

 新农村 能工巧匠 速成丛书

ZHILENG SHEBEI XIULIGONG

制冷设备 修理工

李援瑛 主编 



 中国农业出版社

新农村能工巧匠速成丛书

制冷设备 修理工

李援瑛 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷设备修理工 / 李援瑛主编. —北京: 中国农业出版社, 2013. 9

(新农村能工巧匠速成丛书)

ISBN 978-7-109-18235-6

I. ①制… II. ①李… III. ①制冷装置-维修 IV.
①TB657

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 195477 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 何致莹 黄向阳

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 14

字数: 260 千字

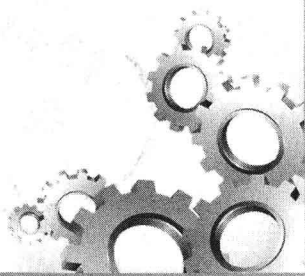
定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

..... 内容提要

本书全面系统地介绍了制冷设备修理工应掌握的基本技能和操作要点。全书共分六章，分别介绍了基础知识、电冰箱的结构与控制、空调器的结构与控制、制冷设备维修工具与设备、制冷设备的维修、小型冷藏库的维修等内容。

本书适合广大制冷设备维修工初学者、爱好者入门自学，也适合在岗制冷设备修理工自学参考，以进一步提高操作技能；也可作为职业院校、培训中心等的技能培训教材。



主 编 李援瑛

参 编 李燕京 李银峰 朱宛宛

前言



随着中国国民经济和现代科学技术的迅猛发展，我国农村也发生了巨大的变化。在党中央构建社会主义和谐社会和建设社会主义新农村的方针指引下，为落实党中央提出的“加快建立以工促农、以城带乡的长效机制”、“提高农民整体素质，培养造就有文化、懂技术、会经营的新型农民”、“广泛培养农村实用人才”等具体要求，全社会都在大力开展“农村劳动力转移培训阳光工程”，以增强农民转产转岗就业的能力。目前，图书市场上针对这一读者群的成规模成系列的读物不多。为了满足数亿农民工的迫切需求和进一步规范劳动技能，中国农业出版社组织编写了《新农村能工巧匠速成丛书》。

该套丛书力求体现“定位准确、注重技能、文字简明、通俗易懂”的特点。因此，在编写中从实际出发，简明扼要，不追求理论深度，使具有初中文化程度的读者就能读懂学会，稍加训练就能轻松掌握基本操作技能，从而达到实用速成，快速上岗的目的。

《制冷设备修理工》为初级制冷设备修理工而编写。书中不涉及高深的专业知识，您只要按照书本的指引，通过自己的努力训练，很快就可以掌握制冷设备修理工的基本技能和操作技巧，成为一名合格的制冷设备修理工。

本书全面系统地介绍了制冷设备修理工应掌握的基本技能和操作要点。全书共分六章，分别介绍了基础知识、电冰箱的结构与控制、空调器的结构与控制、制冷设备维修工具与设备、制冷设备的维修、小型冷

藏库的维修等内容。

本书适合广大制冷设备修理工初学者、爱好者入门自学，也适合在岗制冷设备维修工自学参考，以进一步提高操作技能；也可作为职业院校、培训中心等的技能培训教材。

编 者

2013年7月

目 录



前言

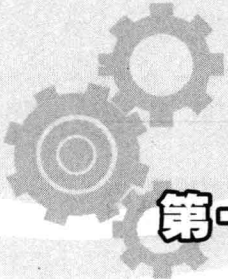
第一章 基础知识	1
第一节 制冷基础知识	1
一、温度	1
二、压力	1
三、真空度	3
第二节 传热学基础知识	3
一、物质的相变	3
二、描述物态相变的物理量	3
三、热能、热量、制冷量	4
四、热力学定律	5
五、显热和潜热	6
六、热传递	6
七、热力循环与节流	7
八、制冷循环的状态术语	8
第三节 制冷的基本原理	8
一、单级蒸气压缩式制冷系统的组成	8
二、单级蒸气压缩式制冷系统主要部件的作用	9
三、制冷剂在制冷循环中的状态变化	9
第四节 空气调节的基础知识	10
一、湿空气的组成	10
二、空气的物理性质	11
三、空气调节的相关概念	12
第五节 制冷剂	14
一、制冷剂的概念	14

二、对制冷剂的要求	14
三、制冷剂的分类与表示符号	15
四、常用制冷剂的基本特性	16
五、制冷剂的贮存与使用	18
六、制冷剂的分装方法	19
第六节 冷冻润滑油	20
一、对冷冻润滑油的要求	20
二、冷冻润滑油的作用	21
三、冷冻润滑油的规格与选用	21
四、冷冻润滑油变质的原因及判断方法	22
第二章 电冰箱的结构与控制	24
第一节 电冰箱的基本结构	24
一、直冷式电冰箱的基本结构	24
二、双门间冷式电冰箱的基本结构	24
三、冷冻箱的基本结构	26
四、冷藏箱的基本结构	26
第二节 普通电冰箱的基本电路	27
一、具有过电流过温升保护的直冷式单门电冰箱电路	27
二、采用 PTC 启动和内埋式保护的电冰箱电路	28
三、具有全自动除霜控制的电冰箱电路	28
四、间冷式无霜双门双温电冰箱电路	31
五、新 1、2、0 自动控制电冰箱电路	33
六、具有温度补偿的电冰箱电路	34
七、电磁阀控制的双温双控电冰箱电路	35
第三节 电子控制的电冰箱电路	35
一、电冰箱微电脑控制器的主要功能	35
二、国产电冰箱电子温控电路	36
三、采用 MSV 技术的风直冷式电冰箱电路	39
四、采用电脑程序控制的电冰箱电路的基本程序	40
五、模糊控制的电冰箱电路	41
六、东芝系列双门双温直冷式电冰箱控制电路	42
第四节 大型冷藏箱	47
一、大型冷藏箱的分类	47
二、大型冷冻、冷藏箱的制冷系统	48

三、大型冷冻冷藏箱的电气控制系统·····	50
第五节 超市陈列柜·····	52
一、陈列柜的分类·····	52
二、陈列柜的结构特点·····	54
三、陈列柜的风幕·····	55
第六节 冷饮设备的基本结构·····	57
一、小型冷饮机·····	57
二、小型饮水机·····	58
第三章 空调器的结构与控制·····	60
第一节 窗式空调器的基本结构·····	60
一、窗式空调器的分类·····	60
二、单冷型窗式空调器的基本结构及工作原理·····	60
三、电热型窗式空调器的基本结构及工作原理·····	62
四、热泵型窗式空调器的基本结构及工作原理·····	63
第二节 分体式空调器的基本结构·····	66
一、分体式空调器的分类·····	66
二、单冷型分体式空调器的基本结构及工作原理·····	66
三、热泵型分体式空调器的基本结构及工作原理·····	67
四、分体立柜式空调器的基本结构及工作原理·····	71
第三节 空调器的基本电路·····	72
一、窗式空调器的基本电路·····	72
二、电热冷型窗式空调器的电路·····	73
三、热泵型窗式空调器的典型电路·····	75
四、三相电热窗式空调器的典型电路·····	76
第四节 分体式空调器的基本电路·····	77
一、分体式热泵型空调器的基本电路·····	77
二、空调器微电脑控制器·····	80
三、分体式空调器电子电路工作原理·····	82
第四章 制冷设备的维修工具与设备·····	85
第一节 制冷设备的维修专用工具·····	85
一、方榫扳手及使用方法·····	85
二、冲子、扩管器及使用方法·····	85
三、弯管器及使用方法·····	87

四、封口钳及使用方法	87
五、钢锯及使用方法	88
六、锉刀及使用方法	88
第二节 制冷设备的维修专用设备	89
一、三通检修阀及使用方法	89
二、普通修理阀及使用方法	89
三、真空泵及使用方法	90
四、温度计及使用方法	91
五、压力表及使用方法	93
六、卤素检漏灯及使用方法	93
七、电子卤素检漏仪及使用方法	95
八、指针式万用表及使用方法	96
九、数字式万用表及使用方法	98
十、钳形电流表及使用方法	101
十一、兆欧表及使用方法	102
十二、气焊设备	104
第五章 制冷设备的维修	116
第一节 电冰箱的维修	116
一、环保型家用电冰箱使用的制冷剂特性	117
二、对环保型家用电冰箱维修时的要求	117
三、电冰箱故障的一般检查方法	118
四、直冷式电冰箱常见故障的判断方法	120
五、间冷式电冰箱常见故障的判断方法	122
六、电脑控制的电冰箱故障的判断方法	124
七、电冰箱电气系统的常见故障与排除方法	128
第二节 商用冷藏箱的维修	132
一、商用冷藏箱的放置要求	132
二、商用冷藏箱的常见故障与排除方法	133
第三节 空调器的维修	134
一、维修空调器时应注意的问题	134
二、窗式空调器的维修	136
三、分体式空调器的维修	153
第六章 小型冷藏库的维修	168
第一节 小型冷藏库的类型与结构	168

一、小型冷藏库的分类	168
二、小型冷藏库的结构	168
第二节 小型冷藏库的制冷设备	173
一、小型冷藏库的压缩机	173
二、小型冷藏库的换热器	174
三、小型冷藏库的制冷系统节流装置	177
第三节 小型冷藏库的制冷系统工作原理	179
一、水冷式机组制冷系统工作原理	179
二、风冷式机组制冷系统工作原理	180
三、典型小型冷藏库制冷系统工作原理	180
第四节 小型冷藏库制冷系统的维修	184
一、小型冷藏库的安全管理要求	184
二、小型冷藏库制冷系统故障的分析方法	185
三、小型冷藏库制冷设备检修应注意的问题	186
四、小型冷藏库制冷系统压缩机的常见故障与排除方法	187
五、小型冷藏库制冷系统主要辅件的常见故障与排除方法	189
六、小型冷藏库制冷系统排除空气的方法	193
七、小型冷藏库制冷系统吹污的方法	195
八、小型冷藏库制冷系统捡漏、抽真空及充注制冷剂的方法	195
九、小型冷藏库制冷压缩机润滑油的补充与更换方法	199
第五节 小型冷藏库电气系统的维修	201
一、小型冷藏库电气系统的常见故障与排除方法	201
二、热继电器的常见故障与排除方法	203
三、交流接触器的常见故障与排除方法	205
四、电磁阀的常见故障与排除方法	207
附录	209
一、R ₂₂ 压焓图	209
二、R _{134a} 压焓图	210



第一章

基础知识

第一节 制冷基础知识

一、温度

温度：表示物体冷热程度的物理量，常用温标来表示。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（又叫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（约 0.1 MPa）下，将水的冰点定为 0 度，水的沸点定为 100 度，在这两个定点之间分成 100 个等份，每一个等份间隔为 1 摄氏度。

摄氏温标的符号用 t 表示，其单位是摄氏度，写作“℃”。

2. 华氏温标 华氏温标是指在一个标准大气压下，将水的冰点定为 32 度，水的沸点定为 212 度，在这两个定点之间分成 180 个等份，每一个等份间隔为 1 华氏度。

华氏温标的符号用 t_F 表示，其单位是华氏度，写作“℉”。

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（相当于 -273.15℃ ），以绝对零度为起点的温标叫作热力学温标。

热力学温标的符号用 T 表示，其单位是开尔文，写作“K”。

4. 三种温标间的换算关系

$$t = T - 273.15(\text{℃})$$

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

$$t = (t_F - 32) \times 5/9(\text{℃})$$

$$t_F = 9/5 \times 2 + 32(\text{℉})$$

二、压力

在制冷系统中，大量制冷剂气体或液体垂直作用于容器壁上的作用力叫作

压力，用 p 表示。

空气对地球表面所产生的压力叫作大气压力，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 1 m^2 面积上所受到的作用力是 1 N 时，此时的压力为 1 Pa ， $1\text{ Pa}=1\text{ N/m}^2$ 。在实际应用中，因 Pa 的单位太小，还常采用 MPa （兆帕）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 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 时，在纬度为 45° 的海平面上，空气对海平面的平均压力，用 atm 表示， $1\text{ atm}=760\text{ mmHg}$ 。

一个标准大气压近似等于 0.1 MPa ，即 $1\text{ atm}\approx 0.1\text{ MPa}$ 。

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

$$1\text{ kgf/cm}^2=735.6\text{ mmHg}\approx 0.1\text{ MPa}$$

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

在制冷技术中还会遇到一些非国际单位和非法定计量单位的压力单位，它们的换算关系如下：

$$1\text{ lbf/in}^2\text{（磅力/英寸}^2\text{）}=6\,894.757\text{ Pa}$$

$$1\text{ atm}=101\,325\text{ Pa}$$

$$1\text{ kgf/cm}^2=9.806\,65\times 10^5\text{ Pa}$$

$$1\text{ dyn/cm}^2\text{（达因/厘米}^2\text{）}=0.1\text{ Pa}$$

$$1\text{ mmH}_2\text{O}=9.806\,65\text{ Pa}$$

$$1\text{ mmHg}=13.595\,1\text{ mmH}_2\text{O}=133.322\,4\text{ Pa}$$

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

$$p_{\text{绝}}=p_{\text{表}}+B$$

三、真空度

1. **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，即

$$H = B - p_{\text{绝}}$$

2. **真空压力联程表** 在工程中，用于测量高于大气压的压力仪表称为压力表；用于测量低于大气压的压力仪表称为真空表；两者皆可测的压力仪表，称为真空压力联程表。

真空压力联程表（图 1-1）一般是以 MPa 为单位，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、……，负刻度从 0 开始向左至 -0.1。

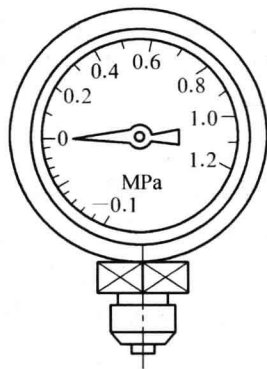


图 1-1 真空压力联程表

第二节 传热学基础知识

一、物质的相变

自然界的物质，在不同的条件下，以不同的状态存在。同一种物质，由于压力、温度不同，可以处于固态、液态或气态。在适当条件下，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现象，应用在制冷装置上，就是我们要着重介绍的蒸汽压缩式制冷的原理，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。

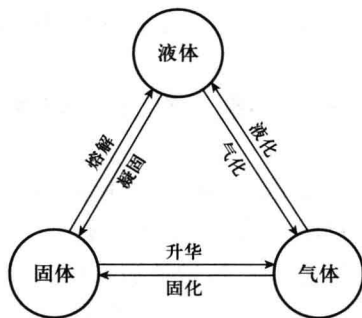


图 1-2 物质状态的变化

二、描述物态相变的物理量

1. **气化和液化** 物质由液态转化为气态的过程叫作气化；从气态转化为

液态的过程叫作液化。气化和液化是相反的过程，气化过程伴随着吸热，液化过程伴随着放热。

气化有两种方式：蒸发和沸腾。只在液体表面发生的气化现象叫作蒸发。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气化现象叫作沸腾，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，由液态气化为蒸气，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_0 表示，此时对应的压力称为蒸发压力，用 P_0 表示。

液化又称为冷凝，可通过降温或加压的方法进行。例如：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 R_{12} 若在室温下液化，就需加压到 0.6 MPa(6 个大气压) 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作熔解；从液态变为固态的过程叫作凝固。

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作升华；反之，由气体直接变为固体的过程叫作凝华。

三、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这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度量，用符号 Q 表示。国际单位制中，热量的单位是 J(焦) 或 kJ(千焦)。

3. 制冷量 用人工方法在单位时间里从某物体(空间)移去的热量称为制冷量，其单位为 kJ/h(千焦/时) 或 W(瓦)、kW(千瓦)。

4. 内能、焓和熵 内能是由工质(热力循环中工作的物质)内部状态决定的能量。它包括工质内部分子热运动的动能和分子相互作用的热能。工质的内能取决于工质的状态——温度、压力和比容。单位质量工质的内能叫比内能。比内能用符号 u 表示。1 kg 工质的内能单位是 kJ/kg。

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 。

熵是指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 $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$ 。

四、热力学定律

热力学是研究热能与机械能之间相互转换规律的学科。主要研究能量转换的客观规律（即热力学的基本定律）和工质的基本热力性质及热力装置的工作过程。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。因此，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体现。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，即热和功可以相互转化，一定量的热消失时必然产生数量完全一样的机械能；而当一定量的机械能消失时必然产生数量完全一样的热能。它表明，热和功之间存在着一定的数量关系，用数学公式可表示为：

$$Q = A + L$$

式中 Q ——热量 (kJ)；

L ——机械功 ($\text{N} \cdot \text{m}$)；

A ——功热当量 [$\text{kJ}/(\text{N} \cdot \text{m})$]。

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，热量不能从低温物体转移到高温物体，欲使热量由低温物体转移到高温物体，必须要消耗外界的功，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（电能或其他能量），以使热量从低温热源（蒸发器周围被冷却物质）转移到高温热源（冷凝器的冷却介质——空气或冷却水）的过程。

热力学第一定律和第二定律是基本定律，也是制冷技术的理论基础。它们说明了制冷机中功和能（热量）之间相互转换的关系及条件，以及制冷要消耗功的原因。