

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.03.019

双层共挤木塑复合地板的性能表征

黄东辉

(张家港联冠环保科技有限公司,江苏张家港 215625)

摘要:以废旧塑料、木粉及抗氧化剂等助剂为原料,利用共挤出的方法,制备了带有表层和芯层的木塑复合地板,主要对表层材料进行改性而不考虑芯层材料的耐候等性能,测试了该木塑复合地板的物理力学、抗低温和耐候性能。结果表明,双层共挤制备的木塑复合地板的拉伸强度为 23.98 MPa,弯曲强度和弯曲弹性模量分别为 38.53 MPa 和 3 200 MPa,弯曲破坏载荷为 4 300 N,高于单层挤出的木塑复合地板(3 300 N),且其经循环冻融实验后的保持率为 98.7%,低温落锤冲击下无破裂,吸水率为 0.17%,加热后尺寸变化率为 0.12%,氧化诱导期为 77.5 min,远高于单层挤出的木塑复合地板(15.4 min),具有较好的综合性能。该木塑复合地板同时达到了日本木塑地板性能测试标准的要求,有效解决了因回收废旧塑料批次不稳定而产生颜色、耐候性、尺寸变化率、弯曲性能波动或不佳等问题,扩大了废旧塑料的利用范围,具有较高的性价比。

关键词:共挤;氧化诱导;耐候性;增强

中图分类号:TQ320.72 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3539(2013)03-0086-04

Properties Characterization of Co-Extrusion Wood-Plastic Composite Floor with Double Layers

Huang Donghui

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

Abstract: Taking waste plastic, wood powder and addition agent such as antioxidant etc. as raw materials, wood-plastic composite floor with surface layer and core layer was prepared by co-extrusion technology, modification was mainly done for surface layer materials and properties of core layer materials such as weathering resistance etc wasn't considered. Physical, mechanical, low temperature resistance and weathering resistance properties of the floor were tested. The results show that tensile strength of the floor is 23.98 MPa, bending strength and bending elastic modulus are 38.53 MPa and 3 200 MPa, bending failure load is 4 300 N and higher than that of wood-plastic composite floor with single layer (3 300 N), it only declines by 1.3% after cycles of freeze-thaw test. The floor with double layers don't destroy under the drop-weight impact at low temperature, it's water absorption is 0.17%, dimensional change rate after heating is 0.12% and oxidation induction time is 77.5 min which is higher than that of wood-plastic composite floors with single layer (15.4 min), meanwhile, it achieve the requirements of wood-plastic composite floor properties test standards in Japan. The floor with double layers solves the problems that color, weathering resistance, dimension change rate, bending strength performance are fluctuation or bad because of waste recycling batch being unstable, it enlarge the application range of waste plastic and has high performance / price ratio.

Keywords: co-extrusion ; oxidation induction ; weathering resistance ; enhance

由于近年来废弃物不断增加,固体废弃物的处理已经成为一个世界性的难题^[1]。我国的城市生活垃圾量以每年 8% 的速度增长,北京、上海等大城市更是达到了 10% 的增长率,1993 年全国 500 个城市的生活垃圾量就达到了 8 700 多万 t,处理费用高达 40 多亿人民币,其中各种废弃木质材料约占 4%,因而固体废弃物的处置和资源化研究受到了国家的重视,从 1995 年起被列入国家自然科学基金会项目指南中的资助和鼓励研究领域,城市垃圾的再资源化及有机废弃物的降解和再生利用也曾被列入

“九五”优先资助领域。

随着塑料加工技术的不断发展和人们环保意识的加强,木塑复合材料已成为固体废弃物最好的出路^[2],采用固体塑料废弃物和木粉或其它植物纤维,通过合理的优化配方和加入增容剂等助剂,使两种不相容的材料复合在一起,然后再通过特殊的加工工艺即可得到一种特殊的新兴环保绿色产品——

联系人:黄东辉,工程师,主要研究方向为热塑性材料的挤出成型

收稿日期:2012-12-20

木塑复合制品。木材产品重点发展的领域之一,就是生产高附加值的且可适用于不同场合需求的木塑复合材料^[3-6]。

目前木塑复合制品的局限性有以下几个方面:弯曲弹性模量和弯曲强度因回收塑料的波动普遍不高或不稳定;因为成本原因,制品更容易出现微生物侵蚀;不同塑料及纤维的使用使批次生产的制品表面(包含色泽在内)的稳定性较差;制品耐候性差,褪色显著。解决以上问题的主要研发思路包括:采用更好的回收改性塑料,对木质纤维材料进行表面处理,通过添加助剂显著增加制品的成本来提高制品的耐候防霉性能等。但以上措施在解决木塑复合制品的缺陷时又不可避免地因价格昂贵而使市场无法接受。

笔者以双层共挤的方法制备双层木塑复合地板,利用性能较优的废旧塑料作为表层材料,性能略差的废旧塑料作为芯层材料,然后在此基础上不考虑芯层材料的耐候、防霉、色泽等性能,而主要对表层材料进行改性,通过各种性能表征来验证该方法的可行性,以求获得具有高性价比的木塑地板。

1 实验部分

1.1 主要原材料

废旧塑料:主要成分为高密度聚乙烯[熔体流动速率(MFR)为0.4 g/10 min (190℃, 2.16 kg, 下同)],杂色低密度和高密度聚乙烯(MFR ≤ 2 g/10 min);

木粉:经清理粉碎的木质废弃物,粒径约0.2 mm;

增容剂、复合润滑剂、其它助剂:市售。

1.2 主要仪器及设备

木粉干燥机:张家港联冠环保科技有限公司;

木粉磨粉机:MF750型,张家港联冠环保科技有限公司;

高速混合机:SRL-W500/2000型,张家港联冠环保科技有限公司;

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;

单螺杆挤出机: SJ60型,长径比25,张家港联冠环保科技有限公司。

1.3 木塑复合地板的制备

木塑复合地板的配方如表1所示。

表1 木塑复合地板表层和芯层材料配方

材料	废旧塑料 用量/份	木粉用 量/份	填充剂用 量/份	偶联剂用 量/份	抗氧剂用 量/份	其它助剂 用量/份
表层材料	25~38	30~50	7	3	0.3~1.5	3~5
芯层材料	25~38	40~60	7	3	0	3~5

(1) 木粉的前处理。

木粉中的水分含量高,会致使制品的孔隙度增加,从而能吸收更多的氧气,进一步加速木塑复合制品的氧化,而氧化、降解会导致木塑复合制品的破损、强度及刚度降低。较快的挤出速度和机筒中相对较高的温度也会导致木塑复合制品化学降解。前期用木粉干燥机对木粉进行干燥处理,将水分含量由8%降至2%~3%左右。

(2) 木塑复合地板制备。

工艺路线如图1所示,按照表1表层材料的配方,将废旧塑料、木粉、填充剂、偶联剂、抗氧剂等助剂加入到高速混合机中混合,高速混合排料温度设为120℃,冷混排料温度设为40℃。排料后,将混合均匀的物料加入造粒机进行造粒,然后加入单螺杆共挤出机挤出机料斗,进行制品的表层挤出。芯层材料制备工艺基本相同,造好粒后,将其加入到双螺杆主挤出机料斗,进行制品的芯层挤出。制备的木塑复合地板形状如图2所示,所有性能测试用标准试样均从该地板上制取。

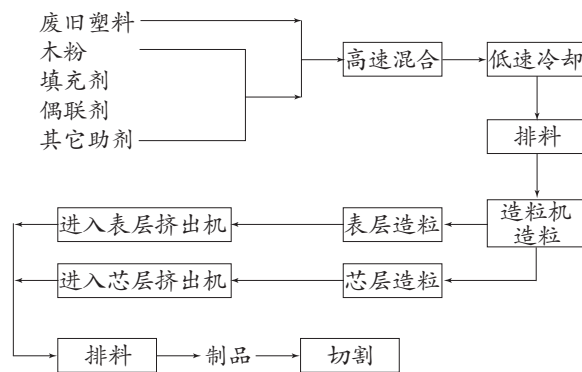


图1 工艺流程图

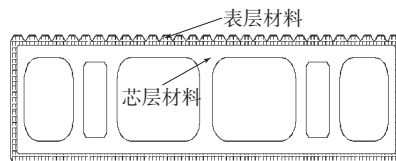


图2 制备的木塑复合地板形状

1.4 性能测试与表征

拉伸强度按 GB/T 1040.11-2006 测试,采用 I 型试样,测试速度为 50 mm/min;

弯曲性能按 GB/T 9341-2008 测试,测试速度为 (2.0 ± 0.4) mm/min;

弯曲破坏载荷按 GB/T 17657-1999 测试;

抗冻融性能按 GB/T 24137-2009 测试;

吸水率按 GB/T 17657-1999 测试;

加热后尺寸变化率按 GB/T 24508-2009 测试;

低温落锤冲击性能按 GB/T 24508-2009 测试,落锤质量为 (800 ± 5) g,落锤高度为 (1000 ± 10) mm

利用差示扫描量热 (DSC) 法测试试样的氧化诱导期,测试步骤依照 GB/T 17391-1998,升温速率 $20^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

2 结果与讨论

2.1 力学性能

表 1 和表 2 分别为双层共挤木塑复合地板的拉伸强度和弯曲性能。

表 1 双层共挤木塑复合地板的拉伸强度 MPa

试样编号				平均值
1 [#]	2 [#]	3 [#]		
23.01	24.73	24.2		23.98

表 2 双层共挤木塑复合地板的弯曲性能 MPa

项 目	试样编号			平均值
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	
弯曲强度	37.62	39.1	38.87	38.53
弯曲弹性模量	3180	3205	3215	3200

双层共挤木塑复合地板和单层木塑复合地板的弯曲载荷-挠度曲线分别如图 3 和图 4 所示。

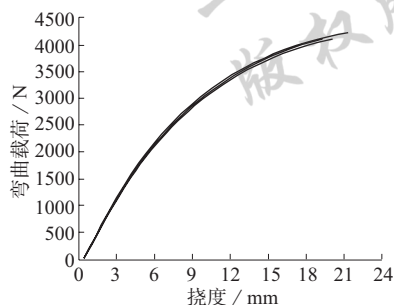


图 3 双层共挤木塑复合地板的弯曲载荷-挠度曲线

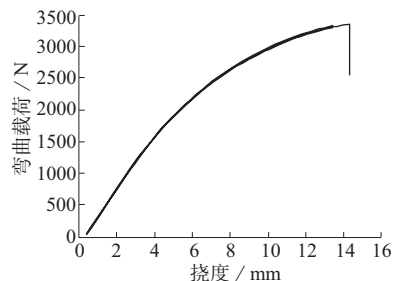


图 4 单层木塑复合地板的弯曲载荷-挠度曲线

从图 3 可以看出,双层共挤木塑复合地板在弯曲载荷为 4300 N 时断裂;而从图 4 可以看出,单层木塑复合地板在弯曲载荷为 3300 N 时断裂。这说明采用双层共挤法制备的木塑复合地板具有较高的强度。

2.2 抗低温性能

(1) 抗冻融性能。

将双层共挤木塑复合地板试样浸于室温水 24 h,然后把试样放在温度为 $(-29 \pm 1)^\circ\text{C}$ 的冰冻装置中冷冻 24 h,再把试样在室温下放置 24 h,这个过程组成 1 个周期,循环 3 个周期后在室温下放置 1 h 以上。

经以上 3 个循环周期实验,试样的弯曲破坏载荷为 4244.1 N,相对于实验前的数值 (4300 N),其在冻融实验后的弯曲破坏载荷保持率为 98.7%。

(2) 低温落锤冲击试验。

将试样正面向上放在支撑物上,使落锤冲击在试样正面的中心位置上,每个试样冲击 1 次。试验 3 组后观察到试样无破裂。

2.3 物理性能

(1) 吸水率测试。

将试样浸于 pH 值为 7 ± 1 、温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的水槽中,试样垂直于水平面并保持水面高于试样上表面,使其可自由膨胀。试样浸泡 (72 ± 0.5) h 后,计算得出试样的吸水率为 0.17%。

(2) 加热后尺寸变化率测试。

将试样竖放于电热鼓风箱内的撒有滑石粉的玻璃板上,温度设为 $(62 \pm 1)^\circ\text{C}$,放置 (24 ± 0.5) h 后连同玻璃板取出,冷却至室温,测量 3 组试样加热后尺寸变化率的平均值为 0.12%。

2.4 耐候性能

双层共挤木塑复合地板和单层木塑复合材料随时间变化的 DSC 曲线分别如图 5 和图 6 所示。

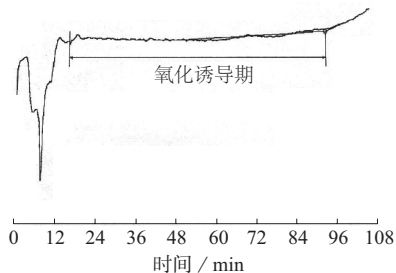


图 5 双层共挤木塑复合地板随时间变化的 DSC 曲线

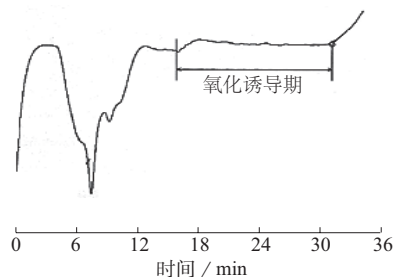


图 6 单层木塑复合地板随时间变化的 DSC 曲线

从图 5 和图 6 可以得出, 双层共挤木塑复合地板的氧化诱导期为 77.5 min, 而单层木塑复合地板的氧化诱导期为 15.4 min。可以看出双层共挤木塑复合地板的表层材料耐候性能相比单层复合材料得到极大提高。

2.5 应用情况

因为双层共挤技术的应用, 以前在木塑复合地板中必须添加的昂贵的耐候剂、抗氧剂、防霉剂等助剂用量现在大幅度减少, 只需占制品总质量的 15%~35%(根据制品截面结构不同而不同), 极大地提高了木塑制品的性能, 同时降低了制品的综合成本。目前此双层共挤木塑地板已出口日本等国家。为了避免标准上的差异, 笔者采用了日本的 JISK 7171(弯曲强度 ≥ 20 MPa), JISK 7111(冲击强度 ≥ 0.5 kJ/m²), JISA 5441(吸水长度方向变化率 $\leq 3\%$), JISK 7197(线膨胀系数 $\leq 5 \times 10^{-5}$ / $^{\circ}\text{C}$) 等标准分别测试了该木塑地板的性能, 发现其完全满足以上要求, 并通过了 JISK 7350-2 耐候性 2000 h 的测试, 得到了客户的肯定及好评。

3 结论

(1) 采用双层共挤技术制备了木塑复合地板, 主要对表层废旧塑料进行改性, 使其获得高强度、高耐候等性能, 而不考虑芯层废旧塑料的色泽、耐候等性能, 提高复合材料性能的同时大幅降低其成本。

(2) 经物理力学、抗低温和耐候等性能测试验证, 采用双层共挤技术, 木塑复合地板的各种性能较好并达到目前日本客户提出的所有标准值。

(3) 在要求节能、环保、减少废旧塑料的选择性方面, 保持制品的优良力学性能及耐候性能并具有

较低的成本是木塑复合材料的主要发展方向之一。

参考文献

- [1] 杨文斌, 刘一星, 李坚. 再生木塑复合材料的研究进展 [J]. 世界林业研究, 2001, 14(5):26-30.
Yang Wenbin, Liu Yixing, Li Jian. Advances in the research of recycled wood-plastic composite[J]. World Forestry Research, 2001, 14(5):26-30.
- [2] 任民. 环保塑木复合材料—废旧塑料循环利用领域的发展热点 [J]. 国外塑料, 2011, 29(2):48-49.
Ren Min. Environmental wood-plastic composites—development hot events in the fields of waste plastic recycling[J]. World Plastics, 2011, 29(2):48-49.
- [3] 李大纲, 周敏, 许小君. 木塑复合材的产品性能及其应用前景 [J]. 机电信息, 2004(5):47-49.
Li Dagang, Zhou Min, Xu Xiaojun. Properties and application prospects of wood-plastic composite products[J]. Mechanical and Electrical Information, 2004(5):47-49.
- [4] 林铭, 谢拥群, 饶久平, 等. 塑木复合材料的研究现状及发展趋势 [J]. 林业机械与木工设备, 2004(6):4-6.
Lin Ming, Xie Yongqun, Rao Jiuping, et al. Study on the research situation and development trend of wood / plastic composites[J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2004(6):4-6.
- [5] 于文东, 孙振国, 雷湘军. 具有发展前途的木塑复合材料 [J]. 新型建筑材料, 2004(9):14-16.
Yu Wendong, Sun Zhenguo, Lei Xiangjun. Wood-plastic composites with good future development[J]. New Building Materials, 2004(9):14-16.
- [6] 盛旭敏, 张卫勤. 木 / 塑发泡材料研究现状及发展趋势 [J]. 现代塑料加工应用, 2005, 17(6):61-64.
Sheng Xumin Zhang Weiqin. The status and development of foamed plastics/wood-fiber composites[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2005, 17(6):61-64.

中日韩增容剂知名嘉宾齐聚上海

——助推国内行业发展

从全球看, 工程塑料正在向高性能、低成本及绿色化方向发展, 而增容剂的合理选择和使用对高分子合金技术的实现是至关重要的。

2013 年 4 月 10 日, 由我国将“增容剂”商品化、并率先应用合成技术开发新型“增容剂”的企业南通日之升及易贸主办的“2013 国际聚合物合金相容化技术高峰论坛”将在上海虹桥喜来登上海太平洋大饭店拉开帷幕。

中日韩行业内知名嘉宾发表演讲的内容如下:

日本 Takashi Inoue 教授的“反应挤出的高性能高分子合金的开发”, 其内容包括受到强硬冲击后会变成橡胶般的尼龙系合金、热老化韧性不会降低的超延性 PBT 合金、工程塑料的高性能 PLA 合金等;

韩国 Cho Ur Ryong 教授的“环氧化天然橡胶 / PA6 合

金相容性研究”;

华东理工大学郑安呐教授的“反应挤出在高聚物材料高性能与功能化以及特色合成领域的作用”, 其内容包括反应挤出与高分子化学反应、氟硅橡胶的反应挤出合成、嵌段聚合物在聚合物合金中的应用等;

南通日之升田冶副总经理兼总工程师的“丙烯酸、苯乙烯和甲基丙烯酸缩水甘油酯三元共聚物在塑料改性中的应用”, 其内容包括苯乙烯-丙烯酸-甲基丙烯酸缩水甘油酯、三元单体经自由基聚合而成的无规共聚物可广泛用于工程塑料 (PA, PC, PET, PBT 等) 的增容剂、扩链剂、热稳定剂及复合材料界面偶联剂;

锦湖日丽罗明华总监的“聚合型功能助剂推动 PC / ABS 创新”, 其内容包括如何控制相态细化从而制备高冲击 PC / ABS、如何开发高流动性 PC / ABS、如何开发高熔体强度 PC / ABS 等。
(沈方成)