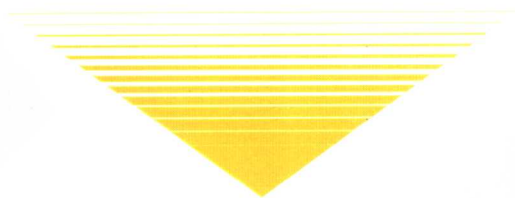




ANQUAN JISHU FUSHEN JIAOCAI

■ 特种作业人员安全技术复审教材

制冷与空调作业

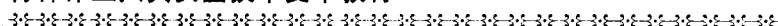


国家《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》
起草小组专家编写



中国劳动社会保障出版社

特种作业人员安全技术复审教材



制冷与空调作业

国家《特种作业人员安全技术培训
大纲及考核标准》起草小组专家编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

制冷与空调作业/魏长春等编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2005

特种作业人员安全技术复审教材

ISBN 7-5045-5276-3

I. 制… II. 魏… III. ①制冷-安全技术-技术培训-教材
②空气调节设备-安全技术-技术培训-教材 IV. TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 120899 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 北京密云青云装订厂装订

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 4.25 印张 110 千字

2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

印数: 3500 册

定价: 11.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

编 委 会

主 任 闪淳昌

委 员 施卫祖 吕海燕 杨国顺 牛开健

徐洪军 崔国璋 时 文 邢 磊

王铭珍 王海军 马恩远 杨有启

王琛亮 洪 亮 曹希桐 杨泗霖

冯维君 甘晓东

编写人员

魏长春 梁艳辉 王万友 孔维军

徐洪升 张秀芳

内 容 提 要

本书根据国家安全生产监督管理局于2002年10月颁布的《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》编写，是制冷与空调作业人员安全技术培训考核复审教材。

本书分为两部分。第一部分为制冷与空调作业人员安全技术复审培训内容，主要包括制冷与空调作业安全基础知识、制冷与空调作业安全技术、典型事故分析与安全措施、制冷与空调作业安全管理。第二部分为制冷与空调作业人员安全技术复审考核复习题及试卷实例。

本书可作为制冷与空调作业人员安全技术培训考核复审教材，还可作为各企事业单位安全管理干部和相关技术人员的参考用书。

前 言

我国《劳动法》规定：“从事特种作业的劳动者必须经过专门培训并取得特种作业资格。”我国《安全生产法》还规定：“生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗操作。”

为了进一步落实《劳动法》《安全生产法》的上述规定，配合国家安全生产监督管理局依法做好特种作业人员的培训考核工作，中国劳动社会保障出版社根据国家安全生产监督管理局颁布的《安全培训管理办法》《关于特种作业人员安全技术培训考核工作的意见》《特种作业人员培训考核管理办法》，组织《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准：通用部分》起草小组的有关专家，对由原劳动部组织的我国第一套《特种作业人员培训考核统编教材》及《特种作业人员复审教材》，进行全面的修订。

修订后的《特种作业人员安全技术培训考核统编教材》（第二版）共计以下9种：（1）电工；（2）焊工；（3）起重机司机；（4）起重指挥司索工；（5）电梯维修与操作；（6）企业内机动车辆驾驶员；（7）登高架设工；（8）制冷空调设备维修与操作；（9）压力容器操作工。修订后的《特种作业人员安全技术复审教材》（第二版）共计以下9种：（1）电工作业；（2）金属焊割作业；（3）起重作业；（4）起重指挥司索作业；（5）电梯作业；（6）企业内机动车辆驾驶；（7）登高架设作业；（8）制冷与空调

作业；(9) 压力容器操作。第二版统编教材具有以下几方面特点：

一、突出科学性、规范性。本版统编教材是根据国家安全生产监督管理局统一制定的特种作业人员培训大纲和考核标准，由该培训大纲和考核标准起草小组的有关专家对全国第一套《特种作业人员培训考核统编教材》及《特种作业人员复审教材》进行全面修订的最新成果。因此，本版统编教材具有突出的科学性、规范性。

二、突出适用性、针对性。专家在修订编写过程中，根据国家安全生产监督管理局关于教材建设要在安全生产培训工作指导委员会的统一指导和协调下，本着“少而精”“实用、管用”的原则，对第一版统编教材进行全面修订。因此，本版统编教材具有突出的适用性、针对性。

三、突出实用性、可操作性。根据国家安全生产监督管理局关于“努力做好培训机构、培训大纲、考核标准、考试题库建设，构建安全培训的标准化体系”的要求，以及“统一规划，归口管理，分级实施，教考分离”的原则，有关专家在修订中，为以上 9 种培训教材和 9 种复审教材分别配套编写了复习题库和答案，并提供了相应的考核试卷样式。因此，本版统编教材又具有突出的实用性、可操作性。

总之，本版统编教材反映了国家安全生产监督管理局关于全国特种作业人员培训考核的最新要求，是全国各有关行业、各类企业准备从事特种作业的劳动者，为提高有关特种作业的知识与技能，提高自身安全素质，取得特种作业人员 IC 卡操作证的最佳培训考核与复审教材。

目 录

第一部分 制冷与空调作业人员安全技术复审培训

内容.....	(1)
第一章 制冷与空调作业安全基础知识.....	(1)
第一节 制冷剂安全知识.....	(1)
第二节 工具设备的安全使用.....	(4)
第三节 安全用电.....	(13)
第二章 制冷与空调作业安全技术.....	(17)
第一节 蒸气压缩式制冷安全技术.....	(17)
第二节 溴化锂吸收式制冷安全技术.....	(23)
第三节 设备安装与维修安全技术.....	(32)
第三章 典型事故分析与安全措施.....	(46)
第一节 制冷与空调作业事故及特点.....	(46)
第二节 制冷与空调作业常见事故分析.....	(52)
第三节 安装与维修作业的安全措施.....	(67)
第四章 制冷与空调作业安全管理.....	(78)
第一节 安全作业与安全保障法律法规.....	(78)
第二节 制冷与空调作业安全管理.....	(85)
第三节 制冷与空调作业安全技术规程.....	(91)

第二部分 制冷与空调作业人员安全技术复审考核复习题	
及试卷实例	(109)
I. 安全技术复审考核复习题	(109)
II. 安全技术复审考核复习题参考答案	(118)
III. 安全技术复审考核试卷实例	(122)
IV. 安全技术复审考核试卷实例参考答案	(126)

第一部分

制冷与空调作业人员安全技术复审培训内容

第一章 制冷与空调作业安全基础知识

第一节 制冷剂安全知识

制冷剂是制冷系统中进行能量转换的工作物质,在连续循环的流动中,通过气—液—气的状态变化使冷却对象的温度降低。由于各种制冷剂的性质和对公共环境的影响存在着巨大的差异,其安全性能对使用者和公共安全系统至关重要,因此制冷设备维修人员应高度重视。

一、制冷剂的危险性

制冷剂属于化学制品,在常温常压下呈气体状态,一般灌装为压缩气体钢瓶,在制冷系统中处于密闭循环流动状态。在使用或更换制冷剂时,不仅要考虑制冷装置的工作性能和经济技术指标,更要特别注意安全,防止造成人身伤亡和财产损失。

1. 制冷剂的毒性

制冷剂的毒性等级定为 6 级,1 级毒性最大,6 级最小。每一级中又分为 a、b 两级,a 级的毒性比 b 级的大。氨 (NH_3) 的毒性等级为 2 级,在空气中氨的体积分数(容积浓度)大于 0.5%~0.6% 时,人就会中毒,浓度超过 4% 时,人的黏膜就会引起灼伤。

R22 的毒性等级为 5 级,在空气中的体积分数(容积浓度)超过 20% 以上,且停留时间超过 120 min 时,对人体有一定的

危害。

2. 制冷剂的燃烧性和爆炸性

制冷剂的燃烧性分为3级，1级为无火焰传播，2级为低燃烧性，3级为高燃烧性。氨的燃点为 $1\ 170^{\circ}\text{C}$ ，当空气中氨蒸气的体积分数（容积浓度）达到11%以上时就可以燃烧，此外，当氨蒸气在空气中的体积分数（容积浓度）达到16%~25%或质量浓度达到 $110\sim 192\ \text{g}/\text{m}^3$ 时，就有发生燃爆的可能。如果制冷系统中氨所分离的游离氢积累到一定浓度时，遇空气会引起强烈爆炸。

R22和常用混合制冷剂如R404a、R410a、R507a、R502等具有不燃烧、不爆炸的特性，基本上属于安全制冷剂。R30与铝接触会分解生成易燃气体并会发生剧烈爆炸。其他如烷烃类的制冷剂（R170、R290）多作为石油化工行业制冷装置的制冷剂，有易燃易爆的特点，尤其是当空气渗入系统时会引起爆炸。

除了制冷剂性质本身所带来的可燃性和易爆性之外，制冷维修时的操作失误和制冷剂的使用方法不当，也会引起制冷剂的燃烧和爆炸，如氨从制冷系统泄漏出来与空气混合后，达到一定浓度时遇明火即有燃烧爆炸的危险；当容器内的制冷剂满液时遇热膨胀，其压力超过容器的耐压承受力后，将会发生物理性爆炸。

3. 其他危险

液体制冷剂与人接触时会造成冻伤，氨冻伤通常伴有化学灼伤。制冷剂浓度大的地方会使人缺氧，造成呼吸困难，严重时会发生窒息。

二、制冷剂的储存与运输

1. 制冷剂钢瓶是储存和运输制冷剂的专用容器，必须符合《气瓶安全监察规程》等国家有关法规和技术标准的规定，定期进行耐压试验，不得使用不符合规定的钢瓶作制冷剂钢瓶。

2. 钢瓶表面应标明制冷剂的种类、容积和盛装质量，不同的制冷剂应使用不同标识的钢瓶盛装，不能混用。

3. 制冷剂钢瓶的充装量以钢瓶容积的 $2/3$ 为宜, 不可超过规定限额。

4. 制冷剂钢瓶在存储时应卧放并使头部略高于尾部。要旋紧瓶帽, 放置整齐, 妥善固定。立放的钢瓶要加装固定装置, 防止跌倒。禁止将制冷剂钢瓶存储在机器设备间。

5. 专门存储制冷剂钢瓶的仓库要有自然通风或机械通风装置, 并远离热源和避免阳光曝晒。仓库内应设有抢救和灭火器材。

6. 氨制冷剂钢瓶不准与氧气瓶、氢气瓶同室储存。

7. 制冷剂在运输时应设置遮阳设施, 防止曝晒, 避免剧烈颠簸、震荡和撞击, 车上禁止烟火, 并应备放氨泄漏时的抢救工具。

8. 严禁与氧气、氢气钢瓶等易燃、易爆物品同车运输, 不允许用电磁吸力吊装运输的天车搬运制冷剂钢瓶。

三、制冷剂的安全使用

1. 开、关制冷剂钢瓶阀口, 应使用专用的扳手或其他适当尺寸的扳手, 并站在阀的侧面缓慢开启, 使用时应避免碰撞。使用后要关严瓶阀, 以免泄漏。

2. 瓶阀冻结时, 应把钢瓶移至温度较高的地方, 缓慢解冻, 禁止使用明火对制冷剂钢瓶进行加热升温, 确需升压灌注时, 可用 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 左右的温热水解冻。

3. 在分装制冷剂时, 不能使钢瓶承受超过耐压限制的压力。瓶中气体不能用尽, 必须留有剩余压力。要定期检查分装、充注软管和设备, 必要时应予更换。

4. 维修制冷系统时, 应根据情况处理制冷剂的排放或储存。如需焊接操作, 必须放空制冷设施中的制冷剂。有制冷剂污染的房间应开窗通风并禁止明火操作。

5. 使用氨制冷剂的制冷装置必须定期进行放空气操作, 使用可燃易爆制冷剂的工作场所应按规定配置紧急排风装置。

6. 随时观察制冷设备的运行情况，并作好运行记录，防止因设备超压超温引起制冷剂的温度上升、压力增大，发生爆炸事故。制冷设备运行车间应避免高温与加热装置。

7. 与制冷剂接触时应戴上橡胶手套，避免液体制冷剂接触皮肤或眼睛。

8. 制冷机房、维修工作场所要具备通风设施，发现制冷剂泄漏，或感觉有较强刺激性气味时应立即启动排风装置并撤至上风处，抓紧时间查找、排除漏源。

第二节 工具设备的安全使用

一、焊接安全

1. 焊接安全基本要求

(1) 进行焊接操作要严格遵守各项安全规定，加强安全措施设置。

(2) 焊接工作场所必须有防爆防火设备。

(3) 一般情况下，禁止在储有易燃、易爆物品的场地进行焊接，如果确需在有易燃、易爆物的房间或场地以及在易燃、易爆物品的附近进行焊接操作时，必须取得消防部门的同意和配合。

(4) 在可燃物附近进行焊接工作时，必须在距可燃物 5 m 以上的安全距离外操作。进行露天焊接时，必须搭设挡风设施，以防火星飞溅引发火灾。

(5) 凡有液体压力、气体压力及带电的设备和容器，在一般情况下禁止焊接。

(6) 在金属容器内部进行焊接操作时，应设有监护人员，并要保持容器内部通风良好。

(7) 焊接工作场地，应设置自然通风或强制通风设施，保证能将有害气体、灰尘和烟雾顺利排除。

(8) 焊接作业时根据现场情况要选择合格的防毒面罩、头盔、防噪声耳塞耳罩、工作服、手套、绝缘鞋、防毒面具、披肩、鞋盖等相应的劳保用品。

(9) 高空作业时应佩带安全带并遵守高空作业的其他安全规定。

(10) 焊接操作结束后, 应仔细检查焊接场地周围, 确认没有起火危险后方可离开。

2. 减压器的安全使用

(1) 安装氧气减压器之前, 要略开氧气瓶的阀门, 吹除污物, 以防止灰尘和水分带入减压器。氧气瓶阀嘴开启时不能朝向人体方向, 减压器出口与橡胶管连接处必须紧固, 避免送气后脱开伤人。

(2) 使用前要检查减压器调节螺钉是否松开, 只有在松开状态才可以去打开氧气瓶阀门。打开氧气瓶阀门时要缓慢开启, 不要用力过猛, 以防止高压气体损坏减压器及压力表。

(3) 减压器安装完毕, 应用肥皂水进行查漏。

(4) 减压器上不得附有油污。

(5) 调节氧气压力时, 应把焊炬上的氧气开关稍微打开, 然后调到所需压力。

(6) 停止工作时, 应先松开氧气表调节螺丝, 再关闭氧气阀门, 以保护表内弹簧。

(7) 减压器冻结时可用热水或蒸气解冻, 不允许用火烧。在减压器加热后, 必须吹除残留的水分。

(8) 乙炔减压器使用压力不超过 0.15 MPa, 一般以 0.05~0.07 MPa 为宜。

(9) 乙炔减压器用的黄铜含铜量应小于 70%, 以防止产生乙炔铜而爆炸。

(10) 用于氧气的减压器表面应为蓝色, 乙炔减压器表面应为白色, 不得相互换用。

3. 使用橡胶软管的安全措施

(1) 橡胶软管应保持清洁，特别应避免沾染油脂，以防遇氧自燃起火。

(2) 不同气体应使用相应规格的橡胶软管，不能混用。特别要注意的是，当氧气用橡胶软管与可燃气体用橡胶软管混用时，会导致软管中可燃气体遇高压氧气而自燃。

(3) 经常检查橡胶软管是否漏气，若有漏气则应切除损坏部分。

(4) 因可燃气体压力小，可燃气体橡胶软管应能在遇事故时便于迅速拔下，安装时以插在接头上不掉下来为宜，不要太紧。

(5) 橡胶软管使用长度一般在 10~15 m 之间为宜。

(6) 为保证橡胶软管的耐压强度和密封性，使用时要避免接触灼热金属及外力的破坏。

(7) 可燃气体管中有水分或有异物堵塞时，应单独拔下来用空气吹除。再次使用时，应先用可燃气体将管内的空气排除干净后再点火作业，避免气管中混有气体造成回火。绝不允许一端连着回火防止器，从另一端用高压氧气吹除堵塞物，这样会将高压氧气吹进回火防止器和乙炔减压器里，形成易燃易爆的混合气体，此时一旦未排除氧气就点火势必造成回火，进而导致乙炔发生爆炸。

(8) 乙炔橡胶软管在使用中发生脱落、破裂或者着火时，应先将焊炬的火焰熄灭，然后停止供气。乙炔橡胶软管着火时，可用弯折前面一段橡胶软管方法将火熄灭。氧气橡胶软管着火时，应迅速关闭氧气阀门停止供气，禁止用弯折氧气橡胶软管的方法来灭火。

(9) 橡胶软管不得随意乱放，管口避免进入污物和灰尘。

4. 安全使用焊炬注意事项

(1) 按照焊嘴口径的大小配备适宜的氧气和乙炔气装置，并调整适宜的压力和输气量。

- (2) 焊接过程中焊炬的喷嘴不能和被焊物质发生碰撞。
- (3) 喷嘴发生堵塞用捅针捅时，应将喷嘴拆下，从内向外捅。
- (4) 经常检查焊炬的垫圈及各个阀门是否有漏气现象，发现漏气现象应及时修复。
- (5) 使用前应将橡胶软管内的空气排除，然后分别开启氧气和乙炔气阀门（或可燃气体阀门），畅通后方可点火试焊。
- (6) 使用前应在乙炔管道上安装回火防止器。
- (7) 焊炬的各个部分不得沾染油脂。
- (8) 点火时应先开乙炔气（或其他可燃气体）阀门，后开氧气阀门。如为射吸式焊炬也可先微开氧气阀门，后开乙炔气阀门，最后再调整至所需火焰。
- (9) 交接班时或停止焊接时应关闭氧气和乙炔气的阀门。
- (10) 暂时离开工作岗位时，禁止把点燃的焊炬放在工作台上。
- (11) 不得将焊炬当作工具使用，操作中不得挥舞点燃的焊炬。

二、压力容器和试压气体的安全使用

1. 氧气瓶的安全使用

- (1) 氧气瓶表面为天蓝色，并写有“氧气”字样，不得与其他气体钢瓶混放。
- (2) 氧气瓶应放置在通风干燥的地方并远离热源，严禁靠近易燃品和油脂物质，可直立放置或卧放，放置时应加装固定装置。
- (3) 搬运氧气瓶之前要拧紧瓶帽，避免磕碰和剧烈震动。连接减压器之前，要清除瓶阀口上的污物，使用符合规定的减压器。
- (4) 氧气瓶内的气体不允许全部用完，至少要保留 0.1~0.2 MPa 压力的剩余气体。

(5) 氧气流速不应过快。氧气与管道快速摩擦会产生静电火花而引起燃烧或爆炸。

(6) 氧气钢瓶内和瓶阀口不能沾染油污，如有油污会使高压氧气与油污产生剧烈的化学反应，使瓶内压力急剧增加而引起爆炸。

(7) 氧气瓶阀门泄漏时严禁使用。

2. 乙炔气瓶的安全使用

(1) 乙炔气瓶禁止敲击、碰撞和剧烈震动。剧烈而频繁的震动、撞击会造成乙炔气瓶内的活性炭填料下沉和粉碎，使瓶内上部形成真空，导致真空中聚集的气态乙炔发生聚合作用而引起爆炸。

(2) 乙炔气瓶要放在阴凉、通风的地方，并与明火作业保持不低于 10 m 的安全距离，远离高温和电器设备。

(3) 乙炔气瓶要直立放置，并加装固定装置，配置专用的无氧铜减压器。禁止将乙炔气瓶卧放，防止丙酮渗漏，当乙炔气瓶内的丙酮减少时，溶解在丙酮中的乙炔呈气体状态，遇热后会发生爆炸。

(4) 使用时压力不得超过 0.15 MPa。当乙炔在空气中的体积分数（容积浓度）超过 2.5% 时接触明火会发生爆炸。

(5) 乙炔气瓶应与氧气瓶相隔一段距离存放，禁止同车运输。

三、制冷与空调设备防火、防爆知识

1. 制冷与空调设备发生火灾、爆炸的原因

(1) 制冷设备中的高温部件与易燃物品紧密接触，会因散热不良而使电器的绝缘部分加速老化引起漏电，引发火灾。

(2) 焊接操作时，未对易燃物品做好隔离，由焊炬的高温火焰引燃易燃品或电线引发火灾。另外，当明火作业时，焊接使用的可燃气体钢瓶和氧气钢瓶及连接软管因泄漏或安放的位置不当易引发爆炸和火灾事故。