

废尼龙短纤维增强废 PP/胶粉复合材料的性能研究^{*}

冯英晖 陈福林 周彦豪 胡丽萍

(广东工业大学材料系, 广州 510090)

贾德氏

(华南理工大学材料工程学院, 广州 510641)

摘要 提出一种废尼龙 6 短纤维预处理方法。采用这种方法能提高短纤维与废 PP 基质的粘合性能并改善短纤维在基质中的分散。当粘合剂用量为短纤维用量的 20%, 短纤维长度为 8 mm, 短纤维用量为 6 份时, 环氧化天然胶乳和 PP 接枝马来酸酐增容处理废 PP/废轮胎胶粉复合材料的拉伸强度有很大提高, 短纤维起到了明显的增强效果。

关键词 尼龙 6 短纤维, 废 PP, 废轮胎胶粉, 复合材料

目前, 国内外都很重视废旧塑料、橡胶和纤维的回收利用。对于橡胶增韧塑料、短纤维增强塑料和橡胶已有很多报道, 但用废塑料、废橡胶和废纤维一起制备复合材料, 国内外未见详细报道。

大量实验表明, 橡胶可以增韧塑料, 但有时也会降低拉伸强度等性能。为此, 我们在前人所做工作^[1,2]的基础上, 以预处理短纤维增强增容 PP/胶粉复合材料, 以期达到较好的增强增韧效果。

1 实验

1.1 主要原材料

废轮胎胶粉, 细度为 100 目, 广州华飞精细胶粉公司产品; 废 PP, 熔融指数为 $9.2 \text{ g} \cdot (10 \text{ min})^{-1}$, 南海大沥塑料回收公司产品; 环氧化天然胶乳, 固形物质量分数为 0.28, 海南农垦局产品; PP 接枝马来酸酐, 接枝率为 6.8%, 自制; 废尼龙 6 短纤维, 直径约为

20 μm , 模量为 46.7 MPa, 黑龙江富锦市预处理短纤维厂纤维产品。

1.2 废尼龙 6 短纤维的预处理

首先配制短纤维预处理粘合剂(固形物质量分数为 0.20), 然后将一定量的无机填料、表面活性剂与粘合剂溶液搅拌均匀, 再加入一定量的短纤维, 用搅拌器常温下高速搅拌 5 min, 最后在温度为 80 $^{\circ}\text{C}$ 的烘箱内干燥处理 30 min。

1.3 基本配方及试样制备

基本配方及试样制备见参考文献[1]。

1.4 分析测试方法

试样按 GB 1040-92 进行拉伸性能测试; 试样拉伸断面喷金后用日立 S-430 型扫描电镜(SEM)进行分析。

2 结果与讨论

2.1 废尼龙短纤维预处理的特点

由于化学纤维的极性较强, 自身吸引和缠绕的倾向较大, 与废 PP 基质的相容性较差, 而且在加工时不容易混入和均匀分散, 因此, 应对尼龙 6 短纤维进行预处理, 以改善其在基质中的分散效果, 并提高粘合性能和长度保持率。但由于尼龙 6 短纤维处于一种杂

^{*}广东省自然科学基金资助项目。

作者简介 冯英晖, 男, 26 岁。1997 年 3 月获华南理工大学高分子材料专业硕士学位。现在中国化建进出口公司深圳分公司工作。已发表论文 3 篇。

乱无序相互缠绕的状态,故加入粘合剂后使得分散和粘合相互矛盾。我们在分析比较前人的浸渍法和预分散体法的基础上,借鉴张立群等^[2]的D法预处理方法,较好地解决了上述矛盾。

尼龙短纤维预处理方法的特点:

- (1)先将无机填料与粘合剂水溶液制成水分散体,作为促进纤维有效分散的隔离剂;
- (2)所需处理液很少,但足以涂覆所有的纤维,并使纤维通过毛细管效应和表面吸附被处理液而获得良好浸润。
- (3)由于处理液少,短纤维非常容易被高速搅拌成蓬松状态,尽管短纤维彼此间杂乱交错,但不紧密,在混炼加工时容易分散到基质中。

2.2 粘合剂用量对复合材料拉伸性能的影响

粘合剂用量是影响复合材料界面强度和物理性能的重要因素。在环氧化天然胶乳、PP接枝马来酸酐增容处理废PP/胶粉复合材料最佳配方^[1]的基础上,加入6份长度为8mm的尼龙6短纤维,考察粘合剂用量对复合材料拉伸强度的影响,结果见图1。

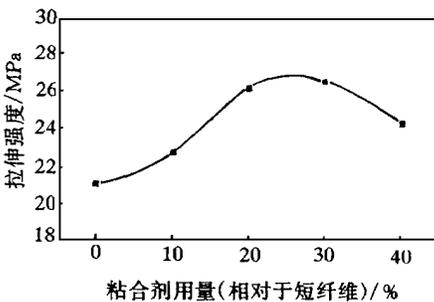


图1 粘合剂用量对复合材料拉伸强度的影响

从图1可以看出,短纤维预处理粘合剂的最佳用量为短纤维用量的20%~30%,估计部分粘合剂为无机填料所吸附。

对于短纤维增强复合材料,当其应力由基质通过界面向纤维传递时,界面应力应该小于界面强度,否则材料就会因界面破坏而

破坏,粘合剂的最佳用量是由载荷传递长度、界面应力和界面模量之间的最佳匹配决定。

2.3 短纤维长度对复合材料拉伸性能的影响

由于影响短纤维临界长径比的因素很多,因此要推导出临界长径比的通用函数关系是较难的,但对指定的短纤维和配方,可以通过实验得出较适宜的短纤维长度。

在最佳粘合剂用量(短纤维用量的20%)的基础上,研究了短纤维长度对复合材料拉伸强度的影响,结果见图2。

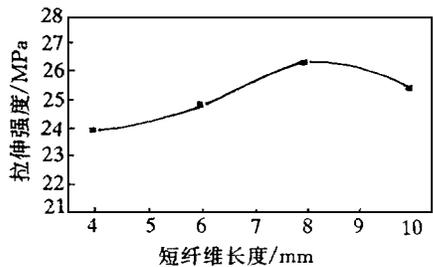


图2 短纤维长度对复合材料拉伸强度的影响

从图2可以看出,随着短纤维长度的增大,复合材料拉伸强度提高,这是由于在一定范围内,纤维长度越大,越有利于复合材料通过纤维传递应力,从而提高其拉伸强度;但若短纤维长度太大,在加工过程中容易断裂,故当短纤维长度为10mm时,复合材料拉伸强度反而下降。短纤维的长度宜为8mm。

2.4 短纤维用量对复合材料拉伸性能的影响

在确定了粘合剂最佳用量和短纤维最佳长度的基础上,研究了短纤维用量(相对于100份PP)对复合材料拉伸强度的影响,结果见图3。

从图3可以看出,复合材料拉伸强度随短纤维用量的增大而提高,并近似呈直线上升,这与不连续纤维增强材料混合法公式得出的结果基本一致。混合法公式如下:

$$S_c = S_f \varphi_f [L - L_c / (2L)] + \varphi_m S_m$$

式中 S_c ——复合材料拉伸强度;

- φ_f ——短纤维体积分数;
- φ_m ——基体体积分数;
- S_f ——纤维断裂强度;
- S_m ——基体拉伸强度;
- L_c ——临界长度;
- L ——短纤维长度。

短纤维用量过多,会影响混炼与成型流动性,因此短纤维用量以6份较为适宜。

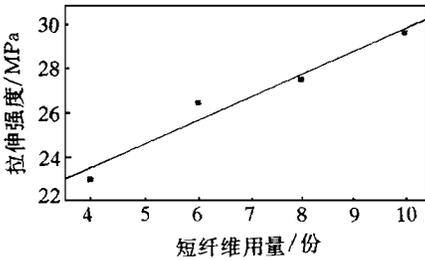


图3 短纤维用量对复合材料拉伸强度的影响

2.5 SEM分析

为直观分析粘合剂的作用及短纤维的增强机理,将未预处理短纤维增强简单共混废PP/胶粉体系与预处理短纤维增强增容废PP/胶粉体系进行拉伸断面SEM照片比较,结果见图4~7。

从图4可以看出,未预处理短纤维增强复合材料拉伸断面中的短纤维被拔出,同时残留下光滑的孔洞,而且孔洞附近没有受力的痕迹,因此,未经预处理的短纤维与基质粘

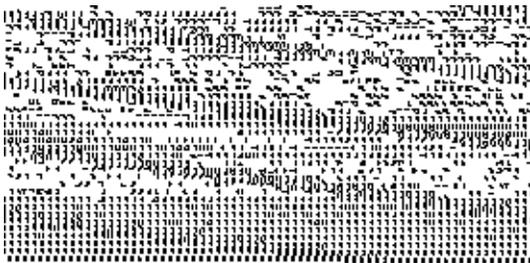


图4 未预处理短纤维增强简单共混废PP/胶粉体系拉伸断面SEM照片



图5 预处理短纤维增强增容废PP/胶粉体系拉伸断面SEM照片(短纤维中间断裂)

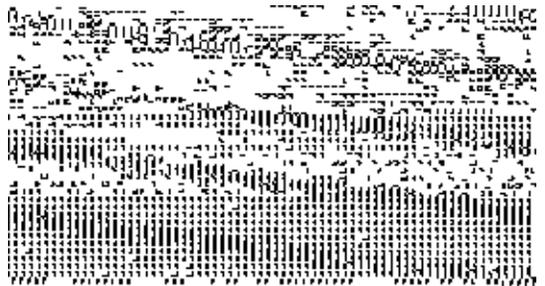


图6 图5的局部放大照片

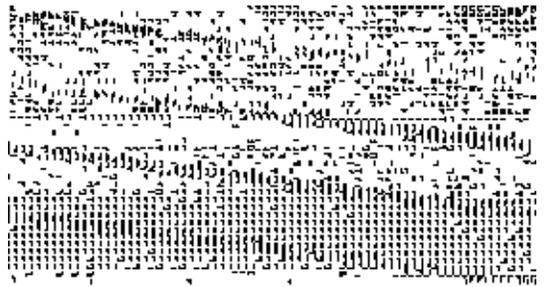


图7 预处理短纤维增强增容废PP/胶粉体系拉伸断面SEM照片(短纤维根部断裂)

合很差,不能形成强有力的界面层,短纤维不能限制基质变形,因而增强效果有限。

从图5~7可以看出,在预处理短纤维增强材料中,短纤维表面粗糙,覆盖了一层粘合剂膜,与PP接枝马来酸酐反应能形成有效

的界面粘合。当受力时,纤维可以从中间或根部拉断,增强效果显著。

3 结论

(1)废尼龙6短纤维通过有效的预处理,可改善纤维在基质PP中的分散性和粘合性,从而起到明显的增强作用。

(2)当粘合剂用量为短纤维用量的20%,短纤维长度为8mm、用量为6份时,环氧化天然胶乳和PP接枝马来酸酐增容处理

废PP/胶粉体系的拉伸强度为26.6MPa,短纤维起到了明显的增强作用。

参考文献

- 1 冯英晖. 废胶粉增韧改性废聚丙烯与废(胶粉-聚丙烯-尼龙短纤维)复合材料的制备、结构、性能的研究:[学位论文]. 广州:华南理工大学,1997
- 2 张立群,周彦豪,陈伦纪. 短纤维预处理方法. 中国,发明专利,ZL93117126.1. 1996-06-29

收稿日期 1998-04-07

Study on Properties of Waste PP/GT Composite Reinforced by Pretreating Nylon Short Fiber

Feng Yinghui, Chen Fulin, Zhou Yanhao and Hu Liping

(Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090)

Jia Demin

(South China University of Technology, Guangzhou 510641)

Abstract A pretreating method for waste nylon-6 short fiber was proposed to improve the adhesion between short fiber and waste PP matrix and the dispersion of short fiber in matrix. When 1.2 parts of adhesive and 6 parts of short fiber with the length of 8 mm were incorporated and ENR latex and PP-graft maleic anhydride were used as compatibilizer, the short fiber showed a remarkable reinforcing effect and the tensile strength of waste PP/ground tire(GT) composite improved significantly.

Keywords nylon-6 short fiber, waste PP, ground tire, composite

GK-400N 密炼机通过鉴定

湖南益阳橡胶机械厂消化吸收国外先进技术,使GK-400N密炼机实现国产化。5月6日,该项目在山东成山橡胶(集团)股份有限公司通过鉴定。

GK-400N密炼机是国家经贸委子午线轮胎装备国产化计划项目中的关键设备之一,也是橡胶、轮胎厂通用的大型炼胶设备。专家认为,该机是我国目前容量最大的密炼机,设计合理,结构先进,噪声低,密封效果

好,可节约能源。经用户使用证明,该机生产能力大,效率高,完全能适应子午线轮胎对胶料品种和炼胶质量的要求,各项技术指标均达到引进设备的水平,具有90年代国际同类产品先进水平,可以替代进口产品,满足我国轮胎及其它橡胶制品工厂的使用要求。该机炼胶能力相当于GK-270N密炼机的2倍、XM-250密炼机的6倍以上,每台年节电160万kW·h,价格仅为进口产品的1/2。

(摘自《中国化工报》,1998-05-19)