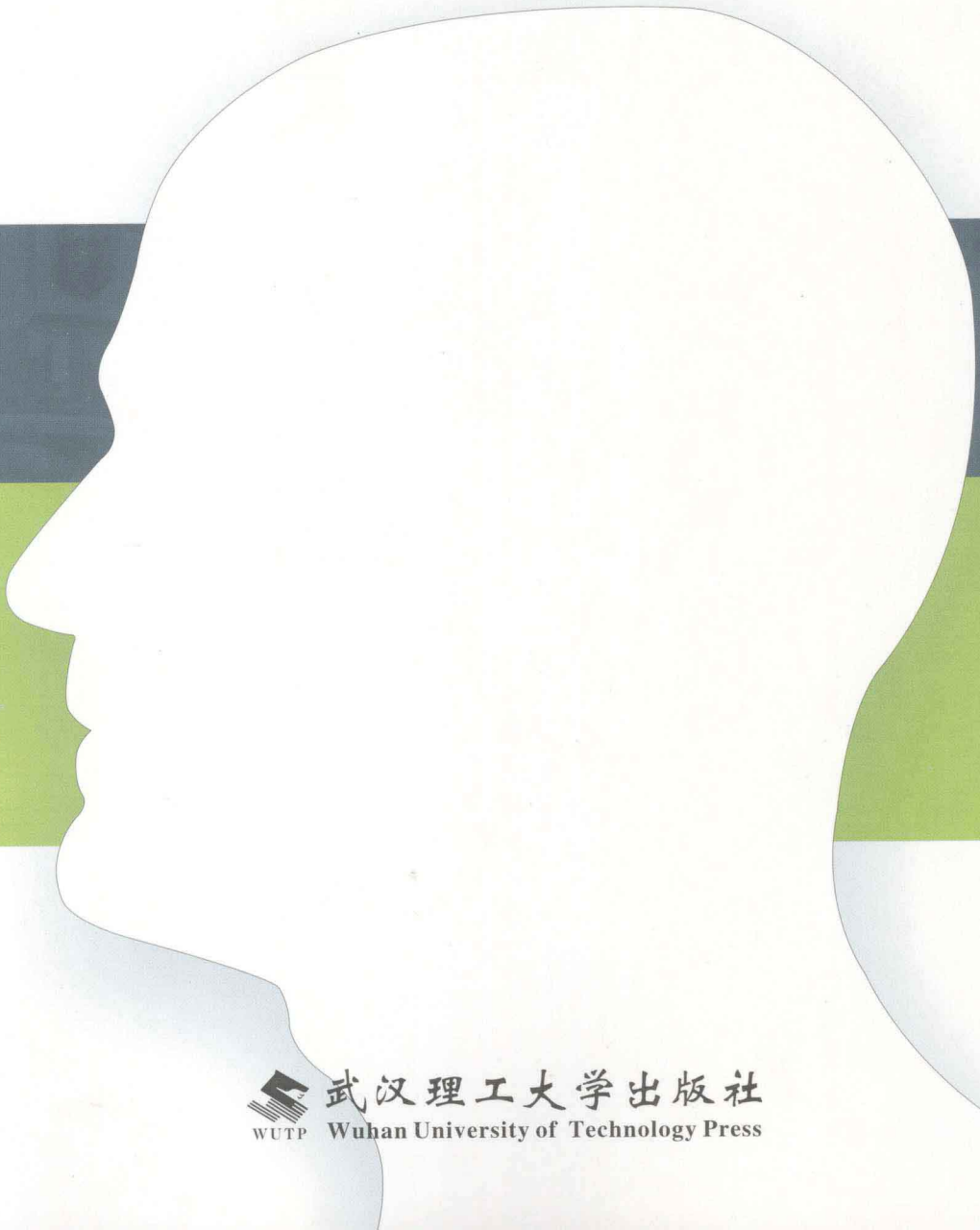


# 人因工程学

HUMAN FACTORS ENGINEERING

主编 ● 冯国红



武汉理工大学出版社  
WUTP Wuhan University of Technology Press

# 人因工程学

主 编 冯国红

副主编 杨慧敏

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

## 内 容 提 要

本书系统地阐述了人因工程学的理论与研究方法,研究了人与机器、人与环境、机器与环境之间的相互关系和合理分配,以达到操作简便、省力、安全、高效、舒适的要求。其主要内容包括:人因工程学概述、人体测量、人的信息处理、作业环境、工作地设计、显示器设计、控制器设计、工作负荷与疲劳、劳动安全与事故预防、人因工程学的应用。

本书除可作为高等院校工业工程专业必修课的教材外,也可作为其他产品类专业必修课教材或选修课的教学参考书,还可供人因工程学相关方面的研究人员和工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

人因工程学/冯国红主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2013.8

ISBN 978-7-5629-4145-3

I. ①人… II. ①冯… III. ①人因工程 IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 197012 号

项目负责人:崔庆喜(027-87523138)

责任编辑:雷 蕾

责任校对:楼燕芳

装帧设计:嘉融图文

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

印 刷:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:15.25

字 数:390千字

版 次:2013年8月第1版

印 次:2013年8月第1次印刷

印 数:1—2000册

定 价:31.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87785758 87515778 87515848 87165708(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

# 前 言

人因工程学是管理科学中工业工程专业的主要专业课程之一,是一门融合解剖学、生理学、心理学、人体测量学等的综合性交叉学科。人因工程学的主要研究对象是人、机器和环境,核心是人。通过研究三者的相互关系、相互作用,使机器和环境更适合于人的生理及心理等特点,从而达到提高效率、安全、健康、舒适的目的。21 世纪的科学发展观是“以人为本”的,运用人因工程学中的相关理论对产品进行“人性化”的设计将越来越受到人们广泛的关注。

本书是作者在总结多年从事“人因工程学”教学的经验及国内外相关教材的优点的基础上编写而成的,旨在使读者更深入地认识人因工程学,了解人因工程学的学科体系,掌握人因工程学的知识和技术,学会运用人因工程学的知识解决生产和生活中的实际问题。本书的内容分为 11 个部分,第 1 章是对人因工程学进行概述,介绍其命名、定义、研究方法、相关学科等;第 2~9 章是人因工程学的理论部分;第 10 章主要介绍人因工程学在生产和生活中的应用研究案例;最后是实验部分,包括人因工程学中常设计的 13 个实验的实验指导书。

本书由东北林业大学工程技术学院工业工程系的冯国红任主编,东北林业大学工程技术学院的杨慧敏任副主编。其中,冯国红负责内容框架及第 1~3 章、第 6 章、第 7 章、第 9 章、第 10 章和实验部分的编写,杨慧敏负责第 4 章、第 5 章和第 8 章的编写。本书中的插图在处理过程中得到了刘中深(黑龙江生物科技职业学院)的大量帮助。在此主编对所有参与本书编写的作者表示由衷的感谢!另外,本书引用了国内外相关书籍和论文的内容及插图,在此也一并向这些书籍和论文的作者表示感谢。

本书配有多媒体课件,课件由冯国红、杨慧敏共同制作。

由于时间比较仓促,且作者水平有限,书中的不妥和错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 6 月

# 目 录

第 1 章 人因工程学概述	(1)
1.1 人因工程学的命名与定义	(1)
1.1.1 人因工程学的命名	(1)
1.1.2 人因工程学的定义	(1)
1.2 人因工程学的起源与发展	(2)
1.2.1 萌芽时期	(2)
1.2.2 正式形成时期	(2)
1.2.3 飞速发展时期	(3)
1.3 人因工程学的内容及应用	(3)
1.3.1 人因工程学的内容	(3)
1.3.2 人因工程学的应用	(5)
1.4 人因工程学的研究方法	(6)
1.5 人因工程学的相关学科	(7)
阅读与思考	(7)
习题	(7)
第 2 章 人体测量	(8)
2.1 人体测量概述	(8)
2.1.1 人体测量的分类	(8)
2.1.2 人体测量的条件	(8)
2.2 常用的人体测量数据	(9)
2.2.1 我国成年人的人体结构(静态)尺寸	(9)
2.2.2 我国成年人的人体功能(动态)尺寸	(13)
2.3 影响人体尺寸的因素	(14)
2.4 人体测量数据的应用	(15)
2.4.1 人体测量中的主要统计指标	(15)
2.4.2 人体尺寸数据的应用	(17)
阅读与思考	(19)
习题	(19)
第 3 章 人的信息处理	(21)
3.1 人的信息处理系统模型	(21)
3.1.1 唐德斯的减法模型	(21)
3.1.2 威尔福德的单通道模型	(21)

3.1.3	布若苯特的过滤模型	(22)
3.1.4	克尼曼的单资源模型	(23)
3.1.5	维肯斯的多资源模型	(23)
3.1.6	斯克雷德和雪佛瑞的控制与自动过程理论	(23)
3.1.7	人的信息处理系统的基本结构	(24)
3.2	感觉通道	(25)
3.2.1	视觉	(25)
3.2.2	听觉	(28)
3.3	中枢信息处理	(29)
3.3.1	决策	(29)
3.3.2	记忆	(30)
3.3.3	注意	(32)
3.4	反应执行	(34)
3.4.1	操作运动的类型	(34)
3.4.2	操作运动的速度	(34)
3.4.3	操作运动的准确性	(35)
	阅读与思考	(37)
	习题	(38)
<b>第4章</b>	<b>作业环境</b>	<b>(39)</b>
4.1	照明环境	(39)
4.1.1	光的度量	(39)
4.1.2	照明的影响	(39)
4.1.3	工作场所的照明设计	(41)
4.2	噪声环境	(43)
4.2.1	声音的度量	(43)
4.2.2	噪声的来源及其对人的影响	(47)
4.2.3	噪声标准	(48)
4.2.4	噪声的控制	(49)
4.3	微气候环境	(50)
4.3.1	微气候环境基本要素	(50)
4.3.2	人体的热交换与平衡	(51)
4.3.3	微气候环境对人的影响	(56)
4.3.4	高温作业环境的改善	(58)
4.4	色彩环境	(59)
4.4.1	颜色与色觉	(59)
4.4.2	颜色的表示方法	(63)
4.4.3	颜色对人的影响	(65)
4.4.4	色彩的应用	(68)

4.5 振动环境	(71)
4.5.1 振动及其分类	(71)
4.5.2 振动变量	(72)
4.5.3 人体对振动频率的反应	(72)
4.5.4 振动对人体的影响	(72)
4.5.5 振动对工效的影响	(73)
4.5.6 振动的评价与控制	(74)
4.6 空气环境	(75)
4.6.1 空气中的主要污染物及其来源	(75)
4.6.2 几种现代空气污染的来源及其危害	(76)
4.6.3 粉尘的危害及其防治	(76)
阅读与思考	(77)
习题	(78)
<b>第5章 工作地设计</b>	<b>(79)</b>
5.1 工作地设计概述	(79)
5.1.1 工作地设计的含义与内容	(79)
5.1.2 工作地设计的影响	(79)
5.1.3 工作地设计中需要考虑的因素	(80)
5.2 工作面高度的设计	(81)
5.2.1 立姿时的工作面高度	(81)
5.2.2 坐姿时的工作面高度	(83)
5.2.3 坐立交替时的工作面高度	(84)
5.3 活动空间的设计	(84)
5.3.1 垂直面工作空间	(84)
5.3.2 水平面工作空间	(85)
5.4 座椅的设计	(87)
5.4.1 座椅的功能	(87)
5.4.2 座椅的基本类型	(88)
5.4.3 座椅的优缺点	(88)
5.4.4 座椅的设计	(90)
阅读与思考	(92)
习题	(92)
<b>第6章 显示器设计</b>	<b>(93)</b>
6.1 显示器设计概述	(93)
6.1.1 显示器的定义及特征	(93)
6.1.2 显示器的分类	(93)
6.1.3 显示器的设计原则	(94)
6.2 仪表显示的设计	(95)

6.2.1	仪表的类型及特点	(95)
6.2.2	仪表的刻度盘	(97)
6.3	信号显示的设计	(103)
6.3.1	信号显示的特征	(103)
6.3.2	信号灯的设计	(103)
6.4	荧光屏显示的设计	(105)
6.4.1	荧光屏的显示特征	(105)
6.4.2	目标状态对显示的影响	(105)
6.4.3	屏面的形状与尺寸	(106)
6.5	标志符号的设计	(107)
6.5.1	标志符号的特征和要求	(107)
6.5.2	标志符号的知觉特点	(107)
6.5.3	标志符号的文字信息	(108)
6.6	听觉信息显示的设计	(108)
6.6.1	音响及报警装置	(108)
6.6.2	听觉显示器的优点及缺点	(109)
6.6.3	听觉信息显示设计的基本原则	(110)
	阅读与思考	(111)
	习题	(111)
<b>第7章</b>	<b>控制器设计</b>	(112)
7.1	控制器的分类	(112)
7.2	控制器的设计要求	(113)
7.2.1	控制器的编码	(113)
7.2.2	控制器的外形结构	(115)
7.2.3	控制器的操作阻力	(116)
7.2.4	控制器的偶发启动	(117)
7.3	主要控制器的设计	(117)
7.3.1	手动控制器的设计	(117)
7.3.2	脚动控制器的设计	(119)
7.4	手握式工具的设计	(120)
7.4.1	累积损伤疾病及其原因	(120)
7.4.2	与手有关的累积损伤疾病	(121)
7.4.3	手握式工具的设计原则	(122)
	阅读与思考	(124)
	习题	(125)
<b>第8章</b>	<b>工作负荷与疲劳</b>	(126)
8.1	体力劳动	(126)
8.1.1	体力劳动及其影响	(126)



8.1.2	体力劳动强度的衡量	(126)
8.1.3	体力劳动效率	(129)
8.1.4	静负荷	(132)
8.1.5	体力劳动的安排与应用	(134)
8.2	脑力劳动	(138)
8.2.1	脑力负荷及其影响	(138)
8.2.2	脑力负荷的测量	(140)
8.3	疲劳	(146)
8.3.1	疲劳的产生	(146)
8.3.2	疲劳的分类	(147)
8.3.3	疲劳产生的原因	(149)
8.3.4	疲劳的测定	(149)
8.3.5	减轻疲劳的途径	(152)
8.4	提高作业能力的措施	(155)
8.4.1	减弱脑力疲劳	(155)
8.4.2	合理用力	(156)
8.4.3	消除工作单调感	(157)
8.4.4	避免心理因素的不良影响	(157)
8.4.5	改善人机界面	(157)
8.4.6	加强锻炼和培训	(157)
	阅读与思考	(158)
	习题	(158)
<b>第 9 章</b>	<b>劳动安全与事故预防</b>	<b>(159)</b>
9.1	事故的特性和危害性	(159)
9.1.1	事故的含义	(159)
9.1.2	事故的特性	(159)
9.1.3	事故的危害	(159)
9.2	人机系统安全性分析与评价	(160)
9.2.1	系统安全分析	(160)
9.2.2	事故树分析法	(160)
9.2.3	安全评价	(165)
9.3	事故原因分析与预防	(166)
9.3.1	事故原因分析	(166)
9.3.2	事故预防	(168)
	阅读与思考	(170)
	习题	(170)
<b>第 10 章</b>	<b>人因工程学的应用</b>	<b>(171)</b>
10.1	人因工程学与汽车	(171)

10.1.1	汽车交通事故与人的作业研究·····	(171)
10.1.2	汽车的人机系统设计·····	(173)
10.1.3	交通系统的改善·····	(177)
10.2	人因工程学与机床·····	(178)
10.2.1	机床整机人因工程学设计·····	(179)
10.2.2	高技术机床的人因工程学研究·····	(180)
10.2.3	机床的人机界面设计·····	(180)
10.3	人因工程学与舒适生活·····	(181)
10.3.1	日用工业品设计·····	(181)
10.3.2	室内设计·····	(184)
10.4	人因工程学与建筑环境·····	(187)
10.4.1	人与空间·····	(188)
10.4.2	建筑环境的研究·····	(189)
10.5	某市区公路交通事故的人因工程学分析·····	(190)
10.5.1	某市区公路交通事故的原因分析·····	(190)
10.5.2	交通事故预防分析·····	(193)
10.6	自行车设计中的人因工程学分析·····	(194)
10.6.1	人-自行车系统·····	(195)
10.6.2	影响自行车性能的人体因素·····	(195)
10.6.3	自行车车座存在的问题分析与改进措施·····	(196)
10.6.4	自行车靠背的分析、设计与改进·····	(198)
10.6.5	自行车车把的分析、设计与改进·····	(199)
	<b>《人因工程学》实验指导书·····</b>	<b>(201)</b>
	实验一 人体测量·····	(201)
	实验二 听觉辨别·····	(202)
	实验三 记忆广度测试·····	(204)
	实验四 学习迁移测试·····	(207)
	实验五 注意分配测试·····	(209)
	实验六 反应时间测定·····	(212)
	实验七 动作判断测试·····	(214)
	实验八 动觉方位辨别·····	(216)
	实验九 微气候环境测定·····	(218)
	实验十 环境照明测定·····	(220)
	实验十一 环境噪声测定·····	(222)
	实验十二 动强度测定·····	(226)
	实验十三 工作疲劳测定·····	(229)
	<b>参考文献·····</b>	<b>(233)</b>

# 第1章 人因工程学概述

本章对人因工程学科进行介绍。首先阐述了人因工程学的命名及定义,然后介绍了人因工程学的起源与发展、人因工程学的具体研究内容及应用领域,最后介绍了人因工程学的研究方法及学科体系。

## 1.1 人因工程学的命名与定义

### 1.1.1 人因工程学的命名

人因工程学是一门新兴的正在迅速发展的交叉学科,涉及多种学科,如生理学、心理学、解剖学、管理学、工程学、系统科学、劳动科学、安全科学、环境科学等,应用领域十分广阔。在本学科的形成和发展过程中,各学科、各领域、各国家的学者从不同角度给该学科下了定义、定了名称,反映不同的研究重点和应用范围,至今仍未统一。

常见的名称有下列几种:

(1)人类工效学,或简称为工效学,英文是“Ergonomics”。这个名称在国际上用得最多,世界各国把它翻译或音译为本国文字,目前我国国家一级学会的正式名称也是“中国人类工效学学会”,相应出版的学术刊物命名为《人类工效学》。

(2)人因工程学(Human Factors Engineering)或人的因素学(Human Factors)。这个名称在美国和一些西方国家用得最多,常在核电工业、一般生活领域或生活用品设计中使用,我国用这个名称的也比较多。

(3)人机工程学(Ergonomics 或 Man-Machine Engineering)或人机学。这是我国对“Ergonomics”的最早翻译名称,至今工程技术方面的大多数人还喜欢用这个名称。

(4)人-机器-环境系统工程学(Man-Machine-Environment Systems Engineering)。我国航空航天领域首先采用人-机器-环境系统工程学这个名称,它涵盖的学科内容更为广泛。

其他类似名称,如“工程心理学”是本学科的早期名称,也是本学科的基础;“人素工程学”在我国一些军标中使用,是“Human Factors Engineering”的另一种译名;“人机工程设计”、“人因工程设计”、“宜人性设计”,在我国工程设计人员中也较为常用。

### 1.1.2 人因工程学的定义

在人因工程学科发展的过程中,同其命名一样,不同的研究者从不同的角度给其下了不同的定义。比较权威的是国际工效学联合会(International Ergonomics Association, IEA)和《中国企业管理百科全书》给出的定义。

国际工效学联合会给人类工效学下的定义为:“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条件下,在工作中、家庭中和休假时,怎样统一考虑工作效率,人的健康、安全和舒适等达到最优化的问题。”

《中国企业管理百科全书》对人类工效学所下的定义为：“研究人和机器、环境的相互作用及其结合，使设计的机器和环境系统适合人的生理、心理等特点，达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。”

## 1.2 人因工程学的起源与发展

自从人类诞生以来，就存在着人机关系问题。随着人类的进步，人在不断地改造环境、改造工具，以便使自己在工作时能够更安全、健康、舒适，使工作效率更高、达到优化。但这些改进分布在人类漫长的进步过程中，还不足以使人因工程学成为一门学科。人因工程学逐步成为一门学科还是近一百多年的事，其发展可以归纳为以下几个阶段：

### 1.2.1 萌芽时期

20世纪初，管理科学之父——美国人泰勒从提高工作效率的角度出发，对装卸工使用的铁锹进行了研究。当时，泰勒所在的钢铁厂有600多名工人使用铁锹铲铁矿石和煤。泰勒想：一把铁锹的质量为几磅时工人感到最省力，并能达到最佳工作效率呢？为此他选出两名工人，改变了铁锹的质量并记录每天的实际工作量。结果发现，当每把铁锹的质量为38磅时，每天的工作量是25吨；当每把铁锹的质量是34磅时，每天的工作量是30吨，于是，他得出了作业效率随铁锹质量的减轻而提高的结论。由此，他合理地安排了600多名工人的工作量，使工人充分发挥了劳动潜力，费用由以前的每吨0.072美元降低到0.033美元，每年节省了8万美元的费用。

与泰勒同一时期的吉尔布雷斯夫妇对建筑工人砌砖进行了研究。砌砖作业实验采用的是当时问世不久的能连续拍摄的摄影机，用其把建筑工人的砌砖作业过程拍摄下来，进行详细分解与分析，精简掉所有非必要动作，并规定严格的操作程序和操作动作路线，让工人像机器一样刻板“规范”地连续作业。他们合著的《疲劳研究》(1919年出版)被认为是美国“人的因素”方面研究的先驱。

20世纪初，虽然已孕育着人因工程学的思想萌芽，但人机关系总的特点是以机器为中心，通过选拔和培训使人去适应机器。由于机器更新速度快，人们难以适应，因此存在着大量伤害人的身心的问题。

### 1.2.2 正式形成时期

第二次世界大战期间，一些国家，特别是英国和美国，大力发展各种新式武器装备。由于片面地注重工程技术方面的研究，忽视了对使用者操作能力的研究和训练，因此遇到了许多问题。以飞机为例，由于座舱及仪表的显示位置设计不当，经常造成驾驶员误读仪表或操作错误，进而发生事故。另外，还有许多操作在战斗时不灵活，使飞机命中率降低等问题。经过分析发现导致这些事故的原因可归结为：①显示器、控制器的设计没有充分考虑人的生理和心理特性，致使仪器的设计和配置不当，不能适应人的要求；②操作人员缺乏训练，不能适应复杂机器系统的操作要求。这些原因引起了决策者和工程师们的高度重视。工程师们开始感到人的因素在设计中是一个不可忽视的重要条件。要设计一项好的现代化设备，只具备工程技术知识是远远不够的，还必须了解设备使用者的生理和心理等方面的知识。于是在第二次世界大战后不久，人因工程学作为一门新兴的边缘学科正式形成了。1949年7月，英国海军成立了一个交叉学科研究组，专门研

究影响人的工作效率的问题,被称为人因工程学的生日。在此期间,美国、日本和欧洲的许多国家先后成立了相关的学会。为了加强国际间的交流,国际工效学联合会于1960年正式成立,该组织为推动各国人因工程学的发展起了重要作用,标志着这一学科的发展基本成熟。

### 1.2.3 飞速发展时期

进入20世纪70年代以后,随着电子技术的进步和计算机的广泛应用,操作系统对人的要求越来越高,系统中人的因素也显得越来越重要。特别是美国三里岛核电站事件的发生,对人因工程学的发展起了很大的推动作用。1979年3月28日,美国三里岛核电站发生了一次核电站历史上最严重的事故。这次事故虽然没有人员伤亡,但却造成了严重的经济损失,除了反应堆的严重损坏外,单是事故现场的清理就耗资约10亿美元。而且,这次事故的发生对核电站的发展产生了非常不良的影响。事故发生后,美国总统通过电视发表声明,宣布成立“总统三里岛事故委员会”,并拨款约100万美元进行为期半年的事故调查。事故的调查表明:第一,不仅是某一个失误、错误、事件或机器失灵导致这场事故。这场事故是由许多因素共同引起的。第二,人的错误体现在许多不同方面,从操作人员错误地关闭紧急冷却阀到设计人员不合理地设计闸门显示器。第三,这也许是最重要的原因,大量的信息和复杂的显示形式超过了操作人员内在的、有限的的能力,如注意力、记忆力、决策能力等。因此,与其他事故一样,在三里岛核电站事故中,虽然人的错误是事故的直接原因,但操作人员本身并没有什么过错,应当受到责备的是系统的设计者,因为他们给了操作人员无法胜任的工作。

三里岛核电站事故的发生使得人因工程学在西方的发展越来越快,人因工程学科也逐渐成为一门比较有影响力的边缘学科。

我国的人因工程学研究起步较晚,但近期发展较快。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,而且研究范围仅局限于国防和军事领域。十年动乱期间,本学科的研究一度停滞,直到20世纪70年代末才进入较快的发展时期。全国人类工效学标准化技术委员会于1980年建立,至1988年制定有关国家标准22个。1980年,中国人类工效学学会成立,之后,中国科学院心理所及一些高校分别建立了人因工程学研究机构,其研究和应用广泛涉及铁路、冶金、汽车运输、工程机械、机床设计、航空航天等诸多领域并取得不少成绩。随着人因工程学的不断发展和日趋完善,其将在科学技术的发展中发挥积极的作用。

## 1.3 人因工程学的内容及应用

### 1.3.1 人因工程学的内容

由于人因工程涉及人的工作、学习和生活,因此人因工程学的内容非常多,概括起来主要包括以下几个方面。

#### 1. 人的生理和心理特征

了解人的生理和心理特征,特别是了解人的生理和心理能力的局限性,是使人机系统更好地发挥作用的关键,因此了解人的生理和心理特征、能力是人因工程学的基本内容。人因工程学者研究人的生理和心理特征,与心理学者或医学科研人员研究人的生理和心理特征是有区

别的。其区别主要在于人因工程学通常结合工作环境来研究人的特征。例如,医生研究人的各种疾病,而人因工程学者只研究与工作相关的疾病,如搬运物品过重会产生腰伤,思想压力过大会使人失眠等。心理学家研究人的知觉能力、认知能力、反应能力,而人因工程学者研究人的反应时间,在人的特定反应时间内,汽车的安全距离应该多大才合适等。

人因工程学对人的特征的研究主要包括以下内容:

(1)人的基本尺寸。人的基本尺寸包括人的身高、重心、腿长、臂长、手掌尺寸、头部尺寸等。人的基本尺寸是设计许多工作场所的基础,例如汽车车厢内的净空要考虑人的身高,劳动工具的摆放位置要考虑人的臂长,安全帽的设计要考虑人的头部尺寸等。

(2)人的心理能力。人的心理能力包括人的感觉的局限性。例如,如果警报器的声音太小,人们在工作中听不到,则警报器就起不到警报的作用。人的心理能力还包括人的反应时间,这对操作高速运动的机器如飞机会显得非常重要,在零点几秒的反应时间内,飞机可能已经飞出几十米甚至几百米。在高速公路上,很多驾驶员没有根据人的反应时间保持合理的车距,当车祸发生时,后面的车会因躲避不及而发生连环车祸。人的心理能力还包括人的注意力、记忆能力等。只有对人的心理能力有所了解,才可能在系统的设计中考虑这些因素,使人所承受的负荷在可接受的范围之内。例如,人的短期记忆容量是7个元素左右,在系统的设计中,如果某一工作对人的短期记忆有要求,就不能超过这一限度,否则人将会遗忘过多的信息,导致错误的发生。再比如人在直立时的平均最大举力是人体重的100%,对人体无伤害的最大举力是人体重的15%左右,若某一工作的负荷超过这一限度,不仅会影响人的工作效率,甚至会影响人的身心健康。

## 2. 人机交往设计

(1)显示装置的设计。机器与人的交往主要包括如何让人了解机器的真实状况。传统的内容包括机器上各种显示仪表的设计,现代的内容包括计算机显示器的设计。日常生活中的电视屏幕,正在阅读的教材纸张、内容和排版方式,高速公路上的路标信号等,都可以看做是广义的机器与人的交往。

(2)控制装置的设计。人与机器的交往是指人操作与控制机器。传统的内容包括机器上各种操作手柄或脚踏板的设计,现代的内容包括计算机上的键盘和鼠标的设计,甚至汉字输入中的编码的设计也可以看做是人因工程学的内容,因为它影响到人输入汉字的效率。在家庭生活中有时需要用到剪刀、钢笔、筷子等,都可以看做是人因工程学的内容。例如,钢笔过粗与过细用起来都不方便。

人机交往还包括一个更广泛的内容,即人与工作系统的交往。例如,在学习时桌子 and 椅子的高矮对人们学习时的疲劳程度影响很大;在厨房炒菜时若头碰上了抽油烟机,可以说是人机交往设计不良的表现。

## 3. 人与环境

(1)照明对人的工作效率的影响。随着人类社会的进步,城市里的绝大多数人,特别是知识型员工,都在室内工作。这时,照明对人的工作效率和眼睛的疲劳程度就有很大的影响。照明过高会增加成本、浪费能源,但照明过低可能会使人看不清应该看清的信息,造成重大的事故。因此,照明对工作效率的影响是人因工程学的一个重要内容。

(2)噪声对人的危害及其防治办法。噪声被定义为不需要的声音。任何一位想专心听课而又被噪声干扰的学生都体会过噪声对学习效率的影响。噪声不仅影响到学习和工作效率,

还影响到人的心情,甚至会给听力带来伤害。如何减少噪声,噪声多高才不会伤害听力,这都属于人因工程学研究的问题。

(3)颜色的设计。当人们第一次从看黑白电视转向看彩色电视的时候,或当拿到一本印制得非常精美的图书或画报的时候,都会感觉到颜色对人的工作和心情的影响。颜色使整个世界更加美丽,丰富多彩。适当地使用颜色可以提高工作效率,改善心情,但不适当地使用颜色会增加视觉疲劳和获取信息的难度。因此,颜色的设计也可以看做是人因工程学的内容。

(4)工作中的空气。如果在小化肥厂、小水泥厂、小煤矿工作,很快就会发现空气这个对人的生命最为重要却同时也最容易受到忽视的物质对于人类是多么重要。空气对一些特定行业的安全生产和人员生命的保障有非常重要的作用,也是人因工程学的内容之一。

另外,人因工程学还涉及工作中的音乐、通风、温度、湿度等内容。

### 1.3.2 人因工程学的应用

表 1-1 为美国学者调查的人因工程专家在各个方面工作领域从业的状况。从表 1-1 中可以看出,人因工程学的应用领域主要集中在计算机业、航空业、工业工程三大领域。

表 1-1 人因工程专家在各个方面工作领域从业的状况

主要工作领域	百分比 (%)
计算机业	22
航空业	22
工业工程	17
健康安全业	9
信息通讯业	8
交通运输业	5
其他	17

#### 1. 在计算机领域的应用

随着电子计算机的推广和普及,在工业化国家,使用计算机的工作人员数量已超过其他任何一种机器操作人员数量的总和。如何提高人-计算机系统的效率已成为人因工程学中的一项最集中、最流行的内容。在美国的人类工效学年会上,往往有 1/3 以上的论文涉及这一主题。这方面的主要内容包括:屏幕显示的设计、键盘的设计、操作系统的评价、计算机工作地的布置、语音输入输出的效果等。

#### 2. 在航空等尖端技术领域的应用

随着科学技术的飞跃发展,人机系统变得越来越复杂,一些复杂系统的控制,如飞机的驾驶,甚至超过了人的正常工作能力,人成为系统中的主要制约因素。如何降低系统对人的要求,或如何提高人的能力以适应系统的要求,是人因工程学面临的一个严峻挑战。这方面的主要内容有:飞机驾驶舱的设计,脑力负荷的测量,系统评价,核电站控制室的设计,人在太空中的工作、生活等问题。

#### 3. 在生产制造领域的应用

生产制造领域是人因工程学的传统领域,这方面的主要内容包括:人体的测量、工作环境、劳动保护与安全、产品检验、事故的调查等。传统的人因工程学主要研究生产性产品的设计,现在开始研究消费品的的设计,如如何设计产品的说明书,使消费者能够安全、方便地使用消费品。



另外,人因工程学还涉及体育、法律、驾驶、消防等行业。

## 1.4 人因工程学的研究方法

人因工程学采用的研究方法有很多,最常用的方法有以下三种。

### 1. 调查法

调查法是最常用的收集数据的方法。调查法可以细分为多种不同的方法,如查阅文献、访谈、问卷和实地考察等,人因工程学中采用最多的方法是问卷调查法。

问卷调查法的最大优点是省时、方便、成本比较低。问卷调查法一般采用书面的形式,问题要涉及研究的主题,应明确简洁;问卷作答形式要求简单易行,以获得被调查人的配合,增加调查结果的可靠性。

问卷调查法可以采取以下四种回答方式:①是否式,被调查者只需要回答是或否即可。②选答式,每一个问题列出几种可供选择的答案,被调查者可选一个或多个答案。③等级排列式,即要求被调查者对每一题列出的供回答的备选项按一定标准排出等级。④等距量表表示,一般采用 Likert 5 点或 7 点量表,要求被调查者在量表上标出自己认同的答案。Likert 5 点量表一般采用“非常同意、比较同意、一般、比较不同意、非常不同意”这样的分级方式。Likert 7 点量表则将答案细分为 7 个等级。

问卷调查法是一种主观的方法,因此其可靠性可能不高。为了解决这个问题,首先要保证调查结果对被调查者的切身利益没有影响。其次,样本的选取要科学、有代表性,样本量要符合数理统计学的要求,对调查数据的可靠性要进行科学的检验。

### 2. 测量法

测量法就是利用标准的测量工具如米尺、秒表等,对人或系统的效率进行测量。这是获得人的特征和局限性信息最常用、最可靠的方法。人体尺寸的确定就是采用这种方法。

就某一项指标的测量而言,每个人的测量结果也许是不相同的,同一个人在不同时间的测量结果也可能不一样。人的脉搏就是一个变化范围比较大的指标。因此,在实验测量时测量样本要足够大,记录下被测量者的群体特征及测量条件等。同时,对测量结果要进行统计分析,计算出均值、均方差、置信区间等。

### 3. 实验法

实验法是在实验条件下观察事物的变化,获得事实材料的方法。由于可以控制实验条件,因此实验法具有非常多的优点:①不必像观察法那样等待观察现象的出现,这就使得人类对世界的认识处于主动地位;②可以排除干扰或无关因素的影响,使人们对于研究的事物或现象间的因果关系和变化规律的认识变得更加容易;③可以使研究的现象重复产生,供人们反复观测、验证;④容易获取精确的数据。

最常用的实验法是对比实验法。在对比实验中,可先采用两种不同的实验条件(自变量),如高座椅和低座椅,然后测量在不同实验条件下的结果(因变量),如坐两种不同座椅 8 h 后腰部的疲劳或人感觉到的不适,最后用数理统计的方法分析两种数据结果是否有明显的差异。如果有差异,则结论为一种座椅明显地好于另一种座椅。



## 1.5 人因工程学的相关学科

人因工程学的最大特征在于它是一门跨学科的边缘学科。人因工程学与生理学、心理学、管理应用类学科有着密切的关系。

生理学是研究人的力量、运动、神经、能量消耗等规律的学科,它是人因工程学最主要的理论基础。与生理学相关的学科又可以进一步分为人体测量学、生物力学、劳动卫生学等学科。人体测量学提供人体的静态和动态数据,这些数据是机器、作业空间设计的基础。生物力学研究人的运动及受力情况,以便使人在运动和受力时不受到伤害。劳动卫生学研究人在劳动时能够承受的负荷范围,以保证人在工作中的安全与健康。

心理学是研究人的知觉、认知、反应的一门学科,它为人因工程学的研究提供了理论基础,人因工程学是心理学的一门应用学科。心理学的重要分学科——工程心理学与人因工程学的内容非常接近。在美国,大部分从事人因工程学研究的人都曾经从事过心理学的研究。可以预料,随着计算机的普及,人在工作中越来越多地用到脑,而不是手,心理学在人因工程学中的地位将越来越重要。

管理应用类学科包括管理学、工业工程、系统设计、安全管理等学科。这些都是研究如何使资源结合得更合理、更有效的学科,而人因工程学也是研究如何使人在所在的系统工作得更有效的学科,可以说人因工程学是这些学科的分支学科。管理学等学科涉及的研究对象更加广泛,而人因工程学涉及的研究对象则更加具体。



1. 许多产品在设计时因为没有考虑人的因素,往往在技术上越来越精细的同时却变得越来越难用。1988年,Nonnan在一本设计人员必读的书中写道:“我们为什么要容忍日常事务带来的挫败,容忍我所不知使用的事物,容忍那些看似不能打开的严严实实的塑料包装盒,容忍那些不能打开的门,容忍变得越来越不知如何使用的洗衣机和干衣机?”

2. 在美国中部的一座工厂里,一位装配工人不得不从一个很别扭的位置取下一个沉重的部件并将其放在流水线上。一天,在快要下班的时候,他刚将一个部件拿在手中,就感到自己腰部一阵剧烈的疼痛。经诊断,该工人因长期疲劳致使腰椎间盘突出。于是他向法院起诉了这家工厂,原因是:让工人从事对身体有伤害的工作。

请结合以上两个案例谈谈如何理解人因工程学。你还能联想到哪些人因工程学在实际工作和生活中的应用?



1. 什么是人因工程学?
2. 人因工程学的命名有哪些?
3. 人因工程学的研究方法有哪些?
4. 简述人因工程学与其他学科的关系。