



“十三五”国家重点出版物出版规划项目

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

教育部普通高等教育精品教材

现代机械工程系列精品教材



Ergonomics in Industrial Design

工业设计人机工程

第③版

北京理工大学 阮宝湘 © 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十三五”国家重点出版规划项目
“十二五”普通高等教育
普通高等教育
教育部
现代机械工程系列精品教材

工业设计人机工程

第3版

阮宝湘 刘永翔 董明明 编著
程能林 孙苏榕 主审



RFID

机械工业出版社

本书为“十三五”国家重点出版物出版规划项目，是普通高等教育“十二五”“十一五”国家级规划教材、教育部普通高等教育精品教材，主要针对高校本科工业设计专业编著，除人机学的基本理论、基本方法外，内容侧重在工业设计的三个领域，即产品设计、视觉传达设计、室内设计中的人机工程问题。继第2版中增加“人机工程CAD软件及应用简介”一章外，第3版中新增了“手机设计中的人机学”一节。书中融入了编著者多年从事人机学研究和教学的部分成果，重视人文层面设计伦理的阐释，同时以丰富的典型案例揭示学科的思想本质和方法要义。在附录“课程设计与课程论文题目”里，列出一百多个供选择的题目，引导学生进行本课程的自我钻研和应用实践。

本书也可选作建筑、轻工、机械、劳动与管理、环境工程等专业本科生、硕士生选修课的教材或参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

工业设计人机工程/阮宝湘编著. —3版. —北京: 机械工业出版社, 2016. 12

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材 “十三五”国家重点出版物出版规划项目 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-111-55159-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 248084 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 冯春生 责任编辑: 冯春生 武晋 责任校对: 刘怡丹

封面设计: 张静 责任印制: 李洋

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2017 年 1 月第 3 版第 1 次印刷

210mm×285mm·17.25 印张·512 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-55159-1

定价: 45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88379833

读者购书热线: 010-88379649

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

第3版前言

本书第2版于2011年被教育部评为普通高等教育精品教材，2014年入选“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材，2016年又获评“十三五”国家重点出版物出版规划项目，2010—2016年共印刷7次。据我们所知，选用该书的高校不少于七八十所。

在这种情况下修订，尤感责任之重。人机工程不同于体系完整、结构稳定的基础学科，它侧重应用，除基本理论以外，教材还必须紧密结合当今科技、经济、生产与生活实际。如“公共电话亭的人机学改进设计”这样的问题，十年前编进教材很自然，但如今中国平均两人就有一部手机，上述问题还适合于留在教材里吗？走进国内各大型电商商场，新型家用电器琳琅满目；来到大型超市，洁具、厨具等日用品目不暇接。所有这些新产品的开发设计都有人机学因素的参与；同时，用人机学审视它们，所有产品也都仍然存在改进、升级的空间。面对这样的现实，我们深感人机学教材要做到“与时俱进”非常不容易。本次修订就是在这样的认知和情况下勉力而为的，力求比第2版有确实实的提高。

本次修订工作主要体现在以下几个方面：

1) 剔除过时的“应用示例”，更新、增补了20多个新示例。用典型案例阐明学科思想和应用方法，生动而且启发性强，为本书所一直专注。对应用示例“吐故纳新”，是第3版力求跟上时代的努力之一。但经典案例得到了保留，不仅因为它们在人机学发展史上具有重要意义，更在于它们的启发性不会“过时”。

2) 增加了第六章第二节“手机设计中的人机学”。在数码科技时代、“互联网+”时代，人机交互设计的重要性大大提升。手机，尤其是苹果公司的iPhone手机的移动操作系统iOS中，蕴含着丰富而优秀的人机交互元素，可供各设计领域人员处理人机交互问题时学习借鉴。这是第3版力求跟上时代的另一个努力。

3) 在对第十章内容进行修订的同时，还对74个插图全部改画或做了图像处理，因为第2版中这一章的灰度图不够清晰。此外，还改画了其他章节中的十几个插图。对全书文本再次清理“瘦身”，以求简洁清朗。

4) 较大幅度地删减了第2版中有关光、声、热等科技方面较深的内容，删减了一些资料性质的图表。

第3版总篇幅大体与第2版持平。

刘永翔负责手机设计中的人机学一节的编写和插图的改画，并提供了部分新的应用示例；研究生王赞、龙云飞、都思佳参与了其中部分工作。董明明负责第十章的修订；研究生赵艳辉参与了其中部分工作。阮宝湘制订修订规划，统筹定稿全书新增、修改、删减的内容，并依据第3版更新相应课件。

感谢选用本书师生们的信任，诚望第3版能得到业内同仁、读者更多的批评指正。

阮宝湘
于北京

第2版前言

本书于2005年5月发行第1版,至2008年3月第3次印刷,累计印刷14000册。2008年以本书第2版申报教育部“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”,获准入选后,按规定完成了修订工作。对比第1版,第2版主要有以下三方面的改进:

1)增加了“第十章 人机工程CAD软件及应用简介”。

计算机辅助设计方法在人机工程领域的应用相对略显滞后,但近年国际上商用人机工程CAD软件的问世加速,预示着CAD方法在本领域正方兴未艾,本科教学理应及时跟进。第十章的内容有:人机工程CAD软件的发展现况;以CATIA V5中的“人机工程设计和分析”模块为例,简介其4个分模块的功能及操作方法;中国成年人人体模型的初步创建;人机工程CAD软件的一个应用实例。这样,就在有限篇幅里,给学生展示了人机工程CAD软件及其应用方法的概貌。

2)删减了过于艰深的部分,如光环境、声音环境、热环境中的一些物理学概念与参量;精简了较为繁复或渐趋过时的内容,如部分人机工程国家标准的具体内容、二维人体模板的细节介绍等。

3)示例以新替旧,行文修枝剪蔓。

这样,虽然增加了第十章,但第2版的篇幅仍然大体与第1版持平。

第2版的第十章为董明明所编写,研究生张少静参与了部分工作。全书由阮宝湘、邵祥华进行修订,阮宝湘统稿。本书的第2版由湖南大学程能林教授、北京服装学院孙苏榕教授主审,在此向他们表示诚挚的谢意。

几年来,编著者感受到一些读者对本书的善意关注,也看到了出现在互联网上的赞许与鼓励。编著者怀着谢意进行了这次修订,力求有所提高,并期望第2版能得到业内同仁、读者更多的批评指正。

阮宝湘
于北京

第1版前言

一、本书的选材范围和专业适用性

人机工程学是文理渗透型的边缘学科,涉及面广,应用领域宽。本书主要针对高校工业设计专业本科的教学需要,适当照顾相关的专业。决定选材时的几点考虑如下:

1) 第一章人机工程学概论、第二章人体尺寸及其应用方法、第十章第一节设计心理学概要、第十章第二节人机学与新产品的创意开发,大体是人机学的基本理论及其在某些方面的延伸,是教材的基础部分。

2) 第三、四、五章桌椅设计、显示装置设计和操纵装置设计,是人机学的传统内容。这三章还提供了人机工程研究方法的经典范例,即在设计中如何考虑解剖学、生理学、心理学等人的因素,从而达到安全、舒适、高效的目标。学生学习人机学的研究和应用方法,这部分内容是教材中不可舍弃的。

3) 第六、七、八三章分别针对工业设计的三个领域展开:产品设计、视觉传达设计和室内设计,体现了本教材的工业设计专业适用性。

4) 第九章工作空间与工作岗位设计,对劳动与管理、机械制造等专业较重要,各校工业设计专业,可根据本校专业特色决定课堂讲授中对它的取舍。

5) 人机学中其他与工业设计不直接相关的内容,本书予以简略或省略。

全面考察本书的选材构成可知,将本书选作建筑、轻工、机械、劳动与管理、环境工程等专业本科生、硕士生选修课的教材或参考用书,也是适宜的。

二、关于本课程教学方法及本书使用的几点思考

多年来,编著者曾受聘在北京等地7所院校为工业设计专业的学生开设人机工程学课程。在这些院校中,有的教师反映说:“人机学教材里数据资料占的比例大,学生们觉得听课比较枯燥;这门课不好教”。借本书出版之机,编著者想就此谈一些看法,与同行们讨论研究,不恰当、不正确之处在所难免,诚心地欢迎给予批评指正。

1. 人机工程学课程的特点与课堂讲授

在下面的表格里,通过对比,指出了人机学课程的特性,提出了教学方法、教学安排的一些参考意见,包括课堂讲授、作业练习和考核评分等几方面。



课程举例	课程类别与特性	课堂讲授	作业、练习	考核方式
数学、物理	科学类 阶梯形知识结构、严谨、系统性强 关键是“学懂”。懂与不懂界限分明 前面没学懂，后面无法学	系统讲授占据大部分课时	几乎每堂课后要做习题	闭卷考试为主
素描、效果图	艺术类 关键是感悟，并非“学懂知识”；重在感受，重在技巧、技艺	只占很少课时	在教师点拨下，靠不断练习积累提高	测评作品的水平
机械设计基础	工程技术类 与先修课构成知识链，严格、细致，先要学懂，还要认真细致才能用好	占较大比例的课时	复习掌握知识，做习题巩固，两者并重	闭卷考试、课程设计
人机工程学	文理渗透的交叉学科 ①基本理论很容易懂，人人都能接受。贵在思路的开阔和敏锐 ②以基本理论为核心，其他的知识是“散点式”而不是“阶梯式”的，涉及面广，但互相间没有紧密关系，多学点少学点均无不可；先学哪部分后学哪部分，也无大碍 ③每一部分深入下去都是无底洞，教学中不宜过分追求深度 ④基本理论不复杂，但要靠精彩、丰富、典型的示例去深刻阐释 ⑤贴近生活、贴近专业，抓住结合实际这个纲，纲举目张，学生的兴趣、钻研潜能都能激发出来 ⑥应重视熏陶人文素质、端正设计伦理，对学生未来发展影响深远	课堂讲授可占总课时的 60% 左右 基本理论典型案例要精讲，讲深讲透 叙述性内容和资料学生自己看得懂，忌讳在课堂上全讲、细讲，只对其中要点做精彩点拨	不赞成每章出几个问答题让学生去抄书答题 建议：全课程设置两个作业。小作业是读书报告，讲授结束时交，不占课内学时。大作业是课程设计、课程论文，占用 40% 左右的课内课时。详细建议见本书的附录	建议：以大作业（课程设计、课程论文）为主要考核方式，小作业次之，酌情考虑平时的表现。具体建议见下面的“考核与评分”

2. 课时及其分配的建议

高校工业设计专业通常把人机工程学列为必修课，一般为 3 个学分，48 个课时（ $3 \times 16 = 48$ ）或 51 个课时（ $3 \times 17 = 51$ ）。在这样的条件下，对课内学时分配的参考建议如下：

课堂讲授	28 课时
课程设计、课程论文及答辩	20 课时
其中 完成课程设计或课程论文	16 课时
答辩（即设计或论文的课堂交流）	4 课时

3. 课堂讲授章节选择的建议

教师宜选基本和主要的内容在课堂进行讲授，教材中其他部分留给学生自学阅读。对于工业设计专业，供参考的建议如下：

① 应讲章节（约需 22 课时）

第一章

第二章（不含第五节）

第三章（不含第六节）

第四章（资料性内容点到为止、不细讲）

第五章（资料性内容点到为止、不细讲）

第六章第一节

第七章第一节

第十章第一、二节

以上应讲章节的篇幅不足本书总篇幅的 60%。

② 根据各校情况，教师可酌情选讲少量其他章节或补充其他内容（可安排 6 课时）。

4. 小作业读书报告与大作业课程设计、课程论文

引导学生完成好作业（尤其是大作业课程设计、课程论文），是提高教学质量的有效环节。希望教师下工夫抓好这一教学环节。本书附录中有关于两个作业的详细说明，此处不再赘述。



配合本书的出版发行，机械工业出版社还同时出版发行教学参考书《人机工程学课程设计/课程论文选编》，可供使用本书的师生选购参考。

5. 考核与评分

建议考核评分采用以下分配比例：

大作业（课程设计或课程论文）	70%
小作业（读书报告）	30%

若学校有“平时表现”占评分10%的传统，可将小作业评分降至20%。

编著者在几个院校开设人机学课程时曾经几次被告知，说在该校人机学是一门“考试课”，应该按闭卷考试的方式考核评分。但人机学是不宜闭卷考试的，理由如下：第一，人机学的基本理论人人都能接受，一般不存在“懂不懂”的问题；背诵默写定义或结论对学习本课程并无意义。第二，人机学的知识和结论虽不难理解，但涉及面却很广，记忆了多少无关紧要，不应该引导学生去记忆这些东西；关键是培养开阔的思路，对现实存在的问题有敏锐的观察力。第三，学生在这门课程中应该学会的，是应用人机学的理论和技术资料解决实际问题。通过作业（读书报告、课程设计、课程论文）让学生学习应用、经历解决问题的锻炼，是本课程的关键性教学环节；而作业完成的质量如何，才是衡量学生学习成绩准确可靠的标尺。简而言之就是：闭卷考试对提高教学质量不能起什么正面作用，却可能对学生造成误导；而认真完成作业（主要是课程设计、课程论文），则是一个发挥学生主动性、学习好本课程的有效教学环节。

本书由北京理工大学阮宝湘、邵祥华编著。书中融入了编著者从事人机学研究和教学多年的部分成果。本书由北京服装学院孙苏榕教授主审，编著者对孙苏榕教授的辛勤工作表示感谢。由于受聘到多个院校去开设人机学课程，编著者才有机会多年来不断地积累教学资料，使本书得以成编。在此也向这几所院校的同行教师致以由衷的谢意。

最后，诚挚期盼同行、使用本书的师生们对书中的错误和不当给予批评指正。

编著者
于北京

目 录



	第3版前言	
	第2版前言	
	第1版前言	
第一章	人机工程学概论	1
	第一节 人机学的研究对象和目的	2
	一、引例——人机学的思想萌芽源远流长	2
	二、人机工程学的概念和学科名称	3
	三、日常生活中人机学问题的巡视	4
	第二节 人机学的形成和发展 学科思想的演进	9
	一、中国古籍中的卓越论述	9
	二、人机学的形成、发展和学科思想的演进	11
	三、人机学的学术团体与教育	14
	第三节 人机系统与人机工程设计	15
	一、人机系统与人机界面	15
	二、人机工程设计	16
	三、人机工程技术标准简介	18
	第四节 人机学与工业设计	19
	一、人机学与其他学科的关系	19
	二、人机工程与工业设计（课堂讨论，教师小结）	20
第二章	人机尺寸及其应用方法	23
	第一节 人体尺寸概述	24
	一、人体测量简史	24
	二、人体测量方法简介	25
	三、人体尺寸数据的部分特性	29
	第二节 人体尺寸国家标准和数据分析	30
	一、GB/T10000—1988《中国成年人人体尺寸》简介	30
	二、常用人体尺寸数据摘录及简要分析	31
	三、人体尺寸的地区差异和时代差异	35



四、未成年人和老年人的人体尺寸	36
五、其他几个国家的成年人人体尺寸	39
第三节 产品设计中人体尺寸数据的应用方法	39
一、尺寸修正量	40
二、人体尺寸百分位数的选择	41
三、产品功能尺寸的设定	44
第四节 设施器物的人体尺寸适应性与动态人体尺寸	45
一、设施与器物的人体尺寸适应性示例	45
二、家具与人体尺寸的适应	45
三、动态人体尺寸与二维人体模板	46
第三章 桌椅设计	51
第一节 桌椅设计概述	52
一、座椅与坐姿工作	52
二、桌椅的历史与现状	52
第二节 坐姿生理解剖基础	53
一、坐姿脊柱形态及其生理效应	53
二、坐姿下的体压	55
三、坐姿下的股骨、肩部、小腿与背肌	56
四、平衡调节理论	57
五、工作座椅的一般人类工效学要求	58
第三节 座椅的功能尺寸	58
一、座面(前缘的)高度	58
二、座面倾角	59
三、靠背的形式及倾角	60
四、其他功能尺寸	61
五、GB/T 14774—1993《工作座椅一般人类工效学要求》的推荐值	62
第四节 坐垫与靠垫	64
一、椅垫的生理学评价要素	64
二、椅垫的软硬性能	64
三、椅垫材质的生理舒适性	64
第五节 办公桌的功能尺寸	65
一、桌面高度(桌椅配合)	65
二、中屉深度	66
第四章 显示装置	67
第一节 人的视觉与听觉特性	68
一、感觉器官与感觉类型	68
二、视觉器官与视觉机制	68
三、人的视觉特性	70
四、人的听觉特性	74
第二节 显示装置的类型、设计与布置	75
一、显示装置的类型与性能特点	75



	二、显示仪表设计的人机学因素	76
	三、显示仪表的布置	79
	第三节 信号显示	82
	一、信号显示的类型与特点	82
	二、信号灯的亮度、颜色与闪光	83
第五章	操纵装置	85
	第一节 手足尺寸与人体关节活动	86
	一、人体手足尺寸	86
	二、人体关节的活动	88
	第二节 人体的施力与运动输出特性	89
	一、人体的肌力及其影响因素	89
	二、反应时和运动时	91
	三、肢体的运动输出特性	93
	第三节 操纵器的人机学原则	95
	一、操纵器的类型与选用	95
	二、操纵器的一般人机学原则	97
	三、操纵器的形状和式样	97
	四、操纵器的尺寸和操作行程	97
	五、操纵器的操纵力	98
	六、操纵器的识别编码	100
	第四节 操纵器的布置和控制台	101
	一、操纵器布置的一般原则	101
	二、控制台	103
	第五节 常用操纵器的人机学要素	105
	一、按压式操纵器	105
	二、转动式操纵器	107
	三、脚动操纵器	111
	第六节 操纵与被操纵对象的互动协调关系	113
	一、引例——操控主从协调关系的重要性	113
	二、操控主从协调的一般原则	114
	三、操控主从协调与行为科学简述	116
第六章	产品设计人机学的若干专题	119
	第一节 手工具及其使用方式	120
	一、手工具的人机学因素	120
	二、几种手工具	121
	三、手工具的使用方式	124
	第二节 手机设计中的人机学	125
	一、手机的尺寸与屏幕	125
	二、手机人机界面与交互设计	130
	三、苹果手机移动操作系统 iOS 中的人机交互	131
	第三节 安全性设计与维修性设计	142

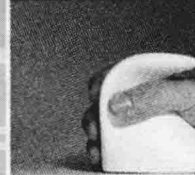
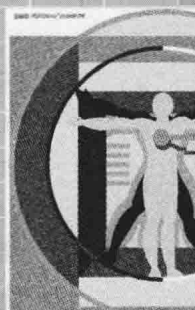


	一、安全与防护	142
	二、安全标志与警示	143
	三、维修性设计	144
第七章	视觉传达设计与人机学	147
	第一节 文字设计	148
	一、文字的尺寸	148
	二、字体	148
	三、字形的比例与排布	150
	四、字符与背景的色彩及其搭配	151
	第二节 图形符号及标志设计	152
	一、图形符号设计	152
	二、标志设计	156
	第三节 展示设计	158
	一、展板及其布置	158
	二、展室设置与展示照明	159
第八章	室内设计与人机学	163
	第一节 生活空间与人体尺寸	164
	第二节 光环境与采光照度设计	171
	一、光环境的一般概念	171
	二、天然采光	172
	三、人工照明	174
	第三节 声音环境和噪声控制	176
	一、人耳的声音感觉与声压级分贝	176
	二、乐音、噪声与噪声控制	176
	三、室内声环境设计的概念	180
	第四节 室内热环境	181
	一、热环境及其对人体、对工作的影响	181
	二、室内与工作场所的适宜热环境指标	183
	第五节 振动环境	184
	一、环境振动及人体的振动响应	184
	二、振动对人体及工作的影响	185
第九章	工作空间与工作岗位设计	187
	第一节 工作空间人体尺寸	188
	一、GB/T 13547—1992《工作空间人体尺寸》简介	188
	二、工作空间人体尺寸数据的应用原则	190
	三、通过小样本测量建立人体尺寸回归方程的方法	190
	第二节 工作空间设计	191
	一、工作空间设计的一般原则	191
	二、工作高度的安排布置	191
	三、水平工作面	192



四、脚的工作空间	192
第三节 工作岗位设计	193
一、工作岗位的类型与选择	193
二、工作岗位的尺寸设计	193
第四节 工作姿势与肢体施力	195
一、工作姿势对工效的影响	195
二、肢体施力的合理方法	198
第十章 人机工程 CAD 软件及应用简介	201
第一节 人机工程 CAD 系统的组成和功能	202
一、人机工程 CAD 软件的基本功能	202
二、人机工程 CAD 的优越性和目前的局限	202
三、几个较知名的人机工程 CAD 软件	202
第二节 CATIA 软件人机工程模块简介	205
一、人体建模 (Human Builder) 模块	205
二、人体尺寸编辑 (Human Measurements Editor) 模块	213
三、人体姿态分析 (Human Posture Analysis) 模块	214
四、人体行为分析 (Human Activity Analysis) 模块	217
第三节 中国人人体模型的初步创建	219
第四节 人机工程 CAD 软件应用实例	222
一、课题及其条件	222
二、分析评价步骤简介	223
三、办公隔断空间平面尺寸的分析评价结论	226
第十一章 人机学的其他专题及未来展望	227
第一节 人机工程的设计心理学应用	228
一、综述	228
二、人机工程的设计心理学应用示例	229
三、心理测试和心理调查	234
第二节 人机学与新产品的创意开发	237
一、新产品的人机学创意开发	237
二、案例及分析说明	237
第三节 人机工程设计的未来展望	247
一、人机学与可持续发展及生态设计	247
二、高技术产品的认知与使用心理	248
三、坚持健康文明生活方式的导向	249
附录	253
附录 A 小作业: 读书报告	254
附录 B 大作业: 课程设计与课程论文	255
一、大作业的目的和一般要求	255
二、课程设计	256
三、课程论文	256
四、课程设计与课程论文题目	257
附录 C 部分人机工程学方面的国家标准	261
参考文献	264

第一章 人机工程学概论



第一节 人机学的研究对象和目的

一、引例——人机学的思想萌芽源远流长

花和尚鲁智深在五台山吃酒醉打山门之后，下得山来找到铁匠，要打一条一百斤的禅杖……铁匠对他说：“师父，肥了，不好看，也不中使。依着小人，好生打一条六十二斤的水磨禅杖与师父。使不得，休怪小人……”

禅杖作为兵器，其使用功能集中体现在月牙形铲头上。值得注意的是：铁匠和鲁智深却没有讨论铲头的形状、尺寸、材料、锋利程度之类，更不谈彩穗装饰等造型美的问题，而是首先讨论禅杖该多重才“中使”。——这实际是一个“器物与人的体能是否相适应”的问题。

从这里可以体味到，古代工匠（设计）制作器物时，优先考虑和把握的是哪些因素。《水浒传》里没有再接下去细说什么，但可以相信，铁匠也能把鲁智深禅杖的粗细和长短处理得大体合适：既不至于太粗了握不住、太细了抓不紧，也不至于太长了要动不灵、太短了施展不开。——这些便是器物应该与人体尺寸相适应的原则。

器物要和人（使用者）的各种因素相适宜。——这，就是现代人机工程学的基本思想和学术理论的简洁表述。

器物设计与制作的上述基本原则不仅简单、朴素，而且也是很自然、很本能的要求。试看考古发掘所见的器物，譬如我国西安半坡遗址中的石桌、石凳、陶土餐饮具之类，找不出哪一件是与“人的因素”严重背离的，没有一个石凳会高得出奇、难以坐上去，或低得离谱、起坐很费劲；也没有一个陶土水杯会大得惊人、双手捧饮困难，或小得怪异、盛不下一两口水。即使走出森林之前的原始人，狩猎所用的棍棒、石块或投枪，其尺寸、重量、形状，也大体与原始人的生理条件是适应的。

可见，人机学基本思想的萌芽，在人类历史上是源远流长的。一定程度上它属于人们“自发的思维倾向，本能的行为方式”。

《三国演义》里说猛张飞“身高八尺”，惯使一条“丈八蛇矛”，能在“百万军中直取上将咽喉”。古典小说难免要掺进一些“戏说”成分，恰到好处的神奇与夸张，是它的魅力所在，本不必细加深究。不过既然讲器物要与人的因素相适应，不妨从人机工程学方面来对此略加“戏究”。算一算《三国演义》中张飞的蛇矛长度和他身高的比例： $18/8=2.25$ 。——蛇矛是张飞身高的2.25倍！于是得出“戏究”的结论：这不可能，蛇矛太长了，张飞肯定要不开！若不信，只要考察考察京剧舞台，或翻看翻看《三国演义》连环画小人书，就很容易证实这一点。在京剧舞台或连环画小人书里，张飞的蛇矛通常就跟他身高差不多长，甚至还短一些。请看图1-1，如果在图上试把蛇矛画成张飞身高的2.25倍，不是一眼就能看出太过离谱吗？长达身高2.25倍的道具，没有一个演员能带上舞台去摆弄。——这番“戏究”表明，与人的因素相适应，的确应该是器物设计和制作中最基本的原则之一。



图 1-1 张飞和他的蛇矛



关于“人的因素”，上面只提到人体尺寸、体能、体力等生理条件。但并不仅限于这些，还应包括人的感知、认知、情感、精神、心理、社会等更多、更深的方面。在工业设计的所有领域——产品设计、视觉传达设计、室内设计中，应该怎样分析和处理“人的因素”很重要，这便是本教材将展开讲述的内容。

二、人机工程学的概念和学科名称

1. 人机工程学的基本概念和定义

在人机工程学发展的不同历史时期，不同的学者提出过多种人机工程学的定义，分别反映了当时人机学学科思想的侧重点，这些将在下一节中加以简介。这里先介绍国际人机工程学学会（International Ergonomics Association, IEA）在20世纪60年代对人机工程学所下的定义。这个定义反映了人机工程学相对成熟时期的学科思想，也被各国多数学者所认同。该定义如下：

人机工程学研究人在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、机器及环境的相互作用；是研究工作、生活与闲暇时人的健康、安全、舒适和工作效率的学科。

这个定义的三句话，分别阐明了人机学的研究对象、研究内容和研究目的。

第一句话指出人机学的研究对象，是工作环境中的解剖学、生理学、心理学等方面的因素。这些因素除了工业设计以外，还与管理工程、劳动科学、安全工程、环境工程等领域有关。单就工业设计的三类设计而言，产品是给人用的、视觉传达是供人看的、室内是为人在其间生活、工作的，当然三类设计都涉及人的解剖学、生理学、心理学因素，它们便是人机学的研究对象。

第二句话指出人机学的研究内容，是人-机-环境的最佳匹配、人-机-环境系统的优化。

第三句话指出人机学的研究目的，就是设计一切器物都要考虑人们生活、工作的安全、舒适、高效。

2008年8月，IEA发布了新的人机工程学定义：

人机工程学是研究系统中人与其他组成部分的交互关系的学科，运用其理论、数据和方法进行设计，应达致系统工效优化及人的健康、舒适之目的。

新定义除了概略、简洁的特点以外，还强调了系统中人与其他因素交互作用的理念。

但必须注意：设计总有多方面的约束条件，又有多种因时、因地制宜的目标；好的设计，在于针对具体对象，在多种约束和多重目标之间恰当地把握住平衡。人机工程学设计要求的“安全、舒适、高效”是重要的，但也要受到其他条件的约束、其他目标的制衡，不是唯一的，也未必总是优先的。例如，把我国火车硬卧车厢的三层铺改为两层铺，安全、舒适方面就可大为改善，岂不简单？但是现在并没有这么做，因为还有其他种种条件的约束。可见实际的人机工程设计，目标往往并非达到最理想的“安全、舒适、高效”，而是在限定条件下提高“安全、舒适、高效”的程度。例如，同样是三层铺的硬卧车厢，同样是那么多乘客的硬座车厢，怎样改进空间布局，改进各种设施、器具与服务，使安全性和舒适性得以提高。

人机工程学里面所说的“机”或“机器”是广义的，泛指一切人造器物：大到飞机、轮船、火车、生产设备，小到一把钳子、一支笔、一个水杯；也包括室内外人工建筑、环境及其中的设施等。

2. 人机工程学的多种学科名称

人机工程学是多种传统学科综合而成的交叉学科，应用领域较广，因此，在学科的形成过程中，各国学者从不同的角度给学科定了多个不同的名称，沿用至今，未曾统一。本学科常见的名称如下：

(1) 人类工效学，或简称工效学，英文 Ergonomics 这个名称出现最早，欧洲各国和世

界其他地区根据这个名称翻译为本国文字的较多，因此这个名称在世界上应用最广。

(2) 人的因素(学)，英文 Human Factors 这是美国一直沿用的名称。由于美国在该学科的影响力，某些东南亚国家和我国台湾也采用这个名称。由这个名称派生出来的名称还有人因工程(学)，英文 Human Factors Engineering。

(3) 人类工程学，英文 Human Engineering 类似的名称有人体工程学。

(4) 工程心理学，英文 Engineering Psychology 有人认为在这个名称下的学科研究更专注于心理学方面，因而与其他名称多少有点差异。

(5) 其他名称 人-机-环境系统工程学、宜人性设计(人机工程设计)等，其研究内容相同或相近。在日本，该学科的日文汉字是“人間工学”。

最后来说本教材的名称“人机工程学”，简称“人机学”。其实我国引进本学科之初，是根据“Ergonomics”直接译为“人类工效学”的。我国与IEA对应的国家一级学会，正式名称也是“中国人类工效学学会”。所以，现在沿用并主张统一采用“人类工效学”名称的学者仍然大有人在。另一方面，近30年来，人机工程学这个名称在我国流传日广，目前采用这个名称的已经占了多数。本教材采用这个名称是为了顺应多数人的习惯。人机工程学的英文用“Man-Machine Engineering”，固然不能说错，但还是用“Ergonomics”更为恰当。近年来，在我国产品宣传广告和产品说明中，喜用“人体工程(学)”的趋势甚为明显。

科技名词(包括学科名称)不统一会给工作带来种种麻烦。本课程的名称是典型的例子之一。此事已引起国家有关部门的重视并正在研究解决办法。

三、日常生活中人机学问题的巡视

日常生活中，时时处处都存在着人机学问题，有合理的也有不合理的。在全面学习本课程之前，环视、巡察、指点一番，概略地了解到，原来有这么多人机工程设计应该关注和解的问题，心中有数，对学习课程很有好处。下面随意列举一些，简单地把问题点出来，不多解说。进一步的分析、研讨将在以后各章陆续展开。

例1 有的大沙发豪华气派，可是坐不多久腰部就难受酸疼了，要在腰后面垫上“腰靠”。为什么？大沙发座面进深太大，坐上去腰椎后面总是空着，使腰椎向后的弯曲度加大，造成不正常的腰椎形态，不符合坐姿解剖学要求。这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摞起来用。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：大多数人用一个枕头嫌低，而两个摞起来又嫌高，于是很少有人能获得“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”，岂不就满足多数人的需要了吗？并不难解决。问题出在哪里？缺乏“产品应与生理条件相适应”的深入考究。

例3 草坪上石板路的石板间距应与中等身材者的休闲步距大体相符。图1-2a所示为某社区的一条石板路，石板间距超过0.7m，正是一步嫌大两步嫌小的距离。居民要么费劲“跨大步”，一步一个石板，要么到此“碎步”前行，一脚不得不踏在草地上，见图1-2b。尤其老年居民，至此每每皱眉“吐槽”，常年如此。一项随意而为的差设计，给很多居民长时间里添堵，类似问题在不少公园里也存在。

例4 地铁刷卡入口通道的刷卡机窗口在本通道右侧，一一对应。乘客右手刷卡进站畅通无阻；但背着或提着包裹行李的乘客，匆忙中往往左手持卡，刷一次，进不去，再刷一次，还进不去，本人着急，现场添乱，见图1-3a。问题在哪里？——通道左右均有刷卡窗口，且形式相同又是对称的，未加标识，乘客在哪个窗口刷卡应该无“对”“错”可言。这种正是错在设计粗糙疏漏。其实解决这个问题的方案较多也较简单，如将平置的刷卡窗口(图1-3b)改为