

小型制冷设备及电冰箱 操作与维修

马志强



中国建筑工业出版社

小型制冷设备及电冰箱 操作与维修

马志强

中国建筑工业出版社

本书供具有初中文化水平的读者阅读，编写得浅显、通俗、实用。对制冷原理，采用浅近通俗的比喻加以阐述；介绍了如何正确操作和维护保养；对于设备的常见故障，从分析故障入手，详述了排除方法。考虑到不少单位没有专职维修钳工，所以编入了一些基本钳工知识以及维修所必须的工具和材料，以便采购配备。维修内容以小修为主，也包括部分中修内容。最后扼要介绍了电冰箱修理的一些特殊之处。

本书可供有小型制冷设备的工矿企业、商业部门、机关学校等的管理、使用部门和机修部门，制冷设备维修单位，电冰箱使用者等学习参考。

小型制冷设备及电冰箱操作与维修

马志强

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

河北省固安县印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：6¹/₄，字数：140千字

1983年12月第一版 1983年12月第一次印刷

印数：1—46,100册 定价：0.65元

统一书号：15040·4553

前 言

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，小型制冷设备日益增多，例如各副食店、饮食店、工矿企业机关学校等食堂的冷藏柜、小冷库；冷饮零售店及工矿企业的清凉饮料设备；以及生产上需要低温或恒温环境的空调器；要求干燥环境使用的去湿机等，全国总计不下数十万台。但这些设备由于使用分散，不少单位缺少专职维修人员和懂得制冷技术的人管理，因此使用中经常发生故障或运行不正常，给工作造成许多不便甚至影响生产。而制冷设备又不同于其它机械设备，制冷装置是一个密闭的循环系统，制冷工质在系统内的变化又很复杂，这些都给设备的维修工作带来一定困难。为此，我编写了这本书，供小型制冷设备的运行管理和维修人员工作中参考。

本书对设计计算内容全部略去，因为这部分内容不属上述读者工作范围；对于制冷原理采用浅近而通俗的比喻加以阐述，以便读者易于理解；对于设备的常见故障，是从分析故障入手，而介绍了各种故障的排除方法。本书在叙述上有的地方虽有点重复，但为了便于读者能按照本书所述步骤，按部就班地进行操作，认为还是这样写比较好。考虑到有的使用单位不可能有专职维修钳工，所以编入了一些基本的钳工知识以及维修所必须的工具和材料，以便采购和配备。

本书基本上只考虑满足日常维护运行，处理运行中的一般故障，以及更换易损备件等小修内容。由于各单位技术条

件不同，或送外修不便，因此也介绍了部分中修内容。

考虑到近年来家用电冰箱日渐普及，其基本内容与小型制冷设备没有多大差别，为方便读者，在最后附了一章，扼要地介绍了电冰箱修理中的一些特殊地方。

凡具有初中文化水平的读者即可看懂本书，小型制冷设备结构并不复杂，原理也较简单，在维修工作中，关键是要善于分析故障，并采取必要的手段判断故障，在操作上要严格，必须认真做好检漏、去除水分和脏污，采用的制冷工质和润滑油应符合设备说明书的规定，灌充适量，在此基础上，试车运行并进行必要的调节，就可以使机器满意地运行。

本书在编写过程中，傅新勤同志帮助誊写、绘制部分插图并描绘了全部图稿，在此谨致衷心感谢。

本人从事制冷工作历史不长，经验有限，书中有些内容是工作中摸索出来的，也并不一定恰当，诚恳地希望广大读者和同行们批评指正。

作 者

一九八二年十一月

目 录

第一章 基础知识.....	1
第一节 制冷常用名词及概念.....	1
第二节 制冷原理.....	12
第二章 制冷系统的组成、各部件的构造及工作原理.....	29
第一节 制冷系统的组成及各部件的作用.....	29
第二节 小型氟里昂制冷设备各部件的构造及原理.....	45
第三章 小型氟里昂制冷设备的操作及维护.....	66
第一节 制冷设备的操作.....	66
第二节 操作者的职责及注意事项.....	69
第四章 制冷设备维修钳工.....	72
第一节 常用工具、量具及设备.....	72
第二节 制冷设备维修钳工一般操作.....	81
第五章 维修中常用仪表、衡器、材料及连接件.....	86
第一节 常用仪表及衡器.....	86
第二节 常用材料.....	88
第三节 各种连接件.....	94
第六章 小型氟里昂制冷设备修理中常用的几种方法.....	100
第一节 高压检漏.....	100
第二节 真空试漏.....	107
第三节 制冷系统内加入工质.....	113
第四节 从制冷系统取出氟里昂工质的方法.....	116
第五节 补充氟里昂工质的方法.....	120
第六节 补充冷冻机油的方法.....	121
第七节 冷凝器以外系统抽真空的方法.....	122

第八节	单对压缩机高压检漏的方法	123
第九节	氟里昂从大瓶移入小瓶的方法	125
第七章	制冷系统常见故障及排除	129
第一节	制冷设备降温时间延长	129
第二节	系统不制冷	132
第三节	温度降低后又回升	139
第四节	温度降不到正常使用值	143
第五节	压缩机缸体结霜严重	148
第六节	压缩机缸盖及排气管发烫	150
第七节	压缩机停开频繁	157
第八节	压缩机启动时的故障	162
第九节	制冷系统主要部件常见故障及原因	165
第八章	电冰箱的使用与修理	171
第一节	电冰箱的结构和原理	171
第二节	电冰箱的安装与使用	176
第三节	冰箱修理中所用设备、仪表、连接管件及其它	178
第四节	冰箱修理中常用的几种方法	180
第五节	电冰箱常见故障及修理	185

第一章 基础知识

第一节 制冷常用名词及概念

一、天然制冷与人工制冷

一年四季，有春、夏、秋、冬之分，由于季节的变化，气温也在变化。夏天烈日炎炎，气温较高，地面上各种物体的温度也高；冬天冰天雪地，气温很低，地面上各种物体的温度也低。这种由于自然界气候的变化，而使物体变热或变冷的现象，我们称为自然现象。其中，由于自然界气候变化使物体变冷的过程，我们称为天然制冷。

在日常生活和工业生产中，冷可以被人们所利用，有时甚至是必不可少的。当气温很低时，食品就不易腐烂。肉食行业为了贮存大量的新鲜肉食供应市场，也需要有一个低温环境。而在工业生产中，有些产品必须在规定的高温和低温范围内进行冲击性试验。随着生产的发展，人们对冷的需要越来越多，我们不可能把需要在低温下进行的工作全部放在冬天去做，而且冬天的冷也不可能完全满足我们的要求。为适应生活、生产的需要，在科学技术发展的基础上，采用了机器制冷，称为机械制冷或人工制冷，简称制冷。

人工制冷的方法，是利用机器来实现的，它可以使局部环境的温度降低到人们所需要的低温范围内。

二、重量

任何物体都由一定的物质组成，组成物体的物质数量称

为该物体的质量。由于地心的吸力，一定质量的物体都有一定的重量。也就是说质量是物体本身所具有的，而重量是由地球的吸引力所造成的。常用的重量单位有公斤（用kg表示）、克（用g表示）等。

$$1 \text{ 公斤(kg)} = 1000 \text{ 克(g)}$$

三、容积

物质所占有的体积称为该物质的容积，常用单位为立方米（用 m^3 表示）、立方厘米（用 cm^3 表示）、升（用l表示）等。

$$1 \text{ 立方米} = 1000000 \text{ 立方厘米}$$

$$1 \text{ 升} = 1 \text{ 立方分米} = 1000 \text{ 立方厘米}$$

四、比重

物质的重量与该物质所占有的体积的比值称为该物质的比重，也称重度，以符号 γ 表示。常用的比重单位有公斤/米³（用 kg/m^3 表示）、克/厘米³（用 g/cm^3 表示）。

五、比容

物质所占有的体积与该物质的重量的比值称为该物质的比容，也称容重，以符号 v 表示。常用单位为米³/公斤、厘米³/克。比容与比重互为倒数，即：

$$\gamma \cdot v = 1$$

六、温度

由于季节的不同，气候的变化，我们会有冷或热的感觉。在物理学中，为了更确切地表示冷热的程度，就用温度作为标尺来衡量物体的冷热程度。由于规定和划分方法的不同，温度的标尺（简称温标）又分为摄氏温度、华氏温度和绝对温度。

1. 摄氏温度

在标准大气压下，把水结冰时的温度定为 0 度，沸腾时的温度定为 100 度，在 0 度与 100 度之间，平均分成 100 等份，每一份就作为 1 度。按这种规定和划分方法定出的温度标准我们称为摄氏温度，用符号 $^{\circ}\text{C}$ 表示。当温度低于 0°C 时，我们称为零下多少度，在温度数值的前面加 “-” 号来表示。例如零下 20°C ，记作 -20°C 。

2. 华氏温度

在标准大气压下，把水结冰时的温度定为 32°F ，沸腾时的温度定为 212°F ，在 32°F 与 212°F 之间，平均分成 180 等份，每一份作为 1 度。按这种规定和划分方法定出的温度标准我们称为华氏温度，用符号 $^{\circ}\text{F}$ 表示。

3. 绝对温度

在标准大气压下，把水结冰时的温度定为 273K ，水沸腾时的温度定为 373K ，把物质中的分子全部停止运动时的温度定为 0 度，按这种规定定出的温度标准，我们称为绝对温度，用符号 K 表示。

4. 摄氏温度、华氏温度和绝对温度之间的换算关系

(1) 摄氏温度换算成华氏温度按下式计算：

$$\text{华氏温度} = \frac{9}{5} \times (\text{摄氏温度}) + 32$$

用数学式子表示即为：

$$F = \frac{9}{5} \times t + 32$$

式中 F —— 华氏温度；

t —— 摄氏温度。

(2) 华氏温度换算成摄氏温度按下式计算：

$$\text{摄氏温度} = \frac{5}{9} \times (\text{华氏温度} - 32)$$

用数学式子表示即为:

$$t = \frac{5}{9} \times (F - 32)$$

(3) 绝对温度与摄氏温度的关系式如下:

$$\text{绝对温度} = \text{摄氏温度} + 273$$

用数学式子表示即为:

$$T = t + 273$$

式中 T —— 绝对温度;

t —— 摄氏温度。

我们常用的温标是摄氏温度 ($^{\circ}\text{C}$) 和绝对温度 (K)。

【例 1-1】 如果用摄氏温度计测得室内温度 $t = 19^{\circ}\text{C}$ 问换算成华氏温度和绝对温度时各为几度?

【解】 换算成华氏温度:

$$F = \frac{9}{5} \times t + 32 = 1.8 \times 19 + 32 = 66.2 (^{\circ}\text{F})$$

换算成绝对温度:

$$T = t + 273 = 292 (\text{K})$$

【例 1-2】 如果测得冷冻箱内温度 $t = -19^{\circ}\text{C}$, 问换算成华氏温度和绝对温度时各为几度?

【解】 换算成华氏温度:

$$\begin{aligned} F &= \frac{9}{5} \times t + 32 = 1.8 \times (-19) + 32 = -34.2 + 32 \\ &= -2.2 (^{\circ}\text{F}) \end{aligned}$$

换算成绝对温度:

$$T = t + 273 = -19 + 273 = 254 (\text{K})$$

测量温度的仪表, 我们称为温度计, 常用的有水银温度计和液体温度计, 它们都是以摄氏温度为单位, 使用时可根

据使用范围选用不同量程的温度计。只有室内用的寒暑表，摄氏温度和华氏温度两个温标的刻度均有。在工程上常用的是摄氏温度，但在制冷设备的维修中，对系统进行检漏计算时，有时要用到绝对温度。

七、压力

如果把一件重物压在你的肩上，你会感到沉重，是因为重物的重量对人产生了压力。当我们用气去吹气球时，气球就会胀大，如果继续吹气，气球就会胀破，这是因为气球内的气体对气球表面产生了压力的缘故。在物理学中，我们把单位面积上承受的垂直作用力称为压强，工程上又常称为压力。如果我们以 P 表示垂直作用力， F 表示面积，那么压力就等于 P/F 。

此外，大气也有压力，由地面上空几百公里的空气层的重量所造成，称为大气压力，简称大气压（用 B 表示）。大气压随地理位置、海拔高度及气候条件的不同而有所变化。海拔高的地区大气压力小，同一地区冬天平均大气压力较夏天高。即使是同一地区的同一天，由于天气的变化，大气压力也有微小的变化。

压力的单位及其换算关系：

1. 工程单位

所谓工程单位就是工程上常用的单位。如果力的单位用公斤（用 kg 表示），面积的单位用平方厘米（用 cm^2 表示），则压力的单位为公斤/厘米²（用 kg/cm^2 表示）。如果力的单位用公斤（ kg ），而面积的单位用平方米（ m^2 ），则压力的单位是公斤/米²（ kg/m^2 ）。它们之间的关系是：

$$\begin{aligned} 1\text{kg}/\text{cm}^2 &= 1\text{kg}/(0.01\text{m})^2 = 1\text{kg}/0.0001\text{m}^2 \\ &= 10000\text{kg}/\text{m}^2 \end{aligned}$$

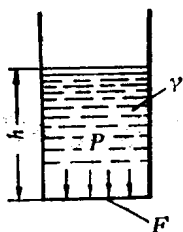


图 1-1 用液柱高度表示压力

2. 采用液柱高度为压力单位

当液体的比重（重度）为 γ ，液柱高度为 h ，作用在底部面积 F 上的力为：

$$P = h \cdot F \cdot \gamma$$

如图 1-1 所示，则压力（压强） p ：

$$p = P/F = h \cdot F \cdot \gamma / F = h \cdot \gamma$$

即：
$$p = h \cdot \gamma$$

选用的液体一定时， γ （比重）一定，那么一定的液柱高度 h 就对应一定的压力，所以压力单位可用液柱高度 h 表示。常用的液体有汞（水银）和水，相应的压力单位为汞柱或水柱。

汞的比重是： $\gamma_{\text{汞}} = 13595 \text{ kg/m}^3$ （ 0°C 时）

$$\begin{aligned} \text{所以 } 1 \text{ 毫米汞柱 (mmHg)} &= 1 \text{ mm} \times 13595 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{1000} \text{ m} \times \frac{13595 \text{ kg}}{\text{m}^3} = \frac{13.595 \text{ kg}}{\text{m}^2} \\ &\approx 0.00136 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

水的比重是： $\gamma_{\text{水}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ （ 4°C 时）

$$\begin{aligned} \text{所以 } 1 \text{ 米水柱 (mH}_2\text{O)} &= 1 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1 \text{ m} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} = \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^2} = 0.1 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

3. 标准大气压

标准大气压又称物理大气压，是指在纬度为 45° 的海平面上，大气的常年平均压力。其值为 760 毫米汞柱，如果换算成工程单位则是 1.033 公斤/厘米^2 （ $760 \text{ mm} \times 13595 \text{ kg/m}^3 = 76 \text{ cm} \times 0.013595 \text{ kg/cm}^2 \approx 1.033 \text{ kg/cm}^2$ ），工程上为了计算方便，把大气压力近似定为 1 公斤/厘米^2 来计算，

称为一个工程大气压。

4. 绝对压力和表压力

气体的压力有绝对压力和表压力两种表示方法，绝对压力是气体的真实压力，而表压力是指压力表上的读数。如果以 B 表示大气压力， $P_{\text{绝}}$ 表示气体的真实压力， $P_{\text{表}}$ 表示压力表的读数即表压力，则有如下关系式：

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + B$$

即气体的绝对压力等于表压力与大气压力之和，而表压力等于绝对压力与大气压力之差。当表压力的读数为负值，即被测系统压力低于大气压力时，则：

$$P_{\text{绝}} = -P_{\text{表}} + B$$

即

$$P_{\text{表}} = B - P_{\text{绝}}$$

在工程上常用表压力，但在制冷工程的计算中必须采用绝对压力。

5. 真空度

密闭容器内气体的压力（绝对压力）低于大气压力时，大气压力与容器内气体的压力（绝对压力）之差即称为真空度。测量真空度的仪表很多，在制冷设备修理中常用的是U型压力计和真空压力表，表示真空度的单位常以毫米汞柱为单位，如果用 B （毫米汞柱）表示当地大气压力，用 $P_{\text{表}}$ （毫米汞柱）表示真空度， $P_{\text{绝}}$ （毫米汞柱）表示密闭容器内气体的绝对压力，则有如下关系式：

$$P_{\text{绝}} = B - P_{\text{表}}$$

用U型压力计测量系统压力的方法如下：U型压力计没有与受压密闭容器相连时，两端液体受大气压力的作用液柱相等，如图1-2所示。但当将管的一端与受压密闭容器相连时，如果容器内气体的绝对压力高于大气压力时，右端液面向左

压，两端形成液柱差，如图 1-3。容器内绝对压力越大，则液柱差 h_1 越高， h_1 表示容器内压力高于大气压力 B 的数值。此差值 h_1 称为表压（ $P_{表}$ ）。

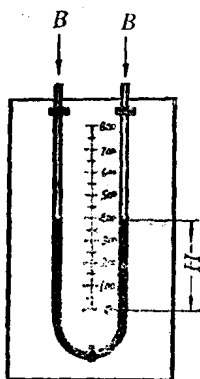


图 1-2 U型压力计
(液柱压力计)

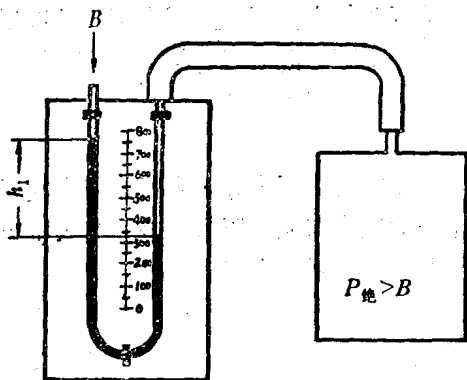


图 1-3 容器内压力大于大气压力

$$P_{绝} = B + h_1$$

如果容器内绝对压力低于大气压力，在大气压力 B 的作用下，液面从左端向右面压，如图1-4。容器中绝对压力越低，两端液柱差 h_2 越大， h_2 称为真空度。

【例 1-3】 图 1-3 的 U 型压力计内液体为水银，两端液柱差 $h_1 = 50$ 毫米汞柱，当地大气压力为622毫米汞柱，试求容器中气体的绝对压力是多少？

【解】 $P_{绝} = P_{表} + B = 50 + 622 = 672$ （毫米汞柱）

【例 1-4】 图 1-4 的 U 型压力计内液体为水银，两端液柱差 h_2 为640毫米汞柱，当地大气压力为622毫米汞柱，试求容器内气体的绝对压力是多少？

【解】 $P_{绝} = B - P_{真} = 622 - 640 = 22$ （毫米汞柱）

在工程计算中，由于压力的大小不同，应根据实际压力范围选用不同的压力单位。如：在制冷设备的修理中，当需要对系统高压检漏时，系统内压力很高，则采用“公斤/厘米²”为压力的单位；而在高压检漏完毕后，对系统抽真空并进行真空试漏时，由于系统内的绝对压力低于大气压力，则采用“毫米汞柱”为

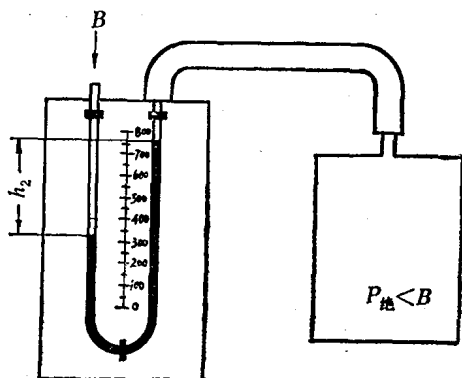


图 1-4 容器内压力低于大气压力

压力单位。在通风工程中，由于系统的压力一般较小，则采用“毫米水柱”为压力单位。

各种压力单位可以互相换算，如表1-1所示。

压力单位换算表

表 1-1

公斤/厘米 ²	标准大气压	毫米汞柱	米水柱
1	0.9678	735.56	10
1.033	1	760	10.3333
0.00135	0.00131	1	0.0136
0.1	0.0968	73.556	1

需要说明的是，在制冷技术中，系统抽真空并进行真空密封试验时，常用U型压力计测量系统的真空度，单位是毫

米汞柱，系统内气体的绝对压力也就用毫米汞柱为单位，但在真空技术中，我们常遇到的单位是“托”（音托）。那么“毫米汞柱”与“托”之间的换算关系是什么呢？现已统一规定760毫米汞柱就定为760托，即1托等于1毫米汞柱。

八、压缩

使气体物质的体积减小（比容减小，比重增大），压力升高的过程称为压缩。

九、膨胀

使气体物质的体积增大（比容增大，比重减小），压力降低的过程称为膨胀。

十、节流膨胀

流动着的流体，如果突然缩小其流动的断面，使流量受到限制，尔后断面又增大，造成流体压力下降，比容增大的过程称为节流膨胀。

十一、冷凝

气体冷却后转化为液体的过程称为冷凝。

十二、气化

液体吸收热量（例如对液体加热）转化为气体的过程称为气化。气化有两种方式：蒸发和沸腾。蒸发是在液体表面进行的气化现象，而沸腾是在沸点温度下，液体的气化现象。在制冷工程中，习惯上把沸腾称为蒸发。

十三、蒸气的饱和和过热

装在密闭容器内的液体，被加热时，空间就会充满气体分子，这些气体分子在液体上面的空间作不规则的运动，由于碰撞等原因，一部分气体分子又回到液体中去，开始时，离开液体表面的分子多于回到液体中去的分子，使液体表面蒸气的密度逐渐增大，同时回到液体中去的分子也不断增