

玉米秆-亚麻屑刨花板制造工艺研究

濮安彬 陆仁书 高延明

(东北林业大学 哈尔滨 150040)

摘要 本文分析了以单一玉米秆为原料制造符合标准的刨花板的困难所在。探讨了以玉米秆-亚麻屑混合原料压制脲醛胶刨花板的可行性。结果表明,玉米秆和亚麻屑的混合比例为 50:50,刨花板的物理力学性能达到现行刨花板国家标准(GB/T 4897—92)规定的指标要求。

关键词 玉米秆-亚麻屑;刨花板;制造工艺

玉米是我国三大粮食作物之一。是分布范围广、栽培面积大、单位面积产量高的谷类作物,其播种面积和总产量仅次于稻谷和小麦居第三位。玉米在我国各省区均有种植,播种面积比较大的省份是山东、吉林、黑龙江、河北、河南、四川、辽宁和陕西^[1],1992 年全国的总播种面积为 2104.35 万 ha,总产量达 9815.80 万 t,产生玉米秆 2.36 亿 t^[2]。作为玉米收割剩余物的玉米秆,主要用作燃料、饲料和肥料,经济价值低。利用玉米秆制造刨花板,可以提高玉米秆的经济价值,同时还可代替木材,具有良好的经济效益和社会效益。到目前为止,陕西、吉林和内蒙古省区建有 4 家玉米秆刨花板厂,设计年生产能力合计为 2 万 m³。利用玉米秆制造刨花板的研究已取得了一些进展^[3~5]。然而由于玉米秆自身的结构和性能特点,它是生产刨花板的低质非木材原料。玉米秆中的叶和髓含量较大,叶和髓主要由薄壁细胞组成,强度低,降低了刨花板的物理力学性能。玉米秆中含有较多的糖和淀粉等物质,热压时易粘板,同时,黑曲霉、黄曲霉和木霉等霉菌也容易繁殖,板的抗霉性差,影响了产品的外观质量,限制了产品的使用范围。这些是所有玉米秆刨花板厂面临的共同难题。

本研究旨在以玉米秆和亚麻屑混合物为原料,寻找满足刨花板国家标准 GB/T

4897—92 要求的制板工艺。

1 原料分析和试验材料

1.1 原料分析

玉米秆和亚麻屑等几种原料的化学成分分析见表 1。

表 1 几种材料的化学成分分析^[6,7] 单位:(%)

原料	灰分	冷水抽出物	热水抽出物	水苯醇抽出物	多戊糖	木素	纤维素
玉米秆	4.66	10.67	20.40	—	21.58	18.38	37.68
亚麻屑	3.60	—	2.66	1.70	17.95	20.07	48.06
甘蔗渣	1.79	1.08	2.30	1.95	24.35	22.00	49.23
杨木	0.92	1.38	2.46	—	22.61	17.10	43.24
桦木	0.82	1.68	2.36	4.08	25.30	23.91	53.43
云杉	0.26	1.19	2.66	3.51	8.54	33.51	55.82
落叶松	0.36	0.59	1.90	—	11.27	27.44	52.55

从表 1 中可以看出,玉米秆和亚麻屑的灰分含量高,纤维素含量低。综合比较分析,玉米秆和亚麻屑的化学成分更接近于杨木。

玉米秆和其它几种原料的纤维含量见表 2。

表 2 几种原料的纤维与非纤维细胞含量^[7]

单位:(%)

原料	纤维	薄壁细胞		导管	表皮细胞
		秆状	非秆状		
玉米秆	30.8	8.0	55.6	4.0	1.6
芦苇	64.5	17.8	8.6	6.9	2.2
甘蔗渣	64.3	10.6	18.6	5.3	1.2
杨木	76.7		1.9	21.4	
桦木	73.3		1.5	25.2	
云杉	98.5		1.5		
落叶松	98.5		1.5		

收稿日期 1995-07-24
谭海彦同志参加了本项研究。

由表 2 可知,玉米秆的纤维细胞含量最低,只有 30.8%。

玉米秆新鲜时含水率高达 100%以上,秋天收割时为 60%,气干含水率为 12%~18%,玉米秆的 pH 值为 5.4。新鲜玉米秆组分比例见表 3。

表 3 新鲜玉米秆组分比例^[6] 单位:(%)

部位	灰分	纤维	薄壁细胞	表皮细胞	导管	容积比
外皮	4.90	50	20	5	25	29.70
髓心	5.58	20	60		20	22.90
叶	9.77	30	30	30	10	47.40

由表 3 可见,玉米秆中的髓心和叶的薄壁细胞含量高,制板时剔除后,外皮部分只占容积比 29.70%。

收割后气干玉米秆不同部位重量分析结果见表 4。

表 4 气干玉米秆重量分析表

组分名称	茎	穗皮	叶			秆	
			叶鞘	叶舌	叶片	外皮	髓
百分比(%)	4.29	21.10	15.12	15.04	6.88	27.99	9.58

从表 4 中可以看出,在整个玉米秆中秆所占的重量比例(37.57%)与叶所占的重量比例(37.04%)几乎相等,但秆是由外皮和髓构成的,外皮在整个玉米秆中所占比例不足 28%。这正是用玉米秆制造刨花板的困难所在。因为外皮是玉米秆的骨架,强度最高,是制造刨花板的优质原料。如除去全部的叶和其它成分,则原料利用率太低,同时生产中工艺处理也困难。玉米叶中叶舌的强度最高,是制造刨花板的好原料,叶鞘和叶片的强度差,应尽可能除去,因此有效地利用玉米叶中叶舌是玉米秆刨花板的生产工艺关键所在。

整株玉米从梢到根,外皮厚度由 0.30~0.60mm 逐渐加厚至 1.00~1.60mm。外皮平均气干密度为 0.35g/cm³,髓的平均气干密度 0.04g/cm³。

总之,玉米秆这种原料具有纤维细胞含量低(30.8%),纤维素含量低(37.68%),叶含量较高(37.04%),外皮含量低(27.99%)的特点。因此这种刨花板的物理力学性能很难达到标准要求。针对玉米秆原料的这种特

点,提高刨花板的物理力学性能,可从以下几方面进行研究:一是去除玉米叶;二是提高刨花板密度;三是利用其它材料与玉米秆混合。

亚麻屑作为亚麻原料厂的废料,其含水率 9%~13%,密度 0.40g/cm³,堆积密度 0.10g/cm³,麻纤维含量占 10%左右,麻根含量 6%左右,尘土含量约 2%。亚麻屑的 pH 值为 5.8。利用亚麻屑制造刨花板已有 40 多年的历史了,在非木材刨花板中,亚麻屑刨花板的生产技术最成熟,物理力学性能与木材刨花板相仿。亚麻原茎在制取纤维之前,要经过沤制,故亚麻屑刨花板有异味。亚麻屑和玉米秆都有自身的弱点。因此有必要研究玉米秆-亚麻屑混合原料刨花板,以期提高玉米秆板的物理力学性能和抗霉菌性能,降低亚麻屑板的异味,扩大产品应用范围,克服单一原料的缺点。

1.2 试验材料

原料:玉米秆和亚麻屑均取自黑龙江省呼兰县莲花乡。玉米秆含水率为 15%~18%,亚麻屑含水率为 11%~13%。

胶粘剂:DN-9 号低毒脲醛树脂胶,固体含量 62%,施胶量为 11%。

固化剂: NH₄Cl, 浓度 25%,施放量 1.2%。

防水剂:DTL-2 型防水剂,浓度 50%,施加量为 1.0%。

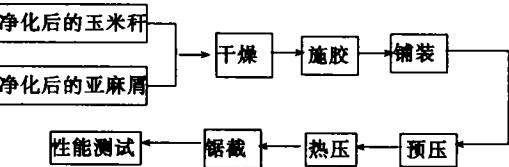
2 制造工艺研究

直接取自亚麻原料厂的亚麻屑成分比较复杂,内含有麻纤维、麻根、杂草还有尘土。因此亚麻屑必须净化,除去这些杂质。先用 20mm×15mm 筛子筛除麻纤维,去除麻纤维后的麻屑再用 8 目筛筛除麻根和杂草,最后用 60 目筛筛去麻屑中的尘土,1t 麻屑净化后可得 0.7~0.8t 合格原料。

气干玉米秆切成 20~30mm 的玉米秆段,之后用锤碎机将玉米秆段锤碎,玉米秆在锤碎过程中,穗皮和叶鞘会产生大约 3%的纤维状材料,同时叶片被打成碎末。因此玉米

秆料也须净化,除去纤维和叶片碎末,再利用风选原理除去大部分(60%~70%)髓。

玉米秆-亚麻屑刨花板制造工艺流程如下:



在实验室玉米秆-亚麻屑混合料在 90℃ 条件下干燥 8h,含水率达 2%。干燥后拌胶,手工铺成 370mm×330mm 的单层板坯,经预压和热压制成 12mm 厚的刨花板。试验重复系数 $m=4$ 。

预压条件:预压压力 1.5MPa,时间 60s。
热压条件:热压温度 160℃,热压时间 30s/mm,热压曲线见图 1。

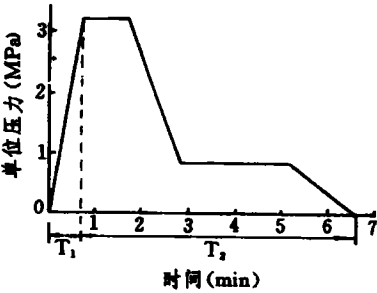


图 1 刨花板热压曲线

T_1 :闭合时间 T_2 :热压时间

2.1 玉米叶含量对刨花板物理力学性能的影响

表 5 给出了含全部玉米叶、一半玉米叶和无玉米叶的玉米秆刨花对刨花板物理力学性能的影响。可以看出,刨花板的物理力学性能随玉米叶含量提高而降低。对照刨花板国家标准,无叶玉米秆刨花板的物理力学性能达到 A 类刨花板一等品指标要求;半叶玉米秆刨花板达到 A 类刨花板二等品指标要求。无叶、半叶和全叶刨花板的玉米秆原料利用率分别为 55%、72%和 85%。

2.2 密度对玉米秆刨花板物理力学性能的影响

表 6 给出全叶玉米秆刨花板(玉米秆原

表 5 玉米叶含量对刨花板性能的影响

检测项目	试验号		
	1~4	5~8	9~12
叶含量	无叶	半叶	全叶
实测密度(g/cm ³)	0.71	0.69	0.69
含水率(%)	7.09	6.95	7.20
MOR(MPa)	20.26	16.19	9.80
MOE(10 ³ ×MPa)	3.69	3.01	2.10
IB(MPa)	0.41	0.33	0.10
TS(%)	7.88	10.42	17.42
玉米秆原料利用率(%)	55	72	85

料利用率为 85%)密度对板性能的影响。可以看出,当密度由 0.60g/cm³ 提高至 0.80g/cm³ 时,板的静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、内结合强度(IB)均有提高,但幅度不大,未达到国家标准的指标要求,吸水厚度膨胀率由 21.47%,下降至 17.04%,最后降至 14.87,亦未达到国家标准的指标要求。可见依靠提高密度来改善板的性能,使之达到国家标准是困难的。这是由玉米秆的自身特性决定的。

表 6 全叶玉米秆刨花板密度对板性能的影响

检测项目	试验号		
	1~4	5~8	9~12
设定密度(g/cm ³)	0.60	0.70	0.80
实测密度(g/cm ³)	0.61	0.69	0.81
含水率(%)	7.85	7.20	7.05
MOR(MPa)	9.60	9.80	11.20
MOE(10 ³ MPa)	1.68	2.10	2.32
IB(MPa)	0.08	0.10	0.11
TS(%)	21.47	17.14	14.87

2.3 玉米秆-亚麻屑刨花板制造工艺

研究表明,提高刨花板的密度,不能使板的物理力学性能指标达到国家标准要求。剔除玉米叶虽然可以改善刨花板的物理力学性能,但这种方法降低了玉米秆原料的利用率,用无叶玉米秆原料制造刨花板时,原料利用率仅为 55%,用半叶玉米秆时,利用率为 72%。为提高玉米秆原料的利用率,继续研究全叶玉米秆和亚麻屑的混合比对刨花板的物理力学性能的影响。表 7 给出了设定密度为 0.70g/cm³,全叶玉米秆(原料利用率为 85%)和亚麻屑的不同混合比对刨花板物理力学性能的影响情况。

表7 不同混合比对刨花板性能的影响

检测项目	试验号				
	1~4	5~8	9~12	13~16	17~20
全叶玉米秆, 亚麻屑	100 : 0	75 : 25	50 : 50	25 : 75	0 : 100
实测密度(g/cm ³)	0.69	0.70	0.71	0.71	0.72
含水率(%)	7.20	7.17	6.71	6.27	6.34
MOR(MPa)	9.80	12.33	16.52	18.99	22.36
MOE(10 ³ MPa)	2.10	2.38	3.12	3.25	3.82
IB(MPa)	0.10	0.15	0.32	0.41	0.56
TS(%)	17.4	13.49	8.67	7.08	6.27

从表7中可以看出,在试验范围内,当玉米秆原料比下降时,刨花板的物理力学性能均有改善。在混合原料中,玉米秆所占比例由100降至0时,刨花板的静曲强度由9.80MPa提高至22.36MPa,提高了1.28倍,弹性模量由 2.10×10^3 MPa上升至 3.82×10^3 MPa,提高了0.81倍;内结合强度由0.10MPa上升至0.56MPa,提高了4.60倍;吸水厚度膨胀率由17.40%下降至6.27%,下降了63.20%。当全叶玉米秆和亚麻屑的比例为50:50时,刨花板的物理力学性能达

表8 原料混合比例与刨花板性能之间的相关方程

物理力学性能	相关方程式	相关系数(R)
静曲强度(MPa)	$Y=22.36-0.13x$	$r=-0.9972$
弹性模量(10 ³ MPa)	$Y=3.80-1.72 \times 10^{-2}x$	$r=-0.9831$
内结合强度(MPa)	$Y=0.54-4.72 \times 10^{-3}x$	$r=-0.9893$
吸水厚度膨胀率(%)	$Y=4.92+0.11x$	$r=0.9607$

注: x 为混合原料中玉米秆所占比例,取值范围100~0。

$$R_{0.05}=0.8783, R_{0.01}=0.9587$$

到国家标准A类二等品指标要求;当此比例为25:75时,达到一等品的指标要求。根据表7的试验结果,应用计算机进行回归分析,寻找原料混合比与刨花板各项物理力学性能之间的相关关系,建立数学模型,相关方程见表8,绘制出刨花板各项性能指标在全叶玉米秆-亚麻屑混合比例为100:0~0:100范围内变化的规律,相关曲线见图2。可见在试验范围内,刨花板的各项物理力学性能与混合原料中玉米秆所占比例呈高度显著的线性关系。玉米秆所占比例每提高1,静曲强度下

降0.13MPa,弹性模量下降17.2MPa,内结合强度下降 4.72×10^{-3} MPa,吸水厚度膨胀率提高0.11%。

3 结论

①玉米秆具有纤维细胞含量低(30.80%)、纤维素含量低(37.68%)、玉米叶含量高(37.04%)、外皮含量低(27.99%)的特点,这种原料制成的刨花板一般不易达到标准要求。

②玉米叶的含量对玉米秆刨花板的性能影响较大,半叶玉米秆刨花板的物理力学性能达到国家标准A类刨花板二等品指标要求;无叶玉米秆刨花板可达到国家标准A类刨花板一等品指标要求。

③提高板密度以提高玉米秆刨花板的物理力学性能的方案是不可行的。

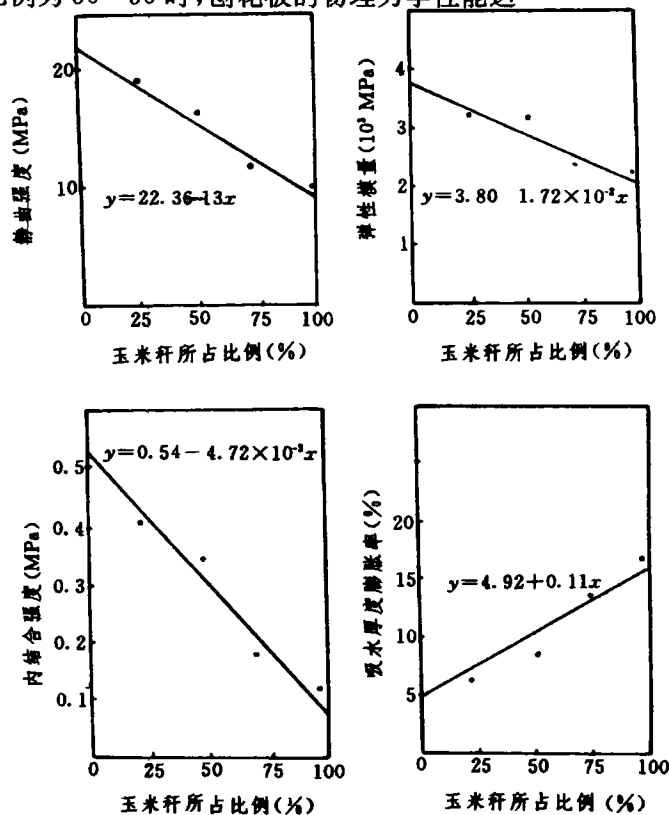


图2 刨花板性能与玉米秆和亚麻屑混合比例的关系

④玉米秆-亚麻屑混合原料刨花板,克服了玉米秆和亚麻屑单一原料的缺点,降低了亚麻屑板的异味;提高了玉米秆刨花板的抗霉菌性能和板的物理力学性能。当全叶玉米秆与亚麻屑的混合比为 50 : 50 和 25 : 75 时,板的性能分别达到国家标准 A 类刨花板二等品和一等品的指标要求。

⑤去除一半玉米叶或混入 50% 亚麻屑,刨花板的性能均可达到国家标准 A 类刨花板的二等品指标要求,但玉米秆原料利用率不同,前者为 72%,后者为 85%,因此从原料利用率上说,混入亚麻屑的方法更有利。

4 参考文献

- 1 钱章强等. 杂交玉米制种技术. 安徽科学技术出版社, 1991
- 2 中国农业年鉴编辑委员会编. 中国农业年鉴. 农业出版社, 1993
- 3 陆仁书等. 玉米秆碎料板制造工艺. 林产工业, 1988, No. 2
- 4 李凯夫等. 玉米秆制板最佳工艺的研究. 林产工业 1990, No. 3
- 5 陈家珑等. 玉米秸碎料复合板及其在建筑上的应用. 全国非木材人造板学术研讨会论文, 1991
- 6 严柱臣. 亚麻秆碎料板制造工艺. 林产工业, 1988, No. 5
- 7 陈国符等. 植物纤维化学. 轻工业出版社, 1980
- 8 隆言泉. 制浆造纸工艺学. 轻工业出版社, 1980

A Study on the Manufacturing Technique of Corn Stalk-flax Board

Pu Anbin Lu Renshu Gao Yanming

(Northeast Forestry University, Harbin 150040)

Abstract This paper analyses the difficulty in using corn stalk alone to make particleboard. The feasibility of composite of corn stalk and flax shives to manufacture UF particleboard was studied. The result showed that when the composite ratio of corn stalk to flax shives was 50 to 50, the physical and mechanical properties of the particleboard could meet the particleboard standard, China (GB/T 4897—92).

Keywords Corn stalk-flax shives; Particleboard; Manufacturing technique

欢迎订购“改良奥式粘度计/倒泡粘度计”

受全国人造板标准化技术委员会秘书处委托,我室可提供木材胶粘剂专用的各种规格“改良奥式粘度计”,参考价 230~250 元/支;“倒泡粘度计”(格氏管),参考价 30~35 元/支,并附有中国计量科研院提供的校验修正系数。需要者请来电或来函,并注明规格和数量及详细地址。(多订者价格优惠)。

来函请寄:北京市颐和园后中国林科院木材工业研究所胶粘剂研究室。

电 话:(010)2582211-437、439 **传 真:**(010)2581937

邮 编:100091

联系人:牛丽平 李 华