

<http://www.phei.com.cn>

实用维修
系列

空调器原理、安装 及电控板维修 实用技术

赵春云 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

实用维修系列

空调器原理、安装及电控板 维修实用技术

赵春云 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在介绍空调器基础理论和制冷、制热工作原理的基础上,详细阐述了壁挂式空调器、柜式空调器、变频空调器及新型空调器的室内、外机的安装方法、拆卸步骤及电控部分的典型维修实例。通过本书的学习,维修人员可以举一反三,达到迅速排除空调器故障的目的。

本书内容新颖,图文并茂,深入浅出,实用性很强,适用于专业维修人员、大专院校师生及制冷设备维修技工的培训和阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

空调器原理、安装及电控板维修实用技术/赵春云编著. —北京:电子工业出版社,2009.6
(实用维修系列)

ISBN 978-7-121-08904-6

I. 空… II. 赵… III. ①空气调节器—理论 ②空气调节器—安装 ③空气调节器—维修 IV. TM925.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 081061 号

策划编辑:富 军

责任编辑:贾晓峰

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17.25 字数:442 千字

印 次:2009 年 6 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

空调器使用量呈逐年增多趋势,对空调器的安装、维修也显得越来越重要。为了让空调维修技术人员和广大读者及时掌握空调器的制冷制热原理、安装及维修、电控板的控制原理及维修等方面的知识,本书以图说的方式对壁挂式空调器、柜式空调器、变频空调器及新型空调器做了详细的介绍。

本书共7章,第1章介绍了空调器的基础理论,其中包括热力学基础、制冷剂的状态及常用状态术语,使读者夯实最基本的理论知识,同时介绍了空调器的制冷、制热工作原理和变频空调器控制功能及原理,使读者进一步掌握空调器整体的系统原理,给以后的实际维修工作打下坚实的理论基础。第2章以图说的形式用实物来对空调器整机的主要部件进行分析解剖,使从事维修的人员和自学者能够迅速掌握空调器的整机结构及工作过程。第3章介绍了壁挂式空调器、柜式空调器室内、外机的拆卸步骤,同时介绍空调器的整体分解图,使读者直观地了解空调器的整体结构,另外还给出了空调器的电气接线图。第4章介绍了空调器的安装技术,包括空调器安装场所的选择、室内、外机的安装定位及整机的安装步骤,最后介绍了几种常见空调器安装后出现故障的排除方法。第5章利用常用制冷维修工具,介绍空调器制冷(制热)系统的维修,包括空调器维修基本操作、制冷系统抽真空及检漏、制冷剂的充注、制冷剂的回收、电工基本操作等,最后介绍了空调器制冷系统的维修方法。第6章介绍了空调器电控原理与维修,并以图文并茂的形式列举了常见典型微处理器控制电路的功能,同时也对电控部分的维修技术做了详细讲解。第7章介绍的是空调器的维修,主要以维修实例的形式对不同厂家不同型号的空调器出现故障后的实际维修及故障排除做了介绍,维修人员可以对号入座,达到迅速排除故障的目的,本章还重点介绍了空调器的维修技巧及关键部件的检修。

本书图文并茂,语言精练,由浅入深,循序渐进,通俗易懂,是空调器维修人员学习的必备指导图书,本书也可供大专院校师生作为教材使用。

本书的文字及图片的处理得到了赵贺丹和曹会花的大力帮助,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 空调器原理	1
1.1 空调基础理论	1
1.1.1 热力学基础	1
1.1.2 热力学定律	2
1.1.3 制冷剂的状态及常用状态术语	3
1.2 空调器制冷系统基本原理	7
1.2.1 基本概念	7
1.2.2 空调器制冷基本原理	9
1.2.3 空调器制热原理	11
第 2 章 制冷系统主要部件	17
2.1 压缩机	17
2.1.1 压缩机分类	17
2.1.2 压缩机过载热保护器	27
2.2 辅助部件	32
2.2.1 空调热交换器	32
2.2.2 其他	36
第 3 章 遥控器功能及空调器拆卸操作步骤	49
3.1 遥控器功能及使用	49
3.1.1 分体壁挂式空调器的遥控器功能及使用(以长虹 X 系列为例)	49
3.1.2 分体柜机空调器遥控器功能及使用(以长虹 X 系列为例)	60
3.1.3 V 系列分体柜机遥控器功能及使用	71
3.2 空调器的拆卸步骤及分解图	81
3.2.1 空调器室外机拆卸步骤(以海尔 KFR-23GW/Z2 为例)	81
3.2.2 空调器室外机的分解图	83
3.2.3 空调器壁挂式室内机拆卸步骤(以海尔 KFR-23GW/Z2 为例)	86
3.2.4 空调器壁挂式及柜式室内机的分解图(以长虹 X、V 系列为例)	88
3.2.5 电气接线图	94
第 4 章 空调的安装	99
4.1 选择空调器的安装场所	99
4.1.1 室内机与室外机安装位置的选择	99
4.1.2 空调器的安装技术	100
4.2 空调器安装后的诊断方法	112
4.2.1 电气控制系统的诊断	112
4.2.2 制冷系统的故障诊断	112
4.2.3 其他	113

第 5 章 空调器维修常用工具	116
5.1 常用制冷工具操作方法	116
5.1.1 空调器维修基本操作	116
5.1.2 制冷系统抽真空及检漏	127
5.1.3 制冷剂的充注	131
5.1.4 室内机排空操作	135
5.1.5 制冷剂的回收	136
5.1.6 制冷系统的清洗、吹污及充注冷冻油	137
5.2 电工基本操作	138
5.2.1 交流电基础	138
5.2.2 空调对电源及电源线规格的要求	139
第 6 章 空调器电控原理与维修	140
6.1 电控板基础知识	140
6.1.1 电控板的组成	140
6.1.2 电控板元器件介绍(只介绍与电控板有关的元器件)	142
6.1.3 电控板的控制对象	173
6.2 电控板电路分析与检修	179
6.2.1 微处理器 TMP87PH46N 组成的控制系统	179
6.2.2 微处理器 M38223E4FP 组成的控制系统	196
6.3 变频空调器系统分析	211
6.3.1 概述	212
6.3.2 室内机控制电路分析	214
6.3.3 室外机控制电路分析	219
第 7 章 空调器的维修	227
7.1 制冷系统及电控系统的检修方法	227
7.1.1 空调器的常用检修方法	227
7.1.2 制冷系统故障分析与检修	228
7.1.3 电气控制系统故障分析与检修	232
7.2 空调器维修实例	236
7.2.1 制冷系统维修实例	236
7.2.2 电气控制系统维修实例	252
7.2.3 四通阀出现故障后的维修	267

第 1 章 空调器原理

1.1 空调基础理论

空调的调节是依赖人工而对某一特定空间内空气的温度、湿度、流动速度和洁净度进行调节，达到并保持人体舒适的需要或工艺过程的需要。

空气调节以处理空气为主，包括对空气进行加热、冷却、加湿、减湿等种种处理。

实现这种手段的机械设备有许多，大的称为空调装置或空调机，小的称为空调器。

1.1.1 热力学基础

1. 物质的状态变化

自然界的一切物质都由大量分子组成，组成物质的分子间有一定的距离，分子间存在着相互的作用力，这种作用力有时表现为引力，有时表现为斥力；同时分子又处于无规则的永不停息的运动中，而这种大规模分子的杂乱无章的运动称为热运动。

由于分子间的作用力和分子热运动等原因，使物质在通常状况下呈现出 3 种不同的状态，即固态、液态和气态（物体形态也称三态）。

固态时，分子间的距离最近，相互间的引力最大。它把分子束缚在平衡位置附近，热运动仅表现在平衡位置附近的微小振动，而不能相对移动。因此，固态时物质既有一定的体积，又有一定的状态，并且还具有一定的机械强度。

液态时，分子间的距离仍较近，分子间的引力仍较大，足以使分子之间保持一定的距离。因此，液态物质有固定的体积，并能形成自由表面。另外，液态物质的分子既可在平衡位置附近振动，又可单个或成群地相对移动，所以说液态物质具有流动性而没有一定的状态。

气态时，分子间距离大，引力很小，甚至分子间不能相互约束。因此，气态物质既没有一定的形态，又没有一定的体积，它可以充满任何空间。组成物质的分子在热运动中发生相互碰撞后又会发生旋转运动。同时，组成分子的原子也进行着振动。

同一种物质在不同条件下，因受到分子间作用力和分子热运动的影响，也会分别以不同的状态存在。例如，在大气压条件下将水冷却到 0°C 以下就会变成冰；而将水加热到 100°C 以上就会变成水蒸气。所以，物质的三种状态尽管表现形式不同，但在一定的条件下（即压力和温度变化到一定程度），物质就会发生变化。伴随物态变化过程的进行一定有热交换现象，如图 1-1 所示。

物体形态：固体——不可压缩、不可流动
液体——不可压缩、可流动
气体——可压缩、可流动

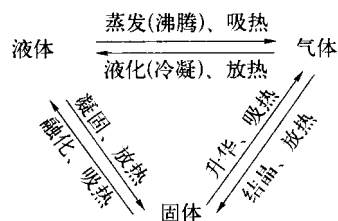


图 1-1 物质的状态变化

物质由液态变成气态的过程称为汽化，汽化现象有两种，只在液体表面发生的汽化现象称做蒸发；另一种是指在一一定的条件下（沸点）在液态物质的内部和表面同时进行的汽化现象称为沸腾。制冷技术中使用的“蒸发”概念，通常表示的是沸腾。物质由气态变成液态的过程称做液化，液化是汽化的逆过程。制冷技术中使用的“冷凝”概念，通常表示的是液化。

人为控制（或改变）某种物质所处的环境条件，就可以按照自己的意志迫使物质状态发生变化，从而实现预期的目的。

注意：工质。在热力装置及制冷装置中，不断循环流动以实现能量转换的物质称为工质。工质可分为热力工质和制冷工质（亦称制冷剂）两类。这是按其所起作用区分的，不是按物质的种类来区分的。例如水是应用最广泛的热力工质，同时也是应用较广的制冷工质；氨是良好的制冷工质，它也可以用做热力工质（目前使用较少）；而最普通的氟利昂制冷工质，在低温位热能利用装置中同样可用做热力工质。

2. 常用的名词术语

流体的状态参数包括压力、温度、湿度、比热等，它们是用来描述物质所处状态的宏观物理量，故称为状态参数。

① 压力。流体单位面积所受垂直作用的力称为压力，物理学中习惯上称压强。例如力 F 垂直作用于面积 A 上所产生的压力为

$$P = F/A$$

压力的单位用帕斯卡，简称帕（Pa），它定义为每平方米面积上垂直作用 1N 的力，即

$$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$$

通常使用的压力单位还有千帕（kPa）和兆帕（MPa），它们同帕的换算关系是

$$1\text{kPa} = 10^3\text{Pa}, 1\text{MPa} = 10^6\text{Pa}$$

② 温度。温度是工质冷、热程度的标志。一个物体较热时，就说它具有较高的温度；较冷时，说它具有较低的温度。从物质分子运动的角度考虑，温度是分子运动平均动能的度量。一物体的分子运动速度大时，平均动能大，该物体的温度高；反之温度低。

③ 湿度。湿度表示空气中所含水蒸气的多少，通常包括绝对湿度、相对湿度、含湿量 3 种表示方式。

1.1.2 热力学定律

1. 热力学第一定律

在任何发生能量转换的热量过程中，转换前后的能量总和维持恒定。这是自然界的一个普通的规律，是对参与热力过程的各能量之间量的关系进行分析的基本依据。

热力学第一规律也称能量守恒定律。其“守恒性”有如下两种表述。

表述 1：“在一个封闭的或是完全绝热的系统中，能量不可能消失，只能从一种形式转化为另一种形式。”

表述 2：“热可以变成功，功可以变成热；一定量的热消失，必产生与之相当数量的功；反之亦然。”

因此可引出如下概念：

① 热量 (Q)。是组成物质的分子和原子等做杂乱热运动的能量。热量可以从高温物体传到低温物体，也可以和其他形式的能量 (如机械能、电能等) 进行相互转换。单位为 J。

② 功 (W)。是作用于物体上的力在位移方向的分量和物体位移的乘积。单位为 J。

③ 热力学能 (U)。简称“内能”，是储存在物体内部的能量。气体的热力学能包括分子的内动能 (分子的移动动能、转动动能和振动动能之和) 和内位能 (分子间的位能) 之和。单位为 J。

④ 焓 (H)。在热力学中，把热力学能和功 PV 合并成一个参数，称为“焓”。

$$H = U + PV$$

注意：功率是指单位时间内所做的功。单位为 W。

2. 热力学第二、三定律 (热量传递的方向性)

① 热力学第二定律。热力学第二定律阐述了热功转换的方向、条件及限制。

② 热力学第三定律。它是在研究低温现象时得到的一个热力学定律。该定律指出：不可能用有限个操作使一个物体冷却到绝对温度零度 (0K)。换句话说，0K 只能无限地接近，但无法达到。

1.1.3 制冷剂的状态及常用状态术语

1. 制冷剂的状态

(1) 定压加热 (或冷却) 时制冷剂状态的变化

以 R12 制冷剂为例，取 1kg 液态 R12 注入到汽缸中，在一定的压力 ($P = 7.58 \text{ kgf/cm}^2$) 下对其进行加热 (或制冷)，所引起温度和体积的变化如图 1-2 所示。

由于所取的液态 R12 是 1000g，所以其体积可用比体积 v 来表示。在变化过程中，温度和体积的关系如图 1-3 所示。

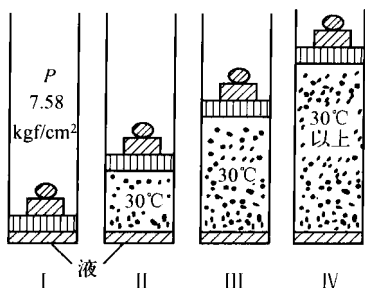


图 1-2 定压加热 (或冷却) 时制冷剂状态的变化

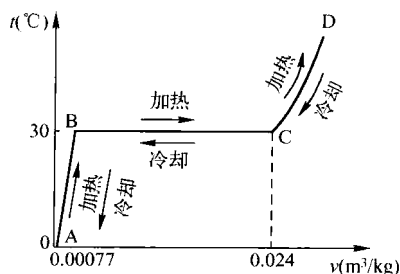


图 1-3 定压加热 (或冷却) 时 R12 的 $t-v$ 图

图 1-3 中，A、B、C、D 表示 R12 变化过程中的状态点，A 点表示温度为 0°C 时液态 R12，这时它的比体积值为 $0.00072 \text{ m}^3/\text{kg}$ 。

AB 说明液体的温度上升，与此同时其体积仅有极少量的增大，即比体积由原来的 $0.00072 \text{ m}^3/\text{kg}$ 增大到 $0.00077 \text{ m}^3/\text{kg}$ 。这时所加给的热是属于显热，因为液态 R12 只有温度的变化，而没有状态 (相) 的变化。

B 点表示在恒定压力 7.58kgf/cm^2 条件下, 温度达到 30°C 时, 液态 R12 开始蒸发的情况, 此时有少量气体产生。

BC 表示液态 R12 在蒸发。蒸气的比体积比液态的比体积大得多, 所以在蒸发过程中, 制冷剂 R12 体积显著增大。但温度仍保持在 30°C 。BC 过程中所加给的热是蒸发潜热, 在此过程中只有状态 (相) 变化, 而没有温度的变化。

C 点表示蒸发结束, 制冷剂 R12 全部变为蒸气, 此时比体积增大到 $0.024\text{m}^3/\text{kg}$ 。

CD 表示 R12 蒸气温度继续上升, 随着温度的上升, 蒸气的体积明显增大。在 CD 之间所加给的热是显热。

R12 在定压条件下冷却时的变化情况与上述加热时变化情况恰恰相反, 即沿图上 DCBA 曲线进行。

在 BC 过程中加给制冷剂 R12 的热量和在 CB 过程中从制冷剂 R12 所取出的热量完全相等。这说明在同一压力条件下制冷剂的蒸发潜热和冷却潜热是相等的。

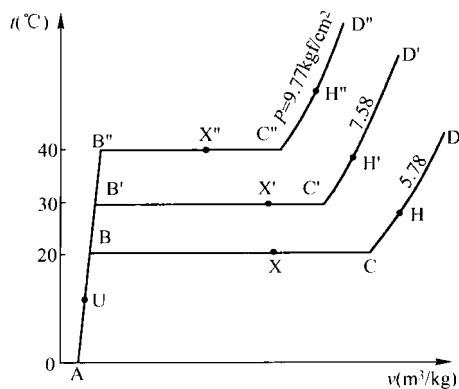


图 1-4 不同压力的等压条件下

R12 的 t - v 曲线图

存在着液态和气态制冷剂。如果制冷剂能够继续吸收外界热量, 则其中的一部分液态制冷剂就会变成蒸气; 反之, 如果制冷剂向外界放出热量, 则其中的一部分蒸气又会变成液态制冷剂。像这种制冷剂, 液态和气态共存, 同时又可以相互转换, 当处于一种动态平衡时, 这种状态的制冷剂就称做饱和蒸气。这时不管制冷剂的液体和蒸气的含量成何比例, 制冷剂总是在饱和蒸气状态中。

饱和蒸气的温度称做饱和温度。饱和温度由制冷剂的压力而定, 如图 1-5 所示。对于 R12, 当其压力为 7.58kgf/cm^2 时, 饱和温度为 30°C ; 而其压力为 9.77kgf/cm^2 , 饱和温度为 40°C 。使用饱和温度概念时, 其制冷剂的状态一定为饱和蒸气状态。对于同一种制冷剂的液体和蒸气的含量成何比例, 制冷剂总是在饱和蒸气状态中。

饱和蒸气的压力称做饱和压力。饱和压力由制冷剂的温度而定, 如图 1-5 所示。对于 R12, 当其温度为 30°C 时, 饱和压力应为 7.58kgf/cm^2 , 而其温度为 40°C 时, 饱和压力就为 9.77kgf/cm^2 。使用饱和压力的概念时, 其制冷剂的状态, 一定为饱和蒸气状态。对于同一种制冷剂, 饱和压力和制冷剂的温度是单值对应关系, 一定的温度对应着一定的饱和压力。

饱和温度和饱和压力, 都是针对制冷剂处于饱和状态时的温度和压力而确定的概念, 它有确切的内涵, 不是一般的温度和压力的意义。同时, 饱和温度和饱和压力是对应的变化量, 当温度或压力改变时, 上述的动态平衡受到破坏, 经过一定时间, 又建立了新条件下的

(2) 饱和温度和饱和压力

在各种不同压力的等压条件下, 对制冷剂 R12 进行加热和冷却时, 我们可以得到一组曲线, 如图 1-4 所示。

从图 1-4 中可以看出, 不论多大压力, 只要是在等压条件下, 制冷剂的温度、比体积曲线的走向彼此相同。由于液体比体积并不因压力的变化而有所改变, 所以处于液态时的制冷剂在被加热或冷却时变化曲线重叠在同一条线上; 而其他部分的变化曲线则是压力越高, 其曲线就越靠上方。

如图 1-4 所示, 在 BC、B'C'、B''C' 线段同时存在着液态和气态制冷剂。如果制冷剂能够继续吸

动态平衡，从而会有一组新的饱和温度和饱和压力值。

对于各种不同的制冷剂，即使在相同的温度条件下，也有着不同的饱和压力。例如，在温度为 30°C 时，R12 的饱和压力为 7.58kgf/cm^2 ，而 R717（氨）的饱和压力为 11.9kgf/cm^2 ，不同种类的制冷剂，其饱和温度和饱和压力有着不同的特定变化关系。这种关系如图 1-5 所示。

(3) 临界温度和临界压力

各种气体在一定的温度和压力条件下都可以使其液化。但当温度升高超过某一数值时，压力增加将不能使气体液化，这一温度就称做“临界温度”。在这一温度下，使气体液化的最低的压力称做“临界压力”。各种制冷剂都有这样一个临界点。处于临界温度以上时，无论压力再增加多大，也不能使气态制冷剂液化，只有在临界温度以下时才具备液化的条件。

空气的临界温度为 141°C ，临界压力是 37kgf/cm^2 。由于空气的临界温度很低，所以一般不能做制冷剂使用。制冷剂应选择临界温度较高的介质，其原因就是在压力稍微提高的情况下，就能使其在空气和水中被冷却液化。例如 R12 制冷剂，临界温度是 112.04°C ，临界压力是 41.96kgf/cm^2 。当压力为 7.58kgf/cm^2 时，R12 的饱和温度为 30°C 。几种常用制冷剂的临界温度和临界压力如表 1-1 所示。

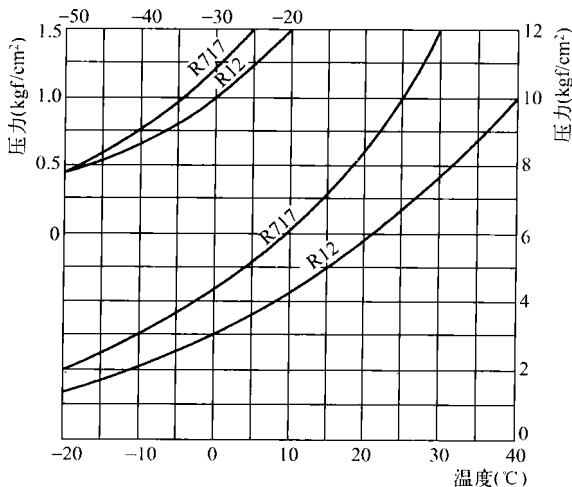


图 1-5 几种制冷剂饱和温度和饱和压力的曲线图

表 1-1 几种常用制冷剂的临界温度和临界压力

制冷剂种类	临界（ $^{\circ}\text{C}$ ）	临界压力（ kgf/cm^2 ）
R12	112.04	41.96
R13	28.78	39.36
R22	96.13	50.84
R717（ NH_3 ）	132.5	112.77
R50（ CH_4 ）（甲烷）	-82.5	46.40
R170（ C_2H_6 ）（乙烷）	32.4	48.84
R1150（ C_2H_4 ）（乙烯）	10.06	51.17

对于难以液化的气体（如空气），在制冷技术上称为不凝结气体。

2. 常用制冷剂状态的术语

① 干饱和蒸气。图 1-4 中，C、C' 和 C'' 都是在一定压力下具有饱和温度的蒸气，这种状态下的蒸气被称为干饱和蒸气。

② 饱和液。图 1-4 中，B、B' 和 B'' 都是在一定压力下具有饱和温度的液体，这种状态

的液体被称为饱和液。

③ 湿蒸气。图 1-4 中, BC、B'C'和 B''C'' 线段上制冷剂的状态是饱和蒸气, 因为构成这种饱和蒸气的气体 and 液体都是在一定压力下具有饱和温度的, 所以也可以认为是在干饱和蒸气中混有饱和液。图 1-4 中 X、X'和 X'' 点都是在 BC、B'C'和 B''C'' 线上的饱和蒸气状态点, 可以看出, 它们对于同一压力的干饱和蒸气而言, 都是含有不同比例液体的湿饱和蒸气, 简称湿蒸气。

④ 干度。饱和状态下湿蒸气中的蒸气量与湿蒸气总量的比值就是干度, 用符号 X 来表示, 即

$$X = \text{湿蒸气中的蒸气量 (kg)} / \text{湿蒸气总量 (kg)}$$

因此, 干饱和蒸气就是 $X = 1$ 时的饱和蒸气, 是饱和蒸气的特殊状态, 饱和液就是 $X = 0$ 时的饱和蒸气, 是饱和蒸气的另一种特殊状态。与干度相对应的是湿度, 湿度可用 $1 - X$ 表示。

⑤ 过热蒸气的过热度。图 1-4 中的 H、H'和 H'' 状态点都是比处在同一个压力下饱和温度还高的蒸气状态, 称为过热蒸气。

过热蒸气的温度与处在相同压力下的饱和温度之间的差值称做过热度。

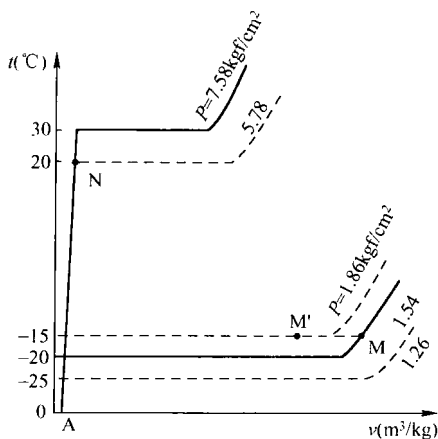


图 1-6 R12 的 $t-v$ 曲线图

例如, 压力是 1.54 kgf/cm^2 , 温度为 -15°C 的 R12 制冷剂, 为何种状态? 由于压力是 1.54 kgf/cm^2 , 在其压力下 R12 的饱和温度为 -20°C , 所以此时制冷剂为过热蒸气状态, 如图 1-6 所示的 M 点, 该状态点在压力为 1.54 kgf/cm^2 的等压线上, 而温度为 -15°C 。它的温度比压力是 1.54 kgf/cm^2 的饱和温度 -20°C 高, 其差值为 $-15 - (-20) = 5^\circ\text{C}$ 。 5°C 为它的过热度。

如果与此温度相同的 R12 蒸气, 其压力为 1.86 kgf/cm^2 , 在图 1-6 中可用 M' 点表示。因为在压力为 1.86 kgf/cm^2 下, R12 的饱和温度恰是 -15°C , 故这时制冷剂的状态为饱和状态。

⑥ 过冷液和过冷度。图 1-4 中的 U 点, 是表示温度比处在同一个压力下的饱和温度还低的液体, 称为过冷液。

饱和温度与处在相同压力下的过冷液温度之间的差值称做过冷度。

例如, 压力是 7.58 kgf/cm^2 , 温度为 20°C 的制冷剂, 为何种状态? 由于压力是 7.58 kgf/cm^2 , 在其压力下 R12 制冷剂的饱和温度为 30°C , 所以, 此时制冷剂为过冷液状态, 如图 1-6 中的 N 点所示, 该状态点在压力为 7.58 kgf/cm^2 的等压线上, 而温度为 20°C 。它的温度比压力为 7.58 kgf/cm^2 的饱和温度 30°C 低, 其差值 $30 - 20 = 10^\circ\text{C}$ 。 10°C 为它的过冷度。

如果与此温度相同的 R12 制冷剂, 其压力为 5.78 kgf/cm^2 , 则此时制冷剂为饱和液状态。因为在压力为 5.78 kgf/cm^2 时, R12 的饱和温度恰为 20°C 。

在一定压力下, 制冷剂状态因加热或冷却引起的变化如表 1-2 所示。

表 1-2 不同状态的制冷剂在定压加热或冷却时的情况

状 态	加 热	冷 却
过冷液	仍呈液体状态，温度上升，过冷度减小	仍呈液体状态，温度下降，过冷度增大
饱和液	温度不变，其中一少部分液体蒸气成为湿蒸气	仍呈液体状态，温度下降，成为过冷液
湿蒸气	温度不变，其中一部分液体蒸发成蒸气，干度增大	温度不变，其中一部分蒸气成为冷液
干饱和蒸气	仍呈蒸气状态，温度上升，成为过热蒸气	温度不变，其中一少部分蒸气成为液体，成为湿蒸气
过热蒸气	仍呈蒸气状态，温度上升，过热度增大	仍呈蒸气状态，温度下降，过热度减小

1.2 空调器制冷系统基本原理

1.2.1 基本概念

1. 什么是空调

房间空气调节器，一般简称空调，是一种向房间（或封闭空间、区域）提供处理空气的机组。它的功能是使该空间（或封闭空间、区域）内的空气的温度、湿度、洁净度和空气流速等参数保持在人体舒适或工艺过程要求的范围内。

房间空调器主要是一个制冷、制热、除湿的机组。它还包含加湿、空气循环通风、换新风、空气净化、除臭、杀菌、加香等功能。

家用空调的制冷制热功能一般是以室外主机的功能为基础。

2. 空调的种类

① 按空调器的应用场合，可分为家用空调和商用空调。其中，部分空调既可划分为家用又可划分为商用空调，没有严格界限。

② 按空调机组的基本功能，一般可分为单冷型和冷暖型两种。其中冷暖型又可分为热泵型、电热型、热泵辅助电热型。

③ 按机组连接结构形式分为整体式、分体式两种。

④ 按室内机结构不同和安装方式不同可分为窗式、挂壁式、吊顶式、埋入式、嵌入式、柜式、落地式等。

3. 整体式空调器的基本结构

整体式空调器的基本结构如图 1-7 所示，它包括如下 4 部分。

制冷系统：包括压缩机、冷凝器、蒸发器、毛细管、干燥过滤器及连接管、热泵空调还有四通阀。

通风系统：包括离心风扇（室内）、轴流风扇（室外）、风扇电动机、风道、扫风电动机。

电控系统：包括控制主板、启动/运转电容、启动继电器、过载保护器、控制面板、温控器、遥控器及其接收装置。

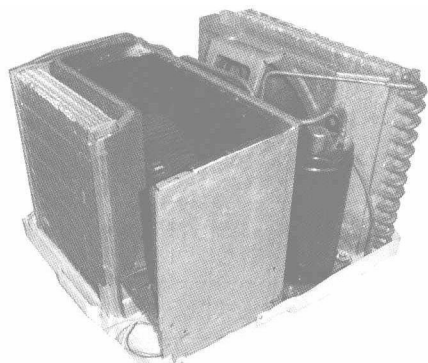


图 1-7 整体式空调器的基本结构

壳体部分：包括面板和箱体。

壳体部分：包括面板和箱体。

4. 分体式空调器基本结构

分体式空调器室内机组如图 1-8 所示，它包括如下 4 部分。

制冷系统：包括室内换热器（蒸发器）、连接铜管及接头、排水管等。

通风系统：包括室内风扇、风扇电动机、步进电动机、导叶片等。

电控系统：包括控制主板、手动开关、温度/湿度传感器、电源检测装置、遥控器及其接收装置。

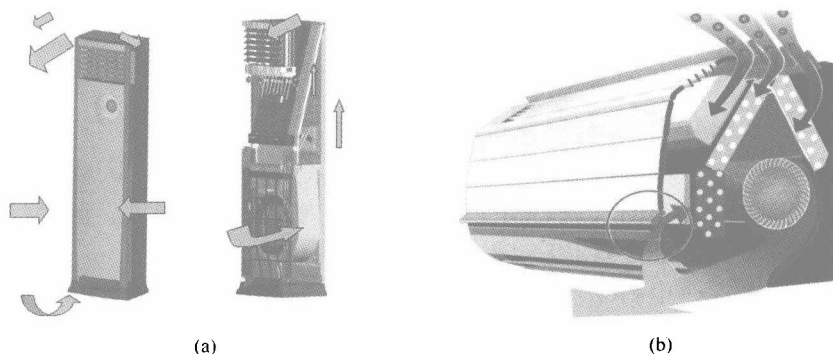


图 1-8 分体式空调器室内机组基本结构

分体式空调器室外机组基本结构如图 1-9 所示，它包括如下 4 部分。

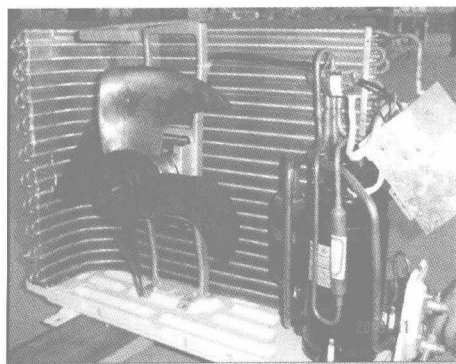


图 1-9 分体式空调器室外机组基本结构

制冷系统：包括压缩机、室外换热器（冷凝器）、干燥过滤器、毛细管、储液器、集液器、消声器、气阀、液阀及连接管、热泵空调四通阀。

通风系统：包括室外轴流风扇、风扇电动机。

电控系统：包括控制板、压缩机/风扇电动机启动及运转电容、控制继电器、压缩机保护器、四通阀线圈（热泵空调）、除霜控制器。

壳体部分：包括机座及室外机壳。

5. 产品型号命名及含义

如图 1-10 所示为分体式空调器型号命名及含义。

例如，KFRd-71LW/FS 表示：T1 气候类型，分体热泵落地式房间空调器，带辅助电加热，额定制冷量 7100W，三相电源。

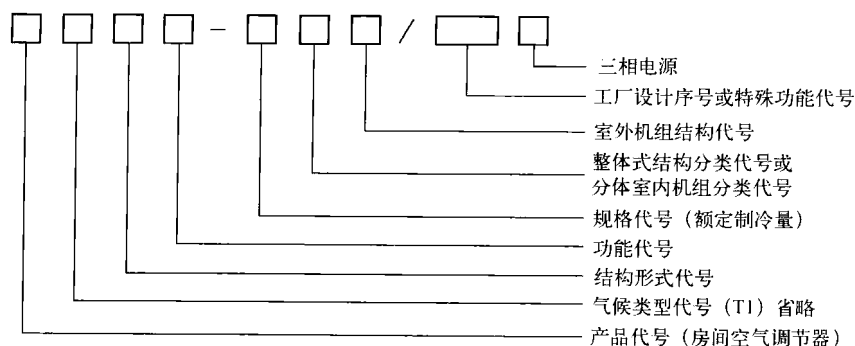


图 1-10 分体式空调器型号命名及含义

1.2.2 空调器制冷基本原理

1. 概述

家用空调采用的一般是蒸气压缩式制冷，属于相变制冷，即利用制冷剂由液态变化为气态时的吸热效应来获取冷量。

为了实现连续制冷，必须组成一个封闭的循环系统。它由压缩机、冷凝器、毛细管、蒸发器 4 个主要功能部件组成。按照制冷循环工作的顺序，依次用管道连接成一个整体。在制冷系统中，充灌一定量的制冷工作介质—制冷剂，用以实现能量的转换和传递。

2. 制冷循环过程

① 空调器工作时，压缩机吸入蒸发器的低温、低压的制冷剂蒸气，将其压缩成高温、高压的制冷剂气体，排入冷凝器。

② 在压力不变的情况下，高温、高压的制冷剂气体在冷凝器中被冷却介质（空气）冷却，放出热量，温度降低，并进一步冷凝成液体，从冷凝器排出。

③ 高压制冷剂液体经过毛细管节流降压作用，导致部分制冷剂液体汽化，吸收汽化潜热，温度降低，成为低压、低温的湿蒸气（大部分为液体），进入蒸发器。

④ 在蒸发器中，制冷剂在压力不变的情况下，吸收被冷却介质（空气）的热量而蒸发汽化，变成低温、低压的蒸气被压缩机吸走，如此循环进行，如图 1-11 所示。

制冷剂 R22 在压缩机中被压缩成高

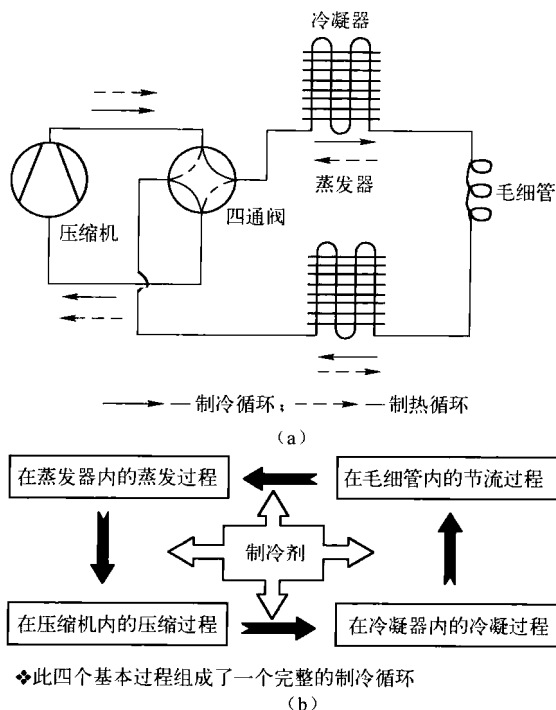


图 1-11 制冷循环过程

温、高压的过热蒸气（其压力为 $1.6 \sim 2.1 \text{ MPa}$ ，一般为 1.71 MPa ），并进入风冷式冷凝器中冷却，经过冷却，制冷剂的压力、温度、状态都会发生变化，高温、高压的制冷剂过热蒸气冷凝为高压、中温的液体（冷却效果好可成为过冷液）。冷凝后的制冷剂液体进入节流器减压，变成低温、低压的制冷剂液体，为下面在蒸发器中进行蒸发创造条件；液体制冷剂在蒸发器中全部汽化为低压的气体，同时吸收外界热量。蒸发器中的制冷剂先是气、液共存，然后变成饱和蒸气，最后变成低压、过热的蒸气（其压力为 $0.3 \sim 0.6 \text{ MPa}$ ，一般为 0.5 MPa ）被压缩机吸入。

在被吸回压缩机的过程中，吸气管内的制冷剂蒸气仍然从外界吸收热量进行汽化（过热状态），因此压缩机的吸气管是低于环境温度的，用手触摸感到有些凉；而压缩机的排气管却相反，因为排气管内是高温、高压的制冷剂过热蒸气，故其外表温度比环境温度高，用手触摸感到是热的。

如图 1-12 所示是典型的空调器制冷循环流程图。从图中可以看出，经压缩机压缩后排出的高温、高压的制冷剂过热蒸气（ $70 \sim 80^\circ\text{C}$ ）送入到冷凝器中，经室外轴流风扇将热量排到室外环境中，冷却后的中温、高压制冷剂（ $43 \sim 46^\circ\text{C}$ ）液体维持一定的高压压力（即冷凝压力）。冷凝后的制冷剂液体进入毛细管节流、减压后，其压力与温度均降低，进入蒸发器开始吸热汽化，并维持一定的低压压力（即蒸发压力），汽化后的制冷剂蒸气返回到压缩机中，如此周而复始地循环。

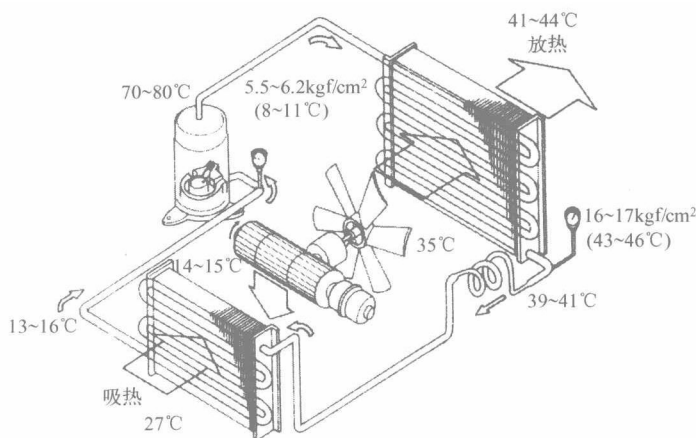


图 1-12 典型的空调器制冷循环流程图

冷凝器的热量是由轴流风扇向室外吹出热风形成的；蒸发器的冷量是由室内多叶低噪声的贯流风扇向室内吹出冷风形成的。在上述制冷循环过程中可分为高压和低压两个区域：从压缩机排气口到毛细管入口处为高压区；从毛细管出口处到压缩机吸气口为低压区。

3. 单冷型分体空调器工作原理

单冷型分体壁挂式空调器的室内机组和室外机组之间通过管接头和高低压截止阀，用制冷管道连接形成封闭系统。如图 1-13 所示为单冷型壁挂式空调器的工作原理。由图可知，室外机组有压缩机、冷凝器（室外热交换器）、毛细管、蒸发器（室内热交换器）等，制冷剂经压缩、冷凝放热、节流后通过室外机组的连接管道和管接头进入室内机组的蒸发器中，在蒸发器中制冷剂吸热汽化而达到冷却空气的目的。

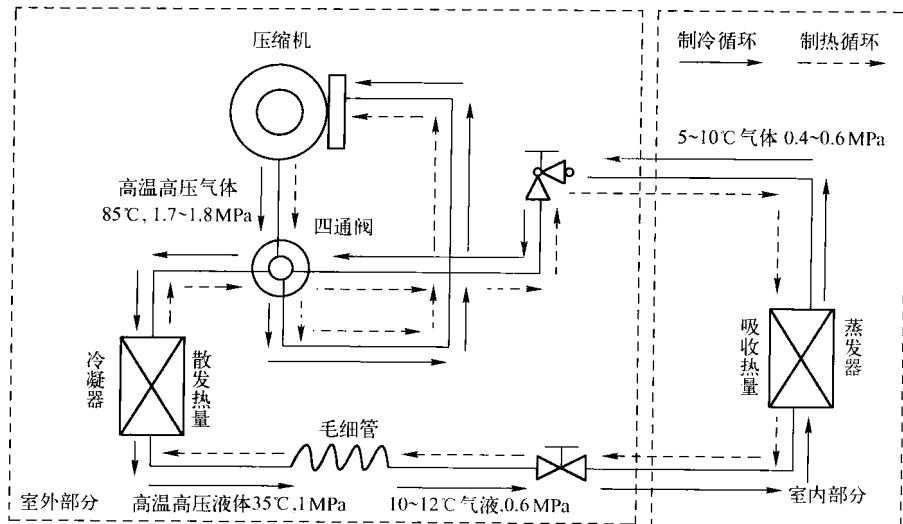


图 1-13 单冷型壁挂式空调器的工作原理

1.2.3 空调器制热原理

1. 空调器制热

空调器不仅能制冷，有的还能制热，作为冷气机，从室内侧吹出冷风，液体制冷剂蒸发吸收室内热量排出室外，如图 1-14 所示。如果把室内机组放到室外，室外机组放到室内，是否可以实现取暖呢？冷凝器的热量吹向室内形成的热风就实现了冬季取暖——这就是热泵空调的基本原理，如图 1-15 所示。

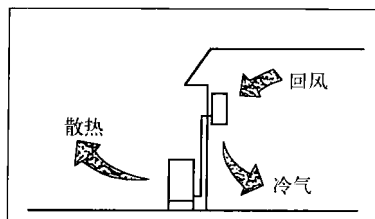


图 1-14 冷气机

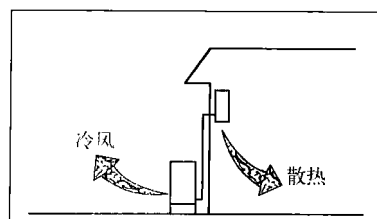


图 1-15 热泵制热

但是将室外机组搬入室内，将室内机组搬到室外实际上是不可能的。如果在制冷循环的基础上加一个装置使制冷剂的流动方向逆转就可解决问题。这个能够转换制冷剂流动方向的装置就是电磁四通阀——热泵空调就诞生了。

利用电磁四通阀即可解决一机两用的问题，如图 1-16 所示为分体空调器制冷循环过程；如图 1-17 所示是分体空调器制热循环过程。制冷运转时，室内的热量在贯流风扇的作用下，与热交换器进行热量交换，室内热量在室外轴流风扇作用下排到室外，使室内温度下降；而在制热运转时，从室外吸收热量排到室内。

热泵型空调器冬季制热运转时，由于室外温度与室外热交换器内 R22 的蒸发温度有一个温差存在，如室外温度为 7℃，R22 的蒸发温度在 4℃ 左右，这样就有 3℃ 左右的温差，空