



工业和信息化部高职高专“十二五”规划教材立项项目



21 世纪高职高专机电工程类规划教材

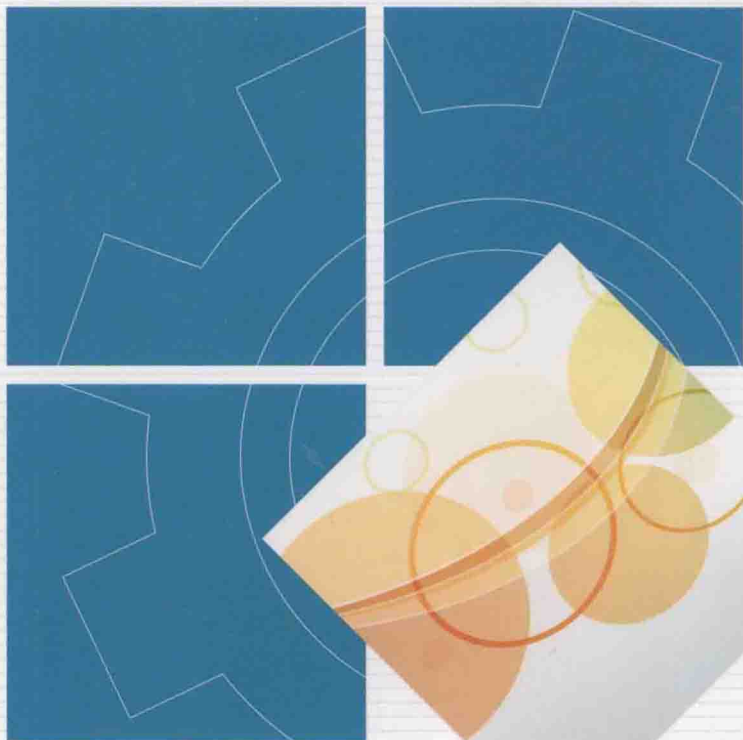
21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN JDIANGONGCHENGLEI GUIHUA JIAOCAI

电工技术实践教程



iangong Jishu Shijian Jiaocheng

■ 高树贤 主编
战金玉 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信

“十五”规划教材立项项目

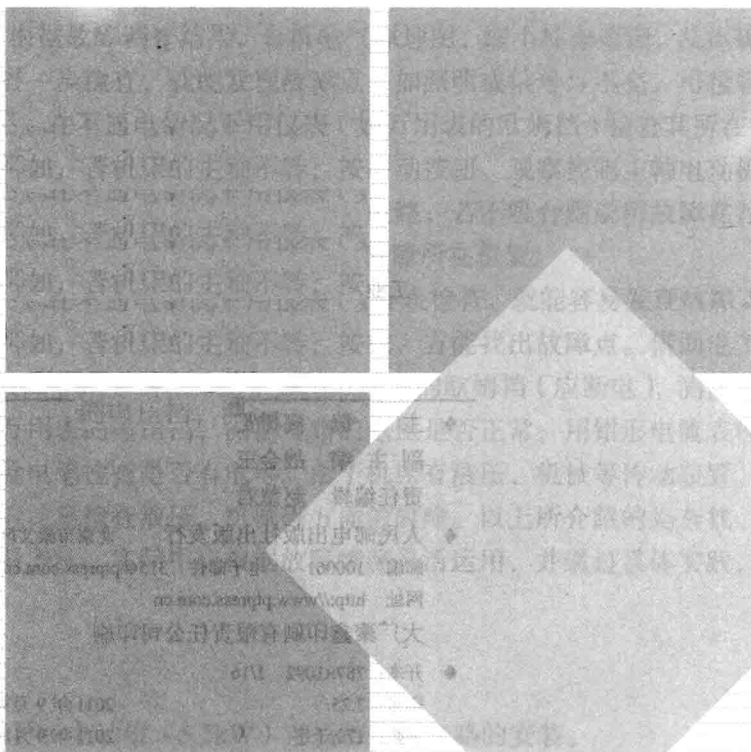


21 世纪高职高专机电工程类规划教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN JIDIANGONGCHENGLEI GUIHUA JIAOCAI

电工技术实践教程

■ 高树贤 主编
战金玉 副主编



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技术实践教程 / 高树贤主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2011. 9

21世纪高职高专机电工程类规划教材 工业和信息化
高职高专“十二五”规划教材立项项目

ISBN 978-7-115-25899-1

I. ①电… II. ①高… III. ①电工技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第152458号

内 容 提 要

本书采用“模块化”的形式, 突出“实践能力培养”, 将理论与实践相结合。

本书主要内容包括6模块: 安全用电常识、电工仪表使用、电工基本操作、低压元器件识别、电气识图与绘图、电气控制柜的安装与调试。

本书可作为高职高专院校机电类专业教材, 也可供相关技术人员参考使用。

工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目

21世纪高职高专机电工程类规划教材

电工技术实践教程

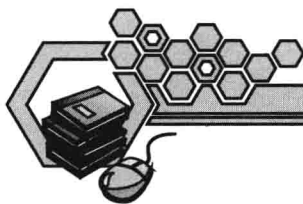
-
- ◆ 主 编 高树贤
副 主 编 战金玉
责任编辑 赵慧君
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 7.25 2011年9月第1版
字数: 179千字 2011年9月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-25899-1

定价: 19.80元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154



总 序

为适应教学改革的需要,切实加强内涵建设,增强应用型人才培养的针对性,确保使用的教材符合学生实际。学校决定启动“名书”工程,由具有高级职称、从事教学工作多年、有丰富教学经验、教学效果好的教师担任主编,出版一批自编教材,从而带动学校的教材建设,进一步提高教育教学质量。

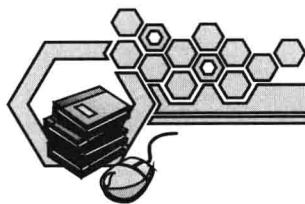
该教材具有如下特点:一是教材定位创新。定位目标“新颖、实用、全面、精确”。主要以学习知识为基础,创新人才培养新模式为前提,培养能力为目的,提高综合素质为保证。二是教材内容创新。教材内容注重紧密结合社会需求实际,重点突出技能、技巧和方法的练习,突出内容的创新性及实践指导性。三是教材体系创新。打破传统教材的老模式,建立理论与实践相结合的新体系:“一条主线”(基本素质和应用能力培养)、“两个重点”(理论体系和实践体系)、“三大结构”(知识、能力和素质)。

该教材符合学校教学改革的总体精神,反映和体现了学校在教学改革中取得的最新成果,具有较强的教学实用性,按照培养应用型人才的要求合理取材,简明易懂,深入浅出,有启发性,学生能够比较轻松地掌握较深的专业理论知识。在夯实学生理论基础的同时,注重培养学生的创新思维,有意识地培养学生分析问题和解决问题的能力。

敬请广大读者提出宝贵意见!

烟台南山学院

二〇一一年五月



前言

本书为工信部“十二五”国家级规划教材，充分体现了高职高专教育的特点，集电工技术和应用于一体，注重基础性，保证基础理论以够用为度，强调方法应用；培养学生分析、解决问题的能力；同时突出应用性，注重培养学生分析问题和解决问题及将所学电工技术综合运用能力。

根据教育部给高等职业教育提出的高职教育注重实际技术和能力培养的特点，本书包括 6 个模块：安全用电常识、电工仪表使用、电工基本操作、低压元器件识别、电气识图与绘图、电气控制柜的安装与调试。教学内容遵循由易到难、由简单到复杂、理论结合实践的原则，按照理论教学内容和实践教学内容上 1 : 1 的安排方式，将总课题拆分为若干个子项目进行模块化的教学，同时内容中一些典型器件的测试，尽量选用项目中所用，并适当给出工业生产和日常生活中的实用技术，为学生学习后续专业课程打下基础，也为从事有关工作和继续深造做好准备。

本教程参考学时为 40 学时，其中实践环节为 24 学时，各模块实训参考学时详见下面附表。

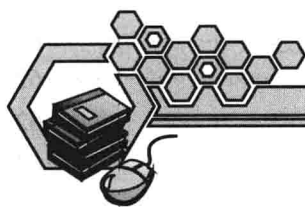
章节	教程内容	学时分配	
		讲授	实训
模块一	安全用电常识	3	1
模块二	电工仪表使用	2	5
模块三	电工基本操作	2	4
模块四	低压器件识别	2	2
模块五	电气识图与绘图	3	2
模块六	电气控制柜的安装与调试	4	10
课时总计		16	24

参加本书编写的有高树贤、战金玉、刘竞男、荆蕾、王荣申。模块一由刘竞男编写与校对；模块二由高树贤编写与校对；模块三荆蕾由编写与校对；模块四由王荣申编写与校对；模块五、模块六由战金玉编写与校对。全书由高树贤统稿。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2011 年 7 月



目 录

模块一 安全用电常识.....1

项目 1.1 安全用电基础知识1

实训目的.....1

实训项目.....1

项目 1.2 接地装置8

实训目的.....8

实训内容.....8

知识概述.....8

项目 1.3 电气火灾消防基本操作 · 14

实训目的..... 14

实训内容..... 14

知识概述..... 14

项目 1.4 触电急救基本操作 18

实训目的..... 18

实训内容..... 18

知识概述..... 18

模块二 电工仪表使用..... 21

项目 2.1 用万用表测量电阻、

交直流电压、直流电流·· 21

实训目的..... 21

实训项目..... 21

实训器材..... 21

知识概述..... 22

实训内容..... 26

实训考核..... 28

项目 2.2 用兆欧表测量三相

异步电动机定子绕组

绝缘电阻 28

实训目的..... 28

实训项目..... 28

实训器材..... 29

知识概述.....29

实训内容..... 30

实训考核..... 30

项目 2.3 用钳形电流表测量

三相异步电动机电流.....31

实训目的.....31

实训项目.....31

实训器材.....31

知识概述.....32

实训内容.....33

实训考核.....34

项目 2.4 用直流单臂电桥测量

三相异步电动机

定子绕组电阻34

实训目的.....34

实训项目.....34

实训器材.....34

知识概述.....35

实训内容.....36

实训考核.....37

项目 2.5 用直流双臂电桥测量

三相异步电动机

定子绕组电阻37

实训目的.....37

实训项目.....38

实训器材.....38

知识概述.....38

实训内容.....39

实训考核.....40

项目 2.6 用功率表测量白炽灯、

三相异步电动机功率.....41

实训目的.....41

项目项目.....41



实训器材	41	项目 3.5 导线连接	62
知识概述	41	实训目的	62
实训内容	43	实训项目	62
实训考核	44	实训器材	62
项目 2.7 用电度表测量白炽灯		基础知识	62
电能	44	实训内容	65
实训目的	44	项目 3.6 导线绝缘层恢复	66
实训项目	44	实训目的	66
实训器材	44	实训项目	66
知识概述	45	实训器材	66
实训内容	49	基础知识	66
实训考核	49	实训内容	68
模块三 电工基本操作	50	模块四 低压元器件识别	70
项目 3.1 验电工具使用	50	项目 4.1 概述	70
实训目的	50	项目 4.2 刀开关、转换开关和	
实训项目	50	低压断路器	71
实训器材	50	项目 4.3 低压熔断器	76
基础知识	51	项目 4.4 接触器	78
实训内容	53	项目 4.5 主令电器	80
项目 3.2 螺钉旋具使用	53	项目 4.6 继电器	83
实训目的	53	项目 4.7 转换开关的拆装	90
实训项目	53	实训目的	90
实训器材	53	实训项目	90
基础知识	54	实训器材	90
实训内容	54	基础知识	91
项目 3.3 钢丝钳和尖嘴钳使用	55	项目 4.8 交流接触器的拆装	91
实训目的	55	实训目的	91
实训项目	55	实训项目	91
实训器材	55	实训器材	92
基础知识	56	基础知识	92
实训内容	57	拆装步骤	92
项目 3.4 导线绝缘层剥削	58	项目 4.9 部分常用低压电器的	
实训目的	58	维修	93
实训项目	58	模块五 电气识图与绘图	96
实训器材	58	模块六 电气控制柜的安装与调试	101
基础知识	58		
实训内容	61		

模块一

安全用电常识

项目 1.1 安全用电基础知识

实训目的

了解安全用电的重要性和特点，掌握电工基本安全知识。

实训项目

1. 针对某一起人身触电事故，指出其触电形式。
2. 在某场所发现人身、设备违规现象和用电隐患，指出并纠正其错误。

知识概述

（一）安全用电的重要性

电力是国民经济的重要来源，随着经济的迅速发展，电力系统日益扩大，输配电网络向边远地区及农村纵深发展，应用范围越来越广泛。因此，供用电的安全问题就越来越重要。

安全用电具有以下几个方面的特点。

1. 抽象性

由于电具有看不见、听不见、嗅不着的特点，人们不易直接感觉它和认识它，因此比较抽象，这些都将增加电气安全培训的难度。但是，只要我们主动去适应它，努力去学习它，就一定能掌握安全用电的规律，做好安全用电工作。



2. 广泛性

不论是工业、农业还是其他行业,不论是大企业还是小企业,不论是生产领域还是生活领域,都离不开电,都会遇到各种不同的安全用电问题。

3. 综合性

安全用电不仅与电力工业密切相关,还与建筑、煤炭、冶金、石油、化工、机械等行业密切相关;再者,安全用电既有科学技术的一面,又有组织管理的一面。安全用电是一项系统管理工程,造成电气事故的原因是多方面的,有主观原因也有客观原因。因此,保证安全用电的措施也必然是多方面的。

(二) 人身触电事故

人身触电事故是最常见的触电事故,是电气安全研究的重点之一。分析触电事故,使人们有可能科学地研究防止触电的安全措施,尽量减少不必要的伤亡。

触电事故是由电流的能量造成的。当电流流过人体时对人体内部造成的生理机能的伤害,称为人身触电事故。触电对人体的危害有两种:电击和电伤。

电伤一般是指由于电流的热效应、化学效应和机械效应对人体外部造成的局部伤害,如电弧伤、电灼伤等。电伤会在人体皮肤表面留下明显的伤痕,常见的有灼伤、电烙印、皮肤金属化等现象。

电击是指电流通过人体细胞、骨骼、内脏器官、神经系统等造成的伤害,主要表现为生物学效应。通常会引起麻感、针刺感、压迫感、打击感、疼痛、肌肉痉挛、神经紊乱、血压异常、呼吸停止、心律不齐、窒息、心室颤动等症状,严重危害生命。各项研究表明,电流通过人体引起心室颤动是导致触电死亡的主要原因,触及正常带电体的电击称为直接接触电击,触及故障带电体的电击称为间接接触电击。大部分触电死亡事故是由电击造成的。

此外,人身触电事故经常对人体造成二次伤害。二次伤害是指因为触电引起的高空坠落,以及电气着火、爆炸等对人造成的伤害。这类伤害虽不属于电流对人体的直接伤害,但却由触电引起,亦应列入电气事故的范畴。

(三) 电流对人体的伤害作用

电流对人体的伤害是电气事故中最主要的事故之一。电流对人体伤害的严重程度一般与通过人体电流的大小、频率、持续时间、通过人体路径、人体电阻和人体状况有关。

1. 电流大小对人体的影响

通过人体电流越大,人体生理反应越明显,感觉越强烈,致命的危险性就越大。对工频交流电,按照通过人体的电流大小和人体呈现的不同状态,可将其划分为3种。

(1) 感知电流

引起人体感觉但无有害生理反应的最小电流值。实验表明,成年男性平均感知电流约1.1mA,成年女性约0.7mA。虽然感知电流一般不会对人体造成伤害,但是随着电流的增大,人体反应变得强烈,可能造成坠落事故。



(2) 摆脱电流

触电后能自行摆脱的最大电流。成年男性的平均摆脱电流约 16mA,成年女性约 10mA。

(3) 致命电流

在较短时间内引起触电者心室颤动而危及生命的最小电流值。当通过人体的电流达到 50mA 以上时则有生命危险。

而一般情况下, 30mA 以下的电流通常在短时间内不会造成生命危险, 我们将其称为安全电流。不同电流对人体的影响如表 1-1 所示。

表 1-1 不同电流对人体的影响

电流/mA	通电时间	工频电流	直流电流
		人体反应	人体反应
0~0.5	连续通电	无感觉	无感觉
0.5~5	连续通电	有麻刺感	无感觉
5~10	数分钟以内	痉挛、剧痛, 但可摆脱电源	有针刺感、压迫感及灼热感
10~30	数分钟以内	迅速麻痹、呼吸困难、血压升高, 不能摆脱电流	压痛、刺痛、灼热感强烈, 并伴有抽筋
30~50	数秒钟到数分钟	心跳不规则、昏迷、强烈痉挛、心脏开始颤动	感觉强烈、剧痛, 并伴有抽筋
50~数百	低于心脏搏动周期	感觉强烈、冲击, 但未发生心室颤动	剧痛、强烈痉挛、呼吸困难或麻痹
	低于心脏搏动周期	昏迷、心室颤动、呼吸、麻痹、心脏麻痹	

2. 电源频率对人体的影响

电源频率不同对人体损伤也不同, 直流电对人体的伤害较轻; 30~300Hz 的交流电危害最大; 超过 1000Hz, 其危害性会显著减小。频率在 20kHz 以上的交流电对人体已无危害, 所以在医疗临床上利用高频电流做理疗, 但电压过高的高频电流仍会使人触电致死。冲击电流是作用时间极短的电流, 雷电和静电都能产生冲击电流, 能引起强烈的肌肉收缩, 给人以冲击的感觉。冲击电流对人体的伤害程度与冲击放电能量有关, 由于作用时间极短暂, 数十毫安才能被人体感知。

3. 通电持续时间对人体的影响

电流通过人体时间越长, 对人体伤害程度越高。因为人体发热出汗和电流对人体组织的电解作用, 人体电阻会逐渐降低, 导致通过人体电流增大, 触电的危险性随之增加。

4. 电流路径对人体的影响

电流通过头部会使人昏迷而死亡; 通过脊椎会导致截瘫或严重损伤; 通过中枢神经或有关部位, 会引起中枢神经系统失调而导致残废; 通过心脏会造成心跳停止而死亡; 通过呼吸系统会造成窒息。实践表明, 从左手到脚是最危险的电流路径, 因为这时心脏、肺部、脊髓等重要器官都处于电流通路内, 很容易引起心室颤动和中枢神经失调而死亡; 从右手到脚、从手到手相对危险小些; 危险性最小的电流途径是从一只脚到另外一只脚。



5. 人体电阻的影响

人体电阻是影响触电后果的重要物理因素。当接触电压一定时，人体电阻越小，流过人体的电流越大，触电者也就越危险。人体是一个不确定的电阻。皮肤干燥时电阻可呈现 $100\text{k}\Omega$ 以上，而一旦潮湿，电阻可降到 $1\text{k}\Omega$ 以下。皮肤薄厚、是否多汗、有无损伤、有无带电灰尘、触电时与带电体的接触情况（如皮肤与带电体的接触面积、压力大小等）均会影响到人体电阻的大小。人体还是一个非线性电阻，随着电压升高，电阻值减小。

6. 人体状况的影响

触电者的性别、年龄、健康状况、精神状态都会对触电后果产生影响。妇女、儿童、老人以及体重较轻的人耐受电流刺激的能力相对弱一些，触电的后果比青壮年男子严重。经常从事体育锻炼的人，触电后果相对轻一些。

（四）常见的触电形式

1. 单相触电

由于电线绝缘破损、导线金属部分外露、导线或电气设备受潮等原因使其绝缘部分的性能降低，导致站在地上的人体直接或间接地与火线接触，这时电流就通过人体流入而造成单相触电事故，如图 1-1 所示。

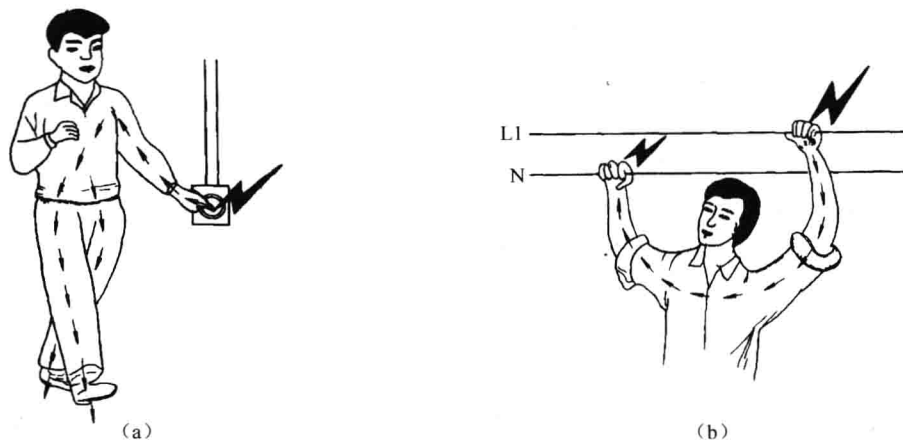


图 1-1 单相触电

单相触电的危险程度与电网运行的方式有关，在一般情况下，在中性点直接接地的电网中发生单相触电时，设人体与大地接触良好，由于人体电阻比中性点工作接地电阻大得多，加于人体的电压几乎等于电网相电压，足以危及触电者生命。如果人体站在干燥绝缘的地板上，因人体与大地间有很大的绝缘电阻，通过人体的电流很小，就不会有触电危险。在中性点不接地电网中发生单相触电时，如果是在低压电网中，由于对地电容很小，通过人体的电流主要取决于线路绝缘电阻，正常情况下，设备的绝缘电阻很大，通过人体的电流很小，一般不致造成对人体的伤害。而在高压电网中性点不接地电网中，线路对地电容较大，通过人体的电容电流将危及触电者的安全，如图 1-2 所示。

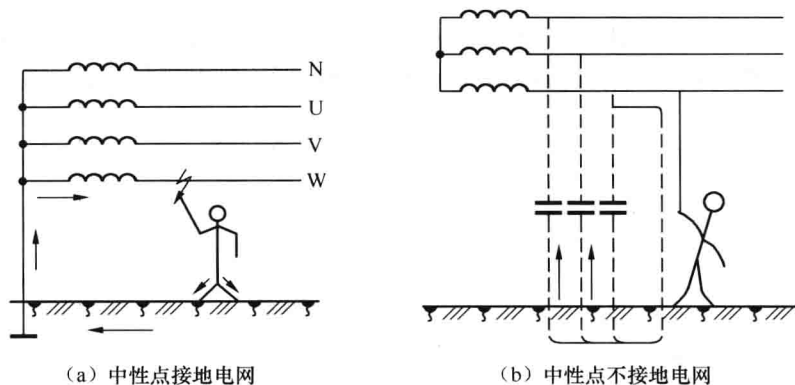


图 1-2 中性点接地和不接地两种电网的比较

2. 两相触电

两相触电是指人体同时触及两相电源或两相带电体，电流由一相经人体流入另一相时加在人体上的电压为线电压 380V，人体电阻按 1700Ω 考虑，则流过人体内部的电流将达 224mA，足以致人死命。所以不论电网的中性点接地与否其危险性都很大。两相触电比单相触电对人体的伤害要严重得多。两相触电如图 1-3 所示。



图 1-3 两相触电

3. 跨步电压触电

对于外壳接地的电气设备，当绝缘损坏而使外壳带电，或导线断落发生单相接地故障时，电流由设备外壳经接地线、接地体（或由断落导线经接地点）流入大地，向四周扩散。如果此时人站立在设备附近地面上，两脚之间也会承受一定的电压，称为跨步电压。跨步电压的大小与接地电流、土壤电阻率、设备接地电阻及人体位置有关。当接地电流较大时，跨步电压会超过允许值，发生人身触电事故。特别是在发生高压接地故障或雷击时，会产生很高的跨步电压，如图 1-4 所示。跨步电压触电也是危险性较大的一种触电方式。跨步电压的大小取决于人体站立点与接地点的距离，距离越小，其跨步电压越大，当距离超过 20m 可认为跨步电压为零。

4. 接触电压触电

当电气设备因绝缘损坏而发生接地故障时，如果人体的两个部位（通常是手和脚）同



时触及漏电设备的外壳和地面时,人体所承受的电位差称为接触电压。显然它的大小与设备(或人体站立点)离接地点的远近有关,离得越近则接触电压越小,离得越远接触电压则越大。

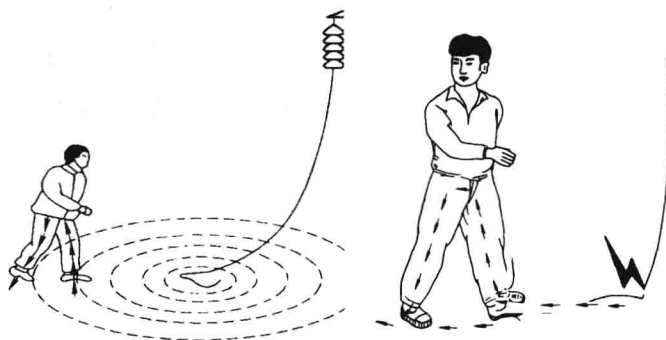


图 1-4 跨步电压触电

5. 高压电场对人体的伤害

在超高压输电线路和配电装置周围存在着强大的电场,在电场内的物体会因为静电感应作用而带有电压,当人触及这些带有感应电压的物体时,就会有感应电流通过人体流入大地而使人受到伤害。

6. 高频电磁场的危害

频率超过 0.1MHz 的电磁场称为高频电磁场,人体吸收高频电磁场辐射的能量后,器官组织及其功能将受到损伤。主要表现为神经系统失调或出现明显的心血管症状。电磁场对人体的伤害是逐渐积累的,脱离接触后,症状会逐渐消失,但在高强度电磁场作用下长期工作,一些症状会变成顽疾,甚至遗传后代。

7. 静电对人体伤害

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。静电的特点是电压高,有时高达数万伏,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引燃或引爆周围物质,引起火灾或爆炸事故。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。

8. 雷电的危害

雷电是一种自然灾害。其特点是电压高、电流大,但作用时间短。雷击除了能毁坏建筑设施及引起人畜伤亡外,还可能会引起火灾和爆炸。

(五) 全用电的措施

电能是国民经济及居民生活必不可少的重要能源,正确、合理地利用它不仅能为生产、生活造福,而且能减少排放、保护环境。但是如果不注意科学用电、安全用电也会给生产及生活带来不便,甚至会酿成事故或灾难。所以,我们必须掌握基本的电气知识和安全用



电常识,以达到“安全用电,保障平安”的目的。

① 在维修或安装电气设备、电路时,必须严格遵守各项安全操作规程和规定。

② 在操作前应对所用工具的绝缘手柄、绝缘手套和绝缘靴等安全用具的绝缘性能进行测试,有问题的不可使用,应马上调换。

③ 行停电操作时,应严格遵守相关规定,按照停电操作顺序切断电源,再用验电器确认无电,切实做好防止突然送电的各项安全措施,如锁上刀开关,并悬挂“有人工作,不许合闸”的警告牌等,绝不允许约定时间送电。

④ 操作时,如果邻近带电体或接地物体,应保证有可靠的安全距离或使用绝缘物隔开,防止相间短路和接地短路。

⑤ 操作人员进行登高作业前,必须仔细检查登高工具(例如:安全带、脚扣、梯子)是否牢固可靠。未经登高训练的人员,不允许进行登高作业,登高作业时应使用安全带。

(六) 电气设备运行安全知识

① 所有电气设备的金属外壳,都必须有可靠的保护接地或接零。

② 安装自动断电装置,如漏电保护、过流保护、过压或欠压保护、短路保护等功能。当带电路设备发生故障或触电事故时,自动断电装置能在规定时间内自动切断电源,起到保护人身和设备安全的作用。

③ 应避免电气设备受潮,设备放置位置应有防止雨、雪和水侵袭的措施。电气设备在运行时往往会发热,所以要有良好的通风条件,有的还要有防火措施。

④ 有裸露带电的设备,特别是高压设备,要有防止小动物窜入造成短路事故的措施。

⑤ 对于出现异常现象(如过热、冒烟、异味、异声等)的电气设备、装置和电路,应立即切断其电源,及时进行检修,只有在故障排除后,才可继续运行。

⑥ 对于有可能被雷击的电气设备,要安装防雷装置。

⑦ 对于开关设备的操作,必须严格遵照操作规程进行。合上电源时,应先合隔离开关(一般不具有灭弧装置),再合负荷开关(具有灭弧装置);分断电源时,应先断开负荷开关,再断开隔离开关。

(七) 生活用电常识

① 不掌握电气知识和技术的人员,不可安装和拆卸电气设备及电路。

② 禁止用一线(相线)一地(接地)安装用电器具。

③ 开关控制的必须是相(火)线。

④ 绝不允许私自乱接电线。

⑤ 在一个插座上不可接过多或功率过大的电器。

⑥ 不准用铁丝或铜丝代替正规熔体。

⑦ 不可用金属丝绑扎电源线。

⑧ 不允许在电线上晾晒衣物。

⑨ 不可用湿手接触带电的电器,如开关、灯座等,更不可用湿布揩擦电器。



⑩ 电视天线不可触及电线。

⑪ 电动机和电气设备上不可放置衣物，不可在电动机上坐立，雨具不可挂在电动机或开关等电器的上方。

⑫ 任何电气设备或电路的接线桩头均不可外露。

⑬ 堆放和搬运各种物资，安装其他设备要与带电设备和电源线相距一定的安全距离。

⑭ 在搬运电钻、电焊机和电炉等可移动电器之前，应首先切断电源，不允许拖拉电源线来搬移电器。

⑮ 发现任何电气设备或电路的绝缘有破损时，应及时对其进行绝缘恢复。

⑯ 在潮湿环境中使用可移动电器，必须采用额定电压为 36V 的低压电器，若采用额定电压为 220V 的电器，其电源必须采用隔离变压器；在金属容器如锅炉、管道内使用移动电器一定要用额定电压为 12V 的低压电器，并要加接临时开关，还要有专人在容器外监护；低压移动电器应安装特殊型号的插头，以防插入电压较高的插座上。

⑰ 雷雨时，不要接触或走近高电压电杆、铁塔和避雷针的接地导线的周围，不要站在高大的树木下，以防雷电入地时发生跨步电压触电；雷雨天禁止在室外变电所或室内的架空引入线上进行作业。

⑱ 切勿走近断落在地面上的高压电线，万一高压电线断落在身边或已进入跨步电压区域时，要立即用单脚或双脚并拢跳到 10m 以外的地方。为了防止跨步电压触电，千万不可奔跑。

项目 1.2 接地装置

实训目的

了解接地装置的相关概念和接地种类。

实训内容

1. 分析接地短路故障现象。
2. 说明保护接地和保护接零的原理，重复接地的作用。

知识概述

（一）基本概念

接地，是利用大地为正常运行、发生故障及遭受雷击等情况下的电气设备等提供对地电流构成回路的需要，从而保证电气设备和人身的安全。因此，所有电气设备或装置的某一点（接地点）与大地之间有着可靠且符合技术要求的电气连接。



1. 接地装置、接地体、接地线

接地装置由接地体和接地线组成,如图 1-5 所示。接地体是埋入地中并和大地直接接触的导体组,它又分为自然接地体和人工接地体。自然接地体是利用与大地有可靠连接的金属管道和建筑物的金属结构作为接地体。人工接地体是利用钢材制成不同形状后,打入地下而形成的接地体。电气设备接地部分与接地体相连的金属导体称为接地线。

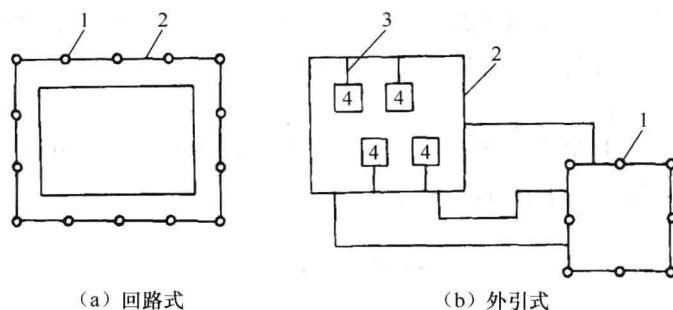


图 1-5 接地装置示意图

1—接地体 2—接地干线 3—接地支线 4—电气设备

2. 接地短路与接地短路电流

运行中的电气设备或线路因绝缘损坏或老化使其带电部分通过电气设备的金属外壳或架构与大地直接短路时,称为接地短路。发生接地短路时,由接地故障点经接地装置而流入大地的电流,称为接地短路电流(接地电流) I_d ,如图 1-6 所示。

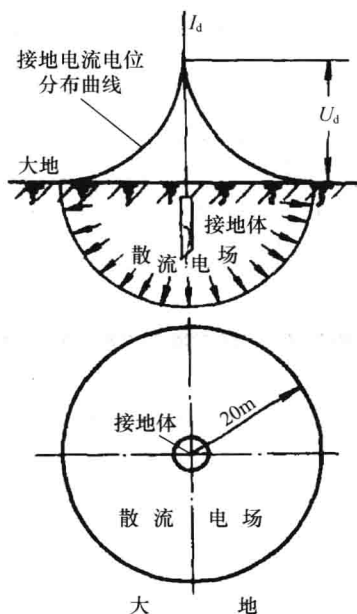


图 1-6 地中电流和对地电压



3. 接地装置的散流现象

当运行中的电气设备发生接地短路故障时, 接地电流 I_d 通过接地体以半球面形状向大地流散, 形成流散电场。由于球面积与半径的平方成正比, 所以半球形的面积随着远离接地体而迅速增大。因此与半球面积对应的土壤电阻随着远离接地体而迅速减小。

距离接地体 20m 处半球面积已相当大, 土壤电阻已小到可以忽略不计。就是说, 距离接地体 20m 以外, 电流不再产生电压降, 或者说该处的电位已降为零。通常将电位等于零的地方, 称为电气上的“地”。

运行中的电气设备发生接地短路故障时, 电气设备的金属外壳、接地体、接地线与零电位之间的电位差, 称为电气设备接地时的对地电压。

4. 中性点与中性线

在星形联结的三相电路中, 其中三个绕组连在一起的点称为三相电路的中性点。由中性点引出的线称为中性线, 如图 1-7 所示。

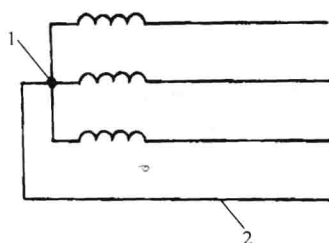


图 1-7 中性点与中性线

1—中性点 2—中性线

5. 零点与零线

当三相电路中性点接地时, 该中性点成为零点。此时, 由零点引出的线称为零线, 如图 1-8 所示。

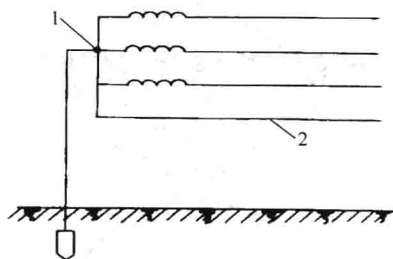


图 1-8 零点与零线

1—零点 2—零线

(二) 电气设备接地的种类

1. 工作接地

为了保证电气设备的正常工作, 将电路中的某一点通过接地装置与大地可靠地连接起