

铁路职业教育铁道部规划教材

电工技能实训指导书

DIANGONGJINENGSHIXUNZHIDAOSHU

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAONU GUIHUA JIAOCAI

王程有 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介



铁路职业教育铁道部规划教材

电工技能实训指导书

王程有 主 编
华满香 主 审

中国铁道出版社

2008年·北 京

地址：北京丰台区右安门外大街22号
电话：(010)51873179 51873178 51873177 51873176 51873175
邮编：100054
网址：www.tlpress.com

内 容 简 介

本书是根据高职高专《电工技能实训》和《电气控制实训》教学大纲对电工技能实训的基本要求编写的。所编内容涵盖基础电工的操作工艺、控制电路安装及中高级电工的可编程和技能鉴定。主要内容包括电工安全知识、电工基本工艺操作;低压电器知识、电气控制安装操作;可编程知识及程序编制;维修电工知识及技能鉴定等四个模块。各模块自成体系,可分别进行教学和实训。

本书可作为高职高专学校电气、机电、机车、轨道交通类电工技能实训教材,同时适用于电力机车检修专业《电气技术技能实训》课程的实训,也可作为电气技术人员的培训教材和参考书,或作为维修电工技能培训鉴定教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工技能实训指导书/王程有主编.—北京:中国铁道出版社,2008.1

铁路职业教育铁道部规划教材

ISBN 978-7-113-08449-3

I. 电… II. 王… III. 电工技术-职业教育-教材
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005936 号

书 名:电工技能实训指导书

作 者:王程有 主编

责任编辑:赵 静

编辑部电话:(010)51873133

电子信箱:td73133@sina.com

封面设计:陈东山

责任校对:孙 玫

责任印制:金洪泽

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码:100054)

印 刷:河北新华印刷二厂

版 次:2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:7.25 字数:175千

书 号:ISBN 978-7-113-08449-3/TM·73

定 价:15.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前 言

电工技能实训是职业教育中的重要实践教学环节。它对学生掌握基本理论,运用基本知识,训练基本技能,增强实践能力,达到职业教育培养目标有着十分重要的意义和作用。

本书是铁路职业教育铁道部规划教材,是以《电工技能实训》和《电气控制实训》课程教学大纲对电工技能实训的基本要求为依据编写的,以满足电气、机电、机车车辆类电工技能实训和维修电工技能鉴定为出发点,所编内容涵盖基础电工的操作工艺、控制安装及中高级电工的可编程和技能鉴定。编写原则是:理论以够用为度,注重基本技能训练。编写框架是:每章先介绍基本知识及实训理论,再进行实训练习,各章自成体系。每章按1~2个实训周编写,不同的学校和专业,可根据具体情况进行选择。

全书共分四章。第一章是电工安全知识、电工基本工艺操作,实训项目为:电工常用工具使用、导线连接、配电板及电度表的安装。第二章是低压电器知识、电气控制安装调试,实训项目为:三相异步电动机可逆旋转控制线路安装与调试、三相异步电动机Y- Δ 降压启动控制线路安装与调试、三相异步电动机反接制动控制线路安装与调试、三相异步电动机两地点动控制线路安装与调试。第三章是PLC控制系统设计的一般步骤和方法及实训,实训项目为:广告牌彩灯闪烁程序设计、四层电梯PLC控制系统、材料分拣PLC控制系统。第四章是维修电工知识,电气控制电路故障的查找、排除方法及技能鉴定,鉴定项目为:CA6140型车床电气故障检修、X62W型万能铣床电气故障检修。

本书可作为高等、中等职业学校电气自动化、电力机车检修、供用电技术、铁道供电、城市轨道交通、电气技术、电机与电器、机电一体化、数控技术等工程类电工技能实训,同时适用于电力机车检修专业《电气技术技能实训》课程的实训,也可作为维修电工技能培训、鉴定教材。

本书由郑州铁路职业技术学院王程有主编,负责全书的统稿,并编写第二章。第一章由郑州铁路职业技术学院张志军编写,第三、四章由郑州铁路职业技术学院张桂香编写,湖南铁道职业技术学院华满香副教授担任主审,对书稿提出了许多建设性意见。

本书在编写过程中参阅了多种教材和专著,在此向编著者致谢。由于编者水平有限、时间紧迫,书中难免存在错误和不妥之处,敬请读者指正。

编 者
2007年8月

目 录

第一章

电工工艺技能实训

第一章 电工工艺技能实训	1
第一节 安全用电与接地	1
第二节 电工工艺基本技能操作	16
技能实训一 电工常用工具使用	16
技能实训二 导线连接	22
技能实训三 配电板及单相电度表的安装	35
第二章 电气控制技能实训	44
第一节 常用低压电器及其选择	44
第二节 电气图的绘制与控制线路的制作步骤	59
第三节 电气基本控制电路安装与调试	65
技能实训一 三相异步电动机可逆旋转控制线路安装与调试	65
技能实训二 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制线路安装与调试	69
技能实训三 三相异步电动机反接制动控制线路安装与调试	70
技能实训四 三相异步电动机两地点动控制线路安装与调试	72
第三章 可编程控制器技能实训	73
第一节 PLC 控制系统设计	73
第二节 PLC 技能实训	77
技能实训一 广告牌彩灯闪烁程序设计	77
技能实训二 四层电梯的 PLC 控制系统	83
技能实训三 材料分拣 PLC 控制系统	86
第四章 维修电工技能鉴定实训	90
第一节 电气控制电路故障的查找和排除	90
第二节 维修电工实训考核装置简介	95
第三节 维修电工考核实训项目	96
技能实训一 CA6140 型车床电气故障检修	96
技能实训二 X62W 型万能铣床电气故障检修	103
参考文献	109

第一章

电工工艺技能实训

电工工艺技能实训分两部分:电工安全用电与接地;电工工艺基本技能操作。第一部分为电工实际操作必备的安全保障知识,第二部分则为电工应掌握的常用操作技能。

第一节 安全用电与接地

在实际用电过程中,任何一个电工都必须遵守安全用电规程和电气设备正确的接地,特别注意电气安全,如果稍有麻痹或疏忽,就可能造成严重的人身触电事故,或者引起火灾或爆炸,给国家和人民带来极大的损失。

一、安全用电知识

安全用电包括供电系统的安全、用电设备的安全及人身安全三个方面,它们之间又是紧密联系的。供电系统的故障可能导致用电设备的损坏或人身伤亡事故,而用电事故也可能导致局部或大范围停电,甚至造成严重的社会灾难。

(一)安全电压

交流工频安全电压的上限值,在任何情况下,两导体间或任一导体与地之间都是不得超过50 V。我国的安全电压的额定值为42 V、36 V、24 V、12 V、6 V。如手提照明灯、危险环境的携带式电动工具,应采用36 V安全电压;金属容器内、隧道内、矿井内等工作场合,狭窄、行动不便及周围有大面积接地导体的环境,应采用24 V或12 V安全电压,以防止因触电而造成的人身伤害。

(二)安全距离

为了保证电气工作人员在电气设备运行操作维护检修时不致误碰带电体,规定了工作人员离带电体的安全距离;为了保证电气设备在正常运行时不会出现击穿短路事故,规定了带电体离附近接地物体和不同相带电体之间的最小距离。安全距离主要有以下几个方面:

1. 设备带电部分到接地部分和设备不同相带电部分之间的距离,如表1-1所示。

表1-1 各种不同电压等级的安全距离

设备额定电压(kV)		1~3	6	10	35	60	110 ^①	220 ^①	330 ^①	500 ^①
带电部分到接地部分(mm)	屋内	75	100	125	300	550	850	1 800	2 600	3 800
	屋外	200	200	200	400	650	900	1 800	2 600	3 800
不同相带电部分之间(mm)	屋内	75	100	125	300	550	900	—	—	—
	屋外	200	200	200	400	650	1 000	2 000	2 800	4 200

①中性点直接接地系统。

2. 设备带电部分到各种遮栏间的安全距离,如表 1-2 所示。

表 1-2 设备带电部分到各种遮栏间的安全距离

设备额定电压(kV)		1~3	6	10	35	60	110 ^①	220 ^①	330 ^①	500 ^①
带电部分到遮栏(mm)	屋内	825	850	875	1 050	1 300	1 600	—	—	—
	屋外	950	950	950	1 150	1 350	1 650	2 550	3 350	4 500
带电部分到网状遮栏(mm)	屋内	175	200	225	400	650	950	—	—	—
	屋外	300	300	300	500	700	1 000	1 900	2 700	5 000
带电部分到板状遮栏(mm)	屋内	105	130	155	330	580	880	—	—	—

①中性点直接接地系统。

3. 无遮栏裸导体到地面间的安全距离,如表 1-3 所示。

表 1-3 无遮栏裸导体到地面间的安全距离

设备额定电压(kV)		1~3	6	10	35	60	110 ^①	220 ^①	330 ^①	500 ^①
无遮栏裸导体到地面间的安全距离(mm)	屋内	2 375	2 400	2 425	2 600	2 850	3 150	—	—	—
	屋外	2 700	2 700	2 700	2 900	3 100	3 400	4 300	5 100	7 500

①中性点直接接地系统。

4. 电气工作人员在设备维修时与设备带电部分间的安全距离,如表 1-4 所示。

表 1-4 电气工作人员与带电设备间的安全距离

设备额定电压(kV)	10 及以下	20~35	44	60	110	220	330
设备不停电时的安全距离(mm)	700	1 000	1 200	1 500	1 500	3 000	4 000
工作人员工作时正常活动范围与带电设备的安全距离(mm)	350	600	900	1 500	1 500	3 000	4 000
带电作业时人体与带电体之间的安全距离(mm)	400	600	600	700	1 000	1 800	2 600

(三) 绝缘安全用具

绝缘安全用具是保证作业人员安全操作带电体及人体与带电体安全距离不够时所采取的绝缘防护工具。绝缘安全用具按使用功能可分为:

1. 绝缘操作用具

绝缘操作用具主要用来进行带电操作、测量和其他需要直接接触电气设备的特定工作。常用的绝缘操作用具,一般有绝缘操作杆、绝缘夹钳等,如图 1-1、图 1-2 所示。

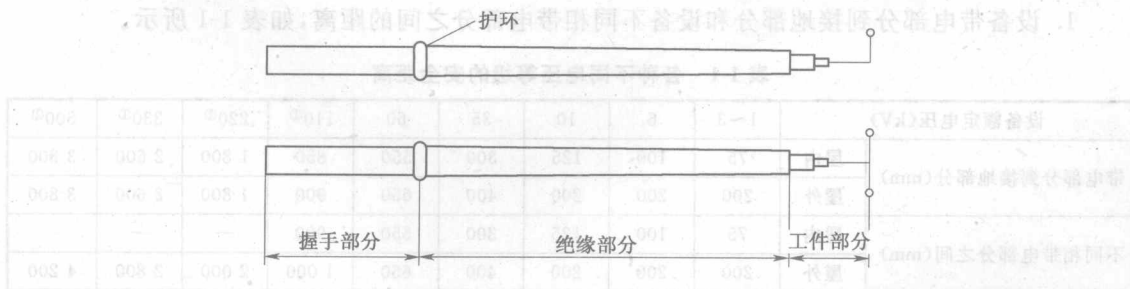


图 1-1 绝缘操作杆

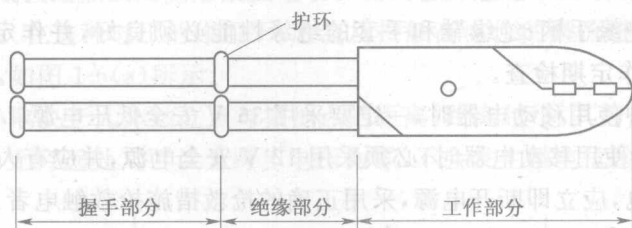


图 1-2 绝缘夹钳

这些绝缘操作用具均由绝缘材料制成。正确使用绝缘操作用具,应注意绝缘操作用具本身必须具备合格的绝缘性能和机械强度,只能在和其绝缘性能相适应的电气设备上使用。

2. 绝缘防护用具

绝缘防护用具则对可能发生的有关电气伤害起到防护作用。主要用于对泄漏电流、接触电压、跨步电压和其他接近电气设备存在的危险等进行防护。常用的绝缘防护用具具有绝缘手套、绝缘靴、绝缘隔板、绝缘垫、绝缘站台等,如图 1-3 所示。

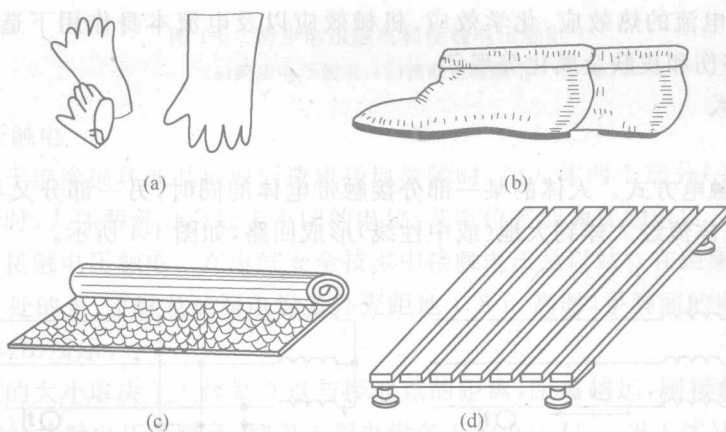


图 1-3 绝缘防护用具

(a) 绝缘手套; (b) 绝缘靴; (c) 绝缘垫; (d) 绝缘站台

绝缘防护用具的绝缘强度足以承受设备的运行电压时,才可以用来直接接触运行的电气设备,一般不直接接触及带电设备。使用绝缘防护用具时,必须做到使用合格的绝缘防护用具,并掌握正确的使用方法。

二、电工安全操作知识

1. 在进行电工安装与维修操作时,必须严格遵守各种安全操作规程,不得玩忽失职。
2. 进行电工操作时,要严格遵守停、送电操作规定,确实做好送电的各项安全措施,不准进行约时送电。
3. 在邻近带电部分进行电工操作时,一定要保持可靠的安全距离。
4. 严禁采用一线一地、两线一地、三线一地(指大地)安装用电设备和器具。
5. 在一个插座或灯座上不可引接功率过大的用电器具。
6. 不可用潮湿的手去触及开关、插座和灯座等用电装置,更不可用湿抹布去揩抹电气装

置和用电器具。

7. 操作工具的绝缘手柄、绝缘鞋和手套的绝缘性能必须良好,并作定期检查。登高工具必须牢固可靠,也应作定期检查。

8. 在潮湿环境中使用移动电器时,一定要采用 36 V 安全低压电源。在金属容器内(如锅炉、蒸发器或管道等)使用移动电器时,必须采用 12 V 安全电源,并应有人在容器外监护。

9. 发现有人触电,应立即断开电源,采用正确的抢救措施抢救触电者。

三、触电的危害

人体是导体,一旦有电流通过时,将会受到不同程度的伤害。由于触电的种类、方式及条件的不同,受伤害的后果也不一样。

(一) 触电的种类

人体触电有电击和电伤两类。

1. 电击是指电流通过人体时所造成的内伤。它可以使肌肉抽搐,内部组织损伤,造成发热发麻、神经麻痹等。严重时将引起昏迷、窒息,甚至心脏停止跳动而死亡。通常说的触电就是电击。触电死亡大部分由电击造成。

2. 电伤是指电流的热效应、化学效应、机械效应以及电流本身作用下造成的人体外伤。常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象。

(二) 触电方式

1. 单相触电

这是常见的触电方式。人体的某一部分接触带电体的同时,另一部分又与大地或中性线相接,电流从带电体流经人体到大地(或中性线)形成回路,如图 1-4 所示。

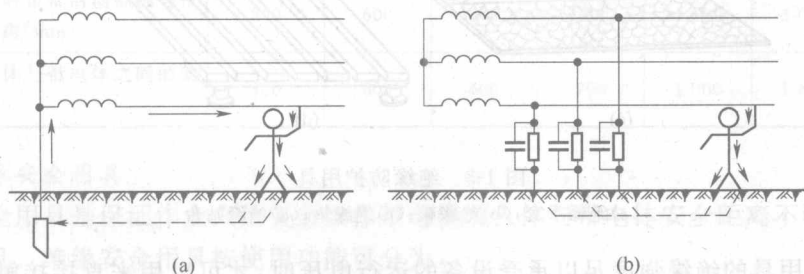


图 1-4 单相触电

(a)中性点直接接地;(b)中性点不直接接地

2. 两相触电

人体的不同部分同时接触两相电源时造成的触电,如图 1-5 所示。

对于这种情况,无论电网中性点是否接地,人体所承受的线电压将比单相触电时高,危险更大。

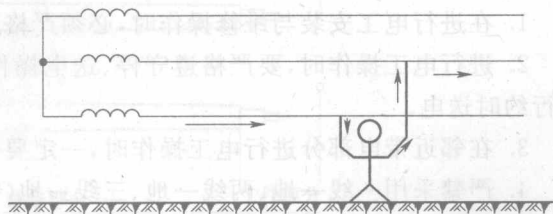


图 1-5 两相触电

3. 跨步电压触电

雷电流入地或电力线(特别是高压线)

断散到地时,会在导线接地点及周围形成强电场。当人畜跨进这个区域,两脚之间出现的电位差称为跨步电压 U_{st} 。在这种电压的作用下,电流从接触高电位的脚流进,从接触低电位的脚流出,从而形成触电,如图 1-6(a)所示。

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 20 m(理论上为无穷远处),可认为跨步电压为零,不会发生触电危险。

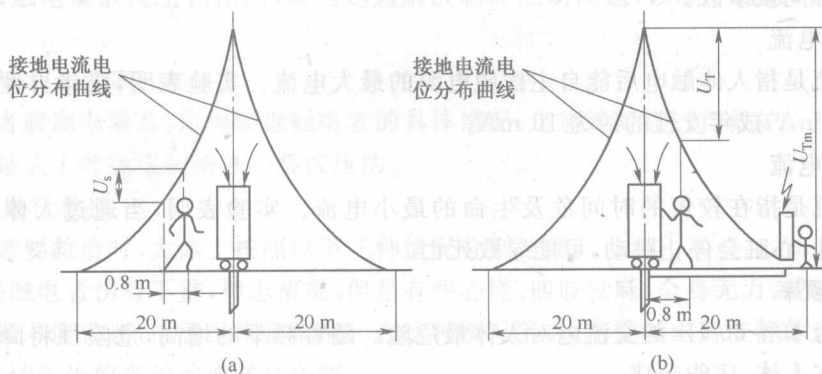


图 1-6 跨步电压触电和接触电压触电

(a)跨步电压触电;(b)接触电压触电

4. 接触电压触电

电气设备由于绝缘损坏或其他原因造成接地故障时,如人体两个部分(手和脚)同时接触设备外壳和地面时,人体两部分会处于不同的电位,其电位差即为接触电压。由接触电压造成的触电事故称为接触电压触电。在电气安全技术中接触电压是以站立在距漏电设备接地点水平距离为 0.8 m 处的人,手触及的漏电设备外壳距地 1.8 m 高时,手脚间的电位差 U_r 作为衡量基准,如图 1-6(b)所示。

接触电压值的大小取决于人体站立点与接地点的距离,距离越远,则接触电压值越大;当距离超过 20 m 时,接触电压值最大,即等于漏电设备上的电压 U_{tm} ;当人体站在接地点与漏电设备接触时,接触电压为零。

5. 感应电压触电

感应电压触电是指当人触及带有感应电压的设备和线路时所造成的触电事故。一些不带电的线路由于大气变化(如雷电活动),会产生感应电荷,停电后一些可能感应电压的设备和线路如果未及时接地,这些设备和线路对地均存在感应电压。

6. 剩余电荷触电

剩余电荷触电是指当人体触及带有剩余电荷的设备时,对人体放电造成的触电事故。带有剩余电荷的设备通常含有储能元件,如并联电容器、电力电缆、电力变压器及大容量电动机等,在退出运行和对其进行类似兆欧表测量等检修后,会带上剩余电荷,因此要及时对其放电。

(三)影响电流对人体危害程度的主要因素

电流对人体伤害的严重程度与通过人体电流的大小、频率、持续时间、通过人体的路径及人体电阻的大小等多种因素有关。

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,感应越强烈,引起心室颤动所需的时间

越短,致命的危险越大。对于工频交流电,按照通过人体电流的大小和人体所呈现的不同状态,电流大致分为下列三种:

(1) 感觉电流

感觉电流是指引起人体感觉的最小电流。实验表明,成年男性的平均感觉电流约为 1.1 mA,成年女性为 0.7 mA。感觉电流不会对人体造成伤害,但电流增大时,人体反应强烈,可能造成坠落等间接事故。

(2) 摆脱电流

摆脱电流是指人体触电后能自主摆脱电源的最大电流。实验表明,成年男性的平均摆脱电流约为 16 mA,成年女性的约为 10 mA。

(3) 致命电流

致命电流是指在较短的时间危及生命的最小电流。实验表明,当通过人体的电流达到 50 mA 以上时,心脏会停止跳动,可能导致死亡。

2. 电流频率

一般认为 40~60 Hz 的交流电对人体最危险。随着频率的增高,危险性将降低。高频电流不仅不伤害人体,还能治病。

3. 通电时间

通电时间越长,电流使人体发热和人体组织的电解液成分增加,导致人体电阻降低,反过来又使通过人体的电流增加,触电的危险亦随之增加。

4. 电流路径

电流通过头部可使人昏迷;通过脊髓可能导致瘫痪;通过心脏会造成心跳停止,血液循环中断;通过呼吸系统会造成窒息。因此,从左手到胸部是最危险的电流路径,从手到手和从手到脚也是很危险的电流路径,从脚到脚是危险性较小的电流路径。

四、触电急救

触电急救的要点是动作迅速,救护得法,切不可惊慌失措、束手无策。

(一) 首先要尽快地使触电者脱离电源

人触电以后,可能由于痉挛或失去知觉等原因而紧抓带电体,不能自行摆脱电源。此时,使触电者尽快脱离电源是救活触电者的首要因素。

1. 低压触电事故

对于低压触电事故,可采用下列方法使触电者脱离电源。

(1) 触电地点附近有电源开关或插头,可立即断开开关或拔掉电源插头,切断电源。

(2) 电源开关远离触电地点,可用有绝缘柄的电工钳或干燥木柄的斧头分相切断电线,断开电源;或用于木板等绝缘物插入触电者身下,以隔断电源。

(3) 线搭落在触电者身上或被压在身下时,可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木棒等绝缘物作为工具,拉开触电者或挑开电线,使触电者脱离电源。

2. 高压触电事故

对于高压触电事故,可以采用下列方法使触电者脱离电源。

(1) 立即通知有关部门停电。

(2) 戴上绝缘手套,穿上绝缘靴,用相应电压等级的绝缘工具断开开关。

(3) 抛掷裸金属线使线路短路接地,迫使保护装置动作,断开电源。注意在抛掷金属线前,

应将金属线的一端可靠地接地,然后抛掷另一端。

3. 脱离电源的注意事项

(1) 救护人员不可以直接用手或其他金属及潮湿的物件作为救护工具,而必须采用适当的绝缘工具且单手操作,以防止自身触电。

(2) 防止触电者脱离电源后可能造成的摔伤。

(3) 如果触电事故发生在夜间,应当迅速解决临时照明问题,以利于抢救,并避免扩大事故。

(二) 现场急救方法

当触电者脱离电源后,应当根据触电者的具体情况,迅速地对症进行救护。现场应用的主要救护方法是人工呼吸法和胸外心脏按压法。

1. 对症进行救护

触电者需要救治时,大体上按照以下三种情况分别处理:

(1) 如果触电者伤势不重,神志清醒,但是有些心慌、四肢发麻、全身无力;或者触电者在触电过程中曾经一度昏迷,但已经恢复清醒。在这种情况下,应当使触电者安静休息,不要走动,严密观察,并请医生前来诊治或送往医院。

(2) 如果触电者伤势比较严重,已经失去知觉,但仍有心跳和呼吸,这时应当使触电者舒适、安静地平卧,保持空气流通。同时揭开他的衣服,以利于呼吸,如果天气寒冷,要注意保温,并要立即请医生诊治或送医院。

(3) 如果触电者伤势严重,呼吸停止或心脏停止跳动或两者都已停止时,则应立即实行人工呼吸和胸外心脏按压,并迅速请医生诊治或送往医院。

应当注意,急救要尽快地进行,不能等候医生的到来,在送往医院的途中,也不能中止急救。

2. 口对口人工呼吸法

这是在触电者呼吸停止后应用的急救方法。具体步骤如下:

(1) 触电者仰卧,迅速解开其衣领和腰带。

(2) 触电者头偏向一侧,清除口腔中的异物,使其呼吸畅通,必要时可用金属匙柄由口角伸入,使口张开。

(3) 救护者站在触电者的一边,一只手捏紧触电者的鼻子,一只手托在触电者颈后,使触电者颈部上抬,头部后仰,然后深吸一口气,用嘴紧贴触电者嘴,大口吹气,接着放松触电者的鼻子,让气体从触电者肺部排出。每 5 s 吹气一次,不断重复地进行,直到触电者苏醒为止,如图 1-7 所示。

对儿童施行此法时,不必捏鼻。开口困难时,可以使其嘴唇紧闭,对准鼻孔吹气(即口对鼻人工呼吸),效果相似。

3. 胸外心脏按压法

这是触电者心脏跳动停止后采用的急救方法。具体操作步骤如图 1-8 所示。

(1) 触电者仰卧在结实的平地或木板上,松开衣领和腰带,使其头部稍仰(颈部可枕垫软物),抢救者跪跨在触电者腰部两侧。

(2) 抢救者将右手掌放在触电者胸骨处,中指指尖对准其颈部凹陷的下端,左手掌复压在右手背上(对儿童可用一只手),如图 1-8(b) 所示。

(3) 抢救者借身体重量向下用力挤压,压下 3~4 cm,突然松开,如图 1-8(d) 所示。

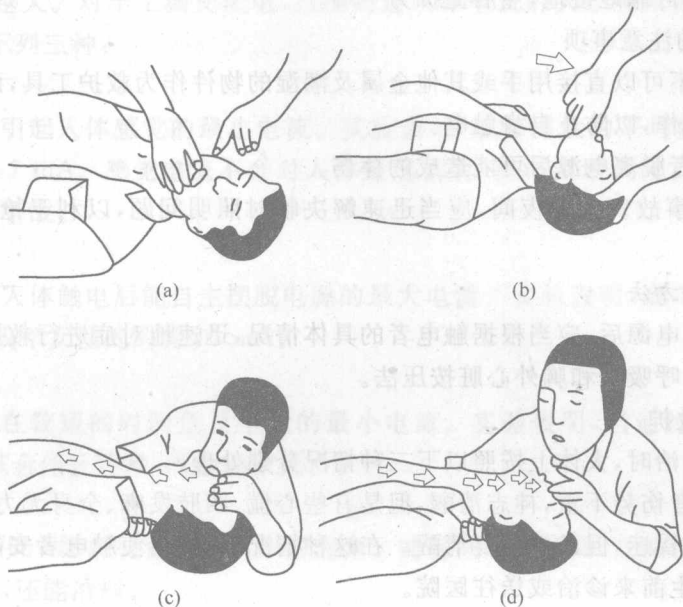


图 1-7 口对口人工呼吸法

(a)清理口腔异物；(b)让头后仰；(c)贴嘴吹气；(d)放开嘴鼻换气

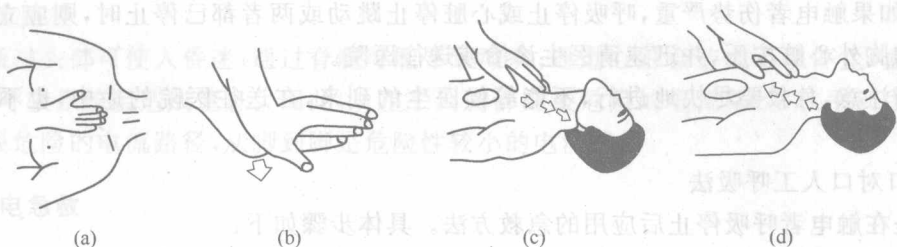


图 1-8 胸外心脏按压法

(a)手掌位置；(b)左手掌压在右手背上；(c)掌根用力下压；(d)突然松开

按压和放松动作要有节奏，每秒钟进行一次，每分钟宜按压 60 次左右，不可中断，直到触电者苏醒为止。要求按压定位要准确，用力要适当，防止用力过猛给触电者造成内伤和用力过小按压无效。对儿童用力要适当小些。

4. 触电者呼吸和心跳都停止时，允许同时采用“口对口人工呼吸法”和“胸外心脏按压法”。单人救护时，可先吹气 2~3 次，再按压 10~15 次，交替进行。双人救护时，每 5 s 吹气一次，每秒钟按压一次，两人同时进行操作，如图 1-9 所示。

抢救既要迅速又要有耐心，即使在送往医院途中也不能停止急救。此外，不能给触电者打强心针、泼冷水或压木板等。

五、接地技术

(一) 接地技术概述

1. 接地的意义

所谓接地，就是电气设备和装置的某一点与大地进行可靠的电连接。如电动机、变压器和

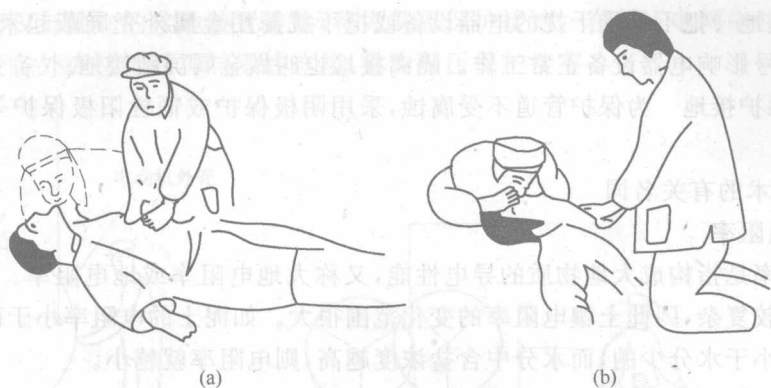


图 1-9 无心跳无呼吸触电者急救

(a) 单人操作; (b) 双人操作

开关设备的外壳接地(或中性点接地)。假使这些应该接地的而没有接地,那么对设备的安全运行和人身的安全就存在威胁。

例如,一台电动机的外壳如果没有接地,当某一绕组的绝缘损坏与机座或铁芯短接时,电机外壳就会带电(这种现象是经常会发生的)。这时,若有人触及这台电动机的外壳,电流通过人体经大地与配电变压器中性点形成回路,人就会遭受电击伤(即触电),如图 1-10(a)所示。

如果这台电动机外壳是接地的,因为接地电阻很小(几欧)而人体电阻较大,所以对地短路电流绝大部分通过接地装置流经大地与配电变压器中性点形成回路,而流过人体的电流就相应减小,对人身的安全的威胁也就大为减小,如图 1-10(b)所示。

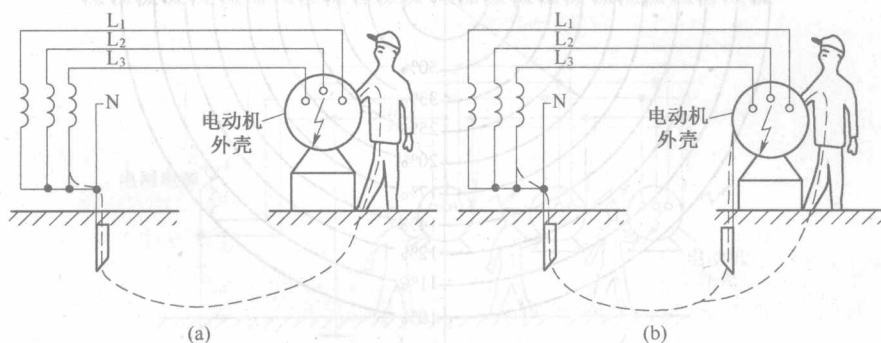


图 1-10 对地短路电流通过人体的示意图

(a) 不接地时; (b) 接地时

2. 接地分类

(1) 保护接地 在电力系统中,凡是为了防止电气设备及装置的金属外壳因发生意外带电而危及人身和设备安全的接地,叫做保护接地。

(2) 工作接地 在电力系统中,凡因设备运行需要而进行的接地,叫做工作接地。

(3) 过电压保护接地(防雷接地) 为了消除电气装置或设备的金属结构免遭大气或操作过电压危险的接地,叫过电压保护接地。

(4) 静电接地 为了防止可能产生或聚集静电荷而对设备或设施构成威胁而进行的接地,

叫静电接地。

(5) 隔离接地 把不能受干扰的电器设备或把干扰源用金属外壳屏蔽起来, 并进行接地, 能避免干扰信号影响电器设备正常工作。隔离接地也叫做金属屏蔽接地。

(6) 电法保护接地 为保护管道不受腐蚀, 采用阴极保护或牺牲阳极保护等的接地, 叫电法保护接地。

3. 接地技术的有关名词

(1) 土壤电阻率

土壤电阻率是指构成大地物质的导电性能, 又称大地电阻率或地电阻率。由于构成大地的物质成分比较复杂, 因此土壤电阻率的变化范围很大。如泥土的电阻率小于砂石, 水分多的泥土的电阻率小于水分少的, 而水分中含盐浓度越高, 则电阻率就越小。

(2) 接地体

接地体又叫接地极或接地棒, 是指埋入大地中直接与土壤接触的金属导体, 是接地装置的主要元件。

(3) 接地电阻

接地电阻其中包括接地装置的导体电阻、接地体与土壤之间的接触电阻和散流电阻。由于以接地体为中心的电流场所分布的电流密度是不均匀的, 所以在整个电流场内的散流电阻也是不相等的。根据在土壤电阻率比较均匀的地层所作的实验结果表明:

在接地处, 均有 50% 的散流电阻是集中在离接地体很贴近的范围内, 如果以半圆的接地体为例, 那么它的散流电阻的存在情况如图 1-11 所示。

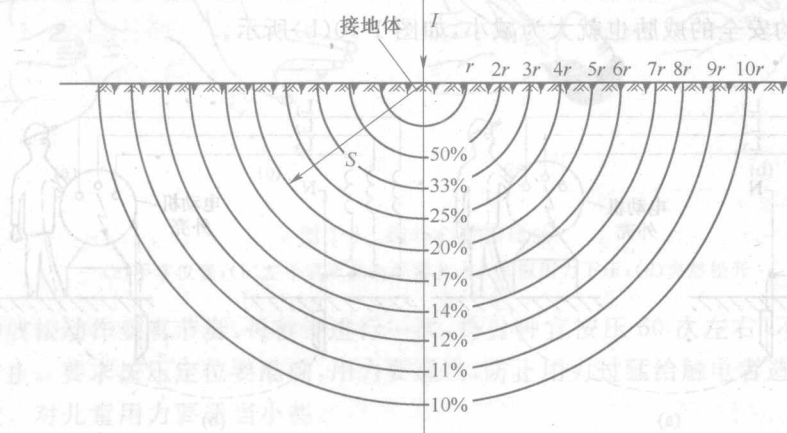


图 1-11 散流电阻分布情况

(4) 接触电压

接触电压是指在有电位分布的地面上, 设备接地点与地面某一点之间存在的电位差。接触电压 U_c 的形成如图 1-12 所示。

(5) 跨步电压

跨步电压是指在具有电位分布的地面上, 当人体两脚跨入这一地面时, 前后两脚之间因存在电位差而形成的电压。其形成如图 1-13 所示。

(6) 接地和接零

接地和接零是两种运用于低压电气设备外壳接地的保护形式。低压电网有中性点接地和

中性点不接地的两种制式系统。在低压中性点非直接接地的系统中,电气设备外壳接地后不与零线连接,而仅与独立的接地装置连接,称为低压保护接地。在低压电网中性点直接接地的系统中,电气设备外壳接地后再与零线连接,称为低压保护接零。

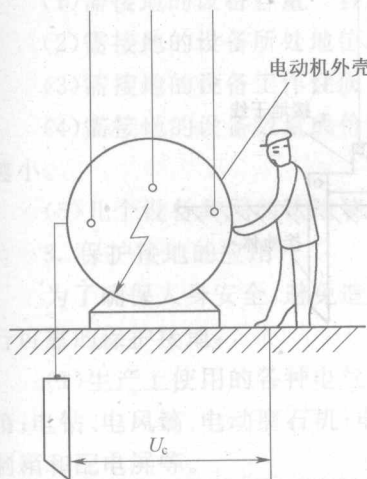


图 1-12 接触电压的形成

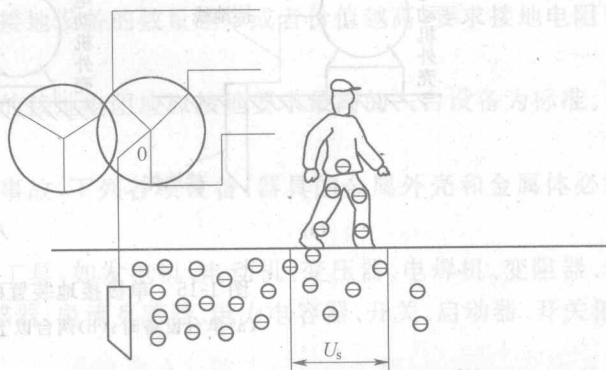


图 1-13 跨步电压的形成

(7) 重复接地

在采用保护接零的系统中,如果零线在一处中断,而该处又有一台设备外壳带电。短路电流与电源零线之间就不能形成回路,那么就会使该处以远的全部设备的金属外壳都带电,造成对人身安全的威胁,如图 1-14 所示。为了避免这种危险,必须采用重复接地的保护措施。

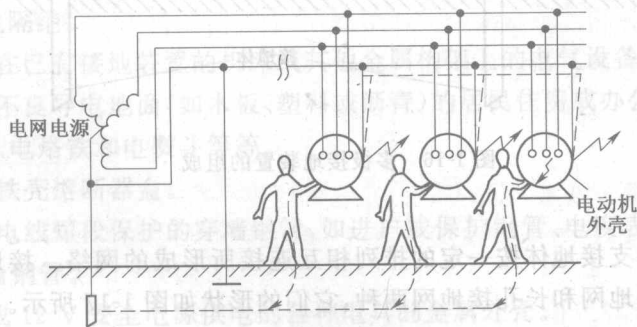


图 1-14 接零保护不重复接地的危险性

(二) 接地装置的组成

1. 接地装置的分类

(1) 单极接地装置

单极接地装置适用于接地要求不太高而设备接地点较少的场所。它的具体组成是:接地线一端与接地体连接,另一端与设备接地点直接连接,如图 1-15(a)所示;如果有几个接地点时,可用接地干线逐一将每一分支接地线连接起来,如图 1-15(b)所示。

(2) 多极接地装置

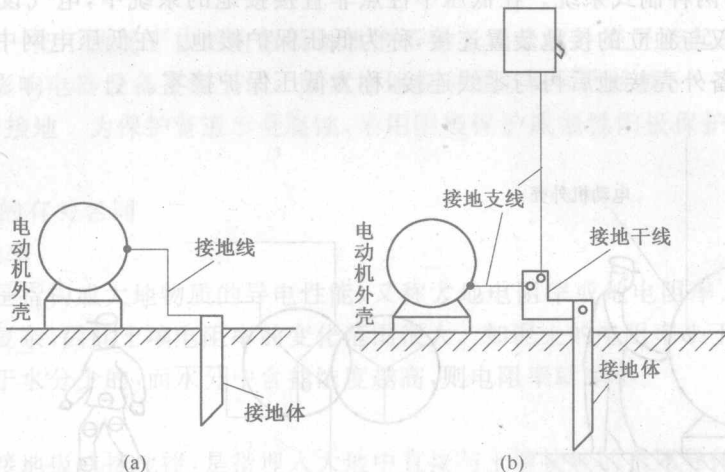


图 1-15 单极接地装置的组成
(a) 单台设备时; (b) 两台以上设备时

简称多极接地,应用于接地要求较高而设备接地点较多的场所,以及用来达到进一步降低接地电阻的目的。多极接地装置的组成形式如图 1-16 所示。

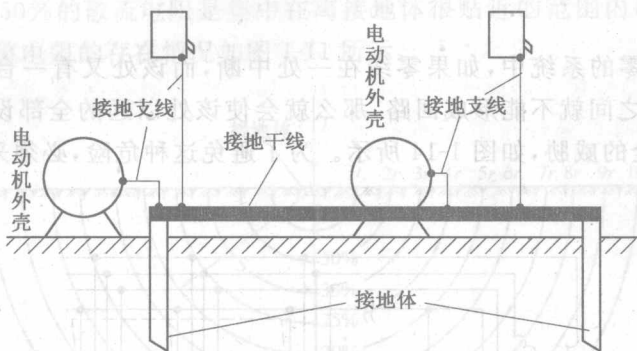


图 1-16 多极接地装置的组成

(3) 接地网络

简称接地网,由多支接地体按一定的排列相互连接所形成的网络。接地网络的组成形式很多,常见的有方孔接地网和长孔接地网两种,它们的形状如图 1-17 所示。

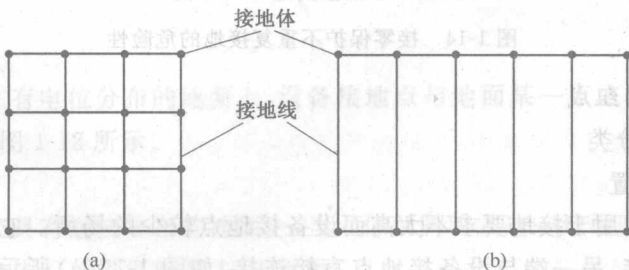


图 1-17 接地网组成形式

(a) 方孔接地网; (b) 长孔接地网