

尼龙 11 共混物形态结构对力学性能影响的研究

周秀苗 胡国胜

(华北工学院高分子研究所,太原 030051)

摘要 用扫描电子显微镜(SEM) 对尼龙 11 共混物的形态结构进行了研究,探讨了形态结构对力学性能的影响。形态结构分析表明,接枝物的加入,降低了界面间的表面张力,使两相分散均匀,分散度提高,增强了相间的粘接力,改善了尼龙 11 与聚乙烯的相容性。在保持拉伸强度基本不变的情况下,有效地提高了其冲击强度。

关键词 尼龙 11 共混物 形态结构 力学性能

尼龙 11(PA11) 是一种具有优良性能的塑料,PA11 虽已研制出近 50 年,但与其它 PA 相比,PA11 仍有待于进一步的开发。从我国的经济发展来看,对高性能材料、高附加值产品的需求越来越大,PA11 以现在这样的速度和规模发展是远远不够的。目前,单一组分的 PA11 远不能满足应用的需求,通过增韧、增强等方法来改进产品性能是 PA11 开发新产品、降低成本、拓宽应用领域的最有效的途径。国外在 PA11 的改性研究方面较为活跃^[1~5],例如,Sato 等进行了 PA11 和橡胶类材料的共混改性研究,在改性过程中加入金属盐类和金属氧化物,可使共混物的力学性能提高数倍;但其使用寿命降低。国外研究最多的是用玻璃纤维、碳纤维增强改性 PA11,但材料成本较高。国内有关 PA11 的研究重点是 PA11 树脂的合成、挤出成型的配方与工艺,以及相关产品的应用开发,而对 PA11 共混物的形态结构及其对力学性能的影响报道的还很少。笔者研究了 PA11 共混物的形态结构,为进一步研制新型的 PA11 共混物提供了可靠的试验依据。

1 实验部分

1.1 原料

PA11: 自制;
高密度聚乙烯(HDPE): 粒状,5000S,大庆石油化工公司;
马来酸酐接枝聚乙烯(PE-g-MAH): 粒状,上海日之升新技术发展有限公司;
马来酸酐接枝(乙烯/丙烯/二烯) 共聚物(EPDM-g-MAH): 粒状,上海日之升新技术发展有限公司;

抗老剂: PKB-215,粉状,北京加成助剂研究所。

1.2 设备与仪器

高速混合机: GH-10A 型,北京塑料机械厂;

双螺杆挤出机: TSSJ-25~33 型,晨光化工研究院塑料机械研究所;

注塑机: SZ-100/80 型,上海塑料机械厂;

扫描电子显微镜(SEM): KYKY-1000B 型,美国 Amray 公司;

拉力试验机: SL-10000 N 型,晨光化工研究院塑料机械研究所;

悬臂梁冲击试验机: XJU-22 型,晨光化工研究院塑料机械研究所。

1.3 共混物的制备

按一定比例把干燥好的 PA11、HDPE、PE-g-MAH 或(和) EPDM-g-MAH,以及助剂,在高速混合机中混合均匀后,用双螺杆挤出机进行熔融共混并造粒^[6~8]。

1.4 性能测试

拉伸强度按 GB/T 1040-1992 测试;冲击强度按 GB/T 1843-1996 测试。

1.5 共混物形态结构的观察

将冲击后的试样进行处理,经真空镀膜后,用 SEM 观察试样的结构形态。

2 结果与讨论

2.1 不同配比对 PA11 共混物力学性能的影响^[9,10]

表 1 列出不同配比 PA11 共混物的力学性能。

表 1 不同配比的 PA11 共混物的力学性能

项目	PA11 / PE-g-MAH / EPDM-g-MAH / PE			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
	70 / 10 / 0 / 20	70 / 15 / 0 / 15	70 / 20 / 0 / 10	70 / 13 / 7 / 10
拉伸强度 / MPa	37.6	38.3	36.5	37.5
冲击强度 / J · m ⁻¹	150.8	215.3	130.0	350.9

注: 配比以质量分数计。

从表 1 中 1[#]~3[#]试样的数据看出,随着增容剂

PE-g-MAH 的加入, PA11 共混物的拉伸强度基本保持不变, 而冲击强度先增加后降低。在 PE-g-MAH 的用量为 15% 时, 冲击强度最大, 这是由于初始阶段, 增容剂的加入改善了 PA11 与 PE 的相容性, 与纯 PA11 相比冲击强度得到了提高, 当增容剂为最佳用量时, 其冲击强度提高幅度较大, 且拉伸强度也出现最大值。4[#] 试样, 由于又加入了 EPDM-g-MAH, 引入了橡胶粒子, 使得共混物的冲击强度比 1[#] ~3[#] 试样得到大幅度提高。

用 SEM 研究 PA11 共混物的冲击断面形态结构时, 一般可以观察到冲击断面上两种不同的显微区域。一个区域为分散相颗粒空洞化和界面脱粘部位, 另一区域则为共混物的剪切屈服区域。图 1 是相容性较差的共混物的 SEM 照片。由图 1 看出, 界面存在脱粘和分散相颗粒表面光滑的形态。图 2 是相容性较好的共混物的 SEM 照片。由图 2 看出, 两相界面模糊, 分散相颗粒很小, 分散相很小的颗粒和基体材料的粘接强度高, 当材料受冲击载荷时分散相和连续相同时变形, 在冲击断面上已分不清两相, 呈现絮状和界面空化空间, 且可观察到不规则的剪切带。



图 1 相容性较差的共混物的 SEM 照片

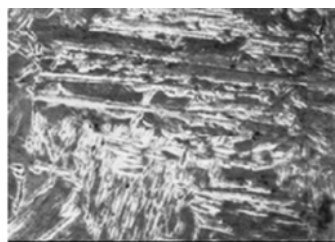


图 2 相容性较好的共混物的 SEM 照片

图 3 ~图 5 分别为 1[#]、2[#]、3[#] 试样的 SEM 照片。从图 3 ~图 5 可以看出, 2[#] 试样的冲击断面结构比 1[#] 试样和 3[#] 试样的断面结构明显细小、致密。这进一步说明了 2[#] 试样的冲击强度比 1[#]、3[#] 试样高的原因。从图 3 和图 5 还可看出, 在 1[#] 试样和 3[#] 试样中存在着一一定的空洞, 而空洞并不能有效地控制银纹

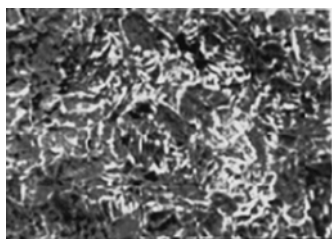


图 3 1[#] 试样的 SEM 照片

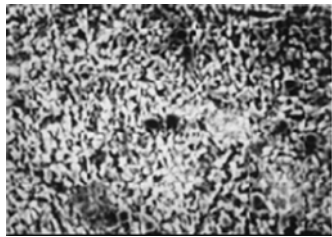


图 4 2[#] 试样的 SEM 照片

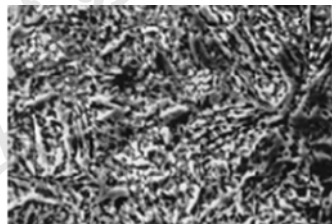


图 5 3[#] 试样的 SEM 照片

的发展, 并使银纹及时终止而不致发展成破坏性的裂纹, 使得力学性能降低。

图 6 是 4[#] 试样的 SEM 照片。对比图 6 和图 4 可看出, 4[#] 试样的冲击断面比 2[#] 试样明显致密, 而且 4[#] 试样中橡胶颗粒的存在, 能够诱发大量的银纹, 而大量银纹的产生, 能吸收大量的能量。此外, 橡胶颗粒还能诱发剪切带和终止银纹, 这是消耗能量的另一个因素, 从而使 4[#] 试样的冲击强度得到提高。

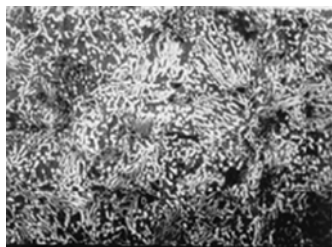


图 6 4[#] 试样的 SEM 照片

2.2 螺杆转速对 PA11 共混物力学性能的影响

图 7、图 8 是不同螺杆转速的 PA11 共混物的 SEM 照片。从图 7 看出, 螺杆转速较高的 SEM 照片上有很明显的剪切屈服带, 剪切带不仅能消耗能量而且还能终止银纹使其不致发展成破坏性的裂纹, 所以可大大提高材料的冲击强度。而图 8 螺杆转速较低的 SEM 照片上没有形成剪切屈服带, 故共混物

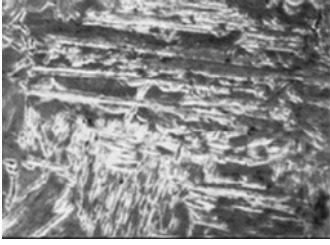


图 7 螺杆转速较高的共混物 SEM 照片

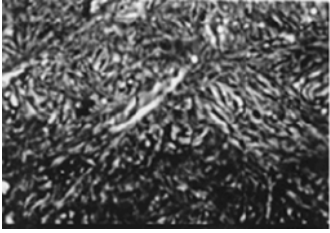


图 8 螺杆转速较低的共混物 SEM 照片

的力学性能较低。这与力学性能测试数据相一致。

3 结论

(1) SEM 分析表明,在 PA11 与 PE 的共混物中添加增容剂接枝共聚物后降低了界面间的表面张力,使两相分散均匀,增强了相间的粘接力,改善了 PA11 与 PE 的相容性,有效地提高了其韧性。

(2) 不同配方及不同工艺条件下制备的 PA11 共混物的 SEM 分析表明,增容剂 PE-g-MAH 的用量

及工艺条件对 PA11 共混物的性能有明显影响。

参考文献

- 1 Liang Zhizhong. Dynamic mechanical properties of polypropylene-polyamide blends. J Appl Polym Sci, 1992, 44(4) : 699
- 2 Mehrabzadeh M. Studies of mechanical properties, thermal behavior and morphology of polyamide 11 and nitrile rubber blends: Effect of rudder and acrylonitrile content. J Polym Sci Technol, 1995, 4(3) : 156
- 3 Mehrabzadeh M. Impact modification of polyamide 11. J Appl Polym Sci, 1996, 61(13) : 2305
- 4 Moilanen Anu M. 4 unexpected strengthening of polyamide 11 with liquid crystalline oligomers of 2-alkoxy-4-hydroxybenzoic acids. 1. Macromolecules, 1998, 31(4) : 8598
- 5 Krishnaswamy Rajendra K. Wholly thermoplastic composites from woven performs based on Nylon-11 fiber reinforced in situ with a hydroquinone-based liquid crystalline polyester. Polym Compos, 1997, 18(4) : 526
- 6 陈广新,刘景江,尼龙 1010 分别与未接枝和接枝马来酸酐的高抗冲聚苯乙烯的共混物研究. 高分子学报, 1999, 15(5) : 557
- 7 解孝林,李伯耿. RSMA 增容 PA6/PP 共混物的形态结构和增容机理. 高分子材料科学与工程, 1999, 15(5) : 107
- 8 李笃信,贾德民. PP-g-DBM 增容 PP/PA6 共混物的性能研究. 工程塑料应用, 2000, 28(8) : 31
- 9 李齐方,田明. 尼龙 11/MBS/环氧树脂共混合金的力学性能和增韧机理. 高分子材料科学与工程, 2001, 17(4) : 57
- 10 张淑芳. 超切尼龙结构分析. 工程塑料应用, 1989, 17(1) : 42

STUDY ON THE EFFECT OF THE MORPHOLOGICAL STRUCTURE ON THE MECHANICAL PROPERTY OF NYLON 11 POLYBLEND

Zhou Xiumiao, Hu Guosheng

(Polymer Research Institute, North China Institute of Technology, Taiyuan 030051, China)

ABSTRACT The morphological structure of nylon 11 polyblend was studied by means of SEM and its effect on the mechanical property was also discussed. The morphological structure analysis indicated that PE-g-MAH addition decreased the surface tension, making the two phases disperse uniformly, enhancing the bonding strength of interface and improving the compatible property of nylon 11 and PE. Impact strength was improved under the condition that the tensile strength kept basically constant.

KEYWORDS nylon 11, polyblend, morphological structure, mechanical property

专营进口橡塑新材料——广州智达公司——提高企业产品的高性能价格比的专家

* (乙烯/乙酸乙烯酯)共聚物 (E/VAC)

E/VAC/CO E/nBA/CO 三元共聚物

用途:塑料和橡胶共混改性。涂覆、吹塑、注塑或挤出制品,三元共聚物主要用于改性 PVC 和 ABS。

* (乙烯/丙烯酸乙酯)共聚物 (E/EAK, 俗称 EEA)

用途:包装材料、医疗用品、EEA 热熔胶粘合剂、管材制造、共混改性。

* 苯乙烯嵌段共聚物 (SBS、SEBS、SIS)

用途:胶粘剂,塑料和橡胶改性、沥青改性、各种弹性橡胶制品。

* 无定形烯烃共聚物 (APAO)

用途:卫生用品粘合剂、压敏胶类、沥青卷材改性、橡塑改性。

* 高分子量聚异丁烯 (PIB)

用途:作粘合剂及密封材料、防老化性物体、矿物油增粘添加剂,电绝缘材料,改善橡塑制品的低温性能。

* 三元乙丙橡胶 (EPDM)

* 聚烯烃弹性体 (POE)

用途:改性 PP、PE、PC,用于提高塑料的抗冲击强度和柔韧性。

* (乙烯/丙烯酸)共聚物 (E/AK, 俗称 EAA)

用途:电缆屏蔽带,塑料改性、热封复合,可降解淀粉基塑料。

* 聚乙烯蜡 (PEX)

用途:橡塑加工填充剂、分散剂、内润滑油剂等。

本公司产品品种繁多,详细资料请来电索取,欢迎垂询!

地址:广州市流花路 61 号前座二楼

邮编:510160

传真:020-36237426

电话:020-36234969

手机:13600008131

13602809980

联系人:缪先生