

热压工艺与竹席竹帘胶合板性能的关系

韩 健*

摘要 通过正交试验方法对竹席竹帘胶合板热压工艺与产品质量的关系进行了分析,在试验基础上,对不同的热压工艺进行了比较,经过优化,确定最佳热压条件为:热压温度130℃~140℃,每毫米板厚的保压时间为80 s,最高热压压力为3.5 MPa。通过重复试验,证明该工艺是正确的和可行的,可以获得良好的产品质量。
关键词 竹席竹帘胶合板;热压工艺;产品质量

Relationship between Hot-pressing Technology and Product Quality of Woven-mat and Curtain Plybamboo

Han Jian

(Central-South Forestry College, Zhuzhou 412006, Hunan)

Abstract The relationship between hot-pressing technology of manufacturing woven-mat and curtain plybamboo and product quality was studied by orthogonal experiments. Based on experimental results, different hot-pressing technology were compared with each other. The results demonstrated the optimum hot-pressing technology was as follows: hot-pressing temperature of 130℃~140℃, pressure time of 80 s per millimeter in board thickness, the highest hot-pressing pressure of 3.5 MPa. The technology proved applicable by further experiments.
Keywords Woven-mat and curtain plybamboo; Hot-pressing technology; Product quality

在竹席竹帘胶合板生产中,目前均采用“冷—热—冷”工艺,热压过程中的温度、保压时间、热压压力等因素对产品质量的影响至关重要,因此制定正确的热压工艺,是保证产品质量的关键所在。本文根据实际生产情况,通过正交试验方法,对多种热压工艺和产品质量的关系进行了比较、分析和研究。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料和设备

1.1.1 竹材原料 包括竹席和竹帘,均取自中南林学院竹胶合板厂。竹席的篾片宽度10~20 mm,厚度0.6~0.8 mm,采用“挑二压二”方式编织。竹帘篾片宽10~20 mm,厚度1.0~1.2 mm,篾片用棉线绞联成帘。竹席、竹帘均经浸胶和干燥处理,胶粘剂为“2122号酚醛树脂”。浸胶干燥后,竹席竹帘的挥发分含量为10%~15%。2122号酚醛树脂的性能指标如下:

固体含量 /%	45~50
粘度 /恩格拉度, 20℃	100~200
游离酚含量 /%	不大于2.5
可被溴化物 /%	不小于12

1.1.2 胶膜纸 原纸为120 g/m²牛皮纸,浸纸用胶粘剂为中南林学院研制的水溶性酚醛树脂,其性能指标如下:

固体含量 /%	38~40
粘度 /s,涂-4杯, 20℃	13~15
游离酚含量 /%	0.15~0.2
可被溴化物 /%	12~15

胶膜纸上胶量为90%~100%,挥发分含量为15%~20%。

1.1.3 试验设备 QD-100 t试验热压机、恒温干燥箱、万能力学试验机、分析天平、恒温水浴锅、冰箱等。

1.2 试验方法

1.2.1 试验因素和水平 试验因素和水平的安排见表1。试验方案按正交试验表L₉(3⁴)安排。

收稿日期 1998-05-14
* 中南林学院副教授,湖南省株洲市 412006

表 1 热压因素和水平的安排

Tab. 1 Arrangement of factors and levels in hot pressing process			
水平	因素 A 热压温度 ℃	因素 B 保压时间 s/(mm 板厚)	因素 C 热压压力 M Pa
1	120~ 130	60	2. 5
2	130~ 140	80	3. 0
3	140~ 150	100	3. 5

* 因素 A 中各水平的前一数值为开始计算保压时间的温度,后一数值为保压期间的最高温度

1. 2. 2 试验过程 将竹席、竹帘和胶膜纸幅面均裁成 450 mm× 450 mm,以竹席为表板,竹帘为芯板,胶膜纸为覆膜层,按对称和奇数层原则组坯。板坯结构为胶膜纸—竹席—[纵帘—横帘]—纵帘—竹席—胶膜纸。将组好的板坯送入热压机中,按“冷—热—冷”工艺热压,热压曲线如图 所示

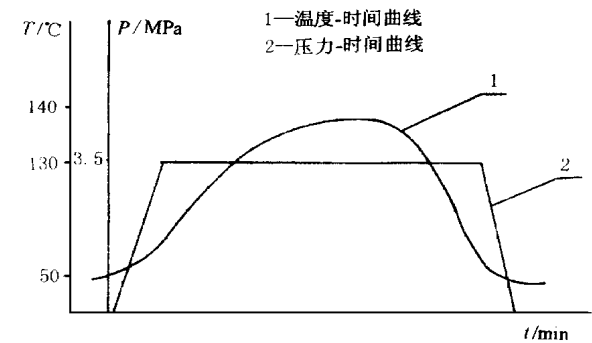


图 1 热压曲线

Fig. 1 Hot pressing technological curve

1. 2. 3 检验 压制的毛边板经裁边后,按我国建筑工业行业标准 JG/T 3026-1995竹胶合模板和国家标准 GB 13124-91 竹胶合板所规定的方法进行检验 检验项目包括:密度 ρ 含水率 W 吸水厚度膨胀率 W 吸水率 U 静曲强度 MOR 静曲弹性模量 MOE 冲击韧性 J 保存强度 e (煮沸 3 h,冷冻 24 h,烘干 3 h 后的静曲强度)。上述检验项目的标准值列入表 2,以资对照

2 试验结果与分析

2. 1 试验结果

试验结果见表 2和图 2 从检验结果看,各因素不同水平对制品密度的影响不大,在图 2上三条曲线都比较平缓,均可达到标准。

热压温度 (A)和保压时间 (B)对制品含水率的影响较大,这表明在热压过程中提高热压温度和延长保压时间可以促使板坯内部水分的蒸发,降低制品的含水率。热压压力 (C)对制品含水率的影响较小,是由于板坯内部存在大量的孔隙,因此在一定范围内增加压力,对板内水分的排出不会造成太大的影响。从试验结果看,选择温度 130℃~ 150℃和保压时间 80~ 100 s/(mm 板厚)能使制品达到标准要求的含水率。

在各因素中,保压时间 (B)对制品的吸水率影响最大,其次是热压温度 (A),热压压力 (C)的影响最小。以保压时间 (B)的三水平 (100 s/mm) 热压温度 (A)的二水平 (130℃~ 140℃)和热压压力 (C)的二水平 (3. 0 M Pa)时,制品吸水率的平均值最小。

表 2 试验结果

Tab. 2 table of test results													
因素	A		B		C		试验结果						
	℃	s/(mm板厚)		M Pa	d	W	W	U	MOE	MOR	J	e	
	1	2	3	g/cm ³	%	%	%	× 10 ³ M Pa	M Pa	kJ/m ²	M Pa		
1	120~ 130(1)	60(1)	3. 0(2)	0. 97	9. 2	16. 8	18. 1	8. 04	58. 93	66. 43	76. 81		
2	130~ 140(2)	60(1)	2. 5(1)	0. 95	7. 7	5. 8	16. 4	7. 40	62. 22	48. 80	89. 73		
3	140~ 150(3)	60(1)	3. 5(3)	0. 99	7. 7	15. 8	17. 0	8. 16	103. 14	48. 80	77. 93		
4	120~ 130(1)	80(2)	2. 5(1)	0. 94	7. 5	12. 4	16. 7	9. 06	88. 85	41. 70	87. 10		
5	130~ 140(2)	80(2)	3. 5(3)	0. 93	5. 8	12. 2	14. 5	12. 12	87. 08	40. 50	95. 44		
6	140~ 150(3)	80(2)	3. 0(2)	0. 90	4. 5	7. 3	11. 8	9. 10	97. 85	29. 00	76. 23		
7	120~ 130(1)	100(3)	3. 5(3)	0. 99	7. 5	14. 5	15. 1	9. 86	79. 98	47. 10	97. 82		
8	130~ 140(2)	100(3)	3. 0(2)	0. 94	6. 8	14. 3	12. 3	9. 00	96. 03	23. 80	44. 73		
9	140~ 150(3)	100(3)	2. 5(1)	0. 92	5. 3	8. 9	14. 5	8. 50	96. 90	12. 90	99. 17		
标准值				≥ 0. 85 ≤ 12~ 15			≤ 12~ 17 ≥ 6~ 7 ≥ 70~ 90			≥ 40~ 60 ≥ 30~ 40			
列数	1	2	3	列数	1	2	3	列数	1	2	3	列数	
I	0. 967	0. 970	0. 937	I	8. 067	8. 200	6. 833	I	14. 567	12. 800	9. 030	I	
II	0. 940	0. 923	0. 937	II	6. 767	5. 933	6. 833	II	10. 767	10. 633	12. 800	II	
III	0. 937	0. 950	0. 970	III	5. 833	6. 533	7. 000	III	10. 667	12. 567	14. 167	III	
极差 R	0. 030	0. 047	0. 033	极差 R	2. 234	2. 267	0. 167	极差 R	3. 900	2. 167	5. 137	极差 R	
I	8. 987	7. 867	8. 320	I	75. 920	74. 763	82. 657	I	51. 743	54. 677	34. 467	I	
MOE II	9. 507	10. 093	8. 713	II	81. 777	91. 260	84. 270	II	37. 700	37. 067	39. 743	II	
III	8. 587	9. 120	10. 047	III	99. 297	90. 970	90. 067	III	30. 233	27. 933	45. 467	III	
极差 R	0. 920	2. 226	1. 727	极差 R	23. 377	16. 497	7. 410	极差 R	21. 510	26. 744	11. 000	极差 R	

* 国标和行业标准中,无竹席竹帘胶合板的吸水厚度膨胀率项目,本试验中作为参考检测项目

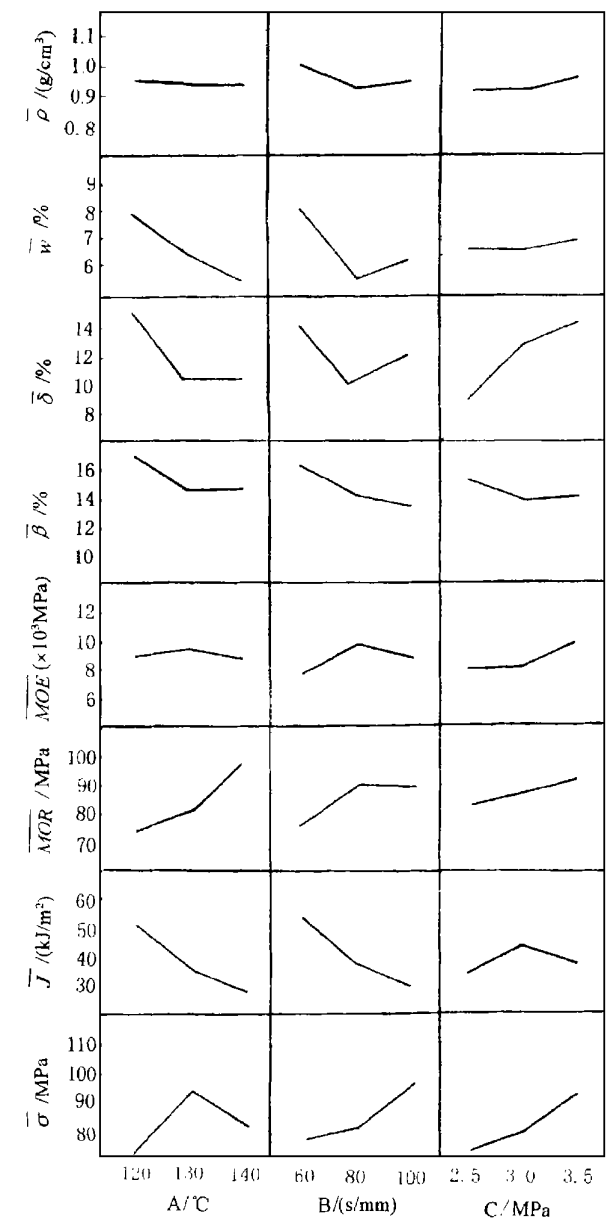


图 2 热压工艺与制品性能的关系

Fig. 2 Relationship between hot-pressing technology and product properties

在三个因素中,保压时间 (B)和热压压力 (C)对制品静曲弹性模量的影响较大,而热压温度 (A)的影响较小。保压时间 (B)的二水平 (80 s/mm)和热压压力的三水平 (3.5 MPa),静曲弹性模量具有最大平均值。

从极差看,对制品静曲强度影响最大的因素是热压温度 (A),保压时间 (B)次之,热压压力 (C)最小。在各因素不同水平的静曲强度平均值中,最大值分别对应因素 A 的三水平,因素 B 的二水平,因素 C 的三水平。从图 2 可见,随着热压温度升高,热压压力增加,制品的静曲强度均呈上升趋势,而保压时间 (B)的二

水平与三水平在静曲强度的平均值上差值较小。因为在一定范围内,提高热压温度,可以增加竹材的塑性,加快胶粘剂的固化。增加压力可以使胶液充分流展,竹篾之间可以很好地接触,胶合能力得到提高,制品的密度也随之增加,所以制品的静曲强度提高。

在三个因素中,因素 B 对制品的冲击韧性影响最大,因素 A 次之,因素 C 最小。因素 A 的一水平,因素 B 的一水平和因素 C 的三水平均对应冲击韧性平均值的最大值,它们分别为 51.743 54.677 45.467 kJ/m²。

热压温度 (A)对制品的保存强度影响最大,保压时间 (B)和热压压力 (C)的影响相对较小。在各因素不同水平的保存强度平均值中,最大值分别对应因素 A 的二水平,因素 B 的三水平,因素 C 的三水平。从试验结果看,各因素不同水平所对应的保存强度均可达标。

通过上述分析,在选择各因素水平时,综合考虑产品质量、生产效率、生产成本及使用要求等因素,初步确定的热压工艺条件为:因素 A 的二水平,因素 B 的二水平及因素 C 的三水平,它们分别对应:热压温度 130℃~140℃,保压时间为 80 s/(mm 板厚),热压压力为 3.5 MPa。

2.2 重复试验

为了检验初步确定的热压工艺是否正确,按上述工艺条件进行了二次重复试验,试验结果见表 3。

表 3 重复试验结果

Tab. 3 Results of further experiments				
试验号	密度 g/cm ³	含水率 %	吸水率 %	吸水厚度膨胀率 %
1	0.98	7.3	12.3	11.2
2	1.03	6.9	10.7	12.7

试验号	静曲强度 M Pa	弹性模量 × 10 ³ M Pa	保存强度 M Pa	冲击韧性 kJ/m ²
1	96.8	11.3	89.3	64.8
2	129.5	12.7	84.7	57.4

从重复试验结果可见,选择的工艺条件是正确的和可行的,产品具有良好的质量,其各项指标均可达到或超过标准。

3 结论

1)竹席竹帘胶合板的热压温度、保压时间和热压压力对产品质量有直接的影响,要获得良好的产品质量,必须对此三个因素的不同水平进行正确的组合。

2)不同因素和同一因素的不同水平对产品某项质量指标的影响是不相同的,因此在选择各因素的水平时,应综合考虑产品质量、生产效率、生产成本以及

使用要求

3) 本项研究对因素和水平的安排是根据实际生产提出的,从试验结果看,有较多的水平组合均可使产品质量达到国家标准规定的指标,表明本研究对因素和水平的安排是合理的

4) 根据试验结果对热压工艺各因素水平进行优选,最后确定热压工艺为:热压温度 $130^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$ 、保压时间 $80\text{ s}/(\text{mm板厚})$ 、热压压力 3.5 MPa

5) 重复试验结果表明,产品各项质量指标均达到

国家标准的要求,证明经优选后确定的热压工艺是正确、可行的

4 参考文献

- 1 北京大学数学力学系.正交设计.北京:石油化学工业出版社,1976
- 2 中华人民共和国建筑工业行业标准, JG/G 3026-1995,竹胶合板模板
- 3 中华人民共和国国家标准, GB 13123~ 13124-91,竹编胶合板

(上接第8页)

3倍吻合。同时,在 OSB板内,时间和蠕变导致出现滑动和分离裂纹,板的弹性模量与静曲强度都有所降低,以持荷 $1\,000\text{ h}$ 以后计算:

$$\frac{E_x' - E_{x_0}}{E_{x_0}} \times 100\% = \frac{5\,196 - 5\,512.5}{5\,512.5} \times 100\% = -5.7\%$$

$$\frac{E_y' - E_{y_0}}{E_{y_0}} \times 100\% = \frac{1494 - 2312.4}{2\,312.4} \times 100\% = -35.3\%$$

平行方向的静曲强度损失为:

$$\frac{MOR_x' - MOR_{x_0}}{MOR_{x_0}} \times 100\% = \frac{36.28 - 38.21}{38.21} \times 100\% = -5.1\%$$

垂直方向的静曲强度损失为:

$$\frac{MOR_y' - MOR_{y_0}}{MOR_{y_0}} \times 100\% = \frac{15.9 - 18.7}{18.7} \times 100\% = -15.0\%$$

实测 6 定向刨花板厚度 $t = 7.01\text{ mm}$, $E_{x_0} = 2\,802\text{ N/mm}^2$, $E_{y_0} = 1\,584\text{ N/mm}^2$, $MOR_{x_0} = 18.7\text{ N/mm}^2$, $MOR_{y_0} = 13.20\text{ N/mm}^2$, $\omega_0 = 2.81\text{ mm}$ 持荷 $1\,000\text{ h}$ 后, $MOR_x' = 17.4\text{ N/mm}^2$, $MOR_y' = 11.72\text{ N/mm}^2$, $E_x' = 2\,450\text{ N/mm}^2$, $E_y' = 1\,157\text{ N/mm}^2$, $\omega = 5.41\text{ mm}$ 用相同的方法可以计算出:平行方向的静曲强度损失为 -6.93% ;垂直方向的静曲强度损失为 -15.0% 。

比较实测 5 和实测 6 可以发现,薄型 OSB 板的挠度相对变化值比厚板小,这也说明在同样条件下,正交异性的挠度相对变化值要比各向异性板小,这是因为薄板在持荷 $1\,000\text{ h}$ 后, E_y 损失率要小,对于薄板而言考虑到蠕变性能,长期持荷后的挠度是原先的 2 倍,而厚板则是 2.5~ 3 倍

4 结论

1) 薄型 OSB 板 (6 mm 以下) 与正交异性板的性能接近,随着厚度增加,由于加工工艺特点,薄 OSB 板的相对挠度变化值要小于厚 OSB 板,比同样条件下的普通刨花板更小

2) 对于四边简支,正方形 OSB 板的中心挠度公式为 $k = k_0 k_1 \frac{Pa^2}{E_y t^3}$,其中 k_0 与 E_x/E_y 有关,而 $k_1 = -0.026 t^2 + 0.95 t - 3.71$,其计算误差小于 15% 。

3) OSB 板的蠕变趋向与普通刨花板相同,持荷 $1\,000\text{ h}$ 后,最终变形与瞬时弹性之比:薄板为 2.0 ,厚板为 $2.5 \sim 3.0$

4) 随着持荷时间的延长,OSB 的静曲强度和弹性模量下降,其中垂直于定向方向的静曲强度和弹性模量损失较大,当持荷时间为 $1\,000\text{ h}$ 后 MOR_y 损失率为 $11\% \sim 15\%$,而 E_y 损失达 $27\% \sim 35\%$,薄板比厚板损失率小

5) 在同样条件下,在理论上四边简支,正方形定向刨花板的挠度要小于普通刨花板,长期持荷以后的情况也是如此,不过随着板厚度的增加,两者间的差距逐渐减小

5 参考文献

- 1 Kollmann F F P, Kuenzi E W and Stamm A J. Principles of Wood Science and Technology, II Wood Based Materials. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1975. 437~ 442
- 2 Heins C P. Applied Plate Theory for the Engineer. USA, 1976, 89 ~ 102
- 3 王秉权,刘锡礼.复合材料力学.北京:建筑出版社,1983. 60~ 78
- 4 华毓坤等编.定向刨花板研究.林业部科学技术委员会,林业部科技情报中心,1993. 120~ 131, 137~ 138