

应用技术

表面活性剂改善竹丝板尺寸稳定的研究

槐敏¹, 冯家浩², 方群¹, 鲍滨福¹, 沈哲红¹

(1. 浙江林学院工程学院, 浙江临安 311300; 2. 浙江宁海县五山林场, 浙江宁海 315600)

摘要: 针对竹丝板生产存在的问题, 探讨添加表面活性剂对改进竹丝酚醛树脂浸渍含量和竹丝板尺寸稳定性的影响。试验结果表明, 在选用的3种表面活性剂中, OP-10对酚醛树脂浸渍含量的影响不显著, 但可以明显提高竹丝板的尺寸稳定性; 与改性剂聚乙二醇 PEG-1000同时使用时效果更显著。

关键词: 竹丝板; 尺寸稳定性; 表面活性剂; 浸渍; 树脂含量

中图分类号: S795; TS653

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2008)06-0040-03

Effect of Surfactants on Performance of Bamboo Crushed-Strip Board

HUAI Min¹, FENG Jia-hao², FANG Qun¹, BAO Bin-fu¹, SHEN Zhe-hong¹

(1. Engineering school of Zhejiang Forestry University, Lin'an 311300, Zhejiang, China;

2. Ninghai Forestry Station, Ninghai 315600, Zhejiang, China)

Abstract: Bamboo crushed-strip board (BCSB), which utilizes more than 90% raw material, is increasingly used to manufacture bamboo furniture and flooring in China. However, the non-uniform resin distribution and less resin usage due to the geometry and surface quality of the crushed bamboo strips caused the delamination and defects of the final products. To increase the resin usage and improve the dimensional stability, the authors chose three surfactants to modify the phenol formaldehyde resin to improve the resin penetration into the bamboo strips. It was found that all surfactants improved board dimensional stability. When the content of surfactants OP-10 and PEG-100 was 2.0% and 1.5% respectively, the dimensional changes were reduced by 1.8% in width and 2.7% in thickness.

Key words: bamboo crushed-strip board; dimensional stability; surfactants; soakage; resin content

竹材作为一种与木材特性相近的材料, 是替代木材的首选。目前竹材加工产业采用的原材料基本为大径毛竹, 但利用率仅有50%左右。竹丝板的开发和生产, 使竹材利用率提高到90%, 且板材的物理力学性能优良, 可广泛应用于家具制作、地板生产以及室内装饰装修等, 为竹材的高效利用开辟新径。

虽然对竹丝板的生产工艺和各项强度性能进行了大量的研究, 竹丝板产业的发展态势良好, 但竹

丝板的生产和应用方面尚存在一些问题。其中最显著的是竹丝板在使用过程中, 表面容易出现凹凸不平、裂纹等缺陷, 因而也限制了其在室外的使用。

究其原因主要是, 竹片在碾压、梳解的过程中受力不均匀, 部分竹丝分解程度低, 浸渍时树脂吸收量小, 导致热压成型后局部板材的胶合强度偏低。随着使用过程中内应力的释放, 表层部位以下的一些细小裂隙逐渐扩大蔓延, 导致板材表面开裂、翘曲、凹凸不平等缺陷形成。对此, 笔者采用在树脂溶液中添加表面活性剂的方法, 进行改进竹丝板尺寸稳定性的研究, 同时为研制室外用竹丝板提供理论基础^[1-4]。

收稿日期: 2008-06-27; 修改日期: 2008-10-20

作者简介: 槐敏(1967—), 女, 浙江林学院工程学院实验师。

通讯作者: 沈哲红, 女, 浙江林学院工程学院副教授, 博士研究生。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 竹丝: 购于浙江某竹地板厂, 已去除竹青和竹黄, 含水率 5.8%, 尺寸: (2~4) mm×(2~4) mm×500 mm;
2) 水溶性酚醛(PF)树脂: 取自浙江某竹丝板厂, 固体含量 43%;
3) 表面活性剂: ① JFC: 脂肪醇聚氧乙烯醚类, 无色至微黄色黏稠液体(25℃目测), 工业级; ② OP-10: 辛基酚聚氧乙烯醚系列, 无色油状液体至片状物, 工业级; ③ Tween-80: 聚氧乙烯山梨醇酐单油酸酯, 含不饱和脂肪酸侧链, 淡黄色液体, 工业级;
4) 改性剂: PEG-1000, 聚乙二醇, 分子量为 1000, 白色蜡状固体, 试剂级。

1.2 试验方法

1) 竹丝浸渍工艺: 根据试验设计的质量分数(按胶液中绝干 PF 树脂的比例), 将表面活性剂添加到质量分数为 30% 的 PF 胶液中, 搅拌均匀。竹丝含水率调整至 2%~4%, 常温常压下浸渍 25 min。每种条件重复 6 次。

2) 竹丝板制造工艺: 浸渍后二次干燥至含水率 15%→定向组坯→热压→冷却陈放→裁边→测试。

热压工艺参数: 温度 140℃, 时间 1 min/mm, 压力 4 MPa。试板规格(长×宽×厚)50 cm×50 cm×1 cm, 每种条件重复 3 次。

1.3 试验设备

电热鼓风干燥箱、XLB-D500X500 压力成型机、MD24G 木材水分测定仪、万能力学试验机等。

1.4 性能检测

竹丝板尺寸稳定性的检测, 目前尚无相应的国家标准。本试验参照生产企业普遍采用的 JAS BWS《日本农林结构材沸水标准》进行。

试件尺寸: 75 mm×75 mm。先在沸水中煮 4 h, 然后在 70℃恒温干燥箱中干燥 24 h, 最后测量并计算试件宽度、厚度方向上的尺寸变化率。

2 结果与分析

2.1 表面活性剂种类对竹丝树脂浸渍含量的影响

综合考虑生产成本、板材强度、临界胶束浓度、以及前期试验的结果, 本试验选用上述 3 种常用表面活性剂, 分别以 0.5%、1.0% 和 1.5% 的质量分数, 添加到 PF 树脂溶液中, 检测其对竹丝树脂浸渍含量的

表 1 表面活性剂添加量对竹丝树脂浸渍量的影响

Tab. 1 Resin contents of bamboo strip at various surfactant usages

试验 编号	对照 板	竹丝树脂浸渍量/%								
		OP-10/%			Tween-80/%			JFC/%		
		0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5
1	10.7	13.7	10.7	10.8	12.2	11.6	8.5	13.6	13.0	16.2
2	8.6	16.5	18.3	10.5	10.3	12.2	11.9	11.9	23.5	15.8
3	9.7	8.4	12.7	9.9	7.8	12.1	10.0	21.3	21.6	12.8
4	8.7	11.0	9.2	15.5	6.9	12.4	16.2	15.8	13.5	15.1
5	10.4	12.5	10.2	14.2	7.4	12.6	13.7	16.2	12.4	13.5
6	9.5	9.0	10.5	13.9	8.2	16.1	14.1	8.9	9.6	19.8
平均	9.6	11.8	11.9	12.5	8.8	12.8	12.4	14.6	15.6	15.5

注: 竹丝树脂浸渍量=(浸渍后竹丝绝干质量-浸渍前竹丝绝干质量)/浸渍前竹丝绝干质量×100%

表 2 表面活性剂影响竹丝树脂浸渍量的方差分析

Tab. 2 Analysis of variance on relation between resin

content and surfactant

表面活性剂	树脂含量	偏差均方和	自由度	均方差	F 值	概率
OP-10	组间	1.343	2	0.672	0.078	0.925
	组内	128.882	15	8.592		
	总和	130.225	17			
Tween-80	组间	233.150	2	116.575	14.321	0.000
	组内	122.100	15	8.140		
	总和	355.250	17			
JFC	组间	4.778	2	2.389	0.129	0.880
	组内	277.500	15	18.500		
	总和	282.278	17			

注: 概率小于 0.05 为显著。

影响。测试结果列于表 1, 方差分析见表 2。

1) OP-10 对竹丝树脂浸渍含量的影响

临界胶束浓度(Critical micelle concentration, CMC), 是表面活性剂溶液表面形成的单分子膜达到饱和状态时的特征数值, 只有表面活性剂的用量超过其临界值时, 才能达到预期的效果。

从表 1 和 2 中可得出, 添加 OP-10 的质量分数在 0.5% 时, 竹丝的树脂浸渍含量明显高于未处理试样; 从 0.5% 增至 1.5%, 树脂浸渍含量变化很小。可能是质量分数为 0.5% 时已达到 OP-10 的临界胶束浓度, 故 OP-10 的添加量选用 0.5%。

2) Tween-80 对竹丝树脂浸渍含量的影响

从表 1 可见, 当 Tween-80 添加量为 0.5% 时, 竹丝的树脂浸渍量低于未处理的对照试件, 说明表面活性剂的用量未达到临界值, 不能起到降低表面张力的作用, 故较未添加表面活性剂时要低。

添加质量分数为 1.0% 时, 竹丝的树脂浸渍含量增幅最大, 达 45%, 继续增至 1.5% 时, 竹丝的树脂含量几乎未变。因此, 合适的 Tween-8 添加量为 1.0%。表 2 也显示, Tween-80 的用量对浸渍树脂含量影响显著。

3) JFC 对树脂浸渍含量的影响

随着添加 JFC 的质量分数从 0.5% 增加到 1.0%, 竹丝的树脂浸渍含量仅增加了 7%, 当质量分数继续增至 1.5%, 树脂浸渍含量几乎没有提高。从表 2 也得出, 本试验范围内, JFC 的添加与否, 对树脂浸渍含量的影响不显著。

2.2 表面活性剂对竹丝板尺寸稳定性的影响

依据前述试验的浸渍效果, 得到最佳的表面活性剂的添加量, 分别进行制板试验, 测试竹丝板的尺寸变化, 结果如表 3。

表 3 3 种表面活性剂对竹丝板尺寸稳定性的影响

Tab. 3 Effect of surfactants on board dimensional stability

活性剂种类	添加量/ %	尺寸变化率/%	
		板宽	板厚
OP-10	0.5	3.6	8.9
Tween-80	1.0	4.0	16.0
JFC	1.0	5.0	12.3
对照板	—	4.2	9.9

从表 3 可见, 加入 OP-10, 竹丝板宽度方向的尺寸变化率减少了 0.6%, 厚度方向减少了 1.0%, 对提高板材的尺寸稳定性有一定作用; 而加入 Tween-80 和 JFC, 板材厚度方向的尺寸变化率反而比对照板有所增加, 板材尺寸稳定性降低。

这种现象产生的原因可能是, 表面活性剂的加入影响了树脂之间、树脂和竹丝之间的胶合。由于表面活性剂是一种两亲分子, 在热压过程中, 浸渍在竹丝某些部位的表面活性剂的极性亲水基团, 与竹丝表面的极性基团发生作用, 游离的非极性憎水基团暴露在外, 影响了 PF 树脂在其上的吸附和胶合作用; 部分 PF 树脂吸附了表面活性剂极性端, 非极性的憎水基团暴露在外, 影响了 PF 树脂在其上的吸附, 阻断了 PF 树脂分子之间进一步的缩合反应, 造成板材的胶合强度下降, 耐沸水蒸煮性能差, 尺寸变化率增加。

综合考虑树脂浸渍量以及竹丝板的尺寸稳定性, 以添加 OP-10 的效果相对较好。

2.3 PEG-1000 对竹丝板尺寸稳定性的影响

为进一步改善竹丝板的尺寸稳定性, 笔者选择常用于木材改性的 PEG 进行试验。PEG 可以置换木材中的水分, 使木材保持膨润状态, 从而达到防止开裂、翘曲和变形的目的, 改善了木制品的尺寸稳定性^[5]。

为了增加改性剂的渗透深度和均匀性, 笔者进行了 PEG-1000 和 OP-10 复合处理试验。首先加热溶解 PEG-1000, 然后按质量分数(与胶液中绝干树脂比例)分别将 OP-10 和 PEG-1000 添加到 PF 胶中,

搅拌均匀。竹丝浸渍试验参数同前, 即放入调制好的胶液中浸渍 25 min, 再干燥至残留挥发份(水分、游离甲醛、苯酚等)的质量分数为 15% 左右, 进行制板并测试竹丝板的尺寸稳定性, 结果如表 4。

表 4 PEG 对竹丝板尺寸稳定性的影响

Tab. 4 Effect of PEG on board dimensional stability

助剂种类	添加量/ %	尺寸变化率/%	
		板宽	板厚
PEG-1000	0.5	4.2	9.7
	2.0	4.4	9.2
PEG-1000+OP-10	2.0+0.5	3.0	8.0
	2.0+1.5	2.4	7.2
对照板	—	4.2	9.9

根据表 4 可见, 单独使用 PEG-1000 进行改性, 添加量的增加对竹丝板宽度、厚度尺寸变化的影响并不显著。但当 OP-10 和 PEG-1000 组合使用时, 产品的尺寸稳定性明显提高。原因可能是, 竹材的结构致密, 化学改性剂很难渗透到竹材内部。而表面活性剂可有效地使树脂的表面张力降低, 使得 PEG-1000 在竹材内部的渗透较易进行, 可进入竹材细胞腔、壁, 保持竹材的膨润状态, 从而使尺寸变化减小。其原理还有待于进一步研究与验证。

3 结论

1) 表面活性剂 OP-10 的质量分数由 0.5% 上升至 1.5%, 竹丝的树脂浸渍含量增加不显著, 但对提高板材的尺寸稳定性有较明显作用。

2) 综合考虑树脂浸渍含量和竹丝板尺寸稳定性, OP-10 的处理效果相对较好; Tween-80 和 JFC 虽可提高树脂浸渍含量, 但降低了竹丝板的尺寸稳定性。

3) PEG-1000 与 OP-10 复合作用, 明显提高了竹丝板的尺寸稳定性。当 PEG-1000 和 OP-10 的质量分数分别为 2% 和 1.5% 时, 宽度方向尺寸变化率减少 1.8%, 厚度方向尺寸变化率减少 2.7%。

参考文献:

- [1] 江泽慧. 中国林产品发展的现状与前景[J]. 木材工业, 2006, 20(2): 1-4.
- [2] 朱光前. 近年木材进出口贸易概况及对木材产业相关问题的思考[J]. 木材工业, 2006, 20(2): 8-11.
- [3] 李琴, 汪奎宏, 杨伟明, 等. 重组竹材胶合板制造技术的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2003, 22(4): 56-60.
- [4] 李琴, 汪奎宏. 重组竹产业化发展可行性分析[J]. 木材工业, 2007, 21(1): 33-35.
- [5] 李坚. 木材科学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 356-358.

(责任编辑 姜征)