

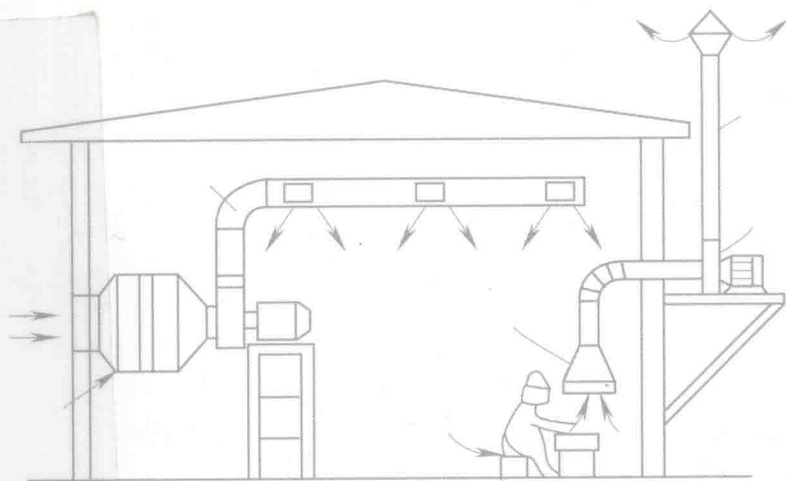


普通高等教育规划教材

空调系统及设计实例

第二版

◎ 戴路玲 等编著



化学工业出版社



普通高等教育规划教材 (编号: 2014-1-016)

空调系统与设计实例

第二版

戴路玲 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以空调工程应用为主线,结合了大量的工程实践,将空调技术的最新知识及成果与工程典型工作内容紧密联系为一体,并融入必要的建筑通风空调工程图的识读相关知识,力求充分体现现代空调技术的知识内涵。全书共分9章,图文并茂,部分章后配有“设计实例”及“思考与练习题”,便于自学和实践。

本书可作为高等院校、职业院校、专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院、五年制高职的制冷与空调、供热、通风与空调、建筑环境与设备、建筑环境与能源应用等专业的教学用书,也可作为建筑、食品、医药、机械化工等领域从事制冷与空调、建筑环境与设备相关的科研、设计、生产等工作的技术人员及广大社会从业人员的业务参考书及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

空调系统及设计实例/戴路玲等编著. —2版. —北京:
化学工业出版社, 2016.6
普通高等教育规划教材
ISBN 978-7-122-26881-5

I. ①空… II. ①戴… III. ①空气调节系统-高等学
校-教材 IV. ①TU831.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第085785号

责任编辑:高钰
责任校对:王素芹

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20 $\frac{1}{4}$ 字数505千字 2016年5月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:45.00元

版权所有 违者必究

前言

本书立足行业和专业发展最前沿,将空调技术与建筑工程基础知识有机结合,保留了第一版的体系和特色,增加了部分最新研究成果,信息量大,适用面宽。选用设计实例贴近工程实际,深入浅出,易学易懂,使读者掌握必要专业知识的同时,在专业面、职业能力培养和工程实践锻炼等方面也得到拓宽和提高。

本书内容体系新颖,充分结合我国空调行业的发展现状,符合高等教育强调学以致用、能力培养的目标和要求。具体体现在以下几个方面。

① 突出实用性和新成果。本书图文并茂,易于读者认知;与现行最新国家设计规范和施工安装规范保持一致,强调工程实践能力的培养,较好地体现了实用、实际、实践的“三实”原则。

② 内容体系更趋合理。本书将空调技术基础知识重新进行编排与整合,增加了代表当前新技术应用的多联机户式中央空调系统设计、中央热水机组、热泵等内容,并融入必要的建筑暖通空调识图的相关知识,以空调工程设计及应用为主线,融合了与中央空调工程设计相关的职业岗位技能及应知理论知识。注重理论与实践相结合,选用工程实例强调节能意识的培养,做到了理论知识的广度与深度能满足读者职业岗位的实际应用和未来发展的需求,突出了读者职业能力和技术应用能力的培养,注重读者综合运用能力、分析与解决工程实际问题能力和创新能力的培养。

③ 充分应用现代信息技术,突出先进性。本书叙述力求通俗易懂、简明扼要,图表精美、图文并茂,尤其是大量插入的设备实物图片,直观生动,易于读者认知;部分章之后附有工程设计实例及多类型习题,便于读者学习应用、举一反三,缩短专业知识和工程实践的空间距离。

本书可作为高等院校、职业院校、专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院、五年制高职的建筑环境与设备、建筑环境与能源应用、制冷与空调、供热通风与空调、建筑工程等专业的教学用书,也可作为建筑、食品、医药、机械化工等领域从事制冷与空调、建筑环境与设备相关的科研、设计、生产等工作的技术人员及广大社会从业人员的业务参考书及培训用书。

本书由戴路玲等编著。戴路玲编著第1、第8、第9章,杜芳莉编著第5、第6章,马骞编著第2、第3章,王俊琪编著第4章,董苏编著第7章。全书由戴路玲统稿。

本书在编著过程中,得到了魏龙教授、刘冬梅副教授等的大力帮助,同时也对张国东、蒋李斌、张鹏高、张蕾、冯飞在编著过程中提供的支持,表示衷心的感谢。

限于编著者的经验和水平,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正并及时反馈,以使本书在教学实践中日臻完善。

编著者
2016年2月

目 录

第1章 空调系统及其设计程序	1
1.1 通风与空气调节的概念及分类	1
1.1.1 通风与空气调节的概念	1
1.1.2 通风与空调技术发展现状及应用	2
1.1.3 通风与空调系统的组成	5
1.1.4 空调系统的常见分类	6
1.2 空调工程设计程序	10
1.2.1 暖通空调工程现行设计与施工规范和标准	10
1.2.2 空调工程设计前的准备	11
1.2.3 空调工程设计内容与步骤	11
1.2.4 空调工程设计文件的编写整理	13
思考与练习题	14
第2章 空调的调节对象——湿空气	16
2.1 湿空气的热力性质	16
2.1.1 湿空气的组成	16
2.1.2 湿空气的状态参数	17
2.2 湿空气的焓湿图	22
2.2.1 焓湿图的组成	22
2.2.2 焓湿图的热湿比线	23
2.3 湿空气焓湿图的常见应用	24
2.3.1 确定空气状态及相应状态参数	24
2.3.2 表示空气处理中的状态变化过程	25
2.3.3 确定不同状态空气混合后的状态点	27
设计实例	28
思考与练习题	30
第3章 空调负荷的计算及新风量的确定	32
3.1 空调室内、外设计参数的确定	32
3.1.1 室内空气设计参数的确定	32
3.1.2 室外空气计算参数的确定	39
3.2 空调负荷的计算	41
3.2.1 建筑物空调冷负荷的形成过程	41
3.2.2 空调负荷的工程概算方法	52

3.3 空调房间送风状态与送风量的确定	63
3.3.1 夏季送风状态及送风量的确定	64
3.3.2 冬季送风状态及送风量的确定	66
3.4 空调房间新风量的确定	67
3.4.1 室内空气品质及其评价	67
3.4.2 空调房间新风量的确定	69
设计实例一	72
设计实例二	74
思考与练习题	79

第4章 空气处理设备及空气处理方案的选择计算 82

4.1 空气处理设备及分类	82
4.1.1 空气加湿与除湿设备	82
4.1.2 空气加热与冷却设备	93
4.1.3 空气净化处理方法及设备	96
4.2 组合式空调机组及选用	100
4.2.1 组合式空调机组的概念	100
4.2.2 组合式空调机组的分类	100
4.2.3 组合式空调机组选用中应注意的问题	101
4.3 典型空气处理方案与处理设备的选择计算	102
4.3.1 一次回风集中式系统方案与计算	102
4.3.2 风机盘管加新风系统方案与计算	106
实训	110
思考与练习题	111

第5章 中央空调风系统及其设计 113

5.1 中央空调风系统的组成	113
5.1.1 风管与风机	114
5.1.2 风口的形式	118
5.2 气流组织形式及设计计算	123
5.2.1 送回风口的气流流动规律	123
5.2.2 气流组织的形式	125
5.2.3 气流组织的设计计算	127
5.3 风管系统的设计计算	133
5.3.1 风管设计计算	133
5.3.2 风管的布置	135
5.3.3 风管阻力计算	136
5.3.4 绝热层设计	138
5.3.5 风机的选择与校核	139
5.4 空调系统的消声、隔振与防火、防排烟设计	143
5.4.1 噪声标准与常用消声降噪装置	143

5.4.2 空调系统隔振设计	150
5.4.3 空调建筑的防火与防排烟设计	153
设计实例	157
思考与练习题	159

第6章 中央空调水系统及其设计 162

6.1 空调水系统的分类及典型形式	162
6.1.1 空调冷热水系统与设备	162
6.1.2 空调冷却水系统与设备	167
6.1.3 空调冷凝水系统	171
6.2 水系统管件与附件	171
6.2.1 管材	171
6.2.2 空调水系统管件	173
6.2.3 空调水系统的管路附件	174
6.3 空调水系统设计	177
6.3.1 空调冷热水系统设计	177
6.3.2 空调冷却水系统设计	186
6.3.3 空调冷凝水排放系统设计	188
设计实例	189
思考与练习题	192

第7章 中央空调冷热源及机房设计选择 195

7.1 中央空调系统的冷热源及其选择	195
7.1.1 中央空调冷源设备及其选择	195
7.1.2 中央空调热源设备及其选择	199
7.1.3 中央空调冷热源的组合	203
7.2 中央空调机房的设计与布置	205
7.2.1 中央空调机房设计与布置的一般要求	205
7.2.2 中央空调机房平面布置示例	208
设计实例	208
思考与练习题	210

第8章 多联机(VRV)户式中央空调系统及其设计 212

8.1 多联机(VRV)户式中央空调系统及其特点	212
8.1.1 我国户式中央空调的现状与发展前景	212
8.1.2 户式中央空调的类型及特点	213
8.1.3 VRV户式中央空调设计步骤	216
8.2 VRV空调负荷的计算	217
8.3 室内机的选型与布置	218
8.4 室外机的选型与布置	221
8.4.1 系统的划分	221

8.4.2 室外机的选配	222
8.4.3 室外机的布置	223
8.5 管道的选择与布置	223
8.5.1 室内、外机管道的连接	223
8.5.2 室内、外机配管设计及安装	224
设计实例	226
思考与练习题	232

第9章 建筑通风空调工程图的识读 237

9.1 房屋的基本构造和组成	237
9.1.1 建筑物的分类	237
9.1.2 房屋的基本构造、组成及其作用	238
9.2 房屋建筑工程图的产生与分类	239
9.2.1 房屋建筑工程图的产生	239
9.2.2 房屋建筑施工图的分类	240
9.2.3 绘制房屋建筑工程图的有关规定	240
9.3 识读房屋建筑工程图的方法	244
9.3.1 阅读房屋建筑工程图应注意的几个问题	244
9.3.2 标准图的阅读	244
9.3.3 阅读房屋建筑工程图的方法	245
9.3.4 房屋建筑施工首页图的识读	245
9.3.5 房屋建筑总平面图的识读	248
9.3.6 房屋建筑平面图的识读	252
9.4 建筑通风空调系统施工图的识读	259
9.4.1 通风空调系统施工图的组成	259
9.4.2 通风空调系统施工图图样画法	261
9.4.3 通风空调系统施工图的识读	268
设计实例	272
思考与练习题	279

附录 285

参考文献 315

第1章

空调系统及其设计程序

1.1 通风与空气调节的概念及分类

通风是为改善生产和生活条件,通过换气形成安全、卫生等适宜空气环境的技术;空调就是对空气进行适当处理,以制造满足人们生活和生产需要的人工室内气候环境。工程上通常将集中式和半集中式空调系统统称为中央空调系统。本章主要介绍通风与空气调节的概念、组成及其常见分类,暖通空调工程的常用设计与施工规范、标准和设计方法,并对空调工程设计文件的编写整理作了简要说明。

1.1.1 通风与空气调节的概念

通风(Ventilation)是为改善生产和生活条件,采用自然或机械的方法,对某一空间进行换气,以形成安全、卫生等适宜空气环境的技术。换言之,通风是利用室外空气(称为新鲜空气或新风)来置换建筑物内的空气(简称室内空气)以改善室内空气品质。通风的功能主要有:①提供人呼吸所需要的氧气;②稀释室内污染物或气味;③排除室内生产过程产生的污染物;④除去室内多余的热量(称为余热)或湿量(称为余湿);⑤提供室内燃烧设备燃烧所需的空气。建筑中的通风系统,可能只完成其中的一项或几项任务,其中利用通风除去室内余热和余湿的功能是有限的,它受室外空气状态的限制。

空调技术是为满足生产过程、日常工作和生活以及科学实验等对室内空气状态条件的要求而产生和发展起来的。为了满足人们生活和生产科研活动对室内空气条件的要求,需要对室内空气进行适当的处理,使空气的温度、相对湿度、压力、洁净度和气流速度等参数保持在一定的范围内。这种制造人工室内气候环境的技术,称为空气调节技术,简称空调。

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。舒适性空调以室内人员为对象,着眼于制造满足人体卫生要求,使人感到舒适的室内气候环境。民用建筑和公共建筑的空调多属于舒适性空调。工艺性空调则主要以工艺过程为对象,着眼于制造满足工艺过程(包括物品储存和设备运转)所要求的室内气候环境,同时尽量兼顾人体的卫生要求。工厂车间、仓库、计算机房等的空调属于工艺性空调。

空气调节的任务,就是在任何自然环境下,采用人工的方法,将室内空气进行调节,并维持一定的温度、湿度、洁净度和气流速度(简称“四度”),使室内空气各项参数达到满足人体舒适或生产工艺过程的要求,这也是所有空气调节系统一般的要求。具体要求则视各

种工业建筑和民用建筑的类别和性质而有所不同。

一个既定空间内的空气环境,一般受到两方面的干扰:一方面是来自空间内部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太阳辐射和气候变化所产生的热作用及大气有害物的干扰。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,最后将完成调节作用的空气排出。因此,空气调节不仅要研究空气的物理性质,研究并解决对空气的各种处理方法(如加热、加湿、干燥、冷却、净化等),而且要研究和解决空间内、外干扰量(即空调负荷)的计算、空气的输送和分配、为处理空气所需的冷热源以及在干扰变化情况下的运行调节问题。

工程上,将只实现内部环境空气温度的调节技术称为供暖或降温,将只实现空气的清洁度处理和保持有害物浓度在一定的卫生要求范围的技术称为工业通风。实质上,供暖、降温及工业通风都是调节内部空气环境的技术手段,只是在调节的要求上以及在调节空气环境参数的全面性方面与空气调节有别而已。应该说,空气调节技术是供暖技术、降温技术和通风技术的综合发展技术。

1.1.2 通风与空调技术发展现状及应用

通风与空气调节有着悠久的历史。在古代,人们懂得利用门窗、孔洞形成的“穿堂风”和摇扇扇风的办法,或者运用天然冰的冷却作用实现居室内的防暑降温;采用炉灶烧水以蒸汽加湿缓解室内空气的干燥状况;通过放置石灰之类的吸湿物质以达到防止室内物品受潮霉变。

15世纪末欧洲文艺复兴时期,意大利的利奥纳多·达·芬奇(Leonardo Da Vinci)设计制造出了世界上第一台通风机。其后,蒸汽机的发明又有力地促进了欧美地区锅炉、换热设备和制冷机制造业的发展。1834年,美国的J.波尔金斯(Jacob Perkins)设计制造出最早的使用乙醚为工质的蒸汽压缩式制冷机。1844年,美国的J.高里(Jehn Gorrie)用封闭循环的空气制冷机建立起首座用于医疗的“空调站”。通风机和冷热源设备的相继问世促使建筑环境技术产生巨大变革,为暖通空调技术的应用与发展提供了重要的设备保障。

空调的发明被列为20世纪全球十大发明之一。19世纪后半叶,欧美发达国家纺织工业迅速发展,生产过程对室内空气温湿度和洁净度等提出了较严格的要求,暖通空调技术首先在这类工业领域得以应用。美国工程师克勒谋(Stuart W. Cramer)负责设计和安装了美国南部三分之一纺织厂的空气调节系统。系统中,采用了集中处理空气的喷水室,装设了洁净空气的过滤设备,包括60项专利,都达到能够调节空气的温度、湿度和使空气具有一定的流动速度及洁净度的要求。为了描述他所做的工作,克勒谋于1906年5月在一次美国棉业协会ACMA(American Cotton Manufacturers Association)的会议上正式提出了“空气调节”(Air Conditioning)术语,从而为空调命名。

而美国的威利斯·开利(Willis H. Carrier)博士对推动空调事业的进步和发展所做的贡献,是超过当代其他任何人的。1901年,开利博士在美国建立了第一所暖通空调实验研究室。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,这是世界公认的第一套科学空调系统,它首次向世界证明了人类对环境温度、湿度、通风和空气品质的控制能力。1906年,开利博士获得了“空气处理装置”的专利权。这是世界上第一台喷水室,它可以加湿或干燥空气。这一装置改善了温、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。1911年12月,他得出了空气干球、湿球

和露点温度间的关系,绘制了湿空气焓湿图,这是空调史上的一个重要里程碑。1922年,开利博士还发明了世界上第一台离心式冷水机组,如今该机组陈列于华盛顿国立博物馆。1937年,开利博士又发明了空气-水系统的诱导器装置,这是目前常见的风机盘管的前身。个人拥有超过80项发明专利的开利博士,以其一生在空调科技方面的卓越成就,被誉为“空调之父”,备受世人景仰。

美国舒适空调的发展远迟于工艺空调。第一座空调电影院建于芝加哥(1911年),纽约空调电影院则是第一座真正可以调节空气各种性能的电影院。自1925年到1931年,估计美国约有400家电影院和剧场配备了舒适空调。旅馆、餐厅甚至教堂也是空调首批常用客户,大型商店的舒适空调开始于1919年,第一家是布鲁克林商店。1927年,得克萨斯州的圣安东尼奥有一幢办公大楼全部实现了舒适空调。1930年,费城一幢34层摩天大楼全部配备舒适空调。1938年,华盛顿市府大厦配备了当时最大的空调装置(功率为20930kW)。1929年在巴尔的摩—俄亥俄运行线上,一辆火车餐车配备了舒适空调。1931年,在纽约—华盛顿线路上,有一列火车全部实现舒适空调。1946年,美国空调列车的数量已增至1.3万辆。从1937年起,美国的公共汽车和大客车也开始采用空调。1946年,空调大客车共计有3500辆左右。而在1945年以后,已经大规模地实现了私人小汽车的空调化。

除美国之外的其他国家,空调技术也得到了迅速发展。在南非,1920年就有一座深矿井采用一套700马力(514.5kW)的装置进行降温;在英国,第一座空调旅馆是伦敦的Cumberland旅馆;在德国,1927年至1928年间,各类工厂尤其是卷烟厂和纺织厂、一些电影制片厂及电影院已采用了空调;1938年,慕尼黑美术馆实现了空调控制;在法国,1927年巴黎附近的一座医院、1932年一家电话交换局采用了空调。除北美和欧洲之外,日本在当时是关注空调较多的国家,1917年一家私人住宅采用了空调,1920年一家糖果厂采用了空调,1927年一家剧场也采用了空调。

在空调系统方面,首先是全空气系统,随后又发展了空气-水系统。由于空气-水系统是由水管来代替大部分的大截面风道,即节约了金属材料,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,它在以后的20多年中,曾风行于各旅馆、医院、办公楼等公共建筑。20世纪60年代,由于风机盘管的出现,消除了诱导器噪声大及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,在世界各国仍然盛行。全空气系统的进一步发展则是变风量系统的应用,它可以按负荷变化来改变送风量,起到了节能的作用。所以随后的20年间,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年代末出现了整体式空调机组。它是将制冷机、通风机、空气处理设备等组合在一起的成套空调设备。近60多年来,空调机组发展迅速,除现在通用的分体式和柜式等几类机组外,还发展了利用制冷剂的逆向循环在冬季供热的热泵机组。

在我国,空气调节的发展并不太迟。工艺性空调和舒适性空调几乎同时起步。1931年,首先在上海纺织厂安装了带喷水室的空气调节系统,其冷源为深井水。随后,也在一些电影院和银行实现了空气调节。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。当时高层建筑装有空调,上海是居亚洲之冠的。但到1937年,我国空气调节技术的发展被迫中断。

新中国成立后,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于1966年研制成功,组合式空调机组在20世纪50年代应用于纺织工业。经过多年的不断发展,目前我国在空调技术方面,高精度恒温技术可保证连续保持静态偏差小于±

0.01℃；高精度恒湿，小于±2%RH；超高性能洁净室洁净度达到国标1级标准；已经掌握各种等级的生物洁净整套技术，从而为高新技术发展提供了环境技术保障。为了节省高大厂房空调用能，研究并实施了高大厂房分层空调技术，并将其成功地应用于长江葛洲坝电站厂房空调工程，取得了设计冷负荷比传统全空气空调减少46%的显著效果。我国研究的谐波反应法和冷负荷系数法两种新的空调冷负荷计算方法，大大方便了工程设计计算。自行开发的计算机空调控制技术已产品化生产，为配合调试而研制成功的以计算机技术为核心作用的空调系统仿真装置在功能以及技术性能上达到了国际先进水平。热环境特别是地下热环境模拟分析技术已成功地用于北京、上海、广州等城市的地铁设计模拟分析，为工程提供了有力的技术分析手段，完成了全国270个气象台站的建筑热环境分析专用气象数据集的编制工作，整理出暖通空调设计用室外气象参数，开发出具有我们自主知识产权的建筑环境模拟软件DeST，为建筑节能工作的开展做出了应有的贡献。

近年来，为了解决用一台室外机带动若干房间（一拖多）的技术难题，开发了变制冷剂的空调系统即多联机系统。为了使一拖一及一拖多的空调系统更好地满足室温要求，并随负荷的变化改变压缩机马达转动频率，达到节约电能的目的，开发了变频空调系统，且配有谷轮数码涡旋压缩机新技术，很好地解决了压缩机回油不畅等问题。由于不再有电磁干扰的问题，负荷可达到在10%~100%之间无级调节，室内外机的系统连接可达到100m的超长距离与50m的高度落差，真正做到了一拖多系统理想的空调效果与节能的目的。

展望21世纪空调技术的发展，“节约能源、保护环境和获取趋于自然条件的舒适健康环境”必将是空调技术发展的总目标。节约能源是空调发展的核心，而充分利用信息技术和自动控制技术，促进空调系统与设备的变革以及品质的提高，则是深入发展的方向。

改革开放近40年来，我国经济取得了飞速发展。经济建设和社会发展带动了空调的应用和发展，空调的工程项目显著增多。目前我国各类空调设备的提供厂商众多，用户在进行空调设备的选择时，有着极大的挑选空间。

国内空调设备厂家包括自主品牌厂家和国际品牌厂家两大类。自主品牌厂家主要有：海尔、美的、格力、海信、志高、奥克斯、科龙、双良、远大、清华同方、天加等。进入我国的国际品牌包括：约克、特灵、麦克维尔、霍尼维尔、艾默森、三菱、大金、松下、日立、三洋等。

在空调设备方面，我国已成为仅次于美、日两国，位居世界第三的制冷空调设备生产国。目前，我国房间空调器产量居世界第一位，海尔等品牌的房间空调器已走向世界，成为国际品牌。我国同时也是世界上最大的冷水机组市场，其中吸收式冷（热）水机组总产量居世界第二位（若按352kW以上机组的产量计算，中国为第一位）。在我国，风机盘管和空气处理机组的产量仅低于房间空调器，而位于其他空调设备产量之上。由于这两种产品与国际同类产品性能和质量相差不远，因此国内绝大多数工程中使用的这两种产品都是国产的。在户式中央空调方面，我国推出的热泵冷热水系统（水管机），与日本的制冷剂系统（VRV系统）及美国的空气系统（风管机）已形成三足鼎立之势。此外，我国相关企业和工程技术人员已经掌握了包括转轮式、静止板式、热管式、闭路盘管式在内的各种空气-空气热回收设备的生产和设计使用技术。

随着我国社会经济的高速发展，科学技术的不断进步，生活水平的不断提高，对空调设备的要求日益提高，空调技术应用的普及率也日益提高，这些都使得空调技术的发展前景越来越广阔。

1.1.3 通风与空调系统的组成

通风作为建筑环境保障技术的重要组成部分，根据服务对象的不同可分为民用建筑通风和工业建筑通风。民用建筑通风是对民用建筑中人员活动所产生的污染物借助通风换气以保持室内空气环境的清洁、卫生，并在一定程度上改善其温湿度和气流速度等环境参数。工业建筑通风是对生产过程中的余热、余湿、粉尘和有害气体等进行控制和治理，达到改善劳动条件、保护工人健康，同时防止大气污染的目的。

通风系统一般由进排风装置、风道以及空气净化设备几个主要部分组成。图 1-1 为通风系统示意图。送风系统主要由空气处理装置、送风机、风管和送风口等组成，其中空气处理装置是把室外空气处理到设计参数要求；排风系统主要由排气口或排气罩、净化处理装置、排风机、风管和风帽等组成，其中净化处理装置是用于除掉空气中的工业有害物，使其符合排放标准。

通风系统一般可按其作用范围分为局部通风和全面通风，按工作动力分为自然通风和机械通风，按介质传输方向分为送（或进）风和排风，还可按其功能分为一般（换气）通风、工业通风、事故通风、消防通风和人防通风等。

一个典型的空调系统应由空调冷热源、空气处理设备、空调风系统、空调水系统及空调控制调节装置五大部分组成。图 1-2 为典型的集中式空调系统示意图。

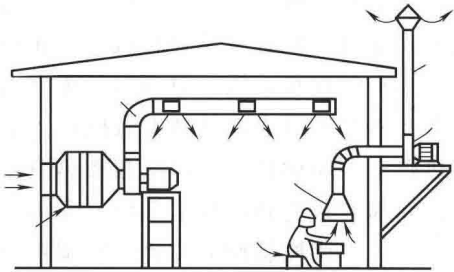


图 1-1 通风系统示意图

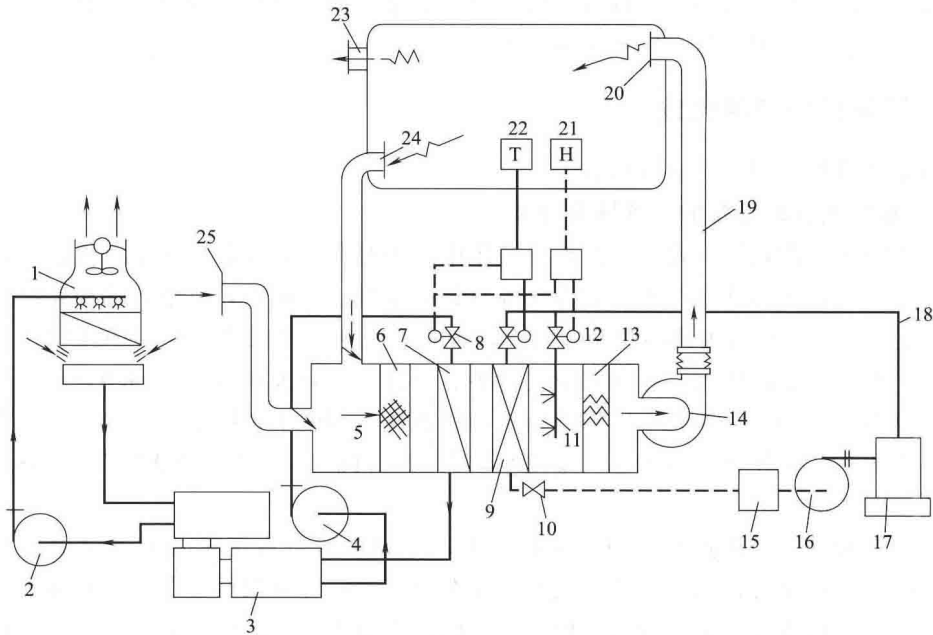


图 1-2 集中式空调系统示意图

- 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—蒸气调节阀；13—挡水板；14—风机；
15—回水过滤器；16—锅炉给水泵；17—锅炉；18—蒸气管；19—送风管；20—送风口；
21,22—温、湿度感应控制元件；23—排风口；24—回风口；25—新风进口

(1) 空调冷源和热源 空调的冷热源是空调系统中的重要组成部分。冷源为空气处理设备提供冷量以冷却送风空气。常用的空调冷源是各类冷水机组,它们提供低温水(如 7°C)给空气冷却设备,也有用制冷系统的蒸发器来直接冷却空气的。热源提供加热空气所需的热量,常用的空调热源有热泵型冷热水机组、各类锅炉、电加热器等。

(2) 空气处理设备 空气处理设备是空调系统对空气进行加热、冷却、加湿、除湿和净化处理的关键设备,其作用是将送风空气处理到规定的状态。空气处理设备可以集中于一处,为整幢建筑物服务,也可以分散设置在建筑物各层面。常用的空气处理设备有空气过滤器、空气冷却器、空气加热器、空气加湿器和喷水室、各类空调机组等。

(3) 空调风系统 空调风系统包括送风系统和排风系统。送风系统的作用是将处理过的空气送到空调区,其基本组成部分是风机、风管和室内送风口装置;排风系统的作用是将空气从室内排出,并将排风输送到规定地点,可将排风排放到室外,也可将部分排风送至空气处理设备与新风混合后作为送风,重复使用的这一部分排风称为回风。排风系统的基本组成是室内排风口装置、风管和风机。在小型空调系统中,有时送排风系统合用一个风机。

(4) 空调水系统 空调水系统由循环水泵、过滤与加药装置、定压与补水装置、冷热媒管道及附件等组成,其基本组成是水泵和水管。空调水系统的作用是将冷媒水(简称冷水)或热媒水(简称热水)从冷源或热源输送至空气处理设备。空调水系统可分为冷(热)水系统、冷却水系统和冷凝水系统三大类。

(5) 空调控制调节装置 空调系统是根据室内和室外设计参数进行设计的,但在实际运行中,室内和室外的条件是不不断变化的,空调系统经常在部分负荷下运行。所以,空调系统应装备必要的控制和调节装置,通过检测与控制系统,一方面要了解空调系统实际运行的参数和设备的运行状态,另一方面调节送风参数、送排风量、供水量和供水参数等,使空调系统安全、可靠、经济地运行,实现空调节能。

1.1.4 空调系统的常见分类

空调系统可按不同的方法进行分类。

1.1.4.1 按空气处理设备的设置情况分类

(1) 集中式空调系统 将空气处理设备集中或相对集中设置在一个空调机房内,处理空气所需要的冷热量由另外专门配备的冷热源(如冷水机组、锅炉)供给,这种系统称为集中式空调系统。图 1-2 所示为典型的全空气、定风量、低速、单风管普通集中式空调系统。这种系统的优点是服务面积大,处理的空气量多。允许采用较大送风温差的场合可考虑一次回风系统[见图 1-3 (a)],如夏季以降温和为主的舒适性空调或工艺性空调。对于有恒温、恒湿或洁净要求的工艺性场合,由于送风温差小,为避免再热形成“冷热抵消”,应采用二次回风系统[见图 1-3 (b)]。

集中式空调系统的优点是:便于维护管理;空调机房可占用较差的建筑面积,如地下室、屋顶间等,甚至可以放在屋顶上或悬挂于车间上空;容易根据季节的变化调节系统的新风量;寿命长,初投资和运行费也较便宜。因此,它是工业建筑中工艺性空调与民用建筑中舒适性空调所采用的最基本的空调方式。

集中式空调系统的缺点是:风管占用建筑空间过大,要求建筑层高较高;一般一个空调系统(使用一台空调设备)只能处理一种送风状态的空气,不能同时满足有较大温湿度控制差别的房间或区域的需要;系统作用范围内,不同房间或区域负荷有变化或不需要空调时,

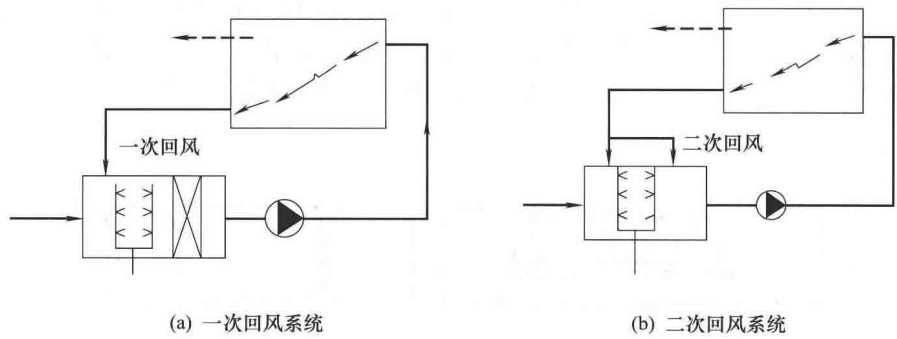


图 1-3 集中式空调系统示意图

不便于自动调节或不送风，难以满足不同房间或区域的控制要求，并造成能量的浪费，各房间之间有风管道连通，不利于防火。

(2) 半集中式空调系统 除集中空调机房外，还在各空调房间（被调房间）布置末端设备，其中多半设有冷/热交换装置。它们可以对室内空气进行就地处理，或对来自集中处理设备的空气进行补充处理，如诱导器系统、风机盘管系统等。处理空气所需要的冷热量也是由专门配备的冷热源供给。目前广泛应用于办公楼、写字楼、宾馆的风机盘管加独立新风系统就是典型的半集中式空调系统。

图 1-4 所示为风机盘管加新风系统示意图，它是典型的空气-水系统，由风机盘管子系统和新风子系统组合而成。图中风机盘管采用两管制水系统，可夏季供冷，冬季供热。经冷源（如冷水机组）降温或热源（如锅炉）加热的冷热水，通过水管管网分别进入风机盘管和新风机，对室内外空气进行热湿处理：风机盘管主要就地处理空调房间或区域内的循环空气；新风机处理室外空气，并通过风管送至各空调房间或区域。在风机盘管和新风机内完成了热湿交换任务的冷热水又通过水管管网回到冷热源，重新被降温或加热。

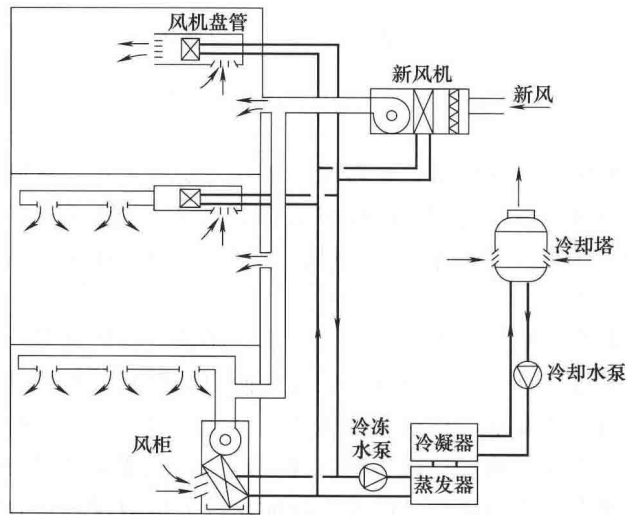


图 1-4 风机盘管加新风系统示意图

风机盘管机组主要由盘管和风机组成。盘管是换热设备，一般采用二排或三排管，内有冷水（或热水）流动，使流过盘管外表面的室内回风被冷却（或加热）。风机一般为离心多

叶风机和贯流风机，以吸入室内回风，使之经过盘管后再送到房间。风机盘管机组上有冷（热）水进出口和凝水管接口。常见形式主要有：明装与暗装；立式、卧式、吊顶式；空气吸入式、空气压出式等。图 1-5 所示为卧式明装风机盘管的构造，图 1-6 所示为风机盘管常见形式。

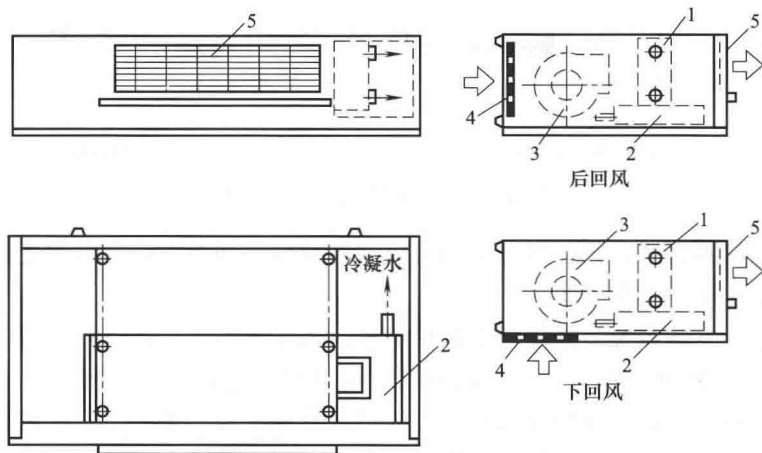


图 1-5 卧式明装风机盘管的构造

1—盘管；2—凝结水盘；3—风机；4—空气过滤器；5—出风口格栅

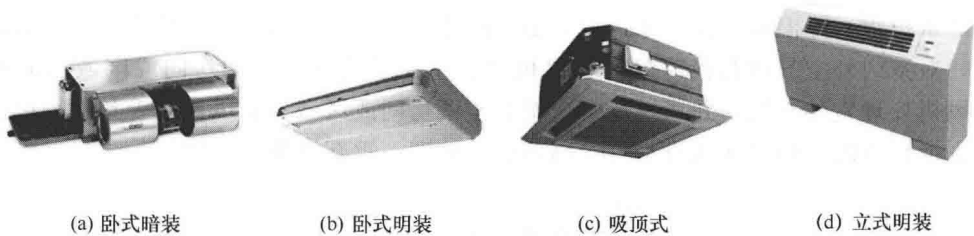


图 1-6 风机盘管的常见形式

与集中式空调系统相比，风机盘管加新风系统主要使用水管，新风管断面积很小，因此既解决了全空气系统的风管占用建筑空间较多的问题，又可向空调房间提供一定量的新风，从而保证空调房间的空气品质。此外，每个风机盘管都能单独使用，调节简便，不用时还可关机，因而运行费用较低。

风机盘管加新风系统的缺点也很突出：一是由于风机盘管数量多，且一般多为暗装，维护保养工作量大，且不方便；二是受新风送风管断面积的限制，春秋过渡季节不能采用全新风送风方式来满足室内空调要求，在这方面不节能；三是没有加湿功能，难以满足有湿度要求的场合；四是风机盘管在高速挡位运行时，噪声较大。因此，该系统主要适用于房间多，且各房间的空调参数要求能单独调节，以及房间面积较大但敷设风管有困难的场所，如办公楼、酒店等。

当机组主要用于冬季供暖时，应采用立式机组，并布置在窗台下，以便获得较均匀的室温分布。

(3) 分散式空调系统 分散式空调系统又称局部机组系统。这种机组把冷热源、空气处

理设备和输送设备（风机）集中设置在一个箱体内，形成一个紧凑的空调系统。因此不需要集中的机房，可以按照需要，灵活而分散地设置在空调房间内，使用灵活方便，是家用空调以及车辆空调的主要形式。工程上，把空调机组安装在空调房间的邻室，使用少量风道与空调房间相连的系统也称为分散式系统。

1.1.4.2 按负担室内负荷所用的介质分类

(1) 全空气系统 全空气系统即空调房间的热、湿负荷全部是由经过处理的空气来承担的空调系统 [见图 1-7 (a)]。空气经集中设备处理后，通过风管送入空调房间吸热吸湿或放热放湿后排出房间，也可通过回风管道，部分返回空调设备再处理使用。全空气系统由于空气的比热容较小，需要较多的空气才能达到消除余热余湿的目的。因此，这种系统要求有较大断面的风道，占用建筑空间较多。全空气系统又可分为定风量系统（单风道式、双风道式）和变风量系统。

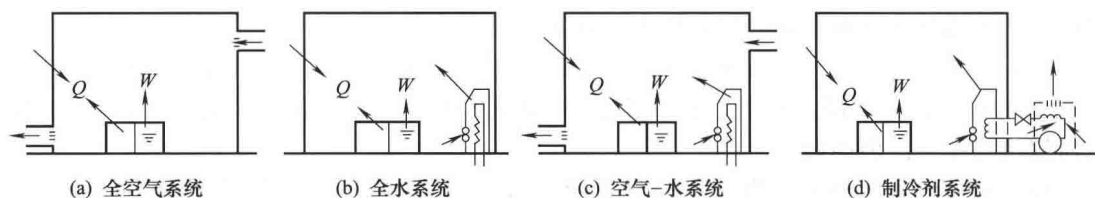


图 1-7 按负担室内热湿负荷所用的介质分类的空调系统示意图

(2) 全水系统 这种系统中，空调房间的热湿负荷全部由水来承担 [见图 1-7 (b)]。由于水的比热容比空气大得多，在相同负荷情况下只需要较少的水量，因而输送管道占用的空间较少。但由于这种系统是靠水来消除空调房间的余热、余湿，解决不了空调房间的通风换气问题，室内空气品质较差，因此用得较少。风机盘管及辐射板系统就属于这类系统。

(3) 空气-水系统 它由空气和水共同承担空调房间的热、湿负荷 [见图 1-7 (c)]。风机盘管加独立新风系统、置换通风加冷辐射板系统和再热器加诱导器系统均属于这类系统。

空气-水系统的优点是：既可减小全空气系统的风道占用建筑空间较多的矛盾，又可向空调房间提供一定的新风换气，从而改善空调房间的卫生要求。

(4) 制冷剂系统 这种系统是把制冷系统的蒸发器直接放在室内，由制冷剂来承担空调房间的余热、余湿，常用于分散安装的局部空调机组 [见图 1-7 (d)]。目前，广泛使用的多联机系统就属于制冷剂系统。典型的有 Dakin 的 VRV 系统与 Sansung 的数码涡旋系统。

1.1.4.3 按空调系统处理的空气来源分类

(1) 封闭式系统 空调设备处理的空气全部来自空调房间本身，无室外新风补充，全部为再循环空气，如图 1-8 (a) 所示。这种系统冷、热消耗量最省但不卫生，只适用于无人或很少进入但又需保持一定温湿度的库房等场所。

(2) 直流式系统 空调设备处理的空气全部来自室外，室外空气经处理后送入室内，再全部排出，如图 1-8 (b) 所示。这种系统耗能最多，但室内空气得到全部交换，卫生效果好，但不经济。适用于不允许采用回风的场合，如放射性实验室、无菌手术室及散发大量有害物的车间等。

(3) 混合式系统 采用一部分室外空气（新风）和室内空气（回风）的全空气系统，新风与回风混合并经处理后，送入室内消除室内的热、湿负荷，如图 1-8 (c) 所示。根据使用回风次数的多少又分为一次回风系统和二次回风系统。它具有既经济又符合卫生要求的特