

高等教育制冷专业规划教材

小型制冷设备 安装与维修技术

徐红升 主编 孔维军 主审



NLIC 2970759493



化学工业出版社

本书为《制冷技术》系列教材之一，主要讲述制冷系统的基本原理、组成、运行、维护及故障排除等知识。本书可作为高等院校制冷专业及相关专业的教材，也可供从事制冷工作的工程技术人员参考。

本书由徐红升、孔维军主编，孔维军主审。本书在编写过程中，参考了国内外有关文献，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为高等院校制冷专业及相关专业的教材，也可供从事制冷工作的工程技术人员参考。

本书由徐红升、孔维军主编，孔维军主审。本书在编写过程中，参考了国内外有关文献，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为高等院校制冷专业及相关专业的教材，也可供从事制冷工作的工程技术人员参考。

高等教育制冷专业规划教材

小型制冷设备安装与维修技术

徐红升 主编
孔维军 主审

图书在版编目(CIP)数据

小型制冷设备安装与维修技术 / 徐红升主编. — 北京: 化学工业出版社, 2011.7
ISBN 978-7-122-11387-0
I. ①小… II. ①徐… III. ①制冷设备安装—维修—高等学校—教材 IV. ①T832.7



NLIC2970759493

责任编辑：高 伟
封面设计：吴 昊

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）
印 刷：化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张12.5 字数325千字 2011年8月北京第1版第1次印刷



化学工业出版社

邮 政 编 号：100011 电 话：(010) 64888822 (传真) 010-64888822 网 址：http://www.cip.com.cn

凡购买本书，如有质量问题，可向本社或当地书店退货。

本书针对高等职业技术教育的特点和教学课时数,结合精品课程建设的要求,按照认知规律,在力求体现教学的科学性、实践性、连贯性和渐进性的前提下,系统介绍了小型制冷设备安装与维修技术的基本理论和技能要求。介绍了小型制冷设备检修前的准备工作、电冰箱与电冰柜的维修、空调器与空调器维修、微处理器控制空调器、汽车空调器、单元式空调器、小型冷库等方面的基本知识。教材内容涵盖了大多数高职院校课程教学大纲的基本要求,方便教师依据各自学校的情况组织教学。

本书可作为制冷、冷藏与空调专业、供热通风与空调工程技术、楼宇智能化工程技术等有关专业高等院校,高职高专学生教材,供相关从业人员参加在职培训、岗位培训使用,也可作为从事制冷、冷藏与空调设计及施工技术人员参考用书。

小型制冷设备安装与维修技术

主编 徐红升
审主 李静

图书在版编目(CIP)数据

小型制冷设备安装与维修技术/徐红升主编. —北京:
化学工业出版社, 2011.7

高等教育制冷专业规划教材

ISBN 978-7-122-11387-0

I. 小… II. 徐… III. ①制冷装置-设备安装-高等学校-教材②制冷装置-维修-高等学校-教材
IV. TB657

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 099044 号

责任编辑: 高 钰

责任校对: 吴 静

文字编辑: 余纪军

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 322 千字 2011 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 23.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着人民生活水平的不断提高,科学技术的日益进步,小型制冷、冷藏与空调设备在现实生活中得到了广泛的应用。小型制冷、冷藏与空调设备汇集了当今较为先进的设备、工艺和控制技术,大量吸收和采用了自动控制的最新研究成果。从多年的毕业生就业岗位和专业调研情况分析,如何围绕社会需求,优化人才培养方案,组织好教学实施过程和教材编写,真正实现毕业生就业与企业“零距离”接轨,就不可避免地摆在各位专业教学工作者面前,其中教材建设和选用显得尤为重要。

本教材是为了让学生熟悉小型制冷设备安装与维修技术的基本理论、基本知识而编写的。在编写过程中,吸取和借鉴了国内众多开设相关专业的院校的办学经验和教学成果,符合当今教育教学改革的方向,具有浅理论、重实用的职业教育特点。

本教材在编写中,努力体现以下特色:

1. 注重理论与实践的结合,注重实践能力的培养。
2. 根据教学改革的需要,考虑到各院校教学条件的差异,在内容取舍上也做了精心的设计,有利于各院校专业教师根据所在院校的条件和要求进行调整,为专业教师结合自己学院的实际情况采用补充式讲义留有余地。
3. 教材的内容和编排难度适中,有利于提高学生的学习兴趣,便于学生学习、理解和掌握,同时为学生学习和研究小型制冷设备安装与维修技术留有余地。

本书第一、七章由刘玉俊编写,第二、五章由梁艳辉编写,第三、四、六章由徐红升编写。王万有、高宝昆等参加了编写工作。全书由徐红升统稿并主编,梁艳辉、刘玉俊为副主编,孔维军担任主审。

本书编写过程中,得到了许多朋友的热情鼓励和帮助,在此一并表示衷心的感谢。由于水平所限,加之编写时间仓促,书中的不妥之处,敬请专家和读者给予指正。

编 者

2011. 4

目 录

第一章 检修前的准备工作

第一节 常用仪器仪表	1
一、指针式万用表	1
二、数字式万用表	2
三、兆欧表	3
四、钳形电流表	4
五、电子温度计	5
六、卤素检漏仪	5
七、弹簧式压力表及阀门	5

第二章 电冰箱与电冰箱的维修

第一节 家用电冰箱	17
一、电冰箱的分类	17
二、电冰箱的结构	18
三、电冰箱的制冷系统	19
四、电冰箱的控制电路	22
第二节 家用电冰箱的维修	25
一、压缩机电动机的检修	25
二、压缩机的检修	27

第三章 空调器与空调器维修

第一节 空调器	35
一、空调器的分类和代号	35
二、空调器制冷系统分类	37
三、空调器制冷系统部件	40
四、空调器电气控制电路部件	46
五、空调器电气控制电路	48
第二节 空调器维修	49
一、检查故障的方法	49
二、电路系统的检查	51
三、制冷系统的检查	56

第四章 微处理器控制空调器

第一节 微处理器控制电路结构	79
一、微处理器基本结构	79
二、微处理器控制系统基本结构	79
三、空调器微处理器控制程序	80

第二节 常用检修工具	7
一、专用工具及使用方法	7
二、专用设备及使用方法	9
第三节 焊接设备	10
一、气焊设备	10
二、钎焊焊接方法及注意事项	13
三、焊接的结构形式	15

第五章 空调器与空调器维修

第一节 空调器	35
一、空调器的分类和代号	35
二、空调器制冷系统分类	37
三、空调器制冷系统部件	40
四、空调器电气控制电路部件	46
五、空调器电气控制电路	48
第二节 空调器维修	49
一、检查故障的方法	49
二、电路系统的检查	51
三、制冷系统的检查	56
第三节 空调器充注制冷剂	62
一、制冷剂的充注方法	62
二、制冷剂充注量的确定	65
第四节 分体空调器的安装和调试	66
一、分体空调器的安装	66
二、分体空调器的调试	68
第五节 柜式空调机组的安装和调试	69
一、空调机组的安装	69
二、空调机组的调试	74

四、空调器部件的更换	60
第六节 微处理器控制空调器基本原理	82
一、微处理器空调器的基本功能	82
二、制冷系统的组成	83

四、微处理器芯片功能	80
------------	----

第二节 微处理器控制空调器基本原理	82
-------------------	----

一、微处理器空调器的基本功能	82
----------------	----

二、制冷系统的组成	83
-----------	----

三、微处理器空调器控制电路分析	85	四、变频空调自动控制	101
四、微处理器空调器故障检修	91	五、变频空调器故障检修	104
第三节 微处理器控制变频空调器基本原理	92	第四节 空调遥控器	105
一、变频压缩机系统	92	一、空调遥控器结构和工作原理	105
二、变频空调原理	93	二、空调遥控器检修	107
三、变频电路分析	97		
第五章 汽车空调器	110		
第一节 汽车空调器的结构	110	第三节 汽车空调器供暖和自动保护	125
一、汽车空调器的特点	110	一、汽车空调器的供暖系统	125
二、汽车空调器的结构	111	二、汽车空调器的保护装置	125
三、汽车空调器的空气处理和通风	120	第四节 汽车空调器常见故障检修	127
第二节 汽车空调器电气控制系统	122	一、汽车空调器故障判断方法	127
一、电气控制部件	122	二、汽车空调器故障分析和排除	128
二、汽车空调器控制电路	124	三、汽车空调器的检查与调整	131
第六章 单元式空调器	133		
第一节 单元式空调器的结构	133	二、单元式空调器的控制方式	144
一、单元式空调器的分类	133	三、单元式空调器其他控制要求	145
二、单元式空调器系统结构	134	四、单元式空调器控制系统应用	147
三、单元式空调器风机盘管的型式	135	第四节 单元式空调器的安装与调试	152
四、单元式空调器的特点	137	一、风管式空调的安装与调试	152
第二节 单元式空调器制冷系统	137	二、风冷式冷(热)水机组的安装与调试	157
一、单元式空调器制冷系统	137	三、多联式空调的安装、调试	163
二、单元式空调器末端处理机组	138	第五节 单元式空调器的故障检修	170
三、单元式空调机循环泵等附件	140	一、单元式空调器制冷系统常见故障排除	170
第三节 单元式空调器控制系统	143	二、单元式空调器控制系统常见故障排除	172
一、单元式空调器的控制原理	143		
第七章 小型冷库	174		
第一节 食品的保鲜和冷藏	174	一、氨制冷系统简述	184
一、低温防腐的基本原理	174	二、氟制冷系统	185
二、食品的冷藏与冷冻	175	三、制冷系统的融霜	186
三、低温贮藏食品的工艺要求	177	四、小型冷库的电气控制	186
第二节 小型冷库的结构与冷库负荷	178	第四节 小型冷库的机型选择、安装与	
一、土建式冷库	178	维护调试	186
二、拼装式活动冷库	179	一、机型的选择和辅助设备	186
三、冷库负荷和库容量的计算	181	二、小型冷库的安装	188
第三节 小型冷库的制冷与电气控制系统	184	三、小型冷库的维护与调试	189
参考文献			

。要测电阻时，应将红、黑两表笔分别插入万用表的电阻插孔，将量程开关置于电阻挡，然后进行测量。测量时，被测电阻应从电路中断开，且不能带电测量。测量电阻时，万用表的红表笔应插入“V Ω ”插孔，黑表笔应插入“COM”插孔。测量电阻时，万用表的读数应乘以量程开关所置的倍率。例如，量程开关置于“ $\times 100$ ”挡，读数为“15”，则被测电阻为“1500 Ω ”。

。测量电压时，应将红、黑两表笔分别插入万用表的电压插孔，将量程开关置于电压挡，然后进行测量。测量时，被测电路应带电，且被测电路的电压不能超过万用表的量程。测量电压时，万用表的红表笔应插入“V Ω ”插孔，黑表笔应插入“COM”插孔。测量电压时，万用表的读数应乘以量程开关所置的倍率。例如，量程开关置于“10V”挡，读数为“5”，则被测电压为“5V”。

。测量电流时，应将红、黑两表笔分别插入万用表的电流插孔，将量程开关置于电流挡，然后进行测量。测量时，被测电路应带电，且被测电路的电流不能超过万用表的量程。测量电流时，万用表的红表笔应插入“mA”插孔，黑表笔应插入“COM”插孔。测量电流时，万用表的读数应乘以量程开关所置的倍率。例如，量程开关置于“10mA”挡，读数为“5”，则被测电流为“5mA”。

第一章 检修前的准备工作

。测量电阻时，应将红、黑两表笔分别插入万用表的电阻插孔，将量程开关置于电阻挡，然后进行测量。测量时，被测电阻应从电路中断开，且不能带电测量。测量电阻时，万用表的红表笔应插入“V Ω ”插孔，黑表笔应插入“COM”插孔。测量电阻时，万用表的读数应乘以量程开关所置的倍率。例如，量程开关置于“ $\times 100$ ”挡，读数为“15”，则被测电阻为“1500 Ω ”。

。测量电压时，应将红、黑两表笔分别插入万用表的电压插孔，将量程开关置于电压挡，然后进行测量。测量时，被测电路应带电，且被测电路的电压不能超过万用表的量程。测量电压时，万用表的红表笔应插入“V Ω ”插孔，黑表笔应插入“COM”插孔。测量电压时，万用表的读数应乘以量程开关所置的倍率。例如，量程开关置于“10V”挡，读数为“5”，则被测电压为“5V”。

第一节 常用仪器仪表

一、指针式万用表

1. 指针式万用表的构成

万用表是一种可进行多种电量测量、多量程、便携式的电器仪表，可用来测量直流电

流、交/直流电压、电阻及一些常用电子元件的特性。图 1-1 所示为 MF-27 型指针式万用表的面板。前面板安装有表头、量程选择开关、测量表插孔及欧姆调零旋钮。

表头是万用表的关键部件，万用表的许多性能（如灵敏度、准确度等级等）都取决于表头的性能，所以，一般的万用表都使用量程为数十微安的磁电式电流表作为表头。表头上有几条刻度线，分别用来指示电流、电压及电阻等。使用时根据量程选择开关所指示的量程及电参量，从刻度线上读出相应的数值。

表头上有几条刻度线，分别用来指示电流、电压及电阻等。使用时根据量程选择开关所指示的量程及电参量，从刻度线上读出相应的数值。

使用时根据量程选择开关所指示的量程及电参量，从刻度线上读出相应的数值。

从刻度线上读出相应的数值。

从刻度线上读出相应的数值。

2. 万用表的使用方法

只有正确使用万用表才能保证测量结果的准确度，同时又不损坏仪表。使用时应注意：

(1) 每次测量前应把万用表水平放置，观察指针是否指零。指针不指零时用旋具微微调整表头的机械零点螺钉，使指针指零。

(2) 红、黑色表笔应正确插入万用表插孔。量程选择开关应放置在所要测量电参量的量程挡上，绝不可误放。

(3) 如果不清楚所测电压、电流值的大概范围，应首先用表上的最大电压挡、最大电流挡预测，然后再改用适当的量程测量。

(4) 如果不清楚被测电路的正、负极性，可将量程选择开关放在最高一挡，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，从而确定电路的正、负极。

(5) 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，断定此电压为交流电压，若有读数则为直流电压。

(6) 测量电流、电压时，不能因为怕损坏表而把量程选择很大，正确的量程应该使表头指针指示在大于量程一半以上的位置，此时所得结果误差较小。

(7) 测量电压时要加倍注意量程选择开关的位置，绝不能放在电流或电阻挡上，否则将

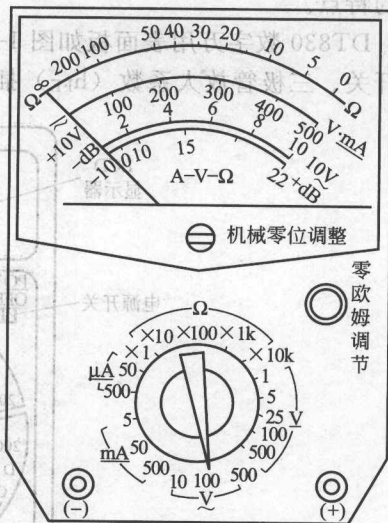


图 1-1 MF-27 万用表面板

使表头损坏,轻则造成表针被打弯,重则使万用表电路元件或游丝、偏转线圈烧毁。

(8) 测量高阻值电阻时,不要用双手接触电阻的两端,以免将人体电阻并联到待测电阻上。

(9) 测量装在仪器上的电阻时应关掉仪器电源,将电阻的一端与电路焊开再进行测量。如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。

(10) 测量电阻时,每改变一次量程,都要重新调整零欧姆旋钮。如发现调整零欧姆旋钮不能使指针指零欧姆,量程转换开关应更换新电池。

(11) 读数时两眼垂直观察指针,不应斜视。

(12) 保存万用表时应把量程转换开关放到交流电压最高挡处。长时间不用时应将电池从表中取出。应把万用表放置在干燥、通风、清洁的环境中。

二、数字式万用表

用数字显示测量电参量数值的万用表叫数字万用表,它的测量原理与指针式万用表完全不同,从而结构和使用方法也不一样。

1. 数字万用表概述

随着半导体集成电路的发展,由集成电路构成的数字万用表价格大幅度下降,它具有很高的灵敏度和准确度,显示清晰直观(不存在读数误差),性能稳定,过载能力强,便于携带的特点。

DT830 数字万用表面板如图 1-2 所示。前面板装有数字液晶显示器、电源开关、量程选择开关、三极管放大系数 (h_{FE}) 插孔、输入插孔等。



图 1-2 DT830 数字万用表面板

数字液晶显示器: LCD 最大显示值为 1999 或 -1999,具有自动调零和自动显示极性功能。当电源电压低于正常工作电压时,显示屏左上方显示电压低符号“—”。测量时超过量程,显示屏显示“1”或“-1”,视被测电量的极性而定。小数点由量程开关同步控制,随量程变化左移或右移。

电源开关：在字母“POWER”下边注有“OFF”（关）和“ON”（开），把电源开关拨至“ON”，接通电源，显示屏显示数字，使用结束把开关拨到“OFF”。

量程选择开关：可同时完成测试功能和量程的选择。直流电压（DCV）有5挡，最小量程为200mV，灵敏度为0.1mV。交流电压（ACV）有5挡。交流电流（ACA）和直流电流（DCA）虽有4挡，但有5个量程，其中“20mA”和“10A”在同一挡位置，其区分通过面板上的插孔来定。电阻（ Ω ）有6挡，还有2挡用于测量二极管极性和导通电压及导线的通断（通时蜂鸣器发声）。当量程开关指在NPN处可通过hFE插孔测NPN管的放大倍数，指在PNP处可通过hFE插孔测量PNP管的放大倍数。

HFE插孔：采用4芯插座，上面标有B、C、E。E孔有两个，在内部连在一起。测量时将三极管的三只管脚相应插入，显示屏就显示出放大系数 β 。

输入插孔：有4个插孔，分别标有“10A”“mA”“COM”及“V· Ω ”。在“V· Ω ”和“COM”之间标有“MAX750~1000V”字样，表示可输入的最高电压。“COM”表示公共端。

电池盒：位于万用表后面板。在标有“OPEN”（打开）的位置，按箭头指示方向拉出活动抽板，即可更换电池。盒内也放有0.5A的熔断管，当测量时不慎严重超载，熔断管内金属丝熔断，保护仪表不受损失。

2. 数字万用表的使用方法

尽管数字万用表采取了过压保护和过流保护，但仍需防止操作上的失误（如用电流挡或电阻挡去测量电压）。测量前要仔细核查量程开关的位置是否合乎要求。为了延长数字万用表的寿命，使用中应注意：

- (1) 不要把数字万用表放置在高温、高湿、寒冷的环境中，以免损坏液晶显示器。
- (2) 严禁在测量时（电压 $>220\text{V}$ 、电流 $>0.5\text{A}$ ）拨动量程开关，防止电弧发生。
- (3) 不要用电池或万用表电阻挡去检查液晶显示器的好坏。
- (4) 不要随意打开数字万用表后盖或拆卸元件，表盖内部贴有喷铝纸，不要揭下，在其下面的“COM”的连线不要弄断。

三、兆欧表

1. 兆欧表的构造与功能

兆欧表又叫摇表，它是由一台手摇发电机和磁电式比率表组成的，是一种专门用来测量电动机绕组、变压器绕组及电缆等设备绝缘电阻的高阻表。它的高压电源是由手摇发电机产生的，有500V、1000V、2500V、5000V等几种。兆欧表外形如图1-3所示。图中A为摇把，E为接地端钮，L为线路端钮，G为屏蔽保护端钮，表头为指针式显示。整个仪表由金属外壳封装。

2. 兆欧表的使用与维护

首先要正确选用兆欧表，使兆欧表的额定电压、测量范围与被测电气设备相适应。一般500V以下的电气设备选用500V兆欧表，测量电冰箱、空调器等家用电器设备的绝缘电阻应选用500V兆欧表；500V以上的电气设备则应选用1000~2500V兆欧表。不可用额定电压较高的兆欧表来测量低压设备。

测量前，必须使被测电气设备切断电源，然后对地放电，尤其是含有电容或电容效应的电气设备，如大型电动机、电容器和变压器等更应充分放电。放电的方法，是用导线将需要

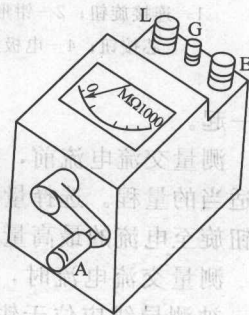


图1-3 兆欧表的外形

放电的设备与地相连接,或是将需要放电的电容器、电动机绕组等两端短接。

兆欧表在使用时要平稳水平放置,测量前先对兆欧表进行开路 and 短路试验,检查兆欧表是否良好。开路试验就是将测量线分开,空摇兆欧表,指针应指向 ∞ 位置;短路试验就是使 L 和 E 的两根测量线迅速短接,轻摇兆欧表,指针应指 0 处。只有符合上述情况,方能使用。

兆欧表采用的测量线,必须是绝缘强度较高的单芯多股绝缘软线,测量线之间不能绞合,且线表面不得与被测设备搭接。

测量电路绝缘电阻时, L 与被测电路导体部分相接, E 与被测设备的外壳或地相接。测量电动机绕组对地的绝缘电阻时, L 与电动机绕组相连接, E 与电动机的机壳相连接。测量电缆线芯与外皮层的绝缘电阻时, L 接电缆芯, E 与电缆线外皮相接, G 与电缆芯和外皮间的绝缘相接。

测量时,顺时针由慢到快地摇动兆欧表手柄,转速达到 120r/min,均匀摇动 1min,待指针稳定下来后,可读出绝缘电阻阻值。测量中如发现指针指零,应立即停止摇动手柄,以免损坏兆欧表。摇动手柄时,不得用手接触被测设备,防止触电。

四、钳形电流表

钳形电流表又叫卡表,是专门测量交流大电流的电工仪器。早期的卡表是指针显示单功能的,现在一般都是将钳形表与万用表组合成一体,形成多功能数字显示或指针显示仪表。

1. 钳形电流表的构造与功能

MG-27A 多用指针式钳形电流表的外形如图 1-4 所示,左半部分就是指针式万用表,只是在量程转换开关挡处增加了交流大电流挡。右半部分是钳形电流互感器,二者通过连接旋钮 1、电极连接线柱 4 连在一起。图中钳形铁芯 2 通过铁芯按钮 3 打开或闭合。

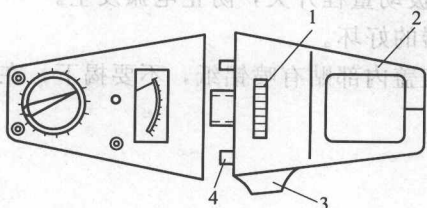


图 1-4 MG-27A 多用指针式钳形电流表外形图

1—连接旋钮; 2—钳形铁芯; 3—铁芯按钮; 4—电极连接线柱

在一起。

测量交流电流前,应先擦去互感器钳口上的油污,以减小测量误差。旋转量程旋钮,选择适当的量程。选择量程时应考虑电动机启动时的最大启动电流值。如无法估算时,应先将旋钮旋至电流的最高量程。如指示值太小时,再转换至较低量程以读取更精确数值。

测量交流电流时,用手按按钮柄,使钳口开启,将一根导线钳入钳口内。为了减小误差,被测导线应位于钳口的中央位置,然后使钳口紧密闭合,此时可读出表盘指针的指示读数。钳形表的最小量程是 5A,当测量 5A 以下的电流时,显示误差会增大,这时可将被测导线多绕几圈,放进钳口进行测量,将读取的电流值除以圈数,即是检测的实际电流值。

使用钳形表检测交流电流时,不可夹钳裸露导线,以免发生危险。

五、电子温度计

电子温度计是数字显示式温度计，专门用来测量环境、冰箱及冷库中的温度。电子温度计以热敏电阻或半导体二极管作为温度传感元件，性能稳定，显示滞后性小。

1. 电子温度计的结构

电子温度计由温度传感器和电子显示器组成，其结构如图 1-5 所示。

2. 电子温度计的使用与维护

(1) 使用前对温度计满度进行调整，测量温区开关放在 $0\sim 30^{\circ}\text{C}$ 处，液晶屏显示出环境温度。按下校准旋扭 2，调整温度旋扭 5，使读数为 30°C 。根据测量温区不同，校正时也可把量程开关放在 $-30\sim 0^{\circ}\text{C}$ 位置。

(2) 要正确放置传感器的位置。测量物体温度时应将传感器紧密接触物体；若测空间温度，传感器就应放在空间中央。

(3) 传感器是易损部件，切勿碰砸。

(4) 当显示数字不清楚或满度不能校准时应及时更换电池。

(5) 存放时避免高温、高湿的环境。

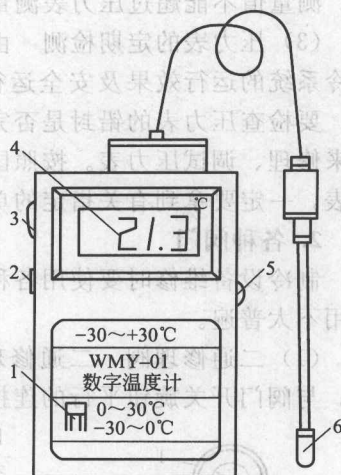


图 1-5 电子温度计结构

1—温区测量开关；2—校准旋扭；3—电源开关；4—数字显示屏；5—温度调节旋扭；6—温度传感器

六、卤素检漏仪

袖珍式卤素检漏仪是检查制冷设备氟里昂制冷剂有无泄漏的专用工具，其灵敏度高，使用方便。

(1) 在检漏前对仪器工作点进行调整。开通电源后慢慢转动工作状态调节旋钮，使检漏指示灯微微发亮，报警喇叭发出清晰慢速的嘀嗒声。

(2) 将传感器探头靠近被检部位慢慢移动。一旦探头接近漏源，被泄漏的氟里昂吸入探头，报警喇叭的嘀嗒声频率就加快，检漏指示灯就逐渐变亮，随着被检气体浓度增大，喇叭声频率增高，以喇叭声频最高处为漏源。

(3) 保持传感器洁净，避免灰尘、油污，不要撞击传感器头部，更不要随意拆卸。

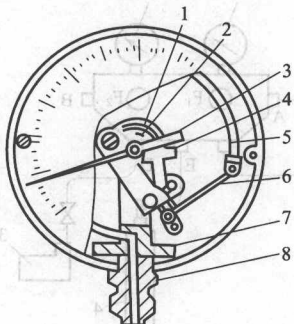


图 1-6 弹簧式压力表

1—小齿轮；2—游丝；3—指针；
4—扇形齿轮；5—弹簧管；6—
拉杆；7—固定块；8—接头

七、弹簧式压力表及阀门

1. 弹簧式压力表

(1) 弹簧式压力表的构造 弹簧式压力表是制冷设备使用最普遍的压力表，它的规格按表盘直径分为 60mm、100mm、150mm 等几种。弹簧式压力表的构造如图 1-6 所示。

弹簧式压力表的测量原理是：依靠被测的压力，使表内的弹簧管发生形变，并通过传动系统，最终使指针偏转，从而在盘面上读出被测的压力。

(2) 弹簧式压力表使用时的注意事项

1) 压力表应垂直安装。

2) 测量液体压力时应加缓冲管。

3) 测量值不能超过压力表测量上限的 $2/3$ ，测量波动压力

时,测量值不能超过压力表测量上限的 $1/2$ 。

(3) 压力表的定期检测 由于压力表检测的是系统各部位的压力,而各部位的压力又和制冷系统的运行效果及安全运行密切相关,所以要求压力表的测量要准确。在使用压力表前,要检查压力表的铅封是否完好,铅封不完整的压力表不允许使用,更不允许私自开启铅封来修理、调试压力表。按照国家有关规定,压力表的使用期限为一年,已到使用期限的压力表,一定要拿到有关指定的单位进行检测,合格后方可使用。

2. 各种阀门

制冷设备维修时要使用各种阀门,经常使用的有二通修理阀和三通修理阀,五通修理阀使用不太普遍。

(1) 二通修理阀 二通修理阀又称直角阀,是简单而常用的修理阀。它共有 3 个连接口;与阀门开关旋钮平行的连接口和压缩机的修理工艺管相接;与阀门开关垂直的两个连接口,一个固定安装真空压力表,另外一个在抽真空时接真空泵的抽气孔,充注制冷剂时连接钢瓶。图 1-7 所示为二通修理阀的结构示意图。

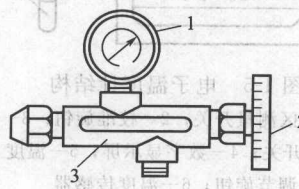


图 1-7 二通修理阀结构示意图

1—压力表; 2—开关旋钮; 3—阀体

连接真空泵与制冷剂钢瓶的接口在使用时需分别操作,即先接真空泵,抽真空操作结束后,旋下抽真空软管,再接制冷剂钢瓶软管,进行充注制冷剂,操作时比较麻烦。

(2) 三通修理阀 三通修理阀又称为专用组合阀,如图 1-8 所示。这种阀上部装有两块表,一块是真空表,用来监测抽真空时制冷系统内的真空度;另一块是压力表,用来监测充注制冷剂时的蒸发压力。三个连接口分别与制冷剂钢瓶或定量充注器、压缩机、真空泵相接。如图 1-8 所示,阀 4 打开,阀 1 关闭,进行抽真空;阀 1 打开,阀 4 关闭,进行充注制冷剂。在维修操作中,使用这种阀门可以使抽真空和充注制冷剂同时在一块修理阀上完成,使用方便,操作快捷。

(3) 五通修理阀 在家用制冷设备维修中,常同时采用三种抽真空的方法进行抽空操作,以提高制冷系统的真空度,使用二通或三通修理阀就显得非常不方便。目前在一些维修部门中,应用的是一种五通修理阀,它具有方便实用、功能齐全、操作简便的优点。

如图 1-9 所示,五通修理阀在接头 A、B 内装设自封阀针,接上带顶针的软管,阀针就开启;卸下软管,阀针自行关闭接口。

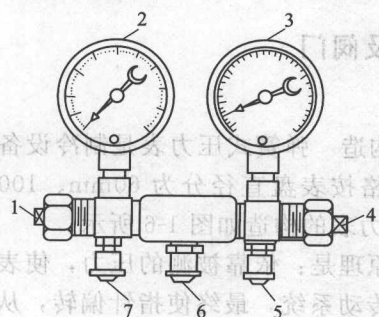


图 1-8 三通修理阀

1,4—阀; 2—压力表; 3—真空表; 5—真空泵接口; 6—压缩机接口; 7—制冷剂钢瓶接口

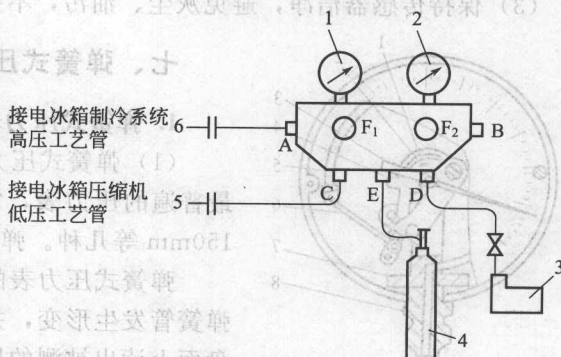


图 1-9 五通修理阀连接示意图

1—压力表; 2—真空表; 3—真空泵; 4—制冷剂钢瓶; 5—压缩机低压工艺管; 6—高压工艺管

低压单侧抽真空时,将制冷剂钢瓶阀门关闭,开启修理阀阀门 F1 和 F2,启动真空泵,

抽空 20~30min, 然后关闭阀门 F2, 打开制冷剂钢瓶阀门, 制冷剂便进入制冷系统。充气 5min 左右, 将气从 B 处放出。

进行复式抽真空时, 可开启阀门 F2, 抽空约 20min 后, 关闭真空泵阀门, 观察真空表的指针变化情况。若无明显回升即可关闭阀门 F2, 打开制冷剂钢瓶阀门, 充注制冷剂。同时观察压力表, 监测蒸发压力。

五通修理阀可有效地保证抽真空、充注制冷剂的数量, 使用方便, 并可对三种抽真空方式任意选择。

第二节 常用检修工具

一、专用工具及使用方法

1. 管子割刀

制冷设备维修中使用的管子割刀, 是专门用来切割紫铜管的, 它的结构如图 1-10 所示。

需要切割紫铜管时, 把紫铜管靠在滚轮上, 然后顺时针旋动转柄把紫铜管夹紧, 顺时针或逆时针转动管子割刀, 每转动 2~3 圈管子割刀, 就顺时针旋动一下转柄, 直到把此铜管切断。

使用时不可把旋动转柄拧得过紧, 否则有可能把割轮损坏。再者由于紫铜管质地较软, 也有可能把紫铜管压扁, 就无法切割了, 特别是切割 10mm 以上的紫铜管更应该注意。

这种管子割刀最大的切管直径是 15mm, 这对于维修电冰箱、空调器及其他小型制冷设备是绰绰有余的。不可用这种管子割刀去切割铁管。

2. 胀管器

胀管器是组合工具, 由夹具、胀管锥头和顶压器组成, 其结构如图 1-11 所示。

胀管器有胀管和翻边两种功能。

(1) 管子的翻边方法 在制冷设备维修过程中, 常常会遇到管路连接问题, 如: 空调器室内机和室外机的连接, 充注制冷剂时钢瓶和制冷系统的连接, 抽真空时真空泵和系统的连接等, 这时采用的就是螺纹连接。这种连接方法的特点是操作方便, 便于维修。螺纹连接的示意图如图 1-12。

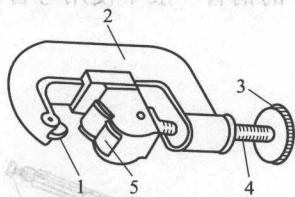


图 1-10 管子割刀

1—刀片; 2—支架; 3—调节旋钮; 4—螺杆; 5—滚轮

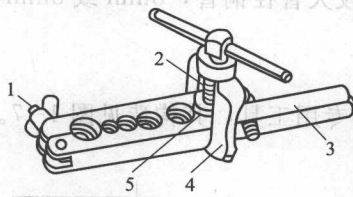


图 1-11 胀管器

1—紧固螺母; 2—顶压螺杆; 3—夹具; 4—顶压器; 5—胀管冲头

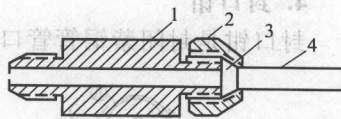


图 1-12 螺纹连接示意图

1—连接件; 2—锁母; 3—喇叭口; 4—紫铜管

从图可以看出, 这种连接需要把紫铜管翻出一个喇叭口, 也就是通常所说的翻边。翻边的操作方法见图 1-13。

首先将紫铜管用夹具夹紧, 紫铜管露出夹具平面 5mm。然后把顶压器套在夹具上, 顺时针旋动顶压器的横杠, 使顶压器的头部对准紫铜管的中心。继续用力旋动顶压器的横杠, 紫铜管就会被翻成约 60°的喇叭口。

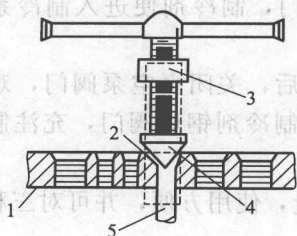


图 1-13 翻边的操作方法

1—夹具；2—铜管的翻边；3—弓形架；4—翻边冲头；5—铜管

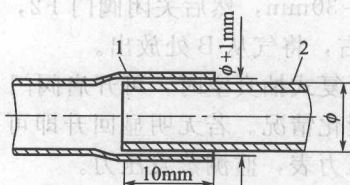


图 1-14 铜管的插接

1—套筒铜管；2—被套铜管

翻边操作时，旋动顶压器的横杆不要用力过猛。用力过猛会把喇叭口压得很薄，从而失去弹性，不便于螺纹连接的密封，严重时还会造成喇叭口的断裂。若此铜管的两端都需要翻边，操作前不要忘记将锁母套入紫铜管，以免造成返工。

(2) 胀管的方法 在制冷设备维修过程中，管路的连接除去使用螺纹连接外，有时还会采用焊接。如果是两根直径相同的紫铜管需要焊接，为了保证焊接的密封性和机械强度，需要把一根管插入到另一根内进行焊接，因而也就产生了紫铜管的胀管问题。胀管后两根紫铜管的插接见图 1-14。

胀管前应先将紫铜管的胀管部分退火，使铜管具有较好的延伸性能，这样能取得比较好的效果。

胀管操作时首先将紫铜管用夹具夹紧，卸下顶压器的翻边冲头，换上顶压冲头，下面的操作方法和翻边的操作方法相同。

3. 弯管器

在进行制冷设备安装和维修时，都需要弯曲铜管。除少量需弯曲 180° 外，大量的都是弯曲 90° 。弯管器的构造和弯管方法见图 1-15。

弯管器由固定杆、活动杆和带导槽的固定轮组成。操作时根据铜管的外径，选择好固定轮。逆时针转动活动杆，使其和固定杆成 180° ，然后把铜管放在固定轮的导槽内。慢慢地顺时针转动活动杆，铜管即变弯成 90° 。

操作前应把铜管的弯曲部分退火，弯曲的管子半径应不小于管径的 5 倍，如图 1-16 所示。

弯管器适用于 8mm 以上的较大管径铜管，8mm 或 8mm 以下的铜管一般不使用弯管器，而是用两手轻轻弯曲。

4. 封口钳

封口钳是封闭紫铜管管口的专用工具，其构造见图 1-17。

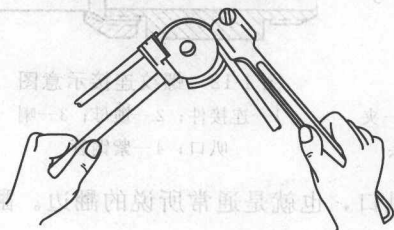


图 1-15 弯管器的构造和弯管方法

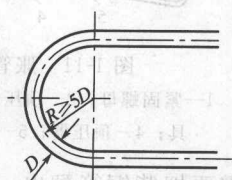


图 1-16 管子弯曲时的最小半径

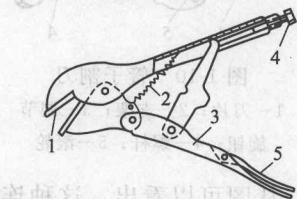


图 1-17 封口钳的结构

1—钳口；2—钳口开启弹簧；3—封口钳手柄；4—钳口间隙调整螺钉；5—钳口开启扳机

封口钳的使用方法：根据铜管管壁的厚度，调节钳口调节螺钉，使钳口间隙略小于两倍管壁厚度。然后打开封口钳，将钳口对准要封闭的部位，用手捏紧封口钳的两个手柄，钳口即把铜管夹扁并封闭。这时用克丝钳将管剪断，用气焊把剪断的铜口焊牢，封口工作即告结束。

使用封口钳封口时，最好用气焊把要封闭的部位烧红，然后再用封口钳封闭，这样会取得非常满意的效果。

二、专用设备及使用方法

在制冷设备维修过程中，除要使用一些通用工具和专用工具外，还要使用一些专用设备。这些专用设备主要是系统排除空气的真空泵和装制冷剂用的钢瓶。

1. 真空泵

(1) 真空泵的构造 真空泵是抽除制冷系统内气体以获取真空的专用设备，在制冷设备的维修中应用广泛，其结构见图 1-18。

从图可以看出，真空泵被分为上下两部分，上部是进气口、排气口、视油镜和排气阀。排气阀被真空泵油封闭。下部是一个汽缸，汽缸内装有一个偏心的转子。在偏心转子的直径上开有一个横槽，槽内装入两个旋片，两个旋片在弹簧的作用下能左右移动，因而能和汽缸壁紧密接触，并把汽缸和偏心转子所形成的月牙型汽缸腔分成两部分。月牙型汽缸腔的右侧和进气口相通，而左侧则通过排气阀和封闭的真空泵油与排气口相通，这样，当偏心转子在电动机的带动下顺时针旋转时，被抽除的气体就源源不断地进入月牙型汽缸的右侧，而月牙型汽缸腔的左侧由于容积的不断减少，气体实际已被压缩，然后顶开排气阀，并通过封闭的真空泵油从排气口排出，从而达到抽除气体获得真空的目的。

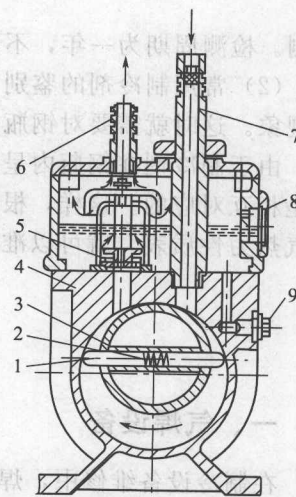


图 1-18 2X 型旋片式真空泵结构图

- 1—旋片；2—旋片弹簧；3—转子；
- 4—机壳；5—排气阀；6—排气管；
- 7—进气管；8—视油镜；
- 9—放油塞

(2) 真空泵的使用 制冷设备维修时，使用真空泵的目的有两个，一是抽除制冷系统内的气体，为充注工作介质做好准备；二是对于有冰堵故障的制冷设备，通过抽真空，使制冷系统内的水分在低压情况下汽化，达到排除水分的目的。真空泵使用时要按图 1-19 所示和制冷系统连接。

具体的操作方法：

- 1) 打开抽真空阀，关闭大气连通阀，然后启动真空泵。
- 2) 抽真空结束，首先关闭抽真空阀，打开大气连通阀，然后关闭真空泵。

注意：切不可抽真空结束直接关闭真空泵，因为此时制冷系统内是真空状态，外界的大气会把真空泵油压入到月牙型工作腔内，甚至压入到制冷系统，不仅损坏真空泵，还有可能造成制冷系统的污染。

若使用复式修理阀进行抽真空操作，也应根据以上的原则进行操作。

2. 制冷剂钢瓶

(1) 制冷剂钢瓶及安全使用 制冷剂钢瓶是贮存和运输制冷剂的专用容器，属压力容器，不可用作他用。用来贮存 R22 的钢瓶，要求其耐压在 2.5MPa 以上。制冷剂钢瓶的容积有 5~50L 的不同规格。一般贮存制冷剂使用 50L 钢瓶，维修时，为了使用的方便多使用

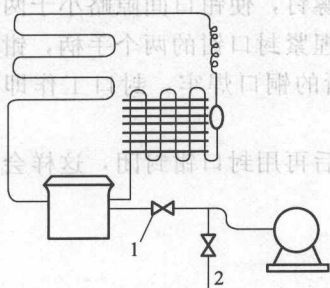


图 1-19 真空泵的使用方法

1—抽真空阀门；2—大气连通阀门

5~10L 的钢瓶。

制冷剂钢瓶在使用时应遵守以下原则：

- 1) 制冷剂钢瓶不能满盛制冷剂，否则会发生爆炸！其安全装载量是钢瓶容积的 80%。
- 2) 钢瓶运输过程中不能磕碰，50L 的制冷剂钢瓶应在其上部和下部各加装一道防震胶圈。
- 3) 钢瓶贮存时不能在阳光下曝晒，并远离热源。
- 4) 钢瓶表面应有明显的制冷剂种类标志。

5) 一个钢瓶只能装一种制冷剂，不可随意改装制冷剂的种类，更不可混装。

6) 制冷剂钢瓶应定期到有关部门指定的单位进行耐压检测。检测周期为一年，不可逾期使用，更不可使用耐压不合格的钢瓶。

(2) 常用制冷剂的鉴别 制冷剂钢瓶在使用过程中，常常会出现钢瓶印记不清或印记脱落现象。这时就需要对钢瓶内的制冷剂种类进行鉴别。

由于制冷剂在钢瓶内呈现的是饱和状态，而制冷剂在饱和状态下，其饱和温度和饱和压力是相互对应的。这样，根据制冷剂的饱和温度和饱和压力，查对“制冷剂饱和液体及饱和蒸气热力性质表”就可以准确地对钢瓶内的制冷剂作出鉴别。

第三节 焊接设备

一、气焊设备

在制冷设备维修中，焊接的多是一些小的工件和紫铜管，所以气焊设备使用得更多一些。目前使用的气焊设备有两种，即普通的气焊设备和便于携带的便携式气焊设备。

1. 普通气焊设备

普通气焊设备如图 1-20 所示。由氧气瓶和氧气减压器，乙炔气瓶和乙炔减压器，焊炬及高压胶管组成。

(1) 氧气瓶 氧气瓶是压力容器，其耐压为 30MPa，满瓶的氧气其压力为 15MPa。氧气瓶涂成专用的天蓝色。

氧气瓶不准在阳光下曝晒，不准靠近热源，不准磕碰。氧气瓶的使用期限为一年，到达使用期限后，必须经有关部门指定的专业单位进行检验，检验合格的氧气瓶在瓶颈部位打上合格钢字后方可使用，严禁使用超过期限的氧气瓶，更不允许使用不合格的氧气瓶。氧气瓶内的氧气不允许用光，剩余氧气的压力不能低于 0.5MPa。氧气瓶内的氧气压力较高，使用时必须配备氧气减压器。

(2) 氧气减压器 氧气减压器的外形如图 1-21 所示。

氧气减压器涂成氧气瓶的专用颜色——天蓝色，外壳上装有两块压力表，一块直接和氧气瓶连接，指示氧气瓶内的压力，称为高压表；一块和减压器的出口连接，指示减压以后的压力，称为低压表。

氧气减压器使用时，通过专用锁紧螺母把减压器和氧气瓶阀门连接起来，然后打开氧气

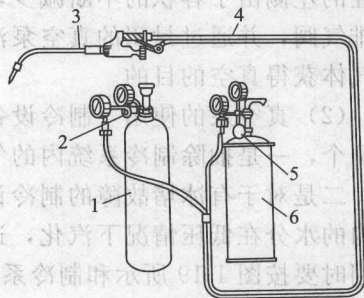


图 1-20 氧气-乙炔气焊设备

1—氧气瓶；2—氧气减压器；3—焊炬；4—高压胶管；5—乙炔气瓶；6—乙炔减压器

瓶阀门, 高压表立刻指示出氧气瓶内的压力。顺时针旋动减压器的调节螺杆, 减压活门则被打开, 氧气经高压气室流向低压气室, 通过胶管连接到焊炬上, 供气焊使用。随着焊接时氧气流量的变化, 减压活门会在高压气室和低压气室压差的作用下, 自动开大或关小, 从而使输出的氧气形成一个压力一定的气流。

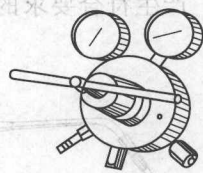


图 1-21 氧气减压
器外形

(3) 乙炔气瓶和乙炔减压器 乙炔气瓶也是压力容器, 和氧气瓶相比它所承受的压力要小得多, 满瓶的乙炔气其压力约在 1.0MPa, 乙炔气瓶涂成专用的白色。

乙炔气瓶的检验周期为一年, 到达期限的乙炔气瓶必须经有关部门指定的单位进行检测, 检测合格的乙炔气瓶才允许继续使用。

在乙炔气瓶内装有约 1/3 的丙酮, 乙炔气会被丙酮溶解, 所以乙炔又被称为溶解乙炔。正因为如此, 乙炔气瓶使用时必须直立, 不允许倾斜, 更不允许放倒。

乙炔减压器的外形如图 1-22 所示。

乙炔减压器的结构和氧气减压器的结构一样, 这里不再赘述。由于乙炔气瓶内的压力较低, 为防止误操作而造成事故, 在乙炔减压器的出口上装有一个防回火装置, 它的工作原理很类似于制冷管道中的止逆阀, 这样就防止了因误操作而使火源进入乙炔气瓶, 从而保证安全。

图 1-22 乙炔减压器外形

(4) 高压胶管 由于氧气和乙炔气在使用时都具有一定的压力, 所以输送氧气和乙炔气的胶管必须使用耐压的胶管。为保证使用的安全, 气焊操作时必须远离氧气瓶和乙炔气瓶, 所以胶管的长度一般不短于 20m。为区别两种气体, 用红色的高压胶管输送氧气, 而用黑色的高压胶管输送乙炔气。

2. 便携式气焊设备

由于制冷设备不便搬运, 如电冰箱和电冰柜, 而且大部分制冷设备是固定安装的, 如空调器和冷库以及汽车空调等。因此, 在制冷设备的维修中为了登门服务的方便, 常常使用便携式气焊设备。

便携式气焊设备体积很小, 大约只相当一只普通的手提包, 重量不超过 10kg。包括一只氧气瓶和氧气减压器, 一只液化气钢瓶, 一把最小号的焊枪和胶管, 此外还有一根为氧气瓶充气的专用管。所有设备装在一个塑料的手提箱内, 所以携带非常方便。

(1) 氧气瓶和氧气减压器 便携式气焊设备的氧气瓶容积只有 2L, 所充的氧气是经专用管道由普通氧气瓶导入的, 最高使用压力同样是 15MPa。所使用的减压器结构和普通氧气瓶的减压器结构一样, 只不过体积要小得多。

(2) 液化气瓶 便携式气焊设备使用的不是乙炔而是液化气, 液化气瓶大约只有 1L 的容积。由于所使用的气体压力较低, 所以液化气瓶的出口装有一个气化器, 它把液体变为气体, 同时也起到了减压的作用, 然后输出供气焊使用。

(3) 胶管 便携式气焊设备的氧气也必须使用高压胶管, 而液化气可以使用高压胶管, 也可以使用普通胶管, 胶管的长度一般为 3m 左右。

3. 气焊焊炬

气焊焊炬又称焊枪, 它的种类有射吸式焊炬、射吸式割炬、射吸式焊割两用炬、等压式焊炬、等压式割炬及等压式焊割两用炬。使用较普遍的是射吸式焊炬和射吸式割炬, 简称为气焊枪和气割枪。

气焊枪是以乙炔或可燃的液化气作为热源, 以氧气作为助燃气体, 按一定比例进行混