

文章编号:1673-9981(2010)04-0651-04

## 纳米 MgO 改性 PC/ABS 合金耐刮擦性能研究\*

何晓红<sup>1,2</sup>, 廖正福<sup>1</sup>, 李冲<sup>2</sup>, 张小伟<sup>1</sup>, 张烁锋<sup>1</sup>, 蔡金海<sup>1</sup>, 张坚伟<sup>1</sup>, 李杰鸿<sup>1</sup>

(1. 广东工业大学材料与能源学院, 广东 广州 510006; 2. 北京理工大学珠海学院, 广东 珠海 510859)

**摘 要:**探讨了纳米氧化镁粒子对 PC/ABS 合金力学性能和刮擦性能的影响. 结果表明添加纳米 MgO 粒子后, PC/ABS 合金的拉伸、弯曲和缺口冲击强度及表面耐刮擦性能都得到了部分改善; 当纳米 MgO 添加量为 7% 时, PC/ABS 合金的综合力学性能和耐刮擦性能最优, 其中弯曲强度最大值比未加填料提高 10%, 缺口冲击强度可提高 7%. 刮擦面电镜表明 PC/ABS 合金耐刮擦性能得到明显改善.

**关键词:**PC/ABS; 纳米氧化镁; 耐刮擦

**中图分类号:** TB383

**文献标识码:** A

关于 PC/ABS 合金的研究一直很受重视, 应用领域不断扩大, 特别是在汽车行业, 包括制造仪表盘、车身外板、汽车内外装饰件等. 目前, 关于改善 PC/ABS 合金的相容性、力学性能、阻燃性能等方面已取得不少成果<sup>[1]</sup>. 抗刮擦性是仪表盘、汽车内外装饰件、耐用品和塑料制件外壳等的重要性能之一, 但对 PC/ABS 合金耐刮擦性能的研究鲜有报道<sup>[2-3]</sup>. 本文探讨了用纳米 MgO 填充改性 PC/ABS 合金对其力学性能、刮擦性能的影响.

### 1 实验部分

#### 1.1 主要原材料及设备

PC(广州广达工程塑料厂), ABS(台化 15A1), MBS(市售), ABS-g-MAH(市售), 纳米 MgO(市售, 用前经硅烷偶联剂改性).

CMT 5504 微机控制电子万能试验机(深圳市新三思材料检测有限公司), XSS-300 转矩流变仪(上海科创橡塑机械设备有限公司), XJJ5 冲击试验机(上海研润光机科技有限公司), JSM-6380LA 扫描电子显微镜(JEOL).

#### 1.2 实验方法

将 PC 置于真空干燥箱中 120 °C 干燥 12 h, ABS 和其他原料在鼓风干燥箱中 80 °C 干燥 6 h 以后, 按照预定配比混料, 在转矩流变仪挤出装置中挤出造粒, 然后在平板硫化机上压板成型, 再按照相应标准制样、测试. 分别按照 GB/T1040-92、GB/T9341-2000 和 GB/T16420-96 标准进行拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度测试. 用自制刮擦仪刮擦试样, 然后在扫描电子显微镜上观察刮痕的情况, 研究合金的耐刮擦性能.

### 2 结果与讨论

#### 2.1 纳米氧化镁粒子对 PC/ABS 合金力学性能的影响

图 1 反映了纳米 MgO 粒子添加量对 PC/ABS 合金力学性能的影响. 由图 1 可见, 加入纳米 MgO 粒子后, ABS-g-MAH 增容 PC/ABS 复合材料的拉伸强度有所下降, 但随后会随着 MgO 纳米粒子质量分数的增加而逐渐增加. 当  $w(\text{MgO})=7\%$  时, 拉伸强度达到最大值, 此后会随纳米粒子含量的增加逐渐下降. 这主要是因为纳米 MgO 粒径小, 具有较

收稿日期: 2010-10-10

\* 基金项目: 广东省高校人才引进专项(厅人才引进 080118); 广西科学基金(桂科自 0679020)

作者简介: 何晓红(1983—), 女, 福建人, 助教, 硕士.

大的比表面积,通过与聚合物发生物理化学相互作用,纳米粒子在体系内起到应力集中点的效应,可阻止裂纹扩展,所以开始时拉伸强度有所上升.但由于纳米 MgO 属于刚性无机粒子,过少起不到交联作用,填充量过高,纳米粒子不易分散,发生团聚,导致增强效应减小.因此,填充量过多或过少都会使拉伸强度有所下降<sup>[4-5]</sup>.

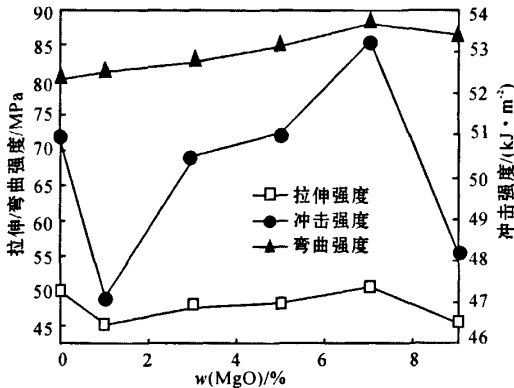


图1 纳米粒子添加量对 PC/ABS 合金力学性能的影响

从图1还可以看出,添加纳米 MgO 后弯曲强度随着纳米 MgO 质量分数的增加而明显增加,在纳米 MgO 的质量分数为 7% 时达到最高,弯曲强度达到了 88.2 MPa,与添加填料前的 PC/ABS 合金体系相比,弯曲强度提高了 10%. 另外,随着纳米 MgO 粒子加入量的增加,体系缺口冲击强度呈现上升趋势.当  $w(\text{MgO})=7\%$  时,缺口冲击强度达到最大值  $53.3 \text{ kJ/m}^2$ ,比添加前提高了 7%. 原因是纳米粒子镶嵌在 PC/ABS 合金基体中,易形成应力集中点,在冲击力的作用下,纳米粒子将冲击的点应力分散成整个颗粒表面的面应力,引发颗粒周围树脂大面积微开裂,树脂基体吸收一定的变形功,使基体树脂裂纹的扩展受阻和钝化,最终裂纹不致发展成为破坏性开裂.当纳米粒子的添加量达到某一临界值时,粒子之间由于分散性差,材料受到冲击时产生微裂纹和塑性变形太大,几乎发展成宏观应力开裂,从而使冲击性能下降<sup>[5-6]</sup>. 另外,当纳米粒子添加量为 1% 时,冲击强度明显降低,原因主要是纳米粒子量太少,尚不足以体现分散冲击的效应.

## 2.2 纳米粒子对 PC/ABS 合金刮擦性能的影响

耐刮擦性是指基材受到外力作用时,对外力的抵抗能力和形变吸收能力.而当这种抵抗能力小及这种形变吸收(产生塑性形变)不能恢复到原来状态时,基材表面就被破坏,产生划痕.耐刮擦性能的研究是一个较复杂的问题,因为所涉及的因素很多,包括合金的物性(分子量、交联度、玻璃化转变温度、力学性能、厚度等),划痕条件(压头的形状、负荷、刮擦速度)以及基板性能(弹性模量和硬度)等<sup>[7-8]</sup>.

研究塑料制品表面刮痕的试验方法有多种,如:五指刮痕试验(在不同载荷刮擦后,根据经验比较刮痕可见度);伊利其逊十字形切口试验(它检测的是刮痕应力发白发生的颜色变化);美国德克萨斯 A&M 大学(TAMU)聚合物技术中心的刮痕联盟已经开发出刮痕试验设备和新的试验方法,得到了美国材料试验协会(ASTM)的批准,标准号为 D7027-5. 利用扫描电镜(SEM)、电子显微镜、光散射、AFM 等手段表征刮擦表面的形态特征,对比分析聚合物表面耐刮擦性能<sup>[2,9-11]</sup>. 本文采用自己组装的刮擦仪刮擦试样,然后在扫描电子显微镜上观察刮痕的情况研究耐刮擦性能.图2和图3表示了添加纳米粒子前后 ABS-g-MAH 增容 PC/ABS 体系刮痕电镜情况.

从图3可以看出:当纳米粒子添加量过少或过多时,复合材料对外力的抵抗能力都较差,产生的刮痕较深,表面破坏明显,较多的合金料被剥离脱落;只有添加适量的纳米粒子才能改善合金的耐刮擦性能,从而得到综合性能较好的复合材料.填料太少时,单位体积内纳米粒子的含量少,增强效果不明显,而添加量过多时,纳米粒子会发生团聚,导致分散不均匀,而且表面的大团粒子占据了合金中塑料基体的位置,在刮擦中较易被刮走,因而耐刮擦性能也不好<sup>[12]</sup>. 本实验的纳米 MgO 最佳添加量为  $w(\text{MgO})=7\%$ (图3(d)),此时刮痕较浅、较小.比较图2和图3可知,加入填料前划痕较深、较宽,添加纳米微粒可提高材料的耐热变形能力,从而使材料在往复刮擦过程中能够保持较好的尺寸稳定性,表现出良好的耐刮擦性能.显然,加入纳米微粒后,由于其润滑和增强作用,合金的主要磨损机制转变为疲劳磨损,耐磨性能改善,而经过表面改性的纳米粒子填料同基体树脂之间的界面结合得以加强,因此填充合金材料的耐刮擦性能得到改善<sup>[7]</sup>.

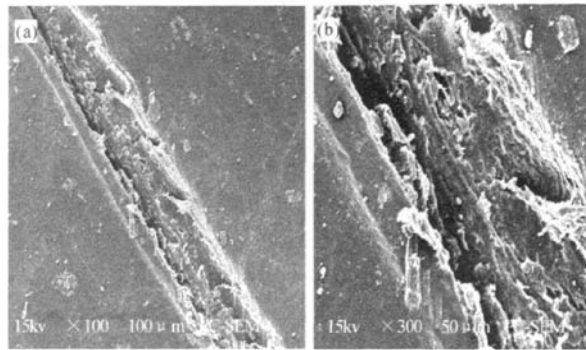


图 2 未添加纳米粒子时的刮擦图  
(a) 100×;(b) 300×

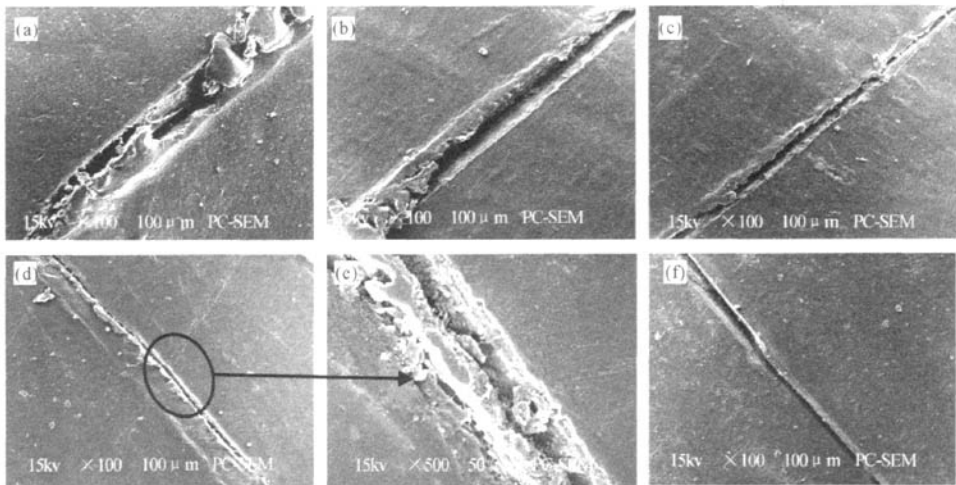


图 3 不同纳米 MgO 加入量样品的刮擦电镜图  
(a)  $w(\text{MgO})=1\%$ , 100×; (b)  $w(\text{MgO})=3\%$ , 100×; (c)  $w(\text{MgO})=5\%$ , 100×; (d)  $w(\text{MgO})=7\%$ , 100×;  
(e)  $w(\text{MgO})=7\%$ , 500×; (f)  $w(\text{MgO})=9\%$ , 100×

### 3 结 论

PC/ABS 合金体系经纳米 MgO 填充后,合金的拉伸、弯曲和缺口冲击强度都比未添加 MgO 的体系有所提高,纳米 MgO 颗粒存在一个最优加入量.当纳米 MgO 添加量为 7% 时 PC/ABS 合金的综合力学性能最优.此时,弯曲强度最大达到 88.2 MPa,提高了约 10%;缺口冲击强度最大达到 53.3 kJ/m<sup>2</sup>,提高了约 7%. 纳米 MgO 的加入可提高材料的耐热变形能力,使材料在往返刮擦过程中能够保持较好的尺寸稳定性,加之纳米微粒的润滑和增强

作用,使合金对外力的抵抗能力得到提高,从而使体系表面抗刮擦性能得到明显改善.

#### 参考文献:

[1] WU J S, SHEN S C, CHANG F C. Effect of rubber content in acrylonitrile-butadiene-styrene and additional rubber on the polymer blends of polycarbonate and acrylonitrile-butadiene-styrene[J]. Polym J, 1994, 26 (1): 33-42.  
[2] BRISCOE B J, EVANS P D, PELILLO E, et al. Scratching maps for polymers[J]. Wear, 1996, 200: 137-147.  
[3] HE J L, WANG L D, LI W Z, et al. Experimental ob-

- servations on the mechanical properties of nanoscale ceramic/Teflon multilayers[J]. *Mater Chem Phys*, 1998, 54(1-3): 334-337.
- [4] 项赛飞, 钟明强, 徐斌. PC/ABS 多相体系的制备及性能研究[J]. *塑料工业*, 2006, 36(6): 23-25.
- [5] ZONG R W, HU Y, WANG S F, et al. Thermogravimetric evaluation of PC/ABS/montmorillonite Nanocomposite[J]. *Polym Degrad Stab*, 2004, 83: 423-428.
- [6] Wang S F, HU Y, YOU F, et al. Self-assembly of polycarbonate/acrylonitrile-Butadiene-styrene/montmorillonite nanocomposites[J]. *J Appl Polym Sci*, 2003, 90: 1445-1446.
- [7] WIRASATE S. Scratch behavior of poly(carbonate) film-substrate systems[D]. US: The University of Cincinnati, 2005.
- [8] RODRIGUEZ J, RICO A, SORIA V. Tribological properties of commercial optical disks estimated from nanoindentation and scratch techniques[J]. *Wear*, 2007, 263: 1545-1550.
- [9] THOMAS K, DORIS M. Evaluation of scratch resistance in multiphase PP blends[J]. *Polym Test*, 2007, 26: 927-936.
- [10] WONG M, LIM G T, MOYSE A, et al. A new test methodology for evaluating scratch resistance of polymers[J]. *Wear*, 2004, 256: 1214-1227.
- [11] OSTERHOLD M, WAGNER G. Methods for characterizing the mar resistance[J]. *Prog in Org Coat*, 2002, 45: 365-371.
- [12] XIANG C, SUE H J, CHU J, et al. Roles of additives in scratch resistance of high crystallinity polypropylene copolymers[J]. *Polym Eng Sci*, 2001, 41(1): 23-31.

## Studies on scratch-resistance of PC/ABS blends filled with nano-MgO

HE Xiao-hong<sup>1,2</sup>, LIAO Zheng-fu<sup>1</sup>, LI Chong<sup>2</sup>, ZHANG Xiao-wei<sup>1</sup>, ZHANG Shuo-feng<sup>1</sup>, CAI Jin-hai<sup>1</sup>,  
ZHANG Jian-wei<sup>1</sup>, LI Jie-hong<sup>1</sup>

(1. *Faculty of Materials and Energy, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China*; 2. *College of Chemical Engineering and Materials Science, Zhuhai Campus of Beijing Institute of Technology, Zhuhai 519085, China*)

**Abstract:** The effect of nano-MgO particles on mechanical properties and scratch-resistant behavior of PC/ABS blends were investigated in this article. The results showed that addition of nano-MgO particles improved the tensile and flexural strength, notched izod impact strength and scratch-resistant of PC/ABS blends. The optimum mechanical properties and scratch-resistant of PC/ABS blend were obtained at the content of nano-MgO particles of 7% and the flexural strength and notched izod impact strength increased by 10% and 7%, respectively compared to unfilled blends. The results in SEM indicated that addition of nano-MgO particles improved the the scratch-resistant capacities of PC/ABS blends and the scratch-resistant behavior.

**Key words:** PC/ABS; nano-MgO; scratch-resistant