

芦苇-麻屑刨花板的研制 I. 制板工艺初探

李凯夫 谭海彦 兰丽芬

(东北林业大学 哈尔滨 150040)

摘要 为适应农村种植结构的变化,选择芦苇和麻屑为原料,就原料特性对混合比例、各种改性剂及用量,热压条件等关键技术因子进行了研究,并确定了较佳制板工艺与实施方案。试验结果表明,当芦苇的混合量为30%时,刨花板的静曲强度与厚度膨胀率能达到国标对一级品的要求,但内结合强度低于国标要求。为消除芦苇表层胶合性能不良,增加芦苇的混合比例,提高芦苇-麻屑刨花板的性能,将从胶粘剂改性,芦苇表面处理两个方面作进一步研究。

关键词 芦苇;麻屑;制板工艺

1 前言

近年来,由于农村种植结构的变化,亚麻种植面积有减少的趋势,部分麻屑板厂出现原料短缺的现象,而芦苇资源丰富,在造纸行业只用掉了50%,其余部分尚待开发利用^[1],因此在芦苇和亚麻产区开发芦苇-麻屑刨花板的制造技术具有现实意义。本文就原料特性、混合比例、各种改性剂用量及热压条件等关键技术的工艺参数进行了研究,以期实现工业化生产的目的。

麻屑制造人造板的工艺已趋成熟,目前国内有十余家工厂用此原料制板,并出版了麻屑板工程的专著^[2]。芦苇因其结构特性和光滑的外表皮,给制板带来较大的困难。尽管目前国内已有两家工厂制造芦苇板,并有几家厂正在筹建芦苇板生产线,但其制造技术尚未过关,有些关键技术还有待深入研究。若以芦苇为主要原料,添加麻屑作为增强材料,采用脲醛树脂作胶粘剂制板,仍有较大难度,目前还未见到有关报道,现将芦苇-麻屑刨花板的研制(I)——制板工艺初探一文作为引玉之砖,旨在引起同行的关注,共同探索以达到既充分利用芦苇资源,又弥补某些地区麻屑原料短缺的目的。

2 原料特征

芦苇(*Phragmites communis*)为多年生禾本科植物,水上部分为一年生,秆茎平均直径0.3~0.8cm,长度为2~4m。秆茎为中空状,秆壁厚为0.3~0.9mm,芦苇表皮覆有一层硅质化和树脂化程度较高的组织,水分难于渗入,是造成芦苇碎料胶合力下降的关键因素。

芦苇纤维长1.12mm,宽9.7 μ m,长宽比为115,壁厚3.0 μ m,壁腔比为1.17。芦苇秆茎壁绝干密度为0.593g/cm³,气干密度($w=15\%$)为0.601g/cm³,基本密度为0.503g/cm³。芦苇秆茎最大吸湿率24.4%,最大吸水率149%,低于木材与棉秆。其pH值为5.17,属酸性纤维原料。

亚麻屑为亚麻加工剩余物,基本特性参见文献[2]。

亚麻屑绝干密度为0.440g/cm³。从制造刨花板原理看,按压缩比1.25计算,亚麻屑制板绝干密度为0.55g/cm³,芦苇制板绝干密度为0.74g/cm³方能达到可靠的板性能。

3 碎料加工与分析

麻屑与芦苇取自黑龙江省呼兰县,麻屑

经筛选后去除纤维团与细屑、尘土等,含水率为14.10%。芦苇经锤式粉碎机加工成碎料,该粉碎机筛网尺寸改为Φ10mm,锤片转速为2600r/min,人工进料,芦苇的初含水率为16.21%,加工后碎料筛分值见表1,碎料几何形状为窄长片状,尺寸见表2。

表 1 芦苇碎料筛分值

网目	+4	-4/+10	-10/+14	-14/+18	-18'、20
比例(%)	1.9	29.0	25.0	16.5	7.1
网目	-20/+24	-24/+30	-30/+40	-40	
比例(%)	7.4	4.7	39.0	4.5	

表 2 芦苇碎料几何尺寸

网 目	4 目	10 目	14 目	18 目	备 注
长(mm)	40.46	15.12	7.47	7.94	各测 100 片的 平均值
宽(mm)	3.89	2.13	1.38	0.98	
厚(mm)	0.57	0.38	0.22	0.19	
形状系数	71	40	35	42	

从芦苇碎料形状看,大多数(76%)大于18目,芦苇碎料厚度为秆壁厚度,芦苇叶子多呈细屑,形状系数为35~71,长宽比为6~10,宽厚比为6~7,为了降低外表皮占胶合面的比例,建议减小宽厚比至2~4为宜。

芦苇碎料堆积密度91kg/m³,芦苇碎料在80℃温度下干燥至含水率为0.87%,麻屑含水率为5.71%。

4 制板工艺

根据哈尔滨市呼兰麻屑制品厂现状,在充分利用原有设备基础上,制定了刨花板工艺路线见(图1)

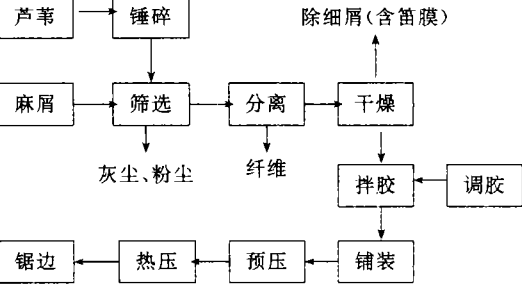


图 1 刨花板制造工艺

根据以往试验经验,选择考察因子与水

平见表3。

表 3 因子与水平

水平	温度 A (℃)	时间 B (min/mm)	防水剂 用量 C (%)	施胶量 F (%)	改性剂 用量 D (%)	密度 E (g/cm ³)	混合 比 G (%)
1	150	0.4	1	8	0	0.6	0
2	170	0.5	2	10	0.5	0.7	50
3	190	0.6	3	12	1.0	0.8	100

注:板厚12mm,固化剂施加量1.5%,防水剂为DTL-2,胶种为DN-9UF(60%)

选择L₁₈(3⁷)正交试验,结果见表4。

表 4 正交试验结果

序号	MC (%)	ρ (g/cm ³)	TS (%)	MOE (10 ³ MPa)	MOR (MPa)	IB (MPa)
1	5.60	0.565	57.78	1.620	8.25	0.10
2	4.34	0.737	16.00	2.875	12.66	0.08
3	2.51	0.780	11.53	1.381	7.28	0.08
4	5.56	0.705	39.82	2.328	11.95	0.06
5	4.05	0.840	10.02	2.473	11.90	0.05
6	2.58	0.603	14.92	2.407	9.70	0.05
7	4.10	0.563	48.56	0.843	3.92	0.04
8	5.04	0.618	12.92	3.012	14.86	0.12
9	2.62	0.753	24.04	2.779	12.69	0.09
10	4.26	0.723	13.10	2.967	14.06	0.13
11	4.64	0.773	55.18	1.815	8.11	0.03
12	3.39	0.578	10.41	2.839	14.58	0.18
13	4.21	0.791	9.81	2.990	19.36	0.31
14	3.76	0.618	24.71	2.077	8.15	0.08
15	3.25	0.717	35.81	1.578	6.92	0.05
16	4.77	0.824	44.75	2.132	10.51	0.09
17	3.93	0.584	8.83	2.770	12.33	0.18
18	3.51	0.691	9.81	2.717	13.99	0.20

板材的吸水厚度膨胀率(TS)分析见表5。从表5可见,施胶量(F)对板TS影响最明显,当施胶量为8%时,TS为36.90%,而当施胶量提高为12%时,TS为11.20%,即施胶量增加4%,TS降低25.70%,为使TS<10%,必须再加大施胶量。

表 5 TS 分析结果(%)

水平	A	B	C	D	E	F	G
I	35.64	35.22	35.22	25.91	27.54	36.90	19.11
II	21.28	19.17	27.59	23.95	21.24	26.57	21.25
III	17.75	20.27	11.85	24.81	25.89	11.20	34.31
R	17.89	16.05	23.37	1.96	6.30	25.70	15.12
次序	3	4	2	7	6	1	5

采用DTL-2号防水剂,该防水剂干物质含量50%,含蜡量约30%,而施加量是按膏状物质加入的,实际施蜡量较小。从表5可

见,防水剂施加量(C)对板TS影响次之,随施加量增加,TS从35.22%降至11.85%,但考虑防水剂成本,加入量不应过高,因此施加量确定为3%。

热压温度(A)对TS影响较明显,随着温度的提高,TS下降,当温度从150℃升至190℃时,TS从35.64%降至17.75%,适当提高温度有利于降低产品的TS。

随着芦苇混合比增加,TS明显增加,当混合比从0%增至100%时,TS从19.11增至34.31%。

改性剂施加量(D)与板密度(E)影响不明显,施加改性剂效果不大。

从TS角度看,较好的工艺条件为F₃、C₃、A₃、B₂、D₂、E₂、G₁。为使TS<10%,将F提高至13%,G降至30%为宜。

板子的静曲强度(MOR)分析见表6。

表6 MOR分析结果(MPa)

水平	A	B	C	D	E	F	G
I	11.35	10.68	10.52	11.96	9.49	9.57	13.18
II	11.34	13.62	10.08	11.46	12.41	10.39	12.25
III	10.86	9.24	12.93	11.64	11.64	13.58	8.11
R	0.49	4.38	2.85	0.50	2.92	4.01	5.07
次序	7	2	5	6	4	3	1

从表6可见,芦苇混合比(G)影响最明显,随着混合比增加,MOR明显降低,可见混入芦苇将会降低MOR。

热压时间(B)对MOR影响也较明显,热压时间从0.4min/mm延长至0.5min/mm,MOR从10.68MPa提高至13.62MPa,继续延长时间,MOR又将下降,从外观上看,板面变色现象严重,说明热压时间过长。当芦苇比例增加后,表面脱落现象也很严重。施胶量(F)提高,MOR明显增大。

从MOR分析可见,较好的工艺条件为A₂、B₂、C₃、D₁、E₂、F₃、G₂,为使MOR>15MPa,将F升至13%,混合比降至30%有利。

板子内结合强度(IB)分析结果见表7。

表7 IB分析结果(MPa)

水平	A	B	C	D	E	F	G
I	0.12	0.09	0.09	0.12	0.11	0.07	0.16
II	0.09	0.13	0.08	0.08	0.11	0.10	0.11
III	0.11	0.09	0.15	0.12	0.11	0.15	0.06
R	0.03	0.04	0.06	0.04	0.00	0.08	0.10
次序	6	5	3	4	7	2	1

从表7可见,芦苇混合比(G)影响最大,随着芦苇混入量增加,IB明显下降,主要原因是芦苇外表皮光滑含蜡层阻碍了胶合,从以往的研究可知,尽管外表含有石化细胞,但分布较疏,因此采用硅烷偶联剂效果不明显;另外,由于含蜡层的存在,加之气孔分布稀疏,增加施胶量效果也不明显。较为适用的方案有三个,其一是进一步改进粉碎工艺,以缩小宽厚比,减少光滑层占胶合面的比例;其二是采用蒸汽处理芦苇,以减少蜡质与半纤维素,提高强度和尺寸稳定性;其三是采用活性胶粘剂,如MDI等,但成本较高。

随着施胶量(F)增加,IB提高。随着防水剂加入量(C)增加,IB呈增大的趋势,分析原因主要是DTL-2防水剂中除含有石蜡成分外,还含有萜稀类化合物,这些成分在某种程度上提高了板的强度。

从IB分析可见,较好的工艺条件为A₁B₂C₃D₁E₂F₃G₁。考虑本研究目的在于制造芦苇与亚麻屑混合原料刨花板,故将G确定为30%,F提高至13%为宜。

板子的静曲弹性模量MOE分析结果见表8。

表8 静曲弹性模量MOE分析结果(10³MPa)

水平	A	B	C	D	E	F	G
I	2.147	2.178	2.223	2.432	2.093	2.138	2.606
II	2.249	2.675	2.117	2.461	2.580	2.099	2.624
III	2.284	2.074	2.588	2.034	2.256	2.584	1.804
R	0.137	0.610	0.471	0.427	0.487	0.485	0.820
次序	7	2	5	6	3	4	1

从表8可见,芦苇混合比(G)对MOE影响最大,其次是热压时间(B)与板密度(E),从MOE>2×10³MPa角度出发,各因子水平确定应服从其它指标分析结果。

综上所述,为使这种混合原料刨花板达

到较理想指标要求,确定工艺条件为:板尺寸 350mm×320mm×12mm;板密度 0.70g/cm³;施胶量 13%(DN-9UF);固化剂用量 1.5%(NH₄Cl);防水剂用量 3%(DTL-2);芦苇混合比 30%;碎料经 20 目网筛除细尘处理;热压温度 170℃;热压时间 0.5min/mm;闭合时间小于 40s。

重复压板后各项指标见表 9,若板经恒重处理后,含水率会提高,TS 会下降,强度也会提高。

表 9 刨花板性能测试结果

序号	MC (%)	ρ (g/cm ³)	MOE (10 ³ MPa)	MOR (MPa)	IB (MPa)	TS (%)
1	2.41	0.688	3.164	16.80	0.21	8.80
2	2.52	0.700	3.262	16.84	0.25	6.10
3*	7.21	0.697	3.331	17.92	0.31	5.10

* 为恒重处理后的板材。

5 结论

根据工艺因子优选的结果,当采用低毒性脲醛树脂胶制造芦苇-麻屑刨花板时,芦苇最大混合比为 30%,板的设定密度为 0.70g/cm³,施胶量为 13%,固化剂用量为 1.5%,防水剂(DTL-2)用量为 3%,热压温度为 170℃,热压时间为 0.5min/mm,板的 MOR 和 TS 可以达到国标 GB/T 4897—92 规定的 A 类一级品指标,但 IB 未达到国标合格要

求。因此,为提高芦苇-麻屑刨花板胶合性能,单纯靠加大施胶量难于奏效,同时此法也不经济,初步认为应从以下几方面着手进一步深入研究:

(1)改进芦苇碎料的加工工艺,旨在减少碎料的宽厚比,从国外研究方向看,对于表面光滑难于胶合的植物纤维材料,其碎料形态以纤维状为佳,因此热磨技术将会用于一年生植物秸秆加工中。

(2)芦苇碎料表面改性处理,关键在于去除表面硅质化和树脂化程度很高的覆盖层,以改善表面胶合性。

(3)选用适宜的或新开发的胶粘剂,使胶合工艺进一步完善,从而提高碎料之间的胶合强度。

(4)增加压缩比,改进热压曲线,旨在增加碎料之间的胶合点,防止分层和鼓泡,以改善板的结合强度。

6 参考文献

1 中国造纸学会. 中国造纸年鉴. 轻工业出版社,1993,115~159
2 李凯夫主编. 麻屑板工程. 东北林业大学出版社,1993,245
3 李凯夫等. 麻屑板生产工艺的研究. 木材加工机械, 1992,(3): 3~13

A Study on the Particleboard from Reed and Flax Stalk I .
The Preliminary Study on Manufacturing Technology

Li Kaifu Tan Haiyan Lan Lifan
(Northeast Forestry University , Herbin 150040)

Abstract Reed and flax stalk was used as raw materials for making particle board. We had not only investitated some imporgant technological parameters including ratio of reed and flax stalk adhesive modification and hot pressing but also established a optimal manufacture techology of making particle board . According to the experiment result ,when the ratio of reed/flax was 30 percent, the bending strength and thickness swelling of the board could reach the first-grade requirement of GB/T 4879—92,but the internal bonding strength was lower than the standard of GB/T 4897—92. We shall further study the adhesive modification and the surface treatment of reed, to improve the properties of particle board from reed and flax stalk.
Keywords Reed; Flax stalk; Manufacturing technology