

应力引发官能化 EPDM/HDPE 及其对 PA66/EPDM/HDPE 共混物相形态和力学性能的影响*

张玲^{1**} 张云灿¹ 姚虎卿²

(南京工业大学 ¹材料科学与工程学院 ²化学化工学院 南京 210009)

摘要 通过提高双螺杆挤出机螺杆转速的方法,研究了熔融挤出过程中高剪切应力对马来酸酐(MAH)官能化三元乙丙橡胶(EPDM)与高密度聚乙烯(HDPE)共混物的接枝率、熔体流动速率及凝胶含量的影响.随着双螺杆挤出机螺杆转速的增加,强烈的机械剪切应力引发 EPDM/HDPE 共混物大分子链的断链反应形成大分子自由基,从而引发接枝反应制得具有较高接枝率、较好熔体流动速率和较低凝胶含量的官能化产物(EPDM/HDPE)-g-MAH.并将(EPDM/HDPE)-g-MAH 与 PA66 进行共混,研究了共混体系的相容性、相态及力学性能.结果表明,(EPDM/HDPE)-g-MAH 的加入大大改善了 PA66/EPDM/HDPE 体系的相容性,且随其含量的增加,分散相的粒径明显降低.共混物的韧性及延展性大大提高,而其拉伸及弯曲性能基本保持良好,共混物的成本也有所下降.

关键词 EPDM/HDPE 共混物,高剪切应力,官能化,形态结构,力学性能

目前,尼龙(PA)改性主要有接枝共聚、共混、填充和增强等方法,使其向多功能方向发展^[1,2],其中高分子共混物是最常用的一种手段. PA 共混物可以提高在低温、干态下的冲击强度和降低吸湿性,特别是与含有烃基的烯烃弹性体或弹性体的接枝共聚物等组成的共混物可得到超韧性的尼龙材料.采用马来酸酐官能化乙丙橡胶增韧尼龙是制备高韧性或超高韧性 PA 共混物的重要途径,目前已有较多报道^[3-10].然而在增韧 PA 时,往往引起 PA 共混体系的拉伸和弯曲性能明显下降,减小其应用范围.因此,在提高 PA 共混体系韧性时,继续保持其良好的拉伸和弯曲性能,也是研究此类高性能共混物的重要内容.

当作用于聚合物分子链的应力超过临界值时,即会诱发聚合物分子链的断链产生大分子自由基,引起聚合物降解或交联等化学行为,引发高分子链新的化学反应.施加应力的方式可以是超声波、高速搅拌、机械力的剪切作用及碾磨粉碎等.随着双螺杆挤出机制造技术的进步,螺杆转速高达 1200~3000 r/min 的高转速、高剪切型双螺杆挤出机已经出现.聚合物及共混物在如此高的剪切应力作用下,其自由基型的降解、接枝或解交联等力化学反应十分激烈,由此引起聚合物性能

的显著改变.对此,四川大学李惠林等^[11]报道,随螺杆转速的增加,聚烯烃塑料熔体流动速率迅速增大,与马来酸酐等的接枝率明显增加,且此方法还抑制了一般引发剂引发聚烯烃官能化反应中不可避免的交联副反应,使得官能化反应过程易于控制.近年来,南京工业大学张云灿、管祎嗣、季卫强等^[12-17]报道了双螺杆挤出机的这种高剪切应力作用还可诱导聚烯烃热塑性弹性体 POE 和聚烯烃塑料 LLDPE 官能化反应,制备出高性能的官能化聚烯烃聚合物.陈天举、沈季等^[18,19]也报道了双螺杆挤出机的这种高剪切应力作用可诱导引发废旧轮胎胶中交联网络的断链、降解和解交联反应,实现废旧轮胎胶无污染、高性能的回收利用.

然而,在聚烯烃聚合物官能化反应中交联副反应现象较为严重的是侧链带有双键的三元乙丙橡胶(EPDM),有文献报道因其较严重的交联副反应发生,官能化产物中的凝胶含量可达 50% 以上,严重影响了其产物的使用效果.因此,本文在以往研究工作基础上,采用高剪切应力诱导引发马来酸酐官能化 EPDM/HDPE 共混体系的方法,研究了官能化反应的螺杆转速和反应温度对官能化产物的接枝率、熔体流动速率、凝胶含量及其增韧 PA66/EPDM/HDPE 共混物结构形态和力学性

* 2010-02-09 收稿,2010-04-15 修稿;** 通讯联系人,E-mail:zhangling21@tom.com

doi:10.3724/SP.J.1105.2011.09321

能的影响。

1 实验部分

1.1 主要原料

EPDM 3745 (MFR = 4.1 g/10min), 杜邦-陶氏有限公司; HDPE 5000S (MFR = 1.1 g/10min), 扬子石油化工股份有限公司; MAH, 上海凌峰化学试剂有限公司; PA66 (M20) 上海塑料制品十八厂。

1.2 产物的制备及表征

将 MAH 与一定比例 EPDM 和 HDPE 混合均匀于 TE-20 改进型同向旋转双螺杆挤出机中熔融挤出官能化反应, 挤出物经切粒、干燥后备用。

所有试样的熔体流动速率 (MFR) 用 XRZ400-1 型熔融指数仪测定, 测试条件为 190℃、2.16 kg 载荷。

称取 1 g 左右的官能化产物加入到 70 mL 的二甲苯中, 加热回流 1 h 后使其全部溶解, 稍冷却后将溶液倒入装有 70 mL 丙酮的烧杯中, 沉淀物经布氏漏斗减压过滤, 包入滤纸袋中以丙酮抽提, 再真空干燥至恒量后得到纯化的接枝产物。

官能化产物接枝率的测定参照文献[11], 采用二甲苯溶解、过量 KOH-乙醇溶液反应并用 HCl-异丙醇溶液反滴定法进行。

1.3 红外分析

将经纯化处理后的官能化产物少许放在平板硫化机上, 150℃ 下模压约 1 min 成薄片后, 利用 Nexus670 型红外光谱仪进行测试分析。

1.4 凝胶含量分析

采用 150 目不锈钢网包扎产物 (EPDM/HDPE)-g-MAH, 以二甲苯为溶液, 索氏抽提法抽提 24 h, 经干燥后称量。官能化产物的凝胶质量分数按 ASTM D2765 进行测定。

1.5 SEM 观察

将共混试样在液氮冷却脆断, 以二甲苯为溶剂, 室温刻蚀 6.5 h。断面进行真空镀金后, 通过 JSM-5900 型 SEM 进行形貌观测。

1.6 共混材料制备及力学性能测试

将 (EPDM/HDPE)-g-MAH、PA66 (经干燥处理) 及配方中所需材料按不同比例混合后, 在双螺杆挤出机中熔融共混合, 挤出共混温度 250℃。共混物经切粒后于 120℃ 下干燥 2 h, 用 CJ80M3V 型注射机注射制成测试用标样。注射压力为 100 MPa, 料筒温度为 250 ~ 260℃, 保压时间 45 s。

制得的试样在室温 (25℃) 下放置 24 h 后进行力学性能测试。

材料的拉伸和弯曲实验分别依据 GB1040-79 和 GB1042-79 在 CMT5254 型微机控制电子万能材料试验机上进行。试棒的冲击强度试验依据 GB1843-80 在 XJ-300A 型冲击试验仪上进行。

2 结果与讨论

2.1 产物 (EPDM/HDPE)-g-MAH 的 P_g 表征

图 1 显示增加螺杆转速对产物 (EPDM/HDPE)-g-MAH 接枝率 (P_g) 的影响。随着反应的螺杆转速从 100 r/min 增加到 800 r/min, 产物的 P_g 由 0.25 wt% 增加到 0.78 wt%。由此可以推测, 挤出机中 EPDM/HDPE 共混物承受的剪切应力随之增大, 引发了接枝反应。随着螺杆转速的增加, 强烈的机械剪切应力引起 EPDM/HDPE 共混物大分子链断链反应所产生的大分子自由基含量逐渐增加, 且反应温度越高, EPDM/HDPE 共混物分子链断链倾向越大, 使 P_g 也呈增大的趋势。

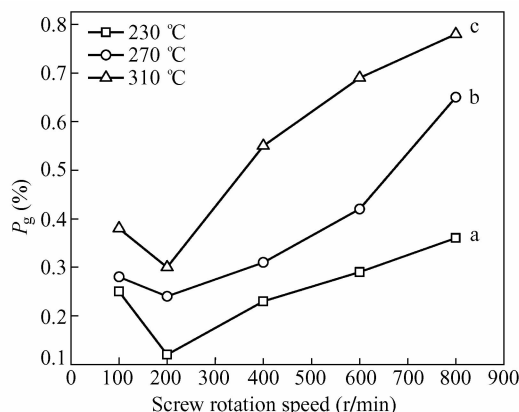


Fig. 1 Effect of the screw rotation speed and reaction temperature on the percentage of grafting of (EPDM/HDPE)-g-MAH (EPDM/HDPE = 60/40) with extrusion temperatures of (a) 230℃, (b) 270℃ and (c) 310℃

对于图 1 中在 100 ~ 200 r/min 的螺杆转速范围内产物接枝率所出现的下降, 据文献分析其原因为, 当螺杆转速很低时, 官能化反应主要是 MAH 与由热引发所产生的大分子叔碳或仲碳自由基之间的反应。在此转速范围内, 随螺杆转速的增加, 由于螺杆剪切应力断链作用所产生的大分子伯碳自由基将首先与这种叔碳或仲碳自由基发生偶合反应, 消耗掉一部分大分子自由基, 故引起了产物接枝率的下降。但随螺杆转速进一步增大, 由于大分子链之间的剪切运动加快, 这种大分子

自由基间的反应将明显受到抑制,而大分子自由基与 MAH 小分子间的官能化反应并不受明显影响,故其产物的接枝率又出现明显增大的趋势.

2.2 产物 (EPDM/HDPE)-g-MAH 的 MFR 研究

图 2 显示增加螺杆转速对产物 (EPDM/HDPE)-g-MAH 熔体流动速率 (MFR) 的影响. 温度为 310℃, 随着反应的螺杆转速从 100 r/min 增加到 800 r/min, 产物的 MFR 迅速由 0.8 g/10min 增加到 8 g/10min. 图示的变化从侧面说明, 挤出机中 EPDM/HDPE 共混物所承受的剪切应力随之增大, 强烈的机械剪切应力引起了 EPDM/HDPE 共混物大分子链的断链反应, 形成大分子自由基而引发了接枝反应. 随着螺杆转速的增加, 大分子自由基含量继而明显增加, 且挤出反应温度越高, EPDM/HDPE 共混物分子链的断链倾向越大, 从而使产物的 MFR 显著增大.

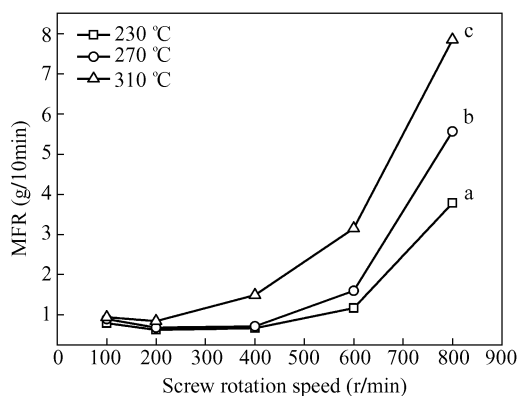


Fig. 2 Effect of the screw rotation speed and reaction temperature on the melt flow rate of (EPDM/HDPE)-g-MAH (EPDM/HDPE = 60/40) with extrusion temperatures of (a) 230℃, (b) 270℃ and (c) 310℃

2.3 产物 (EPDM/HDPE)-g-MAH 的 FTIR 分析

图 3、图 4 为接枝物 (EPDM/HDPE)-g-MAH 的红外光谱图. 图中 1791 和 1079 cm^{-1} 两处为 MAH 单元羰基和醚键 (—O—) 的伸缩振动吸收峰. 从图中看出, 还出现了 1712 cm^{-1} 的部分 MAH 单元水解吸收峰, 可以确认 MAH 被接枝到 EPDM/HDPE 共混物上. 两图显示, 随着官能化反应螺杆转速的增加或者随着反应温度的增加, 官能化产物 (EPDM/HDPE)-g-MAH 中 MAH 的特征吸收峰 (1791 和 1079 cm^{-1}) 强度和部分 MAH 单元的水解吸收峰 (1712 cm^{-1}) 强度均出现明显增大的趋势.

由于吸收峰的峰面积基本反映了 EPDM/HDPE 共混物上 MAH 接枝量的相对大小即 MAH 的相对接枝率. 对比图 2 可知, 它与化学分析方法所得接枝率的结果是一致的. 说明随着官能化反应螺杆转速的增加或反应温度的提高, 产物接枝率呈现增大趋势.

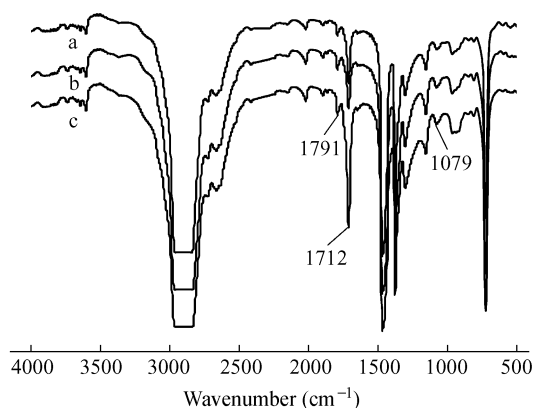


Fig. 3 FTIR spectra of (EPDM/HDPE)-g-MAH (EPDM/HDPE = 60/40) prepared by high shear stress-induced initiation at 270℃ with screw rotation speeds of (a) 200 r/min, (b) 400 r/min and (c) 600 r/min

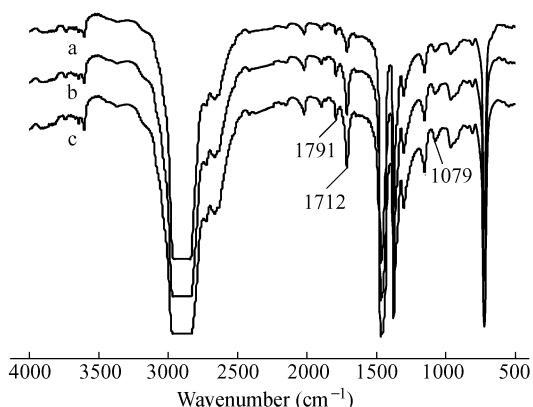


Fig. 4 FTIR spectra of (EPDM/HDPE)-g-MAH (EPDM/HDPE = 60/40) prepared by high shear stress-induced initiation at 600 r/min screw rotation speed with extrusion temperatures of (a) 230℃, (b) 270℃ and (c) 310℃

2.4 产物 (EPDM/HDPE)-g-MAH 的凝胶含量分析

表 1 可见, 由不同反应条件下所得官能化产物的凝胶质量分数均小于 0.40%, 表明在此种官能化方法的反应过程中不存在明显的交联副反应. 从侧面可以推测, 由于高分子链的黏性阻力作用, 随着挤出机螺杆转速的增加, 强烈的机械剪切应力作用引起了大分子自由基之间相对运动的增

加和自由基活性中心相互碰撞频率的减小,故大 分子自由基之间的交联副反应受到明显地抑制.

Table 1 The gel content of (EPDM/HDPE)-*g*-MAH prepared under different conditions*

Screw rotation speed (r/min)	230℃ Gel content (%)	270℃ Gel content (%)	310℃ Gel content (%)
100	0.30	0.20	0.38
200	0.30	0.08	0.20
400	0.16	0.06	0.34
600	0.28	0.30	0.36
800	0.34	0.04	0.20

* MAH content: 2.0%, EPDM/HDPE = 60/40

2.5 PA66/EPDM/HDPE 共混物 SEM 研究

图 5 为纯 PA66 和 PA66/EPDM/HDPE 共混物冲击断面的 SEM 照片. 由图可见,对于简单的共混体系 PA66/EPDM/HDPE (80/12/8) (图 5b), EPDM 分散相孔洞在基体中的尺寸很大,从 20 μm 到 30 μm 的颗粒不等,且两相间界面很清

楚,中间含有不能被二甲苯刻蚀的 HDPE 颗粒;而在 PA66 中加入 20% 的 (EPDM/HDPE)-*g*-MAH 后(图 5c), EPDM 分散相孔洞的尺寸显著减小且大小变得较为均一,范围在 1~2 μm ,表明界面间相互作用增强,使得断面特征由纯 PA66(图 5a)的脆性变成了韧性.

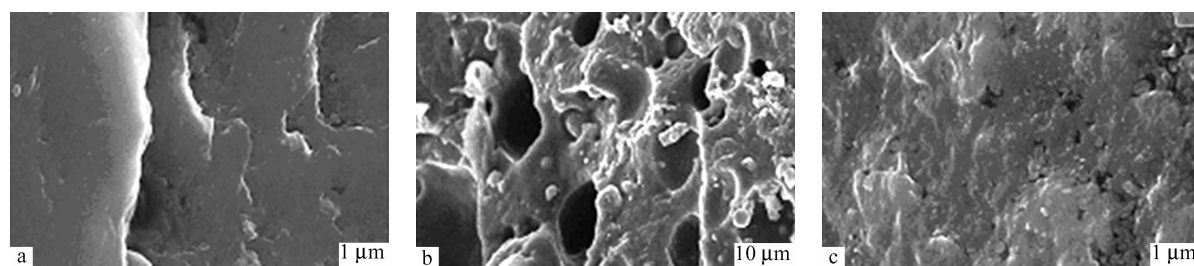


Fig. 5 SEM micrographs of the etched surfaces of (a) PA66, (b) PA66/EPDM/HDPE and (c) PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH (EPDM/HDPE = 60/40)

图 6 为 PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH 共混物脆断面刻蚀后的 SEM 照片. 随着接枝反应螺杆转速从 100 r/min 增加到 800 r/min(图 6a~6c),分散相的颗粒变得逐渐均匀细小,致使分散相的颗粒尺寸可维持在 1 μm 以下的水平. 说明随着螺杆转速的增加和产物接枝率的增大,共混体系的相容性获得了明显改善. 可见,在添加不同螺杆转速下的不同接枝率的 (EPDM/HDPE)-*g*-MAH,明显改善了 PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH 共混

物的形态,并且随螺杆转速增加,其对共混体系起到了逐渐良好的增容作用. 因为在共混过程中 (EPDM/HDPE)-*g*-MAH 中的酸酐官能团可与 PA66 中的端氨基发生化学反应,形成的 PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH 共聚物是 PA66/EPDM/HDPE 共混体系的有效增容剂,从而降低了界面张力,提高了界面间粘结力. 这样,随着螺杆转速的增加,逐渐改善了共混物的相形态,并使得分散相分布越来越细小、均匀.

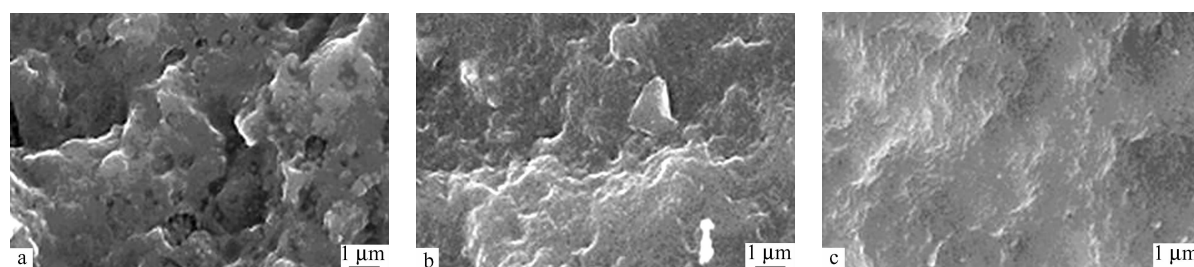


Fig. 6 SEM micrographs of the etched surfaces of PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH blends (80/20) improved by (EPDM/HDPE)-*g*-MAH (EPDM/HDPE = 60/40) prepared under different conditions: (a) 270℃ and 100 r/min, (b) 270℃ and 400 r/min, (c) 270℃ and 800 r/min

图 7 的共混物刻蚀 SEM 照片显示 (EPDM/HDPE)-*g*-MAH 对 PA66/EPDM/HDPE 物的增容作用. 由图可见, 对于 PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH(90/10) 共混物 (图 7a), EPDM 分散相颗粒的尺寸较大, 且大小很不均匀, 从几微米到十几微米的颗粒都有, 且两相间界面很清楚. 表明 PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH(90/10) 共混物基本上是明显分相的两相体系, 两相间作用力很弱. 当在共

混体系中加入 20% 的 (EPDM/HDPE)-*g*-MAH (图 7b), EPDM 分散相颗粒的尺寸明显减小, 颗粒大小变得较为均一, 范围在 1 ~ 2 μm , 表明界面间相互作用增强. (EPDM/HDPE)-*g*-MAH 的加入量增加为 30% (图 7c), 分散相颗粒变得十分均匀细小, 颗粒的粒径几乎全部在 1 μm 以下, 表明界面间相互作用的进一步增强.

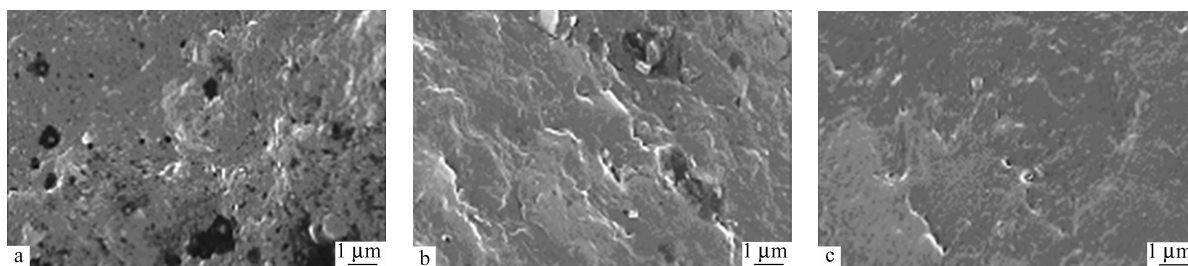


Fig. 7 SEM micrographs of the etched surfaces of PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH blends (270°C and 800 r/min)

a) PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH = 90/10; b) PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH = 80/20; c) PA66/(EPDM/HDPE)-*g*-MAH = 70/30

2.6 PA66/EPDM/HDPE 共混物的力学性能分析

我们以前的研究^[12]表明, 对于 PA66/EPDM 共混体系, 随着体系中 EPDM 含量的增加, 体系的缺口冲击强度在不断提高, 但同时体系的拉伸和弯曲强度却有大幅度下降. 此时韧性的提高是以强度和刚性的巨大损失为代价. 但 PA66/EPDM/HDPE 共混体系的力学性能数据分析结果表明 (见表 2), 由于 EPDM 与 PA66 相容性差, PA66/EPDM 共混物力学性能较纯 PA66 并没有明显改善; 对于 PA66/EPDM/HDPE 共混物, 当加入 30% 不同螺杆转速下不同接枝率的 (EPDM/HDPE)-*g*-MAH 时, 共混物的缺口冲击强度大大

提高, 最大可达 76 kJ/m², 较纯 PA66 提高了 20 多倍, 而拉伸和弯曲强度较纯 PA66 略有下降, 但仍保持较好的水平. 且高螺杆转速比低螺杆转速下官能化产物的接枝率较高, 其共混物的缺口冲击强度也较大. (EPDM/HDPE)-*g*-MAH 作为一个组分添加到共混体系中时, 共混体系在韧性提高的同时, 强度并没有太大的损失而是基本维持在了较好的水平. 力学性能的测试结果表明, (EPDM/HDPE)-*g*-MAH 对 PA66/EPDM/HDPE 共混物起到了增容作用, 并且随着螺杆转速的增加和产物接枝率的增大, 增容作用就越明显. 由于 HDPE 的成本明显低于 EPDM, 因此, PA66/EPDM/HDPE 共混物的成本有所下降.

Table 2 Effect of (EPDM/HDPE)-*g*-MAH on mechanical properties of PA66/EPDM/HDPE blends *

Sample	Reaction temperature (°C)	Screw rotation speed (r/min)	P_g (%)	PA66 content (wt %)	(EPDM/HDPE)- <i>g</i> -MAH content (wt %)	Tensile strength (MPa)	Elongation at break (%)	Izod impact strength (kJ/m ²)
				100	0	70.76	15.55	3.60
EPDM/HDPE (20%)				80	0	47.69	11.86	2.68
1-1	230	100	0.10	80	20	44.73	35.37	12.79
1-2	230	800	0.52	80	20	44.07	48.81	24.60
2-1	270	100	0.26	80	20	44.83	57.10	16.39
2-2	270	800	0.75	80	20	44.94	60.88	52.73
3-1	310	100	0.46	80	20	44.54	58.83	18.62
3-2	310	800	0.94	80	20	46.43	86.66	31.73

* MAH content; 2.0%, EPDM/HDPE = 60/40

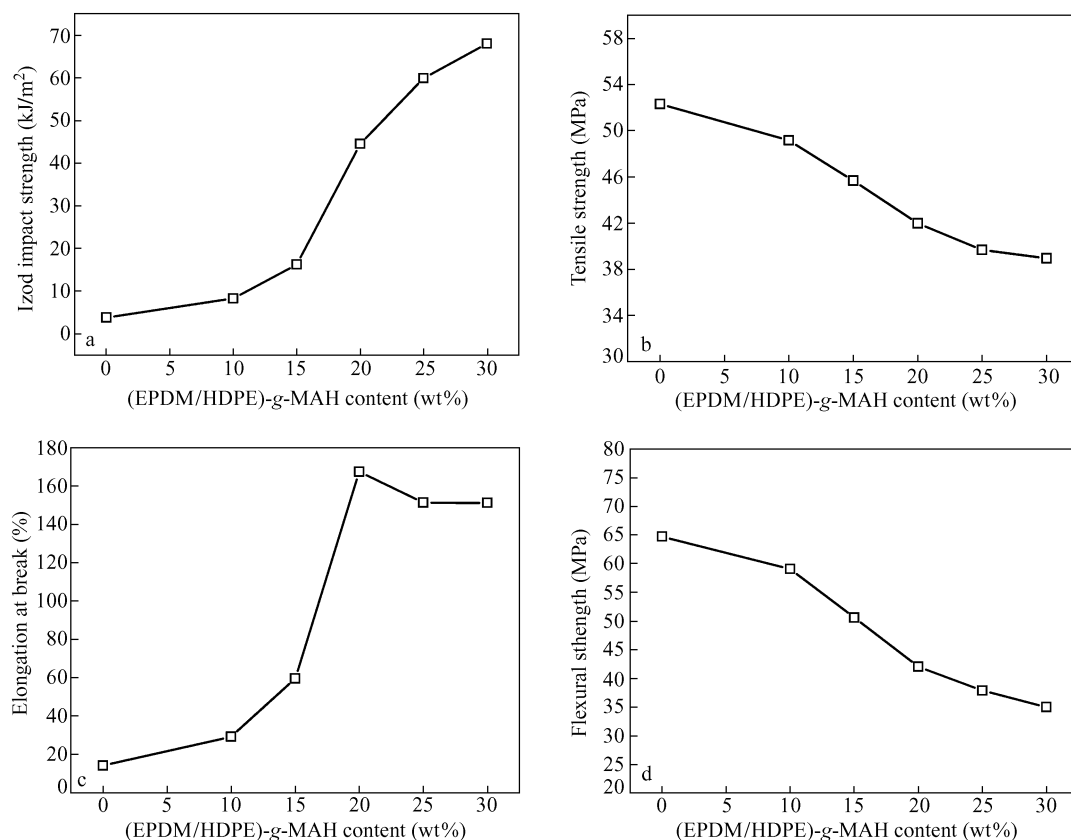


Fig. 8 Variation of Izod impact strength (a), tensile strength (b), elongation at break (c), and flexural strength (d) of the PA66/EPDM/HDPE blends with addition of (EPDM/HDPE)-g-MAH (EPDM/HDPE = 60/40, 270°C and 800 r/min)

在 PA66/EPDM/HDPE 共混物中, (EPDM/HDPE)-g-MAH 的含量决定着共混体系的相态结构,从而影响着共混物的力学性能. 固定 EPDM/HDPE = 60:40、温度和螺杆转速,考察了 (EPDM/HDPE)-g-MAH 的含量对共混物力学性能的影响 (见图 8a~8d). 从图中可见,共混物的缺口冲击强度和断裂伸长率随着 (EPDM/HDPE)-g-MAH 含量的增大基本呈线性增大,且随 (EPDM/HDPE)-g-MAH 的加入,共混体系的缺口冲击强度和断裂伸长率都有大幅度提高,前者最大可达简单共混物的 25 倍左右. 同时体系的拉伸和弯曲强度略有下降,基本维持在较好的水平.

综上所述,在共混过程中 (EPDM/HDPE)-g-MAH 中的酸酐官能团可以与 PA66 中的端氨基发生化学反应,生成了 PA66-EPDM-HDPE 的共聚物,该共聚物能有效地改善 PA66/EPDM/HDPE 共混物的相容性,使 EPDM 均匀的分散在 PA66 基体中,并且随着螺杆转速的增加和产物接枝率的进一步增大,相区尺寸明显减小,从几十微米减小到 1 μm 以下. 与简单共混物相比,添加

(EPDM/HDPE)-g-MAH 使 PA66/EPDM/HDPE 共混物的力学性能有明显改善,力学性能也比较均衡,达到了一般弹性体和小分子增韧难以达到的效果. 可见, (EPDM/HDPE)-g-MAH 是 PA66/EPDM/HDPE 共混物一种很有效的界面改性剂.

3 结论

利用熔融挤出过程中提高双螺杆挤出机螺杆转速的高剪切应力诱导引发方法,实现对 EPDM/HDPE 共混物与马来酸酐的官能化反应,强烈的机械剪切应力引发了 EPDM/HDPE 共混物大分子链的断链反应,形成大分子自由基引发接枝反应生成了官能化产物 (EPDM/HDPE)-g-MAH. 该方法所得产物的接枝率较高、熔体流动速率和凝胶含量易于控制,避免了一般过氧化物引发剂引发方法不可避免的交联副反应,可以进一步提高官能化产物性能,为聚烯烃材料的官能化改性提供了一个便捷、高效的新途径. 当以 (EPDM/HDPE)-g-MAH 改性 PA66 时,可以大幅度提高 PA66/EPDM/HDPE 共混体系的韧性及延展性,

而其拉伸和弯曲性能略有下降,基本保持较好的 反应的机理有待进一步研究.
水平,并且共混物的成本也有所下降.有关官能化

REFERENCES

- 1 Ma J, Feng Y X, Xu J, Xiong M L, Zhu Y J, Zhang L Q. Polymer, 2002, 43 (3) : 937 ~ 945
- 2 Feng Na (冯钠), Liu Junlong (刘俊龙), Qu Minjie (曲敏杰), Yang Dawei (杨大伟) China Plastics (中国塑料), 2000, 14 (9) : 25 ~ 28
- 3 Machado A V, Covas J A, Van D M. Polymer, 2001, 42 (8) : 3649 ~ 3655
- 4 Nicoleta D R, Mihai B, Cornelia V, Marek K. Polymer Degradation and Stability, 2003, 80 (3) : 551 ~ 566
- 5 Gao Ning (高宁), Ye Miao (叶苗), Zhang Jingchun (张景春), Xie Xuming (谢续明). Acta Polymerica Sinica (高分子学报), 2001, (6) : 711 ~ 715
- 6 Huang Li (黄丽), Jiang Wei (姜伟), An Lijia (安立佳), Jiang Shengxiang (蒋生祥). Acta Polymerica Sinica (高分子学报), 2005, (4) : 529 ~ 534
- 7 Yu Jie (于杰), Yan Wei (严伟), Qin Shuhao (秦舒浩), Lei Jinfeng (雷金锋), He Min (何敏), Guo Jianbing (郭建兵). Acta Polymerica Sinica (高分子学报), 2009, (9) : 896 ~ 902
- 8 Yang Fengxia (杨风霞), Du Rongni (杜荣妮), Li Bo (李博), Chen Rong (陈龙), Yang Jinghui (杨静晖), Fu Qiang (傅强), Zhang Qin (张琴). Acta Polymerica Sinica (高分子学报), 2010, (3) : 366 ~ 371
- 9 Lu Chang (陆昶), Huang Xinhui (黄新辉), Xing Yanyan (邢艳艳), Chen Quan (陈权), Liu Jichun (刘继纯), Zhang Yuqing (张玉清). Acta Polymerica Sinica (高分子学报), 2010, (4) : 401 ~ 407
- 10 Yang Fengxia (杨风霞), Zhou Chengjuan (周成娟), Du Rongni (杜荣妮), Yang Jinghui (杨静晖), Fu Qiang (傅强), Su Run (苏润), Zhang Qin (张琴). Acta Polymerica Sinica (高分子学报), 2010, (7) : 849 ~ 856
- 11 Chen Y Z, Li H L. Polymer, 2005, 46 (18) : 7707 ~ 7714
- 12 Zhang Yuncan (张云灿), Li Huilin (李惠林). Polymer Materials Science & Engineering (高分子材料科学与工程), 2002, 18 (2) : 159 ~ 164
- 13 Zhang Y C, Li H L. Polymer Engineering and Science, 2003, 43 : 774 ~ 782
- 14 Zhang Y C, Chen J Y, Li H L. Polymer, 2006, 47 : 4750 ~ 4759
- 15 Guan Yisi (管祎嗣), Zhang Yuncan (张云灿), Zhang Ling (张玲). Journal of Nanjing University of Technology (南京工业大学学报), 2006, 28 (4) : 41 ~ 47
- 16 Ji Weiqiang (季卫强), Guan Yisi (管祎嗣), Zhang Yuncan (张云灿). Polymer Materials Science & Engineering (高分子材料科学与工程), 2007, 23 (6) : 188 ~ 191
- 17 Zhang L, Zhang Y C, Yao H Q. Journal of Applied Polymer Science, 2009, 113 (2) : 784 ~ 792
- 18 Chen Tianju (陈天举), Xu Zhixin (许治欣), Zhang Yuncan (张云灿). Journal of Nanjing University of Technology (南京工业大学学报), 2008, 30 (1) : 69 ~ 73
- 19 Shen Ji (沈季), Zhang Yuncan (张云灿). Polymer Materials Science & Engineering (高分子材料科学与工程), 2009, 24 (1) : 32 ~ 35

STRESS-INDUCED FUNCTIONALIZED EPDM/HDPE AND ITS EFFECTS ON MORPHOLOGY AND MECHANICAL PROPERTIES OF PA66/EPDM/HDPE BLENDS

ZHANG Ling¹, ZHANG Yuncan¹, YAO Huqing²

(¹ College of Materials Science and Engineering, ² College of Chemistry and Chemical Engineering,
Nanjing University of Technology, Nanjing 210009)

Abstract The functionalization reaction of ethylene-propylene-diene monomer rubber (EPDM) and high-density polyethylene (HDPE) with maleic anhydride (MAH) during melt extruding through the high shear stress induced initiation by increasing the screw rotation speed of twin-screw extruder and changing the reaction temperature was investigated. With increasing the screw rotation speed, the scission of EPDM and HDPE molecule chains can be caused to form macroradicals and the reaction of EPDM/HDPE with MAH can be realized. The functionalized product (EPDM/HDPE)-*g*-MAH with higher percentage of grafting and better melt flow rate and lower gel content was prepared. The effects of (EPDM/HDPE)-*g*-MAH as a compatilizer on the compatibility, morphology and the mechanical properties of PA66/EPDM/HDPE blends were studied. The results showed that (EPDM/HDPE)-*g*-MAH greatly improved the compatibility of the blends. With an increase in (EPDM/HDPE)-*g*-MAH content in the blend, the size of minor component domains decreased greatly. And the Izod impact strength and elongation at break of the blends improved obviously.

Keywords EPDM/HDPE blend, High shear stress, Functionalization, Morphology, Mechanical property