

竹片接头形式对侧压竹层板抗弯性能的影响

黄宇翔¹, 林秋琴¹, 张亚慧¹, 李兴德², 于文吉¹

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 江西安竹科技有限公司, 江西宜春 336000)

摘要: 竹材接长处理是制备大尺寸构件的常用方法, 为探究竹层板的接长工艺, 制备三种竹片接头形式和不同层数的侧压竹层板, 分析接长对板材抗弯性能的影响。结果表明: 接长会使侧压竹层板的抗弯强度略有降低, 但不同接头形式制备侧压竹层板的抗弯性能差异不显著; 当接长竹片位于中间层, 且板材层数 ≥ 3 层时, 层数变化对侧压竹层板的抗弯性能影响亦不显著。

关键词: 竹层板; 接口类型; 侧压; 抗弯性能; 竹集成材

中图分类号: S781.9; S795.9; TS653

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654 (2019) 03-0053-04

Effect of Joint Type of Bamboo Strips on Bending Properties of Bamboo Laminates under Lateral Pressing

HUANG Yu-xiang¹, LIN Qiu-qin¹, ZHANG Ya-hui¹, LI Xing-de², YU Wen-ji¹

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Jiangxi Anzhu Technology Co., Ltd., Yichun 33600, Jiangxi, China)

Abstract: Bending properties of bamboo laminates composed of two layers of unjointed bamboo strips and one layer of lengthwise jointed bamboo strips with 3 kinds of joint types under lateral pressing were tested. Then properties of bamboo laminates composed of different layers unjointed bamboo strips and one layer of lengthened bamboo strips with hook joints were further determined.

The results showed that the bending strength of the bamboo laminates with jointed bamboo strips was slightly reduced without significant difference among joint types. When the jointed bamboo strip was laid in the middle of the bamboo laminates composed of more than 3 layers of bamboo strips, layer number of bamboo strips had little effects on bending properties of the bamboo laminates.

Key words: bamboo laminates; joint types; lateral pressing; bending properties; laminated bamboo lumber

竹层板是将速生、短周期的竹材加工成定宽、定厚的竹片, 通过胶黏剂将竹片经长度和(或)宽度方向胶合而制成的一种板材, 板中竹片的纤维方向与竹层板的长度方向平行^[1-2]; 根据组坯形式, 竹

层板分为平压竹层板和侧压竹层板, 而将两层或多层竹层板沿厚度方向层压, 可制备得到竹集成材^[2]。竹集成材的强度高, 尺寸稳定性好, 已被广泛应用于建筑模板、车厢底板、地板、家具等领域^[3]。

由于竹段的长度一般不超过 3 200 mm^[4], 当其用于制作较长尺寸的构件时, 通常要采用指接的方法将其接长, 但材料在指接部位易产生应力集中, 导致接长的竹集成材力学性能降低^[5]。另外, 竹集成材的接长加工, 不仅工艺繁琐, 且浪费材料。若能

收稿日期: 2018-12-10; 修改日期: 2019-04-08

基金项目: 科技部科技伙伴计划“中国向巴西提供竹子培育与高效利用技术”(KY201502001)。

作者简介: 黄宇翔(1988—), 男, 中国林科院木材工业研究所助理研究员。

实现竹层板的接长,不仅可以节约原材料,而且可通过接头的错位布置,避免竹集成材的应力集中。

鉴于此,笔者将竹片定向接长,涂胶立拼侧压,制备竹层板。考虑到保持材料的整体性以及接长方式的完整性,笔者仅对竹层板的抗弯性能进行了测试。通过研究接头形式对侧压竹层板抗弯性能的影响,旨在为结构用竹集成材生产提供理论基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1) 精刨炭化毛竹 (*Phyllostachys heterocycla*) 竹片: 由江西安竹科技有限公司提供,规格为 1 000 mm × 21 mm × 6 mm,含水率 7% 左右。

2) 酚醛树脂胶黏剂: 江西安竹科技有限公司自制,固体含量为 48%,黏度为 463 mPa·s。

1.2 试验设备

热压机,自制侧向加压模具,万能力学试验机。

1.3 试验设计

1) 接头形式: 对接和指接是目前最常用的竹集成材接长方式,扣型接长是最近兴起的竹片接头形式(图 1a)。选择上述三种接头形式(对接、指接和扣型),分别制备 3 层竹层板。

接头位于竹片的中间,带接头的竹片置于竹层板的中间层(图 1b),以两片无接头的竹片作为外层,并以 3 层无接长竹片制备的竹层板作为对照。

试板规格为 300 mm × 18 mm × 21 mm (长 × 宽 × 厚)。

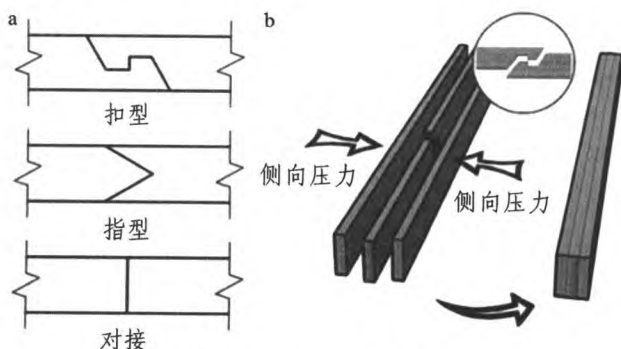


图1 三种竹片接头形式和板材的组坯方式

Fig.1 Three joint types and an assemble pattern

2) 不同层数: 采用扣型接长方式,分别制备 1~6 层竹层板,考察层数对竹层板抗弯性能的影响。1~6 层竹层板中仅有 1 层接长层,且均置于竹层板的中

间部位(图 2); 其余各层均为无接长竹片,置于接长层两边。试板规格为 300 mm × 21 mm (长 × 厚)。

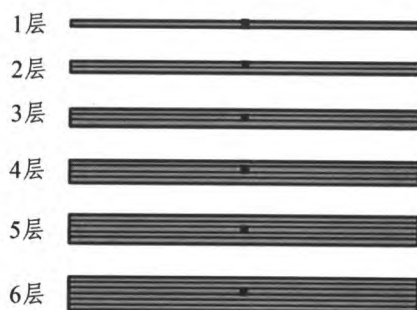


图2 不同层数竹层板中含接头竹片的位置

Fig.2 Position of a jointed bamboo strip in bamboo laminates with different layers

1.4 侧压竹层板的制备

竹片双面涂胶,涂胶量为 50 g/m²,按图 1b 所示组坯,热压温度 150 ℃、热压时间 25 min、侧压压力 0.6 MPa。

每个条件重复试件数为 6。

1.5 性能测试

1) 抗弯性能: 参照 GB/T 17657-2013 《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》,检测试件抗弯强度 (MOR)、弹性模量 (MOE)。

因需要保留接口的完整性,采用非标试件进行测试,试件规格即侧压竹层板的规格。采用三点弯曲,跨距为 280 mm,加载方向平行于试件宽度方向,垂直于胶层方向,加载速度为 10 mm/min。

2) MOR 损失率: 评价接头对竹层板 MOR 性能的影响,其计算公式如下:

$$\text{MOR}_{\text{损失率}} = \frac{(\text{MOR}_{\text{对照}} - \text{MOR}_{\text{接头}})}{\text{MOR}_{\text{对照}}} \times 100\% \quad (1)$$

测试结果取 6 个有效试件的平均值。

2 结果与讨论

2.1 竹片接头形式对板材抗弯性能的影响

不同竹片接头形式制备的三层侧压竹层板的抗弯性能测试结果见表 1; 方差分析 (ANOVA) 结果见表 2。

表 1 显示,采用三种竹片接头形式制备竹层板的 MOR 均低于对照材,说明无论采用哪种接头形式制备层压板,其强度均低于未接长竹片制备的板材。

表 1 不同竹片接头形式制备侧压竹层板的抗弯性能

Tab.1 Bending properties of bamboo laminates composed of 3-ply bamboo strips with different joint types

接头形式	层数	MOR/MPa	MOE/MPa
对照材	3	152.38	12 118
扣型	3	129.96	11 978
对接	3	128.73	12 271
指接	3	124.18	12 026

表 2 接头形式对侧压竹层板抗弯性能影响的方差分析

Tab.2 ANOVA of joint types of bamboo strips on bending properties of 3-ply bamboo laminates

因变量	来源	第 III 类平方和	自由度	平均值平方	F 值	显著性
MOR	接头形式	111.078	2	55.539	1.244	0.316
	误差	669.903	15	44.660		
	总计	291664.847	18			
MOE	接头形式	297267.111	2	148633.556	0.803	0.466
	误差	2775754.667	15	185050.311		
	总计	2635017742.000	18			

表 2 显示, 三种接头形式对含接头的三层侧压竹层板的抗弯性能影响不显著。观察试件的破坏形式发现, 三种侧压竹层板均从底部接缝处开始破坏, 说明无论采用哪种接头形式, 位于底面受拉竹片的接缝处是最薄弱的部位。

三种接头形式中, 竹片对接易于加工, 但是组坯繁杂; 扣型接口虽然需要专门的刀具加工, 但竹片不需胶黏剂即可实现接长, 且易于涂胶组坯。因此, 扣型接头形式为最理想的竹片接头形式。

2.2 层数对竹层板抗弯性能的影响

不同层数侧压竹层板的抗弯性能测试结果, 见表 3。

表 3 显示, 相同层数时, 有接头竹片制备竹层板的 MOR 均小于无接长竹片的板材, 而 MOE 的差别不大。主要原因是接口破坏了材料的完整性, 使其性能降低。

表 4 显示, 层数对含接长竹片的侧压竹层板 MOR 影响极其显著, 对 MOE 影响不显著。

相同层数条件下, 有接头竹片制备竹层板的 MOR 相对于无接头竹片竹层板 MOR 的损失率, 如图 3 所示。

表 3 不同层数侧压竹层板的抗弯性能

Tab.3 Bending properties of bamboo laminates under lateral pressing with different layers

竹层板层数	含竹接头片数量	MOR/MPa	MOE/MPa
1	无	154.02	11 642
	1	17.98 ^d	10 172 ^b
2	无	161.97	12 318
	1	94.43 ^c	9 996 ^c
3	无	152.38	12 118
	1	129.96 ^b	11 978 ^a
4	无	159.29	12 476
	1	144.21 ^a	12 187 ^a
5	无	158.43	12 337
	1	138.66 ^{ab}	12 166 ^a
6	无	161.23	12 750
	1	134.10 ^{ab}	12 056 ^a

注: 不同字母表示在 0.05 水平纵向差异内的统计显著性。

表 4 层数对侧压竹层板抗弯性能影响的方差分析

Tab.4 ANOVA of layer number on bending properties of bamboo laminates under lateral pressing

因变量	来源	第 III 类平方和	自由度	平均值平方	F 值	显著性
MOR	层数	26098.386	5	5219.677	87.578	0.000
	误差	655.600	30	59.600		
	总计	252735.299	36			
MOE	层数	2091347.111	5	418269.422	3.079	0.051
	误差	1630009.333	30	135834.111		
	总计	2715244344.000	36			

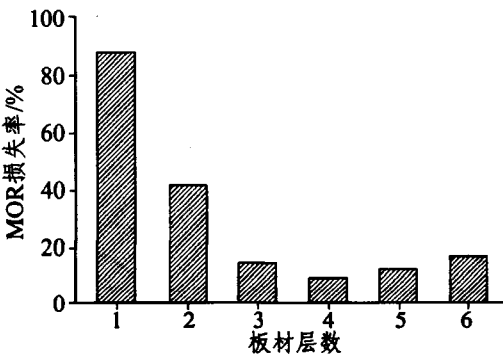


图 3 不同层数含接头竹片侧压竹层板的 MOR 损失率
Fig.3 MOR loss rate of multiple layer bamboo laminates composed of a layer of jointed bamboo strips under lateral pressing

进一步观察发现(图 3), 层数为 1、2 和 3 层时, MOR 损失率差异显著, 而层数为 3、4、5 和 6 时,

MOR 损失率差异不显著。5、6 层 MOR 损失率略微上升,其原因一方面可能来源竹材(不同竹龄、部位等)本身性能的差异;另一方面,随着竹层板的层数增多,侧压压力不足,也会导致每层竹片之间的胶合强度降低。

说明在本试验条件下,当带接头的竹片位于中间层时,竹层板的层数越少,对板材整体性能的影响越大;但当层数 ≥ 3 以后,MOR 的损失率可大幅减少,通常不超过 20%;竹片的接头对其整体抗弯性能的影响不显著。

3 结论

1) 3 种竹片接头形式(对接、指型、扣型)制备的侧压竹层板,抗弯性能差异不显著。综合考虑竹片加工与涂胶组坯的难易程度,扣型接头是较理想的接头形式。

2) 带接头竹片均会降低竹层板的整体抗弯强度,但将接长竹片位于竹层板的中间,两侧有完整的竹片时,竹层板层数 ≥ 3 层时,对竹层板整体的抗弯性能影响亦不显著。

后续还将研究多个接长层、多个接头以及接头在板坯中的位置对竹层板力学性能的影响,为利用竹材资源制备大尺寸结构材,提供更完备数据。

参考文献:

- [1] 章卫刚,李延军,方明俊.竹集成材增湿处理技术研究[J].林业科技,2010,35(5):42-45.
- [2] LY/T 1815-2009,非结构用竹集成材[S].
- [3] 李海涛,张齐生,吴刚,熊晓洪,李延军.竹集成材研究进展[J].林业工程学报,2016,1(6):10-16.
- [4] LY/T 2711-2016,单板用竹集成材[S].
- [5] 张叶田,何礼平.竹集成材与常见建筑结构材力学性能比较[J].浙江林学院学报,2007,24(1):100-104.

(责任编辑 孟凡丹、向琴)

(上接第 48 页)

参考文献:

- [1] 周永东.进口桃花心木和辐射松木材性质及加工技术研究[J].木材工业,2019,33(1):1-4.
- [2] 高鑫,周凡,付宗营,等.进口辐射松原木初加工利用现状与发展建议[J].木材工业,2019,33(1):5-7,16.
- [3] 李瑞芝.新西兰辐射松的干燥和防腐处理[J].山东林业科技,1994(1):45-47.
- [4] HAQUE M N, SARGENT R. Standard and superheated steam schedules for radiata pine single-board drying: model prediction and actual measurements[J]. Drying Technology, 2008, 26(2): 186-191.
- [5] PANG S S. External heat transfer in moist air and superheated steam for softwood drying[J]. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2004, 6(6): 762-766.
- [6] PAKOWSKI Z, ADAMSKI R. On prediction of the drying rate in superheated steam drying process[J]. Drying Technology, 2011, 29(13): 1492-1498.
- [7] 涂登云,江宁,李睿,等.辐射松板材加速干燥工艺对材性的影响[J].林产工业,2004,31(2):35-37.
- [8] 涂登云,刘彬,顾炼百.辐射松板材降温干燥工艺的研究[J].华南农业大学学报,2009,30(4):102-104.
- [9] WATERSON G C. Australian timber seasoning manual (3rd Edition) [M]. Australian Furnishing Research and Development Institute, 1997: 167-176.
- [10] 周永东,李晓玲.人工林杉木高温干燥与常规干燥的比较研究[J].北京林业大学学报,2005,27(Supp):18-21.
- [11] 周永东,姜笑梅,刘君良.干燥方法对毛白杨木材力学性质的影响[J].木材工业,2009,23(3):13-15.
- [12] 高利祥,周永东,高瑞清,等.柳杉锯材高温干燥初步研究[J].木材工业,2014,28(5):16-19.
- [13] 张璧光,高建民,伊松林,等.实用木材干燥技术[M].北京:化学工业出版社,2005:110-111.

(责任编辑 向琴)

第 43 届 CIFF 展圆满闭幕

2019 年 3 月举行的第 43 届中国(广州)国际家具博览会,共汇聚 4 344 家全球品牌展商同台竞技,专业观众入场人数近 29.8 万。

作为“新品首发,商贸首选平台”,本届中国家博会汇聚一批极具创新理念、创造能力和创意表达的实力品牌,全产业链五大展区联袂展出高品质新产品,为行业提供一站式的家居采购选择和多元生活方式选择。

展会期间,超过 90%的展商带来首秀新品,50 多家企业举办现场发布活动;新设全球家居新品首发主题展,并甄选出 25 款具有前瞻意识的原创作品,多维度打造新品发布平台。汇聚行业优秀设计力量,有 60 多位跨界知名设计师倾力参与,以案例分享、论坛沙龙、趋势发布等多种形式进行交流与互动,启发人们对品质生活的思考与追求,展开关于未来设计的无限想象。

中国家博会不断求新求变,始终致力提升展会品质和服务体验,为行业创造更大的参展、参会价值。2019 年 9 月 8—11 日,第 44 届中国国家博览会(上海)将在上海虹桥国家会展中心再续“全球家居生活典范”风采。

劳万里