



芦苇-麻屑刨花板的研制 II.

提高芦苇-麻屑刨花板性能的研究

李凯夫 谭海彦 李卓夫

(东北林业大学 哈尔滨 150040)

摘要 为提高芦苇-麻屑刨花板的性能,进一步对胶粘剂改性、芦苇表面处理、较佳制板工艺等技术问题进行深入的研究,确定最佳制板技术与实施方案,经生产性试验检验,产品物理力学性能满足国标要求,制板成本低于国内同类产品,可在现有的麻屑板生产线上略加改造就能生产出合格的芦苇-麻屑刨花板,为原料紧缺的麻屑板厂开辟了新的资源,也为芦苇开发利用拓宽了途径。

关键词 芦苇;麻屑;制板工艺

1 前言

根据前文(见《木材工业》1995, No. 2)所述的试验结果,芦苇-麻屑刨花板不失为一种具有特色的木质人造板材,在东北地区,尤其在黑龙江省具有重要的现实意义。目前已有几个地区积极筹备建厂生产此类板材,有些麻屑板厂也着手改进生产线,旨在扩大原料种类以适应当前的原料供应形势。为使芦苇-麻屑刨花板能尽快应用于生产,并在同类产品中具有竞争力,关键在于提高芦苇碎料的胶合强度和板的尺寸稳定性。芦苇表面的硅质化和树脂化覆盖层是刨花板内结合强度不高的症结所在。选用适宜的胶粘剂,并对芦苇碎料进行表面改性处理,破坏表面的光滑层,改善碎料胶合性能,以期在较低的用胶量条件下制造出性能优良的刨花板。

2 胶种对比

2.1 较高摩尔比胶种优化工艺

从前文可见,采用 DN-9 号低毒脲醛胶制造芦苇-麻屑刨花板时,板材的内结合强度(1B)较低,特别是提高芦苇混合比后,板材各项指标明显降低。所以,要提高以芦苇为主的刨花板性能,就必须研制相适应的新胶种,

而脲醛树脂胶的摩尔比和合成工艺直接影响胶粘剂的胶合力和耐水性。本试验首先对哈尔滨市正阳河木材综合加工厂木材刨花板专用脲醛树脂胶进行制板优化工艺的研究,旨在为开发新的胶种探索途径。正阳河木综厂脲醛胶的主要技术指标如下:

摩尔比(U/F)	1 : 1.25
固体含量(%)	60~62
pH 值	7.0~7.2
固化时间(s)	40~50
适用期(20℃, h)	>5
贮存期(20℃, d)	>60

采用正交试验设计法,固定因子和可控因素见表1。采用 $L_{18}(3^7)$ 设计试验方案,试验结果见表2。

表1 因素与水平表

水平	A 麻屑 (%)	B 温度 (℃)	C 时间 (min/mm)	D 施胶量 (%)	E 改性剂 (%)	F 固化剂 (%)
1	0	160	0.3	10	0	1.0
2	5	180	0.4	12	2	1.5
3	10	200	0.5	14	5	2.0

注:芦苇含水率 0.6%,板密度 0.85g/cm³,防水剂(DTL-2) 1.5%,改性剂 NaOH,板厚 12mm。

试验结果采用方差分析,分别计算总和 T ; 各列各水平部分和 T_1, T_2, T_3 ; 总波动平

收稿日期 1994-07-02

表 2 $L_{18}(3^7)$ 试验结果

序号	IB (MPa)	MOR (MPa)	MOE ($\times 10^3$ MPa)	TS (%)	MC (%)	S (%)	ρ (g/cm ³)
1	0.08	11.35	1.404	42.12	5.74	0.78	0.862
2	0.10	12.54	1.850	9.28	5.51	0.83	0.880
3	0.06	6.77	1.467	3.80	4.04	0.57	0.809
4	0.07	13.92	2.663	20.53	5.21	0.67	0.786
5	0.09	12.66	1.951	19.25	4.43	0.76	0.843
6	0.05	9.32	1.668	9.26	5.63	0.77	0.768
7	0.04	8.80	1.528	12.70	4.07	0.74	0.841
8	0.08	15.93	2.615	5.58	5.38	0.75	0.828
9	0.11	11.68	1.961	7.58	4.72	0.75	0.873
10	0.04	6.83	1.367	10.50	5.38	0.75	0.820
11	0.12	15.47	2.533	10.57	5.71	0.79	0.859
12	0.10	12.54	2.031	7.09	6.08	0.77	0.838
13	0.09	12.28	1.672	33.47	4.51	0.66	0.832
14	0.06	9.11	1.567	10.88	5.68	0.77	0.805
15	0.10	16.64	2.393	8.14	5.31	0.83	0.806
16	0.08	10.20	2.027	14.57	4.95	0.65	0.838
17	0.08	7.25	1.484	8.80	5.71	0.60	0.824
18	0.05	12.75	1.497	14.88	5.21	0.61	0.864

方和 S_T 与自由度 f_T ; 各列波动平方和 S_i 与自由度 f_i ; 误差波动平方和 S_e 与自由度 f_e ; 计算方差 V_i 与 F_i 值; 查表确定 $F_{0.01}(f_i, f_e)$ 、 $F_{0.05}(f_i, f_e)$ 、 $F_{0.10}(f_i, f_e)$, 确定显著性因子, 对不显著因子的波动平方和与误差波动平方和进行合并, 重新计算 V_e 和 f_e , 再次评估显

著性因子。

为了观察显著性因子的影响程度, 特计算贡献率 $p(\%)$, 然后确定最佳因子水平搭配, 在最佳工艺条件下计算工程平均值 μ 和变动半径 δ , 以预测在此工艺条件下产品的各项指标性能。方差分析结果见表 3。

表 3 $L_{18}(3^7)$ 方差分析结果

因子	MOR			IB			TS		
	V	F	p	V	F	p	V	F	p
A	3.96	0.93	-	0.07	5.00*	10.00	331.44	18.64***	45.87
B	61.40	14.32***	54.01	0.26	18.57***	43.04	96.19	5.41*	10.83
C	17.09	3.99*	13.54	0.09	6.43	13.57	24.93	1.40	
D	13.30	3.14*	9.40	0.06	4.29*	7.32	69.39	3.90*	6.84
E	1.14	0.27		0.04	2.86*	4.64	36.21	2.40	
F	0.58	0.14		0.02	1.43		68.96	3.87*	6.76
e	4.29			0.011			17.78		
e	2.98			0.012			23.46		

注: $F_{0.01}(2,5)=13.27***$ $F_{0.05}(2,5)=5.79**$ $F_{0.10}(2,5)=2.76*$

从表 3 分析得出较佳的工艺条件如下:

①从 MOR 看, 较佳情况为 $A_2B_1D_1C_2E_1F_1$ 。

则 $\mu=16.92$ (MPa), $\delta=2.37$ (MPa), 即指标区间为 (14.55, 19.29)。

②从 IB 看, 较佳情况为 $B_2C_3A_2D_2E_1F_2$ 。

则 $\mu=0.14$ (MPa), $\delta=0.022$ (MPa), 即指标区间为 (0.118, 0.162)。

③从 TS 看, 较佳情况为 $A_3B_2D_2F_3$ 。

则 $\mu=5.53(\%)$, $\delta=7.75(\%)$, 即指标区间为 (0, 13.28)。

综合各指标, 从经济性和指标优化性出发, 确定较佳工艺为 $A_3B_2C_2D_2E_1F_3$, 即麻屑加入量 10%(重量比), 施胶量 12%, 固化剂用量 2%(浓度 25%的 NH_4Cl), 防水剂用量

1.5%(浓度为30%的DTL-2),热压温度180℃,热压时间4.8min(12mm厚板),麻屑含水率10.5%,芦苇碎料含水率0.6%,由此计算预期指标区间IB为0.088~0.132MPa,MOR为12.26~17.00MPa,TS为0~12.94%。重复实验结果为 $\rho=0.802\text{g}/\text{cm}^3$, $MOE=1.958\times10^3\text{MPa}$, $MOR=9.59\text{MPa}$, $IB=0.09\text{MPa}$, $TS=2.66\%$ 。从这些计算的指标看,当芦苇混合比为90%以上时,各项指标仍难达到国标GB/T 4897-92要求,因此开发新胶种势在必行。

2.2 新胶种开发

通过以上分析,从提高胶合特性、耐水性和降低成品板毒性着眼,经多种配方对比,开发了新型胶种——DN-12号脲醛树脂胶,此胶具有如下特点:

①粘度适宜 粘度的大小直接影响工艺性能,即影响胶粘剂在碎料表面的渗透量和流动性,粘度过小,在热压过程中胶液向板边缘流动,并过度渗入碎料内部,造成碎料界面缺胶,胶合性能下降;粘度过大,胶液流动性较差,难于在短时间内分布均匀,施工性能不好,板材胶合性能也会下降。

考虑到亚麻屑表面有大量撕裂的细胞,细胞壁上分布大量的纹孔,表面较为粗糙的特点,以及芦苇碎料一侧表面由角质薄膜所覆盖,以保护植物水分不过分蒸发,该膜由长细胞和短细胞组成,部分表皮细胞矿质化,其中硅细胞中充满SiO₂;另一侧为薄壁细胞构成的“箬膜”组织,结合力较差。因此,采用的胶粘剂粘度应略大些为宜,使胶液保留在胶合界面内,DN-12号脲醛胶粘度255~

276mPa·s,能满足这一要求。

②较高固体含量 胶粘剂的固体含量直接影响胶粘剂的粘度和胶合性能,提高胶粘剂的固体含量可减少施胶时带入板坯内的水分,有利于提高胶粘剂粘度和胶合质量,减少热压缺陷。

③较低游离甲醛 采用适宜的摩尔比和尿素分次参加反应的新工艺,并加入少量的改性剂,合理控制反应条件和制板工艺,可使胶液中游离甲醛含量小于0.3%,芦苇-麻屑刨花板甲醛释放量小于10mg/100g板。

④改善胶粘剂的胶合性与耐水性 摩尔比较低,胶的胶合性和耐水性均有所下降,如何提高这些性能至关重要。研究中采用加入改性剂和改进合成工艺等技术措施,取得了较好的效果。

DN-12号脲醛胶的主要技术指标如下:

摩尔比(U/F)	1:1.25
固体含量(%)	62~64
粘度(25℃,mPa·s)	255~276
固化时间(s)	52~70
pH值	7.5~8.0
游离甲醛(%)	<0.3
适用期(20℃,h)	>5
贮存期(20℃,d)	>50

各种胶粘剂对芦苇板性能的影响见表4,从表4可见,采用DN-12号脲醛胶制造纯芦苇板,其性能仍较为理想。

3 芦苇碎料改性试验

在以芦苇为主的混合原料刨花板制造中关键是解决芦苇难于胶合的难题,从芦苇结

表4 不同胶种对芦苇板性能的影响

胶牌号	摩尔比(U/F)	ρ (g/cm ³)	MC (%)	IB (MPa)	MOR (MPa)	MOE ($\times 10^3\text{MPa}$)	TS (%)	施胶量 (%)
DN-7号	1:1.3	0.805	4.87	0.07	13.33	2.73	7.34	13
UF-1	1:1.4	0.830	5.12	0.07	7.07	1.520	27.07	14
正阳河厂胶	1:1.25	0.832	4.51	0.09	12.28	1.672	33.47	14
DN-9号	1:1.05	0.804	4.05	0.05	11.90	2.437	10.02	12
DN-12号	1:1.25	0.832	3.30	0.39	25.59	2.613	4.53	13

构分析可知,破坏表皮薄膜层是技术的关键,为此采用了四种处理方案,即 A(水煮 0.5h)、B(水煮 1h)、C(1%NaOH 水煮 0.5h)、D(1%NaOH 水煮 1h),并作空白试验 E 为对比。制板工艺条件为掺加 10%黑杨刨花($W=4.1\%$),施胶量 12%(正阳河厂胶),固化剂 2%(25%的 NH_4Cl),防水剂 1.5%(DTL-2),板密度 $0.85\text{g}/\text{cm}^3$,热压温度 160°C ,时间 7min(12mm 厚),板的各项性能见表 5。从表 5 中可见,用 1%NaOH 水煮的芦苇碎料在常规的热压中难于成板,原因是 pH 值为 9(0.5h)和 10.19(1h),UF 难于快速固化,加之板中碱含量增大,胶固化程度差,板的 TS 较高。因此,1%NaOH 水煮方案不适用。

表 5 不同处理方案结果比较

板种	ρ (g/cm^3)	IB (MPa)	MOE ($\times 10^3\text{MPa}$)	MOR (MPa)	TS (%)
A	0.845	0.14	1.578	9.36	2.46
B	0.885	0.22	2.421	13.53	6.91
C	0.895	0.06	2.392	7.94	71.93
D	—	—	—	—	—
E	0.819	0.08	1.659	9.32	8.30

注:D 鼓泡,没有数据

为了分析芦苇碎料表面特性,特采用电子自旋能谱仪(JSE FE1XG,ESR)分析不同处理后碎料表面自由基浓度,该设备可检测物理化学反应过程中产生的自由基,从微观

表 6 ESR 分析结果

项 目	1	2	3	4	5
重量(g)	0.0040	0.0018	0.0030	0.0031	0.0004
处理条件	E	A	B	C	D
吸收谱线强度	800	1083.33	1233.33	1941.94	1900.00
自由基比*	1	1.35	1.54	2.43	2.38
pH 值	5.1	5.35	5.15	9.00	10.19

注:*以空白试验为 1 计算

上分析处理的实效,测量结果见表 6。

从 ESR 分析结果可知,芦苇碎料表面未配对电子的分子或原子经不同处理产生较大变化,原分子中的键合受到损坏,产生自由基,导致表面化学结构和表面化学性质产生变化,直接影响胶合,结合表 5 和表 6 可知,尽管 1%NaOH 水煮处理效果最明显,但用 UF 常规热压工艺无法成板,因此用水煮 1 小时效果最好,板的 IB 有明显提高。

芦苇碎料采用 1.15MPa 蒸汽处理 4min 的效果与水煮 1h 的效果相同,当采用 DN-12 号脲醛胶压板时,工艺条件为:施胶量 12%,防水剂用量 2%,固化剂用量 1.5%,麻屑加入量为 10%,板预定密度 $0.85\text{g}/\text{cm}^3$,热压温度为 150°C 、热压时间 0.5min/mm,板的各项性能见表 7。从表 7 可见,产品各项物理力学性能达到国标 GB/T 4897—92 规定的 A 类二级品要求。

4 结论

① 芦苇结构特殊,化学组分也与木材有较大差别,因此,必需对芦苇碎料作改性处理,并采用特制胶种方能制造出合格的刨花板材。

② 芦苇-麻屑刨花板较佳工艺为芦苇经水煮 1h 并干燥后(若用 1.2MPa 蒸汽处理 4min 也可),加入 10%麻屑或刨花,施加 12%的 DN-12UF,固化剂 1%(NH_4Cl),防水剂 1%(DTL-2),热压温度 150°C ,时间 0.6min/mm 和特殊热压曲线,板材性能可满足 GB/T 4897—92 国标 A 类二等品要求。

③ 芦苇-麻屑刨花板制造技术可行,并能在现有的麻屑板生产线略加改造就可实施,板的成本低于国内同类产品的成本。

表 7 生产性试验结果

处理种类	ρ (g/cm^3)	MDE ($\times 10^3\text{MPa}$)	MOR (MPa)	IB (MPa)	TS (%)	MC (%)	甲醛释放量 ($\text{mg}/100\text{g}$)
蒸汽处理 4min	0.821	2.31	21.56	0.38	5.03	6.1	—
水煮 1h	0.832	2.61	24.98	0.37	4.53	7.2	5.21

Study on the Particleboard from Reed and Flax Stalk I.

Improving the Performance of Reed/Flax Particleboard

Li Kaifu Tan Haiyan Li Zhuofu

(Northeast Forestry University, Heilongjiang Province, Harbin 150040)

Abstract In order to improve the performance of particleboard made from mixture of reed and flax stalk, the relevant technology issues, including the modification of adhesive, the surface treatment of reeds, the optimal manufacturing technology, were studied, which resulted in the establishment of the optimal manufacturing technology and the working plan for trial production. The results of the trial production indicated that the physical and mechanical properties of the board could meet the requirement of the National Particleboard Standard (GB/T 4897—92). The production cost is lower than that made from other raw materials in our country. By means of properly innovating the production line of particleboard of flax stalk, qualified particleboard from reed and flax stalk can be made. This new technology makes it possible to use a new kind of raw materials in flax stalk particleboard factories which are facing the shortage of raw material supply. It will also widen the way of the utilization of reed.

Keywords Reed; Flax; Particleboard manufacturing technology

一九九六《木材工业》广告征集启事

为迎接 1996 年国内木材加工行业规模最大的“第六届国际木工及家具机械展览”，充分利用这一与国内外同行们进行技术、信息交流的好机会，我刊拟安排《木材工业》杂志 1996 年第一期参加此次展览。现开始征集、预定 1996 年第一期、第二期的杂志广告，欢迎国内外的企、事业单位宣传、介绍您的新产品、新设备和新技术，用我版面，扬您美名！版面位置有：封底、封 2、封 3 及插页 1~8，按先后顺序排定。有关刊登广告细则见本期杂志第 15 页，广告价目表可通过电话或信函向《木材工业》编辑部索取。

地址：北京市颐和园后中国林科院 29 信箱

邮编：100091

电话：(010)2582211—416

传真：(010)2581937

芬兰芬特公司将于今年 9 月 14~17 日，在中国上海参加“上海国际林业、木材加工机械与家具制造设备展览会”，欢迎对本公司产品（见本期杂志彩色中心插页）感兴趣者届时光临本公司展台，亦可与本公司驻中国代表处——康克公司联系。

电话：(010)5014273, 5014274； 传真：(010)5014275