

碎单板-竹片平行胶合材的研究

范赴仔 许若璇 杨爱和

(福建林学院 南平市 353001)

摘要 用竹黄篾片强化碎单板平行胶合材。采用二次回归正交设计为数学模型,系统地研究热压三要素和浸渍量对碎单板-竹片平行胶合材物理力学性能的非线性影响,进而得出回归方程。结果表明,碎单板/竹片比为 2:1~1:1,竹片厚为 1.2mm 时,最有效地改善板材性能。热压三要素对 MOR 和 MOE 影响最显著,压力与密度关系密切。

关键词 碎单板-竹片平行胶合材;碎单板;竹黄篾片;力学性能

胶合板生产中产生的碎单板,材质较好,厚度在 0.75~2.40mm 之间,长度不一。常用作刨花板和纤维板原料,未能充分发挥碎单板本身的潜力。如何充分利用这部分资源是长时期来国内外一直关注的问题,作者也曾作过一些系列研究^[1,2]。

1 原料和方法

碎单板 马尾松(*Pinus massoniana*)单板,取宽 1~5cm,厚度 0.75~2.4mm,宽度和厚度变化模数分别为 1cm 和 0.5mm,各规格含量大致相等。长度 40cm 左右的约占 80%,20cm 左右的约占 20%,含水率 8%。

竹黄篾 毛竹(*Phyllostachys pubescens*)竹黄篾,平均宽度 12mm,厚度 0.8~2.4mm,长度 40mm,含水率 6%。

胶粘剂 酚醛树脂胶,固体含量 51%。

浸胶、干燥和成型 试验 1 实测浸胶量,单板为 8%,竹片为 7%。浸胶后在 60~80℃干燥至含水率 10%。铺装时,单板一次倒在垫板上平行随意铺放,坯料规格为 400mm×400mm×150mm。

2 工艺条件

试验 1 为探索性试验。为提高碎单板平行胶合材的物理力学性能,在碎单板中加入

强度高的竹黄篾,并观察不同篾片厚度和不同混合比对板性能的影响。热压温度 150℃左右,时间 0.9min/mm,压力 3.0MPa^[2]。

试验 2 乃研究板材制造工艺因素与成板性能关系。选择热压温度、压力、时间和浸胶量为因子,采用二次回归正交设计。变量因子与性能的关系数学模型为 $y = b_0 + \sum_{j=1}^p b_j \cdot x_j + \sum_{i < j} b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{j=1}^p b_{jj} \cdot x_j^2$ 。因子的选择及编码如表 1 所示。竹黄篾厚度 1.2mm,碎单板与竹片之比为 2:1。

表 1 水平编码表

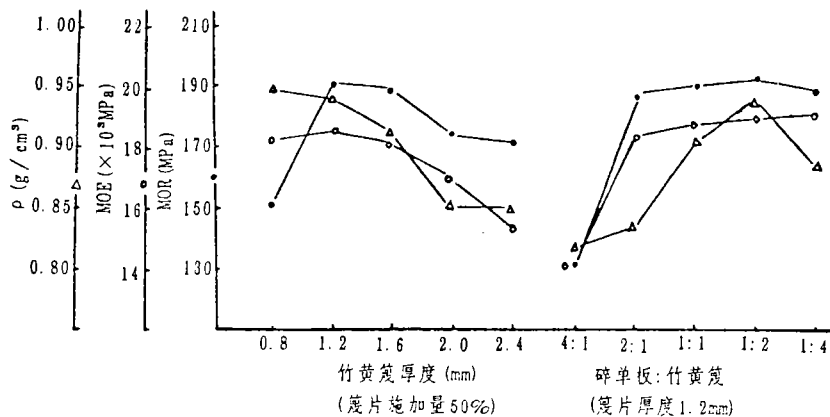
变 量	零水平	变化 间距	变量设计水平 ($r^2=2$)				
			$\sqrt{2}$	-1.0	0	1.0	$\sqrt{2}$
x_1 -A(℃)	120	21	90	99	120	141	150
x_2 -B(MPa)	3.25	1.24	1.5	2.01	3.25	4.49	5.0
x_3 -C(min/mm)	1.1	0.28	0.7	0.82	1.1	1.38	1.5
x_4 -D(%)	8	1.4	6	6.6	8	9.4	10

注:因子 A—温度;B—压力;C—时间;D—浸胶量

3 结果和分析

3.1 试验 1 结果 如附图所示。从图可知,竹篾厚度从 0.8mm 增加到 1.2mm,板的 MOR 和 MOE 从上升至一定值后下降。这主要是竹篾太厚,热压时弹性差,既不利于碎单板和竹片之间的紧密接触,也不利于竹片本身的塑性压缩,形成连续的胶膜系统。但厚度太薄,热压时可能导致薄竹片与厚单板交界处

收稿日期 1994-01-11



附图 竹片厚度、碎单板:竹片与板材性能的关系(MOR, MOE 为比强度下的值)

薄竹片被压溃而使强度下降。所以厚度从0.8 mm 升至 1.2mm,板的 MOR 与 MOE 分别增加 38.9MPa 和 0.1×10^3 MPa。继续上升至 2.4mm,则分别下降了 17.7MPa 和 3.1×10^3 MPa。竹黄篾厚度增加,板材密实度下降。

随着竹片的比率从 1/5 增加至 1/3, MOR 和 MOE 分别迅速增加 43% 和 30%, 随后基本保持不变。显然这是竹片的自身强度优于碎单板的强度所致。但竹片的含量太大,会由于热压时塑性差,从而使板材的压缩率、密实性低,板的 MOR 有所下降,密度减小。

3.2 从试验 2 可得,静曲强度、弹性模量和板材密度的二次回归方程为

$$y_{MOR} = 167.16 - 6.99x_1 + 14.46x_3 - 7.01x_4 - 9.06x_1 \cdot x_4 + 19.49x_1^2 - 15.42x_2^2 + 12.34x_4^2$$

$$y_{MOE} = 14.37 - 0.82x_1 + 1.12x_3 - 0.40x_1 \cdot x_4 + 0.57x_2 \cdot x_3 - 0.52x_2 \cdot x_4 + 0.42x_3 \cdot x_4 + 0.78x_1^2 + 1.23x_2^2 + 0.50x_4^2$$

$$y_\rho = 0.885 - 0.019x_1 + 0.021x_2 - 0.001x_3 + 0.014x_1 \cdot x_3 + 0.010x_2 \cdot x_3 - 0.009x_3 \cdot x_4 - 0.010x_1^2 - 0.017x_4^2$$

各因子对 MOR, MOE 和 ρ 的影响显著性如表 2 所示。

由 MOR 和 MOE 的回归方程可知,两者的基准值分别为 167.16MPa 和 $14.37 \times$

10^3 MPa,较单纯的碎单板平行胶合材的 MOR 和 MOE 值要高^[2]。这证实了利用自身强度较大的竹片可较大幅度地改善碎单板平行胶合材的性能。

静曲强度 从表 2 可知,热压时的温度、时间和压力对 MOR 的影响最显著。由 $(\partial y / \partial x_3) > 0$,说明热压时间的作用呈线性正相关;当 $(\partial y / \partial x_3) = 0$,即 $x_2 = 0$ (3.25MPa) 时, MOR 有最大值。因为热压时间和压力的增加,材料单元压缩性增强,板材内部单板和竹片之间,以及各自之间相互接触,有利于形成完善的胶膜结构体系,胶合材的静曲强度增加。但压力太大,一方面造成厚度差值大的碎单板和竹片间以及各自间界面处原料的压溃机率增大,另一方面生产时板坯内水分不易排除,卸压时造成鼓泡和分层破坏。另外,时间增加,胶层固化较完全,尤其是象胶合材类的厚板材的压制,低温长时间热压,有助于稳定板材的物理力学性能。从 MOR 的回归方程显示,热压温度呈二次相关,且在某一温度时,有一最小值。说明在一定的温度区间内, MOR 随温度的上升而降低。再从施胶量对 MOR 的影响可得,碎单板片和竹片的平均耗胶量较少。浸胶量太大,反而造成滴胶后碎单板片和竹片的胶层和含水率不均匀,干燥质量也差,从而影响胶合材的性能。

弹性模量 从表 2 看出,热压温度、时

表 2 二次回归方差分析表

变差来源	离差平方和			自由度	均方比			显著性		
	MOR (MPa)	MOE ($\times 10^3$ MPa)	ρ (g/cm ³)		MOR	MOE	ρ	MOR	MOE	ρ
x_1	976.55	13.399	0.0070	1	2.22	7.29	8.38		0.05	0.05
x_2	134.37	1.685	0.0205	1	<1	<1	24.54			0.01
x_3	4178.81	25.107	0.0012	1	9.51	13.65	1.46	0.05	0.01	
x_4	983.57	0.245	0.00003	1	2.23	<1	<1			
$x_1 \cdot x_2$	25.50	1.703	0.0003	1	<1	<1	<1			
$x_1 \cdot x_3$	7.29	1.323	0.0033	1	<1	<1	3.95			0.10
$x_1 \cdot x_4$	1391.29	2.56	0.0006	1	3.17	1.37	<1			
$x_2 \cdot x_3$	80.10	5.244	0.0015	1	<1	2.85	1.80			
$x_2 \cdot x_4$	97.42	4.347	0.0002	1	<1	2.36	<1			
$x_3 \cdot x_4$	439.44	2.772	0.0012	1	<1	1.51	1.44			
x_1'	3037.32	4.892	0.0074	1	6.91	2.66	8.86	0.05		0.05
x_2'	1900.98	12.064	0.0006	1	4.33	6.56	<1	0.10	0.05	
x_3'	8.16	0.0008	0.0005	1	<1	<1	<1			
x_4'	1217.22	2.118	0.0024	1	2.77	1.15	2.87			
回归	14478.03	77.460	0.04012	14	2.35	3.01	3.43	0.10	0.05	0.05
剩余	4939.83	18.393	0.00836	10	$F_{0.1}(14,10)=2.31, F_{0.05}(14,10)=2.86$					
总和	18871.86	95.853	0.04848		$F_{0.1}(1,10)=3.28, F_{0.05}(1,10)=4.98, F_{0.01}(1,10)=10.0$					

注:1. MOR 和 MOE 分别为垂直于板面方向的静曲强度和弹性模量;2. 试件尺寸为 300mm $\times$ 20mm $\times$ 10mm。

间、压力对 MOE 影响最显著。MOE 与热压温度基本上呈负相关,与时间呈正相关。这也说明低温长时间的热压有助于胶液的充分流展、均匀并固化完善,防止胶压时胶的预固化。同时,原材料的塑性增加,各单元紧密接触,胶合性能提高。压力的作用主要是二次相关项,从二次项的系数说明 MOE 存在一最大值,若去掉不显著项,由 $(\partial y / \partial x_3) = 0$, 得 $x_2 = 0$, 压力太大和太小都不利于板材性能的提高。从方程中的 $x_1 \cdot x_4$, $x_2 \cdot x_4$ 和 $x_3 \cdot x_4$ 交互项中可知,热压压力、温度和时间与浸胶量的关系密切。即增加浸胶量可以相对地降低温度和压力。反之,提高温度和压力,可减少浸胶量,降低了原料消耗。从 $x_3 \cdot x_4$ 项的系数可知,浸胶量增加,也要相应地延长热压时间,才有利于 MOE 的提高,这里关键是胶的固化完善和水分的排除。但胶压时须权衡产品的物理力学性能,因为浸胶量大,板内带入水分多;热压三要素的强化,既可能导致胶的脆化,也可引起降压时板内胶体层的破坏。

密度 热压压力对密度影响最大,呈正相关,热压温度及温度和时间交互作用与密度的关系也较密切。若剔除不显著项后,从

$\partial y / \partial x_3 = 0$, 得 $x_1 \rightarrow 0$ 时,可取得最大值。从温度和时间交互作用项与密度呈正相关可推出,温度高,板材的压缩性能好;时间越长,厚度压缩量也大,这些都造成密度的上升。

4 结论

4.1 用竹黄篾可有效地提高碎单板平行胶合材的性能。

4.2 综合利用胶合板厂的碎单板,宜选择厚度为 1.2mm 左右的竹黄片,碎单板与竹片之比以 1/3~1/2 为宜。

4.3 以二次正交回归设计研究碎单板竹片胶合材的制板工艺是可行的。热压三要素和浸胶量等四因子与板材性能的非线性关系数学模型可表示为: $y = b_0 + \sum_{j=1}^4 b_j \cdot x_j + \sum_{i < j} b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{j=1}^4 b_{jj} \cdot x_j^2$ 。

4.4 热压温度、时间和压力对胶合材的 MOR 和 MOE 影响最大。热压时间对 MOR 和 MOE 呈正相关关系;低温长时间制板有助于胶合材性能的提高;当 $x_2 = 0$, $P = 3.25$ MPa) 时,胶合材的 MOR 和 MOE 取得最大值。

4.5 热压压力对密度影响最显著,且呈正相关。

5 参考文献

1 范毡仔等. 用碎单板作芯层制造复合板的研究. 林产工业,1992,19(3):14~17

2 范毡仔等. 利用碎单板制造单板条平行胶合材的研究. 林产工业,1993,20(4):5~9

3 Bodig J. Performance requirements for exterior laminated veneer lumber. Forest Products Journal, 1986, 36(2):49~54

4 Lanfenberg T L. Ecomonic feasibility of synthetic fiber reinforced laminated veneer lumber. Forest Products Journal, 1984,34(4):15~22

5 小仓高规. 由落叶松小径材所制造的 LVL 产品(Ⅰ), (Ⅱ). [日]木材工业, 1981, 36(12): 9~15, 1982, 37(1):9~15

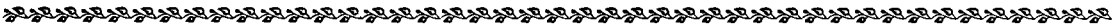
Study on Parallel Strand Lumber Made of Waste Veneer/Bamboo Strips

Fan Mizi Xu Ruoxuan Yang Aihe

(Fujian Forestry College, Nanping 353001)

Abstract The feasibility of Parallel Strand Lumber (PSL) made of waste veneer reinfoed with bamboo strips was studied. With the regression design of second order, the non-linear effects of processing parameters used in hot-press and amount of resin soaked up on PSL's properties were analyzed systematically, and the regression equations were deduced. The results showed that the bamboo strip played the most effective role in improving mechanical properties when the waste veneer strip/bamboo strip was from 2 : 1 to 1 : 1, thickniss of bamboo strip was about 1. 2mm. The temperature, pressure and during time of hot-press had the largest influence on PSL's properties. Lower temperture and longer during time was favourable to the increase of *MOR* and *MOE*. There was a closest relationship between pressure and density.

Keywords Waste veneer strips-bamboo strips parallel strand lumber; Waste veneer strip; Bamboo strip; Mechanical property



(上接第 4 页)

下,企业经营管理上的改革情况已逐渐上升为影响企业经济效益的重要因素,相反,国家政策和宏观管理上影响却不断下降。事实也确是如此。同样的企业(包括生产规模、产品结构和工艺设备),在外部环境和内部生产要素完全相同的情况下,有的只是调整了领导班子,配了好厂长,企业就转亏为盈,起死回生;有的仅仅改变了经营机制就由衰转兴;有的因为面向市场、走向市场和开拓市场,产品就由库满为患转为供不应求。这一切都说明,进一步深化企业内部改革和彻底转变经营机制仍是改变城市国营木工企业的动力源泉。上海联合木材工业公司所属一些企业,从内外部环境看并不如地处林区的企业优越,但通过加深企业内部经营机制的转换,不但在严峻的形势下求得生存,而且保持了盈利状态。他们在用工

制度、分配制度、产品开发、开拓市场、多种经营和资金筹集等方面已创造了很多宝贵经验,值得全国各地借鉴和推广。

上述情况表明,在向市场经济转轨的过渡时期里,企业能否抓住时机深化改革,善不善于参与市场竞争和驾御市场,是决定企业兴衰的重要因素。如果思想不转变,习惯于眼睛向上,不找市场找市长,在困难面前不是自我加压,挖掘自身潜力,而是一味伸手要优惠政策,坐等外部支援,或打“银根松动,减免税收”的主意,都是不可取的。相反,只有彻底打破长期形成的对政府的依赖感和政府保护下的安全感,直接面向国内外市场风云,企业才会充满生机和活力。