


制冷与空调 设备运行操作

主 编 ©魏长春

新编特种作业人员安全技术培训考核统编教材

《特种作业人员安全技术培训大纲和考核标准》起草小组专家编写

 中国劳动社会保障出版社

新编特种作业人员安全技术培训考核统编教材

制冷与空调 设备运行操作

主 编 魏长春

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

制冷与空调设备运行操作/魏长春主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2014

新编特种作业人员安全技术培训考核统编教材

ISBN 978-7-5167-1087-6

I. ①制… II. ①魏… III. ①制冷装置-运行-技术-培训-教材
②空气调节设备-运行-技术培训-教材 IV. ①TB657②TU831

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 127546 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)

*

北京金明盛印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

880毫米×1230毫米 32开本 6.125印张 171千字

2014年6月第1版 2014年6月第1次印刷

定价:19.00元

读者服务部电话:(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话:(010) 64961894

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错,请与本社联系调换:(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合,大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动,敬请广大读者协助举报,经查实将给予举报者奖励。

举报电话:(010) 64954652

编委会

杨有启 王长忠 魏长春 任彦斌 孙 超 李总根
邢 磊 王琛亮 冯维君 曹希桐 马恩启 徐晓燕
胡 军 周永光 刘喜良 郭金霞 康 泉 马 龙
徐修发 赵焯昕

本书主编：魏长春

参加编写人员：孔维军 梁艳辉 徐红升 王万友
张秀芳 陈国强

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《安全生产培训管理办法》《关于特种作业人员安全技术培训考核工作的意见》和《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》，组织了《特种作业人员安全技术培训大纲和考核标准》起草小组的有关专家，依据《特种作业目录》中的工种组织编写了“新编特种作业人员安全技术培训考核统编教材”。

“新编特种作业人员安全技术培训考核统编教材”共计9大类41个工种教材：1. 电工作业类：(1)《高压电工作业》(2)《低压电工作业》(3)《防爆电气作业》；2. 焊接与热切割作业类：(4)《熔化焊接与热切割作业》(5)《压力焊作业》(6)《钎焊作业》；3. 高处作业类：(7)《登高架设作业》(8)《高处安装、维护、拆除作业》；4. 制冷与空调作业类：(9)《制冷与空调设备运行操作》(10)《制冷与空调设备安装修理》；5. 金属非金属矿山作业类：(11)《金属非金属矿井通风作业》(12)《尾矿作业》(13)《金属非金属矿山安全检查作业》(14)《金属非金属矿山提升机操作》(15)《金属非金属矿山支柱作业》(16)《金属非金属矿山井下电气作业》(17)《金属非金属矿山排水作业》(18)《金属非金属矿山爆破作业》；6. 石油天然气作业类：(19)《司钻作业》；7. 冶金生产作业类：(20)《煤气作业》；8. 危险化学品作业类：(21)《光气及光气化工艺作业》(22)《氯碱电解工艺作业》(23)《氯化工艺作业》(24)《硝化工艺作业》(25)《合成氨工艺作业》(26)《裂解工艺作业》(27)《氟化工艺作业》(28)《加氢工艺作业》(29)《重氮化工艺作业》

(30)《氧化工艺作业》(31)《过氧化工艺作业》(32)《胺基化工艺作业》(33)《磺化工艺作业》(34)《聚合工艺作业》(35)《烷基化工艺作业》(36)《化工自动化控制仪表作业》；9. 烟花爆竹作业类：(37)《烟火药制作作业》(38)《黑火药制作作业》(39)《引火线制作作业》(40)《烟花爆竹产品涉药作业》(41)《烟花爆竹储存作业》。本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总局统一制定的特种作业人员安全技术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在以往统编教材的基础上，继往开来的最新成果。

二、突出适用性、针对性。专家在编写过程中，根据国家安全生产监督管理总局关于教材建设的相关要求，本着“少而精”“实用、管用”的原则，切合实际地考虑了当前我国接受特种作业安全技术培训的学员特点，以此设置内容。

三、突出实用性、可操作性。根据国家安全生产监督管理总局《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》中“特种作业人员应当接受与其所从事的特种作业相应的安全技术理论培训和实际操作培训”的要求，在教材编写中合理安排了理论部分与实际操作训练部分的内容所占比例，充分考虑了相关单位的培训计划和学时安排，以加强实用性。

总之，本版统编教材反映了国家安全生产监督管理总局关于全国特种作业人员安全技术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教材。

“新编特种作业人员安全技术培训考核统编教材”编委会

2014年3月

内 容 提 要

本书根据国家安全生产监督管理总局颁布的《制冷与空调设备运行操作作业人员安全技术考核标准》和《制冷与空调设备运行操作作业人员安全技术培训大纲》编写，是制冷与空调设备运行操作作业人员安全技术培训考核用书。

本书系统介绍了制冷与空调设备运行操作安全基础知识和相关安全作业技术，收录了国家和相关监管部门颁布的最新标准与安全法规。全书包括热力学和制冷空调设备基础知识；制冷剂的性质与安全使用；制冷与空调设备运行操作作业安全基础知识；压缩式、吸收式制冷空调设备的运行操作技术和实际操作技能以及制冷与空调设备运行操作过程中突发事故的应急处理等内容。本书可作为制冷与空调设备运行操作作业人员安全技术培训考核教材，还可作为各企事业单位安全管理干部及相关技术人员的参考用书。

目 录

第一章 制冷与空调设备运行操作安全基本知识	/1
第一节 安全生产法律法规	/1
第二节 安全管理制度	/11
第三节 职业道德和安全职责	/17
第二章 制冷与空调设备运行操作基础知识	/23
第一节 物态变化与基本参数	/23
第二节 制冷循环及其基本参数	/40
第三章 制冷剂、载冷剂和冷冻机油的性质与安全使用	/53
第一节 制冷剂的性质与安全使用	/53
第二节 载冷剂的性质与安全使用	/61
第三节 冷冻机油的性质与安全使用	/64
第四章 制冷与空调设备运行作业安全基础知识	/67
第一节 制冷与空调设备运行操作人员的职业特殊性	/67
第二节 制冷压缩机的结构特点	/74
第三节 制冷空调设备运行作业的安全维护	/83
第四节 以溴化锂为介质的压缩机运行作业安全技术	/86
第五章 制冷与空调系统事故紧急抢修的安全操作技能	/101
第一节 制冷系统紧急事故判断与应急处理技能	/101
第二节 制冷系统一般常见突发故障判断与应急处理技能	/108
第三节 制冷机组除垢、清洗的安全操作技能	/118

第四节	制冷空调设备运行操作典型事故案例分析	/121
第六章	制冷与空调设备安全运行操作技能	/133
第一节	制冷与空调设备开停机操作技能	/133
第二节	溴化锂吸收式机组的安全操作	/139
第三节	制冷与空调设备停机后的维护、保养操作技能	/142
第四节	制冷与空调设备安全作业操作技能	/148
第五节	常用检测仪器、工具的安全使用与管理	/151
第七章	制冷与空调设备安全操作技能	/156
第一节	制冷系统的排污、试压、检漏等安全操作技能	/156
第二节	溴化锂制冷机的气密性检验	/160
第三节	制冷剂、润滑油安全操作技能	/163
第四节	制冷系统不凝性气体排放的安全操作技能	/172
第五节	冷库的扫霜安全操作技能	/175
第六节	水质的检验与投药安全操作技能	/176
第七节	防护用品的检查、使用与保养技能	/183
参考文献		/185

第一章 制冷与空调设备运行 操作安全基本知识

第一节 安全生产法律法规

一、国家标准

制冷与空调设备运行操作作业是指对制冷与空调设备整机、部件及相关系统进行运行操作的作业。2010年7月1日开始施行的《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安全监管总局令第30号），将制冷与空调设备运行操作作业纳入特种作业范畴，从事该作业的人员必须接受特种作业人员安全技术培训考核。

2011年7月15日国家安全生产监督管理总局为严格贯彻落实《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》，确保特种作业人员安全技术培训考核工作规范开展，组织编写了制冷与空调设备运行操作作业等41个操作项目的《特种作业人员安全技术培训大纲和考核标准（试行）》，其中第九个标准即为《制冷与空调设备安装修理作业人员安全技术培训大纲和考核标准》。该标准规定了制冷与空调设备运行操作作业人员基本条件、安全技术培训（以下简称培训）大纲和安全技术考核（以下简称考核）的要求与具体内容。

该标准中引用了国家安全生产行业标准（如《制冷与空调作业安全技术规范》）中的若干条款，其涉及的安全生产行业标准主要有GB 9237—2001《制冷和供热用机械制冷系统安全要求》和GB 50274—2010《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》等。

1. 《制冷与空调设备运行操作作业人员安全技术培训大纲和考核标准》

该标准规定，年满18周岁，具备初中或者相当于初中及以上文化

程度并具有制冷与空调设备运行操作作业规定的其他条件的从业人员，必须具备必要的安全技术知识与技能；应按照本标准的规定对制冷与空调设备运行操作作业人员进行培训和复审培训；复审培训周期为三年。

该标准要求培训应坚持理论与实践相结合，侧重实际操作技能训练的原则；注意对制冷与空调设备运行操作作业人员进行职业道德、安全法律意识、安全技术知识的教育。制冷与空调设备运行操作作业人员除了必须掌握的制冷与空调设备基础知识和实际操作技能之外，还要熟悉制冷与空调设备运行操作作业安全生产法律法规和制冷与空调设备运行操作安全管理制度。

该标准主要包括以下内容：

- (1) 了解制冷与空调设备运行操作国家标准，安全生产法规、规章的相关规定。
- (2) 了解制冷与空调设备运行操作作业安全管理制度。
- (3) 掌握制冷与空调设备运行操作作业人员安全生产的权利和义务。
- (4) 掌握劳动保护相关知识。
- (5) 了解制冷与空调设备运行操作作业人员的职业道德和安全职责。
- (6) 掌握和制冷与空调设备相关的电气、电气焊、防火、防爆等安全知识。
- (7) 熟练掌握制冷与空调设备运行操作作业特点、制冷与空调设备运行操作作业场所常见的危险及职业危害因素。

该标准还对安全技术基础知识、安全操作实际技能、考核办法和考核复审做出了相关的具体规定。

2. 《制冷与空调作业安全技术规范》

《制冷与空调作业安全技术规范》作为中华人民共和国安全生产行业标准，由国家安全生产监督管理总局发布。该标准规定了有关制冷与空调系统的设计、安装、调试、操作、维护、检修等作业中的有关安全技术要求。主要内容有：

- (1) 对制冷剂、压力钢瓶、制冷系统的安全装置、作业环境、标志标识做出了一般性要求；此外还对制冷剂充注、作业环境的安全设置、防护用具的放置、钢瓶使用的安全标准做出了严格要求。

(2) 对制冷与空调设备安装调试的安全标准做出了具体的规定；对制冷与空调设备运行检修中的安全操作做出了具体的规定。

(3) 该标准对制冷与空调设备的安全管理做出了一些规定，例如，制冷与空调设备运行操作作业单位主要负责人、安全管理人员、操作人员应经过专门的安全培训、考核，持证上岗；制冷与空调设备运行操作作业单位应制定操作规程和岗位责任制度；建立制冷与空调系统的安全技术档案并永久保存。

(4) 规定了制冷与空调设备运行操作作业单位应建立的安全生产管理制度，例如制冷与空调设备运行操作作业安全操作规程、巡回检查制度、作业人员安全教育与培训制度、制冷与空调设备运行操作作业事故应急预案制度等。

3. 《制冷和供热用机械制冷系统安全要求》

本标准由国家质量技术监督局发布。本标准在分析了制冷系统存在的危险性基础上制定了强制性的安全标准要求和一般推荐性的安全要求；规定了与制冷系统的设计、制造、安装和运行有关的人身和财产安全要求。

(1) 对标准所采用的术语及其含义进行了定义。

(2) 必须对制冷设备和制冷系统进行压力试验和密封性试验，以保证设备的安全性。

(3) 对制冷管道的现场安装做出了相关的预防性安全措施。

(4) 对制冷设备机房的安全设施做出了具体规定。

(5) 安全使用制冷剂和载冷剂，设备和管道布置应便于维修，应有充分的措施保证人员能够脱离发生的意外风险。

(6) 标准对操作维修人员的技能培训和安全措施做出了具体规定，例如制冷剂充装、设备的维护保养、修理时使用电弧焊和火焰设备的安全规定等。

4. 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》

本标准由住房和城乡建设部发布，标准中许多条款为强制性条文，必须严格执行。本标准在总则中明确指出，为确保制冷设备和空气分离设备安装工程的质量和运行安全，促进安装技术的进步，制定本

规范。

(1) 对整体出厂的制冷设备以及附属设备的现场安装调试规定了安全操作的技术要求。

(2) 对活塞式制冷压缩机组、螺旋式制冷压缩机组、离心式制冷机组和溴化锂吸收式制冷机组以及相关的辅助设施的安装调试做出了具体的技术规定。

(3) 对分馏塔、低温液体泵等一些成套空分制冷设备的试运转以及安装调试提出了一些技术规定和安全要求。

以上所述各类国家标准为制冷与空调设备运行操作作业提供了技术规范，从业人员必须遵守其安全规定。

二、法律法规

制冷与空调设备运行操作作业是一个应用范围较为广泛的通用型技术行业，也是一个事关人身和财产安全的特种行业，知法、懂法、守法是该行业从业人员的基本要求。

1. 《中华人民共和国安全生产法》

安全生产工作的目的，一方面是保障人民群众生命财产安全，另一方面是保护从业人员的健康，促进社会和谐发展。《中华人民共和国安全生产法》规定：

安全生产工作坚持安全第一、预防为主、综合治理的方针，强化和落实生产经营单位的主体责任，建立生产经营单位负责、政府监管、行业自律、群众参与和社会监督的机制。生产经营单位必须遵守本法和其他有关安全生产的法律、法规，加强安全生产管理，建立、健全安全生产责任制度，完善安全生产条件，确保安全生产。

生产经营单位应当具备本法 and 有关法律、行政法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件；不具备安全生产条件的，不得从事生产经营活动。

生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。

生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安

全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。

生产经营单位采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备，必须了解、掌握其安全技术特性，采取有效的安全防护措施，并对从业人员进行专门的安全生产教育和培训。

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，方可上岗作业。

生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。

安全设备的设计、制造、安装、使用、检测、维修、改造和报废，应当符合国家标准或者行业标准。

生产经营单位必须对安全设备进行经常性维护、保养，并定期检测，保证设备正常运转。维护、保养、检测应当做好记录，并由有关人员签字。

生产经营单位使用的涉及生命安全、危险性较大的特种设备，以及危险物品的容器、运输工具，必须按照国家有关规定，由专业生产单位生产，并经有专业资质的检测、检验机构检测、检验合格，取得安全使用证或者安全标志，方可投入使用。检测、检验机构对检测、检验结果负责。

从业人员在作业过程中，应当严格遵守本单位的安全生产规章制度和操作规程，服从管理，正确佩戴和使用劳动防护用品。

从业人员应当接受安全生产教育和培训，掌握本职工作所需的安全生产知识，提高安全生产技能，增强事故预防和应急处理能力。

从业人员发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向现场安全生产管理人员或者本单位负责人报告；接到报告的人员应当及时予以处理。

2. 《特种设备安全监察条例》

《特种设备安全监察条例》是第一部关于我国特种设备安全监督管理的专门法规。这部条例规定了特种设备设计、制造、安装、改造、维修、使用、检验、检测全过程安全监察的基本制度。《特种设备安全监察条例》由2003年2月19日国务院第68次常务会议通过，2003年

6月1日开始实施，并在2009年1月进行了修订，修订后的条例于当年5月1日开始实施，共八章一百零三条。该条例制定的目的是加强特种设备的安全监察，防止和减少事故，保障人民群众的生命和财产安全，促进经济发展。条例规定：

特种设备作业人员，应当按照国家有关规定经特种设备安全监督管理部门考核合格，取得国家统一格式的特种作业人员证书，方可从事相应的作业或者管理工作。特种设备使用单位应当对特种设备作业人员进行特种设备安全、节能教育和培训，保证特种设备作业人员具备必要的特种设备安全、节能知识。特种设备作业人员在作业中应当严格执行特种设备的操作规程和有关的安全规章制度。

特种设备生产、使用单位的主要负责人应当对本单位特种设备的安全和节能全面负责。特种设备的制造、安装、改造单位应当具备下列条件：

- (1) 有与特种设备制造、安装、改造相适应的专业技术人员和工人。
- (2) 有与特种设备制造、安装、改造相适应的生产条件和检测手段。
- (3) 有健全的质量管理制度和责任制度。

特种设备安装、改造、维修的施工单位应当在施工前将拟进行的特种设备安装、改造、维修情况书面告知直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门，告知后方可施工。

移动式压力容器、气瓶充装单位应当经省、自治区、直辖市的特种设备安全监督管理部门许可，方可从事充装活动。充装单位应当具备下列条件：

- (1) 有与充装和管理相适应的管理技术人员。
- (2) 有与充装和管理相适应的充装设备、检测手段、场地厂房、器具、安全设施。
- (3) 有健全的充装管理制度、责任制度、紧急处理措施。

气瓶充装单位应当向气体使用者提供符合安全技术规范要求的气瓶，对使用者进行气瓶安全使用指导，并按照安全技术规范的要求办理气瓶使用登记，提出气瓶的定期检验要求。

特种设备使用单位，应当严格执行本条例和有关安全生产的法律、

行政法规的规定，保证特种设备的安全使用。

特种设备使用单位应当建立特种设备安全技术档案。

特种设备使用单位对在用特种设备应当至少每月进行一次自行检查，并作记录。特种设备使用单位在对在用特种设备进行自行检查和日常维护保养时发现异常情况的，应当及时处理。

特种设备作业人员在作业过程中发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向现场安全管理人员和单位有关负责人报告。

特种设备生产单位对其生产的特种设备的安全性能负责。

特种设备使用单位应当对在用特种设备的安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表进行定期校验、检修，并作记录。

检验检测机构接到定期检验要求后，应当按照安全技术规范的要求及时进行检验。未经定期检验或者检验不合格的特种设备，不得继续使用。

特种设备出现故障或者发生异常情况，使用单位应当对其进行全面检查，消除事故隐患后，方可重新投入使用。

特种设备存在严重事故隐患，无改造、维修价值，或者超过安全技术规范规定使用年限，特种设备使用单位应当及时予以报废，并应当向原登记的特种设备安全监督管理部门办理注销。

特种设备使用单位应当制定特种设备的事故应急措施和救援预案。

该条例还对特种设备使用单位违反该条例的情形做出了相关的处罚规定，例如第七十七条规定，特种设备使用单位有下列情形之一的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，责令停止使用或者停产停业整顿，处2千元以上2万元以下罚款：

1) 未依照本条例规定设置特种设备安全管理机构或者配备专职、兼职的安全管理人员的。

2) 从事特种设备作业的人员，未取得相应特种作业人员证书上岗作业的。

3) 未对特种设备作业人员进行特种设备安全教育和培训的。

条例也对特种设备作业人员违反条例的情况做出了规定：特种设备作业人员违反特种设备的操作规程和有关的安全规章制度操作，或

者在作业过程中发现事故隐患或者其他不安全因素，未立即向现场安全管理人员和单位有关负责人报告的，由特种设备使用单位给予批评教育、处分；触犯刑法的，依照刑法关于重大责任事故罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

3. 《危险化学品安全管理条例》

《危险化学品安全管理条例》于2011年2月16日国务院第144次常务会议修订通过，修订后的《危险化学品安全管理条例》，自2011年12月1日起施行，共八章102条。该条例对生产、经营、储存、运输、使用危险化学品和处置废弃危险化学品等做出了法律规定，规定如下：

危险化学品安全管理，应当坚持安全第一、预防为主、综合治理的方针，强化和落实企业的主体责任。

生产、储存、使用、经营、运输危险化学品的单位（以下简称危险化学品单位）的主要负责人对本单位的危险化学品安全管理工作全面负责。

危险化学品单位应当具备法律、行政法规规定和国家标准、行业标准要求的安全条件，建立、健全安全管理规章制度和岗位安全责任制，对从业人员进行安全教育、法制教育和岗位技术培训。从业人员应当接受教育和培训，考核合格后上岗作业；对有资格要求的岗位，应当配备依法取得相应资格的人员。

生产、储存危险化学品的单位，应当对其铺设的危险化学品管道设置明显标志，并对危险化学品管道定期检查、检测。

进行可能危及危险化学品管道安全的施工作业，施工单位应当在开工的7日前书面通知管道所属单位，并与管道所属单位共同制定应急预案，采取相应的安全防护措施。管道所属单位应当指派专门人员到现场进行管道安全保护指导。

使用危险化学品的单位，其使用条件（包括工艺）应当符合法律、行政法规的规定和国家标准、行业标准的要求，并根据所使用的危险化学品的种类、危险特性以及使用量和使用方式，建立、健全使用危险化学品的安全管理规章制度和安全操作规程，保证危险化学品的安全使用。