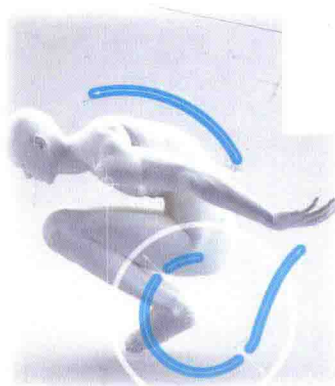


高等院校“十二五”规划教材

人体工程学

薛 果 王 栋 郭媛媛 主编



 吉林大学 出版社

人 体 工 程 学

主 编 薛 果 王 栋 郭媛媛
副主编 李 菲 卢志扬 陈港能 朱 江
编 委 陈蜜李 张丹丹

吉 林 大 学 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

人体工程学 / 薛果, 王栋, 郭媛媛主编. -- 长春:
吉林大学出版社, 2014.7
ISBN 978-7-5677-1598-1

I. ①人… II. ①薛… ②王… ③郭… III. ①工效学
= 教材 IV. ① TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 177219 号

书 名 / 人体工程学

作 者 / 薛 果 王 栋 郭媛媛 主 编

责任编辑 / 张宏亮

责任校对 / 张云忠

封面设计 / 北京创洋图文

出版发行 / 吉林大学出版社

社 址 / 长春市明德路 501 号

邮政编码 / 130021

发行电话 / 0431-89580026/28/29

网 址 / <http://www.jlup.com.cn>

邮 箱 / E-mail:jlup@mail.jlu.edu.cn

印 刷 / 北京市彩虹印刷有限责任公司

开 本 / 889mm×1194mm 1/16

印 张 / 8.5

字 数 / 200 千字

印 数 / 5000

版 次 / 2014 年 7 月第 1 版

印 次 / 2014 年 9 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978-7-5677-1598-1

定 价 / 49.80 元

版权所有 翻印必究

前言

人 机工程学作为 20 世纪 80 年代左右开始在国内发展的一门新兴的交叉学科，随着现代社会经济和科学技术的快速发展，推动了人机工程学的不断发展，使人们在实践中，逐渐深化了对本学科的认识。科学发展观要求建立和谐社会，这必然要涉及人与人、人与物以及人与自然的和谐。将人机工程学的研究领域拓宽了，将研究人员的视野扩大了，将本学科交叉的范围延伸了。

本书按照高等学校本科生对人机工程学课程的要求，以 48~64 学时专业必修课的内容，来控制全书内容的深度、广度和篇幅。编者力求在教材中提供必要的人机工程学方面的设计资料 and 比较全面的数据，又尽量将生活中的设计实例和人机工程理论相结合。教材涉及到人机工程学和艺术领域各个学科的交叉知识点，方便不同专业的学生重点学习和研究。

本书作为教学用书，无法阐述人机工程学的全部内容。但作为一本新时代的教材，具有一定的编写特色。本书以人机工程学所涉及的人、机、环境三要素为核心问题。分为两个大的部分。前四章为人机工程的理论基础，后五章为人机工程学再设计各个不同领域的具体运用。在教材中我们贯穿了许多教学、设计实例，力求让学生在潜移默化中理解人机工程的知识。

限于编者水平有限，书中不妥和错误之处难以避免，诚请广大读者批评指教。

编者

FORWARD

人体工程学

CONTENTS 目录

第一章 人体工程学概述

- 第一节 人体工程学的定义及分类 / 1
- 第二节 人体工程学的起源与发展 / 1
- 第三节 人体工程学的研究内容与方法 / 3

第二章 人体测量数据与应用

- 第一节 人体与室内 / 8
- 第二节 人体活动 / 11
- 附·录·A / 25

第三章 人体感知及人的信息处理系统

- 第一节 神经系统的组成和感知 / 29
- 第二节 感觉与知觉特征 / 34
- 第三节 人的视觉机能及其特征 / 42
- 第四节 人的听觉技能及其特征 / 54
- 第五节 人的其他机能及其特征 / 55
- 第六节 人体感觉机能设计应用实例 / 56

第四章 人的心理特征及在设计中的运用

- 第一节 心理学 / 59
- 第二节 设计心理学的含义及其研究对象 / 62
- 第三节 设计与设计受众的需要 / 66
- 第四节 设计的动机与兴趣 / 67

第五节 设计与创造性 / 71

第六节 人体心理学应用设计实例欣赏 / 76

第五章 环境与人机工程学

- 第一节 人与环境 / 78
- 第二节 环境行为 / 79
- 第三节 环境行为与室内空间 / 82

第六章 人机界面设计

- 第一节 人机系统与人机界面 / 89
- 第二节 人机工程设计 / 90
- 第三节 人机工程技术标准简介 / 92
- 第四节 人机界面的设计原则 / 93

第七章 视觉传达设计与人体工程学

- 第一节 图形的识别和建立 / 101
- 第二节 色彩的心理效应 / 103
- 第三节 视觉传达设计应用实例 / 107

第八章 工业设计与人体工程学

- 第一节 产品设计人体因素分析 / 108
- 第二节 设计中的人机设计方法 / 110
- 第三节 工业设计应用案例 / 116

第九章 室内设计与人体工程学

- 第一节 室内设计常用人体尺寸 / 122
- 第二节 室内空间分类和设计 / 123
- 第三节 室内环境设计 / 126
- 第四节 以人为本的室外环境设计 / 129

第一章

人体工程学概述

第一节 人体工程学的定义及分类

人体工程学 (Ergonomics)，又称“人类工程学”、“人效工效学”、“人机工程学”等，是一门新兴的边缘科学。它起源于欧洲，形成和发展于美国。人类在生活中总是使用着某些物质设施，这些物质设施可以为人们的生活和工作服务，它们有些是生活和工作的工具，有的则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。这些就是人体工程学需要研究的问题。简单来说，人体工程学的宗旨就是以达到舒适、安全和高效为目的。

人体工程学是一门技术科学，是介于基础学科和

工程技术之间的一大类科学。其确切定义是，将人一机—环境系统作为研究的基本对象，运用生理学、心理学和其它有关学科知识，根据人和机器的条件和特点，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，使工效达到最优的一门综合性学科。人体工程学强调理论与实践相结合，重视科学与技术的全面发展，它从基础学科、技术学科、工程技术这三个层次来进行纵向探讨，所涉及的学科十分广泛，基本涵盖了生理学、心理学、解剖学、仿生学、民俗宗教学等各类学科。

第二节 人体工程学的起源与发展

一 经验人体工程学

人体工程学一词的概念，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，由英国学者泰罗名字命名的泰罗制成为了人体工程学的鼻祖。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、高效操作的方法和制度。从泰罗制的形成到第二次世界大战之前，都属于经验人体工程学的发展阶段。

在经验人体工程学的发展阶段，对于人体工程学的主要研究者大多都是心理学家，因此这一阶段的研究基本都偏重于心理学方面，以至于在这时期，本门学科被称为“应用实验心理学”。在这一基础上，本阶段人体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。

表 1-1 各国对人体工程学的命名

欧 洲	Ergonomics 工效学
美 国	Human Factors 人类因素学 Human Engineering 人类工程学 Engineering Psychology 工程心理学
日 本	人间工程学
中 国	人机工程学、功效学、人机学、人体工程学

二 科学人体工程学

人体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体工程学的发展阶

段。在这一阶段中，由于战争的需要，各个国家发力发展效能高、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。

表 1-2 人体工程学的发展阶段

W · E · Woodson	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
前苏联学者	研究人在生产过程中的可能性、劳动活动的方式、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，使人在生理上和心理上都得到全面发展的一门学科
国际人体工程学会 (International Ergonomics Association)	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》	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



图 1-1

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战斗命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，绝大部分原因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。

专家们通过分析研究，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。正是这些失败例子的频发，军事领域的工程师们不得不在武器装备的设计中更多的考虑“人的因素”，这样一来，科学人体工程学便应运而生。

由于二战的结束，人体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，人体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。

三 现代人体工程学

人体工程学发展的第三阶段是从二十世纪 60 年代至今。二十世纪 60 年代起，欧美各国进入了大规模的经济发

1961 年国际工效学学会的成立（简称 IEA），推动了各国人体工程学的发展。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。

随着人们对人体工程学的一段研究，其应用范围已经深入到了与“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，都是与人体工程学密不可分。而 IEA 在其会刊中明确指出了现代人体工程学发展的三个特点：

1. 不同于传统人体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，现代人体工程学着眼于

工程设计及各类产品的设计，使机器的操作不超出人类能理解限制外。

2. 密切与实际应用相结合，通过严密计划规定的广泛的实验性研究，尽可能利用所掌握的基本原理，进行具体的产品设计。

3. 力求使实验心理学、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。

第三节 人体工程学的研究内容与方法

一 人体工程学的研究内容

人体工程学研究的主要内容大致可分为三大方面：

（一）工作系统中的人

这其中包括：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。

（二）工作系统中直接由人使用的机械部分如何适应人的使用

这其中包括三大类别：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）。

（三）环境控制，如何适应人的使用

这其中包含两大类：普通环境（建筑与室内环境的照明、温度、湿度控制等）、特殊环境（冶金、化工、采矿、航空、宇航和极地探险等分行业，也有极特殊的环境：高温、高压、辐射、污染等）。

从以上人体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，涉及到了很多不同的学科，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，同时也适用于人体工程学中，但在处理问题时则既要以人为本又要遵从物理原则，也就是既要保持人道又不违反自然规律。

2. 生理、心理兼顾原则

人体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，人体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，而环境则是两者关系存在的媒介。因此，在进行人体工程学的研究时，不能单独的研究人、研究机械、研究环境，而是要将三者联系起来一起考虑。

二 人体工程学的研究方法

人体工程学常用的研究方法有：

（一）观察法

主要用来研究系统中人和机的工作状态，其观察方法多种多样。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，这样能更准确、更深刻地获得感性知识。如要获取人在厨房里的行为，可以用摄像机把对象在厨房里的的一切活动记录下来，然后，逐步对其进行分析和整理。

（二）实测法

此类方法需借助于仪器设备来进行测量。这是一种借实验仪器进行实际测量的方法，也是一种比较普遍使用的方法。如为了获得座椅设计所需要的人体尺度，我们必须对使用者群体进行实际测量，对所测数据进行统计处理，为座椅的具体设计提供人体尺度依据。

(三) 实验法

此类方法通常是当实测法受到限制时，选择的实验方法。实验可以在作业现场进行，也可以在实验室进行。如为了获取按计算机键盘的按压力、手指击键特征、手感和舒适感等数据，可以在作业现场进行实际操作实验，以取得第一手资料。

(四) 模拟和模型试验法

此类方法是由于系统的复杂性而产生的，它包括了各种技术和装置的模拟，比如操作训练模拟器、机械的模型以及各种人体模型等。此方法因可对某些操作系统进行逼真的试验，故可得到更符合实际的数据（图为模拟汽车撞击试验）。



图 1-2

(五) 计算机数值仿真法

此类方法是基于计算机的高速发展与广泛应用应运而生的，它是在计算机上利用系统的数学模型进行仿真性的实验研究。（图为人体的动作分析仿真图形输出）

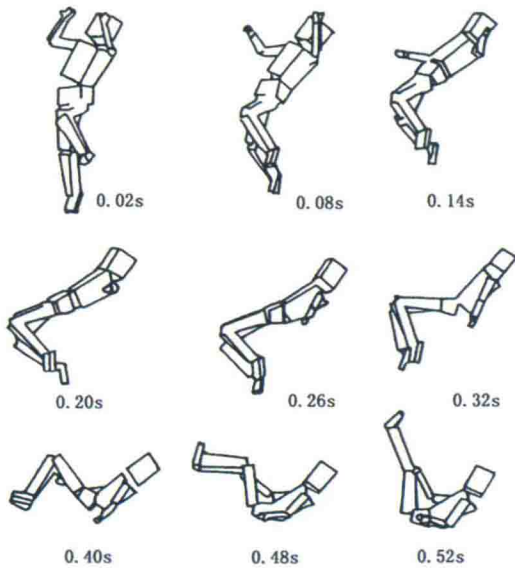


图 1-3

(六) 分析法

此类方法是在上述各类方法中获得了一定资料和数据后所采用的一种研究方法。常用的有以下几种分析法：

1. 瞬间操作分析法

生产过程一般都是连续的，因此人和机械之间的信息传递也是连续的。但要分析这种连续传递的信息是很困难的，因而只能使用间歇性的分析测定法，也就是用统计方法中的随机取样法，对操作者与机器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，从而得到对改善人机系统的有益资料。

2. 知觉与运动信息分析法

由于外界给人的信息，首先由感知器官传到神经中枢，经大脑处理后，产生反应信号再传递给肢体以对机械进行操作，被操作的机械状态又将信息反馈给操作者，从而形成一种反馈系统。此类分析法则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的条件下，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。另外，对操作者在单位时间内工作负荷进行分析，也可以获得用单位时间的作业负荷率来表示操作者的全工作负荷。

4. 频率分析法

对人机系统中的机械系统使用频率和操作者的操作动作频率进行测定分析，其结果可以获得作为调整操作人员负荷参数的依据。

5. 危象分析法

对事故或近似事故的危象进行分析，特别有助于识别容易诱发错误的情况，同时，也能方便的查找出系统中存在的而又需要用比较复杂的研究方法才能发现的问题。

6. 相关分析法

在分析方法中，常常要研究两种变量，即自变量和因变量。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。

(七) 调查研究法

此类方法是采用各种调查研究来抽样分析操作者或使用者的意见和建议，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。

三 日常生活中人机学问题

在我们的日常生活中,可以说到处都存在着人机学问题,包括合理的和不合理的事例。

在全面学习本课程之前,环视、巡察、指点一番,使我们概略地了解到,原来有这么多属于人机工程设计应该关注和解决的问题。心中有数对学习课程很有好处。下面只是随意列举一些,简单地把问题所在点出来,不多解说。因为进一步分析研讨将在以后各章各节中陆续展开。

例1 城市里有的家庭买了大沙发,豪华气派,可是坐不多久腰部就难受酸疼了,不得不在腰后面垫上一个“腰靠”,为什么?大沙发座面进深大,无论怎么后靠,腰椎后面总是空着,使脊柱腰椎段向后的弯曲度加大,形成了不正常的腰椎形态,不符合坐姿解剖学要求。这就是产品设计中的解剖学问题。

例2 一些“上档次”的宾馆里,单人床常配有两个同样的枕头。本意是让习惯低枕头的人用一个枕头,习惯高枕头的人两个枕头叠起来用。但这真是一个愚不可及的“高招”、“损招”!一般人们对枕头高度要求的差别,哪有一倍之多呢?其结果是用一个枕头绝大多数人嫌低,而两个摞起来绝大多数人又嫌高,很少有人能获得“正常待遇”。其实只要采用一个稍许高一点的“主枕头”,再配一个较薄的“附枕头”,岂不就能满足多数人的需要了吗?问题就在于缺乏“产品应与生理条件相适应”的考究。

例3 车厢外表面为墨绿色的旧式旅客列车,还在我国一些短途、慢车或支线上使用着。其硬座车厢窗户的高度,正与坐着乘客的胸、肩、头部齐平。打开窗户,行驶中每小时风速达六、七十或七、八十千米,即使最闷热的夏季,迎风被吹的乘客也经不住多久,而背风一侧乘客却依然热不可挡,试问窗户为谁而设呢?这种车型在我国的大地上已经运行了半个世纪,是设计者对人们缺乏“人文关怀”,还是该归咎于其他原因?须知改进一点也不难,把窗户提升到比站立者身高略高一点即可,而且这样做也并不增加生产成本。现在的新式客车已经这么改了,即使多个窗户同时打开,风也不会直吹乘客,却能在车厢上部形成新鲜空气的“顺流”,效果甚佳。

例4 公共卫生间里水箱拉绳边上贴着醒目的提示“便后冲水”,但是不冲水的现象司空见惯。公众素质有待提高固然是一方面,但另一方面,水箱拉绳把手不干净世人皆知,可见拉绳水箱本身就存在宜人性的问题,

应该从设计角度来寻求解决办法。现在大城市的公厕里脚踏钮,或脚踏杆冲水正在推广,效果显然可见。

例5 “节约用电人走关灯”的条子随处可见,人走楼空后楼道里的照明灯还是彻夜长明。这种大家都熟悉的现象,也需要从设计的角度来寻找原因和改进措施。开关都安置在楼道照明灯的就近位置,关了灯,楼道一抹黑,怎么下楼、拐弯、出门呢?现在声光控延时开关价格已相当便宜,用声光控延时开关,人来灯亮,人走灯灭,可解决问题。另外,也可以从合理安排开关位置方面寻找解决办法。

例6 现在的中小小学生几乎全用双肩背书包了,二十多年以前中小小学生用单肩挎或手提书包的还很普遍。从人机学看,双肩背书包在使用解剖学和心理学方面优势明显。背双肩背书包,脊柱两侧受力均衡,能保持正直形态,而单肩斜挎或手提书包,脊柱都因单侧受力而形成侧向弯曲,使椎间盘受压均匀分布的生理状态不能正常维持,于是消耗的体能更多,这是解剖学、生理学方面。用双肩背书包,两手无负担,行动自由灵便,也适合中小学生的活泼好动天性,这是心理学方面。由于符合解剖学、生理学、心理学要求,使用双肩背包现在也成为大学生、旅游者、中老年休闲者们的时尚。

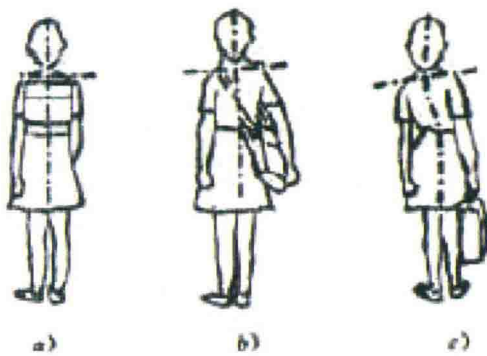


图1-4 书包提挎方式与脊柱形态

例7 用普通水壶烧水,若没人在炉子边上守着,水开了可能弄得满屋水气至因开水喷出来浇灭了火,引起一阵忙乱。用壶盖上装了个小气哨的“叫壶”烧水,即可避免这种忙乱。两种水壶烧水的基本功能是相同的,但叫壶能把水烧开的信息“自动”传递给一定距离以外的人,在人机学里,叫做“人机界面”得到了改善,从而使得产品更为“宜人”。

例8 不少学校的图书馆阅览室里,座位安排在长条形桌案相对着的两侧。师生们低头阅读或伏案书写时倒也无事。但长时间低头脖子会累、阅读中也难免要停下来略事思索,于是把头抬起来,倘若正巧(“不巧”)

此时对座的那位也抬起了头，不经意间互相目光交接，双方都觉得尴尬，赶紧把目光避开。倘若正巧（“不巧”）对坐着的是一男一女两位同学，瓜田李下之嫌，尴尬尤甚。这就是设计心理学方面的问题。随着社会文明程度的提高，设计心理学问题将愈益凸显其重要性。

例9 银灰色或蓝色发亮的小塑料袋里装着药片，药片的服用量、服用方法都用小字印在包装袋上，包装袋闪光，文字和底色的对比又弱，也许年轻人还行，中老年人想看清上面的说明确实费劲。一家全国性的大银行，近几年的存款单居然是白纸上印着橙黄色（注意，是橙黄而不是橙红）的字，真是跟人们的眼睛找别扭、过不去！这些都是对视觉特性掌握失当的问题，也属于

人机学的研究范围。

例10 剪刀是简单的小工具，但被剪对象有大有小、有硬有软、有的要剪复杂的形状且要求特别精细、有的要伸入孔洞或拐进尖角去施剪。所以除了剪纸、剪布的普通剪刀外，还有理发剪、铁皮剪等专用剪刀，以及形色的外科手术剪。要适应上述各种不同的使用条件，达到人机学使用“安全、舒适、高效”的目标，剪刀前面刀片的形状和尺寸，后面把手的形状和尺寸，有很多的解剖学、生理学问题需要考究，就绝非简单的事情。图1-5展示了部分不同类型的剪刀。有兴趣的读者搜集研究有关剪刀的资料，就是一份有价值的人机学课题。



图1-5 功能形态各异的剪刀



图1-6 带“耳朵”的垃圾箱

例11 2003年春夏之交SARS肆虐流行，给我们社会提出了一系列警示和课题，如何杜绝随地吐痰的陋习，成为当时百姓极为关心的热点之一。除了提高人们的文明素质以外，怎样改进公共垃圾箱来进行有效的引导呢？北京市应时推出了一种“带耳朵的垃圾箱”，一个“耳朵”里装有卷纸，供欲吐痰者取用。另一个“耳朵”是投放烟蒂的烟蒂缸，里面装有沙子，

供人用来熄灭烟头。此种垃圾箱面世的第二天，就有报纸做出报道，说是初步调查显示，新型垃圾箱“受到欢迎，有一定效果”。但我们相信，该产品还存在进一步完善的空间。因为这项设计涉及人机工程的多个方面：使用者行为方式、使用者心理调查和研究、垃圾箱与人体尺寸的适应性、产品与环境因素等，这些都有待在深化设计中分析探讨。

图1-7展示了一个合理的人机学设计，带电动机的螺钉旋具（螺丝刀）比较重，提拿着使用劳累而困难，在生产线上用弹性绳索把它挂着，使用时只要移过来对准螺钉头轻压住，拇指一按即可，安全、轻松、高效。



图1-7 生产线上弹性悬挂的螺钉旋具（螺丝刀）

上面这样的例子不胜枚举，人机学问题的确广泛

存在，在日常生活中发现和思考人机学问题的深广度，是检验本课程学习效果的标准之一。

环境之间相互协调、相互配合的规律，使得人一机一环境整体系统的最优化。

四 人机工程学的相关学科

人机工程学是一门综合性的边缘学科，它除了同有关工程技术学科关系密切外，还与生理学、心理学、人体解剖学，人体测量学、人类学、运动生物力学、环境保护学、环境医学、环境卫生学、管理科学等学科有密切联系。此外还和社会学和技术美学，语言学等学科关系紧密。从人一机一环境系统来看，学科几乎同与人、机、环境相关的学科领域都有联系，尽管人机工程学有其自身的理论体系，但人机工程学综合了上述相关学科的原理、成果、方法、数据，将人一机一环境构成有机联系的完整系统。以人为主体，研究该系统中人一机一



课后强化练习

- 1、简述人机工程学的定义。
- 2、请举出 2 个我们日常生活中与人机学相关的例子。
- 3、请说出 2 个本学科常见的名称。
- 4、简述人机界面的定义。
- 5、请简要地说明人机工程设计的对象和目的。
- 6、论述中国古代对器物精辟的论述与一门完整的学科的区别。
- 7、讲述人机工程学发展的 4 个阶段。

第二章

人体测量数据与应用

第一节 人体与室内

人体尺寸是一门新兴的学科，最早对这个学科命名的是比利时的 Quitlet，1870 年发表了《人体测量学》，罗马的建筑师维特鲁威发现一个男人挺直身体、两手侧向平伸的长度恰好就是其高度，双手和双足的指尖正好在以肚脐为中心的圆周上。

1962 年中国建筑科学研究院发表的《人体尺寸的研究》。

一 人体基本尺寸

（一）尺寸的分类

1. 结构尺寸

指静态的人体尺寸，它是人体处于固定的标准状态下测量的。

2. 功能尺寸

指动态的人体尺寸，是人在进行某种功能活动时肢体所能达到的空间范围。

（二）人体尺寸的差异

1. 种族差异；2. 世代差异；3. 年龄差异；
4. 性别差异；5. 地域差异；6. 环境差异。

（三）百分位的概念

概念：表示某一人体尺寸和小于该尺寸的人占统计对象总人数的百分比。

注意：1. 第 50 百分位数值可以说接近平均值但不能理解为有“平均人”这样的尺寸。2. 人体测量中的每一个百分位数值，只表示某一项人体尺寸，如身高和肩宽；3. 绝对没有一个人在各种人体尺寸的数值上都

同时处在同一百分位上。

（四）平均人的谬误

平均人是指一个人在任何方面的百分位都在 50 上面；任何男人或女人都不是平均人，或许他们有一两项（如身高、体重或坐高）是平均值。

（五）人体尺寸实际运用的问题

1. 在设计人们使用的物品时，一定要考虑年龄、职业、民族等因素。

2. 百分位的应用

在我们的日常生活中，我们经常用到 5%、50%、95% 这三个数值。

（1）如果按 50% 的身高来设计门的净高，那么将会有一半的人会碰头，应按 95% 设计。

（2）如果酒吧柜台的高度按 50% 设计，可能比 5% 或 95% 设计更合理，因为去酒吧的人大部分是一般的人，而不会是姚明和侏儒。

（3）如门、通道、床等按照 95% 设计，那么 95% 的人自然是没有问题了。

（4）如人臂长、腿长决定的座位平面高度和手所能触及的范围，其尺寸应以 5% 为标准。

（5）紧急出口的直径应以 99% 设计，楼的栏杆应以 1% 为标准。

3. 可调节性

尽量使用一些可调节的物品，例如可调节式椅子、可调节式床垫。

4. 尺寸的定义

“向前可及范围值”的变化与这一尺寸定义的关系

系，如人的肩胛骨是否紧贴墙面，对于人体尺寸偏差很大，如是否系安全带。

5. 尺寸的衡量标准

舒适性、安全性。

6. 人体尺寸的测量方法

- (1) 丈量法：用人体测量仪来测量人体构造尺寸。
- (2) 摄像法：由于人的功能尺寸随着姿势而变化，故一般丈量法难以测得较准确的结果，常用的方法是用照相机或摄像机等作投影测量。
- (3) 问卷法：人体功能尺寸是变化的尺寸，如何使其尺寸符合人的需要，减少体力，从而达到相对的“舒适”，这就需要测得人体感到“舒适”的功能尺寸，显然它是同被试的生理和心理特点有关，因“舒适”是被试的主观评价，因人而异，故采用问卷法。
- (4) 自控和遥感测试法。

(六) 使用数据的一般规则

- 1. 确定设计中的重要的人体尺寸。
- 2. 决定使用这种设施的人口组成，即确定需要考虑的尺寸范围。
- 3. 决定使用什么“原则”，例如最大或最小原则。
- 4. 当与题目恰当时，选择与之配合的人口的百分位数。
- 5. 确定与人口组成相适应的人体测量表，并选出有关数值。
- 6. 如穿着特殊服装，应增加相应的间隙。

(七) 常用的人体尺寸（常用结构尺寸和功能尺寸）

1. 身高

指人身体直立、眼睛向前平视时从地面到头顶的垂直距离。应用：确定门框高度、人头顶上障碍物的高度。注意：测量身高时一般不穿鞋，所以在使用时一定要有一定的补偿；百分点选择：由于顶棚高度一般不是关键尺寸，通常设计者应选用 100%。

2. 眼睛高度

指人身体直立、眼睛向前平视时从地面到内眼角的垂直距离。应用：这些数据可用于确定在剧院、礼堂、会议室等处人的视线，用于布置广告、展品等。注意：由于这个尺寸是光脚测量的，所以还要加上鞋的高度，男加 2.5cm，女加 7.8cm。这些数据应该与脖子的弯曲和旋转以及视线角度资料结合使用，以确定不同状态、不同头部角

度的视觉范围。百分点选择：例如你做一个屏风，如果你要求私密性高的话，就选择第 95%，反之，你就要选择第 5%。

3. 肘部高度

指从地面到人的前臂与上臂结合处可弯曲部分的距离。应用：对于确定柜台、梳妆台、厨房案台、工作台以及其他站着使用的工作表面的舒适高度，肘部高度数据是必不可少的。最舒适的高度是低于人的肘部高度 7.6cm，休息平面的高度大约应该低于肘部高度 2.5~3.8cm。注意：在确定高度时一定要考虑活动的性质。百分点的选择：假定工作面高度确定为低于肘部约 7.6cm，那么从 96.5cm 到 111.8cm，将适合中间 90% 的男性使用。

4. 挺直坐高

指人挺直坐时，座椅表面到头顶的垂直距离。应用：用于确定座椅上方障碍物的允许高度。在布置双层床时，进行创新的节约空间设计。注意：座椅的倾斜、座椅软垫的弹性、衣服的厚度以及人坐下和站起来时的活动都是要考虑的重要因素。百分点选择：由于涉及到间距问题，采用第 95% 的数据是比较合适的。

5. 正常坐高

指人放松坐着时，从座椅表面到头顶的垂直距离。应用：确定办公室、餐厅、酒吧等的隔断。百分点选择：由于涉及到间距问题，采用第 95% 的数据是比较合适的。

6. 坐着眼睛高度

指人的内眼角到座椅表面的垂直距离。应用：当视线是设计问题的中心时，确定视线和最佳视区要用到这个尺寸，这类设计对象包括剧院、礼堂、教室等需要有良好视听条件的室内空间。注意：在设计过程中，应考虑其头部和眼睛的转动范围。座椅软垫的弹性、座椅面距地面的高度和可调座椅的调节范围。（眼睛往上看可到 55 度，下看可到 70 度，左右看可到 94~104 度）。百分点选择：只要有一定的调节性就能适应从 5% 到 95% 的人群。比如可伸缩性电脑椅。

7. 坐着肩高

指从座椅表面到脖子与肩峰之间的肩中部位位置的垂直距离。应用：主要用于车辆内部设计。注意：考虑座椅软垫的弹性。百分点选择：由于涉及到间距的问题，一般使用 95% 的数据，以便让大多数人能坐舒适。

8. 肩宽

指两个三角肌外侧的最大水平距离。应用：肩宽数距可用于确定环绕桌子的座椅间距和影剧院礼堂中的排椅座位间距，也可以确定走廊、楼梯等公共空间的通道间距。

注意：（1）考虑衣服的厚度，薄厚衣服的距离

7.9mm~7.6cm 之间。

(2) 在涉及到走廊、楼梯等公共空间的通道时,要根据不同层次人群的因素,如摆幅等因素来设计。百分点选择:一般选用上限,选择 95% 的人群。

9. 两肘之间宽度

指两肘屈曲、自然靠近身体、前臂平伸时两肘外侧面之间的水平距离。应用:常用于会议桌、报告桌、柜台、牌桌之间的距离。注意:应于肩宽尺寸结合使用。百分位选择:应取 95%。

10. 肘部平放高度

指从座椅表面到肘部尖端的垂直距离。应用:与其他一些数据联系考虑。如低于肘部 7.6cm 人工作起来最舒服。注意:座椅软垫的弹性、座椅表面倾斜以及身体姿势都应予注意。百分位的选择:主要为了使手臂得到最舒适的姿势,取 50% 最合适,具体数值为 14~27.9cm,这样能适合更多的人群。

11. 臀部宽度

指臀部最宽部分的水平尺寸。应用:主要用于板凳的设计。注意:设计时要根据不同的用途、场合、使用人群的不同使用这个数据。

12. 大腿厚度

指从座椅表面到大腿与腹部交接处的大腿端部之间的垂直距离。应用:设计柜台、书桌、会议桌、家具的关键尺寸,因为这些设备腿都是放下面的。注意:在确定设计作品时,还要考虑其他的一些元素,如膝高和座椅软垫的弹性。

13. 膝盖高度

指从地面到膝盖骨中点的垂直距离。应用:确定从地面到书桌、餐桌、柜台底面距离的关键尺寸。坐着的人与家具底面之间的靠近程度,决定了膝盖高度和大腿厚度是否是关键尺寸。注意:要同时考虑座椅高度和坐垫的弹性。百分位选择:在做桌子等数据时应取 95%,这样高个子能坐下,那么矮个子坐当然没问题。

14. 膝高高度

指人挺直身体坐着时,从地面到膝盖背后(腿弯)接触座椅表面。应用:确定座椅、桌子高度的关键尺寸,尤其对于确定座椅前缘的最大高度更为重要。注意:坐垫的弹性。百分位选择:在做座椅时,数据应取 95%,这样矮个子能坐下,那么高个子坐当然没问题。

15. 臀部-膝腿部长度

指由臀部最后面到小腿背面的水平的长度。应用:确定座椅面长度的关键尺寸。注意:要考虑到椅面的倾斜度。百分位的选择:应从 5% 选择,因为如果腿短的人能坐下,那么腿长的人一定也能坐下。但是如果椅面长度过长,腿短的人坐起来就会费事。

16. 臀部-膝盖长度

就是在臀部-膝腿部长度的基础上加上小腿厚度。应用:用来确定椅背到膝盖前端障碍物的距离。如影剧院、礼堂、音乐厅坐椅的设计。注意:这个长度比臀部-足间长度要短,所以你要考虑是否留有放足尖的空间,同时要考虑衣服的厚度。

17. 臀部-足尖长度

指从臀部最后面到足间的水平距离。应用:用于固定座椅。注意:要注意是否穿鞋。

18. 垂直手握高度

指人站立、手握横杆,然后使横杆上升到使人舒服为止,这时从地面到横杆顶部的垂直距离。应用:这些数据可用于确定开关、控制器、拉杆、把手、书架、公共汽车扶手等的最大高度。注意:尺寸是不穿鞋的,所以要考虑到鞋的高度。百分点的选择:在设计中要考虑更多的人,那么就要首先考虑到矮个子,如果矮个子能够着,那么高个子肯定没问题。

19. 侧向手握距离

指人直立、右手侧向平伸握住横杆一直伸展到没有感到不舒服或拉得很紧的位置,这时测的距离就是这个距离。应用:室内空间和一些设备的运用上。如 L 型空间中药店,该如何合理处理空间关系,就要考虑这个元素了。注意:有些设备需要延长使用者的一般手握距离,对于这个延长量要考虑。百分位的选择:应该选择 5%,因为只要手臂短的人能够着,那么手臂长的人也一定能够着。

20. 手臂向前伸展

指肩膀靠背直立,手臂向前伸,指尖所能够到的距离。应用:有时人们需要越过某些障碍物去够一个物体或操纵设备。例如在工作台上方安装小柜时,就需要用到这个数据。注意:要考虑工作的特点:如果是在切割车床前工作,那么在设计时就要使其方便接触,否则容易发生事故。百分位的选择:应尽量使其容易够到,应选择 5%。

第二节 人体活动

一 作业环境中的人体因素

(一) 人体活动与动作空间

人的动作空间主要分为两类:1. 人体处于静态时的肢体的动作空间,就是肢体的活动范围(作业域:二维)。2. 人体处于动态时的全身的人体活动空间(作业空间:三维)。

(二) 肢体活动角度分类

- 1. 轻松值
多用于经常性的使用频率高的场所。
- 2. 正常值
用于一般场所。
- 3. 极限值
用于不经常使用频率低但涉及安全或限制的场所。

(三) 作业域、作业空间

- 1. 作业域
人在工作台、机器前操作时最经常使用的是上肢,此时的动作在某一限定范围内场呈弧形,而形成包括左右水平面和上下垂直面动作范围一定的领域。
- 2. 作业空间
由作业域扩展到人-机系统的全体所需的最小空间即为。

(四) 手脚的作业域

- 在一定的空间中,手脚在一定的空间范围内做各种活动,而形成包括左右水平面和上下垂直面的动作区域。
- 1. 水平作业域
是人于台面前,在台面上左右运动手臂而形成的轨迹范围。
 - 2. 垂直作业域
指手臂伸直,以肩关节为轴作上下运动形成的范围。
 - 3. 够高
指手举起时达到的高度,需要用眼睛的引导:男

150~160cm、女 140~150cm。

4. 拉手

在垂直作业域中,人要取东西,伸手就能拿到是最方便的。一般拉手在 90~100cm 时最舒服,办公室用 100cm,一般家庭用 80~90cm,幼儿园的可低于 80cm。

(五) 影响作业域的因素

- 1. 在活动空间内是否有工作用具。
- 2. 需保持一定的活动行程。
- 3. 手的操纵方式是持着载荷还是移动载荷。
- 4. 并非任何地方都是能触及目标的最佳位置。

(六) 人体的活动空间

虽然肢体动作空间是立体的,但是作业域中的人保持着某种静态的姿势。

(七) 人体的活动分类

手足活动、姿态的变换、人体移动。

(八) 人体活动时的不同姿势

立位、坐位、跪位、卧位(躺位)。

(九) 姿态的变换所占用的空间并不一定等于变换前的姿态和变换后的姿态占用空间的重叠

(十) 人体移动占用的空间不应仅仅考虑人体本身占用的空间,还应考虑连续运动过程中由于运动所必须的肢体摆动或身体回旋余地所需的空

(十一) 人与物的关系

- 1. 人与用具、物品的关系。
- 2. 人与家具的关系。
- 3. 人与建筑及其构件的关系。

(十二) 影响活动空间的因素

- 1. 动作的方式:静态或动态、持续或间隔。
- 2. 在各种姿态下工作的时间:由于持续时间的不同,

可能带来的体力的变化会使人在动作姿态上产生变化。

3. 工作的过程和用具：额外的附加设备会占用空间。
4. 服装：会随着季节、时间、地点的变化而不同。
5. 民族习惯：如日本喜欢席地而坐，他们的眼睛高度只有1m左右，而中国人喜欢坐板凳，其眼睛高度在1.6~1.7m左右。
6. 须保持一定的活动行程。
7. 并非任何地方都是能触及目标的最佳位置。

(十三) 人体活动空间与室内空间的关系

1. 应更多的考虑平面的尺寸。
2. 设计机械应只考虑人体的尺寸和活动空间就行了。
3. 室内设计时，要考虑生理空间和心理空间。生理空间是人体活动的生理因素决定的，包括人体空间、家具空间、人和动物的活动空间。心理空间是空余的空间，是由人的心理因素决定的。

二 肢体的运动与肌肉施力

(一) 肌肉施力包括静态施力和动态施力

静态施力：主要是让人维持站立姿势等， 动态施力：包括让人笑、哭等。静态施力的划分标准：

1. 持续10s以上，肌肉施大力；
2. 持续1min以上，肌肉中等施力；
3. 持续4min以上，肌肉施小力。

而工作中静态施力则表现在：(1)工作时，长时间前后左右弯腰；(2)用手臂夹持物体；(3)工作时，手臂水平抬起；(4)一只脚支撑体重，另只手控制机器；(5)长时间站立在一个位置。

工作中应尽可能避免静态肌肉施力，可以通过以下几点有效避免静态肌肉施力：(1)避免弯腰或其他不自然的身体姿势；(2)避免长时间抬手作业；(3)坐着工作比站着工作省力；(4)在工作时，尽可能的用双手操作；(5)作业位置应保持让人身体舒适；(6)常用工具应放在使人容易够着的地方；(7)当手不得不在较高位置作业时，应使用支撑物来拖住肘关节、前臂或者手；(8)支持肢体。

(二) 人体肌肉作业效率

从能量角度分析，肌肉收缩时产生机械能和热能。如果要避免疲劳，必须使每块肌肉的实际负荷只达到肌肉最大肌力的15%。要协调肢体出力的方向、时间、大小的限度，避免不必要的加速和减速。作业时可利用重力作用尽可能抓稳物体，提起时保持直腰，身尽量伸直，尽可能的屈膝。操作时应使重物的抓握部位高于地面40~50cm，最好有把手，身体尽量靠近重物。

掌握人体尺寸的相关知识，能够帮助设计者设计更符合人的生理特点的产品，使用户在产品的使用过程中获得更多的安全性和舒适感。工程人体测量也是人体工程学这门学科的一个重要理论基础。合理的尺寸是所有设计都应具备的基本要求之一。

三 人体尺寸测量

(一) 测量类别

人体测量学中将人体测量分为形态测量、运动测量和生理测量三大部分。

1. 形态测量

长度尺寸、体形、体积与体表面积等，即人体构造尺寸。

2. 运动测量

测定关节的活动范围和肢体的活动空间。如动作范围、动作过程、形体变化，即人体功能尺寸。

3. 生理测量

测定生理现象。如疲劳测定、触觉测定、出力范围大小测定等。

人体测量基准面的定位是由三个互为垂直的轴（铅垂轴、纵轴、横轴）来决定的。人体测量中设定的轴线和基准面如图2-2所示。

1) 矢状面

通过铅垂轴和纵轴的平面及与其平行的所有平面都称为矢状面。

2) 正中矢状面

在矢状面中，把通过人体正中线的矢状面称为正中矢状面。正中矢状面将人体分为左右对称的两部分。