



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIEJIAOCAI

电工电子实训指导

主编 / 张永平 主审 / 杨庆堂



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

选题策划 / 肖锦清 张植朴 史大伟 刘江明

■ 责任编辑 / 张盈盈

封面设计 / 桢梓文化



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

电工技能实训指导
可编程控制器实训指导
自动控制与系统仿真实训指导
初级维修电工实训指导
中级维修电工实训指导
电子装配实训指导
电路基础实训指导
★ 电工电子实训指导

上架建议: 高职教材、教辅

ISBN 978-7-81133-358-9



9 787811 333589 >

定价: 34.00 元



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

电工电子实训指导

主编 / 张永平 主审 / 杨庆堂

内 容 简 介

本书是以教育部高等职业院校“电工电子实习”实训课程的教学要求为依据,参考了船舶类各相关院校的教学大纲、实践环节课程设置情况,以充分培养应用型人才为目的编写的。全书内容共分为12章,安全用电常识、常用电工材料及工具的选用、常用电工仪表及测量、室内外线路与电气照明、变压器的绕制与维修、电机的装卸与检修、常用低压电器、电气控制线路、电子技术基本操作、印制电路板的设计与制作、整机装配与连接、整机的组装与调试等实训知识。每章后都附有2~4个实训操作练习,供技能训练选用。

本书可作为高等职业院校和各类成人教育工程类专业的“电工工艺实习”、“电子工艺实习”、“电器实习”、“电子装配实习”等课程的实践教材,也可供从事电工、电子技术的有关人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实训指导/张永平主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2009.2

ISBN 978-7-81133-358-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 001786 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 18.75
字 数 440 千字
版 次 2009 年 3 月第 1 版
印 次 2009 年 3 月第 1 次印刷
定 价 34.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

21 世纪高职系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	杨泽宇	季永青	罗东明	施祝斌
	唐汝元	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛
	马瑶珠	王景代	丛培亭	刘 义
	刘 勇	刘义菊	刘国范	闫世杰
	李长禄	杨永明	杨泽宇	张亦丁
	张学库	陈良政	沈苏海	肖锦清
	周 涛	林文华	季永青	罗东明
	施祝斌	钟继雷	唐永刚	唐汝元
	郭江平	晏初宏	柴勤芳	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

前言

为进一步贯彻落实中共中央、国务院及教育部关于深化高等职业院校人才培养和全面素质教育的指示精神,按照高等职业教育培养目标与基本要求,结合电工及电子等职业技能鉴定的需要编写了本书。本教材在参考现有各种版本实训资料的基础上,本着以实用为目的,实训为手段,实时性、标准化、通俗性、多层面为原则,以必备的理论为基础,突出实践能力、动手能力和举一反三的思考能力的培养为主轴;重点论述了使用维修、安装调试等实践内容,将相关课程的知识点进行重新的整合与修订,使之不仅适合于船舶类行业,而且也适合于其他行业的电工及电子等专业人才的教学与实践使用。在讲原理、说方法、练技能的过程中,让学生既学到所需的专业知识,又掌握到实际操作的本领,更重要的是全面提高学生的整体工程素质。

本书的学习目的:一是培养学生了解和掌握电工及电子工艺的基本知识与本领,二是训练学生获得中、高级维修电工或电子装配工等方面的职业技能。要实现这一目标,在教学过程中要面向市场,从职业岗位分析入手,确立以能力为本位的教学指导思想,培养学生成为能够适应本行业的生产、服务、技术及管理等需要的高等技术应用型专门人才。

本教材的突出特点是浅显、实用,紧密结合生产实际,反映新知识、新技术、新工艺、新方法,将能力与技能培养贯彻始终。教材着眼于对学生创新能力的培养,结合学生已学的知识,有指导性和启发性,非常适合学生边自学边实践。书中内容覆盖面宽,适用于电工、电子所有实践与实训环节。结合不同专业内容,可选性强。适用于本、专科及高职的电类、非电类相关专业的学生使用。

本书由渤海船舶职业学院的张永平任主编,渤海船舶职业学院的杨庆堂任主审。教材中的第1,7章由渤海船舶职业学院的韩梅编写;第2,4,6,8,9,12章由渤海船舶职业学院的张永平编写;第3,10章由渤海船舶职业学院的张占方编写;第5章由渤海船舶职业学院的李海凤编写;第11章由渤海船舶职业学院的冯海侠编写;最后由渤海船舶职业学院宋运伟统稿。

在此,对在编写过程中有关各方给予的指导和支持,表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在一些错误和不当之处,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2008年10月

目 录

第一章 安全用电常识	1
第一节 关于人体触电的知识	1
第二节 安全电压和安全用具及安全预防	4
第三节 触电急救	7
第四节 电气接地、防火、防爆、防雷常识	10
技能训练一 常用触电急救方法的观察与操作训练	14
技能训练二 扑灭电器火灾的消防操作训练	15
第二章 常用电工材料及工具的选用方法	16
第一节 常用电工材料	16
第二节 电工常用工具	22
第三节 导线的连接、焊接及绝缘的恢复	29
技能训练一 常用电工材料的识别	33
技能训练二 常用电动工具的使用	34
技能训练三 导线连接与焊接工艺	34
第三章 常用电工仪表及测量	35
第一节 常用电工仪表知识	35
第二节 电气参数的测量	36
第三节 万用表及常用测量仪表	40
技能训练一 电流表、电压表的安装与测量	56
技能训练二 交流电压、直流电压、直流电流的测量	57
技能训练三 电度表的接线及运行观察	60
第四章 室内外线路与电气照明	61
第一节 室内配线	61
第二节 电气照明	65
第三节 船舶照明	70
第四节 常用照明灯具的安装	73
第五节 进户装置及配电板的安装	81
第六节 照明电路及灯具的常见故障与检测	83
技能训练一 护套线敷设及灯具安装	86
技能训练二 配电板的安装	88
第五章 变压器的绕制与维修	89
第一节 变压器概述	89
第二节 变压器同名端的判别与绕制	91
第三节 变压器的维护与检修	100
技能训练一 小型变压器的制作	105
技能训练二 小型变压器的故障检修	106

第六章 电机的装卸与检修	107
第一节 三相异步电动机.....	107
第二节 船用电机的使用与维修.....	122
第三节 单相异步电动机.....	124
第四节 直流电机.....	130
技能训练一 三相异步电动机的拆装.....	136
技能训练二 三相异步电动机定子绕组的重绕.....	137
第七章 低压电器	139
第一节 低压电器概述.....	139
第二节 开关电器.....	142
第三节 常用电器的故障及维修.....	161
技能训练一 常用主令电器的拆装.....	163
技能训练二 刀开关和自动开关的拆装.....	164
技能训练三 交流接触器的拆装.....	165
技能训练四 热继电器的拆装.....	166
第八章 电气控制线路	167
第一节 继电-接触器控制电路.....	167
第二节 常用机床与生产机械控制电路.....	181
第三节 电气控制电路的安装与故障检查.....	186
第四节 可编程控制器设计与使用.....	191
技能训练一 电动机正反转控制电路的安装.....	208
技能训练二 笼型电动机 Y- Δ 启动电路的安装.....	209
技能训练三 X62W 型万能铣床的操作与故障检修.....	210
第九章 电子技术基本操作	211
第一节 常用基本电子元器件的识别与检测.....	211
第二节 常用的半导体元器件的识别与检测.....	218
第三节 电子焊接的基本操作工艺.....	227
技能训练一 晶体三极管、二极管管脚识别及简易测试.....	235
技能训练二 电子元件焊接练习.....	236
第十章 印制电路板的设计与制作	237
第一节 印制电路板概述.....	237
第二节 印制电路板的设计.....	239
第三节 印制电路板的制造.....	244
技能训练一 电原理图与印制电路图的互绘(驳图).....	249
技能训练二 印制电路板的制作.....	250

第十一章 整机装配与连接	251
第一节 整机结构的特点与要求	251
第二节 装配前准备工艺	252
第三节 部件装配工艺	256
第四节 整机总装工艺	261
技能训练一 手工焊接法——搭焊、钩焊和绕焊	265
技能训练二 手工焊接法——拆焊	266
第十二章 整机的组装与调试	267
第一节 典型电子装置的制作	267
第二节 调幅半导体收音机的组装与调试	271
第三节 调频半导体收音机的组装与调试	279
技能训练一 串联型直流稳压电源的安装与调试	283
技能训练二 收音机的安装与调试	284
参考文献	287

第一章 安全用电常识

本章以安全用电为重点,介绍了人体触电的有关知识、安全用电的方法和安全用具、触电的原因及预防措施、触电急救的方法、电气防火、防爆、防雷常识等内容。

第一节 关于人体触电的知识

触电是指人体直接触及(或通过空间放电触及)带电体后,电流对人体造成的伤害。触电时一定量的电流通过人体致使组织损伤和功能障碍甚至死亡。触电时间越长,机体的损伤越严重。低电压电流可使心跳停止(或发生心室纤维颤动),继之呼吸停止。高压电流由于对中枢神经系统强力刺激,先使呼吸停止,再随之心跳停止。雷击是极强的静电电击。高电压可使局部组织温度高达 $2\,000\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 4\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。闪电为一种静电放电,在闪电一瞬间的温度更高,可迅速引起组织损伤和“炭化”。肢体肌肉和肌腱受电热灼伤后,局部水肿,压迫血管,常伴有小营养血管闭塞,引起远端组织缺血,坏死。

一、触电的种类

1. 电击

指电流通过人体内部,破坏人体内部组织,影响呼吸系统、心脏及神经系统的正常功能,甚至危及生命,触电死亡的绝大部分是电击造成的。电击的主要特征有:

- (1)伤害人体内部;
- (2)在人体的外表没有显著的痕迹;
- (3)致命电流较小。

按照发生电击时电气设备的状态,电击可分为直接接触电击和间接接触电击:

(1)直接接触电击 直接接触电击是触及设备和线路正常运行时的带电体发生的电击(如误触接线端子发生的电击),也称为正常状态下的电击。

(2)间接接触电击 间接接触电击是触及正常状态下不带电,而当设备或线路故障时意外带电的导体发生的电击(如触及漏电设备的外壳发生的电击),也称为故障状态下的电击。

2. 电伤

指电流的热效应、化学效应、机械效应及电流本身作用造成的人体伤害。电伤会在人体皮肤表面留下明显的伤痕,常见的有灼伤、烙印和皮肤金属化等现象。在触电事故中,电击和电伤常会同时发生。触电伤亡事故中,纯电伤性质的及带有电伤性质的约占75%(电烧伤约占40%)。尽管大约85%以上的触电死亡事故是电击造成的,但其中大约70%的含有电伤成分。对专业电工自身的安全而言,预防电伤具有更加重要的意义。

(1)电烧伤 电流的热效应造成的伤害,分为电流灼伤和电弧烧伤。电流灼伤是人体与带电体接触,电流通过人体由电能转换成热能造成的伤害。电流灼伤一般发生在低压设备或低压线路上。电弧烧伤是由弧光放电造成的伤害,分为直接电弧烧伤和间接电弧烧伤。前者是带电体与人体之间发生电弧,有电流流过人体的烧伤;后者是电弧发生在人体附近对

人体的烧伤,包含熔化了了的炽热金属溅出造成的烫伤。直接电弧烧伤是与电击同时发生的,电弧温度高达8 900 ℃以上,可造成大面积、大深度的烧伤,甚至烧焦、烧掉四肢及其他部位。大电流通过人体,也可能烘干、烧焦机体组织。高压电弧的烧伤较低压电弧严重,直流电弧的烧伤较工频交流电弧严重。发生直接电弧烧伤时,电流进、出口烧伤最为严重,体内也会受到烧伤。与电击不同的是,电弧烧伤都会在人体表面留下明显痕迹,致命电流较大。

(2)皮肤金属化 在电弧高温的作用下,金属熔化、汽化,金属微粒渗入皮肤,使皮肤粗糙而张紧的伤害。皮肤金属化多与电弧烧伤同时发生。

(3)电烙印 在人体与带电体接触的部位留下的永久性斑痕。斑痕处皮肤失去原有弹性、色泽,表皮坏死,失去知觉。

(4)机械性损伤 电流作用于人体时,由于中枢神经反射和肌肉强烈收缩等作用导致的机体组织断裂、骨折等伤害。

(5)电光眼 发生弧光放电时,红外线、可见光、紫外线对眼睛的伤害。电光眼表现为角膜炎或结膜炎。

二、电流伤害人体的因素

伤害程度一般与下面几个因素有关。

1. 通过人体电流的大小

通过人体的电流越大,人体的生理反应就越明显,感应就越强烈,引起心室颤动所需的时间就越短,致命的危害就越大。按照通过人体电流的大小和人体所呈现的不同状态,工频交流电大致分为下列三种:

(1)感觉电流 指引起人的感觉的最小电流;

(2)摆脱电流 指人体触电后能自主摆脱电源的最大电流;

(3)致命电流 指在较短的时间内危及生命的最小电流。

2. 电流通过人体时间的长短

通电时间越长,人体电阻因出汗等原因降低,导致通过人体的电流增加,触电的危险性亦随之增加。引起触电危险的工频电流和通过电流的时间关系可用下式表示

$$I = \frac{165}{\sqrt{t}} \quad (1-1)$$

式中 I ——引起触电危险的电流, mA;

t ——通电时间, s。

3. 电流通过人体的部位

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、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。

4. 通过人体电流的频率

一般认为 40 ~ 60 Hz 的交流电对人最危险。随着频率的增加,危险性将降低。当电源频率大于 20 000 Hz 时,所产生的损害明显减小,但高压高频电流对人体仍然是十分危险的。

5. 触电者的身体状况

中青年比老人和小孩抗受能力大,健康者比体弱多病者及身体电阻大的人比身体电阻小的人耐电能力强。人体电流的大小与触电电压和人体电阻有关。

三、触电的方式

1. 单相触电

在低压电力系统中,当人站在地面上或其他接地体上,人体的某一部位触及一相带电体时,电流通过人体流入大地(或中性线),称为单相触电,如图 1-1 所示。

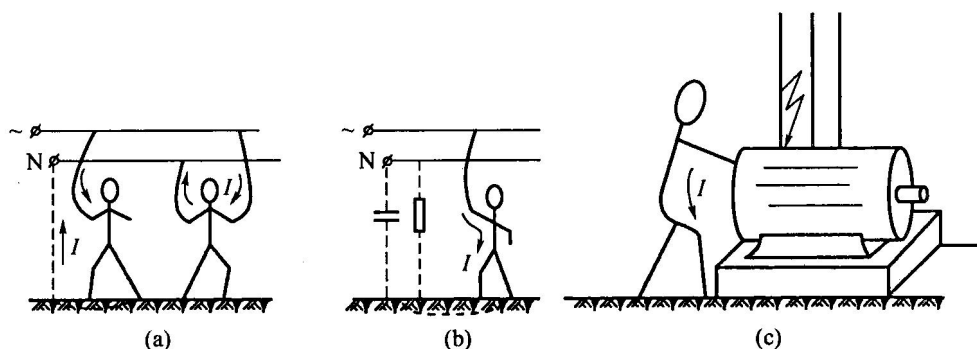


图 1-1 单相触电

人体接触漏电的设备外壳,也属于单相触电。

2. 两相触电

两相触电是指人体两处同时触及同一电源的两相带电体,以及在高压系统中,人体距离高压带电体小于规定的安全距离,造成电弧放电时,电流从一相导体流入另一相导体的触电方式,两相触电加在人体上的电压为线电压,因此不论电网的中性点接地与否,其触电的危险性都最大,如图 1-2 所示。

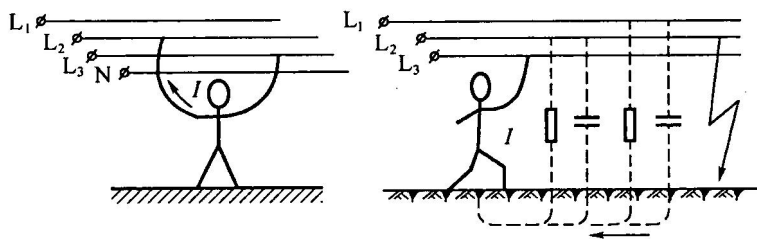


图 1-2 两相触电

3. 接触电压、跨步电压触电

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。

接触电压:运行中的电气设备由于绝缘损坏或其他原因造成接地短路故障时,接地电流通过接地点向大地流散,会在以接地故障点为中心,20 m 为半径的范围内形成分布电位,当人触及漏电设备外壳时,电流通过人体和大地形成回路,造成触电事故,这称为接触电压触电。这时加在人体两点的电位差即接触电压 U_j (按水平距离 0.8 m,垂直距离 1.8 m 考虑),

如图 1-3 所示。

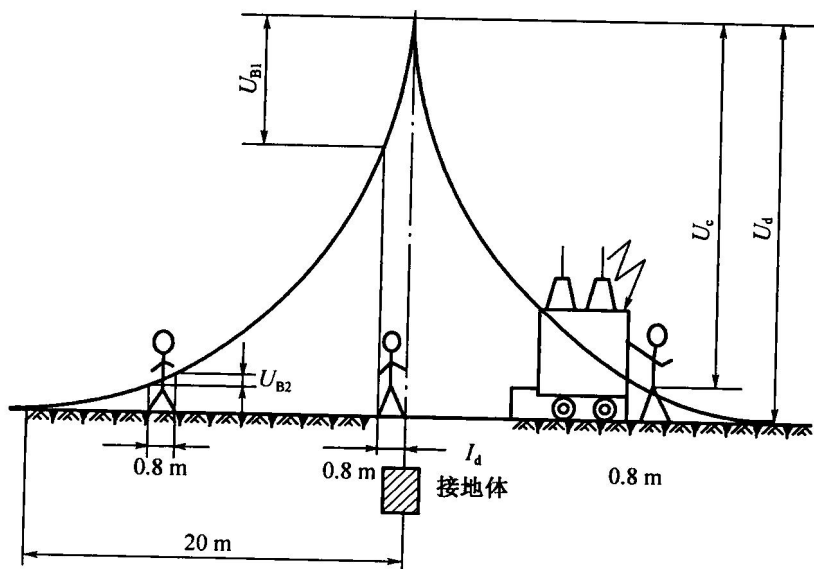


图 1-3 接触电压和跨步电压触电

跨步电压:当带电体接地时有电流向大地流散,在以接地点为圆心,半径 20 m 的圆面积内形成分布电位。人站在接地点周围,两脚之间(以 0.8 m 计算)的电位差称为跨步电压 U_k ,由此引起的触电事故称为跨步电压触电。如图 1-3 所示。

4. 感应电压触电

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称为感应电压触电。

5. 剩余电荷触电

剩余电荷触电是指当人触及带有剩余电荷的设备时,带有电荷的设备对人体放电造成的触电事故。设备带有剩余电荷,通常是由于检修人员在检修摇表测量停电后的并联电容器、电力电缆、电力变压器及大容量电动机等设备时,检修前、后没有对其充分放电所造成的。

第二节 安全电压和安全用具及安全预防

一、人体电阻及安全电压

1. 人体电阻

人体电阻包括内部组织电阻(称体电阻)和皮肤电阻两部分。内部组织电阻是固定不变的,并与接触电压和外部条件无关,一般为 $500\ \Omega$ 左右。

2. 电压的影响

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。从安全的角度看,确定对人体的安全条件通常不采用安全电流而采用安全电压,因为影响电流变化的因素很多,而电力系统的电压是较为恒定的。

世界各国对于安全电压的规定有 50 V、40 V、36 V、25 V、24 V 等,其中以 50 V、25 V 居多。

国际电工委员会(IEC)规定安全电压限定值为 50 V。

我国规定 12 V、24 V、36 V 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 12 V 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 2.5 m 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 24 V 或 36 V 安全电压。

表 1-1 电压对人体的影响及允许接近的最小安全距离

接触时的情况		允许接近的安全距离	
电压/V	对人体的影响	电压/kV	设备不停电时的安全距离/m
10	全身在水中时跨步电压界限为 10 V/m	10 及以下	0.7
20	湿手的安全界限	20 ~ 35	1.0
30	干燥手的安全界限	44	1.2
50	对人的生命无危险境界	60 ~ 110	1.5
100 ~ 200	危险性急剧增大	154	2.0
200 以上	对人的生命产生威胁	220	3.0
1 000	被带电体吸引	330	4.0
1 000 以上	有被弹开而脱险的可能	500	5.0

二、安全用具

常用绝缘手套、绝缘靴、绝缘棒三种。

1. 绝缘手套

由绝缘性能良好的特种橡胶制成,有高压、低压两种。

操作高压隔离开关和油断路器等设备、在带电运行的高压电器和低压电气设备上工作时,预防接触电压。

2. 绝缘靴

也是由绝缘性能良好的特种橡胶制成,带电操作高压或低压电气设备时,防止跨步电压对人体的伤害。

3. 绝缘棒

又称绝缘杆、操作杆或拉闸杆,用电木、胶木、塑料、环氧玻璃布棒等材料制成,结构如图 1-4 所示。

作用:操作高压隔离开关、跌落式熔断器,安装和拆除临时接地线及测量和试验等工作。

常用规格:500 V、10 kV、35 kV 等。

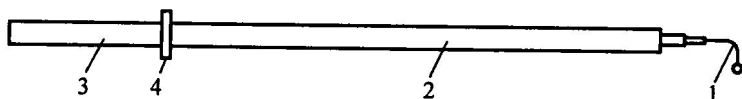


图 1-4 绝缘棒的结构

1—工作部分；2—绝缘部分；3—握手部分；4—保护环

三、触电原因及预防措施

触电按原因可分为直接接触电和间接接触电两种。直接接触是指人体直接触及带电体(如触及相线),导致的触电。间接接触是指人体触及正常情况下不带电,故障情况下带电的金属导体(如触及漏电设备的外壳),导致的触电。

1. 触电的原因

常见的触电原因:

- (1)线路架设不合规格;
- (2)电器操作制度不严格;
- (3)用电设备不合要求;
- (4)用电不规范,用电设备管理不当,使绝缘损坏,发生漏电,人体碰触漏电设备外壳;
- (5)缺乏用电常识,没有遵守操作规程,人体直接与带电体部分接触,触及带电的导线;
- (6)高压线路落地,造成跨步电压引起对人体的伤害;
- (7)检修中,安全组织措施和安全技术措施不完善,接线错误,造成触电事故;
- (8)其他偶然因素,如人体受雷击等。

2. 触电的预防

(1)直接接触的预防

①绝缘措施 良好的绝缘是保证电气设备和线路正常运行的必要条件。例如新装或大修后的低压设备和线路,绝缘电阻不应低于 $0.5\text{ M}\Omega$ (船体设备中绝缘电阻不应低于 $1\text{ M}\Omega$),高压线路和设备的绝缘电阻不低于每伏 $1\text{ 000 M}\Omega$ 。

②屏护措施 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 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。

(2)间接接触的预防

①加强绝缘 对电气设备或线路采取双重绝缘,使设备或线路绝缘牢固。

②电器隔离 采用隔离变压器或具有同等隔离作用的发电机。

③自动断电保护 漏电保护、过流保护、过压或欠压保护、短路保护、接零保护等。

(3)安全用电的措施

1)组织措施

①在电气设备的设计、制造、安装、运行、使用和维护以及专用保护装置的配置等环节中,要严格遵守国家规定的标准和法规。

②加强安全教育,普及安全用电知识。

③建立健全的安全规章制度,如安全操作规程、电器安装规程、运行管理规程、维护检修

制度等,并在实际工作中严格执行。

2) 技术措施

停电工作中的安全措施。在线路上作业或检修设备时,应在停电后进行,采取的安全技术措施有切断电源、验电、装设临时地线等。

带电工作中的安全措施。

在一些特殊情况下必须带电工作时,应严格按照带电工作的安全规定进行:

①在低压电气设备或线路上进行带电工作时,应使用合格的、有绝缘手柄的工具,穿绝缘鞋,戴绝缘手套,并站在干燥的绝缘物体上,同时派专人监护;

②对工作中可能碰触到的其他带电体及接地物体,应使用绝缘物隔开,防止相间短路和接地短路;

③检修带电线路时,应分清相线和地线;

④高、低压线同杆架设时,检修人员离高压线的距离要符合安全距离。

此外,对电气设备还应采取下列一些安全措施:

①电气设备的金属外壳要采取保护接地或接零;

②安装自动断电装置;

③尽可能采用安全电压;

④保证电气设备具有良好的绝缘性能;

⑤采用电气安全用具;

⑥设立屏护装置;

⑦保证人或物与带电体的安全距离。

⑧定期检查用电设备。

第三节 触电急救

一、触电的现场抢救

1. 使触电者尽快脱离电源

人在触电后可能由于失去知觉或超过人的摆脱电流而不能自己脱离电源,此时抢救人员不要惊慌,要在保护自己不被触电的情况下使触电者脱离电源。

(1)如果接触电器触电,应立即断开近处的电源,可就近拔掉插头,断开开关或打开保险盒。

(2)如果触电现场远离开关或不具备关断电源的条件,救护者可站在干燥木板上,用一只手抓住衣服将其拉离电源,如图1-5所示。

(3)如果碰到破损的电线而触电,附近又找不到开关,可用干燥的木棒、竹竿、手杖等绝缘工具把电线挑开,挑开的电线要放置好,不要使人再触到。如图1-6所示。

(4)如触电发生在火线与大地间,可用干燥绳索将触电者身体拉离地面,或用干燥木板将人体与地面隔开,再设法关断电源。

(5)如手边有绝缘导线,可先将一端良好接地,另一端与触电者所接触的带电体相接,将该相电源对地短路。

(6)如一时不能实行上述方法,触电者又趴在电器上,可隔着干燥的衣物将触电者拉开,也可用手头的刀、斧、锄等带绝缘柄的工具,将电线砍断或撬断。