

# 电工材料的选用

## 项目目标

1. 了解各类电工材料的性能特点及应用场景。
2. 掌握电工材料选用的适用性、可靠性、经济性等基本原则。
3. 能根据工程需求，对电工材料进行合理的性能评估。
4. 学习如何在材料选用中考虑环保因素，推动绿色电工材料的应用。

## 任务 1

### 常用绝缘材料的选用



#### 任务目标

1. 了解绝缘材料的基本概念、分类及其在工程中的应用。
2. 熟悉绝缘材料的结构、性能特点及其与导电材料的关系。
3. 通过实际案例了解不同绝缘材料在不同电气工程中的应用情况。
4. 能根据实际工程需要合理选用绝缘材料，并注重环保意识的培养。



#### 任务实施

##### 一、绝缘材料

绝缘材料又称电介质，其电阻率大于  $10^7 \Omega \cdot m$ （某种材料制成的长度为 1m、横截面积为  $1mm^2$  的导线的电阻，叫作这种材料的电阻率）。它在外加电压的作用下，只有微小的电流通过，这就是通常所说的不导电物质。

绝缘材料的主要功能是能将带电体与不带电体相隔离，将不同电位的导体相隔离，以确保电流的流向或人身的安全。在某些场合，还起支撑、固定、灭弧、防晕、防潮等作用。

##### 二、绝缘材料的种类

绝缘材料种类繁多，按其形态可分为气体绝缘材料、液体绝缘材料和固体绝缘材料三大类。维修电工常见的主要是固体绝缘材料。

气体绝缘材料——包括空气、氮气、六氟化硫、二氧化碳等。

液体绝缘材料——主要有矿物绝缘油、合成绝缘油、变压器油、电容器油等。

固体绝缘材料——有机绝缘材料、无机绝缘材料和混合绝缘材料。有机绝缘材料主要有橡胶、树脂、麻、丝、漆、塑料等，有较好的机械强度和耐热性能。无机绝缘材料主要有云母、石棉、大理石、电瓷、玻璃等，其耐热性能和机械强度都优于有机绝缘材料。混合绝缘材料是由无机绝缘材料和有机绝缘材料经加工后制成的各种成型绝缘材料，常用作电器的底座、外壳等。

除此之外，生活中还有一些其他固体绝缘材料，如纸板、木材等。这些材料具有良好的物理力学性能和化学稳定性，在各个领域有着广泛的应用。

总的来说，不同种类的绝缘材料具有不同的特点和适用范围，选用时需要根据具体工程项目需求进行综合考虑。

### 三、绝缘材料的基本性能

绝缘材料的品质在很大程度上决定了电工产品和电气工程的质量及使用寿命，而其品质的优劣与它的物理、化学、机械和电气等性能有关，这里仅就其中的耐热性、绝缘强度、机械性能作一简要的介绍。

#### 1. 耐热性

耐热性是指绝缘材料承受高温而不改变介电、机械、理化等特性的能力。通常，电气设备的绝缘材料长期在热态下工作，其耐热性是决定绝缘性能的主要因素。

绝缘材料在高温环境工作，其性能往往在短时间内显著恶化，如温升使绝缘材料软化，使绝缘塑料因增塑剂挥发而变硬变脆等。绝缘材料在长时间的使用过程中，会发生物理变化和化学变化，使电气性能和机械性能变差，这就是通常所说的老化。影响绝缘材料老化的原因很多，热是主要因素，温度过高会加速绝缘材料的老化过程。因此对各种绝缘材料都规定了使用时的极限温度，并将绝缘材料按其正常运行条件下允许的最高工作温度，分成七个耐热等级，如表 3-1 所示。

表 3-1 绝缘材料的耐热等级

级 别	绝 缘 材 料	极 限 工 作 温 度(℃)
Y	木材、棉花、纸、纤维等天然的纺织品，以醋酸纤维和聚酰胺为基础的纺织品，以及易于热分解和熔化点较低的塑料（脲醛树脂）	90
A	工作于矿物油中的和用油或油树脂复合胶浸过的 Y 级材料，漆包线、漆布、油性漆、沥青漆等	105
E	聚酯薄膜和 A 级材料复合而成的材料，如玻璃布、油性树脂漆、聚乙烯醇缩醛高强度漆包线、乙酸乙烯耐热漆包线	120
B	聚酯薄膜，经合适树脂黏合式浸渍涂覆的云母、玻璃纤维、石棉等，聚酯漆包线	130
F	以有机纤维材料补强和石棉带补强的云母片制品，玻璃丝和石棉，玻璃漆布，以玻璃丝布和石棉纤维为基础的层压制品，以无机材料补强和石棉带补强的云母粉制品，化学热稳定性较好的聚酯和醇酸类材料，复合硅有机聚酯漆	155
H	无补强或以无机材料补强的云母制品、加厚的 F 级材料、复合云母、有机硅云母制品、硅有机漆、硅有机橡胶聚酰亚胺复合玻璃布、复合薄膜、聚酰亚胺漆等	180
C	不采用任何有机黏合剂及浸渍剂的无机物，如石英、石棉、云母、玻璃和电瓷材料等	180 以上

## 2. 绝缘强度

绝缘材料在高于某一极限数值的电压作用下,通过电介质的电流将会突然增加,这时绝缘材料被破坏而失去了绝缘性能,这种现象称为电介质的击穿。电介质发生击穿时的电压称为击穿电压。单位厚度的电介质被击穿时的电压称为绝缘强度,也称击穿强度,单位为kV/mm。

需要指出,固体绝缘材料一旦被击穿,其分子结构发生改变,即使取消外加电压,它的绝缘性能也不能恢复到原来的状态。

常用绝缘材料的绝缘强度如表3-2所示。

## 3. 机械性能

绝缘材料的机械性能有多项指标,其中主要一项是抗张强度,它表示绝缘材料承受力的能力。常用绝缘材料的主要性能表3-2所示。

表3-2 常用绝缘材料的主要性能

材料名称	绝缘强度(kV/mm)	抗张强度(kg/cm <sup>2</sup> )	材料名称	绝缘强度(kV/mm)	抗张强度(kg/cm <sup>2</sup> )
瓷	8~25	180~240	电木	10~30	350~770
玻璃	5~10	140	软橡胶	10~24	70~140
云母	15~78	—	硬橡胶	20~38	250~680
石棉	5~53	520(经)	绝缘布	10~54	135~290
棉纱	3~5	—	纤维板	5~10	560~1050
纸板	8~13	350~700(经) 270~550(纬)	干木材	5~7	485~750
			矿物油	25~57	—

## 四、绝缘纤维制品的选用

常用的绝缘纤维制品由植物纤维、无碱玻璃纤维和合成纤维制成,包括的品种有绝缘纸和绝缘纸板、玻璃纤维制品、浸渍纤维制品、绝缘层压板等。其中维修电工常用的有绝缘纸(板)和浸渍纤维制品。

### 1. 绝缘纸(板)

绝缘纸分植物纤维纸和合成纤维纸两类。植物纤维纸由未漂白的硫酸盐木浆经抄纸而成,主要品种有电缆纸、电话纸、电容器纸、卷缠纸和浸渍纸等。合成纤维纸由合成纤维抄纸而成,主要品种有聚酯纤维纸、耐高温纤维纸等。

### 2. 浸渍纤维制品

浸渍纤维制品以绝缘纤维材料为底材,浸以绝缘漆制成。经过浸漆,漆填充了纤维材料的毛孔和空隙,并在制品表面形成一层光滑的漆膜,与原纤维材料相比,浸渍纤维制品的机械强度、电气性能、耐潮性能、耐热等级都有显著提高。常用的浸渍纤维制品有漆布和漆管。

(1) 漆布。漆布按其底材分为棉漆布、漆绸、玻璃漆布和玻璃纤维合成交织漆布等几类,分别由相应的底材浸以不同的绝缘漆制成。它主要用作电机、电器的衬垫和线圈的绝缘。常用的是2432醇酸玻璃漆布,具有良好的电气性能和耐热性、防霉性。



图 3-1 黄蜡管

使用漆布时，要包绕严密，不可出现皱褶和气囊，不能出现机械损伤，以免影响其电气性能。当漆布与浸渍漆相接触时，应注意两者的相溶性。

(2) 漆管。绝缘漆管是由棉、涤纶、玻璃纤维管浸以不同的绝缘漆制成的，其耐热、耐油及柔软性能均取决于所用底材和浸渍漆。它主要用作电机、电器的引出线或连接线的绝缘套管。

常用的漆管是 2730 醇酸玻璃漆管，通常称黄蜡管，具有良好的电气性能和机械性能，耐油、耐热、耐潮性好，适用于电机、电器、仪表、无线电等装置的布线绝缘和机械保护，如图 3-1 所示。

## 五、电工用塑料、橡胶和绝缘薄膜的选用

### 1. 电工用塑料

塑料是由合成树脂或天然树脂、填充剂、增塑剂和添加剂等配合而成的高分子绝缘材料。它有密度小、机械强度高、介电性能好、耐热、耐腐蚀、易加工等优点，在一定的温度压力下可以加工成各种规格、形状的电工设备绝缘零件，是主要的导线绝缘和护层材料。

根据所用树脂类型，塑料可分为热固性塑料和热塑性塑料两类。

(1) 热固性塑料：热固性塑料在热压成型后，成为不熔不溶的固化物，热固性塑料只能塑制一次。

常用热固性塑料有酚醛塑料、酚醛玻璃纤维塑料、脲醛塑料等。

(2) 热塑性塑料：热塑性塑料在热压或热挤成型后，仍具有可熔可溶性，可反复多次成型。常用热塑性塑料如下。

① 苯乙烯-丁二烯-丙烯腈共聚物 (ABS)。这就是常用的 ABS 塑料，它由苯乙烯、丁二烯和丙烯腈共聚而成。呈象牙色不透明体，有良好的综合性能，主要用于制作各种仪表和电动工具的外壳、支架、接线板等。

② 聚酰胺 1010。俗称尼龙，由癸二酸与癸二胺聚缩而成，呈白色的半透明体，在常温下具有较高的机械强度，良好的冲击韧性、耐磨性、自润滑性和较好的电气性能，主要用来制作插座、线圈骨架、接线板及机械零部件等，也常用来作绝缘护套、导线绝缘护层等。

③ 聚苯乙烯 (PS)。由苯乙烯聚合而成，是无色透明体，有优良的电气性能，主要用作各种仪表外壳、开关按钮、线圈骨架、绝缘垫圈、绝缘套管等。

④ 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)。PMMA 由甲基丙烯酸甲酯单体聚合而成，俗称有机玻璃。它是可透光的无色透明体，其电气性能优良，适于制作仪表零件、绝缘零件、接线柱及读数透镜等。

⑤ 聚氯乙烯 (PVC)。聚氯乙烯是由氯乙烯聚合而得到的柔软塑料，具有优良的电气性能，主要用作电线电缆的绝缘保护层，用作绝缘时耐压等级为 10kV。PVC 按耐温条件可分为 65℃、80℃、90℃、105℃ 四种，护层级耐温 65℃。

⑥ 聚乙烯 (PE)。聚乙烯具有优良的电气性能，主要用作通信电缆、电力电缆的绝缘和

护层材料。

## 2. 电工用橡胶

橡胶分天然橡胶和合成橡胶。

(1) 天然橡胶：天然橡胶由橡胶树分泌的浆液制成，主要成分是聚异戊二烯，其抗张强度、抗撕性和回弹性一般比合成橡胶好，但不耐热，易老化，不耐臭氧，不耐油和不耐有机溶剂，且易燃。天然橡胶适合制作柔软性、弯曲性和弹性要求较高的电线电缆绝缘和护套，长期使用温度为 60~65℃，耐电压等级可达 6kV。

(2) 合成橡胶：合成橡胶是碳氢化合物的合成物，主要用作电线电缆的绝缘和护套材料。

## 3. 绝缘薄膜

绝缘薄膜是由若干高分子聚合物，通过拉伸、流涎、浸涂、车削碾压和吹塑等方法制成的。选择不同材料和方法可以制成不同特性和用途的绝缘薄膜。电工用绝缘薄膜厚度为 0.006~0.5mm，具有柔软、耐潮、电气性能和机械性能好的特点，主要用作电机、线圈、电线电缆的绝缘，以及电容器介质。

# 六、绝缘胶带的选用

电工用绝缘胶带有三类：织物胶带、薄膜胶带和无底材胶带。

织物胶带是以无碱玻璃布或棉布为底材，涂以胶黏剂，再经烘培、切带而成的。薄膜胶带是在薄膜的一面或两面涂以胶黏剂，再经烘培、切带而成的。无底材胶带是由硅橡胶或丁基橡胶和填料、硫化剂等经混炼、挤压而成的。绝缘胶带多用于导线、线圈的绝缘，其特点是在缠绕后自行黏牢，使用方便，但应注意保持黏面清洁。

常用绝缘胶带有黑胶布、聚氯乙烯胶带和涤纶胶带。

(1) 黑胶布：又称绝缘胶布带、黑包布、布绝缘胶带，是电工用途最广，用量最多的绝缘胶带。黑胶布是在棉布上刮胶、卷切而成的。胶浆由天然橡胶、炭黑、松香、松节油、重质碳酸钙、沥青及工业汽油等制成，有较好的沾着性和绝缘性能。它适用于交流电压 380V 以下（含 380V）的电线、电缆做包扎绝缘，在-10~+40℃环境范围使用。使用时，不必借用工具即可撕断，操作方便。外形如图 3-2 所示。

黑胶布主要技术性能如下。

绝缘强度在交流 50Hz、1000V 电压下持续 1min 而不击穿；不含有对铜、铝导线起腐蚀作用的有害物质，如果使铜线芯变成蓝黑色、铝芯附有白色粉末物质，则说明该黑胶布有质量问题，不应使用。

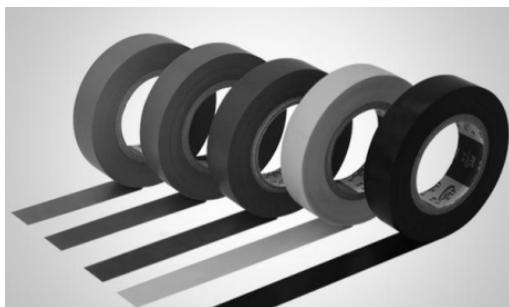
黑胶布的宽度有 10mm、15mm、20mm、25mm、50mm 五种规格，常用的是 20mm 的黑胶布。

(2) 聚氯乙烯胶带：这是常说的塑料绝缘胶带，它是在聚氯乙烯薄膜上涂敷胶浆卷切而成的，其外形与黑胶布类似，如图 3-3 (a) 所示。塑料绝缘胶带绝缘性能、黏着力及防水性均比黑胶布好，并且具有多种颜色，它可代替黑胶布。除了包扎电线电缆外，还可用于密封

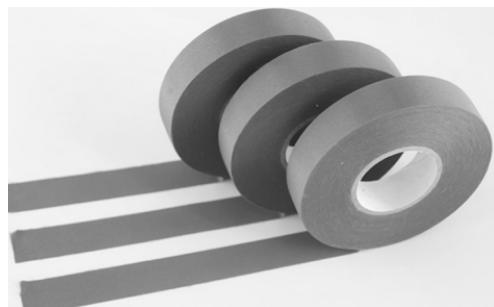


图 3-2 黑胶布

保护层。但使用时不易用手撕断，需用电工刀或剪刀切割。



(a) 聚氯乙烯胶带



(b) 涤纶胶带

图 3-3 聚氯乙烯胶带和涤纶胶带

(3) 涤纶胶带：是在涤纶薄膜上涂敷胶浆卷切而成的，如图 3-3 (b) 所示。其基材薄、强度高且透明，防水性更好，化学稳定性优良。涤纶胶带的用途比塑料绝缘胶带广泛，除可包扎电线电缆外，常用来做密封保护层及捆扎物件。使用时需用剪刀或刀片划痕，然后撕断。

## 任务 2

### 常用导电材料的选用



#### 任务目标

1. 了解常用导电材料的结构和性能特点。
2. 掌握根据工程项目需求选择导电材料的原则和方法。
3. 通过任务和实践活动，培养学生的实践能力和解决问题的能力。



#### 任务实施

##### 一、导电材料

导电材料是相对绝缘材料而言的，能够通过电流的物体称为导电材料，其电阻率与绝缘材料相比大大降低，一般都在  $0.1\Omega \cdot m$  以下。导电材料的主要用途是输送和传递电流。

导电材料分为一般导电材料和特殊导电材料。一般导电材料又称良导体材料，是专门传送电流的金属材料。要求其电阻率小、导热性优、线胀系数小、抗拉强度适中、耐腐蚀、不易氧化等。常用的良导体材料主要有铜、铝、铁、钨、锡、铅等，其中铜和铝是优良的导电材料，主要用于制造电线电缆。

电线电缆的品种很多，按照性能、结构、制造工艺及使用特点分为以下五类：裸导线、电磁线、电气设备用电线电缆、电力电缆、通信电线电缆。一般电工常用的是前四类。在产品型号中，铜的标志是 T，铝的标志是 L，有时铜的标志 T 可以省略，在产品型号中没有标明 T 或 L 的就是表示铜。

## 二、裸导线的选用

裸导线是指没有绝缘层的导线，裸导线分裸单线（单股导线）和裸绞线（多股绞合线）两种。裸单线按其截面形状分为圆形截面的圆形裸单线或称圆单线和非圆形截面的裸单线。

将多根圆单线绞合在一起的绞合线称为裸绞线。裸绞线比较柔软并具有一定的机械强度，主要用作架空线。其表示方法是将股数和直径写在一起，如  $7 \times 2.11$  表示用 7 股直径为 2.11mm 的圆单线绞合而成。

裸导线有利于散热，一般用于野外的高压线架设。为了增加抗拉力，一些铝绞线的中心是钢绞线，称为“钢芯铝线”。

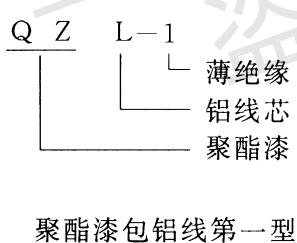
常用的裸导线有：LJ-铝绞线、TJ-铜绞线、GJ-钢绞线、LGJ-钢芯铝绞线。用得较多的是：LJ-铝绞线、LGJ-钢芯铝绞线两种。

## 三、电磁线的选用

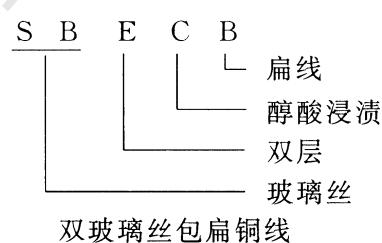
电磁线是一种在金属线材上覆盖绝缘层的导线，广泛用来绕制电机、变压器、电气设备的绕组或线圈。其材质有铜线或铝线，外形有圆形或扁形。按绝缘特点和用途分为漆包线、绕包线和特种电磁线等。

### 1. 电磁线型号的含义

电磁线型号的含义如下。



聚酯漆包铝线第一型



双玻璃丝包扁铜线

### 2. 漆包线

漆包线是电磁线的一种，由铜材或铝材制成，其外涂有绝缘漆作为绝缘保护层，如图 3-4 所示。漆包线特别是漆包铜线，漆膜均匀、光滑柔软，有利于线圈的自动绕制，广泛用于中小型电工产品中。

漆包线有很多种，按漆膜及作用特点可分为普通漆包线、耐高温漆包线、自粘漆包线、特种漆包线等，其中普通漆包线是一般电工常用的品种，如 Q 型油性漆包线、QQ 型缩醛漆包线、QZ 型聚酯漆包线。

### 3. 绕包线

绕包线也是电磁线的一种，它是在漆包线或导线芯上用天然丝、玻璃丝、绝缘纸或合成薄膜等再绕包一层绝缘层而制成的，通常所说的纱包线、丝包线都属于绕包线，如图 3-5 所示。



图 3-4 漆包线



图 3-5 绕包线

#### 四、电线电缆的选用

电气设备用电线电缆品种繁多，按用途可分为通用电线电缆和专用电线电缆两大类。由于使用条件和技术特性不同，电气设备用电线电缆的结构也不相同。结构简单的电线电缆由导电线芯和绝缘层构成，一般的电线电缆由导电线芯、绝缘层和保护层构成，特殊的电线电缆还设有屏蔽层、加强芯、外护层等。

导电线芯由铜材或铝材制成，线芯的根数有单根和多根之分，股数最多的有几千根。

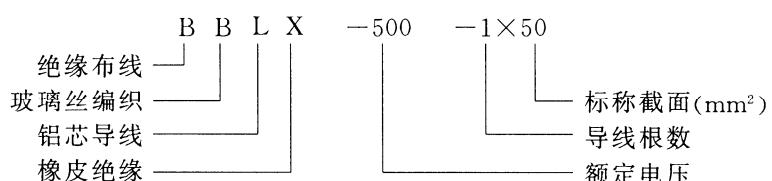
绝缘层的主要作用是电绝缘，对于没有保护层的电线电缆还起机械保护的作用。绝缘层大都为橡胶和塑料材质，其耐热等级决定电线电缆的允许工作温度。

保护层主要起机械保护作用，它对电线电缆的使用寿命有很大影响，大多数电线电缆采用橡胶和塑料作保护层材料，也有使用玻璃丝编织成保护层的。

通用电线电缆的品种多，应用广，是维修电工常用的电线电缆。根据其特性及导电线芯、绝缘层、保护层的结构和材料的不同分为以下四个系列：B 系列橡皮塑料绝缘电线、R 系列橡皮塑料软线、Y 系列通用橡套电缆和 AV 系列安装用电线电缆。

##### 1. 电线电缆型号的含义

电气设备用电线电缆型号的表示方法和含义如下。



型号中的字母含义如表 3-3 所示。

表 3-3 电气设备用电线电缆型号中字母含义

分类代号或用途	绝缘	护套	派生
A——安装线	Z——纸	V——聚氯乙烯	P——屏蔽
B——绝缘布线	V——聚氯乙烯	H——橡套	R——软
F——飞机用低压线	F——氟塑料	B——编织套	S——双绞
Y——一般工业移动电器用线	Y——聚乙烯	L——腊克	B——平行
K——控制电缆	X——橡皮	N——尼龙套	D——带形
T——天线	ST——天然丝	SK——尼龙丝	T——特种
HR——电话软线	SE——双丝包	VZ——阻燃聚氯乙烯	P1——缠绕屏蔽

## 2. B 系列橡皮塑料绝缘电线

B 表示绝缘电线，该系列电线的特点是结构简单、质量轻、价格较低。它适用于各种动力配电和照明电路，并可用作大中型电气设备的安装线。B 系列绝缘电线交流工作电压为 500V，直流工作电压为 1000V。常用品种如表 3-4 所示。

表 3-4 常用 B 系列橡皮塑料绝缘电线品种

产品名称	型号		长期最高工作温度(℃)	用途
	铜芯	铝芯		
橡皮绝缘电线	BX <sup>①</sup>	BLX	65	固定敷设于室内(明敷、暗敷或穿管)，也可用于室外，或作设备内部安装用线
氯丁橡皮绝缘电线	BXF <sup>②</sup>	BLXF	65	同 BX 型，耐气候性好，适用于室外
橡皮绝缘软电线	BXR		65	同 BX 型。仅用于安装时要求柔软的场合
橡皮绝缘和护套电线	BXHF <sup>③</sup>	BLXHF	65	同 BX 型。适用于较潮湿的场合制作室外进户线，可代替老产品铅包电线
聚氯乙烯绝缘电线	BV <sup>④</sup>	BLV	65	同 BX 型。但耐湿性和耐气候性较好
聚氯乙烯绝缘软电线	BVR		65	同 BV 型。仅用于安装时要求柔软的场合
聚氯乙烯绝缘和护套电线	BVV <sup>⑤</sup>	BLVV	65	同 BV 型。用于潮湿和机械防护要求较高的场合，可直埋土壤中
耐热聚氯乙烯绝缘电线	BV-105 <sup>⑥</sup>	BLV-105	105	同 BV 型。用于 45℃ 及以上高温环境中
耐热聚氯乙烯绝缘软电线	BVR-105		105	同 BVR 型。用于 45℃ 及以上高温环境中

① “X”表示橡皮绝缘；

② “XF”表示氯丁橡皮绝缘；

③ “HF”表示非燃性橡套；

④ “V”表示聚氯乙烯绝缘；

⑤ “VV”表示聚氯乙烯绝缘和护套；

⑥ “105”表示耐温 105℃。

## 3. R 系列橡皮塑料软线

R 表示软线，该系列软线的线芯是由多根细铜线绞合而成的，它除具备 B 系列绝缘线的特点外，其线体比较柔软。R 系列软线大量用作日用电器、仪器仪表的电源线，小型电气设备和仪器仪表内部的安装线，以及照明电路中的灯头线、灯管线。常用软线品种如表 3-5 所示。

表 3-5 常用 R 系列橡皮塑料软线品种

产品名称	型号	工作电压(V)	长期最高工作温度(℃)	用途及使用条件
聚氯乙烯绝缘软线	RV RVB <sup>①</sup> RVS <sup>②</sup>	交流 250 直流 500	65	供各种移动电器、仪表、电信设备、自动化装置接线用，也可用作内部安装线。安装时环境温度不低于-15℃
耐热聚氯乙烯绝缘软线	RV-105	交流 250 直流 500	105	同 RV 型。用于 45℃ 及以上高温环境中
聚氯乙烯绝缘和护套软线	RVV	交流 500 直流 1000	65	同 RV 型。用于潮湿和机械防护要求较高，以及经常移动、弯曲的场合
丁腈聚氯乙烯复合物绝缘软线	RFB <sup>③</sup> RFS	交流 250 直流 500	70	同 RVB、RVS 型。但低温柔韧性较好
棉纱编织橡皮绝缘双绞软线 棉纱编织橡皮绝缘软线	RXS RX	交流 250 直流 500	65	室内日用电器、照明用电源线
棉纱编织橡皮绝缘平行软线	RXB	交流 250 直流 500	65	室内日用电器、照明用电源线

① “B”表示两芯平行；

② “S”表示两芯绞型；

③ “F”表示复合物绝缘。

#### 4. Y 系列通用橡套电缆

Y 表示移动电缆, 这一系列也称移动电缆。它是以硫化橡胶作为绝缘层, 以非燃氯丁橡胶作为护套, 具有抗砸、抗拉和能承受较大机械应力的特点。Y 系列电缆适用于在一般场合下作为各种电气设备、电动工具、仪器和照明电器等的移动式电源线。根据其能承受机械外力的不同, 分为轻型、中型、重型三种类型, 长期最高工作温度为 65℃。常用移动电缆的品种如表 3-6 所示。

表 3-6 常用 Y 系列通用橡套电缆品种<sup>①</sup>

产品名称	型号	交流工作电压(V)	特点和用途
轻型橡套电缆	YQ <sup>②</sup>	250	轻型移动电气设备和日用电器电源线
	YQW <sup>③</sup>		同上。具有耐气候和一定的耐油性能
中型橡套电缆	YZ <sup>④</sup>	500	各种移动电气设备和农用机械电源线
	YZW		同上。具有耐气候和一定的耐油性能
重型橡套电缆	YC <sup>⑤</sup>	500	同 YZ 型。能承受较大的机械外力作用
	YCW		同上。具有耐气候和一定的耐油性能

① 表中产品均为铜导电线芯;

② “Q”表示轻型;

③ “W”表示户外型;

④ “Z”表示中型;

⑤ “C”表示重型。

#### 5. AV 系列安装用电线电缆

安装用电线电缆包括很多种类, AV 系列安装用电线电缆和电器安装线是主要两类, 电工常用的是 AV 系列聚氯乙烯绝缘安装用电线。

AV 系列聚氯乙烯绝缘安装用电线的型号、名称、适用范围和使用特性如表 3-7 所示。

表 3-7 AV 系列聚氯乙烯绝缘安装用电线型号、名称、适用范围和使用特性

型号	名称	额定电压(V)	芯数	标称截面( $\text{mm}^2$ )	适用范围	使用特性
AV	铜芯聚氯乙烯绝缘安装电线	300/300	1	0.03~0.4	适用于交流额定电压 $U_0/U$ 为 300V/300V。AV-105 型及 AVR-105 型应不超过 105℃, 其他型号应不超过 70℃	适用于交流额定电压 $U_0/U$ 为 300V/300V。AV-105 型及 AVR-105 型应不超过 105℃, 其他型号应不超过 70℃
AVR	铜芯聚氯乙烯绝缘安装软电线	300/300	1	0.035~0.4		
AVRB	铜芯聚氯乙烯绝缘平行安装软电线	300/300	2	0.12~0.2		
AVRS	铜芯聚氯乙烯绝缘绞型安装软电线	300/300	2	0.12~0.2		
			2	0.08~0.4		
AVVR	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套安装软电线	300/300	3~24	0.12~0.4		
AV-105	铜芯耐热 105℃聚氯乙烯绝缘安装电线	300/300	1	0.03~0.4		
AVR-105	铜芯耐热 105℃聚氯乙烯绝缘安装软电线	300/300	1	0.035~0.4		

#### 6. 电力电缆

输配电用的电缆称为电力电缆。电力电缆通常埋设于地下管道或沟道中, 不需要大线路

走廊,占地少;不受气候和环境影响,送电性能稳定;维护工作量小,安全性好。与架空输出线相比,造价高,输送容量受到限制。

电力电缆由导电线芯、绝缘层和保护层三个主要部分构成,如图3-6所示。

导电线芯又称缆芯,通常采用高导电率的铜或铝制成,截面有圆形、半圆形、扇形等多种,均有统一的标称等级。线芯有单芯、双芯、三芯和四芯几种。单芯和双芯电缆一般用来输送直流电和单相交流电;三芯电缆用来输送三相交流电;四芯电缆用于中性点直接接地的三相四线制配电系统,中性线线芯截面较小。当线芯截面大于 $25\text{mm}^2$ 时,通常采用多股导线绞合,经压紧成型,以便增加电缆的柔软性并使结构稳定。

绝缘层的主要作用是防止漏电和放电,将线芯与线芯、线芯与保护层互相绝缘和隔开。绝缘层通常采用纸、橡皮、塑料等材料,其中纸绝缘应用最广,它经过真空干燥再放到松香和矿物油混合的液体中浸渍以后,缠绕在电缆导电线芯上。对于双芯、三芯和四芯电缆,除每相线芯分别包有绝缘层外,在它们绞合后外面再用绝缘材料作绕包绝缘。

电缆外面的保护层主要起机械保护作用,保护导电线芯和绝缘层不受损伤。保护层分内保护层和外保护层。内保护层保护绝缘层不受潮湿并防止电缆浸渍剂外流,常用铝或铅、塑料、橡胶等材料制成。外保护层保护绝缘层不受机械损伤和化学腐蚀,常用的有沥青保护层、钢带铠等几种。

常用电力电缆按所用绝缘材料可分为纸绝缘、橡皮绝缘、聚氯乙烯塑料绝缘和交联聚乙烯绝缘电力电缆。

## 五、特殊导电材料的选用

特殊导电材料是相对一般导电材料而言的,它不是以输送电流为目的,而是为实现某种转换或控制而接入电路中的。

常见的特殊导电材料有电阻材料、电热材料、熔体材料等。

### 1. 常用电阻材料

电阻材料是用于制造各种电阻元件的合金材料,又称为电阻合金。其基本特性是具有高的电阻率和很低的电阻温度系数。

常用的电阻合金有康铜丝、新康铜丝、锰铜丝和镍铬丝等。康铜丝以铜为主要成分,具有较高的电阻系数和较低的电阻温度系数,一般用于制作分流、限流、调整等电阻器和变阻器。新康铜丝是以铜、锰、铬、铁为主要成分,不含镍,是一种新电阻材料,性能与康铜丝相似。锰铜丝是以锰、铜为主要成分,具有电阻系数高、电阻温度系数低及电阻性能稳定等优点,通常用于制造精密仪器仪表的标准电阻、分流器及附加电阻等。镍铬丝以镍、铬为主要成分,电阻系数较高,除可用作电阻材料外,还是主要的电热材料,一般用于电阻式加热仪器及电炉。

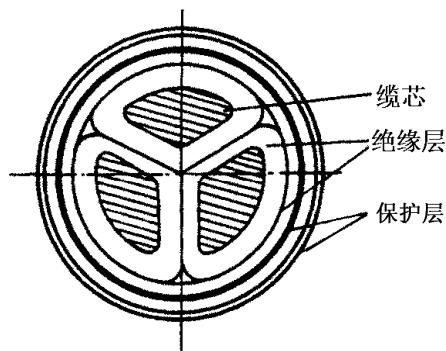


图3-6 电力电缆结构图

## 2. 常用电热材料

电热材料主要用于制造电热器件及电阻加热设备中的发热元件，作为电阻接入电路，将电能转换为热能。对电热材料的要求是电阻率要高，电阻温度系数要小，耐高温，在高温下抗氧化性好，便于加工成型等。常用电热材料主要有镍铬合金、铁铬铝合金及高熔点纯金属等。

## 3. 常用熔体材料

熔体材料是一种保护性导电材料，作为熔断器的核心组成部分，具有过载保护和短路保护的功能。

熔体一般都做成丝状或片状，称为保险丝或保险片，统称为熔丝，是维修电工经常使用的电工材料。

### (1) 熔体的保护原理。

接入电路的熔体，当正常电流通过时，它仅起导电作用。当发生过载或短路时，导致电流增加，由于电流的热效应，会使熔体的温度逐渐上升或急剧上升，当达到熔体的熔点温度时，熔体自动熔断，电路被切断，从而起到保护电气设备的作用。

### (2) 熔体材料的种类和特性。

熔体材料包括纯金属材料和合金材料，按其熔点的高低，分为两类：一类是低熔点材料，如铅、锡、锌及其合金（有铅锡合金、铅锑合金等），一般在小电流情况下使用；另一类是高熔点材料，如铜、银等，一般在大电流情况下使用。

常用熔体材料的特性如下。

① 银。具有高导电性、高导热性、耐腐蚀、延展性好的特点，可以加工成各种尺寸精确和外形复杂的熔体。银用作高质量要求的电力及通信设备上熔断器的熔体。

② 锡和铅。熔断时间长，宜作小型电动机和普通照明电路保护用的慢速熔体。

③ 铜。熔断时间短，金属蒸气少，有利于灭弧，但熔断特性不稳定，只用作要求较低的熔体。

④ 钨。可作自复式熔断器的熔体。故障出现时切断电路起保护作用，故障消除后自动恢复接通，并可多次使用。

⑤ 铅合金熔体。铅合金熔体是最常见的熔体材料。如铅锑熔丝，含铅 98%以上、锑 0.3%~1.3%；铅锡熔丝，含铅 95%、锡 5%或含铅 75%、锡 25%。在照明电路及其他一般场合使用。

⑥ 钇、铅、锡、镉、汞合金熔体。由以上五种材料按不同比例组合，可以得到低熔点的熔体材料，熔点范围为 20℃~200℃，对温度反应敏感，可用于保护电热设备。

铜熔丝的规格如表 3-8 所示。

表 3-8 铜熔丝的规格

直径 (mm)	标称截面 (mm <sup>2</sup> )	额定电流 (A)	熔断电流 (A)	直径 (mm)	标称截面 (mm <sup>2</sup> )	额定电流 (A)	熔断电流 (A)
0.234	0.043	4.7	9.4	0.70	0.385	25	50
0.254	0.061	5	10	0.80	0.5	29	58
0.274	0.059	5.5	11	0.90	0.6	37	74

续表

直径 (mm)	标称截面 (mm <sup>2</sup> )	额定电流 (A)	熔断电流 (A)	直径 (mm)	标称截面 (mm <sup>2</sup> )	额定电流 (A)	熔断电流 (A)
0.295	0.068	6.1	12.2	1.00	0.8	44	88
0.315	0.078	6.9	13.8	1.13	1.0	52	104
0.345	0.093	8	16	1.37	1.5	63	125
0.376	0.111	9.2	18.4	1.60	2	80	160
0.417	0.137	11	22	1.76	2.5	95	190
0.457	0.164	12.5	25	2.00	3	120	240
0.508	0.203	15	29.5	2.24	4	140	280
0.559	0.245	17	34	2.50	5	170	340
0.60	0.283	20	39	2.73	6	200	400

铅熔丝的规格如表 3-9 和表 3-10 所示。

表 3-9 铅熔丝的规格 (铅≥98%、锑 0.3%~1.5%)

直径 (mm)	标称截面 (mm <sup>2</sup> )	额定电流 (A)	熔断电流 (A)	直径 (mm)	标称截面 (mm <sup>2</sup> )	额定电流 (A)	熔断电流 (A)
0.08	0.005	0.25	0.5	0.98	0.75	5	10
0.15	0.018	0.5	1.0	1.02	0.82	6	12
0.20	0.031	0.75	1.5	1.25	1.23	7.5	15
0.22	0.038	0.8	1.6	1.51	1.79	10	20
0.25	0.049	0.9	1.8	1.67	2.19	11	22
0.28	0.062	1	2	1.75	2.41	12	24
0.29	0.066	1.05	2.1	1.98	3.08	15	30
0.32	0.080	1.1	2.2	2.40	4.52	20	40
0.35	0.096	1.25	2.5	2.78	6.07	25	50
0.36	0.102	1.35	2.7	2.95	6.84	27.5	55
0.40	0.126	1.5	3	3.14	7.74	30	60
0.46	0.166	1.85	3.7	3.81	11.40	40	80
0.52	0.212	2	4	4.12	13.33	45	90
0.54	0.229	2.25	4.5	4.44	15.48	50	100
0.60	0.283	2.5	5	4.91	18.93	60	120
0.71	0.40	3	6	5.24	21.57	70	140
0.81	0.52	3.75	7.5				

表 3-10 铅熔丝的规格 (铅 75%、锡 25%)

直径 (mm)	近似类 规线号	额定电流 (A)	熔断电流 (A)	直径 (mm)	近似类 规线号	额定电流 (A)	熔断电流 (A)
0.508	25	2	3.0	1.63	16	11	16.0
0.559	24	2.3	3.5	1.83	15	13	19.0
0.61	23	2.6	4.0	2.03	14	15	22.0
0.71	22	3.3	5.0	2.34	13	18	27.0

续表

直径 (mm)	近似类 规线号	额定电流 (A)	熔断电流 (A)	直径 (mm)	近似类 规线号	额定电流 (A)	熔断电流 (A)
0.813	21	4.1	6.0	2.65	12	22	32.0
0.915	20	4.8	7.0	2.95	11	26	37.0
1.22	18	7	10.0	3.26	10	30	44.0

(3) 熔体的选用。

熔体材料的选用要根据电器特点、负载电流大小、熔断器类型等多种因素确定。选用熔体的主要参数是熔体的额定电流，其原则是当电流超过电气设备正常值一定时间后，熔体应熔断；在电气设备正常运行和正常短时间过电流时，熔体不应熔断。通常按下面三种情况分别确定熔体的额定电流。

- ① 对于输配电线，熔体的额定电流应略小于或等于线路的计算电流值；
- ② 对于变压器、电炉、照明和其他电阻性负载，熔体的额定电流值应稍大于实际负载电流值；
- ③ 对于电动机，应考虑启动电流的因素，熔体的额定电流值为电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

## 任务 3

### 电工常用安装材料的选用



#### 任务目标

1. 了解电工安装中常用的材料种类，掌握各种材料的基本特性。
2. 掌握材料选用的基本原则，包括性能匹配、成本效益、环保可持续等。
3. 了解如何选择适应不同环境条件的电工安装材料。
4. 关注电工安装材料领域的技术更新和发展趋势，提升学生在材料选用方面的专业素养。



#### 任务实施

##### 一、塑料安装材料的选用

塑料安装材料具有质量轻、强度高、阻燃性、耐酸碱、抗腐蚀能力强的优点，并具有优异的电气绝缘性能，尤为突出的是这类材料造型美观，色彩柔和，非常符合室内布线要求。

塑料安装材料除可作为普通室内安装布线器材，还适宜在潮湿或有酸、碱等物质的场合使用。

###### 1. 塑料安装座

塑料安装座是用来代替木制的圆台或方木，作为安装灯座、插座、开关等电气装置的，呈圆形的称为塑料圆台，呈方形的称为塑料方木，其外形如图 3-7 所示。

塑料安装座采用新型钙塑材料塑制，与木制的圆台、方木一样可以在上面钉钉子，可以切削，可以拧木螺丝钉，其绝缘性能和防水性能都优于木制的圆台和方木。安装座表面上有穿线孔四个，中央有木螺钉安装孔一个，并标有安装就位线。底壁四周还各有一条薄壁结构，可根据安装的需要削成穿线孔或槽板孔。

塑料圆台有 70mm 和 95mm 两种规格，塑料方木的规格是 70mm。

需要说明的是，塑料安装座不适宜用在高温及受强烈阳光照射的场合，否则容易老化，降低使用寿命。

## 2. 塑料槽板

塑料槽板用来代替木槽板，是用于室内明敷布线的安装器材。它以聚氯乙烯树脂粉为主，加入阻燃剂、增塑剂及其他助剂加工而成，又称阻燃 PVC 槽板或合成树脂槽板。塑料槽板具有良好的机械性能和电气性能，呈乳白色，光洁美观，规格齐全，应用广泛。

塑料槽板由槽盖板和槽底板两部分组成，新产品盖板与底板通过卡口直接配合，无须用胶黏合。槽底板内部有的设有隔板，盖板和底板的厚度为 1.2~2.5mm，宽和高有各种规格。如图 3-8 所示为塑料槽板外形和截面图。

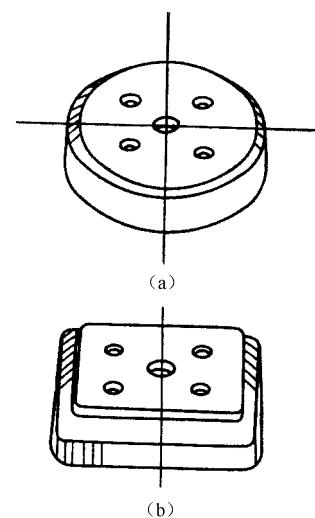


图 3-7 塑料安装座

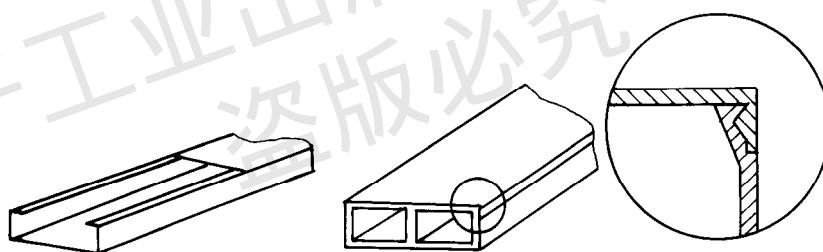


图 3-8 塑料槽板外形和截面图

使用塑料槽板，先将槽底板用圆钉、木螺钉或水泥钉固定，配线之后，将槽盖板嵌入盖板卡口即可。

为了使塑料槽板布线的转弯、分引、延长等驳接更为方便和美观，专门为塑料槽板设计了各种配件，主要有角弯、三通、槽线盒等。布线时根据所用塑料槽板的规格选择相应的配件。

需要注意的是，塑料槽板使用的环境温度不能低于 15℃。

## 3. 塑料线夹和线卡

塑料线夹和线卡的品种很多，通常宜在室内一般场合使用，多用于小截面的电线布线。

(1) 塑料夹板：外形与瓷夹板相同，用来固定 BV、BLV、BX、BLX 型塑料绝缘和橡皮绝缘电线，常用作室内明敷布线。

塑料夹板用塑料制成，分上下两片，呈长形，中间有穿木螺钉的钉孔，下片有线槽，槽内有一条 0.5mm 高的筋，电线嵌入后不易滑动。如图 3-9 所示为单线、双线、三线塑料夹板的外形。塑料夹板适合 1~2.5mm<sup>2</sup> 的电线布线，用 4mm×25mm 的螺钉固定。

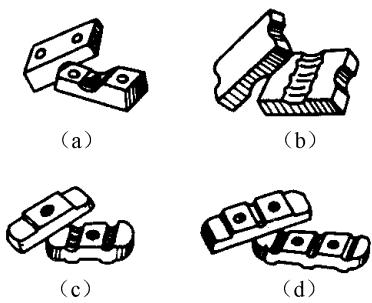


图 3-9 塑料夹板

(2) 圆形单芯线夹：这种线夹用改性聚苯乙烯塑料制作，用来固定 BV、BLV、BX、BLX 型塑料绝缘电线和橡皮绝缘电线，适于在潮湿及有酸碱腐蚀的场合使用。

圆形单芯线夹由上盖和底座两部分用螺纹组合而成，呈圆形，像一个瓶盖。底座面上有线槽，有一个线槽的称单线线夹；有两个线槽的称双线线夹；有三个线槽的称三线线夹。图 3-10 (a) 所示为圆形单芯单线线夹外形图。底座中心有一个未穿通的钉孔，除了可用环氧树脂胶黏接外，也可用木螺钉将线夹底座固定在建筑物上。安装底座后，将电线嵌入槽内，把上盖旋入底座，电线就被压紧。底座两边沿敷线方向有准线标记，以保证布线挺直整齐。

(3) 长形单芯线夹：这种线夹也是用改性聚苯乙烯塑料制成的，其适合布线的种类和使用场合与圆形单芯线夹相同。长形单芯线夹由底座，盖子和尼龙螺钉组成，呈长形，中间凸出，外形如图 3-10 (b) 所示。底座面上有线槽，安装时将电线嵌入槽内，盖上盖子，旋紧尼龙螺钉。底座两边沿敷线方向有准线标记，以保证布线挺直整齐。底座中心有未穿通的钉孔，可以用木螺钉将其固定在建筑物上，也可用环氧树脂胶黏接在建筑物上。

长形单芯线夹有双线和三线两种规格，适用于  $1\sim2.5\text{mm}^2$  的电线布线。

(4) 推入式单芯线夹：这种线夹的用途和使用场合与圆形单芯线夹、长形单芯线夹相同，其外形如图 3-10 (c) 所示。它呈长形，由上盖和底座两部分组成。底座面上有线槽，座与上盖的两边通过卡口组合在一起。安装时，将电线嵌入线槽后，把上盖推入底座卡口，电线就被压紧，不会自行松动脱落，使用方便。沿敷线方向设有准线标记，以保证布线挺直整齐。底座中心有未穿通的钉孔，可用木螺钉将线夹固定在建筑物上，也可用黏接法固定线夹于建筑物上。

推入式单芯线夹只有三线一种规格，适合  $1\sim2.5\text{mm}^2$  的电线布线。

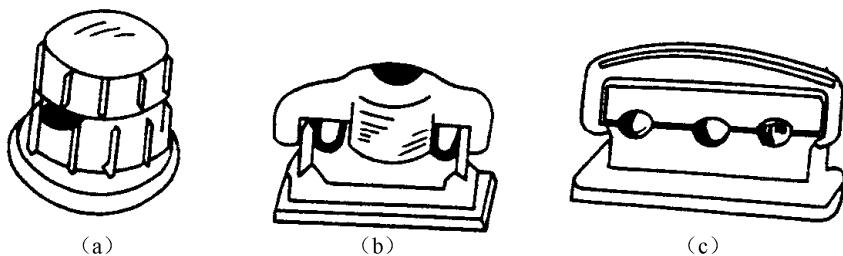


图 3-10 塑料单芯线夹

(5) 塑料护套线夹：这种线夹是用改性聚苯乙烯塑料制成的，主要用来固定 BLVV、BVV 型护套线，适用于潮湿或有酸碱物质的场合。

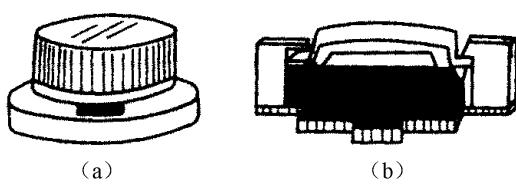


图 3-11 塑料护套线夹

塑料护套线夹有圆形和推入式两种，如图 3-11 所示。圆形护套线夹由上盖和底座两部分组成，通过螺纹组合在一起。使用时护套线嵌入底座后，将上盖旋上，就能将护套线牢固地固定在底座内。推入式护套线夹上下两部分通过两端卡口组合在一起，使用时将护套线嵌入底座后，只需将上部卡子推入，电线就

会被压紧，不会自行松脱。线夹底座可用黏接法固定在建筑物上，固定间距小于或等于200mm。线夹两边敷线方向有准线标记，以保证布线挺直整齐。

这两种线夹均有双线和三线两种规格，可分别固定1~2.5mm<sup>2</sup>的双线和三线护套线。

(6) 塑料钢钉电线卡：这种线卡由塑料卡和水泥钉组成，用于一般电线、电子通信用导线作室内外明敷布线。其外形有两种，如图3-12所示。

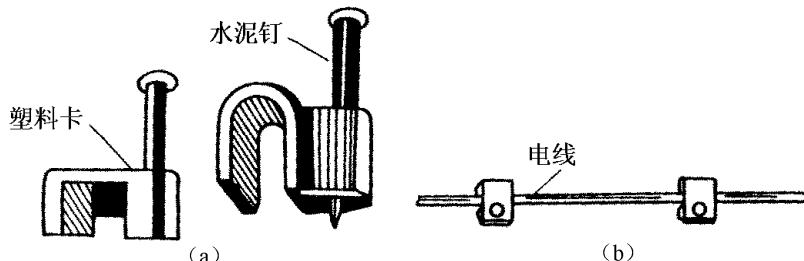


图3-12 塑料钢钉电线卡

布线时，用塑料卡卡住电线，用锤子将水泥钉钉入建筑物。用塑料钢钉电线卡布线，所用电线的外径要与塑料卡线槽相适应，电线嵌入槽内不能太松也不能太紧。

#### 4. 塑料电线管

塑料电线管有多种材质，应用较多的有聚氯乙烯管、聚乙烯管、聚丙烯管等，其中聚氯乙烯管应用最为广泛。电线管配线是电气线路的敷设方式之一，具有安全可靠、保护性能好、检修换线方便等优点。早期的电线管采用金属材料，随着电工材料的发展，工艺不断改进，管材也在变化和更新，出现以塑代钢的电线管。最早使用的是硬塑料电线管，之后又有半硬塑料电线管、波纹塑料电线管推出，性能有所改善，目前普遍采用的是无增塑刚性阻燃PVC塑料电线管，性能更加优良，应用越来越广。

(1) 硬型聚氯乙烯管：这种电线管是以聚氯乙烯树脂为主，加入各种添加剂制成的。其特点是在常温下抗冲击性能好，耐酸、耐碱、耐油性能好，但易变形老化，机械强度不如钢管。硬型聚氯乙烯管适合在有酸碱物质的场所作明线敷设和暗线敷设，作明线敷设时管壁的厚度不能小于2mm，暗线敷设不能小于3mm。

(2) 聚氯乙烯塑料波纹管：又称PVC波纹管，简称塑料波纹管，是一次成型的柔性管材。具有质轻、价廉、韧性好、绝缘性能好、难燃、耐腐蚀、抗老化等优点，其外形如图3-13所示。

PVC波纹管可以用于照明电路、动力线路等明敷或暗敷布线。其规格按公称直径分为以下8种：10mm、12mm、15mm、20mm、25mm、32mm、40mm、50mm。

(3) 半硬型聚氯乙烯管：又称塑料半硬管或半硬管。半硬管比硬型塑料管便于弯制，适宜于暗敷布线。其价格比金属电线管低，目前民用建筑应用较多。

(4) 可弯硬塑管：又称可挠硬塑管，它采用增强型无增塑阻燃PVC材料制成，性能优良，是一种新型电工安装材料。

可弯硬塑管的主要特点如下。



图3-13 塑料波纹管

① 防腐蚀, 防虫害。金属电线管的弱点是易腐蚀, 尤其是在有腐蚀性气体和液体的场合, 可弯硬塑管有耐一般酸碱的性能, 并不含增塑剂, 因此无虫害。可见可弯硬塑管在这方面性能优于金属电线管。

② 强度高, 可弯性好。可弯硬塑管强度高、韧性好、老化慢, 即使外力压扁到它的直径的一半, 也不碎不裂。所以可直接用于现浇混凝土工程中, 用手工弯曲, 工作效率高。

③ 安全可靠。可弯硬塑管绝缘强度高, 重量轻, 具有自熄性能, 同时传热性较差, 可避免线路受高热影响, 保护线路安全可靠。

除此之外, 可弯硬塑管价格低廉, 安装成本低。现在这种电线管广泛用于工业、民用建筑中作明敷或暗敷布线。

## 二、金属安装材料

金属安装材料是电工安装材料的重要部分, 包括金属线卡、电线管、安装螺栓、金属型材和各种专用电力金具等。这里介绍照明电路、动力线路常用的金属安装材料。

### 1. 铝片线卡

铝片线卡又称钢精轧头或铝轧头, 用来固定 BVV、BLVV 型护套线。它是用 0.35mm 厚的铝片制成的, 中间开有 1~3 个安装孔, 其外形如图 3-14 (a) 所示。

铝片线卡主要用于敷设塑料护套线, 作为护套线的支持物, 可以直接将塑料护套线敷设在建筑物表面。布线方法简便, 在照明电路中应用很广。

铝片线卡可以有两种方法固定: 一种是用小钉, 通过安装孔将铝片线卡直接钉在木结构的建筑物上; 另一种用黏合剂将铝片线卡底座黏接在建筑物表面上, 铝片线卡固定在底座上。

线卡的规格有 0 号、1 号、2 号、3 号、4 号、5 号, 其长度分别为 28mm、40mm、48mm、59mm、66mm、73mm。

铝片线卡的固定底座有两种。

(1) 金属线卡底座: 又称钢精轧头底板, 专用来穿装铝片线卡, 使线卡固定在建筑物上。它是用 0.5mm 厚的镀锌钢板冲制而成的, 使用时用黏合剂将其黏接在建筑物表面上, 其外形如图 3-14 (b) 所示。尺寸为长 20mm, 宽 7.5mm, 高 2.1mm。

(2) 塑料线卡底座: 又称钢精轧头塑料底座, 专供穿装铝片线卡。它是用改性聚苯乙烯塑料制成的, 方形座子中间有穿铝片线卡的长方形孔, 座面有供嵌入护套线的凹槽, 结构简单, 使用时可用黏合剂固定在建筑物上。其外形如图 3-14 (c) 所示。塑料线卡底座适合安装 BVV、BLVV 型  $1.0\sim2.5\text{mm}^2$  的塑料护套线, 支距小于或等于 200mm, 可使用在潮湿场合。规格有双线和三线两种, 双线适用于 1 号铝片线卡, 三线适用于 2 号铝片线卡。

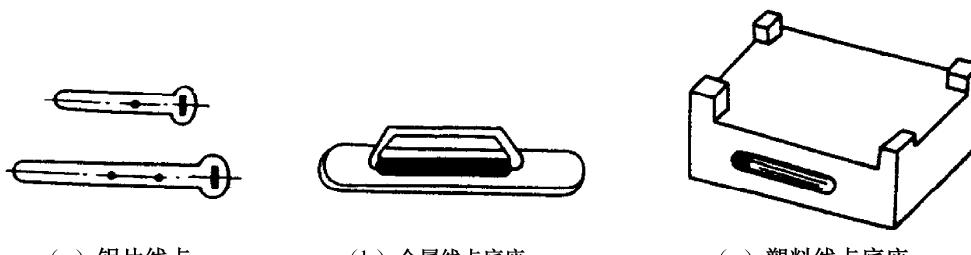


图 3-14 铝片线卡

## 2. 金属软管

金属软管是金属电线管的一种，常用的有镀锌金属软管和防湿金属软管。

(1) 镀锌金属软管：就是通常所说的蛇皮管，它为方形互扣无垫料结构，用镀锌低碳钢带卷绕而成。蛇皮管能自由地弯曲成各种角度，在各个方向上均有同样的柔软性，并有较好的伸缩性，其外形如图 3-15 所示。它主要用于路径比较曲折的电气线路作安全防护用，如大型机电设备电源引线的电线管。

镀锌金属软管以公称内径区分规格，6~100mm 共计有 17 种规格。

(2) 防湿金属软管：这种金属软管外观上与镀锌金属软管相同，也为方形互扣结构。区别在于中间衬以经过处理的较细的棉绳或棉线作封闭填料，用镀锌低碳钢带卷绕而成。棉绳应紧密嵌入管槽，在自然平直状态下不应露线。在整根软管中，棉绳不应断线。

防湿金属软管按公称内径有 13mm、15mm、16mm、18mm、19mm、20mm、25mm 7 种规格。

(3) 软管接头：又称蛇皮管接头，专供金属软管与电气设备的连接之用。接头用工程塑料聚酰胺（尼龙）塑制而成，其一端与同规格的金属软管相配合，另一端为外螺纹，可与螺纹规格相同的电气设备、管路接头箱等连接，外形如图 3-16 所示。



图 3-15 镀锌金属软管



图 3-16 软管接头

软管接头有封闭式 TJ-38 和简易式 TJ-350 两种型号。TJ-38 封闭式软管接头规格 10~20mm；TJ-350 简易式软管接头规格 6~51mm。软管接头的规格是以配用金属软管的公称内径来区分的。

## 3. 金属电线管

金属电线管按其壁厚分为厚壁钢管和薄壁钢管，简称厚管和薄管，是管道配线重要的安装材料。尽管塑料电线管具有许多优点，但仍有许多场合必须选用金属电线管，以保证电气线路的防护安全。

(1) 厚壁钢管：又称水煤气管、白铁管。潮湿、易燃、易爆场所和直埋于地下的电线保护管必须选用厚壁钢管。厚壁钢管有镀锌和黑色管之别，黑色管是没经过镀锌处理的钢管。

(2) 薄壁钢管：又称电线管，适合一般场合进行管道配线，也有镀锌管和黑色管之分。

(3) 电线管配件：是指管道配线所用的配件。

① 鞍形管卡：用 1.25mm 厚的带钢冲制而成，表面防锈层有镀锌和烤黑两种，外形如图 3-17 (a) 所示，用来固定金属电线管。鞍形管卡有不同规格，以适应各种电线管的安装固定。

② 管箍：又称管接头，用带钢焊接而成，表面平整，防锈层有镀锌和涂黑漆两种，作连接两根公称口径相同的电线管用。管箍分薄管和厚管管箍两种。外形如图 3-17 (b) 所示。

③ 月弯管接头：又称弯头，用带钢焊接而成，防锈层有镀锌和涂黑漆两种，用来连接两根公称口径相同的管，使管路作 90° 转弯。外形如图 3-17 (c) 所示。

④ 电线管护圈：又称尼龙护圈，用聚酰胺（尼龙）或其他塑料塑制而成，将它装于电线管管口，使电线电缆不致被管口棱角割破绝缘层。

电线管护圈下端呈管状，外径与电线管管口紧密配合，上端呈圆锥形，且大于管口，不致掉落于电线管内。外形如图 3-17 (d) 所示。护圈分薄管用护圈和厚管用护圈，有各种不同规格，以适合不同规格的电线管。

⑤ 地气接头：又称地线接头、保护接地圈等。将它装在金属电线管上，作为电线管保护接地的接线端子，供连接地线，使整条管路的管壁与地妥善连接，以保证用电安全。它用钢板冲制而成，表面镀锌铜合金防锈。其内径比同规格电线管外径略小，安装在电线管上紧密不松动，保证接触良好。外形如图 3-17 (e) 所示。

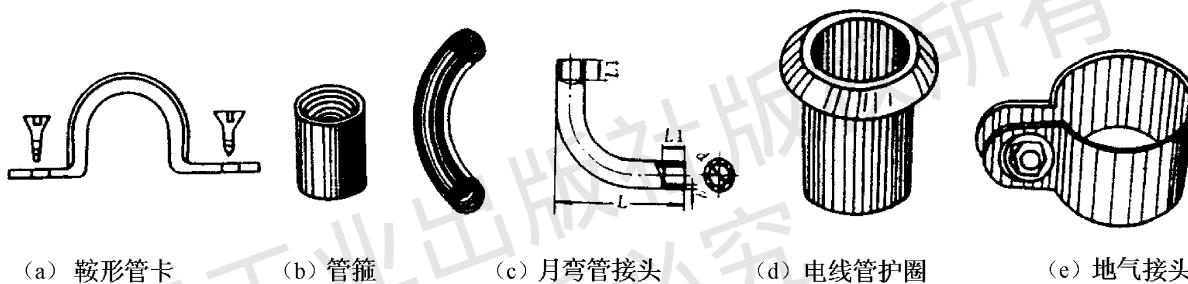


图 3-17 电线管配件

#### 4. 膨胀螺栓

在砖或混凝土结构上安装线路和电气装置，常用膨胀螺栓来固定。与预埋铁件施工方法相比，其优点是简单方便，省去了预埋件的工序。按膨胀螺栓所用胀管的材料不同，常用的有钢制膨胀螺栓和塑料膨胀螺栓两种。

(1) 钢制膨胀螺栓：简称膨胀螺栓，它由金属胀管、锥形螺栓、垫圈、弹簧垫、螺母五部分组成，如图 3-18 所示。

首先将膨胀螺栓的锥形螺栓套入金属胀管、垫片、弹簧垫，拧上螺母；然后将它插入建筑物的安装孔内，旋紧螺母，螺栓将金属胀管撑开，对安装孔壁产生压力，螺母越旋越紧最后将整个膨胀螺栓紧固在安装孔内。



图 3-18 膨胀螺栓

常用的膨胀螺栓有 M6、M8、M10、M12、M16 等规格。安装前，用冲击钻打螺栓安装孔，其孔深和直径应与膨胀螺栓的规格相配合。膨胀螺栓钻孔规格如表 3-11 所示。

表 3-11 膨胀螺栓钻孔规格

螺栓规格	M6	M8	M10	M12	M16
钻孔直径 (mm)	10.5	12.5	14.5	19	23
钻孔深度 (mm)	40	50	60	70	100

(2) 塑料膨胀螺栓: 又称塑料胀管、塑料塞、塑料棒, 由胀管和木螺钉组成。胀管通常用聚乙烯、聚丙烯等材料制成。塑料膨胀螺栓的外形有多种, 常见的有两种, 如图 3-19 所示, 其中甲型应用较多。

使用时应根据线路或电气装置的负荷, 来选择膨胀螺栓的种类和规格。通常, 钢制膨胀螺栓承受负荷能力强, 用来安装固定受力大的电气线路和电气设备。塑料膨胀螺栓在照明电路中应用广泛, 如插座、开关、灯具、布线的支持点都采用塑料膨胀螺栓来固定。

### 5. 金属型材

电工常用的金属型材主要有成型钢材和铝板。

(1) 成型钢材: 钢材具有品质均匀、抗拉、抗压、抗冲击等特点, 而且具有可焊、可铆、可切割等可加工性, 因此在电气工程中作为安装材料得到广泛应用。

常用的成型钢材有扁钢、角钢、工字钢、圆钢、槽钢、钢板等。

(2) 铝板: 这也是电气工程中的常用材料, 用来制作设备零部件、防护板、垫板等。

## 三、电瓷安装材料

电瓷是用各种硅酸盐或氧化物的混合物制成的, 具有绝缘性能好、机械强度高、耐热性能好, 以及抗酸碱腐蚀的优良性能, 其安装材料在高低压电气设备、电气线路中被广泛采用。

### 1. 低压绝缘子

低压绝缘子又称低压瓷瓶, 用于绝缘和固定 1kV 及 1kV 以下的电气线路。常用的低压绝缘子有以下三种。

(1) 低压针式绝缘子: 是低压架空线路常用的绝缘子, 适合用电量较大、环境比较潮湿、电压在 500V 以下的交直流架空线路中作导线固定用。

(2) 低压蝶式绝缘子: 一般用于绝缘和固定 1kV 及 1kV 以下线路的终端、转角等, 适用场合与针式绝缘子相同。

(3) 低压布线绝缘子: 主要有鼓形绝缘子和瓷夹板, 多用于绝缘和固定室内低压配电和照明电路, 其外形如图 3-20 所示, 技术规格如表 3-12 和表 3-13 所示。

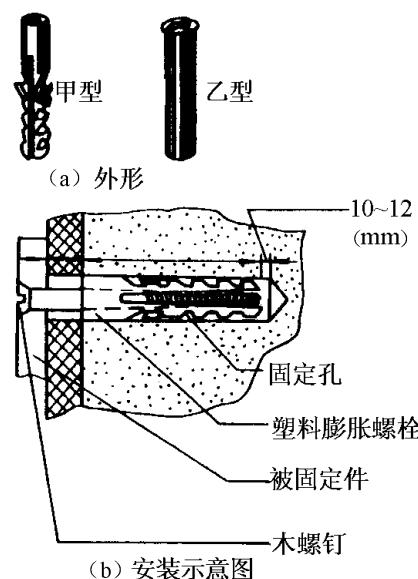


图 3-19 塑料膨胀螺栓

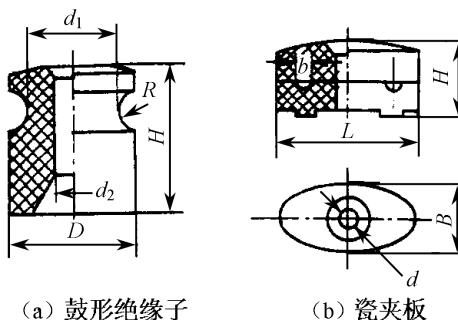


图 3-20 低压布线绝缘子

表 3-12 鼓形绝缘子技术规格

型 号	抗弯负荷 (kg)	主要尺寸 (mm)					质量 (kg)
		H	D	$d_1$	$d_2$	R	
G-30		30	30	20	7	5	0.03
G-35		35	35	22	7	7	0.05
G-38	100	38	38	24	8	7	0.06
G-50	250	50	50	34	9	12	0.14

注：表中“G”表示鼓形绝缘子；字母后面的数字表示绝缘子高度。

表 3-13 瓷夹板技术规格

型 号	线槽数	主要尺寸 (mm)					每百只质量 (kg)
		L	B	$b$	H	d	
N-240	2	40	20	6	20	6	3.4
N-251	2	51	22	6	24	7	4.4
N-364	3	64	27	8	29	7	9.5
N-376	3	76	30	8	29	7	12.5

注：表中“N”表示瓷夹板；字母后第一位数字表示槽数；后两位数字为产品长度。

(4) 瓷管：在导线穿过墙壁、楼板及导线交叉敷设时，用瓷管作保护管。瓷管分直瓷管、弯头瓷管和包头瓷管三种，常用的长度有 152mm、305mm 等，内径有 9mm、15mm、19mm、25mm、38mm 等，其外形如图 3-21 所示。

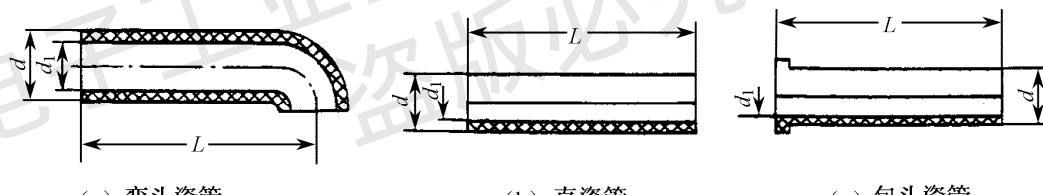


图 3-21 瓷管

## 2. 高压绝缘子

高压绝缘子用于绝缘和支持高压架空电气线路。常用的有高压针式绝缘子、高压蝶式绝缘子和高压悬式绝缘子。

### 项目总结

班级召开电工材料的选用交流会，各小组可围绕以下主题进行发言。

#### 一、主题讨论

1. 导线材料选择：导线是电气工程中最基础的材料之一。在选择导线时，需要考虑其导电性能、机械强度、耐腐蚀性及成本等因素。常见的导线材料包括铜、铝等，其中铜因其优良的导电性能而被广泛应用。

2. 绝缘材料选用：绝缘材料用于隔离带电部分，保证电气系统的安全运行。在选择绝缘

材料时，应注重其绝缘强度、耐温性能、机械性能及化学稳定性等。常见的绝缘材料有橡胶、塑料、陶瓷等。

3. 电缆及套管挑选：电缆和套管用于传输电能和信号，其选择需要考虑工作电压、电流、环境条件及使用寿命等因素。不同类型的电缆和套管材料，如 PVC、XLPE 等，各有其特点和适用场景。

4. 电气连接器件：电气连接器件如端子、接插件等，需要选择具有良好导电性能、机械强度和耐腐蚀性的材料。同时，还需考虑其操作便利性、安全性以及成本等因素。

5. 磁性材料应用：磁性材料在电工领域有着广泛的应用，如电机、传感器等。在选择磁性材料时，应注重其磁性能、机械性能及稳定性等。

6. 热电材料选取：热电材料用于实现热能和电能之间的转换，如热电偶、热电阻等。在选择热电材料时，需要考虑其热电性能、稳定性以及成本等因素。

7. 安全防护材料：安全防护材料用于保护电气设备和人员安全，如防火材料、接地材料等。在选择这些材料时，应特别关注其安全防护性能、耐久性及合规性。

8. 材料环保性评估：随着环保意识的日益增强，电工材料的环保性也成了一个重要的考虑因素。在选择电工材料时，应对其环保性进行评估，优先选择符合环保标准、低污染的材料。

## 二、抢答赛

1. 在选择导线材料时，下列因素中不是考虑重点的是（ ）。  
A. 导电性能      B. 机械强度      C. 耐腐蚀性      D. 价格
2. 下列材料中常用于制作电缆的绝缘层的是（ ）。  
A. 铜      B. 铝      C. 橡胶      D. 钢铁
3. 电气连接器件应具备良好的（ ）性能。  
A. 导热性      B. 导电性      C. 绝缘性      D. 弹性
4. 在选择开关和插座的材料时，下列因素中最重要的是（ ）。  
A. 美观程度      B. 耐用性      C. 颜色      D. 价格
5. 磁性材料在电工领域主要用于什么（ ）。  
A. 装饰      B. 导热      C. 产生磁场      D. 绝缘
6. 热电偶的主要功能是（ ）。  
A. 转换电能和热能      B. 放大电信号  
C. 测量温度      D. 控制电流
7. 安全防护材料在电气系统中的作用是（ ）。  
A. 提高系统效率      B. 降低能耗  
C. 保护设备和人员安全      D. 增强电磁兼容性
8. 下列因素中不是评估电工材料环保性标准的是（ ）。  
A. 是否可回收      B. 生产过程中的污染  
C. 使用过程中的能耗      D. 材料的颜色
9. 移动式电动工具用的电源线，应选用的导线类型是（ ）。  
A. 绝缘软线      B. 裸铜软编织线      C. 绝缘电线      D. 地埋线
10. 工频交流强磁场下应选用（ ）作电磁器件的铁芯。

- A. 铁镍合金      B. 铁铝合金      C. 硅钢片      D. 铁氧体磁性材料

### 三、你问我答

1. 室内装修时, 选择导线截面积大小的依据有哪些?
2. 电工设备的绝缘材料有什么作用?
3. 说出以下电线电缆的名称: BX、BLX、BXR、BV、BVV、AV、AVVR。
4. 观察校园的电力线路布线, 看看都采用了哪些安装材料。

### 四、成果汇报

各小组展示实训成果, 并进行交流汇报(用PPT或文字描述均可), 回答师生现场提问。



### 项目评价

由小组内部、教师对小组成员任务完成情况进行评价, 评价结果填入任务完成评价表。

电工材料的选用项目完成情况评价表

任务评价指标		自评	小组评价		教师评价
			优☆	良△	
职业素养 (15分)	团队协作沟通与表达能力				
	工作态度与责任感				
	时间管理与效率				
	职业道德与操守				
知识与技能 (65分)	基础知识掌握				
	技能操作能力				
	问题解决能力				
	创新思维与表现				
	安全与规范意识				
成果汇报 (20分)	作品展示(成品展示、PPT汇报、简报、作业等形式)				
	汇报语言流畅, 思路清晰				
评价等级(自评20%、组评30%、师评50%)					

### 拓展阅读

#### 电工职业道德规范的主要内容



扫码阅读