

制冷设备系列

制冷设备

运行管理与维修

故障分析

运行管理

维修方法

辛长平 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

制冷设备系列

制冷设备运行管理与维修

辛长平 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍了制冷、空调装置的基本工作原理及工作流程,制冷、空调装置各主要组成设备和部件的结构。本书针对使用、管理和维修人员的工作需要,重点介绍了制冷装置的运行管理、故障分析、排除及维修方法。

本书可作为制冷、空调专业教学的参考用书,也可作为空调制冷专业的运行、管理、维修人员自学和工作的参考用书。

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

制冷设备运行管理与维修/辛长平编著. —北京:电子工业出版社, 2004.9

(制冷设备系列)

ISBN 7-121-00275-2

I. 制… II. 辛… III. ①制冷—设备—运行—教材 ②制冷—设备—维修—教材 IV. TB657

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 086338 号

责任编辑:张 榕(zr@phei.com.cn)

特约编辑:张 律

印 刷:北京冶金大业印刷有限公司

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

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:480 千字

印 次:2004 年 9 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。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。

前 言

随着我国国民经济的持续增长、科学技术的飞速发展，以及国民生活水平的提高和现代工业的需要，制冷、空调在工业、农业、商业、科学技术及人民生活各个方面得到了广泛的应用。从事制冷、空调领域相关工作的人员也与日俱增，为了适应这一领域人员学习和工作的需求，专业教材、工具书及有关出版物大量涌现，其中不乏许多优秀读物。但从事实制冷、空调工作的管理、运行及维修人员，由于文化层次的不同，特别是近年来再培训人员，对于较高的知识理论的接受与理解很难，达不到理想的学习效果。为此，针对这批人群，我们简化理论知识，加大实际知识与运用，采用教材的结构，编写了此书。

本书系统地介绍了制冷原理和制冷剂的特性；重点介绍制冷、空调装置的自动控制系统及控制元件、运行的安全管理、故障实例分析排除、组成部件的结构、实用维修手段和维修技能。本书所涉及的内容，经多年的教学与实践证明是行之有效的。本书在编写过程中，力求靠近前沿，同时考虑到仍在使用的老式设备，因而采取新老设备兼备交叉介绍的方法，以期能满足使用管理和维修人员的实际工作要求。

在本书的编写工作中，参考了大量详实的文献资料 and 教学同仁提供的教学教案及实验工作。赵续仁、宋继武两位教授审编了写作目录，冯爱国、杨亚伟、孙超、焦传运参加了编写，单茜、郑红完成了全书的录入，葛小青完成了全书的插图整理，在此向他们表示感谢。

由于作者水平有限、实践经验欠缺，书中错误和不足之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 著 者

目 录

第 1 章 制冷原理与工作系统	1
1.1 制冷原理概述	1
1.1.1 制冷系统循环与工作原理	1
1.1.2 蒸气压缩制冷基本理论循环	3
1.1.3 蒸气压缩制冷实际循环	6
1.2 实用制冷工作系统	8
1.2.1 冷库制冷系统	8
1.2.2 冰淇淋机制冷系统	8
1.2.3 制冰机制冷系统	9
1.2.4 螺杆压缩式制冷机组制冷系统	10
1.2.5 离心式冷水机组制冷系统	10
第 2 章 制冷剂、冷媒和润滑油	14
2.1 制冷剂	14
2.1.1 制冷剂的种类	14
2.1.2 常用制冷剂的特性	15
2.1.3 氟利昂换代	16
2.2 冷媒	16
2.2.1 冷媒应具备的特性	17
2.2.2 常用冷媒的种类及性能	17
2.3 润滑油	18
2.3.1 冷冻机油的作用	18
2.3.2 制冷循环系统对冷冻机油的性能要求	19
2.3.3 冷冻机油的类别	19
2.3.4 冷冻机油的主要性质	20
2.3.5 冷冻机油对制冷剂的溶解性	22
2.3.6 国产冷冻机油的品种和应用	23
第 3 章 制冷装置的组成部件结构及工作原理	26
3.1 制冷压缩机	26
3.1.1 活塞式压缩机	27
3.1.2 回转式压缩机	44
3.2 速度型压缩机	63
3.2.1 离心压缩机的工作原理	63

3.2.2	离心式压缩机的结构	65
3.3	制冷系统组成部件结构	68
3.3.1	冷凝器	69
3.3.2	蒸发器	79
3.3.3	辅助设备的结构	84
第4章	空调工作水系统	93
4.1	空调机组工作水系统的型式	93
4.1.1	开式和闭式工作水系统	93
4.1.2	同程式和异程式回水管	95
4.1.3	双水管、三水管、四水管水系统	95
4.1.4	定流量和变流量水系统	96
4.1.5	单式和复式水泵供水系统	96
4.2	水系统的承压和冷、热源设备的布置	98
4.2.1	水系统的承压	98
4.2.2	冷、热源设备和系统布置	99
4.3	水系统的设备和附件	101
4.3.1	冷却塔	101
4.3.2	水泵的配管	101
4.3.3	膨胀水箱	102
4.3.4	分水器和集水器	103
4.3.5	过滤器	103
4.3.6	集气罐	104
第5章	制冷装置的自动控制与保护	105
5.1	自动控制简介	105
5.1.1	自动控制系统的基本组成	105
5.1.2	自动控制系统	107
5.2	自动控制系统的基本控制回路	108
5.2.1	蒸发器的供液控制	108
5.2.2	冷凝器参数的控制	114
5.2.3	压缩机能量调节	119
5.2.4	制冷装置的安全保护	127
5.2.5	自动控制器件	138
5.3	制冷系统的自动控制	151
5.3.1	空调制冷装置的自动控制	151
5.3.2	氨制冷装置的自动控制	153
5.3.3	螺杆式制冷机组的自动控制	155
5.3.4	离心式制冷机组的自动控制	159
第6章	制冷机组的调试与运行管理	169

6.1	制冷机组的调试	169
6.1.1	制冷压缩机的试运行	169
6.1.2	制冷系统的气密性试验	170
6.1.3	制冷剂的充注	173
6.2	制冷机组的调节	177
6.2.1	蒸发温度的调节	177
6.2.2	冷凝温度的调节	182
6.2.3	压缩机吸、排气温度的调节	183
6.2.4	中间温度的调节	185
6.2.5	制冷系统的调节	186
6.2.6	制冷系统调节实例	190
6.3	制冷机组的操作与运行管理	192
6.3.1	起动操作	192
6.3.2	停止操作	194
6.3.3	运行操作	196
6.3.4	制冷系统的放空	199
6.3.5	热冲霜	201
6.3.6	制冷压缩机调配、转换及湿行程调整	202
6.4	制冷装置正常运行	203
6.4.1	制冷装置正常运行的标准	203
6.4.2	制冷装置的安全运行	205
6.5	空调制冷装置的可靠管理	206
第 7 章	制冷装置的维修	208
7.1	制冷装置的故障分析	208
7.1.1	制冷压缩机的故障分析	208
7.1.2	制冷系统的故障分析	213
7.1.3	控制部分的故障分析	218
7.1.4	全封闭式制冷压缩机的故障分析	219
7.1.5	故障分析实例	220
7.2	制冷压缩机的整体结构与装配	224
7.2.1	制冷压缩机的整体结构	224
7.2.2	制冷压缩机部件结构特点	227
7.2.3	制冷压缩机的装配	239
7.3	制冷装置的维修	244
7.3.1	修理计划	245
7.3.2	维修前的准备	246
7.3.3	开启式制冷压缩机的维修	249
7.3.4	全封闭式制冷压缩机的维修	260

7.3.5	制冷系统组成部件的维修	262
7.3.6	制冷机组、系统常见故障分析与排除方法	267
第 8 章	空调系统的调节与维修	273
8.1	制冷压缩机因故障停止运行后空调系统的调节	273
8.1.1	制冷压缩机停止运行, 通风机、喷水泵不停	273
8.1.2	制冷压缩机停止运行, 喷水泵停而通风机运行	273
8.1.3	制冷压缩机停止运行, 通风机、喷水泵均停	273
8.2	空调系统的故障分析	274
8.2.1	空调区的温度、相对湿度都偏高	274
8.2.2	空调区温度正常或偏低, 但相对湿度偏高	275
8.2.3	空调区温度正常, 但相对湿度偏低	276
8.2.4	空调区内空气不新鲜	276
8.2.5	机器“露点”温度已达到要求, 但空调区降温缓慢	276
8.2.6	通风机噪声大	276
8.2.7	空调区内正压得不到保证	277
8.2.8	空调区气流的流速过大	277
8.3	空调系统的组成部件及维修	277
8.3.1	喷雾室	277
8.3.2	通风机	281
8.3.3	通风管	283
8.3.4	送回、风口及气流组织	283
8.3.5	表面式冷却器	285
8.3.6	空气滤尘器	286
8.3.7	消声器	286
8.3.8	空调系统的维修	288
参考资料		290

第 1 章 制冷原理与工作原理

1.1 制冷原理概述

所谓“制冷”就是指用人为的方法，不断将冷却对象的热量排到周围环境介质（空气或水）中去，从而使被冷却对象达到比周围环境介质更低的温度，并且在长时间内维持所设定的温度的过程。要实现这个目的，可以有两种方法，其中一种方法是利用自然界天然冷源——冰、雪或地下水。我国对地下水的应用有悠久的历史，直到目前，天然冰在食品冷藏和降温等方面仍有大量应用。近年来，开发地下水资源用于工矿企业的制冷工程也较普遍。这种制冷方法的优点是简便、费用低，但它一般不能得到低于 0°C 的温度，且不易控制和调节的特点。此外，还受到地区和季节的限制。因此，若要获得低于 0°C 的温度环境，就必须采用以消耗机械能或其他形式的能量作为代价的人工制冷。制冷装置（用于冰库的制冷设备、用于空调的制冷机组等）就是以消耗电能作为代价的人工制冷设备。最常见的制冷方式是蒸气压缩式制冷。

目前，制冷方式有压缩式、吸收式和半导体式 3 种。压缩式制冷是利用压缩机增加制冷剂的压力，从而使制冷剂在制冷系统中循环流动。吸收式制冷是利用燃料燃烧或电能所转化的热量使制冷剂产生压力，从而使制冷剂在制冷系统中循环流动。半导体式制冷（又称温差电制冷）是利用半导体在热电偶中通直流电时，在电偶的不同结点处会产生吸热或放热现象，从而达到了制冷的目的。本书仅介绍压缩式制冷的原理与装置。这里我们仅介绍压缩式制冷原理及其装置。

1.1.1 制冷系统循环与工作原理

1. 制冷系统

图 1-1 所示为制冷循环的基本系统组成。它包括压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器和连接这些设备的管路。这些部分的组合构成了最基本的制冷循环系统。在制冷循环系统内，充注有能传递热量（冷量）的工作工质，称为制冷剂。制冷剂在制冷系统内部循环，依靠其状态的变化进行能量（热量或冷量）的传递和转移。在蒸气压缩式制冷循环中，通过制冷剂由液相变为气相的过程而达到制冷的目的。这个过程发生在蒸发器中。

以下简单阐述制冷基本原理，以便了解制冷循环的性能和影响制冷循环性能的主要因素，使读者对制冷原理建立一个完整的概念。

2. 蒸气压缩式制冷工作原理

如图 1-2 所示为蒸气压缩式制冷系统的工作流程图，它由压缩机、冷凝器、节流阀和蒸发器四个主要部件组成。它们的作用分别如下所述。

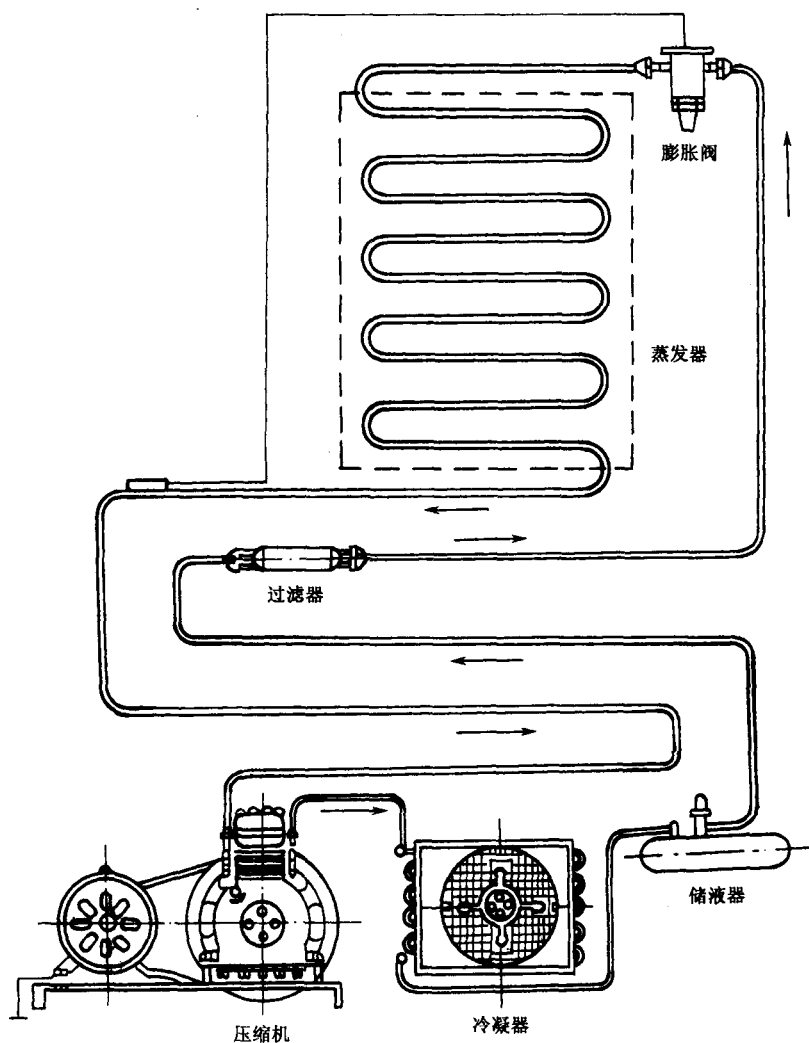


图 1-1 制冷循环系统

制冷压缩机是维持制冷剂在系统内工作流动的设备，也是制冷系统的“心脏”。从蒸发器吸热流出的低压、低温的制冷剂蒸气，经过制冷压缩机的压缩后，成为高压、高温的制冷剂气体，然后进入冷凝器。

在冷凝器中，与外部的冷却介质水（或空气）进行热交换，放出其热量，使制冷剂蒸气由气态变为液态，流出冷凝器。

节流阀的作用是对流出冷凝器的高温、高压的液态制冷剂实施节流降压，在降压的同时使得制冷剂的温度降低。制冷剂在经过节流阀降压、降温的同时，一部分液体就变成了气态。节流阀还起到控制制冷剂流量的作用，以始终保持冷凝器中制冷剂的压力高于蒸发器中制冷剂的压力。

蒸发器是输出冷量的设备。经节流后的制冷剂液体流入蒸发器后，吸收蒸发器盘管内用于热交换介质水（或空气）的热量，使制冷剂液体吸热气化，从而达到制冷的目的，获得了降温的效果。

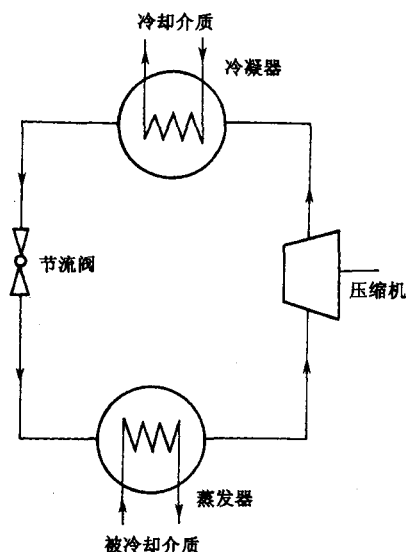


图 1-2 蒸汽压缩式制冷系统流程图

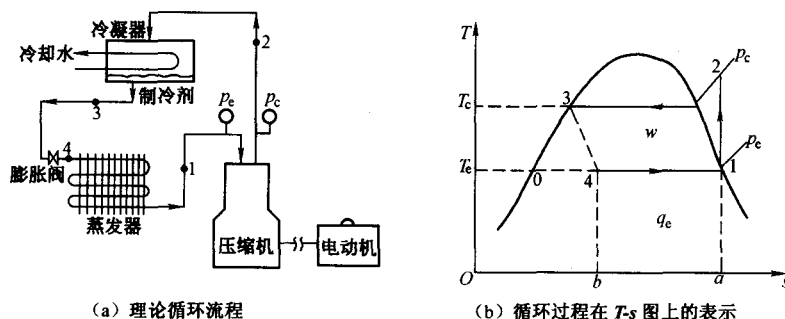
制冷剂液体经蒸发器吸热气化后，变成了低温、低压的制冷剂蒸气，再进入制冷压缩机压缩，进入下一个循环。如此循环往复实现连续制冷。

1.1.2 蒸汽压缩制冷基本理论循环

1. 单级蒸汽压缩式理论制冷循环

逆卡诺循环是理想的制冷循环，而实际的制冷循环又极为复杂，所以难以获得完全真实的全部状态参数。因此在分析和计算蒸汽压缩式制冷循环时，通常采用介于两者之间的理论制冷循环。该循环既能满足实际制冷循环的基本要求也符合理想制冷循环的指导结论。

实现单级蒸汽压缩式理论制冷循环的主要设备是：压缩机、冷凝器、膨胀阀和蒸发器。该循环流程及其在 $T-s$ 图上的表示，如图 1-3 所示。压缩机吸入蒸发压力 p_e 下的饱和蒸气（状态 1）；经压缩机绝热压缩后，压力升至冷凝压力 p_c （状态 2）；并进入冷凝器

图 1-3 理论制冷循环及其在 $T-s$ 图上的表示

中，等压冷凝成饱和液体（状态 3）；制冷剂液体经膨胀阀绝热节流为蒸发压力 p_e 下的湿饱和和蒸气（状态 4）；然后在蒸发器中等压吸热、气化成饱和蒸气（状态 1）；再由压缩机吸

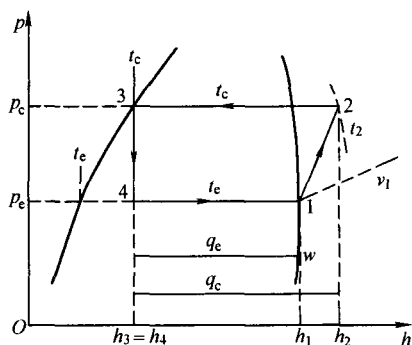


图 1-4 理论制冷循环在压-焓图上的表示

入、压缩并重复上述循环过程。

图 1-4 所示为单级蒸汽压缩式理论制冷循环在压-焓上的表示。图中 p_c 为制冷剂的冷凝压力 (t_c 为冷凝温度) 或称高压, p_e 为蒸发压力 (t_e 为蒸发温度) 或称低压, 显然 1-2 为压缩机的等熵绝热压缩过程; 2-3 为等压冷凝过程; 3-4 为绝热节流过程; 4-1 为等压蒸发过程。当制冷循环的各个状态点确定后, 就可以在压-焓图上求出各点的状态参数, 并通过以下一些基本公式进行理论循环的热力计算。

1kg 制冷剂在蒸发器中产生的单位质量制冷量, 是流出和进入蒸发器的比焓差, 即

$$q_e = h_1 - h_4 = h_1 - h_3$$

制冷剂在冷凝器中的单位质量放热量, 是进入和流出冷凝器的比焓差, 即

$$q_c = h_2 - h_3$$

压缩机的单位质量压缩功, 是排出和吸入制冷剂的比焓差, 即

$$w = h_2 - h_1$$

膨胀阀的绝热节流过程, 是制冷剂进出膨胀阀的比焓值不变, 即

$$h_3 = h_4$$

压缩机吸入 1m^3 制冷剂蒸气所产生的冷量, 即制冷剂的单位体积制冷量 q_v (kJ/m^3) 为

$$q_v = \frac{p_c}{v_1} = \frac{h_1 - h_2}{v_1}$$

式中, v_1 为吸入制冷剂的比体积 (m^3/kg)。

若制冷装置在上述工况下运行的总冷量为 Q_e (kW), 则制冷装置中制冷剂的质量流量 q_m (制冷剂在单位时间内流经四大主要设备的质量流量) 为

$$q_m = \frac{Q_e}{q_e} = \frac{Q_e}{h_1 - h_4}$$

压缩机每秒吸入的气态制冷剂体积 q_v (m^3/s) 为

$$q_v = q_m v_1 = \frac{Q_e}{q_v}$$

制冷剂在冷凝器中的总放热量 (冷凝器的热负荷) Q_c (kW) 为

$$Q_c = q_m q_c = q_m (h_2 - h_3)$$

压缩机的理论功率消耗 P (kW) 为

$$P = q_m w = q_m (h_2 - h_1)$$

制冷循环的制冷系数 ε 为

$$\varepsilon = \frac{Q_e}{P} = \frac{q_m q_e}{q_m w} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

从理论循环的基本热力计算表明, 一台制冷装置的制冷量、放热量、耗功及制冷系数, 均不是定值, 而随其运行工况变化。理论循环的运行工况主要指蒸发器温度 (或蒸发压力) 和冷凝温度 (或冷凝压力), 其中蒸发温度变化对制冷装置的制冷量、制冷系数等影响最大, 这一性能符合理想制冷循环的指导结论。

根据上述理论制冷循环的分析和计算可知, 当制冷装置在蒸发器中制得冷量 Q_c , 在冷凝器中必然放出热量 Q_c , 同时外界必须为压缩机提供一定功率的能量 P , 三者之间存在如下关系

$$Q_c = Q_c + P \text{ 或 } q_c = q_c + w$$

如果制冷循环的目的不是为了得到冷量 Q_c , 而是为了获得热量 Q_c (如冬季室内空调), 则该循环称为热泵循环, 装置也就称为热泵装置或热泵机组。显然, 热泵循环与制冷循环的本质是相同的, 但热泵循环采用供热系数 ε_h 评价其性能。

$$\varepsilon_h = \frac{Q_c}{P} = \frac{Q_c + P}{P} = \varepsilon + 1$$

或

$$\varepsilon_h = \frac{q_c}{w} = \frac{q_c + w}{w} = \varepsilon + 1$$

供热系数 ε_h 总大于 1, 说明热泵循环的供热量总大于耗功量。

如果使用电能驱动压缩机进行热泵循环, 则热泵供热量 Q_c 总大于相同功率 P 的电热量 (即 $Q_c > P$), 这就是目前冬季广泛使用热泵供热得以省电的原因。但是热泵装置必须在制冷装置的基础上增设四通换向阀等辅助部件。

2. 液态制冷剂过冷和吸气过热的理论制冷循环

制冷装置在实际运行时, 膨胀阀前的液态制冷剂温度通常低于冷凝温度 t_c , 即液体处于过冷状态, 其温度 t_u 称为过冷温度, $t_c - t_u$ 称为液体的过冷度。

增大制冷剂液体的过冷度, 能增加其单位质量制冷量 q_c , 从而提高制冷系数。制冷剂的过冷度可通过适当增大冷凝器的传热面积或增设过冷器等方法获得。显然, 受冷却介质温度的影响, 过冷度的增加是有一定限度的。

另外, 为了防止制冷压缩机 (特别是往复式压缩机), 不因吸入制冷剂液滴而产生冲缸 (液击)、损坏阀片或传动机构, 实际运行中的压缩机通常吸入的是过热蒸气而不是饱和蒸气, 如图 1-5 所示。压缩机吸气温度 t_1 与蒸发温度 t_e 之差 $t_1 - t_e$, 称为吸气过热度。压缩机的吸气过热度, 应根据所用制冷剂的种类和不同的运行工况, 控制在一定范围内。由图 1-6 可知, 过大的吸气过热度, 会增加压缩机的排气温度 t_2 和吸气的比体积 v_1 , 从而降低其制冷系数, 影响制冷装置的正常运行。

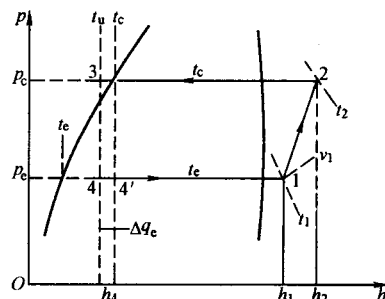


图 1-5 液态过冷和吸气过热的理论制冷循环

3. 回热制冷循环

如果膨胀阀前的液体制冷剂过冷和压缩机吸气过热，主要不是通过与外界介质的热交换而产生，而是利用流出蒸发器的低温制冷剂蒸气与流出冷凝器的液体制冷剂进行热交换，这种循环称为回热制冷循环。回热制冷循环的流程及其在压-焓图上的表示，如图 1-6 和图 1-7 所示。为了实现回热制冷循环，在制冷系统中通常设置一只热交换器以实现气液换热过程。

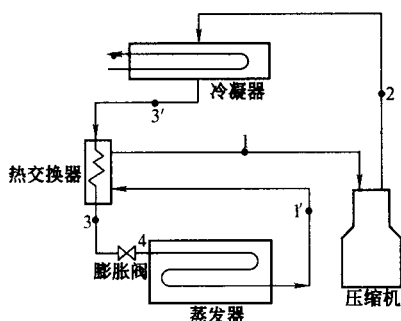


图 1-6 回热制冷循环的流程

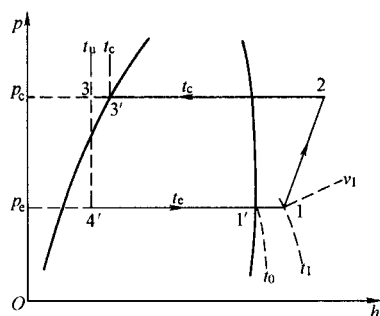


图 1-7 回热制冷循环在压-焓图上的表示

由图 1-7 所示的回热制冷循环可知，制冷剂的过冷为 $3'-3$ ，过热为 $1'-1$ ，如果不考虑液、气两相在传热过程中的热量损失，则

$$h'_3 - h_3 = h_1 - h'_1$$

或

$$c(t_c - t_u) = c'(t_1 - t_c)$$

式中， c 为制冷剂的液体比热容； c' 为气体比热容。

由于液体的比热容总大于气体的比热容，所以回热制冷循环中的气体过热度总大于液体过冷度。

理论计算和试验证明：在实际应用的制冷系统中是否采用回热制冷循环，与制冷剂特性及制冷装置运行工况有关。对于 R12、R502 等制冷剂，采用回热制冷循环有利于制冷系数的提高；而对于氨和 R22 则是不利的。但当 R22 在低温工况运行时，采用回热制冷循环能进一步提高压缩机的吸气温度，有利于冷冻油的流动和分离。

1.1.3 蒸气压缩制冷实际循环

如图 1-8 所示，1—2—3—4—5—1 表示理论循环；1'—1''—2'—2''—3'—4'—5'—1' 表示实际循环。

蒸气压缩制冷的理论循环与实际循环的差别主要表现在以下几个方面：

1. 在压缩机中的实际循环

实际循环的压缩过程不是等熵的。1' 表示压缩机的吸气状态；1'—1'' 表示压缩机吸入的制冷剂蒸气流经压缩机的吸气阀时的压降（经加热）；1''—2'' 表示制冷剂蒸气在汽缸内

的压缩过程。由于压缩过程有热交换和其他不可逆的损失，实际的压缩过程是一个变过程指数的多方过程。 $2''-2'$ 表示制冷剂蒸气流经排气阀时的压降。

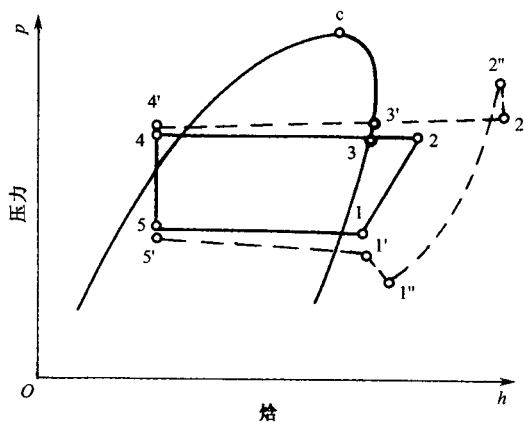


图 1-8 蒸气压缩式制冷的实际循环

2. 在热交换器中的实际循环

在热交换器中存在着温差和流动阻力的损失。在冷凝器内，制冷剂的冷凝温度 T_k 高于冷却介质（水或空气）的温度；而在蒸发器中，制冷剂的蒸发温度 T_0 低于冷却介质（水或空气）的温度。同时，由于流动的阻力，冷凝过程 $2'-4'$ 压力降低，蒸发过程 $5'-1'$ 压力降低，热交换器进口处压力高于出口处压力，压缩机的压比增加。

3. 在系统管路中的实际循环

制冷剂在流经管路和阀门时有压力损失和热交换。制冷剂高压蒸气从压缩机的出口到冷凝器的入口，从冷凝器的出口到节流阀，从节流阀到蒸发器的入口，以及从蒸发器的出口到压缩机的入口的管道内流动时要克服流动的阻力而产生压降，同时又与外部的介质进行热交换。另外，制冷剂流经阀门时也存在压降和热交换。 $4'-4$ 表示冷凝器出口到节流阀之间液体管内的压降； $5-5'$ 表示节流阀出口至蒸发器段管内的压降。

换热器内的传热温差和管路系统内的压力损失，使蒸发温度降低，冷凝温度升高，压缩机的压比增加，从而导致制冷循环的经济性能降低。蒸发温度和冷凝温度的变化对制冷循环的影响，将在后面的制冷装置的调试中对照介绍，这里不再赘叙。

制冷剂在制冷系统低温、低压侧管路内的热交换使制冷量减少。例如，低温制冷剂液体流经节流阀和蒸发器之间的管路时，从环境介质吸热在进入蒸发器前已经有部分液体气化，使得有效制冷量减少。当低温制冷剂蒸气在蒸发器出口到压缩机进口的管路内从环境介质吸热时，不仅影响到压缩机的吸入状态，而且还会产生有害的过热，使制冷循环的效率降低。

1.2 实用制冷工作系统

1.2.1 冷库制冷系统

大容量的冷库制冷系统所用设备包括：制冷压缩机组、蒸发器、冷凝器、油分离器、储液器、排液筒、集油器、空气分离器、液体分离器、空气冷却器、总调节站、气体调节站、各管路阀门、自动控制系统、指示仪表、动力电源等。可将库温控制在 $0\sim-15^{\circ}\text{C}$ 可调范围内。

图 1-9 所示为典型冷库的制冷系统图。

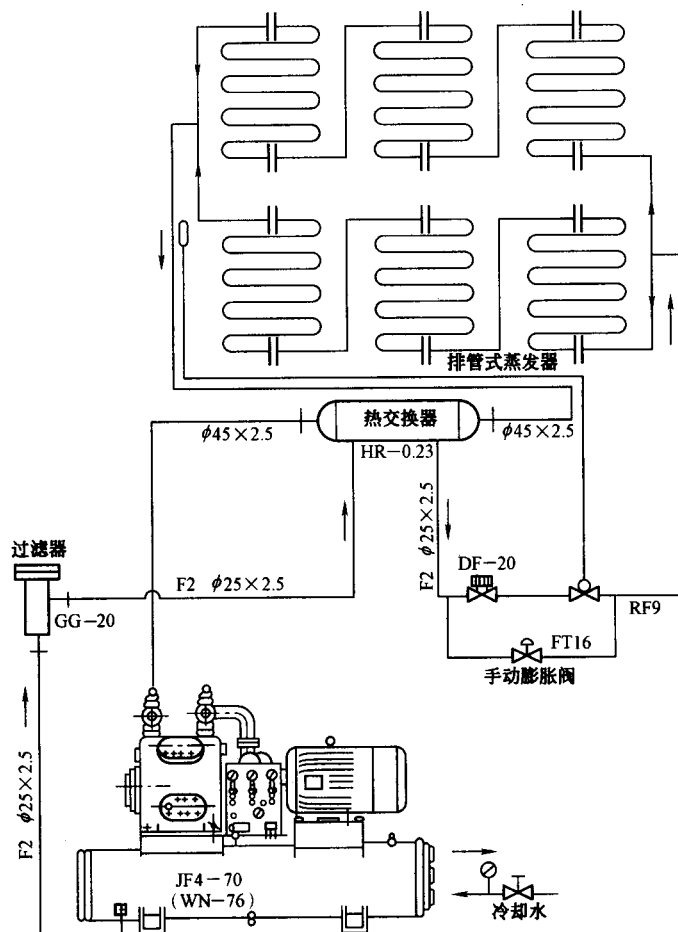


图 1-9 典型冷库的制冷系统图

1.2.2 冰淇淋机制冷系统

冰淇淋机是利用机械制冷的办法，制取冰淇淋的小型制冷装置。它由冰淇淋搅拌筒、

硬化箱和制冷系统组成。

冰淇淋搅拌筒的内外壁之间有冷却盘管（蒸发器），筒内有搅拌器。硬化箱内也设有冷却盘管（蒸发器），其作用是硬化从搅拌筒内放出的软冰淇淋。有的冰淇淋机无硬化箱，应另设硬化箱。

图 1-10 所示为无硬化箱冰淇淋机的典型制冷系统图。

图 1-11 所示为有硬化箱冰淇淋机的典型制冷系统图。

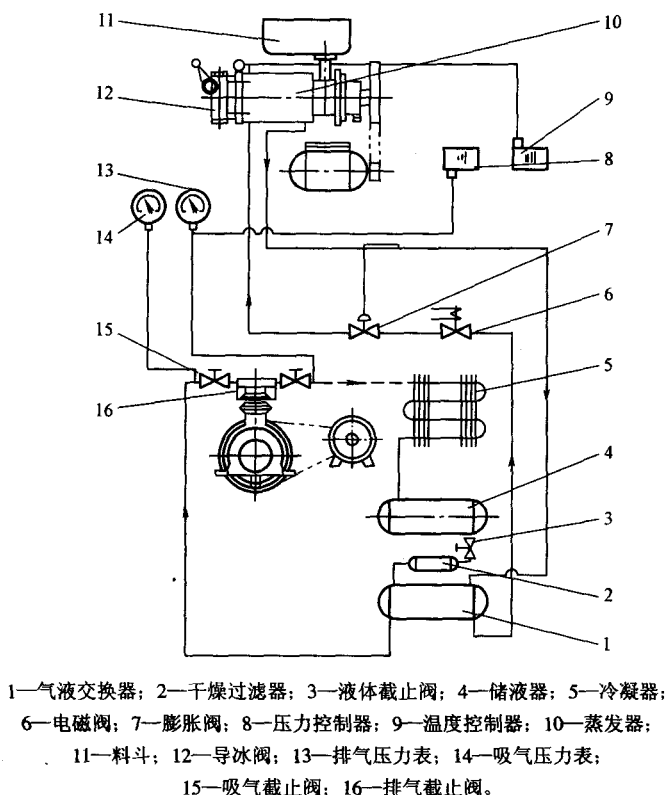


图 1-10 无硬化箱冰淇淋机的典型制冷系统图

1.2.3 制冰机制冷系统

制冰机是利用机械制冷的办法，制取人造冰。

制冰机的制冷系统和其他组成设备包括：制冷压缩机组、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、制冰池、冰筒、融冰槽、翻板、滑冰道、注水箱、桥式起重机、搅拌机等。

制冷系统的工作过程是，制冷压缩机由蒸发器吸出制冷剂蒸气，压缩升温升压后进入冷凝器，由冷凝器中流动的冷却水冷却成液态制冷剂。高压的液态制冷剂经热力膨胀阀降压降温后，有一定过冷度的制冷剂液体进入蒸发器吸热气化，不断地发生冷效应，使制冰池中的盐水冷却。盐水被蒸发器冷却到 -10°C 以下。冰筒内充满淡水，浸在制冰池的盐水中，经盐水吸热使冰筒内的淡水冻结成冰。融冰槽用于融化冰筒的表面，使冰能迅速地脱离冰筒。翻板的作用是使冰筒翻倒脱冰。冰滑道呈斜坡状，便于冰块滑出冰筒后顺利地溜入冰库。