

吉林省“十四五”职业教育规划教材
高等院校艺术设计专业精品系列丛书



扫描二维码，
了解
配套资源



吉林省“十四五”职业教育规划教材
高等院校艺术设计专业精品系列丛书



责任编辑：孟海江
图书制作：宏图文化
特约编辑：宋俊美
艺术顾问：林家阳
装帧设计：张嫵雯
责任校对：杨轩飞
责任印制：张荣胜

图书在版编目（CIP）数据

人机工程学 / 王安旭，冯犇媛主编．—杭州：中国美术学院出版社，2020.8（2024.8重印）
（高等院校艺术设计专业精品系列丛书）
ISBN 978-7-5503-2188-5

I．①人… II．①王… ②冯… III．①工效学—高等学校—教材 IV．①TB18

中国版本图书馆CIP数据核字（2021）第068495号

人机工程学

王安旭 冯犇媛 主编

出品人：祝平凡
出版发行：中国美术学院出版社
地址：中国·杭州南山路218号 / 邮政编码：310002
网址：<http://www.caapress.com>
经销：全国新华书店
印刷：北京荣玉印刷有限公司
版次：2020年8月第1版
印次：2024年8月第4次印刷
印张：12.5
开本：889 mm×1194 mm 1/16
字数：376千
印数：11001—16000
书号：ISBN 978-7-5503-2188-5
定价：70.00元

著作权所有·违者必究

顾问团队

艺术设计专业（应用型）教材策划专家团队		
姓名	所在单位及职务	专业方向
林家阳	同济大学教授/博导 教育部高等学校设计类专业 教学指导委员会副主任 “上海市原创设计大师工作室”领衔大师 中国工业设计协会常务理事 原教育部职业院校艺术设计类专业 教学指导委员会主任	总主编/统筹/策划 设计教育研究/视觉设计/产品设计/ 空间设计著名专家
张夫也	清华大学美术学院教授/博导 世界艺术史研究所所长	工艺美术教育著名专家 原《装饰》杂志社主编
蔡军	清华大学美术学院工业设计系主任/教授/博导	工业/产品专业方向著名专家
陈文龙	中国台湾CIDA工业设计协会理事长/总工	工业/产品行业产业著名专家
吴海燕	中国美术学院设计学院院长/教授/博导	服饰专业方向著名专家
魏洁	江南大学设计学院教学院长/教授	视觉传达方向著名专家
顾逊	大连工业大学设计学院教学院长/教授	环境艺术专业方向著名专家
王效杰	深圳职业技术学院动画学院院长/教授	中国工业设计协会副会长 动画设计/数字媒体方向著名专家
王亦飞	鲁迅美术学院传媒动画学院院长/教授	中国美术家协会动漫艺委会委员 教育部高等学校教学指导委员会动画、 数字媒体专业教学指导委员会委员

序 言

FOREWORD

专业——高校根据社会的专业分工而设立的学业类别，是知识学习的边界。一个人要想把本专业的知识学精学通，需要有对专业的高度认识和对知识的熟练掌握。只有做到熟悉学习方法和路径，才能做到一通百通。在科技高速发展的今天，我们强调学科交叉、多才多艺，强调每个人都应该树立无边界学习的理念，即“进校前有专业，进校后要通学”。平面（视觉设计）、立体（产品和工业设计）、空间（室内、建筑、景观）、时尚（服饰、数字媒体）的交叉，只是同类专业的互补，而文、理、艺的交叉才能培养出全面发展的人才。

课程——学校专业教学的科目，包含专业的主体精神，是知识的具体体现。课程的合理性为个人专业知识的建构和实践能力的培养打下了良好基础。美国著名课程与教育专家格兰特·威金斯（Grant Wiggins）提出的“追求理解的教学设计（UbD）”理论，以及在课程体系中的“逆向设计法”，避开了教学设计中的聚焦活动和知识灌输这两大误区，致力于发掘大概念，帮助学生获得持久、可迁移的理解能力，而不是学了却不会用的知识。

该理论被广泛应用于美国大、中、小学的教育课程体系设计中，为人才培养目标进行课程体系的应用技能设计，以证明学生实现了预期的目标。一个好的专业须有课程知识能量的支撑。为什么教育部首先亮红灯的是动画专业？因为该专业的课程结构设计不合理，导致了学生知识的缺失，继而影响了他们的就业与发展。

教材——课程的意志体现并支撑着课程教学。“工欲善其事，必先利其器”，教材是教学最重要的元素，其优劣决定着教学效率的高低。直接影响教学效率的因素有三：一是教师的专业素养，二是教学的配套设施，三是教材的选择。其中，最具有提升空间的就是教材。好的教材，不仅能够使教师在教学过程中有行云流水般的顺畅感，更能确保学生在有限的时间内学到真东西，达到学习目标，让教学事半功倍。

好的教材应具备三种特质：一是课程知识点的科学性；二是教学案例、作业程序的合理性，让学生能创意出好的作品；三是突破纸质教材成本和页数的局限性，通过“相关信息”“相关链接”等拓展内容使学生得到无限的知识与信息。这些特质虽简单却包含着无限的知识能量。

教育部部长陈宝生先生、高教司司长吴岩先生在2018年11月1日的“教育部高等学校教学指导委员会成立大会”上强调了教育重心要重新回归到本科教学上来，并把教材视为教学质量中最为重要的环节。正是在这样的语境下，本套教材实现了教学精神的回归。



教育部高等学校
设计类专业教学指导委员会副主任
同济大学教授 / 博导 林家阳

2018年12月

前言

PREFACE

人机工程学的发展趋势经过曙光初露的阶段，正走向日渐明朗的未来，我们有必要对其做深入的研究，并且在教学上及时更新。本教材加入了人机工程学当前的变化以及未来的发展趋势，使教材内容更加完整。

教材的编写面向产品设计专业学生的实际应用，强调理论和实践的融合。在教材主体篇章中，以实训项目为标题分别讲解了人机工程学的五大板块内容，包括设计典型案例和知识点的讲解，并且选用学生作业作为教学内容的展示，对教师的教学和学生的学习都有很大的借鉴意义。

为了让学生更好地理解人机知识的重要性，能够在产品设计中体现其灵活性和多变性，本教材在第三章中安排了经典案例解读内容。这些案例是作者精心挑选的，体现了人机关系处理的高超手法和未来的发展方向。篇中对每一个作品进行了深入的分析，并且将人机关系提升到与设计理念相融合的层次，对于学生理解和学习设计大有帮助。

书中引用了大量当前最新的设计案例，展示了人机工程学方面的前沿研究信息，包括国内外相关的研究网站、设计网站以及书目、论文等，对于有志在该方面做深入研究的师生来说，是不可多得的学习资料。

由于编者水平有限，书中难免存在遗漏和错误，敬请有关专家和同行予以批评指正。此外，本书作者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电13810412048或发邮件至2393867076@qq.com 索取。

课程计划

CURRICULAR PLAN

章 名	章节内容	课时分配	
第一章 人机工程学概述	第一节 人机工程学的基础知识	1	6
	第二节 人机工程学的相关概念及研究范围	1	
	第三节 人机工程学的产生和发展	2	
	第四节 人机关系的处理	2	
第二章 虚拟现实行业案例开发 项目实训	第一节 项目训练一 ——长途巴士座椅设计	8	70 (其中另含 42课时训练 项目课)
	第二节 项目训练二 ——照明产品设计	8	
	第三节 项目训练三 ——显示器和控制器设计	4	
	第四节 项目训练四 ——工作空间设计	4	
	第五节 项目训练五 ——无障碍设计	4	
第三章 欣赏与分析	第一节 家具设计中的人机关系	1	4
	第二节 日用产品设计中的人机关系	1	
	第三节 工具设计中的人机关系	0.5	
	第四节 电子产品设计中的人机关系	0.5	
	第五节 公共设施设计中的人机关系	1	

目 录

CONTENTS

第一章 人机工程学概述	1
第一节 人机工程学的基础知识	2
一、艺术与科学——产品设计与人机关系	2
二、人与机器——人机关系的学问	3
三、生活与品质——人机关系与人的需求	5
第二节 人机工程学的相关概念及研究范围	7
一、学科命名与学科定义	7
二、人机工程学的基本概念	7
三、人机工程学的研究范畴	8
四、人机系统的设计	10
第三节 人机工程学的产生和发展	12
一、人机工程学的孕育——以生产效率为目的的人机关系的起步	12
二、人机工程学的创建——以人为本的人机关系研究的确立	14
三、人机工程学的成熟——以系统论为核心的现代人机工程学的完善	14
四、人机工程学的未来——以智能信息化为趋势的发展方向	14
第四节 人机关系的处理	16
一、人机功能的分配	16
二、人机界面的设置	18
三、人机关系的安全性	19
四、人机作业的效能	19
第二章 虚拟现实行业案例开发项目实训	21
第一节 项目训练一——长途巴士座椅设计	22
一、课程概况	22
二、设计案例	23
1. 艾琰·米立诺夫 (Ilian Milinov) 设计的拥抱 (HUG) 椅	23
2. 长途巴士座椅——吉林艺术学院学生作品	24
三、知识点	25
1. 人体测量学的相关知识	25
2. 人体数据的选择和应用	27
3. 人体的有关静态尺寸	29

4. 人体的有关生理特征	38
四、实践程序	43
五、网站链接和相关信息	45
第二节 项目训练二 —— 照明产品设计	47
一、课程概况	47
二、设计案例	47
1. 保罗·汉宁森 (Poul Henningsen) 的灯具设计	47
2. 羊皮纸灯具——吉林艺术学院学生作品	49
三、知识点	49
1. 人的感觉特征	49
2. 人的视觉	50
3. 照明与功效	52
四、实践程序	55
五、网站链接和相关信息	60
第三节 项目训练三 —— 显示器和控制器设计	63
一、课程概况	63
二、设计案例	63
1. 迪特·拉姆斯 (Dieter Rams) 的 SK-4 收音留声机设计	63
2. 自助办证机的人机交互设计	66
3. 智能药瓶设计——吉林艺术学院学生作品	69
三、知识点	70
1. 人的视觉运动规律	70
2. 视觉显示器的种类和设计原则	71
3. 手和脚的结构特征与运动规律	84
4. 控制器的类型和设计要求	86
四、实践程序	95
五、网站链接和相关信息	100
第四节 项目训练四 —— 工作空间设计	104
一、课程概况	104
二、设计案例	104
1. 厨房设计	104

2. 模型工作台——吉林艺术学院学生作品	110
三、知识点	111
1. 人的作业阈	111
2. 人的心理空间	114
3. 人的空间行为心理	117
4. 作业空间的设计原则	118
5. 储物设计	119
四、实践程序	120
五、相关信息	127
第五节 项目训练五 —— 无障碍设计	128
一、课程概况	128
二、设计案例	128
1. 卫生间的无障碍设计	128
2. 公交车的无障碍设计	132
3. 公共洗手盆的设计——吉林艺术学院学生作品	134
三、知识点	135
1. 无障碍设计	135
2. 障碍的种类	135
3. 无障碍设计的类别与方法	135
4. 共用性设计	143
四、实践程序	143
五、网站链接和相关信息	151
第三章 欣赏与分析	153
第一节 家具设计中的人机关系	154
一、汉斯·瓦格纳（Hans Wenger）的中国风格椅“The Chair” ——中为西用，古为今用	154
二、英国倾身椅（Tip Ton）——静中有动，动中有静	158
第二节 日用产品设计中的人机关系	161
一、德国垃圾筐——低调关爱，彰显品位	161

二、英国约瑟夫·约瑟夫（Joseph Joseph）折叠菜板	
——化繁为简，简中有道	162
三、诺曼威士忌酒杯（Normann Copenhagen Whiskey Glasses）	
——形态优雅，功能完备	164
第三节 工具设计中的人机关系	167
一、WRENCHit 扳手——模块组合，功能多变	167
二、Unikia 刀具系列——欲善其事，先利其器	171
第四节 电子产品设计中的人机关系	176
一、LEXON 的“翻身”闹钟——乐玩科技，成就非凡	176
二、博朗 ET66 计算器——删繁就简，返璞归真	178
第五节 公共设施设计中的人机关系	180
一、婴儿更衣站（Baby Changing Station）——爱于无声，现于无形 ...	180
二、Eco-Cycle 自行车存放系统——三维理念，拓展空间	182
 参考文献	 188
后记	189

第一章 人机工程学概述

第一节 人机工程学的基础知识

第二节 人机工程学的相关概念及研究范围

第三节 人机工程学的产生和发展

第四节 人机关系的处理

第一章 人机工程学概述

本章概述

人机工程学这门学科的历史并不长，但是人们对于“人机关系”的处理却是从人类的产生开始的，“人”和“机”是和谐共生、彼此成就的关系。随着人类的发展，“人”和“机”的关系经历了发展变化和不断丰富过程。在社会化大生产开始以后，人机关系的复杂性大大增加，由此产生了“人机工程学”这门学科。时至今日，科技的发展使得人机关系面临着新的方向和不可预知的未来，由此我们有必要持续关注这门学科的发展。作为产品设计专业的学生，人机关系的研究和学习尤为重要。本章的内容从人机工程学的基础知识开始，逐步深入介绍学科的产生、发展以及它的研究方法和人机处理原则。

学习目标

本章的学习目的是在正式学习人机工程学的课程之前为学生做的必要知识准备，使学生加深对人和机器之间关系的认识，了解人机关系这门学科的研究内容与方法，以及处理人机关系的基本原则。这部分知识是概述性的，涉及人机设计思想原则等知识，是对下一章具体内容学习的铺垫和准备。

第一节 人机工程学的基础知识

人机关系的处理和改进影响着产品的功能和质量，也和每个人的生活息息相关。人和机器的关系经过了相互独立、紧密结合的发展阶段，展现出彼此共融的趋势。人工智能的出现必将使机器起到更大的作用，我们必须关注人机关系的发展，以更加主动的姿态迎接其未来的变化。

一、艺术与科学——产品设计与人机关系

一提到产品，设计师和消费者都会认同这样一个概念：产品是供人们消费、能够满足人们某种需求的物品。这个概念着重强调了产品的功能性，因为它是产品存在的基础。著名的美国设计理论家维克多·帕帕那克（Victor Papanek）在他的著作《为真实的世界设计》中指出：“设计的本源是解决问题，

为大众服务。在手工业时代，制作工匠们依靠他们的亲身感受和高超的手艺处理了每件作品的功能和外形问题，而批量生产的现代产品设计如何达到这个目的，仅仅依靠手工业时代匠人的灵性和手艺的高超是远远不够的，而是要依靠科学的方法。”

人机工程学就是现代产品设计科学化的标志之一，通过人机关系的处理，可以使产品符合人体的尺寸、运动规律和生理机能，保证人的安全、人与环境的协调，改进人与人之间的关系，达到人和机器最大程度的和谐。人机关系的协调，必须有科学的研究做后盾。

然而，科学不是产品设计的全部，人是有情感需求的动物，产品设计除了满足人的功能需求以外，还应该满足人对艺术、对美的需要。人机关系中一个值得人们越来越关注的问题是人的心理和情感的

满足。著名设计师赫伯特·西蒙 (Herbert Simon) 说：“设计是人类生活艺术化的工具。” 产品设计除了能够满足人们的使用需求外，还可以成为人们情感和心灵的伴侣，这就是产品设计所需要的艺术属性。产品设计是科学与艺术的完美结合，是具有科学性的艺术，也是具有艺术性的科学。产品设计既需要科学牢固其存在的基础，也需要艺术充实它的灵魂。只有当艺术与科学完美的结合时，才能够呈现出符合人的物质和精神两方面追求的产品设计。(图1-1-1)

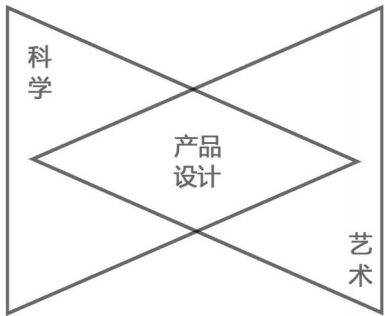


图 1-1-1 科学与艺术的结合展示图

二、人与机器——人机关系的学问

人机关系字面的解释是人与机器的关系，这里的“机器”是广泛意义上的概念，包括工具、仪器、设备等方面。人机工程学作为一门独立的学科产生不过百年，但是人们对于人机关系的处理和人机原理应用的历史却是渊远流长的。从人类的远祖利用自然物开始，人与物就有了牢不可破的共生关系。人通过工具的制作进化了自己，工具通过人的进步得到了发展，两者互相依存，共同成长。在人与物的进化过程中，人与器物的关系也在逐步加深和变得复杂。到了手工业后期，人们已经能够很好地处理与物的关系，为现代人机关系的研究奠定了基础。

纯粹的人机关系产生于工业革命，发展至今约有200年的历史。在这一过程中，科技的进步使人类社会发生了重大变革，人与机器的关系经历了从分到合的变化过程。

1.人与机器的相互独立

第一次工业革命（18世纪60年代）蒸汽机技术给人类带来了新的动力能源，从此机器参与了人类生产，工厂替代了手工作坊，纯粹的人机关系产生了。第二次工业革命以电力技术为标志，人类跨入了电气时代。这两次工业革命突破了人力和畜力的局限，使生产力产生了极大的飞跃，因此有学者将其合并称为“第一次机器革命”。在此期间，机器和人彼此是独立的个体，人与机器是制造与被制造、使用与被使用、操作与被操作的关系，彼此界限分明。不仅如此，由于当时人与机器并没有达成良好的合作关系，两者相互制约，甚至产生对立冲突。人机关系经历着矛盾—调解—再矛盾—再调解的修正过程，始终在平衡与不平衡之间转化。两者泾渭分明、分庭对立。无论怎样转变，人始终是两者关系的主体，这是经历了一系列转变后得出的结论。(图1-1-2)

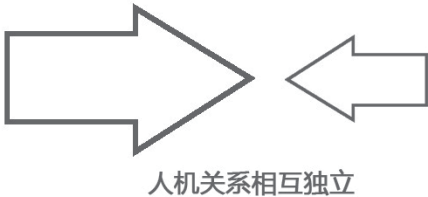
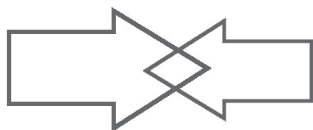


图 1-1-2 “第一次机器革命”后的人机关系

2.人与机器的紧密结合

20世纪中期，以数字技术和普适计算为代表的新一轮科技进步和产业变革，意味着“第二次机器革命”的到来，机器实现了由力量向智慧的转变。人和机器的关系发生了质的变化，彼此依赖、紧密结合。(图1-1-3)



人机关系紧密结合

图 1-1-3 20 世纪的人机关系

在智能时代，人和机器是一种双向交互、相互依存的模式，机器具有了更多的自主性，人的主体地位受到机器的挑战。人与机器的界限越来越模糊，机器世界的“领域”不断扩展，功能日益强大，机器的自主性越来越高，甚至人与机器的交流逐渐具有了人与人交流的特征。随着人工智能化的提升，传统的人机关系受到挑战，产品的智能化可以让其拥有对信号的感知、分析、判断和处理的能力，机器正在逐步提升服务层次，甚至挑战人类智能。由谷歌公司研造的人工智能系统阿尔法围棋（AlphaGo）就成功地挑战了人类世界围棋冠军，使人类不得不重新认识和评估未来智能机器的能力。

3. 人与机器的共融统一

在未来的发展关系中，新兴科技可以突破人机之间的界限，实现人机融合，彻底颠覆传统的人机关系和人类生活方式。

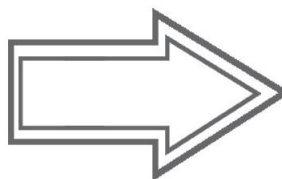
最新的科学技术表明，机器介入人体可以通过芯片构建机电系统，整合机械元素、传感器、促动器等设备，实现机器与人体器官的连通，特别是机器与人体神经网络的联结，甚至改变人类的思维。脑—机接口技术（Brain-Computer Interface，简称 BCI）可以分析、解码出人脑的工作意图，并将其转化为与外界系统交互的工作指令，以实现无需依赖常规神经肌肉活动，即可与外界进行人机信息交互和执行机械操控任务。（图 1-1-4）



图 1-1-4 瘫痪少年为 2014 足球世界杯开球

人类也在试图将人类所独有的意向性赋予机器，使之能体现人类自身的主体性、认知意图和价值取向。当然，如果这种行为没有合理的控制，可能会带来一系列的问题，这也引发了关于人工智能的伦理和法律方面的思考。

虽然科学家们和社会学者对于以上问题有所担心，但是科学家们仍旧希望尝试制造出一种人机共生体（赛博格 [Cyborg]），未来人机关系的走向将会影响到我们每一个人的生活，值得我们对其进行关注和理性地约束。（图 1-1-5）



人机关系共融统一

图 1-1-5 未来的人机关系

三、生活与品质——人机关系与人的需求

人和机器的关系经历了从彼此独立到相互融合的变化，人机关系的改进对于人类社会的影响是巨大的，而对于我们个人而言，它带给我们的影响也是无处不在的。人机关系的改进，决定了我们现在的生活状态和生活品质。

1. 机器替代人的体力劳动

人机关系的改进，使机器承担了很多家庭中的体力劳动，减轻了人们生活的负担。从20世纪七八十年代开始，家用电器逐渐进入了人们的生活，协助人们完成家务劳动。最初的电器只有基本的功能，随着电器功能的逐渐完善，人机关系也随之提升，到目前为止，家用电器已经能够达到智能化水平。

最初的洗衣机是单缸洗衣机，只有单一的洗衣功能，完成一次洗衣服的工作需要多次换水，完全是人机协同工作，人们称当时的洗衣机是“省力不省工”，即使是这样的洗衣机，对于常年用搓衣板洗衣服的主妇来说，已是极大地节省了体力。经过几

代产品的改进，目前全自动洗衣机是主流产品，在电子板的控制下，可以方便地选择洗衣种类，智能控制洗涤程度和烘干。（图1-1-6）

洗衣机只是一个典型的代表，生活中还有许多这样的案例，人机关系的改进给人们的生活带来了方便。

2. 机器协助人类的脑力工作

人机关系的改进使机器进入了人的脑力工作范畴，使人成为脑力上更加解放的人。计算机产生以后，现代化办公系统使很多文案和管理工作通过微机的辅助更加高效、规范。比如 Word 和 Excel 替代了原来大量的书写记录与统计工作。各种技术软件的辅助，使得原本技术程度复杂的工作变得轻松、准确，并且符合现代化社会需要。Photoshop、Adobe Illustrator 等平面设计软件替代了繁重的手工绘制，Autocad、Solidwork 等软件使得三维形态的塑造非常精准、快捷。不仅如此，人机交互的改进使得原有的软件功能逐渐强大，人和机器的交流越来越顺畅、自然和人性化。原来的 DOS 操作系统，需要操作者输入命令符，人机交互非常抽象、复杂，只有



图 1-1-6 洗衣机的人机关系改进

经过专业训练的人才可以使用，而后来的 Windows 系统使计算机的界面变得具有画面感，符合人的认知和交流习惯，人和机器的交流变得顺畅起来，令很多人对电脑可以无师自通。三维软件中，机器可以根据人的命令进行尺寸和位置的精准定位，可以进行曲面的混接和优化。（图1-1-7）

机器就如同忠实的、不知疲倦的助手一样执行着人的命令。有了人机交互的关系，人可以从繁重的“技术”任务中解脱出来，更多地去思考、创新，更多地去享受生活乐趣。



图1-1-7 机器协助脑力劳动

3.机器为人类提供智能服务

人机关系的智能化和数据化使机器主动为人们提供所需要的服务，让我们可以充分享受高质量的生活。人工智能和大数据的运用使原有的机器不再仅仅是工具和命令的执行者，机器对于所要执行任务的判断和处理能力大大提升，可以通过对环境的感知自行决定处理家务的时间和频率，独立出色地完成家务劳动。例如：一个家庭的财政收支是个复杂的问题，人工智能系统可以帮助一个家庭适时地缴纳各种费用，管理各项收支，并且合理地帮助主人增值存款；智能家居可以帮助人们合理安排时间、节约能源消耗、增加安全性，能够提供全方位的信息交换，帮助家庭与外部保持信息交流畅通，优化人的生活等。人机关系发生了这样的变化，给用户带来了全新的享受和体验，生活越来越便利和快乐，但另一方面人对机器的依赖性也前所未有地增强了。（图1-1-8）

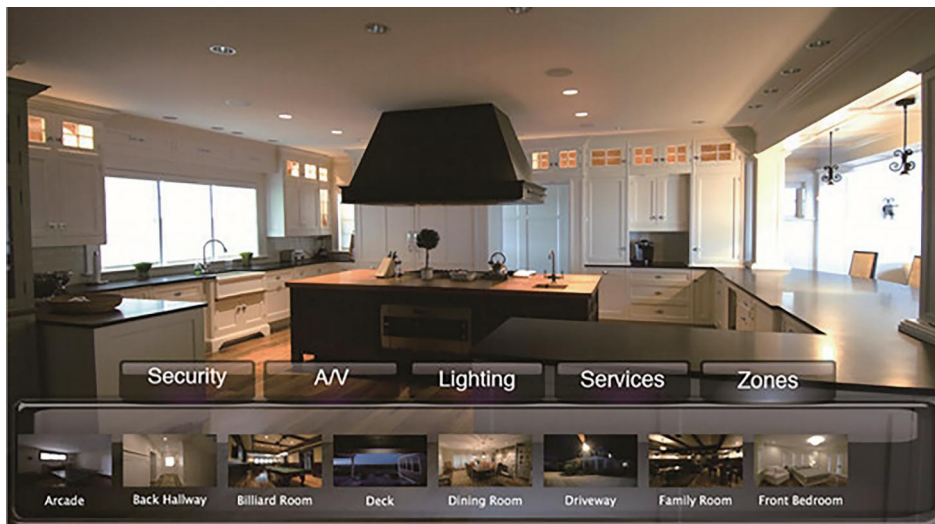


图 1-1-8 人工家庭智能系统

第二节 人机工程学的相关概念及研究范围

本节主要介绍人、机、环境等的基本概念，以及人机工程学的研究范畴及其在相关学科中的研究角度和侧重点。“系统”是人机关系处理的基本思想和工作原则，人机系统的设计内容、顺序以及设计要求是学习人机工程学的知识重点。

一、学科命名与学科定义

不同的国家对于人机工程学这门学科的命名各有不同，在欧洲被称为“功效学”；在美国被称为“人类因素学”和“人类工程学”；在日本被称为“人间工学”。在我国由于研究比较晚，集合了各个国家的研究成果，名字也很多样，“人体工程学”“人机学”“功效学”等各种名称都存在。

学科命名的多样性反映了三个方面的原因：①人们对于人机工程学这门学科的认识经历了从模糊到逐渐清晰的过程；②反映了这门学科的广泛性和交叉性；③在不同的研究和应用领域中，带有不同的侧重点和倾向性。

与学科的命名一样，其定义也不统一，并且随着学科的发展不断地变化。目前比较公认的是以下的定义：人机工程学是研究“人—机—环境”系统中人、机、环境三大要素之间的关系，为解决该系统中人的效能、健康（安全舒适）问题提供理论与方法的科学。

二、人机工程学的基本概念

人机工程学的定义中，提到了几个比较重要的概念，这些概念在人机工程学中的定义与通常情况下该词汇的意义并不相同，因此有必要对其做出解释。

1. 人、机、环境三大要素

(1) 人是指作业者或使用者，人的心理特征、

生理特征以及人适应机器和环境的能力等都是该领域中重要的研究课题。

(2) 机是指人操作和使用的物，包括人操作和使用的一切产品和工程系统。产品是人所接触到的一切工具、机器、日用品等；工程系统是产品运行必须借助的使用系统。比如，电话必须依赖无线网络，电脑需要在操作系统、国际互联网中才能展现其功能。因此，机的概念非常广泛，可以是生活用品、硬件设施和软性支撑等。

(3) 环境是指人们工作和生活的空间。环境因素包含内容十分广泛。一般情况下，影响人们作业的环境因素主要有以下几种：

① 物理因素：主要有照明、噪声、温度、湿度、震动、辐射、气压、重力、磁场等。

② 化学因素：主要指化学性有毒气体、粉尘、水质等。

③ 心理因素：主要指作业空间（如厂房大小、机器布局、道路交通等）、美感因素（如产品的形态、色彩、装饰以及功能音乐等）对人的影响。

此外还有人机关系等社会环境对人心理状态构成的影响。

2. 系统

系统是人机工程学最重要的概念和思想。系统是指为了达到一定的目标，由相互依赖且相互作用的若干部分所构成的有机整体。

人机工程学的特点是它不是孤立地研究人、机、环境这三个要素，而是从系统的总体高度将人、机、环境这三个要素看成是一个相互作用、相互依存、相互制约的整体，从它们相互关系的角度上去研究。

3. 人的效能

人的效能主要是指人的作业效能，即人按照一定要求完成某项作业时所表现出的效率和成绩。一

个人的效能决定于人、机、环境三个要素之间的关系是否得到妥善处理，不能仅仅从机器或者人的方面去考查。

4.人的健康

人的健康包括身体健康和心理健康。因此，人机工程学不仅要研究某些因素对人生的损害，还要研究这些因素对心理的损害。近几十年来，人的心理健康越来越受到广泛重视，心理因素能直接影响生理健康和作业效能。例如：强噪声对听觉系统的直接损伤、光线对思维活跃程度的影响等。有的噪声虽不会直接损害人的听觉，却会给心理造成干扰，引起人的应激反应。

三、 人机工程学的研究范畴

人机工程学是由许多不同学科的工作者共同发展起来的，它跨越了不同的专业领域，应用了各学科的原理及数据，人机工程学的研究范畴主要包括以下几个方面：

1.人机系统中人的形态特征——人体测量学

这部分内容包括人体三维空间的长度、围度、径长、体形、体表面积、身体体积等特征，涉及人体测量学方面的知识。产品都是为人所用，除了构造要求之外，它的绝大部分尺寸都与人体数据密切相关。人机工程学已将人体形态指标的许多参数应用到产品、建筑、环境等设计中，以提高人机综合体的协调性和环境质量。（图1-2-1）

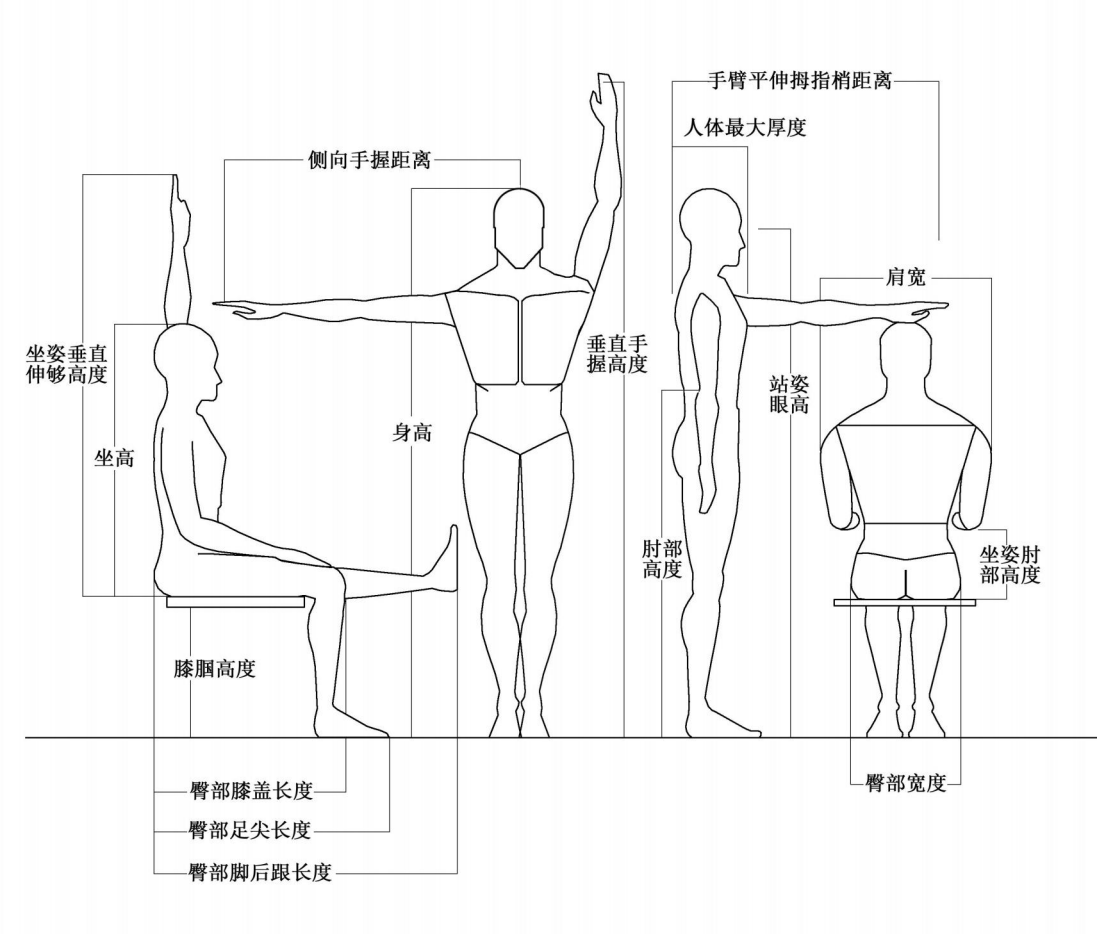


图 1-2-1 人体测量示意图

2. 人机系统中的生理、心理特征——医学、生理学、解剖学、心理学

人机系统中的生理、心理特征主要包括人体各系统的功能研究，常用的指标有脉率、血压、心电、超声心动图、最大吸氧量、肺活量、最大通气量、反应时、视力、视野、色觉、肌力、肌耐力、肌电图、脑电图等。人机系统中有许多指标是以人体各种生理功能为基础的，比如人的感知机能和精神情感，这一部分的研究已经进入到生理学、医学和心理学的范畴。(图1-2-2)

的舒适范围、允许范围、空间范围、安全范围和人体用力原则等。(图1-2-3)



图 1-2-2 人体的肌肉

3. 人机系统中人的生物力学特征

人机系统中人的生物力学特征主要有人体操作

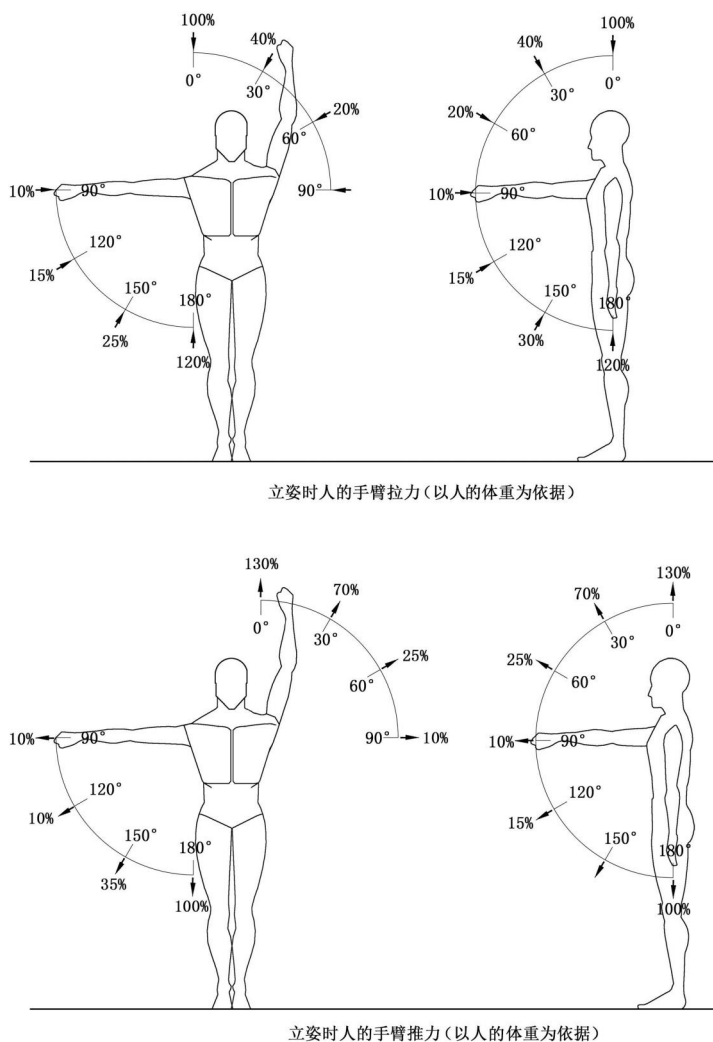


图 1-2-3 在不同角度下人的手臂作业效能的差异

4.人机系统中的环境特征

工作环境是直接影响人机系统的主要因素。为了确保人的身心健康，提高工作效率，必须创造出良好的工作生活环境，使“人一机一环境”始终保持在动态平衡之中。

5.人机系统中信息的传递

这一部分包括人的知觉机能对色彩、仪表的信号、字符、图形、声音信号的反应能力、反应时、记忆负荷等。对信息传递的合理研究、应用能够保证操纵者对信息做出正确合理的选择，做出合理、准确的反应，以保证人机关系的协调性。(图1-2-4)



图 1-2-4 人与机器的信息传递

6.人机系统中的疲劳状态

对疲劳的研究是许多学科的课题，人机工程学

认为，只有客观地掌握人体的疲劳程度，才有可能设计出符合人体机能的器具。

7.人机系统中人与人的关系

人与人关系处理得不恰当也会影响人机系统的功能。用数学分析的方法来研究怎样调整人与人的关系，以适应生产和生活的需要。

四、人机系统的设计

人在使用工具、物品或者机器、设施的时候，就被使用的对象成为一个不可分割的合作体，这个整体就被称为人机系统。人机系统的理论是解决人机关系设计的一种基本思想，一种分析与解决问题的方法。

人机系统有简单、复杂之分，其内部由数量不等的子系统构成。人在其中所处的地位也是不同的，总的来说人是处于主动地位的，机器运动是按照人的需要与目的来进行的。人机系统也是处于运动之中的，人与机器之间不断地进行信息的交流。

一般情况下，人机系统中包含各个子系统，为了完成大系统的目标，子系统需要协同工作。各子系统与其他子系统之间产生着物质、能量、信息的交流，子系统必须要适应外部的变化，才能达到子系统的分目的以及大系统的总目的。(图1-2-5)



图 1-2-5 人机系统的复杂多样性

1. 人机系统设计的顺序

人机系统是人、机器和环境等诸多要素的集合体，它们以系统的功能最优为目标。要设计好一个人机系统，必须对系统整体做出相近的分析。

(1) 定义系统目标

从分析系统总目标开始，即先要明确为什么要设计这个系统，系统的目标决定系统的性能要求，系统的性能要求决定着系统所应该包括的组成内容。在这个阶段一定要注意使用者的群体特征，明确使用者的需求。

(2) 系统分析

对系统的功能进行分析比较，进一步分析系统应具有哪些功能，确定系统功能路线图；并分析如何实现这些功能，确认哪些功能由人实现，哪些功能由机器实现，机器所属的功能是由硬件实现还是由软件实现。

(3) 系统实现（图1-2-6）

①逐层分析人机系统不同层次的功能，指导每个分系统的每个组成部分。

②确定每个部分的作业流程、作业任务，分析

作业每一个阶段的效能和作业舒适性。

③进行信息交流方式的设计，对信息交流的数量、质量、可靠性分析与检测。

④进行人机界面的设计，如何实现人与机器的信息传递。

⑤进行作业空间的设计，明确作业性质和空间要求，注重空间与人的协调关系。

(4) 对系统做出综合评价

对系统的安全性、舒适性、使用满意度进行评价，可以在图纸阶段、模型阶段分别进行评价，以此作为修改系统的依据。

2. 人机系统的设计要求

(1) 能达到预定的目标，完成预定任务。

(2) 在系统中人和机器都能够发挥各自的作用，达到协同工作的效果。

(3) 系统的输入和输出都必须符合设计的能力。

(4) 系统要考虑环境因素的影响。

(5) 系统应有完善的反馈闭环回路。



图 1-2-6 人一机—环境的系统性

▶ 第三节 人机工程学的产生和发展

本节包括人机工程学作为独立学科的发展历程、每一个阶段的研究特点和人机关系的处理方法。在最后一段中加入了以智能化、信息化为特征的未来发展趋势的预测，将学科的发展研究做了内容上的更新和补充。

一、人机工程学的孕育——以生产效率为目的的人机关系的起步

19世纪后期到第二次世界大战之前的这段时间，

机器化的生产方式逐渐被采用，生产效率大幅度提高，也产生了比过去复杂得多的人机关系。这个时期的机器设计以功能的实现为目标，追求生产效率。人们对人机关系的认识是“以机器为本”“人适应机器”，因此劳动强度大、事故频发，人机矛盾非常突出（图1-3-1）。欧美一些研究人员和机构以减少事故、提高劳动效率为目的，对人在劳动过程中的心理和生理等方面的问题进行了研究。在这方面有两个比较典型的实验：

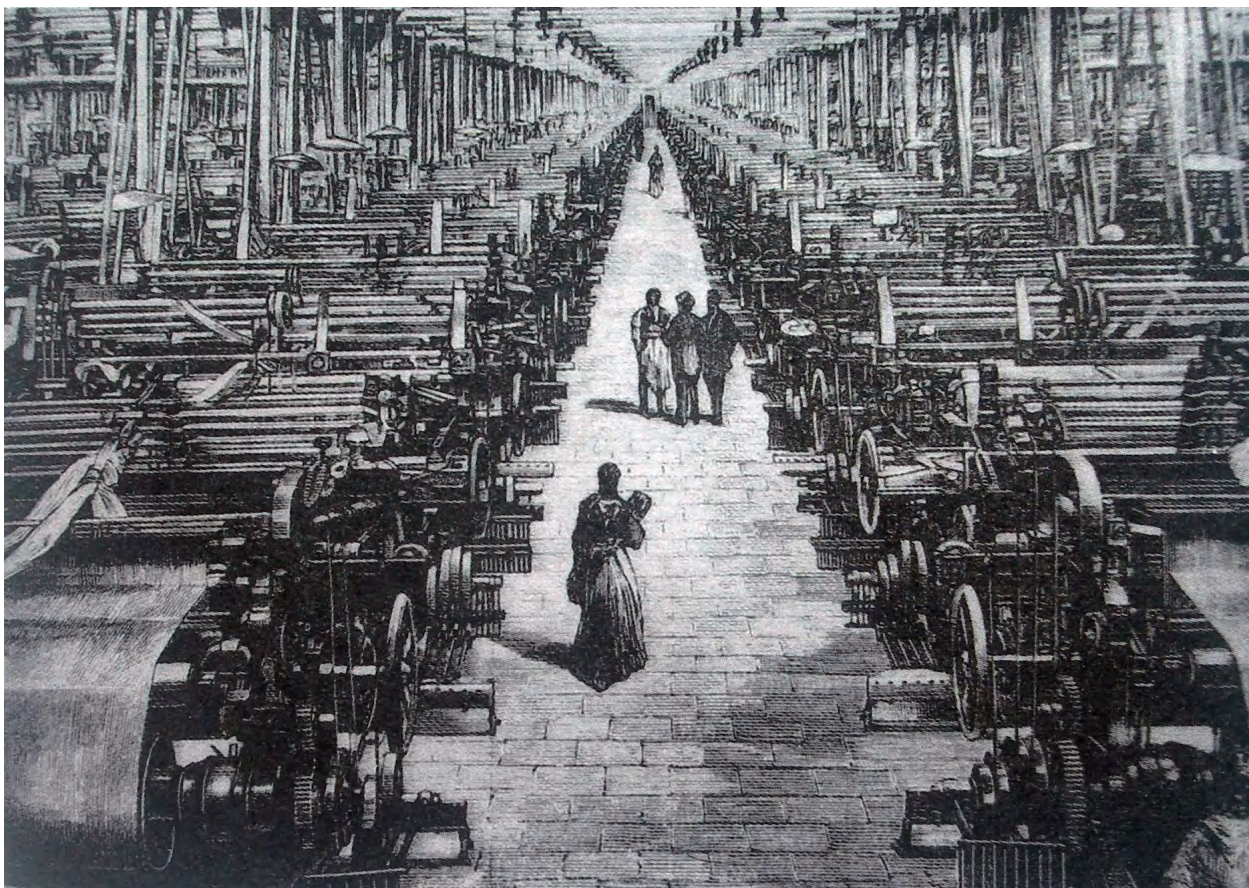


图 1-3-1 大机器生产

1. 泰勒的铁锹实验

美国学者弗雷德里克·温斯洛·泰勒（Frederick Winslow Taylor, 1856—1915）对铲料工人的作业进行了研究，发现在每锹铲料达到21.5磅（约9.75千克）的重量时，工人的作业效率最高。于是他针对不同比重的物料制作了不同型号的铁锹给工人使用，比重大的物料用小型号的铁锹，比重轻的用大号铁锹，以保证每铲能达到21.5磅（约9.75千克）重。泰勒还训练工人使用“标准方法”进行铲料，对完成任务的工人予以奖励，目的是让工人达到最大的作业效率。经过泰勒的改进，原来需要400~600名工人完成的工作，现在只需140名工人即可完成，给工人的工资相应地增加了60%。相比之下，工厂可以节约更多的人力费用。泰勒将他的研究成果用于实践管理上，被称为“泰勒制”。“泰勒制”的主要内容和方法包括劳动方法标准化、制定标准时间、有差别的计件工资、挑选培训工人和管理分工。泰勒于1911年发表了《科学管理原理》一书，他首创的管理方法受到当时欧美科学技术界和工商界的重视，他本人也被美国实业界誉为“科学管理之父”。关于“泰勒制”，列宁指出它“一方面是资产阶级剥削的最巧妙的残酷手段，另一方面是一系列的最丰富的科学成就”。（图1-3-2）

2. 吉尔布雷斯砌砖实验

弗兰克·吉尔布雷斯（Frank Gilbreth, 1868—1924）是一位工程师和管理学家，科学管理运动的先驱者之一，其突出成就主要表现在动作研究方面。莉莲·吉尔布雷斯（Lillian Gilbreth, 1878—1972）是弗兰克的妻子，她是一位心理学家和管理学家，是美国第一位获得心理学博士学位的妇女，被人称为“管理的第一夫人”。他们夫妇俩在工程管理方面做出了很大的贡献，其中最著名的是“砌砖实验”。（图1-3-3）

1885年，吉尔布雷斯受雇于一家营造商。他发现工人造屋砌砖时所用的工作方法之快与慢，互不相同。于是他开始分析工人砌砖的动作，发现工人每砌一砖，都是先俯身用左手去拾取，然后再翻动手中的砖块，选择其最佳面，堆砌时将好的一面朝向外侧，此动作完毕后，右手开始铲起泥灰，

敷在堆砌处，左手置放砖块，右手再用刮板敲击几下，使砖和泥灰充分接触以便更加牢靠，这是动作的一个周期。1911年，吉尔布雷斯利用高倍摄像机将这些动作录制下来，详加分析，发现工人俯身去拿砖块的时候，容易造成疲劳，而左手拿砖并且转动方向的时候，右手是闲置的，没有得到合理的利用，敲砖动作也属于多余的。经过多次试验后，吉尔布雷斯夫妇研究出砌砖的新方法。当砖块运到工厂的时候，先让价廉工人加以挑选，统一放置在一木筐内，每筐盛砖90块，其最好的一面朝向统一的方向，此木筐悬挂在工人的左边，当左手取砖时，右手同时取泥灰，同时改善泥灰的浓度，砖置放其上时不用敲击，即可以达到指定位置。



Frederick Winslow Taylor

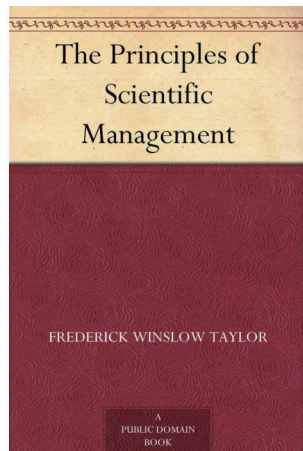


图 1-3-2 泰勒和他的著作《科学管理原理》



图 1-3-3 吉尔布雷斯夫妇

经此改善后，工人每砌一块砖的时候，动作可以由18次减少到5次，经过这种方法训练后，速度可以从原来每小时砌120块增加到350块，工作效率增加了近200%。吉尔布雷斯夫妇认为，要取得作业的高效率，以实现高工资与低劳动成本相结合的目的，就必须做到三点：一要规定明确的高标准的作业量；二要有标准的作业条件；三完成任务者付给高工资，完不成任务者要承担损失。

上述内容是指要科学地规定作业标准和作业条件，实行刺激性的工资制度。其中，作业标准和作业条件必须通过时间研究和动作研究才能确定下来，而这种刺激性的工资制度，也就是差别计件工资制。

经验期的人机关系研究的主要内容为：研究各种职业的要求，利用测试来选择工人和安排工作，制订培训方案，使人力得到最好发挥，研究工作条件和管理组织形式，促进工人和管理者之间的合作。

二、人机工程学的创建——以人为本的人机关系研究的确立

人机工程学正式建立于第二次世界大战期间。当时，交战各方为了取得战争优势，武器的设计和生产片面地追求杀伤力，忽视人机工程学的因素。武器操作复杂、不灵活，不符合人的生理尺寸和操作的方便性，由此造成了很多事故。

美国在第二次世界大战中，80%的飞机事故是由人机关系不协调造成的。比如：仪表设计不科学，造成误读；手柄位置形状雷同，导致误操作。

失败的教训引起了设计者和决策者的重视，他们逐步认识到：在人和武器的关系中，主要的限制因素不是武器而是人，人的因素是设计中不能忽视的一个重要条件；同时还认识到，设计好一个高效的武器装备，只有工程技术知识是不够的，还必须有生理学、心理学、人体测量学和生物力学等方面的知识。因此，在第二次世界大战期间，首先在军事领域里展开了人的因素研究，由此促成了一门新的学科——人机工程学。此时的学科发展特点是

多学科纳入到人机工程学的研究范畴，重视人的因素，力求使机器适应于人。

三、人机工程学的成熟——以系统论为核心的现代人机工程学的完善

第二次世界大战后，人机工程的研究成果被广泛应用到产业界。人们对于人机关系又有了新的认识：即环境因素。在充分考虑人与机相互关系的同时，还要考虑到各种环境要素的影响，如声、光、气体、温度、色彩、辐射等，这样就把人机相互适应的柔性设计提高到“人一机—环境”的系统设计高度，以求得到最佳的人机系统综合使用效能。这一阶段是以“人一机—环境”系统为特点进行研究的。

1957年，美国人E.J. 麦克考米克（E.J. McCormick）的著作《人类工程学》，是第一部人机工程学方面的权威著作，它标志着这一学科进入了成熟阶段。

这期间全球各地的人机工程学组织相继成立：1949年，英国成立人机工程学研究学会；1953年，德国成立人机工程学学会；1957年，美国成立“人的因素”协会；1963年，日本成立人间工学学会；1989年，中国成立中国人类工效学学会。

四、人机工程学的未来——以智能化为趋势的发展方向

人机工程学的发展是逐级向上的，阶段之间的时间点划分具有相对性，并不是绝对化的。比如第二阶段和第三阶段的划分是在第二次世界大战结束之时，这并不是一个准确的时间点，而是以此为标志。人机关系的研究特征也存在着相互交叉渗透的现象，这也体现了社会发展和学科进步的复杂性。

同样，这种划分的模糊性在第三和第四阶段之间也存在，从20世纪60年代人类制造了数控机器人原型开始，人机工程学研究智能时代就潜伏在人类面前了；20世纪60年代随着传感技术的发明，机器开始向自动化发展，工业进入了自动化生产阶段；20世纪70年代随着计算机的应用和网络的普及，人工智能和信息化的明确成为未来机器的发展方向。（图1-3-4）



图 1-3-4 机器的智能化

第四节 人机关系的处理

本节着重介绍人机关系处理的基本方法和原则，包括如何进行人与机器功能的划分、怎样做到人机界面的匹配，达到人机关系的安全与效能并重的效果。这部分内容非常重要，是在以后进行具体案例设计中必须遵循的基本原则。

一、人机功能的分配

一个人机系统确定了总的设计要求后，就要确定系统中的人机功能分配。人机功能进行分配前要先看一看整个系统包括哪些功能，各种功能在强度、速度、精度、频度和环境等方面有哪些具体的要求，而后从效率、安全、经济和可能性等角度加以权衡，分析哪些功能适合由机器去做，哪些功能由人去实现。

人机功能分配的一条重要原则，就是要使人和机器扬长避短，互相补充。

1. 机器的长项

(1) 强度：机器可以承受很大的应力，通过改变材料与机械结构特性，机器几乎可以随需要提高其强度，陶瓷、木、金属有不同的应力。我们应该根据物理需要选择材料，相同材料的结构不同，应力也不同，比如桁架结构就大大增加了建筑物的承受能力。(图1-4-1)

(2) 速度：机器可以有很高的运转速度，比如机械转速可以达到每分钟几万转。我们利用这一特点制造了切割工具、钻孔工具、打磨工具、搅拌工具以及交通工具(图1-4-2)等。高速计算机完成一次运算的时间可以短到十亿分之一甚至百亿分之一秒，而人对最简单信号的反应速度最快也很难快于0.1秒。

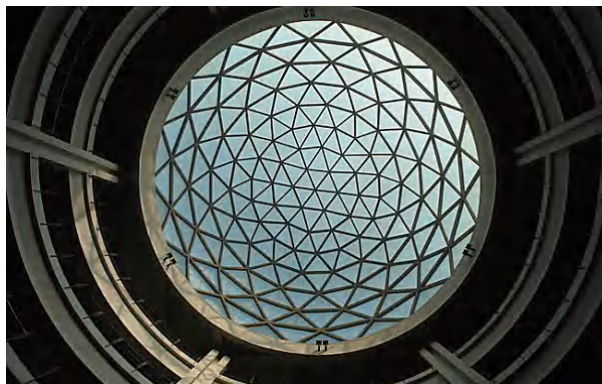


图 1-4-1 结构增加强度



图 1-4-2 利用速度的电动工具

(3) 精度：机器在操作精度上可以做得比人更好，而且能够在不断重复的过程中保持同样高的精度。例如，精密的天平可以称出0.1毫克的重量差别(图1-4-3)；精密的亮度计可以测出6~10坎德拉/平方米的亮度差别。



图 1-4-3 专业天平的精度



图 1-4-4 医学成像

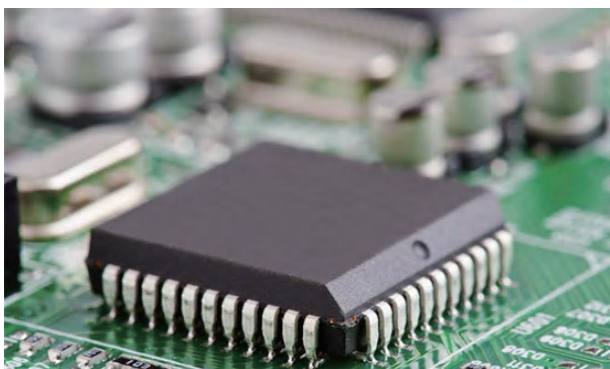


图 1-4-5 超过人类大脑记忆容量的芯片

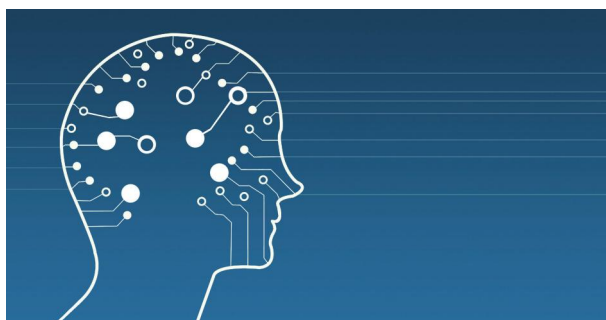


图 1-4-6 人工智能的加入

(4) 感受性：机器具有人所没有的某些特殊感受性能，如微波、超声、红外光都是人难以感受到的，而具有各种特殊性能的机器则能非常灵敏地感受到。因此，人们常利用机器感受的灵敏性进行各种测试，如医疗影像学诊断。(图1-4-4)

(5) 记忆功能：计算机的记忆功能远远超过于人，美国国家图书馆的全部资料可以储存在硬币大小的芯片里(图1-4-5)。它不仅具有远大于人的记忆容量，而且还具有能抹掉重写的特点。人的短时记忆一般只有 7 ± 2 组块的容量。人的长时记忆量虽然也可以达到很大的容量，但要经过反复学习才能达到，而且记住后不可能任意抹去。

(6) 人工智能：机器的智能化已经使机器能够具备人的某些智能特征，按照预设程序来帮助人完成一些工作，人工智能的发展还在不断地深入和扩大。(图1-4-6)

(7) 能量：机器能长时间连续工作而不疲劳或很少疲劳。人则能量有限，若连续工作超过一定时间就容易疲劳，特别是做单调重复的动作时更容易疲劳。

(8) 环境忍受力：机器能够在人无法忍受的环境中工作，如高温、高压、缺氧、有毒等都是人容易受到伤害且难以工作的环境，而机器则可以替代人类在其中进行工作。

2. 人的功能优势

机器有人所不能比拟的功能，但人也有许多机器所不具备的能力。

(1) 感知性能：在感知性能上，人具有某些机器达不到的感受能力，例如人的知觉恒常性是计算机望尘莫及的，人的图形识别能力目前也比机器优越。

(2) 灵活性：人能随情况变化运用不同信道去接受外来的信息，当一种信道发生过载或故障时，能很快改用别的信道去补偿。比如人可以随意在五种感觉器官中切换，视觉和听觉、视觉和触觉补偿，机器则只能按事先设计的固定方式去接收信息。此外，人有很高的灵活性，能随机应变，因而具有机器很难实现的应付意外事件的能力，比如出现交通

拥堵或者事故，交通警察可以协助处理问题；医疗的诊断、处置、手术、护理都需要医生亲自完成，仅仅依靠机器和软件是无法完成的。（图1-4-7）



图 1-4-7 人的智慧

（3）创造力：人具有创造能力，任何机器包括最复杂的计算机都是由人设计创造的。人在灵感状态时，具有特别有效的创造力。机器不具有创造力，它只能按照既定程序和功能完成工作。

（4）修复力：人具有诊断故障、排除障碍和修复机器的能力，机器的自我修复能力仅存在于人预设的程序中。

（5）反省性：人具有总结经验、吸取教训和不断自我完善的能力，这也是人类能够不断进化超越其他动物的原因之一。

（6）情感：人具有情感，能区别善恶、权衡价值，待人以不同的态度，比如教师对待学生的不同情况可以做到因材施教。

根据上面人机功能特点的比较，我们可以对 人机功能做出合理分配：一般来说，强度大的、速度快的、精度高的、持续久的、单调的、工作环境恶劣的工作任务，机器能够做得比人好；而设计方案、编制程序、应付不测、故障诊断、维修保养和要求创新的工作，人可以做得比机器好。人机功能在分配中应各取所长，各避所短，使人和机器的优势都能得到充分的发挥。当然，在人机功能分配中，除了根据人机功能各自的优势外，还应考虑经济及社会有关因素的影响。一个人机系统，不仅要考虑性能上的优越性，同时也要考虑技术上的可行性和经济上的可能性。

二、人机界面的设置

1. 人机界面

人机界面指人机间能相互施加影响的区域。机器通过显示器向人传递信息，通过控制器接受人的操作和命令。在人机交流中凡参与这两个过程的一切领域均属于人机界面。有些产品的控制、显示是分开的，比如电脑的显示器和键盘；有些则是两者融为一体的，比如工具、日用产品等等。

2. 人机界面匹配

凡是能保障传递、接受信息这两个环节顺畅、高效进行的人机界面，就可以称为“人机匹配的界面”。例如，门的把手传达的信息是向里拉，门上镶嵌的平板意思是向外推。

3. 人机匹配的原则

（1）要选用最有利于发挥人的能力和提高人的操作可靠性的匹配方式。

人的功能优势是能够灵活地处理事物，有创造力，有修复排除故障方面的能力，但是人在操作的精准度上不会保持长期的稳定，因此在这方面需要机器的辅助。在计算机辅助设计中，设计思维和指令由人发出，电脑执行操作。为了提高人操作的精准度，软件在设计方面加入了一些功能，比如自动捕捉、精准的数值定位等。

（2）匹配方式要利于使整个系统达到最大的效率，但要避免对人提出能力所不及的要求。

人机工程学的定义中提出，这门学科的研究目的是使人机系统产生最大化的效能。但是人机系统的效能不能无限地扩大，它要在人的控制能力范围之内，否则就会出现难以预料的结果。比如汽车的速度，按照机械原理，车速可以达到每小时400千米以上，但是由于人的反应速度和控制能力有限，汽车设计和交通规则都禁止使用极限速度，城市路段常规限速每小时60千米，高速公路限速每小时120千米。

（3）要使人操作起来方便、省力，避免选用在大部分工作时间内要求人高度用力的匹配方式。

人的生理特点决定了其抗疲劳能力差，疲劳后肌肉力量会显著下降，达到一定程度就需要一定时间来恢复体能，否则就会影响工作质量和效率，还会引发安全问题。因此，在人机界面匹配的设计中，要避免长时间的持续、高度用力，要让紧张和轻松相结合。现代机器设计已经成功地把这些工作转移给了起重机、传送装置等机器。

(4) 要采用信息流程和信息加工（或讯息处理）过程自然的、使人容易学习的、差错少的匹配方式。

自然匹配是指利用物理环境类比和文化标准理念设计出让用户一看就明白如何使用的界面。

① 物理环境类比：利用空间类比概念设计控制器，控制器的按钮上推表示物体上移，灯的控制开关顺序和灯的空间顺序保持一致。

② 文化标准或者生理层面的匹配：升高表示增加，降低表示减少，数量、音量、重量、长度和亮度都可以用加减来表示量变，顺序的变化是从左到右。

自然匹配可以减轻人的记忆负担，利用外界信息和头脑中已存在的信息来指导人的操作。

(5) 不要采用需要人做高度精密的、频繁的、简单重复的、过于单调的、持续进行长时间精确计算的匹配方式。

在电子技术和机械技术高度发达的今天，人操作的精密性已经不能和机器相比了，并且频繁的、重复的、单调的操作会大大降低动作的精准性，人的计算能力也远远低于机器。而人的这些不足都是机器的长项，因此，在人机分工的设计中，把这些类型的操作分配给机器更为合理。事实上，机器也正在逐步取代人的一些技能，如激光刻字、三维打印机。如果必须由人来完成也要注意控制操作的频率和程序。

(6) 尽可能采用使人认识到或感到自己的工作很有意义或很重要的匹配方式。

不可以把人安排为机器的辅助物，避免使人产生自己的工作是为机器服务的感受。半自动化生产线上，由人来配合生产，这就要求人的工作必须符合机器的效率；全自动生产线完成了材料加工、制作、包装全过程，人所要做的就是监控生产线是否正常。

综上所述，人机合理分工的一般原则为：设计中应把笨重、快速、单调、规律性强、高级运算及在严酷和危险条件下的工作分配给机器，而将指令程序的编制、机器的监护维修、故障排除和处理意外事故等工作安排给人去承担。

三、人机关系的安全性

安全性是处理和评估人机关系的首要原则和标准，占人机关系评定体系中55%的权重。安全性主要参评的是以下因素：

1. 客观因素

主要指综合因素和“机”的因素，如人和“机器”功能分配不当，使用的工具和作业场所等设计失误，缺少必要的安全装置与措施。

2. 行为因素

主要是指人的因素，包括人的训练与技能、记忆能力、年龄与经验、生活的压力等。

3. 生理因素

主要指人的因素和人的生理、生物节律。

4. 心理因素

主要是指人的性格。人机关系的处理还需要有安全保障。安全保障主要指“机器”出现差错或人出现失误时的安全保障设施和装置，如过载保护、人的救援逃生装置等。

四、人机作业的效能

主要是指人与机器合作的作业效能，即按照一定要求完成某项作业时表现出来的效率和成绩。这里面强调的是“按照一定要求”达到的成效，也就是达到一定的质量要求，有量无质不在效能的计算之内，工厂里的作业效能由其产品的质量和产量来测量的。一个人的效能决定于“人—机—环境”三个要素之间的关系是否得到妥善处理，不能仅仅从机器方面考查，而要从三个方面入手，比如交通运输效能要考虑到交通工具、驾驶员以及道路、天气等运输条件。