

讨论与建议

木塑复合包装材料的性能评价

李凯夫, 谢雪甜, 戴东花, 彭万喜, 许少宏

(华南农业大学林学院, 广州 510642)

摘要: 通过大量的测量数据,利用 SPSS 分析,提出木塑复合材料性能较为科学的评价方法及性能评价指标。研究表明:木塑复合材料是一种发展前景广阔的代木包装材料,是突破包装材料贸易绿色壁垒的有效途径之一。

关键词: 木质包装材料;木塑复合材料;性能;评价

中图分类号:TS653;TQ325 文献标识码:A 文章编号:1001-8654(2006)03-0029-03

Evaluating the Properties of Wood-Plastic Composites

LI Kai-fu, XIE Xue-tian, DAI Dong-hua, PENG Wan-xi, XU Shao-hong

(College of Forest, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China)

Abstract: When Green Trade Barriers were implemented in more and more countries, the evaluation of properties for wood-plastic composite (WPC) as packing material became more important in the field of foreign trade. Method factors, parameters and property values showed gains according to SPSS from appropriate test data, which could promote the application of WPC material. The results indicated that WPC were becoming accepted in the package industry as a replacement for untreated solid wood packing material.

Key words: wood package material; wood-plastic composites(WPC); property; evaluate

未经处理的实木包装材料是林木病虫害传播的载体之一,如果处理不当,有害生物可随着货物流通而传播蔓延,因此,各国都很重视进口木质包装材料的防疫工作。1998 年以来,加拿大、美国、欧盟地区及国家及巴西、澳大利亚等,相继对我国出口的未经处理的实木包装材料提出处理要求。2003 年 6 月,美国农业部通过 WTO 总部,通报了进口商品木质包装材料规定的修改建议,要求进入美国的木质包装材料应经过热处理或者化学熏蒸,且熏蒸后的货物包装要有标志^[1-2]。我国口岸检疫机构贯彻的木包装检疫规程也从树种选择、防疫处理与标准参数,出境证书制度几个方面,加大木包装监管力度。

随着环保呼声和企业采用实木包装所承受的成本(增加 30%~50%)压力的日益增大,木塑复合材

料(WPC)因具有优良的物理力学性能、低吸水性、高防腐性和抗生物破坏稳定性等,有望成为木包装的代用材料,研究木塑复合材料的特性及其评价方法,对其在包装领域的推广应用具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

采用广州赫尔普复合材料科技有限公司生产的 2 种不同配方(添加剂不同)的高密度聚乙烯(HDPE)系木塑复合材料样品(图 1):试样 A 为小 M 板,试样 B 为一字板,均采用挤出机挤出,木粉比例约为 45%~60%,主要用于包装材料、户外园林景观、汽车内饰、枕木与管材等。

由于试验条件限制,本试验中,试样 A 系 M 板锯掉两侧筋板,取中间平板部分;试样 B 系一字板锯掉两边梯角,取其中间部分。

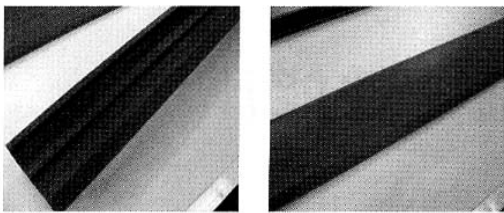
1.2 检验方法

吸水性按照 GB/T 1034-1998《塑料吸水性试验方法》进行;弯曲性能和拉伸性能按 GB/T 17657-

收稿日期:2005-04-16; 修改稿:2005-07-08

基金项目:广东省社会发展攻关项目(20003B31402)“环保与生态安全木质包装材料检疫除害处理关键技术”。

作者简介:李凯夫(1955—),男,华南农业大学林学院教授,博士生导师。



试样 A(小 M 板) 试样 B(一字板)

图 1 2 种试样

Fig. 1 Two types of specimens

1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》进行; 压缩性能参照 GB/T 1041-92《塑料压缩性能试验方法》进行。

2 结果与分析

2.1 木塑复合材料的吸水率

影响木塑复合材料吸水率的因素主要有: 浸泡时间、水温以及材料内含的水溶性物质。本试验考察 2 种浸泡方法(20 ℃水浸泡 24 h 和沸水浸泡 30 min), 以及水溶性物质考虑与否对试样吸水率的影响, 并运用 SPSS 软件对数据进行配对样品 *t* 检验分析。

根据吸水性试验结果(表 1)及 *t* 检验分析(表 2) 可知: 1) 浸泡方法对试样 A 吸水率的影响极其显著; 试样 B 则不太显著; 2) 水溶性物质的考虑与否, 对试样 A 的吸水率影响极其显著; 试样 B 则不显著。

表 1 不同浸泡方法时木塑复合材料的吸水率
Tab. 1 Water absorption of WPC under different conditions

试样	试验编号	浸泡方法	表面积 吸水量/ (mg · cm ⁻²)	体积 吸水量/ (mg · cm ⁻³)	吸水量/ %
A	A11	20℃水浸 24h	0.011	0.014	1.19
A	A12	20℃水浸 24 h	0.012	0.016	1.36
A	A21	沸水浸 30 min	0.015	0.020	1.67
A	A22	沸水浸 30 min	0.018	0.023	1.92
B	B11	20℃水浸 24 h	0.013	0.008	0.68
B	B12	20℃水浸 24 h	0.020	0.012	1.03
B	B21	沸水浸 30 min	0.017	0.011	0.91
B	B22	沸水浸 30 min	0.017	0.010	0.87

注: 奇数号试验, 即 A11、A21、B11、B21, 不考虑水溶性物质; 偶数号试验, 即 A12、A22、B12、B22, 考虑水溶性物质。

根据上述结果可知, 因为添加剂不同, 材料的耐水解能力与水溶性亦不同, 所以, 不同配方的木塑复合材料在不同的浸泡方式下, 所测得的吸水率差别亦较大, 同时, 水溶性物质对结果偏差的影响也比较大。故对木塑复合材料吸水率的测试建议如下: 一般情况下, 可采用 20 ℃水浸 24 h 的方法, 不考虑水溶性物质; 若产品特殊或委托方有特别要求时, 可协商采用沸水浸泡 30 min, 或考虑内含水溶性物质。

表 2 样品吸水性 *t* 检验分析

Tab. 2 Analysis results on water absorption value

因素	配对样品	显著性概率/%
浸泡方法	A11-A21	0.000 04
	A12-A22	0.000 02
	B11-B21	0.228
	B12-B22	0.601
考虑水溶性物质 与否	A11-A12	0.000 18
	A21-A22	0.000 002
	B11-B12	0.341
	B21-B22	0.687

2.2 木塑复合材料的弯曲性能

施载速度、压头类型和跨距对木塑复合材料试样弯曲性能的影响见表 3。

表 3 不同影响因子下木塑复合材料的弯曲性能

Tab. 3 Flexural properties of WPC under different factors

影响因子	条件	MOR/MPa		MOE/MPa		挠度/mm	
		测试值	标准误	测试值	标准误	测试值	标准误
施载速度/ (mm · min ⁻¹)	10	25.0	1.12	1877	130.89	13.5200	0.980
	20	24.7	0.99	3011	109.01	14.2000	0.740
	30	29.0	0.99	3348	114.05	15.2200	0.890
压头类型 ^a	小压头	26.4	2.502	1631	43.66	11.1698	0.439
	大压头	24.0	0.699	1553	76.63	11.7893	0.505
	双压头	60.0	2.184	3762	106.01	15.8257	0.986
跨距 ^b /mm	16 h+50	23.6	0.211	1924	33.15	7.3419	0.189
	20 h+50	26.4	2.502	1631	43.66	11.1698	0.439

^a 压头半径, mm, 小压头 *r*=5; 大压头 *r*=15; 双压头 *r*=15。

^b *h* 为试件厚度, mm。

1) 施载速度 运用 SPSS 软件, 对测得试样弯曲性能数据进行新复极差检验和标准误分析(方差分析表略), 结果显示: 施载速度为 20 和 30 mm/min 时, 对试样的 MOE 无显著影响, 但在 10 mm/min 时差异显著; 在施载速度 10 和 20 mm/min 时对 MOR 无显著影响, 而在 30 mm/min 时差异显著。施载速度为 20 mm/min 时, MOE、MOR 和挠度的标准误值最小, 故确定以此为优选施载速度。

2) 压头类型 以 20 mm/min 的施载速度, 测定 3 种压头对木塑复合材料试件弯曲性能的影响, 并对测试数据进行新复极差检验和标准误分析。内表 3 可知: 压头类型和半径对弯曲性能的测试影响很大, 单压头和双压头的差异极显著, 压头半径对弯曲性能的测试结果差异不显著; 使用双压头测试的试件 MOE、MOR、挠度值, 均高于用大、小单压头时的测定值, 这是由于双压头排除了剪切应力的影响, 测试的是纯弯曲应力; 使用小压头测试时, MOE 和挠度的波动最小, 大压头时 MOR 的波动最小, 双压头时各项指标的波动都较大, 可能是由于材料性能的波动或者是试验时人为因素造成误差。考虑相关标准的

规定,确定采用半径 15 mm 的大压头。

3) 跨距 采用 20 mm/min 的施载速度和大压头进行试验,考察 2 种不同跨距对试件弯曲性能的影响。试验数据的新复极差检验和标准误分析表明:跨距对试件 MOE 和 MOR 的影响极显著,对挠度的影响不显著;采用短跨距测得的各项弯曲性能值波动较小,但跨距越大,试件在测试时所受到的剪切作用就越小。故采用比较合理的长跨距(20 h+50)mm。

综合以上分析,适宜的弯曲试验参数为:施载速度 20 mm/min、采用大压头、跨距(20 h+50)mm。

2.3 木塑复合材料的拉伸性能

施载速度、夹具间距和试件中部的宽度对木塑复合材料试样拉伸性能的影响见表 4。

表 4 不同影响因子下木塑复合材料的拉伸性能

Tab. 4 Tensile properties of WPC under different factors

影响因子	试验条件	强度/MPa		弹性模量/MPa		断裂伸长率/%	
		测试值	标准误	测试值	标准误	测试值	标准误
施载速度/ (mm·min ⁻¹)	2	11.19	0.1676	1068	27.39	3.147	0.5516
	5	11.97	0.1290	1217	16.12	2.974	0.4902
	10	11.80	0.1612	1164	34.10	2.930	0.6097
夹具间距/ mm	110	11.68	0.1184	1163	21.04	3.013	0.3652
	115	11.97	0.1291	1217	16.12	2.974	0.4902
	120	11.96	0.7654	1244	24.52	2.928	0.8620
试件中部 宽度/mm	10	11.81	0.1452	1037	55.20	2.554	0.4187
	15	11.97	0.1288	1217	16.12	2.974	0.4902

1) 施载速度 运用 SPSS 对测试数据进行新复极差检验和标准误分析可知:施载速度对拉伸弹性模量和拉伸强度的影响极显著,对拉伸断裂伸长率有一定影响;施载速度 5 mm/min 时,测得的拉伸弹性模量和拉伸强度最大,且各项拉伸性能指标的波动最小,试件断裂的位置比较靠近中部;施载速度越大,拉伸断裂伸长率越小。故确定施载速度为 5 mm/min。

2) 夹具间距 根据不同夹具间距时,木塑复合材料试件拉伸性能的测试结果,运用 SPSS 分析可知:夹具间距对木塑复合材料的拉伸强度和拉伸断裂伸长率影响不显著;对拉伸弹性模量影响显著,试件的拉伸弹性模量值随夹具间距的增大而增加。当夹具间距为 115 mm 时,拉伸弹性模量波动最小。因而选用夹具间距 115 mm 较为合理。

3) 试件中部宽度 采用夹具间距 115 mm 进行试验,对中部不同宽度试件测得的木塑复合材料的拉伸性能数据进行 SPSS 分析,结果表明:试件中部宽度对拉伸弹性模量和拉伸断裂伸长率影响极显著,但对拉伸强度影响不显著;中部宽度为 15 mm 的试件测得的拉伸弹性模量和拉伸断裂伸长率的波动均较小。故取中部宽度为 15 mm。

综合分析确定,拉伸试验参数为:施载速度 5 mm/min、夹具间距 115 mm、试件中部宽度 15 mm。

2.4 木塑复合材料的压缩性能

施载速度和试件宽度对木塑复合材料试样压缩性能的影响见表 5。

表 5 不同影响因子下木塑复合材料的压缩性能

Tab. 5 Compressive properties of WPC under different factors

影响因子	试验条件	强度/MPa		弹性模量/MPa		变形率/%	
		测试值	标准误	测试值	标准误	测试值	标准误
施载速度/ (mm·min ⁻¹)	2	23.28	0.5876	490.00	42.06	2.7271	0.1955
	5	24.31	0.5789	508.00	45.31	2.6135	0.2178
	10	26.26	0.4563	620.00	45.80	2.2312	0.7637
试件宽度/ mm	30	22.589	0.610	589.84	37.84	2.5014	0.1975
	20	22.807	0.503	423.94	39.19	2.8214	0.2318
	15	22.225	0.322	315.25	24.22	3.0086	0.1321

1) 施载速度 对不同施载速度下,试件压缩性能数据的 SPSS 分析表明:施载速度对压缩强度的影响极其显著,压缩强度随施载速度的增加而加大;施载速度 10 mm/min 时,试件的压缩强度波动最小。综合分析,确定施载速度为 10 mm/min。

2) 试件宽度 采用施载速度 10 mm/min,根据不同试件宽度时,试件压缩性能数据的新复极差检验和标准误分析,结果显示:试件尺寸对压缩弹性模量的影响极其显著;试件宽度越小,压缩弹性模量越大;宽度为 30 mm 时试件的各项压缩性能波动最小。

综合分析确定,较为合理的压缩试验参数为:施载速度 10 mm/min、试件宽度 30 mm。

3 结论

不同的测试条件和方法对木塑复合材料的吸水率、拉伸强度、拉伸断裂伸长率、静曲强度、弯曲弹性模量、压缩强度、压缩弹性模量等性能指标均有不同程度的影响,直接采用塑料或人造板标准进行测试,必然会造成结果的不准确。

为促进木塑复合材料在包装领域的推广应用,建议根据包装材料的要求,采用科学的性能测试方法,并制定木塑复合材料国家标准。

参考文献:

[1] 杨正德. 2003 年美国设置的几项技术性贸易壁垒[J]. 上海标准化,2004(1):36-38.
[2] 潘道津. 国际贸易中木质包装的防疫要求[J]. 包装工程,2002,23(4):166-169.
[3] 薛平,丁筠,钟鑫. 木塑复合材料与包装托盘[J]. 人造板通讯,2002(10):17-20.