

文章编号: 1673-3851 (2012) 06-0813-04

EBA 改性对聚碳酸酯增韧性能的影响

查道鑫,姚跃飞,曹贤君

(浙江理工大学材料与纺织学院,杭州 310018)

摘 要:采用乙烯—丙烯酸丁酯共聚物(EBA)对高抗冲聚碳酸酯(PC)进行增韧改性。分别使用缺口冲击试验机、万能试验机、熔融指数仪和 FESEM 对 PC 和 EBA 增韧的 PC 的力学性能,流动性和结构形态进行表征。结果表明:随着 EBA 含量的增加,材料的韧性逐渐增强,10% 的 EBA 增韧 PC 时,增韧效果较好,冲击强度达 81 kJ/m²,但共混材料的熔融指数降低到 11.5 g/10 min。因此,在注射成型过程中应当提高注射成型温度和压力;当 EBA 用量超过 10% 时,增韧 PC 的拉伸强度、弯曲强度有明显下降。

关键词:聚碳酸酯;增韧处理;缺口冲击强度;伸长率;乙烯—丙烯酸丁酯共聚物

中图分类号: TQ320.4 **文献标识码:** A

0 引 言

聚碳酸酯(PC)是一种性能优异的工程塑料,具有耐候性能好、尺寸稳定性好、耐热等优点,但 PC 易于应力开裂,耐溶剂性差,在溶剂和碱性环境下易发生应力开裂和溶胀,在低温条件下抗冲击能力下降,限制了其应用范围^[1]。为解决此问题,一般采用增韧剂进行共混增韧处理,或采用高抗冲击 PC 材料。有人采用了核壳结构的增韧剂聚甲基丙烯酸甲酯—丁二烯—苯乙烯三元共聚物(MBS)及部分弹性体增韧剂对低抗冲击 PC 进行增韧处理,提高了 PC 的抗冲击能力^[2-6]。近些年对于丙烯酸酯以及丙烯酸酯类共聚物的研究较多^[7-8],但将 EBA 用于 PC 材料的增韧,则少有研究。本文通过双螺杆挤出机混炼捏合来完成增韧剂 EBA 对高抗冲击 PC 材料的增韧处理,以期得到最佳的配比。

1 实验部分

1.1 实验原料

聚碳酸酯(PC2200,日本帝人公司);乙烯—丙烯酸丁酯共聚物(EBA3217,美国杜邦公司)。

1.2 样品制备

不同 PC/EBA 样品的制备,按表 1 给出的混合比配制试验样品。

表 1 PC/EBA 混合比

样品号	PC 质量/%	EBA 质量/%
1	100	0
2	97	3
3	95	5
4	90	10
5	85	15

PC 原料置于 120℃鼓风烘箱内 12 h,增韧剂等置于 60℃鼓风烘箱中 12 h,以除去材料中的水分。按照预定配方将材料分别加入高速搅拌机中搅拌混合,再将混合料倒入双螺杆挤出机中,挤出后经循环水冷却,切粒。其中挤出机各区温度分别为 200、210、225、235、240、245、245、245℃,挤出机主机转速设定为 360 r/min,注塑机温度为 265℃,压力为 50 MPa。最后将 PC/EBA 颗粒注塑成标准样条,用于力学性能和流动性测试。

1.3 测试方法

1.3.1 截面形貌观察

通过 ULTRA55 型场发射扫描电镜(FESEM)

收稿日期: 2012-05-17

作者简介: 查道鑫(1988-),男,安徽安庆人,硕士研究生,主要从事高分子材料的研究。

通讯作者: 姚跃飞, E-mail: yfyao@zstu.edu.cn

观察的共混材料截面的形貌。

1.3.2 缺口冲击强度测试

通过 XJUD-5.5 数显式悬臂梁冲击试验机对标准缺口冲击样条进行冲击试验,测定标准 GB/T1843—2008。

1.3.3 拉伸强度及伸长率测试

采用 H10KS 万能试验机对标准拉伸样条进行拉伸实验,拉伸强度及伸长率测试标准根据 GB/T1447—2005。

1.3.4 弯曲强度及弯曲模量测试

采用 H10KS 万能试验机对标准弯曲样条进行弯曲实验,弯曲强度及弯曲模量测试标准根据 GB/T9341—2008。

1.3.5 熔融指数测试

通过 XJ-6605 熔融指数仪,在 300℃,1.2 kg 条件下测试,熔融指数测试标准根据 GB/T3682—2000。

2 实验结果及分析

2.1 EBA 增韧改性 PC 脆断面的 SEM 分析

图 1(a)为 PC 的低温脆断 SEM 照片,图 1(b)和图 1(c)分别为 3%和 10%的 EBA 增韧 PC 试样的脆断面 SEM 照片。由图 1(a)看出,PC 材料的脆断面相对光滑、平整;由图 1(b)可见 3%EBA 与 PC 共混材料的脆断面出现孔洞结构。根据 SEM 分析可知,增韧剂加入 PC 后出现了粒子“空洞化”现象,导致了多孔结构的产生,且空洞在 PC 内部分散均匀、松散。由图 1(c)看出,10%EBA 增韧的 PC 材料的整个断面类似于网状结构,空洞之间间距更为紧密,相互作用进一步加强,大量的 EBA 颗粒形成的空洞网状结构,在材料受到外力作用时,PC 发生形变,EBA 颗粒立即做出反应,也发生形变,EBA 的形变会吸收大量能量,同时弹性体具备一定的回复力,能使材料的韧性得到提高。

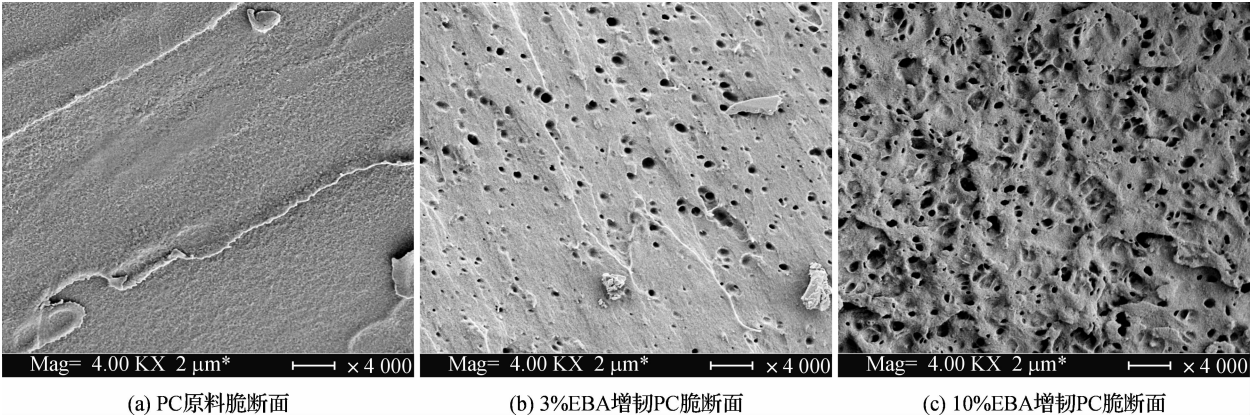


图 1 不同 EBA 含量的增韧 PC 脆断面的形貌(4000 倍)

2.2 EBA 增韧改性 PC 冲击断面的 SEM 分析

图 2(a)为 PC 原料冲击断面的 SEM 照片,图 2(b)和图 2(c)分别为 3%和 10%的 EBA 增韧 PC 试样的冲击断面 SEM 照片。从图 2(a)可看出,PC 表面已经表现出韧性断裂的特征,冲断面表面出现起皮现象,明显为缺口向外撕裂时断口两面相互作用的结果。由图 2(b)可知,3%EBA 增韧的 PC 材料中 EBA 分散相对均匀,然而 EBA 颗粒分散较松散,其 PC 相冲击断面仍与图 2(a)的冲击断面相一致,在 EBA 与 PC 的界面处,PC 向外伸展程度明显好于 PC 原料本身的冲击断面,但 EBA 含量较少,材料的韧性提高有限。由图 2(c)可看出,EBA 颗粒间的距离很近,相互作用较明显,颗粒之间的 PC 相沿 EBA 颗粒向外伸展,使断面撕裂出现的层状结构更为明显,PC 断裂处呈齿状结构,在瞬间冲击力撕裂

下能形成众多很薄的断裂口,这是高抗冲 PC 原料、3%EBA 增韧 PC 材料所不能达到的效果。由图 2 可得出结论,EBA 越多,在 PC 相中分散越均匀,由于 EBA 本身为弹性体,具备质地较软、高弹性、有很好的回复作用等特点,在材料受到冲击时,能及时发生形变,EBA 颗粒伸长方向沿着材料的撕裂方向伸展,缓冲冲击力,同时,弹性体 EBA 颗粒还能够对 PC 相形变起到缓冲的作用,使得材料的韧性随着 EBA 的增加逐渐增强。

2.3 增韧剂对 PC 机械特性的影响

样品的机械性能测试结果见图 3~图 5。从图 3、图 4 可知,当 EBA 添加量低于 10%时 PC/EBA 的冲击强度、伸长率随 EBA 的增加而增加;当 EBA 添加量为 10%时,缺口冲击强度从原 PC 材料的 72 kJ/m² 提高到 81kJ/m²,增长了 12.5%,伸长率从

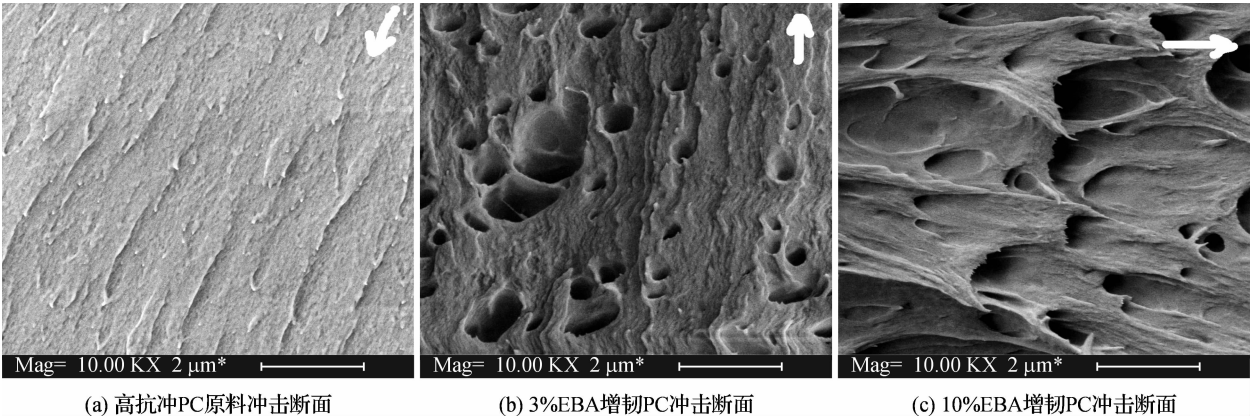


图 2 不同 EBA 含量的增韧 PC 缺口冲击断面的形貌
(注:白色箭头代表冲击方向,×10 000 倍)

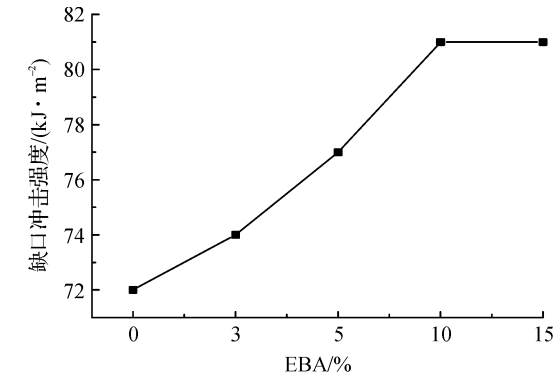


图 3 EBA 的量与 PC/EBA 缺口冲击强度的关系

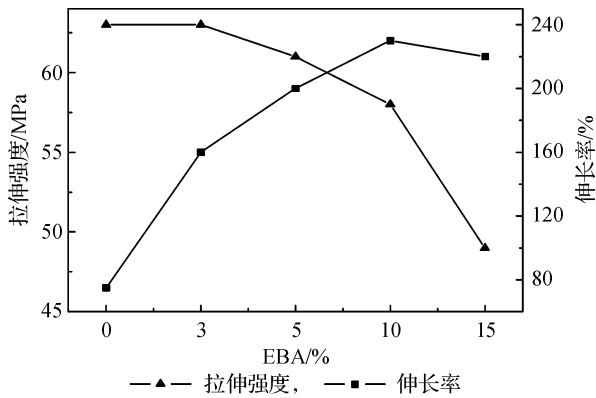


图 4 EBA 的量与 PC/EBA 伸长性能的关系

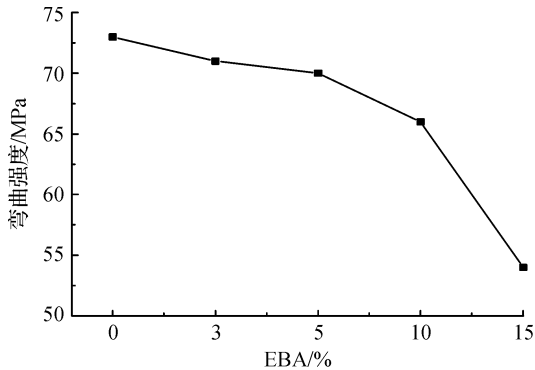


图 5 EBA 的量与 PC/EBA 弯曲强度的关系

75%提升到 230%,提高了近 2 倍;当 EBA 添加量高于 10%时,PC/EBA 复合材料的缺口冲击强度无明显增加,伸长率略有降低。从图 4 和图 5 可知,拉伸强度和弯曲强度都随 EBA 增韧剂的增加而减小,EBA 增韧剂超过 10%时,拉伸强度和弯曲强度急剧下降;主要是由于 EBA 是热塑性弹性体,其强度比 PC 低,增韧混合的结果使材料的柔软性增加,拉伸强度和弯曲强度下降。

2.3 增韧剂对聚碳酸酯流动性的影响

图 6 为增韧剂混合比例对熔融指数的影响,反映 PC/EBA 的可加工流动性。由图 6 可知,随 EBA 混合比例量的增加,PC/EBA 熔融指数随之下降。当 EBA 含量为 15%时,材料的熔融指数为 11 g/10 min。EBA 原料的熔融指数值为 7 g/10 min,低于 PC 原料的熔融指数 14 g/10 min,导致了 PC/EBA 的流动性下降,使材料的可加工性变差。所以 EBA 的添加量不宜过大,且在对 PC/EBA 进行成型加工时,应适当提高加工温度和压力等。

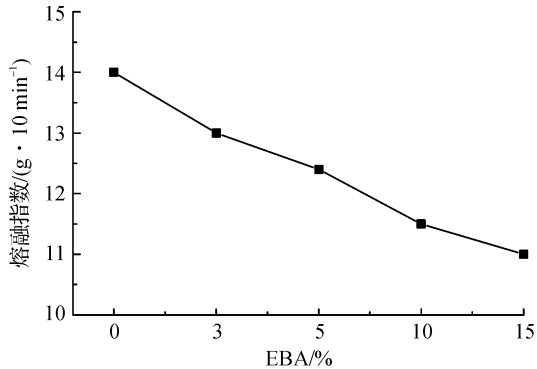


图 6 EBA 的量与 PC/EBA 熔融指数的关系

3 结 论

a) 加入 EBA 能明显改善 PC 材料的韧性,当 EBA 含量为 10%时,复合材料的综合力学性能较

好,其缺口冲击强度从 72 kJ/m² 提升到 81 kJ/m²,比原 PC 材料提升了 12.5%;伸长率从 75%提升到 230%,比原 PC 材料提高了近 2 倍。

b) 随着 EBA 含量的增加,PC/EBA 复合材料的熔融指数逐渐下降,材料的可加工性变差。当 EBA 为 15%时,PC/EBA 复合材料的熔融指数从原 PC 材料的 14 g/10min 降低到 11 g/10 min,比 PC 原料的熔融指数降低了 21.4%。因此,EBA 的添加量不宜过大。

参考文献:

[1] 白绘宇. 增韧 PBT/PC 共混物结构与性能的研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2005.
[2] 李玉林, 何培新. 高分子合金增韧机理的研究进展[J]. 高分子材料科学与工程, 2002, 18(5): 26-30.

[3] 李 晶, 吕荣侠, 华 心. 聚碳酸酯/弹性体合金的断裂过程形貌研究[J]. 现代塑料加工应用, 1999, 11(6): 1-6.
[4] 郭宝华, 徐晓琳, 徐 军. MBS 对聚碳酸酯的增韧作用及其增韧机理的探讨[J]. 橡塑技术与装备杂志, 2006, 23(5): 23-26.
[5] 徐会军, 唐颂超, 杨 龙. 不同结构的 ACR 核壳粒子增韧聚碳酸酯的机理[J]. 功能高分子学报, 2009, 22(3): 276-281.
[6] 林志丹, 麦堪成. 聚碳酸酯共混物增容改性研究[J]. 合成树脂及塑料, 2002, 19(2): 43-46.
[7] 吴 利, 骆祥伟, 方小兵, 等. 纳米海泡石改性核壳丙烯酸酯胶粘剂[J]. 浙江理工大学学报, 2009, 26(3): 322-325.
[8] 周 斌. 长烷基侧链对氟化甲基丙烯酸酯嵌段共聚物表面结构构筑的影响[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2010.

Effect of EBA Modification on the Toughening
Property of Polycarbonate

ZHA Dao-xin, YAO Yue-fei, CAO Xian-jun

(School of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In this paper, a flexibilizer named ethylene butyl acrylate (EBA) copolymer is used to toughen the high—impact polycarbonate (PC). The mechanical properties, liquidity, and structural morphology of the PC and EBA—toughening PC are measured with test instruments. The results show that the EBA copolymer can bring the notched impact of PC from 72 kJ/m² to 81 kJ/m² when the EBA is 10%. However, the melt index dropped to 11.5 g/10 min. Thus, the higher temperature and harder pressure should be adopted to produce the modified PC. When more than 10% of ethylene acrylic ester copolymer is used, the flexibilizer can reduce the stiffness and flexural strength.

Key words: polycarbonate; toughening; notched impact strength; elongation; ethylene butyl acrylate copolymer

(责任编辑: 张祖尧)