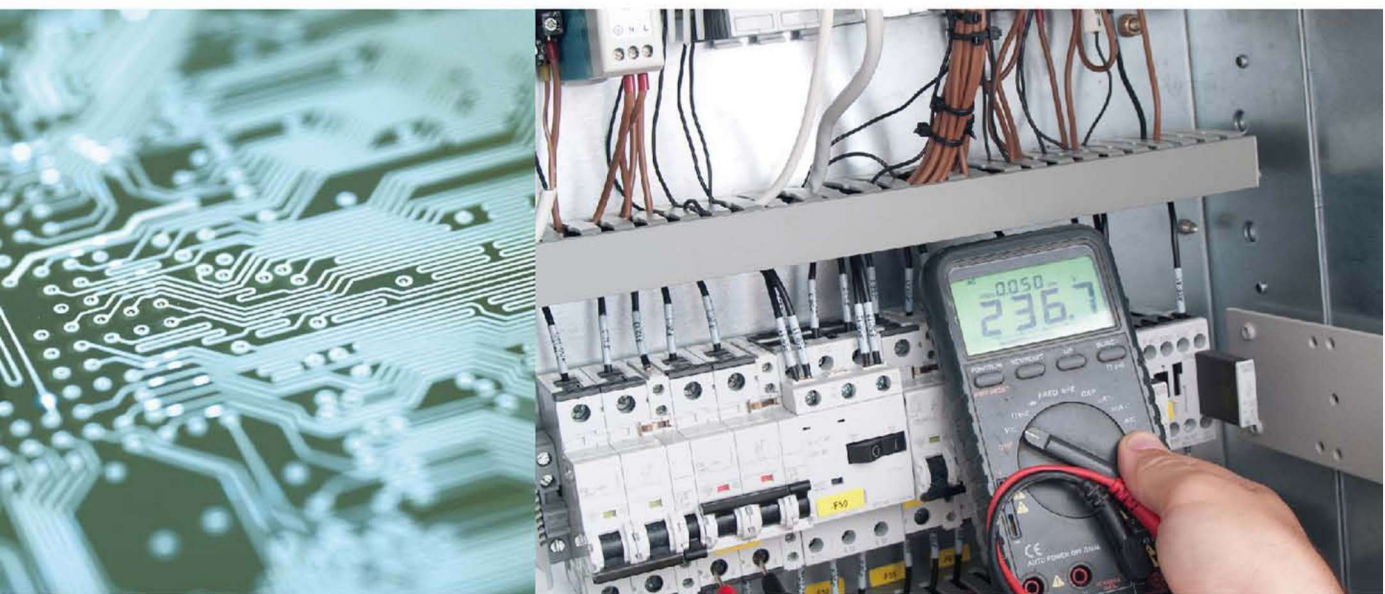


中等职业教育核心课程教材

电工技能与训练

主 编 梁朝益

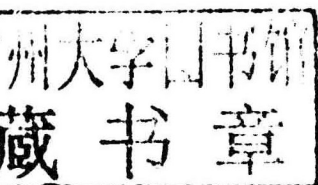
副主编 岑启忠



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

电工技能与训练

主 编 梁朝益
副主编 岑启忠
参编者 罗正勇 蓝艳桃 黄利娟
覃彬林 刘桂容 黄志群
黄尚吉 汤东萍



上海交通大学出版社

内容提要

本书内容包括安全用电、电工基本操作、电路基础知识、磁场与电磁感应、单相交流电路、三相交流电路、低压电气设备运行、安装住宅用户线路等八个单元。作为面向中职学生的教材,本书重点强调学生自主学习和创新能力、实践能力的培养,在编写过程中力求体现内容上“知识够用,技能实用”、结构上“理实一体化”的思想,突出“做中学、做中教、教学做合一”的职业教育特色。

本书适合相关专业的中职学生及教师阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电工技能与训练/梁朝益主编. —上海:上海交通大学出版社,2014
ISBN 978-7-313-11639-0

I. 电... II. 梁... III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 129887 号

电工技能与训练

主 编:梁朝益

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 制:广州市白云区昊盛彩印厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:411 千字

版 次:2014 年 6 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-11639-0/TM

定 价:38.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:16.75

印 次:2014 年 6 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:020-36535528

前 言

本书是根据教育部《关于实施国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划》的主要精神以及 2009 年教育部颁布的《中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范和中级技术工人等级标准编写的中等职业教育改革创新示范教材。主要内容包括以下八个模块：安全用电、电工基本操作、电路基础知识、磁场与电磁感应、单相交流电路、三相交流电路、低压电气设备运行、安装住宅用户线路等。本书重点强调学生自主学习和创新能力、实践能力的培养，在编写过程中力求体现内容上“知识够用，技能实用”、结构上“理实一体化”的思想，突出“做中学、做中教、教学做合一”的职业教育特色。同时打破理论课、实验课、实习课的界限，将课程的理论教学、生产、技术服务融于一体。教学环节相对集中，教学场所直接安排在实验室或实习间。学生通过该课程的理论学习和技能实训，具备从事本专业必备的电工通用技术基本知识、基本方法和基本操作技能，为学习后续课程、提高综合素质、形成综合职业能力打下基础。本书具有以下特点：

(1) 根据中等职业学校电类专业毕业生将从事的职业岗位(群)的要求，以及企业对该专业毕业生的要求，包括必须了解哪些知识，掌握什么技术，具备哪些能力等，按照“必须、够用、易学、易用、兼顾发展”的原则进行内容的选择与编排，简化理论分析和公式推导，着重对学生认知能力的培养，突出实用性和应用性。

(2) 编写体例新颖，充分体现“项目教学、任务引领、分层教学、理实一体”的课程设计思想。版面形式活泼，配有丰富生动的实物图片，拉近书本知识与实际生产、生活的距离，以激发学生的学习兴趣，引导其积极主动思考。

(3) 努力培养学生自主学习的习惯，引导学生学会应用所学知识解决一些实际问题，使学生具有一定的解决实际问题的感性认识和经验，做到触类旁通、融会贯通，提高适应职业变化的能力。

(4) 每个技能训练后面都附有一个考核表，将学生的平时考核与期末成绩结合，充分体现职业教育的特点，提高学生的学习积极性，同时培养团结合作、相互交流、相互学习、乐于探讨的学习风气。

本课程是中等职业学校电工电子类专业的一门专业基础课程，可作为学生学习其他专业课程的电学基础，也可作为职工岗位培训教材。总学时建议学时数为 120 学时。书中内容按知识难易程度和学生知识能力层次分为 A1、A2、A3。将内容最多、全面、较难的定为 A1 层次；将内容较多、难度适中的定为 A2 层次；将基本的理论知识与基本的操作技能定为 A3 层次。

本书由河池市职业教育中心学校梁朝益担任主编，岑启忠担任副主编，唐启焕担任主审。

本书的模块一由黄尚吉编写,模块二由岑启忠、汤东萍编写,模块三由黄志群编写,模块四由刘桂容编写,模块五由覃彬林编写,模块六由黄利娟编写,模块七由蓝艳桃编写,模块八由罗正勇编写。欧志柏对书稿进行了审读并提出修改意见。本书在编写过程中,得到了深圳国泰安专家陈淑兰、校企合作企业有关专家的指导和帮助,在此致以诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中存在的错误,恳请读者批评指正。

编 者

二〇一四年三月

目 录

模块一 安全用电	1
任务一 供电与用电常识	1
任务二 安全用电常识	6
任务三 触电急救	16
任务四 电气火灾施救	22
模块二 电工基本操作	28
任务一 电工常用工具	28
任务二 万用表的使用	36
任务三 钳表的使用	45
任务四 兆欧表的使用	49
任务五 导线的选择	54
任务六 单芯导线的连接	61
任务七 多芯导线的连接	68
模块三 电路基础知识	79
任务一 认识电路及其物理量	79
任务二 欧姆定律	88
任务三 串联电路	92
任务四 并联电路	97
任务五 基尔霍夫定律	101
模块四 磁场与电磁感应	108
任务一 磁场、电流的磁效应	108
任务二 电磁感应现象	115
任务三 自感与互感现象	120
模块五 单相交流电	126
任务一 单相正弦交流电路基础	126
任务二 简单交流电路分析	134
任务三 开关、插座、灯座的安装	146
任务四 照明配电线路的安装	151

任务五	日光灯电路安装·····	156
任务六	双控开关的安装·····	162
模块六	三相交流电路·····	167
任务一	三相交流电基本知识·····	167
任务二	三相负载的连接方式及测量·····	174
模块七	低压电气设备运行·····	184
任务一	常用低压电器介绍·····	184
任务二	电气控制系统识读·····	203
任务三	三相异步电动机单向启动控制线路·····	207
任务四	正反向启动辅助触点联锁控制线路·····	214
任务五	正反向启动双重联锁控制线路·····	222
模块八	安装住宅用户线路·····	229
任务一	安装进户线·····	229
任务二	安装单相进户装置·····	241
任务三	识读室内照明平面布置图·····	248
任务四	室内照明系统布线·····	257

模块一 安全用电

任务一 供电与用电常识



【任务描述】

随着科学技术的不断发展和创新,用电常识已经与我们的日常生活紧密相连,电工知识已渗透到众多专业与领域,电工技术也已经成为学生必须掌握的一项技能。电力是现代工业的主要动力,在各行各业中都得到了广泛的应用。电力系统是发电厂、输电线、变电所及用电设备的总称。

(本任务适用于 A1、A2、A3 班级)



【知识目标】

- (1) 了解电能的产生、发展及传输。
- (2) 了解常用电源的种类及用电设备的供电要求。



【技能目标】

- (1) 通过现场观察与讲解,初步形成对本课程的感性认识,培养学习兴趣。
- (2) 了解供电与用电常识。



【技能知识】

一、电力系统简介

电力系统由发电、输电和配电系统组成。

1. 发电

发电是将水力、火力、风力、核能和沼气等非电能转换成电能的过程。我国以水力和火力发电为主,近几年也在发展核能发电。发电机组发出的电压一般为 $6\sim 10\text{kV}$ 。图 1-1-1 列出了几种典型发电厂。



图 1-1-1 典型发电厂

2. 输电

输电就是将电能输送到用电地区或直接输送到大型用电户，电流输送流程如图 1-1-2 所示。输电网是由 35kV 及以上的输电线路和与其相连接的变电所组成，它是电力系统的主要网络。输电是联系发电厂和用户的中间环节。输电过程中，一般将发电机组发出的 6~10kV 电压经升压变压器变为 35~500kV 高压，通过输电线可远距离将电能传送到各用户，再利用降压变压器将 35kV 高压变为 6~10kV 高压。

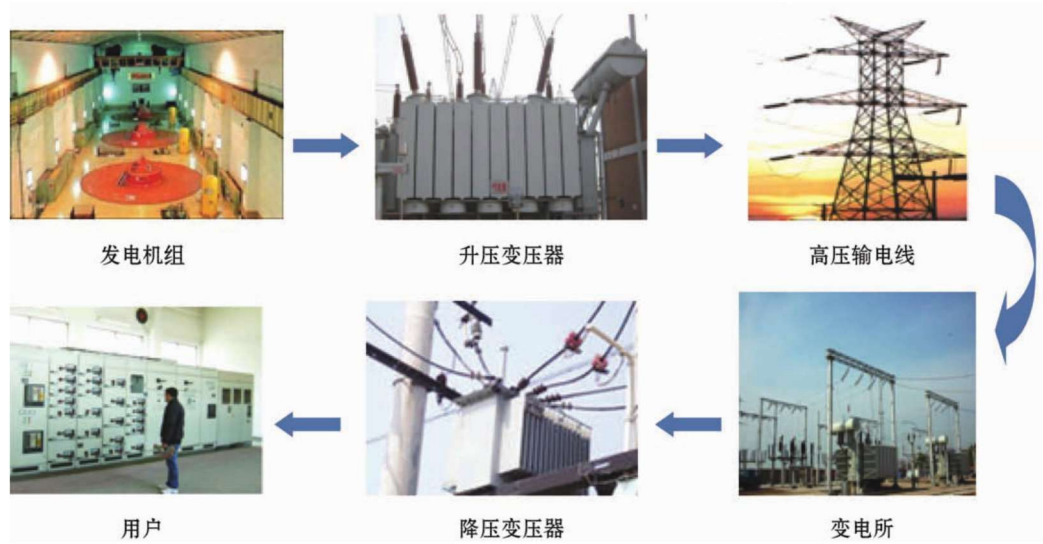


图 1-1-2 电流输送流程图

3. 配电系统

配电是由 10kV 级以下的配电线路和配电(降压)变压器所组成,它的作用是将电能降为 380/220V 低压再分配到各个用户的用电设备上。

电力网的电压等级:

高压:1kV 及以上的电压称为高压。有 1kV、3kV、6kV、10kV、35kV、110kV、220kV、330kV、500kV 等。

低压:1kV 以下的电压称为低压。有 220V、380V。

安全电压:36V 以下的电压称为安全电压。我国规定安全电压等级:12V、24V、36V 等。

我国国家标准规定的电力网额定电压有 35kV、110kV、220kV、330kV、500kV。

市区一般输电电压为 10kV 左右,通常需要设置降压变电所,经配电变压器将电压降为 380/220V,再引出若干条供电线到各用电点的配电箱上,配电箱将电能分配给各用电设备。

输电线路如图 1-1-3 所示。

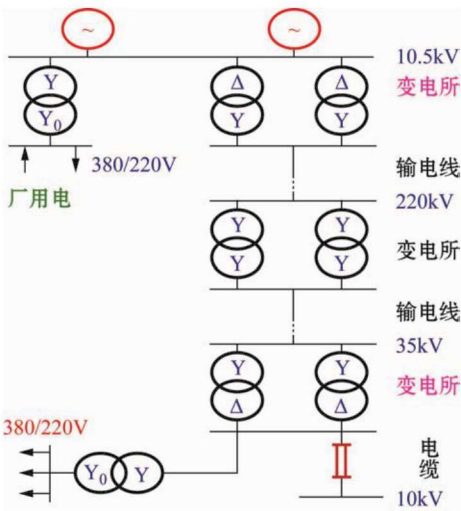


图 1-1-3 工厂变电所

在电力系统中,1000V 以上为高压,1000V 以下为低压,常用用电设备或用户所需的电压一般都是低压,图 1-1-4 是电力系统示意图。

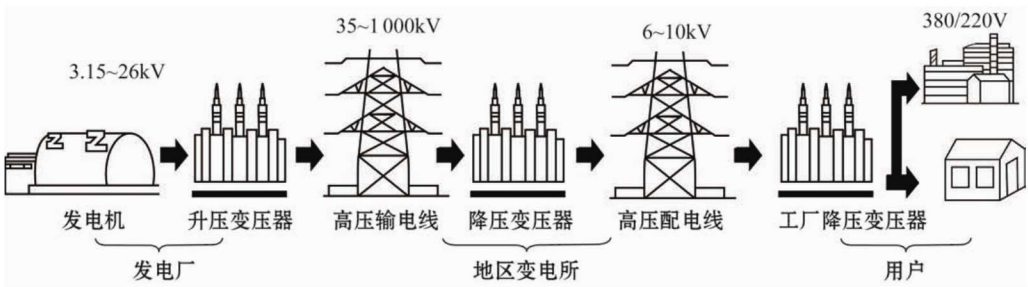


图 1-1-4 电力系统示意图

二、工业企业配电

1. 低压配电线路的结构

低压配电线路是由配电室(配电箱)、低压线路、用电线路组成的。通常一个低压配电线路的容量在几十千伏安到几百千伏安的范围,负责几十个用户的供电。

为了合理地分配电能,有效地管理线路,提高线路的可靠性,一般都采用分级供电的方式。通常一个低压配电线路的容量在几十千伏安到几百千伏安的范围,负责几十个用户的供电。

2. 低压供电系统的两种接线方式

(1) 放射式供电线路,如图 1-1-5 所示。

特点:供电可靠性高,便于操作和维护。但配电导线用量大,投资高。

适用场合:负载点比较分散,而每个点的用电量较大,变电所居于各负载点的中央。

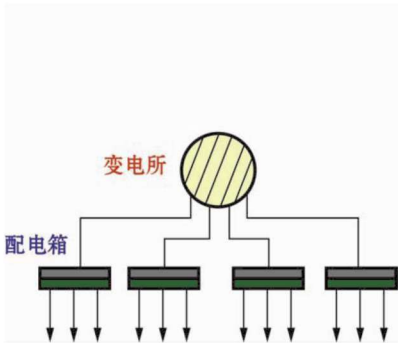


图 1-1-5 放射式供电线路

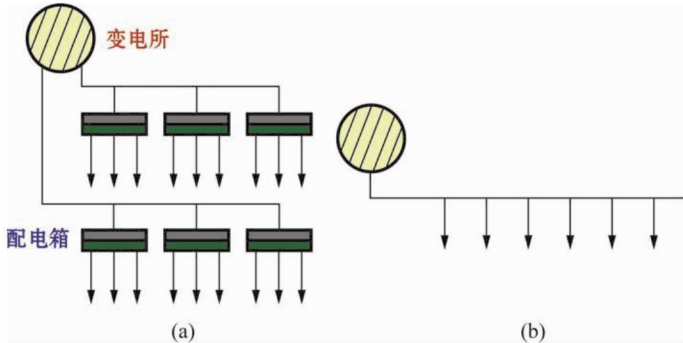


图 1-1-6 树干式配电线路

(2) 树干式供电线路。

特点:供电可靠性差。但配电导线用量小,投资费用低,接线灵活性大。

适用场合:负载比较集中,各负载点位于变电所或配电箱的同一侧时,如图 1-1-6(a)所示。负载比较均匀地分布在一条线上时,如图 1-1-6(b)所示。

3. 低压配电装置

配电装置是用于受电和配电的电气设备,它包括断路器、隔离开关等控制电器,熔断器、继电器等保护电器及母线和各种载流导体,用于功率补偿的电力电容器等,图 1-1-7 是一个低压



图 1-1-7 低压配电室

配电室。



【技能训练】



训练项目:参观变电所配电系统

训练目标:

通过本次训练使学生熟悉电力供电安全操作规程,了解常用电源种类及设备的要求。



【训后思考】

- (1) 电力系统由什么组成? 各部分的作用是什么?
- (2) 变电所有哪些安全操作规程?
- (3) 常用的电源种类及设备有哪些? 焊接时不上锡怎么办?



【技能考核】

将以上训练任务考核及评分结果填入表 1-1-1 中。

表 1-1-1 参观变电所配电系统任务考核表

序号	考核内容	考核要点	配分(分)	得分(分)
1	参观表现	按时守纪,认真听讲	10	
2	供电所安全要求	记清有关规定,掌握有关要求	20	
3	常用供电设备	了解变电所常用设备	30	
4	常用电源种类	熟悉供电电压的种类	30	
5	合作能力	小组成员合作能力	10	
6	合计		100	



【任务小结】

通过供电与用电常识课程的学习,根据自己的实际情况完成下表。

姓名		班级	
时间		指导教师	
我学到了什么			
我需要改进及注意的地方			

任务二 安全用电常识



【任务描述】

“电”如果使用不合理、安装不恰当、维修不及时或违反操作规程,都会造成电气意外,带来不良的后果,严重的还将导致触电死亡和电气火灾。人们一定要绷紧“安全用电”这根弦,让“电老虎”乖乖地听指挥,更好地为人类服务。那么,如何让“电老虎”听话呢?安全用电有哪些基本常识呢?一起来学一学吧。

(本任务适用于 A1、A2、A3 班级)



【知识目标】

- (1) 了解人体触电的类型及常见原因,掌握防止触电的保护措施。
- (2) 掌握影响触电危险程度的因素。
- (3) 掌握安全用电常识。



【技能目标】

- (1) 掌握安全用电常识。
- (2) 掌握防止触电的保护措施。

**【技能知识】**

一、电流对人体的伤害

1. 电流对人体的伤害的形成

人体触及带电体时,电流通过人体,会对人体造成伤害,其伤害的形式有电击和电伤2种。

(1) 电击。当人体直接接触带电体时,电流通过人体内部,对内部组织造成的伤害称为电击。电击伤害主要是伤害人体的心脏、呼吸和神经系统,如使人出现痉挛、窒息、心颤、心跳骤停,乃至死亡。电击伤害是最危险的伤害,多数触电死亡事故是由电击造成的。

(2) 电伤。电伤是指电流对人体外部造成的局部伤害,包括灼伤(电流热效应产生的电伤)、电烙印(电流化学效应和机械效应产生的电伤)和皮肤金属化(在电流的作用下产生的高温电弧使电弧周围的金属熔化、蒸发并飞溅到皮肤表层所造成的伤害)。

2. 电流对人体的伤害程度的主要影响因素

电流对人体的伤害程度主要是由通过人体的电流大小决定的,还与电流通过人体的路径、通电时间等因素有关。

(1) 电流大小。通过人体的电流越大,人体的生理反应就越明显,感觉也就越强烈,危险性就越大。

(2) 电流通过人体的路径。电流流过头部,会使人昏迷;电流流过心脏,会引起心脏颤动;电流流过中枢神经系统,会引起呼吸停止、四肢瘫痪等。电流流过这些要害部位,对人体都有严重的危害。

(3) 通电时间。通电时间越长,一方面可使能量积累越多,另一方面还可使人体电阻下降,导致通过人体的电流增大,其危险性也就越大。

(4) 电流频率。电流频率不同,对人体的伤害程度也不同。一般来说,民用电对人体的伤害最严重。

(5) 电压高低。触电电压越高通过人体的电流就越大,对人体的危害也就越大。36V及以下的电压称为安全电压,在一般情况下对人体无伤害。

(6) 人体状况。电流对人体的危害程度与人体状况有关,即与性别、年龄、健康状况等因素有很大的关系。通常,女性较男性对电流的刺激更为敏感,感知电流和摆脱电流的能力要低于男性。儿童触电比成人要严重。此外,人体健康状态也是影响触电时受到伤害程度的因素。

(7) 人体电阻。人体对电流有一定的阻碍作用,这种阻碍作用表现为人体电阻,而人体电阻主要来自于皮肤表层。起皱和干燥的皮肤电阻很大,皮肤潮湿或接触点的皮肤遭到破坏时,电阻就会突然减小,同时人体电阻将随着接触电压的升高而迅速下降。

二、人体触电的类型与原因

1. 人体触电的类型

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,称为触电。触电常分为低压触电和高压触电。

(1) 低压触电。对于低压触电,常见的触电类型有单相触电和两相触电。

① 单相触电。人体的某一部位碰到相线或绝缘性能不好的电气设备外壳时,电流由相线经人体流入大地的触电现象,称为单相触电,也称单线触电。这是最常见的触电方式,如人站在地上手接触绝缘破损的家用电器造成的触电,如图 1-2-1(a)所示。

② 两相触电。人体的不同部位分别接触到同一电源的两根不同相位的相线,电流由一根相线经人体流到另一根相线的触电现象,称为两相触电,也称双线触电。这是最危险的触电方式,如电工在工作时双手分别接触两根电线造成的触电,如图 1-2-1(b)所示。所以电工在一般情况下不允许带电作业。

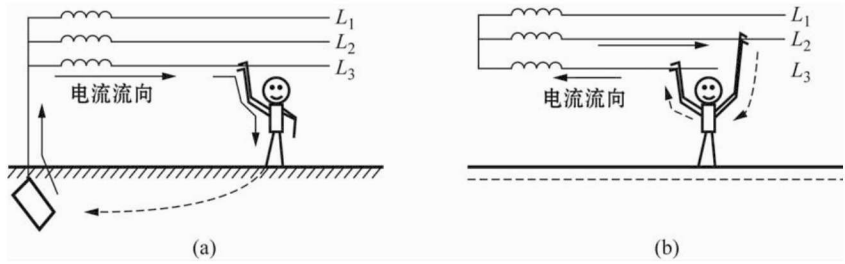


图 1-2-1 低压触电常见类型

(a) 单相触电 (b) 两相触电

(2) 高压触电。高压触电比低压触电危险得多,常见的高压触电类型有高压电弧触电和跨步电压触电。

① 高压电弧触电。人靠近高压线(高压带电体),因空气弧光放电造成的触电,称为高压电弧触电,如图 1-2-2(a)所示。

② 跨步电压触电。人走近高压线掉落处,前后两脚间电压超过了 36V 造成的触电,称为跨步电压触电,如图 1-2-2(b)所示。

雷电是自然界的放电现象,遭受雷击属于高压电弧触电。发生雷电时,在云层和大地之间雷电的路径上,有强大的电流通过,雷电的路径往往经过地面上凸起的部分,放电时经过人体

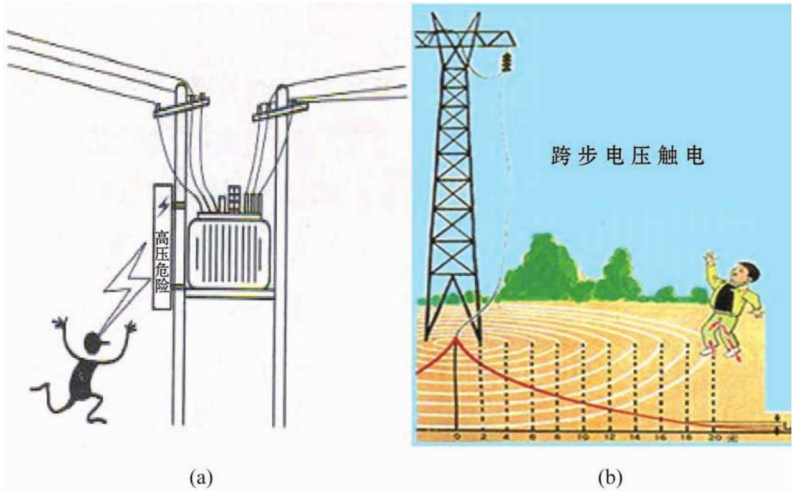


图 1-2-2 高压触电常见类型

(a) 高压电弧触电 (b) 跨步电压触电

就会引发触电。因此,为避免雷击,一般高大的物体如高大建筑物、室外天线、架空输电线路等,都要装设避雷装置。图 1-2-3(a)为高大建筑物上的避雷针;图 1-2-3(b)为输电线路上的避雷器。

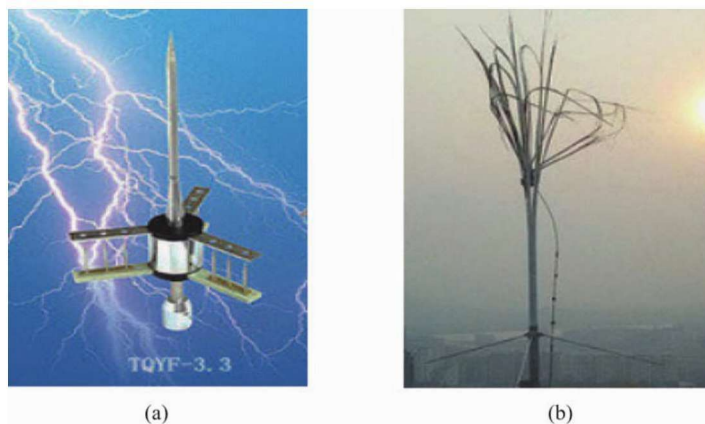


图 1-2-3 室外避雷装置

(a) 建筑物上的避雷针 (b) 输电线路上的避雷器

2. 人体触电的原因

(1) 电工违规操作。如电气线路、设备安装不符合安装安全规程,人碰到导线或由跨步电压造成触电;在维护检修时,不严格遵守电工操作规程,麻痹大意,造成事故;现场临时用电管理不善等,如图 1-2-4 所示,电线盒中的电线头裸露在外面,如果带电,这样的线头外露就非常可能造成触电事故。



图 1-2-4 电线盒中裸露的电线头

(2) 用电人员安全意识淡薄。如由于用电人员缺乏用电知识或在工作中不注意,不遵守有关安全规程,直接接触上了裸露在外面的导体;在高压线下违章施工或在高压线下施工时不遵守操



图 1-2-5 无人看管的临时电柜

作规程,使金属构件物接触高压线路而造成触电;操作漏电的机器设备或使用漏电电动工具等。如图 1-2-5 所示,一只没有柜门的临时电柜上正插着一台电焊机,里面的插座全部裸露在外,现场也没专人看管,这样也很容易发生触电事故。

(3) 电气设备绝缘受损。如由于电气设备损坏或不合规格,又没有定期检修,以致绝缘老化、破损而漏电,人员没有及时发现或疏忽大意,触碰了漏电的设备等。

(4) 其他原因。由于外力的破坏等原因,如雷击、弹打等,使避雷的导线断落地上,导线周围将有大量的扩散电流向大地流入,出现高电压,人行走时跨入了自危险电压的范围,造成跨步电压触电;雷雨时,在树下或高大建筑物下躲雨,或在野外行走,或用金属柄伞,则容易遭受雷击,引起电损伤,在电线上晒衣服或大风把电线吹断形成跨

步电压等。

三、防止触电的技术措施

1. 保护接地(见图 1-2-6)

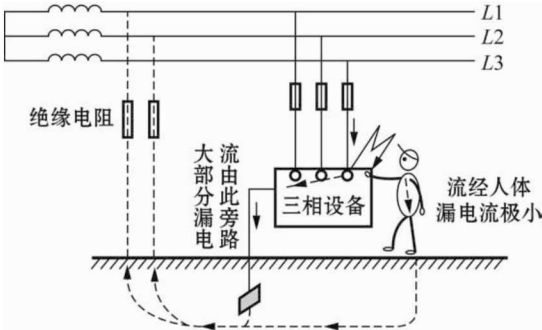


图 1-2-6 中性点不接地三相供电系统的接地保护

2. 保护接零(见图 1-2-7)

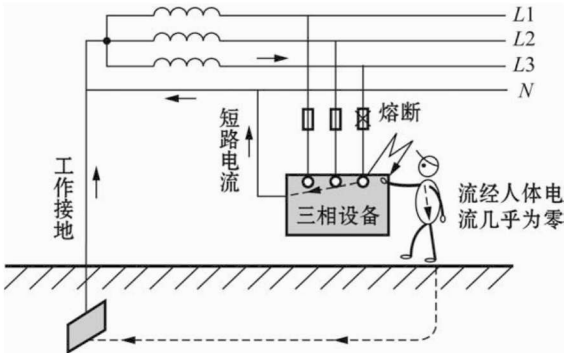


图 1-2-7 保护接零

采用保护接零须注意以下几点：

(1) 保护接零只能用于中性点接地的三相四线制供电系统。

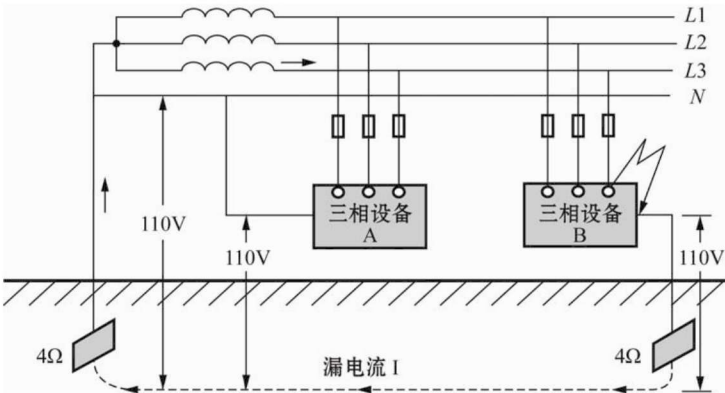


图 1-2-8 同一线路中部分接地部分接零的后果