“十三五”国家重点出版物出版规划项目

“十二五”江苏省高等学校重点教材

第2版

楼宇自动化

傅海军 ◎ 主编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

教师授课课件



“十三五”国家重点出版物出版规划项目
“十二五”江苏省高等学校重点教材（编号：2015-1-053）

楼宇自动化

第2版

傅海军　主　编



机械工业出版社

本书在第1版基础上，依据新标准、新规范，结合学科发展和技术进步以及教学实际情况，增加了智能家居、无线WiFi技术、综合布线系统的设计原则、综合布线水平子系统缆线连接方式、综合布线管理系统的设计原则、综合布线进线间的配置设计、互联网数据中心布线系统设计、数字化图像监控系统、火灾报警控制系统形式的选择、楼宇自动化工程标准和规范等内容，并对部分内容进行了优化。

全书共9章，包括绪论、楼宇自动化基础、楼宇通信系统、综合布线系统、设备监控系统、安全防范技术、自动消防及报警系统、楼宇自动化系统集成和工程案例分析等。

本书可作为高等院校电气工程及其自动化、自动化、电子信息工程、建筑电气与智能化、建筑环境与能源应用工程等专业的教材，也可作为从事楼宇自动化系统设计、施工、监理、系统运行维护等专业人员的参考书。

本书配有PPT电子课件，免费提供给选用本书的授课教师。需要者请登录机械工业出版社教育服务网（www. cmpedu. com）注册，免费下载，或根据书末的“信息反馈表”索取。

图书在版编目（CIP）数据

楼宇自动化/傅海军主编. —2版. —北京：机械工业出版社，2016. 12
“十三五”国家重点出版物出版规划项目　“十二五”江苏省高等学校重点教材
ISBN 978-7-111-55390-8

Ⅰ. ①楼…　Ⅱ. ①傅…　Ⅲ. ①楼宇自动化—高等学校—教材　Ⅳ. ①TU855

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第276496号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）
策划编辑：刘　涛　责任编辑：刘　涛　任正一
责任校对：樊钟英　封面设计：路恩中
责任印制：李　洋
保定市中画美凯印刷有限公司印刷
2017年1月第2版第1次印刷
184mm×260mm · 25. 25印张 · 621千字
标准书号：ISBN 978-7 -111-55390-8
定价：49.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
服务咨询热线：010-88379833	机 工 官 网：www. cmpbook. com
读者购书热线：010-88379649	机 工 官 博：weibo. com/cmp1952
	教育服务网：www. cmpedu. com
封面无防伪标均为盗版	金　书　网：www. golden-book. com

前 言

本书为“十三五”国家重点出版物出版规划项目和“十二五”江苏省高等学校重点建设教材。本书第1版自2011年出版以来，得到了众多同行的支持和广大读者的厚爱，作者对此表示衷心的感谢！

随着国家相关标准、规范的修订及发布，为了满足教学、培训等需求，有必要出版第2版。

根据第1版在国内部分高校电气工程及其自动化、自动化、电子信息工程、建筑电气与智能化、建筑环境与能源应用工程等相关专业以及相关行业培训的使用情况，结合楼宇自动化相关理论与技术的发展，作者对本书的有关内容进行了修订。

新增的内容主要包含：智能家居，无线WiFi技术，综合布线系统的设计原则，综合布线水平子系统缆线连接方式，综合布线管理系统的设计原则，综合布线进线间的配置设计，互联网数据中心布线系统设计，数字化图像监控系统，火灾报警控制系统形式的选择，楼宇自动化工程标准、规范等。

完善、优化的内容主要包含：综合布线系统组成、综合布线系统设计标准、综合布线系统工作区适配器的选用原则、综合布线干线子系统设计的基本原则、电力负荷的分级及供电要求、火灾自动报警系统的构成、选择火灾探测器应符合的规定、火灾报警控制器、自动灭火系统、消防设备联动控制、消防系统的供电及接地等。

本书可作为高等院校相关专业高年级学生或研究生的教材，也可供从事智能建筑与楼宇自动化系统设计、施工、监理、系统运行维护的技术人员和管理人员阅读。

本书是作者十余年来从事智能建筑及楼宇自动化教学、咨询等工作的总结与体会，也是江苏大学高等教育教学改革和研究重点课题（2015JGZD003）的成果之一。在本书编写过程中，参考、引用了许多业内同仁的文章与专著，得到了业内许多朋友的帮助与支持，在此一并表示衷心感谢。

本书由傅海军主持修订，参加修订工作的还有王珍娟、张海涛、吴王俊、夏义年、周岩、蔡纪鹤等。

由于作者水平有限，书中存在缺点、错误在所难免，恳请读者、专家批评指正。联系邮箱 hjfu21@126.com。

编 者

目 录

前 言

第1章 绪论 …… 1

1.1 智能建筑 …… 1

1.2 楼宇自动化概述 …… 7

1.3 智能家居 …… 9

1.4 绿色建筑 …… 13

思考题 …… 20

第2章 楼宇自动化基础 …… 21

2.1 检测技术 …… 21

2.2 楼宇自动化系统的网络结构 …… 37

2.3 计算机网络技术 …… 38

2.4 集散控制系统 …… 44

2.5 现场总线技术 …… 58

2.6 LonWorks 总线 …… 60

2.7 CAN 总线 …… 69

2.8 BACnet …… 75

思考题 …… 81

第3章 楼宇通信系统 …… 82

3.1 电话通信网络 …… 82

3.2 有线电视系统 …… 95

3.3 视频会议技术 …… 117

3.4 三网合一 …… 125

思考题 …… 130

第4章 综合布线系统 …… 132

4.1 综合布线系统概述 …… 132

4.2 综合布线系统设计 …… 135

4.3 综合布线系统的电气保护与接地设计 …… 186

思考题 …… 194

第5章 设备监控系统 …… 195

5.1 暖通空调系统及其监控系统 …… 195

5.2 给水排水系统及其监控系统 …… 221

5.3 供配电系统及其监控系统 …… 231

5.4 照明系统及其监控系统 …… 240

5.5 电梯系统及其监控系统 …… 251

思考题 …… 253

第6章 安全防范技术 …… 255

6.1 概述 …… 255

6.2 出入口控制系统 …… 256

6.3 入侵报警系统 …… 265

6.4 视频安防监控系统 …… 276

6.5 数字化图像监控系统 …… 294

思考题 …… 301

第7章 自动消防及报警系统 …… 302

7.1 概述 …… 302

7.2 火灾探测器 …… 304

7.3 火灾自动报警系统及火灾报警控制器 …… 317

7.4 自动灭火系统 …… 319

7.5 消防设备联动控制 …… 326

7.6 消防系统的供电及接地 …… 332

*7.7 现代火灾探测技术 …… 333

思考题 …… 339

第8章 楼宇自动化系统集成 …… 340

8.1 系统集成概述 …… 340

8.2 系统集成的网络协议 …… 341

8.3 楼宇自动化系统的集成 …… 343

8.4 楼宇管理系统及一体化楼宇管理系统 …… 346

8.5 楼宇自控中的常用系统 …… 351

8.6 基于 IC 卡的应用系统集成技术 …… 358

8.7 楼宇自动化系统集成技术发展展望 …… 362

思考题 …… 363

第9章 工程案例分析 …… 364

9.1 系统概况及选型 …… 364

9.2 系统设计总则 …… 366
9.3 系统方案设计 …… 368
9.4 工程的施工及管理 …… 374
思考题 …… 379
附录 …… 380
附录 A 探测器实用电路 …… 380
附录 B 楼宇自动化工程标准、规范 …… 395
参考文献 …… 397

第 1 章

绪　论

1.1　智能建筑

智能建筑的概念在 20 世纪末诞生于美国。第一栋智能建筑于 1984 年在美国哈特福德市建成。随后，智能建筑在欧美、日本及世界各地蓬勃发展。我国的智能建筑于 20 世纪 90 年代起步，但迅猛的发展势头令世界瞩目。

智能建筑是信息时代的必然产物，是高新科技与现代楼宇的巧妙集成，它已成为综合经济国力的具体表征，并以龙头产业的面貌进入到高速发展的 21 世纪。

我国人口众多，约占世界总人口的四分之一，改革开放后，我国的楼宇规模已位居世界之冠，在我国兴建的大型楼宇物占据全球总量的一半。大型楼宇的主流是智能建筑，因此揭开智能建筑的神秘面纱就显得尤为重要。

1.1.1　智能建筑的定义

人类从住进洞穴开始，便不遗余力地改善赖以休养生息的居住条件。伴随着文明的进步，人类的居住场所从洞穴到茅草屋、砖瓦房直至高楼大厦，一直在不断地发展；在人类文明进入到计算机时代、信息时代的今天，人们的“居住场所”已不仅限于提供居住的功能，而已成为生活、学习、工作的场所；今天，人们足不出户便知天下事，手不提笔便能完成设计、科研或商贸交易。智能建筑中舒适宜人的生活环境、节能运行的经济性，尤其是现代化的办公与通信条件，使几乎大半生时间花在室内的现代人能获得巨大的经济效益，这就是其巨大的生命力所在。

近年来，“智能建筑”这一名词已不陌生，但至今均无统一的定义，其重要原因之一是智能建筑是信息时代的产物。当今科学技术正处于高速发展阶段，其中相当多的成果已经或将要应用于智能建筑，使得智能建筑的具体内容与形式不断地得到丰富与发展。时至今日，国外新建的大型楼宇多数已属智能建筑的范畴，因此有必要统一认识，给“智能建筑”下一个简洁而明确的定义。

美国智能建筑学会定义“智能建筑”是将结构、系统、服务、运营及其相互联系全面综合，并达到最佳组合，所获得的高效率、高功能与高舒适性的大楼。该定义的特点是比较概括与抽象。

在日本楼宇杂志载文中，突出智能建筑就是高功能大楼，是能够方便有效地利用现代信

息与通信设备，并采用楼宇自动化技术，具有高度综合管理功能的大楼。

在新加坡，规定智能建筑必须具有三个条件：一是具有保安、消防与环境控制等先进性的自动化控制系统，以及能自动调节大厦内的温度、湿度、照度等参数的各种设施，以创造舒适安全的环境；二是具有良好的通信网络设施，使数据能够在大厦内进行流通；三是能够提供足够的对外通信设施与能力。

综合以上几类定义，“智能建筑”应强调它是多学科、多技术系统综合集成的特点：智能建筑是指利用系统集成方法，将智能型计算机技术、通信技术、信息技术与楼宇技术有机结合，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与楼宇进行优化组合，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（楼宇）。

智能建筑是社会信息化与经济国际化的必然产物，是多学科、高新技术的巧妙集成，也是综合经济实力的象征。目前，大量高新技术竞相在此应用，多功能可视电话、多媒体技术、电子邮件、卫星通信、计算机国际通信网络、智能保安与环境控制已不陌生；目前的信息高速公路等最尖端的高科技也会首先在这片沃土上扎根成长。因此，为了保持定义的严谨，不宜对设备与技术限制得太具体。

图 1-1 是推荐的智能建筑的抽象表示方法。

在图 1-1 中，BAS 为楼宇自动化系统；OAS 为办公自动化系统；CAS 为通信自动化系统；SCS 为结构化综合布线系统，它包括综合布线系统（PDS）。

智能建筑又简称为 3A 楼宇，这是对图1-1内涵的简单概括，虽欠严谨，但通俗易懂。

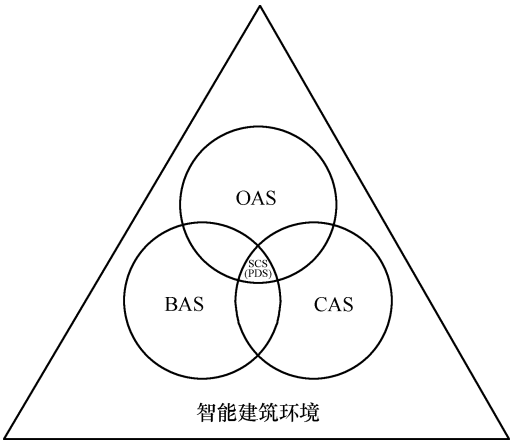


图 1-1 智能建筑的抽象表示

1.1.2 智能建筑的特点

与计算机技术得以高速发展和广泛应用一样，智能建筑不是少数人的杜撰，而是适应发展经济和改善生活条件的必然产物。智能建筑是理想的办公场所，它能帮助人们学习更多的知识、节省更多的能量、完成更多更高难度的设计和科研，更加及时全面地实施商贸交易，使人们获得更大的经济效益。

进入信息时代后，人们的脑力劳动急剧增加，很多人长期在大厦中生活、学习与工作，办公室变成了第二个“家”。因而，人们对办公环境与物质文明的追求达到了前所未有的程度。除要求舒适宜人的生活环境外，人们更要求具备现代化的办公与通信环境，真正做到足不出户，可知国内外经济、政治、科技与文化等各个领域的最新发展信息；手不提笔，便可利用上述情报，完成科研、设计，甚至更大的国际商贸交易。概括来讲，智能建筑的优点有以下几方面：

（1）创造了安全、健康、舒适宜人和能提高工作效率的办公环境　现在，不少大厦的中央空调系统不符合卫生要求，成为疾病传播的媒介。在国外，人们把导致居住者头痛、精神萎靡不振，甚至频繁生病的大楼称为“患有楼宇综合病的大厦”。而智能建筑首先确保的

是居住者的安全和健康，其防火与保安系统均已智能化；空调系统能监测出空气中的有害污染物含量，并能够在有害污染物含量超标时进行自动消毒，使智能建筑成为“安全健康大厦”。智能建筑对温度、湿度、照度均加以自动调节，甚至可以做到控制色彩、背景噪声与室内味道，使智能建筑内的人们可以像在家里一样心情舒畅，从而大大地提高工作效率。

（2）节能　以现代化的商厦为例，其空调与照明系统的能耗很大，约占大厦总能耗的70%。在满足使用者对环境要求的前提下，智能建筑应通过其“智慧”，尽可能利用自然光和大气冷量（或热量）来调节室内环境，并按事先确定的程序，区分“工作”与“非工作”时间，对室内环境实施不同标准的自动控制，以最大限度地减少能源消耗。下班后自动降低室内照度与温、湿度控制标准，已成为智能建筑的基本功能；利用空调与控制等行业的最新技术，最大限度地节省能源是智能建筑的主要特点之一，其经济性也是该类建筑（楼宇）得以迅速推广的一个很重要的原因。

（3）能满足多种用户对不同环境功能的要求　老式楼宇是根据事先给定的功能要求，完成其结构设计。例如，办公楼的小开间，不允许改成大堂。智能建筑要求其楼宇结构设计必须具有智能功能，除支持3A功能的实现外，必须是开放式、大跨度框架结构，允许用户迅速而方便地改变楼宇物的使用功能或重新规划楼宇平面。室内办公所必需的通信与电力供应也应具有极大的灵活性，如通过结构化综合布线系统，在室内分布多种标准化的弱电与强电插座，在需要时，只要改变跳接线，就可以快速改变插座功能。智能建筑的灵活性与机动性极强，办公环境在一天之内面目一新已不足为奇。

（4）现代化的通信手段与办公条件　在信息时代，时间就是金钱。在智能建筑中，用户通过国际直拨电话、可视电话、电子邮件、声音邮件、电视会议、信息检索与统计分析等多种手段，可及时获得全球性金融商业情报、科技情报及各种数据库中的最新信息；通过国际计算机通信网络，可以随时与世界各地的企业或机构进行商贸等各种业务工作。空前的高速，有利于决策与竞争。现代化公司或机构竞相租用或者购买智能建筑，除了能够充分展现公司的形象之外，智能建筑现代化的通信手段与办公条件也是其重要原因之一。

1.1.3 智能建筑产业的现状与发展

在当今商品经济高度发达的信息社会中，电子计算机与智能建筑等高新技术产业得以在世界范围内高速发展，绝非个人意志所及，其适应时代发展需要的固有优势，尤其是随之而来的巨大经济效益，必将使之充满活力，成为21世纪的龙头产业。

楼宇是适应信息时代需要的产物。在发达国家，商品经济迫使楼宇开发商与房地产投资商积极投资兴建该类楼宇。例如，美国的第一座智能建筑是因为当时的普通写字楼过剩，出租率低，投资改建并智能化后，虽租金提高约20%，但客户反而增加；日本大公司新建的办公楼均属于智能建筑，其舒适的环境、先进的办公设施，适应了激烈竞争的需要。在我国，改革开放使得楼宇技术从20世纪40年代的水平向21世纪的世界平均水平突飞猛进。但是，我国仍然属于发展中国家，从财力、物力与意识等方面均存在较多困难或问题，但21世纪中国大城市的面貌将发生巨大的变化，与发达国家的差距将迅速缩小，甚至迎头赶上。因此，我们应该更加重视智能建筑的开发与建设，不可以再犯边建设边修改、刚建成就改建的老毛病。

在国外，智能建筑已获得巨大的发展，开始人们只认识到大型公共楼宇智能化的必要

性，故出现智能建筑写字楼、办公楼与综合楼等，并广泛应用于商业、工业、交通业、科研、政府办公与医院等场合。今日，智能建筑以其强劲的生命力与突出的经济效益，迅速向纵横发展。智能建筑范围的扩大与数量的增加，必然导致城市建设规划的变革。智能街区、数字城市早已提上了国家建设的日程。

我国是发展中国家，筹集建设资金存在较多困难。虽然智能建筑适用范围很广，而且具有早投资、早与国际接轨、早得利的特点，但目前尚不可能大量兴建，尤其是在一些乡镇地区。对于筹集不到足够资金者，建议起码做到按智能建筑标准进行楼宇结构设计，尽量建成楼宇自动化系统、综合布线系统、程控电话与卫星通信系统等提高工作效率必不可少的公用信息处理系统，即建成虽“智商”不高，但确属智能的楼宇。一旦资金充足，不必大兴土木，只要重点投资到3A系统，即可提高办公楼的“智商”指数，尽量避免重复投资、重复规划、重复建设的恶性循环。

1.1.4 智能建筑的管理

每座智能建筑都类似于一个完整的世界，其中涉及几乎全部最新的高科技产品与成果。昔日普通楼宇手工作坊式的维修与管理体制已不能满足要求，必须变革。

智能建筑的宗旨就是将结构、系统、服务与营运统一并优化组合。智能建筑提供了安全、舒适、高效、便利的环境和足够的现代化管理设备与手段，为搞好信息管理与服务提供了良好的物质条件。要完成上述高技术含量的任务，需要专业化的物业管理机构或物业管理公司。

国内外的经验都证明：管理是维修的基础，否则维修实质上就会变成抢修。为适应现代化大厦的需要，物业管理公司的主要任务是搞好维修，建立专业化、高水平的维修队伍，并使维修工作智能化。

维修智能化的首要表现是对设备与系统建立档案，智能预测、定期维护，贯彻以防为主的方针，既可以提高系统的可靠性，又减少了维修工作量。

在智能建筑的维修中，应十分重视先进维修设备的研制与应用，要由过去主要依赖个人技能发展到靠先进技术、设备与管理，以提高生产率和维修质量。例如，美国江森自控有限公司在全世界维修管理着上万幢大厦，在美国洛杉矶等每座大城市都装备着上百辆专用维修车；在马来西亚管理着全部政府大厦；在新加坡管理400多幢楼，雇员多达8000余人。

过去由于缺乏先进的设备和现代化的管理技术，大厦的经济价值很难体现。最简单的实例就是，未联网的普通旅馆往往很难吸引旅客入住；虽然大厦内各种管理机构与人员很多，但办事效率却不理想。智能建筑发展后，物业管理水平的提高直接关系到经营效益，是缩短投资回收期的关键之一。物业管理公司首先要求管理人员必须意识到竞争的压力，具有管理先进计算机系统的能力并建立与国际经济接轨并符合智能建筑需要的整套管理体系，否则将被实力坚强的大公司取代。

我国的智能建筑发展速度属世界一流，但专业的管理与工程技术人员却十分缺乏。解决供需矛盾的现实办法是成立专门的物业管理公司，全面负担起3A系统的管理任务。大型企业具有经济实力与技术力量强的优势，希望不久的将来，我国也能出现维修或管理智能建筑的世界级的名牌公司。

1.1.5 智能建筑人才的培养

信息社会对人才的需求空前迫切，智能建筑更体现出了这一点，其设计、施工与管理需要更高层次的人才。原有的楼宇队伍在科技知识、管理能力等诸多方面明显不能满足要求。教育是长期投资，从学校正规培养智能建筑人才，周期太长，一般不少于三年。智能建筑迅猛发展，只靠学校显然无法满足社会对智能建筑人才的迫切需要。在此形势下，最佳方法只能是继续教育与正规学校教育并举。

首先应该充分肯定现有人才的潜力，采取多种培训手段，使现有设计、施工与管理人员能够迅速提高水平，以解决智能建筑发展的燃眉之急。

改革开放使我国经济建设飞跃发展，广大技术与管理干部有机会了解并应用世界先进的楼宇技术。尤其在进入21世纪以后，通过国际间的技术交流与现代化楼宇的建设任务，锻炼并成长起了一大批技术人才，虽然与智能建筑的需要相比，尚具有不少的差距，但却基本具备培训基础。

智能建筑技术的培训方式可以是多种多样的，对于正在担任设计施工任务或管理职务的职员而言，脱产学习几乎是不允许的，但可以通过开展科学讲座、短期培训与自学相结合并通过工程实践的方式进行提高；对于从学校毕业不久，工作范围又确属智能建筑的年轻工作者，建议应给予较长时间的专业智能技能的培训，使得他们能够成为将来中国智能建筑行业中的骨干与排头兵；对于从事施工多年，实际经验不少，而理论水平较低的技术工人，同样也应该重视加强培训，使得他们掌握某一种或几种设备的专门技术或管理方法。培训不能只限于高层次，从某种意义上说，基层人员的培训更为重要，使他们学会应用最先进的设备，采用最好的产品与技术，直接关系到设备的完好率。例如，掌握制冷机的智能检测与管理技术后，可通过计算机指导设备的管理与维护，保证了设备的极高完好率；万一出现故障，通过电、声等物理量的类比分析等方法，能从计算机中得知何时从何处的备品库调用何种配件与维修的最佳方案等，从而迅速排除故障。

为保证求学者真正能学到设计、施工或管理智能建筑的本领，应该加强对培训机构的正确指导与管理。培养人才的主要渠道是高等院校与中等专业学校。应该在学校成立新专业，制定新的智能建筑教学大纲与教学计划，使学校能直接培养出社会急需的智能建筑人才。

智能建筑产业是21世纪的龙头产业之一。学校是为社会培养人才的主要基地，学校的专业设置最终还是要依据社会的需求。社会需要智能建筑人才，国外相关专业的建立与发展早已完成。我国教育改革正深入开展，市场需要将成为不容忽视的动力。目前，国内高校中已有部分院校（如哈尔滨工业大学、长安大学、广东工业大学等）开设了智能建筑的相关专业，介绍智能建筑的课程涉及不少专业。从学校培养出的高质量人才对智能建筑产业的发展是至关重要的，只有培养出我国的世界一流人才，智能建筑才能在神州大地真正地开花结果。

1.1.6 智能建筑与国民经济

建筑业历来是国家的支柱产业。最早的建筑物带动了砖瓦灰沙石和木材业的发展，后来带动了钢铁、水泥、建材和机电工业，智能建筑则几乎涉及国家的各行各业。建筑结构的智能设计标准，要求钢铁、冶金、楼宇材料不能继续生产传统产品，3A功能则广泛涉及机、

电、仪表等各个行业。智能建筑业的发展，给众多企业开辟了巨大的市场，为许多人提供了创业的良好契机，但也无情地将那些因循守旧、不重视高新技术的落伍者挤出历史舞台。美国电子工业的发展值得借鉴，想当初赫赫一时的电子管大王只因为没有及时认识到半导体工业发展的重要性而破产，而当时国外著名公司毫无例外地均投入了大量资金用于新技术、新产品、新工艺的研究。智能建筑是带动多种行业与许多企业的龙头行业，概括分析，可以带动如下行业：

（1）钢铁、有色金属及其相关行业　普通的钢筋混凝土等楼宇材料与常规的钢门窗等构件已经无法满足大跨度、高标准智能建筑的要求。高强度特种钢与特殊有色金属等新材料及其产品的需求迫切性强、市场大，值得开发。

（2）新型楼宇装饰材料与产品　传统的楼宇装饰材料已很难满足智能建筑开放性、灵活性的要求，超薄、超轻、超强、超灵活性的楼宇保温、装饰隔断材料与产品急需问世。上述产品与技术可以在一日之内变大堂为标准写字间，或者反之。

（3）智能化机械产品　从施工、运行到维修等各个过程，智能建筑均需要多种机械设备，如电梯、吊车与运输机械等垂直与水平运输设备，冷冻机与换热器等源设备，空调机、通风机与水泵等环境保证设备，防火与出入控制等保安设备，以及专用高效维修设备等，数不胜数。智能建筑的造价高，节省面积本身就是最大的节约，其所需机电设备必须紧跟世界潮流，做到性能高、体积小、价格合理。

（4）新一代电器产品　随着技术发展，进户电源电压将从10kV提高到35kV、110kV甚至更高，而且全部变配电设备均置于建筑物内，因此电力等能量的传输方式均需有质的提高。虽然不用管线的能量传输已初露端倪，但智能化、模块化、机动灵活的高品质电器设备的生产与应用已成为发展的必然趋势。

（5）以计算机为核心的各种智能检测与控制产品　计算机本身带动了整个电子工业的发展，智能建筑的产品应该智能化，而智能化的前提是必须应用计算机。楼宇自动化系统中的出入控制、防火保安与环境控制等子系统所必需的各种检测与控制产品，将构成巨大的市场。

（6）无线电工业　没有现代化的通信手段就没有楼宇的智能化，智能通信系统将有力地推动我国无线电工业的发展。从综合布线、程控电话、卫星通信到信息高速公路，有智者大有用武之地。

（7）软件行业　智能建筑从设计开始就离不开计算机，建成后的智能建筑处处都与计算机密切相关，要发挥硬件功能、实现办公自动化就离不开计算机软件。

（8）维修与管理行业　智能建筑的宗旨及其生命力就在于把先进的设备与优化服务的运营相结合，应运而生的物业管理公司不仅能够保证智能建筑的正常运行，也会给很多人带来新一轮的就业机会。

智能建筑带动的产业绝不仅限于以上8个方面，还将涉及交通、运输、教育与商业等诸多行业，因篇幅有限，这里不再一一阐述。

智能建筑就像是清晨的太阳，已经出现在地平线上。北京的恒基中心、上海的证券大厦、广州的中天中心、济南的山东省商业大厦、沈阳的新北站综合中心等诸多楼宇都已按照国际智能建筑标准设计与施工。作为信息时代龙头产业的智能建筑必将给我国和全世界带来更多的光和热。

1.2 楼宇自动化概述

在智能建筑中，以信息技术为基础的楼宇自动化系统是智能建筑各项功能和可持续发展的主体。楼宇自动化系统包括楼宇环境设备自动化系统（如空调自动化系统、热源自动化系统、给水排水自动化系统等）、供配电自动化系统、照明自动化系统、消防自动化系统、安全防范自动化系统、交通运输自动化系统等。随着新技术、新设备的出现，楼宇自动化系统在规模和深度上不断扩展和完整。新出现的自动化系统在智能水平上更加卓越和完善，并且更具人性化。

楼宇自动化与建筑设备在楼宇中的应用密切相关。供暖或供冷设备在楼宇中的应用，保证了楼宇内部环境的舒适性，提高了工作效率，但该设备能源消耗巨大。为降低能耗，就必须使该设备优化运行，因此引入自动控制技术，对该设备进行自动控制。随着自动控制技术在供暖或供冷设备中的成功应用和推广，其他建筑设备也引入了自动控制技术。现代楼宇自动化系统集成了所有楼宇自动化子系统，并成为一个复杂的大系统。

楼宇自动化技术引入了计算机控制系统后，起初是利用计算机系统对控制对象或过程的参数进行采集和处理，来调整原来控制系统的参数，控制过程仍由原来的控制系统完成。20世纪80年代，微处理器有了突破性的发展，产生了直接数字控制（DDC）技术。DDC技术在建筑设备自控系统的应用提高了建筑设备的效率，优化了建筑设备的运行和维护。随着网络通信技术的发展，在现场总线技术和计算机网络技术的带动下，各种以DDC技术为基础的分布式控制系统（DCS）应运而生，此系统便是当今楼宇自动化系统的基础。

楼宇自动化系统是通过建筑设备自控网络将具有网络通信功能的建筑设备监控子系统连接而形成具有数据共享和互操作功能的分布式控制系统。从发展过程看，楼宇自动化起源于其他自控领域，经过二十余年的发展，形成了较为完整的理论和内容体系。根据学科交叉的特性，楼宇自动化的理论和内容体系可分为基础理论、特有理论和工程技术三部分。其中，基础理论是针对楼宇自动化领域从多学科中吸取的理论部分；特有理论是面向楼宇自动化领域在基础理论之上发展而形成的具有本领域特色的专有理论；工程技术是面向楼宇自动化领域工程项目全寿命周期内的支撑技术。基础理论是多学科交叉而形成的“交集”理论；特有理论是楼宇自动化具有自身特色的创新理论，是基础理论在本领域的延伸和扩展，是楼宇自动化区别于其他学科或领域的根本和灵魂；工程技术是上述理论的实际应用，具有理论与实践相结合的功能，是学以致用的基础。

从智能建筑的发展过程和未来趋势看，计算机自动控制理论与技术、计算机网络理论与技术、建筑设备自控网络理论与技术和系统集成理论与技术是实施楼宇自动化工程系统的核心内容。在这些核心内容中，计算机自动控制理论与技术和计算机网络理论与技术是楼宇自动化的基础理论，建筑设备自控网络理论与技术和系统集成理论与技术是楼宇自动化的特有理论和技术。考虑到工程技术的内容，楼宇自动化的基本内容和体系如图1-2所示。

楼宇自动化系统是智能建筑中最基本的系统，是由多个不同建筑设备监控子系统组成的集成系统，随着技术的发展和应用的深入，该系统毫无疑问在广度和深度上还会更加复杂。但是，不论楼宇自动化系统如何发展，楼宇自动化系统均有如下的基本特点。

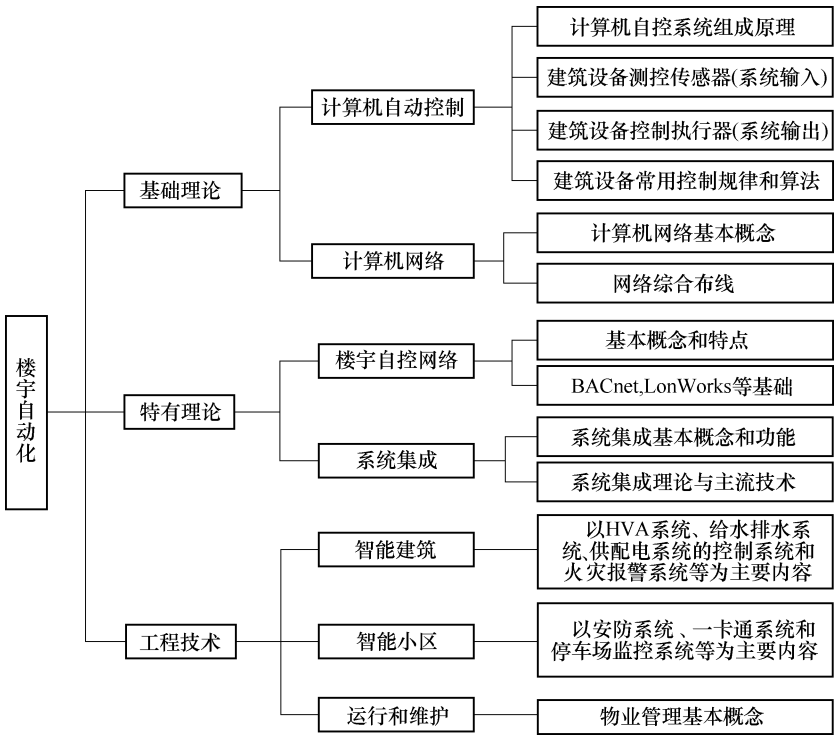


图 1-2 楼宇自动化的基本内容和体系

1）从自控设备组成上看，同一楼宇自动化系统的自控设备通常来自不同的厂家。这个特点要求不同厂商的设备必须遵循一定的标准和应用方式，才能实现自控设备间的互操作。事实上，实现不同厂商自控设备之间的互操作是包括楼宇自动化在内的所有自控领域一直追求的最高目标，也是自控领域重点研究的方向之一。

2）从功能来看，楼宇自动化系统是一个分布式的网络系统，并在不同的情况下具有不同级别的实时操作和访问功能。

3）从网络组成来看，楼宇自动化系统是多种局域网并存的网络控制系统。这就要求系统须根据性能/价格比合理选择不同的局域网络，以实现“结构、系统、服务、管理及它们之间的最优化组合”。

4）从时间响应来看，楼宇自动化系统是一个“强实时”与“弱实时”的混合系统。有些建筑设备的控制必须是强实时的，如火灾检测与报警系统；而有些建筑设备的控制是非实时的，如空气过滤器失效报警系统。从总体上来看，该系统是一个弱实时自控系统。

5）从执行标准来看，楼宇自动化系统不是国家强制执行标准的范围，应根据业主的需要、项目投资及投资回收状况等实际需求，确定系统的规模、范围和相应的设计等级。

从上述的特点可看出，楼宇自动化系统是集成各厂商设备并实现互操作的网络自控系统。从目前实现楼宇自动化系统的技术来看，实现楼宇自动化系统可以有许多技术，但根据实现技术的特点来分类，楼宇自动化系统可分为两大类：专有系统和开放系统。

专有楼宇自动化系统是采用专有协议的自控系统。其中，协议可以暂时认为是自动化系

统集成的“解决方法或方案”。专有协议通常是一家公司开发的协议，其方法或方案的制订和升级是不开放的。专有楼宇自动化系统虽然可与其他系统进行系统集成并实现互操作，但集成和互操作的代价是巨大的。开放楼宇自动化系统是采用开放性协议的系统。开放性协议通常由专业学会或标准组织制定和升级，代表该领域的最新技术和发展方向，在制定和升级时采用公开的方式。故开放性协议不具有垄断性，得到了绝大多数厂商的支持。用开放性协议开发的建筑设备自控产品不仅价格合理，且不同厂商的产品在一定范围内可相互备用和互换，所以基于开放性协议的楼宇自动化系统得到了广泛的应用。

随着楼宇自动化从自动监控向企业综合信息管理的发展，楼宇自动化系统选择开放和标准化的通信协议是其必然的发展趋势。

由于用户的需要和市场的竞争，楼宇自动化系统自诞生以来，楼宇自控设备的互操作和互换一直是人们追求的目标。正是这种动力推动了楼宇自动化系统不断向前发展，也正是这种动力推动了楼宇自动化系统标准的产生和发展。

进入 DDC 阶段，楼宇自控设备的互操作特性显得日益重要。随着楼宇自动化系统的发展和应用分工的深化，迫切要求不同厂商的产品具有“互操作能力”。当人们认识到这种需求和这种需求所产生的巨大经济效益时，不同厂商就根据自己的技术力量和产品特点开发了各自的技术，出现了多种基于自控网络的自动化系统解决方式或方案——“现场总线协议”或“通信协议”，如 BACnet，LonTalk 等。多标准的出现推动了楼宇自动化系统的发展，但影响了楼宇自动化系统的进一步发展。通信标准是楼宇自动化系统的集成和互操作的基础，只有通信标准相对统一，楼宇自动化才可能得到稳健的发展。经过技术和市场的双重作用，目前楼宇自动化系统公认的主流标准只有 BACnet 国际标准和 LonWorks 技术标准。

在统一标准的基础之上，所有的楼宇自动化子系统可以无缝集成，且可将智能建筑中的三大系统无缝集成，形成“智能建筑”，并由此形成“数字小区”“数字城市”。

综上所述，楼宇自动化系统的发展是向着标准更加统一、更加开放的方向发展。随着现代 IT 技术的发展，楼宇自动化系统在不断应用现代 IT 最新技术的同时，也不断与 IT 系统进行融合，并逐渐演变成为 IT 系统的一个部分。

随着科技的进步和生活水平的提高，人们对住宅和住宅小区的要求也越来越高，于是楼宇自动化系统的应用也延伸至住宅小区，形成“智能住宅小区”。由于住宅小区具有自身的特点和要求，从而使楼宇自动化系统的内容得到了进一步的丰富和发展。

创造良好人居环境的最终目标对楼宇科技的发展提出了更高的要求，不论是在设计手段、材料、建筑设备及其自动化，还是施工工艺、运行与维护管理等，都必须着眼于节能、环保、安全的根本出发点。只有首先满足这些基本要求，楼宇科技的发展和在楼宇领域中的应用才有更深远的意义。

1.3 智能家居

1.3.1 智能家居概述

家居智能化技术起源于美国，网络系统中的各个设备可实现资源的共享。因其布线简

单、功能灵活、扩展容易而被人们广泛地接受和应用。自动化的家居不再被动，相反，它成了帮助主人尽量利用时间的工具，使家庭更为舒适、安全、高效和节能。

智能家居通过物联网技术将家中的各种设备（如音视频设备、照明系统、窗帘、空调、安防系统、数字影院系统、影音服务器、网络家电及三表抄送等）连接到一起，提供家电控制、照明控制、电话远程控制、室内外遥控、防盗报警、环境监测、暖通控制以及可编程定时控制等多种功能和手段。与普通家居相比，智能家居不仅具有传统的居住功能，而且还兼备建筑、网络通信、信息家电、设备自动化，提供全方位的信息交互功能，并节省各种能源费用。图 1-3 所示为智能家居系统模拟示意图。

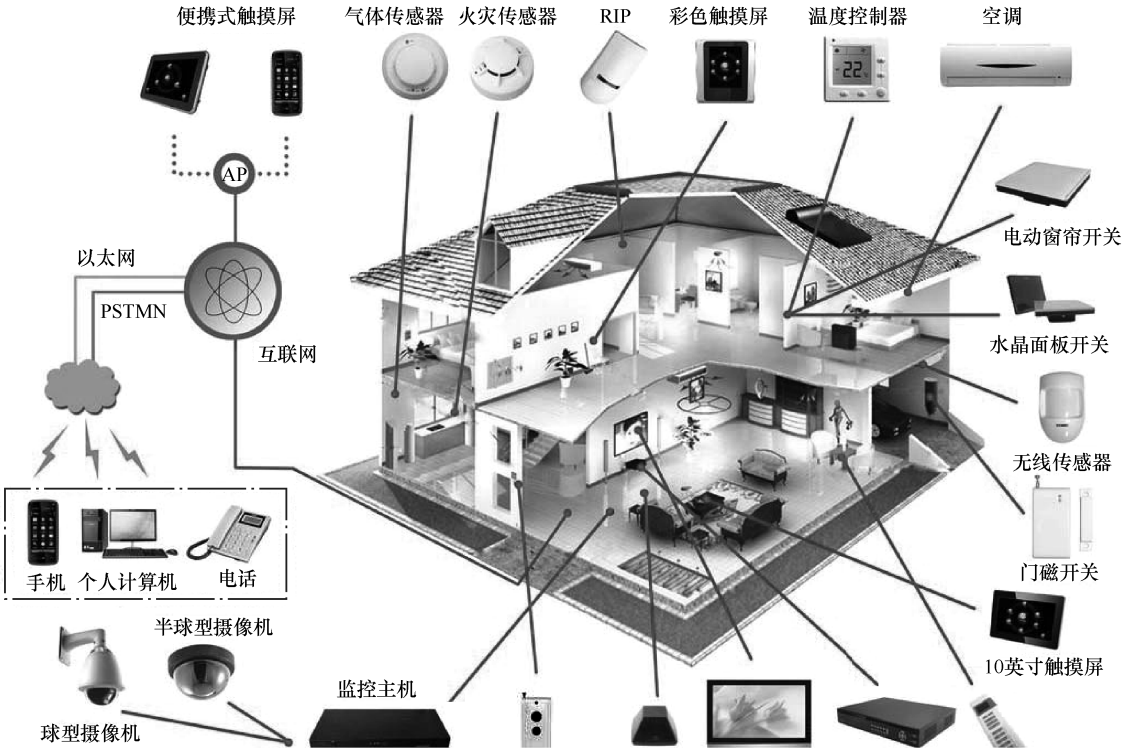


图 1-3 智能家居系统模拟示意图

1.3.2 智能家居的功能

1. 智能灯光控制

实现对住宅灯光的智能管理，可以用遥控等多种智能控制方式实现对住宅灯光的遥控开关、调光、全开全关及“会客、影院”等多种一键式灯光场景效果的控制，并可用定时控制、电话远程控制、计算机本地及互联网远程控制等多种控制方式实现功能，从而达到智能照明的节能、环保、舒适和方便的功能。智能灯光控制的优点有：

（1）控制 就地控制、多点控制、遥控控制和区域控制等。

（2）安全 通过弱电控制强电方式，控制回路与负载回路分离。

（3）简单 智能灯光控制系统采用模块化结构设计，简单灵活、安装方便。

（4）灵活 根据环境及用户需求的变化，只需做软件修改设置就可以实现灯光布局的改