



空调维修技巧

吕金虎
卓献荣 编著
宋垚臻



广东科技出版社

925.120.7
3

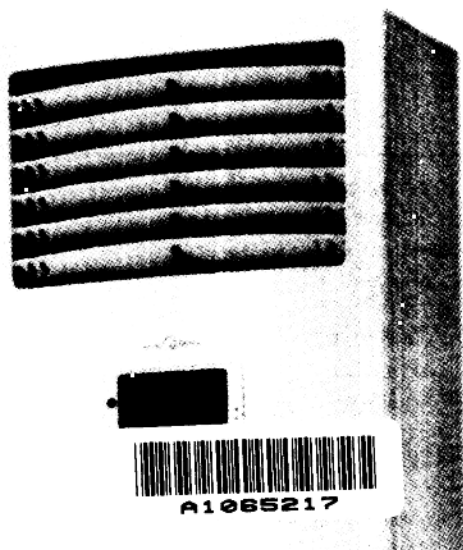
立式空调机

202

· 空调维修技巧 ·

柜式空调机

吕金虎 卓献荣 宋圭臻 编著



广东科技出版社
· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

柜式空调机/吕金虎等编著. —广州: 广东科技出版社, 2002. 9

(空调维修技巧)

ISBN 7-5359-2930-3

I. 柜… II. 吕… III. 立柜式空气调节器—维修
IV. TM925.120.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 013420 号

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdlkjzbb@21cn.com

http: //www. gdstp. com. cn

出版人: 黄达全

经 销: 广东新华发行集团

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 广州市穗彩彩印厂

(广州市石溪富全街 18 号 邮码: 510288)

规 格: 850mm × 1168mm 1/32 印张 4.25 字数 110 千

版 次: 2002 年 9 月第 1 版

2002 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1~6 000 册

定 价: 10.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。



前 言

随着国民经济与科学技术的发展,以及人民生活水平的提高,柜式空调机在生产、科研单位和家庭中的应用日趋广泛。为满足从事空调机安装、维修、维护和保养以及销售人员的需要,笔者结合多年的教学与实践经验,并参阅了许多相关的资料,编写了本书,希望对从业人员有所帮助和提高。

本书由吕金虎副教授、卓献荣工程师和宋立臻博士共同编写,李金成助教负责本书的插图工作。

由于作者水平所限,书中错误与不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2002年1月





目 录

第一章 柜式空调机的制冷原理与部件	1
第一节 热工基础	1
一、基本状态参数	1
二、热力学定律	3
三、物质的集态	3
四、制冷剂的状态	4
五、热量的传递	5
第二节 空气与空气调节	8
一、湿空气	8
二、空气调节	10
第三节 制冷剂与润滑油	10
一、制冷剂	10
二、润滑油	12
第四节 柜式空调机的制冷原理	13
第五节 制冷压缩机	14
一、活塞式压缩机	14
二、滚动活塞式制冷压缩机	19
三、涡旋式制冷压缩机	21
第六节 冷凝器与蒸发器	24
一、冷凝器	24
二、蒸发器	28
第七节 节流元件	30
一、毛细管	30
二、热力膨胀阀	30
三、电子膨胀阀	33
第八节 控制元件与辅助元件	35
一、温控器	35
二、干燥过滤器	37
三、电磁阀	38



四、四通换向阀	38
五、高低压控制器	40
六、油压差控制器	42
七、油加热器	44
八、电加热器	44
九、加湿器	45
第二章 柜式空调机的结构特点	48
第一节 柜式空调机的分类与命名	48
一、柜式空调机的分类	48
二、柜式空调机的命名	50
三、柜式空调机的适用范围	51
第二节 风冷式柜式空调机的结构特点	51
一、风冷式冷风型柜式空调机	51
二、风冷式冷热风型柜式空调机	52
三、风冷式恒温恒湿型柜式空调机	54
第三节 水冷式柜式空调机的结构特点	55
一、水冷式冷风型柜式空调机	56
二、水冷式冷热风型柜式空调机	57
三、水冷式恒温恒湿型柜式空调机	58
第四节 计算机房专用柜式空调机	61
一、计算机房的空气调节特点	61
二、计算机房专用柜式空调机的种类与特点	63
第三章 柜式空调机的安装	66
第一节 概述	66
一、安装位置的选择	66
二、安装面与连接管线的要求	67
三、电气安全要求	67
四、安装支架与紧固件的要求	67
第二节 减振与消音	68
一、噪声	68
二、减振与消音	70
第三节 风管的安装	71



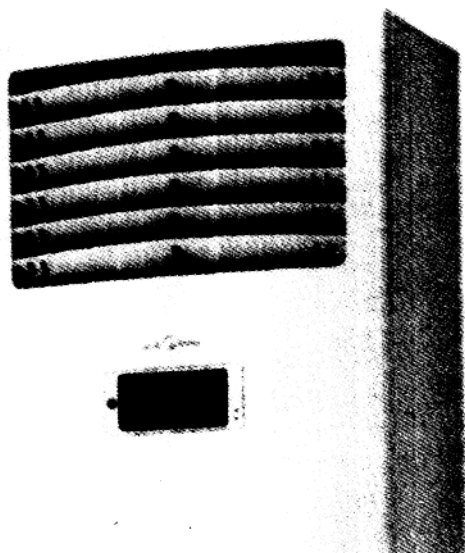
一、风管支架的安装	72
二、风管的安装	72
第四节 冷却塔的安裝	73
一、冷却塔的工作原理与结构	73
二、冷却塔的安裝	76
三、水泵的安裝	77
第五节 风冷式柜式空调机的安裝	77
第六节 水冷式柜式空调机的安裝	79
第四章 柜式空调机的维护保养	81
第一节 风冷式柜式空调机的维护保养	81
一、正常维护保养	81
二、使用季节前的维护保养	82
三、使用季节后的维护保养	83
第二节 水冷式柜式空调机的维护保养	83
一、冷却水质	83
二、冷却塔的维护保养	83
三、水垢的清除	84
第五章 柜式空调机常见故障检查与诊断	86
第一节 风冷式冷风型柜式空调机常见故障 检查与诊断	86
一、风冷式冷风型柜式空调机电控系统组成及 原理分析	86
二、风冷式冷风型柜式空调机常见故障检查与 诊断	89
第二节 风冷式电加热冷热风型柜式空调机常见 故障检查与诊断	92
一、风冷式电加热冷热风型柜式空调机电控系统 组成及原理分析	92
二、风冷式电加热冷热风型柜式空调机常见故障 检查与诊断	94
第三节 风冷式热泵型柜式空调机常见故障 检查与诊断	95



一、风冷式热泵型柜式空调机电控系统组成及原理分析	95
二、风冷式热泵型柜式空调机常见故障检查与诊断	102
第四节 水冷式冷风型柜式空调机常见故障检查与诊断	104
一、水冷式冷风型柜式空调机电控系统组成及原理分析	104
二、水冷式冷风型柜式空调机常见故障检查与诊断	106
第五节 恒温恒湿型柜式空调机常见故障检查与诊断	108
一、恒温恒湿型柜式空调机电控系统组成及原理分析	108
二、恒温恒湿型柜式空调机常见故障检查与诊断	112
第六章 柜式空调机常见故障维修实例	114
一、北冷 LF25-01 风冷式冷风型柜式空调机降温效果差	114
二、吉荣 L20 风冷式冷风型柜式空调机启动不久后又停机	115
三、春兰 LF28 风冷式冷风型柜式空调机不启动	116
四、重冷 LFD20N 风冷式电加热冷风型柜式空调机不启动	116
五、三菱 PSH-5G 风冷式热泵型柜式空调机不制冷	117
六、吉荣 FD-30 风冷式电加热冷风型柜式空调机出风温度不热	118
七、上海开利 50BL-015 水冷式冷风型柜式空调机不启动	119
八、申菱 L49 水冷式冷风型柜式空调机压缩机一启动就停机	119



九、日立 RP-15ACY 恒温恒湿型柜式空调机	
启动频繁	120
十、力博特 FH/UH128W 计算机房专用柜式	
空调机加湿器不工作	120
参考文献	122





第一章 柜式空调机的制冷原理与部件

第一节 热工基础

柜式空调机的制冷系统由压缩机、冷凝器、蒸发器和节流元件等组成。制冷剂在制冷系统中的状态是不断变化的。用以描述制冷剂热力状态的宏观物理量称为热力状态参数，简称状态参数。状态参数有温度、压力、比体积等。

一、基本状态参数

1. 压力

物体表面单位面积所受到的垂直作用力称为压力，也称为压强，常用符号 p 表示。在工程中，习惯上把压强叫做压力。在国际单位制中，压力的单位为牛/米²，用符号 N/m^2 表示， 1 N/m^2 也称为 1 帕斯卡，帕斯卡用符号 Pa 表示，简称帕。由于帕斯卡表示的压力量值很小，所以压力通常用千帕斯卡（简称千帕）、兆帕斯卡（简称兆帕）为单位，分别用符号 kPa 和 MPa 表示， Pa 、 kPa 、 MPa 之间的关系为：

$$1 \text{ kPa} = 1\,000 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

大气压力指的是地球表面上受到的大气层的压力，它是随地理位置和气候条件变化而变化的。在纬度 45° 的海面上大气年平均压力称为标准大气压，用符号 atm 表示。

$$1 \text{ atm} = 1.013\,25 \times 10^5 \text{ Pa}$$

为了测量和计算的需要，还常用绝对压力、表压力及真空度来表示压力的大小。表压力是为空调机运行操作观察使用的，它是通



过压力表来测量的，是被测流体的实际压力（绝对压力）与当地大气压力的差值。如果被测流体的绝对压力小于大气压时，大气压力与流体的压力之差称为真空度。

2. 温度

温度表示物质冷热的程度。从分子运动的角度看，它是物质分子热运动激烈程度的量度，物质分子运动的速度越大，物质的温度越高；物质分子运动的速度越小，物质的温度则越低。

表示温度大小的标度称为温标。常用的温标有摄氏温标、华氏温标和开氏温标。

摄氏温标用摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）表示。在一个标准大气压下，以纯水的冰点为零摄氏度，沸点为 100 摄氏度，把其间分为 100 等份，每一等份为 1°C ；按此分割制成的温度计称为摄氏温度计。

华氏温标的单位是“ $^{\circ}\text{F}$ ”。它是以纯净的水，在一个标准大气压下的冰点定为 32 华氏度，沸点定为 212 华氏度，其间分 180 个等份，每一个等份定为 1°F ，按此分割制成的温度计称为华氏温度计。

开氏温标又称热力学温标或绝对温标，其单位用 K 表示。在一个标准大气压下，以纯水的冰点为 273.15 K ，沸点为 373.15 K ，把其间分为 100 等份，每一等份为开氏 1 K。当物体内部的分子运动停止时，其绝对温度为零度，即 $T = 0\text{ K}$ 。若用 t 表示摄氏温度，用 T 表示开氏温度（绝对温度），用 F 表示华氏温度，则它们之间的关系为：

$$T = t + 273.15\text{ (K)}$$

$$F = 1.8t + 32\text{ (}^{\circ}\text{F)}$$

$$t = (F - 32) / 1.8\text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

3. 比体积

比体积（简称比容）是密度的倒数，表示物质单位质量所占的体积，是反映物质分子间密集程度的物理量，其单位为 m^3/kg 。



二、热力学定律

1. 热力学第一定律

热可以转变为功，功也可以变为热，一定量的热消失时，必然产生与之数量相当的功；消耗一定的功时，也必然出现相当数量的热，这就是热力学第一定律。它说明在热力状态变化中，各种能量可以相互转换，但不能被创造，也不能被消灭。

2. 热力学第二定律

①在自然条件下，热量不能自发地从低温物体转移到高温物体。欲使热量从低温物体转移到高温物体，必定要消耗外界的功，而这些功又转换成热量。

②各种形式的能很容易转换成热能，要使热能全部而且连续地转换为功是不可能的，因为热量转换为功时，必定伴随着热量损失。也就是说，热功转换必定存在能量损失。

例如，在夏季要维持房间温度低于室外环境温度时需使用空调机。按热力学第二定律，房间的热量不会自发地传给室外环境，必须消耗一定的电能才能实现；按热力学第一定律，传给室外环境的热量必等于从房间吸收的热量与压缩机所耗电能转换的热量之和。

三、物质的集态

自然界中的任何物质都能够呈现出 3 种不同的集态（也称为相），即固态、液态和气态。在不同的条件下，物质以不同的状态出现。物质的 3 种状态可以相互转化，如图 1-1 所示。

气体变成液体的过程称为冷凝（或液化）；液体变为固体的过程称为凝固；固体变为液体的过程称为溶解；液体变为气体的过程称为汽化；固体直接变为气体的过程称为升华。

汽化有蒸发和沸腾两种方式。蒸发在任何温度下都能进行，它是仅在液体表面发生的汽化现象。沸腾是在液体表面和内部同时发生的剧烈的汽化现象。在一定的压力下，液体必须达到一定的温度才能沸腾，这一温度称为液体在这一压力下的沸点。液化与汽化恰

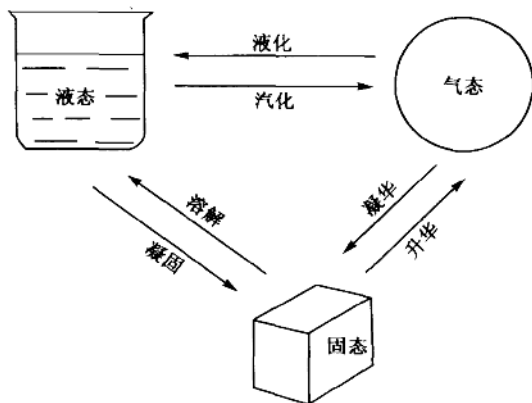


图 1-1 物质的状态变化图

恰相反，当蒸气在一定压力下冷却到一定温度时，就会由蒸气状态转变为液体状态。

物质在集态变化过程中，总是伴随着吸热和放热现象，这种形式的热量统称为潜热，如汽化潜热、液化潜热等，并且温度是不变的。同一种物质在不同的压力下汽化时所需的汽化潜热是不同的。

物质吸收热量或放出热量时，物质的集态不发生变化，这时物质吸收或放出的热量称为显热。如空气从 10°C 被加热到 25°C 时所吸收的热量就是显热。

在空调机中，制冷剂的状态是以气态和液态的形式循环变化的。通常制冷剂在蒸发器中的汽化过程称为蒸发过程；制冷剂在冷凝器中的液化过程称为冷凝过程。

四、制冷剂的状态

1. 饱和状态

制冷剂经节流元件进入蒸发器中，因吸热液体制冷剂要沸腾汽化即蒸发，此时气液两相共存，并且温度相同。当制冷剂液体单位时间内因汽化而逸出液面的分子数与因蒸气分子作无规则热运动而



回到液体中的分子数相等时，这时液体与气体的质量都将不再发生变化，这种气液两种集态达到动平衡的状态，称为饱和状态。此时的蒸气称为饱和蒸气；此时的液体称为饱和液体。在同一饱和状态下，饱和蒸气的压力与饱和液体的压力是相等的，并称为饱和压力；饱和蒸气的温度与饱和液体的温度也是相等的，并称为饱和温度。

在制冷与空调技术中，通常将蒸发器中制冷剂的饱和压力和饱和温度分别称为蒸发压力和蒸发温度。

制冷剂蒸气在冷凝器中的液化过程与制冷剂液体在蒸发器中的汽化过程恰恰相反。在冷凝器中制冷剂蒸气因放热而液化，其液体与蒸气的温度和压力相同，通常将其饱和压力和饱和温度分别称为冷凝压力和冷凝温度。

2. 过热蒸气

蒸气在某压力下的温度高于该压力所对应的饱和温度时，这种蒸气就称为过热蒸气。过热蒸气所处的状态称为过热状态。过热蒸气的温度与同压力下饱和蒸气的温度的差值，称为过热度。

例如，当制冷剂 R22 的蒸发压力为 0.62 MPa 时，其蒸发温度为 7℃；若蒸发器出口蒸气温度为 12℃ 时，则该蒸气为过热蒸气，过热度为 5℃。

3. 过冷液体

液体在某压力下的温度低于该压力所对应的饱和温度时，这种液体就称为过冷液体。过冷液体所处的状态称为过冷状态。同压力下饱和液体的温度与过冷液体的温度的差值，称为过冷度。

例如，当制冷剂 R22 的冷凝压力为 1.94 MPa 时，其冷凝温度为 50℃；若冷凝器出口液体的温度为 45℃ 时，则该液体处于过冷状态，过冷度为 5℃。

五、热量的传递

传热的基本形式有 3 种，即导热、对流和辐射。任何热量传递过程都是这 3 种传热基本形式的组合。

1. 导热

导热又称热传导。物体各部分温度不同时，热量从物体的温度较高部分传到物体的温度较低部分，或者温度不同的物体接触时，热量从温度高的物体传递到温度低的物体的过程，称为导热。导热是在固体、静止液体或气体中由分子振动而引起的传热现象。导热总是向温度降低的方向发生，而且是固体中惟一能发生的传热现象。

如图 1-2 所示，设单层平壁厚度方向两侧面的温度分别为 t_1 和 t_2 ，且 $t_1 > t_2$ ，都不随时间变化。实验表明，单位时间内通过平壁的热流量 Q 与温差 $(t_1 - t_2)$ 及垂直热流方向的平壁面积 A 成正比，与壁厚 δ 成反比。即

$$Q = \lambda \frac{A (t_1 - t_2)}{\delta}$$

式中：比例系数 λ 称为材料的导热系数，单位为 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ； Q 的单位为 W ； A 的单位为 m^2 ； δ 的单位为 m 。

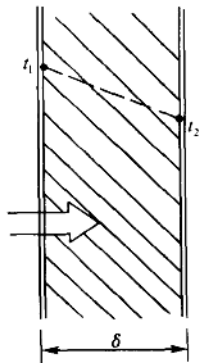


图 1-2 单层平壁的导热图

导热系数的大小表明了物质材料的导热能力。例如金属铝的导热系数在温度为 20°C 时为 $236 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。而聚氯乙烯泡沫塑料的导热系数在温度为 30°C 时为 $0.041 \sim 0.048 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。通常将导热系数小的材料称为绝热材料，也称保温材料或隔热材料。在空调装置中，用导热系数大的材料制造换热器，用导热系数小的材料制作隔热体。

2. 对流

对流是流体各个部分之间发生相对位移时所引起的热量传递过程。对流换热是流体流过另一物体表面时所发生的热交换过程。对流分为自然对流和强制对流。自然对流是由于流体各处温度不同与密度不同所引起的流动；强制对流是由于外界某种强制力引起压力差，从而引起流体的流动。



在空调机中，一般采用强制对流换热。例如，空气在风机的作用下流过蒸发器，水在水泵的驱动下流过水冷式冷凝器。

流体与固体壁之间的对流换热量 Q ，与流体温度 t_f 和壁面温度 t_w 的差值 Δt 及换热面积 A 成正比，即

$$Q = \alpha A \Delta t$$

式中，比例系数 α 为对流换热系数，单位为 $W/(m^2 \cdot K)$ ，它反映对流换热的强弱。对流换热系数 α 的大小与许多因素有关，如流体的物性参数、流体的状态参数、流体速度、流道形状和接触面的粗糙度等，通常由实验数据整理成的经验和半经验公式计算得出。

3. 辐射

辐射是通过电磁波传递热量的过程。物体会因各种原因发出辐射能，其中由于温度原因发生的辐射称为热辐射。自然界所有的物体都在不停地向四周发出热辐射能，同时又不断地吸收其他物体发出的热辐射能。辐射与吸收过程的综合结果就造成了以辐射方式进行的物体间的能量转换，即辐射换热。

在空调机中，由于温度较低，温差也较小，在传热计算中往往忽略辐射换热。

4. 传热过程

高温流体经过固体间壁向低温流体传递热量的过程，称为传热过程。如空调器的蒸发器中，制冷剂是通过翅片管与空气进行热交换的，空气将热量传给制冷剂。

传热过程所传递的热量正比于冷、热流体间的温差与传热面积，即

$$Q = Ak\Delta t$$

式中： A ——传热面积， m^2 ；

k ——传热系数， $W/(m^2 \cdot K)$ ；

Δt ——传热温差， K 。

第二节 空气与空气调节

一、湿空气

1. 湿空气

湿空气由干空气和水蒸气组成。干空气是由氧气、氮气和稀有气体所组成。由于地球上江河湖海，会有大量的水分蒸发为水蒸气到大气中，因此自然界的空气通常为湿空气。

湿空气的压力即大气压力 p_b ，可用气压计测出，它等于干空气的分压力 p_d 和水蒸气的分压力 p_v 之和，即

$$p_b = p_d + p_v$$

2. 饱和湿空气

对于湿空气来说，在一定温度下，空气中水蒸气量越多，水蒸气的分压力 p_v 就越大。当水蒸气的分压力 p_v 达到一定值时，将不会增加，空气中水蒸气的含量也不会增多并保持恒定。如果再增加水分，水蒸气就会凝结成水滴从湿空气中析出来，此时的湿空气称为饱和湿空气，水蒸气的分压力称为饱和水蒸气分压力，并用 p_s 表示。在一定温度下，若湿空气中水蒸气的分压力未达到饱和水蒸气的分压力，该湿空气被称为未饱和湿空气。

空气的温度不同，饱和水蒸气分压力也不同；温度越高，饱和水蒸气分压力也越大。

3. 露点温度

在一定大气压下，若未饱和空气中水蒸气的含量不变，则水蒸气的分压力 p_v 也不变。而对空气进行降温处理时，由于空气的温度降低，其饱和水蒸气分压力 p_s 也降低。当空气的温度降到某一温度值时，水蒸气分压力 p_v 达到此温度对应的饱和水蒸气分压力 p_s ，水蒸气将凝结，产生水滴或结露。将开始结露的温度称为露点温度，所以露点温度就是与湿空气中水蒸气分压力 p_v 相对应的饱和水蒸气温度。