

图说

中央空调系统及控制技术

TUSHUO ZHONGYANG KONGTIAO XITONG JI KONGZHI JISHU

张少军 杨晓玲 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

图说

中央空调系统及控制技术

TUSHUO ZHONGYANG KONGTIAO XITONG JI KONGZHI JISHU

张少军 杨晓玲 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书的主要内容包括空调基础知识；中央空调系统中常用组件、传感器和执行器；空调系统的自动化控制；新风机组、空调机组和风机盘管及控制技术；中央空调系统冷热源及控制；变风量空调系统及控制技术；中央空调控制系统的通信网络架构；中央空调系统中的智能控制技术及系统集成。

本书在讲述分析中央空调及控制技术的同时，也注重结合中央空调系统的设备运行过程讲述及分析；重点讲述了中央空调控制系统的通信网络架构。本书使用了很多插图帮助读者学习和掌握中央空调及控制系统的相关知识和技能，全书注重理论和工程实践相结合。

本书可作为建筑类高等院校建筑电气与智能化、电气工程与自动化、自动化、电气工程、暖通空调等专业的教材，也可供建筑弱电技术、暖通空调技术及相关的设计人员及施工企业的技术和管理人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

图说中央空调系统及控制技术/张少军, 杨晓玲编著. —北京: 中国电力出版社, 2016.6

ISBN 978-7-5123-9056-0

I. ①图… II. ①张… ②杨… III. ①集中空气调节系统-图解 IV. ①TB657.2-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 048303 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

策划编辑: 周娟 责任编辑: 杨淑玲 责任印制: 蔺义舟 责任校对: 李楠

北京市同江印刷厂印刷·各地新华书店经售

2016 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·16.25 印张·387 千字

定价: 48.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

随着社会经济的快速发展和工业技术的进步,空调技术也呈现了快速发展的特点,一些新的技术和产品不断涌现出来,家用中央空调系统越来越多地挤占家用空调和中央空调系统的市场。

作为从事中央空调及控制系统的不同专业工程师,需要进行很好的专业协同和配合,才能将实际的中央空调应用系统设计好、安装好、调试好、运行好和管理好。除此而外,不同专业的工程师从专业知识结构上,还要注重掌握部分专业交叉的内容。例如,暖通空调工程师缺乏控制系统和通信网络架构的知识,楼控工程师对中央空调系统的运行工况、运行工艺、设备的知识了解和掌握得不够深入,从事中央空调系统运行、维护和管理工程师对中央空调系统的设备和控制比较生疏等,都会极大地影响实际工程中中央空调系统的正常使用及使用效能。因此,应该提倡不同领域的专业工程师注重学习和掌握专业交叉部分的相关知识与技能。

本书清晰地说明了作为楼控弱电工程师和暖通空调工程师哪些工作是交叉的,应该怎样去学习和掌握这些交叉性的专业知识与技能。无论是新学习中央空调及控制系统的读者,还是具有一定基础的读者,或是行业内的工程技术人员,都可以随时翻看书中的相关知识点,起到答疑解惑的作用;对于一些重要且实用性强的工程技能性知识和技能,用图说的方式引导读者快捷地掌握。

全书共分9章,第1章简要地介绍了家用空调、家用中央空调、VRV空调系统和中央空调系统;第2章重点介绍了DDC直接数字控制器,还介绍了部分传感器和执行器的接线;第3章主要讲述了中央空调控制系统中的闭环控制以及广泛使用的PID控制;第4章详细阐述了新风机组、空调机组和风机盘管的工作原理、控制原理和控制过程;第5章主要讲述了中央空调系统制冷站的运行原理,尤其是详细地分析了制冷站和空调机组、新风机组和风机盘管之间的协调运行及控制;第6章强调实际工程中选择好不同组态变风量空调系统和进行相应的系统设置;第7章对管理网络、控制网络,尤其是各种不同结构测控网络的应用情况做了深入的解析;第8和第9章重点讲述了中央空调系统中的智能控制技术和系统集成。

本书可以作为建筑类高等院校建筑电气与智能化、电气工程与自动化、自动化、电气工程、暖通空调等专业的教材,也可供建筑弱电技术、暖通空调技术及相关的设计人员及施工企业的技术人员和管理人员参考。

本书由北京联合大学杨晓玲副教授和北京建筑大学张少军教授共同撰写。其中第1章、第2章、第4章、第5章、第7章、第8章由张少军教授撰写;第3章、第6章、第9章杨晓玲副教授和张少军教授共同撰写。在此对为本书编写提供帮助的周渡海、李一力等老师表示感谢!

由于编者学识有限,加之时间仓促,不足之处恳请广大读者批评指正!

编 者

目 录

前言

第 1 章 空调基础知识	1
1.1 描述空调系统制冷能力和功率的物理量	1
1.1.1 制冷量单位冷吨和匹	1
1.1.2 大卡和度	1
1.2 空调的能效比和评价空调质量的标准	2
1.2.1 空调的能效比 EER	2
1.2.2 评价空调性能和质量好坏的几个参量	3
1.3 空调系统分类及工作原理	3
1.3.1 舒适性空调和工艺性空调系统	3
1.3.2 舒适性空调系统	3
1.3.3 家用空调中的窗式空调	4
1.3.4 家用空调中的分体式空调	5
1.4 家用中央空调	8
1.4.1 家用中央空调的概念和家用中央空调分类	8
1.4.2 家用中央空调系统的水系统和氟系统	9
1.4.3 家用中央空调的使用特点和家用中央空调风管式系统	10
1.4.4 家用中央空调中的冷/热水机组和多联机型系统	11
1.5 VRV 空调系统	13
1.5.1 VRV 系统的结构和工作原理	13
1.5.2 VRV 空调系统的室内机种类	18
1.5.3 VRV 系统的设计步骤及设计限制	19
1.5.4 应用 VRV 系统时的建筑负荷计算	19
1.5.5 VRV 室内机室外机选型	21
1.6 什么是中央空调系统	23
1.6.1 中央空调系统和家用空调系统的主要区别	23
1.6.2 中央空调系统各个组成部分的功能	23
1.7 空调系统的分类	24
1.7.1 按空气处理设备的集中程度分类	24
1.7.2 按承载空调负荷使用的工作媒质分类	25
1.7.3 按系统风量调节方式分类	26
1.7.4 按利用回风分类方式	26
1.7.5 按空调机组制冷系统的工作情况和冷凝器形式分类	26

第 2 章 中央空调系统中常用组件、传感器和执行器	28
2.1 中央空调系统中常用组件	28
2.1.1 过滤器	28
2.1.2 表冷器和盘管	28
2.1.3 百叶窗式送风口	29
2.1.4 空调风机	30
2.1.5 加湿器	32
2.1.6 冷水机组和冷却塔	33
2.1.7 中央空调软化水设备	36
2.2 中央空调系统中的传感器	36
2.2.1 常用传感器	36
2.2.2 中央空调系统中的常用执行器	41
2.2.3 中央空调控制系统中控制器接入和接出的信号种类	44
2.3 DDC 直接数字控制器	44
2.3.1 直接数字控制器 DDC	44
2.3.2 直接数字控制器 DDC 的功能	45
2.4 中央空调控制系统中部分传感器和执行器的接线	46
2.4.1 压差开关的应用及接线	46
2.4.2 温度、湿度传感器和变送器的分类及安装接线	47
2.4.3 温湿度传感器、变送器的接线	51
2.4.4 一个温湿度传感器与控制器的接线举例	52
第 3 章 空调系统的自动化控制	53
3.1 空调系统自动化控制的基本原理及自控系统组成	53
3.1.1 空调系统自动化控制的内容	53
3.1.2 空调自动控制的基本原理	54
3.2 空调自控系统的分类	58
3.2.1 按给定量的运动规律分类	58
3.2.2 按系统组成结构的不同分类	58
3.3 自动控制系统的技术指标	60
3.3.1 自控系统的过渡过程	60
3.3.2 用衰减率来描述自动控制系统的稳定性	61
3.3.3 最大超调量 M_p 和静态误差 $e(\infty)$	61
3.3.4 振荡周期 T_p 及过渡过程时间 t_s	61
3.4 闭环控制和位式调节器	62
3.4.1 闭环控制系统	62
3.4.2 位式调节器和双位控制	62
3.5 PID 控制	65
3.5.1 比例调节、积分调节和微分调节	65
3.5.2 连续控制系统中的 PID 控制	67

3.5.3	比例调节器的比例带	68
3.5.4	三种调节作用的关系	69
3.5.5	离散控制系统中的 PID 控制	69
3.5.6	PID 控制器各参数对控制性能的影响评价	71
3.6	连续系统和离散系统的转换	71
第 4 章	新风机组、空调机组和风机盘管及控制技术	73
4.1	新风机组及控制	73
4.1.1	新风机组的工作原理和应用场所	73
4.1.2	送风温度控制和室内温度控制	74
4.1.3	新风机组的控制	75
4.1.4	新风机组控制设计要点	79
4.2	空调机组及控制技术	79
4.2.1	空调机组的结构和组成	79
4.2.2	空调机组的工作原理	81
4.2.3	空调机组及服务区	83
4.2.4	定风量空调机组运行状态及参量监控	84
4.2.5	空调机组的运行控制与节能运行	85
4.2.6	平衡冷水机组一侧恒流量和空调机组一侧的变流量关系的控制	85
4.2.7	空调机组的监控点表和编制	86
4.2.8	舒适性空调室内外空气参数	88
4.2.9	空调房间的热负荷、湿负荷及计算	89
4.2.10	空调房间送风量的确定和空调系统新风量的确定	91
4.2.11	空调机组中水阀开度的控制	92
4.2.12	空调机组的供冷量	93
4.2.13	空调机组控制设计要点	94
4.3	风机盘管系统及控制	95
4.3.1	风机盘管分类、结构	95
4.3.2	风机盘管空调系统的工作原理	96
4.3.3	风机盘管加新风系统	98
4.3.4	风机盘管系统控制设计要点	100
4.4	中央空调控制系统设计中的一些重要内容	100
4.4.1	中央管理机设计	100
4.4.2	现场分站设计	100
4.4.3	中控室	101
4.4.4	空调冷热水系统的参数设置范围	102
第 5 章	中央空调系统冷热源及控制	104
5.1	中央空调系统的冷热源及中央空调各子系统的能耗	104
5.1.1	中央空调系统的冷热源	104
5.1.2	楼宇能耗及不同子系统的耗电情况	105

5.2 冷水机组的分类及运行原理	105
5.2.1 螺杆式冷水机组	106
5.2.2 离心式冷水机组	107
5.2.3 溴化锂吸收式冷水机组	110
5.3 制冷站及自动控制	111
5.3.1 制冷站及组成	111
5.3.2 制冷站的运行	114
5.3.3 空调系统末端设备和冷源的协调运行	116
5.3.4 制冷站的自动监测与控制	116
5.3.5 一次冷冻水泵和冷水机组的组合连接	123
5.3.6 冷却塔和冷却水泵的经济运行控制	124
5.3.7 冷水机组控制系统设计要点	124
5.4 中央空调热源系统	125
5.4.1 热网和自备热源	125
5.4.2 锅炉、电热锅炉的运行及控制	125
5.4.3 热交换器及控制	127
第6章 变风量空调系统及控制技术	130
6.1 变风量空调系统的组成、运行和特点	130
6.1.1 VAV 系统组成	130
6.1.2 变风量空调机组的运行	131
6.1.3 变风量空调系统的特点	133
6.1.4 变风量空调系统与定风量空调系统的不同	134
6.2 变风量末端装置	136
6.2.1 变风量末端装置的含义	136
6.2.2 变风量末端装置分类	137
6.2.3 双风道型变风量末端装置	140
6.2.4 并联式风机动力型变风量末端装置	141
6.2.5 串联式风机驱动式变风量末端装置	142
6.2.6 诱导型变风量末端装置	143
6.3 变风量末端装置中使用的皮托管式风速传感器传、执行器和控制器	144
6.3.1 皮托管式风速传感器	144
6.3.2 变风量末端装置电动执行器与 DDC 控制器	145
6.4 不同组态变风量空调系统的选择与系统设置	146
6.4.1 单冷型单风道变风量空调系统	146
6.4.2 串联式风机动力型末端装置组合变频空调机组的系统	148
6.4.3 并联式风机动力型末端装置组合变频空调机组的系统	149
6.4.4 诱导型变风量空调系统	150
6.5 变风量空调系统的控制	153
6.5.1 单风道变风量末端的控制方法	153

6.5.2 压力有关型和压力无关型末端及控制	154
6.6 变风量空调系统的控制策略	156
6.6.1 定静压控制	157
6.6.2 变定静压控制法	159
6.6.3 变静压控制法	159
6.6.4 定送风温度控制	161
6.6.5 变送风温度控制	162
6.6.6 空调系统风量协调控制的内容	162
6.7 系统的节能、舒适和降低噪声	163
6.7.1 节能	163
6.7.2 舒适和降低噪声	163
第7章 中央空调控制系统的通信网络架构	164
7.1 架构中央空调控制系统的通信网络	164
7.1.1 一台空调机组的控制系统	164
7.1.2 中央空调控制系统的通信网络架构的组成规律	165
7.1.3 控制网络	166
7.1.4 管理网络	167
7.2 中央空调控制系统中常用的 RS232 和 RS485 控制总线	168
7.2.1 RS232 总线	168
7.2.2 RS485 总线	170
7.2.3 不同通信接口转换模块	172
7.3 使用 RS485 总线的 Apogee 中央空调控制系统	173
7.3.1 Apogee 系统架构	173
7.3.2 系统中的 DDC	174
7.3.3 S600 楼控系统的网络体系	174
7.4 使用层级结构通信网络的艾顿楼控系统	176
7.4.1 BACtalk 系统架构	176
7.4.2 通信协议和网络体系	177
7.4.3 控制器、网关及编程软件	177
7.4.4 中央操作站软件 Envision for BACtalk	179
7.5 使用通透以太网的中央空调控制系统	180
7.5.1 通透以太网的通信网络架构	180
7.5.2 一种典型的使用通透以太网的卓灵楼控系统	181
7.6 控制网络采用 LonWorks 总线的楼控系统	182
7.6.1 LonWorks 总线和现场总线	182
7.6.2 TAC Vista 楼宇自动化系统	184
7.7 BACnet 协议及系统	188
7.7.1 BACnet 协议	188
7.7.2 BACnet 的体系	189

7.7.3 BACnet 支持的控制网络及楼宇自控网络的选择	190
7.8 中央空调控制系统或楼宇自控系统架构设计须考虑的问题	192
第8章 中央空调系统中的智能控制技术	193
8.1 非线性大时延和多变量的时变系统	193
8.2 智能控制的基础知识	194
8.2.1 什么是智能控制	194
8.2.2 变风量空调系统控制中的智能控制方法	195
8.3 楼宇智能控制中的神经网络控制方法	195
8.3.1 神经网络控制技术的发展	195
8.3.2 神经网络控制的适用范围	195
8.3.3 神经网络控制研究和应用的热点	196
8.3.4 人工神经元模型、人工神经网络的分类与学习规则	196
8.3.5 人工神经网络的信息处理能力及应用	198
8.3.6 BP 神经网络、RBF 神经网络和反馈神经网络	198
8.3.7 神经网络控制	200
8.3.8 变风量空调系统的神经网络控制	200
8.4 模糊控制的基本概念和模糊控制系统的组成	201
8.4.1 模糊控制的基本概念	201
8.4.2 模糊控制系统组成	203
8.4.3 模糊数学基础知识	203
8.4.4 模糊集与模糊矩阵的运算	204
8.4.5 模糊关系	204
8.4.6 模糊矩阵的直积和模糊矩阵的积	205
8.4.7 正态模糊集、凸模糊集和模糊数	206
8.4.8 模糊数学中的语言算子	206
8.4.9 模糊条件推理和模糊推理合成规则	206
8.4.10 模糊控制器	207
8.4.11 隶属函数与控制规则	208
8.4.12 模糊控制系统的设计与实现	209
8.4.13 模糊控制中隶属函数的确定方法	210
8.4.14 几种常见的模糊分布	215
8.4.15 在变风量空调机组控制中的应用	216
8.4.16 模糊控制方法与其他方法的结合	220
8.5 冷水机组及风机盘管的模糊控制	220
8.5.1 冷水机组模糊控制	220
8.5.2 风机盘管的智能控制	221
第9章 系统集成	224
9.1 楼宇自动化系统集成概述	224
9.1.1 进行系统集成原因及其成效	224

9.1.2	系统集成概念的扩充	225
9.1.3	系统集成的特点和系统集成的基本思想	226
9.1.4	楼宇自动化系统集成的步骤	228
9.1.5	系统网络结构设计和系统集成的水平层次	228
9.1.6	系统集成的水平层次	229
9.2	系统集成中的网络结构设计	229
9.2.1	局部网络设计	229
9.2.2	系统集成中通信网络架构选择对系统性能影响很大	229
9.2.3	优化的楼宇自控网络模式及组织	230
9.3	系统集成的信息流及信息单元矩阵描述	232
9.4	楼宇自控系统集成技术模式	233
9.4.1	以 BMS 为中心的集成模式	234
9.4.2	采用 BAcnet 或 LonWorks 技术的模式	234
9.4.3	直接在以太网环境下进行系统集成	234
9.4.4	采用数据库集成模式	234
9.4.5	采用 OPC 技术及 ODBC 技术实现智能建筑系统集成	234
9.5	BACnet 体系下的系统集成	236
9.5.1	BACnet 体系在系统集成中具有优势	236
9.5.2	BACnet 系统集成方法	236
9.6	IBMS 系统集成	237
9.6.1	IBMS 系统集成含义	237
9.6.2	IBMS 主要功能	238
9.6.3	IBMS 的功能设置和控制管理	238
9.7	智能楼宇系统集成工程应用实例	239
9.7.1	某标志型建筑的智能化系统集成工程	239
9.7.2	某大厦建筑智能化管理系统中的系统集成实例	241
9.8	智能楼宇系统集成的部分问题探讨	244
9.8.1	系统集成的一些新特点	244
9.8.2	使用以太网架构系统的集成技术正在迅速发展	244
9.8.3	中间件技术在系统集成中的重大作用	245
9.8.4	某楼宇的 IBMS 系统集成案例	245
参考文献		247

第1章 空调基础知识

1.1 描述空调系统制冷能力和功率的物理量

1.1.1 制冷量单位冷吨和匹

1. 冷吨 (RT)

冷吨是一个英制的制冷量单位。1冷吨就是在24小时内将0℃液态的1吨水冻结成0℃的固态冰，所需要的冷量。

由于美国暖通空调产品市场上占有率较高，因此工程中常说的冷吨是指美制单位冷吨，而日系产品更喜欢用“匹”。

1美国冷吨=3024kcal/h (千卡/小时)=3.517kW (千瓦)

这里注意：英制的吨-磅关系是不同的，如：1美吨=2000美磅=907.2kg；而1英吨=2000英磅=1016kg

1RT (冷吨)=3.517kW (千瓦)

2. 匹 (HP)

在电工学上，匹是功率单位，1匹=1马力=735W，但要注意功率单位并不指制冷量。

空调中1匹的定义就是输入1马力(735W)的功率所能产生的制冷量大小。输入1马力(735W)的功率，再乘以一个3.4的系数，就是所能产生的制冷量。因此

1匹 (HP) 的制冷量等价于1马力(735W)×3.4=2499W≈2500W。

1HP (匹：马力)=735W=0.735kW

1.5HP= (1.1kW)

2HP= (1.5kW)

1匹的制冷量等于2500W。

经常还有所谓“小1匹”和“大1匹”的说法：小1匹一般为2200W，大1匹一般为2800W。

在这里注意，马力这个单位在我国法定计量单位中已废除，但是在空调行业中作为一个特例还在一定范围内使用。

1.1.2 大卡和度

1. 大卡 (kcal)

大卡是能量单位，在标准大气压下，1kg水温度升高1℃所吸收的热量就是1大卡(kcal)。在暖通空调中，大卡用来表示制冷量或制热量，并用来做功率单位，即kcal/h。

1cal (卡)=4.184J (焦耳)

1kcal=4.18kJ

1kcal/h=1.163W

1W=0.86kcal/h



$$1\text{kW}=860\text{kcal/h}$$

2. 度

度是能量单位，表示千瓦·小时 ($\text{kW}\cdot\text{h}$)，是指 1kW 的电器设备 1h 消耗的电量。

$$1\text{度}=3600\text{kJ}$$

【例 1】某台冷水机组的制冷量为 1200RT ，相当于制冷量 4212kW 。

【例 2】一个典型的 186m^2 的房间需要使用 5 冷吨 ($17\,580\text{W}$) 的空调系统，换算成多少千瓦？相当于每个平方米需要多少瓦的冷量？

5 冷吨的空调系统，换算成 $17\,580\text{W}$ ，每个平方米的冷量供给约 94W 。

【例 3】某个 1.5HP 的空调相当于多少千瓦的？对应的制冷量是多少？

1.5 匹的空调相当于 1.103kW ；对应的制冷量是 3500W 。

【例 4】某住宅客厅使用面积为 15m^2 ，若按每平方米所需制冷量 160W 考虑，则所需空调制冷量为 $160\text{W}\times 15=2400\text{W}$ 。这样，就可根据所需 2400W 的制冷量对应选购具有 2500W 制冷量，功率为 1 匹 (HP) 的分体壁挂式空调器。

1.2 空调的能效比和评价空调质量的标准

1.2.1 空调的能效比 EER

空调的“能效比” EER (Energy Efficiency Ratio, EER) 是指空调匹数对应的功率值与电功率值的比值。如一台 2HP 空调的功率为 1500W ，它的能效比 EER 就是 3.3 ($5000\text{W}/1500\text{W}$)。一般来讲，能效比 EER 值越高的空调价格也越高。通常空调器的能效比接近 3 或大于 3 为佳，就属于节能型空调器。比如，一台空调器的制冷量是 2000W ，额定耗电功率为 640W ，它的能效比为 $2000\text{W}/640\text{W}=3.125$ ；另一台空调器的制冷量为 2500W ，额定耗电功率为 970W ，它的能效比为 $2500\text{W}/970\text{W}=2.58$ 。这样，通过两台空调器能效比值的比较，可看出第一台空调器为节能型空调器。

如果要在两台 2 匹空调间做一个选择。一台空调的能效比 EER 为 3.3 ，功率为 1200W ；另一台的能效比 EER 为 5 ，功率为 1000W 。假设第一台空调价格较第二台空调低 100 元。怎样选择才是较为经济的选择？

进行选择时，要基于两个因素：

- (1) 每年使用空调的估计小时数。
- (2) 所在地区的电价 ($\text{kW}\cdot\text{h}$ 的电费是多少)。

设定：仅在整个夏季和秋季的一个时段总共四个月使用空调，每天使用大约 6h ；用户所在地区每度电的费用是 0.8 元。

两台空调共计使用时间为： $4\times 30\times 6\text{h}=720\text{h}$

1200W 的空调总电费支出为： $1.2\text{kW}\times 720\text{h}\times 0.8\text{元}/(\text{kW}\cdot\text{h})=691.2\text{元}$

1000W 的空调总电费支出为： $1\text{kW}\times 720\text{h}\times 0.8\text{元}/(\text{kW}\cdot\text{h})=576\text{元}$

价格较贵的 1000W 空调（能效比 EER 为 5 的空调）在每年的电费支出上还是要比 1200W 空调（能效比 EER 为 3.3 的空调）要低 115.2 元，综合考虑购买时的价格差异，选择购买能效比 EER 为 5 ，功率为 1000W 的空调是较经济选择。



1.2.2 评价空调性能和质量好坏的几个参量

1. 制冷（热）量

空调器在制冷（热）运转时，单位时间内从密闭空间中移除的热量，计量单位 W（瓦）。国家标准规定空调实际制冷量应不小于额定制冷量的 95%。

输入功率：空调器在额定工况下进行制冷（热）运转时，消耗的功率，单位 W。

2. 能效比

能效比又称性能系数，是反映空调器制冷运转时的制冷量与制冷功率之比，单位 W/W。

国家标准规定，2500W 空调的能效比标准值为 2.65；2500~4500W 空调的能效比标准值为 2.70。

3. 噪声

空调器运转时产生的噪声，主要由内部的蒸发器和外部的冷凝器产生。国家规定制冷量在 2000W 以下的空调室内机噪声应不大于 45dB，室外机不大于 55dB；2500W 的分体空调室内机噪声不大于 48dB，室外机不大于 58dB。

1.3 空调系统分类及工作原理

1.3.1 舒适性空调和工艺性空调系统

空调是空气调节的简称，是指利用设备和技术对建筑、构筑物内环境空气的温度、湿度、洁净度及气流速度等参数进行调节和控制，满足建筑物及室内的用户对温度、湿度及空气质量的要求，使用户拥有温度适宜、湿度适宜和空气质量满足国家卫生标准的生活和工作环境。

以建筑热湿环境为主要控制对象的空调系统，按其用途或服务对象不同可分为两类：舒适性空调系统和工艺性空调系统。

工艺性空调系统也叫工业空调。部分对生产工艺过程和环境要求较高的场所，装备的空调系统对环境的温湿度、空气质量、空气中杂质气体或含尘浓度都有较高的控制精度，具备这样性能的空调系统就是工艺性空调系统。

1.3.2 舒适性空调系统

舒适性空调系统简称舒适空调，为室内人员创造舒适健康环境的空调系统。舒适健康的环境令人精神愉快、精力充沛，工作学习效率提高，有益于身心健康。办公楼、旅馆、商店、影剧院、图书馆、餐厅、体育馆、娱乐场所、候机或候车大厅等建筑中使用的空调都属于舒适空调。由于人的舒适感在一定的空气参数范围内，所以这类空调对温度和湿度波动的要求并不严格。

对于舒适性空调的温湿度等参量要求：夏季空气温度为 26~27℃，相对湿度为 50%~60%，空气流速为 0.2~0.5m/s；冬季空气温度为 18~22℃，相对湿度为 40%~50%，空气流速为 0.15~0.3m/s。

舒适性空调又分为家用空调和商用空调。国际标准规定，商用空调是 3HP 以上空调机组的统称，因此商用空调种类颇多，包括风冷热泵型中央空调机组、水冷螺杆式冷水机组、离心式冷水机组等。



1.3.3 家用空调中的窗式空调

根据使用场所和制冷量的不同,家用空调可分为家用空调器和家用中央空调。

家用空调器有窗式空调和分体空调,适合于建筑面积小,需要制冷量不是很大的房间。

1. 窗式空调的结构

窗式空调是把整个空调器作为一个整体,也叫窗机。窗式空调的外观如图 1-1 所示,内部结构如图 1-2 所示。

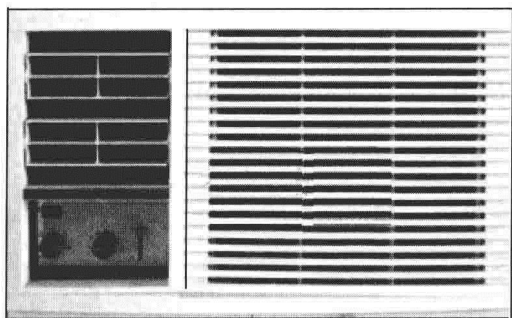


图 1-1 窗式空调的外观

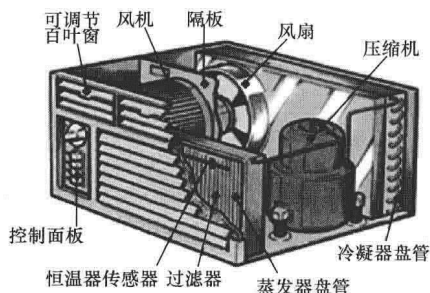


图 1-2 窗式空调的内部结构

组成窗式空调的主要组件有压缩机、膨胀阀、冷凝器、蒸发器、换热盘管(位于室外)、蓄冷盘管(位于室内)、离心式通风机、轴流式风扇、电动机、进风栅、过滤网、出风栅、通道、摇风装置及新风调气门和控制部件等。这里的轴流式风扇指的是换气扇是旋转螺旋桨形的叶片,风从轴的方向送出的风扇。

控制部件还包括起动继电器、过载保护器和自动温控器等。

2. 窗式空调的工作原理

为什么要了解和掌握窗式空调的工作运行原理?因为理解窗式空调、独立式空调设备的工作运行原理是理解中央空调系统工作运行原理的基础。

窗式空调或分体式空调中常用氟利昂作为制冷剂。窗式空调中的制冷过程如图 1-3 所示。空调中的制冷过程如下:

(1) 压缩机压缩氟利昂气体,使之变成高压高温氟利昂气体(图中左侧部分)。

(2) 高温高压气体流经一组盘管,散热后凝结成液体。

(3) 液态氟利昂流过膨胀阀,在此过程中蒸发为低压低温氟利昂气体(图中右侧部分)。

(4) 低温气体流经一组盘管,在此过程中吸收热量,从而使室内温度降低。

窗式空调的整体工作运行如图 1-4 所示。

在介绍窗式空调的整体工作运行原理之前,对照图 1-4,看到室内和室外两路风道:

(1) 室内风道:从室内进风口开始,穿过蒸发器,通过离心风机,一直到室内出风口。

(2) 室外风道:从室外进风口开始,经过压缩机,再通过风扇电动机和轴流风扇,再穿过冷凝器,一直到室外出风口。

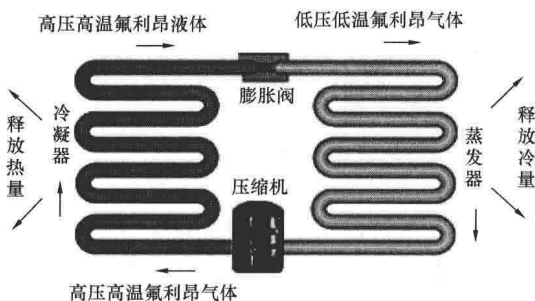


图 1-3 窗式空调中的制冷过程



空调的工作原理：

(1) 室内风道 (室内部分)：室内空气从室内进风口开始流动，经过滤网，穿过蒸发器，由于蒸发器大量释放冷量，穿过蒸发器的空气流被降温，冷却除湿形成低温气流，低温气流通过离心风机，再通过室内出风口送出，向室内供给冷空气。

(2) 室外风道 (室外部分)：室外空气从室外进风口开始流动，由旁边经过百叶窗吸入，经轴流式通风机，穿过冷凝器，由于冷凝器释放大量热量，气流被加热成热气流，从室外出风口将热空气排至室外。

窗式空调器的制冷循环系统包括全封闭压缩机、紧凑式换热器-蒸发器和冷凝器、毛细管、干燥过滤器、管路等。为了提高蒸发器和冷凝器的传热效果，减小其尺寸和重量，多采用翅片式换热器，它由直管、弯头套管、翅片套片等组成，使这两种热交换器的传热效率得到较大的提高。

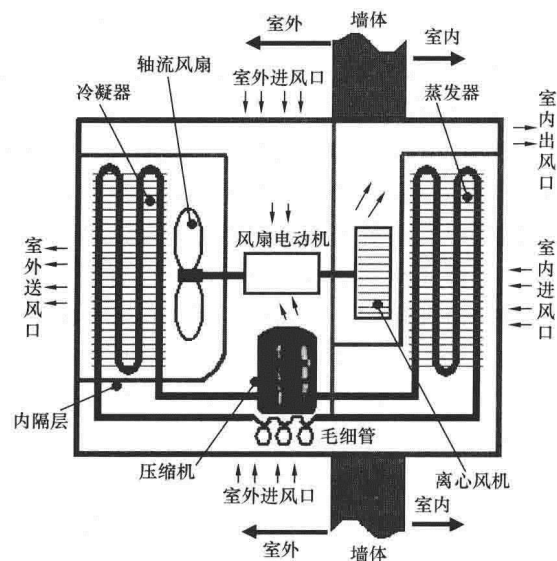


图 1-4 窗式空调的整体工作运行

1.3.4 家用空调中的分体式空调

1. 分体空调的结构

分体空调由室内机组和室外机组组成，两者通过电缆和管道连接，某型号分体式空调的室内机和室外机的结构与外观如图 1-5 所示。

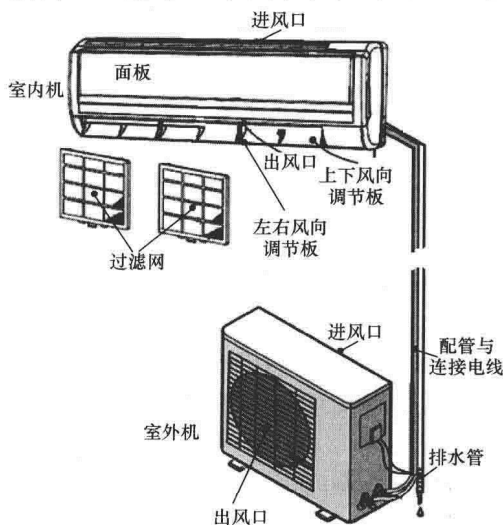


图 1-5 某型号分体式空调的室内机和室外机

室外机包括压缩机、冷凝器、消声器、风扇电动机、风扇、支架、电动机保护器、继电器、运转电容器、压缩器保护器、四通换向阀、缓冲器、单向阀、干燥过滤器、毛细管等。室内机包括蒸发器、送风机、干燥过滤器、毛细管、单向阀等。

中小型分体式空调器的压缩机为全封闭式压缩机，多放在室外机组。制冷剂多使用冷媒

配管中包括连接电线、制冷剂管道、排凝结水管等。

室内机和室外机之间的管道采用铜管接头连接，即在两个系统连接的进出口管上装有手动开闭阀门，在冷凝器、蒸发器及压缩机的制冷剂循环通道内按规定量充入制冷剂，制冷剂由进、出口的两个手动阀门封闭在系统里。室内、室外机组用软管连接起来，构成一完整的制冷系统。连接软管中的导线将室内、室外机组控制电路连接起来，使得置于室内的主控开关能同时控制室外机组。

如图 1-5 所示，注意“制冷”、“除湿”运转时，会有冷凝水流出。

室外机包括压缩机、冷凝器、消声器、风扇



R22, R22 也是我们常讲的空调机冷媒氟利昂的一种。氟利昂在常温下都是无色气体或易挥发液体,低毒,化学性质稳定,主要用作制冷剂。但氟利昂也是一种对大气臭氧层产生破坏作用的冷媒。

使用分体空调的优点是:压缩机和冷凝器封装在室外机内并置于室外,离房间较远,降低了噪声;安装和检修方便;室内机组占地面积小,布置方便,造型美观;还可以使装置在室内机中的冷凝器加大传热面积和送风量。

分体式空调器的室内机组有多种形式,如壁挂式、吸顶式、立式等,不管外形如何不同但制冷道理是完全一样的。图 1-6 为几种常用的分体式空调机室内机的外观。

2. 分体式空调的工作原理

分体式空调又分为冷风型(单冷)空调、电热型空调和热泵型分体空调器等,由于篇幅有限,这里仅介绍冷风型(单冷)空调。

冷风型(单冷)分体式空调的工作原理如图 1-7 所示。制冷是一个循环不断进行的过程,我们从图中安装在室外机中的压缩机开始分析分体式空调的运行过程:

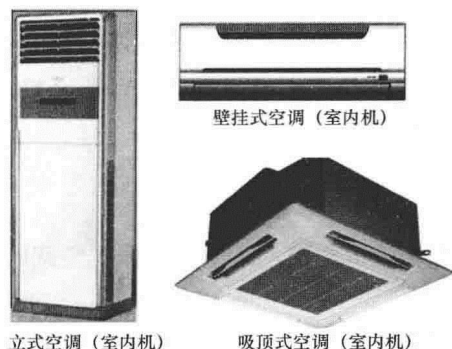


图 1-6 分体式空调的几种形式

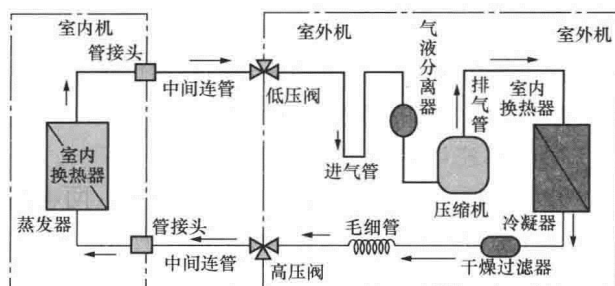


图 1-7 冷风型(单冷)分体式空调的工作原理

(1) 压缩机将冷媒(制冷剂)压缩成高压汽态;由高压汽态冷媒进入冷凝器(室外换热器),通过冷凝器冷却放热变成高压液体,从冷凝器流出;再经过干燥过滤器,对高压液态冷媒进行干燥过滤处理。

(2) 高压液态冷媒进入毛细管,将冷媒变成低压液体;低压液态冷媒经过高压阀流出室外机。

(3) 低压液态冷媒通过连接室外机和室内机的中间连管,到达室内机的管接头后进入室内机内的蒸发器(室内换热器);蒸发器将低压液状冷媒通过蒸发又将冷媒变回到低压汽态,同时放出大量冷量。

(4) 低压汽态冷媒从蒸发器中流出,再经室内机的管接头,再通过中间连管流进室外机的低压阀。

(5) 低压液体冷媒经过室外机的低压阀,再经过进气管,进入气液分离器。

(6) 低压液体冷媒进入压缩机,经压缩,变成高压气态冷媒。

以后的过程,继续重复着以上的步骤。

可以用图 1-8 来补充说明分体式空调的工作运行过程。图中的室内机部分,蒸发器(是内容换热器)工作时大量地放出冷量,室内循环气流经过蒸发器盘管后,温度降低,向室内