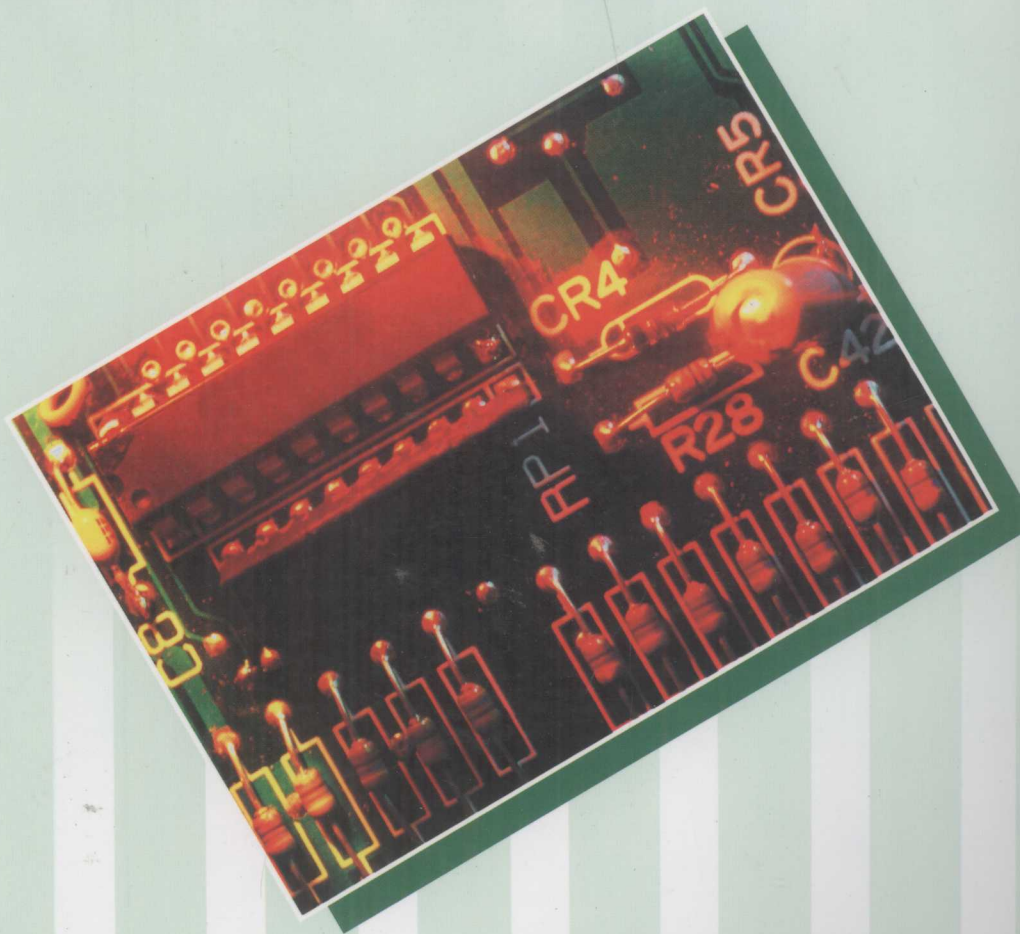


高等职业教育规划教材

黄忠琴 主编

高等职业教育规划教材

电工电子 实验实训教程



苏州大学出版社

0076870
高等职业教育规划教材

高等职业教育规划教材

电工电子 实验实训教程

黄忠琴 主编



苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验实训教程/黄忠琴主编. —苏州: 苏州
大学出版社, 2005. 8
高等职业教育规划教材
ISBN 7-81090-486-8

I. 电… II. 黄… III. ①电工技术-实验-高等
学校: 技术学校-教材 ②电子技术-实验-高等学校:
技术学校-教材 IV. ①TM-33 ②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 046839 号

内 容 提 要

本教材是集电工、电子、实验、实训于一体的高等职业技术教育实践性的教材, 全书以职业能力培养为主线, 同时兼顾了电类、机电类专业岗位资格证书的考核要求。通过实验和实训使学生的动手能力得到训练和提高。

教材分电工技术实验实训(上篇)、电子技术实验实训(下篇)两部分, 上篇包括: 电工安全技术基础; 电工常用材料工具、仪器仪表及基本测量; 电工基础实验; 电工基本技术实训。下篇包括: 电子工艺基础知识; 电子技术实验; 电子基本技术实训。

本教材适用于高等职业院校电气类、机电类、电子类专业, 同时也可供实践指导教师和从事电气、电子技术工作的工程技术人员参考。

电工电子实验实训教程

黄忠琴 主编

责任编辑 苏 秦

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市干将东路 200 号 邮编: 215021)

丹阳兴华印刷厂印装

(地址: 丹阳市胡桥镇 邮编: 212313)

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 24.5 字数 611 千

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-81090-486-8/TN·5(课) 定价: 29.50 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-67258835

前 言

随着我国社会、经济的迅速发展,改革开放的进一步深入和社会主义市场经济体制的日益完善,社会(或市场)对适应生产、管理、服务和技术第一线的高级应用型人才需求必将大大增加。高等职业教育的主体就是培养将科学、工程、设计转化为现实生产力的占社会需求量较大的应用技术型与技能型的人才。因此,培养技能型人才是高等职业技术教育的当务之急。根据教育部提出的关于高职、高专教育必须以就业为导向、以能力培养为目标的办学思路及高职教育对课程的基本要求,高职、高专教育课程设置的体系就必须具有很强的“实用性”,在教学内容中必须高度重视实验、实习等实践性教学环节,实践性内容须占有相当的比例,才能使学生在具有一定理论知识的同时,具备较强的实际操作能力和解决实际工程问题的能力,为此我们编写了《电工电子实验实训教程》这本教材。本书编写,力求适合高职、高专的特点,结合电工电子考核与职业工作要求,具有通用性、针对性、实用性,使学生在技术应用能力方面得到提高,满足市场新需求。同时本书也顺应高职、高专教育学制转轨的思想。

教材主要由电工技术实验实训(上篇)、电子技术实验实训(下篇)组成,上篇包括:电工安全技术基础;电工常用材料工具、仪器仪表及基本测量;电工基础实验;电工基本技术实训。下篇包括:电子工艺基础知识;电子技术实验;电子基本技术实训。

本书由常州轻工职业技术学院黄忠琴老师担任主编,南京工业职业技术学院周慧老师担任副主编。同时常州机电职业技术学院徐文媛老师、常州轻工职业技术学院薛建斌老师、无锡信息职业技术学院叶露林老师参与编写。常州轻工职业技术学院薛茂元老师担任主审。

在本书编写过程中始终得到苏州大学出版社、教材编写委员会和

许多老师的指导和帮助,在此谨向他们以及所有为本书的编写、出版给予支持和帮助的同志表示诚挚的感谢。

本教材适用于高等职业教育电气类专业,亦可供高职数控、电子类、机电类和从事电气工作的人员参考。

由于编写者的学识和水平有限,书中难免有缺点、错误和不妥之处,恳请试用的学校、老师和学生批评指正。

编 者

2005年7月

目 录

上篇 电工技术实验实训

第1章 电工安全技术基础

- 1.1 安全用电基础知识 (3)
- 1.2 触电的急救与防护 (10)
- 1.3 电气防火与防爆 (16)

第2章 电工常用材料工具、仪器仪表及基本测量

- 2.1 电工材料 (21)
- 2.2 电工常用工具的使用与维护 (28)
- 2.3 常用电工仪表的使用及其测量技术 (33)
- 2.4 电工测量基本技术 (39)

第3章 电工基础实验

- 实验 1 认识实验 (56)
- 实验 2 直流电路电位的测量 (58)
- 实验 3 元件伏安特性的测定 (59)
- 实验 4 基尔霍夫定律 (63)
- 实验 5 叠加原理及电阻性负载 Y 形与 Δ 形网络的等效变换 (64)
- 实验 6 戴维南定理及负载功率曲线的测绘 (66)
- 实验 7 交流电路参数的测定 (70)
- 实验 8 日光灯电路 (72)
- 实验 9 RLC 串联谐振电路 (73)
- 实验 10 互感电路 (76)
- 实验 11 三相交流电路的测试 (78)
- 实验 12 三相电路功率的测定 (81)
- 实验 13 一阶线性电路的过渡过程 (84)

实验 14 并联谐振电路与谐振曲线的测定	(87)
----------------------------	------

第4章 电工基本技术实训

4.1 内线电工基本操作技术	(91)
实训 1 线头绝缘的去除	(94)
实训 2 铜芯导线的连接	(95)
实训 3 导线与接线柱的连接	(95)
4.2 室内线路和照明线路的安装	(96)
实训 4 双控-白炽灯电路安装	(104)
实训 5 荧光灯(日光灯)电路安装	(105)
实训 6 复合照明电路安装	(107)
4.3 常用低压电器的使用与维护	(109)
实训 7 常用低压电器的识别	(119)
实训 8 接触器维修及校验	(120)
4.4 电动机控制线路安装	(121)
实训 9 接触器联锁正反转控制线路的安装与检修	(126)
实训 10 星形-三角形自动降压启动线路的安装	(128)
实训 11 星形-三角形自动降压启动线路的检修	(130)
实训 12 二台电动机顺序启动、顺序停转控制线路的安装	(131)
4.5 普通机床电气控制线路	(134)
实训 13 CW6163B 型车床电气线路的安装	(140)
实训 14 CW6163B 型车床电气线路的故障分析	(142)

下篇 电子技术实验实训

第5章 电子工艺基础知识

5.1 常用电子元器件简介	(147)
实训 1 电阻、电容、电感和变压器的识别与检测	(193)
实训 2 半导体器件的检测	(195)
实训 3 开关件、接插件、熔断器及电声器件的检测	(196)
5.2 印制电路板的工艺	(200)
5.3 焊接技术和元器件装配工艺	(208)

第6章 电子技术实验

实验 1 常用电子仪器的使用	(238)
实验 2 单相整流、滤波、稳压电路	(241)
实验 3 晶体管共射极单管放大器	(245)
实验 4 负反馈放大器	(251)
实验 5 集成运算放大器的应用	(254)
实验 6 正弦波信号发生器	(258)
实验 7 门电路功能的测试与转换	(261)
实验 8 组合逻辑电路的设计和测试	(263)
实验 9 集成触发器逻辑功能的测试	(264)
实验 10 移位寄存器及其应用	(269)
实验 11 计数、译码、显示综合应用	(273)
实验 12 555 定时器的应用	(278)

第7章 电子基本技术实训

7.1 实用电子小产品制作与调试	(281)
实训 1 侦察活动器	(290)
实训 2 晶闸管调光灯	(292)
实训 3 门铃的制作	(295)
实训 4 声光双控节电灯的制作	(299)
实训 5 音响频谱电平显示电路的制作	(302)
7.2 电子产品的装配与调试	(304)
实训 6 万用表的安装调试	(307)
实训 7 收音机的安装与调试	(322)
实训 8 数控直流稳压电源的安装与调试	(330)
实训 9 宾馆客房照明系统控制器的安装与调试	(339)

附 录

附录 1 附表	(347)
附录 2 常见仪器设备	(354)
附录 3 中级维修电工考核模拟试题及评分标准	(368)

参考文献

上篇 电工技术实验实训

第1章 电工安全技术基础

经常与电打交道的人员,必须掌握安全用电知识,才能主动灵活地驾驭电力,避免发生触电事故,确保人身及设备的安全。本章简要介绍安全用电、触电急救与防护、电气防火与防爆等知识。

1.1 安全用电基础知识

1.1.1 安全电压、安全电流和人体电阻

一、安全电压

安全电压是为了防止触电事故而采用的特定电源的电压系列。其供电要求实行输出与输入电路的隔离,与其他电气系统的隔离。这个电压系列的上限值,在正常和故障情况下,任何两导体间、任一导体与地之间均不得超过交流(50Hz~500Hz)有效值 50V。

根据场所特点,我国安全电压标准规定的交流电安全电压等级如下:

① 42V(空载上限小于等于 50V)。可供在有触电危险的场所使用手持式电动工具等场合下选用。

② 36V(空载上限小于等于 43V)。可供在矿井、多导电粉尘等场所使用行灯等场合下选用。

③ 24V、12V、6V(空载上限分别小于或等于 29V、15V、8V)三挡。可供某些人体可能偶然触及的带电体的设备选用。在大型锅炉内、金属容器内或者其他容器内工作,为了确保人身安全一定要使用 12V 或 6V 低压行灯。当电气设备采用 24V 以上安全电压时,必须采取防止直接接触带电体的措施,其电路必须与大地绝缘。

安全电压是以人体允许电流与人体电阻的乘积为依据而确定的。

二、安全电流

安全电流是指人体触电后的最大摆脱电流。对于安全电流值,各国规定并不完全相同,我国一般采用 50mA(50Hz)为安全电流值,其触电时间按不超过 1s 计算,因此这个安全电流值也称 50mAs。通过人体的电流越大,人体的生理反应越明显,感觉越强烈,从而引起心室颤动所需的时间越短,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,可将其划分为下列三种:

1. 感知电流

感知电流是指引起人体感知的最小电流。实验表明,成年男性平均感知电流有效值约为 1.1mA,成年女性约为 0.7mA。感知电流一般不会对人体造成伤害,但是电流增大时,

感知增强,反应变大,可能造成坠落等间接事故。

2. 摆脱电流

人触电后能自行摆脱电源的最大电流称为摆脱电流。一般成年男性的平均摆脱电流约为 16mA,成年女性约为 10mA,儿童的摆脱电流较成年人小。摆脱电流是人体可以忍受而一般不会造成危险的电流。若通过人体的电流超过摆脱电流且时间过长会造成昏迷、窒息,甚至死亡。因此摆脱电源的能力随时间的延长而降低。

3. 致命电流

致命电流是指在较短时间内危及生命的最小电流。当电流达到 50mA 以上就会引起心室颤动,有生命危险;100mA 以上,则足以致人于死亡;而 30mA 以下的电流通常不会有生命危险。

三、人体电阻

当人体接触带电体时,人就被当作一电路元件接入回路。人体阻抗通常包括外部阻抗(与触电当时所穿衣服、鞋袜以及身体的潮湿情况有关,从几千欧至几十兆欧不等)和内部阻抗(与触电者的皮肤阻抗和体内阻抗有关)。人体阻抗不是纯电阻,但主要由人体电阻决定。人体电阻也不是一个固定的数值。

一般认为干燥的皮肤在低电压下具有相当高的电阻,约 $10\text{M}\Omega$ 。当电压在 500V~1000V 时,这一电阻便下降为 1000Ω 。表皮具有这样高的电阻是因为它没有毛细血管。手指某部位的皮肤还有角质层,角质层的电阻值更高,而不经常磨擦部位的皮肤的电阻值是最小的。皮肤电阻还同人体与带电体的接触面积及压力有关。当表皮受损暴露出真皮时,人体内因布满了输送盐溶液的血管而呈现很低的电阻。一般认为,带电体接触到真皮里,一只手臂或一条腿的电阻大约为 500Ω 。因此,由一只手臂到另一只手臂或由一条腿到另一条腿的通路相当于一只 1000Ω 的电阻。假定一个人用双手紧握一带电体,双脚站在水坑里而形成导电回路,这时人体电阻基本上就是体内电阻,约为 500Ω 。一般情况下,人体电阻可按 $1000\Omega\sim 2000\Omega$ 考虑。

四、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。它的伤害是多方面的,其热效应会造成电灼伤、化学效应可造成电烙印和皮肤金属化,它产生的电磁场对人辐射会导致头晕、乏力和神经衰弱等。电流对人体的伤害程度与通过人体电流的大小、种类、频率、持续时间、通过人体的路径及人体电阻的大小等因素有关。

1. 电流大小、持续时间对人体的影响

通过人体的电流越大,致命的危险性就越大。电流对人体的伤害与电流通过人体时间的长短有关。通电时间越长,因人体发热出汗和电流对人体组织的电解作用,人体电阻逐渐降低,导致通过人体的电流增大,触电的危险性随之增加。

2. 电源频率对人体的影响

50Hz~60Hz 的工频交流电对人体的伤害程度最为严重。当电源的频率偏离工频越远,对人体的伤害程度越轻。在直流和高频情况下,人体可以承受更大的电流,但高压高频电流对人体依然是十分危险的。

3. 人体电阻的影响

人体电阻因人而异,基本上按表皮角质层电阻大小而定。影响人体电阻值的因素很多,

如皮肤厚薄、是否多汗、有无损伤、有无带电灰尘等,以及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值的大小。

4. 电压大小的影响

当人体电阻一定时,作用于人体的电压越高,通过人体的电流越大。实际上通过人体的电流与作用于人体的电压并不成正比,这是因为随着作用于人体电压的升高,人体电阻急剧下降,导致电流迅速增加而对人体的伤害更为严重。

5. 电流路径的影响

电流通过头部会使人昏迷而死亡;通过脊髓会导致截瘫及严重损伤;通过中枢神经或有关部位,会引起中枢神经系统强烈失调而导致残废;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。实践证明,从左手至脚是最危险的电流路径;从右手到脚、从手到手也是很危险的路径;从脚到脚是危险较小的路径。

1.1.2 中性点运行方式及其应用

电力系统中性点接地方式有两大类:一类是中性点直接接地或经过低阻抗接地,称为大接地电流系统;另一类是中性点不接地,经消弧线圈或高阻抗接地,称为小接地电流系统。其中采用最广泛的是中性点不接地、中性点经消弧线圈接地和中性点直接接地三种方式。

一、中性点不接地系统

当中性点不接地的系统中发生一相接地时,接在相间电压上的受电器的供电并未遭到破坏,它们可以继续运行。但是这种电网长期在一相接地的状态下运行,也是不允许的,因为这时非故障相电压升高,绝缘薄弱点很可能被击穿,而引起两相接地短路,会严重地损坏电气设备。所以,在中性点不接地电网中,必须设专门的监察装置,以便使运行人员及时地发现一相接地故障,从而排除电网中的故障部分。

在中性点不接地系统中,当接地的电容电流较大时,在接地处引起的电弧就很难自行熄灭。在接地处还可能出现所谓间隙电弧,即周期地熄灭与重燃的电弧。由于电网是一个具有电感和电容的振荡回路,间歇电弧将引起相对地的过电压,这种过电压会传输到与接地点有直接电连接的整个电网上,更容易引起另一相对地击穿,而形成两相接地短路。

在电压为 $3\text{kV}\sim 10\text{kV}$ 的电力网中,一相接地时的电容电流不允许大于 30A ,否则,电弧不能自行熄灭。在 $20\text{kV}\sim 60\text{kV}$ 电压级的电力网中,间歇电弧所引起的过电压数值更大,对于设备绝缘更为危险,而且由于电压较高,电弧更难自行熄灭。因此,在这些电网中,规定一相接地电流不得大于 10A 。

二、中性点经消弧线圈接地系统

当一相接地电容电流超过了上述的允许值时,可以用中性点经消弧线圈接地的方法来解决,该系统即称为中性点经消弧线圈接地系统。

消弧线圈主要有带气隙的铁芯和套在铁芯上的绕组组成,它们被放在充满变压器油的油箱内。绕组的电阻很小,电抗很大。消弧线圈的电感,可用改变接入绕组的匝数加以调节。显然,在正常的运行状态下,由于系统中性点的电压为三相不对称电压,数值很小,所以通过消弧线圈的电流也很小。采用过补偿方式,即使系统的电容电流突然减小(如某回线路切除)也不会引起谐振,而是离谐振点更远。

在中性点经消弧线圈接地系统中,一相接地和中性点不接地系统一样,故障相对地电压

为零,非故障相对地电压升高 $\sqrt{3}$ 倍,三相线电压仍然保持对称和大小不变,所以也允许暂时运行,但不得超过 2h。消弧线圈的作用对瞬时性接地系统故障尤为重要,因为它使接地处的电流大大减小,电弧可能自动熄灭。接地电流小,还可减轻对附近弱点线路的影响。

在中性点经消弧线圈接地系统中,各相对地绝缘和中性点不接地系统一样,也必须按线电压设计。

三、中性点直接接地系统

中性点的电位在电网的任何工作状态下均保持为零。在这种系统中,当发生一相接地时,这一相直接经过接地点和接地的中性点短路,一相接地短路电流的数值最大,因而应立即使继电保护动作,将故障排除。

中性点直接接地或经过电抗器接地系统,在发生一相接地故障时,故障的送电线被切断,因而使用户的供电中断。运行经验表明,在 1000V 以上的电网中,大多数的一相接地故障,尤其是架空送电线路的一相接地故障,大都具有瞬时的性质,在故障部分切除以后,接地处的绝缘可能迅速恢复,而送电线可以立即恢复工作。目前在中性点直接接地的电网内,为了提高供电可靠性,均装设自动重合闸装置,在系统一相接地线路切除后,立即自动重合,再试送一次,如为瞬时故障,送电即可恢复。

中性点直接接地的主要优点是它在发生一相接地故障时,非故障相对地电压不会增高,因而各相对地绝缘即可按相对地电压考虑。电网的电压愈高,经济效果愈大;而且在中性点不接地或经消弧线圈接地系统中,单相接地电流往往比正常负荷电流小得多,因而要实现有选择性的接地保护就比较困难,但在中性点直接接地系统中,实现就比较容易。由于接地电流较大,继电保护一般都能迅速而准确地切除故障线路,且保护装置简单,工作可靠。

目前我国电力系统中性点的运行方式大体是:

① 对于 6kV~10kV 的系统,由于设备绝缘水平按线电压考虑对于设备造价影响不大,为了提高供电可靠性,一般均采用中性点不接地或经消弧线圈接地的方式。

② 对于 110kV 及以上的系统,主要考虑降低设备绝缘水平,简化继电保护装置,一般均采用中性点直接接地的方式,并采用送电线路全线架设避雷线和装设自动重合闸装置等措施,以提高供电可靠性。

③ 20kV~60kV 的系统,是一种中间情况,一般一相接地时的电容电流不很大,网络不很复杂,设备绝缘水平的提高或降低对于造价影响不很显著,所以一般均采用中性点经消弧线圈接地的方式。

④ 1kV 以下的电网的中性点采用不接地方式运行,但电压为 380/220V 的系统,采用三相五线制,零线是为了取得相电压,地线是为了安全。

1.1.3 保护接地、保护接零及其装置

一、保护接地

保护接地适用于 1kV 以上的电气设备以及电源中线不直接接地的 1kV 以下的电气设备。保护接地是将电气设备的金属外壳及金属支撑物件,用良导体与大地之间(即接地装置)作良好的联接而成。接地装置的制作有其特定的规程。一般采用深埋在地下的数根有一定距离而互相用导体联接的角钢、钢管等制成接地装置。通常接地装置的接地电阻不得

大于 4Ω , 如达不到要求, 尚需增加接地体的数量。

采用了保护接地措施后, 即使偶然触及漏电的电气设备也能避免触电, 因为这时金属外壳已与大地作可靠的联接, 且对地电阻很小, 相对于人体电阻要小得多。当人触及电气设备时, 人体电阻是与接地电阻并联的, 则漏电电流几乎全部经接地体流入大地, 从而保证了人身安全。

二、保护接零

保护接零适用于三相四线制、中线直接接地的供电系统。保护接零是将电气设备的金属外壳及金属支承物件, 用良导体同电网的中性线(零线)相联接而成。采用保护接零后, 若电气设备的某相绝缘损坏时, 电流经接零线构成的回路而形成短路电流。短路电流立即将该相的熔丝熔断或使其他保护元件动作而切断电源, 从而消除了触电的危险。保护接零又称保护接地与中性线共用。工厂中通常为三相四线制、中性线直接接地的低压供电网络, 保护接零方式是普遍采用的。但在使用中要严格遵守有关规定, 以免不但起不到应有的保护作用, 相反造成触电的后果, 这在单相用电设备中尤其要引起警惕, 千万不得大意。插座的保护接零端要单独引线到电网的零干线上, 且要妥善、可靠地联接。用电设备的金属外壳, 也必须用单独的引线与电网的零干线可靠地、妥善地联接。各地区的供电部门对此均有严格的规定, 必须遵守。总之, 保护接零线不得使用单股硬线; 接零线不得加接熔断器及开关等; 接零线截面积的规格必须符合规定的要求。另外, 接零线只能并联, 决不允许串联。图 1.1.1 为单相电器保护接零正确接法的例子, 而图 1.1.2 为常见的保护接零错误接法的例子。从图中可以看到, 万一零线断裂或零线熔丝熔断, 即使是不漏电的设备, 其外壳也会存在相电压, 那是极其危险的。

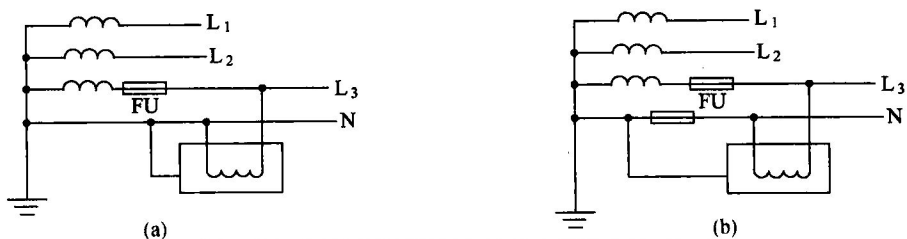


图 1.1.1 单相电器保护接零的正确接法

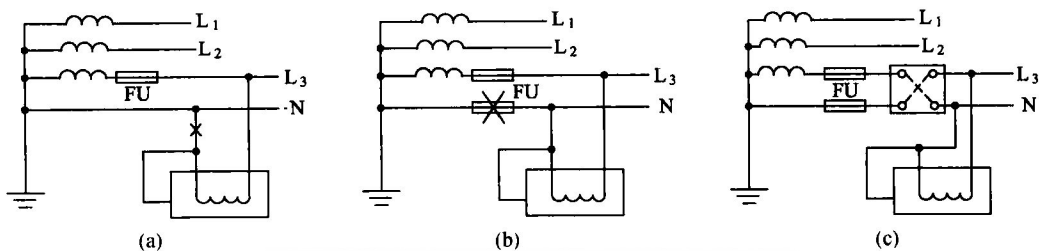


图 1.1.2 单相电器保护接零的错误接法

在同一供电系统中, 不允许一部分电气设备采用保护接地, 而另一部分采用保护接零的方法。如图 1.1.3 所示, 这样的接法将造成不良后果。因为此时若某台接地设备的某相碰壳对地短路, 而设备的容量较大, 熔丝的熔断电流值或保护元件的动作电流值也较大, 这时

所产生的因碰壳而形成的电流不足以使熔断器或保护电器动作,电源不能切断,这时,接地电流产生的压降将使电网中性线的电压升高到一定数值,而使所有接零的电气设备外壳均带有这样的电压。如 $R_0 = R_g$, 则此电压为 110V, 是很危险的。人若触及运行中接零电气设备的外壳, 将会触电。

三、接地装置

在三相四线制、中性点直接接地的供电系统中, 对办公楼、厂车间的电源进线, 往往要求重复接地, 即电源的零线在进线处, 用接地线与接地体联接, 以保证零线电位稳定地保持在零电位。所以接地装置包括接地体与接地线。

1. 接地体

接地体亦称接地极, 就是埋入大地中的导体。接地体的材料通常采用钢管、角钢以及圆钢和扁钢等。接地体虽然可以水平埋设或垂直埋设, 但常用垂直埋设。在垂直埋设时, 考虑到必要的机械强度, 在用钢管作接地体时, 一般采用直径 50mm 以上、长 2.5m 的厚壁钢管; 角钢接地体通常为 50mm×50mm 的等边角钢, 长为 2.5m 左右。

接地体的接地电阻值与接地体埋入土壤的深度有关, 也与土层的化学物理性质有关。埋入的深度大, 则接地体的接地电阻小。但当深度超过 2.5m 时, 其电阻的减小甚微, 故垂直接地体的长度通常在 2m~3m 之间。而接地体处的土壤, 如导电性能差, 有时还需填入盐类等物质。

接地体可以挖洞埋入。当土质松软、导电性较好时, 也可将钢管、角钢等接地体打入地下。接地体通常需全部埋入地表以下, 顶端距地表面约 250mm。其引出线一般用镀锌扁钢焊接在接地体上引出。

重复接地时, 接地体的接地电阻应等于或小于 10Ω 。当单根接地体的接地电阻不能符合上述要求时, 可用多根接地体并联起来组成复合接地体, 以降低接地电阻值, 接地体之间的联接, 通常也用扁钢焊接联通。各接地体的位置视环境而定, 可以是多角形, 也可以呈直线或放射形。各接地体之间的距离通常在 5m 以上, 这是因为复合接地体的电阻并不等于各单根接地体的接地电阻的并联阻值, 而要偏大。其原因是各接地体之间互有干扰, 这就妨碍了各单根接地体电流的流散。故各接地体之间的距离要足够大, 以避免互相间的干扰, 更有效地降低接地电阻。当接地体水平敷设时, 其埋设深度不应小于 0.6m, 材料多用圆钢、扁钢。埋入地下的接地体不应涂漆。

2. 接地线

接地体通常焊上镀锌扁钢作为引出线。引出线焊上螺栓以便导线联接。引出线如高出地面时, 必须加塑料管等作穿管保护, 保护管高度不应小于 2m。接地线的截面积由电源容量来决定, 通常其载流能力不小于相线允许载流量的 1/2。但接地线的最小截面, 绝缘铜线为 1.5mm^2 , 裸铜线为 4.0mm^2 ; 绝缘铝线为 2.5mm^2 , 裸铝线为 6.0mm^2 。这是为了保持接地线具有一定的机械强度的缘故。

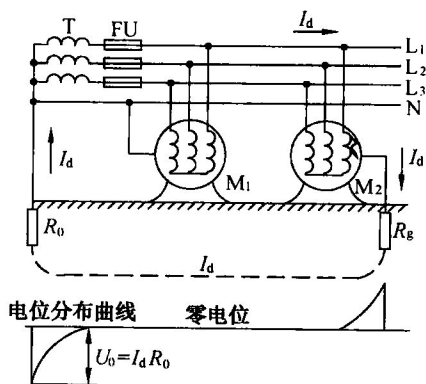


图 1.1.3 同一供电系统的双重保护

用做接地线的裸铝导体,严禁埋入大地。如用电设备需保护接地时,其接地装置的埋设深度及要求与上述相同。

1.1.4 雷电及其防护措施

一、雷电

雷电在气象学上称为雷暴。形成雷暴的积雨云高耸浓密,云顶常有大量冰晶,云内由于热能的对流,不断发生起电和放电(闪电)现象,其机制十分复杂。在放电过程中,闪电通道上的空气温度骤升,空气中水滴汽化膨胀,甚至还有电离现象产生,短时间内空气迅速膨胀,从而产生了冲击波,导致强烈的雷鸣(打雷)。由于云中的电荷在地面上引起感应电荷,使云底与地面之间形成“闪道”。当电荷积累和其他条件(如突出的建筑物、孤立的烟囱和旷地上的人等)具备时,就会发生闪电击地,即雷击,造成雷电灾害。

雷击有下列三种主要形式:

① 直击雷:带电的云层与大地上某一点之间发生猛烈的放电现象。避雷针并不能百分之百地拦截上空来的雷电,有的雷电并不是经最短的路径泄放电流,有时绕过避雷针,对建筑物产生侧击或绕击。据外国有关资料介绍,一个直击雷不仅仅影响到被击中的对象,而且对周围半径 1.5km 范围内都有影响。

② 感应雷:强大的脉冲电流对周围的导线或金属物体产生电磁感应发生高电压,以致发生闪击的现象,也叫二次雷。

③ 球形雷:在雷电频繁的雷雨地区,偶尔会发现紫色、殷红色、灰红色、蓝色的“火球”。

二、雷电的危害

雷电灾害是“联合国国际减灾十年”公布的最严重的十种自然灾害之一。全球每年因雷击造成人员伤亡、财产损失不计其数;导致火灾、爆炸、建筑物毁坏等事故频繁发生;从卫星、通信、导航、计算机网络直到每个家庭的家用电器都遭到雷电灾害的严重威胁。据不完全统计,我国每年因雷击造成人员伤亡达 3000 人~4000 人,财产损失在 50 亿~100 亿元人民币。近年来,随着社会经济发展和现代化水平的提高,特别是信息技术的快速发展,城市高层建筑物的日益增多,雷电灾害的危害程度和造成的经济损失及社会影响也越来越大。

三、防雷击措施

避雷针是一种高层建筑预防雷击而普遍采用的措施。从富兰克林发明避雷针到现在,科学技术发生了巨大变化,为适应高科技的现状,应采用现代综合防雷技术“BCDGS”。

现代防雷的技术原则强调全方位防护,综合治理,层层设防,把防雷看做是一个系统工程,这是由于雷电的危害无孔不入,在整个空间范围侵袭微电子设备,很难防范。现代综合防雷技术“BCDGS”的具体含义如下:

B: 等电位联接(Bonding),其目的是防止强大雷电流流过之处立即升高至很高的电位,与周围金属物和设备之间出现很大的电位差,造成旁侧闪络放电。可消除因地电位骤然升高而产生“反击”的现象,可消除因电位差引起的人身事故。随着我国电气行业日新月异的变化,我国许多新修订的规范、标准正逐步同 IEC(国际电工委员会)接轨。等电位联接是“使各外露可导电部分和装置外可导电部分电位基本相等的电气联接”,分为总等电位联接、局部等电位联接、辅助等电位联接。总等电位联接就是把建筑物每一电源进线处及进出建筑物的金属管道、金属结构构件等连成一体,一般有总等电位联结端子板,并与其他等电位