

胡崇岳主编

智能建筑自动化技术

机械工业出版社



智能建筑自动化技术

主 编 胡崇岳
副主编 郭锡坤 刘 文 康凤兴
执 笔 (以姓氏笔划为序)
王乃淳 刘 文 刘 冬
朱立彤 胡崇岳 康凤兴
童启明 魏 旗



机械工业出版社

本书系统地介绍了智能建筑自动化技术的理论及应用。在阐述智能建筑关键技术的基础上,全面而系统地介绍了构成智能建筑的三大要素:建筑设备自动化系统、通信网络系统和办公自动化系统及其发展趋势,进而介绍了建筑智能化系统的综合布线和系统的集成技术。

全书共八章,内容由浅入深,并列举了大量实例,以便于读者理解和掌握。

本书适合于中级以上,从事智能建筑和现代高层建筑弱电工程设计、施工、运行和管理人员阅读,也可作为高等院校相应专业的教材或教学参考书。对于广大计算机应用开发技术人员也有重要参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

智能建筑自动化技术/胡崇岳主编. —北京:机械工业出版社,
1999. 6

ISBN 7-111-07233-2

I. 智… II. 胡… III. 智能建筑…自动化 IV. TU8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 16346 号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李骏带 版式设计: 霍永明

封面设计: 郑 京 责任印制: 王书来

林业大学印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999 年 6 月第 1 版·1999 年 6 月第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·19.5 印张·472 千字

0 001—5 000 册

定价: 36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前言

随着科学技术的迅速发展,人类正在走向信息社会,世界产业结构正向高增值型和知识集约型转变。智能建筑适应信息时代产业结构变化的需要,必将成为 21 世纪的主流建筑。我国是发展中的大国,面对智能建筑的迅速崛起和它所包含的多种学科、多种技术的交叉综合、日新月异,处于工程建设第一线的设计、施工、管理、运行维修人员迫切需要熟悉和掌握相应的高新技术知识,本书为适应这一需求而编写。

本书由创办了智能建筑及其相近专业的高等院校和具有丰富工程实践经验的设计院所共同编写而成,具有如下特色:

技术新。不仅阐述了目前已应用于智能建筑中的各种高新技术,而且介绍了将要应用的新技术与发展趋势,如现场总线技术、千兆位以太网等。

实用性强。针对构成智能大厦的各个系统,结合有关标准、规范,给出了具体设计图表、选型依据,列举了大量设计实例和调试技巧,是作者们丰富经验的总结。

内容深入浅出。结合工程需要,简明扼要地阐述了智能建筑的关键技术,对于即使不具备相应基础知识的读者,也可以进行自学、便于掌握,有助于理解各种现代高技术智能建筑中的应用。

全书共八章。第一章介绍了智能建筑产生的背景、基本构成与发展前景。第二章阐述了智能建筑的关键技术及其理论基础。第三~六章分别阐述了构成智能建筑的三大要素,即建筑设备自动化系统、通信网络系统和办公自动化系统的组成原理、功能特点、设计方法、实例与发展趋势。第七章阐述了满足通信网络要求的综合布线技术,第八章介绍了系统集成技术。

本书由胡崇岳主编,郭锡坤、刘文、康凤兴副主编。参加各章编写工作的有:第一章(胡崇岳、王乃淳)、第二章(刘文、胡崇岳、刘冬)、第三章(胡崇岳)、第四章(魏旗)、第五章(魏旗、康凤兴、胡崇岳)、第六章(童启明)、第七章(朱立彤)、第八章(胡崇岳)。全书由胡崇岳统稿并完成文前、文后的内容,郭锡坤审阅了书稿。

本书在编写过程中,得到中国电工技术学会机电一体专业委员会、中国工程建设标准设计分会弱电专业委员会、中国五洲工程设计研究院、中国航空工业规划设计研究院、北京市纺织工业设计院、建设部建筑智能化系统工程设计专家工作委员会专家委员的大力支持和帮助,并提出了宝贵意见,在此表示衷心的感谢。清华同方股份有限公司和 Echelon 公司北京代表处为本书提供了资料,在此一并致谢。

限于作者水平,加之时间仓促,难免有错或不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 概论	1	五、电梯系统监控	66
第一节 智能建筑产生的背景	1	第三节 建筑设备自动化系统的集成	68
一、技术背景	1	一、系统集成的含义	68
二、经济背景	1	二、分散控制系统的体系结构	68
三、社会背景	1	三、分散控制系统的通信网络	70
第二节 智能建筑的定义与基本构成	2	四、现场总线技术的应用——分散控制系统的进一步分散化	72
一、智能建筑的定义	2	五、建筑设备自动化系统的设计与选型	76
二、智能建筑的基本构成	2	第四节 RH-2000 楼宇控制系统	84
三、智能建筑与传统建筑的区别	3	一、RH-2000 模块化控制机	84
第三节 我国智能建筑的发展	3	二、RH-2000 系统构成	85
一、智能建筑在我国的发展概况	3	三、RH-2000 系统中央管理工作站	85
二、智能建筑的设计原则	4	四、使用 RH-2000 进行空调系统监控的实施过程	87
第四节 世界智能建筑的前景	4	第五节 楼宇设备管理	88
第二章 智能建筑的关键技术	6	一、楼宇设备管理与系统设计	89
第一节 计算机控制技术	6	二、楼宇设备的运行管理	89
一、计算机控制系统的组成	6	三、楼宇设备的维修管理	90
二、计算机控制系统的分类	8	四、楼宇设备的增建、改造管理	91
三、直接数字控制系统	9	五、楼宇设备管理的人员编制	91
第二节 计算机网络技术	19	第四章 消防与安全防范系统	92
一、计算机网络的定义、功能与组成	19	第一节 火灾自动报警与消防控制系统	92
二、计算机网络的体系结构	20	一、系统的组成及原理	92
三、局域网	23	二、火灾探测器类型及工作原理	93
四、广域网	29	三、火灾自动报警及控制系统	97
五、局域网和广域网的架设与维护	34	四、火灾自动报警系统的发展	104
六、网络互联和因特网技术	35	第二节 安全防范系统	106
七、网络管理技术	40	一、防盗报警系统	106
第三节 现代通信技术	42	二、电视监控系统	114
一、多媒体通信	42	三、出入口控制系统	119
二、信息高速公路	48	四、访客管理系统	120
第三章 建筑设备自动化系统	52	五、停车场自动管理系统	121
第一节 建筑设备自动化系统的组成与基本功能	52	第五章 通信网络系统	125
第二节 楼宇设备监控	53	第一节 概述	125
一、暖通空调系统监控	53	第二节 数字程控用户交换机系统	126
二、给排水系统监控	61	一、交换技术概述	126
三、供配电系统监控	62		
四、照明系统监控	64		

二、自动电话交换机的分类	126	二、扩声系统的设备和组成	188
三、程控交换机的分类	127	三、扩声系统的性能指标	197
四、程控交换机的功能	129	四、扩声系统的设计与施工	199
五、程控交换机的性能指标	131	五、扩声系统的调试	201
六、数字交换原理	131	第六章 办公自动化系统	205
七、数字程控交换机的组成	138	第一节 概述	205
八、数字程控交换机的软件	141	一、办公类型及功能	205
第三节 综合业务数字网及应用	143	二、办公自动化的定义	206
一、ISDN 的概念	143	三、办公自动化中支撑技术的作用	206
二、ISDN 的网络构成及功能	144	四、办公自动化系统的组成及主要功能	206
三、ISDN 用户/网络接口	146	五、办公自动化的发展趋势	209
四、ISDN 的应用业务	147	第二节 办公自动化系统中的硬件设备	210
五、宽带综合业务数字网(B-ISDN)	148	一、计算机设备	210
第四节 可视图文及传真系统	150	二、复印机	211
一、可视图文	150	三、电话机	212
二、传真系统	151	四、传真机	213
第五节 视频会议系统	152	五、计算机网络与办公自动化	214
一、电视会议系统(Videoconference)	152	第三节 办公自动化系统中的信息处理	216
二、桌面视频会议系统	155	一、文字处理	216
第六节 电子信箱及语音信箱	157	二、表格处理	222
一、电子信箱	157	三、数据库技术	225
二、语音信箱	158	第四节 办公自动化系统设计实例	234
第七节 有线电视系统	159	一、行政首脑办公决策服务系统	234
一、基本概念	159	二、国家防汛抗旱计算机网络	235
二、CATV 系统的功能	160	三、规划国土办公自动化系统	236
三、CATV 系统的组成	161	四、市话业务计算机综合管理系统	237
四、CATV 系统指标	163	五、公路管理局管理信息系统	239
五、CATV 传输技术	165	六、图书馆自动化信息服务系统	241
六、CATV 系统的发展	171	七、证券交易业务系统	242
第八节 卫星通信系统	171	八、大型综合运动会计算机服务系统	243
一、卫星通信基本概念	171	九、多媒体计算机辅助教学系统	244
二、卫星通信系统的组成	173	十、商业导购多媒体信息系统	245
三、通信卫星的组成	175	第七章 智能建筑的布线与实施	247
四、卫星通信地球站	178	第一节 概述	247
五、卫星通信体制	181	第二节 传统布线系统	247
六、卫星通信系统的应用	182	第三节 综合布线系统	248
第九节 无绳电话系统	183	一、综合布线系统的功能与特点	248
一、无绳电话的发展	183	二、综合布线系统的组成	251
二、无绳电话的组成及技术指标	183	三、综合布线系统的类型	254
三、几种无绳电话的技术标准比较	186	四、综合布线系统的等级	256
四、无绳电话系统的应用	187	五、综合布线系统的设计与实施	257
第十节 有线广播系统	187	第四节 典型综合布线系统	276
一、有线广播系统的概述	187		

一、IBDN 综合布线系统	276	三、与外界网络的互联	299
二、IBS 智能大楼布线系统	281	第三节 智能建筑的集成化管理	299
第八章 智能建筑系统集成	284	一、集成化管理系统	299
第一节 智能建筑系统集成的概念	284	二、管理功能	300
第二节 智能建筑的网路结构	285	第四节 智能建筑系统集成的实现	300
一、高速主干网	285	参考文献	302
二、楼层局域网	297		

第一章 概 论

随着科学技术的迅猛发展,信息化浪潮正在席卷全球,为适应激烈的国际竞争的需要,集各种现代高技术于一体的智能建筑应运而生。

目前,智能建筑已成为一个国家综合经济国力的具体表征,各大跨国集团国际竞争实力的形象标志,而且是未来“信息高速公路”网站的主结点——信息时代的基本的信息集散地。因而,智能建筑已成为跨世纪的开发热点,本世纪末,日本计划使 65% 的建筑实现智能化,新加坡将要把全岛建成“智能花园”。由此可见,智能建筑是最有生命力的建筑,它的产生和发展是科学技术和现代建筑业发展的必然结果。

第一节 智能建筑产生的背景

智能建筑的发展,从 1984 年美国康涅狄格州的哈特福特市改建成功第一座“智能大厦”算起,至今也不过十多年,所以获得如此迅猛的发展,是与其深刻的技术、经济和社会背景分不开的。

一、技术背景

在微电子技术、计算机技术和通信技术的基础上,数字图象压缩技术、光纤通信技术、宽带综合业务数字网、多媒体技术等迅速发展起来,信息化浪潮席卷全球,呈现出信息技术智能化、信息网络全球化、国民经济信息化的特点。信息技术的迅速发展,必然要求开创新的应用市场,寻找新的增长点。智能建筑作为“信息高速公路”网站上的主结点,正好适应了这种需求,成为信息技术向传统产业转移、渗透的结合部,成为信息产业的重要市场。

二、经济背景

当今时代,信息已成为经济发展的战略资源,世界经济区域集团化趋势日益明显,各国经济日益被纳入世界经济体系,加速了资金、技术、商品和人才的国际流动。世界经济正由总量增长型向质量效益型转轨,产业结构正向高增值型与知识集约型转变,智能建筑产业顺应潮流,适应了这种产业结构变化的需要,它以现代高技术为基础,知识、技术密集,通过系统集成获得了很高的增值。智能建筑不仅仅提高了建筑产业的技术含量和水平,还将大大推动相关产业结构现代化和产品结构的升级换代,故而得到极为迅速的发展。

三、社会背景

随着社会信息化,人们对工作、生活环境的要求日益提高,既要求高效、可靠的通信服务,又要求居住方便、舒适而且节能。随着大楼功能的日益加强,各种自动化的管理与服务设备广泛应用于大楼。各类系统共存,又各自独立,使得弱电系统配线、维护困难,难以适应高功能的要求,各种先进设备的管理亦非人工所能应付,社会的客观需要促进了传统建筑向智能建筑发展。

第二节 智能建筑的定义与基本构成

一、智能建筑的定义

智能建筑(Intelligent Building——IB)在世界各地不断崛起,已成为现代化城市的重要标志。然而,对于这个专有名词,国际上却还没有统一的定义。目前,不同国家有不同的解释。

美国智能建筑学会定义为:智能建筑是对建筑物的结构、系统、服务和管理这四个基本要素进行最优化组合,为用户提供一个高效率并具有经济效益的环境。

日本智能建筑研究会认为,智能建筑应提供包括商业支持功能、通信支持功能等在内的高度通信服务,并能通过高度自动化的大楼管理体系保证舒适的环境和安全,以提高工作效率。

欧洲智能建筑集团认为,智能建筑是使其用户发挥最高效率,同时又以最低的保养成本、最有效地管理本身资源的建筑,能够提供一个反应快、效率高和有支持力的环境以使用户达到其业务目标。

新加坡政府的公共事业部门,在其“智能大厦手册”内规定,智能建筑必须具备三个条件:一是具有先进的自动化控制系统,能对大厦内的温度、湿度、灯光等进行自动调节,并具有保安、消防功能,为用户提供舒适、安全的环境。二是具有良好的通信网络设施,以保证数据在大厦内流通。三是能够提供足够的对外通信设施。

我国对于智能建筑的定义,应该是不久将要颁布执行的有关智能建筑的国家标准最有发言权。

二、智能建筑的基本构成

智能建筑是信息时代的产物,是社会发展的必然。按其用途不同,智能建筑可分为专用办公大楼、出租型写字楼、综合型智能大楼以及智能住宅等。下面以综合型智能大楼为例,说明其基本构成,对于其他类型,只是侧重点不同而已。

综合型智能大楼由三大基本要素构成,这就是建筑设备自动化系统(Building Automation System——BAS)、通信网络系统(Communication Network System——CNS)和办公自动化系统(Office Automation System——OAS)。以上三者有机结合,构筑于建筑物环境平台之上。

(一) 建筑设备自动化系统(BAS)

建筑设备自动化系统用来对大厦内的各种机电设施进行自动控制,包括供暖、通风、空气调节、给排水、供配电、照明、电梯、消防、保安等。通过信息通信网络组成分散控制、集中监视与管理的管控一体化系统,随时检测、显示其运行参数;监视、控制其运行状态;根据外界条件、环境因素、负载变化情况自动调节各种设备始终运行于最佳状态;自动实现对电力、供热、供水等能源的调节与管理;提供一个安全、舒适、高效而且节能的工作环境。

(二) 通信网络系统(CNS)

通信网络系统用来保证大厦内、外各种通信联系畅通无阻,并提供网络支持能力。实现对话音、数据、文本、图象、电视及控制信号的收集、传输、控制、处理与利用。通信网络包括:以数字程控交换机(PABX)为核心的、以话音为主兼有数据与传真通信的电话网,联结各种高速数据处理设备的计算机局域网(LAN)、计算机广域网(WAN)、传真网、公用数

据网、卫星通信网、无线电话网和综合业务数字网（ISDN）等。借助这些通信网络可以实现大厦内外、国内外的信息互通、资料查询和资源共享。

（三）办公自动化系统（OAS）

办公自动化系统是服务于具体办公业务的人机交互信息系统。办公自动化系统由多功能电话机、高性能传真机、各类终端、PC机、文字处理机、主计算机、声象存储装置等各种办公设备、信息传输与网络设备和相应配套的系统软件、工具软件、应用软件等组成。综合型智能大楼的OA系统，一般包括两大部分：一是服务于建筑物本身的OA系统，如物业管理、运营服务等公共管理、服务部分；二是用户业务领域的OA系统，如金融、外贸、政府部门等专用办公系统。

三、智能建筑与传统建筑的区别

智能建筑与传统建筑最主要的区别，在于“智能化”。也就是说，它不仅具有传统建筑物的功能，而且具有智能（或智慧）。“智能化”可以理解为，具有某种“拟人智能”特性或功能。建筑物的智能化意味着：

- （1）对环境和使用功能的变化具有感知能力；
- （2）具有传递、处理感知信号或信息的能力；
- （3）具有综合分析、判断的能力；
- （4）具有作出决定、并且发出指令信息提供动作响应的能力。

以上四种能力建立在三大基本要素有机结合、系统集成基础上，智能化程度的高低，取决于三大要素有机结合、渗透的程度，也就是系统综合集成的程度，普通的建筑设备管理系统和光缆并不能造就建筑物的智能化。智能建筑建立在行为科学、信息科学、环境科学、社会工程学、系统工程学、人类工程学等多种学科相互渗透的基础上，是建筑技术、计算机技术、信息技术、自动控制技术等多种技术彼此交叉、综合运用结果。因此，智能建筑具有传统建筑无可比拟的优越性，不仅可以提供高得多的功能，而且可以最大限度地节约能源，能够按照用户要求灵活变动、适应性极强，备受青睐。

第三节 我国智能建筑的发展

一、智能建筑在我国的发展概况

我国智能建筑始建于90年代，起步较晚，但却以惊人的速度蓬勃发展。目前，已在北京、上海、广东、西安等地相继建成一批具有一定智能的大型公共建筑，仅上海市的一个浦东区，1997年一年之内就规划建设上百幢智能型建筑。国内各大城市和沿海开放地区已经成为智能建筑的巨大市场，吸引了大量的国外智能系统设备商、系统集成商、建筑设计事务所和房地产开发商。由于我国还是一个发展中的国家，在智能建筑的建设和改建过程中，在认识水平、设计、施工和管理上都有待进一步提高。

智能建筑是现代高技术的结晶，既是技术密集型建筑，也是资金密集型建筑，它的设计与施工都不能照搬传统建筑的方法，需要有专业化的设计队伍和承建商。我们期盼我国自己设计的、采用自己制造的设备、自己实施建造的、自己管理维护的智能大厦早日成为我国智能建筑的主体。随着以“三金”工程（金桥、金关、金卡）为代表的国家经济信息网的全面启动，中国公用计算机互联网骨干工程（CHINANET）的兴建，我国的智能建筑必将得到进

一步的发展,成为 21 世纪的龙头产业,前景辉煌。

二、智能建筑的设计原则

我国在智能建筑的研究、开发方面,已经做了不少工作。例如,智能化办公大楼可行性的研究(1991 年完成)、民用建筑电气设计规范(JGJ/T16—92)、建筑与建筑群综合布线工程设计规范(CECS72—97)、会议系统电视及音频的性能要求(GB/T15381—94)、建筑智能化系统工程设计管理暂行规定,以及上海市、新疆等地方性的设计标准等等,目前正在制定全国性的智能建筑设计标准,不久的将来即可颁布。

智能建筑的设计原则可概括如下:

1. 智能建筑的设计,应从建筑物使用功能的实际需要出发,不能脱离实际地追求高标准集成。其设计必须经过用户需求咨询、可行性分析论证、系统总体设计、实施深化设计等环节,既要做到功能适用,技术先进,经济合理,维修方便,又要留有可扩充余地,并且符合可持续发展方向的要求。

2. 智能建筑的建筑设计必须与智能化系统设计协调一致、同步进行,并贯彻于设计工作的全过程。从总体到细部都应考虑智能化系统的布置、安装与正常运行的特殊需要及由此引起的人们工作与生活方式的变化对建筑设计的影响。智能建筑的建筑设计应具有足够的应变能力,以满足用户变动、技术升级的需要,如采用大柱网(大于 $8\text{m} \times 8\text{m}$) 框架结构、内隔墙由便于拆装的轻质墙组成等,以提高适应性与灵活性。

3. 建筑智能化系统设计的核心技术方法是系统集成。应该在同一个计算机网络支持平台上、统一的操作界面运行环境下,将三大要素,即建筑设备自动化系统、通信网络系统和办公自动化系统集成成为一个统一的整体。选用符合标准的定型产品,构成遵循 ISO-OSI(开放系统互连参考模型)、MAP(制造自动化协议)、TOP(技术与办公协议)等标准的开放式系统。

4. 我国是发展中国家,目前,智能建筑还不属于普及型建筑,应力求避免盲目立项,以防造成重大浪费。

第四节 世界智能建筑的前景

在国际上,智能建筑已经向着“智能大厦群”、“智能街区”、“智能化城市”发展,如韩国拟在本世纪末建成“智能半岛”,新加坡计划在 2000 以前把全岛建成“光纤智能花园”,印度也将建成“加尔各答盐湖智能城”。日本、美国正在计划建造所谓“海上城市”、“空中城市”、“顶盖城市”和“月球城市”。如日本大森集团设计的“塔形大楼”高 1609m,共 500 层,可同时容纳 30 万人,是世界最高的海上城市;日本东京计划用 14 年时间建成一座有交通、能源、水、垃圾处理等功能的自立型塔式空中城市,该项计划代号为“空中城市 1000”,是一座圆锥形建筑物,高 1000m 共 240 层,底部直径 160m,可供 10 万人就业、3.5 万人居住;又如美国佛蒙特州建立了一座称为威鲁士基的带顶盖的城市,可容纳居民 1 万余人,可以自动控制市内温度;美国航天局曾公布拨款 1000 亿美元,计划在月球上建立一座“月球城市”,并计划在 2007 年首先向月球送 100 名地球移民,最终可容纳上万人。

随着科学技术的迅猛发展,各智能化子系统将得到进一步发展。

1. 建筑设备自动化系统将向下述方面发展:

(1) 智能物业管理系统;

- (2) 事故监测控制系统；
- (3) 损伤报警诊断系统；
- (4) 开放协议/面向对象技术；
- (5) 性能测量及查对控制系统；
- (6) 大范围的无线电报警/监视系统；
- (7) 面貌识别系统。

2. 通信网络系统的发展前景是：

- (1) B-ISDN；
- (2) 语音识别及语音合成；
- (3) 无线网络；
- (4) 私人网络；
- (5) 智能通信服务。

3. 办公自动化系统将具备：

- (1) 办公公文结构；
- (2) 多任务办公自动化/多媒体操作系统；
- (3) 智能化专家系统；
- (4) 自然语言编程；
- (5) 多媒体关系数据库。

第二章 智能建筑的关键技术

智能建筑是多种高技术的结晶，是建筑技术、信息技术、计算机技术和自动控制技术相结合的产物。其中，建筑设计提供建筑物环境，是支持平台；计算机技术与通信技术的充分融合提供了信息基础设施；计算机技术与自动控制技术的结合为人们创造了感觉舒适、节省能源并且高度安全的工作环境；多元信息的传输、控制、处理与利用使人们摆脱了置身“孤岛”的感觉；丰富的信息资源，完善、便捷的信息交换，为人们的工作带来了前所未有的高效率。

第一节 计算机控制技术

计算机控制技术是计算机技术与自动控制技术的结合，是构成智能大厦建筑设备自动化系统的关键技术。数字计算机强大的计算能力、逻辑判断能力和大容量存贮信息的能力使得计算机控制能够解决常规控制技术解决不了的难题，能达到常规控制技术达不到的优异性能指标。与采用模拟调节器的自动调节系统相比，计算机控制能够实现先进的控制策略以保证高精度、高性能；控制灵活，能够在线修改控制方案；性能价格比高；便于实现控制与管理相结合，使自动化程度进一步提高。因此，大楼机电设备采用计算机控制以后，才能真正提供一个安全、节能、高效而又便利的环境。

一、计算机控制系统的组成

自动控制的任务是控制某些物理量按照指定规律变化，为此，采用负反馈构成闭环控制系统。按偏差进行控制的闭环控制系统框图如图 2-1 所示。测量元件对被控对象的被控参数进行测量，反馈给控制器，控制器将反馈信号与给定值进行比较，如有偏差，控制器就产生控制信息驱动执行机构工作，直至被控参数值满足预定要求为止。

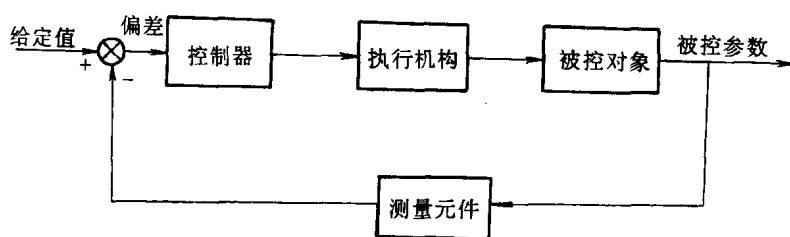


图 2-1 闭环控制系统框图

将图 2-1 中的控制器用计算机来代替，即可构成计算机控制系统，基本框图如图 2-2 所示。由于计算机的输入和输出信号都是数字信号，因而系统中必须有将模拟信号转换为数字信号的 A/D 转换器，以及将数字信号转换为模拟信号的 D/A 转换器。

计算机控制系统的控制过程通常可归结为下述二个步骤：

- (1) 数据采集 对被控参数的瞬时值进行检测，并输给计算机。

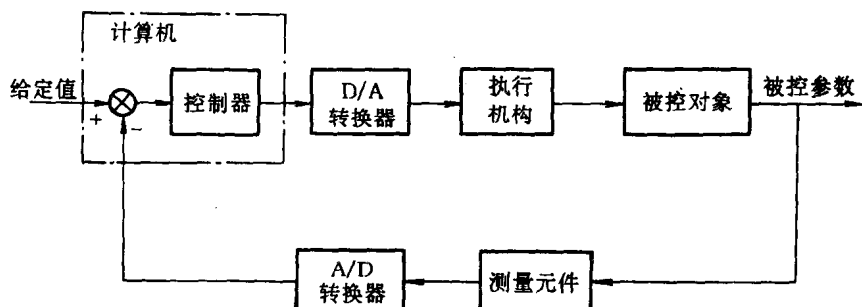


图 2-2 计算机控制系统的基本框图

(2) 控制 对采集到的表征被控参数的状态量进行分析，并按已定的控制规律决定控制过程，适时地对执行机构发出控制信号。

上述过程不断重复，使整个系统能够按照一定的动态品质指标进行工作，并且对被控参数和设备本身出现的异常状态及时监督，同时作出迅速处理。

对连续量的变化过程进行控制，要求控制系统能够满足实时性要求，即在确定的时间内对输入量进行处理并作出反应。超出了这个时间，控制就失去了意义。

为完成上述实时控制任务，计算机控制系统应包括硬件和软件两部分。

(一) 硬件部分

硬件主要包括主机、外围设备、过程输入输出设备、人机联系设备和通信设备等。硬件组成框图如图 2-3 所示。

(1) 主机 由中央处理机 (CPU) 和内存 (RAM、ROM) 组成。主机是计算机控制系统的核心。它根据过程输入设备送来的反映生产过程的实时信息，按照内存中预先存入的控制算法，自动地进行信息处理与运算，

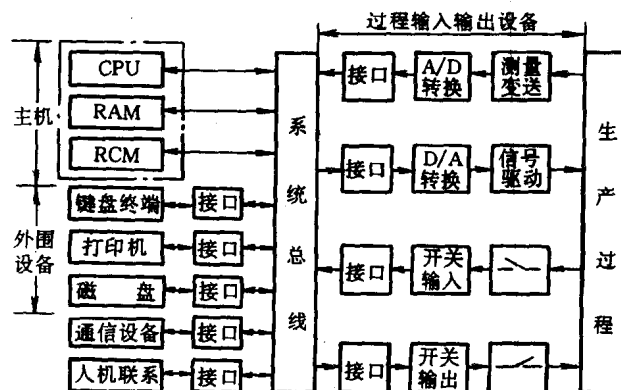


图 2-3 计算机控制系统的硬件组成框图

及时地选定相应的控制策略，并且通过过程输出设备立即向生产过程发送控制命令。

(2) 外围设备 常用外围设备按其功能可分为输入设备、输出设备和外存储器。输入设备用来输入程序、数据或操作命令，如键盘终端。输出设备如打印机、绘图机、CRT 显示器等，以字符、曲线、表格、画面等形式来反映生产过程工况和控制信息。外存储器有磁盘、磁带等，兼有输入和输出两种功能，用来存放程序和数据，作为内存的后备存储设备。

(3) 过程输入输出设备 计算机与生产过程之间的信息传递是通过过程输入输出设备进行的，它在两者之间起到纽带和桥梁作用。过程输入设备包括模拟量输入通道 (AI 通道) 和开关量输入通道 (DI 通道)，AI 通道先把模拟量信号 (如温度、压力、流量等) 转换成数字信号再输入，DI 通道直接输入开关量信号或数字量信号。过程输出设备包括模拟量输出通道 (AO 通道) 和开关量输出通道 (DO 通道)，AO 通道把数字信号转换成模拟信号后再输出，DO 通道直接输出开关量信号或数字量信号。过程输入输出设备还必须包括自动化仪表才能和生

产过程（或被控对象）发生联系，这些仪表有信号测量变送单元（检测仪表）和信号驱动单元（执行器）等。

(4) 人机联系设备 操作员与计算机之间的信息交换是通过人机联系设备进行的。如 CRT 显示器、键盘、专用的操作显示面板或操作显示台等。其作用有三：一是显示生产过程的状态，二是供生产操作人员操作，三是显示操作结果。人机联系设备也称为人机接口，是人与计算机之间联系的界面。

(5) 通信设备 用于不同地理位置、不同功能的计算机或设备之间进行信息交换。

(二) 软件部分

软件分为系统软件和应用软件两大类。

(1) 系统软件 一般包括操作系统、汇编语言、高级算法语言、过程控制语言、数据库、通信软件和诊断程序等。

(2) 应用软件 一般分为过程输入程序、过程控制程序、过程输出程序、人机接口程序、打印程序和公共服务程序等，以及控制系统组态、画面生成、报表曲线生成和测试等工具性支撑软件。

二、计算机控制系统的分类

按照系统构成、控制目的、控制方案和应用特点可将工业过程计算机控制系统分为操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督计算机控制系统和分散控制系统等。

(一) 操作指导控制系统

操作指导控制系统的构成如图 2-4 所示。其中模拟量输入通道主要由信号变换器、多路切换开关和 A/D 转换器组成，用来采集模拟量信号；开关量输入通道主要由光电耦合器和数字量输入单元组成，用来采集开关触点信号。

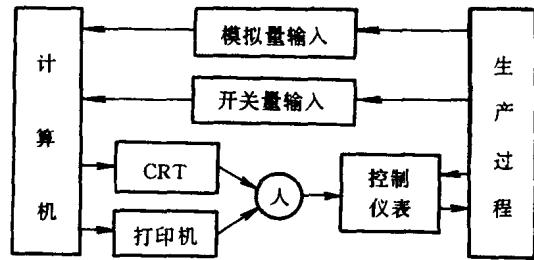


图 2-4 操作指导控制系统框图

这是一个开环控制系统，计算机的输出设备与生产过程没有直接联系，控制动作是由操作人员接受计算机的指示去完成的。计算机通过模拟量输入通道和开关量输入通道采集到实时数据以后，根据一定的控制算法（数学模型）计算出供操作人员选择的最优操作条件及操作方案，操作人员根据 CRT 或打印机输出的操作指导信息去调节控制仪表，从而实现对生产过程的控制。

(二) 直接数字控制系统

直接数字控制（Direct Digital Control——DDC）系统的构成如图 2-5 所示。计算机通过模拟量输入通道（AI）和开关量输入通道（DI）采集实时数据，然后按照一定的控制规律进行计算，最后发出控制信号，并通过模拟量输出通道（AO）和开关量输出通道（DO）直接控制生产过程。因此 DDC 系统是一个闭环控制系统，是计算机在工业生产过程中最普遍的一种应用方式。

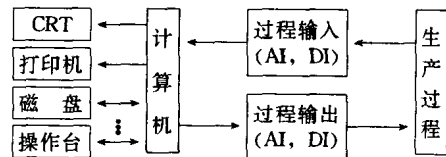


图 2-5 直接数字控制系统框图

DDC 系统中的计算机直接承担着控制任务，因而要求实时性好、可靠性高和适应性强。为

充分发挥计算机的利用率，一台计算机通常要控制几个或几十个回路，因此必须合理设计应用软件，使之不失时地完成所有功能。工业生产现场环境恶劣、干扰频繁，直接威胁着计算机的可靠运行。因此，必须采取抗干扰措施来提高系统的可靠性，使之能适应各种工业环境。

(三) 监督计算机控制系统

监督计算机控制 (Supervisory Computer Control——SCC) 系统的构成如图 2-6 所示。SCC 系统通常采用两级计算机，其中 DDC 用计算机 (称为第一级) 完成上述直接数字控制功能；SCC 用计算机 (称为第二级) 则根据反映生产过程工况的数据和数学模型进行必要的计算，给 DDC 用计算机提供各种控制信息，比如最佳给定值和最佳控制量等。

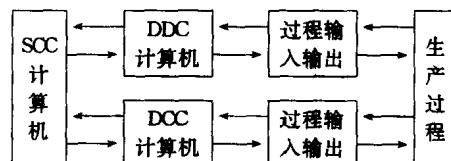


图2-6 监督计算机控制系统框图

DDC 用计算机与生产过程连接，直接承担控制任务。因而要求可靠性高、抗干扰强，并能独立工作。一般选用模板机或微型机作为 DDC 用计算机。

SCC 用计算机承担高级控制与管理任务，信息存储量大，计算任务重，一般选用高档微型机或小型机作为 SCC 用计算机。

(四) 分散控制系统

随着计算机技术的发展、工业生产过程规模的扩大、综合控制与管理要求的提高，人们研制出以多台微型机为基础的分散控制系统 (Distributed Control Systems——DCS)，DCS 采用分散控制、集中操作、分级管理、分而自治和综合协调的设计原则，自下而上分为若干层，分别完成控制、监督和管理的功能 (参见第三章)。

三、直接数字控制系统

(一) 直接数字控制系统的组成

直接数字控制系统主要由过程输入通道、计算机、过程输出通道三部分组成，如图 2-7 所示。

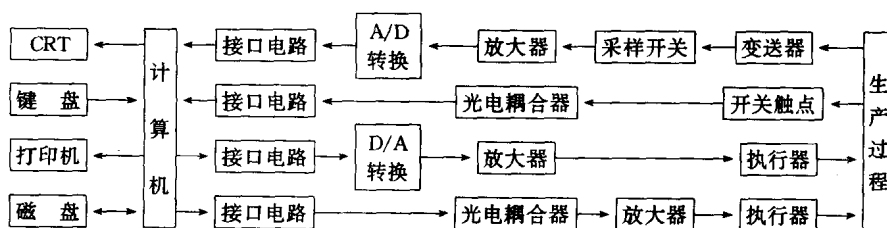


图 2-7 直接数字控制系统组成框图

1. 过程输入通道 过程输入通道由模拟量输入和数字量输入两部分组成。前者把反映生产过程状况的模拟量信号 (温度、压力、流量等) 转换成计算机可以接受的数字量信号，后者把反映生产过程状况的开关、触点信号传送给计算机。

(1) 模拟量输入通道 模拟量输入通道由变送器、采样开关、放大器、A/D 和接口电路组成，见图 2-7。其中变送器的作用是将非电量信号变换成标准电信号，例如温度变送器、压力变送器、流量变送器可分别将温度、压力、流量变换成 $0\sim 10\text{mA DC}$ 或 $4\sim 20\text{mA DC}$ 的电信号。

在模拟量输入通道中，往往是 8、16、32 路被测信号共用一个 A/D 转换器，因此必须用

多路采样开关轮流切换多路被测信号,即分时 A/D 转换方式。被测信号的输入方式通常分为单端输入或双端输入两种,前者占用一路采样开关,信号共地;后者占用两路采样开关,其优点是能够抑制共模干扰。

前置放大器的任务是将输入的小信号放大到 A/D 转换的量程范围之内(如 0~5V DC),为能适应多种小信号的放大需要,可设计成可变增益放大器。

A/D 转换器的作用是将放大器输出的模拟电压信号转换成数字信号,再经接口电路传送给计算机。计算机通过接口电路对 A/D 转换器、放大器和采样开关进行控制,保证模拟量输入通道按一定的时序正常地工作。

为提高模拟量输入通道的抗干扰能力,可采用隔离措施。一是采用光电隔离放大器,二是接口电路的数字信号采用光电耦合器。

(2) 数字量输入通道 数字量输入通道由开关触点、光电耦合器和接口电路组成,如图 2-7 所示。反映生产过程通/断状态的触点信号,经过光电耦合器和接口电路转换成数字信号传送给计算机。

2. 过程控制计算机 在 DDC 系统中,计算机直接承担运算和控制任务。首先通过过程输入通道采集被控对象的各种参数信号,再根据预定的控制规律(如 PID)进行运算,然后向被控对象发出控制信号,再经过输出通道直接控制调节阀等执行机构。

DDC 系统中的过程控制计算机工作环境恶劣,必须选用工业级计算机,一般有以下三种:

(1) 工业级模板计算机 为适应计算机控制的通用性和灵活性,各计算机制造厂按照总线标准生产出多种功能模板:CPU 板、内存储器板(RAM 或 ROM)、A/D 转换板、D/A 转换板、开关量输入板、开关量输出板、CRT 控制板、串行接口板、并行接口板等。用户按照需要选用功能模板构成系统,这种模板化结构的优点是,系统配置灵活、扩充方便、维修简单。

(2) 工业级计算机 计算机制造厂生产出各种型号的工业级计算机,并配有丰富的系统软件,便于用户开发各种应用软件。例如,工业级个人计算机(简称 IPC)配有多种过程输入输出模板,用户按需要选用这些模板,可以构成不同规模的 DDC 系统。

(3) 通用的过程控制计算机 为方便用户,计算机制造厂生产出通用的过程控制计算机,不仅配有各种过程输入输出模板,而且配有丰富的应用软件。用户可以灵活地组成各种过程控制系统。

3. 过程输出通道 过程输出通道由模拟量输出和数字量输出两部分组成,前者把计算机输出的数字控制信号转换成模拟电压或电流信号,再经过放大器去驱动调节阀等执行器,实现对生产过程的控制;后者把计算机输出的开关信号,经放大器去驱动电磁阀和继电器等执行器。

(1) 模拟量输出通道 由接口电路、D/A 转换器、放大器和执行器组成,见图 2-7。其中接口电路的作用有二:一是将计算机输出的控制信号送到 D/A 转换器的输入端,二是启动 D/A 转换器。D/A 转换器的作用是将数字控制信号转换成电流或电压信号,再经放大器去驱动执行器。为了提高模拟量输出通道的抗干扰能力,在接口电路和 D/A 转换器之间采用光电耦合器,对数字输出信号进行光电隔离。

(2) 数字量输出通道 由接口电路、光电耦合器、放大器和执行器组成,如图 2-7 所示。计算机输出的开关控制信号经接口电路、光电耦合器和放大器去驱动电磁阀和继电器等执行