

轻质豆秸刨花板工艺的研究

邢 成* 殷苏州 邓玉和

摘要 从 UF胶制造轻质豆秸刨花板的初步研究,分析了板的密度、施胶量、热压时间等工艺因子对板性能的影响。试验结果表明,利用豆秸制造轻质刨花板是完全可行的,其产品主要物理力学性能为:密度 0.483 g/cm³、吸水厚度膨胀率 11.2%、内结合强度 0.303 MPa、静曲强度 8.98 MPa,均达到日本 JIS A 5908的技术指标。
关键词 豆秸; 轻质刨花板; 物理力学性能

Manufacture Technology of Low Density Particleboard from Soybean Stalk

Xing Cheng Yin Suzhou Deng Yuhe
(College of Wood Industry, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract Low density particleboard was produced from soybean stalk using urea-formaldehyde (UF) resin as adhesive under laboratory conditions. The influences of three processing variables, i.e. density, resin consumption and pressing time on physical and mechanical properties of the board were analyzed. Results showed that soybean stalk was a suitable raw material for low density particleboard. The main physical and mechanical properties of the board can reach the requirements of JIS A 5908. Overlaying with melamine impregnated paper or veneer can greatly improve MOR of the board.

Keywords Soybean stalk; Low density particleboard; Physical-mechanical properties

随着世界森林资源的逐年锐减,拓宽人造板生产原料来源已成为当今世界的一大课题。以农业剩余物替代木材生产人造板日益受到人们的重视。农作物秸秆是一个有巨大潜力的资源,在木材工业界有第二森林资源之称,如能将其大量用于人造板生产,可以节约木材,保护我国的森林资源,变废为宝,创造巨大的经济效益又有良好的社会效益和生态效益^[1~4]。

大豆是我国四大农作物之一,分布于全国 16个省,每省种植面积均在 30万 hm²以上^[5],豆秸年产量超过 130万 t,使工业化利用成为可能。豆秸的基本物理化学性质非常接近速生木材,其测试结果见表 1。

目前,轻质刨花板的研究主要以异氰酸酯为胶粘剂,异氰酸酯胶粘剂胶合的刨花板胶合强度高,耐水性较好,但价格较贵^[9],在国内尚未普遍推广。本研究在实验室条件下,采用脲醛树脂胶,对轻质豆秸刨花板生产工艺进行了初步研究,以期为今后推广生产提供参考。

收稿日期 1999-02-03
* 南京林业大学木材工业学院工程师,南京 210037

表 1 豆秸的基本物理和化学性质*

Tab. 1 The basic properties of soybean stalk

密度 g/cm ³	纤维长度 mm	纤维宽度 μm	综纤维素 含量 %	pH 值	酸缓冲容 量 /mmol	碱缓冲容 量 /mmol
0.287	0.39~0.98	14~27	77.81	6.98	0.8283	0.7515

* 纤维形态及综纤维素含量测试方法参见北京造纸研究所《造纸工业化学分析》,pH值、酸碱缓冲容量测试方法参见文献[6~8]

1 试验材料与设备

豆秸刨花 采自安徽淮北地区,经农用粉碎机初碎,然后在实验室再碎,干燥至含水率 5%;

脲醛树脂胶 滁州华能人造板厂生产,固体含量为 63%;

固化剂 固体氯化铵;

防水剂 熔融石蜡;

杨木单板 徐州胜阳集团生产,厚度 0.5 mm;

三聚氰氨树脂浸渍纸 南京林业大学校办工厂

制;

试验设备 100 t试验热压机,4 t万能力学试验机

2 试验设计

2.1 刨花组分与形态

大豆秸秆主要包括:主茎秆、分枝和豆荚壳,各组分纤维形态、化学成分均不相同,对板性能的影响也有差异。豆荚壳的含量虽不大,但由于豆荚壳是两层结构,当板中的豆荚壳比例高时,易从豆荚壳的层间产生分离破坏。此外,其理化性质与豆秸主茎秆和分枝差异亦较大,豆荚壳中的灰分和抽出物含量较高,pH值和缓冲容量较大,对UF胶固化有明显的阻碍作用^[10],因此,豆荚壳对板性能有较明显的负面影响,应尽量去除。根据预备试验,豆秸刨花中豆荚壳的含量以不大于5%为宜。从表2可见,豆秸刨花中,去除部分豆荚壳后压制的板比未除豆荚壳压制的板的力学性能有较大幅度的提高,其中IB提高近一倍。

表2 不同豆秸刨花形态对刨花板力学性能的影响

Tab. 2 Effects of soybean stalk particles pattern on properties of board

原料	刨花形态 /目					力学性能 /MPa	
	+ 1.5	+ 9	+ 14	+ 42	- 42	MOR	IB
未除豆荚壳	6.9	49.4	21	16.8	5.9	5.5	0.15
已除豆荚壳	0	45.4	26	19.1	9.5	8.98	0.30
	15.8	32.7	28.1	13.2	10.2	8.27	0.22

为了确定适宜的刨花形态,用2种形态刨花制板并比较其性能。根据表2可知,细小刨花比例较大或大刨花比例较大时,均对板的力学性能有不良影响。1.5目以下至14目以上规格的细长刨花制出的豆秸轻质刨花板具有较好的力学性能。这是因为刨花细长比合适,拌胶易均匀,刨花相互间的交织性能好。受载荷时,应力可有效地通过刨花-胶粘剂界面传递至相邻刨花,因而板具有较高的力学性能。根据上述试验结果,确定以下工艺试验所用的豆秸刨花中,豆荚壳含量控制在5%左右,其筛分值为+9目的占45.4%;+14目的占26%;+42目的占19.1%;-42目的占9.5%。

2.2 试验设计

根据预备试验结果,热压温度过高,会使刨花板面的颜色变深,强度下降,故选定热压温度为160℃。根据对预备试验分析,主要影响因素为刨花板密度、UF胶施胶量和热压时间。因此,选取这3个工艺因子作为试验变量,其余因子如固化剂用量固定为2%,石蜡用量1.5%,板幅面300 mm×300 mm,厚度10 mm。试验因素水平选取如下:

A	密度 /g·cm ⁻³	0.4;	0.45;	0.5
B	施胶量 %	8;	10;	12
C	热压时间 /min	3;	4;	5

按正交试验表(表3)安排试验。每一试验条件重复2次。

3 结果及分析

3.1 测试结果

参照GB/T 4897-93进行测试,结果见表3。

表3 试验条件与豆秸刨花板主要物理力学性能

Tab. 3 Relation between test conditions and physical-mechanical properties of board

试验号	工艺条件			物理力学性能			
	设计密度 g/cm ³	施胶量 %	热压时间 min	实际密度 g/cm ³	MOR MPa	IB MPa	TS %
1	0.4	8	3	0.389	2.05	0.083	14.8
2	0.4	10	4	0.380	3.31	0.085	12.8
3	0.4	12	5	0.397	4.61	0.105	9.7
4	0.45	8	4	0.456	5.62	0.105	13.5
5	0.45	10	5	0.441	6.07	0.114	10.6
6	0.45	12	3	0.439	6.83	0.148	9.7
7	0.5	8	5	0.489	5.64	0.155	12.4
8	0.5	10	3	0.492	6.94	0.196	11.7
9	0.5	1.2	4	0.497	8.27	0.221	8.6

3.2 工艺因素对板性能影响的分析

根据测定结果,运用方差分析对数据进行处理,得出工艺因素对板性能影响显著性(表4)。

表4 数据方差分析结果

Tab. 4 Results of variance analysis

性能指标	方差来源	方差	自由度	均方差	F	显著性
MOR	密度	21.9	2	10.94	67.60	*
	施胶量	6.8	2	3.42	21.12	*
	热压时间	0.3	2	0.16	1.01	
	误差	0.3	2	0.16		
IB	密度	0.01558	2	0.0078	102.53	**
	施胶量	0.00290	2	0.0015	19.08	*
	热压时间	0.00049	2	0.0002	3.24	
	误差	0.00015	2	0.0001		
TS	密度	3.84667	2	1.9233	21.37	*
	施胶量	27.0067	2	13.5033	150.04	**
	热压时间	2.08667	2	1.0433	11.59	*
	误差	0.18000	2	0.0900		

注: F(2, 2)_{0.01} = 99; F(2, 2)_{0.05} = 19; F(2, 2)_{0.10} = 9; (2, 2)_{0.5} = 4

3.2.1 静曲强度 从表4可以看出,因素A(密度)对板MOR影响最显著。密度增大,相同体积内刨花和胶粘剂含量高,刨花间结合紧密,因此MOR也随之增大。因素B(施胶量)在板材密度一定时,在一定范围内随UF用量的增加,刨花间的胶结面增大,板的MOR增大。因素C(热压时间)对板MOR影响不显

著. 原因之一可能是由于本试验的热压时间变化幅度较小,在此范围内胶粘剂的固化程度相差不大所致. 另外,豆秸的化学性质与木材并不完全相同,其 pH 值和碱缓冲容量较高,对 UF胶的固化有较大的阻碍作用,因此,豆秸刨花板内 UF胶固化反应与热压工艺条件间的关系有待作进一步的探讨. 各因素影响板 MOR的顺序为: $A > B > C$

3.2.2 内结合强度 由表 4可知,因素 A对板的 IB影响呈高度显著,因素 B的影响为显著,因素 C影响不显著. 其原因与上述对 MOR影响的分析基本相同. IB主要取决于芯层胶合强度,密度大,施胶量大,刨花间胶合好,IB增加. 各因素影响 IB的顺序为: $A > B > C$

3.2.3 吸水厚度膨胀率 因素 B对 TS影响高度显著. 这是因为施胶量大时,刨花表面胶粘剂覆盖面积增加,刨花之间的胶接强度提高,降低了刨花层间由于吸水而产生的变形量. 此外 UF树脂本身具有一定的耐水性,因此随 UF胶用量的增加,板的吸水厚度膨胀率大大降低. 因素 A和 C对板的 TS影响显著. 对于低密度刨花板来说,刨花本身的压缩率不大,密度越小,板内部空隙越大,水分越容易进入板内部,因此厚度膨胀率较大. 随着密度的增加,板内孔隙减小,水分进入板内部的趋势减小,TS因之降低. 随着热压时间增加,刨花自身的亲水基团减少,吸水厚度膨胀率也随之降低. 各因素影响吸水厚度膨胀率的顺序为: $B > A > C$

3.3 验证试验

结合以上分析,得出最佳工艺条件为 $A_3B_3C_2$ 即密度 0.5 g/cm^3 施胶量 12%、热压时间 4 min. 按此工艺条件进行验证试验,分别压制素板、浸渍纸贴面板、杨木单板贴面板(均为一次热压完成),并进行性能测试. 结果表明,3种轻质豆秸刨花板的主要性能指标均达到日本 JIS A 5908标准^[11](见表 5)

表 5 3种轻质豆秸刨花板指标与日本 JIS A 5908标准的比较

Tab. 5 Comparison of properties of soybean stalk particleboard with requirements of Japan Standard

项目	JIS A 5908 标准	轻质素板	浸渍纸贴面板	杨木单板贴面板
密度 / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	0.5	0.483	0.497	0.492
MOR / MPa	8	8.98	10.66	18.52
IB / MPa	0.15	0.303	0.276	0.283
TS / %	12	11.2	8.3	9.5
剥离强度 /MPa			0.385	0.552

从表 5还可看出,与素板相比,贴面可以大大提高轻质豆秸刨花板的静曲强度,浸渍纸贴面板和杨木单板贴面板的静曲强度分别提高近 20% 和 100% .

4 结论与建议

4.1 结论

1)豆秸是一种制造轻质刨花板的适用原料,本试验条件下制造的轻质刨花板,其各项指标均达到日本标准 JIS A 5908的要求.

2)UF胶可用于制造轻质豆秸刨花板. 热压温度为 160°C ,制得的豆秸刨花板可保持豆秸本色,板面色泽美观.

3)当板材密度一定时,随着施胶量的增加,板材强度也相应增加. 但施胶量的大小直接影响豆秸轻质刨花板的成本,故在保证强度的前提下,尽量减少施胶量,以 10% ~ 12% 为宜.

4.2 建议

1)豆秸质地比普通木材轻软,在刨花制备时应设计专门适合豆秸加工的碎料设备,使用木材碎料设备在投资上较浪费. 豆荚壳对板力学性能影响较大,应尽量去掉,建议设计制造可分离豆荚壳的设备.

2)豆秸的抽出物,低聚糖含量高,易发霉,还需对板的防霉处理进行深入研究.

3)对豆秸轻质板的应用性能需作进一步研究.

5 参考文献

- 1 王天佑,李强. 湿法豆秸硬质纤维板. 林产工业,1990,17(1): 36 ~ 38
- 2 周月. 豆秸刨花板工艺的初步研究. 木材工业,1997,11(4): 15 ~ 17
- 3 王恺,袁东岩. 积极利用农业剩余物大力发展人造板生产. 木材工业,1991,4(2): 35~ 40
- 4 汪华福. 发展农业剩余物人造板工业是解决木材供需矛盾的有效途径. 人造板通讯,1998,47: 2~ 4
- 5 中国农业年鉴,1994~ 1996
- 6 GB 6043-85,木材 pH值的测定方法
- 7 郭爱龙,等. 六种沙生灌木 pH值、缓冲容量及对脲醛树脂胶固化时间的影响. 木材工业,1998,12(5): 18~ 20
- 8 龚蒙,等. 豫东产泡桐和沙兰杨木材的 pH缓冲容量及其对 UF胶凝胶时间的影响. 林产工业,1995,22(1): 17~ 19
- 9 王明光,石淑杰,刘诚,等. 轻质刨花板的研制与开发. 林产工业,1995,22(1): 3~ 5
- 10 邢成. 豆秸刨花板工艺的研究. 南京林业大学硕士论文,1999
- 11 齐维君. 轻质刨花板的研制. 林产工业,1994,21(3): 5~ 7