



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
2008年度普通高等教育国家精品教材
高职高专规划教材

空调技术

付小平 主编



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
2008年度普通高等教育国家精品教材
高职高专规划教材

空 调 技 术

主编 付小平
参编 程瑞端 李时东
主审 朱 能



机械工业出版社

本书是高职高专院校制冷与空调及相关专业的主要教材之一。全书全面系统地阐述了空调技术的主要内容,包括空气与其焓湿图、空调负荷与送风量、空气的热湿处理、空调冷热源、空调系统、空调风管道系统设计、空调水系统设计、空调房间的气流组织、室内空气质量与空气净化处理、空调系统的消声与隔振、空调系统的测定与调整以及空调工程设计等12章。每章之后均有本章要点,并配有思考题与习题。

本书可作为普通高等学校、高等职业学校、成人高等学校的大专课程教材使用,还可作为从事空调工程设计、施工和中央空调系统运行管理、维护保养人员的培训教材,也可作为相关专业本科学生、技术人员和管理人员的学习参考书。

本书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com 咨询电话: 010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

空调技术/付小平主编. —北京:机械工业出版社, (2011.2 重印)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 2008年度普通高等教育国家精品教材. 高职高专规划教材

ISBN 978-7-111-15874-5

I. 空... II. 付... III. 空气调节设备—高等学校:技术学校—教材 IV. TB657.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第089406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:刘小慧 宋学敏 于奇慧

责任编辑:张双国 版式设计:冉晓华

责任校对:张媛 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(北京振兴源印务有限公司装订)

2011年2月第1版第6次印刷

184mm×260mm·21印张·1插页·507千字

13 001—15 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-15874-5

定价:29.00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

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

空调行业是近 20 年我国发展最快的行业之一。空调技术的应用也越来越广泛,从人们的日常生活到国民经济各部门,从传统产业到高新技术产业,从国防科技到航空航天,到处都不可缺少。空调行业的快速发展和空调技术的广泛应用同时也带来了空调专业人才需求的持续增长。改革开放前,我国只有为数不多的高等院校设置空调或相近专业,进入 21 世纪,国内大多数以工科为主的高等院校都设置有此类专业或专业方向,由此可见国内对高层次空调人才需求量之一斑。

本书是高职高专制冷与空调专业系列教材之一,是为满足空调或相近专业空调课程的教学需要而编写的,具有以下鲜明特色:

1. 紧紧围绕高职高专教育的培养目标,以其所要求的专业能力并结合空调职业岗位群的基本技术要求为主线安排本书的内容。基本理论和基础知识不追求系统性和完整性,以必需、够用为度;专业知识则突出针对性和实用性,充分反映目前广泛使用的各种空调技术和设备;专业名词、用语和技术性条文采用或参考了国家现行的最新规范、标准和措施。

2. 本书内容精练、适用,对最基本、常用的空调设备和系统作了比较深入的分析和全面介绍,省略了方法繁多的负荷计算、很少用到的表冷器选择计算、喷水室设计计算、二次回风系统和诱导器系统的分析等,增加了空调冷热源、空调风管道系统设计、空调水系统设计、空调工程设计等实用内容,并尽量反映了现代空调(主要是舒适性空调)技术与设备的应用情况,如变风量、变水量系统,高层建筑空调系统形式,室内空气质量控制等。

3. 每章后给出了本章要点,能帮助学生更好地自学和掌握重难点,配置的思考题(与习题)对引导自学、启发思维、检验学习效果、掌握重点、理解难点能起到积极作用,同时也为开展讨论式教学创造了条件。

4. 本书充分考虑到一般设计、工程施工、运行管理、维护保养等职业岗位,对空调技术理论知识和专业技能的要求,内容实用、编排合理、叙述清晰、信息量大,并具有通用性,既可以作为高职、高专、成教等大专院校相关专业的教学用书,也可以作为从事相关专业工作的工程技术人员和管理人员的工作参考书,以及社会从业人员的培训教材。

本书由深圳职业技术学院付小平、程瑞端和李时东合编,付小平担任主编并编写了绪论、第 3、4、5、6、7、8、12 章及附录,程瑞端编写了第 9、10、11 章,李时东编写了第 1、2 章。全书由付小平统稿,由天津大学环境工程学院副

院长朱能教授主审。

需要特别说明的是，本书继承了传统专业理论中的许多精髓，其中部分公式、图表等直接取自书后的参考文献。在现代空调技术方面，则主要借助了国内外其他众多信息源，在此，本书编者谨向被引用了各种资料的原作者表示衷心的感谢。

由于编者的水平所限，书中难免有错漏之处，敬请读者不吝赐教。

编者

目 录

绪论	1
----------	---

第 1 章

空气与其焓湿图	9
1.1 空气的组成与状态	10
1.2 空气的状态参数	12
1.3 空气的焓湿图及其应用	18
本章要点	27
思考题与习题	27

第 2 章

空调负荷与送风量	29
2.1 室内外空气计算参数	30
2.2 太阳辐射对建筑物的热作用	39
2.3 空调负荷	40
2.4 空调房间送风量和送风状态点的确定	48
本章要点	52
思考题与习题	52

第 3 章

空气的热湿处理	55
3.1 热湿交换介质与热湿处理装置	56
3.2 喷水室	57
3.3 表面式换热器	62
3.4 空气的其他热湿处理装置	65
3.5 空气热湿处理的途径与方案	76
3.6 空调设备	77
本章要点	85
思考题	86

第 4 章

空调冷热源	89
4.1 天然冷热源	90
4.2 空调冷源设备	91
4.3 空调热源设备	95
4.4 空调冷热源一体化设备	100
4.5 空调冷热源的选择与组合方案	101
本章要点	108

思考题	108
-----------	-----

第 5 章

空调系统	111
5.1 空调系统及类型	112
5.2 全空气系统	113
5.3 风机盘管加新风系统	126
5.4 低温送风系统	132
5.5 水环热泵系统	134
5.6 空调系统的选择	136
5.7 户用中央空调系统	137
本章要点	138
思考题与习题	139

第 6 章

空调风管道系统设计	141
6.1 空调风管道	142
6.2 空调风管系统设计	148
6.3 均匀送风管设计	159
6.4 空调管道和设备的绝热	164
6.5 空调风管系统的防火防烟	173
本章要点	176
思考题	177

第 7 章

空调水系统及设计	179
7.1 空调水系统	180
7.2 空调水系统设计	188
7.3 冷凝水排放系统设计	201
本章要点	202
思考题	202

第 8 章

空调房间的气流组织	205
8.1 送回风气流的基本流动规律	206
8.2 空调风口	208
8.3 气流组织	217
本章要点	221

思考题	221
-----------	-----

第 9 章

室内空气质量与空气净化处理	223
---------------------	-----

9.1 空调房间的空气品质	224
9.2 空气中固态污染物的净化处理	232
9.3 空气过滤器	236
9.4 净化空调系统	244
9.5 空气中气态污染物和微生物的净化 处理	246
本章要点	248
思考题	249

第 10 章

空调系统的消声与隔振	251
------------------	-----

10.1 空调系统的消声	252
10.2 消声器	265
10.3 空调系统的隔振	272
本章要点	279
思考题与习题	280

第 11 章

空调系统的测定与调整	281
------------------	-----

11.1 空调系统安装完工后的测定与调整	282
11.2 空调风系统的风量测定与调整	284
11.3 空调水系统的水量测定与调整	295
11.4 热湿处理装置容量的测定	296
11.5 空调系统工况的测定	299
11.6 空调效果的测定	300
11.7 测定与调整中的问题与解决方法	303
本章要点	304
思考题	304

第 12 章

空调工程设计	307
--------------	-----

12.1 空调工程设计前的准备	308
12.2 空调工程设计阶段与内容	310
本章要点	318
思考题	318

附录

附录 A 空气温度与对应饱和状态参数值	320
附录 B 常用管件局部阻力系数	322
附录 C 空气焓湿图	328
参考文献	329

绪 论

- 0.1 空调的任务和技术手段
- 0.2 空调的基本方法和系统组成
- 0.3 空调的作用和应用
- 0.4 空调技术的发展概况
- 0.5 空调技术的发展方向

用人工的方法使某一特定空间内的空气参数达到一定要求的技术称为空气调节,简称空调或空调技术。空调技术是为满足生产过程、科学实验、以及人们工作和生活对室内空气状态条件的要求而产生和发展起来的。经过 20 世纪一个世纪的发展,已形成了一个独立的,以工程热力学、传热学、工程流体力学为主要理论基础,综合建筑、机械、电工电子、自动控制、计算机等工程学科成果的现代空调技术学科分支,它专门研究和解决各类生产、工作、生活和科学实验所要求的特定空间空气环境问题。

0.1 空调的任务和技术手段

一个特定空间(如房间、车厢、机舱、船舱等)内空气的温度、湿度、流动速度、洁净度和新鲜度是描述其空气环境的基本参数,一般也是要进行调节和控制的基本参数。在一些特殊场合,有时还要求对空气的压力、成分等进行调节和控制。因此,空调的任务就是创造并保持能满足一定要求的特定空间空气环境。

一个特定空间内的空气环境,一般要受到来自空间内部产生的热湿量和其他有害物的干扰,同时还要受到来自空间外部气候变化、太阳辐射和外部空气中有害物的干扰。为了保证特定空间内空气的有关参数(如温度、湿度、流动速度、洁净度、新鲜度等)处于限定的变化范围内,必须对这些干扰采取技术的手段来消除它们的影响。通常采用的技术手段和能达到的目的主要有:

1) 采用热湿交换技术,借助空气、水、制冷剂等介质,经热、质交换将特定空间内多余的热湿量消除或补充其热湿量的不足,以保证特定空间内空气的温湿度合适。

2) 采用气流组织技术,通过选用合适的送回风口形式和恰当的布置,来保证特定空间内空气的合理流动并有合适的流速。

3) 采用净化技术,将有害物捕捉、清(消)除,来保证特定空间内的空气洁净、无异味。

4) 采用换气技术,不断补充外部空气,置换或稀释特定空间内的空气,以保证特定空间内空气中有一定的氧气含量。

由上可知,空调技术主要涉及到以下几个方面的内容:

1) 特定空间内、外干扰量的确定与计算。

2) 空气的处理方法及装置选择。

3) 空调系统形式的确定与设计。

4) 房间气流组织设计与风口选择。

5) 空气的净化处理。

6) 空调系统的消声、隔振、测定与调整。

由于空调是对特定空间内空气环境多个参数的调节和控制,因此在工程上将只能对特定空间内空气的温度进行调节和控制的技术手段称为供暖或降温;将只能把特定空间内空气中的有害物含量控制在一定卫生要求范围内的技术手段称为工业通风。实质上,供暖、降温以及工业通风都是控制特定空间内空气环境的技术手段,只是在调节和控制的要求上及全面性方面与空调有差别。因此,可以说空调技术是供暖技术、降温技术和工业通风技术的发展。

0.2 空调的基本方法和系统组成

空调的基本方法是以空气为介质,使送排风参数不同来达到控制特定空间内空气参数的目的。即,将一定量的某状态空气在单位时间里连续送入特定空间(送风),同时排除一定量的空气(排风),在送风和排风的同时作用下,使特定空间内的空气保持要求的状态。

一个典型的建筑中央空调系统主要由流体输送与分配系统、空调设备、冷热源以及控制和调节装置等四部分组成,如图 0-1 所示。

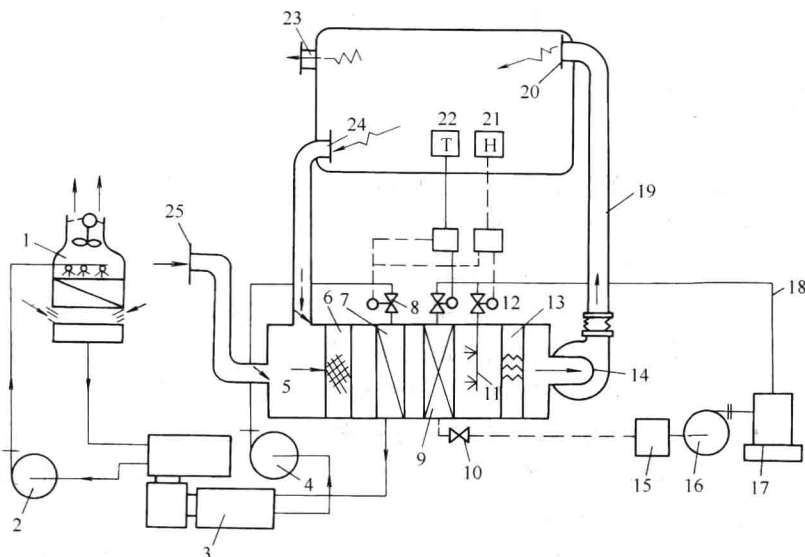


图 0-1 典型建筑中央空调系统简图

- 1—冷却塔 2—冷却水泵 3—制冷机组 4—冷水循环泵 5—空气混合室
6—空气过滤器 7—空气冷却器 8—冷水调节阀 9—空气加热器 10—疏水器
11—空气加湿器 12—蒸汽调节阀 13—挡水板 14—风机 15—回水过滤器
16—锅炉给水泵 17—锅炉 18—蒸汽管 19—送风管 20—送风口
21、22—温、湿度感应控制元件 23—回风口 24—回风管 25—新风进口

按不同的中央空调系统形式,流体输送与分配系统可分为空调风系统和空调水系统两种类型。全空气空调系统的流体输送与分配系统为风系统,主要包含送风系统和回风系统两部分。送风系统的作用是将经空调设备(如组合式空调机组)处理过的空气送入空调房间,该部分主要由送风管道与送风口组成。回风系统则由室内回风口和回风管道组成,主要作用是将空气从空调房间内吸出并送回空调设备再处理。风机盘管加新风空调系统等以水为主要输送对象的空调系统的流体输送与分配系统是由连接冷热源与空调设备(如风机盘管)的送回水管组成的水系统。其作用是将经冷热源冷却或加热的水先送入空调设备与空气进行热湿交换,再将升温或降温后的水从空调设备送回冷热源再处理。

空调设备的作用是将准备送入空调房间或区域的空气进行加热、冷却、加湿、除湿以及净化,使其达到规定的状态。空调设备可以集中设于一处,为整幢建筑物服务,也可以分散设置在建筑物的不同地点,分别为其附近的空调房间区域服务;可以设在专用空调机房内,

也可以直接安装在室内就地处理空气。常用的空调设备有组合式空调机组、柜式风机盘管(风柜)、风机盘管等。

冷源是为空调设备对空气进行冷却处理提供冷量的,常用的空调冷源设备是能生产低温水的各种冷水机组,也有用制冷装置的蒸发器来直接冷却空气的。热源是为空调设备提供加热空气所需热量的,常用的空调热源设备有各种锅炉、直燃型溴化锂吸收式冷热水机组热泵型冷热水机组等。空调工程采用的天然冷热源主要是江河湖海等地表水和地下水。

空调系统配备的控制和调节装置(包括各种测量元件、调节器和执行机构),能自动或人工手动调节送风的参数、送排风量或供水参数和供水量等,以适应空调系统的负荷变化,保持特定空间内要求的空气状态,同时保证空调系统经济、节能地运行。

0.3 空调的作用和应用

空调对国民经济各行业的发展和对人民物质文化生活水平的提高具有重要意义。这不仅意味着受控的空气环境对各种生产过程的稳定进行和保证产品的质量和产量有重要作用,而且对提高劳动生产率、保护人体健康、创造舒适的工作和生活环境也有重要意义。

空调的作用是抵御特殊空间内空气环境的内外干扰,维持所需要的空气环境,按其服务对象或用途不同可分为舒适性空调(或舒适空调)和工艺性空调(或工艺空调)两大类。

舒适性空调以满足人对特定空间内空气环境的舒适性要求为主要目的,舒适的环境使人精神愉快、心情舒畅,有利于提高工作、学习效率。办公楼(写字楼)、旅馆(酒店)、商场、影剧院、餐厅、体育馆、室内娱乐场所、图书馆、博物馆、展览馆、机场航站楼、火车候车室等公共建筑中所用的空调都属于舒适性空调。

工艺性空调(又称为工业空调)则以满足生产工艺和科学实验过程、设备运行和物品储存等对特定空间内空气环境的特殊要求为主要目的,工作人员的舒适要求在有条件时可兼顾。

工艺性空调的控制要求千差万别,不同的使用对象有不同的空气环境参数的调控要求,例如以高精度恒温恒湿为特征的精密机械及仪器制造业,在其生产过程中,为避免元器件由于温度变化产生胀缩而影响产品精密度,由于湿度过大引起表面锈蚀,一般都严格规定环境的基准温度和湿度及其偏差范围,如 $(20 \pm 0.1)^{\circ}\text{C}$, $(50 \pm 5)\%$ 。

天然和化学纺织纤维多数属于吸湿性或易产生静电的材料,在不同的空气温湿度条件下,它们的物理特性和机械特性(如回潮率、强力、伸长度、柔软性及导电性等)都会随空气湿度的变化而发生不同程度的变化,进而直接影响到纺织生产的顺利进行及产品的产量和质量。因此,不同的纺织工序都有不同的温湿度控制标准。

由于纸张有湿胀干缩的特性,因此彩色印刷生产过程对空气环境相对湿度的控制要求很高,以保证套色准、防静电、纸张不卷曲、不折皱。

在电子产品生产过程中,除了有一定的温湿度要求外,往往还对室内空气的洁净度有很高要求,以保证生产过程和产品的高精度、高纯度及高成品率。例如,超大规模集成电路生产的某些工艺过程,空气中悬浮粒子的控制粒径为 $0.1\mu\text{m}$,规定每升空气中等于和大于 $0.1\mu\text{m}$ 的粒子总数不得超过3.5粒或0.35粒,甚至有不超过0.035粒的要求。

为了保证精密仪器和精密机械的使用精度,其安装使用的房间通常也都有温湿度和洁净

度的控制要求。而药品、制剂、食品生产以及生物实验室、医院的手术室、烧伤病房等不仅要求一定的空气温湿度,而且要求控制空气中的含尘量及细菌数量,以防止产品被污染或人体被感染。

此外,胶片、光学仪器、橡胶、卷烟等生产或加工过程也都有一定的温湿度控制要求。作为工业生产部门常用的计量室、控制室及大型计算机房等,也均有比较严格的空调要求。

现代农业的发展也与空调密切相关,如大型温室、禽畜养殖、粮食贮存等,都需要对内部空气环境进行调节和控制。

交通运输工具如飞机、船舶、汽车及火车,有的必须设置空调,有的空调装备率正在随着人们物质生活水平的提高逐年上升。

另外,在宇航、地下与水下设施以及军事领域,空调也都发挥着重要作用。有些科学实验要求建立人工气候室以模拟高温、高湿、低温、低湿等特殊空气环境,都离不开空调技术。

综上所述,空调技术作为特定空间空气环境的保障技术,正日益广泛地应用到国民经济和国民生活的各个领域,它对促进现代工业、农业、国防和科技的发展以及人民物质文化生活水平的提高都担负着十分重要的使命,是不可缺少的基本保证条件。

0.4 空调技术的发展概况

1890年以后,空调技术获得初步成就,既有了工艺性空调,也有了舒适性空调。属于工艺性空调的有:1891年在美国罗彻斯特采用贮存照相胶片的E.Kodak装置,1900年纺织厂和卷烟厂的空调,1902年纽约附近布鲁克林一家印刷厂的空调,1904年汉堡中心电话交换站的空调等。在舒适性空调方面有:1894年德国法兰克福一幢房子和1895年美国圣路易斯一家私人图书馆的空调,1901年蒙特卡罗娱乐场的空调,1902年纽约证券交易所的空调,1904年西德科隆和巴西里约热内卢剧场的空调等。

1906年,空气调节(Air Conditioning)这一名词在独特的情况下出现于美国,美国的S.W.Cramer在北卡罗来纳州首次用它来表达利用环境空气“处理”棉花的方法,以区别于在纤维上直接加附加剂的处理方法。

美国的W.H.Carrier对空调事业的发展作出了卓越贡献:1902年起,他在纽约附近的布鲁克林印刷厂里研究空气湿度的调节;1904年他设计了带喷水室的集中式空调设备,这种喷水室至今还在采用;1911年他得出了空气干球温度、湿球温度和露点温度的关系,以及空气显热、潜热和焓值间关系的计算公式,绘制了空气的焓湿图,这是空调史上的一个重要里程碑。

在空调系统方面,最早使用的是全空气系统,后来才有了空气—水系统。空气—水系统用水管代替了大部分大截面风管道,既节约了许多金属材料,又节省了风管道所占建筑物的空间,因此经济效益很高。早先的空气—水系统是诱导器系统,是Carrier在1937年发明的,它在以后的20多年中,曾广泛应用于旅馆、医院、办公楼等公共建筑中。20世纪的60年代,由于风机盘管的出现,消除了诱导器噪声大和不易调节等主要缺点,使空气—水系统更加具有生命力,至今世界各国仍然盛行。全空气系统的进一步发展则是变风量的应用,变风量系统可以按负荷变化来改变送风量,起到了节能的作用。因此,近20年来世界各国采用

变风量的全空气系统日渐增多。

除了集中式的空调系统外,在 20 世纪 20 年代末期出现了整体式空调机组。它是将制冷机、风机、空气处理装置等组合在一起的成套空调设备。后来,此类空调设备发展迅速,现在通用的有整体式、分体式、单元式等多种机型,以及能利用制冷剂正逆向循环的热泵型机组。

在我国,空调技术的起步并不太迟,工艺性空调和舒适性空调几乎同时出现。1930 年左右,首先在上海的纺织厂安装了带喷水室的空调系统,其冷源为深井水。随后,一些电影院和银行也实现了空气调节。几座高层建筑的大旅馆也先后设置了全空气式的空调系统。在当时,高层建筑装有空调,上海是亚洲的首位。但到 1937 年,由于爆发抗日战争,使我国刚起步不久的空调业又停滞不前。

新中国成立后,随着国民经济的发展,我国空调事业逐步发展壮大。组合式空调机组在 20 世纪 50 年代已应用于纺织工业。1966 年我国自行研制成功了第一台风机盘管机组。20 世纪 80~90 年代是我国空调技术发展最快的时期,空调技术的主要服务对象由工业转向民用,首先是在星级酒店、高档写字楼、商场、影剧院、餐厅、室内娱乐场所等公共建筑装设空调系统,随后空调器也大量进入居住建筑。现在,我国已能独立设计多种空调系统,如大型公共建筑和高层建筑的空调系统、高精度的恒温恒湿洁净室以及人工气候室等。专门生产空调设备的大型企业,已具备了定型化、系列化生产各种空气处理设备和不同规格空调机组的能力。其产品已走出国门,进入世界市场,质量和性能有的已达到国际上同等产品的水平,有的产品生产量已在国际上名列前茅。

0.5 空调技术的发展方向

由于使用空调要消耗能量,在一些工业企业(如电子厂),空调能耗约占其全部能耗的 40% 以上,在高档写字楼和星级酒店也要占到 30% 以上,而空调消耗的电能或热能,大多又来自发电厂、热电站或独立的锅炉房,其发电、生产蒸汽或热水所消耗燃料燃烧过程的排放物,是造成地球气候变暖(温室效应)的重要原因之一。此外,空调用制冷装置大量采用的 CFC 和 HCFC 制冷剂不仅破坏大气臭氧层,而且对地球气候变暖也有重大影响。由此可知,空调的应用与地球气候变暖和大气臭氧层遭到破坏这两个全球性环境保护问题密切相关。

由于大量合成材料用于建筑内部装修装饰,同时为了节能而尽量提高建筑物的密闭性,降低新风供给量,造成了空间内部空气质量下降,出现了“令人疲倦和致病”的建筑物(即所谓“病态建筑”)。人们长期生活或工作在这种人工控制的环境内,会产生闷气、粘膜刺激、头疼及昏睡等症状。

舒适、健康、节能、环保是在采用空调技术时需要综合考虑的重要因素,也是衡量采用的空调技术是否先进的重要标准之一。创造舒适、健康的空调环境要以消耗能源为代价,而自然能源(主要是煤炭、石油、燃气)又是有限的,而且不可再生。从社会经济的可持续发展、人类的生存环境及空调使用的经济性考虑,必须重视节能和环保问题。为此,空调技术的发展,不仅要在能源利用、能量的节约和回收、改进能量转换和传递设备的性能、提高系统能量的综合利用效果、寻求更合理的运行规律、优化系统的技术经济分析以及计算机控制

等方面继续加强研究和开发，而且还要在更广泛的范围内，研究、创造适合于人工作和生活并有利于健康的空间内部空气环境。

目前，我国的空调技术已由主要解决特定空间内部空气环境的温度与湿度控制，即所谓温湿环境工程，发展到对空间内部空气环境的质量全面调节与控制，即所谓人工环境工程。本书主要阐述温湿环境工程的基本原理和设计方法，也涉及了空气质量控制和净化技术。

由于空调技术在保证生产过程的稳定性和产品的质量，保证科学实验环境的适合性以及保证人们在生产劳动过程中的工作效率和生活的质量等方面具有不可替代的作用，因此，随着我国社会经济的高速发展，科学技术的不断进步，人民生活水平的逐步提高，空调技术应用的普及率和对空调的要求也在日益提高，使得空调技术的发展前景越来越广阔。

第 1 章

空气与其焓湿图

1

- 1.1 空气的组成与状态
- 1.2 空气的状态参数
- 1.3 空气的焓湿图及其应用

空气既是需要利用空调技术对特定空间空气环境进行调节和控制的主体,又是空调工程中需要根据不同要求进行热湿处理的对象。因此,全面、深入地了解空气的特性,熟悉反映空气状态的参数及相互间关系的线图,会熟练运用焓湿图是学习和掌握空调技术的重要基础。

本章主要介绍空气的组成,水蒸气和干空气的特性,空气的状态与参数,空气的焓湿图及其应用。

1.1 空气的组成与状态

空调技术所研究的空气,就是人们口语中所称呼的、无所不在、且时刻要呼吸的“空气”,只不过作为一门特殊的学科,需要从独特的角度去研究空气的组成、性质、状态、变化规律等。

1. 空气的组成

地球大气层从地面到外空可分为好几层,其中最靠近地面的那一层,就是人类赖以生存的空气环境,通常称为“空气”,也就是空调技术所要研究、处理和控制的空气。地球表面不同地点的空气,虽然都是由多种气体和水蒸气组成的混合物,但其成分是不相同的。平均而言,其成分按照体积比大致为氮气(N_2)占78%;氧气(O_2)占21%;其他气体(如二氧化碳、一氧化碳、惰性气体等等)占大约1%。

水蒸气在空气中如果按体积比,几乎可以忽略不计,但按质量比,常温下大约占空气总质量的0.01%~0.4%。

在空调技术范畴内,为研究分析和工程计算方便,通常将空气视为仅由干空气和水蒸气两部分组成,即

$$\text{空气} = \text{干空气} + \text{水蒸气}$$

由于自然界的空气中均含有水蒸气,因此在许多教科书中又将空气称为“湿空气”,以区别于不含水蒸气的干空气。

虽然水蒸气在空气中所占的比例微乎其微,但在地球大气中,它却无处不在。研究表明,即使在人类认为极其干旱的沙漠深处,空气中仍然含有足够的水蒸气,足以支撑起千姿百态的特殊沙漠生态系统。沙漠中几乎长年见不到雨水,更没有河流,沙漠中的植物正是依靠吸取空气中宝贵的水蒸气,不但争得了自己的生存空间,也构筑起独特的沙漠生态环境。可以说,在地球上,自然界中存在的空气都是“湿空气”。为避免混淆,在以后的讨论中,只使用“空气”和“干空气”这两个词。

2. 空气中的水蒸气及其影响

水蒸气亦称水汽,是气态的水。空气中水蒸气的主要来源一是江河湖海中水的自然蒸发;二是生物(包括人、动物和植物)生理过程产生的水的蒸发或水蒸气的直接散发;三是生产工艺过程中使用和产生的水的蒸发或水蒸气的直接散发。

需要引起注意的是,空气中的水蒸气含量不是定值,而是在一定范围内变化的,主要受以下几个因素的影响:

(1) 自然环境的影响 各地的海拔高度不同,所处的地区不同,空气中水蒸气的含量是不同的,最明显的是沙漠地区和热带雨林,两者空气中的水蒸气含量就相差很大。