

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
工业设计专业系列教材

人机工程学

Ergonomics

(第二版)

谢庆森 黄艳群 编著

中国建筑工业出版社

尊敬的读者：

感谢您选购我社图书！建工版图书按图书销售分类在卖场上架，共设22个一级分类及43个二级分类，根据图书销售分类选购建筑类图书会节省您的大量时间。现将建工版图书销售分类及与我社联系方式介绍给您，欢迎随时与我们联系。

★建工版图书销售分类表（见下表）。

★欢迎登陆中国建筑工业出版社网站www.cabp.com.cn，本网站为您提供建工版图书信息查询，网上留言、购书服务，并邀请您加入网上读者俱乐部。

★中国建筑工业出版社总编室 电 话：010—58934845 传 真：010—68321361

★中国建筑工业出版社发行部 电 话：010—58933865 传 真：010—68325420
E-mail: hbw@cabp.com.cn

建工版图书销售分类表

一级分类名称（代码）	二级分类名称（代码）	一级分类名称（代码）	二级分类名称（代码）
建筑学 (A)	建筑历史与理论 (A10)	园林景观 (G)	园林史与园林景观理论 (G10)
	建筑设计 (A20)		园林景观规划与设计 (G20)
	建筑技术 (A30)		环境艺术设计 (G30)
	建筑表现·建筑制图 (A40)		园林景观施工 (G40)
	建筑艺术 (A50)		园林植物与应用 (G50)
建筑设备·建筑材料 (F)	暖通空调 (F10)	城乡建设·市政工程· 环境工程 (B)	城镇与乡(村)建设 (B10)
	建筑给排水 (F20)		道路桥梁工程 (B20)
	建筑电气与建筑智能化技术 (F30)		市政给排水工程 (B30)
	建筑节能·建筑防火 (F40)		市政供热、供燃气工程 (B40)
	建筑材料 (F50)		环境工程 (B50)
城市规划·城市设计 (P)	城市史与城市规划理论 (P10)	建筑结构与岩土工程 (S)	建筑结构 (S10)
	城市规划与城市设计 (P20)		岩土工程 (S20)
室内设计·装饰装修 (D)	室内设计与表现 (D10)	建筑施工·设备安装技 术 (C)	施工技术 (C10)
	家具与装饰 (D20)		设备安装技术 (C20)
	装修材料与施工 (D30)		工程质量与安全 (C30)
建筑工程经济与管理 (M)	施工管理 (M10)	房地产开发管理 (E)	房地产开发与经营 (E10)
	工程管理 (M20)		物业管理 (E20)
	工程监理 (M30)	辞典·连续出版物 (Z)	辞典 (Z10)
	工程经济与造价 (M40)		连续出版物 (Z20)
艺术·设计 (K)	艺术 (K10)	旅游·其他 (Q)	旅游 (Q10)
	工业设计 (K20)		其他 (Q20)
	平面设计 (K30)	土木建筑计算机应用系列 (J)	
执业资格考试用书 (R)		法律法规与标准规范单行本 (T)	
高校教材 (V)		法律法规与标准规范汇编/大全 (U)	
高职高专教材 (X)		培训教材 (Y)	
中职中专教材 (W)		电子出版物 (H)	

注：建工版图书销售分类已标注于图书封底。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
工业设计专业系列教材

人机工程学

Ergonomics

(第二版)

谢庆森 黄艳群 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

人机工程学/谢庆森, 黄艳群编著. —2版. —北京:
中国建筑工业出版社, 2009

普通高等教育“十一五”国家级规划教材.

工业设计专业系列教材

ISBN 978-7-112-11085-8

I. 人… II. ①谢…②黄… III. 人-机系统-高等
学校-教材 IV. TB18

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第105475号

责任编辑: 李晓陶 李东禧

责任设计: 赵明霞

责任校对: 兰曼利 关 健

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工业设计专业系列教材

人机工程学(第二版)

谢庆森 黄艳群 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 14 $\frac{3}{4}$ 字数: 303千字

2009年11月第二版 2009年11月第三次印刷

印数: 4501—7500册 定价: 40.00元

ISBN 978-7-112-11085-8

(18320)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

工业设计专业系列教材 编委会

编委会主任：肖世华 谢庆森

编委：韩凤元 刘宝顺 江建民 王富瑞 张 珩 钟 蕾
陈 彬 毛荫秋 毛 溪 尚金凯 牛占文 王 强
朱黎明 倪培铭 王雅儒 张燕云 魏长增 郝 军
金国光 郭 盈 王洪阁 张海林(排名不分先后)

参编院校：天津大学机械学院 天津美术学院 天津科技大学
天津理工大学 天津商业大学 天津工艺美术职业学院
江南大学 北京工业大学 天津大学建筑学院
天津城建学院 河北工业大学 天津工业大学
天津职业技术师范学院 天津师范大学

序

工业设计学科自20世纪70年代引入中国后，由于国内缺乏使其真正生存的客观土壤，其发展一直比较缓慢，甚至是停滞不前。这在一定程度上决定了我国本就不多的高校所开设的工业设计成为冷中之冷的专业。师资少、学生少、毕业生就业对口难更是造成长时期专业低调的氛围，严重阻碍了专业前进的步伐。这也正是直到今天，工业设计仍然被称为“新兴学科”的缘故。

工业设计具有非常实在的专业性质，较之其他设计门类实用特色更突出，这就意味此专业更要紧密地与实际相联系。而以往，作为主要模仿西方模式的工业设计教学，其实是站在追随者的位置，被前行者挡住了视线，忽视了“目的”，而走向“形式”路线。

无疑，中国加入世界贸易组织，把中国的企业推到国际市场竞争的前沿。这给国内的工业设计发展带来了前所未有的挑战和机遇，使国人越发认识到了工业设计是抢占商机的有力武器，是树立品牌的重要保证。中国急需自己的工业设计，中国急需自己的工业设计人才，中国急需发展自己的工业设计教育的呼声也越响越高！

局面的改观，使得我国工业设计教育事业飞速前进。据不完全统计，全国现已有几百所高校正式设立了工业设计专业。就天津而言，近几年，设有工业设计专业方向的院校已有十余所，其中包括艺术类和工科类，招生规模也在逐年增加，且毕业生就业形势看好。

为了适应时代的信息化、科技化要求，加强院校间的横向交流，进一步全面提升工业设计专业意识并不断调整专业发展动向，我们在2005年推出了《工业设计专业系列教材》一套丛书，受到业内各界人士的关注，也有更多的有志者纷纷加入本系列教材的再版编写的工作中。其中《人机工程学》和《产品结构》被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

经过几年的市场检验与各院校采用的实际反馈，我们对第二次8册教材的修订和编撰，作了部分调整和完善。针对工业设计专业的实际应用和课程设置，我们新增了《产品设计快速表现诀要》、《中英双语工业设计》、《图解思考》三本教材。《工业设计专业系列教材》的修订在保持第一版优势的基础上，注重突出学科特色，紧密结合学科的发展，体现学科发展的多元性与合理化。

本套教材的修订与新增内容均是由编委会集体推敲而定，编写按照编写者各自特长分别撰写或合写而成。在这里，我们要感谢参与此套教材修订和编写工作的老师、专家的支持和帮助，感谢中国建筑工业出版社对本套教材出版的支持。希望书中的观点和内容能够引起后续的讨论和发展，并能给学习和热爱工业设计专业的人士一些帮助和提示。



2009年8月于天津

目 录

第1章 | 绪论 / 007

- 1.1 人机工程学的命名及定义 / 007
- 1.2 人机工程学的起源与发展 / 008
- 1.3 以人为中心的设计 / 011
- 1.4 人机工程学的研究内容与方法 / 011
- 1.5 人机工程学与工业设计 / 020

第2章 | 人体基本生理特征及作业空间设计 / 023

- 2.1 人体静态测量参数 / 023
- 2.2 设计用人体模板 / 029
- 2.3 人体动态测量参数 / 032
- 2.4 作业空间的人体尺度 / 035
- 2.5 作业面设计 / 041
- 2.6 控制台设计 / 044
- 2.7 办公台设计 / 048
- 2.8 工作座椅设计 / 050

第3章 | 人的感知与认知特征及显示装置设计 / 055

- 3.1 人的基本感知特征 / 055
- 3.2 人的视觉特征 / 057
- 3.3 视觉显示器的设计 / 062
- 3.4 人的听觉特征 / 081
- 3.5 听觉传示装置设计 / 082
- 3.6 肤觉、嗅觉和味觉 / 088
- 3.7 人的信息传递与处理 / 090
- 3.8 图形符号设计 / 093

第4章 | 人的运动特征及操纵装置设计 / 101

- 4.1 人体运动特征 / 101
- 4.2 人的操作动作分析 / 105
- 4.3 操纵装置的类型与特征 / 108
- 4.4 手动操纵装置设计 / 118
- 4.5 手握式工具设计 / 127
- 4.6 脚动操纵装置设计 / 132
- 4.7 操纵装置设计与选择的人机工程学原则 / 135

第5章 | 人的行为特征与设计 / 139

- 5.1 人的行为习性 / 139
- 5.2 人的错误 / 144
- 5.3 疲劳 / 148
- 5.4 基于用户行为的设计原则 / 154

第6章 | 环境与设计 / 157

- 6.1 作业环境 / 157
- 6.2 微气候 / 159
- 6.3 照明环境 / 167
- 6.4 噪声环境 / 175
- 6.5 建筑环境设计 / 186

第7章 | 人机系统的设计与可靠性分析 / 195

- 7.1 人机系统的设计 / 195
- 7.2 人机系统的可靠性分析 / 204

第8章 | 人机工程学的综合应用 / 217

- 8.1 人机工程学与汽车 / 217
- 8.2 人机工程学与机床 / 226
- 8.3 人机工程学与舒适生活 / 230

第1章 | 绪论

1.1 人机工程学的命名及定义

人机工程学是20世纪40年代后期跨越不同学科和领域,应用多种学科的原理、方法和数据发展起来的一门新兴的边缘学科。由于它的学科内容的综合性、涉及范围的广泛性以及学科侧重点的不同,学科的命名具有多样化的特点。例如,在欧洲多称为工效学(Ergonomics),在美国多称为人类因素学(Human Factors)、人类工程学(Human Engineering)、工程心理学(Engineering Psychology),在日本称为人间工学等。在我国所用的名称有人机工程学、工效学、人机学、人体工程学等,本书使用人机工程学这一名称。

人机工程学目前无统一的定义。

著名的美国人机工程学专家W.E.伍德森(W.E.Woodson)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、操纵控制、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和作业时感到安全和舒适。

前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,保障劳动人民的健康,使人从生理上和心理上得到全面发展的一门学科。

国际人机工程学会(International Ergonomics Association,简称IEA)的定义认为,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因素,研究人和机器及环境的相互作用,研究在工作、生活和休假时怎样统一考虑工作效率、健康、安全和舒适等问题的学科。

《中国企业管理百科全书》中对人机工程学所下的定义为:人机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、心理特点,达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。

综上所述,尽管各国学者对人机工程学所下的定义不同,但在下述两方面却是一致的:

- 1) 人机工程学的研究对象是人、机、环境的相互关系。
- 2) 人机工程学研究的目的如何达到安全、健康、舒适和工作效率的最优化。

1.2 人机工程学的起源与发展

英国是世界上开展人机工程学研究最早的国家，但本学科的奠基性工作实际上是在美国完成的。所以，人机工程学有“起源于欧洲，形成于美国”之说。虽然本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已有50多年历史。在其形成与发展史中，大致经历了下面三个阶段。

1.2.1 经验人机工程学

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后来人机工程学发展的基石。

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，被称为经验人机工程学的发展阶段。这一阶段主要研究内容是：研究每一职业的要求；利用测试来选择工人和安排工作；规划利用人力的最好方法；制订培训方案，使人力得到最有效的发挥；研究最优良的工作条件；研究最好的管理组织形式；研究工作动机，促进工人和管理者之间的通力合作。

在经验人机工程学发展阶段，研究者大都是心理学家，其中突出的代表是美国哈佛大学的心理学教授H. 闵斯特伯格(H. Münsterberg)，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。闵氏把心理学研究工作与泰勒的科学管理方法联系起来，就选择、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本学科为“应用实验心理学”。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。

1.2.2 科学人机工程学

本学科发展的第二阶段是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、不灵活或不符合人的生理尺寸而造成战斗命中率低等现象经常发生。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,设计者逐步认识到,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,结果收到了良好的效果。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、建筑设施以及生活用品等。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,本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,从而使本学科的名称也有所变化,大多称为“工程心理学”。本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 现代人机工程学

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,科学技术的进步,使人机工程学获得了更多的发展机会。例如,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。又如原子能的利用、电子计算机的应用以及各种自动装置的广泛使用,使人—机关系更趋复杂。同时,在科学领域中,由于控制论、信息论、系统论和人体科学等学科中新理论的建立,在本学科中应用“新三论”来进行人机系统的研究便应运而生。所有这一切,不仅给人机工程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,从而促使人机工程学进入了系统的研

究阶段。从60年代至今，是现代人机工程学的发展阶段。

随着人机工程学所涉及的研究和应用领域的不断扩大，从事本学科研究的专家所涉及的专业和学科也就愈来愈多，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。IEA在其会刊中指出，现代人机工程学发展有三个特点：

1) 不同于传统人机工程研究中着眼于选择和训练特定的人、使之适应工作要求的特点，现代人机工程学着眼于机械装备的设计，使机器的操作不超出人类能力界限之外。

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。

现代人机工程学的研究方向是：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。

人机工程学的迅速发展及其在各个领域中愈来愈显著的作用，引起了各学科专家、学者的关注。1961年正式成立国际人类工效学学会(IEA)，该学术组织为推动各国人机工程学的发展起了重大的作用。IEA自成立至今，已分别在瑞典、原西德、英国、法国、荷兰、美国、波兰、日本、澳大利亚等国家召开了十多次国际性学术会议，交流和探讨不同时期本学科的研究动向和发展趋势，从而有力地推动着本学科不断向纵深发展。

本学科在国内起步虽晚，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，到20世纪60年代初，也只有在中科院、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，而且其研究范围仅局限于国防和军事领域。但是，这些研究却为我国人机工程学的发展奠定了基础。“十年动乱”期间，本学科的研究曾一度停滞，直至70年代末才进入较快的发展时期。

随着我国科学技术的发展和对外开放，人们逐渐认识到人机工程学研究对国民经济发展的的重要性。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，由此也促进了本学科与工程技术和相关学科的交叉渗透，使人机工程学成为国内科坛上一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, 简称CES)。目前，该学术组织已成为IEA的会员国，无疑，这是我国人机工程学发展中又一个新的里程碑。

1.3 以人为中心的设计

人机工程学的核心思想是“使机器适应人”，以用户为中心的设计就是把用户“知道的”和“需要的”变成设计的基础。“人”的概念比“用户”的概念更强调人的全面需求、人的价值。

20世纪80年代中期人们提出了“对用户友好”或“以人为本”，以改进机器的设计为主要目的。

“以人为本”的设计价值观主要集中在人机界面的研究中，即，使人机界面适应人的思维特性和行动特性。迄今为止，实现这种设计目标主要以设计心理学、认知心理学、符号学为基础。动机心理学主要研究人行动的基本特性，例如一个行动包含哪些基本因素，在设计人机界面时适应人的这些特性。认知心理学主要研究人脑力劳动特性，例如记忆、理解、语言交流等方面，在设计中，减少人的这些认知负担。符号学主要研究符号(文字和图形)的构成、符号的语义以及符号使用的基本特性，在设计中，使各种符号符合人的表达和交流特性。

在人机界面的研究中，从20世纪80年代到2000年前后，人们研究的主要范围是人操作计算机的知觉特性，减少用户记忆负担和学习操作的时间。例如，在屏幕上发现目标过程中人的知觉有什么特性，显示多少个菜单项目比较适合人的知觉特性，知觉对文字图标的感觉特性，键盘字母排布方式对手操作有什么影响，鼠标形状会引起手腕的什么生理问题，各种键盘命令的构成方式对用户操作有什么影响，寻找取代键盘的方法，改进屏幕显示，把记忆操作命令的方式改为屏幕显示菜单的直接操作系统，等等。

这些措施能够改善用户界面的一些操作特性，此外，“以人为本”的设计思想强调以人为中心，使机器适应人的生理特性、行动特性的同时，还强调机器适应人的思维方式和过程等心理特性，从而减轻用户的体力和精神负担，更好地为人服务。

1.4 人机工程学的研究内容与方法

1.4.1 人机工程学的研究内容

人机工程学是一门涉及诸多方面的边缘学科。因此，它的研究内容相当广泛，不同的系统和业务部门所研究的侧重点也不尽相同，但它始终是以人一机一环境作为研究的基本对象，通过揭示人、机、环境之间相互关系的规律，以达到确保人一机一环境系统总体性能的最优化。

这里的“人”是指作为主体工作的人；“机”是人所控制的一切对象的总称；“环境”是指人、机器共处的特殊条件，它既包括物理、化学因素的效应，也包括社会因素的影响。“人”、“机”、“环境”是人一机一环境系统的三大要素。通过这三大要素之间的物质、能量和信息传递、加工与控制等作用，组成一个复杂的系统，如图 1-1 所示。很显然，对任何一个系统来讲，系统的总

体性能不仅取决于各组成要素的单独性能，更重要的是取决于系统中各要素的关联形式，即物质、能量、信息的传递，加工和控制的方式。人机工程设计就是从“系统”的总体出发，一方面既要研究人、机、环境各要素本身的性能，另一方面又要研究这三大要素之间的相互关系、相互作用、相互影响以及它们之间的协调方式，运用系统工程的方法找出最优组合方案，使人—机—环境系统总体性能达到最佳状态，即满足舒适、宜人、安全、高效、经济等指标。就工程设计来讲，也是围绕人机工程的根本研究方向确定其具体内容。对工业设计人员来讲，从事本学科研究的主要内容，归纳起来有以下几个方面。

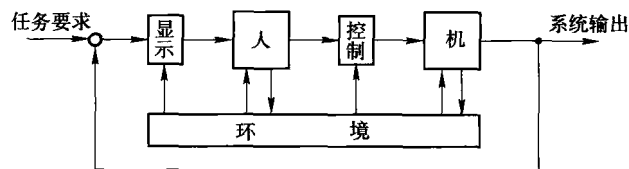


图 1-1
人—机—环境系统示意图

1) 人体特性的研究

在人—机系统中，人是最活跃、最重要、同时也是最难控制和最脆弱的环节。任何机器设备都必须有人参与，因为机器是人设计、制造、安装、调试和使用的，即使在高度自动化生产过程中全部使用的是“机器人”，也都是人在操纵、监督和进行维修的。由此可见，在人—机系统中，人同机器总是相互作用、相互配合和相互制约的，而人始终起着主导作用。国外统计资料表明，生产中58%~70%的事故是与轻视“人的因素”有关，这一数字必须引起我们的重视。

人体特性研究的主要内容是：在工业产品造型设计中与人体有关的问题。例如：人体基本形态特征参数、人的感知特性、人的运动特性、人的行为特性以及人在劳动中的心理特征和人为差错等。研究的目的是解决机器设备、工具、作业场所以及各种用具的设计如何适应人的生理和心理特点，为操作者(或使用)创造安全、舒适、健康、高效的工作条件。

2) 研究人与机器间信息传递装置和工作场所的设计

要研究人与机器及环境之间的信息交换过程，并探求人在各种操作环境中的工作成效问题。信息交换包括机器(显示装置)向人传递信息和机器(操纵装置)接受人发出的信息，而且都必须适合人的使用。值得注意的是，人机工程所要解决的重点不是这些装置的工程技术的具体设计问题，而是从适合于人使用的角度出发，向设计人员提出具体要求，如怎样保证仪表能让操作者看得清楚、读数迅速准确，怎样设计操纵装置才能使人操作起来得心应手、方便快捷、安全可靠等。

工作场所设计的合理性，对人的工作效率有直接影响。工作场所设计一般包括空间设计、

作业场所的总体布置、工作台或操作台设计以及座位设计等。研究工作场所的目的在于保证物质环境符合人体的特点,既能使人高效的工作,又要感到舒适和不易产生疲劳。

3) 环境控制和人身安全装置的设计

生产现场有各种各样的环境条件,如高温、潮湿、振动、噪声、粉尘、光照、辐射、有毒等。为了克服这些不利的环境因素,保证生产的顺利进行,就需要设计一系列的环境控制装置,以适合操作人员的要求和保障人身安全。

“安全”在生产中是放在第一位的,这也是人一机一环境系统的特点。为了确保安全,不仅要研究产生不安全的因素,并采取预防措施,而且要探索不安全的潜在危险,力争把事故消灭在设计阶段。安全保障技术包括机器的安全本质化、防护装置、保险装置、冗余性设计、防止人为失误装置、事故控制方法、救援方法、安全保护措施等。

4) 人的行为特性与产品设计

行为是心理的表现,人的行为反应了人的心理状况。在产品设计中,人的行为是设计师关注的焦点,不论是显示设计还是控制设计,都取决于产品支持的人的行为。

人具有许多适应环境的本能性行为,它们是在长期的人活动中,由于环境与人的交互作用而形成的,这种本能称为人的行为习性。此外,人总会犯各种错误。产品设计中应考虑用户的各种行为习性,减少用户出错,提高舒适性和工作效率。

5) 人机系统的整体设计

人们设计人一机系统的目的,就是为了使整个系统工作性能最优化,即系统的工作效果最佳。这是指系统运行时实际达到的工作要求,如功率大、速度快、精度高、运行可靠,以及人的工作负荷要小,即指人完成任务所承受的工作负担或工作压力要小和不易疲劳等。

人与机器各有特点,在生产中应充分发挥各自的特长,合理地分配人机功能。这对系统效率的提高影响很大。显然,为了提高整个系统的效能,除了必须使机器的各部分(包括环境系统)都适合人的要求外,还必须解决机器与人体相适应问题,即如何合理地分配人机功能,二者如何配合,以及人与机器之间又如何有效地交流信息等。

值得指出的是,随着自动化的发展,人们必须解决更复杂的测量精度、高反应速度及信息量增大等有关问题,又必须控制生产过程和规定有限的时间间隔。自动化不是从多而复杂的系统所控制的过程中把人排挤出去,而是把人摆到新的条件上去。因此,在设计新的自动化系统时,就必须充分注意人的生理和心理特性,使自动化条件能对人更有利。

1.4.2 人机工程学的研究方法

人机工程学的研究广泛采用了人体科学和生物科学等相关学科的研究方法及手段,也采取了系统工程、控制理论、统计学等其他学科的一些研究方法,而且本学科的研究也建立了一些

独特的新方法，以探讨人、机、环境要素间复杂的关系问题。这些方法包括：测量人体各部分静态和动态数据；调查、询问或直接观察人在工作时的行为和反应特征；对时间和动作的分析研究；测量人在工作前后以及作业过程中的心理状态和各种生理指标的动态变化；观察和分析作业过程和工艺流程中存在的问题；分析差错和意外事故的原因；进行模型实验或用电子计算机进行模拟实验；运用数学和统计学的方法找出各变量之间的相互关系，以便从中得出正确的结论或发展成有关理论。

目前常用的研究方法：

1) 观察法

为了研究系统中的人和机的工作状态，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

是一种借助于仪器设备进行测量的方法。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 1-2 是用实测法研究人的生理、心理学能力测量装置框图。

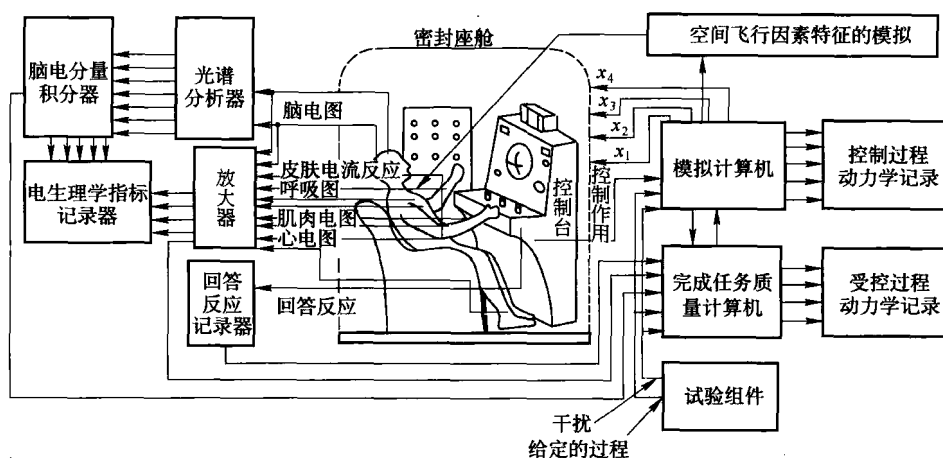


图 1-2
研究宇航员生理、心理能力测量装置框图

3) 实验法

它是当实测法受到限制时采用的一种研究方法，一般在实验室进行，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时，一般在实验室进行。如需了解色彩环境对人的心理、生理和工作效率的影响时，由于需要进行长时间和多次次的观测，才能获得比较真实的数据，通常是在作业现场进行实验。图 1-3 是研究驾驶员眼动规律的实验装置。

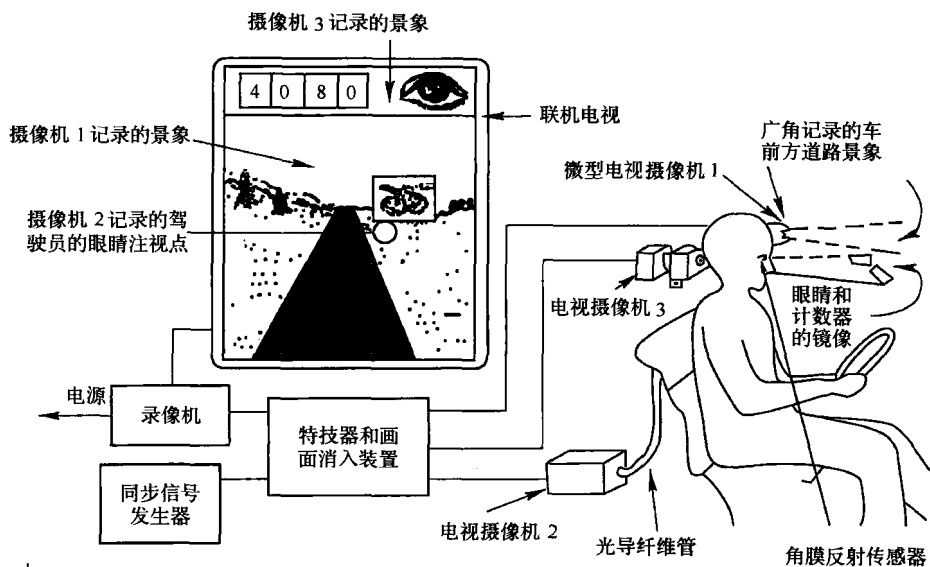


图 1-3
驾驶员眼动规律实验装置

4) 模拟和模型试验法

由于机器系统一般比较复杂，因而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、机械的模型以及各种人体模型等。通过这类模拟方法可以对某些操作系统进行逼真的试验，可以得到从实验室研究外推所需的更符合实际的数据。图 1-4 为应用模拟和模型试验法研究人机系统特性的典型实例。因为模拟器或模型通常比它所模拟的真实系统价格便宜得多，但又可以进行符合实际的研究，所以获得较多的应用。

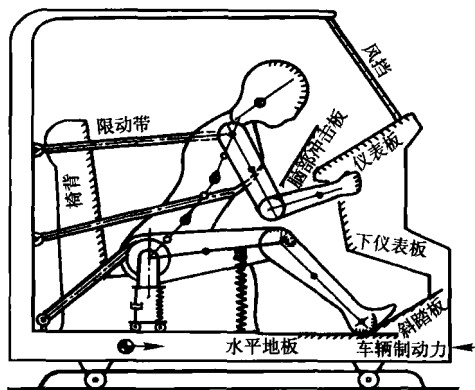


图 1-4
研究车辆碰撞的人机系统的模拟与模型

5) 计算机数值仿真法

由于人机系统中的操作者是具有主观意志的生命体，用传统的物理模拟和模型研究人机系统，往往不能完全反映系统中生命体的特征，其结果与实际相比必有一定误差。另外，随着现代人机系统越来越复杂，采用物理模拟和模型方法研究复杂人机系统，不仅成本高、周期长，而且模拟和模型装置一经定型，就很难作修改变动。为此，一些更为理想而且有效的方法逐渐被研究创建并得以推广，其中的计算机数值仿真法已经成为人机工程学研究的一种现代方法。