

# 抗静电高密度聚乙烯的研制\*

刘方<sup>1</sup>, 范大和<sup>2</sup>

(1. 盐城工学院 化学工程系, 江苏 盐城 224003; 2. 盐城工学院 教务处, 江苏 盐城 224003)

**摘要:**主要讨论了导电炭黑、氯化聚乙烯弹性体对 HDPE 树脂抗静电改性。采用配方为 HDPE 树脂 100, 炭黑 15~20, 氯化聚乙烯弹性体 10~20(均为质量份), 其它助剂适量, 所得的复合材料具有较好的抗静电性能及物理机械性能。

**关键词:**高密度聚乙烯; 导电炭黑; 弹性体

**中图分类号:** TQ342

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1008-5092(2000)04-0013-03

高密度聚乙烯(HDPE)广泛应用于煤矿、石油、化工等行业, 由于 HDPE 树脂电绝缘性好, 在使用和运输过程中, 一旦受到挤压和摩擦作用, 容易产生和积累静电, 而静电放电可引起火灾或爆炸, 因此, 必须对 HDPE 进行抗静电处理, 消除静电危害。对 HDPE 抗静电改性的方法主要有两种: 一是表面法, 即对 HDPE 制品表面采用电镀、涂复、粘贴等方法, 使其制品表面形成导电层, 该方法成本高, 污染大, 且难以处理形状复杂的制品; 二是添加法, 在 HDPE 树脂中添加抗静电剂或导电性填料(如导电炭黑、石墨、金属粉等), 使 HDPE 树脂的抗静电性或导电性得到提高。评价 HDPE 抗静电性的方法有很多种, 最常用的是根据 HDPE 树脂表面电阻率  $\rho_s$  的大小来评价,  $\rho_s$  越小, 抗静电性能越好, 若  $\rho_s$  小于  $10^8 \Omega$ , 则具有优良的抗静电性能<sup>[1]</sup>。本专题选用不同品种炭黑<sup>[2]</sup>及氯化聚乙烯弹性体对 HDPE 抗静电改性, 得出了抗静电性和综合性能均较好的 HDPE 材料配方。

## 1 实验部分

### 1.1 主要原料

- (1) 高密度聚乙烯(HDPE) (扬子石化)
- (2) 炭黑 EC<sub>1</sub>(进口导电炭黑)、EC<sub>2</sub>(国产导电炭黑)、EC<sub>3</sub>(国产乙炔炭黑)
- (3) 氯化聚乙烯弹性体: R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub> (齐鲁

石化)

### 1.2 主要设备

- |         |            |         |
|---------|------------|---------|
| 开炼机     | XKR-160    | 上海橡胶机械厂 |
| 压片机     | PL-15      | 西班牙产    |
| 万能材料试验机 | AG-5000A   | 日本岛津公司  |
| 高电阻计    | ZC46, ZC43 | 苏州电子仪表厂 |

### 1.3 试样制备

(1) 基本配方(质量份): 高密度聚乙烯(HDPE)树脂 100, 炭黑 15~20, 氯化聚乙烯弹性体 10~20, 其它助剂适量。

(2) 按配方准确称取 HDPE 树脂、氯化聚乙烯、炭黑及其它助剂, 将开炼机升温至 150℃左右, 辊距 1 mm, 依次加入 HDPE、氯化聚乙烯、助剂及炭黑进行混炼 5~8 min, 混匀后最后以 0.5 mm 辊距薄通三次出片切粒。

(3) 将混料在压片机(150℃左右)中进行压片, 冷却后制成试样待测。

### 1.4 性能检测

所有性能均按国标测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同品种炭黑对 HDPE 抗静电性能影响

分别对 EC<sub>1</sub>(进口导电炭黑)、EC<sub>2</sub>(国产导电炭黑)、EC<sub>3</sub>(国产乙炔炭黑)三个品种进行炭黑含量对 HDPE 炭黑复合材料表面电阻率影响试验,

\* 收稿日期: 2000-09-01

作者简介: 刘方(1961-), 男, 江苏武进人, 盐城工学院讲师, 主要从事化学工程及高分子材料教学和研究。

结果如图 1。由图 1 可见,随炭黑添加量增加,材料表面电率下降,当炭黑含量增加到某一临界值时,材料表面电阻率急剧下降,在突变区域后,表面电阻率随炭黑含量增加而降低的幅度不大,这种现象原因可能是在低炭黑含量下,炭黑粒子距离较大,难以形成链状导电通道,  $\rho_s$  较高,当炭黑含量增加到临界值时,由于炭黑粒子距离较小,形成了链状导电通道,导电性能急剧提高,而使  $\rho_s$  迅速下降,当炭黑含量再增加,由于链状导电通道已形成,对材料导电性能提高影响不大,故  $\rho_s$  下降很小,  $EC_1$ 、 $EC_2$ 、 $EC_3$  都能使复合材料的表面电阻率下降到  $10^8 \Omega$  以下,但比较  $EC_1$ 、 $EC_2$ 、 $EC_3$  的抗静电效果,  $EC_1$  明显优于  $EC_3$  和  $EC_2$ 。  $EC_2$ 、 $EC_3$  均为国产炭黑,尽管  $EC_3$  比  $EC_2$  有较好的抗静电效果,但  $EC_3$  的价格为  $EC_2$  的 1.5 倍,且  $EC_3$  的粒径较  $EC_2$  更细,粉尘污染大,因此在以下试验中主要选择  $EC_2$  与  $EC_1$  进行对比试验讨论。

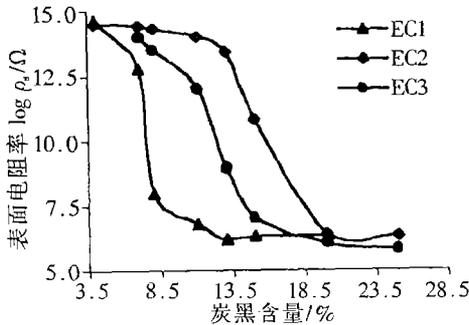


图 1 炭黑品种及含量对复合材料的表面电阻率  $\rho_s$  的影响

Fig.1 The effect of surface specific resistance of recombination from kinds of carbon and their content.

### 2.2 炭黑含量对 HDPE 力学性能的影响

以  $EC_1$ 、 $EC_2$  分别填充 HDPE 树脂,其炭黑含量对 HDPE/炭黑复合材料力学性能的影响见图 2、图 3、图 4。从图 2~4 可以看出,随着炭黑含量的增加复合材料的拉伸强度上升,且  $EC_1$  较  $EC_2$  引起复合材料拉伸强度上升幅度大些,说明在一定炭黑添加量范围内,炭黑对材料的拉伸强度无不良影响。但随炭黑含量增加,复合材料的冲击强度和断裂伸长率明显下降,这是由于炭黑的加入,材料韧性下降、刚性增加所致。从图 4 还显示,添加  $EC_2$  的复合材料断裂伸长率下降趋势缓和,当  $EC_2$  含量为 20% 时,材料的断裂伸长率仍大于 400%,即  $EC_2$  炭黑的添加量在 20% 以下时对复合材料断裂伸长率影响不大。

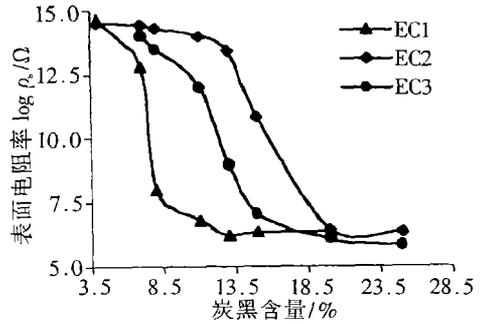


图 2 炭黑含量对复合材料拉伸强度的影响

Fig.2 The effect of recombinations' tensile intensity from the carbon's content.

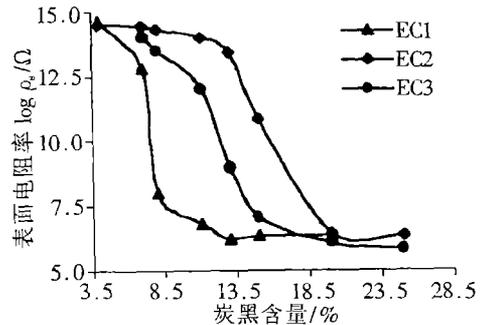


图 3 炭黑含量对复合材料冲击强度的影响

Fig.3 The effect of recombinations' impact strength from the carbon's content.

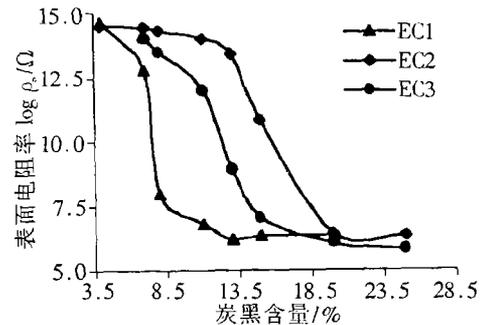


图 4 炭黑含量对复合材料断裂伸长率的影响

Fig.4 The effect of breaking elongation percentage of recombination from the carbon's content.

从以上试验结果分析,尽管添加剂少量  $EC_1$  炭黑就能使 HDPE 树脂获得较好的抗静电性能,但  $EC_1$  较  $EC_2$  引起复合材料的冲击强度、断裂伸长率下降幅度更大,另外  $EC_1$  为进口导电炭黑,其价格是  $EC_2$  价格的 10 倍以上。而  $EC_2$  炭黑价格低,来源稳定,其添加量在 20% 以下时,材料的断裂伸长率影响较小,是较理想的炭黑品种。

### 2.3 弹性体对 HDPE/炭黑体系有关性能的影响

分析三种弹性体  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  对复合材料性能影响,先固定  $EC_2$  炭黑与 (HDPE + 弹性体) 比例,

均为 15 份,改变体系中弹性体的含量,得出弹性体含量对复合材料冲击强度的影响情况(见图 5)及表面电阻率影响结果(见表 1)。

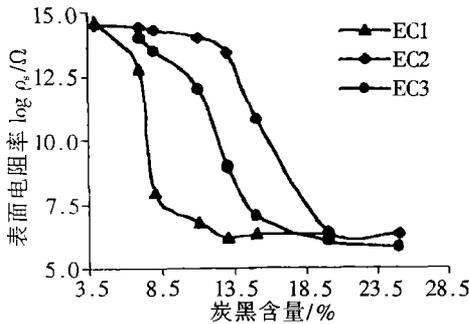


图 5 弹性体含量对 HDPE/炭黑体系冲击强度的影响  
Fig.5 The effect of HDPE/ carbon system's impact strength from the elastomer's content.

表 1 弹性体含量对 HDPE/炭黑体系表面电阻率影响  
Table 1 The effect of surface specific resistance of HDPE/ carbon system from the elastmer's content.

弹性体品种	弹性体含量 (%)				
	5	10	15	20	25
R <sub>1</sub>	2.0 × 10 <sup>12</sup>	3.5 × 10 <sup>7</sup>	1.7 × 10 <sup>7</sup>	6.4 × 10 <sup>8</sup>	2.5 × 10 <sup>10</sup>
R <sub>2</sub>	1.2 × 10 <sup>12</sup>	4.5 × 10 <sup>8</sup>	1.6 × 10 <sup>7</sup>	6.9 × 10 <sup>8</sup>	2.7 × 10 <sup>12</sup>
R <sub>3</sub>	1.2 × 10 <sup>12</sup>	3.6 × 10 <sup>7</sup>	1.5 × 10 <sup>7</sup>	6.1 × 10 <sup>7</sup>	2.0 × 10 <sup>13</sup>

由图 5 可见,随着弹性体含量增加,复合材料体系的冲击强度有较大的提高,且弹性体 R<sub>3</sub> 对体系冲击强度提高较快。弹性体对 HDPE/炭黑体系冲击性能改善的主要原因是弹性体与 HDPE 有较

好的相容性,当其含量增加到一定值时,能在 HDPE 中形成连续的弹性网状结构,从而使 HDPE/炭黑的冲击性能提高。从表 1 可看出,弹性体对复合材料的抗静电性能影响较大,在炭黑含量一定时,随着弹性体含量的增加,且能降到 10<sup>7</sup> Ω 左右,表现出优良的抗静电性能,但当弹性体含量大于 15% 时,体系的表面电阻率呈上升趋势,其原因是在 HDPE,弹性体、炭黑三元体系中,炭黑与弹性体亲和性较强,使得炭黑易富集于弹性体相中,而弹性体在 HDPE 中含量达到一定值时会以连续网状结构存在于 HDPE 中,从而大大增加了三元体系中形成导电网络的几率,使得体系的表面电阻率下降,但当弹性体含量继续增加,由于炭黑含量不变,致使三元复合体系中炭黑浓度下降,对形成导电网络不利,因而体系的表面电阻率上升。

### 3 结论

(1)采用国产导电炭黑 EC<sub>2</sub> 对 HDPE 树脂抗静电改性,用量为 15 ~ 20(质量份)时,材料具有较好的抗静电性能和优良的物理机械性能。

(2)以导电炭黑对 HDPE 树脂抗静电改性时,添加氯化聚乙烯弹性体 10 ~ 20(质量份),可降低炭黑用量,并能使复合材料达到较好的抗静电性能和抗冲击性能。

### 参考文献:

[1] 范五一,黄锐,景鲁川,等.抗静电高密度聚乙烯的研究[J].中国塑料,1988,(4):20~26.  
[2] M.NARKIS, A. RAM, F. FLASHNER. Electrical Properties of Carbon Black Filled Polyethylene[J]. Polymer Engineering and Science, 1978, 18(8): 649 ~ 653.

## The Development of Anti - Static Electricity High Density polyethylene

LIU Fang<sup>1</sup>, FAN Da-he<sup>2</sup>

(1. Department of Chemical Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC; 2. Department of Studies of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC)

**Abstract:** This paper mainly investigated the changed - function of HDPE using electric - carbon black and chloroorganit - HDPE sponge. The precription comprises HDPE resin(100); Carbon black(15 ~ 20) and chloroorganic - HDPE sponge(10 ~ 20) (above figures are all mass scale) and some other proper reagents. The compound made in this condustion has bether anticaking static electricity function and physical machanery function.

**Keywords:** IDPE; Electric carbon black; Sponge