

高等教育理工类专业系列教材

电工技能与训练

徐建俊 主编

南海出版公司

74

711
*74

高等教育理工类专业系列教材

电工技能与训练

徐建俊 主编



A0968196

南海出版公司

图书在版编目(CIP)数据

电工技能与训练/徐建俊主编. —海口:南海出版公司,2001.6

高等教育理工类专业系列教材

ISBN 7-5442-1915-1

I. 电… I. 徐 II. 电工技术—高等学校—教材 N. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 033708 号

DIANGONG JINENG YU XUNLIAN

电工技能与训练

主 编 徐建俊
责任编辑 张 辉
装帧设计 郭同桢
出版发行 南海出版公司 电话 (0898)65350227
社 址 海口市机场路友利园大厦 B 座 3 楼 邮编 570203
经 销 新华书店
印 刷 北京昌平前进印刷厂
开 本 787×960 1/16
印 张 15.75
字 数 299 千
版 次 2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5442-1915-1/T·17
定 价 19.70 元

南海版图书 版权所有 盗版必究

编审说明

本书系高等教育理工类专业系列教材之一,是工科类高等教育电类专业一门必修课教材。全书根据高职、高专、成人高校电类专业对学生电工技能的要求,参照《国家职业技能鉴定标准》和《工人技术等级标准》编写而成。主要介绍了电工基础知识、常用电工仪表的原理与使用、室内布线和照明线路、外线作业及异步电动机的装配与维修等操作技能。

本书在编写过程中,编者认真总结了长期从事电工课程教学的经验,紧密结合国内外电工技术发展现状和高等教育教学改革实践,对教材体系、教材内容、教材结构进行了较大幅度的调整,本着“基本理论够用、基本技能娴熟”的要求,以培养学生的动手能力为重点,突出工艺要领与操作技能,力求做到理论知识浅显易懂,实际操作易学易会。在内容安排上,注重实用性与新颖性的结合,在保证基本技能训练的同时,紧紧贴近生产实际的需要,适当增加了新技术、新工艺和新材料的内容。经审定,本书既可作为高等职业技术学院、高等专科学校、成人高等学校电类专业实践课程教材,亦可作为广大电工考证培训教材。

本书在编写过程中,编者参考了国内同类著作和文献资料,得到编者所在学校领导 and 同仁的大力支持,谨此一并致以衷心地感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏、错误之处,恳请有关专家和广大读者不吝批评指正,以便不断修订完善。

高等教育理工类专业系列教材编委会

2001年6月

目 录

上篇 电工基础知识

第一章 电工概论	(1)
§ 1-1 安全用电基本知识	(1)
§ 1-2 安全技术规程简介	(5)
复习思考题	(6)
第二章 常用电工工具	(7)
§ 2-1 通用工具	(7)
§ 2-2 线路安装工具	(12)
§ 2-3 登高及其他工具	(17)
复习思考题	(26)
第三章 常用电工材料和元件	(28)
§ 3-1 常用电工材料	(28)
§ 3-2 常用元件简介	(34)
复习思考题	(36)
第四章 常用电工仪表	(37)
§ 4-1 电工仪表概述	(37)
§ 4-2 常用电工仪表的工作原理	(40)
§ 4-3 常用电工仪表介绍	(42)
§ 4-4 电工测量的注意事项	(62)
复习思考题	(63)
第五章 电工识图基础	(64)
§ 5-1 电路图的基本构成	(64)
§ 5-2 电路图的分类	(66)
§ 5-3 电气符号	(70)
§ 5-4 识图的基本要求和步骤	(73)
复习思考题	(75)

下篇 电工操作工艺

第六章 基本操作	(76)
§ 6-1 导线的连接	(76)
§ 6-2 导线穿墙处理及固定件的埋设	(84)
§ 6-3 登杆训练	(88)
复习思考题	(91)
第七章 室内线路安装	(92)
§ 7-1 室内布线一般要求和方法	(92)
§ 7-2 室内布线方法	(94)
§ 7-3 室内照明线路	(109)
§ 7-4 进户装置的安装	(126)
复习思考题	(134)
第八章 电力线路架设	(135)
§ 8-1 架空线路的基本知识	(135)
§ 8-2 架空线路的安装工艺与检修	(144)
§ 8-3 电缆的敷设	(159)
复习思考题	(167)
第九章 接地装置	(169)
§ 9-1 接地基本知识	(169)
§ 9-2 接地装置的安装	(172)
复习思考题	(180)
第十章 三相异步电动机的拆装	(181)
§ 10-1 电动机的拆装	(181)
§ 10-2 定子绕组的绕制及嵌放	(182)
§ 10-3 定子绕组故障检修	(192)
§ 10-4 电动机修理的一般试验	(200)
复习思考题	(205)
附录 I 常用电气符号	(207)
附录 II 常用建筑图例	(240)

上篇 电工基础知识

第一章 电工概论

传统的电工主要包括内外线的敷设与运行,电机、电器、变压器的使用与维修以及电焊等;主要指内外线电工。而维修电工除了指上述工作之外,还包括工厂中各类电气控制系统及自动化设备的安装、调试和维修。

§ 1-1 安全用电基本知识

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。根据伤害程度,又可分为电击和电伤。电流通过人体内部,对人体内脏及神经系统造成破坏直至死亡,称为电击;电流通过人体外部表皮造成局部伤害称为电伤。实践证明,触电的伤害程度主要与通过人体电流的大小有关,还与电流的途径、持续的时间、电流的种类、交流电的频率及人体的健康状况等因素有关。

一、触电类型、原因及预防

(一) 触电类型

1. 单相触电

电流通过人体、大地、接地电阻再回到电源。这时人体将受到相电压作用,电流大大超过 50mA,非常危险。

2. 电源中性点不接地的单相触电

这时电流通过人体、大地、输电线与大地间形成的电容和绝缘电阻再回到电源,也很危险。

3. 两相触电

两手触及两根火线,电压为线电压,且电流通过心脏,是最危险的一种触电形式。

4. 跨步电压触电

带电体着地时,电流流过周围土壤,人体接近着地点时,两脚之间形成跨步电压,在一定程度上也会引起触电事故。

(二) 触电的原因

不同的场合,引起触电的原因也不一样。根据日常用电情况,可以将触电原因归纳为以下几类:

1. 线路架设不合规格

采用一线一地制违章线路架设,当接地线被拔出,线路发生短路或接地不良,均会引起触电;室内导线破旧,绝缘损坏或敷设不合规格,容易造成触电或碰线短路引起火灾;电气修理工布线不合理等。

2. 用电设备不合要求

电烙铁、电熨斗、电风扇等家用电器绝缘损坏,漏电及其外壳无保护接地或接地线接地不良;开关、闸刀、插座的外壳破损或相线绝缘老化,失去保护作用;照明电路或家用电器由于接线错误致使灯或机壳带电等。

3. 电工操作制度不严格、不健全

带电操作、冒险修理或盲目修理,且未采取切实的安全措施,引起触电;停电检修线路时,闸刀上未挂“警告牌”,其他工作人员误合闸造成触电等。

4. 用电不谨慎

违反布线规程,在室内乱拉电线,在使用中不慎造成触电;随意加大保险丝的规格或用铜丝代替保险丝,失去保险作用,引起触电等。

(三) 触电的预防

要防止触电事故,应在思想上高度重视,还必须健全组织措施和完善各种技术措施,同时还应注意以下几点:

第一,一切裸露的带电体均应放在一般人体接触不到的高处(2.5m以上)或加防护罩。

第二,在任何情况下,均不得用手去鉴定接线端是否带电,必须用完好的验电设备进行鉴定。

第三,不得随意加大熔丝规格,更不允许用铜丝或其他导电材料代替熔丝,更换熔丝时应首先切断电源。

第四,对于容易引起触电的场所,应用36V或更低的安全电压。在潮湿、有导电尘土、有腐蚀性气体的情况下,则应选用24V、12V或6V电压。

二、触电时的急救

一旦发生触电事故,抢救者必须头脑冷静,动作迅速,救护得法。资料表明,触电后1min开始救治者,90%具有良好效果;6min后开始救治者,只有10%有效果。

(一) 脱离电源

因触电时间越长,对触电者的伤害就越大。因此,必须用一切可行的方法,使

触电者迅速脱离电源。如断开电源开关、拔去电源插头或熔断器插插等；用干燥绝缘物拨开电源线或用干燥的衣物垫住将触电者拉开（仅适用于低压触电）。对于高压触电，可采取下列方法使触电者脱离电源：

第一，立即通知有关部门停电。

第二，带上绝缘手套，穿上绝缘鞋，用相应电压等级的绝缘工具拉开。

第三，抛裸金属线（其另一端应可靠接地）使线路短路接地，迫使保护装置（如漏电保安器）动作，断开电源。

在高空发生触电事故时，触电者有被摔下的危险，所以，还必须采取紧急措施，使触电者不致被摔伤或摔死。

（二）急救措施

抢救必须分秒必争，措施得当。

对伤势不重、神志清醒，但有些心慌、四肢发麻、全身无力等不适或者曾一度昏迷但已清醒过来的，应使触电者安静休息，严密观察，并请医生或送医院诊治。

如伤势较严重，虽已失去知觉，但心跳和呼吸还存在，应使触电者舒适、安静地向上平卧，保持空气流通，冬天注意保暖，并请医生或送往医院诊治。如伤势严重，应立即进行抢救。

1. 人工呼吸法

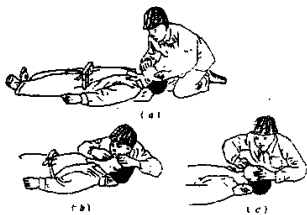
如果伤势严重，无知觉、无呼吸，但有心跳，应采用人工呼吸法抢救（见图 1-1）。

人工呼吸法很多，其中口对口（或口对鼻）的人工呼吸法最为简便有效，且易学易授。具体做法如下：

首先将触电者移到空气流通的地方，最好放在平直木板上，使其仰卧，不可用枕头。然后把头侧向一边，掰开嘴，清除口腔中杂物、假牙等。若舌根下陷应将其拉出，使呼吸道畅通，同时解开衣领，松开上身的紧身衣服，使胸部可以自由扩张。

抢救者位于触电者的一边，用一只手紧捏触电者的鼻孔，并用手掌的外缘部压住其额部，扶正头部使鼻孔朝天，另一只手托在触电者的颈后，将其颈部微向上抬，以便接受吹气。

抢救者作深呼吸，然后贴住触电者的口腔，大口呼气约 2s。同时观察其胸部有无扩张，以决定吹气是否有效和是否合适。



(a) 触电者平卧姿势 (b) 急救者吹气方法
(c) 触电者呼气状态

图 1-1 口对口人工呼吸法

吹气完毕后,应立即离开触电者的口腔,并放松其鼻孔,使触电者胸部自然恢复,时间约 3s,以利其呼气。

按照上述步骤不断进行,每分钟约反复 12 次,如果触电者张口有困难,可用口对准其鼻孔吹气,效果与上述方法相近。

2. 胸外心脏挤压法

如触电者有呼吸,但心脏停止跳动,应采用人工胸外心脏挤压法抢救(见图 1-2)。

人工胸外心脏挤压法是用人工挤压心脏代替心脏的收缩作用。凡是心跳停止或有不规则的颤动时,应立即用这种方法进行抢救。具体做法如下:

第一,使触电者仰卧,姿势与口对口呼吸法相同,但后背着地处应结实。

第二,抢救者骑在触电者的腰部。

第三,抢救者两手相叠,用掌根置于触电者胸骨下端部位,即中指指尖置于颈部凹陷的边缘,然后自上而下直线均衡地用力向脊柱方向挤压,使其胸部下陷 3~4cm 左右。

第四,使挤压到位的手掌突然放松,但手掌不要离开胸壁,依靠胸部的弹性自动回复原状,使心脏自然扩张。

按照上述步骤连续不断地进行,每分钟约 60 次(儿童稍快),挤压时定位要准确,压力要适中,不可用力过猛,避免造成肋骨骨折、气胸、血胸等危险。但也不能用力过小,达不到挤压的目的。

3. 其他抢救方法

如果触电者心跳和呼吸均已停止,则两法可同时使用。若现场只有一个人抢救,则先作吹气两次,再挤压 15 次,如此反复进行至触电者苏醒为止。如果是二人合作抢救,一人吹气,一人挤压,吹气时应保持触电者胸部放松,只可在换气时进行挤压。

如果触电者呼吸停止,且口鼻均受伤,应采用牵手人工呼吸法抢救(见图 1-3)。

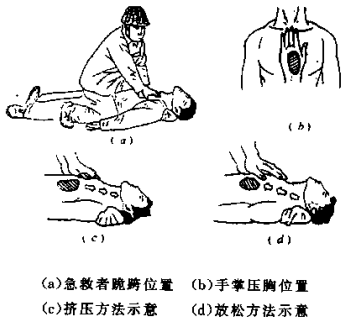


图 1-2 胸外心脏挤压法

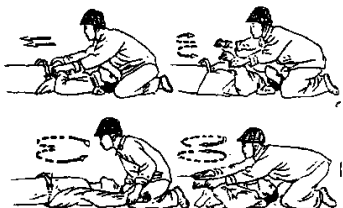


图 1-3 徒手人工呼吸法

(三) 电气消防知识

当发生电气设备火警时,或邻近电气设备附近发生火警时,电工应运用正确的灭火知识,指导和组织群众采用正确的方法灭火。

要尽快切断电源,防止火情蔓延和灭火时发生触电事故。

不可用水或泡沫灭火器灭火,尤其是油类火警,应采用黄砂、二氧化碳或 1211 灭火器灭火。

灭火人员不可使身体及手持的灭火器碰到有电的导线或电气设备。

§1-2 安全技术规程简介

为了保障人身设备的安全,国家按照安全技术要求颁发了一系列规定和规程。这些规定和规程主要包括电气装置安装规程、电气装置检修规程和安全操作规程,统称为安全技术规程。

电气装置安装规程应包括下列基本内容:架空线、电缆线及室内线的安装要求;照明装置的安装要求;电动机、动力设备的安装要求;变、配电所的安装要求;移动电气工具及其它移动设备的安装要求;接地和接零装置的安装要求,以及其它专用设备(如电炉、起动设备、电容器等)的安装要求等。

电气装置检修规程应包括对各种电气设备的检修项目、具体检修内容、检修的质量标准及检修周期等。

安全操作规程主要是依据《电业安全工作规程》中有关部分制定的,包括线路的运行和维护,停电和验电及挂接地线安全技术措施,外线作业的安全措施等。维修电工必须掌握《低压用户电气装置安装规程》,包括进户装置、量电和配电装置、线路装置、照明装置、电力装置、保护接地装置等规程。

复习思考题

1. 什么是触电？如何预防触电？
2. 常见的触电类型有哪几种？触电时如何急救？
3. 安全技术规程的主要内容有哪些？

第二章 常用电工工具

正确使用和维护工具,既能提高工作效率和施工质量,又能减轻劳动强度,保证操作安全和延长工具使用寿命。常用的电工工具包括通用工具、线路安装工具、登高工具和设备装修工具等。

§ 2-1 通用工具

通用工具是指一般专业电工都要应用的常用工具和装备。

一、验电器

验电器是检验导线和电气设备是否带电的一种电工常用工具。分低压验电器和高压验电器两类。

(一) 低压验电器

低压验电器又称测电笔(简称电笔),有钢笔式和螺丝刀式两种(见图 2-1),其检测电压为 60~500V。它由氖管、电阻、弹簧和笔身等几个部分组成。



(a) 钢笔式低压验电器 (b) 螺丝刀式低压验电器

图 2-1 低压验电器

当用电笔测试带电体时,带电体经电笔、人体到大地形成通电回路,只要带电体与大地之间的电位差超过 60V 时,电笔中的氖管就会发出红色的辉光。

电笔在使用时,必须按照如图 2-2 所示的方法握好,即以手指触及笔尾的金属体,并使氖管小窗背光朝向自己,以便于观察;同时要防止笔尖金属体触及皮肤,以避免触电。在螺丝刀式电笔的金属杆上,必须套上绝缘管,仅留出刀口部分供测试需要。

1. 电笔使用注意事项

使用电笔前一定要在有电的电源上检查氖管能否正常发光。

在明亮的光线下测试时,往往不易看清氖管的辉光,所以应当避光检测。

电笔的金属探头多制成螺丝刀形状,它只能承受很小的扭矩,使用时应特别注意,以免损坏。

电笔不可受潮,不可随意拆装或受到剧烈震动,以保证测试可靠。

2. 电笔实用经验

第一,可根据氖管发亮的强弱来估计电压的高低。

第二,在交流电路中,当电笔触及导线时,氖管发亮的即是相线;正常情况下,零线是不会使氖管发亮的。

第三,交流电通过电笔时,氖管里两个电极同时发亮;直流电通过时,只有一个电极发亮。

第四,用电笔触及电机、变压器等电气设备外壳,若氖管发亮,则说明该设备相线有碰壳现象;若壳体上有良好接地装置,氖管是不会发亮的。

第五,在三相三线制星形接法的交流电路中,用电笔测试时,如果两根很亮,而另一根不亮,则这三相有接地现象;在三相四线制电路中,当单相接地后,中性线测试时也会发亮。

(二) 高压验电器

高压验电器又称高压测电器,用来检查高压供电线路是否有电。如图 2-3 所示为 10kV 高压验电器外形图,它由金属钩、氖管、氖管窗、固紧螺钉、护环、握柄组成。使用高压验电器,检查对象为高压电路,操作时应注意以下几个方面:



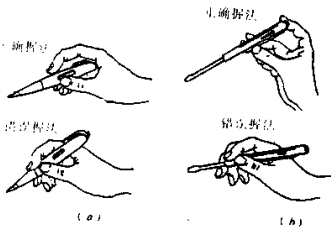
图 2-3 10kV 高压验电器

验电器在使用前一定要进行试测,证明验电器确实良好,方可使用。

使用高压验电器时手应握握柄,不得超过护环,如图 2-4 所示。

检测时操作人员必须戴符合耐压要求的绝缘手套,身旁要有人监护,不可一个人单独操作。人体与带电体应保持足够的安全距离,检测 10kV 电压时安全距离为 0.7m 以上。

检测时验电器应逐渐靠近被测线路,氖管发亮,说明线路有电;氖管不亮,才可与被测线路直接接触。



(a) 钢笔式握法 (b) 螺丝刀式握法

图 2-2 低压验电器握法

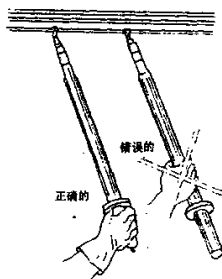


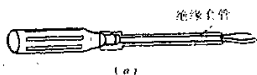
图 2-4 高压验电器握法

在室外使用高压验电器,应注意气候条件。在雪、雨、雾及湿度较大的情况下不能使用,以防发生危险。

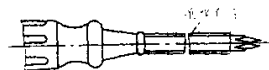
二、螺钉旋具

螺钉旋具俗称螺丝刀,又称起子、改锥等,它是一种紧固或拆卸螺钉的工具,是电工必备工具之一。

螺丝刀的式样和规格很多,按头部形状不同,可分为一字形和十字形两种(见图 2-5),每一种又分为若干规格。电工多采用绝缘性能较好的塑料柄螺丝刀。



(a)



(b)

(a)一字形螺丝刀 (b)十字形螺丝刀

图 2-5 螺钉旋具

(一)一字形螺丝刀

又称平口起,用来紧固或拆卸一字槽的螺钉和木螺丝,它的规格用握柄以外的刀杆长度来表示。常用的有 50、100、150、200、300、400mm 等规格。

(二)十字形螺丝刀

又称梅花起,用来紧固或拆卸十字槽的螺钉和木螺丝。常用规格有四种:Ⅰ号适用于直径为 2~2.5mm 的螺钉;Ⅱ号适用于 3~5mm;Ⅲ号适用于 6~8mm;Ⅳ号适用于 10~12mm。

(三)多用螺丝刀

它是一种组合工具,握柄和刀体是可以拆卸的。它除具有几种规格的一字

形、十字形刀体外,还附有一只钢钻,可用来预钻木螺丝的底孔。握柄采用塑料制成,有的还具有试电笔功能。

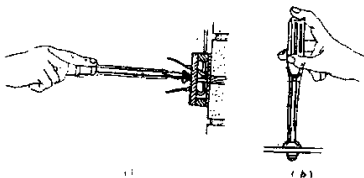
使用螺钉旋具时应注意以下几个方面:

电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具,否则容易造成触电事故。

使用时手不得触及螺丝刀的金属杆,以免发生触电事故,正确使用方法如图 2-6 所示。对于大螺钉旋具,使用时除大拇指、食指和中指

要夹住握柄外,手掌还要顶住柄的末端,以防旋转时滑脱;对于小螺钉旋具,使用时可用大拇指和中指夹着握柄,用食指顶住柄的末端捻旋。

为避免螺钉旋具的金属杆触及皮肤或邻近带电体,应在金属杆上穿套绝缘管。



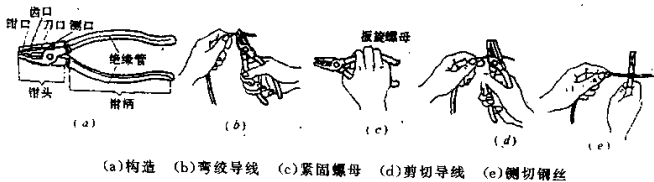
(a)大螺钉旋具的用法 (b)小螺钉旋具的用法

图 2-6 螺钉旋具的使用

三、常用电工钳

(一) 钢丝钳

它是一种钳夹和剪切工具。由钳头和钳柄两部分组成,钳头由钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成,用途很多。钳口用来弯绞和钳夹导线头;齿口用来紧固或起松螺母;刀口用来剪切导线或剖削软导线绝缘层;侧口用来侧切电线线芯、钢丝或铅丝等较硬金属,如图 2-7 所示。其绝缘耐压为 500V,可在有电场合使用。钢丝钳规格以全长表示,有 150、175、200mm 三种。



(a)构造 (b)弯绞导线 (c)紧固螺母 (d)剪切导线 (e)侧切钢丝

图 2-7 电工钢丝钳的构造及用途

钢丝钳使用注意事项如下:

使用电工钢丝钳以前,必须检查绝缘柄的绝缘是否完好。如果绝缘损坏,进行带电作业时会发生触电事故。

用电工钢丝钳剪切带电导线时,不得用刀口同时剪切相线和零线,或同时剪切两根相线,以免发生短路故障。

钳头不可代替手锤作为敲打工具使用。

钳头应防锈,轴销处应经常加机油润滑,以保证使用灵活。

(二)尖嘴钳

尖嘴钳(见图 2-8)头部尖细而长,适用于在狭小的工作空间操作。带绝缘柄的尖嘴钳,耐压为 500V,其规格以全长表示,有 140mm 和 180mm 两种。主要用途是可剪断较细的导线和金属丝,将其弯制成所需的形状,并可夹持、安装较小的螺钉、垫圈等。

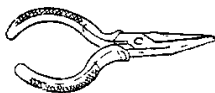


图 2-8 尖嘴钳

四、其他通用工具

(一)电工刀

电工刀主要用来剖削或切割电工器

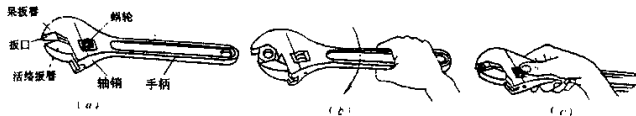
材,其结构如图 2-9 所示,如剖削电线电缆绝缘层,切割木台缺口、削制木桩及软金属等。使用时,刀口应朝外向进行操作,剖削导线绝缘层时,应使刀面与导线成较小的锐角,以免割伤导线。用毕应随即把刀身折入刀柄。电工刀刀柄是无绝缘保护的,不能在带电导线或器材上剖削,以防触电。



图 2-9 电工刀

(二)活络扳手

活络扳手是用来紧固和起松螺母的一种专用工具。主要由头部和柄部组成,头部由活络扳唇、扳口、蜗轮和轴销等构成,如图 2-10 所示,转动蜗轮可调节扳口的大小。规格是以长度×最大开口宽度(单位:mm)来表示,有 150×19(6'')、200×24(8'')、250×30(10'')和 300×36(12'')四种。



(a)活络扳手构造 (b)扳较大螺母时握法 (c)扳较小螺母时握法

图 2-10 活络扳手

活络扳手使用时应注意以下几个方面: