

ZHILENG YU KONGTIAO ZHUANGZHANG ANZHUANG JI GUANLI

制冷与空调装置 安装、维修及管理

戈兴中 主编

化学工业出版社
教材出版中心



5
2

制冷与空调装置 安装、维修及管理

戈兴中 主编

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷与空调装置安装、维修及管理/戈兴中主编. 北京: 化学工业出版社, 2002.12
ISBN 7-5025-3337-0

I. 制… II. 戈… III. ①制冷装置-安装②制冷装置-维修
③空气调节设备-安装④空气调节设备-维修 IV. TB65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 097401 号

制冷与空调装置安装、维修及管理

戈兴中 主编

责任编辑: 孙世斌

责任校对: 陈 静

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 11½ 字数 277 千字

2002 年 1 月第 1 版 2004 年 7 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-5025-3337-0/G·890

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

制冷与空调专业教材编写说明

随着社会的不断发展、人民生活水平的不断提高，制冷与空调设备的应用几乎遍及生产、生活的各个方面，社会对制冷空调设备的安装、维修、管理专业人员的需求量也越来越大。近年来，全国已有不少院校先后开设和准备开设“制冷与空调”专业，以满足社会对制冷与空调专业技术人员不断增长的需求。

为了培养出具有化工特色的制冷与空调专业毕业生，以南京化工职业技术学院、常州化工学校、杭州商学院、上海信息技术学校为主的几所化工中专于1996年11月召开了“制冷与空调”专业教学研讨会，并在全国化工中专教学指导委员会机械组指导下，着手组织有关教材的编审工作，历时两年，现已完成《制冷原理》、《空气调节》、《制冷机器》、《制冷与空调装置的自动控制》、《制冷与空调装置安装、维修及管理》等五本教材的编写，相关配套教材将陆续组织编写。

五本教材中，《制冷原理》主要介绍制冷剂与载冷剂，单级蒸汽压缩式制冷循环，多级压缩与复叠式制冷循环，吸收式制冷循环等基本知识 with 基本原理；《空气调节》主要介绍湿空气的物理性质和焓湿图，空调房间的冷、湿负荷及送风量确定，空气的热湿处理，空气的净化处理，空气调节系统，空调系统的运行调节等基本知识；《制冷机器》主要介绍活塞式制冷压缩机，螺杆式制冷压缩机，离心泵，真空泵，风机等典型机器的结构种类、工作原理及选择使用；《制冷与空调装置自动控制》主要介绍自动控制规律，制冷与空调装置的控制元器件，制冷与空调装置的基本控制电路，制冷系统的控制与保护，典型制冷与空调装置的自动控制等基本知识、基本结构、工作原理及其应用；《制冷与空调装置的安装、维修及管理》主要介绍制冷与空调装置安装维修的常用工具、设备的使用及主要操作工艺，冷冻冷藏设备的安装维修，工业制冷装置的安装维修及管理，房间空调器的安装维修，中央空调系统的安装维修及管理基本知识、基本原理及基本技能。

这套教材力求突出能力培养，贴近生产实际，与同类教材相比，内容上不仅讨论一般家用、商用制冷、空调设备，还讨论工业制冷装置，同时融入了编者丰富的实践经验，使之更加实用，既可作为制冷与空调专用教材，又可作为专业人员岗位培训用教材。

教材出版后，衷心希望得到广大师生和读者的批评指正，以便不断完善和提高。

全国化工中专
教学指导委员会机械组
1999年10月

前 言

随着我国市场经济体系的建立，国民经济快速发展，制冷与空调这一科学技术得到了广泛的应用，针对这一市场的新特点，有许多学校都相继开设了《制冷与空调》专业，以满足社会的需要。

在开设这一专业的过程中，缺乏适用的教材，对各校的相互交流带来了诸多不便。鉴于这一情况，华东地区化工中专于1996年11月在南京化校成立了《制冷与空调》协作组，同时制订了教学计划及教学大纲，并通过了编写教材决定。1997年4月《制冷与空调装置安装、维修及管理》教材的编写大纲在南京化校由协作组审定通过，并开始了教材的编写。于2001年6月由全国化工中专教学指导委员会组织审定。

本书由常州化校戈兴中主编，常州化校付璞、杭州商学院张广源、常州第二建筑设计院谢明参编。具体分工如下：戈兴中编写绪论、第五章、第三章的第三节、第六章的第三节，张广源编写第一章和第四章，付璞编写第二章和第三章，谢明编写第六章。

本书由南京化工职业技术学院朱方鸣主审。

由于水平所限，难免有错误和不妥之处，恳切希望读者批评指正。

编者
2001.11

内 容 提 要

本书是“制冷与空调”专业的专业系列教材之一。

本书就制冷和空调两个方面的装置叙述了安装工艺和维修工艺；从小型冷冻冷藏设备的安装、维修讲到大型工业制冷装置的安装、维修及管理；从小型家用空调的安装、维修讲到大型中央空调系统的安装、维修及管理；重点放在实际应用上，而对理论尽可能简化，并在各章之后附有复习思考题。

本书可供中等职业学校学生使用，也可作为企业职工培训教材。从事制冷与空调专业的安装、维修及管理人员也可作为参考书。

目 录

绪 论	1
第一章 施工机具	3
第一节 常用、专用工具及设备	3
一、管子切割机具	3
二、扩管器	4
三、弯管机具	4
四、封口钳	5
五、复式修理阀	5
六、真空泵	6
七、检漏仪器	6
八、定量充注器	7
九、气焊设备	8
十、常用检测仪表和工具	9
第二节 常用的起重机具	10
一、钢丝绳	10
二、麻绳	11
三、钢丝绳夹	12
四、起重滑车	12
五、套环和卸扣	15
六、手拉葫芦	15
复习思考题	16
第二章 制冷与空调系统安装、维修的主要操作工艺	17
第一节 部件的清洗和干燥	17
一、部件的清洗	17
二、部件的干燥	19
第二节 管路的连接和布置	19
一、常用管材和配件	19
二、管路的连接方法	23
三、管路的布置原则	24
第三节 系统的吹污与气密性试验	28
一、系统吹污	28
二、气密性试验	28
第四节 检漏	30
一、声响检漏	30
二、目测检漏	30

三、浓肥皂水检漏	30
四、卤素检漏灯检漏	30
五、电子检漏仪检漏	31
第五节 抽真空	31
一、用真空泵抽真空	31
二、用制冷压缩机抽真空	32
第六节 充注制冷剂	33
一、充注时应注意的几个问题	33
二、充注氨	33
三、充注氟	34
第七节 系统中残留空气的排放	36
一、空气进入系统的途径、影响及判断	36
二、放空操作	36
第八节 系统中水分的排除	37
一、干燥剂脱水	37
二、开启式压缩系统排除水分的方法	38
三、全封闭压缩机系统排除水分的方法	38
复习思考题	38
第三章 小型冷冻冷藏设备的安装与维修	39
第一节 家用电冰箱的维修	39
一、家用电冰箱常见故障及其排除方法	39
二、家用电冰箱的修理	45
三、家用电冰箱的调试及性能测试	50
第二节 冷藏箱的维修	51
一、冷藏箱的常见故障及其排除方法	51
二、冷藏箱的修理	54
三、冷藏箱的调试	58
第三节 冷库的安装、调试及维修	59
一、冷库的结构	59
二、冷库的安装	60
三、制冷系统的运行操作	62
四、冷库及制冷设备的维修	63
复习思考题	63
第四章 制冷系统安装、维修及管理	65
第一节 制冷系统的安装	65
一、安装前的准备工作	65
二、活塞式制冷压缩机的安装	69
三、制冷系统设备的安装	77
四、电气及自控设备的安装	82
第二节 制冷系统的试运转	86

一、单机试运转	86
二、活塞式制冷系统的吹净	87
三、制冷系统的气密性试验	87
四、制冷系统的真空试验	88
五、制冷剂的充注	88
六、制冷系统的联合试运行	88
七、低温设备及其管道的隔热	90
八、冷冻盐水的配制	92
第三节 制冷系统的操作与管理	93
一、制冷压缩机的运转操作	94
二、制冷系统及设备的运转操作	97
第四节 制冷系统的故障分析和排除	103
一、制冷剂循环系统的故障分析与排除	103
二、冷却水系统常见故障及其排除	106
第五节 制冷系统设备的正常维修	107
一、制冷机器和设备的维护保养	107
二、活塞式制冷压缩机的修理	109
复习思考题	116
第五章 房间空调器的安装与维修	118
第一节 房间空调器的安装	118
一、窗式空调器的安装	118
二、分体式空调器的安装	120
第二节 房间空调器常见故障及其排除	127
一、窗式空调器常见故障分析	127
二、分体式空调器故障及其排除	128
第三节 空调器的检修	129
一、压缩机的更换与修理	129
二、风扇电机的更换与修理	130
第四节 恒温恒湿机的安装维修	130
一、恒温恒湿机的安装及运行	130
二、恒温恒湿机的故障分析及排除	131
复习思考题	131
第六章 中央空调系统的安装、维修及管理	132
第一节 中央空调系统的安装	132
一、冷热源机组的安装	132
二、末端设备的安装	139
三、风管、水管的安装布置	140
四、水泵的安装	145
五、冷却塔的安裝	148
第二节 中央空调系统的运行及管理	150

一、空调系统调试及验收·····	150
二、中央空调系统的节能·····	156
三、中央空调系统的运行管理与保养·····	160
第三节 中央空调系统的维修·····	167
一、中央空调系统的常见故障及排除·····	167
二、制冷压缩机的检修·····	169
复习思考题·····	172
主要参考书目及文献 ·····	173

绪 论

一、本课程的性质和任务

自新中国成立，特别是改革开放以来，国民经济迅速发展，人民生活水平不断提高。制冷与空调事业更是迅猛发展，在工农业生产、商业、交通、旅游、国防、军事、建筑、食品加工、医疗卫生、体育、科研及人民日常生活等领域得到了广泛的应用。从事制冷与空调装置安装、维修及管理的人员越来越多，他们迫切希望学习制冷与空调安装、维修技术，以提高自己的职业技能。

制冷与空调装置在出厂前往往是半成品，需要将制冷机组和制冷设备运至现场，根据用户和厂方要求，用管道和其他辅件连接成整体，即通过专业安装人员安装和调试后成为合格产品。如家用分体式空调，空调生产厂家在出厂时只提供空调器的室内机、室外机和连接管道，通过空调安装人员到用户家现场安装、调试正常后才是合格空调。再如，装配式冷库、冷库生产厂家在出厂时只提供库体散件、压缩冷凝机组和蒸发器等，将这些运至用户，然后通过专业人员上门安装、调试后才是合格冷库。

在市场经济条件下，制冷与空调厂家为了使产品在市场有较高的占有率，除了对产品性能上不断改善、产品质量不断提高、产品款式不断改进以符合时代潮流外，生产厂家对产品的售中与售后服务质量越来越重视。售中服务是指产品出厂后还未销售到用户手中，这段时间的服务称为售中服务。售中服务内容包括产品的宣传、促销、技术咨询、上门设计、送货等。售后服务是指产品销售后由专业人员上门安装调试、介绍产品使用与维护方法、三包期内和三包期外的维修服务。售后服务的好坏直接影响到产品的质量和信誉。为了保证售后服务的质量，各厂家需要有一批了解产品基本结构、原理及性能；精通产品安装、维修及管理知识的多技能型的综合人才。

制冷空调技术不断发展，新型设备不断涌现，需要一支专门的队伍为它服务，来做好制冷与空调设备的生产、销售、安装、维修及管理的工作。

《制冷与空调装置安装、维修及管理》是在学习《制冷原理》、《空气调节》、《制冷机器》《制冷设备》等课程后进一步讲述安装、维修以及管理方面知识，是一门实践性很强的专业课。

本课程的任务是初步掌握小型制冷设备与工业制冷系统的安装、调试、维修及管理；房间空调器与中央空调系统的安装、调试、维修及管理。

二、本课程研究的内容

制冷与空调装置的类型比较多，新的设备不断涌现。本课程着重研究常用的几种类型。具体内容如下：

- (1) 制冷与空调安装过程中所需要的施工机具；
- (2) 制冷与空调系统安装、调试过程中共同具有的典型操作工艺；
- (3) 家用电冰箱与冷藏箱的故障分析和检修；
- (4) 冷库和工业制冷系统的安装、调试、维修及管理；
- (5) 房间空调器与中央空调系统的安装、调试、维修及管理。

三、学习本课程的要求

本课程研究内容广泛，理论内容与实际应用联系紧密，它是制冷与空调专业的一门主要专业课程。为了学好本课程，提出以下几点要求。

(1) 本课程是以前所学专业课程的总结和应用，所以要抓住彼此之间的联系，才能学好本课程。

(2) 充分利用现场教学，使理论与实际更加紧密地结合起来。

(3) 要学会分析问题和解决问题的方法，千万不能机械地搬用理论，死记硬背。

(4) 利用实习到实际工作中去，培养实际操作能力，同时可以学到新的技术，发现新的问题，在实践中不断获得新的知识。

第一章 施工机具

本章主要介绍制冷系统的机器、设备、管道等在安装和试运转及维修过程中，常用的施工机具；冰箱（柜）、空调器（机）修理过程中，常用工具与设备的结构规格、种类、选择及使用方法等基本知识。

第一节 常用、专用工具及设备

一、管子切割机具

1. 切割器

又称割管器或管子割刀，是切割紫铜管的专用工具，如图 1-1 所示。

使用时管子置于两滚轮之间，转动进刀旋钮，使割轮切入铜管，然后每转动一至两圈进刀一次。切忌急成，以免损坏割轮和铜管。割管器一般可切割直径 3mm 到 25mm 的铜管。较细的铜管可用剪刀来回转动并折断，较粗的铜管一般采用钢锯锯断。

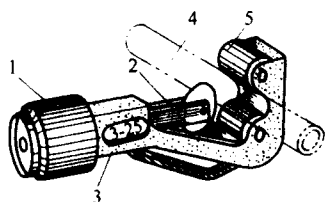


图 1-1 切割器

1—进刀旋钮；2—割轮及其滑动支座；
3—支架体；4—被割铜管；5—滚轮

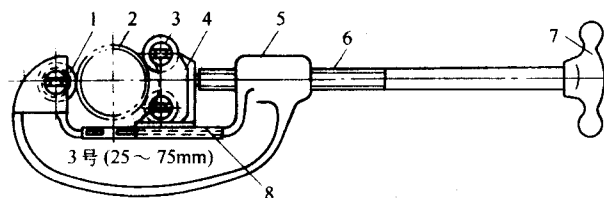


图 1-2 管子割刀

1—切割滚轮；2—被切管；3—压紧滚轮；4—滑动
支座；5—弯臂；6—螺杆；7—手把；8—滑道

2. 管子割刀

也称切管器，是切割各种金属管的常用工具。在镀锌管施工中使用最为常见，如图 1-2 所示。

使用时，通常将管子夹紧在龙门台虎钳上，切管操作与上述切割管基本相似。值得注意的是，管子切割后管子内口形成锋利的飞边，倘若该管子用于仪表、电器穿线导管，必须去掉内口飞边。

管子割刀的规格，见表 1-1。

表 1-1 管子割刀规格

型 号	1	2	3	4
切割管公称直径/mm	≤25	15~50	25~80	50~100

3. 切割机

又称型材切割机，是切割钢管及其他型材的专用设备，如图 1-3 所示。使用时，应注意砂轮切割片的旋转方向。切割机的有关性能参数，见表 1-2。

表 1-2 型材切割机

型号	砂轮外径/厚度 mm	额定电压 V	额定电流 A	额定功率 W	主轴转速 r/min	切割能力/mm				外形尺寸 (长×宽×高) mm	质量 kg
						钢管	角钢	圆钢	槽钢		
J ₃ G-××-400	400×32×3	380	4.7~4.9	2.2	2900	φ135×6	100×10	φ50	120×53	742×456×600	80

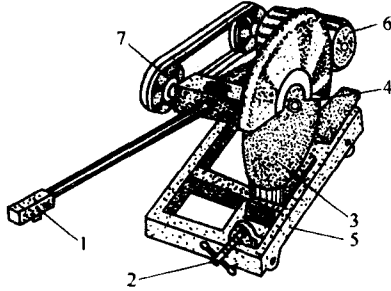


图 1-3 切割机

1—手柄及电源开关；2—夹紧机构；3—砂轮切割片；
4—压紧端盖；5—底座；6—电机；7—皮带轮

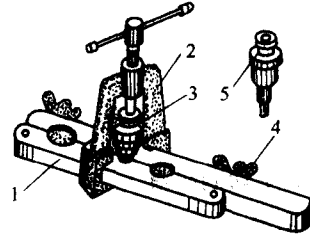


图 1-4 扩管器

1—管夹；2—压马；3—扩管压头；4—夹紧螺钉；5—胀管压头（有若干种规格）

二、扩管器

又称扩口器，常用于紫铜管螺纹连接管端喇叭口成形，更换压头后，也可用于紫铜管焊接胀口套接端的成型。因此也称之为胀管扩口器，如图 1-4 所示。

使用时被扩、胀管头应退火，管口平整无内口毛刺，然后用管夹夹紧铜管，并使铜管口适量露出管夹上表面，装上带压头的压马，保证压头与铜管的同轴度，再转动压马手柄，使管口成形。

三、弯管机具

1. 弯管器

图 1-5 所示为手持式弯管器，用来弯曲紫铜管的专用工具。

使用时先将铜管需弯部位退火，将弯管器两手柄展开成相互平行而绞联对两手柄成垂直位置，再把铜管插入管钩、固定导轮、活动手柄相应的导槽内，然后顺时针扳动活动手柄进行弯管。

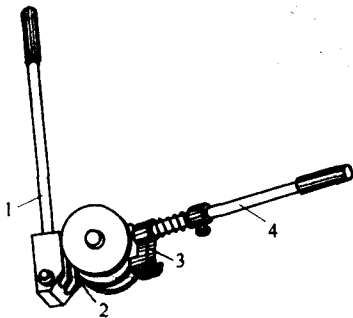


图 1-5 手持式弯管器

1—带导槽的活动手柄；2—绞联；
3—活动管钩；4—带固定导轮的手柄

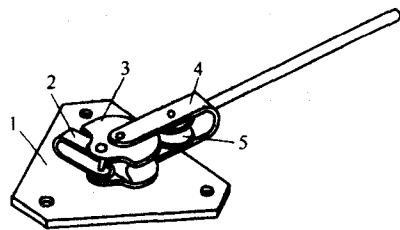


图 1-6 手动弯管机

1—固定座；2—管卡；3—固定扇轮；
4—活动叉柄；5—活动轮

2. 手动弯管机

图 1-6 所示为固定在工作台上的手动弯管机。根据手动弯管机的规格不同，通常可弯

DN25 及其以下的各种金属管。

手动弯管机的弯管操作与上述手持弯管器基本相似。

3. 液压弯管机

图 1-7 所示为液压弯管机，它可以用于 DN15 ~ DN50 范围内的金属管的弯曲成形。

使用时根据被弯钢管的规格来选定压模的大小。（配套压模分别为 DN50、DN40、DN32、DN25、DN20 和 DN15 六种规格）并套入千斤顶顶杆端，开启翼板将两模桩插入翼板上相应的模桩孔内。然后放被弯管于模桩、压模之间槽内，合上翼板，闭紧泄压阀，即可扳动二手柄之一进行弯管，成形后打开泄压阀，压模回缩后可取出弯管。

在弯管操作时，应根据管子的材质、管径、管壁的不同，来控制一定的过弯量，记下顶杆上的顶出刻度值，然后缓慢开启泄压阀使弯管部位成自然状态，若测量管子已弯成所需角度，再次弯同种管子仅凭顶杆上顶出刻度值即可。

四、封口钳

是封闭紫铜管管口的专用工具，如图 1-8 所示。

使用时先适当调节钳口开度调节螺钉，使钳口夹紧的开度略小于被夹件夹紧的厚度，然后张开钳口用力钳紧被夹件，此时钳口在被夹件上成锁紧状态，并产生很大的夹紧力，使被夹件不会松脱。若开启钳口，只需拨动钳口开启手柄，即可取下封口钳。

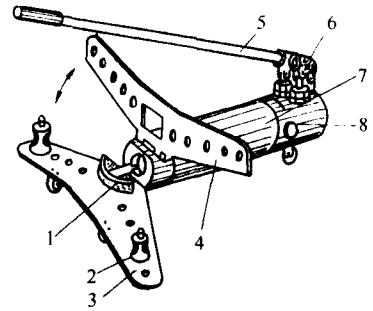


图 1-7 液压弯管机

1—活动压模；2—模桩；3—固定翼板；
4—开启式翼板；5—快压手柄；6—慢压手柄；7—液压千斤顶装置；8—泄压阀旋钮

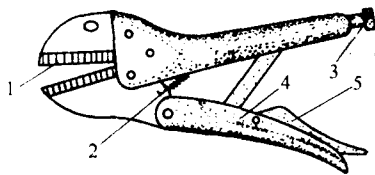


图 1-8 封口钳

1—钳口；2—钳口开启弹簧；3—钳口开度调节螺钉；4—封口钳手柄；5—钳口开启手柄

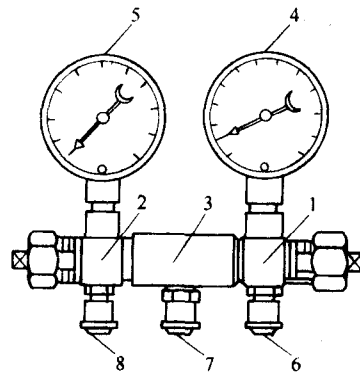


图 1-9 复式修理阀

1—低压端三通阀；2—高压端三通阀；3—三通；4—压力真空表；
5—压力表；6—低压端连接口；7—三通连接口；8—高压端连接口

五、复式修理阀

也称复合式压力表，是制冷系统抽真空、充灌制冷剂的专用工具，如图 1-9 所示。由于复式修理阀的使用场合的不同，其用法也比较多，常见的使用方法是：高压端连接口接氟里昂钢瓶或计量充灌器，三通连接口接制冷系统，低压端连接口接真空泵。当进行制冷系统抽真空时，开启低压端三通阀，关闭高压端三通阀，在抽真空操作过程中，真空压力表将反映出制冷系统的真空度。在充灌制冷剂时，关闭低压端三通阀，开启高压端三通阀。在充灌制冷剂操作时，压力表能反映出制冷剂充入过程中制冷系统压力变化。

六、真空泵

检查制冷系统在真空条件下的密封性和抽除制冷系统残留气体及水分时，通常采用真空泵来抽真空。尤其是对于不能用制冷压缩机本身来抽真空的场合，如全封闭式制冷压缩机或电机冷却条件较差的半封闭式制冷压缩机组成的制冷系统等。

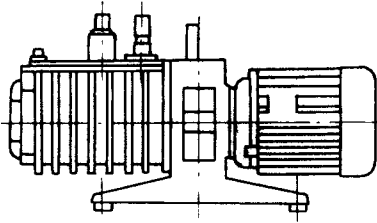


图 1-10 2XZ 型真空泵外形

真空泵的种类较多，由于安装或维修现场条件的限制，大多需要安装或维修方配备真空设备。鉴于安装或维修流动的工作性质，因而多选用旋片式真空泵。其优点：具有较高的真空度，使用方便，运转平稳性好，重量轻，抽气速率相对较高。图 1-10 所示为 2XZ 型真空泵外形。

在空调器和电冰箱的流动维修中，为了便于携带，通常可选 2XZ-0.25~2XZ-1 型真空泵，也可选用组合成配套的轻便制冷剂充注箱。它包括小型真空泵、定量充注器和制冷剂钢瓶等。

表 1-3 2XZ 型真空泵技术性能

型号	2XZ-0.1	2XZ-0.25	2XZ-0.5	2XZ-1	2XZ-2	2XZ-4	2XZ-8
抽气速率/(L/s)	0.1	0.25	0.5	1	2	4	8
极限真空/Pa	气锁关	13.3	0.67	0.067			
	气锁开					1.33	
转速/(r/min)	1400			1400			
工作电压/V	220	220	220	220	380/220	380/220	380
电机功率/kW	0.04	0.12	0.18	0.25	0.37	0.55	1.1

七、检漏仪器

在氟里昂制冷系统中，检查制冷剂有无泄漏的常用检漏仪器有卤素检漏仪和卤素检漏灯等。

1. 卤素检漏仪

也称电子检漏仪。其中一种是利用通电后炽热的铂丝为阴极，铂罩为阳极所构成的电场，借助微型吸风扇将检测处空气由吸气软管吸入并通过电场，电场中一旦出现卤素气体，离子电流就会产生变化。离子电流经放大，并通过仪表显示量值和发出声响。

另一种袖珍式卤素检漏仪，是用铂丝或钨丝为点电极。金属外罩为外电极的探头，在负高压脉冲电压的作用下，使点电极产生电晕放电的同时发生强烈的气体电离，当探头在检测处接触含有卤素的空气时，放电电流就会变化，此时仪器上的光电管由正常时的一个点亮变成逐个点亮；报警器频率也因此而加快，它与泄漏量成正比。图 1-11 为 AEIA-II 型袖珍式卤素检漏仪外形。

型号与参数见表 1-4。

2. 卤素检漏灯

卤素检漏灯是以酒精或丙烷为燃料的类似喷灯的一种检漏仪器，二者的检漏原理大体相同，均利用燃烧时喷嘴的射吸原理，由吸气软管将被检测处含卤素的空气吸入喷嘴，经燃烧分解成氟、氯元素气体。氯气遇燃烧口灼热的铜套（板）时，生成氯化铜，此时火焰

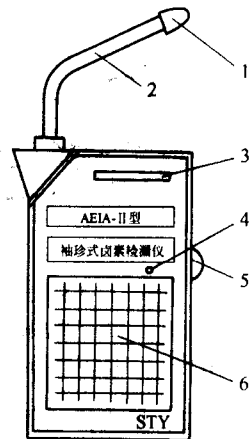


图 1-11 AEIA-II 型

袖珍式卤素检漏仪

1—探头；2—金属软管；

3—信号指示光电管；

4—电源指示灯；5—调节

电位器；6—报警器

的颜色随之发生变化，由正常色火焰随泄漏量的增大而变成由绿色到紫色的火焰。操作者根据火焰的颜色确认被检测处制冷剂的泄漏量。

表 1-4 几种常用卤素检漏仪的型号、技术参数

名称	型号	灵敏度/(g/a)	电压/V
卤素检漏仪	LX-2A	<5(不可调)	24
	H-6	<5(可调)	110/220
	H-7		
	H-6	14~280(可调)	
H-7			
袖珍式卤素检漏仪	AE1A-II HAL-8 HLD400	14~1000(可调)	6

图 1-12、图 1-13 所示分别为酒精卤素灯和丙烷卤素灯。

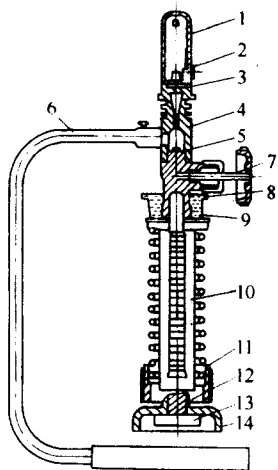


图 1-12 酒精卤素灯

1—燃烧口；2—火焰套；3—滤网；4—灯体；5—喷嘴；6—吸气软管；7—阀门；8—滤网；9—酒精盆；10—灯芯；11—胶木座；12—垫片；13—空腔；14—底盖

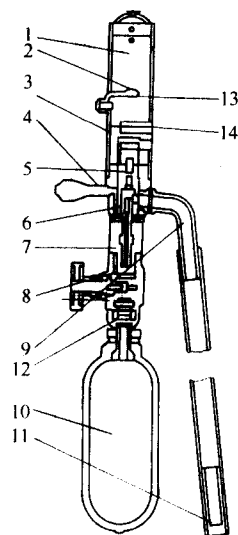


图 1-13 丙烷卤素灯

1—燃烧筒；2—铜板；3—点火口；4—支架（固定螺丝）；5—火口；6—喷嘴；7—接口；8—阀门；9—吸气管；10—气瓶；11—过滤器；12—蝶型阀；13—火苗调节；14—火苗调节

八、定量充注器

又称计量加液器。它是制冷系统充注制冷剂并能准确控制加液量的专用器具，如图 1-14 所示。

对于无储液器的制冷系统，加液量的多少直接影响系统工作性能的优劣，因此系统对充液量的要求比较严格，其误差不大于充注量的 5%。所以根据系统规定充液量实现准确的定量充注，采用真空泵、复式修理阀、定量充注器，也可再加制冷剂钢瓶所组成的一套制冷剂充液系统为最佳选择。连接方法如图 1-15 所示。该系统可完成系统抽真空、定量充液器抽真空、定量充液器进液及系统定量充液等。