与相关学科

在涉足人机工程学之前,我们可能对这门学科的部分内容有一些经验性的接触,比如说凳子的高度一般为400mm、床长为2000mm、桌子高750mm等,这些尺度是如何确定的呢?它与我们的日常生活和工作环境又存在哪些关联?这将是本书要讨论和研究的问题。

日常生活与工作环境中人机工程学应用巡视。

例1:大沙发豪华气派,配备活动靠垫更显人性化;

例2:升级换代产品——学生双肩背书包取代挎式书包,有利于学生健康成长(图1);

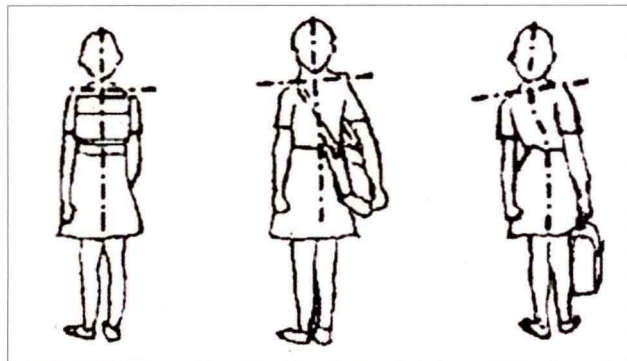


图1

例3:“叫壶”的出现,改善了传递信息的“人机界面”,也增加了安全系数;

例4:2003年SARS肆虐流行期间,北京市应时推出了具有防疫功能的“带耳朵的垃圾箱”;

例5:工厂装配车间的生产线上用弹性绳索悬挂着螺丝刀,使工人操作使用既省力又方便;

例6:住宅客厅入口设置玄关,用来强化私密性的心理需求;

例7:步行街盲道的增设凸显了人文的关怀;

例8:城市通过广场建设来分解人流,以扩充人们的活动空间。

作为一名设计师,我们不应满足知道是怎样,更加重要的是要知道为什么要这样,要做到“知其然而且知其所以然”。人机工程学就是这么一种学科。它的宗旨是以行为者达到舒适、安全、高效(经济)为目的,研究并优化人机系统的科学。人机工程学为设计提供了人机关系方面的理论依据和研究准则,是设计师必须掌握的基础学科之一。

第一节 人机工程学的形成与发展

人机工程学的形成与发展可以概括为经验期、创建期、发展成熟期三个阶段。

一、经验期——对劳动工效的苛刻追求与人机工程学的孕育

从广义上说,自有人类以来,就开始存在着一种人机关系。当然,最早是一种最原始,也是最简单的“人机关系”。“工欲善其事,必先利其器”,此道理早就被我们的祖先所认识。在古代虽然没有系统的人机学研究方法,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。

工业革命以后,以新能源、新技术为基础的大机器生产方式,在实现了前所未有的高效率的同时,也产生了比过去复杂得多的人机关系。机器的发明家和设计者忙于改善机器的性能以进一步提高效率,至于与操作者体能之间的矛盾则根本不在考虑之列。为了能够跟上机器的节奏,操作者必需拼命工作。机器成了生产的主宰,而操作者成了附庸。随之带来的是,工人劳动强度增加,工伤事故率上升,社会矛盾日益尖锐化。卓别林在影片《摩登时代》中,对大工业生产中的非人道因素进行了辛辣的揭露与讽刺。

在这种情况下,欧美一些学者和研究机构以降低劳动强度、减少事故、提高劳动生产率为目的,对在劳动过程中的生理和心理问题等方面进行了研究。英国在一次大战期间成立了工业疲劳研究所,研究防止疲劳、提高工效的途径。当时这方面研究比较有影响的是泰勒和吉尔布雷斯夫妇。

1. 铁锹作业试验

1898年,泰勒在伯利恒钢铁厂对铁锹铲煤作业进行了研究。他用5kg、10kg、17kg和20kg四种装煤量的铁锹进行试验,发现用10kg铁锹作业效率最高。这就是著名的“铁锹作业试验”。

2. 砌砖作业试验

1911年,吉尔布雷斯用新发明的高速摄影机拍摄砌砖工的动作过程,经动作分析,把砌砖动作由17个减至四五个,使作业效率提高了一倍多。这一被称作“砌砖作业试验”的研究开创了“动作与时间研究”的先河。

泰勒和吉尔布雷斯的这些重要试验影响很大,而且成为后来人机工程学的重要分支,即所谓“时间与动作的研究”的主要内容。特别是泰勒的研究成果,在20世纪初成了美国和欧洲一些国家为了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,主要研究内容是:研究每一职业的要求;利用测试来选择工人和安排工作;挖掘利用人力的最好办法;制订培训方案,使人力得到最有效的发挥;研究最优良的工作条件;研究最好的组织管理形式;研究工作动机,促进工人和管理者之间的通力合作。

因参加研究的人员大都是心理学家,研究偏向心理学方向,因而许多人把这一阶段的人机工程学称为“应用实验心理学”。学科发展主要特点是:机械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为主,使人适应于机器。

二、创建期——二战中尖锐的军械问题与人机工程学的诞生

人机工程学正式建立的时间是二战期间,当时各国为了取得战争胜利,投入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利。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,出现了飞机驾驶员误读仪表而意外失事(因仪表数量太多,据统计,二战中的美国飞机事故80%是由于人机工程方面的原因引起的),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中率低等现象经常发生(如德军板机孔在带手套后伸不进去,当进攻寒冷的苏联时造成了很大不便)。

战争事故引起了决策者和设计者的重视,他们逐步认识到设计任何机器不能仅着眼于机械和设施本身,同时要充分了解人使用时的方便与否,以使人能安全、自由、正确地使用。为了争取战争的胜利,各主要武器生产国集合行为学家、心理学家、生理学家和医生、工程师,开始对武器设计中的人机问题进行研究,因而促成了一门新的学科——人机工程学。

在这一发展阶段中,人机工程学的研究课题已超出了心理学的研究范畴,使许多生理学家、工程技术专家投身到该学科中来共同研究。人机工程学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。

三、发展和成熟期——向民用领域的延伸

二战后,专家们开始将人机工程的研究成果广泛应用到产业界(主要有家具、电器、室内设计、医疗器械、汽车与民航客机、飞船宇航员生活舱、计算机设备与软件、生产设备与工具、事故与灾害分析、消费者伤害的诉讼分析等),以追求人与机械间的合理化,使人体工程学得到了空前的发展。过去是先设计机械,后训练人来操作;现今是先了解人,后根据人来设计使用器具。

1957年,美国人麦克考米克著《人类工程学》是第一部人机工程学方面的权威著作,它标志着这一学科进入了成熟阶段。这期间全球各地的人机工程学组织相应建立。

- 1949年英国成立人机工程学研究学会;
- 1953年联邦德国成立人机工程学学会;
- 1957年美国成立人的因素协会;
- 1960年人机工程学科在全球普遍发展;
- 1960年成立国际人机工程学协会;
- 1963年日本成立人间工学学会;
- 1989年中国成立中国人类工效学学会;
- 1991年中国加入国际人类工效学学会。

现代人机工程学发展有三个特点：

1. 着眼于机械装备的设计，使机器的操作不超越人类能力界限。

2. 密切与实际相结合，尽可能用人机工程学原理进行具体的机械装备设计。

3. 力求使实验心理学、生理学、功能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。

现代人机工程学研究的方向是：把人—机—环境系统作为一个统一的整体来研究，以创造最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：高效、安全、经济。

第二节 人机工程学的基本概念与研究范围

一、人机工程学的学科命名与学科定义

人机工程学是20世纪40年代后期跨越不同学科和领域，应用多种学科的原理、方法和数据发展起来的一门新兴的边缘学科。由于它的学科内容的综合性、涉及范围的广泛性以及学科侧重点的不同，学科的命名具有多样化的特点。例如：在欧洲多称为工效学(Ergonomics)；在美国多称为人类因素学(Human Factors Engineering)、人类工程学(Human Engineering)；在日本称为人间工学，等等。在我国所用的名称有人机工程学、工效学、人机学、人体工程学等。

与该学科的命名一样，对本学科所下的定义也不统一，而且随着学科的发展，其定义也在不断发生变化。

著名的美国人机工程学专家W. E. 伍德森(W. 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，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。

国际人机工程学会(简称IEA)的定义为：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、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。

国际人机工程学会的定义中第一句话指出了人机学的研究对象是工作环境中的解剖学、生理学、心理学等方面的因素。第二句话指出了人机学的研究内容是人机环境的最佳匹配、人机环境系统的优化。第三句话指出了人机学的研究目的是设计一切器物都要考虑人们生活、工作的安全、舒适、高效。要注意的是人机工程学要求的“安全、舒适、高效”是重要的，但也要受其他条件

的约束、其他目标的制衡，不是唯一的，也未必总是优先的。实际设计中，应该是在限定条件下提高安全、舒适、高效的程度(如火车卧铺改为二层后虽舒适但成本大大提高)。

我国1979年出版的《辞海》中对人机工程学所下的定义为：人机工程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械、仪器和控制装置，并研究控制台各个仪表的最适当位置。

目前国内学者通常认为：人机工程学是研究“人—机—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。

从上述概念和定义看出，尽管名称表述及内涵不尽相同，但人机工程学所研究的对象、方法、理论体系的方向却是一致的，基本涵盖了人机系统、人机界面、人机合理分工等几个方面。

二、人机工程学的基本概念

1. 人机系统

系统是指为了达到一定目标，由相互依赖、起互动作用的若干部分所组成的一个整体。虽然总体的高效能一般依赖于各子系统的优良效能，但更依赖于各子系统之间的协调关系。离开互相协调、在互动中有效发挥作用的前提，子系统的“独善其身”对整个系统并无价值，在系统设计中是不适宜的。

而人机系统则是指人与他所面对的物共处于同一时间及空间所构成的系统，它由三个子系统组成(图2)。

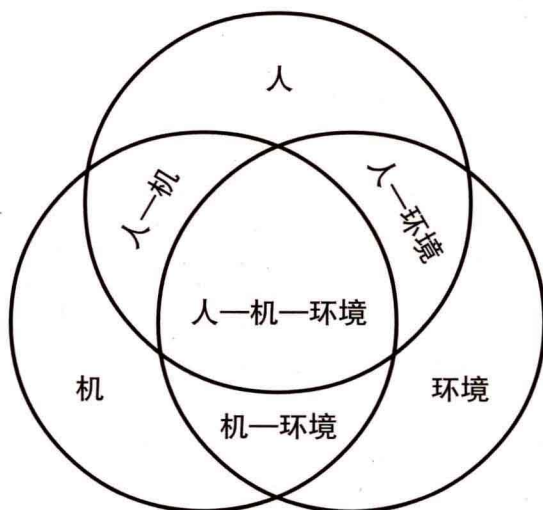


图2

(1) 人: 作业者或使用者, 人的心理、生理特征, 及人适应机器 (或人造物) 和环境的能力都是其研究的课题。

(2) 机: 即机器 (或人造物), 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, 符合人的行为规律的产品是人机工程学探讨的重要课题。

(3) 环境: 人工作和生活的环境、噪声、照明、气温等因素对人的工作生活的影响等是其研究的对象。

2. 人机界面

指人机间能相互施加影响的区域, 人通过感受器官 (眼、鼻、耳、舌、口、身) 接受外界发出的信息、物质和能量, 又通过执行器 (手、足、口、身) 向外界传递信息、物质和能量, 在人机交流中凡参与这两个过程的一切领域均属于人机界面 (图 3)。

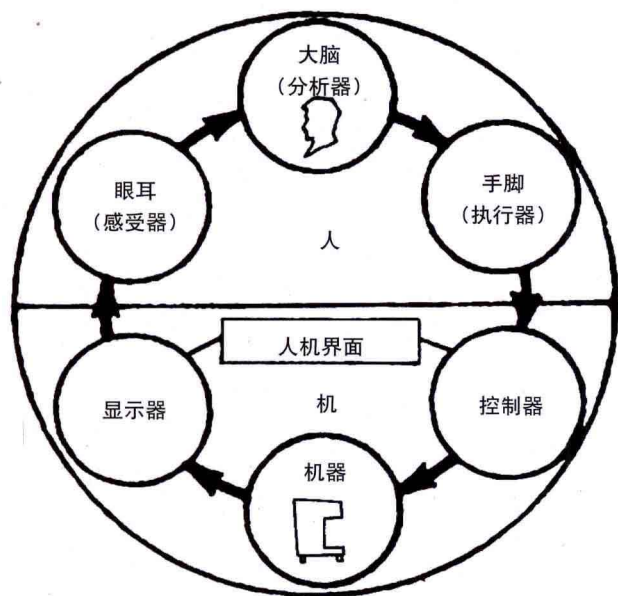


图 3

人机界面按性质分三类。

(1) 控制系统人机界面 (也叫人机接口): 其特点是通过机器显示系统传递信息。人通过控制系统传达操纵指令, 使机器按人所规定的状态运行。

(2) 工具性人机界面: 如工具手柄、家具、被服及生活用品等, 其特点是要求用具符合人的形体尺寸及操控能力, 使之在使用过程中感到舒适、方便、安全。

(3) 环境性人机界面: 如照明、噪声、小气候等, 其特点是作用于人的生理过程而影响人的舒适、健康、安全。

在实际人机系统中, 往往兼有各类人机界面, 甚至出现人机界面的交叉。

3. 人机关系

(1) 人适机: 通过最佳的训练方法, 使人适应于机器和环境, 更好地发挥人机系统的效能, 但要注意人适机是有限度的。

(2) 机宜人: 器物设计要适合解剖学、生理学、心理学等人的因素, 根据人的特点来设计机器。但要注意不能单方面地强调机器适应人, 应当人机相互适应, 合理分工, 达到人机系统的最优化。

4. 人机合理分工

人机功能分配是产品设计的首要问题。人与机器各有所长。人机合理分工的基本原则是发挥人与机器各自的优势。表 1 是人与机器的机能对比表。

人机合理分工的一般原则如下: 设计中应把笨重、快速、单调、规律性强、高级运算及在严酷和危险条件下的工作分配给机器, 而将指令程序的编制、机器的监护维修、故障排除和处理意外事故等工作安排人去承担。

但是人机分工并不单纯是人机工程本身的问题, 它还取决于社会、经济、科技发展水平等更广泛的条件 (如劳动密集型产业对扩大就业有利、傻瓜相机虽好但不适合专业摄影)。

三、人机工程学的研究内容与研究方法

人机工程学研究的内容应包括理论和应用两个方面, 但当今人体工程学研究总趋势还是重于应用。而对于学科研究的主体方向, 则由于各国科学和工业基础的不同, 侧重点也不相同。例如, 在美国侧重工程和人际关系; 在法国侧重劳动生理学; 在前苏联注重工程心理学, 等等。

1. 人机工程学的研究内容

(1) 研究人机系统中人的各种特性

生理特性有: 人体的形态机能, 静态及动态人体尺度, 人体生物力学参数, 人的信息输入、处理、输出的机制和能力, 人的操作可靠性的生理因素等。

心理特性有: 人的心理过程与个性心理特征, 人在劳动时的心理状态, 安全生产的心理因素和事故的心理因素分析等。

这些特性是人机工程学的基础理论部分, 是解决工程技术问题的主要依据。

(2) 研究人机功能合理分配

(3) 各种人机界面的研究

(4) 作业方法与作业负荷研究

作业方法研究: 作业的姿势、体位、用力、作业顺序等, 目的是消除不必要的劳动消耗。

表1 人与机器的机能对比表

对比内容	人的特征机能	机器的特征机能
感受能力	人可识别物体的大小、形状、位置和颜色等特征,并对不同音色和某些化学物质也有一定的分辨能力	接受超声、辐射、微波、电磁波、磁场等信号,超过人的感受能力
控制能力	可进行各种控制,且在自由度、调节和联系能力等方面优于机器,同时,其动力源和响应运动完全合为一体,能“独立自主”	操纵力、速度、精确度、操作数量等方面都超过人的能力,但不能“独立自主”,必须外加动力源才能发挥作用
工作效能	可依次完成多种功能作业,但不能进行高阶运算,不能同时完成多种操纵和恶劣环境条件下作业	能在恶劣环境条件下工作;可进行高级运算和同时完成多种操纵控制;单调、重复的工作也不降低效率
信息处理	人的信息传递率一般为6bit/s左右,接受信息的速度约每秒20个,短时间内能同时记住信息约10个,每次只能处理一个信息	能储存信息和迅速取出信息,能长期储存,也能一次废除,信息传递能力、记忆速度和保持能力都比人高得多,在做决策之前,能将所存储的全部有关条件周密“考虑”一遍
可靠性	就人脑而言,可靠性和自动结合能力都远远超过机器。但工作过程中,人的技术高低、生理和心理状况等因素对可靠性都有影响,能处理意外的紧急事态	经可靠性设计后,其可靠性高,且质量保持不变,但本身的检查和维修能力非常微薄,不能处理意外的紧急事态
耐久性	容易产生疲劳,不能长时间连续工作,且受年龄、性别与健康情况等因素的影响	耐久性高,能长期连续工作,并大大超过人的能力
适应性	具有随机应变的能力。具有很强的学习能力。对特定的环境能很快适应	没有随机应变的能力,只有很低的学习能力,只能适应事先设定的环境
创造性	具有创造性和能动性。具有思维能力、预测能力和归纳能力。会自己总结经验	只能在人所设计的程序功能范围内进行一定程度的创造性工作,以及达到一定程度的智能化

作业负荷研究:侧重于体力负荷的测定、分析,以确定合适的作业量、作业速率、作息安排以及研究作业疲劳及其与安全生产的关系等。

(5) 作业空间的分析研究

主要研究为保证安全高效作业所需的范围。包括人的最佳视区、最佳作业域、最小的装配作业空间以及最低限度的安全防护范围等。

(6) 事故及其预防的研究

研究产生事故的各种人的因素、人的操作失误分析与预防措施等。

2. 人机工程学的一般研究方法

(1) 实测法

实测法是借助工具、仪器设备进行测量的方法。例

如人体尺寸的测量,人体生理参数的测量(能量代谢、呼吸、脉、血压、尿、汗、肌电、心电等),作业环境参数的测量(温度、湿度、照明、噪声、辐射等)。

(2) 实验法

实验法是在人为设计的环境中测试实验对象的行为或反应的一种研究方法,一般在实验室进行,但也可以在作业现场进行。如人对各种仪表表示值的认读速度、误读率与仪表显示的亮度、对比度、仪表指针和刻度盘的形状、观察距离、观察者的疲劳程度和心情等关系的研究。

(3) 询问法

调查人通过与被调查人的谈话,评价被调查人对某一特定环境、条件的反应。询问法需要具备高超的技巧和丰富的经验,调查人要对询问的问题、先后顺序和具体的提法做好充分准备,对所调查的问题采取绝对中立的态度,对被调查人要热情关心,建立友好的关系。这种方法能帮助被调查人整理思路,对了解被调查人过去没有认真考虑过的问题特别有效。

(4) 观察法

通过直接或间接观察,记录自然环境中被调查对象的行为表现、活动规律,然后进行分析研究的方法。其技巧在于能客观地观察并记录被调查者的行为而不受任何干扰。

(5) 模拟和模型试验法

由于机器系统一般比较复杂,因而在人机系统研究时常采用模拟法。它是运用各种技术和装置的模拟,对某些操作系统进行逼真的试验,可得到所需要的更符合实际的数据的一种方法。例如训练模拟器、各种人体模型、机械模型、计算机模拟等。因为模拟器或模型通常比所模拟的真实系统价格便宜得多,而又可以进行符合实际的研究,所以应用较广。

3. 人机工程学研究的程序

(1) 确定目标

人机系统有许多问题需要解决,因此必须逐个分析

界定,选择系统中的主要问题作为研究目标。比如,长期效率比较低的作业环节,标准化欠佳的操作,事故频发的作业等。

(2) 收集资料

没有一定的资料既不能做出定性分析,也不能做出定量分析,因此,必须占有必要的资料。收集资料时,应针对研究目标,广泛收集与目标有关的资料,并对所收集的资料进行科学整理。

(3) 制订方案

在收集资料的基础上,应拟订多种备选方案。

(4) 综合评价

通过对备选方案的试验、费用、效果等分析比较,进行可行性论证,选出优化满意的方案供决策参考。

第三节 人机工程学的学科特性与相关学科

一、人机工程学的学科特性

人机工程学的主要任务是建立合理而可行的人机系统,更好地实施人机功能分配,更有效地发挥人的主体作用,并为劳动者创造安全舒适的环境,实现人机系统的“安全、经济、高效”的综合效能。具体地说,人机工程学的任务是为工程技术设计者提供人体合理的理论参数和要求,并应用于设计实践。

二、人机工程学的相关学科

人机工程学是由多门科学相互综合、渗透、重构而形成的一门交叉科学,其根本目的是通过揭示人、机、环境三大要素之间相互关系的规律,从而确保人一机—环境系统总体性能最优化。与人机工程学相关的学科较多,其主要涉及人体科学、安全科学、环境科学、技术科学、社会科学、建筑与建筑工程学等。这些学科都是人机工程学的基础,并为人机工程学的研究提供了先进的研究理论、方法和手段。

第2章

人体动作与行为因素

本章要点

- 人体与物体尺度的行为关联
- 人体与知觉心理的行为反映
- 人体与作业环境的行为需求

第一节 人体与物体尺度的行为关联

人体测量学是一门通过测量人体各部位尺寸来确定个人之间和群体之间在人体尺寸上差别的科学。

人类开始对人体尺度感兴趣可追溯到两千多年前,当时罗马建筑师维特鲁威从建筑学的角度对人体尺寸进行了较完整的论述,并发现人基本上以肚脐为中心,一个站立的人,双手侧向平伸的长度恰好就是人体的高度,双足趾和双手指恰好在以肚脐为中心的圆周上。文艺复兴时的达·芬奇根据这一描述,绘出了著名的人体比例图(图4)。

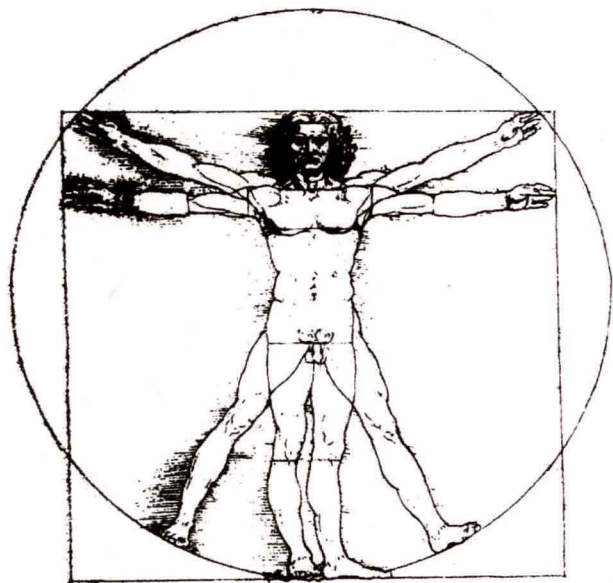


图4

此后,许多哲学家、数学家、艺术家进行了大量研究,积累了大量数据,但这些研究大多是从美学角度来研究人体比例关系,对设计没多大利用价值。

1870年,比利时数学家QUITLET发表的《人体测量学》为世界公认创建了这一学科。

一、二战期间,人们迫切需要人体测量的数据作为工业设计、武器制造的依据,这就促进了战后人体测量学的发展。1919年,美国进行了一项10万军人的多项人体测量,测量数据用于军服制作。战后,人体测量学的成果广泛应用于各行各业。

以往的测量成果可以为我们今天所借鉴。但由于人类个体和群体的差异,生活环境的变化,使用目的的不同,因此,各国的人体测量数据不可能照搬照抄的运用。

一、人体测量方法简介

国标 GB/T 5703-1999 规定了人机工程学使用的成年人和青少年的人体测量术语。该标准规定,只有在被测者姿势、测量基准面、测量方向、测点等符合下列要求的前提下,测量数据才是有效的。

(一) 被测者姿势

1. 立姿

指被测者挺胸直立,头部以眼耳平面定位,眼睛平视前方,肩部放松,上肢自然下垂,手伸直,手掌朝向体侧,手指轻贴大腿侧面,自然伸直膝部,左右足后跟并拢,前端分开,使两足大致呈 45° 夹角,体重均匀分布于两足。

2. 坐姿

指被测者挺胸坐在被调节到腓骨头高度的平面上，头部以眼耳平面定位，眼睛平视前方，左右大腿大致平行，膝弯屈大致成直角，足平放在地面上，手轻放在大腿上。

(二) 测量基准面和基准轴

人体测量均在测量基准面内及测量基准轴方向进行，人体测量中设定的轴线和基准面如图所示（图5）。

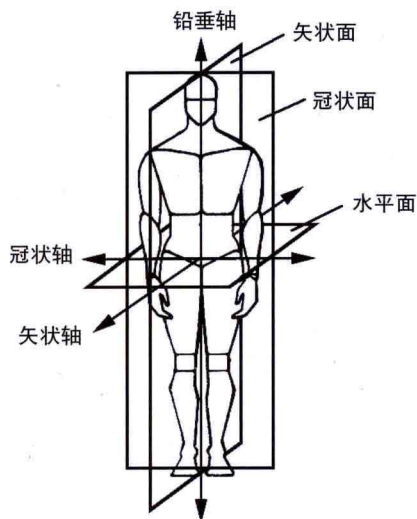


图5

- (1) 矢状面：把通过人体正中线的垂直面称为正中矢状面。其他与正中矢状面平行的平面叫矢状面。
- (2) 冠状面：通过铅垂轴和横轴的平面及与其平行的所有平面都称为冠状面。
- (3) 水平面：与矢状面和冠状面同时垂直的所有平面都称为水平面。水平面将人体分成上下两部分。
- (4) 眼耳平面：通过左右耳屏点及右眼眶下点的水平面称为眼耳平面。
- (5) 基准轴：铅垂轴、矢状轴、冠状轴

(三) 支承面和衣着

立姿时站立的地面或平台以及坐姿时的椅平面应该是水平、稳固、不可压缩的。

要求被测量者裸体或穿着尽量少的内衣（如只穿内裤和背心）测量，在后者情况下，测量胸围时，男性应撩起背心，女性应松开胸罩进行测量。

(四) 基本测点及测量项目

在国标 GB/T 5703-1999 中规定了人机工程学使用的有关人体测量参数的测点及测量项目，其中包括7组47项静态人体尺寸数据，分别是：人体主要尺寸6项、

立姿人体尺寸6项、坐姿人体尺寸11项、人体水平尺寸10项、人体头部尺寸7项、人体手部尺寸5项、人体足部尺寸2项。至于测点和测量项目的定义在此不作介绍，需要进行测量时，可参阅该标准的有关内容。

(五) 人体测量的方法

1. 丈量法

丈量法主要是用测量仪器来测量人体的构造尺寸、体重、推拉力等（图6）。

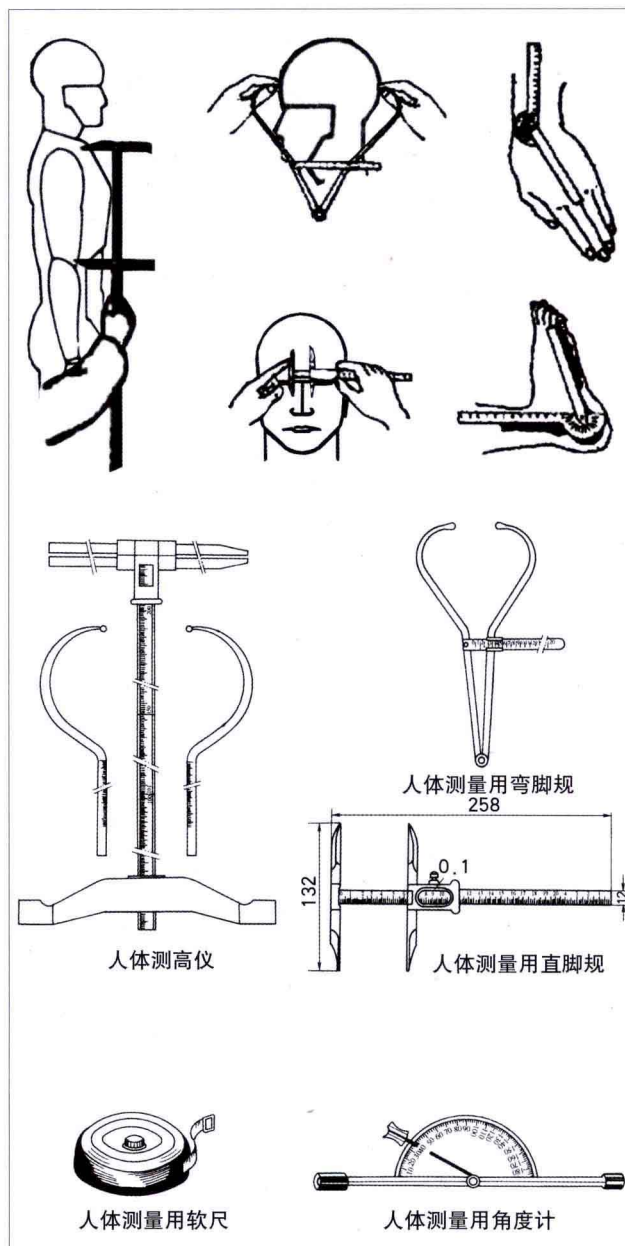


图6

2. 摄像法

由于功能尺寸随姿势而变化，一般难以测得准确结果，这时常常用摄像法。图7中A是带有光源的投影板，上

刻有 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 的方格。每一格又分成 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ 的小方格。摄像机距投影板之间的距离是投影板高的10倍。这时投影线可粗略视为平行线。如果要求尺寸的精确,可根据被试者与投影板的间距,算出修正系数,然后将投影尺寸乘系数即可(图7)。

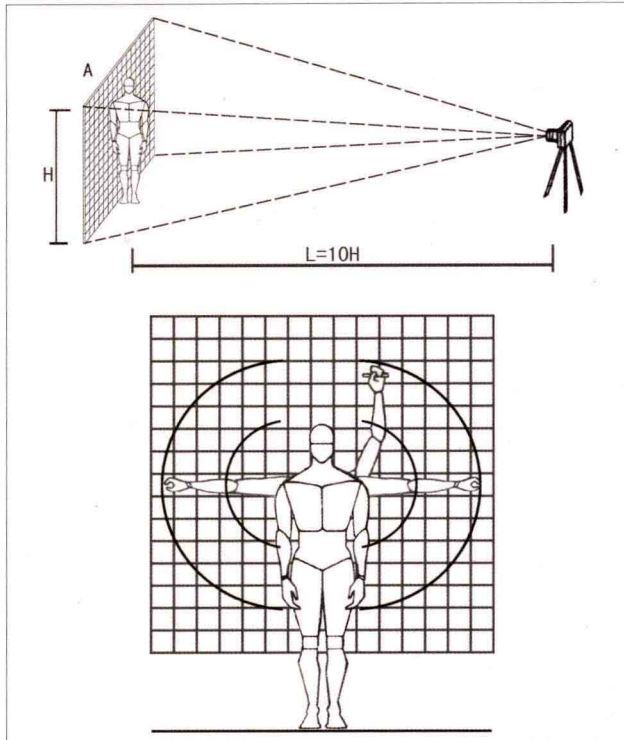


图7

3. 问卷法

对于需要测得“舒适”之类的功能尺寸,则要听被测者的主观评价,它常因人而异,故采用问卷法,如测试椅子坐面与靠背夹角为多大才舒适即为一例。

4. 自控和遥感测试法

要想测得人体在椅面、椅背或床垫上的压力分布,从而科学地确定椅面或椅背形状、床垫中弹簧的弹力,就得依靠自动控制系统,将压力输入,由电脑测得其结果。要想测得运动尺寸(如楼梯踏步、煤气灶尺寸)对人的影响,就可以利用多功能生理测试仪,采用遥控方式测量人体运动时肌肉电量的大小、心律的变化,确定这些运动尺寸的合理数值。

(六) 人体测量的内容

1. 人体构造尺寸

人体构造尺寸也叫人体静态尺寸,人体静态尺寸对室内设计非常有用,室内设计中常用人体构造尺寸见本节第五点——“室内设计中常用人体尺寸”(图8)。

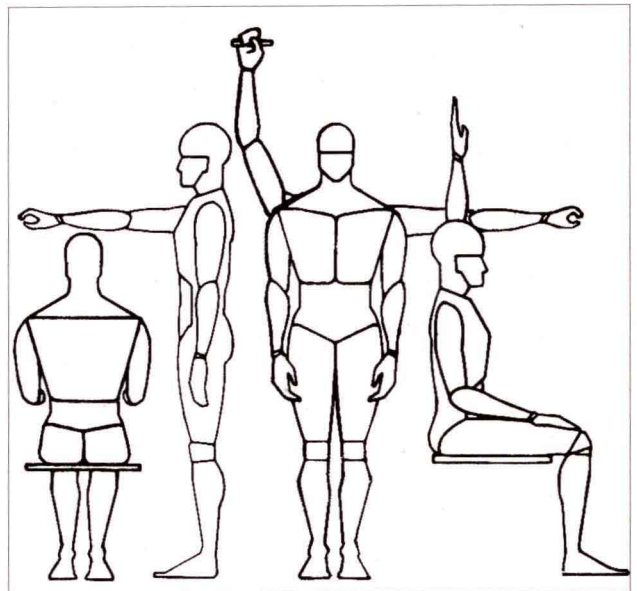


图8

2. 人体功能尺寸

人体功能尺寸是在人体活动时测得的动态尺寸。它是人在进行某项活动时肢体所能达到的空间范围。功能尺寸对于解决许多带有空间作业范围、位置的问题很有用。在使用功能尺寸时强调的是完成人体活动时,人体各部位的共同协调性。

下图是汽车驾驶室的空间分析图,在设计驾驶室时如果以静态尺寸为标准,那定会对操作带来不便。同样在设计家居空间时也要考虑动态尺寸问题,如下图中在设计过道时要考虑打开抽屉占的空间(图9)。



图9

二、影响人体测量差异的因素

1. 种族差异

不同国家、种族，因地理环境、生活习惯、遗传特性的不同，人体尺度差异十分明显，如身高：越南1605mm；比利时1799mm（见表2）。

表2 各国人体尺寸

人体尺寸均值	德国	法国	英国	美国	瑞士	亚洲
身高(cm)	172	170	171	173	169	168
坐高(cm)	90	88	85	86		
肘高(cm)	106	105	107	106	104	104
膝高(cm)	55	54		55	52	
肩宽(cm)	45		46	45	44	44
臀宽(cm)	35	35		35	34	

2. 世代差异

在过去100年中观察发现子女们一般比父母长得高，这个问题在总人口的身高平均值上也可以得到证实。欧洲居民预计每10年身高增加10~14mm。认识这种缓慢变化，并对其做出预测，这对设计是极为重要的。据《北京青年报》报道，1997年中国成年男子平均身高为1697mm，较1988年的1678mm高出19mm。

3. 年龄的差异

体型随年龄变化最为明显的时期是少年期。人体尺寸的增长过程女性18岁基本结束，男子20岁结束，但要到30岁才最终停止生长。此后，人体尺寸随年龄的增长而缩减，而体重、宽度、围长的尺寸却随年龄的增加而减少。在进行设计时，应确定作业与年龄的关系，对工作空间的设计应适应于20~65岁的人。

(1) 设计栏杆时，应以儿童头部尺寸为依据，5岁儿童的头约140mm，故栏杆距离应小于140mm而取110mm（图10）。



图10

(2) 设计老人器具时，应注意老年人的身体尺度及活动极限，如他们伸手够东西的能力不如年轻人。故在设计家居用具时，应首先考虑老年人的要求（特别是老年妇女），让年轻人迁就老年人（图11）。

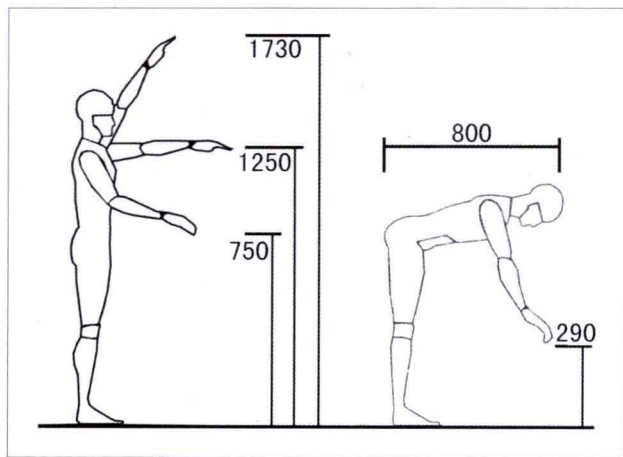


图11 老年妇女站立和弯腰能力及范围

4. 性别差异

两性身体尺寸的明显差别从10岁开始，一般妇女比男子矮100mm，但不能像习惯做法那样，按较矮的男子尺寸来处理女性方面的人机问题。调查表明，妇女臀部较宽，肩窄，躯干较男子长，四肢较短，在设计中应注意这种差别（图12）。

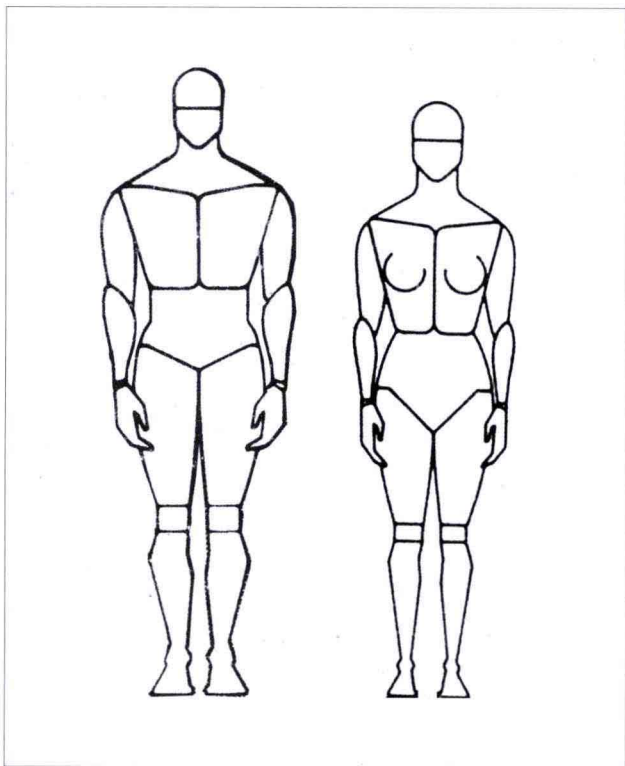


图12