

高职高专机电类专业规划教材

电工电子技术实训教程

赵亚丽◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠电子课件和
章后习题解答

高职高专机电类专业规划教材

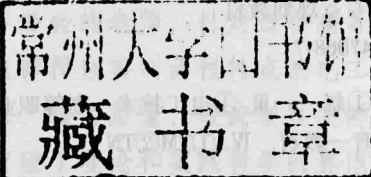
电工电子技术实训教程

主 编 赵亚丽

副主编 赵 柯

参 编 张书琦 王丽艳 路泽永

主 审 邹振春 李长久



机械工业出版社

本书从高等职业院校教学改革与教材建设的需要出发编写了三部分的内容：第一部分是电工技术实训，包括安全用电基础知识、常用电工工具、常用导线的连接以及电能计量电路与室内照明电路的配线；第二部分是电气控制实训，内容包括常用低压电器、三相异步电动机正反转控制、三相异步电动机的顺序控制与行程控制和 X62W 型万能铣床的电气控制；第三部分是电子技术实训，内容包括手工焊接技术及常用工具、仪器仪表的使用、常用电子元器件的识别与测量、X921 型超外差式调幅收音机电路的安装、X921 型超外差式调幅收音机原理及调试。

本书可作为高职高专院校、成教学院、应用型本科院校的工科专业电工电子实训教材，也可作为中级维修电工考试的辅助教材，同时也可供中等职业院校、技校相关专业学生和广大维修电工使用。

为方便教学，本书配有免费电子课件、思考与练习题详解、模拟试卷及答案等，凡选用本书作为授课教材的老师，均可来电免费索取。咨询电话：010-88379375；Email：cmpgaozhi@sina.com。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子技术实训教程/赵亚丽主编. —北京：机械工业出版社，2014.8
高职高专机电类专业规划教材
ISBN 978-7-111-47068-7

I. ①电… II. ①赵… III. ①电工技术—高等教育—教材②电子技术—高等教育—教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 147206 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：于宁 责任编辑：于宁 曹雪伟

版式设计：霍永明 责任校对：樊钟英

封面设计：陈沛 责任印制：刘岚

北京玥实印刷有限公司印刷

2014 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·10.25 印张·239 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-47068-7

定价：21.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国经济的飞速发展与现代技术的不断更新,大量新技术、新工艺、新材料和新方法不断涌现,使社会对新型技能人才的需求更加迫切。职业教育已成为现代教育体系中的重要组成部分,在实施科教兴国和人才强国战略中具有特殊的重要地位。实训课是高等职业院校实践性教学的重要环节。目前的实训课程大部分还使用旧的教学模式及实训教材,已无法适应社会对实训课的要求。所以在新形势下,改革现行的培养体系、课程模式;改写教学内容、教材教案,已成为高等职业院校实践教育改革的当务之急。

电工电子实训教学是高等职业院校实践教学的重要环节之一,意在培养学生良好的心理素质,较强的实际操作能力、应用能力等综合技能以及团队协作的意识,以便学生在毕业后能更快地进入工作角色,适应工作岗位。电工电子实训作为高等职业院校的一大特色也必须围绕着学生电工电子技术综合应用能力的培养来建立新的教学体系。为了配合高等职业院校教学改革和教材建设,更好地为深化实训教学改革服务,我们集合了多位职业院校有一线实践教学经验的老师,针对适合高等职业院校教育体系的具体实训课程进行总结整理,编写了这部符合实训课程特点的电工电子实训教程。

本书编写时力求由浅入深、通俗易懂、理论联系实际、注重应用。符合高职高专学生的学习特点和认知规律,打破了理论和实践教学的界限。在理论内容上以“够用多一点”为标准,强调基础技能的训练和职业能力的培养。每一个实训环节都详细介绍了具体的实施过程与评价标准,学生可以根据相对应的理论知识学习基本的工作方法,练习工具与设备的使用,逐步掌握各种相关的操作规范与制度,学会怎样与其他同学共同合作来完成整个实训任务的组织与实施。

全书共分12章,划为三个部分。第一部分是电工技术实训,包括:第1章安全用电基础知识;第2章常用电工工具;第3章常用导线的连接;第4章电能计量电路与室内照明电路的配线。第二部分是电气控制实训,包括:第5章常用低压电器;第6章三相异步电动机正反转控制;第7章三相异步电动机的顺序控制与行程控制;第8章X62W型万能铣床的电气控制。第三部分是电子技术实训,包括:第9章手工焊接技术及常用工具、仪器仪表的使用;第10章常用电子元器件的识别与测量;第11章X921型超外差式调幅收音机电路的安装;第12章X921型超外差式调幅收音机原理及调试。每章内容的最后一节均有知识拓展,以开阔学生的视野。另外还附有思考与练习,以便学生自我检验。

本书由承德石油高等专科学校赵亚丽任主编、赵柯任副主编。参加编写的有承德石油高等专科学校赵亚丽(编写了第1章、第6章、第7章、第8章)、路泽永(编写了

第2章)、王丽艳(编写了第3章、第4章、第5章)、张书琦(编写了第9章、第10章)、赵柯(编写了第11章、第12章)。全书由赵亚丽统稿。

本书由邹振春教授与李长久教授主审,他们对本书的编审工作提出了许多宝贵的建议,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不足和错误之处,恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一部分 电工技术实训

第1章 安全用电基础知识	1	2.2 其他特殊用途的电工工具和常用 配线元件	23
1.1 安全用电常识	1	2.2.1 冲击电钻	23
1.1.1 触电的概念及类型	1	2.2.2 压线钳	23
1.1.2 与触电对人体伤害程度有 关的因素	2	2.2.3 打号机	24
1.1.3 触电方式	3	2.2.4 配线常用件	24
1.1.4 触电事故的一般规律	4	2.3 【知识拓展】钳形电流表	27
1.1.5 常见触电原因及预防措施	6	2.3.1 钳形电流表概述	27
1.2 触电急救	7	2.3.2 钳形电流表的工作原理	27
1.2.1 触电的现场急救原则	7	2.4 思考与练习	28
1.2.2 脱离电源的方法	8	第3章 常用导线的连接	29
1.2.3 触电者脱离电源后的伤情判断	9	3.1 常用导线的基础知识	29
1.2.4 针对不同情况的救治	10	3.1.1 常用导线的分类	29
1.2.5 现场急救方法	10	3.1.2 常用导线的颜色	30
1.3 触电急救训练	12	3.1.3 常用导线的安全载流量	30
1.3.1 实施过程	12	3.1.4 常用导线的选择原则	30
1.3.2 考核与评价	13	3.2 常用导线的连接方法	31
1.4 【知识拓展】电力系统基础知识	13	3.2.1 导线绝缘层的剖削	31
1.4.1 电力系统的组成	13	3.2.2 导线的连接方法	33
1.4.2 常用的低压配电系统	15	3.2.3 导线绝缘层的恢复	38
1.5 思考与练习	16	3.3 常用导线连接训练	39
第2章 常用电工工具	17	3.3.1 实施过程	39
2.1 常用电工工具的使用	17	3.3.2 考核与评价	39
2.1.1 试电笔	17	3.4 思考与练习	40
2.1.2 电工刀	20	第4章 电能计量电路与室内照明 电路的配线	41
2.1.3 螺钉旋具	20	4.1 单相电能表的工作原理	41
2.1.4 钢丝钳	21	4.1.1 电能表的类型	41
2.1.5 尖嘴钳	22	4.1.2 电能表的铭牌标志	41
2.1.6 斜口钳	22	4.1.3 电能表的选择	43
2.1.7 剥线钳	22	4.1.4 电能表的安装要求	43
2.1.8 活络扳手	22		

4.1.5 单相有功电能表的工作原理	43	闪烁,中间不启辉	53
4.1.6 单相有功电能表的接线	44	4.4.4 灯管发光后立即熄灭	53
4.2 室内照明电路的配线	45	4.4.5 灯管两头发黑或有黑斑	53
4.2.1 室内布线的基本知识	46	4.4.6 灯管亮度变低或色彩变差	53
4.2.2 荧光灯的结构与原理	47	4.4.7 启辉后灯光在管内旋转	54
4.2.3 开关和插座的安装	49	4.4.8 灯光闪烁	54
4.2.4 室内照明电路的检修方法	49	4.4.9 通电后有交流喻声和杂声	54
4.2.5 含电能计量电路的室内照明 电路配线	50	4.4.10 镇流器过热	54
4.3 三相四线制电能表及计量电路	50	4.4.11 灯管寿命短	54
4.3.1 三相四线制有功电能表的 工作原理	50	4.4.12 断开电源,灯管仍发微光	55
4.3.2 三相四线制有功电能表的接线	51	4.5 含计量电路的室内照明电路配线 训练	55
4.3.3 三相四线制电能表的读法	51	4.5.1 实施过程	55
4.4 荧光灯电路常见故障及检修方法	52	4.5.2 考核与评价	55
4.4.1 接通电源,灯管完全不发光	52	4.6 【知识拓展】智能电能表	56
4.4.2 灯管两头发红但不能启辉	52	4.6.1 机电式智能电能表	56
4.4.3 启辉困难,灯管两端不断	52	4.6.2 全电子式智能电能表	58
		4.7 思考与练习	58

第二部分 电气控制实训

第5章 常用低压电器	60	5.4.1 电气原理图	78
5.1 配电电器	60	5.4.2 电气元件布置图	79
5.1.1 刀开关	60	5.4.3 电气接线图	79
5.1.2 熔断器	61	5.4.4 电气控制电路分析基础	79
5.1.3 低压断路器	64	5.5 思考与练习	80
5.1.4 组合开关	65	第6章 三相异步电动机正反转控制	81
5.1.5 倒顺开关	66	6.1 三相异步电动机正反转控制电路 原理	81
5.2 控制电器	67	6.1.1 三相异步电动机转动原理	81
5.2.1 控制按钮	67	6.1.2 三相异步电动机的点动与连续 控制	81
5.2.2 接触器	68	6.1.3 三相异步电动机正反转控制 电路分析	82
5.2.3 热继电器	70	6.2 三相异步电动机正反转控制电路 的安装与调试	84
5.2.4 行程开关	72	6.2.1 电气元件的检查与安装	84
5.2.5 时间继电器	73	6.2.2 三相异步电动机正反转控制 电路的常规检查	85
5.2.6 电磁式继电器	75	6.2.3 三相异步电动机正反转控制 电路的通电测试	86
5.2.7 速度继电器	76		
5.3 常用低压电器检测训练	77		
5.3.1 操作要领及步骤	77		
5.3.2 考核与评价	77		
5.4 【知识拓展】电气图的基本知识 及绘制规则	78		

6.2.4 考核与评价	86	7.4 【知识拓展】三相异步电动机的 起动与制动	97
6.3 【知识拓展】电气控制电路与常用 低压电器的故障排查	87	7.4.1 三相异步电动机起动方法的 选择和比较	97
6.3.1 电气控制电路故障排除的常见 方法	87	7.4.2 三相异步电动机的制动方法 及优缺点	98
6.3.2 常用低压电器的故障诊断及 排查	88	7.5 思考与练习	99
6.4 思考与练习	89	第8章 X62W型万能铣床的电气 控制	100
第7章 三相异步电动机的顺序控制 与行程控制	90	8.1 X62W型万能铣床的工作原理	100
7.1 三相异步电动机的顺序控制	90	8.1.1 X62W型万能铣床的工作情况	100
7.1.1 主电路实现顺序控制	90	8.1.2 X62W型万能铣床的控制电路 分析	101
7.1.2 控制电路实现顺序控制	91	8.1.3 主电路分析	103
7.1.3 使用时间继电器的顺序控制 电路分析	92	8.1.4 控制电路分析	103
7.2 三相异步电动机的行程控制	92	8.2 X62W型万能铣床电气控制电路 的安装与维修	105
7.2.1 刀架自动循环电气控制电路 的工艺要求	93	8.2.1 X62W型万能铣床电气控制 电路的安装与布线	105
7.2.2 电路分析	93	8.2.2 X62W型万能铣床电气控制 电路的常见故障分析与排除	106
7.2.3 电路安装与测试	95	8.2.3 考核与评价	107
7.3 三相异步电动机顺序控制与行程 控制电路布线训练	95	8.3 思考与练习	108
7.3.1 实施过程	95		
7.3.2 考核与评价	96		
第三部分 电子技术实训			
第9章 手工焊接技术及常用工具、 仪器仪表的使用	109	9.3.1 目视检查	120
9.1 电烙铁及手工焊接技术	109	9.3.2 手触检查	120
9.1.1 电烙铁简介	109	9.3.3 通电检查	120
9.1.2 焊接方式	111	9.4 思考与练习	121
9.1.3 手工焊接工艺	111	第10章 常用电子元器件的识别 与测量	122
9.2 了解电子装配中常用工具及 仪器仪表的使用方法	113	10.1 常用电子元器件简介	122
9.2.1 万用表	114	10.1.1 电阻器	122
9.2.2 毫伏表	116	10.1.2 电容器	124
9.2.3 示波器	117	10.1.3 变压器与中周	126
9.2.4 信号发生器	118	10.1.4 二极管	127
9.2.5 直流稳压电源	119	10.1.5 晶体管	129
9.3 【知识拓展】焊接质量的检查	120	10.2 集成电路	130
		10.2.1 集成电路简介	130

10.2.2 集成电路常见的封装形式	130	11.3.2 框图	140
10.2.3 集成电路的脚位判别	130	11.3.3 等效电路图	141
10.2.4 集成电路常用的检测方法	131	11.3.4 电路原理图	141
10.3 【知识拓展】场效应晶体管	131	11.3.5 印制电路板图	141
10.3.1 场效应晶体管的概念、分类 和特点	131	11.4 思考与练习	141
10.3.2 场效应晶体管的检测和质量 判断	131	第12章 X921型超外差式调幅收音 机原理及调试	142
10.3.3 结型场效应晶体管好坏的 判断	132	12.1 X921型超外差式调幅收音机原理	142
10.3.4 绝缘栅型场效应晶体管管脚 极性的判别	132	12.1.1 声音的特点及传播	142
10.4 思考与练习	133	12.1.2 调制与解调	142
第11章 X921型超外差式调幅收音机 电路的安装	134	12.1.3 电路原理图识读	142
11.1 装配图的识读	134	12.1.4 X921型超外差式调幅收音机 的电路原理	144
11.1.1 电路图的基本知识	134	12.2 X921型超外差式调幅收音机的 调试	146
11.1.2 读图注意事项	136	12.2.1 静态调试	146
11.2 电子元器件在电路板上的安装	136	12.2.2 动态调试	148
11.2.1 元器件的安装方式	136	12.2.3 X921型超外差式调幅收音机 常见故障的检修	149
11.2.2 元器件的排列格式	137	12.2.4 考核与评价	150
11.2.3 电容器与变压器	137	12.3 【知识拓展】电子元器件的拆焊	151
11.2.4 二极管和晶体管	137	12.3.1 拆焊的概念	151
11.2.5 元器件安装的注意事项	138	12.3.2 拆焊技能的技术要求	151
11.2.6 安装	138	12.3.3 拆焊的方法	151
11.3 【知识拓展】电子电路图的种类	140	12.4 思考与练习	152
11.3.1 示意图	140	参考文献	153

第一部分 电工技术实训

第1章 安全用电基础知识

随着科学技术的发展,电气设备和家用电器在各个方面的应用越来越广泛,给人们的生活带来了极大的方便,但随之产生的危险也大大增加。如果在用电时不注意安全,就可能造成人身触电伤亡事故或电气设备的损坏。在机械、化工等工矿企业中电气事故已成为引起人身伤亡、爆炸、火灾事故的重要原因。所以我们有必要了解和学习有关安全用电及急救技能的知识,树立正确的安全观念,避免触电事故的发生,以保证人身、设备和电力系统三方面的安全。

1.1 安全用电常识

通过本节的学习,了解触电的概念、与触电对人体危害程度有关的因素,熟悉常见的引起触电的方式、触电原因及预防触电的措施等内容。

1.1.1 触电的概念及类型

触电就是因人体接触或接近带电体所引起的局部受伤或死亡的现象。按人体受伤害的程度不同,触电可分为电击和电伤两种类型。

1. 电击

电击是指电流通过人体时所造成的内部器官的损伤。它可造成发热、发麻、神经麻痹等,严重时将引起昏迷、窒息、甚至心脏停止跳动、血液循环终止而死亡,通常说的触电,多是指电击,绝大部分触电死亡事故都是电击造成的。

2. 电伤

电伤是指由于电流的热效应、化学效应、机械效应对人体外部造成的局部伤害,常见的有以下三种情况:电灼伤、电烙印(电斑痕)和皮肤金属化。

电灼伤又可分为直接灼伤和电弧灼伤。直接灼伤指的是发生在高压触电时,电流通过人体皮肤的进出口处,伤及人体组织深层,伤口难以愈合。电弧灼伤指的是发生在短路或高压电弧放电时,电弧像火焰一样把皮肤烧伤、烧坏,同时还会造成眼睛严重损害。

电烙印:发生在人体与带电体有良好接触的情况下,在皮肤表面留下与被接触带电体形状相似的肿块痕迹,往往造成局部麻木和失去知觉。

皮肤金属化:由于电弧的温度极高,使得其周围的金属熔化、蒸发并飞溅到皮肤表层而使皮肤金属化。

1.1.2 与触电对人体伤害程度有关的因素

实践证明,触电对人体的伤害程度与通过人体的电流强度、电压高低、电流频率、持续时间及流过人体的途径等因素有关。

1. 电流大小的影响

触电时,流过人体的电流强度是造成损伤的直接因素。人体对不同强度电流的反应如表1-1所示,可见通过人体的电流越大,对人体的损伤越严重。

表 1-1 不同强度电流对人体的伤害

电 流 强 度	人 体 反 应
100 ~ 200 μ A	对人体无害
1mA 左右	引起麻的感觉
不超过 10mA 时	人尚可摆脱电流
超过 30mA 时	感到剧痛,神经麻痹,呼吸困难,有生命危险
达到 100mA 时	很短时间便会使人心跳停止

2. 电压高低的影响

人体触电的电压越高,对人体的危害越大。我国有关标准规定的安全电压是 12V、24V、36V。如手提照明灯、危险环境携带的电动工具,应采用 36V 安全电压;金属容器内、隧道内、矿井内等工作场合,狭窄、行动不便及周围有大面积接地导体的环境,应采用 24V 或 12V 安全电压。事实上,70% 以上的触电事故发生于 250V 以下的低压触电。对于 250V 以上的高压,虽然危险更大,但一般都具有较完善的防范措施,人们的警惕性也较高,所以触电事故反而发生的比较少。

3. 电流频率的影响

人体对不同频率的电流的生理敏感性是不同的,因此不同频率的电流对人体的伤害也是有区别的。50 ~ 60Hz 交流电对人体是最危险的。随着频率的增高,触电危险程度下降。高频电还能用于治疗疾病。在电流强度相同的情况下,直流电对人体的伤害要比交流电小。

4. 持续时间的影响

触电时间越长,电流所积累的能量越多,引起心室颤动的可能性也就越大。同时触电电流的热效应和化学效应会使人体出汗、组织电解,从而使得人体的电阻逐渐减小,流过人体的电流逐渐增大,伤害也就加大。

5. 电流流过人体路径的影响

电流流过头部可使人昏迷;通过脊髓可能导致瘫痪;通过心脏可造成心脏停止跳动;通过呼吸系统会造成窒息。因此,电流从左手到胸部的危险性最大,从脚到脚危险性较小,但容易造成腿部肌肉痉挛而摔倒,导致二次触电。

6. 人体状况的影响

女性对电流比男性敏感,小孩的摆脱电流较小,人在患病时比健康时受电流伤害大。人的精神状况差,对接触电器无思想准备,对电流反应的灵敏程度低,醉酒、过度疲劳等都可能增加触电事故发生的次数并加重受电流伤害的程度。

7. 人体电阻大小的影响

人体电阻越大,受电流伤害越轻。人的皮肤干燥处或者较厚的部位其电阻值较高,通常人体电阻可按 $1 \sim 2k\Omega$ 考虑,如果皮肤表面角质层损伤、皮肤潮湿、流汗、带着导电粉尘等,将会大幅度降低人体电阻,增加触电伤害程度。

1.1.3 触电方式

引起触电的方式多种多样,除了因电弧灼伤及熔融的金属飞溅灼伤外,可大致归纳为单相触电、两相触电、跨步电压触电、雷击触电和静电触电。

1. 单相触电

人站在地上或其他接地体上,人体的某一部位触及一相带电体而引起的触电,如图 1-1 所示。单相触电可分为两种形式:一种是在三相四线制中性点接地系统中,单相触电的示意图如图 1-1a 所示。此时人体受到相电压的作用,电流经人体和大地构成回路。另一种是在三相三线制中性点不接地的系统中,单相触电的示意图如图 1-1b 所示。因为输电线很长,线路对地有较大的电容,触电时电流经人体到大地,再经线路电容而成回路。这两种单相触电所造成的后果都是很严重的。

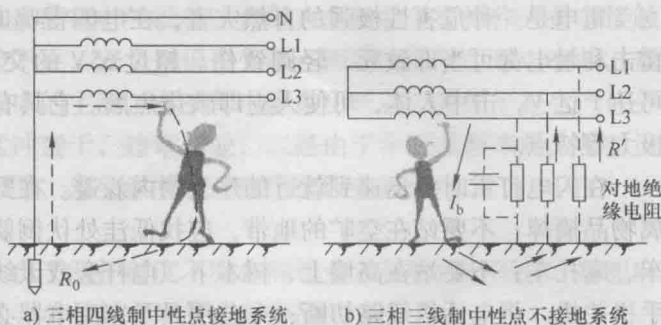


图 1-1 单相触电示意图

2. 两相触电

两相触电指因人体的不同部位同时接触带电设备或线路中的两相导体而引起的触电。其示意图如图 1-2 所示。此时人体同时接触两根相线,所承受的电压是线电压,其危险性要比单相触电大。

3. 跨步电压触电

跨步电压触电是指高压带电体着地或电气设备发生接地故障时,接地电流流过周围土壤,在导线接地点周围产生电场,其电位分布以接地点为圆心向周围逐渐降低。当人体接近高压着地点时,两脚之间形成跨步电压,当跨步电压达到一定程度时就会引起触电,如图 1-3 所示。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。为了防止跨步电压触电,应离带电体接地点 $20m$ 以外。



图 1-2 两相触电示意图

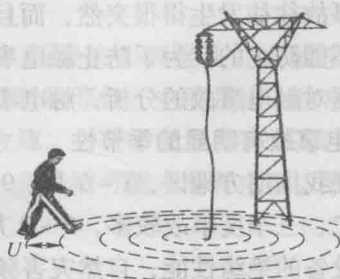


图 1-3 跨步电压触电示意图

在下列情况下易发生跨步电压触电事故：

1) 带电导体，特别是高压导体故障接地处，流散电流在地面各点产生的电位差造成跨步电压触电。

2) 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造成跨步电压触电。正常工作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造成跨步电压触电。

3) 防雷装置受到雷击时，极大的流散电流在其接地装置附近地面各点产生的电位差造成跨步电压触电。

4) 高大设施或高大树木遭受电击时，极大的流散电流在附近地面各点产生的电位差造成跨步电压触电。

4. 雷击触电

雷电是一种危害性极强的自然灾害，在电闪雷鸣时，人在树下或建筑物下容易遭雷击。雷击和触电都可当即致死，轻则致伤。超过 65V 的交流电压就会伤害人体，而闪电的电压可达 1 亿 V，击中人体，可使人立即碳化焦黑。它具有速度快、电压高、对人身和财产危害极大等特点。

在闪电打雷时要迅速到就近的建筑物内躲避。在野外无处躲避时，要将手表、眼镜等金属物品摘掉；不要站在空旷的地带，应找低洼处伏倒躲避；雷雨时，不要打伞，不要骑自行车、摩托车；不要站在高墙上、树木下、电杆旁或天线附近；不要接打电话和手机，最好将手机关机，将电话机线路切断；办公用具及家用电器必须断开电源，以防止引雷上身，同时也可有效地保护电器的安全，使它们免遭雷击。

5. 静电触电

金属物体受到静电感应及绝缘体间的摩擦起电是产生静电的主要原因。例如输油管道中油与金属管壁摩擦、传送带与传送带轮间的摩擦会产生静电；运行过的电缆或电容器绝缘物中会积聚静电。静电的特点是电压高，有时可高达数万伏，但能量不大。发生静电电击时，触电电流往往瞬间即逝，一般不至于有生命危险。但受静电瞬间电击会使触电者从高处坠落或摔倒，造成二次事故。静电的主要危害是其放电火花或电弧可引燃或引爆周围物质，引起火灾和爆炸事故。石油、化工、橡胶、印刷、染织、造纸等行业的静电事故较多，应严加防护。

除上述触电方式外，还有高压电弧触电、接触电压触电等方式。

1.1.4 触电事故的一般规律

触电事故往往发生得很突然，而且在极短的时间内造成极为严重的后果，但不应认为触电事故是不能防止的。为了防止触电事故，应当研究触电事故的规律，以便制订有效的安全措施。根据对触电事故的分析，触电事故有以下规律。

1. 触电事故有明显的季节性

一般在我国南方地区，1~6 月、9~12 月和北方地区 3~11 月是触电事故多发性季节，每年的第二、三季度事故较多，6~9 月最为集中。这是因为夏秋两季天气潮湿、多雨，降低了电气设备的绝缘性能；自然灾害频繁，电气设备损坏较多，电气设备检修和基建任务加重；夏季人体多汗，皮肤电阻降低；天气热，防护用具携带不全，工作服、绝缘鞋和绝缘手

套穿戴不齐整,所以,触电概率大大增加。

2. 低压触电多于高压触电

因为低压电网分布广,低压设备较多,人们经常接触低压电气设备,习以为常,思想上容易麻痹大意。所以人们对低压电的危险不够重视,管理也不严格,致使低压触电事故远多于高压触电事故。特别是在一般的工矿企业中,低压电气设备远多于高压电气设备,人员使用和接触低压设备较多。随着家用电器的发展,人们使用和接触的低压家用电器也越来越多。低压电气设备的故障排除和检修工作比高压电气设备多,尤其是在供用电企业中,因此电气设备维护人员接触低压电气设备的概率更大。而且,当人体接触低压电时,反应的敏感度较差,甚至有些人又缺乏电气安全知识,因此要着重做好防止低压电触电的各项安全措施。

3. 儿童、青年人触电事故多

儿童因没有安全风险意识,容易乱摸乱碰电气设备;青年人多数是主要操作人员,接触电气设备的机会多,但由于他们的经验不足,安全知识也欠缺,因而也易发生触电事故。在电力生产和建设中,青年工人应是工人中的主流,在工作中容易出现:一是忙于赶生产任务或紧急处理停电事故,忽视了安全,猛冲蛮干,违章作业;二是由于年轻或新来的人员对设备不熟、经验不足和缺乏电气安全知识等,发生误登、误碰带电设备而触电。

4. 误操作触电与单相触电事故多

有时作业人员单独进行带电作业,由于监护制度不完备和作业人员责任心不强、思想麻痹,易误操作而造成触电事故。据统计,单相触电事故占总事故的70%以上。

5. 触电事故由多方面原因造成

据统计,有90%以上的触电事故是由两个以上的原因引起的。造成事故的几个主要因素是:缺乏电气安全知识,违反安全操作规程,设备、线路不合格和维修不善。仅一个原因导致触电事故的,不足总数的8%。要强调指出的是,由于作业者本人的过失而造成的触电事故最多。

6. 触电事故与行业性质有关

例如,冶金、化工、机械、建筑等行业,由于工作在潮湿、高温和粉尘多的场所,或高压线路附近作业等,且移动式 and 携带式动力设备多、现场金属设备多,以及用电管理不善等因素,因此发生触电事故的概率高于其他行业。

7. 农村触电事故多于城市

据统计,农村触电事故为城市的6倍。主要是由于农村用电不规范、条件差、设备简陋、人员缺乏电气安全知识和管理不严所致,尤其在农忙季节。

8. 电气连接部位事故多

电气故障点多数发生在分支线、接户线、接线端、压线头、焊接头、电线接头、电缆头、灯头、插头、插座、控制器、开闭器、接触器和熔断器等处,主要是由于这些电气连接部位机械牢固性较差,电气可靠性也较低,容易出现故障。另外,近几年来城镇10kV高压绝缘护套导线使用较多,当此类导线发生落地故障后,变电站可能未断开电源,致使行人等发生触电事故。

9. 移动式和携带式电气设备触电事故多

主要是由于这些设备需要经常移动,工作条件较差,容易发生绝缘不良、外壳漏电故

障,而且经常在人手紧握情况下工作的缘故。

10. 高压感应触电不容忽视

电力网采用超高电压输电后,由于线路设备的平行和交叉跨越,在停电的线路上,特别是在停电的且与超高压输电线相平行架设的线路上工作,容易引发静电感应高电压和电磁感应高电压触电事故。

1.1.5 常见触电原因及预防措施

1. 常见的触电原因

1) 缺乏电气安全常识。例如:带电拉高压开关;在电线杆上掏鸟窝、晾晒衣物等;用手摸绝缘破损的刀开关;用湿手触摸或用湿布擦拭带电电器;室内乱拉电线以及随意加大熔丝规格或用铜丝代替熔丝等。

2) 违章操作。如在高压线附近施工;带电接临时照明线路或临时电源;相线误接在电动工具外壳上;带电操作时不采取可靠的安全措施,或在不熟悉电路和电器的情况下盲目修理,且未采取正确的安全措施;停电检修时,不挂警示牌等。

3) 设备不合格。如高压架空线架设高度与建筑物距离不符合安全距离要求;电力线路与广播、通信线路共杆架设;电气设备内部绝缘损坏,金属外壳又未加接地保护措施;开关、熔断器误装在中性线上。

4) 维修不善。大风刮断低压线路、刮倒电杆未及时处理;刀开关的胶盖破损长期不修理;瓷瓶破裂后相线与拉线长期相碰;水泵电动机接线破损处长长期带电;线路老化未及时更换等。

2. 防止触电的安全措施

(1) 绝缘防护 绝缘防护就是使用绝缘材料将带电体封护或隔离起来,是最普通、应用最广泛的安全措施之一,例如导线的外包绝缘、变压器的绝缘漆、敷设线路的绝缘子等。良好的绝缘措施是保证电气设备和线路正常运行的必要条件。绝缘通常可分为气体绝缘、液体绝缘和固体绝缘。气体和液体绝缘只应用于特殊场合,如用变压器油实现变压器绕组之间的绝缘。绝缘材料的选用必须与该电气设备的电压、工作环境和运行条件相适应,否则容易造成击穿。常用的绝缘材料有陶瓷、玻璃、云母、橡胶、塑料、石棉和布等。

需要指出的是,绝缘是有条件的。绝缘与电压的高低、环境的温度、湿度等因素有直接关系。在高压强电场的作用下,绝缘材料会被击穿而成为导体;在高温、潮湿等恶劣环境下,绝缘材料的绝缘能力会显著下降甚至丧失绝缘性能。

(2) 采用屏护措施与间距措施 屏护就是用防护装置将带电部位、场所同外部隔离开来。屏护装置主要有遮栏、栅栏、保护网、围墙以及各种罩、箱、盖等,如刀开关的胶盖、按钮开关的外壳等。屏护要符合间距要求及有关规定,并根据需要配以明显标志,以引起人们注意。所有屏护装置,都应根据环境分别具有防水、防火、防风等安全措施并且具有足够的机械强度和牢固程度。

间距又称安全距离,是指为防止发生触电或短路而规定的带电体之间、带电体与地面及其他设施之间、工作人员与带电体之间所必须保持的最小距离或最小空气间隙,主要根据在不同形式、不同等级的电压下空气放电间隙要考虑一定的安全裕度而定。安全间距的大小取决于电压等级、设备类型和安装方式等因素。

(3) 保护接零 保护接零指的是在变压器中性点接地电网中,将电气设备在正常情况下不带电的金属外壳以及和它连接的金属部分与零线做可靠的电气连接,如图 1-4 所示。当某相出现事故漏电时,形成相线和零线的单相短路,短路电流能迅速使保护装置动作,切断电源,起到保护人身安全的作用。

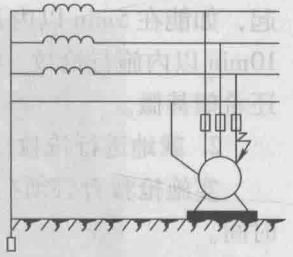


图 1-4 保护接零

(4) 保护接地 保护接地指在变压器中性点不接地的电网中,为了保障人身安全,避免发生触电事故,将电气设备在正常情况下不带电的金属部分与大地做电气连接,如图 1-5 所示。当人体接触漏电设备时,人体与接地电阻是并联的,但人体电阻远远大于接地电阻,所以电流几乎全部经接地电阻流入大地,从而保证了人身安全。正常情况下,电机、变压器以及移动式用电器等较大功率的电气设备外壳都应接地。

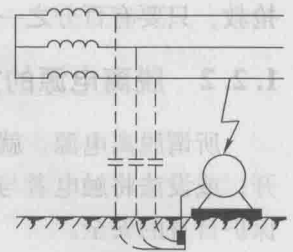


图 1-5 保护接地

需要指出的是,保护接零和保护接地是不能混用的。在变压器中性点接地电网中,如果两者混用,那么当采用接地保护的设备发生碰壳事故时,在全部接零保护的的设备外壳上均会带有电压,造成触电危险。

(5) 采取自动断电措施 在低压配电系统中,无论是保护接地还是保护接零,只要相线与电气设备金属外壳接触,就会形成故障回路并产生故障电流,在外壳与大地间产生危险的电位差,使触及带电外壳的人有生命危险。若线路的绝缘遭到破坏则会导致漏电,漏电电流的热效应又会加剧线路绝缘的进一步老化,甚至酿成电气火灾。因此,需要增加完善的附加性措施即安装自动断电措施。如漏电保护、过电流保护和欠电压保护等,最常用的就是安装剩余电流断路器。剩余电流断路器既能用于设备保护,也能用于线路保护,具有灵敏度高、动作快捷等特点。

1.2 触电急救

通过本节的学习了解触电急救的原则与要求;掌握基本的触电急救措施;掌握人工呼吸与胸外挤压急救方法。

1.2.1 触电的现场急救原则

在电力生产和使用电器的过程中,人身触电事故时有发生,但触电并不等于死亡。实践证明,采取正确的触电急救措施,就会大大降低触电死亡概率。根据多年来现场抢救触电者的经验,现场触电急救的原则可总结为八个字:迅速、就地、准确、坚持。

1. 迅速脱离电源

在相同条件下,触电者触电时间越长,造成心室颤动乃至死亡的可能性也越大。而且,人触电后,由于痉挛或失去知觉等原因,会紧握带电体而不能自主摆脱电源。因此,若发现有人触电,应采取一切可行的措施(下面将具体介绍),迅速使其脱离电源,这是救活触电者的一个重要因素。实施抢救者必须保持头脑清醒,安全、准确、争分夺秒地使触电者脱离电源。人触电以后,“时间就是生命”,早断电一秒钟,就多一分救活的希望。从触电时算

起,如能在5min以内及时对触电者进行抢救,则触电者的救生率可达90%左右;如能在10min以内施行抢救,则救生率只能达到60%左右;如超过15min才施行抢救,则触电者生还希望甚微。

2. 就地抢救

实施抢救者必须在现场或附近就地抢救触电者,切勿长途送往医院,以免耽误最佳抢救时间。

3. 准确施行救治

触电者脱离电源后,急救人员不能采用错误的急救方法,如泼冷水、刺人中、用导线绑住触电者进行“放电”等,要根据触电者的不同状况采用相应的救治方法,如胸外挤压等。

4. 坚持到底

无论采用哪种救治方法,都要坚持不断,即使救治时间很长但效果不明显,也不能终止抢救,只要有百分之一的希望就要尽百分之百的努力去抢救。

1.2.2 脱离电源的方法

所谓脱离电源,就是要把触电者接触的那一部分带电设备的所有开关或其他断路设备断开;或设法将触电者与带电设备脱离开。在脱离电源过程中,救护人员既要救人,也要注意保护自身的安全。

1. 低压触电时脱离电源的措施

1) “拉(开关)”:如果触电地点附近有电源开关(刀闸)或插座,可立即拉掉开关(刀闸)或拔出插头来切断电源,并尽可能切断总开关,如图1-6a所示。

2) “切(断电源线)”:如果触电现场找不到电源开关(刀闸)或距离太远,可用有绝缘套的钳子或用带木柄的斧子切断电源线,如图1-6b所示。

3) “垫”(触电者身下):如果触电人由于痉挛手指紧握导线或导线绕在身上,可用干燥的木板或橡胶绝缘垫塞进触电人身下使其与大地绝缘(救护者也要站在木板或绝缘垫上),隔断电流通路,如图1-6c所示。

4) “拽(触电者)”:当无法切断电源线时,可用干燥的衣服、手套、绳索、木板等绝缘物,拉开触电者,使其脱离电源,如图1-6d所示。

5) “挑(导线)”:当电线搭在触电者身上或被压在身下时,可用干燥的木棒等绝缘物作为工具挑开电线,使触电者脱离电源,如图1-6e所示。

2. 高压触电时脱离电源的措施

1) 如触电事故发生在高压设备上,应立即通知供电部门停电。

2) 戴上绝缘手套,穿上绝缘鞋,并用相应电压等级的绝缘工具切断开关。

3) 使用绝缘工具切断电线。

4) 在架空线路上不可能采用上述方法时,可用抛挂接地线的方法,使线路短路跳闸。在抛挂接地线之前,应先把接地线一端可靠接地,然后把另一端抛到带电的导线上,切记此时抛掷的一端不得触及触电者和其他人。注意:此方法须在万不得已的情况下才能使用,否则弄不好救护者也会触电。

5) 发现电线杆上有人触电,应争取时间及早在杆上进行抢救。救护人员登高时应随身携带必要的绝缘工具以及牢固的绳索等,并紧急呼救。