

木薯秆刨花板初步工艺试验及性能测定^{*}

迟正林¹ 李重根¹ 袁纳新¹ 敬 军²

(1. 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642; 2. 广东省东莞质量监督检测中心, 广东 东莞 523120)

摘要 用木薯秆作原料试制刨花板, 并对试制的产品进行性能测试, 分析木薯秆的主要成份及物理力学特性对木薯秆刨花板制作过程与产品质量的影响。结果表明, 木薯秆可用于制作刨花板, 刨花板的静曲强度达到 15.95 MPa, 弹性模量达到 2 166, 内结合强度达到 1.07 MPa, 吸水厚度膨胀率为 2.1%, 垂直握螺钉力为 1 137 N, 能够达到国家标准《刨花板 第 3 部分: 在干燥状态下使用的家具及室内装修用板要求》(GB/T 4897.3—2003)的要求。

关键词 木薯秆; 刨花板; 工艺过程; 物理力学性能

中图分类号: S781.29 文献标识码: A 文章编号: 1006-4427(2014)02-0058-05

Properties Measurement and Technology Test of Cassava Stalk Particle Board

CHI Zhenglin¹ LI Chonggen¹ YUAN Naxin¹ JIN Jun²

(1. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China;
2. Dongguan Quality Supervision and Inspection Centre, Dongguan, Guangdong 523120, China)

Abstract The process of the cassava stalk particle board was introduced, based on the analysis of fiber character and physical and mechanical properties of the cassava stalk. The product testing results indicated that cassava stalks could be used for the raw material of particle board, with the MOR, MOE, IB, TS, the vertical screw holding capability, was 15.95 MPa, 2 166, 1.07 MPa, 2.1%, 1 137 N, respectively, these properties were able to meet the requirements of the national standard GB/T 4897.3—2003.

Key words cassava stalk; particle board; manufacture process; physical and mechanical properties

木薯(*Manihot esculenta*)是热带、亚热带地区重要的农作物,在我国南方地区广泛种植^[1]。木薯作为一种粮食作物,已广泛应用于饲料、食品剂等工业中^[2],但人们对木薯秆的利用却没有引起足够的重视,除少量用作燃料外,大部分被直接丢弃在田间地头,浪费惊人。为寻求木薯秆的有效利用途径,本试验于 2013 年 3 月研究了利用木薯秆制作刨花板的初步工艺,并对制成的刨花板进行物理力学性能测试。我国是木材消费大国,木材供应紧张,如果能推广利用木薯秆制作刨花板,将对缓解我国木材供应紧张局面起到积极作用^[3]。

1 试验材料

1.1 木薯秆

试验用木薯秆取自广东省湛江市木薯种植地。

* 第一作者: 迟正林(1989-),男,在读研究生,研究方向为木薯秆制刨花板的工艺研究, E-mail: chizhlin1989@126.com。
通信作者: 李重根(1957-),男,副教授,硕士生导师,主要从事木材加工的研究和教学, E-mail: lcgen@scau.edu.cn。

1.2 胶黏剂

试验采用的脲醛树脂胶黏剂为华南农业大学林学院木材科学实验室自行制备,固化剂采用氯化铵。胶黏剂的性能如表 1。

表 1 脲醛树脂胶黏剂性能

项目	性能指标	项目	性能指标	项目	性能指标
外观	乳白色	含固量/%	55 ~ 60	游离甲醛含量/%	< 0.8
粘度/cp	300 ~ 600	固化时间/s	50 ~ 60	水混和性	5 倍以上
pH 值	7 ~ 8	适用期/h	4 ~ 5		

2 试验方法

2.1 木薯秆木质部纤维测定

采用许尔兹法,用氯酸钾、60% 硝酸和水,按 1:2:1 的质量比例配置,将木薯秆进行纤维离析。分别截取木薯秆梢部、中部、基部的纤维,总共制作 6 个样品,每个纤维样品观察切片 300 根纤维。纤维样品观察切片的制备,按国家标准《造纸纤维长度的测定(偏振光法)》(GB/T 10336—2002)^[4]的规定执行。采用 XWY-VI 型造纸纤维测量仪测量纤维的长度、宽度、细胞壁厚度等指标。

2.2 木薯秆物理力学性能测定

测定木薯秆的基本密度、各向干缩率、顺纹抗压强度及抗弯强度,并将其与棉(*Gossypium hirsutum*)秆、中级木材的物理力学性能进行分析对比。基本密度是指木薯秆生材的绝干质量与其生材体积之比。各向干缩率的矩形试样尺寸为 5 mm × 5 mm × 10 mm,试样在(103 ± 2) °C 烘至绝干,测量其纵向、径向、弦向尺寸。测量木薯秆的顺纹抗压强度的试样为长 30 mm 的去皮去芯空心圆柱体,测量方法参照国家标准《木材顺纹抗压强度试验方法》(GB/T 1935 - 2009)^[5]执行。

2.3 制作刨花板工艺

2.3.1 工艺路线确定 根据棉秆刨花板的制造工艺,结合木薯秆试材的特点,制定木薯秆刨花板的工艺路线(图 1)。

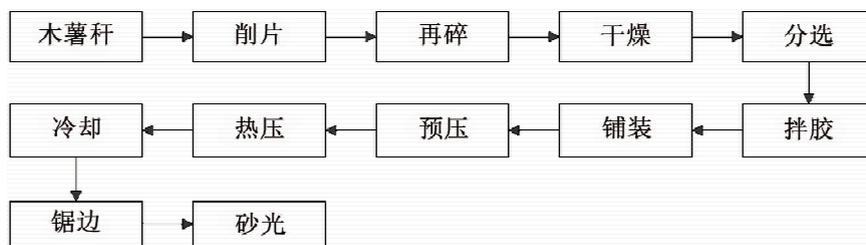


图 1 木薯秆刨花板工艺路线

2.3.2 主要工序 (1)制备刨花:用改装的植物粉碎机对木薯秆进行削片,参考木刨花板生产要求^[6],厚度为 1.4 ~ 1.6 mm 的木薯秆刨花占刨花总量的 70% 以上。

(2)筛分:利用筛网,筛除粉尘和细小刨花,将筛选获得的大刨花再次削片成符合规格的小刨花。

(3)施胶:采用环式拌胶机,将自制的脲醛树脂胶黏剂与刨花搅拌 5 min,表面刨花施胶量控制在 11%,芯层粗刨花施胶量控制在 9%。

(4)铺装:将搅拌后的刨花铺装于自制的模具中,模具幅面为 400 mm × 400 mm,在板坯上、下表面放置不锈钢垫板。板坯铺装时,先将下垫板放好,把自制的铺装框放在下垫板上。将拌好胶的刨花倒入铺装框内的垫板上,用手将刨花均匀拨开。

(5)预压:预压目的是防止板坯在下一步的热压过程中边部过分松散,预压的压力为 0.5 MPa。

(6)热压:采用单层下压式万能试验热压机,并采用工业计算机 PLC 和位置传感器控制热压过程,位置控制精度为 0.02 mm,温度控制精度为 ± 4 °C,压板幅面尺寸为 500 mm \times 500 mm。此次试验热压的板面为 400 mm \times 400 mm,采用的热压压力为 3 MPa,热压时间为 4 min,热压温度为 160 °C。

(7)裁切与砂光:热压出来的刨花板陈放 2 d 后进行边部裁切,加工规格为 400 mm \times 400 mm,将加工好的刨花板进行表面砂光。

2.4 刨花板性能测试

热压后的板材在温度 20 °C、相对湿度 60% 的环境下陈放 3 d 后,依据国家标准《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》(GB/T 17657—1999)^[7]的规定进行各项性能测试,测试项目包括密度(ρ)、吸水厚度膨胀率(TS)、内结合强度(IB)、静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)等物理力学性能。

3 结果与分析

3.1 木薯秆刨花板性能测试分析

木薯秆刨花板的物理力学性能测试结果见表 2。试验时的控制密度为 0.70 g/cm³,制成板后的实测密度为 0.68 g/cm³。试验表明,木薯秆性能指标符合国家标准《刨花板 第 3 部分:在干燥状态下使用的家具及室内装修用板要求》(GB/T 4897.3—2003)^[8]的要求,可作为家具制造工业的家具产品原料。

表 2 脲醛胶木薯秆刨花板性能

项目	密度 /(g \cdot cm ⁻³)	静曲 强度/MPa	弹性 模量/MPa	内结合 强度/MPa	吸水厚度 膨胀率/%	垂直板面握 螺钉力/N
平均值	0.68	15.95	2166	1.07	2.1	1137
最大值	0.72	17.66	2448	1.15	4.5	1320
最小值	0.66	14.92	1903	0.83	2.0	1125
标准差	0.001	1.48	222	0.018	0.0001	89
变异系数/%	0.2	9.3	10.3	1.7	0.5	7.8

3.2 木薯秆构成对刨花板工艺与性能的影响

经对木薯秆测定可知,木薯秆主要由髓芯、皮部和木质部 3 个部分组成,其中木质部约占 85% ~ 90%,皮部含量约为 4% ~ 8%,髓芯含量约为 6% ~ 9%。木薯秆粉碎后,皮和髓芯的含量较大,完全混入刨花板中不仅影响制成的刨花板物理力学性能,而且在刨花板制作工艺中也将增加施胶量,所以制板时必须通过筛选的方法,尽可能地将这部分材料减少。此外,由于皮和髓芯的密度远低于木质部,所以还可以借助风选的方法,有效剔除大部分皮和髓芯。

3.3 木薯秆纤维形态对刨花板工艺与性能的影响

将木薯秆与棉秆、胡杨(*Populus euphratica*)、阔叶材及针叶材进行纤维形态对照(表 3),木薯秆木质部的纤维平均长度为 1.71 mm,属于偏长纤维,具有与木材相似或者相同的纤维形态。木薯秆纤维长度与阔叶材大致相近,但长宽比为 24.6,小于阔叶材,更小于针叶材和棉秆,所以制备木薯秆刨花板工艺与目前阔叶材刨花板工艺相似。木薯秆另一特点是细胞壁薄,壁厚腔径比为 0.23,小于一般木材,这决定了木薯秆具有较大的可压缩空间,因此,制备板坯时,在相同密度控制的情况下,铺装木薯秆刨花板时需更厚的板坯;但木薯秆这一特性也决定了刨花的塑性较大,压缩后的恢复弹性较小,可通过适当延长热压时间使刨花板充分塑性变形。

3.4 木薯秆物理力学性能对刨花板工艺与性能的影响

木薯秆木质部的平均密度为 0.37 g/cm³,略低于木材,但高于棉秆,力学性能也略低于木材,干缩率也比木材小(表 4)。

表3 木薯秆与木材纤维形态对照

材料	纤维平均长度 /nm	中央平均直径 /nm	细胞腔径 /nm	单壁平均厚度 /nm	长宽比	壁厚腔径比
木薯秆	1710	69.5	36.20	8.30	24.6	0.23
棉秆*	1012	22.2	15.96	3.12	46.4	0.39
胡杨*	941	22.8	12.20	5.30	41.2	0.86
阔叶材*	1000~2000	10~50			40~100	
针叶材*	3000~5000	20~50			75~200	

注:“*”指数据均来自于参考文献[9]。

表4 木薯秆、棉秆与木材物理力学性能对照

材料	基本密度 /(g·cm ⁻³)	顺纹抗强度 /MPa	抗弯强度 /MPa	轴向干缩率 /%	径向干缩率 /%	弦向干缩率 /%
木薯秆	0.37	20.1	73.3	0.1~1.3	2.1~5.5	2.3~5.6
棉秆*	0.30	28.0	45.0	-	-	-
中级木材*	0.5~0.8	36~56	80~120	0.1~1.3	3~6	6~12

注:“*”指数据均来自于参考文献[10]。

木薯秆的细胞腔大、壁薄,决定了它的密度较小,与棉秆相似,小于中级木材的 $0.5 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$,要铺装与普通木刨花板密度大致相同的木薯秆刨花板,木薯秆刨花的体积用量就较大,板坯厚度也较大,因此制板时的预压工艺显得更为重要,需要比普通刨花板更长的预压时间。径向干缩率与中级木材相近,但弦向干缩率比中级木材要小,这有利于降低木薯秆刨花板吸水厚度膨胀率。此外,从表4可以看出,除轴向干缩率外,木薯秆的各项力学性能均小于中级木材,用其制成的刨花板静曲和内结合强度也应较小,但由于木薯秆密度较小,如果在制板时要求其制成品的密度与木刨花板大致相同,则其刨花用量将比木刨花板多,故其压制的刨花板也会更密实,从这个角度分析,其强度又能有一定的提升。因此,采用木薯秆为原料制成刨花板,其强度可与木材刨花板相差不大。

4 结论

4.1 利用木薯秆作为原料,采用合适的制板工艺,可以制造出性能符合国家标准《刨花板 第3部分:在干燥状态下使用的家具及室内装修用板要求》(GB/T 4897.3—2003)^[8]的刨花板。

4.2 制造木薯秆刨花板时可适当增加热压压力、温度和时间,使木薯秆刨花在制板过程中充分塑性变形,在增加刨花板密度的同时,使刨花板的静曲和内结合强度得到提高。

参考文献

- [1] 于文吉,王天佑. 我国非木材人造板的原料、市场和发展方向[J]. 人造板通讯,2005,12(2):12-14.
- [2] 于文吉. 生物质资源农作物秸秆应用于人造板工业的可行性分析[J]. 木材工业,2006(2):41-45.
- [3] 方佳,濮文辉,张慧坚. 国内外木薯产业发展近况[J]. 中国农学通报,2010(16):353-361.
- [4] 全国造纸工业标准化技术委员会. GB/T 10336—2002 造纸纤维长度的测定(偏振光法)[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [5] 全国木材标准化技术委员会. GB/T 1935—2009 木材顺纹抗压强度试验方法[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [6] 江雪平. 构树均质刨花板的研制[D]. 福州:福建农林大学,2010.
- [7] 全国人造板标准化技术委员会. GB/T 17657—1999 人造板及饰面人造板理化性能试验方法[S]. 北京:中国标准出版

社,1999.

- [8] 全国人造板标准化技术委员会. GB/T 4897.3—2003 刨花板 第3部分:在干燥状态下使用的家具及室内装修用板要求[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [9] 吴绪灵. 棉秆刨花板生产工艺初探[J]. 山东林业科技,1997,109(2):10-12.
- [10] 刘一星,赵广杰. 木质资源材料学[M]. 北京:中国林业出版社,2004:324.