



普通高等教育
艺术类“十二五”规划教材

人机工程学

+ 李维立 曹祥哲 编著 +

ERGONOMICS

以人、机、环境三要素为对象，以人为中心，
详解人机工程学理论与应用
分析国内外优秀实例，解读设计作品，
吸收设计过程精华所在



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



普通高等教育
艺术类“十二五”规划教材

人机工程学

+ 李维立 曹祥哲 编著 +

ERGONOMICS

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

人机工程学 / 李维立, 曹祥哲编著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2017. 3
普通高等教育艺术类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-44014-3

I. ①人… II. ①李… ②曹… III. ①工效学—高等学校—教材 IV. ①TB18

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第003784号

-
- ◆ 编 著 李维立 曹祥哲
责任编辑 刘 博
责任印制 杨林杰
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10 2017 年 3 月第 1 版
字数: 233 千字 2017 年 3 月北京第 1 次印刷
-

定价: 54.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

前言

从设计的角度而言，一切为人类生产与生活所需而创造的物，在设计和制造时，都无一例外地要把“人的因素”作为一个重要和必需的条件来考虑。因此，研究和应用人机工程学的原理和方法，已成为设计者的必修课之一。

本书阐述了人机工程学的原理、方法和应用实例。人机工程学是一个跨界学科，它是应用人体测量学、人体力学、劳动生理学、劳动心理学等学科的研究方法，对人体结构特征和机能特征进行研究。人机工程学提供人体各部分的尺寸、重量、体表面积、比重、重心以及人体各部分在活动时的相互关系和可及范围等人体结构特征参数；提供人体各部分的出力范围、活动范围、动作速度、动作频率、重心变化以及动作时的习惯等人体机能特征参数；分析人的视觉、听觉、触觉以及肤觉等感觉器官的机能特性；分析人在各种劳动时的生理变化、能量消耗、疲劳机理以及人对各种劳动负荷的适应能力；探讨人在工作和生活中影响心理状态的因素以及心理因素对工作效率的影响等。

本书通过很多实例说明如何实现设计物与人相关的各种功能的最优化，创造出与人的生理、心理机能相协调的人造物，这是当今各种设计中的重要课题。一项优良设计必然是人、环境、技术、经济、文化等因素巧妙平衡的产物。为此，要求设计师有能力在各种制约因素中，找到一个最佳平衡点。判断最佳平衡点的标准，就是在设计中坚持“以人为本”的原则。这个原则的具体表现就是以人为主线，将人机工程学规范贯穿于设计的全过程，并且在设计的各个阶段，都有必要进行人体工程学的研究与判断，以确保一切设计物都能符合人的特性，从而使其使用功能不超过合理的界限。

本书还明确指出，人机工程学现今已是很多设计门类的专业基础课程，在这门课程中我们必须理解、明白人机工程学的基础知识，并且深切地感悟出人体工程学与各个设计专业的关联性，使设计者在设计过程中能充分考虑人和所设计的人造物以及他们所处的环境的协调、统一，提高人造物与人之间的和谐关系，尽量满足使



用者的舒适和安全要求。随着人类生活机械化、自动化、信息化、网络化和交互化的高速发展，人的因素在设计与生产中的影响越来越大，人机和谐发展的问题也就显得越来越重要，人机工程学这门学科在设计教学及实际应用中的地位与作用亦越来越显出其重要性。

编 者

2016年8月26日

目录Contents

第1章 人机工程学基础知识

1.1 人机工程学简介	1
1.1.1 人机工程学的学科命名	1
1.1.2 人机工程学的学科定义	2
1.1.3 人机工程学的发展历程	2
1.1.4 我国人机工程学研究与发展现状	3
1.2 人机工程学研究内容与方法	4
1.2.1 研究内容	4
1.2.2 研究方法	6
1.3 人机工程学的应用领域	10
1.4 人机工程学的重要性	11
1.5 本章总结	12
1.6 本章思考与练习	12

第2章 人体比例与尺度

2.1 人体测量	13
2.1.1 人体测量的意义	13
2.1.2 影响人体尺寸的因素	13
2.1.3 人体测量的数据种类	14
2.1.4 人体测量的主要仪器	14
2.1.5 人体测量的主要数据来源	14
2.1.6 人体测量中的主要统计函数	15
2.1.7 关于百分点	15
2.1.8 “平均人”的谬误	15
2.2 常用人体测量资料	15
2.2.1 我国成年人人体尺寸国家标准	15
2.2.2 成年人的身体功能尺寸	17

2.3 人体测量数据的应用	19
2.3.1 主要人体尺寸的应用原则	19
2.3.2 人体尺寸的应用方法	24
2.4 老年人和残疾人的生理特征	27
2.4.1 老年人的生理特征	27
2.4.2 残疾人的生理特征	27
2.4.3 为老年人和残疾人设计需要考虑的方面	28
2.5 本章总结	28
2.6 本章思考与练习	29

第3章 人的感觉特征及心理特征

3.1 人的感觉特征	31
3.1.1 适宜刺激	33
3.1.2 适应	33
3.1.3 相互作用	33
3.1.4 对比	33
3.1.5 余觉	34
3.2 人的知觉特征	35
3.2.1 整体性	35
3.2.2 选择性	36
3.2.3 理解性	37
3.2.4 恒常性	37
3.2.5 错觉	37
3.3 人的视觉机能及特征	38
3.3.1 视觉刺激	38
3.3.2 视觉系统	39
3.3.3 视觉机能	39



3.4 听觉机能及特征

3.4.1 听觉刺激

3.4.2 听觉特征

3.5 人的空间行为

3.5.1 人类的距离保持

3.5.2 人的侧重行为

3.5.3 人的捷径反应和躲避行为

3.6 本章总结

3.7 本章思考与练习

第4章 使用者心理研究

4.1 心理学研究内容简述

4.1.1 心理现象

4.1.2 心理过程

4.1.3 个性心理

4.1.4 心理现象及心理过程的关系

4.2 设计心理学简述

4.2.1 设计心理学研究现状

4.2.2 设计心理学研究对象

4.2.3 设计心理学研究目的

4.3 设计心理学在人机工程学中的应用

4.3.1 设计心理学起初应用

4.3.2 设计心理学对工业设计的作用

4.4 影响使用者心理的因素

4.4.1 环境因素

4.4.2 社会文化因素

4.5 符合使用者心理的设计方向

4.5.1 简约型设计

4.5.2 时尚潮流的设计

4.5.3 审美情趣的设计

4.5.4 地位功能的设计

4.6 本章总结

4.7 本章思考与练习

第5章 产品操纵装置设计

5.1 产品操纵装置设计

5.1.1 产品操纵装置的类型及特点

5.1.2 操纵装置的用力特征

5.2 各类操纵器的设计

5.2.1 旋转式操纵器设计

5.2.2 移动式操纵器设计

5.2.3 按压式操纵器设计

5.2.4 触摸控制操纵

5.3 产品操纵装置的总体设计原则

5.3.1 操纵力设计原则

5.3.2 操纵与显示相配合原则

5.3.3 操纵装置特征的识别原则

5.4 本章总结

5.5 本章思考与练习

第6章 产品显示装置设计

6.1 图形符号设计

6.1.1 图形符号的特征

6.1.2 图形符号的应用

6.2 仪表显示设计

6.2.1 仪表显示的种类及特征

6.2.2 仪表显示装置选择

6.2.3 模拟式显示仪表盘设计

6.2.4 模拟式显示仪表刻度设计

6.2.5 模拟式显示仪表指针设计

6.2.6 模拟式显示仪表字符设计

6.2.7 仪表色彩匹配

6.2.8 产品仪表显示的总体设计原则

6.3 信号显示设计

6.3.1 信号显示特征及作用

6.3.2 信号显示色彩设计

6.3.3 信号灯的位置

6.3.4 闪光信号

6.4 产品显示装置设计的基本原则	104	8.3 产品色彩的视觉功效	124
6.5 本章总结	105	8.4 产品设计中的色彩运用原则	130
6.6 本章思考与练习	105	8.4.1 生活产品色彩选用原则	130
		8.4.2 机器设备和工作台面色彩调节	132
		8.4.3 安全标志和技术标志的色彩应用	133
第7章 人机界面设计		8.5 不同国家对色彩的使用习惯	133
7.1 设计界面基本概念	107	8.6 本章总结	133
7.1.1 设计界面的含义	107	8.7 本章思考与练习	134
7.1.2 设计界面的必要性	108		
7.2 人机界面研究	108	第9章 人机作业环境设计	
7.2.1 人机界面含义	108	9.1 人机作业环境	135
7.2.2 人机界面分类	109	9.1.1 人机作业环境概述	135
7.3 人机交互	111	9.1.2 人机作业环境分类	135
7.3.1 人机交互的含义	111	9.2 热环境	136
7.3.2 人机交互与人机界面的关系	111	9.2.1 热环境概念	136
7.4 产品人机界面设计	111	9.2.2 影响热环境的因素	136
7.4.1 产品人机界面设计定义	111	9.2.3 人体温度和热平衡	137
7.4.2 产品人机界面设计功能	112	9.2.4 作业环境的舒适温度和温度标准	137
7.4.3 产品人机界面设计类别	114	9.2.5 热环境对人体的影响	139
7.5 产品人机界面的应用方法及设计原则	115	9.2.6 改善作业环境温度温度的措施	141
7.5.1 产品人机界面的应用方法	115	9.3 声环境	144
7.5.2 产品人机界面的设计原则	116	9.3.1 噪声	144
7.6 本章总结	117	9.3.2 噪声类型及等级	145
7.7 本章思考与练习	117	9.3.3 影响噪声的因素	146
		9.3.4 噪声对听力的影响	147
第8章 人机色彩设计		9.3.5 设计过程中采用的措施	148
8.1 色彩基本理论	119	9.4 本章总结	150
8.1.1 色彩原理	119	9.5 本章思考与练习	150
8.1.2 色彩的基本特性	120	参考文献	151
8.2 色彩对人的影响	121		
8.2.1 色彩对人的生理影响	121		
8.2.2 色彩对人的心理影响	124		

第 1 章

人机工程学基础知识

人机工程学是一门非常重要的应用学科，它专门研究人和机器的配合关系，考虑到人的身体尺度、心理状态以及如何操作机器，使得人在使用机器时，整个人和机器的配合效果达到最佳的状态，从中我们可以了解到人机工程学的宗旨。可见这门学科是以研究人与人、人与物、人与环境的关系为中心的。

人机工程学在我们生活中的应用随处可见，如人操作电脑、司机开动汽车、飞行员驾驶飞机以及我们的行坐住卧，都体现着人机工程学对生活的影响。

1.1 人机工程学简介

人机工程学是研究人、机器及工作环境之间相互作用的学科。该学科在其自身的发展过程中，逐步打破了各学科之间的界限，涉及各相关学科的理论，并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，从而形成了一门研究和应用范围都极为广泛的综合性边缘学科。因此，它具有现代各门新兴边缘学科共有的特点，如学科命名多样化、学科定义不统一、学科边界模糊、学科内容综合性强、学科应用范围广泛等。

1.1.1 人机工程学的学科命名

人机工程学在我国起步较晚，目前该学科在国内外的名称尚未完全统一，由于该学科研究和应用的范围极其广泛，各学科、各领域的专家、学者都试图从自身的角度来为其命名和下定义，因而世界各国对该学科的命名不尽相同，即使同一个国家对其名称的提法也不统一，甚至有很大差别。除普遍采用人机工程学外，常见的名称还有人体工程学、人类工效学、人类工程学、工程心理学、宜人学等。不同的名称，其研究重点略有差别。例如，该学科在美国被称为“Human Engineering”（人类工程学）或“Human Factors Engineering”（人的因素工程学），西欧国家多称为“Ergonomics”（人类工效学）。

但是，任何一门学科的名称和定义都不是一成不变的，特别是新兴边缘学科，随着学科的不断发展和研究内容的不断扩大，其名称和定义还将发生变化。本书沿用的是人机工程学的名称，实质上与其他名称并无本质区别。



1.1.2 人机工程学的学科定义

国际人类工效学学会为本学科所下的定义是目前最权威且最全面的，即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各种因素；研究人和机器及环境的相互作用；研究在工作中、家庭生活中和休闲娱乐时如何综合考虑人的工作效率、健康、安全和舒适等问题的学科。

有学者曾经形象地说：“人机工程学是帮助人类摆脱自己所造成的麻烦的学科。”在工作与生活中，人们不断遇到由于自己和其他人的行为不当（包括科学技术的利用和机械工具等人造物的使用）而带来的麻烦，这些麻烦包括低效、疲劳、事故、紧张、忧患、环境生态破坏等各种有形或无形的损失。种种疏忽、遗忘、大意的错误行为，固然有一些可以归结为人的心理、生理和意识、习惯方面的欠缺而引发的，这些能通过训练、教育、纪律等方式加以避免，但还有一些却是无法完全避免的。人机工程学就是在承认“不可避免”这一特性的基础上，对产品设计、环境设施等方面进行研究；甚至对人际关系、组织社会结构等方面进行研究，防止和减少其所有会带来麻烦的错误，以此提高工作效率，增强人们的安全性及舒适感。

1.1.3 人机工程学的发展历程

1. 人机工程学的发展初期

20 世纪初，一些美国学者在传统管理方法的基础上，首创了新的管理方法和理论，并据此制订了一整套以提高工作效率为目的的操作方法，考虑了人使用的机器、工具、材料及作业环境的标准化问题。其后，随着生产规模的扩大和科学技术的进步，科学管理的内容不断充实丰富，动作时间研究、工作流程与工作方法分析、工具设计、装备布置等，都涉及人和机器、人和环境的关系问题，而且都与如何提高人的工作效率有关。有些原则至今对人机工程学研究仍有一定意义。因此，人们认为这些科学管理方法和理论是后来人机工程学发展的奠基石。

这一时期主要的研究内容是：研究每一职业的具体要求；利用测试来选择工人和安排工作；规划利用人力的最好方法——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；研究最好的管理组织形式；研究工作动机，促使工人和管理者之间通力合作。

此时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原理设计上，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。

2. 人机工程学的持续发展时期

人机工程学学科发展的第二阶段是第二次世界大战期间。当时，由于人们片面注重新式武器和各种装备的功能研究，而忽视了其中“人的因素”，因此由于操作失误而导致使用失败的教训屡见不鲜。失败的教训引起生产决策者和设计者的高度重视，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，同时还认识到，要设计好一个高效能的装备，只有工程技术知识是远远不够的，还必须有生理学、心理学、人机测量学、生物力学等学科的知识。因此，人们首先在军事领域中开展了与设计相关的学科的综合研究与应用。这一阶段一直延续到 20 世纪 50 年代末。在其发展的后期，由于战争的结束，人机工程学

学科的综合研究与应用逐渐从军事领域向非军事领域发展，并逐步利用军事领域中的研究成果来解决民用工业与工程设计中的问题。

与此同时，人们还提出：在设计工业机械设备时，也应集中工程技术人员、医学家、心理学家等相关学科专家的智慧。该学科在这一时期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。

3. 现代人机工程学的发展与完善

到了 20 世纪 60 年代，欧美各国步入了大规模的经济发 展时期。在这一时期，随着人机工程学所涉及的研究和应用领域不断扩大，从事本学科研究的专家所涉及的专业和学科也就越来越多，主要有解剖学、生理学、心理学、工业卫生学、工业与工程设计、工作研究、建筑与照明工程、管理工程等。

经过总结，专家认为，现代人机工程学发展有以下 3 个主要特点。

(1) 不同于传统人机工程学研究 中着眼于选择和训练特定的人，使之适应工作要求；现代人机工程学着眼于机械装备的设计，使对机器的操作不超出人类能力界限。

(2) 与实际应用密切结合，通过严密计划设定的广泛实验性研究，尽可能利用所掌握的基本原理，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通力合作。

现代人机工程学研究的方向：把人—机器—环境系统作为一个统一的整体来研究，以创造最适合人操作的机械设备和作业的环境，使人—机器—环境系统相协调，从而使系统获得最高的综合效能。

1.1.4 我国人机工程学研究与发展现状

人机工程学学科在我国起步虽晚，但发展迅速。新中国成立前仅有少数人从事工程心理学的研究，到 20 世纪 60 年代初，也只有在中科院、中国军事科学院等少数单位内，有从事人机工程学及相关学科研究的人，而且研究范围仅局限在国防和军事领域。

如今随着我国科学技术的发展和对外开放脚步的加快，人们逐渐认识到人机工程学研究对国民经济发展的重要性。目前，该学科的研究和应用已扩展到工农业、交通运输、医疗卫生以及教育系统等领域和部门，由此也促进了本学科与工程技术和相关学科的交叉渗透，使人机工程学成为国内一门新兴的边缘学科。

现在，我国大约有 300 所高校开设了工业设计专业或相关课程，同时，更多的相关专业的师生也迫切需要了解人机工程学方面的知识，对人机工程学的研究与教学也越来越得到高校的重视。图 1-1 所示为我国自主研发的和谐号列车，图 1-2 所示为我国自主研发的地铁。



图 1-1 我国自主研发的和谐号列车



图 1-2 我国自主研发的地铁

1.2 人机工程学研究内容与方法

1.2.1 研究内容

人机工程学的研究包括理论和应用实践两个方面，但当今本学科研究的总体趋势还是理论重于应用。对于学科研究的主体方向，由于各国科学水平和工业基础的不同，所以侧重点也不相同。但纵观人机工程学在各国的发展过程，可以看出本学科的研究进程有如下普遍规律，即往往是对人体测量、环境因素、作业强度和疲劳等方面进行研究；随着这些问题的解决，人机工程学才转到感官知觉、运动特点、作业姿势等方面的研究；然后，再进一步转到操纵、显示设计、人机系统控制以及人机工程学原理在各种工业与工程设计中的应用等方面的研究；最后则进入人机工程学的前沿领域，如人机关系、人与环境关系、人与生态、人的特性模型、人际关系，直至团体行为、组织行为等方面的研究。

就工业设计而言，人机工程学则是围绕着人机工程的根本研究方向来确定具体的研究内容。该学科研究的主要内容可以概括为以下 4 个方面。

1. 人体特性

主要研究对象是在工业设计中与人体有关的内容。例如，人体形态特征参数、人的感知特性、人的反应特性以及人在工作中的心理特征等。研究的目的是解决机械设备、工具、作业场所以及各种用具和用品的设计如何与人的生理、心理特点相适应，从而才有可能为使用者创造安全、舒适、健康、高效的工作条件。

2. 人机系统的互动

人机系统工作效能的高低首先取决于它的总体设计，也就是要在整体上使机器与人相适应。人机配合成功的基本因素是两者既有自己的特点，又可以在系统中互补彼此的不足，如机器功率大、速度快、不会疲劳等，而人具有智慧、多方面的才能和很强的适应能力。如果在分工中注意取长补短，则两者的结合就会卓有成效。

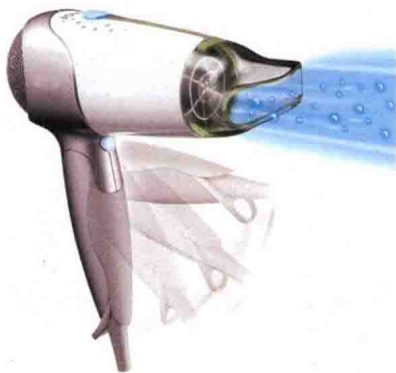
3. 工作场所和信息传递装置

工作场所设计的合理与否，将对人的工作效率高低产生直接的影响。研究工作场所设计的目的是保证物质环境适合于人机特征，使人以无害于健康的姿势从事劳动，既能高效地完成工作，又感到舒适且不会过早产生疲劳感。

人与机器以及环境之间的信息交流分为两个方面：显示器向人传递信息，控制器则接受人发出的信息。显示器研究包括视觉显示器、听觉显示器以及触觉显示器等多种类型显示器的设计，同时还要研究显示器的布置和组合等问题。控制器设计则要研究各种操纵装置的形状、大小、位置以及作用力等在人体解剖学、生物力学和心理学方面的问题；在设计时，还需考虑人的动作方向和习惯等。

4. 环境控制与安全保护设施

人机工程学所研究的效率，不仅包括人们所从事的工作能在短期内有效地完成，还包括在长期内不存在对健康有害的影响，并使事故的危险性减小到最低限度。环境控制方面，应保证照明、工作环境气候、噪声和振动等常见作业环境条件符合操作人员的要求。图 1-3 所示为符合人机工程学特性的产品设计。



(a) 吹风机



(b) 榨汁机



(c) 电子表

图 1-3 符合人机工程学特性的产品设计



1.2.2 研究方法

人机工程学的研究广泛采用了人机科学和生物科学等相关学科的研究方法及手段，也采纳了系统工程、控制理论、统计学等学科的一些研究成果。另外，本学科的研究也建立了一些独特的新方法，以此探讨人、机、环境要素间复杂的关系问题。

这些方法包括：测量人体各部分静态和动态的数据，调查、询问或直接观察人在作业时的行为和反应特征，对时间和动作的分析与研究，测量人在作业前后以及作业过程中的心理状态和各种生理指标的动态变化，并观察和分析作业过程和工艺流程中存在的问题，分析差错和意外事故的原因，进行模型实验或用电子计算机进行模拟实验，运用数字和统计学的方法找出各变数之间的相互关系，以便从中得出正确的结论或发展形成有关理论。

目前常用的研究方法如下。

1. 分析法

为了研究系统中人与机器的工作状态，会采用各种各样的分析方法，如工人操作动作的分析、功能分析和工艺流程分析等，如图 1-4 所示。

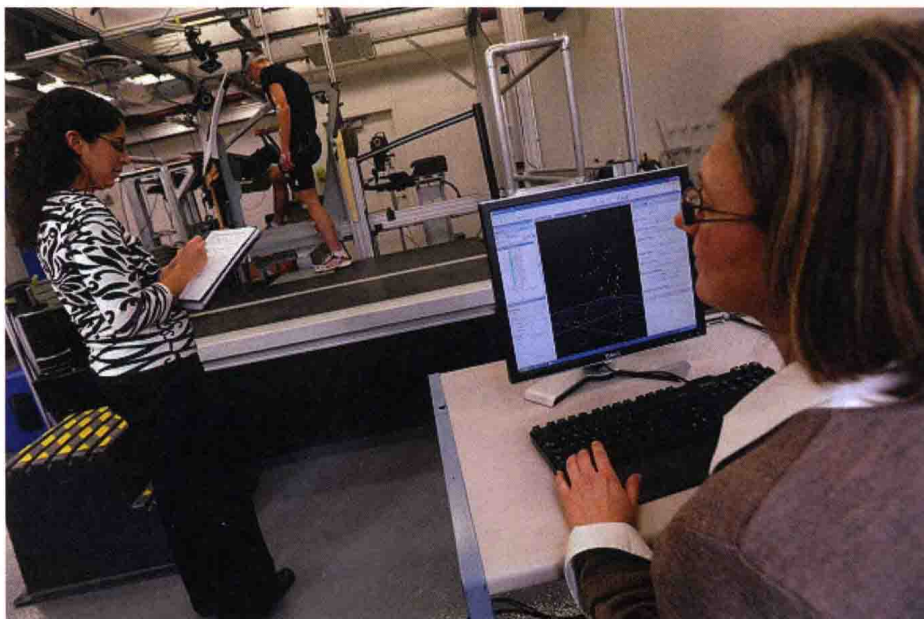


图 1-4 分析法——对使用者进行观察试验分析

2. 实测法

实测法是一种借助仪器设备进行实际测量的方法，例如，对人体静态与动态参数的测量，对人体生理参数的测量或者对系统参数、作业环境参数的测量等，如图 1-5 所示。



图 1-5 实测法——对使用者进行实验分析

3. 实验法

实验法是当实测法受到限制时采用的一种研究方法，一般在实验室进行，但也可以在作业现场进行。如了解环境色彩对人的心理、生理和工作效率的影响时，由于需要进行长时间和多人次的观测，才能获得比较真实的数据，因此通常在作业现场进行实验，如图 1-6 所示。



图 1-6 实验法——对使用者进行实验分析

4. 模拟和模型试验法

由于机器系统一般比较复杂，因此在进行人机系统研究时常采用模拟的方法。模拟方法包括各种技术和装置的模拟，如操作训练模拟器、机械的模型以及各种人体模型等。通

过这类模拟方法，可以对某些操作系统进行接近真实的试验，与实验室中分析得出的数据相比，这些数据往往更符合实际，如图 1-7 所示。



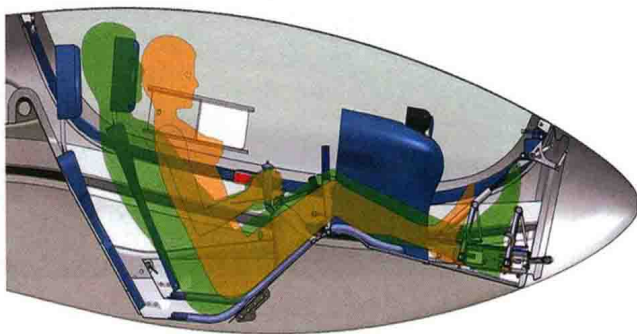
图 1-7 模拟和模型试验法——使用者对产品模型进行试验与评估

以上几种方法是比较常用的研究方法，这几种方法并不是孤立进行的，往往是同时进行。

比如，可以运用“数字人”进行模拟实验和研究。“数字人”是指通过信息科学技术，对人体各个结构进行切削、分割，并数字化，形成在计算机屏幕上看得见的、能够调控的虚拟人体形态。如果进一步将人体功能信息赋予这个人体形态框架，经过虚拟现实技术的交叉融合，这个“数字人”将模仿真人做出各种各样的反应。若设置有声音和力反馈的装置，则可以提供视、听、触等直观而又自然的实时感。届时，连一些高难度的手术研究与模拟都可以在电脑里完成，如图 1-8 所示。



(a)



(b)

图 1-8 数字人进行模拟试验分析

早在 2003 年 2 月，原第一军医大学就完成了国内首例女虚拟人的数据采集，获得了 8556 个人体切片资料。之后，我国又顺利完成了“中国虚拟人男性 1 号”的切削，得到 9215 个整体人切片资料。

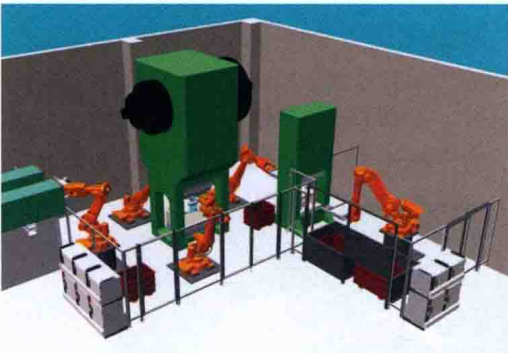
目前，我国专业的研究机构已完成了两男、一女和一女婴 4 个整体人数据集。其中数据最集中、最精细的是“男 1 号”，照片分辨率达到 2200 万像素。

中国人体数据集的构建，对激活“中国数字化虚拟人”研究工作意义重大。因为与中国人相比，国外人体模型存在着明显的人种差异，不能替代中华民族的体质特征。我国虚拟人数据库的建立，在传统医学、现代医学、工业设计、人体仿真、航天航空等领域都有广泛的应用价值。

5. 计算机仿真法

由于人机系统中的操作者是具有主观意志的生命体，用传统的物理模拟和模型方法研究人机系统，往往不能完全反映系统中生命体的特征，其结果与实际相比必有一定误差。另外，现代人机系统越来越复杂，采用物理模拟和模型方法研究复杂人机系统，不仅成本高、周期长，而且模拟和模型装置一经定型，就很难做修改变动。为此，一些更为理想而有效的方法逐渐被研究创建出来并得以推广，其中的计算机数值仿真法已成为人机工程学研究的一种现代方法。

数值仿真是在计算机上利用系统的数学模型进行仿真性实验研究。研究者可以对尚处于设计阶段的未来系统进行仿真，并就系统中的人、机、环境三要素的功能特点及其相互间的协调性进行分析，从而预知所设计产品的性能，并进行设计改进，如图 1-9 所示。



(a)



(b)

图 1-9 计算机模拟试验分析

6. 调查研究法

人机工程学专家还采用各种调查研究方法来抽样分析操作者或使用者的意见和建议。这种方法包括简单的访问、特定的调查，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，如图 1-10 所示。