

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.09.003

# 尼龙 6 / 功能化热膨胀石墨复合材料的制备和性能

夏兆路<sup>1,2</sup>, 杨雅琦<sup>1,2</sup>, 段宏基<sup>1,2</sup>, 赵贵哲<sup>1,2</sup>, 刘亚青<sup>1,2</sup>

(1. 山西省高分子复合材料工程技术研究中心, 太原 030051; 2. 中北大学材料科学与工程学院, 太原 030051)

**摘要:** 将尼龙 6(PA6) 与功能化热膨胀石墨 (EG-T) 复合制备具有高性能化的 PA6 复合材料。可膨胀石墨经热膨胀、酸化、甲苯二异氰酸酯 (TDI) 功能化改性处理, 制得 EG-T, 通过超声辅助挤出手段与 PA6 熔融共混制备得到 PA6 / EG-T 复合材料。通过扫描电子显微镜、差示扫描量热仪分析及力学性能、热变形温度测试对 PA6 复合材料进行表征。结果表明, 热膨胀石墨的功能化改性和超声外场的引入使热膨胀石墨的分散性提高, 并且与 PA6 基体的界面结合力增强; PA6 复合材料的结晶性能和耐热性能得到显著提高, 同时, 其力学性能也有所上升。超声辅助挤出制备的 PA6 / EG-T 复合材料的结晶度相对于纯 PA6 提高了 7.84%, 热变形温度从纯 PA6 的 76.5℃ 提升到了 110.9℃, 提高了 34.4℃, 拉伸强度和拉伸弹性模量相对于纯 PA6 分别提高了 15.8% 和 16.8%。

**关键词:** 尼龙 6; 热膨胀石墨; 功能化; 超声; 复合材料

**中图分类号:** TB332 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)09-0013-06

## Preparation and Properties of PA6 / Functionalized Thermal Exfoliated Graphite Composites

Xia Zhaolu<sup>1,2</sup>, Yang Yaqi<sup>1,2</sup>, Duan Hongji<sup>1,2</sup>, Zhao Guizhe<sup>1,2</sup>, Liu Yaqing<sup>1,2</sup>

(1. Research Center for Engineering Technology of Polymeric Composites of Shanxi Province, Taiyuan 030051, China;

2. College of Materials Science & Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** Nylon 6(PA6) and functionalized thermal exfoliated graphite(EG-T) were melt to prepare high-performance PA6 composites. EG-T was prepared via thermal expansion, acid treatment, toluene diisocyanate(TDI) functional modification of expandable graphite. By using ultrasound-assisted extrusion means, EG-T was melt blending with PA6 to prepare PA6 / EG-T composites. PA6 / EG-T composites were characterized by SEM, DSC, mechanical properties and heat distortion temperature tests. The results show that a better dispersion and a stronger interfacial adhesion of thermal exfoliated graphite in PA6 matrix could be obtained with the modification of thermal exfoliated graphite and the ultrasound outfield. The crystallization and heat resistance properties of PA6 / EG-T composites increase significantly. Meanwhile, the mechanical properties are also increased. The degree of crystallinity of PA6 / EG-T composite prepared through ultrasound-assisted extruding is increased by 7.84% compared with pure PA6. Heat distortion temperature is raised to 110.9 °C from 76.5 °C of pure PA6 and is improved by 34.4 °C. Tensile strength and modulus are relatively increased by 15.8% and 16.8%.

**Keywords:** nylon 6; thermal exfoliated graphite; functionalization; ultrasound; composite

尼龙 6(PA6) 是最重要的工程塑料之一, 以其优异的综合性能在工业、日常生活等领域得到广泛应用。但 PA6 耐热性能较差且吸水性强, 吸水后力学性能下降, 制品尺寸稳定性降低, 使其应用受到一定限制<sup>[1-2]</sup>。可膨胀石墨 (GIC) 经过改性处理, 粒子尺寸可达微米甚至纳米级别, 且具有耐高低温、高比强度、优异的导热导电性等特性, 是聚合物改性最重要的填料之一<sup>[3-6]</sup>。近年来, 对膨胀石墨的研究越来越多, 主要集中在两个方面: 一是探索功能膨胀石墨的制备与表面改性工艺, 提高其性能<sup>[7-8]</sup>; 二是对膨胀石墨的结构进行插层、剥离和分析, 扩大其应用范围<sup>[9-11]</sup>。

笔者通过对 GIC 进行热膨胀、酸化、甲苯二异氰酸酯 (TDI) 功能化处理, 与 PA6 熔融共混挤出, 同时引入超声辅助作用, 研究功能化改性和超声对 PA6 复合材料结晶、力学、耐热等性能的影响。

## 1 实验部分

### 1.1 主要原材料

PA6 粒料: 1013B, 日本宇部兴产株式会社;

GIC: DL100, 青岛晨阳石墨有限公司;

浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、浓 HNO<sub>3</sub>: 分析纯, 洛阳市化学试剂

联系人: 刘亚青, 教授, 博士生导师, 主要从事高分子及其复合材料的研究

收稿日期: 2015-07-08

厂;

TDI:分析纯,淄博黄海化工有限公司。

## 1.2 主要仪器与设备

智能数控超声波发生器:TJS-3000型,杭州成功超声设备有限公司;

同向双螺杆挤出机:TE20型,科倍隆科亚(南京)机械有限公司;

注塑机:SZ-100/80型,上海塑料机械厂;

扫描电子显微镜(SEM):SU-1500型,日本日立公司;

差示扫描量热(DSC)仪:DSC1型,上海梅特勒-托利多国际贸易有限公司;

微机控制电子万能试验机:CMT6104型,深圳市新三思材料检测有限公司;

悬臂梁冲击试验机:XJUD-5.5型,承德市金建检测仪器有限公司;

热变形仪:RW77-III型,济南科盛试验设备有限公司。

## 1.3 功能化热膨胀石墨(EG-T)的制备

将GIC置于马弗炉中,在800℃下热膨胀60 s,得热膨胀石墨(EG)(膨胀容积约为110 mL/g)。量取150 mL浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>和50 mL浓HNO<sub>3</sub>制得混合酸,冷却至30℃,与2 g的EG混合,在超声浴中处理60 min。随后将混合物加热到120℃,并在该温度下机械搅拌反应2 h。反应完成后,将该反应物加到4000 mL的蒸馏水中稀释,放置12 h后真空抽滤,清洗数次直至滤液呈中性。将反应物放置在60℃烘箱中烘干,得到表面接枝有—OH,—COOH等基团的酸化热膨胀石墨(EG-A)。

称取0.24 g的TDI与50 mL的无水丙酮(通过无水氯化钙除水数天)混合;将3.0 g的EG-A和250 mL无水丙酮加入到500 mL的三口烧瓶中混合,连接上冷凝管,55℃下超声搅拌条件下反应50 min,反应过程中缓慢滴加TDI/无水丙酮混合溶液。反应完成后,常温挥发无水丙酮,再用加热烘干灯照射一段时间,等到干燥后再放入60℃真空烘箱中干燥12 h。得到具有—N=C=O活性基团的TDI功能化热膨胀石墨(EG-T),置于真空干燥皿中保存,备用。

## 1.4 PA6复合材料的制备

将PA6粒料在80℃真空烘箱中干燥12 h,分别在不引入超声外场以及引入500 W超声外场条件下,使用同向双螺杆挤出机挤出造粒后,在80℃

真空烘箱中干燥12 h,通过注塑机注塑成测试试样。实验制备了纯PA6以及EG, EG-A, EG-T质量分数均为0.5%的PA6基复合材料,依次记作PA6, PA6/EG, PA6/EG-A, PA6/EG-T,对应的引入超声辅助制备的材料依次记作PA6-U, PA6/EG-U, PA6/EG-A-U, PA6/EG-T-U。挤出机参数:螺杆转速为1500 r/min,喂料频率为12 Hz,螺杆从一区到机头的各段温度分别为:205, 215, 225, 220, 215℃,口模温度215℃;注塑机参数:注塑压力为18 MPa,流量为40 cm<sup>3</sup>/s,从一区到机头温度依次为200, 205, 215, 225℃。

## 1.5 性能测试与表征

SEM测试:采用SEM观察PA6复合材料断面粒子分布情况,测试电压为15 kV。测试之前对试样表面进行喷金处理。

DSC测试:用DSC仪测试PA6复合材料的熔融结晶行为,液氮制冷,测试温度为100~250℃,升温速率为10℃/min,选择循环测试方法。

力学性能测试:根据GB/T 1040.2-2006测试PA6复合材料的拉伸性能,拉伸速率为50 mm/min;根据GB/T 1843-2008测试PA6复合材料的冲击性能。

热变形温度(HDT)测试:根据GB/T 1634-2004测试PA6复合材料的HDT。压力为1.85 MPa,升温速率为50℃/h,选择侧立方式。

## 2 结果与讨论

### 2.1 GIC及改性GIC的SEM表征

图1是GIC及改性GIC的SEM图。

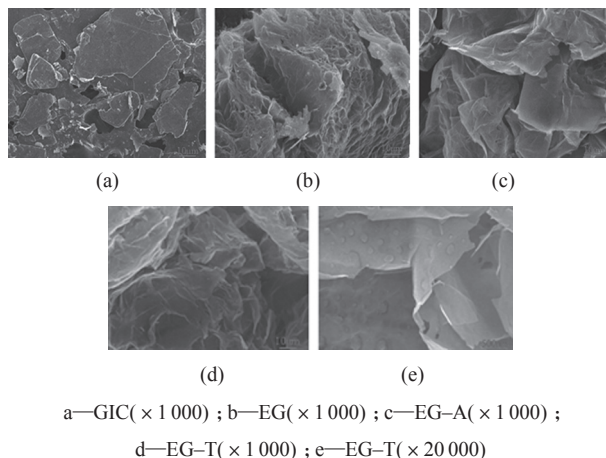


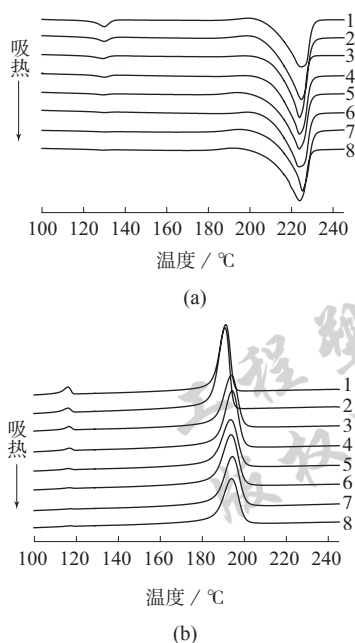
图1 GIC及改性GIC的SEM图

由图1可看出,未处理的GIC(见图1a)是密实的片状结构;经热膨胀处理后得到的EG(见图1b)呈现“蠕虫”状,具有丰富的网状孔道结构和较大的

比表面积;经浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和浓  $\text{HNO}_3$  混合酸处理后,EG-A 的片层被剥离(见图 1c),提高了其分散性能,且片层被刻蚀出缺陷,有利于  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$  等酸性基团接枝,从而提高其与 PA6 基体的界面结合力;经 TDI 处理后,EG-T 的形貌相对于 EG-A 没有明显变化,但片层被进一步剥离,片层厚度薄至数十纳米(见图 1d、图 1e),进一步提高了 EG 粒子在 PA6 基体中的分散性能。

## 2.2 PA6 复合材料的 DSC 分析

图 2 是无超声及超声辅助制备的 PA6 及其复合材料的升温、降温曲线,表 1 为其热行为及结晶行为数据。



1—PA6; 2—PA6-U; 3—PA6/EG; 4—PA6/EG-U;  
5—PA6/EG-A; 6—PA6/EG-A-U;  
7—PA6/EG-T; 8—PA6/EG-T-U  
a—升温曲线; b—降温曲线

图 2 无超声及超声辅助制备的 PA6 及其复合材料的升温、降温曲线

表 1 无超声及超声辅助制备的 PA6 及其复合材料的  
热行为及其结晶行为数据

| 试样         | 熔融温度 /<br>℃ | 结晶温度 /<br>℃ | 熔融焓 /<br>( $\text{J} \cdot \text{g}^{-1}$ ) | 结晶度 /<br>% |
|------------|-------------|-------------|---------------------------------------------|------------|
| PA6        | 224.8       | 191.2       | 56.17                                       | 29.56      |
| PA6-U      | 224.8       | 190.7       | 56.93                                       | 29.96      |
| PA6/EG     | 223.8       | 193.8       | 58.04                                       | 30.7       |
| PA6/EG-U   | 223.8       | 194.2       | 58.47                                       | 30.93      |
| PA6/EG-A   | 223.8       | 193.5       | 59.45                                       | 31.45      |
| PA6/EG-A-U | 223.8       | 193.8       | 61.15                                       | 32.35      |
| PA6/EG-T   | 225.3       | 194.3       | 69.06                                       | 36.53      |
| PA6/EG-T-U | 224.0       | 194.0       | 70.71                                       | 37.40      |

由图 2 和表 1 可以看出,加入 EG, EG-A, EG-T 以及引入超声外场, PA6 的熔融温度均没有

明显变化。但加入 EG, EG-A, EG-T 后, PA6 的结晶温度提高了  $2 \sim 3^\circ\text{C}$ , 结晶温度的提高归结于 EG, EG-A, EG-T 粒子在 PA6 中有异相成核作用, 晶核生长速率增加, 结晶更容易, 导致结晶温度升高。

PA6 复合材料的结晶度通过下式计算:

$$X_c = \frac{\Delta H_m}{\Delta H_m^0} (1 - \alpha)$$

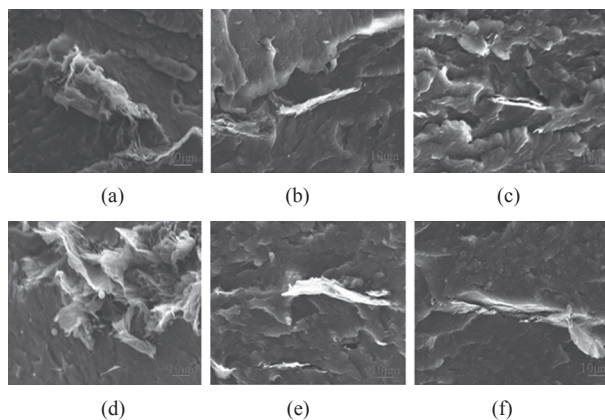
式中:  $X_c$ ——试样的结晶度, %;

$\Delta H_m$ ——试样的熔融焓,  $\text{J/g}$ ;

$\Delta H_m^0$ ——PA6 100% 完全结晶时的熔融焓, 为  $190 \text{ J/g}$ ;

$\alpha$ ——试样中 EG 或改性 EG 的质量分数。

由表 1 可以看出, 加入 EG, EG-A, EG-T 粒子后, PA6 复合材料的结晶度都得到提高, 特别是加入 EG-T 后, PA6/EG-T 复合材料的结晶度明显上升, 其结晶度从 PA6 的 29.56% 提高到 36.53%。其原因可能是 EG-T 的分散均匀性(见图 3c)相对于 EG(见图 3a)和 EG-A(图 3b)增大, 能够提供更多的异相成核点, 晶核生长速率增加。PA6 在引入超声后, 其分子链被破坏, 分子量降低, 分子量运动能力加强, 结晶更容易, 故超声制备的 PA6 复合材料结晶度相比无超声制备的 PA6 复合材料的结晶度略有提高<sup>[12]</sup>, 其结晶度从 29.56% 提高到 29.96%。对于 PA6 复合材料, 引入超声可使 EG 或改性 EG 粒子的分散更加均匀(见图 3d~图 3f), 使 PA6 复合材料的结晶度进一步提高, 超声辅助挤出制备的 PA6/EG-T 复合材料的结晶度达到 37.40%, 相对于 PA6 的结晶度提高了 7.84%。



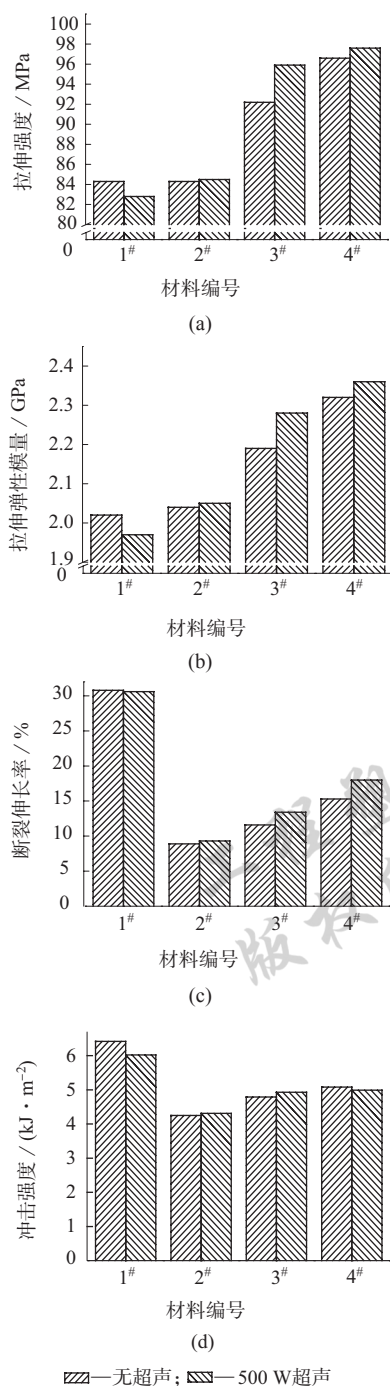
a—PA6/EG; b—PA6/EG-A; c—PA6/EG-T;  
d—PA6/EG-U; e—PA6/EG-A-U; f—PA6/EG-T-U

图 3 无超声及超声辅助制备的 PA6 复合材料 SEM 图

## 2.3 PA6 复合材料的力学性能分析

图 4 为无超声及超声辅助制备的 PA6 及其复

合材料的力学性能。



1#—PA6; 2#—PA6/EG; 3#—PA6/EG-A; 4#—PA6/EG-T

a—拉伸强度; b—拉伸弹性模量; c—断裂伸长率; d—冲击强度

图4 无超声及超声辅助制备的 PA6 复合材料的力学性能

由图 4a 和图 4b 可以看出,对于 PA6,引入 500 W 的超声会一定程度降低 PA6 复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量,其原因可能是超声振动会造成 PA6 分子链断裂,降低分子量,从而降低 PA6 复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量。加入未处理的 EG 后,PA6 复合材料拉伸强度和拉伸弹性模

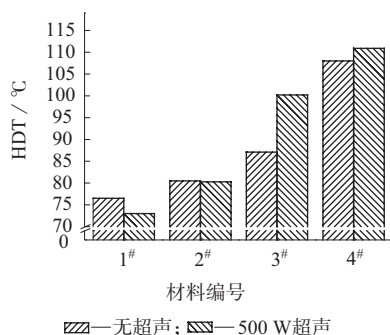
量基本没有变化,其原因一方面是由于 PA6/EG 复合材料的结晶度相对于 PA6 有所提高,复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量会有一定程度提高;另一方面未处理的 EG 粒子较大,在 PA6 中又会形成缺陷,降低复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量,两方面共同影响,导致 PA6 复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量基本保持不变。同时,超声外场对 PA6/EG 复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量影响很小,主要是超声很难促进大颗粒的 EG 在 PA6 中分散(见图 3d)。加入 EG-A, EG-T 粒子后,PA6 复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量得到明显提高。通过功能化改性,EG-A 或 EG-T 粒子在 PA6 中的分散性能明显提高,使其和 PA6 的界面结合力增强,与此同时,PA6 复合材料的结晶度也有所上升,尤其是加入质量分数 0.5% 的 EG-T 的 PA6 复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量分别达到 96.6 MPa 和 2.32 GPa,相对于 PA6 的拉伸强度(84.3 MPa)和拉伸弹性模量(2.02 GPa),分别提高了 14.6% 和 14.9%。超声辅助挤出制备的 PA6/EG-T 复合材料的拉伸强度及拉伸弹性模量进一步提高,分别达到 97.6 MPa 和 2.36 GPa,相对于 PA6 分别提高了 15.8% 和 16.8%,这是由于超声可进一步促进 EG-T 分散并提高 PA6/EG-T 复合材料的结晶度。

由图 4c 和图 4d 可以看出,加入 EG, EG-A, EG-T 粒子后,PA6 复合材料的断裂伸长率和冲击强度有一定程度降低,但功能化改性以及超声可以提高 PA6 复合材料的断裂伸长率和冲击强度。PA6/EG-A 和 PA6/EG-T 复合材料的断裂伸长率分别为 11.6% 和 15.3%,超声后分别达到 13.4% 和 18%,相对于 PA6/EG 的 8.9% 有较大幅度提高;PA6/EG 复合材料冲击强度为 4.25 kJ/m<sup>2</sup>,而 PA6/EG-A 和 PA6/EG-T 复合材料的冲击强度分别为 4.79 kJ/m<sup>2</sup> 和 5.08 kJ/m<sup>2</sup>,超声后冲击强度分别为 4.93 kJ/m<sup>2</sup> 和 4.99 kJ/m<sup>2</sup>。PA6 复合材料的力学性能结果与已报道文献的结果一致<sup>[13-14]</sup>。

## 2.4 PA6 复合材料耐热性能分析

图 5 为无超声及超声辅助制备的 PA6 及其复合材料的 HDT。

从图 5 可以看出,加入 EG, EG-A, EG-T 的 PA6 复合材料,其 HDT 提高,尤其在 EG 经过酸化及 TDI 处理之后,PA6 复合材料的 HDT 明显提高,PA6/EG-T 复合材料的 HDT 达到 108℃,相较于 PA6 的 76.5℃和 PA6/EG 复合材料的 80.5℃,分别



1#—PA6 ; 2#—PA6 / EG ; 3#—PA6 / EG-A ; 4#—PA6 / EG-T

图5 无超声及超声辅助制备的PA6及其复合材料的HDT

提高了31.5℃和27.5℃。这一现象是复合材料结晶度提高、EG-T分散性增强和EG-T与PA6界面结合增强等因素共同作用的结果<sup>[13]</sup>。

超声作用会降低PA6的HDT,即降低PA6的耐热性能。这是由于超声会破坏PA6的分子链,降低分子量,从而降低PA6的弯曲负载热变形能力。但由于未处理的EG粒子很大,超声难以影响其在PA6基体中的分散和界面作用,破坏分子链的同时也提高了复合材料的结晶度,故超声对PA6/EG复合材料的耐热性能基本没有影响。然而,超声对PA6/EG-A和PA6/EG-T复合材料的结晶性能、EG-A或EG-T的分散性能以及其与PA6界面结合效果都提高明显,其影响效果远大于对PA6分子链的影响,因而,超声制备的PA6/EG-A和PA6/EG-T复合材料的耐热性能相对于PA6和PA6/EG复合材料有很大提高,其HDT分别达到100.2℃和110.9℃,相对于未超声的PA6/EG-A的87.1℃和PA6/EG-T的108℃分别提高了13.1℃和2.9℃。尤其是超声制备的PA6/EG-T复合材料的HDT相对于PA6提高了34.4℃。

### 3 结论

(1) EG经过热膨胀和酸处理之后,其片层被“打开”,片层厚度可薄至数十纳米;酸处理使GIC片层被刻蚀形成大量缺陷,有利于接枝功能基团,提高了其在PA6中的分散性能及其与PA6基体的界面结合作用;超声辅助挤出可使EG及其改性EG的分散性能进一步提高。

(2) 在PA6中加入EG-T以及引入超声作用后,其结晶度和结晶温度都有所提高,超声制备的PA6/EG-T复合材料的结晶度从纯PA6的29.56%提高到37.40%,提高了7.84%,结晶温度提高了2.8℃。

(3) 加入EG-T的PA6复合材料的拉伸强度

和拉伸弹性模量都有所提高,当EG-T填充量仅为0.5%时,PA6/EG-T复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量分别提高了14.6%和14.9%。引入超声使PA6复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量进一步提高。

(4) 在PA6中加入EG-T以及引入超声作用后,PA6/EG-T复合材料的耐热性能有很大程度提高,超声制备的PA6/EG-T复合材料的HDT从PA6的76.5℃提升到了110.9℃,提高了34.4℃。

### 参考文献

- [1] Bakirtzis D, Ramani A, Zhang J, et al. Simplified structure of the condensed phase of fire retarded PA6 nanocomposites in TGA as related flammability[J]. Fire Safety Journal, 2014, 69:69-75.
- [2] 许福,张平,丁燕怀,等. PA6/PTT共混物的吸水性和力学性能[J]. 高分子材料科学与工程, 2010(2):73-76.  
Xu fu, Zhang Ping, Ding Yanhuai, et al. The absorption and mechanical properties of PA6 / PTT blends[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2010(2):73-76.
- [3] Potts J R, Shankar O, Murali S, et al. Latex and two-roll mill processing of thermally-exfoliated graphite oxide / natural rubber nanocomposites[J]. Composites Science & Technology, 2013, 74(4):166-172.
- [4] Sci I J E. Electrochemical behavior of Al-Si alloy in phosphoric acid containing halogen or oxyhalogen anions[J]. International Journal of Electrochemical Science, 2012, 7(11):10 851-10 864.
- [5] Xiang Jinglei, Drzal L T. Thermal conductivity of exfoliated graphite nanoplatelet paper[J]. Carbon, 2011, 49(3):773-778.
- [6] Chen Po-Hsiu, Chung D D L. Thermal and electrical conduction in the compaction direction of exfoliated graphite and their relation to the structure[J]. Carbon, 2014, 77:538-550.
- [7] 孙盼盼,雷雨,张立东. 新型吸附剂膨胀石墨的制备及改性方法研究[J]. 科技视界, 2014(24):150.  
Sun Panpan, Lei Yu, Zhang Lidong. Preparation and modification method of expanded graphite adsorbent[J]. Science & Technology Vision, 2014(24):150.
- [8] Huang Zhaowen, Gao Xuenong, Xu Tao, et al. Thermal property measurement and heat storage analysis of LiNO<sub>3</sub> / KCl- expanded graphite composite phase change material[J]. Applied Energy, 2014, 115:265-271.
- [9] Mondal T, Bhowmick A K, Krishnamoorti R. Stress generation and tailoring of electronic properties of expanded graphite by click chemistry[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2014, 6(10):7 244-7 253.
- [10] Wen Yang, He Kai, Zhu Yujie, et al. Expanded graphite as superior anode for sodium-ion batteries[J]. Nature Communications, 2014, 5:4 033-4 042.

- [11] Sun Ling, Fugetsu B. Mass production of graphene oxide from expanded graphite[J]. Materials Letters, 2013, 109:207–210.
- [12] Liu Hui, Bao Jianguo, Du Yumin, et al. Effect of ultrasonic treatment on the biochemophysical properties of chitosan[J]. Carbohydrate Polymers, 2006, 64(4):553–559.
- [13] Yuan Bihe, Bao Chenlu, Song Lei, et al. Preparation of functionalized graphene oxide / polypropylene nanocomposite with significantly improved thermal stability and studies on the crystallization behavior and mechanical properties[J]. Chemical Engineering Journal, 2014, 237:411–420.
- [14] Li Jiang, Zhao Lijuan, Guo Shaoyun. Ultrasound assisted development of structure and properties of polyamide 6 / montmorillonite nanocomposites[J]. Journal of Macromolecular Science, Part B:Physics, 2007, 46(3):423–439.

### 创新是我国改性塑料的唯一出路

改性塑料是化工新材料领域的重要组成部分。因具有可燃、高强度、高韧性等优异性能以及导电、导热、导光等功能,其在国民经济各领域都有着广泛的应用。随着人民生活水平的大幅提升和技术手段的进步,“以塑代钢”、“以塑代木”成为大趋势。预计未来 5 年,改性塑料市场总需求量仍将保持 10% 左右的增长率。

近年来,我国改性塑料行业发展迅猛,产量、表观消费量年均增长率分别达到 20%, 15%, 涌现出金发、普利特、俊尔、聚隆等一批国内改性塑料龙头企业。然而,与国外同行相比,我国改性塑料行业总体上发展水平较低,企业生产规模普遍偏小,产品的市场状况也呈现出初级产品多、中级产品质量不稳定、高级产品缺乏的劣势。国内改性塑料年总需求目前在 1 000 万 t 左右,约占全部塑料消费量的 10%, 仍远低于 20% 的世界平均水平。此外,衡量一个国家塑料工业发展水平的重要指标——塑钢比,我国仅为 30 : 70, 不及世界平均的 50 : 50, 更远不及发达国家如美国的 70 : 30 和德国的 63 : 37。我国人均塑料消费量与世界发达国家相比还有很大差距。

当前,国内改性塑料行业面临着严峻的形势:

一是改性塑料低端产品,由于门槛低、上马快,出现了惨烈的竞争局面。据不完全统计,目前国内大大小小改性塑料厂不少于 2 000 家,它们比价格、比账期,呈现低水平的恶性竞争。

二是国外大牌改性塑料企业如杜邦、巴斯夫、沙比克、帝斯曼、巴塞尔,看准中国市场,近几年大力推行产品本土化生产,并强化在我国的本土化营销与服务,对我国改性塑料企业造成了严重挤压。

三是国内中等规模的改性塑料企业上有国外品牌企业的挤压,下受国内小型企业的恶性竞争,日子越来越难过。

面对激烈的市场竞争,我国改性塑料企业唯一的出路就是创新。

首先,坚持战略创新,走差异化、特色化的产品路线。每个企业的产品不一定要做多,要找出自己迥异于人的特色、专业产品,并且专心、专注地把它做好。基于特色产品,可以向上下游发展,形成特殊树脂聚合、高效助剂合成→改性塑料→改性产品应用的产业链,打造特色产品核心竞争力。

其次,坚持技术创新,实现产品高端化。企业应瞄准世界高端产品,通过自己的技术研究,开发高性能材料,替代进

口,占领高端市场,开拓高端应用领域。同时,应进行市场创新,研究新的市场需求,紧跟新市场、新技术的发展,及时发现新的改性塑料应用领域,快速开发满足新需求的材料,如适合智能电子用的 LDS 材料、NMT 材料、电子屏蔽材料。

再次,实施制造智能化。我国改性塑料行业生产装备水平普遍低下,导致质量不稳定,高端产品无法生产,急需引进先进的自动化生产设备。根据《中国制造 2025》的要求,有条件的企业应结合自身实际情况,进行大规模技术改造,快速提升制造的智能化水平,以提升质量、提高制造水平。

最后,实施营销创新,走国际化道路。改性塑料企业营销国际化战略有 4 个含义:一是销售区域国际化,要走向国门,把产品销往世界;二是在改性塑料需求比较集中的国家设立工厂;三是进入国际大用户的全球供应链,把我国的产品带往世界各地;四是人才国际化,可广泛使用国外研发、销售、管理人才。

同时,为了鼓励改性塑料企业创新工作,政府应该出台相应政策,支持企业走特色化、高端化、智能化、国际化的道路,并做好以下的工作:支持特色化企业的发展,避免低水平的重复建设;支持大石化企业、改性塑料企业及其应用大客户组建上下游产业技术联盟,发挥大石化企业合成技术、改性厂贴近市场的优势;鼓励企业技术创新,开发高性能化、功能化的高端改性塑料产品;出台切实的政策来鼓励企业技术改造,提高制造智能化水平;指导改性塑料企业走出去。

(工程塑料网)

### 世界塑料管材需求预计可年增 6.7%

据 Trade Arabia News Service 网站近日报道,美国克里夫兰著名的工业调研公司弗里多尼亚集团日前对世界塑料管材的一项新研究表明,世界对塑料管材的需求预计将年增 6.7%,到 2019 年将到达 193 亿米。

研究结果表明,由于全球建筑活动尤其是我国和美国大型市场建筑活动的强劲增长,将使得建筑和非建筑施工应用领域对塑料管材的需求不断加大。

研究补充说,在与诸如混凝土、铜和钢类管材的竞争中,塑料管材的性能、成本和安装优势刺激了其日益增加的可能性。

聚氯乙烯 (PVC) 是塑料管材中使用最广泛的树脂材料。

研究说,与建筑业相比,能源、农业和工业部门对塑料管材的使用率较低。然而,塑料材料的技术改进使得塑料管材在这些市场中的使用比例不断提高。

(工程塑料网)