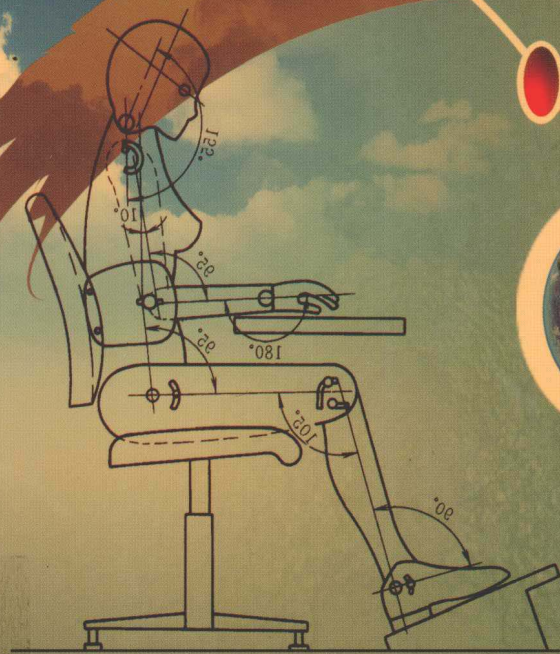


● 姚建 田冬梅 主编

ANQUAN
RENJI
GONGCHENG
XUE

安全人机工程学



煤炭工业出版社

安全人机工程学

姚 建 田冬梅 主编

煤炭工业出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

安全人机工程学/姚建, 田冬梅主编. --北京: 煤炭工业出版社, 2012

ISBN 978-7-5020-3996-7

I. ①安… II. ①姚… ②田… III. ①安全工程-人-机系统 IV. ①X912.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 008579 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn
北京房山宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm^{1/16} 印张 23^{3/4}

字数 563 千字 印数 1—2 000

2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

社内编号 6819 定价 36.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

前 言

安全人机工程学是安全工程专业的必修课程，是一门在工程心理学的基础上衍生、发展而成的新兴科学，主要研究如何使人、机和人机接合面系统的设计符合人的生理结构和心理特点，以实现人和机之间的最佳匹配，使处在不同条件下的人能安全、舒适和高效地进行工作和生活。本书从解决“人”与“物”之间界面关系的角度，研究导致活动者伤亡病害等不利的因素作用机理和预防与消除方法的依据等，同时为工程技术设计者提供人体的数据与要求，以这些数据和要求指导工作人员进行具体人机工程设计，从而在实现生产效率的同时确保劳动者的安全舒适高效目标。本书可培养学习者的安全人机系统设计、人机系统安全分析与评价等方面的基本能力。通过本书的学习，使学习者了解安全人机工程的基本原理和基本概念，系统地掌握安全人机工程的基本方法和设计准则，以便为今后的学习和研究奠定坚实的基础。

本书由华北科技学院姚建和田冬梅组织编写，全书共分为八章，第一章介绍了人机工程学和安全人机工程学的概念和发展过程；第二章介绍了人的体能特点、人体测量的基本知识、生物力学因素、人体的动作反应和人的个体行为；第三章介绍了人机特性、人机系统可靠性和安全装置；第四章介绍了显示器、控制器和安全人机系统中的作业环境；第五章介绍了安全人机工程设计原则；第六章介绍了安全人机工程设计理念与方法；第七章介绍了产品形态安全人机设计及发展趋势；第八章从工业生产、道路交通、煤矿生产和日常生活等方面进行了产品设计。

在此，对本书所引用的文献与资料的单位和作者表示衷心的感谢。

因撰者学识和水平所限，错误之处在所难免，衷心期盼同行专家与读者批评指正。

编 者

2012年1月

目 次

1 绪论	1
1.1 人机工程学	1
1.1.1 人机工程学的概述	2
1.1.2 人机工程学的研究内容与方法	6
1.1.3 人机工程学体系及其应用	8
1.1.4 人机系统与人机工程设计	9
1.2 安全人机工程学的形成与发展	14
1.2.1 安全人机工程学的定义	14
1.2.2 安全人机工程学的内涵	14
1.2.3 安全人机工程学的发展	15
1.3 安全人机工程学	15
1.3.1 安全人机工程学的定义	15
1.3.2 安全人机工程学研究的对象	16
1.3.3 安全人机工程学研究的内容	17
1.3.4 安全人机工程学研究的特点	17
1.3.5 安全人机工程学的研究方法	18
1.3.6 安全人机工程学的研究目的与任务	19
1.4 安全人机工程学与相关学科的关系	21
1.4.1 与人机工效学的关系	21
1.4.2 与安全管理心理学的关系	21
1.4.3 与人体测量学及生物力学的关系	22
1.4.4 与安全工程学的关系	22
1.4.5 与人体生理学及环境科学的关系	23
1.4.6 与其他工程技术科学的关系	23
1.5 安全人机工程学与产品设计	24
1.5.1 产品设计简介	24
1.5.2 产品设计中的人机工程学	25
1.6 安全人机工程学的产生与展望	36
1.6.1 安全人机工程学的产生	36
1.6.2 安全人机工程学的展望	37
1.6.3 安全人机工程学发展新趋势	38

2 安全人机参数	43
2.1 人的体能特点.....	43
2.1.1 作业时域.....	43
2.1.2 作业持续时间.....	47
2.1.3 工作间歇休息.....	48
2.1.4 睡眠缺失程度.....	49
2.1.5 轮班模式.....	50
2.1.6 作业疲劳.....	52
2.2 人体测量的基本知识.....	57
2.2.1 中国人体尺寸比例计算法.....	57
2.2.2 人体测量数据的应用.....	60
2.2.3 主要人体尺寸的应用原则.....	65
2.2.4 人体尺寸的应用方法.....	68
2.2.5 其他国家成年人人体尺寸.....	69
2.3 生物力学因素.....	72
2.3.1 运动系统的机能及其特征.....	72
2.3.2 视觉机能及其特征.....	74
2.3.3 听觉机能及其特征.....	79
2.4 人的动作特性.....	80
2.4.1 人的动作反应时间.....	80
2.4.2 人体动作的灵活性.....	82
2.4.3 人体动作的准确性.....	83
2.4.4 运动速度与准确性.....	83
2.4.5 盲目定位运动的准确性.....	83
2.5 人的个体行为.....	84
2.5.1 个体角度的人员行为机理.....	85
2.5.2 青年骑行者的主要心理行为特点对交通安全的影响分析.....	86
2.5.3 青年人心理过程特性.....	87
2.5.4 青年人心理行为特征分析.....	87
2.5.5 影响青年人骑车安全行为的对策.....	91
3 安全人机特性	93
3.1 人机系统中人的特性.....	93
3.1.1 人的生理特性.....	94
3.1.2 人的心理特性.....	112
3.2 适合人体姿势的特性设计.....	116
3.2.1 作业区域的基本要求.....	116
3.2.2 作业姿势的记录与评估.....	124

3.2.3 为手的设计	135
3.2.4 实例分析与研究：计算机显示高度对人颈部姿势的影响	138
3.3 工作人员的选拔	139
3.3.1 人机特性比较	139
3.3.2 人机配合	140
3.4 安全装置	142
3.4.1 安全装置的作用	142
3.4.2 安全装置的防护重点	143
3.4.3 安全装置的设计	144
3.4.4 安全装置的分类	147
3.4.5 安全装置的选择	148
3.5 人机结合面	148
3.5.1 显示装置	149
3.5.2 可视化信息设计	149
3.5.3 控制与控制器	150
3.6 人机系统的可靠性	150
3.6.1 可靠性的定义及其度量	151
3.6.2 人的可靠性	153
3.6.3 机器的可靠性	154
3.6.4 人机系统的可靠度计算	154
3.6.5 提高人机系统安全可靠性的途径	157
4 人机结合面	158
4.1 显示与显示器	158
4.1.1 人机相互作用的信息分析	164
4.1.2 信息显示设计	164
4.1.3 视觉显示	167
4.1.4 听觉显示	170
4.1.5 听觉显示主要研究领域	171
4.1.6 基于电话的用户界面	171
4.2 可视信息设计	172
4.2.1 文字标记	173
4.2.2 电子显示器的字母与数字	174
4.2.3 显示式样	176
4.2.4 图形符号	177
4.3 控制与控制器	181
4.3.1 控制器的类型与选择	181
4.3.2 控制器设计的一般原则	182
4.3.3 控制器的形状和式样	184

4.3.4	控制器的尺寸和操作行程	186
4.3.5	操纵器的识别编码	186
4.4	安全人机系统中的作业环境	188
4.4.1	微气候	189
4.4.2	环境照明	191
4.4.3	色彩调节	192
4.4.4	环境噪声	194
5	安全人机工程设计原则	197
5.1	以人为中心设计的原则	197
5.1.1	以人为中心设计概述	197
5.1.2	以人为中心设计的意义	202
5.1.3	如何进行以人为中心设计	204
5.1.4	以人为中心设计的实例	219
5.2	产品人性化设计的原则	226
5.2.1	注重可视性	227
5.2.2	建立正确的匹配关系	227
5.2.3	考虑可能出现的人为差错	229
5.2.4	适当采用标准化	229
5.2.5	利用自然和人为的限制性因素	230
5.3	绿色设计的原则	230
5.3.1	绿色设计概述	230
5.3.2	绿色产品造型设计	232
5.3.3	绿色产品结构设计	232
5.3.4	绿色产品材料设计	233
5.4	全生命周期设计的原则	233
5.4.1	生命周期设计的概念	234
5.4.2	生命周期设计的方法	235
5.4.3	生命周期设计的发展趋势	235
5.4.4	城市轨道交通项目全生命周期设计理念研究	236
6	安全人机工程设计理念与方法	241
6.1	安全文化理念	241
6.1.1	安全文化理念与安全生产的关系	241
6.1.2	大众安全文化	243
6.1.3	民爆企业安全文化理念	247
6.1.4	建筑企业安全文化理念	250
6.1.5	矿山安全文化理念	251
6.2	安全人机工程中的共用性设计理念	253

6.2.1 共用性设计概述	253
6.2.2 共用性设计的心理需求及其社会意义	255
6.2.3 共用性设计与安全人机工程学设计的关系	257
6.2.4 共用性设计遵循的原则	258
6.2.5 产品共用性设计的优先次序	258
6.2.6 共用性设计实例	260
6.3 安全人机工程设计的方法	266
6.3.1 调查法	266
6.3.2 观察法	270
6.3.3 实测法	272
6.3.4 实验法	273
6.3.5 分析法	274
6.3.6 心理测量法	275
6.3.7 心理测验法	275
6.3.8 图示模型法	277
6.3.9 计算机仿真	279
6.3.10 其他分类方法	281
7 产品形态的安全人机工程学设计	282
7.1 概述	282
7.1.1 产品形态的定义	282
7.1.2 产品形态的特征	283
7.1.3 产品形态的表现要素及意义	285
7.1.4 产品形态的作用	288
7.1.5 影响产品形态的因素	290
7.1.6 产品形态与功能的关系	293
7.2 产品形态安全人机设计	297
7.2.1 人机与形态	297
7.2.2 人体测量学	298
7.2.3 虚拟人	299
7.2.4 人机交互	299
7.2.5 容错设计	301
7.3 产品形态人机设计发展趋势	302
7.4 基于数据信息的产品形态设计过程	305
7.5 形态设计的评价指标	308
7.6 基于安全人机工程学的形态设计的应用	309
7.6.1 飞机驾驶舱的形态设计	309
7.6.2 船用通信组合机柜的形态设计	310
7.6.3 新型多功能吸尘器的形态设计	312

8 安全人机工程产品设计	318
8.1 工业生产安全人机工程设计	318
8.1.1 硫酸控制室安全人机工程的研究内容	318
8.1.2 安全人机工程学在挖掘机驾驶室中的应用	320
8.1.3 安全人机工程学在建筑施工安全事故预防中的应用	323
8.2 道路交通安全人机工程设计	326
8.2.1 汽车的人机系统设计	326
8.2.2 彩色路面在交通安全中的应用	336
8.3 煤矿生产安全人机工程设计	342
8.3.1 煤矿井下人一机—环境系统的特点	342
8.3.2 应用安全人机工程学实现矿井安全生产的措施	343
8.3.3 基于安全人机工程学的煤矿机械设计	344
8.3.4 刮板输送机安全人机工程研究	352
8.3.5 安全人机工程学在确定合理巷道断面尺寸中的应用	354
8.4 日常生活中的安全人机工程设计	354
8.4.1 中国传统人机工程学思想实例—明椅的设计	355
8.4.2 人机工程学在数码相机设计中的应用	359
8.4.3 基于人机工程学的健身踏步滑板车的设计与应用	362
参考文献	369

1 绪 论

1.1 人机工程学

劳动创造了人。在设计概念的产生过程中,劳动起着决定性的作用。远祖时代,人类的生存环境是极为严酷的,人们不但受到洪水、严寒等自然灾害的威胁,还常常遭到野兽的袭击。而人类为了自身的生存就必须与自然界作斗争,因此,人类最早的设计工作就是在受威胁的情况下为保护生命安全而开始的。人类最初只会用天然的石块或棍棒作为工具,以后渐渐学会了拣选石块、打制石器,作为敲、砸、刮、割的工具,如图1-1所示。人类的设计就是在满足生存最基本需求的工具的基础上发展起来的。

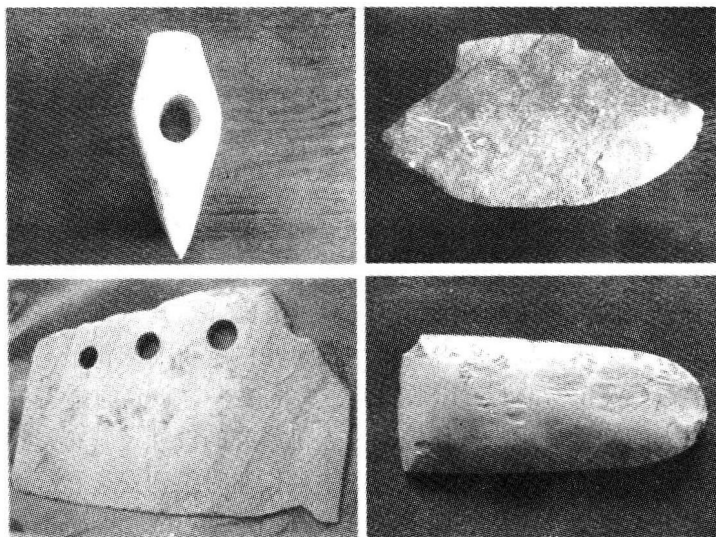


图1-1 各种石制工具

一旦最基本的需求得到了满足,其他的需求也就会不断出现。另外,原有的需求也会以一种比先前的方式更先进的形式来得到满足。随着温饱的解决和危险的消失,使生活更为舒适的欲望就会油然而生,人们发现自己是有感情的,他们的需求需要有一种感情上的内涵。这样,人类设计的职能便由保障生存发展到了使生活更有意义。

随着社会的进步和人们生活水平的提高,人们对一个产品的要求不仅仅满足于其使用价值,而越来越注重产品的附加价值——情感价值、美学价值、个性化价值等,从当代设计的发展趋势来看,人性化设计越来越受到重视。

从设计的本质来说,在产品的设计过程中,任何观念的形成均需以人为基本出发点。人

机关系是设计必须考虑的因素，只有合理的人机关系才能让设计乃至技术更好地为人服务，满足人的需求。

人机工程学作为一门新兴的科学，是20世纪50年代前后才发展起来的。然而，今天它已成为一切工程技术人员必不可少的工具，成为实现产品设计目标的重要手段。

1.1.1 人机工程学的概述

人机工程学是研究人、机械及其工作环境之间相互作用的学科。该学科在其自身的发展过程中，逐步打破了各学科之间的界限，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。因此，它具有现代各门新兴边缘学科共有的特点，如学科命名多样化、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。

1. 人机工程学的命名

学科研究和应用的范围极其广泛，它所涉及的各学科、各领域的专家、学者都试图从自身的角度来给本学科命名和下定义，因而世界各国对本学科的命名有很大差别。例如，美国一般称为“Human Engineering”（人类工程学）或“Human Factors Engineering”（人的因素工程学），而在西欧称为“Ergonomics”（人类工效学），俄罗斯称为工程心理学，日本称为人间工学，其他国家大多引用西欧的名称。

在中国，普遍采用人机工程学的名称。另外还有人—机—环境系统工程、人体工程学、人类工效学、人类工程学、工程学心理学、宜人学、人的因素等名称。

2. 人机工程学的定义

同学科的命名一样，学科的定义也不统一，而且随着学科的发展，其定义也在不断变化。

早期的定义有，美国人机工程学专家C·C·伍德（Charles C. Wood）认为：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，人机工程学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、操作控制、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及作业时感到安全和舒适。

著名的美国人机工程学及应用心理学家A·查帕尼斯（A. Chapanis）说：“人机工程学是在机械设计中，考虑如何使人获得操作简便而又准确的一门学科”。

在不同的研究和应用领域中，带有侧重点和倾向性的定义也很多。其中重点介绍国际人类工效学学会（International Ergonomics Association, IEA）的定义。因为这个定义反映了人机工程学已经相对成熟时期的学科思想，也为各国多数学者所认同。其定义如下：

人机工程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、家庭生活中和休假时怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题的学科。

这个定义阐明了人机学的研究对象、研究内容和研究目的。第一句话指出了人机学的研究对象，是工作环境中的解剖学、生理学、心理学等方面的因素。这些因素除了工业设计以外，还与管理工程、劳动科学、安全工程、环境工程等领域有关。第二句话指出了人机学的研究内容，是人—机—环境的最佳匹配，人—机—环境系统的优化。第三句话

指出了人机学的研究目的就是设计一切器物都要考虑人们生活、工作的安全、舒适、高效。

定义中值得注意的是,设计的目的“安全、舒适、高效”,定义只讲应该“考虑”而没有选用“确保”、“尽量达到”之类的词汇。因为设计总有多方面约束条件,又常有多种因时、因地制宜的目标;好的设计,在于针对具体对象,在多种约束条件和多重目标之间恰当地把握住平衡。人机工程学设计要求的“安全、舒适、高效”,常常是重要的,但也要受到其他条件的约束,其他目标的制衡,不但不是唯一的,也未必总是优先的。

另外,人机工程学里面所说的“机”或“机器”是广义的,泛指一切人造器物(图1-2),大到飞机、轮船、火车、生产设备,小到一把钳子、一支笔、一个水杯,也包括室内外人工建筑、环境及其中的设施等。

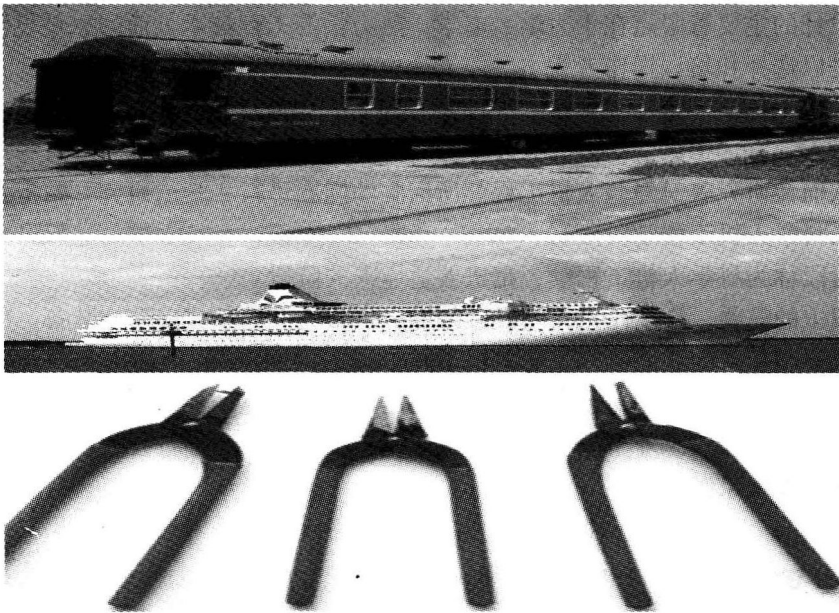


图1-2 生活中的器物

尽管学科名称多样、定义歧异,但是学科在研究对象、研究方法、理论体系等方面并不存在根本上的区别。这正是人机工程学作为一门独立的学科存在的理由;同时也充分体现了学科边界模糊、学科内容综合性强、涉及面广等特点。

3. 人机工程学的起源与发展

人机工程学在欧洲是以劳动科学为基础发展起来的,英国是欧洲开展人机学研究最早的国家,于1950年成立了英国人机工程学研究学会,1957年创办会刊 *Ergonomics*。美国于1957年成立了人类因素工程学会,同时发行了会刊。日本于1963年成立了日本人间工学研究会。苏联、德国、法国、荷兰、瑞典、丹麦、芬兰、澳大利亚等国也先后开展了人机工程学的研究。1961年,国际人类工效学学会(IEA)正式成立。我国进入20世纪80年代以后,也开始人机工程学的研究。

人机工程学有“起源于欧洲,形成于美国,发展于日本”之说。在其形成与发展过

程中,大致经历了以下三个阶段:经验人机工程学、科学人机工程学、现代人机工程学。

第一阶段称为经验人机工程学,是人适应机器的被动阶段。

20世纪初,英国学者F·W·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。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机工程学研究仍有一定意义。因此,人们认为他的科学管理方法和理论是人机工程学发展的基石。

在经验人机工程学发展阶段,研究者大都是心理学家。这一阶段学科发展的主要特点是,机械设计的主要着眼点在于力学、电学、热力学等工程技术方面的原理设计上,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。

经验人机工程学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变化。因而改革工具、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人机工程学所面临的问题进行科学的研究,并促使经验人机工程学进入科学人机工程学阶段。

第二阶段称为科学人机工程学,是机器适应人的阶段。

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”,因而由于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,造成战斗中率低等现象经常发生(图1-3)。



图1-3 飞机驾驶舱

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,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,要设计好一个高效能的装备,只有工程技术知识是不够的,还必须要有生理学、心理学、人体测量学、生物力学等学科方面的知识。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,收到了良好的效果。军事领域中对“人的因素”的研究和应用,使科学人机工程学应运而生。

科学人机工程学一直延续到20世纪50年代末。在其发展的后一阶段,由于战争的结束,本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,并逐步应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。人们还提出在设计工业机械设备时也应集中运用工程技术人员、医学家、心理学家等相关学科专家的共同智慧。因此,在这一发展阶段中,学科的研究课题已超出了心理学的研究范畴,使许多生理学家、工程技术专家涉身到该学科中来共同研究,从而使学科的名称也有所变化,大多称为“工程心理学”。这一阶段学科发展主要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。

第三阶段称为现代人机工程学,是将人一机一环境作为一个整体来研究的阶段。

近年来,欧美各国进入了大规模的经济发展时期,由于科学技术的进步,人机工程学获得了更多的发展机会。例如,原子能的利用、电子计算机的应用及各种自动装置的广泛使用,使人一机关系更趋复杂,如图1-4所示。又如,在宇航技术的研究中,提出了人在失重情况下如何操作,在超重情况下人的感觉如何等新问题。从事学科研究的专家所涉及的专业和学科愈来愈多,主要有解剖学、生理学、心理学、工业卫生学、工业与工程设计、工作研究、建筑与照明工程、管理工程等专业领域。

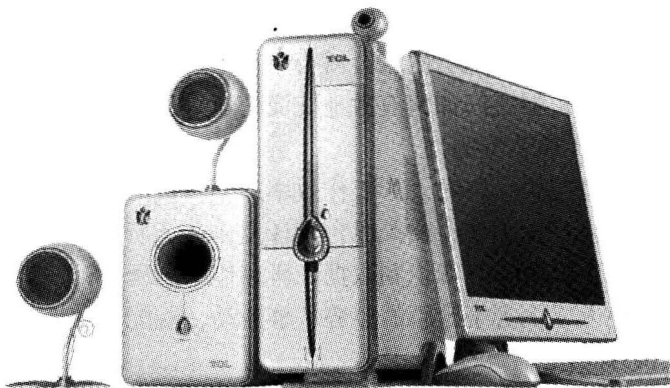


图1-4 计算机

现代人机工程学研究的方向是把人一机一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,使人一机一环境系统相协调,从而获得系统的最高综合效能。

中国对本学科的研究起步较晚，但发展迅速。新中国成立前仅有少数人从事工程心理学的研究。20世纪60年代初，只有中国科学院、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，其研究范围仅局限于国防和军事领域，这些研究为我国人机工程学的发展奠定了基础。“文化大革命”期间，本学科的研究曾一度停滞。70年代末进入较快的发展时期。1989年正式成立了本学科与IEA相应的国家一级学术组织——中国人类工效学学会（Chinese Ergonomics Society, CES）。目前，该学术组织已成为IEA的会员国，这是我国人机工程学发展中又一个新的里程碑。

1.1.2 人机工程学的研究内容与方法

1. 学科的研究内容

人机工程学研究应包括理论和应用两个方面，但当今本学科研究的总趋势还是侧重于应用。而对于学科研究的主体方向，则由于各国科学和工业基础的不同，侧重点也不相同。例如，美国侧重于工程和人际关系；法国侧重于劳动生理学，苏联侧重于工程心理学，保加利亚侧重于人体测量，捷克、印度等则侧重于劳动卫生学。

学科的根本研究方向是通过揭示人、机、环境之间相互关系的规律，以达到确保人一机—环境系统总体性能的最优化。

对工业设计师来说，从事本学科研究的主要内容可概括为以下几个方面。

1) 人体特性的研究

主要研究对象是在工业设计中与人体有关的问题。例如，人体形态特征参数、人的感知特性、人的反应特性及人在劳动中的心理特征等。研究的目的是解决机械设备、工具、作业场所及各种用具和用品的设计如何与人的生理、心理特点相适应，从而才有可能为使用者创造安全、舒适、健康、高效的工作条件。

2) 人机系统的总体设计

人机系统工作效能的高低首先取决于它的总体设计。也就是要在整体上使机与人体相适应。人机配合成功的基本原因是两者都有自己的特点，在系统中可以互补彼此的不足，如机器功率大、速度快、不会疲劳等，而人具有智慧、多方面的才能和很强的适应能力。如果注意在分工中取长补短，则两者的结合就会卓有成效。显然，系统基本设计问题是人与机器之间的分工及人与机器之间如何有效地交流信息等问题。

3) 工作场所和信息传递装置的设计

工作场所设计的合理与否，将对人的工作效率产生直接的影响。工作场所设计一般包括工作空间设计、座位设计、工作台或操纵台设计及作业场所的总体布置等。这些设计都需要应用人体测量学和生物力学等知识和数据。研究作业场所设计的目的是保证物质环境适合于人体的特点，使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产生疲劳。

人与机器及环境之间的信息交流分为两个方面：显示器向人传递信息，控制器则接受人发出的信息。显示器研究包括视觉显示器、听觉显示器及触觉显示器等各种类型显示器的设计，同时还要研究显示器的布置和组合等问题。控制器设计则要研究各种操纵装置的形状、大小、位置及作用力等在人体解剖学、生物力学和心理学方面的问题，在设计时，还需考虑人的定向动作和习惯动作等。

4) 环境控制与安全保护设计

广义上讲,人机工程学所研究的效率,不仅是指所从事的工作在短期内有效地完成,而且是指在长期内不存在对健康有害的影响,并使事故危险性缩小到最低限度。从环境控制方面应保证照明、微小气候、噪声和振动等常见作业环境条件适合操作人员的要求。保护操作者免遭“因作业而引起的病痛、疾患、伤害或伤亡”也是设计者的基本任务。因而在设计阶段,安全防护装置就视为机械的一部分,应将防护装置直接接入机器内。此外,还应考虑在使用前操作者的安全培训,研究在使用中操作者的个体防护等。

2. 学科的研究方法

人机工程学的研究广泛采用了人体科学和生物科学,系统工程、控制理论、统计学方法,以探讨人、机、环境要素间复杂的关系问题。

1) 观察法

为了研究系统中人和机的工作状态,常采用各种各样的观察方法,如工人操作动作的分析、功能分析和工艺流程分析等大都采用观察法。

2) 实测法

实测法是一种借助于仪器设备进行实际测量的方法。例如,对人体静态与动态参数的测量,对人体生理参数的测量或者是对系统参数、作业环境参数的测量等。图1-5所示为用实测法研究人的生理、心理学能力测量装置框图。

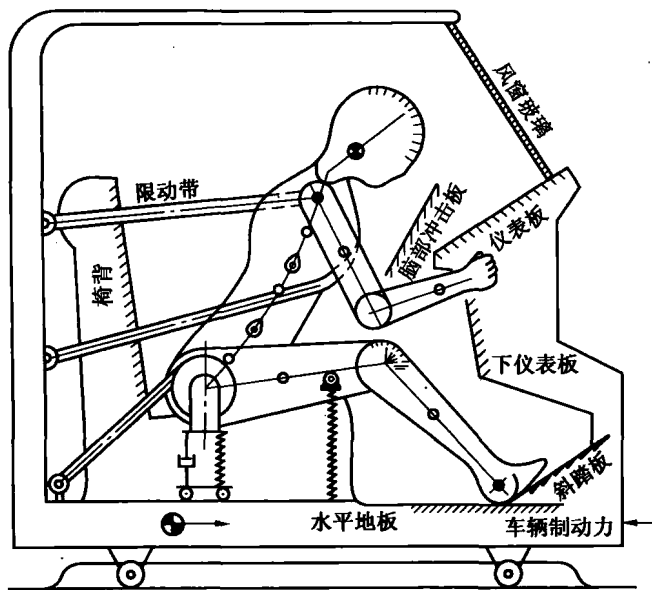


图1-5 研究车辆碰撞的人机系统的模拟与模型

3) 实验法

实验法是当实测法受到限制时采用的一种研究方法,一般是在实验室进行,但也可以在作业现场进行。例如,为了获得人对各种不同显示仪表的认读速度和差错率的数据,一般在实验室进行实验。如需了解色彩环境对人的心理、生理和工作效率的影响,由于需要进行长时间和多人次的观测,才能获得比较真实的数据,通常是在作业现场进行实验。