

文章编号: 1005—8893 (2005) 02—0016—04

# HIPS/HDPE 制备工艺对共混物机械性能的影响<sup>\*</sup>

徐建平, 刘春林, 承民联

(江苏工业学院 材料科学与工程系, 江苏 常州 213016)

摘要: 以高抗冲聚苯乙烯 (HIPS) / 高密度聚乙烯 (HDPE) = 70/30 (质量比) 作为研究对象, 利用 DCP 及 SEBS 的协同作用, 考察了不同加料方式, DCP, SEBS 含量, 加工温度, 螺杆转速等条件对共混物性能的影响。结果表明:  $m(\text{HIPS})/m(\text{HDPE})/m(\text{SEBS}) = 70/30/10$ , DCP 用量为 HIPS 和 HDPE 总质量的 0.06%, 挤出加工温度 (后部) 为 185 °C, 螺杆转速为 80 r/min 时, 共混物性能较高。

关键词: 高抗冲聚苯乙烯; 高密度聚乙烯; 共混物; 交联协同作用

中图分类号: TQ 32

文献标识码: A

HIPS 与聚烯烃 (PO) 相容性差, 提高其相容性, 一直是人们研究的热门课题。混合方式及条件对不相容聚合物性能有较大影响, 该方面研究在聚苯乙烯 (PS) / 聚乙烯 (PE) 体系有较多报道<sup>[1~3]</sup>, 而在 HIPS/PO 体系研究较少。HIPS/PO 共混物不但可改善 HIPS 的韧性, 而且可以显著提高 HIPS 对卤代烃和不饱和油脂的耐环境应力开裂性能<sup>[4]</sup>。本文以 HDPE 为聚烯烃材料, 考察了各种因素对共混物性能的影响。

## 1 实验部分

### 1.1 主要原料

HDPE: 5000s, 北京石油化工股份有限公司; HIPS: 825 型, 盘锦乙烯公司; 过氧化二异丙苯 (DCP): 化学纯, 市售; 苯乙烯—氢化丁二烯—苯乙烯嵌段共聚物 (SEBS): G1652, shell 公司。

### 1.2 主要设备

单螺杆挤出机 (SJ—45B): 上海挤出机厂; 熔体流动速率测试仪 (XLK—400): 吉林大学科教仪器厂; 电子天平 (HANGPING—2003): 上海

天平仪器厂; 材料试验机 (AGS—10KND): 日本岛津; 电子天平 (MD200—3): 上海实验仪器厂; 示差扫描量热器 (Perkin—Elementer—7) 美国 PE 公司生产。

### 1.3 实验方法

在单螺杆挤出机上进行共混, 共混物粒料分别按以下几种方法制备: ①HIPS+HDPE, 将 HIPS 和 HDPE 按比例混合, 在一定条件下经挤出机挤出造粒; ②HIPS+HDPE+DCP, 将 HIPS, HDPE, DCP 按比例混合, 在一定条件下经挤出机挤出造粒; ③HIPS+HDPE+SEBS, 将 HIPS, HDPE, SEBS 按比例混合, 在一定条件下经挤出机挤出造粒; ④HIPS+HDPE+DCP+SEBS, 将 HIPS, HDPE, DCP 和 SEBS 按比例混合, 在一定条件下经挤出机挤出造粒; ⑤(DCP+HDPE)+HIPS+SEBS, 将 HDPE 与一定量的 DCP 混合, 在一定条件下挤出造粒, 再用所交联的粒料与 HIPS, SEBS 按比例混合, 在一定条件下经挤出机挤出造粒; ⑥将 HDPE 与一定量的 DCP 混合, 在一定条件下挤出造粒, 用所交联的粒料与 HIPS 按比例混合造粒, 再用所得粒料与 SEBS 混合挤出造

\* 收稿日期: 2005—01—04

基金项目: 常州市科委基础研究基金资助 (CC2003028)

作者简介: 徐建平 (1966—), 男, 江苏靖江人, 副教授。

粒; ⑦ (HIPS + DCP) + HDPE + SEBS, 将 HIPS 与一定量的 DCP 混合, 在一定条件下挤出造粒, 再用所交联的粒料与 HDPE, SEBS 按比例混合, 在一定条件下经挤出机挤出造粒; ⑧ [(DCP + HIPS) + HDPE] + SEBS, 将 HIPS 与一定量的 DCP 混合, 在一定条件下挤出造粒, 用所交联的粒料与 HDPE 按比例混合造粒, 再用所得粒料与 SEBS 混合挤出造粒。

将所得混合物在开炼机上塑化均匀, 再在平板硫化机制成板材, 由标准裁刀制成测试样条, 依据 GB1040—92 测定共混物的机械性能, 拉伸速度为 50 mm/min, 实验数据为 5 次平均。

熔体流动速率 (GB 3682—83) MFR 测试条件为 190 ℃, 5 kg。

差热分析: 在美国 Perkin Elmer—7 型仪器上进行, 样品先通过 10 ℃/min 升温到熔点以上, 恒温 5 min, 再以 10 ℃/min 冷却到原温度, 消除热历史后, 再以 10 ℃/min 升温。

2 结果与讨论

2.1 共混方式对共混物力学性能的影响

共混方式对 HIPS/HDPE 共混物力学性能的影响见表 1。

表 1 共混方式对 HIPS/HDPE 共混物力学性能的影响  
Table 1 Influence of mixing methods on mechanical properties of the blends

Mixing methods	$T_s$ / MPa	$E_b$ / %	$R_{m\ t}$ g/min	$t_m$ / ℃
HIPS+HDPE	10.5	5	0.63	130.8
HIPS+HDPE+DCP	12.2	7	0.51	130.4
HIPS+HDPE+SEBS	13.1	11	0.56	130.2
HDPE+DCP+HIPS+SEBS	13.5	14	0.49	130.1
HDPE+DCP/HIPS+SEBS	14.0	29	0.45	129.3
HDPE+DCP/HIPS/SEBS	15.1	25	0.40	129.0
HIPS+DCP/HDPE+SEBS	13.8	19	0.52	130.4
HIPS+DCP/HDPE/SEBS	13.4	17	0.50	130.4

Note: In all blends,  $m$  (HIPS) /  $m$  (HDPE) /  $m$  (SEBS) = 70/30/10,  $w$  (DCP) = 0.06% of  $w$  (HIPS) and  $w$  (HDPE), processing temperature was 180 ℃ screw rotation speed was 80 r/min.

由表 1 可见, 单独添加 DCP 及 SEBS, 其共混物性能都低于共同添加体系, 由此说明它们有协同作用。共混物 HDPE + DCP/HIPS/SEBS 性能最好, 这可能是由于 HDPE 与 HIPS 第一步混合偶联后, 随着 SEBS 的加入, SEBS 又在两相界面分别与 HDPE, HIPS 发生偶联, 从而两相界面间作用力增大, 性能显著提高。另外, 从“HDPE”熔点

可以看出, 该体系熔点有所降低, 这是由于接枝的 HDPE 链运动受到限制, 使其结晶不完善, 导致熔点下降。正是由于接枝物的形成及 SEBS 于两相的化学偶联, 减少了两相的界面张力, 提高了两相界面粘结力, 有利于相态结构的稳定, 从而使体系粘度上升, MFR 下降, 力学性能提高。

2.2 DCP 含量对共混物机械性能的影响

DCP 含量对 HDPE + DCP/HIPS/SEBS 共混物机械性能的影响如图 1。其中 DCP 的用量为 HDPE, HIPS 总的质量分数, 加工温度为 185 ℃, 螺杆转速为 80 r/min。由图可以看出, 拉伸强度随 DCP 含量增加而增加, 当 DCP 含量大于 0.08% 时, 增加幅度明显减缓, 体系的断裂伸长率在 0.06% 达到最大。这是由于 DCP 含量较多时, 会引起 HDPE, SEBS 等自交联 (测得  $m$  (HIPS) /  $m$  (HDPE) /  $m$  (SEBS) /  $m$  (DCP) = 70/30/10/0.08 共混物的凝胶含量为 12.8%)。DCP 含量为 0.06% 时, 体系无凝胶产生, 共混物综合性能较好。

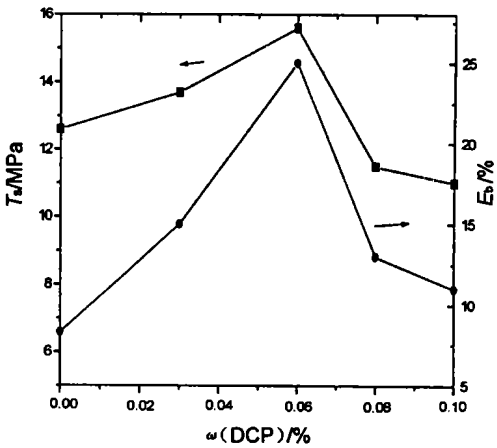


图 1 DCP 含量对共混物机械性能的影响  
Fig. 1 Influence of DCP content on mechanical properties of the blends

2.3 SEBS 含量对共混物机械性能的影响

图 2, 图 3 为 SEBS 含量对 HDPE + DCP/HIPS/SEBS 共混物性能的影响, 其中 DCP 的用量为 HDPE, HIPS 总质量的 0.06%, 加工温度为 185 ℃, 螺杆转速为 80 r/min。由图可见, SEBS 用量低于 10% 时, 共混物的拉伸强度, 断裂伸长率均明显增大, 而 SEBS 含量超过 10% 时, 断裂伸长率上升的趋势趋于平缓, 拉伸强度却有所减低。这是因为当 SEBS 含量较少时, SEBS 在共混中其

增容作用占主导作用, 它促进相的分散, 强化相间粘结, 共混物性能提高, 继续加入 SEBS 时, 其增韧作用占主导作用, 表现出拉伸强度下降, 断裂伸长率上升。另外, 从图中可以看出, 不加 DCP 的体系, 其性能较低, 这进一步说明了 DCP 和 SEBS 在 HDPE/HIPS 中具有良好的协同作用。

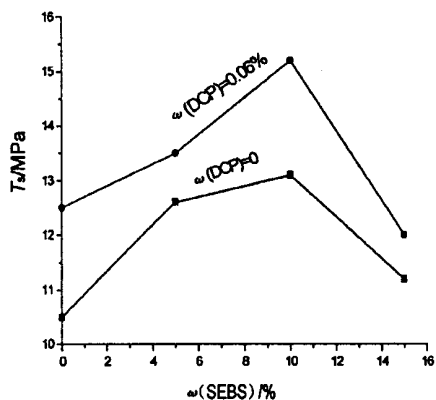


图 2 SEBS 含量对共混物拉伸强度的影响

Fig. 2 Influence of SEBS content on tensile strength of the blends

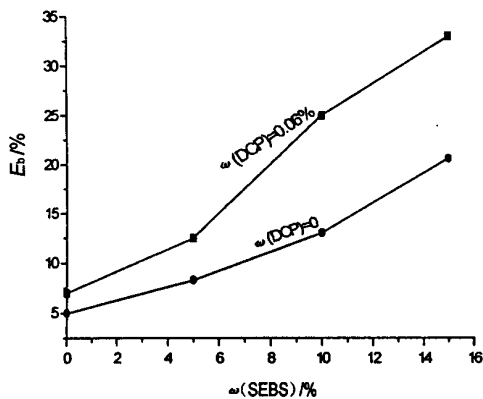


图 3 SEBS 含量对共混物断裂伸长率的影响

Fig. 3 Influence of SEBS content on elongation at break of the blends

## 2.4 加工温度对共混物机械性能的影响

温度对 HDPE+DCP/HIPS/SEBS 共混物机械性能的影响如图 4。其中 DCP 的用量为 HDPE 和 HIPS 总质量的 0.06%, 螺杆转速为 80 r/min。由图可以看出, 温度对共混物力学性能影响较大, 当加工温度为 185 °C 时, 共混物综合性能较佳, 而高于或低于该温度所得到的共混物性能都降低。

## 2.5 螺杆转速对共混物机械性能的影响

螺杆转速对 HDPE+DCP/HIPS/SEBS 共混物机械性能的影响如图 5, 其中 DCP 的用量为 HDPE、HIPS 总重的 0.06%, 加工温度为 185 °C。

螺杆转速影响到物料在挤出机内的停留时间及物料混合程度, 从而影响 DCP 在混合体系中含量及分布, 进而影响组份间的交联。从图可以看出, 当螺杆转速为 80 r/min 时, 共混物机械性能较好。

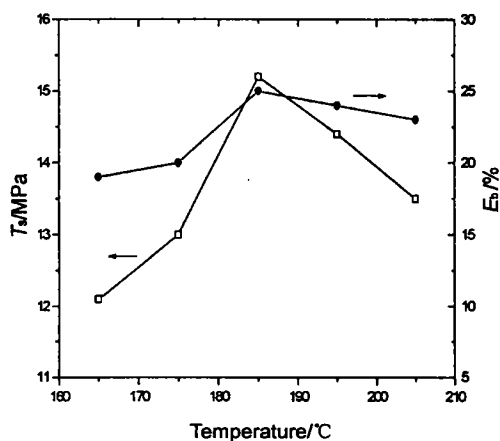


图 4 温度对共混物机械性能的影响

Fig. 4 Influence of processing temperature on mechanical properties of the blends

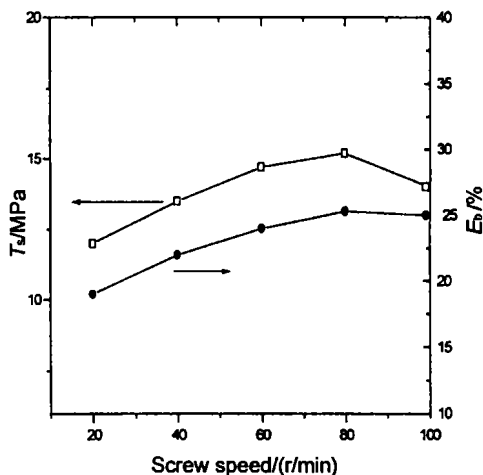


图 5 螺杆转速对共混物机械性能的影响

Fig. 5 Influence of screw rotation speed on mechanical properties of the blends

事实上, 温度及转速直接影响 DCP 的含量及分布, 只有合适的 DCP 含量及分布, 使 HDPE、HIPS、SEBS 间产生较多的交联而又不引起各相过度自交联时, 共混物才表现出最佳性能。

## 3 结 论

(1) 各种混合方式中, HDPE+DCP/HIPS/SEBS 混合方式共混物性能较好。

(2) HIPS/HDPE/SEBS 配比为 70/30/10, DCP 用量为 HIPS 与 HDPE 总质量的 0.06%, 加

工温度(后两段)为 185 ℃, 螺杆转速为 80 r/min 时, 共混物综合性能较好。

#### 参考文献:

[1] Zhi Wang, Chi-Ming Chan, Shui Han Zhu. Compatibilization of Polystyrene and Low Density Polyethylene Blends by a Two-Step Crosslinking Process [J]. Polymer, 1998, 39 (26): 6 801—6 805.

[2] 方征平, 许承威. BR 和 DCP 在 PS/HDPE/SEBS 体系中的协同作用 [J]. 高等学校化学学报, 1996, 17 (12): 1 959—1 961.

[3] Luzinov I, Xi K, Pagnoulle C, et al. Composition Effect on the Core-Shell Morphology and Mechanical Properties of Ternary Polystyrene/Styrene-Butadiene Rubber/Polyethylene Blends [J]. Polymer, 1999, 40 (10): 2 511—2 520.

[4] 曲桂杰, 刘景江. 绿色冰箱的发泡剂和内衬材料 [J]. 高分子材料科学与工程, 1998, 14 (3): 138—143.

## Effect of Preparation Technology on the Mechanical Properties of HIPS/HDPE Blends

XU Jian-ping, LIU Chun-lin, CHENG Min-lian

(Department of Materials Science and Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China)

**Abstract:** In this paper, the influences of mixing methods and conditions on the mechanical properties of high impact polystyrene (HIPS) / high density polyethylene (HDPE) blends were investigated. Addition of SEBS and DCP was found to improve blends mechanical properties higher than that of addition of SEBS, DCP respectively. On the basis of  $m$  (HIPS) /  $m$  (HDPE) = 70/30, the effects of SEBS content, DCP content, processing temperature, screw rotation speed on the mechanical properties of HIPS/HDPE blends were studied. The results indicated that the mixing condition for acquiring optimum mechanical properties was that  $m$  (HIPS) /  $m$  (HDPE) /  $m$  (SEBS) = 70/30/10,  $w$  (DCP) = 0.06% of HIPS and HDPE, processing temperature was 185 ℃ and screw rotation speed was 80 r/min.

**Key words:** HIPS; HDPE; blends; crosslinking synergism