

原位聚合改性滑石粉/PP 复合材料的微观结构和力学性能

周兴平¹ 章卫星¹ 刘生鹏^{1,2} 解孝林¹

(1. 华中科技大学化学与化工系, 武汉 430074; 2. 湖北省新型反应器与绿色化学工艺重点实验室, 武汉 430073)

摘要 通过熔融共混制备了丙烯酸丁酯(BA)原位聚合改性滑石粉/聚丙烯(PP)复合材料。研究了原位聚合改性对滑石粉/PP 复合材料形貌、晶型结构、结晶熔融行为和力学性能的影响。结果表明, PP 和滑石粉在熔融共混过程中, 剪切力的作用使层叠的滑石粉剥离成不同厚度的片层, BA 原位聚合改性改善了滑石粉与 PP 之间的界面粘结, 有利于滑石粉在 PP 基体中的剥离; 滑石粉的原位聚合改性, 促进了 β -晶型 PP 的生成, 提高了滑石粉/PP 复合材料中 PP 相的熔点、结晶速率和结晶度, 降低了 PP 相的结晶温度。同时显著提高了滑石粉/PP 复合材料的冲击强度, 且存在一最佳的 BA 用量。

关键词 原位聚合 滑石粉 丙烯酸丁酯 聚丙烯 复合材料

为改善聚合物制品的力学、热学、耐老化等性能, 通常用无机填料填充热塑性聚合物。其中滑石粉是最常用、价格低廉的无机填料, 它可提高制品的外观质量和尺寸稳定性。特别是近年来采用新的粉碎技术制得的超细滑石粉, 其良好的填充效果受到了人们的重视。然而, 滑石粉具有很高的表面能, 与聚烯烃间缺乏亲和性, 其界面粘接性差, 难以达到预期的增强、增韧效果。传统的改进方法是采用硅烷、钛酸酯等偶联剂或高级脂肪酸等对其表面进行改性, 或添加界面增容剂, 如马来酸酐(MAH)接枝物, 以改善滑石粉和聚烯烃间的界面粘结性能, 提高复合材料的综合性能^[1-2]。然而有限的改性效果制约了复合材料性能的大幅度改善。因此开发填料表面处理技术、研究填料/聚合物界面结构, 以及填充体系宏观性能对界面结构的依赖性, 已成为填充聚合物复合材料研究的主要内容^[3]。笔者采用丙烯酸丁酯(BA)原位聚合对滑石粉进行表面改性, 通过双螺杆挤出机熔融共混制备了滑石粉/聚丙烯(PP)复合材料, 该材料有望作为 PP 专用料在汽车、家电等行业得到广泛应用。

1 实验部分

1.1 主要原料

PP: T30S, 熔体流动速率为 3.2 g/10 min, 中国石化武汉凤凰股份公司;

滑石粉: 10 μm , 四川蛇纹矿厂;

BA: 使用前减压蒸馏除去阻聚剂, 天津市博迪化工试剂有限公司;

过硫酸铵(APS): 分析纯, 无锡飞达化工厂;

十二烷基磺酸钠(SDS): 化学纯, 成都科龙化工试剂厂。

1.2 主要仪器及设备

双螺杆挤出机: SJSH-30 型, 南京橡塑机械厂;

注塑机: XS-ZY-P5A 型, 浙江机械制造厂;

粒径分析仪: LS-230 型, 美国 Coulter 公司;

凝胶渗透色谱(GPC)仪: Agilent 1100 型, 采用 79911GP-MXC 色谱柱, 美国 Agilent 公司;

扫描电子显微镜(SEM): XL30 型, 荷兰 Philips 公司;

X 射线衍射(WAXD)仪: X'Pert 型, 荷兰 Philips 公司;

差示扫描量热(DSC)仪: DSC-7 型, 美国 Perkin-Elmer 公司;

拉力机: 4206 型, 美国 Instron 公司;

悬臂梁冲击试验机: 意大利 Ceast 公司。

1.3 滑石粉/PP 复合材料试样的制备

(1) 滑石粉表面原位聚合改性

将 200 g 滑石粉加入到 5 000 mL 三口烧瓶中, 加入 3 000 mL 去离子水和适量的乳化剂 SDS, 抽真空排氮 6 次后, 向瓶中加入引发剂 APS 和 BA 单体(BA 与滑石粉的质量比分别为 1:30、1:24 和 1:16), 升温至 70℃, 搅拌、反应 4 h 后, 再于 80℃熟化 1 h。乳液经破乳、去离子水洗涤 3 次, 烘干至恒重, 得到改性滑石粉。经测试 BA 单体的转化率在 95% 以上。乳液破乳前利用粒径分析仪测定样品的粒径, 测得滑石粉原粉、BA 原位聚合改性滑石粉(BA 与滑石粉的质量比分别为 1:24 和 1:16)的平均粒径分别为 6.12、9.79、18.91 μm 。

改性滑石粉在索氏抽提器中用丙酮抽提 24 h,

滤液浓缩后用甲醇沉淀得到聚丙烯酸丁酯(PBA)。采用 GPC 仪以四氢呋 为流动相、聚苯乙烯为标样,测得 PBA 的数均、重均相对分子质量和分子质量分布指数分别约为 1.43×10^5 g/mol, 9.26×10^5 g/mol 和 6.45。

(2) 试样的制备

将 BA 与滑石粉质量比分别为 1:30、1:24、1:16 的改性滑石粉与 PP 充分混合后(改性滑石粉的质量分数固定为 30%),经双螺杆挤出机熔融共混、挤出造粒,并注塑制得复合材料试样,分别记为改性试样 1、2、3。挤出机的转速为 300 r/min,筒体温度分别设定为 190、210、210、230℃。所得粒料经充分干燥后注塑成 70 mm × 10 mm × 4.0 mm 的拉伸试样、12.5 mm × 10.7 mm 的缺口冲击试样(45°的 V 形缺口、缺口深度为 2.5 mm)。注塑机筒体温度设定为 210℃、模具温度为 60℃。

1.5 性能测试

SEM 观察:液氮中冷冻脆断改性试样,断裂表面喷金后用 SEM 观察形貌。

晶型结构的测定:采用 WAXD 仪对滑石粉、PP 和 PP/滑石粉复合材料进行宽角 WAXD 测定。采用 Ni 过滤器, Cu 靶,操作电压 40 kV,电流 50 mA,扫描范围 $5 \sim 40^\circ$ 。

DSC 分析:氮气气氛,升温速率 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 。为消除热历史的影响,对每一个样品先加热到 220°C 并保温 3 min,然后骤冷到室温。为考察样品的熔体非等温结晶行为,样品先加热到 220°C ,保温 3 min 后以 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速率冷却至室温。

力学性能的测试:拉伸强度按 ASTM - D638 测试,拉伸速率 5 mm/min,试样的拉伸弹性模量取拉伸应变为 0.5% 的拉伸应力。缺口冲击强度按 ASTM - D256 测试,冲击速率 2 m/s。拉伸和冲击试验的每个试样至少测试 5 次,取平均值,并计算标准方差。

2 结果与讨论

2.1 滑石粉/PP 复合材料的微观结构

图 1、图 2 分别是未改性滑石粉/PP 和 BA 原位聚合改性滑石粉/PP(BA 与滑石粉的质量比为 1:24)复合材料试样脆断面的 SEM 照片。由图 1 可以看出,滑石粉在 PP 基体中沿流动方向取向排列,滑石粉片层厚度呈多尺度分布。未改性滑石粉与 PP 中滑石粉最小厚度约 50 nm,最大厚度约 $1.4 \mu\text{m}$,片层厚度主要分布在 100 ~ 400 nm。滑石粉是一种

层状硅酸盐矿石,其结构单元层由两个硅氧四面体夹着一个镁氢氧八面体构成。由于没有同晶置换,滑石粉结构单元层呈电中性,层与层之间仅存在范德华力,彼此间相互作用较弱^[4]。滑石粉和 PP 在双螺杆挤出机中熔融共混时,层叠的滑石粉受剪切作用逐渐剥离成不同厚度的片层。

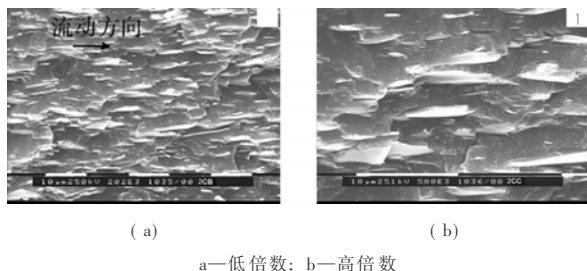


图 1 未改性滑石粉/PP 复合材料试样脆断面的 SEM 照片

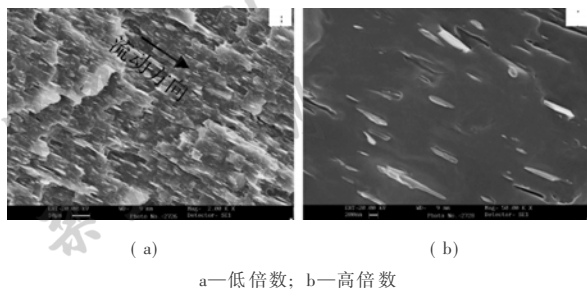


图 2 BA 改性滑石粉/PP 复合材料试样脆断面的 SEM 照片

由图 2 可以看出,在 BA 原位聚合改性滑石粉/PP 复合材料中,滑石粉被剥离成厚度更薄、分布更均匀的片层,最小厚度约 50 nm,最大厚度约 300 nm,片层厚度主要范围为 70 ~ 140 nm。同时可见滑石粉在 PP 基体中分散较均匀,两者间的界面较模糊。通过理论计算^[5]得到 PP 和 PBA 的溶解度参数分别为 17.0、18.3 ($\text{J} \cdot \text{cm}^{-3}$)^{1/2},表明 PP 和 PBA 的相容性较好。滑石粉表面的 PBA 包覆层促进了滑石粉与 PP 基体之间的相互作用,提高了滑石粉和 PP 间的界面粘结性,有利于提高复合材料熔体的粘度,从而使滑石粉更易于剥离。

2.2 滑石粉/PP 复合材料的晶型结构

图 3 是 PP 和滑石粉/PP 复合材料的 WAXD 图。由图 3 可知,纯 PP 在 14.1° 、 16.9° 、 18.6° 和 16.0° 处有强的衍射峰,分别对应于 α -晶型 PP(单斜晶型) (110)、(040)、(130) 和 β -晶型 PP(六方晶型) (300) 晶面的衍射^[6]。滑石粉在 19.0° 和 28.6° 处有两个衍射峰,分别对应于 (020) 和 (006) 晶面的衍射^[7]。根据 Bragg 公式^[8]可计算衍射峰的晶面间距(d)。表 1 列出 PP 及滑石粉的 d 值及 PP 不同衍射峰的相对强度。在滑石粉/PP 复合材料中,同时

出现 PP 和滑石粉的衍射特征峰,但滑石粉的(020)晶面和 PP 的(130)晶面衍射峰在 $2\theta=18^\circ\sim19^\circ$ 重叠。

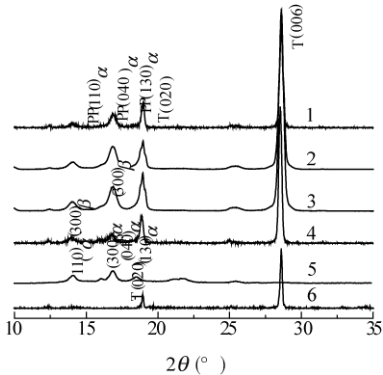


图3 PP 和滑石粉/PP 复合材料的 WAXD 曲线

从图3可以看出,未改性的滑石粉阻碍了 β 晶型 PP 的生成。当滑石粉用 BA 原位聚合改性后,这种阻碍作用被减弱。PP 和滑石粉/PP 复合材料中 β 晶型 PP 的相对含量(K)可以用下式来计算,结果列于表1。

$$K = \frac{I_{\beta}}{I_{\alpha_1} + I_{\alpha_2} + I_{\alpha_3} + I_{\beta}} \quad (1)$$

式中: I_{β} 、 I_{α_1} 、 I_{α_2} 和 I_{α_3} 分别为 PP 的(300)、(110)、(040) 和(130)的衍射峰强度,其中 I_{α_1} 是 $2\theta=18.9^\circ$ 附近的衍射峰经过分峰后 PP 的(130)衍射峰强度。

由表1可知,随滑石粉表面 PBA 包覆层厚度增加,复合材料中 β 晶型 PP 的相对含量提高,表明 BA 原位聚合改性滑石粉有利于 β 晶型 PP 的生成。

表1 PP 和滑石粉/PP 复合材料的 WAXD 数据

材料	衍射峰	$2\theta/(^\circ)$	d/nm	$I/\%$	$K/\%$
滑石粉	020	19.0	0.47		
	006	28.6	0.31		
PP	(110) α	14.0	0.63	62.5	14.7
	(300) β	16.0	0.55	36.7	
	(040) α	16.8	0.53	100	
	(130) α	18.6	0.48	50.5	
未改性 PP/ 滑石粉	PP(110) α	14.0	0.63	24.0	
	PP(040) α	16.9	0.53	100	
	PP(130) α	19.0	0.47	38.5	
改性试样 1	PP(110) α	14.0	0.63	32.3	
	PP(040) α	16.9	0.53	100	
	PP(130) α	19.0	0.47	36.7	
改性试样 2	PP(110) α	14.0	0.63	36.9	8.1
	PP(300) β	16.0	0.55	19.7	
	PP(040) α	16.8	0.53	100	
	PP(130) α	18.9	0.47	86.2	
改性试样 3	PP(110) α	14.0	0.63	69.8	16.1
	PP(300) β	16.0	0.55	40.7	
	PP(040) α	16.8	0.53	100	
	PP(130) α	18.9	0.47	42.6	

2.3 滑石粉/PP 复合材料的熔融和结晶行为

从滑石粉/PP 复合材料的 DSC 升温 and 降温曲

线可以分别得到 PP 相的熔点(T_m)、熔融峰温度(T_{mp})、结晶温度(T_c)、结晶峰温度(T_{cp})和熔融热焓(ΔH_m),结果列于表2。由表2可以看出,滑石粉显著提高了 PP 相的 T_c 和 T_{cp} 。相比未改性滑石粉,滑石粉经原位聚合改性后,复合材料中 PP 相的 T_c 和 T_{cp} 降低;而随着滑石粉表面 PBA 包覆层厚度增加, T_c 和 T_{cp} 又呈升高趋势。通常,滑石粉作为成核剂能诱导 PP 结晶^[9-10],提高 PP 熔体的结晶成核速率。当 PBA 大分子链粘附到滑石粉片层表面后,PP 相的结晶成核作用被减弱;但随着 PBA 包覆层厚度增加,滑石粉在 PP 基体中的分散可得到进一步的改善,其结晶成核速率增大。另一方面, A. K. Gupta 等^[11]认为结晶温度与结晶峰温的差值($\Delta T = T_c - T_{cp}$)可用来表征 PP 熔体的结晶生长速率, ΔT 减小表明聚合物结晶速率加快。从表2可以看出,滑石粉增大了 PP 的结晶速率。而 PBA 改性后的滑石粉与 PP 基体相容性得到改善,有利于 PP 分子链的运动,因而改性复合材料中 PP 相的结晶速率略有提高。

聚合物的相对结晶度(X_c)可以根据下式计算:

$$X_c = \frac{\Delta H_m}{\Delta H^*} \times 100\% \quad (2)$$

式中: H_m ——滑石粉/PP 复合材料折算为纯 PP 的标准熔融热焓;

ΔH^* ——结晶度为 100% PP 的熔融热焓,为 $240.5\text{ J/g}^{[5]}$ 。

表2 滑石粉/PP 复合材料中 PP 相的熔融和结晶特性

材料	$T_m/^\circ\text{C}$	$T_{mp}/^\circ\text{C}$	$T_c/^\circ\text{C}$	$T_{cp}/^\circ\text{C}$	$\Delta T/^\circ\text{C}$	$\Delta H/\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$	$X_c/\%$
纯 PP	152.0	163.5	106.9	99.2	7.6	88.3	36.7
未改性 复合材料	147.9	163.1	128.0	121.4	6.6	93.1	38.7
改性试样 1	156.9	166.4	122.4	117.3	5.1	105.0	43.6
改性试样 2	153.5	166.9	123.4	118.0	5.4	104.6	43.5
改性试样 3	151.2	163.7	125.8	120.6	5.2	93.3	38.8

由表2可以看出,滑石粉提高了 PP 的 X_c ,而且滑石粉经原位聚合改性后,其与 PP 基体的相容性得到改善,PP 熔体的结晶能力进一步提高, X_c 上升;但改性复合材料中 PP 相的 X_c 随 BA 用量的增大而降低,即滑石粉的结晶能力随着 PBA 包覆层厚度的增大而降低,这与增容后的聚合物复合材料的结果一致^[12]。

从表2也可以看出,改性滑石粉提高了 PP 相的 T_m 和 T_{mp} ,但随着滑石粉表面 PBA 包覆层厚度的增

大,PP相的 T_m 和 T_{m_p} 呈下降趋势。同改性复合材料相比,未改性滑石粉在PP基体中分散不均匀,从而使PP片晶厚度分布变宽并产生更多的结晶缺陷,导致PP相的 T_m 较低。

2.4 滑石粉/PP复合材料的力学性能

图4、图5示出BA用量对复合材料的拉伸性能、缺口冲击强度的影响(图4、图5中 W_{BA}/W_{Talc} 为BA与滑石粉的质量比)。由图4可以看出,复合材料的拉伸弹性模量和拉伸强度随着BA用量的增加而略有下降,这是由于PBA的柔性链界面所致,这与一些弹性体增韧塑料共混物^[13]、添加弹性体增容剂的聚合物复合材料^[14]的结果一致。

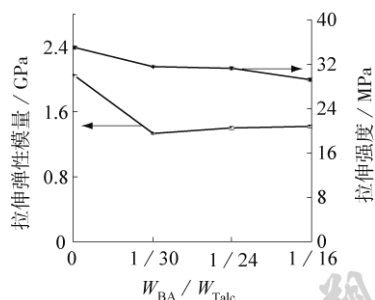


图4 BA用量对复合材料的拉伸弹性模量和拉伸强度的影响

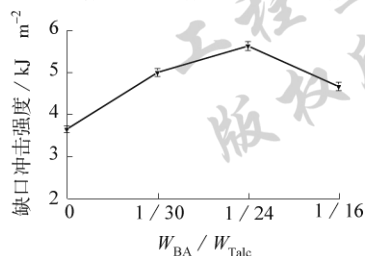


图5 BA用量对复合材料缺口冲击强度的影响

由图5可以看出,复合材料的冲击强度随着BA用量的增加呈先提高再降低趋势。质量分数为30%的未改性滑石粉填充的复合材料的冲击强度为 3.65 kJ/m^2 。滑石粉改性后,复合材料的冲击强度明显提高,当BA与滑石粉的质量比为1/24时,复合材料的冲击强度达 5.6 kJ/m^2 以上,约提高53%;而采用硅烷、钛酸酯等偶联剂改性滑石粉时,滑石粉/PP复合材料的冲击强度仅提高20%左右^[15-16]。继续增大BA用量,复合材料的冲击强度开始下降,即滑石粉表面存在一个最佳包覆层厚度。这是因为滑石粉/PP复合材料受到冲击作用时,破坏主要发生在滑石粉与PP基体的界面。由于PBA与PP的相容性较好,改性滑石粉与PP间形成了较高的粘结强度。在滑石粉/PP界面的PBA过渡层一方面提高了界面的粘结性,另一方面有利于阻止材料在

冲击破坏过程中裂纹在界面的扩展,从而提高了复合材料的冲击强度。但当PBA过渡层厚度大于临界值后,将在滑石粉和PP间的粘结层内产生内应力,并可能出现应力集中和内应力分布不均现象,且过渡粘结层厚度越大,内应力越大,导致复合材料冲击强度降低。

3 结论

(1) BA原位聚合改性滑石粉可改善PP与滑石粉的界面粘结作用,有利于滑石粉在PP基体中的剥离。

(2) BA原位聚合改性滑石粉可促进 β -晶型PP的生成。

(3) BA原位聚合改性滑石粉提高了滑石粉/PP复合材料中PP相的熔点、结晶速率和结晶度,但使PP的结晶温度降低。

(4) BA原位聚合改性滑石粉显著提高了PP的冲击强度,且存在一最佳的BA用量。

参考文献

- [1] Denac M, Musil V, mit I. Polypropylene/talc/SEBS (SEBS-g-MA) composites. Part 2: Mechanical properties [J]. Composites: Part A, 2005, 36: 1282-1290.
- [2] 苏宇,伍青.聚丙烯的化学接枝改性[J].合成树脂及塑料, 2001, 18(3): 50-53.
- [3] 解孝林,李伯耿,潘祖仁.填充聚合物材料用无机填料表面处理的研究进展[J].材料科学与工程, 1999, 17(2): 63-65.
- [4] Zbik M, Smart R St C. Dispersion of kaolinite and talc in aqueous solution: Nano-morphology and nano-bubble entrapment [J]. Minerals Eng, 2002, 15(4): 277-286.
- [5] Van Krevelen D W. Properties of polymer (3rd Ed) [M]. New York: Elsevier Science, 1990: 120-202.
- [6] Karger Kocsis J. Polypropylene: Structure, blends and composites [M]. London: Chapman Hall, 1995: 33-35.
- [7] Kano J, Saito F. Correlation of powder characteristics of talc during planetary ball milling with the impact energy of the balls simulated by the particle element method [J]. Powder Technol, 1998, 98: 166-170.
- [8] Alexander L E. X-ray diffraction methods in polymer science [M]. New York: Wiley Interscience, 1969.
- [9] Ferrage E, Martin F, Boudet A, et al. Talc as nucleating agent of polypropylene: morphology induced by lamellar particles addition and interface mineral-matrix modelization [J]. J Mater Sci, 2002, 37(8): 1561-1573.
- [10] Naike M, Fuku Y, Matsumura T, et al. The effect of talc on the crystallization of isotactic polypropylene [J]. J Appl Polym Sci, 2001, 79(9): 1693-1703.
- [11] Gupta A K, Purwar S N. Crystallization of PP in PP/SEBS blends and its correlation with tensile properties [J]. J Appl Polym Sci, 1984, 29(5): 1595-1609.

- [12] Xie X L, Fung K L, Li R K Y, et al. Structural and mechanical behavior of polypropylene/maleated styrene-(ethylene-co-butyl-ene)-styrene/sisal fiber composites prepared by injection molding [J]. J Polym Sci: Part B - Polym Phys, 2002, 40 (12): 1 214 - 1 222.
- [13] 朱文炫,叶锦铺. 橡胶增韧塑料的进展[J]. 塑料工业, 1980, (1): 42 - 47.
- [14] Denac M, Musil V, Ranogajec F, et al. Influence of talc and SEBS-g-MA on PP/SEBS-g-MA/talc composites under gamma irradiation sterilization conditions [J]. Macromol Symp, 2004, 127: 401 - 412.
- [15] 仇武林,麦堪成,曾汉民. PP-g-Si 与 KH550 对聚丙烯/滑石粉体系的增容效果[J]. 高分子材料科学与工程, 2000, 16 (5): 161 - 162.
- [16] Ai Wah C, Yub Choong L, Seng Neon G. Effects of titanate coupling agent on rheological behaviour, dispersion characteristics and mechanical properties of talc filled polypropylene [J]. Eur Polym J, 2000, 36: 789 - 801.

MICRO-STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF IN-SITU POLYMERIZATION-MODIFIED TALC/PP COMPOSITES

Zhou Xingping¹, Zhang Weixing¹, Liu Shengpeng^{1,2}, Xie Xiaolin¹

(1. Dept Chem & Chem Eng, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. Hubei Key Laboratory of Novel Reactors and Green Chemical Technology, Wuhan 430073, China)

ABSTRACT Talc/polypropylene (PP) composites were prepared by melt blending and injection molding, in which talc was firstly modified by in-situ polymerization of butyl acrylate (BA). The effects of in-situ polymerization modification on the micro-structure, crystal structure, thermal behavior and mechanical properties of the composites were systematically investigated. The results showed that talc layers are delaminated to platelets with multi-scale in thickness in composites by high shearing force during the processing. The in-situ polymerization of BA enhanced the interfacial adhesion between talc and PP, which was benefit to the delamination of talc. On the other hand, the modification of talc was in favor of inducing the formation of β -form PP crystals. The PBA-modified talc increases the melting temperature, crystallization rate and degree of crystallinity, while decreased the crystallization temperature of PP phase in composites. The PBA coating on talc surface improves obviously the Izod impact strength of talc/PP composites, and there existed a critical content of BA.

KEYWORDS in-situ polymerization, talc, butyl acrylate, polypropylene, composites

环保稻草和羽毛取代尼龙和腈纶进入纺织领域

继有机食品和化妆品成为“可持续发展”流行趋势之后,现在科学家们正在研究可用于生产可降解人造织物的自然资源,如鸡毛和稻草。一份提交给美国化学界大会的研究报告称,用这些丰富的、便宜的、可更新的材料生产的织物可以取代尼龙和腈纶。

研究报告称,用鸡毛生产的纤维质量超过羊毛。稻草(含有维生素)已经被用来生产纤维,稻草纤维可以纺成织物,类似棉花或者亚麻,而且可以在普通的纺织机器上纺织。这两种布的研究尚在初级阶段,但研究人员说,用羽毛和稻草生产出来的布适用于地毯、汽车和建筑。它们的成本更低,性能更好。这两种布将为种植水稻和养鸡的农民带来实惠,同时也有利于环保。

(中尼网)

全塑料单一模块汽车挡泥板研制成功

博禄和北欧化工公司凭借其开发的 Daplen TM EF341AE 材料在汽车业奠定了技术突破的基石,该材料已用于世界首例完全一体式挡泥板模块的制作。DaplenTM EF341AE 是一种热塑性聚烯烃(TPO)塑料,专为满足宝马公司的新款车型 BMW X5 的严格规定而量身定制,这些规定包括改善的生产成本、安全性、高品质外观和环保性能等。为满足上述要求而开发研制出的 TPO 挡泥板是迄今为止在汽车生产中得到量产的最复杂、高度一体化的 A 级车身用

途产品。

汽车挡泥板集前照灯加强件、轮罩、清洁系统、气囊传感器和冷却装置等部件于一身。在功能集成的前提下,这一创新的改变比传统钢部件轻了 50%。

该挡泥板的行人保护减震器使全新的 BMW X5 达到了 2010 年 EuroNCAP 行人安全法规规定。根据上述规定,该挡泥板在受到冲击时最大变形量可达 80 mm,大大减小了在低速碰撞事故中行人受重伤的可能性。

Daplen TM EF341AE 材料受到选用还因为它具有高的尺寸稳定性,从而可防止因膨胀和收缩导致材料翘曲。结合新 BMW X5 的其余钢质外部结构件,它可实现完善的设计,提供平滑、高品质的 A 级外观。

除此以外, Daplen TM EF341AE 还符合法国 Plastic Omnium 公司在离线喷漆方面的特殊要求,另外作为一种可直接使用的材料,该产品易于加工。北欧化工为汽车部件制造商提供模具设计和加工管理支持,从而保障部件的生产。

博禄公司电线电缆和汽车及家电业务经理兼东北亚地区经理 Hu Wei 评价说,“首个 100% 塑料单一模块挡泥板的研制成功是汽车业的一大突破。这样一种轻质、一体化的解决方案不仅给简化生产和降低相关成本带来了革命性的突破,而且使汽车生产商在不影响外观设计或功能性的前提下提高行人安全性能。”

(中聚网)