



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材

空调工程

黄翔 主编

王天富 朱颖心 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21 世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材

空 调 工 程

主编 黄 翔

参编 狄育慧 周恒涛

王泮浩 范晓伟

吴志湘 王 怡

郑爱平 赵 蕾

主审 王天富 朱颖心



机 械 工 业 出 版 社

本书是建筑环境与设备工程专业的主干专业课程教材。全书共有14章,以空调的基本原理、空调设备、空调系统及空调应用为主线,紧密围绕空调“工程”的知识内涵,系统介绍了湿空气的焓湿学基础,空调负荷计算与送风量的确定方法,空调基本原理及处理过程,空气热湿处理及净化处理设备,空调系统,空调区的气流组织和空调风管系统,空调水系统,空调冷热源的选择,空调系统的运行调节,空调系统的测试调整与运行管理,空调系统的节能、监测与控制,空调工程应用实例。本教材在技术上体现一个“新”字,充分反映国内外空调技术领域的新理论、新设备、新系统及新成果,并注重与国家现行的规范、标准、技术措施及全国勘察设计注册设备工程师执业资格考试接轨;在内容上体现一个“用”字,注重对学生基本技能的培训,为学生提供空调工程设计应用方面必备的知识;在形式上体现一个“便”字,深入浅出,图文并茂,每章后均配有思考题与习题、参考文献,并标明可供选择讲授的章节,便于自学和实践。

本书适合作为建筑环境与设备工程专业的教学用书,也可供暖通空调设计、制造、施工安装及运行管理人员参考,还可作为全国勘察设计注册设备工程师执业资格考试(暖通空调专业)的复习参考书和全国制冷空调继续教育教材、工程师职称考试用参考书。

本书的“电子课件”位于机械工业出版社教材服务网(www.cmpedu.com)上,向本书授课教师免费提供,请需要者根据书末的“信息反馈表”进行索取。

图书在版编目(CIP)数据

空调工程/黄翔主编. —北京:机械工业出版社,2006.4(2009.1重印)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(21世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材)

ISBN 978-7-111-18695-3

I. 空... II. 黄... III. 空气调节设备—建筑安装工程—高等学校—教材 IV. TU831

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第020189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:刘涛 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)

2009年1月第1版第5次印刷

169mm×239mm·41印张·2插页·800千字

标准书号:ISBN 978-7-111-18695-3

定价:49.00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) 88379720

封面无防伪标均为盗版

序 一

建筑环境与设备工程专业是 1998 年教育部新颁布的全国普通高等学校本科专业目录,将原“供热通风与空调工程”专业和“城市燃气供应”专业进行调整、拓宽而组建的新专业。专业的调整不是简单的名称的变化,而是学科科研与技术发展,以及随着经济的发展和人民生活水平的提高,赋予了这个专业新的内涵和新的元素,创造健康、舒适、安全、方便的人居环境是 21 世纪本专业的任务。同时,节约能源、保护环境是这个专业及相关产业可持续发展的基本条件,因而它们和建筑环境与设备工程专业的学科科研与技术发展总是密切相关,不可忽视。

作为一个新专业的组建及其内涵的定位,它首先是社会需求所决定,也是和社会经济状况及科学技术的发展水平相关的。我国的经济持续高速发展和大规模建设需要大批高素质的本专业人才,专业的发展和重新定位必然导致培养目标的调整和整个课程体系的改革。培养“厚基础、宽口径、富有创新能力”,能符合注册公用设备工程师执业资格并能与国际接轨的多规模的专业人才以满足需要,是本专业教学改革的目的。

机械工业出版社本着为教学服务,为国家建设事业培养专业技术人才,特别是为培养工程应用型和技术管理型人才做贡献的思想,积极探索本专业调整和过渡期的教材建设,组织有关院校具有丰富教学经验的教授、副教授主编了这套建筑环境与设备工程专业系列教材。

这套系列教材的编写以“概念准确、基础扎实、突出应用、淡化过程”为基本原则,突出特点是既照顾学科体系的完整,保证学生有坚实的数理科学基础,又重视工程教育,加强工程实践的训练环节,培养学生正确判断和解决工程实际问题的能力,同时注重加强学生综合能力和素质的培养,以满足 21 世纪我国建设事业对专业人才的要

求。

我深信，这套系列教材的出版，将对我国建筑环境与设备工程专业人才的培养产生积极的作用，会为我国建设事业做出一定的贡献。

陈在康

2005 年 1 月于长沙

序 二

“空气调节”是建筑环境与设备工程专业的一门重要专业课。目前设有该专业的院校多达百余所，所培养的学生数量也急剧增加。但可供选择的专业教材为数甚少，故本书的出版可为本专业课程教材提供一种选择。

空气调节技术是 19 世纪 20 年代以来，人们在为生产（满足工艺）和生活需求（舒适和健康）方面所创造和发展中吸收、综合了多种学科理论（如传热学、工程热力学、卫生学、机械和控制技术等）和实践所建立起来的一门应用科学。为此，本教材在解释学科基本原理时紧密地与这些学科相联系，从而有助于学生对专业基础理论课程的灵活运用。

随着 21 世纪地球环境时代的到来，人们因对人类的生存、可持续发展社会的追求而对地球环境问题空前关注。因而空气调节的职责不能仅停留在对室内空间环境的关注上，必需充分注意空调技术的用能对地球环境的影响。例如，温室气体 CO_2 的排放、臭氧层的破坏、城市热岛效应的影响。从而要求我们对能源的有效利用、对资源的节约等意识在学科中应予以重视。本教材在气象参数和围护结构的选用依据、空调负荷的正确计算、末端设备容量的合理确定、系统方式的优化选择、冷热源设备的恰当配置等有关章节中尽量体现了这种观念。尤其在空气热湿处理设备的内容上，着重关注这些相关手段（如热回收设备、蒸发冷却设备等）。

本教材结合我国大量工程实践，对集中式空调装置的水系统设计作了全面介绍，这对降低空调装置的输送能耗，提高整体能效有良好的指导作用。

自我国 20 世纪 80 年代执行开放政策以来，国外大量的新产品、新系统、新技术涌入我国，通过我国技术人员的大量实践和消化吸收，

极大地促进了我国技术的进步。本书在空调系统的有关章节中对变风量系统、变冷剂流量系统、辐射供冷（热）、低温送风等技术均作了必要的阐述，从另一方面反映了教材的时代特征。

空气调节是一门动态科学，其设计、安装、调节和运行都应随着室外气候、室内负荷、人的生活行为而变动。此外，我国幅员广阔，气候和生活方式以及经济状况均有相当的差别，空调技术的应用应符合因地制宜的原则。本书在传授空调基本技术时，始终体现了这一思路，编者的用心是值得称道的。

本教材从实践出发，加强了对空调系统的测试调整、运行管理以及节能控制与检测的内容，这在其他教材中尚不多见。此外，还编写了各种类型空调工程的应用实例，在很大程度上可增强学生理论联系实际的能力。

本书的出版对本专业教材建设是一大贡献，编者为此付出了辛勤的劳动，本人对编者取得的成果表示衷心的祝贺。



2005年12月22日于上海

前 言

随着我国国民经济的高速增长和综合国力的不断增强,暖通空调事业和其他事业一样,也获得了迅速的发展。装备有完善的暖通空调设施的现代工(农)业建筑、现代的公共建筑和各类高层民用建筑,像雨后春笋般在祖国大地上拔地而起。特别是近10多年来,国内外在暖通空调领域里涌现出大量新技术、新设备和新系统,作为全国高校建筑环境与设备工程专业的空气调节课程,理应有一本能较全面反映当前空气调节技术的新教材。同时,也为全国暖通空调界同仁提供一本实用的参考书。

受机械工业出版社“普通高等教育建筑类教学工作委员会”的委托,我们在广泛吸收国内外现有《空气调节》教材精髓的基础上,根据高校建筑环境与设备工程专业指导委员会对本专业开设的专业课提出的基本要求,并结合普通高校建筑环境与设备工程专业的特点,编写了机械工业出版社“21世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材”之一——《空调工程》。本书被教育部列为“普通高等教育‘十一·五’国家级规划教材。”

本书在体系上以空气热湿处理和调节为主体,并加强了空气净化处理的内容。编写的指导思想是:充分体现空调“工程”的知识内涵,以空调的基本原理——空调设备——空调系统——空调应用为主线,力求使本教材具备以下三个特点:

1. 在技术上体现一个“新”字。反映国内外空气调节技术领域广为采用的新理论、新设备、新系统以及科研教学成果,剔除一些过时的内容(如国家现行规范和标准中已明确不提倡的做法等),使其具有一定的前瞻性,并与经过修改后的国家现行设计规范和施工安装规范及设计标准,如《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)等法规同步,同时力求与全国勘察设计注册设备工程师执业资格考试接轨。

还特别注意采用行业标准术语,更正了一些不规范的表述和用语。引用了中国气象局气象信息中心气象资料室与清华大学建筑技术科学系合作的最新研究成果——《中国建筑热环境分析专用气象数据集》,以及参考正在组织修订中的《实用供热空调设计手册》(修订版)中的有关内容,充分体现了与时俱进的精神。

2. 在内容上体现了一个“用”字。对空气调节的基本知识和理论讲深讲透,做到深入浅出。注重对学生基本技能的培训,有目的地选择了设计、施工安装规范、标准、技术措施以及设计指南等工程设计应用方面的内容,为学生做课程设计和毕业设计提供必要的知识。使学生在学完本教材后,借助于设计工具书能够独立完成小型民用或工业建筑空调工程的设计。同时,由于本教材是系列教材之一,编写时注意与相关教材内容的衔接,对已在其他教材中详细讲述的内容,本教材不再赘述。而把篇幅主要放在本书的重点章节上,如将空调系统分为两部分,第6章空调系统(1)主要介绍空调的三大基本系统,而第7章空调系统(2)则介绍一些最新的空调系统。

3. 在形式上体现一个“便”字。在内容的编排顺序上注重层次,重点突出,符合学生的认知规律。凡是空调基本理论中的重要计算,都编有一定数量的例题或系统综合性例题,以帮助学生理解和掌握计算方法。在各章之后,都编有思考题与习题及参考文献,便于学生巩固所学内容。考虑到使用该教材的学校在学时的安排上不尽相同,因此,在某些章节上加注※号,表示选学和自学部分,便于任课老师和学生选择。本书的课时安排建议为60~80学时,学校可根据实际情况取舍。

与以往的同类教材相比,本教材的主要更新内容在于:

1. 加强了湿空气的焓湿学基础部分的内容。对湿空气的状态参数进行了系统的归纳,给出了露点温度和湿球温度的多种确定方法。将传统焓湿图与欧美焓湿图进行对比分析,增加了动态焓湿图。

2. 在空调负荷计算与送风量的确定章节中,室内气象参数采用了《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)和《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005);室外气象参数采用了《中国建筑热环境分析专用气象数据集》的有关最新数据。介绍了负荷的简化算法(简约计算法和估算法),给出了空调区计算冷负荷、空调建筑计算冷负荷、空

调系统计算冷负荷及空调冷源计算冷负荷的确切定义。新风量的确定也引用了最新颁布实施的《公共建筑节能设计标准》中有关新风量的规定,以及美国采暖制冷空调工程师学会(ASHRAE)关于新风量的最新计算公式。

3. 将空调原理与设备分为不同章节进行介绍。空调原理部分加强了净化处理原理的内容,将净化处理分为除尘式和除气式两种类型加以分析。同时,对各种空气处理过程的焓湿图分析进行了系统综合的介绍。空调设备部分增加了空气蒸发冷却器和空调排风热回收装置等空气热湿处理设备及驻极体静电过滤器、活性炭过滤器、光催化过滤器及空气净化器等空气净化处理设备,并配有大量设备的实物照片。

4. 将空调系统分为两大部分进行介绍。空调系统(1)主要介绍集中式、半集中式和分散式三大基本空调系统。增加了直流式空调系统和蒸发冷却空调系统,并详细介绍了组合式空气处理机组、整体式空气处理机组和单元式空调机等设备。空调系统(2)主要介绍了近年来出现的一些新型空调系统,如变风量空调系统、空气—水辐射板空调系统、变制冷剂流量多联分体式空调系统、户式集中空调系统、热泵空调系统、蓄冷(热)空调系统、低温送风空调系统、净化空调系统及温湿度独立控制空调系统。

5. 空调区的气流组织和空调风管系统章节中,依据美国ASHRAE 2003年出版的《下部送风设计指南》一书给出了空调区气流分布的分类方式。更侧重于空调区气流组织及送风系统常用的设计方法、设计参数以及设计中需要注意的问题等方面的介绍。

6. 空调水系统章节中,紧密围绕空调水系统的特点,从工程设计应用的角度,详细分析了冷(热)水系统、冷却水系统和冷凝水系统的设计方法、设计参数以及设计中需要注意的问题,同时注意与采暖水系统做法的区别。

7. 增加了空调工程应用实例。列举了高层建筑、大空间民用建筑、商业建筑、娱乐设施、工业建筑、净化空调等空调工程实例,将原理、设备、系统和工程应用有机地联系起来。

全书共分14章。参加本书编写的人员有:西安工程大学黄翔、狄育慧、吴志湘,平顶山工学院周恒涛,西安交通大学王沅浩,中原工学院范晓伟,西安建筑科技大学王怡、赵蕾,长安大学郑爱平。第1

章由黄翔编写；第2章由周恒涛、黄翔编写；第3章由王泮浩、黄翔、周恒涛编写；第4章由范晓伟、黄翔编写；第5章由黄翔编写；第6章由黄翔、王怡编写；第7章由黄翔编写；第8章由黄翔、王怡编写；第9章由黄翔、狄育慧编写；第10章由郑爱平编写；第11章由赵蕾编写；第12章由狄育慧编写；第13章由范晓伟、王泮浩编写；第14章由吴志湘编写。全书由黄翔统稿。

本书由长安大学王天富教授和清华大学朱颖心教授主审。在整个编写过程中，王天富教授对本书的编写体系、框架及具体内容等方面提出了许多宝贵的意见，并对全书进行了详细的审阅。王天富教授严谨的治学态度给编者起到了很好的表率作用，同时，他渊博的学识使编者受益匪浅。王老师对本书的关怀和对编者的悉心指导已远远超出主审的职责范围。朱颖心教授在来去奔波的旅途中挤出时间用心审阅本书，并更正了一些不适之处，提出了许多改进的建议，对编者具有极高的参考价值和指导意义。谨此向两位主审表示衷心的感谢！同济大学范存养教授在百忙中对本书也提出了许多有益的建议，同时为本书作序，对编者给予了极大的支持与鼓励。本书编写过程中还得到了我国暖通空调界许多著名专家学者——吴元炜教授、彦启森教授、陆耀庆教授级高工、李志浩教授、陈在康教授、张永铨教授、李娥飞设计大师、孙延勋教授级高工、江亿院士、殷平教授、马最良教授、李强民教授、龙惟定教授等的关怀与支持，在此一并表示衷心的感谢！

本书编写过程中，参考了许多教材、专著、规范、标准、措施、科技书籍、论文及国内外有关文献，引用了许多相关的资料、图表、例题和习题，同时也汇集了编者多年来教学和科研成果，尤其是及时汲取了正在组织修订的《实用供热空调设计手册》（修订版）中的部分资料。该手册的主编中国建筑西北设计研究院陆耀庆教授级高工、编者南京工业大学李志浩教授、贵州省建筑设计研究院孙延勋教授级高工、同济大学李强民教授、天津大学张永铨教授、长安大学王天富教授、西安建筑科技大学张子慧教授、华东建筑设计研究院有限公司马伟骏教授级高工、叶大法教授级高工和杨国荣教授级高工、山东省建筑设计研究院李向东高工、中国建筑西北设计研究院周敏高工、小天鹅中央空调公司蒋立军高工、宏力空调设备公司葛健民高工等无私地提供了许多有价值的资料，在此，谨向他们及有关文献的作者表示诚

挚的谢意!

本书是集体智慧的结晶,特向编写组成员成功的合作表示祝贺,同时向大家表示感谢。特别要感谢西安工程大学供热、供燃气、通风及空调工程学科 2003 级硕士研究生张伟峰、赵丽宁和范影等同学,他们为本书做了大量的文字处理、绘制图表、整理等工作,使得本书能够如期完成。2005 级硕士研究生周彤宇同学协助制作了本书的“电子课件”,为讲授该教材提供了方便。

最后,对所有关心和支持本书编写的人士表示真挚的谢意!尤其是感谢机械工业出版社及本书的责任编辑刘涛同志,为本书的出版付出了辛勤的劳动,对编者给予了极大的支持。

在本书完稿之际,编者的心情既感到欣慰又感到忐忑不安。欣慰的是经过近两年的艰苦努力,该书终于可以和广大读者见面了;忐忑不安的是由于编者的学识和经验有限,加之该课程是本专业的一门主干专业课,涉及的面广且内容较深,教材编写的难度较大。因此,书中难免存在一些错误、疏漏和不妥之处,恳请读者在使用过程中,将发现的问题和建议及时反馈给编者,以便使本书不断地得到改进和完善,编者将不胜感激!

主编联系方式:

地址:西安市金花南路 19 号,西安工程大学

邮编:710048

邮箱:huangx@xpu.edu.cn

编者

目 录

序一

序二

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 空气调节技术的发展概况	1
1.1.1 空气调节技术简史	1
1.1.2 空气调节技术的发展趋势	6
1.2 空气调节的定义及与相关学科的关系	7
1.2.1 空气调节的定义	7
1.2.2 空气调节与相关学科的关系	8
1.3 空调系统的类型及组成	8
1.3.1 空调系统的类型	8
1.3.2 空气调节系统的组成	9
1.4 空气调节的应用	10
1.4.1 空气调节技术在工艺性空调方面的应用	10
1.4.2 空气调节技术在舒适性空调方面的应用	10
1.4.3 空气调节技术在其他方面的应用	10
思考题与习题	11
参考文献	11
第 2 章 湿空气的焓湿学基础	12
2.1 湿空气的组成和状态参数	12
2.1.1 湿空气的组成及物理性质	12
2.1.2 湿空气的状态参数	13
2.2 湿空气的焓湿图	19
2.2.1 焓湿图的构成及绘制原理	19
2.2.2 露点温度和湿球温度	22
2.2.3 焓湿图的应用	27
2.3 湿空气状态参数的计算方法	32
2.4 其他类型的焓湿图	35
2.4.1 SI 单位制($h-x$)焓湿图	35
2.4.2 动态焓湿图	38
思考题与习题	38

参考文献	40
第3章 空调负荷计算与送风量的确定	41
3.1 室内、外空气计算参数	41
3.1.1 室内空气计算参数	41
3.1.2 室外空气计算参数	47
3.2 得热量与冷负荷的关系	49
3.3 围护结构负荷计算方法	52
3.3.1 稳态计算法	53
3.3.2 采用积分变换求解围护结构负荷的不稳定计算方法	54
3.3.3 采用模拟分析软件计算法	55
3.4 空调区冷负荷的计算	56
3.4.1 冷负荷系数法计算冷负荷	56
3.4.2 谐波反应法计算冷负荷	71
3.4.3 空调总冷负荷的确定	74
3.5 空调区热负荷的计算	75
3.6 冷(热)负荷的简化算法*	77
3.6.1 简约计算法	78
3.6.2 估算法	79
3.7 空调房间送风状态的确定及送风量的计算	83
3.7.1 空调房间送风状态的变化过程	83
3.7.2 夏季送风状态的确定及送风量的计算	84
3.7.3 冬季送风状态的确定及送风量的计算	87
3.8 新风量的确定和风量平衡	88
3.8.1 单个房间空调系统最小新风量的确定	90
3.8.2 多房间空调系统最小新风量的确定	92
3.8.3 全年新风量变化时空调系统风量平衡关系	94
思考题与习题	95
参考文献	96
第4章 空调基本原理及处理过程	97
4.1 空气热湿处理原理	97
4.1.1 直接接触式热湿处理原理	98
4.1.2 间接接触式(表面式)热湿处理原理	99
4.2 空气净化处理原理	99
4.2.1 除尘式净化处理原理	100
4.2.2 除气式净化处理原理	103
4.3 空气的热湿处理过程	111
4.3.1 喷水室的处理过程	111
4.3.2 表面式换热器的处理过程	115

4.3.3 空气加湿器的处理过程	116
4.3.4 吸湿剂的处理过程	117
4.3.5 空气蒸发冷却器的处理过程	118
4.3.6 空气处理的各种途径	118
思考题与习题	121
参考文献	122
第5章 空气热湿处理及净化处理设备	123
5.1 空气热湿处理设备	123
5.1.1 空气热湿处理设备的类型	123
5.1.2 喷水室	124
5.1.3 表面式换热器	132
5.1.4 空气加湿器	138
5.1.5 除湿机	148
5.1.6 空气蒸发冷却器	158
5.1.7 空调排风热回收装置	168
5.2 空气的净化处理设备	174
5.2.1 空气净化处理设备的类型	174
5.2.2 除尘式空气净化处理设备	174
5.2.3 除气式空气净化处理设备*	183
思考题与习题	188
参考文献	189
第6章 空调系统(1)	190
6.1 空调系统的分类	190
6.2 集中式空调系统	194
6.2.1 一次回风式系统	196
6.2.2 二次回风式系统	209
6.2.3 直流式系统	217
6.2.4 蒸发冷却空调系统	223
6.2.5 集中式空调系统的划分原则和分区处理	230
6.2.6 集中式空调系统设计中的几个问题	234
6.2.7 集中式空调系统的空气处理机组	238
6.3 半集中式空调系统	257
6.3.1 风机盘管加新风空调系统	257
6.3.2 诱导器空调系统*	273
6.4 分散式空调系统	276
6.4.1 分散式空调系统的分类	276
6.4.2 常用的局部空调机组	278
6.4.3 单元式空调机	279

6.4.4 空调机组的性能和应用	281
思考题与习题	283
参考文献	285
第7章 空调系统(2)*	287
7.1 变风量(VAV)空调系统	287
7.1.1 VAV 系统的分类	287
7.1.2 VAV 末端装置(变风量箱)	289
7.1.3 VAV 系统的组成与形式	291
7.1.4 VAV 系统的特点	297
7.1.5 VAV 系统设计	298
7.1.6 VAV 系统与其他常用集中冷热源舒适性空调系统比较	299
7.2 空气—水辐射板空调系统	300
7.2.1 辐射板的分类	300
7.2.2 空气—水辐射板空调系统的组成与形式	303
7.2.3 空气—水辐射板空调系统的特点	305
7.2.4 空气—水辐射板空调系统的设计	306
7.2.5 空气—水辐射板空调系统与其他 HVAC 系统的能耗比较	307
7.3 变制冷剂流量多联分体式空调系统	307
7.3.1 多联机系统的分类	308
7.3.2 多联机系统的特点	310
7.3.3 多联机系统的设计	310
7.3.4 多联机系统与常规系统比较	312
7.4 户式集中空调系统	313
7.4.1 户式集中空调系统的类型和特点	313
7.4.2 户式集中空调系统常见的形式	314
7.4.3 户式集中空调系统的设计	319
7.4.4 几种常用户式集中空调机组的比较	321
7.5 热泵空调系统	322
7.5.1 空气源热泵(ASHP)空调系统	322
7.5.2 水源热泵(WSHP)空调系统	325
7.6 蓄冷(热)空调系统	336
7.6.1 蓄冷系统的分类	337
7.6.2 水蓄冷空调系统	337
7.6.3 冰蓄冷空调系统	339
7.6.4 蓄热空调系统	341
7.7 低温送风空调系统	342
7.7.1 低温送风空调系统的分类	342
7.7.2 低温送风空调系统的构成	342

7.7.3 低温送风空调系统的特点及适用条件	348
7.7.4 低温送风系统的设计	350
7.8 净化空调系统	351
7.8.1 净化空调系统与一般空调系统的区别	351
7.8.2 净化空调系统的分类比较	351
7.9 温湿度独立控制空调系统	353
思考题与习题	355
参考文献	356
第8章 空调区的气流组织和空调风管系统	358
8.1 空调区的气流分布方式	358
8.1.1 顶(上)部送风系统	359
8.1.2 置换通风系统	367
8.1.3 工位与环境相结合的调节系统	370
8.1.4 地板下送风系统	372
8.2 空调送风口、回风口的类型及应用场合	375
8.2.1 百叶风口	375
8.2.2 散流器	377
8.2.3 喷射式送风口	382
8.2.4 旋流送风口	384
8.2.5 射流消声风口	389
8.2.6 置换通风器	390
8.2.7 TAC 送风口	392
8.2.8 UFAD 送风口	393
8.2.9 回风口	394
8.3 空调区气流组织的计算及气流性能评价	395
8.3.1 侧面送风的计算	395
8.3.2 散流器送风的计算	400
8.3.3 喷口送风的计算	402
8.3.4 空调区气流性能的评价	404
8.4 空调风管系统的设计	405
8.4.1 风管的分类	405
8.4.2 通风管道配件	406
8.4.3 风量调节阀和定风量调节器	410
8.4.4 风机与风管的连接	412
8.4.5 风管测定孔和检查孔	416
8.4.6 空调系统风管内的压力分布	417
8.4.7 空调系统风管内的空气流速	419
思考题与习题	421