

REFRIGERATION

高等职业教育制冷技术系列规划教材

小型制冷装置 及其维护

龙建佑 主编 郑兆志 副主编
徐言生 主审

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

57
0

电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

小型制冷装置及其维护

龙建佑 主 编

郑兆志 副主编

徐言生 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

· 内 容 简 介

全书主要内容可分为两大部分：第一部分介绍家用电冰箱和小型商用制冷设备的结构、原理和维修技术；第二部分介绍房间空调器及其他形式小型空调设备的结构、原理和安装维修技术。每部分基本按照“结构→制冷系统→电气控制系统→安装维修技术”的思路组织教材内容，做到了理论与实践有机结合，力求简明扼要、条理清楚、内容新颖和突出应用。

此外，本教材在介绍这两大部分具体设备之前，单独用一章先介绍了制冷装置维修基本技能（包括维修各种家用电冰箱与空调的工具和设备的正确使用方法，焊接设备的结构原理和正确使用方法，以及焊接操作要点和 safety 注意事项），对于没有太多实际维修经验的高职高专学生应事先掌握这部分内容。

本书适合作为高等职业院校制冷技术相关专业教材，也可供相关社会培训和维修操作人员参考阅读。

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

小型制冷装置及其维护/龙建佑主编. —北京：电子工业出版社，2007.5
(高等职业教育制冷技术系列规划教材)

ISBN 978-7-121-04371-0

I. 小… II. 龙… III. 制冷装置—高等学校：技术学校—教材 IV. TB657

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 066685 号

责任编辑：陈晓明 赵云峰

印 刷：涿州市京南印刷厂

装 订：涿州市桃园装订有限公司

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

开 本：787×1092 1/16 印张：10.25 字数：259 千字

印 次：2007 年 6 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：15.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

近年来,高等职业技术教育发展迅猛,其规模发生了历史性变化。为适应我国社会进步和经济发展的需要,高等职业教育的教学模式、教学方法需要不断改革,高职教材也必须与之相适应,进行重新调整与定位,突出自身特色。

高等职业技术教育一般学制三年,强调学生具有较强的技术应用能力,即应用知识和技能解决实际问题的能力。因此,高职教材应该突出高等职业技术教育的特点,理论知识的选取按照“必需、够用”的原则,叙述上力求深入浅出,通俗易懂,强调应用性,同时配备大量插图、编写较多实例,培养学生技术应用能力。

《小型制冷装置及其维护》是高职高专制冷与空调专业专用教材,主要讲述了目前常用的家用和商用小型制冷装置结构、原理和安装维修技术。

全书主要内容可分为两大部分,第一部分介绍了家用电冰箱和小型商用制冷设备结构、原理和维修技术,第二部分介绍了房间空调器及其他形式小型空调设备结构、原理和安装维修技术。每部分内容基本按照“结构→制冷系统→电气控制系统→安装维修技术”的思路组织教材内容,做到了理论与实践有机结合,力求简明扼要、条理清楚、内容新颖和突出应用。

此外,本教材在介绍这两大部分具体设备之前,单独用一章先介绍了制冷装置维修基本技能(包括维修各种家用电冰箱和空调的工具与设备的正确使用方法、焊接设备的结构原理和正确使用方法,以及焊接操作要点和 safety 注意事项),对于没有太多实际维修经验的高职高专学生应事先掌握这部分内容。

完成本教材所有教学内容大约需 60 学时,学时分配可参照下表:

章 次	第 1 章	第 2 章	第 3 章	第 4 章	第 5 章
学 时 数	4	16	8	24	8

本教材由顺德职业技术学院龙建佑和郑兆志编写。龙建佑编写了第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章 4.1~4.3 节及第 5 章,郑兆志编写了第 4 章 4.4 和 4.5 节。本教材在编写过程中得到了顺德职业技术学院制冷工程专业全体教师的大力支持和帮助,在此我们表示衷心的感谢。

由于制冷技术的不断发展,尤其是制冷设备电气控制技术的日新月异,加之编者水平有限,不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 11 月

目 录

第1章 制冷装置维修基本技能	(1)
1.1 常用维修工具和设备	(1)
1.1.1 管工工具	(1)
1.1.2 检漏、抽真空和充注设备	(5)
1.2 焊接技术	(11)
1.2.1 焊接基础知识	(11)
1.2.2 焊接方法	(14)
第2章 家用电冰箱	(19)
2.1 家用电冰箱简介	(19)
2.1.1 电冰箱的分类	(19)
2.1.2 电冰箱的规格和型号	(25)
2.1.3 电冰箱的箱体结构	(26)
2.2 电冰箱制冷系统	(28)
2.2.1 制冷系统部件	(28)
2.2.2 常见制冷系统	(34)
2.2.3 制冷系统维修基本工艺	(36)
2.2.4 制冷系统常见故障维修实例	(46)
2.3 电冰箱电气控制系统	(50)
2.3.1 电气控制系统部件	(50)
2.3.2 常见电气控制系统	(57)
2.3.3 电气控制系统维修实例	(62)
第3章 小型商用制冷设备	(70)
3.1 冷藏柜	(70)
3.1.1 冷藏柜的工作原理及结构	(70)
3.1.2 冷藏柜维修实例	(74)
3.2 蒸汽压缩式制冷冷饮机	(79)
3.2.1 冷饮机的结构与制冷系统	(79)
3.2.2 饮水机电路	(80)
3.2.3 饮水机维修实例	(80)
3.3 半导体制冷冷饮机	(82)
3.3.1 半导体制冷简介	(82)
3.3.2 半导体冷饮机电路	(83)
3.3.3 半导体冷饮机维修实例	(84)
3.4 吸收式制冷冷藏箱	(87)
3.4.1 吸收式制冷循环原理	(87)
3.4.2 氨吸收式冷藏箱	(88)

3.4.3	氨吸收式冷藏箱的维修	(89)
第4章	房间空调器	(90)
4.1	房间空调器简介	(90)
4.1.1	房间空调器分类	(90)
4.1.2	房间空调器型号	(92)
4.1.3	房间空调器结构	(92)
4.2	房间空调器制冷系统	(94)
4.2.1	房间空调器的主要部件及功能	(94)
4.2.2	单冷型房间空调器制冷系统	(96)
4.2.3	热泵型房间空调器制冷系统	(97)
4.2.4	一拖二空调器结构原理	(100)
4.2.5	房间空调器制冷系统常见故障维修	(102)
4.3	房间空调器通风系统	(106)
4.3.1	房间空调器常用通风装置	(106)
4.3.2	房间空调器通风系统	(107)
4.3.3	通风系统常见故障检修	(109)
4.4	房间空调器电气控制系统	(110)
4.4.1	机械控制式电控系统	(110)
4.4.2	微电脑控制式电控系统	(113)
4.4.3	变频空调器电控系统	(124)
4.4.4	电控系统常见故障检修	(129)
4.5	房间空调器安装技术	(134)
4.5.1	窗式空调器安装技术	(134)
4.5.2	挂壁式空调器安装技术	(135)
4.5.3	柜式空调器安装技术	(139)
第5章	其他形式小型空调设备	(145)
5.1	移动式空调	(145)
5.1.1	移动式空调的特点和结构	(145)
5.1.2	移动式空调的安装与维护	(146)
5.2	除湿机	(148)
5.2.1	除湿机的原理与结构	(148)
5.2.2	除湿机常见故障分析	(149)
5.3	热泵热水器	(150)
5.3.1	热泵热水器的原理与结构	(150)
5.3.2	热泵热水器的安装与维护	(151)
参考文献		(155)

第1章 制冷装置维修基本技能

1.1 常用维修工具和设备

1.1.1 管工工具

管道加工是电冰箱、空调器维修中经常遇到的事情，尤其是空调器的安装与维修，更离不开管道加工。管道加工主要包括切管、扩管、弯管和封口等。

1. 切管

(1) 切割铜管。切断铜管时一般都使用管子割刀，如图 1.1 所示。

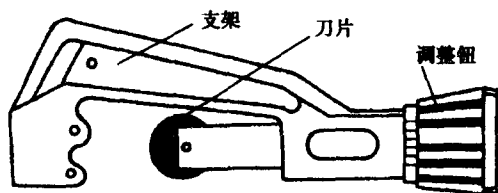


图 1.1 管子割刀的结构形状

用管子割刀切割管道前应首先将管子展直。铜管若有弯曲，则难以正确地将铜管切断，还可能造成断面倾斜或者断口不平，给进一步加工带来麻烦。

将欲切断的管子放到管子割刀的导向槽内，夹在刀片与滚轮之间，并使割刀与管子垂直，再旋紧调整钮，让割刀刀片接触铜管。切割时将割刀旋转，在旋转割刀的同时旋转调整钮进刀，大约每旋转两周进刀一次，而且每次进刀不宜过深。过分用力进刀会增加毛刺，或将铜管压扁，故在进刀时，进刀速度要慢，用力要小。

正确的切割方法不是直接用割刀将管子切断，而是在铜管即将切断之前就把管子割刀取下，再用手将铜管弯折至断开，这样就能减少毛刺。

无论采用何种方法切割铜管，当管子切断之后，都要用绞刀或管子割刀后面配置的尖铁将管子内缘的毛刺刮净。打毛刺时，应尽可能将毛刺去净，直到它的端面厚度与壁厚相同。刮净后用毛刷刷净端面，并清除管内碎屑。

(2) 切割毛细管。毛细管是一根内径为 $\phi 0.6 \sim 2\text{mm}$ 的细长紫铜管。毛细管的尺寸会影响制冷设备制冷效果，因此，在割断毛细管时，不应使其截面积缩小。旧的毛细管弯曲处太多时，可把一端固定，手中垫上棉布用力捋直后使用。

割断毛细管最好采用毛细管专用切割管钳。如果没有毛细管专用切割管钳，可以用刃口快的剪刀，在要割断的位置夹住毛细管，轻轻转动划出一圈刀痕，但不划透，如图 1.2 所示，然后用双手拿住划痕的两端，来回扳动，毛细管即可断开。在操作时剪刀切勿用力过猛，以免夹扁。割断的毛细管内孔应呈圆形。

也可以自制毛细管专用剪刀割断毛细管。从市场上买一把镀铬小剪刀，如图 1.3 所示，用小圆锉分别将剪刀的两面刃口锉出两个半圆凹口，凹口合并时形成的圆孔应稍小于毛细管直径。然后再将剪刀两个凹口外侧对应锉成斜面，使之形成锋利刃口，而凹口内侧始终保持平面接触，毛细管剪刀即制成。

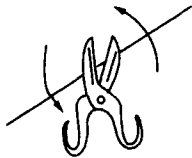


图 1.2 毛细管用剪刀划痕

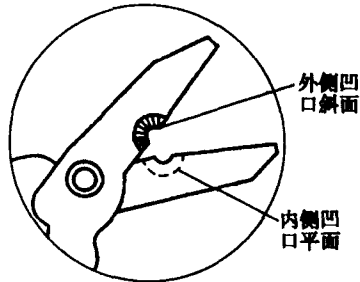


图 1.3 自制毛细管专用剪刀示意图

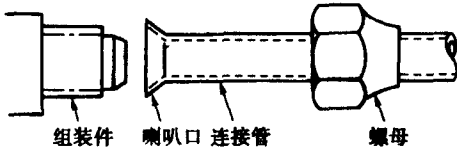


图 1.4 喇叭口连接方式

2. 扩管

管子的焊接、全接头连接和半接头连接都需要对管口进行扩口。管子焊接时两管需要套接起来，故需先将管口扩成杯形口（胀管接口）。全接头连接、半接头连接需将连接管的管口扩成喇叭口，喇叭口连接方式如图 1.4 所示。所以，管子的扩口加工包括扩杯形口和扩喇叭口两种方式。

(1) 扩喇叭口。扩喇叭口采用扩管器进行加工。喇叭口扩管器如图 1.5 所示，其中图 1.5 (a) 是扩管器的结构图，图 1.5 (b) 是扩喇叭形口示意图。

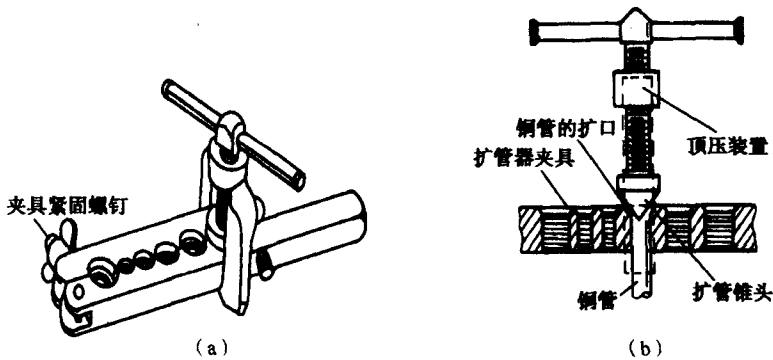


图 1.5 喇叭口扩管器

加工喇叭形口时，首先将铜管的毛刺用刮刀刮去，管口用锉刀锉平整，并把铜管的扩口端退火。如果不打毛刺就进行扩口加工，则会造成如图 1.6 所示的不良结果，在以后进行喇叭口的连接时，容易造成泄漏。

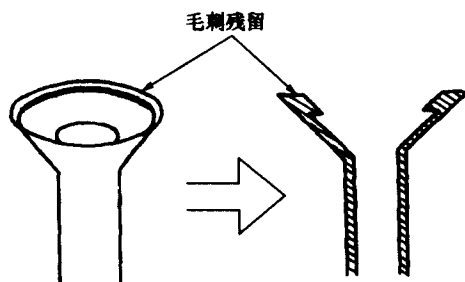


图 1.6 喇叭口卷边

将铜管胀口一端置于扩管器夹具中（选用与管径相同的夹口）。铜管端部露出夹具的高度应和扩管器夹口的斜边长度相同，用夹具上的紧固螺母将夹具收紧，夹紧铜管。装上顶压装置和扩口锥头，并在锥头上涂抹少许冷冻润滑油，使锥头与铜管的中心在同一直线上，然后顺时针转动顶压装置上的手柄，使锥头下旋 $3/4$ 圈左右，再退出少许，反复进行操作，直至扩成喇叭口为止。

如图 1.7 所示是一种专门用来扩喇叭口的工具。操作时，只需将铜管夹入相应的夹口中，锥头对准铜管口，收紧紧固螺杆，顺时针转动手柄，直至出现“咔嗒”声响后，手感变轻，喇叭口即已扩成，使用起来非常方便。在空调安装中，需现场加工喇叭口时，多采用此工具。

扩出的喇叭口应当光滑，无裂纹和卷边。扩成后的喇叭口既不能小，也不能大，以压紧螺母能灵活转动而不致卡住为佳。在操作中若遇到不良形状的喇叭口，都应割掉后重新加工，以保证喇叭口的连接质量。

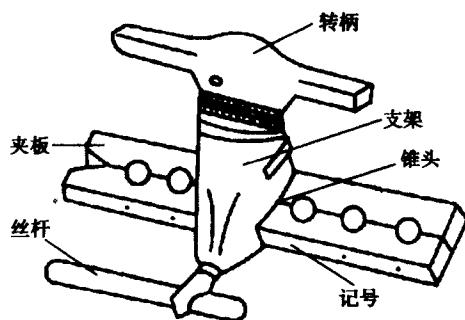


图 1.7 喇叭口专用胀管器

(2) 扩杯形口。管道的杯形口主要用来进行管道的焊接连接，其加工方法有两种。

一种方法就像管口扩喇叭口一样，把管子夹在扩管器夹具上，铜管露出夹具的长度稍长，只是把扩喇叭口的锥头换成扩杯形口的冲头，操作步骤与扩喇叭口时相同，此处不再赘述。如图 1.8 所示为扩杯形口的夹具及冲头。

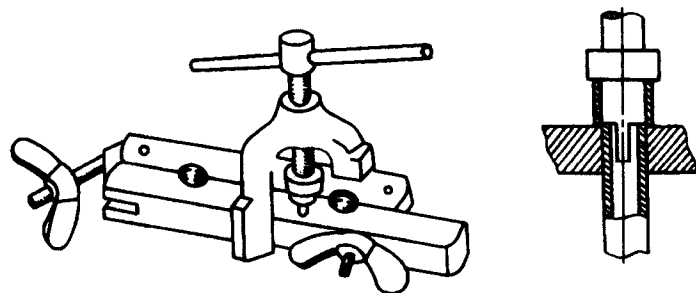


图 1.8 胀扩管器及冲头

另一种方法是先将欲冲扩的管子的端部约 20mm 的长度加热退火，在室温中自然冷却，

再将铜管放在夹具中夹紧，其上部露出铜管 10~15mm，用台虎钳将夹具夹紧，然后取相应的扩管冲头用榔头轻轻将冲头敲入管内。边敲边转动，边敲边检查扩口的管壁厚度是否均匀。要防止一下子将冲头敲到底，造成管壁破裂。待冲出需要的杯形口长度后即可取出冲头，冲扩完毕后应用干布拭净，杯形口加工完毕。杯形口应不扁、无裂口、四周厚度均匀。冲头及加工方法如图 1.9 所示。

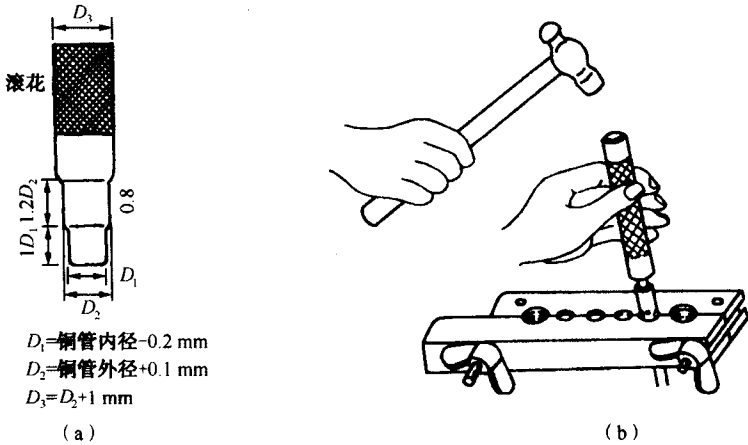


图 1.9 冲头及冲杯形口

3. 弯管

电冰箱、空调器制冷系统的管道经常需要弯成特定的形状，且要保持弯曲部分的管道内腔不变形。弯曲铜管的加工有两种方法，即用弯管器弯管和直接用手弯管。

(1) 用弯管器弯管。弯管器是用来弯管的专用工具。弯管时注意铜管的弯曲半径应不小于铜管直径的 3 倍，否则，会因弯曲半径过小而使铜管的弯曲部位压扁变形。

弯管时，先将铜管的弯曲部位退火，将铜管插入滚轮和导轮之间的槽内，并用紧固螺钉将铜管固定，然后，将活动杠杆按顺时针方向转动，铜管在滚轮和导轮之间的导槽中被弯曲成所需形状。弯管所用弯管器的规格应与铜管直径相符，在弯管过程中应注意不要将管子压扁。如果铜管两端需要扩喇叭口，应在弯管后再进行。用弯管器弯管如图 1.10 所示。

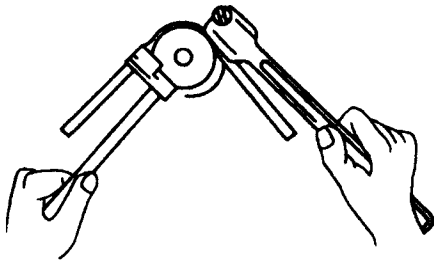


图 1.10 弯管器弯管

弯管器有各种不同的形式，如图 1.10 所示只是其中的一种。用粗细不同的钢丝，绕制许多不同内径和不同长度的弹簧，就成为一组弹簧弯管器。弯管径较大的弹簧弯管器钢丝较粗，内径也较大，而绕成的弹簧也较长。

对于直径小于 10mm 的较细的铜管，可以用弹簧弯管器弯管。这种方法简便易行，可将铜管弯成环形或任意角度，但弯曲半径不能过小，否则弹簧弯管器不易抽出。操作时，将铜管套入弹簧弯管器内，轻轻弯曲，弯管时速度过快、用力过猛都会使铜管损坏。

也不要使用管径不相匹配或过粗的弹簧弯管器，如不加以选择而随意乱用，会导致铜管弯扁。弹簧弯管器的使用如图 1.11 所示。

(2) 直接用手弯管。对于一些管径较细的铜管和分体式空调器的排列连接管，一般可以直接用手弯管。直接用手弯曲铜管的方法是：双手握住铜管，距离不能太大，用拇指的指肚从弯曲的内侧撑住，一只手紧握，另一只手一边滑动，一边慢慢地将铜管弯曲。

直接用手弯曲铜管时需要注意，若铜管较粗，弯曲起来则比较困难；管壁较薄时，用力不能过猛，过猛则容易使铜管压扁或损坏。同时，用手弯曲铜管时弯曲的程度不能过大，若弯曲程度太大，也会压坏铜管。直接用手弯曲铜管的方法如图 1.12 所示。

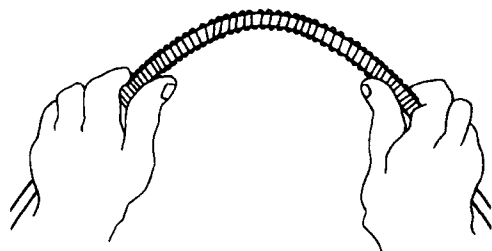


图 1.11 用弹簧弯管器弯管

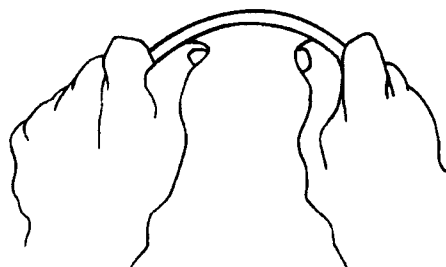


图 1.12 直接用手弯曲铜管

4. 封口

封口采用封口钳，亦称做大力钳，如图 1.13 所示。当电冰箱修复、试机正常后，需要将电冰箱上所接的压力表取下，但又不能让电冰箱中的制冷剂泄漏，此时就要用封口钳将靠近压缩机工艺管一端的连接管用封口钳压扁，再将压力表取下，并将切割处的管子封焊好。

也可以自制封口钳。从市场上买一把克丝钳，改制成封口钳的方法如图 1.14 所示，用平扁锉把克丝钳两面的牙口由原来的尖刃面锉成 2~3mm 宽度的平面，使两个被锉平面成为两条平行线。钳的头部也要锉平，使两口合并后无缝隙。该封口钳完全能对直径 8mm 以下的铜管进行封口。

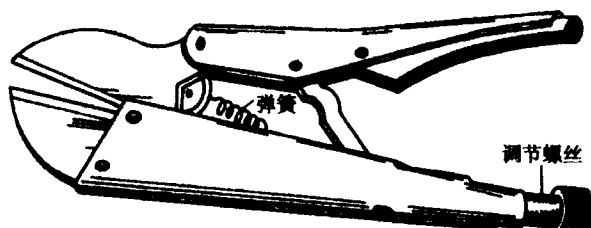


图 1.13 封口钳

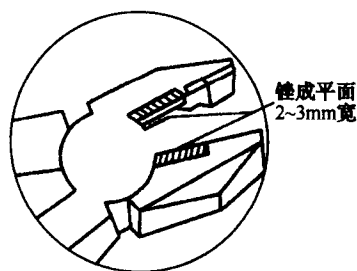


图 1.14 自制封口钳示意图

1.1.2 检漏、抽真空和充注设备

1. 压力表

修理表阀常用双表阀（复合压力表）。双表阀由压力表、表阀（含视窗）两部分组成，如图 1.15 所示。压力表有两块，一块低压表带负压，一块高压表 0~3.5MPa。低压表一般用

于抽真空和测量低压侧压力，高压表通常用于测量高压侧压力。双表修理阀根据不同的使用工质区分，一般情况下 R12、R22、R502 可混用，而 R600a、R134a 则必须使用专用双表阀。

连接软管主要用于修理表阀与制冷系统和真空泵等设备的连接。使用过程中，根据具体情况，可选用耐压不同的连接软管。常用连接软管最高耐压为 3.5MPa。

连接软管的接头为英制 1/4" 管螺纹或公制 M12×1.25 管螺纹。

如图 1.16 所示为复合压力表结构示意图，它由高压表、低压表、手动低压阀、手动高压阀、阀体、高压接头、低压接头以及中间接头构成。

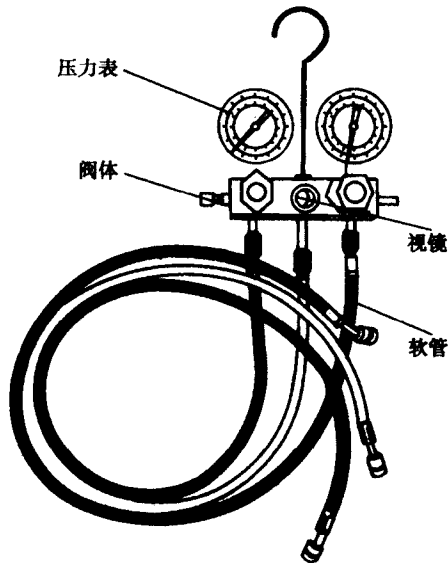


图 1.15 修理阀总成

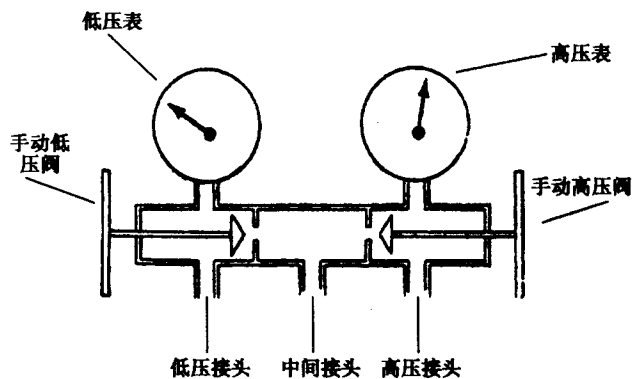


图 1.16 复合压力表结构示意图

在抽真空和充注制冷剂时，高压接头接制冷剂钢瓶或充注器，低压接头接真空泵，中间接头接压缩机。手动低压阀打开，手动高压阀关闭，可对冰箱制冷系统进行抽真空；手动高压阀打开，手动低压阀关闭，可对冰箱制冷系统充注制冷剂。

也可以将压缩机接低压接头，真空泵接中间接头，手动低压阀打开，手动高压阀关闭，对冰箱制冷系统进行抽真空之后，再关低压阀，拆下真空泵，换上制冷剂钢瓶或充注器，排除管内空气后对电冰箱制冷系统充注制冷剂。

复合压力表的手动高、低压阀配合使用，如图 1.17 所示，可进行如下操作：

- 手动低压阀和手动高压阀同时关闭，只供读取压力和温度，如图 1.17 (a) 所示。
- 手动低压阀打开，手动高压阀关闭，可供充加制冷剂或其他维修，如图 1.17 (b) 所示。
- 手动低压阀关闭，手动高压阀打开，可做压力试验，清洗系统等维修，如图 1.17 (c) 所示。
- 手动低压阀和手动高压阀同时打开，中间接管密闭，则高压端压力与低压端相通，形成旁路，如图 1.17 (d) 所示。
- 手动低压阀和手动高压阀同时打开，如果中间接管与制冷剂钢瓶连接，制冷剂气体可同时进入高低压端；如果中间接管与真空泵连接，可实现高低压双侧抽真空，如图 1.17 (e) 所示。

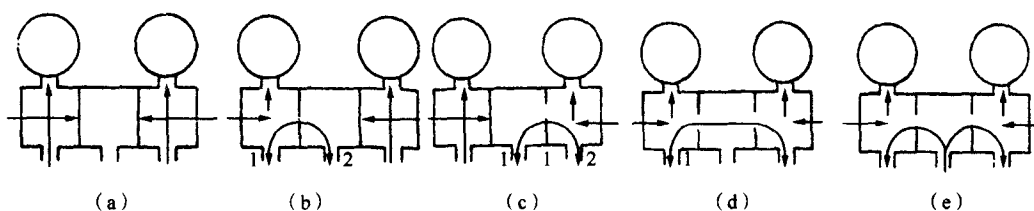


图 1.17 复合压力表的使用

2. 真空泵

在电冰箱修理中，在充灌制冷剂之前，必须对系统进行抽真空，除去制冷系统中的水分和空气，使残留空气的压力不高于 133Pa。不同规格的真空泵，抽空时间也不一样。维修电冰箱等中小型制冷机使用的真空泵一般均采用直联高速旋片式真空泵，如图 1.18 所示，按其抽气速率划分为 1L/s、4L/s、8L/s 等几种规格。表 1.1 介绍了 2ZX-1、2ZX-4 两种规格真空泵的主要技术参数。

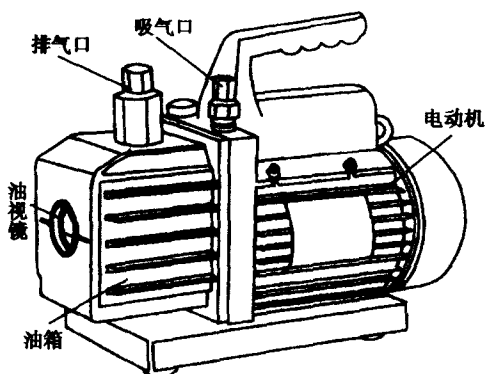


图 1.18 真空泵

表 1.1 2ZX-1、2ZX-4 型真空泵主要技术参数

型 号	2ZX-1	2ZX-4
技术 参 数		
抽气速率 (L/s)	1	4
极限分压强 (Pa)	$6.67 \times 10^{-2} \sim 6.67$	$6.67 \times 10^{-2} \sim 6.67$
电机转速 (r/min)	1450	1450
电机功率 (kW)	0.25	0.8
电机工作电压 (V)	220	220
容油量 (L)	0.8	1.4
抽气口径 (mm)	20	25

直联式真空泵工作时应水平放置，无须用螺栓固定。

真空泵电机应按铭牌要求接线。通电启动后，应先观察其旋转方向与泵座上的箭头方向是否一致。真空泵应一次通电启动，严禁频繁启动。因受机械杂质或化学杂质的污染，需定

期更换真空泵油。

3. 制冷剂量筒

制冷剂量筒如图 1.19 所示，它主要用于对制冷剂进行计量。玻璃管为耐高压玻璃管，用以盛装制冷剂，外部套有可转动的有机玻璃套筒，套筒上刻有不同环境温度下几种制冷剂的容（积）重（量）线。量筒下方的出液截阀用做向玻璃管内充灌制冷剂或向制冷系统充灌制冷剂用。

也可以自制灌气装置。如图 1.20 所示为自制充灌设备的工作原理图。

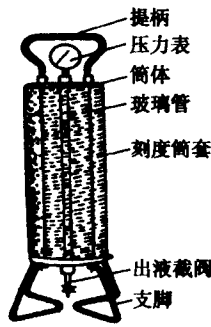


图 1.19 制冷剂量筒

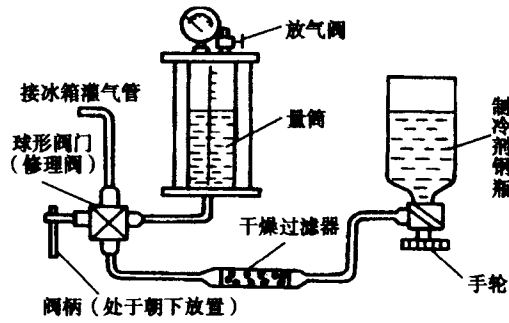


图 1.20 自制灌气装置工作原理图

自制灌气装置操作过程如下：在往量筒内充灌制冷剂以前，制冷剂钢瓶的阀门和量筒上的放气阀均处于关闭状态，球形阀门的阀柄处于水平位置。往量筒内充灌制冷剂时，先将球形阀门的阀柄扳向朝下，再开启制冷剂钢瓶阀门，将放气阀调至适当开度，此时制冷剂钢瓶内的制冷剂便充灌进量筒内。在充灌至所需重量时，先关闭放气阀和制冷剂钢瓶阀门，停止向量筒内充灌制冷剂，再将球形阀门的阀柄扳向水平。给制冷系统充灌制冷剂时，将灌气管接在球形阀门的接口上，然后将阀柄扳至向上位置。这时制冷系统内已被抽成真空，量筒内的制冷剂液体在压差的作用下经球形阀门和灌气管自动进入制冷系统内。在量筒液面降至规定刻度时，将阀柄扳向水平即可停止向制冷系统灌气。在向制冷系统灌气前，同样也应排尽灌气管与球形阀门间连接管中的空气。

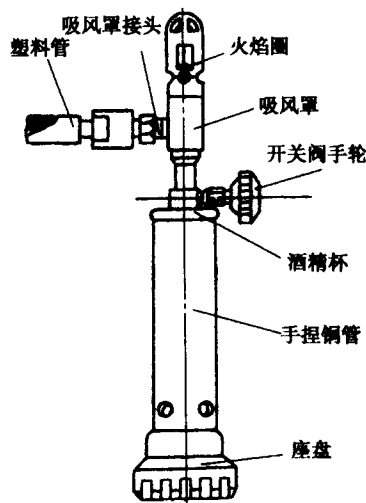


图 1.21 卤素检漏灯的构造示意图

4. 卤素检漏灯

卤素检漏灯是检查制冷系统是否泄漏的一种工具，其结构如图 1.21 所示。

卤素检漏灯是利用无水乙醇蒸气与卤素类气体混合后形成一股气流，使检漏灯火焰发生颜色变化的原理制成的。如果制冷系统的某部位漏气（泄漏），软管就会将漏出的氟利昂蒸气吸入，经过燃烧，喷灯的火焰就会呈现为绿色或蓝色的火焰。渗漏量大小不同会使检漏灯火焰的颜色深浅不同。渗漏量小，火焰微带绿色；渗漏量大，火焰带绿紫色（如表 1.2 所示）。

表 1.2 制冷剂泄漏量与检漏灯火焰的颜色

序 号	制冷剂 R12 泄漏量		火 苗 颜 色
	g/月	L/月	
1	4	0.8	不能检出
2	24	4.8	微绿色
3	32	6.4	淡绿色
4	42	8.4	深绿色
5	114	22.8	紫绿色
6	163	32.6	深紫绿色
7	500	100	强深紫绿色

卤素检漏灯在空气中燃烧时，正常的火焰呈红色，但有时也会呈绿色，这是因为火焰中有氧化铜分子的缘故。碰到这种情况，应该让检漏灯多烧一会儿，等待氧化铜烧完，火焰转变为红色再进行检漏，以区别于由于有泄漏使灯的火焰变为绿色的现象。其使用方法如下：

(1) 先将座盘旋转拧开，向手捏铜管内灌满无水乙醇（酒精），最好使用分析纯级的乙醇。再将座盘旋转拧紧，要检查不能有渗漏。而后将开关阀手轮向右旋转，关闭阀芯。在酒精杯内加满酒精，用火点燃，对铜管内的酒精加热。

(2) 当酒精杯内的酒精快燃尽时，将开关手轮向左旋转，使阀芯开启约一圈左右，当火焰圈喷出气体，即可点燃。点火后会出现轮廓清晰的正常火焰，这时在吸风罩接头上接好橡胶塑料管，将管口朝向检漏部位，通过观察火苗的颜色变化来判断是否有渗漏现象。

(3) 检漏灯在使用中如遇到火焰熄灭，应检查手捏筒管内是否有酒精。如果有酒精而火焰熄灭，一般是喷嘴小孔堵塞，应将手轮向右旋转关闭阀芯，拆下吸风罩，从座盘底部取出通针捅除喷嘴小孔中的污物或拆下喷嘴清除污物后再重新点火即可正常使用。

使用卤素检漏灯时，要注意以下几点：

- ① 灯的喷嘴孔径很小（约为 0.2mm），因此，一定要加纯净的乙醇，以防喷嘴堵塞。
- ② 如果喷嘴堵塞、不畅通，可用通针通一通，但必须在火焰熄灭时进行。
- ③ 检漏灯用毕熄灭时，不要将阀门关得过紧，以免灯体冷却收缩后致使阀门处裂开。

5. 快速接头

快速接头是一种用于检漏、清洗制冷系统或部件的专用快速连接工具，其外形结构如图 1.22 所示。使用时，可先将钢制管接头插入高压胶管内并扎紧，再将制冷系统或部件的连接管插进 6mm 铜管插入孔内，并应插到与垫圈接触，然后拧紧接头螺栓即可进行检漏或清洗操作了。

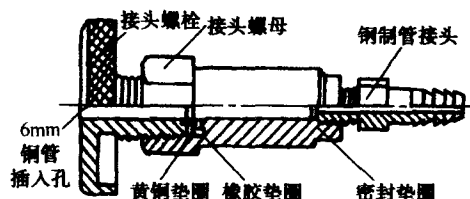


图 1.22 快速接头外形结构图

6. 氮气瓶

氮气瓶是用来储存和运输氮气的钢制容器。氮气瓶的阀口接有 YOY-12 型减压器，减压器的出气口接高压胶管（其另一端一般接快速接头）。检漏时，应先开启瓶阀，减压器上的高压表即指示瓶内氮气的压力，调节减压器的调节螺丝，即可输出所需压力的氮气。平时氮气瓶应直立放置，并且远离火源。

7. 氟利昂钢瓶

氟利昂钢瓶应准备大、小各一个。大氟利昂钢瓶用于批量购买制冷剂，小氟利昂钢瓶用于维修。

(1) 从大瓶移入小瓶。由于检修电冰箱的制冷剂用量很少，经常要把制冷剂从大瓶移入小瓶。其方法有两种。一种是使小瓶压力低，制冷剂借助压差从大瓶移入小瓶。为此，使小瓶温度降低（放入制冷设备冷却、浇冷水等），大瓶和小瓶用铜管连接起来，制冷剂便从大瓶流入小瓶，此称为温差法。还可以把大瓶置于高位，小瓶置于低位，借助液位差，把制冷剂移入小瓶，此称为液位差法。另一种是用小型压缩机把制冷剂从大瓶移入小瓶，如图 1.23 所示。操作时把小瓶用铜管接在压缩机排气截止阀上，把大瓶接在压缩机吸气截止阀上。小瓶用冷水浇淋或用风扇吹冷，然后开启小钢瓶瓶阀，启动压缩机，微开大钢瓶瓶阀，制冷剂便从大瓶抽入小瓶。在操作过程中，应注意压缩机排气压力不得超过 $1.6\sim 2.2\text{MPa}$ ，超压应立即停机，待小瓶冷却后再开机。小瓶灌满制冷剂后，先关大钢瓶瓶阀，当压缩机吸气压力表压力接近 0MPa 时，关小钢瓶瓶阀，停机，卸瓶。

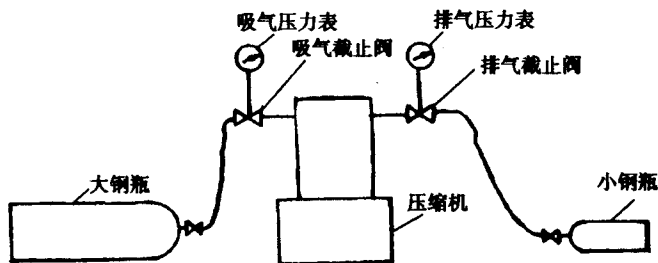


图 1.23 用压缩机把 R12 从大瓶移入小瓶

(2) 钢瓶中氟利昂的辨认。在检修电冰箱时会遇到辨认钢瓶中的制冷剂的问题，下面以辨认是 R12 还是 R22 为例，介绍两种辨认方法。

① 测温法。把钢瓶卧置在地上，用一支玻璃管温度计紧靠在瓶口，然后开钢瓶阀，白雾喷射在温度计下端部，稍等片刻，关钢瓶阀。若温度为 -29°C 左右，钢瓶内为 R12；若温度为 -40°C 左右则为 R22。实际上，温度计测得的温度相当于制冷剂在一个大气压下的蒸发温度。

② 测压法。在钢瓶口接一压力表，打开钢瓶阀后，在环境温度下 (30°C)，R12 比 R22 压力低，压力 0.65MPa 为 R12，压力 1.12MPa 为 R22。实际上，这种方法测得的压力就是制冷剂环境温度对应的饱和压力。

(3) 制冷剂钢瓶首次使用注意事项。新购的制冷剂钢瓶使用前要清洗，以免把铁锈等污物带入制冷系统。清洗时开启钢瓶阀，把汽油或酒精从阀口倒入瓶内，不断摇动钢瓶使汽油或酒精冲刷钢瓶内污物，再把钢瓶倒置，倒出汽油或酒精。重复上述过程若干次，直至瓶内

干净为止。清洗后的钢瓶要抽空后才能充灌制冷剂。

1.2 焊接技术

1.2.1 焊接基础知识

在对制冷系统进行维修时，经常要用气焊对制冷系统行分解与组焊。维修制冷系统用的主要气焊设备如图 1.24 所示。

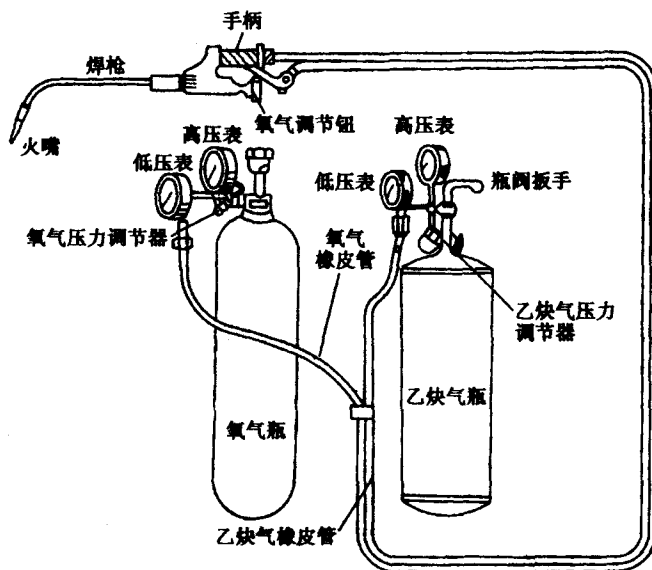


图 1.24 气焊设备

1. 液化石油气瓶和调压器

维修电冰箱和其他小型制冷机的制冷系统，所使用的气焊温度并不很高，因此常用液化石油气作为可燃气体。液化石油气瓶按容积大小不同分为 10kg 和 20kg 两种。

在液化石油气瓶的阀口处安装有调压器，它的作用是降低液化石油气的输出压力，并保持稳定均匀地供气。使用时，需将低压胶管紧套在调压器的出气口上，但不可用细铁丝紧固。

2. 乙炔发生器

乙炔也是一种广泛用于气焊的可燃气体。乙炔发生器是利用电石和水发生化学反应来制取乙炔的一种装置。在维修电冰箱等小型制冷设备时，乙炔的火焰温度要比液化石油气高，因此一般只在焊接温度要求较高的场合才使用。

3. 氧气瓶

氧气瓶是一种用来储存和运输氧气的高压容器，它可以充灌压力约为 15MPa 的高压氧气。气焊操作时，通过减压器和胶管将氧气送至焊枪。