

# 氯化聚乙烯在线缆行业中的应用

王金银, 彭立新

(湖南建材高等专科学校, 湖南 衡阳 421001)

**摘要:** 研究了氯化聚乙烯(CPE)在线缆生产中的应用。确定胶料配方为: CPE 100; 碳酸钙 80~90; 滑石粉 40; 白炭黑/炭黑 13~15; 氧化镁 8; 氧化锑 8; 石蜡 1; 防老剂 RD 0.3; 氯化石蜡 8; 增塑剂 DOP 15; 增塑剂 EPO 3; 助交联剂 PL-400 6~7; 硫化剂 BIPB 3~3.3; 硅烷偶联剂 A-172 3; 其它 3。挤出成型工艺条件为: 螺杆温度 45~50 ℃; 入料口温度 50~60 ℃; 机身温度 65~75 ℃; 机头温度 75~85 ℃; 口型温度 120~125 ℃; 胶料融体温度 80~90 ℃; 挤出压力 30~33 MPa; 硫化管有效长度 48 m; 冷却水管长度 12 m; 蒸汽压力 1.7~1.9 MPa; 挤出速度 65~75 m<sup>3</sup>·min<sup>-1</sup>。胶料及成品线材各项性能优良, 达到美国 UL-62 标准要求。

**关键词:** 氯化聚乙烯, 电线电缆, 配方, 工艺

中图分类号: TQ333.92; TQ336.5 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2002)04-0222-03

氯化聚乙烯(CPE)具有强度高、弹性好、阻燃、耐油、耐溶剂、耐臭氧、耐热老化、耐候、加工性能良好等优点, 在电线电缆行业中的应用越来越广泛。其中最为典型的是 HPN 双芯(三芯)平行橡胶电线, 主要用于家用电器、仪器、仪表、接插头件等, 产品的需求量很大。按照美国 UL 标准, HPN 有 90 和 105 ℃两个等级, 用 CR 或氯磺化聚乙烯橡胶(CSM)生产。CPE 具有与 CR 和 CSM 相近的性能, 加工性能优良, 不易焦烧, 无粘辊现象, 可生产外观光滑致密的电线(缆), 成品率很高, 且用 CPE 替代 CR 或 CSM 生产 HPN 线材, 综合成本低。现将用国产 CPE 生产 HPN 90 ℃电线的情况介绍如下。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

CPE, 牌号 135B, 山东潍坊亚星化工集团公司产品; 助交联剂 PL-400(SR-350), 台湾恒州实业有限公司产品; 硫化剂 BIPB[双(叔丁过氧异丙基)苯], 上海高桥化工公司产品; 锻烧陶土, 广州泰丰公司提供; 氧化镁, 山西顺和氧化镁厂产品; 增塑剂 DOP, 杭州有机化工厂产品; 氯化石蜡(质

量分数 0.52), 广州助剂化工厂产品。

CPE 135B 的主要性能指标如下: 氯质量分数 0.34~0.36; 残余结晶质量分数  $\leq 0.02$ ; 门尼粘度[ML(1+4)]<sub>125 ℃</sub> 63~73; 纯胶拉伸强度  $\geq 8$  MPa; 纯胶扯断伸长率  $\geq 800\%$ ; 热分解温度  $> 165$  ℃。

### 1.2 仪器与设备

平板硫化机, 浙江湖州橡胶机械厂产品; 拉力机, 低温卷烧机, 江苏省江都市试验机械厂产品; HST-50 老化试验机, 燃烧试验仪, 辰辉电器有限公司产品。

### 1.3 性能测试

性能测试按相应国家标准进行。

## 2 结果与讨论

### 2.1 配方设计

#### 2.1.1 硫化体系

由于 CPE 分子结构中没有双键, 而与仲碳原子结合的氯原子反应活性不高, 因此不能用常规的硫磺/促进剂硫化体系进行硫化。我们采用过氧化物硫化体系。CPE 最常用的硫化剂是 DCP, 但 DCP 硫化时有十分难闻的臭味, 用作家用电器用线, 用户是难以接受的。因此须选用无味或淡味硫化剂进行硫化。我们选用上海高桥化工公司生产的 BIPB 作为硫化剂, 用量 3~3.3 份, 硫化

作者简介: 王金银(1967-)女, 湖南衡阳人, 湖南建材高等专科学校讲师, 学士, 主要从事合成橡胶、胶粘剂、涂料等的研究与开发工作。

特性和胶料性能良好。

通常还要加入硫化助剂,常用的硫化助剂有TAC,TAIC,PL-400等。TAC价格较贵,TAIC硫化时容易喷出,粘附在挤出模具表面,使线材表面产生条纹。因此我们选用与CPE相容性较好的PL-400(液态)为助交联剂,用量5~7份,还可起到增塑剂的作用。

### 2.1.2 补强填充体系

各种浅色填料如滑石粉、碳酸钙、陶土、白炭黑对CPE均有较好的补强作用。碳酸钙是最常用的补强填充剂,可以部分吸收CPE分解产生的氯化氢,有助于硫化反应,用量可达80~100份。超细滑石粉对CPE也有较好的补强作用,加入滑石粉的胶料密炼时更易分散,胶料有良好的包辊性;由于HPN线材成卷出货后,还要进入剪切、头尾开皮等工序,加入滑石粉后线材挺括性好,开皮容易,加工方便,用量一般为30~50份。在白色填料中,白炭黑的补强作用最为显著,与炭黑的补强效果相当,但其呈微酸性,会消耗过氧化物,造成线材欠硫或表面起孔,因此用量要适宜。

生产黑色HPN须加入一定量的炭黑。炭黑既为色粉,又为补强剂。炭黑有一定的导电性,会影响线材的绝缘性能,在绝缘兼护套胶的配方中加入炭黑时,要考虑炭黑的品种与类型,应选用比表面积相对小的炭黑。因此我们选用炭黑N660,其粒度大,比表面积小,且耐热性良好。为了线材外表面更光滑,混炼时以炭黑母炼胶的形式加入,可以减少直接混料时的生热,适当延长混炼时间,改善作业环境。试验表明,加入一定量的白炭黑,可以较大地提高炭黑填充量。填充量大的配方,含胶量低,线材外观更光滑,合乎产品的美观要求,还可降低生产成本。由于CPE本身电性能不高,因此白炭黑和炭黑用量不能太大。试验表明,炭黑与白炭黑的并用量达到15份时,胶料有良好的物理性能和电性能。

如果用CPE作彩色HPN电线,不用炭黑,白炭黑的用量可以适当加大,可作出色彩鲜艳的线材。

### 2.1.3 稳定剂及防老剂

CPE是在主链上没有双键的含氯聚合物,具有良好的耐候性、抗臭氧性、耐温等特性。但在长

时间的应用中,受热、氧等因素的影响,会降解老化,在高温硫化时(硫化温度200℃以上)会发生分解产生氯化氢。因此须加入稳定剂和防老剂,保证硫化的顺利进行,延长电线(缆)的使用寿命<sup>[1]</sup>。

CPE胶料配方中常用的稳定剂和防老剂有氧化镁、氧化铅、金属盐类、环氧树脂以及防老剂RD等。铅类稳定剂是CPE优良的稳定剂,但HPN用于家用电器,用户对含铅材料很敏感,不宜使用铅类稳定剂。因此我们选用氧化镁、防老剂RD和环氧大豆油组成的防护体系。

### 2.1.4 增塑剂

CPE的溶解度参数为9.2~9.3,与其溶解度参数相近的增塑剂均与CPE有良好的相容性。从成本的角度出发,选用增塑剂DOP作为主增塑剂。由于HPN线材要求通过美国UL标准的垂直燃烧试验,氯化石蜡是良好的阻燃增塑剂,价格也较便宜,但氯化石蜡有延迟硫化作用,因此用量宜为6~8份。加入3~5份环氧大豆油,可在一定程度上提高硫化胶的拉伸强度,改善胶料的耐热性能,同时还可以作为稳定剂。

### 2.1.5 其它助剂

加入一定量的石蜡和低相对分子质量的聚乙烯蜡,可在一定程度上改善胶料的加工性能,提高混炼胶的流动性,降低挤出压力。适量的硅烷偶联剂加入到含有白炭黑的胶料中,可以增强填料与橡胶的反应,改进硫化胶的物理性能,并使制品的电绝缘性能得到改善,因此我们选用硅烷偶联剂A-172。

此外,加入8~10份氧化锑,可以使胶料具有良好的阻燃性能。

根据上述配方设计指导思想,通过优化设计,最终确定胶料配方如下: CPE 100; 碳酸钙 80~90; 滑石粉 40; 白炭黑/炭黑 13~15; 氧化镁 8; 氧化锑 8; 石蜡 1; 防老剂RD 0.3; 氯化石蜡 8; 增塑剂DOP 15; 增塑剂EPO 3; 助交联剂PL-400 6~7; 硫化剂BIPB 3~3.3; 硅烷偶联剂A-172 3; 其它 3。

## 2.2 加工工艺

CPE 135B为粉末橡胶,使用密炼机混炼效果较好。在混炼过程中,由于粉末CPE在密炼时存

在结团成块、不易分散的倾向,密炼时装胶量很重要,选定时要保证混炼时有足够的摩擦力,阻止胶料成团。同一配方,采用不同的装胶量,混炼胶的质量差别很大。炭黑用量大的配方,由于摩擦生热大,装胶量要比低炭黑用量的小一些。密炼投料时,可先将各种粉状填料、增塑剂投入,混炼2~3 min,再投入CPE和炭黑线胶,加压砵,混炼功率迅速上升,当电流稳定在某一数值范围内时,表明胶料已基本混合均匀,密炼温度升至105~107℃时,加入硫化剂。硫化剂加入时,融化成液体状,容易导致胶料在密炼机内打滑,可同时加入2~3份碳酸钙,以加快硫化剂的混入,缩短硫化剂在密炼室内的停留时间,避免局部高温导致焦烧现象。硫化剂混合均匀后即可排料,排料温度为108~110℃。从加硫化剂到排料的时间一般控制在40~60 s,整个密炼时间控制在7~9 min。

如果在开炼机上加硫化剂,可将硫化剂做成母胶片,避免直接加入导致胶料打滑、难以吃料现象。

直接采用冷喂料挤出机挤出,螺杆长径比为16:1。可以采取较高的温度以改善胶料的流动性,降低挤出压力。挤出成型工艺条件为:螺杆温度45~50℃;入料口温度50~60℃;机身温度65~75℃;机头温度75~85℃;口型温度120~125℃;胶料融体温度80~90℃;挤出压力30~33 MPa;硫化管有效长度48 m;冷却水管长度12 m;蒸汽压力1.7~1.9 MPa;挤出速度65~75 m·min<sup>-1</sup>。

硫化胶与HPN #18/2C线材性能见表1。由

表1 线材性能测试结果

项 目	硫化胶	成品线材	标准*
拉伸强度/MPa	9.81	9.32	> 8.24
扯断伸长率/%	320	350	> 200
110℃×240 h 老化后			
拉伸强度保持率/%	96	98	> 50
扯断伸长率保持率/%	92	89	> 50
121℃×18 h ASTM 2 <sup>#</sup> 油浸泡后			
拉伸强度保持率/%	98	97	> 60
扯断伸长率保持率/%	105	105	> 60
阻燃试验(VW-1, FT <sub>2</sub> )	—	通过	—
低温卷绕(-20℃/4 h)	—	不开裂	不开裂

注: \*美国UL-62标准;胶料硫化条件为160℃×15 min。

表1可以看出,成品线材性能优良,达到美国UL-62标准要求。

### 3 结语

(1)用CPE生产HPN 90℃线材,加工性能优良,电线产品外观光滑,柔软美观,成品合格率高,综合成本较低,完全能满足线材的设计和使用性能要求,具有较好的发展前景。

(2)目前我国家用电器用线材主要使用PVC塑胶线或NR/SBR/CR橡胶线,长期使用温度只有60~65℃,制定类似HPN线材标准,采用CPE生产,有利于提高我国线缆产品的质量水平。

### 参考文献:

- [1] 彭立新,王金银. 氯化聚乙烯/EPDM空调器电线电缆线芯的研制[J]. 橡胶工业, 2001, 48(8): 481-483.

收稿日期: 2001-11-09

## 大口径高性能钢丝编织胶管面市

中图分类号: TQ336.3 文献标识码: D

一种广泛应用于化工、冶金、机械等领域的Φ150 mm大口径高性能钢丝编织胶管,日前在河北景县龙力实业有限公司研制成功,并通过技术鉴定,正式投放市场。该产品具有承受压力高、弯曲半径小、抗疲劳能力强、耐腐蚀、耐高低温等特点,特别是拉伸强度比同类产品提高50%。经国家化工产品质检部门检测和现场实际使用证明,其各项技术指标达到或超过国外同类产品水平。

(摘自《中国化工报》, 2001-12-18)

## 新型极性橡胶增塑剂研制成功

中图分类号: TQ330.38<sup>+4</sup> 文献标识码: D

一种用于高压耐油胶管和工业耐油胶板,可替代邻苯二甲酸二甲酯的新型极性橡胶增塑剂——NBR增塑剂,日前在河北省平乡科苑润滑剂厂研制成功。该产品具有开口闪点高、酸值低、挥发性小、与橡胶相容性好、胶料混炼均匀、易加工等特点,对环境污染小,主要适用于NBR和CR等橡胶制品,同时也适用于SBR、NR及其并用橡胶制品。

(摘自《中国化工报》, 2001-12-10)