

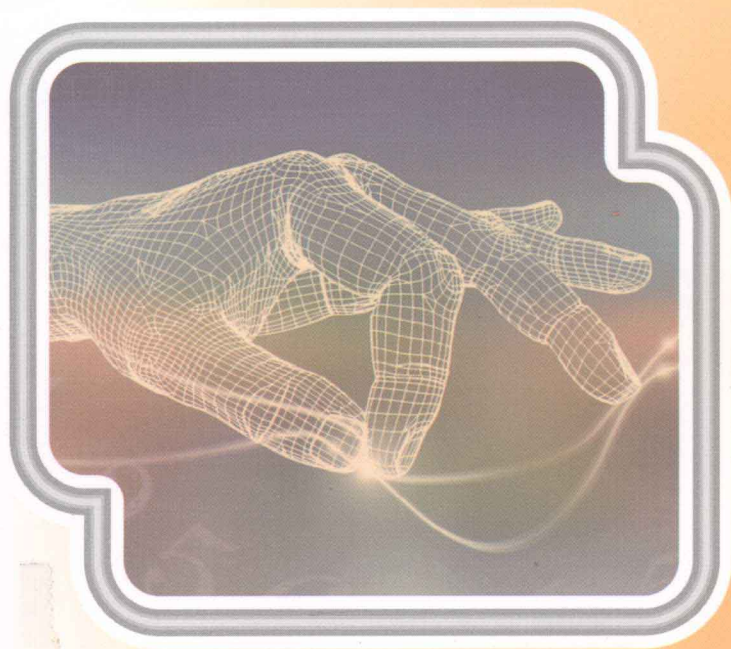


全国高等院校**质量工程与工业工程**专业系列规划教材

人因工程



主 编 马如宏
主 审 周德群



15个导入案例，加深感性认识
36个阅读材料，激发创新灵感
200道综合习题，力求活学活用



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

全国高等院校质量工程与工业工程专业系列规划教材

人因工程

主 编 马如宏
副主编 韩雅丽 周 峰
参 编 李春琳 詹月林 王建林
主 审 周德群



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书系统地介绍了人因工程的基本原理和影响作业效率的人、环境与机器系统的交互作用,内容共分15章。其中,第1~4章为人的因素,着重介绍了人因工程的基本概念、作业时人的动态生理以及人的感知和特征;第5~10章为环境因素,着重介绍了微气候、光环境、声环境、色彩环境、气体环境和振动环境及其对工作效率的影响和改善方法;第11~13章为人机界面设计,着重介绍了人体测量的基本概念、工作台和座椅的设计、显示装置和操纵装置的设计;第14~15章为人机系统设计,着重介绍了人机系统的安全设计和总体设计。每章后面均有小结和习题,便于学生自学。

本书可作为高等学校工业工程及相关专业的教材,也可作为工业工程培训及相关人员自学的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

人因工程/马如宏主编. —北京:北京大学出版社,2011.8

(全国高等院校质量工程与工业工程专业系列规划教材)

ISBN 978-7-301-19291-7

I. ①人… II. ①马… III. ①人因工程—高等学校—教材 IV. ①TB18

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第148157号

书 名: 人因工程

著作责任者: 马如宏 主编

责任编辑: 周 瑞

标准书号: ISBN 978-7-301-19291-7/TH·0247

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 三河市欣欣印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 21.5印张 504千字

2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

定 价: 39.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究 举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

随着科技的进步、社会的发展和人类文明的不断提高，人们对工作和生活质量的要求也越来越高。通过创建优良的工作条件和舒适的生活环境以满足人生理和心理需要，将成为人类不断追求的目标。而人因工程学正是一门研究人、机、环境如何达到最佳匹配，使人—机—环境系统能够适合人的生理和心理特点，以保证人们能安全、健康、高效、舒适地进行工作和生活工作的学科。

本书是根据工业工程专业“人因工程”课程教学大纲，并在广泛收集国内外资料和编者多年教学经验的基础上编写而成的。为了便于学生对知识的理解、增加教材的生动性，本书提供了丰富的阅读材料、图片和案例分析。在编写过程中，编者力求资料新、数据全、方法先进、适应面广，增强理论和方法的可操作性。

本书阐述了人因工程学的思想、概念、原则、原理和方法，并从工程的角度介绍人的生理和心理行为方式、工作能力、作业限制等特点，讨论了通过对工具、机器、系统、任务和环境的合理设计来提高生产率、安全性、舒适性和有效性等问题。本书内容分为 15 章：第 1~4 章为人的因素，着重介绍人因工程的基本概念、作业时人的动态生理以及人的感知和特征；第 5~10 章为环境因素，着重介绍微气候、光环境、声环境、色彩环境、气体环境和振动环境及其对工作效率的影响和改善方法；第 11~13 章为人机界面设计，着重介绍人体测量的基本概念、工作台和座椅的设计、显示装置的设计和操纵装置的设计；第 14 章和第 15 章为人机系统设计，着重介绍人机系统的安全设计和总体设计。每章后面都有小结和习题，便于读者自学。

本书的第 1 章、第 2 章、第 4 章由盐城工学院马如宏编写；第 3 章、第 5 章、第 8 章由韩雅丽编写；第 10 章、第 11 章、第 12 章由周峰编写；第 6 章、第 7 章由李春琳编写；第 9 章、第 14 章由詹月林编写；第 13 章、第 15 章由王建林编写。全书由马如宏教授统编，南京航空航天大学的周德群教授审定。

在编写过程中，由于编者水平所限，书中难免有不当之处，请广大读者批评指正。

编 者

2011 年 6 月

目 录

第 1 章 人因工程概论	1	2.4 作业疲劳及其测定	36
1.1 人因工程的发展	2	2.4.1 作业疲劳的概念及其 分类	36
1.1.1 人因工程的定义	2	2.4.2 体力劳动时的疲劳发生 机理	37
1.1.2 人因工程学的历史	4	2.4.3 测定疲劳的方法	38
1.1.3 人因工程学体系及与 其他学科的关系	5	2.5 疲劳对人体与工作的影响	41
1.2 人因工程研究与应用	7	2.5.1 疲劳对人体的影响	41
1.2.1 人因工程研究的任务和 内容	7	2.5.2 疲劳与安全生产的关系	42
1.2.2 人因工程的应用	8	2.6 提高作业能力和降低疲劳的措施	43
1.2.3 人因工程的研究方法	9	小结	49
1.2.4 研究人因工程学应注意的 问题	12	习题	50
小结	13	第 3 章 人体感知及其特征	52
习题	14	3.1 感觉与知觉的特征	53
第 2 章 人体劳动的生理特征及作业 疲劳	15	3.1.1 感觉与知觉概述	53
2.1 体力劳动时的能量消耗	17	3.1.2 感觉的基本特性	54
2.1.1 人体能量的产生机理	17	3.1.3 感觉知觉的基本特性	56
2.1.2 作业时人体的耗氧动态	19	3.2 视觉机能及其特征	60
2.2 作业时人体的调节与适应	25	3.2.1 眼睛的构造	60
2.2.1 神经系统的调节与适应	25	3.2.2 视觉系统	61
2.2.2 心血管系统的调节与 适应	25	3.2.3 视觉机能	62
2.2.3 其他系统的调节与适应	28	3.2.4 视觉特征	65
2.2.4 脑力劳动和持续警觉 作业的特点	28	3.3 听觉机能及其特征	66
2.2.5 劳动强度等级的划分	30	3.3.1 耳的结构及听觉机能	66
2.3 作业能力的动态分析	33	3.3.2 听觉的特征	68
2.3.1 作业能力的动态变化 规律	33	3.4 其他感觉机能及其特征	71
2.3.2 影响作业能力的主要 因素	34	3.4.1 肤觉	71
		3.4.2 本体感觉	73
		小结	75
		习题	75
		第 4 章 累积损伤疾病与操作工具 设计	77
		4.1 累积损伤疾病及其原因	79



4.1.1 累积损伤疾病及其重要性	79	6.3.3 照明与事故	122
4.1.2 产生累积损伤疾病的原因	80	6.3.4 照明与视觉工效	123
4.2 与手有关的累积损伤疾病	82	6.3.5 照明与情绪	125
4.2.1 上肢的操纵力	82	6.4 环境照明的设计	126
4.2.2 与手有关的累积损伤疾病	87	6.4.1 照明标准	126
4.2.3 颈部与腰部的累积损伤疾病	88	6.4.2 照明方式	128
4.3 累积损伤疾病的预防与合理的工具设计	89	6.4.3 光源选择	128
4.3.1 CTD 的预防	89	6.4.4 避免眩光	129
4.3.2 合理的工具设计	90	6.4.5 照度均匀度	131
小结	92	6.4.6 亮度分布	131
习题	92	6.4.7 照明环境的评价	132
第 5 章 劳动环境与微气候	94	小结	133
5.1 微气候的若干条件及其相互关系	95	习题	134
5.1.1 微气候的构成	95	第 7 章 声音环境	136
5.1.2 微气候的相互关系	97	7.1 声的基本概念	137
5.2 人体对微气候条件的感受与评价	97	7.2 声的度量	138
5.2.1 人体的热交换和平衡	97	7.2.1 声的物理度量	138
5.2.2 人体对微气候环境的主观感觉	99	7.2.2 声的主观度量	141
5.3 微气候条件对人体的影响	101	7.3 噪声的来源与影响	144
5.3.1 高温作业环境对人体的影响	101	7.3.1 噪声的来源	144
5.3.2 低温作业环境对人体的影响	105	7.3.2 噪声的分类	145
5.4 改善微气候条件的措施	106	7.3.3 噪声对听力的损伤	145
5.4.1 高温作业环境的改善	106	7.3.4 噪声对其他生理机能的影响	147
5.4.2 低温作业环境的改善	108	7.3.5 噪声对心理状态的影响	148
小结	110	7.3.6 噪声对人的信息交流的影响	149
习题	110	7.3.7 噪声对作业能力和工作效率的影响	150
第 6 章 环境照明	113	7.3.8 噪声对睡眠与休息的影响	150
6.1 光的物理特性	115	7.3.9 噪声对仪器设备和建筑物的影响	151
6.2 光的基本物理量	116	7.4 噪声的评价指标与控制	151
6.3 环境照明对作业的影响	120	7.4.1 噪声标准	151
6.3.1 照明与疲劳	120	7.4.2 噪声的评价指标	154
6.3.2 照明与工作效率	121	7.4.3 噪声的控制	156
		小结	161
		习题	161
		第 8 章 色彩调节	163
		8.1 颜色与色觉	164

8.1.1 颜色的特征	164	10.2.2 振动对人体与工作的 影响机理	204
8.1.2 色彩的混合	165	10.2.3 人体响应振动计和环境 振级计	206
8.2 颜色表示法	168	10.2.4 人体振动标准和环境 振动标准	208
8.3 颜色对人的影响	170	10.3 生产性振动的防治	210
8.3.1 颜色对生理的影响	170	10.3.1 防振措施	210
8.3.2 颜色的心理效应	170	10.3.2 振动工具的卫生学 评价	211
8.3.3 色彩的意象	172	小结	212
8.4 色彩的应用	173	习题	213
8.4.1 环境配色	174	第 11 章 人体测量与作业姿势	214
8.4.2 机器设备配色	175	11.1 人体测量的基本知识	216
8.4.3 标志用色	176	11.1.1 概述	216
8.4.4 管理工作用色	177	11.1.2 人体测量的基本术语	217
小结	178	11.1.3 人体测量的主要仪器	218
习题	178	11.2 人体测量的数据处理	220
第 9 章 气体环境	180	11.3 作业椅与工作台	227
9.1 空气中的污染物	181	11.3.1 作业椅	227
9.2 空气污染物的检测	183	11.3.2 工作台	229
9.2.1 空气采样	183	11.3.3 其他用具设计	231
9.2.2 含份分析	184	小结	232
9.2.3 测定结果报告	184	习题	232
9.3 空气有毒物质对人体的危害	185	第 12 章 作业空间设计	234
9.3.1 空气中有毒物质对人体 作用的因素	186	12.1 作业空间设计概述	236
9.3.2 职业中毒	187	12.2 作业空间设计中的人体因素	238
9.3.3 化学性毒物的危害	187	12.2.1 人体测量数据的运用	238
9.3.4 粉尘的危害	189	12.2.2 人体视野及所及范围	238
9.3.5 二氧化碳对人体机能的 影响	190	12.2.3 肢体动作力量	239
9.4 工作场所通风与空气调节	191	12.2.4 工作体位	242
9.4.1 通风和空气调节	191	12.2.5 人的行为特征	243
9.4.2 工作场所通风方法	192	12.3 作业姿势与作业空间设计	243
9.4.3 全面通风换气量的计算	192	12.3.1 坐姿作业空间设计	243
小结	194	12.3.2 立姿作业空间设计	247
习题	194	12.3.3 坐立交替作业空间 设计	250
第 10 章 振动环境	196	12.3.4 其他作业姿势的作业 空间设计	250
10.1 生产性振动的来源与测量	197	12.4 作业空间的布置	252
10.1.1 生产性振动的来源	197		
10.1.2 生产性振动的测量	198		
10.2 生产性振动的危害	203		
10.2.1 生产性振动的危害种类	203		



12.4.1 机器和设备的布置		14.2 安全设计	300
原则	252	14.2.1 在人方面的主要对策	300
12.4.2 控制面板的布置原则	252	14.2.2 在机械设备方面的主要对策	302
12.5 工位器具设计	253	14.2.3 在环境方面的主要对策	303
小结	255	14.2.4 在管理方面的对策	303
习题	255	小结	306
第 13 章 显示装置与操纵装置设计	257	习题	306
13.1 视觉显示装置设计	259	第 15 章 人机系统设计	308
13.1.1 概述	259	15.1 人机系统设计的概述	309
13.1.2 视觉显示装置的种类	259	15.1.1 人机系统设计的概念	309
13.1.3 显示装置的选择	260	15.1.2 人机系统的分类	310
13.1.4 刻度盘	261	15.1.3 人机关系及其演变	313
13.1.5 信号灯设计	267	15.1.4 人机界面	314
13.1.6 标志符号设计	270	15.1.5 现代人机系统的特点	314
13.2 听觉传示设计	272	15.2 人机系统设计的过程	314
13.2.1 常见的几种听觉传示装置	273	15.2.1 人机系统设计的基本思想	314
13.2.2 听觉传示装置的设计原则	274	15.2.2 人机系统设计的内容	315
13.3 操纵装置设计	275	15.2.3 人机系统设计的程序	316
13.3.1 操纵装置概述	275	15.2.4 人机系统设计的步骤	319
13.3.2 手动控制器的设计	278	15.3 人机系统设计的方法	321
13.3.3 脚动控制器的设计	283	15.4 人机系统分析评价方法	325
小结	286	15.4.1 系统分析评价概述	325
习题	287	15.4.2 连接分析法	326
第 14 章 安全事故分析与安全设计	288	小结	334
14.1 事故理论	289	习题	334
14.1.1 事故的概念和种类	289	参考文献	336
14.1.2 事故致因理论	291		
14.1.3 典型的事故分析理论	294		

第1章

人因工程概论

有关人因工程的现象早在远古人类祖先使用简单工具之初就出现了，可是直至近百年才被人类所关注，而系统地研究人因工程则是最近五十年来事，即1960年以后，人因工程才逐渐快速发展起来，并广受发达国家的重视。

在人类及人类生产的发展过程中，从最原始的完全依靠自然生存到逐渐学会制作简单工具，再发展到掌握各种复杂技术，直到人类能设计制造和运用各种现代工具备乃至机器体系，生产各种产品以满足人类日益增长的物质和文化的需要，科学技术作为第一生产力发挥着至关重要的作用。其中，科学技术发展及其运用又与人的因素是不可分割的，而研究工具备及生产体系中的人的因素正是人因工程研究与发展的起因。随着生产技术的发展 and 人类对自身研究的深入，人因工程学不仅更深入地和技术融合在一起，同时也更深入地融入产品和人们的现实生活之中。本章将介绍人因工程学科的形成和发展，人因工程学的重要性，人因工程的研究内容、研究方法和应用。



教学目标

1. 了解人因工程的基本概念和发展史。
2. 掌握人因工程的研究内容和研究方法。
3. 熟悉人因工程的应用领域。



教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
人因工程的命名和定义	(1) 了解人因工程的命名； (2) 掌握人因工程的定义	人类工程学 (human engineering)； 工程心理学 (engineering psychology)； 工效学 (ergonomics)； 人机工程学



续表

知识要点	能力要求	相关知识
人因工程学的产生与发展	(1) 了解人因工程学产生的历史； (2) 熟悉人因工程学发展的特点； (3) 理解人因工程学与其他学科之间的关系	机器适应人 (machine to human)； 人适应机器 (human to machine)； 环境适应人 (environment to human)
人因工程的研究与应用	(1) 熟悉人因工程的研究内容； (2) 掌握人因工程的研究方法； (3) 了解人因工程学研究应注意的问题	人的工作的三种类型； 人因工程的一般研究程序； 描述性研究、实验性研究和评价性研究； 各产业部的人因工程学的应用课题



导入案例

冲压车间里的人因工程学

一项综合的冲压车间人因工程学方案的目标应当包括以下方面的内容：

- (1) 降低人因工程意义上的危险。
- (2) 减少工伤和疾病。
- (3) 使人们更舒适地工作。
- (4) 确保灵活性并鼓励创新。

制定并执行人因工程方案具有以下方面的益处：①更低的工人赔付成本；②损坏零件更少；③提高劳动生产率；④提高员工士气。由此可减少员工工伤事故、降低人员流动率以及缩减缺勤现象。

在制定人因工程方案中，同管理层一样，员工应当被考虑进去。因为只有工人最容易经常感受具体岗位的危险和风险，并且能够提出降低那些危险和风险的方法。在开始制订方案时，如果一开始就把工人纳入进来，就会使他们更容易接受因方案而产生的改变。员工的加入意味着将安全委员会非正式谈话、调查问卷以及问题迹象观察也包含进来。最好的人因工程方案要包括管理层、生产部门、工装与模具的制造和设计部门、维护保养部门、技术部门、销售部门、竞标部门以及采购部门相关人员。

1.1 人因工程的发展

1.1.1 人因工程的定义

人因工程在美国多称为“人类工程学”(human engineering)或“人类因素”(human factors)，也称“生物工艺学”(biotechnology)、“工程心理学”(engineering psychology)或“应用实验心理学”(applied experimental psychology)等，在西欧国家多称为“工效学”(ergonomics)，日本和前苏联都沿用西欧的名称，日语译为“人间工学”，俄语译为“Эргономика”。

“ergonomics”一词源自希腊文，在希腊词源中，“ergos”意指工作劳动，“nomos”指规律、规则，合成后意指人的劳动规律，是1957年由波兰雅斯特莱鲍夫斯基教授首先

提出来的,他认为该词便于各国语言翻译上的统一,而且保持中立性,不显露对各组成学科的亲密和间疏。因此目前较多的国家采用“ergonomics”,同时该名称也被国际性的工效学会会刊所采用。

人因工程(human factors or human factor engineering)是研究人、机器及环境之间相互联系、相互作用的学科。该学科在自身的发展过程中,逐步打破了各学科的界限,并有机地融合了各相关学科的理论,不断地完善自身的概念体系、理论体系、研究方法以及标准规范,从而形成了一门研究内容和应用极为广泛的综合性边缘学科。和其他边缘学科一样,在其发展历程中,也有着学科命名多样化、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一些共有特征。正因如此,它所涉及的各学科、各领域的专家学者都试图以自身的角度依据不同侧重点来定义和命名该学科,造成了学科命名多样化。世界各国对本学科的命名都不尽相同,即使同一个国家对本学科的名称也往往很不统一,甚至还有很大差别。到目前为止,对人因工程学尚无统一的定义和命名。

人因工程学专家W·E·伍德森(W. E. Woodson)认为:人因工程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在作业时感到安全和舒适。

前苏联学者将人因工程定义为:人因工程学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,以保障劳动人民的健康,使人从生理和心理上都得到全面发展。

国际人机工程学会(International Ergonomics Association)定义人因工程学为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以促进工作效率,并保障人的健康、安全和舒适等。

《中国企业管理百科全书》中对人因工程的定义为:人因工程学研究人和机器、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,以达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。

综合以上看法,可以从下几点来探讨人因工程的定义:

(1) 人因工程的焦点——聚焦于人类与其在生活与工作中所涉及的产品、设备、程序和环境的交互作用上。

(2) 人因工程的目标——第一个目标是提高人们活动与工作的效果及效率,第二个目标是改善和提高人类的生活水平与生命价值。

(3) 人因工程的研讨途径——有系统地将人员的能力、限度、特征、行为与动机等有关信息应用在人们所使用的物品及使用时的环境之设计上。

还可以从相反的角度来进一步说明人因工程的含义:

(1) 人因工程不是检核表和索引之运用。

(2) 人因工程不以设计者本身作为设计物品时的模特儿。

(3) 人因工程不仅是普通常识。

人因工程研究在我国起步较晚,早期称“人机工程学”、“人类工程学”者居多,稍晚



改称“工效学”者居多，现称“人因工程学”者较多，此外自始至终称“人体工程学”、“人一机—环境系统工程”、“人类工效学”等的也不在少数。任何边缘学科特别是新兴边缘学科随着不断发展、研究内容的扩展，其名称和定义也多发生变化。

综上所述，尽管对人因工程的命名多样、定义歧异，但有两点是共同的：①人因工程的研究对象是人、机与广义环境的相互关系（包括生理和心理的）；②人因工程的研究目的是如何达到在作业时的安全、健康、舒适和促进工作效率的优化。应该说其研究方法、理论体系并不存在根本的区别。

1.1.2 人因工程学的历史

人因工程学素有“起源于欧洲，形成于美国”之说，这是因为西方人多认为英国是世界上开展人因工程研究最早的国家，但本学科的奠基性工作实际上是在美国完成的。人因工程思想的萌芽可追溯到人类的早期活动，其学科形成与发展经历了漫长的阶段。在我国两千年前的“冬官考工记”中，就有按人体尺寸设计工具和车辆的论述，这便对应着当今人因工程中的“机器适应人”（machine to human）的思想。

泰勒（F. W. Taylor, 1856—1915）被认为是最早对人与工具匹配问题进行研究的学者。19世纪末，他在美国的伯利恒钢铁公司进行了一系列提高工作效率的试验，找到了一种能帮助工人最有效地铲运煤、铁矿石的铁铲型式。公司采用这种铁铲后，工人的劳动效率提高了几倍。不过，这一时期该领域更多关注的是人员选拔与培训问题，真正属于人因工程范畴的研究还很少。

以第二次世界大战为界，人因工程学的研究可被划分为两个历史阶段。战前为第一阶段，该阶段主要解决人对机器的适应问题（human to machine）。心理学家如闵斯特伯格（H. Münsterberg, 1863—1916）等运用心理学的方法和原理，为已经生产出来的机器选拔和训练操作人员，使操作者适应已成型机器的性能。特别是第一次世界大战期间，交战各国都征召心理学家为军队选拔飞行员、潜水员等特种兵员。

随着科学技术的进步，机器不断更新换代，其结构与性能日益复杂，而人的素质提高却总是有限度的。所以，完全通过人员选拔和训练去适应不断发展的高性能机器终究是行不通的。第二次世界大战中，各交战国竞相发展新的高性能武器装备，如飞机的飞行速度和高度有很大提高，武器火力系统加强，在复杂气象条件下执行任务的机会增多，信息显示器和控制器的数量急剧增加。面对如此迅速发展的技术水准，即使经过最严格训练的飞行员也难以胜任，不仅难以充分发挥先进武器装备的性能，而且更频繁地发生着诸如机毁人亡的严重事故。研究人员逐渐意识到，工具与机器的设计不是一个孤立事件，它必须考虑到使用者的能力限度，必须考虑到与人的特点完成最好的匹配，才能充分发挥其性能。因此，欧美参战各国开始把人因工程学运用在武器设计发展中，研究如何使武器的使用更为有效、安全，保养更为简便。如此看来，真正有系统地对人因工程进行研究，开始于第二次世界大战。

第二次世界大战结束后，工业发展的最大目标就是提高生产力。而这也是人因工程学的重大目标，因为工业生产力和员工的表现有直接关系，如装配零件的速度、搬运物品的速度等都会影响工作绩效。渐渐地，机械力开始取代人力，机器操作成为工人的主要

工作方式，而且机器的力量越来越巨大、运转速度越来越高，这同时意味着错误操作所带来的伤害和后果更为严重。所以，战后美、苏、德等国的一些大公司都陆续建立了人因工程研究机构。20世纪60年代，工业的发展和人因工程的目标也由发展生产力逐渐转移到提升机器安全性上，工厂的生产方式也由小组生产演变为以一个流程的方式生产，工人的角色开始由直接动手工作转变为监测或检查流程。在这种情况下，发生意外的频率降低，因为工人离机器执行动作的地方较以前远多了，但是，意外一旦发生，后果却更为严重。对此人因工程师在生产线的生产中解决一个又一个实际问题，使其越来越适合于人的特征与身心限度。

此外，人因工程还在产品设计中发挥着作用，使产品设计越来越适应或符合使用者的需求与特点。就汽车工业来说，人因工程的重要性不只是在生产线上，还包括了对驾驶、乘客、维修人员所做的考虑。现在的标准程序里都包括了不断对产品做人因工程的测定，如在汽车工业中就包含了对行车、座椅舒适度、操控性、噪声、振动程度、操作的简易性、视野大小等各项因素的考虑。

20世纪70年代，国外人因工程学处于快速发展阶段，诸如居住和工作环境、消费品的设计、医疗、保健、娱乐以及生产过程、品质监管都列入研究范围，逐渐呈现繁荣态势。而且，这一时期的研究比以往更加关注人类自身的因素，努力综合提升人类生活品质、工作舒适度和安全度。以此作为前提来提高生产力，正是人因工程学应有的方向。

我国的人因工程研究起步较晚，但近期发展较快。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年代初也只有中科院、中国军事科学院等少数单位从事本学科中个别问题的研究，而且范围仅局限于国防和军事领域。十年动乱期间，本学科研究一度停滞，直到70年代末才进入较快的发展时期。1980年建立了全国人类工效学标准化技术委员会，至1988年已制定有关国家标准22个。1980年成立中国人类工效学学会，中科院心理所及一些高校分别建立了人因工程研究机构，它的研究和应用已广泛涉及铁路、冶金、汽车运输、工程机械、机床设计、航空航天、医药、航海、电子、能源等诸多领域并取得了不少成绩。它的不断发展和日趋完善，将在科学技术的整体发展中发挥积极作用。

1.1.3 人因工程学体系及与其他学科的关系

人因工程是一门新兴的综合性边缘学科，具有现代交叉学科的特征，并从其他学科中吸取了丰富的理论知识和研究手段，形成了自身的理论体系。

该学科的根本目的是通过揭示人、机、环境三要素之间的相关关系规律，使人—机—环境系统整体优化，充分体现了人体科学、技术科学、环境科学之间的有机融合，换句话说，它是人体科学、技术科学、环境科学在工程领域中相互渗透、相互交叉的产物，如图1-1所示。

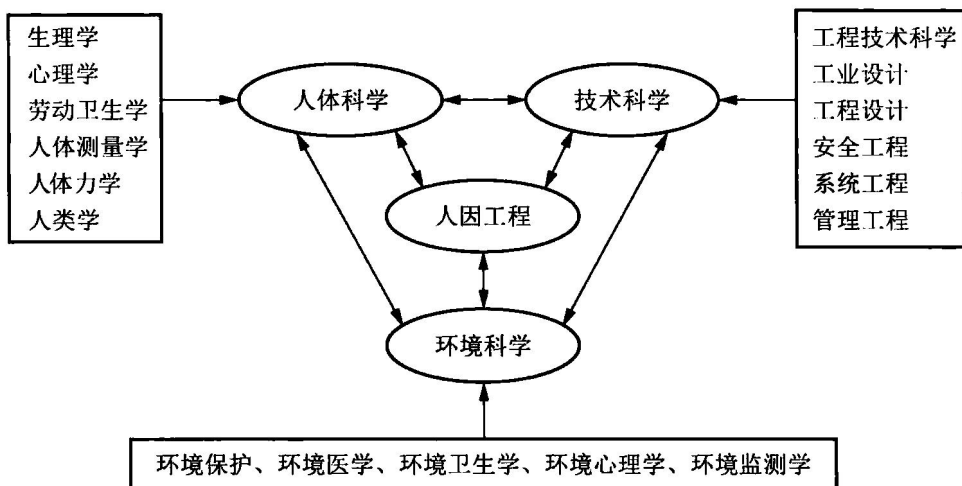


图 1.1 人因工程学体系及与其他学科的关系

【阅读材料 1-1】 产品设计中的人因工程

狭义地说，生活中的人因工程就是研究人体与各种家具、器具或设备之间的关系。人因工程最重要的理念就是“用户友好”。任何一件人造产品，如家具、车辆、计算机、生产工具、生活器皿……都要让人们在使用时达到最安全、最有效、最舒适、最容易学会、最有人情味等的效果。

要实现上述要求，在产品设计时应从如下方面考虑：

1. 产品尺度与人体尺度一致

产品的尺度特别是与人体关系密切的各种产品的尺度、如座椅的座面高度、写字台的高度等，都应与人体的相应部分的测量平均值相符合。因此家具设计时，要求严格执行有关家具的尺寸标准。

2. 产品尺度与人的动作尺度相适应

人因工程中的所谓“人-机”界面或“人-物”界面，其实质就是人与产品之间包括尺度关系在内的完整状态。这不但要求产品尺度与人体相应部位的尺度一致，而且要求与人的动作尺度也相适应。如衣柜中的挂衣棒的高度，就要求以人站立时上肢能方便到达的高度为准；写字台和电脑台的高度，则要求以人手能方便写字或操作键盘的高度为准。只有这样，才能做到方便高效而且不易产生疲劳。如果产品在设计生产中考虑并达到了这样的要求，我们就称之为具有良好的人机界面。

3. 舒适的原则

任何产品设计都有“舒适”的要求，如沙发设计要讲究坐垫与靠背的舒适性，床垫设计要讲究其柔软性和一定的弹性。太软的沙发和床垫，容易使人体低陷，产生疲劳；太硬的沙发或床垫，则容易使人体接触部分的骨骼产生压力集中，时间长了就要改变坐姿与睡姿，影响休息效率，影响人的身体健康。

4. 多功能的原则

现代产品的设计都要努力体现多功能组合。如办公家具要集中阅读、写字、运用计算机、电话、打印、传真、照明等功能，厨房家具要综合冷藏、烘烤、洗涤、配餐、烹调、排气以及供水、供电、供热等功能。一个先进的坐便器，不仅是排便的器具，还希望它可以在便后自动冲洗肛门并烘干，而且自来水可以自动调节温度，真正达到关爱人、体贴人的目的。

5. 为残疾人设计

产品设计的人因工程还要关爱残疾人，提倡为残疾人设计。如设计舒适高效的残疾人专用车或轮椅、多用的可折叠的拐杖、盲人专用计算机、聋人专用助听器等，以体现对弱势人群的关怀。

1.2 人因工程研究与应用

1.2.1 人因工程研究的任务和内容

人的工作主要有三种类型：肌肉工作、感知工作和智能工作。现代机器装备及机器体系，不仅可以代替肌肉工作及延长人的体力，而且还可以承担一定的感知工作和智能工作。虽然大部分体力劳动可以由机器体系代替，但至今还不能完全代替，更不能完全代替脑力劳动。在生产系统这个由人、机器和环境条件构成的有机综合体中，人始终是主体。人因工程的主要任务是把人、机、环境作为一个整体来研究，使机器的设计和环境条件的控制适合人的生理、心理特征，从而达到高效、安全、健康和舒适的目的。

人因工程研究的内容包括理论和应用两个方面。随着工业化程度的提高，学科研究的内容从人体测量、环境因素、作业强度和疲劳等方面的研究转到操纵显示设计、人机系统控制以及人因工程原理在各种工业与工程设计中的应用等方面，进而深入到人因工程前沿领域，如人机关系、人与环境的关系、人与生态的关系、人的特性模型、人机系统的定量描述、人际关系乃至团体行为、组织行为等方面的研究。

通过对人因工程任务的探讨，人因工程研究内容可概括为以下方面。

1. 人体因素的研究

人的生理、心理特性和能力限度是人—机—环境系统设计的基础。从工程设计的角度出发，人因工程研究与人体有关的主要内容是探索人体形态特征参数、人的感知特征、人的行为特征与可靠性，以及人在劳动过程中的生理、心理特征等，从而为与人体相关的设施、机电设备、工具、用品、用具、作业以及人—机—环境系统设计提供有关人的准确数据资料和要求。

2. 工作场所和信息传递装置设计研究

工作场所包括工作空间、座位、工作台或操纵台等。工作场所的设计是否合理，将对人的工作效率产生直接的影响。只有使作业场所适合于人的特点，才能保证人以无害于健康的姿势从事劳动，既能高效地完成工作，又感到舒适和不致过早地产生疲劳。

人、机、环境之间的信息交流是通过人机界面上的显示器和控制器完成的。为了使人机之间的信息交换迅速、准确且不易使人疲劳，所以要研究显示器，使其和人的感觉器官的特性相匹配，研究控制器，使其和人的效应器官相匹配，以及它们相互之间兼容配合。

3. 劳动生理与作业分析的研究

人因工程研究人从事不同作业时的生理、心理变化，并据此确定作业的合理负荷及能量消耗，制定合理的休息制度，采取正确的操作方法，以减轻疲劳、保障健康，提高作业效率。



人因工程还研究作业分析和动作经济原则，寻求经济、省力、有效的标准工作方法和标准作业时间，以消除无效劳动，合理利用人力和设备，提高工作效率。

4. 人机系统的设计研究

人机系统总体效能的发挥首先取决于总体设计，所以要在整体上使机器与人相适应。应根据人、机各自的特点，合理分配人、机功能，使其在人机系统中发挥各自的特长，并互相取长补短、有机配合，保证系统的功能最优化。

5. 环境控制与安全保护

人因工程通过研究温度、湿度、照明、噪声、振动、色彩、空气污染等一般工作与生活环境条件对人的作业活动和健康的影响，以及采取控制和改善不良环境的措施，来保护操作者免遭因作业而引起的疾患、伤害。

随着科学技术的进步，工作成效的测量与评定、人在异常工作环境条件下的生理效应以及机器人设计的智能模拟等也是人因工程研究的重要内容。

1.2.2 人因工程的应用

人因工程的应用十分广泛。在不同的产业部门，人因工程的应用课题见表 1-1。

表 1-1 各产业部门人因工程学的应用课题

应用课题 产业部门	作业空间、姿势、椅子、脚踏 作业面、移动	信息显示操作器	作业方法与作业 负担、身心负 担、安全	作业环境	作业安排及 组织、劳动 时间、休息、 交接班制
农业	各种作业姿势，农机设计的人体测量，倾斜，地面栽培茶树的作业姿势	农机的司机 视界	各种作业的RMR，农业作业灾害与安全，农业作业程序开发，选果场的最舒适作业方法	农机的噪声、振动，塑料薄膜温室，作业的环境负担，农业作业换气帽的开发研究	农业机械化与生活时间
林业	斜面伐木作业姿势	—	各种林业劳动作业方法	链锯的热运动危害	—

续表

应用课题 产业部门	作业空间、姿势、椅子、脚踏作业面、移动	信息显示操作器	作业方法与作业负担、身心负担、安全	作业环境	作业安排及组织、劳动时间、休息、交接班制
制造业	铸造作业姿势与腰痛病的分析, 办公桌高度与疲劳, 传送带作业的作业面高度, 工厂内道路宽度情况及改善对策, 造型用换位器研究与肌电图对姿势的评价	生产机械的操作器配置, 仪表的认读性能, 室外天车行走的视野, 中央控制室的仪表盘的设计	自动化系统的作业负担, 单调劳动与附属动作, 检索速度与作业负担, 作业方式与产业疲劳, 作业中人的差错与安全, 压力机械的安全设计, 各种作业的 RMR, 各种劳动负担的评价	纺织厂的噪声, 铸造工厂的恶劣环境及其改善, 按 SD 方法对环境作出评价, 地下作业环境, 使用方便的防护器具的研究, 铸造工具的振动与噪声, 铸造车间的粉尘浓度, 工厂照明与作业程序	交接班制度与疲劳及健康危害, 连续作业的评定, 残疾人残存机能与适当的工作, 制鞋工的训练效果, 对单调劳动应采取的休息方法
建筑业	斜面劳动(堆石坝)的作业姿势与负担, 脚手架与安全	建筑机械的视野	建筑机械的安全设计, 高空作业与负担	建筑机械的噪声, 打夯机的振动危害	—
交通、服务业	叉车的驾驶姿势与空间设计, 司机座椅的设计与疲劳	叉车的视野, 大型拖拉机的司机视野与视线分析, 船用模拟器的开发	夜间高速公路, 拖拉机的劳动负担, 银行业务机械化与劳动负担	高速公路收费部门作业员的环境负担	拖拉机连续的操作时间, 2人和1人驾驶交接班制度的比较

注: ① RMR 指相对能量代谢率;

② SD 方法指标准差。

1.2.3 人因工程的研究方法

人因工程是以人及有关的机器设备和所处的环境为研究对象, 研究方法通常针对不同的研究特征将其分为三类: 描述性研究、实验性研究和评价性研究。现实中的具体研究课题往往涉及多个类别, 虽然每一类别都有不同的目标、使用不同的方法, 但其过程和研究程序与分析解决问题的方式方法都相类似, 都有确定目标、收集资料、制订方案、综合评价、供决策者参考这样一个基本过程。