

智能建筑系列丛书

---

# 智能楼宇技术与施工

秦兆海 周鑫华 主编

清华大学出版社  
北方交通大学出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书较全面、系统地介绍了智能楼宇技术,全书共分10章。其内容为:第1章控制理论与技术,第2章楼宇设备控制系统,第3章火灾报警控制系统,第4章安全防范系统,第5章综合布线系统,第6章闭路电视系统,第7章扩音与音响系统,第8章数字程控用户交换机,第9章智能小区,第10章工程施工。每章除了说明系统原理、结构和典型设备特点外,每个系统都附有工程实例,详细介绍工程设计的步骤、方法、系统构成、设备选型和施工图绘制等,给读者一个理论与工程实际相结合的启示。本书每章后都备有小结和相关的习题,供学生复习参考使用。

本书可作为大专院校相关专业的教材,也可作为从事智能楼宇技术的工程技术人员的培训教材或参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

## 图书在版编目(CIP)数据

智能楼宇技术设计与施工/秦兆海,周鑫华主编. —北京:北方交通大学出版社,2003.11  
(智能建筑系列丛书)

ISBN 7810821865

. 智... . 秦... . 智能建筑 - 建筑设计 智能建筑 - 工程施工 . TU243

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第071039号

责任编辑:闫 聪

特邀编辑:周国强

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

出版发行:北方交通大学出版社 邮编:100044 电话:01051686045,62237564

清华大学出版社 邮编:100084

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:38 字数:946千字 插页:1

版 次:2003年11月第1版 2006年1月第3次印刷

印 数:6001~9000册 定价:49.00元

---

# 前 言

---

智能建筑技术是一门多学科技术的结合,牵涉到建筑环境、设备和控制等多方面内容,其控制技术又是计算机技术、通信技术、自动控制技术的综合,是一门较新的学科。智能建筑为人们提供了高效工作环境和理想舒适的生活环境,因此,近年来发展很快。

作者根据多年从事智能建筑技术的教学和工程实践的经验,想通过此书的编写给读者提供一本学以致用教材。本书为适应不同专业的学生学习,在章节编排时既考虑到建筑环境与设备专业学生对电学、控制理论的需要,也考虑到电专业学生对空调、给排水等建筑设备知识的匮乏,并考虑到建筑管理类学生对智能楼宇技术的要求。本书对智能建筑每个系统,除了说明系统原理、结构、设备特点外,更注意系统的设计,每个系统都附有实际工程实例,较详细地介绍了系统设计的方法、设备的选型,施工图的绘制等,给读者一个理论与工程实际相结合的启示。本书适合少学时的本科学生(60~90学时)使用,也适合高职、专科学生使用,还可以作为主管部门对智能建筑从业人员的培训教材。

本书编写过程中,参阅了不少国内外出版的关于智能建筑的著作和发表的论文,听取了有关学者、专家的意见,特别是得到海湾集团北京研发中心总经理徐绍文,上海格瑞特科技实业公司总工王俊,青岛声海电子有限公司总经理王金刚,山东安泰自控工程技术中心副总张建华,西门子楼宇科技,海湾安全技术股份有限公司马涛、韦斌,青岛金通利实业有限公司宋超、康欣平、庞巍、王永,山东清华紫光凯远信息有限公司张娅莉,青岛康居博信自动化公司姜妙玉,青岛建苑创意实业有限公司张华等的大力支持。在此一并表示衷心感谢。

本书由秦兆海、周鑫华合作编写,并担任主编,由秦兆海统稿。

由于时间仓促,加之作者水平有限,对书中存在的缺点和问题,恳请有关专业人员批评指正。

作 者

2003年11月

---

# 目 录

---

绪论 .....	1
第 1 章 控制理论与技术 .....	5
1.1 集散控制系统 .....	5
1.1.1 集散控制系统的基本组成 .....	6
1.1.2 集散控制系统的网络拓扑结构 .....	6
1.1.3 现场控制器 .....	7
1.1.4 中央管理计算机 .....	10
1.1.5 系统控制软件 .....	11
1.2 现场总线控制系统 .....	11
1.2.1 现场总线系统的结构特点 .....	12
1.2.2 几种常见的现场总线 .....	12
1.2.3 Lonworks 总线及 Lonworks 总线技术 .....	13
1.3 协议与接口 .....	16
1.3.1 ISO/OSI 参考模型 .....	17
1.3.2 TCP/IP 协议 .....	20
1.3.3 局域网协议 .....	21
1.3.4 BACnet 协议 .....	28
1.4 传感器 .....	33
1.4.1 温度传感器 .....	34
1.4.2 湿度传感器 .....	36
1.4.3 压力传感器 .....	37
1.4.4 流量传感器 .....	40
1.4.5 液位检测传感器 .....	41
1.4.6 空气质量传感器 .....	42
1.5 控制系统与控制器 .....	43
1.5.1 控制系统 .....	43
1.5.2 控制器调节特性及其选择 .....	45
1.5.3 终端设备 .....	49
1.6 几种楼宇控制系统产品 .....	51
1.6.1 西门子楼宇控制系统 .....	52

1.6.2	艾顿楼宇控制系统 .....	59
1.6.3	Lonworks 现场总线楼宇控制系统 .....	62
小结	.....	65
习题	.....	66
<b>第2章</b>	<b>楼宇设备控制系统 .....</b>	<b>67</b>
2.1	空气的物理性质 .....	67
2.1.1	空气的成分和状态参数 .....	67
2.1.2	空气调节 .....	72
2.2	空调系统的基本概念 .....	73
2.2.1	空调的风系统 .....	74
2.2.2	空调的水系统 .....	75
2.3	冷、热源系统 .....	77
2.3.1	冷源装置 .....	77
2.3.2	热源装置 .....	81
2.4	空调机组 .....	87
2.4.1	定风量空调机组的监测与控制 .....	87
2.4.2	变风量空调机组的监测与控制 .....	90
2.5	新风机组的控制 .....	94
2.6	风机盘管的控制 .....	96
2.7	通、排风系统 .....	97
2.8	给、排水系统的监控 .....	98
2.8.1	生活给水监控系统 .....	98
2.8.2	生活排水监控系统 .....	102
2.9	供配电及照明系统的检测与控制 .....	104
2.10	楼宇设备监控系统设计实例 .....	110
小结	.....	131
习题	.....	133
<b>第3章</b>	<b>火灾报警控制系统 .....</b>	<b>135</b>
3.1	火灾过程的一般规律 .....	135
3.1.1	物质燃烧的有关概念 .....	135
3.1.2	火灾过程的一般规律 .....	136
3.2	火灾报警控制系统的工作原理和运行机制 .....	137
3.2.1	火灾报警控制系统的基本原理 .....	137
3.2.2	火灾报警控制系统的发展 .....	138
3.3	火灾探测器 .....	140
3.3.1	火灾探测技术和探测器类型 .....	140
3.3.2	感烟火灾探测器 .....	143

3.3.3	感温火灾探测器 .....	149
3.3.4	感光火灾探测器 .....	153
3.3.5	可燃气体探测器 .....	154
3.4	火灾报警控制器 .....	155
3.4.1	火灾报警控制器的基本功能 .....	155
3.4.2	火灾报警控制器的类型 .....	157
3.5	联动控制器 .....	158
3.5.1	联动控制器的基本功能 .....	158
3.5.2	联动控制器的类型 .....	159
3.6	其他系统设备与器件 .....	160
3.6.1	短路隔离器 .....	160
3.6.2	底座与编码底座 .....	160
3.6.3	输入模块 .....	161
3.6.4	输出模块 .....	161
3.6.5	继电器盒 .....	161
3.6.6	延时控制器 .....	162
3.6.7	外控电源 .....	162
3.6.8	火灾现场报警装置 .....	162
3.6.9	消防通信设备 .....	163
3.7	灭火系统的控制 .....	163
3.7.1	自动水灭火系统 .....	163
3.7.2	自动气体灭火系统 .....	167
3.7.3	其他防火系统 .....	170
3.8	二总线制火灾报警控制系统设计 .....	173
3.8.1	火灾探测器的设计 .....	173
3.8.2	火灾报警控制器的设计 .....	179
3.8.3	联动控制器及其配套件的设计 .....	179
3.8.4	现场消防设施的设计 .....	180
3.9	典型产品介绍 .....	183
3.10	设计实例 .....	188
	小结 .....	198
	习题 .....	199
第4章	安全防范系统 .....	201
4.1	概述 .....	201
4.2	入侵防范系统 .....	202
4.2.1	入侵防范系统的组成 .....	202
4.2.2	入侵探测器 .....	202
4.2.3	传感器 .....	203

4.2.4	点型入侵探测器 .....	207
4.2.5	直线型入侵探测器 .....	210
4.2.6	面型入侵探测器 .....	215
4.2.7	空间入侵探测器 .....	217
4.3	入侵报警控制器 .....	221
4.3.1	小型报警控制器 .....	222
4.3.2	区域报警控制器 .....	224
4.3.3	集中入侵控制器 .....	224
4.4	系统信号的传输 .....	225
4.4.1	有线传输 .....	226
4.4.2	无线传输 .....	226
4.5	闭路监控系统 .....	227
4.5.1	闭路监控系统的组成与特点 .....	227
4.5.2	闭路监控系统的监控形式 .....	228
4.5.3	闭路监控系统的现场设备 .....	229
4.5.4	控制中心控制设备与监视设备 .....	235
4.5.5	闭路监控系统信号的传输 .....	240
4.6	安全防范的系统设计 .....	241
4.6.1	防护级别和报警系统 .....	241
4.6.2	安防系统的性能与指标 .....	243
4.6.3	安防系统的设备选用 .....	245
4.7	智能卡的应用系统 .....	252
4.8	设计实例 .....	256
	小结 .....	270
	习题 .....	272
 <b>第5章 综合布线系统 .....</b>		<b>273</b>
5.1	概述 .....	273
5.1.1	综合布线系统的特点 .....	273
5.1.2	综合布线的应用场合 .....	274
5.2	综合布线的系统 .....	275
5.2.1	综合布线系统的网络结构 .....	276
5.2.2	综合布线的布线系统 .....	277
5.2.3	综合布线系统的部件 .....	278
5.3	综合布线的系统指标 .....	282
5.3.1	综合布线系统的信道和链路 .....	282
5.3.2	综合布线系统信道的性能指标 .....	284
5.4	综合布线的系统设计 .....	290
5.4.1	工作区子系统 .....	290

5.4.2	水平布线子系统 .....	291
5.4.3	垂直干线子系统 .....	295
5.4.4	建筑群干线子系统 .....	297
5.4.5	楼层配线间的设计 .....	298
5.4.6	设备间的设计 .....	304
5.5	设计实例 .....	308
	小结 .....	320
	习题 .....	322
<b>第6章</b>	<b>闭路电视系统 .....</b>	<b>323</b>
6.1	概述 .....	323
6.2	闭路电视系统的组成 .....	324
6.3	闭路电视系统的基本知识 .....	325
6.4	闭路电视的信号传输 .....	335
6.5	闭路电视系统设备 .....	338
6.5.1	电视接收天线 .....	338
6.5.2	放大器 .....	341
6.5.3	混合器 .....	343
6.5.4	分配器 .....	344
6.5.5	分支器 .....	346
6.5.6	调制器 .....	347
6.5.7	其他设备 .....	349
6.6	卫星电视接收系统 .....	350
6.6.1	卫星电视接收系统的组成 .....	350
6.6.2	卫星接收天线 .....	351
6.6.3	高频头(LNB)和功分器 .....	354
6.6.4	卫星电视接收机 .....	355
6.7	闭路电视系统的设计 .....	356
6.7.1	系统接收天线的设计 .....	357
6.7.2	前端系统的设计 .....	359
6.7.3	信号传输系统的设计 .....	361
6.8	设计实例 .....	369
	小结 .....	376
	习题 .....	377
<b>第7章</b>	<b>扩声和音响系统 .....</b>	<b>378</b>
7.1	扩声和音响系统的类型与基本组成 .....	378
7.1.1	扩声和音响系统的类型 .....	378
7.1.2	扩声和音响系统的组成 .....	379

7.1.3	扩声和音响系统的技术指标	380
7.2	音响设备	381
7.2.1	传声器和无线传声器	382
7.2.2	卡座	387
7.2.3	AM/ FM 调谐器	389
7.2.4	激光唱机	390
7.2.5	调音台	392
7.2.6	前置放大器	395
7.2.7	功率放大器	396
7.2.8	频率均衡器	399
7.2.9	压缩器、限制器和扩展器	401
7.2.10	延迟器和混响器	403
7.2.11	扬声器系统	405
7.3	会议系统	410
7.3.1	电子会议系统	410
7.3.2	视频会议系统	413
7.4	设计实例	416
	小结	431
	习题	432
<b>第 8 章</b>	<b>数字程控用户交换机</b>	<b>433</b>
8.1	概述	433
8.2	通信原理	434
8.2.1	通信系统的组成	434
8.2.2	调制原理及多路复用技术	435
8.2.3	交换	438
8.2.4	交换控制设备	440
8.3	程控用户交换机	442
8.3.1	程控模拟交换机	442
8.3.2	程控数字交换机	443
8.4	用户程控交换机的中继方式	443
8.5	典型数字程控交换机	446
8.5.1	系统硬件	447
8.5.2	软件构造	452
8.5.3	硬件结构	458
8.5.4	Hicom 程控数字用户交换机的系统特点与功能	459
8.5.5	Hicom 程控数字用户交换机主要技术参数	462
8.6	工程实例	463
	小结	464

习题 .....	465
<b>第 9 章 智能小区 .....</b>	<b>466</b>
9.1 智能小区的系统结构 .....	466
9.2 智能小区的系统功能 .....	466
9.3 安全防范子系统 .....	468
9.3.1 楼宇对讲系统 .....	468
9.3.2 家庭安防系统 .....	470
9.3.3 门禁管理系统 .....	476
9.3.4 闭路电视系统 .....	482
9.3.5 周界防范系统 .....	486
9.3.6 电子巡更系统 .....	488
9.3.7 停车场管理系统 .....	490
9.4 信息管理子系统 .....	494
9.4.1 表数据远传管理系统 .....	494
9.4.2 小区机电设备控制管理系统 .....	497
9.4.3 小区紧急广播与背景音乐 .....	499
9.4.4 小区物业计算机管理系统 .....	500
9.5 信息网络子系统 .....	503
9.6 智能小区的其他子系统 .....	506
9.7 典型智能小区控制设备 .....	511
9.8 工程实例 .....	515
小结 .....	532
习题 .....	534
<b>第 10 章 工程施工 .....</b>	<b>535</b>
10.1 管线敷设 .....	436
10.2 楼宇设备监控系统的施工 .....	542
10.3 火灾报警控制系统的施工 .....	552
10.4 安全防范系统的施工 .....	562
10.5 综合布线系统的施工 .....	574
10.6 闭路(有线)电视系统的施工 .....	577
10.7 扩声和音响系统的施工 .....	582
10.8 数字程控用户交换机房的施工 .....	584
小结 .....	584
习题 .....	586
<b>附录 A 英文缩写词 .....</b>	<b>487</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>595</b>

# 绪 论

## 1. 智能建筑概念

### 1) 智能建筑定义

所谓“智能建筑”是计算机、信息通信等技术融入建筑行业的产物，这些先进技术使建筑物内电力、照明、空调、防灾、防盗、运输设备等，实现了管理自动化、远端通信和办公自动化的有效运作。

“智能建筑”从整个技术角度来看，它是计算机技术、控制技术、通信技术、微电子技术、建筑技术和其他很多先进技术相结合的产物，几乎融合了信息社会中人类所有智慧。

国外对“智能建筑”的定义都不相同。最先提出“智能建筑”思想的美国就认为没有固定特性的定义，智能建筑是将结构、系统、服务和管理等四项基本要求，以及它们之间的内在关系，进行优化组合。所有建筑的智能设计是要提供一个投资合理，又具有高效、舒适、便利的环境。日本则认为具有建筑自动化、远程通信和办公自动化，这三种功能结合起来有效运作的建筑就为“智能建筑”。欧洲一些国家认为能创造一种可以使用户发挥最高效率环境的建筑即为“智能建筑”，他们把用户的需要作为智能建筑的定义。

而中国智能建筑专业委员会建议，“智能建筑”是利用系统集成方法，将智能型的计算机技术、通信技术、信息技术与建筑艺术有机结合，通过对设备的自动监控、对信息资源的管理和对使用者的信息服务及其与建筑的优化组合，所获得的投资合理、适合信息社会需要并且具有安全、高效、舒适、便利和灵活特点的建筑物。

各国的国情不同，对智能建筑的需求也不同，导致侧重点不同，因此定义也不同。另外，“智能建筑”的含义还随着科学技术发展而不断完善，因此它的定义也随着高速发展的科学技术不断地变化和充实。

### 2) 智能建筑特征

“智能建筑”的固有特征是：建筑物管理服务自动化，办公资源自动化，信息通信自动化。智能建筑的服务综合为几个子系统，这些子系统的资源共享成为整个系统的资源互补，这样能有效地构成一个综合系统来满足建筑物的各种复杂要求。“智能建筑”提供一个优越的生活环境和高效的工作环境，且具有舒适性、高效性、方便性、适应性、安全性和可靠性的特征。

### 3) 智能建筑分类

“智能建筑”的使用功能不同，类型也不少，归纳起来有以下几种。

(1) 专用办公楼类。 它包括政府机关办公楼、集团公司或大型企业办公楼、金融大厦(银行、证券、保险、期货等)、商业楼、科教楼(科研院所、医院、学校等)。

(2) 出租办公楼类。 房地产开发商投资兴建，对外出租、出售。大楼内公用设施一次建成，出租、出售楼层，房间内设施由用户根据需求自行进行装修。

(3) 综合楼类。 它为多功能建筑，集办公、金融、商业、娱乐、生活为一体的建筑。

(4) 住宅楼类。 以居民居住为目的而建的建筑物（包括多层、高层、生活小区）。

#### 4) 智能建筑功能

“智能建筑”的功能体现在以下几个方面：

(1) 具有信息处理功能；

(2) 各中心之间能进行通信，信息通信的范围不局限于建筑物内部，应能在城市、地区和国家之间进行；

(3) 能对建筑物内照明、电力、暖通空调、给排水、防灾、防盗，运输设备等进行综合自动管理；

(4) 能实现各种设备运行状态监视和统计记录的设备管理自动化，并实行以安全状态监控为中心的防灾自动化功能；

(5) 功能可随技术进步和社会发展所需具有可适应性和扩展性。

#### 2. 智能建筑的起源与发展

智能建筑是为了适应现代信息社会对建筑物的功能、环境和高效率管理的要求而产生的，它是采用计算机技术对建筑物内的设备进行自动控制、对信息资源进行管理和对用户提供服务等的一种新型建筑。

智能建筑是最近十几年发展起来的，能很快在全球迅速发展有其原因。20世纪70年代末，随着社会信息化进程加快，信息也同其他科学技术一样成为竞争和巩固企业地位及推动发展的手段。现代科学技术的发展，使大量信息的积累、处理、传递变得无比迅速和相对廉价，建筑和信息技术的结合就成了必然的趋势。而且当时全球经济特别是东亚经济腾飞，生产力特征由劳动力资源型转向智力资源型，需要高效的工作场所，为智能建筑提供了广阔的买方市场。同时也出现了一大批从事智能建筑、系统集成商和技术咨询公司，使智能建筑的发展有了广泛而坚实的基础。而现代计算机网络技术的发展是智能建筑强有力的技术基础。

“智能建筑”最早出现于1984年1月美国康涅狄格州所建“都市办公大楼”（city place building），该大楼用最先进的技术来控制电力、照明、空调、防灾、防盗、运输设备、通信和办公自动化，除了有舒适、安全的办公条件外，并具有高效、经济的特点，这是世界上公认的第一座“智能建筑”。不久，日本于1985年8月在东京青山建成“青山大楼”，该大楼具有良好的综合功能，除了舒适、安全、高效、经济外，还方便、节能，使“智能建筑”又得到了进一步发展。由美国、日本勾画了“智能建筑”基本特征，随后世界各地的“智能建筑”蓬勃发展起来，英、法、德等国都积极筹建“智能建筑”。

随社会高度信息化推进，“智能建筑”已成为现代化建筑的新趋势。目前，国外“智能建筑”朝两个方面发展，一方面不限于智能化办公楼，正向公寓、商店、商场等建筑领域扩展，特别是向住宅发展；另一方面已从单一建造发展到成片规划开发，例如“智能广场”“智能社区”等。

我国“智能建筑”起步较晚，直到20世纪80年代末才开始有较大发展。1986年在我国“七五”计划初期，由国家计委会同国家科委主持制定国家“七五”重点科技攻关项目，到1998年5月建设部成立建筑自动化系统工程设计专家工作委员会，为积极引导市场规范化，推进智能建筑业的健康发展做出了积极的努力，同年5月在北京又成立了中国智能建筑

专家网 (CIBnet)。

1999 年建设部住宅产业化办公室召开了住宅小区智能化技术论证研讨会, 制定了住宅小区智能化分级功能设置, 并积极着手编制《住宅小区智能化技术准则》, 组织实施住宅小区智能化技术示范工程。这样使我国“智能建筑”纳入了正常发展轨道。近几年来, 在北京、上海、广州相继建成了不少具有相当水平的智能建筑。

### 3. 智能建筑的组成部分

现代“智能建筑”主要是建筑技术与信息技术相结合的产物, 是随着科学技术的进步而逐步发展充实的, 现代建筑技术 (Architecture)、现代计算机技术 (Computer)、现代通信技术 (Communication)、现代控制技术 (Control), 是智能建筑发展的基础。智能建筑是由以下几个系统组成的。

#### 1) 建筑自动化控制系统 (BAS)

它采用计算机技术、自动化控制技术和通信技术组成的高度自动化综合管理系统, 对建筑物内所有机电设施进行自动控制, 这些机电设施包括交配电、给排水、采暖通风、空气调节、火警保安、交通运输等系统, 用计算机实行全自动的综合监控管理。建筑自动化系统一般有以下几个方面。

(1) 管理系统。 主要包括: 冷、热源、空调设备最佳控制, 温湿度自动调节控制, 调度运转控制, 外气量控制, 电梯组管理, 大楼的环境、设备状态测定记录, 能源记测、计费、远程控制等。

(2) 安全防范系统。 主要包括: 远程监视, 出入口控制, 火灾探测、报警、灭火及火灾控制, 排烟控制、避难自动引导, 煤气泄漏探测, 报警系统, 漏水探测系统, 停车场自动管理系统, 地震监视系统, 停电控制系统等。

(3) 节能系统。 主要包括: 照明自动调光、照明自动开关系统, 供电需求控制系统, 节约用水控制系统, 空调冷暖自动控制系统等。

#### 2) 通信系统 (CAS)

通信系统主要有语音通信、数据通信、图形图像通信。智能建筑中的信息通信设施一般以程控用户交换机 (PABX) 为基础, 并与其他外部通信设施连网, 能利用高速数字传输网络或卫星通信系统进行信息传输, 通信系统包括以下几种。

(1) 以建筑物为中心的多功能程控电话和电视电话系统;

(2) 电视电话会议和电子电话会议系统;

(3) 电子邮政系统 (包括电子邮件、高速传真邮件和原稿传真邮件等);

(4) 电传打字和数据传输系统;

(5) 传真、电视和闭路电视系统;

(6) 卫星通信和专用无线电通信系统。先进的通信系统既可传输语音、数据, 还可传输图像等多媒体信息。不同功能的建筑物, 对通信要求也有所不同, 信息产业部门会根据需求提供相应的应用系统。

#### 3) 办公自动化系统 (OAS)

办公自动化系统是智能建筑最基本的内容之一, 它能对来自建筑物内、外部等各种信息, 给与收集、处理、存储、检索等综合处理。它提供了先进的信息处理功能, 并可提供各种为办公事务的决策支持体系, 极大地方便了办公事务的处理。该系统主要包括以下几种。

(1) 共用信息系统。包括局域网系统、公用数据库、主计算机系统、专家系统、综合统计系统、电子出版系统、可视图文系统、会议电视系统等。

(2) 用户专用信息处理系统。包括分体式办公信息管理系统、办公设备（服务器、传真器、复印机、扫描仪、打印机文字处理机等）、应用系统（办公、财务、人事、情报等管理系统，办公自动化系统应该有对计算机终端、打印机、复印机、传真机等管理）。

#### 4. 智能建筑的系统集成

系统集成的概念，就是将各种各样的新技术、实用技术在应用的层面上进行合作，并使它们工作起来就像一个应用系统那样协调，系统集成的意义在于当各种信息和新技术如同潮水般地涌来时，如何根据需要对各种信息进行智能化的寻找、检索、过滤和选择，对各种新技术进行组合、归纳和集成，使之生成有价值的信息和再生新的应用技术，为了达到这个目的，系统集成成了关键问题。

系统集成在实际应用中，就是借助于结构化的综合布线系统和计算机网络技术，把构成智能建筑的三大要素作为核心，将语音、数据和图像及监控等信号，经过统一的筹划设计综合在一套结构化的布线中，并通过贯穿大楼内、外的布线系统和公共通信网络为桥梁，以及协调各类系统和局域网之间的接口和协议，把那些分离的设备、功能和信息有机地连成一个整体，从而构成一个完整的系统。使资源达到高度共享，管理实现高度集中。

系统集成包括设备的集成、系统软件的集成、应用软件的集成、人员的集成、管理机构的集成和管理方法的集成等方面。可以认为，系统集成是对软件、硬件及多元化信息综合和统一的过程。实质上，系统集成就是系统平台的集成。所谓“系统平台”就是应用系统的开发和运行环境。系统集成应是各类设备、子系统及系统平台达到完整统一，它支持智能建筑中功能和环境的各个方面，并且功能齐全，在用户界面上一致。

系统集成的实现，关键在于解决系统之间的互连性和互操作性问题。这是一个多厂家、多协议和面向各种应用体系的结构。这需要解决各类设备、子系统之间的接口、协议、系统平台、应用软件和其他相关子系统、建筑环境、施工管理及人员配备等问题，涉及多学科、多领域的复杂的系统工程，贯穿于智能建筑的规划、设计、施工和管理的全过程。

# 第 1 章 控制理论与技术

## 1.1 集散控制系统

随着社会的不断进步，人们对生活、工作的环境质量要求越来越高，建筑物作为人们生活、工作的场所，人们对它的功能要求越来越高，带来了建筑技术的飞速发展。同样随着建筑物功能的不断提高，对建筑物内机电设备的自动化要求也越来越高。20 世纪 50 年代采用各种仪表、信号灯、继电器及操作按键、开关来监控设备的运行情况，并对其实现手动或自动控制。到了 60 年代末，实现了数字化的自动控制。70 年代，采用专用计算机完成了对机电设备集中管理、控制和显示。随着微电子技术、计算机技术和通信技术的发展，20 世纪 80 年代中期开始，对机电设备的计算机集中管理、控制逐渐发展成集散型的计算机控制方式，近年来，由于网络技术的飞速发展，总线控制等新型控制方式越来越多地应用到建筑领域中来，使建筑物机电设备的控制进入了一个新阶段。

自动控制的目的是把被控物理量控制在要求的范围内。具体方法是通过测量元件对被控对象的被控参数进行测量，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，直到被控参数值满足预定要求为止。这种采用负反馈方式的控制系统为闭环控制系统。如图 11 所示。

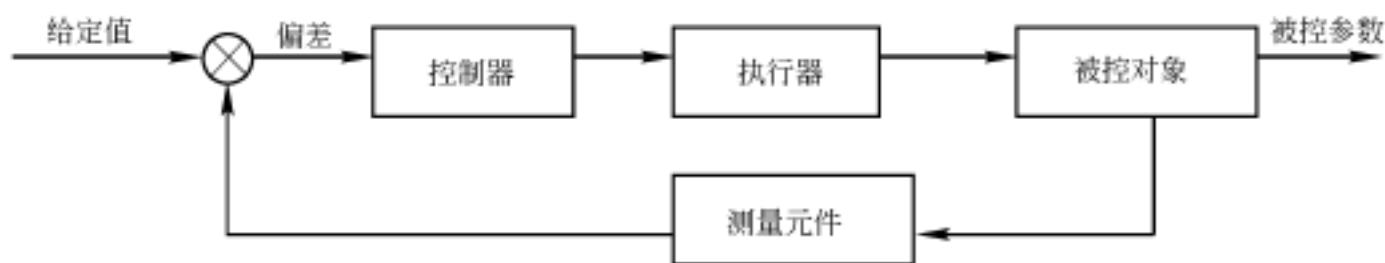


图 11 闭环控制系统框图

用计算机来代替图 11 中的控制器，就构成了计算机控制系统。

由于计算机处理的是数字信号，对于控制系统中开关信号的处理非常简单，而对于控制系统中模拟信号的处理必须经过模/数和数/模转换，因此，在计算机控制器中必定有将模拟信号转换为数字信号的模数（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。同样也有经过 A/D 或 D/A 转换的模拟输入和模拟输出接口，和不经过 A/D 或 D/A 转换的数字输入和数字输出接口。

现在的智能建筑中，有大量的机电设备，如空调设备、给排水设备、电气设备等，而且分布很散，对这些设备的控制繁杂，工程量很大。采用专用计算机对机电设备集中控制的方式已经很难实现。尤其是专用计算机集中控制的高度风险远远满足不了系统可靠性的要求。随着计算机技术与通信技术的发展出现了一种先进的控制方法——集散型控制系统。其特点

是：以分布在被控设备现场的计算机控制器完成对被控设备的监视、测量与控制。中央计算机完成集中管理、显示、报警和打印等功能。先进的计算机网络把所有现场的计算机控制器与中央计算机联系在一个系统内，完成对系统集中管理与分散控制的功能。

### 1.1.1 集散控制系统的基本组成

集散型计算机控制系统又名分布式计算机控制系统，简称集散控制系统。它是利用计算机技术对生产过程进行集中监视、管理和在设备现场进行分散控制的一种新型控制技术。是计算机技术、信号处理技术、通信网络技术高度发展的产物。它是传统控制技术与先进的计算机技术相结合，而发展起来的一门系统工程技术，具有明显优越性。自20世纪70年代第一套集散控制系统问世以来，集散控制系统已经在各个控制领域得到了广泛的应用。

集散型控制系统是由集中管理部分、分散控制部分和通信部分所组成。集中管理部分主要有中央管理计算机与相关控制软件组成。分散控制部分主要由现场直接数字控制器及相关控制软件组成，它用于对现场设备的运行状态、参数进行监测和控制。它的输入端连接传感器等探测设备，它的输出端与执行器连接在一起，完成对被控量的调节。通信部分连接集散型控制系统的中央管理计算机与现场直接数字控制器，完成数据、控制信号及其他信息的传递。

集散型控制系统软件实现了对系统的优化控制与管理。

### 1.1.2 集散控制系统的网络拓扑结构

集散型控制系统的网络通常由三级组成。图12是美国Honeywell公司Excel5000控制系统的网络结构。但有的中小控制系统无系统管理这一级，因此只有两级网络。

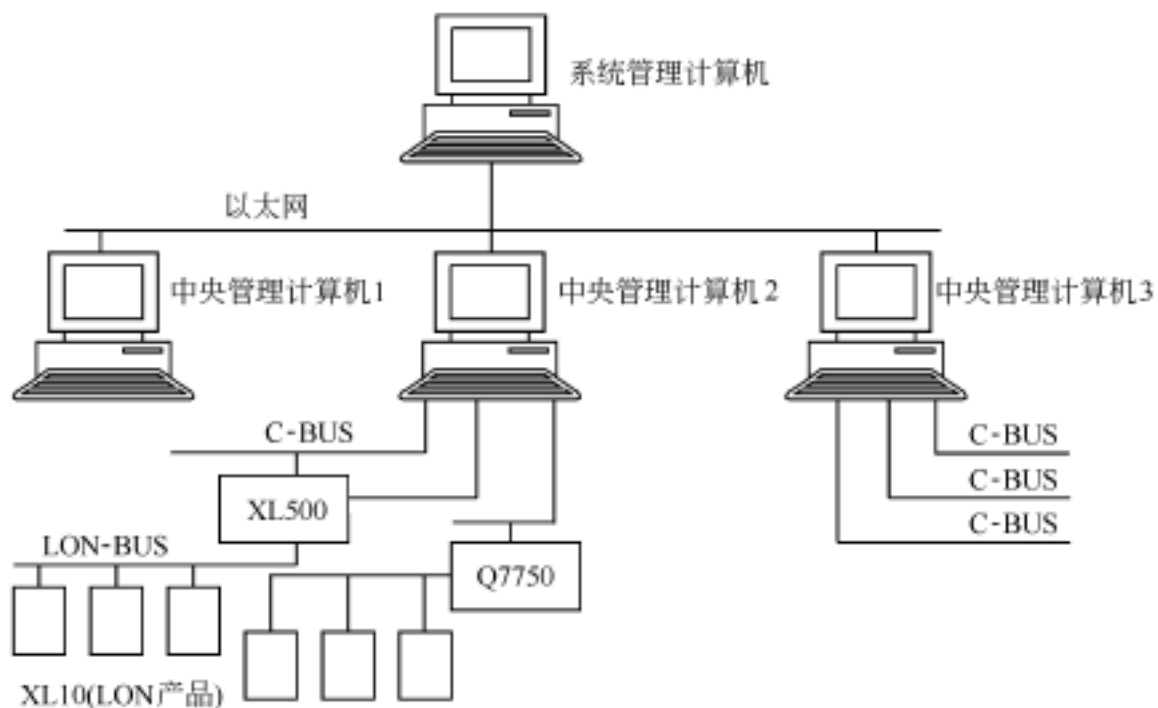


图12 Excel5000控制系统的网络结构图

第一级为现场控制级，它由现场控制器和相关设备组成，它承担分散监视、测量和控制的任任务。

第二级为监控级，由中央管理计算机和相关软件组成。它可包含多个相互独立的分散控

制系统，如火灾报警消防控制系统、安全防范控制系统等。它承担控制信息的集中管理。

第三级为系统管理级，它把建筑物自动化的各个分散的、独立的系统与管理信息系统有机地结合起来，组成一个完整的信息控制系统。

系统有两条控制总线 CBUS 和 LONBUS 两类，CBUS 为霍尼韦尔公司的专用通信协议总线，LONBUS 为现场总线。CBUS 用来连接 XL600、XL500、XL100 和 XL20 等现场控制器和 Q7750、Q9200、XIP100 等路由器及 MODEM 设备。LONBUS 用来连接 XL10 系列控制器及 XL600/ XL500 的分布式输入/输出模块。

系统实现开放式通信，通过以太网与其他网络联系，构成综合管理系统。

各公司生产的集散控制系统不尽相同，但基本结构是一致的，面向过程控制的现场控制器，面向操作管理人员的中央管理计算机，以及它们间的控制网络都有惊人的相似。

### 1.1.3 现场控制器

智能楼宇中的集散型计算机控制系统是通过通信网络系统将不同数目的现场控制器，与中央管理计算机连接起来，共同完成各种采集、控制、显示、操作和管理功能。

智能楼宇中的现场控制器采用了计算机技术，通常又称直接数字控制器，简称 DDC。

现场控制器根据其处理数据的类型，可分为数字控制器和通用控制器。数字控制器仅能处理开/关信号，而不能处理输入与输出模拟信号。通用控制器既能接收数字量的开关信号，也能接收模拟量的输入信号，同样也能输出数字量的开关信号和模拟量的控制信号。

现场控制器根据控制功能，可分为专用控制器和通用控制器。专用控制器是为专用设备控制研发的控制器，如空调机控制器、灯光控制器等。通用控制器可用于任何设备的控制。

现场控制器模块化的结构使得系统配置更为灵活，并能根据系统的不同需求采用不同的冗余结构。现场控制器通常设置在靠近控制设备的地方。为适应各种不同环境，应具有防尘、防潮、防电磁干扰、抗冲击、抗振动及耐高低温等恶劣环境的能力。

#### 1. 现场控制器的功能

在集散控制系统中，各种现场检测仪表（如各种传感器、变送器等）送来的测量信号均由现场控制器进行实时的数据采集、滤波、非线性校正、各种补偿运算、上下限报警及累积量计算等。所有测量值和报警值经通信网络传送到中央管理计算机数据库，供实时显示、优化计算、报警打印，等等。

将现场的测量信号与设定值进行比较，产生偏差由现场控制器完成各种闭环反馈控制，推动执行器完成对被控量的控制。

现场控制器能接受中央管理计算机发来的各种手动操作命令进行手动控制，从而提供了对整个过程的直接调节控制功能。现场控制站的组成如图 13 所示。

在集散控制系统中，显示与操作功能集中在中央管理计算机站，在现场控制器一般不设置 CRT 显示器和操作键盘，但可通过便携式计算机对现场控制器进行编程和对系统参数进行修改。也有的现场控制器前面板上有小型显示器与按钮，可进行一些简单的操作。

#### 2. 现场控制器的结构

现场控制器采用模块化结构，通常包含电源模块、计算模块、通信模块和输入/输出模块。如图 14 所示。