

高等学校艺术设计类专业“十二五”规划教材
创意大师产学融合系列丛书
——总主编 刘维亚 张同

创意大师
产学融合

人机工程学应用

RENJIGONGCHENGXUE
YINGYONG

周美玉 编著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

高等学校艺术设计类专业“十二五”规划教材

创意大师产学研融合系列丛书

—— 总主编 刘维亚 张 同

人机工程学应用



周美玉 编著

常州大学图书馆
藏书章

上海交通大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

人机工程学应用 / 周美玉编著. — 上海: 上海交通大学出版社, 2012

(创意大师产学研融合系列丛书)

高等学校艺术设计类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-313-07475-1

I. ①人… II. ①周… III. ①人-机系统—应用—工业设计—高等学校—教材 IV. ①TB47-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第214886号

责任编辑 闫 慧 陈杉杉

设计总监 赵志勇

美术编辑 吴 笈

人机工程学应用

周美玉 编著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路951号 邮政编码: 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

上海瑞时印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13 字数: 292 千字

2012年1月第1版 2012年1月第1次印刷

ISBN 978-7-313-07475-1/TB 定价: 48.00元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话: 021-52711066

高等学校艺术设计类专业“十二五”规划教材

创意大师产学融合系列丛书

编审委员会

■ 顾问

陈汉民 清华大学美术学院教授

秋山孝 日本多摩美术大学教授

白金男 韩国成均馆大学教授

韩秉华 香港美术家协会副主席

薛文广 同济大学教授

吴静芳 东华大学服装艺术设计学院教授

吴承麟 中国上海会展业协会会长

Jonathan Barratt 伦敦艺术大学中央圣马丁艺术学院教授

■ 主任委员

刘维亚 中国包装联合会设计委员会副主任

上海市原创设计大师工作室领衔大师

马新宇 上海工程技术大学艺术设计学院教授

吴国欣 同济大学设计创意学院教授

张 同 复旦大学上海视觉艺术学院教授

■ 委员 (按姓氏笔画排列)

王如仪	王炳南	许传宏	阴 佳	吕金龙
刘世声	刘昭如	安晓波	江 滨	吴飞飞
李文敏	佐井国夫 ^(日)	沈 杰	汪尚麟	陈 浩
陈 健	陈原川	李淑君	张 强	罗 兵
林采霖	周美玉	周智诚 ^(美)	周雅铭	胡文安
俞 英	席 涛	聂桂平	常利群	章 翔
彭 亚	葛艳玲	潘惠德		

总序

PROLOG

现代艺术设计应大工业生产的需求而诞生，伴随着社会现代化的进程而成长，所以其内涵既具有经典的人文艺术元素，又体现了当代科学、工程技术及市场营销的特质。现代艺术设计的活动，已渗透到人类生活相关的各个角落，粗可列为视觉传达设计、产品设计、空间设计几个大的类别，细则分成视觉识别体系、包装、展示、广告、书装、环境、建筑、公共艺术、室内装饰、工业、影视、服装、舞美、网络、动漫、游戏、会展、数码互动等具体设计形式。现代艺术设计种类与技术随着现代科学材料工程技术的发展仍在日新月异地增生与完善；其形象思维特征又启迪着科学的新发现与技术的新发生。

现代艺术设计是市场目的明确的应用型创意活动。它与纯艺术的根本区别在于：纯艺术是个体内心世界艺术形象的展示，存在价值为唯一性与独特性；设计艺术则是为受众服务的作品，其价值在于被服务群体的认可度。种类庞大的现代艺术设计系列已发展成为策划、设计并实施人类工作、交流、休闲的生存全状态趋向根本合理的软科学。

世界上的现代艺术设计教育不足百年，在我国的历史则更短。其中一个时期，教育背景的产业、市场、工程技术还处于不成熟状态，造成了本专业从培养计划、教材、教法上存在着重工艺轻设计、重艺术轻应用、重理论轻实践、重课堂轻市场的情况，难以培养出产业需求的现代设计人才。这种矛盾随着现代经济的发展日益尖锐，从而在创意产业发达的沿海设计类高校中掀起了教育改革的热潮。观上海交通大学出版社推出的这套教材，惊喜地发现它已跻身于这场改革的行列。首先，系列教材的作者既有高校资深专业教师，又有创意产业一线的著名设计师，以及科研单位的研究人员，产、学、研强强联手，三重角色结合，为教材铸造了不同凡响的创意灵魂。第二，实现了理论与案例相结合的内容特色。这是在教材形式上从高校象牙塔走向市场的可贵一步。第三，大部分教材加强了实践环节比重，从而彰显了学科应用型的性质。本人还注意到编著者的队伍中有国际上著名的专家，内容上也有意嫁接了国际上优秀教材的精髓，实在可喜可贺！对这套教材在教学使用后产生的优良评价，我充满信心。

清华大学美术学院教授

陈汉民

2011年2月20日

前言

FOREWORD

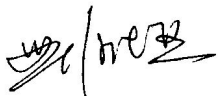
想要在日常激烈的国际竞争中赢得发展的主动权，其根本还要靠科技，基础仍在于教育，关键则在于人才，由此可见“强国必须强教”。教育是一个国家现在和未来昌盛强大的基础。当前是全球经济信息化的发展时期，我们不是缺人员而是缺人才，培养人才的三个关键为“教材”、“教师”、“教法”，因而我们需要大力推动教育内涵式的发展，树立育人为本的理念。为此，上海交通大学出版社组织相关专业的专家、学者共同编写“高等学校艺术设计类专业‘十二五’规划教材·创意大师产学研融合系列丛书”，丛书共分六大类，包括专业基础、平面设计、包装设计、产品设计、环境艺术设计及会展设计，首期推出近50种。本套教材十分重视如何运用创新的思维方式去激发艺术灵感，利用新的解决手段去实现设计目标；对教育培养艺术设计人才的教材形式进行探索。

本套教材从不同的艺术设计专业角度，分类别册进行编著，使专业知识细化且深化，并以启发性教育的方法和实际需求为出发点，运用国内外成功的设计案例进行剖析，采用图文并茂的形式，描述创作过程。就艺术设计而言，它具有跨学科的特点，并受到其他门类学科思维的影响，如社会潮流、对纯艺术的追求、建筑风格的演变、新潮学术理论等多元文化的交融；新科学产生的三维的互联网信息结构、多媒体中动态音像处理；新材料和新技术涌现，不断变化的制作工具介入等，在这次编写的教材范例中均有所反映。

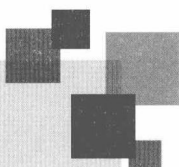
艺术设计的过程是集成创新的过程，只有创新精神和创新努力，才能使设计具有差异性，从而带来艺术设计活力；使学习者在国际化的概念中参与体会民族文化的精神，在复杂的设计中悟到清晰的规律。本套教材特别邀请高校资深的专业教师、创意设计一线的专家及国内外著名的专家、学者参与编写，目的在于提升教材质量水平，使其具有产学研相结合、国内外相结合、理论与案例相结合的三结合特色。

本套教材可以帮助学习者明晰自己应当做什么样的设计？为谁而设计？使他们在从设计到实现的过程中，培养良好的艺术素质、独特的创新能力及一流的设计技巧，成为集文化、美学、人际、市场、技术、传播等综合优势为一身的人才，使之学到的知识能融入社会、融入市场、融入生活，从而更好地为社会服务。

中国包装联合会设计委员会副主任
上海市原创设计大师工作室领衔大师



2011年3月



自序

PROLOG

产品设计以人为本，设计的原动力来源于人对产品的需求，符合人的需求是产品制造、销售的前提条件。由于人们生活水平的提高以及生活方式的变化，人们对工业产品的要求也随之提高，产品中人的因素研究成了设计的一项重要研究内容。

人机工程学是21世纪初发展起来的一门独立的学科，它的宗旨是研究人与产品之间的协调关系，通过对人、机、环境三者之间关系的各种因素的分析研究，寻找最佳的人、机、环境协调关系，为设计提供依据。因此，人机工程学是工业设计的基本理论，是人体科学、工程技术、环境科学以及社会科学等学科的交叉学科。它以人的生理、心理特征为依据，以创造和谐的人——产品——环境关系为目标，研究人与产品、人与环境、人与社会之间的相互关系，把人的因素作为产品设计的主要条件和原则，人机工程学的任务就是使机器和环境条件的设计适应于人，以保证人的操作简便省力、迅速准确、安全舒适、心情愉快，充分发挥人、机效能，使整个人机系统获得最佳经济效益和社会效益。书中引用了国内外部分书籍、文献的插图，编者在此向这些书籍和文献的作者表示真诚的感谢，由于时间关系，可能会有部分书籍与文献资料没有列在书后的参考文献中，敬请谅解。

由于水平有限，书中错误和不妥之处，恳请同行、专家和广大读者批评指正。

周美玉

2011年8月于梅陇

内容介绍

本书介绍了人机工程学的基本原理和方法，重点描述了以人为本的人机设计理念，并结合产品设计实际讨论了人—产品—环境三者之间的相互关系，阐述了舒适、安全、可靠、方便的产品设计基本原则。书共分九章，前三章是人机工程学的基本知识，包括人机工程学介绍、人体的特征和人体测量方面的内容；第四章到第八章的内容包括人机界面设计、作业空间与座椅设计、工作环境及其设计等；第九章则是对相关案例的介绍。

本书可作为工业设计专业必修课教材或选修课的参考书。

作者介绍

周美玉

华东理工大学副教授。

多年来一直从事工业设计教学、研究和设计实践工作；研究的方向有：产品设计理论与方法、感性工学、产品设计中的人的因素等。出版著作4部，发表专业论文30余篇。

目录

content

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	第一章	概述	1
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	第二章	人机工程学基础	13
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	第三章	人体测量与数据应用	39
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	第四章	视觉与设计	55
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	第五章	听觉与设计	93
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	第六章	肤觉与其他感觉	109
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	第七章	控制器设计	129
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	第八章	工作空间与座椅设计	157
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	第九章	人机系统设计	179
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	参考文献		196



第一章 概述

一、人机工程学定义

人机工程学是研究人、产品（物）及其使用环境之间相互关系的学科。该学科自20世纪40年代产生以来，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、研究方法以及技术标准 and 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。进入21世纪以来，随着科学技术的进步、网络的发展、人们生活方式的改变以及生活水平的提高，再加上新的产品与服务出现，这些都对人机工程学的应用与发展提出了新的研究方向。

（一）学科的命名

本学科研究和应用的范围极其广泛，各领域研究人员都试图从自身的研究角度来给本学科命名。因而，世界各国对学科的命名不尽相同，即使在同一个国家里，对本学科的命名也不统一。例如，在美国本学科称为“Human Engineering”（人机工程学）、“Human

Factors Engineering”（人的因素工程学）。在英国称为“Ergonomics”（人类工效学），有许多国家也引用英国的学科名称。我们来考察一下“Ergonomics”一词的词源，该词是由希腊词根“ergon”（即工作、劳动）和“nomos”（即规律、规则、法规、学问、研究等意思）复合而成的，其本义为人的工作法则，或工作的学问，是研究如何在工作中省力、省事、安全、正确的学问。由于该词能够较全面地反映本学科的本质，词义能保持中立性，不显露它对各组成学科的亲密和间疏，又源自希腊文，便于各国语言翻译上的统一，因此，目前较多国家采用“Ergonomics”一词作为该学科的命名。

人机工程学在20世纪70年代末才在我国兴起，学科研究者为了同国际接轨，多采用“人类工效学”这一名称进行对外交流。在本书中由于该学科主要被用于协调产品与人之间的关系，因而采用“人机工程学”这一名称。此外，常见的名称还有人体工程学、工程心理学、宜人学、人的因素工程学等。

（二）学科的定义

与该学科的命名一样，对其所下的定义也不一致，并且随着科学技术的发展，其定义也紧跟时代而不断地发生变化。国际人机工程学学会（International Ergonomics Association, IEA）在其官方网站上发布了2000年8月该学会对本学科所做的定义：人机工程学是研究人与系统中其他因素之间的相互作用，以及应用相关理论、原理、数据和方法来设计以达到优化人类和系统效能的学科。人机工程学的工作任务旨在设计与评估任务、工作、产品、环境和系统，使之满足人类的能力、限度和需要。而在2000年之前，国际人机工程学学会对人机工程学的定义是：“研究各种工作环境中人的因素，研究人和机械与可确的相互作用，研究工作中、生活中的休闲时怎样考虑工作效率、人的健康、安全、舒适等问题的学科。”

随着人机工程学研究的发展，如今人机工程学已经成为广泛地应用于生活的技术。人机工程学从研究人们的生活环境中身体的解剖学、生理学、心理学等方面的因素出发，研究“人一机（包括各种机械、家具、生活器物 and 工具）—环境”系统中相互作用着的各个目标指数（效率、健康、安全、舒适等），以及这些指数在工作环境中、家庭中，在休闲情况下如何达到最优化的问题。因此生活中的人机工程应包括人居环境中的人机工程学、产品设计中的人机工程学、物品的人机工程学，以及不同人工环境中的人机工程学等问题。即探讨和应用人类行为、能力与极限和它的特性等相关信息来设计器具、机器、服务，以及与它们密切相关的系统、过程及它们所处的周围环境，以增加系统整体效率、安全性与舒适感，进而提升人类的生活质量。人机工程学

是研究如何将“科学技术”与“人性”相互协调的科学，也就是科学技术的人性化。科学技术是无形的，它必须借助产品这一媒介服务于人类的生活，所有这些产品无论是高科技的，还是科技含量不高的，都要符合人的使用要求，我们所用的任何家具、器具、工具及各类生活用品等，无论其构造简单或复杂，都必须考虑以下几个方面的问题：① 与人体的尺度、形态相适应；② 与人的各项能力、习惯相适应；③ 提高效率和充分考虑安全性；④ 便于产品在整个生命周期中的使用、维护和修理；⑤ 产品视觉与操作界面设计合理，能充分发挥其功能。

综上所述，人机工程学是以人的生理的、感知的、社会的和环境的因素为依据，研究人机系统中各个元素之间的相互关系，为创造健康、安全、舒适、协调的人—机—环境系统提供理论和方法的学科。上述定义中的“人”是指操作者、使用者或在系统中工作的人；“机”泛指人操作或使用的物，可以是机器，也可以是用具或生活用品、设施、软件、服务或某特定行为过程等；“环境”是人与机共处的环境，它们既可以是物质的，又可以是非物质的，如人文环境、自然环境和社会环境等。人一机—环境系统是指由共处同一时间和空间的人与其所使用的机器以及他们周围的环境所构成的系统，简称人一机系统。在一人一机系统中，人、机、环境相互依存、相互作用、相互制约，共同完成某一特定的生产或生活过程。

从上述对本学科的命名和定义的讨论来看，尽管学科名称多样、定义歧异，但是，研究对象、研究方法、理论体系等方面并不存在根本区别。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。

在产品的设计过程中,我们不能把人、机、环境3个方面割裂开来看,而是应该用系统的方法把他们联系起来进行研究,在系统中人的工作是把三者联系起来的纽带,在这里所谓的工作是指在人一机系统中所发挥的功能。广义地说,工作不只是说一群工作人员为了相同的目标,或是为了某一商业目的而有系统地整合在一起从事活动,也包括了运动、休闲活动、照顾小孩、做家务、日常生活或各类服务等活动,而在这些活动之中的工具就必须适应人的各方面的需求,有如汽车要适应驾驶者的需求一样来看待人与产品之间的互动关系。

二、人机工程学发展历程

人类从开始制造工具时起,就已经着手研究人与工具之间的关系,例如:如何提高工具的使用效率,如何使工具更好用,如何使工具适应于人,并在生产实践过程中不断提出人与工具冲突与改进措施。从人类社会发展的历史就可以发现这一点,人类在其自身的发展过程中,不断地改造工具,使之为人服务,在这一过程中人和物相互适应、相互协调发展的动态平衡就是要解决的重要问题之一。

(一) 早期的人机工程学(~1945年)

我国对人与工具之间相互关系规律性的研究有着悠久的历史 and 辉煌的成就。早在两千多年前的《考工记》中,就有我国商周时期以按人体尺寸设计制作各种工具及车辆的论述。下面摘录其中一段关于马拉车辆设计中车轮结构及尺寸如何按人的尺寸设计,以保证其宜人性,并使马的力量得以很好发挥的论述:“所谓轮六尺有六寸天

下中制也,轮过于崇则其軫亦过于四尺矣,故軫为太高而人力有所不能登轮,或已庳则其軫亦不及四尺矣,故軫为太下,而马之力有所不能引,人不能登则力怠,马不能引则常若登阪,而倍用其力,此非车之善者也……人之登下以车为节,车之崇庳以马为节……六尺六寸之轮,軾高三尺三寸也;加軫与辘焉四尺也,人长八尺登下以为节。”

在18世纪末期的欧洲,英国和其他资本主义国家发生了产业革命,机器大工业代替了手工工业,人们的工作条件与用于生产的设备发生了很大的变化;为了适应新生产模式,出现了许多新的机器设备和工具用于生产与生活,从而引发新的人与机器的关系问题。这时的机器与工具的设计多以提高生产效率为目标,机器生产出来后,让人去适应机器。因此,这些只求功能的实现而不考虑人的操作要求制造出来的机器,以它们的运转状况来决定与调节着工人的生产活动。生产的效率与节奏完全由机器所决定,操作者只能被动地跟随机器的节奏工作,以便使机器充分发挥其效率。为了解决新的人机关系问题,出现了对工作时间与作业的研究。美国工程师泰勒是较早从事这方面的研究人员之一,他从1881年开始,在米德瓦尔钢铁厂(Midvale Steel Works)进行了一项“金属切削试验”,由此研究出每个金属切削工人每个工作日的合适工作量。经过两年的初步试验之后,他为工人制定了一套工作量标准。泰勒的金属切削试验延续了26年之久,进行的各项试验达3万次以上,80万磅的钢铁被试验用的工具削成切屑,总共耗费约15万美元。试验结果使得能大大提高金属切削加工效率的高速工具钢得以发明,并取得了各种机床适当的转速和进刀量以及切削用量标准等资料。1898年,泰勒受雇于伯利恒钢铁公司,并着手进行了著名的“搬运

生铁块试验”和“铁锹试验”。搬运生铁块试验，是在这家公司的五座高炉的产品搬运班组大约75名工人中进行的。由于这一研究改进了操作方法，训练了工人，结果使生铁块的搬运量提高了3倍。铁锹试验首先是系统地研究铁锹上的负载应为多大的问题；其次研究各种材料能够达到标准负载的锹的形状、规格问题，与此同时还研究了各种原料装锹的最佳方法的问题。此外还对每一套动作的精确时间作了研究，从而得出了一个“一流工人”每天应该完成的工作量。通过观察，他发现每个工人的铁锹都是自备的，用同一把铁锹，铲煤只有3.5磅，而铲铁砂却有38磅，于是他开始了著名的用铁锹铲运不同物料的实验，以寻求最佳的作业方法。这一研究的结果是非常出色的，堆料场的劳动力从400~600人减少为140人，平均每人每天的操作量从16吨提高到59吨。以他1903年发表的论文《论工厂管理》为标志，开创了人机工程学的研究。

同一时期关注动作研究的学者还有吉尔伯雷斯夫妇，尽管吉尔伯雷斯夫妇小泰勒十多岁，但他们对动作方法研究的时间与泰勒很接近，而且他们的研究方法较泰勒更细致、更科学。他们的工作侧重于研究工人的操作方法和操作动作，通过减少劳动中的动作浪费来提高效率。他们把工人的操作拍成电影片，从技术和心理两个方面进行分析，提出了著名的“吉尔伯雷斯基本动作要素分析表”。其研究步骤是：① 将工人的操作动作分解为17种基本动作；② 通过拍摄相片来记录工人的操作动作；③ 分析哪些动作是合理的、应该保留的，哪些动作是多余的、可以省掉的，哪些动作需要加快速度，哪些动作应该改变次序；④ 制定标准的操作程序。通过这些手段，他们纠正了工人操作时某些不必要的动作，形成了快速

准确的工作方法。与泰勒不同的是，吉尔布雷斯夫妇在工作中开始注意到人的因素，在一定程度上试图把效率和人的关系结合起来。吉尔布雷斯毕生致力于提高效率，即通过减少劳动中的动作浪费来提高效率，被人们称为“动作专家”。

他们开拓的这一领域在后来的发展过程中，逐渐形成了两个分支：一支是从作业动作分析的角度来研究工业劳动的效率，形成了动作和时间研究(motion and time study)；另一支是以人的因素(人体尺寸、人体力学、生理学及心理学因素)为基础，研究人机界面的信息交换过程，进而研究人机系统设计及其可靠性的评价方法，形成人机工程学学科。这两个分支现已成为工业管理及工程设计中两门重要的应用性科学。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。

由于当时本学科的研究着眼于心理学方面，因而在这一阶段大多被称为“应用实验心理学”。学科发展的主要特点是：机器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优选上，在人机关系上以选择和培训操作者为主，使人适应于机器。由于机器的不断大型化、复杂化，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，从而促使研究者对人机工程学所提出的问题进行科学的研究，并使经验人机工程学向科学人机工程学转变。

(二) 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;由于操作复杂、不灵活和不符合人的生理尺寸而造成武器命中率降低等现象经常发生。据统计,美国在第二次世界大战的飞机事故中,80%是由于人与机器之间关系不适当造成的。这些教训引起了决策者和设计者的高度重视。通过分析研究,决策者和设计者逐步认识到,在人和武器的关系中,主要的限制因素不是武器而是人,并且“人的因素”在设计中是不能被忽视的一个重要条件;同时还发现,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,设计者们首先在军事领域中开展了人机工程学与设计相关学科的综合研究与实际应用。例如,为了使所设计的武器能够符合战士的心理和生理特点,武器设计工程师不得不把解剖学家、生理学家和心理学家请去为设计操纵合理的武器而出谋献策,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1950年代末。在其发展的后一阶段,由于战争的结束,学科的综合研究从军事领域向非军事领域发展,并逐步把应用在军事领域中的研究成果用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,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、工程技术专家参与到该学科中来共同进行研究,从而使本学科的名称也有所变化,大多称“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。

(三) 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的发展时期,在这一时期,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,在航天技术的研究中,提出了人在失重情况下如何操作航天器,在超重情况下人的感觉如何变化等新问题。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,使得人—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,在本学科中应用新理论和新技术来进行人机系统的研究应运而生。所有这一切,不仅给人机工程学提供了新的理论和实验场所,同时也给该学科的研究提出了新的要求和课题,从而促使人机工程学进入了系统的研究阶段。从20世纪60年代至今,可以称其为现代人机工程学发展阶段。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愈来愈多,主要有解剖学、生理学、心理学、人类学、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。国际人机工程学学会在其会刊中指出,现代人机工程学发展有3个特点:① 不同于传统人机工程学研究着眼于选择和训练特定的人,使之适应工作要求,现代人机工程学着眼于工程设计及各类产品的设计;② 密切与实际应用相

结合,通过严密计划规定的广泛的实验性研究,尽可能利用所掌握的基本原理进行具体的产品设计;③力求使实验心理学、生理学、功能解剖学、人类学等学科的专家与物理学、数学、工程技术等方面的研究人员共同努力、密切合作。现代人机工程学研究的方向是:把人—机—环境系统作为一个统一的整体来研究,以创造最适合于人的各种产品和作业环境,使人—机—环境系统和谐统一,从而获得系统的最优综合效能。

人类步入了信息时代,人机工程学也必然向着信息化、智能化、网络化的方向发展。人机工程学作为应用性学科,与人的工作生活息息相关,设计出更加人性化、高效能的设备、工具和日常生活用品是本学科努力的目标。从人机关系来看,人机工程学又分为技术人性化和人的技术化两个方面。技术人性化方面的最大体现在于计算机虚拟现实技术的实用化。从人机工程学的角度来说,虚拟现实技术把人类的空间感、行走等感觉和行为功能纳入到人机交互之中,使得人与信息的交流变得更加自然和没有阻碍。同时基于人机工程学的虚拟设计和测试评价已经成为可能,这不仅可以节省大量的时间和资源,而且可以增强企业的竞争能力,使产品更具有使用性和人性化。在人的技术化方面,一方面人自觉和主动地进行学习、接受训练和选拔,从而获得更大的能力;另一方面也会被动地和不自觉地接受技术的约束,以及形成对技术的依赖。例如使用计算器后,人的心算能力会减退,因此如果使用计算机记事,后人的记忆力也会衰退。

本学科在国内起步虽晚,但发展迅速。在20世纪30年代仅有少数人从事工程心理学的研究,到60年代初,也只有在中国科学院、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,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。在1966~1976年间,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。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用人—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。此后在1989年又成立了中国人类工效学学会,1995年9月《人类工效学》会刊创刊。随着我国科技和经济的发展,人们对工作条件、生活品质的要求正逐步提高,人们逐渐认识到产品人机特性的重要性。

目前,本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,使人机工程学成为既有深厚理论基础又有广泛应用领域的边缘学科。人机工程学在我国的进展与发达国家相比仍有相当大的距离。随着我国科技和经济的发展,人们对工作条件、生活品质的要求也逐步提高,对产品的人机工程特性也会日益重视。我们所看到的目前市场上琳琅满目的产品,有许多也是充分考虑了人性化的需求。

(四) 人机工程学的未来发展

人机工程学作为应用性学科,与人的各个方面密切相关,其最终目标是使设备、工具和日常生活用品更加人性化、更方便使用。从人与电话机交互方式的演变,从手摇到拨号,到移动电话,再到集成个人计算机等多种功能的手机,就是通信技术日益“人性化”的过程,也就是手机

的人机工程学特性不断提高的过程。随着科学技术、信息技术的进一步发展,人机工程学朝着以下几个方向发展:

1. 高科技化

信息技术的革命,带来了计算机业的巨大变革。计算机越来越趋向平面化、超薄型化;便捷式、袖珍型电脑的应用,大大改变了办公模式;输入方式已经由单一的键盘、鼠标输入,朝着多通道输入化发展。多媒体技术、虚拟现实及强有力的视觉工作站提供真实、动态的影像和刺激灵感的用户界面,在计算机系统中,各显其能,使产品的造型设计更加丰富多彩、变化纷呈。

2. 自然化

早期的人机界面很简单,人机对话都是机器语言。由于硬件技术的发展以及计算机图形学、软件工程、人工智能、窗口系统等软件技术的进步,图形用户界面(Graphic User Interface)、直观操作(Direct Manipulation)、“所见即所得”(What you see is what you get)等交互原理和方法相继产生并得到了广泛应用,取代了旧有“键入命令”式的操作方式,推动人机界面自然化向前迈进了一大步。然而,人们不仅仅满足于通过屏幕显示或打印输出信息,还进一步要求能够通过视觉、听觉、嗅觉、触觉以及形体、手势或口令,以便更自然地“进入”环境空间中去,形成人机“直接对话”,从而获得“身临其境”的体验。

3. 人性化

当今产品设计风格已经从功能主义逐步走向了多元化、情感化和人性化。消费者纷纷要求表现自我意识、个人风格和审美情趣,反映在设计上亦使产品越来越丰富、细化,体现一种人情味和个性。一方面要求产品功能齐全、高效,适于

人的使用;另一方面又要满足人们的审美和文化认同需要。如手机设计,已经摆脱了原机器感的冷漠、色调单一的情形,变得更加紧凑、完整,照顾到了各类人群的情感需求。软界面中颜色、图标设计的情趣化,屏幕布局的条理性,软件操作的连贯性和共通性,都充分考虑了人的感性因素,使之操作更简单、便捷。目前,人机交互正从精确向模糊、从单通道向多通道以及从二维交互向三维交互转变,开发用户与计算机之间快捷、低耗的多通道界面。

4. 和谐的人机环境

未来的产品应能听、能看、能说,而且应能“善解人意”,即理解和适应人的情绪或心情。未来产品的设计应以人为中心,必须易用好用,能让人以语言、文字、图像、手势、表情等自然方式与产品进行信息交流。

三、人机工程学的研究内容与方法

(一) 学科的研究内容

在工作或生活场所,总是包含着人与机以及围绕着他们的环境条件而构成的一个综合体,在这个综合体的相互关系当中,人始终是有意识、有目的的操纵机器和控制环境的主体,而机器始终是人的劳动工具,服从于人,执行人的意志。人与机的关系是否协调,要看机器本身是否具备适应人的特性而定。但人不可能完全控制环境,在一定的情况下,环境也会约束和影响人。人机工程学研究的对象是“人—机—环境系统”,人与机器的关系是系统的中心,人机工程学的主要任务是对这一系统建立合理而又可行的方案,以便有效地发挥人的作用,并为系统中的人提供舒适和安全的环境,从而达到提高工效的目的。从

工业设计学的角度来看,与本学科相关的研究内容主要有以下几个方面:

1. 人与产品关系的设计

在人与产品关系中,作为主体的人,既是自然的人,也是社会的人。在人的自然因素方面的研究内容有:人体形态特征参数,人的感知特性,人的反应特性,人在工作和生活中的生理特征和心理特征等。在人的社会因素方面的研究内容有:人在工作和生活中的社会行为、价值观念、伦理道德、风俗习惯等,目的是解决机器设施、工具、作业、场所以及各种用具的设计如何适应人的各方面特征,为使用者创造安全、舒适、健康、高效的工作条件。

2. 人机系统的整体设计

人机系统设计的目的就是创造最优的人机关系、最佳的系统效益、最舒适的工作环境,充分发挥人、机各自的特点,取长补短、相互协调、相互配合。如何合理分配人与机在系统功能以及人机间有效传递信息是系统整体设计的基本问题。随着信息技术的发展,人们面对的是大量快速传递的信息,要求操作时精度高、快速准确。同时,人机界面由硬件界面向软件界面转变,此时人机关系进入了一个新的发展阶段。因此,新系统中人的特性如何体现,人与机的功能如何分配,机器系统如何更宜人等,成为人机系统设计的主要内容。

3. 工作场所和信息传递装置的设计

工作场所设计得是否宜人,将对人的舒适健康和工作效率产生直接的影响。工作场所设计一般包括:作业空间设计、作业场所的总体布置、工作台或操纵台设计、坐椅设计、工具设计等,作业场所设计的研究目的是保证工作场所适合操作者的作业目的,工作环境符合人的特点,使人

在工作过程中健康不会受到损害,高效而又舒适地完成工作。

人一机—环境系统的信息传递,主要是机器和环境向人传递信息,机器接收人的信息,即操纵与显示的设计两个方面。人机工程学对它们的研究不是重点解决工程技术上的具体设计问题,而是从人的特性出发,研究信息传递方式、准确性、可靠性以及人的认读速度与精度等;研究操作装置的形状、大小、位置和操纵方式与人的生理、心理、生活习惯等相适应等方面的问题。

4. 环境控制和安全保护设计

人机工程学研究环境因素,如温度、湿度、照明、噪声、振动、粉尘、有害气体、辐射等对作业过程和健康的影响;研究控制、改良环境条件的措施和方法,为操作者创造安全、健康、舒适的工作空间。人机系统设计的首要任务应该是保护操作者的人身安全,要求在产品的设计过程中,研究产生不安全的因素时,如何采取预防措施。这方面的内容包括: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。

(二) 人机工程学的研究方法

人机工程学是一门边缘学科,其他相关学科的研究方法都可以应用本学科的研究,这里介绍一般常用的研究方法。

1. 自然观察法

自然观察法是研究者通过观察和记录自然情境下发生的现象来认识研究对象的一种方法。观察法是有目的、有计划的科学观察,是在不影响事件的情况下进行的。观察者不参与研究对象的活动,这样可以避免对研究对象的影响,可以保证研究的自然性与真实性。自然观察法也可以借助特殊的仪器进行观察和记录,这样能更准确、