

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.04.004

PA6-b-PPG 嵌段共聚物的合成与表征

伍威^{1,2}, 彭军¹, 王文志¹, 张海良², 邓如生¹

(1. 株洲时代新材料科技股份有限公司, 湖南株洲 412000; 2. 湖南省高分子材料应用技术重点实验室, 湘潭大学化学学院高分子研究所, 湖南湘潭 411105)

摘要: 以己内酰胺、己二酸、聚丙二醇 (PPG) 等为原料, 采用高压反应釜进行熔融缩聚, 合成了一系列热塑性弹性体尼龙 6-b-PPG (PA6-b-PPG) 嵌段共聚物。通过傅立叶变换红外分析、核磁共振氢谱对其化学结构进行表征, 通过差示扫描量热、热失重分析其热性能, 通过差示扫描量热分析、广角 X 射线衍射及偏光显微镜分析其结晶性能, 并测试了材料的力学性能。结果表明, 聚合产物为 PA6 硬段与 PPG 软段的嵌段共聚物; 制备的系列 PA6-b-PPG 嵌段共聚物熔点在 209~225℃ 之间, 起始热分解温度在 380~397℃ 之间。随着 PPG 含量的增加, PA6-b-PPG 嵌段共聚物从 γ 型结晶向 α 型结晶转变, 密度、硬度、拉伸强度、弯曲强度逐渐降低, 而断裂伸长率逐渐增加。可以通过调整软硬段的比例得到不同力学性能的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物, 以满足不同条件下的需求。

关键词: 热塑性弹性体; 尼龙 6; 聚丙二醇; 合成

中图分类号: TQ334 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)04-0017-05

Synthesis and Characterization of PA6-b-PPG Block Copolymers

Wu Wei^{1,2}, Peng Jun¹, Wang Wenzhi¹, Zhang Hailiang², Deng Rusheng¹

(1. Zhuzhou Time New Material Technology Co., Ltd., Zhuzhou 412000, China; 2. Key Laboratory of Polymeric Materials and Application Technology of Hunan Province, College of Chemistry, Xiangtan University, Xiangtan 411105, China)

Abstract: Taking caprolactam, adipic acid, polypropylene glycol (PPG) and etc. as raw materials, a series of thermoplastic elastomers PA6-b-PPG block copolymers were synthesized by melt polycondensation in the autoclave. Chemical structure of PA6-b-PPG block copolymer was characterized by FTIR and ¹H-NMR, thermal properties were measured by DSC and TG, crystallization behaviors were analysed by DSC, WAXD and PLM, mechanical properties were also tested. The results show that block copolymerization between PA6 hard segment and PPG soft segment occurs. Melting points of the block copolymers vary from 209 °C to 225 °C and initial thermal decomposition temperatures vary from 378 °C to 397 °C. The crystalline type of the block copolymers transform from γ -modification to α -modification with the content of PPG increasing. The density, shore hardness, tensile strength and flexural strength of the block copolymers decrease and elongation at break increases with the content of PPG increasing. The block copolymers with different mechanical properties can be gained through adjusting the ratio of soft segment and hard segment in order to meet the requirements in different conditions.

Keywords: polyamide thermoplastic elastomer; nylon 6; polypropylene glycol; synthesis

聚酰胺类热塑性弹性体 (TPA) 由尼龙 (PA) 硬段和聚醚软段构成。PA 硬段影响着 TPA 的熔点、密度、耐磨性和耐化学药品性能; 聚醚软段影响着 TPA 的低温特性、吸湿性和抗静电性。TPA 耐磨性能良好, 硬度范围宽, 回弹性好, 尺寸稳定性和加工性能优异, 有很好的耐化学药品性能和耐高低温性能, 因而得到广泛的研究与应用^[1-2]。

目前得到广泛应用的主要是 PA12 型 TPA, 市场上 PA6 型的 TPA 只有法国埃尔夫阿托化学公司生产的 PEBAX 系列中牌号为 5512MNOO 和日本宇部公司生产的牌号为 PAE600, 601 等少数几种产品。关于 TPA 的合成与研究, 国内也有很多相关报

道^[3-6], 其中合成方法以两步法为主, 即先合成端羧基或端二异氰酸酯基的 PA 预聚物, 再与端羟基或端氨基的聚醚反应得到 TPA 产品。

生产 PA12 型 TPA 的原料主要依赖进口且价格过高, 国内很难大规模生产; 采用两步法合成 PA6 型 TPA, 工艺过程较为复杂, 而且在投料过程中很难控制软段与硬段活性端基的比例。笔者以 PA6 为硬段、聚丙二醇 (PPG) 为软段, 合成了一种 TPA——尼龙 6-b-聚丙二醇 (PPG)(PA6-b-PPG) 嵌段共聚物,

联系人: 邓如生, 教授级高级工程师, 主要从事工程塑料改性及合成研究

收稿日期: 2015-01-26

原料来源广,成本低;同时采用一次性投料的合成方法,简化了工艺过程。

1 实验部分

1.1 主要原材料

己内酰胺:化学纯,岳阳巴陵石化有限公司;

PPG: PPG-2000,化学纯,江苏海安石油化工厂;

己二酸:化学纯,新疆天利高新股份公司。

1.2 主要仪器与设备

高压不锈钢聚合釜: GSHA-5 型,山东威海行雨化工试验器械有限公司;

超导核磁共振 (NMR) 仪: Bruker AV-400 型,美国布鲁克公司;

傅立叶变换红外光谱 (FTIR) 仪: NICOLET-460 型,美国尼高力公司;

差示扫描量热 (DSC) 仪: NETZSCH DSC-204 型,德国耐驰公司;

热失重 (TG) 分析仪: NETZSCH TG-209 型,德国耐驰公司;

偏光显微镜 (PLM): Mettler FP82HT 型,德国徕卡公司;

广角 X 射线衍射 (WAXD) 仪: D8 Discover 型,德国布鲁克公司;

万能电子试验机: JYW-67GP-TS2000S 型,深圳高铁检测设备有限公司;

悬臂梁冲击试验机: XJC-ZW 型,广州市广卓实验装备厂;

邵氏硬度计: LX-D 型,莱州市得川试验仪器有限公司。

1.3 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的合成

表 1 为不同软段含量的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物合成配方。按表 1 配方,称取定量的己内酰胺、PPG、己二酸,以及 150 g 水、5~8 g 钛酸丁酯类催化剂,投到高压反应釜中。通过抽真空、通 N_2 的方法置换釜内空气,升温至 220℃,搅拌下反应 2 h,再升温至 240℃,反应 3 h,之后缓慢释放釜内压力;待釜内压力达到常压后,设置温度为 260℃并开始抽真空,控制阀门开度,保证真空度逐渐增加。在真空条件下反应 2 h 后,停止搅拌,通入 N_2 使釜内压力达到常压后开始出料,切粒后萃取、干燥,得到 PPG 含量为总原料质量 (不包括水与钛酸丁酯类催化剂) 5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 35% 的系列 PA6-b-PPG 嵌段共聚物,制备测试试样,分别编号为 1[#], 2[#],

3[#], 4[#], 5[#], 6[#]。

表 1 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的合成配方

编号	己内酰胺	PPG	己二酸
1 [#]	2365	125	9.125
2 [#]	2232	250	18.25
3 [#]	1964	500	36.5
4 [#]	1829	625	45.625
5 [#]	1695	750	54.75
6 [#]	1561	875	63.875

注: 配方中加水 150 g, 钛酸丁酯类催化剂 5~8 g。

1.4 性能测试与表征

FTIR 表征: 采用热压膜法和涂片法分别对 PA6-b-PPG 嵌段共聚物试样和 PPG 原料进行表征;

^1H -NMR 表征: 将试样充分干燥,以氘代三氟乙酸为溶剂进行表征;

DSC 测试: N_2 气氛,第一次升温至 250℃,然后降至常温,再第二次升温至 250℃,升降温速率均为 10℃/min;

TG 测试: N_2 气氛,升温速率为 10℃/min;

WAXD 测试: 常温下直接对试样进行测试,其中扫描角度 2θ 范围为 1.5°~36°,扫描速率 1°/min,背景衍射从试样衍射中扣除;

PLM 测试: 取少量试样于载玻片上,缓慢升温,并轻按压至试样成薄膜状,升温至熔点以上,再以 1℃/min 降温,观察其结晶行为;

拉伸性能按 GB/T 1040.2-2008 测试,测试速率为 20 mm/min;

弯曲性能按 GB/T 9341-2008 测试,测试速率为 2 mm/min;

硬度按 GB/T 2411-2008 测试,在试样(厚度 ≥ 3 mm)上取不少于 5 个测量点,各测量点间距 ≥ 6 mm,每个测量点与试样边缘距离 ≥ 12 mm。

2 结果与讨论

2.1 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的结构表征

图 1 为 PA6-b-PPG 嵌段共聚物 (PPG 质量分数为 35%) 与 PPG 的 FTIR 谱图。

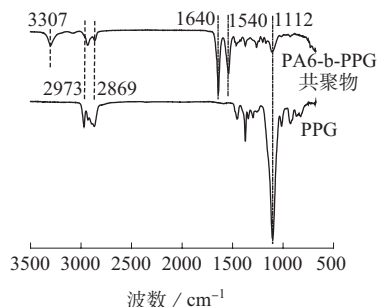


图 1 PA6-b-PPG 嵌段共聚物与 PPG 的 FTIR 谱图

由图 1 可以看出,3307 cm^{-1} 处是酰胺基中 N

—H 键的伸缩振动吸收峰, $1\,640\text{ cm}^{-1}$ 处的吸收峰是酰胺 I 谱带, 是酰胺基中 $\text{C}=\text{O}$ 键的伸缩振动吸收峰, $1\,540\text{ cm}^{-1}$ 处的吸收峰是酰胺 II 谱带, 是酰胺基中 $\text{C}-\text{N}$ 伸缩振动和 $\text{CO}-\text{NH}$ 变形振动叠加的结果, 以上均为聚酰胺的特征谱带; $2\,973\sim 2\,869\text{ cm}^{-1}$ 处为 PPG 中甲基、亚甲基、次甲基的 $\text{C}-\text{H}$ 伸缩振动吸收峰, $1\,112\text{ cm}^{-1}$ 处的吸收峰为聚醚的特征吸收峰。由此可以判断, 所合成产物为 PA6-b-PPG 的嵌段共聚物。

图 2 为 PA6-b-PPG 嵌段共聚物 (PPG 质量分数为 35%) 的 $^1\text{H-NMR}$ 谱图。

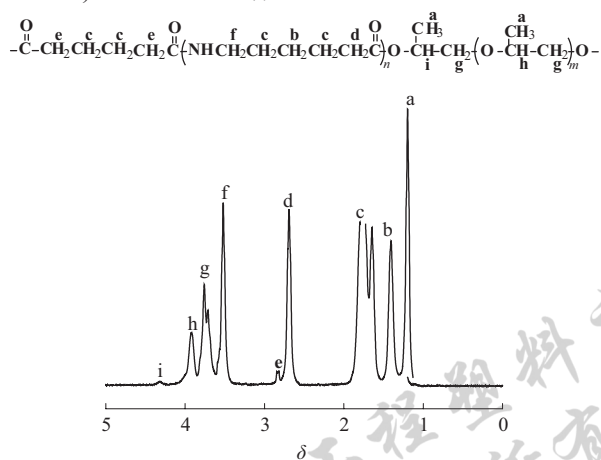


图 2 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的 $^1\text{H-NMR}$ 谱图

由图 2 可见, a 处的峰 ($\delta=1.26$) 对应 PPG 中甲基上的 H, b 处的峰 ($\delta=1.48$) 对应 PA6 嵌段中最中间的亚甲基上的 H, c 处的峰 ($\delta=1.71, 1.79$) 对应的是 PA6 嵌段中与 b 峰所属亚甲基相邻的两个亚甲基上的 H, d 处的峰 ($\delta=2.69$) 对应 PA6 嵌段中与酰胺基中羰基相连的亚甲基上的 H, e 处的峰 ($\delta=2.81$) 对应己二酸链段中与酰胺基相连的亚甲基上的 H, f 处的峰 ($\delta=3.52$) 对应 PA6 嵌段中与酰胺基的 N 相连的亚甲基上的 H, g 处的峰 ($\delta=3.74$) 对应 PPG 链段中亚甲基上的 H, h 处的峰 ($\delta=3.91$) 对应 PPG 链段中与甲基相连的 C 上的 H, i 处的峰 ($\delta=4.02$) 对应 PPG 链段中与酯基相连的 C 上的 H, 目标结构式上的质子与 $^1\text{H-NMR}$ 图谱上的峰一一对应, 说明合成的物质为目标产物。

2.2 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的热性能

图 3 为不同 PPG 含量的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的二次升温 DSC 曲线。

从图 3 可以看出, PA6-b-PPG 嵌段共聚物的熔点范围在 $209\sim 225\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间, 比 PA6 的熔点低。随着 PPG 含量的增加, PA6-b-PPG 嵌段共聚物的熔点

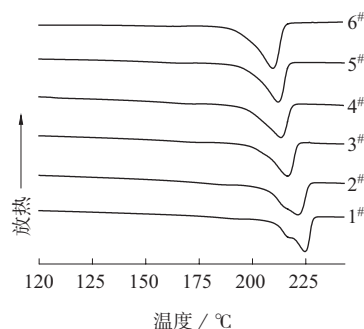


图 3 不同 PPG 含量的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的二次升温 DSC 曲线呈递减的趋势, 当 PPG 质量分数分别为 5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 35% 时, PA6-b-PPG 嵌段共聚物的熔点依次为 $225, 221, 216, 214, 212, 209\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。影响 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的熔点的因素是 PA6 硬段的含量及其长度。随着 PPG 含量的增加, PA6 硬段的含量和单个嵌段的平均分子量都在降低。所以, PA6-b-PPG 嵌段共聚物的熔点也会降低。

图 4 为不同 PPG 含量的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的 TG 曲线。

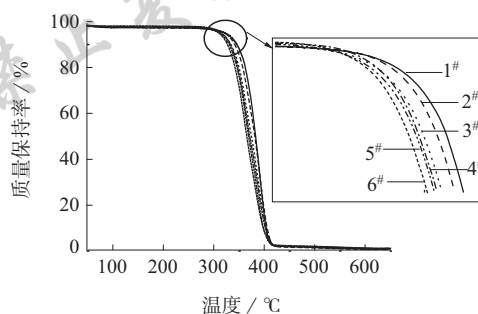


图 4 不同 PPG 含量的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的 TG 曲线

从图 4 可以看出, 从开始到升温至 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$, PA6-b-PPG 嵌段共聚物约有 $2\%\sim 3\%$ 的失重, 这是残留在 PA6-b-PPG 嵌段共聚物中的水分及部分低聚物由于受热被蒸出的结果, 在 $160\sim 380\text{ }^{\circ}\text{C}$ 基本没有失重, PA6-b-PPG 嵌段共聚物是稳定的, 没有分解的现象。PA6-b-PPG 嵌段共聚物的起始热分解温度在 $380\sim 397\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间, 说明合成的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物有很好的热稳定性。当 PPG 质量分数为 5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 35% 时, PA6-b-PPG 嵌段共聚物失重 5% 的温度分别为 $397, 393, 385, 383, 381, 380\text{ }^{\circ}\text{C}$, 随着 PPG 含量的增加, PA6-b-PPG 嵌段共聚物的起始热失重温度依次降低。

2.3 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的结晶性能

图 5 为不同 PPG 含量的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的 WAXD 曲线。当 PPG 质量分数分别为 5%, 10%, 20% 时, 在 $2\theta=21.41^{\circ}$ 附近出现较大的衍射峰,

且随着 PPG 含量的增加,衍射峰由 5% 时的尖峰逐渐变宽,此时的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物以 γ 型结晶为主;当 PPG 质量分数为 25% 时,在 $2\theta=20.48^\circ$ 和 24.43° 出现了两个衍射峰,与 $2\theta=21.41^\circ$ 处的衍射峰共存,说明此时 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的 γ 型结晶与 α 型结晶共存;当 PPG 质量分数从 30% 增加至 35% 时, $2\theta=21.41^\circ$ 处的衍射峰逐渐变弱消失,只存在 $2\theta=20.48^\circ$ 和 24.43° 的两个衍射峰,此时 PA6-b-PPG 嵌段共聚物以 α 型结晶为主。所以,随着 PPG 含量的增加,PA6-b-PPG 嵌段共聚物发生 γ 型结晶向 α 型结晶转变。同时,PPG 质量分数从 5% 增至 35% 时,PA6-b-PPG 嵌段共聚物衍射峰的峰面积逐渐减小,说明 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的结晶度随着 PPG 含量的增加而降低。

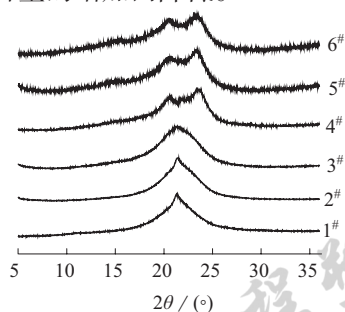


图 5 不同 PPG 含量的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的 WAXD 曲线

图 6 为不同 PPG 含量的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的一次降温 DSC 曲线。

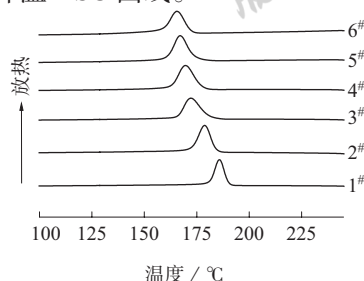
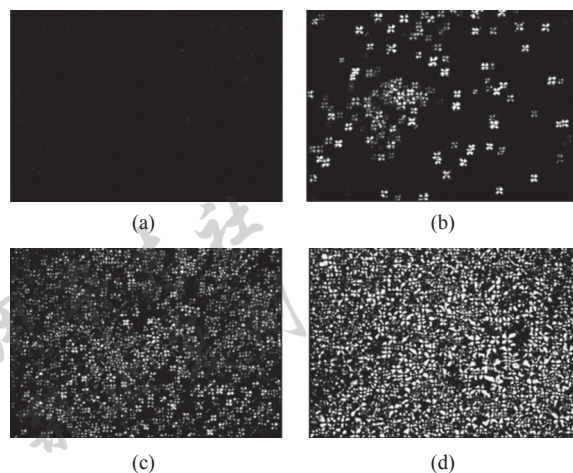


图 6 不同 PPG 含量的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的一次降温 DSC 曲线

从图 6 可以看出,随着 PPG 含量的增加,PA6-b-PPG 嵌段共聚物的结晶温度从 186°C 依次递减到 165°C 。PA6-b-PPG 嵌段共聚物的结晶是 PA6 硬段部分在降温过程中通过氢键作用使分子链有序排列的过程,PPG 的存在会影响 PA6 硬段的结晶。在降温过程中,PPG 的分子链运动的剧烈程度下降,当温度降到某一温度时,PA6 部分开始结晶;随着 PPG 含量的增加,PPG 对 PA6 的结晶影响也增加,使得 PA6 开始结晶的温度更低。

图 7 为 PA6-b-PPG 嵌段共聚物 (PPG 质量分数为 35%) 降温过程中不同温度下的 PLM 图。当温

度降到 175°C 时,可以观察到少数亮点,并未出现黑十字消光现象 (见图 7a),说明此时 PA6-b-PPG 嵌段共聚物刚刚开始结晶。当降温到 170°C 时,出现明显的黑十字消光现象,长出球晶 (见图 7b),此温度与 DSC 降温曲线的开始结晶温度吻合。当温度为 165°C 时,黑十字越长越多 (见图 7c),此时 PA6-b-PPG 嵌段共聚物进入球晶快速生长阶段。当降温到 150°C 时,黑十字几乎布满整个视野 (见图 7d),说明此时 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的 PA6 硬段部分已经充分结晶。



a— 175°C ; b— 170°C ; c— 165°C ; d— 150°C

图 7 PA6-b-PPG 嵌段共聚物降温过程中不同温度下的 PLM 图

2.4 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的物理和力学性能

表 2 为 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的物理与力学性能。

表 2 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的物理与力学性能

项目	PPG 质量分数 / %					
	5	10	20	25	30	35
硬度 (邵氏 D)	73.6	67.2	62.4	54.2	48.2	40.6
密度 / ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	1.124	1.118	1.110	1.106	1.101	1.093
拉伸强度 / MPa	51	48	43	39	35	32
断裂伸长率 / %	210	276	328	386	420	460
弯曲强度 / MPa	27.1	23.8	20.6	18.3	15.6	11.6
悬臂梁缺口冲击强度 / ($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$)	42	46	53	57	75	72

从表 2 可以看出,随着 PPG 含量的增加,PA6-b-PPG 嵌段共聚物的硬度、密度、拉伸强度、弯曲强度逐渐降低,而断裂伸长率逐渐增加,悬臂梁缺口冲击强度呈现先增加后降低的趋势。PA6-b-PPG 嵌段共聚物的强度主要源于 PA6 硬段结晶微区,PPG 则赋予其柔软性和可延伸性,所以通过控制软段与硬段的比例,可以得到不同物理和力学性能的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物。

3 结论

(1) 合成了 PA6-b-PPG 嵌段共聚物,通过表征

验证了其分子结构为 PA6 与 PPG 的嵌段共聚物。

(2) 制备的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的热稳定性良好,熔点在 209 ~ 225 °C 之间,起始热分解温度在 380 ~ 397 °C 之间。

(3) 通过调整软段与硬段的比例,可以得到不同物理和力学性能的 PA6-b-PPG 嵌段共聚物。

(4) 采用一次性投料合成 PA6-b-PPG 嵌段共聚物的方法简单实用,原料来源广泛,成本低,可以实现工业化连续生产。

参考文献

- [1] G 霍尔登. 热塑性弹性体 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 225-227.
- [2] Holden G. Thermoplastic elastomer [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2000: 225-227.
- [3] Yi Chunwang, Peng Zhihan, Wang Chaosheng, et al. Synthesis and characteristics of thermoplastic elastomer based on polyamide-6 [J]. Polymer International, 2011, 60: 1728-1736.
- [4] 霍丽, 赵清香, 王玉东, 等. PA1212-b-PEG 嵌段共聚物的合成与表征 [J]. 高分子材料科学与工程, 2009, 25(9): 12-15.

生物基热固性树脂研究取得进展

中国科学院宁波材料技术与工程研究所生物基高分子材料研究团队在国内率先开展了生物基热固性树脂研究, 目前已在基于松香酸、植物油、衣康酸、大豆蛋白质等的高性能生物基环氧树脂研究方面取得了进展, 部分产品拟进行中试放大。

随着人们对生物基高分子材料研究的日益深入, 生物基热固性树脂作为生物基高分子材料的一个重要品类, 逐渐受到重视。但是, 如何通过生物基平台化合物的选择、分子结构设计和调控, 实现生物基热固性树脂的高性能化、功能化和适用化一直是难点问题。

宁波材料所生物基高分子材料研究团队以衣康酸为原料, 通过调节其环氧化程度和活性官能团密度, 得到了玻璃化转变温度、拉伸强度、弯曲强度和弯曲弹性模量分别达到 130.4 °C, 87.5 MPa, 152.4 MPa 和 3400 MPa 的环氧树脂 EIA, 并进一步实现了其综合性能的可控与可调; 通过双键的直接环氧化, 合成了三官能度生物基脂肪环氧树脂 TEIA, 使其表现出比普通石油基环氧树脂更好的热力学性能和加工性能; 通过碳氢加成, 得到了具有自阻燃性能的含磷环氧树脂 EADI, 可单独用于自阻燃树脂或活性环氧树脂阻燃剂。

(中国聚合物网)

索尔维与思瑞安复合材料公司合作面向全球生产特种发泡塑料

索尔维近日成功携手思瑞安复合材料公司, 共同为先进运输行业生产创新型特种发泡塑料。此次两家公司的合作达成意味着一款高性价比的可定制化发泡塑料产品将首次面向全球市场进行大规模生产。而这一特种发泡塑料可替

Huo Li, Zhao Qingxiang, Wang Yudong, et al. Synthesis and characterization of PA1212-b-PEG block copolymers based on carboxyl terminated nylon 1212 and amine terminated polyethylene glycol [J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2009, 25(9): 12-15.

- [4] 李羿, 彭治汉. 一种新型 TPE 的合成与表征 [J]. 合成树脂与塑料, 2011, 28(1): 36-39.
- [5] Li Yi, Peng Zhihan. Synthesis and characterization of a new type of thermoplastic elastomer [J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2011, 28(1): 36-39.
- [6] 雷景新, 郭东阳, 高峻, 等. 聚酰胺弹性体的合成及结构性能分析 [J]. 高分子材料科学与工程, 2014, 30(2): 100-104.
- [7] Lei Jingxin, Guo Dongyang, Gao Jun, et al. Synthesis, structure and properties of nylon elastomer [J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2014, 30(2): 100-104.
- [8] 李维忠, 黄猛, 彭军, 等. 尼龙 66 基聚酯酰胺弹性体合成与表征 [J]. 工程塑料应用, 2013, 41(3): 26-29.
- [9] Li Weizhong, Huang Meng, Peng Jun, et al. Synthesis and characterization of poly(ether ester amide) elastomer based on PA66 [J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(3): 26-29.

代传统的劳动密集型生产材料, 有效降低应用产品的质量。

这一创新材料获得世界一流的制造水准得益于双方优势的完美结合。思瑞安复合材料公司具有对工业生产流程的独到专业知识以及生产大批量发泡产品的丰富经验, 而索尔维则拥有世界领先的超高性能塑料材料技术。双方的合作将首先从 Radel® 泡沫(俗称为三明治式多层复合材料)的生产开始, 这款材料目前已被用于空客 A350 和太阳能飞机(Solar Impulse)项目, 未来的合作将进一步扩展到索尔维目前正在研发的其它产品技术。

商用飞机、高速列车等先进运输工具正越来越多地依赖特种发泡塑料替代较重的传统塑料和金属结构材料。这些传统材料不仅生产费时且维护费也十分昂贵。而特种发泡材料的轻量化应用不仅广泛, 从飞机、列车到设备管道乃至手推车等都可适用, 更能进一步提高交通行业的能源效率。

索尔维特种聚合物事业部航空及复合材料全球业务拓展经理表示, 他们的合作将对高科技发泡材料的大批量生产带来重大改变。零部件制造商也将会从中受益良多, 如在设计方面获得更大的灵活性。

思瑞安复合材料公司 CEO 表示, 他们公司始终引领着全球发泡技术的发展创新, 如今更站在提供大批量特种发泡材料生产解决方案的前沿。他们与索尔维的联手将造就轻量化高端市场上的发泡产品领导者。

双方在全球的研发和制造网络确保了此次合作范围内全球物流系统和区域支持的顺利运转。而思瑞安复合材料公司预计于 2016 年将在美国生产线上增加更多的挤出成型发泡材料产能, 并继续巩固现有产品线为市场提供服务。

(中国聚合物网)