

马尾松胶合板阻燃技术的研究

侯伦灯, 刘景宏, 杨远才, 肖美秀
(福建林学院, 福建南平 353001)

摘要: 本文分析了马尾松胶合板阻燃处理过程中阻燃剂用量、阻燃剂浸渍单板干燥后含水率、胶粘剂用量、热压温度等因素对板材胶合性能和阻燃性能的影响。研究表明: 普通胶合板生产线生产马尾松阻燃胶合板是可行的, 产品的各项性能指标为: 含水率 6%~14%、胶合强度 ≥ 0.85 MPa 氧指数 45%~60%、2 min内热释放率 $HRR \leq 80$ kW $^{\circ}$ min/m ^{2}
关键词: 马尾松; 胶合板; 阻燃技术
中图分类号: TS653.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2000)02-0006-03

Research on Flame Retardant Masson Pine Plywood

HOU Lun-deng, LIU Jing-hong, YANG Yuan-cai, XIAO Mei-xiu
(Fujian College of Forestry, Nanping 353001, Fujian)

Abstract Based on analysis of flame retardant experiment of Masson Pine(*Pinus massoniana*) plywood, the effect of the key factors (flame retardant consumption, veneer moisture content, adhesive consumption, pressing temperature etc.) on properties of the board were discussed. The results indicated that it is feasible to adopt flame retardant technique to the manufacture of flame retardant Masson Pine plywood. The bonding and flame retarding properties of board can meet the corresponding standard the moisture content 6%~14%, bond strength ≥ 0.85 MPa, oxygen index 45%~60%, heat release rate $HRR \leq 80$ kW $^{\circ}$ min/m ^{2} at 2 minutes.
Key words Masson Pine; Plywood; Flame retardant technique

胶合板是人造板中生产历史最早的产品,虽然目前胶合板在各种人造板中所占的比重已从 70年代的 48%下降到 90年代的 40%,但世界产量仍然达到 5 000万 m ^{3} ^[1]。据第三次全国工业普查,我国人造板产量 1995年达 1 684.60万 m ^{3} ,1996年达 1 203.26万 m ^{3} ,1997年 1 648.48万 m ^{3} ,其中胶合板产量达到 758.45万 m ^{3} ^[2]。表明无论世界还是我国对胶合板产品都显示出相当的需求量,其主要用途仍是家具、室内装修和建筑业等领域,但由于胶合板的易燃性也带来相应的消防问题。公安部消防局公布资料表明:近几年来,全国每年发生火灾 4万多起,造成直接经济损失十多亿元,死伤数千人。据分析:2%火灾由木材等纤维材料引起,而住宅火灾 70%是因木质材料缺乏耐火性而引起,因而人造板材料的阻燃性研究已

成为大家共同关注的课题。我国南方胶合板生产以马尾松木材为主,约占胶合板生产量的 80%~90%,为此本课题就马尾松阻燃胶合板生产技术进行研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

马尾松 (*Pinus massoniana*) 单板: 厚度 0.8~1.25 mm,含水率 8%~15%;
胶粘剂: 为生产用脲醛树脂胶,均由福建省建瓯市徐墩胶合板厂提供;

阻燃剂: 使用自行研制的有机树脂类型阻燃剂,其组成包括成炭剂、脱水成炭催化剂和发泡剂。主要成分是聚磷酸胺、三聚氰胺、尿素、甲醛、季戊四醇和氢氧化铝等。

1.2 试验方案

采用 L $_9$ (3 ^{4})正交试验方案(表 1),考察涂胶量

收稿日期: 1999-07-20 修改稿: 1999-08-26
基金项目: 福建省科委科学研究基金资助项目。
作者简介: 侯伦灯 (1964-),男,福建林学院副教授。

阻燃剂用量、热压温度、阻燃剂浸渍单板干燥后的含水率等几个主要因素对马尾松阻燃胶合板胶合性能和阻燃性能的影响。其它工艺参数: 施加阻燃剂前单板含水率 4%~ 6%、热压压力 1. 2 MPa 热压时间 60 s /mm 单板经定量涂刷或浸渍阻燃剂后,在 135℃下干燥至工艺要求的含水率,再进行涂胶、组坯、热压等工序制成胶合板。

表 1 正交试验因素水平

Tab. 1 Orthogonal experimental program				
水平	因 素			
	涂胶量 g /m ²	阻燃剂用量 %	热压温度 ℃	单板含水率 %
1	260	12	105	4
2	290	14	120	6
3	320	16	135	8

1. 3 检测方法

阻燃胶合板的物理力学性能、燃烧过程中水平与垂直燃烧性能、氧指数和热释放率的检测,分别参照 GB/T 9846-88 GB/T 2406-93 GB 2408-80 GB 4609-84 美国材料试验标准 ASTM E-906等进行检测^[3~ 5]。

1. 4 仪器设备

试验热压机、木材万能力学试验机、HC-2氧指数测定仪、HRR₃ (Heat Release Rate System FAA Model)热释放率测试系统等。

2 结果与分析

2. 1 试验结果

马尾松阻燃胶合板的胶合性能和阻燃性能检测结果见表 2。

表 2 阻燃胶合板性能指标检测结果

Tab. 2 Testing results of flame retardant plywood				
试验号	胶合强度	氧指数	热释放率 /(kW° min° m ⁻²)	
	M Pa	%	2 min	5 min
1	1. 32	56. 0	76. 68	370. 00
2	0. 66	50. 0	114. 00	368. 62
3	1. 78	56. 0	91. 56	365. 32
4	1. 57	62. 0	43. 06	113. 77
5	1. 51	56. 5	45. 20	346. 24
6	0. 91	56. 0	58. 01	247. 24
7	1. 43	54. 0	57. 55	310. 57
8	1. 16	54. 0	93. 76	339. 29
9	1. 67	49. 0	118. 64	328. 56

2. 2 极差分析

根据试验结果对各项性能指标进行极差分析(表 3)。从表 3可知,尽管各因素对马尾松阻燃胶合板的物理力学性能和阻燃性能的各项性能指标影响程度

表 3 阻燃胶合板性能指标极差分析

Tab. 3 Difference analysis on properties of flame retardant plywood

因 素	胶合强度	氧指数	热释放率 /(kW° min° m ⁻²)	
	M Pa	%	2 min内	5 min内
涂胶量	0. 34	3. 66	30. 33	86. 60
阻燃剂量	0. 17	5. 84	45. 33	132. 02
热压温度	0. 50	3. 50	4. 33	75. 48
单板含水率	0. 44	0. 17	27. 33	70. 39

不一,但其强弱趋势明显。对胶合强度的影响强弱依次为: 热压温度> 单板含水率> 涂胶量> 阻燃剂用量。对阻燃性能氧指数和热释放率的影响强弱依次为: 阻燃剂用量> 涂胶量> 热压温度> 单板含水率。极差分析趋势图 1 图 2直观反映各因素对各项性能指标的影响趋势。

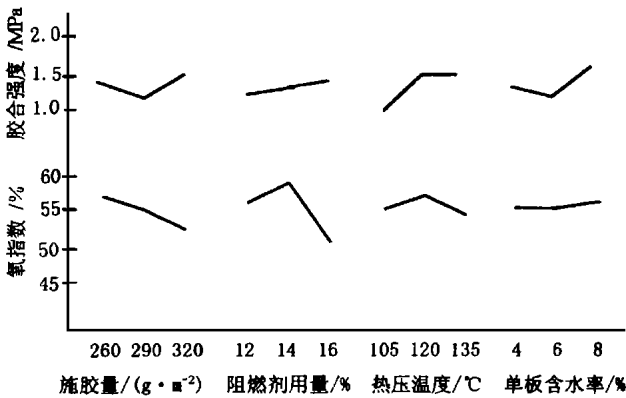


图 1 胶合强度和氧指数变化的极差分析

Fig. 1 Difference analysis of shearing strength and oxygen index

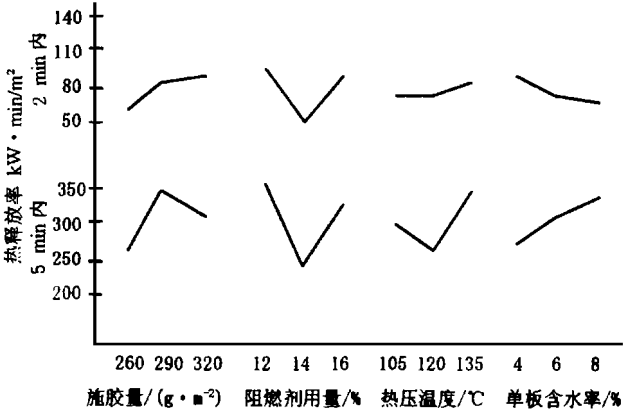


图 2 2 min和 5 min内燃烧热释放率变化的极差分析

Fig. 2 Difference analysis of heat release rate variety in 2 and 5 minutes

2. 3 分析讨论

胶合板材料的燃烧包含干燥、预炭化、炭化、燃烧等一系列复杂的物理化学过程,对单板进行阻燃处理就是设法阻碍其热分解,抑制可燃性气体生成,改

变热分解反应机理或通过隔离热和空气以及稀释可燃性气体^[6,7]。本试验用自行配制的有机树脂类型阻燃剂,能促使木材中糖类在较低温度下分解形成焦炭和水,并增加焦炭残留物生成量,从而抑制了热量从燃烧的物质表面传至内部,磷化物和氮化物在高温下形成膨胀性焦炭层,起隔热隔氧保护层的作用,含氮化合物起着发泡剂和焦炭增强剂的作用^[8-12]。

综合考虑检测结果与极差分析,在胶粘剂用量较少时,阻燃剂用量的增加对板材胶合强度有负面影响。图 1 表明,阻燃剂用量适当提高,对板材氧指数和热释放率等阻燃性能指标影响显著,而板材胶合强度仅有缓升趋势,这与阻燃剂中三聚氰胺树脂生成量亦相应提高有关。其它因素对板材胶合强度和阻燃性能亦产生影响,如单板厚度与含水率、阻燃剂浓度与 pH 值、阻燃剂施加工工艺与设备等,将另文阐述。

从阻燃剂用量、浸渍阻燃剂单板干燥终含水率、施胶量、热压温度等因素与水平所考察的试样各项指标可知,较为理想的马尾松阻燃胶合板制造工艺为:阻燃剂用量 14%、浸渍阻燃剂单板干燥后含水率 8%、施胶量 260 g/m^2 、热压温度 120°C 。依此压制的马尾松阻燃胶合板,其胶合强度 $\geq 0.85 \text{ MPa}$ 、氧指数 $45\% \sim 60\%$ 、2 min 内热释放率 $\leq 80 \text{ kW} \cdot \text{min/m}^2$ 。用 HRR_3 热释放率测试系统检测马尾松阻燃胶合板材料燃烧过程,图 3 所示试件 5 min 时间内材料燃烧的吸热与放热状态变化:燃烧过程前 2 min 热释放量约为 $63.8 \text{ kW} \cdot \text{min/m}^2$,热释放率的高峰期出现在燃烧过程的 1~1.5 min,峰值约为 75 kW/m^2 ,以后热释放率渐低,从而抑制材料燃烧过程。

作为对照的未施加阻燃剂的马尾松普通胶合板,

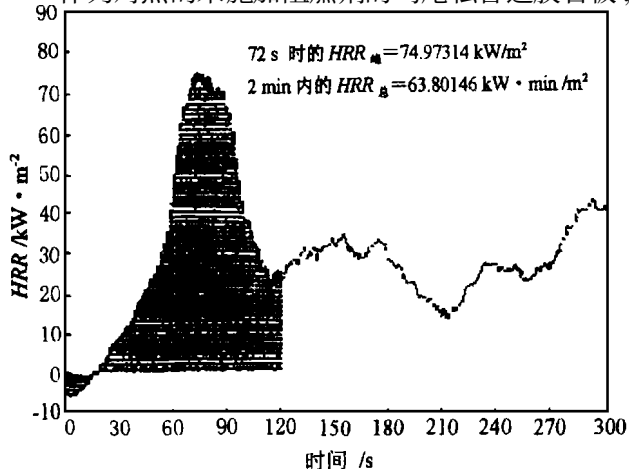


图 3 阻燃处理胶合板燃烧时的吸热与放热状态

Fig. 3 Decalence and discharge heat state variety of flame retreated plywood during burning

其胶合强度 $\geq 0.85 \text{ MPa}$ 、氧指数 $20\% \sim 25\%$ 、2 min 内热释放率 $147.3 \text{ kW} \cdot \text{min/m}^2$,试件材料燃烧测试 5 min 时间吸热与放热状态变化情况如图 4 所示。

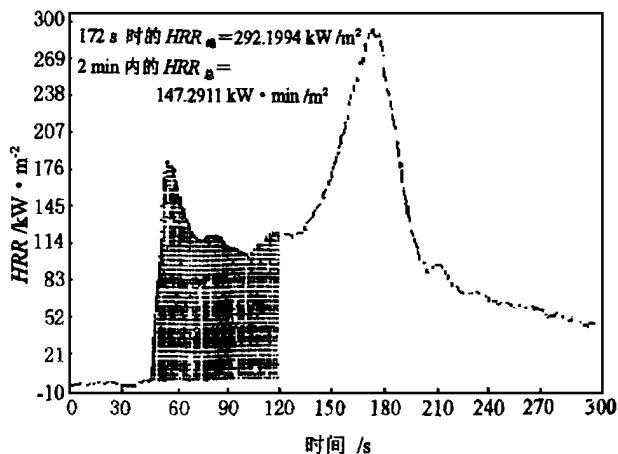


图 4 未阻燃处理胶合板燃烧时的吸热与放热状态

Fig. 4 Decalence and discharge heat state variety of flame untreated plywood during burning

由图 3 4 对比可知,经阻燃处理,胶合板氧指数显著提高,且阻燃性能优良稳定,热释放率显著降低,其水平和垂直燃烧性分别达到 GB 2408-80 I ~ II、FV-0。

3 结论

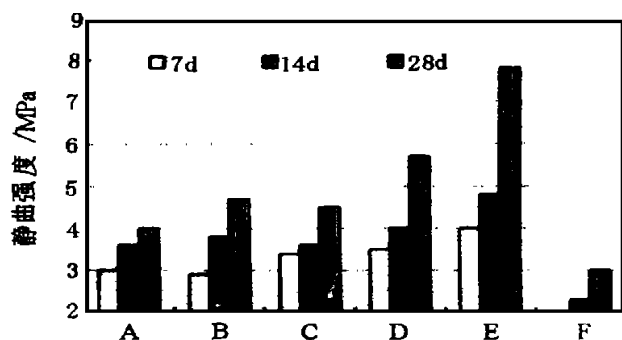
1) 用普通胶合板生产线实施阻燃技术,生产马尾松阻燃胶合板是可行的,适宜的工艺参数为:阻燃处理前单板含水率 $4\% \sim 6\%$ 、阻燃剂用量 14%、处理后单板终含水率 8%、施胶量 260 g/m^2 、热压温度 120°C 、热压压力 1.2 MPa 、热压时间 60 s/mm ;产品的各项性能指标为含水率 $6\% \sim 14\%$ 、胶合强度 $\geq 0.85 \text{ MPa}$ 、氧指数 $45\% \sim 60\%$ 、2 min 内热释放率 $\text{HRR}_3 \leq 80 \text{ kW} \cdot \text{min/m}^2$ 。

2) 马尾松阻燃胶合板生产技术的研究对改善和提高马尾松胶合板产品功能、开拓产品在建筑业、室内装修、家具制造、交通运输等行业的应用领域极具现实意义,建议科研单位和生产企业积极组织生产性中试和推广应用。

参考文献:

- [1] 陈绪和.木材工业和可持续发展[J].林产工业,1999,26(1):6~8.
- [2] 王天佑.我国人造板生产现状及市场前景[C].中国林学会木材工业分会论文集(15),1998,26~27.

(下转第 12 页)



A. 未浸提木片+ 自来水; B. 常温水浸提木片+ 自来水; C. 沸水浸提木片+ 自来水; D. 0.2% NaOH 溶液浸提木片+ 自来水; E. 0.2% NaOH 溶液浸提木片+ 水玻璃处理+ 自来水; F. 未浸提木片+ 抽提液

图 6 木片处理方法对板材静曲强度的影响

Fig. 6 Effect of chip treatment on MOR of composite board

从图 6 可看出,经常温水、沸水、NaOH 溶液浸提的木片制作复合板材,可以提高板材的静曲强度,但其强度仍然很低。经 NaOH 溶液浸提,再用水玻璃进行矿化处理的木片制作的复合板材不仅能提高了板材 7 d 和 14 d 强度,板材的最终强度也能得到明显提高;而且也大大地减少了木材表面的裂隙程度,提高了板材的表面性能。从图 6 中还可以看出,使用未经浸提的木片和木片抽出液代替自来水所制作的板材强度极低,基本上不能成板。

3 结论

1) 本研究的最终产品是一种桉树木片与硅酸盐水泥和树脂等结合而成的多元复合材料。在水泥的碱性介质中,未经处理的桉树木片会被浸提出大量的抽

出物质,阻碍水泥水化凝固,即产生所谓“水泥毒”现象。因此,必须对桉树木片进行浸提处理。

2) 木材与水泥两者的理化性能差异很大,存在天然的不相容性,为使两者形成较好的结合,需对木片进行矿化处理。

3) 木材的干缩性远大于水泥材料,因此,未经处理的木片会因干缩而与水泥材料之间形成裂缝,为消除这种现象,需对木片进行尺寸稳定性处理。

4) NaOH 水溶液可以用作脱除桉树木片抽出物的处理剂,其可行的工艺条件是用 0.2% NaOH 水溶液在常温常压下浸泡木片 48 h。

5) 用水玻璃溶液浸泡木片可同时起到木片矿化和尺寸稳定的作用,其可行的工艺条件为:以浓度 15% ~ 20% 的水玻璃溶液在常温常压下浸泡 48 h。

6) 木片内可溶物不仅影响成板的可能,而且对板材的物理力学性能影响显著。木片经 NaOH 溶液对可溶物质进行抽出和用水玻璃的矿化及尺寸稳定性处理后,不仅能提高板材初期强度和最终强度,而且能减少木片抽出物的渗出对板材表面的污染,提高板材的表面装饰性能。

参考文献:

- [1] 涂平涛. 水泥刨花板生产中的几个问题 [J]. 林产工业, 1994, 21 (2): 19~ 21.
- [2] 陈载永. 温度处理对水泥结合稻壳与木材粒片之板材性质的影响 [J]. (台湾)林产工业, 1997, 16(3): 437~ 452.
- [3] 葛明裕. 木材加工化学 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1985.
- [4] 李坚. 木材科学新编 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1991.
- [5] 陆文达. 木材改性工艺学 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1993.
- [6] 蔡永源. 高分子材料阻燃技术手册 [Z]. 北京: 化工工业出版社, 1993, 38~ 71.
- [7] 王元宏. 阻燃剂化学及其应用 [M]. 上海: 上海科技文献出版社, 1988, 493~ 531.
- [8] 董世德. ZY-2 阻燃液 [J]. 化学建材, 1995, (4): 157~ 158.
- [9] 徐旭荣, 等. 膨胀型阻燃剂阻燃 LDPE 的研究 [J]. 塑料工业, 1997, (1): 83~ 86.
- [10] 李伟, 等. 磷氮膨胀阻燃体系的研究 [J]. 阻燃材料与技术, 1995, (6): 1~ 4.
- [11] 王国荣, 等. 几种阻燃剂之间协效作用的研究 [J]. 纤维复合材料, 1996, (1): 31~ 34.
- [12] 周卫平, 等. 阻燃剂对木材的热分解性能研究 [J]. 无机盐工业, 1996, (3).

(上接第 8 页)

- [3] Per Jostein Hovde. An Investigation on Some Combustion Properties of Rigid Plastic Foams [M]. Fire Retardants: Proceedings of 1978 European Conference on Flammability and Fire Retardants, 1980, 101~ 114.
- [4] ASTM Standards E 906-83. Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products, 1984, 877~ 902.
- [5] Atlas Electric Devices Company. Installation and Operation Manual of Heat Release Rate System FAA Model [Z]. Chicago, 1992.
- [6] 蔡永源. 高分子材料阻燃技术手册 [Z]. 北京: 化工工业出版社,

◆ 本刊全面征集有关木材加工行业各领域的实用新技术、技改措施、质量控制、生产管理、企业管理经验等方面的文章 (4000 字以内), 欢迎广大读者投稿。

◆ 本刊全年办理现刊、过刊的订阅和补订, 并代销部分专业工具书、手册等资料, 欢迎办理邮购。

◆ 本刊辟有多页各类彩色与黑白广告版面, 制作精良, 价格合理, 欢迎来人来电洽谈。

电话: 010-6288 9419 / 9416 传真: 6288 9416

Email: cwjiang@ wood. forestry. ac. cn

《木材工业》编辑部