



高职高专“十二五”规划教材

工学结合、校企合作一体化教材

电工工艺 与安全技术

主 编 蔡幼君 潘 伟
副主编 涂智豪 谭瑞贤
主 审 蒋新革



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



高职高专“十二五”规划教材

工学结合、校企合作一体化教材

电工工艺与安全技术

主 编 蔡幼君 潘 伟
副主编 涂智豪 谭瑞贤
主 审 蒋新革



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是根据国家安全生产监督管理局 2002 年 10 月颁布的《低压电工作业人员安全技术培训大纲和考核标准》和 2011 年 3 月发布的中华人民共和国安全生产行业标准《电工安全技术考核》编写的,系统介绍了从事低压电工作业人员应掌握的安全技术理论知识和操作技能,包括电工作业人员的基本要求,触电事故与急救,防止直接接触触电的措施,间接接触电击防护,常用电工工具和安全用具的使用,电工仪表使用与电气测量,常用的低压电器的选用,照明电路的安装,电气防火防爆技术,防雷和防静电,电气安全管理,电力线路的架设,三相异步电动机及其控制等。

本书除用作高职院校电气、机电类学生的电工技能实训教材外,也可用作从事电气安装、运行、检修、维护具有初中及以上文化程度的工业企业电工、农村低压电工、企业变电值班员、企业供用电人员、社会维修电工、乡镇供电营业所电工、乡镇电工、村电工和管理工作等进网作业考核培训、岗前考证培训、持证电工年审等的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工工艺与安全技术 / 蔡幼君, 潘伟主编. — 北京:
中国水利水电出版社, 2011.8

高职高专“十二五”规划教材 工学结合、校企合作
一体化教材

ISBN 978-7-5084-8903-2

I. ①电… II. ①蔡… ②潘… III. ①电工—工艺学—
—高等职业教育—教材②电工—安全技术—高等职业教育—
—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第167868号

书 名	高职高专“十二五”规划教材 工学结合、校企合作一体化教材 电工工艺与安全技术
作 者	主 编 蔡幼君 潘 伟 副主编 涂智豪 谭瑞贤 主 审 蒋新革
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
刷 印	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 19.25印张 457千字
版 次	2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	36.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

本书是根据国家骨干高职院校重点建设专业——电气化铁道技术、城市轨道交通车辆及数控技术等专业及专业群建设的人才培养方案，构建以工作过程为导向的课程改革的基本思想，通过分析国家维修电工考证的相关内容，结合岗位和岗位群的职业标准，按照维修电工入门与考证的一个完整工作过程，把此过程所需的知识、能力和素养进行解构，注重真实工作场景与过程，按学习目标、学习任务、任务实施、实训内容、实训器材、示范讲解、实操训练的基本框架来编写，具有较强的实用性和实践性。分项由浅入深分步进行技能训练。书中采用大量的插图和图例，便于学生学习和理解。

本书是根据专业群的人才培养方案进行课程设计，共有 13 个学习情景，适用于机电一体化、电气化铁道技术、电气自动化、空调制冷、机电维修、机车车辆检修等强电类专业进行电工技能基本功实训教学用书，可按照不同专业的学习任务，灵活地选择书中的内容教学。在编写过程中，力求“以学生为中心”，突出“以就业为导向，以岗位为依据，以能力为本位”的思想，注重学生的职业能力的训练和个性的培养。

本教材由广州铁路职业技术学院蔡幼君、潘伟任主编，南方电网涂智豪和广州铁路职业技术学院谭瑞贤任副主编，广州铁路职业技术学院教授蒋新革任主审。全书由蔡幼君总体设计、统稿及校对，潘伟负责任务实施等部分内容的编写，涂智豪提供现场的安全生产规范及操作规程等技术资料，谭瑞贤主要负责测试题的编写。

在教材编写过程中，广州铁路职业技术学院电气工程系王亚妮主任及其电气化铁道供电专业建设团队的老师提出了许多宝贵的意见，同时还得到广州铁路职业技术学院教务处和南方电网有关领导的大力支持，广州铁路职业技术学院曾洪萌、谭文练和谢智君老师也为该教材的编写提出了许多宝贵的意见和建议。在此表示最诚挚的感谢！

本教材引用了大量的规范、专业文献和资料，未在本书中一一标明，在此对有关作者致以诚挚的谢意。

由于成书时间紧，书中还有许多不足之处，真挚地希望广大师生和读者在使用本书的过程中对书中存在的缺点和疏漏提出批评和建议，以便在下一轮的修编时更正和完善，编者不胜感激。

编者

2011年6月

前言

学习情景1 电工作业人员的基本要求	1
1.1 学习目标	1
1.2 学习任务	1
1.2.1 国家对低压电工作业人员的规定	1
1.2.2 电工作业人员的安全职责	2
1.2.3 低压电工作业人员的安全技术培训、考核要求	3
测试题	4
学习情景2 触电事故与急救	5
2.1 学习目标	5
2.2 学习任务	5
2.2.1 电气事故	5
2.2.2 电流对人体的危害	10
2.2.3 触电事故发生的规律	13
2.3 任务实施	14
2.3.1 低压触电使触电者正确脱离电源的方法技能训练	15
2.3.2 高压触电使触电者正确脱离电源的方法技能训练	15
2.3.3 紧急救护法技能训练	16
2.3.4 口对口(鼻)人工呼吸技能训练	18
2.3.5 人工胸外心脏按压法技能训练	18
测试题	20
学习情景3 防止直接接触触电的措施	21
3.1 学习目标	21
3.2 学习任务	21
3.2.1 安全电压	21
3.2.2 屏护和间距	22
3.2.3 绝缘防护	23
3.2.4 漏电保护装置	26
3.3 任务实施	29
3.3.1 漏电保护装置的选用与安装	29

3.3.2 安全标志的认识·····	30
测试题·····	32
学习情景4 间接接触电击防护 ·····	34
4.1 学习目标·····	34
4.2 学习任务·····	34
4.2.1 IT 系统安全原理及应用范围·····	34
4.2.2 TT 系统安全原理及应用范围·····	41
4.2.3 TN 系统安全原理及应用范围·····	42
4.2.4 加强绝缘及电气隔离·····	45
测试题·····	46
学习情景5 常用电工工具和安全用具的使用 ·····	47
5.1 学习目标·····	47
5.2 学习任务·····	47
5.2.1 电工常用工具的使用·····	47
5.2.2 安全用具的使用·····	55
5.2.3 安全用具的试验·····	57
5.3 任务实施·····	59
5.3.1 正确使用登高用具的技能训练·····	59
5.3.2 正确使用验电器的技能训练·····	64
5.3.3 正确操作跌落式熔断器的技能训练·····	65
5.3.4 正确使用喷灯的技能训练·····	66
测试题·····	67
学习情景6 电工仪表使用与电气测量 ·····	68
6.1 学习目标·····	68
6.2 学习任务·····	68
6.2.1 电工仪表的基本知识·····	68
6.2.2 电流和电压的测量·····	71
6.3 任务实施·····	74
6.3.1 万用表的使用·····	74
6.3.2 钳形电流表的使用·····	77
6.3.3 兆欧表的使用·····	78
6.3.4 接地电阻测量仪的使用·····	82
测试题·····	84
学习情景7 常用的低压电器的选用 ·····	85
7.1 学习目标·····	85
7.2 学习任务·····	85
7.2.1 刀开关和组合开关的选用·····	85
7.2.2 低压断路器的选用·····	89
7.2.3 主令电器的选用·····	94

7.2.4 继电器的选用	98
7.3 任务实施	104
7.3.1 交流接触器的选用与检修	104
7.3.2 低压熔断器的选用及更换作业	109
测试题	115
学习情景8 照明电路的安装	116
8.1 学习目标	116
8.2 学习任务	116
8.2.1 电气照明的方式及种类	116
8.2.2 电气照明的光源及选择	117
8.3 任务实施	119
8.3.1 导线的连接与绝缘的恢复	119
8.3.2 塑槽布线安装白炽灯电路	128
8.3.3 管道布线安装双联开关电路	132
8.3.4 塑槽布线安装插座、日光灯电路	139
8.3.5 电能表与配电板的安装	147
8.3.6 家居照明电路设计与安装	154
测试题	169
学习情景9 电气防火防爆技术	171
9.1 学习目标	171
9.2 学习任务	171
9.2.1 燃烧和爆炸的原理	171
9.2.2 危险环境	173
9.2.3 电气火灾和爆炸的原因	174
9.2.4 防爆电气设备的选型及线路敷设	177
9.2.5 防火防爆措施	182
9.2.6 电气灭火常识	183
9.3 任务实施	185
9.3.1 电气设备起火的灭火处理	185
9.3.2 防爆线路的安装	189
测试题	194
学习情景10 防雷和防静电	195
10.1 学习目标	195
10.2 学习任务	195
10.2.1 雷电的危害及防雷保护	195
10.2.2 静电的危害及防护	202
10.3 任务实施	205
10.3.1 阀型避雷器的安装方式	205
10.3.2 阀型避雷器的安装要求	206

10.3.3	避雷器安装前的检查项目	206
10.3.4	避雷器的交接事项	206
10.3.5	技能训练：安装阀型避雷器	206
	测试题	207
学习情景 11	电气安全管理	208
11.1	学习目标	208
11.2	学习任务	208
11.2.1	组织管理	208
11.2.2	电气安全的组织保证措施	210
11.2.3	电气安全的技术保证措施	213
11.2.4	低压电工带电作业的安全要求	215
	测试题	215
学习情景 12	电力线路的架设	217
12.1	学习目标	217
12.2	学习任务	217
12.2.1	电力线路概述	217
12.2.2	架空电力线路	218
12.2.3	电力电缆线路	243
12.2.4	电力网的并联电容	248
12.2.5	电气线路常见故障	250
12.3	任务实施	253
12.3.1	三相三线制线路上低压补偿电容放电负载电路的安装	253
12.3.2	低压架空线路的街码布线训练	255
	测试题	259
学习情景 13	三相异步电动机及其控制	260
13.1	学习目标	260
13.2	学习任务	260
13.2.1	三相异步电动机的工作原理	260
13.2.2	三相异步电动机的结构	263
13.2.3	三相异步电动机的启动	270
13.2.4	电气控制系统图	274
13.2.5	常用机床电气线路的安装	278
13.2.6	三相异步电动机的使用与维护	282
13.3	任务实施	284
13.3.1	三相异步电动机的直接启动控制电路	284
13.3.2	三相异步电动机的降压启动控制电路	291
	测试题	298
	参考文献	299

学习情景 1 电工作业人员的基本要求

1.1 学习目标

- (1) 了解国家对低压电工作业人员的规定。
- (2) 了解电工作业人员的安全职责。
- (3) 低压电工作业人员的安全技术培训、考核要求。

1.2 学习任务

1.2.1 国家对低压电工作业人员的规定

(1) 《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。”

(2) 特种作业和特种作业人员。

1) 特种作业。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。

2) 特种作业人员。特种作业人员是指直接从事特种作业的人员。

(3) 国家安全生产监督管理局人字〔2002〕第 123 号文具体规定了下列工种属于特种作业：

1) 电工作业和登高架设作业，其中电工作业包括发电、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。

2) 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）作业和矿山救护作业。

3) 锅炉作业（含水质化验）、压力容器作业和制冷作业。

4) 金属焊接切割作业、起重机械（含电梯）作业和企业内机动车辆驾驶。

5) 爆破作业和危险物品作业。

(4) 特种作业人员必须具备的基本条件：

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，并无妨碍从事低压电工作业的器质性心脏病、癫痫病、美尼尔氏症、眩晕症、癔病、震颤麻痹症、精神病、痴呆症、色盲、色弱以及其他对从事电工作业有妨碍或有安全隐患的疾病和生理缺陷。



3) 具有初中及以上文化程度。

4) 必须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,取得特种作业操作证方可持证上岗。

5) 特种作业人员必须按规定年限参加年审。

特种作业操作证全国通用,持证者必须按操作证上规定的时间参加复审培训,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者,吊销其特种作业操作证。

复审培训周期为每3年复审1次。特种作业人员在特种作业操作证有效期内,连续从事本工种10年以上,严格遵守有关安全生产法律法规的,经原考核发证机关或者从业所在地考核发证机关同意,特种作业操作证的复审时间可以延长至每6年1次。

(5)《中华人民共和国安全生产法》规定:

1) 生产经营单位的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;可以并处二万元以下罚款。

2) 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的,按《中华人民共和国刑法》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。

1.2.2 电工作业人员的安全职责

1. 电作业的特殊性

电工是特殊工种,又是危险工种。电工作业的特点有:

(1) 其作业过程和工作质量不但关联着自身的安全,而且关联着他人和周围设施的安全。

(2) 专业电工工作点分散、工作性质不专一,不便于跟班检查和追踪检查。

2. 对专业电工的基本要求

(1) 必须掌握必要的电气安全技术知识和操作技能。每个电工都必须认识到,认真学习和熟练掌握电工安全技术的理论知识和安全操作技能,既是国家安全生产法律、法规对电工作业人员的要求,又是自己做好本职工作的需要。只有掌握了电工安全作业的知识与技能,才有可能确保自身、他人的安全和线路、设备的安全运行。在学习过程中要突出安全操作技能的实际训练,做到熟练掌握。

(2) 必须具有良好的电气安全意识。专业电工应当了解生产与安全的辩证统一关系,把生产和安全看做是一个整体,充分理解“生产必须安全,安全促生产”的基本原则,以及“安全第一,预防为主,综合管理”的基本方针,不断提高安全意识。作为一名电工,不仅要技术过硬,更重要的是要树立珍惜生命、安全第一、预防为主的观念,增强安全意识和自我保护意识,注重职业道德,认真履行电工的岗位职责,认识到自己安装的每一个电器、接的每一根导线和每一个操作都直接关系到安全用电,关系到生命与财产的安全,切不可掉以轻心。



3. 专业电工必须注意的事项

- (1) 努力克服重生产轻安全的错误思想, 克服侥幸心理。
- (2) 在作业前和作业过程中, 应考虑事故发生的可能性。
- (3) 遵守各项安全操作规程, 不得违章作业。
- (4) 不得蛮干, 不得在不熟悉的自己不能控制的设备或线路上擅自作业。
- (5) 认真作业, 保证工作质量。

4. 岗位要求

按岗位安全职责而言, 专业电工应做到以下几点:

- (1) 严格执行各项安全标准、法规、制度和规程。包括各种电气标准、电气安装规范和验收规范、电气运行管理规程、电气安全操作规程及有关规定。
- (2) 遵守劳动纪律, 忠于职责, 做好本职工作, 认真执行电工岗位安全责任制。
- (3) 正确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、电气专业技术和电气安全技术; 参加各项有关的安全活动; 宣传电气安全; 参加安全检查, 并提出意见和建议等。
- (5) 专业电工应树立正确的职业道德。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。

1.2.3 低压电工作业人员的安全技术培训、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及考核标准: 通用部分》规定, 电工作业分为低压安装、维修作业、高压运行维修作业和矿山电工作业。按培训大纲及考核标准规定, 低压安装、维修作业(指在对地电压 250V 及以下的电气设备上进行安装、维修等电工作业)电工应掌握表 1.1 所规定的安全技术理论知识和安全操作技能。

表 1.1

低压安装维修电工的安全技术培训、考核内容

序号	学习内容	安全技术培训、考核内容
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, 包括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
3	电工测量	熟练掌握常用电工仪表(电流表、电压表、万用表、电能表、兆欧表、接地电阻测试仪、单臂电桥)的使用要求, 并能熟练正确使用; 了解电工仪表分类、工作原理、仪表误差和准确度
4	电气安全基本知识	了解电气事故的种类、危险性和电气安全的特点, 掌握电流对人体的、电伤害的原因和触电事故发生的规律; 熟练掌握现场触电急救方法
5	安全操作	熟练掌握电气安全用具(电工工具、常用手持式及移动式电动工具、基本绝缘工具、辅助绝缘用具、登高安全用具和临时接地线与遮栏等检修安全用具)种类、性能、用途和检查的内容, 并能正确使用; 熟练掌握各种安全标志的使用规定; 熟练掌握保证安全的技术措施和组织措施的具体内容; 掌握杆上作业的安全要求; 了解低压带电作业的理论知识、操作技术, 熟练掌握其安全要求



续表

序号	学习内容	安全技术培训、考核内容
6	防触电技术	掌握绝缘、屏护、间距等防止直接电击的措施和保护接地、保护接零、加强绝缘、安全电压等防止间接电击的措施；熟练掌握漏电保护装置的类型、原理、特性参数，并能安装使用漏电保护装置
7	电气防火	熟练掌握电气火灾发生的原因，电气防火防爆措施、灭火原理及扑救方法，会正确选择和使用灭火器材
8	防雷和防静电	掌握雷电危害及防雷措施；了解防静电措施
9	低压电器	了解低压电器（刀开关、低压断路器、接触器、启动器、主令电器、低压熔断器、热继电器和低压开关柜）安全运行要求；熟练掌握低压电器的选用和接线要求，并能安装、接线；熟练掌握低压配电装置的控制电器、保护电器二次回路的安全运行技术
10	配电线路	了解电气线路的种类（架空线路、电缆线路、接户线与进户线、室内配线、暂设用电线路）和敷设方式；掌握导线的种类和选择要求，并能正确识别导线、选择导线截面、连接导线和安装电力电缆与架空线路；掌握电气线路的运行维护要求以及过载、短路、失压、断相等保护基本原理
11	电气照明	了解电气照明种类、照明电源及灯具，掌握照明装置安装与维修要求，能熟练进行常用灯具的接线、安装与拆卸
12	交流异步电动机	熟练掌握异步电动机的启动（自耦、Y— Δ 启动等）与控制（点动、单向运行、可逆运行等）的方法并能接线
13	并联电容器	了解并联电容器的作用及运行、维修、安装规定

测 试 题

1. 电工特种作业人员必须具备的基本条件是什么？
2. 电工作业人员的安全职责包括哪些？
3. 安全生产的基本方针是什么？
4. 安全生产的基本原则是什么？
5. 对专业电工的基本要求有哪些？
6. 专业电工必须注意什么？

学习情景2 触电事故与急救

2.1 学习目标

- (1) 了解电气事故的种类及危险性。
- (2) 了解电流对人体的危害及电伤害的原因。
- (3) 掌握触电事故发生的规律。
- (4) 熟练掌握现场触电急救方法。

2.2 学习任务

2.2.1 电气事故

有人说，电气事故就是触电事故，这种说法是不正确的。电气事故是与电相关联的事故。电气事故包含触电事故，而触电事故只是电气事故的一种。电气事故是由于不同形式的电能失去控制（包括电能作用于人体和电能不作用于人体）造成的事故。按能量形式和来源进行分类，电气事故可分为触电事故、雷击事故、静电事故、电磁辐射事故、电路故障等五类事故。

2.2.1.1 触电事故

触电事故是由电流的能量造成的。电流对人体的伤害就是通常说的触电，是电流的能量直接作用于人体或转换成其他形式的能量作用于人体造成的伤害。电流对人体的伤害可分为电击和电伤两种。

1. 电击

电击是指电流通过人体内部，对体内器官造成伤害的触电事故，也就是说，电击是电流直接作用于人体造成的伤害的触电事故。人受到电击后，可能会出现肌肉抽搐、昏厥、呼吸停止或心跳停止等现象；严重时，甚至有生命危险。大部分触电死亡事故都是电击造成的，通常说的触电事故基本上是对电击而言的。

(1) 按照发生电击时电气设备的状态，电击可分为直接接触电击和间接接触电击两种，由于两者发生事故的条件不同，所以防护技术也不相同。

1) 直接接触电击。是指触及电气设备和线路正常运行时的带电体而引发的电击（如误触接线端子发生的电击），也称为正常状态下的电击。

2) 间接接触电击。是指触及正常状态下不带电，只有当电气设备或线路发生故障时意外带电的导体而引发的电击（如触及漏电设备的外壳发生的电击），也称为故障状态下



的电击。

(2) 按照人体触及带电体的方式和电流通过人体的途径, 电击可分为:

1) 单相电击。人站在导电性地面或其他接地导体上, 人体的某一部位触及一相带电体时, 由加在人体上的接触电压造成的电击称为单相电击。大部分电击事故都是单相电击事故, 占触电事故的 70% 左右。单相电击的危险程度除与带电体电压高低、人体电阻、鞋和地面状态等因素有关外, 还与人体离接地点的距离以及配电网对地运行方式有关。一般情况下, 接地电网中发生的单相电击比不接地电网中发生的危险性大。

2) 两相电击。两相电击是指人体两处同时触及两相带电体的触电事故。两相电击的危险主要决定于带电体之间的电压和人体电阻, 其危险性一般比较大。应当指出, 漏电保护装置对两相电击是不起作用的。

3) 跨步电压电击。

a. 对地电压。电工上通常讲的“地”是指离接地体 20m 外, 它的电压已降为零 (电位为零), 如图 2.1 所示。对地电压就是带电体与电位为零的大地之间的电位差。对地电压等于接地电流与接地电阻的乘积。

b. 接触电压。接触电压是指加于人体某两点之间的电压。接触电压通常按人体离开设备 0.8m 考虑, 如图 2.2 所示。接地极离设备越近, 接触电压越小, 也就是说受电击伤害程度越低。

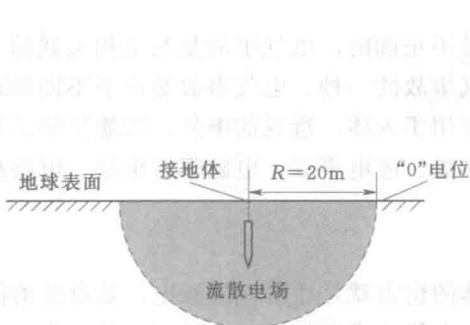


图 2.1 对地电压

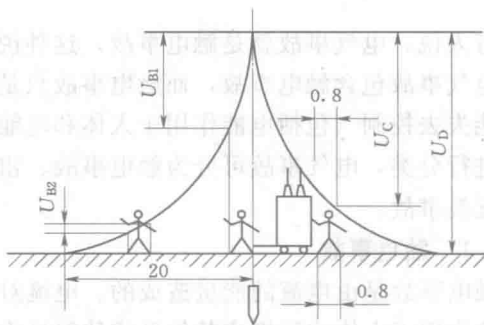


图 2.2 跨步电压 (单位: m)

2. 跨步电压

当电气设备或电力系统的一相接地时, 就有故障电流流向接地体或从接地处四周散开去, 在地面上便呈现出不同的电位分布。当人的两脚站在这种不同电位的地面上时, 两脚间呈现的电位差称为跨步电压, 由此跨步电压造成的电击称为跨步电压电击。人的跨步一般按 0.8m 考虑, 如图 2.2 所示。从图 2.2 中可以看出离接地极越远, 跨步电压越小, 也就是说受电击伤害程度越低。下列情况和部位可能发生跨步电压电击:

(1) 带电导体特别是高压导体故障接地时, 或接地装置流过故障电流时, 流散电流在附近地面各点产生的电位差可造成跨步电压电击。

(2) 正常时, 有较大工作电流流过的接地装置附近, 流散电流在地面各点产生的电位差可造成跨步电压电击。



(3) 防雷装置遭受雷击或高大设施、高大树木遭受雷击时,极大的流散电流在其接地装置或接地点附近地面产生的电位差可造成跨步电压电击。

跨步电压的大小受接地电流大小、鞋和地面特征、两脚之间的跨距、两脚的方位以及离接地点的远近等很多因素的影响。人的跨距一般按 0.8m 考虑。

3. 电伤

电伤是由电流的热效应、化学效应、机械效应等对人体造成的伤害。造成电伤的电流都比较大。电伤会在机体表面留下明显的伤痕,有电烧伤、电烙印、皮肤金属化、机械性损伤和电光眼,其伤害作用可能深入体内。在触电伤亡中,纯电伤性质及带有电伤性质的约占 75% (电烧伤约占 40%)。尽管大约 80% 以上的触电死亡事故是电击造成的,但其中大约 70% 含有电伤成分。对专业电工自身的安全而言,预防电伤具有更加重要的意义。

(1) 电烧伤。电烧伤是电流的热效应造成的伤害,分为电流灼伤和电弧烧伤。

1) 电流灼伤。电流灼伤是人体与带电体接触,电流通过人体由电能转换成热能造成的伤害。电流灼伤一般发生在低压设备或低压线路上。

2) 电弧烧伤。电弧烧伤是由电弧放电产生高温造成的伤害,分为直接电弧烧伤和间接电弧烧伤。直接电弧烧伤是带电体与人体之间发生电弧,有电流流过人体的烧伤,它与电击同时发生;间接电弧烧伤是电弧发生在人体附近对人体的烧伤,它包含熔化了了的炽热金属溅出造成的烫伤。

电弧温度高达 8000℃ 以上,可造成大面积、大深度的烧伤,甚至烧焦、烧掉四肢及其他部位。大电流通过人体时,也可能烘干、烧焦机体组织。

高压电弧的烧伤较低压电弧严重,直流电弧的烧伤较工频交流电弧的烧伤严重。发生直接电弧烧伤时,以电流进、出口烧伤最为严重,体内也会受到烧伤。与电击不同的是,电弧烧伤都会在人体表面留下明显痕迹,而且致命电流较大。

(2) 皮肤金属化。皮肤金属化是在电弧高温的作用下,金属熔化、气化,金属微粒渗入皮肤,使皮肤粗糙而张紧的伤害,它多与电弧烧伤同时发生。

(3) 电烙印。电烙印是在人体与带电体接触的部位留下的永久性斑痕。产生电烙印后,斑痕处的皮肤会失去原有的弹性、色泽,表皮会出现坏死,甚至失去知觉。

(4) 机械损伤。机械损伤是电流作用于人体时,由于中枢神经反射、肌肉强烈收缩、体内液体气化等作用导致的机体组织断裂、骨折等伤害。

(5) 电光眼。电光眼是发生弧光放电时,由红外线、可见光、紫外线对眼睛造成的伤害。电光眼表现为角膜炎或结膜炎。

尽管触电事故不等于电气事故,但触电事故是最常见的电气事故,而且大部分触电事故都是在用电过程中发生的,因此,研究触电事故的预防是电气安全的重要课题。

2.2.1.2 雷击事故

雷电是大气电,是由大自然的力量在宏观范围内分离和积累起来的正电荷和负电荷。也就是说,雷击是由自然界中正、负电荷形式的能量造成的事故。雷击除可能毁坏设施和设备之外,还可能直接伤及人、畜,还可能引起火灾和爆炸,还可能造成大规模的停电。因此,高大的建筑物和工程设施,特别是有爆炸或火灾危险的建筑物和工程设施、变配电装置等电力设施均需考虑防雷措施。



2.2.1.3 静电事故

静电是指在生产工艺过程和工作人员操作过程中,由于某材料的相对运动、接触与分离等原因而积累起来的相对静止的正电荷和负电荷。静电事故是由宏观范围内相对静止的正、负电荷形成的能量所造成的事故,也就是说静电事故是由静电造成的事故。

在石油、化工、粉末加工、橡胶、塑料等行业,必须充分注意静电的危险性。生产工艺过程中的静电也可能使人遭到电击,还可能妨碍生产。在电子行业,如无有效的防静电措施,集成元件可能遭到击穿。从广义上说,静电降低工效、降低产品质量或导致废品也是安全工作者不应忽视的问题。

2.2.1.4 电磁辐射事故

电磁辐射事故是指电磁波形式的能量所造成的事故。射频电磁波泛指频率100kHz以上的电磁波。

1. 高频电磁场的应用

高频技术的发展十分迅速,各种高频设备与日俱增,如今在生活和生产上已广泛应用。

(1) 高频加热。高频加热分为感应加热和介质加热。

1) 高频感应加热是利用中、长波段的高频电磁场能量使金属加热。方法是将金属零件置于感应线圈之内,当线圈接通高频电源时,零件内产生很强的高频电磁场,感应出环绕轴线的涡流,加热零件,以达到加工的目的。高频感应加热常用于高频液淬火、高频熔炼、高频焊接和高频切割等机械加工工艺,在生活中用的电磁炉,也是高频感应加热的一种。

2) 介质加热是利用高频电场的能量对非导电材料加热的。方法是高频电场经过两个金属极板加在被加热材料上,在高频电场作用下,材料分子交变极化,材料因分子摩擦而发热,且频率越高,产生热量越多。介质加热适用于塑料、木材、纸张、橡胶等非导电材料和半导体材料的加热。

(2) 医疗。高频技术在医疗上应用也相当广泛。对于坏疽病、关节炎等病症可利用高频电磁场产生的热量进行治疗。高频电疗机就是利用高频电磁场产生的热量来进行治疗的医疗器械。

(3) 无线电技术。无线电广播、无线电通信、电视等都是靠发射和接受载有各种信号的无线电波来进行工作的。无线电定位、无线电导航、雷达、无线电天文学等无线电技术也都是利用无线电波的发射和反射,并通过必要的测量来进行工作的。无线电波就是在空气中传播的高频电磁场,所用频率在数百千赫兹至数百兆赫兹之间。

2. 高频电磁场的基本性质

(1) 电磁场是变动的电场和变动的磁场组成的统一体。电场是电荷产生的,存在于电荷周围的空间;磁场是由运动着的电荷,即电流产生的,存在于运动电荷周围的空间。变动的磁场会产生电场,变动的电场也会产生磁场,组成交变电磁场的电场和磁场都是随着时间变化的。

(2) 电场和磁场在空间总是互相垂直的。电场是沿以电流方向为轴线的射线方向分布,而磁场是沿以电流方向为轴心的圆周方向分布,两者互相垂直。