

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.03.021

## PA6 / ABS 共混及增容改性

徐冬梅, 刘太闯, 孙龙

(徐州工业职业技术学院, 江苏徐州 221140)

**摘要:**以聚己内酰胺(PA6)为主体材料,将丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)与PA6共混,并加入马来酸酐接枝ABS(ABS-g-MAH)作相容剂,研究了ABS及相容剂ABS-g-MAH用量对PA6/ABS共混物力学性能的影响。结果表明,随着ABS用量增加,PA6/ABS共混物的拉伸强度下降,冲击强度先上升后下降,收缩率变化不大,ABS用量为10份时PA6/ABS共混物的综合性能较好。相容剂ABS-g-MAH对PA6/ABS共混物的力学性能有较明显的影响,随着相容剂用量增加,拉伸强度和冲击强度均先上升后下降,相容剂用量3~9份时有利于共混物保持较高的拉伸强度和冲击强度。

**关键词:**聚己内酰胺;丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料;相容剂;共混改性

**中图分类号:** TQ325 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)03-0121-04

### Blending and Compatibilizing Modification of PA6/ABS

Xu Dongmei, Liu Taichuang, Sun Long

(Xuzhou College of Industrial Technology, Xuzhou 221140, China)

**Abstract :** With polycaprolactam (PA6) as the main materials, acrylonitrile-butadiene-styrene plastics (ABS) was blended with PA6, and ABS-g-MAH was used as the compatilizer. The influence of ABS content and compatilizer ABS-g-MAH content on the mechanical properties of PA6 / ABS blends was studied. The results showed that with the increase of ABS dosage, the tensile strength of PA6 / ABS blends declined, impact strength declined after rising first, shrinkage rate changed little. When ABS dosage was ten copies, the comprehensive performance of the blend was better. ABS-g-MAH had a significant impact on the mechanical properties of PA6 / ABS blends. With the increase of compatilizer dosage, both tensile strength and impact strength first rose and then declined. When the compatilizer dosage was 3 to 9 parts, it was beneficial for the blends to maintain high tensile strength and impact strength.

**Keywords :** polycaprolactam ; acrylonitrile-butadiene-styrene plastics ; compatilizer ; blending modification

聚己内酰胺(PA6)具有较高的力学强度、优异的耐磨抗震吸音性、优异的耐化学药品腐蚀性及良好的加工流动性,是尼龙中应用广泛的产品之一<sup>[1-2]</sup>。但其熔体强度低导致了注塑成型时容易流涎,分子极性引起的吸水率大以及低温下冲击强度低都影响了PA6的应用<sup>[3-6]</sup>。

丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)性能优良,既具有韧、硬、刚等优良的力学性能,又有较好的尺寸稳定性、表面光泽度、电镀性能等<sup>[7]</sup>。将PA6

与ABS共混,得到的共混物具有高流动性、高冲击强度和高断裂伸长率的特性<sup>[8-9]</sup>。虽然结晶的PA6和非结晶的ABS相容性不好,但是通过添加相容剂、填充剂等第三组分后可以改变共混物的结晶,取得较好的改性效果<sup>[10-12]</sup>。张宇等<sup>[13]</sup>考察了相容剂ABS-马来酸酐接枝物和苯乙烯-马来酸酐接枝物(SMA)对PA6/ABS共混物分散性的影响,发现两种相容剂对于PA6/ABS共混体系都是有效的。蔡绪福等<sup>[14]</sup>利用SMA作为相容剂,考察了相

**基金项目:** 徐州市科技项目重点研发计划项目(KC17131)

**通讯作者:** 徐冬梅,教授,主要研究方向为高分子材料加工与改性 E-mail: luncy6@163.com

**收稿日期:** 2019-12-17

**引用格式:** 徐冬梅,刘太闯,孙龙. PA6 / ABS 共混及增容改性[J]. 工程塑料应用,2020,48(3):121-124.

Xu Dongmei, Liu Taichuang, Sun Long. Blending and compatibilizing modification of PA6 / ABS[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(3):121-124.

溶剂用量和 PA6/ABS 共混比对共混体系力学性能的影响,发现 PA6/ABS/SMA 共混体系配比为 100:10:6 时,拉伸性能与冲击性能达到最佳。郝成君等<sup>[15]</sup>选用马来酸酐接枝聚烯烃弹性体为相容剂,考察了其对于 PA6/ABS 力学性能的影响。

笔者以马来酸酐接枝 ABS(ABS-g-MAH) 作为相容剂,考察了 ABS 及相容剂用量对 PA6/ABS 共混材料性能的影响。

## 1 实验部分

### 1.1 原材料

PA6: 1013T, 徐州腾飞工程塑料有限公司;

ABS: PA-757K, 镇江奇美化工有限公司;

ABS-g-MAH: 东莞市樟木头佳桐塑胶原料经营部;

抗氧剂 1010: 上海翎睿化工有限公司。

### 1.2 仪器及设备

真空干燥箱: DZF-6210 型, 上海贺德实验设备有限公司;

高速混合机: SHR10L 型, 张家港亿利机械有限公司;

同向双螺杆配混挤出机: CTE35 型, 科倍隆科亚(南京)机械有限公司;

注塑机: CS-130/90 型, 常州华丰机械有限公司;

缺口型制样机: Q1M11 型, 深圳三思纵横科技股份有限公司;

电子万能试验机: GT-AT-7000LA 型, 高铁检测仪器有限公司;

冲击试验机: XJJ-5 型, 承德市东来检测仪器有限公司。

### 1.3 试样制备

将 PA, ABS, ABS-g-MAH 于 80℃ 干燥 12 h 后经高速混合机初混合, 然后加入双螺杆挤出机塑化后造粒, 注塑成型制备试样。挤出机一区~七区温度分别为 175, 185, 195, 205, 215, 220, 220℃, 机头温度 215℃, 主机频率 5 MHz。注塑机机筒一区、二区、三区温度分别为 230, 240, 260℃, 射嘴温度 245℃, 保压时间 4 s。

### 1.4 性能测试

冲击性能按 GB/T 1843-2008 测试, 摆锤能量 5.5 J, 摆锤速率 3.46 m/s。

拉伸性能按 GB/T 1040.1-2006 测试, 1A 型试样, 拉伸速率 50 mm/min。

收缩率按 GB/T 15585-1995 测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 ABS 用量对 PA6/ABS 共混物性能的影响

#### (1) 拉伸性能。

以 ABS 用量 0, 10, 20, 30, 40 份, 分别与 100 份的 PA6 树脂进行共混, 共混物的拉伸性能见图 1。

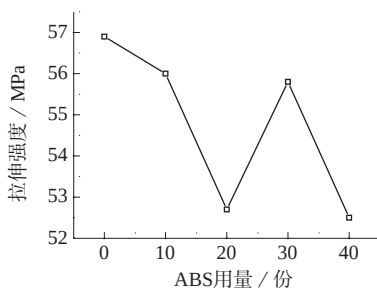


图1 不同ABS用量PA6/ABS共混物的拉伸性能

由图1可以看出, ABS的加入使共混物拉伸强度低于PA6的拉伸强度, 但PA6强度的保持率都在90%以上, ABS用量40份时共混物的拉伸强度最低, PA6的拉伸强度保持率为92.3%。这是因为纯PA6的拉伸强度为56.9 MPa, 高于ABS的拉伸强度4.5 MPa, 随着ABS用量的增加, 使PA6中结晶区域减少, 而破坏结晶需要较大能量<sup>[16]</sup>, 所以材料拉伸强度比纯PA6的拉伸强度低。

#### (2) 冲击性能。

ABS本身具有良好的冲击强度(22 kJ/m<sup>2</sup>), 而PA6是高结晶材料, 其冲击性能并不好, 表现为脆性。不同ABS用量共混物的冲击性能见图2。

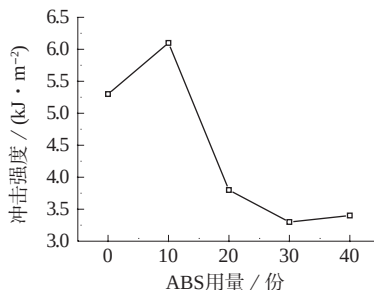


图2 不同ABS用量PA6/ABS共混物的冲击性能

由图2可以看出, 随着ABS用量的增加, 共混物的冲击强度呈先上升后下降趋势, ABS用量为10份时, 冲击强度达到最高值6.1 kJ/m<sup>2</sup>。从增韧机理看, ABS增韧PA6属于橡胶粒子增韧机理<sup>[17]</sup>。而橡胶粒子增韧塑料的关键是能否引发银纹, 引发剪切带, 而引发银纹和剪切带的关键取决于相容性。

#### (3) 收缩性能。

PA6一般注塑的收缩率为1.4%~1.8%, ABS

为 0.4%~0.9%。不同 ABS 用量共混物的收缩率见图 3。可以看出, ABS 用量不同时共混物的收缩率变化不大。

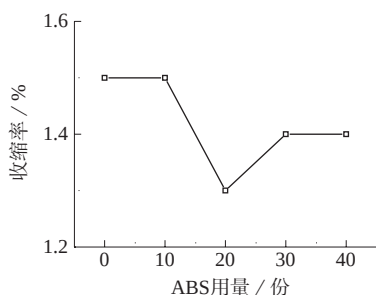


图3 不同ABS用量PA6/ABS共混物的收缩率

## 2.2 相容剂用量对PA6/ABS共混物性能的影响

### (1) 拉伸性能。

相容剂能够提高不相容体系的相容性,从而提高体系的综合力学性能,相容剂的好坏,可通过共混体系的性能得以体现<sup>[18]</sup>。固定PA6用量为100份,ABS用量为10份,改变相容剂ABS-g-MAH的用量为0,3,6,9,12份,考察不同相容剂用量PA6/ABS共混物的拉伸强度,见图4。

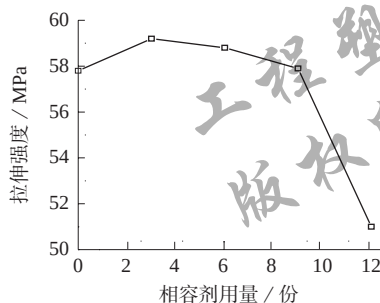


图4 不同相容剂用量PA6/ABS共混物的拉伸强度

由图4可以看出,相容剂ABS-g-MAH的加入,使得PA6/ABS共混物的拉伸强度先上升后下降,相容剂用量为3份时,拉伸强度最大,超过9份后下降明显。这是因为相容剂改善了PA6/ABS共混物的界面,增加了界面强度,提高了拉伸强度;当相容剂用量过多后,破坏了PA6的结晶性,导致拉伸强度下降。

### (2) 冲击性能。

不同相容剂用量PA6/ABS共混物的冲击性能见图5。由图5可以看出,加入相容剂ABS-g-MAH显著提高了PA6/ABS的冲击强度。这是因为相容剂ABS-g-MAH促进了PA6/ABS共混物分散相粒子的细化,使PA6的结晶度下降,改善了共混物的抗冲击能力,使共混物的冲击强度提高<sup>[19]</sup>。当相容剂用量超9份时,极性MAH含量相对增加是体系

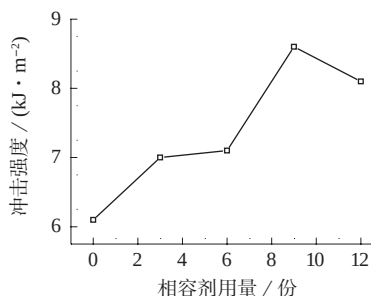


图5 不同相容剂用量PA6/ABS共混物的冲击强度

脆性增加、冲击强度下降主要因素。

## 3 结论

(1) 随着ABS用量增加,PA6/ABS共混物的拉伸强度下降,冲击强度先上升后下降,收缩率变化不大。ABS用量为10份时综合性能较好。

(2) 相容剂ABS-g-MAH对PA6/ABS共混物的性能有较明显的影响,随着相容剂用量增加,拉伸强度先上升后下降;冲击强度上升显著,但当用量超过9份时冲击强度开始下降。

### 参考文献

- [1] 王春花. 以环三磷腈为内核的星型尼龙6材料及助剂的制备与性能研究[D]. 湘潭:湘潭大学,2016.  
Wang Chunhua. Preparation and properties of star-branched nylon 6 material and additive with hexafunctional cyclotriphosphazene core[D]. Xiangtan:Xiangtan University,2016.
- [2] 王媛玉,吴斌,姚顺英,等. PA6/POSS复合材料的性能研究[J]. 宁波工程学院学报,2018,30(2):19-25.  
Wang Yuanyu, Wu Bin, Yao Shunying, et al. Properties of composites based on PA from caprolactam (PA6) and polyhedral oligomeric silsesquioxane (POSS)[J]. Journal of Ningbo University of Technology,2018,30(2):19-25.
- [3] 李爱英,常杰云,王凯全,等. PA6/ABS/ABS-g-MAH合金的研究[J]. 塑料工业,2005,33(5):76-77.  
Li Aiying, Chang Jieyun, Wang Kaiquan, et al. Study on PA6 / ABS / ABS-g-MAH alloy[J]. China Plastics Industry,2005,33(5):76-77.
- [4] 李丹,黄伯芬,李志刚,等. EBA-g-MAH共聚物增容PA6/ABS共混体系的聚集态结构与性能[J]. 塑料工业,2010,38(2):46-49.  
Li Dan, Huang Bofen, Li Zhigang, et al. Structure and mechanical property of PA6 / ABS polymer blends compatibilized by EBA-g-MAH copolymer[J]. China Plastics Industry,2010,38(2):46-49.

- [5] 周朝辉,曹远尼,李彬,等. 氧化石墨烯增强尼龙材料及其制备方法和应用:CN105038212A[P].2015-11-11.  
Zhou Chaohui, Chao Yuanni, Li Bin, et al. Graphene oxide reinforced nylon material and its preparation and Application:CN105038212A[P].2015-11-11.
- [6] 杨刚. 一种用于3D打印高强度低收缩尼龙材料及其制备方法:CN105504801A[P].2016-04-20.  
Yang Gang. A high strength and low shrinkage nylon material for 3D printing and its preparation method:CN105504801A[P].2016-04-20.
- [7] 刘志林,汪克凤,张海勇,等. PA6/ABS合金的增韧改性研究[J]. 塑料工业,2013,41(4):23-25.  
Liu Zhilin, Wang Kefeng, Zhang Haiyong, et al. Study on toughening modification of PA6 / ABS alloy[J]. China Plastics Industry, 2013, 41(4):23-25.
- [8] 周健,谢红良,周仕龙,等. 马来酸酐接枝物改性ABS/PA6合金的结构与性能[J]. 现代塑料加工应用,2016,28(1):38-41.  
Zhou Jian, Xie Hongliang, Zhou Shilong, et al. Structure and property of ABS / PA6 alloy modified by polymer grafted maleic anhydride[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2016, 28(1):38-41.
- [9] 陈健. 低光泽PA6/ABS合金的影响因素[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(6):43-47.  
Chen Jian. Influence factors of low gloss PA6 / ABS alloys[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(6):43-47.
- [10] 倪卓,郭震,林煜豪,等. PA6/ABS共混材料的微观结构与相容性[J]. 深圳大学学报理工版,2019,36(4):398-404.  
Ni Zhuo, Guo Zhen, Lin Yuhao, et al. Microstructure and compatibility of PA6 / ABS blends[J]. Journal of Shenzhen University Science and Engineering, 2019, 36(4):398-404.
- [11] 严伟,杨春林,张姣姣,等. ABS/PA6/OMMT共混体系的结晶及热力学性能[J]. 塑料,2018,47(3):40-43.  
Yan Wei, Yang Chunlin, Zhang Jiaojiao, et al. Crystallization and thermal mechanical property of ABS / PA6 / OMMT blends[J]. Plastics, 2018, 47(3):40-43.
- [12] 刘春林,肖叶彬,李军,等. PA6/ABS共混物非等温结晶行为研究[J]. 中国塑料,2010,24(9):22-26.  
Liu Chunlin, Xiao Yebin, Li Jun, et al. Research on non-isothermal crystallization behavior of PA6 / ABS blends[J]. China Plastics, 2010, 24(9):22-26.
- [13] 张宇,胡佳旭,诸权,等. 高性能PA6/ABS合金的研制[J]. 广州化工,2011,39(20):69-70.  
Zhang Yu, Hu Jiaxu, Zhu Quan, et al. Development of high-performance PA6 / ABS alloys[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2011, 39(20):69-70.
- [14] 蔡绪福,陈力,鲁成祥. ABS/PA6/SMA共混体系的结构与性能[J]. 四川大学学报:工程科学版,2005,37(6):81-86.  
Cai Xufu, Chen Li, Lu Chengxiang. Study on the structure and properties of ABS / PA6 / SMA blends[J]. Journal of Sichuan University:Engineering Science Edition, 2005, 37(6):81-86.
- [15] 郝成君,田大明. PA6/ABS合金的研制[J]. 化工时刊,2010, 24(1):4-6.  
Hao Chengjun, Tian Daming. Preparation of PA6 / ABS alloy[J]. Chemical Industry Times, 2010, 24(1):4-6.
- [16] 郭建兵,严伟,秦舒浩,等. ABS/PA6共混体系聚集态结构的表征及其与力学性能的关系[J]. 塑料,2008,37(3):25-27.  
Guo Jianbing, Yan Wei, Qin Shuhao, et al. The quantitative description of aggregate structure and the relationship with mechanical properties of PA6 / ABS blends[J]. Plastics, 2008, 37(3):25-27.
- [17] 谭志勇,李丹,吴广峰,等. PA6/ABS共混物性能研究[J]. 中国塑料,2012,26(1):35-40.  
Tan Zhiyong, Li Dan, Wu Guangfeng, et al. Study on properties of PA6 / ABS blends[J]. China Plastics, 2012, 26(1):35-40.
- [18] 应启广,谷宗宝,黄宝玉. 相容剂种类对PA6/ABS合金性能的影响[J]. 塑料工业,2010,38(9):21-24.  
Ying Qiguang, Gu Zongbao, Huang Baoyu. The effects of compatibilizers type on the properties of PA6 / ABS alloy[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(9):21-24.
- [19] 王超,李迎春,郭晓晨,等. ABS-g-MAH对PA6/ABS合金性能的影响研究[J]. 塑料工业,2011,39(10):34-37.  
Wang Chao, Li Yingchun, Guo Xiaochen, et al. Effect of ABS-g-MAH on properties of PA6 / ABS alloy[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(10):34-37.