

刨花板生产质量指标的优化

V.Thole L.Mehlhorn

陈士英

(德国弗劳霍夫木材研究所)

(中国林科院木工所 北京 100091)

摘要 本文以中国一家刨花板厂为例,用该厂目前使用的原料在德国弗劳霍夫木材研究所进行系统的工艺试验。试验设计和数据计算采用数理统计方法。试验结果表明,在生产过程中某些工段采用相应措施可降低原材料消耗和改善产品质量,提高经济效益;保持一定的工艺条件,可降低施胶量30%。

关键词 刨花板; 刨花板质量; 质量指标优化

1 引言

静曲强度、内结合强度和吸水厚度膨胀率是判断刨花板质量的重要指标。刨花板的其它性能要求视其使用目的而定。为制造高质量的刨花板,提高企业经济效益,并使试验室的结果可转移到工厂,本研究使用中国某刨花板厂目前使用的原料,在德国弗劳霍夫木材研究所进行了木质原料配比、施胶量和添加剂、热压工艺等优化试验。

2 研究目的和内容

通过对生产线的考察,和对该厂生产的刨花板基本性能测定,发现产品存在一系列的质量缺陷,其原因可归结为原材料、板结构和工艺三方面。为此,在试验室进行了如下试验:①刨花制备时刨花质量的优化;②在保证刨花板质量的前提下,降低胶粘剂消耗量;③降低吸水厚度膨胀率;④优化热压工艺。

3 原材料

3.1 胶粘剂 用德国和中国的两种胶粘剂,调胶时加适量水以降低粘度;芯层刨花用胶添加固化剂。两种胶的技术指标见表1。

3.2 木材 由中国提供的木材原料有:①刨花板厂自制小径材木片30%;②外购小径材木片30%;③制材板皮木片15%;④废单

表1 胶粘剂的技术指标

	中 国 胶	德国胶 (K360)
固体树脂含量 (%)	58.4	66.5
密度 (g/cm ³)	1.24	1.29
pH值	7.6	8.5
粘度 (mPa·s)	443	600
水溶性 (胶:水)	1:1.6	—
凝胶时间(s, 90℃ 15% 氯化氨溶液加10%)	104	435
摩尔比 (U:F)	1:1.49	1:1.35
调胶后固含量 (%)	50	60

板20%;⑤刨花板齐边废料5%。树种为云南松 (*Pinus yunnanensis*)。为便于比较,以直径80~120mm的德国云杉 (*Picea abies*) 为对比材料。

3.3 刨花制备 因该刨花板厂提供的刨花厚度太大,芯层料太多。因此,在试验中,将中国木片经德国环式刨片机制成刨花,刀突出量为0.4mm。德国云杉表层刨花制备时,先用削片机削成木片,然后用环式刨片机刨片,再用无筛网打磨机打磨3次;云杉芯层刨花用盘式刨片机刨片,刨花长32mm,刨花打磨5次,两种云杉刨花经打磨后,可得到与中国刨花相似的刨花大小分布。上述刨花都进行筛分,其中未通过孔径1.25mm筛网者用作芯层,通过1.25mm筛网者用作表层。刨花筛分结果如表2。

收稿日期 1993-04-24

表2 刨花筛分值

原 料	堆积密度 (g/cm ³)	筛 网 孔 径 (mm)						
		>5.0	>3.15	>1.25	>0.63	>0.31	>0.160	<0.160
中 国 原 料	刨花板齐边废料	0.248	0.1	1.3	22.3	37.1	21.0	10.1
	废单板	0.137	0.6	4.9	44.3	39.4	7.8	1.8
	制材板皮	0.107	2.9	8.0	41.9	32.3	9.1	3.4
	自制小径材木片	0.109	10.3	14.5	37.7	23.2	8.8	3.1
	外来小径材木片	0.108	7.0	11.2	40.4	28.3	8.8	2.9
德国 原料	云杉表层刨花	0.124	0.05	0.45	18.4	45.3	23.7	8.9
	云杉芯层刨花	0.081	3.8	24.4	51.7	12.9	4.7	1.4

4 刨花板性能的优化试验

4.1 制板方法 中国刨花按提供的原料比例混合均匀,刨花用鼓式拌胶机拌胶,手工铺装板坯。板坯预压压力为0.5MPa。

4.2 试验方法 静曲强度、内结合强度和吸水厚度膨胀率是板的主要性能。为得到这些性能的期望值和主要影响因素之间的关系,采用2ⁿ析因试验方法。表3为2ⁿ析因试验计划和试验条件。每一方案制两张板。

表3 影响因素对板性能影响的试验计划

序号	符号	因 素						
		A	B	AB	C	AC	BC	ABC
1	(0)	—	—	+	—	+	+	—
2	a	+	—	—	—	—	+	+
3	b	—	+	—	—	—	—	+
4	ab	+	+	+	+	+	—	—
5	c	—	—	+	+	+	—	+
6	ac	+	—	—	+	—	—	—
7	bc	—	+	—	+	—	+	—
8	abc	+	+	+	+	+	+	+

因素: A表层施胶量 14% (+); 10% (—)

B芯层施胶量 10% (+); 8% (—)

C防水剂加量 0.5% (—)

条件: 胶 K360, 中国胶 热压时间 360s

表层固化剂 0 热压温度 160℃

芯层固化剂 2.5% 闭合时间 85s

刨花: 表层 云杉木片刨花 40%

芯层 云杉长材刨花 60%

石蜡乳液可加入胶中或单独使用。在单独使用时,将石蜡乳液加水稀释后喷到刨花上,然后干燥到要求的含水率。

热压时压力-时间和路程-时间参数对板的性能有重大影响。在本试验时选择如下几种热压工艺:①热压板接触板坯后压机以速度 $S_{v1}=0.2\text{mm/s}$ 闭合;②以闭合速度 $S_{v1}=7\text{mm/s}$;当板坯压缩至30mm厚时,改以 $S_{v2}=0.2\text{mm/s}$ 的速度闭合;③闭合速度 $S_{v1}=7\text{mm/s}$;当板坯压缩至30mm厚时,改为 $S_{v2}=0.2\text{mm/s}$,板坯压缩至17mm,闭合速度改为 $S_{v3}=0.1\text{mm/s}$;④同③,但 $S_{v2}=0.4\text{mm/s}$;⑤同③,但 $S_{v2}=0.8\text{mm/s}$ 。

图1为试验③的热压曲线。

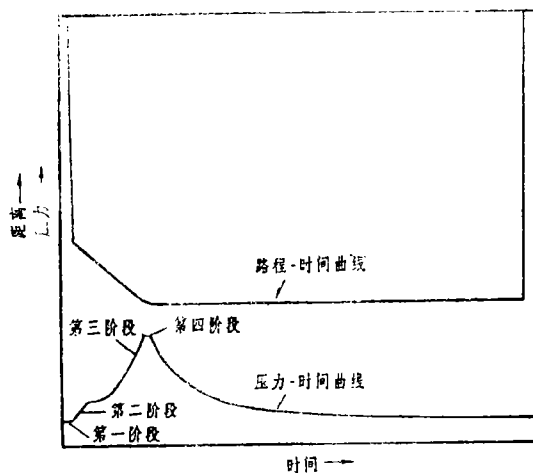


图1 试验3热压曲线

试验首先用德国原料以得出原料配比、工艺参数与板性能之间的关系,第二步用中国原料进行试验。

5 用F值检验影响因素的显著性

根据2²析因试验结果计算每组试验的方差 $S_{\epsilon_0}^2$ 、 S_A^2 、 S_B^2 ...,并计算测定值方差;

$$S_0^2 = \frac{1}{2} (S_{(0)}^2 + S_a^2 + S_b^2 + \dots)$$

由测定值方差得出影响因素方差:

$$S_A = \frac{1}{2} S_0^2 = S_B^2 = \dots$$

由 2 析因试验表, 计算形式方差:

$$A^2 = [1/n (- (0) + a - b + ab \dots)]$$

$$B^2 = \dots$$

.....

.....

计算 F 检验的 F 值:

$$F_A = \frac{A^2}{S_A^2}, \quad F_B = \dots, \dots$$

查 F 检验表, 以不同的显著水平 α 查得不同的 C 值, 并与 $F_A, F_B, \dots$ 比较, 以确定影响因素的显著性。

6 各因素对板性能的影响

6.1 静曲强度 用云杉刨花和德国胶, 芯层施胶量为 9% 时, 仅表层刨花施胶量的影响显著 (表 4)。表层刨花施胶量每增加 1%, 板的静曲强度改变 0.675 MPa。其模型方程式为:

$$\sigma = 21.76 + 0.675(Q_{\text{表}}, 12\%) \text{ (MPa)}$$

式中: 21.76—本组试验静曲强度总平均值;

$Q_{\text{表}}$ —表层刨花施胶量;

12% (或 9%)—以 12% (9%) 为基准, 增减施胶量时指标相应的变化。

用云杉刨花制板, 不同施胶量、防水剂用量对板静曲强度影响见表 4、图 2。

6.2 内结合强度 芯层刨花的施胶量 $Q_{\text{芯}}$ 对内结合强度的影响显著 (表 5, 图 3); 加防水剂使内结合强度下降 (表 5、表 6、图 3)。

内结合强度的模型方程式为:

$$Z = 0.552 + 0.0234 (Q_{\text{芯}}, 9\%) - 0.1325 (Q_{\text{防}}, 0.25\%) \text{ (MPa)}$$

式中: $Q_{\text{防}}$ —防水剂施加量。

6.3 吸水厚度膨胀率 表层刨花施胶量对吸水厚度膨胀率起显著作用 (表 7, 图 4)。

德国胶的吸水厚度膨胀率模型方程为:

表 4 施胶量对静曲强度的影响

原料	符号	试验结果		因素的影响	F 值	显著性	α (%)
		平均值	方差				
德国胶	(0)	21.22	0.627				
云杉	a	22.91	0.470	$A=1.35$	23.35	***	0.5
刨花	b	19.59	0.031	$B=-0.31$	1.23		
	ab	23.30	0.120	$AB=0.505$	3.27		
中国胶	(0)	18.20	0.148				
云杉	a	21.23	0.018	$A=1.90$	59.34	***	0.5
刨花	b	14.78	0.101	$B=-1.32$	28.73	**	1
	ab	19.69	0.722	$AB=0.39$	2.47		

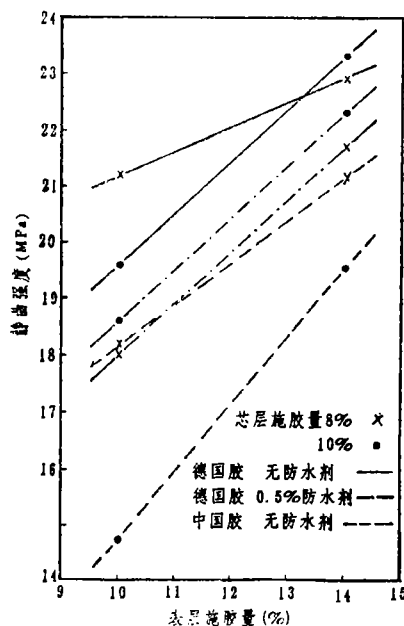


图 2 静曲强度与施胶量、防水剂用量的关系

$$D = 19.25 - 1.18 (Q_{\text{表}}, 12\%) - 0.625 (Q_{\text{芯}}, 9\%) - 0.238 (Q_{\text{表}}, 12\%)$$

表 5 芯层刨花施胶量对内结合强度的影响

原料	符号	试验结果		因素的影响	F 值	显著性	α (%)
		平均值	方差				
德国胶	(0)	0.540	0.00180				
云杉	a	0.535	0.00045	$A=0.0150$	1.53		
刨花	b	0.625	0.00005	$B=0.0488$	16.16	**	2.5
	ab	0.645	0.00005	$AB=0.025$	4.25		
中国胶	(0)	0.320	0.00180				
云杉	a	0.255	0.00000	$A=-0.048$	21.69	***	1
刨花	b	0.425	0.00125	$B=0.036$	12.16	*	5
	ab	0.295	0.00045	$AB=0.016$	2.42		

表6 施胶量和防水剂用量对内结合强度和吸水厚度膨胀率的影响

符号	试验结果		因素的影响	F值	显著性	α (%)
	平均值	方差				
内结合强度						
(0)	0.540	0.0018				
a	0.535	0.00045	$A = -0.00437$			
b	0.625	0.00005	$B = 0.04687$	31.59	***	0.1
ab	0.645	0.00005	$AB = 0.00937$	1.26		
c	0.500	0.0000	$C = 0.03312$	15.77	***	0.5
ac	0.450	0.00080	$AC = 0.00812$			
bc	0.565	0.00125	$BC = 0.00187$			
abc	0.565	0.00005	$ABC = 0.00312$			
吸水厚度膨胀率						
(0)	21.75	0.005				
a	18.00	0.080	$A = -2.268$	188.40	***	0.1
b	21.45	0.045	$B = -0.594$	12.92	**	1
ab	15.80	0.000	$AB = -0.419$	6.43	*	5
c	15.65	0.005	$C = -2.994$	328.35	***	0.1
ac	12.00	0.080	$AC = 0.081$			
bc	15.25	1.125	$BC = 0.031$			
abc	10.15	0.405	$ABC = 0.056$			

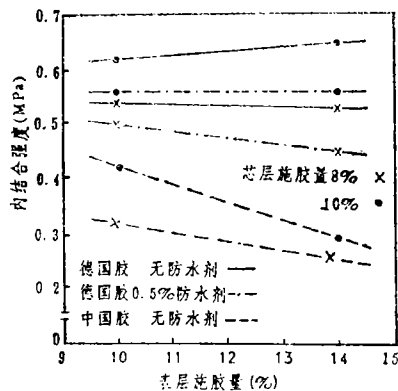


图3 内结合强度与施胶量、防水剂用量的关系
• (Q_芯, 9%) (%)

对于中国胶的模型方程:

$$D = 23.76 - 1.66 (Q_{表}, 12\%) (%)$$

对德国胶, 并考虑防水剂影响时, 模型方程为:

$$D = 16.25 - 1.14 (Q_{表}, 12\%) - 0.594 (Q_{芯}, 9\%) - 0.21 (Q_{表}, 12\%) \cdot (Q_{芯}, 9\%) - 11.98 (Q_{防}, 0.25\%) (%)$$

6.4 防水剂施加方式对吸水厚度膨胀率的影响 防水剂和胶粘剂分别施加时, 大大地提高了防水剂的防水效果。防水剂施加方式对吸水厚度膨胀率的影响见图 5。

表7 施胶量对吸水厚度膨胀率的影响

原料	符号	试验结果		因素的影响	F值	显著性	α (%)
		平均值	方差				
德国胶	(0)	21.75	0.005				
云杉	a	18.00	0.080	$A = -2.350$	679.27	***	0.1
刨花	b	21.45	0.045	$B = -0.625$	48.05	**	0.5
	ab	15.80	0	$AB = -0.475$	27.35	*	1
中国胶	(a)	27.20	0.08				
云杉	a	20.20	0.98	$A = -3.310$	132	***	0.1
刨花	b	26.95	0.25	$B = 0.063$			
	ab	20.70	0.02	$AB = 0.188$			

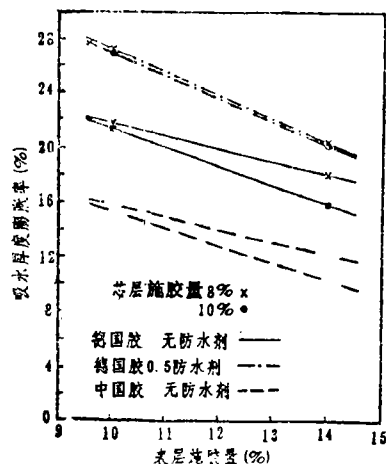


图4 吸水厚度膨胀率与施胶量、防水剂量的关系

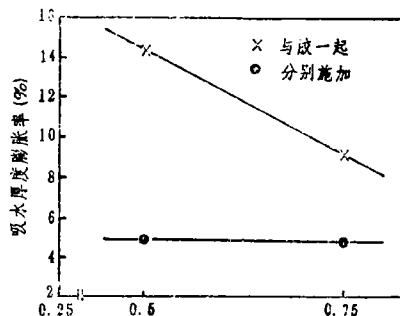


图5 芯层施加防水剂方式对吸水厚度膨胀率的影响

6.5 热压工艺的影响 表 8 列出了热压工艺对静曲强度、内结合强度和吸水厚度膨胀率的影响。闭合速度太慢, 各项指标都严重下降。结果显示, 用图 1 所示的热压曲线 5 得到最好的板的性能。由热压工艺①和③得到的不同板剖面密度见图 6。

6.6 中国原料刨花板的性能 用中国刨花和胶粘剂制得的刨花板性能列于表 9。从表

看出，防水剂施加方法对板的吸水厚度膨胀

率有显著影响。

表8 不同热压工艺制造的刨花板性能

热压工艺	静曲强度(MPa)	内结合强度(MPa)	吸水厚度膨胀率(%)
1	16.9	0.31	13.5
2	20.9	0.47	9.6
3	20.8	0.42	9.8
4	20.7	0.46	8.4
5	21.2	0.46	7.5

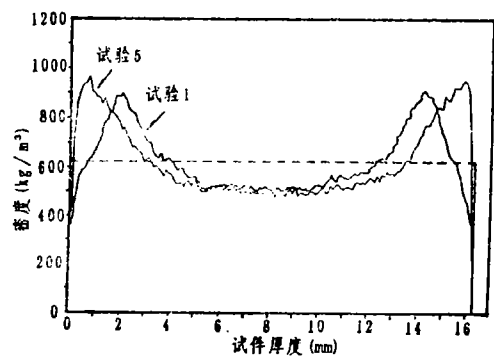


图6 采用试验1和5时板材的剖面密度

7 结论

实验室环式刨片机装刀正确并且按时换刀，保持刀的锋利，降低刨花厚度，木材原材料按比例混合均匀，由此制成的刨花板消除了以前工厂生产时发生的缺陷，可满足家具用刨花板的质量要求。

热压优化试验说明，如果热压的第一步以高速压至板坯厚度的三分之一，第二阶段以0.2~0.8mm/s的速度压至规定厚度，则可得较好的剖面密度。

2*（本试验为2²）析因试验方法完全适合于求影响因素和板性能的关系。表层施胶量12%，芯层施胶量8%，防水剂用量0.5%，用常规热压曲线，由模型方程得出静曲强度20.14MPa，内结合强度0.48MPa，吸水厚度膨胀率13.8%。

表9 中国原料刨花板的性能

施胶量		固化剂		防水剂		防水剂 施加方式	静曲强度 (MPa)	内结合强度 (MPa)	吸水厚度膨胀率 (2h, %)	密 度 (kg/m³)
表层	芯层	表层	芯层	表层	芯层					
12	8	—	0.2	0.5	0.5	喷在刨花上	17.3	0.54	2.7	641
12	8	—	0.2	0.5	0.5	在胶粘剂中	15.7	0.42	10.3	638
12	8	—	0.2	—	—	—	15.4	0.32	16.1	639
12	8	—	0.2	0.5	0.5	喷在刨花上	17.8	0.66	3.8	648

Optimization of quality targets in particleboard manufacture

V.Thole L.Mehlhorn

(Fraunhofer-Institute for Woodresearch, Germany)

Chen Shiyang

(Research Institute of Wood Industry, CAF Beijing 100091)

Abstract This paper took a Chinese particleboard plant for example. A systematic technology investigation using raw material both from the plant and the WKI (Fraunhofer-Institute for Woodresearch) was carried out at the WKI. The experiment design and data calculation were processed with a statistical method. The results showed that the consumption of raw material could be decreased, the quality of particleboard could be improved and the benefit could be increased with some measures in the production process. Under certain technology conditions, the binder consumption could be reduced by 30 percent.

Keywords Particleboard; Particleboard quality; Optimization of quality targets