

竹材刨花板热压工艺的研究

张晓东 朱一辛 刘以珑 张齐生 李燕文

(南京林业大学竹材工程研究中心 南京 210037)

摘要 利用正交试验法研究了竹材刨花板热压曲线中各因素与板材的静曲强度、弹性模量及平面抗拉强度间的关系。结果表明,第一阶段压力是影响竹材刨花板力学性能的最主要因素,热压温度及第一阶段时间对力学性能也有较大的影响。根据试验结果确定了竹材刨花板的最佳热压工艺参数。

关键词 竹材刨花板; 因素; 指标

竹材刨花板是以竹材加工剩余物、小径竹为主要原料经加工而成的一种竹材人造板,其物理力学性能优于普通木材刨花板,突出地表现在静曲强度、弹性模量、尺寸稳定性等方面。竹材刨花板可以替代木材胶合板模板用于混凝土施工,经二次加工后可用于清水混凝土施工及其它结构件。竹材刨花板可以充分利用竹材加工剩余物及小径竹,提高了竹材的综合利用率,是一种可持续发展的竹材产品。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1.1.1 竹刨花 安徽省石台县竹材厂生产,刨花规格:长 25~30 mm,宽 2~5 mm,厚 0.4~0.5 mm,含水率 4%。

1.1.2 胶粘剂 酚醛树脂胶粘剂,安徽省石台县竹材厂生产。树脂质量指标为:固体含量 48%~52%,粘度 200~400 mPa·s(20℃),pH值 10~12。

1.2 试验设备

1.2.1 热压机 型号:QLB-D,幅面 400mm×400mm,总压力 0.5 MN。

1.2.2 万能力学试验机 型号:MWE-40A,最大加载力为 40 kN。

1.2.3 拌胶机 滚筒式拌胶机,胶料通过压

缩空气喷施。

1.2.4 干燥 鼓风式电热干燥箱。

1.3 试验方法

1.3.1 制板工艺 竹刨花→干燥→计量→拌胶→铺装→热压。

1.3.2 试验设计 竹材刨花板的设计密度 0.75 g/cm³,施胶量 10%,板厚 15 mm。热压曲线设计如图 1。

图 1 竹材刨花板热压工艺曲线

1.3.3 检测 静曲强度、弹性模量、平面抗拉强度均按 GB 4905-85测定。

试验按 $L_{18}(3^7)$ 正交表实施,根据竹材及竹刨花的特性设计了如表 1 所示的因素水平表。

2 结果分析

试验板材的检测结果见表 2,检测结果进行直观分析,如图 2 图 3 所示。由图 2 图 3 可见:各因素对静曲强度的影响由大到

表 1 因素水平

水 平	因 素						
	<i>A</i> <i>P</i> ₁ (M Pa)	<i>B</i> <i>P</i> ₂ (M Pa)	<i>C</i> <i>P</i> ₃ (M Pa)	<i>D</i> <i>t</i> ₁ (min)	<i>E</i> <i>t</i> ₂ (min)	<i>F</i> <i>t</i> ₃ (min)	<i>G</i> <i>T</i> ₁ (°C)
1	5	2	0. 5	6	3	5	170
2	4	1. 5	0. 4	4	2	4	150
3	3	1	0. 3	2	1	3	130

小的顺序为 $P_2> P_1> T> P_3> t_3> t_1> t_2$;对平面抗拉强度的影响为 $P_1> t_1> T> t_3> P_3> P_2> t_2$;对弹性模量的影响为 $P_1> T> P_2> P_3> t_2> t_3> t_1$ 。因为竹材刨花板的静曲强度、弹性模量、平面抗拉强度是其最重要的力学性能指标,确定最佳热压工艺时应等地考虑,所以本试验对三项指标进行了综合评分,并以综合评分为依据确定最佳工艺。综合评分的方法为,先计算出每项指标的平均值,再求出每个试验的检测值与该指标平均值的比值,三项指标比值之和即为综合评分值(见表 2)。

2.1 各因素对综合性能的影响

由图 3的综合指标直观分析可知,各因素对综合指标的影响由大到小的顺序为 $P_1> T> t_1> t_3> P_3> P_2> t_2$,由表 3的方差分析可知,第一阶段压力 P_1 对静曲强度、弹性模量、平面抗拉强度的作用高度显著,热压温度 T 及第一阶段时间 t_1 为一般显著,其它因素不太显著。

表 2 试验结果

试验号 (<i>A B C D E F G</i>)	检 测 结 果			
	<i>MOE</i> (MPa)	<i>MOR</i> (M Pa)	<i>IB</i> (M Pa)	综合 评分
1(1 1 1 1 1 1 1)	3856	34. 8	1. 38	3. 38
2(1 2 2 2 2 2 2)	3446	24. 0	0. 67	2. 29
3(1 3 3 3 3 3 3)	2987	15. 1	0. 15	1. 42
4(2 1 1 2 2 3 3)	4153	35. 2	1. 06	3. 19
5(2 2 2 3 3 1 1)	4355	41. 8	1. 77	4. 09
6(2 3 3 1 1 2 2)	3333	29. 0	2. 21	3. 79
7(3 1 2 1 3 2 3)	3741	35. 4	1. 11	3. 13
8(3 2 3 2 1 3 1)	3388	27. 9	1. 14	2. 82
9(3 3 1 3 2 1 2)	3191	25. 3	1. 17	2. 72
10(1 1 3 3 2 2 1)	4271	35. 4	0. 69	2. 90
11(1 2 1 1 3 3 2)	4081	32. 8	1. 06	3. 09
12(1 3 2 2 1 1 3)	3662	30. 0	0. 80	2. 66
13(2 1 2 3 1 3 2)	3854	33. 7	1. 08	3. 08
14(2 2 3 1 2 1 3)	4000	33. 4	1. 20	3. 21
15(2 3 1 2 3 2 1)	4474	33. 1	1. 13	3. 27
16(3 1 3 2 3 1 2)	3351	28. 2	1. 17	2. 85
17(3 2 1 3 1 2 3)	3431	30. 5	0. 61	2. 45
18(3 3 2 1 2 3 1)	3580	30. 2	1. 87	3. 59
平 均	3731	30. 9	1. 13	

注:表中数据为二次试验 6个试件的平均值。

图 2 各因素与竹材刨花板的静曲强度及平面抗拉强度的关系

—— 静曲强度 ——平面抗拉强度

2.2 最佳热压工艺

对检测值的综合评分进行直观分析及方

差分析见图 3 表 3,由图 3可得最佳热压工

艺参数为: $P_1= 4 \text{ MPa}$ $P_2= 2 \text{ MPa}$ $P_3= 0. 4$

图 3 各因素与板的弹性模量及综合指标的关系

—— 弹性模量 —— 综合评分

MPa, $t_1=6\text{ min}$ $t_2=3\text{ min}$ $t_3=5\text{ min}$ $T=170^\circ\text{C}$ (设为 A) 根据表 3 的方差分析结果, 从缩短热压周期及第三阶段排汽顺畅的角度出发, 将热压工艺参数调整为 $P_1=4\text{ MPa}$ $P_2=2\text{ MPa}$ $P_3=0.3\text{ MPa}$ $t_1=6\text{ min}$ $t_2=1\text{ min}$ $t_3=3\text{ min}$ $T=170^\circ\text{C}$ (设为 B)

表 3 综合指标的方差分析

方差来源	平方和 ss	自由度 f	均方 MS	均方比 F	显著性
P_1	2.04	2	1.020	7.91	* *
P_2	0.10	2	0.050		
P_3	0.29	2	0.145		
t_1	1.24	2	0.620	4.81	*
t_2	0.01	2	0.005		
t_3	0.25	2	0.125		
T	1.33	2	0.665	5.16	*
e	0.77	3	0.257		
e'	1.42	11	0.129		
总和	6.03	17			

注: $F_{0.01}(2, 11)=7.21$ $F_{0.05}(2, 11)=3.98$

2.3 补充试验

根据以上分析结果得出两个较好的热压工艺 A B. 通过补充的验证试验以确定最佳工艺. 补充试验结果见表 4

表 4 补充试验结果

工 艺	$MOE(\text{MPa})$	$MOR(\text{MPa})$	$IB(\text{MPa})$
A	4268	38.2	1.69
B	4293	36.3	1.62

注: 表中数据为二次试验六个试件的平均值

表中数据说明, 运用优选出来的热压工艺及按方差分析结果调整后的热压工艺所压制的竹材刨花板都具有很好的静曲强度、弹性模量及平面抗拉强度, 且两种不同工艺所压制的板材, 其性能指标差异不大. 因此选择 B 工艺, 即: $P_1=4\text{ MPa}$ $P_2=2\text{ MPa}$ $P_3=0.3\text{ MPa}$ $t_1=6\text{ min}$ $t_2=1\text{ min}$ $t_3=3\text{ min}$ $T=170^\circ\text{C}$ 做为最佳热压工艺, 这样既保证了竹材刨花板的力学性能又可缩短热压周期, 提高生产率.

3 结论

- (1) 根据竹材特性制定的热压工艺曲线可压制出力学性能相当优越的竹材刨花板.
- (2) 在竹材刨花板密度及施胶量一定的前提下, 热压曲线中的第一阶段压力对板的力学性能影响高度显著, 热压温度及第一阶段时间对板的力学性能影响较显著.

(3) 最佳热压工艺为 $P_1=4\text{ MPa}$ $P_2=2\text{ MPa}$ $P_3=0.3\text{ MPa}$ $t_1=6\text{ min}$ $t_2=1\text{ min}$ $t_3=3\text{ min}$ $T=170^\circ\text{C}$

4 参考文献

1 王庆琳. 杂竹碎料板生产技术与发展前景. 四川木材工业通讯, 1988(2): 13~ 16
2 张齐生. 竹材复合板的研究. 林产工业, 1990(1): 1~ 7
3 张齐生等著. 中国竹材工业化利用. 中国林业出版社, 1995. 7

(下转第 18 页)

Recovery of Compressed Paulownia Wood Fixed with Low Molecular Weight, Water-soluble Melamine-formaldehyde Resin

Zhang Yunling

(Paulownia Research Center, Ministry of Forestry, Zhengzhou 450003)

Abstract Methods to maximize wood surface hardness and wood dimensional stability include various combinations of compression, heating, and chemical treatments. In this study, paulownia wood was treated with different concentration of low molecular weight (mol wt 350~ 380), water-soluble melamine formaldehyde resin, being compressed while heated. The results showed that wood specimen treated with 6% resin solution retained almost complete fixation when soaked in room-temperature water, while those treated with 25% resin solution retained fixation in boiling water. Moreover, the surface hardness increased from 0.122 MPa to 0.366 MPa when the wood was treated with 25% resin solution and 50% compression.

Keywords Paulownia; Melamine-formaldehyde resin; Compressed wood; Recovery; Surface hardness

(上接第 11 页)

A Study on the Hot-pressing Technology of Bamboo Particle Board

Zhang Xiaodong Zhu Yixin Liu Yilong Zhang Qisheng Li Yanwen

(Bamboo Engineering Research Center of Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract This paper dealt with the relationship between hot-pressing parameters and mechanical properties (*MOR* *MOE* and *IB*) of bamboo particle board by the orthogonal design method. The test results showed that the first phase pressure was the most important factor affecting the strength properties of bamboo particle board, hot-pressing temperature and the first phase time also affected the strength properties, and the optimum hot-pressing technology was obtained.

Keywords Bamboo particle board; Hot-pressing; Mechanical properties

(上接第 14 页)

poplar veneer were used for making 3-ply plywood. It was found that no matter whether the poplar veneer species were mixed or unmixed in assembling plywood a bonding strength according to National Standard could be obtained. The dosage of curing agent had considerable influence on the bonding strength property of poplar veneer.

Keywords Urea-formaldehyde resin; Poplar plywood; Bonding strength