

2

知识平台

本次项目为电动葫芦电气控制柜内部的电路部分，要完成本次项目需要同学们具备一些电机控制的相关知识，在下面的内容里，我们设计了几个任务来帮助同学们做好实施本次项目的技术准备工作。

知识一	安全用电及触电急救
知识二	常用电工工具和仪器仪表的使用
知识三	电工基本操作技能
知识四	电机控制入门：点动控制
知识五	电机的常动控制
知识六	倒顺开关实现电动机的正反转控制
知识七	接触器实现电机的正反转控制

知识一：安全用电及触电急救

目标

掌握安全用电的基本知识。

一、立即切断电源

发生触电事故时，首先要做的就是立即切断电源。切断电源的方法一是关闭电源开关、拉闸或拔去插销；二是用干燥的木棒、竹竿、扁担等不导电的物体挑开电线，使触电者尽快脱离电源。急救者切勿直接接触伤员，防止自身触电。

二、紧急救护

当触电者脱离电源后，应根据触电者的具体情况，迅速组织现场救护工作。人触电后不一定会立即死亡，而是出现神经麻痹、呼吸中断、心脏停搏等症状，外表上呈现昏迷的状态，此时要看作是假死状态，如现场抢救及时，方法得当，人是可以获救的。现场急救对抢救触电者是非常重要的。有统计资料指出，触电后 1 min 开始被救治者，90% 有良好效果；触电后 12 min 才开始被救治的人，救活的可能性则很小。

触电失去知觉后进行抢救，一般需要很长时间，必须耐心持续地进行。只有当触电者面色好转，口唇潮红，瞳孔缩小，心跳和呼吸逐步恢复正常时，才可暂停数秒进行观察。如果触电者还不能维持正常心跳和呼吸，则必须继续进行抢救。触电急救应尽可能就地进行，只有条件不允许时，才可将触电者抬到可靠地方进行急救。

三、救护方法

(1) 触电者神志清醒，但有些心慌、四肢发麻、全身无力或触电者在触电

过程中曾一度昏迷，但已清醒过来。应使触电者安静休息、不要走动、严密观察，必要时送医院诊治。

(2) 触电者已经失去知觉，但心脏还在跳动、还有呼吸，应使触电者在空气清新、舒适、安静地平躺，解开妨碍呼吸的衣扣、腰带。如果天气寒冷要注意保持体温，并迅速请医生到现场诊治。

(3) 如果触电者失去知觉，呼吸停止，但心脏还在跳动，应立即进行口对口人工呼吸，并及时请医生到现场。

(4) 如果触电者呼吸和心脏跳动完全停止，应立即进行口对口人工呼吸和胸外心脏按压急救，并迅速请医生到现场。

四、抢救过程中的注意事项

(1) 在进行人工呼吸和急救前，应迅速将触电者的衣扣、领带、腰带等解开，清除口腔内的假牙、异物、黏液等，保持呼吸道畅通。

(2) 不要使触电者直接躺在潮湿或冰冷的地面上急救。

(3) 人工呼吸和急救应连续进行，换人时节奏要一致。如果触电者有微弱自主呼吸时，人工呼吸还要继续进行，但应和触电者的自主呼吸节奏一致，直到呼吸正常为止。

(4) 对触电者的抢救要坚持进行。发现瞳孔放大、身体僵硬、出现尸斑等应经医生诊断，确认死亡方可停止抢救。

五、心肺复苏法

触电者一旦出现呼吸、心跳突然停止的症状时，必须立即对其施行心肺复苏法急救。心肺复苏法是指伤者因各种原因（如触电）造成心跳、呼吸突然停止后，他人采取措施使其恢复心跳、呼吸功能的一种系统的紧急救护法，主要包括气道畅通、口对口人工呼吸、胸外心脏按压及所出现的并发症的预防等。

六、呼吸、心跳情况的判定方法

如触电者失去意识，救护人员应在最短的时间内判定伤者的呼吸、心跳情况。方法是：看触电者的胸部、腹部有无起伏动作；听触电者的口鼻处有无呼气声音；用手试测口鼻处有无呼气的 airflow，或用手指测试喉结旁凹陷处的颈动脉有无搏动。如果既没有呼吸，又没有颈脉搏动，可判定触电者呼吸、心跳停止。

七、气道通畅

凡是神志不清的触电者，由于舌根回缩和坠落，都可能不同程度堵住呼吸道入口，使空气难以或无法进入肺部，这时应立即开放气道。如果触电者口中有异物，必须首先清除，操作中要注意防止将异物推到咽喉深处。具体步骤如下：

(1) 抢救者一手放在触电者前额，另一只手将其下颌骨向上抬起，使其头部向后仰，舌根随之抬起，气道通畅。

(2) 口对口人工呼吸。使触电者仰卧，肩下可以垫些东西使头尽量后仰，鼻孔朝天。救护人在触电者头部左侧或右侧，一手捏紧鼻孔，另一只手掰开嘴巴（如果张不开嘴巴，可以用口对鼻，但此时要把口捂住，防止漏气），深吸气后紧贴其嘴巴大口吹气，吹气时要使他胸部膨胀，然后很快把头移开，让触电者自行排气。儿童只能小口吹气，以胸廓上抬为准。抢救一开始的首次吹气 2 次，每次时间约 1~1.5 s。

(3) 胸外心脏按压法。使触电者仰面躺在平硬的地方，救护人员立或跪在触电者一侧肩旁，两手掌根相迭（儿童可用一只手），两臂伸直，掌根放在心窝稍高一点地方（胸骨下 1/3 部位），掌根用力下压（向触电者脊背方向），使心脏里面血液挤出。成人压陷 3~4 cm，儿童用力轻些，按压后掌根很快抬起，让触电者胸部自动复原，血液又充满心脏。胸外心脏按压要以均匀速度进行，每分钟 80 次左右。每次放松时，掌根不必完全离开胸壁。做心脏按压时，手掌位置一定要找准，用力太猛容易造成骨折、气胸或肝破裂，用力过轻则达不到心脏起跳和血液循环的作用。应当指出，心跳和呼吸是相关联的，一旦呼吸和心跳都停止了，应当同时进行口对口人工呼吸和胸外心脏按压。如果现场仅一个人抢救，则两种方法应交替进行，救护人员可以跪在触电者肩膀侧面，

每吹气 1~2 次，再按压 10~15 次。按压吹气 1 min 后，应在 5~7 s 内判断触电者的呼吸和心跳是否恢复。如触电者的颈动脉已有搏动但无呼吸，则暂停胸外心脏按压，而再进行 2 次口对口人工呼吸，接着每 5 s 吹气一次，如脉搏和呼吸都没有恢复，则应继续坚持心肺复苏法抢救。在抢救过程中，应每隔数分钟再进行一次判定，每次判定时间都不能超过 5~7 s。

在医务人员没有接替抢救前，不得放弃现场抢救。如经抢救后，伤员的心跳和呼吸都已恢复，可暂停心肺复苏操作。因为心跳呼吸恢复的早期有可能再次骤停，所以要严密监护伤员，不能麻痹，要随时准备再次抢救。

当伤员脱离电源后，立即检查全身情况，特别是呼吸和心跳。发现呼吸、心跳停止时，应立即就地抢救。同时拨打 120 求救。轻症患者，即神志清醒，呼吸心跳均存在者。让伤员就地平卧，暂时不要站立或走动，防止继发休克或心衰。呼吸心跳停止者，立即对其进行心肺复苏。处理电击伤时，应注意有无其他损伤。如触电后弹离电源或自高空跌下，常并发颅脑外伤、气胸、内脏破裂、四肢和骨盆骨折等。如有外伤、灼伤均需同时处理。现场抢救中，不要随意移动伤员。

八、急救时应注意的问题

当一定电流或电能（静电）通过人体引起损伤、功能障碍甚至死亡，称为电击伤，俗称触电。随着家用电器的普及，触电与电击伤的发生率已明显增多，因此，每个家庭里的每一个成员都有必要掌握电击伤的现场急救知识。

(1) 立即使伤者脱离电源。最妥善的方法是立即将电源电闸拉开，切断电源，确保伤者脱离接触电缆、电线或带电的物体。如电源开关离现场太远或仓促间找不到电源开关，则应用干燥的木器、竹竿、扁担、橡胶制品、塑料制品等不导电物品将病人与电线或电器分开，或用木制长柄的刀斧砍断带电电线。分开了的电器仍处于带电状态，不可接触。救助者切勿以手直接推拉、接触或以金属器具接触伤者，以保证自身安全。

(2) 若伤者清醒，呼吸、心跳自主，应让病人就地平卧，严密观察，并送附近医院急救。

(3) 触电者脱离电源后若意识丧失，救助者应立即进行下一步的抢救。使

伤者仰卧在平地或木板上，头向后仰，松解影响呼吸的上衣领口和腰带，立即进行口对口人工呼吸和胸外心脏按压，并要坚持不懈地进行，直至伤员清醒或出现尸僵、尸斑为止。在对伤员进行心肺复苏的同时要设法与附近的医院取得联系，以便为伤员争取到更好的抢救条件。对于雷电击伤的伤员也要采取相同的急救措施。

(4) 在等待医疗援助期间，在电进入和穿出的伤口处涂少量的抗菌或烧伤药膏，以防止创面污染。同时使伤者保持仰卧位，脚和腿抬高。

知识二：常用电工工具和仪器仪表的使用

目标

掌握常用电工工具与仪表的使用。

一、试电笔

使用时，必须手指触及笔尾的金属部分，并使氖管小窗背光且朝自己，以便观测氖管的亮暗程度，防止因光线太强造成误判断，其使用方法如图 2.1 所示。

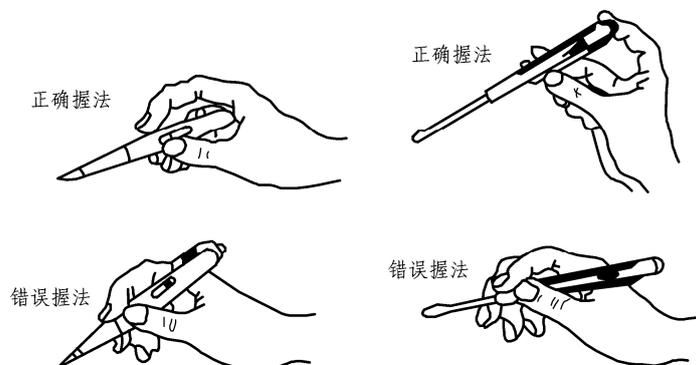


图 2.1 电笔使用方法

当用电笔测试带电体时，电流经带电体、电笔、人体及大地形成通电回路，

只要带电体与大地之间的电位差超过 60 V 时，电笔中的氖管就会发光。低压验电器检测的电压范围的 60 ~ 500 V。

注意事项：

(1) 使用前，必须在有电源处对验电器进行测试，以证明该验电器确实良好，方可使用。

(2) 验电时，应使验电器逐渐靠近被测物体，直至氖管发亮，不可直接接触被测体。

(3) 验电时，手指必须触及笔尾的金属体，否则带电体也会误判为非带电体。

(4) 验电时，要防止手指触及笔尖的金属部分，以免造成触电事故。

二、电工刀

电工刀如图 2.2 所示，在使用时：

(1) 不得用于带电作业，以免触电。

(2) 应将刀口朝外剖削，并注意避免伤及手指。

(3) 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。

(4) 使用完毕，随即将刀身折进刀柄。

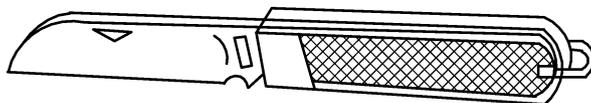


图 2.2 电工刀

三、螺丝刀

使用螺丝刀时：

(1) 螺丝刀较大时，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。

(2) 螺丝刀较小时，用大拇指和中指夹着握柄，同时用食指顶住柄的末端用力旋转。

(3) 螺丝刀较长时,用右手压紧手柄并转动,同时左手握住螺丝刀的中间部分(不可放在螺钉周围,以免将手划伤),以防止起子滑脱。

注意事项:

- (1) 带电作业时,手不可触及螺丝刀的金属杆,以免发生触电事故。
- (2) 作为电工,不应使用金属杆直通握柄顶部的螺丝刀。
- (3) 为防止金属杆接触人体或邻近带电体,金属杆应套上绝缘管。

四、钢丝钳

在电工作业中,钢丝钳用途广泛。钳口可用来弯绞或钳夹导线线头;齿口可用来紧固或起松螺母;刀口可用来剪切导线或钳削导线绝缘层;侧口可用来铡切导线线芯、钢丝等较硬线材。钢丝钳各用途的使用方法如图 2.3 所示。

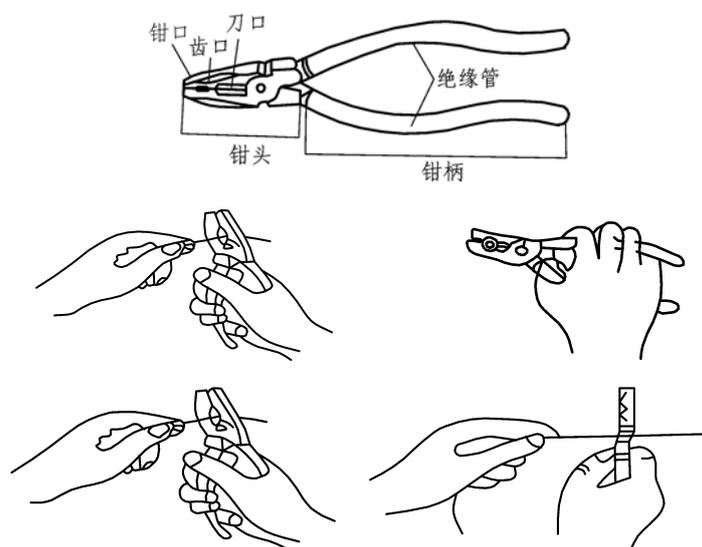


图 2.3 钢丝钳的使用方法

注意事项:

- (1) 使用前,必须先检查钢丝钳绝缘是否良好,以免带电作业时造成触电事故。
- (2) 在带电剪切导线时,不得用刀口同时剪切不同电位的两根线(如相线

与零线、不同相的相线与相线等), 以免发生短路事故。

五、尖嘴钳

尖嘴钳因其头部尖细(见图 2.4), 适用于在狭小的工作空间操作。尖嘴钳可用来剪断较细小的导线; 可用来夹持较小的螺钉、螺帽、垫圈、导线等; 也可用来对单股导线整形(如平直、弯曲等)。若使用尖嘴钳带电作业, 应检查其绝缘是否良好, 并在作业时使金属部分不要触及人体或邻近的带电体。

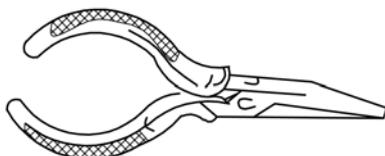


图 2.4 尖嘴钳

六、斜口钳

斜口钳专用于剪断各种电线电缆, 如图 2.5 所示。对粗细不同、硬度不同的材料, 应选用大小合适的斜口钳。

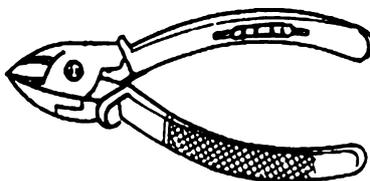


图 2.5 斜口钳

七、剥线钳

剥线钳是专用于剥削较细小导线绝缘层的工具, 其外形如图 2.6 所示。使用剥线钳剥削导线绝缘层时, 先将要剥削的绝缘长度用标尺定好, 然后将导线放入相应的刃口中(比导线直径稍大), 再用手将钳柄一握, 导线的绝缘层即被剥离。

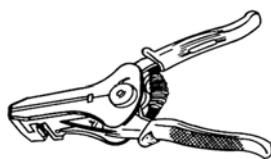


图 2.6 剥线钳

八、电烙铁

焊接前，一般要把焊头的氧化层除去，并用焊剂进行上锡处理，使得焊头的前端经常保持一层薄锡，以防止氧化、减少能耗、保证导热良好。电烙铁的结构如图 2.7 所示。

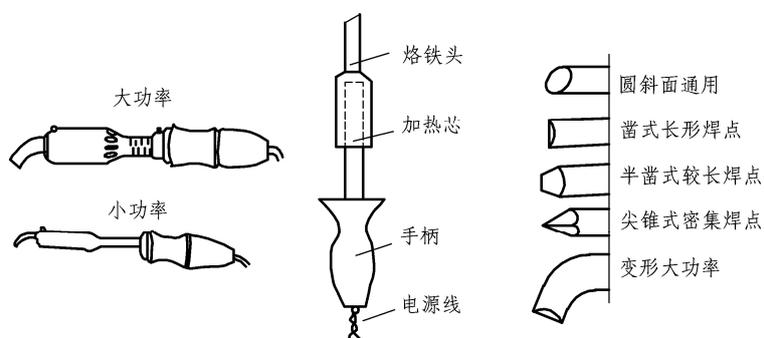
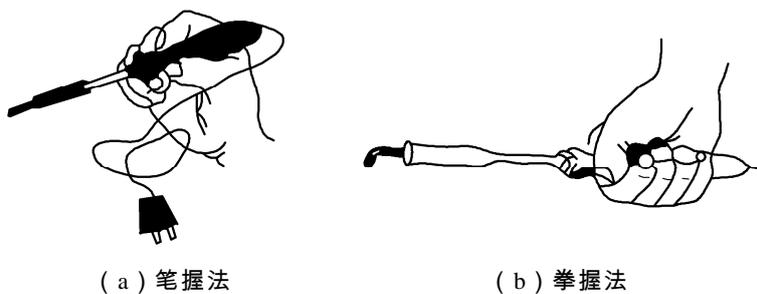


图 2.7 电烙铁的结构

电烙铁的握法没有统一的要求，以不易疲劳、操作方便为原则，一般有笔握法和拳握法 2 种，如图 2.8 所示。



(a) 笔握法

(b) 拳握法

图 2.8 图解电烙铁的握法

用电烙铁焊接导线时,必须使用焊料和焊剂。焊料一般为丝状焊锡或纯锡,常见的焊剂有松香、焊膏等。

对焊接的基本要求是:焊点必须牢固,锡液必须充分渗透,焊点表面光滑有泽,应防止出现“虚焊”、“夹生焊”。产生“虚焊”的原因是因为焊件表面未清理干净或焊剂太少,使得焊锡不能充分流动,造成焊件表面挂锡太少,焊件之间未能充分固定;造成“夹生焊”的原因是因为烙铁温度低或焊接时烙铁停留时间太短,焊锡未能充分熔化。

注意事项:

- (1) 使用前应检查电源线是否良好,有无被烫伤。
- (2) 焊接电子类元件(特别是集成块)时,应采用防漏电等安全措施。
- (3) 当焊头因氧化而不“吃锡”时,不可硬烧。
- (4) 当焊头上锡较多不便焊接时,不可甩锡、不可敲击。
- (5) 焊接较小元件时,时间不宜过长,以免因热损坏元件或绝缘。
- (6) 焊接完毕,应拔去电源插头,将电烙铁置于金属支架上,防止烫伤或火灾的发生。

知识三: 电工基本操作技能

目标

掌握电工基本操作技能。

一、导线绝缘层的剥离方法

(一) 操作步骤

1. 塑料硬线绝缘层的切削

1) 用钢丝钳剖削塑料硬线绝缘层

线芯截面为 4 mm^2 及以下的塑料硬线,一般用钢丝钳进行剖削。剖削方法

如下：

(1) 用左手捏住导线，在需剖削线头处，用钢丝钳刀口轻轻切破绝缘层，但不可切伤线芯。

(2) 用左手拉紧导线，右手握住钢丝钳头部用力向外勒去塑料层，在勒去塑料层时，不可在钢丝钳刀口处加剪切力否则会切伤线芯，剖削出的线芯应保持完整无损，如有损伤，应重新剖削。

2) 用电工刀剖削塑料硬线绝缘层

线芯面积大于 4 mm^2 的塑料硬线，可用电工刀来剖削绝缘层，方法如下：

(1) 在需剖削线头处，用电工刀以 45° 倾斜切入塑料绝缘层，注意刀口不能伤着线芯，如图 2.9 (a) 所示。

(2) 刀面与导线保持 25° 左右，用刀向线端推削，只削去上面一层塑料绝缘层，不可切入线芯，如图 2.9 (b) 所示。

(3) 将余下的线头绝缘层向后扳翻，把该绝缘层剥离线芯，再用电工刀切齐，如图 2.9 (c) 所示。

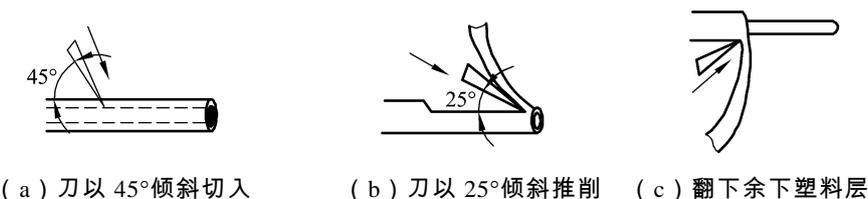


图 2.9 电工刀剖削塑料硬线绝缘层

2. 塑料软线绝缘层的剖削

塑料软线绝缘层用剥线钳或钢丝钳剖削，如图 2.10 所示。剖削方法与用钢丝钳剖削塑料硬线绝缘层方法相同。不可用电工刀剖削，因为塑料软线由多股铜丝组成，用电工刀容易损伤线芯。

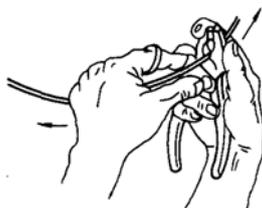


图 2.10 塑料软线绝缘层的剖削

3. 塑料护套线绝缘层的剖削

塑料护套线具有 2 层绝缘：护套层和每根线芯的绝缘层。塑料护套线绝缘层用电工刀剖削，方法如下：

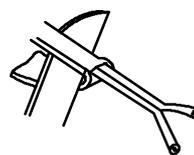
1) 护套层的剖削

(1) 在线头所需长度处，用电工刀刀尖对准护套线中间线芯缝隙处划开护套线，如图 2.11 (a) 所示。如偏离线芯缝隙处，电工刀可能会划伤线芯。

(2) 向后扳翻护套层，用电工刀把它齐根切去，如图 2.11 (b) 所示。



(a) 用刀尖在线芯缝隙处划开护套层



(b) 扳翻护套层并齐根切去

图 2.11 塑料护套线绝缘层的剖削

2) 内部绝缘层的剖削

在距离护套层 5~10 mm 处，用电工刀以 45° 倾斜切入绝缘层，其剖削方法与塑料硬线剖削方法相同。

4. 橡皮线绝缘层的剖削

在橡皮线绝缘层外还有一层纤维编织保护层，其剖削方法如下：

(1) 把橡皮线纤维编织保护层用电工刀尖划开，将其扳回后齐根切去。剖削方法与剖削护套线的保护层方法类同。

(2) 用剖削塑料线绝缘层相同方法削去橡胶层。

(3) 最后松散棉纱层到根部，用电工刀切去。

5. 花线绝缘层的切削

(1) 用电工刀在线头所需长度处将棉纱织物保护层四周割切一圈后将其拉去。

(2) 在距离棉纱织物保护层 10 mm 处，用钢丝钳按照剖削塑料软线类同

方法勒去橡胶层。

(二) 注意事项

- (1) 剖削导线绝缘层应正确使用电工工具，电工刀的使用要注意安全。
- (2) 剖削导线组织层时不能损伤线芯。
- (3) 作导线连接时缠绕方法要正确，缠绕要平直、整齐和紧密，最后要钳平毛刺，以便于恢复绝缘。
- (4) 护套线线头与熔断器连接时不应露铜。

(三) 导线种类

常用导线有铜芯线和铝芯线。铜导线电阻率小，导电性能较好；铝导线电阻率比铜导线稍大些，但价格低，也广泛应用。

导线有单股和多股两种，一般截面积在 6 mm^2 及以下为单股线；截面积在 10 mm^2 及以上为多股线。多股线是由几股或几十股线芯绞合在一起形成一根的，有 7 股、19 股、37 股等。

二、导线连接

导线可分为裸导线和绝缘导线，绝缘导线有电磁线、绝缘电线、电缆等多种。常用绝缘导线在导线线芯外面包有绝缘材料，如橡胶、塑料、棉纱、玻璃丝等。

常用导线的型号及应用如下：

1. B 系列橡皮塑料电线

这种系列的电线结构简单，电气和机械性能好，广泛用作动力、照明及大中型电气设备的安装线。交流工作电压为 500 V 以下。

2. R 系列橡皮塑料软线

这种系列软线的线芯由多根细铜丝绞合而成，除具有 B 系列电线的特点外，还比较柔软，广泛用于家用电器、小型电气设备、仪器仪表及照明灯线等。

三、绝缘恢复

(一) 操作步骤

1. 厂区架空线路

(1) 电杆有无倾斜、变形、腐朽、损坏及基础下沉等现象。如有，应设法修理。

(2) 沿线路的地面有无堆放易燃、易爆和强腐蚀性物体。如有，应设法挪开。

(3) 沿线路周围，有无危险建筑物。在雷雨季节和大风季节里，这些建筑物应不致对线路造成损坏，否则应予修缮或拆除。

(4) 线路上有无树枝、风筝等杂物悬挂。如有，应设法消除。

(5) 拉线和扳桩是否完好，绑扎线是否坚固可靠。如有异常时，应设法修复或更换。

(6) 导线的接头是否接触良好，有无过热发红、严重氧化、腐蚀或断脱现象，绝缘子有无破损或放电痕迹。如有，应设法修复或更换。

(7) 避雷装置的接地是否良好，接地线有无锈断损坏情况。在雷雨季节到来之前，应进行重点检查，以确保防雷安全。

(8) 检查是否有其他危及线路安全运行的异常情况。

在巡视中发现的异常情况，应记入专用记录簿内。重要情况应及时汇报上级，请示处理。

2. 电缆线路的运行维护

(1) 电缆头及瓷套管有无破损和放电痕迹。对充填有电缆胶(油)的电缆头还应检查有无漏油溢胶情况。

(2) 对明敷电缆，应检查电缆外皮有无锈蚀、损伤，沿线挂钩或支架有无脱落，线路上及线路附近有无堆放易燃、易爆及强腐蚀性物体。

(3) 对暗敷及埋地电缆，应检查沿线的盖板和其他覆盖物是否完好，有无挖掘痕迹，沿线标桩是否完整无缺。

(4) 电缆沟内有无积水或渗水现象，是否堆有杂物及易燃、易爆等危险

物品。

(5) 线路上各种接地是否良好，有无松脱、断线和锈蚀现象。

(6) 检查是否有其他危及电缆安全运行的异常情况。

在巡视中发现的异常情况，应记入专用记录簿内。重要情况应及时汇报上级，请示处理。

3. 车间配电线路的运行维护

(1) 导线的发热情况，是否超过正常允许发热温度，特别要检查导线接头处有无过热现象。

(2) 线路的负荷情况，可用钳形电流表来测量线路的负荷电流。特别是绝缘导线，不允许长期过负荷，否则可能会导致导线绝缘燃烧，引起电气失火事故。

(3) 配电箱、分线盒、开关、熔断器、母线槽及接地装置等的运行是否正常，有无接头松脱、放电等异常情况。

(4) 线路上及其周围有无影响线路安全运行的异常情况。严格禁止在绝缘导线和绝缘子上悬挂物件，禁止在线路近旁堆放易燃易爆等危险物品。

(5) 对敷设在潮湿、有腐蚀性物质场所的线路和设备，要进行定期的绝缘检查，绝缘电阻一般不得低于 $0.5\text{ M}\Omega$ 。

在巡视中发现的异常情况，应记入专用记录簿内。重要情况应及时汇报上级，请示处理。

(二) 注意事项

(1) 电力线路在运行中，如突然发生事故停电时，可按不同情况分别处理。

① 进线没有电压时的处理。

进线没有电压，表明电力系统方面暂时停电。这时总开关不必拉开，但出线开关宜全部拉开，以免突然来电时，用电设备同时启动，造成负荷过大和电压骤降，影响供配电系统的正常运行。

② 双电源进线之一停电时的处理。

当一路电源进线停电时，应立即进行倒闸操作，将负荷特别是重要负荷转移给另一路电源进线供电。

③ 厂内架空线路首端开关突然跳闸的处理。

开关突然跳闸一般是线路上发生了短路故障。由于架空线路的多数短路故障是暂时性的，例如雷击或风筝、树枝等造成的相间短路等，一般能很快自然消除，因此只要开关的断流容量允许，可予试合一次，以尽快恢复线路的供电。这在多数情况下能试合成功。如果试合失败，开关将再次跳闸。这时应对线路进行停电检查。

(2) 一般要求每月进行一次巡视检查。如遇雷雨、大风、大雪以及发生故障等特殊情况，应临时增加巡查次数。

(3) 电缆多数是敷设在地下的，因此要作好电缆线路的运行维护工作，必须全面了解电缆的敷设方式、结构布置、走线方向及电缆头位置等。对电缆线路，一般要求每季度进行一次巡视检查，并应经常监视其负荷大小和发热情况。

(4) 要搞好车间配电线路的运行维护工作，必须全面了解车间配电线路的布线情况、结构型式、导线型号规格及配电箱、开关、保护装置的安装位置等，并了解车间负荷的类型、特点、大小及车间变电所的有关情况。对车间配电线路，有专门的维修电工时，一般要求每周进行一次巡视检查。