

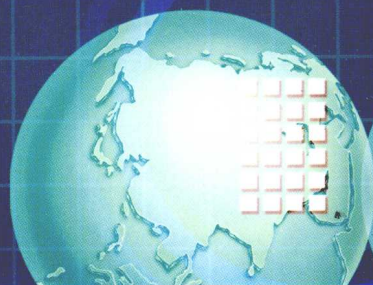


21世纪高职高专“十二五”规划教材

电工与电工实务教程

DIANGONG YU DIANGONG SHIWU JIAOCHENG

主编/梁志红 张万明 秦天像



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS



21 世纪高职高专“十二五”规划教材

电工与电工实务教程

主 编 梁志红 张万明 秦天像

内 容 提 要

本书是甘肃省高职院校规划教材,是根据高职院校电气类相关专业教学大纲要求,在总结长期相关课程教学经验的基础上编写而成的。

本书按照“实训项目真实化”的要求,精心安排了安全用电常识、常用电工仪表的使用、电工基本操作、常用的低压元器件、正弦交流电路的分析、电气控制识图和继电控制线路的安装 7 个模块。

本书按照由易到难、由单一实训项目到综合实训的原则统一编排,结构新颖,层次分明,内容贴近高职学生实际,通俗易懂,可操作性强。

本书适用于电气类、机电类专业,既可作为电工课程的实训指导书,又可以作为相关工程技术人员实用参考书,同时为高职院校电工实践教学的改革提供了一种可供参考的思路和模式。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电工实务教程 / 梁志红, 张万明, 秦天像主编.

—天津: 天津大学出版社, 2010. 9

21 世纪高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5618-3721-4

I. ①电… II. ①梁… ②张… ③秦… III. ①电
工技术-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 182500 号

出版发行	天津大学出版社
出 版 人	杨欢
地 址	天津市卫津路 92 号天津大学内 (邮编: 300072)
电 话	发行部: 022-27403647 邮购部: 022-27402742
网 址	www. tjup. com
印 刷	北京市通州京华印刷制版厂
经 销	全国各地新华书店
开 本	185mm × 260mm
印 张	11
字 数	275 千字
版 次	2010 年 9 月第 1 版
印 次	2010 年 9 月第 1 次
定 价	19.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请向我社发行部联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

本书是根据教育部关于高职高专应用型人才培养目标的要求，针对高职高专电气类专业学生实践能力培养的需要，在多年教学改革实践的基础上，结合工业电工典型工作实务，经酒泉职业技术学院机电工程系全体同仁的共同努力，整理编撰而成的电工实务教程。

本书采用“模块化”编写形式，力求抓住“实践能力培养”这条主线，注重理论与实践相结合，突出动手操作训练，强调精讲多练。通过实际电气的安装、调试，使学生受到完整的电气工程实践训练，从而掌握电气产品的检测安装方法、调试技术，培养学生的工程实践能力。

本书有以下几个方面的特点：

1. 强调基础知识和学生的动手操作能力，每个项目都设有相关的理论与实习部分，有效避免了理论与实际的脱节；
2. 图文并茂、深入浅出、通俗易懂，具有一定的可读性；
3. 结合实际，实习材料简单易找，具有较高的实用性和可操作性。

本书由梁志红、张万明、秦天像共同编写。在编写的过程中得到了各级领导和各方面人士的大力支持，在此向他们表示真诚的感谢。另外，教材的编写参考了一些相关著作与资料，在此向编著者致以诚挚的谢意。

鉴于编者水平有限，书中错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者
2010.06.20

目 录

模块1 安全用电常识	1
1.1 安全用电基础知识	1
实训项目 安全用电基础知识	5
1.2 接地装置	6
实训项目 接地电阻测试仪的使用	10
1.3 电气火灾消防基本操作	11
实训项目 消防器材的使用方法	15
1.4 触电急救基本操作	15
实训项目 触电急救知识和方法	17
习题1	18
模块2 常用电工仪表的使用	19
2.1 测量的基本知识	19
2.2 测量误差	21
2.3 仪表的误差	22
2.4 误差的特点	23
2.5 测量数据处理	26
2.6 常用电工仪表	28
2.7 电工仪表的使用	31
实训项目 用万用表测量电阻、交直流电压、直流电流	38
2.8 兆欧表	40
实训项目 用兆欧表测量三相异步电动机定子绕组的绝缘电阻	42
2.9 钳形电流表	43
实训项目 用钳形电流表测量三相异步电动机的电流	44
2.10 直流单臂电桥	45
实训项目 用直流单臂电桥测量三相异步电动机定子绕组的电阻	46
2.11 直流双臂电桥	48
实训项目 用直流双臂电桥测量三相异步电动机定子绕组的电阻	49
2.12 功率表	50
实训项目 用功率表测量功率	52
2.13 电度表	53
实训项目 用电度表测量白炽灯的电能	57
习题2	58
模块3 电工基本操作	61
3.1 验电工具的使用	61
3.2 螺钉旋具的使用	64

3.3	钢丝钳和尖嘴钳的使用	65
3.4	导线绝缘层的剖削	67
3.5	导线的连接	71
3.6	导线绝缘层的恢复	75
习题3		77
模块4	常用的低压元器件	79
4.1	低压电器概述	79
4.2	常见低压电器	80
4.3	接触器	87
4.4	继电器	91
	实训项目 低压元器件的识别与使用	95
模块5	正弦交流电路的分析	97
5.1	正弦交流电路的认识	97
5.2	单一元件交流电路的分析	102
	实训项目 电阻、电感、电容元件的认识与测量	111
5.3	RLC 串联电路的分析	113
	实训项目 单相正弦交流电路	115
5.4	正弦交流并联电路	116
	实训项目 日光灯电路和功率因数的提高	120
5.5	三相对称电路的特点及分析	122
	实训项目 三相负载的星形连接和三角形连接	128
习题5		132
模块6	电气控制识图	133
6.1	电气控制图	133
6.2	电动机电气控制图识读要领	135
6.3	电动机启动电气控制图识读	138
6.4	三相异步电动机的制动	144
6.5	三相异步电动机的调速	147
6.6	三相异步电动机常见典型控制电路	150
	实训项目一 电气控制识图	156
	实训项目二 电气控制图设计	156
模块7	继电控制线路的安装	158
7.1	元器件的选择与检查	158
	实训项目 线路图的绘制与低压元器件的选查	159
7.2	继电控制线路的安装	160
	实训项目 继电控制线路的安装	167
参考文献		169

模块1 安全用电常识

【学习目标】

- 1) 了解人体触电的类型和危害，掌握电工基本安全知识。
- 2) 了解接地装置的相关概念和接地种类。
- 3) 掌握电气火灾基础知识及消防器材的使用方法。
- 4) 了解触电急救知识及掌握各种急救方法。

引言

当今社会已进入了高速发展的信息时代，人们生活在各种电子产品和电子设备的环境之中，安全用电必须引起人们的重视。因此，我们有必要掌握基本的安全用电常识、安全用电的注意事项、接地线保护的方法和触电之后的急救方法。



1.1 安全用电基础知识

一、人身触电事故

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。电流对人体伤害的严重程度一般与通过人体的电流的大小、时间、部位、频率及触电者的身体状况有关。流过人体的电流越大，危险越大；电流通过人体脑部和心脏时最为危险；工频电流对人体的危害要大于直流电流。不同电流对人体的影响如表1-1所示。

当流过成年人体的电流为 $0.7 \sim 1 \text{ mA}$ 时，便能够被感觉到，称为感知电流。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。触电后能自行摆脱的最大电流称为摆脱电流。对于成年人而言，摆脱电流约为 15 mA ，摆脱电流被认为是人体只在较短时间内可以忍受而一般不会造成危险的电流。在较短时间会危及生命的最小电流称为致命电流。当通过人体的电流达到 50 mA 以上时则有生命危险。而一般情况下， 30 mA 以下的电流在短时间内不会造成生命危险，我们将其称为安全电流。触电事故对人体造成的直接伤害主要有电击和电伤两种。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。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。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、爆炸等对人体造成的伤害。

表 1-1 不同电流对人体的影响

电流 (mA)	通电时间	人体反应	
		工频电流	直流电流
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，不能摆脱电源	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	受强烈冲击，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	

二、人体触电的类型

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能力降低，导致站在地面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大地而造成单相触电事故，如图 1-1 所示。

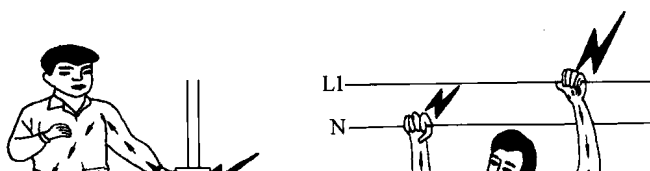




图 1-2 两相触电

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的地面上，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 1-3 所示。跨步电压触电是危险性较大的一种触电方式。

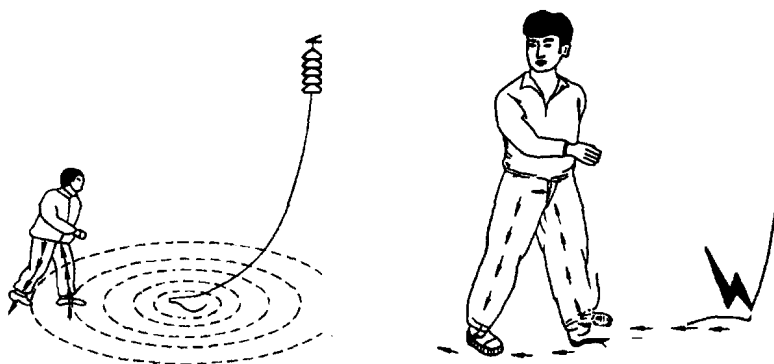


图 1-3 跨步电压触电

此外，除以上三种触电形式外，还有感应电压触电、剩余电荷触电等多种触电形式。

三、人身安全知识

- 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) 进行停电操作时，应严格遵守相关规定，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，禁止约定时间

送电。

4) 操作时, 如果邻近带电器件, 应保证有可靠的安全距离。

5) 操作人员在进行登高作业前, 必须仔细检查登高工具 (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。

6) 发现有人触电时, 应立即采取正确的抢救措施。

四、设备运行安全知识

1) 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。

2) 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。

3) 在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, 应尽量切断故障区域的分路开关, 避免越级切断电源。

4) 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。

5) 有裸露带电体的设备, 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。

6) 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。

7) 对于有可能被雷击的电气设备, 要安装防雷装置。

五、安全用电常识

1) 不能熟练掌握电气知识和技术的人员, 不可安装或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) 禁止私自乱接电线。

5) 在一个插座处不可接过多或功率过大的用电器。

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) 电视天线不可触及其他电线。

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 36 V 的低压电器, 若采用

额定电压为 220 V 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 12 V 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 10 m 以外的地方。为了防止跨步电压触电，千万不可奔跑。

实训项目 安全用电基础知识

一、实训目的

了解人体触电的类型和危害，掌握电工基本安全知识。

二、实训器材

- 1) 工具：钢丝钳、绝缘手套、绝缘靴、安全带、脚扣、梯子。
- 2) 仪表：万用表、绝缘电阻表。
- 3) 器材：人体模型、电气柜、电动机、开关、插座、灯座、导线。

三、实训内容与步骤

实训内容

- 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。

操作步骤

- 1) 利用人体模型模拟触电事故或模拟各种人身、设备违规现象及用电隐患。
- 2) 正确判断触电类型或指出违规现象并加以纠正。

四、成绩评分标准

成绩评分标准如表 1-2 所示。

表 1-2 成绩评分标准

序号	主要内容	考核要求	评分标准	配分	扣分	得分
1	基本安全知识	熟练掌握电工基本安全知识	1) 不能正确指出不安全现象扣 10 ~ 30 分	30		
			2) 不能正确采取安全措施扣 10 ~ 25 分	25		
			3) 操作不正确扣 10 ~ 25 分	25		
2	安全文明生产		违反安全文明操作规程扣 5 ~ 20 分	20		
备注			合计	100		
			教师签字	年 月 日		

1.2 接地装置

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）与大地之间应该有着可靠而符合技术要求的电气连接。

一、基本概念

（一）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 1-4 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。

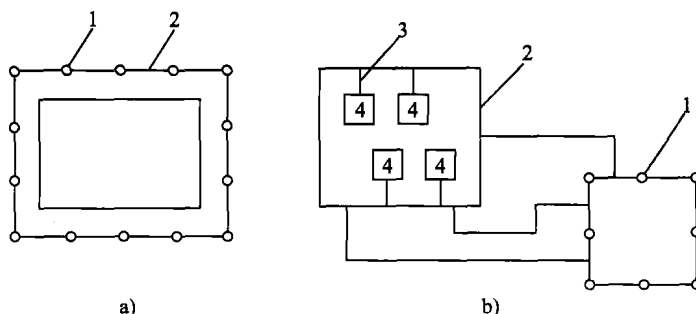


图 1-4 接地装置示意图

a) 回路式 b) 外引式

1—接地体 2—接地干线 3—接地支线 4—电气设备

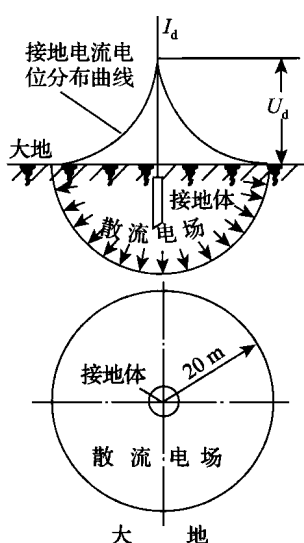
（二）接地短路与接地短路电流

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 。

（三）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散流，形成散流电场。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，至离接地体 20 m 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，距接地体 20 m 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。接地的散流现象及地面各类电位的分布如图 1-5 所示。



1-5 地中电流和对地电压

(四) 散流电阻、接地电阻、工频接地电阻、冲击接地电阻

接地线电阻和接地体的对地电阻的总和称为接地装置的接地电阻。

接地体的对地电压与接地电流之比值称为散流电阻。

电气设备接地部分的对地电压与接地电流之比，即为接地电阻。由于接地线和接地体本身电阻很小，可忽略不计，故一般认为接地电阻就是散流电阻。

工频电流流过接地装置时呈现的电阻称为工频接地电阻。

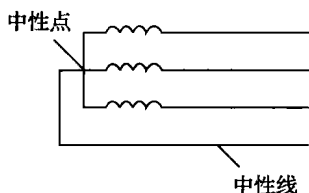
当有冲击电流（如雷击的电流值很大，为几十至几百千安；时间很短，为 $3 \sim 6 \mu\text{s}$ ）通过接地体流入地中，土壤即被电离，接地电阻都比工频接地电阻小。

(五) 中性点与中性线

在星形连接的三相电路中，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 1-6 所示。

(六) 零点与零线

当三相电路中性点接地时，该中性点称为零点。此时，由零点引出的线称为零线，如图 1-7 所示。



1-6 中性点与中性线

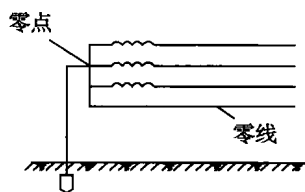


图 1-7 零点与零线

二、电气设备接地的种类

(一) 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

来就称为工作接地。如变压器低压侧的中性点、电压互感器和电流互感器的二次侧某一点接地等，其作用是为了降低人体的接触电压。

（二）保护接地

保护接地就是电气设备在正常情况下不带电的金属外壳以及与它连接的金属部分与接地装置作良好的金属连接。

1. 保护接地原理

在中性点不直接接地的低压系统中带电部分意外碰壳时，接地电流 I_d 通过人体和电网与大地之间的电容形成回路，此时流过故障点的接地电流主要是电容电流。当电网对地绝缘正常时，此电流不大；如果电网分布很广，或者电网绝缘性能显著下降，这个电流可能上升到危险程度，造成触电事故，如图 1-8a) 所示。

为解决上述可能出现的危险，可采用图 1-8b) 所示的保护接地措施。图中 R_r 为人体电阻， R_b 为保护接地电阻。这时通过人体的电流 I_r 仅是全部接地电流 I_d 的一部分。由于 R_b 与 R_r 是并联关系，在 R_r 一定的情况下，接地电流 I_d 主要取决于保护接地电阻 R_b 的大小。只要适当控制 R_b 的大小（应在 $4\ \Omega$ 以下）即可以把接地电流 I_d 限制在安全范围以内，保证操作人员的人身安全。

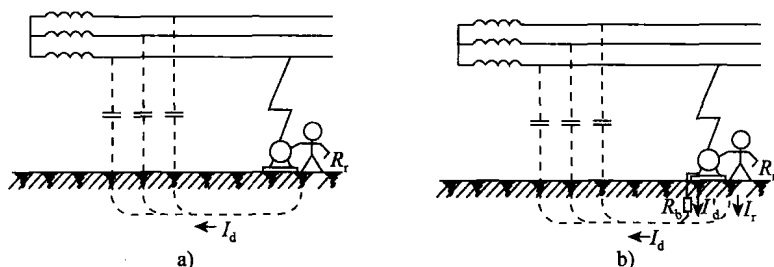


图 1-8 保护接地原理

a) 不接地的危险 b) 接地后的情形

2. 保护接地的应用范围

保护接地适用于中性点不直接接地的电网。这种电网中，在正常情况下与带电体绝缘的金属部分，一旦绝缘损坏漏电，感应电压就会造成人员触电的事故。除有特殊规定外，均应有保护接地。

应采取保护接地的设备：

- 1) 电机、变压器、照明灯具、携带式及移动式用电器具的金属外壳和底座；
- 2) 电器设备的传动机构；
- 3) 室内外配电装置的金属构架及靠近带电体部分的金属围栏和金属门以及配电屏、箱、柜和控制屏、箱、柜的金属框架；
- 4) 互感器的二次线圈；
- 5) 交直流电力电缆的接线盒、终端盒的金属外壳和电缆的金属外皮；
- 6) 装有避雷线的电力线路的杆和塔。

（三）保护接零

所谓保护接零就是在中性点直接接地的系统中，把电气设备正常情况下不带电的金属外壳以及与其相连接的金属部分与电网中的零线作紧密连接，起到保护人身和设备安全的作用。

1. 保护接零原理

在中性点直接接地系统中，当某相绝缘损坏碰壳短路时，通过设备外壳形成该相对零线的单相短路，短路电流 I_d 能使线路上的保护装置（如熔断器、低压断路器等）迅速动作，从而把故障部分的电源断开，消除触电危险，如图 1-9 所示。

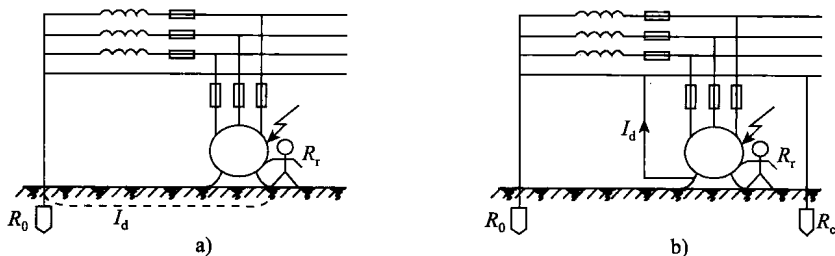


图 1-9 保护接零原理

a) 未接零情形 b) 接零后情形

2. 重复接地

三相四线制的零线一处或多处经接地装置与大地再次连接，称为重复接地。

(1) 重复接地的作用

重复接地的接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ ，用于 $1\ \text{kV}$ 以下的接零系统中，它是保护接零系统中不可缺少的安全技术措施。

1) 降低漏电设备的对地电压。对采用保护接零的电气设备，当其带电部分碰壳时，短路电流经过相线和零线形成回路。此时电气设备的对地电压等于中性点对地电压和单相短路电流在零线中产生电压降的相量和。显然，零线阻抗的大小直接影响到设备对地电压，而这个电压往往比安全电压高出很多。为了改善这一情况，可采用重复接地，以降低设备碰壳时的对地电压。

2) 减轻零线断线后的危险。当零线断线时，在断线后边的设备如有一台电气设备发生碰壳接地故障，就会导致断点之后所有电气设备的外壳对地电压都为相电压，这是非常危险的，如图 1-10 所示。

若装设了重复接地，这时零线断线处后面各设备的对地电压 $U_c = I_d R_c$ ，其中 R_c 为重复接地电阻，而零线断线处前面各设备的对地电压 $U_0 = I_d R_0$ 。若 $R_0 = R_c$ ，则零线断线处前后各设备的对地电压相等且为相电压的一半，即 $U_c = U_0 = U_{x/2}$ 为相电压，如图 1-11 所示，这样可均匀各设备外壳的对地电压，减轻危险程度。

当 $R_0 \neq R_c$ 时，总有部分电气设备的对地电压将超过 $U_{x/2}$ ，这将是危险的。因此，零线的断线是应当尽量避免的，必须精心施工，注意维护。

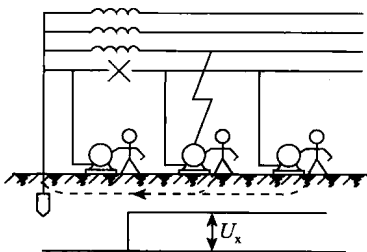


图 1-10 无重复接地零线断线的危险图

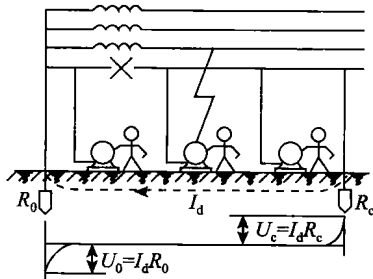


图 1-11 有重复接地零线断线的情况

3) 缩短碰壳短路故障的持续时间。因为重复接地、工作接地和零线是并联支路,所以发生短路故障时增加短路电流,加速保护装置的动作,从而缩短事故持续时间。

4) 改善低压架空线路的防雷性能。在架空线路零线上重复接地,对雷电有分流作用,有利于限制雷电过电压。

(2) 重复接地的地点

重复接地有集中重复接地和环形重复接地两种,前者用于架空线路,后者用于车间。在装设重复接地装置时,应选择合适的地点,为此规程规定在采用保护接零系统中,零线应在下列各处进行重复接地:

- 1) 电源首端、终端和架空线路干线、分支线路终端及沿线路每 1 km 处应重复接地;
- 2) 架空线路和电缆线路引入到车间或大型建筑物内的配电柜应进行重复接地;
- 3) 采用金属管配线时,将零线与金属管连接在一起做重复接地;采用塑料管配线时,在管外敷设的不小于 10 mm^2 的钢线与零线连接在一起作重复接地。

实训项目 接地电阻测试仪的使用

一、实训目的

- 1) 了解接地装置的相关概念和接地种类。
- 2) 掌握接地电阻测试仪的使用。

二、实训器材

接地电阻测试仪、电动机、开关、插座、灯座、导线。

三、实训内容与步骤

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及重复接地的作用。

操作步骤

接地电阻是指埋入地下的接地体电阻和土壤散流电阻,通常采用 ZC 型接地电阻测量仪(或称接地电阻摇表)进行测量。测量仪还随表附带接地探测棒两支、导线三根。使用方法和测量步骤如下。

- 1) 拆开接地干线与接地体的连接点,或拆开接地干线上所有接地支线的连接点。
- 2) 将两根接地棒分别插入地面 400 mm 深,一根离接地体 40 m 远,另一根为 20 m 远。
- 3) 把摇表置于接地体近旁平整的地方,然后进行接线:
 - ① 用一根连接线连接表上接线桩 E 和接地装置的接地体 E';
 - ② 用一根连接线连接表上接线桩 C 和离接地体 40 m 远的接地棒 C';
 - ③ 用一根连接线连接表上接线桩 P 和离接地体 20 m 远的接地棒 P'。
- 4) 根据被测接地体的接地电阻要求,调节好粗调旋钮(上有三档可调范围)。
- 5) 以约 120 r/min 的速度均匀地摇动摇表。当表针偏转时,随即调节微调拨盘,直至表针居中为止。以微调拨盘调定后的读数乘以粗调定位倍数,即是被测接地体的接地电

阻。例如微调读数为 0.6，粗调的电阻定位倍数是 10，则被测的接地电阻是 $6\ \Omega$ 。

6) 为了保证所测接地电阻值的可靠性，应改变方位重新进行测量。取几次测得值的平均值作为接地体的接地电阻。

四、成绩评分标准

成绩评分标准如表 1-3 所示。

表 1-3 成绩评分标准

序号	主要内容	考核要求	评分标准	配分	扣分	得分
1	接地电阻测试仪的选择和检查	能正确选用量程和判断表的好坏	1) 接地电阻测试仪选择不正确扣 10 分 2) 接地电阻测试仪检查方法不正确和漏测扣 10 分	20		
2	连线	能正确连线	接错一处扣 15 分	25		
3	操作方法	操作方法正确	每错一处扣 15 分	25		
4	读数	能正确读出仪表示数	1) 不能进行正确读数扣 20 分 2) 读数的方法不正确扣 10 ~ 20 分 3) 读数结果不正确扣 10 ~ 20 分	20		
5	安全文明生产	能保证人身和设备安全	违反安全文明生产规程扣 5 ~ 10 分	10		
备注			合计	100		
			教师签字	年 月 日		

1.3 电气火灾消防基本操作

一、发生电气火灾的原因

在火灾事故中，电气火灾所占比重比较大，几乎所有的电气故障都可能导致电气火灾，特别是在可能存在着石油液化气、煤气、天然气、汽油、柴油、酒精、棉、麻、化纤织物、木材、塑料等易燃易爆物的场所。另外，一些设备本身可能会产生易燃易爆物质，如设备的绝缘油在电弧作用下分解和汽化，喷出大量的油雾和可燃气体；酸性电池排出氢气并形成爆炸性混合物等。一旦这些环境遇到较高的温度和微小的电火花即有可能引起着火或爆炸。例如：短路时，短路电流为正常电流的几十甚至上百倍，可在短时间内使周边温度急剧升高，从而导致火灾；过载时，流经电路的电流将超过电路的安全载流量，电气设备长时间的工作在此状态下，由于设备、电路过热而引起火灾；此外，漏电、照明及电热设备、开关动作、熔断器烧断、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，从而导致火灾或爆炸事故。

二、如何预防电气火灾的发生

为了防止电气火灾事故的发生，首先应当正确地选择、安装、使用和维护电气设备及电气线路，并按规定正确采用各种保护措施。所有电气设备均应与易燃易爆物保持一定的