



高等院校机电类精品教材

全国高等院校机电类规划教材

人因工程学

RENYIN GONGCHENGXUE

主 编 石 英

副主编 王秀红 祁丽霞



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

高等院校机电类精品教材

人因工程学

主 编 石 英
副主编 王秀红 祁丽霞
参 编 姚文喜 许立敏 毕海龙 葛晓梅

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本教材是在总结以往教学经验的基础上,结合现代人因工程学研究新成果编写而成。主要包括:人的部分(人的心理、生理特征,人的信息输入、输出,人体测量),环境部分(自然环境和人文环境),机的部分(显示装置、操纵装置和作业空间),综合案例部分。应用性和实践性是本教材的特点,在深入浅出地介绍本学科理论的同时,注重理论联系实际,结合任课教师多年的科研课题,介绍大量的典型案例,案例来源注重与学生日常学习生活相关的领域。每个原理都配有案例说明,每章都有典型案例将整章内容加以说明,最后设立一章,介绍5个典型案例将本教材的理论串联起来。

本教材可作为高等院校管理科学与工程、工商管理、机械工程等学科开设的人因工程学或人机工程学课程教材,也可供MBA学员选用和有关人员阅读。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

人因工程学/石英主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2011.3
(高等院校机电类精品教材)

ISBN 978-7-5121-0527-0

I. ①人… II. ①石… 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035280号

责任编辑:刘 洵

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:18.5 字数:456千字

版 次:2011年3月第1版 2011年3月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0527-0/TB·26

印 数:1~3000册 定价:29.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前言

Foreword



人因工程学是20世纪50年代开始迅速发展起来的一门新兴的边缘学科。它打破了原有传统学科之间的界限，有机地吸收和融合了各相关学科的理论，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。

人因工程学是研究人、机械及其工作环境之间相互作用的一门学科。随着人类科技文明的不断发展，现代社会越来越重视人的因素，强调以人为本，强调人与人造物、人与自然的和谐发展。人因工程学的使命就是引导科技朝着更有利于人类运用的方向发展，即在充分考虑人的特性的基础上，对人—机—环境综合体进行系统的分析和研究，建立合理可行的实用方案，保证劳动者获得安全、健康、舒适的环境，从而充分发挥自身能力，提高系统的整体工效。

本书由郑州航空工业管理学院石英任主编，王秀红（郑州航空工业管理学院）和祁丽霞（华北水力水电学院）任副主编。姚文喜（河南工程学院）、许立敏（郑州大学）、毕海龙（郑州航空工业管理学院）和葛晓梅（郑州航空工业管理学院）共同编写。其中石英负责全书结构和内容框架及第3章、第8章的编写，王秀红负责第4章、第9章、前言、目录和参考文献的编写，祁丽霞负责第1章、第2章的编写，姚文喜负责第5章、第6章的编写，许立敏负责第7章的编写，毕海龙负责第10章、第11章的编写，葛晓梅负责综合案例的编写。本书由张国辉博士负责主审。主编在此对所有参与编写的作者表示谢意。在本书中，引用了国内外相关书籍和论文的内容和插图，编者向这些书籍和论文的作者表示感谢。

本书配备有多媒体课件，课件由石英、毕海龙、葛晓梅负责规划制作。

由于编者水平有限，书中难免有错误和欠妥之处，恳请广大读者批评指正。

石英

2011年3月

目 录

Contents

第1章 人因工程学总论	(1)
1.1 人因工程学命名及定义	(1)
1.2 人因工程学的起源与发展	(3)
1.2.1 人因工程学的发展历史	(3)
1.2.2 人因工程学的发展概况	(5)
1.3 人因工程学的学科体系与研究方法	(7)
1.3.1 人因工程学的学科体系	(7)
1.3.2 人因工程学的研究方法	(8)
1.4 人因工程学研究内容及应用领域	(12)
1.4.1 人因工程学的研究内容	(12)
1.4.2 人因工程学的应用	(17)
阅读与思考	(18)
第2章 人体测量与数据应用	(19)
2.1 人体测量的基本知识	(19)
2.1.1 人体测量的概念	(19)
2.1.2 人体测量的分类	(19)
2.1.3 人体测量的基本术语	(20)
2.1.4 人体尺寸测量仪器及方法	(22)
2.1.5 人体测量中的主要统计函数	(24)
2.2 常用人体测量数据	(26)
2.2.1 我国成年人人体结构尺寸	(26)
2.2.2 我国成年人人体功能尺寸	(30)
2.3 人体测量数据的应用	(31)
2.3.1 主要人体尺寸的应用原则	(31)
2.3.2 主要人体尺寸的应用方法	(32)
2.3.3 人体身高在设计中的应用方法	(35)
阅读与思考	(36)
第3章 人的生理特征	(38)
3.1 神经系统	(38)
3.1.1 神经组织	(38)
3.1.2 中枢神经系统	(39)

3.1.3 周围神经系统	(40)
3.2 感觉系统	(41)
3.2.1 视觉机能及其特性	(41)
3.2.2 其他感觉机能及其特性	(47)
3.3 运动系统	(51)
3.3.1 骨骼系统	(51)
3.3.2 肌肉系统	(52)
3.4 心血管系统及呼吸系统	(54)
3.4.1 心血管系统	(54)
3.4.2 心血管系统的调节	(55)
3.4.3 呼吸系统	(57)
3.4.4 呼吸系统的调节	(58)
3.5 能量代谢	(58)
3.5.1 能量供应	(58)
3.5.2 能量代谢的分类	(59)
3.5.3 能量代谢的测定	(60)
阅读与思考	(62)
第4章 人体心理特征	(64)
4.1 认知心理	(64)
4.1.1 认知的概念	(64)
4.1.2 认知的结构	(64)
4.2 感觉与知觉	(65)
4.2.1 感受性与感觉能力	(65)
4.2.2 知觉的特征	(66)
4.2.3 错觉	(69)
4.3 注意	(71)
4.3.1 注意的特征	(71)
4.3.2 注意的种类	(71)
4.3.3 影响注意的因素	(72)
4.3.4 注意的品质	(73)
4.4 记忆与学习	(74)
4.4.1 记忆的含义及分类	(74)
4.4.2 记忆的过程及影响因素	(76)
4.4.3 学习的含义	(77)
4.4.4 学习的认知影响因素	(77)
4.5 思维与决策	(78)
4.5.1 思维概述	(78)
4.5.2 思维的分类	(78)
4.5.3 问题解决中的思维过程	(79)

4.5.4 决策与决策的心理活动	(80)
阅读与思考	(82)
第5章 人的信息处理	(83)
5.1 人的信息处理概论	(83)
5.2 人的信息加工系统	(85)
5.2.1 人的信息流模型	(85)
5.2.2 感觉的信息处理	(86)
5.3 人的信息输出系统	(88)
5.3.1 反应时	(88)
5.3.2 运动速度	(91)
5.3.3 运动准确性	(96)
阅读与思考	(97)
第6章 人的作业能力与疲劳	(99)
6.1 体力工作负荷及劳动强度	(99)
6.1.1 体力工作负荷	(99)
6.1.2 劳动强度及其分级标准	(100)
6.2 脑力负荷	(103)
6.2.1 脑力负荷定义	(103)
6.2.2 脑力负荷的影响因素	(104)
6.2.3 脑力负荷的测量方法	(106)
6.3 疲劳及其测定	(111)
6.3.1 疲劳的分类	(111)
6.3.2 疲劳的产生机制	(112)
6.3.3 疲劳的测定	(114)
6.4 枯燥	(115)
6.5 提高作业能力的措施	(116)
阅读与思考	(120)
第7章 自然环境	(121)
7.1 微气候环境	(121)
7.1.1 微气候基本要素	(121)
7.1.2 人体的热交换与平衡	(123)
7.1.3 微气候对人的影响	(128)
7.1.4 改善微气候环境的措施	(131)
7.2 照明环境	(133)
7.2.1 光的物理性质及度量	(133)
7.2.2 视觉特性	(134)
7.2.3 照明对作业的影响	(137)
7.2.4 工作场所照明	(139)
7.3 色彩环境	(142)

7.3.1	色彩的含义和构成	(142)
7.3.2	色彩混合与色彩表示方法	(144)
7.3.3	色彩对人的影响	(147)
7.3.4	色彩调节与应用	(148)
7.4	噪声与振动环境	(150)
7.4.1	声音及其度量	(150)
7.4.2	噪声及其对人的影响	(155)
7.4.3	噪声测量及评价标准	(157)
7.4.4	噪声控制	(158)
7.4.5	振动环境	(159)
7.5	空气环境	(162)
7.5.1	空气中的主要污染物及其来源	(162)
7.5.2	几种现代空气污染的来源及其危害	(164)
7.5.3	空气污染物浓度及相关标准	(165)
7.5.4	粉尘	(167)
7.5.5	工作场所通风与空气调节	(168)
	阅读与思考	(169)
第8章	人文社会环境	(171)
8.1	微观人机环境与宏观人机环境	(171)
8.2	群体与群体心理	(172)
8.2.1	群体	(172)
8.2.2	群体心理	(172)
8.3	组织文化	(173)
8.3.1	组织与组织机制	(173)
8.3.2	组织的文化	(176)
8.4	工作设计	(176)
8.4.1	组织的工作设计	(176)
8.4.2	工作设计的方法	(177)
8.5	团队设计	(179)
8.5.1	历史背景	(179)
8.5.2	团队设计建议	(179)
8.5.3	团队工作的优缺点	(182)
	阅读与思考	(184)
第9章	显示装置设计	(186)
9.1	显示装置概述	(186)
9.2	仪表显示装置设计	(188)
9.2.1	仪表的分类及特点	(188)
9.2.2	仪表类型的选择	(189)
9.2.3	刻度指针式仪表的设计	(190)

9.3	其他视觉显示装置设计	(197)
9.3.1	信号灯设计	(197)
9.3.2	荧光屏设计	(200)
9.3.3	图形符号设计	(202)
9.4	听觉传示装置设计	(206)
9.4.1	音响传示装置	(206)
9.4.2	言语传示装置	(207)
9.4.3	听觉传示装置的选择原则	(209)
	阅读与思考	(210)
第10章	操纵装置设计	(211)
10.1	操纵装置概述	(211)
10.1.1	操纵装置的类型	(211)
10.1.2	操纵装置的选择	(212)
10.1.3	操纵装置的用力特征	(213)
10.1.4	操纵装置的特征编码	(214)
10.2	手动操纵装置设计	(216)
10.2.1	旋转式操纵器的设计	(216)
10.2.2	移动式操纵器的设计	(220)
10.2.3	按压式操纵器的设计	(221)
10.3	脚动操纵装置设计	(224)
10.3.1	脚操纵器的形式及操纵特征	(224)
10.3.2	脚操纵器的设计	(224)
10.3.3	脚动式操纵器的适宜用力	(227)
10.4	操纵与显示相合性	(227)
10.4.1	操纵与显示比	(227)
10.4.2	运动相合性	(229)
10.4.3	空间相合性	(229)
	阅读与思考	(231)
第11章	作业空间设计	(233)
11.1	作业空间设计的总体要求	(233)
11.1.1	作业空间的概念	(233)
11.1.2	作业空间设计的人因工程学原则	(234)
11.1.3	近身作业空间的人体尺寸	(234)
11.1.4	作业空间的布置	(236)
11.2	手工作业岗位设计	(238)
11.2.1	作业面设计	(238)
11.2.2	手工作业岗位设计	(240)
11.3	视觉信息作业岗位设计	(244)
11.3.1	视觉显示终端作业岗位设计	(244)

11.3.2 控制台作业岗位设计	(245)
11.4 工作座椅设计	(249)
11.4.1 工作座椅设计的重要性	(249)
11.4.2 工作座椅设计的主要依据	(250)
11.4.3 座椅的基本结构和主要参数	(252)
11.4.4 座椅设计的原则和要求	(253)
阅读与思考	(255)
综合案例	(256)
案例1 某市区公路交通事故的人因工程学分析	(256)
案例2 自行车设计中的人因工程学分析	(261)
案例3 城市公交车的人因工程学分析	(268)
案例4 某高校四人间学生宿舍中的人因工程学分析	(273)
案例5 电视机遥控器的人因工程学分析	(279)
参考文献	(283)

第1章 人因工程学总论

□ 本章要点

本章对人因工程学科进行介绍。首先阐述了人因工程学的学科命名及定义，然后介绍了人因工程学的起源与发展，论述人因工程学学科体系及研究方法，最后介绍人因工程学的具体研究内容及其研究应用领域。

1.1 人因工程学命名及定义

人因工程学是研究人、机械及其工作环境之间相互作用的一门学科。随着人类科技文明的不断发展，现代社会越来越重视人的因素，强调以人为本，强调人与人造物、人与自然的和谐发展。人因工程学的使命就是引导科技朝着更有利于人类运用的方向发展，即在充分考虑人的特性的基础上，对人—机—环境综合体进行系统的分析和研究，建立合理可行的实用方案，保证劳动者获得安全、健康、舒适的环境，从而充分发挥自身能力，提高系统的整体工效。

人因工程学是20世纪50年代开始迅速发展起来的一门新兴边缘学科。它打破了原有传统学科之间的界限，有机地吸收和融合了各相关学科的理论，不断地完善自身的基本概念、理论体系、研究方法及技术标准和规范，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。正因为如此，它具有学科命名多样化、学科定义不统一、学科边界模糊的特点。

人因工程学科有“起源于欧洲，形成于美国”之说。西欧国家多称此学科为“Ergonomics”。“Ergonomics”源自希腊文，由词根“Ergon”和“Nomos”复合而成，“Ergon”即出力、劳动，“Nomos”意为规律、规则，所以，“Ergonomics”的本义就是人的劳动规律。该词是1957年由波兰的雅斯特莱鲍夫斯基教授首先提出来的。由于该词能够较全面地反映该学科的本质，又源自希腊，便于各国语言翻译上的统一；而且词义保持中立，对各组成学科的亲疏关系无任何表露，因此，该词被国际人因工程学会会刊采用。目前，较多的国家采用“Ergonomics”一词作为人因工程学科的命名。美国的科学界与工程学界一般称人因工程学科为“Human Factors (Engineering)”，从命名上来看，它更侧重从人类因素的角度来说明这门学科的理念和深意。

我国的人因工程学起步较晚，同时由于研究流派不同，所采用的译名也不完全一致，最常见的有“人机工程学”、“人类工效学”、“人体工程学”、“工程心理学”、“宜人学”等，

不同的名称因其研究重点不同而略有差别。近年来，随着学科发展的需要，由于“人因工程学”这一名称涵盖面广而且凸显了学科研究本意，逐渐被大多数从事这一研究的学术界和工程界人员接受，应用日趋广泛。

在人因工程学科发展的过程中，同其学科的命名一样，不同的研究者从不同角度也给出了不同的学科定义。

美国人因工程学家 Charles C. Wood 将人因工程学定义为：“设备的设计必须适合人各方面的因素，以便在操作上付出最小的能耗而求得最高效率。” W. B. Woodson 认为人因工程学科“研究的是人与机器相互关系的合理方案，即对人的知觉显示、操纵控制、人机系统的设计及其布置、作业系统的组合等进行有效研究，其目的在于获得最高的效率及人在作业时感到安全和舒适。”应用心理学家 A. Chapanis 认为，该学科“是在机器设计中考虑如何使人操作简便而又准确的一门学科”。M. S. Sanders & E. J. McCormick 在 *Human Factors in Engineering and Design* 一书中给出的简要定义为“为适当地设计人的生活和工作环境而研究人的特性”和“工作的宜人化”。我国著名科学家钱学森先生在《系统科学、思维科学与人体科学》一文中则指出该学科“是一门非常重要的应用人体科学技术，它专门研究人和机器的配合，考虑人的功能能力，如何设计机器，求得人在使用机器时人和机器的效果达到最佳状态。”我国早期进行人因工程研究的学者赖维铁教授在其所著的《人机工程学》一书中给出的定义是“运用生理学、心理学和其他相关学科知识，使机器和人相互适应，创造舒适和安全的环境条件，从而提高工效的一门学科。”曹琦教授在《人机工程》一书中将其简洁地定义为“是研究并优化人机系统的科学”，周一鸣教授则在《车辆人机工程学》一书中具体提出本学科“是从人的生理和心理特点出发，研究人、机、环境相互关系和相互作用规律，以优化人一机一环境系统”。

不同的组织从各个角度对学科进行了定义：国际人因工程学会（International Ergonomics Association, IEA）的定义为：“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各种因素；研究人和机器及环境的相互作用条件下，在工作中、家庭生活中和休假时，怎样统一考虑工作效率，人的健康、安全和舒适等达到最优化的问题。”前苏联的定义是：“研究人在生产过程中的可能性、劳动活动方式、劳动的组织安排，从而提高工作效率，同时创造舒适和安全的劳动环境，保障劳动者的健康，从而使人在生理上和心理上得到全面发展的科学。”我国于1979年出版的《辞海》对人因工程学给出了如下的定义：“人因工程学是一门新兴的边缘学科。这是运用人体测量学、生理学、心理学和生物力学以及工程学等学科的研究方法和手段，综合地进行人体结构、功能、心理及力学等问题研究的学科。”《中国企业管理百科全书》则说：“人因工程学是研究人和机器、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、心理等特点，达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。”

尽管各国学者对人因工程学的定义各不相同，但在下述两个方面却是一致的：第一，人因工程学是研究人的生理、心理特点与广义劳动环境相互作用的学科；第二，人因工程学的研究目的是让劳动者安全、健康和舒适，实现系统工作效率的最优化。

1.2 人因工程学的起源与发展

人因工程学虽然是现代新兴的学科，但是有证据表明人因工程学原理在远古时期就已经为人所知并保存了下来。自从人类社会开始，就有了最原始的人与器物、环境的关系。原始人狩猎用的棍棒、石块或投枪，其尺寸、重量总是与人的体能大体相适应的。那些在现今设计中所关注的人因工程学问题在古代几乎都可以找到它的萌芽。考古发现给出了不同领域人因工程学设计的案例，这些案例体现了人类祖先的聪明智慧，也证明了他们对人造物实用性和提高生活、改善工作条件的高度重视。成书于战国初期的我国最早的科技名著《考工记》（又称《周礼·冬官考工记》）对器物的制作应该考虑的人机环境匹配问题已经有相当深入而精辟的论述。种种证据显示在古代人类已经拥有很好的关于人的因素知识，并借此实现了以人为中心的设计目标。

1.2.1 人因工程学的发展历史

作为一门独立的学科，人因工程学的起源可以追溯到19世纪末期，但其正式形成规模却是在20世纪。其中，英国是世界上开展人因工程学最早的国家，但学科的奠基性工作实际是在美国完成的。所以，此学科有“起源于欧洲，形成于美国”之说。在人因工程学的形成与发展史中，大致经历了三个阶段：经验人因工程学阶段、科学人因工程学阶段、现代人因工程学阶段。

1. 经验人因工程学阶段

第一次产业革命（1750—1890年）后，以机器为主体的工厂取代了以手工劳动为主体的手工工场。此阶段以法国人查卡（Jacquard）在纺织机械上使用穿孔卡片进行程序控制和英国人瓦特（Watt）设计蒸汽机的调速器为代表，开始实现机器的自动调节和控制。一系列的发明、发现为西方工业的迅速发展提供了新技术基础，机械化的生产方式和机器大工业日趋成熟，并转而追求效率。尤其是这时的机械设计多以功能的实现为目标，机械生产出来后，让人去适应机器，以它们的运转来决定与调节工人的生产活动。生产的效率与节奏完全由机器所决定，操作者只能被动地跟随机器的节奏工作，以便使机器充分发挥其效率。由于机器设计没有充分考虑人的因素，对操纵机器的工人必须加以选拔与训练，并要尽量创造条件使他们保证机器高效率地工作。由于人们所从事的劳动在复杂程度上和负荷上都发生了巨大的变化，也使研究者开始系统地研究劳动者、机器、工作环境之间的关系，以提高工作效率。可以说，基于工业生产的实际需求促成了心理工艺学和泰罗制的产生和发展。

1884年，德国学者莫索（A. Mosso）第一个对人体劳动的疲劳进行了研究。他在劳动者人体上通上微电流来测量人体的疲劳程度，该项研究可以说是科学人因工程学的开端。

20世纪初，美国学者泰罗（Frederick W. Taylor）在传统管理方法的基础上，首创了新的管理方法和理论，并据此制定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。之后不久，吉尔布雷斯（Frank B. Gilbreth）夫妇

通过高速摄影机将建筑工人的砌砖动作拍摄下来，并对其中有效动作和无效动作进行分析、研究，提出合理方案，从而使工人的砌砖速度提高了近3倍。20世纪初，泰罗关于操作方法的研究成果在美国和西欧一些国家得到推行，并成为大大提高劳动生产率的“泰罗制”。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，其中动作时间研究、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，其中有些原则至今对人因工程学研究还很有意义。因此，人们认为泰罗的科学管理方法和理论是后来人因工程学发展的基石。

在经验人因工程学阶段，研究者大都是心理学家，这期间的突出代表是美国哈佛大学心理学教授闵斯特伯格（H. Munsterberg），其代表作《心理学与工业效率》是人因工程学早期的经典著作。闵斯特伯格把心理学研究工作与泰罗的科学管理方法联系起来，对选择、培训人员与改善工作条件、减轻疲劳等问题做过大量的实际工作，被尊称为“工业心理学之父”。这一时期的研究者多是一些心理学家，其特点是选择和训练人，使人适应机器。当时的学科名称一般被称为“应用实验心理学”或“工程心理学”。

2. 科学人因工程学阶段

科学技术的发展，使机器的性能、结构越来越复杂，人与机器的信息交换量也越来越大，单靠人去适应机器已很难达到目的。

第二次世界大战期间，一些国家，特别是英国和美国，开始大力发展各种效能高、威力大的新式武器装备。由于片面地重视工程技术方面的研究，忽视了对使用者操作能力的研究和训练，常常由于操作失误而非技术问题遭到失败。以飞机设计为例，由于座舱及仪表的显示位置设计不当，常常会造成驾驶员误读、误操作而发生失事，或出现战斗时不灵活、命中率降低等现象。据统计，美国在第二次世界大战中飞机事故的80%是由于人因工程方面的原因造成的。一些武器装备也常常因为操作复杂、使用不灵活、不符合人的生理尺寸而使命中率降低。失败的教训引起了决策者和设计者的高度重视。通过研究分析，他们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”在装备设计中是一项不能忽视的重要条件。要设计好的高效能装置，除了工程技术知识外，还必须有心理学、生理学、人体测量学、生物力学等学科方面的知识。因此，“二战”期间，首先在军事领域中开展了与设计相关的人因工程学科综合研究和应用。他们在设计武器时聘请解剖学家、生理学家、心理学家来共同出谋献策，以便提供更适合操作人员生理、心理需要的设计参数，并以此为依据来研究解决武器装备的优化问题。这样，就相继出现了“实验心理学”、“人体测量学”等学科分支。1957年，美国的麦克考米克（E. J. McCormick）发表了第一部正式以人因工程学命名的专著 *Ergonomics*，并相继被美国、欧洲、日本等国采用为大学教科书。1959年，亨利·德雷夫斯（Henry Dreyfuss）发表了《人的测量》一书，标志着人因工程学科进入了较为成熟的阶段。

科学人因工程学一直延续到20世纪50年代末。在其发展的后一阶段，由于战争的结束，学科的综合研究逐渐从军事领域向非军事领域发展，军事领域的研究成果被用来解决工业与工程设计中的问题，如飞机、汽车、机械设备、建筑设施及生活用品等。研究者提出，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共同智慧。在科学人因工程学阶段，学科的重要发展特点是：开始重视工业与工程设计中“人的因素”，工程技术设计思想由“人适应机器”转变为“使机器适应人”。

3. 现代人因工程学阶段

到了20世纪60年代,欧美各国进入了大规模经济发展时期,在这一时期,科学技术的进步使人因工程学获得了更多的发展机会。电子计算机的应用及各种自动装置的广泛使用,使人—机关系更趋复杂,一些灾难性事件也迫使人们重新认识人机系统中人与机的关系。同时,在一些新的领域人们也遇到了一些新的问题,如宇航技术的研究中,就需要考虑在失重、超重情况下人如何操作和感知的问题;在科学领域中,随着控制论、信息论、系统论和人体科学等新的科学体系和理论的建立,新理论和新技术被逐渐引入人因工程的学科研究中。所有这一切既为人因工程学提供了新的理论和新的实验场所,同时也给该学科提出了新的课题和要求。从20世纪60年代至今,人因工程学的研究进入了系统的新研究阶段,即现代人因工程学发展阶段。

现代人因工程学的研究方向可以概括为:把“人—机—环境系统”作为一个统一的整体来研究,即在充分考虑人与机的相互关系的同时,还要考虑到各种环境因素(如声、光、气体、温度、色彩、辐射等)及在高空或水下作业的生命保障系统等。并且,人机相互适应的柔性设计被提高到了人—机—环境的系统设计高度,研究目标是使人—机—环境系统和谐统一,从而获得最佳的综合效能。

在其发展过程中,现代人因工程学表现出以下四个特点。

(1) 不同于传统人因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,而是重新着眼于工程设计及各类产品设计。

(2) 密切与实际应用相结合,通过严密计划规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。

(4) 系统的思想和理念更为成熟,设计的出发点不再是单一的因素,而是更考虑系统的综合效益。

1.2.2 人因工程学的发展概况

人因工程学在美国、前苏联、日本及西欧发达国家得到了广泛的应用,几乎所有工业发达的国家都建立和发展了这门学科。由于人因工程学的迅速发展,它在各个领域中的作用也愈来愈显著。1961年,在瑞典的斯德哥尔摩正式成立了国际人因工程联合会(IEA)。IEA自成立至今,已经有近20家分会,在30多个国家设有专门机构,并定期召开国际性学术会议,交流和探讨不同时期该学科的研究动向和发展趋势。1975年,国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)也设立了人因工程学术委员会,专门负责制定人因工程学方面的标准和规范。这些机构和组织有力地推动了该学科不断地向纵深发展。

英国是欧洲研究人因工程学最早的国家,早在1949年就建立了人因工程学研究会。该会于1957年发行了 *Ergonomics* 会刊,由英国剑桥大学心理研究所的韦尔福德(A. T. Welford)担任主编,法国、德国、荷兰、瑞士和瑞典等国的代表也参加了该刊的编辑委员会。著名的劳勃路技术学院(Loughboroug College Technology)和伯明翰大学

(Birmingham University) 都开设了人因工程学课程, 并建有完善的实验室, 对社会承担咨询和研究任务。在英国, 人因工程学被广泛地应用到国民经济的各个部门。

美国是人因工程学研究最发达的国家, 1957 年成立了人因工程学组织——人因工程学会 (Human Factors Society)。该学会除了发行会刊外, 还有不少专利文献。美国也是世界上发行人因工程学书刊最多的国家。美国的人因工程学研究机构大部分设在各大学, 哈佛大学、麻省理工学院、俄亥俄州立大学等都设有专门的研究机构。此外, 另一部分主要的研究机构设在海、陆、空军事部门, 其主要服务对象是国防工业。美国的人因工程学研究主要是以人机系统为主。

前苏联和东欧经济互助委员会成员国的人因工程学研究是以协作方式进行的。前苏联侧重工程心理学方面的研究, 他们认为人因工程学是工程技术学科联系的纽带。东欧经济互助委员会科技合作委员会则把“探讨人因工程学标准和要求的科学原理”问题列入协作规划当中。该规划规定要研究劳动条件适宜化问题; “人—机—环境系统”的最优化问题; 自动控制系统设计、制造和维修中的人因工程学问题; 信息显示手段的人因工程学问题; 产品的人因工程学标准问题, 以及为低能人设计工作场地和劳动条件的问题等。其中特别强调把人因工程学的方法论研究提到首要地位。此外, 还规定了与经济学、社会学等各方面专家协作, 把人因工程学研究成果用于提高社会经济效益等方面的问题。

日本的人因工程学研究起步于 20 世纪 60 年代前后。日本着力引进世界各国人因工程学方面的理论和实践经验, 特别是欧美的经验, 并逐步改造形成了自己的“人间工学”, 并广泛应用于工业、交通运输和国防等各个领域。日本的人因工程学着重从系统论的角度看待人, 把人看作系统的一部分去研究, 研究内容包括: 体内平等、双重控制系统、双重反馈系统、适应性、同步性; 注意水平、紧张水平和意识水平; 系统的平衡功能、激励与情绪对系统功能的影响; 习惯性、多余性、错误与失误、语言系统等; 其目的是力图研究出一套技术手段来提高人本身的能力, 如提出防止注意水平与意识水平降低的对策, 预测人的工作成效, 防止人的错误, 充实人的自信, 防止人的疏忽大意, 提高人的思维能力及如何用机器人代替人等。目前, 日本的人因工程学会已有近 10 个地方分会, 主要从事服装、航空、城市、环境、护理、康复、观察与测量、生产体系等多方面的人因工程学研究。会员中从事工程技术方面的人数最多, 其次是医学方面人员、心理学家、设计师、生物学家和社会科学家。

我国的人因工程学相关研究起始于 20 世纪 60 年代。当时, 国防科委的有关研究所结合飞机设计做过相关的实验研究。此外, 由于工业发展的需要, 在机械制造业、炼钢业、纺织业进行了操作方法、技工培训、防止事故等研究。随着我国工程建设的发展, 又开展了对铁路、水电站中央控制台的信号显示, 建筑工程中工业厂房的照明标准, 以及仪表工业中表盘刻度, 航空方面的选拔、训练和飞行错觉等研究。但是, 如其他许多学科一样, “十年动乱”使人因工程学学科研究一度陷于停滞。1980 年, 为协助促进国防及工业现代化, 机械工业系统成立了人类工效学会。同年, 封根泉先生编著的我国第一本人因工程学方面的专著《人体工程学》正式出版。1981 年由中国科学院心理学研究所和中国标准化综合研究所共同建立了“中国人类工效学标准化技术委员会”, 并与国际人因工程标准化技术委员会建立了联系。1985 年成立了全国工业造型设计委员会, 下设人机工程专业委员会。1989 年正式成立了全国性的学术组织——与 IEA 相应的国家一级学术组织——中国人类工效学会 (Chinese Ergonomics Society, CES)。各行业对人因工程学的应用研究越来越重视, 有关的研

究机构和高等院校也相继开展了许多研究工作，取得了大量的科研成果。目前，该学科的研究与应用已经扩展到工农业、交通运输、医疗卫生及教育系统等国民经济的各个部门，也进一步促进了该学科和工程技术及相关学科的交叉渗透，使人因工程学逐渐成为国内科学论坛上—门引人注目的边缘学科。可以预期，随着我国现代化建设的迅猛发展，人因工程学将会开拓出具有中国特色的研究领域。

1.3 人因工程学的学科体系与研究方法

1.3.1 人因工程学的学科体系

人因工程学是一门综合性的边缘学科，从其发展的历史可以看到，它与系统工程、劳动科学、心理学等有着密切的关系。从工程角度看，人因工程学是在系统工程思想的指导下，利用各种工程技术手段实现人、机系统的最佳配置。同时，还要采用心理学、劳动科学、经济学、管理学等的知识，追求提供最适宜的劳动条件、获取最高的劳动效率和创造最舒适的工作环境等目标。由于人因工程学从许多基础学科中汲取了丰富的理论知识和研究手段，从而形成了具有现代交叉学科特点的理论体系。

人因工程学科的学科体系如图 1-1 所示，它以人体科学中的人体生理学、心理学、劳动科学、人体测量学、人体力学等学科为“—肢”，以环境科学中的环境保护学、环境医学、环境卫生学、环境心理学和环境监测学等学科为“另一肢”，而以工程科学中的系统工程、管理工程、机械工程、工业工程、安全工程及工业设计等学科或专业为“躯干”，组成了—个统一的整体。“两肢”为人因工程提供了重要的学科支撑，而“躯干”则是人因工程主要的应用领域，它们之间的发展相互影响、相互促进。

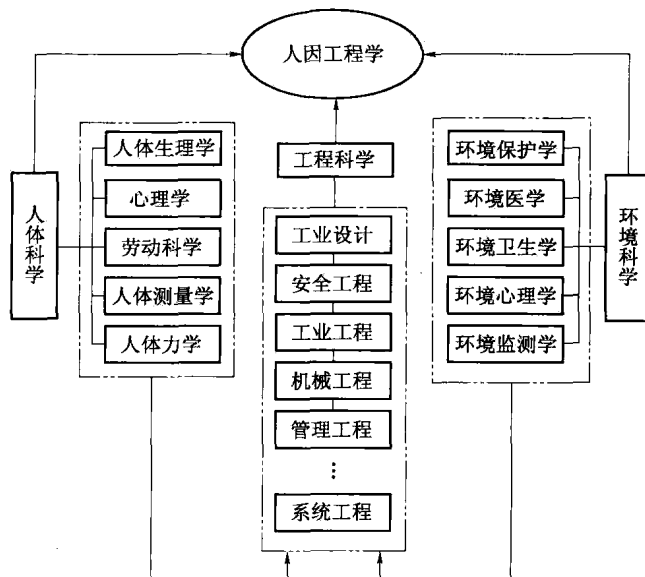


图 1-1 人因工程学的学科体系