



特种作业人员
安全技术培训
考核系列教材

TEZHONG ZUOYE RENYUAN ANQUAN
JISHU PEIXUN KAOHE XILIE JIAOCAI

电工 作业安全技术

DIANGONG
ZUOYE ANQUAN JISHU

杨根山 朱兆华 编著
徐丙根 主审



化学工业出版社



特种作业人员
安全技术培训
考核系列教材

TEZHONG ZUOYE RENYUAN ANQUAN
JISHU PEIXUN KAOHE XILIE JIAOCAI

电工 作业安全技术

DIANGONG
ZUOYE ANQUAN JISHU

杨根山 朱兆华 编著
徐丙根 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《特种作业人员安全技术培训考核系列教材》的一个分册。

本书简要介绍了电工、电气基本知识，详细介绍了常用电气设备安全技术、低压电气安全技术、高压电气安全技术和防爆电气安全技术；系统介绍了电气线路安全技术、保护接地与保护接零技术、电气安全装置、静电及其防护技术以及电气防火和防爆安全技术；对防雷电措施和常见电工及电气事故案例进行了分析。

本书适用于石化、电力、机械、冶金、运输、建筑、造船、纺织等行业电工作业人员，也适用于上述行业电气管理、维护检修、工程技术、安全监督、项目管理等相关人员阅读，亦可供相关院校师生参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工作业安全技术/杨根山, 朱兆华编著 —北京:
化学工业出版社, 2013.3
特种作业人员安全技术培训考核系列教材
ISBN 978-7-122-16484-1

I. ①电… II. ①杨…②朱… III ①电工 安全技术-技术培训 教材 IV. ①TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 2013 第 025762 号

责任编辑: 杜进祥 高 震

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9½ 字数 252 千字

2013 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究



前 言

2010年5月24日，国家安全生产监督管理总局以〔2010〕第30号令的形式发布了《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》，对从业人员的条件、培训、考核发证、复审、监督管理等都提出了严格要求。随后国家安全生产监督管理总局组织编写并发布了《特种作业人员安全技术培训大纲和考核标准》。《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》将特种作业划分为11个作业类别、51个工种。

特种作业人员的安全培训工作是各级安全监督管理部门和企业安全管理的一项重要内容。做好这项工作，对于保障特种作业人员及其他人员在作业过程中的生命安全，防止重特大事故，提高企业安全生产水平及经济效益都具有十分重要的作用。

电工作业被列为特种作业的第一项，指对电气设备进行运行、维护、安装、检修、改造、施工、调试等作业（不含电力系统进网作业）。电工作业包括高压电工作业、低压电工作业和防爆电气作业3个特种作业工种。

为了配合电工作业人员的安全技术培训与考核工作，提高电工作业人员的安全技术水平，防止和减少各类伤亡事故，我们编写了《电工作业安全技术》一书。本书简要介绍了电工、电气基本知识，详细介绍了常用电气设备安全技术、低压电气安全技术、高压电气安全技术和防爆电气安全技术；系统介绍了电气线路安全技术、保护接地与保护接零技术、电气安全装置、静电及其防护技术以及电气防火和防爆安全技术；对防雷电措施和常见电工及电气事故案例进行了分析。

本书侧重于生产操作与技能训练内容，紧扣特种作业人员操作培训这一主题。编写过程中，力求通俗、实用，可操作性强，对于理论内容，确有必要的，仅作简要介绍。本书适用于石化、电力、机械、冶金、运输、建筑、造船、纺织等行业电工作业人员，也适用于上述行业电气管理、维护检修、工程技术、安全监督、项目管理等相关人员阅读，亦可供相关院校师生参阅。

本书由杨根山、朱兆华编著，由徐丙根审定。

本书在编写过程中，得到鹿继续、周莲凤、孔凡娣、朱旻、朱薇、沈振国、江晨等同志的大力支持，在此深表谢意！

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免存在错漏和不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

2012年8月



目 录

第一章 绪论

第一节 特种作业人员安全技术培训考核管理规定	1
一、特种作业定义	1
二、特种作业范围	1
三、特种作业人员的基本条件	3
四、特种作业人员培训、考核、发证的规定	3
五、特种作业操作证的复审	4
第二节 相关安全生产法律法规	6
第三节 从业人员的权利与义务	9
一、从业人员的权利	9
二、从业人员的义务	12

第二章 电工基本理论知识

第一节 电的基本概念	14
一、什么是电	14
二、电的类型	14
三、电压等级	15
四、电荷、电压与电流	15
五、导体和绝缘体	16
第二节 直流电路	16
一、电路及其组成	16

二、电路中的物理量及参考方向	17
三、电路中电位的计算	18
第三节 三相交流电路	18
一、对称三相电路的分析	18
二、不对称三相电路	20
第四节 电力系统	21
一、特点、组成及其基本要求	21
二、电源中性点不接地的电力系统	23
三、电源中性点经消弧线圈接地的电力系统	25
四、电源中性点直接接地的电力系统	26
五、供配电系统接线	29

第三章 电气基本安全知识

第一节 电流对人体的伤害	33
一、电击	33
二、电灼伤	34
第二节 常见的触电方式	34
一、单相触电	34
二、两相触电	35
三、接触电压触电	35
四、跨步电压触电	35
第三节 防止触电的保护措施	36
一、使用安全电压	36
二、保护接地和保护接零	36
三、使用漏电保护装置	38
第四节 安全用电常识	39
第五节 触电急救	41
一、脱离电源	41
二、伤员脱离电源后的处理	42
三、抢救过程中伤员的移动与转院	44

四、杆上或高处触电急救	45
-------------------	----

第四章 常用电气设备安全技术

第一节 工作环境对电气设备的要求	46
第二节 电动机	47
一、一般规定	47
二、电动机安装注意事项	48
三、电动机控制和保护设备安全注意事项	49
第三节 常用保护电器与开关电器	49
一、熔断器	50
二、热继电器	50
三、接触器与启动器安全技术	51
四、电磁式脱扣器	52
五、闸刀开关	53
六、转换开关	54
七、自动空气开关	55
八、交流接触器	56
九、断路器	60
十、高压熔断器	64
第四节 电力变压器	65
一、电力变压器在安装过程中的安全技术要求	66
二、变压器运行、维护中的安全注意事项	67
三、变压器运行中的异常情况处理	69
第五节 照明设备	69
第六节 携带式及移动式设备	70
一、一般安全措施	71
二、手电钻	72
三、交流电焊机	73
四、电动起重机	74
五、直流弧焊机	77

六、直流设备	78
--------------	----

第五章 低压电气安全技术

第一节 低压电气安全工作基本要求	80
一、低压电气巡视检查	80
二、低压带电工作安全要求	80
第二节 主要低压电器的安全要求	81
一、用电设备的环境条件和外壳防护等级	81
二、低压保护电器	84
三、开关电器	86
四、电动机	88
第三节 低压电气设备安全检修	92
一、停电	92
二、验电	93
三、装设接地线	93
四、悬挂标示牌和装设遮栏	94
五、低压带电工作的安全措施	96

第六章 高压电气安全技术

第一节 变配电装置	97
一、方式及选择	97
二、变电所主接线 (6~35kV)	99
第二节 主要高压电气设备安全要求	103
一、高压熔断器	103
二、高压隔离开关	104
三、高压断路器	105
四、电力变压器	106
第三节 技术与安全管理	109
一、技术资料	109
二、图纸、模拟图板	109

三、记录本·····	109
四、规程制度·····	110
第四节 运行和管理安全要求·····	111
一、基本要求·····	111
二、交接班·····	113
三、巡回检查·····	114
四、倒闸操作·····	116
五、高压熔断器的操作·····	120
六、电力变压器操作·····	120
七、发电机和高压电动机的检修、维护·····	121
八、六氟化硫(SF ₆)电气设备·····	123
九、定期维护·····	124
十、质量验收·····	126
十一、工作票·····	127
十二、操作票·····	128
第五节 故障分析及处理·····	129
一、变压器·····	129
二、断路器·····	132
三、直流系统·····	134
四、所用变压器·····	135
五、避雷器的故障处理·····	136

第七章 电气线路安全技术

第一节 线路安全技术·····	137
一、导线和电缆截面的选择·····	137
二、导线及电缆绝缘的安全载流量·····	139
第二节 架空线路安全·····	140
一、架空线路组成部分的安全要求·····	140
二、架空线路的运行和维护·····	144
第三节 低压布线安全技术·····	148

一、室内低压布线·····	148
二、户内低压线路的安装·····	153
三、电缆布线·····	154
第四节 临时线路安全技术·····	158
一、临时线路的概念·····	159
二、安全要求·····	159

第八章 保护接地与保护接零

第一节 保护接地·····	161
一、中性点不接地电网的安全分析·····	161
二、中性点不接地电网的安全措施·····	162
第二节 保护接零·····	163
一、中性点接地电网的安全分析·····	163
二、中性点接地电网的安全要求·····	164
第三节 接地和接零的应用范围·····	165
一、应采取接地或接零的设备·····	165
二、可以不采取接地或接零的设备·····	166
第四节 接地装置和接零装置·····	166
一、自然接地体和人工接地体·····	167
二、接地线和接零线·····	167
三、接地和接零装置的安全要求·····	168
第五节 接地装置运行检查·····	169
一、接地电阻的要求和测量·····	169
二、接地装置的运行检查·····	170
三、降低接地电阻的措施·····	171

第九章 电气安全装置

第一节 漏电保护装置·····	172
一、漏电保护装置动作电流整定值的选择·····	172
二、漏电保护器的选用及安装使用·····	174

三、漏电保护装置的运行管理·····	176
第二节 电气安全联锁装置·····	177
一、防止触电事故的联锁装置·····	177
二、排除电路故障的联锁装置·····	177
三、执行工作安全程序的联锁装置·····	178
第三节 信号和报警装置·····	180
第四节 电气安全工器具·····	180
一、电工安全用具·····	181
二、电工常用工具·····	184

第十章 静电及其防护

第一节 静电现象及静电基本概念·····	186
一、静电现象·····	186
二、静电概念·····	187
三、静电的特性·····	187
四、静电类型·····	189
五、静电危害带电体·····	190
第二节 静电产生的原因及防护措施·····	190
一、工业静电的产生·····	190
二、防止静电危害的通用对策和基本措施·····	193

第十一章 电气防火和防爆安全技术

第一节 电气火灾和爆炸的原因·····	195
一、电气火灾爆炸的直接原因·····	195
二、电气火灾和爆炸的间接原因·····	198
三、常用电气设备的火灾和爆炸的原因·····	198
第二节 防火防爆安全技术措施·····	200
一、电气设备的合理选用·····	200
二、电气设备的正确装置·····	210
三、保持电气设备正常运行·····	212

四、保持良好的通风	213
五、接地装置安全注意事项	214
六、合理选用保护装置	215
七、采用耐火设施	215
八、事故照明	216
第三节 电气消防安全常识	216
一、触电危险和断电	216
二、带电灭火安全要求	217
三、充油设备灭火要求	219

第十二章 防爆电气安全技术

第一节 防爆电气通用安全技术	220
一、防爆电气设备的分类及分级分组	220
二、防爆电气设备的运行环境温度	223
三、防爆电气设备的通用结构	223
四、某些类型电气设备防爆结构的通用要求	227
五、Ex 元件	229
六、防爆标志	230
第二节 防爆电气设备	231
一、隔爆型电气设备	231
二、增安型电气设备	233
三、本质安全型电气设备	235
四、正压型电气设备	236
五、浇封型电气设备	242
六、“n”型电气设备	244
七、其他防爆类型电气设备	246
八、复合型和组合型防爆电气设备	248
第三节 防爆电气设备维护安全技术	251
一、检查、保养与检修	251
二、防爆电气设备的检查	253

三、防爆电气设备的维护要求·····	254
四、防爆电气设备运行及故障处理·····	256

第十三章 防雷

第一节 雷电的基本知识·····	259
一、雷电的形成和种类·····	259
二、雷电的危害·····	260
三、易受雷击的建筑物和构筑物·····	261
第二节 防雷装置·····	261
一、接闪器·····	261
二、引下线·····	262
三、接地装置·····	263
四、防雷装置的检查·····	263
第三节 防雷措施·····	264
一、防直击雷·····	264
二、防雷感应·····	265
三、防雷电侵入波·····	266
第四节 人身防雷措施·····	267

附录一 电工及电气事故案例及其原因分析

附录二 电工作业安全技术培训考核时间安排

参考文献

第一章 绪 论

第一节 特种作业人员安全技术 培训考核管理规定

为了规范特种作业人员的安全技术培训考核工作，提高特种作业人员的安全技术水平，防止和减少伤亡事故，国家安全生产监督管理总局于 2010 年 5 月 24 日，以国家安全生产监督管理总局 [2010] 第 30 号令的形式颁布了《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》（以下简称《规定》）。《规定》共 6 章 46 条，详细规定了特种作业人员的从业条件、技术培训、考核、发证及复审等内容。

一、特种作业定义

特种作业是指容易发生人员伤亡事故，对操作者本人、他人及周围设施的安全可能造成重大危害的作业。特种作业人员是指直接从事特种作业的从业人员。

二、特种作业范围

特种作业范围共 11 个作业类别、51 个工种。

(1) 电工作业：指对电气设备进行运行、维护、安装、检修、改造、施工、调试等作业（不含电力系统进网作业）。具体工种为高压电工作业、低压电工作业和防爆电气作业。

(2) 焊接与热切割作业：指运用焊接或者热切割方法对材料进行加工的作业（不含《特种设备安全监察条例》规定的有

关作业)。具体工种为熔化焊接与热切割作业、压力焊作业和钎焊作业等。

(3) 高处作业：指专门或经常在坠落高度基准面 2m 及以上有可能坠落的高处进行的作业。具体工种为登高架设作业和高处安装、维护、拆除作业。

(4) 制冷与空调作业：指对大中型制冷与空调设备运行操作、安装与修理的作业。具体工种为制冷与空调设备运行操作作业和制冷与空调设备安装修理作业。

(5) 煤矿安全作业：包括煤矿井下电气作业、煤矿井下爆破作业、煤矿安全监测监控作业、煤矿瓦斯检查作业、煤矿安全检查作业、煤矿提升机操作作业、煤矿采煤机（掘进机）操作作业、煤矿瓦斯抽采作业、煤矿防突作业和煤矿探放水作业等。

(6) 金属非金属矿山安全作业：包括金属非金属矿井通风作业、尾矿作业、金属非金属矿山安全检查作业、金属非金属矿山提升机操作作业、金属非金属矿山支柱作业、金属非金属矿山排水作业和金属非金属矿山爆破作业等。

(7) 石油天然气安全作业：具体指的是司钻作业。

(8) 冶金（有色）生产安全作业：具体指的是煤气作业。

(9) 危险化学品安全作业：指从事危险化工工艺过程操作及化工自动化控制仪表安装、维修、维护的作业。包括光气及光气化工工艺作业、氯碱电解工艺作业、氯化工艺作业、硝化工艺作业、合成氨工艺作业、裂解（裂化）工艺作业、氟化工艺作业、加氢工艺作业、重氮化工艺作业、氧化工艺作业、过氧化工艺作业、胺基化工艺作业、磺化工艺作业、聚合工艺作业、烷基化工艺作业及化工自动化控制仪表作业等。

(10) 烟花爆竹安全作业：指从事烟花爆竹生产、储存中的药物混合、造粒、筛选、装药、筑药、压药、搬运等危险工序的作业。包括烟火药制造作业、黑火药制造作业、引火线制造作业、烟花爆竹产品涉药作业及烟花爆竹储存作业等。

(11) 国家安全生产监督管理总局认定的其他作业。

三、特种作业人员的基本条件

特种作业人员应当符合下列条件。

(1) 年满 18 周岁，且不超过国家法定退休年龄。

(2) 经社区或者县级以上医疗机构体检健康合格，并无妨碍从事相应特种作业的器质性心脏病、癫痫病、美尼尔氏症、眩晕症、癔症、震颤麻痹症、精神病、痴呆症以及其他疾病和生理缺陷。

(3) 具有初中及以上文化程度。

(4) 具备必要的安全技术知识与技能。

(5) 特种作业规定的其他条件。

危险化学品特种作业人员除符合第(1)项、第(2)项、第(4)项和第(5)项规定的条件外，应当具备高中或者相当于高中及以上文化程度。

四、特种作业人员培训、考核、发证的规定

特种作业人员必须经专门的安全技术培训并考核合格，取得“中华人民共和国特种作业操作证”（以下简称“特种作业操作证”）后，方可上岗作业。

特种作业人员的安全技术培训、考核、发证、复审工作实行统一监管、分级实施、教考分离的原则。

根据《规定》，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。已经取得职业高中、技工学校及中专以上学历的毕业生从事与其所学专业相应的特种作业，持学历证明经考核发证机关同意，可以免于相关专业的培训。跨省、自治区、直辖市从业的特种作业人员，可以在户籍所在地或者从业所在地参加培训。

特种作业人员的考核包括考试和审核两部分。考试由考核发证机关或其委托的单位负责；审核由考核发证机关负责。

参加特种作业操作资格考试的人员，应当填写考试申请表，由