

研究论文

木纤维与麦秸刨花制造纤维刨花板的工艺研究

张洋, 华毓坤

(南京林业大学木材工业学院, 南京 210037)

摘要: 对以木纤维及麦秸刨花为原料制造纤维刨花板的制造工艺及板材性能进行了研究。结果表明, 利用木材及麦秸原料制造纤维刨花板的工艺可行, 板材的性能完全可以达到中密度纤维板国家标准的要求。

关键词: 木纤维; 麦秸刨花; 纤维刨花板; 制造工艺

中图分类号: TS653.5, TQ353.4⁺2 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2001)05-0006-04

Study on Manufacturing Technology of Wood Fiber/Wheat Straw Particle Composite Board

ZHANG Yang, HUA Yu-kun

(College of Wood Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract: The manufacturing technology and properties of the composite board made from wood fiber and wheat straw particle were investigated. The results showed that it was possible to make the composite board by sandwiching wheat straw particle between 2-layer wood fiber. The properties of the board were able to meet the requirement of National Standard for medium density fiber-board completely.

Key words: Wood fiber; Wheat straw particle; Fiber/particle composite board; Technology

纤维刨花板是以木纤维为表层、刨花为芯层的一种人造板, 与中纤板相比, 具有能源消耗较少、成本较低、价格便宜的优点, 而且通过调节纤维和刨花的配比及芯层刨花的形态, 可以使板材具有与中纤板相似的静曲强度和内结合强度, 板材的其它性能也可得到控制^[1,2]。纤维刨花板用途十分广泛, 可代替普通刨花板和中纤板, 用于制造实心门门框、家庭住房隔墙、办公室间壁墙。纤维刨花板表面可进行开槽等切削加工, 可任意锯割成各种规格而不会影响表面质量。其表面具有直接装饰性能, 适用于家具构件的制造, 可使家具表面始终保持平整和光滑。

早在 70 年代, 许多国家就对纤维刨花板作了研究, 尤其是前苏联研究得较为深入, 全苏木材工业研究所还建立了一条试验生产线^[3]。其它一些西欧国家

以及美国和日本等也进行了不同程度的研究, 有的国家还正式建厂, 如新西兰在 Kaitaia 的工厂生产纤维刨花板, 商品名为 Tri-board^[4], 我国对此一直未能引起足够的重视, 开发研究停留在实验室阶段。

近十年来, 我国以木材为原料的中纤板发展较快, 原料供应已不能满足需要, 急待寻找替代原料, 而利用资源丰富的麦秸就是一条理想的途径。单一使用农业剩余物原料制造人造板在工艺上目前尚存在一些难点, 但如果仿照纤维刨花板的制造技术, 表层用木纤维, 芯层用麦秸刨花, 则技术难点较易克服。虽然纤维刨花板只能节省约一半的木材原料, 但对于国内目前众多的中纤板厂来说, 可有效缓解木材原料的供需矛盾。此类板材使用木纤维作表层(施 UF 树脂), 所以没有麦秸刨花板(部分施 MDI)的脱模问题, 对降低成本有利。纤维刨花板生产线属于柔性生产线, 可以生产中纤板、刨花板等多种产品, 以解决麦秸原

料的季节性问题,可根据原料来源、价格以及市场对产品类型的要求安排生产。

1 材料及方法

1.1 试验材料

木纤维 取自某厂 MDF 生产车间,为混合树种,纤维滤水度为 22 s。

麦秸刨花 为当年收割的麦秸,经粉碎而成。筛分值为: >4.0 mm 的占 30%; 1.2 ~ 1.4 mm 的占 31%; 0.3 ~ 1.2 mm 的占 23%; <0.3 mm 的占 16%。

胶粘剂 木纤维施加 UF,麦秸刨花施加 MDI 和 UF 两种胶粘剂。MDI 由市场购买,呈深棕色液体,粘度 450 mPa · s,不挥发分含量 99.5%,pH 值 6.2;UF 来源于建湖轻工通用机械厂刨花板车间,固体含量 54.7%,粘度 230 mPa · s,pH 值 7.9,固化时间 95 s(100℃)。

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程

木材→削片→热磨→干燥→施胶
麦秸→粉碎→干燥→筛选→施胶→铺装→预压→热压→冷却→裁边→砂光→检测

麦秸碎料,干燥到含水率 3%~5%,然后筛去细粉末。筛选后的麦秸刨花先施 UF,后施 MDI。热磨后的木纤维也干燥到含水率 3%~5%,施 UF 和熔融石蜡。施胶木纤维铺装 in 板坯的两个层面,麦秸刨花铺装中心层。经预压、热压、冷却、裁边、砂光后进行检测。

板材的各性能指标检测参照中纤板标准 GB/T 11718-1999 进行。主要测试静曲强度(MOR)、内结合强度(IB)、24 h 吸水厚度膨胀率(TS)。优化试验的纤维刨花板加测密度、弹性模量、含水率、垂直板面握螺钉力等指标。

1.2.2 试验方案 选取的变化因子及其水平见表1,按 $L_9(3^4)$ 的正交表进行试验。其它参数固定为:纤维施胶量 12%、施蜡量 1%;刨花施胶量为 8%,其中 MDI 为 2.29 %、UF 为 5.71%;成型框尺寸为 30 cm × 30 cm;厚度规 15 mm;热压曲线为三段式,热压温度 150 ℃。

表 1 试验因子和水平

Tab.1 Factors and their levels

序号	A. 纤维与刨花之比	B. 板密度 g/cm ³	C. 热压时间 min
1	0.5	0.60	8
2	0.5	0.70	11
3	0.5	0.80	14
4	0.75	0.60	11
5	0.75	0.70	14
6	0.75	0.80	8
7	1.0	0.60	14
8	1.0	0.70	8
9	1.0	0.80	11

2 结果与讨论

表 2 为正交试验结果,每个指标(9 块试件,每张板、每个指标取 3 块)方差分析见表 3。

表 2 试验结果

Tab.2 Testing results

序号	MOR/MPa			IB/MPa			TS/%		
	平均 值	标准 差	变异系 数/%	平均 值	标准 差	变异系 数/%	平均 值	标准 差	变异系 数/%
1	16.8	0.94	5.57	0.56	0.055	9.90	13.2	0.83	6.27
2	21.6	1.38	6.37	0.81	0.056	6.94	11.0	0.63	5.67
3	22.1	1.37	6.21	0.77	0.045	5.92	10.9	0.65	5.97
4	18.7	0.88	4.71	0.61	0.062	10.06	12.1	0.50	4.13
5	24.9	1.29	5.17	0.72	0.058	8.07	8.7	0.76	8.72
6	28.5	1.72	6.04	0.76	0.051	6.69	7.9	0.61	7.70
7	18.4	1.00	5.42	0.46	0.042	9.01	11.7	0.85	7.24
8	22.3	1.46	6.55	0.59	0.044	7.45	10.5	0.83	7.91
9	29.4	1.97	6.68	0.69	0.050	7.27	7.2	0.46	6.48

表 3 试验结果的方差分析

Tab.3 Variance analysis for testing results

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
MOR					
因素 A(纤维·刨花)	25.64	2	12.82	2.31	
因素 B(板密度)	114.30	2	57.15	10.30	*
因素 C(热压时间)	3.08	2	1.54	0.28	
误差	11.10	2	5.55		
总和	154.12	8			
IB					
因素 A(纤维·刨花)	3.25	2	1.62	37.43	**
因素 B(板密度)	6.60	2	3.30	75.96	**
因素 C(热压时间)	0.83	2	0.41	9.55	*
误差	0.09	2	0.043		
总和	10.77	8			
TS					
因素 A(纤维·刨花)	8.38	2	4.19	2.68	
因素 B(板密度)	20.56	2	10.28	6.56	
因素 C(热压时间)	0.33	2	0.16	0.10	
误差	3.13	2	1.57		
总和	32.40	8			

注: * 表示 $\alpha=0.10$ 时显著; ** 表示 $\alpha=0.05$ 时显著。

2.1 木纤维和麦秸刨花比值对板材性能的影响(见图 1)

(1)静曲强度 木纤维和麦秸刨花的比值指在一定板坯重量下,两种原料绝干物质的重量比。由于木纤维和麦秸刨花自身密度及堆积密度的差别,以及在板坯中所处的位置不同,获得热量有差异,在同样压力下,比值不同,对纤维刨花板的性能影响也有差别。当木纤维和麦秸刨花的比值从 0.5 增至 0.75 时,纤维刨花板的静曲强度(MOR)快速增加;当比值进一步从 0.75 增至 1.0 时,MOR 则逐渐下降。根据中性层理论^[1,5],试件在受静力弯曲时,板中产生正应力(顺试件长度方向的拉应力和压应力)和剪应力。其中,两表面受到的正应力最大,芯层受到的剪应力最大。由于木纤维较麦秸刨花更易于压缩,所以在一定

范围内,同样密度下增加纤维用量,有利于板材表层密度的提高,抵御正应力的能力增强;而纤维增加到一定量时,处于中心层的麦秸刨花密度相对减小,抵

御剪应力的能力变弱,使板材发生剪切破坏,导致静曲强度下降。

(2)内结合强度 当木纤维和麦秸刨花比值从

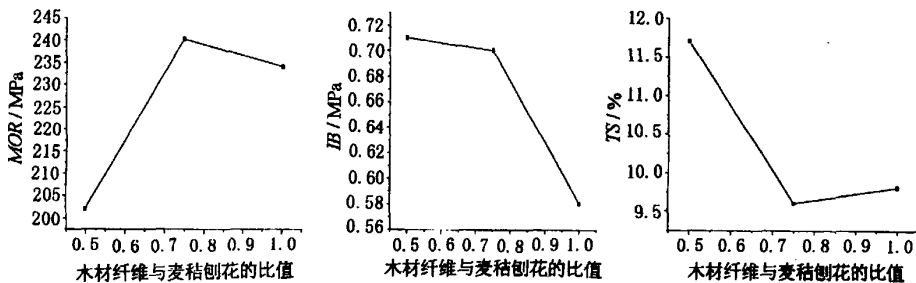


图 1 纤维/刨花比对纤维刨花板性能的影响

Fig. 1 Influence of wood fiber / wheat straw particle ratio on properties of board

0.5 增至 1.0 时,板的内结合强度呈下降趋势,而且影响较显著(见表 2)。这主要是因为木纤维和麦秸刨花比值的增加,使得处于板材芯部的麦秸刨花层密度下降的缘故(见表 3)。

(3)吸水厚度膨胀率 当木纤维和麦秸刨花的比值从 0.5 增至 0.75 时,板材的吸水厚度膨胀率逐渐下降;从 0.75 增至 1.0 时,吸水厚度膨胀率又缓慢上升。这是因为在一定范围内增加纤维用量,使纤维刨花板表面比较密实,纤维之间产生了良好结合,减少了吸水基团和吸水通道,耐水性提高。当纤维用量继续增加时,由于纤维层的加厚,麦秸刨花层密度的减小量已很少,使木纤维层的密度开始下降(见表 4),又芯层麦秸刨花部分的密度继续变小,使水分子更容易从板侧面进入板内,从而使纤维刨花板的吸水厚度膨胀率逐渐上升。因此,木纤维和麦秸刨花的比值以 0.75 左右为宜。

呈下降趋势。这主要是木纤维和麦秸刨花的整体压缩率提高后,使板材中的吸水基团和吸水通道减少,板材的耐水性能提高。从整体看,在试验区间内,密度越高越好,但考虑到成本,密度取 0.7 g /cm³ 左右即可,此时,其性能也能达到中纤板的国标要求。

2.3 热压时间对板材性能的影响

由于木纤维与麦秸刨花施加的是两种不同的胶粘剂,热压时间的确定必须保证芯层麦秸刨花上的胶粘剂达到必要的固化程度,同时要保证表层木纤维上的胶粘剂不能脆化。热压时间对纤维刨花板的性能影响如图 3 所示。

从图 3 可知,随着热压时间的延长,板材的 MOR 逐渐上升,到一定时间后逐渐下降。其原因是当热压时间过短,芯层部位的胶粘剂未能很好固化,使该部位的麦秸刨花间不能产生良好的结合,从而减弱了抵御剪应力的能力。而热压时间过长,则表层胶粘剂脆化,使木纤维间的胶合强度下降,抵御正应力的能力减弱。

随着热压时间的延长,板的内结合强度先上升,然后呈下降趋势,且影响较显著(见表 2)。其原因是热压时间从 8 min 增加到 11 min 时,芯层部位的胶粘剂固化逐渐完善,内结合强度逐渐提高;热压时间从 11 min 到 14 min 时,由于表层纤维的 UF 逐渐脆化,使试件接近表层的部位易发生破坏。

当热压时间从 8 min 增加到 11 min 时,板材的吸水厚度膨胀率呈下降趋势;从 11 min 到 14 min 时又呈上升趋势。因此,对于 15 mm 厚纤维刨花板来说,热压时间取 11 min 左右较合适。

2.4 优化试验

根据上述分析结果,为确定优化工艺条件,压制 15 mm 厚纤维刨花板可按如下参数:纤维/刨花比为

表 4 木纤维与麦秸刨花的比值对板材断面密度的影响

Tab. 4 Influence of wood fiber / wheat straw particle ratio on profile density of board g/cm³

纤维 / 刨花	平均密度	断面最高密度	断面最低密度
0.75	0.692	0.739	0.590
1.0	0.685	0.723	0.585

注:断面最高密度位于板厚方向的表层;最低密度位于板厚方向的芯层。测试方法为 X-射线法。

2.2 板密度对板材性能的影响

从表 2 可知,纤维刨花板的密度对 MOR、IB 和 TS 的影响较其它两个因素明显。由图 2 可知,在试验区间内,随着密度增加,板材的 MOR、IB 逐渐上升。这是因为密度增加,纤维刨花板中的木纤维和麦秸刨花的整体压缩率提高,使木纤维之间、麦秸刨花之间、木纤维和麦秸刨花之间在胶粘剂的作用下更好地结合,从而使板材抵御正应力和剪应力的能力增强。此外,随着密度的增加,板材的吸水厚度膨胀率

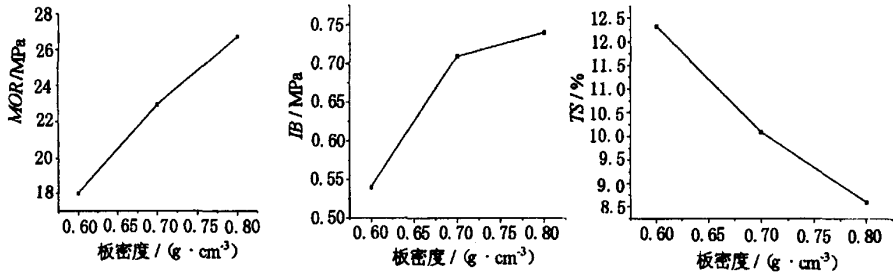


图 2 纤维刨花板的密度对其性能的影响
Fig. 2 Influence of density of board on its properties

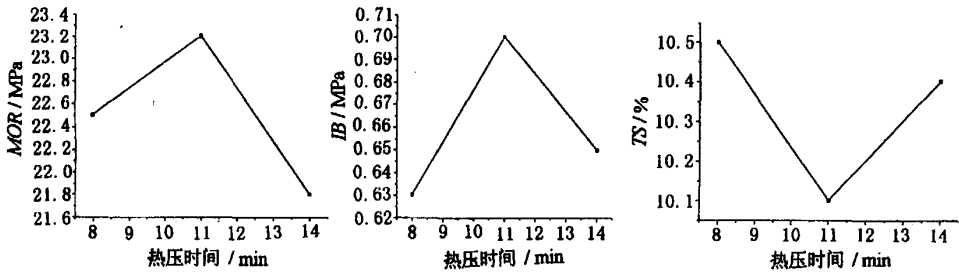


图 3 热压时间对纤维刨花板性能的影响
Fig. 3 Influence of hot-pressing time on properties of board

0.75, 纤维施胶量 12%、施蜡量 1%; 刨花施胶量为 8% (MDI 为 2.29%、UF 为 5.71%), 密度 0.7 g/cm^3 , 热压时间 44 s/mm 板厚, 热压温度 150°C 。板材性能测定结果见表 5。从表 5 可知, 纤维刨花板的性能已达到了中密度纤维板的指标要求。

表 5 纤维刨花板的优化试验结果

Tab. 5 Optimizing test results

性能指标	平均值	标准差	变异系数 / %
静曲强度 / MPa	24.7(20)	1.01	4.10
内结合强度 / MPa	0.68(0.55)	0.045	6.64
24h 吸水厚度膨胀率 / %	9.1(10)	0.58	6.36
密度 / $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	0.69(0.45~0.88)	0.018	2.63
含水率 / %	5.1(4~13)	0.24	4.67
弹性模量 / MPa	2 816(2 200)	182.6	6.48
垂直板面握螺钉力 / N	1 135(1 000)	84.9	7.48

注: 括号内数值为 GB/T 11718-1999 标准中优质品的指标。

3 结论

1) 利用木材及麦秸原料制造纤维刨花板是可行的, 其性能完全可以达到中纤维板的指标要求。

2) 15 mm 厚纤维刨花板的较佳工艺参数为: 木纤维与麦秸刨花的比值为 0.75, 纤维施胶量 12%、施蜡量 1%, 麦秸刨花施胶量为 8% (MDI 为 2.29%、UF 为 5.71%), 板密度 0.7 g/cm^3 ; 热压时间 44 s/mm (板厚), 热压温度 150°C 。

参考文献:

[1] Robert L Geimer, H M Montrey. Effects of Layer Characteristics on the Properties of Three-Layer Particleboard[J]. Forest Prod. J., 1975, 25(3).
[2] 表层为纤维的刨花板热压曲线[J]. 森工文摘, 1982, (6).
[3] Б. В. Пущков, Н. З. Акмлюков, Г. А. Паникова 纤维刨花板[J]. 洪中立译. 南林科技, 1982(4): 46~48.
[4] 一种人造板新产品[J]. 森工文摘, 1987(2)

《室内设计及装修》杂志

创刊十余年, 读者千千万万。作为中国室内设计学会核心刊物, 倍受专业人士好评, 亦深得向往美好生活之公众的普遍嘉许。

本刊在北京、上海、香港、台湾及欧美、日本、韩国等地均有记者站或固定协作单位, 资讯及时完整。通过展示国内外室内设计精品, 介绍新的设计观念、设计方法, 激发设计师的创作灵感; 通过报道高品位、个性化的居室装修案例, 让公众体会时尚潮流。

本刊图文并茂, 全铜版纸彩色印制。秉承办刊宗旨, 竭诚打造精品。2002 年, 本刊将以更高的品质出现在设计师及所有的公众面前, 更快、更新、更美! 为拓宽视野、提升中国的室内设计水平、美化人民生活、尽自己之力。

月刊/每月 5 日出版/定价 18 元/全年 216 元。邮发代号: 28-141 (读者也可随时直接向本刊发行部全年整订或破月、破季订阅)

地址: (210037) 南京市龙蟠路南京林业大学
电话: 025-5427006 传真: 025-5428830
Email: interior@njfu.edu.cn