

研究与开发

工艺因素对竹刨花模压制品性能的影响

高黎¹, 王正², 郭文静², 张双保¹

(1. 北京林业大学材料科学与技术学院, 北京 100083; 2. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 以我国云南两种典型的丛生竹种——黄竹和云南龙竹的加工剩余物为原料, 采用先预压、再热压模压的“两步法”生产工艺, 进行了竹刨花模压制品的试验研究, 分析了材料种、板坯密度、施胶量等工艺因素对板材性能的影响, 并与相思木刨花模压制品相比较。结果表明: 按本研究设计的工艺技术路线是可行的, 制成的竹刨花模压制品的性能优于相思木刨花模压制品, 产品可用于装饰用途。

关键词: 竹材; 相思木; 刨花板; 模压; 工艺因素

中图分类号: S795, TS653.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2005)02-0021-04

Technological Variables on Properties of Molded Bamboo Particleboard

GAO Li¹, WANG Zheng², GUO Wen-jing², ZHANG Shuang-bao¹

(1. College of Material Science and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The residues from two typical sympodial bamboos (*Dendrocalamus giganteus* and *D. membranaceus*) from Yunnan Province were selected to make molded particleboards. The molding technology included two steps, first prepressing and then hot pressing. The molded bamboo particleboards were then analyzed for the effects of bamboo species, glue consumption and mat density. Results confirmed that the two-step molding process was suitable for manufacturing molded bamboo particleboard. The performance properties of this particleboard were better than the molded particleboard made from *Acacia* under the same processing conditions. The results demonstrated a practical processing technology and reference for further sympodial bamboo utilization, such as decorative panel manufacturing.

Key words: Bamboo; *Acacia*; Particleboard; Molding process; Technological variables

竹材是一种非常重要的速生可再生森林资源, 与木材相比, 具有强度高、弹性好、硬度大等特点, 长期以来一直是世界各产竹国及地区重要的建筑用材之一, 尤其是以竹材为原料的地板、墙板等装饰材料方兴未艾。开展竹制品的加工利用研究, 不仅可增加竹农的收入, 而且对于保护森林资源具有重要的意义。

丛生竹是我国南方地区广泛分布的一种竹材, 与散生竹相比, 具有生长快、产量高等特点, 但因其竹秆较为弯曲、物理力学性能变异性较大等缺点, 未能得

到充分地开发利用。为拓展这类竹材的有效利用途径, 本研究选用云南地区两种典型的丛生竹——云南龙竹和黄竹, 进行模压装饰制品的工艺研究, 为开展丛生竹类的深加工利用提供依据。

笔者前期曾以相思树和桉树木材刨花为原料, 采用“两步法”工艺制作出物理力学性能达到国家刨花板标准 GB/T 4897.1~4897.7-2003 要求的模压制品。本研究将“两步法”工艺用于竹材模压制品的生产, 这种竹模压制品可进一步加工成门板、天花板等具有装饰特性的材料。

1 材料和试验方法

1.1 试验材料

收稿日期: 2004-05-18; 修改稿: 2005-02-28

基金项目: 高技术研究发展“863”计划“木基复合装饰材料制造技术”(2002AA245101)。

作者简介: 高黎(1979—), 女, 北京林业大学材料科学与技术学院硕士研究生。

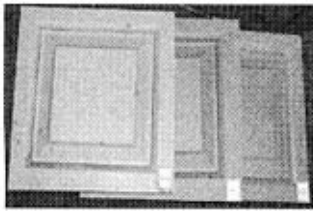


图 1 刨花模压制品示例

Fig. 1 Samples of molded particleboard products

竹材^[1] ①云南龙竹 (*Dendrocalamus giganteus*), 密度 0.71~0.75 g/cm³, 竹秆通常高 25 m, 竹径为 11~18 cm, 节间长 40~50 cm; ②黄竹 (*D. membranaceus*) 密度 0.81~0.86 g/cm³, 秆高约 15 m, 竹径 7~10 cm, 节间长 30~40 cm, 两种试材均采自云南省元阳县。

木材 做对照用的相思树材为马占相思(*Acacia mangium*)、大叶相思(*A. acuriculaeformis*)、厚荚相思(*A. crassicarpa*)、黑叶相思(*A. melanoxylon*)等5个树种的混合料,取自广州龙洞林场,胸径8~34 cm,经测定密度为0.45~0.70 g/cm³。

刨花制备 采用上述竹材与木材的加工剩余物,用筛分机对芯、表层刨花进行筛选,芯层刨花尺寸为 $(8\sim 20)\text{mm}\times(0.4\sim 0.8)\text{mm}\times(0.4\sim 0.8)\text{mm}$,表层刨花尺寸为 $(1\sim 5)\text{mm}\times(0.1\sim 0.3)\text{mm}\times(0.1\sim 0.3)\text{mm}$ 。

胶黏剂 酚醛树脂胶,由中国林科院木材工业研究所胶黏剂室制备,固体含量 49%~50%,黏度 130~140 mPa·s。

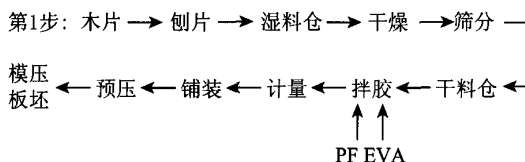
助剂 乙烯-乙酸乙烯共聚乳液(EVA), 固体含量 55%, 黏度 110~120 mPa·s。

1.2 试验设备

35/8/2V 型削片机, PZ8P 型双鼓轮刨片机,
DF302 型干燥箱, TSM 950/3 型筛选机, FM 130D/S
型拌胶机, QD-100 型预压机, Y71-100 型模压机。

1.3 试验设计^[2~4]

1.3.1 刨花模压制品工艺流程



第2步:模压板坯→热压模压→修边→成品库

工艺特点:第一步将刨花通过预压成为具有一定初强度的模压板坯,便于搬运和切割操作;第二步再通过热压模压,制成具有一定强度和立体效果的竹刨

花模压板材。

1.3.2 工艺参数的确定 经过前期探索试验,确定第一步预压工艺的参数为:温度 80 ℃、时间 9 min、压力 1.5 MPa;EVA 加量 4%,板坯初含水率 20%,芯表层刨花比例 3:4:3,预压后板坯幅面 31 cm×31 cm,产品最终厚度 6 mm。

根据木材模压工艺试验所确定的各热压参数的显著性差异,将不显著因子的水平固定,即设定热压温度为 180 ℃、最大压力 5 MPa、热压时间为 7 min;选取材种、目标密度和施胶量等为变量工艺因子,水平见表 1。在工业生产时,芯层施胶量可以低于表层,本试验中为便于操作采用相同的施胶量。

表 1 因子水平表

Tab. 1 Experimental factors and levels

水平	材种	目标密度/(g·cm ⁻³)	施胶量/%
1	相思木	0.75	6
2	黄竹	0.85	8
3	云南龙竹	1.00	10

1.3.3 板材性能检测 主要考察:①板面外观质量。主要观测模压板表面刨花拉伸撕裂和胶斑等状况,采用自行设计的“多人目测评分法”,即相同的人群根据具体状况对板材表面质量进行分等评分,以 10 分为满分。②参照刨花板 GB/T 4897.1~4897.7-2003 测定模压板的静曲强度(MOR)、内结合强度(IB)和 24 h 吸水厚度膨胀率(TS)。在检测 MOR 时,考虑到模压板的形状及尺寸较小,无法取足够长的平板,改用相同工艺条件下压制的平压板制取试件。

2 结果分析和讨论

模压板性能检测结果见表 2, 试验结果的方差分析见表 3, 极差分析见表 4。

表2 相思木、竹刨花模压板的性能测试结果

Tab. 2 Properties of molded wood and bamboo particleboards

试验号	因子水平			检测结果			
	材种	目标密度	施胶量	表面质量评分	TS /%	MOR /MPa	IB /MPa
1	1	1	1	6.1	17.33	17.62	0.456
2	1	2	2	6.6	15.21	19.81	1.072
3	1	3	3	7.8	14.64	25.48	1.691
4	2	1	2	6.5	18.28	23.43	0.753
5	2	2	3	7.6	12.87	30.91	1.579
6	2	3	1	8.6	18.76	32.35	1.749
7	3	1	3				
8	3	2	1	8.1	17.00	30.05	1.295
9	3	3	2	7.7	18.69	42.02	1.416

注:第7组试验由于材料短缺未能进行;数据由SAS统计软件分析。

表 3 模压板性能的方差分析
Tab. 3 Variance analysis on properties of molded particleboards

性能	方差来源	自由度	离差平方和	均方	F 值	Pr
表面质量	材种	2	3.984	1.992	7.19	0.003
	目标密度	2	8.544	4.272	15.42	0.000
	施胶量	2	2.871	1.435	5.18	0.013
	误差	25	6.926	0.277		
	总误差	31	27.315			
TS	材种	2	17.160	8.580	1.38	0.259
	目标密度	2	74.511	37.256	5.99	0.004
	施胶量	2	96.030	48.015	7.72	0.001
	误差	67	416.676	6.219		
	总误差	73	735.195			
MOR	材种	2	1209.526	604.763	17.40	0.000
	目标密度	2	572.802	286.401	8.24	0.001
	施胶量	2	68.218	34.109	0.98	0.382
	误差	47	1633.858	34.763		
	总误差	53	4354.005			
IB	材种	2	1.135	0.568	6.71	0.002
	目标密度	2	7.329	3.664	43.33	0.000
	施胶量	2	0.422	0.211	2.49	0.091
	误差	64	5.413	0.084		
	总误差	70	18.809			

注:Pr 为显著性概率,当 $P<0.05$ 时,组间在 0.05 水平差异显著。

表 4 工艺参数对模压板性能影响的极差分析
Tab. 4 Range analysis on properties of molded particleboards

因子	水平	表面质量	TS /%	MOR /MPa	IB /MPa
材种	1	6.9	15.73	20.97	1.073
	2	7.6	16.63	28.90	1.360
	3	7.9	17.84	36.03	1.355
	极差	1.0	2.11	15.06	0.282
目标密度	1	6.3	17.80	20.53	0.605
	2	7.5	15.03	26.92	1.316
	3	8.0	17.36	33.28	1.619
	极差	1.7	2.77	12.75	1.014
施胶量	1	7.6	17.70	26.67	1.167
	2	6.9	17.39	28.42	1.080
	3	7.7	13.75	28.20	1.635
	极差	0.8	3.95	1.53	0.468

2.1 工艺参数对试板表面质量的影响

由表 3 可见,工艺参数对试板表面质量影响的显著性程度为:目标密度>材种>施胶量。

(1)目标密度 从表 4 可见,目标密度为 1.00 g/cm³ 的试板比密度为 0.75 g/cm³ 试板的表面状况高 1.7 分。这是因为在模压过程中,板坯主要依靠物料的流动来适应模具的凹凸形状。随着板坯凹凸形变的发生,板坯内刨花之间会产生相互拉伸或挤压作用力,同时其表面积的增加使得板面层张力增大,刨花将向受力方向流动并产生变形,这时若其他位置的刨花能及时流过来平衡受力,则表层刨花形态变形较小;反之则可能会出现表层刨花的撕裂现象。同一面

层中,物料密度越大,可流动的刨花越多,就越有机会弥补表面撕裂的缺陷。因此,这一结果表明,密度不同导致的模压过程中材料流变状况的变化是影响模压制品表面质量的主要因素。

(2)材种 从表 4 可见,两种竹材刨花模压试板的表面质量相差不大,最大差异 1.0 分,竹材试板的表面性能均优于相思木试板。其原因主要是竹材细胞构成较为单一,纤维韧性好,同样的打磨条件下,竹材刨花形态细长而且均一;相思木结构复杂,打磨后的刨花形态相对粗短,很大程度上影响了单位面积刨花的交织程度和数量。因此,同样条件下,竹刨花模压制品外观较好。另外,由于黄竹的密度相对大于云南龙竹,细胞胞壁较厚,压缩率低于云南龙竹,其模压制品的表面性能亦略低于云南龙竹模压制品。

(3)施胶量 表 4 的结果显示,施胶量对试板表面质量的影响相对较小。本试验中,模压试板的表面性能虽然随着施胶量增加略有提高,但在工艺优化设计时可忽略不计。

2.2 工艺参数对试板 TS 的影响

从表 2 可见,所有试板的 TS 都达到国标要求,表明 3 种材料的模压制品都有良好的耐水性。表 3 方差分析的结果表明,各工艺因子影响的显著性程度为:施胶量>目标密度>材种。

(1)施胶量 表 4 中可见,施胶量为 10% 的试板 TS 最低,说明胶黏剂除了起黏结刨花作用外,固化后还在刨花表面形成不溶于水的隔水层。施胶量越大,刨花表层和水分隔离越充分,试板的 TS 越低。

(2)目标密度 目标密度 0.85 g/cm³ 的试板 TS 最低。因为 3 种材料本身密度均较大,目标密度低(0.75 g/cm³),则板坯压缩率较小,刨花间有较大空隙,接触点较少,水分进入的机会多;而目标密度较高(1.00 g/cm³)时,相同体积内刨花量增多,故累计总的吸水膨胀更大;0.85 g/cm³ 的目标密度相对比较适宜。

(3)材种 表 4 数据显示,相思木比两种竹材模压试板的 TS 都低。根据测定结果可知,相思木的细胞复杂多样,各种细胞吸水性能不同,而且相思木细胞中存在的侵填体相对比竹材多,阻碍水分的流动,故其吸水膨胀低于竹材。两种竹材中,黄竹模压试板的 TS 低于云南龙竹,这是因为黄竹相对壁厚腔小,水分进入细胞间隙较难,因此其试板吸水膨胀率较小。

2.3 工艺参数对 MOR 的影响

表 3 中工艺参数对试板 MOR 值影响的显著性依次为:材种>目标密度>施胶量。

(1)材种 从表 4 可看出,云南龙竹试板的 MOR 最高,比相思木和黄竹试板分别高出 15.06 MPa 和 7.93 MPa。这是因为竹纤维形态细长,物理力学性

能优于木纤维。根据 Wang^[1] 等对云南龙竹和黄竹的研究结果,这两种竹材性能比一般的硬木还高,且黄竹的力学强度高于云南龙竹。而本试验中,将不同密度的刨花压制成同一目标密度的模压板时,虽然黄竹密度大,但其相对压缩率小,刨花交织程度低;另外,黄竹抽提物较多,对刨花的黏结状态亦有影响^[5],因此,黄竹模压板的 MOR 反而低于云南龙竹。

(2)目标密度 板坯模压过程中产生的应力是由受力点刨花承担。密度越大,则单位受力刨花的数量越多,单个刨花承受的应力作用也就越小。从表 4 可看出,本试验范围内,试板的 MOR 随着目标密度的增大而提高。

(3)施胶量 从表 4 可看出,施胶量为 8% 和 10% 的试板 MOR 相差甚小,在一定范围内,施胶量越大,刨花间结合越紧密,模压制品的 MOR 越大。

2.4 工艺参数对 IB 的影响

表 2 显示了不同工艺条件下试板的 IB 值。方差分析表明,工艺参数影响的显著性程度依次为:目标密度>材种>施胶量。

(1)目标密度 从表 4 可见,试板的 IB 随着密度增大而增大,这是因为板坯目标密度越大,刨花间隙越小,刨花间黏结越充分,所以模压制品的 IB 越大。

(2)材种 从表 4 可看出,两种竹材制品的 IB 差异较小,且均高于相思木制品。竹材力学性能接近于针叶树材,其刨花形态和胶黏状态也较相思木好,因此试板的 IB 较高。

(3)施胶量 由表 4 所示,施胶量为 10% 的试板 IB 值最高,三个因子中施胶量对模压制品 IB 的影响最小。施胶量引起的试板 IB 差异可以忽略。

2.5 最佳工艺参数的筛选和确定

综上各工艺参数对刨花模压制品主要物理力学性能指标的影响分析,在本试验范围内,确定最佳工

艺参数为:选用云南龙竹、施胶量 10%、目标密度 1.00 g/cm³。在此条件下制得的竹刨花模压制品的主要性能均达到国标要求。

3 结论

1)采用两步法生产工艺压制的黄竹和云南龙竹刨花模压制品的外观质量和各项力学性能可以达到刨花板国家标准 GB/T 4897.1~4897.7-2003 的要求,且主要性能优于相思木模压制品。

2)目标密度对模压板表面质量、内结合强度和静曲强度具有显著性影响,密度越高,模压板的性能越优。增大施胶量也可提高板材的各项性能,但变化不显著。应考虑经济成本因素,确定合理的施胶量。

3)利用竹材刨花先预压、再模压的两步法模压工艺技术路线是可行的,该工艺为竹材提供了新的利用途径。尤其适用于中小型刨花板厂的技术改造和产品更新换代,可以产生良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] WANG Zheng, GUO Wenjing. Physical-mechanical Properties of Sympodial Bamboo and Influence on Architecture Material Manufacture [J]. Chinese Forestry Science and Technology, 2004, 3(1):74-79.
- [2] FFP 科尔曼, E W 库恩齐, A J 施塔姆. 木材学与木材工艺原理—人造板[M]. 杨秉国,译. 北京:中国林业出版社,1984.
- [3] 王恺. 木材工业实用大全—刨花板卷[M]. 北京:中国林业出版社,1998.
- [4] 赵仁杰,喻云水. 竹材人造板工艺学[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
- [5] FENG Wenyong, WANG Zheng, GUO Wenjing. A Study on Chemical Compositions and Fiber Characteristics of Two Sympodial Bamboos [J]. Chinese Forestry Science and Technology, 2003, 2(3):86-91.

(责任编辑 向琴)

全国人造板标准概况之二 (截至 2004 年 12 月底)

1 已报批的我国人造板标准

- 不饱和聚酯树脂装饰胶合板
- 刨切单板
- 木材胶粘剂及其树脂检验方法
- 木材工业胶粘剂用脲醛、酚醛、三聚氰胺甲醛树脂
- 人造板甲醛释放量检测用 1 立方米气候箱装置
- 竹材地板
- 集成材地板
- 单板层积材
- 木塑复合材料(挤出成型)

2 已审查、待报批的我国人造板标准

- 饰面用浸渍胶膜纸
- 装饰单板贴面人造板

- 浸渍胶膜纸饰面人造板
- 人造板甲醛释放量检测用 40L 干燥器装置

规格

- 船用贴面刨花板
- 硬质纤维板
- 细木工板
- 刨切车厘胶合板
- 软木地板
- 重组装饰材料
- 重组装饰薄木
- 木质地板及竹地板铺装验收规范
- 人造板工业生产性粉尘控制技术
- 直接印刷中密度纤维板
- 木纹印刷装饰人造板

- 脲醛预缩液(修订)

- 体育用木地板
- 竹材人造板术语

3 正在制、修订的我国人造板标准

- 乒乓球拍用胶合板(修订)
- 地热地板
- 结构用集成材
- 结构用竹木复合人造板
- 竹单板饰面人造板
- 饰面木质墙板
- 模压刨花制品(家具类)(修订)
- 麦(稻)秸秆中密度纤维板
- 浸渍纸层压木质地板(修订)
- 湿粘性单板封边胶纸带

(续完)