

阻燃刨花板阻燃剂的研制

刘燕吉 吴健身 李玉栋

(中国林科院木材工业研究所)

摘要 以氨基树脂为载体,磷-氮系阻燃液与固体无机耐火剂所构成的刨花板用阻燃体系,采用阻燃剂与刨花直接混合的添加工艺,不会造成阻燃剂的浪费,不污染环境。所生产的阻燃刨花板主要物理力学性能达到国家标准。阻燃性能:氧指数40%~50%,1000℃火焰穿透时间15~25分钟,发烟等级为一级。对人低毒。

关键词 阻燃剂;阻燃刨花板;氧指数;火焰穿透时间;发烟等级

一、前言

国内外阻燃刨花板通常采用磷酸氢二铵、聚磷酸铵、硼酸、硼砂等无机盐^[1-4]为阻燃剂。这些阻燃剂对木材材质、胶合强度及吸水性都有不利影响^[5]。因此,近15年来国外发展树脂型阻燃剂代替单纯的无机盐^[6-8]。传统的阻燃剂添加方式是用阻燃剂溶液浸泡刨花,而现在大都采用了阻燃剂与刨花直接混合的添加工艺路线^[3,8,9]。工艺操作简单,不会造成阻燃剂的浪费和对环境的污染。

本项成果采用国内外优秀的阻燃剂配方,以氨基树脂为载体,磷-氮系阻燃液与固体无机耐火剂所构成的刨花板用阻燃体系。并采用了阻燃剂与刨花直接混合的先进添加工艺。从而成功地解决了阻燃性与板材物理力学性能,阻燃性与产品成本之间的两大矛盾。

二、材料与方法

(一) 试验材料

1.以氨基树脂为载体的磷-氮系阻燃剂(以下简称PBFR),聚磷酸铵(以下简称APP),硼酸、硼砂、磷-铝系(以下简称P-Al),卤系等21种阻燃剂配方。

2.刨花板用胶粘剂,包括MN-12脲醛树脂,固化剂及防水剂等。

3.云杉木材刨花,刨花平均厚度0.44mm。

(二) 试验方法

1.筛选阻燃剂配方 在刨花板热压参数及施胶量、耐水剂和固化剂用量、阻燃剂添加量均固定不变的条件下(见表1),采用阻燃剂与刨花直接混合的方式分别添加上述21种阻燃剂,每种配方压三块板,板面尺寸360mm×340mm×14mm。分别检测阻燃效果及物理力学性能,选出三个较好的配方。

表1 热压工艺条件

板面压力 (MPa)	热压时间 (s/mm 板厚)	热压温度 (℃)	施胶量 (%)	固化 剂量 (%)	耐水 剂量 (%)	阻燃 剂量 (%)
3.5~1.0	21~22	170±5	12	1~1.5	1.5	13

2.对上述三个配方做进一步筛选以确定阻燃剂配方,并确定阻燃剂及胶粘剂等成分的添加量。试验采用正交设计方法,每个条件压三块板,尺寸同上。分别检测阻燃效果及物理力学性能。

3.检测方法

阻燃性:

(1) 氧指数法 参照JIS D 1201-77及GB 2406-80标准方法进行试验。

(2) 火焰穿透时间 火焰温度为

收稿日期:1992.3.31.

1000℃的汽油喷灯垂直点烧板面,测定背火一面透火时间。

(3) 发烟等级 基本参照JIS D 1201-77标准方法进行试验。

物理力学性能 按照GB 4899~4903-85标准方法进行试验。

毒性 小白鼠急性口服,测定LD₅₀。

三、试验结果

(一) 按表1所列的固定工艺参数制板,检测其阻燃效果(见表2)。

表2 不同配方的阻燃效果

配方中主要成分	配方数	氧指数(%)	火焰穿透时间(min)
对 照		27	9
APP	3	34~36	15~24
PBFR	2	37~38	14~20
Al ₂ O ₃	1	36	15
P-Al	2	37~38	18~23
硼 系	2	33~34	13~15
卤 系	2	31~36	11~16
FRS	1	33	25
其 它	8	<30	<10

表3 阻燃体系主要物化性质

阻燃体系	外观与形态	耐火度(℃)	pH	有效成分(%)	密 度(g/cm ³)	储 存 期	药剂费(元/吨)
PBFR	无色树脂型液体		6.0~6.5	34~39	1.14~1.18	>3个月	4000~5000(固体)
FRS	灰白色粉状物	1400~1500	7.0	>85	0.36	>3年	400~500

表4 添加耐火剂FRS前后的阻燃效果

配方中主要成分	氧指数(%)	火焰穿透时间(min)
APP	34~36	15~24
APP+FRS(添加30%)	46	46
PBFR	37~38	14~20
PBFR+FRS(添加20%)	40	21
P-Al	37~38	18~23
P-Al+FRS(添加30%)	40	30

表5 PBFR添加FRS后的阻燃效果及药剂费用

配方中主要成分	添加量(%)	密 度(g/cm ³)	氧指数(%)	火焰穿透时间(min)	药剂费(元/m ²)
PBFR	20	0.73	38	14	657
PBFR+FRS	13+20	0.76	40	25	503

由表2看出,含磷阻燃剂配方(APP、PBFR及P-Al)阻燃效果较好。但APP成本过高,P-Al系配制复杂且对设备有腐蚀性,故选用PBFR为刨花板阻燃剂。

(二) 添加固体耐火剂

溶液型阻燃剂与固体耐火成分混合使用构成一种刨花板用阻燃体系,国外也多有报导。但大多采用云母粉、氧化铝、硼砂^[7,10]等物质做耐火剂,而在本试验中选了价钱便宜、来源丰富的生产废料FRS做耐火剂组成阻燃体系,其主要物化性质见表3。试验结果见表4、表5。

由表4、表5看出,配方中增加一定量的固体耐火剂后刨花板阻燃效果明显提高,药剂费用下降。

(三) 采用氨基树脂做载体减少磷-氮系阻燃剂对板材物理力学性能的不利影响

含磷无机盐易吸潮,影响胶合强度,还能使木纤维变脆^[11],采用氨基树脂做载体可减少这种不利影响。欧洲一篇专利^[8]对其机理做了分析,其论点是树脂可使无机盐微胶囊化,使无机盐不直接与木材纤维接

触。此外,氨基树脂与刨花板用脲醛胶属同系物质,所以不会影响胶合强度。

表6列出了添加PBFR和两种不同树脂做载体的磷-氮系阻燃剂后板材的强度及吸水厚度膨胀指标。前者达到国家一级标准的指标,以氨基树脂做载体可减少磷-氮系阻燃剂对板材物理力学性能的不利影响也就一目了然。

(四) 阻燃剂、耐火剂和施胶量的确定

通过正交试验,试验设计如表7,试验结果见表8,确定阻燃剂PBFR添加量为10%~13%,耐火剂FRS添加量为20%,施胶量为10%~12%。

表6 添加PBFR及不用树脂做载体的磷-氮系

阻燃剂后板材物理力学性能

阻燃剂 配 方	检测 板 (块)	密 度 (g/cm ³)	静曲强度 (N/mm ²)	平面抗拉 强度 (N/mm ²)	吸水厚 度膨胀 率 (%)
P-N ₁	3	0.69~0.79	13.4~20.6	0.12~0.29	12.9~ 23.8
P-N ₂	1	0.72	22.2	0.29	12.4
PBFR	>20	0.70~0.80	≥18.0	≥0.4	≤6

表7 试验水平设计表

试 验 号	PBFR添加量 (%)	FRS添加量 (%)	施 胶 量 (%)
1	13	20	8
2	10	30	10
3	7	10	12

表8 试验结果

试验号	静曲强度 (N/mm ²)	平面抗拉 强度 (N/mm ²)	吸水厚度 膨胀率 (%)	氧指数 (%)	火焰穿 透时间 (min)
1	22.49	0.92	15.6	40	22
2	18.01	1.18	9.8	39	23
3	21.15	1.03	7.0	32	21

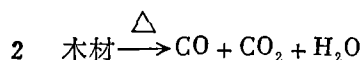
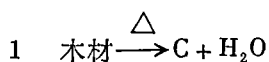
● 试验中均未加防水剂。

表9 阻燃刨花板的主要性能

物 理 力 学 性 能					阻 燃 性 能			板材甲醛 释放量 (mg/100g 板)	板材毒性 LD ₅₀ (mg/ kg)	药剂费 (元/m ³ 板)
密 度 (g/cm ³)	静曲强度 (N/ mm ²)	平面抗拉 强度 (N/ mm ²)	吸水厚度 膨胀率 (%)	含水率 (%)	氧指数 (%)	火焰穿 透时间 (min)	发烟等级			
0.7~0.8	≥18.0	≥0.4	≤6.0	5.0~10.0	40~50	15~25	一级	3~4	>5000	400~500

(二) 从对照板和阻燃板的DTA差热曲线(图1)看出,阻燃板的分解温度提前(见表10),对照板的放热峰比阻燃板的放热峰大得多。木材热分解模式的改变使可燃性气体生成量减少,放出的热量就减少,从而起到阻燃作用。

(三) 木材热分解反应可能的两种型式^[12]



含磷阻燃剂受热产生一系列缩聚反应,

阻燃剂PBFB添加量10%~13%时板材强度均能达到国家标准要求。如加防水剂后吸水厚度膨胀率<6%(见表6)。阻燃剂添加量为7%时,相应的阻燃效果最差,所以选择阻燃剂添加量为10%~13%、耐火剂FRS添加量20%~30%,并在加入防水剂的情况下板材物理力学指标能达到国家标准。而FRS添加量在10%时,板材阻燃效果不佳,故选择耐火剂为20%;为保证胶合强度兼顾阻燃效果,选择胶粘剂添加量为10%~12%。

阻燃刨花板的主要物理力学和阻燃性能见表9。

四、阻燃机理的探讨

(一) 刨花板用阻燃剂配方是一种以氨基树脂为载体的磷-氮系阻燃液。高温下放出惰性气体冲淡周围的氧气而阻滞气体燃烧;含磷阻燃剂高温下缩聚,最后形成玻璃状物质对木材纤维起到覆盖作用,从而抑制固相燃烧。

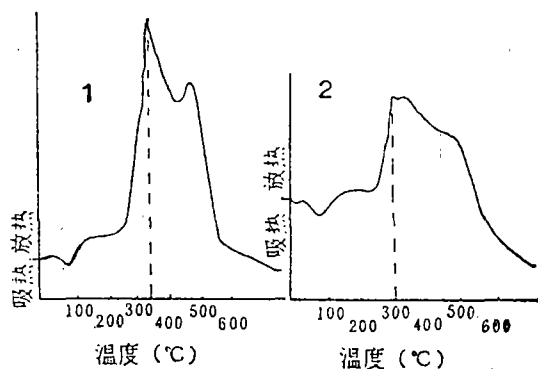


图1 刨花板DTA差热曲线

1—普通刨花板 2—阻燃刨花板

生成强酸,使木材迅速脱水炭化,促进了1式

表10 刨花板分解温度

刨花板	图号	起始分解温度 (℃)	热分解峰值温度 (℃)
对照板	图1—1	280	340
阻燃板	图1—2	270	300

反应,抑制了2式反应。炭的导热系数低于木材,从而抑制了热传递也就抑制了热分解速度。图2的DTG曲线所示阻燃板热失重速度明显降低,就证明了这一点。放热峰值温度时,普通板和阻燃板的失重率分别为57%和36%(见表11)。残余重量分别为43%和64%。

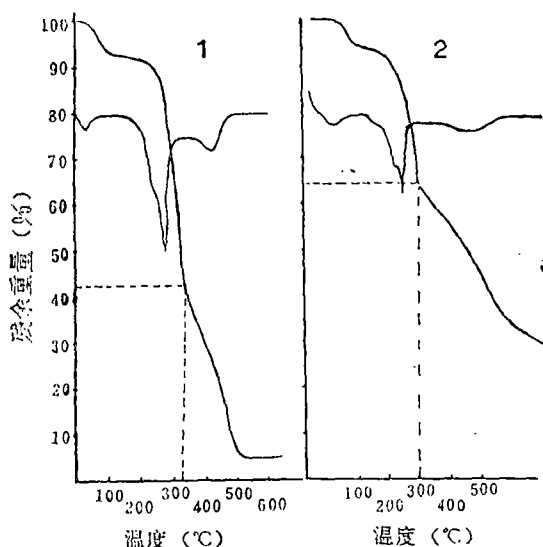


图2 刨花板DTG热失重曲线

1—普通刨花板 2—阻燃刨花板

表11 刨花板失重率

刨花板	图号	峰值温度(℃)	失重率(%)
对照板	图2—1	340	57
阻燃板	图2—2	300	36

(四) 耐火剂FRS是粉状物质,主要成分有二氧化硅、氧化铝等。引入FRS与PBFR组成有协同效应的阻燃体系从而提高

了刨花板的隔热性和耐烧性,同时具有消烟作用。

五、几点结论

1.以氨基树脂为载体,磷-氮系阻燃剂与固体耐火剂FRS组成的阻燃体系具有良好的阻燃性能。用它制成的刨花板,其氧指数达到40%~50%,1000℃火焰穿透时间为15~25分钟,发烟等级一级,对人畜无害,板材的主要物理力学性质达到国家标准对一级品的要求。

2.阻燃体系可与刨花直接混合。PBFR添加量为10~13%,FRS添加量为20%。

(责任编辑 袁东岩)

参考文献

- [1] 原西德专利DD 213177, 1984.
- [2] Shinichi Kikuchi et al., 1985, Combustion tests of fireproof particleboards, Journal of the Hokkaido Forest Products Research Institute, (12): 12-16.
- [3] 原苏联专利SU 1341039, 1987.
- [4] 美国专利US 4701373, 1987.
- [5] Rashid, A., Proceeding of s 503-04 sessions 10 FRO D5 Forest products.
- [6] 原苏联专利SU 1344766, 1987.
- [7] 美国专利US 3874990, 1975.
- [8] 欧洲专利EP 162974, 1989.
- [9] Mari E.L., 1983, Application of fire retardant particleboard, FPRDI Journal, 7 (3-4): 49~60.
- [10] 英国专利EP 185003
- [11] Omer, S.E., 1985, Production of fire retardant particleboards, Drvna Industrija, 36 (5~6): 105~114.
- [12] Levan, S.L., 1984, Chemistry of fire retardancy, The chemistry of solid wood, Washington, 531~574.

A study on fire retardant for particleboard

Liu Yanji Wu Jianshen Li Yudong

(The Research Institute of Wood Industry, CAF)

Abstract The fire retardant-treated particleboard was produced by mixing wood chips with fire retardant, fire resistant solid component respectively. This production technology causes no waste of chemicals and no enviromental pollution. The fire retardant chemicals used contain amino resin as carrier and P-N system chemical solution.

The physical and mechanical properties of fire retardant-treated particleboard met the Chinese National Standart of particleboard. The fire retardant poper-ties of the board were oxygen index of 40%-50%, flame resistance time of 15-25min as well as smoke generation of class A. The fire retardant used is low toxic to human.

Keywords Fire retardant; Fire retardant-treated particleboard; Limiting oxygen index; Flame resistance time; Smoke generation

新 书 征 订

《林产工业环境保护》和《家具工业的经营与管理》

《林产工业环境保护》综合了国内外林产工业污染与控制方面的主要文献资料和科学研究成果,着重介绍了世界林产工业污染控制现状及技术进展,论述了空气、水体、噪声、固体废渣污染物的特性、处理方法、工艺流程、净化效果、综合利用、运行经验等。在介绍实用技术的同时,也涉及到环境连续监测等新技术应用领域。可供制材、家具、人造板、制浆和造纸、装饰材料、涂料、木材染色、木材防腐、合成树脂与塑料工业等企业单位及科研单位的科研人员、工程技术人员及管理人员极考,也可供大专院校有关专业师生使用。

本书由北京林业大学赵立教授编著,中国科技出版社出版。大32开本,字数60万,塑面压模,每本定价:18.50元。需邮寄者每本另加邮挂费2.00元。

《家具工业的经营管理》主要介绍家具制造机床与设备的维修和保养、低价自动化及其装置、产品质量控制、家具市场和出口贸易、出口家具包装

技术、高新家具产品设计和实现现代化生产的技术措施,家具工业的科学经营和管理方法,以及安全生产和公害防治等方面的内容,适合家具、细木工、木材加工行业的管理人员、科技人员及有关专业的大专院校师生阅读。

本书由北京林业大学赵立教授编译,中国轻工出版社出版。32开本,14万字,每本定价4.80元。需邮寄者每本另加0.70元邮挂费。

以上两书在第1993年六月底前出版。

凡需要购买上述两书者,请于1993年3月底前将书款(需邮寄者另加邮挂费)通过邮局汇至代销单位,地址:

北京市颐和园后,中国林科院内,《木材工业》编辑部(请在汇款单上说明所购书名)邮编100091

联系人:郭东升,

电话:2582211-416。