

## 无机粒子/EPDM 填充聚丙烯的研究

刘方,王亮亮,郑雪琴  
(盐城工学院,江苏盐城 224003)

**摘要:**分别采用了白炭黑、滑石粉及高岭土等无机粒子与 EPDM 弹性体配合对聚丙烯进行填充改性,对各种改性体系的力学性能、耐热性能及加工性能进行了研究,并用扫描电镜对共混物进行结构表征。结果表明:采用 PP/EPDM/白炭黑配方为 100:15:15 时,共混物的综合性能最好。

**关键词:**无机粒子;EPDM;PP;共混;改性

**中图分类号:**TQ325 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2007)03-0064-03

聚丙烯(PP)作为一种通用塑料,原料来源丰富、价格低廉,与其它通用塑料相比,具有较好的综合性能,被广泛应用于汽车、电器、日用品及家具、包装等各个领域。但 PP 成型收缩率大、脆性高,缺口冲击强度低,特别是在低温时尤为严重,这就大大限制了 PP 的进一步推广应用。在 PP 中加入 EPDM(三元乙丙橡胶共聚物)弹性体进行共混,可以有效地改善 PP 的韧性,但在冲击强度大幅上升的同时,材料的模量却下降很快<sup>[1,2]</sup>,用无机刚性粒子配合 EPDM,与 PP 共混,就有可能在增韧的同时,不降低甚至提高其刚度。采用无机粒子与 EPDM 配合对 PP 增韧研究较少,目前未见类似报道。

综合国内外研究工作<sup>[3-6]</sup>,本文分别采用白炭黑、高岭土、滑石粉 3 种无机刚性粒子与 EPDM 配合对 PP 进行共混改性研究,研究不同配方对 PP 共混物力学性能、热性能和加工性能的影响。

### 1 实验部分

#### 1.1 实验原材料

聚丙烯,工业级,中国石化镇海炼化化工股份有限公司;三元乙丙橡胶(EPDM),工业级,JSR 株式会社;硅烷偶联剂,分析纯,淄博塑化实业有限公司;高岭土,市售;白炭黑,工业级,无锡恒巷白炭黑有限责任公司;滑石粉,325 目,无锡市堰桥石粉有限公司。

#### 1.2 PP 共混物的制备

将无机粒子烘干后按比例与硅烷偶联剂均匀混合,将混合好的物料与定量的 EPDM 在双辊开炼机共混,混完后冷却并切割成小块。再与 PP 在开炼机共混,对所得共混物进行造粒并用注射成型机制成测试样条。

#### 1.3 主要仪器设备

XW-150 立式塑胶成型机,香港新威机械制造厂;X(S)K-160 双辊筒塑炼机,上海橡胶机械厂;XJJ-5 冲击试验机,承德试验机有限责任公司;RGD-58 电子拉力试验机,深圳市瑞格尔仪器有限公司;SWB-300A 热变形维卡软化点温度测定仪,上海思尔达科学仪器有限公司;XRZ-400 熔体流动速率仪,吉林大学科教仪器厂;QUANT200 扫描电镜,美国 Fei 公司。

#### 1.4 性能测试

拉伸强度按 GB1040-79 标准试验;简支梁冲击强度按 GB/T1043-93 执行;维卡软化点,按升温速度为 120 °C/h,负荷 787 g 条件测定;熔融指数,按 230 °C 条件下测定。

### 2 结果与讨论

#### 2.1 EPDM 用量对 PP 力学性能的影响

由图 1 可见,随着 EPDM 用量增加,PP 的拉伸强度下降,冲击强度增加,而 PP 的弹性模量下降十分明显,这是因为当 EPDM 存在时,分子

收稿日期:2007-05-21

资助项目:江苏省生态环境材料重点实验室项目资助(项目号为 XKY2005009)

作者简介:刘方(1961-),男,江苏常州人,副教授,主要研究方向为高分子材料改性。

链含有程度不等的长支链而有利于物理交联微区的形成。分散相的弹性体微粒作为大量的应力集中点,在受到外力强大冲击时,在 PP 中引发银纹和剪切带,随着银纹在其周围支化进而吸收大量的冲击能量;同时由于大量银纹之间应力的相互干扰,降低了银纹端的应力,阻碍了银纹的进一步发展,使材料的韧性大大提高。所以宏观表现出随着 EPDM 含量的增加体系的冲击强度就增大,但同时也使 PP 的弹性模量大大下降。

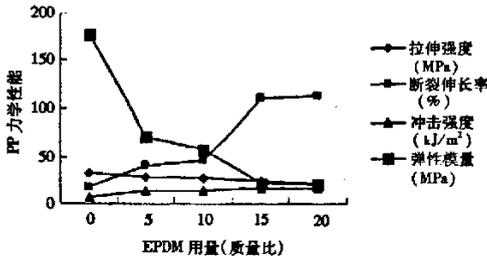


图1 EPDM 用量对 PP 力学性能的影响

Fig. 1 EPDM content vs. mechanical properties of PP

### 2.2 无机粒子对 PP/EPDM 力学性能的影响

图2~图4可见,无机粒子的填入,使PP/EPDM体系的冲击强度都有所降低,拉伸强度的变化不大,但弹性模量提高很多。比较滑石粉、白炭黑及高岭土3种无机粒子对PP/EPDM体系力学性能的影响,白炭黑的加入后体系的冲击强度效果最好,拉伸强度也无显著的变化,弹性模量增加最大。

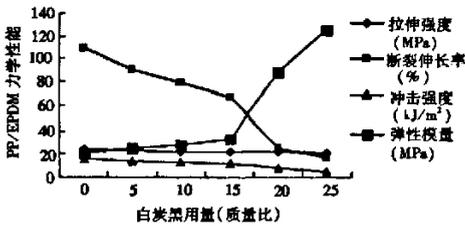


图2 白炭黑用量对 PP/EPDM 力学性能影响

Fig. 2 White carbon black content vs. mechanical properties of PP/EPDM

### 2.3 无机粒子对 PP/EPDM 热性能的影响

由图5可以看出,随着无机粒子组分的增加,PP/EPDM体系的维卡软化点增加。这是因为无机刚性粒子,热稳定性好使得体系的热性能变好,体系的热变形温度随着升高,共混物的使用温度提高,比较三种无机粒子对共混体系热性能的影响可知,PP/EPDM/白炭黑的热性能最好。

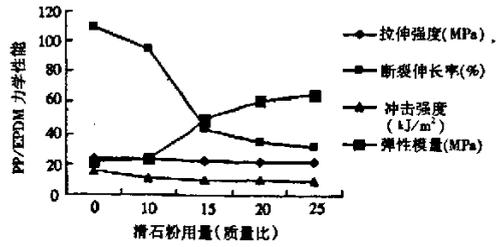


图3 滑石粉用量对 PP/EPDM 力学性能的影响

Fig. 3 Talcum powder content vs. mechanical properties of PP/EPDM

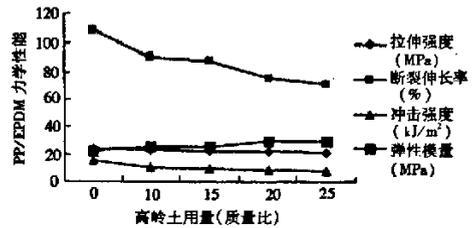


图4 高岭土用量对 PP/EPDM 力学性能的影响

Fig. 4 Kaolin content vs. mechanical properties of PP/EPDM

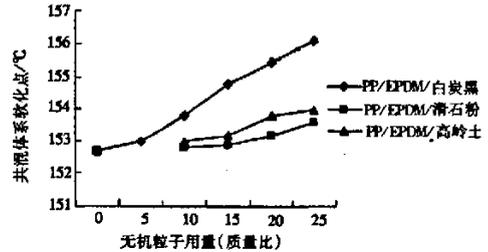


图5 无机粒子对 PP/EPDM 热性能的影响

Fig. 5 Inorganic particles vs. thermal properties of PP/EPDM

### 2.4 无机粒子对 PP/EPDM 加工性能的影响

无机粒子的加入,会影响到体系的加工性能,这一点可以从其熔融指数看出来,图6显示无机粒子的填充,使得共混体系的加工性能变差,这是因为无机刚性粒子增大了分子链的内摩擦,使得

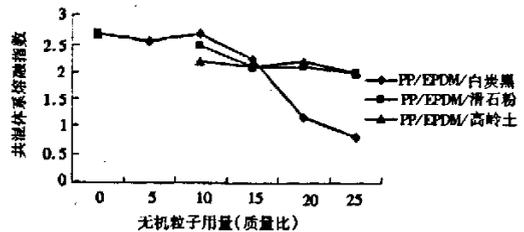


图6 无机粒子对 PP/EPDM 加工性能影响

Fig. 6 Inorganic particles vs. processability of PP/EPDM

聚合物熔体粘度会增大,加工流动性降低。但无机粒子填充量增加到 15 份时,下降趋势趋于平缓,这是因是过多的无机粒子不仅增加了分子链的内摩擦,其体积效应会增大分子间的距离,反而会使改善高分子的流动性能,PP/EPDM/白炭黑配方为 100:15:10 时,其熔融指数较高。

2.5 扫描电镜对共混体系结构分析

用扫描电镜对 PP/EPDM/无机粒子体系分析,由图 7~9 可见,无机粒子与 PP/EPDM 的相容性差,寻找一种性能较好的相容剂,是无机粒子

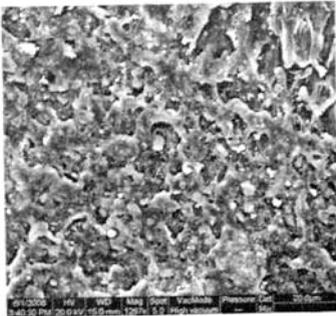


图 7 PP/EPDM/白炭黑体系  
Fig.7 Stereoscan photograph of PP/EPDM/White carbon black

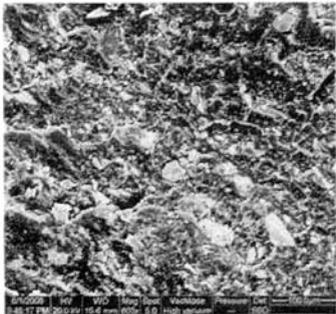


图 8 PP/EPDM/滑石粉电镜图  
Fig.8 Stereoscan photograph of PP/EPDM/Talcum powder

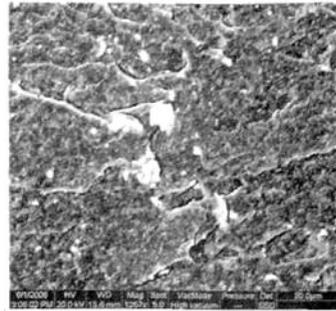


图 9 PP/EPDM/高岭土扫描电镜图  
Fig.9 Stereoscan photograph of PP/EPDM/Kaolin

填充改性 PP/EPDM 的关键。比较图 7~图 9,白炭黑的分散性能较好,与 PP/EPDM 体系相容性优于高岭土和滑石粉,故用白炭黑与 EPDM 配合填充 PP,具有较好的增韧效果。

3 结论

(1)加入 EPDM,能使 PP 的断裂伸长率和冲击强度明显提高,但 PP 拉伸强度、弹性模量等力学性能均有所降低,PP/EPDM 为 100/15 时,综合性能较好。

(2)加入无机粒子,能使 PP/EPDM 体系的弹性模量、维卡软化点明显提高,但断裂伸长率、冲击强度、熔融指数都降低,拉伸强度也有所下降。采用 PP/EPDM/白炭黑配方为 100/15/15 时,共混物的综合性能最好,弹性模量和维卡软化点分别是 33.21 MPa 和 154.8 ℃。断裂伸长率为 67%、冲击强度为 12.10 MPa、熔融指数为 2.24g/10 min、拉伸强度为 22.25 MPa。

(3)扫描电镜分析,无机粒子与 PP/EPDM 相容性较差,寻找一种性能较好的相容剂,是无机粒子填充改性 PP/EPDM 的关键。白炭黑与 PP/EPDM 相容性最好,用白炭黑与 EPDM 配合填充 PP,具有较好的增韧效果。

参考文献:

[1] 洪定一. 塑料工业手册—聚烯烃[M]. 北京:化学工业出版社,1999:580.  
 [2] 吴培熙,张留诚. 聚合物共混改性[M]. 北京:中国轻工出版社,1996:198.  
 [3] 郭涛,王炼石,何一帆. 聚丙烯/弹性体/无机粒子三元复合材料的研究进展[J]. 塑料,2004,33(1):36-40.

(下转第 70 页)

## Studies on Preparation of Starch Acetate Using Microwave Heating

FANG Jian, LI Zhao-xia, CHEN Hong-xing

(Department of Food Science and Engineering Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China)

**Abstract:** Using starch as raw materials, acetic acid and acetic anhydride as modified agents to synthesize starch acetate in a microwave reactor. The factors such as power of microwave, heating time, starch type and acetic anhydride content were investigated. It was found that starch acetate of DS 0.5386 and RE 84.78% was made from dry corn starch/glacial acetic acid/acetic anhydride 1/1/0.4 (w/w/w) and reaction at middle power of microwave for 6 min. Values for DS increased with amount of acetic anhydride while RE declined in the range of experiments. At the same operating condition, DS value and RE of starch acetate decreased in the order cassava > corn > potato Starch.

**Keywords:** microwave heating; starch acetate; degree of substitution (DS); reaction efficiency(RE)

(上接第 66 页)

- [4] 朱兆奇. PP/EPDM/滑石粉体系的结晶熔融行为[J]. 江苏石油化工学院学报, 1995, 7(3): 1-7.
- [5] 朱晓光, 李兰, 王德禧, 等. 壳/核结构复合分散相对 PP/硅灰石/EPDM 体系力学性能的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 1998, 14(1): 115-118.
- [6] 杜国强, 张传贵, 何慧. 塑料工业手册 - 苯乙烯树脂[M]. 北京: 化学工业出版社, 181.

## Research of PP Filled with Inorganic Particles and EPDM

LIU Fang, WANG Liang-liang, ZHENG Xue-qin

(Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China)

**Abstract:** PP was modified by EPDM and inorganic particles such as white carbon black, talcum powder and kaolin. The mechanical and thermal properties of the modified PP, as well as the processability, were studied. The structures of blending polymers were characterized by SEM. The results showed that the combination property of blending polymers would be the best with a formula of PP/EPDM/white carbon black = 100/15/15.

**Keywords:** inorganic particle; EPDM; PP; blending; modify