

职业教育实用教材

ZHIYE JIAOYU SHIYONG JIAOCAI

安全用电基础

AN QUAN YONG DIAN JI CHU

熊化武 主编

果 强 主审



電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

职业教育实用教材

安全用电基础

熊化武 主编

张娜 商慧婷 副主编

果强 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

、全书共分五章。第一章介绍了触电与触电防护的基本知识,第二章分析了电气设备及线路安全技术,第三章详细介绍了各种安全用电的防护技术,第四章对电气设备的运行管理知识进行了讲解,第五章安排了电气绝缘和漏电保护器的试验。同时,书中附有本章小结与思考练习题,并配有图表辅助说明,以方便广大读者学习。

本书在编写时,紧密结合安全用电的实际情况,文字简练,深入浅出,可读性强。因此,本书也可作为广大职工学习安全用电知识的培训教材或自学读物。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

安全用电基础/熊化武主编. —北京:电子工业出版社,2007.7

ISBN 978-7-121-04614-8

I. 安… II. 熊… III. 用电管理—安全技术 IV. TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 091772 号

责任编辑:李 影

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:三河市万和装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:8.5 字数:212 千字

印 次:2007 年 7 月第 1 次印刷

定 价:12.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店缺货,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltis@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

电力是国家建设和人民生活的重要物质基础,电能在给人民生活、工农业生产带来极大的方便的同时,电气事故也给人民生命财产造成巨大损失。用户电气事故严重影响了电力系统的正常发供电及其他用户的正常使用和生产,因此,安全用电作为一般知识,应被每一个用电人员所了解;作为一门专业技术,应被所有电气工作者所掌握;作为一项管理制度,应引起有关部门的重视。

作为职业教育通用教材,本书注重理论联系实际,努力将近年来安全用电的新规定、新做法纳入教材中,体现先进性。

全书共分五章。第一章介绍了触电与触电防护的基本知识,第二章分析了电气设备及线路安全技术,第三章详细介绍了各种安全用电的防护技术,第四章对电气设备的运行管理知识进行了讲解,第五章安排了电气绝缘和漏电保护器的试验。同时,书中附有本章小结与思考练习题,并配有图表辅助说明,以方便广大读者学习。

本书在编写时,紧密结合安全用电的实际情况,文字简练,深入浅出,可读性强。因此,本书也可作为广大职工学习安全用电知识的培训教材或自学读物。

本书由熊化武主编,张娜、商慧婷副主编,彭叶舟统筹全稿。感谢国家电网公司人才交流服务中心果强主任对本书主审,同时也感谢王东副主任对本书提出宝贵的建议。由于编者水平有限,书中难免会存在一些缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 人身触电与触电防护	1
第一节 安全用电常识.....	1
第二节 电工用具的正确使用	7
第三节 电气作业安全措施	11
第四节 触电急救措施	14
第五节 电气人员的职责和从业条件	17
第二章 电气设备及线路安全技术	20
第一节 电气设备额定值	20
第二节 供电设备的安全技术	22
第三节 用电设备的安全技术	26
第四节 电气线路的安全技术	34
第三章 用电安全防护技术	40
第一节 屏护、间距与安全标志	40
第二节 绝缘防护	48
第三节 保护接地与接零	50
第四节 接地装置	57
第五节 漏电保护器	60
第六节 过电压保护	72
第七节 静电防护与电磁场防护	77
第八节 电气设备防火与防爆	80
第四章 电气设备运行管理	87
第一节 倒闸操作安全技术	87
第二节 低压带电及二次回路作业的安全规定	95
第三节 变电运行管理	97

第五章 综合试验 103

 第一节 电气绝缘材料 103

 第二节 电气绝缘试验 107

 实验一 绝缘电阻、吸收比的测量技术 117

 实验二 泄漏电流及直流耐压试验 118

 实验三 介质损耗角正切 $\tan\delta$ 的测试 121

 实验四 交流耐压试验 123

 实验五 电流型漏电保护器的测试及安装试验 125

附录 A 第一种工作票格式 128

附录 B 第二种工作票格式 129

第一章 人身触电与触电防护

【学习目标】

1. 了解安全用电的基本常识
2. 掌握电工安全用具的正确使用
3. 明确为了防止事故发生在作业中采取的技术措施和组织措施
4. 掌握触电急救措施,明确电气工作人员的职责

【关键词】

安全用电 触电急救 电工用具 电气作业安全

第一节 安全用电常识

随着我国经济的迅速发展,电能的应用日益广泛。各种家用电器和办公自动化设备在给人们带来方便的同时,用电事故的频繁发生也给人们的生命财产带来极大的危害。只有了解安全用电常识,掌握安全用电的正确操作方法,才能在电器设备的安装和使用过程中有效地防止事故的发生。

一、触电伤害

电流对人体会造成多种伤害,如伤害呼吸、心脏和神经系统,使人体内部组织受到损害,乃至最后死亡。当电流经过人体时,人体会产生不同程度的刺痛和麻木,并伴随不自觉地肌肉收缩。触电者会因肌肉收缩而紧握带电体,不能自主摆脱电源。此外,胸肌、隔肌和声门肌的强烈收缩会阻碍呼吸,甚至导致触电者窒息死亡。

触电伤害主要分为电击和电伤两种。

1. 电击

电击是指电流通过人体,使人体组织受到损伤。当人遭到电击时,电流便通过人体内部,会伤害人的心脏、肺部、神经系统等。严重电击会导致人的死亡。电击是最危险的触电伤害,绝大部分触电死亡事故都是由电击造成的。

2. 电伤

电伤主要是指电对人体外部造成的局部伤害,包括电弧烧伤、电烙印、皮肤金属化等伤害。电伤虽然一般不会死亡,但能使人遭受痛苦,甚至造成失明、截肢等。电伤常常与电击同时发生,最常见的有以下三种。

(1) 电灼伤。电灼伤有接触电灼伤和电弧灼伤两种。

接触电灼伤发生在高压触电事故时,电流通过人体皮肤的进出口处造成的灼伤。

电弧灼伤发生在误操作或过分接近高压带电体时,当其产生电弧放电时,高温电弧将如火焰一样把皮肤烧伤。电弧还会使眼睛受到严重损害。

(2) 电烙印。电烙印发生在人体与带电体有良好接触的情况下。此时在皮肤表面将留下

与被接触带电体形状相似的肿块痕迹。电烙印有时在触电后并不立即出现,而是相隔一段时间后才出现。电烙印一般不发炎或化脓,但往往造成局部麻木和失去知觉。

(3)皮肤金属化。由于电弧的温度高(中心温度可达到 $6\,000\sim 10\,000^{\circ}\text{C}$),可使周围的金属熔化、蒸发并飞溅到皮肤表层,令皮肤表面变得粗糙坚硬,其色泽与金属种类有关,如灰黄色(铅)、绿色(紫铜)、蓝绿色(黄铜)等。金属化后的皮肤经过一段时间后会自动脱落,一般不会留下不良后果。

二、人体触电方式

触电主要有单相触电、两相触电、跨步电压触电三种方式。

1. 单相触电

当人在地面或接地导体上时,人体的某一部位仅触及一相电压,这种触电方式称为单相触电,如图1-1所示。单相触电的危险程度与电压的高低、电网的中性点是否接地、每相对地电容量的大小有关,单相触电是比较常见的一种触电形式。

在中性点接地系统里的单相触电比中性点不接地系统里的危险性大。当中性点接地时,当人体触及U相导线时,电流将通过人体、大地、接地装置回到中性点,此时通过人体的电流为:

$$I_r = \frac{U_x}{R_g + R_r} \approx \frac{U_x}{R_r} \quad (R_r \gg R_g) \quad (1-1)$$

式中 U_x ——相电压,V;

R_g ——电网中性点接地电阻, Ω ;

R_r ——人体电阻, Ω 。

一般 R_g 只有几欧,比 R_r 要小得多,故 U_x 几乎全部加在触电人体上,对人体造成严重伤害。

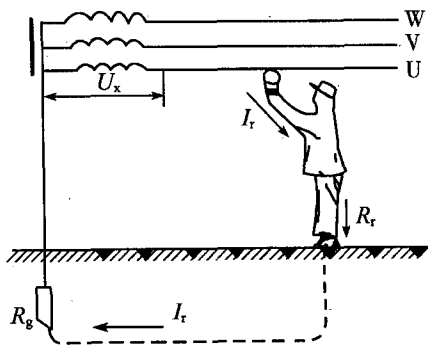


图1-1 单相触电

在中性点不接地时,电流经过人体与其他两相的对地绝缘阻抗 Z 形成回路,通过人体的电流大小决定于电网电压、人体电阻和配电网对地绝缘阻抗。如果线路的绝缘水平比较高,绝缘阻抗非常大,当人体触电后,通过人体的电流就比较小,从而降低了人体触电后的危险性,但若线路的绝缘不良,触电后的危险性就更大。

2. 两相触电

人体两处同时触及两相电压,这种触电方式称为两相触电,如图1-2所示。这时,人体把两相带电体短接了,电流通过人体形成回路,且承受的电压为两相之间的电压。人体受到线电压 U 的作用,通过人体的电流 I 为:

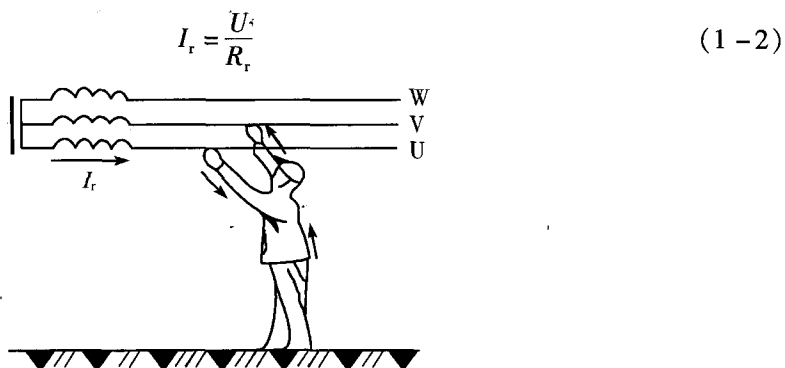


图 1-2 两相触电

发生两相触电时,若线电压为 380V,则流过人体的电流高达 268mA,这样大的电流只要经过 0.186s 就可能致触电者死亡,故两相触电比单相触电更危险。

3. 跨步电压触电

当人进入接地电流的散流场时,由两脚之间的跨步电压引起的触电称为跨步电压触电,如图 1-3 所示。人如果在高压故障的接地点或有大电流流过的接地装置附近,都可能出现较高的跨步电压,而引起跨步电压触电。与电流入地点的距离越小,电位越高;与电流入地点的距离越大,电位越低。一般当高压架空导线断线或支持绝缘子绝缘损坏而发生对地击穿时,在导线落地点或绝缘对地击穿点处的地面电位异常升高,在此附近行走或工作的人员,就会发生跨步电压触电。

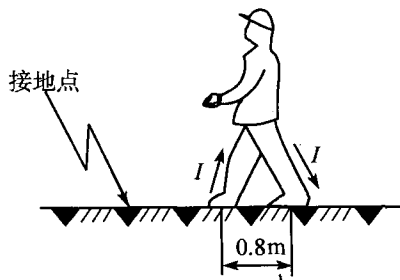


图 1-3 跨步电压触电

三、影响电流对人体伤害程度的因素

触电对人体的伤害程度与人体电阻、电流强度、电压高低、电流频率、电流途径、电流持续时间等因素有关。

1. 人体电阻

人体电阻因人而异,通常在 10 ~ 100kΩ 之间,触电面积越大,靠得越紧,电阻越小。因此在相同情况下,不同的人受到的触电伤害也不同。当人体触电时,流过人体的电流与人体电阻有关,人体电阻越小,通过人体的电流就越大,也就越危险。人体电阻不是固定不变的,它的数值随着接触电压的升高而下降,见表 1-1。天气潮湿,皮肤出汗都会使人体电阻降低。因此在测量电阻阻值时,不能两只手同时接触电阻脚,否则会将人体电阻并在被测电阻上。



表 1-1 随电压变化的人体电阻

接触电压(V)	12.5	31.3	62.5	125	220	250	380	500	1 000
人体电阻(Ω)	16 500	11 000	6 240	3 530	2 222	2 000	1 417	1 130	640

2. 电流强度

通过人体的电流越大,人体的生理反应会越明显、感觉会越强烈,引起心室颤动或窒息的时间越短,致命的危险性越大,因而伤害也越严重。一般来说,人体通过 1mA 工频交流电或 5mA 直流电时,会有麻、痛的感觉;通过工频交流电 20mA 或直流电 30mA 时,会感到麻木、剧痛,且失去摆脱电源的能力,如果持续时间过长,会引起昏迷甚至死亡;当通过工频交流电 100mA 时,会引起窒息,心跳停止,很快死亡。

3. 电压高低

当人体电阻一定时,触电电压越高,通过人体的电流越大,就越危险。实际上,通过人体的电流与作用在人体上的电压是不成正比的。这是因为随着作用于人体的电压升高,皮肤会破裂,人体电阻急剧下降,电流会迅速增加,当人体接近高电压时,还有感应电流的影响,也是很危险的。一般来说,36V 以下的电压对人没有生命威胁,因此把 36V 以下的电压定为安全电压。在工厂进行设备检修时使用的手灯及机床照明都采用安全电压。

4. 电流频率

实践证明,直流电对血液有分解作用,而高频电流不仅没有危害还可以用于医疗保健。电流频率在 50~60Hz 时对人体的伤害最大。不同频率的电流对人体的危害程度见表 1-2。

表 1-2 不同频率的电流对人体的危害程度

电流频率(Hz)	对人体的危害程度	电流频率(Hz)	对人体的危害程度
10~25	有 31% 的死亡率	120	有 31% 的死亡率
50	有 95% 的死亡率	200	有 22% 的死亡率
50~100	有 45% 的死亡率	500	有 14% 的死亡率

5. 电流持续时间长短

电流持续的时间越长,由于人体发热出汗和电流对人体的电解作用,人体电阻变得越小,通过人体的电流将变大,对人体组织的危害也越大。通常可用触电电流大小与触电时间的乘积(称为电击能量)来反映触电的危害程度。通电时间越长,电击能量累积增加,越容易引起心室颤动。电击能量超过 50mA·s 时,人就有生命危险。所以,电流通过人体的持续时间越长,后果就越严重。

6. 电流途径

电流通过心脏会引起心室颤动,较大的电流还会使心脏停止跳动。因此通电的路径以从手到胸至脚最为危险。此外,电流通过中枢神经或有关部位会引起中枢神经系统失调,强烈时会造成窒息导致死亡。电流通过头部会使人昏迷,对脑产生损害,严重时还会造成死亡。电流通过脊髓会使人瘫痪。

各种不同通电路径的危险程度可以用心脏电流系数来表示。心脏电流系数是电流在给定的通电路径流过时,心脏电场强度与同样电流流过左手至双脚路径时的心脏电场强度之比。各种不同路径的心脏电流系数见表 1-3。

表 1-3 不同通电路径的心脏电流系数

通电途径	心脏电流系数
左手至左脚、右脚或双脚,双手至双脚	1.0
左手至右手	0.4
右手至左脚、右脚或双脚	0.8
背至右手	0.3
背至左手	0.7
胸部至右手	1.3
胸部至左手	1.5
臀部至左手、右手或双手	0.7

7. 个人因素

电对人体的伤害程度与人体状况有着密切的联系,人体状况除人体电阻以外还有以下几个方面:

(1) 性别。一般女性对电的敏感度比男性高,资料表明,女性的感知电流和摆脱电流约比男性低三分之一。

(2) 年龄。遭受电击时,儿童受到的伤害要比成年人严重。

(3) 体重。引起心室颤动的电流与体重约成正比。

(4) 健康状况。有心脏病等严重疾病者或体弱多病者要比健康人遭受电击时受到的伤害严重。

四、安全电流与安全电压

1. 安全电流

(1) 人体电流的分类。对于常用的工频交流电,根据人体呈现的不同状态,可将人体电流划分为以下三级:

① 感知电流。它是引起人的感觉的最小电流。对于不同的人,感知电流也不相同:成年男性的平均感知电流约为 1.1mA;成年女性的平均感知电流约为 0.7mA。

② 摆脱电流。它是人触电后能自主摆脱电源的最大电流。对于不同的人,摆脱电流也不相同:成年男性的平均摆脱电流约为 16mA;成年女性的平均摆脱电流约为 10mA。

③ 致命电流。它是指在较短时间内危及生命的最小电流。致命电流值与通电时间长短有关,一般认为是 50mA(通电时间在 1s 以上)。

(2) 人体允许电流。在摆脱电流范围内,人触电以后能自主地摆脱带电体,解除触电危险。

一般情况下,可以把摆脱电流看作是人体允许的电流,只要流过人体的电流小于摆脱电流,就不至于造成不良后果。不同电流作用下人的不同特征见表 1-4。

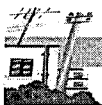


表 1-4 电流作用下人体表现的特征

电流(mA)	50 ~ 60Hz 交 流 电	直 流 电
0.6 ~ 1.5	手指开始感觉麻刺	无感觉
2 ~ 3	手指感觉强烈麻刺	无感觉
5 ~ 7	手指感觉肌肉痉挛	感到灼热和刺痛
8 ~ 10	手指关节与手掌感觉痛,手已难于脱离电源,但仍能脱离电源	灼热增加
20 ~ 25	手指感觉剧痛,迅速麻痹,不能脱离电源,呼吸困难	灼热更增,手的肌肉开始痉挛
50 ~ 80	呼吸麻痹,心室开始振颤	强烈灼痛,手的肌肉痉挛,呼吸困难
90 ~ 100	呼吸麻痹,持续 3s 或更长时间后心脏麻痹或心房停止跳动	呼吸麻痹
500 以上	持续 1s 以上有死亡危险	呼吸麻痹,心室振颤,停止跳动

2. 安全电压

为了防止触电事故而采用的由特定电源供电的电压系列,称为安全电压。我国的安全电压多采用 36V、24V、12V。在电工作业中,应根据工作环境、使用方法等因素选用不同等级的安全电压值。

凡手提照明灯、危险环境和高度危险环境的局部照明灯、高度不足 2.5m 的一般照明灯、危险环境的手持式电动工具,如无特殊安全结构或安全措施应采用 36V 安全电压。工作地点狭窄、行动不便,以及周围有大面积接地导体的环境(如管道内、隧道内、矿井内)的手提照明灯,应采用 12V 安全电压。

应当指出,安全电压并不是绝对安全的,是相对而言的。在日常电工作业中,还应注意以下几点:

(1)除采用独立电源外,安全电压供电电源的输入电路与输出电路必须实行电路上的隔离,如采用安全变压器等。禁止使用单线圈变压器代替安全变压器。

(2)工作在安全电压下的电路,必须与其他电气系统和任何无关的可导电部分实行电气上的隔离。

(3)采用超过 24V 的安全电压时,应采取保护措施,防止直接接触带电体。

电压等级对人体的影响见表 1-5。

表 1-5 电压等级对人体的影响

电压(V)	对人体的影响	电压(V)	对人体的影响
20	湿手的安全界限	100 ~ 200	危险性急剧增大
30	干燥手的安全界限	200 ~ 3 000	人生命发生危险
50	人生命无危险的界限	3 000 以上	人体被带电体吸引

第二节 电工用具的正确使用

一、安全用具的功能和种类

为了保护电气操作、维修人员的安全,避免触电、灼伤、砸伤、高空坠落等事故的发生,在工作中需要使用各种安全用具。根据其功能,安全用具分为绝缘安全用具和一般防护安全用具。

绝缘安全用具包括绝缘杆、绝缘夹钳、绝缘台、绝缘手套、绝缘靴、绝缘垫、验电器等。一般防护安全用具具有携带型接地线、临时遮栏、标示牌、防护眼镜和登高安全用具等。绝缘用具按其绝缘的可靠程度又分为基本安全用具和辅助安全用具两类。

(1)基本安全用具。其绝缘部分能可靠地承受被操作的电气设备的运行电压,可直接和带电部分接触。高压设备的基本绝缘安全用具具有绝缘杆、绝缘夹钳和高压验电器等。低压设备的基本绝缘安全用具具有绝缘手套、装有绝缘柄的工具和低压验电器等。

(2)辅助安全用具。其绝缘部分不足以承受被操作的电气设备的运行电压,只起加强基本绝缘用具的保护作用,不能用它直接操作高压电气设备。辅助安全用具具有绝缘手套、绝缘靴、绝缘垫及绝缘站台等。

二、各种安全用具的使用与要求

1. 绝缘杆和绝缘夹钳

绝缘杆又叫绝缘棒、操作杆。主要用来拉开或闭合带电的高压隔离开关和跌落式开关;另外在安装和拆除临时接地线,以及进行测量和试验时也用它。

绝缘夹钳又叫绝缘夹,是用来装卸高压管型熔断器及其他类似工作的。

绝缘杆和绝缘夹钳都是由工作部分(钩或钳口)、绝缘部分和握手部分构成。握手部分与绝缘部分之间有护环分开,如图1-4所示。绝缘部分与握手部分的长度因电压和使用场所的不同而有不同的规定,见表1-6。绝缘杆的工作部分是用金属制成的销子或钩子,要求它的尺寸既能方便操作,又能避免发生相间短路或接地短路,其长度一般为5~8cm。绝缘夹钳的工作部分是钳口,它必须能保证夹紧熔断器。

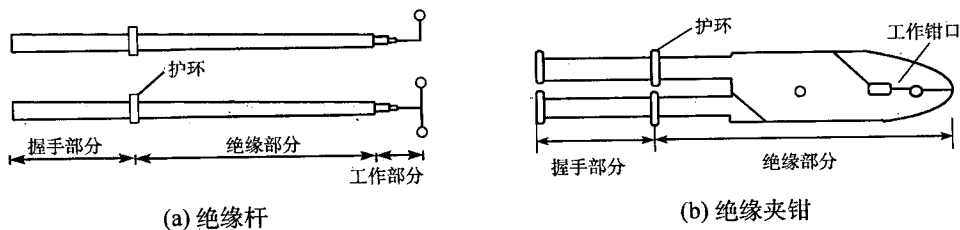


图1-4 绝缘杆和绝缘夹钳

用绝缘杆拉合开关应戴绝缘手套;雨天操作室外高压设备时,绝缘杆应有防雨罩,还应穿绝缘靴;雷电时,禁止进行倒闸操作。绝缘夹钳上不允许装接地线;工作人员应带护目眼镜、绝缘手套和穿绝缘鞋;在潮湿天气下只能使用专用的防雨绝缘夹钳。



表 1-6 绝缘杆和绝缘夹钳的最小长度(m)

电压(kV)		户内设备用		户外设备及架空线用	
		绝缘部分	握手部分	绝缘部分	握手部分
10 及以下	绝缘杆	0.70	0.30	1.10	0.40
	绝缘夹钳	0.45	0.15	0.75	0.20
35 及以下	绝缘杆	1.10	0.40	1.40	0.60
	绝缘夹钳	0.75	0.20	1.20	0.20

2. 绝缘手套、绝缘靴和绝缘套鞋

绝缘手套是操作 1 000V 以上隔离开关和油断路器的辅助安全用具,也是操作 250V 以下设备的基本安全用具。绝缘靴是操作隔离开关、油断路器和熔断器时提供对地绝缘的辅助安全用具。绝缘套鞋是用于操作 1 000V 以下设备的辅助安全用具。绝缘靴和绝缘套鞋均可用来做防止跨步电压的基本绝缘安全用具。

绝缘手套、绝缘靴和绝缘套鞋都是用特种橡胶制成的。操作电气设备时,不能用其他手套(如医用和化学上用的手套)和其他用途的靴鞋(如防雨胶靴)来代替。同样,也不能把它们当作其他用具来使用,以免磨损。绝缘手套的伸入部分应具相当的长度和宽度,以便能套到外衣的衣袖上。

3. 绝缘垫和绝缘站台

这些用具都是辅助安全用具,其作用是使工作人员在操作电气设备时增加对地绝缘,防止触电。绝缘垫是用特种橡胶制成的,其厚度有 4、6、8、10、12mm 五种,表面还有防滑条纹,最小尺寸不应小于 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$ 。绝缘站台的台面用干燥坚硬的木板制成,相邻板条间的距离不得大于 2.5cm,以免鞋跟陷入。其台脚用瓷绝缘材料(如针式绝缘子等)制成,高度不得小于 10cm。绝缘站台的最小尺寸同样不得小于 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$ 。

4. 验电器

验电器也叫测电器,分高压和低压两种,是检验导体是否有电的专用工具。验电器一般都是靠发光指示是否有电,新式验电器也有靠音响指示是否有电的。验电器一般由验电器本体和握柄两部分组成,如图 1-5 所示。它是根据泄漏电流使氖灯发光的原理制成的。在验电器上标有使用电压的范围。

使用高压验电器时,必须戴绝缘手套。验电时,验电器不能直接接触带电体,而是采用逐渐靠近的办法,到氖灯发光为止。只有氖灯一直不亮,证明设备无电时,才能直接接触被测点。

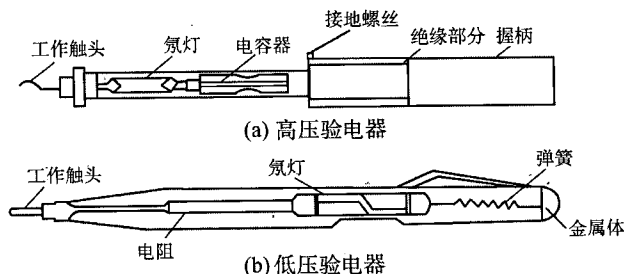


图 1-5 验电器的结构示意图

使用低压验电器时,手握金属笔卡,再将工作触头和要检查的部分接触,如果氖灯发亮就证明被检部分有电。低压验电笔的本身与握柄之间没有绝缘部分相隔,因此不能用于高压验电,否则会有触电危险。低压验电笔的电压范围一般是 100 ~ 500V。

验电时,必须用与电压等级相符的合格验电器。验电前,应先在用电设备上进行试验,确证验电器良好,以免正式验电时给出错误指示。验电器一般不应接地。

5. 绝缘柄工具

这种工具在电压为 380V 以下时作为基本安全用具。其绝缘手柄的长度不得小于 10cm,绝缘柄使用的材料要不致因汗、汽油、酸、碱等作用而变质。绝缘柄与工作部分应完全绝缘。低压使用的改锥,其金属部分须套一段绝缘管,前端露出部分不应超过 2mm。

6. 携带式临时接地线

临时接地线是用于架空线路和电气设备停电检修时作临时接地的安全用具,是用来防止停电设备和线路因误送电而造成工作人员触电的。

临时接地线主要由三根带有专用接线夹头、用于与相线连接的短路导线和一根带接地夹头、用于与接地装置连接的导线组成,如图 1-6 所示。其接地导线采用 25mm^2 以上的多股软裸铜线。

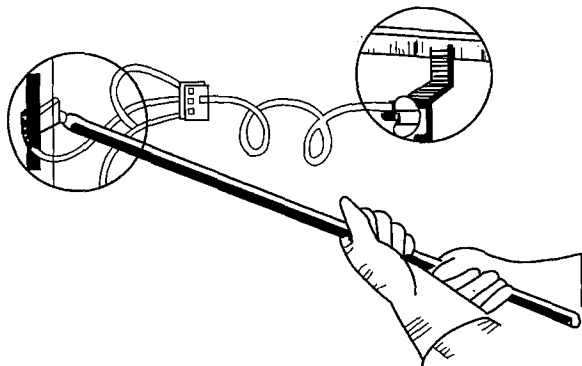


图 1-6 临时接地线

挂设临时接地线时,必须在验明设备无电后进行。挂设时,应先接接地端,后接导体端;拆接地线时,顺序与此相反。拆、挂接地线,均应使用绝缘杆和戴绝缘手套。

7. 登高作业的安全用具

它是防止高空作业时跌落用的工具,包括梯子、高凳、安全腰带等。维修和安装处于高处的电气设备时要用梯子或高凳。梯子有靠梯和人字梯两种。为了限制人字梯和高凳的开脚度,以防滑倒,两侧之间应加拉链或拉绳。在高凳和梯子上工作时,腿必须跨在凳梯内,不许站在最高、最上一层。安全腰带是防止坠落的安全用具。它是用强度很大的皮带或帆布带制成的,它有大小两根带子,小的系在腰部偏下作束紧用,大的系在电杆或其他牢固的构件上。不许用一般绳带代替安全腰带。

8. 防护眼镜和帆布手套

防护眼镜在维修电气设备时用来保护眼睛不受电弧作用、不被灼伤和防止火星溅入。在换熔断器、切割电缆或焊接电缆时,都应该戴上防护眼镜。防护眼镜应该是封闭型的,玻璃要能耐热,耐机械损伤,透明度要好。在操作可熔金属方面的工作时,应戴帆布手套。



9. 标示牌和遮栏

标示牌的作用是用来警告工作人员不得接近带电部分,指示工作人员正确的工作地点,提醒工作人员采取安全措施以及禁止向某设备送电等。根据用途,标示牌可分为警告类、禁止类、允许类和提示类四种。标示牌应用绝缘材料制作,应有明显标记,标示牌的式样和悬挂地点见表1-7。

遮栏是一种屏护,主要用来防止工作人员无意碰到或过分靠近带电体。此外遮栏也用作检修安全距离不够时的安全隔离装置。遮栏是用干燥的绝缘材料制成的,其高度不低于3.7m,下边边缘离地不应超过10cm。遮栏与带电体的距离:10kV不得小于35cm;35kV不得小于60cm。临时遮栏上应悬挂“止步,高压危险!”的标示牌。

表1-7 标示牌的式样和悬挂地点

序号	字样	悬挂处所	式样	
			尺寸 (mm)	颜色和字样
1	禁止合闸, 有人工作!	一经合闸即可送电到施工设备的断路器和 隔离开关的操作把手上	200×100 和80×50	白底红字
2	禁止合闸, 有人工作!	线路开关和隔离开关把手上	200×100 和80×50	红底白字
3	在此工作!	室内和室外工作地点或施工设备上	250×250	绿底中有白 圆圈,黑字写于 白圆圈中
4	止步,高压 危险!	施工地点临近带电设备的遮栏上,室外工作地 点的围栏上,禁止通行的过道上,高压试验地点, 室外架构上,工作地点临近带电设备的横梁上	250×250	白底红边黑 字,有红色危险 符号
5	由此上下!	工作人员上下的铁架、梯子上	250×250	绿底中有白 圆圈,黑字写于 白圆圈中
6	禁止攀登, 高压危险!	工作人员上下的铁架临近可能上下的另外铁 架上,运行中变压器的梯子上	250×200	白底红边黑字
7	已接地!	已接地的隔离开关手把上	240×130	绿底黑字

三、安全用具的试验和保管

安全用具是用来直接保障人身安全的,必须保持良好的性能,因此要对它们进行定期的检查和试验。试验内容包括耐压试验和泄漏电流试验。除对几种辅助用具要求作上述两种试验外,一般只要求作耐压试验。试验的内容、标准和周期可参考表1-8。

表 1-8 安全用具的试验周期和标准

序号	名 称	电压等级 (kV)	周 期	交流耐压 (kV)	时间 (min)	汇漏电流 (mA)	附 注
1	绝缘杆	6~10	每年一次	44	5		
		35~110		4 倍相电压			
		220		3 倍相电压			
2	绝缘挡板	6~10	每年一次	30	5		
		35		80			
3	绝缘罩	35	每年一次	80	5		
4	绝缘夹钳	35 及以下	每年一次	三倍线电压	5		
		110		260			
		220		400			
5	验电笔	6~10	每六个月一次	40	5		发光电压不高于 额定电压的 25%
		35		105			
6	绝缘手套	高 压	每六个月一次	8	1	≤ 9	新品按 12kV
		低 压		2.5		≤ 2.5	
7	橡胶绝缘靴	高 压	每六个月一次	15	1	≤ 7.5	新品按 20kV, 2min
8	核相器 电阻管	6	每六个月一次	6	1	$\leq 1.7 \sim 2.4$	新品按 20kV, 2min
		10		10		$\leq 1.4 \sim 1.7$	

第三节 电气作业安全措施

一、防护性技术措施

为防止触电事故的发生,除特殊电工作业外,均应采取停电、验电、装设接地线、悬挂标示牌和装设遮栏的安全技术措施。

1. 停电

为确保电工安全作业,应停止给有关设备和线路送电。一般应停电的设备和线路如下:欲检修的设备和线路;电工作业正常活动范围小于表 1-9 规定的设备;带电部分在工作人员后面或两侧无可靠安全措施的设备。

表 1-9 工作人员工作中正常活动范围与带电设备的安全距离

电压等级 (kV)	安全距离 (m)
10 及以下	0.35