

新型含硅阻燃剂对聚乙烯阻燃性能研究

何继辉 刘述梅 叶华 赵建青

(华南理工大学材料学院, 广州, 510640, Tel: 020-87113576,

Fax: 020-87113576, E-mail: psjqzhao@scut.edu.cn)

聚乙烯是现今使用量最大、应用最广的五大通用塑料之一,但由于聚乙烯的易燃性而导致它在许多方面应用受到限制。目前,通常采用添加阻燃剂的方法来提高聚乙烯的阻燃性能。随着国内外阻燃法律法规的日趋严格和人们对生命财产安全的重视,含卤阻燃剂的应用逐渐受到限制,而无卤环保型阻燃剂是目前研究开发的主要方向。其中有机硅阻燃剂不仅能赋予基材优异的阻燃性能,还能改善基材的其他性能(如加工性能、机械性能、耐热性能、介电性能等),并且在燃烧过程中无有毒和腐蚀性气体放出,可循环使用,属于环境友好阻燃剂,能满足目前人们对阻燃剂的严格要求,所以近几年国外关于有机硅阻燃剂及其阻燃技术的研究开发不断深入,并已有相关产品面世^[1-4],而国内在这方面的研究不多。

本文在合成出新型含硅阻燃剂 SFR-H 的基础上,将其与 LLDPE 进行熔融共混制备 LLDPE/SFR-H 阻燃共混物,并研究含硅阻燃剂 SFR-H 对聚乙烯的阻燃性能及其他性能的影响。

1. 实验部分

在 130 °C 温度下采用双辊混炼机将 LLDPE 塑炼完全,按比例依次加入阻燃剂和其他助剂,混炼 10min,混炼均匀后,薄通 3 次出片。试片在 180 °C、15MPa 压力下模压 15min,然后保压水冷至室温。试片按照测试标准裁成所需的试样。

2. 结果与讨论

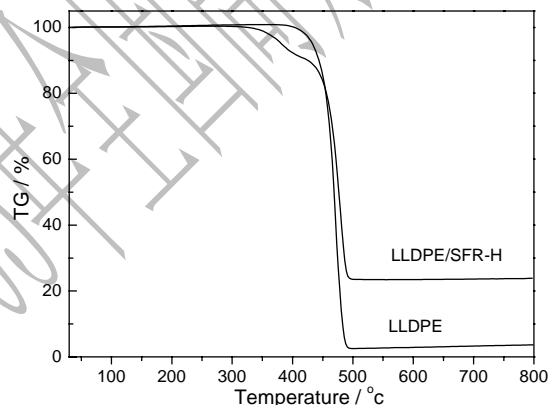


Fig.1 The TGA curves of pure LLDPE and LLDPE/SFR-H blends

Fig.1 中分别为 LLDPE/SFR-H 阻燃共混物和纯 LLDPE 在升温速率为 10 °C/min 氮气气氛下的热失重曲线图。如图所示,阻燃共混物 FR-LLDPE 热分解明显早于纯 LLDPE,但其热分解速率却小于纯 LLDPE,最终残炭率为 23.86%,比纯 LLDPE 高 20%;而 SFR-H 的添加量只有 10%,这说明 SFR-H 热分解开始温度低于 LLDPE,在材料热分解过程的早期形成阻隔炭层,从而有效降低 LLDPE 的热分解速率,并且它还能促进 LLDPE 降解生成高温稳定炭层。由此可知,该

含硅阻燃剂 SFR-H 能提高 LLDPE 的热稳定性，具有较好的凝聚相阻燃作用。

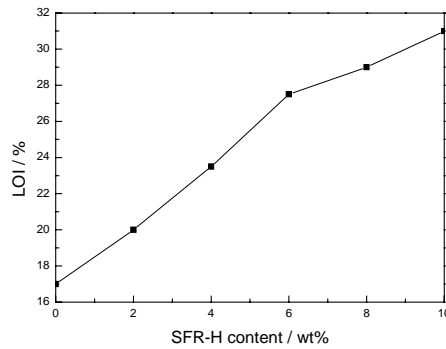


Fig.2 Effect of SFR-H content on the LOI of LLDPE

Fig.2 为含硅阻燃剂 SFR-H 含量对 LLDPE 极限氧指数(LOI)的影响趋势图。从图中曲线可知，随着含硅阻燃剂 SFR-H 含量的提高，LLDPE/SFR-H 共混物的 LOI 值也随之快速上升；当 SFR-H 含量为 6% 时，该共混物的 LOI 值已接近 28，属于难燃材料；而进一步提高 SFR-H 含量，共混物的 LOI 值仍保持较快的上升趋势。说明该含硅阻燃剂 SFR-H 对 LLDPE 具有高效阻燃性。

Fig.3 为含硅阻燃剂 SFR-H 对 LLDPE 的力学性能影响趋势图。随着含硅阻燃剂 SFR-H 含量的增加，共混物的拉伸强度和断裂伸长率都有下降的趋势。当 SFR-H 含量为 2% 时，拉伸强度和断裂伸长率分别下降了 15% 和 10%；而当 SFR-H 含量进一步增加时，拉伸强度和断裂伸长率下降的幅度都很小，说明进一步增加 SFR-H 的含量对材料的力学性能影响不大。因此，总体来说该含硅阻燃剂 SFR-H 对 LLDPE 力学性能的影响较小。

Fig.4 为阻燃共混物 LLDPE/SFR-H 的熔体流动速率 (MFR) 随 SFR-H 含量的变化趋势图。从图中可看出，阻燃共混物的 MFR 随着 SFR-H 含量的增大而提高，说明 SFR-H 在材料加工过程中具有润滑作用，改善了材料的加工性能。

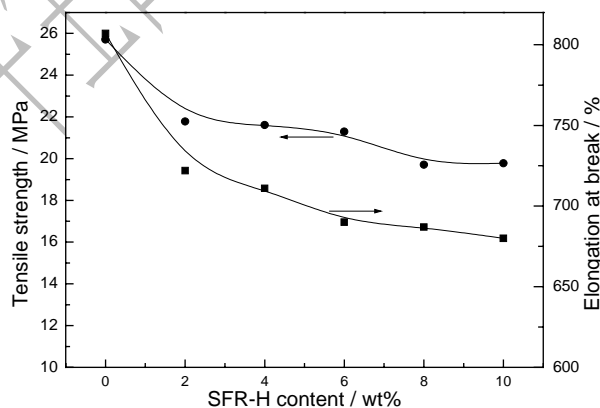


Fig.3 Effect of SFR-H content on the mechanical properties of LLDPE

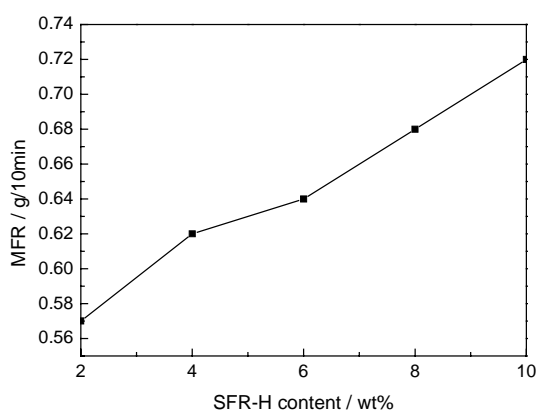


Fig.4 The melt flow rate of LLDPE/SFR-H blends

参考文献

- [1] Pape, P G, Romenesko, D J. *Annual Technical Conference - ANTEC, Conference Proceedings*, 1997, 3: 2941
 [2] Silicone flame retardant boosts properties of PC. *Modern Plastics*, 1998, 75(9): 35
 [3] ポリファイル, 1999, 36 (9): 23
 [4] 东芝シリコン, ポリファイル, 1999, 36(3): 38

Study of the Effect of novel Silicone-containing Flame Retardant on the Flame-retarding Property of LLDPE

HE Jihui^{1*} ZHAO Jianqing¹ ZHANG Liping²

(1.College of Materials Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou, 510640, Tel: 020-22236818, Fax:020-87113576, E-mail: hjhempire@tom.com; 2. Guangzhou Tinci Silicone Technology Co., Ltd, Guangzhou, 510760)

Abstract: In the paper the effects of novel silicone-containing flame retardant (SFR-H) prepared in lab on the flame retardancy and other properties of LLDPE were studied. The curves of TG showed that SFR-H had lower thermal decomposition temperature than LLDPE, and could form the insulating char on the surface of material at the beginning stage of degradation procedure, which effectively decreased the thermal decomposition rate of LLDPE and resulted in improvement of thermal stability of LLDPE. The dramatically increased LOI of LLDPE/SFR-H blends with the increase of SFR-H content proved that SFR-H had significantly flame retardant property in the formulation. The testing results suggested that the novel silicone-containing flame retardant decreased the mechanical properties of LLDPE to a small extent. The MFR of blends increased with the increase of SFR-H content, which indicated improved processing property of blends as increased content of SFR-H. The results of study suggested that the novel silicone-containing flame retardant could highly improve the flame retardancy of LLDPE.

Keyword: flame retardancy; LLDPE; halogen-free flame retardant; blends

摘要: 本文研究了自制的新型环保含硅阻燃剂 SFR-H 对聚乙烯阻燃及其它性能的影响。TG 曲线表明该含硅阻燃剂热分解开始温度低于 LLDPE, 能预先生成阻隔炭层, 有效降低 LLDPE 的热分解速率, 提高其热稳定性; 共混物的 LOI 值随 SFR-H 添加量的增加而迅速提高, 说明该含硅阻燃剂对 LLDPE 具有良好的阻燃

性能。力学性能测试结果表明该含硅阻燃剂对 LLDPE 的力学性能影响不大；而共混材料的熔体流动速率 MFR 随含硅阻燃剂添加量的增加而提高，说明添加该阻燃剂有利于材料加工性能的改善。研究结果表明该新型含硅阻燃剂 SFR-H 是 LLDPE 的高效无卤阻燃剂。

关键词：阻燃，LLDPE，无卤阻燃剂，共混物

2006年全国高分子学术论文报告会