

高等学校建筑环境与设备工程专业规划教材

# 建筑设备自动化

## Building Automation and Control

董春桥 袁昌立 编著  
傅海军 王江江  
余 庄 主审



中国建筑工业出版社

高等学校建筑环境与设备工程专业规划教材

# 建筑设备自动化

**Building Automation and Control**

董春桥 袁昌立 编著  
傅海军 王江江  
余 庄 主审



中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

建筑设备自动化/董春桥等编著. —北京: 中国建筑  
工业出版社, 2006  
高等学校建筑环境与设备工程专业规划教材  
ISBN 7-112-08573-X

I. 建... II. 董... III. 智能建筑 - 房屋建筑  
设备 - 自动化系统 - 高等学校 - 教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 085048 号

高等学校建筑环境与设备工程专业规划教材

**建筑设备自动化**

**Building Automation and Control**

董春桥 袁昌立 编著  
傅海军 王江江  
余 庄 主审

\*

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

北京密云红光制版公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22 字数: 529 千字

2006 年 9 月第一版 2006 年 9 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 30.00 元

ISBN 7-112-08573-X  
(15237)

**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.cabp.com.cn>

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

建筑设备自动化是智能建筑的主要功能之一。本书通过对建筑设备自动化理论和技术体系的梳理,全面介绍和分析了建筑设备自动化的基本原理、基本构成和主要功能。其中系统、完整和准确地阐述了建筑设备自动化所特有的三大核心技术:计算机自动控制技术、建筑设备自控网络和系统集成技术,以及现代信息技术在建筑设备自动化中的最新应用动向。同时本书还系统地介绍了建筑设备自动化系统工程项目的设计与施工、运行与维护管理以及工程实例等方面的内容。

本书体系完整,理论突出,实用为主,内容涉及建筑设备自动化的理论与技术、工程设计与施工以及运行与维护管理等各个方面,可作为高等学校建筑环境与设备工程、建筑电气与智能化工程、给水排水工程等专业的必修教材,也可作为建筑学、城市规划、建筑施工与管理、房地产经营管理等其他专业的选修教材,还可作为相关专业技术人员、管理人员的进修教材或参考书。

\* \* \*

责任编辑:齐庆梅

责任设计:赵力

责任校对:张景秋 张虹

## 前 言

建筑设备自动化系统 (Building Automation and Control System, BACS) 是智能建筑 (Intelligent Building, IB) 的三大基本系统之一, 是当今智能建筑的实施重点和难点。因此研究建筑设备自动化理论及其技术, 并合理应用先进技术构建建筑设备化系统是正确实施智能建筑的基础。

从实施智能建筑的核心技术来看, 建筑设备自动化技术主要表现为以计算机技术为基础的现代 IT 技术在面向建筑领域中的具体应用, 因而建筑设备自动化技术具有多学科交叉的特点, 不仅涉及现代计算机技术、现代网络数据通信技术和现代自动控制技术, 而且涉及建筑技术、建筑环境技术、建筑设备技术等诸多技术, 是多学科技术的典型结合。在一本书中要完整地介绍上述多个学科的理论体系和基本内容不仅是没有必要的, 而且也是不太现实的。但如果只是简单地罗列和堆砌人云亦云的空泛概念或名词解释, 不系统地阐述建筑设备自动化的理论体系和技术及其内在联系, 不完整地介绍和分析建筑设备自动化的根本和灵魂, 就会耽误读者的宝贵时间, 读之有如隔靴搔痒, 不得要领, 最终得到的仍是零散的概念, 如入云雾, 辨别不清继续努力的方向。本书根据建筑设备自动化的课程特点, 通过对建筑设备自动化理论体系的梳理, 力求从如下两个方面对这个交叉学科进行系统介绍和分析, 突出建筑设备自动化的基本内容和重点, 注重理论, 结合实用, 让读者在有限的时间内掌握建筑设备自动化的主要内容和基本特征。

1. 建筑设备自动化作为一门交叉学科, 必然有以多个学科为基础而形成的独特理论和技术内容, 介绍和研究这些特有的理论和技术内容则应是学习和掌握这门交叉学科的最有效途径。从智能建筑二十余年的发展过程和未来趋势来看, “计算机自动控制”、“建筑设备自控网络”和“系统集成”则是建筑设备自动化具有自身特点和规律且密不可分的三个核心基础理论和技术。对这三个核心基础理论与技术的系统介绍和分析就形成了本书的重点内容, 其中, 对建筑设备自动化的根本和灵魂——“建筑设备自控网络”的介绍和分析又是本书重中之重。

2. 建筑设备自动化系统作为工程技术的产物, 必然有其固有的“寿命周期和成本”。介绍和分析建筑设备自动化系统工程的设计与实施、运行与维护管理也是本书的一个重要内容。学习和掌握这些基本的工程概念和方法是学以致用的基础。

本书内容和组织就是基于上述两个出发点而形成的。这些内容以介绍和分析基本概念、基本原理、基本方法和系统基本组成为主, 目的是让读者从整体上掌握建筑设备自动化的主要内容和基本构成, 掌握建筑设备自动化的核心技术及其发展规律和趋势, 掌握建筑设备自动化系统的设计与施工、运行与维护管理的基本方法。同时也让读者在细节上尽可能多地了解建筑设备自动化的详细内容, 为深入学习、研究和具体应用奠定基础 and 指明方向。

本书是在教学、科研和参考近年来建筑设备自动化领域大量文献的基础上重新编著而

成的，力求内容全面，视角新颖；理论突出，实用为主；系统完整，主体简洁；论据正确，推陈出新。全书共 10 章，第 4 章由华北电力大学王江江编写，第 7 章由江苏大学傅海军编写，第 8、10 章由武汉科技学院袁昌立编著，其余内容均由华中科技大学董春桥编著。全书由董春桥统稿，并由华中科技大学智能建筑研究所博士生导师余庄教授主审。另外，华中科技大学建鑫楼宇数字化实验室的袁博、李凯、张亚男和桑杭武也付出了辛勤的工作。在此，我们四位编著者衷心感谢所有参考文献的作者和默默在此领域辛勤工作并奠定基础的人们。

随着科学技术的快速发展，建筑设备自动化的理论与技术、原理与方法日新月异，由于编者水平和能力有限，书中难免有不足或不妥之处；同时，在编写与校订过程中，虽力求严谨，但仍不免疏漏之处，诚盼各界不吝斧正（电子邮件：to\_dong@163.com）。

分享知识，充实人生，永恒之道也。因此，一本好书，需要大家的支持与鼓励，更需要大家的积极参与和匠心指导，共同做出精品，并共同促进该课程的发展。

# 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 智能建筑概论	3
1.2 建筑设备自动化概述	8
1.3 小结	13
思考题	14
第 2 章 建筑设备自动化基础	15
2.1 计算机自控技术	15
2.2 常用检测装置	26
2.3 常用检测装置选用原则	45
2.4 常用执行机构	51
2.5 电动执行装置选择与计算	54
2.6 小结	63
思考题	64
第 3 章 建筑设备监控系统	65
3.1 建筑环境设备监控系统	65
3.2 给水排水监控系统	76
3.3 供配电与照明监控系统	77
3.4 电梯监控系统	81
3.5 停车场监控与管理	82
3.6 消防自动化系统	85
3.7 小结	98
思考题	98
第 4 章 住宅小区自动化系统	99
4.1 基本组成与功能	99
4.2 安全防范自动化系统	102
4.3 物业管理自动化系统	113
4.4 小结	121
思考题	121
第 5 章 建筑设备自控网络	122
5.1 基础知识	122
5.2 BACnet 标准	141
5.3 LonWorks 技术	167
5.4 XML/Web Services 技术	189

5.5 小结 .....	192
思考题 .....	193
第6章 系统集成 .....	194
6.1 系统集成概述及原则 .....	194
6.2 面向协议的集成模式 .....	196
6.3 面向平台的集成模式 .....	197
6.4 面向 XML/Web Services 的集成模式 .....	204
6.5 小结 .....	220
思考题 .....	220
第7章 综合布线系统 .....	221
7.1 综合布线系统概述 .....	221
7.2 综合布线系统设计 .....	224
7.3 综合布线系统的电气保护与接地设计 .....	251
7.4 小结 .....	258
思考题 .....	258
第8章 施工与管理 .....	259
8.1 相关设计、验收规范及标准 .....	259
8.2 建筑设备自动化系统施工安装过程 .....	261
8.3 建筑设备自动化系统设备安装 .....	263
8.4 建筑设备自动化系统的调试与验收 .....	276
8.5 建筑设备自动化系统的项目管理 .....	295
8.6 小结 .....	302
思考题 .....	302
第9章 运行与维护管理 .....	303
9.1 物业管理概述 .....	303
9.2 现代维护理论概述 .....	309
9.3 运行与维护管理特点和基本方法 .....	316
9.4 小结 .....	320
思考题 .....	320
第10章 工程实例 .....	321
10.1 ××会展中心建筑设备自动化系统工程 .....	321
10.2 ××智能小区 .....	335
10.3 小结 .....	339
思考题 .....	339
参考文献 .....	340



# 第1章 绪 论

在人类几千年的文明史中，建筑形式由最初遮阳避热和防风御寒的“茅草小屋”发展到具有艺术性、观赏性和多功能性的“堂阁楼榭”，直到近代的“摩天大楼”，乃至今天的“智能建筑 (Intelligent Building)”和“智能小区”，都是时代赋予建筑的烙印，是不同时代艺术成就和科技水平的反映。

人类发展的历史表明，科技是建筑发展的推动力。回顾上个世纪的科技，在过去的百年中人类创造了高度的物质文明和精神文明，建筑科技也发生了根本的变化和质变的飞跃。建筑的发展也大致走过了从“外延规模扩张”到“内涵品质深化”的过程，并随着科技的进步，未来的建筑也必将发生更大的变化。

20世纪初，社会生产处于手工业时代，建筑科技以“石结构”和“木结构”为特征，建筑功能比较简单，建筑类型和形式非常有限。但重视装饰和形式处理，像对待雕刻一样，每个构件精雕细刻，建筑整体追求和谐和多样性的统一，因而出现了“建筑是凝固的乐章”的古典美学思想。在历史上占有突出地位的古典建筑主要是教堂和寺院，还有一些府邸建筑。在西方，有人将当时的石结构古典建筑称为“石头的史书”。

工业革命之后，西方许多国家很快便进入了工业化时代，社会生产和生活方式都发生了巨大变化。此时，建筑功能也日趋复杂，新的建筑类型也不断增多，再也不能把它容纳到古典建筑简单的空间形式之中。于是在科技的推动下引发了一场革命性的变化——新建筑运动，建筑技术也得到了前所未有的发展。随着新建筑运动的发展，最终便形成了具有国际化风格的现代建筑。此外，钢铁、玻璃和混凝土等新型材料逐渐取代了石头和木材，不仅改变了建筑的结构方式，同时也极大地改变了建筑的内外形式。与之相适应的是，人们的审美观念也发生了深刻变化，出现了所谓的“技术美学”。建筑不再追求繁琐的装饰，而是巧妙地组合空间、精巧的工艺和合理地使用材料，注重建筑功能。20世纪著名的建筑大师勒·柯布西耶 (Le Corbusier) 认为“房屋是住人的机器 (A house is a machine for living in)”。至此，古典建筑形式被彻底否定，取而代之的则是被喻为玻璃盒子的现代建筑。尽管后来出现了后现代主义建筑，出现了形形色色离经叛道的后现代建筑思潮。但工业革命对建筑科技所产生的影响是没有变化的，新技术、新材料和新工艺的不断应用使建筑形式灵活多变、建筑规模日益庞大，建筑功能更加丰富。

在工业时代，科技对建筑的影响突出地表现在两个方面，一是建筑结构由原来的“石头建筑”和“木建筑”发展成为以“钢铁、玻璃和混凝土”为主要材料的现代建筑，这是科技对建筑结构发生“质变”的影响；二是科技对建筑的影响表现为建筑规模“量变”的巨大变化。新技术、新材料和新工艺的应用使建筑犹如雨后春笋拔地而起，此时最为突出的表现是建筑规模的增大和构造技艺的精湛，即所谓的“外延规模扩张”。“摩天大楼 (Skyscraper)”就是大工业时代科技带给建筑最显著的特征，代表了当代工业文明和科学技术的骄人成就。高耸入云的“摩天大楼”不仅给人以美的享受和心灵的震撼，而且也给人

以“人定胜天”的启示。

经过一个多世纪的实践和发展，现代建筑最终成为建筑学发展的主流，并形成了自己的建筑理论体系。现代建筑理论体系不仅从理论和实践上将建筑的功能作为设计与评价优劣的出发点，坚持应用科技进步成果，提高建筑设计的科学性，而且要求充分发挥现代建筑材料与建筑结构的技术与艺术性质，注意两者的统一，同时现代建筑也将设计重点放在空间组合和建筑环境的创造上，并且重视建筑的社会属性、大众性与经济性。

20世纪80年代，人类社会开始进入信息时代，信息技术（IT）在社会的各个领域迅速得到了广泛的应用，极大地改变了人类的生存模式。其中，信息技术在建筑中的应用就形成了所谓的“智能建筑（Intelligent Building）”。智能建筑是信息技术在建筑领域中应用的必然结果，是利用现代信息技术对建筑基本功能的扩展和延伸。自1984年在美国出现第一栋智能建筑以来，智能建筑就受到了世界各国的广泛关注和大力提倡，并在世界各地建造了大量的智能建筑。

在信息化时代，科技对建筑的影响是建筑功能的“质变”飞跃，是建筑“内涵品质的深化”。现代IT技术对建筑最为突出的影响特征是赋予建筑以“灵魂”，实现的是具有高产出、高效能和生态平衡能力的可持续性建筑（Sustainable Building）。建筑发展至今，已凝聚着人类发展过程中的巨大精神财富。今天我们不仅要继承这份宝贵的财富，更要利用先进的信息技术挖掘和发展这份财富，使建筑具有“灵性和智能”，充分发挥建筑的功能，实现人与建筑、建筑与环境的和谐，并最优化地利用各种资源，达到“天人合一”的可持续发展境界和实现“以人为本”的最高目标，这就是“智能建筑”所体现的人文特征和追求的可持续性发展境界。因此现代信息技术赋予建筑以“灵魂”，实现的是具有高产出、高效能和生态平衡能力的智能建筑。从这个意义来看，智能建筑是建立在信息技术基础之上、具有与人和自然高度和谐、平衡共生的绿色建筑（Green Building），是注重经济效益、安全、环保和人文关怀的、且具有时代特征的“高技派”建筑或“智慧型”建筑。

目前，智能建筑不仅已成为一个国家综合经济国力的具体表现和各大跨国集团国际竞争实力的形象标志，而且也是未来“数字城市”、“数字国家”，甚至“数字地球”的主要节点。因此，智能建筑已是一个迅速成长的产业，兴建智能建筑已成为当今经济开发的热点。北美、欧洲、亚太等许多发达国家和地区已把智能建筑纳入可持续发展战略来考虑，并制定出了相应的发展规划、方针、政策和策略。在我国，尽管智能建筑起源于“七五”计划初期，但发展态势一直是迅猛的。2000年10月1日开始实施的《智能建筑设计标准》（GB/T 50314—2000）标志着我国智能建筑进入了一个新的发展时期。如今在北京、上海、广州、深圳等已建成了许多具有标志性的智能建筑。

纵观当今建筑发展的趋势，建筑技术创新已迈入一个跨学科合作研究与实践的新阶段，建筑学科逐渐在原有专业知识和技术领域的基础上有所新的开拓，并呈现出研究视野从局部地域走向日益全球化的世界，在重视本土化建筑及技术特色的同时，日益从单一学科走向复合学科，从单纯技术领域走向人文社会与技术科学并举的趋向。这种趋向已在当前世界一些重大的地区标志性或地位特殊建筑上得到了充分的展现，例如，北京的一些奥运场馆等，虽然尚有争议，但其科技含量之高是有目共睹的，是多学科合作的典范。因此，在传统的建筑领域中开展IT技术的研究和应用是符合当今时代建筑发展规律的，利用现代高新IT技术研究和建造具有智能特征的智能建筑也是时代发展的必然结果。

## 1.1 智能建筑概论

建筑由最初用于遮阳避雨和防风御寒的场所，发展到具有艺术性和多功能性的建筑，直到近代的摩天大楼和今天的智能建筑，都是时代赋予建筑的烙印，是不同时代科技水平的反映，并代表着人类文明进步的足迹和科学技术发展的成就。第一幢智能建筑出现以来，智能建筑就受到了世界各国的广泛关注和大力提倡，并在世界各地建造了大量的智能建筑。那么，什么是智能建筑呢？

### 1.1.1 智能建筑定义

智能建筑经过 20 余年的实践，其功能不断发展和完善，实现技术也不断成熟和更新。随着科学技术的发展，智能建筑仍将不断地采用高新技术，并不断发展。这种不断发展的特性使智能建筑在不同的时期具有不同的内涵和外延，至今仍没有统一的定义。

尽管如此，探索智能建筑的本质仍然有助于我们正确认识智能建筑的发展规律和指导实践。下面是几个具有较大影响的定义。虽然这些定义具有不同的侧重点，但这些定义是从不同的视角对智能建筑形成的“视图”。如果综合这些“视图”，就可以领悟智能建筑的基本功能和特点、基本组成和要素。

欧洲智能建筑组织（The European Intelligent Building Group）把智能建筑定义为：“使其用户发挥最高效率，同时又以最低的维护成本，最有效管理本身资源的建筑”。智能建筑应提供“反应快，效率高和有支持力的环境，使用户能达到其业务目标”。这个定义从智能建筑的运行角度，抽象地概括了智能建筑的功能和特点，但没有涉及任何实现技术。

美国智能研究所（AIBI）把智能建筑定义为：“智能建筑通过对建筑物的四个基本要素，即结构、系统、服务和管理以及它们之间内在关联的最优化设计，来提供一个投资合理且高效率、舒适、温馨、便利环境的建筑，并帮助建筑业主、物业管理人员和租用人员意识到在费用、舒适、便利和安全等方面的目标，当然还要考虑长远的系统灵活性及市场能力”。该定义将智能建筑的功能和特点具体化，强调了智能建筑“以人为本”的思想，给出了实现智能建筑的方法，即系统最优化，但这种实现方法过于抽象化。同上述定义一样，没有涉及任何实现技术。

新加坡把智能建筑定义为至少具备三个条件的建筑，一是具有保安、消防及环境控制等先进的自动化控制系统，以及自动调节建筑内温度、湿度、灯光等参数的各种设施，以制造舒适安全的环境；二是具有良好的通信网络设施，使信息能在建筑物内传输和共享；三是能提供足够的对外通信设施与能力。这个定义的优点是对智能建筑的功能进行了细化和总结，在某种意义上，给出了智能建筑的基本组成和要素。但在智能建筑的构成中忽略了最终实现其“智能”的基础。

我国《智能建筑设计标准》（GB/T 50314—2000）把智能建筑定义为：“以建筑为平台，兼备建筑设备、办公自动化及通信网络系统，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”。该定义基本上是上述三个定义的综合，既给出了智能建筑的基本组成和要素，也给出了智能建筑的基本功能和特点。

上述四个定义虽然强调了智能建筑的最终目标和基本功能，但均非常抽象，不宜于指导智能建筑的具体实践。为了将智能建筑的功能具体化和满足技术评价的需要，亚洲智能建筑学会（AIIB）将智能建筑的功能模块化，归纳为如下 10 个功能模块，并用“M + 序号”表示，每个功能模块称为“QEM（Quality Environment Module）”。其中，M10 是在 SARS 爆发后加入的。

- (1) M1: 环境模块——健康、节能
- (2) M2: 空间模块——利用率高、分隔组合灵活
- (3) M3: 费用模块——运行、维护费用低
- (4) M4: 舒适模块——人员舒适
- (5) M5: 工作模块——工作效率高
- (6) M6: 安全模块——有效避免和减少由于火灾、地震、灾害和结构破坏等突发事件的损失
- (7) M7: 文化模块——营造先进、优秀文化环境
- (8) M8: 高新技术模块——及时利用高新技术成果
- (9) M9: 结构模块——布局先进、结构优化
- (10) M10: 健康和卫生模块——有效防止流行病的传播

从 QEM 的内容来看，QEM 也可以称为智能建筑的“基本功能模块”。不同智能建筑由于使用功能上的差异，可以选择不同的 QEM 模块组合进行设计和实施。不难看出，上述模块化定义不仅具有实际指导意义，而且还具有一定的灵活性。但这个定义与前面的几个定义一样，只是从功能的角度进行的定义，相当于“多功能建筑”的定义，忽视了智能建筑应具有的基本特征和具体实现技术等内容。

智能建筑区别于其他建筑的根本特征是智能建筑的“智能（intelligence）”，以及在此基础上所表现出的与人和谐、与自然环境生态和谐的友好特性。普遍认为，智能研究是现代科学中最复杂和最困难的领域。至今，人们对智能本质的认识依然是莫衷一是。但“智能是人类所具有区别其他动物的本质特性，是人类所特有的生理活动过程”的观点得到普遍认可。目前，智能领域的应用主要是“人工智能（Artificial Intelligence）”，而“人工智能”的实现技术是计算机技术和以计算机技术为基础的现代高新技术。从智能建筑的发展过程中可以看出，智能建筑正是“人工智能”在建筑领域的应用。如果从智能建筑目前实现其“人工智能”的技术构成和时代要求来定义，智能建筑可以定义如下。

智能建筑是指这样一类可持续的“绿色建筑”：(1) 具有控制网络和信息网络基础设施；(2) 在控制网络和信息网络集成系统的基础上，具有获取、处理、理解、再生和运用建筑内外信息的“人工智能”；(3) 提供一个投资合理、高效率、舒适、温馨、便利和安全的生活、娱乐和工作环境；(4) 具有可持续发展和生态平衡的能力。

上述定义正确地反映了技术手段与功能目标之间的辩证关系，纠正了片面强调技术重要性的观点，不仅将智能建筑的概念约束在建筑领域之中，而且还扩大了建筑领域的研究范畴。这一点正如美国著名建筑师赖特（Frank Lloyd Wright）所倡导的一样：建筑不只局限于精确，它们是真正的有机体，是心灵的产物，是利用最好的技术完成的艺术品。

面对 21 世纪信息时代的大潮汹涌而来，我们这个有着数千年历史的传统行业——建筑业面临着强烈的挑战和发展的机遇。这就是我们这个古老的行业如何适应信息时代的要

求，为自己来一番脱胎换骨的改造。而在这场改造之中，建筑的“智能化”将扮演着先锋的角色。

### 1.1.2 智能建筑基本功能和组成

智能建筑作为一种建筑形式，应包含建筑学的所有内容，例如风格与流派、空间与结构，社会与人文等。但本书只对智能建筑及其实现技术进行必要的“透视和扫描”，因此如果从建筑功能主义的观点出发，智能建筑可以较为准确地用现代建筑大师勒·柯布西耶的“A house is a machine for living in (房屋是居住的机器)”的机械比拟主义思想来进行定义和扩展。如果根据当今的科技水平将大师的话进行引伸和扩展，就可以将智能建筑更形象地定义为“An intelligent Building is an information processor for living in, working in, entertaining in, … (智能建筑是居住、工作和娱乐等的信息处理机)”，并如图 1-1 所示。这个形象的定义可以很好地描述智能建筑所具有的各种功能及其实现技术的内在关系，也可以很好理解现代高新技术在智能建筑中的应用，尤其是现代信息技术在智能建筑中所发挥的作用，更可以直观地预测智能建筑的技术发展趋势，从而可以清晰地勾画出智能建筑基本技术的组成及其互相关系，也可以更好理解智能建筑基本原理和方法。

从智能建筑的多种定义可以看出，智能建筑是一个复杂的巨系统，它不仅与现代自然科学密切相关，而且还涉及到社会、人文、经济和环境等各个方面，也就是说，智能建筑是一个学科交叉的工程领域。但单纯地从智能建筑的基本组成和功能来看，智能建筑主要是现代建筑技术与现代信息技术相结合的产物，并随着现代科学技术的进步不断得到发展和充实。

根据信息技术在智能建筑中的应用来看，智能建筑可以由如下几个系统组成。这种系统划分在我国《智能建筑设计标准》中得到了应用，是普遍认同的。

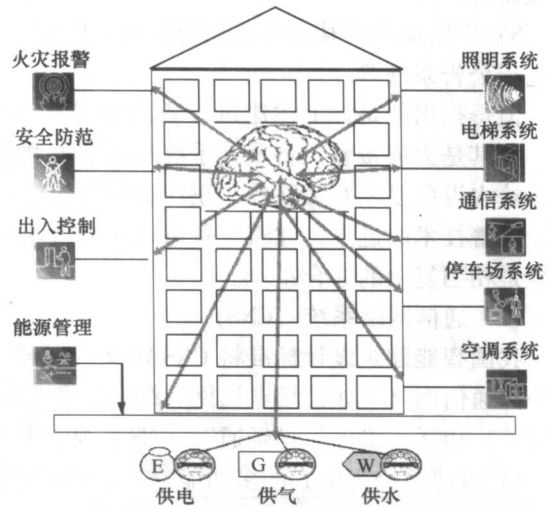


图 1-1 智能建筑示意图

#### (1) 建筑设备自动化系统 (Building Automation and Control System, BACS)

我国智能建筑设计标准将建筑设备自动化系统定义为“将建筑物或建筑群的电力、照明、空调、给排水、防火、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”。由此可见，建筑设备自动化系统是一个对建筑物内所有机电设施进行自动控制和管理的综合系统，从其结构来看，建筑设备自动化系统是通过建筑设备自控网络 (Building Automation and Control Networks) 将众多具有网络通信功能的建筑设备监控系统 (一般为 Direct Digital Control, DDC) 连接而形成具有数据共享 (Data-Sharing) 和互操作 (interoperability) 功能的分布式控制 (Distributed Control System, DCS) 系统。具体地说，BACS 监视、控制和管理的具体内容可以包括如下几个方面的内容，以实现建筑设备运行、

维护与资料档案管理以及经济分析等管理功能。

1) 环境设备及其系统监控与管理。建筑环境设备主要包括空调冷热源、空调处理机组、通风系统等。

2) 给排水设备及其系统监控与管理。给水排水设备主要包括生活给水设备系统、生活排水设备系统及污水处理设备系统。

3) 电力设备及其系统监控与管理。电力设备主要包括高低压配电设施、变电设施、蓄电和应急发电设备等。

4) 照明设备及其系统监控与管理。照明设备主要包括工作照明设备、事故照明设备、景观照明设备、高层建筑屋顶航标设备及事故与特殊照明设备等。

5) 安全防范设备及其系统监控与管理。安全防范设备主要包括出入口控制、入侵报警设备、视频监控设备以及电子巡更设备等。

6) 火灾报警设备及其系统监控与管理。火灾报警设备主要包括自动报警设备、手动报警设备、自动灭火设备、正压送风设备、防排烟设备、紧急广播设备、指示照明设备以及联动控制设备等。

7) 交通运输设备及其系统监控与管理。交通运输设备主要包括各种电梯设备和停车场设备等。

8) 广播设备及其系统监控与管理。广播设备主要包括背景音乐设备、紧急广播设备和电子公告系统等。

值得指出的是，上述建筑设备的分类并不是完全独立的，有些建筑设备具有多重功能，尤其是火灾报警设备及其系统与其他类型设备及其系统的联系最为紧密。如，灭火设备与给水设备是相互关联的，正压送风与防排烟设备有时与空调或通风设备是共用的。另外，随着技术的进步，建筑设备系统还会出现新的设备及其系统。这说明建筑设备自动化系统是相当复杂的综合系统。

## (2) 通信网络系统 (CNS)

我国智能建筑设计标准将 CNS 定义为“楼内的语音、数据、图像传输的基础，同时与外部通信网络（如公用电话网、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）相联，确保信息畅通”。CNS 通常包括如下几个系统。

- 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。

## (3) 办公自动化系统 (OAS)

我国智能建筑设计标准将 OAS 定义为“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，是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个办公目标的人机信息系统”。OAS 提供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系统，极大地方便了办公事务的处理。该系统主要包括如下四个子系统。

- 1) 事务型办公系统：包括文字处理、邮件管理、电子报表、日程安排等办公系统。
- 2) 管理型办公系统：包括计划、统计、财政、公文、人事、外事等办公系统。
- 3) 决策型办公系统：包括决策模型、计划模型、评估模型、决策方法、案例等系统。
- 4) 服务管理系统：包括客户管理、财务管理、房产管理、综合信息服务、智能卡管理及计算机网络管理等系统。

随着科技的发展，OAS 的内容愈来愈丰富，不仅包括了上述信息系统，尤其是国家信息化及数字城市的发展，而且还包括了电子商务、电子政务、远程电子教育、远程网上医疗、网上图书馆，以及各种专业的业务信息应用系统。因此 OAS 的概念已远远不能概括上述内容，目前许多专家提出应把 OAS 改为“信息管理系统”将更加全面、科学。相应地，建筑设备自动化系统系统和 CNS 系统也应进行研究和商榷以适应数字城市的发展。如智能卡 (smart card) 技术应用所形成的“一卡通”系统，既可以用于智能建筑的建筑设备自动化系统 (保安门禁、巡更、停车场出入控制)，也可以用于 OAS 系统 (物业管理、停车场收费、商业消费、电子钱包，人事与考勤管理等)。而在我国智能卡主要用于智能住宅小区、智能大厦的停车场、门禁、巡更消费、宾馆房间门锁等。因此，上述三大系统的划分并不是绝对的，应根据实际应用，尤其是新技术的应用，不断地进行调整。

综上所述，智能建筑是上述三大系统的集成系统，在目前技术水平基础上，智能建筑的基本组成如图 1-2 所示。智能建筑只有在系统集成的基础上消除各系统之间的“信息孤岛”，智能建筑才会综合协调发挥其作用和功能，因此智能建筑的系统集成应包括设备的集成、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。随着科技的进步，不仅会有新型智能化子系统 (如智能卡系统) 加入到智能建筑之中，而且智能建筑的基本组成也会在技术和内容上发生深刻变化，即技术会更加先进，内容会更加丰富。

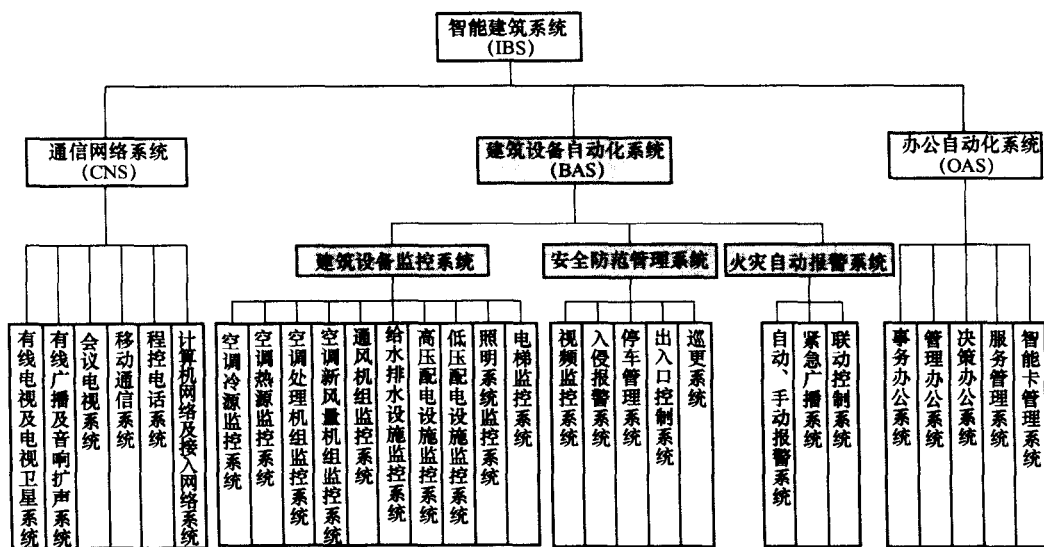


图 1-2 智能建筑基本组成方框图

智能建筑经过 20 余年的发展，在实现“人性化、智能化和生态化”的道路上已树立

了一座座里程碑，并在信息技术的推动下向更远的方向发展。智能建筑由早期的自动监控功能发展到自动监控、分级管理和应用智能化的集成功能，其目标从设备优化控制、建筑节能、提高用户生产效率到综合安全防范。这种发展过程反映了智能建筑已是相当复杂的“智能机器”，揭示了智能建筑具有多学科交叉的特点，不仅涉及建筑技术、建筑环境技术、建筑设备技术，而且涉及现代计算机技术、现代网络通信技术、现代自动控制技术和人工智能技术等诸多技术，是多学科技术的典型结合。

根据智能建筑的发展过程和未来趋势来看，智能建筑在不断引用其他学科的理论和技术时已形成了特有的理论和技术，并构成了智能建筑的理论体系基础。在早期的智能建筑中，所有理论和技术均来源于相关领域，例如，对建筑设备的监控来源于工业过程自控（Process Control）领域，数据通信来源于其他现场总线（Fieldbus）领域，等等。当今的智能建筑除计算机自动控制技术与其他领域仍具有共性外，建筑设备自控网络数据通信技术、系统集成技术和人工智能应用技术则是智能建筑所特有的理论基础和技术。因此，智能建筑相关技术除计算机自动控制技术外，还包括具有自身特点的建筑设备自控网络数据通信技术、系统集成技术和人工智能应用技术等所特有的技术。

## 1.2 建筑设备自动化概述

在智能建筑中，以信息技术为基础的建筑设备自动化系统是智能建筑各项功能和可持续发展的主体。根据当前的技术水平和已运行的大多数智能建筑来看，建筑设备自动化系统主要包括建筑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以及广播自动化系统等。

随着新技术、新设备的出现，建筑设备自动化系统必将在规模和深度上不断扩展和完善，如已逐渐在智能建筑和智能小区中得到应用的“一卡通自动化系统”。这些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。总之，建筑设备自动化系统是一个不断增长和完善的动态系统，其支撑技术也是不断发展和更新的。

### 1.2.1 建筑设备自动化回顾

建筑设备自动化与建筑设备在建筑中的应用是密切相关的。虽然其他建筑设备（如给水、排水设备）早已出现在建筑中，但这些建筑设备并没有产生真正意义的建筑设备自动化技术。当供暖或供冷设备出现在建筑中时，由于需要对建筑室内环境的温度、湿度等参数进行控制，才产生了真正意义上的建筑设备自动化技术。可以说，建筑中的采暖、通风、空调与制冷（HVAC&R）设备促进了自动控制技术在建筑中的运用，并由此产生了建筑设备自动化技术。

HVAC&R 设备在建筑中的应用，保证了建筑内部环境的舒适性，提高了工作效率。但 HVAC&R 设备能源消耗巨大。为了降低能耗，首先就必须使 HVAC&R 设备优化运行，这就需要引入自动控制技术，对 HVAC&R 设备进行自动控制。随着建筑设备自动化的产生以及自动控制技术在 HVAC&R 设备中的成功应用和推广，其他建筑设备也逐渐引入了自动控制技术。从而使现代建筑设备自动化系统集成成了所有建筑设备自动化子系统，并成为



一个复杂的大系统。

建筑设备自动化技术的发展与其他自控领域的发展是相似的。最早的建筑设备自动化系统是气动 (pneumatic) 控制系统, 气动控制系统的能源和介质是压缩空气, 主要用于控制供热、供冷管道上的调节阀和空气调节系统空气输配管道的调节阀。当时由于市场的竞争和用户的需求, 这种控制技术也进行了标准化, 标准化的主要内容是统一压缩空气的压力和有关气动部件的几何结构。在标准的作用下, 许多控制设备生产厂商生产的气动控制设备可以互换, 这样不仅可以满足用户的需求, 更重要的是标准有利于市场竞争, 促进了建筑设备自动化技术的发展。

随后, 以各种电气仪表、信号灯、继电器及操作按键的电气控制系统逐渐代替了气动控制系统, 并成为建筑设备控制系统的主要控制形式。当计算机出现后, 建筑设备自动化技术引入了计算机控制系统。起初计算机系统只是简单地接入气动控制系统或电气控制系统之中, 形成所谓的“操作指导控制系统”。在操作指导控制系统中, 计算机系统的作用只是对控制对象或过程的参数进行采集和处理, 处理的结果并不直接用于控制过程, 而是操作者利用这个处理结果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。操作指导控制系统虽然是计算机系统在控制领域中最简单的应用方式, 但在建筑设备自控系统中起到了显著的作用, 节能效果显著。计算机系统在建筑设备自动化系统中的应用由此得到了迅速的发展。

20 世纪 80 年代早期, 计算机技术和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极大地提高了建筑设备的效率, 并优化了建筑设备的运行和维护。随后, 为了提高计算机控制系统的性能和合理利用不同配置的计算机资源, 又出现了以 DDC 技术为基础的“监督计算机控制系统 (Supervisory Computer Control, SCC)”。随着网络通信技术的发展, 在现场总线 (Fieldbus) 技术和计算机网络技术的带动下, 产生了各种以 DDC 技术为基础的分布式控制系统 (DCS)。这种 DCS 系统便是当今建筑设备自动化系统的基础。

今天, 信息技术的飞速发展给建筑设备自动化系统带来了深刻的革命。在以往的智能建筑中, 建筑设备自动化系统通常与 IT 系统是分离的。随着企业级管理 (enterprise-level management) 的日益流行、开放系统技术 (open systems technology) 以及 Internet 技术的发展, 专有 (proprietary) 通信协议的自控系统终将被开放性通信协议的自控系统所取代, 并在整个智能建筑内实现真正意义上的互操作。这些发展趋势必将导致建筑设备自动化系统从自动监控向企业综合信息管理发展, 从而使建筑设备自动化系统建立在企业级的基础设施之上, 并与 IT 系统无缝集成, 形成网络化的建筑设备系统 (networked building systems, NBS), 真正成为企业级信息管理系统的一个子系统。

### 1.2.2 建筑设备自动化基本内容和体系

建筑设备自动化系统是通过建筑设备自控网络将众多具有网络通信功能的建筑设备监控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, 从其发展过程来看, 建筑设备自动化起源于其他自控领域 (尤其是工业过程控制领域), 经过 20 余年的发展, 已形成了较为完整的理论和内容体系。从学科交叉的特性来看, 建筑设备自动化的理论和内容体系可以分为“基础理论”、“特有理论”和“工程技术”三大部分。其中, 基础理论是