

电冰箱 冷柜 空调器

维修自学速成

吴 萍

福建科学技术出版社

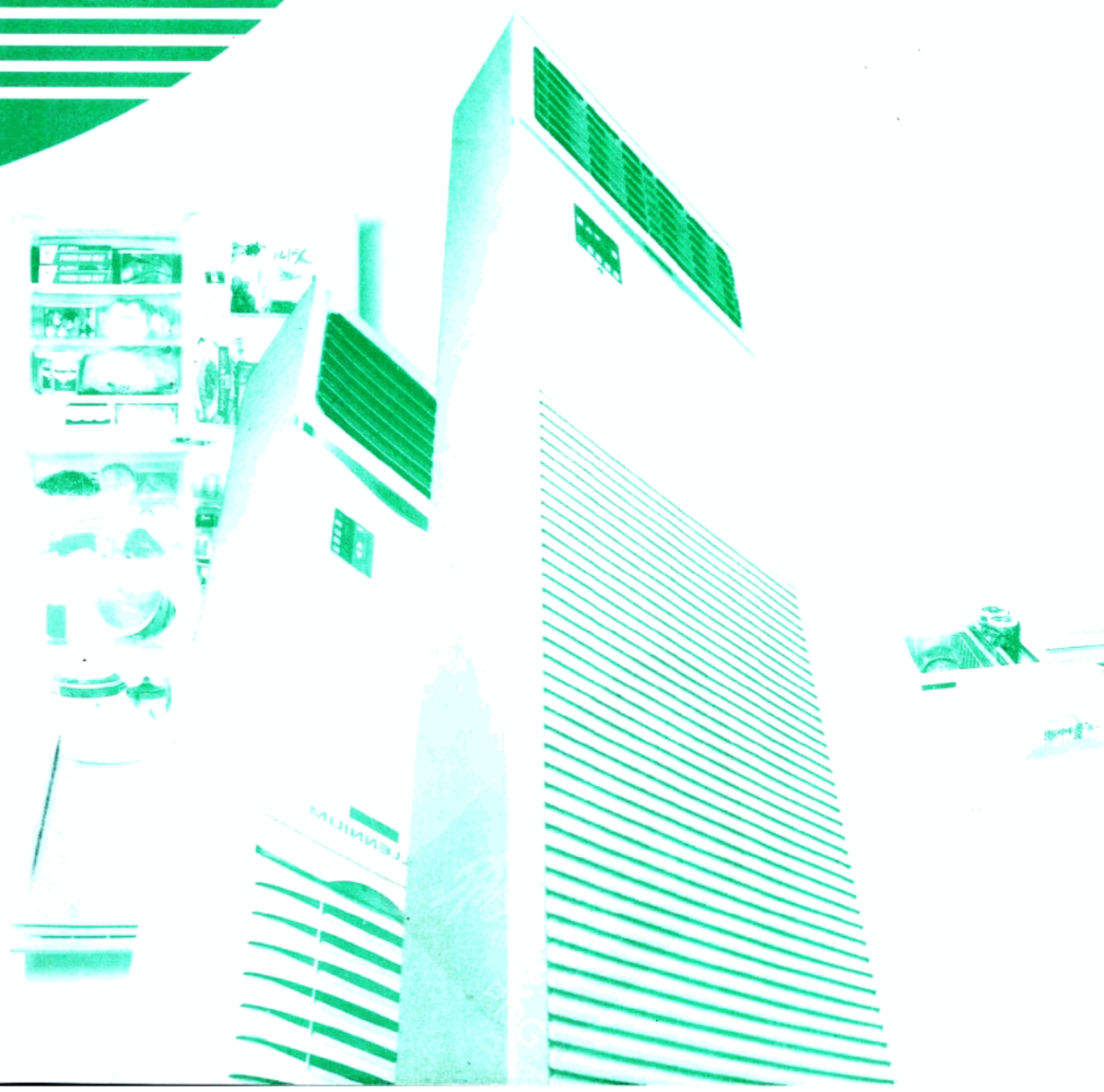


电冰箱
冷柜
空调器

维修速成

吴 萍

福建科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

电冰箱·冷柜·空调器维修自学速成/吴萍编. —福州: 福建科学技术出版社, 2002. 5
ISBN 7-5335-1807-1

I. 电… II. 吴… III. ①冰箱—维修②冷藏柜—维修③空气调节器—维修 IV. TM925

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 004939 号

书 名 电冰箱·冷柜·空调器维修自学速成
作 者 吴 萍
出版发行 福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
经 销 各地新华书店
排 版 福建科学技术出版社排版室
印 刷 三明日报印刷厂
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 9.5
字 数 236 千字
版 次 2002 年 5 月第 1 版
印 次 2002 年 5 月第 1 次印刷
印 数 1—4 000
书 号 ISBN 7-5335-1807-1/TN·245
定 价 16.00 元
书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

现代社会离不开制冷设备，而制冷设备的主流产品则是电冰箱、冷柜、空调器，因此电冰箱、冷柜、空调器的维修在家用电器维修中占有相当大的比例。想成为专业或业余制冷设备维修工的人们，都希望通过有关书本的学习与适当的实践，在尽可能短的时间内掌握电冰箱、冷柜、空调器维修基础知识与基本技能，为此我们编写了《电冰箱·冷柜·空调器维修自学速成》一书。

本书从实用、速成角度出发，在简要介绍了制冷、空调的热工常识及电冰箱、冷柜、空调器基本工作原理基础上，着重介绍了电冰箱、冷柜、空调器的类型和结构、主要部件结构与维修、常见故障维修，最后介绍了维修中常用的工具、仪表及配件。由于冷柜与电冰箱极为相似，而空调器制冷部分与电冰箱也很接近，所以有关制冷部件结构与维修及常见故障维修，在电冰箱一章详尽展开，余下的章仅就不同内容作简要介绍，以免重复冗繁。本书通俗易懂，可操作性强，可供初中以上文化程度的制冷设备维修工及业余爱好者阅读，也可作职业高中、职业技术培训班教材。

本书由吴萍编写，参加编写的还有唐闽杰、吴孝文、吴继基、林振泰、张辉、杨晓丹、毛晨希、林凤、王伟参与本书的绘图、文字录入等工作，黄谦对全书进行了审定。本书在编写过程中参考了大量资料，在此一并向有关人员表示衷心感谢。由于水平有限，书中难免存在不足和错误之处，恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 制冷与空调基础知识	(1)
第一节 制冷与空调热工常识	(1)
一、空气状态参数	(1)
二、热工常识	(2)
三、物质的状态变化	(3)
第二节 电冰箱、冷柜和空调器的基本工作原理	(4)
一、制冷工作原理	(4)
二、制热工作原理	(6)
第三节 制冷剂 and 冷冻油	(7)
一、制冷剂	(7)
二、冷冻油	(8)
第二章 电冰箱和冷柜	(9)
第一节 分类、型号和结构	(9)
一、分类	(9)
二、规格与型号	(12)
三、结构	(13)
四、制冷系统	(17)
第二节 制冷系统主要部件的结构与维修	(20)
一、压缩机	(20)
二、冷凝器	(29)
三、蒸发器	(31)
四、毛细管	(34)
五、干燥过滤器	(36)
六、其他部件	(37)
第三节 电气系统主要部件的结构与维修	(38)
一、压缩机电机	(38)
二、电气控制、保护装置	(40)
三、电路	(54)
第四节 制冷系统常见故障维修	(64)
一、故障检查方法	(64)
二、常见故障维修	(65)
第五节 电气系统常见故障维修	(72)
一、故障检查方法	(72)
二、电气系统常见故障维修	(74)
第三章 空调器	(80)

第一节 分类、型号和结构	(80)
一、分类	(80)
二、型号和主要性能参数	(84)
第二节 制冷、制热系统的主要部件的结构与维修	(87)
一、压缩机	(87)
二、热交换器	(90)
三、节流装置	(92)
四、电磁换向阀	(97)
五、辅助器件	(100)
第三节 风路系统主要部件的结构与维修	(101)
一、风路系统	(101)
二、风机、出风栅、风道	(102)
第四节 电气系统主要部件的结构与维修	(104)
一、转换开关	(104)
二、电机	(105)
三、启动继电器与过载保护器	(108)
四、温控器	(109)
五、化霜控制器	(110)
六、遥控器	(111)
七、电路	(112)
第五节 常见故障维修	(124)
一、故障检查方法	(124)
二、常见故障维修	(130)
第四章 维修常用的工具、仪表及配件	(137)
第一节 常用的工具及配件、材料	(137)
一、常用工具	(137)
二、专用设备	(137)
三、维修常用的配件、材料	(138)
第二节 常用工具的使用方法	(139)
一、加工铜管时使用的工具	(139)
二、抽真空、充注制冷剂时使用的工具	(141)
三、气焊设备与材料	(143)
第三节 上门维修的简便工具	(146)
一、排除油堵、脏堵的吹污工具	(146)
二、加压检漏、抽真空工具	(146)
三、焊接工具	(146)
四、简便充注制冷剂工具	(146)

第一章 制冷与空调基础知识

制冷与空调是相互联系又彼此独立的两个领域。制冷是指从低于环境温度的某一物体或某一空间中吸取热量，并将该热量转移到环境介质中。空调是指利用制冷技术对某一空间的温度、湿度进行调节，以满足人们生活和生产工艺的需要。

第一节 制冷与空调热工常识

一、空气状态参数

自然界的空气是由干空气和水蒸气组成的混合气体，因此空气又称为湿空气。空气具有一定的物理性质，我们用一些状态参数来衡量它的物理性质。

1. 温度

物体的冷热程度即为温度，空气的冷热程度称为空气的温度。温度数值的表示方法称为温标。常用的温标有摄氏、华氏、绝对温标 3 种，华氏温标为非法定计量单位。

(1) 摄氏温标。也称国际温标，用 t 表示，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。在一个大气压下，将纯水的冰点温度定为 0°C ，沸点温度定为 100°C ，其间分为 100 等分，每一等分称为 1°C 。若温度低于 0°C ，温度数值前加“-”（负）号表示。

(2) 绝对温标。也称热力学温标，用 T 表示，单位为 K（开尔文，简称开）。在一个标准大气压下，将纯水的冰点温度定为 273.16K ，沸点温度定为 373.16K ，其间分为 100 等分，每一等分为 1K 。

摄氏温标与绝对温标之间的换算关系为：

$$t = T - 273.16 \approx T - 273$$

2. 空气温度

(1) 干球温度。用温度计直接测量出来的空气温度称为空气的干球温度。

(2) 湿球温度。在温度计的温包上包上湿润的纱布，如图 1-1-1 所示，所测出的空气温度叫做空气的湿球温度。空气在不饱和状态下，水会蒸发到空气中去。水蒸发时要吸收热量，这个热量就来自纱布周围的空气，于是温度计上的温度数值就开始下降，并低于此时空气的干球温度。当空气对纱布的传热量正好等于蒸发一定水分所需的热量时，温度计上的温度数值不再下降，这一最终温度即为此时空气的湿球温度。

(3) 露点温度。空气开始析出凝结水（结露）时所对应的温度称为空气的露点温度。

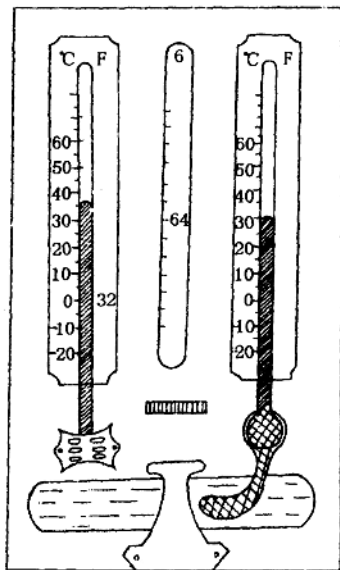


图 1-1-1 湿球温度

3. 湿度

空气是由干空气和湿空气组成的湿空气，因此可用湿度表示空气中所含的水分。在一定温度下，空气中所含水蒸气的量达到最大值时的空气称为饱和空气。湿度有绝对湿度与相对湿度两种。

(1) 绝对湿度。它指每立方米湿空气中含水蒸气的量，用 R 表示，单位是 kg/m^3 。

(2) 相对湿度。它指湿空气的绝对湿度与同一温度下的饱和空气的绝对湿度的比值(%)，用 Ψ 表示。

在实际应用中，一般不使用绝对湿度，而用“含湿量”这一概念。含湿量是指由每千克干空气所组成的湿空气中所含有的水蒸气的量，用 D 表示，单位是克/千克 (g/kg)。

4. 压力

物体表面所承受的垂直作用力叫做压力，单位面积上所受到压力叫做压强。在制冷、空调中，习惯上将压强叫做压力，用 P 表示，单位为帕斯卡，简称帕 (Pa)，它可用压力表来测量。在制冷、空调中常用的压力有：

(1) 大气压力。它指地球表面的空气层压在地面上的单位面积的重量，用 B 表示。它随海拔高度、季节和气候条件的不同而有所改变。人们将温度为 0°C ，地球纬度为 45°C 的海平面上，大气的常年平均压力定为一个标准大气压，用 atm (法定计量单位) 表示，1 标准大气压 = 101325 帕。

(2) 表压力。它指用压力表测出的压力，用 $P_{\text{表}}$ 表示。

(3) 绝对压力。它指气体或物体的真实压力，即实际压力，用 $P_{\text{绝}}$ 表示。

(4) 真空度。它指压力表测出的数值低于大气压力的差值，用 $P_{\text{真}}$ 表示。

大气压力、绝对压力、表压力和真空度之间的关系是：

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + B, \quad P_{\text{真}} = B - P_{\text{表}}$$

5. 密度和比容

单位体积物质的质量叫做密度，用 ρ 表示，单位是 kg/m^3 (kg/m^3)。单位质量物体的体积叫做比容，用 v 表示，单位是 m^3/kg (m^3/kg)。同一物质的密度与比容互为倒数关系。气体密度与比容的大小是随压力和温度的变化而变化的，当压力不变，温度升高时，比容增大，密度减小；温度不变，压力增大时，比容减小，密度增大。

在制冷技术中，温度、压力和比容称为制冷状态的基本参数。

二、热工常识

1. 热量

它表示物体吸收或放出热的多少，用 Q 表示，单位为焦耳，简称焦 (J)。热量的法定计量单位有卡 (Cal)，英美等国家常用的 Btu ，它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ 焦} = 0.23885 \text{ 卡}, \quad 1 \text{ 卡} = 4.1868 \text{ 焦}, \quad 1 \text{ Btu} = 1055.06 \text{ 焦}, \quad = 252 \text{ 卡}$$

(1) 显热。物体吸收或放出热量时，只有温度的升高或降低，而无状态变化，这种热量叫做显热。

(2) 潜热。物体吸收或放出热量时，只有状态变化而无温度变化，这种热量叫做潜热。在制冷系统中潜热和显热都有。

(3) 比热。指单位质量的物质温度每升高 1°C 时所吸收或放出的热量，用 C 表示，单位为

焦/千克·℃ (J/kg·℃)。

(4) 传热方式。传热是指热量从高温物体通过中间媒介向低温物体转移的过程。它有传导、对流和辐射 3 种方式。传导指在同一个物体中或在相互接触的物体上,从温度高的一侧向温度低的一侧传热。对流指热量由对流着的气体或液体传到物体表面或相反的过程。在空调、制冷中常用传导、对流这两种方式传热。

2. 热能、功和功率

在制冷、空调中常见的能量形式有热能、机械能、电能,热能即常说的热量。热能与机械能(通过做功)、电能可以互相转换,在转换过程中遵守能量守恒定律。单位时间内做的功或转移的热量称为功率,其单位是瓦特,简称瓦(W),所以电冰箱、冷柜、空调器的制冷量单位是功率单位。功与能、热量换算关系见表 1-1-1。

表 1-1-1 功与能、热量换算关系

焦 (J)	千卡· (kcal)	千克力·米· (kgf·m)	千瓦·小时 (kW·h)	马力·小时· (hp·h)
1	2.389×10^{-4}	0.1020	2.778×10^{-7}	0.3777×10^{-7}
4187	1	4.269×10^2	1.163×10^{-2}	1.581×10^{-2}
9.807	2.342×10^{-3}	1	2.727×10^{-6}	3.704×10^{-6}
3.6×10^6	8.598×10^2	3.671×10^5	1	1.360
2.648×10^6	6.324×10^2	2.70×10^5	0.7355	1

* 为非法定计量单位,1 千克力·米=9.807 牛·米,1 马力=735.5 瓦。

3. 焓

物质所处的状态不同,所含的热能也不同,因此热能是一种参数。我们将 1 千克的物质在某一状态时所含的热量称为该物质的焓。它的单位与热量的单位一致。在制冷、空调中,焓随制冷剂的状态、温度、压力等参数的变化而变化。当对制冷剂加热或加以外功时,焓就增大;反之,当制冷剂被冷却或向外膨胀做功时,焓就减小。

三、物质的状态变化

自然界的物质所处的状态有固态、液态和气态 3 种,它们在一定的条件下可以相互转化,如图 1-1-2 所示。例如,在一定条件下,固态的冰吸收了外界的热量融化为液态的水,液态的水吸收了外界的热量变成气态的水蒸气,水蒸气遇冷向外放热凝结成为小冰晶。反过来,固态的冰从外界吸收热量升华成气态的水蒸气,水蒸气向外放热液化成水,水遇冷向外放热又可结成冰。

物态的变化又称为相变,它有以下几种方式:

(1) 融解。物质从固态变成液态叫融解,其过程要吸收热量。

(2) 凝固。物质从液态变成固态叫凝固,其过程要放出热量。

(3) 升华。物质从固态变成气态叫升华,其过程需吸收热量。

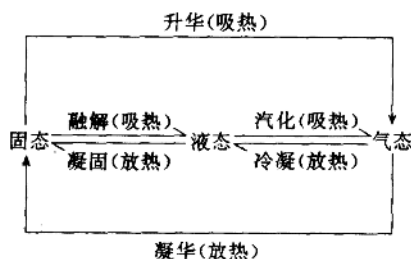


图 1-1-2 物质状态的相互转换

(4) 凝华。物质从气态变成固态叫凝华，其过程会放出热量。

(5) 汽化。物质从液态变成气态叫汽化，其过程要吸收热量。汽化有蒸发和沸腾两种形式。蒸发只是在液体表面进行的汽化，它可在任何温度和压力下进行，是一个吸热过程。沸腾是在液体表面和内部同时进行的强烈汽化，沸腾时的温度叫沸点。在一定的压力下，某种液体只有一个与压力相对应的沸点，压力增大沸点升高，压力降低沸点降低。同样的压力，不同的物质有不同的沸点。在制冷技术中，习惯把沸腾称为蒸发，同时把沸腾容器、沸腾温度和沸腾压力分别称为蒸发器、蒸发温度和蒸发压力。

(6) 液化。物质从气态变成液态叫液化，其过程会放出热量。各种气体的液化与温度和压力有关，气体的压力越小，其液化的温度越低。随着压力的增加，气体的液化温度也随之增加，当温度超过某一数值时，即使再增加压力也不能使气体液化，这一温度叫做临界温度。在一定温度下，使气体液化的最低压力叫做临界压力。每种物质都有自己特定的临界温度和临界压力。在制冷技术中，习惯上把液化称为冷凝。

汽化和液化是气液相变的两种相反过程，在一定温度下，当气液两相的转变速度相等时，两相转变达到动态平衡，这时空气的分子浓度保持不变，这种状态称为饱和状态。而处在饱和状态下的蒸气和液体，则分别称为饱和蒸气和饱和液体，饱和蒸气的压力称为饱和压力，饱和液体的温度称为饱和温度。同样，在制冷技术中，饱和压力和饱和温度称为蒸发压力和蒸发温度。气体的饱和压力随温度而定，一定的饱和温度总是对应一定的饱和压力。当压力一定时，如果气体的温度高于该压力下对应的饱和温度，这种现象称为过热，这时的蒸气称为过热蒸气。

第二节 电冰箱、冷柜和空调器的基本工作原理

一、制冷工作原理

制冷剂从某一状态开始经过各种状态变化，又回到初始状态的周而复始的变化过程中，每一次都消耗一定机械功而从低温物体中吸热，并将此热移至高温物体。这种一面改变制冷剂状态、一面完成制冷作用的全过程称为制冷。

1. 制冷过程

图 1-2-1 所示为一制冷循环。整个制冷循环有如下 4 个过程：

(1) 蒸发过程。通过节流装置节流后的低压低温制冷剂湿蒸气，在蒸发器中从周围介质吸热制冷，这样，从蒸发器出来的制冷剂气体就已经成为干饱和蒸气或稍有过热度的过热蒸气。在蒸发过程中，制冷剂的温度和压力保持不变。

(2) 压缩过程。完成制冷作用后从蒸发器出来的制冷剂蒸气进入制冷压缩机，经压缩机压缩后，制冷剂蒸气的温度和压力急剧上升，所以压缩机排出的制冷剂气体

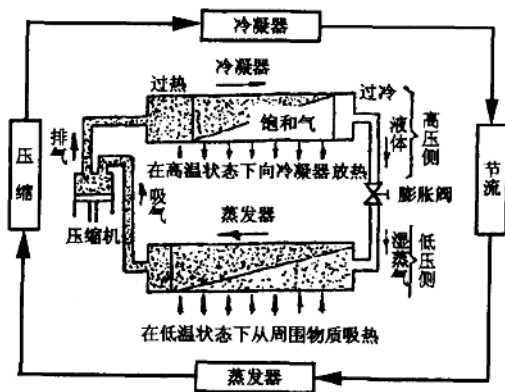


图 1-2-1 制冷循环

就变成了过热度较大的热蒸气。压缩制冷剂气体时，压缩机要消耗一定的机械功。

(3) 冷凝过程。从压缩机排出的高温、高压过热制冷剂蒸气，进入冷凝器后同冷却水或空气进行热交换，使过热蒸气变为饱和蒸气，进而变成饱和液体。当用冷却水冷却时，饱和制冷剂液体温度将继续下降，出现过冷。冷凝过程制冷剂压力保持不变。

(4) 节流过程。从冷凝器出来的制冷剂液体通过节流装置，如图 1-2-2 所示，其通道突然缩小，此时制冷剂液体的压力便会下降，成为低温、低压湿蒸气。在这个过程中液体与外界没有热和功的交换，所以焓不变。在制冷系统中，通常使用特殊的节流装置，如膨胀阀、毛细管等器件来实现节流过程。

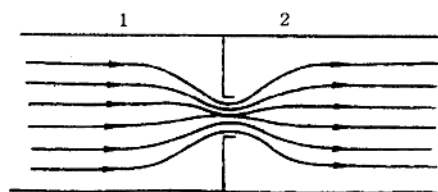


图 1-2-2 节流原理

上述 4 个过程依次不断循环，达到制冷的目的。这种压缩机对制冷剂蒸气只进行一次压缩的制冷循环也称为单级蒸气压缩式制冷循环。

2. 制冷系统中的压力分区

(1) 低压区（低压侧）。制冷剂通过节流装置后，经蒸发器到压缩机吸气口这一区域为制冷系统中的低压区，该区内制冷剂的压力较低，其压力接近或稍低于大气压力。在这一区域内系统运行时极易吸入空气而影响系统正常工作。

(2) 高压区（高压侧）。高压区是制冷压缩机排气口经冷凝器至节流装置之前的区域。在这一区域内，制冷剂的压力较高，高于低压区的压力或高于大气压力。如果这一区域内有漏点，则制冷剂在运行时极易跑到周围的大气中去，使制冷剂逐渐减少，最终影响系统正常工作。

3. 电冰箱、冷柜和空调器制冷系统

电冰箱、冷柜和空调器的制冷系统多采用单级蒸气压缩式制冷，它是用管路将蒸发器、压缩机、干燥过滤器、毛细管或膨胀阀连接起来，成为一个封闭的系统，系统中充入适量的制冷剂和冷冻油。

(1) 电冰箱、冷柜制冷系统。图 1-2-3 为用于电冰箱、冷柜上的单级蒸气压缩式制冷系统。在系统中，低温、低压制冷剂湿蒸气在蒸发器内吸收了周围介质的热量，并不断地蒸发，使周围介质温度下降。从蒸发器出来的制冷剂经过回气管成为低温低压过热蒸气进入压缩机，压缩机对制冷剂进行一次压缩，使制冷剂成为高温、高压过热蒸气。此时热蒸气进入冷凝器中，制冷剂向外散发热而液化，成为高压液体。液化后的制冷剂经过干燥过滤器过滤，又经毛细管节流变成低温、低压湿蒸气后，再进入蒸发器中进行蒸发，如此周而复始，不断循环，达到制冷的目的。

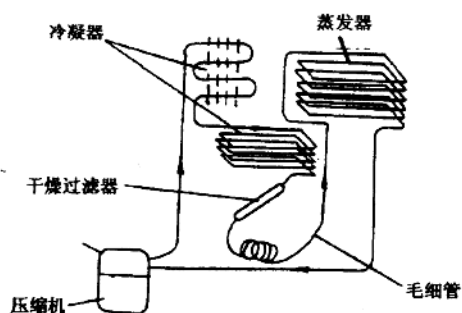


图 1-2-3 电冰箱、冷柜制冷系统

(2) 空调器制冷系统。图 1-2-4 为用于空调器上的单级蒸气式压缩制冷系统。空调器制冷时，压缩机吸入来自蒸发器的低温、低压制冷剂蒸气，然后在压缩机内压缩成的高温、高压过热蒸气，再进到室外侧用风机冷却的冷凝器中散热。轴流风扇吸收室外的空气，将冷凝器中的制冷剂气体冷凝成常温、高压的制冷剂液体，同时吸收了制冷剂放出热量的空气被排至

室外。接着常温、高压制冷剂进入毛细管节流降压后，进入蒸发器中，吸收被离心风扇吸入的室内空气的热量，同时使室内空气得到冷却，冷却后的空气经离心风机的作用又回到了室内。如此循环不已，达到给室内空气降温的目的。

空调器制冷过程中，如果蒸发器内的制冷剂温度低于被冷却的室内空气的露点温度，则会有凝结水从空气析出，使空气的相对湿度下降，达到去湿的目的。凝结水经过蒸发器下面的盛水槽流至冷凝器的后部，部分凝结水被风扇甩水圈飞溅以冷却冷凝器，余下部分通过底盘上的排水管排至室外。

为了使室内外空气能交换，多数窗式空调器及新型分体式空调器都设有排气门和新鲜空气风门，以排出室内的浑浊空气，吸入室外的新鲜空气。

二、制热工作原理

空调器制热方式有两种，一种是热泵制热，一种是电热器制热（电流通过电热丝发热）。在制冷循环中，冷凝器进行的冷凝过程是一个放热过程，蒸发器内进行的蒸发过程是一个吸热过程，如果将室内侧的蒸发器改为冷凝器，而将室外侧的冷凝器改为蒸发器，就从制冷状态转变为制热状态。若在制冷系统中加一个四通电磁换向阀，以切换高低压制冷剂在管道中的流向，就可使空调器既能制冷又能制热，如图 1-2-5 所示。热泵型空调器就是根据这个原理设计的。

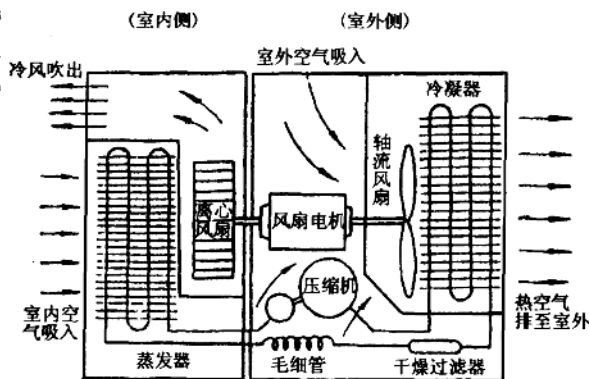


图 1-2-4 空调器制冷系统

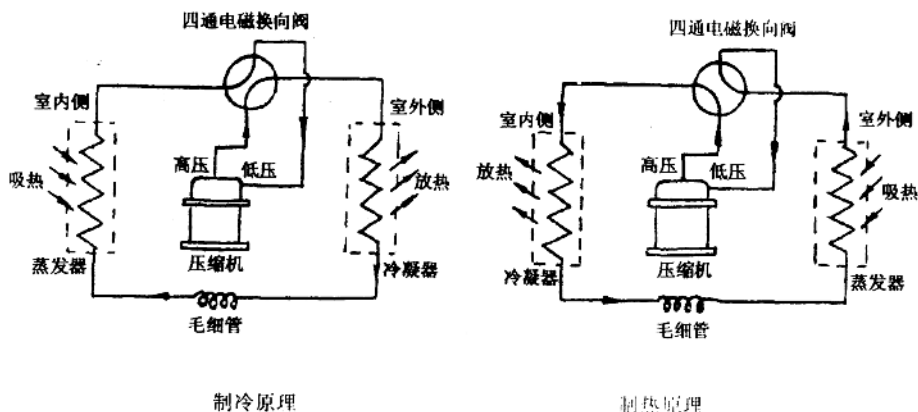


图 1-2-5 热泵式空调器制热原理

第三节 制冷剂 and 冷冻油

一、制冷剂

制冷剂是制冷系统中完成和实现制冷循环的工作介质，也称制冷工质。制冷剂在制冷系统中循环流动，其状态在循环的各个过程中不断地发生变化，起着吸收和释放热量的作用，本身性质并不改变。制冷剂的种类很多，有氟利昂、氨、溴化锂等。不同的制冷剂有不同的物理性质和热力学性质，不同的制冷系统根据各自的要求选用制冷剂。为了称谓和便于书写方便，其代号一般由字母 R 和其后的数字组成，如氟利昂 12，用 R12 来表示。

电冰箱、冷柜和空调器制冷系统制冷剂的选用原则如下：制冷剂在大气压下的沸点要低，这样可获得较低的制冷温度，而且在制冷系统中其蒸发压力也能稍高于大气压力，以防止空气进入系统而影响正常工作；制冷剂在常温下的冷凝压力要尽量低，一般不超过 1.5 兆帕，这样使系统选用的配件和管道不至于有过高的强度要求并减少泄漏；制冷剂的临界温度要高，凝固温度要低，使其在常温下可液化；制冷剂的导热系数要高，粘度和比重要小，以提高蒸发器和冷凝器的换热效率，而且制冷剂在蒸发温度下不凝固；不燃烧，不爆炸，无毒，对金属不起明显的腐蚀作用，与冷冻油不起化学反应，高温下不分解，同时对人体无害；制冷剂的渗透性应较弱，以减少泄漏，如果发生泄漏，应比较容易发现；价格便宜，便于获得；此外，现代环保要求制冷剂对环境无危害。

目前电冰箱、冷柜和空调器常用的制冷剂有 R12、R22、R502、R134a 等。以下介绍 R12、R22、R134a 的性质。

1. R12

R12 是电冰箱、冷柜制冷系统中广为使用的制冷剂。R12 无色，有芳香味，在空气中含量达到 20% 时，人才会有感觉。R12 毒性很小，不燃烧、不爆炸，是一种很安全的制冷剂。R12 在大气压下的沸点为 -29.8°C ，凝固点为 -158°C ，冷凝压力较低。R12 最大缺点是单位容积制冷能力较小。

2. R22

R22 在我国空调器，特别是立柜式和窗式空调器中得到普遍使用，其物理性质与 R12 极其相似，也是一种良好的制冷剂，但对绝缘材料的腐蚀性比 R12 的大。

3. R134a

由于 R12、R22 对大气臭氧层有破坏作用，因此，在国际上它们已被禁止使用。R134a 是它们的替代品，是一种新型无公害制冷剂。在常温、常压下 R134a 无色，带有轻微的醚类气味，对眼睛、皮肤没有刺激，但有轻微的毒性。

除了以上 R12、R22、R134a 物理性质外，它们还有以下共有的化学性质和电气性能。

(1) 化学性质。氟利昂的化学性质稳定，通常情况下对金属无太大的腐蚀性，但对含镁量大于 2% 的合金有腐蚀性。氟利昂对非金属材料的膨润作用较强，与制冷系统中常用的冷冻油相溶后，在制冷系统连接处会出现泄漏现象，使空气渗入系统或制冷剂泄漏。

(2) 电气性能。氟利昂中如果混有一定的杂质，其电气性能会受到一定影响，导电性必然迅速增强。全封闭制冷系统使用的制冷剂液相、气相电阻都要大，否则由于电气绝缘性能差，耗电量将增加。

(3) 与水和冷冻油的关系。氟利昂与水几乎完全不相溶。因此若制冷系统中混有水分，水分在低温侧以水蒸气状态存在，并随压缩机压缩后进入冷凝器，在冷凝器中冷凝成液体，液态水在经过毛细管或膨胀阀时因低温而冻结成冰形成冰堵，使制冷系统不能正常工作。此时系统中水分与氟利昂分解产生酸，使制冷系统发生“镀铜”现象，即制冷系统中的铜及铜合金与这些混溶物持续接触而不断溶解，然后沉淀在钢质部件（如压缩机气缸壁、曲轴、活塞环、阀门）表面，从而破坏这些部件的密封性和间隙，对压缩机运行不利，因此水分是制冷系统的有害物质。

不同氟利昂对水分的溶解量不一样。例如，R22 与水的亲和力大于 R12，因此 R22 制冷系统中膨胀阀发生冰堵的现象小于 R12 制冷系统；而 R134a 是部分卤化物，其化学性质不如 R12、R22 稳定，极易发生水解卤化反应，为此，R134a 制冷剂系统应保持绝对干燥，应用干燥能力更强的干燥剂。

液态氟利昂极易溶解于冷冻油，气态氟利昂则不能溶于冷冻油。液态氟利昂与冷冻油混合后，电气绝缘性能降低，耗电量增加。

二、冷冻油

冷冻油用于制冷系统中润滑各运动零部件，其中有部分冷冻油随制冷剂一道进入制冷系统，因此冷冻油对系统不应产生不良影响。

1. 对冷冻油的要求

- (1) 凝固点低，润滑性能好。
- (2) 发火点（闪点）要高，要有良好的抗氧化稳定性，即在高温下不氧化，不分解，不出现结胶及结碳现象。
- (3) 有适当的粘度，且受温度变化影响小。
- (4) 与制冷剂分离性好，不产生化学反应，对其他材料也不产生化学作用。
- (5) 抗乳化性强，挥发性要差。
- (6) 不含水及酸之类的杂质，电气绝缘性能好。
- (7) 油膜强度要高，这样润滑性能才好。

2. 冷冻油的牌号及性质

目前国产电冰箱、冷柜和空调器所使用的冷冻油多为 HD 系列，它们的性能指标见表 1-2-1。冷冻油使用时，不同型号的冷冻油不能混用，但可以替用，替用的原则是：高标号的冷冻油可以替代低标号的冷冻油，低标号的冷冻油不能替代高标号的冷冻油。使用 R12 制冷剂的宜用 HD-18 号冷冻油，使用 R22 制冷剂的宜用 HD-25 号冷冻油，使用 R134a 制冷剂的宜用 RL329 酯类或合成多元酯（PAG）的冷冻油。

表 1-2-1 国产冷冻油牌号及性质

项 目 \ 牌 号	HD-13	HD-18	HD-25	HD-30	HD-40
运动粘度 (50℃) (est)	11~15	18~22	25~29	30~35	≥40
凝固点 (℃)	≤-40	≤-40	≤-40	≤-40	≤-40
闪点 (℃)	≥160	≥160	≥170	≥180	≥190
酸值 (mgKOH/g 油)	≤0.14	≤0.03	≤0.05	≤0.1	≤0.1
机械杂质	无	无	无	无	无

第二章 电冰箱和冷柜

第一节 分类、型号和结构

一、分 类

1. 电冰箱的分类

(1) 按使用的功能分

①冷藏式电冰箱。它主要用于保鲜食物，冷藏食品、饮料及药品，箱内温度为 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。其主要是单门电冰箱。

②冷藏冷冻电冰箱。它既可用于冷藏、保鲜，又可用于冷冻。冷藏室温度为 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，冷冻室温度为 $-6\sim 12^{\circ}\text{C}$ 。其主要是双门、三门电冰箱。

③冷冻电冰箱。它主要用于较长时间食品冷冻，箱内温度低于 -18°C 。其主要是单门电冰箱等。

(2) 按箱门类型分。可分为单门电冰箱、双门电冰箱、三门电冰箱等。三门电冰箱一般将果菜保鲜另立一室，单独开门。有的三门电冰箱带有功能转换室，功能转换室可转换为冰温保鲜室或冷藏室、冷冻室。除此之外还有四门电冰箱。不同箱门电冰箱如图 2-1-1 所示。

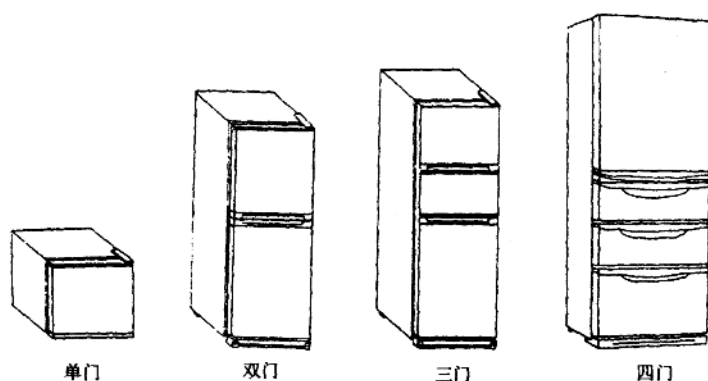


图 2-1-1 不同箱门电冰箱示意图

(3) 按冷藏室的冷却方式分

①直冷式电冰箱。又称有霜电冰箱，它借助空气自然对流或与蒸发器的直接接触使食品冷却，如图 2-1-2 所示。这种电冰箱电耗少，但霜结至一定数量时会减小电冰箱的有效容积。

②间冷式电冰箱。当蒸发器霜层结至一定厚度（通常很薄）时，在自动化霜部件控制下启动化霜加热器自动化霜，故又称无霜电冰箱。它利用风扇强制冷空气对流冷却食品，冷却速度快，有效容积较大。图 2-1-3、图 2-1-4 为各种门类的间冷式电冰箱结构，其蒸发器有立

式与卧式布置两种。此外，还有直冷、间冷式兼用电冰箱。

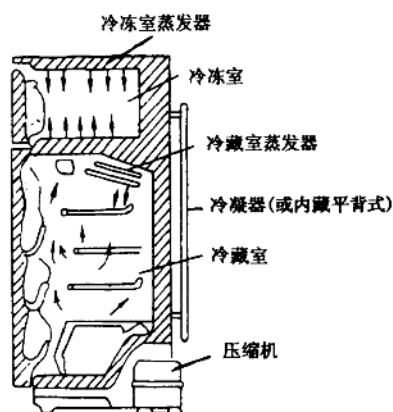


图 2-1-2 双门直冷式电冰箱结构

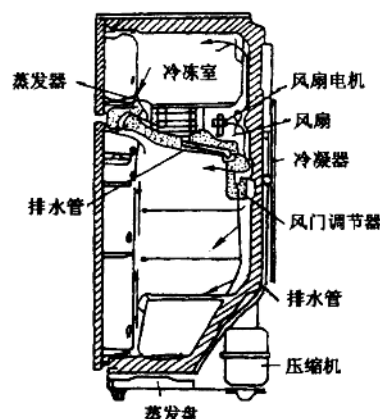


图 2-1-3 双门间冷式电冰箱（蒸发器卧式）结构

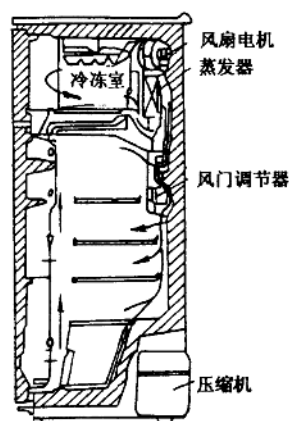


图 2-1-4 双门间冷式电冰箱
（蒸发器立式）结构

(4) 按放置的形式分。可分为台式、卧式、立式电冰箱。台式电冰箱一般置于桌上，容积约 30~50 升；立式电冰箱一般为容积大于 70 升的单门、双门电冰箱；卧式电冰箱一般为体积较大的冷冻箱。

(5) 按冷冻室的温度等级分。根据电冰箱冷冻室所能达到的冷冻温度划分了温度等级（冷冻室能保持的级别），温度等级用 * 表示，其具体内容见表 2-1-1。

表 2-1-1 星级表示的温度等级

星级	符号	冷冻室温度	食品贮藏期
一星级	*	不高于 -6°C	1 星期
二星级	**	不高于 -12°C	1 个月
高二星级（日本 JIS 标准）	**	不高于 -15°C	1.8 个月
三星级	***	低于 -18°C	3 个月
四星级	****	低于 -24°C	半年

(6) 按使用的制冷剂分。传统的电冰箱、冷柜都使用制冷剂 R12，其分子中含有的氟原子会破坏地球的臭氧层。1992 年哥本哈根国际会议决定：发达国家从 1996 年起禁用 R12，发展中国家此期限可推后 10 年。于是分子中不含氟原子的制冷剂 R134a 逐渐代替 R12 应用于电冰箱、冷柜，环保型电冰箱、冷柜就应运而生。环保型电冰箱、冷柜与传统电冰箱、冷柜区别在于：

① 因为 R134a 比 R12 的化学腐蚀性和亲水性强，使压缩机零部件润滑性变差，并引起不利的化学反应，所以必须提高压缩机电机线圈及绝缘材料的绝缘等级。同时还必须采用一系列措施，如采用高效压缩机、加装背向阀、有效控制压缩机阀片，以提高制冷效率。

② 冷冻油必须与制冷剂相溶，并具有良好的润滑性和密封性、低温流动性和化学稳定性。

而 R12 压缩机用的冷冻油与 R134a 不相溶, 因此 R134a 压缩机必须用新的冷冻油 (如低粘度的硬质烷基苯)。旋转式压缩机还存在回油难等问题, 为此必须改变 134a 流过储液器的方向, 以提高制冷性能。

③由于 R134a 压缩机用的冷冻油有强的吸水性, 易与水反应生成酸, 腐蚀制冷管道及压缩机, 甚至堵塞毛细管等, 故 134a 压缩机对制冷系统中的含水量、含氯量、残油及杂质含量要求相当高, 且要用专用的密封圈。而维修时的真空泵、连接软管、快速接头等须专用, 与 R12 系统不能通用, 检漏仪也应由卤素检漏仪改为电子检漏仪。

2. 冷柜的分类

冷柜也称冰柜, 根据其结构可分为立式、卧式、台式冷柜, 按其用途可分为家用与商用冷柜两大类。

(1) 家用冷柜。一般容积在 200 升以下的冷柜称为家用冷柜。按其使用功能分为:

① 冷冻柜。这种冷冻柜一般是三星级, 使用温度 -18°C 以下, 专门用于冷冻、速冻食品, 温度单一, 价格低。

② 冷藏柜。这种冷藏柜没有冷冻功能, 专门用于冷藏食品、蔬菜、饮料等, 使用温度 $0\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。图 2-1-5 为立式冷藏柜, 其门是中空透明玻璃, 柜内食品一目了然。图 2-1-6 为台式冷藏柜。

③ 冷冻冷藏转化柜。如图 2-1-7 所示, 这种冷柜其冷冻、冷藏, 在同一个室, 通过转换开关来实现冷冻和冷藏的功能转换。在面板上, 当开关置于 ON 位置时, 箱内温度为 -18°C 以下; 当开关置于 OFF 位置时, 为冷藏状态。箱内温度 $-5\sim 10^{\circ}\text{C}$, 由用户自行选择。

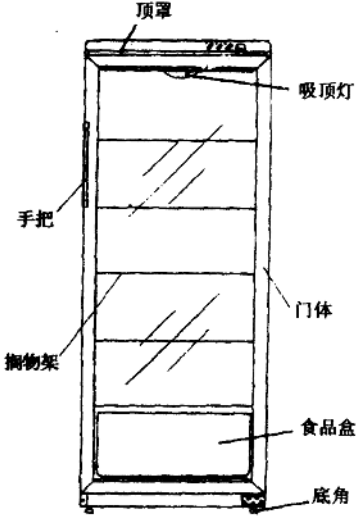


图 2-1-5 立式冷藏柜

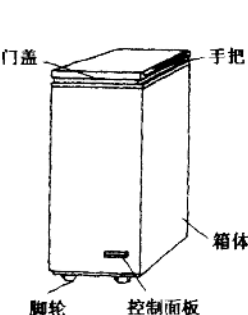


图 2-1-6 台式冷藏柜

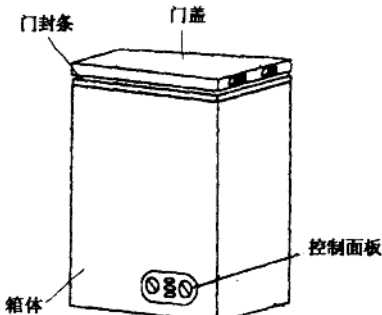


图 2-1-7 卧式转换柜

(2) 商用冷柜。商用冷柜主要是用于商业经营, 从功能上它可分为:

① 冷冻柜。图 2-1-8 为商用卧式冷冻柜, 其功能、特性与家用的相似, 这一类冷柜的有效容积一般为 200~550 升。有的商用卧式冷冻柜柜门是透明玻璃, 一般容积在 500 升以下, 箱内温度单一, 低于 -15°C , 具有冷冻功能。还有一种商用冷冻柜使用温度在 -35°C 以下, 所以叫低温冷冻柜。