

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.05.008

纳米凹凸棒土对 PP/EPDM/EP 性能的影响^{*}

柳峰,徐冬梅,刘琼琼,李宁,邵莉莉

(徐州工业职业技术学院材料工程系,江苏徐州 221140)

摘要:采用两步共混工艺制备了聚丙烯(PP)/三元乙丙橡胶(EPDM)/环氧树脂(EP)/纳米凹凸棒土(AT)复合材料,研究了不同用量的AT对复合材料性能的影响。结果表明,随着AT用量的不断增加,复合材料的拉伸强度、冲击强度均先升高后降低,在AT用量为10份时达到最大值;随着AT用量的不断增加,复合材料的硬度及维卡软化温度均不断增大。AT用量为10份时,复合材料的综合性能最佳。

关键词:聚丙烯;三元乙丙橡胶;环氧树脂;纳米凹凸棒土

中图分类号: TQ325.1, TQ325.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)05-0033-03

Influence of Nanoattapulgite on Properties of PP/EPDM/EP Composites

Liu Feng, Xu Dongmei, Liu Qiongqiong, Li Ning, Shao Lili

(Department of Mat.&Eng., Xuzhou College of Industrial Technology, Xuzhou 221140, China)

Abstract: Influence of nanoattapulgite (AT) on properties of polypropylene (PP)/ethylene-propylene-diene rubber (EPDM)/epoxy resin (EP)/AT composites prepared by two-step mixing process were researched. The results indicated that with the increase of AT content, tensile strength and impact strength of composites all first increased, then decreased obviously and reached maximum at AT 10 phr; hardness and vicat softening point temperature increased. The best comprehensive properties could be obtained when the content of AT was 10 phr.

Keywords: polypropylene; ethylene-propylene-diene monomer; epoxy; nanoattapulgite

三元乙丙橡胶(EPDM)与聚丙烯(PP)动态共混制备热塑性弹性体,可以在EPDM用量较低的情况下,有效增韧PP,是PP增韧改性的有效途径之一。但动态硫化之后,PP的拉伸强度及模量损失较大,因此如何使PP“刚柔并济”是其改性的焦点问题之一^[1-2]。

笔者采用两步共混工艺制备复合材料,即先将EPDM, EP, 纳米凹凸棒土(AT)等在开炼机上混炼制备母胶,然后将母胶粉碎后与PP一起在双螺杆挤出机中熔融共混,制得复合材料。在高剪切作用下,形成以AT, EP为核, EPDM为壳的“核-壳”结构特征相包容粒子,分散在PP中形成岛相。结果表明,该结构可以较好地解决PP的增韧问题,同时又不会使其强度和模量大幅下降^[3-4]。

1 实验部分

1.1 原材料

PP: T30S, 中石化青岛大炼油厂;

EPDM: 4045, 吉化股份有限公司有机合成厂;

EP: E-39D, 蓝星化工新材料股份有限公司无锡树脂厂;

AT: 江苏玖川纳米材料科技有限公司;

过氧化二异丙苯(DCP): 分析纯, 河北石家庄长城公司;

硫黄粉: 工业级, 南京中海石油化工有限公司;

抗氧剂1010: 工业级, 南京米兰化工有限公司;

硅烷偶联剂: KH560, 分析纯, 江苏晨光偶联剂有限公司;

聚酰胺(PA): 聚酰胺200, 工业级, 中科院林化所南京科技开发总公司。

1.2 设备及仪器

高速混合机: SHR-50型, 张家港市亿利机械有限公司;

双螺杆挤出造粒机组: TE35型, 科倍隆(科亚)橡塑机械有限公司;

塑料注射成型机: CS-130/90型, 常州华丰机械有限公司;

真空干燥箱: DZF-6210型, 上海贺德实验设备

^{*} 江苏省教育厅高校科研成果产业化推进项目(JHZD09-58)

联系人: 柳峰, 主要从事高分子材料改性研究

收稿日期: 2012-04-10

有限公司;

电子冲击试验机:GT-7045-MDL型,高铁科技股份有限公司;

控制电脑系统拉力试验机:AI-7000LA型,高铁科技股份有限公司;

扫描电子显微镜:S250MKÓ型,英国剑桥科学公司;

熔体流动速率仪:XNR-400C型,承德试验机有限责任公司;

维卡软化温度测定仪:WB-300F型,承德大华试验机有限公司;

开炼机:SK-160型,无锡第一橡塑机械厂。

1.3 PP/EPDM/EP/AT 复合材料的制备

PP/EPDM/EP/AT 复合材料各组分的配比见表1。

表1 材料配方

原料	配方				
	1	2	3	4	5
PP	70	70	70	70	70
EPDM	30	30	30	30	30
EP	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
AT	0	5	10	15	20
DCP	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
硫磺粉	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
KH560	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
抗氧剂 1010	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
PA	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1

将AT置于100℃真空烘箱中干燥4h,后投入高混机,并加入KH560,于100℃热混3min,使其中的无水乙醇挥发掉,冷混2min出料。将EPDM在两辊开炼机上塑炼1min,依次投入抗氧剂1010,DCP、硫磺粉、EP、PA、处理后的AT,混炼3min后下片。将混炼胶用小型破碎机破碎,破碎后与PP一起在高混机中高速混合2min,下料备用。

将混合好的物料在同向双螺杆挤出机中进行挤出造粒,挤出时从料斗到机头的各段温度分别为170,175,180,185,190,195,200,200℃,螺杆转速为50r/min,挤出后造粒;将粒料在100℃真空烘箱中干燥4h,用注塑机制备标准试样,注塑时从料筒一段至喷嘴的温度设定为210,220,190℃。

1.4 性能测试

拉伸强度及断裂伸长率按GB/T1040-2006测试。

简支梁冲击强度按GB/T1043-2008测试。

维卡软化温度按GB/T1633-2000测试。

熔体流动速率按GB/T3682-2000测试。

用SEM对冲击断口进行表面形貌观察。

2 结果与讨论

2.1 AT用量对复合材料力学性能的影响

图1示出AT用量对复合材料拉伸强度、冲击强度的影响。

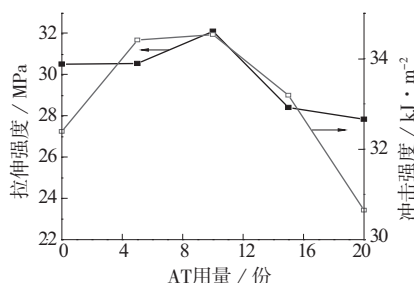


图1 AT用量对复合材料拉伸强度、冲击强度的影响

由图1可以看出,随着AT用量的不断增加,复合材料的拉伸强度先升高后降低,在AT用量为10份时达到最大值。这是因为AT用量较少时,经双螺杆挤出机熔融混合后,AT会均匀分散在基体中。在二次熔融混合时,即注射制样时由于注射速度较快,在高速剪切的情况下AT会沿着充模方向取向。因为AT本身是一种长径比约为10:1的短纤维,因此在取向后可以有效增强复合材料。但AT用量超过10份后,AT在复合材料中分散不均易发生团聚现象,与基体耦合不佳,从而表现为复合材料的强度降低。

由图1可知,随着AT用量的增加,复合材料的冲击强度先增加后降低,在AT用量为10份时冲击强度达到最大,超过10份后复合材料的冲击强度下降明显。AT用量较低时,由于AT-EPDM为“核-壳”结构^[4],随着AT用量的增加,相当于增大了复合材料中EPDM的体积分数。当复合材料受到外力冲击时,“核-壳”结构应力集中引起基体产生剪切屈服,在冲击断裂过程中消耗的能量增加,因而冲击强度相应增加。当AT用量增加到一定程度后,由于应力场的叠加及大量第二相(AT)的加入,AT在基体中易团聚,使连续相变薄,无机刚性粒子AT本身不能发生塑性形变,这意味着连续相总体吸收能量减少,从而出现了AT用量超过10份后复合材料的冲击强度明显下降的现象。

图2示出AT用量对复合材料硬度的影响。由图2可以看出,随着AT用量的增加,复合材料的硬度不断增大。AT自身具有较好的刚性,抵抗外力挤压变形的能力强,因此随着AT用量的增加,复合材料的硬度不断增大。这一特性可以用来制作表面硬

度要求较高的制品。

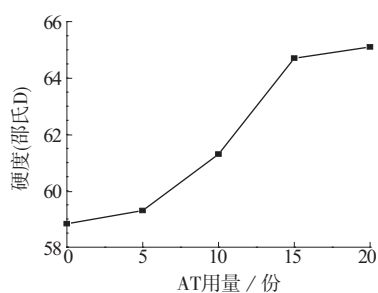


图2 AT用量对复合材料硬度的影响

2.2 AT用量对复合材料热性能的影响

图3示出AT用量对复合材料维卡软化温度的影响。由图3可以看出,随着AT用量的不断增加,复合材料的维卡软化温度不断升高。分析原因,AT具有纤维网络构架,可将气体封闭在无数微小非连通空间里,因此AT对流传热的效率很低,其传热主要以热传导和热辐射形式存在。由于AT和气体的热导率很小,因此随着AT用量的增加,复合材料维卡软化温度不断升高。所以复合材料中添加AT后,其耐热性提高。AT可用来改善复合材料的耐热性能。

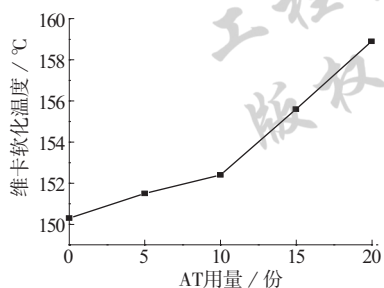


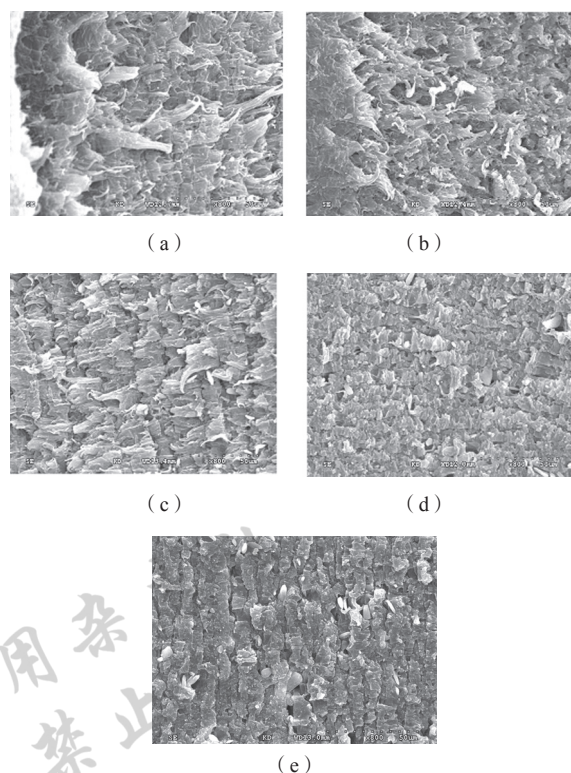
图3 AT用量对复合材料热性能影响

综合各项性能,当AT用量为10份时,复合材料的综合性能最佳。

2.3 复合材料的断裂形貌分析

图4为5组配方的冲击断面SEM照片,其中配方1,2,3试样断面粗糙,沿冲击方向分布有较多的塑性变形条纹,在试样受到外力冲击时,会吸收消耗较多能量,宏观表现为冲击强度的提高,这点与试验数据吻合;从配方2试样开始,冲击断面出现空洞现象增多,这表明复合材料试样在冲击断裂过程中产生两相界面脱粘,进一步发展成界面微穴与空化,继而分散相形变、被取向,直至拔出、断裂;配方4,5试样冲击断面的塑性变形条纹较少,界面空穴增多,这表明AT用量过大,影响了EPDM的塑性变

形,主要表现为两相脱粘。



a~e—配方1~配方5

图4 5组配方的冲击断面SEM照片

3 结论

(1)随着AT用量的不断增加,复合材料的拉伸强度、冲击强度均先升高后降低,在AT用量为10份时达到最大值。

(2)随着AT用量的不断增加,复合材料的硬度及维卡软化温度均不断增大。

(3)当AT用量为10份时,复合材料的综合性能最佳。

参考文献

- [1] 柳峰,徐冬梅,刘琼琼,等. 动态硫化PP/EPDM/莫来石性能的研究[J]. 现代塑料加工应用,2009,21(1):18-21.
- [2] Naderi G, Lafleur P G, Dubois C. Microstructure-properties correlations in dynamically vulcanized nanocomposite thermoplastic elastomers based on PP/EPDM[J]. Polymer Engineering and Science,2007,47(3):207-217.
- [3] 高翔,毛立新,田明,等. 聚丙烯/三元乙丙胶/凹凸棒土三元复合体系的力学性能与亚微相态[J]. 高分子材料科学与工程,2005,21(4):197-200.
- [4] 高翔,毛立新,张猛响,等. 凹凸棒土/聚丙烯/聚碳酸酯三元复合材料的力学性能及增韧机理[J]. 复合材料学报,2005,22(3):1-8.