

制冷设备的 维修操作

ZHILENG
SHEBEIDE WEIXIU CAOZUO

◎ 李援瑛 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



制冷设备的维修操作

李援瑛 主编



机械工业出版社

本书的最大特点就是突出了制冷设备维修操作技术的讲授。书中着重讲授了制冷设备操作与维修工具及使用方法；电冰箱和空调器的结构、工作原理、基本电路知识和维修操作方法、商用制冷设备的维修操作及小型冷藏库的结构和制冷系统维修操作方法。

本书图文并茂地讲解了制冷设备维修常用工具的结构与使用操作方法，详细分析了家用电冰箱、空调器、家用中央空调、商用制冷设备、小型冷藏库库体建造方法及其配套制冷的结构、工作原理、基本电路等核心知识，重点讲授了维修操作技能和方法。本书“理实”一体，非常适合读者轻松阅读自主学习制冷设备维修操作技术方面的知识。

本书适合作为欲从事制冷设备维修操作工作的技术人员的学习教材，也可作为制冷相关专业中等职业学校、在岗职工职业技术培训班进行专业实践教学的教材用书。

图书在版编目（CIP）数据

制冷设备的维修操作/李援瑛主编 —北京：机械工业出版社，2011.7

ISBN 978-7-111-34943-3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 106872 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：徐明煜 责任编辑：顾 谦 版式设计：霍永明

责任校对：张玉琴 封面设计：赵颖喆 责任印制：李 妍

高等教育出版社印刷厂印刷

2011 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 11.25 印张 · 273 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-34943-3

定价：33.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社 服 务 中 心：(010) 88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部：(010) 68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部：(010) 88379649

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

为方便读者自主学习制冷设备维修操作技术，本着由浅入深、深入浅出的学习原则，书中细致地讲述了制冷设备维修常用工具、仪器仪表的结构和使用方法、家用制冷设备电冰箱、房间空调器和家用中央空调系统的种类、结构、系统组成与工作原理，维护及维修操作方法以及冷藏库制冷系统、商用制冷设备的原理、结构、维护及维修操作方法。为使读者通过阅读本书，“开卷”有益，学有所得，本书的编写原则是：讲明白基础，讲透彻基本原理，重点放在维修操作实用技能的讲述上，使读者能读得懂、学得会，尽快掌握实用维修技术。为了提高本书的实用性，作者在编写过程中积几十年的教学心得，力求“理实”一体，可操作性强，使读者在学习过程中犹如“师傅”在手把手地教。本书中所涉及的内容涵盖了中小型制冷设备维修操作技术中常见的技术问题，非常适合中小型制冷设备维修操作人员阅读，更适合制冷技术培训班作为实际操作培训教学用书。

本书由李援瑛同志担任主编，李银峰、朱宛宛两位同志参编。受编写水平所限，书中难免有不妥和错误之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2011 年 7 月

目 录

前言

第一章 操作与维修工具及使用	1
第一节 制冷维修专用工具的使用	1
第二节 制冷维修专用设备的使用	4
第三节 制冷维修专用仪器、仪表的使用	5
第四节 制冷维修常用仪表的使用	9
第五节 气焊设备及操作	15
第二章 电冰箱的维修操作	25
第一节 电冰箱的基本结构	25
第二节 普通电冰箱的基本电路	27
第三节 电子控制电冰箱电路	33
第四节 电冰箱维修的检查方法	42
第五节 普通电冰箱电气系统故障的 修理方法	49
第六节 环保型电冰箱的维修	53
第三章 空调器的维修操作	55
第一节 窗式空调器的基本结构	55
第二节 分体式空调器的基本结构	58
第三节 窗式空调器的基本电路	63
第四节 分体式空调器的基本电路	67
第五节 家用中央空调器的基本结构	72
第六节 空调器的维修操作方法	84

第四章 风机盘管空调器的维修操作 ...	116
第一节 风机盘管空调器的分类与结构	116
第二节 新风与冷热媒水供给方式	118
第三节 风机盘管空调器电气控制	121
第四节 风机盘管空调器的日常维护与 常见故障排除	123
第五章 商用制冷设备的维修操作	126
第一节 商用冷藏箱的基本结构	126
第二节 商用冷藏箱的使用与维护	129
第三节 超市陈列柜的基本结构	131
第四节 商用冷饮设备的基本结构	134
第六章 小型冷藏库的维修操作	137
第一节 小型冷藏库的类型	137
第二节 小型冷藏库的制冷系统	144
第三节 小型冷藏库的电气系统	149
第四节 小型冷藏库制冷系统的维修 操作	150
第五节 小型冷藏库电气系统的维修 操作	164
附录 R22、R134a、R600a 压焓图	171
参考文献	174

第一章 操作与维修工具及使用

第一节 制冷维修专用工具的使用

一、方棒扳手的使用方法

方棒扳手是专门用于旋转各种制冷设备阀门调节杆的工具，其结构如图 1-1 所示。

方棒扳手的大头一端有可调的方棒孔，其外圈为棘轮，棘轮下方有一个由弹簧支撑的撑牙，用于控制棘轮上板孔作顺撑牙所指方向带力，反方向空转的单向转动。方棒扳手的另一端有一大一小两个固定方棒孔：小棒孔用来调节膨胀阀的阀杆，调整膨胀阀的开启度；大棒孔可用来拧动小型活塞式压缩机上三通截止阀的螺塞等。

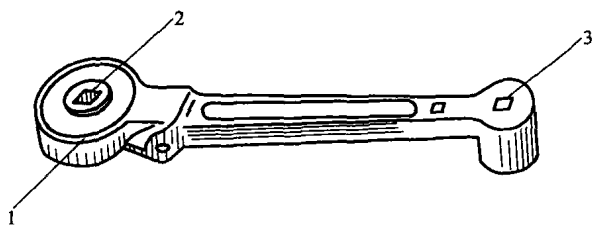


图 1-1 方棒扳手

1—棘轮 2—可调方棒孔 3—固定方棒孔

二、割胀管器的使用方法

在电冰箱的维修工作中，要把两根铜管连接起来，可以采用焊接或接头连接的方法，这两种连接方法都需要对铜管进行胀口。

1. 胀套口

铜管焊接不能采用管口对管口的对焊法，因为这种方法易造成焊口强度变低，容易出现裂痕和形成焊堵故障。因此，一般要采用套接的方法，如图 1-2 所示，这样在焊接前就需要对作为套管的铜管进行胀套口。为了增加焊口的焊接强度，一般要使套管套口的内径大于被套管外径 0.5mm 左右，套口的长度应在 10mm 左右，以便焊料熔液能够流入套口间隙中，形成能满足需要的焊接面。

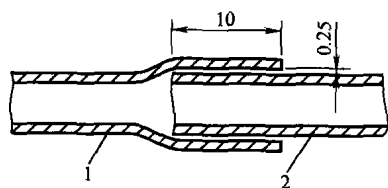


图 1-2 铜管的套接

1—套管 2—被套管

胀套口又称扩杯形口，需要一个专门的冲子和一个夹具。胀套口冲子分三段构成，如图 1-3a 所示。前段长 10mm，直径等于套管内径，作导向用，保证冲子在胀口操作中不歪斜；中段长约 10mm，直径为胀口后管的内径，作胀套管用；后段较粗，作冲子的手柄用。夹具由两块夹板组成，用螺栓紧固，如图 1-3b 所示。夹具上有一些直径不同的孔，用来夹紧不同规格的铜管。

操作时，先把要胀的一端约 20mm 长的管头用焊枪火焰加热，在空气中自然冷却后，用夹具夹于相同直径的孔内，铜管露出高度要稍大于管径。铜管被夹紧后，把夹具夹持在台虎钳上，然后在冲子头上涂上一层冷冻油，将冲子头插入管内后，用锤子轻轻敲击，每敲击一下，要将冲子转动一个角度，直到冲好为止。

对于管径较小的铜管，在维修操作时，也可采用将弹簧套管套入铜管外，徒手直接弯曲的方法进行管子的弯曲。

四、封口钳的使用方法

制冷设备维修中为给管道封口，经常要用到封口钳。封口钳的结构如图 1-8 所示。

使用封口钳时要根据要封口的管道壁厚度调整封口钳手柄部的钳口调整螺钉，使钳口的间隙小于铜管壁厚的两倍，过大会造成封闭不严，过小会造成铜管夹断。调整后，将准备封口的铜管放在钳口中间，用力握住封口钳的两个手柄，用钳口将管道的管壁夹死，达到封闭管道的目的。达到封口要求后，按下钳口开启弹簧，封口便会自动打开。

五、钢锯的使用方法

钢锯是制冷设备维修时经常要用到的工具。钢锯的结构及锯条的安装方法如图 1-9 所示。

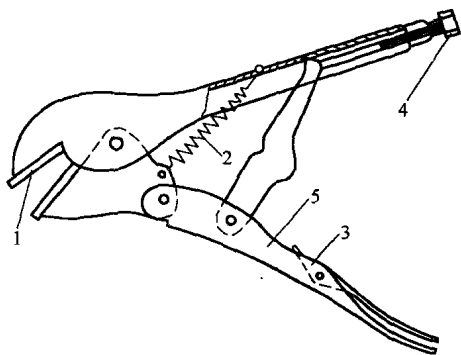


图 1-8 封口钳

1—钳口 2—钳口开启弹簧 3—钳口开启手柄
4—钳口调整螺钉 5—封口钳手柄

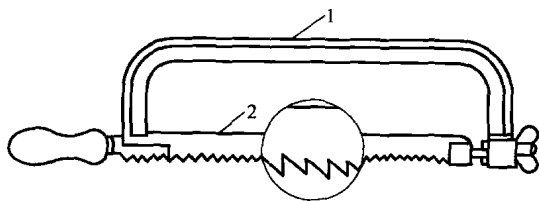


图 1-9 钢锯的结构及锯条的安装方法

1—框架 2—锯条

使用钢锯前首先要将锯条安装好，要求是将锯条的锯齿斜向方向朝向锯的前进方向，然后将锯条用锯弓上的蝴蝶扣拧紧。锯条拧紧的松紧度要适当，拧得过紧，使用过程中易崩断；拧得过松，使用过程中易产生扭曲。

使用钢锯时，应在锯条上涂抹一层机油，以增加锯条运行时的润滑性，起锯压力要轻，动作要慢，推锯要稳。运锯要向前推时要用力，往回拉时不要用力，锯口要由短逐渐变长。切锯圆管道时，要先锯透一段管壁，然后转动管子，沿管壁继续锯割，以免锯条被管壁夹住。

六、锉刀的使用方法

锉刀也是制冷设备维修时经常要用到的工具。锉刀在使用前，应根据被加工金属材质和需加工的形状选择平板锉、方锉、圆锉、三角锉或半圆锉。在锉齿的选择上，应根据加工程序选择粗、中、细锉齿。锉刀的使用方法如图 1-10 所示。

使用锉刀加工工件时，要用右手的拇指压在锉刀的手柄上，用掌心顶住锉刀柄的端面，左手手掌轻压锉刀前部的上面。

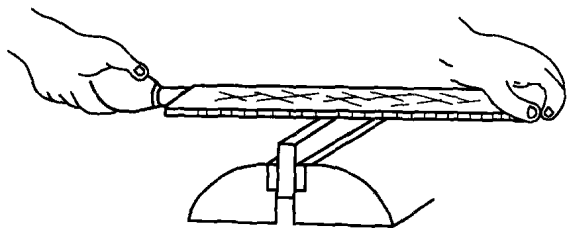


图 1-10 锉刀的使用方法

操作时用右手向前推，左手引导前进方向，用力要稳而有力，加工过程中锉刀往复的距离越长越好。

维修制冷设备时还会经常用到整形锉，使用时可根据加工表面的要求，用单手操作即可。

第二节 制冷维修专用设备的使用

一、三通检修阀的使用方法

三通检修阀的结构如图 1-11 所示。 G_1 为 $-0.1 \sim 1\text{MPa}$ 的联程压力表， G_2 为 $0 \sim 1.6\text{MPa}$ 的压力表。在电冰箱制冷系统进行抽真空和充灌制冷剂操作时，接头 B' 接制冷剂气瓶或充灌器 A' 处接真空泵， E 处接电冰箱的压缩机。使用时，阀 A 开而阀 B 关可进行抽真空操作；若阀 A 关而阀 B 开，则可进行充灌制冷剂操作。

二、普通修理阀的使用方法

普通修理阀是在电冰箱制冷系统进行维修时经常使用的修理阀，其外形如图 1-12 所示。

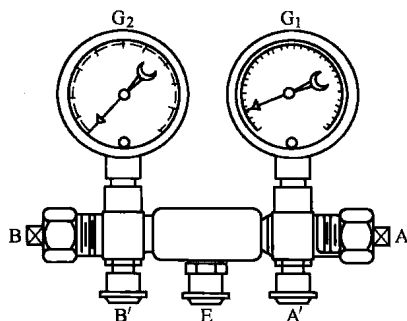


图 1-11 三通检修阀结构图

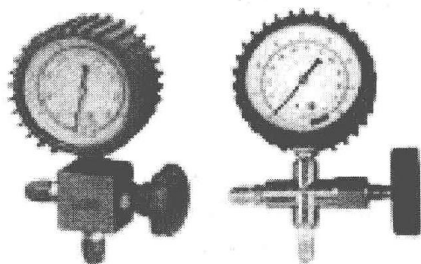


图 1-12 普通修理阀

普通修理阀有三个接口，使用时压力表右侧的接口与制冷设备连接，与阀体垂直的接口与真空泵或制冷剂钢瓶连接。

三、铜管活接的方法

活接铜管可采用两种形式：全接头连接，即接头两端都为螺纹连接，如图 1-13a 所示；半接头连接如图 1-13b 所示，左面的铜管则与接头连接。活接时，先把铜管的一端套上纳子，再把管口胀成喇叭口形。喇叭口斜面要光滑，边缘无裂纹。胀好喇叭口后，将纳子和接头旋紧即可。

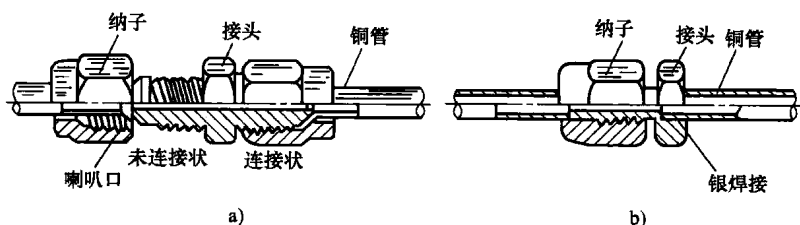


图 1-13 活接铜管的方法

四、真空泵的使用方法

真空泵是对制冷系统进行抽真空的专用设备。制冷系统维修时使用的真空泵为旋片式结构,如图 1-14 所示。

机械真空泵的工作原理如下:从图 1-14 中可以看出,旋片式真空泵的转子外圆与泵腔内旋片式真空泵内表面相切,工作时靠离心力和弹簧张力使旋片顶端与泵腔内的空腔内壁保持接触,转子旋转时带动旋片沿泵腔内壁滑动。当旋片处于水平位置时,将泵内空腔分割成 A、B、C 三部分,而当旋片处于垂直位置时,将外圆泵内空腔分割成 A、C 两部分。真空泵工作时,旋片始终将泵的进气口和排气口分开。A 空腔叫吸气空腔;C 空腔叫排气空腔。真空泵在顺时针旋转时,A 空腔的空气体积逐渐增大,压力逐渐降低,空气从进气口被吸入泵体内部。与此同时,C 空腔的空气体积逐渐减小,压力逐渐增高,达到一定压力后,顶开排气阀,空气穿过泵内的润滑油后,从排气口排出泵体。

制冷系统维修时进行抽真空的目的如下:

- 1) 将维修时残存在制冷系统内部的不凝性气体抽出,对制冷系统进行真空和干燥处理。
- 2) 可以对制冷系统进行真空检漏,以负压形式检测制冷系统的真空状态。
- 3) 为向制冷系统内充注制冷剂作准备。

使用真空泵的基本方法如下:用一根加氟管将真空泵的进气口与电冰箱制冷系统工艺管上的三通检修阀连好,并将三通检修阀开至最大,然后起动真空泵运行即可。待达到抽真空目的后,先将三通检修阀的阀门关闭,然后稍微松开三通检修阀的加氟管与真空泵进气口的接口,听到真空泵的运行声音有变化时,立即切断真空泵电源,拆下加氟管与真空泵接口,抽真空工作结束。

真空泵使用注意事项如下:放置真空泵的场地周围要干燥、通风、清洁;真空泵与制冷系统连接的加氟管要尽量短一点,以避免出现打折等问题,影响使用;使用中要观察加氟管与真空泵进气口的接口处是否有漏气现象;停止使用真空泵时,要将其进气口和出气口用塑胶塞塞好,以免空气与灰尘进入泵中影响其使用;每次使用真空泵前要检查泵中的润滑油位是否符合要求,以保证其安全使用。

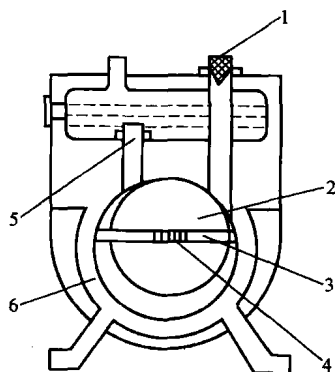


图 1-14 旋片式真空泵外形及结构

1—进气口 2—偏心转子 3—旋片
4—弹簧 5—排气口 6—泵体

第三节 制冷维修专用仪器、仪表的使用

一、温度计的使用方法

在制冷设备的维修中,常用的温度计主要有液体温度计、金属液体式温度计、双金属固体膨胀式温度计等。

1. 液体温度计

液体温度计又称玻璃管液体温度计或棒式温度计。液体温度计是用玻璃毛细管和感温包内充注汞或酒精制成的：充注汞的称汞温度计；充注酒精的称酒精温度计。液体温度计是利用玻璃管内的液体受热膨胀、遇冷收缩产生体积变化，使与感温包相通的毛细管中液位发生变化来工作的。

液体温度计是由温包、毛细管、膨胀泡、玻璃管及标尺组成的，如图 1-15 所示。

液体温度计在构造上有棒式和内标式两种，两者的不同点如下：棒式液体温度计的标尺直接刻在玻璃棒表面；内标式液体温度计是将乳白色玻璃板标尺嵌装在玻璃套或金属套管中。

液体温度计的使用方法与要求如下：

1) 根据测量范围和测量精度要求选取相应分度值的温度计，并要在测量前进行校验。

2) 测量温度时，人体要与温度计拉开一些距离，读数时要屏住呼吸，视线与汞液面及标尺线要平行，先读小数，后读整数。

3) 由于汞温度计的热惰性较大，在使用时应提前 15min 左右将温度计放入被测介质中。

2. 金属液体式温度计

金属液体式温度计，也叫压力式温度计，它的感温包和毛细管是用金属制成的。毛细管的一端与波登管相连，另一端与感温包相连，三者的空腔内充满液体（或气体）。当感温包感受的温度发生变化时，其内部的液体体积膨胀或收缩，迫使波登管受压变形，并通过指针指示出温度读数。金属液体式温度计的结构如图 1-16 所示。

3. 双金属固体膨胀式温度计

双金属固体膨胀式温度计利用两种膨胀系数相差很大的金属材料复合制成金属带，受热后使金属带向膨胀系数小的一侧弯曲，弯曲度的大小反映被测温度的高低，其原理图如图 1-17 所示。

二、压力表的使用方法

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。

真空压力联程表一般以 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, …，其单位为 MPa；负刻度从 0 开始向左至 -0.1，其单位也为 MPa（或刻度为 0 ~ 760mmHg[⊖]），如图 1-18 所示。压力表的外壳直径多采用 60mm、100mm、150mm 和 200mm 等系列。精度等级有 1 级、1.5

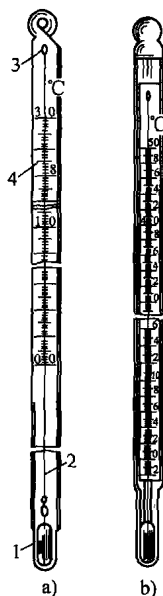


图 1-15 液体温度计

a) 棒式 b) 内标式
1—温包 2—毛细管
3—膨胀泡 4—标尺

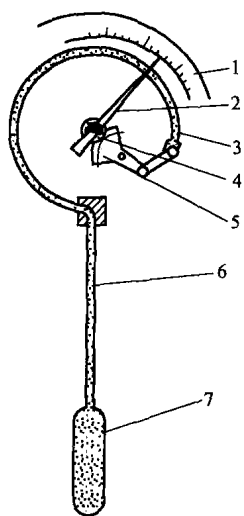


图 1-16 金属液体式温度计的结构

1—标尺 2—指针 3—波登管 4—中心 5—扇形齿轮
6—毛细管 7—感温包

⊖ 1mmHg = 133.322Pa。

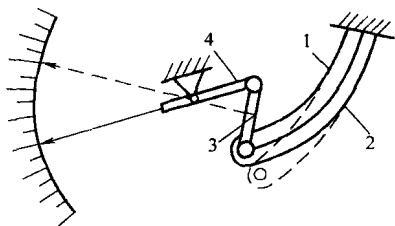


图 1-17 双金属固体膨胀式温度计原理图

1—金属片（有较大膨胀系数） 2—金属片（有较小膨胀系数） 3—杠杆 4—记录笔

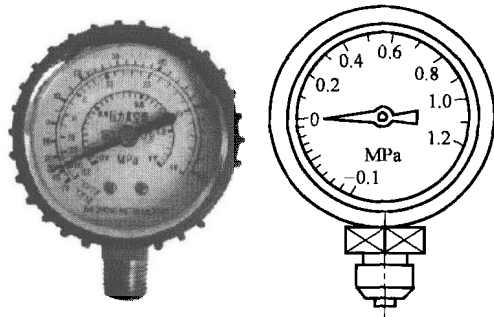


图 1-18 真空压力联程表

级、2.5 级等。一般用于制冷设备维修的压力表直径多采用 60mm、精度等级为 2.5 级的压力表。

使用压力表时的注意事项如下：

1) 压力表在使用前要检查表的铅封有无损坏，指针是否指在零位。

2) 压力表应在 $-40 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度小于 80% 的环境下使用。

压力表使用方法如下：压力表一般有英制压力单位和国际压力单位，使用时要读取国际单位。读数时应等指针稳定后，将目光与指针垂直，先读小数，再读整数。

三、卤素检漏灯的使用方法

1. 卤素检漏灯的结构

卤素检漏灯由底盘、酒精杯、吸气软管、吸气管接头、火焰圈、吸风罩、调节手轮组成，如图 1-19 所示。

2. 卤素检漏灯的检漏原理

当含有 5% ~ 10% 氟利昂气体的空气与检漏灯火焰接触时，就会分解为氟、氯元素的气体，而氯气与灯内炽热的铜火焰圈接触时，便生成氯化铜气体（ $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$ ），这时火焰的颜色就会由蓝色变成绿色或紫色。泄漏量从微漏到严重泄漏，火焰的颜色相应地变化为微绿→浅绿→深绿→紫绿。以 R12 气体检漏为例，火焰颜色与 R12 泄漏量的关系见表 1-1。

3. 卤素检漏灯的使用方法

1) 旋下底座底盘处螺钉塞，向酒精筒中基本加满浓度为 99% 的乙醇或甲醇，然后再将底盘螺钉塞旋紧。

2) 先将调节手轮向右旋转，关紧调节阀，然后向酒精杯中倒入一点乙醇或甲醇并点燃，对酒精筒中的酒精加热，使其汽化压力升高。

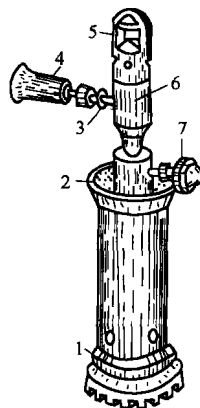
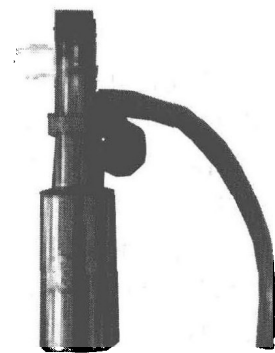


图 1-19 卤素检漏灯

1—底盘 2—酒精杯 3—吸气软管
4—吸气管接头 5—火焰圈
6—吸风罩 7—调节手轮

表 1-1 卤素检漏灯火焰颜色与 R12 泄漏量的关系

序 号	R12 泄漏量		火 焰 颜 色	备 注
	g/24h	L/24h		
1	0.13	0.03	不变	不能检出
2	0.80	0.16	微绿色	
3	1.07	0.21	淡绿色	
4	1.40	0.28	深绿色	
5	3.80	0.76	紫绿色	
6	5.43	1.09	深紫绿色	
7	16.67	3.33	强紫绿色	

3) 当酒精杯内的酒精接近烧完时, 将调节手轮向左转, 使手轮调节阀稍微松开, 让酒精蒸气从喷嘴中喷出, 并在喷嘴口立即燃烧。由于酒精蒸气形成高速射流, 在喷嘴区内形成低压区, 因此与旁通孔相连的吸气管便可吸入周围空气进行检漏了。

4) 将吸气软管靠近制冷系统, 无泄漏时, 卤素检测灯的火焰呈淡蓝色; 如遇泄漏, 火焰的颜色将会随着泄漏量的不同, 而变化成不同颜色。

4. 卤素检漏灯的使用注意事项

1) 喷嘴孔很小 (0.2mm), 为防止其脏堵, 一定要加纯净的乙醇或甲醇, 并在使用前用通针插入喷嘴孔中, 将脏物清除, 保持喷嘴畅通。

2) 必须清洁灯头内铜片或铜丝, 上面的污垢和氧化物应擦除干净, 以免氟利昂气体无法与炽热的铜直接接触, 火焰的颜色不改变, 而引起检漏失误。

3) 由于氟利昂气体的比重大于空气, 吸气管口应放在检漏部位的下方。操作吮吸气软管应在检漏部位缓慢移动, 使泄漏气体能被全部吸入, 以便准确查出泄漏部位。当看到火焰颜色变化时, 应仔细检查, 以确定泄漏的位置。

4) R12、R22 遇明火时, 其蒸气能分解出有毒光气 (COCl_2), 因此检漏时若发现火焰颜色呈紫色, 就停止用卤素检漏灯检漏, 以免发生光气中毒, 应改用其他方法检漏。

5) 检漏灯用毕熄灭时, 不要将阀门关得过紧, 以防止冷却后收缩使阀门处裂开。

四、电子卤素检漏仪的使用方法

电子卤素检漏仪是一种精密的检漏仪器, 灵敏度可达 5g/年以下, 灵敏度高的电子检漏仪可检测出 0.5g/年左右的氟利昂泄漏量。

电子卤素检漏仪的结构如图 1-20 所示。用铂丝作阴极、铂罩作阳极构成一个电场, 通电后铂丝达到炽热状态, 发射出电子和正离子, 仪器的探头 (吸管) 借助微型风扇的作用, 将探测处的空气吸入, 并通过电场。如果被吸入的空气中含有卤素 (如 R12、R22、R134

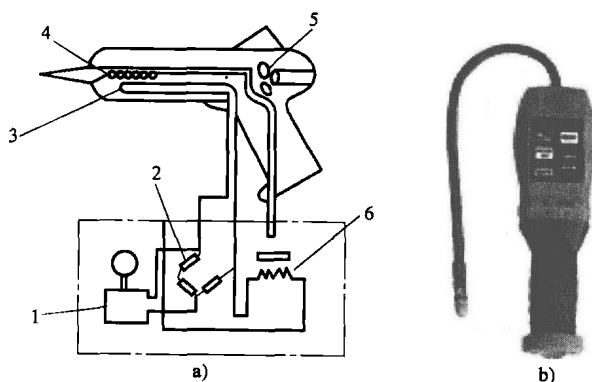


图 1-20 电子卤素检漏仪

a) 原理图 b) 实物外形图

1—放大器 2—电桥 3—阳极 4—阴极 5—风扇 6—变压器

等), 与炽热的铂丝接触即分解成卤化气体, 电场中一旦出现卤化气体, 铂丝 (阴极) 离子的放射量就要迅猛增加, 所形成的离子流随着吸入空气中的卤素多少成比例增减, 因此可根据离子电流的变化来确定泄漏量的多少。离子电流经过放大并通过仪表显示出量值, 同时发出声响信号。

由于电子卤素检漏仪的灵敏度很高, 要求使用时被测试环境没有卤素和其他烟雾污染, 因此不宜在污染量超过允许值的电冰箱生产或维修车间内检测。用电子卤素检漏仪进行精确检漏时, 必须在空气新鲜的场所进行。检漏仪的灵敏度是可调的, 由粗检到精检分为几挡。在有一定污染的环境中检漏时, 可选择适当挡位。

使用电子卤素检漏仪检漏时, 应使探头与制冷系统被检部位保持 3~5mm 的距离, 探头移动的速度不应超过 50mm/s。使用过程中应严防大量氟利昂气体吸入检漏仪, 因为过量的氟利昂会对检漏仪的电极造成短时或永久性污染, 使其探测灵敏度大大降低。

第四节 制冷维修常用仪表的使用

一、指针式万用表的使用方法

指针式万用表的面板如图 1-21 所示。

从图 1-21 中可以看到, 指针式万用表前面板安装有表头、转换旋钮、测量表笔插孔及欧姆调零旋钮。其表头上经常可以看到一些符号及字母, 它们的含义见表 1-2。

1. 指针式万用表的结构

指针式万用表由表头 (指示部分)、测量电路和转换装置三个部分组成。

表头通常是一种高灵敏度的磁电系直流微安表, 其结构简图如图 1-22 所示。在马蹄形永久磁铁的磁极间放有导磁能力很强的极掌, 它的圆柱孔内有纯铁制成的圆柱形铁心, 极掌与圆柱形铁心之间的空隙中放有活动线圈。活动线圈上面固定有轴座, 轴座上安装有轴尖、游丝和指针。当活动线圈中有电流通过时, 电流产生的磁场与永久磁铁的磁场相互作用, 产生转动力矩, 使线圈旋转。线圈转动力矩的大小与通过活动线圈中的电流大小成正比。当活动线圈的转动力矩与游丝的反作用力矩相等时, 指针就处于平衡状态, 这样就可以根据指针所指的刻度直接读出被测量的参数 (如电流、电压、电阻等) 的大小。

指针式万用表的测量电路和转换装置是根据被测对象 (电流、电压、电阻) 而设置的。指针式万用表的简单测量原理电路如图 1-23 所示。转换开关 1 (K 置于 “1” 时) 是测量电阻的电路。万用表在测量电阻时, 需有一个直流电源供电, 使其工作, 一般用万用表内部安装的电池作为电源。有时为了扩大电阻的量程 (如 10k 挡), 还需要在高量程电路中另

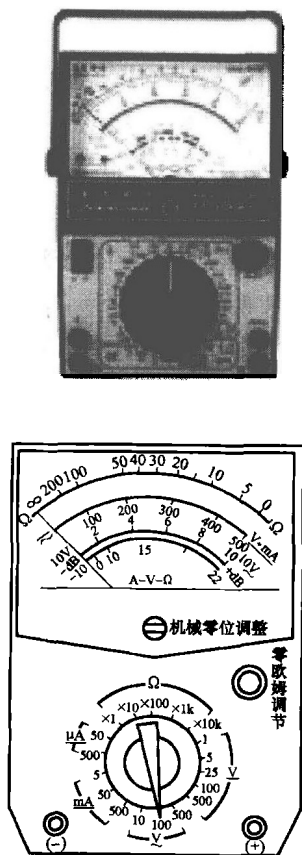


图 1-21 指针式万用表面板

表 1-2 指针式万用表常用符号与字母

符号与字母	表示意义	符号与字母	表示意义
$\bigwedge$	表头的转动是永磁动圈式	$5000\Omega/V \sim$	交流电压挡灵敏度值
$\text{—} $	交流显示为整流式	-2.5	直流电压挡准确度值($\pm 2.5\%$)
Ω	欧姆值刻度	~ 4.0	交流电压挡准确度值($\pm 4.0\%$)
DC 或 —	直流电参量测量	3kV	绝缘等级值
AC 或 $\sim$	交流电参量测量	+, -	测量表笔的正、负极性
$20000\Omega/V \sim$	直流电压挡灵敏度值		

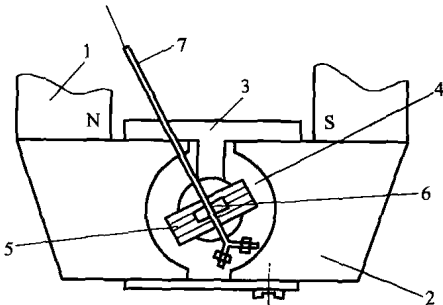


图 1-22 表头结构简图

1—永久磁铁 2—极掌 3—铁心 4—空隙
5—活动线圈 6—轴座 7—游丝和指针

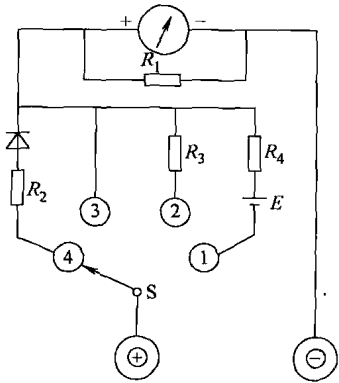


图 1-23 指针式万用表的简单测量原理电路

加高电压（9V）的电池。测量电阻的电路可用来测试压缩机电动机的绕组、起动继电器、过载保护器及温控器等部件的好坏。

转换开关 S 置于“2”时，是直流电压测量电路，可测量直流电源或电路中元器件两端的直流电压，多用于对电子电路的测量。

转换开关 S 置于“3”时，是直流电流测量电路，可测量电路中的直流电流，多用于对电子电路的测量。

转换开关 S 置于“4”时，是交流电压测量电路，可测量交流电源或交流电路中元器件两端的交流电压。

2. 指针式万用表的使用方法和注意事项

1) 每次测量前应把指针式万用表水平放置，观察指针在表盘左侧电压挡的零刻度上。若指针不指零，可用螺钉旋具微调表头的机械零点螺钉，使指针指零。

2) 将红、黑表笔正确插入指针式万用表插孔。根据被测对象（电流、电压、电阻等）的不同，将转换开关拨到需要测量的挡位上，绝不能拨错。如果对被测对象的大小拿不准，则应先拨到最大量程挡试测，以保护表头不致损坏，然后再逐渐调整到适宜的量程上进行测量，以减少测量中的误差。

3) 测量直流电压或直流电流时，如果不清楚被测电路的正、负极性，可将转换开关钮放在最高一档，测量时用表笔轻轻碰一下被测电路，同时观察指针的偏转方向，从而判定

出电路的正、负极。

4) 测量时, 如果不清楚所要测的电压是交流电压还是直流电压, 可先用交流电压挡的最高挡来估测, 得到电压的大概范围, 再用适当量程的直流电压挡进行测量。如果此时表头指针不发生偏转, 就可判定为交流电压, 若有读数则为直流电压。

5) 测量电流、电压时, 不能因为怕损坏而把量程选择得很大, 正确的量程选择应该使表头指针的指示值在大于量程一半的位置上, 此时测量的结果误差小。

6) 测量电压时, 一定要正确选择挡位, 绝不能放在电流或电阻挡上, 以免造成万用表的损坏。

7) 测量高阻值的电器元器件时, 不能用双手接触电阻两端, 以免将人体电阻并联到待测元器件上, 造成大的测量误差。

8) 测量电路中的电阻时, 一定要先断掉电源, 将电阻一端与电路断开再进行测量。若电路待测部分有容量较大的电容存在, 应先将电容放电后再测电阻。

9) 测量电阻时, 每改变一次量程, 都应重新调零。若发现调零不能到位, 应更换新电池。

10) 指针式万用表每次使用完毕后, 应将转换开关旋钮换到交流电压最高挡处, 以防止他人误用造成万用表的损坏。若长时间不用, 应将表中的电池取出, 并将指针式万用表放在干燥通风处。

二、数字万用表的使用方法

数字万用表面板如图 1-24 所示。

用数字显示测量电参量数值的万用表叫做数字万用表。它能对多种电参量进行直接测量并把测量结果用数字形式显示, 与指针式万用表相比, 其各项性能指标有大幅度提高。

数字万用表种类有很多, 便携式数字万用表有 DT830、DT890A 型等, 每一种又有若干序号。表 1-3 所示为 DT830 型和 DT890A 型数字万用表的主要技术指标。

1. 数字万用表的面板

以 DT830 型 (见图 1-24) 为例, 前面板装有液晶显示器、电源开关、量程选择开关、 h_{FE} 插孔、输入插孔等。

1) 电源开关: 在字母 “POWER” 下边有 “OFF” (关) 和 “ON” (开), 把电源开关拨至 “ON”, 接通电源, 液晶显示器显示数字, 使用结束, 把开关拨到 “OFF”。

2) 液晶显示器: 最大显示 1999 或 -1999, 有自动调零和自动显示极性功能。

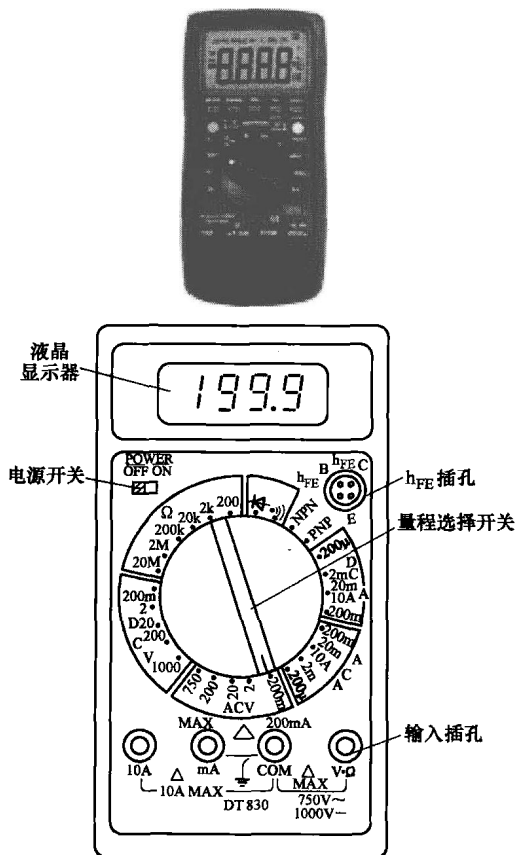


图 1-24 数字万用表面板

表 1-3 DT830 型和 DT890A 型数字万用表的主要技术指标

	DT830 型		DT890A 型	
	量 程	精 度	量 程	精 度
直流电压	200mV	0.1mV	200mV	100μV
	2V	1mV	2V	1mV
	20V	10mV	20V	10mV
	200V	100mV	200V	100mV
	1000V	1V	1000V	1V
	输入阻抗:10MΩ			
交流电压	200mV	0.1mV	200mV	100μV
	2V	1mV	2V	1mV
	20V	10mV	20V	10mV
	200V	100mV	200V	100mV
	750V	1V	700V	1V
	输入阻抗:10MΩ			
直流与交流电流	200μA	0.1μA	200μA(直流)	0.1μA
	2mA	1μA	2mA	1μA
	20mA	10μA	20mA	10μA
	200mA	100μA	200mA	100μA
	10A	10mA	10A	10mA
	超载保护:0.5A/250V 熔丝			
电阻	200Ω	0.1Ω	200Ω	0.1Ω
	2kΩ	1Ω	2kΩ	1Ω
	20kΩ	10Ω	20kΩ	10Ω
	200kΩ	100Ω	200kΩ	100Ω
	2MΩ	1kΩ	2MΩ	1kΩ
	20MΩ	10kΩ	20MΩ	10kΩ
电容	—		200pF	1pF
			20nF	10pF
			200nF	100pF
			2μF	1nF
			20μF	10nF
线路通断检查	被测电路电阻小于 ±10Ω 时,蜂鸣器发声		被测电路电阻小于 30Ω 时,蜂鸣器发声	
显示方式	液晶显示,最大显示 1999			

3) 量程选择开关:为 6 刀 28 掷,可同时完成测试功能和量程选择。开关周围用不同的颜色和分界线标出各种不同测量种类和量程。

4) 输入插孔:有“10A”、“mA”、“COM”、“V $\cdot\Omega$ ”四个孔。面板插口附近还有“10A MAX”(“MAX 200mA”)和“MAX 750V~1000V-”标记。前者表示在对应的插口间所测量的电流值不能超过 10A 或 200mA,后者表示测交流电压不能超过 750V,测量直流电压不能超过 1000V。

5) h_{FE} 插孔:采用四芯插座,为测试晶体管的专用插口。测试时,将晶体管的三只引脚相应插入,显示屏即可显示出放大系数 β 。