

湿地松制造中密度纤维板工艺的研究

曲岩春* 曹忠荣 黄洛华

摘要 以湿地松 (*Pinus elliottii*) 为原料制造中密度纤维板工艺的研究, 采用正交试验方法, 分析了施胶量、板坯含水率、热压温度及热压时间对中密度纤维板物理力学性能的影响。试验结果表明: 板坯含水率及热压时间对试验板质量影响较大, 热压温度及施胶量的影响较小。采用适宜的工艺, 即板坯含水率在 10%、热压温度 165℃、热压时间 5 min, 施胶量可以降至 8%~9%, 试验板的各项物理力学性能可以达到国标特级品的要求。

关键词 湿地松; 中密度纤维板; 生产工艺; 性能

A Study on Manufacturing Technology for Slash Pine MDF

Qu Yanchun Cao Zongrong Huang Luohua

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091)

Abstract In this study, a manufacturing technology for slash pine (*Pinus elliottii*) medium density fiberboard (MDF) is discussed by means of orthogonal experiment design with 4 variable factors resin content, mat moisture content, pressing temperature, pressing time. The results showed that 1) mat moisture content and pressing time had more effect on physical and mechanical properties of MDF and resin content and pressing temperature had less effect on that of MDF; 2) in the range of the experiment condition, the suitable level of variables was resin content of 8%~9%, mat moisture content of 10%, pressing temperature of 165℃, pressing time of 5 min. The physical and mechanical properties of MDF can meet special grade requirement of MDF standard GB 11718-89.

Keywords Slash pine; Medium density fiberboard (MDF); Manufacturing technology; Properties

国内中密度纤维板生产企业已近 100 家。中密度纤维板是木材加工利用的主要产品, 但中纤板厂也正面临着木材原料供应不足的严峻挑战。因此, 在营造大量人工用材林的同时, 对若干人工用材林树种制造中密度纤维板生产工艺的研究, 可使其因材使用, 提高木材利用率, 达到高效利用。

湿地松 (*Pinus elliottii*) 是我国南方引进推广松类中生长最快的树种之一, 自本世纪 30 年代初引种到我国以来, 现已成为长江以南地区重要的速生用材林树种。湿地松木材较硬, 纹理通直、结构粗, 是优良的建筑、纸浆用材。开展湿地松制造中密度纤维板工艺研究, 具有重要的经济意义和广阔的应用前景。

1 材料与方法

收稿日期 1999-01-19
本文系“九五”国家科技攻关专题《中密度纤维板工艺及关键设备配套技术研究》的部分内容

* 中国林科院木材工业研究所助理研究员, 北京 100091

1.1 试验材料

湿地松 采自浙江省富阳市。

脲醛树脂胶 购自北京市光华木材厂, 固体含量 51.67%。

固化剂 为 20% 氯化铵溶液, 用量为固体树脂量的 0.8%。

石蜡 固体石蜡, 用量为绝干纤维重量的 1.5%。

1.2 试验设计

1.2.1 确定重点考察中纤板的平面抗拉强度 (IB)

1.2.2 采用两次正交试验 第一次正交试验以施胶量、板坯含水率、热压温度与热压时间为主要变量因子, 采用 $L_9(3^4)$ 正交表进行, 选取的因素水平见表 1, 每个条件压板 3 块。第二次正交试验以施胶量、热压温度、热压时间为主要变量因子, 采用 $L_4(2^3)$ 正交表进行, 每个条件压板 2 块, 选取的因素水平见表 2

表 1 第一次正交试验因素水平

Tab. 1 Factors and levels for the first experiment

因素	水 平		
	1	2	3
A 热压温度 /℃	165	185	205
B 施胶量 /%	8	9	10
C 板坯含水率 /%	8	10	12
D 热压时间 /min	3	5	7

表 2 第二次正交试验因素水平

Tab. 2 Factors and levels for the second experiment

因素	水 平	
	1	2
A 热压温度 /℃	165	185
B 施胶量 /%	8	9
D 热压时间 /min	3	5

1.3 试验过程

1.3.1 纤维制备 将湿地松木材经削片、筛选、水洗,装入间歇式热磨机,一次装入量为 3 000 g(绝干重),在热磨时加入 45 g 石蜡,热磨工艺参数为蒸煮汽压: 0.4~ 0.65 MPa;蒸煮时间: 3 min;磨盘间隙: 0.1 mm;热磨时间: 3 min

纤维滤水度 11.02 s,筛分值见表 3

表 3 纤维筛分值

Tab. 3 Wood fiber screen distribution

> 16目	> 32目	> 60目	> 115目	< 115目
36.47	24.14	18.99	11.11	9.29

1.3.2 纤维施胶干燥 采用间歇式拌胶机拌胶,施胶后的纤维送气流干燥机干燥,根据纤维的初含水率和终含水率要求选择适宜的干燥温度

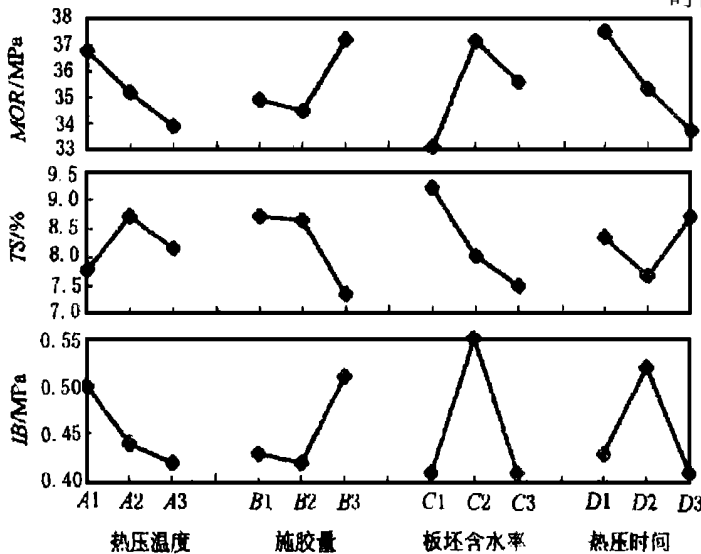


图 1 各因素对试验板物理力学性能的影响

Fig. 1 Effects of various factors on physical and mechanical properties

1.3.3 成型热压 按照板的设计密度 0.77 g/cm³、厚度 9 mm,将纤维手工铺装 在 300 mm× 300 mm 的成型框内,经预压后,按设定的热压温度及热压时间热压,最高压力 3.5 MPa,低压压力 1.6 MPa

1.3.4 检测 压制好的试验板根据 GB 11718-89 检测板的密度 (ρ)、平面抗拉强度 (IB)、静曲强度 (MOR)、吸水厚度膨胀率 (TS)等。

2 试验结果与分析

2.1 第一次正交试验

结果见表 4及图 1

表 4 第一次正交试验结果

Tab. 4 The first test result

试验号	d/g·cm ⁻³	IB /MPa	MOR /MPa	TS /%
1	0.79	0.41	35.6	9.4
2	0.78	0.62	37.2	7.4
3	0.79	0.46	34.4	6.6
4	0.78	0.47	34.4	9.4
5	0.78	0.52	37.1	8.5
6	0.75	0.55	29.6	8.2
7	0.78	0.42	34.7	7.3
8	0.77	0.29	29.1	10.0
9	0.79	0.55	39.9	7.1

2.1.1 各因素对 IB 的影响 纤维含水率与热压时间对 IB 影响较大。当含水率为 8% 时,由于板坯含水率低,传热效率差,芯层温度上升缓慢,因此,IB 值较低。当板坯含水率上升至 10%,IB 值增加 30% 左右,但含水率继续增大时,则因板坯含水率过高,蒸发大量的水分会消耗热能,致使板的 IB 值降低。热压时间也同样影响到 IB 值,IB 值随着热压时间的延

长而增大,当热压时间延长至 7 min 时,板的 IB 值又降低。这是由于时间过长会导致木材和树脂的热解和脆化,产品变脆,力学性能反而下降,因此,热压时间应以保证胶液充分固化有限。热压温度与施胶量对 IB 值也有影响,温度升高,有利于加快固化速度提高固化程度,但温度过高,易导致胶的过度固化而变脆。一般情况下,随着施胶量的增大,有利于胶粘剂均匀分布,使纤维之间结合牢固,IB 值增大。在本试验中,施胶量由 8% 提高到 9%,IB 值并未随之提高,出现的这种差异可能是试验过程中偶然因素所致,另一方面也恰好说明,施胶量对 IB 的影响不明显。

2.1.2 各因素对 MOR 的影响 热压时间对 MOR 影响最大,随着热压时间的延长 MOR 明显下降。板坯含水率由 8% 增大到 10%,MOR 增大,当含水率达到 12% 时,MOR 略有降低。热压

温度对 *MOR* 的影响与热压时间相似,温度越高,*MOR* 越低。热压温度 165℃,热压时间 3 min,即可保证表层胶粘剂的固化。施胶量对 *MOR* 的影响不显著,只是在施胶量从 9% 提高到 10% 时,*MOR* 有所提高。

2.1.3 各因素对 *TS* 的影响 板坯含水率对 *TS* 的影响较大,板坯含水率越高,*TS* 值越低。随着施胶量的增加,*TS* 下降,尤其是施胶量从 9% 增到 10%,*TS* 值下降明显。热压时间对 *TS* 也有影响,当热压时间为 5 min 时,*TS* 最低,当热压时间增至 7 min,*TS* 值明显升高。热压温度对 *TS* 的影响不大,在 185℃ 时 *TS* 最大,165℃ 时 *TS* 最低。

2.2 第二次正交试验结果与分析

表 5 第二次正交试验结果

Tab. 5 The second test result

试验号	d/g° cm ⁻³	IB /M Pa	MOR /M Pa	TS %
1	0.78	0.49	35.9	11.4
2	0.79	0.56	40.0	10.5
3	0.78	0.56	33.9	11.2
4	0.77	0.52	35.0	10.9

第二次正交试验重点考察两个热压温度 165℃、185℃,两种施胶量 8% 和 9% 及热压时间对板性能的影响。结果表明,热压温度与施胶量对板性能的影响均不显著,但总体上说,热压温度从 165℃ 提高到 185℃,各项性能指标均有不同程度的提高,施胶量由 8% 增加到 9%,板的性能略有提高。热压时间对板的性能影响较大,通常热压时间延长,胶粘剂固化充分,板的质量提高,本试验中热压时间从 3 min 增加到 5 min,板的性能明显提高。

2.3 参数的选择与优化

板坯含水率过高或过低都会导致板性能下降,本试验确定板坯含水率为 10%;选择正确热压时间和热压温度,既要保证胶粘剂充分固化,又不产生负面

效应;胶粘剂用量应选择在保证板性能的前提下,减少胶粘剂的用量,降低生产成本。通过两次正交试验的分析与比较,确定两个较优工艺 *A*₁*B*₁*C*₂*D*₂ 和 *A*₂*B*₁*C*₂*D*₂,即热压温度 165℃、185℃,施胶量 8%,板坯含水率 10%,热压时间 5 min,进行重复验证试验,每个条件压板 2 块,其各项性能指标见表 6。结果表明,热压温度 165℃,试验板的各项性能即可达到国标特级品的要求,同时也达到美国标准 ANSI A 208.2-1994 的要求。

表 6 重复验证试验结果与标准值的比较

Tab. 6 Comparison among test values and standard values

试验号	条件	d/g° cm ⁻³	IB /M Pa	MOR /M Pa	TS %
<i>A</i> ₁ <i>B</i> ₁ <i>C</i> ₂ <i>D</i> ₂		0.82	0.66	38.1	11.0
<i>A</i> ₁ <i>B</i> ₁ <i>C</i> ₂ <i>D</i> ₂		0.77	0.70	38.7	10.7
<i>A</i> ₂ <i>B</i> ₁ <i>C</i> ₂ <i>D</i> ₂		0.78	0.73	37.0	11.1
国标特级品值		0.72~0.88	>0.62	>29.4	<12
美国 ANSI A 208.2-1994		0.64~0.8	>0.60	>24	—

3 结论

- 1) 湿地松可以作为中密度纤维板的原料;
- 2) 选择的工艺条件适宜,中密度纤维板的施胶量可以降低至 8%~9%。在本试验范围内,最佳的工艺参数为:板坯含水率 10%,热压温度 165℃,热压时间 5 min,热压最高压力 3.5 M Pa,按此参数压制的板的性能可以达到国标 GB 11718-89 特级品要求,同时也达到美国标准 ANSI A 208.2-1994 的要求。

4 参考文献

1 徐咏兰.中密度纤维板制造.北京:中国林业出版社,1995
2 王恺,等.我国中密度纤维板的发展问题.建筑人造板,1997,(1): 5~14
3 曹忠荣,等.三种速生建筑材树种制造中纤维板的制浆工艺和磨片选型.木材工业,1999,13(3): 3~6