

竹材中密度纤维板的初步研究

王天佑 李 强 潘海丽

(中国林科院木材工业研究所)

摘要 本文探索了用竹材作原料生产中密度纤维板(MDF)的技术可行性,研究了与MDF质量有关的一些因素。试验结果表明:胶粘剂和防水剂的添加量、热磨和热压条件对板材性能有显著影响。控制好这些工艺参数,可以生产出合格的竹材中密度纤维板。

关键词 竹材;中密度纤维板(MDF)

竹类在我国分布甚广,资源十分丰富,据统计约有竹林面积5000余万亩,年产竹材500余万吨。

竹材具有生长快、成材早的特点。竹材性质与木材相近但又具有相当差异。现在除了统传的用于建筑、家具、农具、日常生活用品、工艺品及部分作造纸原料外,近几年来又开发出竹材胶合板、竹材层积材、竹材碎料板等新产品,但数量不多。开辟竹林利用新途径仍然是一项十分有意义的工作。本研究系利用厘竹、青皮竹和铁厘竹试制中密度纤维板(MDF),目的是探索这几种竹材制造MDF的可行性,找出合理的生产工艺参数。研究证明,竹材是一种生产MDF的较好原料,产品的物理力学性质和外观质量均达到技术指标要求。

一、试验步骤和方法

1.原料 厘竹、铁厘竹、青皮竹,取自广东省怀集县;

2.备料 用35/812型削片机将竹材切成长2—3cm的竹片,经筛选后将厘竹、铁厘竹、青皮竹按委托单位要求以3:2:1的比例混合;

3.制浆与施蜡 混合竹片经水浸后与石蜡块按预定比例加入12—CP型热磨机的垂直预热缸中。一次装料量约3kg(绝干料),经过预热后磨浆,磨浆的进料螺旋转速为30转

/分钟;

4.施胶 将含水率约为35%的纤维置入施胶箱中,胶液按比例均匀地喷撒在纤维上,如果在施胶过程中施加固化剂或石蜡乳液,可以与胶液混合同时喷在纤维上;

5.干燥 采用试验用电加热气流干燥机,干燥后的纤维含水率应控制在10~12%;

6.成型与预压 用木框手工成型,板坯幅面为300×300mm。采用单层冷压机预压,预压压力为0.98PMa左右;

7.热压 采用双层试验压机,总压力为50吨,热压板幅面为420×420mm,用厚度规控制板的厚度;

8.试验板性能测试 在室温状态下将试验板放置24小时,经砂光后按照Q/ZS96—82株洲市木材厂企业标准测定物理力学性能,取样方法如图1所示。

二、试验结果与讨论

1.原料 厘竹、铁厘竹和青皮竹外观细长呈圆柱形,秆高,皮层组织紧密,密度均大于木材,主要由纤维细胞、薄壁细胞、导管和表皮细胞组成。纤维长而细呈纺锤状。其化学组分和纤维形态如表1、2所示。

由表1看出,竹材与木材相比,含有较多的灰分,各种抽提物含量也很高。多戊糖含量明显高于针叶树材,与阔叶树材相近;木素含量低于针叶树材,与阔叶树材相近;

本文于1990年1月24日收到。

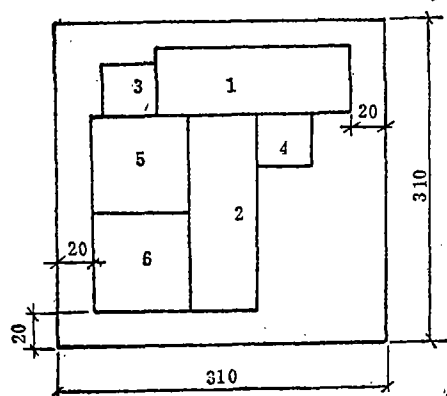


图1 取样图 (单位: mm)

1、2为静曲强度试件; 3、4为内胶合强度试件; 5为吸水率试件; 6为密度试件。

表1 竹材与木材的化学组分^[4,5]

种 类	化学成分	灰 分 (%)	冷水抽 提物 (%)	热水抽 提物 (%)	苯醇抽 提物 (%)	1%NaOH 抽提物 (%)	多戊糖 (%)	木 素 (%)	纤维素 (%)
厘 竹 <i>Arundinaria hindsii</i>		1.26	7.86	10.07	7.95	27.52	26.04	21.88	43.28
铁 厘 竹 <i>Arundinaria sp.</i>		1.61	—	—	2.78	25.24	18.06	24.5	46.25
青 皮 竹 <i>Bambusa textilis</i>		2.39	—	—	2.28	29.08	20.07	25.47	42.50
云 杉 <i>Picea sp.</i>		0.78	1.42	2.68	—	12.43	11.62	28.43	46.92
红 松 <i>Pinus koraiensis</i>		0.42	2.69	4.15	—	17.55	10.46	27.69	53.12
桦 木 <i>Betula sp.</i>		0.82	1.69	2.36	—	21.2	25.90	23.91	53.43

表2 竹材与木材的纤维形态

种 类	纤 维 形 态		
	平均长度(mm)	长宽比	壁腔比
厘 竹	2.83	184.6	5.23
铁厘竹	1.53	—	—
青皮竹	1.92	145.5	4.63
红 松	3.62	67	0.3~0.96
云 杉	3.06	59	—
白 桦	1.21	56.7	0.62

触面积小,影响纤维之间的交织。由于竹纤维长宽比及壁腔比都较大,对纤维之间结合的影响将是正反两方面的,究竟哪一方占主导地位还需要深入研究。

纤维素含量略低于木材。

竹材中非纤维细胞及灰分含量较高。竹材中的 SiO_2 及表皮中蜡质,影响纤维之间的结合以及与胶粘剂的胶合,这对产品的强度将有不利影响。再者,竹材中多糖物质及抽提物含量偏高,这又是导致产品吸水率增加的因素。

表2反映了竹材纤维细胞形态的特点,三种竹子的纤维长宽比及壁腔比都比木材大得多。一般说来,长宽比大的纤维交织性能好,有利于纤维之间的结合;而竹材与木材相比,竹材的细胞壁由若干层叠合而成,每层均非常致密,尤其是壁腔比大,故在制浆与热压过程中不易被压扁成带状,柔性差,接

2.制浆处理 取预热蒸汽压力为0.59—0.78MPa,预热处理时间分别为7分钟和13分钟,结果如表3所示。

结果表明,预热7分钟,所制得的中密度纤维板的静曲强度、内胶合强度、厚度膨胀率等技术性能指标均较理想。

3.施胶

①施胶量 采用DW1—1G型低毒脲醛树脂胶。施胶量分别取8%、10%、12%和14%进行对比,结果如表4所示。

结果表明,静曲强度随施胶量增加而明显提高,内胶合强度也有同样趋势,其它各项指标无明显的规律性变化。说明施胶量主

表3 预热时间对板性能的影响

批 数	预 热 时 间	物 理 力 学 性 能						
		静曲强度 (N/mm ²)	内胶合强度 (N/mm ²)	吸水率 (%)	厚度膨胀率 (%)	线膨胀率 (%)	密 度 (g/cm ³)	含水率 (%)
I	13	28.5	0.66	25.51	11.23	0.23	0.71	6.34
	7	28.9	0.88	32.07	10.56	0.22	0.69	6.29
II	13	26.7	0.59	16.68	9.34	0.22	0.71	7.52
	7	29.0	0.61	18.63	8.16	0.12	0.73	7.33

注:施胶量12%,施蜡量2%。

表4 施胶量对板性能的影响

施胶量 (%)	物 理 受 学 性 能						
	密 度 (g/cm ³)	静曲强度 (N/mm ²)	内胶合强度 (N/mm ²)	吸水率 (%)	含水率 (%)	厚度膨胀率 (%)	线膨胀率 (%)
8	0.73	18.1	0.29	18.62	3.20	12.58	0.36
10	0.71	19.0	0.23	19.16	3.24	12.06	0.32
12	0.76	22.9	0.51	20.16	2.92	13.12	0.32
14	0.74	26.4	0.50	19.13	2.99	12.24	0.29

注:施蜡2%,热压温度160℃

要影响板子强度性能。

②固化剂 采用氯化铵作固化剂,用量取0%、0.5%、1%,结果如表5所示。

结果表明,加入固化剂后,板的静曲强度及内胶合强度有所下降,加入量越多,降低幅度越大,根据这一试验结果,采用DW1

—1 G型脲醛树脂胶粘剂以不加固化剂为宜。

4.施蜡方法及施蜡量

①施蜡方法 采用直施石蜡与施加石蜡乳液两种方法对板性能的影响进行了比较,试验结果如表6所示。

表5 固化剂用量对板性能的影响

固化剂施胶量 (%)	物 理 力 学 性 能						
	密 度 (g/cm ³)	静曲强度 (N/mm ²)	内胶合强度 (N/mm ²)	吸水率 (%)	含水率 (%)	厚度膨胀率 (%)	线膨胀率 (%)
0	0.74	27.0	0.60	23.24	2.88	12.45	0.28
0.5	0.71	19.7	0.52	25.79	2.92	13.85	0.26
1	0.72	23.5	0.47	20.96	2.87	12.97	0.31

注:施胶量12%,施蜡量2%。

表6 施蜡方法对板性能的影响

施 蜡 法	物 理 力 学 性 能						
	密 度 (g/cm ³)	静曲强度 (N/mm ²)	内胶合强度 (N/mm ²)	吸水率 (%)	含水率 (%)	厚度膨胀率 (%)	线膨胀率 (%)
乳 液	0.78	26.1	0.29以下	45.04	5.93	14.79	—
直施石蜡	0.74	25.2	0.48	16.6	5.87	11.2	

注:施胶量12%,施蜡量2%,热压温度160℃。

结果表明，直施石蜡的防水效果较施石蜡乳液好，对板的内胶合强度影响小，从生产工艺上讲也比较简单。

②施蜡量 取2%，3%两种施蜡量做对比试验，结果如表7所示。

结果表明，施蜡量取2%、3%时，板的

吸水率、厚度膨胀率无明显变化。说明施蜡量为2%时，板材的防水性能可以满足要求。

4.热压

①热压温度 采用160℃、175℃、190℃三种热压温度作对比试验，结果如表8所示。

表7 施蜡量对板性能的影响

施蜡量 (%)	物 理 力 学 性 能						
	密 度 (g/cm ³)	静曲强度 (N/mm ²)	内胶合强度 (N/mm ²)	吸水率 (%)	厚度膨胀率 (%)	含水率 (%)	线膨胀率 (%)
2	0.69	22.2	0.55	26.30	12	5.22	0.27
3	0.73	26.3	0.58	25.30	11	5.29	0.27

注：施胶量12%，热压温度180℃，直施石蜡。

表8 热压温度对板性能的影响

热压温度 (℃)	物 理 力 学 性 能						
	密 度 (g/cm ³)	静曲强度 (N/mm ²)	内胶合强度 (N/mm ²)	吸水率 (%)	含水率 (%)	厚度膨胀率 (%)	线膨胀率 (%)
160	0.77	22.8	0.49	23.84	3.4	12.5	0.28
175	0.75	23.8	0.48	22.15	3.2	12.9	0.29
190	0.72	26.1	0.44	21.09	3.3	12.6	0.28

注：施胶量12%，施蜡量2%。

结果表明，随热压温度的提高，板的静曲强度逐渐提高，内胶合强度有所下降，吸水率逐渐降低。

②热压时间 采用2段加压曲线，如图2所示。A段热压压力取3.92N/mm²，B段取1.96N/mm²；热压温度取180℃；施胶量取12%；施蜡量取2%（直施石蜡）；板坯含水率14.8%。

在上述工艺条件下改变A、B段热压时间，比较板性能的变化，结果如表9所示。

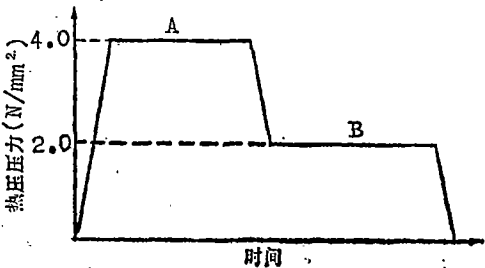


图2 热压曲线

由几种热压时间中，得出每mm板厚的

表9 热压时间对板性能的影响

时间 A—B (分)	物 理 力 学 性 能						
	密 度 (g/cm ³)	静曲强度 (N/mm ²)	内胶合强度 (N/mm ²)	吸水率 (%)	含水率 (%)	厚度膨胀率 (%)	线膨胀率 (%)
4—2	0.72	28.6	0.52	18.88	7.4	8.1	0.21
4—4	0.73	29.0	0.61	18.68	7.3	8.2	0.12
5—3	0.68	27.4	0.57	19.08	7.3	8.2	0.13
6—2	0.70	26.1	0.51	23.00	7.4	8.5	0.13

热压时间以0.8—0.9分钟为宜。对压制9mm厚中密度纤维板的热压时间为4'—4'时,产品的强度及防水性均较理想。

三、结论及建议

1.用竹材制造中密度纤维板在工艺上是可行的,采用适当的工艺条件可压出质量良好的中密度纤维板,其静曲强度可以达到 24.5N/mm^2 以上;内胶合强度超过 0.5N/mm^2 ,吸水率为20%左右,厚度膨胀率为9%左右,线膨胀率小于0.3%。

2.针对本试验用的三种竹材及其配比,可采用如下工艺条件压制中密度纤维板。

①热磨工艺 预热时间:6~7分钟;预热蒸汽压力 $0.59\sim 0.78\text{MPa}$;磨浆纤维滤水度控制在16秒左右。

②施胶 采用DW1—1G型脲醛树脂胶,施胶量12%(固体树脂量/绝干纤维量)。

③防水剂 采用固体石蜡直接施加方法,施蜡量取2%(石蜡量/绝干纤维量)。

④热压工艺 热压温度 $180\pm 5^\circ\text{C}$,热压曲线如图2所示。热压前板坯含水率控制在11~15%。采用二段加压,其热压时间以

每mm板厚为0.8~0.9分钟为宜。厚度为9mm时,采用A段4分钟,B段4分钟。

3.问题与建议

①试验用竹材为三种,因三种竹材的化学成分、解剖特征各不相同,如何合理搭配三种原料对提高板子质量将有很大影响。本试验采用的原料配比仅依据三种竹材的产量而定,并非最佳方案。

②本次试验仅对三种竹材进行了初步探索。因竹材纤维的化学组成和纤维形态均有其独特之处,还应继续进行深化研究或生产性试验。

(责任编辑 姜征)

参考文献

- [1] 周芳纯, 1982, 世界竹子生产的利用, 竹类研究, No.2.
- [2] 徐春富, 1985, 国内外竹质人造板研究和现状, 森工科技信息, No.2.
- [3] 朱惠方, 1984, 国产33种竹材制浆应用上纤维形态结构的研究.
- [4] 陈富枢, 1986, 丛生竹纤维形态分析与造纸用竹选择, 广东林业科学, No.2.
- [5] 天津轻工业学院, 1980, 植物纤维化学, 轻工业出版社.

A Preliminary study on the MDF made from bamboos

Wang Tianyou Li Qiang Pan Haili

(Inst. of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry)

Abstract This article explored the technical feasibility of producing MDF from bamboos. The main technological parameters and some factors related to the quality of the board were studied. The results showed that the panel properties can be obviously affected not only by the parameters of defibering and hot-pressing, but also by the amount of adhesive and water-repellent agent. It is possible to manufacture high quality MDF from bamboos if these factors can be properly controlled.

Keywords Bamboos, Medium density fiberboard (MDF)