

江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材

电工作业

(初训)

江苏省安全生产宣传教育中心组织编写

主编 邵之祺 主审 沈立



东南大学出版社

江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材

电工作业

(初 训)

邵之祺 主编

沈 立 主审

东南大学出版社

内容提要

本书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大纲及考核标准》要求,以及江苏省安全生产管理范围,结合江苏各企业用电设备的更新和电工作业安全的具体情况编写。

本教材对电工作业应知应会的电工基础知识、直接和间接接触电击防护、电气安全的特殊防护、变配电设备、继电保护装置和直流系统、手持式电动工具及移动式电气设备、矿山电工作业、触电急救技术和安全管理等作了比较系统的介绍,内容比较全面,深入浅出、通俗易懂。

本书两本为一套,是为电气作业人员安全技术培训和考核的初训和复训教材,同时可提供各企事业单位安全管理干部和相关工程技术人员作业的参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工作业. 初训/邵之祺主编. —南京:东南
大学出版社, 2006. 2

ISBN 7-5641-0277-2

I. 电... II. 邵... III. 电工技术—技术
培训—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 012573 号

书 名	电工作业
主 编	邵之祺
责任编辑	张 慧
出版发行	东南大学出版社 (江苏省南京市四牌楼 2 号东南大学校内 邮政编码 210096)
网 址	http://press.seu.edu.cn E-mail: editorzhang@126.com
印 刷	南京京新印刷厂
开 本	700mm×1000mm 1/16
印 张	16.25
字 数	328 千字
版次印次	2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷
定 价	19.00 元

(* 东大版图书若有印装质量问题,请直接与读者服务部联系,电话 025-83792328。)

江苏省安全生产培训教材

编委会成员名单

一、编写委员会

主任：杨增夫

副主任：陆贯一 赵建军 刘文华

委员：(按姓氏笔画排列)

马 群 印安东 丛跃滋 刘荣林 许亦武

乔 勇 华仁杰 苏 斌 张登平 陈忠伟

谷红彬 余数培 杨 涛 杨准宝 肖正亚

单昕光 赵启凤 赵兴根 赵昶东 赵和平

夏天南 彭寿保 褚福银 潘 振

编委会办公室主任：刘荣林

编委会办公室副主任：肖正亚 赵和平 褚福银

二、编写工作领导小组

组 长：刘荣林

副组长：褚福银 肖正亚 赵和平

成 员：吴孝洪 李守标 李建军 陈继平

三、教材编写业务技术组

业务组组长：李建军

技术组组长：朱兆华

序

安全生产是经济社会发展永恒的主题。党和政府历来高度重视安全生产工作,近年来,江苏省努力构建企业负责、行业管理、部门监管、社会参与的安全生产的工作格局,围绕“和谐社会”、“两个率先”、“两个降低”和“平安江苏”的工作目标,强化安全生产综合监管体制建设和生产经营单位安全监管执法工作,全省安全生产状况呈现总体相对平稳且趋于好转的态势。但我们也应该看到,目前全省安全生产形势平稳好转是相对的,这只是动态发展过程中的阶段性工作的反映,还远远没有达到理想目标中的可控安全,现实中的一些重、特大事故还时有发生,诸多不安全因素仍然存在。究其原因,除了生产力水平发展不平衡,产业结构不尽合理,作业环境差、生产方式、技术装备落后外,主要原因在于人的遵章作业意识淡薄、作业技能滞后。

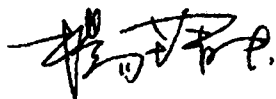
当前,企业从业人员整体安全技术素质难以适应新型工业化安全生产发展要求的矛盾日显突出,解决这类矛盾的关键在于真正树立“以人为本”、“人才兴安”、“培训促安全”、“培训出效益”的人本观念和安全理念,充分认识安全培训是预防和减少各类安全生产事故的基础工程、战略工程;是治本之策、长效机制。必须花大力气抓好从业人员的安全技术培训,扩大安全培训规模,大面积提高培训质量,增强从业人员防范与处理安全生产事故的能力,有效地遏制重、特大事故的发生,促进江苏安全生产向本质、可控性目标迈进。

搞好安全技术培训的一项十分重要的工作是安全技术培训教材建设。教材是教学活动的载体,是学员获得系统专业知识,提高学员智能和技能的重要工具,是教师进行教学的具体依据。教材的好与差决定着培训质量的高低。为此,江苏省安全生产监督管理局组织全省具有丰富培训工作经验的专家、教授、工程技术人员共同组织编写了这套教材。

本套教材分为初训与复训两类。教材的编写以国家相关部门现行考核大纲、标准为依据,参考现有各地教材,结合安全生产工作的实际,突出以“安全”为主线,介绍了生产经营单位管理人员和特种作业人员必须掌握的安全技术知识与技能,教材坚持安全教育与生产技术教育的统一性,突出新的安全生产教育理念和创新精神,遵循认知规律,改进教材的呈现方式,为学员留有自主学习、自主探究空间,具有科学性、先进性、实用性的特点,是安全生产经营单位负责人上岗前取得安全资格证和特种作业人员上岗、复审前取得特种作业操作证进行安全技术培训的指定教材,同时也是安全生产管理人员、工程技术人员的工具书。

本书的编写时间紧、任务重、要求高、所有参加编写和参与组织工作的同志们都以高度负责的精神忘我工作,为此付出了辛勤的劳动。同时,在编写和出版过程中,各市县安监部门的同志和省内从事安全生产工作的专家们提出了不少宝贵意见和建议,给予了大力的支持,在这里一并表示谢意。

江苏省安全生产监督管理局局长



2005年11月20日

前 言

特种作业人员的安全教育培训是企业安全管理和政府安全监督的重要内容,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,防止重特大设施、设备及人员伤亡事故,提高企业安全生产水平及经济效益,具有十分重要的作用。

江苏省的特种作业人员培训工作已经进行了多年,为企业培训了大批的安全技术人员,促进了企业安全生产水平的提高,促进了江苏安全生产形势的持续稳定好转。随着经济社会的快速发展、科学技术的不断进步和安全法制建设进程的加快,极大地推进了安全生产工作,同时也对新形势下的安全生产和安全培训工作提出了更新的标准、更高的要求。为了适应新形势,进一步落实党的“安全第一,预防为主”的基本方针,实施《安全生产法》、《江苏省安全生产条例》,依法加强特种作业人员的安全培训和持证上岗的管理,规范安全培训工作,大面积提高安全培训质量,促进安全生产,江苏省安全生产监督管理局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大纲及考核标准》的要求,组织编写了特种作业人员安全技术培训系列教材。

这套教材包括《电工作业》、《焊接与热切割作业》、《危险化学品作业》、《高处作业》、《制冷与空调作业》、《烟花爆竹作业》、《矿山作业》,共7套14本初、复训教材。本套教材概括了7类特种作业人员必须掌握的安全生产基础知识和基本技能,内容新颖,结构紧凑,重点突出,融科学性、系统性、针对性、实用性为一体。

由于任务紧迫、水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者指正。

江苏省安全生产宣传教育中心

2006年1月

目 录

序	1
前 言	1
第一章 概论	1
第一节 电气安全的重要性	1
第二节 电工作业人员的基本条件和要求	2
第三节 电工的培训、考核、发证	3
第二章 电工基础知识	6
第一节 直流电路	6
第二节 电磁感应和磁路	16
第三节 单相交流电路	20
第四节 三相交流电路	35
第五节 电子技术基本知识	41
第三章 直接接触电击防护	53
第一节 绝缘	53
第二节 电气屏护	56
第三节 电气间距和安全距离	57
第四节 安全电压和安全电流	63
第五节 漏电保护装置	65
第四章 间接接触电击防护	72
第一节 IT 系统	72
第二节 TT 系统	76
第三节 TN 系统	78
第四节 接地装置和接零装置	81
第五章 电气安全的特殊防护	89
第一节 雷电防护	89

第二节	静电防护	94
第三节	电气防火和防爆	96
第四节	电磁场防护	112
第六章	电气安全用具和安全标识	116
第一节	绝缘安全用具	116
第二节	一般安全用具	120
第三节	安全用具的检验和保管	121
第四节	电气安全标志	124
第七章	触电急救	128
第一节	触电对人体的危害	128
第二节	人体的电气参数	128
第三节	触电伤害的种类	130
第四节	电流对人体作用的因素	131
第五节	触电方式	136
第六节	触电事故的规律和预防触电的技术措施	139
第七节	现场触电急救	141
第八章	高压变配电设备	148
第一节	变压器	148
第二节	互感器	154
第三节	高压刀开关	158
第四节	高压断路器	160
第五节	高压熔断器	168
第六节	高压负荷开关	173
第九章	低压配电装置	182
第一节	刀开关	182
第二节	低压断路器(俗称空气开关)	184
第三节	低压熔断器和刀熔开关	186
第四节	低压成套装置配电柜	188
第十章	手持式电动工具及移动式电气设备	192
第一节	基本分类	192

第二节	安全性能要求	195
第三节	使用中的安全技术措施	197
第四节	工器具的管理	201
第十一章	矿山电工作业	204
第一节	矿山供用电和电工作业的特点	204
第二节	矿山电气设备的安全技术要求	204
第三节	矿山用电安全技术	211
第四节	矿山电气作业特别专项安全管理规定	215
第十二章	电气安全管理	224
第一节	电气安全管理工作的基本要求	224
第二节	高压设备作业的安全措施	226
第三节	电气作业的安全组织措施	226
第四节	电气作业安全管理的技术措施	231
第五节	变配电所的安全运行管理	234
第六节	倒闸操作的安全措施	239
后记		244
主要参考文献		245

第一章 概 论

电气安全是电能生产、传送、计量、使用过程中的一门专业技术。电能(也称电力能)是通过一定的技术手段从其他能源转换而来的能源。它由煤炭、石油、天然气、水力、风能、潮汐、地热、太阳能、核能等转换而来,所以,电能是二次能源。电能便于集中、传输、分散、控制和转换,是清洁高效的可靠能源。

电力生产的特点是生产和消费成为不可分割的整体。通常情况下,电力不能储存。从发电厂的电力生产、输配电系统的输变电、直到用户端的配用电消费,共同组成一个电网。电网在同一时间内联合运转,环环相扣,不仅要求有高度的自动化,还要求各环节都必须有极高的安全可靠。因此,在任何情况下,都必须坚持“安全第一,预防为主”的安全生产方针,在工作中慎之又慎,不留丝毫的麻痹和松懈。

第一节 电气安全的重要性

电气安全的重要性可归纳为以下几个方面:

1. 电力本身具有看不见、摸不着、摸不得的特性。倘若电工作业人员违反安全操作规程,接触或接近高电压的导体,即有造成触电、电击伤害的可能。

2. 如果运行中的电气设备发生绝缘老化损坏或绝缘被击穿,就有可能使原来不带电的金属外壳意外带电。倘若还有电工作业人员对系统、设备进行运行维护,就有可能因接触金属外壳而发生触电事故。

3. 如果电工作业人员工作责任心不强,对电气安全的必要性认识不足,以至于进行电工作业时电气开关设备操作不当,甚至发生性质严重的人员误操作,就会引发电气短路和停电故障,造成设备烧损、人身伤亡事故和大面积电网停电事故。

4. 如果电工作业人员对电气设备的结构、部件不熟悉或安装、检修不当,就会引发设备的异常和故障,甚至导致系统不能正常运行或遭破坏,造成设备损坏或人身伤害事故。

5. 如果电气设备的安全保护装置不完善,电气安全防护不符合安全技术要求,就有可能造成触电、雷击、静电伤害、电气火灾等事故。

6. 如果生产场所环境的安全设施没有按规定做好,电动用具、安全工器具使用不符合安全要求,电工作业人员的防护着装穿戴不符合要求,就有可能造成触电、物体打击、坠落等严重的人身伤害后果。

7. 如果企业的安全生产管理不严格,各级人员的安全生产责任制,电工作业

人员的岗位责任制,以及规章制度不健全或执行不到位,电气安全就会失去保障,就容易发生电气事故,重大电气事故往往会给企业造成设备损毁和重大经济损失,给员工造成人身伤害,甚至会产生严重的社会影响。

因此,认真做好电气安全工作,熟悉和掌握电气安全知识,是电工作业人员保障生产安全、爱惜生命的负责任的表现,是促进社会主义经济建设不断发展和改革开放顺利进行的有效保证。

第二节 电工作业人员的基本条件和要求

一、电工作业人员必须具备的基本条件

1. 电工须年满 18 周岁,具有初中毕业及以上文化程度,经县级以上医院体检身体健康,精神正常,无妨碍电气工作的病症。以后每隔两年体检一次。

妨碍电气工作的病症是指精神病、关节僵硬、严重高血压、严重心脏病、严重肺气肿、癫痫、不能识别带色信号的色盲症、聋哑等,具有这些病症都不能或不宜直接从事电气工作。

2. 具备必要的电气知识和业务技能,且按职务和工作性质,熟悉电气安全工作规程的相关规定,并经考试合格。

3. 学会紧急救护法,首先要学会触电现场解救法和“心肺复苏”技术。

二、电工作业人员的基本要求

1. 凡从事电工作业的人员必须接受安全生产监督管理主管部门依法组织、指导的电工作业安全技术培训,经考试合格取得电工的操作资格证书后,方可持证上岗从事相应的作业与操作。

2. 从业电工必须加强法制观念,必须接受用人单位组织的三级安全教育和安全生产法规教育,牢固树立安全意识和安全生产思想,做一名有高度事业心和责任心的电工,并有能力保护自身和作业周边人员免受伤害。

3. 从业电工进入岗位工作前须学习电气安全工作规程和制度,熟悉其相关部分和现场电气运行、检修规程,达到“三熟”、“三能”基本要求,并经考试合格后,方可上岗工作。

(1) 变电所值班电工的“三熟”、“三能”基本要求。

① “三熟”:熟悉电气一次系统和设备的参数、结线与基本原理;熟悉操作和事故处理;熟悉本岗位的规程和制度,如安全、运行与事故处理、消防等规程及交接班、巡逻检查、设备缺陷管理等制度。

② “三能”:能正确地进行操作和分析运行情况;能及时发现故障和排除故障;能掌握一般的维护技能。

(2) 检修电工的“三熟”、“三能”基本要求。

①“三熟”:熟悉电气一次系统和设备的参数、结线与基本原理;熟悉检修工艺、质量和运行知识;熟悉本岗位的规程和制度,如安全、检修、预防性试验、消防等规程及设备缺陷管理、设备移动等制度。

②“三能”:能熟练地进行本工种的修理工作和排除故障;能看懂图纸和绘制简单的加工图;能掌握一般的钳工工艺和常用材料的性能。

4. 从业电工要贯彻安全生产法规,执行电气安全方面的管理规程和技术标准,认真落实本岗位的安全生产责任制,严格遵守安全生产制度和操作规程;从业电工要有严格的组织纪律性,要坚守岗位,服从管理,在工作中能发扬团结协作精神,善于合作,共同关心、做好安全工作,保障安全生产。

5. 从业电工进入施工工地和运行、检修现场或电工作业现场时,必须正确佩戴安全帽和使用劳动防护用品。操作时正确使用合格的安全用具。高处作业时必须拴(系)好安全带。

6. 从业电工享有安全生产的知情权和建议权,有权拒绝违章指挥和强令冒险作业,有权制止违章行为。

7. 施工工地、生产运行和检修作业现场发生重大异常状况和事故时,应立即向上级和领导汇报,必要时可发呼救信息。

第三节 电工的培训、考核、发证

为了防止人员伤亡事故,促进安全生产,必须提高电工作业人员的安全技术素质,规范电工作业人员的培训、考核、发证和监督管理工作。根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国行政许可法》和其他相关法律、法规的规定,国家安全生产监督管理局颁布了《特种作业人员培训考核管理办法》和《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》,对电工的培训、考核、发证工作的积极开展起到了规范和指导作用。

电工作业人员安全技术培训考核管理按下列程序办理:

1. 招用电工要求

(1) 生产经营单位招用或聘用电工作业人员的年龄、文化程度和身体健康状况应符合电工作业人员的基本条件,同时必须从取得电工作业操作资格证书的人员中选用。

(2) 对单位已招用或聘用的电工应根据《特种作业人员培训考核管理办法》,参加户籍所在地或从业所在地安全生产监督管理部门组织、指导的电工作业安全技术培训、考核和发证。

2. 培训

(1) 电工作业人员的培训由省级安全生产监督管理部门或其委托的直辖市安

全生产监督管理部门审查认可的培训机构进行。

(2) 电工作业人员的培训机构和教员实行资质认可制度,取得资质证书的培训机构应在所在地安全生产监督管理部门的指导和监督下,根据《电工作业人员安全技术培训大纲》要求和《电工作业》培训教材组织实施培训,依据《电工作业人员安全技术培训考核标准》命题试卷进行考试,并对考核合格人员出具培训合格证明。

3. 考核、发证

(1) 考核:培训期满后,由省、市安全生产监督管理部门或其指定的单位,按《特种作业人员安全技术培训考核标准》电工作业部分要求命题考核。考核分为安全技术理论和实际操作两部分,两部分都必须达到合格要求,方予以通过。经考核不合格的,允许补考核一次,补考仍不合格的,须重新培训。

(2) 发证:考试合格后,由省级安全生产监督管理部门或委托直辖市安全生产监督管理部门签发由国家安全生产监督管理总局统一制作的特种作业操作资格证书。电工在取得资格证书后,方准许独立作业。特种作业操作资格证书是特种作业人员从事特种作业唯一有效证件。特种作业操作资格证书全国通用,特种作业人员从事特种作业时须随身携带。

4. 证书复审、补(换)

(1) 复审的目的:为了不断提高电工的素质,整顿电工队伍,有必要对电工进行安全生产法制教育和安全生产新知识、新技术学习,并对电工的特种作业操作资格证进行复核审查。

(2) 复审的间隔时间和内容:电工的操作资格证书每两年复审一次,同时对电工进行复训考核。考核合格的予以确认,考核不合格的可申请再考核一次,仍不合格须重新培训发证。连续从事本岗位操作 10 年以上,无违章记录,经用人单位知识更新后,复审时间可延长至每 4 年一次。对脱离电工岗位 6 个月以上者需进行复审。未经复审,不准继续独立作业。复审内容包括:体格检查;事故、违章记录检查;安全技术理论和实际操作考核。复审由省级安全生产监督管理部门或其委托的直辖市安全生产监督管理部门及其指定的单位进行。

(3) 证书换证和补发:特种作业操作资格证书有效期为 6 年,由申请人提出换证申请;操作资格证书遗失、损毁的,由申请人向原发证部门申报补发新证。

(4) 对违章及事故的责任者,省级或直辖市安全生产监督管理部门应根据国家安全生产监督管理总局颁布的《特种作业人员培训考核管理办法》中罚则条款规定,吊销或注销所发的特种作业操作资格证书。

思考题

1. 电气作业人员必须具备哪些条件?
2. 变电所值班电工的“三熟”、“三能”内容有哪些?
3. 电工在安全生产活动中享有哪些权利?
4. 为何电工要进行专门培训考核,在取得操作资格证书后方可上岗独立工作?
5. 试述电气安全的重要意义。

第二章 电工基础知识

第一节 直流电路

一、直流电路的基本概念

电是物质运动的一种形式,它是物质内所含的电子等载流子运动时的一种能量表现形式。从实质上讲,电是一种能量,也常称作电能。

自由电子在传导物体内的移动,就构成了导体内的电流。直流电是电流方向不随时间改变的电能。

直流电路就是能使电流流通的闭合回路,最简单的电路一般由电源(E)、负载(EL)、控制电器(S)和保护装置熔断器(FU)及连接导线等部分组成。图 2-1 是一个最简单的电路图。

电源能把其他形式的能量转换为电能,例如发电机能把机械能转换为电能;干电池、蓄电池能把化学能转换为电能;光电池是将光能转换为电能。负载又称负荷、用电器,是取用电能的设备,它接受电源供应的电能,并把电能转换为其他形式的能量,例如电动机

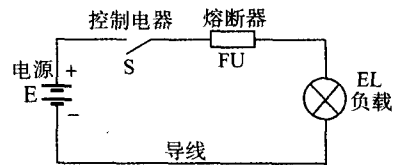


图 2-1 简单的直流电路图

将电能转换为机械能来带动其他机械,电灯把电能转变为光能。导线是用来连接电源和负载以构成电流通路的导体,它能将电源的电能传送给负载,常用的是铝线和铜线。控制电器是使其达到预定工作状态的电器,如各种接触器、继电器和照明开关等,用以在电路中接通和断开电路,起着控制和分配电能的作用。

电源中的电源力把正电荷从它的负极移向正极,克服电场力做功,把其他形式的能量转换为电能。在负载中,电场力把正电荷从高电位处移向低电位处,将电能转换为其他形式的能量。构成电路的目的是转换、传送、分配及控制电路,或是传递电信号,电流是达到这些目的的手段。

二、基本物理量

(一) 电流

电荷有规则的定向运动就形成了电流。某些物质(例如金属)内部存在着能够自由运动的电子(带负电荷),某些溶液中存在着正、负离子,如果给它们外加一定的条件(如接上电源),则这些带电粒子将在电场的作用下,定向运动。这时正电荷

将按电场的方向运动,而负电荷则将按相反的方向运动。物体内部有可以自由移动的电荷是产生电流的内因,有电场(或电压)作用于物体是产生电流的外因。

习惯上规定正电荷运动的方向为电流的方向,如图 2-2 所示。

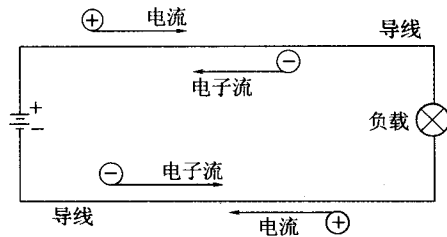


图 2-2 电流的方向图

电流的方向是从电源的正极经导线、负载及另一根导线,流向电源的负极。实际上是自由电子从电源的负极经导线、负载及另一根导线流向电源的正极。

电流大小是衡量电流强弱的物理量。通过导体截面电流的大小,等于单位时间内通过该截面的总电荷量。电流有直流和交流两种。方向和大小都不随时间变化的电流,叫做直流电流,简称直流。方向和大小随时间作周期性变化的电流,叫做交流电流,简称交流。我们可从干电池、蓄电池及直流发电机中获得直流电流,从交流发电机中获得交流电流。对于直流电流,电流可表示为:

$$I=Q/t$$

式中, I ——电流(A); Q ——电荷量(C); t ——时间(s)。

如果一秒钟内通过导体截面的电荷量 Q 为 1 库仑,简称库,常用字母“C”表示。即 6.25×10^{18} 个电子所带的电量,则导体中通过的电流 I 为 1 安培,简称安,常用字母“A”表示。在实际应用中还以千安(kA)、毫安(mA)或微安(μ A)作单位,它们之间的关系是:

$$1 \text{ 千安(kA)} = 1\,000 \text{ 安(A)}$$

$$1 \text{ 安(A)} = 1\,000 \text{ 毫安(mA)}$$

$$1 \text{ 毫安(mA)} = 1\,000 \text{ 微安}(\mu\text{A})$$

(二) 电位与电压(电位差)

如前所述,要在导体中产生电流,只靠导体本身的自由电子是不够的,还必须外加一定的条件。要使电荷流动,就必须要有电位差存在,带电体有电位高低的差别。电位的高低决定于物体所带电荷的正负,以及所带电荷的多少。通常规定大地的电位为零(零电位),物体带有正电荷时,它的电位比大地电位高(正电位),并且所带正电荷越多,电位也越高;物体带有负电荷时,它的电位比大地电位低(负电位),并且所带负电荷越多,电位也越低。

电场中某点的电位就是该点与大地(零电位点)之间电位的差别,在数值上等