普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等教育智能建筑规划教材

INTELLIGENT
BUILDING

建筑设备自动化系统工程

◎主　编　段晨旭
◎副主编　谢秀颖　袁丽卿

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等教育智能建筑规划教材

建筑设备自动化系统工程

主　编　段晨旭
副主编　谢秀颖　袁丽卿
参　编　张永坚　刘兆峰　石嘉川　丁绪东

机械工业出版社

本书是普通高等教育“十三五”规划教材。

全书共分为6章，涵盖了建筑设备自动化系统工程的基本概念、支撑技术和各主要系统。详细介绍了给排水、暖通空调、供配电系统监控、智能照明等自动化系统的工作原理和控制策略，给出了各系统的典型控制方案和控制电路。结合空调工程中焓湿图的应用方法，重点阐述了空调冷热源的水系统、新风机组、定风量和变风量空调系统等的监控原理，最后介绍了建筑设备自动化系统的工程设计方法。

本书从自动化专业的角度吸收建筑环境和暖通空调等专业技术方法，内容与实际工程密切联系，力争介绍的知识就是实际工程应用。各章节提供大量有针对性的插图并配有练习和思考题，以培养读者的工程技术设计、开发和应用能力。

本书可作为高等院校电气工程及其自动化、建筑电气与智能化等专业及相关专业的教材，也可供专业技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

建筑设备自动化系统工程/段晨旭主编. —北京：机械工业出版社，2016.7

普通高等教育“十三五”规划教材　普通高等教育智能建筑规划教材

ISBN 978-7-111-54254-4

Ⅰ.①建…　Ⅱ.①段…　Ⅲ.①房屋建筑设备－自动化系统－高等学校－教材　Ⅳ.①TU855

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第158127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：贡克勤　责任编辑：贡克勤　路乙达

版式设计：霍永明　责任校对：张晓蓉

封面设计：张　静　责任印制：李　洋

北京瑞德印刷有限公司印刷（三河市胜利装订厂装订）

2016年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·19.75印张·484千字

标准书号：ISBN 978-7-111-54254-4

定价：43.00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

智能建筑规划教材编委会

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

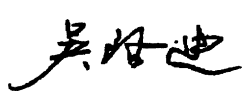
龙惟定　王　忱　张振昭

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、自动控制技术和系统工程技术，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的需要。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，不论是主编者还是主审者，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了一个问题，即时代需要协作精神，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。



写于同济园

需要全本请访问 www.ertongbook.com

前　言

建筑设备自动化系统涵盖了计算机、网络通信和自动控制技术，并涉及建筑结构、建筑环境、建筑设备等诸多方向，是多学科交叉融合、综合运用并处于不断发展的新技术领域，是一个实践性很强，能够形成新的产业增长点的应用技术领域。为了能够培养满足社会对建筑设备自动化系统工程技术人才的需求，作者结合多年的建筑设备自动化教学经验、相关的科学研究成果和专项工程实例，以及在教学过程中收集整理的专业资料，并根据近几年国家的相关工程技术规范和该领域的技术发展，编写了本书。本书减少并压缩了基础知识和设备原理方面的内容，重点介绍建筑设备自动化系统中各典型系统的工作原理、监控方法和设计手段，从节能角度考虑系统的控制策略，通过大量的插图和工程实例，使理论与实际应用结合，力求简明易懂、学以致用。

本书共分 6 章，第 1 章重点介绍了建筑设备自动化系统的基本概念、体系结构和系统集成的网络架构；第 2 章在阐述传感与检测基本概念的基础上，从工程角度介绍了常用的传感器和执行器、直接数字控制器（DDC）和变频器的应用方法；第 3 章对各种给排水方式的控制策略和具体控制电路进行了详细介绍和分析，重点突出节能控制；第 4 章重点介绍了中央空调冷热源、冷冻水、冷却水、暖通、新风、定风量、变风量、风机盘管等系统的工作原理和控制方法，引入空调工程中焓湿图概念，详细地分析和学习利用焓湿图原理对中央空调系统进行控制的方法，使电气控制专业的学生了解空调末端空气状态参数的变化过程和趋势，从而能够真正掌握空调系统的控制规律和控制方法；第 5 章由供配电系统、智能照明系统及电梯系统三部分内容组成，其中，供配电系统监控部分以公共建筑为对象介绍系统的监控方法和设计方法，智能照明监控部分详细介绍了自动照明和智能照明的基本原理、区别和控制方法，以及智能照明系统工程设计，电梯系统监控部分重点介绍高层升降客梯的组成、工作原理，以及电梯监控系统的主要功能和监控方法；第 6 章采用案例教学方法，依据国家相关设计规范，结合具体建筑设备自动化系统工程实例，详细介绍了工程设计步骤和设计过程。

本书作者均为从事建筑设备自动化教学和相关研究的教师。谢秀颖编写了第 5 章中智能照明系统监控部分内容，袁丽卿编写了第 5 章和第 6 章，张永坚编写了第 1 章部分内容，其余章节由段晨旭编写，全书由段晨旭统稿，刘兆峰、石嘉川、丁绪东也参与了教材的编写和修改工作。

本书参考了不同专业的建筑设备自动化系统的相关教材和期刊中的资料和研究成果，除在参考文献中列出外，在此向书刊资料作者及同行表示敬意和感谢！对于本书的错误和遗漏之处，以及可能出现的不妥之处，恳请读者提出宝贵意见。

作　者

目　录

序

前言

第 1 章　建筑设备自动化控制技术基础 …… *1*

1.1　建筑设备自动化系统概述 …… *1*
1.1.1　建筑设备自动化技术的发展历史 … *1*
1.1.2　建筑设备自动化系统的定义 …… *3*
1.1.3　建筑设备自动化系统的构成及功能 …… *3*
1.2　建筑设备自动化系统的体系结构 …… *5*
1.2.1　集中式控制系统 …… *6*
1.2.2　集散式控制系统 …… *7*
1.2.3　现场总线控制系统 …… *9*
1.2.4　FCS 与 DCS 混合式集成控制系统 …… *10*
1.2.5　网络集成系统 …… *12*
1.3　建筑设备自动化系统集成 …… *12*
1.3.1　系统集成的基本概念 …… *13*
1.3.2　系统集成的分类形式 …… *14*
1.3.3　BA 集成模式 …… *16*
1.3.4　BMS 集成模式 …… *17*
1.3.5　IBMS 集成模式 …… *20*
1.4　建筑设备自动化系统的控制原理 …… *21*
1.4.1　建筑设备自动化系统的基本控制功能 …… *21*
1.4.2　闭环控制/调节系统 …… *21*
1.4.3　控制器调节特性及调节方法的选择 …… *23*
1.4.4　控制系统的参数整定 …… *30*
思考题与习题 …… *32*

第 2 章　建筑设备自动化系统工程中的监控设备 …… *33*

2.1　传感与检测的基本概念 …… *33*
2.1.1　参数检测分类 …… *33*
2.1.2　检测系统的组成 …… *33*
2.1.3　测量误差与精度 …… *35*
2.1.4　检测仪表的主要性能指标 …… *35*
2.2　建筑设备自动化系统工程中参数检测 …… *36*
2.2.1　温度检测 …… *36*
2.2.2　湿度检测 …… *45*
2.2.3　压力和液位检测 …… *47*
2.2.4　流量检测 …… *51*
2.2.5　风速检测 …… *56*
2.2.6　液位检测 …… *58*
2.3　建筑设备自动化系统中的执行器 …… *62*
2.3.1　电动执行器的分类 …… *62*
2.3.2　建筑设备自动化系统中常用的电动阀 …… *66*
2.3.3　调节阀的流量特性 …… *70*
2.4　变频调速技术 …… *77*
2.4.1　变频器的结构 …… *77*
2.4.2　变频器的分类 …… *78*
2.4.3　变频器控制电路 …… *79*
2.4.4　变频调速的适用范围 …… *80*
2.4.5　变频器的选择 …… *82*
2.4.6　软起动器 …… *82*
2.5　直接数字控制器 …… *85*
2.5.1　直接数字控制器概述 …… *85*
2.5.2　直接数字控制器的基本功能 …… *85*
2.5.3　直接数字控制器的基本应用 …… *89*
思考题与习题 …… *92*

第 3 章　给排水自动化原理 …… *94*

3.1　给排水系统的分类和基本给水方式 …… *94*
3.1.1　给排水系统的分类 …… *94*
3.1.2　水泵的控制方式 …… *94*
3.2　建筑给水系统自动控制 …… *98*
3.2.1　建筑给水方式 …… *98*
3.2.2　生活用水高位水箱给水系统监控 …… *99*
3.2.3　气压给水方式监控 …… *102*

3.2.4　水泵直接给水的变频器恒压供水系统监控 …… 106
3.2.5　一台水泵固定变频运行和多台水泵工频运行的恒压供水控制系统 … 107
3.2.6　多泵循环软起动恒压供水控制系统 …… 111
3.2.7　恒压供水中水泵电动机由变频器供电到工频供电的切换问题 …… 115
3.2.8　生活与消防供水系统控制 …… 121
3.2.9　变频器在小流量恒压供水系统中的应用 …… 125
3.2.10　无负压供水系统控制 …… 127
3.3　排水系统控制 …… 131
3.3.1　排水系统的组成及工作原理 …… 132
3.3.2　给排水系统智能化控制 …… 133
思考题与习题 …… 134

第4章　空调系统自动化原理 …… 135

4.1　空调系统概述 …… 135
4.1.1　湿空气的状态参数 …… 136
4.1.2　空气的参数调节 …… 138
4.1.3　湿空气焓湿图在中央空调控制过程中的应用 …… 141
4.1.4　空调系统的组成 …… 147
4.1.5　空调系统的分类 …… 147
4.2　空调的冷热源系统监控 …… 149
4.2.1　制冷机组的工作原理 …… 150
4.2.2　暖通空调的热源设备 …… 159
4.3　空调冷源水系统的自动控制 …… 160
4.3.1　空调水系统的组成 …… 160
4.3.2　空调水系统运行参数检测 …… 165
4.3.3　冷水机组的起停联锁控制 …… 167
4.3.4　冷冻水系统的自动控制 …… 169
4.3.5　冷却水系统控制 …… 180
4.3.6　设备相互备用切换与均衡运行控制 …… 184
4.3.7　制冷系统监控技术的发展 …… 185
4.4　空调热源系统及集中供热系统自动控制 …… 188
4.4.1　换热站的供热形式 …… 188
4.4.2　集中供热的自动化系统 …… 191
4.4.3　间接连接供热的换热站监控系统设计 …… 195
4.5　空调末端自动化 …… 200
4.5.1　新风机组自动控制 …… 200
4.5.2　定风量空调机组自动控制 …… 206
4.5.3　变风量空调系统 …… 224
4.6　风机盘管控制系统 …… 238
4.6.1　独立风机盘管和联网风机盘管控制系统 …… 238
4.6.2　风机盘管空调系统的运行调节 … 243
4.7　通风系统自动控制 …… 246
4.7.1　高层建筑的通风设计主要考虑的内容 …… 246
4.7.2　高层建筑各功能区通风及防排烟设计 …… 247
4.7.3　排风排烟机及送风机设置 …… 247
思考题与习题 …… 249

第5章　供配电系统、智能照明系统及电梯系统监控 …… 251

5.1　供配电系统监控 …… 251
5.1.1　供配电系统的检测与控制 …… 251
5.1.2　供配电监控系统的构成 …… 256
5.1.3　监控管理系统的配置方式 …… 258
5.1.4　供配电监控系统设计举例 …… 259
5.2　智能照明系统监控 …… 261
5.2.1　照明监控自动化 …… 261
5.2.2　智能照明控制系统 …… 266
5.2.3　智能照明系统设计 …… 270
5.3　电梯系统监控 …… 273
5.3.1　电梯的组成和工作原理 …… 273
5.3.2　电梯监控系统的功能 …… 274
思考题与习题 …… 275

第6章　建筑设备自动化系统设计 …… 276

6.1　建筑设备自动化系统设计概述 …… 276
6.1.1　建筑设备自动化系统设计依据 … 276
6.1.2　建筑设备自动化系统设计原则 … 276
6.1.3　建筑设备自动化系统网络结构 … 277
6.2　建筑设备自动化系统的设计步骤 …… 279
6.2.1　方案设计 …… 279
6.2.2　初步设计 …… 279
6.2.3　施工图设计 …… 280
6.3　建筑设备自动化系统设计中需要注意的问题 …… 281

6.3.1 编制监控点表 …… 281
6.3.2 现场控制器 DDC 的配置 …… 284
6.3.3 建筑设备自动化系统中现场设备的配置 …… 285
6.3.4 建筑设备自动化系统的监控中心设计 …… 286
6.3.5 建筑设备自动化系统辅助设施 … 287
6.4 建筑设备自动化系统设计应用实例 … 288
6.4.1 控制方案设计 …… 289
6.4.2 系统及设备选型 …… 292
6.4.3 绘制各个监控子系统控制原理图 …… 293
6.4.4 编制监控点表 …… 297
6.4.5 绘制建筑设备自动化系统总控制网络图 …… 304
6.4.6 设计说明 …… 305
思考题与习题 …… 305
参考文献 …… 307

第 1 章　建筑设备自动化控制技术基础

1.1　建筑设备自动化系统概述

随着人类社会的不断发展，建筑物在人类的生活与工作中的地位越来越重要。一方面，人们对建筑物的内外环境要求越来越高；另一方面，科学技术和生产力的迅速发展，为改善建筑物内外环境条件和提高建筑物内外环境质量提供了有效的技术手段和广泛的可能性，结果是附加于传统建筑意义之上的环境、安全等设备的数量及功能要求越来越多，技术水平越来越高，系统越来越复杂，投资、运行能耗和维护费用也越来越高。为了充分、有效地发挥设备潜力，提高系统的整体效能，降低设备运行能耗和系统运行、维护费用，实现建筑物内设备自动控制的建筑设备自动化系统（Building Automation System，BAS，也称为楼宇自动化系统），成为建筑技术不断发展的必然要求和自动化技术在建筑领域应用的必然结果。在建筑设备自动化技术的基础上，结合通信技术、计算机技术和其他科学技术而形成并迅速发展的智能建筑（Intelligent Building，IB）则能更好地满足人们对建筑环境安全、舒适、便捷、高效等要求。

1.1.1　建筑设备自动化技术的发展历史

建筑设备自动化是随着建筑物的环境设备，尤其是暖通空调系统，即供热、通风、空气调节与制冷（Heating，Ventilation，Air Conditioning and Refrigeration，HVAC&R）系统的发展而出现的。建筑设备自动化技术在 20 世纪 50 年代后期引入我国，之后的 20 年随着自动化技术的进步也有所发展，但比较缓慢。近年来随着国内国民经济和科学技术的快速发展，特别是微电子技术、计算机技术和网络技术等 IT 技术的高速发展，使这一技术在科技与应用两个方面都得到了迅猛发展。

建筑设备自动化系统的发展与其他领域自控系统的发展是相似的。最早的设备自控系统是气动系统，气动控制系统的能源是压缩空气，主要用于控制供热、供冷管道上的调节阀和空气调节系统的空气输配管道调节阀。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。在标准的规范下，许多控制设备生产厂商生产的控制设备可以互换，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，促进了建筑设备控制系统的发展。

20 世纪 60 年代，随着半导体技术的发展，电气控制系统逐渐代替气动控制系统，并成为建筑设备控制系统的主要控制形式。1973 年爆发能源危机，迫使建筑设备自动化系统必须寻求更为有效的控制方式来控制建筑设备，以减少能源的消耗。HVAC&R 系统就首当其冲，出现了以 HVAC&R 设备为主要控制对象的计算机自动化系统，以后逐渐发展为包含照明、火灾报警等子系统的集成计算机楼宇自动化系统。起初计算机系统只是被简单地纳入电气控制系统之中，形成所谓的“监督控制系统（Supervisory Computer Control，SCC）”。在

SCC 中，计算机系统的作用只是监督和指导，控制过程仍由原来的控制系统来完成。SCC 是计算机系统在控制领域中最简单的应用方式，但在楼宇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（Direct Digital Control，DDC）技术。DDC 技术在楼宇自控系统中的应用极大地提高了楼宇设备的效率，并简化了楼宇设备的运行和维护。随后在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（Distributed Control System，DCS）。DCS 在楼宇设备控制系统中的应用就形成了建筑设备自动化系统。

早期的建筑设备自动化系统通常是各个独立建筑设备自控系统。随着计算机技术、数字通信技术、控制技术以及微电子技术的发展，其他楼宇设备的自动控制系统也逐渐地被集成到建筑物自动化系统中，如火灾自动报警与消防灭火设备自动控制系统、智能卡设备自控系统等。现代智能建筑的楼宇自动化系统是一个高度集成、和谐互动、具有统一操作接口和界面的“高智商”的自动化系统。

信息技术的飞速发展使建筑设备自动化系统发生了本质的变革。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-wide Management）的日益流行，开放系统技术（Open Systems Technology）以及 Internet 技术的发展，单纯的物业管理（Facility Management）必将会纳入企业管理之中：专有通信协议的自动化系统将被开放通信协议的自动化系统所取代，并在整个楼宇自动化系统内实现完全互操作，Internet 将会成为企业级的基础网络设施（Infrastructure）。这些发展趋势必将导致建筑设备自动化系统建立在企业管理系统的基础设施之上，形成网络化的楼宇系统（Networked Building Systems，NBS），真正成为企业级信息系统的一个子系统。网络化楼宇系统使楼宇自动化系统不仅具有统一的操作界面（如 Web 浏览器，这种技术在控制系统中的应用已趋成熟），而且使包含物业管理在内的企业管理更加高效。

随着社会与科技的进步与发展，只有建筑设备自动化系统所提供的建筑环境已无法适应信息技术的飞速发展和满足人们对建筑环境信息化、智能化的需求。1984 年 1 月在美国康涅狄格州 Hartford 竣工的 City Place 大楼的宣传材料中，第一次出现“智能建筑（Intelligent Building，IB）”一词，标志着“智能建筑”概念的形成。该大楼以当时最先进的技术来控制空调设备、照明设备、防灾和防盗系统、垂直交通运输（电梯）设备、通信和办公自动化等，除可实现舒适、安全的办公环境外，还具有高效、经济的优点。大楼的用户可以获得语音、文字、数据等各类信息服务，而大楼内的空调、供水、防火防盗、供配电等系统均为计算机控制，实现了自动化综合管理，为用户提供了舒适、方便和安全的建筑环境，引起全世界的关注。我国智能建筑起步较晚，直到 20 世纪 80 年代末期才有较大的发展，但其迅猛的发展势头令世人瞩目。近几年来，在我国的北京、上海、广州、深圳等城市，相继建成了一批具有相当水平的智能建筑，如北京的发展大厦、上海的金茂大厦、深圳天安数码城等。当前国内的智能建筑开始转向大型公共建筑，例如会展中心、图书馆、体育场馆，乃至城市信息化小区。据国外媒体预测，近期在中国兴建的大型建筑将占全球的一半，21 世纪全世界的智能建筑将有一半以上在中国建成。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

1.1.2　建筑设备自动化系统的定义

建筑设备自动化系统（Building Automation System，BAS），又称为楼宇自控系统，是根据现代控制理论和控制技术，采用计算机技术、网络技术等，对建筑物内机电系统进行自动监测、自动控制、自动调节和管理的系统。实现建筑物的机电系统安全、高效、可靠、节能的运行和科学的管理。

总的来说，建筑设备自动化系统是一个对建筑物（群）内所有设备及装置的工作状态进行监视、控制和统一管理的自动化系统，它的主要任务是为用户提供安全、高效、经济和舒适的工作环境，保证整个系统经济运行，并提供智能化管理，谋求建筑最佳的节能效果。

本书所涉及的建筑设备自动化的内容主要侧重于建筑物内机电设备范畴的监控与应用。

1.1.3　建筑设备自动化系统的构成及功能

上面给出了建筑设备自动化系统的定义，通过定义可以大致了解建筑设备自动化系统的基本功能和基本组成，它担负着对整幢建筑物机电设备的集中监测与控制，保证所有设备的正常运行，并达到最佳状态。同时，在计算机软件的支持下进行信息处理、数据运算、数据分析、逻辑判断、图形识别等，从而提高了建筑物的管理和服务水平，为建筑的智能化打下坚实的基础。

1. 建筑设备自动化系统的组成

建筑设备自动化系统的内容相当广泛，一般包括暖通空调自动化系统、冷热源自动化系统、给排水自动化系统、供配电监控系统、照明监控系统、电梯监控系统等的控制和管理。建筑设备自动化系统涵盖的基本内容如图 1-1 所示。

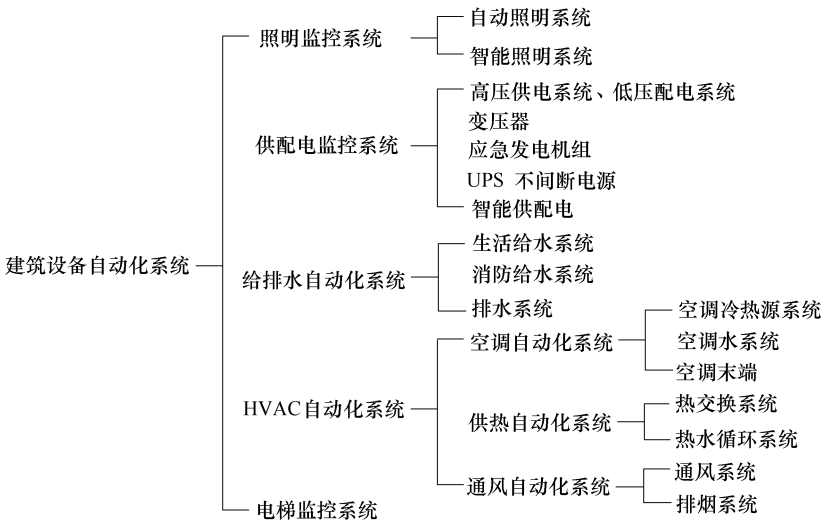


图 1-1　建筑设备自动化系统涵盖的基本内容

1）暖通空调自动化系统（Heating，Ventilation，&Air-Conditioning，HVAC）维持建筑物内各区域环境，通过控制室内温度、湿度和空气质量，以提供满足建筑物的使用要求，并向使用者提供健康舒适的室内环境。

2）冷热源自动化系统指为满足采暖空调系统要求而设立的冷冻站、换热站、锅炉等设备和系统，也包括为生活热水供应的换热设备和水箱。虽然冷热源系统应该是采暖空调系统的一部分，但由于运行维护管理等方面的特殊性，在涉及建筑自动化时，往往将其单独列出。

3）给排水自动化系统指生活用水、饮用水和消防供水等系统，还包括污水处理系统和排水系统。

4）照明监控系统对建筑物照明系统的工作状态进行监控，对局部照明系统，尤其对公共区域照明系统进行各种控制，并引入智能照明的概念、控制方法和工程设计方法。

5）供配电监控系统监控建筑物供配电系统的工作状态，并引入智能供配电的概念和方法。

6）电梯监控系统也属于建筑物的机电设备系统。考虑到电梯、扶梯自身的控制系统的特点，建筑自动化系统要监测各电梯、扶梯的运行状态，有些场合还要求一些必要的集中控制。

随着现代化建筑的发展和对舒适性与能源节约要求的提高，对建筑设备自动化系统的功能也提出新的要求，即在各系统实现控制的基础上，实现系统的集成控制。如：对窗的开闭、各种遮阳装置的调整、建筑物的自然通风等实现自动控制，同时满足采光要求、通风要求以及热环境要求。

2. 建筑设备自动化系统要实现的功能

（1）建筑设备自动化系统的主要功能

1）确保建筑物内环境的舒适。

2）提高建筑物及其内部人员与设备的整体安全水平和灾害防御能力。

3）通过优化控制提高设备运行过程的控制水平，节省能源消耗，减轻操作人员的劳动强度。

4）提供可靠的、经济的最佳能源供应方案，实现能源管理自动化。

5）提供设备运行情况的监控资料、报表，历史趋势图表，并通过系统的集中分析作为设备管理决策的依据，实现设备维护工作的自动化。

（2）建筑设备自动化系统配置及各项管理功能

1）压缩式制冷系统和吸收式制冷系统的运行状态监测、监视、故障报警、起停程序配置、机组台数或群控控制、机组运行均衡控制及能耗累计。

2）热力系统的运行状态监视、台数控制、可燃气体浓度监测与报警、热交换器温度控制、热交换器与热循环泵联锁控制及能耗累计。

3）冷冻水供水、回水温度、压力与回水流量、压力的监测，冷冻泵起停控制和状态显示、冷冻泵过载报警、冷冻水进出口温度、压力监测、冷却水进出口温度监测、冷却水最低回水温度控制、冷却水泵起停控制和状态显示、冷却水泵故障报警、冷却塔风机起停控制和状态显示、冷却塔风机故障报警。

4）空调机组起停控制及运行状态显示；过载报警监测；送风、回风温度监测；室内外温、湿度监测；过滤器状态显示及报警；风机故障报警；冷（热）水流量调节；加湿器控制；风门调节；风机、风阀、调节阀联锁控制；室内 CO_2 浓度或空气品质监测；（寒冷地区）防冻控制；送回风机组与消防系统联动控制。

5）变风量（VAV）系统的总风量调节、送风压力监测、风机变频控制、最小风量控制、最小新风量控制及加热控制，变风量末端（VAVBOX）自带控制器时应与建筑设备监控系统联网，以确保控制效果。

6）变制冷剂（VRV）系统的多机控制，制冷剂循环压力监测、温度检测及压缩机的变频控制，电子膨胀阀对过热度控制、制冷剂的总量控制和分配控制的网络集成等。

7）送排风系统的风机起停控制和运行状态显示、风机故障报警、风机与消防系统联动控制。

8）风机盘管机组的室内温度测量与控制，冷（热）水阀开关控制、风机起停及调速控制。能耗分段累计。

9）给水系统的水泵自动起停控制及运行状态显示、水泵故障报警、水箱液位监测、超高与超低水位报警。污水处理系统的水泵起停控制及运行状态显示、水泵故障报警，污水集水井、中水处理池监视、超高与超低液位报警、漏水报警监视。

10）供配电系统的中压开关与主要低压开关的状态监视及故障报警，中压与低压主母排的电压、电流及功率因数测量及电能计量，变压器温度监测及超温报警，备用及应急电源的手动/自动状态、电压、电流及频率监测，主回路及重要回路的谐波监测与记录。

11）大空间、门厅、楼梯间及走道等公共场所的照明按时间程序控制（值班照明除外）或按亮度控制和故障报警，自动照明及智能照明。

12）电梯及自动扶梯的运行状态显示及故障报警。

13）热电联供系统的监视包括初级能源的监测；发电系统的运行状态监测；蒸汽发生系统的运行状态监视；能耗累计。

14）当热力系统、制冷系统、空调系统、给排水系统、电力系统、照明控制系统和电梯管理系统等采用分别自成体系的专业监控系统时，通过通信接口以某一系统为主、或建立公共网络系统将其纳入建筑设备管理系统，实现建筑设备自动化的系统集成系统。

1.2　建筑设备自动化系统的体系结构

建筑设备自动化系统是自动控制技术应用的一个分支，它的技术必然随着自动控制技术的进步而不断发展。建筑设备自动化是将建筑物或建筑群的配电、照明、暖通空调、给排水、防火、保安、车库管理等设备或系统，以集中监测、控制和管理为目的，构成综合自动化控制系统。主要用以营造良好的建筑室内环境；优化建筑设备运行，实现建筑节能；延长建筑设备运行寿命，减少管理成本等。建筑设备自动化系统的控制核心是计算机控制系统。计算机控制系统经过了操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督计算机控制系统、集散控制系统到网络化控制的发展过程。

一般建筑设备自动化系统主要由中央管理站、控制分站 DDC、现场仪表（检测元件、执行器）等组成。其中，直接数字控制器由于具有数据采集、存储、逻辑判断、高精度运算等能力，既能独立监控空调、通风、锅炉、制冷、电力、照明、给排水设备等设备，又可通过通信网络接收来自中央管理计算机的统一控制与优化管理，所以，由直接数字控制器组成的计算机控制系统是整个建筑设备自动化系统的关键。目前，随着网络通信技术和计算机控制技术的发展，建筑设备自动化控制系统的结构也经历了从集中式控制、集散式控制到网络集成控制发展阶段。

1.2.1　集中式控制系统

集中式结构的控制系统，是指针对不同规模的控制系统，采用不同档次计算机，通过扩展其外围接口电路，集中采集被控系统的模拟量、开关量、数字量等信息，集中进行运算与处理，并以输出模拟量、开关量和数字量的形式，分别完成对被控对象的自动控制、故障报警和保护等功能。集中式控制系统就是由计算机组成的中央控制器独立对被控设备进行智能控制和管理的系统。图 1-2 是集中式控制系统的组成。

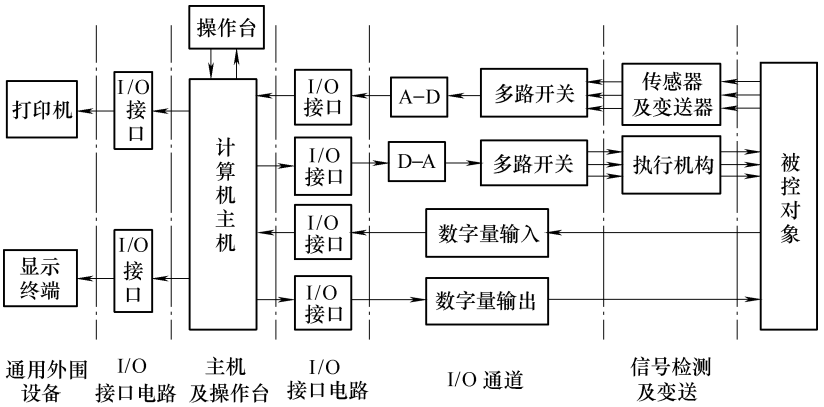


图 1-2　集中式控制系统的组成

早期的集中式控制系统采用计算机、键盘、CRT 以及打印机构成中央站，传感器和执行器等现场设备位于各处测控点，检测量和被控量都是模拟量，通过双绞线与中央站连接在一起，组成集中监控型控制系统。一台中央计算机操纵着整个系统的工作，中央站根据采集的信息做出决策，完成整个系统的参数调节、节能控制和设备管理。

建筑设备自动化系统中有多个独立运行的控制子系统，例如：建筑的给排水系统、暖通空调的水系统等，这些系统的监控点位置集中、控制规模相对较小，适合集中控制。通常采用直接数字控制器作为控制系统地中央控制器，并独立完成系统的各项控制任务。

集中式控制系统的优点是系统的整体协调性好，缺点是危险性高度集中，一旦中央计算机出现故障，整个系统完全瘫痪。所以，集中式控制方式很难被一些生产过程控制系统所接受。但是对于控制点数相对较少、控制内容相对简单、测控点的位置较集中的控制系统，还是采用 DDC 组成局部的集中式控制系统。

1.2.2　集散式控制系统

1. 集散式控制系统的定义

集散式控制系统又称为分布式控制系统（DCS），是采用集中管理、分散控制的计算机控制系统。它以分布在现场的数字化控制器或计算机装置完成对被控设备的实时控制、参数监测和保护任务，具有数据处理、显示、记录及显示报警等功能。

2. 集散式控制系统的特点

集散控制系统是纵向分层、横向分散的大型综合系统。它以多层计算机网络为依托，采用大系统分级递阶控制的思想，将设备运行过程水平分解而将功能作垂直分解，将分布的各种控制设备和数据处理设备连接在一起。设备运行过程的信息则全部集中并存储于中央站数据库中，实现各部分的信息共享和协调工作，共同完成各种控制、管理及决策功能，并根据功能需要可利用信息网络向上传递给管理层计算机。

以分布在被控设备现场处的现场控制器（如 DDC）完成对被控设备的实时监测和控制任务，以安装于集中控制室的中央管理计算机完成集中操作、显示、报警、打印与优化控制等功能。通过通信总线（现场总线或数据通信网络）使整个系统形成一个整体，实现了信息和操作管理集中化、控制任务分散化的目标。

DCS 这种控制分散、信息集中的结构，使系统的危险分散，克服了集中控制系统的危险集中性，系统可靠性差的问题，又避免了常规仪表无法统一管理的分散性和控制装置分散在现场各处，人机联系困难，无法统一管理的不足。

3. 集散式控制系统的结构

集散控制系统中的设备分别处于 4 个不同的层次，自上而下一般为管理级、监控级、控制级、现场级。在同一层次中，各计算机的功能和地位是相同的，分别承担整个控制系统的相应任务，而它们之间的协调主要依赖上一层计算机的管理，部分依靠与同层中的其他计算机数据通信实现，形成分级分布式控制系统。集散控制系统的体系结构如图 1-3 所示。

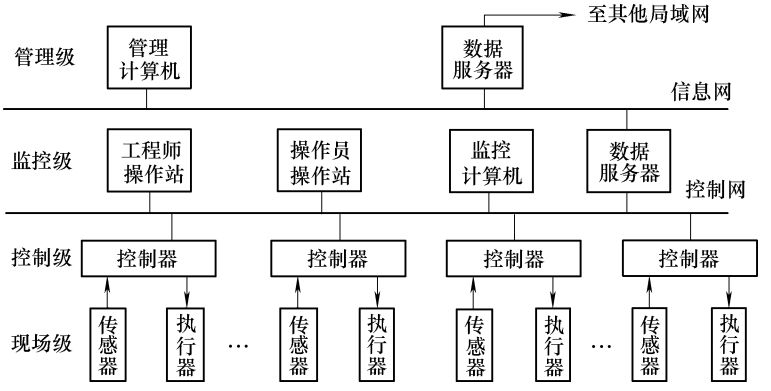


图 1-3　集散控制系统的体系结构

（1）现场级　设备位于生产过程附近，典型的现场设备有温度传感器、压力变送器、电动执行器、流量计等，它们将生产过程中的各种物理量转换为 DC 4～20mA 电信号送往控制级，或者将控制级发出的控制量电信号转换为机械位移，带动调节机构，实现对生产过程

的控制。目前现场级的信息传递有三种方式：一种是模拟信号（DC 4～20mA 或 0～5V 等）；另一种是在模拟信号上叠加了调制后的数字量的混合传输模式；还有一种是采用串行通信方式的数字量传输。

通常，现场设备不属于集散控制系统的范畴，但随着技术的发展，现场设备已经智能化和网络化，它们与整个系统逐步连成一体。

（2）控制级　主要由过程控制站和数据采集站构成。过程控制站接收由现场设备，如传感器、变送器来的信号，按照一定的控制策略计算出所需的控制量，控制现场的执行器工作。过程控制站可以同时完成连续控制、顺序控制、逻辑控制等控制功能，也可以只能完成其中的一种控制功能。数据采集站接收来自现场设备的信号，并对它们进行一些必要的转换和处理之后，送到其他部分，主要是监控级设备中。数据采集站不直接完成控制功能。

一般的过程控制系统都把过程控制站和数据采集站集中安装在主控室内的电子设备间中，所以在施工过程中需要耗费大量的控制电缆和人工费用。在建筑设备自动化系统中，各系统相对独立，所以，通常将控制站就近安装在设备间内。

过程控制站可以由 DDC 组成，根据其功能一般可分为 3 种类型：单回路型、功能分离型、多回路型。DDC 接收来自传感器或变送器的过程变量，按照一定的控制策略，计算出所需的控制变量，并把控制变量传给执行机构，由执行机构去调整生产过程的温度、压力、流量、液位等被控变量。

（3）监控级　设置监控计算机、操作员操作台和工程师工作站及数据服务器等。

操作员站是为操作人员提供与集散控制系统相互交换信息的人机接口设备和人机界面，使操作员了解现场运行状态，各种运行参数、异常情况报警显示，通过键盘、操作员也可对过程参数进行调节，对过程进行控制。

工程师工作站则用于对 DCS 进行离线配置，组态工作和在线的系统监督、控制、维护。

监控计算机一般为中、小型计算机，与控制器实时进行信息交换和信息处理，对整个系统的运行进行检测和控制，用以完成系统的高级控制，综合现场控制器的数据，运用现代控制理论，通过最佳算法实现最优化节能控制，做出控制决策、指挥，协调各现场 DDC，实现管理、控制一体化，并将有关信息整理后通过信息网络向上级管理计算机汇报。根据不同的控制要求和应用对象，监控级的监控计算机可以设置为两台，组成双机热备的控制系统，以提高系统的可靠性。

（4）管理级　所面向的使用者是管理者或运行管理人员。管理级主要完成实时监控和性能监控、统计、计划等管理职能，利用历史数据和实时数据预测将来趋势，以规划目标，辅助决策。

在大多数情况下，DCS 完成控制级和监控级的全部功能，只有大规模系统才具有管理级。

DCS 虽然称为分布式控制系统，但其现场测控层并未实现彻底分布。测量变送仪表一般为模拟仪表，即现场 I/O 站的控制器与现场自动化仪表（如传感器、执行器）的测控信号仍为 DC 4～20mA 的模拟信号，因此，它是一种模拟数字混合系统。这种系统在功能、性能上较集中式控制系统有了很大进步，可在实现监控层、管理层的优化控制。但是，在 DCS 系统形成的过程中，由于受计算机系统早期存在的系统封闭这一缺陷的影响，各厂家的产品自成系统，不同厂家的设备不能互连在一起，难以实现互换与互操作，组成更大范围信息共

需要全本请访问 www.ertongbook.com