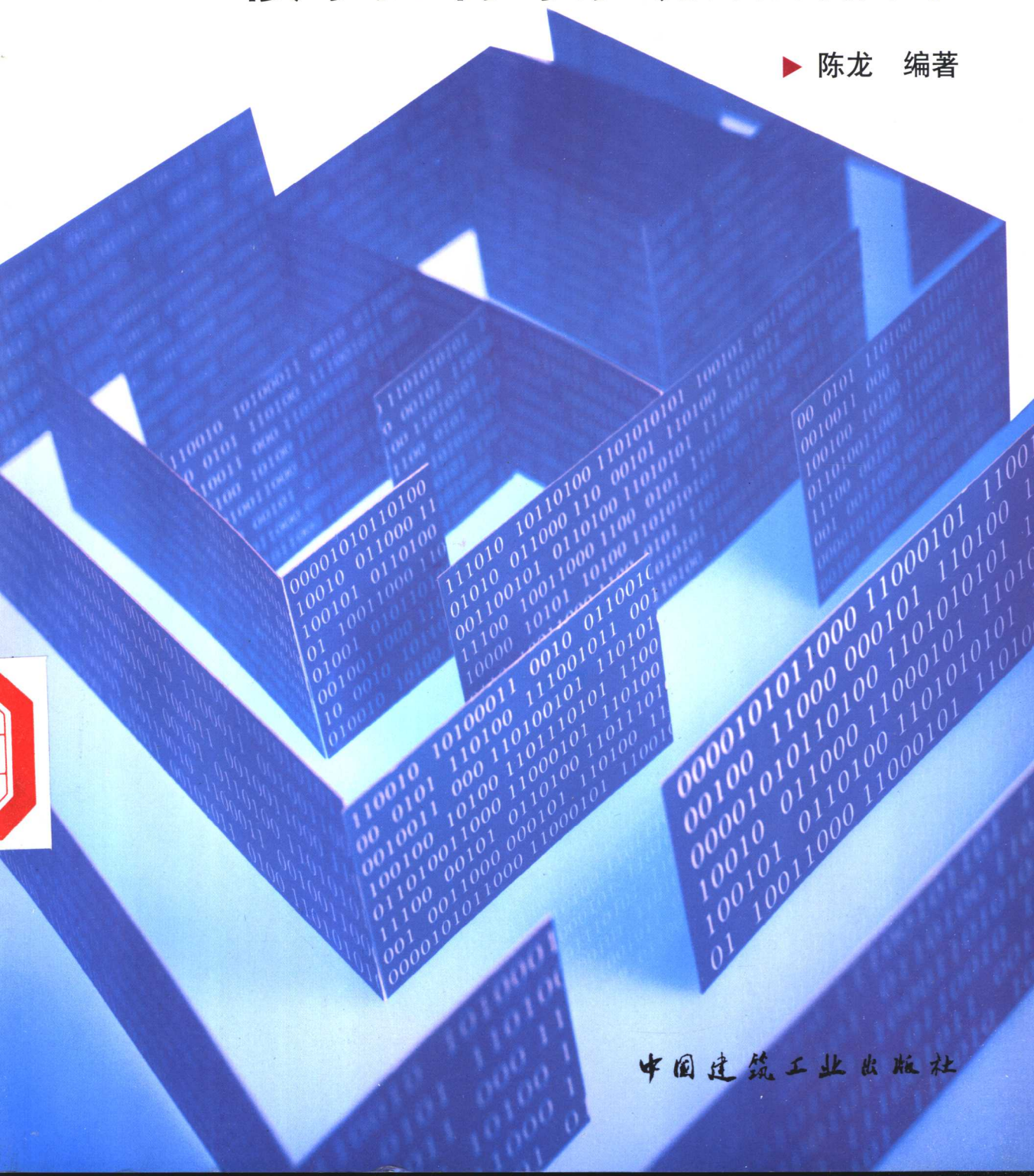


智能建筑 ZHINENG JIANZHU
LOUYU KONGZHI YU XITONG JICHENG JISHU

楼宇控制与系统集成技术

► 陈龙 编著



中国建筑工业出版社

智能建筑楼宇控制和系统集成技术

陈 龙 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

智能建筑楼宇控制和系统集成技术/陈龙编著.

北京:中国建筑工业出版社,2004

ISBN 7-112-06898-3

I. 智… II. 陈… III. 智能建筑-自动控制系统 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 105660 号

楼宇控制系统是智能建筑能够生存的前提,系统集成则能方便建筑物的管理,自动完成各子系统间的联动控制,实现整个系统内信息的有机融合,二者均属建筑智能化的基础设施。本书全面和系统地介绍了楼控原理、集成途径、工程设计和实际应用等各个方面,对各种控制系统也作了分类和介绍。

本书特点是紧跟当前技术发展的动向,密切结合应用需求,资料丰富翔实。既可供从事智能建筑方面的人员阅读和查找资料,也可作为高等院校相关专业的教材或教学参考书。

责任编辑:王雁宾

责任设计:刘向阳

责任校对:李志瑛 王 莉

智能建筑楼宇控制和系统集成技术

陈 龙 编著

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:33¼ 字数:818千字

2004年12月第一版 2004年12月第一次印刷

印数:1—3,000册 定价:60.00元

ISBN 7-112-06898-3

TU·6144(12852)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址:<http://www.china-abp.com.cn>

网上书店:<http://www.china-building.com.cn>

前 言

智能建筑通过优化建筑结构、系统、服务、管理四个要素及其相互间的关系,能为使用者提供舒适方便的工作和生活环境,从而受到社会的广泛关注,成为现代建筑的主流,同时也演变成为市场的热点。

智能建筑最基本的前提是必须有良好的楼宇自动控制系统,难以想像如果没有高速平稳的电梯、没有适宜的环境温湿度和新风补充、没有光亮而柔和的照明、没有足够的电力供应保证和运行正常的给排水系统,人们怎么能在这样的建筑内生活或工作,更没有舒适方便可言,因此,楼宇控制系统自然而然地成为了建筑智能化的根基,也是影响到智能建筑能够存在和运营的必备条件。但令人遗憾的是这样最根本的系统,据国内统计其完全的开通率也就一半左右,而且许多系统还是有缺陷地工作,这种状况的长期后果是令人担忧的。

另一方面,虽然现在和未来相当长的一段时间内,全世界智能建筑最大的市场在中国,但楼宇自控系统的生产厂家却绝大部分是国外的,其市场份额占到80%以上,这就要求国内厂商在尽快吸收国外先进技术的基础上,采用开放式的协议及国际标准,不断提高自己的技术水平和产品档次,以占有市场的一席之地。

再有,虽然国内应用楼宇自控系统的实践经验很丰富,但与智能建筑的其他应用方面相比,楼控方面的书籍却少得可怜,能较系统分析或介绍的更是凤毛麟角,在目前网络时代,这至少也是一种不正常的现象。究其原因,一是因为楼控内容繁杂琐碎,加之涉及的技术层面又很广泛,使得叙述起来确实有一定的难度,二是目前在控制领域还处于由生产厂家主导的封闭体系,不像信息领域那样有开放性的标准体系,这也增加了论述困难的程度,但更多的可能还是怕论述不到位而有畏难情绪或者挖掘深度不够难以落笔所致。

智能建筑除能提供舒适性外,另外一项重要的功能是要方便建筑物管理人员的工作,自动完成各子系统间的联动控制,从而减少管理人员的数量、降低其工作强度,这就要求对智能建筑内各个不同的 subsystem 进行有效的系统集成,从而实现整个系统内信息的有机融合,使管理人员既能简化操作,又能统观和了解全局。但是系统集成绝不能是多个子系统的堆积,更不能返回到传统的集中控制方式中去,分散控制、集中管理应该始终是智能建筑的灵魂。

本书作者自清华大学毕业后,长期在中国科学院自动化研究所工作,围绕着计算机控制系统的应用,从工业自动化到建筑智能化、从天上的卫星跟踪到地下的地震监测、从国产控制装置到进口控制系统均有涉及,并有过一些实践。近年受聘担任中国建筑业协会智能建筑专业委员会和建筑智能化技术专家委员会等方面的专家顾问,有感于从事智能建筑方面工作的人员对楼控和集成技术学习的急切需求,也为了使智能建筑工程师能更方便地获得相关资料,在网络检索和广泛收集资料的基础上,编写并结集出版了此书。书中比较全面和系统地介绍了控制总线、楼控原理、集成方案、工程设计和建筑应用实例等多个方

面，对国内当前应用较多的各种控制系统也作了专门的介绍，希望能对读者有所裨益。

在为本书觅集资料的过程中，作者为我国众多同行们的丰富实践经验感到欢欣鼓舞，他们当中既有作者的学长和同龄人，但更多的是奋发有为的年轻人，他们共同的特点是均工作在第一线、阅历广泛。作者在书中不仅引用了他们许多有见地的观点以及实际工作成果，更为他们的真知灼见所佩服，作者在此谨向他们各位表示崇高的敬意。

对书中存在的不足和错误之处，敬请读者批评指正。

陈 龙

2004 年 8 月

于北京 中关村

目 录

前言

第一章 智能建筑和 BAS 概述	1
第一节 智能建筑总论	1
1.1.1 智能建筑的定义	1
1.1.2 智能建筑追求实现的目标和具有的特征	2
1.1.3 智能建筑的基本结构	3
1.1.4 智能建筑的经济效益分析	5
1.1.5 智能建筑的开放性标准和技术	9
1.1.6 智能建筑的节能	10
第二节 智能建筑的 BAS	12
1.2.1 BAS 的控制方式与结构变迁	12
1.2.2 BAS 的监控对象与内容	18
1.2.3 BAS 的分类特征	23
1.2.4 BAS 中的关键技术	25
1.2.5 BAS 的控制模型	29
1.2.6 影响 BAS 开通率的主要因素	39
1.2.7 技术对 BAS 控制效果的影响分析	40
1.2.8 BAS 的发展方向	42
第二章 控制总线	48
第一节 现场总线总论	48
2.1.1 BAS 与控制总线	48
2.1.2 现场总线	49
2.1.3 现场总线国际标准 IEC—61158	50
2.1.4 现场总线的三层结构	56
第二节 建筑物自动化总线 BACnet	56
2.2.1 BACnet 标准的基本特点	56
2.2.2 BACnet 的组成结构	58
2.2.3 BACnet/IP 互联协议	63
2.2.4 BACnet 协议的优势	66
第三节 LonWorks 总线	68
2.3.1 LonWorks 的构成	69
2.3.2 LonWorks 用于楼宇自控系统	73

2.3.3	LonWorks 产品系列	73
2.3.4	LonWorks 与 IP 网络的无缝连接设备	76
2.3.5	对 LonWorks 的评价	77
第四节	其他常用的楼宇测控总线	79
2.4.1	控制局域网 CAN	79
2.4.2	EIB 总线	81
2.4.3	KNX 总线	86
2.4.4	HART 协议	90
2.4.5	X-10 系统	90
2.4.6	CEBus	91
2.4.7	各类总线比较表	92
第三章	BAS 控制原理、网络及工程设计	93
第一节	楼宇控制系统的控制对象	93
3.1.1	空调自动化系统原理及控制	97
3.1.2	冷热源系统的监控	101
3.1.3	变风量控制系统	108
3.1.4	智能建筑配电监控系统	118
3.1.5	智能照明控制系统	122
3.1.6	智能建筑给排水系统	127
第二节	楼宇控制系统的网络结构	135
3.2.1	控制系统网络总论	135
3.2.2	基于 BACnet 的控制网络	138
3.2.3	基于 LonWorks 的控制网络	142
3.2.4	基于 IP 技术的楼宇控制方案	152
3.2.5	将传统楼宇自控系统建立在网络上的可能发展方案	154
第三节	BAS 的工程设计的	158
3.3.1	BAS 与各相关专业的衔接配合	158
3.3.2	空调控制系统的设计	164
3.3.3	变风量空调系统的设计	172
3.3.4	供配电系统设计	180
3.3.5	智能建筑的照明设计	195
3.3.6	供水系统的自动控制	204
3.3.7	电梯监控系统	210
3.3.8	智能建筑的防雷、接地和抗干扰	214
第四章	以太网控制技术及应用	221
第一节	工业以太网总论	222
4.1.1	以太网作为现场总线的主要问题	222
4.1.2	工业以太网技术的发展使其在工业控制领域的应用成为可能	224

4.1.3	现代以太网的技术特征	227
4.1.4	TCP/IP 作为现场总线通信协议的可能性	229
4.1.5	以太网在工业自动化中的应用状况	232
第二节	带以太网接口的控制系统	233
4.2.1	建筑智能化的实现方法分析	233
4.2.2	以太网作为现场测控物理平台方案	234
4.2.3	工业以太网 4 类不同的协议标准	236
4.2.4	带以太网接口的控制系统结构	237
第三节	工业以太网在 BAS 中的应用	239
4.3.1	西门子 Ethernet 的楼宇自动化系统解决方案	239
4.3.2	基于以太网和 TCP/IP 协议的 BA 系统	243
第五章	典型楼宇控制系统及工程应用实例	251
第一节	Honeywell 公司的 Excel 5000 和 EBI	251
5.1.1	Excel 5000 系统	251
5.1.2	EBI 系统	257
5.1.3	工程应用实例——某新闻大厦建筑设备监控系统	265
第二节	美国江森公司的 Metasys	273
5.2.1	楼宇设备自动化系统结构	273
5.2.2	Metasys 用于 BAS 系统	278
5.2.3	工程应用实例——某机场航站楼的自动控制系统	283
第三节	西门子楼宇科技公司的智能楼宇管理系统 S600 Apogee	286
第四节	美国安德沃控制公司的楼宇自控系统 Continuum	298
5.4.1	系统构成模块	300
5.4.2	实现 Web 概念的途径及工程实例	306
第五节	基于 BACnet 协议的楼控系统	307
5.5.1	ALC 公司的 WebCTRL	308
5.5.2	Delta Controls 公司的 ORCA 系统	318
第六节	基于 LonWorks 的楼控系统——TAC 公司的 Vista IV 系统	320
第七节	其他品牌的楼宇控制系统	326
5.7.1	Invensys Σ 楼宇管理系统	326
5.7.2	Teletrol 控制系统	328
5.7.3	美国 AUTO-MATRIX 公司的集散型楼控系统 AI2100	330
5.7.4	KMDigital 楼宇自控系统	332
5.7.5	卓灵 (Trend) 楼宇自控系统	333
5.7.6	同方 RH-2000 控制系统	336
第六章	智能建筑系统集成总论	350
第一节	系统集成的基本概念	350
6.1.1	系统集成的本质	350

6.1.2	系统集成的需求和集成层次	354
6.1.3	系统集成的发展历程	356
6.1.4	系统集成的基础和方法	359
6.1.5	系统集成方式的分类	364
6.1.6	系统集成建设的要点	373
第二节	系统集成的主要技术	375
6.2.1	采用网关来实现异构网的集成	376
6.2.2	系统集成应用模型	380
6.2.3	系统集成中的中间件技术	384
6.2.4	OPC 技术可作为实现系统集成的工具	387
6.2.5	智能建筑中的网络集成	392
第七章	建筑物管理系统 BMS 集成	401
第一节	BMS 系统集成总论	402
7.1.1	BMS 系统集成模式	402
7.1.2	BMS 集成的基本架构	405
第二节	典型的 BMS 及工程实例	415
7.2.1	美国霍尼韦尔 Excel 5000	415
7.2.2	在霍尼韦尔 EBI 系统上实现的 BMS 集成	419
7.2.3	西门子楼宇科技的 Apogee 控制管理系统与集成	424
7.2.4	采用 Invensys 公司 I/A 的 BMS 方案	428
7.2.5	美国江森 Metasys 中央监控系统与集成	433
7.2.6	在 Andover 楼宇自控系统基础上实现的 BMS	442
7.2.7	Synchro BMS 建筑自动化管理系统	445
第八章	IBMS 集成	449
第一节	IBMS 的定义与内涵	449
8.1.1	IBMS 的不同定义	449
8.1.2	IBMS 的构成及技术要求	450
8.1.3	IBMS 与现场总线技术和开放系统的关系	452
8.1.4	对 IBMS 系统建设的技术要求	453
8.1.5	IBMS 集成要点与途径分析	457
第二节	具有部分 IBMS 功能的集成系统	459
8.2.1	由西门子楼宇科技公司提供的一体化系统集成方案	461
8.2.2	ST8100 和 QA 智能建筑物管理系统	464
8.2.3	采用 Honeywell 公司 EBI 实现的集成	468
第三节	在软件开发平台上实现的 IBMS 集成	478
8.3.1	智能建筑集成管理系统软件 IIBS	478
8.3.2	智能建筑整体解决方案 i-building	481
8.3.3	西门子公司的集成软件 Insight 2000	482

8.3.4 同方 [®] IBS 智能建筑信息集成系统	484
第四节 以组态监控系统构成 IBMS	486
附录 A 《智能建筑设计标准》(GB/T 50314—2000)中有关建筑设备监控系统和 智能化系统集成的条文	493
附录 B 《全国民用建筑工程设计技术措施·电气分册》中有关建筑设备监控系统 和智能化系统集成的条文	502
附录 C 《智能建筑工程质量验收规范》(GB 50339—2003)中有关建筑设备监控系统 和智能化系统集成的条文	521
参考文献	529

第一章 智能建筑和 BAS 概述

第一节 智能建筑总论

1.1.1 智能建筑的定义

(1) 智能建筑(Intelligent Building)的发源地美国对智能建筑的定义是:“智能建筑乃是通过优化其结构、系统、服务、管理四个基本要素及其相互关系来提供一个高效的和成本低廉的环境”。同时又指出,“没有固定的特性来定义智能建筑。事实上,所有智能建筑所共有的惟一特性是其结构设计可以适于便利、降低成本的变化”。

经过十几年的发展,美国的智能建筑已经处于更高智能的发展阶段,进入到“绿色建筑”的新境界。智能只是一种手段,通过对建筑物智能功能的配备,强调高效率、低能耗、低污染,在真正实现以人为本的前提下,达到节约能源、保护环境和可持续发展的目标。如果离开节能和环保,再“智能”的建筑也将无法存在,每栋建筑的功能必须与由此能带给用户或业主的经济效益紧密相关,未来智能建筑的概念将被淡化。

(2) 在我国,普遍认为智能建筑的重点是使用先进的技术对楼宇进行控制、通信和管理,强调实现楼宇在三个方面的自动化(3A)功能,国家标准 GB/T 50314—2000《智能建筑设计标准》就将智能建筑定义为“以建筑为平台,兼备建筑设备 BA(Building Automation)、办公自动化 OA(Office Automation)及通信网络系统 CA(Communication Automation),集结构、系统、服务、管理及它们之间的最优化组合,向人们提供一个安全、高效、舒适、便利的建筑环境”。

但经过这么多年的实践和探索,人们普遍认为这种 3A 的分类比较模糊,不少人士认为通信自动化系统 CAS 和办公自动化系统 OAS 的提法欠妥,概念不够确切,改为通信网络系统 CNS(Communication Network System)和信息网络系统 INS(Information Network System)更为恰当。因此在《智能建筑工程质量验收规范》GB/T 50339—2003 中,就将智能建筑的基本组成部分改为建筑设备自动化系统 BAS、通信网络系统 CNS 和信息网络系统 INS,三者通过结构化综合布线系统 SCS(Structured Cabling System)和计算机网络技术进行以管理为目的所做的有机集成(可称为大 3S 集成)。

(3) 亚洲智能建筑协会(AIIB)出版的智能建筑索引采用了平衡的观点,认为智能建筑是根据适当选择优质环境模块来设计和构造,通过设置适当的建筑设备,获取长期的建筑价值来满足用户的要求。智能建筑索引考虑了下列 9 个优质环境模块:

- 1) 环境的友好、健康、保护能源和绿色问题;
- 2) 空间利用率和机动性;
- 3) 人类的舒适;
- 4) 工作效率;

- 5) 文化;
- 6) 高科技形像;
- 7) 安全问题——火灾、地震、灾难和结构破坏等;
- 8) 建造程序和结构;
- 9) 生命周期成本性。

1.1.2 智能建筑追求实现的目标和具有的特征

智能建筑是运用系统的观点,将建筑物的结构(建筑环境平台结构)、系统(智能化设备和系统)、服务(住、用户的需求服务)和管理(物业运行管理)四个基本要素进行优化组合,提供一个投资合理,具有高效、舒适、安全、方便环境的建筑物。智能使建筑耳聪目明、敏查睿智、增光添彩。它主要应能满足:

(1) 对管理者来说,智能大厦应当有一套管理、控制、运行、维护的通信设施,能以较低的费用及时与外界(例如消防部门、医疗急救部门、安全保卫部门、工程维修部门等)沟通,提供完善的服务信息和便捷的服务方式。

(2) 对使用者来说,智能大厦应有一个确保安全、有利于提高工作效率和质量、激发人们创造性的环境。

1. 智能建筑追求实现的目标主要有:

(1) 能够提供高度共享的信息资源。包括通信自动化系统、计算机网络系统、结构化综合布线系统、办公自动化系统等。

(2) 提供能提高工作效率的舒适环境。包括空调通风系统、供热系统、给排水系统、电力供应系统、闭路电视系统、多媒体音响系统、智能卡系统、停车场管理系统及体育、娱乐管理系统等多个方面。

(3) 确保建筑物使用的安全性。通过设置有周界防卫系统、防盗报警系统、出入口控制系统、闭路电视监视系统、保安巡更系统、电梯安全运行控制系统、火灾报警系统、消防灭火系统、应急照明疏散系统、紧急广播系统等来保障。

(4) 节约管理费用,达到短期投资、长期受益的目标。

(5) 适应管理工作的发展需要,具有可扩展性、可变性,能适应环境的变化和工作性质的多样化。

未来,当需要时(时间弹性)和怎样需要时(空间弹性),智能建筑则必须提供基础设施传递到桌面的5项服务,即空调、照明、强电、数据和语音。智能建筑的重心将逐渐从“效益”向“解决途径”转移。

2. 智能建筑理论的特征

(1) 多目标的优化:智能建筑是一个大系统,需要多视角地考虑技术、管理、经济、人文、环境等因素的大系统运行目标,并且调动各种手段使系统达到最优的综合目标。即系统的优化目标函数为: $S=f(\text{技术、效率、价格、发展、环境、人气等})$ 。

(2) 多学科的综合:智能建筑的规划、设计、运行和管理所涉及的技术、经济、管理以及法律问题,需要应用各学科的知识成果来解决。

(3) 多因素的相关性:智能建筑与社会信息化、社会经济发展、管理模式、装备技术发展、政府导向等有着十分密切的关系,尽管就表面来看智能建筑仅是一种建设行为与经营管理方法。

如果从建筑物的生命周期成本(LCC, Life Cycle Cost)来看,当某种设备与技术采用后,可改变其生命周期中许多相关的分项状态。

3. 智能建筑的基本特征

(1) 智能建筑充分体现“以人为本”的思想。智能建筑的最终受益者应该是在其中生活、工作的人。一幢大厦的智能化程度,不能全视其所装设备器材的先进程度,而主要取决于使用人的需求功能。例如,室内环境的质量(包括热焓值、舒适度和污染物控制),采用变风量(VAV)系统不仅可以提高能源效率,还可带来现场区域温度可控的好处。发达国家的智能建筑发展到今天,已经不是单纯的高新技术产品的简单合成,而是采用高科技来实现人的需求,改善和提高人工环境的品质,更好地为人服务。

(2) 智能建筑的发展,要从可持续发展的战略高度出发,注重促进生态平衡,保护环境,合理利用资源和节约能源,这是智能建筑发展的永恒主题,也是绿色发展(Green Development)的需要。节约能源是急需要解决的重大问题。智能建筑的实施,要贯彻“以人为本”,注重与环境的协调,采取各种积极手段和高科技措施,防止对自然环境、生态系统的破坏。同时要想方设法提高能源效率,尽可能采用日光照明和太阳能等干净能源,采用 HVAC(供热、通风、空气调节控制)新系统,延长建筑物的可使用寿命、降低建筑物的运行维修费用。此外,要注意智能建筑的适应性和可扩充性,以适应社会发展的需求。大力倡导节能、节水、治污和绿色建筑。

(3) 智能建筑与节能环保和业主的经济效益紧密相联。建筑物的节约能源和保护环境,已成为智能建筑发展必须考虑的首要前提和最重要的条件。智能建筑功能的采用必须与用户或业主的经济效益紧密相关。智能建筑决不是以运用新技术来提高建筑物的身价。

(4) 智能建筑是信息产品升级换代和业主自身需求的结合。发达国家智能建筑的发展完全是一种市场行为的结果、业主行为的结果。政府只是对建筑物的节能和环保提出要求,而业主完全是根据市场和自身的需求来投资适用的智能建筑,不会盲目攀比。同样,建筑商或设计公司也不会为标榜自己而设计建造一幢没有市场需求的智能建筑。

(5) 智能建筑已经通过网络将各个子系统连接起来,具有最初级的智能,但基本上还不具备人类智能的特点,不具备推理、自学习、自适应等能力,当前的智能建筑还属于“智而不能”的状态。

未来的智能建筑发展将会与人工智能科学中的智能代理(Agent)技术结合。一个 Agent是一段特殊的程序,它能代表使用者独立地完成一些特殊的任务。软件 Agent 具有的特性包括自治性(Autonomy)、社会能力(Social Ability)、反应能力(Reactivity)、自发行行为(Pro-activeness)。它将有可能极大地改善人们的居住环境而有真正意义上的“又智又能”。

1.1.3 智能建筑的基本结构

在智能建筑的组成结构中,建筑设备自动化系统 BAS 是智能建筑存在的基础;通信网络系统 CNS 是沟通建筑物内外信息传输的通道;信息网络系统 INS 则是向智能建筑内的人们提供网络应用平台,为人们的工作和生活创造方便快捷的环境。

1. 建筑设备自动化系统 BAS(Building Automation System)

BAS 也被称为建筑自动控制系统。是“将建筑物或建筑群内的电力、照明、空调、给排水、防灾、保安、车库管理等设备或系统,以集中监视、控制和管理为目的,构成综

合系统”，广义而言主要包括楼宇设备控制系统、安全防范系统 SAS(Security Automation System)、消防报警系统 FAS(Fire Alarm System)三大部分，狭义的 BAS 则专指楼宇控制系统。上述三大部分可以采用以楼宇设备控制系统为主的模式来进行集成(俗称小 3A 集成)，是以控制为目的所做的控制信息集成；也可以在以太网平台上作各子系统平等地位的一体化集成，构成建筑物集成管理系统 BMS。停车场管理系统 CPS(Car Parking System)有时也被划入其中。

随着网络技术的发展，BAS 正在由集散控制系统 DCS 结构模式向现场总线控制系统 FCS 结构模式过渡。FCS 模式简化了网络结构，用一条总线就可将系统所有监控模块连接起来，使整个系统的可靠性大为提高，同时通过在总线上增减节点就能随意增加或减少监控模块，因此系统有很强的扩展能力。基于现场总线的 BAS 系统多由二级网络组成，上级网络多为以太网，支持 10/100MB/s 的传输速率，下级网络为现场总线网络，如 Lonworks 或通信速率为 9.6~12MB/s 的 Profibus 等，两级网之间通过网络控制器完成数据的传输、交换和共享。在一定程度上可以认为，以 LonWorks 等现场总线控制技术为核心、以工业过程控制数据交换标准接口 OPC 集成技术为纽带将是建筑物自动化系统发展的主要特点。

新一代自动控制系统的代表是 Honeywell 公司 2002 年 9 月推出的过程知识系统 Experion PKS(Process Knowledge System)，引入专家系统，嵌入先进的应用和诊断工具“过程知识”包，为企业提供协同制造平台，帮助企业进行知识的衔接和扩大，提高企业知识水平，从而改进生产工作过程、有效管理资产，这些都是传统控制系统或以仪表为中心的系统实现不了的，是知识经济时代自动控制系统的转型产物。

2. 通信网络系统 CNS(Communication Network System)

包括数字程控交换机 PABX、无线通信系统、卫星通信系统、有线广播系统、电视会议系统等，它是建筑物内语音、数据、图像传输的基础设施，又与外部通信网络(公用电话网、综合业务数字网、计算机互联网、数据通信网及卫星通信网等)相连，可确保建筑物内外信息的畅通和实现信息共享。智能建筑对 CNS 所需服务的要求可归纳为“5W1H”，5W 指无论是谁或与谁进行通信 Whoever/Whomever(通信自由性选择)、无论采用什么方式进行通信 Whatever(通信服务多样性)、无论是什么时间进行通信 Whenever(通信随时性)、无论在哪里与哪里进行通信 Wherever(通信全方位、无约束性)，1H 是指无论怎样进行通信 However(通信操作方便、实时、安全性)。

3. 信息网络系统 INS(Information Network System)

信息网络系统 INS 主要由计算机网络、数据库、服务器、工作站、网关、路由器等网络设备及软件构成。由于数据网络可以把语音、视频、数据、因特网服务有机地联系起来，把建筑物内的服务以及和外界的宽带联系起来，因此，数据网络的发展极为迅速，人们在这方面的需求呈级数增长。

在网络应用的基础上，为人们的工作带来方便，使人们的部分办公业务借助于各种办公设备，并由这些办公设备与办公人员构成服务于某种办公目标的人机信息系统。也可以应用计算机技术、通信技术、多媒体技术和行为科学等先进技术来从事电子商务或视频点播、游戏娱乐等活动而丰富人们的生活。更可以进一步实现部门的管理信息系统 MIS 和决策支持系统 DSS，视管理对象不同，有时还可包括楼宇物业管理及三表抄送等内容。

4. 综合布线系统 GCS(Generic Cabling System)

综合布线系统是建筑物或建筑群内部之间的传输网络，重点是用于语音和计算机网络的通信，是智能建筑重要的基础设施之一。它能使建筑物或建筑群内部的语音、数据通信设备、信息交换设备、建筑物物业管理及建筑物自动化管理设备等系统之间彼此相连，也能使建筑物内通信网络设备与外部的通信网络相连。它可根据需要灵活地改变建筑物内之布线结构，有很强的通用性，可将建筑物内的语音、数据、视频传输融为一体，结构化综合布线系统的应用使智能建筑的话音通信和数据通信更加完美。

5. 智能建筑管理系统 IBMS(见图 1.1)

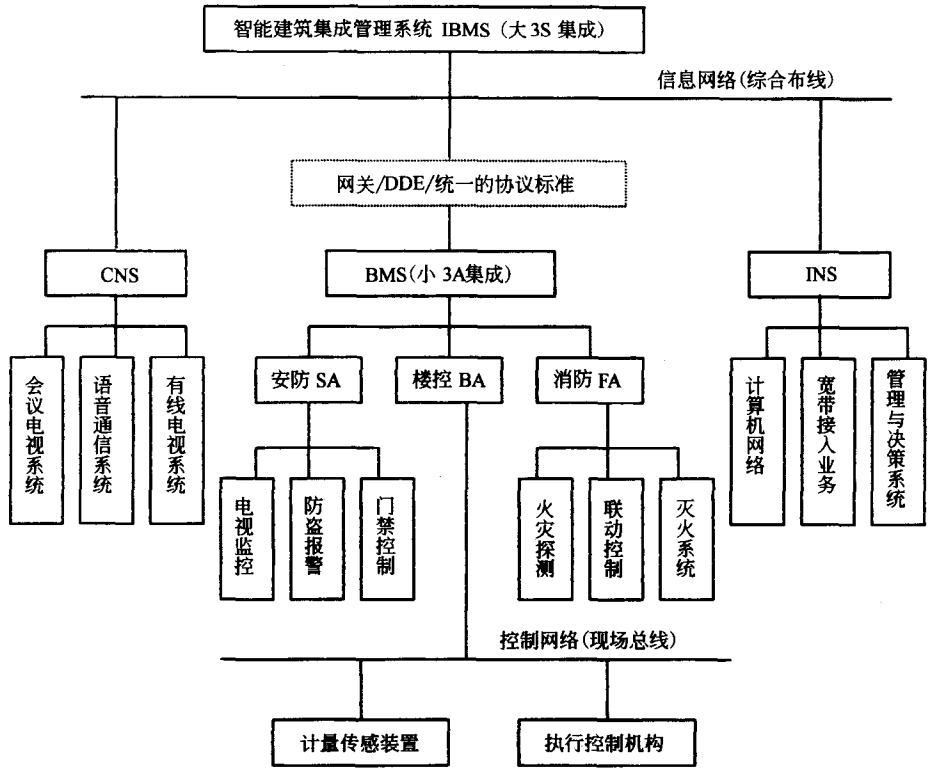


图 1.1 智能建筑组成结构分解图

IBMS(Intelligent Building Management System)是在建筑物内组建的计算机管理的一体化集成系统。它将智能建筑内不同功能的智能化子系统在物理上、逻辑上和功能上连接在一起，以实现信息综合与资源共享。IBMS 由前述各部分有机集成构建而成，可实现对 BAS、CNS、INS 的监控与实时管理，因此是智能建筑控制和管理的核心。

1.1.4 智能建筑的经济效益分析

要使智能建筑有较高的智能化水平和有较高的投资效率，那么对智能建筑作整体的规划设计和对建设过程的全面综合管理是非常重要的。传统的智能建筑由于各专业、各子系统分立建设，存在着协调难、浪费大、周期长、质量难控制等问题，新型的智能建筑的集成优化规划和建设方式，打破了这种分立的建设方式，将整个建筑的各专业的机电系统、智能化系统视为一个大系统进行全面的规划设计，并对系统的建设进行全面综合管理，使系统的建设有了彻底的改观。这种建设方式在各系统安装工程管理、管线综合管理、进度

协调、工作面协调等方面具有很好的优势，大大地减少了业主所须协调的工作量、工作周期并减少了工程中的浪费，使工程可以顺利进行，节省了工程的投资。

通过集成优化的程序，使整个系统联成有机的网络，完成整个系统的有机运行，可使智能建筑节约资源和节能。

据有关资料统计，写字楼和酒店等建筑中空调、照明、电梯等主要耗能系统情况大致如下：

(1) 空调：写字楼空调耗能占总耗能的比例平均为 60%，其下限为 50%，上限不高于 70%；酒店 HVAC(供热、通风和空调控制)耗能占总耗能的比例为 44%；

(2) 照明：写字楼照明耗能占总耗能的比例为 23%~55%，平均 26%；酒店照明耗能占总耗能的比例为 29%；

(3) 电梯：写字楼电梯耗能占总耗能的比例为 8%，酒店电梯耗能占总耗能的比例为 10%。

智能建筑带来的效益主要表现在下述几点：

1. 提高室内温湿度控制精度所带来的节能效果

在建筑中，室内温湿度的变化与建筑节能有着紧密的关系。据美国国家标准局统计资料表明，如果夏季将设定值温度下调 1℃，将增加 9%的能耗；如果冬季将设定值温度上调 1℃，将增加 12%的能耗。因此将室内温湿度控制在设定值精度范围内是空调整能的有效措施。欧美等国对室内温湿度控制精度要求为：温度为 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ，湿度为 $60\% \pm 5\%$ 的变化范围。

传统的运行方式，由于缺乏准确的控制，实际温度误差通常大于 2°C ，造成夏季室温过冷、冬季室温过热的现象，能耗的浪费通常很大，通过楼宇自控系统的优化运行和精确控制，若能使空调系统的运行温度和设定温度差在 0.5°C 以内，这样仅通过温度的精确控制就将能带来很好的节能效果。

2. 新风量控制带来的节能效果

根据卫生要求，建筑内每人都必须保证有一定的新风量。但新风量取得过多，将增加新风耗能量。以我国上海地区酒店为例，在设计工况(夏季室温 26°C 、相对湿度 60%，冬季室温 22°C 、相对湿度 55%)下，处理 1kg 室外新风量需冷量 6.5kWh，热量 12.7kWh，因此在满足室内卫生要求的前提下，减少新风量，有显著的节能效果。

新风量应该根据室内允许 CO_2 浓度来确定， CO_2 允许浓度值一般取 0.1% (1000ppm)，采取固定新风量的方式是不够精确的，因为随着季节和时间的变化以及空气的污染情况，室外空气中 CO_2 浓度是变化的，同时室内人员的变化自然对新鲜空气的需求也发生变化，所以最为合理的方式是根据室内或回风中的 CO_2 浓度，自动调节新风量，以保证室内空气的新鲜度，控制功能较完善的楼宇自控系统可以满足这些控制要求。

3. 空调水系统平衡与变流量管理

空调系统的节能控制算法是智能建筑节能的核心，通过科学合理的节能控制算法，不但可以达到温度环境的自动控制，同时可以得到相当可观的节能效果。

空调系统的热交换本质是一定流量的水通过表冷器与风机驱动的送风气流进行能量交换，因此能量交换的效率不但与风速和表冷器温度对热效率的影响有关，同时更与冷热供水量与热效率相关。通常在没有采用对空调系统进行有效的空调供水系统平衡与变流量

管理时,常规的做法是以恒定供回水压力差的方式来设定空调控制算法,结果温湿度控制精度很差,能量浪费也极明显。这是由于在恒定的供回水压力差之下,自平衡能力低,流量值与实际热交换的需要量相差甚远,往往因此造成温、湿度失控,能量浪费和设备受损。

通过对系统最远端和最近端(相对于空调系统供回水积水器而言)的空调机在不同供能状态和不同运行状态下的流量和控制效果测量参数分析可知,空调系统具有明显的动态特点,运行状态中楼宇自控系统按照热交换的实际需要动态地调节着各台空调机的电磁阀,控制流量进行相应的变化,因此总的供回水流量值也始终处于不断变化之中。为了响应这种变化,供回水压力差必须随之有所调整以求得新的平衡。应通过实验数据建立变流量控制数学模型(算法),将空调供回水系统由开环系统变为闭环系统。

动态变流量控制系统利用变频控制技术,改变空调系统循环水的流量和温度,可保证整个系统在满负荷及部分负荷情况下,均处于最佳工作状态,从而最终达到综合节能的目的。

4. 自适应化检测控制所带来的节能效果

由于现代写字楼的人员流动较大,经常有很多人不在办公室中,办公室的空置率较高。按传统的空调运行方式,很难对这种变化的热负荷进行检测。楼宇自控及智能化楼宇电气系统则可以很好地对这种变化提供相应控制策略。据统计,通常写字楼中,工作人员不在办公室的比例约为40%,智能化的中央空调系统可以自动检测到这种负荷的变化,在人员减少的时候,自动通过调节水温差、风量等方式调低系统的冷/热量供应,达到节能的效果。

5. 机电设备的最佳启停控制效果

办公和商场等建筑夜晚是不需要开空调的,为了保证工作开始时室内环境的舒适,就需要提前对建筑进行预冷、预热。另外,室内温度是惯性很大的被控对象,提前关闭空调也可以保证室内温度在一定的时间内变化不大,楼宇自控系统通过对空调设备的最佳启停时间的计算和控制,可以在保证环境舒适的前提下,缩短不必要的空调启停宽容时间,达到节能目的。同时在预冷或预热时,还可关闭室外新风阀门来节省能耗。

在实行多种电价的地区,利用楼宇自控系统,通过与冰蓄冷设备、应急发电机等配合,可以在用电高峰时,选择卸除某些相对不重要的机电设备,减少高峰负荷,或投入应急发电机以及释放存储的冷量等措施,实现错峰运行,降低运行费用。

6. 通过克服暖通设计设备容量冗余带来的效果

目前,我国绝大多数暖通系统,为了保证能在最不利的环境下正常运行,在设计时往往采用静态方法计算负荷,而且还乘以较大的安全系数,以致于在设备(如制冷机组、冷却水泵、冷冻水泵、风机等)选型方面往往偏大。暖通系统是一个典型的动态系统,一年之中的负荷绝不是均匀分布的,即使是一天之中的负荷也是随时间而变化的。不恰当的冗余将会造成能源的浪费,而这种冗余是很难用人工监控的方式加以克服的。由于智能建筑科学地运用楼宇自控系统的节能控制模式和算法,动态调整设备运行,可有效地克服由于暖通设计带来的设备容量和动力冗余而造成的能源浪费。

7. 通过优化运行方式所带来的节能效果

通过智能化控制器中内置的各种优化运行的数学模型,使建筑电气设备在合理、优化