

普通高等教育智能建筑规划教材

智能建筑理论与 工程实践

程大章 著



普通高等教育智能建筑规划教材

智能建筑理论与工程实践

程大章 著



机械工业出版社

本书对构成智能建筑的基础理论与应用技术进行了系统的介绍,并提供了典型智能建筑的工程案例,最后阐述了智能建筑的后续发展问题。书中的观点新颖,涉及领域宽广,工程实践及其分析深入,可供电气工程与自动化、智能建筑专业课程教学使用,亦可作为建筑智能化行业的工程技术人员的技术参考书与高级培训教材。

本书配有免费电子课件,欢迎选用本书作教材的老师登录
www.cmpedu.com 下载或发邮件到 EdmondYan@sina.com 索取。
EdmondYan@hotmail.com

图书在版编目(CIP)数据

智能建筑理论与工程实践/程大章著. —北京:机械工业出版社,
2009.7

普通高等教育智能建筑规划教材
ISBN 978-7-111-27228-1

I. 智… II. 程… III. 智能建筑—高等学校—教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 081084 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:贡克勤 版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉
封面设计:张静 责任印制:杨曦
北京蓝海印刷有限公司印刷
2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·23 印张·566 千字
标准书号:ISBN 978-7-111-27228-1
定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379725
封面无防伪标均为盗版

智能建筑教材编委会

主 任	吴启迪		
副主任	徐德淦	温伯银	陈瑞藻
委 员	程大章	张公忠	王元恺
	龙惟定	王 忱	张振昭

序

20 世纪,电子技术、计算机网络技术、自动控制技术和系统工程技术获得了空前的高速发展,并渗透到各个领域,深刻地影响着人类的生产方式和生活方式,给人类带来了前所未有的方便和利益。建筑领域也未能例外,智能化建筑便是在这一背景下走进了人们的生活。智能化建筑充分应用各种电子技术、计算机网络技术、自动控制技术、系统工程技术,并加以研发和整合成智能装备,为人们提供安全、便捷、舒适的工作条件和生活环境,并日益成为主导现代建筑的主流。近年来,人们不难发现,凡是按现代化、信息化运作的机构与行业,如政府、金融、商业、医疗、文教、体育、交通枢纽、法院、工厂等,他们所建造的新建筑物,都已具有不同程度的智能化。

智能化建筑市场的拓展为建筑电气工程的发展提供了宽广的天地,特别是建筑电气工程中的弱电系统,更是借助电子技术、计算机网络技术、自动控制技术和系统工程技术在智能建筑中的综合利用,使其获得了日新月异的发展。智能化建筑也为其设备制造、工程设计、工程施工、物业管理等行业创造了巨大的市场,促进了社会对智能建筑技术专业人才需求的急速增加。令人高兴的是众多院校顺应时代发展的要求,调整教学计划、更新课程内容,致力于培养建筑电气与智能建筑应用方向的人才,以适应国民经济高速发展需要。这正是这套建筑电气与智能建筑系列教材的出版背景。

我欣喜地发现,参加这套建筑电气与智能建筑系列教材编撰工作的有近 20 个姐妹学校,不论是主编者或是主审者,均是这个领域有突出成就的专家。因此,我深信这套系列教材将会反映各姐妹学校在为国民经济服务方面的最新研究成果。系列教材的出版还说明一个问题,时代需要协作精神,时代需要集体智慧。我借此机会感谢所有作者,是你们的辛劳为读者提供了一套好的教材。

吴启迪

写于同济园

2002 年 9 月 28 日

前 言

这本书酝酿了很久才动笔，完成初稿后又修改多次仍不满意。因为期望在智能建筑理论、信息化与智能化、智能建筑后续发展等观点上能有些许新意，但无奈才疏识浅跟不上快速发展的技术与工程实践，眼高手低未能表达理论与工程实践的深层关系。呈现在读者面前的此书，是作者自 20 世纪 80 年代来参与智能建筑工程研究实践的一些心得积累，希望能让业内人士认识到，智能建筑是可以从许多不同的角度去研究并拓展其应用。

进入 21 世纪，智能建筑在中国的发展进入了一个新时期，其因社会信息化的大环境已初步形成可谓之顺“天时”，城市化建设快速推进得“地利”，智能建筑无所不在的理念被广泛接受成“人和”。尤其近年来智能化系统与绿色建筑、建筑节能紧密结合，成为全球节能减排的重要支撑。为摆脱 2008 年下半年世界金融危机的影响，中国政府投入巨资进行基本建设，智能建筑又成为其中的重要组成部分。在巨大的政治、经济之手推动下，智能建筑的研究与工程实践必然跨入更高层次。

本书对构成智能建筑的基础理论与应用技术进行了系统的介绍，并提供了典型智能建筑的工程案例，最后阐述了智能建筑的后续发展问题。书中的观点新颖，涉及领域宽广，工程实践及其分析深入，可供电气工程与自动化、智能建筑专业课程教学使用，亦可作为建筑智能化行业的工程技术人员的技术参考书与高级培训教材。

本书得以成稿首先要感谢中国电工技术学会电气工程教育委员会的前辈徐德淦教授与贡克勤高级策划，是他们在 4 年里极其耐心的督促与帮助，使我未敢懈怠停笔。并对在本书写作过程中给予帮助与支持的人士表示感谢（恐挂一漏万，无法一一列出）。同时还需感谢我的家人，为了工作而少了许多团聚时间。最后谨以此书告慰我的父母，因为每当我小有成绩都使他们欢欣不已。

虽经自己的努力，但本书的观点错误与技术差错仍有存在，请读者不吝指正，请以邮件告知 chengdz@tongji.edu.cn。

程大章

2009 年元月 5 日于同济园

目 录

序	
前言	
第1章 概论	1
1.1 智能建筑兴起的背景	1
1.2 智能建筑技术	4
1.3 智能建筑的历程	7
1.4 智能建筑的前景	10
1.5 小结	14
思考题与习题	14
第2章 智能建筑的理论体系与特征	15
2.1 智能建筑的理论体系	15
2.1.1 应用对象层	15
2.1.2 特定功能层	15
2.1.3 应用技术层	16
2.1.4 基础理论层	16
2.2 智能建筑理论的特征	17
2.3 智能建筑工程实践的分析	17
2.4 智能建筑已经形成产业链	18
2.5 智能建筑理论的应用	19
思考题与习题	19
第3章 智能建筑的基础理论	20
3.1 人本论是智能建筑生存的基础	20
3.1.1 人本论的多义性	20
3.1.2 科学定位人本论	21
3.1.3 人本论在智能建筑中的特征	22
3.2 可持续发展理论	23
3.2.1 可持续发展理论的形成	23
3.2.2 可持续发展理论的内容	26
3.2.3 可持续建筑	31
3.3 信息论、控制论与系统论	36
3.3.1 智能科学的学科体系	36
3.3.2 信息论基础	37
3.3.3 信息论在智能建筑中的应用	39
3.3.4 控制论基础	43
3.3.5 控制论在智能建筑中的应用	49
3.3.6 系统论基础	52
3.3.7 系统论在智能建筑中的应用	55
思考题与习题	59
第4章 智能建筑的信息类系统	60
4.1 通信网络系统	60
4.1.1 通信系统	60
4.1.2 通信网络	60
4.1.3 电话通信和公共交换电话网	62
4.1.4 数据通信系统	65
4.1.5 宽带接入网	66
4.2 有线电视系统	78
4.2.1 容量、频带与业务	78
4.2.2 系统组成	78
4.3 卫星通信	80
4.3.1 卫星通信系统的构成	81
4.3.2 卫星电视发射系统	81
4.3.3 卫星电视接收系统的构成	81
4.3.4 VSAT 卫星通信网	83
4.4 移动通信室内覆盖系统	84
4.4.1 数字蜂窝移动通信系统简介	84
4.4.2 移动通信室内覆盖系统概述	85
4.4.3 主要设备及性能指标	85
4.4.4 移动通信信号室内覆盖系统的安全性	87
4.4.5 室内无线通信屏蔽系统	87
4.5 综合布线系统	88
4.5.1 综合布线系统概述	88
4.5.2 综合布线系统构成	89
4.5.3 综合布线系统的器材	90
4.5.4 布线系统产品的性能	92
4.5.5 综合布线系统工程	95
4.6 广播系统	97
4.6.1 广播系统的类型	97
4.6.2 广播音响系统的组成	98

4.6.3 广播系统的特点	98	6.4.2 会议音频系统	213
4.6.4 公共广播系统的类型与原理	98	6.4.3 数字会议系统	215
思考题与习题	100	6.4.4 会议集成控制系统	218
第5章 智能建筑的自控类系统	101	6.5 智能建筑的物业信息管理系统	220
5.1 建筑设备自动化	101	6.5.1 物业信息管理系统的特点	220
5.1.1 建筑设备自动化系统概述	101	6.5.2 物业信息管理系统结构与 软件模块结构	221
5.1.2 监控系统技术基础	104	6.5.3 物业信息管理系统软件 功能	222
5.1.3 建筑设备监控工程	125	思考题与习题	225
5.2 安全自动化系统	142	第7章 智能建筑工程实践的基本 准则	226
5.2.1 安全防范技术概述	142	7.1 智能建筑的规划设计	226
5.2.2 防盗报警系统	144	7.1.1 指导思想	226
5.2.3 闭路电视监控系统	148	7.1.2 需求分析	226
5.2.4 其他安防管理系统	159	7.1.3 建设依据	227
5.2.5 社会公共安全防控系统	162	7.1.4 系统功能定位	230
5.3 火灾自动报警系统	166	7.2 智能建筑的工程实施	232
5.3.1 火灾自动报警系统概述	166	7.2.1 设计深化	233
5.3.2 火灾探测器	169	7.2.2 施工管理	234
5.3.3 火灾报警控制器	178	7.2.3 系统测试与验收	235
5.3.4 消防联动控制	181	7.3 智能建筑的物业管理	236
5.3.5 典型集中火灾报警系统	184	7.3.1 物业管理理念	236
5.3.6 火灾报警系统技术发展趋势	184	7.3.2 智能建筑管理要点	239
思考题与习题	186	7.4 智能建筑的改造	242
第6章 信息应用类系统技术	188	7.4.1 建筑物的改造	242
6.1 智能建筑系统集成	188	7.4.2 建筑物改造工程的智能化 系统建设	243
6.1.1 系统集成基本概念	188	思考题与习题	244
6.1.2 智能建筑系统集成的意义	189	第8章 智能建筑的个性化	245
6.1.3 智能建筑系统集成体系结构	190	8.1 智能建筑设计标准与智能建筑的 个性化	245
6.1.4 系统集成功能与模式	196	8.1.1 《智能建筑设计标准》 GB/T50314—2000 版的意义	245
6.1.5 系统集成技术	198	8.1.2 《智能建筑设计标准》 GB/T50314—2006 版的特点	246
6.2 多媒体触摸查询系统	204	8.1.3 科学制订智能建筑标准体系, 推进 智能建筑标准的持续发展	247
6.2.1 触摸屏的基本原理	204	8.2 法院办公大楼智能化系统	248
6.2.2 系统结构	205	8.2.1 工程概况	248
6.2.3 系统软件	205	8.2.2 智能化系统工程	248
6.3 信息发布系统	206		
6.3.1 LED 显示屏的模组结构	206		
6.3.2 系统结构	207		
6.3.3 LED 应用技术	207		
6.3.4 LED 系统与软件的功能	208		
6.4 电子会议系统	209		
6.4.1 会议视频显示系统	209		

8.2.3 智能化系统对于法院业务的 意义	255
8.3 上海公共卫生中心智能化系统 工程	256
8.3.1 工程概况	256
8.3.2 智能化系统工程	256
8.3.3 智能化系统工程对医院业务的 意义	265
8.4 金融业数据中心智能化系统工程	266
8.4.1 工程概况	266
8.4.2 智能化系统工程	266
8.4.3 智能化系统在数据中心的 意义	275
8.5 上海国际赛车场智能化系统工程	275
8.5.1 工程概况	275
8.5.2 智能化系统工程	276
8.5.3 赛车场智能化系统建设的 意义	283
8.6 上海铁路南站主站智能化系统 工程	283
8.6.1 工程概况	283
8.6.2 智能化系统工程	284
8.6.3 现代化铁路车站与智能化系统 工程	288
8.7 东方艺术中心智能化系统工程	288
8.7.1 工程概况	288
8.7.2 智能化系统工程	289
8.7.3 音乐厅大空间空调的控制 策略	293
8.8 住宅的智能化系统工程	305
8.8.1 住宅的功能与特征	305
8.8.2 住宅智能化技术的应用	306

8.8.3 智能住宅小区与社区信息化	307
8.8.4 智能家居技术	314
8.8.5 智能绿色住宅	320

第9章 智能建筑的后续发展

9.1 智能建筑的调研与思考	325
9.1.1 智能建筑调研的工作背景	325
9.1.2 智能化系统的运行情况	325
9.1.3 智能建筑节能工作情况	329
9.1.4 必须注重智能建筑后续发展的 三大问题	335
9.2 MAS 技术在智能建筑系统集成中的 应用	337
9.2.1 关于 Agent	338
9.2.2 智能建筑的集成管理	340
9.2.3 基于 MAS 的智能建筑集成管理 平台	340
9.2.4 多 Agent 技术应用于智能建筑的 前景	342
9.3 建筑节能与智能建筑的创新	343
9.3.1 建筑业的节能减排工作重点	343
9.3.2 智能建筑在节能减排工作中需要 创新	344
9.3.3 建筑节能是智能建筑的重要 领域	347
9.4 走向智能城市	348
9.4.1 从建筑到城市	348
9.4.2 现代城市的特征	349
9.4.3 智能城市的实践——2010 年 上海世博会	350

参考文献

参考文献	356
------------	-----

第1章 概 论

1.1 智能建筑兴起的背景

1984年,美国联合技术公司(United Technology Corp, UTC)的联合技术建筑系统公司(United Technology Building System Corp)在美国康涅狄格州的哈特福德市改造了一幢旧建筑,楼内铺设了大量通信电缆,增加了程控交换机和计算机等办公自动化设备,并对楼内的机电设备(变配电、供水、空调和防火等)使用计算机控制和管理,实现了计算机与通信设施连接,向楼内住户提供文字处理、语音传输、信息检索、发送电子邮件和情报资料检索等服务,实现了办公自动化、设备自动控制和通信自动化。这就是第一次被称为“智能建筑”(Intelligent Building, IB)的都市大厦(City Place)。1985年8月日本在东京建成的青山大楼则进一步提高了建筑的综合服务功能,采用了门禁管理系统、电子邮件等办公自动化系统、安全防火、防灾系统、节能系统等,建筑内少有柱子和隔墙,便于用户自由分隔,以满足各种商业用途。这些最早的智能楼宇为日后兴起的智能建筑勾划了基本特征——计算机技术、控制技术、通信技术在建筑物中的应用。

1. 智能建筑概念 “智能建筑”的定义至今尚未形成统一的说法,各国、各行业和研究组织从不同的角度提出了对智能建筑的认识。

美国智能大厦协会(AIBI):智能建筑通过对建筑物的4个基本要素,即结构、系统、服务、管理以及它们之间内在关联的最优化考虑,提供一个投资合理的但又拥有高效率、舒适、温馨、便利的环境;并且帮助大楼的业主、物业管理人、租用人注重运行费用、舒适、便利以及安全等方面的目标,同时考虑到长期的系统灵活性及市场的适应能力。

新加坡政府PWD的智能大厦手册规定:智能大厦必须具备先进的自动控制系统调节大厦内的各种设施,包括室温、湿度、灯光、保安、消防等,为租户提供舒适环境;提供足够的通信设施,使数据能在大厦内外各区域之间进行流通。

日本智能大楼研究会:智能建筑应提供商业支持功能,通信支持功能等在内的高度通信服务,并通过大楼管理体系,保证舒适的环境和安全,以提高工作效率。

我国一度比较流行的是以大厦内自动化设备的配备作为智能建筑的定义。如3A智能大厦内设有通信自动化设备(Communication Automation, CA)、办公室自动化设备(Office Automation, OA)与大楼自动化设备(Building Automation, BA),若再把消防自动化设备(Fire Automation, FA)与安保自动化设备(Security Automation, SA)从BA中划分出来,则成5A智能大厦。为了在大厦中对各智能化子系统进行综合管理,又形成了大厦管理自动化系统(Management Automation, MA)。这类以建筑内智能化设备的功能与配置作定义的方法,具有直观、容易界定等特点。但因为技术的进步与设备功能的发展是无限的,如果以此作为智能建筑的定义,那么该定义的描述必须随着技术与设备功能的进步同步更新。

综上所述,智能建筑是一个发展中的概念,它随着科学技术的进步和人们对其功能要求的变化而不断更新和补充内容。根据近年来的工程实践,并结合建筑、结构、设备、管理、

服务的特点, 作者认为智能建筑应能提供舒适健康的环境, 激发高效的个人创造力, 高度支持信息化的办公事务、商务的需求与文化交流, 保证安全的生活空间, 具有适应建筑功能变化的灵活性。这是比较科学、完整的对智能建筑基本特征的描述。

20 世纪 90 年代初, 我国开始了“智能建筑热”, 报刊上不断出现有关智能建筑的报导, 有文章这样描述: “即将到来的 21 世纪, 建筑界所能提供的大厦将不再是冰冷无知的混凝土建筑物了, 代之而起的是温暖人性化的智慧型建筑。随着信息技术的发展, 现代化的建筑已被赋予思想能力”。美国、日本、欧洲、新加坡、马来西亚、韩国和香港、台湾地区都曾相继有过建设智能化建筑的浪潮。美国建成的智能型建筑已有数万座, 日本有 65% 以上的建筑实现智能化。我国早期兴建的北京京广中心、国际贸易中心、上海商城、上海花园饭店、上海市政府大厦等都在不同程度接近智能建筑的水平。厦门国际会展中心, 上海的金茂大厦、期货大厦、证券大厦、上海博物馆、明天广场、交银大厦, 深圳的赛格广场等数十幢建筑也都是按世界一流的智能化建筑要求设计的。进入 21 世纪后, 全国建设的机场、行政中心、法院、酒店、大剧院、博物馆等的智能化系统逐步接近国际水平, 尤其是为 2008 年奥运会建造的“鸟巢”、“水立方”等体育场馆, 所设的智能化系统更是堪称世界一流。由于智能建筑可以提高工作效率, 有较高的经济效益与投资回报率, 故一些旧厂房、商业办公楼和古旧建筑在重新改造中都增设了大量智能化设备。

在信息技术智能化、信息网络全球化和国民经济信息化的信息革命浪潮冲击下, 我国社会信息化进程在大踏步地前进。金字工程与全国各地信息化工程或信息港工程的运行, 为智能建筑的发展提供了优越的外部环境。智能建筑作为信息高速公路的节点和信息港的码头, 充分表现了它在经济、文化、科技领域中的重要作用。银行、证券、期货、保险、商场、贸易商社、政府机构、科研机构、医院、学校、图书馆、体育场馆、机场等, 只要是按现代方式运作的行业, 它的建筑物都具有智能化的倾向。

2. 智能建筑发展的社会与技术背景 智能建筑作为高新技术应用的集合体, 能在短短的二十几年中取得如此快速与大规模的发展, 有其深刻的社会背景与技术背景。

(1) 计算机与通信技术的发展 近 20 年来计算机技术与通信技术发展迅猛, 计算机产品的性价比每年以 20% ~ 30% 的速度提高, 在各行业领域内引入具有强大的运算、处理、操作功能的计算机技术后, 出现了许多革命性的变化。通信技术从常规语音通信上升为现代通信技术, 实现图、文、音、像多媒体信息的宽带传输, 通信设施的数字化、宽带化、移动化和个性化对整个社会、经济、科学文化及日常生活产生巨大的影响; 传统的控制技术, 发展成为计算机分散控制集中管理的集散型系统; 计算机的网络技术、数字化技术、多媒体应用技术等发展更是令人目眩。这些技术的广泛应用正在改变社会的基本特征, 增强人类的创造才能, 提高人们的生活水平。由于社会的发展与技术进步, 出现了如银行、保险、证券、贸易、咨询、通信、计算机应用与服务等行业, 提供了大量的就业机会。现代服务业在我国的崛起, 大大改变了社会的结构与人们的生活方式。而这些现代服务业的工作场所, 大多是智能化程度较高的楼宇。

(2) 信息高速公路建设与应用 1993 年初, 美国政府提出发展“信息高速公路”, 震动了世界, 在充分意识到谁在“信息高速公路”领域内争得领先地位, 谁就能在高科技与发展水平上获得最大的成就之后, 于是世界各国群起而攻这一领域的技术与设备标准的研究。

我国政府认定：“四个现代化，哪一化也离不开信息化”。金桥、金卡、金关、金税、金医、金农、金智、金宏等金字工程和上海的“信息港”工程，是针对世界的动向作出适合国情的反应，也意味着我们已进入了信息化的时代。需强调的是：无论我国的“三金工程”还是美国的“信息高速公路”，“工程”、“公路”的终端大多都是智能化建筑。可以说信息化工程都与智能建筑处于相互依靠，相互推进的关系。如果我国不建成大量的完善的智能建筑，势必影响我国信息化的总体水平、经济发展速度与高技术的成长速度。

(3) 传统商业、金融业模式的变化 信息技术的发展，使商业不再仅是传统的柜台买卖，而是采用多种电子手段进行的商贸物流合一的大商业，形成更高层次的电子商业服务业。而随着地区大商业的兴起，黄金地段的房地产业将因贸易、金融、保险、期货业的开展而更大的升值，楼市的上扬又刺激房地产业的投资，加快该地区的改造与建设。因此，以贸促商是使地区经济发展进入良性循环的有效战略之一，而兴建智能化大楼就是为实现这一战略提供基础设施。因为智能化大楼可以提供高速的数据通信，可以提供安全、健康的工作空间，可以提供便利的生活服务设施。总之，它能为来自世界各国和地区的经济、金融、商业、贸易及产业界人士提供一切他们所需要的工作、生活条件。

现代化的商业管理系统，把进、销、调、存业务与从销售状况、市场状况获得的数据密切地结合起来，充分利用这些数据作出经营决策，以在激烈的市场竞争中把握胜机。同时，商店实行信息化管理后，使运行成本节省。作为商店与顾客的支付界面，收款设施的现代化很重要，应能接受顾客各种方式的付款，如现金、信用卡、购物卡、支票、汇票、同地或异地转账等。随着社会信息化进程的加快，电子商务已成为商业潮流。通过建立商品信息库，向公众提供丰富的商品信息，使顾客在家里就可通过 Internet 查阅商品的多媒体信息，挑选自己满意的商品，在网上订购付款。商店为扩大销售创造条件，不断完善通信设施与物流服务，使国内的边远地区，甚至其他国家的公众都能成为商店潜在的顾客。可见，离开智能建筑的支撑，现代化的商业就难以形成，经济发展缺乏活力。

以“金卡”工程为代表的区域性金融信息网工程已实现金融卡跨行支付交易的 ATM 联网信息系统、金融卡实时消费转账和销售点信息管理的 POS 联网信息系统，并实现了与国际金融信息网的联网。

贸易信息系统、海关通关自动化等的 EDI 系统，实现海关与银行划账自动化服务，进出口许可证和配额管理一体化等，形成海关、商检、银行、保险、运输、税务的整个外贸链的 EDI 系统，以大通关的方式初步实现无纸化贸易。

(4) 人民生活水平的提高和对外交流的扩大 国内已建与在建的楼宇中，带有“智能建筑”色彩的有数万幢，上海就约有近千幢。从智能建筑物用户分布的行业来看，有金融业、行政机构、商业、公共建筑（医院、图书馆、博物馆、体育场馆等）、住宅小区、信息枢纽、交通枢纽等。由此可见，智能建筑的建设规模是相当惊人的。

我国智能建筑建设浪潮的出现，并不是一个独立的工程问题，而与人民生活水平和对外交流密切相关。我国的智能建筑建设在发达地区已出现区域规划的趋势。

高速大容量的综合信息通信网络，充分满足用户对信息通信的需求。它与国内、国际的公共主干通信网连通，实现语音、数据、图像的综合传输。主要商贸区的若干个节点处传输速率可不受限制地满足用户需求。全光网、IP 城域网等主干网形成了以 ATM 交换网、SDH

传输网构成的宽带综合业务数字网，大楼用户网实现用户接入的宽带化。同时还可享用双向 CATV 形成宽带多媒体信息服务网以及卫星和数字微波组成的高速信息通道。

智能建筑如果没有良好的外部通信环境，不能和外部系统联网，那只是一个孤立的智能点。要能真正发挥智能建筑的功能，必须在通信设施上将外界的通信公网与公共设施一并协同考虑。

1.2 智能建筑技术

智能建筑是现代建筑技术与信息技术相结合的产物，并随着科学技术的进步而逐渐发展和充实，现代建筑技术（Architecture）、现代计算机技术（Computer）、现代控制技术（Control）、现代通信技术（Communication）和现代图形显示技术（Cathode Ray Tube, CRT）一起构成了智能建筑发展的技术基础。

1. 智能建筑发展的技术基础

（1）现代计算机技术 随着微电子技术的发展计算机从科学计算、数据处理和实时控制三大功能转向图像、自然语言、声音等非数值多媒体信息的处理，出现了智能型仿真以模拟人类的思维活动，并且有识别、学习、探索（求解）、推理（逻辑）等功能的计算机，这是提高硬件能力和采用并行处理系统的结果。多机系统联网是计算机技术发展的一个主导方向，采用统一的分布式操作系统，把多个数据处理系统的通用部件合并为一个具有整体功能的系统，软硬件资源管理没有明显的主从关系。分布式计算和并行处理在网络中硬件、软件资源共享的基础上，实现任务和负载的共享。它对于多机合作以及系统动态重构、冗余性和容错能力都有很大的改善和提高。2000 年后出现的网络计算理论与实践更把现代计算机技术推向一个新阶段。

（2）现代控制技术 现代控制技术主要是集散型控制系统或分布式控制系统。它是在集中式控制系统的基础上发展、演变而来的，应用于过程控制，实现就地（分散）控制，集中显示、处理，分级管理。该技术也被用于建筑机电设备的控制。现代控制技术适应了现代化生产的控制与管理需求，采用多层分级的结构形式，从下而上分为现场控制级、控制管理级和决策管理级，安全、可靠、灵活。集散型控制系统采用具有微内核技术的实时多任务、多用户、分布式操作系统，以实现任务调度算法的快速响应。近年来广泛应用在控制领域的各种现场总线技术，更推进了控制技术的发展。在控制策略上，模糊控制、人工神经网络、最优控制、蚁群算法等智能控制在智能建筑中得到了广泛的应用。

（3）现代通信技术 现代通信技术是通信技术与计算机网络技术相结合的产物。在 ISDN（综合业务数字网）功能的通信交互系统中尤为明显。ISDN 具有多种通信接口，除模拟用户接口，B + D、2B + D 数字用户接口和模拟中继接口外，还有用于公网和专用网的各种信令接口，可以在一个通信网上同时实现语音、计算机数据及图像通信。近年来，以太网技术以其配置灵活、价格低廉、运行可靠的特点，融合了数据、语音与图像的传输功能，逐渐成为现代数字通信的主要方式。

（4）现代图形显示技术 现代图形显示技术有着极其广阔的发展前途，目前主要用于计算机的操作和信息显示的图形化，通过窗口技术（Windows）和多媒体技术的完美结合，以实现简单方便的屏幕操作，完成对开关量或模拟量的控制；信息状态和参数的变化，可以

通过动态 GIS 图形和视频图像显示。由于阴极射线管已被众多的新型显示器件（液晶显示器、等离子显示器等）替代，所以，在 4C 中显示技术的 C 只是形式上代表图像显示技术，已经与阴极射线管基本无关了。而且显示终端技术的发展，使 LCD、LED 及 PDP 逐步成为丰富多彩的主流。

2. 建筑智能化系统与技术 智能建筑并不是特殊的建筑物，而是以最大限度激励人的创造力、提高工作效率为中心，配置了大量智能型设备的建筑。它广泛地应用了数字通信技术、控制技术、计算机网络技术、电视技术、光纤技术、传感器技术及数据库技术等高新技术，构成了新型的建筑弱电系统——“建筑智能化系统”。就目前的系统应用情况来说，建筑智能化系统组成可归纳为 3A + GCS + BMS。

即：BAS Building Automation System 楼宇自动化系统；

OAS Office Automation System 办公自动化系统；

CAS Communication Automation System 通信自动化系统；

GCS Gneric Cabling System 综合布线系统；

BMS Building Management System 建筑物管理系统。

建筑智能化系统结构如图 1-1 所示。

(1) 楼宇自动化系统 (BAS) BAS 通常包括建筑设备监控系统、安全自动化系统 (Security Automation System, SAS)、消防自动化系统 (Fire Automation System, FAS)，也有把安全自动化系统 (SAS) 和消防自动化系统 (FAS) 和建筑设备监控系统并列，形成所谓的“5A”系统。因此，在工程界将包括了 SAS 与 FAS 的 BAS 称为广义 BA，仅为建筑设备监控系统的称为狭义 BA 系统。

BA 系统采用集散式的计算机控制系统 (Central Distributed Control System)，一般具有两个层次：最下层是现场控制器。每台现场控制器监控一台或数台设备，对设备或对象的参数实行自动检测、自动保护、自动故障报警和自动调节控制，它通过传感器检测得到的信号，进行直接数字控制。上层为中央管理计算机，负责对某一类设备子系统的监督控制，管理该子系统内的所有现场控制器，它接受各现场控制器传送的信息，按照事先设定的程序或管理人员的指令对各设备的控制管理。中央管理计算机是整个 BA 系统的核心，对整个系统实施组织、协调、监督、管理、控制的任务。BA 应具有以下功能：

- 1) 数据采集：收集各子系统的运行状态信息，以数据文件形式存储。
- 2) 显示运行参数和状态：显示各子系统的流程图形，用数字、曲线、直方图、饼图乃至颜色等各种形式显示系统运行参数和运行状态，如有超限数据与异常状态则立即报警。
- 3) 历史数据管理：将一定时期内的运行数据存储起来。
- 4) 运行记录报表：按照用户要求的格式打印各项参数的日报表或月报表。
- 5) 远动控制功能：中央管理工作站操作人员利用中心计算机实时远动操控每台设备。系统设置分级密码和使用权限，以防止误操作和人为破坏。
- 6) 控制指导：中央管理工作站根据系统实时运行数据和历史数据，给出统一调度控制命令，对子系统进行控制指导。

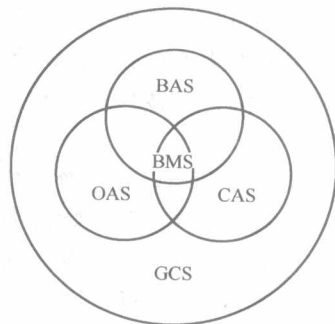


图 1-1 建筑智能化系统结构

7) 能源统计和计量功能。

8) 定时功能: 设备运行的时间表、启停时间可由管理人员输入, 也可由计算机通过模拟计算得出最佳运行时间表。BA 系统把所有的建筑设备和设施有效地管理起来。

BA 系统通过以上的功能实现建筑设备和设施的节能、高效、可靠、安全的运行, 从而保证智能化大楼的正常运转。

SA 系统通常设有闭路电视监控系统、门禁系统、防盗报警系统、巡更系统等。系统 24h 连续工作, 监视建筑物的重要区域与公共场所, 一旦发现危险情况或事故灾害的预兆, 立即报警并采取对策, 以确保建筑物内人员与财物的安全。

FA 系统具有火灾自动报警与消防联动控制功能, 包括火灾报警、防排烟、应急电源、灭火控制、防火卷帘控制等, 系统 24h 连续工作, 火灾发生时及时报警并按消防规范启动相应的联动设施。

(2) 办公自动化系统 (OAS) OA 系统是计算机网络与数据库技术结合的系统, 利用多媒体技术, 提供集文字、声音、图像为一体的图文式办公手段, 为各种行政、经营的管理与决策提供统计、规划、预测支持, 实现信息库资源共享与高效的业务处理。OA 系统在政府、金融机构、科研单位、企业、新闻单位等的日常工作中起着极其重要的作用。在智能建筑中常有两类 OA 系统: 物业管理公司为租户提供的信息服务和物业管理公司内部事物处理的 OA 系统; 大楼使用机构与租用单位的业务专用 OA 系统, 两部分的 OA 系统各自独立建立。

(3) 通信自动化系统 (CAS) CAS 是通过数字交换机来转接传输声音、数据和图像, 借助公共通信网与建筑物内部 GCS 的传输进行多媒体通信的系统。目前, 公共通信网在我国有城市电话网、长途电话网、数据通信网 CHINAPAC 和 CHINADDN。如果需要卫星通信建立 VSAT 网, 可租用卫星转发器以实现 C 波段到 Ku 波段的卫星通信。多媒体通信的业务则有语言信箱、电视会议系统、传真、移动通信等。为消除公共移动通信的盲区, 楼内设置无线通信覆盖系统。随着全国通信基础设施装备水平的提高, 光纤进大楼 (FTTB)、光纤进小区 (FTTZ) 和光纤进家庭 (FTTH) 已成为现实, 各种宽带接入的驻地网更为拓展通信新业务提供了发展基础。

(4) 综合布线系统 (GCS) GCS 是在智能建筑中构筑信息通道的设施。它采用光纤通信电缆、铜缆通信电缆及同轴电缆, 布置在建筑物的垂直管井与水平线槽内, 与每一层面的每个用户终端连接。GCS 可以以各种速率 (从 9600bit/s ~ 1000Mbit/s) 传送语音、图像、数据信息。OA、CA、BA 及 SA 的信号在理论上亦都可由 GCS 沟通。因而, 被称为智能建筑的神经系统。

(5) 建筑物管理系统 (BMS) BMS 是为了对建筑智能化系统管理自动化而设置的信息应用系统, 它把相对独立的 BA 系统、SA 系统和 OA 系统采用网络通信的方式实现信息共享与互相联动, 以保证高效的管理和快速的应急响应。这一系统目前尚无统一的定义, 有的称其为系统集成, 有的称其为 IBMS (Intelligent Building Management System), 有的称其为 I²BMS (I²-Integrated Intelligent), 亦有的称其为 I³BMS (I³-Intranet Integrated Intelligent)。虽然称呼有所不同, 且相应的技术方案也有一些区别, 但是以信息化方式管理建筑物及其设施的基本功能还是相近的。

1.3 智能建筑的历程

我国智能建筑的发展首先是在北京、上海、广东、江苏等地方开始的。以上海为例可以了解其发展的轨迹。

1. 政府指导与行业推进 1994年上海市建筑电气设计情报网成立了上海市智能建筑研究会。1995年,上海市人民政府计算机产业领导小组办公室将智能建筑作为推进计算机产业发展的抓手。上海市建设委员会在1999年3月成立了上海市智能建筑试点工作领导小组,由建委主任任组长,下设办公室(简称智能办)开展日常工作。在智能办的组织下,不仅对新建建筑的智能化系统工程设计进行评审,还对建成的智能建筑与智能住宅小区进行验收。上海久事复兴大厦、上海通贸大酒店、上海兆丰环球大厦、上海兆丰世贸大厦、上海证券大厦、上海期货大厦、上海世纪金融大厦、上海民防大厦、上海第二中级人民法院、上海远洋大厦、瑞吉红塔大酒店和太湖流域管理大厦等,先后通过检测与评审,获得上海市甲级智能建筑称号,达安花园等20个住宅小区通过了智能住宅小区的验收。

2000年上海市电子学会成立了建筑智能化技术专业委员会,2002年上海市电子设备制造行业协会成立了建筑智能化设备分会,上海市房地协会成立了智能化技术分会。这些行业协会组织积极联系业内的建设方、设计单位、系统集成商、物业管理公司等相关单位与会员,长期组织技术交流、技术服务与技术研究,为上海的智能建筑行业的健康发展,做出了很大的贡献。

1992年同济大学“电气技术—智能建筑方向”的专业开始招生,之后,国内建工类院校相继开办了智能建筑类的专业,1997年同济大学正式招收“智能建筑电气技术”方向的研究生。

2. 智能建筑的标准建设 20世纪90年代初,上海已完成了几十幢智能建筑的设计和施工,但在工程实践中由于缺乏标准,难以对设计和工程质量实施有效的监督。为了改变这一现状,上海华东建筑设计研究院起草和编写了仅供院内使用的智能建筑设计标准,受到了国内同行的关注和应用。1995年7月上海市建委审查通过华东建筑设计研究院温伯银、赵济安、瞿二澜、邵民杰、沈育祥和成红文编制的《智能建筑设计标准》为上海市标准(DBJ08—4—1995)。这在国内乃至国际上引起了广泛、热烈的反响,当时国内智能建筑正在崛起,不少工程质量不高,该标准填补了我国智能建筑设计标准的空白,提供了设计依据,为推动智能建筑的健康发展起了重大推动作用。

1997年7月上海市邮电管理局、浦东新区建设局批准了由浦东新区建设科技委、上海市计量研究院和同济大学等单位张太元、程大章、舒文华、陈润海和李国章编制的国内第一部智能建筑的工程规范《浦东新区建筑物智能化系统检验实施细则》,对建筑物智能化系统的评估、检验与等级划分做了详细的规定。

1998年上海市人民政府信息港办公室会同上海市建委、上海市技术监督局组织各相关单位启动编制上海市智能建筑系列标准:《智能建筑设计标准》、《智能建筑施工验收标准》、《智能建筑评估标准》和《建筑智能化系统检测标准》。各项标准虽然均完成了初稿,但是由于各种原因,未能按期发布。之后,由上海市建委根据工程需要陆续以工程建设标准形式颁布了《智能建筑施工及验收规范》(DG/TJ08—601—2001)、《智能建筑评估标准》(DG/TJ08—

602—2001)、《住宅小区智能化系统工程验收标准》(DG/TJ08—604—2002)和《建筑设备监控系统检验标准》(DG/TJ08—605—2004)。这些标准有效地指导了上海智能建筑工程的建设。

2000年10月1日由建设部会同有关部门共同制订的《智能建筑设计标准》经审查批准为推荐性国家标准,编号为GB/T50314—2000。该标准由上海现代建筑设计(集团)有限公司(前身为华东建筑设计研究院和上海民用建筑设计院)主编,全国以温伯银为首的28位专家经历了近两年的工作。《智能建筑设计标准》吸收了国内外相关标准、规范的内容,符合我国国情,曾经对规范全国的智能建筑工程建设起到了重要作用。修订的《智能建筑设计标准》(GB/T50314—2006)在2007年正式出版。

2003年10月,国家标准《智能建筑工程质量验收规范》(GB50339—2003)开始实施。该规范是一部较全面的关于智能建筑工程实施及质量控制、系统检测和竣工验收的规范,是《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300)的建筑工程施工验收系列规范之一。《智能建筑工程质量验收规范》以加强工程过程质量控制为主题,通过工程实施过程中的验收来控制工程质量,明确工程实施过程质量控制的要点和质量检验评定标准,使得规范不只是工程的最终验收的质量标准,而贯穿于工程的全过程。该规范对工程承包商(施工单位)、建设单位、工程监理和质量检测部门的职责都作了规定;在技术上分别对各类智能化系统的检验与检测提出了方法和要求。从各地执行所反馈的信息来看,该规范的可操作性尚有一些问题,某些内容与技术深度均有不足。

3. 智能建筑的建设 智能建筑的发展是科学技术和经济水平的综合体现,它是一个国家、地区和城市现代化水平的重要标志之一。在我国步入信息社会和国内外正加速建设信息高速公路的今天,智能建筑已成为城市中的“信息岛”或“信息单元”,是信息社会最重要的基础设施之一,随着社会的进步与科技的发展,智能建筑在我国的建设呈现以下趋势。

建设方已把智能部分的设计列为建筑设计基本内容,政府亦高度重视,在科研、资金和政策等方面积极地进行支持和引导,使智能建筑朝着健康和规范化的方向发展;采用最新科技成果,向系统集成化、综合化管理以及智能城市化和智能人性化的方向发展;政府、高等院校、科研机构以及有关厂商等将智能建筑作为研究课题和商业机会,积极投入力量,开发相关的软硬件产品;智能建筑的功能朝着多元化方向发展,设计则要分门别类,有针对性地设计;智能建筑已从单体建设发展到成区域的规划和建造。

北京、上海、深圳等大型城市都有以中央商务区(CBD)为地域的智能建筑群,日本建设省也提出了以智能楼宇为核心,建设所谓“智能城市”的设想,并且在大坂市兴建“大坂商业公园(Osaka Business Park)”,显露出这种新动向。智能建筑不限于办公楼,且正在向医院、学校、体育场馆等公共建筑扩展,特别是大量的智能住宅小区,使得智能化系统应用拥有更广阔的发展天地。

(1) 智能建筑的类型 智能建筑呈现出多样化的特征,从单幢大楼到连片的建筑群,从摩天大楼到住宅,从集中的楼宇到地域分散的居民小区,均被统称为智能建筑,可有如下形式:

1) 智能大楼:主要是指单幢的综合型智能化大楼。其基本框架是将BA、CA、OA三个子系统结合成一个完整的整体,其趋势是向系统集成化、管理综合化和多元化的方向发展,