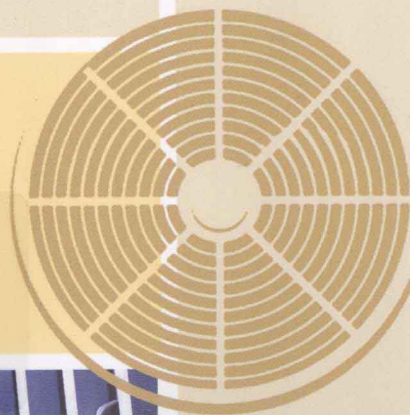




高职高专“十二五”规划教材
土建专业系列

空调工程

主编 高桂芝



南京大学出版社



高职高专“十二五”规划教材

土建专业系列

空调工程

主 编 高桂芝

副主编 朱 承 高俊明



南京大学出版社

内 容 提 要

本书是高职高专“十二五”规划教材。全书共分十章,着重阐述了湿空气的物理性质、空调负荷的计算、空气处理过程与设备、空调系统的气流组织、各种空气调节系统及其调节运行方法、消声防振、测定调整与运行管理及工程设计等。本书的编写以注重培养学生能力为目的,每章都配有思考题与习题,便于学生学习和灵活地掌握各章节内容。

本书既可作为高等职业院校、高等专科学校的土建学科供热通风与空调工程技术、建筑设备工程技术、制冷与空调技术等相关专业的教学用书,也可作为应用性、技能型人才培养的各类教育教材和社会从业人员的业务参考书或培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

空调工程 / 高桂芝主编. — 南京 : 南京大学出版社, 2013. 8

高职高专“十二五”规划教材. 土建专业系列
ISBN 978 - 7 - 305 - 12044 - 2

I. ①空… II. ①高… III. ①空气调节设备—建筑安装工程—高等职业教育—教材 IV. ①TU831

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 194231 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出版人 左 健
丛 书 名 高职高专“十二五”规划教材·土建专业系列
书 名 空调工程
主 编 高桂芝
责任编辑 惠 雪 蔡文彬 编辑热线 025 - 83596997
照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 南京人民印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 21.25 字数 514 千
版 次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 305 - 12044 - 2
定 价 43.00 元
发行热线 025 - 83594756 83686452
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购图书销售部门联系调换

前 言

本书主要为高职高专院校暖通工程、建筑设备等专业的《空调工程》课程所编写,供三年制高职高专等相关专业学生作为选用教材。

本书体现了职业教育的性质、任务和培养目标。根据教育部对高职高专人才培养的最新精神,高等职业教育“以服务为宗旨、以就业为导向、走产学结合的发展道路”,明确高等职业教育的主要任务是培养高素质的技能型人才。因此本书在编写时本着“必需、够用”为度,以适应高职高专教学改革的发展之需和满足制冷与空调以及相关专业课程教学的需要为原则,并结合我国制冷与空调行业迅速发展的现状及相关职业技术岗位要求的要求,选取了相关内容进行编写。

本书在章节的编排和以往同类教材有较大区别。绪论开门见山介绍空调工程的任务和应用,系统组成和技术手段以及空调技术的发展概况。本书按照空调系统的组成逐一编排基础知识、空调房间的负荷、所需的处理设备、空调房间气流组织、空调系统形式及运行调节与管理。这样可使前后内容联系更加密切,有利于学生各章内容的学习与理解。以工程设计实例作为对空气调节系统的总结和空调工程的指导,学生可以更全面了解掌握空调系统。

本书内容精炼、适用,对最基本的常用空调系统和设备作了较深入的分析和全面介绍,删减了针对高职高专学生一些不必要的繁琐理论计算,如:喷水室、表冷器的选择计算;二次回风系统和诱导器系统的能量分析等,而增加了空调水系统和工程设计等实用内容,着力反映现代空调(主要是舒适性空调)技术和设备的应用情况。

为了引导学生自学、启发思维、检验学习效果,本书每一章都配有思考题与习题,有助于学生课后复习和理解与掌握重点、难点。

本书由河北工程技术高等专科学校高桂芝任主编,重庆电子工程职业学院朱承、河北工程技术高等专科学校高俊明任副主编。参加编写工作的有高桂芝(绪论、第2章、第3章、第5章)、朱承(第1章、第4章、第7章)、高俊明(第6章、第10章)、河北工程技术高等专科学校李浩(第9章),石家庄职业技术学院赵亮(第8章)。全书由高桂芝统稿。

本书由田继民高级工程师主审,并提出了许多宝贵的修改意见,特予致谢。

由于编写人员水平有限,不足之处在所难免,恳望读者指正。

编 者
2013年05月

目 录

绪 论	1
0.1 空气调节的任务和技术手段	1
0.2 空气调节系统的类型及组成	2
0.2.1 空调系统的类型	2
0.2.2 空调系统的组成	2
0.3 空调技术作用与应用	3
0.4 空调技术的发展	4
0.4.1 空调技术的发展概况	4
0.4.2 空调技术的发展方向	5
思考题与习题	6
第 1 章 湿空气的物理性质和焓湿图的应用	7
1.1 湿空气的组成和物理性质	7
1.1.1 湿空气的组成	7
1.1.2 湿空气的状态参数	8
1.2 湿空气的焓湿图	14
1.2.1 焓湿图的组成	14
1.2.2 焓湿图的应用	17
思考题与习题	22
第 2 章 空调负荷计算与送风量确定	24
2.1 室内外空气计算参数	24
2.1.1 室外空气计算参数	24
2.1.2 室内空气计算参数	27
2.2 太阳辐射对建筑物的热作用	29
2.2.1 太阳辐射强度	29
2.2.2 建筑物外表面所接受的太阳辐射强度	29
2.2.3 室外空气综合温度	30
2.3 空调房间冷、湿负荷的计算	31
2.3.1 夏季得热量与冷负荷	31
2.3.2 空调冷负荷计算	33
2.3.3 空调房间湿负荷的计算	37
2.3.4 空调总冷负荷的确定	42
2.4 空气调节负荷估算指标	43
2.5 空调房间送风状态及送风量的确定	44
2.5.1 夏季送风状态及送风量	44

2.5.2 冬季送风状态及送风量	47
思考题与习题	48
第3章 空气处理过程及设备	50
3.1 空气处理过程及原理	50
3.1.1 空气热湿处理原理	50
3.1.2 空气净化机理	53
3.2 喷水室	56
3.2.1 喷水室的构造和类型	56
3.2.2 喷水室的空气处理过程	61
3.3 表面式换热器	62
3.3.1 表面式换热器的构造与安装	63
3.3.2 表面式换热器的处理过程	65
3.4 空气的其他热湿处理设备	66
3.4.1 电加热器	66
3.4.2 加湿装置	67
3.4.3 除湿装置	71
3.4.4 热回收装置	72
3.5 空气过滤器	76
3.5.1 空气过滤器的种类	76
3.5.2 过滤器的主要性能指标	81
3.5.3 常用过滤器的选择	83
思考题与习题	83
第4章 空调房间的气流组织	86
4.1 空调房间的气流组织形式	86
4.1.1 气流组织的基本形式	86
4.1.2 送、回风口的位置	88
4.2 送、回风口的形式	89
4.2.1 送风口的形式	89
4.2.2 回风口的类型	98
4.3 空调区气流组织的计算及评价	99
4.3.1 侧面送风的计算	99
4.3.2 散流器送风的计算	103
4.3.3 喷口送风的计算	105
4.3.4 空调区气流性能的评价	106
思考题与习题	108
第5章 空气调节系统	109
5.1 空调系统的分类	109
5.2 新风量的确定和风量平衡	112
5.3 普通集中式空调系统	114

5.3.1	直流式空调系统	114
5.3.2	一次回风空调系统	116
5.3.3	蒸发冷却空调系统	122
5.3.4	普通集中式空调系统的划分和系统的分区处理	127
5.4	半集中式空调系统	129
5.4.1	风机盘管加新风空调系统	129
5.4.2	冷热辐射板加新风系统	141
5.4.3	冷剂末端装置与新风系统结合的方式	145
5.5	分散式空调系统——局部空调机组	145
5.5.1	空调机组的类型及特点	146
5.5.2	空调机组的选择和应用	147
5.6	其他空气调节系统	149
5.6.1	变风量空调系统	149
5.6.2	双风道空调系统	152
5.6.3	户式空调系统	154
5.7	空气净化系统	156
5.7.1	净化空调与一般空调的区别	156
5.7.2	洁净室的均匀扩散模型	157
5.7.3	空气净化系统的设计	158
5.7.4	室内空气品质的控制方法	159
	思考题与习题	160
第6章	空调水系统	162
6.1	空调冷(热)水系统的组成及分类	162
6.1.1	空调水系统的组成	162
6.1.2	空调水系统的形式	164
6.2	空调冷冻水(热水)系统的设计计算	169
6.2.1	空调冷冻水的流速及流量	169
6.2.2	空调冷冻水系统的阻力	170
6.2.3	膨胀水箱的有效膨胀容积	172
6.2.4	空调冷冻水(热水)系统设计的几个问题	173
6.3	空调冷却水系统	178
6.3.1	冷却水系统的组成	178
6.3.2	冷却塔	179
6.3.3	冷却水系统设计中的几个问题	181
6.3.4	冷却水系统的形式	183
6.4	空调冷凝水系统	185
6.5	蓄冷空调系统	186
6.5.1	水蓄冷空调系统	187
6.5.2	冰蓄冷空调系统	190

思考题与习题	196
第 7 章 空调系统的运行调节	197
7.1 室外空气状态变化时的运行调节	197
7.1.1 一次回风空调系统全年运行调节	197
7.1.2 一次回风空调系统全年运行调节图	200
7.1.3 空调系统的全年节能运行调节	201
7.2 室内热湿负荷变化时的运行调节	202
7.2.1 室内空气送风状态变化的过程分析	202
7.2.2 调节方法	203
7.3 风机盘管空调系统的运行调节	211
7.3.1 风机盘管机组的运行调节	211
7.3.2 风机盘管系统的运行调节	212
7.4 变风量空调系统的运行调节	215
7.4.1 室内热湿负荷变化时的运行调节	215
7.4.2 全年运行调节	216
思考题与习题	218
第 8 章 空调系统的消声和减振	219
8.1 空调系统的消声	219
8.1.1 噪声及其物理量度	219
8.1.2 噪声的评价和室内噪声标准	222
8.1.3 空调系统噪声源及噪声性质	223
8.1.4 空调系统中噪声的自然衰减	223
8.1.5 空调系统中噪声的控制	227
8.2 消声器	228
8.2.1 消声器的消声原理	228
8.2.2 消声器的常用形式	228
8.2.3 消声器的选用与设置	235
8.3 空调装置的减振	237
8.3.1 减振基本概念	237
8.3.2 减振装置	238
8.3.3 减振器的选择与布置	240
思考题与习题	241
第 9 章 空调系统的测试调整与运行管理	243
9.1 空调系统的调试内容与程序	243
9.1.1 测试与调整的内容	243
9.1.2 空调系统测试调整的程序	244
9.1.3 准备测试仪表	246
9.2 空调系统的测定与调整	251
9.2.1 风量的测量与调整	251

9.2.2	空气处理设备的测试	257
9.2.3	房间内空气参数的测量	259
9.2.4	消声与隔振检测	261
9.3	空调系统常见故障分析及解决方法排除	262
9.3.1	风系统常见故障分析及排除	262
9.3.2	空气处理设备常见故障分析及排除	263
9.3.3	风机盘管常见故障分析及排除	264
9.3.4	风机常见故障分析及排除	266
9.3.5	水泵常见故障分析及排除	267
9.3.6	冷却塔常见故障分析及排除	269
9.3.7	消声和隔振方面	269
9.4	空调监测与控制	270
9.4.1	空调监测与控制的内容、应用原则及分类	270
9.4.2	空调系统的监测与控制	271
9.4.3	冷、热源及空调水系统的监测与控制	275
9.4.4	集中空调的集散控制系统	278
9.5	空调系统的运行管理	280
9.5.1	空调系统运行操作的内容	281
9.5.2	空调系统运行操作的步骤与注意事项	281
	思考题与习题	283
第 10 章	空调工程设计	285
10.1	空调工程设计前的准备	285
10.1.1	熟悉有关规范和技术标准	285
10.1.2	了解设计对象情况并收集相关资料	286
10.1.3	准备专业设计资料	287
10.2	空调工程设计阶段与内容	288
10.2.1	方案设计	288
10.2.2	初步设计	289
10.2.3	施工图设计	292
10.3	空调工程施工图	296
10.3.1	空调工程施工图组成及内容	296
10.3.2	空调工程施工图示例	296
附 录	306
附录 1-1	湿空气的密度、水蒸气压力、含湿量和焓	306
附录 2-1	我国主要城市的室外空气气象参数	309
附录 2-2	北纬 40° 的太阳总辐射强度	310
附录 2-3	北纬 40° 透过标准玻璃窗的太阳辐射强度	311
附录 2-4	夏季空气调节大气透明度分布图	314
附录 2-5	大气透明度等级	315

附录 2-6	围护结构外表面的太阳辐射热吸收比 ρ	315
附录 2-7	外墙类型及热工性能指标(由外到内)	315
附录 2-8	屋面类型及热工性能指标(由外到内)	316
附录 2-9	北京市外墙、屋面逐时冷负荷计算温度	318
附录 2-10	单层窗玻璃的 K 值	320
附录 2-11	双层窗玻璃的 K 值	320
附录 2-12	玻璃窗传热系数的修正值	320
附录 2-13	北京市外窗传热逐时冷负荷计算温度 t_1	321
附录 2-14	窗的有效面积系数值 C_a	321
附录 2-15	北京市夏季透过标准玻璃窗的太阳总辐射照度最大值 D_{jmax}	321
附录 2-16	透过无遮阳标准玻璃太阳辐射冷负荷系数值 C_{cl}	321
附录 2-17	窗玻璃的遮阳系数 C_s 值	322
附录 2-18	窗内遮阳设施的遮阳系数 C_n 值	322
附录 2-19	设备冷负荷系数 $C_{cl, sb}$	323
附录 2-20	照明冷负荷系数 $C_{cl, zm}$	324
附录 2-21	人体冷负荷系数 $C_{cl, rt}$	325
附录 C	空气焓湿图	326
参考文献		327

绪 论

本章导读

由于人类生存于自然环境中,因此,为了满足人们生活和生产科研活动对室内气候条件的要求,就需要对空气进行适当的处理,使室内空气的温度、相对湿度、压力、洁净度和气流速度等各项参数能保持在一定的范围内。这种人工制造室内气候环境的技术称为空气调节,简称空调。空调工程是一门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的学科。

学习目标

知识目标

- 了解空气调节的任务和作用
- 掌握空气调节系统的组成

能力目标

- 能解释空气调节的任务与作用
- 能写出典型中央空调系统的组成内容
- 能绘制典型中央空调系统原理简图

0.1 空气调节的任务和技术手段

空气调节的意义在于“使空气达到所需要的状态”或“使空气处于正常状态”。人工调节空气温度、相对湿度、空气流动速度及洁净度(简称“四度”),以满足人体舒适和生产工艺过程的要求。一个特定空间内空气的温度、相对湿度、空气流动速度、洁净度和新鲜度是描述空气环境的基本参数,也是空气调节和控制的基本参数。在一些特殊场合有时还需要对空气的压力、成分、气味及噪声等进行调节与控制。

一个既定空间内的空气环境,一般会受到两方面的干扰:一是来自空间内部的生产过程和人所产生的热、湿及其他有害物的干扰;另一方面则是来自空间外部的太阳辐射和气候变化所产生的热作用及外部有害物的干扰。排除干扰的方法主要是向空间内输送并分配一定的按需要处理的空气,与内部环境的空气之间进行热、湿交换,然后将完成调节作用的空气排除,使室内空气保持所要求的状态。

空气调节通常采用的技术手段主要有:采用热湿交换的方法保证室内环境的温湿度;采用气流组织技术保证室内环境空气的流动速度;采用净化技术的方法保证空气的洁净度;采用换气的方法保证室内环境的空气新鲜度。因此,一定空间的空气调节并非是封闭的空气

再造过程,而主要是空气置换和热质交换的过程。

0.2 空气调节系统的类型及组成

0.2.1 空调系统的类型

根据服务的对象不同,通常把空调分为舒适性空调和工艺性空调两大类。

(1) 舒适性空调是为了保证人体健康和舒适性要求,应用于以室内人员为对象的环境。其作用是维持良好的室内空气状态,为人们提供适宜的工作或生活环境,以利于保证工作质量和提高工作效率,以及维持良好的健康水平。

(2) 工艺性空调是为了满足工农业生产及科学实验过程的需要,以工艺过程为对象,同时尽量兼顾人体的卫生要求。其作用是维持生产工艺过程或科学实验要求的室内空气状态,以保证生产的正常进行和产品的质量。

民用建筑和公共建筑的空调多属于舒适性空调,而工厂车间、仓库、计算机机房等的空调多属于工艺性空调。

0.2.2 空调系统的组成

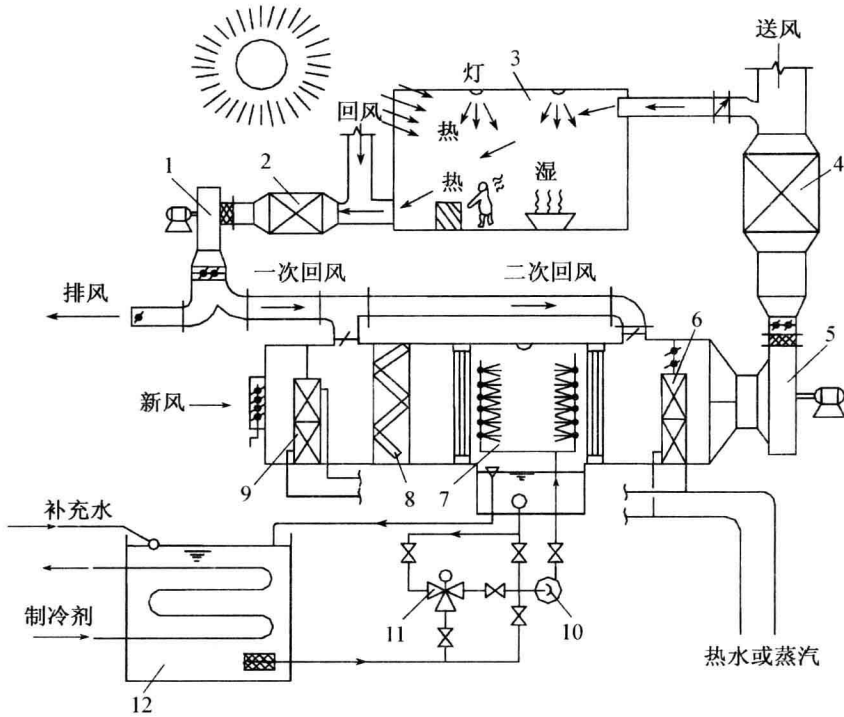
一个典型建筑的中央空调系统主要由空气处理装置、流体输送与分配系统、空调冷热源以及控制和调节装置等4部分组成,如图0-1所示。

空气处理装置的作用是将准备送入室内的空气进行加热、冷却、加湿、除湿以及净化等处理以达到规定的状态。空气处理装置可以集中于一处,为整幢建筑物或建筑物内某一区域服务,也可以分散设置在建筑物的各个层面,既可以设置在专用空调机房内,也可以直接安装在室内就地处理空气。常用的空气处理装置有空气冷却器、空气加热器、空气加湿器、空气过滤器以及喷水室等。这些装置可以单独使用,也可以组合使用。

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。空调风系统包括送风系统和排风系统。前者是将处理过的空气送到空调房间,风机、风管系统和室内送风口是其基本组成部分;而后者是将空气从室内排出,可以直接排到室外,也可以部分排至空气处理装置,与室外新鲜空气混合后经处理重新送入室内,室内排(回)风口、风管系统和风机是排风系统的基本组成部分。将重复使用的排风称为回风。在小型空调系统中,有时送排风系统合用一台风机。空调水系统的作用是将冷水或热水从冷源或热源输送至空气处理装置,水泵和水管系统是其基本组成部分。

冷源是为空气处理装置对空气进行冷却处理提供冷量的,常用的人工冷源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。热源是用来为空气处理装置提供加热空气所需热量的,常用的空调热源有各种锅炉、热泵型冷热水机组、热网等。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。



1—回风机;2、4—消声器;3—空调空间;5—送风机;6—再热器;7—喷水室;
8—空气过滤器;9—预热器;10—喷水泵;11—电动三通阀;12—蒸发器水箱

图 0-1 集中式空调系统

0.3 空调技术作用与应用

1. 空气调节技术在工艺性空调方面的应用

为保证产品的质量和必要的工作条件,工艺性空调主要分为一般性降温空调、恒温恒湿空调、净化空调。

降温性空调的特点是空气温湿度保证夏季工人操作时手不出汗,产品不受潮。如纺织、印刷、食品、农业、畜禽养殖等部门,对空气的温度、相对湿度有一定的要求。

恒温恒湿空调的特征是空气温湿度高精度控制,如精密机械及仪器制造业。在这些工业生产过程中,为避免元器件由于温度变化产生膨胀或湿度过大引起表面锈蚀,对空气的温度和相对湿度有严格规定,如温度 $(20 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 等。

净化空调是对空气的洁净度有高度要求,如电子工业、制药工业。净化空调除对空气的温度、湿度有一定要求外,还对室内的洁净度有严格的要求。如超大规模集成电路的某些工艺过程,空气中悬浮粒子的控制粒径应降低到 $0.1 \mu\text{m}$,并规定每升空气中大于等于 $0.1 \mu\text{m}$ 的粒子总数不得超过一定的数量,如不超过 3.5 粒等。而药品工业以及生物实验室、医院病房及手术室等,不仅要求一定的空气温、湿度,而且要求控制空气的含尘浓度及细菌数量。

通信、航天飞行中的座舱、飞机、轮船等均需采用空气调节技术。

2. 空气调节技术在舒适性空调方面的应用

空气调节技术在舒适性空调方面的应用主要是服务于民用建筑的空调。舒适性空调起步比工艺性空调晚,但近年来发展快、起点高且应用范围广。在公共及民用建筑中,装有空调的大会堂、图书馆、商店、宾馆与酒店、展览馆、音乐厅、影剧院、办公楼、民用住宅随处可见。随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,空调的应用将更加广泛。

3. 空气调节技术在其他方面的应用

除上述工业与民用建筑方面的应用外,空调技术还广泛应用于交通运输工具及国防工业中。如汽车、火车、飞机、轮船及航天飞机中的座舱,交通工具的空调装备率随着人们物质生活水平的提高正在逐年上升;国防工业中的人工气候室模拟高温高湿、低温低湿的特殊空气环境也需要空气调节技术。

综上所述,空调技术作为特定空间空气环境的保障技术,正在日益广泛地应用到国民经济和生活的各个领域,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,更是不可缺少的基本保证条件。

0.4 空调技术的发展

0.4.1 空调技术的发展概况

空气调节技术是在 20 世纪初开始形成的,并随着工业发展和科学技术水平的提高而日益完善。19 世纪后半叶,发达国家纺织工业的发展促进了空调技术的发展。当时,一位叫克勒摩(Stuart W. Cramer)的工程师负责设计和安装了美国南部三分之一纺织厂的空调系统。这套系统已经使用了集中处理空气的喷水室、洁净空气的过滤设备等。

在美国,开利尔(Willis H. Carrier)对空调事业的进步和发展做出了卓越的贡献。1901 年,他创建了第一所暖通空调方面的实验研究室,提出了实践验证理论的计算方程式。1902 年,他通过实验结果,设计和安装了彩色印刷厂的全年性空气调节系统。在 1905 年之前,开利尔把喷嘴和挡水板安装在喷水室内,改善了温湿度控制的效果,使全年性空调系统能够满意地应用于 200 种以上不同类型的工厂;在 1911 年 12 月,他得出了空气干球、湿球和露点温度之间的关系,以及空气显热、潜热和焓值间的关系的计算公式,并绘制出空气的焓湿图,这是空气调节史上的一个重要里程碑。

在空调系统方面,首先出现的是全空气系统,随后又发展了空气-水系统。由于空气-水系统由水管代替大部分的大截面风道,既节约了金属材料,又节省了风道所占建筑物的空间,经济效益很高。在空气-水系统方面,先是采用诱导器系统,这是克勒摩在 1937 年所发明的。在之后的 20 多年中,该系统曾风行于旅馆、医院、办公楼等公共建筑。20 世纪 60 年代,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。直到今天,世界各国仍然大量使用这一系统。全空气系统的进一步发展则是变风量的应用,变风量全空气系统可以按负荷量变化改变送风量,起到节能的作用,因此,近 20 多年来各国变风量全空气系统的使用日渐增多。

除了集中式的空调系统外,20世纪20年代末期还出现了整体式的空调机组。它是将制冷机、通风机、空气处理装置等组合在一起的成套空调设备。80多年来,空调机组发展迅速,现在通用的已有窗式、分体式和柜式等几类机组,并发展了制冷剂的逆向循环在冬季供热热泵型机组。

在我国,空气调节技术的发展并不晚。工艺性空调和舒适性空调几乎同时起步。1931年,上海纺织厂首先安装了带喷水室的空气调节系统,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,高层建筑的大旅馆也先后安装了空气式的空调系统。当时,在高层建筑安装空调,上海居亚洲之冠。

新中国成立以后,随着国民经济的发展,空调事业逐步发展壮大,我国第一台风机盘管机组是1966年研制成功的,组合式空调机组在20世纪50年代已经应用于纺织工业。现在在我国已能独立设计、制造和装配多种空调系统,如高精度的恒温恒湿洁净室、地下除湿、人工气候室以及大型公共建筑和高层建筑的空调系统。一些专门生产空调设备的工厂,已具有定型化、系列化生产各种空气设备和不同规格空调机组的能力。配用在空调系统上的测量和控制仪表以及控制机构的生产也有了一定的基础。在全国范围内,从事暖通空调专业的设计、研究和施工管理的队伍已具有相当的规模。不少大、中专院校已设有供热通风和空气调节专业,培养专门技术人才。

0.4.2 空调技术的发展方向

与空调的广泛应用密切相关的两个全球性环境保护问题,分别是地球变暖和大气臭氧层遭破坏。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,其燃烧过程的排放物是造成大气层温室效应的根源。此外,空调用制冷装置中大量采用的CFC和HCFC类氟利昂又是大气臭氧层遭到破坏的根源之一。

还应引起注意的是,在空间内部的空气质量方面,由于目前大量合成材料被用于建筑室内装修装饰,同时为了节能而尽量提高建筑物的密闭性,而降低了新风供给量,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,则会产生闷气、黏膜刺激、头疼及昏睡等症状。

舒适、健康、节能、环保是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。因为创造舒适、健康的空调环境是要以消耗能源为代价的,而自然能源(主要是煤、石油、天然气)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率、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、创造适合于人们工作和生活并有利于健康的空间内部空气环境。

发达国家用于空调的电能约占全国总消耗电能的20%~30%。在我国,随着人民物质生活水平的提高,使用空调设备的场所也越来越多,所占总能耗比例也越来越高,所以要求空调装置节约能源、节省投资则是一种必然的趋势。

空调系统在节能方面所采取的措施:一方面是热量的回收利用,例如应用转换转轮式热交换器、板翅式热交换器等;另一方面是节约热源和改善冷源,例如将分散的锅炉群改为区域供热的热网,研制和推广成本低、效能高的新型制冷循环、制冷机和制冷剂。太阳能和地热能的利用已走出小型、样机化阶段,逐渐达到商品化、规模化。在空调系统方面,由定风量系统发展到变风量系统,将逐渐在国内推广。在节省投资方面,应做到投资费用最少,并能节省大量的金属材料。例如空气-水系统中以水管代替风道,这样要比全空气系统节省不少金属。

在有些空调房间,出于对生产工艺上的特殊要求,要求有较高的空调精度水平。例如, $\pm 0.01\text{ }^{\circ}\text{C}\sim\pm 0.001\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温, $\pm(1\%\sim 0.25\%)$ RH的恒湿, $0.1\text{ }\mu\text{m M1}$ 级洁净环境,这要求空调技术水平有更新、更大的提高,但是实现高精度的代价是不小的,如果实际上不需要而盲目追求高精度指标,将是一种严重的浪费。

在设计、工艺、运行控制及管理方面广泛应用计算机技术,将是空气调节技术发展的必然趋势。目前,暖通空调工程的计算机应用在专业计算、施工图绘制方面已经推广,并将进一步普及。

思考题与习题

- 0-1 空气调节的任务是什么?
- 0-2 空气调节有哪些分类?其分类的依据是什么?
- 0-3 空调有何用途?
- 0-4 空调的技术手段有哪些?
- 0-5 一个典型的建筑中央空调系统主要由哪几部分组成?
- 0-6 空气调节发展过程中应关注哪些方面的问题?

第 1 章 湿空气的物理性质和焓湿图的应用

本章导读

空气调节的任务是创造一个满足不同需要的空气环境。为此,不仅应了解空气的组成成分以及空气的物理性质,同时还应熟悉反映空气物理性质的焓湿图及其应用。除此之外,还应熟悉并掌握湿空气的干、湿球温度和露点温度在焓湿图上的表示,以及两种不同状态空气混合过程的计算方法。

学习目标

知识目标

- 了解湿空气的组成和物理性质
- 熟悉湿空气焓湿图的构成

能力目标

- 能解释湿空气的主要状态参数
- 能写出湿空气的主要状态参数的计算公式
- 会利用焓湿图确定空气的状态参数

1.1 湿空气的组成和物理性质

1.1.1 湿空气的组成

空气是环绕地球的混合气体。环绕地球的空气层称为大气层。大气层中含有多种气体、水蒸气和杂质。完全不含水蒸气的空气称为干空气。由于干空气和水蒸气混合的气体称为湿空气。

干空气是由氮、氧、氩、二氧化碳、氖、氦和其他的一些微量气体所组成的混合气体。广泛的测定结果表明,干空气的组成是比较稳定的,只有少数成分随时间、地理位置、海拔高度等因素有少许变化。在空调工程中,为了进行热工计算,必须确定干空气的热工性质,而热工性质又与干空气的组成成分有关。一般将海平面高度附近的清洁空气作为标准。海平面附近清洁的干空气的标准成分如表 1-1 所示。

干空气中除了二氧化碳外,其他气体的含量很稳定,而二氧化碳的含量随动植物生长状态、气象条件、海水表面温度、污染状态等有较大的变化。然而,由于其平均含量非常少,故其含量的变化对于空气性质的影响可忽略不计。在研究空气物理性质时,允许将干空气作为一个整体来对待。