

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2016.04.013

退火工艺对 PP-R 复合材料性能的影响^{*}

高宇¹, 蒋文君¹, 付海¹, 余仁鹏¹, 龚维^{1,2}

(1. 贵州师范大学材料与建筑工程学院, 贵阳 550025; 2. 国家复合改性聚合物材料工程技术研究中心, 贵阳 550014)

摘要: 通过注塑工艺制备无规共聚聚丙烯 (PP-R) 样条, 并将样条置于热处理设备进行退火处理。运用差示扫描量热仪、广角 X 射线衍射仪、偏光显微镜和扫描电子显微镜等方法, 分析了退火对 PP-R 的结晶行为和力学性能的影响。结果表明, 退火可以消除热应力, 促进结晶的完善, 使得 PP-R 的结晶度从 41.2% 提高到 48.4%, 诱导 β 晶的生成, 能有效改善材料的力学性能。退火使得 PP-R 的拉伸强度有所提高; 对冲击性能影响明显, 在 25℃ 时, PP-R 的冲击强度从 41.67 kJ/m² 提高到 66.84 kJ/m², 提高了 60.4%; 在 0℃ 时, PP-R 的冲击强度从 11.54 kJ/m² 提高到 32.68 kJ/m², 提高了 1.8 倍。

关键词: 无规共聚聚丙烯; 退火; 冲击韧性; 力学性能

中图分类号: TQ325.1+4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2016)04-0057-04

Effects of Annealing on Properties of PP-R Composites

Gao Yu¹, Jiang Wenjun¹, Fu Hai¹, Yu Renpeng¹, Gong Wei^{1,2}

(1. Department of Material and Building Engineering Guizhou Normal University, Guiyang 550025, China;

2. National Engineering Research Center for Compounding and Modification Polymeric Materials, Guiyang 550014, China)

Abstract: Random copolymer polypropylene (PP-R) sample was prepared by injection molding process. The samples were put into heat treatment equipment for annealing treatment. The effects of annealing treatment on crystallization behavior and mechanical properties of PP-R were analyzed by differential scanning calorimetry, wide-angle X ray diffraction, polarizing optical microscope and scanning electron microscope. The results show that annealing can eliminate thermal stress and promote crystallization, making crystallization of PP-R increased from 41.2% to 48.4% to induce β crystals forming, thus can effectively improve the mechanical properties of PP-R. Annealing makes tensile strength of PP-R increase. Annealing has a great influence on impact strength of PP-R, which increases from 41.67 kJ/m² to 66.84 kJ/m² going by 60.4% at 25 °C and increases from 11.54 kJ/m² to 32.68 kJ/m² going 1.8 times at 0 °C.

Keywords: PP-R; annealing; impact toughness; mechanical property

无规共聚聚丙烯 (PP-R) 是一种绿色环保复合材料, 近年来在国际上得到迅速发展, 由于 PP-R 具有质量轻、无毒、环保、易安装、性价比高等优点^[1], 被广泛应用于建筑、工业和生活领域。然而, PP-R 也存在不足之处, 低温缺口冲击强度低、易脆断, 这极大地限制了 PP-R 的使用范围。PP 在结晶过程中可以形成多种结晶形态, 通常结晶形态有 α , β , γ 和拟六方态, 晶型的不同往往导致材料较大的性能差异^[2]。而在 PP-R 中的晶型为尺寸较大的 α 晶型, 宏观表现为较大的脆性, 作为一种多晶型半结晶聚合物, PP 存在另一种亚稳态的 β 晶型, 球晶尺寸细小而均匀, 能改善材料的韧性^[3]。因此, 提高 β 晶型含量和细化球晶, 是改善 PP-R 韧性的有效方法。

李美等^[4]研究了庚二酸钙和纳米碳酸钙对 PP-R 韧性的影响, 实现了 PP-R 中 β 晶的增韧作

用。胡帅领等^[5]利用韧性优良的 PP-R 作为增强基体, 通过玻纤 (GF) 与 PP-R 制备高性能 PP-R/GF 复合材料, 研究了流动改性剂、马来酸酐接枝聚丙烯 (PP-g-MAH) 和 GF 的含量对复合材料性能的影响, 表明 PP-g-MAH 增加了 PP-R 基体与 GF 之间的界面相互作用, 能提高 PP-R/GF 复合材料的力学性能。祝宝东等^[6]研究了成核剂和退火处理对改性 PP 力学性能的研究, 表明适宜的成核剂和退火处理对诱导 β 晶的生成有促进作用, 并能提高结晶的完整性。而在以上研究中, 主要关注于改性剂和 β 成

^{*} 贵州省科技优秀人才项目 [黔科合人字 (2015, 29 号)], 贵州省科技创新人才团队项目 [(2014)4006 号], 大学生创新项目 (201410663018)

联系人: 龚维, 教授, 博士, 主要从事高分子结构与性能研究

收稿日期: 2016-01-26

核剂对 PP-R 复合材料的影响。笔者将退火技术应用到 PP-R 结晶聚合物中,主要研究了退火对 PP-R 结晶行为、冲击性能和拉伸性能的影响,并通过差示扫描量热 (DSC) 仪、广角 X 射线衍射 (XRD) 仪、偏光显微镜 (POM) 和扫描电子显微镜 (SEM) 等技术探讨退火工艺与 PP-R 结晶和力学性能之间的关系。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PP-R: RP2400, 工业级, 大韩油化公司。

1.2 主要设备及仪器

注塑机: BT80V-H 型, 博创机械股份有限公司;

摆锤式冲击试验机: ZBC7151-B 型, 美斯特工业系统 (中国) 有限公司;

DSC 仪: Q10 型, 美国 TA 公司;

XRD 仪: X'pert Pro 型, 荷兰帕纳科公司;

POM: DM4500P 型, 德国徕卡公司;

SEM: FEG250 型, 美国 FEI 公司。

1.3 样品制备

将 PP-R 粒料经注塑成型为注塑样条, 其注塑工艺为: 注塑一区、二区、三区、四区温度分别为 200, 210, 210, 190 °C; 注塑压力分别为 65, 60, 55, 50 MPa。并在箱式热处理设备中于 120 °C 和保温 12 h 条件下进行退火处理, 处理后试样以待备用。

1.4 性能测试

(1) 力学性能。

采用摆锤式冲击试验机按 GB/T 1843-2008 对退火处理前后的试样进行冲击性能测试。退火前后试样分别在 25, 0, -10 °C 中保温 4 h, 未退火试样分别标记为 1#, 2#, 3#, 退火后试样分别标记为 4#, 5#, 6#, 试样取出后快速进行冲击测试, 冲击强度取平均值。

拉伸性能按 GB/T 1040-1992 测试, 拉伸数据取平均值。

(2) 结晶性能。

DSC 测试: 按 GB/T 19466.1-2004 测试, 将退火前后试样分别切取 5~10 mg 置于铝坩埚内, 用 DSC 仪进行测试。氮气流量为 40 mL/min, 升温速率为 10 °C/min, 由 40 °C 快速升温至 250 °C, 恒温 5 min 以消除热历史。然后以 10 °C/min 的速率降温至 40 °C, 再以 10 °C/min 的升温速率升温至 250 °C, 记录 PP-R 复合材料的结晶熔融曲线。结晶度计算公式如下:

$$X_c = \Delta H_m / \Delta H_m^0 \times 100\% \quad (1)$$

式中, ΔH_m 为测试 PP-R 试样的熔融热焓, ΔH_m^0 代表 100% 结晶时 PP-R 的熔融热焓, 其值为 177 J/g。

XRD 测试: 采用 XRD 仪进行 XRD 测试, 铜 Ka 靶, X 射线波长为 0.154 nm, 扫描电压为 40 kV, 扫描电流为 40 mA, 扫描范围 $2\theta=5 \sim 30^\circ$, 扫描速度 $5^\circ/\text{min}$ 。试样结晶度 X_{c-XRD} 可根据结晶区积分面积占结晶区及非结晶区积分面积之和的百分比来计算^[8], β 晶的相对含量 K_β 计算如下:

$$K_\beta = \frac{H_{(300)}^\beta}{H_{(110)}^\alpha + H_{(040)}^\alpha + H_{(130)}^\alpha + H_{(300)}^\beta} \times 100\% \quad (2)$$

式中, K_β 表示 β 晶的相对含量; $H_{(110)}^\alpha$, $H_{(040)}^\alpha$, $H_{(130)}^\alpha$, $H_{(300)}^\beta$ 分别为 α 晶在 (110), (040), (130) 衍射面, β 晶在 (300) 衍射面对应的衍射强度。

α 晶和 β 晶的相对结晶度 X_α , X_β 采用如下公式 (3) 和 (4) 计算^[9]:

$$X_\beta = X_c \times K_\beta \quad (3)$$

$$X_\alpha = X_c \times (1 - K_\beta) \quad (4)$$

(3) 结晶形貌。

POM 分析: 取少量试样夹在 2 个盖玻片之间, 在 220 °C 保温 5 min, 加压制备成厚约 10 μm 的膜。采用 POM 拍摄偏光照片, 观察球晶形貌。

SEM 表征: 将 PP-R 试样用液氮深冷 4 h, 取出迅速淬断, 断口表面喷金后在 SEM 下观察并拍照。

2 结果与讨论

2.1 退火对 PP-R 力学性能的影响

图 1、图 2 分别为 PP-R 未退火及退火后冲击强度和拉伸强度的变化。

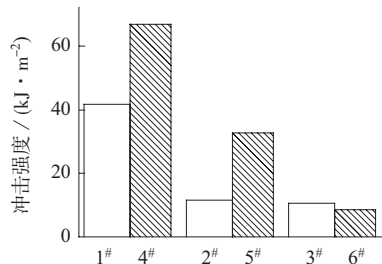


图1 PP-R 退火前后冲击强度的变化

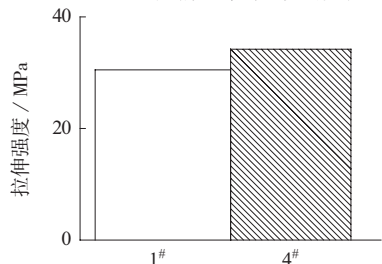


图2 PP-R 退火前后拉伸强度的变化

由图 1 及图 2 可以看出, PP-R 退火前后的力学性能差异较大,除 -10°C 退火后的冲击强度略有下降外,其它温度下的拉伸和冲击性能都明显地提高。由图 1 可知,在 25°C 时,退火处理后 PP-R 的冲击强度从 41.67 kJ/m^2 提高到 66.84 kJ/m^2 ,提高了 60.4%;在 0°C 时,退火处理后的 PP-R 材料的冲击强度从 11.54 kJ/m^2 提高到 32.68 kJ/m^2 ,提高了 1.8 倍;在 -10°C 时 PP-R 退火前的冲击强度为 10.57 kJ/m^2 ,退火后为 8.55 kJ/m^2 ,略有下降。这表明退火对 PP-R 的低温韧性提高不大,但能显著提高 PP-R 在 25°C 至 0°C 时的冲击韧性。由图 2 可以看出,在 25°C 时, PP-R 经退火后,其拉伸强度从 30.5 MPa 提高到 34.2 MPa ,提高了 12.13%,表明退火能改善 PP-R 的常温拉伸性能。

2.2 退火对 PP-R 结晶性能的影响

(1) DSC 分析。

图 3 为 PP-R 退火前后熔融曲线。表 2 为 PP-R 退火前后的结晶数据。

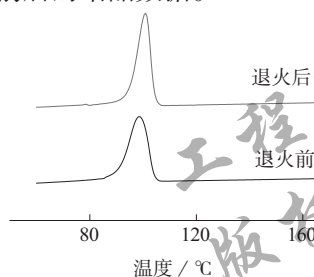


图 3 PP-R 退火前后熔融曲线

表 2 PP-R 退火前后的 DSC 结晶数据

项目	退火前 PP-R	退火后 PP-R
$T_g / ^{\circ}\text{C}$	106.2	104.3
$T_c / ^{\circ}\text{C}$	98.9	100.9
$T_m / ^{\circ}\text{C}$	146.4	144.8
$\Delta T = T_c - T_m / ^{\circ}\text{C}$	47.5	43.9
$\Delta H_m / (\text{J} \cdot \text{g}^{-1})$	57.8	59.1
$X_{c-DSC} / \%$	32.6	33.4

注: T_g 为结晶起点温度; T_c 为结晶温度; T_m 为熔融温度; ΔH_m 为熔融热焓; X_{c-DSC} 为 DSC 法测试的结晶度。

从图 3 和表 2 可以看到, PP-R 退火前后结晶行为发生了明显变化,退火处理使得 PP-R 的结晶度提高,结晶温度提高,结晶度由未退火前的 32.6% 增加到 33.4%,这是由于聚合物在成型加工过程中,一些分子链由于温度下降被冻结,无法规整排列,阻碍了结晶。而在退火过程中,聚合物分子链具备一定的运动能力,一些分子链重新规整排列,形成新的结晶结构,故 PP-R 的结晶度亦有所增大^[10]。这合理解释了 PP-R 退火前后力学性能的变化规律。

(2) XRD 分析。

图 4 为 PP-R 退火前后的 XRD 曲线。由图 4 可以看出,在 2θ 为 13.9° , 16.8° , 18.4° 和 21.2° 时, PP-R 在 (110), (040), (130), (111) 的 α 晶面有较明显的衍射峰。表 3 为 PP-R 退火前后的结晶数据。

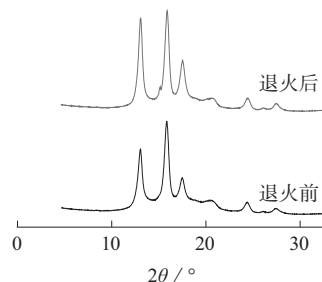


图 4 PP-R 退火前后的 XRD 曲线

表 3 PP-R 退火前后的 XRD 结晶数据

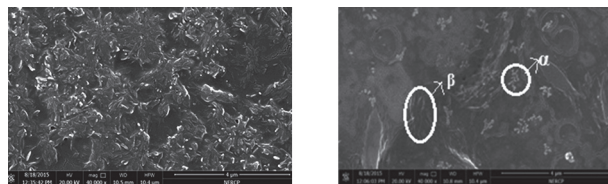
项目	退火前 PP-R	退火后 PP-R
$X_{c-XRD} / \%$	41.2	48.4
$K_{\beta} / \%$	0	4.5
$X_{\beta} / \%$	0	2.8
$X_{\alpha} / \%$	41.2	45.6

注: X_{c-XRD} 为 XRD 法测试的结晶度; K_{β} 为 β 晶型的相对含量; X_{β} 为 β 晶型的相对结晶度; X_{α} 为 α 晶型的相对结晶度。

由表 3 中数据可以看出,退火后 PP-R 结晶度提高,从 41.2% 提高为 48.4%,说明 PP-R 的结晶变得更加完善,在 2θ 为 15.9° 的 (300) 晶面上有 β 晶衍射峰出现, β 晶含量从 0 提高到 2.8%,表明退火诱导了 β 晶的生成,而 PP-R 退火前并没有发现 β 晶。与 α 晶型相比, β 晶具有特殊结构,其晶型不如 α 晶紧密,晶界有平行层状结构出现^[11],有利于产生塑性变形和滑移扩散,当外界施加冲击载荷时,具有缓和作用,且 β 晶比 α 晶更细小,使得材料的韧性得以提高^[12]。因此,退火后 PP-R 的冲击韧性较好。

2.3 退火对 PP-R 结晶形态的影响

图 5 为退火前后 PP-R 材料微观形貌图。



(a) 退火前; (b) 退火后

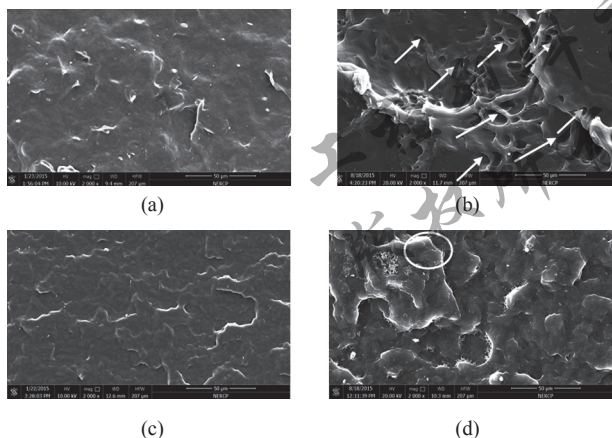
图 5 退火前后 PP-R 微观形貌图

从图 5 可以看出, PP-R 在退火前后的晶粒存在很大的差异,由图 5a 可知,退火前的 PP-R 材料有较为粗大而疏松的等轴“珊瑚花状”球晶存在,是典型的 α 晶型,晶粒较大; PP-R 材料退火后 (图 5b

所示),白色的“雪花状”为 α 球晶型,其晶粒尺寸细小而均匀,并且在界面层分布着大量的 β 晶型(见图5b圈中所示),呈单向束状结构在表面折叠排列,影响链段的迁移运动。因此,材料退火后由于 α 球晶的细化和 β 晶型特殊结构的出现,使PP-R材料的韧性和强度都得到很好的提升。

2.4 退火对PP-R断面形貌的影响

图6为不同温度下PP-R退火前后冲击断面SEM图。由图6可以看出,在25℃和0℃的未退火PP-R材料其断口光滑,是典型的脆性断裂特征(如图6a和6c所示);相同条件下退火的PP-R材料,其断口比较粗糙,呈韧性断裂特征,而且从图6b中可以看到界面厚度增加,有不平整台阶存在,分布着不同大量孔洞(见箭头所示),所以受到冲击载荷时,大量的孔洞和台阶在变形过程中可以吸收大量的能量而使冲击韧性提高^[13]。在图6d中断口较粗糙,界面厚度增加,应力发白区域明显较多(见图6d所示),宏观表现出较好韧性。



a—25℃退火前;b—25℃退火后;c—0℃退火前;d—0℃退火后

图6 不同温度下退火前后PP-R冲击断面SEM图

3 结论

(1) 退火能有效改善PP-R的冲击性能。在25℃时,退火后PP-R的冲击强度从41.67 kJ/m²提高到66.84 kJ/m²,提高了60.4%;在0℃时,退火后PP-R的冲击强度从11.54 kJ/m²提高到32.68 kJ/m²,提高了1.8倍。

(2) PP-R经退火后,其常温拉伸性能获得提高,拉伸强度从30.5 MPa提高到34.2 MPa,提高了12.13%。

(3) 退火可以消除PP-R热应力,促进结晶的完善,退火能够提高PP-R的结晶度,诱导 β 晶的生成。

参考文献

[1] 张凤波,王艳芳,黄强,等.均聚与无规共聚聚丙烯结晶行为研究

[J]. 中国塑料,2013,27(7):25-32.

Zhang Fengbo, Wang Yanfang, Huang Qiang, et al. Study on the crystallization behavior of polypropylene-homo and polypropylene random[J]. China plastics, 2013, 27(7):25-32.

[2] Gahleitner M, Grein C, Kheirandish S, et al. Nucleation of polypropylene homo-and co-and co-polymers[J]. International Polymer Processing, 2011, 28(1):2-20.

[3] 赵桂艳,王颖,门永峰,等.剪切对玻璃珠填充聚丙烯结晶行为的影响[J]. 高等学校化学学报, 2008, 29(4):842-846.

Zhao Guiyan, Wang Ying, Men Yongfeng, et al. Effect of shear on the crystallization behavior of glass bead filled polypropylene [J]. Chemical Research in Chinese Universities, 2008, 29(4):842-846.

[4] 李美,章自寿,谭韵红,等.无规共聚聚丙烯中 β 晶的增韧作用[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2015, 54(5):62-68.

Li Mei, Zhang Zishou, Tan Yunhong, et al. The toughening effect of β -crystal in the random copolymer[J]. Cata Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2015, 54(5):62-68.

[5] 胡帅领,白时兵,王琪,等.玻纤增强共聚聚丙烯高性能化的研究[J]. 塑料工业, 2015, 39(3):56-63.

Hu Shuailing, Bai Shibing, Wang Qi, et al. Study on high performance of glass fiber reinforced PP copolymer[J]. China Plastics Industry, 2015, 39(3):56-63.

[6] 祝宝东,张爽,朱泓宇,等. β 成核剂含量和退火处理对改性聚丙烯力学性能的影响[J]. 中国塑料, 2015, 29(4):93-97.

Zhu Baodong, Zhang Shuang, Zhu Hongyu, et al. Effects of β nucleating agent content and annealing treatment on mechanical properties of modified polypropylene[J]. China Plastics, 2015, 29(4):93-97.

[7] 张玲,胡雄伟,盛旭敏,等.新型热塑性弹性体增韧聚丙烯的研究[J]. 塑料, 2001, 30(1):53-56.

Zhang Ling, Hu Xiongwei, Sheng Xumin, et al. Research on a new thermoplastic elastomer toughening polypropylene[J]. Plastics, 2001, 30(1):53-56.

[8] 焦旗,田广华,杨坚,等.聚丙烯结晶性能研究[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(7):109-113.

Jiao Qi, Tian Guanghua, Yang Jian, et al. Study on crystallization properties of polypropylene[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(7):109-113.

[9] 张世鑫,王益龙,何昌平.挤出工艺条件对 β 成核剂改性PP-R的影响[J]. 合成树脂及塑料, 2015, 32(1):1-5.

Zhang Shixin, Wang Yilong, He Changping. Effect of extrusion process on the modification of PP-R by β nucleating agent [J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2015, 32(1):1-5.

[10] 王潇梦,尹晓刚,刘卫,等.PP-R管材专用料抗低温性能的研究[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(2):20-25.

Wang Xiaomeng, Yin Xiaogang, Liu Wei, et al. Study on low-temperature crack resistance of PP-R pipe composite materials[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(2):20-25.

(下转第73页)

- influence the internal stress of plastic injection products[J]. Journal of Chengde Teachers College for Nationalities, 2003(2):68-69.
- [3] Chang R Y, Tsaur B D. Experimental and theoretical studied of shrinkage, warp and sink marks of crystalline polymer injection molded parts[J]. Polymer Engineering and Science, 1995, 35(15):2115-2122.
- [4] 王忠利, 琚爱云, 赵磊. 某型电机上盖注射成型工艺参数优化[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(12):65-68.
Wang Zhongli, Ju Aiyun, Zhao Lei. Optimization of injection molding process parameters for a certain type motor cover[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(12):65-68.
- [5] 王利霞, 杨杨, 王蓓, 等. 注塑成型工艺对制品收缩率变化的影响及工艺参数优化[J]. 高分子材料科学与工程, 2004, 20(2):173-176.
Wang Lixia, Yang Yang, Wang Bei, et al. Investigation of the influence of processing parameter on volumetric shrinkage variation of plastic injection molded parts and process optimization[J]. Polymer Material Science and Engineering, 2004, 20(2):173-176.
- [6] 马浩军, 胡广洪, 阮雪榆. 利用 Moldflow 软件分析解决注塑件翘曲问题[J]. 模具技术, 2002(5):57-60.
Ma Haojun, Hu Guanghong, Ruan Xueyu. Using Moldflow software to analyze and solve the problem of the warp of injection molding parts[J]. Die and Mould Technology, 2002(5):57-60.
- [7] 李金良, 冯刚, 张朝阁. 一种基于注塑 CAE 的确定塑料收缩率的方法研究[J]. 塑料工业, 2015, 43(2):49-52.
Li Jinliang, Feng Gang, Zhang Chao. Research on determination method of plastic shrinkage rate based on injection molding CAE[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(2):49-52.
- [8] Oktem H, Erzummlu T, Uzman I. Application of taguchi optimization technique in determining plastic injection molding process parameters for a thin-shell part[J]. Materials and Design, 2007, 28:1271-1278.
- [9] 茆茂, 朱先琦. 基于正交试验法的镜框注塑工艺参数优化[J]. 南昌工程学院学报, 2015, 34(3):51-55.
Mao Mao, Zhu Xianqi. Optimization of injection molding process parameters of mirror frame based on orthogonal test[J]. Journal of Nanchang Institute of Technology, 2015, 34(3):51-55.
- [10] 王利霞, 杨杨, 王蓓, 等. 注塑成型工艺对制品收缩率变化的影响及工艺参数优化[J]. 高分子材料科学与工程, 2004, 20(2):173-176.
Wang Lixia, Yang Yang, Wang Bei, et al. Investigation of the influence of processing parameter on volumetric shrinkage variation of plastic injection molded parts and process optimization[J]. Polymer Material Science and Engineering, 2004, 20(2):173-176.
- [11] 付一政, 安峰, 曲静波, 等. β 晶型成核剂增韧改性聚丙烯及其共混物的力学性能与结晶行为[J]. 高分子材料科学与工程, 2006, 22(2):185-188.
Fu Yizheng, An Feng, Qu Jingbo, et al. The mechanical properties and crystallization behavior of the modified PP and its blends modified by beta nucleating agent[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2006, 22(2):185-188.
- [12] Grein C, Germain Y. Influence of β -nucleation on the mechanical properties of isotactic polypropylene and rubber modified isotactic polypropylene[J]. Polymer, 2002, 43:3279-3293.
- [13] 祝宝东, 王鉴, 董维超, 等. 氧化聚丙烯的存储与接枝研究[J]. 高校化学工程学报, 2012, 26(6):1043-1047.
Zhu Baodong, Wang Jian, Dong Weichao, et al. Storage and slid-phase grafting of oxidized polypropylene oxide[J]. Journal of Chemical Engineering of Chinese Universities, 2012, 26(6):1043-1047.

(上接第 60 页)

杜邦果糖基聚酯项目取得突破

杜邦公司的工业生物科学业务部和 Archer Daniels Midland Co.(ADM) 公司合作开发出一种技术, 有望带来一种崭新的可持续发展树脂, 成为聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 的替代材料。合作双方表示, 他们发现了一种突破性的工艺, 由此生产出的单体能取代对苯二甲酸, 这是 PET 的主要原料。该工艺以果糖为起点, 这是一种衍生自许多生物来源的丰富且低成本的糖类。其终点是呋喃二羧酸甲酯 (FDME), 这种单体可像对苯二甲酸一样在热塑性聚酯生产中发挥作用。

杜邦的生物材料全球生物业务总监 Simon Herriott 说, 其突破性在于, 可以在果糖转 FDME 工艺中得到高产量, 相比其他的 FDME 生产路线更具经济可行性。

Herriott 接受《塑料新闻》电话采访说: “通常, 果糖制 FDME 的工艺只能得到低产量。” 糖类化学已经得到了广泛的研究, 但制成 FDME 的低产量路线限制了其效用和推广意义。杜邦和 ADM 公司目前正在美国伊利诺斯州新建一座 60 吨年产能的设施, ADM 在这里建有一座大型的加工厂。这座试验工厂有望在年底前投用。合作双方已经为研

究人员供应了一定数量的样本, 供其研究新的聚合物生产。

Herriott 说, 合作双方不认为基于 FDME 的聚合物在食品接触应用中会带来问题。基于 FDME 的聚酯将成为 PET 的替代品。

(中塑在线)

2015 年全国日用塑料产量前十名省市出炉, 广东居首

2015 年 1~12 月, 全国日用塑料制品产量为 592.66 万 t。塑料制品产量前十名的省市分别是广东、浙江、湖北、四川、江苏、河北、山东、福建、河南和天津。前三省份日用塑料制品产量占据全国产量的 50.4%。广东日用塑料制品产量占全国日用塑料制品产量的 22.3%, 成为全国日用塑料制品产量最高的地区。2015 年, 在国家一系列政策密集出台的环境下, 在国内市场强劲需求的推动下, 我国日用塑料制品产业整体保持平稳较快增长。自 2011 年以来, 全国日用塑料制品产量整体保持稳步增长的态势, 产量均高于 400 万 t。同时, 全国日用塑料制品产量的增长率也一直保持上行态势, 由 2011 年的 -29.0% 逐步上涨至 2014 年的 22.9%。2014 年全国日用塑料制品产量增长速度达到近五年来最高值, 但产量与 2010 年的 645.86 万 t 相比, 仍减产了 66 万吨。(中塑在线)