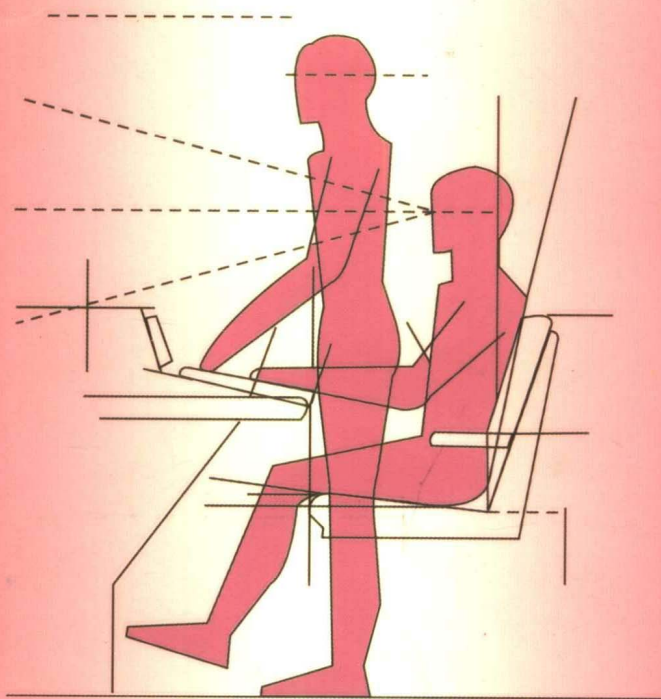


童时中 主编

# 人机工程 设计与应用 手册



 中国标准出版社

# 人机工程

## 设计与应用手册

童时中 主编

---

中国标准出版社

北京

## 内 容 提 要

本手册汇集、筛选了国内外近年来的大量资料、标准,并进行了新的综合,旨在为人机工程原理应用于工程设计实际提供指导,并提供具体的设计准则、设计方法、设计数据和应用实例。其内容涵盖了普通人机工程学的基本内容,包括人的生理、心理因素,视觉显示系统、操作系统、通信系统、报警系统、计算机软硬件界面、控制室、工作站、工作环境、人机系统总体、可靠性、安全性等的设计,人机系统评价以及组织管理等方面。

本手册是面向工程技术的有关人机工程的大型工具书,可供广大工程技术人员、安全技术人员、管理人员和各行各业各类工程及产品设计人员参考,也可作为大专院校师生和专业研究人员的教学、科研参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

人机工程设计与应用手册/童时中主编. —北京:中国标准出版社,2007  
ISBN 978-7-5066-4414-3

I. 人… II. 童… III. 人-机系统-应用-工业设计-技术手册 IV. TB47-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 055815 号

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 54.5 字数 1575 千字  
2007 年 7 月第一版 2007 年 7 月第一次印刷

\*

定价 110.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

# 编 写 组

主 编 童时中(教授级高级工程师)

编写人员 (按姓氏笔画):

陈毅然(教授)

吴当时(教授级高级工程师)

李志光(教授,主任医师)

张 力(教授)

张 钰(高级工程师)

符文琛(教授)

盛菊芳(教授级高级工程师)

童时中(教授级高级工程师)

顾 问 沈荣芳(教授)

主 审 蔡荣泰(教授)

# 序

---

管理科学(Management Sciences)是从研究工作的效率开始的,随着社会的进步和发展,又将其研究的范围扩大到工作的安全,再扩大到职业病的防治,之后,又开始研究工作环境的卫生和舒适,乃至研究如何给人在一个宽松的心理和良好的生理状态下,高效、安全地进行工作,达到身心健康的要求。“人类工效学(Ergonomics)”正是以这些问题为研究对象的一门新兴学科。实际上,这些问题在其他学科中,也早已有不同程度的研究,并用了不同的学科名称。例如,在机械和电机的一些领域里,常被称为“人机工程”或“人体工程”等。

在北美和一些地区,则把“人类工效学”称为“人的因素”(Human Factors)或“人因工程”。在日本则称为“人间工学”。也就是强调了在研究中,要把人和环境的因素考虑进去。这同我国近年来一直提倡的“以人为本”和“人本主义”等思想,从某种意义上说,是非常相似的。

近10年来,人类工效学或人因工程学关心的问题,日益被人们所接受。例如,现在在北美,当要介绍或评价一辆新的轿车时,都有一个工效学方面的指标,用以反映轿车的操作是否轻便、安全、可靠,车内仪表安排的位置和灯光是否妥当、醒目,座位是否舒适、合身,视野是否宽广、清楚,车内温度、湿度、噪声等是否合适,等等。预期这种趋势还会扩大到更多的其他有关领域。由于工效学研究的问题涉及许多不同的学科,因此,人类工效学问题的研究,常需要多方面的专家合作进行。这些专家主要来自管理学科、医学学科和心理学学科。如果问题涉及工程技术,那么还少不了有关工程技术的专家。有时,这些来自工程技术的专家,往往起着主导的作用。

这本《人机工程设计与应用手册》的编写,也是由来自多方面的专家合作完成的。他们中包括了许多有关工程技术、医学、心理

学、管理学等多个学科领域里的专家,并由蔡荣泰教授担任主审。尤其难能可贵的是,这么多位在各自学科领域里都有着数十年经验的著名专家,能聚在一起,历经多年,几易其稿,编著成了多达一千余页的巨著。专家们的认真程度和敬业精神,令人钦佩、难忘。

这本《手册》的编写,着眼于工程设计的实际需要,作者们筛选了国内外的大量资料,包括美国电力科学院的两套各长达千页的、有关电厂设计、维修的人机工程导则,以及几十项新的有关人机工程的国际标准。在广征博引的基础上,进行了新的综合,使《手册》尽可能地做到了既系统、全面,而且新颖、实用。

这本《手册》的另一个特点是结构合理,体系清晰,思路开阔,资料翔实,图文并茂,通俗易懂。并且处处从工程设计的特点出发,将人机工程的概念、准则,设计的方法和实例,以及有关的数据资料等融合在一起,以便于工程设计人员具体地掌握、使用。

《手册》主要面向工程技术领域,其论述范围包括了作业中的生理、心理因素和人机界面、工作场所、人机系统的设计、应用和评价,其内容已经覆盖了普通人机工程学的基本内容;同时又突出了作为信息时代特征的控制中心和视觉显示终端的设计与应用中的人机问题,因而它是一部能适应时代需要的、具有广泛适用性的人机工程手册。不仅是设计师、工程师的良师益友,而且对有关或邻近领域的专业人员都开卷有益,也是大专院校有关专业师生的有用参考书。也可供各级管理人员在考虑落实“以人为本”的方针时借鉴。

在国内能够出版这样一部尚不多见的、大型的、有关人机工程的工具书,是很值得庆贺的。因为它在工程上有很高的实用价值,在学术上则有普及和推广的重要意义。“书到用时方恨少”,这本《手册》虽然已经有千页之多,可是具体到某一细节,可能又会感到只有“寥寥几笔”。但是我相信,这有限的文字,却会起到引路和指南的作用。

我热烈祝贺《人机工程设计与应用手册》的出版。

**沈荣芳**

于上海同济大学

# 前 言

---

人机工程设计是按照“以人为本”的思想来设计和优化人一机—环境系统的一种设计方法。它要求在机器(人所使用和控制的物)设计时应特别注意人的因素和人的特性,例如人体尺寸、人的反应能力和限度以及人的心理;要求把人机工程准则及所需的技术方法渗透到设计之中,其目的是建立操作者与系统之间的协调关系。

工作系统的安全与效率不仅取决于它自身的技术水平,而且还取决于它与人和环境的协调程度。IEC 60964(转化为 GB/T 13630—1992)《核电厂控制室的设计》中明确提出,在现代,系统或产品的设计和评价,应包括两个方面:技术方面和人机工程方面。这就是要求在设计时,应充分运用人机工程学准则,结合生产、运行特点,使系统的布局、人机界面、环境和组织等方面能适合人的生理、心理特点,实现人、机、环境间的协调和整体优化,使人能安全、健康、舒适和高效地进行工作。目前,系统的人—机—环境的协调水平,已是系统和产品现代化的重要标志和市场竞争的要素之一。

在以计算机为核心的信息时代,“控制中心”的新概念是非常重要的。它是由控制室系统(由控制室、操作者、操作规程和培训大纲组成)及其配套功能室(机房、办公室等)和就地控制系统组成,实施对一个或一组目标系统的集中控制和调度管理。只有构成控制中心的各要素,相互匹配协调,才可能有整个目标系统的有效、安全运行。控制中心的人机工程设计,已成为现代控制工程(尤其是大型复杂系统,如核电)的核心问题之一。为此,国际标准化组织发布了 ISO 11064《控制中心的人机工程设计》系列标准(共 7 项,内容包括控制中心、控制室、工作站、屏幕显示器、工作环境的设计与评价)和相关的人机界面标准 ISO 9241《办公用视觉显示终端(VDTs)的人类工效学要求》(共 17 项)。本《手册》充分反映了 ISO/TC159 的这一最新成果,以适应信息时代的新需求。

本《手册》的第一篇(人机工程设计基础)和第二篇(人机界面设计)的内容,主要是一些不依赖于具体对象系统的普遍原则;而第三篇(工作场所设计)和第四篇(人机系统的设计与评价),则较多地涉及具体的对象系统。其内容因对象的不同而异,其中既有普遍适宜的原则,也有其特定要求。本《手册》选择控制中心(包括调度中心、计算中心、通信中心、管理中心等)作为实例进行分析,是因为它具有普

遍意义。一则,它广泛应用于各个生产系统和管理系统,其基本特点(现代办公室,机房,车、船驾驶室等具有相似特点),是大学所熟悉的和易于理解的;二则,它是各项人机工程基本原则最全面、最具代表性的应用场所,例如,显示系统、通信系统、操作系统、报警系统、计算机软硬件系统、工作环境系统等,均是在控制中心设计中需全面、认真考虑的因素。

人机工程学(人类工效学)是一门多学科交叉的新兴的综合性边缘性学科。由于它与人的工作、生活密不可分,人机工程学的应用范围在迅速扩大。近年来,虽然国内人机工程学专著日渐增多,但还尚未出版过任何类型的人机工程应用手册,难于满足产品和系统设计的实际需要。广大设计师和有关人员迫切需要一本内容比较集中、全面、详细、实用、可操作性强的工具书。本《手册》就是为此而编写的,它旨在为人机工程学原理应用于工程设计实际提供指导,并提供具体的设计准则、设计方法和数据、设计应用实例等方面的详细实用资料。

本《手册》在编写中力求体现以下特点:

(1) 全面系统性。提供系统的、比较完整的人机工程学的原理和方法、运用原则和参数;其内容涵盖人的生理、心理因素,人机界面和工作场所设计,人机系统设计和评价,以及人机系统的组织管理等方面。

(2) 新颖性。广泛汇集国内外有关人机工程设计的资料、数据、新的研究和实践成果,现行国家、行业标准,尤其是大量引用和归纳 ISO、IEC 近年来发布的许多标准,以及美国电力科学院有关电厂和控制中心人机工程设计的三个大型研究报告的有关内容,提供了许多新内容、新方法、新思路和新的应用实例。

(3) 实用性。从设计需要出发,力求做到理论联系实际,汇集了大量具体实用的设计数据、设计准则、设计方法以及应用实例。例如,列举了十几种控制室布局图的实例,并作了分析。

(4) 可操作性。按手册的特点进行编写,叙述简明扼要、深入浅出、条目分明、材料丰富、图文并茂,除了必要的文字叙述外,还提供了大量的表格和插图,方便查阅使用。

(5) 广泛的适应性。适用于一般设备、设施和工作场所的设计;适用于各种类型的生产过程控制中心的设计;适用于各种控制室、调度室、办公室、机房,以及各种驾驶室的设计。

本《手册》相对于常见的人机工程书籍,突出和强化了下述内容:心理测验方法,心理负荷的人机工程设计,通信系统设计,控制器的选用,显示—控制系统设计,报警系统设计,人一计算机的软件、硬件界面设计,控制室、工作站的布局设



计,受限空间尺寸和安全距离,人机系统总体设计,人的可靠性设计,安全性设计,人机系统的评价方法,人机系统的运行和管理设计,以及人机工程设计的基本术语等。

本《手册》中所列的原则和参数,是人机工程学研究成果的浓缩。然而,考虑到人的因素的复杂性,某些设计准则还比较笼统,给出的某些具体参数也是在特定条件下的测量统计值,并非是严格的数值界定,在应用各种设计准则与参数时,必须具体考虑其相互影响和制约,不应过于强调单个原则和单个参数,而应全面理解;再者,人机工程学准则在产品 and 系统设计中的应用,是对现有技术设计的一种补充,可根据实际情况综合协调,以取得系统整体的优化。

本《手册》的编写由国电自动化研究院主持,由童时中主编并全书统稿,参加手册编写的专家的分工为(以姓氏笔划为序):

姓 名	职 称	工 作 单 位	编著章节
陈毅然	教授	南京航空航天大学管理学院	6,15
吴当时	教授级高工	国家电力公司苏州热工研究所	8,9
李志光	主任医师	国家电力公司葛洲坝劳动保护科学研究所	1,2,13
张 力	教授	湖南南华大学管理学院	16
张 钰	高级工程师	国家电网公司国电自动化研究院	11
符文琛	教授	南京东南大学医学院	1,2,13
盛菊芳	教授级高工	国家电力公司苏州热工研究所	8,9
童时中	教授级高工	国家电网公司国电自动化研究院	3,4,5,7,10,12,14, 15,17,18,附录 A
注:有些章节是两人合写。			

在本《手册》的编写过程中,参阅了国内外许多有关著作和文献,并引用了其中有关的资料;在《手册》立项过程中,中国人类工效学学会、原电力部有关部门和单位的诸多学者、专家给予了大力支持,尤其是“全国人类工效学标准化技术委员会”秘书处提供了 ISO/TC 159 的标准及标准草案,使《手册》能及时跟踪和采用国际标准化的最新成果。在此谨向这些文献的作者和有关学者、专家致以诚挚的

谢意。

本《手册》有幸请人类工效学著名学者、华中科技大学同济医学院的蔡荣泰教授审阅；尤其是承蒙我国人类工效学界的前辈、中国人类工效学学会首任理事长、上海同济大学沈荣芳教授为本《手册》写“序”，使本《手册》增色不少，在此表示衷心的感谢。这本《手册》的出版，中国标准出版社的工作人员做了出色的工作，审校的耐心、细致，令我感动，在此表示敬意。

对《手册》编写提供帮助的，还有：马长山、李平、毛福英、李瑛、罗秀英、梁筱琼、王以群、顾晓菊、倪梅林、王莉、童和钦等，仅献上本书，以示慰藉。

本《手册》不仅是一本供设计和评价用的工具书，而且是一部关于人机工程学方面的大型参考书，它是电子、通信、计算机、电力、核电、石油、化工、航空、航天、机械、交通、采矿、冶炼等行业的设计、制造、运行、管理、劳动保护、安全评审等人员所必需的工具书，也可作为大专院校师生和专业研究人员的教学、科研参考书。

由于编者水平所限、以及拥有信息的局限性，书中难免有偏颇、欠缺和不妥之处，敬请广大读者指正。

编 者

2007年2月于南京

# 目 录

## 第一篇 人机工程设计基础

<b>第1章 概论</b> .....	3	2.2.1 人的行为实质 .....	33
1.1 人机工程学概述 .....	3	2.2.2 行为的共同特征和个体差异 .....	33
1.1.1 基本概念 .....	3	2.2.3 激励 .....	34
1.1.2 人一机—环境系统 .....	3	2.2.4 群体凝聚力 .....	36
1.1.3 人机工程学的研究范畴 .....	4	2.2.5 人际关系 .....	36
1.1.4 人机工程学与其他学科的联系 .....	6	2.3 人的信息接收加工和输出过程 .....	37
1.1.5 人机工程学发展概况 .....	7	2.3.1 概述 .....	37
1.2 工作系统设计的人类工效学原则 .....	9	2.3.2 人的信息接收 .....	38
1.2.1 工作系统设计的基本原则 .....	9	2.3.3 人的信息加工 .....	42
1.2.2 工作空间和工作设备设计 原则 .....	10	2.3.4 人的信息输出 .....	45
1.2.3 工作环境设计原则 .....	11	2.4 作业疲劳 .....	48
1.2.4 工作过程设计原则 .....	12	2.4.1 工作负荷 .....	48
1.3 以人为中心的交互系统设计过程 .....	12	2.4.2 心理负荷 .....	49
1.3.1 概述 .....	12	2.4.3 应激 .....	50
1.3.2 以人为中心的设计原则 .....	12	2.4.4 精神疲劳 .....	51
1.3.3 策划以人为中心的设计过程 .....	13	2.4.5 作业疲劳的测定 .....	52
1.3.4 以人为中心的设计活动 .....	14	2.5 心理测验与人员选拔 .....	55
1.3.5 符合性 .....	17	2.5.1 心理测验概述 .....	55
1.3.6 可用性评价报告结构示例 .....	18	2.5.2 智力测验 .....	58
1.4 产品和工作系统的可用性 .....	18	2.5.3 性向测验 .....	59
1.4.1 可用性的框架和目标 .....	19	2.5.4 心理量表 .....	61
1.4.2 使用背景 .....	19	2.5.5 行为测量 .....	68
1.4.3 可用性测量 .....	20	2.6 有关心理负荷的人机工程设计 原则 .....	72
1.4.4 设计期间的可用性规范和 评估 .....	21	2.6.1 一般设计原则 .....	73
1.4.5 可用性测量的示例 .....	21	2.6.2 预防心理疲劳的设计原则 .....	74
1.4.6 可用性要求规范的示例 .....	23	2.6.3 预防类疲劳态的设计原则 .....	76
1.5 人机工程学原则的工程化应用 .....	25	<b>第3章 人体测量及人体尺寸的运用</b> .....	79
<b>第2章 作业中的生理、心理特点及其应用</b> .....	28	3.1 工程人体测量与测量方法 .....	79
2.1 人的心理现象 .....	28	3.1.1 工程人体测量 .....	79
2.1.1 心理过程 .....	28	3.1.2 人体尺寸测量 .....	79
2.1.2 个性心理 .....	30	3.1.3 人体测量基础项目与测量 方法 .....	80
2.1.3 心理状态 .....	31	3.1.4 人体测量数据的统计 .....	84
2.2 行为 .....	33	3.2 人体参数 .....	85
		3.2.1 中国成年人人体尺寸 .....	85
		3.2.2 工作空间人体尺寸 .....	92
		3.2.3 人体主要参数计算的经验 .....	

公式 .....	95	3.3.5 人体模板及其应用 .....	106
3.3 人体测量数据的运用 .....	98	3.4 工作岗位尺寸的设计原则 .....	113
3.3.1 人体各个尺寸数据在设计中的 应用 .....	98	3.4.1 工作岗位尺寸的类型 .....	113
3.3.2 人体尺寸的分析及应用时需考 虑的因素 .....	99	3.4.2 与作业无关的工作岗位 尺寸 .....	113
3.3.3 运用人体尺寸百分位数的原则 ..	100	3.4.3 与作业有关的工作岗位 尺寸 .....	113
3.3.4 人体尺寸修正量及功能尺寸 的确定 .....	104	3.4.4 工作岗位尺寸的设计 .....	114

## 第二篇 人机界面设计

<b>第4章 视觉显示系统</b> .....	121	4.4.6 标志用图形符号 .....	161
4.1 视觉和视觉机能 .....	121	4.4.7 图形标志 .....	169
4.1.1 视觉 .....	121	4.5 作业的视觉工效 .....	174
4.1.2 视线 .....	123	4.5.1 信号因素对视觉效果的影响 ..	174
4.1.3 视野 .....	124	4.5.2 视觉生理因素对视觉效果 影响 .....	175
4.1.4 视角与视距 .....	125	4.5.3 视错觉对视觉效果的影响 .....	176
4.1.5 视力(视敏度) .....	126	4.5.4 环境因素对视觉效果的影响 ..	179
4.1.6 视觉机能各要素间的相互 关系 .....	127	4.5.5 视觉效果的评价 .....	180
4.2 视觉信号 .....	128	<b>第5章 通信系统</b> .....	184
4.2.1 信号的分类 .....	128	5.1 概述 .....	184
4.2.2 视觉信号的感知 .....	129	5.1.1 人一机系统中的通信系统 .....	184
4.2.3 信号与操作者之间的位置 关系——视区划分 .....	130	5.1.2 通信系统的组成及发展 .....	184
4.2.4 信号的对比度和视(认)度 (可见度) .....	131	5.1.3 通信系统的分类 .....	186
4.2.5 视觉信号的编码 .....	133	5.1.4 通信系统人机工程设计的若干 问题 .....	187
4.2.6 视觉信号表面色和灯光信 号色 .....	136	5.2 听觉信号系统 .....	189
4.3 视觉显示器的显示设计 .....	138	5.2.1 听觉信号的感知 .....	189
4.3.1 视觉显示器的类型和设计 原则 .....	138	5.2.2 听觉信号编码 .....	191
4.3.2 模拟式显示器 .....	139	5.2.3 听觉显示器 .....	192
4.3.3 透射照明显示器 .....	142	5.3 语言通信系统 .....	194
4.3.4 功能集成式显示器 .....	144	5.3.1 语言通信系统的组成要素及 设计步骤 .....	194
4.3.5 屏幕显示器 .....	144	5.3.2 语音信号的特征 .....	196
4.3.6 其他显示器 .....	146	5.3.3 语言听觉 .....	197
4.3.7 显示器的信号解释设计 .....	148	5.3.4 语音的质量评价——语言的 清晰度或可懂度 .....	200
4.3.8 显示器的选用 .....	148	5.3.5 噪声环境下的语言通信 .....	203
4.4 字符和图形符号的设计 .....	152	5.3.6 语言通信网 .....	204
4.4.1 符号及其分类 .....	152	5.3.7 广播系统 .....	210
4.4.2 文字符号设计 .....	153	5.4 人一机语音通信系统 .....	211
4.4.3 图形符号设计总则 .....	156	5.4.1 概述 .....	211
4.4.4 产品技术文件用图形符号 .....	157	5.4.2 语音合成 .....	212
4.4.5 设备用图形符号 .....	159	5.4.3 语音识别 .....	214
		5.4.4 语音增强 .....	221

5.4.5	神经网络在语音信号处理中的应用	221	6.3	控制器的几何定向与运动方向	275
5.5	非语言通信	223	6.3.1	几何定向	275
5.5.1	文本通信基础	223	6.3.2	三维方向和运动方向	276
5.5.2	文件体系和文件模板化	227	6.3.3	控制器的操作方向	276
5.5.3	文本通信(数据通信)系统	232	6.3.4	手动控制机构操作方向的标记	277
5.6	多媒体通信	236	6.4	控制器设计和选用的一般原则	278
5.6.1	概述	236	6.4.1	控制器的编码	278
5.6.2	人与人之间的音频视频应用	238	6.4.2	控制器设计的一般原则	279
5.6.3	CSCW 共享工作空间	239	6.4.3	控制器的类型及其主要参数	283
5.6.4	工作场所的音频—视频发送	240	6.4.4	常用控制器特点及其选用要点	287
5.6.5	音频—视频会议	240	6.5	手动控制器设计、选用的程序	291
5.6.6	多媒体电子邮件	241	6.5.1	手动控制器的基本要素	291
5.6.7	网络超文本和超媒体	241	6.5.2	控制器的一般选用过程	291
5.6.8	虚拟现实	243	6.5.3	控制器的初步选择	292
5.7	系统专业通信业务的基本考虑	244	6.5.4	控制器的选定	295
5.7.1	概述	244	6.6	人机界面(MMI)操作规则	298
5.7.2	系统通信业务及其要求	244	6.6.1	基本规则	298
5.7.3	系统通信的传输介质与通信方式	248	6.6.2	操作顺序	299
5.7.4	通信网监测系统	249	6.6.3	操作件的特殊应用要求	299
5.8	信息编码与检索	250	<b>第7章 显示—控制系统和报警系统</b>	301	
5.8.1	概述	250	7.1	显示—控制系统要求	301
5.8.2	信息分类	251	7.1.1	显示—控制系统	301
5.8.3	信息编码	252	7.1.2	显示器、控制器及相互作用	301
5.8.4	编制代码的导则	255	7.1.3	显示—控制系统设计原则	302
5.8.5	各种信息分类编码方法的优缺点	257	7.2	显示—控制系统设计步骤	304
5.8.6	信息检索	258	7.2.1	基本要求	304
5.9	通信系统人机工程设计步骤	260	7.2.2	概念设计	304
5.9.1	第一阶段——任务分析	260	7.2.3	详细设计	305
5.9.2	第二阶段——概念设计	261	7.2.4	系统评价	310
5.9.3	第三阶段——详细设计	262	7.3	面板和屏面的布局设计	310
<b>第6章 操作系统</b>	264	7.3.1	基本原则	310	
6.1	控制作业的空间范围	264	7.3.2	显示—控制的相应性	312
6.1.1	坐姿操作手功能可及范围	264	7.3.3	面板布局中的编组技术与功能区域表达	315
6.1.2	控制台台面上坐姿手操作区的划分	265	7.3.4	面板布局中的构图设计	317
6.1.3	立姿操作手可及范围和操作区的划分	265	7.3.5	标记(标牌)设计要求	323
6.1.4	倾斜式作业面	266	7.4	显示器和控制器的编码原则	324
6.1.5	脚的作业区域	267	7.4.1	编码的基本方法	324
6.2	生物力学和触觉机制	268	7.4.2	视觉代码	326
6.2.1	人体运动与生物力学	268	7.4.3	听觉和触觉代码	328
6.2.2	操纵力	270	7.4.4	应用要求和示例	329
6.2.3	姿势	272	7.5	报警系统设计方法	335
6.2.4	触觉显示机制	274	7.5.1	报警系统及其技术要求	335
			7.5.2	报警系统设计程序	338
			7.5.3	报警系统设计中的人机工程应用规范	344

7.5.4	操作员响应系统——报警控制 系统	346	9.1.2	软件维护界面要求	382
7.5.5	报警系统设计评审	348	9.1.3	软件人机交互界面的要求	384
7.6	报警系统的技术设计	349	9.2	人一计算机对话原则	385
7.6.1	险情听觉信号设计	349	9.2.1	总则	385
7.6.2	险情视觉信号设计	352	9.2.2	任务的适宜性	385
7.6.3	险情和非险情声光信号体系 设计	353	9.2.3	自我描述性	385
7.6.4	紧急撤离听觉信号设计	356	9.2.4	可控性	386
7.6.5	应急声系统	357	9.2.5	与用户期望的符合性	386
7.6.6	应急照明系统	359	9.2.6	容错性	387
8	人一计算机硬件界面设计	363	9.2.7	适宜个性化	387
8.1	人一计算机界面的人机工程学 要求	363	9.2.8	适宜学习	388
8.1.1	人一计算机界面的要求	363	9.3	菜单对话方式	388
8.1.2	视觉显示终端(VDTs)及其 工作站	364	9.3.1	菜单对话方式的适用范围	388
8.1.3	用VDTs进行显示的优缺点 缺点	364	9.3.2	菜单结构	388
8.1.4	对VDTs的基本要求	365	9.3.3	选项在组内的次序	389
8.2	基于VDT的信息处理系统的任务 设计	365	9.3.4	菜单导航	389
8.2.1	任务设计的目标和要求	365	9.3.5	选项的选用方式	389
8.2.2	设计要求的确定	365	9.3.6	菜单的表达	392
8.2.3	制定实施计划	366	9.4	命令对话方式	394
8.2.4	系统的评估和维护	366	9.4.1	命令对话方式的应用范围	394
8.3	VDTs设计的前提条件	366	9.4.2	结构与语法	395
8.3.1	影响设计的因素	366	9.4.3	命令的表达	395
8.3.2	预期目的和用途	367	9.4.4	输入与输出问题	396
8.3.3	主用户	367	9.4.5	反馈与求助	396
8.3.4	可靠性要求或失效准则	367	9.5	直接操作对话方式	397
8.3.5	系统性能要求	367	9.5.1	概述	397
8.3.6	针对信息需求而采用不同的 设计程序	368	9.5.2	直接操作对话方式的适用 范围	397
8.4	视觉显示格式的设计	368	9.5.3	通用资料	398
8.4.1	总体设计	368	9.5.4	对象的操作	399
8.4.2	一般要求	369	9.6	填表对话方式	401
8.4.3	实施	370	9.6.1	填表对话方式的适用范围	401
8.5	VDTs组件的设计要求	370	9.6.2	填表结构	401
8.5.1	视觉显示器	370	9.6.3	输入问题	402
8.5.2	输入设备	374	9.6.4	反馈	403
8.6	视觉显示器的使用和评价	378	9.6.5	导航	403
8.6.1	视觉显示器信息的调用方法	378	9.7	对话技术的选择和组合	404
8.6.2	视觉显示器的评价	378	9.7.1	对话技术对照表内容	405
9	人一计算机软件界面设计	379	9.7.2	对话技术对照表应用实例	405
9.1	软件的人机工程学要求	379	9.7.3	组合对话技术	405
9.1.1	软件设计的心理学因数	379	9.8	多媒体用户界面的软件设计原则	406
			9.8.1	概述	406
			9.8.2	多媒体设计原则	406
			9.8.3	设计宜考虑的事项	409
			9.8.4	设计和开发过程	409
			9.9	多媒体用户界面的媒体选择和 组合	410

9.9.1 概述	410	9.9.4 媒体整合	414
9.9.2 媒体选择和组合的一般指南	410	9.9.5 引导用户的注意力	415
9.9.3 信息类型的媒体选择	412	9.9.6 若干相关问题的指南	419

### 第三篇 工作场所设计

#### 第10章 控制室的布局设计 431

10.1 控制室布局设计的原则和步骤	431
10.1.1 控制室系统的新概念	431
10.1.2 控制室系统设计的基本原则	433
10.1.3 控制室布局设计的步骤	434
10.1.4 控制室布局设计的一般原则	435
10.1.5 建筑学方面的建议	436
10.2 共享显示屏的布置	437
10.2.1 共享显示屏的类型	437
10.2.2 共享屏布置的一般原则	438
10.2.3 共享屏与控制台的空间关系	439
10.3 工作站的布置与组合	440
10.3.1 控制室内工作站的布置	440
10.3.2 工作站的组合形式	441
10.4 布局设计中的相关要素	444
10.4.1 人员流动和维修的通道	444
10.4.2 控制室的面积	446
10.4.3 工作站与窗户间的位置安排	447
10.4.4 人机界面位置与照明系统的关系	447
10.4.5 辅助控制点和就地控制点的设计准则	449
10.4.6 其他要素的考虑	451
10.5 控制室总体布局设计	452
10.5.1 控制室的布局类型及布局图	452
10.5.2 总体布局设计中的若干具体问题	453
10.5.3 布局中的技术美学考虑	457
10.5.4 控制室布局实例分析	459

#### 第11章 工作站的布局和尺寸 466

11.1 工作站设计	466
11.1.1 工作站设计的基本因素	466
11.1.2 工作站的设计原则	469
11.1.3 工作站的其他要求	471
11.2 控制台设计	472
11.2.1 概述	472

11.2.2 控制台的人机工程设计原则	473
11.2.3 坐姿控制台的结构尺寸	474
11.2.4 立姿控制台的设计	477
11.2.5 应用参考图例	477
11.3 工作座椅设计	478
11.3.1 座椅设计原理	478
11.3.2 座椅设计	479
11.3.3 工作座椅	483
11.3.4 可调式工作座椅的应用	485
11.3.5 不同用途的工作座椅举例	485

#### 第12章 受限空间尺寸和安全距离 488

12.1 受限空间设计总则	488
12.1.1 受限空间的类型	488
12.1.2 受限空间设计应考虑的主要因素	488
12.2 受限作业空间	488
12.2.1 人体作业的最小空间尺寸	488
12.2.2 双臂作业出入口的最小尺寸	488
12.2.3 单臂作业出入口的最小尺寸	489
12.2.4 单手作业出入口(伸入至腕关节)的最小尺寸	489
12.2.5 手指作业出入口(伸入至第一指关节)的最小尺寸	490
12.2.6 几种作业姿势所需工作区的最小尺寸	490
12.3 受限活动空间	490
12.3.1 作业人员的纵向活动间距	490
12.3.2 作业人员的横向活动间距	491
12.3.3 通道尺寸	491
12.3.4 工作岗位的活动面积	492
12.3.5 人体及肢体的自由活动空间	493
12.4 安全空间	494
12.4.1 概述	494
12.4.2 防止上肢触及危险区的安全距离	495
12.4.3 避免人体各部位挤压的最小间距	498

12.4.4	防止下肢触及危险区的安全距离	498	13.1.1	光及其度量	531
12.4.5	防护屏的安全要求	500	13.1.2	室内工作系统的视觉工效学原则	532
12.4.6	防止烧伤的安全距离	501	13.1.3	照明准则	533
12.4.7	建筑物的防火安全距离	503	13.1.4	眩光的限制	535
12.4.8	防止有害物质和有害因素的安全距离	506	13.1.5	选择灯具以限制眩光的方法	537
12.5	防电击的安全距离	506	13.1.6	工作场所的照明设计	539
12.5.1	触电事故类型及其防护的一般原则	506	13.1.7	照明的测量	542
12.5.2	利用遮栏或外壳的完全防护	509	13.2	声学环境	542
12.5.3	设置阻挡物的部分防护	510	13.2.1	声和噪声强弱的客观表示法	542
12.5.4	带电部分置于伸臂范围之外的防护	510	13.2.2	噪声的测量	543
12.5.5	低压配电装置及线路的安全距离	511	13.2.3	噪声限值	544
12.5.6	户内设施操作和维修通道的安全距离	511	13.2.4	噪声控制基本程序	545
12.5.7	户外设施操作和维修通道的安全距离	511	13.2.5	噪声状况评价和预测	546
12.5.8	对裸露带电部分的最小接近距离	513	13.2.6	工作场所中噪声控制规划	547
12.5.9	通道出入口和门	514	13.3	振动	548
12.6	个人的社会心理空间	514	13.3.1	概述	548
12.6.1	个人心理空间	514	13.3.2	全身振动的测量	549
12.6.2	个人领域	515	13.3.3	人体全身振动暴露的舒适性降低界限和评价准则	551
12.7	两级平面间的通路	517	13.4	热环境	555
12.7.1	概述	517	13.4.1	环境温度效应及其防护	555
12.7.2	工作平台和通道的要求和尺寸	519	13.4.2	热环境的综合评价指标	557
12.7.3	楼梯、阶梯和护栏的要求和尺寸	520	13.4.3	代谢产热值	559
12.7.4	固定式直梯的要求和尺寸	521	13.4.4	服装隔热值	560
12.8	用于机械安全的开口尺寸确定原则	524	13.4.5	至适温度	560
12.8.1	通则	525	13.4.6	预测处于中等热环境中人对热的感觉和不舒适程度方法	561
12.8.2	ISO标准中的人体测量数据	525	13.4.7	推荐的控制室热舒适值	570
12.8.3	全身进入的通道开口尺寸	526	13.4.8	使用主观判定量表评价热环境的影响	570
12.8.4	人体局部进入的开口尺寸	527	13.5	室内空气环境	572
12.8.5	进入开口的配置	528	13.5.1	控制室和机房内的气流组织	573
第13章	室内工作系统环境要求	531	13.5.2	室内空气污染源及防护措施	573
13.1	照明	531	13.5.3	室内空气质量要求	575
			13.6	室内色彩环境	578
			13.6.1	色彩概述	578
			13.6.2	颜色体系	580
			13.6.3	工作室的色彩设计	586

## 第四篇 人机系统的设计与评价

第14章	控制中心的总体设计	593	系统	593
14.1	系统工程与控制中心的人机		14.1.1	系统工程原理和方法的



运用 .....	593	15.4.2 人员培训 .....	649
14.1.2 并行工程方法在人机系统设计 中的运用 .....	595	15.4.3 模块式技能培训大纲 (教材) .....	653
14.1.3 控制中心的人机系统 .....	597	15.4.4 人员选拔(职业适应性 选择) .....	654
14.2 人机工程设计原则和程序 .....	599	15.5 组织管理和组织建设 .....	664
14.2.1 人机工程设计基本原则 .....	599	15.5.1 概述 .....	664
14.2.2 人机工程设计过程 .....	600	15.5.2 组织失误和组织控制 .....	667
14.3 系统功能设计 .....	604	15.5.3 安全文化建设 .....	669
14.3.1 功能设计方法与步骤 .....	604	15.5.4 以人为本的团队建设 .....	674
14.3.2 功能分析 .....	605	15.5.5 管理信息系统建设 .....	679
14.3.3 任务分析 .....	607	<b>第16章 人机系统可靠性分析与设计</b> .....	682
14.3.4 人机功能分配 .....	608	16.1 人机系统可靠性分析基础 .....	682
14.3.5 作业分析与设计 .....	612	16.1.1 概念 .....	682
14.3.6 系统的统一性验证 .....	615	16.1.2 系统可靠性模型 .....	682
14.4 控制中心总体布局原则 .....	615	16.1.3 提高人可靠度的主要环节 .....	684
14.4.1 控制中心总体布局设计 程序 .....	615	16.2 人因失误及防止 .....	687
14.4.2 控制中心总体布局的几个 方面 .....	618	16.2.1 人因失误 .....	687
14.4.3 与控制中心相关的工作区和 设施 .....	619	16.2.2 人的可靠性分析方法 .....	688
14.4.4 控制中心布局的验证 .....	620	16.2.3 人的失误概率数据库 .....	693
14.5 人机系统的容错设计 .....	620	16.2.4 防止人的失误的措施 .....	693
14.5.1 容错设计的必要性 .....	620	16.2.5 人因事故纵深防御系统 模型 .....	699
14.5.2 差错自动控制技术 .....	621	16.3 系统可靠性分析方法 .....	701
14.5.3 冗余技术 .....	622	16.3.1 失效模式、后果与严重度 分析 .....	701
14.5.4 纠错技术 .....	623	16.3.2 事件树分析 .....	705
14.5.5 防错技术 .....	624	16.3.3 故障树分析基础 .....	705
<b>第15章 人机系统的运行和管理设计</b> .....	625	16.4 系统可靠性设计与评价 .....	710
15.1 概述 .....	625	16.4.1 可靠性设计的一些基本 原则 .....	710
15.1.1 系统运行管理的基本问题 .....	625	16.4.2 人一机系统可靠性的分析与 评价 .....	711
15.1.2 运行和管理系统设计的基本 要求 .....	626	16.5 系统维修性设计 .....	713
15.1.3 运行和管理系统设计需考虑 的诸要素 .....	627	16.5.1 概述 .....	713
15.2 工作设计 .....	630	16.5.2 维修性设计的一般准则 .....	714
15.2.1 职务(工作岗位)设计 .....	630	<b>第17章 人机系统安全性分析及设计</b> .....	722
15.2.2 作业人员配置 .....	631	17.1 一般要求 .....	722
15.2.3 工时(作息)制度的安排 .....	633	17.1.1 安全工作目标和实施程序 .....	722
15.3 操作规程设计 .....	636	17.1.2 安全性设计要求和评价 .....	724
15.3.1 规程和规程体系 .....	636	17.2 系统安全分析及其实施 .....	725
15.3.2 各类操作规程内容的构成 .....	637	17.2.1 概述 .....	725
15.3.3 规程编制过程及要求 .....	640	17.2.2 初步危险分析 .....	727
15.3.4 规程内容的编写 .....	641	17.2.3 分系统危险分析 .....	731
15.3.5 规程文本的格式和文体 .....	643	17.2.4 系统危险分析 .....	732
15.4 人员培训和选拔 .....	647	17.2.5 使用和保障危险分析 .....	736
15.4.1 人的技能与能力 .....	647	17.2.6 职业健康危险分析 .....	739