

# 竹木复合中密度纤维板工艺条件的研究

吴章康,张宏健,黄素涌,员永生

(西南林学院,昆明 650224)

**摘要:** 研究了竹木纤维混合比、压缩比和纤维筛分值等工艺条件对竹木复合中密度纤维板性能的影响。结果表明,在合适的工艺条件下,可以生产出具有优良性能的竹木复合中密度纤维板。竹木复合中密度纤维板的静曲强度、弹性模量和吸水厚度膨胀率随竹木纤维混合比的增大而增大;而平面抗拉强度在 0/1~ 1/1 范围内随竹木纤维混合比加大而降低,到混合比为 1/1 时, *IB* 最小。板的静曲强度、弹性模量、平面抗拉强度和吸水厚度膨胀率随压缩率的增大而增大。以粗长纤维制备的竹木复合中密度纤维板的静曲性能优于细纤维制备的板材,但 *IB* 低,吸水厚度膨胀率增大。

**关键词:** 竹木复合中密度纤维板;竹木纤维混合比;压缩比;纤维筛分值

中图分类号: TS653.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2000)03-0007-04

## Effects of Manufacturing Technology on Properties of MDF from Bamboo and Wood

WU Zhang-kang, ZHANG Hong-jian, HUANG Su-yong, YUAN Yong-sheng

(Southwest Forestry College, Kunming 650224)

**Abstract** The effects of fiber ratio of bamboo to wood, compression ratio and fibers screening distribution on properties of MDF from bamboo and wood (BW-MDF) were studied with single factor analyzing method. Experimental results showed high-grade BW-MDF could be produced under proper technological conditions. *MOE*, *MOR* and *TS* of the board increased with decreased *IB* when the ratio of bamboo fibers to wood fibers grew. *IB* was the lowest when the ratio equaled 1. *MOE*, *MOR*, *IB* and *TS* of the board increased with growing of compression ratio. In general, the quality of the board made of more fine fibers whose fiber screening distribution mostly concentrated in 28~ 90 mesh were better than that made of longer and course fibers whose fiber screening distribution mostly concentrated in 2~ 20 mesh and 5~ 28 mesh.

**Key words** BW-MDF; Fiber ratio of bamboo to wood; Compression ratio; Fibers screening distribution

竹木复合中密度纤维板(以下简称 BW-MDF)以木材和竹材或它们的加工剩余物为混合原料,拓宽了中纤板的原料来源,是具有应用开发前景的竹木复合产品之一。国外有人对竹木纤维混合比与板材力学性能之间的关系进行了初步研究,认为采用合适的竹木纤维混合比制造的 BW-MDF 性能优于纯木材中纤板<sup>[1,2]</sup>。但由于木材与竹材在结构、化学组分,尤其是纤维形态等方面存在着差异,竹木混合原料的特性必

然会对生产工艺和产品性能产生一定的影响。本文主要研究竹木纤维混合比、压缩比、筛分值与 BW-MDF 性能的关系,为 BW-MDF 的工业化生产提供依据

### 1 材料、设备和方法

#### 1.1 试验材料

竹、木纤维由云南红河州中密度纤维板厂提供。竹材为建水龙竹 (*D. jianshuiensis*),基本密度 0.74 g/cm<sup>3</sup>。木材为大叶桉 (*Eucalyptus robusta*),基本密度 0.64 g/cm<sup>3</sup>。施胶前纤维含水率为 7.7%。脲醛树脂胶购自昆明木材厂, pH 值 7~ 8,粘度(涂 4 杯, 25

收稿日期: 1999-08-30  
基金项目: 云南省应用基础研究基金资助;  
作者简介: 吴章康(1967-),男,西南林学院讲师,现为南京林业大学博士研究生。

℃) 18~ 20 s,固体含量 56%,固化时间 55 s

1.2 试验设备及仪器

简易施胶箱,空压机,喷枪,工业标准筛,TQ-100试验热压机,电子天平,木材力学试验机。

1.3 试验过程

将竹、木纤维按试验要求混合,调配胶粘剂(UF施胶量为 10%,固化剂用量为 1%,固化剂浓度 20%,未加防水剂),对混合纤维施胶,陈化至纤维含水率约 12%,铺装,热压。热压工艺参数:热压压力 3.5 MPa,热压温度 165~ 175℃,热压时间 6~ 9 min。试板规格 485 mm× 490 mm× 12 mm。试板在室内存放至平衡含水率后,参照 GB 11718-89测试。

1.4 试验设计

本试验采用单因素试验法,因子与水平如表 1,三种纤维的筛分值见表 2。

表 1 试验因子与水平

Tab. 1 Factors and levels

| 试验因子     | 水平                                |
|----------|-----------------------------------|
| 竹木纤维混合比* | 0/1, 1/3, 1/2, 1/1, 2/1, 3/1, 1/0 |
| 压缩比**    | 0.90, 0.95, 1.00, 1.05, 1.10      |
| 筛分值***   | 粗, 中, 细                           |

\* 指竹纤维与木纤维的重量比;\*\* 指成品板密度与原料树种密度之比;\*\*\* 粗纤维为 8 mm× 8 mm 网孔的筛网分选所得,经 6 mm× 6 mm 网孔的筛网分选为中纤维,剩余部分为细纤维。

表 2 三种纤维的筛分值

Tab. 2 Screen analysis of three different size of fibers

| 竹木纤维混合 | 筛分值   |      |         |           |           |           |         |
|--------|-------|------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 纤维     | + 2 - | 2/4  | 5 - 5/4 | 10 - 10/4 | 28 - 28/4 | 65 - 65/4 | 90 - 90 |
| 细      | -     | -    | 6.7     | 26.8      | 43.2      | 9.6       | 13.7    |
| 中      | -     | 10.4 | 36      | 24.3      | 22.1      | 7.2       | -       |
| 粗      | 20.8  | 24.6 | 39.3    | 9.9       | 5.40      | -         | -       |

2 分析与讨论

试验结果见表 3。

2.1 竹木纤维混合比

由于竹纤维与木纤维在形态和力学性能等方面存在一定的差异,竹木纤维混合比 B 的变化对 BW-MDF 的性能有相当大的影响。由图 1 可知,当原料中竹纤维比例增加,板材的弹性模量(MOE)和静曲强度(MOR)随之增大。这是由于竹纤维的强度和模量大于木纤维<sup>[3]</sup>。由图 2 可知,竹木纤维混合比为 1/1 时,MDF 的平面抗拉强度(IB)最小;竹木纤维混合比等于 2/1 或 3/1 时,IB 值均超过纯木材的 MDF 板;纯竹材的中纤板的 IB 最大。这一方面是由于竹纤维长宽比大,纤维之间的交织性优于木纤维;另一

表 3 BW-MDF 的制板条件和性能

Tab. 3 Experimental conditions and the properties of BW-MDF

| 变量                          | BW-MDF 的性能 |          |         |      |
|-----------------------------|------------|----------|---------|------|
|                             | MOE /MPa   | MOR /MPa | IB /MPa | TS % |
| 竹木纤维混合比<br>(压缩比为 1.00)      | 0/1        | 2092     | 19.0    | 0.70 |
|                             | 1/3        | 1997     | 17.4    | 0.63 |
|                             | 1/2        | 2186     | 18.4    | 0.57 |
|                             | 1/1        | 1700     | 16.5    | 0.52 |
|                             | 2/1        | 2420     | 22.1    | 0.64 |
|                             | 3/1        | 2255     | 21.5    | 0.72 |
|                             | 1/0        | 2494     | 24.2    | 0.81 |
| 压缩比(竹木纤维混合比为 1/1)           | 0.90       | 1367     | 13.1    | 0.40 |
|                             | 0.95       | 1567     | 14.0    | 0.42 |
|                             | 1.05       | 1851     | 18.3    | 0.67 |
|                             | 1.10       | 1989     | 20.8    | 0.50 |
| 筛分值(竹木纤维混合比为 1/1,压缩比为 1.05) | 细          | 2139     | 22.0    | 0.81 |
|                             | 中          | 2258     | 25.6    | 0.60 |
|                             | 粗          | 2421     | 25.5    | 0.70 |

方面也可能是因为竹材和木材两种材料之间的结合性能不如单一的木材或竹材,导致 IB 随混合比的增大而降低。图 2 还反映出吸水厚度膨胀率(TS)随竹纤维含量增大而增大的规律,表明竹纤维的吸湿回弹性较强。

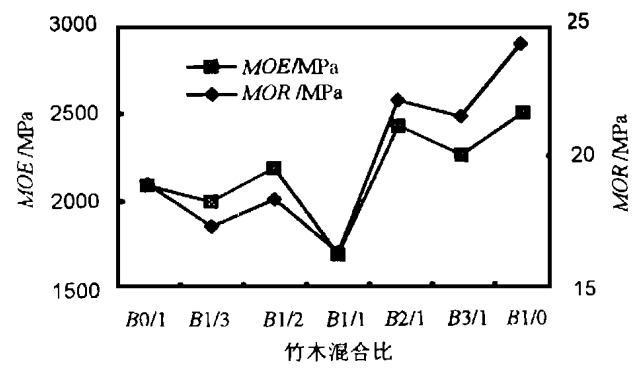


图 1 竹木纤维混合比对 MOE 和 MOR 的影响

Fig. 1 Effect of ratio of bamboo fibers to wood fibers on MOE and MOR of BW-MDF

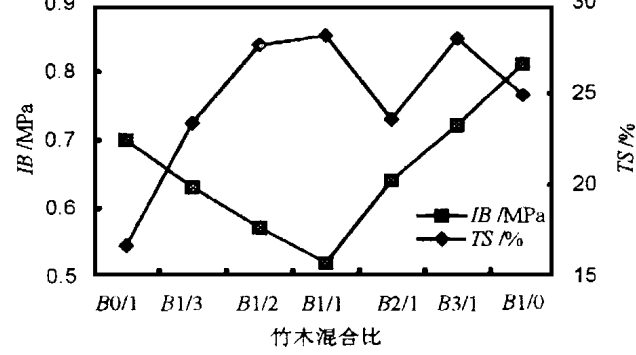


图 2 竹木纤维混合比对 IB 和 TS 的影响

Fig. 2 Effect of ratio of bamboo fibers to wood fibers on IB and TS of BW-MDF

## 2.2 压缩比

压缩比增大,成品板的密度必然增大,从而导致产品物理力学性能的变化,同时也意味着需要消耗更多的原料和能源,增加生产成本。所以,确定合理的压缩比,对保证产品质量和控制生产成本具有重要意义。压缩比的变化最终表现为产品密度的变化。从图 3 可见,随着压缩比增大(图中以密度表示相应的压缩比),BW-MDF 的  $MOE$  和  $MOR$  随之增大,这符合中纤板静曲性能随密度变化的规律<sup>[4]</sup>。从图 4 可见, $IB$  在一定范围内随压缩比增大而增大,但在压缩比为 1.1 时, $IB$  反而降低,这是因为压缩比增大, $TS$  也随之增大,以致使胶合结构产生一定程度的破坏。由此可见,通过提高压缩比来增强板材物理力学性能有一定的局限性,对特定的原料和工艺应确定相应合适的压缩比。综合图 3 和图 4 可见,与国标要求相比,本次试验的 BW-MDF 性能指标存在  $MOR$  和  $MOE$  偏大而  $IB$  偏小的情况,根据人造板热压工艺理论和有关研究结果,板材弯曲性能和内结合强度之间具有一定的相关性,可以通过调整热压工艺参数,以适当降

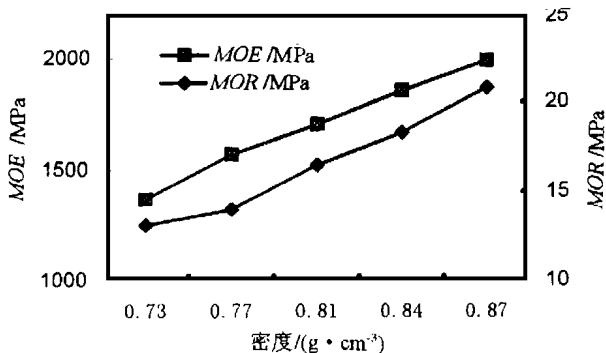


图 3 压缩比对板的  $MOE$  和  $MOR$  的影响

Fig. 3 Effect of compression ratio on  $MOE$  and  $MOR$  of BW-MDF

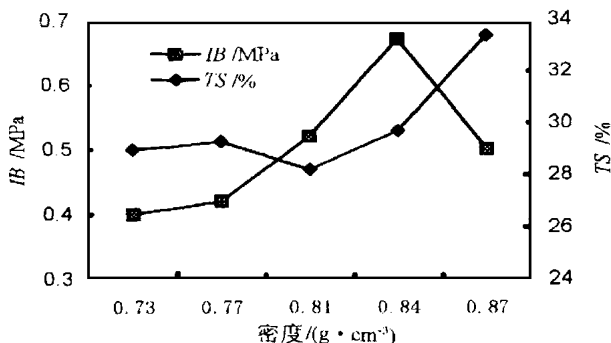


图 4 压缩比对板的  $IB$  和  $TS$  的影响

Fig. 4 Effect of compression ratio on  $IB$  and  $TS$  of BW-MDF

低  $IB$  为代价达到提高板材  $MOE$  和  $MOR$  的目的<sup>[5,6]</sup>。因此,本研究认为,生产出性能优良的 BW-MDF,合理的压缩比范围为 1.00~1.05。需要说明的是:本试验中未加防水剂,故  $TS$  值未达到国标要求,在实际生产中应添加防水剂。

## 2.3 纤维筛分值

纤维筛分值反映的是纤维长短、粗细及纤维配比,是衡量中密度纤维板的纤维总体质量的重要指标,直接影响到板材的物理力学性能。对于不同筛分的纤维,长纤维的交织性好,细纤维的填隙性好,长短、粗细纤维的合理搭配,可以填补纤维之间的间隙,扩大纤维接触面,提高产品强度和密度<sup>[4]</sup>。从图 5 可见,中、粗纤维板材的  $MOE$  和  $MOR$  大于细纤维的板材,说明粗长纤维有利于增强板材的静曲性能。而图 6 则反映出  $IB$  随粗长纤维比例增大而降低,  $TS$  随粗长纤维比例增大而增大,说明一定的细纤维的含量有利于板材综合性能的提高。总之,在一定范围内,粗长纤维比例增大,有利于提高板材的静曲性能,但对  $IB$  和  $TS$  有负面影响。综合各项性能指标,本试验所用细纤维制备的板材综合性能较好。

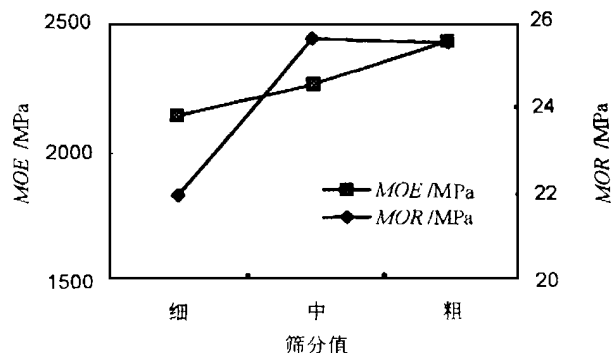


图 5 筛分对板的  $MOE$  和  $MOR$  的影响

Fig. 5 Effect of fibers screening distribution on  $MOE$  and  $MOR$  of BW-MDF

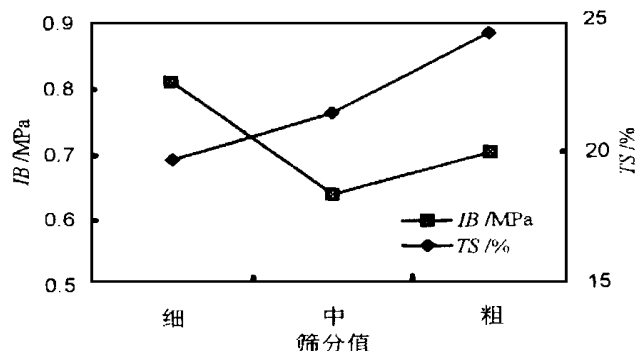


图 6 筛分对板的  $IB$  和  $TS$  的影响

Fig. 6 Effect of fibers screening distribution on  $IB$  and  $TS$  of BW-MDF

### 3 结论

1) 在合适的工艺条件下,可以生产出具有优良性能的 BW-MDF

2) BW-MDF的 *MOR* *MOE* *TS*随竹纤维所占比例增大而增大;*IB*在 0/1~ 1/1范围内随竹木纤维混合比的加大而降低,在竹木纤维混合比为 1/1时,*IB*值最小

3) BW-MDF的 *MOR* *MOE*和 *IB*随压缩比增大而增加,但 *TS*也随之增大;BW-MDF合理的压缩比范围为 1.00~ 1.05

4) 纤维筛分值直接影响到板材物理力学性能,粗长纤维制备的 BW-MDF的静曲性能好,但 *IB*降低,*TS*增大 以筛分值集中在 28~ 90目的细纤维制备的板材综合性能优于以筛分值集中于 5~ 28目和 2~ 10目的中粗纤维制备的板材

致谢:感谢云南红河州中密度纤维板厂提供试验材料;西

南林学院木材科学与技术专业 99届毕业生陈东阳、刘本安、尹秀明和莫银辉等同学参加了试验工作。

### 参考文献:

- [1] Zhang Ming. 生产竹子—木材复合纤维板的设备和产品的性质[J]. 木材学会志(日本), 1995, 10.
- [2] Matsuda T, et al. Manufacture of Medium Density Fiberboard from Malaysian Fast Growing Tree Species and Bamboo [Z]. Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, 1995, 369.
- [3] 洗杏娟,等. 竹纤维增强树脂复合材料及其微观形貌[M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [4] 徐咏兰. 中密度纤维板制造[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [5] 徐咏兰,张贵麟. 工艺因素对 MDF的影响[J]. 林业科技开发, 1997, 4: 42~ 44.
- [6] 张宏健,赵立. PF-MDF剖面密度分布特征的研究[J]. 北京林业大学学报, 1991(1): 66~ 75.

(上接第 6页)

从表 7可见,该板材物理力学性能优于一般实木地板板材,可作为室内装修的地板和墙裙材料

### 3 结论

1)水灰比对板材成型工艺和产品性能影响显著,适宜的水灰比为 0.35 木灰比对板材成型工序、产品性能和表面装饰效果亦有重要影响,适宜的木灰比为 0.30,体积比为 1.20

2)树脂的加入可显著降低板材的脆性,并提高其强度,但对板材耐水性有不利影响 树脂加入量以水泥加量的 3%~ 10%为宜。水泥外加剂有利于板材成型时浇注,并对强度有改善作用。采用 FDN500时,添加量以水泥加量的 0.4%~ 0.5%为宜。耐水剂可明显改善板材的耐水性能,三乙醇胺和氯化铁都是合

适的选择,适宜的添加量分别为 0.05%和 1.5%。

3)板材浇注成型后不宜直接暴露在空气中,应脱膜后立即用塑料薄膜包封,在大气中静置 28 d

4)本研究研制的桉树复合板材性能可满足室内装修用地板和墙裙材料的要求

### 参考文献:

- [1] 涂平涛. 水泥刨花板生产中的几个问题[J]. 林产工业, 1994, 21(2): 19~ 21.
- [2] 张云理,卞葆芝. 混凝土外加剂产品及应用手册[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1988.
- [3] 陈载永. 温度处理对水泥结合稻壳与木材粒片之板材性质的影响[J]. (台湾)林产工业, 1997, 16(3): 437~ 452
- [4] 涂平涛. 论水泥刨花板生产工艺技术与装备的选择[J]. 林产工业, 1997, 24(1): 1~ 4.

◆本刊全面征集有关木材加工行业各领域的实用新技术、技改措施、质量控制、生产管理、企业管理经验等方面的文章(4000字以内),欢迎广大读者投稿

◆本刊全年办理现刊、过刊的订阅和补订,并代销部分专业工具书、手册等资料,欢迎办理邮购

◆本刊辟有多页各类彩色与黑白广告版面,制作精良,价格合理,欢迎来人来电洽谈

电话: 010-6288 9419 / 9416 传真: 6288 9416

Email cwjiang@ wood. forestry. ac. cn

《木材工业》编辑部