

滑石粉等填充改性高密度聚乙烯的性能研究

王正祥¹, 李文莲¹, 谢安全², 赖登旺¹

(1. 湖南工业大学 包装新材料与技术重点实验室, 湖南 株洲 412007;

2. 株洲市容昌金属包装有限公司, 湖南 株洲 412005)

摘要: 利用无机组合粒子的协同效应对 HDPE 进行增强增韧改性, 以滑石粉、碳酸钙 2 种典型的具有不同形状特征的无机粉体和 HDPE 树脂为对象体系进行共复合研究。结果表明, 共复合体系可以同时发挥 2 种具有不同形状的无机粉体的优势, 具有较高的拉伸强度和较好的冲击韧性。

关键词: 滑石粉; 碳酸钙; 复合; 共复合

中图分类号: TB332; TQ327

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2010)02-0011-03

Study on Properties of Modified and Filled HDPE with Talc etc

Wang Zhengxiang¹, Li Wenlian¹, Xie Anquan², Lai Dengwang¹

(1. Key Laboratory of New Materials and Technology for Packaging, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China;

2. Zhuzhou Rongchang Package Company Limited, Zhuzhou Hunan 412005, China)

Abstract: A new method of strengthening and toughening HDPE was studied. Two typical inorganic particles, talc and CaCO_3 were used as fillers to HDPE matrix, and the co-composite effects of inorganic particles were investigated. The results indicated that the co-composite method has advantages in several aspects: in virtue of the strengthening effect of active particles, the sharply decreasing tendency of material toughness induced by the weak interface along inactive particles and the matrix could be effectively amended, the strength and toughness of the co-composite materials could be simultaneously controlled at a higher level by combining the characteristics of two different inorganic particles.

Key words: talc; CaCO_3 ; composite; co-composite

高密度聚乙烯 (HDPE) 是一种大品种通用塑料, 在全球范围内, 其产量仅次于聚氯乙烯和 low 密度聚乙烯, 居第三位。HDPE 无毒、廉价、质轻, 有较高的刚性、优良的加工性、优异的耐湿性及化学稳定性, 应用广泛。但因其均聚物冲击强度低, 难以满足一些工程领域对性能的需求。为提高 HDPE 的应用价值, 扩大其应用领域, 对其进行增强增韧改性以作为工程塑料使用一直是国内外高分子材料科学与工程研究的热点之一^[1]。现有资料表明, 以不同的单一无机粉体填充 HDPE, 其复合材料力学性能的改变并不相同, 存在着某一或某些方面的优势^[2-10]。本文采用共复合的方法, 研究了无机粉体填充 HDPE 共复合材料的性能。

1 实验部分

1.1 实验原材料

HDPE: 牌号 5000S, 兰州石化产品; 滑石粉: 1250

收稿日期: 2010-03-14

基金项目: 湖南省高校创新平台开放基金资助项目 (09K091)

作者简介: 王正祥 (1963-), 男, 湖南安化人, 湖南工业大学教授, 博士, 主要从事包装新材料和技术方面的教学与研究,

E-mail: wangzhengxiangcs@163.com

李文莲 (1981-), 女, 山东德州人, 湖南工业大学硕士研究生, 主要从事无机粉体的改性及高聚物的增强增韧研究,

E-mail: liwenlianwang@sina.com

目, 广西桂林产品; 重质碳酸钙: 2500 目, 广西桂林产品; 硅烷偶联剂: 牌号 KH550, 安徽天长市产品; 无水乙醇: 分析纯, 天津市产品; 硬脂酸钠: 分析纯, 天津产品; 硬脂酸: 分析纯, 上海产品。

1.2 仪器及设备

电子万能拉力机: CMT-6000 型, 深圳三思计量有限公司生产; 冲击试验机: XJJ-50J, 承德大华试样机有限公司生产; 双螺杆挤出机: CTE-35, 科倍隆科亚(南京)机械有限公司生产; 注射成型机: HTF90W1, 宁波海天股份有限公司生产。

1.3 试样制备

1.3.1 滑石粉的改性

将滑石粉在恒温烘干箱中于 120 °C 条件下干燥 12 h, 滑石粉的表面处理温度为 90 °C。具体操作: 1) 称取一定量的滑石粉溶于去离子水中, 超声波分散 15 min 后, 移入三口烧瓶中, 预热 30 min; 2) 称取一定量的硬脂酸钠、KH550 分别加入三口烧瓶中, 使滑石粉、KH550 与硬脂酸钠的质量比为 100 : 2.5 : 2.0, KH550 与去离子水的质量比为 1 : 10; 3) 待反应进行 2 h, 离心干燥, 得到改性滑石粉。

1.3.2 碳酸钙的改性

将 CaCO_3 在恒温干燥箱在 120 °C 条件下干燥 12 h, CaCO_3 的表面处理温度为 70~80 °C。具体操作: 1) 称取一定量的 CaCO_3 溶于无水乙醇中, 超声分散 15 min, 移入三口烧瓶中, 70~80 °C 预热 30 min; 2) 称取一定量的硬脂酸倒入三口烧瓶, 使硬脂酸与 CaCO_3 的质量之比处于 1%~2%。3) 待反应进行 1.5~2 h, 离心干燥, 得到改性粉体。

1.3.3 HDPE/talc/ CaCO_3 共复合材料的制备

将无机粉体按一定的配比与 HDPE 配成混合料, 经高速混合机混合 5 min, 然后在 200~220 °C 条件下, 在双螺杆挤出机中挤出造粒, 粒料经冷却干燥后注塑成型, 制得样条, 按照国家标准测试样条力学性能。

1.3.4 试样规格

按照国家标准制备样条, 拉伸试样规格为 150 mm × 10 mm × 4 mm 双铲型, 冲击试样规格为 80 mm × 10 mm × 4 mm, 缺口为 2 mm; 弯曲试样规格为 80 mm × 15 mm × 4 mm。试验数据点为 10 个试验数据的平均值, 试验在室温下进行。

1.3.5 性能检测

拉伸强度按照 GB/T1040-92 测试; 弯曲性能按照 GB/T1042-79 测试; 悬臂梁缺口冲击强度按照 GB/T1843-80 测试。

2 结果与讨论

保持无机粉体添加质量分数 30 % 不变的前提下,

考察 talc 添加质量分数对 HDPE/ talc/ CaCO_3 复合材料力学性能的影响。

2.1 滑石粉添加质量分数对 HDPE/ talc/ CaCO_3 共复合体系拉伸性能的影响

滑石粉添加质量分数对 HDPE/ talc/ CaCO_3 共复合体系拉伸性能的影响如图 1 所示。

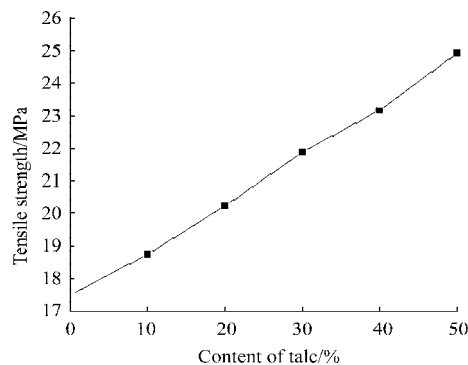


图 1 talc 添加质量分数对拉伸强度的影响

Fig. 1 Effect of content of talc on tensile strength

由图 1 可以看出, 随着滑石粉添加质量分数的增加, 共复合体系的拉伸强度呈线性上升趋势, 在滑石粉添加质量分数大于 20 % 时, 体系拉伸强度达到 20.24 MPa, 超过了基体树脂的拉伸强度 (20.03 MPa)。在滑石粉添加质量分数为 50 % 时, 共复合体系的拉伸强度达到 23.89 MPa, 比基体树脂的拉伸强度提高了近 20 %。这体现了滑石粉的增强作用。

2.2 滑石粉添加质量分数对 HDPE/ talc/ CaCO_3 共复合体系冲击强度的影响

滑石粉添加质量分数对 HDPE/ talc/ CaCO_3 共复合体系冲击强度的影响如图 2 所示。

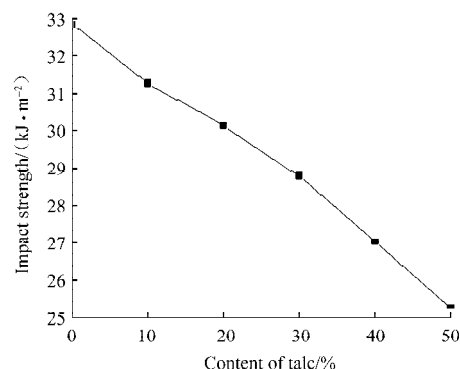


图 2 talc 添加质量分数对冲击强度的影响

Fig. 2 Effect of content of talc on impact strength

由图 2 可以看出, 随着滑石粉添加质量分数的增加, 共复合体系的冲击强度逐渐下降。在滑石粉添加质量分数为 50 % 时, 共复合体系的冲击强度下降为 25.26 kJ/m², 略高于基体树脂的冲击强度 (24.92 kJ/m²)。这说明虽然滑石粉在体系中产生较多的弱界面, 但是

在 CaCO_3 粒子存在且数量占优势的情况下, CaCO_3 粒子通过偶联剂与HDPE之间产生了良好界面联接,在很大程度上弥补了弱界面的影响,使HDPE/talc/ CaCO_3 共复合体系仍然保持较高的冲击强度。

2.3 滑石粉添加质量分数对HDPE/talc/ CaCO_3 共复合体系弯曲强度的影响

滑石粉添加质量分数对HDPE/talc/ CaCO_3 共复合体系弯曲强度的影响如图3所示。

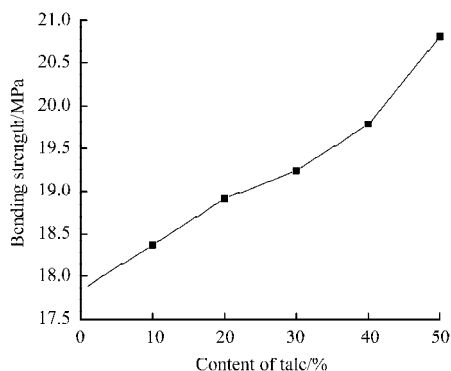


图3 talc添加质量分数对弯曲强度的影响

Fig. 3 Effect of content of talc on bending strength

由图3可看出,随着滑石粉添加质量分数的增加,共复合体系的弯曲强度有所增加,且在所有的添加范围内都高于基体树脂的弯曲强度(13.34 MPa)。当滑石粉的添加质量分数为50%时,共复合体系的弯曲强度为20.81 MPa,比基体树脂的弯曲强度提高了55%。

3 结语

将滑石粉、碳酸钙2种典型的具有不同形状特征的无机粉体,以组合的方式对HDPE树脂进行共复合,得到了综合性能较好的共复合材料。在滑石粉/碳酸钙共复合体系中,碳酸钙粒子能够通过偶联剂与基体之间产生良好的界面联结,在一定程度上弥补了弱界面的影响,使共复合体系仍然保持良好的冲击强度。

参考文献:

[1] 樊卫华. 具有优良刚性的增韧高密度聚乙烯工程塑料的研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2006.
Fan Weihua. The Study of the Toughened HDPE Engineering Plastics with Excellent Rigidity[D]. Zhengzhou: Zhengzhou

University, 2006.

- [2] 赵宇龙, 苏芳, 盖国胜. 硅灰石复合颗粒填充聚丙烯性能研究[J]. 非金属矿, 2005, 28(1): 28-29.
Zhao Yulong, Su Fang, Gai Guosheng. Study on Performance of PP Filled by Composite Wollastonite[J]. Non-Metallic Mines, 2005, 28(1): 28-29.
- [3] 张金柱, 林晓丹. 针状硅灰石对阻燃HIPS材料性能和形态的影响[J]. 工程塑料应用, 2006, 34(8): 24-26.
Zhang Jinzhu, Lin Xiaodan. Effect of Aciform-Wollastonite on Properties and Morphology of the Fire Resistant High Impact Polystyrene[J]. Engineering Plastics Application, 2006, 34(8): 24-26.
- [4] 谢刚, 范雪蕾, 杨巍, 等. 硅灰石填料对线性低密度聚乙烯力学性能的影响[J]. 黑龙江大学自然科学学报, 2006, 23(6): 751-755.
Xie Gang, Fan Xuelei, Yang Wei, et al. The Effect of the Mechanism Property of Filling Wollastonite Filler in Lined Low Density Polyethylene[J]. Journal of Natural Science of Heilongjiang University, 2006, 23(6): 751-755.
- [5] Tong Jin, Ma Yunhai, Jiang Man. Effects of the Wollastonite Fiber Modification on the Sliding Wear Behavior of the UHMWPE Composites[J]. Wear, 2003, 255(1-6): 734-741.
- [6] Tong Jin, Ma Yunhai, Amell R D, et al. Free Abrasive Wear Behavior of UHMWPE Composites Filled with Wollastonite Fibers[J]. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2006, 37(1): 38-45.
- [7] 贾娟花, 苑会林, 夏文广. 硅灰石填充改性尼龙66的研究[J]. 塑料, 2005, 34(6): 10-13.
Jia Juanhua, Yuan Huilin, Xia Wenguang. Modified Nylon 66 with Wollastonite[J]. Plastics, 2005, 34(6): 10-13.
- [8] Yoshinori T, Agung W, Masahiro K, et al. Effect of Morphology of Carbon Black Fillers on the Tribological Properties of Fibrillated PTFE[J]. Wear, 2008, 264(3/4): 308-315.
- [9] Xiang Dinghan, Gu Chuanjin. A Study on the Friction and Wear Behavior of PTFE Filled with Ultra-Fine Kaolin Particulates[J]. Wear, 2006, 60(5): 689-692.
- [10] Xin Feng. A Study on the Friction and Wear Behavior of Polytetrafluoroethylene Filled with Potassium Titanate Whishers[J]. Wear, 2006, 261(11/12): 1208-1212.

(责任编辑: 徐海燕)