



21世纪高职高专规划教材

- 借鉴国外高职教材的先进教学模式，顺应现代职业教育制度的改革趋势
- 以能力为主、应用为本的职业导向的内容体系
- 基于岗位技能，面向操作过程的编写思路
- 应用类课程与国家职业认证挂钩

WEIXIU DIANGONG
JINENG SHIXUN

维修电工

技能实训

主 编 李爱军 任 淑



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高职高专规划教材

维修电工技能实训

主编 李爱军 任 淑

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是集理论与实践为一体的专业课程教材,是机电类中、高等职业技术学院电工技能操作的实习通用教材,主要内容有:电工基本操作技能;电工仪器仪表的测量;照明线路的安装;电动机、三相交流电动机典型控制线路的安装与维修;典型机床电气控制线路的安装调试与维修。针对现代职业教育的特点,本书对每一个教学知识点采用任务驱动的形式,体现理论和技能的一体化,力求能满足模块式一体化教学的需要。本教程也可作为技术工人的自学用书,亦可供相关专业技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

维修电工技能实训/李爱军,任淑主编. —北京:北京理工大学出版社,
2007.7

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1144 - 4

I. 维… II. ①李…②任… III. 电工 - 维修 - 高等学校 - 教材
IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 099055 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 19.75

字 数 / 405 千字

版 次 / 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 29.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

随着我国制造业的飞速发展,技能型人才越来越得到重视,对技能型人才的培养已经迫在眉睫。为了满足中、高等职业技术教育发展的需要,使学生更快更好地掌握操作技能。我们根据《国家职业标准——维修电工中级》的基本要求编写了本教材。本教材具有模块化的特点,以任务驱动展开,坚持以能力为本位,理论教学紧密联系实际,为分析解决现实问题服务,将理论与技能训练有机地连成一体,注重对学生的过程考核,将检验标准更多地定位在考核学生的能力上。

一、本教材的编写始终坚持以下几个原则

第一,以能力为本位,重视操作技能的培养,突出职业技术教育特色。本着理论知识“实用、够用、易学”的原则,重点加强了实习操作教学内容,强调学生实际工作能力的培养。

第二,更新教材内容,使之具有时代特征。根据科学技术发展对劳动者素质提出的新的要求,在本教材中增加了新知识、新技术、新设备等方面的内容,体现教材的先进性。

第三,贯彻国家关于职业资格证书与学历证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神,力求教材内容涵盖国家职业标准(中级)的知识和技能要求,确实保证毕业生达到中级技能人才的培养目标。

二、本教材编写特点

将知识点分散在各个课题中,先介绍实现任务的相关知识,然后介绍实现任务的整个过程,力求符合学生的认知规律。采用图文并茂的方法,尽可能用图片、表格形式展现知识点,以提高可读性。针对各个课题的知识点,每个课题后都配备了练习题,能使学生对所学的知识得以巩固与提高。在教材的最后,选取了一定数量的维修电工操作技能鉴定的试卷、试题及答案,便于读者学习后举一反三。

三、本教材编写成员

本教材由李爱军、任淑任主编;马才根、蒋琳、钱毅参与了书中部分章节的编写。

本教材可作为机电类中、高等职业技术学院的实习教学,也可作为机电专业的学生参加

维修电工国家职业技能鉴定考核培训的参考教材和维修电工工人的培训教材。对教材中的课题及教学课时，使用本教材的学校可根据自己的教学实习计划及学时参考选作与调整。

由于编写时间紧迫，编者水平有限，书中错误和疏漏之处在所难免，敬请各位专家、同行、读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 电工基本操作	(1)
任务一 电工安全常识	(1)
任务二 电工常用工具的使用	(15)
任务三 导线材料的识别与线径的测量	(29)
任务四 电烙铁焊接	(36)
项目二 常用电工仪表的使用与测量	(43)
任务一 万用表的使用	(43)
任务二 钳形电流表与兆欧表的使用	(52)
任务三 功率与电能的测量	(58)
任务四 单臂电桥与双臂电桥的测量	(68)
项目三 常用室内线路的安装与维修	(74)
任务一 一控一照明线路的安装与维修	(74)
任务二 灾光灯线路	(86)
任务三 配电板的制作与组装	(93)
项目四 电动机	(102)
任务一 三相异步电动机	(102)
任务二 单相异步电动机	(117)
项目五 三相交流电动机典型控制电路的安装与维修	(124)
任务一 常用低压电器的识别、拆装与维修	(124)
任务二 接触器与常用继电器的识别、拆装与维修	(140)
任务三 三相异步电动机正转控制电路的安装与维修	(153)
任务四 三相异步电动机正反转控制电路的安装与维修	(174)
任务五 位置控制与自动往返控制电路的安装与维修	(192)
任务六 顺序控制与多地控制电路的安装与维修	(203)
任务七 三相笼型异步电动机降压启动控制电路的安装与维修	(213)
项目六 典型机床电气控制电路的安装、调试与维修	(233)
任务一 工业机械电气设备维修的一般要求和方法	(233)
任务二 CA6140 型车床电气控制电路	(244)



任务三 Z37 型摇臂钻床电气控制电路	(256)
任务四 X62W 万能铣床电气控制电路	(267)
附录1 国家职业标准——维修电工	(282)
附录2 维修电工(中级)模拟试题	(292)
参考文献	(310)

项目一 电工基本操作

电是动力、照明、加热控制、信号和通信的主要能源，电气设备遍布工厂、企业和民用建筑的每一个角落。能否提供安全、可靠、经济、优质的电能，是衡量一个国家现代化程度高低的标志之一。安全供电与安全用电技术在各行业中愈来愈显示出其重要地位，电工的首要任务就是正确使用电工工具和仪表，对电气设备进行安装、调试、维修，以保证电气设备安全运行，保障人们正常生活和工农业生产安全用电。

随着电气化程度的提高，人们接触电的机会成倍增多，触电事故时有发生。安全供电，在用电水平高的发达国家，每年 100 万用电人口中触电死亡 0.5~1 人；我国 70 年来的统计数字为每 100 万人中触电死亡率为 20 人/年，目前已下降到 10 人以内，但安全用电水平仍然比较低，这说明了在我国推广电气安全常识的重要性。在供电、用电过程中触电的主要原因有：（1）电气设备和线路在设计、安装、运行过程中没有严格执行国家有关设计、安装、施工、验收的技术标准，没有遵守安全操作规程，没有采取有效的安全措施，没有建立、健全和执行安全制度，没有坚持经常性的电气安全思想教育和知识教育，巡视不力，维修不及时等；（2）由于用电设备品种日趋复杂，不同电压、电流、频率的电气参数相互影响，特别是要求用高电压、大电流和产生大量高次谐波的用电设备的使用，若措施不当，则影响设备的正常工作甚至影响人身安全；（3）由于工业企业的规模不断扩大，民用建筑群向高层发展，用电容量日趋增加，配电系统日益复杂，控制保护方式种类日益繁多，若设备选用不当，控制保护设备不合要求，或运行维护人员操作失误，都能造成电气事故。

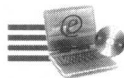
任务一 电工安全常识

第一部分 教学要求

一、目的要求

知识目标

- （1）掌握用电安全技术规程（包括电气装置检修规程和安全操作规程）。
- （2）学会防止低压触电的安全措施。



(3) 掌握漏电保护器的选型、安装与检测。

技能目标

(1) 掌握触电者的救护方法和电气设备的灭火方法。

(2) 掌握触电急救口对口人工呼吸法及胸外挤压法技术。

二、任务所需设备、工具、材料

见表 1-1。

表 1-1 任务所需设备、工具、材料表

名 称	型 号 或 规 格	单 位	数 量
集体工具	低压验电器, 带绝缘柄的钢丝钳, 干燥的木棒, 木凳, 绝缘垫, 绝缘杆, 未通电的三相四线制线路	套	1
万用表	MF-47	块	1
兆欧表	ZC25 型, 500 V	台	1
灭火器	CO ₂ , CCl ₄ , 干粉, 1211 灭火器	组	1
触电急救设备	海绵垫子, 枕头, 医用纱布	套	1

三、教学学时与教学方式

见表 1-2。

表 1-2 教学学时与教学方式表

项 目		学时安排	教 学 方 式
1	阅读教材	提前预习及课余	个人自学, 查资料, 小组讨论
2	教师授课	3 学时	重点讲授触电急救措施与触电急救技术
3	操作实训	6 学时	学生操作, 教师指导, 课题评价

第二部分 教学内容

知识链接 1 电气安全操作技术

1. 人体触电及其影响因素

1) 电击和电伤

电流对人体的伤害是多方面的, 但根据人体触电的严重程度, 大致可以分为电击和电伤两类。所谓电击, 是指电流通过人体内部器官, 使其受到伤害。当电流作用于人体中枢神



经,使心脏和呼吸器官的正常功能受到破坏,血液循环减弱,人体发生抽搐、痉挛、失去知觉甚至假死,若救护不及时,则会造成死亡。

电伤是指电流的热效应、化学效应和机械效应对人体外部器官造成的局部伤害,包括电弧引起的灼伤。电流长时间作用于人体,由其化学效应及机械效应在接触电流的皮肤表面形成肿块、电烙印及在电弧的高温作用下熔化的金属渗入人皮肤表层,造成皮肤金属化等。电伤是人体触电事故中危害较轻的一种。

2) 电流对人体的伤害

电流对人体的伤害程度与电流的强弱、流经的途径、电流的频率、触电的持续时间、触电者健康状况及人体的电阻等因素有关,见表1-3。

表1-3 电流对人体的伤害

项 目	成 年 男 性	成 年 女 性
感知电流/mA	1.1	0.7
摆脱电流/mA	9~16	6~10
致命电流/mA	直流 30~300, 交流 30 左右	直流 30~200, 交流 <30
危及生命的 触电持续时间/s	1	0.7
电流流经路径	流经人体胸腔,则心脏机能紊乱,流经中枢神经,则神经中枢严重失调而造成死亡	
人体健康状况	女性比男性对电流的敏感性高,承受能力为男性的 2/3;小孩比成年人受电击的伤害程度严重;过度疲劳,心情差的人比有思想准备的人受伤害程度高;病人受害程度比健康人严重	
电流频率	25~300 Hz 间的电流对人体伤害最严重,低于或高于该频率的电流对人体伤害显著减轻	
人体电阻	皮肤在干燥、洁净、无破损的情况下电阻可达数十千欧,潮湿破损的皮肤可降至 1 kΩ 以下	

2. 人体触电的方式

1) 直接接触

人体任何部位直接接触及处于正常运行条件下的电气设备的带电部分(包括中性导体)而形成的触电,称为直接接触触电。它又分为单相触电和两相触电两种情况。

(1) 单相触电:如图1-1所示,当人体站在大地或其他接地体上不绝缘的情况下,身



体的某一部位直接接触到带电体的一相而形成的触电，称单相触电。单相触电的危险程度与电压的高低、电网中性点的接地情况及每相对地绝缘阻抗的大小等因素有关。在高电压系统中，人体虽然未直接接触带电体，但因安全距离不够，高压系统经电弧对人体放电，也会形成单相触电。在图 1-1 (a) 所示中性点接地系统中，通过人体的电流达到 $220\text{ V}/(1 \times 10^3\ \Omega) = 220\text{ mA}$ ，远远超过人体的摆脱电流。人体若发生单相触电，将产生严重后果。在图 1-1 (b) 所示的中性点不接地系统中，若线路绝缘不良，则绝缘阻抗降低，触电时流过人体的电流相应增大，增加了人体触电的危险性。

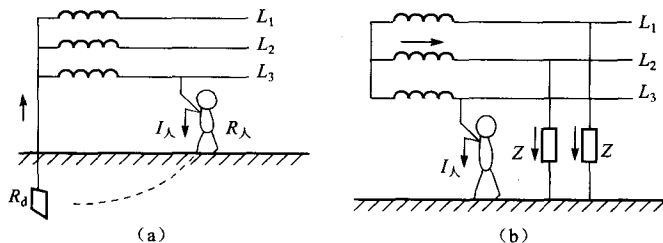


图 1-1 单相触电

(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

(2) 两相触电：人体同时触及带电设备或线路不同电位的两个带电体所形成的触电，称为两相触电，如图 1-2 所示。当发生两相触电时，人体承受电网的线电压为相电压的 $\sqrt{3}$ 倍，故两相触电为单相触电时流过人体电流的 $\sqrt{3}$ 倍，比单相触电有更大的危险性。

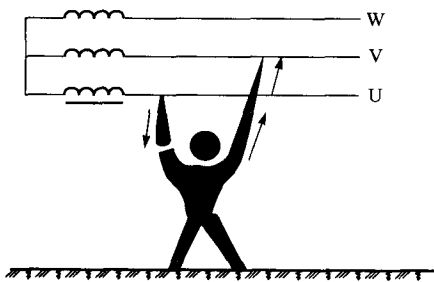


图 1-2 两相触电

2) 间接触电

电气设备在故障情况下，使正常工作时本来不带电的金属外壳处于带电状态，当人体任何部位触及带电的设备外壳时所造成的触电，称为间接触电。

(1) 跨步电压触电：当电气设备因绝缘损坏而发生接地故障或线路一相带电导线断线落于地面时，地面各点会出现如图 1-3 所示的电位分布，当人体进入到上述具有电位分布的区域时，两脚间（人的跨步距离按 0.8 m 考虑）就会因地面电位不同而承受电压作用，这一电压称为跨步电压，如图 1-3 所示。由跨步电压引起的触电，称为跨步电压触电。

(2) 接触电压触电：用电设备因一相电源线绝缘损坏碰设备外壳时，由接地电流自设备金属外壳通过接地体向四周大地形成半球状流散。接地体中心处电位最高，从接地体向半径为 20 m 左右处的零电位呈如图 1-4 所示的曲线分布。此时，当人体触及漏电设备外壳时，因人体与脚处于不同的电位点，就有电位差值 ΔU 作用于人体，此电压称为接触电压。

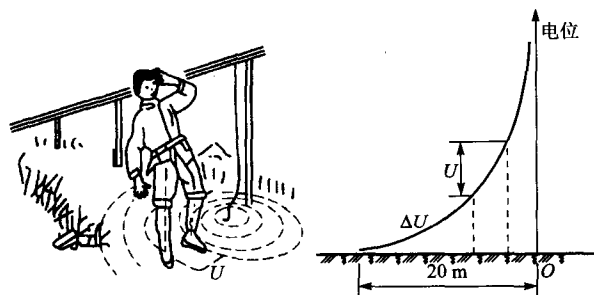
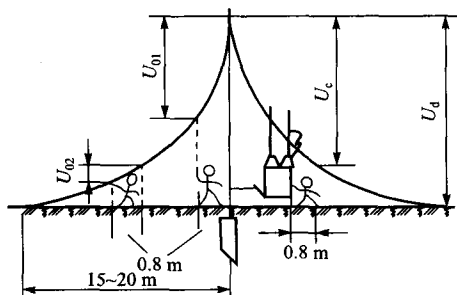
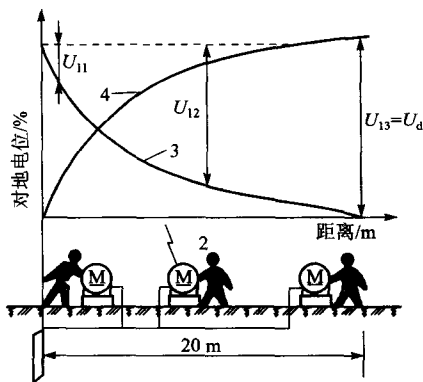


图 1-3 跨步电压触电

人体因接触电压而引起的触电,称为接触电压触电。人体距接地体位置不同时,接触电压 ΔU 的大小不同,接触电压随人体接地位置不同的变化曲线如图 1-5 所示。

图 1-4 一相线绝缘损坏碰设备外壳时
外壳对地电位分布示意图图 1-5 接触电压随人体接地位置
不同的变化曲线

3) 其余类型触电

(1) 静电电击:当物体在空气中运动时,因摩擦而使物体带有一定数量的静止电荷,静止电荷的堆积会形成电压很高的静电场,当人体接触此类物体时,静电场通过人体放电,使人体受到电击。

(2) 残余电荷电击:电气设备由于电容效应,在刚断开电源的一段时间里,还可能残留一些电荷,当人体接触这类电气设备时,设备上的残余电荷通过人体释放,使人体受到电击。

(3) 雷电电击:雷电多数发生在雷云云块之间,但也有少数部分发生在雷云与大地或与建筑物之间。在这种剧烈的雷电活动中,如果人体靠近或正处在雷电的活动范围内,将会受到雷电的电击。



(4) 感应电压电击：在邻近的电气设备或金属导体上，由于带电设备的电磁感应或静电感应而感应出一定的电压，人体受到此类电压的电击，称为感应电压电击。在超高压双回路及多回路线路中，感应电压产生的电击时有发生。

3. 电工安全操作规程

(1) 工作前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好。

(2) 任何电气设备未经检测证明确实没有带电时，一律视为带电，不准用手触摸。

(3) 必须在设备停止运转后，切断电源、取下熔断器，挂出“禁止合闸，有人工作”的警示牌，并在验明设备不带电后，方可进行设备的搬移、拆卸和检查修理。

(4) 工作临时中断后或每班开始工作前，都必须重新检测设备的电源是否确实断开，只有验明确实未带电后，方可继续工作。

(5) 在总配电盘及母线上进行工作时，在验明无电后，应挂上临时接地线。拆装接地线都必须由值班电工进行。

(6) 由专门检修人员修理电气设备时，值班电工必须进行登记，完工后要求做好交待，共同检查后，方可送电。

(7) 每次维修结束时，必须清点所带的工具、零配件，以防遗留在设备内部而造成事故。

(8) 禁止带负载操作动力配电箱中的刀开关。

(9) 在低压配电设备上带电进行操作时，必须经过领导批准，并有专人监护。操作时，必须站在绝缘物上进行，头戴安全帽，身穿长袖衣服，手戴绝缘手套，使用绝缘工具。邻带电部分和接地金属部分用绝缘板隔开后方可操作，严禁使用有裸露金属部分的器具进行操作。

(10) 熔断器的容量要与电气设备、线路的容量相适应。

(11) 带电装卸熔断器时，必须站在绝缘垫上，戴防护眼镜、绝缘手套，方可操作，必要时还要使用绝缘夹钳。

(12) 拆除电气线路或设备后，对可能继续供电的裸露线头必须用绝缘胶布包扎好。

(13) 电气设备的外壳必须可靠的接地，接地线要符合国家标准。

(14) 对临时安装的电气设备，必须将金属外壳接地，严禁将电动工具的外壳接地线和工作零线拧在一起接入插座。必须使用两线接地的三孔插座，或者将外壳单独接在接地保护干线上，以防止接触不良而引起外壳带电，用橡胶软电缆线给移动设备供电时，专供保护接零的芯线中不允许有工作电流通过。

(15) 安装白炽灯的灯头开关时，开关务必控制相线，灯头（座）的螺纹端必须接在工作零线上。

(16) 使用梯子时，梯子与地面间的夹角为 60° 左右，在水泥地面使用梯子时，要有防滑措施。使用人字梯时拉绳必须牢固，使用没有搭钩的梯子时，在工作中要有人扶稳。



(17) 动力配电盘、配电箱(柜)、开关及变压器等各电气设备附近,不准堆放各种易燃、易爆、潮湿或其他影响操作的物品。

(18) 电气设备发生火灾时,要立即设法切断电源,并使用 1211 灭火器或 CO_2 灭火器灭火,严禁使用水性泡沫灭火器灭火。

(19) 使用各类电动工具时,人要站在绝缘垫上,并戴绝缘手套操作。供电线路装漏电保护器或安全隔离变压器。

(20) 使用喷灯时,油量不得超过容器容积的 $3/4$,打气要适当,不得使用漏油或漏气的喷灯,不得在易燃易爆品附近点燃喷灯。

知识链接 2 触电急救技术

人体触电后,由于痉挛或失去知觉等原因而本能抓紧带电体,不能自行摆脱电源,使触电者成为一个带电体。触电事故瞬时发生,情况危急,必须实行紧急救护。统计资料表明,触电急救心脏复苏成功率与开始急救的时间关系见表 1-4。由表 1-4 可见,发现有人触电,务必争分夺秒地进行紧急抢救。

表 1-4 触电急救心脏复苏成功率与开始急救的时间关系

施救开始时间/min	心脏复苏成功率/%
<1	60~90
1~2	45
2~4	27
6	10~20
>6	<10

1. 急救处理的基本原则

(1) 发现有人触电,尽快断开与触电人接触的导体,使触电人脱离电源,这是减轻电伤害和实施救护的关键和首要工作。

(2) 当触电者脱离电源后,应根据其临床表现,施行人工呼吸或胸腔处施行心脏按压法急救,按动作要领操作,以获得救治效果。同时迅速拨打 120,联系专业医护人员来现场抢救。

(3) 抢救生命垂危者,一定要在现场或附近就近地进行,切忌长途护送到医院,以免延误抢救时间。

(4) 紧急抢救要有信心和耐心,不要因一时抢救无效而轻易放弃抢救。

(5) 救护人员在救护触电者时,必须注意自身和周围的安全。当触电者尚未脱离电源,救护者也未采取必要的安全措施前,严禁直接接触触电者。

(6) 当触电者所处位置较高时,应采取相应措施,以防触电者脱离电源时从高处落下



摔伤。

(7) 当触电事故发生在夜间时, 应该考虑好临时照明, 以方便切断电源时保持临时照明, 便于救护。

2. 触电者脱离低压电源的方法

1) 切断电源

若电源开关或插座就在触电者附近, 救护人员应尽快拉下开关或拔掉插头, 如图 1-6 所示。

2) 割断电源线

若电源线为明线, 且电源开关或插座离触电者较远时, 则可用带绝缘柄的电工钳剪断电线或用带有干燥木柄的斧头、锄头等利器砍断电线。注意割断的电线位置, 不能造成其他人触电。

3) 挑、拉开电源线

如电线断落在触电者身上, 且电源开关又远离触电地点, 救护人员可用干燥的木棒、竹竿等将掉下的电源线挑开, 如图 1-7 所示。

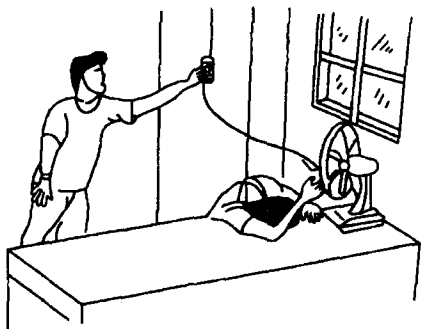


图 1-6 拉开开关或拔掉插头

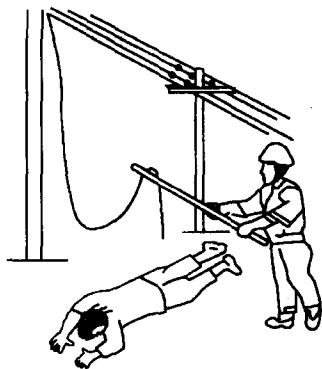


图 1-7 用干燥木棒挑开电源线

4) 拉开触电者

发生触电时, 若身边没有上述工具, 救护者可用干燥衣服、帽子、围巾等把手包扎好, 或戴上绝缘手套, 去拉触电者干燥的衣服, 使其脱离电源。若附近有干燥的木板或木板凳等, 救护人员可将其垫在脚下, 去拉触电者则更加安全。注意救护时只用一只手拉, 切勿触及触电者的身躯或金属物体, 如图 1-8 (a) 所示。

5) 设法使触电者与大地隔离

若触电者紧握电源线, 救护者身边又无合适的工具, 则可以用干燥的木板塞至触电者身体下方, 使其与大地隔离, 然后再设法将电源线断开。在救护过程中, 救护者应尽可能站在干燥的木板上进行操作, 如图 1-8 (b) 所示。

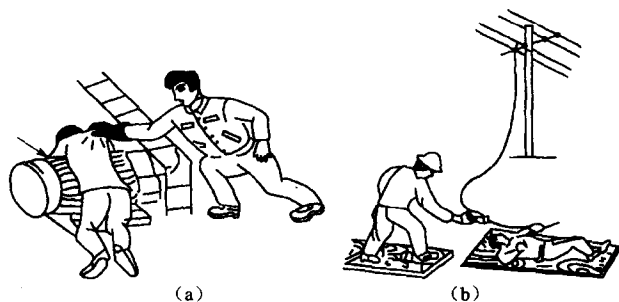


图 1-8 触电急救措施

(a) 戴上绝缘手套等去拉触电者干燥的衣服；(b) 将干燥的木板塞到触电者身体下方，使其隔离大地

3. 使触电者脱离高压电源的方法

(1) 当发现有人在高压带电设备上触电时，救护人员应戴上绝缘手套，穿上绝缘靴，拉开电源开关，或用相应电压等级的绝缘工具拉开高压跌落保险，以切断电源，如图 1-9 所示。在操作过程中，救护人员必须保持自身与周围带电体的安全距离。

(2) 当有人在架空线路上触电时，救护人员应尽快用电话通知当地电力部门迅速停电，以利抢救。若不能迅速与变电站联系，可采用应急措施，即抛掷足够截面、适当长度的金属软导线，使电源线短路，迫使保护装置动作，断开电源开关。抛掷导线前，应先将导线一端牢牢固定在铁塔或接地引线上，另一端系上重物。抛掷时，应防止电弧伤人或断线危及他人安全。抛掷点应距离触电现场尽可能远一点，如图 1-10 所示。

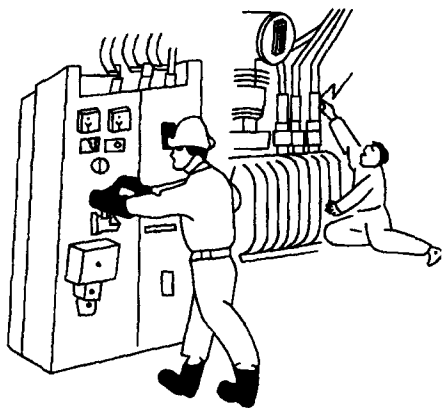


图 1-9 戴上绝缘手套，穿上绝缘靴救护

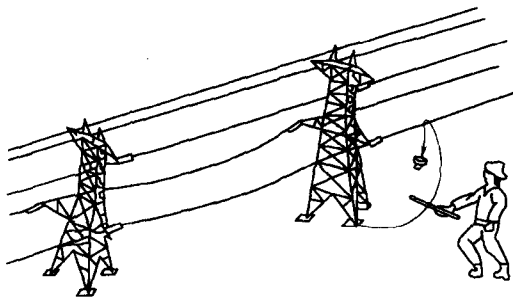


图 1-10 抛掷裸金属导线使电源短路

(3) 若触电者触及落在地面的高压导线，当尚未确认断落导线无电时，在未采取安全措施前，救护人员不得接近断线点 8~10 m 的范围内，以防跨步电压伤人。此时，救护人员



必须戴好绝缘手套，穿好绝缘靴后，用与触电电压相符的绝缘杆挑开电线，如图 1-11 所示。

知识链接 3 电气灭火常识

电气设备发生火灾有两大特点：一是当电气设备着火或引起火灾后没有与电源断开，设备仍然带电；二是电气设备本身充油（例如电力变压器、油断路器等）发生火灾时，可能喷油甚至爆炸，引起火势蔓延，有扩大火灾范围的危险。因此，电气灭火必须根据实际情况，采取对应的措施。

1. 切断电源

当发生火灾时，若现场尚未停电，首先应想办法切断电源，这是防止火灾范围扩大和避免触电事故的重要措施，切断电源要注意五个方面。

- (1) 若线路带有负荷，应先断开负荷，再切断火场电源。
- (2) 切断电源的地点要选择合适的，防止切断电源后，影响灭火工作。
- (3) 切断电源时，必须应用可靠的绝缘工具，防止操作发生触电事故。
- (4) 剪断导线时，非同相导线应在不同部位剪断，以免造成人为短路。
- (5) 剪断电源线时，剪断位置应选在电源方向的绝缘瓷瓶附近，以免造成断线头下落时发生接地短路或触电伤人的事故。

2. 带电灭火注意事项

- (1) 人应与带电体保持一定的安全距离。
- (2) 带电导线断落地面时，为防止跨步电压伤人，要画出一定的警戒区。
- (3) 对架空线路等高空设备灭火时，人体位置与带电体间的仰角不得超过 45° ，以防止导线断落时危及灭火人员的安全。
- (4) 当用水枪灭火时，宜采用喷雾水枪，因为这种水枪通过水柱的泄漏电流比较小，带电灭火比较安全。用水枪灭火时，水枪嘴与带电体间的距离是：电压为 110 kV 以下者，应大于 3 m；220 kV 以上者，应大于 5 m。用 1211 灭火器等不导电灭火器灭火时，应大于 2 m 的距离。
- (5) 泡沫灭火器的泡沫既可能损害电气设备绝缘，又具有一定的导电性，故不能用于带电灭火。

3. 充油电气设备的灭火

- (1) 充油设备外部着火时，可用 CO_2 、1211（二氟一氯溴甲烷）、干粉等灭火器灭火；若火势较大，务必立即切断电源，用水灭火。

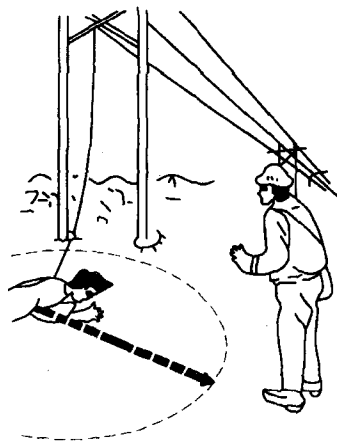


图 1-11 未采取安全措施前
不能接近断线区