

# 最新家用、商用中央空调技术手册

## ——设计、选型、安装与排障

冯玉琪 王佳慧 编

人民邮电出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

最新家用、商用中央空调技术手册:设计、选型、安装与排障/冯玉琪,王佳慧编.  
—北京:人民邮电出版社,2002.6  
ISBN 7-115-09751-8

. 最 ... . 冯 ... 王 ... . 集中空气调节系统 - 技术手册 . TB657.2 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 026396 号

## 内 容 提 要

本书主要介绍了目前流行的家用、商用中央空调器的设计、选型、安装与排障,内容涉及分体一拖多(多机分体)空调器、风冷热泵小型中央空调、风管户式中央空调、VRV 变频控制家用和商用中央空调、水源热泵中央空调、地源热泵中央空调、水冷式家用空调以及小型吸收式中央空调。

本书是在收集、参阅了大量国内外最新资料的基础上编写而成的,内容新颖、实用,适合家用、商用中央空调器设备安装、运行维护和故障检修人员学习使用,也可供家用、商用中央空调器设计人员参考使用。

## 最新家用、商用中央空调技术手册 ——设计、选型、安装与排障

编 冯玉琪 王佳慧  
责任编辑 姚予疆

人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010 - 67180876

北京汉魂图文设计有限公司制作

印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

开本:787×1092 1/16

印张:26.75

字数:651千字

2002年 月第1版

印数:1 - 000册

2002年 月北京第1次印刷

ISBN 7-115-09751-8/TN·1804

定价:34.00元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

# 前 言

步入 21 世纪,人们对生活质量的要求不断提高,家用空调器也朝着大功率、节能、舒适,甚至美观豪华的趋势发展,以窗机、分体挂壁机、分体柜机为代表的普通房间空调器已经显得不能更充分、更完全地满足市场需要。随着居民住房条件逐渐改善,住房结构日趋合理化与完美化,大户型、复式住宅以及别墅迅速增加,这样的房居结构,安装家用、商用中央空调是最理想化的选择。普通家用空调受制热(冷)量及结构限制,无法满足多居室家庭的温度要求,且没有新风系统,易导致空调病的发生,从而无法满足消费者的需求。而中央空调历来是豪华大厦、高档酒店的专用品,普通家庭只好望而兴叹了。目前有新风系统的家庭中央空调系统代替普通房间空调器,在技术方面已取得突破性进展,因此家用、商用中央空调便成为了人们追求的商品。

家庭中央空调既不是大型中央空调的简单缩小,也不是普通家用空调的简单扩大,严格地讲应称其为“中小型中央空调”。家庭中央空调的概念起源于美国,是商用空调中的一类产品,其制冷原理和构造上类似于普通空调,但又结合了中央空调的众多卓越功能,采用一个主机与多个末端分离的安装方式,是完全针对 80 ~ 800m<sup>2</sup> 的大户型或多居室住宅而设计的空调机组。家庭中央空调是由一台主机通过风道送风或冷媒带动多个末端内机的方式,来达到对不同房间调节室内空气的目的。

本书主要介绍了目前流行的家用、商用中央空调器的设计、选型、安装与排障,内容涉及分体一拖多(多机分体)空调器、风冷热泵小型中央空调、风管户式中央空调、VRV 变频控制家用和商用中央空调、水源热泵中央空调、地源热泵中央空调、水冷式家用空调以及小型吸收式中央空调。本书是在收集、参阅了大量国内外最新资料的基础上编写而成的,内容新颖、实用,适合家用、商用中央空调器设备安装、运行维护和故障检修人员学习使用,也可供家用、商用中央空调器设计人员参考使用。

参加本书编写和提供资料的还有周永强、欧友和、冯倩、王强、刘旭和冯婧怡等人,在此一并表示感谢。由于时间仓促,书中难免存在疏漏之处,恳请读者不吝指正。

编 者

# 目 录

第一章 家用中央空调基础知识 .....	1
第一节 空调制冷基础知识 .....	1
一、制冷原理 .....	1
二、制冷剂的一般性质 .....	7
三、制冷剂的替代和新型制冷剂特性 .....	11
四、制冷剂的压焓图 .....	26
五、空气调节 .....	27
第二节 空气调节的方式、空调设备及室内装饰施工与空调的配合 .....	44
一、空气调节的方式 .....	44
二、空气调节设备 .....	47
三、室内装饰与空调 .....	48
四、空调与建筑设计及施工的配合 .....	50
第三节 家用中央空调的特点及类型选用 .....	52
一、家用中央空调的特点 .....	52
二、家用中央空调的类型 .....	53
三、家用中央空调的选用 .....	54
第二章 分体一拖多(多机分体)空调器 .....	59
第一节 分体一拖多空调器工作原理 .....	59
一、一拖多式空调器的制冷(热)循环 .....	59
二、一拖多式分体空调器电控原理 .....	66
三、一拖三式分体空调器模糊控制原理 .....	69
第二节 多机分体式空调器的安装与试运转 .....	72
一、室内外机的安装 .....	72
二、试运转 .....	73
第三节 多机分体式空调器的故障维修 .....	75
第三章 风冷热泵小型中央空调 .....	82
第一节 机组特点及选用方法 .....	83
一、特点 .....	83
二、选用 .....	83
第二节 风冷热泵冷水机组中央空调的安装 .....	85
一、安装场所的选定 .....	85
二、机组安装 .....	85
三、配管安装 .....	90
四、电气配线 .....	93
五、风机盘管的安装 .....	93

第三节	风冷热泵小型中央空调的结构及工作原理 .....	96
一、	机组结构 .....	96
二、	工作原理 .....	97
三、	电气控制 .....	102
第四节	风冷热泵式中央空调的运行、保养与维修 .....	104
一、	运行操作 .....	104
二、	保养 .....	104
三、	室外机常见故障分析与处理 .....	105
四、	风机盘管常见故障分析与检修 .....	107
第五节	风冷热泵中央空调产品介绍 .....	110
一、	森宝家庭中央空调 .....	110
二、	万众家和家用中央空调 .....	112
三、	金万众家用中央空调 .....	113
四、	清华同方家用中央空调 .....	113
五、	开利 30GDX 小型中央空调 .....	124
六、	高川别墅中央空调 .....	130
七、	国菱别墅中央空调 .....	135
八、	新晃 SINKO 别墅及商用中央空调 .....	137
九、	东宇户式中央空调 .....	143
十、	帅康多居室分体空调及别墅中央空调 .....	152
十一、	振兴华龙户式中央空调 .....	154
十二、	百富勤别墅空调 .....	158
十三、	新雅家用中央空调 .....	159
十四、	澳科智能型家用中央空调 .....	162
十五、	汇中智能化一拖多中央空调 .....	166
十六、	美的 MDV 家庭中央空调 .....	167
十七、	蒙特尔户式中央空调 .....	169
十八、	天加系列风机盘管 .....	170
十九、	新晃高静压风机盘管 .....	175
二十、	捷丰模块化风冷商用中央空调 .....	179
二十一、	模块化风冷热泵中央空调的遥控电路 .....	184
二十二、	风冷热泵中央空调的典型电路图 .....	185
二十三、	风冷热泵中央空调的主要配件 .....	189
第四章	风管式户式中央空调 .....	191
第一节	机组特点 .....	191
第二节	风管式中央空调产品介绍 .....	193
一、	天加(TICA)管道式中央空调 .....	193
二、	约克风管空调机 .....	212
三、	清华同方管道户式中央空调 .....	212

四、帅康风管式家用(商用)中央空调 .....	213
五、汇中高静压管道式空调 .....	214
六、优翔风管式别墅空调 .....	215
七、美国瑞姆家用(商用)中央空调 .....	216
八、麦克维尔高静压风管式空调 .....	217
九、雅境风管家庭中央空调 .....	218
第三节 风管制作与安装 .....	220
一、空调设计基本资料 .....	220
二、风口 .....	224
三、风管制作 .....	228
四、风管保温与安装 .....	238
五、通风管件的选配 .....	239
六、风口的选用 .....	247
第五章 VRV 变频控制家用、商用中央空调系统 .....	259
第一节 一拖多 VRV 空调特点 .....	259
一、概述 .....	259
二、空调系统控制 .....	259
三、制冷系统与控制系统主要器件的进展 .....	260
四、VRV 系统组成 .....	263
五、VRV 系统与大型中央空调的比较 .....	266
第二节 VRV 变频控制多区域装配空调 .....	267
一、特点 .....	267
二、VRV 空调的控制方式 .....	269
三、安装 .....	271
四、使用与操作 .....	272
五、产品介绍 .....	273
第三节 VRV 热回收 H 系列中央空调 .....	282
一、特点 .....	282
二、控制方式 .....	289
三、安装及布线 .....	291
四、自我诊断功能 .....	292
五、使用 .....	293
六、产品介绍 .....	293
第四节 VRV“K”系列中央空调 .....	303
一、特点 .....	303
二、产品介绍 .....	305
第五节 VRV 空调系统的机组及配管设计 .....	316
一、系统组成及连接方式 .....	316
二、机组系列 .....	318

三、机组的组合 .....	318
四、机组的选择 .....	319
五、选择实例 .....	320
六、配管设计的基本要点 .....	324
第六节 VRV 多区域中央空调系统 .....	326
一、VRV 多区域中央空调系统工程实例 .....	326
二、VRV 中央空调系统特点及应用 .....	328
第六章 水源热泵中央空调 .....	330
第一节 概述 .....	330
一、水源热泵的工作原理 .....	330
二、水源热泵空调系统的优点 .....	331
三、水源热泵系统的组成及运转模式 .....	332
四、机组形式 .....	336
五、应用范围 .....	337
第二节 水源热泵空调设计(TRANE) .....	338
一、水源热泵的外部能源与冷却塔 .....	338
二、水系统设计 .....	340
三、供热设备设计 .....	343
四、通风系统设计 .....	345
五、排风系统 .....	347
六、送风与回风系统 .....	347
七、混合式系统设计 .....	347
第三节 水源热泵系统的控制(TRANE) .....	350
一、系统的控制 .....	350
二、冷却塔/ 锅炉系统控制 .....	351
三、分区控制 .....	351
四、机组的控制 .....	352
五、冷却塔控制 .....	352
六、锅炉的控制 .....	352
七、水泵的控制 .....	352
八、蓄热水箱的控制 .....	353
九、系统的保护控制 .....	354
十、冷却水塔防冻保护 .....	354
第四节 水源热泵系统的中央控制 .....	354
一、弃热设备控制 .....	354
二、供热设备控制 .....	355
三、循环水泵 .....	355
四、感温器 .....	355
五、设备管理系统 .....	355

六、综合舒适系统 .....	355
七、恒温控制器 .....	355
八、程序恒温器 .....	356
九、区域感温器 .....	357
第五节 水源热泵的安装和运行(TRANE) .....	357
一、安装注意事项 .....	357
二、机组的接管 .....	359
三、锅炉连接管路布置 .....	363
四、安装实例 .....	365
五、运行 .....	366
第六节 水源热泵中央空调产品介绍 .....	367
一、美国特灵( TRANE)空调水源热泵 .....	367
二、清华同方水环热泵中央空调及其工程实例 .....	384
三、美意水源热泵机组 .....	388
四、雅境户式水源热泵中央空调 .....	390
五、小天鹅 XTR 系列水源热泵机组 .....	392
第七节 水源热泵中央空调调试及故障分析 .....	395
一、安装调试 .....	395
二、故障分析 .....	396
第七章 地源热泵中央空调 .....	400
第一节 概述 .....	400
一、工作原理 .....	400
二、各种环路形式 .....	401
三、地源热泵系统的优越性 .....	403
四、应用 .....	403
第二节 地源热泵及立埋系统的设计 .....	404
一、开式循环系统 .....	404
二、闭式循环系统 .....	404
三、安装类型 .....	406
四、地源热泵设计步骤 .....	406
第三节 产品介绍 .....	408
一、沈阳东宇地源热泵机组(GSHP 系列) .....	408
二、美意地源热泵 GT 系列 .....	409
第八章 水冷式家用空调及小型吸收式中央空调 .....	412
第一节 水冷式家用空调器 .....	412
第二节 小型燃气式吸收式中央空调 .....	413
一、吸收式燃气冷暖空调的工作原理 .....	413
二、产品介绍 .....	414
三、外形尺寸 .....	416



压缩机所转化的热量一起传递给冷却介质带走;节流阀对制冷剂起节流降压作用,同时控制和调节流入蒸发器中制冷剂液体的数量,并将系统分为高压侧和低压侧两大部分。在实际制冷系统中,除上述四大件之外,还有一些辅助设备,如电磁阀、分配器、干燥器、集液器、易熔塞及压力控制器等部件,它们是为了提高运行的经济性、可靠性和安全性而设置的。

## 2. 制冷系统主要部件构成

空调机根据冷凝形式不同可分为水冷式和风冷式;根据使用目的不同可分为单冷式和制冷供暖式。不论是哪一种型的结构,都主要是由制冷系统、电气系统和控制系统组成。制冷系统主要由压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀(或毛细管、过冷却控制阀)、四通阀、复式阀、单向阀、电磁阀、压力开关、熔塞、输出压力调节阀、压力控制器、储液罐、热交换器、过滤器、干燥器、自动开关、截止阀、以及其他部件组成;电气系统主要由电机(压缩机、风机等用)、操作开关、电磁接触器、联锁继电器、过电流继电器、热动过电流继电器、温度调节器、湿度调节器、温度开关(除霜、防止结冻等用)、压缩机曲轴箱加热器、断水继电器、电脑板及其他部件组成;控制系统由多个控制器件组成,包括制冷剂控制器(膨胀阀、毛细管等)、制冷剂回路控制器(四通阀、单向阀、复式阀、电磁阀)、制冷剂压力控制器(压力开关、输出压力调节阀、压力控制器)、电机保护器(过电流继电器、热动过电流继电器、温度继电器)、温度调节器(温度位式调节器、温度比例调节器)、湿度调节器(湿度位式调节器)、除霜控制器(除霜温度开关、除霜时间继电器、各种温度开关)、冷却水控制(断水继电器、水量调节阀、水泵等)、报警控制(超温报警、超湿报警、欠压报警及火警报警、烟雾报警等)、微机控制(单片机控制、变频控制、模糊控制等)以及其他控制器部分(室内风机调速控制器、室外风机调速控制器等)。

### (1) 制冷压缩机

制冷压缩机是用以压缩和输送制冷剂的设备。在消耗外界补偿功的条件下,它以机械方法吸入来自蒸发器的低温低压制冷剂蒸汽,将该蒸汽压缩成高温高压的过热蒸汽,并排放到冷凝器中去,使制冷剂能在制冷系统中实现制冷循环。

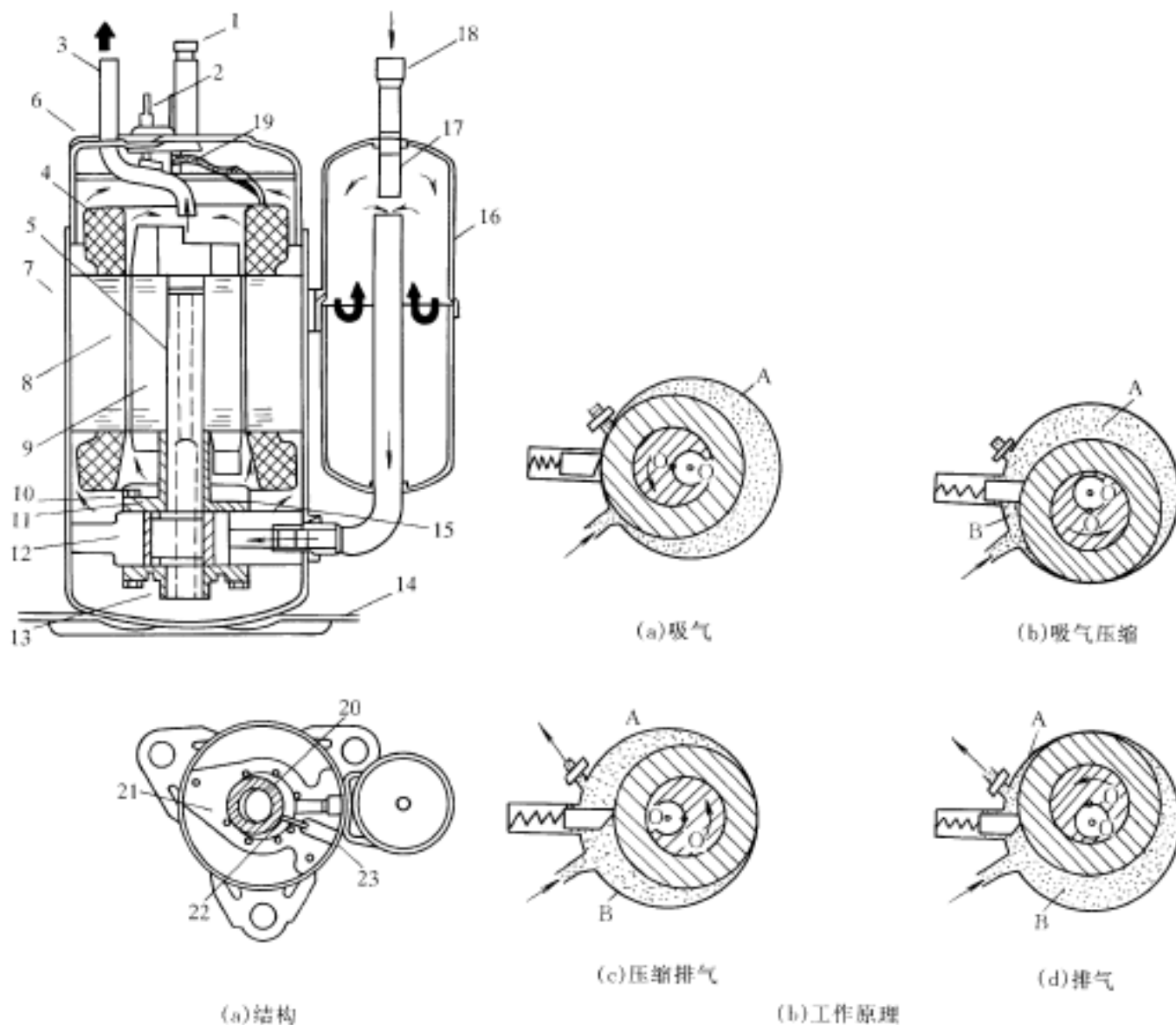
开启式压缩机。这种压缩机与电动机没有共同外壳。根据曲轴箱形式,又可分为开式曲轴箱压缩机和闭式曲轴箱压缩机。前者因曲轴箱与大气相通,气缸里漏出的制冷剂直接进入大气,泄漏量大,目前已很少应用。后者曲轴箱的曲轴用轴封加以密闭,使曲轴箱封闭,以减少制冷剂的泄漏量。

半封闭式压缩机。这种压缩机与电动机直接连接;一起装在以螺栓连接的密封壳体内,并共用同一主轴,机壳为可拆卸式,便于维修。根据电动机的冷却形式可分为进气冷却式、进气与空气混合冷却式等形式。目前半封闭式压缩机多为高速多缸式。

全封闭式压缩机。这种压缩机和电动机直接连接,并一起装在一个焊接的密封壳体内。这种压缩机结构紧凑、密封性极好、使用方便、振动小、噪音低,适用于 0.75 ~ 7.5kW 范围内的小型制冷设备。全封式压缩机有活塞式、旋转式、涡旋式三种。

旋转式压缩机是一种特殊的小型回转式压缩机,如图 1 - 1 - 2 所示。其转子偏心地装在定子内,排气时间长(比往复活塞式长 30% 左右),流过气阀的流动阻力损失小,缸径行程比大,排气容积和吸气管管径大,吸气过热小,电动机工作温度低,效率高,成本低以及寿命长。活塞式压缩机外形如图 1 - 1 - 3 所示。

涡旋式压缩机是通过涡旋定子和涡转子组成涡卷以及构成这个涡卷的端板所形成的空



1—杆 2—玻璃接头 3—排气管 4—绕组 5—曲轴 6—上壳 7—下壳 8—定子 9—转子  
 10—消音器 11—上轴承架 12—气缸 13—下轴承 14—固定脚 15—排气阀 16—储液器  
 17—过滤器 18—吸气阀 19—导线 20—滚动活塞 21—气缸 22—叶片 23—弹簧

图 1 - 1 - 2 旋转式压缩机

间来压缩气体的回转式压缩机。工作时,随着曲轴的回转,涡旋转子以其中心始终绕涡旋定子中心作一偏心量为半径的圆周运动。它与往复活塞式压缩机相比,其主要特点是:压缩气体几乎不泄漏、不需吸排气阀、绝热效率可提高 10%、震动小、扭矩变化小、噪音可降低 5dB(A)、体积减小 40%、重量减轻 15%。它适用于热泵式、吊顶型等空调机上。涡旋式压缩机如图 1 - 1 - 4 所示。

**螺杆式压缩机。**螺杆式压缩机是依靠两个螺旋形转子相互啮合而进行压缩的回转式压缩机,主要由阳螺杆、阴螺杆、气缸、转轴和轴封等组成。阳螺杆为主动螺杆,阴螺杆为从动螺杆,两螺杆的啮合与旋转齿轮传动相似。气缸做成横“8”字形,其内壁与两螺杆的齿面之间的空间形成气缸工作容积,吸气口与排气口分别布置在气缸的两端。螺杆旋转时,对吸入的蒸汽进行压缩,直至最后排出。由于螺杆的转速较高,因此排气压力脉动性小。它不存在余隙容积,效率高。

## (2) 冷凝器

冷凝器又称为“液化器”,是使蒸汽在其中放出热量而液化的热交换器。在制冷系统中,它是制冷剂向系统外放热的热交换器。来自压缩机的制冷剂过热蒸汽进入冷凝器后,将热量传

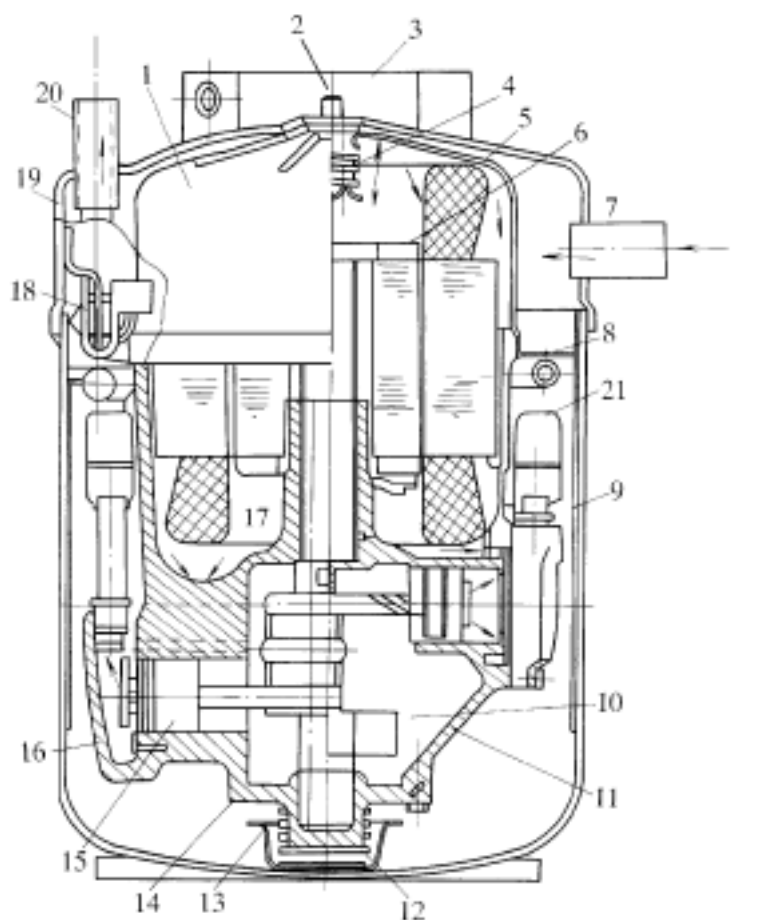
给周围介质——空气或水,而其自身因放出潜热而凝结成液体(即液化)。按所采用的冷却介质,冷凝器可分为风冷式(或称空冷式)和水冷式。

### (3) 蒸发器

蒸发器是液体制冷剂在其中蒸发的热交换器。在制冷系统中,蒸发器是产冷设备,它属于间壁式热交换器,被冷却介质的热量通过管壁或板壁传给制冷剂,制冷剂在低温下蒸发,把热量从蒸发器中带走。制冷系统中的蒸发器按冷却方式不同,可分为直接冷却式和间接冷却式两大类。两者冷却空气或冷却物体,后者先冷却载冷剂——盐水或淡水,再去冷却空气或冷却物体。前者降温快、冷量损失小、结构紧凑,主要用于冰箱、冷藏箱、小冷库、小型制冷设备及各种空调机中,而后者用于较大型的空调和冷冻设备中。

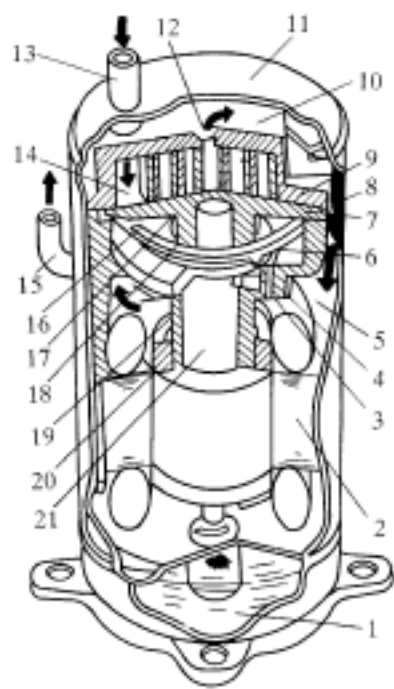
### (4) 热力膨胀阀

热力膨胀阀是调节进入蒸发器中挥发性制冷剂流量的控制机构。其随蒸发器压力变化和出口的过热度变化而动作。热力膨胀阀



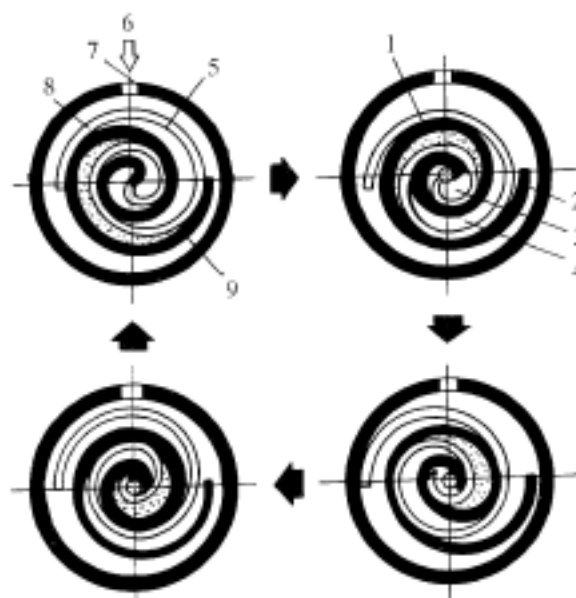
1.电动机壳; 2.吊具; 3.端子箱; 4.上弹簧; 5.定子线圈;  
6.转子; 7.吸入管; 8.绝热板; 9.下壳体; 10.曲轴;  
11.曲轴箱; 12.下弹簧; 13.下轴承; 14.支承架; 15.活塞连杆;  
16.气缸盖; 17.上轴承; 18.横弹簧; 19.上壳体; 20.排出管;  
21.排气管消音器

图 1 - 1 - 3 活塞式压缩机外形图



1. 冷冻油; 2. 电动机; 3. 主轴承; 4. 架;  
5. 油分离室; 6. 中间压力室; 7. 旋转涡卷;  
8. 排气通道; 9. 固定涡旋; 10. 排气室; 11. 盖;  
12. 排气孔; 13. 吸气管; 14. 吸气室; 15. 排气管;  
16. 联接环; 17. 中间压孔; 18. 轴承; 19. 轴封;  
20. 轴承; 21. 曲轴

(a) 结构

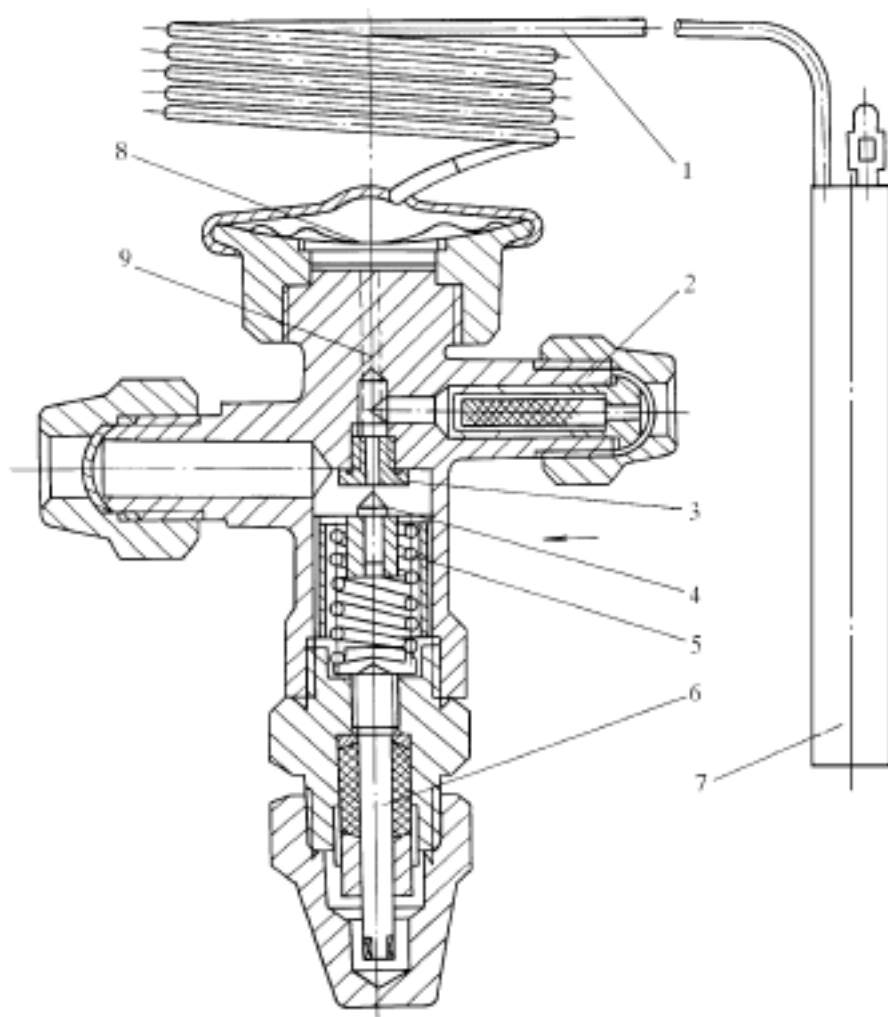


1. 排气口; 2. 吸气行程; 3. 排气行程;  
4. 压缩行程; 5. 可动卷; 6. 气体;  
7. 吸气口; 8. 压缩室; 9. 固定卷

(b) 工作原理

图 1 - 1 - 4 涡旋式压缩机

是压缩式制冷系统中常备的一个节流部件。它由感温包、毛细管、膜片、定值弹簧、节流针阀及调节螺丝等零件组成。感温包、毛细管及膜片所组成的密闭系统中充注低沸点工质作为感温系统。它装在蒸发器进口端,而感温包紧贴在蒸发器出口端的管上。从调节特性分析,它属于直接作用式比例调节器。根据其膜片下蒸发压力的引出点不同,热力膨胀阀有内平衡式与外平衡式之分。前者的蒸发压力从阀体内部引出,而后者的平衡压力从蒸发器出口处引出。因此对于阻力损失大的(冷量亦较大)蒸发器均选用外平衡式。热力膨胀阀结构如图 1 - 1 - 5 所示。



1—毛细管 2—制冷剂进口 3—阀座 4—阀针 5—弹簧 6—调节杆 7—感温包 8—感应压力的薄膜  
9—传递弹簧力的顶杆(顶杆周围间隙把蒸发器进口压力传到膜片下方)

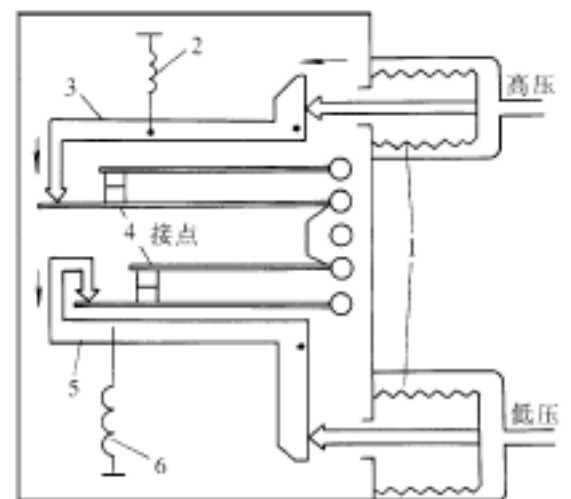
图 1 - 1 - 5 热力膨胀阀结构图

### (5) 易熔塞和高低压控制器

这两个部件都是为制冷系统安全运行而设置的。为了防止压缩机排气压力过高与吸气压力过低而设置了压力继电器,它属于双位调节器。当压缩机排气压力超过设定值时,高压控制器的微动开关断开压缩机电源,待故障排除后,手动复位。当吸气压力过低时,低压控制器就会动作而使压缩机停车。其高低压力设定值可调节。

当制冷回路因故而压力和温度升高时,使易熔塞在温度达到 75 时自行熔化起到保护作用。易熔塞熔化材料由铋(Bi)、镉(Cd)、锡(Sn)和铅(pb)组成。高、低压压力控制器结构如图 1 - 1 - 6 所示。

### (6) 曲轴箱加热器



1—波纹管 2—弹簧 3—杠杆 4—接点  
5—杠杆 6—弹簧

图 1 - 1 - 6 高、低压压力控制器结构图

曲轴箱加热器是在压缩机底部外围紧靠着压缩机固定的电加热器。为了使压缩机底部的液态制冷剂不断地保持气体状态,可用曲轴箱加热器对压缩机本身进行保温。如图 1 - 1 - 7 所示。

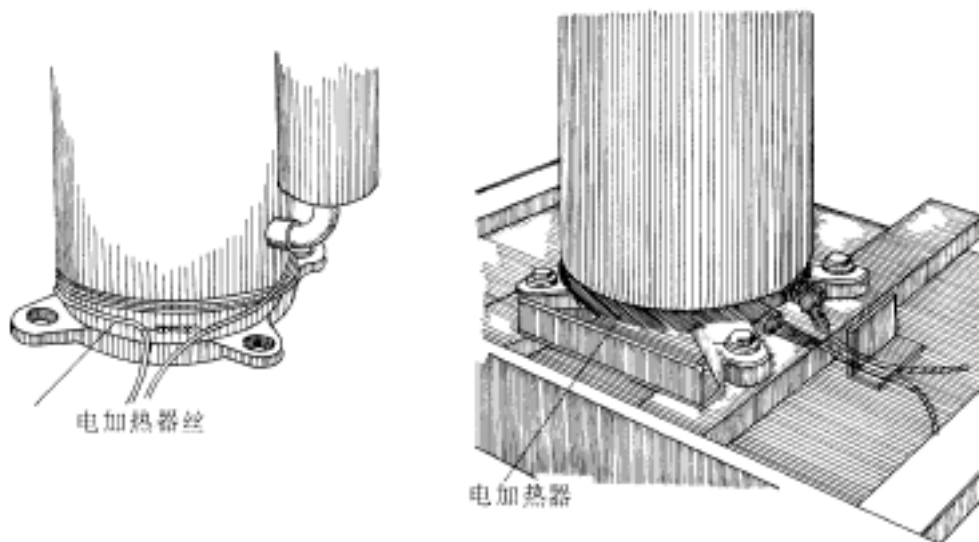
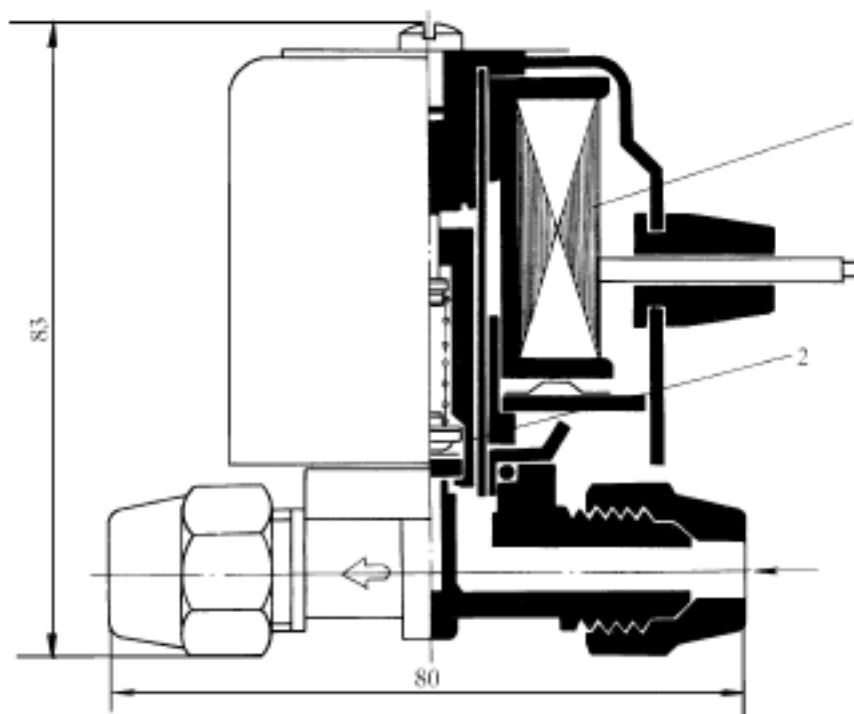


图 1 - 1 - 7 曲轴箱加热器外形图

(7) 用于制冷、供暖空调设备上的自动控制器

电磁阀。电磁阀可以受压力、温度、液面、流量控制器或手动开关发出的指挥信号所控制的一种开关式自动调节阀,广泛用于空调制冷系统中。电磁阀由电磁头、外壳、线圈、芯铁、弹簧、膜片或活塞、阀体等主要零部件组成。当电源接通或断开时,线圈中磁场形成或消失,吸起阀门或让阀门利用弹簧力和铁芯本身的自重而关闭。电磁阀的外形结构如图 1 - 1 - 8 所示。



1—线圈 2—芯铁

图 1 - 1 - 8 电磁阀外形结构图

四通换向阀。四通换向阀是一种两进两出的特殊电磁阀,用于压缩式热泵系统供暖与制冷工况转换。当热泵从制冷工况转为供暖工况时,四通换向阀动作(转到供暖工况位置),于是室内蒸发器作为冷凝器用,压缩机排出的高温制冷剂蒸汽经四通阀流入室内蒸发器(此时作

冷凝器用),而冷凝器则成为蒸发器,完成工况转换。转换流程如图 1 - 1 - 9 所示。

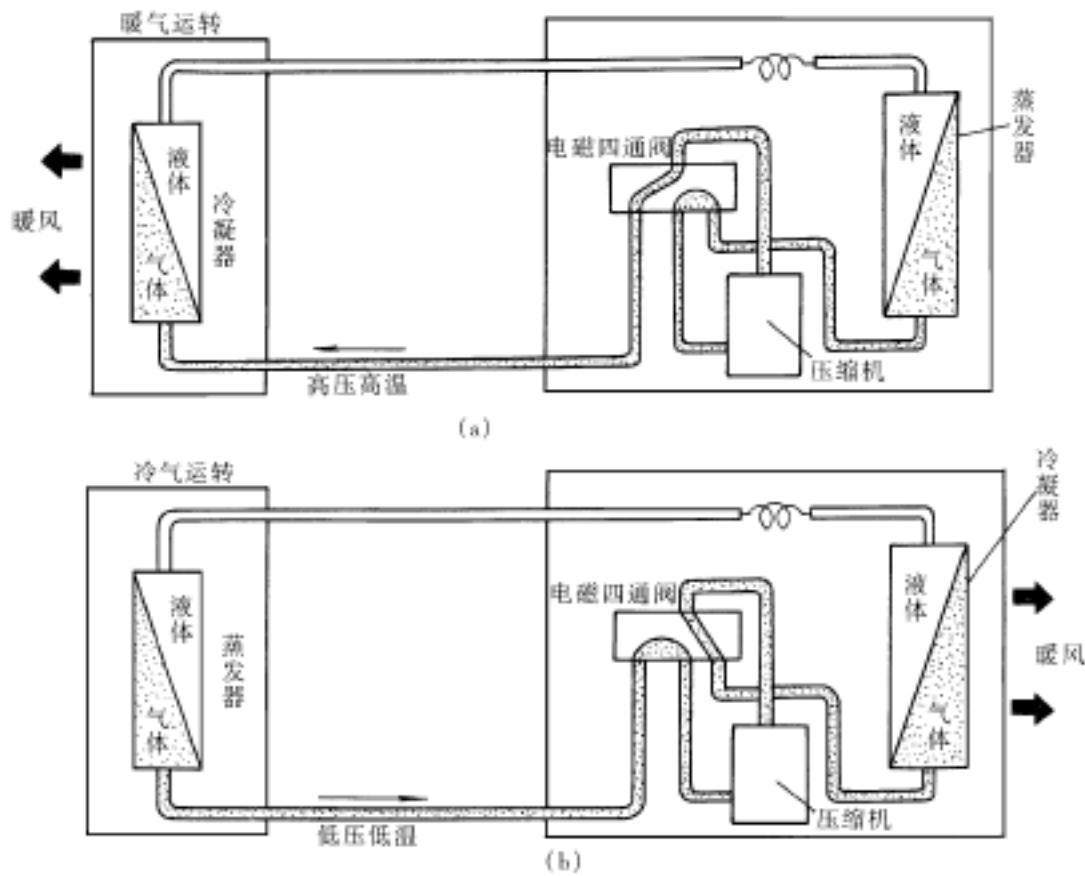


图 1 - 1 - 9 热泵循环图

## 二、制冷剂的一般性质

### 1. 制冷剂的分类

制冷剂的种类很多,目前约有 100 余种,其中广泛应用于蒸汽压缩式制冷机的有 10 余种。当前用得较多的制冷剂按其化学组成主要有 3 类:

无机物。氨( $\text{NH}_3$ )、二氧化碳( $\text{CO}_2$ )、水( $\text{H}_2\text{O}$ )等。

氟里昂。二氟二氯甲烷(R12)、二氟一氯甲烷(R22)、一氟三氯甲烷(R11)等,氟里昂是电冰箱和小型制冷装置的主要制冷剂。

碳氢化合物。甲烷、乙烷、乙烯、丙烯及 R134a 等。

此外,某些环烷烃的卤代物、链烯烃的卤化物也可作制冷剂使用,例如六氟二氯环丁烷、二氟二氯乙烯等,但使用范围不如 、 类广泛。

### 2. 制冷剂的符号表示

在制冷技术中,通常不用制冷剂的化学名称,而用代号表示。为了书写方便,国际上统一规定用字母“R”和它后面的数字或字母作为制冷剂的简写符号。字母“R”表示制冷剂,后面的数字或字母则根据制冷剂的分子组成和结构按一定的规则编写,现将编写规则作一介绍。

#### (1) 无机化合物

无机化合物的简写符号为 R,后面第一位数字是“7”,后两位数为该无机物分子量的整数部分,即 R7( ) ( )。例如氨的分子量为 17,故代号为 R717,水为 R718,二氧化碳为 R744 等。

目前常用的无机化合物制冷剂有氨和水,工业上还应用二氧化碳和空气等。

## (2) 氟里昂和碳氢化合物

氟里昂是饱和碳氢化合物的氟、氯、溴衍生物的总称,这些衍生物是用氟、氯和溴的原子代替了烷类化合物中的氢原子。氟里昂制冷剂的种类很多,其热力性质的区别也较大,可分别用于不同的制冷机。

由于饱和碳氢化合物的分子通用式为  $C_mH_{2m+2}$ , 故氟里昂的分子通用式可表示为  $C_mnF_xCl_yBr_z$ 。根据化学中饱和这一含义,各元素之间的关系应为  $n+x+y+z=2m+2$ , 因此 R 后面的数字为  $(m+1)$ 、 $(n+1)$ 、 $x$ ; 氯原子  $y$  不记入代号中; 若有溴原子,则在数字后面再加上一字母 B,并在 B 字后面标明溴的原子数 Z,即  $R(m-1)(n+1)(x)B(z)$ 。为了便于记忆,也可按以下规则识别,即代号右起第一位数字是氯(Cl)原子数,第二位数字是氢(H)的原子数加 1,第三位数字是碳(C)的原子数减 1,常用的几种制冷剂代号规则如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 常用制冷剂的代号规则

制冷剂名称	分子式	代号的含义	代号
一氟三氯甲烷	$CFCl_3$	$m=1, n=0, x=1$	R11
二氟二氯甲烷	$CF_2Cl_2$	$m=1, n=0, x=2$	R12
二氟一氯甲烷	$CHF_2Cl$	$m=1, n=1, x=2$	R22
五氟一氯甲烷	$C_2F_5Cl$	$m=2, n=0, x=5$	R115
三氟一溴甲烷	$CF_3Br$	$m=1, n=0, x=3, z=1$	R13b <sub>1</sub>
四氟二氯乙烷	$C_2F_4Cl_2$	$m=2, n=0, x=4$	R114
三氟三氯乙烷	$C_2F_3Cl_3$	$m=2, n=0, x=3$	R113
丙烷	$C_3H_8$	$m=3, n=8, x=0$	R290

氟里昂的化学结构决定了它的化学性质。例如,氟里昂的化学分子式中所含的氟原子数愈多,对人体愈无害,对金属的腐蚀性亦愈小,即化学稳定性越好。氟里昂制冷剂的燃烧性随分子式中氢原子数目的减少而显著降低,其蒸发温度则随氯原子数目的增加而升高,而且所含的氯原子在与明火接触时还能分解出有毒的气体。

甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、乙烯及丙烯等烃类制冷剂属于易燃易爆的有机化合物,过去作为制冷剂使用很少。目前它们作为环保型工质和替代制冷剂已得到了应用。此外,还有环烷烃、链烯烃以及它们的卤代物,其简写符号规定:环烷烃及环烷烃的卤代物用字母“RC”开头,链烯烃及链烯烃的卤代物用字母“RI”开头,其后的数字排写规则与氟里昂及饱和碳氢化合物符号表示中的数字排写规则相同。

### 3. 混合制冷剂

为了提高制冷机的性能,扩大制冷机的使用范围,需要不断寻找新的工质。由于纯工质在性质和品种规格上的局限性,不能完全满足对制冷剂的要求,于是又研发了混合制冷工质。

混合工质由两种或两种以上的纯工质混合而成。在有限种类的纯工质中,通过有目的的混合,可以得到多种热力性质较好的混合工质。混合工质一般比构成它的纯工质能耗小,制冷量大,排温低,腐蚀性小,正常蒸发低,并能适应不同制冷装置的要求。混合工质有共沸混合工

质和非共沸混合工质之分。

共沸混合工质在循环中其液相和气相具有相同的组成,几乎具有纯工质的所有特性,可以像纯工质一样使用。但共沸混合工质的热力性质与组成它的原制冷工质却不相同,因此可用组成共沸混合工质的办法改进制冷剂的特性。

共沸混合制冷工质的代号,规定在 R 后面从 500 开始顺序编排,如 R500、R501、R502 等。目前常用的共沸混合工质的代号及混合比例参看表 1 - 1 - 2。

表 1 - 1 - 2 常用共沸混合工质代号及混合比例

代 号	组 分	质量成分(%)
R500	R12/ R152a	73.8/ 26.2
R501	R22/ R12	75/ 25
R502	R22/ R115	48.8/ 51.2
R503	R23/ R13	40.1/ 59.9
R504	R115/ R32	51.8/ 48.2

非共沸混合工质不存在共沸点。在定压下蒸发或凝结时,汽相与液相的组成成分不同,并且在不断变化,温度也随之不断变化。非共沸混合工质由于在相变过程中不等温,故更适宜于变温热源,因为这样可缩小传热温差,降低不可逆损失,因此,它主要应用在不等温制冷装置中。目前,非共沸混合制冷工质在实际应用中还较少。

#### 4. 制冷剂的要求

蒸发热要大。为了提高制冷效果,所选的制冷剂蒸发热必须要大,这样才能在蒸发时从周围带走大量的热,而且对一定的制冷量可用少量的制冷剂就能进行循环。

要容易液化和蒸发。制冷剂在冷凝器里由气体变成液体,要求冷凝器在常温的水或空气中就能进行工作。冷凝压力也要尽量小,如果这个压力很高,压缩机、冷凝器、管路等零部件就只能采用很强的耐压结构。容易蒸发也是一个很重要的条件,应该在低温下也能进行蒸发。如果在低温下蒸发困难,那就不能获得储藏品的低温,蒸发压力只好取得很低。理想的蒸发压力是比大气压稍高一点,如果比大气压低,会存在从外部进入空气与制冷剂混合的可能性。

凝固点要低。制冷剂的凝固点应比制冷循环中最低的温度还低,这是因为制冷剂一旦固化,就会丧失制冷能力。

临界温度要高。气体如处于临界点以上的温度,不论施加多大的压力也不会液化。如果制冷剂的临界温度低于需要的冷凝温度,就会使冷凝器里的制冷剂气体不能液化,从而失去制冷能力。临界点应在常温以上,并且尽量要高,也就是说必须在使用范围内能被液化。

蒸汽的比热容要大,液体的比热容要小。制冷剂蒸发比热容要大,如果小了,进入压缩机的蒸汽过热度就太高,气体膨胀时的比容就过大,使压缩效率下降。制冷剂液体的比热容要小,由于毛细管的节流作用,制冷剂液体变成湿饱和蒸汽时,进一步降低其液体部分的温度需要消耗一部分蒸发热,这是一种损失。制冷剂液体的比热容小,可以减少这种损失。

蒸汽比容要小。这一点对往复式活塞式压缩机显得特别重要,比容越小,压缩机的结构