

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.05.007

# 玻纤增强聚丙烯木塑复合材料的性能研究

严为群<sup>1</sup>, 黄东辉<sup>2</sup>, 包志平<sup>2</sup>

(1. 张家港联冠新材料有限公司, 江苏张家港 215625; 2. 张家港联冠环保科技有限公司, 江苏张家港 215625)

**摘要:** 分别以聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)、玻纤增强PP/PE为基体材料,通过挤出成型制备了木塑复合材料(WPC)。研究表明,玻纤能够有效地提高WPC的性能,以玻纤增强PP/PE为基体制备的WPC的冲击强度、拉伸强度、弯曲强度、弯曲弹性模量分别达到4.58 kJ/m<sup>2</sup>, 19 MPa, 30.8 MPa, 3520 MPa,性能优于以PP或PE为基体制备的WPC。

**关键词:** 玻纤; PP改性; 木塑复合材料

**中图分类号:** TB332 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)05-0030-03

## Study on the Properties of Glass Fiber Reinforced Polypropylene Wood-Plastic Composites

Yan Weiqun<sup>1</sup>, Huang Donghui<sup>2</sup>, Bao Zhiping<sup>2</sup>

(1. Zhangjiagang Lianguan New Material Co. Ltd., Zhangjiagang 215625, China;

2. Zhangjiagang Lianguan Recycling Science Technology Co. Ltd., Zhangjiagang 215625, China)

**Abstract:** Wood-plastic composites (WPC) with polypropylene (PP), polyethylene (PE) or glass fiber reinforced PP/PE as matrixes were prepared by extrusion molding. The results showed that the properties of WPC were significantly enhanced by glass fiber, the impact strength, tensile strength, flexural strength and flexural modulus of WPC with glass fiber reinforced PP/PE as matrixes were 4.58 kJ/m<sup>2</sup>, 19 MPa, 30.8 MPa and 3520 MPa, respectively, all of which were higher than those of WPC with neat PE or neat PP as the matrix.

**Keywords:** glass fiber; PP modification; wood-plastic composites

由于世界石油资源有限,从节约资源的角度考虑,塑料的回收利用具有重大的意义。为此,各国都在政策及资金投入上给予鼓励,开发各种废旧塑料回收利用的关键技术。此外,目前全球资源日渐枯竭,各国环境保护的意识不断高涨,要求限伐、禁伐森林的法令不断颁布,在这种形势下,木塑复合材料(WPC)产品恰好为废旧塑料的循环利用提供了良好的出路,作为新兴环保材料, WPC受到了诸多赞誉。但是木塑材料本身存在的突出问题之一是刚度不够、模量低,在持续受力条件下,容易产生永久变形<sup>[1]</sup>。笔者通过添加界面增容剂和玻纤增强剂的方法,在改善填充材料与基体树脂的表面粘结性能的同时,也有效改善了木塑复合材料的永久变形问题。

## 1 实验部分

### 1.1 主要原材料

废旧聚乙烯(PE): 浙江兰溪汇源有限公司;

废旧聚丙烯(PP): 浙江兰溪汇源有限公司;

玻纤: JH-Q1, 盐城市玻纤厂;

木粉: 212 μm (60~70目), 临安市沧化永丰

木粉加工厂;

PP料专用偶联剂: 1001, 上海杰事杰化学有限公司;

PE料专用偶联剂: 5108, 上海杰事杰化学有限公司。

### 1.2 主要设备

木粉磨粉机、木粉干燥机: 张家港联冠环保科技有限公司;

高速混合机: SRL-W500/2000型, 江苏联冠发展科技有限公司;

造粒机: TE-75型, 张家港联冠环保科技有限公司;

锥形双螺杆挤出机: SJSZ65/132型, 张家港联冠环保科技有限公司。

### 1.3 试样制备

#### (1) 玻纤增强PP的制备

联系人: 严为群, 从事超高分子量聚乙烯、塑木制品成型设备及工艺研究

收稿日期: 2011-10-20

玻纤只有达到一定长度后才能传递应力而起到增强作用。挤出造粒时玻纤的长度应该控制在 0.3~1.0 mm 范围,当纤维长度小于 0.04 mm 时,只起填充作用无增强效果<sup>[2]</sup>。玻纤增强 PP 的配方见表 1。为了避免玻纤过度断裂,降低机器磨损,玻纤应从机筒中部加料口加入。生产中其长度由挤出工艺参数和螺杆组合决定,挤出工艺参数包括螺杆转速、机头压力、机筒温度和玻纤加入量等,可根据实际情况进行调节。

## (2) 试样制备

采用表 2 所示的基础配方制备 1<sup>#</sup>,2<sup>#</sup>,3<sup>#</sup> WPC 试样,其中 1<sup>#</sup> 试样需按表 1 配方对 PP 进行玻纤增强处理。

将塑料基体、木粉及填充剂、偶联剂等助剂加入高速混合机中进行搅拌,高混出料温度设为 120℃,冷混出料温度设为 40℃。然后将混合好的物料利用造粒机进行挤出、造粒,将粒料进行挤出成型,制备试样。

表 1 玻纤增强 PP 的配方

| 材料    | 用量/份    |
|-------|---------|
| PP    | 100     |
| 玻纤    | 30      |
| 表面改性剂 | 0.5~1.5 |
| 偶联剂   | 6~12    |
| 抗氧剂   | 0.1~0.3 |

表 2 基础配方

| 编号             | 基体种类       | 基体用量/份 | 木粉用量/份 | 填充剂用量/份 | 偶联剂用量/份 | 其他助剂用量/份 |
|----------------|------------|--------|--------|---------|---------|----------|
| 1 <sup>#</sup> | 玻纤增强 PP/PE | 25~38  | 50~60  | 7       | 3       | 3~5      |
| 2 <sup>#</sup> | PP         | 25~38  | 50~60  | 7       | 3       | 3~5      |
| 3 <sup>#</sup> | PE         | 25~38  | 50~60  | 7       | 3       | 3~5      |

## 1.4 性能测试

邵氏硬度按 GB 2411-2000 测试;

冲击强度(无缺口)按 ASTM D256-2006 测试;

拉伸强度按 ASTM D 638-2008 测试;

弯曲性能按 ASTM D790-2007 测试;

灰分含量按 GB 9345.1-2008 测试;

低温落锤冲击性能按 GB/T 24508-2009 测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同基体对 WPC 硬度的影响

图 1 示出不同基体对 WPC 硬度的影响。从图 1 可以看出,以 PP 为基体的 WPC 的邵氏硬度最高,达到 68 (邵 D),以 PE 为基体的 WPC 最软,硬度为 65,以玻纤增强 PP/PE 为基体的 WPC 的硬度居中,为 66。

### 2.2 不同基体对 WPC 冲击强度(无缺口)的影响

图 2 示出不同基体对 WPC 冲击强度(无缺口)的影响。由图 2 可以看出,以 PP 作为基体时, WPC 的冲击强度为 3.54 kJ/m<sup>2</sup>,而以玻纤增强 PP/PE 作为基体时,材料的冲击强度明显提高,达到 4.58 kJ/m<sup>2</sup>,这说明玻纤已起到增强、增韧作用。以 PE 为基体的 WPC 的冲击强度最低,为 3.20 kJ/m<sup>2</sup>。

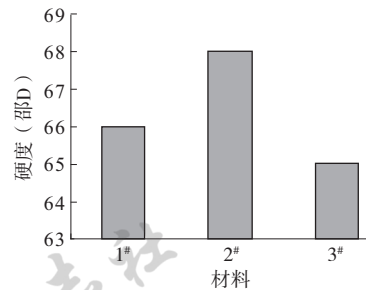


图 1 不同基体对 WPC 硬度的影响

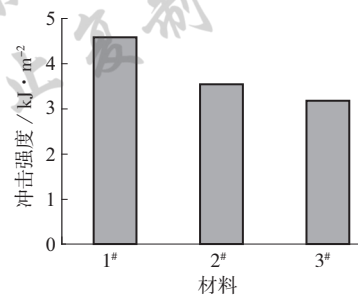


图 2 不同基体对 WPC 冲击强度(无缺口)的影响

### 2.3 不同基体对 WPC 拉伸强度的影响

图 3 示出不同基体对 WPC 拉伸强度的影响。从图 3 可看出,以 PE 为基体时, WPC 的拉伸强度仅为 12.49 MPa,具有强度低、易变形等优点,以 PP 为基体时,其拉伸强度仅上升了 0.21 MPa,为 12.70 MPa,而以玻纤增强 PP/PE 作为基体时, WPC 的拉伸强度为 19 MPa,很显然,这是因为玻纤起到了有效传递应力的作用。

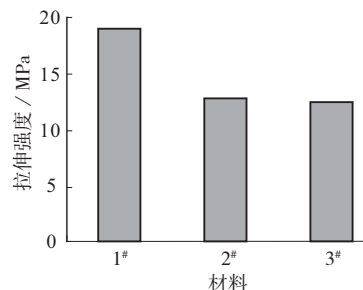


图 3 不同基体对 WPC 拉伸强度的影响

### 2.4 不同基体对 WPC 弯曲强度的影响

图 4 示出不同基体对 WPC 弯曲强度的影响。

由图4可知,以玻纤增强PP/PE为基体时,WPC的弯曲强度为30.8 MPa,而以PP,PE为基体时,其弯曲强度分别为22.21 MPa和20.24 MPa。这是因为玻纤如一根根钢筋镶嵌在WPC中,有效地起到了补强作用,提高了材料的抗蠕变性能,使材料强度得以有效提高。

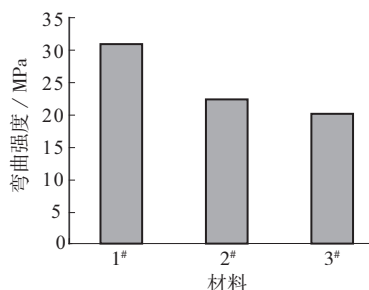


图4 不同基体对WPC弯曲强度的影响

## 2.5 不同基体对WPC弯曲弹性模量的影响

图5示出不同基体对WPC弯曲弹性模量的影响。由图5可知,以PE为基体时,WPC的弯曲弹性模量为2642 MPa。由于PP的力学性能优于PE<sup>[3]</sup>,因此以PP为基体的WPC的弯曲弹性模量也略高,为2864 MPa,而以玻纤增强PP/PE为基体时,WPC的弯曲弹性模量最高,达到3520 MPa。

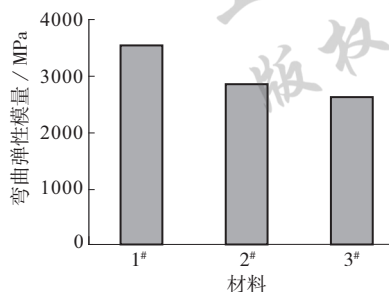


图5 不同基体对WPC弯曲弹性模量的影响

## 2.6 不同基体对WPC灰分含量的影响

图6示出不同基体对WPC灰分含量的影响。玻纤的一般化学成分为50%~60%的SiO<sub>2</sub>,20%~

25%的CaO,14%~15%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和5%~10%的氧化硼B<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>[4]</sup>。1#配方中因含有玻纤,故灰分含量最高,为18.48%,而以PE为基体的WPC中的灰分含量次之,为18.35%,笔者推测可能是由于供应商在PE的回收造粒过程中添加了较多的无机物类填料所致。

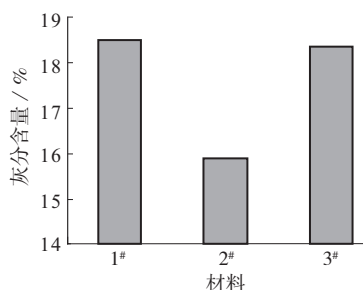


图6 不同基体对WPC灰分含量的影响

## 2.7 不同基体对WPC低温落锤冲击性能的影响

在-10℃冷冻1 h,1 kg锤、高度1 m的实验条件下,对1#,2#,3#配方做低温落锤冲击试验,试样各3个。结果表明,1#试样的冲击点呈白色冲击痕迹,无裂纹;2#试样中的1个试样的内腔有一处微小裂纹;对于3#试样,3个试样内腔均有明显裂纹。

## 3 结论

将PP和PE共混,可利用各自材料的优点改善WPC的韧性,同时提高其强度。以玻纤增强PP/PE为基体制备的WPC具有高强低蠕变的特性,性能优于以PP或PE为基体制备的WPC。

## 参考文献

- [1] 苑志伟,魏若奇. 塑木生产技术与废塑料利用[M]. 北京: 化学工业出版社,2002.
- [2] 丁浩. 塑料工业实用手册[M]. 北京: 化学工业出版社,2000.
- [3] 王清文,王伟宏. 木塑复合材料与制品[M]. 北京: 化学工业出版社,2006.
- [4] Klyosov A. A. 木塑复合材料[M]. 北京: 科学出版社,2010.

## 《工程塑料应用》杂志开设“技术转让与合作”、“企业风采”栏目

为做好广大作者、读者单位最新科研成果及新产品、新技术的推广服务,《工程塑料应用》杂志和“工程塑料网”(www.epa1973.com)网站已开设“技术转让与合作”栏目,以方便买卖双方的有效交流与沟通。栏目内容可涉及科研成果及专利技术的转让,公司新产品、新技术简介等方面。另外,为了全方位宣传塑料行业精英企事业单位形象,《工程塑料应用》杂志增设“企业风采”栏目。报道内容主要是企业发展历史、企业文化、企业管理、研发创新能力、新产品发布、攻关项目介绍,人物专访等。来稿字数控制在5000字以内,可以附带图片。

《工程塑料应用》为中文核心期刊,是中国工程塑料工业协会会刊,国内外公开发行,屡获国家期刊奖,是中国塑料行业的权威媒体,知名度高,发行量大,可确保您发布的信息有足够的浏览量。欢迎各有关企事业单位踊跃投稿!

投稿时请加盖单位公章。具体刊登事宜请与编辑部直接联系。

地址: 济南市天桥区田庄东路3号 邮编: 250031

联系电话: 0531-85878057