

电线电缆的主要材料 3

宁波一舟科技 杨涛

（三）电线电缆用塑料

由于塑料机械性能好，电绝缘性能优异、化学稳定性好，并耐水、耐油、成型加工也方便，原材料丰富，因此，塑料已成为电线电缆绝缘和护套的主要材料之一。

塑料用于电线线缆工业的优点是：

- A. 能大大简化并改进电线电缆的结构
- B. 能简化电线电缆制造工艺，生产过程和生产设备，并节省工时
- C. 能改进电线电缆产品的技术性能
- D. 宜于垂直敷设，并简化了安装接头技术

电线电缆工业常用的塑料主要是热塑性塑料，包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯乙烯、氟塑料、尼龙、聚丙烯等。

1. 聚氯乙烯（PVC）

聚氯乙烯塑料是在聚氯乙烯树脂中加入各种类型的增塑剂、稳定剂、润滑剂、着色剂、抗氧剂等配合剂组成的混合物。由于聚氯乙烯塑料的力学性能优越，耐化学腐蚀和耐气候老化性好，并且不延燃，有一定的电绝缘性能及良好的加工性能，成本低，所以目前被广泛的用作电线电缆的绝缘和护套材料。聚氯乙烯电缆料按其在电线电缆上用途的不同可分为绝缘级电缆料和护层级电缆料两大类。

- 1) 绝缘用聚氯乙烯塑料：其 20℃时体积电阻率较高，有较好的绝缘电气性能。

- 2) 护套用聚氯乙烯塑料：具有较好的耐腐蚀，足够的力学性能和一定的耐大气性能。

聚氯乙烯电缆料各品种的型号和名称

型号	名称	冲击脆化	主要用途
J-70	70℃绝缘级软聚氯乙烯塑料	-15℃	仪表通信电缆 0.6/1KV 及以下电缆的绝缘层
JR-70	70℃柔软绝缘级软聚氯乙烯塑料	-20℃	450/750V 及以下柔软电线电缆的绝缘层
H-70	70℃护层级软聚氯乙烯塑料	-25℃	450/750V 及以下电线电缆的护层
	80℃		26/35KV 及以下电线电缆的护层
HR-70	70℃柔软护层级软聚氯乙烯塑料	-30℃	450/750V 及以下柔软电线电缆的护层
JGD-70	70℃高电性能绝缘级软聚氯乙烯塑料	-15℃	36/6KV 及以下电力电缆的绝缘层
J-80	80℃绝缘级软聚氯乙烯塑料	-15℃	船用电缆的绝缘层
	85℃		船用电缆的护层
H-90	90℃护层级软聚氯乙烯塑料	-20℃	橡皮和塑料绝缘电缆及其他电缆的护层
J-105	105℃绝缘级软聚氯乙烯塑料	-15℃	450/750V 及以下耐热电线电缆的绝缘层

绝缘级聚氯乙烯电缆料颜色为白、红、黑、黄、兰、绿、橙、灰、古绿、粉红色。护层级聚氯乙烯电缆料的颜色为黑、白、灰色等。

高速挤出绝缘级聚氯乙烯塑料

用途：电线用快速 PVC 绝缘塑料适用于室内固定敷设电线，连接用软电线汽车导线，及安装用电缆的绝缘层的快速挤出加工。

A. 高耐热、阻燃型用绝缘级聚氯乙烯塑料

用途：适用于导体最高温度为 105℃ 及以下的彩色电视机配套用电缆（如安装线，软线及电源线）的绝缘层及类似场合。用于船用电缆绝缘层；3.6/6KV 电力电缆的绝缘层；450/750V 及以下耐热电线电缆的绝缘层。

B. 耐热 90℃阻燃、增塑型护层级聚氯乙烯塑料

用途：用于额定电压 $U_0/U \leq 1.8/3KV$ 及以下的船用电缆、控制电缆、地铁、隧道电缆及橡皮和塑料绝缘电缆的护套。

C. 额定电压 1KV 及以下架空绝缘电缆用聚氯乙烯塑料

用途：用于额定电压 $U_0/U \leq 0.6/1KV$ 及以下架空线路用紧压型硬铝芯、铜芯或铝合金为芯线的耐气候型软聚氯乙烯架空电缆。

D. 耐热、阻燃型护层级聚氯乙烯塑料

用途：用作阻燃型电缆护层，450/750V 及以下电线电缆的护层及橡皮和塑料绝缘电缆、船用电缆及其他电缆护层。

E. 矿用耐热 70℃ 阻燃型护层级聚氯乙烯塑料

矿用阻燃型 PVC 护层料，具有表面电阻低、防静电及不延燃性，因此用该产品制成的通信电缆适用于煤矿井下以及石油化工易燃易爆的气体环境中。

2. 聚乙烯（PE）

聚乙烯是由乙烯经聚合反应而得的一种高分子碳氢化合物，称为聚乙烯树脂。聚乙烯（树脂）与各种添加剂（如稳定剂、抗氧剂、着色剂、润滑剂等）混炼，捏合而成聚乙烯塑料。聚乙烯密度小、吸水性小、透气性大，能耐酸、碱以及有机溶剂，尤其有极为优异的电性能；在电线电缆工业中作为绝缘材料，特别作为通信电缆的绝缘材料是很理想的电介质。聚乙烯分低密度，中密度和高密度三种，电线电缆行业中常用的是低密度聚乙烯。

常用品种：

A. 一般绝缘用聚乙烯 仅由聚乙烯树脂和抗氧剂组成。聚乙烯的密度一般采用 $0.917-0.930g/cm^3$ 。

- B. 耐候聚乙烯 由聚乙烯树脂、抗氧剂和炭黑组成。其耐候性能的好坏取决于炭黑的粒度、含量和分散度。炭黑的粒度应在 35 μ 以下，炭黑的含量为 2-3%。
- C. 耐环境应力龟裂聚乙烯 为改进耐环境应力开裂性能，应采用熔融指数 0.3 以下，分子量分布不太宽的聚乙烯树脂；或在聚乙烯树脂中掺合有乙丙橡胶、丁基橡胶、聚乙丁烯等组成聚乙烯复合物；或将乙烯和其他单体，如丁烯、醋酸乙烯等共聚；或对聚乙烯进行辐射或化学交联。目前用聚乙烯加工电缆护套时，常采用前两种方法来改善其耐环境应力开裂性能，其中第一种方法简便，抗拉强度也较高。
- D. 泡沫聚乙烯 是一种在聚乙烯塑料中存在着许多封闭均匀微孔的材料。
- E. 高压绝缘用聚乙烯 是在聚乙烯添加树枝抑制剂，并采用特殊的挤出机，以避免气孔的产生，抑制树枝的生成提高聚乙烯的耐电弧、耐电蚀和耐电晕性。此外，还可以在电缆线芯和绝缘之间添加抗电晕液体（硅油）或填充六氟化硫气体来提高其耐电压性能。
- F. 半导电聚乙烯 是在聚乙烯中加入导电炭黑制得。加入大量炭黑，电阻迅速降低，并会逐渐接近炭黑自己的特性值。但物料变硬、流动性差、性能变脆。
- G. 交联聚乙烯 聚乙烯熔融温度低，在 120℃ 左右熔融；热膨胀系数大，收缩性大；内应力会随环境条件变化造成开

裂现象。交联聚乙烯是通过化学或辐射的方法将聚乙烯进行改性，使他的分子链相互交联，由线结构变成网结构。

电线电缆用黑色聚乙烯塑料

类别	代号	产品名称	主要用途
护套料	DH	黑色低密度聚乙烯护套料	用于通信电缆、控制电缆、信号电缆和电力电缆的护层，最高工作温度 70℃
	NDH	黑色耐环境开裂低密度聚乙烯护套料	用于耐环境开裂要求较高的通信电缆、控制电缆、信号电缆和光缆的护层最高工作温度 70℃
	LDH	黑色线性低密度聚乙烯护套料	
	GH	黑色高密度聚乙烯护套料	用于光缆、海底电缆的护层，最高工作温度 80℃
绝缘料	NDJ	黑色耐候性线性低密度聚乙烯绝缘料	用于 1KV 及以下架空电缆或其他类似场合，最高工作温度 70℃
	NLDJ	黑色耐候性线性低密度聚乙烯绝缘料	
	NGJ	黑色耐候性线性高密度聚乙烯绝缘料	用于 10KV 及以下架空电缆或其他类似场合，最高工作温度 80℃

3. 氟塑料

氟塑料是指那些聚烯烃分子中的氢原子部分或全部被氟原子取代的高分子合成材料。由于大分子中，碳氟键具有高的离解能以及氟原子具有高的电负性，使氟塑料具有优良的耐高温、低温性能，耐化学品和优良的介电性能。特别是聚四氟乙烯，他的介电性能是现有塑料中最好的一种。

氟塑料的品种很多，目前在电线电缆工业中常用的氟塑料有聚四氟乙烯塑料（F-4）、聚三氟氯乙烯塑料（F-3）、聚全氟乙丙烯塑料（F-46）、聚偏二氟乙烯塑料（F-2）、四氟乙烯和乙烯的共聚物（F-40）、偏二氟乙烯和三氟氯乙烯的共聚物（F-28）、三氟氯乙烯和乙烯的共聚物（F-30）等。

聚四氟乙烯（ $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ ）具有对称的线性结构，在常温下为晶体、结晶度为 55-75%，平均分子量为 15-50 万。性能如下：

- a) 优良的电绝缘性能
- b) 相当高的耐热性和足够好的耐低温性（-195—250℃）
- c) 有足够的力学性能
- d) 具有优异的化学稳定性
- e) 具有很好的耐湿性和耐水性
- f) 良好的耐气候性，对紫外线照射表现稳定
- g) 具有不透气性，自熄性
- h) 耐电晕性差，经 γ 射线辐照会变脆
- i) 剧毒性，加工性能不佳。

4. 聚丙烯

聚丙烯是由丙烯经聚合反应而得的高分子化合物，密度小，约为 $0.9-0.91\text{g/cm}^3$ ，是目前已知常用塑料中密度最小的一种。外观好像高密度聚乙烯，是白色蜡状固体，比聚乙烯透明，无毒吸水性仅为 0.03-0.04%。聚丙烯具有很好的物理、力学性能、较高的耐热性、较为优良的电绝缘和化学稳定性。因此可用于制造各种电线和电力电缆的绝缘。绝缘层可以做得比较薄，也可用薄膜绕包电缆线芯。同时，由于它柔韧、耐磨，也可以做绝缘的护层。（注意：“铜害”就是聚丙烯与铜接触，产生化学反应，使聚丙烯中抗氧剂的抗氧化效能降低，从而减弱了聚丙烯的抗老化能力。）

5. 聚酰胺

聚酰胺塑料一般称为尼龙，我国称锦纶，他耐磨性高，机械强度

大，耐油性好。尼龙有许多品种，用于工程塑料最常见的是尼龙-6、尼龙-9、尼龙-66、尼龙-610、尼龙-1010 等。

聚酰胺大多用于制造纤维，是合成纤维的主要原料，具有质轻、耐磨、高强度、耐油等特点。聚酰胺的纤维在电线电缆技术中大多作为电线电缆的编织护套和增强填充纤维代替钢绳。

聚酰胺塑料用作电线电缆的挤包外护层，在电线电缆上常用聚氯乙烯绝缘尼龙护套电线代替棉纱编织腊光线，已成为汽车、飞机、拖拉机用电线的一个主要品种。由于熔融挤包的尼龙电线大截面的规格较硬，所以小截面采用熔融挤包，大截面则采用尼龙纤维编织浸尼龙漆。