

# 电工基本操作

电工基本操作是电工技术的基本技能，是培养电工作业能力和解决实际问题的基础，熟练掌握常用电工工具的使用，掌握各种导线电连接和电烙铁焊接技术，学会电气图的读图方法，并通过操作实践不断积累经验，才能逐步锻炼成为经验丰富、实践能力强的专用型人才。本项目主要进行常用电工工具的使用、各种导线的电气连接、铜导线的焊接、电工识图基础等技能训练。

## 任务 1 电工工具的使用训练

### 一、任务目标

1. 熟悉常用电工工具的种类和用途。
2. 学会常用电工工具的基本使用方法。
3. 掌握电工工具的操作要领及注意事项。

### 二、相关知识

电工工具是电气安装与维修工作的必要工具，正确使用它们是提高工作效率，保证施工质量的重要条件，因此必须十分重视电工工具的使用方法。

电工工具种类繁多，这里仅对常用工具做一般介绍，对电工工具的使用是一个在使用过程中不断提高、不断实践的过程。

随身电工工具是电工随时携带的常用工具，包括试电笔、克丝钳、偏口钳、电工刀、螺丝刀、尖嘴钳、剥线钳及活络扳手等，此外还有一些电工公用工具（不随身携带），如冲击电钻、喷灯、压接钳、台钻、电烙铁等。

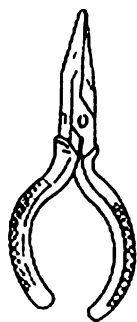
下面介绍几种常用电工工具的使用方法及注意事项。

#### 1. 常用随身携带电工工具

常用随身携带电工工具的主要用途和正确使用方法如表 2.1 所示，其外形如图 2.1 所示。

表 2.1 常用随身携带电工工具的用途和正确使用方法

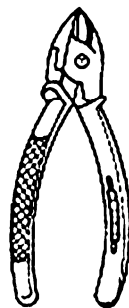
名 称	主要用途和正确使用方法
尖嘴钳	用于夹持小型金属零件和弯曲细引线或导线，不宜夹持螺母
克丝钳	用于截断钢丝和电线、夹持螺母或零件，不宜敲打设备上的零件或物体
偏口钳	用于剪切焊接后的电子元件引线、剥离导线绝缘层、切断细电线，不宜截断钢丝
剥线钳	用于剥离较细导线的绝缘层，刃口选择要合适，防止损伤线芯
镊子	用于夹持电子元件进行焊接或拆焊，不宜夹持较大元件
螺丝刀	专用于旋拧螺钉，分“一”字和“十”字两种。规格选择要合适，不能用力过大防止螺钉头损坏和滑扣
电工刀	用于切割软物体和剥离导线绝缘层，剖削角度要合适，防止割伤线芯
活络扳手	用于紧固和起松螺母，用力方向要正确，不宜敲打设备上的零件或物体
试电笔	用于检验 500V 以下的导体，使用方法详见试电笔介绍



(a) 尖嘴钳



(b) 克丝钳



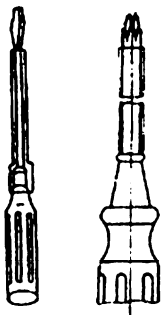
(c) 偏口钳



(d) 剥线钳



(e) 镊子



(f) 螺丝刀



(g) 电工刀



(h) 活络扳手

图 2.1 常用的随身携带电工工具

这些工具中需要重点介绍的是试电笔。

试电笔又称低压验电器，是电工常用的辅助安全工具。用于检查测量 500V 以下的导体或各种用电设备金属外壳是否带电。

试电笔的外形有钢笔式和旋具式，结构如图 2.2 所示。试电笔由氖管、电阻、弹簧、笔尖探头（刀体探头）、笔身（刀柄）和金属笔挂（螺钉）组成。

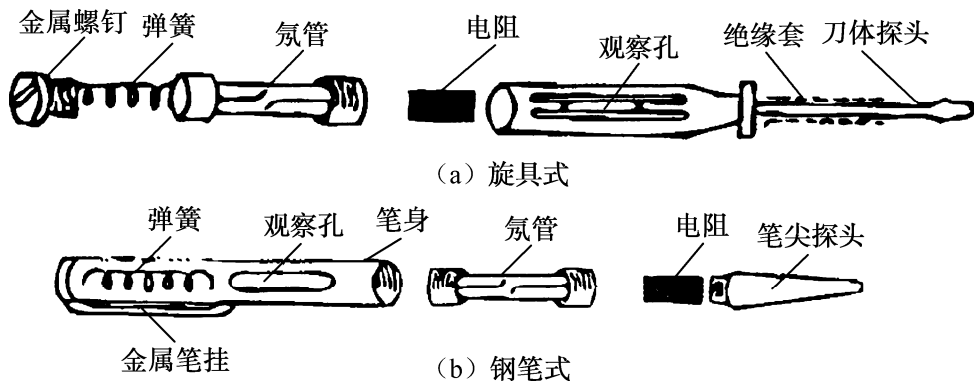


图 2.2 试电笔结构图

当探头探及物体的带电电压超过 60V 时，人体通过笔挂（或螺钉）、弹簧、氖管、电阻、带电体与大地形成回路，在氖管内形成辉光放电。可从观察孔观察氖管是否发光来判断被测导体是否带电。

**注意：**低压试电笔的测试范围为 60 ~ 500V，使用前要在有电的电源上检查氖管能否正常发光，使用时要防止人体触及带电体。另外试电笔在使用中还有一些技巧要注意和掌握。

(1) 区别电源相线和零线（或地线），相线发光，零线和地线不发光。

(2) 区别直流与交流，被测电压为直流时，氖管里的两个电极只有一个发光，而交流时两个电极都发光。

(3) 区别直流电源的正、负极，将试电笔分别接在直流电的正、负极之间，发光的电极所接的为负极，不发光的电极所接的为正极。

(4) 区别被测电压高低，被测带电体电压越高，氖管发光亮度越大。

## 2. 电工公用工具（不随身携带）

(1) 冲击电钻。冲击电钻是一种安装用的电动工具，具有两种功能：一种是作为普通电钻使用，使用时应把调节开关扳到标记为“钻”的位置；另一种可用来冲打混凝土砌块和砖墙等建筑面的紧固孔和导线过墙孔，这时应把调节开关扳到标记为“锤”的位置。冲击电钻外形如图 2.3 所示。

小型冲击电钻通常可冲打直径为 6 ~

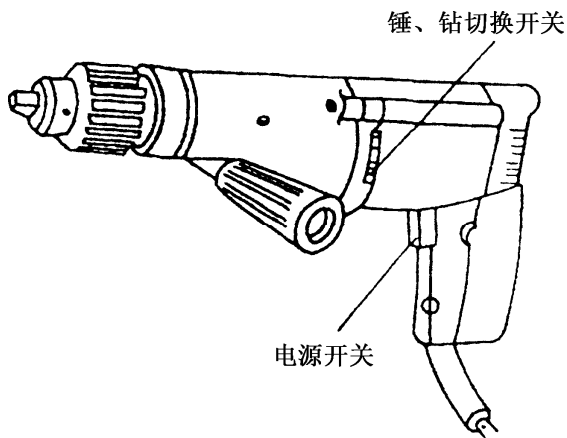


图 2.3 冲击电钻外形图

16mm 的圆孔。有的冲击电钻还可以调节转速，有双速和三速之分，需要调速或调挡时，均应在停转的情况下进行。用冲击电钻开凿墙孔时，必须配有专用的合金冲击钻头，其规格按所需孔径选配，常用的规格有 8mm、10mm、12mm、16mm 等。

在冲钻墙孔过程中，应间隔一定时间把钻头拔出，退出砖屑后继续钻孔，在钢筋混凝土建筑物上钻孔时，当钻头遭遇坚韧物体时不应施加太大的压力，以免钻头因过热而退火，退火后的钻头硬度下降，就不能再继续使用了。

(2) 压接钳。压接钳是连接导线或导线端头的常用工具。采用压接的电连接施工方便，接触电阻较小，牢固可靠。根据压接导线和压接管的内径不同来选择不同规格的压接钳。各种压接钳的使用范围参见表 2.2，外形结构如图 2.4 所示。

表 2.2 各种压接钳的使用范围

名 称	型 号	使用 范围
多股导线压接钳	—	1.0 ~ 6mm <sup>2</sup> 多股导线
单股导线压接钳	—	2.5 ~ 10mm <sup>2</sup> 单股导线
手动油压钳	SLP1240	16 ~ 240mm <sup>2</sup> 多股导线



图 2.4 压接钳外形结构图

压接方法适用于铝芯导线的连接，压接前先选择好合适的压接管，清除导线表面和压接管内壁上的氧化层及污物，再将两根导线相对插入并穿出压接管，然后用压接钳压接。压接钳在压接管上的压坑数目，视导线直径及压接管长度而定，压接管压接方法如图 2.5 所示。

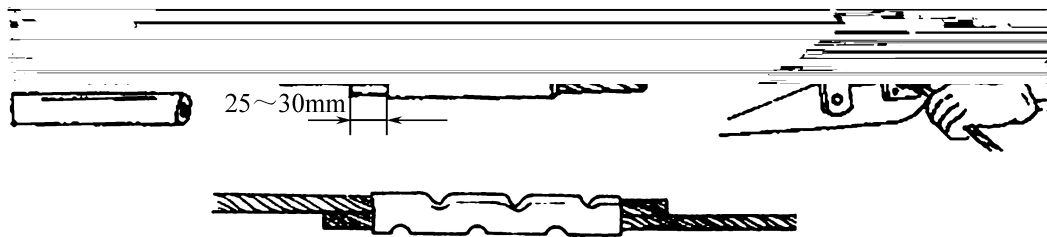


图 2.5 压接管压接方法

(3) 电烙铁。电烙铁是手工锡焊的主要工具，选择合适的电烙铁并合理使用是保证焊接质量的基础。由于焊接任务不同，电烙铁分为不同的结构和形式：按加热方式不同分为直热式、感应式、气体燃烧式等；按电热功率不同分为 20W、30 ~ 300W 等；按功能又分为单用式、两用式、调温式等。最常用的是单用式直热电烙铁，它又可分为内热式和外热式两种。直热式电烙铁主要由以下四部分组成，如图 2.6 所示。

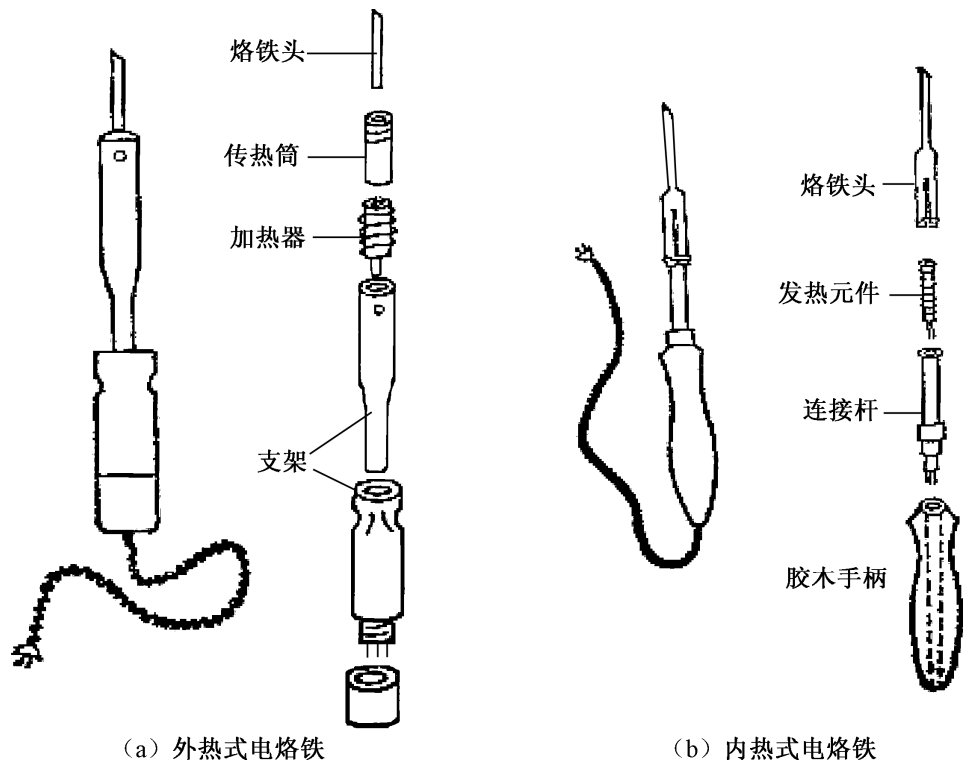


图 2.6 直热式电烙铁结构

① 发热元件：俗称烙铁芯，是将镍铬合金电阻丝缠绕在耐热材料上制成。发热元件在传热体内部的称为内热式，反之则为外热式。

② 烙铁头：作为热能存储和传递的烙铁头，一般用紫铜制成。在使用中，因高温氧化和焊剂腐蚀，端部会变得凹凸不平，需经常清理和锉削修整。

③ 手柄：一般用木料或胶木制成，设计不良或安装不当的手柄，常因温度升得过高而影响使用。

④ 接线柱：发热元件与电源线的连接处。必须注意：一般烙铁有三个接线柱，其中一个接金属外壳的，接线时应用三芯线将外壳接保护零（地）线。新烙铁或换烙铁芯时，应判明接地端，最简单的办法是用万用表测外壳与接线柱之间的电阻。

科研、生产、仪器维修，可根据不同的施焊对象选择不同种类的电烙铁。选择电烙铁的功率和种类，一般是根据焊件大小与材料性质来确定。在有特殊要求时，可以选择感应式、调温式等规格的电烙铁。电烙铁的选用可参考表 2.3。

表 2.3 电烙铁的选用参考

焊件及施焊性质	电烙铁选用	烙铁头的温度(°C)
一般印制线路板	20W 内热式, 30W 外热式, 恒温式	300 ~ 400°C

续表

焊件及施焊性质	电烙铁选用	烙铁头的温度(°C)
集成电路	20W 内热式, 恒温式, 储能式	300 ~ 400°C
焊片、电位器、3W 以上电阻、功率管	35 ~ 50W 内热式, 外热式, 恒温式	350 ~ 450°C
2.5 mm <sup>2</sup> 以下铜导线接头焊接	50 ~ 100W 外热式	400 ~ 500°C

电烙铁的握法有三种：正握法、反握法、笔握法，如图 2.7 所示。反握法适于大功率电烙铁的焊接，正握法适于中功率的电烙铁或带弯头的电烙铁的焊接，笔握法适于小功率电烙铁（焊接印制电路板）的焊接。

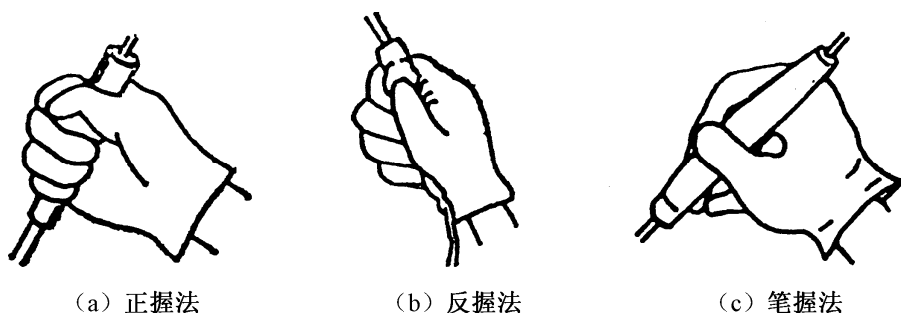


图 2.7 电烙铁的三种握法

电烙铁使用时的注意事项：

① 电烙铁焊接时挥发的气体对人体有害，长期吸入会损害健康，一般电烙铁与鼻子的距离不能小于 20cm，通常以 30cm 为宜。

② 使用前必须检查两根电源线与保护接地线的接头是否正确，千万不能接错，否则会使操作人员触电。

③ 电烙铁初次使用时，应在烙铁头浸上一层锡，使用一段时间后，需要清理传热筒上的氧化层，使用过程中不能任意敲击烙铁头，避免损坏内部发热元件。

④ 电烙铁的助焊剂，一般应使用松香或中性焊剂，不宜选用酸性助焊剂，以免腐蚀电子元件的管脚和烙铁头。

⑤ 烙铁头要保持清洁。使用时可在石棉毡等织物上擦几下，以除去氧化层，长期使用后烙铁头表面还可能出现不能上锡（烧死）的现象，这时先用刮刀刮去焊锡，再用锉刀除去表面黑灰色的氧化层，重新浸锡。

⑥ 电烙铁工作时要放在专用的烙铁架上，以免烫坏导线绝缘层和衣服。

电烙铁锡焊导线的操作方法：

① 去掉一定长度的绝缘层。

② 除去线芯上的氧化层，并套上合适的绝缘管。

③ 绞合两根线芯，剪齐端部，用电烙铁焊接。

④ 趁热套上绝缘管，冷却后固定在接头处。

⑤ 注意事项：焊接后的接头处不能有毛刺，防止刺穿绝缘套管，导线焊接操作过程如图 2.8 所示。

### 三、实训内容

#### 1. 实训用工具和材料

- (1) 工具：随身携带电工工具一套、冲击电钻、压接钳、电烙铁。
- (2) 材料：压接管、单股和多股导线、焊锡、助焊剂。

#### 2. 实训内容及要求

- (1) 常用随身携带电工工具的使用训练：进行各种工具的基本使用操作。
- (2) 冲击电钻的使用训练：用冲击电钻在墙上开凿墙孔。
- (3) 压接钳的使用训练：用压接钳压接多股铝导线。
- (4) 电烙铁的使用训练：用电烙铁焊接单股铜导线。

#### 3. 实训报告

常用电工工具使用训练填写表 2.4 中的有关内容。

表 2.4 常用电工工具使用实训报告

序号	实训内容	主要用途	使用要领	注意事项
1	尖嘴钳的使用			
2	克丝钳的使用			
3	偏口钳的使用			
4	剥线钳的使用			
5	镊子的使用			
6	螺丝刀的使用			
7	电工刀的使用			
8	活络扳手的使用			
9	试电笔的使用			
10	冲击电钻的使用			
11	压接钳的使用			
12	电烙铁的使用			

实训人：

日期：

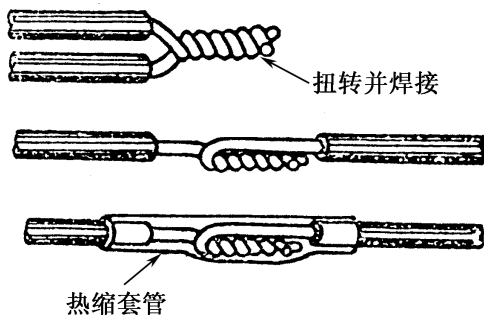


图 2.8 导线焊接操作过程



## 四、成绩评定

完成各项操作训练后进行技能考核，参考表 2.5 中的评分标准进行成绩评定。

表 2.5 常用电工工具的使用评分标准

序号	考核内容	配分	评分细则
1	1~8 种工具的使用	40 分	使用要领叙述正确 16 分，每种 2 分 实际操作使用正确 24 分，每种 3 分
2	9~12 种工具的使用	40 分	使用要领叙述正确 20 分，每种 5 分 实际操作使用正确 20 分，每种 5 分
3	各种工具维护	5 分	使用过后完好无损，损坏一件扣 5 分
4	安全文明生产	15 分	遵守操作规程，无违章操作情况 5 分 保持工位卫生，做好清洁及整理 5 分 听从教师安排，无各类事故发生 5 分

## 任务 2 导线的电气连接训练

### 一、任务目标

1. 熟悉单股和多股导线的各种电连接操作方法。
2. 学会单股和多股导线与导线之间的电连接操作方法。
3. 学会单股和多股导线与接线端子的电连接操作方法。
4. 掌握导线电连接后的绝缘恢复操作技能。

### 二、相关知识

在电气安装与线路维护工作中，通常因导线长度不够或线路有分支，需要把一根导线与另一根导线做成固定电连接，在电线终端要与配电箱或用电设备做电连接，这些固定点连接处称为接头。导线的电连接是电工技术工作中的一道重要工序，每个电工都必须熟练掌握这一操作技能。

导线的电连接方法很多，有铰接、焊接、压接、紧固螺钉压接等。不同的电连接方法适用于不同的导线种类和不同的使用环境。

导线电连接的要求：导线接头处的接触电阻应尽量小，也就是在通过电流时接触点的电压降不能超过允许值，接头处的机械强度不能低于原导线机械强度的 80%，接头处有绝



缘要求的，其绝缘强度不能比原导线降低，接头处长期使用时应能够耐受有害气体腐蚀。

### 1. 剖削绝缘层

做导线电连接之前，必须将导线端部或导线中间清理干净，要求剖削绝缘层方法正确。对橡胶绝缘线要分段剖削，如图 2.9 所示；对无保护套的塑料绝缘线，应采用单层剖削。剖削绝缘层时，不能损伤线芯，裸露线长度一般为 50 ~ 100mm，截面积小的导线要短一些，截面积大的要长一些。

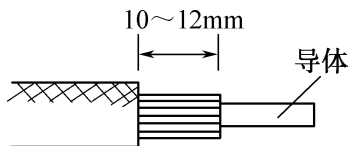
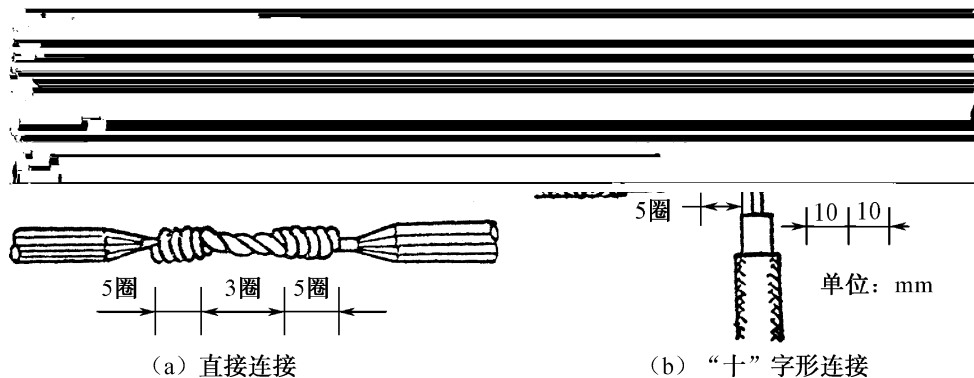


图 2.9 橡胶绝缘线的剖削

### 2. 单股导线的直接连接和 T 形连接方法

铰接法适用于截面积小于  $6\text{mm}^2$  的单股铜（铝）线的电连接，铰接电连接有直接连接、T 形连接、十字形连接等多种形式，如图 2.10 所示。单股导线的连接步骤如表 2.6 所示。



(a) 直接连接

(b) “十”字形连接

图 2.10 单股导线的铰接

表 2.6 单股导线的连接步骤

连接种类	连接步骤
单股导线的直接连接	两根导线连接端的剖削，除去绝缘层 50 ~ 100mm
	两根金属导线线头接成 X 形状
	X 形状的导线互相绞绕 2 ~ 3 圈
	扳直两根互相绞绕的金属线头
单股导线的 T 形连接	每根线头在芯线上贴紧缠绕 6 圈，多余的线头剪去，除去毛刺
	用剥线钳剥开两根导线的绝缘层，直通导线（干线）剥去中间一段绝缘层
	将支线和干线的金属导线做十字交叉
	将支线芯线按顺时针方向紧贴干线密绕 6 ~ 8 圈
	用克丝钳剪去余下的芯线，除去毛刺即可

### 3. 多股导线的直接连接和 T 形连接方法

多股导线的直接连接和 T 形连接形状如图 2.11 所示，多股导线的连接步骤如表 2.7 所示。

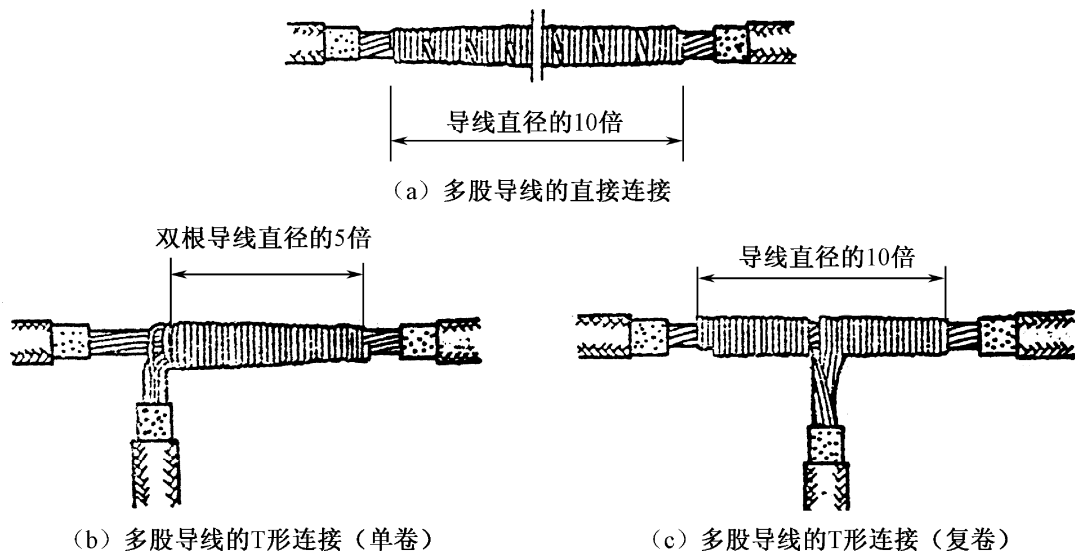


图 2.11 多股导线的直接连接和 T 形连接

表 2.7 多股导线的连接步骤

连接种类	连接步骤
多股导线的直接连接	两根导线直线连接，用插接缠绕法。把两根导线线头的绝缘层剥开并除去氧化层，拉直线头，将中心部分导线切短 1/2
	拧开多股导线，将两头线芯插接在一起，利用导线本身缠绕连接
	把对叉的线芯压平，扳起 1~3 根从中心处开始缠绕，缠完之后再扳起第二个 1~3 根继续缠绕，直到缠完为止
多股导线的 T 形连接	剥去导线绝缘层，将分支线弯成 90° 形状，把支线紧靠在干线上。扳起 1~3 根分支芯线与干线紧密缠绕
	单卷：缠完第一个 1~3 根之后再扳起第二个 1~3 根继续缠绕，直到缠完为止，修剪毛刺
	复卷：将分支线根部绞紧，把其余长度的线股均分并紧密排拢在一起，分别向两边紧密缠绕，缠完修剪毛刺即可

### 4. 导线绝缘层的恢复

导线连接后，必须恢复绝缘，或导线的绝缘层破损后，也必须恢复其绝缘。要求恢复后的绝缘强度应不低于原来绝缘层的绝缘强度。通常用黄蜡带、涤纶薄膜带和黑

胶带作为恢复绝缘层的材料,黄蜡带和黑胶带一般选用宽度为 20mm 较为适中,包缠操作也方便。

绝缘带的包缠方法:将黄蜡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无绝缘层的金属芯线部分,如图 2.12 (a) 所示。包缠时黄蜡带与导线保持约  $60^\circ$  的倾斜角,每圈压叠带宽的  $1/2$ ,如图 2.12 (b) 所示。包缠一层黄蜡带后,将黑胶带接在黄蜡带的尾端,按反向斜叠方向包缠一层黑胶带,也要每圈压叠带宽的  $1/2$ ,如图 2.12 (c) 和图 2.12 (d) 所示。

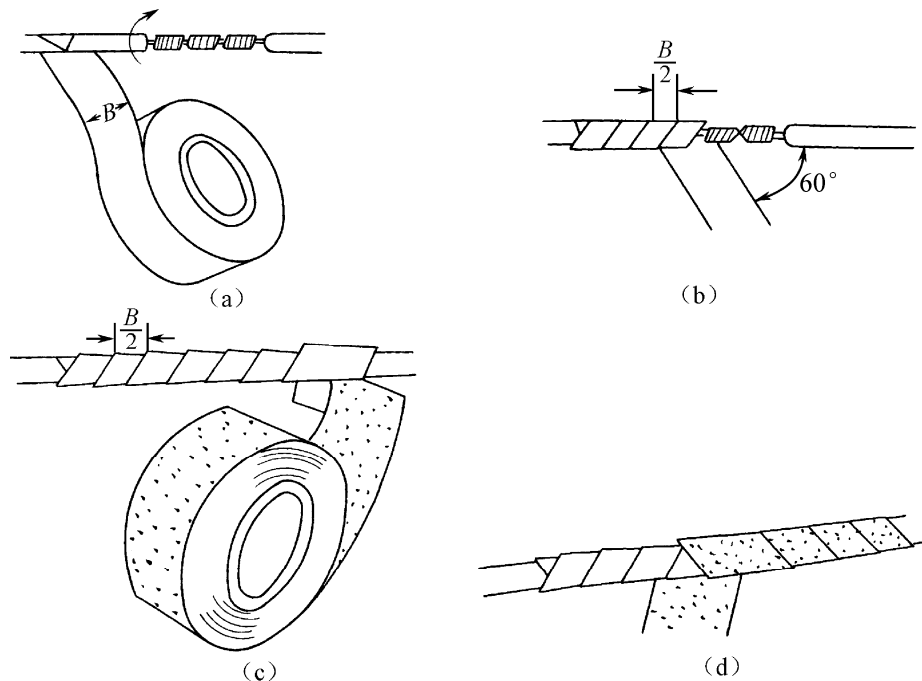


图 2.12 直连导线绝缘带的包缠方法

T 形连接的包缠过程如图 2.13 所示。

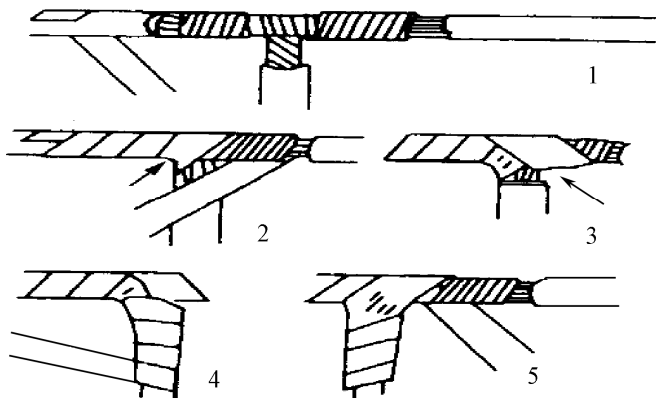


图 2.13 T 形连接导线的绝缘恢复步骤

在 380V 线路上的导线恢复绝缘时,必须先包缠 1~2 层黄蜡带,然后再包缠一层黑胶带;在 220V 线路上的导线恢复绝缘时,先包缠一层黄蜡带,然后再包缠一层黑胶带。绝缘带包缠时,不能过疏,更不允许露出芯线,以免造成触电或短路事故。包缠时绝缘带要拉紧,要包缠紧密、坚实,并粘连在一起,以免有害气体进入。绝缘胶带不可放在温度高的地方,也不可浸染油类。

### 5. 导线与电器接线端子的连接

在各种电气元件或电气装置上,均有接线端子供连接导线用。常用的接线端子有针孔式和螺钉平压式两种。

(1) 导线头与针孔式接线端子的连接。在针孔式接线端子上接线时,如果单股芯线直径与接线端子插线孔大小适宜,只要把线头插入孔中,旋紧螺钉即可。如果单股芯线较细则要把芯线端头折成双根,再插入孔中,如图 2.14 (a) 所示。如果是多股细丝铜软线,必须先把线头绞紧并搪锡或装接针孔式导线端头,然后再与接线端子连接。注意,切不可有细丝露在接线孔外面,以免发生短路事故。

(2) 导线端头与螺钉平压式接线端子的连接。在螺钉平压式接线端子上接线时,对于截面积  $10\text{mm}^2$  以下的单股导线,应把线头弯成圆环,要求弯曲的方向应与螺钉拧紧的方向一致,如图 2.14 (b) 所示。

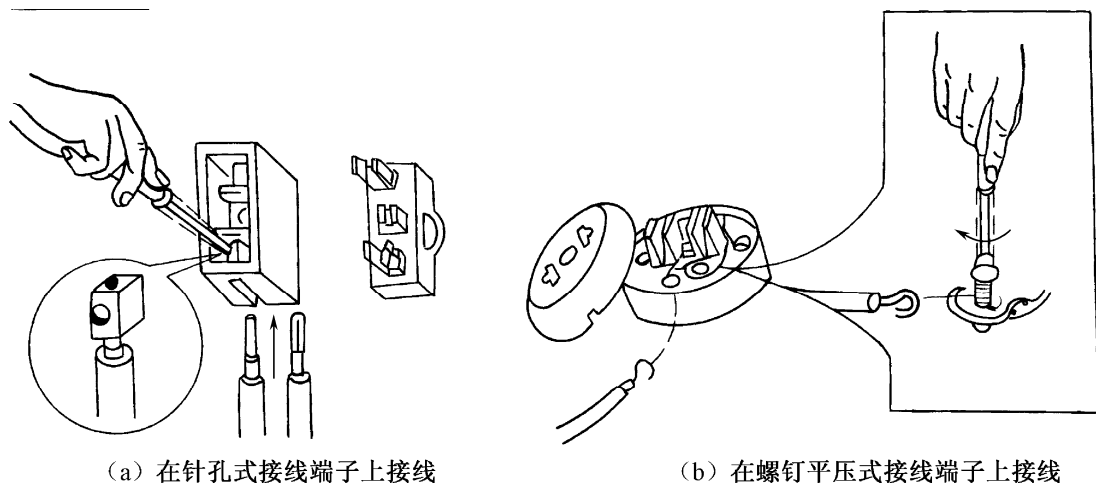


图 2.14 导线与接线端子的连接方法

### 6. 导线与导线端头的连接

多股软导线或较大面积的单股导线与电气元件或电气设备接线柱连接时,需要装接相应规格的导线端头(俗称线鼻子),使用时应按接线端子类型选择不同形状的导线端头,各种形状的导线端头如图 2.15 所示。

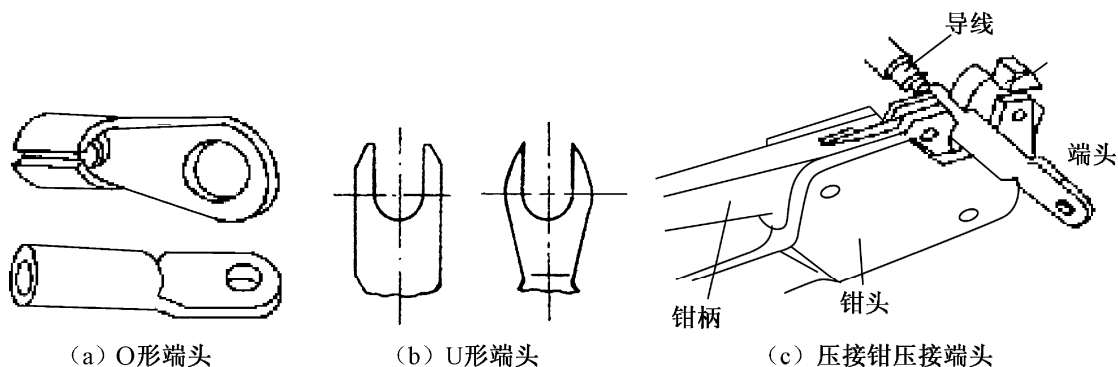


图 2.15 导线端头

(1) 单股或多股铝导线与端头的连接一般采用压接法，压接操作方法与铝导线的压接方法相同。有条件的也可以采用气焊法。

(2) 单股或多股铜导线与端头的连接通常采用压接和锡焊两种方法。压接操作方法与铝导线的压接方法相同。锡焊方法有三种：截面积在  $2.5\text{mm}^2$  以下的导线，可使用电烙铁焊接；截面积在  $4 \sim 16\text{mm}^2$  的导线，应采用蘸锡焊接；截面积在  $16\text{mm}^2$  以上的导线，应采用浇锡焊接。

### 三、实训内容

#### 1. 实训用工具与器材

- (1) 常用电工工具一套，导线端头压接钳。
- (2) 实训材料如表 2.8 所示。

表 2.8 实训材料明细表

名称	型号规格	数量
单股绝缘铜线	BV-1.5	2m
单股绝缘铝线	BVL-2.5	2m
塑料绝缘软线	BVR-1.0	2m
O形导线端头	OT1.0-2.5	5个
U形导线端头	UT1.0-2.5	5个

#### 2. 实训内容及要求

- (1) 按相关要求剖削导线绝缘层。
- (2) 单股、多股导线的直接连接和 T 形连接。
- (3) 按相关要求进行导线连接后的绝缘恢复。



(4) 压接导线端头，O形和U形端头各5个。

### 3. 实训报告

导线的电气连接训练填写表 2.9 中的有关内容。

表 2.9 导线的电气连接实训报告

项目	种类		导线型号 与规格	剖削长度 (cm)	连接长度 (cm)	缠绕圈数 (圈)	包缠长度 (cm)
单股导线连接	直接连接						
	T形 连接	干线					
		支线					
多股导线连接	直接连接						
	T形 连接	干线					
		支线					
压接 端头	O形					—	—
	U形					—	—

实训所用时间：

实训人：

日期：

## 四、成绩评定

完成各项操作训练后进行技能考核，参考表 2.10 中的评分标准进行成绩评定。

表 2.10 导线连接技能考核评分标准

序号	考核内容	配分	评分细则
1	绝缘导线剖削	15分	剖削长度正确 5分 线芯无损伤 5分 剖削过程正确 5分
2	导线连接	25分	缠绕方法正确 10分 缠绕整齐紧密 10分 缠绕圈数正确 5分
3	绝缘包缠	20分	包缠方法正确 10分 包缠紧密 10分
4	压接端头	20分	端头压接牢固 10分 导线裸露长度适当 5分 不压接绝缘层 5分

续表

序号	考核内容	配分	评分细则
5	安全文明操作	20分	遵守操作规程,无违章操作情况 5分 正确使用工具,用过后完好无损 5分 保持工位卫生,做好清洁及整理 5分 听从教师安排,无各类事故发生 5分
6	操作完成时间 30min		在规定时间内完成,每超时 5min 扣 5分

## 任务3 铜导线的焊接训练

### 一、任务目标

1. 了解铜导线的各种焊接方法。
2. 学会铜导线的蘸锡焊接工艺。
3. 掌握电烙铁锡焊的操作技能。

### 二、相关知识

#### 1. 电阻焊焊接

对单股铜(铝)导线的连接可采用电阻焊,即低电压(6~12V)碳极电阻焊接,先将两导线剖削30~50mm,再将两裸金属线绞合并剪齐,剩余20~30mm,将焊接电源的一极与被焊接头接通。操纵焊把(碳极)电极使焊接电源接通,随着接触点温度升高,适量加入焊药(助焊剂),使接头处熔化为球状,如图2.16所示。焊点熔化后将焊把移走,经冷却形成牢固的电连接。

#### 2. 铜芯导线的锡焊连接

铜导线连接后为保证机械强度和电连接可靠、永久,还应进行焊接处理,工程要求 $70\text{mm}^2$ 以下(导体截面积)的接头一般实施锡焊。电接头的锡焊方法通常有三种:浇锡焊、蘸锡焊和电烙铁锡焊。

(1) 浇锡焊接。浇锡焊接用于横截面积为 $16\sim 70\text{mm}^2$ 的铜导线接头的焊接。方法是把锡放入锡锅内加热熔化,将连接好的导线接头处打磨干净,涂上助焊剂,放在锡锅正上方,用钢勺盛上熔化的锡,从接头上面浇下,如图2.17所示。

(2) 蘸锡焊接。蘸锡焊接用于横截面积为 $2.5\sim 16\text{mm}^2$ 的铜导线接头焊接,蘸锡焊法是把锡放入锡锅内加热熔化,将接头处打磨干净,涂上助焊剂后,放入锡锅中蘸锡,待

全部浸润后取出，并除去污物。

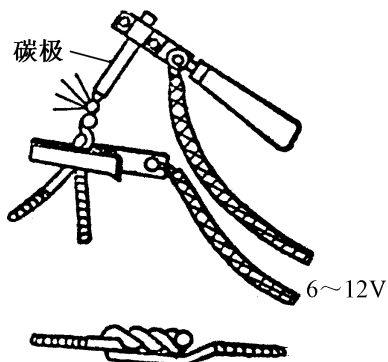


图 2.16 导线的电阻焊焊接

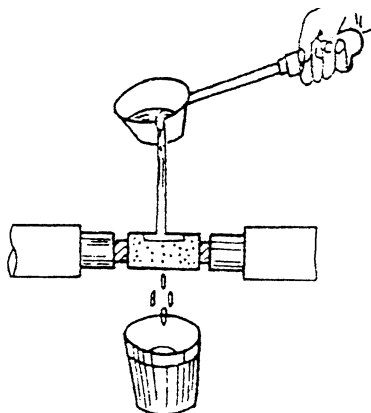


图 2.17 导线浇锡焊接

(3) 电烙铁锡焊。电烙铁锡焊用于截面积在  $2.5\text{mm}^2$  以下的铜导线接头的焊接，电烙铁锡焊操作要领见下面 4 的内容。

### 3. 锡焊材料

(1) 焊料。焊料是一种低熔点合金，在电烙铁加热下变为液态，附着在被焊接的金属物体上，冷却后变为固态，保证接点牢固和导电良好。常用的锡焊焊料是锡铅合金，其中也含有其他元素，由于铅含量污染环境，对人体有害，近年来出现了无铅焊料，我国正在推广中。手工电烙铁焊接常用管状焊锡丝，它将锡铅合金制成管状而内部填充助焊剂，焊料一般含锡 60% 左右，内部助焊剂是优质松香加一定量的活化剂。焊锡丝的直径有 0.5mm、0.8mm、1.0mm、1.5mm、2.0mm 等。

(2) 助焊剂：助焊剂分为无机类、有机类、松香类三种，常用的是松香类。松香的主要成分是松香酸和松脂酸酐，在常温下其化学活性差，呈中性，在被加热熔化时呈酸性，溶解被焊金属上的氧化物，并悬浮在液态焊料表面，阻止焊锡被氧化并降低液态锡的表面张力，增加其流动性，当冷却后松香又恢复成固态，有较高的绝缘性，而腐蚀性很小。根据经验将松香溶于酒精制成“松香溶液”（是按松香同酒精 1:3 比例配制而成），用于手工锡焊效果非常显著。

总之，焊剂在锡焊中的作用是除去氧化层，防止液态锡氧化，减小液态锡表面张力，增加其流动性，有利于焊锡浸润，使焊点美观，形状、光泽俱佳。

### 4. 电烙铁锡焊的操作要领

(1) 保证电烙铁头清洁，温度适于焊锡。

(2) 采取正确的传热方法，尽量增加烙铁头与被焊件的接触面积，焊接中不能对焊件施加力。

(3) 烙铁头上保持少量液态锡是热量传递的桥梁，依靠锡桥传热，使被焊件很快被



加热到焊接温度。

(4) 在焊锡凝固之前不要使焊件移动或震动。

(5) 焊剂与焊料用量要适中，不能过多或过少。

(6) 不要用烙铁头作为焊锡的运载工具，烙铁头的焊锡易氧化，焊剂易挥发，易导致焊点质量缺陷。

### 三、实训内容

#### 1. 实训用工具与材料

(1) 工具：电工工具一套，电热锡锅，100W 电烙铁。

(2) 材料：焊锡、助焊剂、单股铜导线、多股铜导线。

#### 2. 实训内容及要求

(1) 同规格单股铜导线直连接头的电烙铁焊接。

(2) 同规格多股铜导线 T 形接头的蘸锡焊接。

#### 3. 实训报告

铜导线焊接技能训练填写表 2.11 中的有关内容。

表 2.11 导线焊接实训报告

项 目	种 类	导线型号 规格	导线剖削 长度	导线焊接 长度	外观质量
电烙铁焊 接	直连接头焊 接				
蘸锡焊接	T形接头焊接				

实训所用时间：

实训人：

日期：

### 四、成绩评定

完成各项操作训练后进行技能考核，参考表 2.12 中的评分标准进行成绩评定。

表 2.12 导线焊接技能考核评分标准

序号	考 核 内 容	配 分	评 分 细 则
1	焊接工具使用	20 分	工具使用正确 10 分 焊料、焊剂正确 10 分

续表

序号	考核内容	配分	评分细则
2	焊接工艺	30分	无漏焊 10分 无虚焊 10分 无残留焊剂 10分
3	焊接外观	30分	外觀光潔 10分 无毛刺 10分 焊接牢固 10分
4	安全文明操作	20分	遵守操作规程, 无违章操作情况 5分 正确使用工具, 用过后完好无损 5分 保持工位卫生, 做好清洁及整理 5分 听从教师安排, 无各类事故发生 5分
5	操作完成时间 30min		在规定时间内完成, 每超时 5min 扣 5分

## 任务4 电工识图基础训练

### 一、任务目标

1. 了解电气控制原理图和电气施工图的构成。
2. 认识电气原理图中各元件之间的相互关系。
3. 掌握电工识图方法, 准确读识电气控制原理图。

### 二、相关知识

在电气控制系统中, 首先是由配电器将电能分配给不同的用电设备, 再由控制电器使电动机按设定的程序运转, 实现由电能到机械能的转换, 满足不同生产机械的要求。在电工领域安装、维修都要依靠电气控制原理图和施工图, 施工图又包括电气元件布置图和电气接线图。

电气控制原理图是电气工程技术的通用语言。为了便于信息交流与沟通, 在电气控制图中, 各种电气元件的图形符号和文字符号必须统一, 为此, 我国颁布了《电气图用图形符号》(GB 4728—1984) 和《电气制图》(GB 6988—1987) 及《电气技术中的文字符号制订通则》(GB 7159—1987)。电气控制线路中的图形符号和文字符号必须符合国家标准。

#### 1. 常用低压电气元件的图形符号和文字符号

常用的低压电气元件主要有闸刀开关、转换开关、熔断器、断路器、接触器、继电