

竹编胶合板组合方式 及热压工艺的研究

于文吉

(中国林科院木材工业研究所)

摘要 本文对竹编胶合板的组合方式及热压工艺进行了研究。研究表明:1.采用竹篾拼接式组合,不但改善了竹编胶合板的胶合性能,而且简化了竹编胶合板的热压工艺,消除了编织式结构对竹编胶合板物理力学性能带来的不利影响;2.竹篾经过预处理以后,其胶合性能得到改善。

关键词 竹编胶合板;编织式;横拼式

前言

随着我国森林资源日趋减少、木材供需矛盾日益尖锐,以竹材及其它非木材原料来补充木材供应缺口已成为一条切实有效的途径^[1,2,6]。目前,我国南方有很多工厂生产

竹编胶合板,在一定程度上缓解了木材供需紧张的矛盾^[2,4]。竹编胶合板不但具有幅面大、纵横方向物理力学性能差异小、强度高等特点,而且原料来源广泛,价格低廉,建厂投资少、见效快。因此竹编胶合板的生产出现蓬勃发展的局面^[1,2]。但与此同时也暴露出下列问题:

1.由于一些企业对竹编胶合板制造工艺特点不甚了解,只凭经验生产,因而产品质

收稿日期:1992.4.3.

本文系研究生论文的一部分,在北京林业大学赵立教授指导下完成。

Effects of knife rake angle on rheological properties of the flakes of poplar and oak wood

Guo Jihong Guan Ning

(The Research Institute of Wood Industry, CAF)

Abstract Rheological properties of the flakes of poplar and oak woods cut with knives of various rake angles were studied by applying the method of parameter separation. The main results obtained were, 1) Rheological properties of the flakes were affected by rake angles of the knives with which the flakes were cut, 2) Change of the flake properties made by the increase of rake angle was advantageous to board properties, 3) Effects of rake angle on flake properties were basically in common for different wood species, while it is possible that the effects displayed on board properties vary with various species.

Keywords Flakes, Knife rake angle, Rheological properties

量低劣,影响了竹编胶合板的进一步发展和工厂的经济效益。

2.竹编胶合板所用原料竹筴是由竹篾编织而成,由于其自身存在着搭接结构,既影响竹编胶合板的胶合性能,也影响竹编胶合板的再加工性能^[4]。

3.竹筴原料干燥过程中,由于竹材内部抽提物向表面移动,使胶合表面产生钝化现象,影响了竹编胶合板的胶合性能。

针对上述竹编胶合板生产过程中出现的问题,笔者进行了如下几项研究:

1.在原有材料的基础上,对竹编胶合板的热压工艺作进一步的探讨与研究;

2.在相同试验条件下,对两种编织方式竹胶板的胶合性能作了对比;

3.对竹篾原料进行预处理,考察处理方式对竹编胶合板胶合性能的影响。

一、材料与方法

1.试验材料

试验所采用竹篾取自四川省温江县建材厂,幅面:400mm×400mm,竹筴用竹材为慈竹(*Sinocalamus affinis*)。编织式竹编胶合板所用竹筴采用直编,拣三压三,编织较紧密,含水率为12%左右,表面平整,基本无霉变、黑点。竹筴单位面积重量为0.61 kg/m²,厚度为1.76mm左右;横拼式竹编胶合板所用竹篾由拆取四川温江竹筴而得。将竹篾顺序排列后,用热熔胶线将其拼接成单

板。竹篾长度为40cm,厚度为0.8mm。
试验用脲醛树脂胶(MN—7)取自北京木材厂。其主要技术指标见表1。

表1 MN—7脲醛树脂胶的技术指标

外观	粘度 (mPa·s)	pH	树脂含量 (%)	游离甲醛 (%)
乳白色液体	500~700	7~7.5	60±2	<2

试件制作:试板目标厚度为3mm。试件制作参照木质胶合板标准(GB9846.1~12—88)及地方竹编胶合板生产企业标准进行^[3];对三层编织式及横拼式竹编胶合板测定静曲强度(MOR)、平面抗拉强度(IB)和弹性模量(MOE)。

2.试验方法

(1)制板工艺步骤

A.编织式 竹筴干燥→涂胶→陈放→组坯→热压→裁边

B.横拼式 竹篾干燥→拼接→涂胶→陈放→组坯→热压→裁边

编织式竹编胶合板采用三层结构,横拼式则根据竹篾厚薄不同分别采用三层和七层结构。

(2)数据处理

在L₁₈(2¹×3⁷)正交试验下对试验结果进行方差分析,并以逐步回归分析做为补充,得到的分析结果分别见表2、3、4和5及图1、图2。

表2 编织式竹编胶合板在L₁₈(2¹×3⁷)下的参数及各项力学性能指标

因子名称	试验号 代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
处理方式	X ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
热压温度(℃)	X ₂	105	105	105	115	115	115	130	130	130	105	105	105	115	115	115	130	130	130
热压时间(min)	X ₃	4	6	8	4	6	8	4	6	8	4	6	8	4	6	8	4	6	8
热压压力(MPa)	X ₄	1.47	1.96	2.45	1.47	1.96	2.45	1.96	2.45	1.47	2.45	1.47	1.96	1.96	2.45	1.47	2.45	1.47	1.96
竹片含水率(%)	X ₅	8	12	20	12	20	8	8	12	20	20	8	12	20	8	12	12	20	8
施胶量(g/m ²)	X ₆	400	500	600	600	400	500	500	600	400	500	600	400	600	400	500	400	500	600
平面抗拉强度(N/mm ²)	Y ₁	0.71	0.57	0.59	0.34	0.72	0.84	0.66	0.49	0.56	0.14	0.60	0.48	0.06	0.15	0.43	0.18	0.03	0.12
静曲强度(N/mm ²)	Y ₂	8.09	6.21	5.31	5.27	5.92	9.06	5.33	7.54	6.35	5.14	8.16	5.38	3.93	5.47	7.28	3.49	3.01	1.55
弹性模量(×10 ³ N/mm ²)	Y ₃	2.20	3.00	1.61	1.62	3.35	3.29	1.64	1.89	6.71	2.82	2.37	1.39	1.62	1.86	1.39	2.19	1.47	5.21

表3 横拼式竹编胶合板在 $L_{18} (2^1 \times 3^7)$ 下参数及各项力学性能指标

因子名称	试验号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
代号																			
竹片厚度 (mm)	x_1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
热压温度 ($^{\circ}\text{C}$)	x_2	105	105	105	115	115	115	120	120	120	105	105	105	115	115	115	120	120	120
热压时间 (min)	x_3	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7
热压压力 (MPa)	x_4	0.98	1.47	1.96	0.98	1.47	1.96	0.98	1.96	0.98	1.96	0.98	1.47	1.96	1.47	0.98	1.96	0.98	1.47
竹片含水率 (%)	x_5	8	12	20	12	20	8	12	20	20	20	8	12	20	8	12	20	20	8
施胶量 (g/m^2)	x_6	150	200	250	200	250	150	250	150	200	200	250	150	150	200	250	250	150	200
预处理方式	x_7	1	2	3	3	1	2	3	1	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1
平面抗拉强度 (N/mm^2)	Y_1	1.08	1.65	0.89	3.23	1.43	1.31	2.00	1.00	1.11	2.45	4.60	1.88	2.74	2.04	2.90	2.57	2.80	2.94
抗剪强度 (N/mm^2)	Y_2	0.94	1.08	0.23	1.56	0.83	0.86	0.45	1.47	0.41	1.71	1.02	1.10	1.25	1.12	1.57	1.86	1.74	1.74
静曲强度 (N/mm^2)	Y_3	8.62	14.31	10.83	11.68	8.31	8.04	10.48	9.20	7.80	13.46	10.23	11.69	11.45	10.72	12.70	13.17	13.36	14.58
弹性模量 ($\times 10^8 \text{N}/\text{mm}^2$)	Y_4	2.25	2.81	5.35	2.63	3.64	6.85	7.85	1.33	3.25	1.53	1.23	1.02	1.39	0.99	0.87	0.75	0.63	0.78

表4 横拼式竹编胶合板在 $L_{18} (2^1 \times 3^7)$ 下逐步回归分析结果

变量名称	竹片厚度 (mm)	热压温度 ($^{\circ}\text{C}$)	热压时间 (min)	热压压力 (MPa)	竹片含水率 (%)	施胶量 (g/m^2)	预处理方式
代号	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
因变量	x_0						
MOR	74.48242					3.86963	
$R(Y \cdot \cdot)$	0.514					0.289	
IB	12.91004					1.35109	
$t(Y \cdot \cdot)$	0.815					0.369	
SS	-6.26713					-0.59669	-1.74334
$R(Y \cdot \cdot)$	0.791					-0.310	-0.341
MOE	16.12864					2.69845	7.57690
$R(Y \cdot \cdot)$	0.816					0.342	0.455

表5 编织式竹编胶合板在 $L_{18}(2^1 \times 3^7)$ 下逐步回归分析结果

变量名称 代号		处理方式	热压温度 ($^{\circ}\text{C}$)	热压时间 (min)	热压压力 (MPa)	竹片含水率 (%)	施胶量 (g/m^2)
因变量	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
IB $R(Y \cdot \cdot)$	62.92839 0.596		-0.69948 -0.364	-3.88334 -0.326	1.66400 0.346	1.39929 0.354	
MOE $R(Y \cdot \cdot)$	-40.65079 0.477		-0.46387 0.323	3.14125 0.389			
MOE $R(Y \cdot \cdot)$	186.83763 0.693	-17.43226 -0.542	-0.76157 -0.507			-1.11845 -0.382	

二、结果与讨论

1. 试验结果的综合描述

以两个正交试验及后续试验为依据,通过数据处理,分析和讨论了工艺条件对两种竹编胶合板性能的影响,并从工艺条件到产品性能对两种编织方式予以比较,从而得到现有工艺条件下三层竹编胶合板最佳热压工艺条件以及横拼式竹编胶合板生产特点及工艺可行性。

试验结果还表明,在众多因子中,预处理方式及施胶量对整个试验工艺起主导和决定作用。

2. 工艺因子对竹编胶合板性能的影响

(1) 竹篾预处理方式对竹编胶合板性能的影响

对竹篾进行预处理可清除它所含部分竹蜡,活化其已经钝化了的表面,恢复其表面活性以利于胶合。基于上述考虑,首先对编织式竹篾进行热水处理,并以未处理竹篾作对比。在取得较好效果基础上,对横拼式竹编胶合板用竹篾,除了用热水处理外,又增加两种处理方法,简称处理 I 与处理 II。

从试验结果来看(表 3、表 4 及图 1),无论使用哪种方法进行处理,处理后板材的静曲强度都要高于未处理板。可见,处理与否对板材性能影响非常显著,而处理方式的影响也很明显。从回归分析结果看,处理与否对编织式竹编胶合板静曲强度的影响更大

些;对横拼式竹编胶合板而言,处理方式的影响并不显著。慈竹苯醇抽提物含量较高,干燥时,在外界环境的作用下,可导致表面钝化。预处理对消除这种钝化现象有着积极作用。因此重要的是处理与否,而不是处理方式如何。与热水处理效果相比,其它两处理方法的效果与其相近。从综合效应看,以选择热水处理为宜。

(2) 施胶量(GC)对竹编胶合板性能的影响

对于编织式竹编胶合板来说,由于有“搭接”结构的存在,易导致胶接面上部分缺胶,从而降低胶合性能。“搭接”是在竹篾编织过程中,竹篾相互叠加所形成,涂胶时很难涂上胶。另外,搭接部分也是容易产生破坏的薄弱环节,从强度破坏试件来看,破坏基本上发生在此部位,完全从胶合面发生破坏的现象几乎没有。其它几个易发生破坏的部位是:在竹篾表面胶层开裂;竹节部位发生破坏,及竹材本身撕裂而造成破坏。

从试验结果来看,在选定的施胶量范围之内,虽然施胶量增加,板材胶合强度略呈下降趋势,但在整个试验中对试板性能影响并不很显著,这是由试验水平的选取所造成的一种假象。本试验施胶量水平是根据生产实际情况而确定的,反映在试验中表现为下限水平偏高,因而掩盖了施胶量对胶合性能的影响,实际上二者是密切相关的。

由于竹材本身渗透能力小,胶液一般不

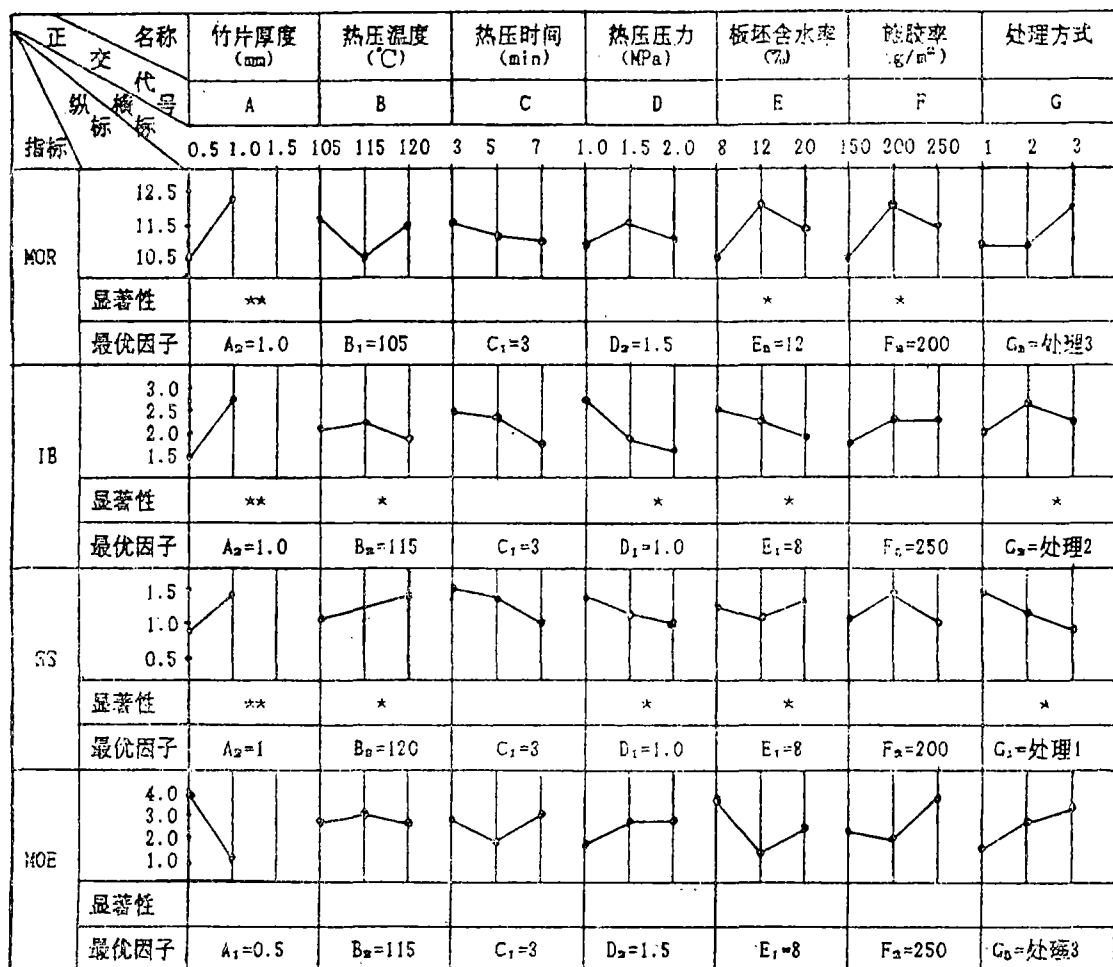


图1 横拼式竹编胶合板在L₁₈ (2¹×3⁷) 下各质量指标和工艺因子关系及最佳参数

显著性符号: ●●95%, ●90%。

能直接穿过竹箴而渗到另一边去, 但通过适当增加施胶量可使搭接层渗胶面积达85%以上。这也是制定施胶量下限水平较高的原因之一。

竹箴由手工制得, 故很难保证节子部位与其它部位厚薄一致, 因此, 竹节部位是易产生破坏的另一个重要部位。竹节厚度一般是其它部位的2~4倍, 在热压过程中, 由于节子部位较硬而不易压缩, 故在节子周围部位易形成局部空隙, 造成缺胶或胶层过厚现象, 因而影响胶合强度。如果节子部位比较平整则可避免发生这一情况。试件的破坏情况已验证这一点。

竹箴表面光滑致密, 不利于胶液渗透。

热压过程中此部位常因胶液被挤出而形成缺胶, 降低胶合强度。

从试验结果来看, 搭接面上胶液渗进去的多少, 并不与施胶量成正比。施胶量过大, 胶液只能被挤出或形成较厚胶层, 厚的胶层并不会使胶合性能有所改善。另外, 从经济上考虑, 施胶量太大将导致成本增加。

对于横拼式竹编胶合板来说, 当单面施胶量在 200g/m² (仅为编织式竹编胶合板施胶量水平值的一半) 时, 就显示出较好的胶合效果。施胶量对板子的各项指标影响均比较显著, 尤其与板材的平面抗拉强度及静曲强度呈较强相关关系。从试验结果及试件破坏情况看, 不但胶合效果明显优于编织式竹编

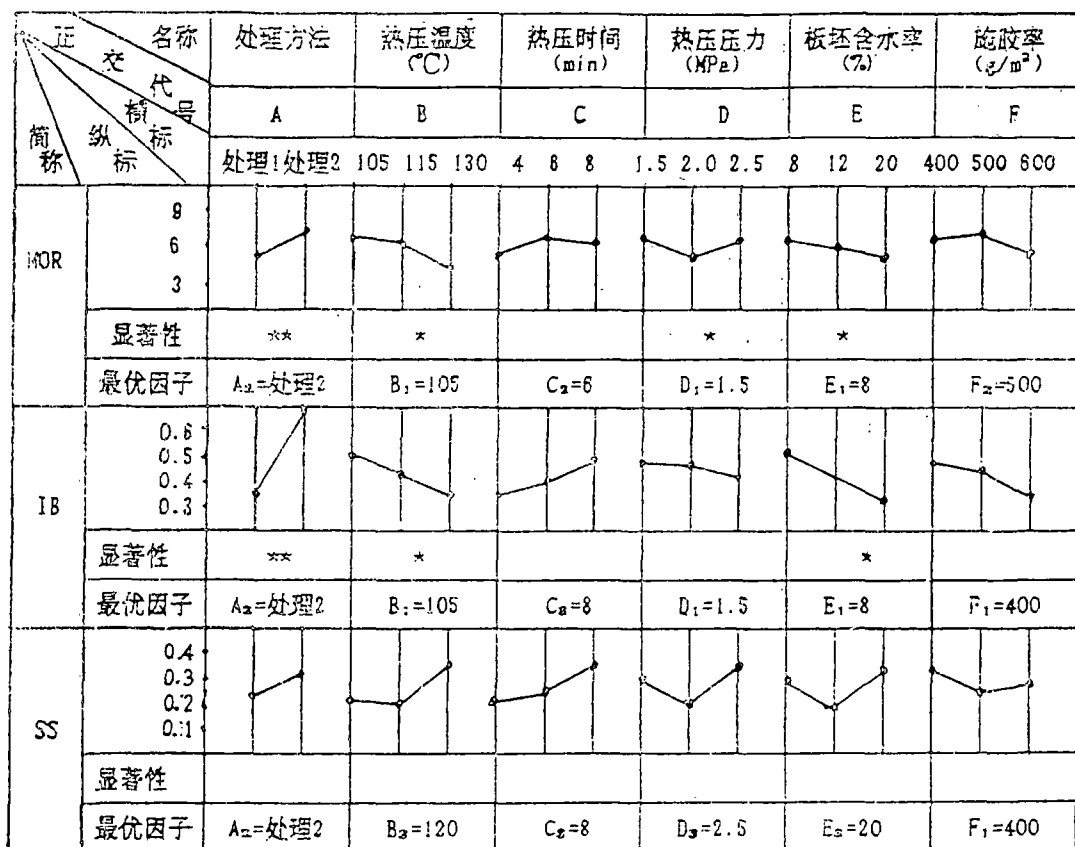


图2 编织式竹编胶合板在 $L_{18}(2^1 \times 3^7)$ 下各质量指标和工艺因子的关系及最佳参数

胶合板，而且板材的表面性能也有很大改善，平整度提高，消除了编织式竹编胶合板搭接部分的缺胶现象，木破率几乎达100%。不过竹篾部分形成的缺陷仍未完全消除

(3) 竹篾含水率对竹编胶合板胶合性能的影响

竹篾含水率过高，热压时易发生“鼓泡”现象；含水率过低，则竹材表面羟基活性减少，单板表面物理性能受损伤而影响胶合。对编织式竹编胶合板而言，其施胶量约为横拼式的两倍，因此其绝对含水率要高一些。从试验结果看，横拼式竹编胶合板竹篾含水率以12%为宜；而编织式竹编胶合板竹篾含水率以8%为宜。方差分析结果表明，含水率大小对试板影响均呈显著状态。

(4) 热压工艺对竹编胶合板性能的影响

A. 编织式竹编胶合板

压力：编织式竹编胶合板因其自身特点，即表面严重凹凸不平，因此热压过程中需要有足够的压力将接触面压实压平以利于胶合。从试验数据分析结果来看，当热压压力为2.45MPa时，板子的静曲强度及弹性模量较好。对于平面抗拉强度，1.47MPa的压力即可取得令人满意的效果，既能保证胶液向编织面的渗透、流动和蒸汽的排出又能保证一定的胶合面。平面抗拉强度与热压压力呈正相关关系。

温度：竹材的硬度一般超过木材，适当提高热压温度，将有利于竹篾塑化压实。在本试验给定的水平范围内，温度对试板胶合性能影响比较显著，呈负相关关系。

时间：编织式竹编胶合板涂胶量大，故其热压时间比一般合板要长。否则势必导致树脂固化不完全，内部胶合强度不够。本试验中，试板在限定的时间水平范围内，各项指标

呈上升趋势。但从回归分析结果又可知,并不是时间越长越好。时间与平面抗拉强度值呈负相关关系。研究结果表明,对于3mm厚的编织式竹编胶合板来说,热压时间确定在6分钟比较合适。

B. 横拼式竹编胶合板

由于两种竹编胶合板的结构组成不同,因而热压工艺参数也不同。首先,横拼式结构表面平整度好,且不存在搭接问题,因此在压力选取时,较编织式结构为低;另外,横拼式结构施胶量降低,其绝对含水率亦随之降低,因而热压时间也可相应缩短。根据数据分析,对于横拼式竹编胶合板来说,其热压工艺以压力0.98MPa、时间3分钟、温度115℃左右为宜。

(5) 竹篾厚度(BT)对横拼式竹编胶合板性能的影响

竹篾厚度(BT)受竹子直径及剖篾条件限制。随着竹篾厚度的增加,竹篾表面不平度增大。本试验选用了两个厚度水平。由图1可见,随着BT增加,除了弹性模量(MOE)以外,试板的其余三项力学指标均呈上升趋势。从表4逐步回归分析结果得知,BT对四个分析指标均显示出较强的相关性。BT增大,MOR呈上升趋势。在所有七个自变量中,BT对MOR影响最为显著。但BT与其它因子共同作用于MOR的效果不是很明显,这一点从表3可以看出。

从表3、表4及图1的结果来看,BT与平面抗拉强度(IB)及抗剪强度(SS)关系基本趋于一致。BT增大,IB与SS也随之增大。BT对SS的影响相对比IB更显著一些。BT增大,弹性模量(MOE)降低;BT与MOE呈负相关关系,BT越大,MOE降低越快。

综上所述,BT对横拼式竹编胶合板性能影响较大。因此,确定适宜的BT大小无疑会大大改善产品性能。根据现在的生产情况及工艺要求,BT增加一倍,即从现行的0.8mm增加到1.6mm是完全可行的,但

这对竹篾加工机械提出了新的要求。曾经试生产过横拼式竹编胶合板的厂家,都因现有机械设备不能适应大规模生产而终止。因此,要发展横拼式竹编胶合板生产,还需进行相应的机械设备配套与改进。

三、结论和建议

1. 对于竹编胶合板竹篾进行适当预处理是必要的。

2. 编织式竹编胶合板单面涂胶量应低于 $400\text{g}/\text{m}^2$;竹篾含水率以8%为宜;横拼式竹编胶合板单面涂胶量应低于 $200\text{g}/\text{m}^2$,竹篾含水率以12%左右为宜。

3. 厚度为3mm的编织式竹编胶合板热压工艺以温度110~115℃、时间6分钟、压力1.47MPa为宜;厚度为3mm的横拼式竹编胶合板热压工艺以温度105~110℃、时间3分钟、压力0.98MPa为宜。

4. 横拼式与编织式相比较,前者表面性能优于后者,有利于进一步进行二次加工。同时,试板的力学性能亦优于编织式。因此,从发展角度看,以横拼式为思路,发展配套机械,对竹材进一步开发利用有积极意义。

(责任编辑 姜征)

参考文献

- [1] 丁昭义, 1979, 竹材编织胶合板制造及涂装性之研究, 台湾大学森林系研究报告, No. 12.
- [2] 郭先仲、沈瑞清, 1983, 我省竹编胶合板生产情况调查报告, 四川省林业科学研究所.
- [3] 郭先仲、沈瑞清, 1983, 关于制定普通竹编胶合板标准的实验报告, 四川省林业科学研究所.
- [4] 赵立、张宏健, 1988, 三聚氰胺浸渍装饰纸贴面竹编胶合板生产工艺的研究, 北京林业大学森林工业系.
- [5] 陈嵘, 1984, 竹的种类及栽培利用, 中国林业出版社.

Studies on weaving methods and hot-press techniques for bamboo weaving board

Yu Wenji

(The Research Institute of Wood Industry, CAF)

Abstract The purpose of this study is to determine the manufacturing conditions and methods for making bamboo weaving board. *Sinocalamus affinis* was selected for this study and its chemical composition was analysed. Urea-formaldehyde resin was used as the binder. The results of the experiment are summerized as follows: the parallel weaving method is superior to the cross weaving method; by changing bamboo weaving board's structurcs can not only enhance board's bonding strength but also simplify hot-press process; after pretreated, bamboo's bonding performance can be improved.

Keywords Bamboo weaving board; Parallel weaving method; Cross weaving method

1993年《国外森林工业文摘》征订启事

本刊原名《森林工业文摘》，1989年起更名为《国外森林工业文摘》，由中国林科院科技情报研究所编辑出版，收录国外森工科技期刊、论文集、会议录、专利等270余种文献。为报道性检索刊物，有年度分类索引，是检索国外森工科技文献的工具，可供科研、教学、设计和生产部门的科技人员使用。

内容包括木材采运、木材加工和林产化学工业三部分。木材采运包括采伐、运输、贮木场、木材剩余物的利用、林业企业的经济与管理；木材加工包括木材性质和改性、木材干燥和保存、木工机械、制材、细木工和家具、人造板及其二次加工、木材胶粘剂、木材工业环境保护；林产化学包括树木提取物、木材热解和木材水解等林化产品的提炼、加工及其利用。所刊登的文献与专利，中国林科院科技情报研究所咨询室可负责查找、复印和代译。

本刊为双月刊，16开84页，每期定价7.00元，全年42元。公开发行，全国各地邮局均可订购。邮局代号82—129。

《国外森林工业文摘》编辑部

欢迎订阅《南京林业大学学报》

《南京林业大学学报》创刊于1958年，是以林学、森林工业为主的综合性学术刊物。

主要刊登林学、森保、园林、林业经济、人造板、木材加工、林产化工、制浆造纸、林业机械、森林采运等专业学术文论、科研报告，以及有关林学、森工各主要学科研究进展的综合述评和专题讨论文章。附有英文目录和英文摘要。重要文章收录于国内外林业、森工等文摘刊物。主要阅读对象：高等和中等林业院校师生，林业生产、设计、科研等单位以及与林业有关部门的科技人员。

本刊在国内外公开发行。国内总发行：南京邮局，全国各地邮局（所）均可订阅；国外总发行：中国教育图书进出口公司。欢迎国内外读者订阅。每期1.80元，全年7.20元。本刊地址：南京市龙蟠路南京林业大学210037

《南京林业大学学报》编辑部