

“小径竹高效利用技术”专题

浸胶竹纤维化单板干燥温度对竹基纤维 复合材料性能的影响

张亚慧¹, 祝荣先¹, 于文吉¹, 齐锦秋²

(1. 中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091;

2. 四川农业大学林学院, 四川雅安 625014)

摘要: 以慈竹为试材,探讨浸胶竹纤维化单板的干燥温度对竹基纤维复合材料性能的影响。结果表明:随着干燥温度由70℃升至90℃,复合材料的抗弯强度、弯曲模量和垂直加载水平剪切强度呈现先上升、后下降的趋势,平行加载水平剪切强度和耐水性能逐渐下降。综合考虑板材性能和生产效率,建议工业化生产中的干燥温度设为80℃。

关键词: 竹基纤维复合材料; 浸胶竹纤维化单板; 干燥温度; 性能

中图分类号: S795.5; TS653

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2011)06-0001-03

Glue-Impregnated Bamboo-Mat Drying Temperature Effect on Crushed Bamboo-Mat Composite Properties

ZHANG Ya-hui¹, ZHU Rong-xian¹, YU Wen-ji¹, QI Jin-qiu²

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry;

Key Laboratory of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Yaan 625014, Sichuan, China)

Abstract: Drying glue-impregnated bamboo mats to moisture content around 8%~10% is a key process to make crushed bamboo-mat composites. The authors conducted an experiment to investigate how the drying temperatures could influence the composite's properties. The results indicated that when the drying temperature was raised from 70℃ to 90℃, the modulus of rupture, modulus of elasticity, and horizontal shear strength (by vertical loading) of the composite increased and then decreased. However, the horizontal shear strength (by horizontal loading) and water-resistance gradually decreased. Considering the composite properties and product efficiency, the authors suggested that 80℃ drying temperature should be used for manufacturing the composite.

Key words: crushed bamboo-mat composites; glue-impregnated bamboo mat; drying temperature; properties

浸胶竹纤维化单板的干燥,是生产竹基纤维复合材料的关键步骤之一,对胶黏剂的固化以及最终成品板材的性能有重要影响。若干燥温度太低,将导致浸胶单板的终含水率过高,在热压时易产生鼓泡等缺

陷;反之,则易造成单板终含水率太低,加剧胶黏剂的预固化,从而影响板材的胶合强度。因而,对浸胶后的竹纤维化单板,制定适宜的干燥工艺至关重要。

目前,竹基纤维复合材料制造过程中的疏解工艺、浸渍工艺、热压工艺等研究已经完成^[1-6]。在此基础上,笔者探讨浸胶竹纤维化单板的干燥温度对竹基纤维复合材料性能的影响,旨在推进竹基纤维复合材料的工业化进程提供依据。

收稿日期: 2011-06-23; 修改日期: 2011-10-08

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201004006); 四川省教育厅重点项目(07ZA075)。

作者简介: 张亚慧(1983—),男,中国林科院木材工业研究所博士。

1 材料和方法

1.1 材料

1) 慈竹(*Neosinocalamus affinis*):产自四川大邑,竹龄3~4年,胸径50~80 mm,竹壁厚度2~3 mm。

2) 酚醛树脂(PF):购于北京太尔,红褐色透明液体,主要性能指标为:黏度41 mPa·s(25℃),固体含量46.1%,水溶倍数>2,贮存期15天(20~25℃),pH值10.53,游离醛0.10%,游离酚<1%。

1.2 仪器设备

网带式烘干机、热压机、电热恒温干燥箱、电热恒温水箱、微机控制电子式人造板试验机。

1.3 制板工艺

工艺流程^[6]:竹材→剖分→疏解→干燥→浸胶→干燥→组坯→热压→冷却→锯解

主要工序:

1) 剖分与疏解

将竹材锯解呈长度为200 cm的竹段,然后沿纵向剖分,形成两个半圆形竹筒;然后利用竹纤维化单板可控分离设备对竹筒进行疏解,疏解次数为5遍,形成竹纤维化单板。

2) 干燥与浸胶

将疏解后的竹纤维化单板干燥至含水率为8%~10%,然后浸渍于固体含量为15%的PF胶液中,浸胶时间为5 min,再陈放5 min后称质量,控制胶黏剂的浸渍量在9%~10%。

3) 浸胶后干燥

浸渍后的竹纤维化单板放置一天后,采用网带式烘干机对其进行干燥。干燥温度分别设定为70、80、85、90℃,其对应的干燥时间分别为60、50、40、30 min,干燥后单板的含水率控制在8%~10%。

4) 组坯与热压

设定板材密度为1.10 g/cm³,板坯幅面50 cm×17 cm,厚度15 mm。采用手工铺装板坯,热进冷出式热压。热压工艺参数为:温度160℃,时间2 min/mm,压力为2.5 MPa。

5) 冷却与锯解

将压制的板材在自然环境中放置1天,按规定尺寸裁边,裁锯试件。

1.4 性能检测

参照GB/T 17657-1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》、GB/T 20241-2006《单板层积材》,对板材的性能进行检测,方法同前期试验研究^[2]。

• 2 •

其中:复合材料的物理性能主要测试密度和耐水性能,耐水性能主要测试宽度膨胀率(Width swelling rate, WSR)、吸水厚度膨胀率(Thickness swelling rate, TSR)和吸水率(Width swelling rate, WAR)等三个指标,每个性能检测项目各取6个试件,结果取平均值;

力学性能主要测试静曲强度(Modulus of rupture, MOR)、弹性模量(Modulus of elasticity, MOE)、水平剪切强度(Shear strength, SS)指标,每个检测项目各取5个试件,结果取平均值。

2 结果及分析

2.1 板材耐水性能

在本试验条件下,以不同温度干燥的竹纤维化单板为基材,压制的竹基纤维复合材料的耐水性能检测结果,列于表1。

表1 不同温度干燥的浸胶单板压制的复合材料的耐水性能

Tab. 1 Water-resistances of composites made with bamboo mats under different drying temperature

干燥温度/℃	4 h 水煮			28 h 水煮		
	TSR/%	WSR/%	WAR/%	TSR/%	WSR/%	WAR/%
70	4.56	0.89	8.79	5.81	1.06	11.35
80	4.46	0.88	9.12	5.40	1.16	11.41
85	4.70	1.02	9.55	6.13	1.23	13.57
90	4.87	1.03	10.09	6.59	1.27	14.53

由表1结果可知,随着浸胶竹纤维化单板的干燥温度从70℃提升至90℃,复合材料试件的耐水性能整体呈逐渐下降的趋势。其中:经过一个28 h水煮试验的循环周期后,复合材料试件的吸水厚度膨胀率呈现先减小、后增大的趋势,吸水率和宽度膨胀率呈现逐渐增大的趋势。

浸胶竹纤维化单板的干燥温度在80℃的条件下,复合材料试件的吸水厚度膨胀率达到最低。当干燥温度升高到85℃和90℃时,复合材料试件经过循环水煮试验后,出现开裂分层现象,表明随着浸胶竹纤维化单板干燥温度的升高,胶黏剂的预固化程度加剧,造成单板无法牢固地粘连在一起,因此复合材料的耐水性能下降。

2.2 板材力学性能

以不同温度干燥的竹纤维化单板为基材,压制的竹基纤维复合材料的抗弯性能和剪切性能检测结果,如图1所示。

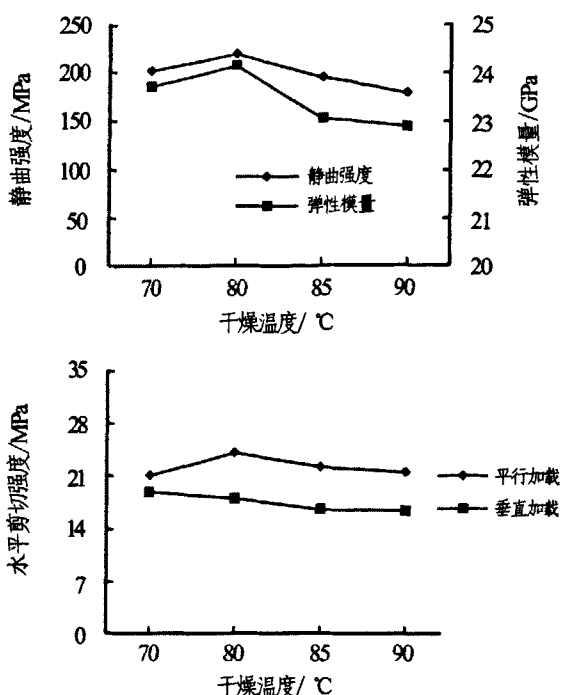


图 1 不同温度干燥的浸胶单板压制的复合材料的力学性能

Fig. 1 Mechanical properties of composites made with bamboo mats under different drying temperature

图 1 显示,在相同的板材密度条件下,随着浸胶竹纤维化单板干燥温度的升高,复合材料试件的抗弯强度和弯曲模量呈先上升、后下降的趋势;在 80 °C 下,二者均达到了最大值,竹纤维化单板达到同样目标含水率所用干燥时间,比 70 °C 条件下的干燥时间缩短了 10 min。

在相同密度条件下,随着浸胶竹纤维化单板干燥温度的升高,复合材料试件的平行加载水平剪切强度呈缓慢下降的趋势,垂直加载水平剪切强度呈先上升、后下降的趋势。剪切强度性能同样反映竹单板纤维体和树脂层间界面层的强度,随着干燥温度上升

到 80 °C 以后,胶黏剂的预固化程度加剧,亦导致板材的剪切强度下降。

综上所述,通过调控浸胶竹纤维化单板的干燥温度,可以有效控制胶黏剂的预固化度。在本试验范围内,综合考虑竹基纤维复合材料的耐水性能和抗弯强度、剪切强度等物理力学性能,浸胶竹纤维化单板的干燥温度设定在 80 °C 为宜。

3 结论

1) 在本试验范围内,随着浸胶竹纤维化单板干燥温度的提升,竹基纤维复合材料试件的耐水性能整体呈逐渐下降的趋势,抗弯强度、弯曲模量和垂直加载水平剪切强度呈现先升后降的趋势,平行加载水平剪切强度亦逐渐降低。

2) 在竹基纤维复合材料的工业化生产中,建议将浸胶竹纤维化单板的干燥温度设为 80 °C,在保证复合材料的耐水性能和抗弯强度、剪切强度等物理力学性能的前提下,提高产品的生产效率,降低生产成本,提升企业的经济效益。

参考文献:

- [1] 于文吉. 我国高性能竹基纤维复合材料的研究进展[J]. 木材工业, 2011, 25(1): 6-8.
- [2] 孟凡丹, 余养伦, 祝荣先, 等. 浸渍量对纤维化竹单板层积材物理力学性能的影响[J]. 木材工业, 2011, 25(2): 1-3.
- [3] 程亮, 王喜明, 余养伦. 浸胶工艺对绿竹重组竹材性能的影响[J]. 木材工业, 2009, 23(3): 16-19.
- [4] 祝荣先, 周月, 任丁华, 等. 制造工艺对竹基纤维复合材料性能的影响[J]. 木材工业, 2011, 25(3): 1-3.
- [5] 于雪斐, 孙华林, 于文吉. 结构用慈竹单板层积材的制备工艺与性能[J]. 木材工业, 2011, 25(4): 1-3.
- [6] 张亚慧, 孟凡丹, 于文吉. 疏解次数对竹基纤维复合材料性能的影响[J]. 木材工业, 2011, 25(5): 1-4.

(责任编辑 向 琴)

行业简讯

FMC China 2011 圆满落幕

第 17 届中国国际家具生产设备及原辅材料展览会(FMC China 2011),已于 2011 年 9 月圆满落幕。

FMC China 2011 首次移师世博展览馆,成为一个独立的展览会。展会面积比往年扩大近 60%,达到 5.9 万 m²,规模创历史之最。展会吸引来自 40 个国家和地区的 745 家海内外参展商前来参展,以及 111 个国家和地区的 30 327 名专业买家参观此次展会。其中海外观众数量占 15%,达到 4 521 名,增幅

达 12%,专业观众的数量和质量显著提升。

展会期间举办了超过 30 场的各类专业性互动活动,为展商、观众提供了广泛的交流平台。

FMC China 2012 将于 9 月 11—14 日,再度在上海世博展览馆举行,届时展会的面积将达到 7 万 m²,较 2011 年的展会面积增长 20%,预计展商将达到 850 家。

本刊讯

• 3 •