

实用

冰箱和制冷机维修技术

— 修理人员必读

边锡营 赵长发 编著
江苏科学技术出版社

内 容 简 介

本书详细介绍以小型制冷机为主机的各种小型冷藏设备(包括电冰箱,空调器)的工作原理,构造,故障检查与排除方法。较深入地讨论了制冷装置各部分的检查方法,影响正常工作的原因,以及装配和修理工艺。

本书第一编重点介绍小型设备的结构,制冷原理和制冷剂。第二编重点介绍制冷设备常见故障分析及维修技术,附录中收进了修理工作所必须的大国量内外冰箱,制冷机技术数据。

本书是制冷行业工程技术人员的参考书,维修人员的必读书,也可供使用单位和个人阅读,还可以作家电维修培训教材。

实用冰箱及制冷机维修技术

——修理人员必读

边锡营 赵长发编著

出版、发行:江苏科学技术出版社

经 销:江苏省新华书店

印 刷:江苏新华印刷厂

开本 850 × 1168 毫米 1/32 印张 15 插页 3 字数 368,500
1989 年 3 月第 1 版 1989 年 3 月第 1 次印刷
印数 1—13,000

ISBN 7—5345—0577—1

TS·23

定价:5.85 元

前 言

随着我国国民经济的迅速发展和人民生活水平的不断提高,各种小型冷藏设备的应用越来越普及。电冰箱和窗式空调器等制冷设备进入家庭并广泛使用,制冷知识和小型冷藏设备的修理将成为广大用户及操作者所关心或迫切需要掌握的一门实用技术,为此作者以目前最为普遍采用的蒸汽压缩式制冷机的原理、构造、故障及维修为主,结合长期实践工作的经验,借鉴了国内一些同行的维修经验和方法、参阅了上海机械学院、上海交通大学、大连海运学院、解放军总后勤部卫生部等单位所编写的教材、以及辽宁医疗器械研究所和机械工业部冷冻设备生产厂的有关技术资料,写成此书,供读者在学习和工作中参考。

本书共分两大篇。第一编着重讲述电冰箱和制冷机等小型冷藏设备的结构(包括制冷原理、制冷剂、润滑油及冷媒、制冷系统主要部件、电器控制器和电机的结构),第二编着重讲述电冰箱和制冷机等小型冷藏设备常见故障的分析及维修(包括制冷压缩机的主要部件的技术、要求、修理、装配)。同时,简要介绍了其它常用小型冷藏设备。在编写过程中,力求做到内容实用、通俗易懂、图文并茂。此书是小型冷藏设备的用户、制冷工、家电维修人员(电冰箱、窗式空调器)使用和维修的指南,也可供有关工程技术人员参考,还可作职工岗位培训的试用教材。

本书在编写过程中得到国内一些生产厂和特约维修单位以及南京家电交电商业协会的关心和大力支持,提供宝贵的资料。由

边锡营和赵长发(第六章)编著,并得到邹健和韩瑞芳等同志协助,为本书绘图整理做了大量的工作,在此一并致谢。

限于编者水平和编写时间仓促,书中谬误难免,恳请读者批评指正。

编 著 者

1986. 10

目 录

第一编 小型冷藏设备的结构

第一章 概述

§ 1-1 冷与制冷的物理意义	1
§ 1-2 制冷的基本原理	2
§ 1-3 单级压缩制冷系统	5
§ 1-4 压缩式制冷系统中制冷剂的循环	5
§ 1-5 制冷压缩机的种类	10
§ 1-6 环境温度和冷藏温度对制冷装置工作的影响	13

第二章 制冷剂、润滑油和冷媒

§ 2-1 制冷剂的概述	17
§ 2-2 对制冷剂的要求	18
一、对热力性质的要求	18
二、对物理化学特性的要求	18
三、生理学上的要求	19
四、经济性、安全性的要求	19
§ 2-3 制冷剂的分类	19
一、按化学成分分类	20
二、按冷凝压力分类	25
§ 2-4 常用制冷剂的性质	25
一、氨 NH_3	25
二、氟利昂12	26
三、氟利昂22	27
四、氟利昂13和氟利昂14	28
§ 2-5 混合制冷剂	28
一、共沸点混合制冷剂	28
二、非共沸点混合制冷剂	31

§ 2-6	制冷剂的选用原则	32
§ 2-7	制冷剂使用注意事项	35
§ 2-8	冷冻油的作用与要求	36
§ 2-9	冷冻油的选用原则	37
	一、活塞式压缩机的负荷及转速对冷冻机油的要求	38
	二、各种制冷剂对冷冻机油的要求	38
	三、制冷系统工作温度对冷冻油的要求	40
§ 2-10	冷冻机油的代用	41
	一、选用代用油的原则	41
	二、冷冻油的掺合	41
§ 2-11	国产冷冻油的规格	41
§ 2-12	冷冻油的使用和管理	43
§ 2-13	载冷剂(冷媒)	48
	一、对载冷剂的要求	48
	二、对载冷剂的选择	48
	三、常用载冷剂简介	49

第三章 小型制冷压缩机的构造

§ 3-1	小型制冷压缩机的概述	52
§ 3-2	活塞式制冷压缩机的工作原理	55
§ 3-3	典型小型活塞式制冷压缩机的构造	57
	一、小型开启式压缩机	57
	二、半封闭式压缩机	60
	三、全封闭式压缩机	64
§ 3-4	常用小型开启式、半封闭式压缩机的零部件构造	68
	一、机体	68
	二、曲轴	70
	三、连杆组	74
	四、活塞组	77
	五、气阀	83
	六、轴封	89
	七、皮带轮	92

八、截止阀	94
九、润滑	96
§ 3-5 全封闭式小型压缩机的结构	98
一、全封闭曲轴活塞式压缩机的构造	100
二、全封闭曲柄活塞式压缩机的构造	103
三、全封闭曲柄导管式压缩机的构造	106
第四章 制冷系统中主要部件的作用与结构	
§ 4-1 冷凝器	107
一、空冷式冷凝器	108
二、水冷式冷凝器	111
§ 4-2 蒸发器	114
一、间接式蒸发器	114
二、直接式蒸发器	114
§ 4-3 贮液器	119
§ 4-4 过滤器与干燥器	121
一、过滤器	122
二、干燥器	122
§ 4-5 油气分离器	125
§ 4-6 热力膨胀阀	127
§ 4-7 热交换器	134
§ 4-8 毛细管	136
第五章 电气控制器件	
§ 5-1 自动控制器件	142
一、温度继电器的原理、结构及检修	142
二、压力继电器的结构、故障及维修	155
§ 5-2 常见控制电器的结构、故障及维修	162
一、交流接触器	164
二、热继电器	165
三、交流接触器和热继电器的选择	167
四、交流接触器和热继电器常见的故障	169
五、中间继电器	171
六、起动继电器	177

§ 5-3 电磁阀	188
§ 5-4 小型冷藏设备的典型电气线路	196
一、单相基本电气线路	196
二、三相基本电气线路	199

第六章 小型冷藏设备中电动机的结构故障及修理

§ 6-1 开启式机组上的电动机	205
一、三相异步电动机的结构及工作原理	205
二、三相异步电动机的常见故障及修理	209
三、三相异步电动机定子绕组的修理	227
§ 6-2 全封闭式机组上的电动机	244
一、单相异步电动机的工作原理及结构	245
二、单相异步电动机的类型和起动方法	249
三、单相异步电动机的常见故障及修理	253
四、常用国产封闭式电冰箱电动机有关数据	257

第二编 小型冷藏设备常见故障分析及维修

第七章 小型制冷设备常见的故障分析与排除

§ 7-1 检查故障的基本方法	266
一、望	267
二、闻	267
三、嗅	269
四、切	269
§ 7-2 制冷系统运行时常见故障的分析	270
一、压缩机启动不了或启动后又停车	271
二、运行中压缩机突然停机	271
三、制冷效果差	273
四、压缩机吸气压力过高	276
五、压缩机吸气压力过低	278
六、压缩机排气压力高于正常值	278
七、压缩机排气压力低于正常压力值	280
八、压缩机的“湿冲程”故障	281
九、压缩机运转但不降温	282

十、压缩机始终运转但降温效果差	283
十一、压缩机开停频繁	286
§ 7-3 压缩机的常见故障及排除	288
一、压缩机运转不正常	288
二、压缩机响声异常	291
三、压缩机发热异常	292
四、压缩机卡死、拉缸及排除方法	294
五、压缩机不正常振动与排除方法	294
六、压缩机排气量减少	295
七、压缩机体上严重结霜	296
§ 7-4 蒸发器与冷凝器的常见故障及修理	297
一、蒸发器和冷凝器常见故障的检查	297
二、蒸发器和冷凝器常见故障的修理	298
三、蒸发器与冷凝器的更换方法	301
四、贮液筒的检修	302
§ 7-5 管路和阀的常见故障及修理	302
一、管路的检修与清洗	302
二、过滤器与干燥过滤器的清洗	303
三、毛细管常见故障及修理	305
四、阀件故障的原因及修理	306

第八章 小型冷藏设备的使用及检修

§ 8-1 如何正确使用各种小型冷藏设备	314
一、使用前的准备工作	314
二、初运转注意事项	314
三、冷藏物品的放置	315
四、制冷压缩机正常运转的标准与注意事项	315
五、小型冷藏设备运转时的检查与维护	317
§ 8-2 小型制冷压缩机的检修	317
一、压缩机的检查	317
二、压缩机的拆卸步骤和基本方法	322
三、拆卸零件的检查与测量	323
四、压缩机零件的修理	328

五、压缩机的装配与调试	344
§ 8-3 水分在制冷系统中的危害及排除	359
一、制冷系统中水分的来源	359
二、水分在系统中产生的故障	360
三、防止水分进入制冷系统的措施	360
四、系统中水分的逐除	361
§ 8-4 制冷系统中空气的危害及排除	363
一、制冷系统中空气的来源	363
二、空气在制冷系统中的危害	363
三、制冷系统中空气的排除	364
§ 8-5 制冷系统的抽空干燥和检漏	365
一、抽空干燥处理	365
二、系统的检漏方法	366
§ 8-6 维修中几种常用的操作方法	370
一、制冷系统中抽出制冷剂的方法	370
二、制冷系统中充加制冷剂的方法及注意事项	372
三、压缩机中充加冷冻润滑油的方法	376
四、全封闭式机组的检查充加制冷剂的简便方法	378
五、全封闭式机组检修时常用的方法	378
六、除霜	382
七、冷却水质量的改善	383
八、电冰箱的漏电检查	383
第九章 常见小型冷藏设备的简介	
一、常用各类小型冷藏设备的构造介绍	385
二、北京雪花牌全封闭式电冰箱	390
三、天津产5608I型全封闭电冰箱	394
四、沈阳FB—505和FB—517型封闭式冰箱	396
五、双门双温无霜冰箱	397
六、苏联Зил-Москва“ДХ-2型”封闭式冰箱	400
七、美国G. E牌冰箱	401
八、2F-4.8制冷机组和2F-6.5制冷机组	402
九、CB-1500厨房冰箱	440

十、XB-96血库冰箱	412
十一、饮水机简介	414
十二、饮水水箱	415
十三、吸收式冰箱	416
十四、窗式空调器	420
十五、怎样选购电冰箱及使用注意事项	422

第一编 小型冷藏设备的结构

第一章 概 述

§ 1-1 冷与制冷的物理意义

在自然界中，任何物质都可以获得热量或失去热量。失去了热量后通常给人的感觉是该物质冷却了。冷却这一过程，人们用温度的降低来表示。当物质获得了热量后，温度也随着升高，人们感觉到该物质就热了。冷与热，给人们以不同的感觉，好象是两个完全对立的概念。但若用物理概念来解释，则物质的冷和热，只是热量的增加或减少而已，两者只有数量上的差异，没有本质的区别。

一切物质都是由分子组成的，而分子又都是在不停地运动着的。分子运动能量的大小，速度的快慢，就反映了物质热能的大小。物质分子热运动的能量大，速度则快，物质的温度就高，给人们的感觉就热。反之，分子热运动的能量小，速度则慢，物质的温度就低，给人的感觉就冷一些。所以，物质的冷和热，只是物质内部分子热运动相对地大和小的不同，是属于同一范畴的物理概念。所以用温度的高低来衡量就可以了。

在自然状态下，热量一般只能从高温物体传向低温物体，而

不能由低温物体传向高温物体，正如同水总是自然地从小处向低处流一样。为了使水从小处向高处流，必须用水泵通过电机消耗电能作功来抽水。同样，要使热量从低温物体向高温物体传递，也可以通过一种专门的设备，消耗一定的外界功，这个功可以是电能转换的机械功，也可以是煤油或其它燃料燃烧时所产生的热能，还可以是太阳能或其它形式的能。

热量由低温物体向高温物体传递，除了必须借助制冷机这种专门设备，消耗一定的能量外，还要利用制冷剂在制冷机及其组成的一个密闭的系统里循环，制冷剂就象是一列载热的货车，把低温物体的热量装上，运至外部的高温物体，把热量“卸”掉，再开回来重新装上热量运走……。如此反复进行，将低温物体的热量带出来，传给高温物体。这种传递的结果使低温物体失去更多的热量而冷却。这一过程，即通常所说的制冷。

“制冷”就是用人工方法将被冷却物体中的热量转移给周围介质(水或空气)，使该物体温度降低并保持住这个低于周围环境介质的低温。

人工获得低温的方法很多，有压缩式制冷、吸收式制冷、半导体制冷和化学反应式制冷等。但是，采用机械方法来达到制冷目的的，在所有的制冷装置中仍占主要地位。目前的小型冷藏设备中，绝大多数都是采用机械制冷。用来达到制冷目的机器通称制冷机，而蒸气压缩式制冷机是应用较广的一种制冷设备。除此以外，还有离心式制冷压缩机、旋转式制冷压缩机和电磁震动式制冷压缩机等。本文重点介绍蒸气活塞式制冷压缩机及其系统的结构，故障分析与维修。

§ 1-2 制冷的基本原理

热力学第二定律指出：热量是不会自发地从低温热源移向高

温热源的，要实现这种逆向传热，必须消耗一定的外界功。小型冷藏设备的压缩式制冷机就是在消耗外功(电能)的条件下，在制冷系统中借助于制冷剂将热量从温度较低的箱体内，不断地转移到温度较高的箱体外的环境(空气、水)中去。这就是目前广泛使用的利用制冷剂的物态变化过程中的吸热现象和放热现象，来完成这一热量转移。人们已经知道液体在沸腾与蒸发时都需要从外界吸收热量，在制冷过程中就是利用制冷剂(氨、氟利昂等)的蒸发和沸腾来实现吸热制冷的。在制冷技术中，习惯上，常将制冷剂的蒸发和沸腾混称为蒸发，这点读者应予注意。

单级制冷系统是最简单的一种制冷系统，它由压缩机、冷凝器、膨胀阀和蒸发器等四大部分组成，并用管道依次连接，构成一个封闭系统。工作原理如图1-1。在制冷系统中，制冷剂是实现

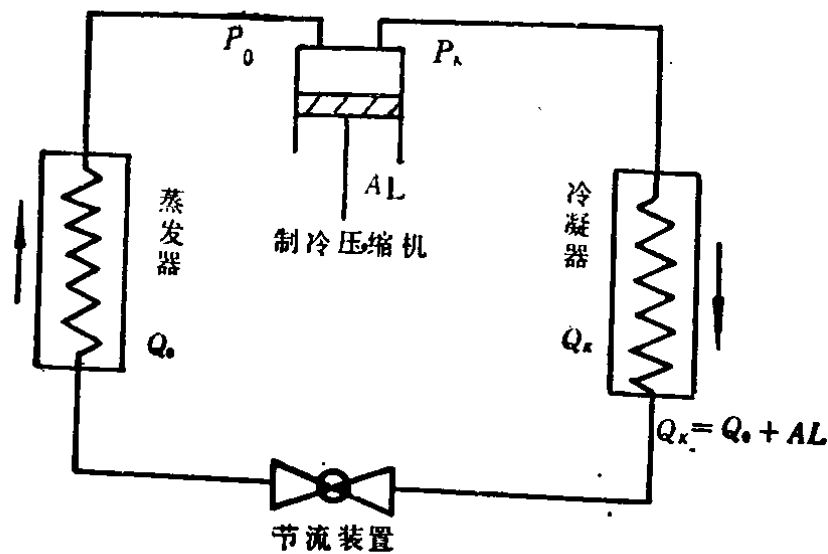
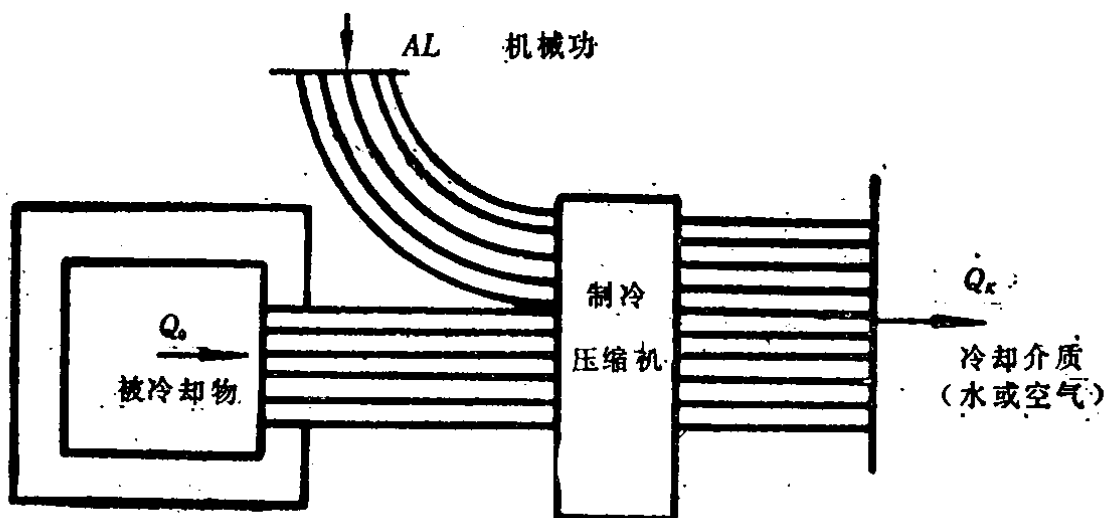


图1-1

制冷的工作物质，简称为“制冷工质”。当制冷剂气体经压缩机压缩后，排到冷凝器，这时，制冷剂的压力和温度都升高了，成为高温高压蒸气。经过冷凝器时不断地与外界的空气或水进行热交换而放出热量，冷凝成液体，液体制冷剂经膨胀阀的节流，其压力降低，进入蒸发器；低压的制冷剂液体吸取了蒸发器处周围介



$$Q_k = Q_0 + AL$$

图1-2

质的热量而蒸发气化。气化了的制冷剂气体被压缩机吸入，经压缩后又排到冷凝器，放出热量冷凝为液体。这样制冷剂便在系统内作了一个由气体变为液体，又由液体变为气体的循环。只要制冷剂不停地在系统中循环，蒸发器处周围介质的热量便不断地被吸走，温度就逐渐下降。

从图1-1可以看出，从制冷压缩机的排气侧至膨胀阀（也叫节流阀）前的一段管道，称为高压系统，它的压力称为冷凝压力，

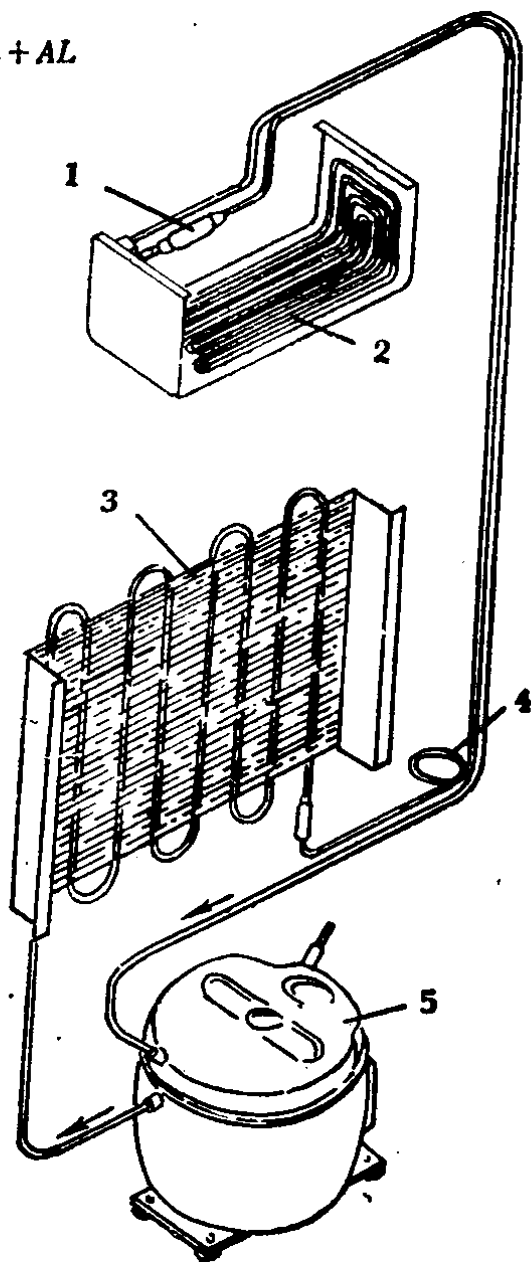


图1-3 普通电冰箱制冷系统结构

1—低压管 2—蒸发器 3—冷凝器
4—毛细管 5—主机

用 P_K 表示。相应的温度为冷凝温度，用 t_K 表示。

从膨胀阀后至制冷压缩机吸气侧的一段管道称为低压系统，它的压力称为蒸发压力，用 P_0 表示，相应的温度为蒸发温度用 t_0 表示。从上图可以看出，制冷剂气化时所吸收的热量 Q_0 ，是以消耗 AL 的压缩功为代价而取得的，而冷凝时排出的热量 Q_K 又恰好等于这两者之和。

$$Q_K = Q_0 + AL$$

§ 1-3 单级压缩制冷系统

用来制冷的设备叫做制冷机(又叫冷冻机)。它的基本组成部分为：压缩机、冷凝器、膨胀阀和蒸发器，即制冷设备的四大部件。它们之间用管道顺序连接，构成一个密闭的系统，又称为制冷系统。所谓单级压缩，是指制冷剂蒸气只经过一次压缩。单级压缩制冷机使用最为普遍，它的最低蒸发温度可以控制在 $-3 \sim -40^\circ\text{C}$ 之间，一般的小型冷藏设备都可以满足需要。为了提高单级压缩制冷系统的经济性，保证运行安全可靠和操作方便，除了制冷设备的四大部件外，还设置了许多辅助装置，如干燥过滤器、气液热交换器、贮液器、油气分离器、起动继电器、温度继电器、电磁阀、高低压继电器、截止阀、压力表和温度计等，它们的作用将在后面逐一介绍。

电冰箱是一种简单的小型氟利昂制冷机。它的制冷系统仅由蒸发器、压缩机、冷凝器和毛细管等四大部件组成，在毛细管前面加一个过滤器。如图1-3。

§ 1-4 压缩式制冷系统中制冷剂的循环

在此系统中，冷量是利用某些制冷剂在不太低的压力下，而

其蒸发温度又比较低这一性能来获得的。例如常用的氟利昂制冷剂中的R-12，在大气压力下的蒸发温度为 -29.8°C ，氨为 -33.4°C 等。

压缩机是用来对制冷剂气体进行压缩从而把低压的气体压缩成为高压的气体，此时气体的温度升高，冷凝器用来对压缩机排出的高温高压气体进行冷却，使其放热，在一定的压力和温度下，把气体冷却成液体。通过节流阀将高压的液体减压，节流膨胀成为低压的液体。在蒸发器中，节流膨胀后的液体从周围被冷却物吸热蒸发为气体，此时，周围介质和被冷却物体的温度就降低了。

由此可见，这种制冷系统是由压缩机、冷凝器、节流装置和蒸发器四大主要设备组成。其中压缩机不但起着循环运送制冷剂的作用，并且把低温低压制冷剂蒸气压缩为高温高压蒸气，使之在冷凝器内放热冷凝为液体制冷剂，经节流后蒸发吸热实现连续制冷。所以压缩机是压缩式制冷系统中的关键设备，故称为“压缩制冷”。然而压缩机的工作是需要消耗电能或其它动力的，因此为了获得冷量，必须耗费外力功。

在压缩制冷系统中，制冷剂在管路中循环流动是经历了一系列的气态、液态相互转变的过程，在各处的温度和压力都不相同。尽管如此，对于整个系统仍可大致分为高压区和低压区两部分。以膨胀阀和压缩机作为分界。低压部分包括：膨胀阀、蒸发器和低压吸气管。低压区的压力也称为蒸发压力，用 P_0 表示，此压力可由装在压缩机吸入截止阀处的压力表测出。高压部分包括压缩机、高压排气管、冷凝器、储液器和液体管。高压区的压力也称为冷凝压力，用 P_K 表示。假若制冷剂在系统中循环时没有任何流动阻力损失，那么制冷剂在高压部分的压力就等于冷凝压力 P_K 。低压部分的压力就等于蒸发压力 P_0 。以图1-4为例，若制冷剂为氟利昂-12，则冷凝温度为 30°C 时，冷凝压力 P_K 为 7.58 公斤力/厘米²*

* 1 公斤力/厘米² $= 9.8 \times 10^4$ 帕