

·研究简报·

间规聚苯乙烯/等规聚丙烯/间规聚苯乙烯-*b*-聚(1-丁烯) 共混体系相容性*

黄后谷^{1**} 盛亚平¹ 林尚安² 杨万泰¹

(¹ 北京化工大学化工资源有效利用国家重点实验室 材料科学与工程学院 北京 100029) (² 中山大学高分子研究所 广州 510275)

关键词 间规聚苯乙烯, 等规聚丙烯, 形态结构, 热性能, 力学性能

间规聚苯乙烯(*s*PS)的改性主要是对其增韧改性, 提高其力学性能。*s*PS的化学改性已有较多文献报道^[1, 2]。物理改性包括玻纤填充^[3], 与聚乙炔甲基醚(PVME)共混^[4], 与弹性体^[5]共混, 与聚酰胺(PA)^[6]共混, 与聚碳酸酯 PC^[7]共混。但是, 有关采用等规聚丙烯(*i*PP)共混改性间规聚苯乙烯的研究鲜见报道。本文采用茂金属催化体系五甲基茂三苢氧基钛/改性甲基铝氧烷 $\text{Cp}^*\text{Ti}(\text{OBz})_3/\text{mMAO}$ 合成的间规聚苯乙烯与聚 1-丁烯嵌段共聚物^[8] (B30)作相容剂, 研究 *i*PP 与 *s*PS 共混的情况。结果表明, 以 B30 作相容剂, *i*PP 与 *s*PS 相容, 并能改善 *s*PS 的力学性能。本工作为间规聚苯乙烯的改性研究提供一条新思路。

1 实验原料

*s*PS, $M_v = 2.6 \times 10^5 \sim 3.0 \times 10^5$; *i*PP, 牌号为 PP_{F401}, 熔融指数在 1.7 ~ 3.0, 广州石化总厂生产; B30, $M_v = 4.5 \times 10^5$; 间规聚苯乙烯为 70%, 聚 1-丁烯为 30% 苯乙烯聚合 1 h, 1-丁烯聚合 0.5 h; 抗氧剂, 1010。

2 表征方法

扫描电子显微镜法(SEM), 日立 S520 型扫描电子显微镜, 取冲击样条断面, 真空喷金-钼合金, 观察断面形貌; 动态力学分析(DMA), TA 公司 DMA-2980, 升温速率为 5 K/min, 脉冲频率为 3 次/s 示差扫描量热法(DSC), Perkin-Elmer DSC-7C 示差扫描量热计在氮气保护下测定共聚物的 DSC 谱, I_n 校正, 升、降温速率均为 10 K/min; 热重分析(TGA)岛津 TGA-50 测定 *s*PS 氮气气氛的热分

解曲线, 升温速率为 10 K/min。样品共混采用同相双螺杆挤出机, TSE-40A/400-44-22, 南京瑞亚高聚物装备有限公司生产; 无缺口冲击强度测定在常温下采用简支梁冲击试验机, XJJ-50, 河北省承德试验机厂生产, 按照 GB1048 测试; 拉伸强度测定采用英国产 Instron 试验机, 按照 GB/T2568-1995 测试。

3 形态结构

图 1 是 *s*PS/*i*PP/B30 共混体系的 SEM 图。由图 1(a) 可看出, 在 *s*PS/*i*PP = 90/10 混合体系中, *i*PP 在 *s*PS 中以光滑球形颗粒存在, 不能分散在其中, 两相相分离明显, 相界面光滑, 不存在相容层。证明 *s*PS 和 *i*PP 是不相容的共混体系。由图 1(b, c, d, e, f) 还可看出, 在 *s*PS/*i*PP 共混体系中加入增容剂 B30, 增容剂中的 *s*PS 链段和 PB 链段分别与 *s*PS 相和 *i*PP 相相容, 在两相间行成一定厚度的韧性层(相容层)。改变增容剂的用量, 共混物的冲击断面有一定的变化, 说明增容剂的用量对共混物形态结构有影响。加入 10 份增容剂 B30 时, 增容作用最好(图 1 c, d)。

4 热性能

*s*PS/*i*PP/B30 共混体系 DSC 分析结果见表 1。由表 1 可知, *s*PS/*i*PP 共混体系中加入适量的增容剂 B30, 共混体系的玻璃化温度发生改变, 低温区玻璃化温度(*i*PP- T_g)随 B30 加入量增加而逐渐升高。而高温区玻璃化温度(*s*PS- T_g)随 B30 加入量增加而逐渐降低。DSC 分析结果证明 B30 对 *s*PS/*i*PP 共混物体系有增容作用。DMA 分析也表明 *s*PS/*i*PP/B30 共混物体系有两个玻璃化转变温

* 2006-06-08 收稿, 2006-07-06 修稿; 国家自然科学基金项目(基金号 20574003)资助项目, 北京市教委高分子化学与物理学科建设重点项目(项目号 XK100100433, XK100100540); ** 通讯联系人, E-mail: qgh96@yahoo.com.cn

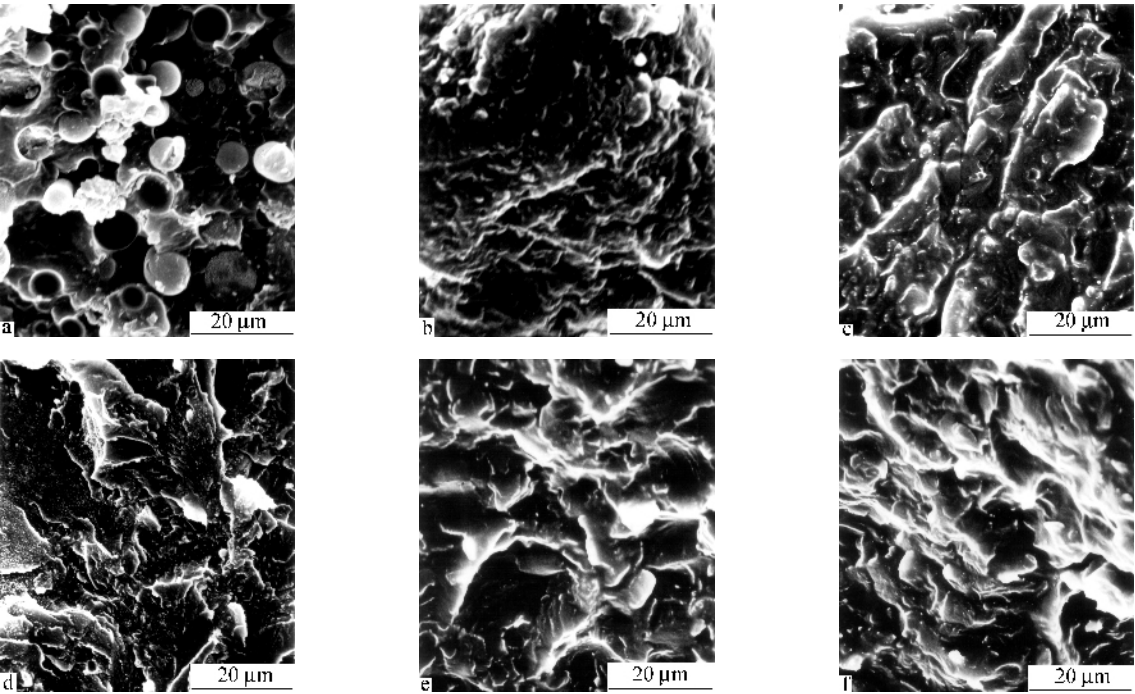


Fig. 1 SEM micrographs of *s*PS/*i*PP/B30 blends
a) *s*PS/*i*PP = 90/10 ; b) *s*PS/*i*PP/B30 = 90/10/3 ; c) *s*PS/*i*PP/B30 = 90/10/5 ; d) *s*PS/*i*PP/B30 = 90/10/10 ; e) *s*PS/*i*PP/B30 = 90/10/15 ; f) *s*PS/*i*PP/B30 = 90/10/20

Table 1 Thermal analysis of *s*PS, *i*PP, B30 and *s*PS/*i*PP/B30 blends by DSC

Sample	$T_m(^{\circ}\text{C})$			$T_g(^{\circ}\text{C})$	
	T_{mp}	T_{mb}	T_{ms}	<i>i</i> PP- T_g	<i>s</i> PS- T_g
<i>s</i> PS			272.3		99.6
B30		263.4	270.6	- 17.5	92.3
<i>i</i> PP	161.3			- 5.4	
<i>s</i> PS/ <i>i</i> PP/B30 = 90/10/20	160.9	262.8	269.1	2.5	91.0
<i>s</i> PS/ <i>i</i> PP/B30 = 90/10/15	160.7	262.4	269.2	1.2	92.1
<i>s</i> PS/ <i>i</i> PP/B30 = 90/10/10	160.1	261.9	268.7	- 2.5	93.8
<i>s</i> PS/ <i>i</i> PP/B30 = 90/10/5	160.6	262.0	270.3	- 4.3	95.1
<i>s</i> PS/ <i>i</i> PP/B30 = 90/10/3	161.0	—	271.0	- 5.1	98.0

T_{mp} :melting point of *i*PP ; T_{mb} :melting point of *s*PS-*b*-PB block copolymer ; T_{ms} :melting point of *s*PS

度 T_g ,低的 T_g 比 *i*PP 的高,高的 T_g 比 *s*PS 的低,在 *i*PP 和 *s*PS 的玻璃化温度之间.

5 力学性能

在 *s*PS 与 *i*PP 共混物中加入 B30 可提高共混体系的力学性能.共混体系的无缺口冲击强度和拉伸强度随 B30 的含量增加而增大.当配比为 *s*PS:*i*PP:B30 = 90:10:10 的共混体系的力学性

能最好,无缺口冲击强度和拉伸强度分别为 42.3 kJ/m² 和 33.7 MPa.如果 B30 的含量继续增加,其力学性能反而变差.如 *s*PS:*i*PP:B30 = 90:10:15,无缺口冲击强度和拉伸强度分别为 39.1 kJ/m² 和 25.2 MPa.共混体系 *s*PS/*i*PP/B30 的储能模量为 1.57 × 10⁴ MPa,虽比 *s*PS(2.30 × 10⁴ MPa)的低,但仍比 *i*PP(9500 MPa)的高.

REFERENCES

1 Ha vriiak S Jr,Memon N A,Lai C H. US patent,US5 654 365. 1997-08-05
2 Li Huaming(黎华明),Shen Zhigang(沈志刚),Wang Jin(王进),Zhu Fangming(祝方明),Lin Shangan(林尚安). Acta Polymerica Sinica(高分子学报),2003,(1) :73 ~ 77

3 Chen Dequan(陈德铨), Hu Bingyong(胡丙镭). Synthetic Resin and Plastics(合成树脂及塑料), 1997, 14(2) 58 ~ 61

4 Cimmino S, Dipace E, Martuscelli E, Silvestre C. Polymer, 1993, 34(10) 2799 ~ 2803

5 van Deursen J H, Hendriks P A. Eur Patant Appl, EP810 263. 1997-12-03

6 Li Huaming(黎华明), Shen Zhigang(沈志刚), Wang Jin(王进), Zhu Fangming(祝方明), Lin Shangan(林尚安). Acta Polymerica Sinica(高分子学报), 2003, (1) 78 ~ 82

7 Kuo K A, Kim J H, Jeong H M. Eur Polym J, 1998, 34(8) 1229 ~ 1232

8 Huang Qigu(黄启谷), Zhu Fangming(祝方明), Wu Qing(伍青), Lin Shangan(林尚安). Acta Polymerica Sinica(高分子学报), 2000, (5) 649 ~ 653

THE COMPATIBILITY OF SYNDIOTACTIC POLYSTYRENE/ISOTACTIC POLYPROPYLENE/SYNDIOTACTIC POLYSTYRENE-*b*-POLY(1-BUTENE) BLENDS

HUANG Qigu¹, SHENG Yaping¹, LIN Shang'an², YANG Wantai¹
(¹ The State Key Laboratory of Chemical Resource Engineering, The College of Materials Science and Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029)
(² The Institute of Polymer Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract The phase morphology, thermal behavior and mechanical properties of syndiotactic polystyrene/isotactic polypropylene (*s*PS/*i*PP) blends compatibilized by copolymer of syndiotactic polystyrene-*b*-poly(1-butene) (B30) were investigated. It was found that the typical morphology of an incompatible blend where *i*PP domains had a clear spherical shape in *s*PS matrix. However, compatibilizer B30 had an improved effect on the phase morphology of the resultant blends. DSC results showed that in these blends the onset temperature of the *i*PP-*T_g* region shifted toward the *s*PS-*T_g*, and the *s*PS-*T_g* shifted inward slightly. The typical blend of *s*PS/*i*PP/B30 = 90/10/10 coupled the best mechanical properties with unnotched izod impact strength 42.3 kJ/m² and tensile strength 33.7 MPa.

Key words Syndiopolystyrene, Isotactic polypropylene, Phase morphology, Thermal behavior, Mechanical properties