

全彩印刷

高等院校工业设计专业系列教材

清华大学美术学院院长 鲁晓波

倾力推荐

人机工程学

Ergonomics



曹祥哲 编著

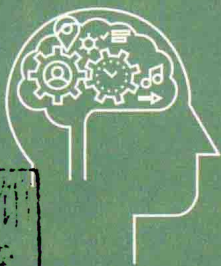
清华大学出版社



高等院校工业设计专业系列教材

人机工程学

Ergonomics



常州大学图书馆
藏书章

曹祥哲 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

人机工程学是工业设计、机械设计、环境设计、交互设计等专业重要的基础课。通过这门课程,读者需要了解人机工程学的基础知识,理解与产品紧密关联的人的因素,掌握各种形式的人机工程设计的基本内容、原理和方法。

本书共分7章,第1章介绍人机工程学的含义、发展、范畴、方法及其与“以人为本”设计理念之间的关系;第2章介绍作为设计依据的人体系统、人体尺度、感觉及其特性、知觉及其特性、人的信息处理机制、情绪与情感、运动器官及其特性、个体作业行为等方面的人因;第3~6章分别介绍人机界面设计(包括信息显示、操纵控制、计算机交互)、作业器具设计、作业空间设计、作业环境设计等各领域的人机工程设计的内容和方法;第7章则从总体上介绍运用系统的观点和方法进行人机工程设计的原理与程序。

本书结构合理,内容丰富,不仅可以作为高等院校工业设计和产品设计专业的教材使用,而且可供其他相关专业及广大从事工业产品设计的人员阅读参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

人机工程学 / 曹祥哲 编著. — 北京:清华大学出版社, 2018

(高等院校工业设计专业系列教材)

ISBN 978-7-302-49093-7

I. ①人… II. ①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298805号

责任编辑:李磊

装帧设计:王晨

责任校对:牛艳敏

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京博海升彩色印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190mm×260mm 印 张:9.5 字 数:281千字

版 次:2018年3月第1版 印 次:2018年3月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:49.80元

产品编号:068530-01

编委会



主 编

兰玉琪
天津美术学院产品设计学院
副院长、教授

编 委

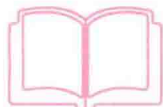
李 津	马 彧	高雨辰	邓碧波	李巨韬	白 薇
周小博	吕太锋	曹祥哲	谭 周	张 莹	黄悦欣
潘 弢	陈永超	张喜奎	杨 旻	汪海溟	寇开元

副主编

高 思

专家委员

天津美术学院院长	邓国源	教授
清华大学美术学院院长	鲁晓波	教授
湖南大学设计艺术学院院长	何人可	教授
华东理工大学艺术学院院长	程建新	教授
上海视觉艺术学院设计学院院长	叶 苹	教授
浙江大学国际设计研究院副院长	应放天	教授
广州美术学院工业设计学院院长	陈 江	教授
西安美术学院设计艺术学院院长	张 浩	教授
鲁迅美术学院工业设计学院院长	薛文凯	教授



序

今天，离开设计的生活是不可想象的。设计，时时事事处处都伴随着我们，我们身边的每一件东西都被有意或无意地设计过和设计着。

工业设计也是如此。工业设计起源于欧洲，有百年的发展历史，随着人类社会的不断发展，工业设计也经历了天翻地覆的变化：设计对象从实体的物慢慢过渡到虚拟的物和事，设计方法关注的对象也随之越来越丰富，设计的边界越来越模糊和虚化；从事工业设计行业的人，也不再局限于工业设计或产品设计专业的毕业生。也因此，我们应该在这种不确定的框架范围内尽可能全面和深刻地还原和展现工业设计的本质——工业设计是什么？工业设计从哪儿来？工业设计又该往哪儿去？

由此，从语源学的视角，并在不同的语境下厘清设计、工业设计、产品设计等相关的概念，并结合对围绕我们的“被设计”的事、物和现象的观察，无疑可以帮助我们更深刻地理解工业设计的内涵。工业设计的综合性、交叉性和边缘性决定了其外延是广泛的，从艺术、文化、经济和技术等不同的视角对工业设计进行解读或许可以更完整地还原工业设计的本质，并帮助我们进一步理解它。

从时代性和地域性的视角下对工业设计历史的解读，不仅仅是为了再现其发展的历程，更是为了探索推动工业设计发展的动力，并以此推动工业设计进一步的发展。无论是基于经济、文化、技术、社会等宏观环境的创新，还是对产品的物理空间环境的探索，抑或功能、结构、构造、材料、形态、色彩、材质等产品固有属性以及哲学层面上对产品物质属性的思考，或者对人的关注，都是推动工业设计不断发展的重要基础与动力。

工业设计百年的发展历程给人类社会的进步带来了什么？工业发达国家的发展历程表明，工业设计教育在其发展进程中发挥着至关重要的作用，通过工业设计的创新驱动，不但为人类生活创造美好的生活方式，也为人类社会的发展积累了极大的财富，更为人类社会的可持续发展提供源源不断的创新动力。

众所周知，工业设计在工业发达国家已经成为制造业的先导行业，并早已成为促进工业制造业发展的重要战略，这是因为工业设计的创新驱动动力发生了极为重要的作用。随着我国经济结构的调整与转型，由“中国制造”变为“中国智造”已是大势所趋，这种巨变将需要大量具有创新设计和实践应用能力的工业设计人才，由此给我国的工业设计教育带来了重大的发展机遇。我们充分相信，工业设计以及工业设计教育在我国未来的经济、文化建设中将发挥越来越重要的作用。

目前，我国的工业设计教育虽然取得了长足发展，但是与工业设计教育发达的国家相比确实还存在着许多问题，如何构建具有创新驱动能力的工业设计人才培养体系，成为高校工业设计教育所面临的重大挑战。此套系列教材的出版适逢“十三五”专业发展规划初期，结合“十三五”专业建设目标，推进“以教材建设促进学科、专业体系健全发展”的教材建设工作，是高等院校专业建设的重点工作内容之一，本系列教材出版目的也在于此。工业设计属于创造性的设计文化范畴，我们首先要以全新的视角审视专业的本质与内涵，同时要结合院校自身的资源优势，充分发挥院校专业人才培养的优势与特色，并在此基础上建立符合时代发展的人才培养体系，更要充分认识到，随着我国经济转型建设以及文化发展对人才的需求，产品设计专业人才的培养在服务于国家经济、文化建设发展中必将起到非常重要的作用。

此系列教材的定位与内容以两个方面为依托：一、强化人文、科学素养，注重世界多元文化的发展与中国传统文化的传承，注重启发学生的创意思维能力，以培养具有国际化视野的复合型与创新型设计人才为目标；二、坚持“科学与艺术相融合、创新与应用相结合”，以学、研、产、用一体化的教学改革为依托，积极探索具有国内领先地位的工业设计教育教学体系、教学模式与教学方法，教材内容强调设计教育的创新性与应用性相结合，增强学生的创新实践能力与服务社会能力相结合，教材建设内容具有鲜明的艺术院校背景下的教学特点，进一步突显了艺术院校背景下的专业办学特色。

希望通过此系列教材的学习，能够帮助工业设计专业的在校学生和工业设计教学、工业设计从业人员等更好地掌握专业知识，更快地提高设计水平。



天津美术学院产品设计学院
副院长、教授



前言



一项优秀的设计必然是人、环境、技术、经济与文化等因素巧妙平衡的产物。因此，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。具体表现在各项设计中均应以人为主线，将人机工程学规范贯穿于设计的全过程，并且在设计全过程的各个阶段，都有必要进行人机工程学研究与分析，以确保一切设计物都能符合人的特性，从而使其功能满足人的需求，因此人机工程学被视为重要的知识与评判设计的标准，这也是专业学子与专业人士面对的重要课题。

在这样的背景下，本书从专业的角度，系统地阐述了人机工程学学科的各项知识。从人机工程学的定义、概念、发展脉络以及应用人体测量学、人体力学、劳动生理学、劳动心理学等方面，对人体结构特征和机能特征进行研究，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。

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，并且深切地感悟出人机工程学与各个设计专业的相关联性，使设计者在设计过程中能充分考虑人和所设计的人造物及他们所处的环境的协调及统一，提高其与人之间的和谐关系，尽量满足其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越来越显得重要，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也愈显出其重要性。

本书强调理论基础化、思想系统化、学科多元化的编写理念，注重理论联系实际、多专业结合与互融的编写思路。在理论与应用相结合的基础上，侧重于结合实例探讨人机工程学在设计多领域的研究与应用，力求使读者既能获得基本理论知识和方法，也能在设计实践中加以应用与研究。

第一，注重跨界的教学思路。由于人机工程学适合产品设计、环境设计、平面设计以及交互设计等专业，笔者从人一机—环境的整体系统进行讲解，既包含人与产品设计——人与物的关系，又包含人与室内空间一人与空间的关系，涵盖人机系统整体化的思想体系，使之成为真正的系统研究。因此本书适用于工业设计、产品设计以及室内环境设计等相关专业使用，真正实现理论系统化、实践多元化的教育理念。

第二，本书注重知识的前瞻性。笔者结合现在社会的发展趋势，例如物联网时代、智能化技术对人的生活方式的影响，已经对传统人机工程学的思想产生影响，因此笔者在传统人机工程学的知识体系上，发觉新的思路，例如从新的可穿戴设备与人的关系、新的交互方式等知识进行讲解，体现出与时俱进的教学思路。

第三，理论系统化。本书注重理论的科学与系统性，对很多传统观点进行梳理，并利用多图表的形式进行辅助说明，使学生与专业人员能够更好地梳理书中的知识，也利于考研的同学进行理论补充，

真正做到理论联系实践。

第四，本书引用并分析了大量的世界优秀设计作品，为读者理解设计中的人机工程学应用提供了借鉴之处。

本书可作为工业设计、室内环境设计、家具设计、交互设计等专业的本科生教材、研究生的参考读物，也可供艺术设计等方面有关工程技术人员参考。

本书由曹祥哲编著，兰玉琪、邓碧波、马彧、陈永超、李巨韬、汪海溟、寇开元、吕太锋、谭周、周旭、龙泉等也参与了本书的编写工作。由于作者水平所限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请广大读者批评、指正。

本书提供了PPT教学课件，扫一扫右侧的二维码，推送到自己的邮箱后即可下载获取。



编 者

目录

第1章 人机工程学基础

1

- 1.1 人机工程学的概念.....1
- 1.2 人机工程学的发展.....3
 - 1.2.1 经验人机工程学——初始阶段.....4
 - 1.2.2 科学人机工程学——成长阶段.....8
 - 1.2.3 现代人机工程学——成型阶段.....9
- 1.3 人机工程学的分类.....10
 - 1.3.1 设备人机工程学.....10
 - 1.3.2 功能人机工程学.....11
- 1.4 人机工程学中的要素.....11
- 1.5 人机工程学的研究内容.....12
- 1.6 人机工程学的研究方法.....16
- 1.7 人机工程学与工业设计.....19
 - 1.7.1 人机工程学为工业设计提供理论依据.....19
 - 1.7.2 为工业设计中的“环境因素”提供设计准则.....20
 - 1.7.3 为产品设计提供科学依据.....20
 - 1.7.4 树立“以人为本”的设计思想.....21
- 1.8 人机工程学与室内设计.....21

第2章 人的感知系统

23

- 2.1 人的感觉定义与特点.....24
 - 2.1.1 适宜刺激.....26
 - 2.1.2 适应.....27
 - 2.1.3 相互作用.....27
 - 2.1.4 对比.....27
 - 2.1.5 余觉.....28
- 2.2 人的知觉定义与特点.....28
 - 2.2.1 知觉定义.....28
 - 2.2.2 知觉特点.....29
- 2.3 人的视觉定义及特点.....32
 - 2.3.1 视觉刺激.....32
 - 2.3.2 视觉系统.....32
 - 2.3.3 视觉机能.....33
- 2.4 听觉机能及其特征.....38
 - 2.4.1 听觉刺激.....38
 - 2.4.2 听觉的特性.....39
- 2.5 嗅觉与味觉的特性.....39
 - 2.5.1 嗅觉感受器.....39
 - 2.5.2 嗅觉能力.....40

第3章 人体尺寸与数据采集

41

- 3.1 人体测量学由来与发展.....41
- 3.2 人体测量的作用.....42
- 3.3 人体尺寸测量的内容与工具.....42
 - 3.3.1 人体测量内容.....43
 - 3.3.2 人体尺寸测量工具.....45
- 3.4 人体测量方法.....46

- 3.5 影响人体尺寸的因素.....47
- 3.6 人体测量数据来源与术语.....48
 - 3.6.1 人体测量数据.....48
 - 3.6.2 人体尺寸测量的术语.....48
- 3.7 常用人体测量资料.....49
 - 3.7.1 我国成年人人体尺寸国家标准.....49
 - 3.7.2 成年人的人体功能尺寸.....52
- 3.8 人体测量数据的应用.....54
 - 3.8.1 主要人体尺寸的应用原则.....54
 - 3.8.2 人体尺寸的应用方法.....57
- 3.9 老年人和残疾人的生理特征.....59
 - 3.9.1 老年人的生理特征.....59
 - 3.9.2 残疾人的生理特征.....59

第4章 室内空间中人机参数与人体姿势

60

- 4.1 作业空间.....60
 - 4.1.1 作业空间概念.....60
 - 4.1.2 作业空间分类.....60
- 4.2 作业空间的设计要求与原则.....61
 - 4.2.1 设计要求.....61
 - 4.2.2 设计原则.....62
- 4.3 作业空间的设计步骤.....63
 - 4.3.1 作业场所和调研.....63
 - 4.3.2 作业空间的初步设计方案.....63
 - 4.3.3 建立空间模型和模拟测试.....63
- 4.4 作业空间人体参数.....64
- 4.5 人体不同作业姿势.....65
 - 4.5.1 坐姿作业空间设计.....65
 - 4.5.2 立姿作业空间.....67
- 4.6 室内生活空间设计.....68
 - 4.6.1 室内生活空间的构成因素和特征.....68
 - 4.6.2 居住行为与空间组合.....69
 - 4.6.3 家居空间尺度设计与要求.....70
- 4.7 各类空间的功能分析.....76
 - 4.7.1 普通办公室处理要点.....76
 - 4.7.2 开放式办公室处理要点.....78
 - 4.7.3 银行营业厅空间处理要点.....78
 - 4.7.4 邮局营业厅空间处理要点.....78
 - 4.7.5 车站售票处空间处理要点.....78
 - 4.7.6 候车室空间处理要点.....79
 - 4.7.7 旅馆门厅空间处理要点.....79
 - 4.7.8 酒店标准间空间处理要点.....80
 - 4.7.9 视听空间处理要点.....80
 - 4.7.10 展览陈列空间处理要点.....80
- 4.8 家具设计.....80
 - 4.8.1 人体坐姿生理解剖基础.....80
 - 4.8.2 座椅的功能尺寸.....82
 - 4.8.3 坐姿与靠垫.....83
 - 4.8.4 工作面的高度与办公桌设计.....83
 - 4.8.5 办公桌尺寸的相关规定.....84
 - 4.8.6 卧具(床)设计.....84
- 4.9 人的空间行为.....85
 - 4.9.1 人类的距离保持.....85
 - 4.9.2 人的侧重行为.....87
 - 4.9.3 人的捷径反应和躲避行为.....87

第5章 人的认知心理

88

- 5.1 认知的定义.....88
- 5.2 认知的特性.....94
 - 5.2.1 认知的知识特性.....94
 - 5.2.2 认知的非理性特点.....96
- 5.3 人的心理模型.....99
- 5.4 创造性思维的心理特征.....99
 - 5.4.1 随意创造思维的心理模型.....100
 - 5.4.2 非随意创造思维的心理模型.....101

第6章 人机操纵装置设计

102

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 6.1 产品操纵装置设计·····102 | 6.2.3 按压式操纵器设计·····107 |
| 6.1.1 产品操纵装置的类型及
特点·····102 | 6.2.4 触摸控制操纵·····109 |
| 6.1.2 操纵装置的用力特征·····104 | 6.3 产品操纵装置的总体设计原则·····110 |
| 6.2 各类操纵器的设计·····105 | 6.3.1 操纵力设计原则·····110 |
| 6.2.1 旋转式操纵器种类·····105 | 6.3.2 操纵与显示相配合原则·····110 |
| 6.2.2 移动式操纵器设计·····107 | 6.3.3 操纵装置特征的识别
原则·····111 |

第7章 人机系统与交互设计

113

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| 7.1 人机系统的概念和意义·····113 | 7.5.4 人机交互·····124 |
| 7.1.1 人机系统的概念·····113 | 7.5.5 操作习惯与手机交互
方式的案例分析·····126 |
| 7.1.2 人机系统的内涵·····113 | 7.6 可穿戴设备·····132 |
| 7.2 人机系统的分类·····114 | 7.6.1 可穿戴设备定义·····132 |
| 7.3 人机系统设计的重要性·····115 | 7.6.2 可穿戴产品的发展·····132 |
| 7.4 人机界面·····117 | 7.6.3 可穿戴设备的特点·····135 |
| 7.4.1 人机界面的概念·····117 | 7.6.4 可穿戴设备的分类·····135 |
| 7.4.2 人机界面的发展简述·····118 | 7.6.5 可穿戴设备中的人机
交互·····140 |
| 7.5 人机交互·····122 | 7.6.6 可穿戴设备的界面交互
原则·····141 |
| 7.5.1 交互设计的概念·····122 | |
| 7.5.2 交互设计的分类·····123 | |
| 7.5.3 交互设计的任务·····124 | |

《第1章》

人机工程学基础



1.1 人机工程学的概念

人机工程学是一门研究人、机器及工作环境之间相互作用的学科。它是20世纪40年代后期发展起来的，经历了不同的发展阶段，更是跨越了不同学科领域，应用多种学科原理、理念、方法以及数据，不断完善自身观念、研究方法、技术标准和科学体系，从而成为一门极为重要的交叉学科。人机工程学已被广泛运用到产品设计、室内环境设计、服装设计等众多领域，如图1-1至图1-6所示，我们每天使用的产品、接触的环境等都离不开人机工程学。

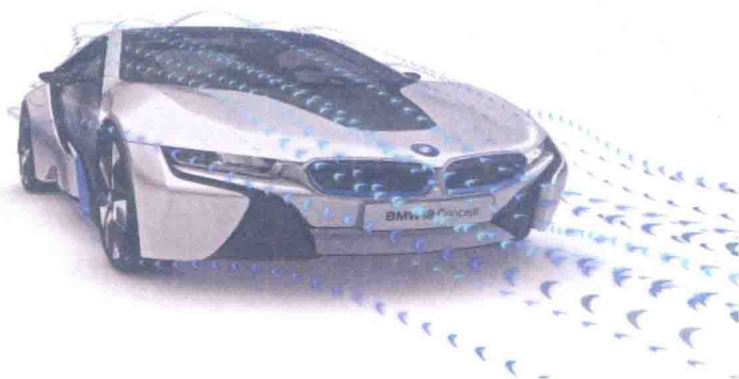


图 1-1 宝马汽车空气动力学测试



图 1-2 宝马概念车展示现场



图 1-3 电动工具设计



图 1-4 电吹风设计



图 1-5 生活用品设计



图 1-6 家居用品设计

人机工程学既有学科名称多样化、学科定义不统一的特点，又具有其他新兴边缘学科共有的学科边界模糊、学科内容综合性强、学科知识多样化、学科应用范围广等特点，如图 1-7 所示。

在 1979 年出版的《辞海》中，我们看到人机工程学的定义：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、生物力学以及工程学等学科的研究方法和手段，综合地对人体结构、功能、心理以及力学等问题进行研究的学科。通过设计使机械、仪器和控制装置发挥出最大的功效，并研究控制台上各个仪表的最适位置。

国际人类工效学学会 (International Ergonomics Association, IEA) 为本学科所下的定义是最有权威、最全面的定义：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；研究人在工作

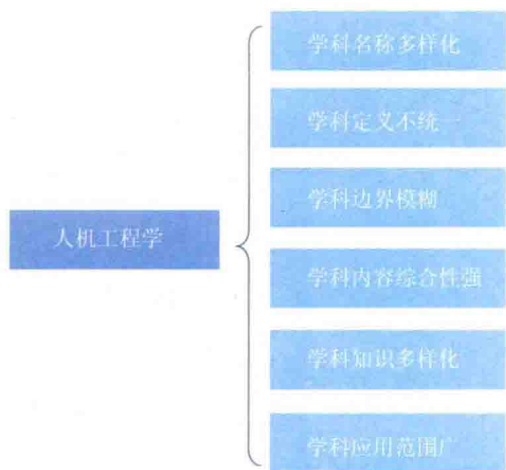


图 1-7 人机工程学特点示意图

中、家庭生活中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，如图 1-8 所示为人机工程学需要研究的学科示意图。

2000 年 8 月，国际人类工效学学会发布了新的人机工程学定义：人机工程学是研究系统中的人与其他组成部分的交互关系的一门学科，并运用其理论、原理、数据和方法进行设计，以优化系统的工效和人的健康、幸福之间的关系。这种研究是建立在科学实验的方法之上的，是系统的分析、实验、研究和对因果关系的假设和验证，研究的对象是系统中的人与其他部分，也就是器物和环境之间的交互关系。人机工程专家旨在设计和优化任务、工作、产品、环境和系统之间的关系，使之满足人们的需要、能力和限度。

通过以上国内外的多种定义，我们可以看出尽管各国专家对人机工程学所下的定义不尽相同，但他们的核心思想是一致的。

(1) 人机工程学研究的是“人—机—环境”系统中的人、机、环境三要素之间的关系。

(2) 人机工程学研究的目的是使人们在工程技术和工作生活中，能够顺利、舒适、安全、愉快地使用产品，使人、机器、环境得到合理的配合，达到合理的人机匹配，实现系统中人和机器的效能统一合理，使高效、安全、健康和舒适等达到最优化的结果。

如图 1-9 和 1-10 所示，图中显示的是产品和人以及环境的使用关系，也就是人在不同环境背景下如何舒适地操作产品；如图 1-11 所示为人机系统示意图。

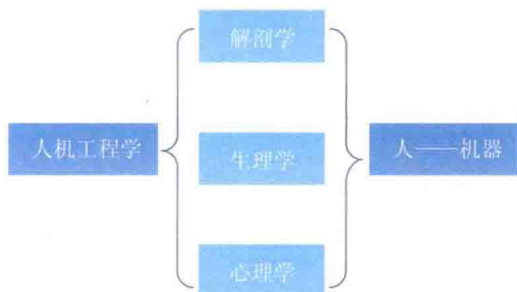


图 1-8 人机工程学需要研究的学科示意图

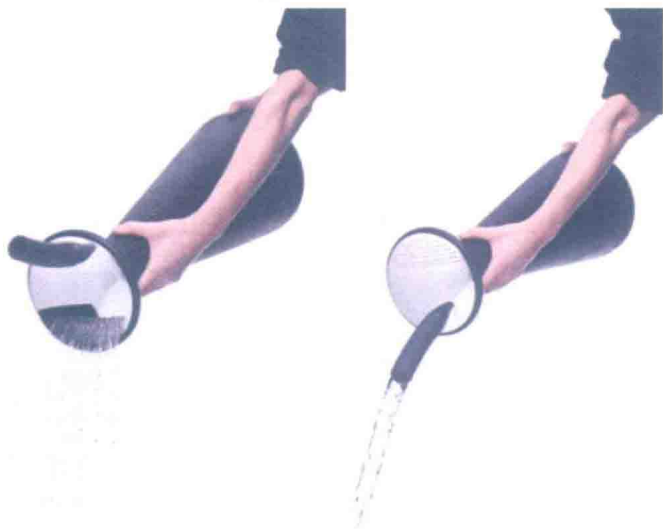


图 1-9 人使用产品的场景分析



图 1-10 人、产品以及环境的场景分析

总之，人机工程学以追求人类和技术完美和谐为目标，将人类的需求和能力置于设计技术体系的核心位置，为产品、环境以及系统的设计提供了科学数据。

1.2 人机工程学的发展

英国是全球最早进行人机工程学研究的国家，但该学科的基础成型与长期发展却是在美国完成的。所以，人机工程学一直有着“起源于英国，形成于美国”之说，最终影

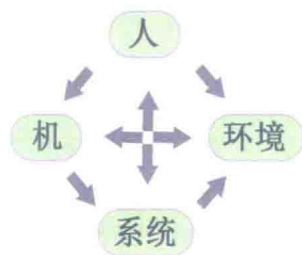


图 1-11 人机系统示意图

响全世界。虽然本学科的起源可追溯到 20 世纪初期，但成为一门独立学科却只有数十年的历史。该学科在形成与发展的过程中大致归纳为三个阶段。如图 1-12 所示，图中概括了人机工程学的发展历程以及不同时期的名称及特点。

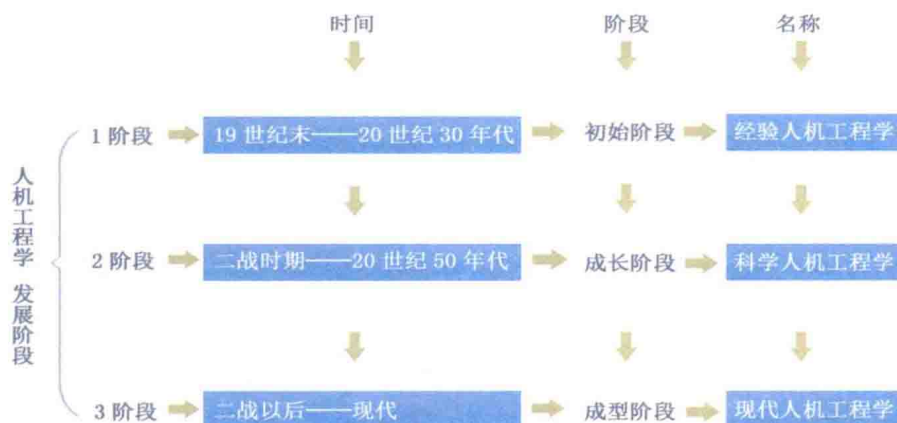


图 1-12 人机工程学发展历程分析图

1.2.1 经验人机工程学——初始阶段

人机工程学是 19 世纪末 20 世纪初，在现代主义设计之后发展而来的。因此，我们讨论它的起源应该有一个基本的时间界定，超出这个范畴的叙述会有失准确，也容易对学科的研究产生误导。所以我们要准确地以时间为线索，对它的发展进行研究。

在 19 世纪末，人们开始采用科学的方法研究人的能力与其所使用的工具之间的关系，从而进入了有意识地研究人机关系的新阶段。这一时期到第二次世界大战之前称为经验人机工程学，也可以视其为初始发展阶段。

1. 传统机器对人的压迫

19 世纪工业革命，机械化生产代替了传统手工业制造以后，机械操作成为比手工劳作更有效的生产方式，机器的运转带动着人的运转，并逐步形成了机器对人的强制作用。这一时期，人必须适应于机器，这是一种很明确的主次关系。虽然人制造了机器人还是成为被统治的一方。如图 1-13 所示为工业革命下，人们在为机器拼命地工作。

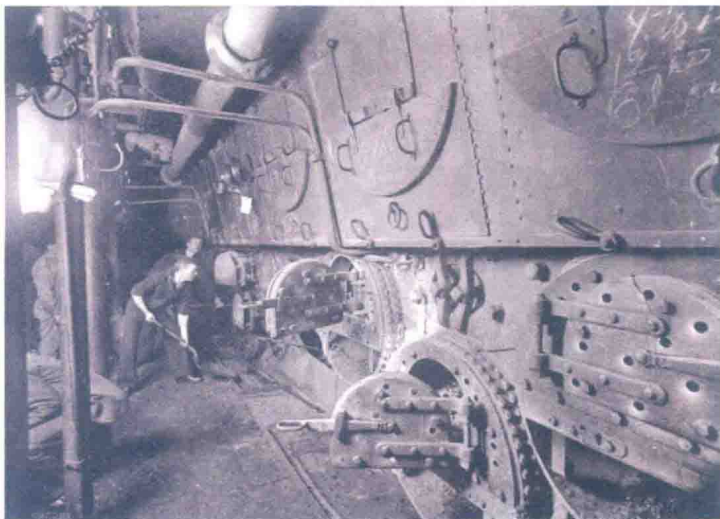


图 1-13 工业革命中人们的工作状态

人在这种关系中的从属性，使得在整个机械化生产过程中人与机器形成了一种对立的关系，人被机器或工具所牵制。如图 1-14 和图 1-15 所示为著名影星卓别林在电影《摩登时代》中夸张的表演，真实地反映了那个时期人与机器对立的矛盾性和复杂性，以及技术进步的同时，机器为人们带来的必须品尝的另一种“果实”。在这样背景下，人们开始重新思考人与机器的关系。

在这样背景下，人们开始重新思考人与机器的关系。



图 1-14 卓别林主演电影《摩登时代》的海报设计

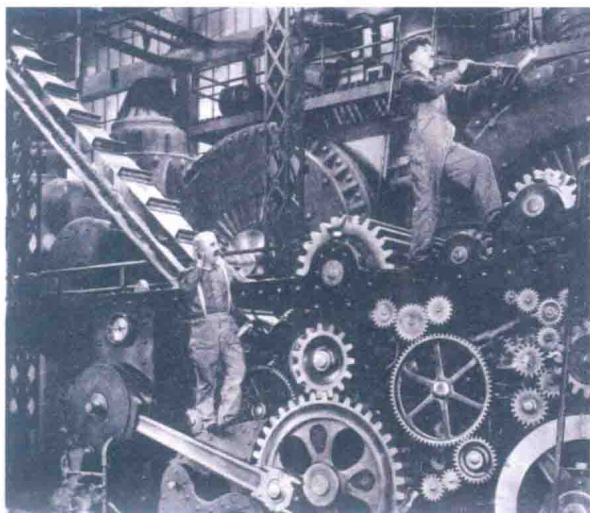


图 1-15 当年电影中对机器压榨人们劳动进行讽刺

基于这样的背景，这一阶段人们开始主要研究人与工具的关系以及人工的操作方法。这一时期主要研究每一职业的要求，利用测试来选用工人和安排工作，规划人力的合理方法，制订培训方案，使人力得到最佳发挥；研究优良的工作条件、管理形式以及探讨劳动者与管理者的合理关系。

2. 泰勒——管理科学研究

这一阶段具有贡献价值的学者首推科学管理的创始人，具有“科学管理之父”美誉的泰勒。他曾在米德维尔工厂工作，从一名学徒工开始，先后被提拔为车间管理员、技师、小组长、工长、设计室主任和总工程师。在这家工厂的经历使他了解到工人们普遍怠工的现状，他认为缺乏有效的管理手段是阻碍生产效率提高的原因。为此，泰勒开始探索科学的管理方法和理论。他从“车床前的工人”开始进行研究，重点研究企业内部工人工作的效率。在他的管理生涯中，他不断在工厂实地进行试验，系统地研究和分析工人的操作方法和动作所花费的时间，逐渐形成其管理体系——科学管理。在他的主要著作《科学管理原理》中阐述的科学管理理论，使人们认识到了管理是一门建立在明确的法规、条文和原则之上的科学。泰勒的科学管理主要有两大贡献：一是管理要走向科学；二是劳资双方的精神革命。

1) 科学的管理方法研究

泰勒还提出了一些新的管理任务：第一，对工人操作的每个动作进行科学研究，用于替代陈旧的单凭经验的办法。第二，科学地挑选工人，并进行培训和管理，使之成长。第三，与工人的协作，以保证一切工作都按已发展起来的科学原则去完成。第四，劳资方和工人之间在工作和职责上几乎是均分的，劳资方把自己比工人更胜任的那部分工作承揽下来；而在过去，几乎所有的工作和大部分的职责都被推到了工人们的身上。

科学管理不仅是将科学化、标准化引入管理，更重要的是提出了实施科学管理的核心问题——精神革命。精神革命基于科学管理的思想，认为雇主和雇员双方的利益是一致的。因为对于雇主而言，追求的不仅是利润，更重要的是事业的发展。而事业的发展不仅会给雇员带来较丰厚的工资，而且更意味着充分发挥其个人潜质，满足自我实现的需要。正是这种事业的观念使雇主和雇员联系在一起，当双方以友好合作、互相帮助来代替对抗和斗争时，就能通过双方共同的努力提高工作效率，生产出比过去更大的利润，更可使雇主的利润得到增加，企业规模得到扩大；相应地也可使雇员工资提高，满意度增加。所以他在传统管理方法的基础上，提出了新的管理方法和理论，并制订了一整套以提高工作效率为目的的操作方法。这些研究看似和设计不太相关，但实际上也是一种设计——即规则的设计，它是从人的心理研究出发，通过制订规则来合理激发人的潜能并能够约束人的行为。

2) 著名的铁锹实验——研究人、机器、工具、材料及作业环境的标准化问题

泰勒研究了人与机器、工具、材料及作业环境的标准化问题。他曾研究过铁锹的形状和重量，以及每次铲煤或矿石的最适当重量，从而设计出铁铲的最佳形状。他还对使用铁锹的操作方法进行了研究，取消了不合理的动作，制订出省力高效的操作方法和相应的工时定额，从而大大提高了工作效率。

1898年，泰勒受雇于伯利恒钢铁公司期间，进行了著名的“搬运生铁块试验”和“铁锹试验”。搬运生铁块试验，是在这家公司的产品搬运班组中选取75名工人，通过对他们的劳动进行研究，培训了工人的技能，改进了操作方法，使生铁块的搬运效率提高3倍。

铁锹试验是指在材料能够达到标准负载的情况下，研究锹的形状、规格，以及各种原料装锹的最好方法。此外泰勒还对每一套动作的精确时间进行了研究，从而总结出“一流工人”每天应该完成的工作量，这一研究结果非常具有科学价值。也正因为如此，工厂的劳动力从原来的400~600人减少为140人，平均每人每天的操作量从原来的16吨提高到59吨，每个工人的日工资从1.15美元提高到1.88美元，可见他的研究大大提高了工人的工作效率。如图1-16所示为泰勒的肖像，图1-17所示为铁锹试验的示意图。



图 1-16 学者泰勒的肖像

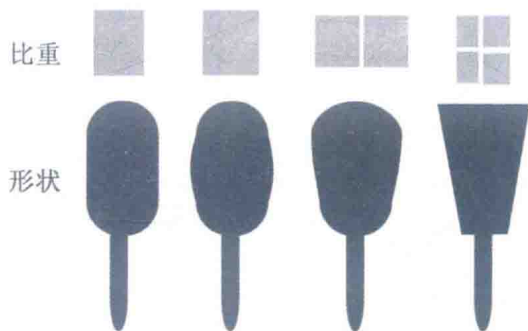


图 1-17 铁锹试验的示意图

3. 吉尔布雷斯夫妇——动作研究

与泰勒同时代的吉尔布雷斯夫妇也开展了动作研究。弗兰克·吉尔布雷斯是一位工程师和管理学家，科学管理运动的先驱者之一，其突出成就主要表现在动作研究方面，他也被公认为“动作研究之父”。莉莲·吉尔布雷斯是弗兰克的妻子，她是一位心理学家和管理学家，是美国第一位获得心理学博士学位的女性，被人们称为“管理领域第一夫人”。吉尔布雷斯夫妇一起改进了泰勒的方法，如果说泰勒的方法被称为“工作研究”，那他们的方法则被称为“运动研究”。其差别在于，泰勒是基于生产线上对工人进行实验与分析；而吉尔布雷斯夫妇则提出了“动素”的概念。他把人的所有动作归纳成18个动素，如手腕运动称为一个动素，就可以把所有的作业分解成若干动素的总和。对每个动素做了定量研究之后，就可以分析每个作业需要用多少时间，这也被称作动作分析。

动作研究把作业动作分解为最小的分析单位，然后通过定性分析，找出最合理的动作，以使作业达到高效、省力和标准化。吉尔布雷斯夫妇通过对动作的分解研究发现，手的动作可以分为18种基本要素，如拿铅笔写字这一动作可以分解成18个基本要素：寻找、选择、抓取、移动、定位、装备、使用、拆卸、