

高职高专“十二五”规划教材

电工技能训练

◎ 张明金 主编

高职高专“十二五”规划教材

电工技能训练

主 编 张明金
副主编 范爱华 王成琪 刘太湖
主 审 赵成民



机械工业出版社

本书共 7 个项目：安全用电及触电急救技能训练、电工基本操作技能训练、常用电工仪表使用技能训练、室内照明控制电路的安装与维护技能训练、异步电动机的拆装与检修技能训练、低压电器的拆装与维护技能训练、继电器-接触器控制电路的制作与检修技能训练、附录为维修电工中级理论和技能操作模拟试题。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校的非电类专业的教材，也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工技能训练/张明金主编. —北京：机械工业出版社，2011.5

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-34120-8

I. ①电… II. ①张… III. ①电工技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 063322 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：李大国 责任编辑：李大国 责任校对：肖琳

封面设计：赵颖喆 责任印制：杨曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.5 印张·353 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-34120-8

定价：28.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066

销售一部：(010)68326294

销售二部：(010)88379649

读者购书热线：(010)88379203

门户网：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书根据高职高专人才培养的目标,以“工学结合、项目引导、任务驱动、‘做中学,学中做,学做一体,边学边做’一体化”为原则编写的。本书以操作工艺为主线,结合维修电工中级考工技术要求,以工作任务引领的方式将相关知识点融入完成工作任务所必备的工作项目中,突出对学生进行规范化的工程技能训练,在内容上注意了广泛性、科学性和实用性,从工程实际出发的角度,培养学生分析和解决实际问题的能力、工程实践能力和创新意识。

本书在编写的过程中,本着“精选内容,打好基础,培养能力”的精神,力求讲清基本概念。各项目分成若干任务,各任务以任务描述、相关知识、技能训练为主线进行编写。在知识讲解中,语言力求简练、流畅。每个项目附有思考练习题,方便学生课后复习和自学。

本书是编者将多年的高职高专的教学经验、积累和收集的资料进行整理汇编而成的。

全书共7个项目:安全用电及触电急救技能训练、电工基本操作技能训练、常用电工仪表使用技能训练、室内照明控制电路的安装与维护技能训练、异步电动机的拆装与检修技能训练、低压电器的拆装与维护技能训练、继电器-接触器控制电路的制作与检修技能训练。附录部分为维修电工(中级)技能操作模拟试题。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校的非电类专业的教材,也可供工程技术人员参考。

本书为实训指导书,总学时为84~112学时或3~4个实训周。

本书由徐州工业职业技术学院张明金担任主编,负责制定编写大纲。扬州工业职业技术学院范爱华老师、徐州技师学院刘太湖老师、徐州经贸高等职业学校王成琪老师担任副主编。其中,项目1、2由范爱华老师编写,项目3由刘太湖老师编写,项目4由王成琪老师编写,项目5、6、7及附录由张明金老师编写。全书由张明金老师统稿、定稿。

本书由徐工轮胎集团有限公司赵成民高级工程师担任主审,他对本书的书稿进行了认真地审阅,提出了许多宝贵的意见。

在本书编写过程中,得到了编者所在学院的各级领导及同事们的支持与帮助,在此表示感谢。同时对书后所列参考文献的各位作者表示深深的感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请各位读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

项目1 安全用电及触电急救技能训练	1
任务1.1 安全用电与节约用电常识	1
1.1.1 安全用电常识	2
1.1.2 节约用电常识	8
任务1.2 触电急救技能训练	10
1.2.1 触电急救知识	10
1.2.2 现场急救的方法	11
【技能训练】 常用触电急救方法的观察与操作训练	13
任务1.3 电气防火、防爆、防雷常识	14
1.3.1 电气防火	14
1.3.2 防爆	17
1.3.3 防雷	17
【思考练习题】	20
项目2 电工基本操作技能训练	21
任务2.1 常用电工工具的认识与使用训练	21
2.1.1 常用电工工具	21
2.1.2 常用电动工具	26
2.1.3 其他工具和材料	27
【技能训练】 常用电工工具的使用	30
任务2.2 导线的连接技能训练	31
2.2.1 导线的认识与选择	31
2.2.2 导线绝缘层的剖削	36
2.2.3 导线的连接	38
2.2.4 导线的焊接	43
2.2.5 导线的封端	45
2.2.6 导线绝缘层的恢复	45
【技能训练】 导线的连接、焊接与绝缘层的恢复	46
任务2.3 电工识读图训练	48
2.3.1 电工图样中的电气符号	48
2.3.2 电工图样的组成	49
2.3.3 电工用图的种类	50
2.3.4 电工用图的识读	51

【技能训练】 电工用图的识读	54
【思考练习题】	55
项目3 常用电工仪表使用技能训练	57
任务3.1 电工测量及电工仪表的基本知识	57
3.1.1 电工测量基本知识	57
3.1.2 电工仪表的基本知识	61
任务3.2 电工仪表的使用技能训练	64
3.2.1 万用表的使用	64
3.2.2 电流表和电压表的使用	69
3.2.3 功率表和电度表的使用	72
3.2.4 兆欧表和钳形电流表的使用	77
【技能训练】 常用电工仪表的使用	80
【思考练习题】	83
项目4 室内照明控制电路的安装与维护技能训练	84
任务4.1 室内配线的基本要求和工序	84
4.1.1 室内配线的基本要求	84
4.1.2 室内配线的工序	85
任务4.2 常用灯具的安装训练	85
4.2.1 白炽灯照明电路的安装与维修	86
4.2.2 荧光灯电路的安装与维修	90
4.2.3 其他常见的电光源	92
【技能训练】 白炽灯、荧光灯电路的安装与检测	97
任务4.3 配线及配电板的装配训练	99
4.3.1 配线方法及要求	99
4.3.2 配电板的装配	105
【技能训练】 室内配电电路及配电板的安装	108
【思考练习题】	114
项目5 异步电动机的拆装与检修技能训练	115
任务5.1 三相异步电动机的拆装与检修技能训练	115
5.1.1 三相异步电动机的结构和工作原理	115
5.1.2 三相异步电动机的安装	120
5.1.3 三相异步电动机的拆装	121
5.1.4 三相异步电动机的维护与检修	124
【技能训练】 三相异步电动机的拆装和运行监视	128
任务5.2 单相异步电动机的拆装与检修技能训练	131
5.2.1 单相异步电动机的结构和工作原理	131
5.2.2 单相异步电动机的拆装	134
5.2.3 单相异步电动机的常见故障与处理方法	137

【技能训练】 单相异步电动机的拆装及电容式异步电动机的检修	139
【思考练习题】	141
项目 6 低压电器的拆装与维护技能训练	143
任务 6.1 常用开关类电器的拆装技能训练	143
6.1.1 刀开关	143
6.1.2 组合开关	146
6.1.3 断路器	147
【技能训练】 常用开关类电器的拆装	151
任务 6.2 主令电器的拆装训练	153
6.2.1 按钮	153
6.2.2 行程开关	155
6.2.3 万能转换开关	157
6.2.4 主令控制器	158
【技能训练】 主令电器的拆装	159
任务 6.3 低压熔断器的认识	160
任务 6.4 交流接触器的拆装训练	163
【技能训练】 交流接触器的拆装	169
任务 6.5 继电器的拆装训练	169
6.5.1 热继电器	170
6.5.2 时间继电器	172
6.5.3 其他继电器	175
【技能训练】 热继电器与时间继电器的拆装	178
任务 6.6 起动器的认识	179
6.6.1 磁力起动器	179
6.6.2 星形—三角形起动器	180
【思考练习题】	181
项目 7 继电器-接触器控制电路的制作与检修	182
任务 7.1 继电器-接触器控制电路的安装与故障检修	182
7.1.1 继电器-接触器控制电路安装的步骤	182
7.1.2 继电器-接触器控制电路故障检修	183
任务 7.2 三相异步电动机基本控制电路的制作与检修	188
7.2.1 三相异步电动机点动控制电路制作与检修	189
7.2.2 三相异步电动机单向长动控制电路的制作与检修	189
7.2.3 三相异步电动机正反转控制电路的制作与检修	193
7.2.4 时间继电器控制的电动机星形—三角形降压起动控制电路的制作与检修	196
7.2.5 单向运行反接制动控制电路的制作与检修	198
【技能训练】 三相异步电动机基本控制电路的制作与故障检修	199
任务 7.3 常用生产机械电气控制电路的分析与故障检修	205

7.3.1 工作台自动往复循环控制电路的分析与故障检修	205
7.3.2 C650-2 型普通车床电气控制电路的分析与故障检修	206
【思考练习题】	212
附录 维修电工(中级)技能操作模拟试题	213
参考文献	221

项目1 安全用电及触电急救技能训练

【项目内容】

1. 安全用电常识。
2. 节约用电的意义和措施。
3. 触电的种类和方式，触电的原因及预防措施。
4. 触电急救的措施。
5. 电气防火、防爆、防雷常识。

【项目目标】

1. 掌握安全用电的要求，遵守安全电压的规定。了解安全用电和节约用电的方法。
2. 了解触电的种类和方式。
3. 了解预防触电的措施，理解保护接地和保护接零的原理。
4. 能分析触电的常见原因，能对触电现场进行处理，会快速实施人工急救。
5. 了解电气防火、防爆、防雷技术。

任务1.1 安全用电与节约用电常识

【任务描述】

电能是人类社会的进步与发展过程中起着极其重要的作用，电能作为二次能源应用也越来越广泛。现代人类的日常生活和工农业生产中，越来越多地使用着品种繁多的家用电器和电气设备，电能给人们的生活和生产带来了极大的便利。但是它又会对人类构成威胁，电气事故不仅毁坏用电设备，还会引起火灾；供电系统的故障不仅会导致用电设备的损坏或人身伤亡事故，还可能导致局部或大范围停电，甚至造成严重的社会灾难；触电会造成人员伤亡。因此，宣传安全用电知识和普及安全用电技能是人们安全合理地使用电能，避免用电事故发生的一大关键。为了保障人身、设备的安全，国家按照安全技术要求颁布了一系列的规定和规程。这些规定和规程主要包括电气装置规程、电气装置检修规程和安全操作规程，统称为安全技术规程。另外，随着国家电力工业的飞速发展，工农业生产和人民群众的日常生活对电的需求量也越来越大，但电力供应的缺口仍然很大，对于一名电气工作的从业人员，养成节约用电的习惯，推广节约用电的经验和方法，是义不容辞的责任。本任务学习安全用电常识和节约用电常识。

【相关知识】

1.1.1 安全用电常识

1. 安全用电的意义

电,一方面造福人类,另一方面又对人类构成威胁。在用电过程中,必须特别注意电气安全,如果稍有麻痹或疏忽,就可能造成严重的人身触电事故,或者引发火灾或爆炸。其中,触电事故是人体触及带电体的事故,主要是电流对人体造成危害,是电气事故中最为常见的。

2. 人体触电的基本知识

(1) 触电

在日常生活和工作中,人体因触及带电体,受到电压作用造成局部受伤,甚至死亡的现象,称为触电。人体触电时,电流通过人体,就会产生伤害。电流对人体的伤害,按其性质可分为电击和电伤两种。

① 电击。电击是指电流使人体内部器官受到损害。触电时肌肉发生收缩,如果触电者不能迅速摆脱带电部分,电流将持续通过人体,最后因神经系统受到损害,使心脏和呼吸器官停止工作而趋于死亡。可见,电击危险性最大,而且也是经常遇到的一种伤害。

② 电伤。电伤是指因电弧或熔丝熔断时飞溅的金属微粒等对人体的外部伤害,如烧伤、金属微粒溅伤等。电伤的危险虽不像电击那样严重,但也不容忽视。

人体触电伤害程度与通过人体电流的大小、时间的长短、通过的部位、电流的频率及触电者的身体状况等有关。

一般来说,通过人体的电流越大,时间越长,危险也就越大;触电时间超过人体的心脏搏动周期(约750ms),或触电正好开始于搏动周期的易损伤期时,危险最大;电流通过人体脑部或心脏时最为危险;40~60Hz的交流电对人体的危害最大,直流电流与较高频率电流的危险性则小些。

以工频电流为例,实验资料表明:当1mA左右的电流通过人体时,会产生麻刺等不舒服的感觉;当10~30mA的电流通过人体时,会产生麻痹、剧痛、痉挛、血压升高、呼吸困难等症状,但通常不致有生命危险;电流达到50mA以上,就会引起心室颤动而有生命危险;100mA以上的电流,足以致人于死地。

通过人体电流的大小不但与触电电压和人体电阻有关,而且还与环境条件等因素有很大关系。通常人体的电阻在 $800 \sim 10^4 \Omega$ 范围内变化,人体电阻越大,受电流伤害越轻。细嫩潮湿的皮肤,电阻可降到 800Ω 以下。接触的电压升高时,人体电阻会大幅度下降。

(2) 触电的方式

① 单相触电。在低压电力系统中,若人站在地上接触到一根相线,即为单相触电或称单线触电,如图1-1所示,这是常见的触电方式。如果系统中性点接地,则加于人体的电压为220V,流过人体的电流足以危及生命,如图1-1a所示。当中性点不接地时,虽然电路对地绝缘电阻可起到限制人体电流的作用,但电路对地存在分布电容、分布电阻,作用于人体的电压为线电压380V,触电电流仍可达到危害生命的程度,如图1-1b所示。人体接触漏电流的设备外壳,也属于单相触电,如图1-1c所示。

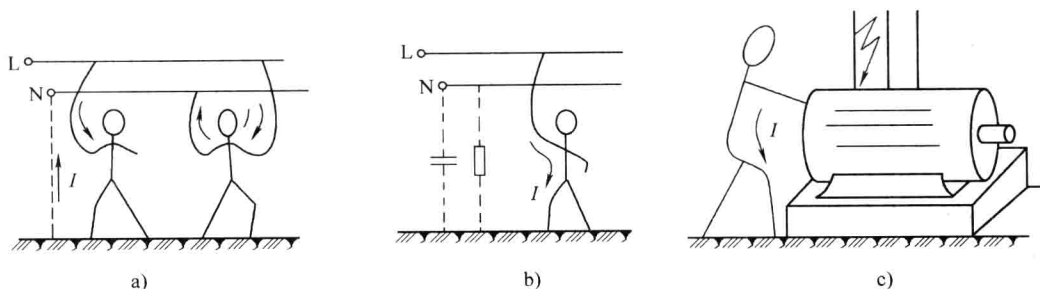


图 1-1 单相触串

a) 中性点接地系统的单相触电 b) 中性点不接地系统的单相触电 c) 接触漏电设备外壳的单相触电

② 两相触电。人体不同部位同时接触两相电源带电体而引起的触电叫做两相触电，如图 1-2 所示。无论电网中性点是否接地，人体所承受的线电压均比单相触电时高，因此危险性更大。

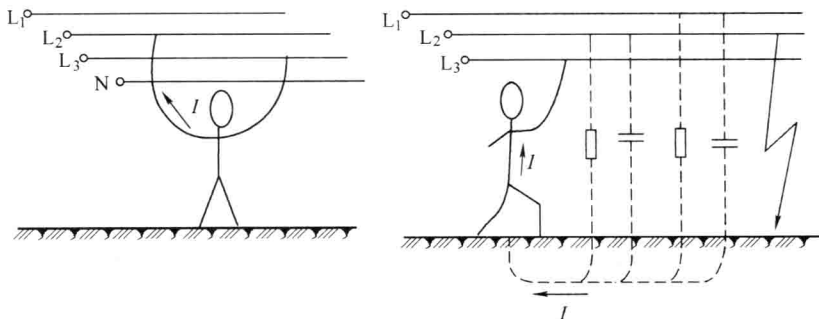


图 1-2 两相触电

③ 接触电压、跨步电压触电。这也是危险性较大的一种触电方式。当外壳接地的电气设备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，在导线接地点及周围形成强电场。其电位分布以接地点为圆心向周围扩散，一般距接地体 20m 远处的电位为零。这时，人站在地上触及设备外壳，就会承受一定的电压，称为接触电压。如果人站在设备附近地面上，两脚之间也会承受一定的电压，称为跨步电压，如图 1-3 所示。接触电压和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的位置有关。当接地电流较大时，接触电压和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，会产生很高的接触电压和跨步电压。一般离接地体 20m 以外，就不会发生跨步电压触电。

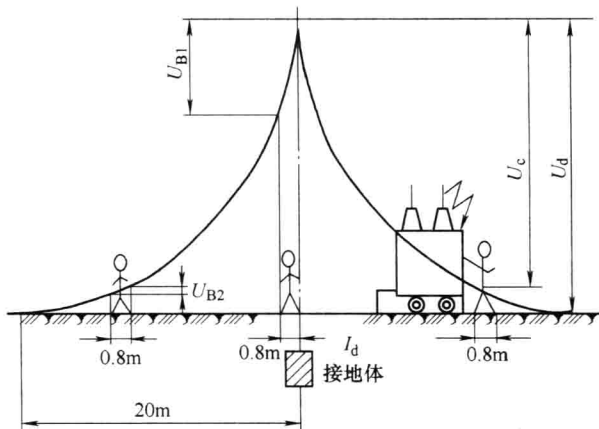


图 1-3 跨步电压的大小

3. 触电原因

触电分为直接接触和间接触电两种情况。直接接触是指人体直接接触或过分接近带电体而触电；间接触电是指人体触及正常时不带电而发生故障时才带电的金属导体。

触电的场合不同，引起触电的原因也不同。常见的触电原因主要有以下几种情况。

(1) 电路架设不合格

电路架设不合格主要表现在：室内外电路对地距离、导线之间的距离小于容许值；通信线、广播线与电力线间隔距离过近或同杆敷设；电路绝缘破损；有的地区为节省电线而采用一线一地制送电等。

(2) 电气操作制度不严格

电气操作制度不严格主要表现在：带电操作，不采取可靠的保安措施；不熟悉电路和电器，盲目修理；救护已触电的人，自身不采用安全保护措施；停电检修，不挂电气安全警示牌；使用不合格的保安工具检修电路和电器；人体与带电体过分接近，又无绝缘措施或屏护措施；在架空线上操作，不在相线上加临时接地线；无可靠的防高空跌落措施；高压电路落地，造成跨步电压引起对人体的伤害等。

(3) 用电设备不合要求

用电设备不合要求表现在：电气设备内部绝缘低或损坏，金属外壳无保护接地措施或接地电阻太大；开关、闸刀、灯具、携带式电器绝缘外壳破损，失去防护作用；开关、熔断器误装在中性线上，一旦断开，就使整个电路带电。

(4) 用电不规范

用电不规范表现在：违反布线规程，在室内乱拉电线；随意加大熔断器的熔丝规格；在电线上或电线附近晾晒衣物；在电杆上拴牲口；在电线（特别是高压线）附近打鸟、放风筝；在未切断电源时，移动家用电器；打扫卫生时用水冲洗或用湿布擦拭带电电器或电路等。

(5) 其他偶然因素，如人体受雷击等

4. 电工安全操作知识

国家有关部门颁布了一系列的电工安全规程规范，各地区电业部门及各单位主管部门也对电气安全有明确规定，电工必须认真学习，严格遵守。为避免违章作业引起触电，首先应熟悉以下基本的电工安全操作要点。

① 工作前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好。上岗时必须戴好规定的防护用品，一般不允许带电作业。工作前应详细检查所用工具是否安全可靠，了解场地、环境情况，选好安全工作位置。

② 任何电气设备内部未经验明无电时，一律视为有电，不准用手触及。各项电气工作要认真严格执行“装得安全，拆得彻底，检查经常，修理及时”的规定。在电路上、设备上工作时切断电源，并挂上警告牌，验明无电后才能进行工作。不准无故拆除电气设备上的熔丝及过负荷继电器或限位开关等安全保护装置。机电设备安装或修理完工后在正式送电前必须仔细检查绝缘电阻、接地装置以及传动部分的防护装置，使之符合安全检查要求。

③ 发生触电事故应立即切断电源，并采用安全、正确的方法立即对触电者进行救助和抢救。当电器发生火灾时应立即切断电源。在未断电前，应用四氯化碳、二氧化碳或干粉灭火，严禁用水或普通酸碱泡沫灭火器灭火。

④ 装接灯头时开关必须控制相线。临时电路敷设时应先接地线，拆除时应先拆相线。

在使用电压高于 36V 的手电钻时,必须戴好绝缘手套,穿好绝缘鞋。使用电烙铁时,安放位置不得有易燃物或靠近电气设备,用完后要及时拔掉插头。工作中拆除的电线要及时处理好,带电的线头必须用绝缘带包扎好。

⑤ 高空作业时应系好安全带,扶梯脚应有防滑措施。登高作业时,工具、物品不准随便向下扔,必须装入工具袋内做吊送式传递。地面上的人员应戴好安全帽,并离开施工区 2m 以外。

⑥ 雷雨或大风天气严禁在架空电路上工作。

⑦ 低压架空带电作业时应有专人保护,使用专用绝缘工具,戴好专用防护用品。低压架空带电作业时,人体不得同时接触两根线头,不得越过未采取绝缘措施的导线之间。在带电的低压开关柜(箱)上工作时,应采取防止相间短路及接地等安全检查措施。

⑧ 配电间严禁无关人员入内。外单位参观时必须经有关部门批准,由电气工作人员带人。倒闸操作必须由专职电工进行,复杂的操作应由两人进行,一人操作,一人监护。

5. 安全用电的措施

(1) 直接接触预防

① 绝缘措施。良好的绝缘是保证电气设备和电路正常运行的必要条件,是防止触电事故的重要措施。选用绝缘材料必须与电气设备的工作电压、工作环境和运行条件相适应。不同的设备或电路对绝缘电阻的要求不同。例如,新装或大修后的低压设备和电路,绝缘电阻不应低于 $0.5\text{M}\Omega$;运行中的电路和设备,绝缘电阻要求每伏工作电压 $1\text{k}\Omega$ 以上;高压电路和设备的绝缘电阻不低于每伏 $1\text{000M}\Omega$ 。

② 屏护措施。采用屏护装置,如常用电器的绝缘外壳、金属网罩、金属外壳、变压器的遮挡、护罩、护盖、栅栏等将带电体与外界隔绝开来,以杜绝不安全因素。凡是金属材料制作的屏护装置,应妥善接地或接零。

③ 间距措施。为防止人体触及或过分接近带电体,在带电体与地面间、带电体与其他设备间,应保持一定的安全间距。间距大小取决于电压的高低、设备类型、安装方式等因素。

④ 漏电保护。漏电保护又称为残余电流保护或接地故障电流保护。漏电保护仅能用于附加保护而不应单独使用,其动作电流最大不宜超过 30mA。

⑤ 使用安全电压。电流通过人体时,人体承受的电压越低,触电伤害就越轻。当电压低于某一定值后,就不会造成触电了。这种不带任何防护设备,对人体各部分组织均不造成伤害的电压值,称为安全电压。世界各国规定的安全电压有 50V、40V、36V、25V、24V 等,其中以 50V、25V 居多。国际电工委员会(IEC)规定安全电压限定值为 50V,我国规定 12V、24V、36V 三个电压等级为安全电压级别。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 12V 的安全电压。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 2.5m 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 24V 或 36V 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) 间接触电预防

① 加强绝缘。对电气设备或电路采取双重绝缘,可使设备或电路绝缘牢固,不易损坏。

即使工作绝缘损坏,还有一层加强绝缘,不致发生金属导体裸露造成间接触电。

② 电气隔离。采用隔离变压器使电气电路和设备的带电部分处于悬浮状态。即使电路或设备的工作绝缘损坏,人站在地面上与之接触也不易触电。必须注意,被隔离回路的电压不得超过 500V,其带电部分不能与其他电气回路或大地相连。

③ 自动断电保护。在带电电路或设备上采取漏电保护、过电流保护、过电压或欠电压保护、短路保护、接零保护等自动断电措施,当发生触电事故时,在规定时间内能自动切断电源,起到保护作用。

④ 等电位环境。是将所有容易同时接近的裸导体(包括设备外的裸导体)互相连接起来等化其间电位,防止接触电压。等电位范围不应小于可能触及带电体的范围。

(3) 使用安全标志

安全标志由安全色、几何图形和图形符号构成,用以表达特定的安全信息。安全标志可以提醒人们注意或按标志上注明的要求去执行,是保障人身和设施安全的重要措施,一般设置在光线充足、醒目、稍高于视线的地方。

安全色是表达安全信息含义的颜色,表示禁止、警告、指令、提示等。为了使人们能迅速发现或分辨安全标志和提醒人们注意,国家标准《安全色》(GB 2893—2008)中已规定传递安全信息的颜色。安全色规定为红、蓝、黄、绿四种颜色,其含义及用途为:红色表示禁止、停止或提示消防设备、设施的信息;蓝色传递必须遵守的指令性信息;黄色传递注意、警告的信息;绿色传递安全的提示性信息。

为使安全色更加醒目的反衬色叫对比色。国家规定的对比色是黑、白两种颜色。安全色与其对应的对比色是:红—白,黄—黑,蓝—白,绿—白。

黑色用于安全标志的文字、图形符号和警告标志的几何边框。白色用于安全标志中红、蓝、绿的背景色,也可以用于安全标志的文字和图形符号。

《电力工业技术管理法规》(GB 2681—1981)中规定:电器母线和引下线应涂漆,并按相分色。其中第1相(L1)为黄色;第2相(L2)为绿色;第3相(L3)为红色。涂漆的目的是区别相序、防腐蚀和便于散热。

该标准还规定:交流回路中中性线用淡蓝色,接地线用黄—绿双色线;双芯导线或绞合线用红、黑色线并行;直流回路中正极用棕色,负极用蓝色,接地中性线用淡蓝色。

国家标准《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》(GB 3787—2006)中特别强调在手持式电动工具的电源线中,黄—绿双色线在任何情况下只能用做保护接地线或零线。

(4) 采用保护接地和保护接零措施

电气设备内部的绝缘材料因老化或其他原因损坏出现带电部件与设备外壳形成接触,使外壳带电,极易造成人员因触及设备外壳而发生触电事故。为防止事故发生,通常采用的技术防护措施有电气设备的低压保护接地、低压保护接零以及在设备供电电路上安装低压漏电保护开关。

① 保护接地。这是将电气设备在正常情况下不带电的金属部分与大地作金属性连接,以保证人身的安全。在中性点不接地的系统中,当设备外壳不接地而意外带电时,外壳与大地间存在电压,人体触及外壳时,电流就会经过人体和电路对地电容形成回路,发生触电的危险,如图 1-4a 所示。为了避免这种触电危险,尽量降低人体所能触到的电压,应将电气

设备的金属外壳与接地体相连接,即保护接地,如图1-4b所示,此时碰壳的接地电流则沿着接地体和人体两条通路流过,流过每一通路的电流值将与其电阻的大小成反比,由于接地体的接地电阻 R_d 通常小于 4Ω ,人体电阻 R_r 在恶劣的环境下为 1000Ω 左右,因此,流过人体的电流很小,完全可以避免或减轻触电危害。

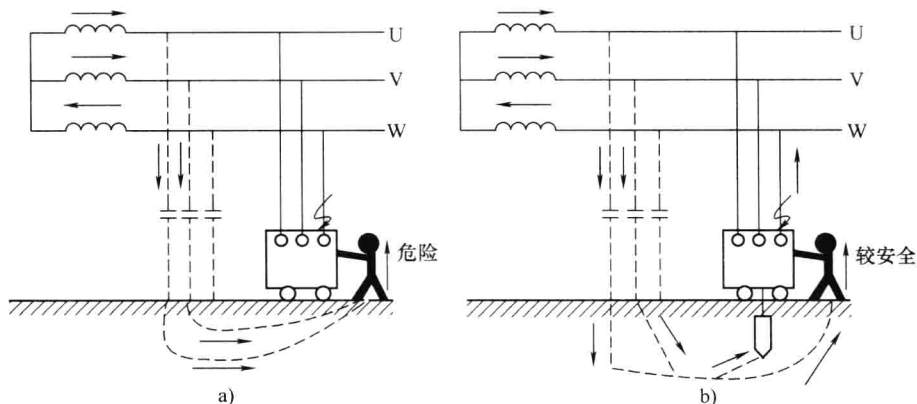


图1-4 保护接地

a) 没有接地 b) 有接地

保护接地适用于中性点不接地的低压电力系统中,如发电厂和变电所中的电气设备,并尽可能使用同一接地体。每一年都要测试接地电阻,确保其阻值在规定的范围内。

② 保护接零。在中性点接地的电力系统中,将电气设备正常不带电的金属外壳与系统的零线相连接,这就是人们常说的保护接零,如图1-5所示。当电气设备的某一相因绝缘损坏而发生碰壳短路时,短路电流经外壳和零线构成闭合回路,由于相线和零线合成电阻很小,所以短路电流很大,立即将熔断器的熔丝熔断或使其他保护装置动作,迅速切断电源,防止触电。

为使保护接零更加可靠,零线上禁止安装熔断器和单独的开关,以防零线断开,失去保护接零的作用。

保护接零主要用于380V/220V及三相四线制电源中性点直接接地的配电系统中。

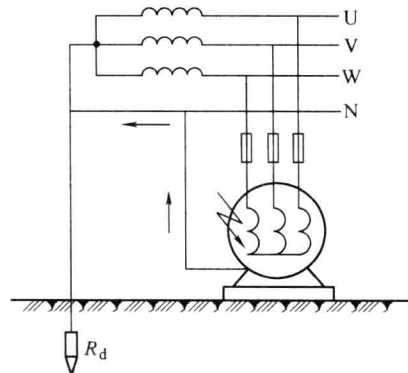


图1-5 保护接零

图1-6a中未采用重复接地,如果零线断开,当电气设备发生单相碰壳时,由于设备外壳既未接地,也未接零,其碰壳故障电流较小,不能使熔断器等保护装置动作而及时切除故障点,使设备外壳长期带电,人体一旦触及就会发生触电危险,故必须采用重复接地,即在三相四线制电力系统中,除将变压器的中性点接地外还必须在中性线上不同处再行接地,即重复接地。重复接地电阻应小于 10Ω ,如图1-6b所示。可见,重复接地不但可使漏电设备外壳的对地电压降低,而且可以减少中性线断线时的触电危险。

应当注意,在同一个配电系统中,不能同时有一部分设备采用保护接地,而另一部分设备采用保护接零,否则当采用保护接地的设备发生单相接地故障时,采用保护接零的设备外

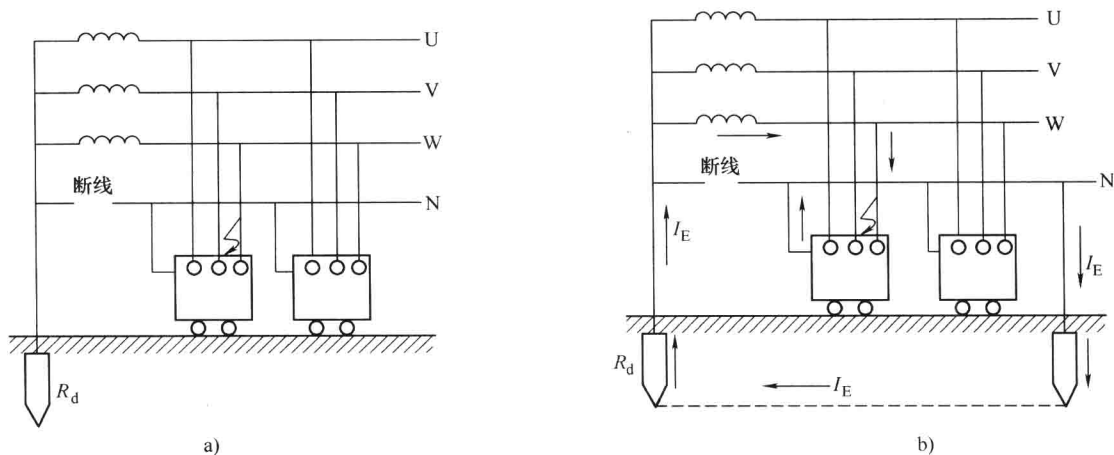


图 1-6 重复接地

a) 没有重复接地 b) 有重复接地

露可导电部分将带上危险的电压，这是十分危险的。保护接零只适用于中性点接地的三相四线制电力系统，保护接地只适用于中性点不接地的电力系统。

1.1.2 节约用电常识

随着国家电力工业的飞速发展，工农业生产和人民群众的日常生活对用电的需求也越来越大，但电力供应的缺口仍然很大。作为一名电气工作的从业人员，养成节约用电的习惯，推广节约用电的经验和方法，是义不容辞的责任。

1. 节约用电的科学管理方法

- ① 加强电能管理，建立和健全合理的管理机构和制度。
- ② 实行统筹兼顾，适当安排，确保重点，兼顾一般，择优供应的原则，做好电力供需平衡，对用电单位进行合理的电力分配。
- ③ 实行计划供用电，提高电能利用率。
- ④ 进行负荷调整。供电部门根据用户的不同用电规律，合理地、有计划地安排各用户的用电时间，以降低负荷高峰，填补负荷低谷（即“削峰填谷”）。
- ⑤ 加强电力设备的运行维护和管理。

2. 节约用电的一般措施

(1) 输配电节能

工农业生产中输配电的节能，主要涉及电力变压器的节能和配电电路的节能，这两项的损耗占工农业生产配电系统总损耗的 95% 以上。

① 电力变压器的节能。合理选择电力变压器：选择节能的变压器，优先选择 SL7、ST、S9 等系列低损耗油浸式电力变压器；对防火要求较高或环境潮湿多尘的场所，应选择 SC6 等系列环氧树脂浇注的干式变压器；对具有化学腐蚀性气体、蒸汽或具有导电、可燃性粉尘、潮湿的场所，应选择 SL14 等系列密闭式变压器。合理地配置变压器的容量和数量，以减小电能损耗：对季节性负荷变化较大的，宜采用两台变压器，当负荷重时两台均运行，负荷轻时可断开一台，从而减小一台变压器的损耗；变压器的容量只要满足一、二级负荷的需

要即可,计算负荷与额定容量的比值不宜过低,否则应更换较小容量的变压器。

② 配电电路的节能。配电电路网络状况、导线的种类、生产负荷的变化规律等因素都影响着配电电路的损耗,设法减小无功功率损耗是一项非常重要的措施。

(2) 电动机节能

电动机所消耗的电能占全国总发电量的60%~70%。电动机节能的主要措施有以下几种。

① 优先选用新型节能电动机,如Y系列。

② 提高电动机的运行水平。电动机是工厂用得最多的设备,电动机的容量应合理选择。要避免用大功率电动机去拖动小功率设备(俗称“大马拉小车”)的不合理用电情况,要使电动机工作在高效率的范围内。

③ 当电动机的负载经常低于额定负载的40%时,要合理更换,以避免电动机经常处于轻载状态运行,或把正常运行时规定作 Δ 接法的电动机改为Y接法,以提高电动机的效率和功率因数。对工作过程中经常出现空载状态的电气设备(如拖动机床的电动机、电焊机等),可安装空载自动断电装置,以避免空载损耗。

④ 风机与水泵节电。风机、水泵一般容量较大,而且数量也较多,在工厂用电中占的比重相当大,因此节电潜力很大。风机、水泵节电的主要措施有:合理选择电动机的型号规格,使其与风机、水泵配置合理,提高运行效率;改善流量调节措施,减小流量调节损失;采用变频器控制电动机的转速来调节流量,取代采用挡板或阀控制流量的方法。

(3) 提高功率因数

工矿企业在合理使用变压器、电动机等设备的基础上,还可装设无功补偿设备,以提高功率因数。企业内部的无功补偿设备应装在负载侧,例如在负载侧装设电容器、同步补偿器等,可减小电网中的无功电流,从而降低电路损耗。

(4) 推广和应用新技术,降低产品电耗定额

例如,采用远红外加热技术,可使被加热物体所吸收的能量大大增加,使物体升温快,加热效率高,节电效果好。远红外加热技术和硅酸铝耐火纤维材料配合使用,节电效果更佳。又如,采用硅整流器或晶闸管整流装置代替其他整流设备,则可使整流效率提高。在工矿企业中有许多设备需要使用直流电源,如同步电动机的励磁电源,化工、冶金行业中的电解、电镀电源,市政交通电车的直流电源等。以前这些直流电源大多是采用汞弧整流器或交流电动机拖动直流发电机发电,它们的整流效率低,若改用硅整流器或晶闸管整流装置,则效率可大为提高,节电效果甚为显著。此外,采用节能型照明灯,在大电流的交流接触器上安装节电消声器(即直流无声运行),加强用电管理和做好节约用电的宣传等工作等,也都是节约用电的重要措施。

(5) 家庭节约用电

照明用电占我国用电量的5%左右,一些发达国家高达14%,提高照明节电的效率是节约电能的一个重要途径。

合理选择高效率的电光源,如荧光灯、电子镇流器荧光灯、稀土三基色紧凑型荧光灯(节能灯)等。

充分利用自然光采光。采用节电照明控制电路,如楼梯、走廊的声光控制电路。

电视机节电主要是控制好音量和亮度;电冰箱应放置在通风良好,远离热源的地方;洗