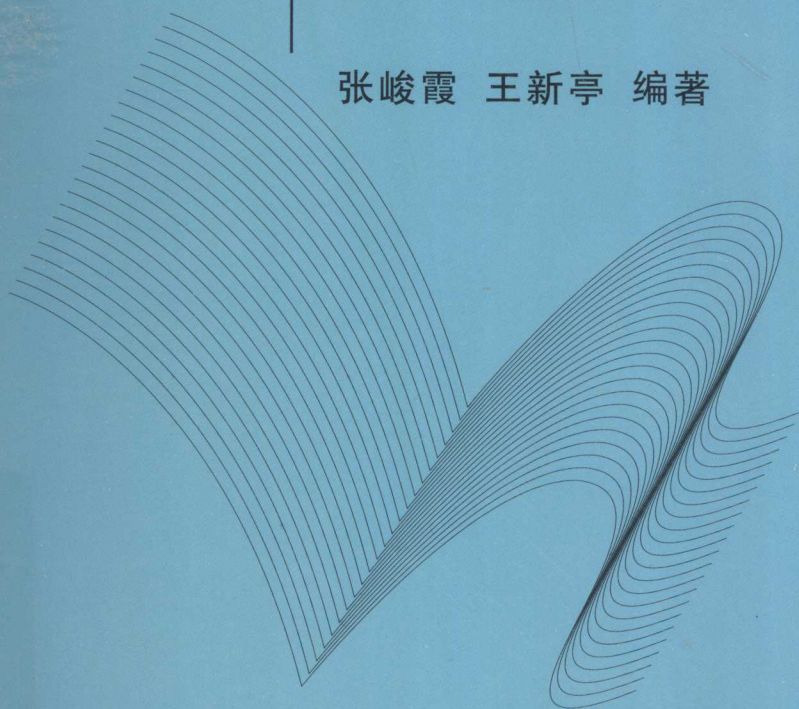


人机工程学 与设计应用

RENJI GONGCHENGXUE
YU SHEJI YINGYONG

张峻霞 王新亭 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

人机工程学与设计应用

张峻霞 王新亭 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

全书内容包括:人机工程学概论,人体尺寸及在设计中的应用,设计中的其他人因要素,以及人机工程学在数控机床及工具设计、交通工具设计、电子通信产品设计、空间环境设计中的应用,通用设计八部分。

本书对于理论部分的阐述简明扼要、篇幅较少,内容上突出了人机工程学在设计领域的应用,以丰富的设计案例深入浅出地描述了人机工程学的学科思想和理论知识在实践中的运用,重点突出、实用性强。

本书可作为工业设计等各类设计专业的教材,也可作为机械、轻工、建筑、环境工程、通信等专业本科生选修课教材或参考用书,还可作为设计师、工程技术人员、研究人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

人机工程学与设计应用 / 张峻霞,王新亭编著. —北京:
国防工业出版社,2010.1

ISBN 978-7-118-06591-6

I. ①人... II. ①张...②王... III. ①人-机系统
IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 215004 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 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 14 字数 265 千字

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 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

前 言

人机工程学是运用生理学、心理学和医学等有关科学知识,研究人机系统中的人及其他组成部分之间相互关系,以尽可能使人身心更加健康愉悦且系统的整体效能最优的新兴边缘科学。随着科技的进步和时代的发展,人机工程学的研究也呈现出了很多崭新的面貌,其定义的范围也在不断拓展,本书正是为了适应新时期人机工程学教学研究和实际设计工作的需要而编著的,以期能够对人机工程学教学人员和科研人员起到一定的参考意义。

本书在简单阐述有关人机工程学基本理论的基础上,着重于描述人机工程学的实际应用,并对人机工程学的发展有所阐述。全书共分八章,其中前三章是对人机工程学基础理论的阐述,包括人机工程的基本概念、人体测量学与人体尺寸、设计中的人因要素及相关设计准则等,后五章分别阐述了人机工程学在装备设计、交通工具设计、电子通信产品设计、空间环境设计以及通用设计中的应用。其中,人机工程学在装备设计中的应用主要是对机械装备设计的人机分析等,以数控机床的设计为例,对该类设计中显示装置设计、操纵装置设计以及手持工具设计等都有所涉及;在交通工具设计的应用中以自行车和汽车设计为例,对虚拟人体模型、驾驶姿势与座椅设计、汽车操纵装置设计和视野设计等诸多方面进行了分析,对轨道交通工具设计中的人机学问题也进行了简要论述;在电子通信产品设计中,对电子通信产品人机交互特点,以及该类产品中物理界面和软件界面的设计进行了分析,尤其对软件界面设计中的 UI 设计进行了重点论述;在空间环境设计中,对作业空间布局和工位设计进行了详述,然后以家居空间设计和公共空间设计为例,运用人机工程学原理进行分析,文中还涉及到一些新的设计理念如通用设计等。

本书的内容具有三个主要的特点:①注重设计理论的应用性,作者力求兼顾到人机工程学应用的各个方面,为读者展现人机工程学作为一个边缘交叉学科的特点;②论述范围比较广,书中实例涉及到的专业范围有工业设

计、艺术设计、工业工程、机械设计、室内设计、展示设计、汽车工程等,体现了人机工程学在工业生产中的重要地位和作用;③前瞻性,编者对设计案例的分析在很多方面都结合了自己的科研实践,对人机工程学的新发展作出了有益的探索性分析。总之,本书在内容上信息量较大,所涉及专业范围较广,实例分析深入浅出,力求贴近生活和专业特点,并就人机工程学的发展向读者提供了自己的宝贵经验。

由于本书的应用性较强,可以作为高等院校工业设计和艺术设计专业的人机工程学教材,也可选做机械、工业工程、室内设计、展示设计、汽车工程等专业的本科生、硕士生选修课的教材或参考书。

本书由天津科技大学机械工程学院张峻霞主持编著,王新亭编著了第1章~第4章,参加编著的还有:天津科技大学机械工程学院白仁飞老师(第6章)、张琳老师(第7章)。天津科技大学机械工程学院张芸芸、王泽等研究生在本书的成书过程中做了很多工作,国防工业出版社管明林同志也对书稿提出了许多宝贵的意见和建议,编者在此向他们表示诚挚的谢意。由于时间仓促和编者水平的局限,书中难免有纰漏和欠妥之处,诚挚期盼同行和广大读者批评指正。

编者
2009年9月

目 录

第1章 人机工程学概论

1.1 人机工程学的基本内涵	1	1.3 人机系统与人机工程设计	9
1.1.1 人机工程学的命名	1	1.3.1 人机系统	9
1.1.2 人机工程学的定义	1	1.3.2 人机工程设计	10
1.1.3 人机工程学的理论知识体系	3	1.4 人机工程常用软件介绍	12
1.1.4 研究内容与方法	4	1.4.1 计算机辅助人机工程 设计	12
1.2 人机工程学的形成与发展	4	1.4.2 常用人机工程设计 分析软件简介	14
1.2.1 经验人机工程学	5	1.4.3 计算机辅助人机工程 设计流程	15
1.2.2 科学人机工程学	6		
1.2.3 现代人机工程学	7		
1.2.4 我国人机工程学的发展	8		

第2章 人体尺寸及在设计中的应用

2.1 人体测量学	17	2.2.2 群体人体尺寸测量的 统计特征与特性	23
2.1.1 人体测量学与产品设计	17	2.2.3 人体尺寸分布描述	27
2.1.2 人体形态测量数据 类型	18	2.3 产品设计中人体尺寸数 据的应用方法	27
2.1.3 人体测量基本术语	19	2.3.1 我国成年人人体结构尺寸	27
2.1.4 人体测量方法与常用 仪器	21	2.3.2 我国成年人人体功能尺寸	35
2.2 人体尺寸及其特性	23	2.3.3 人体尺寸数据的应用方法	37
2.2.1 人体尺寸的差异性	23	2.3.4 人体模板与三维人体模型	43

第3章 设计中的其他人因要素

3.1 坐姿生理解剖基础	46	3.1.3 坐姿生物力学	49
3.1.1 坐姿工作的影响	46	3.2 座椅设计的人机学要求	53
3.1.2 脊柱形态及生理效应	46	3.2.1 座椅的一般功能尺寸	53

3.2.2 功能尺寸设计的人机学要求	53	3.4.4 听觉显示设计	71
3.2.3 国标《工作座椅的一般人类工效学要求》简介	56	3.5 人的施力和运动输出特性	72
3.2.4 设计案例	57	3.5.1 人体的施力	72
3.3 人的视觉与听觉	58	3.5.2 人体肢体运动输出特性	76
3.3.1 人的视觉	59	3.6 操纵装置的人机学设计原则	80
3.3.2 人的听觉	64	3.6.1 操纵器设计的人机工程学因素	80
3.4 显示装置的人机学设计原则	67	3.6.2 操纵器的编码	81
3.4.1 显示装置的类型	67	3.6.3 操纵器的布置原则	84
3.4.2 仪表显示设计	67	3.6.4 操纵器与显示器的相容性	85
3.4.3 信号显示与电子显示设计原则	71	3.6.5 部分常见操纵器的设计	87

第4章 人机工程学在数控机床及工具设计中的应用

4.1 人机系统的组成及人机系统设计	90	4.2.4 机床的造型与人机工程学	104
4.1.1 数控机床简介	90	4.3 手工工具设计	106
4.1.2 人机系统组成	93	4.3.1 与工具使用有关的手部疾患	106
4.1.3 人-机床系统设计	94	4.3.2 手工工具设计原则	107
4.2 数控机床的人机工程设计	96	4.3.3 设计案例	110
4.2.1 数控机床人机界面设计的目标	97	4.4 安全性设计与维修性设计	111
4.2.2 数控机床的人机界面	97	4.4.1 安全性设计	111
4.2.3 机床色彩的人机工程学设计与应用	103	4.4.2 维修性设计	116

第5章 人机工程学在交通工具设计中的应用

5.1 汽车人机工程设计	118	5.1.3 人体操纵范围及操纵装置的布置	125
5.1.1 车身设计中人体模型概述	119	5.1.4 人车视野设计	126
5.1.2 汽车驾驶姿势的舒适性 与座椅设计	123	5.1.5 头廓包络线	129
		5.1.6 汽车事故与人的作业研究	130

5.2 自行车人机工程设计	131	5.3 人机工程学在轨道交通	
5.2.1 自行车的组成	131	工具中的应用	141
5.2.2 影响自行车性能的		5.3.1 安全性方面	142
人体因素	133	5.3.2 驾驶员的适宜性	144
5.2.3 自行车设计中与人体		5.3.3 车厢内布局及乘员的	
相关的结构要素	134	舒适性	145
5.2.4 自行车安全性能	139	5.3.4 环境标识设计的优化	146
5.2.5 自行车人机工程设计		5.3.5 车辆的噪声控制及车内	
计算实例	140	小气候环境的控制	147

第6章 人机工程学在电子通信 产品设计中的应用

6.1 电子通信产品中的人机		界面设计	160
交互特点	149	6.3.1 什么是软件界面	160
6.1.1 电子通信产品的特点	150	6.3.2 UI 的兴起和发展	161
6.1.2 电子通信产品中的人机		6.3.3 电子通信产品 UI 界面的	
交互设计	152	发展趋势	162
6.2 电子通信产品中的物理		6.4 设计实例分析:手机产品	
界面设计	155	的人机交互设计	163
6.2.1 什么是物理界面	155	6.4.1 手机的发展过程以及	
6.2.2 电子通信产品物理		人机交互的重要性	164
界面的发展趋势	159	6.4.2 手机界面的人机交互设计	164
6.3 电子通信产品中的软件		6.4.3 手机界面的开发设计过程	168

第7章 人机工程学在空间环境 设计中的应用

7.1 作业空间中的布局与		7.2.1 厨房空间设计	174
工位设计	171	7.2.2 卫生间的空间设计	179
7.1.1 作业空间设计的基本		7.3 公共空间设计	181
概念	171	7.3.1 体育场馆的空间设计	181
7.1.2 作业空间设计布局的		7.3.2 国家大剧院的空间设计	183
基本原则	171	7.3.3 博物馆的空间设计	187
7.1.3 作业面高度设计	173	7.3.4 其他公共空间中的	
7.2 家居空间设计	174	人机工程学的应用	200

第8章 通用设计

8.1 通用设计的概念	203	8.3.1 通用设计与无障碍设计	210
8.2 通用设计的理论依据及原则	205	8.3.2 通用设计的主要特征	211
8.2.1 通用设计的理论依据	205	8.4 通用设计实例	211
8.2.2 通用设计的原则	206	8.4.1 家用灭火器“CASSO”	211
8.3 通用设计的主要特征	210	8.4.2 丰田 raum 轿车	212
参考文献	215		

第1章 人机工程学概论

1.1 人机工程学的基本内涵

1.1.1 人机工程学的命名

人机工程是一门应用领域广泛的综合性交叉学科。由于该学科涉及范围的广泛性、内容的综合性及研究侧重点的多样性,目前国际上尚无统一的术语,其名称呈现多样化的特点。国际上不同地域习惯采用的名称有所不同:

(1) Ergonomics:中文通常译为“人类工效学”,简称“工效学”。是出现最早、应用最广泛的名称,欧洲各国习惯采用,其他国家多引用此名称。“Ergonomics”一词由希腊语词根“Ergo”(工作、劳动)和“Nomics”(规律、规则)组合而成,其义为劳动的科学。

(2) Human Factors:译为“人的因素(学)”,简称“人因学”,美国习惯采用此英文名称。由此派生的名称 Human Factors Engineering 多译为 人因工程(学);Human Engineering 多译为 人体工程学。部分国家和地区依此英文名称翻译。

(3) Engineering Psychology:工程心理学,俄罗斯习惯采用。

(4) 人间工学:日本使用的汉字名称。

人机工程学在我国起步较晚,该学科在国内的名称也尚未统一。除了在工程技术学科领域较普遍的人机工程学外,也有使用人体工效学、人因工程学、人体工程学等名称。需要注意的是名称不同,反应了研究方向侧重点的不同,但基础的知识理论是共通的。

1.1.2 人机工程学的定义

人机工程学的定义也如同其名称,尚未有统一的定义。伴随着学科的发展,很多学者给出自己的定义,由于受各自研究及应用领域不同的影响,这些表述呈现侧重点和倾向性不同的差异。

苏联的学者将人机工程学定义为:人机工程学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,从而提高人的工作效率,同时创造舒适和安全的劳动环境,保障人的健康,使人从生理上和心理上得到全面发展的一门学科。

美国著名人机工程学及应用心理学家 A. 查帕尼斯(A. Chapanis)1985 年给出如下定义:为追求生产效率、安全、舒适及更有效的人体效能(Human Use),人机工程学探究(Discover)并利用关于人的行为、能力、局限及其他有关特征的信息,进行工具、机械、系统、任务、工作及环境的设计。

国际人类工效学学会(International Ergonomics Association, IEA)作为权威学术组织,在其 2000 年 8 月的会议上采用了新的定义如下:

人机工程学是研究系统中的人及其他组成部分之间相互关系的学科,且是一门运用有关理论、原理、方法和数据进行设计,以尽可能使人身心更加健康愉悦且系统的整体效能最优的专业领域。

IEA 进一步阐述了学科从业人员的研究工作内容,指出:人机工程学者致力于任务、工作、产品、环境及系统的设计及评估,以使其与人的需求、能力及局限相匹配。

纵观人机工程学的各种定义,可以看出以下共同点:

(1) 从系统的角度着眼,而不是孤立地研究人、机、环境。在人-机-环境系统中,人机工程学研究直接对象是该系统的子系统,即人-机关系或人-环境关系。

(2) 基于优化的思想,目标是追求系统效能的优化,即人机工程学研究的目的如何达到人的安全、舒适和系统效能的最优化。

需要注意的是,由于人机工程学与工业生产领域有着深厚的渊源,因此很多定义都突出了“工业生产”这一背景,此时“系统效能”核心指标为“人的工作效率”或“人体作业效能”,这正是很多定义论述中将“工作效率的优化”作为研究目的原因之一。但从人机工程学的应用领域来看,应当还包括人们在家庭生活、休闲等非工业生产场合,此时“系统效能的最佳化”理解为人在使用操作产品、用具时的人机关系融洽(即人使用产品时感到安全舒适)更为贴切。

简单地说,人机工程的目标可归纳为两个:①侧重提高活动或工作效率;②侧重改善人们的生活水平。

理解人机工程的定义,还需要注意的是:

(1) 人-机关系中的“机”含义的广泛性。“机”不仅代表机器,而是泛指一切与人产生交互关系的产品,如计算机、办公设备、工具等。

(2) 环境的研究范畴。环境一词本身含义很广,但人机工程学研究的主要是微观环境的要素。如照明、噪声、温度、湿度、色彩等对人的影响。

(3) 人体作业效能具有个体差异性,且可分成极限与舒适效能两个层次。极限效能表征着人的能力极限,甚至是超常发挥,具有不稳定性且容易对人身心造成伤害。

1.1.3 人机工程学的理论知识体系

人机工程学是一门应用性较强的技术性科学,其知识体系强调理论与实践的结合,已经成为设计领域的思想和科学基础。人机工程学具有明显的交叉性与综合性,从总体上看,人机工程学的理论知识体系可以看成是“人体科学”、“技术科学”与“环境科学”之间的有机融合(见图1-1)。

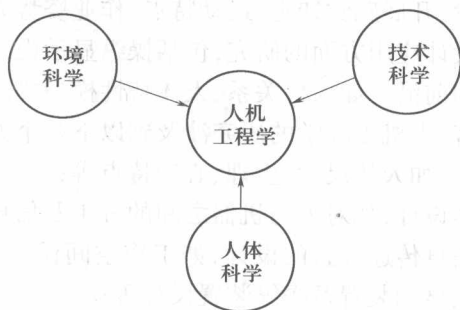


图1-1 人机工程学学科体系

人体科学范畴内与人机工程学关系较为密切的包括心理学、生理学、解剖学、人体测量学、人体生物力学等学科。例如,心理学研究人的“心理因素”,即研究人对信息的接受、贮存、加工,以及在此基础上如何做出决定和执行决定等问题。这为人机工程学全面考虑“人的因素”,从而对人机系统的设计、使用提供更全面的依据。解剖学提供了人的肢体所能发挥的力量及肌肉关节等的动作限度的资料,这将有助于人机系统的设计。生理学研究人体各方面的机能和效率。人机学常常应用它们的研究结果来提高人机系统设计的质量。

环境科学为研究人与环境的关系提供了支撑。比如环境卫生学与保护学研究人与环境之间的辩证统一关系、环境与机体的相互作用、人对环境有害因素反应的特征,以创造良好的工作环境和保证人体正常的生理活动,全面达到提高人机系统的工作效率的目的。对环境中的色彩设计、噪声、温度、照明、湿度等方面的研究更有利于人在工作生活环境中的身心健康、舒适、安全、高效,从而实现最佳的人-机-环境系统效能。

技术学科研究的往往是工程技术设计的具体内容和方法,人机学所要解决的不是这些设计中的具体技术问题,而是工程设计如何才能适合于人的使用的问题,并从这个角度出发,向设计人员提供必要的参数和要求,使设计更加合理,更适合于人的生理和心理要求。工业设计、工程设计、机械工程、系统工程、管理工程等技术学科领域都是人机工程的重要应用领域。由上所述可知,人机学作为一门新兴学科,与许多邻近学科既有密切的相互联系,又有它独特的理论体系和研究方法。

1.1.4 研究内容与方法

由于世界各国的工业基础与经济发展速度不同,世界各国对于人机工程学的研究侧重点也有所不同。总体上来说,各国对人机国内工程的研究大致有如下一般规律:

- (1) 从人体测量、环境因素、作业强度和疲劳等基础方面着手;
- (2) 经过基础阶段,开展感觉知觉、运动特点、作业姿势方面的研究;
- (3) 工业与工程设计应用方面的研究,包括操纵显示设计、人机系统设计等;
- (4) 人机工程学的前沿。如人机关系、人体特性模型等。

对工业设计师而言,人机工程学的研究涉及到以下几个方面:

- (1) 人的特性研究,如人体尺寸、生理、心理特点等;
- (2) 人机系统总体设计,如对人与机器之间的分工及信息交流等问题的研究;
- (3) 工作场所和信息传递装置的设计,如工作空间设计、座位设计、工作台设计、作业场所总体布置、显示装置及操纵装置设计等;
- (4) 环境控制与安全保护设计,如控制噪声、照明、温度等作业环境条件符合操作人员要求,机械装备的安全防护装备设计等。

目前常用的研究方法有:

- (1) 观察法,如对工人操作动作的分析、工艺流程分析等大都采用观察法;
- (2) 实测法,借助仪器实际测量;
- (3) 实验法,一般在实验室或现场进行;
- (4) 模拟和模型实验法。在进行人机系统研究时常采用模拟的方法,模拟方法包括各种技术和装置的模拟,如操作训练模拟器、机械的模型及各种人体模型。在车辆碰撞研究的人机系统研究中就常用到这种模拟和模型的实验方法;
- (5) 计算机数值仿真法,即在计算机上利用系统的数学模型进行仿真性实验研究,以缩短设计周期、降低成本;
- (6) 分析法,在获得的资料与数据基础上进行有关分析。包括瞬间操作分析法、知觉与运动信息分析法、动作负荷分析法、频率分析法、危象分析法、相关分析法等;
- (7) 调查研究法。

1.2 人机工程学的形成与发展

自从人类学会了制造工具,改造环境,人和“人造物”之间的人机关系问题就产生了。于是在人类社会漫长的发展历程中,人们的实践活动逐渐积累了一些处理人机关系和人机矛盾的朴素、零散的想法和做法,但这些都不足以使人机工程学

称为一门学科。工业化时代以前,在人与机二者之间,人处于优势地位,人机关系矛盾不突出。

本学科的起源可以追溯到 19 世纪末 20 世纪初期。工业时代的早期,规模化工业生产方式改变了人机关系的协调性,在生产实践中人必须适应机器。于是,人和机器之间出现对抗性矛盾,在这种背景下“使机器适应人”的人机工程学思想开始产生。

英国是开展人机工程学研究最早的国家,但奠基性工作实际上是在美国完成的。因此,有人机工程学“起源于欧洲,形成于美国”之说。从本学科产生至今,大致经历了以下三个阶段。

1.2.1 经验人机工程学

工业革命后,人们所从事的劳动在负荷和复杂程度上都发生了很大变化。于是,19 世纪末开始,人们开始探讨提高工作效率的问题,关注人的能力和所使用工具之间的关系,从而进入了有意识研究人机关系的阶段。这一阶段是人机工程学诞生前的启蒙与萌芽阶段。

在一定意义上说,工业生产领域对劳动效率的苛刻追求孕育了人机工程学,吉尔布雷斯夫妇及泰勒从提高工作效率的角度出发,在科学实验的基础上对“劳动中的”人的因素进行了研究,率先开展了动作与时间研究。动作与时间研究是指用系统、科学的方法测定、分析和研究作业动作与时间,以获得最佳的工作方法。动作与时间研究由动作研究和时间研究两部分组成。动作研究的主要发明者是吉尔布雷斯夫妇。动作研究又称“方法研究”或“工作方法设计”,其主要内容是通过各种分析手段发现、寻求最经济有效的工作方法。时间研究的主要发明者是泰勒,时间研究又称“作业测量”或“工作测量”,其主要内容是通过科学方法测定工作的实际时间,以此作为制定工作定额、核算成本、计划生产以及检验工作方法效率等的基础。

泰勒为挖掘工人劳动潜力,开展了工作时间研究,研究人们在工作期间各种活动的时间构成,动作的合理性。其理论中的很多方面都涉及了人机关系及提高工作效率问题,奠定了人机工程学的发展。1898 年他从提高工作效率的角度出发,对利伯恒钢铁公司的工人使用铁锹铲煤(或矿石)作业进行了研究。他发现每次铲运的最适宜重量为 10kg 左右,并找出了铁锹的最佳设计。可以说,这是一种基于研究的人机工程分析与设计方法。同时,他还进行了操作方法的研究,找出了剔除不合理动作的“标准操作方法”和相应的工时定额,提高了工作效率,为其创立科学管理理论奠定了基础。1911 年吉尔布雷斯夫妇通过摄像方法对工人的砌砖作业进行了研究,通过去除无效动作,使砌砖速度大大提高。这些研究成果一度被资本家用来增加工人的劳动强度,迫使生产线工人操作拼命去适应机器

的速度。艺术大师卓别林的《摩登时代》生动地讽刺了这种缺乏人性化的生产景象。

在经验人机工程学阶段,研究者多为心理学家,其中最突出的代表是工业心理学的主要创始人,心理学家雨果·闵斯特伯格(Hugo Münsterberg)。闵斯特伯格指出心理学家在工业中的作用应该是:帮助发现最适合从事某项工作的工人;决定在什么样的心理状态下,每个人才能达到最高产量;在人的思想中形成有利于提高管理效率的影响。在其代表作《心理学与工业效率》一书中,他对人员甄选、职业伦理、工作绩效的心理因素以及广告心理等各方面均有所探讨,提出了心理学对在工作中的适应与提高工作效率的重要性。由于此时本学科研究偏重于心理学,因此这一阶段本学科多被称为“实验心理学”。该阶段人机关系研究的特点是,以机器为中心进行设计,以“选拔和培训”的方法处理人机之间的关系,使人适应机器。在此期间的研究成果为人机工程学学科的形成打下了良好的基础。

1.2.2 科学人机工程学

从泰勒到闵斯特伯格的理论和研究都没有明确提出“使机器适应人”的思想,而是更多地强调“使人适应机器或工作”。第二次世界大战中尖锐的军械问题,对这一思想提出了挑战。在第二次世界大战期间,由于战争的需要,许多国家大力发展高性能的新式武器装备。但由于片面注重工程技术方面的研究,沿袭了“人适应机器”的思路,没有意识到人的各种能力(包括运动、生理、心理能力等)是有极限的,超过这个限度,即使经过严格选拔与大量训练,使用者对于复杂装备的操作也会力不从心,难以适应,导致事故率急剧增加,由操作失误导致失败的事例屡见不鲜。据统计,美国在这场战争中发生的飞机事故,90%是人为因素造成的。之所以出现这样的后果,很大一部分原因在于武器装备设计中对“人的因素”特别是“人的能力极限”的忽视,出现不合理的设计。例如战斗机中座舱及仪表板位置设计不符合人的感知特性,给飞行员带来过大的“心理负担”(见图1-2),容易造成飞行员的误读数和误操作。失败的教训使人们认识到,人的能力是不能无限度地提升的,因此只要求“人适应机器”是不适宜的。只有机器的设计符合使用者的生理、心理特性和能力限度,才能发挥其高效能。于是,人们提出“使机器适应人”的思想,人机关系的研究从“人适机”转入“机宜人”的新阶段。

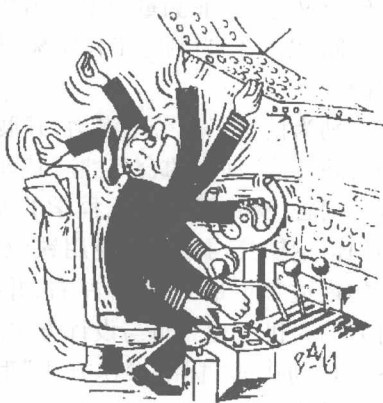


图1-2 仪表板设计不当加重
飞行员心理负担示意图

从此,工程技术才真正与生理学、心理学等人体科学结合起来。而且军事领域对“人的因素”的重视、研究与应用,极大地推动了本学科的发展。

第二次世界大战结束后,人机工程学的应用与研究领域转向工业生产领域,在军事领域积累的人机关系研究成果被广泛用来解决工业与工程设计中的问题,如汽车、机械设备、生活用品的生产与设计。1949年,英国成立了第一个人机工程学科研究组。1950年2月16日在英国海军部召开的会议上通过了人机工程学(Ergonomics)这一名称,正式宣告人机工程学作为一门学科的诞生。这一时期陆续出版的著作推动了人机工程学理论体系的完善。1949年A.查帕尼斯等人出版了《应用实验心理学—工程设计中人的因素》一书,总结了第二次世界大战期间的研究成果,系统论述了人机工程学的基本理论和方法,为人机工程学奠定了理论基础。1954年伍德森发表《设备设计中的人类工程学导论》。1957年麦克考密克(E. J. McCormick)出版了《人类工程学》一书,该书被多个国家作为大学教材广泛使用。另外,一些学术组织在这一时期也相继成立凸显了学术界对人机工程学的承认。德国、美国相继成立人机工程学学会,德国、英国、美国等国的一些大学与机构也开展了不少人机工程学方面的研究,例如英国的劳勃路技术学院,美国的哈佛大学、麻省理工学院等。1959年,国际工效学学会成立。

1.2.3 现代人机工程学

经过战后的重建,到了20世纪60年代,欧美各国经济进入大规模的快速发展时期,科学技术飞速发展,使人机工程学获得了更多的发展机遇,进入了快速全面发展的时期。例如,计算机应用的普及,带来计算机的人机界面设计问题及人机关系的复杂化。航天发展的需求,为人机工程学提出失重状态下如何操作,宇航系统的设计等问题。企业以人机工程学的思想为指导,进行产品的人性化设计。人机工程学研究与应用领域也逐步扩展到生活领域,大众开始熟悉并接受人机工程学的思想理念。应用与研究领域的拓展为本学科的发展提供了广阔的空间,也不断对人机工程学提出新的要求与课题。二十世纪五六十年代,科学领域中的系统论、信息论、控制论相继成立与发展,对多种学科的思想有所影响,人机工程学也受到了“三论”,特别是系统论的影响。自60年代至今,可以称为现代人机工程学阶段。

随着人机工程学的研究范围与应用领域不断扩大,从事本学科研究的专家涉及的专业与学科越来越多,包括解剖学、生理学、心理学、工业与工程设计、建筑与照明工程、管理工程、物理学、数学等专业领域。多学科专家的密切合作,共同努力体现了本学科的交叉性,也是现代人机工程学发展的一大特点。相对于早期人机工程学侧重于选择和训练特定人员,使之适应工作要求的研究,强调机械装备等产品设计中,使机械的操作在人的能力极限之内也是一大特点。现代人机工程学的

指导思想深受系统论影响,将人、机、环境作为一个完整的系统,研究人与机或环境的最佳匹配,以保证人的身心愉悦健康及系统效能的最优化。

在国际人机工程学学会的协调下,世界各国人机工程学学会纷纷与其建立了联系。国际标准化组织(ISO)在1975年成立人机工程学标准技术委员会,制定了多个标准草案或建议,各国也纷纷制定了本国的人机工程学标准。这些标准的制定既反映了人机学的研究成果的应用价值,也为相互交流奠定了基础。

1980年以后,人机工程学已形成一门完整的学科体系,其理论与实践随着专业教育的发展,人才的不断涌现而进一步拓展到了社会生活的各个层面。伴随着信息时代计算机领域的发展,日益增多的具有一定“自主性”智能机器导致人机关系发生弹性化的演变,呈现出人机交互性增强的趋势,单纯要求“机器适应人”是不够的。在人机相互适应的目标下,人机工程学不仅仅关注生产生活中人的安全、健康、效率,更注重人的满意度、舒适感、成就感。总而言之,人机工程学在使科学技术人性化方面将发挥更大的作用。

1.2.4 我国人机工程学的发展

英国、德国、美国,还有苏联、法国、日本等国家是世界上发展人机工程学较早的国家。现在世界上工业与科技较发达的国家均建立了本国的国家级人机工程学学术团体。

我国的人机工程学发展的基础工作是在工业心理学领域开始的。1935年,著名工业心理学家陈立出版的《工业心理学概观》是我国第一本系统介绍工业心理学的专著。人机工程学在我国的发展在解放前比较慢,到了20世纪60年代,也只在中科院、军事科学院等少数单位进行军事与国防领域的研究。20世纪70年代末才进入较快的发展时期。

随着我国经济发展、科技的进步与对外开放,人们逐渐认识到人机工程学研究对国民经济的重要性。应用与研究范围有了广泛的扩展,工农业、交通运输、医疗卫生、教育系统等国民经济的各个部门都有所涉及。人机工程学与工程技术及相关学科的交叉渗透也由此日益加强。1980年4月,国家标准局成立了全国人类工效学标准化技术委员会,统一规划、研究和审议全国有关人类工效学的基础标准的制定。1984年,国防科工委成立了国家军人-机-环境系统工程标准化技术委员会。这两个技术委员会的建立,有力地推动了我国人机工程学研究的发展。同时在我国的一些学会或行业中,也建立了人机工程学方面的学会或专业委员会。如机械工业系统1980年成立工效学学会;冶金系统1985年成立人机学会;中国工业设计协会也于1985年成立下属的人机工程专业委员会。中国人类工效学学会1989年6月成立,并于1991年成为IEA会员。