

防爆电气 作业

主 编 ©杨有启

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

防爆电气作业

主 编 杨有启

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

防爆电气作业/杨有启主编. —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 978-7-5167-1133-0

I. ①防… II. ①杨… III. ①防爆电气设备-技术培训-教材
IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 109104 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 5.75 印张 154 千字
2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷
定价: 17.00 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：杨有启

前 言

《中华人民共和国劳动法》（以下简称《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。”《中华人民共和国安全生产法》以下简称《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总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总局颁布的《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)《烟火药制造作业》(38)《黑火药制造作业》(39)《引火线制造作业》(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进行编写, 是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

内 容 简 介

本教材根据国家安全生产监督管理总局颁布的“防爆电气作业人员安全技术考核标准”和“防爆电气作业人员安全技术培训大纲”，并针对各行业企业防爆电气作业人员的要求编写，共分两部分十六章内容，第一部分为安全技术知识，第二部分为实际操作技能。第一部分详细介绍了防爆电气作业人员安全基本知识，电气安全基础知识，爆炸危险物质和爆炸危险场所，防爆电气设备和防爆电气线路，电气防爆技术，防雷和静电防护技术；第二部分详细介绍了防爆电气设备的识别和选型，防爆电气装置安装，防爆电气设备检查和维护操作，防爆电气设备检修等内容。

本教材结合生产实际需求编写，可作为各类生产型企业防爆电气作业相关的特种作业人员的培训考核教材，也可作为企事业单位安全管理人员及相关技术人员的参考用书。

目 录

第一部分 安全技术知识

第1章 防爆电气作业人员安全基本知识	/3
第1节 安全生产管理	/3
第2节 电工基本理论	/6
第3节 爆炸及火灾分类	/13
第4节 燃烧和爆炸	/16
第2章 电气安全基础知识	/20
第1节 电气事故与触电事故	/20
第2节 常用防触电技术	/24
第3节 防爆工具和电工安全用具	/45
第4节 电工检修安全措施	/55
第3章 爆炸危险物质和爆炸危险场所	/58
第1节 爆炸危险物质	/58
第2节 爆炸危险场所	/62
第4章 防爆电气设备和防爆电气线路	/68
第1节 防爆电气设备的类型和标志	/68
第2节 爆炸危险环境和火灾危险环境电气设备选用	/70
第3节 爆炸危险环境电气线路选用	/77
第5章 电气防爆技术	/82
第1节 电气综合防爆技术	/82

第2节	防爆电气设备安全运行	/86
第3节	可燃气体检测	/91
第4节	消防供电和电气灭火	/95
第6章	防雷和静电防护技术	/98
第1节	防雷	/98
第2节	静电防护技术	/112

第二部分 实际操作技能

第7章	防爆电气设备的识别和选型	/121
第1节	防爆电气设备的识别	/121
第2节	爆炸危险区域级别和范围的划分	/124
第3节	防爆电气设备的选型	/126
第8章	防爆电气装置安装	/128
第1节	防爆电气设备安装	/128
第2节	防爆电气线路安装	/136
第3节	火灾危险环境电气装置的安装	/140
第9章	防爆电气设备检查和维护操作	/143
第1节	防爆电气设备日常检查	/143
第2节	防爆电气设备失爆检查	/144
第3节	防爆电气设备维护	/146
第10章	防爆电气设备检修	/147
第1节	防爆电气设备检修的通用要求	/147
第2节	防爆电气设备检修的补充要求	/152

第一部分 安全技术知识

第 1 章 防爆电气作业人员 安全基本知识

第 1 节 安全生产管理

一、安全生产概要

安全生产是为了生产过程在符合物质条件和工作顺序下进行的防止发生人身伤亡和财产损失等生产事故，消除或控制危险、有害因素，保障人身安全与健康、设备和设施免受损坏、环境免受破坏的所有活动。安全生产包括方针、政策，也包括实践活动。

安全生产管理是针对人在生产过程中的安全问题运用有效的资源，进行决策、计划、组织、实施等活动，实现安全生产。

为了实现安全生产的目标，我国制定了《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国矿山安全法》《中华人民共和国职业病防治法》等法律；制定了《安全生产许可条例》《工伤保险条例》《建设工程安全生产管理条例》等行政法规；制定了《用电安全导则》《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》《建筑物防雷设计规范》等标准；很多部门和企业还制定了《电业安全工作规程》《电工安全责任制》《倒闸操作制度》等规程和制度。

《安全生产法》总结安全生产的方针为“安全第一，预防为主”。在实际执行中，还提出“安全第一，预防为主，综合治理”的方针。

二、防爆电气作业和防爆电气作业人员

防爆电气作业指从事防爆电气设备安装、运行、检修、维护的作

业（不包括煤矿防爆电气作业）。防爆电气作业人员中包括不同等级的防爆专业电工。

防爆电气作业人员必须年满 18 岁，必须具备初中以上文化程度，不得有妨碍从事电工作业的病症和生理缺陷。防爆电气作业人员必须具备必要的电气专业知识、电气安全技术知识和防爆专业知识，应熟悉有关安全规程，应学会必要的操作技能，学会触电急救方法和灭火方法，应具备事故预防和应急处理能力。

防爆电气作业的作业过程和工作质量不但关系着其自身的安全，而且关系着他人和周围设施的安全。因此，防爆电气作业人员必须具备良好的电气安全意识。

防爆电气作业人员应当不断提高安全意识和安全操作能力，加强“以人为本”的理念，自觉履行安全生产的义务。

防爆电气作业人员应努力克服重生产轻安全的错误思想，克服侥幸心理；在作业前和作业过程中，应考虑事故发生的可能性，应遵守各项安全操作规程，不得违章作业，不得蛮干，不得在不熟悉的和自己不能控制的设备或线路上擅自作业；应认真作业，保证工作质量。

就岗位安全职责而言，防爆电气作业人员应做到以下几点：

1. 严格执行各项安全标准、法规、制度和规程，包括电气安装规范和验收规范、电气运行管理规程、防爆电气规程、电气安全操作规程及其他有关规定。

2. 遵守劳动纪律，忠于职责，做好本职工作，认真执行岗位安全责任制度。

3. 正确佩戴和使用各种工具和劳动保护用品，安全地完成各项生产任务。

4. 努力学习安全规程、电气专业技术、电气安全技术和防爆技术，不断提高安全生产技能；参加各项有关的安全活动；宣传电气安全、防爆安全；参加安全检查，并提出意见和建议等。

防爆电气作业人员应树立良好的职业道德。除前面提到的忠于职责、遵守纪律、努力学习外，还应注意互相配合，共同完成生产任务。应特别注意杜绝以电谋私、制造电气故障等违法行为。

防爆电气作业人员必须经过安全技术培训，取得防爆电气作业人员操作资格证书后方可上岗作业。新加入的防爆电气作业人员、实习人员和临时参加劳动的人员，必须经过安全知识教育后，方可参加指定的工作，但不得单独工作。对外单位派来支援的工作人员，工作前应介绍现场电气设备接线情况和有关安全措施。

培训和考核是提高防爆电气作业人员安全技术水平，使之获得独立操作能力的基本途径。通过培训和考核，最大限度地提高防爆电气作业人员的技术水平和安全意识。

防爆电气作业人员对新购防爆电气设备应检查产品合格证、防爆合格证、铭牌及相关技术资料；应检查设备外壳、进线装置等是否完好。

三、常用防爆电气管理标准

GB 50058—1992《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》适用于在生产、加工、处理、转运或储存过程中出现或可能出现爆炸和火灾危险环境的电力设计。本规范不适用于矿井井下，制造、使用或储存火药、炸药、起爆药，电解、电镀生产，蓄电池室，使用强氧化剂能引起自燃，水、陆、空交通运输工具及海上油井平台的场所。该规范包括爆炸性气体环境、爆炸性粉尘环境、火灾危险环境等4章，包括危险区域确定、爆炸性混合物分级和分组、危险环境电气装置的选择等内容。

GB 50257—1996《爆炸和火灾危险环境电力装置施工及验收规范》适用于在生产、加工、处理、转运或储存过程中出现或可能出现爆炸和火灾危险环境电气安装工程的施工及验收，不适用范围与GB 50058—1992相同。

GB 3836《爆炸性气体环境用电气设备》包含15个标准，分别是通用要求、隔爆型设备、增安型设备、本质安全型设备、正压型设备、充油型设备、充砂型设备、无火花型设备、浇封型设备、气密型设备、最大试验安全间隙测定方法、气体或蒸气混合物分级、电气设备检修、危险场所分级、危险场所电气安装。

GB 12476《可燃性粉尘环境用电气设备》包含3个标准，分别是

电气设备的技术要求；电气设备的选择、安装和维护；存在或可能存在可燃性粉尘的场所分类。

AQ 3009—2007《危险场所电气防爆安全规范》是国家安全生产监督管理总局发布的规范，包含爆炸性物质分级、分组和爆炸危险场所的分类、分级还有区域范围划分，爆炸危险场所防爆电气设备的选型，爆炸危险场所电气线路和防爆电气设备的安装，危险场所防爆电气设备的检查和维护等内容。

四、防爆合格证

防爆电气设备必须办理防爆合格证，取得生产许可。

企业办理防爆合格证需备齐工商营业执照，企业质量保证书，企业标准（或技术条件）、产品图纸、使用说明书等技术资料及送检样品。防爆合格证不得超期使用，企业必须提前申请换证。

实施防爆合格证制度的产品有防爆电动机；防爆电泵；防爆配电装置、防爆开关、控制及保护电器；防爆启动器；防爆变压器；防爆电动执行机构、电磁阀；防爆插接装置；防爆监控产品；防爆通信、信号装置；防爆空调、通风设备；防爆电加热产品；防爆附件、防爆元件；防爆仪器仪表；防爆传感器；安全栅；防爆仪表箱。

第2节 电工基本理论

一、常用物理量

(1) 电场强度 E

电场强度是表明电场中正电荷受力大小及方向的物理量，一般可理解为单位距离上的电压。当空气中电场强度超过 $25 \sim 30 \text{ kV/cm}$ 时，即可能发生击穿放电。

(2) 电流 I 、 i

通常以正电荷移动的方向作为电流的正方向。大小和方向不随

时间变化的电流称为直流电流，定义为 $I = \frac{Q}{t}$ ；大小和方向随时间

作周期性变化的电流称为交流电流，定义为 $i = \frac{dq}{dt}$ 。上列两式中，

Q 、 q 是电荷量， t 是时间。显然，电流是单位时间内通过的电荷量。

(3) 电阻 R 、 r 和电阻率 ρ

电阻是电流流动过程中遇到的阻力。电阻率是表明材料导电性能的参数，可理解为单位长度、单位截面材料的电阻。如导线长度为 l 、截面为 S ，则电阻与电阻率的关系是 $R = \frac{\rho l}{S}$ 。金属材料的电阻率随着温度的升高而升高，具有正的电阻温度系数；绝缘材料的电阻率随着温度的升高而降低，具有负的电阻温度系数。

(4) 电压 U 、 u

电压是两点之间的电位差，亦即在两点之间产生电流的能力。方向从高电位点到低电位点。

(5) 电动势 E 、 e

电动势是电源所具备的产生电流的能力。方向从低电位点到高电位点。

(6) 电功率 P 和电能 W

电功率是表明电气设备做功能力的物理量，是单位时间内所做的功。电能是电气设备在一段时间内所转换的能量，是功率的积累。

(7) 频率 f 和角频率 ω

频率是交流电每秒钟交变的周期数。通用交流电的频率为 50 Hz。角频率是交流电每秒钟交变的弧度数。角频率与频率的关系是 $\omega = 2\pi f$ 。

(8) 磁动势 F

磁动势一般指载流线圈产生磁场的的能力。对于匝数为 N 、电流为 I 的线圈， $F = NI$ 。

(9) 磁导率 μ

磁导率是表明材料导磁性能的参数。真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 。

材料磁导率与真空磁导率之比称为相对磁导率，即 $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$ 。

二、电路基本定律

(1) 欧姆定律

分为部分电路的欧姆定律和全电路的欧姆定律。其表达式分别为：

$$U = IR \quad \text{和} \quad E = I (R_0 + R_i)$$

式中， R_0 和 R_i 分别为电路的外电阻和内电阻。

(2) 基尔霍夫第一（电流）定律

表达式为 $\sum I = 0$

(3) 基尔霍夫第二（电压）定律

表达式为 $\sum E = \sum U = \sum IR$

三、正弦交流电路

1. 正弦交流电的特征

交流电流的大小、方向随时间作周期性变化，一周期内交流电流的平均值为零。正弦交流电流、电压的大小和方向都随着时间按正弦函数的规律变化。正弦电流的三角函数表达式为：

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi) = I_m \sin(2\pi f t + \varphi)$$

式中 i ——时刻 t 的电流瞬时值，A；

I_m ——电流最大值，A；

t ——时间，s；

ω ——角频率， $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ ，rad/s；

f ——频率，Hz；

T ——周期，s；

φ ——初相位，rad。

最大值、角频率和初相位确定了正弦量的所有特征，称之为正弦交流电的三要素。通常用有效值来表征交流电的大小。有效值是与该交流电做功能力相同的直流电的数值。最大值为有效值的 $\sqrt{2}$ 倍，即

$$I_m = \sqrt{2}I、U_m = \sqrt{2}U。$$