

聚碳酸 1,2-丙二酯/聚琥珀酸丁二酯/邻苯二甲酸二烯丙酯 共混体系的研究*

周庆海^{1,2} 高凤翔¹ 王献红^{1**} 赵晓江¹ 王佛松^{1,3}

(¹ 中国科学院长春应用化学研究所 高分子物理与化学国家重点实验室 长春 130022)

(² 中国科学院研究生院 北京 100039) (³ 中国科学院 北京 100864)

摘 要 采用熔融共混的方法制备了聚碳酸 1,2-丙二酯 (PPC)/聚琥珀酸丁二酯 (PBS) 共混物和 PPC/PBS/DAOP (邻苯二甲酸二烯丙酯) 增塑共混物, 对共混物的相容性、热性能、结晶性和物理机械性能进行了初步研究. 研究表明 PPC/PBS 共混物为不相容体系, PPC 对 PBS 的结晶度影响很小; PBS 的加入提高了共混物的起始热分解温度 ($T_{d-5\%}$), 当共混物中 PBS 含量从 10% 增加到 90% 时, 共混物的 $T_{d-5\%}$ 可分别增加 15℃ 到 59℃. DAOP 对 PPC/PBS 共混物有增塑作用, 当 PPC/PBS/DAOP 的比例从 30/70/0 变化到 30/70/30 时, 共混物玻璃化转变温度 (T_g) 下降了 36.9℃. 与 PPC/PBS 共混物相比, 组成优化的 DAOP 增塑共混物 PPC/PBS/DAOP (PPC/PBS/DAOP = 30/70/5) 的断裂伸长率和断裂能最大可提高 31 倍和 34 倍, 分别达到 655.1% 和 3.4 J/mm², 因此引入 DAOP 尽管使共混材料的热稳定性有所下降, 但拓宽了 PPC/PBS 共混材料的使用温度窗口.

关键词 聚碳酸 1,2-丙二酯, 聚琥珀酸丁二酯, 增塑剂, 熔融共混, 增韧

随着人们对环境问题的日益关注, 以脂肪族聚碳酸酯为代表的可降解塑料逐渐得到了市场的认可^[1], 近年来研究较多的脂肪族聚碳酸酯主要包括聚乳酸 (PLA)、聚琥珀酸丁二酯 (PBS)、聚 (β -羟基丁酸酯-戊酸酯) (PHBV)、聚己内酯 (PCL) 和聚碳酸 1,2-丙二酯 (PPC)^[2~8]. PPC 是一种由二氧化碳和环氧丙烷共聚合而成的高分子材料. PPC 含 42 wt% 左右的二氧化碳, 自 1969 年 Inoue^[9] 的开创性工作以来, 一直是学术界研究的热点课题^[10~12]. PPC 除具有良好的生物降解性外, 还具有优良的生物相容性、气体阻隔性和较低的加工温度等特点, 但由于 PPC 的力学性能和热稳定性较差, 限制了其应用范围^[4]. 添加 CaCO₃、SiO₂、蒙脱土、蛭石、淀粉、木纤维和木粉等有机和无机填料虽然可以改善 PPC 的力学性能和耐温性能^[3,13~17], 使强度、硬度及耐热性能均有显著提高, 但因填料在共混过程中容易发生团聚现象, 共混物的韧性依然较差. 曾有文献报导采用 PPC 与各种高聚物共混改善 PPC 的韧性, 如 PPC/PLA、PPC/PHBV、PPC/PBS 等^[18~22], 但由于 PPC 与大部分高聚物为不相容体系, 导致各种共混体系对 PPC 的韧性改进不大.

本文采用熔融共混方法制备了一系列 PPC/PBS 共混物和 PPC/PBS/DAOP 增塑共混物, 通过红外光谱 (FTIR)、示差扫描量热法 (DSC)、热失重分析 (TGA)、偏光显微镜 (POM) 和拉伸试验等方法研究了熔融共混物的相容性、结晶行为、热性能及力学性能.

1 实验部分

1.1 原料

PPC 由内蒙古蒙西高新技术集团公司采用中国科学院长春应用化学研究所的专利技术生产^[23]. PPC 使用前经纯化处理, 将 PPC 溶解在丙酮中制成 10 wt% ~ 15 wt% 的溶液, 随后在剧烈搅拌下加入 1 wt% 盐酸/乙醇溶液使 PPC 沉淀, 沉淀物用乙醇洗至中性, 在 50℃ 下真空干燥后备用. 纯化后 PPC 的 $M_n = 8.5 \times 10^4$, PDI = 2.3 (GPC). PBS (Bionolle No. 1001) 为日本昭和公司 (Showa High Polymer Company, Ltd) 生产, $M_n = 1.03 \times 10^5$, PDI = 2.4 (GPC) 使用前在 80℃ 下真空干燥 48 h. 邻苯二甲酸二烯丙酯从 Aldrich 购得, 没有进一步处理.

* 2008-06-06 收稿, 2008-09-27 修稿 国家自然科学基金 (基金号 20225414) 资助项目; ** 通讯联系人, E-mail: xhwang@ciac.jl.cn

1.2 共混改性方法

将 PPC/PBS 或 PPC/PBS/DAOP 按一定比例混合均匀,随后在 140℃ 和 60 r/min 条件下,在 Haake 密炼机中密炼 6 min 后取出,在空气中冷却,剪碎备用.为了方便表示共混物的具体组分,文中所有共混物的比例均为质量比,例如 PPC/PBS/DAOP = 30/70/10 表示共混物中 PPC 含量为 27.27 wt%, PBS 含量为 63.63 wt%, DAOP 含量为 9.1 wt%.

1.3 分析测试

共混物的 FTIR 谱从德国 BRUKER 公司 TENSOR-27 型傅立叶变换红外光谱仪上获得.共混物先配成 0.5% 的氯仿溶液,在 KBr 盐片上涂膜,采用透射法(transmission method)进行测试.

共混物的 DSC 曲线从 PerkinElmer DSC-7 型热差扫描仪上获得.取 10 mg 左右共混物,在氮气下,将样品以 10 K/min 的速率从室温升温至 140℃,保温 5 min(消除热历史),然后用液氮急速冷却至 -60℃,保温 5 min.以 10 K/min 的速率升温至 140℃,其后再以同样的速率降温至室温,获得样品的 DSC 曲线.

共混物的热解结果从 PerkinElmer TGA-7 型热分析仪上获得.取 5 mg 左右共混好的样品,在氮气下,以 10 K/min 的升温速率从室温升温至 500℃,获得其热解曲线.

共混物的结晶行为在配备有 Linkam TM600 型热台和计算机控制的带 CCD 传感器相机的 Leica DMLP 型偏光显微镜上获得.将样品先以 80

K/min 的升温速率从室温升温至 140℃,保温 5 min 消除热历史,再以 100 K/min 的降温速率降至 80℃,等温结晶 10 min 后进行拍照.

共混样品在平板硫化机上压成 1 mm 厚的样品,用哑铃形裁刀裁成平行部分长 25 mm、宽 4 mm 的哑铃形样条,在测试环境下放置 24 h 后用德国 ZWICK 公司 Z010 型电子拉伸试验机在 20℃ 和 50 mm/min 拉伸速率下进行拉伸实验.

2 结果与讨论

2.1 PPC/PBS 相容性

图 1 为纯 PPC, PBS 以及 PPC/PBS 共混物的 FTIR 谱图,其中的插图(a)为将 1700 ~ 1800 cm^{-1} 处放大的图像,插图(b)为将 1100 ~ 1300 cm^{-1} 处放大的图像.由图 1 可见,PPC 的主要特征吸收峰出现在 1747 cm^{-1} (C=O 伸缩振动)和 1234 cm^{-1} (C-O 伸缩振动)处,PBS 的主要特征吸收峰出现在 1715 cm^{-1} (C=O 伸缩振动)和 1161 cm^{-1} (C-O 伸缩振动)处.在 3500 ~ 4000 cm^{-1} 处未出现明显的 O-H 的特征峰,可能与 PPC 和 PBS 的分子量较大,末端羟基相对含量较低有关.从插图(a)和(b)可以看出,随着 PBS 含量的增加,PPC 与 PBS 的 C-O 吸收峰相互独立,并没有明显靠近,而 PPC 的 C=O 峰则向低波数方向移动,与 PBS 的 C=O 峰靠近,这一现象的出现可能与共混物中 PPC/PBS 的界面相互作用有关.

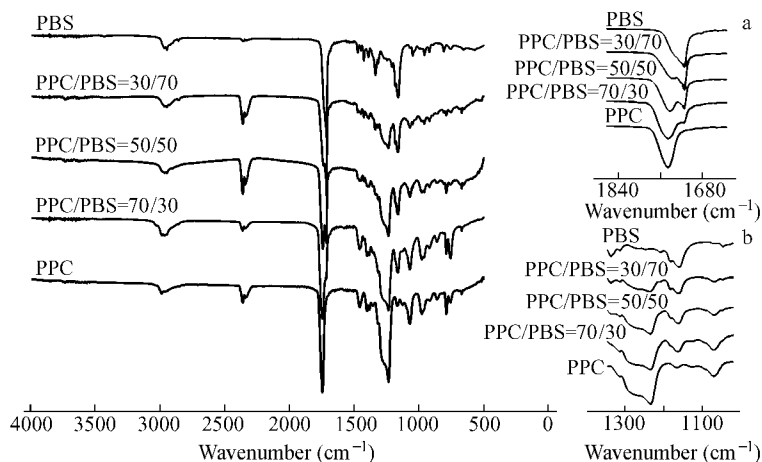


Fig. 1 FTIR spectra of neat PPC, PBS and the PPC/PBS blends

表 1 列出了纯 PPC, PBS 以及不同组成的 PPC/PBS 共混物中的玻璃化转变温度(T_g).由于 PBS 的 T_g 很低(约 -34℃),并且受到 PBS 结晶的

影响,在 DSC 谱图上很难观察到其 T_g ,因此,表中所列 T_g 为共混物中 PPC 相的 T_g .纯 PPC 的 T_g 为 32.9℃,加入质量百分比为 30% 和 70% PBS 后,

T_g 分别提高了 0.3 K 和 2.8 K. 表明在所研究的共混比例下,PPC/PBS 呈相分离状态;只是质量比为 PBS /PPC = 50/50 样品的 T_g 下降了 1 K,可能是在此比例下共混物中 PPC 和 PBS 两个微区相互接触程度相对较大,两相界面存在一定的相互作用,但并不能改变 PPC 与 PBS 的相容性.

加入 DAOP 后,PPC/PBS/DAOP 共混物的 T_g 随着 DAOP 用量的增加而下降,与 PPC/PBS = 30/70 的样品相比 PPC/PBS/DAOP = 30/70/30 的样品 T_g 下降了 36.9℃,达到了 -1.2℃,说明 DAOP 对共混物有良好的增塑作用,扩大了材料的使用温度窗口.

Table 1 The various crystallization parameters of the samples

PPC:PBS:DAOP(W/W)	$T_g(^{\circ}\text{C})$	$T_c(^{\circ}\text{C})$	$T_m(^{\circ}\text{C})$	$\Delta H_m(\text{J/g})$	$X_c, \text{PBS1001}(\%)$
100:0:0	32.9				
70:30:0	33.2	86.2	111.1	17.0	28.4
50:50:0	31.9	86.5	111.5	28.2	28.2
30:70:0	35.7	86.4	112.3	37.1	26.5
0:100:0		86.8	113.0	54.6	27.3
30:70:5	28.0	84.7	112.4	37.9	28.3
30:70:10	13.9	83.8	110.7	40.6	31.9
30:70:20	6.7	81.4	108.9	39.5	33.9
30:70:30	-1.2	79.9	107.3	38.2	35.4

2.2 PPC/PBS 及 PPC/PBS/DAOP 共混物的热性能

PPC 的加工窗口很窄,不仅使纯 PPC 的加工条件难以控制,而且也给 PPC 与其它高聚物进行共混改性增加了难度. PPC 在加工过程中的热分解同时存在无规断链和解拉链降解^[24,25]. 图 2 列出了纯 PPC、PBS 和不同组成 PPC/PBS 共混物的热失重曲线,纯 PPC 的热分解温度在 200~300℃ 之间,热分解曲线上出现了两个分解阶段,表明热降解分两步进行^[24,25]. 纯 PBS 的热分解温度介于 300~450℃ 之间,远高于 PPC. 而质量比为 90/10, 70/30,50/50,30/70 和 10/90 的 PPC/PBS 共混物的起始热分解温度(5% 分解温度 $T_{d-5\%}$) 分别为 237,247,258,266 和 281℃,较纯 PPC(222℃)有明显提高,表明 PBS 的加入能够抑制 PPC 的热分解(无规断链或解拉链),对共混物的成型加工很有帮助. 尽管在 PPC 中加入 PBS 提高了共混物的起始热分解温度,但共混物的热失重曲线上仍存在两个相对独立的热分解温度,分别对应纯 PPC 和纯 PBS 的热分解温度. 在 300℃ 时的热失重曲线上,质量比为 90/10,70/30,50/50,30/70 和 10/90 的 PPC/PBS 共混物的残余质量分别为 14 wt%, 31 wt%, 50 wt%, 71 wt%和 90 wt%,基本与共混物中 PBS 的含量接近,表明在 PPC/PBS 共混物中,PPC 与 PBS 的热降解是相对独立的.

图 3 为 PPC/PBS/DAOP 共混物的热失重曲线,从图中可以看出,随着 DAOP 的加入,共混物

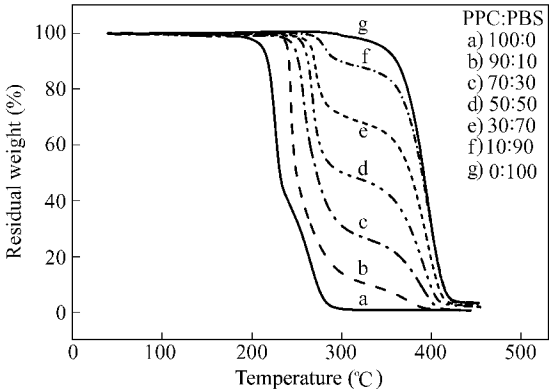


Fig. 2 The TGA curves of PPC/PBS blends

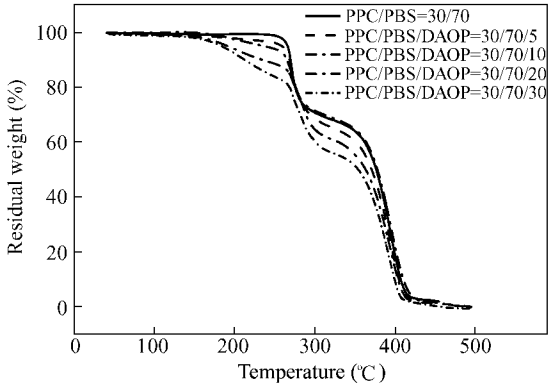


Fig. 3 The TGA curves of PPC/PBS/DAOP blends

的起始热分解温度逐步下降,说明 DAOP 降低了共混物的热稳定性. 这是由于 DAOP 的沸点只有 300℃,在加热过程中,DAOP 随着 PPC 和 PBS 的分解产物一起逸出,所以 DAOP 含量越高,共混物

的热稳定性越差.

2.3 PPC/PBS 共混物的结晶行为及 DAOP 对其影响

图 4 是不同组成的 PPC/PBS 及 PPC/PBS/DAOP 共混物的 POM 图. 由图 4 可见, 当 PBS/PPC = 10/90 时(图 4a), PBS 仅以尺寸很小的晶粒分散在 PPC 基质中. 随着 PBS 量的增加, 晶粒尺寸变大, 当 PBS/PPC = 30/70 时(图 4b), PBS 晶粒直径大约 0.03 mm. 随着 PBS 量的增加, 晶粒尺寸变化并不明显, 图 4(d) 表明, 纯 PBS 并无明显的消光黑十字存在, 说明在此条件下, 纯 PBS 晶粒很小. 这一结果说明, 适量 PPC 的存在, 有利于 PBS 晶粒尺寸的提高, 这是由于等温结晶的温度远高于 PPC 的 T_g 在此温度下 PPC 分子链的活动能力很强, 而处于 PBS 分子间的 PPC 分子削弱了 PBS 分子间的作用力, 有利于 PBS 分子的运动, 因此, 在此条件下, PPC 的存在更有利于 PBS 结晶.

加入 DAOP 后, PBS 的球晶进一步完善(图 4e、图 4f), 这说明 DAOP 的存在提高了 PBS 大分子的活动能力, 从而使 PBS 结晶更加完善.

PBS 的结晶度可从方程 $X_{c,PBS} = \Delta H_m \cdot 100 / \Delta H_{0,PBS} \cdot W_{PBS}$ 求得. 其中, ΔH_m 、 $X_{c,PBS}$ 和 W_{PBS} 分别代表共混物熔融焓、共混物中 PBS 的结晶度和样品中 PBS 重量分数, $\Delta H_{0,PBS}$ 为 100% 结晶的 PBS 的标准熔融焓, 理论值为 200 J/g^[26]. 计算结果总结在表 1 中. 从表 1 可见, 纯 PBS 结晶度为 27.3%, PPC/PBS 共混物中 PBS 的结晶度在 26.5% ~ 28.4% 之间, 与纯 PBS 比较, 结晶度变化不大, 这表明 PPC 对 PBS 的结晶度响很小. 而加入 DAOP 后, 共混物的结晶度随着 DAOP 用量的增加而增大, 这一结果与共混物的 POM 图相吻合, 进一步说明了 DAOP 对 PBS 的结晶起到了促进作用, 使 PBS 的结晶趋于完善, 结晶度变大.

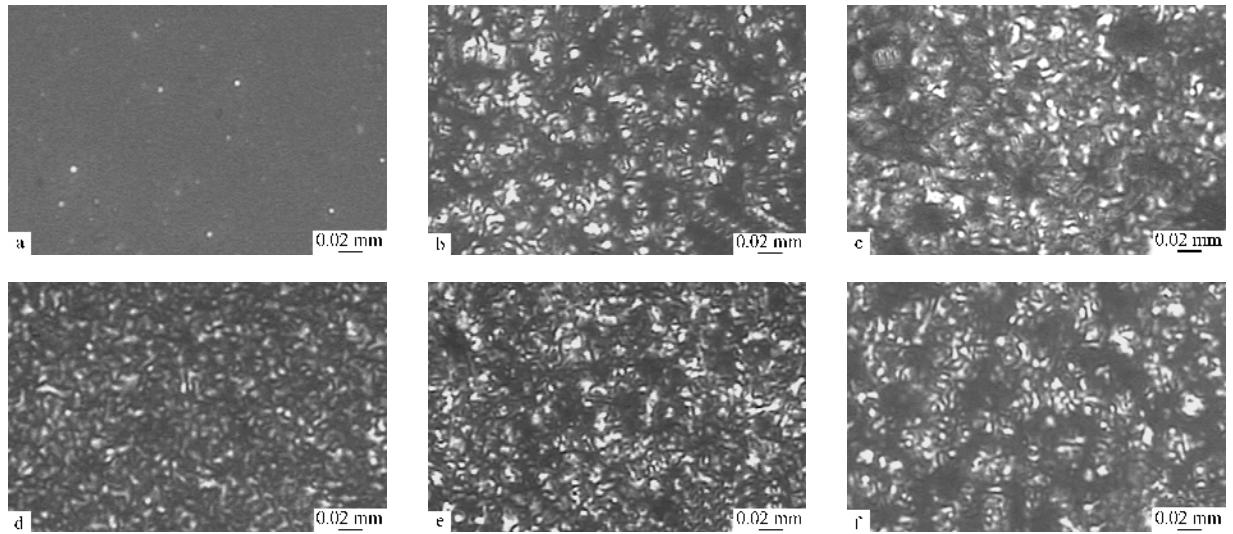


Fig. 4 POM micrographs of PPC/PBS and PPC/PBS/DAOP
a) PPC/PBS = 90/10 ; b) PPC/PBS = 70/30 ; c) PPC/PBS = 30/70 ; d) PBS ; e) PPC/PBS/DAOP = 30/70/5 ; f) PPC/PBS/DAOP = 30/70/10

2.4 PPC/PBS 及 PPC/PBS/DAOP 共混物的力学性能

采用 PBS、DAOP 与 PPC 进行共混改性的目标是提高 PPC 的物理机械性能, 尤其是韧性. 材料的拉伸断裂能可有效表征材料的韧性. 从表 2 所示结果可以看出, 在 PPC/PBS 共混物中随着 PBS 含量的增加, 共混物的杨氏模量和拉伸强度下降, 而断裂伸长率和断裂能只是略有提高, 这可能是由于 PPC 与 PBS 相容性差引起的. 而加入 DAOP 后, 与 PPC/PBS = 30/70 样品相比, 当 PPC/PBS/

DAOP = 30/70/5 时, 共混物的模量大幅下降, 拉伸强度略有降低, 但断裂伸长率和断裂能均分别提高了 31 倍和 34 倍, 达到最大值. 随着 DAOP 用量的进一步增加, 共混物的模量、强度、断裂伸长率和断裂能均较 PPC/PBS/DAOP = 30/70/5 时明显下降.

图 5 为 PPC/PBS/DAOP 共混物的应力-应变曲线, 由图 5 可见, PPC/PBS = 30/70 应力-应变曲线没有屈服出现, 而 PPC/PBS/DAOP = 30/70/5 和 PPC/PBS/DAOP = 30/70/10 的应力-应变曲线上有

明显的屈服出现,尤其是 PPC/PBS/DAOP = 30/70/5 的应力-应变曲线上有多个小峰出现,通常认为是“二次屈服”(secondary yield)所致,该现象是由于在拉伸过程中,链段多次取向引起的^[21];而当 DAOP 用量大于 10 份时(20 份,30 份),应力-应变曲线并没有出现明显的屈服,强度和断裂伸长率与 DAOP 用量为 5 份时比较,有明显下降.这可能是由于在测试条件下,少量增塑剂的内润滑作用减少了共混物大分子之间以及大分子内部的作用

力,增加了分子链的柔性,延长了分子链的松弛过程,从而更有利于大分子的取向,因此共混物的应力-应变曲线上出现屈服和二次屈服,致使其柔韧性增加.但是同时,增塑剂也会使共混物大分子中的连接点溶剂化后分开,减少了大分子间的相互作用力,使体系的拉伸强度和模量逐渐降低;当继续增加增塑剂的用量时,过量的增塑剂会增加共混物中的缺陷,从而使共混物的强度和断裂伸长率明显降低.

Table 2 Mechanical properties of PPC/PBS blends

PPC/PBS/Plasticizer	E-Modulus (MPa)	Tensile strength (MPa)	Elongation at break (%)	Breaking energy ^a (J/mm ²)
100/0/0	1034	47.9	13.5	0.1
70/30/0	866	40.9	14.5	0.1
50/50/0	720	41.0	15.6	0.1
30/70/0	523	40.2	21.0	0.1
0/100/0	391	41.1	275.7	1.8
30/70/5	279	36.2	655.1	3.4
30/70/10	180	32.1	556.9	2.3
30/70/20	123	22.3	445.1	1.6
30/70/30	102	19.9	441.4	1.4

^a Breaking energy was calculated from the integral area of the tensile curve and X axis.

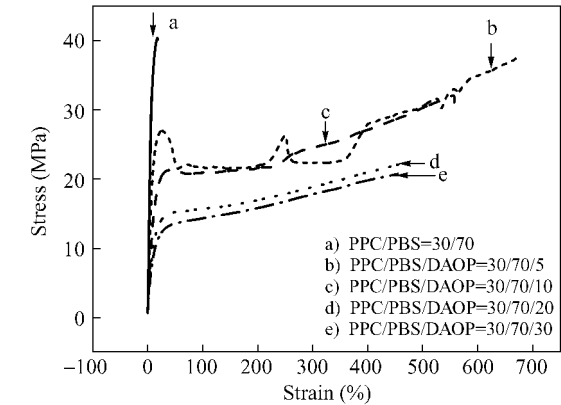


Fig. 5 Stress-strain curves of PPC/PBS/DAOP blends

3 结论

PPC/PBS 共混物为不相容体系,PPC 对 PBS 结晶行为影响很小,但 PBS 的加入可以提高共混物的热稳定性.DAOP 起到了增塑剂的作用,降低了共混物的 T_g .虽然 DAOP 的加入使共混物的热稳定性有所下降,但提高了共混材料的韧性,扩大了 PPC/PBS 共混物的使用温度范围.

REFERENCES

1 Shah A A,Hasan F,Hameed A,Ahmed S. *Biotechnol Adv*,2008,26(3) 246 ~ 265
2 Tarkin-Tas E,Goswami S K,Nayak B R,Mathias L J. *J Appl Polym Sci*,2008,107(2) 976 ~ 984
3 Ma X F,Chang P R,Yu J G,Wang N. *Carbohydr Polym*,2008,71(2) 229 ~ 234
4 Luinstra G A. *Polymer Reviews*,2008,48(1) 192 ~ 219
5 Steeves D M,Farrell R,Ratto J A. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*,2007,1(1) 94 ~ 108
6 Sultana N,Wang M. *Journal of Experimental Nanoscience*,2008,3(2) 121 ~ 132
7 Quynh T M,Mitomo H,Nagasawa N,Wada Y,Yoshii F,Tamada M. *Eur Polym J*,2007,43(5) 1779 ~ 1785
8 Xu H,Teng C Q,Yu M H. *Polymer*,2006,47(11) 3922 ~ 3928
9 Inoue S,Koinuma H,Tsurata T. *J Polym Sci Polym Lett Ed*,1969,7(4) 287 ~ 292
10 Sugimoto H,Kuroda K. *Macromolecules*,2008,41 312 ~ 317
11 Noh E K,Na S J,Sujith S,Kim S W,Lee B Y. *J Am Chem Society*,2007,129(26) 8082 ~ 8083
12 Liu B Y,Zhao X J,Wang X H,Wang F S. *Polymer*,2003,44(6) 1803 ~ 1808

- 13 Jiao J, Xiao M, Shu D, Li L, Meng Y Z. *J Appl Polymer Sci*, 2006, 102(6): 5240 ~ 5247
- 14 Shi X D, Gan Z H. *Eur Polym J*, 2007, 43(12): 4852 ~ 4858
- 15 Xu J, Li R K Y, Meng Y Z, Mai Y W. *Mater Res Bull*, 2006, 41(2): 244 ~ 252
- 16 Xu J, Li R K Y, Xu Y, Li L, Meng Y Z. *Eur Polym J*, 2005, 41(4): 881 ~ 888
- 17 Ge X C, Zhu Q, Meng Y Z. *J Appl Polym Sci*, 2006, 99(3): 782 ~ 787
- 18 Ma X F, Yu J G, Wang N. *J Polym Sci, Part B: Polym Phys*, 2006, 44(1): 94 ~ 101
- 19 Wang X Y, Peng S W, Dong L S. *Colloid Polym Sci*, 2005, 284(2): 167 ~ 174
- 20 Wang S F, Lu L C, Gruetzmacher J A, Currier B L, Yaszemski M J. *Macromolecules*, 2005, 38(17): 7358 ~ 7370
- 21 Pang M Z, Qiao J J, Jiao J, Wang S J, Xiao M, Meng Y Z. *J Appl Polym Sci*, 2008, 107: 2854 ~ 2860
- 22 Zhang H L, Sun X H, Chen Q Y, Ren M Q, Zhang Z H, Zhang H F, Mo Z S. *Chinese J Polym Sci*, 2007, 25: 589 ~ 597
- 23 Zhao Xiaojiang (赵晓江), Liu Binyuan (刘宾元), Wang Xianhong (王献红), Zhao Daqing (赵大庆), Wang Fosong (王佛松). China patent, 98125655.4. 1998-12-24
- 24 Lu X L, Zhu Q, Meng Y Z. *Polym Degrad Stab*, 2005, 89(2): 282 ~ 288
- 25 Lai M F, Li J, Liu J J. *J Therm Anal Calorim*, 2005, 82(2): 293 ~ 298
- 26 Hexig B, Alata H, Asakawa N, Inoue Y. *J Polym Sci, Part B: Polym Phys*, 2005, 43: 368 ~ 377

STUDY ON THE POLYBLENDS OF POLY(PROPYLENE CARBONATE)/ POLY(BUTYLENE SUCCINATE)/DIALLYL PHTHALATE

ZHOU Qinghai^{1,2}, GAO Fengxiang¹, WANG Xianhong¹, ZHAO Xiaojiang¹, WANG Fosong^{1,3}

⁽¹⁾ State Key Laboratory of Polymer Physics and Chemistry, Changchun Institute of Applied Chemistry,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

⁽²⁾ Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

⁽³⁾ Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864)

Abstract Biodegradable polyblends of poly(propylene carbonate) (PPC)/poly(butylene succinate) (PBS) and PPC/PBS/DAOP (diallyl phthalate) were prepared by melt blending. The miscibility, crystallization, thermal stability and mechanical properties of the polyblends were investigated by fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), differential scanning calorimetry (DSC), thermogravimetric analysis (TGA), polarized optical microscope (POM) and tensile tests. The data from FTIR and DSC indicated that PPC and PBS were immiscible, PPC showed insignificant influence on the crystallinity of PBS, DAOP was a suitable plasticizer in the studied blending system. Compared with polyblends of PPC/PBS = 30/70 (W/W), T_g of the polyblends (PPC/PBS/DAOP = 30/70/30 (W/W)) decreased 36.9°C. The TGA results indicated that the thermal decomposition of PPC and PBS was independent on each other, but the thermal decomposition temperatures ($T_{d-5\%}$) of the PPC/PBS polyblends increased by 15 ~ 59°C when the weight ratio of PBS increased from 10% to 90%. On the contrary, the addition of DAOP in PPC/PBS polyblends decreased the $T_{d-5\%}$. POM observation revealed that DAOP promoted the crystallization of PBS. The tensile curves showed that DAOP increased the ductility of the polyblends, compared with the polyblends of PPC/PBS = 30/70 (W/W), the elongation at break of the polyblends (PPC/PBS/DAOP = 30/70/5 (W/W)) increased by 31 times from 21.0% to 655.1%, and the corresponding break energy increased by 34 times from 0.1 J/mm² to 3.4 J/mm², which was very important for enlarging the application temperature window of the polyblends.

Keywords Poly(propylene carbonate), Poly(butylene succinate), Plasticizer, Melt blending, Toughening