

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材配套实际操作教材

制冷与空调作业

(实际操作教材)

《全国特种作业人员安全技术培训实际操作教材》编委会

气象出版社

前言

为了切实提高特种作业人员的安全技能和专业素质,我们根据原国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局第 20 号令《安全生产培训管理办法》,依据全国统一的特种作业人员安全技术考核标准和培训大纲,编写了这套《全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材配套实际操作教材》。

这套教材在编写中充分考虑到目前各类特种作业人员培训中的实际需要,要求在具备基本的操作技能的基础上,重点突出了操作过程中应掌握的安全防护技术。本套教材简洁明了,每一个技能训练项目都设有与此项目相关的安全技术规范、相关原理以及具体的操作要求和操作步骤,便于培训教师进行培训教学和学员自学。

本套教材由中国安全生产科学研究院和河南省劳动保护监测检验宣传教育中心组织编写,在编写过程中得到了国家安全生产监督管理总局和河南省安全生产监督管理局有关领导的大力支持,在此表示感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,疏漏和错误之处难免,欢迎指正。

本书编委会
2008 年 5 月

编写组织单位

中国安全生产科学研究院
河南省劳动保护监测检验宣传教育中心

编委会成员

主 任:王泽河
副 主 任:陈 江
委 员:李丽萍 狄俊福 陈敏华 仲惟香 王海燕
司久正 傅海平 刘 波 曹丽霞 李 俊
王 兴 赵 辉
主 编:徐晓航 张振普
编写人员:时 阳 司久正 朱兴旺 胡春霞

目 录

前 言

绪 言	1
-----	---

第一单元 通用操作训练	4
-------------	---

训练 101 液柱式仪器的正确读出	4
-------------------	---

训练 102 指针式仪表的正确读出	5
-------------------	---

训练 103 三相交流电相序测定	7
------------------	---

训练 104 动火作业安全管理	9
-----------------	---

第二单元 蒸气压缩式制冷与空调设备运行操作训练	11
-------------------------	----

训练 201 活塞式制冷压缩机运转前准备	11
----------------------	----

训练 202 活塞式制冷压缩机开停机操作	13
----------------------	----

训练 203 螺杆式制冷压缩机运转前准备	20
----------------------	----

训练 204 螺杆式制冷压缩机开停机操作	21
----------------------	----

训练 205 离心式制冷压缩机运转前准备	26
----------------------	----

训练 206 离心式制冷压缩机开停机操作	28
----------------------	----

训练 207 系统运行参数的正确读出	33
--------------------	----

训练 208 系统运行参数的调整	34
------------------	----

训练 209 制冷剂充注、回收、加油、放油与油再生操作	39
-----------------------------	----

训练 210 不凝性气体排放操作	44
------------------	----

训练 211 冷库扫霜和冲霜操作	46
------------------	----

训练 212 制冷系统排污、试压、抽真空	48
----------------------	----

训练 213 水质的检验与投药操作	54
-------------------	----

训练 214 制冷系统紧急事故处理操作	56
---------------------	----

训练 215 制冷系统故障的判断与排除操作	61
-----------------------	----

训练 216 防护用品的检查、使用与保养	65
----------------------	----

第三单元 溴化锂吸收式制冷与空调设备运行操作训练	72
训练 301 溴化锂吸收式制冷机组运转前准备	72
训练 302 溴化锂吸收式制冷机组开停机操作	77
训练 303 溴化锂吸收式制冷机组运行参数正确读出	81
训练 304 溴化锂吸收式制冷机组保持真空操作	83
训练 305 溴化锂吸收式制冷机组正常运行与运行参数调整操作	87
训练 306 溶液与冷剂水管理	93
训练 307 溴化锂吸收式制冷机组故障安全处理操作	100
训练 308 溴化锂吸收式制冷机组除垢与清洗操作	105
训练 309 溴化锂吸收式制冷机组停机后维护保养操作	110
第四单元 制冷与空调设备安装修理操作训练	116
训练 401 活塞式制冷压缩机拆卸检修、零部件更换操作	116
训练 402 安全装置安装调整操作	121
训练 403 阀门检修、试漏与安装操作	130
训练 404 铜管路焊接操作	136
训练 405 换热器检修清洗操作	141
训练 406 系统调试操作	144
训练 407 制冷系统事故紧急抢修操作	150
第五单元 小型制冷与空调装置安装修理操作训练	154
训练 501 制冷剂种类的判别与安全贮运	154
训练 502 常用仪器与专用工具的使用	159
训练 503 铜管路焊接操作	169
训练 504 电冰箱试压、抽真空与充注制冷剂操作	174
训练 505 房间空调器安装操作	186

训练 506 登高安全操作	199
附录	204
附录一 蒸气压缩式制冷与空调设备运行实际操作模拟 试题	204
附录二 溴化锂吸收式制冷与空调设备运行实际操作模 拟试题	206
附录三 制冷与空调设备安装修理实际操作模拟试题	208
附录四 小型制冷与空调设备安装修理实际操作模拟试题	210
附录五 训练小结表样	213
参考文献	214
后记	215

绪 言

在国家安全生产监督管理主管部门制定并发布的《制冷与空调作业安全技术考核标准》和《制冷与空调作业安全技术培训大纲》中,根据制冷与空调装置的工作原理和使用目的,将制冷与空调作业人员分为不同的准操作项目。本书也相应分成蒸气压缩式制冷与空调设备运行操作、制冷与空调设备安装修理、溴化锂吸收式制冷与空调设备运行操作、小型制冷与空调设备安装修理等四个单元,其培训内容有相同部分,也有不同的侧重,以达到学以致用目的。

制冷空调作业实际操作训练的通用部分,是各种准操作项目的基础,是各操作人员均应进行的培训内容。除通用部分训练外,各作业人员的实际操作训练内容可有所不同。培训机构可针对不同准操作项目的特点,选不同单元基本的内容进行实际操作训练。其他单元则为可选实际操作训练,不同地区、不同行业可根据操作人员所从事的实际工作的不同进行取舍。

进行实际操作训练时,必须坚持“安全第一”的原则,严格遵守训练场地的各项安全管理制度和安全操作制度,坚决杜绝违规行为和违章操作。所有操作均应在教师指导下进行,在国家安全生产监督管理主管部门考核合格之前,学员决不能自行操作。

由于制冷空调装置是电气器具与制冷机械设备、空调机械设备的结合,其种类繁多、结构较复杂,在训练中,所使用的机器和设备必须备有使用说明书或维护说明书。严格遵循使用说明书或维护说明书的要求,用具和器材必须按正确的使用方法使用,严格按训练步骤进行。要切实做到安全装置、保护装置的设定值决不允许进行任何修改和调整,只能操作训练所需要的装置、机器、设备、按钮、阀门、用具、器材,训练中不涉及的坚决不允许进行任何操作。

由于制冷空调装置种类繁多,即使同规格的装置,不同生产厂商的产品也有所不同。本书中的训练步骤只能最大限度地考虑通用装置和共同问题,在进行实际操作训练时,应结合实际所用的装置、设备进行。具体安排见“训练内容与参考课时表”,培训时可根据实际情况进行少量调整。

在每次训练以后,应认真进行总结,详细填写训练小结(见附录五)的各项内容,找出失误和缺陷,以利于改正。

训练内容与参考课时表

单元	训练内容	训练编号	课时
通用部分	液柱式仪器的正确读出	训练 101	1
	指针式仪表的正确读出	训练 102	1
	三相交流电相序测定	训练 103	1
	动火作业安全管理	训练 104	3
蒸气压缩式制冷与空调设备运行操作训练	活塞式制冷压缩机运转前准备	训练 201	2
	活塞式制冷压缩机开停机操作	训练 202	2
	螺杆式制冷压缩机运转前准备	训练 203	2
	螺杆式制冷压缩机开停机操作	训练 204	2
	离心式制冷压缩机运转前准备	训练 205	2
	离心式制冷压缩机开停机操作	训练 206	2
	系统运行参数的正确读出	训练 207	1
	系统运行参数的调整	训练 208	2
	制冷剂充注、回收、加油、放油与油再生	训练 209	4
	不凝性气体排放操作	训练 210	1
	冷库扫霜和冲霜操作	训练 211	2
	制冷系统排污、试压、抽真空	训练 212	6
	水质的检验与投药操作	训练 213	2
	制冷系统紧急事故处理操作	训练 214	6
	制冷系统故障的判断与排除操作	训练 215	6
	防护用品的检查、使用与保养	训练 216	2

续表

单元	训练内容	训练编号	课时
溴化锂吸收式制冷与空调设备运行操作训练	溴化锂吸收式制冷机组运转前准备	训练 301	2
	溴化锂吸收式制冷机组开停机操作	训练 302	4
	溴化锂吸收式制冷机组运行参数的正确读出	训练 303	2
	溴化锂吸收式制冷机组保持真空操作	训练 304	4
	溴化锂吸收式制冷机组正常运行与运行参数调整	训练 305	2
	溶液与冷剂水管理	训练 306	2
	溴化锂吸收式制冷机组故障安全处理操作	训练 307	6
	溴化锂吸收式制冷机组除垢与清洗操作	训练 308	6
	溴化锂吸收式制冷机组停机后维护保养操作	训练 309	6
制冷与空调设备安装修理操作训练	活塞式制冷压缩机拆卸检修、零部件更换操作	训练 401	6
	安全装置安装调整操作	训练 402	2
	阀门检修、试漏与安装操作	训练 403	4
	铜管路焊接操作	训练 404	6
	换热器检修清洗操作	训练 405	6
	系统调试操作	训练 406	6
	制冷系统事故紧急抢修操作	训练 407	6
小型制冷与空调设备安装修理操作训练	制冷剂种类的判别与安全贮运	训练 501	2
	常用仪器与专用工具的使用	训练 502	10
	铜管路焊接操作	训练 503	6
	电冰箱试压、抽真空与充注制冷剂操作	训练 504	4
	房间空调器安装操作	训练 505	6
	登高安全操作	训练 506	6

第一单元 通用操作训练

训练 101 液柱式仪器的正确读出

一、训练目的

掌握液柱式仪器指示值的正确读出,正确选择、熟练使用温度计。

二、训练器材

1. $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 、最小刻度 1°C 的有机液体温度计 1 支;
2. 玻璃杯 1 个。

三、相关原理

在制冷空调作业中经常使用的有机液体温度计、水银温度计、电接点水银温度计等温度计以及 U 形管绝对压力计、旋转式麦氏真空计、倾斜微压计等压力计都是液柱式仪器。

在使用液柱式仪器前,应先确认量程和最小刻度。量程是能测量的范围,即最低读数与最高读数之间的范围,使用时不允许超出。超出量程使用,会造成仪表损坏。例如 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的温度计,只能测量 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围内的温度值,超出 100°C ,温度计会胀破。最小刻度是指两个最接近刻度的差值,表示该仪表可能达到的精度。

使用液柱式仪器时,应注意测量开始后要稍候一会,等待仪表的示数稳定后再读数。读数时,视线与液柱的顶面应处于一条水平线上,眼睛位置偏高或偏低均造成读数不准,如图 1-1 所示。

使用液柱式仪器(如有机液体温度计)测量温度时,下部的玻璃泡需全部浸入被测流体中,且不要碰到容器底或容器壁。使用液柱式仪器(如U形管绝对压力计)测量压力时,液柱与被测流体要有良好的连通。

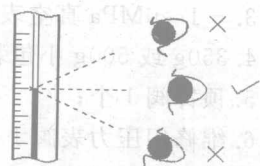


图 1-1 液柱式仪器的正确读出

四、训练内容与步骤

按以下步骤用有机液体温度计测量水的温度:

1. 倒一杯开水,估计温度,确认所用温度计的量程合适;
2. 测温度并记录;
3. 等开水冷却到手指可以插进去但觉得很烫的程度,估计水温,再用温度计实测,将估计值和实测值记录下来;
4. 按图 1-1 中正确和错误的位置分别读数,记录正确和错误的数值,计算误差;
5. 等开水冷却到手指可以插进去但觉得较热的程度,估计水温,再用温度计实测,将估计值和实测值记录下来;
6. 等开水冷却到与体温接近的程度,估计水温,再用温度计实测,将估计值和实测值记录下来。

训练 102 指针式仪表的正确读出

一、训练目的

掌握指针式仪表指示值的正确读出,正确选择、熟练使用压力表、真空表、压力真空表。

二、训练器材

1. $-1 \sim 1.6\text{MPa}$ 压力真空表 1 块;
2. $0 \sim 2.4\text{MPa}$ 压力表 1 块;

3. $-1 \sim 0$ MPa 真空表 1 块;
4. 350g 或 500g 小包装 R22 制冷剂 1 瓶;
5. 顶针阀 1 个;
6. 维修用压力表阀 1 个;
7. 维修用连接软管 1 根。

三、相关原理

在制冷空调作业中经常使用的弹簧管式(膜盒式)压力表(真空表或压力真空表)以及双金属温度计、压力式温度计等温度计都是指针式仪表,如图 1-2 所示。

读数时,视线应与指针式仪表的盘面相垂直,眼睛、指针和刻度应在一条直线上。



图 1-2 压力真空表

四、训练内容与步骤

(一) 压力表的识别

1. 认识压力表、真空表、压力真空表;
2. 将 $0 \sim 2.4$ MPa 压力表装在压力表阀上。

(二) 压力表的使用

按以下步骤用压力表测量 R22 的压力:

1. 将制冷剂瓶、顶针阀、软管、压力表阀连接好,使压力表阀处于压力表接通、与外界不通的位置;
2. 向下拧顶针阀,刺破制冷剂瓶封口;
3. 向上拧顶针阀,读出压力读数并记录。

训练 103 三相交流电相序测定

一、训练目的

掌握三相交流电相序测定的方法与步骤,根据压缩机转向,正确、熟练地判断相序并连接电动机接线。

二、训练器材

1. 相序测定器 1 件;
2. 绝缘手套。

三、相关原理

压缩机电机接线相序是指电动机内三个绕组在连接时的排列顺序。电动机旋转方向取决于相序,当电动机的旋转方向为顺时针方向时,相序称为“ABC”相序;当电动机的旋转方向为逆时针方向时,相序称为“CBA”相序。将三根相线中任意两根对调,相序即发生改变,电动机旋转方向也改变。因此,可以使用相序测定器快速判定电动机转向。

以 45 型相序测定器(见图 1-3)为例,其连接为:相序测定器黑色接线笔(A 相)接压缩机接线盒 L1 接线柱、红色接线笔(B 相)接 L2 接线柱、黄色接线笔(C 相)接 L3 接线柱。如相序为“ABC”,相序测定器上“ABC”指示灯亮;如“CBA”指示灯亮,则相序为“CBA”。

压缩机电机的旋转方向以压缩机机身上所标箭头为准,电动机的旋转方向是指面向电机输出轴时所看见的旋转方向。

四、训练内容与步骤

(一)准备工作

穿戴好工作服、防护用品。

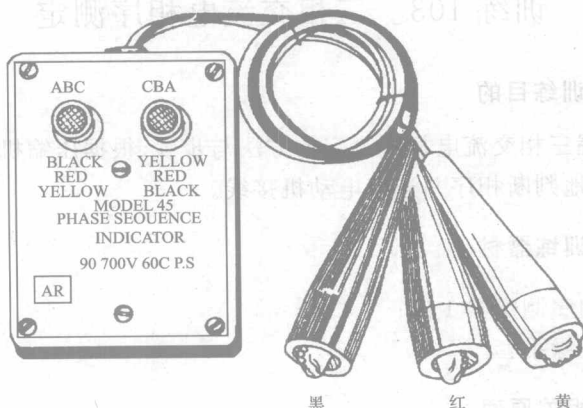


图 1-3 45 型相序测定器

(二)测定相序

1. 确认控制柜上的断路器或电源隔离开关处于关断状态，确认控制柜内压缩机电机端子没有接线（即没有接压缩机电机）；
2. 将相序测定器的接线笔接在控制柜内压缩机电机端子接线柱上；
3. 闭合断路器或电源隔离开关，读相序测定器所测相序；
4. 如相序不对，关断相应的配电断路器，将控制柜上的断路器或电源隔离开关电源进线中任意两根互换，闭合配电断路器，闭合断路器或电源隔离开关，重新测相序；
5. 关断断路器或电源隔离开关，关断相应的配电断路器；
6. 将相序测定器的接线笔拆下；
7. 检查控制柜内的接线是否正确，接线柱螺母是否拧紧。

训练 104 动火作业安全管理

一、训练目的

熟悉动火作业安全措施,掌握动火作业安全生产规则。

二、训练器材

动火作业安全训练为现场演习训练,根据现场情况配备防护用品和消防器材等训练用具和器材。

三、相关原理

动火作业并不仅是焊接与切割,凡是产生明火和高温的作业均为动火作业,例如在有氨或其他易燃易爆品存在的场合使用砂轮机、电钻、喷灯以及进行敲、凿作业等。

动火作业之前应首先确定需动火的地方是否为禁火区。凡是有氨、汽油、隔热材料以及其他易燃易爆物的地方均为禁火区。

在禁火区内动火,必须事先经安全生产管理部门批准,在安全生产方案中明确动火地点、时间、易燃易爆物品名称与性质、动火方案、安全措施、现场负责人和监护人员,安全生产方案没有落实之前决不准动火。

四、训练内容与步骤

(一)安全生产方案制订

1. 明确动火地点、时间;
2. 明确动火地点内易燃易爆物品名称、数量与性质;
3. 制定动火方案,应包括需动火安装或修理的设备名称、数量、产生明火和高温的设备名称、数量,动火作业人员和动火作业技术方案;
4. 制订安全措施,明确隔离、防火、防爆技术手段,明确消防水

源和灭火器材；

5. 确定动火现场负责人和监护人员，明确职责；
6. 形成书面材料；
7. 检查消防水源和灭火器材；
8. 报安全生产管理部门批准。

(二) 禁火区内动火安全生产方案落实步骤

1. 动火前与安全生产管理部门以及用户进行联系，明确动火安装或修理的设备名称、数量，产生明火和高温的设备名称、数量，动火现场负责人；

2. 凡能拆迁到禁火区之外的设备或部件，均拆到禁火区之外；
3. 将易燃易爆物品与明火和高温进行可靠的隔离；
4. 确保灭火器材、安全防护用品到位，再次检查消防水源和灭火器材；
5. 将动火地点 10m 之内的可燃物移至安全地点；
6. 所有监护人员到位，检查隔离措施；
7. 如有必要，通知消防车到位；
8. 现场负责人向所有作业人员交代安全注意事项；
9. 动火；
10. 安装或修理完成；
11. 清理现场，熄灭余火，切断动火作业所用电源；
12. 确认现场无任何明火和高温；
13. 事后 30min、1h、2h、4h、8h 各检查一次。

第二单元 蒸气压缩式制冷与空调 设备运行操作训练

训练 201 活塞式制冷压缩机运转前准备

一、训练目的

掌握活塞式制冷压缩机运转前准备工作的方法与步骤,能够使机房达到安全运行的条件,熟练进行开机前各项检查。

二、训练器材

1. 活塞式制冷压缩机 1 台;
2. 压缩机配套使用说明书;
3. 工作服;
4. 手套;
5. $\phi 16\text{mm} \times 400\text{mm}$ 钢管 1 根。

三、训练环境

“活塞式制冷压缩机运转前准备操作训练”为现场训练,在活塞式制冷机房或模拟机房进行。

(一) 机房工作环境

制冷压缩机的机房应保持良好的工作环境,机房内和压缩机上不允许有杂物,不允许有火源。机房内的维修器材、工具应整理放入工具柜,否则不能开启压缩机。

(二) 机房通风与照明检查

机房保持良好的通风与照明是安全运行的必要条件,如机械