

全国家用电器维修行业技能鉴定指定用书

家用制冷设备 原理与维修技术

中国家用电器维修管理中心 主编
国内贸易部教育司 审定

人 民 邮 电 出 版 社



全国家用电器维修行业技能鉴定指定用书

家用电器维修技工等级培训教材

家用制冷设备原理与维修技术

中国家用电器维修管理中心 主编

国内贸易部教育司 审定

编著者 吴玉琨 张宗新 邱兴永

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是全国家用电器维修行业技能鉴定指定用书,是家用电器维修技工等级培训教材之一,是根据等级培训的要求,按必备知识篇、技能篇和实践篇的顺序编写的。必备知识篇系统讲述了制冷技术基础知识和各系统的工作原理。技能篇和实践篇主要介绍了制冷维修工必须掌握的基本操作技能及仪器仪表和专用工具的使用;家用电冰箱、冷藏柜、空调器及其它中小型制冷装置的结构、特点及其故障检查、判断和维修技术。每章后有复习题供练习和自测用。书后附录中还选编了部分制冷维修工必备的技术资料。

本书可作为家电维修培训班、函授和职业中学培训的教材,也可供家用电器维修人员、销售人员和广大电子爱好者自学参考。

全国家用电器维修行业技能鉴定指定用书

家用电器维修技工等级培训教材

家用制冷设备原理与维修技术

Jiayong Zhileng Shebei Yuanli Yu Weixiu Jishu

中国家用电器维修管理中心 主编

国内贸易部教育司 审定

编著者:吴玉琨 张宗新 邱兴永

责任编辑 赵桂珍

*

人民邮电出版社出版发行

北京崇文区夕照寺街14号

中国铁道出版社印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 1994年1月 第1版

印张:22.75 1997年6月 北京第6次印刷

字数:562千字 印数:40 001—51 000册

ISBN7-115-05035-X/TN·675

定价:27.00元

《家用电器维修技工等级培训教材》

编委会名单

高级顾问:何济海 傅立民 孙俊人

主 任:官中彬

副主任:牛田佳 沈思义 于培顺 董 增
李良俊 李周群 陈芳烈

委 员:赵伯雄 吴京华 杨燕生 房爱卿
武虎根 李树岭 张东立 吕晓春
孙中臣 曹小奇 孙小序 马建林
李晓卯 赵忠卫 安永成 宁云鹤
陈 忠 王武良 李忠德

前 言

国内贸易部、劳动部于一九九三年七月二十四日联合颁发了《中华人民共和国工人技术等级标准——商业行业》，其中，家用电器专业设有家用视频设备维修、家用音频设备维修、制冷设备维修、家用电热器具与电动器具维修、办公(复印)设备维修等五个专业，每个专业又分初级、中级、高级三个等级。

为了贯彻和实施这个标准，在国内贸易部教育司、行业管理司的支持与指导下，由中国家用电器维修管理中心根据标准的内容，在中国家用电器商业维修协会等有关方面的协助下，委托人民邮电出版社组织近三十名有关专家学者，编写了《家用电器维修技工等级培训教材》，共八册。

《现代家用电器维修技术基础》(上、下册)是各专业都必须选用的基础教材，同时，家用视频设备维修专业要采用《电视机原理与维修技术》和《家用录像机原理与维修技术》作为教材；家用音频设备维修专业要采用《家用音响设备原理与维修技术》作为教材；制冷设备维修专业要采用《家用制冷设备原理与维修技术》作为教材；家用电热器具与电动器具维修专业要采用《家用电动电热器具原理与维修技术》作为教材；办公(复印)设备维修专业要采用《静电复印机和高速数码印刷机原理与维修技术》作为教材。并且每个专业都可按照《家用电器维修专业培训大纲、考核大纲》的要求，对初、中、高三个等级进行培训。

本套教材围绕标准要求，各专业册均列为三篇，其中“必备知识篇”和“技能篇”与标准中“必备知识”和“技能要求”对应；“实践篇”是针对技能要求补充一些具体维修技巧、经验和实例。编写时统一从初级工的文化技术水平开始写到高级工要求为止，方便各级培训选学、自学与深造。

本套教材按照工人技术培训特点，把科学性、先进性、针对性和实用性统一起来，把理论与技能融为一体，突出实际操作技能，职工通过培训切实提高技能，以达到等级标准要求的目的。因此，该套书不仅可作为家用电器维修技工等级培训教材，而且可作为家用电器维修岗位人员学习成才的参考书。同时将是进行技师、高级技师培训及建立考试题库的依据，也可供职工大学、中专、技工学校开展职业技术教育，部队培养军地两用人材及自学使用。

现代电子发展迅速，新产品日新月异，本书在编写过程中难以求全。不妥之处，敬请读者赐正。

家用电器维修技工等级培训教材编委会

一九九三年十月

目 录

必备知识篇

第一章 制冷技术基础	3
第一节 制冷技术的基本知识	3
一、物态的变化	3
二、流体的基本状态参数	4
三、气体的物理性质	9
四、热力学定律	10
五、热量的传递	12
六、显热和潜热	14
第二节 制冷剂及其状态	15
一、制冷剂	15
二、制冷剂的状态	23
三、制冷剂状态的术语	25
四、蒸发和冷凝	26
五、制冷剂热力特性表	28
第三节 制冷剂的压—焓图	42
一、焓	42
二、压—焓图	42
三、压—焓图的应用	46
第四节 单级蒸气压缩式制冷循环	47
一、制冷系统的基本组成	47
二、制冷系统中制冷剂的状态变化	48
三、制冷循环	51
四、制冷循环的理论计算及热功平衡	52
第五节 吸收式半导体制冷简介	54
一、吸收式制冷的工作原理	54
二、半导体制冷的工作原理	55
本章复习题	55
第二章 蒸气压缩式制冷系统	57
第一节 往复式活塞式制冷压缩机	57
一、开启式压缩机结构	57
二、全封闭式压缩机结构	59
三、往复式活塞式制冷压缩机的工作原理	59

第二节 旋转活塞式制冷压缩机	60
一、QXW 旋转式压缩机结构	60
二、旋转式压缩机的工作原理	61
第三节 冷凝器与蒸发器	62
一、冷凝器	62
二、蒸发器	65
第四节 膨胀阀与毛细管	67
一、膨胀阀	67
二、毛细管	69
第五节 辅助设备	70
一、储液器(桶)	70
二、过滤器与干燥过滤器	71
三、截止阀	73
四、视液镜	73
五、电磁阀	74
本章复习题	75
第三章 制冷设备的电动机与控制电路	76
第一节 电动机	76
一、单相电动机	76
二、三相电动机	77
三、全封闭压缩机组所用电动机的技术要求	78
第二节 电动机的起动与保护装置	79
一、单相电动机的起动与保护装置	79
二、三相电动机的起动和保护装置	83
第三节 温度控制装置	85
一、蒸气压力式温控器的工作原理	85
二、压力式温控器	86
三、小型制冷设备用的压力式温控器	89
第四节 电加热及除霜装置	90
一、电加热器	90
二、除霜装置	92
本章复习题	96
第四章 空气调节	97
第一节 空气的物理性质	97
一、空气的成份	97
二、空气的物理性质	98
第二节 焓—湿图及应用	99
一、利用 $i-d$ 图求空气的露点湿度	99
二、冷却过程在 $i-d$ 图上的表示	100
三、加热过程在 $i-d$ 图上的表示	100

四、加湿过程在 <i>i</i> - <i>d</i> 图上的表示	100
本章复习题	101
第五章 家用电冰箱	102
第一节 制冷系统的结构特点及组成	102
一、结构组成	102
二、压缩式制冷系统的几种形式	105
三、不同冷却方式电冰箱的特点	107
第二节 电气系统工作原理及电路连接	108
一、单门电冰箱的电气控制电路	109
二、双门直冷式电冰箱的电气控制电路	109
三、间冷式家用电冰箱控制电路	110
四、电子式温控器电路原理	111
第三节 隔热保温系统和箱内附件	125
一、箱体	125
二、绝热材料	125
三、磁性门封	126
四、箱顶	126
五、箱内附件	127
第四节 家用电冰箱的性能指标及测试	127
一、总有效容积	127
二、储藏温度	127
三、冷却速度	127
四、制冰能力	128
五、耗电量	128
六、化霜性能	128
七、绝热性能	128
八、门封气密性	128
九、制冷系统密封性能	128
十、噪声和振动	129
本章复习题	129
第六章 冷藏柜和陈列柜	130
第一节 制冷系统的结构特点及组成	130
一、制冷机组的种类	130
二、制冷系统工作特点	132
第二节 控制电路及控制原理	133
一、手动控制制冷压缩机停、开电路	133
二、自动调节冷藏温度的制冷压缩机控制电路	134
第三节 箱体组成	136
本章复习题	138
第七章 小型制冷装置	139

第一节 小型制冰机	139
一、单晶粒型制冰机	139
二、板型制冰机	140
第二节 冰淇淋机	141
第三节 小型冷饮机	143
一、冷饮机的结构	143
二、冷饮机的工作原理	144
本章复习题	145
第八章 空调器	146
第一节 窗式空调器的结构及主要零部件性能	146
一、单冷型窗式空调器的结构特点	146
二、热泵型冷热两用窗式空调器结构特点	152
三、电热型冷热两用窗式空调器结构特点	153
第二节 分体式空调器的结构特点	154
一、壁挂式空调器的室内机组	154
二、壁挂式空调器的室外机组	156
第三节 汽车空调器的特点及结构组成	157
一、汽车空调器的特点	157
二、汽车空调器的结构组成	157
第四节 微电脑控制的空调器	160
第五节 高效节能型空调器	166
一、制冷(热)系统组成	166
二、电气控制系统	167
本章复习题	168

技 能 篇

第九章 常用检测仪器、仪表及专用工具	171
第一节 常用检测仪器、仪表的构造、工作原理及使用方法	171
一、万用表	171
二、兆欧表	172
三、钳形电流表	174
四、卤素检漏仪	174
五、数字温度计	175
第二节 常用专用工具的名称、构造及使用方法	176
一、割管器	176
二、快速接头	176
三、封口钳	177
四、扩管器	177
五、弯管器	179

六、复式修理阀	179
七、制冷剂计量加液器	179
第三节 常用钳工工具及操作方法	180
一、鑿子及鑿切金属方法	180
二、钢锯及锯切金属方法	181
三、锉刀及锉削金属方法	181
四、金属件上的钻孔、攻丝和套丝	182
本章复习题	183
第十章 制冷维修工基本操作技能	184
第一节 焊接技术	184
一、常用气焊焊条、焊剂的选用	184
二、氧气、乙炔气、液化石油气的性质及使用方法	186
三、钎焊焊接工艺	187
第二节 制冷剂从大容器移入小容器的方法	189
一、制冷剂从大钢瓶移入小钢瓶的方法	189
二、制冷剂从大钢瓶移入计量加液器中的方法	190
第三节 制冷系统的高压检漏和真空试漏	190
一、制冷系统的高压检漏	190
二、制冷系统的真空试漏	191
第四节 制冷系统充注制冷剂、冷冻润滑油的方法	191
一、制冷系统充注制冷剂的方法	191
二、压缩机充注冷冻润滑油的方法	194
第五节 从制冷系统取出制冷剂的方法	195
一、截止阀	195
二、从制冷系统取出制冷剂的方法	195
本章复习题	198

实 践 篇

第十一章 家用电冰箱的修理	201
第一节 家用电冰箱制冷系统的修理	201
一、制冷系统的检查	201
二、制冷系统的维修	203
三、家用电冰箱的性能试验	211
第二节 电冰箱的开背修理	212
一、开背前的注意事项	212
二、电冰箱的开背修理	213
三、上蒸发器泄漏的处理	218
第三节 电冰箱压缩机的修理	219
一、压缩机故障的判断	219

二、电冰箱压缩机的开罐修理	226
三、压缩机修复后的性能试验	239
四、压缩机壳的封焊及注意事项	241
第四节 电冰箱控制系统的故障及排除	241
一、蒸气压力式温控器的调试	241
二、蒸气压力式温控器常见故障及处理方法	244
三、电子温控电路的常见故障	245
四、电子温控电路故障的判断方法	246
五、自动除霜电路元件的检测	247
第五节 家用电冰箱常见故障及排除一览表	252
一、不属于电冰箱故障的正常现象	252
二、家用电冰箱常见故障及排除一览表	255
本章复习题	256
第十二章 空调器的维修	257
第一节 空调器的安装	257
一、空调器安装前的准备	257
二、窗式空调器的安装	257
三、分体式空调器的安装	258
四、分体式空调器的试运转	260
第二节 空调器制冷系统的检修	261
一、空调器制冷系统检漏	261
二、充灌制冷剂	263
三、灌冷冻油	266
四、空调器的拆装和零部件更换	268
第三节 空调器电气系统的检修	272
一、电动机的检修	272
二、电器线路检查	274
第四节 空调器常见故障分析与处理	279
一、空调器压缩机不运转	280
二、风扇、压缩机均运转,但空调器不制冷也不制热	281
三、空调器虽然运转,但制冷效果不佳	282
四、空调器供暖效果不佳	283
五、空调器除湿效果差	283
六、异常声响	283
第五节 汽车空调机的常见故障及排除	291
本章复习题	297
第十三章 其它中小型制冷装置的故障及排除	298
第一节 冷藏箱的常见故障及维修	298
一、常见故障及排除	298
二、开启式压缩机的维修	301

三、制冷系统的抽空和制冷剂的充注.....	312
四、维修实例.....	314
第二节 小型冷饮机的常见故障及处理.....	316
第三节 除湿机.....	317
本章复习题.....	320
附录一 常见中小型全封闭压缩机规格及技术参数.....	321
一、空调器用全封闭压缩机规格及技术参数.....	321
二、电冰箱用全封闭压缩机技术参数.....	334
附录二 常见全封闭压缩机组的电动机技术参数.....	340
附录三 家用制冷设备上常见英文单词和缩写字母的中文含义.....	344
附录四 电冰箱、空调器电路常见图形符号及说明	347
附录五 国际单位制换算表.....	348
附录六 氟里昂 12logp—i 图	349
附录七 氟里昂 22logp—i 图	349
附录八 湿空气 i—d 图	350

必 备 知 识 篇

制冷技术基础

第一节 制冷技术的基本知识

一、物态的变化

自然界的一切物质都是由大量分子组成的,组成物质的分子间有一定的距离,分子间存在着相互作用力,这种作用力有时表现为引力,有时表现为斥力;同时分子又处于无规则的永不停息的运动中,而这种大规模分子的杂乱无章运动称之为热运动。

由于分子间的作用力和分子热运动等原因,使物质在通常状态下呈现出三种不同的状态,即固态、液态和气态。

固态时,分子间的距离最近,相互间的引力最大。它把分子束缚在平衡位置附近,热运动仅表现为在平衡位置附近的微小振动,而不能相对移动。因此,固态时的物质既有一定的体积,又有一定的形状,并且还具有一定的机械强度。

液态时,分子间的距离仍较近,分子间的引力仍较大,足以使分子之间保持一定的距离。因此,液态物质有固定的体积,并能形成自由表面。另一方面液态物质的分子既可在平衡位置附近振动,又可单个的或成群的相对移动,所以说液态物质具有流动性而没有一定的形状。

气态时,分子间距离大,而引力很小,甚至分子之间不能相互约束。因此,气态物质既没有一定的形状,又没有一定的体积,它可以充满任何空间。组成物质的分子在热运动中相互发生碰撞后又会发生旋转运动。同时,组成分子的原子也进行着振动。

同一种物质在不同的条件下,由于分子间作用力和分子热运动的结果,也会分别以不同的状态存在。例如,在大气压条件下将水冷却到 0°C 以下就会变成冰;而将水加热到 100°C 以上就会变成水蒸气。所以,物质的三种状态尽管表现形式不同,但是在一定的条件下(即压力和温度变化到一定程度),物态就会发生变化。伴随物态变化过程的进行一定有热交换现象,如图 1.1.1 所示。

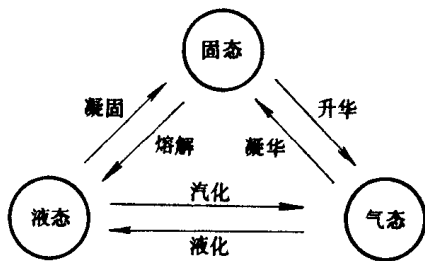


图 1.1.1 物态的变化

物质由液态变成气态的过程叫做汽化,汽化现象有两种表现形式:一种是指在任何温度下(只要低于临界温度)液态物质表面进行的汽化现象叫做蒸发;另一种是指在一定的条件下(沸点)液态物质的内部和表面同时进行的汽化现象叫做沸腾。制冷技术中使用的“蒸发”概念,通常表示的是沸腾。反之,物质由气态变成液态的过程叫做液化,液化是汽化的逆过程。制冷技术中使用的“冷凝”概念,通常表示的是液化。

人为控制(或改变)某种物质所处的环境条件,就可以按照自己的意志迫使物质状态发生变化,从而实现预期的目的。

二、流体的基本状态参数

在热力工程中,用来实现能量转换的物质叫做工质。如内燃机以汽油或柴油为工质,蒸汽机以水蒸气为工质,而制冷机则以氨(或氟里昂)等物质为工质。在某一瞬间,工质都具有一定的状态,表示工质状态的物理量称为流体或工质的状态参数。流体的基本状态参数有温度、压力、比容、焓、熵和内能等。

1. 温度

温度是表示物体冷热程度的物理量。如前所述,任何物质都是由大量分子组成,这些分子处于永不停息的热运动中,温度反映着分子热运动的剧烈程度。根据分子热运动理论,气体的温度与大量分子热运动的平均动能成正比,即气体分子热运动的平均动能越大,气体的温度就越高。

采用温度概念来度量物体冷热程度时,由于规定和划分的方法不同,温度的标准(简称温标)又分为摄氏温度、华氏温度和绝对温度等。

(1) 摄氏温度

在标准大气压下,水结成冰时的温度规定为 0 度,水沸腾时的温度规定为 100 度,在 0 度与 100 度之间平均分成 100 等份,每一份就叫作 1 度。按这种规定和划分方法制定出的温度标准我们称为摄氏温度,单位用符号 $^{\circ}\text{C}$ 表示。当温度低于 0°C 时,我们称为零下多少摄氏度,在温度数值的前面用“-”号表示。例如零下 20°C ,记作 -20°C 。

(2) 华氏温度

在标准大气压下,把水结成冰时的温度规定为 32 度,水沸腾时的温度定为 212 度,在 32 度与 212 度之间,平均分成 180 等份,每一份叫作 1 度。按这种规定和划分方法制定出的温度标准,我们称为华氏温度,单位用符号 $^{\circ}\text{F}$ 表示。当温度低于 0°F 时,我们称为零下多少华氏度并在温度数值的前面用“-”号表示。

(3) 绝对温度

绝对温度的 0 度是根据物理学原理推导出来的最低温度,即物质内部分子运动速度为零时所对应的温度。以绝对 0 度为起点的温度标准叫绝对温度,单位用符号 K 表示。

在标准大气压下,水结冰时温度为绝对温度的 273K ,水沸腾时的温度为绝对温度的 373K 。这样 0K 大约为 -273°C 。

根据第 18 届国际计量大会及第 27 届国际计量委员会的决议,从 1990 年 1 月 1 日开始在全世界范围内采用 1990 年国际温标(ITS-90),针对我国情况,国家技术监督局决定:从 1991 年 7 月 1 日开始在我国采用 1990 年国际温标。

任何一种温标都包括三部分内容:若干个付于一定温度数值的纯物质的相变温度(简称固定温度点)、测量仪器和计算公式。1990 年国际温标与 1968 年国际实用温标(IPTS-68)相比较,上述三个部分都有较大变化,从而使得它更科学合理,所体现出的温度量值更接近热力学温度。“ITS-90”和“IPTS-68”相比较在 100°C 时偏低 0.026°C ,也就是说从新温标的数值来看在标准状态下水的沸腾温度不再是 100°C ,而是 99.974°C 。

因为这项工作涉及面广,技术性强,采取分阶段办法进行:

1991 年 7 月 1 日前主要是作好技术准备和组织准备;7 月 1 日后温度计量仪器生产、使用和量值传递工作均按“ITS-90”进行。与此同时,各级政府计量部门还将积极完成计量基准

器、标准器以及检定设备的更新配置和计量检定系统、检定规程的修订等项工作;1994年1月1日起将全面采用“ITS-90”。

(4) 摄氏温度、华氏温度和绝对温度之间的换算

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

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

式中: t ——摄氏温度

F ——华氏温度

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

制冷技术中常用的温标是摄氏温度($^{\circ}\text{C}$)和绝对温度(K),有些进口的制冷设备其技术性能参数,使用华氏温标($^{\circ}\text{F}$)。

测量物体温度的方法很多。由于液体和气体的体积或压力,金属或半导体的电阻,热电偶的电动势,物体发光的颜色和波长等,都随着温度的不同而变化,因此可利用这些性质的变化制成不同的温度计来测量温度。常用的温度计有水银温度计和酒精温度计,它们都是以摄氏温度为计量单位,使用时可根据使用的温度高低范围选用不同量程的温度计。日常生活中使用的寒暑表,大都将摄氏温度和华氏温度两个温标的刻度标出。

2. 压力

当我们用气去吹气球时,气球就会胀大。如果继续吹气到一定程度,气球就会胀破,这是因为气球内的气体对球壁表面产生压力的缘故。物理学中,把单位面积上所承受的压力称为压强,工程上就称为压力。气体的压力是大量气体分子热运动时对壁面撞击的结果。工程上压力常以符号 P 表示。

大气也有压力,称为大气压力,简称大气压。大气压用符号 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较夏天大;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。