

PC/Irradiated HUPEA 共混物力学性能研究

宋伟强^{1,2} 宋清焕³ 吕晓华² 逄永周² 吴承训¹

¹ (东华大学材料科学与工程学院 上海 200051)

² (河南省科学院同位素研究所 郑州 450052)

³ (河南省漯河医学高等专科学校 漯河 462001)

摘要 研究了聚碳酸酯 (Polycarbonate, PC) 和经辐射处理的超支化不饱和聚酯酰胺 (Irradiated HUPEA) 的共混物 (PC/Irradiated HUPEA) 的力学性能, 并与 PC 和未经辐射处理的 HUPEA 的共混物 PC/HUPEA 的力学性能进行了对比。研究发现, HUPEA 以及低吸收剂量的 HUPEA 降低 PC 的拉伸模量和弯曲模量, 与之相反, 高吸收剂量 HUPEA 提高 PC 的拉伸模量和弯曲模量, 100kGy 时分别提高 31.3%、7%, 除冲击性能外, 其它力学性能指标均有不同程度提高。此外, 共混物的断裂伸长均高于纯 PC。

关键词 超支化不饱和聚酯酰胺, 聚碳酸酯, 力学性能, 电离辐射

中图分类号 O631.3, O631.5, O631.6, O633

与传统线形聚合物不同, 超支化聚合物大分子近于球形, 大分子间缺乏链缠结, 具有较低的熔体粘度和溶液粘度, 大分子末端带有大量官能团。基于其特殊性能, 超支化聚合物可用作热塑性或热固性树脂的改性剂和添加剂, 如增韧剂、加工助剂、流变改性剂或共混组分^[1]。

聚碳酸酯 (Polycarbonate, PC) 熔体粘度高于许多热塑性树脂, 注塑较困难。因此, 用超支化聚合物作为改性剂改善聚碳酸酯的流动性能和其它性能的研究, 具有应用价值。文献[2]报道, 端基部分改性的超支化聚酯与 PC 有相容性。文献[3]报道, 将 PC 与 22.5% 的羟基为端基或乙酰氧基为端基的超支化聚酯共混, 与纯 PC 相比, 共混物的拉伸模量分别提高 32% 和 15%, 抗压模量分别提高 15% 和 7.5%。但断裂伸长则从纯 PC 的 82% 降到 3% 以下, 韧性也下降。

作为关于超支化不饱和聚酯酰胺 (Hyperbranched unsaturated polyesteramide, HUPEA) 系列研究的一部分, 本工作报道了辐照 HUPEA 聚合物与 PC 共混物 (PC/Irradiated HUPEA) 的力学性能, 并与未辐照 HUPEA 聚合物和 PC 共混物 (PC/HUPEA) 的力学性能进行了对比。关于超支化不饱和聚酯酰胺合成、性能及辐射效应参见文献[4,5]。

1 实验材料和方法

1.1 材料

超支化不饱和聚酯酰胺 HUPEA, 自制, $M_n=59460$, $M_w/M_n=2.5$, $[\eta]=5.88 \text{ cm}^3/\text{g}$, 约 16% 的链节含有碳碳不饱和双键; 聚碳酸酯 (PC), 型号 T-1260, 上海申联化工厂。

1.2 辐射源及仪器设备

^{60}Co γ 射线源, 活度 $6.7 \times 10^{15} \text{ Bq}$ 。TE-34 型双螺杆挤出机, 化学工业部化工机械研究院挤出 2 机械研究所; JPH 30 型注射机, 广东省顺德恒利塑机有限公司; CMT5104 型电子式万能试验机, 深圳新三思实验设备有限公司; 日本岛津 DT-40 热分析仪。

1.3 共混工艺

将 PC 树脂粒 100℃ 真空干燥 4h, 将其与 HUPEA 按 PC: HUPEA=99:1 重量比混合均匀, 双螺杆挤出机挤出造粒, 挤出温度为: I 段, 255℃; II 段, 265℃; III 段, 265℃; IV 段, 250℃。将粒料与不同量的 PC 树脂粒混合, 注射机注射成型、制样, 注射温度同挤出温度。

第一作者: 宋伟强, 男, 1968 年 9 月出生, 2006 年于东华大学获博士学位, 高分子材料专业, 副研究员
收稿日期: 初稿 2006-04-12, 修回 2006-09-08

1.4 力学性能测试

拉伸性能: 试样尺寸 76.07 mm (l) $\times$ 5.25 mm (w) $\times$ 2.34 (h) mm。标距 25 mm, 拉速 10 mm/min。室温。弯曲性能: 试样尺寸 126.30 mm (l) $\times$ 13.28 mm (w) $\times$ 3.44 (h) mm。跨距 52 mm, 速度 2 mm/min, 位移 5.5 mm。室温。

冲击强度: 试样尺寸 69.15 mm (l) $\times$ 13.02 mm (w) $\times$ 3.25 (h) mm, V 型缺口深度为试样宽度的 20%, 室温。

1.5 热失重

升温速率 10 $^{\circ}$ C/min, 温度范围 30—600 $^{\circ}$ C, 静态空气。

2 结果和讨论

2.1 PC/Irradiated HUPEA 共混物拉伸性能

表 1 列出了 PC/ HUPEA 共混物和 PC/Irradiated HUPEA 共混物的拉伸模量及强度、屈服强度及断裂伸长。由表 1 可见, 与纯 PC 相比, PC/ HUPEA 共混物拉伸模量下降, 1.0% HUPEA 时下降了 16.4%; 但 PC/ HUPEA 共混物断裂伸长均高于纯 PC。出乎意料的是, 经过长时间 γ 射线辐照的 HUPEA, 可以提高 PC 的拉伸性能, 而短时间辐照的 HUPEA 则会降低 PC 的拉伸性能。尤其是吸收剂量 100kGy 的 HUPEA 与 PC 的共混物, 与纯 PC 相比, 拉伸模量提高 31.3%。

Table 1 Tensile strength (in MPa) of PC blended with 1% pristine HUPEA or irradiated HUPEA

Samples	Modulus	Strength	Yield strength	Eongation at break / %
Pristine PC	2818	62.8	58.6	83.0
PC/HUPEA	2355	58.7	58.7	84.0
PC/50kGy-irradiated HUPEA	2270	56.6	55.6	89.6
PC/100kGy-irradiated HUPEA	3700	62.9	61.0	85.5

2.2 PC/Irradiated HUPEA 共混物弯曲性能

表 2 列出了 PC/ HUPEA 共混物和 PC/Irradiated HUPEA 共混物的弯曲模量及强度、最大弯曲力。共混物的弯曲性能对 HUPEA 含量及其吸收剂量的

依赖性, 与拉伸性能相似。HUPEA 以及低吸收剂量的 HUPEA 与 PC 共混, 降低了 PC 的弯曲性能, 而高吸收剂量的 HUPEA 则会提高 PC 的弯曲性能, 提高。

Table 2 Bending strength (in MPa) of PC blended with 1% pristine HUPEA or irradiated HUPE

Samples	Modulus	Strength	Maximum bending stress/ N
Pristine PC	2194	81.7	165
PC/HUPEA	2108	78.9	159
PC/50kGy-irradiated HUPEA	2007	75.3	152
PC/100kGy-irradiated HUPEA	2348	86.8	175

2.3 PC/Irradiated HUPEA 共混物的抗冲击性能

抗冲击实验条件下, 纯 PC 试条没有完全断裂, 检测值为 66.9kJ/m², 而共混物试条都完全断裂, 缺口冲击强度检测值大为下降: 混有 0.43% HUPEA 的试条为 16.6 kJ/m², 混有 1% HUPEA 的试条无论辐照与否为 10.3—10.9 kJ/m²。这些结果表明, HUPEA 会降低 PC 的抗冲击能力。

2.4 HUPEA 对 PC 力学性能改性分析

从上述力学性能测试结果可以看出, HUPEA 及低剂量 HUPEA 降低 PC 的拉伸和弯曲性能, 高剂量 HUPEA 则提高 PC 的拉伸和弯曲性能。原因可能在于, 在挤出及注射温度下, HUPEA 及低吸收剂量 HUPEA 热稳定性差。TG 检测表明, 255 $^{\circ}$ C 温度时, HUPEA 热失重 4.9%, 50kGy HUPEA 热

失重 1.7%，而 100kGy HUPEA 热失重低于 0.5%，见图 1。至于 100kGy HUPEA 可以提高 PC 的拉伸及弯曲性能，原因可能在于一方面 100kGy HUPEA 热稳定性好，另一方面，此剂量辐照使 HUPEA 大分子交联，使之更为密实^[5]，具有更高硬度，与 PC 共混物的模量提高。

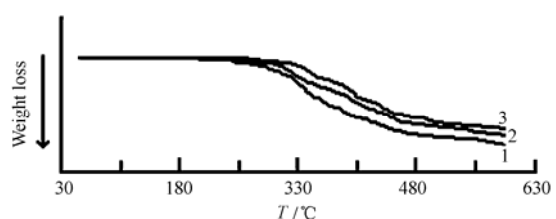


Fig.1 TG spectra of HUPEA polymer at different absorbed dose
1. Unirradiated, 2. 50kGy, 3. 100kGy

3 结论

将 HUPEA 或低吸收剂量的 HUPEA 与 PC 共混，会降低 PC 的拉伸和弯曲模量；而将高吸收剂量的 HUPEA 与 PC 共混，除冲击强度外，各项力学性能指标均有不同程度提高，尤其是拉伸和弯曲

模量分别提高 31.3%和 7%。分析认为，辐射有利于 HUPEA 模量提高，进而使共混物的拉伸和弯曲模量上升。

参考文献

- 1 Gao C, Yan D. Progress in Polymer Science, 2004, **29**: 183-275
- 2 Connolly M, Wedler W, Ma B, *et al.* Presented at the 35th IUPAC international symposium in Akron, Ohio, July 11-15, 1994
- 3 Massa D J, Shriner K A, Turner S R, *et al.* Novel blends of hyperbranched polyesters and linear polymers. Macromolecules, 1995, **28**(9): 3214-3220
- 4 Weiqiang S, Qinghuan S, Chengxun W. e-Polymers, 2006, no.053
- 5 宋伟强, 逯永周, 邓刚, 等. 辐射研究与辐射工艺学报, 2006, **24**(4): 209-213
SONG Weiqiang, TI Yongzhou, DENG Gang, *et al.* J Radiat Res Radiat Process, 2006, **24**(4): 209-213

Mechanical properties of PC blended with irradiated HUPEA

SONG Weiqiang^{1,2} SONG Qinghuan³ TI Yongzhou² LV Xiaohua² WU Chengxun¹

¹(College of Material Science and Engineering, Donghua University, Shanghai 200051)

²(Isotope Institute of Henan Academy of Sciences, Zhengzhou 450052)

³(Luohe Medicine College, Luohe 462001)

ABSTRACT Hyperbranched unsaturated polyesteramide (HUPEA) irradiated by ⁶⁰Co γ -rays was blended into polycarbonate (PC) and mechanical properties of the blends were compared of the controls, i.e. pristine PC and PC with non-irradiated HUPEA. The results showed that blending PC with non-irradiated HUPEA or HUPEA irradiated to 50kGy had decreased tensile and flexural modulus, while PC blended with HUPEA irradiated to 100kGy increased the tensile and flexural modulus by 31.7% and 7%, respectively. The mechanisms of the mechanical properties change were discussed.

KEYWORDS Hyperbranched unsaturated polyesteramide, Polycarbonate, Mechanical property, Irradiation

CLC O631.3, O631.5, O631.6, O633