

阻燃麦秸刨花板性能的研究

王戈¹, 刘振国²

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 黑龙江省林产工业研究所, 哈尔滨 150040)

摘要: 根据麦秸板的特点, 选择4种复配的阻燃剂, 利用正交试验法进行制板试验, 根据氧指数和烟密度指标评价其阻燃性能, 同时测定板的各项物理力学性能的变化。结果表明, 经过阻燃处理, 麦秸板的阻燃能力有明显提高, 但一些物理力学性能有所降低; 研究还给出了制造阻燃麦秸板的较佳工艺参数。

关键词: 麦秸板; 阻燃

中图分类号: S782.39, TS653.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2001)05-0010-04

Study on Properties of the Fire-retardant Wheat Straw Board

WANG Ge¹, LIU Zhen-guo²

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091;

2. The Forest Products Industry Research Institute of Heilongjiang Province, Harbin 150040)

Abstract: According to characteristics of wheat straw board, the making of fire-retardant wheat straw boards with four types of fire retardants were investigated by using the orthogonal experiment method. The fire-retardant properties of the boards were evaluated by the oxygen index and smoking density. Meanwhile, properties of the boards were tested and analysed. Results showed that the fire-retardant properties of the boards have been improved obviously through fire retardants treatment, but some physical and mechanical properties of board decreased. In addition, the optimum technical parameters on making fire-retardant wheat straw board were presented.

Key words: Wheat straw board; Fire-retardant

由于木材资源的缺乏, 国内外都在大力发展非木材人造板以替代木材, 满足市场的需要。麦秸刨花板就是其中的一种。近年来, 国内外麦秸板已实现工业化生产, 产品用于制作家具等^[1~5]。若要扩展麦秸板应用于建筑行业, 如作室内装饰板、隔墙板材等, 除了应具有较好的物理力学性能外, 还应具有阻燃等一些特殊性能。本文着重对改性异氰酸酯麦秸刨花板(简称麦秸板)的阻燃性进行研究, 探索阻燃处理对板材物理力学性能的影响及其变化规律, 以利于阻燃麦秸板的推广和应用。

1 制板试验

1.1 阻燃剂的选择

首先, 根据麦秸板生产工艺的特点, 要求阻燃剂

具备: (1) 热稳定性好。在麦秸板高温加压过程中, 阻燃剂具有较高的热稳定性, 避免因热分解而降低其阻燃效果; (2) 吸湿性小。高吸湿性的阻燃剂将导致板材吸水率增加, 吸水厚度膨胀率增大, 也易使阻燃剂从板材表面渗出和流失, 影响了板面颜色及再加工性; (3) 酸碱性小。强碱、强酸都可能影响板材的胶合强度, 也会使木材降解; (4) 毒性小。特别是用作室内材料使用时尤为重要。其次, 考虑各种阻燃剂的阻燃机理^[6], 如覆盖机理, 热机理, 气体稀释机理, 自由基捕获机理, 成炭机理等, 应利用各种阻燃剂之间的相互协效作用来提高阻燃效果。此外, 还要考虑阻燃剂的成本、市场供应情况等。

综合上述因素, 在已有木材刨花板应用各种阻燃剂的效果及麦秸板研究的基础上^[7~9], 结合麦秸及麦秸板的特点^[10, 11], 选择以磷铵类、硼类、硫酸铵类及胍类为主要原料进行复配的4种阻燃剂, 即 NH_2P 、

收稿日期: 2000-12-13

第一作者: 王戈(1965-), 男, 中国林科院木材工业研究所博士研究生。

N₂HP、NS 和 NB 阻燃剂。

1.2 制板原料

麦秸 选自黑龙江农科院试验田,粉碎成刨花,含水率 14%。

胶粘剂 改性异氰酸酯(MDI)。

1.3 试验方法

采用 L₁₆(4⁵) 正交表进行制板试验,试验因子及水平见表 1。其余固定工艺参数为:板密度 0.65 g/cm³;规格 450 mm×430 mm×10 mm;手工单层铺装,上下各铺一层无胶刨花(脱膜用);热压温度 160℃;热压最大压力 3.0 MPa。

表 1 试验因子与水平

Tab. 1 Experimental factors and levels

因子	A	B	C	D	E
水平	热压时间/min	施胶量/%	阻燃剂种类	阻燃剂量/%	空白
1	2.5	3	NB	5	1
2	3.5	4	N ₂ HP	10	2
3	4.5	5	NS	15	3
4	5.5	6	NH ₂ P	20	4

将 4 种复配的阻燃剂配成浓度 20% 的溶液,按设计要求喷洒在刨花上,然后干燥至要求的含水率。干燥温度应小于 90℃,防止阻燃剂过分挥发。

1.4 检验

物理力学性能,按 GB/T 4897-92 进行;
阻燃性能:1)根据 GB/T 2406-93,检测氧指数,每种试样重复 5 次;2)根据 GB 8627-88 建筑材料燃烧或分解的烟密度试验方法,在标准规定的试验箱内进行测试。其原理是根据试材在燃烧或分解释放的烟气对测量光束可见光部分(400~700 nm)的吸收和散射作用,由接收器产生光电流,其变化值来反映烟密度的变量。试件尺寸为 30 mm×30 mm,每种试样重复 3 次。

2 结果与分析

阻燃麦秸板的物理力学性能见表 2,麦秸板正交试验结果见图 1a~e。

从方差分析及图 1,各因素对麦秸板主要物理力学性能及阻燃性的影响如下:

静曲强度(图 1a) 阻燃剂的加量对板材静曲强度影响最为显著,随着加量的增加,静曲强度明显下降。这是因为阻燃剂的存在,阻碍了胶粘剂与木纤维界面的胶合;从阻燃剂种类来看,NH₂P 对静曲强度的降低影响较小,而 NB 则影响较大,且差别明显;热压时间 4.5 min 时,静曲强度值为最高;施胶量增加,静曲强度也有增大的趋势。

表 2 阻燃麦秸板正交试验统计结果

Tab. 2 Statistics results of orthogonal experiments on fire-retardant wheat straw board

试验 编号	静曲强度 MPa	内结合强度 MPa	吸水厚度膨胀率 %	氧指数 %	烟密度
1	19.2	0.10	29.9	31	25.00
2	14.2	0.02	77.5	39	15.13
3	20.8	0.20	7.2	44	10.97
4	21.3	0.30	6.2	72	23.02
5	20.1	0.20	10.4	50	34.94
6	13.6	0.10	35.2	41	28.56
7	26.1	0.37	8.4	30	36.66
8	23.3	0.20	7.3	40	29.98
9	21.1	0.18	7.5	46	39.76
10	27.7	0.37	8.7	55	21.08
11	28.7	0.29	12.1	38	23.73
12	22.9	0.15	12.6	30	37.66
13	19.8	0.13	15.1	40	33.66
14	21.1	0.13	14.6	28	24.18
15	21.0	0.18	10.6	56	34.11
16	15.5	0.10	27.5	39	30.11

内结合强度(图 1b) 阻燃剂(不论何种阻燃剂)的加量对板材的内结合强度均有不良影响,由于阻燃剂附着在麦秸表面,阻碍了胶粘剂与麦秸胶合界面的形成,使内结合强度普遍较大幅度降低。另外,MDI 树脂胶的特点是在碱性条件下固化,而阻燃剂显弱酸性,在一定程度上也阻碍了胶粘剂的固化。

吸水厚度膨胀率(图 1c) 随着热压时间的延长,胶粘剂固化充分,板材的吸水厚度膨胀率有所降低,但时间达 5.5 min 后又有所回升,可能与热分解造成木纤维本身强度下降有关;施胶量的影响呈现无规律变化,这可能是由于阻燃剂的加入阻碍胶在麦秸上的附着;NB、N₂HP 两种阻燃剂使板材的吸水厚度膨胀率升高,说明其本身吸湿性较大;阻燃剂虽然都使板的吸水厚度膨胀率升高,但变化规律不明显。

氧指数(图 1d) 阻燃剂的加入量增大,氧指数呈明显上升的趋势,最高超过 50%;4 种阻燃剂以 NH₂P 效果最好;热压时间与施胶量对氧指数影响不显著,热压时间延长,氧指数值有些下降,可能是由于热分解造成阻燃剂部分失效的原因。

烟密度(图 1e) 阻燃剂的加入量和热压时间对烟密度影响最大,随着阻燃剂的增加,烟密度也稍有增加。因阻燃剂对抑制有焰燃烧(阳燃)的作用较大,而无焰燃烧(阴燃)相对增大,使烟密度增加;随着热压时间的延长,烟密度有所增加。但从整体来看,烟密度都较小,从麦秸化学成分角度分析,这主要是其灰分含量较高,故发烟量较小。

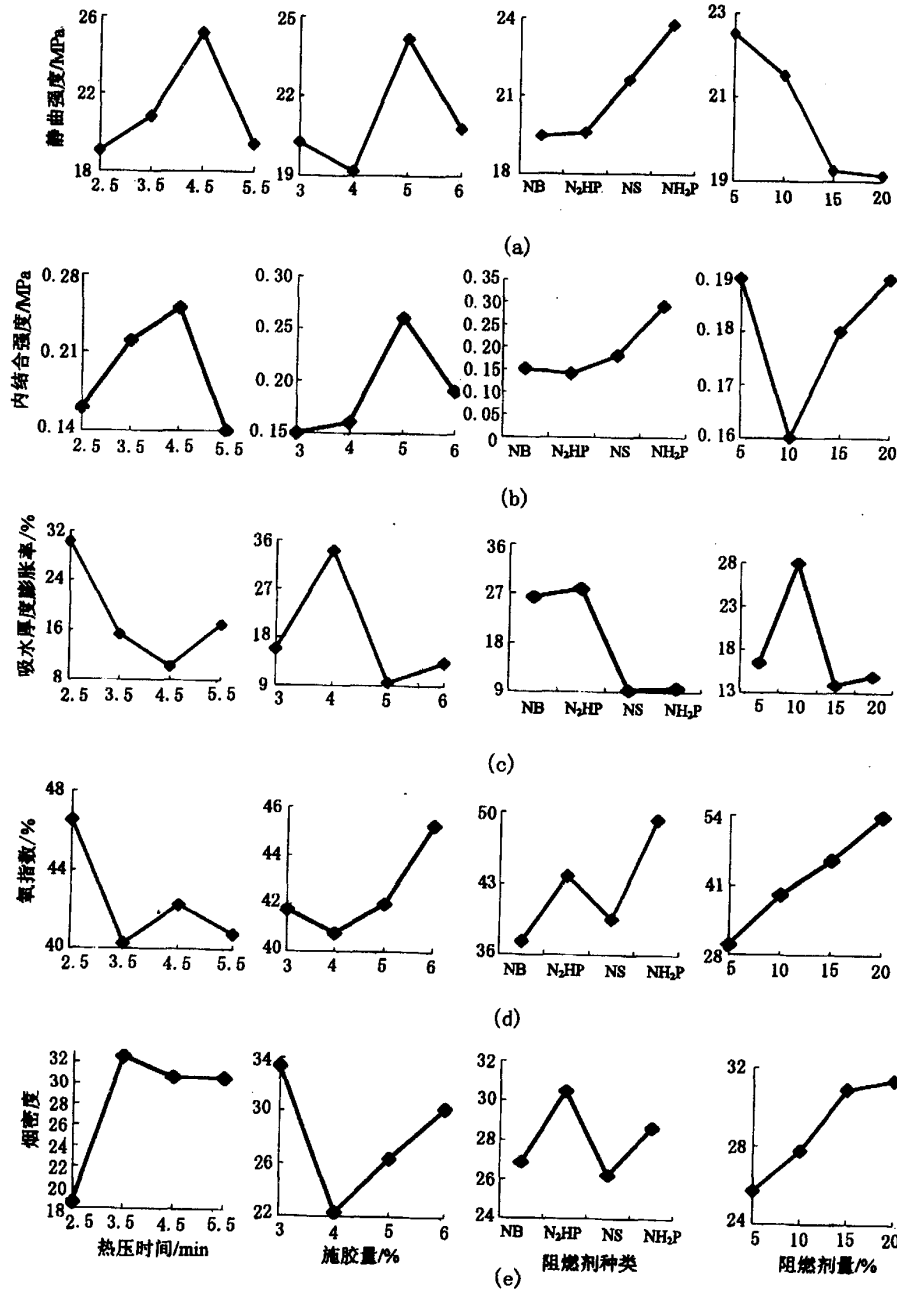


图 1 不同变量因素对板材性能的影响

Fig. 1 Effects of variable factors on properties of wheat straw board

从整个试验结果分析,第 10 号试验的各项性能指标基本能满足刨花板国家标准的要求;氧指数为 55%,达到国家标准 GB 8624 难燃 B₁ 级建筑材料等级;烟密度较低,为 21.08,最大烟密度仅为 38.66。

3 阻燃麦秸板阻燃性对比试验

参照上述试验得出的较佳工艺参数进行重复制

板试验,测定其阻燃性,并与未处理麦秸板及其它板种进行对比,测试结果见表 3 和表 4。

从表 3 及表 4 可以看出,阻燃性能与正交试验相同,在 5 种对比样板中,其氧指数数值仅次于水泥麦秸板,物理力学性能及阻燃性能基本满足建筑行业的要求。

表 3 不同板种的阻燃性能对比

Tab. 3 Comparison of fire-retardant properties among various wheat straw boards

板种	氧指数 / %	烟密度(平均值)
阻燃改性 MDI 麦秸板	55	21.08
改性 MDI 麦秸板	24	11.73
日本 MDI 麦秸板	25	11.00
水泥麦秸板	75	26.00
普通木材刨花板	26	24.94

表 4 阻燃麦秸板的物理力学性能

Tab. 4 Properties of fire-retardant wheat straw board

检测项目	标准值 (GB/T 4897, 一级品)	实测值	结果判定
静曲强度 /MPa	≥15.0	34.93	达到
内结合强度 /MPa	≥0.35	0.76	达到
吸水厚度膨胀率 /%	≤8.0	7.00	达到
含水率 /%	5.0~11.0	6.50	达到
密度/(g·cm ⁻³)	≤0.50~0.85	0.71	达到
密度偏差 /%	≥±5.0	1.41	达到
重复板面握螺钉力/N	≥1100	1227	达到
弹性模量/MPa	2500	5005	达到
游离甲醛释放量 mg·(100g) ⁻¹	≤30	0	达到

4 结论

1) 麦秸属易燃材料, 但经过阻燃处理后的麦秸板可以达到建筑材料难燃 B₁ 级要求, 基本满足建筑装饰装修材料的需要; 阻燃处理后的麦秸板的某些物理力学性能有所降低;

2) 试验确定阻燃麦秸板较佳工艺参数为: 热压温度 160 ℃, 热压时间 5 min (10 mm 厚) 即 30 s/mm, 热压压力 3.0 MPa, 阻燃剂 NH₂P, 阻燃剂加量 10%~15%, 胶种采用改性异氰酸酯, 施胶量为 3%~4%。

3) 在本研究的基础上, 应将麦秸板用于实际建筑中进行检测, 从而更具有实用价值。

参考文献:

[1] 王恺, 袁东岩. 积极利用农业剩余物大力发展人造板生产[J]. 木材工业, 1990, 4(2): 3~5.

[2] 汪华福. 发展农业剩余物人造板工业是解决木材供需矛盾的有效途径[C]. 中国人能否自己解决需要的木材问题研讨会, 1997, 10.

[3] Herlof Dalen, Thomas Dshorma. The Manufacture of Particle-board from Wheat Straw[J]. Proceedings 30th International/Composite Materials Symposium, 1996, W. S. U. Washington, U. S. A.

[4] Steven L Sauter. Developing Composites from Wheat Straw[J]. Proceedings 30th International/ Composite Materials Symposium, 1996, W. S. U. Washington U. S. A.

[5] Ryszard Kozlowski, Malgorzata Helwig. Flame-retard Composite Particleboard Based on BY-products of Fibrous Plants and Other Materials[J]. Pacific Rim Bio-based Composites Symposium, Rotorua, New Zealand, 1992.

[6] 罗杰·罗维尔. 实木化学[M]. 刘正添, 等译. 北京: 中国林业出版社, 1988.

[7] 罗文圣. 木质材料用无机阻燃剂的性质及阻燃机理[J]. 建筑人造板, 1992, 36(1): 30~34.

[8] 邓玉和. 阻燃处理和制板工艺对阻燃刨花板性能的影响[J]. 林产工业, 1998, 25(4): 6~9.

[9] 李凯夫, 李敏, 宋西安, 等. 麦秸特性与制板工艺研究[J]. 林产工业, 1990, 17(1): 30~35.

[10] 中国科学院植物研究所. 草类纤维[M]. 北京: 科学出版社, 1973.

[11] 郭义明. 植物纤维化学[M]. 北京: 中国化学工业出版社, 1995.

欢迎订阅 2002 年
《林产化工通讯》

《林产化工通讯》国内外公开发刊, 全国林产化工行业唯一的技术类刊物, 于 1996 年入编《中国学术期刊(光盘版)》, 荣获《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》全文收录。辟有研究报告、企业纵横、技改园地、开发探索、技术讲座、国外信息和国内简讯等栏目。适于松香、松节油、制浆造纸、木材热解、活性炭、木材水解、栲胶、森林资源、香精香料、日化、环保、医药、土产、商业、外贸、商检等部门的科研、生产、教学和管理等相关人士阅读。

订阅办法 邮局发行, 邮发代号 28-205, 单月 25 日出版。每册定价 4.50 元, 全年 27.00 元。亦可直接向本刊编辑部订阅

地址: (210042) 南京市锁金五村 16 号, 林产化工研究所内, 电话: (025) 5412131-2205; 传真: (025) 5413445

《林产化学与工业》征订启事

刊号: ISSN 0253-2417, CN32-1149/S, 邮发代号: 28-59

《林产化学与工业》是中国林科院林产化工研究所主办的全国林产化工行业唯一的学术类季刊, 2002 年起改为大 16K 出版, 正文 88 页, 定价 8.00 元, 全年 32.00 元。主要报道森林植物资源的化学加工与利用。内容包括: 木材化学与制浆造纸; 松脂、松香、松节油、萜类化学; 植物原料水解; 木材热解及活性炭; 植物单宁、栲胶; 精油; 木本油料; 油脂; 林产药物; 林产香料等。适用本领域及相关行业的科研、生产、教学和管理人员阅读。

本刊先后被美国《CA》、《EI》, 英国 CAB《林产品文摘》、俄罗斯《文摘杂志》, 日本《科学技术文献速报》, 中国化工文献, 中国《林业文摘》等收录。欢迎投稿与订阅。

地址: (210042) 江苏南京市锁金五村 16 号林化所内; 电话: (025) 5412131-2543; 传真: (025) 5413445