

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.04.026

聚酰胺酰亚胺改性研究进展*

张佳裕, 李巧玲

(中北大学理学院化学系, 太原 030051)

摘要:着重从聚酰胺酰亚胺(PAI)的耐热和增韧角度出发,从分子结构改性、无机纳米材料改性和有机材料改性三个方面介绍了近年来PAI改性的基本方向,并对改性的机理和方法进行了阐述,对各种改性物质进行了比较,简述其利弊,最后通过比较,对PAI的改性新方向进行了展望。

关键词:聚酰胺酰亚胺;改性;耐热;增韧

中图分类号: TQ31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)04-0124-05

Research Progress on Modification of Polyamide-imide

Zhang Jiayu, Li Qiaoling

(Department of Chemistry, School of Science, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: The basic direction of polyamide-imide (PAI) modification was introduced from the aspects of molecular structure modification, inorganic nanomaterials modification and organic materials modification from the points of view of heat resistance and toughening PAI, and the modification mechanism and method were expounded. The advantages and disadvantages of the modified materials were compared, and the new modification direction of PAI was expected.

Keywords: polyamide-imide; modified; heat-resistant; toughening

聚酰胺酰亚胺(PAI)是由柔性酰胺基团和耐热酰亚胺环有规则排列的一种热塑性树脂。PAI的出现,很好地解决了聚酰亚胺加工应用中的各种问题,又保留了聚酰亚胺原有的热学和力学性能,与聚酰亚胺相比,它具有更好的刚性结构,优异的耐热性、化学稳定性等,更易溶于有机溶剂^[1]。

近年来,随着对PAI研究的不断深入,人们已不再满足于它现有的一些性质和用途,进而对它的一些其它功能进行开发,其中研究最多的就是增强改性,使其同其它物质进行合金化,以满足更多用途的需要。笔者着重研究了近年来PAI的改性方法,从分子结构改性、无机纳米材料改性、有机材料改性三个方面进行了研究。其中在分子结构改性中,又从新型结构二胺改性、新型结构二酸改性、手性结构改性、特殊元素改性四个小方面来简述结构对PAI性能改变的重要性。在无机纳米材料改性中,从金属氧化物、非金属氧化物、层状双氢氧化物、碳纳米管、海泡石、蒙脱土几个小方向出发,简述了纳米粒子对于PAI的改性原理及常用方法,并将其进行了比较。在有机材料改性中,主要用一些性能良好的有机物对PAI进行改性,简述了有机物改性PAI的机理及优越性。通过以上三种形式的改性比较,指出了今后改性的主要方向。

1 分子结构改性 PAI

结构决定性能,因此决定化合物性能的根本在于分子

结构,改变合成PAI的原材料,便可合成具有新型结构的高性能PAI。目前,从二胺、二酸结构入手,合成一系列具有新型结构的二胺和二酸,对于提高PAI的耐热等性能至关重要。此外,将一些光学活性氨基酸及特殊元素加入结构中,对它的性能也有大的提高。

1.1 新型结构二胺改性 PAI

合成PAI的二胺种类多样,从二胺的结构入手,在特定条件下通过合成一系列新型结构的二胺,可从根本上改变聚合物基体的结构,进而改变其性能。S. Mallakpour等^[2]用新合成的一种二胺单体4,4'-二氨基-4-氟三苯胺制备出了PAI。该种PAI不仅具有稳定的氧化还原性能,还有高的玻璃化转变温度(T_g)和软化温度(T_s),高的热稳定性和良好的力学性能,得到的聚合物还显示出优异的电致变色稳定性。

E. Jalalian等^[3]在三乙胺存在下,制备出了具有双(间-氨基苯氧基)二苯基硅烷的二胺,通过与二酸反应制备PAI。研究表明,该聚合物显示出高的热稳定性、脆性以及良好的溶解性。 T_g 为187~196℃,10%重量损失的温度在375~400℃范围内,且在700℃下残炭率为39%~44%。

* 国家自然科学基金项目(51272239,20871108),山西省留学基金项目(2014-重点6)

联系人:李巧玲,教授,博士生导师,主要从事纳米功能材料研究

收稿日期:2017-01-15

S. Mallakpour 等^[4]首先合成了包含吡啶环的新型芳香族二胺,其与包含二酞亚胺的二羧酸反应合成几种新的 PAI。这些新的 PAI 在室温下显示出较高的溶解性和热稳定性。X 射线衍射 (XRD) 和场发射扫描电子显微镜 (FE-SEM) 研究表明,所获得的聚合物表现出非晶和纳米结构形态。

S. Mallakpour 等^[5]以光致变色偶氮苯作为侧基,合成了含偶氮的二胺,进而合成了一系列新型 PAI。一系列测试表明,用该原料制得的 PAI 具有更好的热稳定性,同时形态学探针显示这些 PAI 是纳米结构聚合物,粒度为 40 ~ 90 nm,这对于它的应用非常有利。

1.2 新型结构二酸改性 PAI

同二胺类似,也可从改变二酸分子结构入手来改性 PAI。改变二酸的结构,如将平面结构转化为非平面结构、选用新种类的二酸分子等,均可使其结构发生变化,合成具有不同结构的新型 PAI。S. Agrawal 等^[6]在基于非共面二酞亚胺-二酸单体的基础上,合成了 PAI。分析发现,合成的聚合物产率较高并在极性非质子溶剂中显示出较高的溶解度, T_g 在 211 ~ 265 °C,初始分解温度超过 435 °C,800 °C 时在氮气中的残炭率为 52% ~ 70%。

Feng J 等^[7]在天然氨基酸的基础上,合成了含有酰亚胺基团的二酸单体,在此基础上得到均聚的 PAI。该种 PAI 具有一定的生物降解性,氨基酸片段含量越高,生物降解速率越快,对于生物降解的研究有较大的意义。

S. Agrawal 等^[8]合成了具有不对称和非共面杂环含磷二羧酸单体,进而得到了一系列新的芳香族 PAI。这些聚合物溶解性较好,能溶于各种非质子极性溶剂,显示出高的光学透明度。此外,这些聚合物的 T_g 在 271 ~ 346 °C 的范围内,显示良好的热稳定性。

姜曼等^[9]以 CA 和 SA 为原料,通过无溶剂缩聚反应制备出了一系列高产率的脂肪族 PAI,合成出来的 PAI 呈现良好的非晶结构和高亲水性,并且具有良好的热稳定性和化学活性。

1.3 手性结构改性 PAI

手性结构物质,如 L-丙氨酸、L-异亮氨酸、L-缬氨酸等的加入是近年来研究的热点之一,其可以改变 PAI 的内部结构,合成新型 PAI,使其显示出优异的光学性能和生物降解作用。Wu Q 等^[10]通过手性 N,N-均苯四甲酰基-双-L-氨基酸合成了新的光学活性 PAI。测试结果表明,该系列的 PAI 具有较高的热稳定性和力学性能,同时具有生物降解作用。由热重分析可知,PAI 粉末的热稳定性随着降解时间的增加而降低,收集的降解产物溶于水,在紫外和可见光区均具有吸收。

S. Mallakpour 等^[11]通过 N-三苯甲基亚氨基-1-异

亮氨酸作为手性二酸单体制备出了光学活性 PAI。旋光观察证实了这些聚合物的光学活性。与在常规溶剂中合成的 PAI 相比,这些聚合物显示出良好的溶解性和高的热稳定性,并且通过 FE-SEM 技术可知这些聚合物为纳米级结构,可以作为用于形成纳米复合材料的填料。

S. Mallakpour 等^[12]以丙氨酸、异亮氨酸、甲硫氨酸和苯丙氨酸等作为侧基,通过缩聚反应制备出了一系列具有光学活性的新型手性 PAI。该系列 PAI 产率较高,具有 0.43 ~ 0.85 dL/g 的特性黏度,热稳定性良好。同时形态分析显示这些 PAI 是纳米结构聚合物。

1.4 特殊元素改性 PAI

在合成 PAI 过程中加入某些特殊元素,如硫、氟、氮等,也是改变其结构,进而改变其性能的一种方式。李楠等^[13]在 PAI 聚合物中引入了含氟基团,合成了一种新型的含氟二胺单体,该合成单体具有较高的反应性能和溶解性。应用证明,三氟甲基的引入明显提高了漆膜的耐热性能,有效提高了电机线圈的力学强度。

李卓等^[14]在 PAI 分子结构中引入含硫基团,采用含硫二胺 1,4-双(4-氨基苯硫基)苯制备出一种含硫的二酞亚胺,进而制备了两种 PAI。合成出来的 PAI 在室温下溶解性较好,能溶于大多数有机溶剂中, T_g 大于 190 °C,同时在可见光区具有良好的透明性。

E. Jalalian 等^[3]在 PAI 分子结构中引入了含硅基团,通过二酸与不同二胺的缩聚反应制备含硅 PAI。与普通 PAI 相比,其表现出高的热稳定性和挥发性,硅元素的加入增强了其在极性溶剂中的溶解性。同时含硅 PAI 是阻燃的,可溶于偶极非质子溶剂,并显示一些晶体结构。

2 无机纳米材料改性

有机/无机复合材料由于其优异的性能已成为当前研究的热点,无机纳米粒子作为无机物中的一部分,具有尺寸小、表面能高等优势,且可以与 PAI 基体进行结合,表现出优异的光学、热学、电子、机械和磁性属性。由于其所具有的纳米尺寸,无机纳米级填料填充的有机聚合物复合材料在近年来已经引起了极大的关注,它们之间具有较强的协同作用,使得体系的耐热性能等得到较大的提升。常用于改性 PAI 的无机纳米材料有金属氧化物、非金属氧化物、层状双氢氧化物、碳纳米管、海泡石、蒙脱土等。

2.1 金属氧化物改性 PAI

金属氧化物同时拥有金属键和共价键,强度和硬度高,性能较好,将其纳米化后,性能更加优异,且可以较为均匀地分散入 PAI 聚合物基质中,进而改变其一些特性,起到耐热、提高溶解性的作用。常用于改性的金属氧化物有 α -Fe₂O₃, Fe₃O₄, ZrO₂, TiO₂, ZnO 等。

M. Shabanian 等^[15]通过超声波照射得到由 PAI/ 纳米结构赤铁矿 ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) 组成的复合材料。结果表明,纳米颗粒以纳米级均匀分散在 PAI 基质中,同时证实了在 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 纳米颗粒存在下复合材料的热稳定性和溶解性得到显著的改善。

M. Hajibeygi 等^[16]采用 Fe_3O_4 纳米颗粒和 PAI 制备新的磁性和耐热 PAI 复合材料。相较纯的 PAI,该复合材料的性能得到了很大的提升。热重分析和差示扫描量热分析表明, Fe_3O_4 纳米颗粒对 PAI 的热性能和溶解性有较大的影响。

S. Mallakpour 等^[17]用 *N*-三苯甲酰亚氨基-1-亮氨酸作为生物活性和生物相容性偶联剂改性二氧化锆纳米粒子 ($\text{ZrO}_2\text{-NP}$) 的表面,进而通过超声波照射制备 PAI/ ZrO_2 复合材料。透射电镜 (TEM) 和 FE-SEM 分析表明,纳米级无机颗粒在聚合物基质中达到高分散水平。 $\text{ZrO}_2\text{-NP}$ 极大提高了复合材料的阻燃性。热重分析表明,在 ZrO_2 纳米晶体的存在下,所制备的复合材料的热稳定性得到改善。

S. Mallakpour 等^[18]在超声作用下使用硅烷偶联剂表面改性二氧化钛 (TiO_2) 纳米粒子,进而将 TiO_2 插入 PAI 基质中得到 PAI/ TiO_2 纳米复合材料。结果表明,复合材料中有少量聚集的大颗粒,在 400~800℃ 的温度范围内的热稳定性增强。经过 TiO_2 改性之后,各种性能得到了很大提升。

S. Mallakpour 等^[19]通过超声空化过程以 3-氨基丙基三乙氧基硅烷 (KH550) 作为偶联剂来制备 PAI/ ZnO 纳米复合材料。TEM 和 FE-SEM 结果表明,纳米 ZnO 颗粒已均匀分散在聚合物基体中。热重分析结果表明, KH550 官能化的 ZnO 纳米颗粒改性 PAI 可以显著改善材料的热稳定性,对于今后制备耐热性复合材料提供了很好的方向。

2.2 非金属氧化物改性 PAI

在非金属氧化物中,改性 PAI 使用较多的是 SiO_2 , SiO_2 粒子可均匀分散在 PAI 中,能与基体产生较强的界面作用,增强了界面粘结。当基体受到外力作用时, SiO_2 粒子不易与 PAI 脱离,既能在其内部较好地传递所承受的拉伸应力,还可有效地阻止其塑性变形,起到增韧的作用^[20]。Ma X 等^[21]在通过阳离子表面活性剂 (CTAB) 改性 SiO_2 纳米粒子之后,通过简单的超声混合制备功能性 PAI/ SiO_2 复合膜。研究表明, CTAB 改性后的 SiO_2 纳米粒子均匀分散在 PAI 基质中,该复合材料的热稳定性有了显著提升,复合膜较低的热膨胀系数可以减少聚合物膜和铜之间界面处的剥离和破裂。

Y. Labreche 等^[22]成功制备了 PAI/ SiO_2 中空纤维吸着剂,在后处理过程中使用氯丁橡胶与交联剂的混合物,并在 PAI/ SiO_2 中空纤维吸着剂的孔侧上成功地形成了腔侧阻挡层。结果表明, PAI/ SiO_2 吸着剂在 65℃ 下显示最大 CO_2 容量,该方法的成功,显著改善了 CO_2 吸附性能,有效地使功能

吸附容量加倍。

2.3 层状双氢氧化物改性 PAI

层状双氢氧化物 (LDH),结构为堆叠的带正电荷的金属氢氧化物层,基于 LDH 的纳米复合材料和含有吡啶的聚酰胺和酰亚胺杂环通过溶液插层技术,使其获得了可接受的玻璃化转变温度和良好的溶解性。S. Mallakpour 等^[23-24]将手性 PAI 和不同量的改性 LDH 的纳米复合材料通过溶液插层法制备,复合材料的热稳定性得到了提升。改性 LDH 以嵌入和剥离形式分散在聚合物基质内,同时该复合材料的溶解性得到了一定的提升。

2.4 碳纳米管改性 PAI

碳纳米管是具有特殊结构的一种纳米材料,密度小,结构间的连接完整,有很多优异的热学及电化学性能。其表面的大 π 键是碳纳米管与一些大分子复合的化学基础,可与 PAI 进行复合,提高其耐热性能。A. Abdolmaleki 等^[25]以羧酸改性多壁碳纳米管 (CA-MWCNT) 改性 PAI。研究发现, CA-MWCNT 在 PAI 基质中有良好的分散型,与纯 PAI 相比,复合材料具有更好的溶解性和热稳定性。

G. Gubanov 等^[26]将热稳定的 PAI 和层状镁水合硅酸盐纳米管 (NT) 进行复合制备出纳米复合材料。复合材料的热稳定性和 T_g 超过了纯的 PAI 基体。将 NT 引入聚合物基质中明显增加了复合材料的弹性和变形性, NT 的含量也极大地影响复合材料的表面形态。

N. V. Afanas'eva^[27]等对芳香族 PAI 与具有纤维状结构硅酸镁的纳米管的复合物进行了研究。研究表明,复合物有两个二次弛豫 (β_1 和 β_2) 跃迁,当溶剂从 PAI 膜释放时,聚合物表现出增加的局部迁移率。

2.5 蒙脱土改性 PAI

蒙脱土为层状晶体结构,层内分别存在铝氧八面体间隙和硅氧四面体间隙,层与层之间吸附有 Na^+ 和 Ca^{2+} 等阳离子。基于其微粒尺寸和插入特性,可以使有机高分子和无机层以纳米级别复合,从而提高复合材料的耐热性和力学强度^[28]。K. Faghihi 等^[29]通过溶液插层技术合成了在主链中含有双 (4-羧基苯基)-*N,N'*-均苯四甲酰亚胺酸部分的两种新的 PAI/蒙脱土纳米复合材料。通过表征发现,蒙脱土含量为 10% 和 20% 的 PAI 纳米复合膜的性能相对较好。

D. Briesenick 等^[30]使用溶剂浇铸方法对蒙脱土进行剥离,进而制备出新型的 PAI/蒙脱土纳米复合材料。结果表明,溶剂浇铸法要优于原位聚合法,其更快和更经济可行。当剥落片层结构的质量达到纳米复合材料的 2.0% 时,该材料的性能更为优异。

2.6 海泡石改性 PAI

海泡石是一种具有层链结构的富镁硅酸盐粘土矿物,

可以作为改性剂与 PAI 发生相互作用,使大分子链的活动受到限制,进而提高聚合物的耐热性。该粒子比表面积相对较大,对基体聚合物的聚集态有影响,不仅可以起到增韧效果,还可以使复合材料的交联度降低^[31]。A. Abbasi 等^[32]通过含有酰胺基团的二胺与六氟丙烷二酐的缩聚制备新的基于海泡石的 PAI 纳米复合材料。研究表明,纳米颗粒均匀分散在整个基质中,尺寸范围在 50~65 nm,由于这种分散,PAI/海泡石纳米复合材料膜表现出非常好的热力学性能。当 3% 的纳米颗粒引入 PAI 基质中时,聚合物和海泡石之间混溶且产生最好的结果。

3 有机材料改性 PAI

有机/有机复合材料可使材料的性能得到很大的提升,近年来逐渐成为研究的重点。同为有机物,结构及有关性质相关性较高,结合更为容易,交联后整个体系的密度变大,耐热性可得到很大提高。它们之间的物理和化学结合在弥补各自不足的基础上,可达到意想不到的效果。常用于改性 PAI 的有机物有聚四氟乙烯 (PTFE)、聚醚砜 (PESU)、有机粘土、聚醚酰亚胺 (PEI) 等。

3.1 PTFE 改性 PAI

PTFE 性能较好,几乎不溶于有机溶剂。同时,PTFE 的耐磨性能优异,进而成为近年来研究的热点,用其改性 PAI,可极大增强 PAI 的耐热性和耐磨性。Feng Y 等^[33]将 PTFE 嵌入 PAI 多孔膜中。改性后的 PAI 具有较好的模量和强度,与普通膜相比,分别高出了 186% 和 31%,可广泛应用于高温过滤,是热稳定性过滤器应用的候选之一。

3.2 PESU 改性 PAI

PESU 通常状况下是非晶态聚合物,具有很好的耐热性与刚性,力学性能优异,200℃ 下力学性能基本能保持不变,与 PAI 具有较好的生物相容性。Li F Y 等^[34]在气体分离应用的研究中已经成功地制造了由 PAI 层和 PESU 支撑层组成的双层中空纤维膜。结果表明,在加入 PESU 支撑层之后,其耐温性有了一定的提高,气体的分离性能有了极大的提升。

3.3 环糊精改性 PAI

环糊精,是淀粉在其相应酶作用下产生的环状低聚糖的总称。近年来,环糊精的改性较为常见,以化学改性为例,能使环糊精的分子表面有新的官能团,易与其它大分子聚合物结合,使性能得到极大的提升。Wang Y 等^[35]合成了一种新型环糊精衍生物间二甲苯二胺- β -环糊精,并将它与 PAI 由物理共混制成混合基质膜。与未改性的 PAI 膜相比,所制备的新型 PAI 膜显示较为均匀的形态和较好的分离性能。

3.4 有机粘土改性 PAI

有机粘土是指粘土在有机物改性后得到的物质,兼具

有机、无机的双重特性,耐高温、耐腐蚀、力学性能优异、结合能力强。S. Mallakpour 等^[36]通过溶液插层技术成功地制备了功能性光学活性 PAI/有机粘土复合材料膜。热重分析结果表明,在 PAI 基体中加入有机粘土增加了所得复合材料的热分解温度。通过添加有机粘土,复合膜的透明度逐渐降低,并且在有机粘土的高负载下,膜变得半透明以及脆性。力学性能测试数据表明,拉伸强度和模量随有机粘土载量的增加而提高。

H. Naderi-Samani 等^[37]将有机蒙脱土引入水基 PAI 树脂基质中,同样使用溶液插层技术制备出了水基 PAI/有机粘土纳米复合材料。结果表明,纳米粒子已均匀分散入 PAI 基体中,与纯 PAI 相比,其表现出更优异的热稳定性且具有一定的光学透明度。

3.5 PEI 改性 PAI

H. Abbasi 等^[38]通过水蒸气诱导相分离制备出中密度新型 PAI/PEI 混合泡沫。结果显示,在最低浓度 (25%) 时,泡沫显示非常细的均匀微孔结构,此外,与纯 PEI 泡沫和具有 50% PEI 的泡沫相比,混合泡沫呈现较好的储能模量。同时,由 XRD 分析可知,通过发泡并没有诱发聚合物结晶。

4 结语

目前,PAI 的改性主要是从分子结构改性、无机纳米材料改性、有机材料改性来进行的,并且已经有了很大的进展。无机纳米材料,由于其优异的热学、电学等性能,在改性 PAI 方面的应用更为广泛。光学活性 PAI 是一种具有生物活性的新型材料,与传统 PAI 相比,在保持其原有优异性能的同时,具有了生物降解作用,可广泛应用于生物医学领域。在未来,对光学活性 PAI 的改性将会成为研究的热点内容,而无机纳米粒子由于其优异的性能,仍会成为改性的首选。此外,有机材料对其改性亦会有较为重要的地位。随着对 PAI 改性的进一步深入研究,其会有更加广阔的前景和应用潜力。

参考文献

- [1] Diahm S, et al. Journal of Physics D: Applied Physics, 2013, 46(18):185302.
- [2] Mallakpour S, et al. Journal of Polymers and the Environment, 2013, 21(1):132-140.
- [3] Jalalian E, et al. Designed Monomers and Polymers, 2015, 18(8):714-722.
- [4] Mallakpour S, et al. High Performance Polymers, 2013, 25(3):245-253.
- [5] Mallakpour S, et al. Journal of Experimental Nanoscience, 2014, 9(10):1035-1050.
- [6] Agrwal S, et al. Polymer Bulletin, 2013, 70(12):3241-3260.
- [7] Feng J, et al. Polymer Degradation and Stability, 2016, 129:231-

- 238.
- [8] Agrawal S, et al. Journal of Chemical Sciences, 2015, 127(4):737–749.
- [9] 姜曼,等. 化工新型材料, 2014, 42(6):197–199.
Jiang Man, et al. New Chemical Materials, 2014, 42(6):197–199.
- [10] Wu Q, et al. High Performance Polymers, 2016, 28(1):34–46.
- [11] Mallakpour S, et al. Polymer Bulletin, 2013, 70(7):2 125–2 135.
- [12] Mallakpour S, et al. High Performance Polymers, 2013, 25(8):918–928.
- [13] 李楠,等. 现代涂料与涂装, 2010, 13(5):1–3.
Li Nan, et al. Modern Paint & Finishing, 2010, 13(5):1–3.
- [14] 李卓,等. 高分子学报, 2009(1):17–22.
Li Zhuo, et al. Acta Polymerica Sinica, 2009(1):17–22.
- [15] Shabanian M, et al. Polymer Composites, 2013, 34(10):1 682–1 689.
- [16] Hajibeyji M, et al. Polymer International, 2014, 63(3):514–520.
- [17] Mallakpour S, et al. Polymer Bulletin, 2015, 72(10):2 421–2 433.
- [18] Mallakpour S, et al. Journal of the Chilean Chemical Society, 2013, 58(1):1 603–1 608.
- [19] Mallakpour S, et al. Journal of Polymer Research, 2012, 19(7):1–10.
- [20] Li W, et al. Advanced Materials, 2013, 25(1):142–149.
- [21] Ma X, et al. Nanoscale Research Letters, 2010, 5(11):1 846–1 851.
- [22] Labreche Y, et al. ACS Applied Materials & Interfaces, 2014, 6(21):19 336–19 346.
- [23] Mallakpour S, et al. Polymer, 2013, 54(12):2 907–2 916.
- [24] Mallakpour S, et al. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 2014, 53(10):1 047–1 055.
- [25] Abdolmaleki A, et al. High Performance Polymers, 2016, 28(3):255–262.
- [26] Gubanov G, et al. Journal of Macromolecular Science, Part B, 2014, 53(4):555–567.
- [27] Afanas'eva N V, et al. Polymer Science Series A, 2016, 58(6):956–967.
- [28] 赵蕾,等. 应用化工, 2016, 45(10):1 950–1 953.
Zhao Lei, et al. Applied Chemical Industry, 2016, 45(10):1 950–1 953.
- [29] Faghihi K, et al. Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia, 2013, 27(1):95–104.
- [30] Briesenick D, et al. Progress in Organic Coatings, 2015, 82:26–32.
- [31] Díez B, et al. RSC Advances, 2017, 7(4):2 323–2 332.
- [32] Abbasi A, et al. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 2014, 53(6):596–603.
- [33] Feng Y, et al. Materials Letters, 2016, 182:59–62.
- [34] Li F Y, et al. Journal of Membrane Science, 2011, 378(1):541–550.
- [35] Wang Y, et al. AIChE Journal, 2011, 57(6):1 470–1 484.
- [36] Mallakpour S, et al. Polymer, 2011, 52(12):2 514–2 523.
- [37] Naderi-Samani H, et al. Progress in Organic Coatings, 2016, 101:502–509.
- [38] Abbasi H, et al. European Polymer Journal, 2015, 69:273–283.

CHINAPLAS 2017 : 哪些汽车轻量化技术不可错过?

CHINAPLAS 2017 已经进入紧张的倒计时,据主办方介绍,CHINAPLAS 2017 将聚焦“智能制造、高新材料、环保科技”三大热点,顺应下游高端买家对高精准的需求,展场面积逾 25 万 m²,汇聚 3 300 多家知名国际品牌供应商。

今天,我们就先来剧透一下热门的汽车轻量化,都有哪些新材料、新设备值得一看。

玻纤含量可达 65% 的增强聚酰胺 6

参展多年 CHINAPLAS 国际橡塑展的中广核俊尔新材料有限公司将于展会上带来 65% 连续玻璃纤维增强聚酰胺 6 单向预浸带。

该产品的特点在于高玻纤含量、高强度和高模量,能在某些领域代替金属材料,推动国内轻量化进程和高性能连续纤维增强热塑性复合材料的应用。产品可应用于轻量化需求的汽车零部件,如脚踏板、座椅骨架和前端框架局部补强等。

高性能尼龙耐高温、耐腐蚀

发动机周边塑料的应用可以减轻汽车质量和提高燃料经济性。屹立(苏州)工程塑料科技有限公司将展示其高性能尼龙,该材料 XS 系列解决了 PA 材料的高吸湿、翘曲的问

题,能充分地替代金属,是汽车减重的优良解决方案,并具有良好的耐腐蚀性。

此外,屹立还将推出耐高温的 PA 系列 XT,最高 HDT 可达 310℃,长时间的 RTI 值能达到 150℃,广泛应用于汽车发动机部件以及电子电气的耐温、绝缘部件。

湿法两步法生产聚酰亚胺纤维

深圳科聚新材料有限公司以湿法两步法工艺生产的聚酰亚胺纤维,较传统一步法生产工艺的产品,耐热性方面提高近 100℃,强度方面提高一倍以上,克服了传统工艺耐热性与可加工性的矛盾,满足其对高强度和高耐热性两方面的应用。

MuCell 微发泡

浙江凯华模具有限公司将展出的 MuCell 微发泡注塑是一项革新的精密注塑技术,可显著减轻制件的质量、缩短成型周期,并极大地改善制件的翘曲变形和尺寸稳定性。

多功能机器人

泉州市微柏工业机器人研究院有限公司将在展会上展示 MP-BY08 系列多功能机器人,工作领域包括焊接、搬运、装卸、喷涂等,高速、紧凑、精确地为生产提供经济、专业、优质的解决方案。
(CPRJ 中国塑料橡胶)