

从 **零** 开始学电子技术丛书

从零开始学

制冷设备维修技术

张伯虎 主编
王维江 等编著



CONGLING KAISHIXUE ZHILENG SHEBEI WEXIU JISHU



国防工业出版社

National Defense Industry Press

从零开始学电子技术丛

从零开始学制冷设备 维修技术

张伯虎 主编
王维江 等编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书系统地介绍了制冷技术的基本理论和维修知识,主要内容包括:制冷技术基础;制冷系统主要部件;控制系统主要部件;制冷剂、载冷剂和润滑油;家用和商用电冰箱、冰柜的结构、原理与维修;新型环保电冰箱冰柜的原理与维修;家用直冷式、交流变频、直流变频空调制冷系统和电气控制系统分析检修及拆装检修工艺;仪器仪表及工具的使用等内容。除此之外,在维修章节中还列举了部分制冷设备的维修实例,并给出了部分常用资料和维修密码,供维修时参考。

本书集实用性、系统性、资料性和启发性于一体,可供从事制冷的技术人员、技工、电气工人、家电维修人员以及电子技术爱好者阅读,也可作为大专、中专、中职业院校的教材或短期培训班、再就业培训作教学及自学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

从零开始学制冷设备维修技术/王维江等编著. —北京:

国防工业出版社,2009.9

(从零开始学电子技术丛书/张伯虎主编)

ISBN 978-7-118-06337-0

I. 从... II. 王... III. 制冷-设备-维修 IV. TB657

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 069628 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

鑫马印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 字数 416 千字

2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 30.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

丛书前言

我们所处的时代是一个知识爆炸的新时代。新产品、新技术层出不穷,电子技术的发展更是日新月异。可以毫不夸张地说,电子技术的应用无处不在,电子技术正在不断地改变着我们的生活,改变着我们的世界。

读者朋友:当你对妙趣横生的电子世界发生兴趣时;当你彷徨于就业的关口,想成为电子产业中的一名员工时;当你跃跃欲试,想成为一名工厂的技术革新能手时;当你面对“无所不能”的“单片机”,梦想成为一名自动化高手时;当你的头脑里冒出那么多的奇思妙想,急于把它们应用于或转化为产品时……都是那么急切地想补充自己有关电子技术方面的知识,这时,你首先想到的是找一套适合自己学习的电子技术图书阅读。这套《从零开始学电子技术丛书》正是为了满足广大读者特别是电子爱好者的实际需要和零起点入门的阅读要求而编著的。

本丛书的读者定位是:零起点入门的电子爱好者、广大打工族、待业人员、家电维修人员、电工电子技术人员和非电工电子专业的工程技术人员。主要满足他们在职学习、自学成才之用。同时,本丛书也可作为大专、中专、中技、职业院校以及各种短期培训班和再就业工程、知识更新工程培训的教材或教学参考书。

与其他电子技术类图书相比,本丛书具有以下特点:

一、内容全面,体系完备。本丛书给出了广大电工、电子爱好者学习电工、电子技术的全方位解决方案,既有初学者必须掌握的电路基础、模拟电路和数字电路等基础理论,又有电子元器件检测、电子测量仪器的使用、电路仿真与设计等操作性较强的内容,还有电气控制与 PLC、单片机、CPLD 等综合应用方面的知识。在首批出版 11 个分册的基础上,本丛书的第二批又推出了高压电工、低压电工、维修电工、弱电电工、电气焊、空调、制冷、电梯、电子日历与钟表、计算机组装、室内装修电脑设计、网络管理等 12 个分册,因此,本丛书堪称内容翔实,覆盖面广。

二、通俗易懂、重点突出。传统的电子技术图书和教材在介绍电路基础与模拟电子技术等内容时,大都借助高等数学这一工具进行分析,这就给电子爱好者自学电子技术设置了一道门槛,使大多数电子爱好者失去了学习的热情和兴趣。本丛书在编写时,完全考虑到了初学者的需要,不涉及高等数学方面的公式,尽可能地把复杂的理论通俗化和实用化,将烦琐的公式简化,再辅以简明的分析及典型的实例,从而形成了本丛书通俗易懂的特点。为了满足不同层次读者的需求,本丛书对难点和扩展知识用“*”进行了标注,初学者可跳过此内容。

三、实例典型,实践性强。本丛书最大程度地强调了实践性,书中给出的例子大都经过了验证,可以实现,并且具有代表性;本丛书的一部分分册配有光盘,光盘中收录了书中的实例、

常用软件、实验程序和大量珍贵资料,以方便读者学习和使用。另外,读者如果在阅读过程中遇到问题需要帮助,请直接通过 Email: zyh - zxh@163. com 与作者联系,我们将尽力为您解决问题。

四、内容新颖,风格活泼。本丛书所介绍的都是电子爱好者最为关心并且在业界获得普遍认同的内容,本丛书的每一分册都各有侧重,又互相补充,论述时疏密结合,重点突出。对于重点、难点和容易混淆的知识,书中还特别进行了标注和提示。

五、把握新知,结合实际。电子技术发展日新月异,为适应时代的发展,本丛书还对电子技术的新知识做了详细的介绍;本丛书中涉及的应用实例都是编著者开发经验的提炼和总结,相信一定会给读者带来很大的帮助。在讲述电路基础、模拟和数字电子技术时,还专门安排了计算机辅助软件的仿真实验,实验过程非常接近实际操作的效果,使电子技术的学习变得更为直观,使学习变得更加生动有趣,这可以加深读者对电路理论知识的认识。

总之,对于需要学习电子技术的电子爱好者而言,选择《从零开始学电子技术丛书》不失为一个好的选择。本丛书一定能给你耳目一新的感觉,当你认真阅读之后将会发现,无论是你所读的书,还是读完书的你,都有所不同。

感谢本丛书的策划者——电子科普领域中的知名专家、中国电子学会高级会员刘午平先生与科技出版界资深编审杨星豪先生,他们与我们共同交流,共同探讨,达成了共识,确立了写作方向,并为本丛书的选题、编写、修改和出版做了大量卓有成效的工作,他们以丰富的专业知识和认真、敬业的态度为我们所敬佩;感谢山东持恒开关厂总经理陈培军先生和山东金曼克电气集团设计处总工程师高广海先生,他们对本丛书的编写提出了很多建设性的意见和建议,为本丛书的许多实验提供了强有力的支持与帮助,并参与了部分图书的编写工作;感谢网络,本丛书的许多新知识、新内容都是我们通过网络而获得的,我们在写作过程中遇到的许多疑难问题也大都通过网络得以顺利解决,对于这么多乐于助人、无私奉献的站主和作者们,无法在此一一列举,只能道一声“谢谢了!”感谢众多电子报刊、杂志和相关书籍的编辑和作者,他们为本丛书提供了许多有新意、有实用价值的参考文献,才使得这套丛书能够别出心裁、与时俱进;感谢国防工业出版社,能与国内一流的出版社合作,我们感到万分的荣幸;感谢博华图文社及其他对本丛书的出版付出过辛勤工作的人士,没有他们的热心与支持,本丛书不知何时才能与读者见面!

最后,祝愿本丛书的每一位读者在学习电子技术的过程中,扬起风帆,乘风破浪!

丛书编著者
2009年4月于北京

前 言

随着我国国民经济的发展和人民生活水平不断的提高,制冷设备也进入千家万户,但目前由于维修人员少,维修技术水平不高,而新型节能制冷设备的技术含量又比较高,从而使维修难的问题日益突出。为了使初学者快速掌握维修技术,使现有维修人员快速提高维修技术水平,我们特编写了本书。

本书与其他书籍相比,省略了比较陈旧的内容和大量理论计算,增加了新型环保制冷剂 and 制冷设备系统。主要内容如下:第一章介绍空调器的基础知识,包括空气的组成、热力学知识和制冷基础知识。第二章到第四章讲述制冷系统及电气控制系统主要部件结构、工作原理及制冷剂润滑油等内容。第五章到第七章详细讲解电冰箱、冰柜的电路、气路系统的原理检修工艺以及检修工具的使用知识、新型制冷系统及半导体制冷系统知识;第八章和第九章讲述家用空调的原理与维修,包括家用直冷式、交流变频、直流变频空调制冷系统和电气控制系统分析检修及拆装检修工艺。除此之外书中还给出了部分常用资料和维修密码,供维修时参考。

参加本书编写的工作人员有赵书芬、曹振华、王维江、吴振滨等同志。本书在编写过程中,参考了大量的书刊和有关资料,并引用了相关资料,在此成书之际向有关杂志、书刊和资料作者一并表示衷心感谢。

本书集实用性、系统性、资料性和启发性于一体,可供从事制冷的技术人员、技工、电气工人、家电维修人员以及电子技术爱好者阅读,也可作为大专、中专、职业院校的教材或短期培训班、再就业培训作教学及自学参考用书。

由于时间仓促和编写水平有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者
2009年3月

目 录

第一章 制冷技术基础	1
第一节 热力学基本知识	1
一、温度与压力	1
二、真空与真空度	2
三、传热学基础	3
第二节 制冷系统种类	6
一、蒸气压缩式制冷原理	6
二、吸收式制冷原理	7
三、半导体式制冷原理	8
第三节 压缩式制冷系统	9
一、蒸气压缩式制冷系统结构	9
二、制冷剂在制冷循环中的状态变化	10
三、制冷剂的压焓图	10
第二章 制冷系统主要部件	17
第一节 压缩机与电动机	17
一、全封闭式压缩机	17
二、小型半封闭式压缩机	24
三、开启式压缩机	25
四、电动机	30
第二节 冷凝器与蒸发器	34
一、冷凝器	34
二、蒸发器	36
第三节 节流装置	38
一、毛细管	38
二、膨胀阀	40
第四节 干燥过滤器和储液器	41
一、干燥过滤器	41
二、储液器	44

第五节	四通电磁换向阀和单向电磁阀	44
一、	四通电磁换向阀	44
二、	单向电磁阀	45
第三章	控制系统主要部件	46
第一节	温度控制器	46
一、	感温囊式温度控制器	46
二、	电子式温度控制器	47
第二节	电动机的启动装置和保护装置	49
一、	电动机的启动装置	49
二、	电动机的保护装置	53
第三节	热继电器及压力继电器	56
一、	热继电器	56
二、	压力继电器	56
第四节	除霜防冻装置	58
一、	电冰箱用除霜防冻装置	58
二、	空调用除霜防冻装置	60
第四章	制冷剂、载冷剂和润滑油	62
第一节	制冷剂	62
一、	制冷剂分类及特性要求	62
二、	氟利昂类制冷剂	64
三、	新型无氟制冷剂	65
四、	共沸溶液制冷剂	66
五、	天然工质制冷剂	67
六、	常用制冷剂的代换	69
七、	使用制冷剂的安全要求	69
第二节	载冷剂	70
一、	对载冷剂的要求	70
二、	常用载冷剂的种类	70
三、	载冷剂性质	70
第三节	润滑油	71
一、	性能指标	71
二、	冷冻机油规格	71
第五章	电冰箱冰柜结构及原理	73
第一节	电冰箱冰柜的箱体结构	73

一、	外箱和内箱	73
二、	箱门	74
三、	隔热材料	74
第二节	制冷系统	75
一、	家用电冰箱的制冷系统	75
二、	商用电冰箱及小型冷库(柜)的制冷系统	77
第三节	控制系统	80
一、	家用电冰箱控制电路	80
二、	商用大中型电冰箱冰柜控制电路	81
三、	电冰箱中的除霜控制	82
第六章	电冰箱冰柜及小型冷库故障判断与维修工艺	84
第一节	电冰箱冰柜故障判断与维修工艺	84
一、	电冰箱冰柜压缩机故障判断与维修方法	84
二、	蒸发器故障判断与维修方法	89
三、	毛细管与膨胀阀故障判断与维修方法	91
四、	自然冷却式冷凝器故障判断与维修方法	94
五、	干燥过滤器故障判断与维修方法	95
六、	温度控制器的常见故障及判断方法	95
七、	启动继电器和过载保护器的常见故障及判断方法	96
八、	电冰箱箱体故障与整修	97
第二节	检修设备及工具材料	99
一、	气路系统检修设备及工具	99
二、	电器设备检修工具	104
三、	焊接设备及使用	110
四、	常用材料	118
第三节	电冰箱冰柜检修工艺	118
一、	拆卸制冷系统的操作程序	118
二、	制冷系统的清洗	120
三、	全封闭制冷系统维修基本操作工艺	121
四、	全封闭式制冷系统的检漏方法	122
五、	全封闭式制冷系统的抽真空操作	124
六、	全封闭式制冷系统的充制冷剂操作	125
七、	压缩机不停机的维修	128
八、	故障检修实例	128
第四节	商用冰柜及小型冷库检修	132

一、	开启式压缩机的修理	132
二、	气路故障检修与调试	138
三、	电气系统电路检修	140
第七章	新型环保电冰箱的原理与维修	146
第一节	压缩式节能电冰箱的原理与维修	146
一、	节能电冰箱的相关标准	146
二、	节能原理	146
三、	节能电冰箱的结构	149
四、	节能电冰箱的维修	151
第二节	半导体制冷电冰箱的原理与维修	160
一、	制冷电路原理	160
二、	常见故障维修	161
三、	半导体制冷器的使用与安装、维护要点	161
四、	维修实例	163
第八章	空调器原理与维修	166
第一节	概述	166
一、	空气调节的内容	166
二、	空调器的分类与型号	166
第二节	窗式空调器的工作原理	167
一、	结构与分类	167
二、	制冷系统及工作原理	168
三、	窗式空调器的控制电路	171
第三节	分体式空调器工作原理	174
一、	分体式空调器的结构形式	174
二、	分体空调工作原理	177
三、	普通分体式空调微电脑控制电路	178
四、	变频空调器微电脑控制电路	181
第九章	空调器维修基本操作及检修工艺	193
第一节	修理工具及基本操作	193
一、	修理空调器的工具和材料	193
二、	空调制冷系统维修的基本操作	196
第二节	空调器检修工艺	202
一、	空调器压缩机检修	202

二、 气路系统检修·····	206
三、 电路系统检修·····	213
四、 分体式空调器的安装·····	226
第三节 空调器综合故障分析与检修实例·····	230
一、 综合故障分析·····	230
二、 常见微电脑控制空调器故障代码·····	232
三、 故障检修实例·····	244
参考文献 ·····	249
附录 ·····	250
附录1 R12 的 $\lg p-h$ 图 ·····	250
附录2 R134a 的 $\lg p-h$ 图 ·····	251
附录3 R22 的 $\lg p-h$ 图 ·····	252
附录4 R600a 的 $\lg p-h$ 图 ·····	253
附录5 R407C 的 $\lg p-h$ 图 ·····	254

第一章 制冷技术基础

第一节 热力学基本知识

一、温度与压力

1. 温度

温度:表示物体冷热程度的物理量。用温标表示,温标是温度的标定方法。常见的温标有摄氏温标、华氏温标和热力学温标(绝对温标或开氏温标)。

1) 摄氏温标

摄氏温标是指在一个标准大气压(760mmHg 或约 0.1MPa)下,将冰、水混合物的温度定为 0℃,水的沸点定为 100℃,在这两个定点之间分成 100 等份,每一等份间隔为 1℃。

摄氏温标的符号用 t 表示,其单位是摄氏度,符号为“℃”。

2) 华氏温标

华氏温标是指在一个标准大气压下,将冰、水混合物的温度定为 32°F,水的沸点定为 212°F,在这两个定点之间分成 180 等份,每一等份间隔为 1°F。

华氏温标的符号用 tF 表示,其单位是华氏度,符号为“°F”。

3) 热力学温标

把物质中的分子全部停止运动时的温度定为绝对零度(绝对零度相当于 -273.15℃),以绝对零度为起点的温标叫做热力学温标。

热力学温标的符号为 T ,其单位是开尔文,符号为 K。三种温标间的换算关系如下:

$$t = T - 273.15(^\circ\text{C})$$

$$T = t + 273.15(\text{K})$$

$$t = (tF - 32) \times 5/9(^\circ\text{C})$$

$$tF = 9/5 \times t + 32(^\circ\text{F})$$

2. 压力

压力的定义:在制冷系统中,大量制冷剂气体或液体分子垂直作用于容器壁单位面积上的作用力叫做压力,也就是物理学中的压强,用 P 表示。

空气对地球表面所产生的压力叫做大气压力,简称大气压,用符号 B 表示。

1) 压力的单位

(1) 国际单位制:国际上规定当 1m^2 面积上所受到的作用力是 1N 时,此时的压力为 1Pa, $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ 。在实际应用中,因帕的单位太小,还常采用兆帕(MPa)作为压力单位, $1\text{MPa} = 10^6\text{Pa}$ 。

(2) 标准大气压:标准大气压是指 0℃ 时,在纬度为 45° 的海平面上,空气对海平面的平均压力。标准大气压用 atm 表示,一个标准大气压近似等于 0.1MPa,即 $1\text{atm} = 0.1\text{MPa}$ 。

(3)工程制单位:工程制单位是工程上常用的单位,一般采用千克力/厘米(kgf/cm^2)作单位。

$$1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 0.1\text{MPa}$$

(4)液柱高单位:空调技术中常用液柱高度作为单位,如 mm 汞柱(mmHg)、mm 水柱(mmH_2O)。

2)绝对压力、表压力

(1)绝对压力:容器中气体的真实压力称为绝对压力,用 $P_{\text{绝}}$ 表示。

当容器中没有任何气体分子时,即真空状态下,绝对压力值为零。

(2)表压力:在制冷系统中,用压力表测得的压力值称为表压力,用 $P_{\text{表}}$ 表示。

当压力表的读数值为零时,其绝对压力为当地、当时的大气压力。表压力并不是容器内气体的真实压力,而是容器内真实压力($P_{\text{绝}}$)与外界当地大气压力(B)之差。即

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + B$$

在运用时要时刻记住绝对压力和表压力的关系。

二、真空与真空度

1)真空

系统内的绝对压力小于当地大气压的程度即为真空。

2)真空度

系统内的绝对压力小于当地大气压的数值称为真空度,用 H 表示,单位一般用 mmHg ,即

$$H = B - P_{\text{绝}}$$

3)真空压力联程表

在工程中,测量高于大气压的压力仪表称为压力表;测量低于大气压的压力仪表称为真空表;两种压力皆可测的压力仪表,称为真空压力联程表。

真空压力联程表一般是以 MPa 为单位,也有以 kg/cm^2 为单位的,表上的刻度有正、负之分,正刻度从0开始向右依次为0.1、0.2、0.3、...,其单位为 MPa ,负刻度从0开始向左至-0.1,其单位也为 MPa (或刻度从0~760 mmHg),如图1-1所示。两种表的使用方法相同。

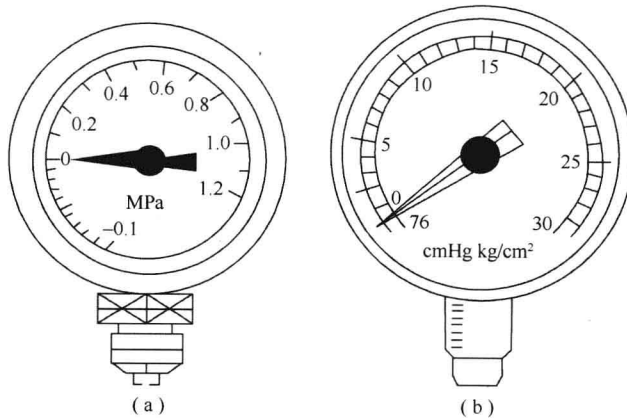


图 1-1 真空压力联程表

(a) MPa 为单位;(b) kg/cm^2 为单位。

三、传热学基础

1. 物质的相变

在不同的条件下,自然界的物质是以不同的状态存在的。同一种物质,由于压力、温度不同,可以处于固态、可以处于液态也可以是气态。在条件合适时,各种状态可以进行相互转换,如图 1-2 所示。

物态的变化又称为相变。在相变过程中总是伴随着吸热或放热的现象,在制冷装置上,就是蒸气压缩式制冷的原理,这种制冷方式是依靠制冷装置内的制冷剂的相变来完成的。

2. 描述物态相变的物理量

1) 汽化和液化

物质由液态转化为气态的过程叫做汽化;从气态转化为液态的过程叫做液化。汽化和液化是相反的过程,汽化过程伴随着物质吸热,液化过程伴随着物质放热。

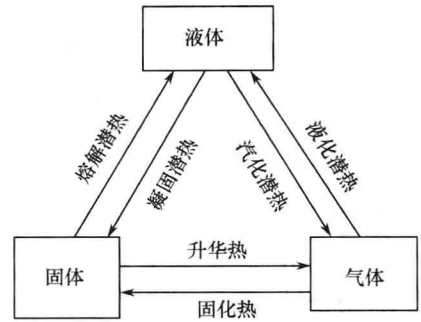


图 1-2 物质状态的变化

汽化有两种方式:蒸发和沸腾。只在液体表面发生的汽化现象叫做蒸发。蒸发可以在液体的任何温度下发生。在一定的气压下,液体达到一定温度时,液体内部和表面同时进行的剧烈的汽化现象叫做沸腾,对应的温度称为沸点。

制冷剂在蒸发器内吸收了被冷却物体的热量后,由液态汽化为蒸汽,这个过程实际是沸腾,在制冷技术中,习惯上称为蒸发,并将此时对应的温度称为蒸发温度,用 T_e 表示,此时对应的压力称为蒸发压力,用 P_e 表示。

液化又称为冷凝,可通过降温或加压的方法进行。如水蒸气遇冷就会凝结成水珠,水蒸气液化很容易,但有些气体的液化要在较低温度和较高压力下才能实现,如电冰箱中制冷剂 R12 如果在室温下液化,就需加压到 0.6MPa 以上,才能在冷凝器中放热液化。

制冷剂在冷凝器内液化时对应的温度称为冷凝温度,用 t_k 表示,对应的压力称为冷凝压力,用 P_k 表示。

2) 熔解和凝固

物质从固态变为液态的过程叫做熔解;从液态变为固态的过程叫做凝固。熔解时的温度称为熔点,凝固时的温度称为凝固点。

3) 升华和凝华

固体不经过液体而直接变成气体的过程叫做升华;由气体直接变为固体的过程叫做凝华。

3. 热能、热量、制冷量

1) 热能

热能是能量的一种形式,它是物质分子运动的动能。热能是可以随物质运动由一种形式转变为另一种形式的能量。

2) 热量

热量是物质热能转移时的度量,是表示物体吸热或放热多少的物理量,用符号 Q 表示。国际单位制中,热量的单位是焦耳(J)或千焦(kJ)。

3) 制冷量

制冷量是指在规定工况下单位时间里从被冷却的物质或空间移去的热量。其单位为千焦/时(kJ/h)或瓦(W)、千瓦(kW)。冷吨是英制的制冷量单位。1冷吨就是在24h内将1t水冷却成0℃的冰所需的冷量。美国用2000lb作为1t,因此1美国冷吨=12659kJ/h;日本用1000kg作为1t,因此1日本冷吨=13898kJ/h。

4) 内能、焓和熵

(1)内能是由工质(所谓工质是指热力循环中工作的物质)内部状态决定的能量,又称为热力学能。它包括工质内部分子热运动的动能和分子相互作用的势能。工质的内能取决于工质的状态——温度、压力和比体积。单位质量工质的内能叫比内能。比内能用符号 U 表示。1kg工质的比内能单位是kJ/kg。

(2)焓是工质在流动过程中所具有的总能量。在热力工程中,将流动工质的内能和推动功之和称为焓。

单位质量工质所具有的焓称为比焓;用符号 h 表示,单位是kJ/kg。

(3)熵是表征工质在状态变化时与外界进行热交换的程度。单位质量工质所具有的熵称为比熵,用符号 s 表示,单位是J/(kg·K)。

4. 热力学定律

制冷装置中制冷剂的吸放热过程及压缩过程都是通过制冷剂的状态变化来实现能量交换的。所以,热力学也是制冷技术的主要理论基础,热力学的理论与方法可以用来分析制冷循环、进行热力计算、确定性能指标,且可指出制冷装置性能改进与提高的方向。

1) 热力学第一定律

热力学第一定律是能量转化与守恒定律在热力学中的具体表现。在热力学范围内,主要指的是物体的内能与机械能之间的相互转化与守恒。可表述为:热和功可以相互转化,一定量的热消失时必然应产生数量完全一样的机械能;而当一定量的机械能消失时应必然产生数量完全一样的热能。

2) 热力学第二定律

热力学第一定律只说明了热与机械功之间的转化关系,并没有指出能量转化的条件和方向。热力学第二定律指出:在自然条件下,热能不能从低温物体转移到高温物体,如果要使热量由低温物体转移到高温物体,就必须消耗外界的功,而这部分功又转变为热量。

人工制冷是热力学第二定律的典型应用。它是消耗一定的能量,以使热量从低温热源(蒸发区周围被冷却物质)转移到高温热源的过称。

热力学第一和第二定律是基本定律,也是制冷技术的理论基础。热力学定律说明了制冷机中功和能(热量)之间相互转换的关系、条件以及制冷要消耗功的原因。

5. 显热和潜热

虽然热量是物体吸收或放出热的多少,但是有的物体吸收或放出热量只有温度的变化,而无状态的变化;有的物体吸收或放出热量只有状态的变化,而无温度的变化。它们的区别是:前者吸收或放出的是显热,后者吸收或放出的是潜热。

1) 显热

物体吸收或放出热量时,物体只有温度的升高或降低,而状态却不发生变化,这时物体吸收或放出的热量叫做显热。

显热可以触摸或感觉出来,也可以用温度计测量出来。例如,30℃的水吸热后温度升高至60℃,其吸收的热量为显热;反之,60℃的水降温到30℃时,所放的热量也为显热。

2) 潜热

物体吸收或放出热量时,物体只有状态的变化,而温度却不发生变化,这时物体吸收或放出的热量叫做潜热。

潜热因温度不变,所以无法用温度计测量。物体相变时所吸收或放出的热量均为潜热,分别称为汽化潜热、液化潜热、溶解潜热、凝固潜热、升华潜热和凝华潜热。例如,在常压下,水加热到沸点 100℃ 后,如果继续加热,水将汽化为水蒸气,汽化过程中温度仍为 100℃ 显热不变,这时吸收的热量为汽化潜热;反之,高温的水蒸气冷却到 100℃ 后再继续降温,水蒸气将冷凝为水,冷凝过程中温度保持 100℃ 不变,这时放出的热量为液化潜热。

制冷系统中的制冷剂一般选用蒸发潜热数值大的物质,这是因为制冷剂在蒸发器中主要是利用由液态吸热变为气态的相变过程来达到制冷目的的,这个热就是蒸发潜热。

6. 热传递

热量从高温物体或空间向低温物体或空间传递的过程称为传热。

隔热又称为绝热,它是利用隔热材料来防止热量从外界向冷却对象渗透,或防止热量散失到周围环境中的一种方法。

当两个温度不同的物体互相接触时,由于两者之间存在温度差,两者的热能会发生变化,即温度高的物体失去热能,温度降低;而温度低的物体得到热能,温度升高。这种热能在温差作用下的转移过程称为热传递过程。

热传递的方式有三种:热传导、热对流和热辐射。

1) 热传导

温度不同的两个物体相接触或者同一个物体的不同部分温度不同时,热量会从高温向低温传递,这种发生在固体内部的传热方式称为热传导。

不同物体的传热本领是不一样的,容易传热的物体叫做热的良导体,如银、铜、铝、铁等金属;不容易传热的物体叫做热的不良导体或称为绝热材料,如玻璃棉、聚氨酯泡沫塑料、软木、空气等。在制冷设备中要根据不同的需要,选用不同的材料。如对于蒸发器、冷凝器等传热设备,应采用钢、铝等良导体;对于箱体等隔热材料,则应采用聚氨酯泡沫塑料、玻璃棉等绝热材料。

热传导是固体中热量传递的主要方式,在气体或液体中,热传导过程往往是和对流同时发生的。

2) 热对流

依靠液体或气体的流动而进行热传递的方式称为对流。

对流可分为自然对流和强制对流:靠流体密度差进行的对流称为自然对流,靠外力手段强制进行的对流称为强制对流。直冷式电冰箱箱内获得低温,是箱内空气自然对流的结果;而间冷式电冰箱箱内获得低温,主要是依靠小风扇强迫箱内空气对流的结果。

3) 热辐射

热量从物体沿直线直接射出去的传热方式叫做热辐射。热辐射的传递方式和光的传播方式一样是以电磁波的形式传递,传播速度为光速。太阳的热就是通过热辐射传到地球的。

热辐射总是在两个物体或多个物体之间进行的。物体间的温差越大,热辐射就越强烈。热辐射的大小除了与热源的温度有关外,还与物体表面的性质有关:物体表面越黑、越粗糙,越容易辐射热和吸收热;表面越白、越光滑,越不容易吸收辐射热,但善于反射辐射热。因此,电冰箱表面要做得白而光亮,以减少吸收其他物体的辐射热;电冰箱背后的冷凝器和压缩机,为

利于向空气辐射热而喷涂上黑漆。

7. 热力循环与节流

1) 热力循环

一个封闭的热力过程称为热力循环。将热量从低温热源中取出,并排放到高温热源中的热力循环,称为制冷循环。

2) 节流

流体在流道中流经阀门、孔板或多孔堵塞物时,由于局部的阻力使流体压力降低的现象称为节流。在节流过程中流体与外界没有热量交换,就称为绝热节流。制冷剂流经热力膨胀阀或毛细管时可视为近似绝热节流过程。制冷剂在节流过程中与外界无热交换,因此节流前后的制冷剂的焓不变,所以称为等焓节流。

8. 制冷循环的状态术语

- (1) 湿蒸气:处于两相共存状态下的气液混合物。
- (2) 饱和状态:在汽化过程中,气液两相处于平衡共存的状态。
- (3) 饱和压力:在某一给定温度下,气液两相达到饱和时所对应的压力。
- (4) 饱和液体:温度等于其所处压力下对应饱和温度的液体。
- (5) 饱和温度:在某一给定压力下,气液两相达到饱和时所对应的温度。
- (6) 过热度:过热蒸气温度与其饱和温度之差。
- (7) 过热蒸气:温度高于其所处压力下对应饱和温度的蒸气。
- (8) 过热将蒸气:的温度加热到高于相应压力下饱和温度的过程。
- (9) 过冷:液体的温度冷却到低于相应压力下饱和温度的过程。
- (10) 干度:湿蒸气中,饱和蒸气与湿蒸气质量之比。
- (11) 液体:温度低于其所处压力下对应饱和温度的液体。
- (12) 气液混合物:处于平衡或非平衡状态下一物质的气相和液相的混合物。

第二节 制冷系统种类

制冷系统种类主要有蒸气压缩式制冷、吸收式制冷和半导体式制冷系统。

一、蒸气压缩式制冷原理

由热力学第二定律可知,热量不会自发地从低温物体转移到高温物体,欲使热量从低温物体转移到高温物体,必须消耗外界功。制冷机就是消耗外界功将低温物体的热量转移到高温物体的一种装置。

蒸汽压缩式制冷原理如图 1-3 所示,液体制冷剂从低温热源吸入,压缩机在汽缸中受压缩,其温度、压力均升高,然后排至冷凝器。在冷凝器中受到冷却水或空气的冷却而放出凝结热,自身变成冷凝压力下的饱和液体。液体经节流阀减压到蒸发压力。在节流中的节流损失是以牺牲制冷剂的内能为代价的,所以节流后的制冷剂温度下降到蒸发温度。节流后的气液混合物进入蒸发器,由于面积增大,被冷却物提供热量,故制冷剂在蒸发器中汽化,吸收大量的汽化潜热使被冷却物温度降低。汽化后的制冷剂,又被压缩机吸走,完成一个热力循环。由于制冷剂连续不断地循环,被冷却物的热量不断地被带走,从而获得低温,以此达到制冷的目的。