

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.05.001

酰亚胺二元酸改性聚丁二酸丁二酯性能研究^{*}

贺雯¹, 雷鸣², 兰建武¹

(1. 四川大学轻纺与食品学院, 成都 610065; 2. 宁波康鑫化纤股份有限公司, 浙江宁波 315336)

摘要: 先以均苯四甲酸酐和氨基乙酸为原料合成了一种新的酰亚胺二元酸 (IDA), 接着用丁二酸、丁二醇与 IDA 采用熔融缩聚法合成了一系列含酰亚胺结构的聚合物。通过红外光谱图、核磁共振氢谱图确定了 IDA 及聚合物的分子结构, 通过差示扫描量热仪、热重分析仪测试分析了聚合物的热性能, 采用 X 射线衍射表征了聚合物的结晶性能, 利用含脂肪酶的磷酸盐缓冲溶液测试了聚合物的酶降解性能, 此外还测试了聚合物薄膜的拉伸性能。实验结果表明, 随着 IDA 的加入, 聚合物的熔点降低, 热分解温度变化不大, 结晶度下降, 拉伸强度降低, 断裂伸长率增加, 酶降解性能明显提高。

关键词: 聚丁二酸丁二酯; 酰亚胺二元酸; 热性能; 拉伸性能; 酶降解性能

中图分类号: TQ323.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)05-0001-06

Properties of Biodegradable Poly(butylene succinate) Modified with Imide Dihydric Alcohol

He Wen¹, Lei Ming², Lan Jianwu¹

(1. College of Light Industry and Textile and Food Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. Ningbo Kangxin Chemical Fiber Co. Ltd., Ningbo 315336, China)

Abstract: A series of high molecular weight poly(butylene succinate) and its copolyester containing rigid imide units were synthesized. The chemical structure and composition of the copolyesters were determined by ¹H-NMR spectroscopy and Fourier transform infrared spectroscopy. The thermal properties, crystallization behavior and mechanical properties of polymers were investigated using differential scanning calorimetry, X-ray diffraction, thermogravimetric analysis and mechanical properties testing. The enzymatic degradation was investigated using pancreatic lipase solution. The results show that the melting temperature and the relative degree of crystallinity of the copolyester decrease with the increment in pyromellitic imide unit content. However, the thermal degradation temperature (5% decomposition temperature) changes little. The mechanical properties testing shows that the tensile strength has a trend of decrease, but the elongation at break is improved with the increment in imide units. Meanwhile, the enzymatic degradation rate of poly (butylene succinate) is enhanced.

Keywords: poly(butylene succinate); imide dihydric alcohol; thermal property; tensile property; enzymatic degradation

近几十年来,各种塑料制品的广泛使用给人们的生产和生活带来了极大的方便,同时也给环境带来了巨大的压力^[1-2]。为了解决环境危机,开发研究生物降解性聚合物是一个有效途径。而在生物降解材料中,脂肪族聚酯类材料有着很好的发展前景^[3],有着较高熔点的聚丁二酸丁二酯 (PBS) 被认为是未来最有竞争力的生物降解材料^[4]。然而, PBS 的缺点是力学强度不高,结晶度高达 40%~60%,成型加工性难以满足各种用途的要求,且成本相对较高,这些都限制了其广泛应用^[5-7]。目前,共聚和共混改性是改进 PBS 性能的主要方法^[8-17]。例如, H. J. Jin 等^[11-12]发现将苯基加入到 PBS 分子链中能提高 PBS 的生物降解性能,这是由于苯基的加入降低了 PBS 的结晶度。Liu Xiaoqing 等^[17]将偏苯

三甲酰亚胺引入 PBS,发现当酰亚胺的物质的量分数为 6.3% 时,共聚物的强度和伸长率都较 PBS 有所提高,但其溶液聚合法所用时间比较长。

聚酰亚胺结构单元中的芳香杂环和酰亚胺基团具有十分稳定的分子结构、高度对称性和平面性,以及重复结构单元之间的共轭效应,赋予了聚酰亚胺诸多优异的性能^[18-19],如超高的热稳定性能、耐极低温性、优良的力学性能等。将聚酯与聚酰亚胺结合起来也获得了一系列高性能材料^[20-21],如 Xiao Jun 等^[20]将酰亚胺结构加入 PET 中,发现当加入

^{*} 国家自然科学基金项目 (50973064)

联系人: 兰建武,教授,主要从事高性能纤维、聚酯弹性体的开发与研究

收稿日期: 2014-02-25

5%的酰亚胺时,聚合物的拉伸弹性模量和拉伸强度都得到提升;P. A. M. Lips等^[21]将双酰胺二醇引入到聚己二酸丁二酯中,发现随着硬段的含量从10%增加到85%,聚合物的弹性模量和断裂强度都有很大改善。

笔者采用熔融缩聚法将酰亚胺结构引入PBS,合成了一系列含酰亚胺结构的聚合物,并研究了改性后聚合物的热性能、力学性能和生物降解性的变化。

1 实验部分

1.1 主要原材料

均苯四甲酸酐(PMDA):分析纯,减压升华后备用,阿拉丁试剂(中国)有限公司;

N-甲基吡咯烷酮(NMP):分析纯,减压蒸馏加入分子筛干燥备用,成都科龙化工试剂厂;

甲苯:分析纯,成都科龙化工试剂厂;

1,4-丁二酸(SA),1,4-丁二醇(BD),氨基乙酸(GLY):分析纯,成都科龙化工试剂厂;

脂肪酶:酶活力3000 U/g,国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器及设备

傅立叶变换红外光谱(FTIR)仪:560型,美国Nicolet公司;

核磁共振谱仪:INOVA-400型,美国Varian公司;

差示扫描量热(DSC)仪:DSC-60A型,日本Shimadzu公司;

热重(TG)分析仪:DTG-60型,日本Shimadzu

公司;

X射线衍射(XRD)仪:3 KW D/Max-A型,日本理学株式会社;

万能拉力试验机:5566型,美国Instron公司。

1.3 试样制备

(1) 酰亚胺二元酸(IDA)的制备。

精确称量119.90 g (0.55 mol)的PMDA与400 mL蒸馏过的NMP加入1000 mL三颈瓶中,均匀混合搅拌至溶解,然后将精确称量的82.50 g (1.10 mol) GLY与300 mL NMP加入三颈瓶,通入氮气并保持搅拌,在0~5℃冰水浴中反应4 h至体系呈橘红色,溶液体系固含量约为28.9%。接着加入50 mL蒸馏提纯过的甲苯,缓慢升温至155~160℃,于160℃共沸脱水约6 h,反应中生成的水与甲苯共沸被带出,最后得到的体系为酒红色透明液体。

停止加热后,待反应体系温度降至室温,将三颈瓶密封放置在约-5℃的冰箱冷冻柜中重结晶12 h后取出,将析出产物用二次水和丙酮分别洗三次,再在80℃温度下真空干燥12 h备用,干燥后的产物为淡黄色粉末,最终产率约为87.5%。其合成路线如图1所示。

(2) PBS及IDA改性PBS(PBSI)的制备。

将一定量的SA(和IDA),BD,少量抗氧剂加入100 mL三颈瓶中,通入氮气,搅拌缓慢加热至170~180℃并保持1 h直至体系中没有水分,加入催化剂乙酸锌,1 h后升温至220℃保持1 h,加入催化剂钛酸丁酯反应1 h使体系充分酯化,迅速升温至

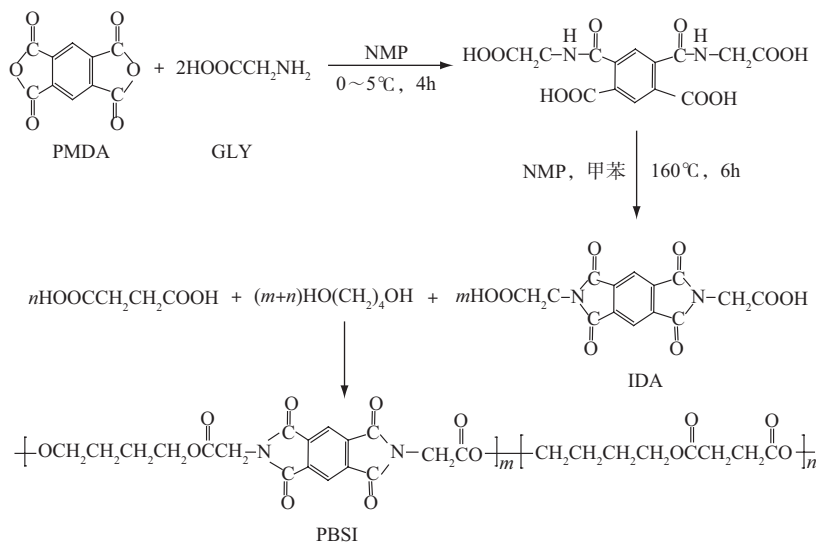


图1 IDA及PBSI的合成路线

250℃,停止通氮气,开始减压,随着真空度的增强和反应时间的增加,聚合物的黏度逐渐增大,等到有明显爬杆现象后停止加热,将聚合物直接倒入冷水中出料。PBSI中酰亚胺二元酸丁二酯链段的质量百分数为10%,20%,30%,40%和50%,分别命名为PBSI10、PBSI20、PBSI30、PBSI40和PBSI50。聚合物具体反应过程见图1。

1.4 性能测试

红外光谱:采用KBr压片制样,通过FTIR仪测试,测量范围4000~400 cm⁻¹,光谱分辨率为4 cm⁻¹,样品经过丙酮抽提提纯;

核磁共振氢谱 (¹H-NMR) 测试:IDA以氘代二甲亚砜(DMSO-d₆)为溶剂,PBS和PBSI以氘代氯仿(CDCl₃)为溶剂,聚合物样品经过丙酮抽提提纯;

TG分析:N₂气氛,流率为50 mL/min,样品质量为5~10 mg,Pt坩埚,测试范围为30~600℃;

DSC分析:由常温加热到200℃,停留3 min,然后降温至30℃,升温降温速率均为10℃/min,N₂流速50 mL/min;

XRD分析:管电压为40 kV,管电流为40 mA,扫描速率为2(°)/min,入射X射线的波长为0.154 nm;

拉伸强度和断裂伸长率测试:将聚合物溶解在三氯甲烷中,浓度约为0.2 g/mL,在玻璃板上铺膜并在真空烘箱中70℃烘干,制成约10 mm×150 mm×0.1 mm的均匀薄膜,测试时拉伸速率为20 mm/min,温度(25±1)℃,测试参照GB/T 13022-1991进行;

脂肪酶降解测试:配置pH值为6.8的磷酸盐缓冲液,脂肪酶含量为10 μg/mL,将聚合物薄膜称量初始质量后放入酶缓冲溶液中,37℃恒温水浴,每隔24 h洗净烘干称重,并更换酶缓冲液以保证酶的活性。每个样品做三个平行试验取平均值。生物降解百分比用式(1)计算得到。

$$W=[100(W_0-W_t)]/W_0 \quad (1)$$

式中:W——生物降解百分比,%;

W₀——初始质量,g;

W_t——每隔24 h洗净烘干后质量,g。

2 结果与讨论

2.1 IDA,PBS及PBSI化学结构表征

图2为IDA,PBS及PBSI30的FTIR谱图。在1775 cm⁻¹和1713 cm⁻¹处的吸收峰通常被认为是酰亚胺环上C=O的不对称和对称的振动特征吸收

峰,在1380 cm⁻¹处是酰亚胺键中碳氮键(C—N)的对称伸缩振动特征吸收峰,而724 cm⁻¹处是酰亚胺基团非平面弯曲振动吸收峰。图2结果表明,IDA被引入到了PBSI中。

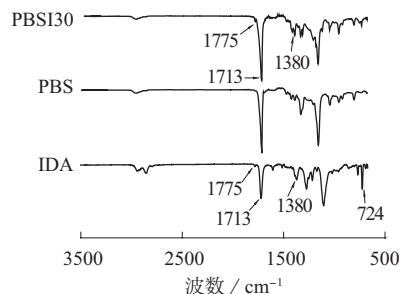


图2 IDA,PBS及PBSI30的FTIR谱图

图3是IDA的¹H-NMR谱图。图中共有5组谱峰,其中δ=13.42处的单峰对应的是样品中活泼羧酸(—COOH)氢元素的化学位移^[22];δ=8.37处的单峰为苯环上氢元素的化学位移;δ=3.43~4.41处的特征峰对应的是2位亚甲基上氢的化学位移;δ=2.50的特征峰对应于溶剂DMSO-d₆的化学位移;δ=2.17的特征峰是在提纯过程中残留的少量丙酮中氢元素的化学位移。结合图2的红外光谱分析,可以判定该IDA单体的结构为均苯四甲酸酰亚胺二酸,其分子结构与实验设计的相一致。

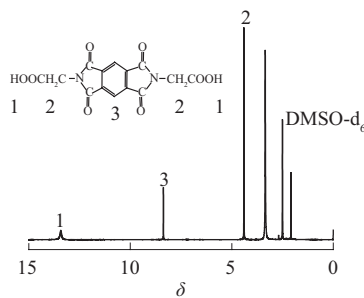
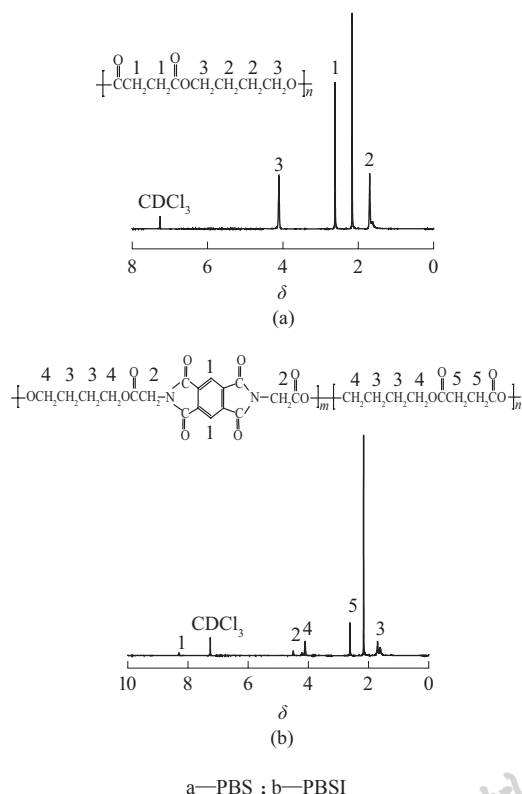


图3 IDA的¹H-NMR谱图

图4是PBS及PBSI的¹H-NMR谱图。PBS的谱图中δ=2.63对应的是样品中丁二酸中1位的两个亚甲基上的质子峰;δ=1.65,4.1分别为丁二醇中间和两边的2位、3位亚甲基上的质子峰;δ=7.24的特征峰对应于溶剂CDCl₃的化学位移;δ=2.17的特征峰是在提纯过程中残留的少量丙酮中氢元素的化学位移。

PBSI的谱图中δ=8.31,4.20分别对应IDA的1位和2位氢质子峰;δ=2.63对应的是样品中丁二酸中5位的两个亚甲基上的质子峰;δ=1.65,4.1分别为丁二醇中间和两边的3位、4位亚甲基上的质子

图4 PBS和PBSI的 $^1\text{H-NMR}$ 谱图

峰。同样, $\delta=7.24$ 的特征峰对应于溶剂 CDCl_3 的化学位移; $\delta=2.17$ 的特征峰是在提纯过程中残留的少量丙酮中氢元素的化学位移。

结合 FTIR 谱图与 $^1\text{H-NMR}$ 谱图可以发现, 所得的产物即为预期产物。

2.2 DSC 及 TG 分析

图 5 为 PBS 及 PBSI 的升温 and 降温 DSC 曲线。由图 5a 可看出, IDA 的引入降低了 PBS 的熔点 (T_m), PBSI50 已无明显 T_m 。 T_m 降低是因为 IDA 是无规的序列结构, 它使得丁二酸丁二酯的链段变短, 且降低了聚合物的结晶度与晶体完整程度^[23]。由图 5a 还可看出, 除了 PBSI50, 其它几个聚合物都在 70°C 附件有一个小的吸热峰, 这是由于聚合物在冷却时不仅形成了较稳定的完整晶体, 也存在一些初级的不稳定晶体, 所以在熔融时先是初级晶体熔融, 在 70°C 之后才是较完整的晶体的熔融。随着 IDA 的加入, 聚合物形成稳定完整晶体的能力降低, PBSI40 甚至只有少量初始结晶, 而 PBSI50 几乎没有结晶^[24]。

降温 DSC 曲线可以反映聚合物的结晶温度 (T_c), 由图 5b 可以看到, 只有 PBS 和 PBSI10 有明显的 T_c , 分别为 70.5°C 和 57.1°C , 其它聚合物由于结晶太慢或者没有结晶而观察不到结晶温度。而过冷

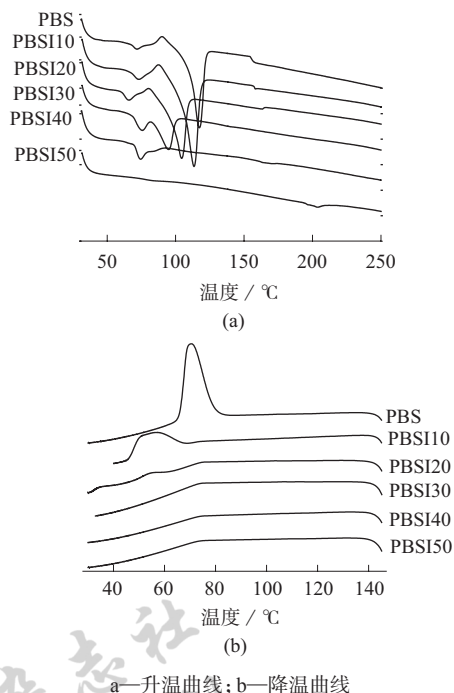


图5 PBS及PBSI的升温和降温DSC曲线

度 ΔT ($\Delta T = T_m - T_c$) 是决定聚合物结晶度的重要因素^[20], 通常随着 ΔT 的增大, 聚合物的结晶能力降低。表 1 示出聚合物的部分热性能。从表 1 可以看到, PBSI10 的 ΔT (56.4°C) 高于 PBS 的 ΔT (47.0°C), 这说明 PBS 的结晶度和结晶能力都高于 PBSI10。随着 IDA 含量增大, PBSI 的结晶度和结晶能力越来越小, 这是因为 IDA 含量越多, 其破坏 PBS 的链段规整性越厉害。

材料	T_m	T_c	ΔT	T_d
PBS	117.5	70.5	47.0	346.6
PBSI10	113.5	57.1	56.4	349.4
PBSI20	104.4			327.5
PBSI30	94.8			350.7
PBSI40	74.5			321.2
PBSI50				341.2

上述结论可以由 XRD 测试结果得到证明。PBS 及 PBSI 的 XRD 测试结果如图 6 所示。由图 6 可以看到, PBS 的 XRD 谱图几个主要峰出现在

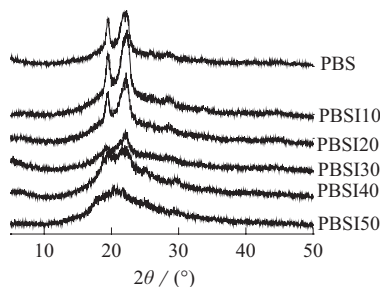


图6 PBS及PBSI的XRD谱图

$2\theta=19.4^\circ, 22.4^\circ$ 和 28.6° ^[7], 这是 PBS 在结晶情况下的特征衍射峰。随着 IDA 的加入, PBSI 的衍射峰强度有所减弱, 甚至消失。由此可以看出, 随着 IDA 的加入, 聚合物的结晶度越来越低。

芳香酰胺通常具有较好的热稳定性, 但是从表 1 可以看出, IDA 的加入对聚合物分解温度 T_d (降解 5% 时的温度) 影响不大, 有升高有降低, 但都在 320°C 以上, 有较好的耐热性。IDA 的加入没有明显提高聚合物的 T_d , 是因为聚合物 PBSI 中既有酯键又有酰胺键, 而酯键比较弱会较早断裂的缘故^[22]。

2.3 拉伸性能

PBS 及 PBSI 的拉伸性能见表 2。由表 2 可以看到, 加入 IDA 后样品的拉伸强度有下降的趋势, 而断裂伸长有增大的趋势。这是因为虽然加入了刚性的酰亚胺链段, 但是也破坏了 PBS 的结构规整性, 同时降低了结晶度, 所以拉伸强度降低, 但聚合物韧性有所增强, 即断裂伸长率增加。

表 2 PBS 及 PBSI 的拉伸性能¹⁾

样品	拉伸强度 / MPa	断裂伸长率 / %
PBS	23.87	16.40
PBSI20	10.28	4.44
PBSI30	15.43	10.87
PBSI40	13.76	18.80
PBSI50	13.94	22.80

注: 1) PBSI10 在相同铺膜条件下不能形成完整的膜, 所以没有进行测试。

2.4 酶降解性

为了在短时间内得到聚合物的生物降解性能, 采用了脂肪酶的磷酸缓冲液做降解实验。影响脂肪族聚酯的生物降解性的因素通常有聚合物的结晶度、分子量和分子结构。PBS 及 PBSI 薄膜的生物降解失重率如图 7 所示。由图 7 可以看到, PBSI 的生物降解性比 PBS 好。这是因为 IDA 的加入降低了聚合物的结晶度, 聚合物无定形区增多。但也不是 IDA 含量越多, 生物降解性越好, 图 7 显示生物降解性最好的是样品 PBSI30。这是由于 IDA 的

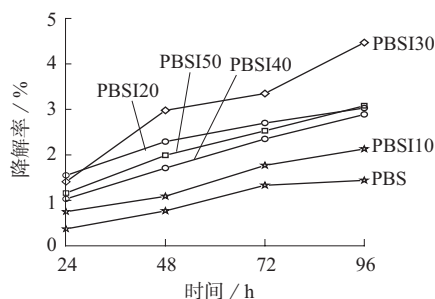


图 7 PBS 及 PBSI 酶降解性

加入对聚合物有两个方面的影响, 一方面, IDA 的加入降低了结晶度以及晶体完整性^[17], 另一方面, IDA 的加入也意味着加入了难以降解的苯环, 抑制了其生物降解性, 所以 PBSI40 和 PBSI50 的降解性能反而降低。

3 结论

成功合成了一种酰亚胺二元酸 IDA, 并将 IDA 引入 PBS 合成了一系列改性聚合物, 相对于 PBS, 随着 IDA 的加入, PBSI 的熔点、结晶度降低, IDA 的加入对分解温度的影响不大, 所有聚合物的分解温度都在 320°C 以上, 具有较好的热稳定性。PBSI 的拉伸强度稍低于 PBS, 但其断裂伸长率随着 IDA 的加入有所增加, 其中 PBSI40 和 PBSI50 的断裂伸长都高于 PBS。另外, IDA 的加入使得 PBSI 的生物降解性得到提高, 其中 PBSI30 的生物降解性最好。

参考文献

- [1] Huang Xi, Li Chuncheng, Zheng Liuchun, et. al. Synthesis, characterization and properties of biodegradable poly(butylene succinate)-block-poly(propylene glycol) segmented copolyesters[J]. Polymer International, 2009, 58:893-899.
- [2] 郝明凤, 刘勇, 丁玉梅, 等. 生物降解高分子材料研究进展 [J]. 工程塑料应用, 2012, 38(2):78-80.
Hao Mingfeng, Liu Yong, Ding Yumei, et al. Research status and application process of biodegradable polymer materials[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 38(2):78-80.
- [3] Fujimaki T. Processability and properties of aliphatic polyesters, 'BIONOLLE', synthesized by polycondensation reaction [J]. Polymer Degradation and Stability, 1998, 59:209-214.
- [4] 张敏, 黄继涛, 崔春娜, 等. PBS/PHB 聚酯材料的生物降解性 [J]. 高分子材料科学与工程, 2010, 26(7):43-46.
Zhang Min, Huang Jitao, Cui Chunna, et.al. Biodegradability of PBS/PHB blends[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2010, 26(7):43-46.
- [5] Kasuya K, Takagi K, Ishieatari S, et. al. Biodegradabilities of various aliphatic polyesters in natural waters[J]. Polymer Degradation and Stability, 1998, 59:327.
- [6] Nagata M, Kiyotsukuri T, Minami S, et. al. Biodegradability of poly(ethylene terephthalate) copolymers with poly(ethylene glycol)s and poly(tetramethylene glycol)[J]. Polymer International, 1996, 39:83.
- [7] 张敏, 张若琳, 李成涛, 等. 马来酸酐和富马酸对聚丁二酸丁二酯的改性研究 [J]. 工程塑料应用, 2013, 41(1):13-17.
Zhang Min, Zhang Ruolin, Li Chengtao, et.al. Modification of poly(butylenes-succinate) by maleic anhydride and fumaric acid[J].

- Engineering Plastics Application, 2013, 41(1):13-17.
- [8] Uesaka T, Nakane K, Maeda S, et, al. Structure and physical properties of poly (butylene succinate)/cellulose acetate blends [J]. Polymer, 2000, 41:8 449.
- [9] Ratto J A, Stenhouse P J, Auerbach M, et, al. Processing, performance and biodegradability of a thermoplastic aliphatic polyester / starch system[J]. Polymer, 1999, 40:6 777-6 788.
- [10] John J, Mani R, Bhattacharya M. Evaluation of compatibility and properties of biodegradable polyester blends[J]. Journal of Polymer Science Part A:Polymer Chemistry, 2002, 40:2 003-2 014.
- [11] Jin H J, Lee B Y, Kim M N, et, al. Chain extension and biodegradation of poly(butylene succinate)with maleic acid units [J]. Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics, 2000, 38:2 240-2 246.
- [12] Jin H J, Lee B Y, Kim M N, et, al. Properties and biodegradation of poly(ethylene adipate) and poly(butylene succinate) containing styrene glycol units[J]. European Polymer Journal, 2000, 36:2 693-2 698.
- [13] Jung I K, Lee K H, Chin I J, et, al. Properties of biodegradable copolyesters of succinic acid-1,4-butanediol / succinic acid-1,4-cyclohexanedimethanol[J]. Journal of Applied Science, 1999, 72:553-561.
- [14] Jin H J, Kim D S, Kim M N, et, al. Synthesis and properties of poly(butylene succinate) with *N*-hexenyl side branches[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2001, 81:2 219-2 226.
- [15] Chae H G, Park S H, Kim B C, et, al. Effect of methyl substitution of the ethylene unit on the physical properties of poly(butylene succinate)[J]. Journal of Polymer Science Part B:Polymer Physics, 2004, 42:1 759-1 766.
- [16] Zhu Changying, Zhang Zhiqiang, Liu Qingping, et, al. Synthesis and biodegradation of aliphatic polyesters from dicarboxylic acids and diols[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2003, 90:982-990.
- [17] Liu Xiaoqing, Liu Chuncheng, Zhang Dong, et, al. Synthesis, characterization and properties of poly(butylene succinate) reinforced by trimellitic imide units[J]. Macromolecular Chemistry and Physics, 2006, 207:694-700.
- [18] 崔永丽, 张仲华, 江利, 等. 聚酰亚胺的性能及应用 [J]. 塑料科技, 2005(3):50-53.
- Cui Yongli, Zhang Zhonghua, Jiang Li, et.al. The properties and applications of polyimide [J]. Plastic Science and Technology, 2005(3):50-53.
- [19] 李玉芳. 聚酰亚胺树脂的生产和应用进展 [J]. 化工文摘, 2009(4):17-20.
- Li Yufang. The production and application process of polyimide resins[J]. Chemical Engineering Abstracts, 2009(4):17-20.
- [20] Xiao Jun, Wan Xinhua, Zhang Dong, et, al. Poly(ethylene terephthalate)reinforced by *N, N'*-diphenyl biphenyl-3,3',4,4'-tetracarboxydiimide moieties[J]. Journal of Polymer Science Part A:Polymer Chemistry, 2002, 40:852-863.
- [21] Lips P A M, Broos R, Heeringen M J M, et, al. Synthesis and characterization of poly(ester amide)s containing crystallizable amide segments[J]. Polymer, 2005, 46:7 823-7 833.
- [22] Montaudo G, Puglisi C, Bicak N, et, al. Thermal degradation of new copolymers from pyromellitic anhydride[J]. Polymer, 1989, 30:2 237-2 245.
- [23] Zheng Linchun, Li Chuncheng, Huang Weiguo, et, al. Synthesis of high-impact biodegradable multiblock copolymers comprising of poly(butylene succinate) and poly(1,2-propylene succinate) with hexamethylene diisocyanate as chain extender[J]. Polymers Advanced Technologies, 2011, 22:279-285.
- [24] Liu Xiaoqing, Liu Chuncheng, Xiao Yaonan, et, al. Nonisothermal crystallization kinetics and melting behaviors of poly(butylene succinate) and its copolyester modified with trimellitic imide units[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2006, 102:2 493-2 499.

巴斯夫在中国加大研发力度,推出创新产品

随着中国塑料业继续以高于 GDP 增速的速度发展,巴斯夫集团的高管们认为消费者对可持续发展产品的需求不断增长,正不断加大在中国的研发力度。

在 2014 中国国际橡塑展上,巴斯夫推出了一系列创新产品。负责大中华区业务与市场发展的巴斯夫全球高级副总裁郑大庆表示,快速的城市化进程和可支配收入的增长使中国以及其他新兴市场的消费者需求日新月异,这同时也带来了能源、消费品安全、废物管理上的挑战。为此,巴斯夫凭借最新的塑料解决方案,与客户紧密合作,在亚太区开发面向本地区以及全球的创新解决方案。

该公司的展品范围广泛。其中创新 PVC-PBT 共挤门窗型材能够代替钢铁用作增强材料,可防止热桥效应,大幅

提高能源效率,同时对窗框的耐用性和强度起到同样的增强效果。该产品来自巴斯夫成立一年的上海研发中心。

巴斯夫还展示了与韩国汽车设计和工程公司 AP Solutions 联合进行的汽车座椅设计研究成果,创造性地运用了巴斯夫材料以减轻质量、节约空间和实现独特造型,为打造更薄、更轻、更舒适的汽车座椅提供了最大限度的设计自由。

巴斯夫还推出了多种添加剂以加快聚合物滚塑成型时的致密化速度。采用 Irganox CB Roto 进行稳定的聚乙烯可加快聚合物成型时的致密化速度,以更短的加热时间和更低的炉温生产出超耐冲击产品。

其它新产品包括用于电子产品的阻燃剂和用于农用薄膜的光稳定剂。

(慧聪网)