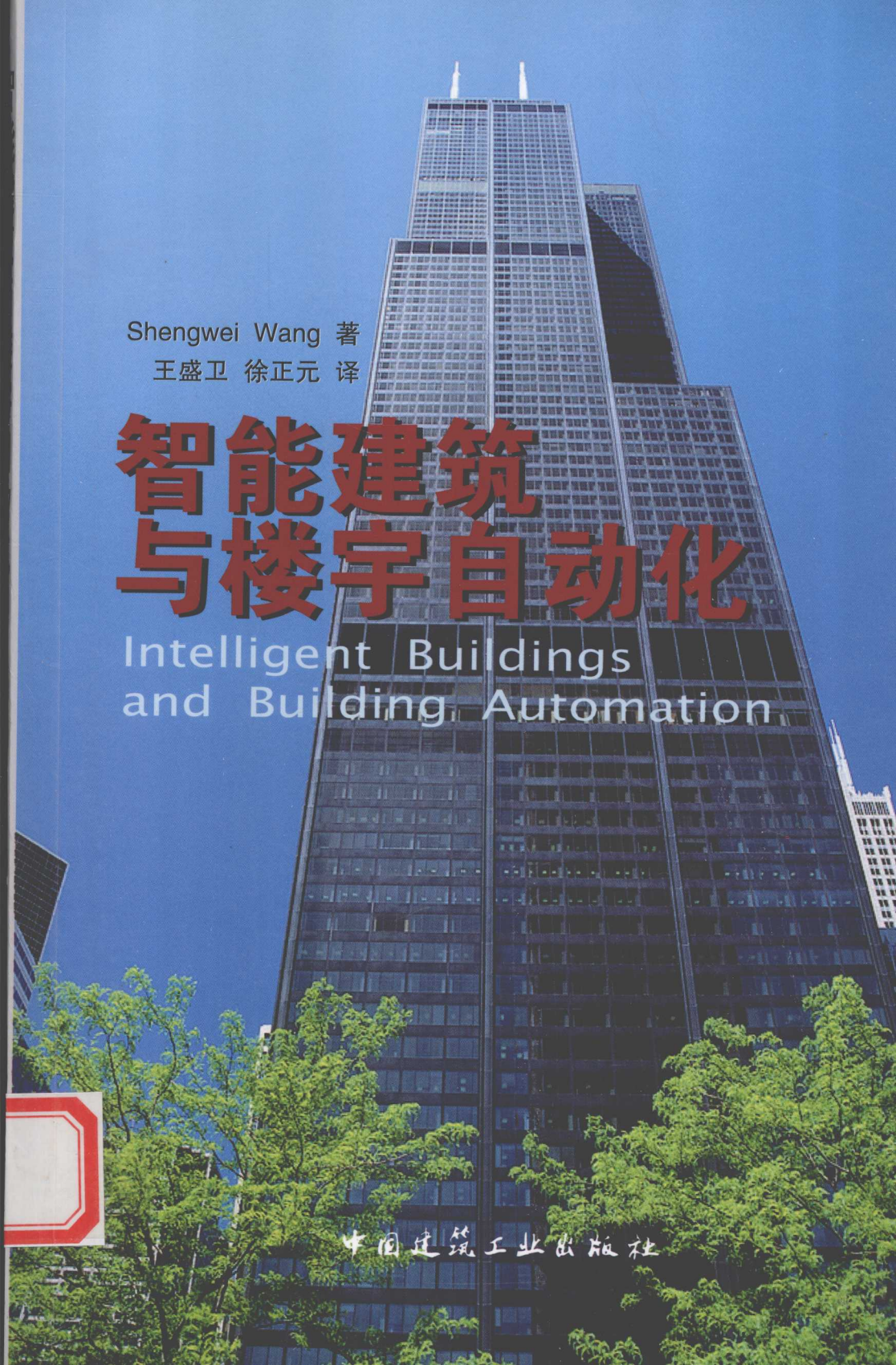




Shengwei Wang 著
王盛卫 徐正元 译

智能建筑 与楼宇自动化

Intelligent Buildings
and Building Automation

中国建筑工业出版社

智能建筑与楼宇自动化

Intelligent Buildings and Building Automation

Shengwei Wang 著

王盛卫 徐正元 译

中国建筑工业出版社

TU243
W347

图书在版编目(CIP)数据

智能建筑与楼宇自动化/Shengwei Wang 著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009

ISBN 978-7-112-11612-6

I. 智… II. S… III. 智能建筑-自动化系统 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 210999 号

智能建筑与楼宇自动化

Intelligent Buildings and Building Automation

Shengwei Wang 著

王盛卫 徐正元 译

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京凌奇印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 15¼ 字数: 328 千字

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-11612-6

(18854)

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)

本书致力于为读者提供关于智能建筑及楼宇自动化系统和技术的最新发展，以帮助读者理解楼宇自动化系统及建筑设备系统控制的原理及应用。本书主要涉及以下方面的内容：智能建筑及楼控系统的发展、现状、结构及集成；BA 网络，包括有线及无线局域网络和互联网，通信协议和标准及其应用；楼宇自动化系统与建筑设备间的接口及集成；过程控制及其整定；暖通空调系统（包括空调及中央制冷系统）的过程控制、优化控制及其控制特征；照明控制、安防和门禁控制及消防安全控制系统。

本书的目标不在于提供一本罗列各种系统和技术的手册，而在于为读者提供一本有关 IB/BA 系统原理，常用技术及其应用的全面清晰认识的参考书。

读者可参考本书原著：Shengwei Wang. Intelligent Buildings and Building Automation. Taylor & Francis(Spon Press), London and Newyork, 2010

* * *

责任编辑：张文胜 姚荣华

责任设计：赵明霞

责任校对：陈 波 陈晶晶

中文版前言

智能建筑(IB)和楼宇自动化(BA)系统已成为大型中高级商用和办公建筑不可缺少的系统。但无论是在中国香港、中国内地还是欧美国家,许多 IB 和 BA 系统在实际中都没有发挥其应有的功效,许多建筑设备系统在运营中不能够达到设计期望或不能够达到合理的效率。自动化系统的失败(包括系统本身及其与建筑设备的集成、控制逻辑和应用软件,也包括设计和调试等阶段)是导致这些问题的主要原因之一。

作者多年的经验,导致这些失败的一个主要原因是人的因素,即参与到各阶段的专业人员的综合技术素养。例如,设计人员缺乏足够的对所设计的系统未来的运行和控制以及控制系统的了解,导致系统设计和控制方案规划不能很好地配合实际运行和控制的需求;系统集成安装工程师对建筑设备及其运行缺乏足够的了解,使得所开发的控制逻辑和应用软件不能满足设计者对系统运行的期望或不能达到系统应有的运行效率;监理人员和投资方的技术人员缺乏对自动化系统的基本了解,使得验收过的自动化系统工程的质量不能达到基本要求。

因此,建筑设备(环境)工程专业及建筑(设施)管理专业的学生和专业人员需要对自动化系统、技术及其应用的基本知识有更好的了解。从事建筑自动化系统集成和应用的 IT 专业人员需要对建筑设备系统的运行和控制的基本知识有更好的了解。作者发现许多有关楼宇自动化的参考书太多的着眼于从 IT 的角度来分析楼宇自动化技术本身,缺乏兼顾 BA 系统与建筑设备的集成和应用,且对具有机械工程专业背景的学生和技术人员来讲,缺乏可读性较好的参考书。

作者具有制冷空调的工程教育背景,长期从事 BA 和建筑设备系统跨学科的研究和应用,特别是建筑设备系统控制及优化、故障诊断、建筑节能管理及 IB 集成与管理技术。作者也长期从事智能建筑和楼宇自动化系统及控制科目的教学。这一特别且有利的跨学科的教育、研究和教学背景使得作者能较好地了解怎样帮助机械背景的学生和技术人员认识 IB/BA 系统以及怎样帮助 IT 背景的专业人员认识建筑设备系统及其控制特征。比如,尽可能地从技术发展和应用的背景,相关

技术的分类和比较来阐明各种技术的异同和特点。作者期望这本参考书能达到这一目标，这也是作者多年来的一个愿望。

香港理工大学，屋宇设备工程学系，建筑设备工程学讲座教授

王盛卫

二零零九年十月，于香港九龙

beswwang@polyu.edu.hk

中文版致谢

香港理工大学建筑设备工程学讲座教授，王盛卫

王盛卫

王盛卫博士，民十平六零零二

作者在此谨对我的博士生及博士后研究员在本书的翻译过程中的协助表示感谢。除了原著作者及徐正元博士外，马贞俊博士(第九章)、黄功胜博士(第七章)、高殿策先生(第八，十一章)、朱娜小姐(第二章)、周强博士(第三章)及孙勇军博士(第十章)提供了有关章节的翻译初稿。

香港理工大学建筑设备工程学讲座教授，王盛卫

原 著 前 言

智能建筑(IB)和楼宇自动化(BA)系统在大多数现代化建筑中扮演至关重要的角色。建筑设备的监测控制和自动化控制是确保能在运行中达到其设计目标的重要因素。建筑系统相关的毕业生和工程师需要对 IB 和 BA 系统,相关技术及其功能特点,以及它们的应用方面有足够的专业知识和了解。根据本人过去 16 年在本学科面向建筑设备工程专业和设施管理专业的学生的教学经验,作者深刻感受到缺少一部面向建筑设备工程师(或暖通空调)和设施管理工程师以及经理需要的较系统的参考书。

本书至力于为读者提供关于智能建筑及楼宇自动化系统和技术的最新发展,以帮助读者理解楼宇自动化系统及建筑设备系统控制的原理及应用。本书主要涉及以下方面:

- 智能建筑及楼控系统的发展及现状、结构及集成;
- BA 网络,包括有线及无线局域网和互联网,通信协议和标准及其应用;
- 楼宇自动化系统与建筑设备间的接口及集成;
- 过程控制及其整定;
- 暖通空调系统(包括空调及中央制冷系统)的过程控制、优化控制及其控制特征;
- 照明控制、安防和门禁控制以及消防安全控制系统。

作者期望本书能为建筑设备工程(建筑工程/建筑环境工程)的工程师和学生提供一本有效的参考书,同时也帮助与 IB 及 BA 系统和技术相关的工程师和学生了解主要建筑设备系统运行和控制。本书的目标不在于提供一本罗列各种系统和技术的手册,而在于为读者提供一本有关 IB/BA 系统,常用技术及其应用的全面清晰认识的参考书。读者使用时的可读性和效率是作者在组织和选材时的主要考虑因素之一。

原 著 致 谢

我在此谨对我的博士生及博士后研究员在本书起草和绘图方面的协助表示感谢，特别是徐正元博士在有关网络标准的章节，徐新华博士/教授、马贞俊博士、周强博士及黄功胜博士在不同专题方面的协助。在此也感谢我的同事，陶华栋先生在审阅有关照明控制系统的章节及肖赋博士在审阅有关安防和安全控制系统的章节方面的协助。同时还要感谢我的朋友，牛津大学工程科学系 Arthur Dexter 教授在本书的总体结构方面的建议。本书在相当的程度上是基于我过去几年在香港理工大学智能建筑工程和楼宇自动化及控制教学所用教材。学生的反馈对本书的撰写提供了特别的帮助。

Prof. Dr. Shengwei Wang (王盛卫教授博士)
Chair Professor of Building Services Engineering (建筑设备工程学讲座教授)

Department of Building Services Engineering (屋宇设备工程学系)
The Hong Kong Polytechnic University (香港理工大学)
Kowloon, Hong Kong (香港九龙)

尊敬的读者：

感谢您选购我社图书！建工版图书按图书销售分类在卖场上架，共设22个一级分类及43个二级分类，根据图书销售分类选购建筑类图书会节省您的大量时间。现将建工版图书销售分类及与我社联系方式介绍给您，欢迎随时与我们联系。

★建工版图书销售分类表（见下表）。

★欢迎登陆中国建筑工业出版社网站www.cabp.com.cn，本网站为您提供建工版图书信息查询，网上留言、购书服务，并邀请您加入网上读者俱乐部。

★中国建筑工业出版社总编室

电 话：010—58934845

传 真：010—68321361

★中国建筑工业出版社发行部

电 话：010—58933865

传 真：010—68325420

E-mail: hbw@cabp.com.cn

建工版图书销售分类表

一级分类名称 (代码)	二级分类名称 (代码)	一级分类名称 (代码)	二级分类名称 (代码)
建筑学 (A)	建筑历史与理论 (A10)	园林景观 (G)	园林史与园林景观理论 (G10)
	建筑设计 (A20)		园林景观规划与设计 (G20)
	建筑技术 (A30)		环境艺术设计 (G30)
	建筑表现·建筑制图 (A40)		园林景观施工 (G40)
	建筑艺术 (A50)		园林植物与应用 (G50)
建筑设备· 建筑材料 (F)	暖通空调 (F10)	城乡建设·市政工程· 环境工程 (B)	城镇与乡(村)建设 (B10)
	建筑给水排水 (F20)		道路桥梁工程 (B20)
	建筑电气与建筑智能化技术 (F30)		市政给水排水工程 (B30)
	建筑节能·建筑防火 (F40)		市政供热、供燃气工程 (B40)
	建筑材料 (F50)		环境工程 (B50)
城市规划· 城市设计 (P)	城市史与城市规划理论 (P10)	建筑结构与岩土工程 (S)	建筑结构 (S10)
	城市规划与城市设计 (P20)		岩土工程 (S20)
室内设计· 装饰装修 (D)	室内设计与表现 (D10)	建筑施工·设备安装 技术 (C)	施工技术 (C10)
	家具与装饰 (D20)		设备安装技术 (C20)
	装修材料与施工 (D30)		工程质量与安全 (C30)
建筑工程经济与 管理 (M)	施工管理 (M10)	房地产开发管理 (E)	房地产开发与经营 (E10)
	工程管理 (M20)		物业管理 (E20)
	工程监理 (M30)	辞典·连续出版物 (Z)	辞典 (Z10)
	工程经济与造价 (M40)		连续出版物 (Z20)
艺术·设计 (K)	艺术 (K10)	旅游·其他 (Q)	旅游 (Q10)
	工业设计 (K20)		其他 (Q20)
	平面设计 (K30)	土木建筑计算机应用系列 (J)	
执业资格考试用书 (R)		法律法规与标准规范单行本 (T)	
高校教材 (V)		法律法规与标准规范汇编/大全 (U)	
高职高专教材 (X)		培训教材 (Y)	
中职中专教材 (W)		电子出版物 (H)	

注：建工版图书销售分类已标注于图书封底。

目 录

第 1 章 智能建筑简介	1
1.1 智能建筑的定义	1
1.1.1 基于性能的定义	1
1.1.2 基于服务的定义	2
1.1.3 基于系统的定义	2
1.1.4 如何才能在实践中实现建筑的智能化?	3
1.2 智能建筑学及智能结构	3
1.2.1 智能建筑学	4
1.2.2 智能及响应式建筑墙体结构	4
1.3 设施管理与智能建筑	5
1.4 技术系统及智能建筑的发展	6
1.5 智能建筑小结	8
第 2 章 数字式控制器	9
2.1 计算机内部数据形式	9
2.2 微型计算机	10
2.2.1 微型处理器	10
2.2.2 微型计算机的结构和总线	11
2.2.3 存储器	13
2.3 输入单元	14
2.3.1 采样	15
2.3.2 模数转换	16
2.4 输出单元	17
2.5 处理器的运行和软件	17
2.5.1 机器语言和汇编语言	17
2.5.2 高级语言	19
2.6 传感器	19
2.6.1 基本类型	20
2.6.2 通用技术规格	21
2.7 执行器	21

2.7.1 电动执行器	22
2.7.2 气动执行器	22
第3章 楼宇自动化系统	23
3.1 何为楼宇自动化系统?	23
3.1.1 提高设备和服务的可靠性	23
3.1.2 减少运行费用	24
3.1.3 建筑管理	24
3.1.4 促进员工的生产力	24
3.1.5 保护人身和设备安全	25
3.2 建筑自动化系统的发展	25
3.2.1 前BAS阶段——中央控制和监测面板	25
3.2.2 第一代——基于计算机的中央控制和监测面板	26
3.2.3 第二代——基于小型计算机并带有数据收集单元的BAS	27
3.2.4 第三代——基于微处理器并使用局域网的BAS	28
3.2.5 第四代——与互联网/内联网兼容的开放式BAS	29
3.2.6 BAS与计算机技术发展的比较	29
3.3 编程和监测平台及环境	30
3.3.1 楼宇自动化系统的架构和控制器	30
3.3.2 编程平台和环境	31
3.3.3 管理和监测平台及界面	33
3.4 建筑管理功能	33
3.4.1 设备管理与控制功能	34
3.4.2 能源管理功能(监督控制)	34
3.4.3 风险管理功能	35
3.4.4 信息处理功能	35
3.4.5 故障诊断、维护管理和自动调试	36
3.4.6 设施管理功能	36
第4章 局域网的基本原理及技术	38
4.1 局域网及其特征	38
4.1.1 广域网与局域网	38
4.1.2 集中式与分布式网络	39
4.1.3 局域网拓扑	40
4.2 网络协议及ISO参考模型	42
4.2.1 通信体系架构	43
4.2.2 ISO参考模型	44
4.3 媒介访问方法	47

4.3.1 LAN 物理界面概览	47
4.3.2 通信媒介	48
4.3.3 信号编码和媒介界面	50
4.3.4 媒介访问方法	53
4.4 局域网标准概述	54
4.5 实用 LAN 技术	56
4.5.1 以太网(IEEE 802.3)	56
4.5.2 ARCnet(ANSI 标准 878.1)	56
4.5.3 LonTalk	57
4.6 无线通信技术	58
4.6.1 ZigBee 技术	59
4.6.2 WiFi 技术	59
4.6.3 蓝牙技术	60
4.6.4 专有技术	60
4.6.5 无线通信技术在 BAS 中的应用	60
第 5 章 楼宇自动化系统通信标准	63
5.1 背景及问题	63
5.2 BACnet 及其特征	65
5.2.1 BACnet 的背景	65
5.2.2 以标准的方式代表建筑自控系统设备——BACnet 对象	65
5.2.3 为监测和控制提供标准的报文——BACnet 服务	67
5.2.4 BACnet 协议架构	69
5.3 LonWorks 技术及其特征	70
5.3.1 LonWorks 现场总线协议体系	70
5.3.2 寻址	71
5.3.3 信息服务	71
5.4 Modbus 协议及其特征	72
5.4.1 传输模式	72
5.4.2 架构及通信过程	73
5.4.3 报文结构	73
5.5 PROFIBUS 现场总线及其特征	73
5.5.1 协议模式和技术	74
5.5.2 架构和通信过程	74
5.6 欧洲安装总线及其特征	75
5.6.1 EIB/KNX	76
5.6.2 EIBnet/IP	76

5.7 不同开放协议标准的兼容性	76
5.7.1 BACnet 设备可以和 LonWorks 设备互操作吗?	76
5.7.2 BACnet 的 IP 兼容性	77
5.8 管理层集成	79
5.8.1 OPC 技术	79
5.8.2 Web Services 技术	81
5.8.3 应用问题	82
第 6 章 因特网技术及其在楼宇自动化行业的应用	85
6.1 因特网的背景	85
6.1.1 何为互联网?	85
6.1.2 因特网的历史	86
6.2 因特网协议族	86
6.2.1 IP 协议	87
6.2.2 TCP 和 UDP	89
6.2.3 Internet 应用层协议	90
6.3 Internet 局域网与广域网	91
6.3.1 局域网与广域网的比较	91
6.3.2 内联网	92
6.4 因特网技术在 BAS 中的应用概况	93
6.5 因特网技术在自动化层的应用	93
6.5.1 采用 Internet 技术连接 BACnet 到 IP 网络	94
6.5.2 BACnet 附件 H.3	94
6.5.3 BACnet 附件 J	95
6.6 因特网技术在管理层的应用	96
6.7 融合网络及全面集成	98
第 7 章 过程控制, PID 及自适应控制	101
7.1 闭环控制回路	101
7.2 比例控制	104
7.2.1 比例控制的操作	104
7.2.2 比例控制的稳态响应	107
7.3 积分控制	108
7.4 微分控制	110
7.5 比例、积分及微分函数	112
7.6 PID 参数整定	113
7.6.1 开环试验法	114

7.6.2	闭环试验法	115
7.7	数字 PID 和直接数字控制 (DDC)	116
7.8	自适应控制	120
7.8.1	自整定	121
7.8.2	增益调度	123
7.8.3	自校正控制器	124
第 8 章	空调系统的控制及优化	126
8.1	空调过程的典型控制回路	126
8.1.1	典型的空气侧系统	126
8.1.2	串级控制	127
8.1.3	序列分段控制	128
8.1.4	双位控制和开关控制	129
8.1.5	温度控制	130
8.1.6	湿度控制	131
8.1.7	静压控制	132
8.2	定风量系统的控制	133
8.2.1	定风量系统的基本控制	134
8.2.2	空气处理机组的序列分段控制	136
8.3	变风量系统的控制	140
8.3.1	变风量空气处理机组的控制	140
8.3.2	变风量末端及室内温度控制	142
8.4	新风量控制与优化	144
8.4.1	节能器控制及其性能	145
8.4.2	按需控制通风	147
8.4.3	融合 DCV 控制的 AHU 序列分段控制	149
8.4.4	AHU 序列分段策略的稳定性	152
8.5	HVAC 系统的优化控制方法概述	154
8.5.1	无模型优化控制方法	154
8.5.2	基于模型的优化控制方法	155
8.5.3	混合优化控制方法	155
8.5.4	基于性能特征图的优化控制方法	156
8.6	空气侧系统的优化控制	156
8.6.1	静压设定值在线优化重设	157
8.6.2	送风温度设定值重设	158
第 9 章	中央制冷系统控制及其优化	161
9.1	制冷机的基本知识	161

9.1.1 基本组件和典型类型	161
9.1.2 基本工作原理	162
9.2 制冷机的制冷能力控制和安全联锁	163
9.3 制冷机和中央制冷系统的布局	164
9.3.1 使用不同排热方法的制冷机	164
9.3.2 冷冻水系统简介	165
9.3.3 一级泵定流量系统	165
9.3.4 一次环路定流量/二次环路变流量系统	166
9.4 制冷机性能和优化控制	169
9.4.1 制冷机能耗特性	169
9.4.2 中央制冷系统优化控制概况	171
9.5 冷却水系统优化控制	173
9.5.1 海水冷却系统的优化	173
9.5.2 风冷系统的优化	174
9.5.3 冷却塔系统优化	174
9.6 冷冻水供水温度的优化设定	178
9.6.1 变水量系统	178
9.6.2 定流量系统	179
9.7 制冷机的时序控制	180
9.7.1 制冷机时序控制概况	180
9.7.2 基于温度测量的制冷机时序控制	181
9.7.3 基于旁通管流量的制冷机时序控制	182
9.7.4 基于功耗测量的制冷机时序控制	183
9.7.5 基于建筑总负荷的制冷机时序控制	184
9.7.6 关于制冷机时序控制的其他问题	187
9.8 冷冻水系统水泵转速控制和时序控制	187
9.8.1 基于制冷机/水泵联锁的水泵时序控制	187
9.8.2 二次水泵转速和时序控制	188
第10章 照明控制系统	191
10.1 照明控制系统的目标	191
10.2 照明及照明控制系统的基本组件	192
10.2.1 灯具	192
10.2.2 镇流器及调光镇流器	193
10.2.3 调光器	194
10.2.4 传感器及控制元件	194
10.2.5 模拟控制及数字控制	195