

第3版

中央空调系统 应用与维修

夏云铎 主 编
谢振宇 副主编



中央空调系统应用与维修

第 3 版

主 编 夏云铨
副主编 谢振宇
参 编 高现文 郭啸栋
唐唯伟 谢振国



NLIC2970870602



机械工业出版社

本书是在《中央空调系统应用与维修（第2版）》的基础上修订而成的。全书对中央空调系统的结构、原理进行了一般性介绍。重点对中央空调的定期维护、故障诊断、故障排除进行了详尽的讲解。特别是在第2版的基础上，进一步增加了第9章变频中央空调系统的诊断与维修。

本书可满足多层次的中央空调使用、安装、调试、维护、修理等人员的需要。只要具备初中以上文化程度的空调维修人员，均可轻松通过阅读本书学会相应的技能。除此之外，本书也可供暖通、制冷、工民建等专业的高职、高专院校师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

中央空调系统应用与维修/夏云铎主编.—3版.—北京：机械工业出版社，2013.2

ISBN 978-7-111-41066-9

I. ①中… II. ①夏… III. ①集中空气调节系统—维修
IV. ①TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 319014 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 焯 责任编辑：刘 焯

版式设计：霍永明 责任校对：姜 婷

封面设计：路恩中 责任印制：乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2013 年 3 月第 3 版第 1 次印刷

184mm×260mm·31.5 印张·777 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-41066-9

定价：79.00 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 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部：(010) 68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部：(010) 88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

目 录

前言

第1章 中央空调系统的结构原理

- 1.1 概述 1
- 1.2 空气调节系统的结构原理和分类 1
 - 1.2.1 组合式空气调节机组 1
 - 1.2.2 组合式空气调节机组的结构和功能 6
 - 1.2.3 风机盘管机组的结构原理 34
 - 1.2.4 变风量末端装置的结构原理 46
- 1.3 中央空调系统中管路系统的结构和配置 50
 - 1.3.1 管路系统的结构和配置 50
 - 1.3.2 供水管路系统的结构和原理 78

第2章 中央空调控制系统的原理

- 2.1 概述 116
- 2.2 中央空调模拟仪表控制系统的结构原理 116
 - 2.2.1 中央空调模拟仪表简单控制系统的结构原理 116
 - 2.2.2 中央空调模拟仪表复杂自控系统的结构原理 127
 - 2.2.3 系统应用举例 133
- 2.3 可编程控制器和单片机控制的中央空调系统 141
 - 2.3.1 可编程控制器控制的空调控制系统 141
 - 2.3.2 单板机控制的中央空调系统的结构原理 143

- 2.3.3 单板机自控系统举例 146
- 2.4 微机集散化控制系统的结构原理 156
 - 2.4.1 概述 156
 - 2.4.2 微机监控系统 157
- 2.5 集散化管理系统的功能原理 162
 - 2.5.1 功能分散概述 162
 - 2.5.2 系统操作人员援助功能和数据管理功能原理 163
 - 2.5.3 系统空调等综合管理功能原理 167
 - 2.5.4 中央监控装置操作接口功能原理 171
 - 2.5.5 智能型触摸屏功能原理 176
- 2.6 中央空调制冷装置自控调节的结构原理 186
 - 2.6.1 蒸汽压缩式制冷装置的结构原理 186
 - 2.6.2 溴化锂吸收式制冷装置自动控制的原理 204

第3章 维修必备的工具、材料和操作技能

- 3.1 维修必备的材料工具、仪表和设备 224
 - 3.1.1 维修必备的材料工具、仪表和设备 224
 - 3.1.2 维修仪表、设备和工具的使用方法 225
 - 3.1.3 常用材料的种类和规格 239
- 3.2 钣金工操作 240
 - 3.2.1 金属板材的连接 240
 - 3.2.2 通风空调配件板材的展开下料 242
- 3.3 空调通风管道的保温

制作	249	5.2.4 螺杆式制冷压缩机的故障	
3.3.1 圆形风管保温	249	诊断分析	332
3.3.2 矩形风管保温	249	5.2.5 溴化锂吸收式机组的常见	
3.3.3 用钉粘法保温	249	故障诊断分析	347
3.3.4 法兰和吊架制作	249	5.2.6 冷却水塔的故障分析	
第4章 中央空调系统的维护		与诊断	370
保养	254	第6章 中央空调系统装置	
4.1 系统维护保养的内容	254	的检修	372
4.2 系统设备的维护与保养	255	6.1 活塞式制冷机组的检修	372
4.2.1 系统设备的维护与保养		6.1.1 气缸的检修	372
(制冷机组本体除外)	255	6.1.2 活塞组的检修	374
4.2.2 制冷系统管路的维护保养	262	6.1.3 吸、排气阀的检修	375
4.3 制冷机组本体的维护保养	262	6.1.4 连杆的检修	376
4.3.1 活塞式制冷机组的		6.1.5 曲轴的检修	378
维护保养	262	6.1.6 轴封的检修	378
4.3.2 离心式制冷机的		6.1.7 卸载装置的检修	379
维护保养	278	6.1.8 安全阀的检修	379
4.3.3 螺杆式制冷机组的维护		6.1.9 润滑系统的检修	379
保养	284	6.1.10 制冷压缩机检修后	
4.3.4 溴化锂吸收式机组的维护		的试车	380
保养	285	6.2 螺杆式制冷机组的检修	381
第5章 中央空调系统的故障		6.2.1 压缩机起动较难	381
诊断分析	296	6.2.2 机组起动后连续振动	381
5.1 中央空调系统常见故障		6.2.3 机组起动后短时间振动,	
分析和处理方法	296	以后稳定	381
5.1.1 温度异常故障诊断分析	296	6.2.4 压缩机运转中有异常响声	382
5.1.2 空调房间湿度异常故障		6.2.5 压缩机的制冷量不足	382
诊断分析	304	6.2.6 压缩机无故自行停车	382
5.1.3 空调房间内静压控制异常		6.2.7 能量调节机构不动作	383
的故障诊断分析	314	6.2.8 压缩机排气温度和油温	
5.1.4 空气调节装置的故障		过高	383
诊断分析	317	6.2.9 压缩机的机体温度较高	384
5.2 中央空调制冷装置的故障		6.2.10 压缩机耗油量较大	384
诊断分析和处理方法	321	6.2.11 压缩机油压不高	384
5.2.1 冷水机组的常见故障		6.2.12 压缩机中油面上升	385
诊断分析	321	6.2.13 压缩机和油泵油封漏油	385
5.2.2 活塞式冷水机组的常见故障		6.2.14 停车时压缩机反转不停	385
诊断分析	321	6.3 离心式制冷压缩机的检修	386
5.2.3 离心式制冷机的故障诊断		6.3.1 转动很不平稳, 出现	
分析	324	振动	386
		6.3.2 电动机负荷过大	386

6.3.3 压缩机振动噪声加剧	387	6.5.4 制冷系统的吹污	412
6.3.4 油路系统的轴承 温度过高	387	6.5.5 制冷管道的检修	412
6.3.5 油路系统油压过低	387	6.5.6 泵的检修	414
6.3.6 油路系统油压过高	387		
6.3.7 油压波动较大	388	第7章 中央空调检修举例	417
6.3.8 轴封装置漏油和 温度上升	388	7.1 冷水机组中常见的故障	417
6.3.9 压缩机制冷量低于 规定值	388	7.1.1 机组本体的故障	417
6.3.10 制冷设备产生腐蚀现象	388	7.1.2 冷水机组系统其他部件 的故障	419
6.3.11 制冷剂的冷凝温度过高	389	7.1.3 其他	420
6.3.12 冷却水进出口温差增大	389	7.2 空调房间内出现的 故障异常	422
6.3.13 制冷剂的蒸发压力下降	389	7.2.1 温、湿度异常	422
6.3.14 制冷剂温度与载冷剂出口 温差增大	389	7.2.2 其他	425
6.3.15 制冷剂温度与载冷剂温差 很大	390	7.3 离心水泵的常见 故障异常	427
6.3.16 制冷剂温度与载冷剂出口 温度同时下降	390	7.3.1 出水故障	427
6.3.17 压缩机排气温度下降	390	7.3.2 运转异常	429
6.3.18 制冷剂的蒸发温度升高	390	7.3.3 其他	429
6.3.19 压缩机制冷量的变化与 调节方法	390	7.4 离心式和轴流式风机 的故障异常	430
6.4 溴化锂吸收式机组 的检修	391	7.4.1 风机系统的故障异常	430
6.4.1 真空阀门的检修	391	7.4.2 风机零件的故障异常	433
6.4.2 视镜的检修	392	7.4.3 润滑油的润滑质量太差	438
6.4.3 屏蔽泵的检修	393	7.5 喷水室运行中的常见故障 及处理	438
6.4.4 真空泵的检修	396	7.6 电动机运行中的常见故障 诊断与处理	439
6.4.5 燃烧器的检修	397	7.7 喷蒸汽加湿系统运行中的 故障诊断与处理	440
6.4.6 自控元件与电气设备 的检修	399	7.8 风管的维护与修补	441
6.4.7 抽气系统的检修	403	7.8.1 风管的维护	441
6.4.8 传热管的检查、清洗 与更换	404	7.8.2 风管的防腐	441
6.4.9 机组的清洗	409	7.8.3 风管的修补	442
6.5 制冷机组系统零部件 的检修	410	7.8.4 风管保温层的修补	443
6.5.1 蒸发器的检修	410	7.9 降低空调系统噪声的方法	443
6.5.2 冷凝器的检修	410	7.10 如何防止风道在送风时 振动	444
6.5.3 阀的检修	412	7.11 如何用数据来诊断中央 空调系统故障	444
		7.12 风机盘管机组的故障诊断	

与排除	445	9.3.3 室内机与主机通信故障	478
第8章 微处理器和微电脑控制 的多联中央空调的 故障诊断	447	9.3.4 环境温度传感器故障	479
8.1 应用微处理器多联中央 空调的故障诊断	447	9.3.5 电源电压故障诊断与排除	480
8.1.1 Techview 界面的应用 (艾克思风冷 式冷水热泵机组)	447	9.3.6 DSP 芯片与 780034 芯片通信故障	481
8.1.2 故障自诊断	450	9.3.7 0537 (9177) 芯片与 780034 芯片通信故障	481
8.2 微电脑控制多联中央空调 的故障诊断 (艾克思风冷 式冷水热泵机组)	458	9.3.8 室外机台数减少故障	482
8.2.1 机组运行操作	458	9.3.9 室内机台数减少故障	483
8.2.2 微电脑控制说明	461	9.3.10 高压保护故障	483
8.2.3 故障分析及处理方法	464	9.3.11 低压保护故障	483
8.2.4 保养和维护	468	9.3.12 排气温度过高保护故障	483
第9章 变频中央空调的调试 及故障诊断与排除	471	9.4 模块保护故障	486
9.1 变频中央空调概述	471	9.4.1 模块保护故障的诊断 与排除框图	486
9.2 变频中央空调室内机故障 诊断与排除	472	9.4.2 直流母线电压检测	487
9.2.1 温度传感器故障诊断与排除	472	9.4.3 模块电压测量	487
9.2.2 EEPROM 故障诊断与排除	473	9.4.4 变频器的测量	487
9.2.3 模式冲突故障诊断与排除	474	9.4.5 压缩机起动困难, 运行一段时间 后出现故障码 P6	487
9.2.4 室外机故障影响室内机的 诊断与排除	474	9.4.6 空调系统一开机立即显示故障码 P6, 并且一直显示不消失	488
9.2.5 水位报警故障诊断与排除	474	9.5 V4 + 机型直流风机故障	488
9.2.6 室内外机通信故障	475	9.6 空调系统高压传感器的检测	490
9.2.7 室内外机不匹配故障 诊断与排除	476	9.7 室内外机调试介绍	491
9.2.8 室内机无地址故障	476	9.7.1 室内外机地址的设置	491
9.3 变频中央空调室外机故障 维修诊断与排除	477	9.7.2 确认室内外机通信 成功的方法	491
9.3.1 室外机通信故障	477	9.7.3 V4 + 机型室内外机调试	491
9.3.2 电源相序故障	477	9.7.4 V4 + 机型室外机与老室内 机连接方法	491
		9.7.5 V4 + 机型室外机与新室内 机连接方法	492
		9.7.6 V4 + 机型室外机与新 老室内机连接	492
		9.7.7 通信线的连接方法	493

第1章 中央空调系统的结构原理

1.1 概述

集中式空调系统一般包括有空气处理设备、空气输送和分配设施（设备）、冷热源及控制部分。

空气处理设备是完成对空气进行降温（加热）、加湿（除湿）以及过滤等处理所用设备的组合，主要有组合式空气调节机组。

空气输送和分配设施（设备）是由引入室外空气的新风进口和引入通道、输送处理过的空气的通风管道、各种不同类型的送风口和通风机等组成。

冷、热源主要是指各类制冷（热）机组、锅炉等设备。

控制部分主要是指控制室内温度、湿度偏差范围的测量元件、调节器、执行机构和调节机构等。

风机盘管空调系统（又称全水系统）属于半集中式空调系统，由冷（热）水机组提供规定工况的冷（热）水，通过水泵加压，以管道送至各个空调房间内的末端装置——风机盘管机组（简称风机盘管），在风机盘管内进行冷热交换，对空气进行处理（降温或升温）。空调房间的热（冷）负荷释放给冷（热）水，余湿量凝结成水滴滴下，以维持空调房间内所要求的温、湿度基数和空气精度，达到空气调节的目的。实际上，风机盘管也是一种利用冷（热）水和通风机对空气进行处理的空气处理设备，只是构成系统的方式不同而已，本章将阐述此部分内容。

1.2 空气调节系统的结构原理和分类

1.2.1 组合式空气调节机组

1. 组合式空气调节机组结构原理

组合式空气调节机组又称做组合式空气调节器（箱），其自身不带冷、热源，是以冷、热水或蒸汽为媒介，用以完成对空气的过滤、加热（冷却）、加湿（减湿）、消声、热回收、新风处理和新、旧风混合等功能的箱体组合式机组。现以一台装设在一个二次回风系统中的组装式空气调节机组为例，说明其使用特点，如图 1-1 所示。

新风通过新风阀 1 进入空调机箱，与室内来的一次回风在混合室 4 中混合。然后，经过过滤器 5，滤去尘埃和杂质，再经一次加热器 8 加热后进入喷水室 10。在喷水室 10 中进行热湿处理，降温除湿后，接着与二次回风进行混合。混合后的空气经二次加热器 14 加热到规定的送风状态点。由送风机经设置在送风管道内的消声器降噪，最后送入室内。

由室内排出的空气经回风管道和回风管道内设置的消声器降噪，由回风机将一部分空气排出系统，其余部分作为回风加以利用。一次回风量和二次回风量的多少由回风阀 3 和 12 的开度来确定。

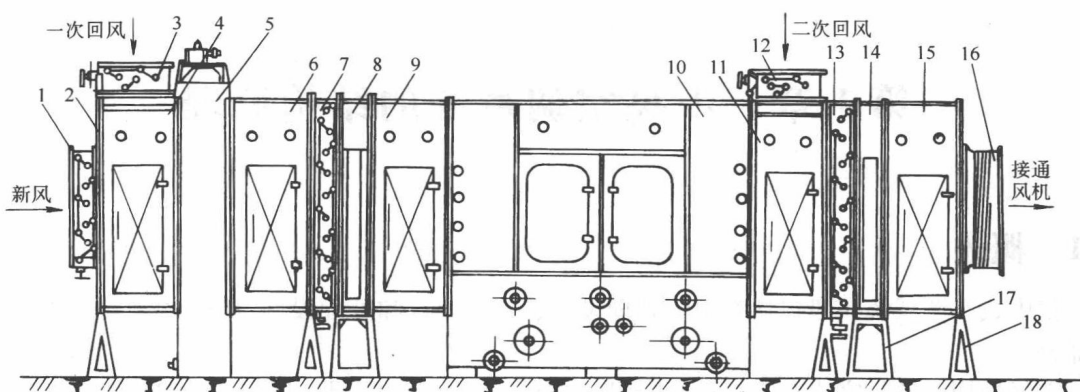
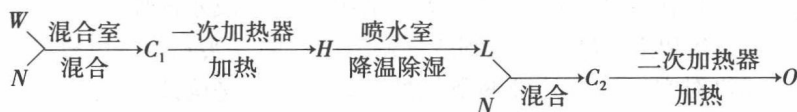


图 1-1 JW 型组合式空气调节机组（二次回风式）

1—新风阀 2—混合室法兰盖 3、12—回风阀 4、11—混合室 5—过滤器 6、9、15—中间室
7、13—混合阀 8—一次加热器 10—喷水室 14—二次加热器
16—风机接管 17—加热器支架 18—三角支架

其过程状态在空气焓湿图上的表示见图 1-2。

夏季室外空气状态为 W ，回风空气状态为 N ，这两股风混合后的状态为 C_1 。然后，通过加热器等湿加热到 H 点进入喷水室，降温除湿后达到露点 L ，再与回风混合，混合后的空气状态点为 C_2 点。经二次加热器加热到 O 点，即送风状态。这时，送风温差为 Δt_0 ，简单表示为：



2. 组合式空气调节机组的类型和型号

组合式空气调节机组的类型见表 1-1，其型号由大写汉语拼音字母和阿拉伯数字组成，见表 1-2。

3. 组合式空气调节机组的名义工况含义

(1) 名义工况参数的定义

1) 名义风量：指机组在规定的运行工况下每小时所处理的空气量，一般应以标准状态的空气体积流量表示 (m^3/h)。

2) 名义供冷量：指机组在规定的运行工况下的总除热量，其中包括显热除热量和潜热除热量 (W 或 kW)。

3) 名义供热量：指机组在规定的运行工况下供给的总显热量 (W 或 kW)。

4) 机组余压：指机组克服自身阻力后在出风口处的余压值 (Pa)。

5) 水阻力：指进入和离开机组的水静压差 (Pa)。

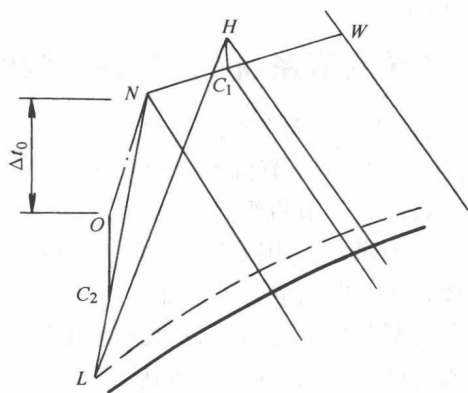


图 1-2 二次回风系统在空气焓湿图上的表示

表 1-1 组合式空气调节机组的类型

项目	类 型		特 点
箱体材料	金属	钢板 镀锌、复合钢板 合金铝板 不锈钢板	1) 体积小、重量轻 2) 设计施工安装方便, 容易保证装配质量和施工进度 3) 易批量生产, 有利于提高产品质量和降低生产成本 4) 箱体、喷水室不易漏气、漏水 5) 移动方便 6) 合金铝板与不锈钢板造价昂贵, 特殊需要才采用 7) 镀锌、复合钢板有利于防腐 8) 一般碳素钢板存在腐蚀问题
		玻璃钢	1) 节省钢材 2) 重量轻, 比强度高, 耐腐蚀, 电绝缘 3) 制造简单 4) 喷水室不易漏水、不易腐蚀 5) 防火性能差
	非金属	砖或钢筋 混凝土	1) 节省钢材, 造价低廉, 体积大, 重量大 2) 施工安装周期长, 不易保证质量, 喷水室易漏水 3) 不能移动, 仅适于大流量空调机组
安装形式	卧 式		1) 安装、使用、维护方便 2) 适用于大流量空调机组
	立 式		1) 节省占地面积 2) 安装、使用、维护不及卧式方便 3) 仅适用于较小流量机组
外形	矩 形		1) 制造、安装、维护方便 2) 造价比圆形低 3) 安置在地面稳固性好
	圆 形		1) 结构紧凑, 阻力小 2) 喷水室内热湿交换均匀 3) 制造困难, 造价较高 4) 安装在支架上稳固性差 5) 仅适用于较小流量机组
结构	框架式结构		1) 型钢框架与钢板壁体组合而成, 以功能段为单元, 组成拼装式的整体框架, 各段法兰以紧固螺栓连接。也有采用内法兰方式, 外形更整齐美观, 但装配、维护不方便 2) 法兰间用橡胶条密封, 内、外层的夹层中填充聚氨酯泡沫塑料或聚苯乙烯泡沫塑料, 有阻燃性。近来采用内、外蒙皮与上述塑料一次复合而成整板夹层结构, 其保温性能更佳。表面采用喷漆或塑料喷涂工艺, 利于防腐和美观 3) 整体性与刚性较好 4) 非标准构件规格多, 生产、安装、运输不便, 使成本增加

(续)

项目	类 型	特 点
结 构	板式结构	1) 断面尺寸和长度均采用模数制和组合构件标准化生产，利于充分利用板材、批量生产、安装、运输，降低成本 2) 用板件搭接组合成无框架式箱体，外观平整光滑，但整体性与刚性比框架结构差
系 统	直流式	1) 处理的空气全部来自室外 2) 适用于散发大量有害物而不能利用再循环空气的空调房间 3) 宜采用热回收装置回收排风中的冷热量来加热或冷却新风
	封闭循环式	1) 处理的空气全部来自空调房间本身，无新风 2) 冷热耗量最省，卫生条件最差 3) 适用于很少有人进出的场所
	混合式	1) 部分回风与部分新风混合，满足卫生要求，经济合理 2) 适用于绝大部分空调房间 3) 根据不同要求，可选用一次回风或一、二次回风系统

表 1-2 组合式空气调节机组型号表示方法

标记符号含义	组合式 空调机 组代号	名义风量	结构形式			进风方位		进出水方位			—	特 征 差 异			功能段 段数
			吸顶	立式	卧式	水平	垂直	左侧 接管	右侧 接管	双边 接管		变风量	全新风	非金属箱	
												机组	机组	体机组	
型号示例	ZK	数字 /(km ³ /h)	D	L	W	P	C	Z	Y	S		B	X	F	1,2,3, 4……
型号示例 1															
ZK10-LCY-X5	ZK	10		L			C		Y		—		X		5
型号示例 2															
ZK50-PZ-B8	ZK	50				P		Z			—	B			8

(2) 运行工况的规定

1) 设定条件如下：

冷（热）盘管的排数：4 排；

冷盘管的进、出水温升：5℃；

热盘管的水温度：60℃；

蒸汽盘管的进汽压力：70kPa；温度：112℃；

通过盘管的迎面风速：2.5m/s；若没有喷水段，则为单级二排喷嘴。

2) 测定机组名义风量，机组出口余压和输入功率时，其规定的运行工况见表 1-3。

3) 测定机组名义供热量、名义供冷量时，其规定运行工况见表 1-4。

表 1-3 测定机组名义风量、机组出口余压和输入功率时的规定运行工况

项 目	规定工况	项 目	规定工况	
机组进口空气干球温度	14 ~ 27℃	机组供水状况	干工况	不供水
风机转速	额定转速		湿工况	供水

表 1-4 测定名义供冷（热）量时规定的运行工况

项 目	名义供冷工况		名义供热工况		蒸汽供热工况
	新回风机组	全新风机组			
干球温度/℃	27 ± 1	34 ± 1	21 ± 1		
湿球温度/℃	19.5 ± 0.5	28 ± 0.5	进口蒸汽压力 70kPa		
进水温度/℃	7 ± 0.2		60 冷热 兼用盘管	130 热 盘管	进口蒸汽 温度 112℃
出水温度/℃	12 ± 0.2				
供水量	名义供水量				
风 量	名 义 风 量				
机组出口余压	设计余压 ±20Pa				

4. 组合式空气调节机组技术要求

(1) 基本参数应符合下列规定

1) 机组风量实测值不低于额定值的 95%，全压实测值不低于额定值的 88%。

2) 机组额定供冷量的空气焓降应不小于 17kJ/kg；新风机组的空气焓降应不小于 34kJ/kg。

3) 机组供热量的空气温升至少应不小于：

蒸汽加热时 温升 20℃；

热水加热时 温升 15℃。

机组在 85% 的额定电压下应能正常起动和工作。

(2) 机组的盘管及其管路在下列相应条件下应能长期正常运行，且无渗漏

1) 冷水盘管在 980kPa 压力下，或通热水使用时，在 980kPa 压力、60℃ 的热水条件下。

2) 热水盘管在 980kPa 压力、130℃ 的热水条件下。

3) 蒸汽盘管在 70kPa 压力、112℃ 的蒸汽条件下。

机组箱内的隔热、隔声材料应具有无毒、无异味、自熄性和不吸水性能。不应使用裸露的含石棉或玻璃纤维的材料。隔热、隔声材料与面板之间应粘贴牢固、平整、无缝隙，保证在运行时箱体外表面无凝露。

机组应有凝结水处理装置，在运行中箱体外不应有渗漏水，箱体内部不应有积水，排水应通畅。

箱体和检查门应具有良好的气密性，机组的漏风率应不大于 5%。检查门锁紧性能要

好,防止因内、外压差而自行开闭。

盘管的迎风面风速超过 2.5m/s 时,应加设挡水板。喷水段进、出风侧应有挡水板。

机组箱体应具有足够的刚度,在运行中不应产生变形。机组采用黑色金属材料制成的构件,其表面应作防腐处理。

1.2.2 组合式空气调节机组的结构和功能

1. 箱体结构和功能

见表 1-1。箱体按其制造材料分为金属空调箱和非金属空调箱两类。

箱体作用是支撑和固定各种功能器件(如加热器、表面冷却器、过滤器、喷水室等),并使之相互连接成一整体,以完成空气处理的功能。

对箱体的要求,除满足通常强度、刚度等力学性能之外,还有以下特殊要求。

(1) 气密性

如果箱体密封不严,将因风量的渗入或漏出而造成冷(热)量的损耗。按规定,其漏风率不应超过 5%。

(2) 隔热性

一方面是从冷(热)量损失考虑,另一方面是防止夏季供冷时箱体外表面结露,有水滴下,这也是不允许的。

(3) 防漏水

喷水室中有水循环和水池,表冷凝对空气处理时,表面也有凝结水产生。这些水不允许任意流至外面,只能由导管导出。

(4) 美观性

外形整体要美观。

2. 表面式空气加热器(换热器)的结构和主要结构参数

常用于中央空调系统中的表面式空气加热器(换热器)目前大多采用翅片管型(极少采用光管式)。翅片管型又分为单翅片管型和整体串片型两大类。

1) 结构和类型。表面式翅片管型空气加热器由管束、联箱和护板组成。热媒(热水或蒸汽)进入联箱后,均匀地在管束内流动,空气则横掠管束外表面被加热。其外观形状如图 1-3 所示。

表面式空气加热器结构及类型见表 1-5。

2) 主要型号和结构参数,见表 1-6。

3. 电加热器的结构和功能

除用热水或蒸汽通过空气加热器加热空气外,还可用电加热器来处理空气。

电加热器的基本结构形式有裸线式和管式两种。

电加热器特点是加热均匀、热量稳定、效率高、体积小、调节方便,但电耗较大,在单元空调机(器)中仍有广泛应用。在中央空调系统中,有时也在各送风支管中或水管外安装电加热器,以补偿热量或实现温度的分区控制。

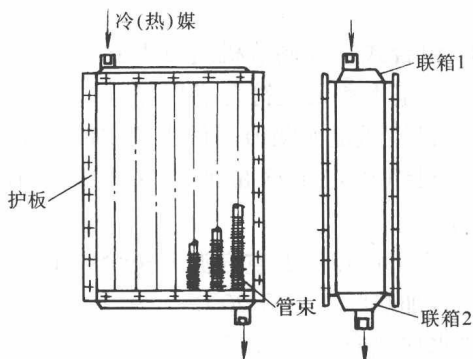
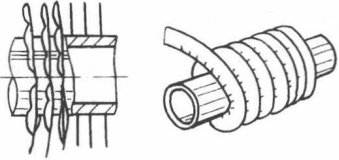
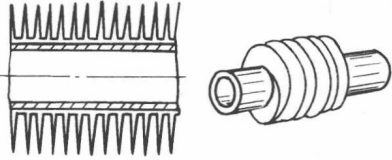
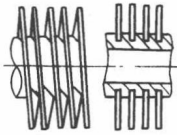
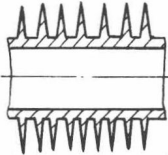
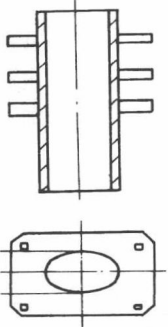


图 1-3 表面式翅片管型空气加热器

表 1-5 表面式空气加热器结构及类型

结构特点和 类别	结构图形	特点
圆管绕片	 皱折式绕片管	1) 构成：将皱折或 L 形的薄金属带在专用绕片机上利用张力缠绕在光管（基管）上面形成 2) 将翅片管进行热浸锡或热浸锌，消除肋片与管之间间隙，改善了传热性能，增加了翅片的抗腐蚀能力 3) 有钢管钢片、钢管铝片、铝管铝片、铜管铜片、铜管铝片等材料
	 光滑片绕片管	
单翅片管型 圆管镶片	 镶片式	先在圆管上轧螺旋槽，再将金属带绕在螺旋槽内，经挤压，使金属带紧密地镶嵌在槽内
圆管轧片	 轧片式	将厚壁金属管经粗轧、成形、精整三道工序轧成圆形翅片管，传热性好，结构强度高，耐热耐振，管材用铜、铝等
椭圆管套矩形翅片	 椭圆管套矩形翅片	1) 椭圆管为基管，在上面套矩形翅片 2) 再热浸锡或浸锌 3) 传热周边比圆管大，单位体积的传热量大大高于圆管 4) 材料：钢管钢片、纯铜管纯铜片、黄铜管黄铜片

(续)

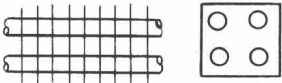
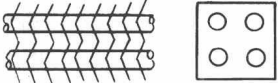
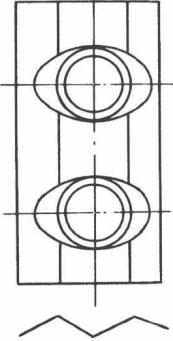
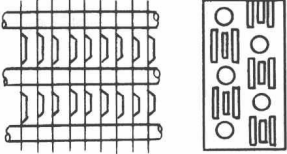
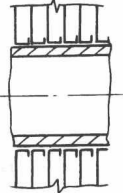
结构和特点 类别	结 构 图 形	特 点
整体串片型	 平肋片	1) 材料: 铜管铝片, 铝管铝片 2) 将铝箔在高速冲片机上冲孔和下料 3) 肋片与管子接触面积增加, 不易胀裂
	 波纹肋片	1) 肋片做成波纹状, 可强化换热效果, 一是增加气流扰动, 二是破坏肋片上的流动边界层, 但流动阻力也增加 2) 其余与平肋片相同
	 皱折片	1) 结构紧凑 2) 在相同换热热量下, 比圆形肋片管的体积要小得多 3) 空气阻力也较低 4) 加工效率高, 节省金属原材料
	 开缝肋片	5) 当应用于表面式空气冷却器上, 空气中部分水汽在肋片表面凝结, 呈湿工况下换热, 提高了换热效果。但若肋片间距过小, 肋片上凝结水聚集成“水桥”, 使换热面积减少; 因此, 要在肋片上采用亲水膜技术, 凝结水落在亲水膜上马上化开, 顺肋片流下, 阻止“水桥”形成, 不足的是空气侧阻力增加, 根部积灰难以清除
	 二次翻边	

表 1-6 国产表面式空气换热器型号和结构参数

型号及名称 结构参数		JW 型 表面冷却器	U II 型 表面 换热器	GL 型 表面 换热器	SXL-B 型表面 换热器	KL-2 型 表面 冷却器	CR 型 表面 换热器	GTK 型 表面 换热器
肋片特性	形式	光滑绕片	皱折绕片	皱折绕片	镶片	轧片	整体穿片	矩形翅片套片
	材料	铝	纯铜	钢	铝	铝	铝	钢
	平均片厚/mm	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.5
	片高/mm	8	10	10	16	9	—	矩形 26 × 55
	片距/mm	3.0	3.2	3.2	2.32	2.5	3.2	4
管子特性	材料	钢	纯铜	钢	钢	铝	纯铜	钢
	外径/mm	16	16	18	25	20	16	椭圆形 长轴 37 × 短轴 14
	内径/mm	12	14	14	19	16	15	34 × 11
	内截面积/cm ²	1.13	1.54	1.54	2.83	2.01	1.77	2.94
每米肋管表 面积/(m ² /m)	总外表面积 F_w	0.453	0.55	0.64	1.825	0.775	—	0.58
	内表面积 F_n	0.038	0.044	0.044	0.060	0.0503	0.047	0.087
肋化系数 F_w/F_n		11.9	12.3	14.56	30.4	15.4	—	6.66
肋通系数 a		12.52	15.8	15.8	28.5	19.3	—	—

注：1. 肋通系数 a = 每排肋管外表面积/迎风面积。

2. 管簇排列方式均为叉排。

3. 肋管总外表面积，即每米管长的散热面积。

裸线式电加热器如图 1-4 所示。由于空气与电阻丝直接接触，其结构简单、热惰性小、加热迅速，但安全性差，电阻丝表面温度高，粘附其上的杂质分解后会产生异味，影响空气质量。

管式电加热器如图 1-5 所示，它将电阻丝封装在特制的金属套管内，中间填充导热性好并绝缘的结晶氧化镁，有棒形、蛇形和螺旋形等多种形式，甚至还有带螺旋翅片的电加热管。

管式电加热器加热均匀、热量稳定、安全性好，其缺点是热惰性大、结构复杂。

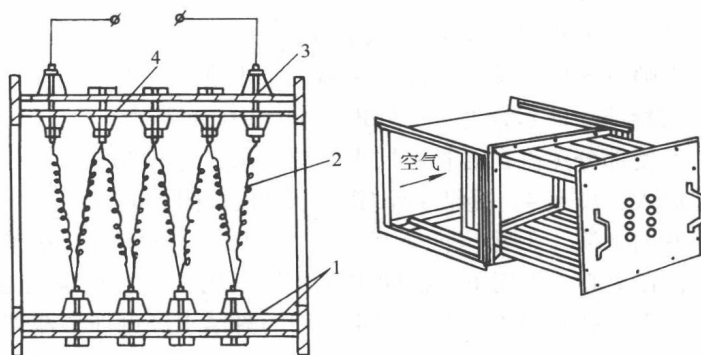


图 1-4 裸线式电加热器

1—钢板 2—电阻丝 3—瓷绝缘子 4—隔热层

电加热器的功率 $P(\text{kW})$ 计算如下:

$$P = Q/\eta$$

式中 Q ——加热空气所需热量 (kW);

η ——电加热器效率, 通常取 $\eta = 0.86$ 。

通过电加热器的风速应为 $8 \sim 12 \text{m/s}$, 不宜过低。电加热器与通风机之间要有启闭联锁装置, 只有通风机运转时, 电加热器才能接通。有时电加热器出口处还装有过温器, 在空气温度超过某一规定值时即切断加热器。

4. 加湿器(段)结构和功能

在组合式空气调节机组中, 表面冷却器不具备加湿功能, 为增加空气的含湿量, 以确保规定的相对湿度指标时, 就需要对空气进行加湿处理。采用各种形式的加湿装置, 构成组合式空气调节机组的加湿段。

空气加湿的方法, 一般有喷蒸汽加湿、喷水加湿、水表面的自然蒸发加湿、电加湿、超声波加湿等。

空气加湿过程在 $h-d$ 图上如图 1-6 所示。

等温加湿——利用外界热源产生蒸汽, 然后再将蒸汽混入空气中进行加湿, 如直接喷蒸汽加湿、电极式加湿器、电热式加湿器等。

等焓加湿——水吸收空气中的显热而蒸发成蒸汽, 又以潜热的形式将热量传给空气, 如压缩空气喷水加湿器、电动喷雾加湿器。

空气加湿可以在两个地方进行, 在空气处理室或送风管道内对进入空调房的空气进行加湿, 也可对干空气进行局部补充加湿。

(1) 喷蒸汽加湿(等温加湿)

空调工程中目前广泛使用卧式干蒸汽加湿器, 如图 1-7 所示。

其工作流程是: 蒸汽由接管 1 进入套管 2 夹层, 对喷管 3 内的蒸汽加热、保温, 防止喷管 3 内的蒸汽凝结。外套管处于被处理的空气中, 向空气放热而使部分蒸汽在套管夹层中凝结成水, 与蒸汽一起进入分离室 4, 凝结水滴撞到分离板 5 附着其上面并向下流。干蒸汽向上到分离室顶部, 经节流阀 6 节流降压后进入干燥室 8 并折转 180° , 在离心力作用下二次脱水并吸热汽化。干蒸汽继续通过金属消声材料 7 进入喷管 3, 由喷管上小孔 9 喷出。分离室 4 下部的凝结水经过加湿器壳体底部流至疏水器排出。

干蒸汽加湿器按结构特征可分为整体式、组装式和散装式。图 1-7 为组装式。

根据空调系统需要, 也可做成立式干蒸汽加湿器, 如图 1-8 所示。

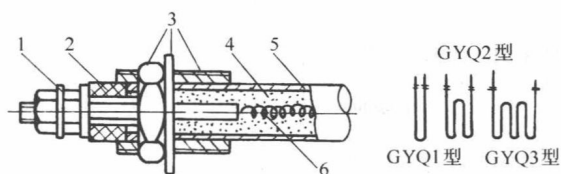


图 1-5 管式电加热器

1—接线端子 2—瓷绝缘子 3—紧固装置
4—结晶氧化镁 5—金属套管 6—电热丝

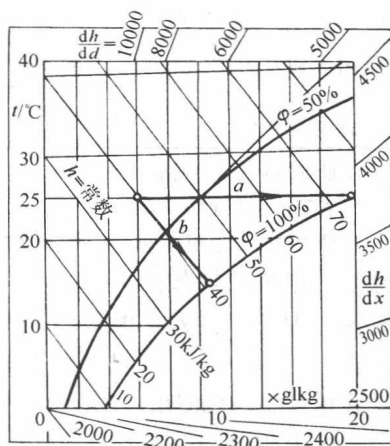


图 1-6 加湿过程中空气在 $h-d$ 图上的状态变化

a—等温加湿 b—等焓加湿