

## 第四章 导线线头的加工工艺

电气线路、电气设备和用电器具能否安全、可靠地运行，跟导线与导线、导线与设备之间的连接有关。除要求连接正确外，还必须满足规范、牢固、美观等工艺要求。掌握各种导线之间的连接方法及导线与接线桩的连接方法，学会导线线头的加工工艺，对从事电气安装、电气维修的电工来说，是很重要的基本技能。

### 第一节 电工常用导线

#### 一、电工常用导线的分类与应用

导线的材料主要是铜和铝。电工常用导线的种类、型号及使用场所如下：

|                     |      |   |                                   |
|---------------------|------|---|-----------------------------------|
| 常用导线的分类与应用          | 电磁线  | 漆包线 (QZ、QQ 系列)                          | 广泛用于绕制各种电机的绕组、变压器线圈、仪表线圈及各种电磁铁线圈。 |
|                     |      | 丝包线 (SB 系列)                             |                                   |
|                     |      | 纸包线 (Z 系列)                              |                                   |
|                     | 裸绞线  | 铝绞线 (LJ 型)                              | 主要用于电力架空线路。                       |
|                     |      | 钢芯铝绞线 (LGJ 型)                           |                                   |
|                     | 绝缘导线 | 塑料绝缘线 (铜芯 BV 型)<br>(铝芯 BLV 型)           | 用于固定敷设于室内外的动力、照明线路，可明敷或暗敷。        |
|                     |      | 塑料绝缘护套线 (铜芯 BVV 型)<br>(铝芯 BLVV 型)       |                                   |
|                     |      | 橡胶绝缘铜芯线 (BX 型)                          |                                   |
|                     |      | 塑料绝缘铜芯软线 (BVR 型)                        | 固定敷设安装，要求柔软时用。                    |
|                     | 电缆   | 橡套电缆 (YH 系列)                            | 500V，作各种移动电气设备的电源线用。              |
| 塑料绝缘护套控制电缆 (KVV 系列) |      | 用于固定敷设，供交流 500V 及直流 1000V 以下配电装置仪表电器连接。 |                                   |
| 塑料绝缘护套电力电缆 (VV 系列)  |      | 用于固定敷设，供交流 500V 及直流 1000V 以下电力电路。       |                                   |

注：表中的塑料材料是指聚氯乙烯。

各种常用导线：

|   |   |  |
|---|---|--|
| 电机绕组用漆包线  | 安装照明线路用塑料绝缘护套铜芯线  | 电焊机电源线用橡套电缆  |
|  |  |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| 配电盘仪表接线用塑料绝缘铜芯软线  | 架空电力线路用裸铝绞线   | 住宅配电箱引入线常用低压电缆   |
|  |  |  |

## 二、户内、外所用导线的选择

户内、外所用导线，应根据使用环境、负荷性质与负荷大小来确定所选用的导线种类与导线的截面积。

导线的种类，可根据使用环境、敷设方式及敷设部位来确定。如对住宅和办公室等较干燥的环境作固定敷设时，暗线敷设可采用 BV 型塑料绝缘铜芯线，明线敷设可采用 BVV 型塑料绝缘护套铜芯线；而环境较潮湿的水泵房用的导线，则一定要选用 BX 型橡胶绝缘铜芯线或 BVV 型塑料绝缘护套铜芯线；对于要求移动的户外电气设备，则以选用 YH 系列橡套电缆为宜。

导线截面积的选择，首先根据导线的工作电流和安全载流量（导线的安全载流量是指导线长期允许通过的最大电流，也称为长期容许负荷电流）来确定，所选导线的安全载流量应不小于导线的工作电流。其次要考虑导线的机械强度，所选导线的截面积不能小于根据导线用途、敷设环境和方式规定的最小截面积。最后要与导线的保护方式配合，使保护装置能有效地保护导线的安全。

额定电压为 500V 及以下的绝缘导线明线敷设时的安全载流量如下：

| 导线截面积<br>/mm <sup>2</sup> | 橡胶绝缘铜芯<br>线 (BX) 安全<br>载流量/A | 塑料绝缘线安全载流<br>量/A |         | 塑料绝缘护套线安全载<br>流量/A |          |
|---------------------------|------------------------------|------------------|---------|--------------------|----------|
|                           |                              | 铜 (BV)           | 铝 (BLV) | 铜 (BVV)            | 铝 (BLVV) |
| 0.75                      | 18                           | 16               |         | 16                 |          |
| 1.0                       | 21                           | 19               |         | 19                 |          |
| 1.5                       | 27                           | 24               | 18      | 24                 |          |
| 2.5                       | 35                           | 32               | 25      | 32                 | 25       |
| 4.0                       | 45                           | 42               | 32      | 42                 | 34       |
| 6.0                       | 58                           | 55               | 42      | 55                 | 43       |
| 10.0                      | 85                           | 75               | 59      | 75                 | 59       |
| 16.0                      | 110                          | 105              | 80      |                    |          |
| 25.0                      | 145                          | 138              | 105     |                    |          |
| 35.0                      | 180                          | 170              | 130     |                    |          |
| 50.0                      | 230                          | 215              | 165     |                    |          |

注：上述数据指单芯线。

考虑到线路的机械强度，各种配线方式所允许使用的最小导线截面积如下：

| 配线方式           |           | 导线线芯最小截面积/ mm <sup>2</sup> |                  |       |     |
|----------------|-----------|----------------------------|------------------|-------|-----|
|                |           | 多股铜芯软线                     | 单股铜芯线            | 单股铝芯线 |     |
| 灯头引下线          | 室内        | 0.4                        | 0.5              | 1.5   |     |
|                | 室外        | 1.0                        | 1.0              | 2.5   |     |
| 移动式用电设备        | 生活用       | 0.2                        | 不 应 使 用          |       |     |
|                | 生产用       | 1.0                        |                  |       |     |
| 架设在绝缘支持件上的绝缘导线 | 支点距 1m 内  | 室内                         | 不<br>应<br>使<br>用 | 1.0   | 1.5 |
|                |           | 室外                         |                  | 1.5   | 2.5 |
|                | 支点距 2m 内  | 室内                         |                  | 1.0   | 2.5 |
|                |           | 室外                         |                  | 1.5   | 2.5 |
|                | 支点距 6m    |                            |                  | 2.5   | 4.0 |
|                | 支点距 12m   |                            |                  | 2.5   | 6.0 |
| 低压接户线（绝缘线）     | 挡距 10m 以下 | 2.5                        | 4.0              |       |     |
|                | 挡距 10~25m | 4.0                        | 6.0              |       |     |
| 管内穿线           |           |                            | 1.0              | 2.5   |     |

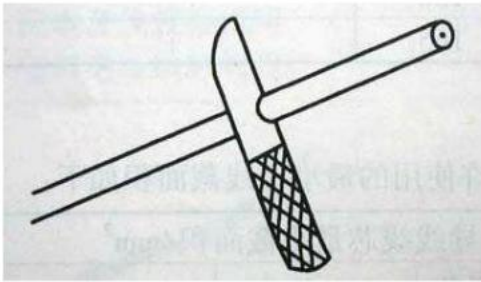
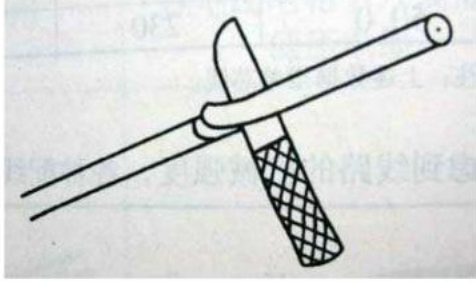
## 第二节 导线线头的加工工艺

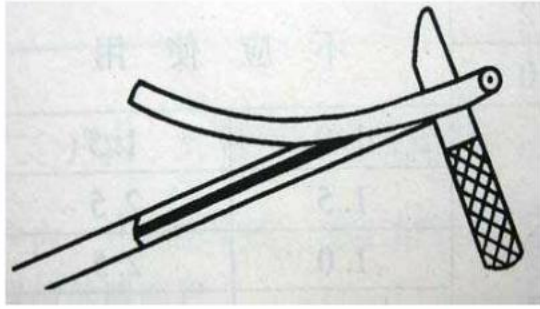
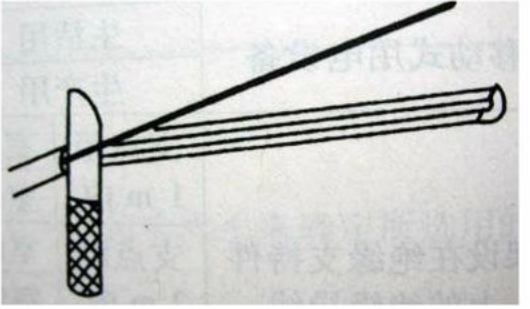
导线线头的加工，是电工的一种最基本又很关键的操作工艺，很多电气事故往往就是由于导线线头加工不良而引起的，因此必须正确掌握其加工工艺。对绝缘导线，其线头加工工序是：剥削导线绝缘层→导线线芯连接→导线绝缘恢复。

### 一、导线绝缘层剥削工艺

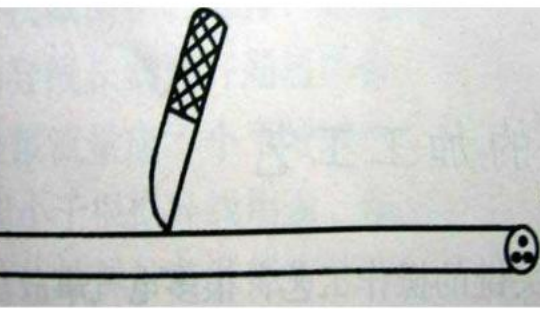
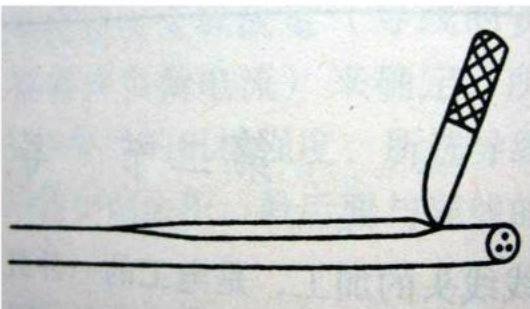
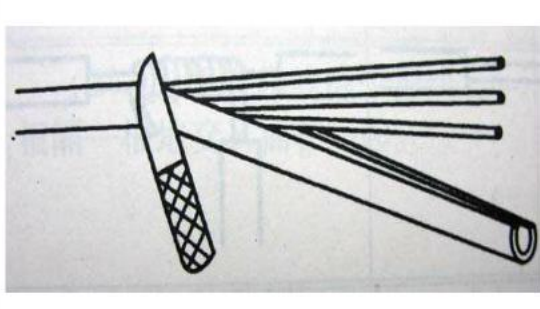
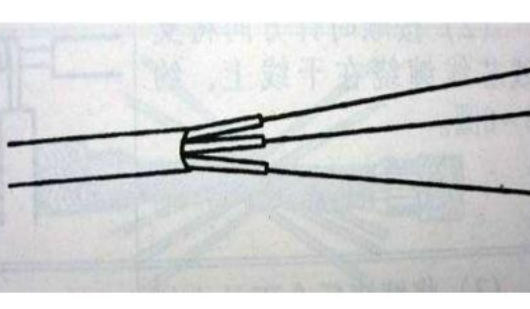
对绝缘软线和截面积 2.5mm<sup>2</sup> 及以下的绝缘单芯硬线，其绝缘层的开剥一般都使用钢丝钳或剥线钳；但对带护套的多芯绝缘硬线和截面积 2.5mm<sup>2</sup> 以上的绝缘导线，其绝缘层的开剥则要使用电工刀。用电工刀开剥导线绝缘层时要注意两点：一是不要损伤导线线芯；二是要注意安全，不要让刀割伤手。

#### （一）塑料绝缘硬线的绝缘层的剥削

|   |  |
|---|--|
| (1) 按连接要求确定开剥长度，电工刀以 45° 角斜切入绝缘层，至刀口接近芯线止。  | (2) 刀口与芯线角度减少，略呈水平向线端推削。   |
|  |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>(3) 将开剥段的一部分绝缘层削掉。</p>   | <p>(4) 将余下的绝缘层翻下，将翻下的绝缘层齐根切去。</p>  |
|  |  |

### (二) 橡胶套电缆和塑料护套线（多芯）的护套（绝缘）层的剥削


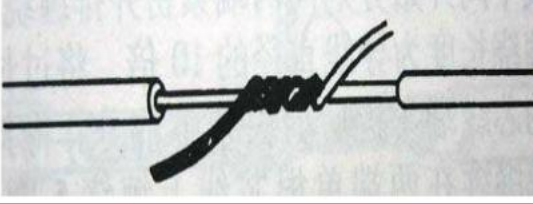
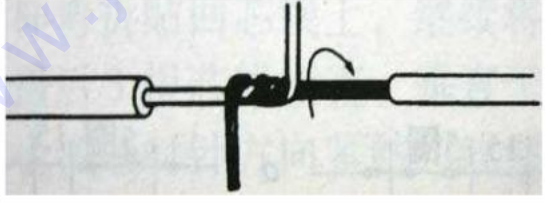
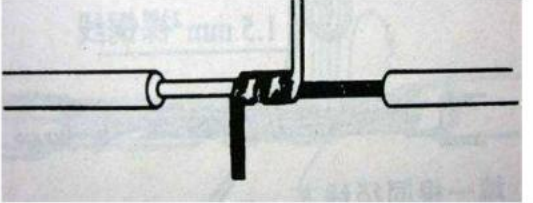

|   |  |
|---|--|
| <p>(1) 用电工刀刀尖从绝缘线中间的护套层表面划开。</p>  | <p>(2) 将刀尖沿直线划开护套层至导线端口。</p>   |
|   |                                       |
| <p>(3) 将护套层剥离绝缘线，并将其扳至切口根部，用电工刀将护套层齐根切去。</p>  | <p>(4) 在离护套层切口 10mm 处确定芯线的绝缘的开剥点，然后开剥芯线的绝缘层。</p> <p>芯线绝缘层的开剥可参照塑料绝缘硬线绝缘层开剥工艺进行（小截面芯线可用电工钳或剥线钳开剥）。芯线橡胶绝缘层可直接用电工刀撕开拉去。</p> |
|  |                                      |

## 二、导线的连接工艺

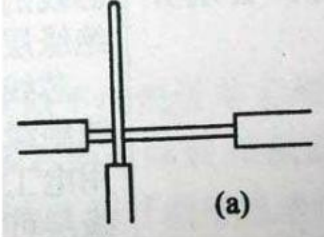
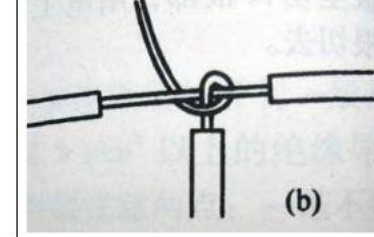
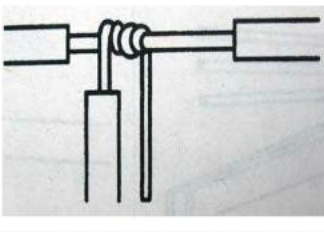
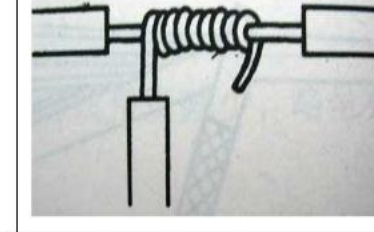
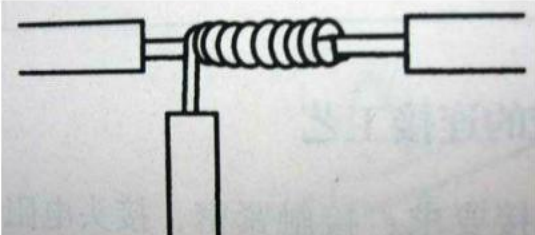
导线的连接要求：接触紧密，接头电阻小，稳定性好，与同截面同长度导线的电阻比应不大于 1；接头的机械强度不小于导线机械强度的 90%；接头的绝缘强度应与导线的绝缘强度一样；接头应能耐腐蚀。

### (一) 单股铜芯导线的连接

1、小截面单股铜芯导线的直线连接（直接绞接法）

|   |   |
|---|---|
| <p>(1) 将两根芯线成 X 形相交。</p>                   | <p>(2) 两芯线相互绞绕 2~3 圈。</p>             |
| <p>(3) 扳直两芯线线头。</p>                        | <p>(4) 将两芯线线头分别在对方芯线上紧贴缠绕 6~8 圈。</p>  |
| <p>(5) 每绕好一端后即将剩余的芯线用电工钳剪去，钳平芯线的末端。</p>  |   |

2、小截面单股铜芯导线的 T 形分支连接（直接绞接法）

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>(1) 将支线芯线与干线芯线十字相交，支线芯线根部应留 3~5mm；1mm<sup>2</sup> 小截面芯线可先用支线芯线在干线芯线上打个结再缠线[如图 (b)]</p> |  <p>(a)</p> |  <p>(b)</p> |
| <p>(2) 按顺时针方向将支线芯线缠绕在干线上，约 6~8 圈。</p>   |             |             |
| <p>(3) 将缠绕后余下的支线芯线用电工钳剪去，钳平芯线的末端。</p>   |            |   |

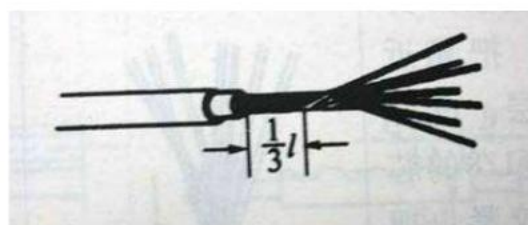
### 3、大截面单股铜芯导线的连接（扎线缠绕法）

| 直线连接   | T 形分支连接   |
|--|---|
| <p>把经细砂纸磨净的两根芯线对靠在一起（为将芯线扎紧，最好加一根相同截面的芯线与其靠紧），将准备好的扎线（<math>1.5\text{mm}^2</math> 磨净的铜裸线）从芯线中间开始分别向两端紧密并排缠绕。缠绕长度为导线直径的 10 倍，将过长的芯线端弯折后剪去余下部分。将扎线继续在两端单根芯线上缠绕 5 圈，最后将余下的扎线用电工钳剪去，钳平芯线的末端，再进行锡焊。</p> | <p>将支线芯线弯折 <math>90^\circ</math> 后与干线芯线紧靠在一起（为将芯线扎紧，最好加一根相同截面的芯线与其靠紧），将准备好的扎线（<math>1.5\text{mm}^2</math> 磨净的铜裸线）从支线弯折部前的干线上先缠 5 圈，然后将靠紧的 2 根（或 3 根）芯线紧密并排缠绕，缠绕长度为导线直径的 10 倍，将过长的芯线端弯折后剪去余下部分。将扎线继续在干线上缠绕 5 圈，最后将余下的扎线用钳剪去，钳平芯线的末端，再进行锡焊。</p> |
|    |    |

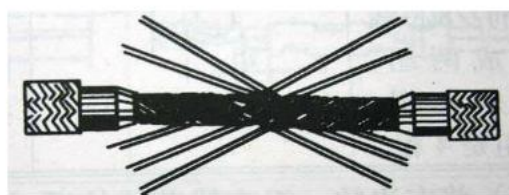
#### (二) 多芯导线的连接

##### 1.7 股铜芯导线的直线连接

(1) 将两根已剥去绝缘的芯线头分别散开并拉直；两根芯线都把靠近绝缘层、占开剥长度  $\frac{1}{3}$  的芯线段绞紧，把余下  $\frac{2}{3}$  的芯线段分散成伞形。(旧线应用细砂纸将芯线逐根磨净。)

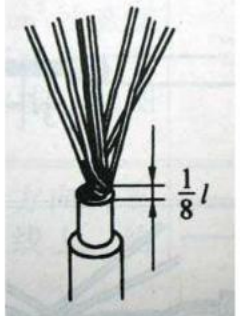
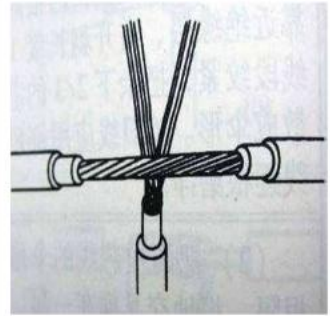
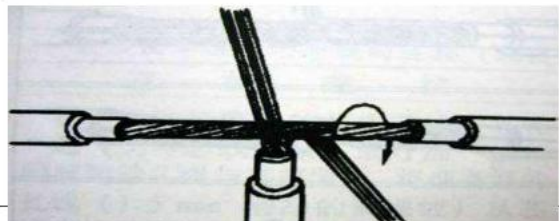
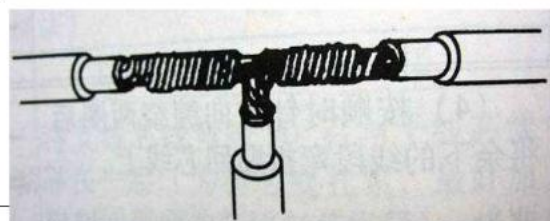


(2) 把两根芯线的伞形线头一根隔一根地交叉插在一起。



|  |  |
|--|--|
| <p>(3) 将伞状芯线掐平后，将一端两根相邻的芯线扳直，垂直于芯线。</p>  |    |
| <p>(4) 按顺时针方向缠绕两圈后将余下的线段弯折贴回芯线上。</p>   |    |
| <p>(5) 再将该端的另外两根相邻芯线扳直，垂直于芯线（扳起的这两根应紧贴刚才折回芯线的那两根）。</p>   |    |
| <p>(6) 将这两根芯线也按顺时针方向紧贴芯线缠绕两圈（同时缠住已贴回芯线的两根）。将余下的线段同样弯折贴回芯线上，继续将该端的最后3根芯线扳直，垂直于芯线，也按顺时针方向紧贴芯线缠绕3圈（同时缠住已贴回芯线的4根）。</p> |   |
| <p>(7) 最后将全部余下的线段用电工钳剪去，钳平芯线末端。用同样的方法再缠绕另一边的芯线。</p>  |  |

### 2.7 股铜芯导线的 T 形分支连接

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <p>(1) 把支路芯线散开并拉直，把靠近绝缘层、占开剥长度 <math>1/8</math> 的芯线段绞紧，把余下的 <math>7/8</math> 芯线段分成两组，一组是 3 根，另一组是 4 根。</p> |   | <p>(2) 用螺钉旋具将干线的芯线中间撑开，一边是 3 根，另一边是 4 根，将支线的一组芯线插入。</p> |  |
| <p>(3) 将右边的一组支线芯线按顺时针方向在干线上缠绕 4 圈，切去余下的线段，将线端钳平。</p>   | <p>(4) 再把左边的一组支线芯线按逆时针方向往干线上缠绕 4 圈，也把余下的线段切去，将线端钳平。</p>                              |   |   |
|                         |  |   |   |

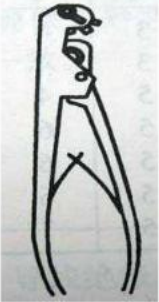
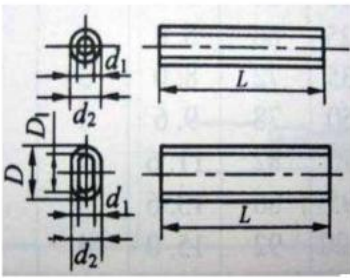
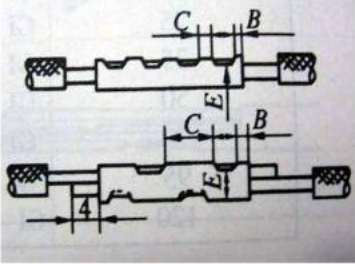
对铜芯导线直接绞接的接头，为了提高其接头的导电性能与机械强度，最好在连接后进行钎焊。

**!** 铝芯导线与铜芯导线不能直接用绞接法对接，以免经一段时间后因接头氧化产生接触不良而造成电气事故。

### (三) 铝芯导线的连接

对铝芯导线的连接，因为铝容易氧化，且氧化后在铝芯导线表面所产生的氧化膜的电阻率很高，所以对铝线与铜线、铝线与铝线的接头，如用绞接法对接，过一段时间后，极容易使接头接触不良而造成事故。因此，铝芯导线的连接一般不能采用铜芯导线的连接方法。铝芯导线的连接常采用螺钉压接或压接管压接的方法。螺钉压接一般是指铝导线引入开关、灯座或接线端子时，将铝导线除去表面氧化层，涂上中性凡士林，插入接线孔或圈制成线耳，再由螺钉压紧。而压接管压接则要先选好合适的套管，并准备好专用工具——压接钳才能进行。至于大截面裸铝线的连接，常用沟线夹将两根导线卡在线沟中，再用螺钉进行压接，沟线夹的规格和数量要根据铝导线的截面积来决定。下面具体介绍用压接管连接铝导线的方法。

#### 1、单股铝芯导线的压接方法

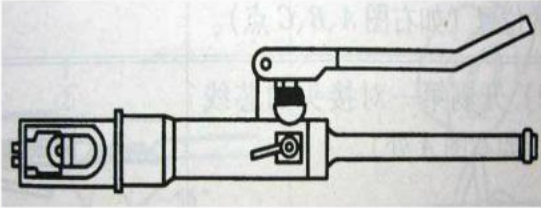
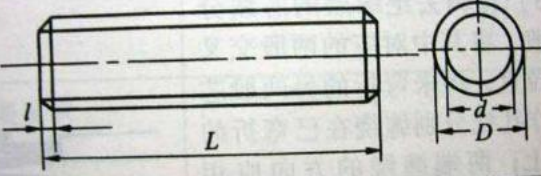
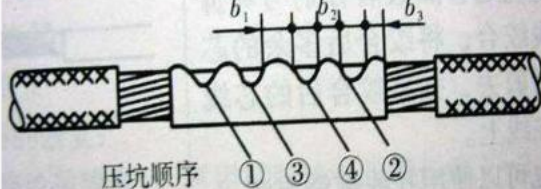
| 单股芯线压接钳   | 小截面铝导线连接管   | 压接方法   |
|---|---|--|
|  |  |  |
| 适用于截面积为 2.5~10mm <sup>2</sup> 的单股铝芯线  |   |  |

小截面铝连接管规格及压接尺寸：

| 连接管型式 | 导线截面积/<br>mm <sup>2</sup> | 铝线外径/<br>mm | 铝连接管尺寸/mm      |                |                |                |    |   |     | 压接后尺寸/<br>mm |
|-------|---------------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|---|-----|--------------|
|       |                           |             | d <sub>1</sub> | d <sub>2</sub> | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L  | B | C   |              |
| 圆形    | 2.5                       | 1.76        | 1.8            | 3.8            |                |                | 31 | 2 | 2   | 1.4          |
|       | 4.0                       | 2.24        | 2.3            | 4.7            |                |                | 31 | 2 | 2   | 2.1          |
|       | 6.0                       | 2.73        | 2.8            | 5.2            |                |                | 31 | 2 | 1.5 | 3.3          |
|       | 10.0                      | 3.53        | 3.6            | 6.2            |                |                | 31 | 2 | 1.5 | 4.1          |
| 椭圆形   | 2.5                       | 1.76        | 1.8            | 3.8            | 3.6            | 5.6            | 31 | 2 | 8.8 | 3.0          |
|       | 4.0                       | 2.24        | 2.3            | 4.7            | 4.6            | 7.0            | 31 | 2 | 8.4 | 4.5          |
|       | 6.0                       | 2.73        | 2.8            | 5.2            | 5.6            | 8.0            | 31 | 2 | 8.4 | 4.8          |
|       | 10.0                      | 3.53        | 3.6            | 6.2            | 7.2            | 9.8            | 31 | 2 | 8.0 | 5.5          |



## 2、多股铝芯导线的压接方法

|              |  |
|--------------|--|
| <p>手提式油钳</p> |  |
| <p>铝接管</p>   |  |
| <p>压接方法</p>  |  |

## 3、多股铝芯导线接管规格及压接尺寸

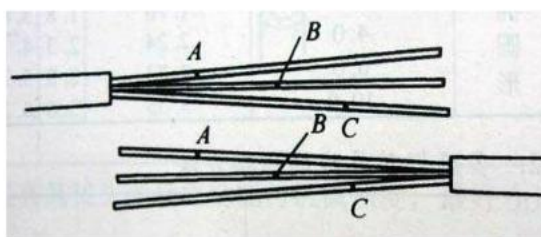
| 芯线截面积/<br>mm <sup>2</sup> | 接管规格   | 铝接管尺寸/mm |      |   | 压接管尺寸/mm       |                |                |
|---------------------------|--------|----------|------|---|----------------|----------------|----------------|
|                           |        | L        | d    | D | b <sub>1</sub> | b <sub>2</sub> | b <sub>3</sub> |
| 16                        | GI—16  | 66       | 5.2  | 3 | 3              | 3              | 4              |
| 25                        | GI—25  | 68       | 6.8  | 3 | 3              | 3              | 4              |
| 35                        | GI—35  | 72       | 8.0  | 3 | 3              | 5              | 4              |
| 50                        | GI—50  | 78       | 9.6  | 3 | 3              | 5              | 6              |
| 70                        | GI—70  | 82       | 11.6 | 3 | 3              | 5              | 6              |
| 95                        | GI—95  | 86       | 13.6 | 3 | 3              | 5              | 6              |
| 120                       | GI—120 | 92       | 15.0 | 4 | 4              | 5              | 7              |

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例行规格的压接管;
- (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) 将两根芯线对插入压接管中,两线绝缘端离管口约 25~30mm;
- (5) 将已插入导线的压接管放进压接钳钳口中压接,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。

### (四) 三芯橡胶套电缆的连接

(1) 按前述方法将对接的两根橡胶套电缆的端部绝缘护套层开剥一定长度。按各芯线接头位置一定要相互错开的原则,确定 3 条芯线开剥绝缘的位置(如右图 A、B、C 点)。

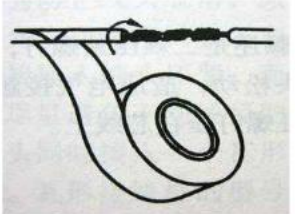
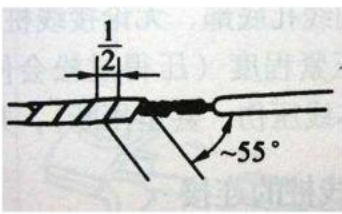
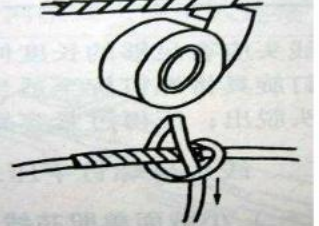


|  |   |
|--|---|
|  |   |
| <p>(2) 开剥第一对接头的芯线绝缘（如右图 A 处）。</p>  |   |
| <p>(3) 将剥去绝缘层的芯线分成两股，将其中对应的两股交叉弯折拉直；将未弯折的另两股芯线当作扎线分别缠绕在已弯折的芯线上；两端缠绕的方向应相反。缠绕足够圈数后分别与弯折的芯线绞合，将绞合后多余的芯线用钳剪去，并将绞合后的芯线压贴在线上。（也可以使用扎线缠绕方法。）</p> |   |
| <p>(4) 第二对、第三对芯线的接线可重复第一对芯线的操作，注意要通过弯折芯线的相互接紧来确保 3 对芯线接头制作后长度一致。</p>   |  |

### 三、导线绝缘层的恢复

导线绝缘层破损后，必须恢复绝缘；导线连接完成后，也必须恢复绝缘；恢复后的绝缘不能低于原有的绝缘强度。恢复绝缘用的材料通常有黄腊布、黄腊绸带、涤纶薄膜带、橡胶绝缘胶带、塑料绝缘胶带和绝缘套管等。

#### (一) 导线接头的绝缘恢复

| 绝缘带的包缠方法  |   |   |
|---|---|---|
| <p>(1) 将绝缘带从导线左边完整的绝缘层上开始包缠，包缠两根带宽后方可进入芯线部分的包缠。</p>                                 | <p>(2) 包缠时，每圈压带宽的 1/2。</p>  | <p>(3) 不带粘性的绝缘带最后应自身打结收口。</p>   |
|  |  |  |

#### (二) 各种导线接头的绝缘恢复要求

(1) 380V 导线接头绝缘层的恢复：先包缠两层黄腊绸带（或涤纶薄膜带），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。

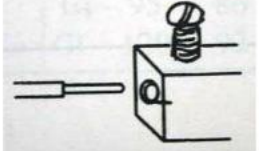
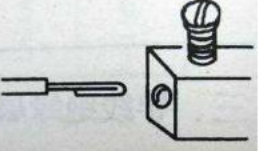
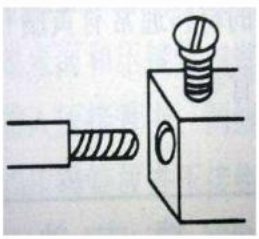
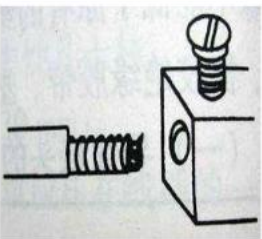
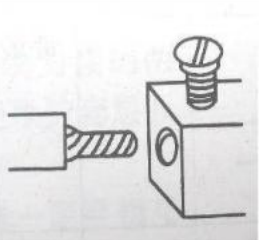
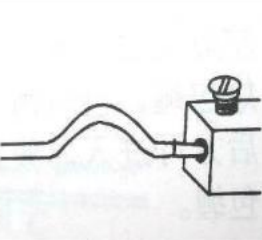
(3) 低压橡胶套电缆接头绝缘层的恢复：先包缠 2~3 层黄腊绸带（或涤纶薄膜带），

再用橡胶绝缘胶带包缠 1~2 层。

### 第三节 线头与接线桩的连接

导线接入电气设备，均使用接线桩来连接。常见的接线桩有针孔式和螺钉平压式两种。导线接入接线桩，一定要按电气装置的要求来连接，并按工艺要求保证接触良好与连接牢固。

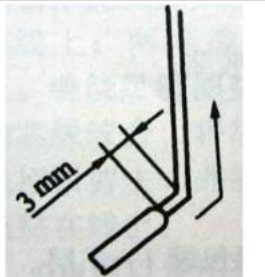
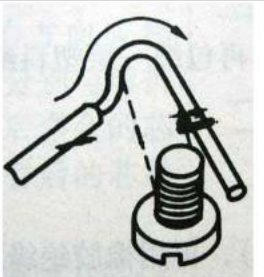
#### 一、针头与针孔式接线桩的连接

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| (1) 单股芯线截面较大的可直接插入线孔。                             |   | (2) 单股芯线截面较小的应先将芯线弯折成双股后再插入线孔。              |   |
| (3) 线芯直径与针孔大小较匹配时，多股芯线的线头应先绞紧后再插入线孔。              |   | (4) 线芯直径较针孔为小时，可用一根单股芯线在已绞紧的线头上紧密缠绕一层再插入线孔。 |   |
| (5) 线芯直径较针孔为大时，可把多股芯线剪去几根（7 股芯线只能剪 1 根），绞紧后再插入线孔。 |  | (6) 接入线应注意留一些余量，以防线头折断后无法再引入。               |  |

线头应有足够的长度伸入到线孔底部，无论接线桩是一颗还是二颗压紧螺钉，都要用螺钉旋具将螺钉旋至适当的压紧程度（压得过松会使线头松动，造成电气接触不良或线头脱出；压得过紧容易将芯线压伤，甚至压断），并保证螺钉压在芯线上。

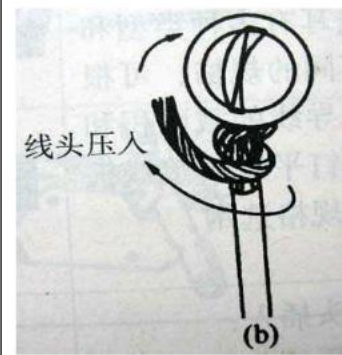
#### 二、线头与螺钉平压式接线桩的连接

##### (一) 小截面单股芯线与螺钉平压式接线桩的连接

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| (1) 折角<br> | (2) 弯弧<br> | (3) 剪去端部<br> | (4) 整形<br> |
| 压接前，芯线要弯成羊眼圈（线耳）；连接时，羊眼圈应放在垫片下面，羊眼圈的弯折方向应与螺钉旋紧方向相一致。  |   |              |   |

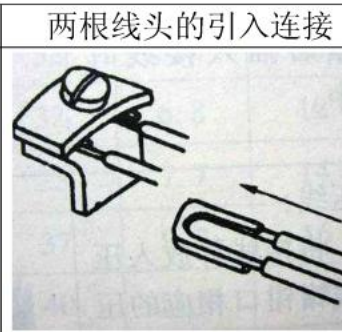
### (二) 多芯软线与螺钉平压式接线桩的连接

多芯软线接入接线桩前，应先将芯线绞紧，并直接将芯线在垫片下紧绕螺钉一圈，方向与螺钉旋紧方向一致[见图 (a)]，然后再自缠 1~2 圈；将多余的线端剪去，最后用螺钉旋具将螺钉旋紧。



### (三) 导线接头与瓦形接线桩的连接

为防止线头脱落，原则上不允许直接将线头不弯曲就直接插入桩头压紧。而且也应尽量避免不同线径的两根线头同时接入一个瓦形接线桩。瓦形接线桩的型号应与导线相匹配。



### 三、导线与接线耳的连接

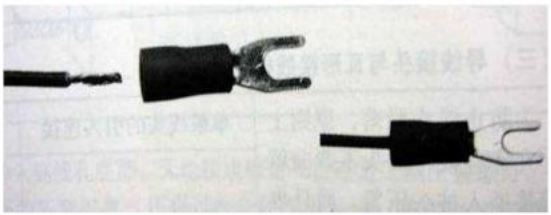
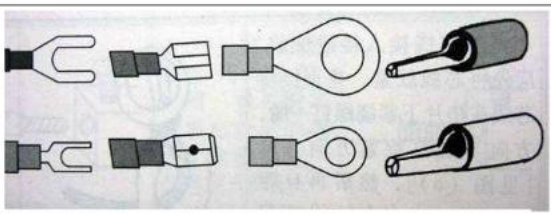
线头与螺钉平压式接线桩连接时，为了保证接线质量，导线线头应先连接在接线耳上（也称“封端”），然后再将接线耳连接在螺钉平压式接线桩上。小截面导线线头与接线耳的连接使用专门的压线钳，大截面导线线头与接线耳的连接是用锡焊进行的。

#### (一) 小截面导线线头与接线耳的连接

**专用压线钳：**  
专门用于连接小截面导线与接线耳的工具。压线钳的钳口有多种规格的压齿，可视接线耳的大小选用。



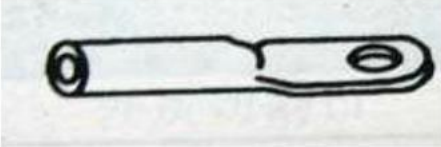
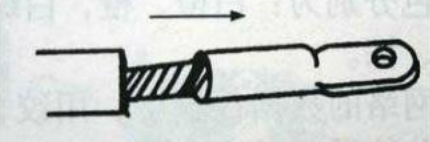
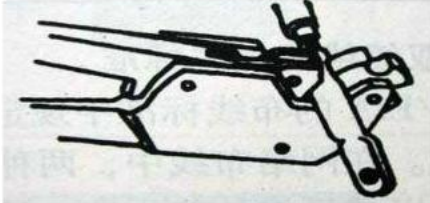
**接线耳：**  
小截面导线的接线耳有多种类型和不同的规格，可根据导线的截面积和螺钉平压式接线桩的规格选用。



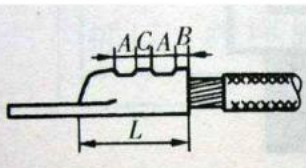
|   |  |
|---|--|
| <p>线头插入：<br/>压接前，用剥线钳将导线线头的绝缘层剥去（有些压线钳本身就带有剥线口）。将芯线绞紧后插入接线耳中。</p>     |  |
| <p>压线：<br/>将接线耳放入压线钳钳口相应的压齿中，用力压下钳柄，直压到底，此时钳口会自动反弹松开，完成导线与接线耳的连接。</p> |  |

## （二）大截面导线线头与接线耳的连接

为了保证接触良好，铝导线和大截面的铜导线与螺钉平压式接线桩连接时，要先将芯线连接在接线耳上（也称“封端”），然后再与设备的接线桩连接。对于截面积较大的铜导线，可以用锡焊封端。

| 导线与接线耳的连接方法                                |  |
|--|--|
| <p>（1）按压接螺钉的直径和芯线的线径选定接线耳，并将接线耳进线孔擦干净。</p> |  |
| <p>（2）将已擦干净和绞紧的芯线（铜芯线应上锡）插入接线耳的进线孔。</p>    |  |
| <p>（3）用专用压接钳压接，线耳压坑位置的尺寸见下表。</p>           |  |

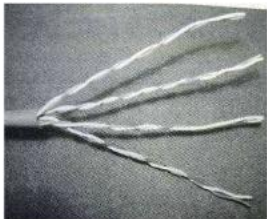

接线耳压坑位置的尺寸：

| 压坑位置  | 芯线截面 /mm <sup>2</sup> | A/mm | C/mm | B/mm | L/mm | 内径 /mm | 外径 /mm |
|---|-----------------------|------|------|------|------|--------|--------|
|  | 25                    | 13   | 2    | 2    | 32   | 5.2    | 10     |
|   | 35                    | 13   | 2    | 2    | 32   | 6.8    | 12     |
|   | 50                    | 13   | 2    | 2    | 32   | 7.7    | 14     |
|   | 70                    | 14   | 3    | 3    | 37   | 9.2    | 16     |
|   | 95                    | 15   | 3    | 4    | 40   | 11.0   | 18     |

#### 第四节 双绞线与 RJ-45 水晶头的制作

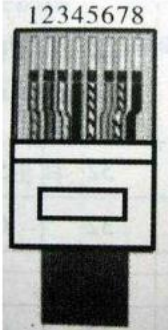
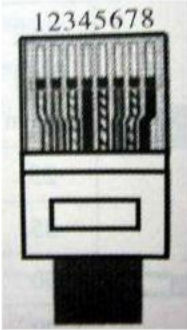
目前，计算机网络已在民用和工业控制中广泛应用，网络中各设备之间的信号采用双绞线传输。双绞线与网络中各设备通过水晶头进行连接，因此我们要掌握双绞线的 RJ-45 水晶头的制作。

##### (一) 双绞线与 RJ-45 水晶头

|   |   |
|---|---|
|                     |  |
| <p><b>双绞线：</b><br/>塑料外皮，内有四对绞合的绝缘芯线，绝缘层的颜色分别为：白橙、橙、白绿、绿、白蓝、蓝、白棕、棕。<br/>在网络的数据传输中，用绞合的双线来传输一组差分信号。</p> | <p><b>RJ-45 水晶头：</b><br/>透明的塑料外壳，带压线的卡榫；内排 8 只引脚，有铜片与插入的双绞线压接。</p>                  |

##### (二) 双绞线的接线标准

在 TIA/EIA 的布线标准中规定了 TIA/EIAT568A 和 TIA/EIAT568B 两种双绞线接头的线序标准。在网络布线中，两种接线标准都可采用，但在同一网络中，应采用同一种接线标准，以保证最佳兼容性。目前采用 T568B 标准制作 RJ-45 水晶头的较多。

| T568A 线序  |     | T568B 线序   |     |
|---|-----|--|-----|
|  |     |  |     |
| 1—白绿  | 5—绿 | 1—白橙   | 5—橙 |

|      |     |      |     |
|------|-----|------|-----|
| 2—白橙 | 6—蓝 | 2—白绿 | 6—蓝 |
| 3—白蓝 | 7—橙 | 3—白蓝 | 7—绿 |
| 4—白棕 | 8—棕 | 4—白棕 | 8—棕 |

### (三) 用双绞线与 RJ—45 水晶头 (T468B 标准) 制作直通线

两端都有水晶头的双绞线为直通线，直通线是一种常用的网络设备连接线。将直通线两端的水晶头分别插入网络设备上相应的插口，便可在两设备之间传输信号或数据。直通线用专门的工具制作与检测。

#### 1、制作和检测用的专门工具

用双绞线与 RJ—45 水晶头 (T468B 标准) 制作直通线请准备以下专用工具与检测器。

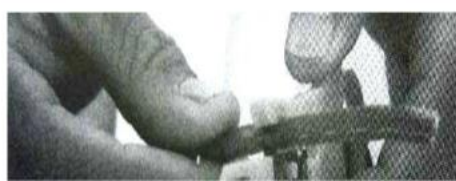
|        |  |  |
|--------|--|--|
| 双绞线剥线器 |    |  |
| 专用压线钳  |   |  |
| 专用测线器  |  <p data-bbox="331 1554 799 1630">专用测线器面板带开关、水晶头插口、线序显示灯。</p> |  <p data-bbox="852 1554 1326 1630">检测时将同直通线的两端水晶头插入测线器的两个插口。</p> |

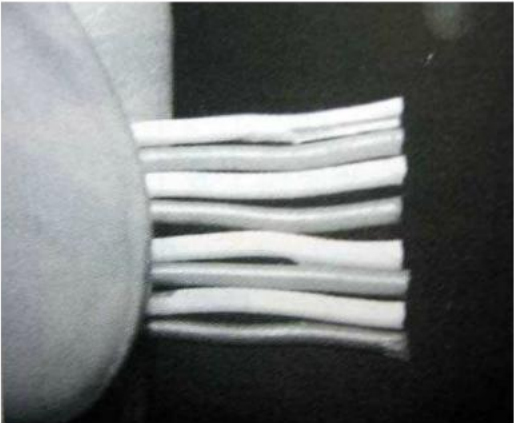

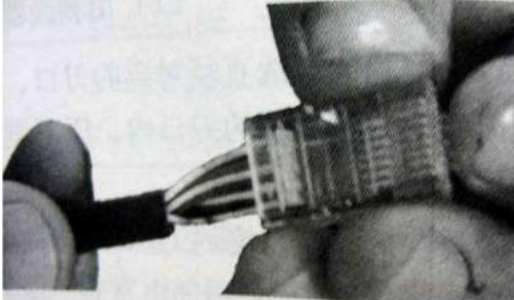

#### 2、制作步骤

##### (1) 用剥线器切剥双绞线的绝缘层

选择口径与导线直径对应的刀口，将双绞线放入剥线器的刀口内，压下剥线器刀口手柄。

双绞线的开剥长度约 15mm，不能过



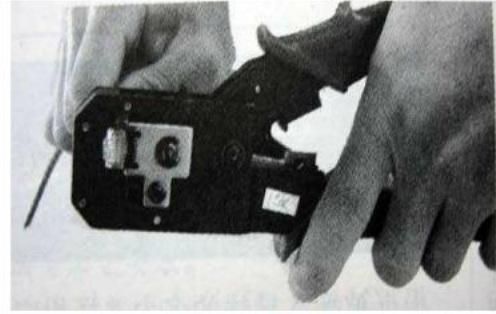
|  |  |     |      |     |      |     |      |     |  |
|--|--|-----|------|-----|------|-----|------|-----|--|
| 长。   |  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| <p>用刀刀压住双绞线的绝缘层,将剥线器转动几次,将双绞线的绝缘层切断剥离。注意:不要将绝缘层剥开后处于绞合状态的双绞线全部进行解绕(应理成平行),以免增大线间的窜扰。</p>   |  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| (2) 排列线序   |  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| <p>先将绝缘层剥开后的双绞线进行分线:橙色线分在左边(面向自己,以下同),棕色线分在右边,绿色线与蓝色线分在中间。</p> <p>然后按 T468B 标准的线序进行排线。排好后线序如下:</p> <p>从左至右为:白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕。</p> <p>特别注意不要排成:白绿、绿、白蓝、蓝。用手指将排好线序的线头掐紧。</p>  |   |     |      |     |      |     |      |     |  |
| (3) 将线头剪平并插入水晶头内   |  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| <p>将排好线序的线头用专用压线钳的剪线口剪齐,剪齐后线头长度为 12mm。</p> <p>注意:一定要保证剪平后的各条线头整齐且长度一致。</p>   |  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| <p>将线芯依排线顺序逐根插入水晶头的引脚内,按 T568B 标准排序:</p> <table border="0" data-bbox="347 1547 695 1738"> <tr> <td>1—白橙</td> <td>5—橙</td> </tr> <tr> <td>2—白绿</td> <td>6—蓝</td> </tr> <tr> <td>3—白蓝</td> <td>7—绿</td> </tr> <tr> <td>4—白棕</td> <td>8—棕</td> </tr> </table> | 1—白橙   | 5—橙 | 2—白绿 | 6—蓝 | 3—白蓝 | 7—绿 | 4—白棕 | 8—棕 |  |
| 1—白橙   | 5—橙  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| 2—白绿   | 6—蓝  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| 3—白蓝   | 7—绿  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| 4—白棕   | 8—棕  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| (4) 压接水晶头  |  |     |      |     |      |     |      |     |  |
| <p>压接水晶头前,一定要再次检查线头排序是否正确无误,然后检查线头是否插到位。线头到位的检查方法是:观察水晶头的前后两面,各色线是否被整齐插入;观</p>   |  |     |      |     |      |     |      |     |  |



察绝缘层是否插入水晶头内 5mm 以上。

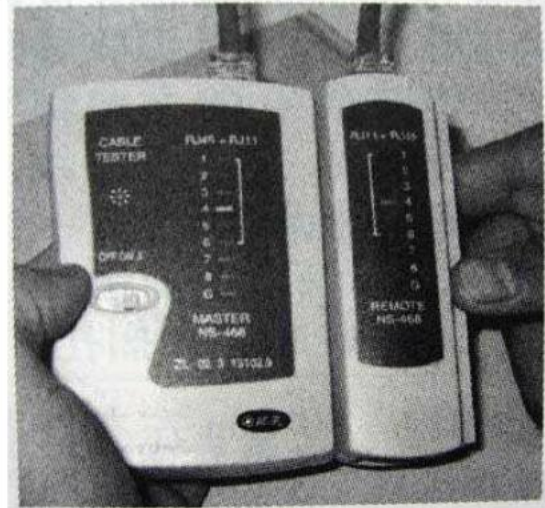
检查无误后，再将水晶头放入压线钳的压线口内。

压下压线钳的把手，使压线钳将水晶头的铜片压入各色线中，同时将水晶头的卡榫压断，将外皮与内部芯线压紧。



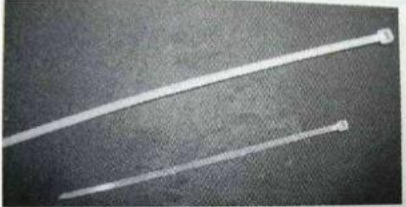



### (5) 检测直通线

用同样方法制作双绞线另一端的水晶头。制作完成后，将直通线两端的水晶头插入测线器的两个水晶头插口中，将测线器开关置“ON”，则测线器会将两水晶头的线序显示，若两边的线序显示灯 1 至 8 显示同步，则表明两水晶头线序相同，直通线制作成功。



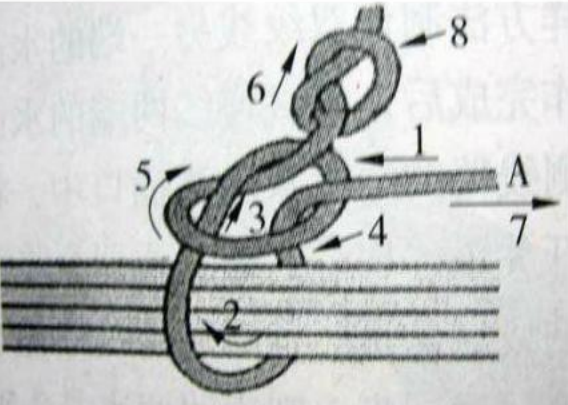
## 第五节 导线捆扎

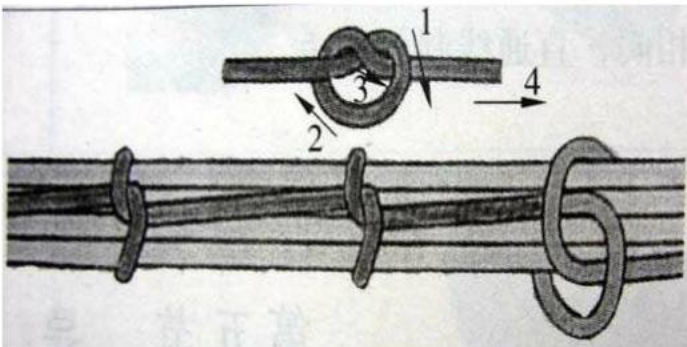
测量、控制、保护等电气线路完成安装后，要对连接元件的大量直径较小的导线进行捆扎（稍大线径的导线应装入线槽或穿入电线管中）。导线捆扎的要求是：走线合理、简洁、整齐和美观。捆扎的方法有以下几种：

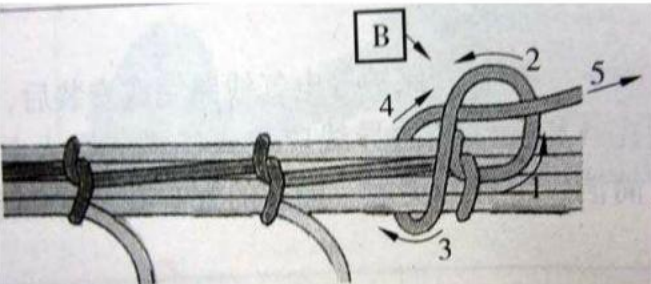
|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
| 用<br>尼<br>龙<br>扎<br>线<br>带 |  |  |
|                            | 不同规格的尼龙扎线带  | 扎线带的穿带孔  |
|                            |  |   |

|      |   |                                |   |
|------|---|--------------------------------|---|
| 捆扎导线 | <p>选好相应规格的扎线带；捆扎时，将扎线带尾部分绕过导线后插入穿带孔中。</p> | <p>扎线带扎紧导线后，用剪线钳将多余的扎线带剪去。</p> | <p>捆扎导线时，两扎线带间的距离为100~150mm。若有分支，应在扎带后引出。</p> |
|------|---|--------------------------------|---|

|             |   |  |
|-------------|---|--|
| 用塑料螺旋套管捆扎导线 |  <p>根据被捆扎导线的多少选择相应规格的塑料螺旋套管。</p> |  <p>将导线理顺后，将塑料螺旋套管第一圈套住导线，然后边向前推边旋动螺旋套管，直到将全部导线套住。</p> |
|-------------|---|--|

|         |  |  |
|---------|--|--|
| 用扎绳捆扎导线 | <p>在导线捆扎的起始处按图示的步骤1~8用扎绳将导线扎住，沿步骤6的方向将绳结收紧后，沿7方向将线A拉紧，最后扎绳自己打一结（如步骤8所示），剪去多余部分，即完成起点的捆扎。</p> |  |
|---------|--|--|

|         |  |  |
|---------|--|--|
| 用扎绳捆扎导线 | <p>每隔30~50mm左右按图示的方法用扎绳将导线捆扎一次，要保持捆扎的间隔相等，且一定要将扎绳拉紧。</p> |  |
|---------|--|--|

|         |   |  |
|---------|---|--|
| 用扎绳捆扎导线 | <p>捆扎时，若有导线分支，应在捆扎处后面引出。<br/>完成全线捆扎后，按B处用扎绳将导线再捆扎</p> |  |
|---------|---|--|

|                           |
|---------------------------|
| 一次，然后将扎绳收紧，<br>再把多余的扎绳剪去。 |
|---------------------------|

## 技能训练九 导线连接

### 1、训练目的

学会单股绝缘导线和 7 股绝缘导线的直线和 T 形分支接法，掌握工艺要求。

### 2、训练器材

- (1) 电工刀、尖嘴钳、钢丝钳、剥线钳每人 1 把；
- (2) 芯线截面为  $1.5\text{mm}^2$  和  $2.5\text{mm}^2$  的单股塑料绝缘铜线 (BV 或 BVV) 若干；
- (3) 截面积为  $16\text{mm}^2$  或  $10\text{mm}^2$  的 7 股塑料绝缘铜线 (每人 4m)；
- (4) 截面积为  $1.0\text{mm}^2$  的漆包线若干；
- (5) 黄腊绸带和塑料绝缘胶带若干。

### 3、训练前准备

- (1) 了解导线的基本分类与常用型号；
- (2) 明确单芯铜导线的直线和分支连接方法与工艺要求；
- (3) 明确多芯导线的直线和分支连接方法与工艺要求。

### 4、训练内容

- (1) 单股绝缘铜导线的直线连接；
- (2) 单股绝缘铜导线的 T 形分支连接；
- (3) 7 股绝缘铜导线的直线连接和 T 形分支连接。

### 5、训练方法

- (1) 单股绝缘铜导线的直线连接的训练步骤：
  - [1]用钢丝钳剪出 4 根约 300mm 长的单股铜导线 (截面积为  $1.5\text{mm}^2$ )，用剥线钳开剥其两端的绝缘层。  
注意：导线直接绞接法的绝缘层开剥长度要使导线足够缠绕对方 6 圈以上。
  - [2]用单芯铜导线的直接绞接法，按直线接头连接工艺要求，将 2 根导线的两端头分别对接 (接后成圈状)。
  - [3]用同样方法完成其它 2 根导线的对接。
  - [4]用钢丝钳剪出 4 根约 300mm 长的单股铜导线 (截面积为  $1.5\text{mm}^2$ )，用剥线钳开剥其两端的绝缘层。  
注意：导线缠绕接法的绝缘层开剥长度不能过长。
  - [5]用单芯铜导线的扎线缠绕法，按直线接头连接工艺要求，将两根导线的两端头分别对接；加一条同截面芯线后再用扎线 (可用去漆后的漆包线作扎线) 缠绕 (接后成圈状)。
  - [6]用同样方法完成其它 2 根导线的对接。
  - [7]用塑料绝缘胶带包扎 4 个接头 (不同接法各包扎 1 对)。
  - [8]检查接头连接与绝缘包扎质量，将完成情况填在技能训练报告九的表中。

(2) 单股绝缘铜导线的 T 形分支连接的训练步骤:

[1]用钢丝钳剪出 4 根约 300mm 长的单股铜导线 (截面积为  $2.5\text{mm}^2$ ), 用电工刀开剥其中两根导线 (支线) 一端的端头绝缘层和另两根 (干线) 中间一段的绝缘层。

注意: (1) 导线直接绞接法的支线绝缘层开剥长度要使导线足够缠绕干线 6 圈以上; (2) 使用电工刀开剥导线绝缘层时要注意安全, 同时要注意不能损伤芯线。

[2]用单芯铜导线的直接绞接法, 按 T 形分支接头连接工艺要求, 将支线连接在干线上。

[3]用同样方法完成另一个 T 形分支接头的连接。

[4]用钢丝钳剪出 4 根约 300mm 长的单股铜导线 (截面积为  $2.5\text{mm}^2$ ), 用电工刀开剥其中 2 根导线 (支线) 一端的端头绝缘层和另 2 根 (干线) 中间一段的绝缘层。

注意: (1) 导线缠绕接法的支线绝缘层开剥长度不能过长; (2) 使用电工刀开剥导线绝缘层时要注意安全, 同时要注意不能损伤芯线。

[5]用单芯铜导线的扎线缠绕法, 按 T 形分支接头连接工艺要求, 将支线连接在干线上 (加一条同截面芯线后再用扎线缠绕)。

[6]用塑料绝缘胶带包扎其中的两个 T 形分支接头 (不同接法各包扎 1 对)。

[7]检查接头连接与绝缘包扎质量, 将完成情况填在技能训练报告九的表中。

(3) 7 股绝缘铜导线的直线连接的训练步骤:

[1]将 7 股导线剪为等长的两段, 用电工刀开剥两根导线各一端部的绝缘层。

注意: (1) 要保证开剥的导线长度足够接头的缠绕连接; (2) 使用电工刀开剥导线绝缘层时要注意安全, 同时要注意不能损伤芯线。

[2]按 7 股导线的直线接头连接工艺要求, 将两线头对接。

[3]用电工刀开剥已连接的导线一端的端部绝缘层 (作支线), 而选择另一端的中间部分作干线的接头部分, 并将其绝缘层开剥。

注意: (1) 要先考虑好干线与支线的绝缘层开剥长度才下刀; (2) 使用电工刀开剥导线绝缘层时要注意安全, 同时要注意不能损伤芯线。

[4]按 7 股导线的 T 形分支接头的连接方法与工艺要求, 将支线端部芯线接在干线芯线上。

[5]用塑料绝缘胶带包扎 4 个接头 (不同接线各包扎 1 对)。

[6]检查接头连接质量, 将完成情况填在技能训练报告九的表中。

[7]完成技能训练报告九。

| 安 全 文 明 要 求 |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| !           | (1) 使用电工刀开剥绝缘层时要按安全要求操作, 不要误伤手指。   |
|             | (2) 要节约导线材料 (尽量利用使用过的导线)。          |
|             | (3) 操作时应保持工位整洁, 完成全部操作后应马上把工位清洁干净。 |

技能训练报告九 导线连接

班级： 姓名： 学号： 日期：

(1) 根据实操情况，在下表中填写各接头制作的数据和质量。

|                |      | 导线型号<br>与规格 | 导线绝缘<br>开剥长度 |  | 接头长度 | 缠绕圈数<br>及长度 | 接头质量 |
|----------------|------|-------------|--------------|--|------|-------------|------|
| 单股<br>直线<br>接头 | 直接绞接 |             |              |  |      |             |      |
|                | 扎线缠绕 |             |              |  |      |             |      |
| 单股<br>分支<br>接头 | 直接绞接 |             | 干线           |  |      |             |      |
|                |      |             | 支线           |  |      |             |      |
|                | 扎线缠绕 |             | 干线           |  |      |             |      |
|                |      |             | 支线           |  |      |             |      |
| 七股<br>直线<br>接头 | 绞接法  |             |              |  |      |             |      |
| 七股<br>分支<br>接头 | 绞接法  |             | 干线           |  |      |             |      |
|                |      |             | 支线           |  |      |             |      |

(2) 用电工刀开剥导线绝缘层时应注意什么？