

项目一 照明线路的安装与调试

任务一 职业感知与安全用电



任务目标

- (1) 掌握维修电工基本安全常识。
- (2) 掌握触电急救知识和方法。



任务资讯

一、维修电工基本安全常识

1. 维修电工必须具备的条件

- (1) 身体健康，精神正常，凡患有高血压、心脏病、气喘病、神经系统疾病、色盲疾病或者听力障碍、四肢功能有严重障碍者，不得从事维修电工工作。
- (2) 获得维修电工国家资格证书，并持电工操作证。
- (3) 掌握触电急救方法。

2. 安全用电常识

- (1) 严禁用相线和地线连接用电设备。
- (2) 在一个插座上接入的用电设备的总电流不允许超过插座的设定值。
- (3) 没有掌握相关专业技能的人员，不得安装和拆卸电气设备及其线路。
- (4) 严禁用金属丝绑扎电源线。
- (5) 不可用潮湿的手或者湿布去触碰带电的插座、开关及设备。
- (6) 搬运物体时，必须远离带电设备和带电体。

3. 维修电工工作注意事项

维修电工必须接受安全教育，在掌握基本安全知识和工作范围内的安全技术规程后，才能进行实际操作。

(1) 在进行电气设备维修操作时，必须严格遵守各种安全操作规程，不得玩忽职守。

(2) 操作时，要严格遵守停送电操作规定，要切实做好防止突然送电的各种安全措施，如挂上“有人工作，禁止合闸！”的标示牌，锁上闸刀或去掉电源熔断器等。不准临时送电。

(3) 在带电设备附近操作时，要保证有可靠的安全间距。

(4) 工作时，必须穿工作服和绝缘鞋。操作前，仔细检查操作工具、绝缘鞋及绝缘手套等安全用具的绝缘性能是否良好，有问题及时更换。操作时，电工工具应装入工具袋和工具包，并随身携带。导线和各种电器应放在规定的位置，排列应整齐平稳，便于取放。

(5) 登高工具必须安全可靠，未经登高训练的人员，不准进行登高作业。

(6) 如发现有人触电，应立即采取正确的措施进行急救。

(7) 工作结束后，应清扫场地，清除的废电线和旧电器应堆放在指定地点。

4. 消防常识

在电气设备或其附近发生火灾时，电工应采取正确的灭火措施，指导和组织群众进行灭火。

(1) 尽快切断电源，以免火势蔓延和灭火时发生触电事故。

(2) 对于电气火灾，不可用水或泡沫灭火器灭火。尤其是油类的火警，应采用二氧化碳或者 1211 灭火器灭火。

(3) 灭火人员不应使身体及所持灭火器材触及带电的导线或电气设备，以防触电。

5. 安全标志

安全标志是保证安全用电的一项重要防护措施。在有触电危险或容易产生误判断、误操作的地方，以及存在不安全因素的现场，都应设立醒目的文字或图形标志，以便人们识别并引起警惕。

安全标志的设置，要求简明扼要、色彩醒目、图形清晰、便于管理、标准统一或符合传统习惯。

安全标志可分为识别性和警戒性两大类，分别由文字、图形、颜色、编号等构成。

安全色标的意义见表 1-1，导体和极性的色标见表 1-2。

表 1-1 安全色标的意义

| 色标 | 含义 | 举例 |
|----|-------------|------------------|
| 红色 | 停止、禁止、消防 | 如停止按钮、灭火器、仪表运行极限 |
| 黄色 | 注意、警告 | 如“当心触电”“注意安全” |
| 绿色 | 安全、通过、允许、工作 | 如“在此工作”“已接地” |
| 黑色 | 警告 | 多用于文字、图形、符号 |
| 蓝色 | 强制执行 | 如“必须戴安全帽” |

表 1-2 导体和极性的色标

| 类别 | 交流电路 | | | | 直流电路 | | 接地线 |
|----|------|----|----|----|------|----|--------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | 正极 | 负极 | |
| 色标 | 黄 | 绿 | 红 | 淡蓝 | 棕 | 蓝 | 绿/黄双色线 |

二、触电急救知识和方法

1. 解救触电者脱离电源的方法

发现有人触电时，首先应以最快的速度设法使其脱离电源，然后根据触电者的具体情况进行施救，直至医护人员到来。

使触电者脱离电源的方法有：如果开关或插座较近，可立即拔掉插头或断开开关；或用干燥的木棒、竹竿将带电体从触电者身上移去；或用绝缘良好的钢丝钳剪断电源线（应一根一根地剪断，不可同时剪断两根线，以免造成短路）；或戴上绝缘手套、穿上绝缘鞋将触电者拉离电源。实在没办法时，也可强行将电源短路，以迫使电路上的保护装置动作，从而切断电源。图 1-1 所示为使触电者脱离电源的常用方法。

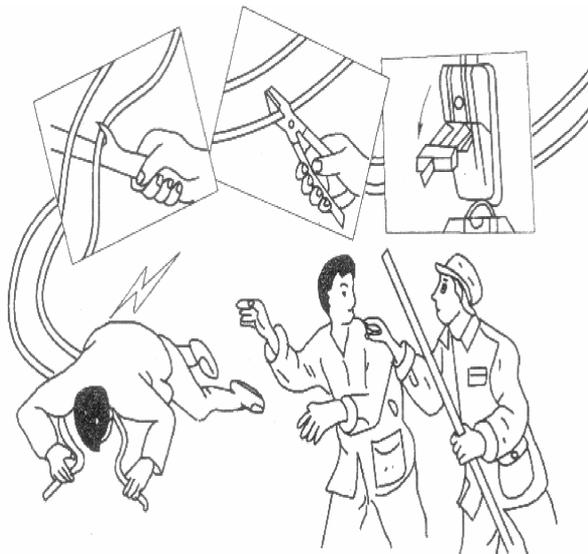


图 1-1 使触电者脱离电源的常用方法

在使触电者脱离电源的过程中，切不可赤手空拳去拉触电者；另外，还应防止身处高空的触电者跌落受伤。

2. 触电急救的方法

使触电者脱离电源后，应立即进行现场紧急救护并及时拨打医院救护电话。

对触电者进行现场救护时，首先应将触电者安放到空气流通、温度适宜的地方，然后视触电者具体状况进行“对症施救”。

当触电者还未失去知觉时，应让其平躺休息，不可乱走、乱动，更不可采取摇晃、捶打、土掩、泼水等行为。

1) 口对口人工呼吸法

当触电者出现有心跳但无呼吸的现象时，应采取人工呼吸的方法进行施救，其中口对口人工呼吸法较为常见，如图 1-2 所示。口对口人工呼吸法的要诀是：病人仰卧平地上，鼻孔朝天颈后仰；首先清理口鼻腔，然后松扣解衣裳；捏鼻吹气要适量，排气应让口鼻畅；吹 2 秒来停 3 秒，5 秒一次最恰当。

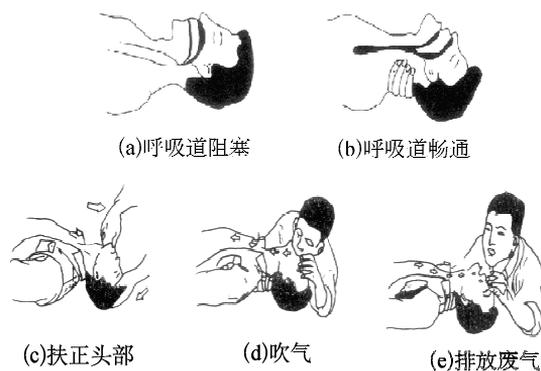


图 1-2 口对口人工呼吸法

在实施口对口人工呼吸法前，应将施救者口中的假牙、污物等排除，以保证其呼吸道畅通。在实施口对口人工呼吸法时，吹气的力度要适当，以免将肺泡吹坏，尤其是小孩。

2) 胸外心脏挤压法

当触电者出现有呼吸但无心跳的现象时，应采用胸外按压法进行救护，如图 1-3 所示。

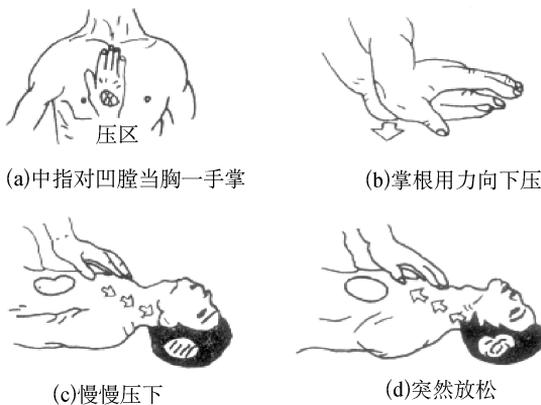


图 1-3 胸外心脏按压法

胸外心脏按压法的要诀是：将病人仰卧在硬地上，松开领扣解衣裳；当胸放掌不鲁莽，中指应该对凹膛；掌根用力向下按，压下一寸至寸半；压力轻重要适当，过分用力会压伤；慢慢压下突然放，一秒一次最恰当。

3) 两种方法交替进行

当触电者既无呼吸又无心跳时，可同时采用人工呼吸法和胸外心脏按压法救护。具体实施时，可单人操作，也可双人操作，如图 1-4 所示。

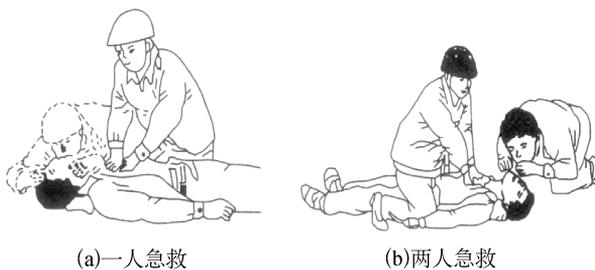


图 1-4 急救方法

在对触电者进行施救的过程中，要做到“迅速、就地、准确、坚持”，即使在送往医院的途中也不可中断救护，更不可盲目给假死者注射强心针。

4) 牵手人工呼吸法

对于呼吸不规则或呼吸停止，且口鼻受伤的触电者，一般应用此法进行抢救，如图 1-5 所示。

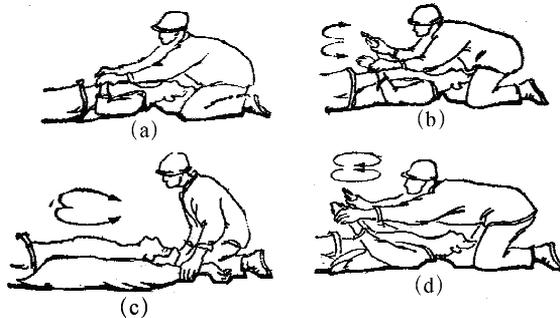


图 1-5 牵手人工呼吸法



实训项目：人工呼吸法和胸外心脏按压法的急救练习。

实训要求：能够用正确的方法进行人工呼吸法和胸外心脏按压法的急救练习。

实训器具：模拟橡皮人一具，秒表 1 块。



1. 选择急救方法

若触电者有呼吸而心脏停搏，应选择胸外心脏按压法。

2. 实施救护

将触电者放在结实坚硬的地板或木板上，使触电者伸直仰卧，救护者两腿跪跨于触电者胸部两侧，先找到正确的按压点，然后两手叠压，迅速开始施救。



触电急救任务的检查与评分见表 1-3。

表 1-3 触电急救任务的检查与评分

| 序号 | 项目内容 | 评分标准 | 配分 | 扣分 | 得分 |
|----|---------|--|-----|-------|----|
| 1 | 急救方法的选用 | 选用急救方法不正确, 每次扣 10 分 | 40 | | |
| 2 | 急救方法的使用 | (1) 急救方法不熟练, 每次扣 20 分 (2) 急救方法不正确, 每次扣 20 分 | 60 | | |
| 3 | 备注 | 合计 | 100 | | |
| | | 教师签字 | | 年 月 日 | |

任务二 维修电工基本技能



任务目标

- (1) 掌握常用电工工具的使用方法。
- (2) 掌握导线连接与绝缘恢复的方法。
- (3) 掌握常见电工材料及其选用方法。
- (4) 掌握常用电工仪表的使用方法。



任务资讯

一、常用电工工具的使用

常用电工工具是指一般专业电工都要使用的常备工具。作为一名维修电工, 必须掌握常用电工工具的使用方法。

1. 验电器

验电器是检验导体和电气设备是否带电的一种常用电工工具。如图 1-6 所示, 低压验电器又称电笔, 测电电压多为 60~500V。按其结构分为笔式和旋具式, 按其显示方式分为发光式和数显式两种, 其中发光式验电器由氖管、电阻、弹簧、笔身和笔尖等组成。



图 1-6 电笔

如图 1-7 所示，在使用电笔时，应采用正确的握法，并使氖管窗口面向自己，便于透窗观察。使用电笔验电时，被测带电体通过电笔、人体与大地之间形成电位差，产生电场，电笔中的氖管在电场作用下便会发出红光。

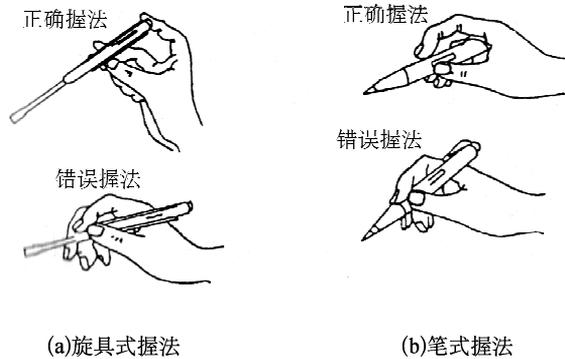


图 1-7 电笔的握法

低压验电器判别规律见表 1-4。

表 1-4 低压验电器判别规律

| 判别对象 | 判别规律 |
|-----------|------------------------------|
| 判别电压高低 | 测试时根据氖管发光的强弱来判断电压的高低 |
| 判别相线与零线 | 正常情况下，触及导线发光的为相线，不发光的为零线 |
| 判别直流电和交流电 | 测试时，氖管两端都发光的为交流电，只有一端发光的为直流电 |
| 判别直流电的正负极 | 把验电器接在电源正负极之间，氖管发光的一端为直流电的正极 |

2. 旋具

旋具又称改锥或者起子，用于紧固或拆卸螺钉。旋具按头部形状分为一字型和十字型旋具，如图 1-8 所示。

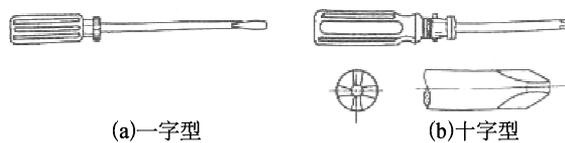


图 1-8 旋具

旋具按握柄材料可分为木质绝缘柄和塑胶绝缘柄。金属杆的杆头端焊有磁性金属材料，可以吸住待拧紧的螺钉，以便准确定位、拧紧，其使用方法见表 1-5。

表 1-5 旋具的使用方法

| 旋具种类 | 使用方法 |
|-------|---|
| 大旋具 | 紧固较大的螺钉。使用时，除大拇指、食指和中指要夹住握柄，手掌还要顶住柄的末端，这样就可以防止旋转时滑脱，如图 1-9 (a) 所示 |
| 小旋具 | 紧固电气装置接线柱头上的小螺钉。使用时可用大拇指和中指夹住握柄，用食指顶住柄的末端捻旋，如图 1-9 (b) 所示 |
| 较长的旋具 | 可用右手压紧并转动手柄，左手握住旋具的中间，使得旋具刀口不致滑落 |

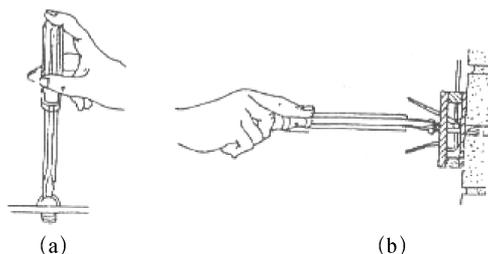


图 1-9 旋具的使用方法

3. 钢丝钳

电工用钢丝钳采用绝缘手柄，常见外形如图 1-10 所示。钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成，钳头由钳口、齿口、刀口和铡口 4 部分组成。钳口用来弯绞或钳夹导线线头，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，铡口用来铡切电线线芯、钢丝或铁丝等较硬金属。

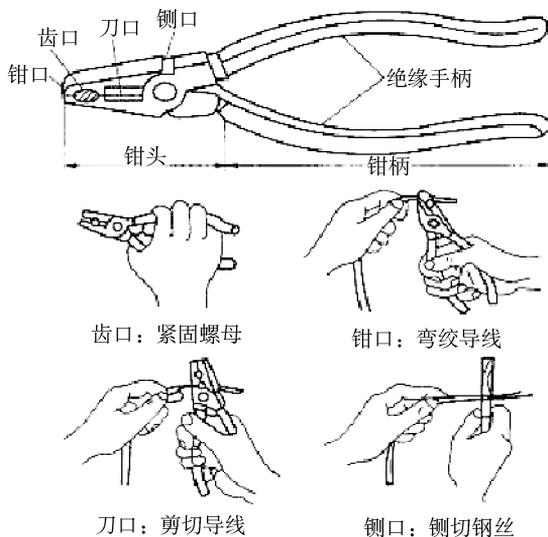


图 1-10 钢丝钳

使用钢丝钳时应注意：

- (1) 使用前应检查绝缘柄是否完好，以防带电作业时触电。
- (2) 当剪切带电导线时，绝不可同时剪切相线和零线，或两根相线，以防发生短路故障。

4. 断线钳

断线钳又称斜口钳，有铁柄、管柄和绝缘柄三种形式，绝缘柄断线钳的外形如图 1-11 所示。断线钳专门用于剪断较粗的金属丝、线材及电线电缆等，其中电工常用的绝缘柄断线钳耐压强度为 500V。

5. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细，适用于在狭小的工作空间操作。钳柄有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的耐压为 500V，主要用于夹持较小螺钉、垫圈、导线等元件，剪断细小金属丝、导线，将导

线端头弯曲成所需的形状。尖嘴钳外形如图 1-12 所示。



图 1-11 断线钳



图 1-12 尖嘴钳

6. 剥线钳

它是用于剥除小直径导线绝缘层的专用工具，耐压强度为 500V。使用剥线钳时，先选定好被剥除的导线绝缘层的长度，然后将导线放入相应的刀口中（比导线直径稍大），用手将钳柄一握，导线的绝缘层即被割破而断开。剥线钳外形如图 1-13 所示。

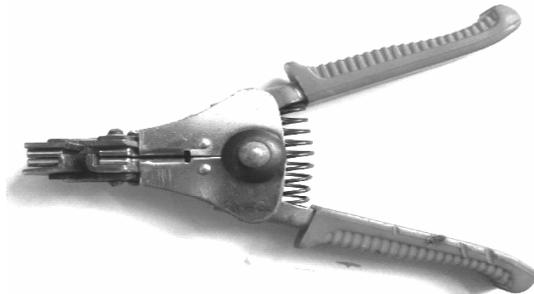


图 1-13 剥线钳

7. 电工刀

电工刀是用来剖削电线线头、切割圆木及木台缺口、削制木榫的工具。使用时，应将刀口朝外剖削，以免伤手。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。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，以免触电。电工刀外形如图 1-14 所示。



图 1-14 电工刀

8. 手电钻

手电钻是一种头部有钻头、内部装有单相整流电动机、靠旋转钻孔的手持式电动工具。手电钻有普通电钻和冲击钻两种。普通电钻上通用麻花钻仅靠旋转在金属上钻孔。冲击电钻采用旋转带冲击的工作方式，一般带有调节开关。当调节开关在旋转无冲击“钻”的位置时，其功能如同普通电钻；当调节开关在旋转带冲击“锤”的位置时，装配镶有硬质合金的钻头，便能在混凝土和砖墙等建筑构架上钻孔。

手电钻使用中应注意，长期搁置不用的冲击钻，使用前必须使用 500V 兆欧表测定对地的绝缘电阻，其阻值应不小于 $0.5M\Omega$ 。使用金属外壳冲击钻时，必须戴绝缘手套、穿绝缘鞋或站在绝缘板上，以确保操作人员安全。在钻孔过程中，应经常把钻头从钻孔中抽出，以便排除钻屑。

二、导线连接与绝缘恢复

在电气装修中，导线的连接是电工的基本操作技能之一。对导线连接的基本要求是：电接触良好，有足够的绝缘层。

1. 导线绝缘层的剥削

剥除导线绝缘层，常用钢丝钳（或剥线钳）、电工刀两类工具，如图 1-15 所示。

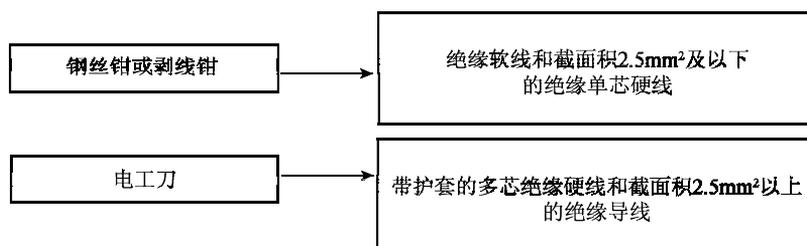


图 1-15 导线绝缘层的剥削

2. 铜芯导线的连接

(1) 单股铜芯线的直线连接，如图 1-16 所示。

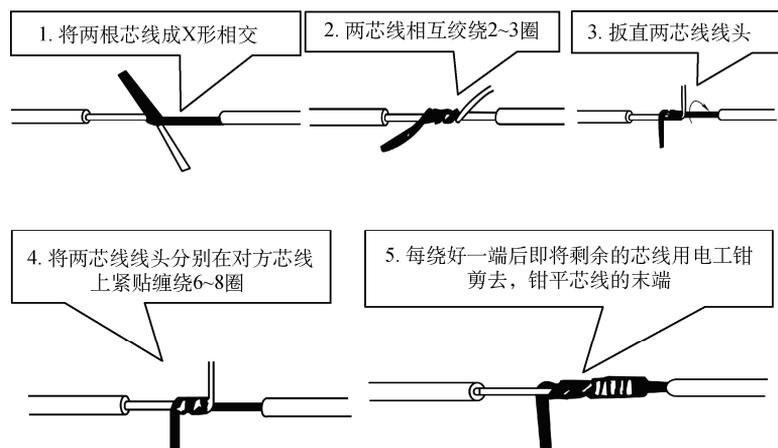


图 1-16 单股铜芯线的直接连接

(2) 单股铜芯线的 T 形分支连接，如图 1-17 所示。

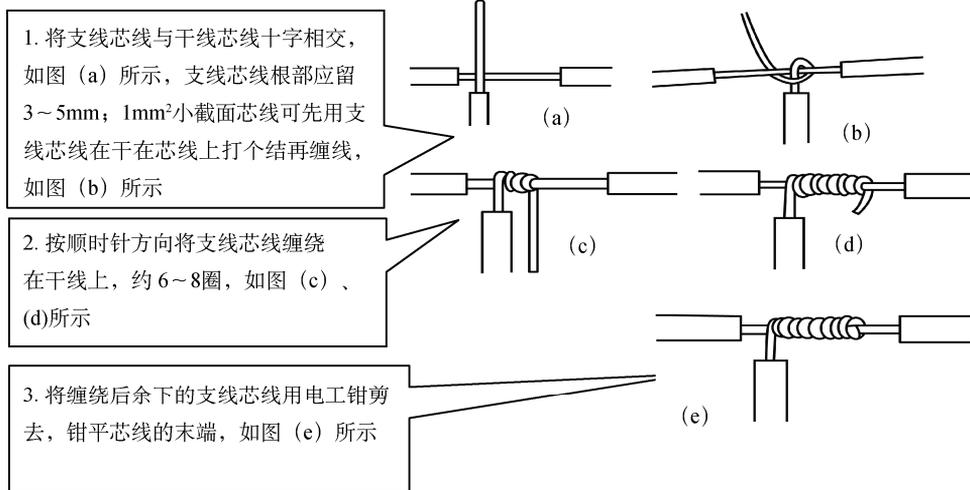


图 1-17 单股铜芯线的 T 形分支连接

(3) 7 股铜芯导线的直线连接，如图 1-18 所示。

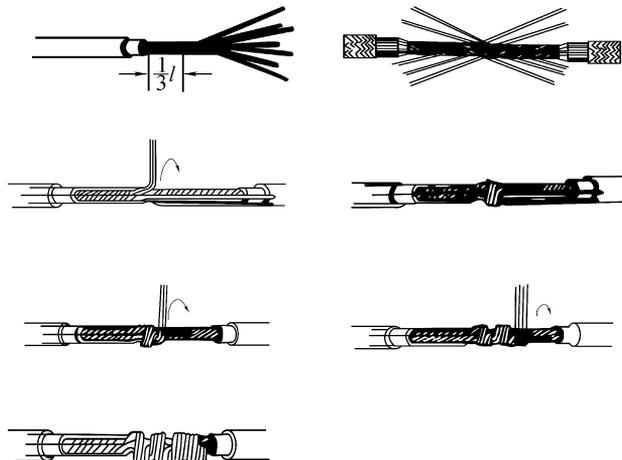


图 1-18 7 股铜芯导线的直线连接

(4) 7 股铜芯导线的分支连接，如图 1-19 所示。

(5) 铜芯导线接头处的焊接。

- ① 电烙铁锡焊。
- ② 浇焊。

3. 铝芯导线的连接

(1) 铝芯导线常采用螺钉压接法连接。

(2) 采用压接管压接法连接。

(3) 压接步骤与注意事项：

- ① 选用合适的专用压接钳。
- ② 根据多股铝芯导线截面选用合适规格的压接管。

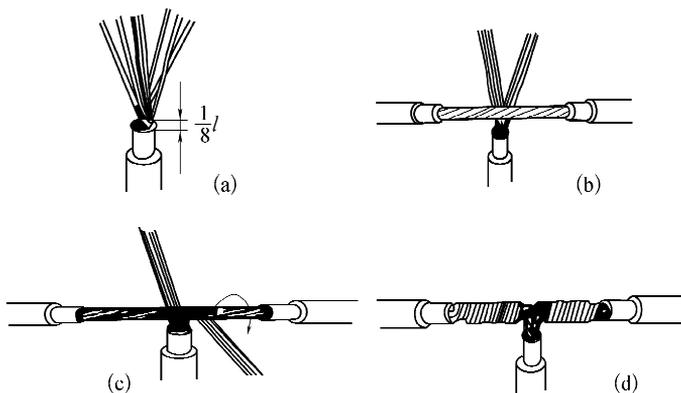


图 1-19 7 股铜芯导线的分支连接

- ③ 用钢刷清除芯线表面和压接管内壁的氧化层，涂上一层中性凡士林。
- ④ 将两根芯线相对插入压接管中，并使线端穿出压接管约 25~30mm。
- ⑤ 将已插入导线的压接管放进压接钳钳口中进行压接，第一道坑应压在线端的一侧，不可压反，压接坑的距离与个数应符合技术要求。

4. 接头与接线柱的连接

(1) 线头与针孔式接线柱的连接，如图 1-20 所示。

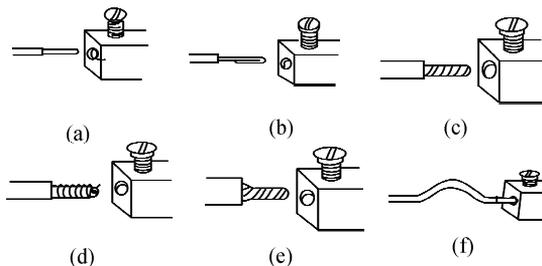


图 1-20 线头与针孔式接线桩的连接

(2) 线头与螺钉平压式接线桩的连接，如图 1-21 所示。

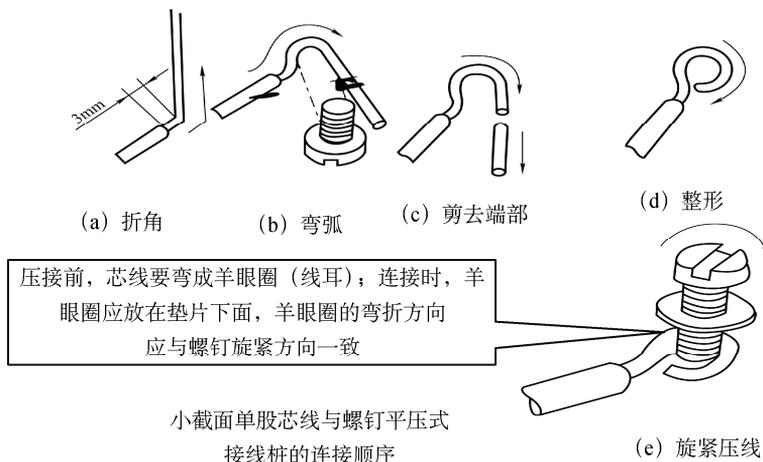


图 1-21 线头与螺钉平压式接线桩的连接

5. 导线绝缘层的恢复

恢复绝缘用的材料通常有黄蜡布、黄蜡绸带、涤纶薄膜带、橡胶绝缘胶带、塑料绝缘胶带和绝缘套管等。

(1) 操作方法与步骤如图 1-22 所示。

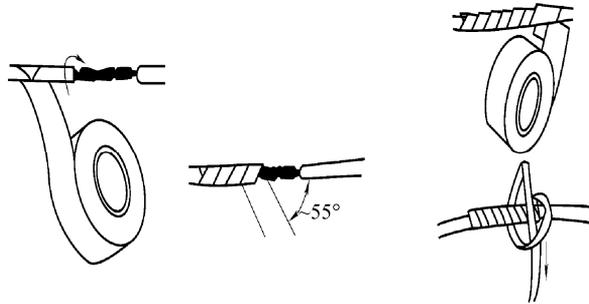


图 1-22 导线绝缘层的恢复

(2) 各种导线接头的绝缘恢复要求。

① 380 V 导线接头绝缘层的恢复：先包缠两层黄蜡绸带（或涤纶薄膜），再包缠一层塑料绝缘胶带。

② 220V 导线接头绝缘层的恢复：直接包缠 2~4 层塑料绝缘胶带。

③ 低压橡胶套电缆接头绝缘层的恢复：先包缠 2~3 层黄蜡绸带（或涤纶薄膜），再用橡胶绝缘胶带包缠 1~2 层。

(3) 大截面导线与接线耳的连接如图 1-23 所示。

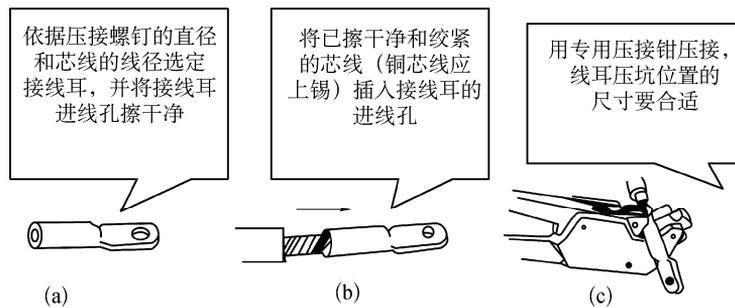


图 1-23 导线与接线耳的连接

三、常见电工材料及其选用

常见的电工材料分为四类：绝缘材料、导电材料、电热材料和磁性材料。

1. 绝缘材料

绝缘材料又称电介质，主要作用是在电气设备中隔离不同电位的导体，使电流仅按照导体方向流动。绝缘材料按其物理状态，可分为气体绝缘材料、液体绝缘材料、固定绝缘材料。按其应用或工艺特征，还可以划分为漆、树脂和胶类、浸渍纤维制品类、层压制品类、压塑料类、云母制品类和薄膜、黏带和复合制品类等。

1) 绝缘材料的基本性能

绝缘材料的基本性能包括电气性能、热性能、理化性能和机械性能等，但主要包括下述几项。

① 击穿强度。

绝缘材料在高于某一临界值的电场强度作用下，失去其绝缘性能，这种现象称为击穿。使绝缘材料击穿的最低电压称为击穿电压，其电场强度称为击穿强度。

② 绝缘电阻。

绝缘材料并不是绝对不导电的材料，在一定的电压作用下仍会有漏电流产生，依此计算出来的电阻即为绝缘电阻。

影响绝缘电阻的主要因素有温度、水分和杂质等，工程上常以绝缘电阻值的大小来判断设备的受潮程度，以决定其能否运行。一般情况下，当绝缘电阻大于 $0.5M\Omega$ 时，说明绝缘良好，可以使用。

③ 耐热性。

电气设备在运行时，导体和磁性材料（即由它们组成电路与磁路）因有损耗（即通常所说的铜损和铁损）而发热，同时也因绝缘材料（介质）本身存在介质损耗，或者整个电气设备就处在高温环境下，因此，电气设备的绝缘材料长期在热态下工作。耐热性是指绝缘材料承受高温而不改变介电、机械、理化等性能。对低压设备而言，绝缘材料的耐热性是决定绝缘材料性能的主要因素。使用耐热性好的绝缘材料，可使设备的体积减小、重量减轻，而使其技术经济指标、寿命提高。

④ 机械性能。

机械性能主要包括硬度和强度。硬度表示绝缘材料表面层受压后不变形的能力，强度包括抗拉、抗弯、抗压以及抗冲击等性能。在选用绝缘材料时，要求其具有一定的机械性能。

2) 绝缘材料的老化

绝缘材料在使用过程中，由于各种因素（如氧化、热、电、辐射、光、机械、微生物等）的长期作用，会发生一系列缓慢的、不可逆转的化学方面和物理方面的变化，引起其电气性能与机械性能恶化，最终丧失绝缘性能，这种现象称为绝缘材料的老化。老化的主要形式有环境老化、热老化、电老化，其主要因素是过热和氧化。为此，在使用绝缘材料的过程中，常采用下列方法防止其老化：避免阳光直接照射，避免与空气中的氧接触，加强散热，防电晕、局部放电。

3) 常用绝缘材料

绝缘材料品种繁多，就其形态而言，常见的气体绝缘材料有空气（氧气、氮气、氢气、二氧化碳等气体的混合物）和六氟化硫（ SF_6 ）。

液体绝缘材料有矿物油类（如变压器油、开关油、电容器油、电缆油）、漆类（如浸渍漆、漆包线漆、覆盖漆、硅钢片漆）及胶类（如电器浇铸胶、电缆浇铸胶）。

固体绝缘材料有绝缘纸（如电缆纸、电话纸、电容器纸）、绝缘纱（如玻璃纤维纱）、浸渍纤维制品（如漆布、绑扎带）、橡胶、塑料、绝缘薄膜、玻璃、云母及石棉等。

4) 其他绝缘材料

其他绝缘材料是指在电动机、电器中作为结构、补强、衬垫、包扎及保护作用的辅助绝缘材料，如绝缘纸板、玻璃纤维、ABS 塑料、电工用橡胶、绝缘包扎带等。这类绝缘材料品种多、规格杂，而且没有统一的型号，这里不做详细介绍。

2. 导电材料

普通导电材料是指专门传导电流的金属材料。铜和铝是主要的普通导电材料，它们的主要用途是制造电线电缆。电线电缆的定义为：用于传输电能信息和实现电磁能转换的线材产品。

1) 导电材料的分类

维修电工常用的电线电缆为通用电线电缆和电动机、电器用电线电缆（见表 1-6）。

表 1-6 电线电缆

| 类别 | 系列名称 | 型号字母及含义 |
|-------------|---|---|
| 通用电线电缆 | 1. 橡皮、塑料绝缘导线 2. 橡皮、塑料绝缘软线 3. 通用橡套电缆 | B—绝缘布线 R—软线 Y—移动电缆 |
| 电动机、电器用电线电缆 | 1. 电动机、电器用引接线 2. 电焊机用电缆 3. 潜水电动机用防水橡套电缆 | J—电动机用引接线 YH—电焊机用的移动电缆 YHS—有防水橡套的移动电缆 |

2) 常用导电材料

① B 系列 IN 料、橡皮电线：该系列材料的结构简单、质量小、价格低廉、电气和机械性能有较大的裕度，应用于各种动力、配电和照明线路，并用于中小型电气设备作为安装线。它们的交流工作耐压为 500V，直流工作耐压为 1000V。

② R 系列橡皮、塑料软线：该系列软线的线芯用多根细铜线绞合而成，它除了具备 B 系列电线的特点，还比较柔软，广泛用于家用电器、仪表及照明线路。

③ Y 系列通用橡套电缆：该系列的电缆适用于一般场合，作为各种电动工具、电气设备、仪器和家用电器的移动电源线，所以又称移动电缆。

3. 电热材料

电热材料用来制造各种电阻加热设备中的发热元件，作为电阻接到电路中，把电能转变成热能，使加热设备的温度升高。对电热材料的基本要求是电阻系数高、加工性能好；特别是它长期处于高温状态下工作，因此要求在高温时具有足够的机械强度和良好的抗氧化性能。常用的电热材料是镍铬合金和铁铬合金，它们的品种、工作温度、特点和用途见表 1-7。

表 1-7 镍铬合金和铁铬合金的品种、工作温度、特点和用途

| 品种 | | 工作温度/℃ | | 特点和用途 |
|------|-------------|-----------|------|--|
| | | 常用 | 最高 | |
| 镍铬合金 | Cr20Ni80 | 1000~1050 | 1150 | 电阻系数高，加工性能好，高温时机械强度较好，用后不变脆，适用于移动式设备上 |
| | Cr15Ni60 | 900~950 | 1050 | |
| 铁铬合金 | 1Cr13Al4 | 900~950 | 1100 | 抗氧化性能比镍铬合金好，电阻系数比镍铬合金高，价格较便宜，高温时机械强度较差，用后会变脆，适用于固定式设备上 |
| | 0Cr13Al6Mo2 | 1050~1200 | 1300 | |
| | 0Cr25Al5 | 1050~1200 | 1300 | |
| | 0Cr27Al7Mo2 | 1200~1300 | 1400 | |

4. 磁性材料

磁性材料（铁磁物质）按其磁特性与应用情况，可分为软磁材料、硬磁材料和特殊磁材

料三类；按其组成，又可分为金属（合金）磁性材料和非金属磁性材料（铁氧化磁性材料）两大系列。

1) 软磁材料

软磁材料的主要特点是 μ （磁导率）很高、 B_r （剩余磁感应强度）很小、 H_c （矫顽磁力）很小。软磁材料的磁滞回线狭长。这类材料在较弱的外界磁场作用下，就能产生较强的磁感应强度，而且随着外界磁场的增强，很快就达到磁饱和状态；当外界磁场去掉后，它的磁性就基本消失。对软磁材料的基本要求是磁导率高、铁耗低。常用的有电工用纯铁和硅钢板两种。目前，常用的软磁材料分金属软磁材料和铁氧体软磁材料两大类。

2) 硬磁材料

硬磁材料又称永磁材料或恒磁材料，其磁滞回线形状宽厚，具有较大的 B_r 和 H_c ，被广泛应用于磁电系测量仪表、扬声器、永磁发电机及通信设备中。

其主要特点是剩余磁感应强度高。这类材料在外界磁场的作用下，在达到磁饱和状态以后，即使外界磁场去掉，它还能在较长时间内保持强而稳定的磁性。对硬磁材料的基本要求是剩余磁感应强度高、磁性稳定。目前，电工产品上用得最多的硬磁材料是铝镍钴合金，常用的有 13、32 及 52 号铝镍钴，主要用来制造永磁电动机的磁极铁芯及磁电系仪表的磁钢。

5. 特殊磁性材料的用途

为满足科技高速发展的需要，磁性材料工业也不断开发并生产出许多具有特殊磁性能的磁性材料。

恒导磁合金：当磁感应强度、温度和频率在一定范围内变化时，其磁导率基本不变。一般用来制作恒电感、精密电流互感器和单极性脉冲变压器等的铁芯。

磁温度补偿合金：又称热磁合金，其特点是磁感应强度具有负的温度系数，多用于电度表、里程速度表等。

高饱和磁感应合金：它是目前软磁材料中饱和磁感应强度最高的一种，用其制作的器件（如微电动机、电磁铁、继电器等）可以满足磁感应强度高、体积小、质量轻等特殊要求。

磁记性材料：因其磁滞回线呈矩形，也称矩磁材料，极易磁化并饱和且具有记忆的特点，主要用作计算机内存储元件的磁芯。

磁记录材料：主要用于记录、存储和再现信息，有磁头材料和磁性媒质等。

6. 导线的选择与线径的测量

1) 导线的选择

在生产、生活实践中，经常要对所使用的导线进行截面积的选择，其方法与步骤如下。

① 根据设备容量，计算出导线中的电流。

对直流单相电热性负载

$$I = P/U$$

对单相电感性负载

$$I = P/U \cos \varphi$$

对三相负载

$$I = P/\sqrt{3}U\eta \cos \varphi$$

上述三式中， P 为负载的额定功率， U 为（线）电压， η 为效率， $\cos \varphi$ 为负载的功率因

数。负载电流大小也可以从产品说明书或使用手册中查找。

② 根据使用环境，合理选择导线的截面积。

导线截面积的选择取决于导线的安全载流量，影响导线安全载流量的因素很多，如导线芯材料、绝缘材料、敷设方式、环境条件等。各种导线在不同使用条件下的安全载流量均可在各有关手册中查到。一般而言，可按下列经验方法选取电流密度，进而确定导线截面积：铜导线， $5\sim 8\text{A}/\text{mm}^2$ ；铝导线， $3\sim 5\text{A}/\text{mm}^2$ 。若导线细小，环境散热条件好，可取上限值；反之，取下限值。

③ 综合考虑其他因素，进一步确定所选导线的型号。

根据设备的载流量初步选定了导线的截面积后，导线型号的最终确定还须考虑以下几个因素。

用途：是专用线还是通用线，是户内还是户外，是固定还是移动。

环境：环境的温度、湿度、散热条件，有无腐蚀性气体、液体、油污；设备的工作方式；受力情况、功率、机械强度；是否要防电磁干扰，是否需要较好的柔软性。

电压：导线的额定电压必须不小于其工作电压，线路的总电压损失不应超过 5%。

性价比：从经济指标考虑，提倡优先选用铝芯线。

2) 线径的测量

① 测量用具。

导线线径的测量，可采用钢尺、游标卡尺或千分尺等。

钢尺主要用于测量精度要求不高的工作导线，主要规格有 150mm、300mm、500mm、1000mm 等。

使用钢尺时，钢尺边缘应与被测量体平行，刻度线垂直于测量线；0 刻度线应与被测量物体的测量起点对齐；读数时一般可估测到 0.1mm。

游标卡尺可用于测量工件的内径、外径、长度、深度等，也可以直接用来测量导线的线径，具有较高的测量精度。

使用游标卡尺时，先要看清规格，确定精度；测量前要校准零位；测量时卡脚两侧应与工件贴合、摆正；读数时要看清主、副尺相对齐的刻度线，实测值包括主尺和副尺两部分。

千分尺可用于导线线径的直接测量，具有较高的测量精度。

使用千分尺时，测量前应将测砧和测微螺杆端面擦干净并校准零位；使测砧接触工件后再转动微分筒，当测微螺杆端面接近工件时转动棘轮，听到“喀喀”声时便停止转动，不可再用力旋转；实测值包括基准线上方值、基准线下方值和微分筒上刻度值。

② 测量方法。

由于导线的线径通常较小，且为保证测量精度，可采用以下方法中的一种。

直接测量法：对于线径在 4mm 以上的粗导线，可采用游标卡尺或千分尺直接测量的方法，按不同的径向测量 3、4 次后取平均值。

多匝并测法：对于线径 4mm 以下的细导线，先将导线平铺紧绕在铅笔等柱形物体上，然后用钢尺、游标卡尺或千分尺测量平铺后的宽度，再除以导线的匝数，即为每根导线的线径。

四、常用电工仪表的使用

1. 万用表的使用

万用表是用来测量交直流电压、交直流电流和电阻等的常用仪表，有的万用表还可测量电感和电容。



图 1-24 模拟万用表



图 1-25 数字万用表

1) 模拟万用表的使用

① 测量直流电流：直流电流的量程范围有 6 挡。将仪表与被测电路串联，如图 1-24 中的面板刻度盘，按第 2 条刻度线读数。测量时，表笔应插在“5A”和“-”插孔内，量程开关可放在电流量程的任意位置上。

② 测量直流电压：直流电压的量程范围有 9 挡，仍按第 2 条刻度读数。估计被测电压，选择合适的量程。使用 2500V 挡时，量程开关应放在 1000V 的量程上，表笔应插在“2500V”和“-”插孔内。

③ 测量交流电压：交流电压的量程范围也为 6 挡。测量时，表笔与被测电压并联，按第 2 条刻度线读数。用 2500V 挡时，量程开关应放在 1000V 的挡位上，表笔应插在“2500V”和“-”插孔内。

④ 测量电阻：电阻量程分别为 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1k$ 、 $\times 10k$ 五挡。测量电阻值的方法如下。

a. 量程开关旋至合适的量程。

b. 调零，将两表笔搭接，调节调零电位器，使指针在第一条刻度的零位上。

c. 两表笔接入待测电阻，按第一条刻度读数，并乘以量程指示的倍数，即为待测电阻值。刻度盘中间位置精度较高，测量时应尽量使指针指在中间位置。若改变量程，须重新调零。

例如，将量程开关旋转至“ $\times 100$ ”，调零后测量电阻时指针指示在 56 刻度位置，则被测电阻的阻值为 $56 \times 100 = 5600\Omega$ 。若将量程开关旋至“ $\times 1k$ ”，调零后指针指示在 5.6 刻度的位置，则被测电阻的阻值为 $5.6 \times 1k = 5.6k\Omega$ 。

⑤ 使用注意事项。

a. 在测量中，不能转动转换开关，特别是测量高电压和大电流时，严禁带电转换。

b. 若不能确定被测量大约数值，应先将挡位开关旋转到最大量程上，然后再按测量值选择适当的挡位，使指针得到合适的偏转。所选挡位应尽量使指针指示在标尺的 $1/2 \sim 2/3$ 的区域（测量电阻时除外）。

c. 测量电路中的电阻阻值时，应将被测电路的电源切断，如果电路中有电容器，应先将其放电后才能测量，切勿在电路带电的情况下测量电阻。

d. 测量完毕后，最好将转换开关旋至交直流电压最高挡。

2) 数字万用表的使用

数字万用表（见图 1-25）采用液晶显示器作为读数装置，具有测量精度高、使用安全可靠的特点。它的型号品种较多，测量非常简便。

① 交、直流电压的测量：将电源开关置于 ON 位置，根据需要将量程开关拨至 DCV（直流）或 ACV（交流）范围内的合适量程，红表笔插入 V/Ω 孔，黑表笔插入 COM 孔，然后将两支表笔连接到被测点上，液晶显示器上便直接显示被测点的电压。在测量仪器仪表的交流电压时，应当用黑表笔去接触被测电压的低电位端（如信号发生器的公共地端或机壳），从而减小测量误差。

② 交、直流电流的测量：将量程开关拨至 DCA 或 ACA 范围内的合适量程，红笔插入 A 孔（ $\leq 200\text{mA}$ ）或 10A 孔（ $> 200\text{mA}$ ），黑表笔插入 COM 孔，通过两支表笔将万用表串联在被测电路中。在测量直流电流时，数字万用表能自动转换并显示极性。万用表使用完毕，应将红表笔从电流插孔中拔出，插入电压插孔。

③ 电阻的测量：将量程开关拨至“Ω”挡的合适量程，红表笔（正极）插入 V/Ω 孔，黑表笔（负极）插入 COM 孔。如果被测电阻超出所选量程的最大值，万用表将显示过量程“1”，这时应选择更高的量程。对大于 $1\text{M}\Omega$ 的电阻，要等待几秒钟稳定后再读数。当检查内部线路阻抗时，要保证被测线路电源切断，所有电容放电。

应注意，仪表在电阻挡检测二极管、检查线路通断时，红表笔插入 V/Ω 孔，为高电位，黑表笔插入 COM 孔，为低电位。当测量晶体管、电解电容等有极性的电子元件时，必须注意表笔的极性。

④ 电容的测量：将量程开关拨至 GAP 挡相应量程，旋动零位调节旋钮，使初始值为 0，然后将电容直接插入电容测试座 3 中，这时显示屏上将显示其电容量。测量时两手不得碰触电容的电极引线或表笔的金属端，否则数字万用表将跳数，甚至过载。

2. 兆欧表的使用

兆欧表又称摇表，是专门用来测量大电阻和绝缘电阻值的便携式仪表，在电气安装、检修中广泛应用。它的计量单位是兆欧（ $\text{M}\Omega$ ）。

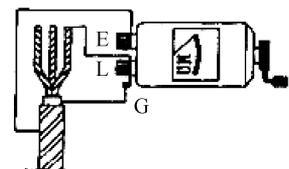
(1) 兆欧表的使用方法：兆欧表有三个接线柱，其中两个较大的接线柱上分别标有“接地”（E）和“线路”（L），另一个较小接线柱上标有“保护环”（或“屏蔽”）（G）。使用时各接线柱的接线方法如图 1-26 所示。

(2) 使用兆欧表时的注意事项。

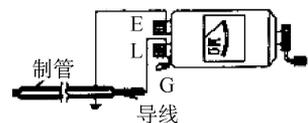
① 测量电气设备的绝缘电阻时，必须先切断电源，再将设备进行放电，以保证人身安全和测量正确。

② 兆欧表测量时应水平放置，未接线前转动兆欧表进行开路试验，看指针是否指在“∞”处，再将 E 和 L 两个接线柱短接，慢慢地转动兆欧表，看指针是否指在“0”处，若指在“0”处，则说明兆欧表可以使用。测量中的均匀转速为 2r/s 。

③ 测量完毕后应使被测物放电，在兆欧表的摇把未停止转动和被测物未放电前，不可用手触及被测物的测量部分或拆除导线，以防触电。



(a) 测量电缆绝缘电阻



(b) 测量照明线路绝缘电阻



(c) 测量电动机绝缘电阻

图 1-26 兆欧表的使用

3. 钳形电流表的使用

钳形电流表（见图 1-27）是电工日常维修工作中常用的电测仪表之一，尤其是随着其测量功能的不断完善与扩展，它日益受到使用者的关注。最初的钳形电流表是指针式的，通常只能用来测电流，现已发展到能进行常规电参数的测量，且是数字式的，有的甚至还带有微处理器。钳形电流表的最大特点就是能够在不影响被测电路正常工作的情况下进行电参数的测量。其特点是携带方便，可在带电的情况下测量电路中的电流。

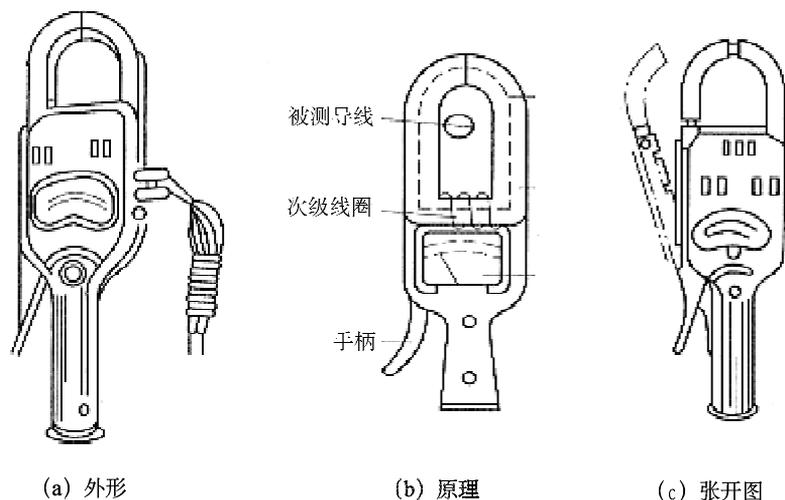


图 1-27 钳形电流表

1) 使用方法

钳形电流表的最基本用途是测量交流电流，虽然准确度较低（通常为 2.5 级或 5 级），但因在测量时无须切断电路，因而使用仍很广泛。如进行直流电流的测量，则应选用交直流两用钳形电流表。

使用钳形电流表测量前，应先估计被测电流的大小以合理选择量程。使用钳形电流表时，被测载流导线应放在钳口内的中心位置，以减小误差。钳口的结合面应保持接触良好，若有明显噪声或表针振动厉害，可将钳口重新开合几次或转动手柄。在测量较大电流后，为减小剩磁对测量结果的影响，应立即测量较小电流，并把钳口开合数次。测量较小电流时，为使读数较准确，在条件允许的情况下，可将被测导线多绕几圈后再放进钳口进行测量（此时的实际电流值应为仪表的读数除以导线的圈数）。

使用钳形电流表时，将量程开关转到合适位置，手持胶木手柄，用食指钩紧铁芯开关，便于打开铁芯，将被测导线从铁芯缺口引入铁芯中央，然后放松食指，铁芯即自动闭合，将被测导线嵌入，被测导线的电流在铁芯中产生交变磁通，表内感应出电流，即可直接读出被测电流的大小。

在较小空间内（如配电箱等）测量时，要防止因钳口的张开而引起相间短路。

2) 使用注意事项

- ① 使用前应检查钳形电流表的外观是否良好，绝缘处有无破损，手柄是否清洁、干燥。
- ② 测量前应估计被测电流的大小，选择适当的量程，不可用小量程挡去测量大电流。
- ③ 测量过程中不得切换档位。