



高职高专“十一五”规划教材

电工

技能实训

穆念强 主编

中国石油大学出版社

高职高专“十一五”规划教材

电工技能实训

主 编 穆念强

副主编 张 澎 高 红 刘丽丽 曹春华

中国石油大学出版社

书 名: 电工技能实训

作者：穆念强

策划编辑：宋秀勇（电话 0546—8392139）

责任编辑：刘 清（电话 0546—8393394）

封面设计：人和视觉

出版者：中国石油大学出版社（山东 东营 邮编 257061）

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: yibian@hdpu.edu.cn

印 刷 者：沂南县汇丰印刷有限公司

发 行 者：中国石油大学出版社（电话 0546—8392139）

开 本: 185×260 印张: 20 字数: 510 千字

版次: 2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

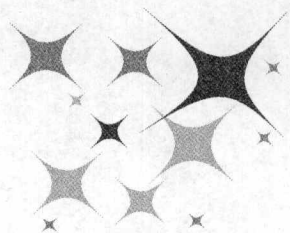
定 价：29.00 元

» 内容简介 «

本书依据《国家职业标准》中级维修电工的知识和技能要求,结合高等职业院校电类、机电类专业培养目标而编写。内容上以维修电工基本操作工艺为主线,以规范化技能训练为出发点,辅以必需的基础知识和具体的操作指导,并适当体现新技术应用和高级维修电工的知识和技能要求。本书共分9个单元,主要包括安全用电常识、电工和相关工种基本操作、电工常用仪表及测量技术、电气照明线路的安装与维修、低压配电箱的安装与使用、单相及三相异步电动机和小型变压器的拆装与检修、常用低压电器的使用与检修、继电-接触器控制线路的安装和检修、常用机床电气线路的安装与检修及电子技术基本操作等。

本书适合高职高专电类、机电类专业的学生使用,也可作为维修电工职业技能培训教材以及其他从事电工、机电设备管理人员的参考书。

» 前 言 «



本书主要依据《国家职业标准》中级维修电工的知识和技能要求,结合高等职业院校电类、机电类专业培养要求而编写,同时适当照顾到初、高级维修电工职业技能培训的需要。内容上以维修电工基本操作工艺为主线,以规范化技能训练为出发点,辅以必需的基础知识和具体的操作指导,内容全面详实,并适当体现了新技术应用。因此本书不但适用于高职高专电类、机电类专业学生的电工技能训练,也可用于初、中、高级维修电工职业技能训练指导。在使用本书时,可以根据实训设备、不同专业的培养要求、教学学时和当地维修电工职业技能鉴定的要求,对本书中的实训项目和内容进行适当地调整和取舍。本书分9个单元,共42个课题,主要包括安全用电常识、电工和相关工种基本操作、电工常用仪表及测量技术、电气照明线路的安装与维修、低压配电箱的安装与使用、单相及三相异步电动机和小型变压器的拆装与检修、常用低压电器的使用与检修、继电器-接触器控制线路的安装和检修、常用机床电气线路的安装与检修及电子技术基本操作等。

参加本书编写的有穆念强(第七单元)、张澎(第一、二、四、六单元)、高红(第三、八单元)、刘丽丽(第五单元、第九单元部分)、曹春华(第九单元部分)。全书由穆念强统稿。

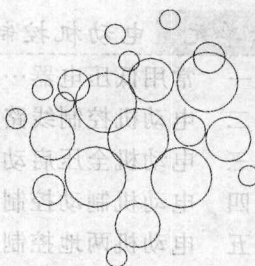
在本书的编写过程中,得到了山东铝业职业学院领导和电气工程系教师的大力支持和帮助,参阅了大量文献资料和其他教材,不能一一列出,在此一并向给予支持帮助和提供资料的老师表示衷心的感谢。

由于时间紧迫以及编者水平有限,书中的错误和不足之处在所难免,欢迎读者提出批评和建议。

编 者

2007年2月

» 目 录 «



第一单元 安全用电常识

课题一 安全用电	1
课题二 电源的使用	7
课题三 触电与急救	17

第二单元 电工基本操作

课题一 电工常用工具的基本操作	25
课题二 常用电工材料的使用	30
课题三 导线的连接与绝缘恢复	36
课题四 相关工种的基本操作	42

第三单元 电工常用仪表及测量技术

课题一 万用表的使用	54
课题二 兆欧表的使用	59
课题三 钳形电流表的使用	61
课题四 直流电桥的使用	62
课题五 转速表的使用	65
课题六 电流表和电压表的选择和使用	68

第四单元 基本电气线路的安装与检修

课题一 室内电气线路的敷设技术	71
课题二 电气照明线路的安装与维修	80
课题三 室内配电板(箱)的安装	91

第五单元 电动机和变压器的检修

电动机基础知识	100
课题一 三相异步电动机的拆装	106
课题二 三相异步电动机的检修	110
课题三 定子绕组拆换操作	118
课题四 单相异步电动机的拆装与维护	136
课题五 小型变压器的线圈绕制与检修	146

第六单元 电动机控制线路的安装与检修	154
课题一 常用低压电器	154
课题二 电动机控制线路的安装、设计与故障检查	171
课题三 电动机全压启动控制线路的安装	180
课题四 电动机制动控制线路的安装	185
课题五 电动机两地控制、顺序控制和位置控制线路安装	188
课题六 电动机降压启动控制线路的安装	192
课题七 电动机调速控制线路的安装	197
第七单元 典型机床电气线路的安装与检修	204
机床电气线路安装与维修的一般知识与技能	204
课题一 CA6140 型车床电气线路图绘制与检修	209
课题二 Z35 型摇臂钻床电气线路的安装	214
课题三 T68 型镗床电气线路的检修	220
课题四 X62W 型万能铣床电气线路的检修	224
课题五 M7120 型平面磨床电气线路的安装与检修	231
课题六 20/5 t 桥式起重机电气设备的维护和检修	237
课题七 数控机床电气检修初步	241
第八单元 电子技术基本操作	247
课题一 常用元器件的识别及简单测试	247
课题二 电子电路焊接训练	267
课题三 印制电路板的设计与制作	273
课题四 典型电子线路制作与安装	277
课题五 常用电子仪器的原理与使用方法	290
第九单元 PLC 和变频器应用	304
课题一 PLC 应用技术	304
课题二 变频器应用技术	308

第一单元 安全用电常识



单元概述

本单元针对电工应知应会的技能要求,重点介绍了关于安全用电、电源使用和触电急救的相关知识,并在了解和掌握基本知识的基础上进行相应的技能训练。使学生在训练中养成安全用电的好习惯,并且掌握足够的电工必备基本常识和技能,有助于以后的实训和安全操作。本单元为实训教学中重要的教学环节。

课题一 安全用电

【基本知识 with 技能】

一、安全用电基本知识

(一) 电工基本安全知识

作为一名合格的、专业的电气工作人员,必须要接受安全教育,在掌握电工基本的安全知识和工作范围的安全操作规程后,才能参加电工的操作。

1. 电工应具备的条件

(1) 必须身体健康、精神正常。凡患有高血压、心脏病、气管喘息、神经系统疾病、色盲、听力障碍及四肢功能严重障碍者,不能从事电工工作。

(2) 必须通过正式的技能鉴定考试,合格并持有电工操作证书。

(3) 必须学会和掌握触电急救法和人工呼吸法。

2. 维修电工基本安全操作技术

(1) 在进行电气设备安装和维修操作时,必须严格遵守各种安全操作规程和规定,不得玩忽职守。

(2) 操作时要严格遵守停电操作的规定,切实做好防止突然送电时的各项安全措施,如挂上“有人工作,不许合闸!”的警示牌,锁上闸刀或取下总电源保险器等。不准约定时间送电。

(3) 在邻近带电部分操作时,要保证有可靠的安全距离。

(4) 操作前应仔细检查操作工具的绝缘性能,绝缘鞋、绝缘手套等安全用具的绝缘性能是否良好,有问题的应立即更换,并应定期进行检查。

(5) 登高工具必须安全可靠,未经登高训练的,不准进行登高作业。

(6) 如发现有人触电,要立即采取正确的抢救措施。

(7) 对于已经出现故障的电气设备、装置及线路,不应继续使用,以免事故扩大,必须及时进行检修。

(8) 必须严格按照设备操作规程进行操作,接通电源时必须先合隔离开关,再合负荷开关;切断电源时,应先断开负荷开关,再断开隔离开关。

(9) 当需要切断故障区域电源时,要尽量缩小停电范围。有分路开关的,要尽量切断故障区域的分路开关,尽量避免越级切断电源。

(10) 电气设备一般都不能受潮,要有防止雨雪、水气侵袭的措施。电气设备在运行时会发热,因此必须保持良好的通风条件,有的还要有防火措施。有裸露带电的设备,特别是高压电气设备要有防止小动物进入造成短路事故的措施。

(11) 所有电气设备的金属外壳,都应有可靠的保护接地措施。凡有可能被雷击的电气设备,都要安装防雷设施。

3. 安全用电常识

维修电工不仅本人要具备安全用电知识,还有宣传安全用电知识的义务和阻止违反安全用电行为发生的职责。安全用电知识主要内容有:

- (1) 严禁用一线(相线)一地(指大地)安装用电器具。
- (2) 在一个电源插座上不允许引接过多或功率过大的用电器具和设备。
- (3) 未掌握有关电气设备和电气线路知识及技术的人员,不可安装和拆卸电气设备及线路。
- (4) 严禁用金属丝(如铅丝)去绑扎电源线。
- (5) 不可用潮湿的手去接触开关、插座及具有金属外壳的电气设备,不可用湿布去揩抹上述设备。
- (6) 堆放物资、安装其他设施或搬移各种物体时,必须与带电设备或带电导体相隔一定的安全距离。

(7) 严禁在电动机和各种电气设备上放置衣物,不可在电动机上坐立,不可将雨具等挂在电动机或电气设备的上方。

(8) 在搬移电焊机、鼓风机、电风扇、洗衣机、电视机、电炉和电钻等可移动电器时,要先切断电源,不可通过拖拉电源线来搬移电器。

(二) 安全电压与安全用具

1. 安全电压

电流通过人体时,会造成触电。当人接触的电压低于某一值时,即使人不带任何防护设备长时间接触,对人体各部分组织均不造成伤害,此电压值称为安全电压。世界各国对于安全电压的规定不尽相同。有 50 V、40 V、36 V、25 V、24 V 等,其中以 50 V、25 V 居多。国际电工委员会(IEC)规定安全电压限定值为 50 V、25 V 以下可不考虑防止电击的安全措施。

我国规定 12 V、24 V、36 V 三个电压等级为安全电压级别,不同场所选用安全电压等级不同。在湿度大、狭窄、行动不便、周围有大面积接地导体的场所(如金属容器内、矿井内、隧道内等),使用的手提照明应采用 12 V 安全电压。凡手提照明器具,在危险环境、特别危险环境的局部照明灯,高度不足 2.5 m 的一般照明灯,携带式电动工具等,若无特殊的安全防护装置或安全措施,均应采用 24 V 或 36 V 安全电压。

安全电压的规定是从总体上考虑的,对于某些特殊情况、某些人也不一定绝对安全。所以,即使在规定的安全电压下工作,也不可粗心大意。

2. 安全用具

电工安全用具是用来直接保护电工人员人身安全的基本用具,常用的有绝缘手套、绝缘靴、绝缘棒等。

(1) 绝缘手套。绝缘手套由绝缘性能良好的特种橡胶制成,有高压、低压两种,用于操作高压隔离开关和油断路器等设备,以及在带电运行的高压和低压电气设备上工作时,预防接触电压。使用绝缘手套前要进行外观检查,不能有穿孔、损坏;戴低压手套时不能进行高压操作等。

(2) 绝缘靴。绝缘靴也是由绝缘性能良好的特种橡胶制成的,用于带电操作高压电气设备或低压电气设备时,防止跨步电压对人体的伤害。使用绝缘靴前要进行外观检查,不能有穿孔、损坏,要保持在绝缘良好的状态。

(3) 绝缘棒。绝缘棒又称绝缘杆、操作杆或拉闸杆,一般用电木、胶木、塑料、环氧玻璃布棒等材料制成,其结构如图 1.1 所示,图中 1 为工作部分,2 为绝缘部分,3 为握手部分,4 为保护环。绝缘棒主要用于操作高压隔离开关、跌落式熔断器,安装和拆除临时接地线以及测量和试验等工作。常用的规格有:500 V、10 V、35 kV 等。使用绝缘棒要注意:棒表面要干燥、清洁;操作时要戴绝缘手套,穿绝缘靴,站在绝缘垫上;绝缘棒的规格要符合规定,不能任意取用。

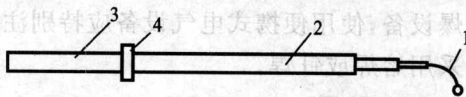


图 1.1 绝缘棒

二、电气防火、防爆、防雷常识

(一) 电气消防知识

电气火灾是危害性极大的灾难性事故,特点是来势凶猛,蔓延迅速,极可能造成人身伤亡,设备、线路和建筑物的重大毁坏,还可能造成大规模长时间停电,给国家财产造成重大损失。

1. 电气火灾产生的原因

引起电气火灾原因是多方面的。几乎所有的电气故障都可能导致电气着火。如设备材料选择不当,过载、短路或漏电,照明及电热设备故障,熔断器的烧断、接触不良以及雷击、静电等,都可能引起高温、高热或者产生电弧、放电火花,从而引发火灾事故。

2. 电气火灾的预防和紧急处理

(1) 预防办法。为了防止电气火灾的发生,首先应按场所的危险等级正确地选择、安装、使用和维护电气设备及电气线路,按规定正确采用各种保护措施。在线路设计上,应充分考虑负载容量及合理的过载能力。在用电上,应禁止过度超载及乱接乱搭电源线。用电设备有故障,应停用并及时检修。对于需在监护下使用的电气设备,应“人去停用”。对于易引起火灾的场所,应注意加强防火,配置防火器材。

(2) 电气火灾的紧急处理。当电气设备发生火警时,首先应切断电源,防止事故扩大和火势蔓延及灭火时发生触电事故。同时,拨打火警电话报警。

发生电火警时,不能用水或普通灭火器(如泡沫灭火器)灭火。因为水和普通灭火器中的溶液都是导体,如电源未被切断,救火者有可能触电。所以应使用干粉、二氧化碳或 1211 等灭火器灭火,也可用干燥的黄沙灭火。常用灭火器材的主要性能及使用方法如表 1.1 所示。

表 1.1 常用灭火器材的主要性能及使用方法

种类	二氧化碳灭火器	干粉灭火器	1211 灭火器
规格	2 kg, 2~3 kg, 5~7 kg	8 kg, 50 kg	1 kg, 2 kg, 3 kg
药剂	瓶内装有液态二氧化碳	筒内装有钾或钠盐干粉,并备有盛装压缩空气的小钢瓶	筒内装有二氟-氯-溴甲烷,并充填压缩氮

(二) 防爆

1. 由电引起的爆炸

由电引起的爆炸也是危害极大的灾难性事故。爆炸的原因很多,主要发生在含有易燃、易爆气体和粉尘的场所。当空气中汽油的含量比达到 1%~6%,乙炔含量比达到 1.5%~82%,液化石油气达到 3.5%~16.3%,家用管道煤气达到 5%~30%,氢气达到 4%~80%,氨气达

到15%~28%时,如遇电火花或高温、高热,就会引起爆炸。碾米厂的粉尘、各种纺织纤维粉尘,达到一定程度也会引起爆炸。

2. 防爆措施

为了防止电气引爆的发生,在有易燃、易爆气体和粉尘的场所,应合理选用防爆电气设备,正确敷设电气线路,保持场所良好通风;应保证电气设备的正常运行,防止短路、过载;应安装自动断电保护装置,对危险性大的设备应安装在危险区域外;防爆场所一定要选用防爆电机等防爆设备,使用便携式电气设备应特别注意安全;电源采用三相五线制与单相三线制,线路接头采用熔焊或钎焊。

(三) 防雷

雷电是一种自然现象,它产生的强电流、高电压、高温、高热具有很大的破坏力和多方面的破坏作用,给电力系统、给人类造成严重灾害。如对建筑物或电力设施的破坏,对人畜的伤害,以及大规模的停电、火灾或爆炸等。因此,有必要对雷电进行研究,了解其形成的机理和活动规律,采取有效的防护措施。

1. 雷电的形成和活动规律

雷鸣与闪电是大气层中强烈的放电现象。雷云在形成过程中,由于摩擦、冻结等原因,积累了大量的正电荷或负电荷,产生很高的电位。带有异性电荷的雷云接近到一定程度,就会击穿空气而发生强烈的放电。强大的放电电流伴随高温、高热,发出耀眼的闪光和震耳的轰鸣。

雷电在我国的活动比较频繁,总的规律是:南方比北方多,山区比平原多,陆地比海洋多,热而潮湿的地方比冷而干燥的地方多,夏季比其他季节多。在同一地区,凡是电场分布不均匀、导电性能较好、容易感应出电荷、云层容易接近的部位或区域,更容易引雷而导致雷击。

一般来说,下列物体或地点容易受到雷击,在雷雨时应特别注意:空旷地区的孤立物体、高于20 cm的建筑物,如水塔、宝塔、尖形屋顶、烟囱、旗杆、天线、输电线路杆等,在山顶行走的人畜,也易遭受雷击;金属结构的屋面,砖木结构的建筑物或构筑物,特别潮湿的建筑物、露天放置的金属物;排放导电尘埃的厂房、排废气的管道和地下水出口、烟囱冒出的热气(含有大量导电质点、游离态分子);金属矿床、河岸、山谷风口处、山坡与稻田接壤的地段、土壤电阻率小或电阻率变化大的地区。

2. 雷电的种类及危害

根据雷电的形成机理及侵入形式,雷电可分为:

(1) 直击雷。当雷云较低时,会在地面较高的凸出物上产生静电感应,感应电荷与雷云所带电荷相反而发生放电,这种直接的雷击称为直击雷。它产生的电压可高达几百万伏。

(2) 感应雷。感应雷有静电感应雷和电磁感应雷两种。由于雷云接近地面时,在地面凸出物顶部感应出大量异性电荷。当雷云与其他雷云或物体放电后,地面凸出物顶部的感应电荷失去束缚,以雷电波的形式沿地面极快地向外传播,在一定时间和部位发生强烈放电,形成静电感应雷。电磁感应雷是在发生雷电时,巨大的雷电流在周围空间产生强大的变化率很高的电磁场,可在附近金属物上发生电磁感应,产生很高的冲击电压,使其在金属回路的断口处发生放电而引起强烈的火光和核爆炸。感应雷产生的感应过电压,其值可达数十万伏。

(3) 球形雷。球形雷是雷击时形成的一种发红或白光的火球,通常以2 m/s左右的速度从门、窗户或烟囱等通道侵入室内,在触及人畜或其他物体时发生爆炸、燃烧而造成伤害。

(4) 雷电侵入波。雷电侵入波是雷击时在电力线路或金属管道上产生的高压冲击波,顺线路或管道侵入室内,或者破坏设备绝缘窜入低压系统,危及人畜和设备安全。

雷击时,地面附近的雷云,电场强度高达 $5\sim 300\text{ kV/m}$,感应电压高达数十万至数百万伏,电流高达数万至数十万安,而放电时间仅为 $50\sim 100\text{ }\mu\text{s}$,放电使温度高达 $20\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$,在极短的时间内释放出巨大的能量,其破坏作用是非常严重的。主要在四个方面:一是电磁性破坏,雷击时的高电压破坏电气设备和导线的绝缘,使其烧毁,或在金属物体的间隙形成火花放电,引起爆炸,或形成雷电侵入波侵入室内,危及设备和人身安全。二是机械性质的破坏,当雷电击中树木、电杆等物体时,被击物缝隙中的气体受高热急剧膨胀,造成被击物体的破坏和爆炸。此外,雷击时产生的冲击气浪也对附近的物体造成破坏。三是热性质的破坏,雷击时在极短的时间内释放出强大的热能,使金属熔化,树木烧焦,房屋及物资烧毁。四是跨步电压破坏,雷击电流通过接地装置或地面向周围土壤扩散时,由于存在土壤电阻,在周围形成电压降,人畜在该区域站立或行走,会受到跨步电压的伤害。

3. 防雷常识

雷电的危害是非常严重的,必须采用有效的防护措施。防雷的基本思想是疏导,即设法构成通路将雷电引入大地,从而避免雷击的破坏。

(1) 常用防雷装置。常用的防雷装置有避雷针、避雷线、避雷网、避雷带和避雷器等。其中针、线、网、带作为接闪器,与引下线和接地装置一起构成完整的通用防雷装置;避雷器则与接地装置一起构成特定用途的防雷装置。图 1.2 是一种阀形避雷器。

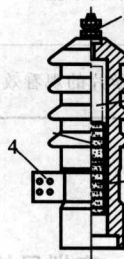


图 1.2 阀形避雷器

(2) 防雷一般常识。雷电时,应避免接触或接近高处的金属物体或与之相连的金属物体;不要在河边、洼地停留,不要在露天游泳;在室内最好远离电线和无线电天线 1.5 m 以外;在野外遇雷雨时,不要站在高大的树木下,应寻找屋顶下有空间的房屋或金属车厢中躲避,将头上、身上、手中的金属物放弃,如无合适场所躲避,也可双脚并拢,单个蹲下;禁止在室外变电所或市内的架空引入线上进行检修和试验。

【技能训练】

实训 1 观看安全用电教学片,以实际生产讲解安全用电知识

一、实训目的

1. 通过统一的组织学习,使学生进一步认识到安全用电的重要性。
2. 可以利用现有的教学资料,使学生更多地了解安全用电在实际生产中的运用。
3. 利用典型的电气安全事故的案例,警示、教育学生,使之了解违反安全用电所带来的严重后果。

二、实训器材

影碟机、教学光盘。

三、实训内容

1. 安全用电知识讲座教学片的观看。
2. 安全用电操作技术演示教学片的观看。
3. 违反安全用电事故典型案例的教学片的观看与思考。

四、实训步骤

1. 在实训场地内,利用现有的教学片对学生进行以课时为单位的播放。

2. 教学片在播放过程中教师可随时根据内容穿插讲解和提问。

3. 教学片的内容包括安全用电、安全操作、典型事故案例分析等。

五、实训要求

1. 教学片的观看一定要在经过教师的讲解和基本知识的学习之后进行,使学生能够理解其中内容。

2. 教学片的观看应达到一定的课时量和教育质量。

3. 观看过程中应组织学生积极思考。

4. 观看后,组织学生进行安全知识问答,并记录考核成绩。

六、成绩评定

成绩评定方法如表 1.2 所示。

表 1.2

项目内容	配分	考核标准
安全知识的掌握	60 分	1. 学习认真、态度端正(20 分) 2. 理解、掌握所学的安全知识(20 分) 3. 能将安全知识与实践相结合(20 分)
安全教学片的观看效果	40 分	1. 认真观看教学片,认真思考问题(20 分) 2. 深刻理解、高度重视安全问题(20 分)

实训 2 电气防火用具的识别和使用

一、实训目的

1. 能够识别常用的防火用具。

2. 初步掌握电气防火的方法和步骤。

3. 掌握电气防火的注意事项。

二、实训器材

各种类型的常用灭火器材。

三、实训内容

1. 常用灭火器材的识别和使用。

2. 根据模拟现场的情况,进行电气消防演习。

四、实训步骤

1. 根据实际情况,准备相应的灭火器械,如各种灭火器等,分别识别其外形,并说出其作用。让学生在现有的灭火器材中选出适合电气灭火的灭火器材。

2. 通过示范和演示学习灭火器械的使用方法,有条件的可以利用真正的火源,让学生独立练习灭火的方法。练习时一定要注意现场周围的防火安全,应与周围的设备和物品有足够的间距。

五、实训要求

1. 能够根据外观识别出常用灭火器的类别。

2. 在灭火过程中,能正确地选择适合电气灭火的物品和器械。

3. 消防训练中,整个操作应思路清晰,避免出现操作失误和慌乱现象。

4. 操作过程中无不安全因素和事故隐患。

六、成绩评定

成绩评定方法如表 1.3 所示。

表 1.3

项目内容	配分	考核标准
防火设备的识别	50 分	1. 能够识别常用灭火器,能说出主要性能(30 分) 2. 能正确选择适合电气灭火的设备(20 分)
防火设备的使用与消防演习	50 分	1. 灭火器的使用方法正确(20 分) 2. 知道灭火操作的步骤(20 分) 3. 练习过程中无不安全因素和隐患(10 分)

实训 3 实地参观防爆、防雷设施

一、实训目的

1. 了解防爆、防雷设施的安装环境和位置。
2. 认识防雷、防爆设施的形状特征。
3. 掌握必要的防雷、防爆常识和设施的使用。

二、实训内容

1. 根据实际条件选择防雷、防爆设施,并进行参观。
2. 在周围的生产设备中的防雷、防爆场所,参观正常使用的防雷、防爆设施。

三、实训步骤

1. 利用课前准备的防雷、防爆设施,讲解其使用方法和结构以及在生产中的作用。
2. 让学生进行必要的拆装,进一步了解防雷、防爆设施。
3. 寻找具有防雷、防爆设施的典型场所,对防雷、防爆设施的具体使用环境、使用方法、使用注意事项进行现场讲解。

四、实训要求

1. 应能够识别和区分各类防雷、防爆设施。
2. 参观过程中应仔细观察和记录。
3. 注意安全,不可乱拆、乱动现场的设备、设施。

五、成绩评定

成绩评定方法如表 1.4 所示。

表 1.4

项目内容	配分	考核标准
设施识别	50 分	1. 正确识别防雷、防爆设施(30 分) 2. 掌握设施的基本结构和原理(20 分)
设施使用	50 分	1. 知道防雷、防爆的注意事项(20 分) 2. 掌握各种防雷、防爆设施使用的环境和位置(20 分) 3. 了解防雷、防爆设施的日常维护工作(10 分)

课题二 电源的使用

【基本知识与技能】

一、交流电的知识

(一) 电能的生产

电能是由煤炭、石油、水力、核能、太阳能和风能等一次能源通过各种转换装置而获得的。

次能源。目前世界各国电能的生产主要采用以下三种方式:

1. 火力发电

利用煤炭、石油燃烧后产生的热量来加热水,使之成为高温、高压蒸汽,再用蒸汽推动汽轮机旋转并带动三相交流同步发电机发电。火力发电的优点是建厂速度快,投资成本相对较低。缺点是消耗大量的燃料,发电成本较高,对环境的污染较为严重。目前我国及世界上绝大多数国家仍以火力发电为主。

2. 水力发电

利用水流的势能来发电,即用水流的落差及流量去推动水轮机旋转并带动三相交流同步发电机发电。水力发电的优点是发电成本低,不存在环境污染问题,并可以实现水力的综合利用。缺点是一次性投资大,建站时间长,而且受自然条件的影响较大。我国水力资源丰富,开发潜力很大,特别是长江三峡水利工程的建设(共装 26 台水轮机组,每台 700 MW,共计 18 200 MW),将使我国水力发电量得到大幅度的提高。

3. 核能发电

利用原子核裂变时释放出来的巨大能量来加热水,使之成为高温、高压蒸汽,再用蒸汽推动汽轮机并带动三相交流同步发电机发电。核能发电的优点是消耗的燃料少,发电成本较低。缺点是建站难度大,投资高,周期长。全世界目前核能发电量约占总发电量的 20%,其中法国最高,约占本国总发电量的 80%。我国目前只占 1% 左右。

此外,还可利用太阳能、风力、地热等能源发电。它们都是清洁能源,不污染环境,有很好的开发前景。我国的大西北及广东等沿海地区风力资源丰富,近年来国家正加大投入并积极利用外资进行开发,已取得了很好的经济效益和社会效益。

(二) 电能的输送和分配

为了安全和节省发电成本,同时也为了减少对城市的污染,目前发电站一般都建在远离城市的能源产地或水陆运输比较方便的地方。因此发电站发出的电能必须要用输电线进行远距离输送,以供给电能消耗场所使用。为了增大供电的可靠性,提高供电质量和均衡供、用电的需求,目前世界各国都将本国或一个大地区的各发电站并入一个强大的电网,构成一个集中管理、统一调度的大电力系统(电力网)。

我们知道,当输送的电功率 P 一定时,输电线路的电压越高,则通过输电线路的电流就越小,这不仅可以减小输电线路导线的横截面积,节省线材,而且可以降低输电线路上的能量损耗。因此,目前世界各国毫无例外地采用高压输电,而且不断地由高压(110~220 kV)向超高压(330~750 kV)和特高压(750 kV 以上)发展。目前我国高压输电的电压等级有 110 kV、220 kV、330 kV 及 500 kV 等多种。由于发电机本身结构及绝缘材料的限制,不可能直接产生这样高的电压,因此在输电时,首先必须通过升压变压器将电压升高。

高压电能输送到用电区后,为了保证用电安全并合乎用电设备的电压等级要求,还必须通过各级降压变电站,将电压降至合适的数值。例如,工厂输电线路,高压为 35 kV 或 10 kV,低压为 380 V 和 220 V。

当高压电送到工厂以后,由工厂的变、配电站进行变电和配电。变电是指变换电压的等级;配电是指电力的分配。完成变电任务的称变电站或变电所,如果只具备配电功能而无变电设备的称为配电站或配电所。大、中型工厂都有自己的变、配电站。用电量在 1 000 kW 以下的工厂、企业等用电部门,一般只需一个低压配电室即可。在配电过程中,通常把动力用电和照明用电分别配电,即把各动力配电线路和照明配电线路分开,这样可缩小局部故障带来的影

响。

供电部门在向用户供电时,将根据用户负荷的重要性、用电的需求量及供电条件等诸多因素,确定供电的方式,以保证供电质量。电力负荷通常分为三类:一类负荷是指停电时可能引起人身伤亡、设备损坏、产生严重事故或混乱的场所,如大医院、地下车道、机场、铁路运输、政府重要机关部门等。它们一般采用两个独立的电源系统供电。二类负荷是指停电时将产生大量的废品、减产或造成公共场所秩序严重混乱的部门,如炼钢厂、化工厂、大城市热闹场所等,它们一般有两路电源线进行供电。三类负荷是指不属于上述一、二类电力负荷的用户,其供电方式为单路。

二、交流电源的使用

(一) 交流电源及其与负载的连接

1. 三相四线制交流电源与三相负载 Y_N 连接(带中线的 Y 连接)

线路连接如图 1.3 所示,一般用于三相负载不对称的线路。该电路中三相电源的相位互差 120° ,分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 ,在供电系统中常用黄、绿、红三种颜色来区分。三相相线相互之间的电压互差 380 V,称为线电压。每相相线与中线(零线)之间的电压为 220 V,称为相电压。线电压和相电压都是实际中常用的电源电压。



图 1.3 三相四线制交流电源与三相负载 Y_N 连接

中线 N 上的电流由基尔霍夫第一定律可得 $I_N = I_U + I_V + I_W$ 。三相四线制电路中,中线 N 的作用在于使 Y 连接的不对称负载的相电压保持对称。若中线断开后,各相电压的高低以各相阻抗的大小而定。阻抗大的电压高,阻抗小的电压低。因此三相四线制供电线路中,不允许在中线上装设熔断器,力求各相负载电压平衡。三相四线制中,一相发生故障并不影响其他两相的工作。照明电路就是不对称负载的实例。

2. 三相三线制交流电源与三相负载 Y 连接(不带中线的 Y 连接)

在三相四线制电路中,若三相负载都相等,则 $I_N = I_U + I_V + I_W = 0$ 。可以把中线去掉而成为三线制 Y 连接,称为对称负载的 Y 连接。常用的三相设备在设计上力求三相对称,可以用三相三线制供电。以照明电路为实例。如图 1.4 所示,如果一相负载短路,则其他两相的灯泡承受 380 V 的电压,使两只灯泡都烧毁。若其中一相断开,其他两相为两只灯泡的串联后共同承受 380 V 的电压,从而导致这两只灯泡也不能正常工作。由此可知,三相三线制中,一相发生故障将影响其他两相的工作。

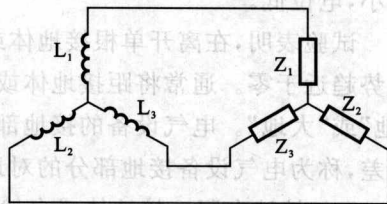


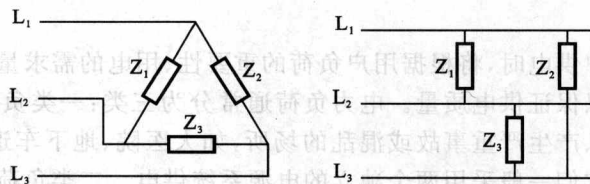
图 1.4 三相三线制交流电源与三相负载 Y 连接

3. 三相三线制交流电源与三相负载 Δ 连接

三相负载 Δ 连接方式如图 1.5 所示,线路中相电压等于线电压为 380 V,而且不论负载对称与否,负载的相电压总是对称的。若某一相断开,并不影响其他两相的工作。

4. 三相电路的功率

三相电路的总功率(有功功率)为三相的功率之和。

图 1.5 三相负载 Δ 连接方式

$$P = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

式中, φ_A 、 φ_B 、 φ_C 分别为所在相的相电压和相电流的相位差。在对称电路中, 则有 $P = 3U_P I_P \cos \varphi$ 。

三相电路的无功功率为三相的无功功率之和, 有 $Q = 3U_P I_P \sin \varphi$ 。

通过计算表明, 在电源电压不变时, 同一负载由 Y 改为 Δ 连接时, 功率增加为原来的 3 倍。这就告诉我们若要负载正常工作, 负载的连接方式必须正确。

(二) 接地与接零

1. 一般概念

接地和接零是工业与民用安全供电的有效措施。

(1) 接地体、接地线和接地装置。埋入地中并直接与大地接触的金属导体, 称为接地体。接地体是专门作为接地用而埋于地中的金属导体(如角钢、钢管等), 故又称人工接地体。自然接地体是兼作接地用的直接与大地接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土建构筑物的基础、金属管道和设备。

电气设备接地部分与接地体相连接的金属导体(正常情况下不通过电流)称为接地线。接地体和接地线统称为接地装置。用接地线把电力设备的某部分与接地体连接, 称为接地。

(2) 地和对地电压。在运行中电气设备发生接地故障时, 接地电流将通过接地体, 以半球面形状向地中流散, 如图 1.6 (a) 所示, 这一电流叫做接地短路电流(简称接地电流), 用 I_E 表示。在距接地体越近的地方, 由于半球面较小, 故散流电阻大, 接地电流通过此处的电位也较高。反之, 在远离接地体的地方, 半球面大, 电阻小, 电位低。

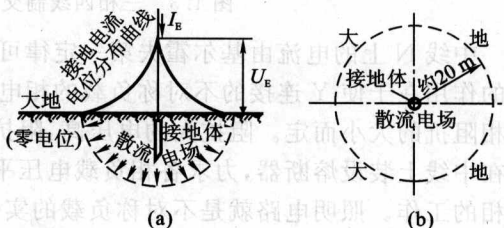


图 1.6 接地电流和对地电压的分布

试验表明, 在离开单根接地体或接地短路点 20 m 左右的地方, 散流电阻已近于零, 也即电势趋近于零。通常将距接地体或接地短路点 20 m 以外, 电势等于零的地方, 称为电气上的“地”或“大地”。电气设备的接地部分, 如接地体、接地的外壳等, 与零电势的“大地”之间的电位差, 称为电气设备接地部分的对地电压, 或称接地装置的电势, 并用 U_E 表示。

(3) 接地电阻。接地体或自然接地体的对地电阻和接地线的电阻总和, 称为接地装置的接地电阻。

(4) 接触电压和跨步电压。图 1.6 (b) 所示, 当电气设备发生接地故障, 接地电流流过接地体向大地流散时, 大地表面形成分布电势。在地面上离设备水平距离 0.8 m 处与沿设备外壳离地面垂直距离 1.8 m 处两点之间的电势差, 称为接触电势。人体接触该两点时所承受的电压, 叫做接触电压。在故障设备周围的地面上, 水平距离为 0.8 m 的两点之间的电势差, 称为跨步电势。人在地面行走, 两脚接触该两点(人的跨步一般按 0.8 m 计算)所承受的电压, 叫做跨步电压。