

21世纪工业工程专业规划教材

郭 伏 钱省三 主编

# 人因工程学

## Human Factors

### Engineering



机械工业出版社  
China Machine Press

---

21 世纪工业工程专业规划教材

# 人 因 工 程 学

主 编 郭 伏 钱省三  
副主编 李兴东 薛 伟  
参 编 叶 锋 付雅琴 王殊轶  
        曲德强 崔建昆 刘敏娟  
主 审 杨学涵

机械工业出版社

本书从生产(或服务)和管理系统优化角度阐述了有关人因工程学思想、理论和方法。突出阐述了系统设计中人的因素的重要性。对人的生理、心理特点,作业能力、认知能力、行为方式等方面进行了详细介绍。并以人的工作优化(高效、安全、健康、舒适)为目标,讨论了与人有关的环境、工具、设备、任务、系统、作业空间的合理设计问题。本书主要内容包括:人因工程学概述;人的因素(生理及心理);作业环境(包括特殊环境)测量、分析、评价、设计和改善;人的作业效能,包括体力作业负荷评定、人的信息处理系统、脑力负荷测量与预测;人体测量与作业空间设计;人机系统、人机界面设计、劳动安全与事故预防。

本书可作为高等院校工业工程、工业设计、工商管理等本科及工业工程学科工程硕士的教材;也可作为各行业工程技术人员进行产品设计、系统设计及管理人员实施有效管理的参考书;还可供有关人因工程学工作人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

人因工程学 / 郭伏, 钱省三主编. —北京: 机械工业出版社, 2005.9  
21世纪工业工程专业规划教材  
ISBN 7-111-17497-6

I. 人... II. ①郭... ②钱... III. 人体工效学—高等学校—教材  
IV. TB18

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第113112号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:张敬柱 版式设计:冉晓华

责任印制:陶湛

北京铭成印刷有限公司印刷

2006年1月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·12.875印张·1插页·496千字

定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

# 21 世纪工业工程专业规划教材

## 编 审 委 员 会

---

名誉主任：汪应洛 西安交通大学  
主任：齐二石 天津大学  
副主任：夏国平 北京航空航天大学  
易树平 重庆大学  
钱省三 上海理工大学  
苏 秦 西安交通大学  
郭 伏 东北大学  
薛 伟 温州大学  
李泰国 首都经济贸易大学  
吴爱华 山东大学  
许映秋 东南大学  
邓海平 机械工业出版社

秘书长：易树平 重庆大学  
秘书：张敬柱 机械工业出版社  
委员（按姓氏笔画排序）：

方庆瑄	安徽工业大学	周跃进	南京大学
王卫平	东莞理工学院	姜俊华	南昌航空工业学院
王德福	东北农业大学	徐人平	云南理工大学
卢明银	中国矿业大学	徐瑞园	河北科技大学
李兴东	山东科技大学	海 心	南京工程学院
任秉银	哈尔滨工业大学	龚小军	西安电子科技大学
齐德新	辽宁工程技术大学	曹国安	合肥工业大学
刘裕先	北京机械工业学院	曹俊玲	机械工业出版社
李 萍	黑龙江科技学院	韩向东	南京财经大学
陈友玲	重庆大学	程国全	北京科技大学
陈 立	东北农业大学	蒋祖华	上海交通大学
张绪柱	山东大学	鲁建厦	浙江工业大学
张新敏	沈阳工业大学	戴庆辉	华北电力大学
周宏明	温州大学		

# 序

每一个国家的经济发展都有自己特有的规律，而每一个国家的高等教育也都有自己独特的发展轨迹。

自从工业工程（Industrial Engineering，简称 IE）学科于 20 世纪初在美国诞生以来，在世界各国得到了较快的发展。工业化强国在第一、二次世界大战中都受益于工业工程。特别是战后经济恢复期，日本、德国等均在工业企业中大力推广工业工程的应用和培养工业工程人才，获得了良好的效果。美国著名企业家艾柯卡先生，是美国福特和克莱斯勒汽车公司的首位总裁，他就是毕业于美国里海大学工业工程专业。日本丰田生产方式从 20 世纪 80 年代创建以来，至今仍风靡世界各国，其创始人大野耐一的接班人——原日本丰田汽车公司生产调查部部长中山清孝说：“所谓丰田生产方式就是美国的工业工程在日本企业的应用。”亚洲“四小龙”——韩国、新加坡、中国台湾和香港地区均于 20 世纪 60 年代起步工业工程，当时正值亚太地区经济快速发展时期（中国大陆因文化大革命而错过此次发展机会）。台湾的工业工程发展与教育是相当成功的，经过 30 年的努力，建立了工业工程的科研、应用和教育系统。20 世纪 90 年代初，全台湾 60 所大学有 48 所开设了工业工程专业，至今人才需求仍兴盛不衰。更重要的是于 1992 年设立了工业工程学位。目前，在大陆的台资企业都设有工业工程部和工业工程工程师岗位。在亚太所有地区的学校无一不广泛设立工业工程专业。工业工程高水平人才的培养，对国内外经济发展和社会进步起到了重要的推动作用。

1990 年 6 月中国机械工程学会工业工程研究会（现已更名为工业工程分会）的正式成立，以及首届全国工业工程学术会议在天津大学的胜利召开，标志着我国工业工程学科步入了一个崭新的发展阶段。人们逐渐认识到工业工程对中国管理现代化和经济现代化的重要性，并在全国范围内自发地掀起了学习、研究和推广工业工程的活动。更重要的是在 1993 年 7 月由原国家教委批准，天津大学、西安交通大学首批试办工业工程专业并招收本科生，由此开创了我国工业工程学科的先河。而后重庆大学等一批高校也先后开设了工业工程专业。时至今日，全国开设工业工程专业的院校至少有 140 所。发展速度之快，就像我国经济发展一样，令世界各国瞩目。我于 2000 年 9 月应邀赴美讲学，2001 年应台湾工业工程学会邀请到台湾清华大学讲学，2003 年

应韩国工业工程学会邀请赴韩讲学，其题目均为“中国工业工程与高等教育发展概况”。他们均对中国大陆的工业工程学科发展给予了高度的评价，并表达了与我们保持长期交流与往来的意愿。

虽然我国工业工程高等教育自 1993 年就已开始，但教材建设却发展缓慢。最初，大家都使用由北京机械工程师进修学院组织编写的“自学考试”系列教材。至 1998 年时，全国设立工业工程专业的高校已达三四十所，但仍没有一套适用的专业教材。在这种情况下，工业工程分会与中国科学技术出版社合作出版了一套工业工程专业教材，并请西安交通大学汪应洛教授任编委会主任。这套教材的出版有效地缓解了当时工业工程专业高等教育教材短缺的压力，对我国工业工程专业高等教育的发展起到了重要的推动作用。

然而，近年来我国工业工程学科发展十分迅猛，开设工业工程专业的高校数量直线上升，同时教育部也不断出台新的政策，对工业工程的学科建设、办学思想、办学水平等进行规范和评估。在新的形势下，为了适应教学改革的要求，满足全国普通高等院校工业工程专业教学的需要，机械工业出版社推出的这套“21 世纪工业工程专业规划教材”是十分及时和必要的。在教材编写启动会上，编审委员会组织国内工业工程专家、学者对本套教材的学术定位、编写思想、突出特色进行了深入研讨，力求在确保高学术水平的基础上，适应普通高等院校教学的需求，做到适应面广，针对性强，专业内容丰富。同时，本套教材还将配备 CAI 课件，相应的实验、实习教程，案例教程以及企业现场录像，实现立体化。尽管如此，由于工业工程在我国正处于快速成长期，加上我们的学术水平和知识有限，教材中难免存在各种不足，恳请国内外同仁多加批评指正。

教育部管理科学与工程专业指导委员会主任

中国机械工程学会工业工程分会主任

天津大学管理学院院长



于天津

# 前 言

人因工程学是近几十年来发展起来的一门交叉性应用学科。随着技术进步和社会的发展,系统设计中越来越重视人的因素,人因工程学科的应用领域也越来越广。美国(学科命名 Human Factors)以及英、法、德等国(学科命名 Ergonomics)非常重视人因工程学的研究与应用,每年都有大量的研究成果问世。在人因工程学的教育上,许多国家把人因工程学作为工程和管理类学科的基础课或专业课。我国人因工程学的研究始于 20 世纪 50 年代,部分高校的工商管理专业、机械工程等专业于 80 年代开设了这方面课程。90 年代后,随着工业工程专业、工业设计专业的设立,人因工程学科得到了广泛的重视。目前,人因工程学已被教育部管理科学与工程教学指导委员会确定为工业工程专业 4 门核心课之一,这足以说明该课程在工业工程专业人才培养中的地位。

本教材为机械工业出版社组织编写的 21 世纪工业工程专业规划教材之一。按照教育部管理科学与工程教学指导委员会人因工程学教学大纲的要求,同时考虑工业工程学科的特点和应用领域,本书以生产(或服务)和管理系统为研究对象,把系统中的人作为着眼点,围绕人、机、环境三者之间的关系,系统地介绍了人因工程学的有关思想、理论与方法。

本书在编写过程中力求做到:①本着少而精的原则,从工业工程学科的实际出发,选择阐述有关思想、概念、原则、原理和方法。②在内容上,把狭义的人—机—环境系统优化原理扩展到广泛的与人有关的系统和领域。另外,考虑到现代人机系统的发展特点,在传统的体力工作效能研究基础上,加入了人的信息处理系统、脑力劳动负荷的测量和预测内容。③在结构上,按照从感性到理性、从具体到抽象、从浅入深的认识规律,同时考虑到各章知识的连续性及与实验的配合来安排内容体系。④在编写时注意科学性、知识性、适用性相结合,理论与实践相结合,为进一步学习和应用提供参考。⑤在资料的选用上,注意资料的先进性、全面性和成熟性。

在本书的编写过程中汇集了有关学校的教学资料,引用和参考了许多中外专家学者的著作、教材和科研成果。特别关注国内外较新的人因工程研究文献资料,对我国近年来的科学研究成果和标准化研究成果给予特别重视。

在此，谨对原作者和研究者表示最诚挚的谢意！

本书在成稿的过程中得到了东北大学工商管理学院杨学涵教授的指导和帮助。编者在此向杨学涵教授表示感谢。同时向为本书出版提供了大力支持的机械工业出版社致谢。

本书由东北大学管理科学与工程系主任、工业工程研究所所长郭伏教授，上海理工大学工业工程研究所所长钱省三教授担任主编；山东科技大学的李兴东教授、温州大学的薛伟教授担任副主编；东北大学的杨学涵教授担任主审。参加编写的还有华北电力学院的叶锋教授及上海理工大学的相关教师。本书第一、二、八、九、十章由郭伏编写，第十一、十四章由薛伟编写，第十三、十五章由李兴东编写，第十二章由叶锋编写。第三至七章由上海理工大学教师编写。其中，第三章由钱省三、付雅琴编写，第四章由王殊轶编写，第五章由曲德强编写，第六章由崔建昆、刘敏娟、钱省三编写，第七章由钱省三编写，全书由郭伏统稿。东北大学的研究生孙永丽同学参与了本书的图文处理工作。

由于我们的理论与实践水平有限，虽然反复修改，仍难免有各种不足，热忱欢迎读者批评指正。

编 者



# 目 录

---

序

前言

<b>第一章 人因工程学概述</b> .....	1
第一节 人因工程学的命名及定义.....	1
第二节 人因工程学的起源与发展.....	2
第三节 人因工程学的研究内容与应用领域.....	7
第四节 人因工程学的研究方法和步骤.....	10
第五节 人因工程学的相关学科.....	18
复习思考题.....	20
<b>第二章 人的因素</b> .....	22
第一节 神经系统与感觉系统.....	22
第二节 肌肉、骨骼与供能系统.....	30
第三节 呼吸、消化和循环系统.....	34
第四节 脑力劳动与神经紧张型作业的生理变化特点.....	36
第五节 人的心理因素.....	37
复习思考题.....	43
<b>第三章 微气候环境</b> .....	44
第一节 微气候要素及其相互关系.....	44
第二节 人体的热交换与平衡.....	47
第三节 微气候对人的影响.....	54
第四节 改善微气候环境的措施.....	59
复习思考题.....	61
<b>第四章 照明环境</b> .....	62
第一节 光的物理性质及度量.....	62
第二节 视觉特性.....	64
第三节 照明对作业的影响.....	68
第四节 工作场所照明.....	71
第五节 照明标准.....	76

第六节 照明环境的设计、改善和评价	82
复习思考题	86
<b>第五章 色彩环境</b>	<b>88</b>
第一节 色彩的含义和构成	88
第二节 色彩混合与色彩表示方法	91
第三节 色彩对人的影响	95
第四节 色彩调节与应用	97
复习思考题	100
<b>第六章 噪声及振动环境</b>	<b>102</b>
第一节 声音及其度量	102
第二节 噪声及其对人的影响	109
第三节 噪声测量及评价标准	112
第四节 噪声控制	116
第五节 振动环境	118
第六节 特殊工作环境	124
复习思考题	127
<b>第七章 空气环境</b>	<b>128</b>
第一节 空气中的主要污染物及其来源	128
第二节 几种现代空气污染的来源及其危害	129
第三节 空气污染物浓度及相关标准	131
第四节 粉尘	138
第五节 空气中二氧化碳	142
第六节 工作场所通风与空气调节	144
复习思考题	146
<b>第八章 体力工作负荷</b>	<b>148</b>
第一节 人体活动力量与耐力	148
第二节 体力工作负荷及其测定	153
第三节 体力工作时的能量消耗	155
第四节 作业时的氧耗动态	159
第五节 劳动强度	161
第六节 体力疲劳及其消除	164
复习思考题	178
<b>第九章 人的信息处理系统</b>	<b>180</b>
第一节 人的信息处理系统模型	180
第二节 感知系统的信息加工	183

第三节	中枢(认知)系统的信息加工	196
第四节	人的信息输出	207
	复习思考题	219
<b>第十章</b>	<b>脑力工作负荷</b>	<b>221</b>
第一节	脑力负荷定义及影响因素	221
第二节	脑力负荷的测量方法	224
第三节	脑力负荷预测方法	233
第四节	应激	237
第五节	脑力疲劳及其消除	240
	复习思考题	244
<b>第十一章</b>	<b>人体测量</b>	<b>245</b>
第一节	人体测量概述	245
第二节	常用的人体测量数据	249
第三节	人体测量数据的应用	255
	复习思考题	263
<b>第十二章</b>	<b>作业空间设计</b>	<b>265</b>
第一节	作业空间设计概述	265
第二节	作业空间设计中的人体因素	268
第三节	作业姿势与作业空间设计	273
第四节	工作场所性质与作业空间设计	282
第五节	座椅设计	289
	复习思考题	294
<b>第十三章</b>	<b>人机系统</b>	<b>295</b>
第一节	人机系统概述	295
第二节	人机系统设计思想与程序	298
第三节	人机系统评价概述	306
第四节	人机系统分析评价方法	310
	复习思考题	322
<b>第十四章</b>	<b>人机界面设计</b>	<b>323</b>
第一节	人机界面概述	323
第二节	显示器设计	324
第三节	控制器设计	339
第四节	控制—显示组合设计	352
第五节	累积损伤疾病与工具的设计	355
	复习思考题	360

<b>第十五章 劳动安全与事故预防</b> .....	361
第一节 事故及其危害.....	361
第二节 人机系统的安全性分析与评价.....	363
第三节 事故产生的原因.....	373
第四节 事故预测与预防.....	380
复习思考题.....	392
<b>参考文献</b> .....	393

# 第一章 人因工程学概述



## 第一节 人因工程学的命名及定义

人因工程学(Human Factors Engineering)是研究人一机一环境三者之间相互关系的学科,是近几十年发展起来的一门边缘性应用学科。该学科在发展过程中有机地融合了生理学、心理学、医学、卫生学、人体测量学、劳动科学、系统工程学、社会学和管理学等学科的知识 and 成果,形成自身的理论体系、研究方法、标准和规范,研究和应用范围广泛并具有综合性。该学科的研究目的在于设计和改进人一机一环境系统,使系统获得较高的效率和效益,同时保证人的安全、健康和舒适。

目前,该学科在国内外还没有统一的名词。由于该学科研究和应用范围广泛,各学科、领域的专家和学者都试图从自身角度进行学科命名和定义。

如,该学科在美国称为“Human Factors Engineering”(人的因素工程学)或“Human Engineering”(人类工程学),西欧国家称为“Ergonomics”(人类工效学)，“Ergonomics”是希腊文,意为“工作法则”。由于该词比较全面地反映了学科本质,词意比较中立,因此,目前许多国家采用希腊文“Ergonomics”作为该学科的命名。日本采用该词的音译,称为人间工学。

我国关于该学科的命名已经出现多种,如:人机工程学、人体工程学、工程心理学、人类工效学、人类工程学、人的因素等。近几年使用人因工程学和人类工效学命名的较多,本书旨在强调重视人的因素的作用,故使用人因工程学这一名称。

由于该学科在各国的发展过程不同,实际应用的侧重点不同,所以各国学者所概括的定义也不尽相同。

国际人类工效学学会(International Ergonomics Association,简称IEA)将该学科定义为: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因素;研究人和机器及环境的相互作用;研究在工作中、生活中和休假时怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题。

《中国企业管理百科全书》将其定义为: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、心理等特征,达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。

综上所述,人因工程学就是按照人的特性设计和改进人一机—环境系统的科学。人一机—环境系统是指由共处于同一时间和空间的人与其所操纵的机器以及他们所处的周围环境所构成的系统,也可以简称为人一机系统。在上述系统中,人是处于主体地位的决策者,也是操纵者或使用者;机是指人所操纵或使用的一切物的总称,它可以是机器,也可以是设施、工具或用具等;环境是人、机所处的物质和社会环境。人、机、环境在其构成的综合系统中,相互依存、相互制约和相互作用,完成特定的工作过程。

为了实现人、机、环境之间的最佳匹配,人因工程学把人的工作优化问题作为追求的重要目标。其标志是使处于不同条件下的人能高效、安全、健康、舒适地工作和生活。高效,是指在保证高质量的同时,具有较高的工作效率;安全,是指减少或消除差错和事故;健康,是指设计和创造有利于人体健康的环境因素;舒适,是指作业者对工作有满意感或舒适感,它也关系到工作效率和安全,是对工作优化的更高要求。能同时满足上述条件要求的工作,无疑是高度优化的工作。但实际上同时实现这四方面要求是很困难的。在实际工作中,应根据不同情况,在执行好有关人因工程学标准前提下允许有轻重之别。随着社会的进步,人的价值日益受到尊重,安全、健康、舒适等因素在工作系统设计和评价中必将受到广泛重视。

## 第二节 人因工程学的起源与发展

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。可以说本学科起源于欧洲,形成于美国。虽然学科起源可追溯到 20 世纪初期,但作为一门独立的学科,其诞生日期可认为是 1949 年 7 月 12 日。当时,在英国海军成立了一个交叉学科研究组,专门研究如何提高人的工作效率问题。后来在 1950 年 2 月的一次会议上,通过了用“Ergonomics”这一术语表述人因工程学,一门独立的新学科从此诞生了。人因工程学科诞生前后,经历了以下几个发展阶段。

### 一、人因工程学的萌芽时期

自古以来,为了生存和提高自身能力,人类一直在不断研制和使用各种设备、工具、机器、用具等。但人们很少注意所使用的设备及工作方法对人工作效率及自身安全的影响,直到 19 世纪末期,才开始进行这方面的研究。

20 世纪初,美国人泰勒(F. W. Taylor, 科学管理的创始人)在伯利恒钢铁

公司进行了著名的铁铲实验和时间研究实验,研究铁铲的尺寸、形状与日工作量之间的关系。当每铲煤 9.5kg 时,日产量达到最大(47t),使工作效率成倍提高(原来为 12.5t)。他还对工人的操作进行了时间研究,改进操作方法,制定标准时间,在不增加劳动强度的条件下提高了工作效率。与泰勒同一时期的吉尔布雷斯夫妇(F. B. Gilbreth)开展了动作研究,创立了通过动素分析改进操作动作的方法。他们还进行了作业疲劳研究、工作站设计以及为残疾人设计合适的工具。之后,科学管理内容不断丰富,方法研究、工具设计、设施规划等都涉及人和机器、人和环境的关系问题,而且都与如何提高生产效率有关。

在这一时期,德国心理学家闵斯托伯格(H. Munsterberg)倡导将心理学应用于生产实践,其代表作是《心理学与工业效率》,提出了心理学对在工作中的适应与提高效率的重要性。并将心理学研究成果与泰勒的科学管理有机结合,在人员选拔、培训、改善工作条件、减轻疲劳等方面进行了有意义的尝试。20 世纪初,虽然已孕育着人因工程学的思想萌芽,但人机关系总的特点是以机器为中心,通过选拔和培训使人去适应机器。由于机器进步很快,使人难以适应,因此大量存在着伤害人身心的问题。

## 二、人因工程学的兴起时期

该时期为第一次世界大战初期至第二次世界大战之前。第一次世界大战为工作效率研究提供了重要背景。该阶段主要研究如何减轻疲劳及人对机器的适应问题。由于战争的需要,工厂雇佣了大部分妇女和非熟练劳动力进行生产,生产任务的紧迫性使企业经常延长工作时间,增加了劳动强度,加剧了工人疲劳,达不到提高工作效率的目的。当时参战国都很重视研究发挥人力在战争和后勤生产中的作用问题。如英国设立了疲劳研究所,研究减轻工作疲劳的对策。美国为了合理使用兵力资源,进行大规模智力测验。此外,在战争中已使用了现代化装备,如飞机、潜艇和无线电通信等。新装备的出现对人员的素质提出了更高的要求。选拔、训练兵员或生产工人,都是为了使人适应机器装备的要求,在一定程度上改善了人机匹配,使工作效率有所提高。第一次世界大战后,人员选拔和训练工作在工业生产中受到重视而得到应用。心理学的作用普遍受到关注,许多国家成立了各种工业心理学研究机构。

自 1924 年开始,在美国芝加哥西方电气公司的霍桑工厂进行了长达 8 年的“霍桑实验”,这是对人的工作效率研究中的一个重要里程碑。这项研究的最初目的是想找出工作条件(如照明等)对工作效率的影响,以寻求提高效率的途径。通过一系列实验研究,最后得到的结论是工作效率不仅受物理的、生理的因素影响,而且还受组织因素、工作气氛和人际关系等因素的影响。从此研究提高工作效率时,开始重视情绪、动机等社会因素的作用。

### 三、人因工程学的成长时期

该时期从第二次世界大战开始至 20 世纪 60 年代。第二次世界大战以前,人与机器装备的匹配,主要是通过选拔和培训,使人去适应机器装备。第二次世界大战期间,许多国家大力发展效能高、威力大的新式武器和装备。但由于片面注重新式武器和装备的功能研究,忽视了人的能力限度,导致人机不能很好匹配,经常发生机毁人亡和误击目标的事故。如战斗机中座舱及仪表位置设计不当,造成飞行员误读仪表和误用控制器而导致意外事故;或由于操作系统复杂、不灵活及不符合人的生理心理特征而造成命中率低的现象经常发生。失败的教训使人们认识到,只有当武器装备适应操作者的生理、心理特征和人的能力限度时,才能发挥其高性能。人的因素是设计中不能忽视的一个重要条件。因此,在第二次世界大战期间,首先在军事领域开始了与设计相关学科的综合研究与应用。从此,人机关系的研究,从使人适应机器转入到使机器适应人的新阶段,为人因工程学的诞生奠定了基础。

1945 年第二次世界大战结束时,本学科的研究与应用逐渐从军事领域向工业等领域发展。并逐步应用军事领域的研究成果来解决工业与工程设计中的问题。1945 年,在国家医药研究委员会、科学与工业研究部的鼓励下,英国诞生了人因工程职业。恰帕尼斯(A. Chapanis)等人出版了《应用实验心理学——工程设计中人的因素》一书,系统论述了新学科的基本理论和方法。后来,研究领域不断扩大,研究队伍中除心理学家外,还有医学、生理学、人体测量学及工程技术等各方面学者专家,因而有人把这一学科称为“人的因素”或“人的因素工程学”。有关方面的著作相继出版,一些大学开设课程,建立相关研究部门,大力开展相关研究。

此外,美国、日本和欧洲的许多国家先后成立了学会。例如,英国于 1949 年成立了工效学研究协会。美国于 1957 年建立了人因工程学协会,由工效学研究协会出版了《工效学》杂志,并由 21 个部门组成了美国心理学家协会。为了加强国际间交流,1960 年正式成立了国际人类工效学会(IEA),标志着该学科已经发展成熟,该组织为推动各国的人因工程发展起到了重要作用。

总之,这个时期,各国研究工作主要集中在人机界面的匹配,即关于显示器与控制器设计中的人的因素问题的研究,因而,有人称之为“旋钮与表盘”时代。各国把研究成果汇编成标准或规范,有利于在工程技术实践中推广和应用。

### 四、人因工程学的发展时期

20 世纪 60 年以后,人因工程学进入了一个新的发展时期。这个时期人因工程学的发展有三大基本趋向。



(1) 研究领域不断扩大。随着技术、经济和社会的进步,人因工程学的研究领域已不限于人机界面匹配问题,而是把人—机—环境系统优化的基本思想、原理和方法,应用于更广泛领域的研究,如人与工程设施、人与生产制造、人与技术工艺、人与方法标准、人与生活服务、人与组织管理等要素的相互协调适应上。20世纪80年代,计算机技术的迅速发展使人因工程学的研究面临新的挑战,如何设计界面友好的软件,新的控制设备、屏幕显示的信息输出、新技术对人类的冲击等都成为人因工程学研究领域。

20世纪80年代以来,人类经历了多次大规模的技术性灾难。1979年三里岛核电站的事故,差点导致核泄漏的严重后果。1984年印度博帕尔一家碳化物农药厂发生的有毒化学物质泄漏,造成近4000人死亡。1986年,前苏联切尔诺贝利核电站的爆炸和大火,导致300余人死亡,大量的人员遭到有害射线的辐射,上百万平方公里的土地被放射性物质所污染。三年以后,又一场大爆炸席卷了得克萨斯州的一家塑料工厂,23人死亡,100多人受伤。这些事件的主要原因是人为失误。所以,如何保证重大系统的安全和可靠性成为人因工程学研究的又一重要领域。

(2) 应用的范围越来越广泛。人因工程学的应用扩展到社会的各行各业,几乎渗入到与人有关的一切方面,包括人类生活的各个领域,如衣、食、住、行、学习、工作、文化、体育、休息等各种设施用具的科学化、宜人化。由于不同行业应用人因工程学的内容和侧重点不同,因此出现了学科的各种分支,如航空、航天、机械电子、交通、建筑、能源、通信、农林、服装、环境、卫生、安全、管理、服务等。

90年代以后,人因工程学越来越多地应用于计算机和信息技术(计算机界面、人机交互、互联网等)及空间技术的应用之中。建立永久性空间站的计划必然涉及到大量的人因工程学方面的研究。总之,人因工程学还将随着人类工作和生活的丰富化,应用领域不断充实和发展。

(3) 在高技术领域发挥特殊作用。随着微电子及计算机迅速发展以及自动化水平的提高,人的工作性质、作用和方式发生了很大变化。以往许多由人直接参与的作业,现已由自动控制系统所代替,人的作用由操作者变为监控者或监视者,人的体力作业减少,而脑力或脑体结合的作业增多。今后,将有越来越多的智能化机器装备代替人的某些工作,人类社会生活必将发生很大的改变。然而,高技术与人类社会往往产生不协调的问题,只有综合应用包括人因工程在内的交叉学科理论和技术,才能使高技术与固有技术的长处很好结合,协调人的多种价值目标,有效处理高技术社会的各种问题。

## 五、我国人因工程学科的发展

中国最早开展工作效率研究的是心理学家。20世纪30年代,清华大学开