

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.08.019

聚乙烯/竹粉木塑复合材料真菌降解性能研究^{*}

王玉海¹, 秦炜¹, 石光¹, 杨丽庭¹, 宋柯明², 李统一², 林少全²

(1. 华南师范大学化学与环境学院, 广州 510006; 2. 广东联塑科技实业有限公司, 广东佛山 528318)

摘要:采用熔融开炼方法制备聚乙烯(PE)/竹粉木塑复合材料(WPC),通过平菇和凤尾菇两种真菌对WPC进行微生物降解实验,利用变色圈、扫描电子显微镜、气相色谱-质谱(GC-MS)和差示扫描量热分析等手段研究WPC的微生物降解性能。变色圈试验表明平菇和凤尾菇均对竹粉和WPC有较好的降解作用,其中平菇的降解能力更明显;降解产物的GC-MS分析显示真菌不仅能降解WPC中的竹粉,也使PE基体发生一定的降解,破坏PE分子链的规整性,导致PE的熔点降低。

关键词: 聚乙烯; 竹粉; 木塑复合材料; 真菌; 降解

中图分类号: TQ325.1+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)08-0082-06

Fungal Degradation of Polyethylene/Bamboo Flour Wood-Plastic Composites

Wang Yuhai¹, Qin Wei¹, Shi Guang¹, Yang Liting¹, Song Keming², Li Tongyi², Lin Shaoquan²

(1. School of Chemistry and Environment, South China Normal University, Guangzhou 510006, China;

2. Guangdong Liansu Science and Technology Industry Co. Ltd., Foshan 528318, China)

Abstract: Polyethylene/bamboo flour plastic-wood composites(WPC) were prepared through melt mixing. The fungal degradation of WPC by *ostreatus* and *pleurotus* was investigated by color ring test, SEM, GC-MS and DSC. Color ring test shows that bamboo flour and WPC are well decayed by *ostreatus* and *pleurotus*, especially by *ostreatus*. GC-MS results indicate that fungal not only decays the bamboo flour in WPC, but also decays PE matrix, resulting in the decrease of melting point of PE matrix due to the low tacticity.

Keywords: polyethylene; bamboo flour; plastic-wood composite; fungal; degradation

木塑复合材料(WPC)结合了木质材料与塑料的优点,具有优良的综合性能,在建材、地板、包装等诸多领域有广泛的应用^[1-2]。但由于在使用过程中受到光照、水汽和热等作用,WPC制品容易发生表面开裂、颜色褪去、力学性能下降等老化现象,影响其使用寿命。因此,研究WPC的老化性能,探讨各因素对WPC的老化破坏作用,对合理选用材料,采取相应防护措施,延长WPC的使用寿命具有重要意义。

最初对WPC老化性能的研究集中于探讨WPC的耐候性能^[3-8],近年来,WPC的微生物降解性能得到关注^[9-12]。研究表明木粉种类^[13]、木粉颗粒尺寸^[14]以及填充物^[15]均影响WPC的微生物降解性能,但目前对WPC微生物降解性能的研究主要涉及木粉的微生物降解,对树脂的降解没有相应研究,而WPC的整体性能由树脂决定,树脂的降解将影响WPC的使用。

聚乙烯(PE)是WPC常用的树脂基体,由于

PE分子量大、疏水、分子链上缺乏被微生物攻击的位点,其抗微生物降解性能较好,但当PE分子发生氧化或出现缺陷后,容易成为土壤真菌的碳源,真菌的分解酶能够把PE分解成小分子降解产物^[16]。在PE基WPC的微生物降解中,微生物对木粉的降解能否引起PE树脂基体的降解没有相关研究。笔者通过熔融开炼制备PE/竹粉WPC,通过平菇和凤尾菇两种真菌对WPC进行微生物降解,利用变色圈、扫描电子显微镜(SEM)、气相色谱-质谱(GC-MS)和差示扫描量热(DSC)分析等手段研究不同真菌对WPC中竹粉和PE树脂基体的微生物降解作用,为PE基WPC的防霉抗菌及防老化提供依据。

^{*} 广东高校产学研结合示范基地及科技成果转化重大项目(cgzhzd1007),广东省教育部产学研结合项目(2012B091000141),顺德区科技计划项目(2013CXY04)

联系人: 王玉海,博士,讲师,主要研究方向为聚合物复合材料

收稿日期: 2015-05-22

1 实验部分

1.1 原材料

PE:FHC7260,熔体流动速率为8.2 g/min(190℃/2.16 kg),抚顺石化公司;

竹粉:100目(149 μm),广东联塑科技股份有限公司;

平菇:优光1号,绵阳食用菌研究所;

凤尾菇:特大3号,绵阳食用菌研究所;

蛋白胨:淄博海奥星生物制品公司;

麦芽浸膏:阿拉丁试剂(上海)有限公司;

蔗糖、愈创木酚、琼脂、葡萄糖、硝酸铵、磷酸二氢钾、十二水磷酸氢二钠、七水硫酸镁、七水硫酸亚铁、维生素B、氯化钙、硫酸和丙酮:分析纯,广东光华化学有限公司。

1.2 仪器及设备

开放式炼胶机:ZG-120型,东莞市正工机电设备科技有限公司;

GC-MS分析仪:Quattro Micro GC型,美国Waters公司;

热场发射SEM:Quanta 400F型,荷兰Philips FEI公司;

DSC仪:DSC 200 PC型,德国Netzsch公司。

1.3 试样制备

(1) WPC微生物降解样品的制备。

将过100目筛的竹粉用去离子水多次洗涤,除去杂质,过滤后于120℃下干燥24 h。将PE与竹粉按质量比50/50混合均匀,于开放式炼胶机进行熔融塑化,温度为170℃,然后热压制成WPC样品,压力15~20 MPa,温度175℃,时间300 s。将WPC样品用粉碎机打碎,粉末过60目(300 μm)筛后用于微生物降解试验。

(2) 培养基的制备。

① 变色圈实验培养基。

培养基I:称取2.0 g木塑粉,0.1 g蔗糖,0.1 g蛋白胨,0.02 g愈创木酚,2.0 g琼脂,加入100 mL去离子水,混合均匀,放入高压锅内,于121℃灭菌30 min。

培养基II:与培养基I相比没有蛋白胨成分,其它配方和处理工艺相同。

② PDA培养基。

称取100 g去皮马铃薯,切成小块装入500 mL烧杯中,加入400 mL水煮至粉烂,用4层纱布过滤,得到马铃薯煮汁,再加入10 g葡萄糖和10 g琼脂,

加热融化后,趁热将其放入高压锅内,于121℃灭菌30 min。

③ 麦芽浸膏培养基。

取10 g麦芽浸膏、0.5 g七水硫酸镁、0.01 g七水硫酸亚铁、1.0 g十二水磷酸氢二钾,加入1000 mL蒸馏水中,搅拌均匀后放入高压锅内,于121℃灭菌30 min。

④ 无机盐培养液。

取20 g葡萄糖、0.5 g硝酸铵、1.0 g磷酸氢二钾、0.4 g十二水磷酸氢二钠、0.5 g七水硫酸镁、0.1 mg维生素B、0.1 mg氯化钙和0.1 mg七水硫酸亚铁,用硫酸调节pH为5.0,放入高压锅内,于121℃灭菌30 min。

(3) 液体菌种培养。

将所选两种菌种在PDA培养基上培养7 d,用无菌打孔器切取等大的菌丝接入盛有40 mL麦芽浸膏培养基的150 mL三角瓶中,30℃下于摇床(150 r/min)培养7 d制成液体菌种。

1.4 试验方法

(1) 微生物降解实验。

称取1.0 g木塑粉于培养皿中,加入10 mL无机盐培养液,充分浸润后于121℃灭菌30 min,再用无菌注射器吸取10 mL摇好的液体菌种均匀地加入到该培养皿中,25℃培养60 d(平菇降解WPC样品、凤尾菇降解WPC样品、平菇降解竹粉样品和凤尾菇降解竹粉样品分别标为WPC-O、WPC-P、BF-O和BF-P)。将降解后的样品倒入离心管,加入蒸馏水进行离心(速率为5000 r/min),倒掉上层分液,重复3次,将菌丝与木塑粉分离,所得降解木塑粉在80℃干燥24 h,然后准确称量,按照下式进行降解率的计算:降解率=(降解前质量-降解后质量)/降解前质量×100%。

竹粉同样按以上步骤进行降解实验。

(2) 变色圈实验。

变色反应是筛选木质素降解菌的有效方法。微生物若能分泌木质素降解酶,就能与培养基中有效的指示剂发生变色反应,产生特异颜色——变色圈。菌落直径(d_1)与变色圈直径(d_2)的比值可作为判定该菌是否选择性降解木质素。若比值小于1,则选择性降解木质素;若比值大于1,则选择性降解纤维素。

将平菇和凤尾菇在PDA培养基上培养7 d,用无菌打孔器切取等大菌丝块分别接种在培养基I

上,于 25℃培养 7 d,观察是否有变色反应。

将产生变色圈的菌株点接于培养基 II 平板上,于 25℃培养 7 d,准确测量表面皿内菌落直径 d_1 与变色圈直径 d_2 ,计算 d_1/d_2 。

(3) GC-MS 分析。

用丙酮对降解后样品进行水浴振荡提取(温度 40℃,振荡 8 h),提取液经过过滤、洗涤、浓缩,后于 GC-MS 分析仪进行测试,汽化室温度为 280℃,传输线温度 200℃,离子源温度为 200℃,离子源能量为 70 eV,扫描方式为全扫描,载气(高纯氦气)流速为 1.0 mL/min,进样方式为不分流,采用 NIST 谱图库检索。

(4) SEM 分析。

降解后 WPC 粉末进行真空喷金处理,通过 SEM 进行表面形貌的观察。

(5) DSC 分析。

采用 DSC 分析仪对未降解和降解后的 WPC 样品进行非等温熔融测试,在氮气气氛下,以 10℃/min 速率从 40℃升温到 200℃。

2 结果与讨论

2.1 变色圈分析

图 1 为 WPC 和竹粉的菌落照片,菌落直径数据见表 1。各培养皿内均有白色菌丝的生长(WPC 样品出现了干裂现象,主要因为 WPC 的吸水性和保水性不及纯竹粉,水分易挥发,实验后期形成开裂,但菌株仍较好地生长),说明平菇与凤尾菇均可以在 WPC 和竹粉上生长。菌丝在竹粉上的分布面

表 1 变色圈实验数据

样品	d_1 / cm	d_2 / cm	d_1/d_2
BF-O	8.45	9.91	0.853
BF-P	7.60	9.74	0.780
WPC-O	5.86	9.05	0.648
WPC-P	4.98	9.23	0.540

积及菌丝长度大于在 WPC 中,表明真菌对 WPC 的降解程度低于纯木质纤维。同时由图 1a、图 1c 和图 1b、图 1d 两组图的对比可见,前者的白色菌丝分布面积大于后者,说明平菇对 WPC 及竹粉的降解能力大于凤尾菇。

由表 1 的菌落直径也可得平菇生长情况优于凤尾菇,真菌在竹粉上的生长优于 WPC。 d_2 值比较接近,是由于变色圈的范围都接近培养皿内壁,无法再延伸。各样品的 d_1/d_2 值都小于 1,说明菌种先选择性降解木质纤维部分的木质素。

2.2 降解率分析

变色圈测试表明真菌能够对 WPC 和竹粉产生降解,其降解能力可由降解率(样品降解前后的质量损失)来表示,各样品的降解率见表 2。由表 2 可见,平菇对 WPC 的降解能力大于凤尾菇,且两种真菌对竹粉的降解能力都大于对 WPC。

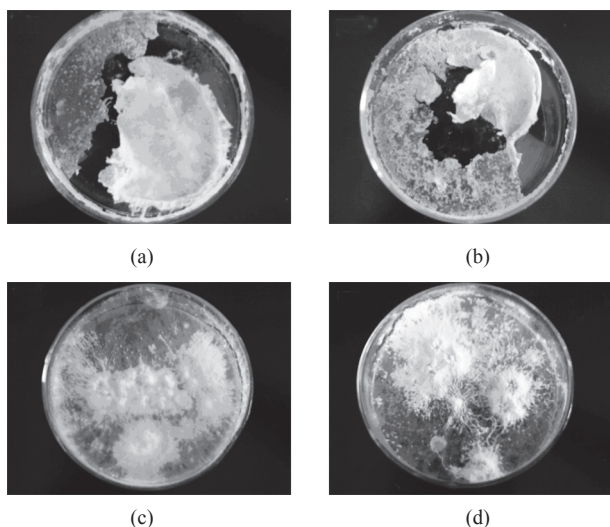
表 2 WPC 和竹粉的生物降解率

样品	降解率 / %
BF-O	30.74
BF-P	29.02
WPC-O	19.83
WPC-P	18.64

PE 对微生物降解具有一定惰性,由于 WPC 的竹粉被 PE 基体包覆和保护,其微生物降解率应小于纯竹粉,但通过表 2 数据分析可得,如果真菌只对竹粉发生降解作用,那么平菇和凤尾菇对 WPC 中竹粉的降解率分别为 39.66% 和 37.28%(竹粉在 WPC 中的比例为 50%,根据假设,平菇对竹粉的降解率为 19.83% / 50% = 39.66%,凤尾菇对竹粉的降解率为 18.64% / 50% = 37.28%),大于平菇和凤尾菇对纯竹粉的实际降解率(分别为 30.74% 和 29.02%),这可能由于 WPC 材料中 PE 基体也发生微生物降解或者离心分离过程中纯竹粉与菌丝未能彻底分离所致。

2.3 SEM 分析

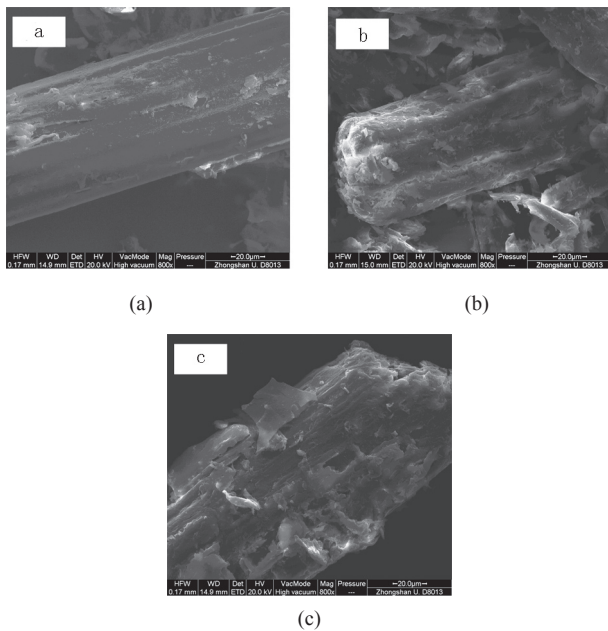
图 2 为竹粉未降解和微生物降解后的 SEM 照片。由图 2 可见,竹粉纤维在降解前表面较平整,无明显的裂痕与孔洞;经过降解之后,纤维表面发生严重破坏,变得凹凸不平,出现大量孔洞和裂缝,表



a—WPC-O; b—WPC-P; c—BF-O; d—BF-P

图 1 WPC 和竹粉的菌落照片

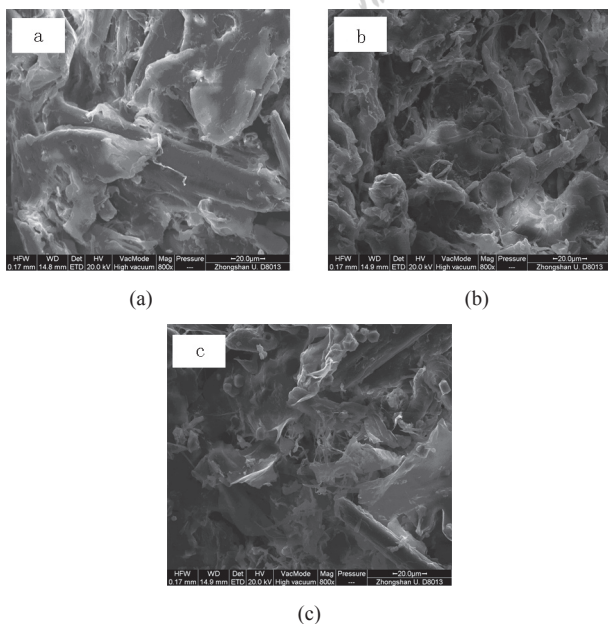
明竹粉易受真菌附着降解,导致纤维的完整性降低。



a—未降解竹粉; b—平菇降解的竹粉; c—凤尾菇降解的竹粉

图2 竹粉未降解和微生物降解后的 SEM 照片

图3为WPC未降解和微生物降解后的SEM照片。在未降解WPC中,竹粉被PE基体包覆,未见明显的竹粉;经过真菌降解之后,WPC粉末表面被腐蚀,出现大量孔洞、裂缝和细碎化,还残留丝状物,说明真菌不仅能降解WPC中的竹粉,还可能对PE基体产生一定的破坏作用。



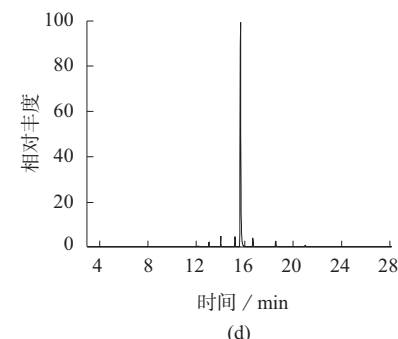
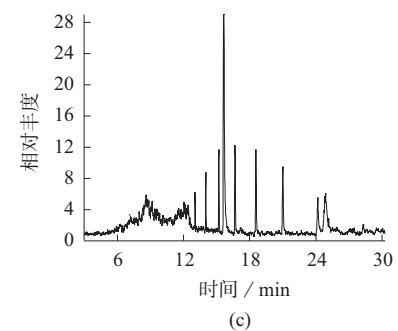
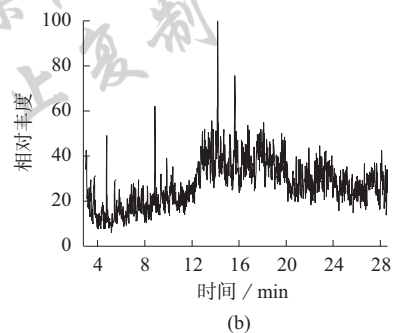
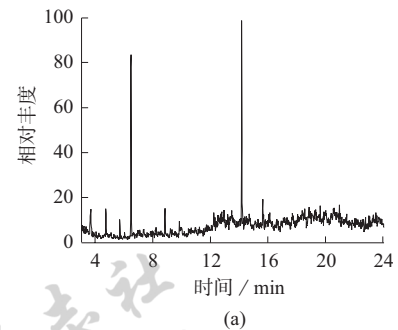
a—未降解 WPC; b—平菇降解的 WPC; c—凤尾菇降解的 WPC

图3 WPC未降解和微生物降解后的 SEM 照片

2.4 GC-MS 分析

图4为微生物降解样品丙酮提取物的GC-MS

图,其数据分析见表3。从表3中可能性对比值得,竹粉在平菇降解过程中可能产生了芳香醇类、芳香酸酯类、酚类、醚类、羧酸类以及环醚类的小分子化合物。竹粉主要由纤维素、半纤维素和木质素组成,木质素是由羟苯基类单体聚合而成的多聚体,在真菌作用下,木质素发生单体间 β -O-4和 α -O-4连接键的断裂或者 C_{α} - C_{β} 断裂,形成以木质素单体为主体结构的有机物质^[17]。凤尾菇对竹粉的降解产物



a—BF-O; b—BF-P; c—WPC-O; d—WPC-P

图4 微生物降解样品丙酮提取物的 GC-MS 图

表3 微生物降解样品丙酮提取物的 GC-MS 分析结果

样品	保留时间 / min	化合物	可能性 / %
BF-O	6.49	1H-1,2,3-三唑-4-甲醛	64.19
	12.76	N-脱乙酰-N-甲基秋水仙碱	16.05
	14.18	2,2'-亚甲基双-(4-甲基-6-叔丁基苯酚)	97.67
	15.65	邻苯二甲酸二正辛酯	44.45
	15.65	邻苯二甲酸二异癸酯	28.71
	15.65	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	5.50
	15.65	邻苯二甲酸二异辛酯	4.32
BF-P	8.86	邻苯二甲酸二丁酯	21.43
	8.86	邻苯二甲酸丁基酯 2-乙基己基酯	10.40
	14.20	2,2'-亚甲基双-(4-甲基-6-叔丁基苯酚)	78.50
	15.65	3',8,8'-三甲氧基-3-嘧啶基-2,2'-联苯-1,1',4,4'-四酮	13.20
	15.65	邻苯二甲酸二异丙酯	9.21
WPC-O	12.37	O-乙酰基柠檬酸三丁酯	81.12
	14.02	正二十四烷	12.32
	15.20	正二十五烷	13.10
	15.65	邻苯二甲酸二异辛酯	47.26
	15.65	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	27.22
WPC-P	13.05	正二十三烷	11.81
	14.02	正二十四烷	26.66
	15.20	正二十五烷	9.93
	15.65	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	41.55
	15.65	邻苯二甲酸二异辛酯	29.33

和平菇对竹粉的降解产物有所不同,说明平菇与凤尾菇对竹粉的降解过程存在一定差异,可能与真菌中生物酶的种类和含量有关。

WPC 在平菇和凤尾菇的降解过程中除了产生芳香酯类、芳香酸类产物外,还产生脂肪酸酯类、脂肪烃类小分子化合物。含苯类降解产物主要来源于竹粉中木质素的降解,而脂肪酸酯类和脂肪烃类降解产物可能来自 PE 基体,这说明 PE 基体也可能被真菌所降解。由于 PE 分子量大、疏水、分子链上缺乏被微生物攻击的位点,因此树脂本身具有良好的抗微生物降解性能,但当 PE 分子链发生氧化产生小分子片段,分子链上带有极性基团,容易被微生物攻击,土壤真菌能利用 PE 作为碳源,产生分解酶和将 PE 分解成小分子降解产物^[16]。在本研究中,WPC 中的 PE 基体也发生微生物降解,这可能由于在制备过程中 PE 基体被热氧化,或者在破碎制备降解样品过程中,PE 分子链发生断裂,带上一定的极性基团,被真菌寄居,从而发生微生物降解,还有可能因为竹粉真菌降解所形成的微环境促使 PE 发生微生物降解,具体原因有待进一步分析。

2.5 DSC 分析

聚合物晶体与其分子结构有密切联系,晶体

的热稳定性体现了分子链的规整性,因此,通过对 WPC 中 PE 晶体热稳定性的分析也可表征 PE 基体在 WPC 微生物降解过程中的破坏情况。图 5 为 WPC 降解前后的 DSC 熔融曲线,未降解的 WPC 在 133℃ 附近出现 PE 晶体的熔融峰,经真菌降解 WPC 除了在 133℃ 附近出现熔融峰外,在 125℃ 附近还出现熔融肩峰,这说明 PE 基体中部分分子主链的规整性受到破坏,在结晶过程中形成完善程度稍差的晶体,其热稳定性小于原来的 PE 晶体,这也证明 PE 基体也发生真菌降解。

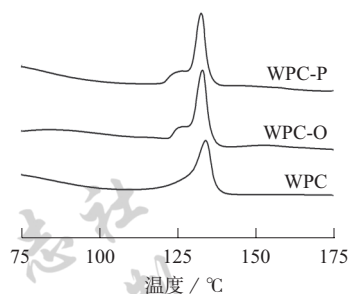


图5 WPC 降解前后的 DSC 熔融曲线

3 结论

利用 PE 和竹粉熔融开炼制备了 PE 基 WPC, 并进行平菇和凤尾菇两种微生物降解实验,通过变色圈, SEM, GC-MS 和 DSC 等方法对 WPC 的生物降解性能进行研究。结果表明平菇和凤尾菇均对竹粉和 WPC 有良好的降解作用,其中平菇的生物降解能力更大;在微生物降解过程中,竹粉发生酶解生成木质素单体等小分子降解产物,但两种真菌对竹粉的降解产物有一定不同,这可能由于两种真菌的分解酶和对竹粉的降解过程有所区别所致。通过对 WPC 微生物降解产物的分析可知,PE 基体也发生一定的降解而产生脂肪烃或脂肪酯类的小分子产物,微生物的降解破坏了 PE 的分子链,分子规整性下降导致 PE 晶体热稳定性变差。

参考文献

- [1] Smith P M, Wolcott M P. Opportunities for wood / natural fiber-plastic composites in residential and industrial applications[J]. Forest Product Journal, 2006, 56(3):4-11.
- [2] Clemons C. Wood-plastic composites in the United States: The interfacing of two industries[J]. Forest Products Journal, 2002, 52(6):10-18.
- [3] Stark N M. Effect of weathering cycle and manufacturing method on performance of wood flour and high-density polyethylene composites[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2006, 100(4):3 131-3 140.

- [4] Petchwattana N, Covavisaruch S, Chanakul S. Mechanical properties, thermal degradation and natural weathering of high density polyethylene / rice hull composites compatibilized with maleic anhydride grafted polyethylene[J]. Journal of Polymer Research, 2012, 19(7):9 921-9 929.
- [5] Stark N M, Matuana L M. Characterization of weathered wood-plastic composite surfaces using FTIR spectroscopy, contact angle, and XPS[J]. Polymer Degradation and Stability, 2007, 92(10):1 883-1 890.
- [6] Wang W, Sain M, Cooper P A. Hydrothermal weathering of rice hull / HDPE composites under extreme climatic conditions[J]. Polymer Degradation and Stability, 2005, 90(3):540-545.
- [7] Fabiyi J S, McDonald A G, Wolcott M P, et al. Wood plastic composites weathering: Visual appearance and chemical changes[J]. Polymer Degradation and Stability, 2008, 93(8):1 405-1 414.
- [8] 郭勇, 李大纲, 李晶晶, 等. 回收纸塑材料 / 聚乙烯复合材料老化性能的研究 [J]. 工程塑料应用, 2010, 38(11):72-75.
- Guo Yong, Li Dagang, Li Jingjing, et al. Study on anti-aging properties of recycled paper-plastic material / PE composites[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(11):72-75.
- [9] Wei L Q, McDonald A G, Camille F, et al. Effects of wood fiber esterification on properties, weatherability and biodegradability of wood plastic composites[J]. Polymer Degradation and Stability, 2013, 98(7):1 348-1 361.
- [10] Mankowski M J, Morrell J J. Patterns of fungal attack in wood plastic composites following exposure in a soil block test[J]. Wood and Fiber Science, 2000, 32(3):340-345.
- [11] Naumann A, Stephan I, Noll M. Material resistance of weathered wood-plastic composites against fungal decay[J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2012, 75:28-35.
- [12] 李大纲, 孙占英, 吴正元, 等. 人工模拟菌类条件对塑木复合材料性能的影响 [J]. 包装工程, 2006, 27(2):21-22.
- Li Dagang, Sun Zhanying, Wu Zhengyuan, et al. Effect on the properties of wood-plastic composites by exposing to artificial fungi[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(2):21-22.
- [13] Fabiyi J S, McDonald A G, Morrell J J, et al. Effects of wood species on durability and chemical changes of fungal decayed wood plastic composites[J]. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2011, 42(5):501-510.
- [14] Verhey S, Laks P. Wood particle size affects the decay resistance of woodfiber / thermoplastic composites[J]. Forest Products Journal, 2002, 52(11):78-81.
- [15] Naumann A, Seefeldt H, Stephan I, et al. Material resistance of flame retarded wood-plastic composites against fire and fungal decay[J]. Polymer Degradation and Stability, 2012, 97(9):1 189-1 196.
- [16] Corti A, Muniyasamy S, Vitali M, et al. Oxidation and biodegradation of polyethylene films containing pro-oxidant additives: Synergistic effects of sunlight exposure, thermal aging and fungal biodegradation[J]. Polymer Degradation and Stability, 2010, 95(6):1 106-1 114.
- [17] Vane C H. The molecular composition of lignin in spruce decayed by white-rot fungi (phanerochaete chrysosporium and trametetes versicolor) using pyrolysis-GC-MS and thermochemolysis with tetramethylammonium hydroxide[J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2003, 51(1):67-75.

天业塑料开发可回收木塑建材, 已投放市场

新疆天业塑料制品总厂开发生产的可回收建筑用 PVC 木塑建筑模板, 今年已批量投放石河子市建筑市场, 目前供货近 2 万 m², 具有广阔的市场前景。

天业 PVC 木塑建筑模板是天业塑料制品总厂开发的绿色环保建筑材料, 是以 PVC、植物纤维为主要原料, 添加一些塑料加工助剂制成的新型环保建材。该产品主要用于建筑物施工需要混凝土浇注时使用的混凝土浇注模板及装饰装潢板材, 可回收循环利用, 无污染。其物理、化学性能好, 兼容了塑料和木材的双重性能; 难燃; 不霉变、耐腐蚀; 不吸水、耐磨易清洗, 周转率高, 周转次数可达 30 次, 脱模后, 外型平整光洁, 接缝少可省去抹灰的工费及材料费, 减少施工时间。

该厂自主研发的可回收建筑用模板产品, 在其集团公司内部建筑单位进行试验使用, 通过三年的不断试验和改进, 产品已经成型。为使这一新型绿色可回收产品走向市场和可持续发展, 该厂组织力量奔赴石河子各个建筑单位、施工工地进行推介, 使客户从产品性能到节省资金等方面都有所了解, 采取灵活的销售方式, 实行销售和租赁两种方式。

目前已在石河子天筑建设 (集团) 有限责任公司签订了 38 号小区, 5 000 m² 的 PVC 木塑建筑模板租赁合同, 与石河子北泉建筑安装工程有限责任公司签订了北七小区供货合同 5 000 m², 与泰安公司签订雅园供货合同 5 000 m²。

(中塑机网)

片材行业发展迅速, PS 塑料备受市场欢迎

聚苯乙烯 (PS) 是一种热塑性塑料, 一直被广泛用于建筑建材、食品包装片材、日用品等领域。另外, 在绝缘隔热物料上, PS 一直备受市场追捧, 因其符合最新的国际标准。

近日, 知名市场咨询公司 Applied Market Information 最新公布数据显示, 在 735 家受采访的挤出片材生产商中, 有 304 家公司以 PS 为原料进行生产, 145 家公司则选择用 PET 材料。总体而言, 市场对 PS 塑料片材的年需求量为 100 多万 t。

虽然 PET 塑料得益于社会上关于环保再生话题, 成为挤出片材需求量增长最快的材料。但是 PS 塑料仍然是占据所有挤出片材当中消耗量的第一名, 足以证明 PS 塑料仍然是最为企业广泛应用的材料。

(慧聪网)