

应用技术

提高竹丝板尺寸稳定性的研究

方 群^{1,2}, 沙存龙³, 槐 敏¹, 杨优优¹, 沈哲红^{1,2}

(1. 浙江林学院工程学院, 浙江临安 311300; 2. 国家木质资源综合利用工程技术研究中心, 浙江临安 311300;

3. 宁波鄞州区林业技术管理服务站, 浙江宁波 315100)

摘要: 研究酚醛树脂胶黏剂固体含量、常温软化、加热软化时间以及增塑剂质量分数, 对竹丝板尺寸稳定性影响。结果表明, 提高树脂固体含量以及同时进行软化处理, 可明显提高竹丝板的尺寸稳定性; 增塑剂用量需在 6% 以上时, 才能发挥作用。

关键词: 竹丝板; 尺寸稳定性; 固体含量; 软化; 增塑剂

中图分类号: TS653; S795; S781.6

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2010)01-0036-03

Dimension Stability of Panels Made from Crushed Bamboo Strips

FANG Qun^{1,2}, SHA Cun-long³, HUAI Min¹, YANG You-you¹, SHEN Zhe-hong^{1,2}

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

2. National Engineering & Technology Research Center of Wood Based Resources Comprehensive Utilization, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 3. Yinzhou Forestry Technology Administration Station, Ningbo 315100, Zhejiang, China)

Abstract: Effects of solid content of phenol formaldehyde (PF) resin solution, softening treatment time and softening agents, and use of plasticizer on dimensional stability of boards made from crushed bamboo strips were investigated. The results showed that the solid content of PF resin solution and softening pretreatment had considerable influence on the dimensional stability of the bamboo board, while the plasticizer content only showed the minor effect on the board dimensional stability.

Key word: crushed bamboo strip board; dimensional stability; resin solid content; softening; plasticizer

我国竹资源位居世界第一, 蓄积量达 1.27 亿 t, 约占世界总量的 30%^[1], 其中大量的小径杂竹资源, 可作为生产竹丝板的原材料。竹丝板广泛应用于家具制作、地板以及室内装饰装修等, 产业发展态势良好, 但亦存在产品密度大、加工困难等不足。其中最突出的问题是, 竹丝板在使用过程中尺寸不稳定, 易开裂。笔者曾进行表面活性剂对竹丝板尺寸稳定性影响的研究, 但表面活性剂价格昂贵, 且对板材尺寸稳定性的改善效果并不显著。

经调查了解到, 目前生产企业控制竹丝板尺寸变化率的最低要求为: 厚度方向尺寸变化率 < 17%; 一

般要求为 < 9%; 对室外用板材则要求 < 1%。为降低生产成本, 生产厂家常将 PF 树脂稀释至固体含量 < 30%, 甚至低于 20%。过度稀释导致树脂渗透到竹丝内部而表面缺胶, 同时造成树脂浪费。

对此, 笔者从酚醛树脂 (PF) 的固体含量、软化处理以及增塑剂增韧处理等方面着手, 以期寻找可显著提高竹丝板尺寸稳定性的方法, 为竹丝板的室外应用和推广提供技术依据^[2-4]。

1 材料与方法

1.1 材料

1) 竹丝: 已去除竹青和竹黄, 规格为 (2~4) mm × (2~4) mm × 500 mm, 初含水率 5.8%, 购于浙江某竹地板厂。

收稿日期: 2009-04-01; 修改日期: 2009-06-29

作者简介: 方群 (1974—), 女, 浙江林学院工程学院讲师, 硕士。

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。

2) 水溶性 PF 树脂: 固体含量 43%, 北京某胶粘剂厂提供。稀释后分别获得固体含量为 17%、30% 的 PF 树脂。

3) 复合型软化剂: 主要成分为质量分数分别为 10% 的硫酸类钠盐和 2% 的 KOH 溶液, 自制。

4) 增塑剂: 丙烯酸酯类预聚体, 上海国药试剂有限公司生产。

1.2 方法

竹丝板制造工艺流程: 竹丝软化→竹丝初含水率调整(至 2%~4%)→浸渍 PF 树脂→二次干燥, 调整含水率(至 15% 左右)→定向组坯→热压→冷却陈放→裁边→性能测试。

1) 竹丝软化: 将竹丝直接浸入软化剂溶液中, 按设定的时间、温度处理后, 调整含水率至 2%~4%, 再进行后续加工。

2) 竹丝浸渍: 将干燥好的竹丝放入浸胶槽中。常温常压下浸渍 25 min。若有增塑剂, 按照试验设计的质量分数, 即胶液中绝干 PF 树脂的比例, 添加至 PF 胶液中, 搅拌均匀后备用。

$$\text{浸渍量 } R = (M_2 - M_1) / M_1 \times 100\%$$

M_1 —浸渍前竹丝绝干重量, M_2 —浸渍后竹丝绝干重量。

3) 竹丝板热压成型: 热压温度 140 ℃, 时间 1 min/mm, 压力 4 MPa, 试板规格(长×宽×厚) 500 mm×500 mm×10 mm, 重复 3 次。

1.3 设备

电热鼓风干燥箱、XLB-D500X500 压机等。

1.4 检测

参照企业普遍采用的 JAS BWS《日本农林结构材沸水标准》, 试件规格 75 mm×75 mm。沸水煮 4 h 后, 在 70 ℃下干燥 24 h。计算试件各个方向上的尺寸变化率。

2 结果与分析

2.1 PF 树脂固体含量的影响

利用 SPASS 软件, 单因素分析 PF 固体含量, 对竹丝板尺寸稳定性的影响, 见表 1、2。

由表 1 可看出, 在浸渍时间、热压温度、热压压力和热压时间、板材密度基本一致的条件下, 竹丝板的尺寸稳定性, 随着浸渍的 PF 树脂固体含量的增加而提高。表 2 显示, PF 树脂固体含量对试板宽度与厚度方向的尺寸变化率影响均显著。这是因为随着竹丝板中树脂的固体含量增加, 竹丝之间结合更紧密, 且 PF 树脂固化后具有优良的耐沸水蒸煮性能。

表 1 PF 树脂固体含量对竹丝板尺寸稳定性的影响
Tab. 1 Effect of solid content of PF resin on board dimensional stability

PF 固体 含量/%	树脂 浸渍量/%	尺寸变化率/%	
		宽度	厚度
17	5	8.0	37.1
30	7	1.6	26.6
43	9	1.2	20.1

注: 试板密度为(1.08±0.02)g/cm³, 含水率为(4.5±0.5)%, 下同。

表 2 PF 固体含量影响竹丝板尺寸稳定性的方差分析
Tab. 2 Analysis of variance on board dimensional stability affected by solid content of PF resin

尺寸变化率		平方和	自由度	均方差	F 值	概率
厚度 方向	组间	0.017	2	0.009	207.835	0.000
	组内	0.001	15	0.000		
	总和	0.018	17			
宽度 方向	组间	0.088	2	0.044	120.303	0.000
	组内	0.006	15	0.000		
	总和	0.094	17			

注: 概率<0.05 为显著, 下同。

试验也发现, 当树脂固体含量高达 43% 时, 板材的尺寸变化率虽可明显减小, 但仍不能满足企业的最低要求。若进一步提高树脂固体含量, 易造成胶黏剂渗透不均匀, 同时增加成本。对此, 需考虑与其他处理方法并用, 来改善竹丝板的尺寸稳定性。

2.2 软化工艺的影响

笔者进行了竹丝板常温下软化剂处理和加热软化处理 2 种试验。为增强软化处理效果、缩短软化处理时间, 提高生产效率, 加热软化处理温度设定为 70 ℃, 结果见表 3、4。

表 3 软化时间对板材尺寸稳定性的影响
Tab. 3 Effect of softening time on board dimensional stability

尺寸变化 率/%	对照	常温处理/h			加热处理/h		
		4	6	8	0.5	1	1.5
板宽	1.2	0.8	0.5	0.4	0.8	0.8	0.5
板厚	20.0	9.0	6.0	5.0	4.0	3.6	1.0

由表 3、4 可看出, 软化处理时间对降低竹丝板尺寸变化率作用显著。常温下当处理时间从 4 h 延至 8 h, 宽度和厚度的尺寸变化率, 降幅分别达 50%、44%。

在加热条件下, 使用添加软化剂的 PF 树脂处理竹丝, 显著降低了竹丝板的厚度变化率, 且大大缩短了处理时间。当处理时间从 0.5 h 延至 1.5 h, 宽度方向的尺寸变化率降低了 37.5%, 厚度方向降低了 75%, 达到了企业对竹丝板稳定性的最高要求。

竹丝板密度大, 生产过程中, 竹丝在高温和高压的共同作用下, 发生了弹性形变、黏弹性形变和黏性

表 4 软化时间影响竹丝板尺寸稳定性的方差分析

Tab. 4 Analysis of variance on board dimensional stability affected by softening time

工艺	尺寸变化率	平方和	自由度	均方差	F 值	概率
常温 软化	厚度	组间	0.000	3	0.000	
		组内	0.000	20	0.000	7.597 0.001
		总和	0.000	23		
	宽度	组间	0.086	3	0.029	
		组内	0.008	20	0.000	76.104 0.000
		总和	0.094	23		
加热 软化	厚度	组间	0.000	3	0.000	
		组内	0.000	20	0.000	12.185 0.000
		总和	0.000	23		
	宽度	组间	0.000	3	0.046	
		组内	0.000	20	0.000	259.656 0.000
		总和	0.000	23		

形变,随着胶黏剂的固化,3 种形变被固定。当板材经热水蒸煮处理时,部分胶合点被破坏,竹丝的弹性变形和黏弹性变形被释放,造成了板材宽度方向和厚度方向的尺寸变化。而碱液软化处理能破坏竹材的部分组分^[5],减少竹丝弹性变形或黏弹性变形,从而降低了板材的尺寸变化率。

加热处理和软化剂处理具有协同作用。加热处理可加速软化剂在竹丝中的渗透,同时,使得竹材中的纤维素、木素或半纤维素等化学成分降解,因而改善效果明显。

2.3 增塑剂用量的影响

考虑到企业控制生产成本的需要,试验选择添加丙烯酸酯类增塑剂,质量分数为 2%、4%和 6%,结果见表 5、6。

表 5 增塑剂含量对竹丝板尺寸稳定性的影响

Tab. 5 Effect of plasticizer content on the dimension stability

增塑剂质量 分数/%	尺寸变化率/%	
	板宽方向	板厚方向
0	1.2	20.1
2	1.4	20.9
4	1.4	19.9
6	0.9	16.0

表 6 增塑剂影响竹丝板尺寸稳定性的方差分析

Tab. 6 Analysis of variance on board dimensional stability affected by the plasticizer content

尺寸变化率	平方和	自由度	均方差	F 值	概率
厚度 方向	组间	0.008	2	0.004	
	组内	0.005	15	0.000	13.060 0.001
	总和	0.013	17		
宽度 方向	组内	0.000	2	0.000	
	组内	0.000	15	0.000	4.360 0.320
	总和	0.000	17		

从表 5 可看出,增塑剂用量为 2%和 4%时,板材尺寸变化率较空白对照板材反而略有增加;当用量达到 6%时,板材尺寸变化率降低,但仅能满足竹丝板稳定性的最低要求。表 6 显示,增塑剂对竹丝板厚度方向的尺寸变化率影响很小。

丙烯酸酯类预聚体作为增塑剂,在树脂固化过程中,部分与 PF 树脂发生交联固化,使树脂中的苯环距离增大,从而提高其柔韧性。预聚体固化后可填充在树脂与竹丝间,在竹丝板使用中,可以吸收或缓冲部分变形,减少变形量,从而提高竹丝板尺寸稳定性。

3 结论与建议

1) 浸渍用 PF 树脂的固体含量达 43%时,竹丝板厚度方向尺寸变化率可降至 20.1%。

2) 用软化剂常温处理竹丝板,效果显著,板厚方向尺寸变化率能满足生产企业的一般要求,但处理耗时较长。加热软化处理对竹丝板尺寸稳定性提高效果最显著,达到生产企业的最高要求,满足室外用板材的要求。

3) 增塑剂添加量为 6%时,可以提高竹丝板尺寸稳定性,但改善效果不显著。

4) 综合考虑处理效果、工艺及生产成本等因素,加热软化处理最具推广应用价值;

软化剂常温处理虽然工艺简单,但是产品不能用于室外;

增塑剂价格为 4 万元左右/t,使产品成本增加,降低竹丝板的竞争力。

目前室内用竹丝板产品相对生产过剩,应在提高尺寸稳定性前提下,开发室外型竹丝板。而室外型竹丝板的力学性能、抗菌性能和耐老化性能改善,是迫切需要突破的技术关键。

参考文献:

[1] 国家林业局. 中国森林资源报告[R]. 北京:中国林业出版社, 2005:1-38.

[2] 李琴,华锡奇,戚连忠. 重组竹发展前景展望[J]. 竹子研究汇刊, 2001,20(1):76-80.

[3] 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.

[4] 槐敏,冯家浩,方群,等. 表面活性剂在竹丝板生产中的应用研究[J]. 木材工业,2008,22(6):40-42.

[5] 程瑞香,张齐生. 高温软化处理对竹材性能及旋切单板质量的影响[J]. 林业科学,2006,42(11):97-100.

(责任编辑 姜征、张一萍)