

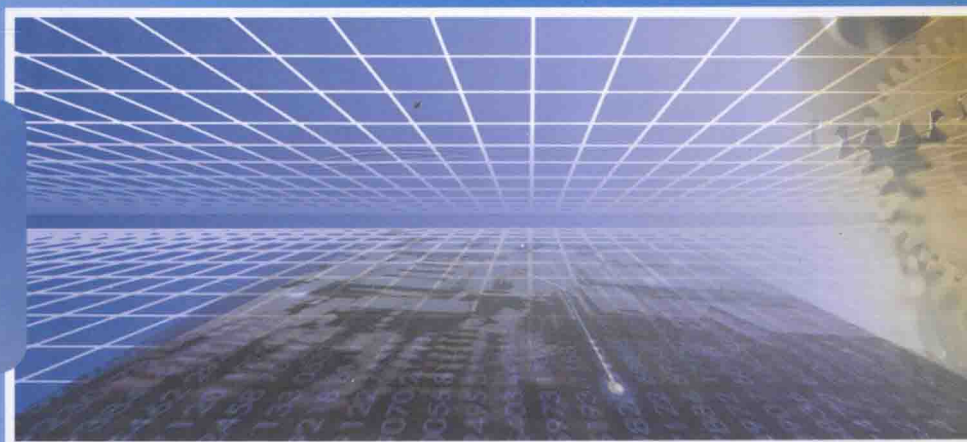


D-K-YT048-0D

空军航空机务系统教材

航空维修工效学

郭定 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

D-K-YT048-0D

空军航空机务系统教材

航空维修工效学

郭定 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书系统地阐述了如何根据人的生理、心理特点和能力限度来设计航空装备,使装备适合于人的使用和维修,全面分析和归纳了航空装备操作和维修的工效学理论和方法,以达到高效、可靠和安全地使用和维修航空装备的目的。本书还提供了如何创造良好的工作环境条件、减少人员精神上 and 体力上的过度紧张与疲劳、防止工作能力下降、减少人为差错、避免故障和事故等的手段和技术。

本书可作为航空工程专业学员的课程教材和航空维修专业人员的培训教材。也可作为航空装备设计人员、管理人员以及工业工程专业人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

航空维修工效学 / 郭定主编. —北京: 国防工业出版社,
2007. 8

(空军航空机务系统教材)

ISBN 978 - 7 - 118 - 05173 - 5

I. 航... II. 郭... III. 航空器 - 维修 - 工效学 - 高等学校 - 教材 IV. V267

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 068785 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

四季青印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 14 字数 328 千字

2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4500 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

总 序

发生在世纪之交的几场局部战争表明,脱胎于 20 世纪工业文明的机械化战争正在被迅猛发展的信息文明催生的信息化战争所取代。信息化战争的一个显著特点,就是知识和技术密集,战争的成败越来越取决于各类高技术、高层次人才的质量和数量,以及人与武器的最佳配合。因此,作为人才培养基础工作的教材建设,就显得格外重要和十分紧迫。为了加快推进中国特色军事变革,贯彻执行军队人才战略工程规划,培养造就高素质新型航空机务人才,空军从 2003 年开始实施了航空机务系统教材体系工程。

实施航空机务系统教材体系工程是空军航空装备事业继往开来的大事,它是空军装备建设的一个重要组成部分,是航空装备保障人才培养的一个重要方面,也是体现空军航空装备技术保障水平的一个重要标志。两年来,空军航空机务系统近千名专家、教授和广大干部、教员积极参与教材编修工作,付出了艰辛的劳动,部分教材已经印发使用,效果显著。实践证明,实施教材体系工程,对于提高空军航空机务人才的现代科学文化水平和综合素质,进而提升航空机务保障力和战斗力,必将发挥重要作用和产生深远影响,是一项具有战略意义的工程。

空军航空机务系统教材体系工程,以邓小平理论和“三个代表”的重要思想为指导,以新时期军事战备方针为依据,以培养高素质新型航空机务人才为目标,着眼空军向攻防兼备型转变和航空装备发展需要,按照整体对应、系统配套、紧贴实际、适应发展,突出重点,解决急需的思路构建了一个较为完整的教材体系。教材体系的结构由部队、院校、训练机构教育训练教材三部分组成,分为航空机务军官教育训练教材和航空机务士兵教育训练教材两个系列十六个类别的教材组成。规划教材按照新编、修编、再版等不同方式组织编修。新编和修编的教材,充实了新技术、新装备的内容,吸收了近年来航空维修理论研究的新成果,对高技术战争条件下航空机务保障的特点和规律进行了有益探索,院校的专业训练教材与国家人才培养规格接轨并具有鲜明的军事特色,部队训练教材与总参颁布的《空军军事训练与考核大纲》配套,能够适应不同层次、不同专业航空机务人员的教育训练需要,教材的系统性、先进性、科学性、针对性和实践性与原有教材相比有了明显提高。

此次大规模教材编修工作,系统整理总结了空军航空机务事业创业 50 多年来的宝贵经验,将诸多专家、教授、骨干的学识见解和实践经验总结继承下来,优化了航空机务保障教材体系,为装备保障人员提供了一套系统、全面的教科书,满足了人才培养对教材的急需。全航空机务系统一定要认真学习新教材,使其真正发挥对航空机务工作的指导作用。

同时,教材建设又是一项学术性很强的工作,教材反映的学术理论内容是随实践的发展而发展的。当前我军建设正处在一个跨越式发展的历史关键时期,航空装备的飞速发展和空军作战样式的深刻变化,使航空机务人才培养呈现出许多新特点,给航空机务系统教材建设带来许多新问题。因此,必须十分关注航空装备的发展和航空机务教育训练的改革创新,不断发展和完善具有时代特征和我军特色的航空机务系统教材体系,为航空机务人才建设提供知识信息和开发智力资源。

魏 钢

二〇〇五年十二月

空军航空机务系统教材体系工程编委会

主 任 魏 钢

副主任 周 迈 毕雁翎 王凤银 袁 强 韩云涛

吴辉建 王洪国 王晓朝 常 远 蔡风震

李绍敏 李瑞迁 张凤鸣 张建华 许志良

委 员 刘千里 陆阿坤 李 明 郦 卫 沙云松

关相春 吴 鸿 朱小军 许家闻 夏利民

陈 涛 谢 军 严利华 高 俊 戴震球

王力军 曾庆阳 王培森 杜元海

空军航空机务系统教材体系工程总编审组

组 长 刘桂茂

副组长 刘千里 郦 卫 张凤鸣

成 员 孙海涛 陈廷楠 周志刚 杨 军 陈德煌

韩跃敏 谢先觉 高 虹 彭家荣 富 强

郭汉堂 呼万丰 童止戈 张 弘

空军航空机务系统教材体系工程 管理专业编审组

组 长 韩跃敏

成 员 王端民 崔全会 张星魁 郭宏刚 李异平
白晓峰 朱 飞

前 言

本书是空军航空机务系统教材之一,“航空维修工效学”研究如何在航空装备的设计、使用和维修中实现人、机、环境之间的最佳匹配;为航空维修工作提供优化的手段和方法;以达到航空装备维修人员能有效地、安全地、健康和舒适地进行工作的目的。本教材的编写密切结合航空机务专业对“航空维修工效学”课程的要求控制内容的深度和广度。编者力求在教材中为该专业的人员提供必要的航空维修工效学方面的基础理论、基本方法、应用设计及分析等方面的系统知识。为此,本教材的结构体系,是以航空维修工效所研究的人、机、环境三要素及其系统的核心——人的特性及人机匹配问题为主线,以此来选择、安排全书的内容和章节。全书共12章,包括三部分内容:第1章为绪论;第2章至第5章为基础理论部分;第6章至第12章为与航空维修有关的设计与分析方法部分。从其内容和结构来看,以提高航空维修工作中的人机工效为核心,主题突出,理论脉络清晰,方法的可操作性强,理论密切结合应用,充分体现了教材的系统性和实用性。

在本书编写中,除了基于作者曾经主编的《人素工程学提纲》和《航空工程心理与行为》两本教材以及《工业心理大词典——维修工效分卷》外,又广泛收集并分析了该学科国内外较新的文献资料,特别是对涉及该学科前沿课题方面的研究成果及作者的科研成果也做了充分的反映。由此体现了本教材的先进性和创新性。

本书由空军工程大学工程学院航空装备管理系郭定教授主编,黄宏伟任副主编。空军工程学院航空装备管理系的史越讲师、何荣光讲师、史超讲师、蔡翔讲师、杨琳讲师参加了编写;第二炮兵工程学院副教授孟晓红提供了部分资料;空军工程学院航空装备管理系研究生杨俊超参与了资料的收集和图表整理等工作;特别是在编写过程中得到了浙江大学朱祖祥教授的指导和大力支持,并参阅引用了他以及他的学生的成果资料;此外,在论文的编写过程中空装首长和机关、空军工程大学工程学院领导、空军航空机务系统教材体系工程办公室的同志都给予了关心和帮助,在此一并深表谢意。

编 者

2007年5月

目 录

第1章 工效学与航空维修	1
1.1 工效学的概念	1
1.1.1 工效学的命名	1
1.1.2 工效学的定义	1
1.2 工效学的起源与发展	2
1.2.1 经验工效学	2
1.2.2 科学工效学	2
1.2.3 现代工效学	3
1.3 工效学与人机系统	4
1.3.1 人机系统的一般概念	4
1.3.2 工效学的“人机系统”观	10
1.3.3 人一机—环境界面关系	11
1.4 工效学的研究内容与方法	13
1.4.1 工效学的研究内容	13
1.4.2 工效学的研究方法	14
1.5 航空维修与人—机—环境系统	16
1.5.1 航空维修定义	16
1.5.2 航空维修的目的和特点	16
1.5.3 新时期军事斗争对航空维修提出了更高的要求	17
1.5.4 航空维修与人—机—环境	17
1.5.5 影响航空维修的因素	18
1.6 航空维修的工效学分析	19
1.6.1 航空维修的工效学分析项目	19
1.6.2 航空维修工效学中的人分析	19
1.6.3 航空维修人机系统的装备及环境分析	20
1.6.4 航空维修人机系统的可靠性分析	20
第2章 人体劳动形态特征	24
2.1 人体的形态结构	24
2.1.1 人体运动学简化模型	24
2.1.2 机械系统与人体尺度	24
2.2 人体的形态测量	25
2.2.1 人体测量的基本术语	25

2.2.2	人体测量的主要统计函数	27
2.3	常用的人体测量数据	29
2.3.1	我国成年人人体结构尺寸	29
2.3.2	我国成年人人体功能尺寸	31
2.4	人体测量的方法	35
2.4.1	利用人体尺寸的方法	35
2.4.2	利用人体身高的方法	37
第3章	人体劳动生理特征	39
3.1	劳动的能量与能耗	39
3.1.1	能量代谢和能量代谢率	39
3.1.2	劳动的能耗	40
3.2	劳动中的机体调节	40
3.2.1	氧债与氧需	40
3.2.2	心率与心输出量	41
3.2.3	血压及血液分配	42
3.3	劳动的强度与标准	44
3.3.1	我国的劳动强度分级	44
3.3.2	最佳能耗界限	44
3.4	人体的生物节律	45
第4章	人的信息功能特征	49
4.1	人的信息加工过程及其模型	49
4.1.1	人的信息加工过程	49
4.1.2	人的信息加工过程模型	49
4.2	人的信息接收与传递	50
4.2.1	人的信息接收	50
4.2.2	感受器与信息输入	50
4.2.3	人的信息接收能力	51
4.2.4	人的信息传递能力	51
4.2.5	信息量	52
4.2.6	信道容量	52
4.3	人的信息输出	53
4.3.1	人的信息输出形式	53
4.3.2	信息输出的速度	53
4.3.3	信息输出的准确性	58
第5章	人机界面设计原则	61
5.1	视觉信息显示设计	61
5.1.1	仪表显示方式	62
5.1.2	信号显示设计	68
5.1.3	视觉显示器分类	71

5.1.4	视觉显示器设计的工效学要求	72
5.1.5	视觉显示器的信息编码	73
5.1.6	字符标志设计中的工效学	77
5.2	听觉信息传示设计	81
5.2.1	听觉信息传示装置	81
5.2.2	言语传示装置	83
5.2.3	听觉传示装置的选择	84
5.2.4	听觉显示器的一般设计原则	85
5.2.5	听觉告警信号的设计	86
5.2.6	话音信号的设计	88
5.3	操纵装置设计	89
5.3.1	常用操纵装置	89
5.3.2	手控操纵器的设计	90
5.3.3	脚控操纵器的设计	93
5.3.4	操纵装置编码与选择	94
5.4	操纵与显示相合性	96
5.4.1	操纵—显示比	96
5.4.2	操纵与显示的相合性原则	97
5.4.3	操纵—显示的编码和编排相合性	98
第6章	航空维修作业分析	99
6.1	航空维修作业概述	99
6.1.1	航空维修作业研究的内容	99
6.1.2	航空维修作业研究的基本程序	100
6.1.3	航空维修作业研究的作用	101
6.2	航空维修作业程序分析	102
6.2.1	操作程序分析	103
6.2.2	流程程序分析	104
6.2.3	联合程序分析	105
6.2.4	操作者程序图	107
6.3	航空维修作业动作分析	107
6.3.1	动作分析	107
6.3.2	动素的概念及其分类	108
6.3.3	动作经济原则	110
6.4	航空维修作业工时分析	111
6.4.1	工时分析测定的特点与实施步骤	111
6.4.2	速度评定方法	113
6.5	航空维修作业抽查分析	114
6.5.1	工作抽查分析的特点	115
6.5.2	工作抽查分析的实施步骤	115

第7章 航空维修环境的工效分析	116
7.1 环境因素和航空维修的关系	116
7.1.1 环境因素的概念	116
7.1.2 环境的作用和特点	116
7.1.3 环境因素的分类	117
7.1.4 环境因素和航空维修的关系	118
7.2 自然环境因素对航空维修的影响	118
7.2.1 空气温度因素	118
7.2.2 空气湿度因素	119
7.2.3 振动因素	119
7.2.4 噪声因素	120
7.2.5 照明因素	121
7.2.6 其他因素	121
7.3 特殊环境对航空维修的影响及其防护措施	122
7.3.1 热、冷气温环境及对航空维修的影响	122
7.3.2 高湿、干燥气候环境对航空维修的影响	126
7.3.3 风沙、冰雹等灾害性天气对航空维修的影响	126
7.3.4 高原环境对航空维修的影响	128
7.4 社会环境因素对航空维修的影响	130
7.4.1 政治因素	130
7.4.2 经济因素	130
7.4.3 法律因素	131
7.4.4 文化因素	131
7.4.5 管理因素	132
7.4.6 其他因素	133
7.5 环境因素影响的解决方案	133
7.5.1 人的方面	133
7.5.2 航空技术装备方面	134
7.5.3 后勤保障方面	134
7.5.4 管理方面	135
第8章 航空维修安全的工效分析	136
8.1 诱发和影响事故的因素	136
8.1.1 操作者的特性	137
8.1.2 设备和工具特征	138
8.1.3 物理环境	139
8.1.4 社会环境	141
8.2 危险度评价与危险控制方法	141
8.2.1 危险度及其评价	141
8.2.2 危险控制方法	142

8.3	设备使用的安全分析	143
8.3.1	系统安全分析的内容与步骤	143
8.3.2	危险辨别方法	144
8.3.3	危险控制设计	147
第9章	航空维修作业的工作负荷	148
9.1	工作负荷及其研究意义	148
9.1.1	工作负荷	148
9.1.2	研究工作负荷的意义	148
9.2	航空维修作业中的生理负荷	149
9.2.1	作业测定	150
9.2.2	生理测评	150
9.2.3	生化测评	151
9.2.4	主观评定	151
9.3	航空维修作业中的心理负荷	152
9.3.1	应激	152
9.3.2	注意	154
9.3.3	警戒	155
9.3.4	心理负荷测量	157
9.4	航空维修作业中的疲劳	159
9.4.1	疲劳的积累	159
9.4.2	疲劳的评价	160
9.4.3	疲劳与休息	161
9.4.4	延缓疲劳的方法	162
第10章	航空维修的作业姿势设计	163
10.1	作业姿势与人体机能	163
10.1.1	作业姿势和人体机能的关系	163
10.1.2	人的肢体活动范围	164
10.1.3	人体不同姿势的施力	165
10.1.4	人体不同姿势的能耗	167
10.2	作业姿势的设计原则	169
10.2.1	作业姿势的选择	169
10.2.2	动作经济与效率法则	169
10.2.3	动作重构的原则	170
10.3	作业姿势的设计要点	172
10.3.1	作业动作的类型	172
10.3.2	避免静态肌肉施力	173
10.3.3	避免弯腰提起重物	174
10.4	作业姿势设计辅助手段	175
10.4.1	设计用人体模板	175

10.4.2 设计用人体仿真软件·····	176
第 11 章 航空维修的工作空间 ·····	177
11.1 工作空间设计概述·····	177
11.1.1 工作空间设计的意义·····	177
11.1.2 工作空间设计的基本内容·····	178
11.1.3 工作空间设计的步骤·····	179
11.2 工作空间设计的基本原则·····	180
11.2.1 最大用户的净空要求·····	180
11.2.2 最小用户的可达性要求·····	180
11.2.3 维修人员的特殊要求·····	181
11.2.4 可调性要求·····	181
11.2.5 可视性要求·····	182
11.2.6 器物的排列原则·····	182
11.3 工作场所设计与优化·····	184
11.3.1 工作场所设计的基本原则·····	184
11.3.2 工作场所布置的基本类型·····	185
11.3.3 工作场所布置的优化·····	187
11.4 作业区域设计·····	189
11.4.1 工作区域布置·····	189
11.4.2 工作面设计·····	192
第 12 章 航空维修的工效学评估 ·····	194
12.1 航空维修工效学评估的意义和要求·····	194
12.1.1 航空维修人机系统工效学评估的意义·····	194
12.1.2 评估航空维修人机系统工效学的要求·····	194
12.2 航空维修工效学评估方法·····	195
12.2.1 连续观察法·····	197
12.2.2 抽样(定时)观察法·····	197
12.2.3 维修人员(被试)经历记录·····	198
12.2.4 面谈法·····	199
12.2.5 问卷调查表·····	200
12.2.6 录像带·····	202
12.2.7 录音带·····	203
12.2.8 照片·····	203
12.2.9 事件记录·····	204
12.2.10 联机交互模拟·····	205
12.2.11 统计分析·····	206
12.3 飞机维修性设计中的工效学·····	207
参考文献 ·····	210

第 1 章 工效学与航空维修

1.1 工效学的概念

1.1.1 工效学的命名

工效学是研究人、机械及其工作环境之间相互作用的学科,是一门研究和应用范围都极为广泛的综合性边缘学科。

由于工效学研究和应用的范围极其广泛,因而世界各国对该学科的命名不尽相同。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”(工效学),而其他国家大多引用西欧的名称。

“Ergonomics”一词是由希腊词根“ergon”(即工作、劳动)和“nomos”(即规律、规则)复合而成的,其本义为人的劳动规律。由于该词能够较全面地反映该学科的本质,又源自希腊文,便于各国语言翻译上的统一,而且词义保持中立性,因此,目前较多的国家采用“Ergonomics”一词作为该学科的命名,苏联引用该词的音译,译为“Эргономика”。

工效学在我国起步较晚,目前该学科在国内的名称尚未统一,除普遍采用工效学外,常见的名称还有人—机—环境系统工程、人体工程学、人类工效学、人机工程学、工程学心理学、人的因素等。由于任何一个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。

1.1.2 工效学的定义

与该学科的命名一样,对该学科所下的定义也不统一,而且随着学科的发展,其定义也在不断发生变化。美国工效学专家 C. C. 伍德(Charles C. Wood)对工效学所下的定义为:设备设计必须适合人的各方面因素,以便在操作上付出最小的代价而求得最高效率。W. B. 伍德森(W. B. Woodson)则认为:工效学研究的是人与机器相互关系的合理方案,即对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及人在作业时感到安全和舒适。

国际人类工效学学会(International Ergonomics Association, IEA)为该学科所下的定义是最有权威、最全面的定义,即工效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;研究在工作中和家庭生活中怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题的学科。

我国于 1979 年出版的《辞海》中对工效学给出了如下的定义:工效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、心理以及力学等问题研究的学科。用以设计使操作者能发挥最大效能的机械、仪器和控制装置,并研究控制台上各个仪表的最合适位置。

我国在《中国企业管理百科》中,对工效学所下的定义为:“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、心理等特点,达到在生产中提高效

率、安全、健康和舒适的目的。”

从上述对该学科的命名和定义来看,尽管学科名称多样、定义各异,但是在研究对象、研究方法、理论体系等方面并不存在根本上的区别,这正是工效学作为一门独立的学科存在的理由,同时也充分体现了该学科边界模糊、学科内容综合性强、涉及面广等特点。

1.2 工效学的起源与发展

英国是世界上开展工效学研究最早的国家,但该学科的奠基性工作实际上是在美国完成的。尽管该学科的起源可以追溯到 20 世纪初期,但作为一门独立的学科只有 60 多年历史。

工效学的形成与发展,大致经历了以下三个阶段。

1.2.1 经验工效学

20 世纪初,美国学者 F. W. 泰勒(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。例如,他曾经研究过铲子的最佳形状、重量,研究过如何减少由于动作不合理而引起的疲劳等。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工效学研究仍有一定的意义。因此,人们认为他的科学管理方法和理论是后来工效学发展的奠基石。

从泰勒的科学管理方法和理论的形成到第二次世界大战之前,称为经验工效学的发展阶段。这一阶段的主要研究内容是:研究每一职业的要求;利用测试方法来选择工人和安排工作;制订培训方案,使人力得到有效的发挥;研究最优良的工作条件以及最好的管理组织形式。

在经验工效学发展阶段,研究者大多是心理学家,其中,突出的代表是美国哈佛大学心理学教授 H. 芒斯特伯格(H. Munsterberg),其代表作是《心理学与工业效率》。他提出了心理学对人在工作中的适应与提高效率的重要性。他把心理学研究工作与泰勒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、减轻疲劳等问题曾做过大量的实际工作。由于当时该学科的研究偏重于心理学方面,因而在这一阶段大多称该学科为“应用实验心理学”。学科发展的主要特点是: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。

经验工效学阶段一直延续到第二次世界大战之前,当时,人们所从事的劳动在复杂程度和负荷量上都有了很大的变化。此时改革工具、改善劳动条件和提高劳动效率成为最迫切的问题,从而使研究者对经验工效学所面临的问题进行科学的研究,并促使经验工效学进入科学工效学阶段。

1.2.2 科学工效学

工效学发展的第二阶段是在第二次世界大战期间。在这个阶段中,由于战争的需要,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,而忽视了其中“人的因素”,因而由操作失误而导致失败的教训屡见不鲜。例如,由于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操纵器而导致意外事故,或由于操作复杂、不灵活和不符合人的生理尺寸而造成战斗中率低,等等。失败的教训引起决策者和设计者的高度重视。通过分析研究,使人们逐步认识到,在人和武器的关系中,主要的限制因

素不是武器而是人,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,要设计一个高效能的装备,只有工程技术知识是不够的,还必须有生理学、心理学、人体测量学、生物力学等学科的知识。因此,在第二次世界大战期间,首先在军事领域中开展了与设计相关的各学科的综合研究与应用。例如,为了使所设计的武器能够符合战士的生理特点,武器设计工程师不得不请解剖学家、生理学家和心理学家为设计操纵合理的武器出谋献策,最终收到了良好的效果。军事领域中对“人的因素”的研究和应用,使科学工效学应运而生。

科学工效学阶段一直延续到 20 世纪 50 年代末。在其发展的后一阶段,由于战争的结束,该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。在这一发展阶段中,由于该学科的研究课题已超出了心理学的研究范畴,促使许多生理学家、工程技术专家也涉足到该学科中来共同研究,从而使该学科的名称有所变化,大多称它为“工程心理学”。该学科在这一阶段的发展特点是:重视工业与工程设计中“人的因素”,力求使机器适应于人。

1.2.3 现代工效学

到了 20 世纪 60 年代,欧、美各国进入了大规模的经济发 展时期。在这一时期,由于科学技术的进步,使工效学获得了更多的研究发展机会。例如,原子能的利用、电子计算机的普及,以及各种自动装置的广泛使用,使人—机关系更趋复杂。所有这一切,不仅给工效学提供了新的理论和新的实验场所,同时也给该学科的研究提出了新的要求和新的课题,从而促使工效学进入了系统的研究阶段。从 20 世纪 60 年代至今,可以称为现代工效学发展阶段。

现代工效学发展有三个特点:

- (1) 不同于传统工效学研究中着眼于选择和训练特定的人,使之适应工作要求,现代工效学着眼于机械装备的设计,使机器的操作不超出人类能力的界限之外。
- (2) 密切与实际应用相结合,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共同努力、密切合作。

现代工效学研究的方向是:把人—机—环境系统作为一个统一的整体来研究,以创造最适合于人操作的机械设备和作业环境,使人—机—环境系统相协调,从而获得系统的最高综合效能。

由于工效学的迅速发展及它在各个领域中的作用愈来愈显著,从而引起各学科专家、学者的关注。1961 年,正式成立了国际人类工效学学会(IEA),该学术组织为推动各国工效学的发展起了重大的作用。IEA 自成立至今,已分别在瑞典、联邦德国、英国、法国、荷兰、美国、波兰、日本、澳大利亚等国家召开了 10 多次国际性学术会议,交流和探讨不同时期该学科的研究动向和发展趋势,从而有力地推动该学科不断向纵深发展。

该学科在我国起步虽晚,但发展迅速。随着我国科学技术的发展和对外开放,人们逐渐认识到工效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国民经济的各个部门,由此也促进了该学科与工程技术和相关学科的交叉渗透,使工效学成为国内科学论坛上—门引人注目的边缘学科。在此情况下,我国已于 1989 年正式成立了与 IEA 相应的国家一级学术组织——中国人类工效学学会(Chinese