

热处理重组竹材的吸湿平衡含水率和尺寸稳定性

张晓春^{1, 2}, 徐君庭¹, 蒋身学³, 朱芋锭⁴

(1. 浙江大学高分子材料系, 浙江杭州 310000; 2. 浙江永裕竹业股份有限公司, 浙江安吉 313300;

3. 南京林业大学, 江苏南京 210037; 4. 浙江农林大学工程学院, 浙江临安 311300)

摘要:以不同温度对5年生毛竹竹束进行热处理,再热压制备重组竹,分析热处理温度对重组竹吸湿平衡含水率和尺寸稳定性的影响。结果表明:热处理可显著降低重组竹材的吸湿平衡含水率,且随着热处理温度的升高,重组竹材的吸湿平衡含水率降低,尺寸稳定性提高。

关键词:重组竹;竹束;热处理;吸湿平衡含水率;尺寸稳定性

中图分类号: S795.9; TS653 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2016) 05-0035-03

Equilibrium Moisture Content and Dimensional Stability of Reconstituted Bamboo Made of Heat-treated Bamboo Bundles

ZHANG Xiao-chun^{1, 2}, XU Jun-ting¹, JIANG Shen-xue³, ZHU Yu-ding⁴

(1. Zhejiang University, High Polymer Material Department, Hangzhou 310000, Zhejiang, China;

2. Zhejiang Yongyu Bamboo Joint-Stock Co., Ltd., Anji 313300, Zhejiang, China;

3. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 4. Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Heat-treated bamboo bundles were used to make a reconstituted bamboo by hot pressing. The effects of heat-treating temperature of the bamboo bundles on equilibrium moisture content (EMC) and dimensional stability of the reconstituted bamboo samples were investigated. The results showed that heat-treatment reduced EMC of the reconstituted bamboo samples significantly and the EMC decreased and the dimensional stability of the samples was improved with the increase of heating temperature.

Key words: reconstituted bamboo; bamboo bundles; heat treatment; equilibrium moisture content; dimensional stability

重组竹是以竹束为构成单元,按顺纹组坯、经热压或冷压胶合而成的板材或方材^[1],具有竹材利用率高、原料来源广、板材强度大等优点,被广泛应用于地板、家具、建筑及高强度材料等领域^[2]。但由于重组竹在制造过程中,无论采用热压或冷压方式,

均需较高压力,导致材料内部应力较大,如果后期平衡处理不当,易导致产品在使用时出现开裂、变形等缺陷^[3-6]。已有研究表明,热处理可以有效提高竹材的耐候耐久性和尺寸稳定性^[7-9],且热处理工艺亦趋于成熟。

重组竹的平衡含水率(EMC)是制定干燥基准、调节竹材干燥与平衡过程、控制其尺寸稳定性的重要指标,对重组竹的生产具有重要作用。但目前国内鲜见涉及热处理重组竹材的平衡含水率及尺寸稳定性的研究报道。

收稿日期: 2015-09-15; 修改日期: 2016-08-16

基金项目: 浙江省重大科技专项“竹材染色改性、生产关键装备技术及产品检索系统研发”(2014C02004); 浙江省重大科技专项“大幅面原竹无应力展平材料高效节能制造关键技术研发”(2014C02018)。

作者简介: 张晓春(1983—),男,浙江大学博士后。

鉴于此,笔者以毛竹竹束为原料,按照工业生产的热处理工艺,探究竹束热处理温度对重组竹材吸湿平衡含水率和尺寸稳定性的影响,以期为企业改进工艺、提高重组竹材的尺寸稳定性提供参考。

1 试验材料与方法

1.1 材料

毛竹(*Phyllostachys pubescens*)竹束,竹龄5年,去青去黄、经齿形辊碾压,呈横向不断裂、纵向较松散的竹篾。规格约2 000 mm×20 mm×2 mm,含水率10%~12%。

水溶性酚醛树脂胶,主要性能参数为:固体含量40%,黏度150 mPa·s, pH值13,加水稀释至固体含量28%备用。

毛竹和胶黏剂均取自浙江永裕竹业公司。

1.2 装置

恒温恒湿箱;干燥箱;热压装备(浙江永裕公司生产线)。

1.3 方法

热处理重组竹的制备工艺流程:

竹束→热处理→平衡处理→浸胶→干燥→热压→养生→裁切→性能检测

1) 竹束热处理 设置2种热处理温度,分别为145、190℃。将竹束置于热处理箱中,在过热饱和蒸汽作用下处理3 h,处理后竹束置于恒温恒湿箱72 h。以未处理竹束作对照试样。

2) 竹束浸胶与干燥 竹束浸胶量约7%,浸胶后在70℃下干燥至含水率约12%。

3) 重组竹组坯与压制 设定重组竹密度为1.0 g/cm³,规格为1 220 mm×2 440 mm×15 mm,竹束沿纵向顺纹组坯。

采用“冷进冷出”热压工艺,进出板温度80℃,热压压力4.5 MPa、温度150℃,时间1.1 min/mm。

试板经24 h平衡处理、表面砂光后,裁去板边两侧密度较低部分,锯解试件的长宽均为100 mm。每种处理条件压制试板3张,制取6个试件。

1.4 性能检测

1) 吸湿平衡含水率:将试件在大气环境下(温度17.5℃,湿度69.6%)放置30 d后称其质量,再置于(103±2)℃烘箱中干燥至绝干,再次称质量;

然后,将绝干试件置于温度为20℃,湿度分别为30%、65%和90%的恒温恒湿箱中平衡处理30 d,第三次称质量。

试验发现,试件在三种湿度条件下放置10 d,质量基本达到恒定,故可以认为,所有试件在上述条件下放置30 d后的含水率,即为平衡含水率。

2) 尺寸稳定性:参照JAS《结构用集成材日本农林标准》进行测试。试件规格为75 mm×75 mm,先在沸水中煮4 h、再置于70℃烘干箱中干燥24 h,然后测量其宽度和厚度方向上的尺寸变化。其中长度与宽度皆在试件表面中心线处测量;厚度为试件四角测量值的平均值。

上述试验各重复2次,取平均值。

2 试验结果与讨论

2.1 重组竹吸湿平衡含水率

图1显示未处理、145℃热处理与190℃热处理竹束制备的重组竹试样,在不同湿度的恒温恒湿箱中放置30 d,其含水率随时间的变化。

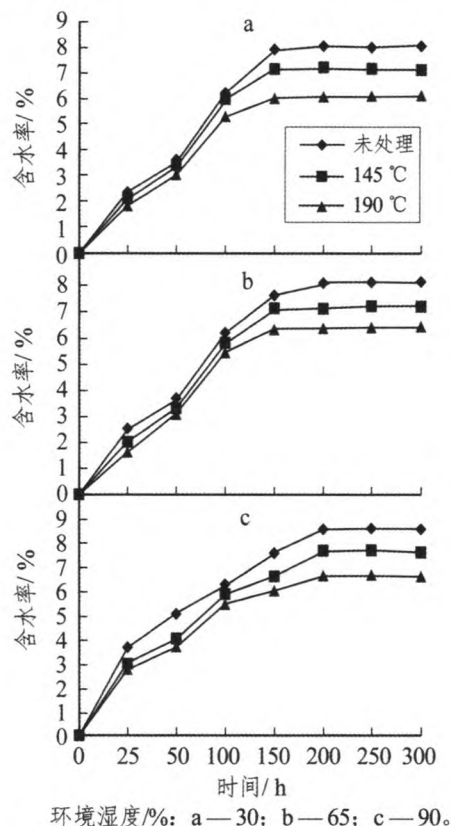


图1 重组竹试样在不同湿度环境的吸湿含水率变化
Fig.1 Hygroscopic moisture content of reconstituted bamboo samples vs. different chamber humidity

从图 1 中数据可知,在 30%、65%、90% 3 种环境湿度条件下,未处理重组竹试样的 EMC 分别为 8.07%、8.12%、8.62%;经低温 145 ℃ 热处理重组竹试样的 EMC 分别为 7.19%、7.21%、7.68%;而高温 190 ℃ 热处理重组竹试样的 EMC 分别为 6.09%、6.43%、6.69%。

结果表明,在相同湿度条件下,经高温热处理重组竹的平衡含水率最低,比未处理对照重组竹的 EMC 平均降低了 22.6%,说明热处理温度的升高能显著降低重组竹材的吸湿平衡含水率。其原因是竹束经过高温热处理,其细胞壁中具有很强吸湿性的半纤维素大量分解,加上游离羟基和羰基数量减少,故吸湿性能下降^[10]。

随着环境湿度的增加,未处理材、低温热处理和高温热处理重组竹的平衡含水率均增加,且呈现相近的变化规律,即前 150 h 内吸湿速率较快,之后随着时间的延长,吸湿速率趋于平缓。

2.2 重组竹尺寸稳定性

以未处理竹束及两种温度热处理竹束制备重组竹,其宽度与厚度的变化率列于表 1,方差分析结果列于表 2。

表 1 重组竹试样宽度与厚度尺寸变化率
Tab.1 Dimensional stability of reconstituted bamboo samples made of heat-treated and untreated bamboo bundles

热处理温度/ ℃	尺寸变化率%	
	宽度	厚度
未处理	1.84	9.32
145	0.86	8.63
190	0.53	7.87

表 2 重组竹试样尺寸稳定性的方差分析
Tab.2 Analysis of variance on dimensional stability of reconstituted bamboo samples

尺寸 变化率	差异 源	离均差 平方和	自由 度	均方 差	F 值	P 值	F 临 界值
厚度	组间	6.325	2	3.162	2.843	0.089	3.682
	组内	16.686	15	1.112			
	总计	23.011	17				
宽度	组间	5.559	2	2.779	50.433	0.00	3.682
	组内	0.826	15	0.055			
	总计	6.386	17				

由表 1、2 数据可知,热处理温度对重组竹试样宽度 ($P<0.05$) 和厚度 ($P<0.1$) 方向的尺寸变化率均有显著影响,随着热处理温度的升高,重组竹材的尺寸稳定性增强。

原因是竹束经过热处理,部分水分及抽提物挥发,半纤维素主链和侧链上的亲水性基团减少,加之纤维素的结晶度和晶体的尺寸因受热而增大^[11-12],使得重组竹的吸湿性减小。

3 结论

1) 热处理可以显著降低重组竹的吸湿平衡含水率,且随着热处理温度的升高,重组竹的吸湿平衡含水率越低,尺寸稳定性提高。

2) 热处理重组竹的平衡含水率,会因热处理工艺和外界环境温湿度的不同而变化。为避免含水率变化而引起重组竹开裂、变形,在产品后期养生过程,应以其最终用途和销售地区的平衡含水率为依据来确定;且考虑到竹木材料的吸湿滞后现象,重组竹的后期平衡含水率应比使用地区的平衡含水率低 2%~3% 为宜。

参考文献:

[1] 于文吉. 我国重组竹产业发展现状与趋势分析[J]. 木材工业, 2012, 26 (1): 11-14.

[2] 覃道春,魏万姝,靳肖贝,等. 水洗对防霉重组竹防霉性能的影响[J]. 木材工业, 2015, 26 (5): 43-47.

[3] 孙润鹤,刘元,李贤军,等. 高温热处理对竹束颜色和平衡含水率的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32 (9): 138-141.

[4] 杜春贵,魏金光,于红卫,等. 竹束形状对重组竹制备工艺与性能的影响[J]. 林业科技, 2015, 40 (4): 44-47.

[5] 蒋身学,程大莉,张晓春. 高温热处理竹材重组材工艺及性能[J]. 林业科技开发, 2008, 22 (6): 80-82.

[6] 孙润鹤,刘元,李贤军,等. 高温热处理对竹束颜色和平衡含水率的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32 (9): 138-141.

[7] 柴媛,李贤军. 重组竹漂白工艺的初步研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2014, 34 (1): 120-124.

[8] 鲍领翔,饶久平,兰从荣,等. 竹材等离子体处理工艺优化及其在重组竹中的应用[J]. 福建农林大学学报, 2014, 43 (2): 200-203.

[9] 杨峰,宋莎莎,王雪花,等. 组坯形式对竹重组材/OSB 复合材性能的影响[J]. 木材加工机械, 2014 (1): 35-38.

[10] 李贤军,傅峰,蔡智勇,等. 高温热处理对木材吸湿性和尺寸稳定性的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30 (6): 92-96.

[11] 陈人望,李惠明,严婷. 热处理改性木材的性能分析[J]. 木材工业, 2010, 24 (5): 48-49.

[12] 包永洁,蒋身学,程大莉,等. 热处理对竹材物理力学性能的影响[J]. 竹子研究汇刊, 2009, 28 (4): 50-53.

(责任编辑 向 琴)