

广东省特种作业系列教材

电工

安全技术

DIANGONG ANQUAN JISHU

广东省安全生产宣传教育中心 编著



广东省出版集团
广东经济出版社

广东省特种作业系列教材

电工

安全技术

DIANGONG ANQUAN JISHU

广东省安全生产宣传教育中心 编著



431340

广西工学院鹿山学院图书馆



d431340

广东省出版集团
广东经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工安全技术 / 广东省安全生产宣传教育中心编著. — 广州: 广东经济出版社, 2009. 12
(广东省特种作业系列教材)
ISBN 978-7-5454-0366-4

I. 电… II. 广… III. 电工—安全技术 IV. TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 213656 号

出版发行	广东经济出版社 (广州市环市东路水荫路 11 号 11~12 楼)
经销	广东新华发行集团
印刷	佛山市浩文彩色印刷有限公司 (南海区狮山科技工业园 A 区)
开本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印张	16
字数	329 000 字
版次	2009 年 12 月第 1 版
印次	2009 年 12 月第 1 次
印数	1~20 000 册
书号	ISBN 978-7-5454-0366-4
定价	35.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换。

发行部地址: 广州市环市东路水荫路 11 号 11 楼

电话: (020) 38306055 38306107 邮政编码: 510075

邮购地址: 广州市环市东路水荫路 11 号 11 楼

电话: (020) 37601950 邮政编码: 510075

营销网址: <http://www.gebook.com>

广东经济出版社常年法律顾问: 何剑桥律师

· 版权所有 翻印必究 ·

总序

安全生产关系人民群众生命财产安全，关系改革发展稳定大局。社会发展和经济建设都离不开“安全”的保驾护航。

推进安全发展，是全面贯彻落实科学发展观的必然要求，是经济社会又好又快发展的基石。安全，也是我们每个人的殷切期盼。然而，现实的生产作业活动中仍有一些危险行为、危险状态，导致事故一再发生。据国家安全生产监督管理总局公布的事故统计数据：2001年以来，我国共发生各类安全生产事故600余万起，事故死亡人数近100万人。有关统计显示：我国每年伤亡事故及职业病导致的损失占GDP总值的2.5%~4%。历数事故的惨痛，不但是为了知晓事故本身及其危害，更是要举一反三，在痛定之后深思如何预防事故，做到安全生产。大力开展岗位职工安全教育培训，提高其安全知识、技能及意识，是做好安全生产工作的重要手段和基础工作，也是推进安全发展的具体体现。

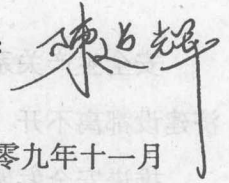
随着经济社会不断发展，各行各业对电工、焊工、制冷工等特种作业人员的需求也不断增加。然而，目前我国特种作业人员的安全素质仍相对较低，这是安全生产工作面临的严峻挑战。鉴此，为进一步提高我省特种作业人员安全培训教育质量，广东省安全生产宣传教育中心结合我省实际，组织编写了《广东省特种作业系列教材》。该系列统编教材紧密结合《特种作业人员安全技术考核管理规则》、《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》等规范标准，分为《电工安全技术》、《焊工安全技术》等进行编撰，较系统地介绍了相应的特种作业工种在操作过程中所需的基本安全知识，解释了特种作业人员在工作过程中所遇到的安全技术重点难点问题，具有较强的针对性和实用性。

这套统编教材的出版，为特种作业人员培训、学习提供了很好的学习教材，能从根本上提高特种作业人员的安全知识水平和安全操作技能水平，也能推动特种作业人员培训考核工作的规范化、科学化。希望本书能够作为引玉之砖，引出大家在培训、学习过程中的真知灼见。

值《广东省特种作业系列教材》付梓之际，欣然作序，与大家共勉。

广东省安全生产监督管理局

局长：



二零零九年十一月

前 言

电能是现代工业、农业、国防、交通、通信及科研等部门的主要能源；人们的日常生活也离不开电能，从某种意义上讲，电气化的程度已作为衡量一个国家发达与否的主要标志之一。

当看着电能带动生产机械快速运转的时候，你可曾想到：电的不正确使用给安全生产带来的事故隐患；当享受电能带来诸多便捷的时候，你可曾想到：电气事故所掠走的鲜活的生命……

人，作为生产力的核心要素，对于推动生产力的发展有着举足轻重的作用。随着改革开放的不断发展和工业化的不断深入，各类高素质的技术人员成了企业发展的基础，而特种作业人员素质的高低更是企业关注的焦点。

《电工安全技术》作为特种作业人员安全培训系列的统编教材之一，对于低压运行电工的培训有着不可估量的作用。本书按照国家安全生产监督管理局制定的《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》的相关规定进行内容编排，结合电工作业的特点，将电工必备的基础理论知识与实际操作安全相结合，兼顾了理论性、实用性和针对性。在普及电工基础知识的同时更强调培养学员安全操作能力。

《电工安全技术》的出版，为电工的安全培训提供了一本有价值的培训教材，也是学习电工基础理论知识的一本有益的参考书。

由于编者阅历所限，时间仓促，难免有不足之处，敬请各位读者批评指正。

编 者

二零零九年十一月

《电工安全技术》编审委员会

主 任：邓卫民

副 主 任：徐三元

委 员：杨有启，陈国华，李勇辉，颜伟文，易光旺
李 春，姚永玲，江瑞庭

编写人员：杨胜州，梁 健，黄新文，余鉴培，范银华
邓小文，陆大渝，曾晓玲

第一章 绪论	1
一、国家对电工作业人员持证上岗的规定	1
二、电工作业列为特种作业的必要性	2
三、低压运行维修电工的安全技术培训、考核要求	2
第二章 电工基础	5
第一节 直流电路	5
一、电路的基本概念	5
二、电路的欧姆定律	8
三、电阻的串联、并联和混联	9
四、功率和电能	10
第二节 交流电路	11
一、交流电的特性及产生	11
二、交流电的基本物理量	12
三、交流电的表示法	13
四、单一参数交流电路的分析	13
五、三相交流电路	16
第三节 电子技术基础	20
一、半导体的基本知识	20
二、晶体二极管	21
三、晶体三极管	22
四、晶体管整流电路	25
第三章 触电事故与急救	27
第一节 触电事故	27
一、电击	27
二、电伤	28
第二节 电流对人体的危害	29
一、通过人体电流的大小	29
二、通过人体的持续时间的的影响	31
三、电流途径的影响	31
四、不同种类电流的影响	31
五、个体差异的影响	32

第三节	触电事故发生的规律	32
第四节	触电急救	33
一、	使触电者脱离电源的方法及注意事项	33
二、	脱离电源后, 检查触电者受伤情况的方法	35
三、	心跳、呼吸停止的现场抢救方法	36
第四章	防止直接接触电的安全技术	41
第一节	安全电压	41
一、	安全电压值	41
二、	安全电压的选用	42
三、	安全电源的选用	42
第二节	屏护和间距	42
一、	屏护	42
二、	电气安全距离(间距)	44
第三节	绝缘防护	46
一、	绝缘的作用	46
二、	常用绝缘材料	46
三、	绝缘破坏	47
四、	绝缘性能指标和测定	48
第四节	漏电保护装置	49
一、	漏电保护的意义	49
二、	漏电保护装置的类型和主要技术参数	49
三、	漏电保护装置的工作原理及基本结构	51
四、	漏电保护装置的设置场所	52
五、	漏电保护装置的选用	52
六、	漏电保护装置的安装	53
第五节	安全标志	53
一、	对标志的要求	53
二、	常用标志举例	54
第五章	间接接触电击防护	56
第一节	保护接地与保护接零	56
第二节	IT 系统	57
一、	IT 系统安全原理	57
二、	保护接地应用范围	58
三、	接地电阻允许值	59
第二节	TT 系统	60
一、	TT 系统限压原理	61

二、TT 系统速断条件	61
三、TT 系统应用范围	62
第三节 TN 系统	63
一、TN 系统的安全原理和基本安全条件	63
二、TN 系统的种类及应用	65
三、过电流保护装置的特性	66
四、重复接地	67
五、工作接地	71
第六章 电气防火防爆	72
第一节 燃烧和爆炸的原理	72
一、燃烧	72
二、爆炸	72
第二节 危险环境	73
一、气体、蒸气爆炸危险环境	73
二、粉尘、纤维爆炸危险环境	74
三、火灾危险环境	74
第三节 电气火灾和爆炸的原因	74
一、危险温度	74
二、火花和电弧	76
第四节 防爆电气设备的选型及线路敷设	77
一、防爆电气设备的类型	77
二、防爆型电气设备的标志	78
三、爆炸危险环境中电气设备选择	79
四、防爆场所电气线路敷设	84
第五节 防火防爆措施	88
一、保持防火间距	88
二、保护电气设备正常运行	88
三、接地	88
第六节 电气灭火常识	89
一、断电的安全要求	89
二、带电灭火的安全要求	89
三、充油设备的灭火要求	90
第七章 防雷与防静电	91
第一节 雷电的危害及防雷保护	91
一、雷电的种类	91
二、雷电的危害	91

三、防雷装置	92
四、人身防雷措施	95
第二节 静电防护	95
一、静电的产生	95
二、静电的危害	96
三、防静电措施	96
第八章 电气安全管理	99
第一节 组织管理	99
一、管理人员和机构	99
二、规章制度	99
三、安全检查	100
四、安全教育	100
五、安全资料	100
第二节 保证安全的组织措施	101
一、工作票制度	101
二、工作许可制度	103
三、工作监护制度	104
四、工作间断、转移和终结制度	104
第三节 保证安全的技术措施	104
一、停电	104
二、验电	105
三、装设接地线	106
四、悬挂标示牌和装设遮栏	106
第四节 低压带电工作的安全要求	106
第九章 电工安全用具	108
第一节 绝缘安全用具	108
一、绝缘棒	108
二、绝缘夹钳	109
三、绝缘手套和绝缘靴	110
四、绝缘垫和绝缘台	110
五、验电器	110
第二节 防护用具	112
一、携带型接地线	112
二、遮栏	112
第三节 登高用具	113
一、梯子	113

二、登高板	113
三、脚扣	116
四、安全带	117
第四节 安全用具的使用和试验	118
一、安全用具使用和保管	118
二、安全用具试验	118
第十章 常用电工测量仪表	120
第一节 电工仪表基本知识	120
一、电工仪表种类	120
二、电工仪表常用符号	121
第二节 电流和电压测量	122
一、电流的测量	122
二、电压的测量	122
第三节 万用电表	123
一、万用表的结构与原理	123
二、万用表使用方法及注意事项	125
三、数字式万用表	126
第四节 钳形电流表	126
一、钳表的结构与原理	126
二、钳表的使用方法及注意事项	127
第五节 兆欧表	128
一、摇表的结构与原理	128
二、摇表的使用方法及注意事项	129
第六节 接地电阻测量仪	130
一、接地电阻表的结构与原理	130
二、测量方法	130
三、测量注意事项	131
第七节 电流互感器	131
第八节 电能表	132
一、单相电度表	132
二、三相电度表	133
三、电度表使用的注意事项	133
第九节 直流单臂电桥	134
一、直流单臂电桥的工作原理	134
二、直流单臂电桥的使用方法	135
第十节 半导体点温计	135

第十一章 手持电动工具和移动式电气设备	136
第一节 手持电动工具的安全使用	136
一、手持电动工具的分类	136
二、手持电动工具的安全使用	137
三、手持电动工具安全使用的注意事项	138
第二节 移动式电气设备的安全使用	138
第十二章 电力线路	140
第一节 电力线路概述	140
一、电力线路的分类	140
二、电力线路在电力系统中涉及的范围	140
三、电力线路安全运行的重要性	141
四、提高电力线路的安全性和可靠性	141
第二节 架空电力线路	141
一、架空线路的杆塔	142
二、导线	142
三、架空导线的选择	143
四、导线的架设	145
五、接户线	146
第三节 电力电缆线路	147
一、电力电缆线路在供电安全方面的优缺点	147
二、电力电缆结构和型号	148
三、电力电缆的选择条件	149
四、电力电缆的敷设	150
第四节 电力网的并联电容	151
一、提高功率因数的意义	152
二、低压无功补偿的实用方法	152
三、并联电容器安全运行	153
第五节 电力线路常见故障	153
一、架空线路和电缆线路故障	153
二、电力线路故障原因分析	155
第十三章 照明电路	157
第一节 电气照明的方式及种类	157
第二节 照明光源选择与接线	159
一、照明光源的选择	159
二、白炽灯及荧光灯的电路分析	160
三、故障检修	166

四、照明灯具的接线	168
第三节 照明设备的安装	169
一、照明开关的安装要求	169
二、插座的安装要求	170
三、灯具的安装要求	170
第四节 导线的选择	170
一、导线截面的选择	170
二、导线颜色的选择	172
第五节 照明电路故障的检修	173
一、断路	173
二、短路	173
三、漏电	173
第十四章 异步电动机	175
第一节 三相异步电动机的工作原理	175
一、旋转磁场的产生	175
二、旋转磁场的旋转方向	177
三、旋转磁场的旋转速度	177
四、三相异步电动机的旋转原理	177
第二节 三相异步电动机的结构	178
一、定子	179
二、转子	180
三、其他附件	182
四、电动机铭牌	182
第三节 三相异步电动机的启动	188
一、概述	188
二、三相笼型异步电动机的直接启动	188
三、三相笼型异步电动机的降压启动	189
四、绕线转子异步电动机的启动	191
第四节 三相异步电动机的使用与维护	192
一、三相异步电动机使用前的检查	192
二、三相异步电动机运行中的监视与维护	193
第十五章 常用的低压电器	195
第一节 刀开关和组合开关	195
一、胶壳刀开关	195
二、铁壳开关	197
三、组合开关	198

第二节 低压断路器	199
一、断路器的分类	200
二、断路器的基本结构	200
三、断路器的基本工作原理	201
四、漏电保护断路器	203
五、断路器的选用	204
六、断路器使用注意事项	204
第三节 熔断器	205
一、低压熔断器的种类及型号	205
二、熔断器的基本结构	206
三、熔断器的保护特性及主要参数	206
四、常用熔断器简介	207
五、熔断器的选用	209
六、熔断器使用注意事项	210
第四节 主令电器	210
一、控制按钮	210
二、行程开关	211
三、万能转换开关	213
四、接触器	214
五、继电器	216
第十六章 三相异步电动机的启动及其控制电路	223
第一节 电气控制电路的原理图与接线图	223
一、电气控制电路常用的图形符号和文字符号	223
二、电气控制电路的回路标号	224
三、电气控制系统图	224
第二节 三相异步电动机的直接启动控制电路	228
一、手动控制直接启动	228
二、接触器控制的直接启动电路	229
第三节 三相异步电动机降压启动控制电路	233
一、笼型异步电动机定子串电阻降压启动	234
二、笼型异步电动机星—三角降压启动	235
三、笼型异步电动机自耦变压器降压启动	238
参考文献	240

第一章 绪论

一、国家对电工作业人员持证上岗的规定

《中华人民共和国安全生产法》第二十三条规定：“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，方可上岗作业。”特种作业人员是指直接从事特种作业的人员，而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。国家安全生产监督管理局安监管人字〔2002〕第123号文具体规定了下列工种属于特种作业：电工作业，金属焊接切割作业，起重机械（含电梯）作业，企业内机动车辆驾驶，登高架设作业，锅炉作业（含水质化验），压力容器作业，制冷作业，爆破作业，矿山通风作业，矿山排水作业，矿山安全检查作业，矿山提升运输作业，采掘（剥）作业，矿山救护作业，危险物品作业。其中电工作业包括了发电、送电、变电、配电工，电气设备的安全、运行、检修（维修）、试验工、矿山井下电工。

特种作业人员必须具备的基本条件为：年满18周岁，身体健康，无妨碍从事相应工种作业的疾病与生理缺陷，具备初中（含初中）以上文化程度，符合相应工种作业特点需要的相关条件，接受与本工种相适应的专门的安全技术培训，经安全技术理论考核和实际操作技能考核合格。

对考核合格的人员发给特种作业操作证。特种作业操作证全国通用。特种作业操作证每2年由考核发证部门复审一次，跨地区从业或流动施工的可在从业所在地复审。逾期不复审或复审不合格的吊销其特种作业操作证。从事特种作业的人员必须持特种作业操作证上岗，并按操作证上规定的时间参加复审。

《中华人民共和国安全生产法》第八十二条规定：特种作业人员未按照规定经专门的安全作业培训并取得特种作业操作资格证书，上岗作业的，责令生产经营单位限期改正；逾期未改正的，责令停产停业整顿；可以并处两万元以下罚款。

企业、事业单位的职工无特种作业操作证从事特种作业的，属违章作业，因而发生重大伤亡事故或者造成其他严重后果，按《中华人民共和国刑法》第一百三十四条规定，处以三年以下有期徒刑或者拘役；情节特别恶劣的，处三年以上七年以下有期徒刑。

二、电工作业列为特种作业的必要性

电能已成为现代化建设中最普遍使用的能源，不论生产还是生活都离不开电。电力的广泛使用促进了经济的发展，丰富了人们的生活。但是，在电力的生产、配送、使用过程中，在电力线路和电气设备的安装、运行、检修、试验的过程中，会因线路或设备的故障、人员违章行为或大自然的雷击、风雪等原因酿成触电事故、电力设备事故或电气火灾爆炸事故，导致人员伤亡，线路或设备损毁，造成重大经济损失，这些电气事故引起的停电还会造成更严重的后果。因此必须高度重视电气安全问题，采取各种有效的技术措施和管理措施，防止电气事故，保障安全用电。从实际发生的事故中可以看到，70%以上的事故都与人为过失有关，有的是不懂得电气安全知识或没有掌握安全操作技能，有的是忽视安全，麻痹大意或冒险蛮干，违章作业。电工的作业过程可能存在如触电、高处坠落等危险，直接关系到电工的人身安全；电工的作业质量又直接关系到用电安全，比如导线接头的处理马虎以及保险丝的选择不当等，则会导致触电事故或电气火灾。电力的广泛应用，使从事电工作业的人员广泛分布在各行各业，成为一支庞大的队伍，电工的安全素质除直接关系到他们在作业中的自身安全外，还可能影响到广大人民群众的生命安全和各行各业的安全用电与安全生产。所以将从事电工作业的人员列为特种作业人员，要求他们先接受专门的安全作业培训，掌握电工作业的安全技术理论知识和安全操作技能，了解电工岗位职责和有关电气安全法规、标准，经过安全技术理论考核（笔试）和实际操作考核（模拟操作、口试等）合格，取得电工特种作业操作证方可上岗作业。

三、低压运行维修电工的安全技术培训、考核要求

按照国家安全生产监督管理局制定的《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准：通用部分》规定，电工作业分为低压运行维修作业、高压运行维修作业和矿山电工作业。本教材是低压运行维修作业电工培训用的教材，低压运行维修作业是指在对地电压 250V 及以下的电气设备上上进行安装、运行、检修、试验等电工作业。按培训大纲及考核标准规定，低压运行维修作业电工应掌握以下安全技术理论知识和安全操作技能。

表 1-1

学习内容	具体要求
1. 电工安全作业概述	了解电工作业人员条件、电工岗位职责和应遵守的有关电气安全法规、标准
2. 电工基础	了解电工原理的基本内容：电路的组成和基本物理量，直流和交流电路，电磁感应和磁路，电子技术常识。掌握常用电气图形符号的绘制要求