

高职高专教育“十二五”规划教材

WEIXIU DIANGONG JINENG SHIXUN

维修电工技能实训

主编 温 瑞 蔡美茹

中国建材工业出版社

高职高专教育“十二五”规划教材

维修电工技能实训

主 编 温 瑞 蔡美茹



中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工技能实训/温瑞, 蔡美茹主编. —北京:
中国建材工业出版社, 2013. 1

ISBN 978-7-5160-0143-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 075421 号

内 容 提 要

本书根据高等教育的特点和人才培养目标, 将理论教学和实践教学融为一体, 以强化学生实践能力的培养为最终目的。全书共分七个项目, 分别介绍了“电工基本操作与安全用电, 电工常用仪器仪表的使用, 电气控制电路的安装与调试, 电子电路的安装与调试, 晶闸管直流调速系统的安装与调试, 较复杂的电子电气控制电路的设计, 常用机电设备的故障检修”等内容。

本书可作为高职高专院校电气自动化、机电一体化、楼宇智能化专业的教材, 也可作为广大电工技术爱好者和其他相关从业人员的学习参考用书。

维修电工技能实训

主 编: 温 瑞 蔡美茹

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京佳顺印务有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 14.75

字 数: 351 千字

版 次: 2013 年 1 月第 1 版

印 次: 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

本社网址: www.jcbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 请联系: (010) 82556961

本书编审委员会

主 编 温 瑞 蔡美茹

副主编 牛永强 高登峰

副主编 杨 明 闫晓娟

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。

本教材具有项目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，注重对学生的实际操作过程考核，将检验标准更多地定位在考核学生的能力上。

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业证书并重、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、技能要求，确实保证毕业生达到中级技能人才的培养目标。

本教材的编写特点是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。

本教材在编写过程中，参考了大量文献资料，难以一一列举，谨在此对原作者表示诚挚的谢意。

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，恳请专家和广大读者多提宝贵意见，以便在今后的重印或再版中改进和完善。

编 者

目 录

项目一 电工基本操作与安全用电	1
任务一 安全用电常识	1
任务二 电工常用工具的使用	11
项目二 电工常用仪器仪表的使用	19
任务一 万用表的使用	19
任务二 兆欧表和钳形电流表的使用	23
任务三 直流电桥的使用	28
任务四 示波器的使用	32
项目三 电气控制电路的安装与调试	37
任务一 电气控制电路安装调试的基本知识与基本技能	37
任务二 三相异步电动机点动、长动控制线路的安装调试	53
任务三 三相异步电动机正反转控制电路的安装调试	62
任务四 三相异步电动机 Y- Δ 降压起动控制电路	67
任务五 位置控制和自动往返控制电路的安装与调试	74
项目四 电子电路的安装调试	81
任务一 电烙铁的焊接技术	81
任务二 串联稳压电源电路的安装调试	85
任务三 方波—三角波发生器电路的安装调试	90
任务四 单相可控调压电路的安装与调试	95
项目五 晶闸管直流调速系统的安装与调试	101
任务一 三相桥式全控整流电路	101
任务二 晶闸管直流调速系统基本单元的调试	107
任务三 转速负反馈单闭环直流调速系统	112
任务四 电压、电流双闭环直流调速系统	117
任务五 转速、电流双闭环逻辑无环流可逆调速系统	120
项目六 较复杂的电子电气控制电路的设计	128
任务一 继电器控制方式的传送带控制电路的设计	129
任务二 基于 555 时基电路的传送带控制电路的设计	133
项目七 常用机电设备的故障检修	139
任务一 机床电气故障检修的基本步骤与方法	139
任务二 T68 镗床电气控制线路的故障检修	148
任务三 X62W 型万能铣床电气控制电路的故障检修	160

任务四 M7475B 型磨床控制电路的故障检修	172
任务五 龙门刨床的电气控制线路及其故障检修	180
附录 1 中级维修电工职业资格考试模拟试题 1	198
附录 2 中级维修电工职业资格考试模拟试题 2	212
参考答案	227
参考文献	229

项目一

安全用电与电工基本操作

根据《国家职业标准》规定,从事机械设备和电气系统线路及器件等的安装、调试与维护、修理的人员被称为维修电工。在维修电工技能实训中经常要与电接触,存在触电的危险,所以,在技能实训开始之前首先要学习安全用电常识以及电工的基本操作规范。

任务一 安全用电常识

第一部分 实训的目的与要求

一、目的与要求

知识目标

- (1) 熟悉安全用电的基本规范。
- (2) 学会防止低压触电的有效措施。
- (3) 掌握漏电保护器的选择、安装与检测。

技能目标

- (1) 掌握触电者的救护方法和电器设备的灭火方法。
- (2) 掌握触电急救人工呼吸法及胸外挤压法。

二、需要准备的设备、工具与器材

表 1-1-1-1 任务所需设备、工具与器材

名称	型号或规格	数量
常用工具	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	1套
万用表	500型或其它型号	1块
兆欧表	ZC25型、500V	1台
灭火器	CO ₂ 、CCl ₄ 、干粉、1211灭火器	1组
触电急救设备	海绵垫子、枕头、医用纱布	1套

第二部分 知识链接

一、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

人体触电有电击和电伤两种。所谓电击，是指电流流过人体使其内部器官受到伤害。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，人体会发生抽搐、痉挛、失去知觉甚至假死，若救护不及时会造成死亡。

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体皮肤表层，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 1-1-1-2。

表 1-1-1-2 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程度高；病人受害程度比健康人严重。	
电流频率	40~60Hz 间的交流电对人体伤害最严重，直流电与较高频率的交流电的危害性则小一些。	
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 800Ω 以下，通常为 1kΩ~2kΩ。	

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 1-1-1-1 所示，当人体站在大地或其他接地体上不绝缘的情况

下，身体的某一部分直接接触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 1-1-1-1 (a) 所示的中性点接地系统中，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 1-1-1-1 (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。

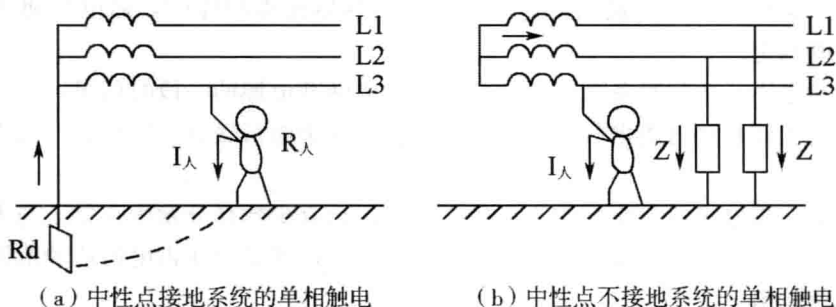


图 1-1-1-1 单相触电

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 1-1-1-2 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倍，故两相触电为单相触电时流过人体电流的倍，比单相触电有更大的危险性。

(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 当电气设备绝缘损坏而发生接地故障或线路一相带电导线断落于地面时，地面各点会出现如图 1-1-1-3 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 0.8m 考虑）就会因为地面电位不同而承受电压作用，这一电压称为跨步电压。由跨步电压引起的触电，称为跨步电压触电。

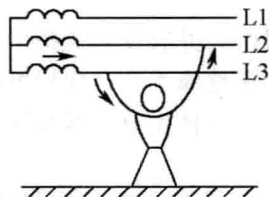


图 1-1-1-2 单相触电

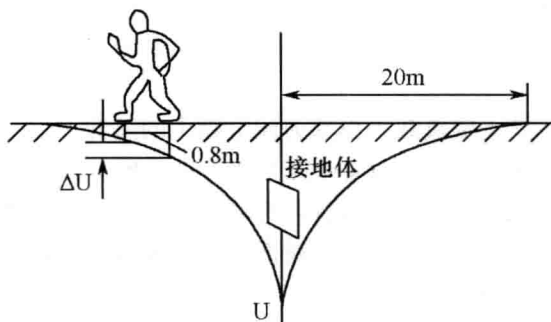


图 1-1-1-3 跨步电压触电

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，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。其电位分布以接地体为中心向周围扩散，距接地体 20m 左右处的电位为零。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，就会承受电压，此电压称为接触电压。人体因接触电压而引起的触电，称为接触电压触电。

接触电压和跨步电压与接地电流、土壤电阻率、设备接地电阻及人体位置有关。接地电流较大时，就会产生较大的接触电压和跨步电压，发生触电事故。

(3) 其它类型触电

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。

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。

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。

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，不得触摸。

(3) 必须在设备停止运动后，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) 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。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 禁止带负载操作动力配电箱中的刀开关。

(8) 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。邻相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。

(9) 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。熔断器的容量要与电气设备、线路的容量相适应。

(10) 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。

(11) 电气设备的外壳必须可靠的接地，接地线要符合国家标准。

(12) 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。

(13) 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。

(14) 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。

(15) 使用梯子时，梯子与地面间的夹角为 60° 左右，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。

(16) 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。

(17) 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。

二、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。触电事故瞬间发生，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有关，二者关系见表 1-1-1-3。因此，发现有人触电，务必争分夺秒地进行紧急抢救。

表 1-1-1-3 触电急救心脏复苏成功率与开始急救的时间表

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

(2) 当触电者脱离电源后，应根据其临床表现，实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) 抢救人员在救护触电者时，必须注意自身和周围的安全，当触电者尚未脱离触电电源，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。

(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。

(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。

(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。

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。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。

(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—10m的范围内,以防跨步电压伤人。此时,救护人员必须戴好手套,穿好绝缘靴后,用与触电电压相符的绝缘杆挑开电线。

三、电器灭火常识

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)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,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，剪断位置应选择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断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) 带电导线断电时，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，应采用喷雾水枪，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 110KV 以下者，应大于 3m；220kv 以上者，应大于 5m。用 1211 灭火器等不导电灭火器灭火时，应大于 2m 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。

(2) 若充油设备内部着火，除应立即切断电源外，有事故储油坑的应设法放入储油坑，灭火可用喷雾水枪，也可用沙子、泥土等。地上流出的油可用泡沫灭火器灭火。

(3) 电动机、发电机等旋转电机着火时，可让其慢慢转动，以防止油和轴承变形，用喷雾水枪灭火，并帮助其冷却，也可以用 CO_2 、 CCl_4 、1211 和蒸汽等灭火，但不宜用于干粉、沙子、泥土等灭火，以免损坏电机内绝缘。

四、漏电电流保护器

(一) 漏电电流保护器的选择

1. 漏电电流保护器的种类

漏电电流保护器的类型很多，按工作原理不同可分为电压动作型和电流动作型。目前，普遍使用的是电流动作型，其主要形式有漏电开关、漏电继电器及漏电保护插座等。漏电电流保护器的主要参数是动作电流和动作时间。

按动作电流划分有：0.001A、0.006A、0.015A、0.03A、0.05A、0.075A、0.1A、0.2A、0.3A、0.5A、1A、3A、5A、10A 和 20A 等级别。其中，电流 30mA 以下者属于高灵敏度保护器，30mA~1A 属于中等灵敏度保护器，1A 以上的属于低灵敏度保护器。

按动作时间可将漏电电流划分为三种：动作时间不超过 0.1s 的为快速型，动作时间不超过 2s 的为延时型，动作时间与通过其中电流成反比的为反时限型。

2. 漏电电流保护器的选择

1) 按电气设备的接地电阻值的不同选择漏电保护器

对于 220/380V 的固定式电气设备，如水泵、碾米机、磨粉机和洗衣机及所有金属

外壳容易和人体接触的设备，为防止发生绝缘损坏危及人体安全，要求漏电保护器的动作电流 $I_{\Delta} \leq U_L/R$ ，其中 U_L 为允许接触电压； R 为设备的接地电阻阻值，见表 1-1-1-4。

表 1-1-1-4 按电气设备的接地电阻不同选择漏电保护器

保护设备外壳的接地电阻 R/Ω	漏电保护器的动作特征		举例
	动作电流/mA	动作时间/s	
$R < 2500$	30—50	$\Delta t < 0.1$	洗衣机、电冰箱、电熨斗等
$R < 100$	200—500	$\Delta t < 0.2$	水泵、碾米机、磨粉机等
$100 < R < 500$	50—100	$\Delta t < 0.1$	手电钻、电锤、电锯等
医疗电气设备	6	$\Delta t < 0.1$	—

2) 按电路或用电设备的正常实际漏电电流来选择漏电保护器

电路或用电设备在正常运行时，因绝缘电阻不可能为无穷大，因此不可避免地都存在漏电电流，且漏电电流随电路的绝缘电阻、对地电容、湿度、温度和气候等因素改变而改变。

选择原则如下：

(1) 用于单独设备的漏电保护器，其动作电流应大于正常运行时实测漏电电流的 4 倍。

(2) 用于多支路设备的路电保护器，其动作电流应大于正常运行时实测漏电电流的 2.5 倍，同时应满足其中漏电电流最大的一台设备的漏电电流的 4 倍。

(3) 用作全网总保护的漏电保护器的动作电流按大于实测漏电电流的 2 倍选择。由于实测漏电电流有一定的难度，实际工作中往往应用经验公式来计算。单相照明电路取 $I_{\Delta} \geq I_R/2000$ ，三相动力线路取 $I_{\Delta} \geq I_R/1000$ 。式中， I_R 为实际最大供电电流； I_{Δ} 为泄漏电流。

(二) 漏电保护器的安装要求

1. 组合式漏电保护器外部连接的控制回路，应使用铜导线，其截面积不得小于 1.5mm^2 。

2. 安装带有保护的漏电保护器时，必须保证在电弧喷出方向有足够的飞弧距离，飞弧距离大小按生产厂家的规定确定。

3. 当漏电保护器标有电源侧和负载侧时，应按规定安装，不得接反。

4. 安装漏电保护器后，不能撤掉低压供电线路和电气设备的接地保护措施，但要按有关技术规程进行检查、整合。

5. 安装时必须严格区分中性线和保护线，三相四线或四级式漏电保护器的中性线，应接入对应的端口，且中性线不得作保护地线或接设备外露的可导电部分，而保护线不得接入漏电保护装置。

6. 漏电保护器安装完毕后要用试验按钮操作三次，不得产生误动作；还要带负荷分合开关三次，均不得产生误动作。

第三部分 技能训练

一、任务描述

模拟人体触电情景，学习触电时的急救方法，特别学习口对口人工呼吸法及胸外挤压法的操作要领。

二、实训内容及操作步骤

1. 使触电者脱离电源

(1) 模拟触电者站在凳子、桌子或梯子上，两手同时触及裸导线的两根相线（俗称火线）或一地一相线，模拟不同触电的现场。

(2) 根据模拟现场实际情况选择使触电者脱离电源的办法。可以敷设专门的实训线路，两人一组，一人模拟触电者，一人根据安全操作技术，使其脱离电源获救。

(3) 训练中要特别强调任务一知识链接（二）中的技术规范。

2. 触电急救措施

(1) 若触电者神智清醒，只是感觉心慌、四肢麻木、乏力，或虽一度昏迷，但未失去知觉，此时只要将触电者安放在通风处安静平躺休息，让其慢慢恢复正常即可。但在恢复过程中，要注意观察其呼吸和脉搏的变化，切不可让触电者站立或行走，以减轻心脏负担。

(2) 若触电者神志不清，首先应将其就地平躺，确保呼吸畅通，呼叫其名字并轻拍肩部，观察反应，以判定触电者是否丧失意识。但要注意，切勿用摇动其头部的办法呼叫。

(3) 若触电者神志丧失，应及时采取看、听、试等方法来判断触电者的呼吸及心跳情况。看，即看胸腹有无起伏动作；听，即用耳朵贴近其口鼻处，听其有无呼气声；试，即用手指轻试一侧喉结旁凹陷处的静动脉有无波动，以判断心跳情况。

(4) 若触电者已丧失意识，且呼吸停止，但心脏或脉搏仍在跳动，应采用口对口的人工呼吸法予以抢救，如图 1-1-1-4 所示。



图 1-1-1-4 口对口人工呼吸法

(5) 若触电者尚有呼吸，但心脏和脉搏均已停止跳动，应采取胸外心脏按压法抢救，如图 1-1-1-5 所示。

(6) 若触电者呼吸和心跳均已停止，应视为假死，应立即采取心肺复苏法的三项基本措施（通畅气道、口对口人工呼吸、胸外心脏按压）就地进行抢救，以维持生命。

必须注意：在进行抢救的同时，应尽快通知医务人员赶至现场急救，同时做好送往



(a) 中指对凹膛当胸一掌 (b) 掌根用力向下压 (c) 慢慢压下 (d) 突然放松

图 1-1-1-5 人工胸外心脏按压法

医院的准备工作。

3. 口对口（或鼻）人工呼吸法触电急救技术操作要点

口对口人工呼吸法操作要点如图 1-1-1-4 所示。

- (1) 使模拟复苏人仰卧，宽松衣服，颈部伸直，头部尽量后仰，然后撬开其口腔。
- (2) 施救者位于触电者头部一侧，将其靠近头部的一只手捏住触电者的鼻子，并用这只手的外缘压住触电者额部，将颈上抬，使其头部自然后仰。
- (3) 施救者深呼吸以后，用嘴紧贴触电者的嘴（中间可用医用纱布隔开）吹气。
- (4) 吹气至触电者要换气时，应迅速离开触电者的嘴，同时放开捏紧的鼻子，让其自动向外呼气。

(5) 按上述步骤反复进行，对触电者每分吹气 15 次左右。注意，训练时应规范操作，听从教师的现场指导，以防操作不当损伤模拟复苏人。

4. 人工胸外心脏按压法触电急救技术操作要点

急救者跪跨在触电者臀部位置，右手掌照图 1-1-1-5 (a) 所示位置放在触电者的胸上，左手掌压在右手掌上，向下按压 3—4cm 后，突然放松（见图 1-1-1-5 (b)、(c) 和 (d)）。按压和放松动作要有节奏，以每秒 1 次（儿童 2~3 次）为宜，按压用力要适当，用力过猛会造成触电者内伤，用力过小则无效，必须连续进行到触电者苏醒为止。

5. 对心跳与呼吸都停止的触电者的急救

同时采用“口对口人工呼吸法”和“胸外心脏按压法”。如急救者只有一人，应先对触电者吹气 3~4 次，然后再按压 7~8 次，如此交替重复进行直至触电者苏醒为止。如果是两个人合作抢救，一人吹气，一人按压，吹气时应保持触电者胸部放松，只可在换气时进行按压。

第四部分 总结与提高

一、认真总结实训过程，书写实训报告。

二、认真复习实训内容，完成下列各题：

1. 电线接地时，人体距离接地点越近，跨步电压越高；距离越远，跨步电压越低，一般情况下距离接地体_____，跨步电压可看成是零。
 (A) 10m 以内 (B) 20m 以外 (C) 30m 以外
2. 施工现场照明设施的接电应采取的防触电措施为（ ）。
 (A) 戴绝缘手套 (B) 切断电源 (C) 站在绝缘板上
3. 被电击的人能否获救，关键在于（ ）