

应用技术

膨胀蛭石粉对阻燃胶合板性能的影响

王飞, 高振忠, 郑敏, 王晓静, 孙瑾

(华南农业大学林学院, 广东广州 510642)

摘要: 为了探索提高胶合板阻燃性能的新途径, 将膨胀蛭石粉(EVMT)添加在胶黏剂中, 制备阻燃胶合板。对胶合板性能的检测结果表明: 试样的阻燃性能明显增强, 甲醛释放量降低, 但板材胶合强度亦有不同程度的降低, 烟密度升高。

关键词: 膨胀蛭石粉; 胶合板; 脲醛树脂; 阻燃性能; 胶合强度; 甲醛释放量

中图分类号: S782.39; TS653.3 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2014)04-0040-04

Effect of Expanded Vermiculite Powder Used in Flame Retardant Resin in Plywood

WANG Fei, GAO Zhen-zhong, ZHENG Min, WANG Xiao-jing, SUN Jin

(College of Forestry, South China Agriculture University, Guangzhou 510642, Guangdong, China)

Abstract: In order to improve flame retardant performance of plywood, plywood samples were manufactured with urea formaldehyde adhesive mixed with expanded vermiculite (EVMT) powder. The results showed that flame retardant performance of the plywood samples was improved but the formaldehyde emissions and bonding strength decreased and smoke density increased as the EVMT content increased.

Key words: expanded vermiculite powder; plywood; UF resin; flame retardant; bonding strength; formaldehyde emissions

近年来,我国胶合板在建筑、装饰装修等领域的应用不断扩展,但是,胶合板具有易燃性,直接影响到人们的生命安全,其防火阻燃问题日益受到重视和关注^[1]。

目前,胶合板阻燃处理药剂主要采用含磷、氮、硼元素的无机阻燃剂和有机阻燃剂^[2-3]。无机阻燃剂成本低廉、生产工艺简单,但吸湿性大,抗流失性差。有机阻燃剂阻燃效果好,可以一剂多效,但价格高。

蛭石是一种层状结构含镁的水铝硅酸盐次生变

质矿物,具有不燃、无烟、无毒、无味等优点^[4-5],受热时失水膨胀,体积可迅速增大 8~15 倍,最高可达 30 倍,失水膨胀后称为膨胀蛭石,具有阻燃、质轻、吸音、导热系数低等特点,是一种优良的防火材料。膨胀蛭石用于阻燃塑料和阻燃刨花板的研究结果表明,产品的阻燃性得到了显著提高^[6-7]。鉴于此,笔者将膨胀蛭石加入胶黏剂,用于生产胶合板,探究膨胀蛭石粒径和添加量对胶合板阻燃性能的影响,旨在为开发与应用膨胀蛭石阻燃胶合板,提供技术支持。

收稿日期: 2014-01-22; 修改日期: 2014-06-12

基金项目: 国家质检总局公益性行业科研专项“双打”“游离苯乙烯测定与木材鉴定术语研究”(2012104006-8)。

作者简介: 王飞(1989—), 男, 华南农业大学硕士研究生。

责任作者: 孙瑾, 女, 华南农业大学副教授。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1) 桉树(*Eucalyptus* spp.)单板, 购自广西某木

业公司,厚度(2±0.2) mm,幅面 300 mm×300 mm,含水率 8%~12%。

2) 膨胀蛭石粉末,工业级,金黄色,外购。

前期预试验发现,粒径过大(<80 目)的膨胀蛭石不易与脲醛树脂混合均匀,而 200 目以上的膨胀蛭石价格昂贵,综合考虑性价比,选择粒径为 165~198 μm(80~100 目)和≤74 μm(200 目)两种规格的膨胀蛭石粉进行试验。

3) 脲醛(UF)树脂,自制,黏度 60 mPa·s,固体含量 50%,pH 值 7,储存期 12 d,游离甲醛含量 0.5%。

1.2 试验设备

万能实验压机,SBI-1 型建材燃烧试验装置,JF-3 型氧指数测定仪,JRZ-1 型建材燃烧热值测试仪,CMT5504 型万能力学试验机,101A-1B 型分光光度计,SLY-1 型建筑材料烟密度测试仪。

1.3 试验方法

依据预试验结果,设定膨胀蛭石的添加量,将不同粒径的膨胀蛭石粉和 UF 树脂按照表 1 中的比例进行混合,手工涂胶,双面涂布量为 277 g/m²。

采用热压压力 1.5 MPa、热压温度 100 ℃、热压时间 90 s/mm,制备 3 层胶合板,试板规格(长×宽×厚)300 mm×300 mm×6 mm,每组制备试板 80 个。

1.4 性能检测

1) 胶合强度和甲醛释放量

根据 GB/T 17657-1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》进行检测,胶合强度检测每组试件 15 个;甲醛释放量采用干燥器法检测,每组试件 10 个。

2) 阻燃性能

① 单体燃烧:根据 GBT 20284-2006《建筑材料或制品的单体燃烧试验》检测,每组长翼、短翼试件各 3 个;

② 氧指数:根据 GB/T 2406.2-2009《塑料用氧指数法测定燃烧行为》检测,每组 15 个试件;

③ 燃烧热值:根据 GB/T 14402-2007《建筑材料及制品的燃烧性能燃烧热值的测定》检测,每组 3 个试件;

④ 烟密度:根据 GB/T 8627-2007《建筑材料燃烧或分解的烟密度试验方法》进行检测,每组采用 3 个试件。

2 结果与分析

2.1 胶合强度和甲醛释放量

阻燃胶合板的胶合强度和甲醛释放量测定结果,如表 1 所示。

表 1 添加 EVMT 粉的胶合板的胶合强度和甲醛释放量
Tab. 1 Bonding strength and formaldehyde emissions from plywood samples with EVMT

组别	膨胀蛭石粉末		胶合强度		甲醛释放量	
	粒径/ μm	添加量/ %	测试值/ MPa	降幅/ %	测试值/ (mg·L ⁻¹)	降幅/ %
A(对照)	0	0	0.90		2.95	
B	165~198	10	0.72	20.00	2.34	20.68
C	≤74	10	0.81	10.00	2.38	19.32
D	≤74	15	0.78	13.33	2.32	21.36
E	≤74	20	0.71	21.11	2.17	26.44

注:膨胀蛭石添加量=蛭石质量/UF 质量×100%。

由表 1 可知,与对照胶合板试样相比,膨胀蛭石阻燃胶合板的胶合强度均有不同程度的降低。添加量同为 10%时,B 组胶合板的胶合强度低于 C 组,这是因为 165~198 μm 的膨胀蛭石粉末粒径较大,在 UF 胶中的分散性较差,产生分层现象,致使胶黏剂与单板之间的胶合强度降低。

当膨胀蛭石粉末的粒径相同时,随着添加量的增加,试样胶合强度呈现逐渐下降的趋势。分析原因,粒径≤74 μm 的膨胀蛭石结构细腻,与胶黏剂可均匀混合,但是膨胀蛭石具有很强的吸湿性,可影响胶黏剂的固化^[8];此外,胶黏剂与膨胀蛭石粉混合后,胶黏剂的黏度增加,渗入木材的胶液量减少,无法形成足够的胶钉结合^[9]。尽管如此,试样的胶合强度,仍均达到 GB/T 9846-2004《胶合板》中Ⅲ类胶合板的要求(≥0.70 MPa)。

表 1 显示,胶合板和对照胶合板的甲醛释放量均达 E₂ 级。B 组与 C 组胶合板甲醛释放量无明显的差异,说明在本试验范围内,同等添加量时,粉末粒径对甲醛释放量无明显影响;C、D、E 三组试样,甲醛释放量不断降低。这可能是因为膨胀蛭石具有很强的吸附性,添加量增加,吸收甲醛的量亦增加。

2.2 阻燃性能

2.2.1 单体燃烧试验

根据 GB 8624-2012《建筑材料及制品燃烧性能分级》,对处理试样的阻燃性能进行等级判定,结果列于表 2。

表 2 添加 EVMT 粉的胶合板的单体燃烧试验结果

Tab. 2 Single burning item of plywood samples with EVMT

组别	$G_{FO.4}/$ ($W \cdot s^{-1}$)	L_s	THR /MJ	F_s/mm	判定等级
A(对照)	547.3	<试样边缘	25.8	>150	B ₃ 易燃
B	414.7	<试样边缘	21.4	≤150	B ₂ 可燃
C	421.6	<试样边缘	19.7	≤150	B ₂ 可燃
D	246.9	<试样边缘	13.8	≤150	B ₁ 难燃
E	237.5	<试样边缘	13.4	≤150	B ₁ 难燃

注: $G_{FO.4}$: 总放热量阈值为 0.4 MJ 的燃烧增长率指数; L_s : 火焰横向蔓延长度; THR: 燃烧时间为 600 s 时的总放热量; F_s : 60 s 内的燃烧长度。

根据 GB 8624-2012, 板材的燃烧性能分为 4 个等级: B₁ 级可用于公共场所的室内装修和防火门; B₂ 级适用于制造普通家具。

由表 2 可知, 与对照材相比, 处理试样的 $G_{FO.4}$ 、THR 均逐渐下降, F_s 减少。膨胀蛭石添加量为 10% 时, 胶合板的阻燃性能虽有所提高, 但未能达到 B₁ 级要求; 当添加量增至 15% 和 20% 时, 试样的阻燃性能达到 B₁ 级。这主要是因为膨胀蛭石不燃, 熔点高且导热率低, 含水率为 4%~10%^[10], 膨胀蛭石中硅酸盐层的剥离和分散, 阻碍了胶合板中热量的扩散^[11], 故对胶合板的燃烧起到了明显的抑制作用。

2.2.2 氧指数和燃烧热值

胶合板试样的氧指数和燃烧热值变化趋势, 如图 1 所示。

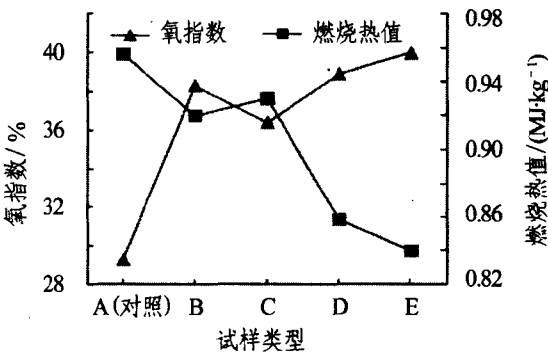


图 1 添加 EVMT 粉的胶合板的氧指数和燃烧热值

Fig. 1 Oxygen index and heat of combustion of plywood samples with EVMT

由图 1 可知, 与对照胶合板相比, 阻燃胶合板的氧指数有不同程度的提高。膨胀蛭石粉末粒径一定时, 随着添加量的增加, 胶合板的氧指数提高。原因分析与单体燃烧试验结果分析相同。

与对照试样相比, 处理试样的燃烧热值降低。B 组与 C 组的膨胀蛭石添加量相同, 燃烧热值测定值相近; 随着膨胀蛭石添加量的增加(C、D、E 组), 试样的燃烧热值逐渐降低。这是因为膨胀蛭石自身不燃, 不释放热量, 并且膨胀蛭石的保温隔热性可以降低热量的释放。

2.2.3 烟密度

阻燃处理试样的烟密度检测结果如表 3 所示。

表 3 添加 EVMT 粉的胶合板的烟密度

Tab. 3 Smoke density of plywood samples with EVMT

组别	最大烟密度值/%	烟密度等级
A(对照)	5.7	3.0
B	11.1	9.9
C	13.2	11.5
D	14.0	12.0
E	14.5	12.1

由表 3 可知, 与对照试样相比, 阻燃处理胶合板的最大烟密度值和烟密度等级均有增加。添加量同为 10% 时, B 组和 C 组胶合板的最大烟密度值和烟密度等级相近, 说明在本试验范围内, 粉末粒径对烟密度影响不明显。当膨胀蛭石粉末粒径一致时, 随着添加量的增加, 试样的最大烟密度值和烟密度等级逐渐提高。分析原因, 膨胀蛭石具有良好的隔热性能^[12], 点燃初期的燃烧温度较低, 致使胶合板局部燃烧不充分而出现烟浓度增加。但是 5 组试样的烟密度检测结果, 均达到 GB 18101-2000《难燃胶合板》的烟密度等级要求(≤75)。

3 结论

1) 本试验中, 通过在胶黏剂中添加膨胀蛭石粉末, 制成的胶合板阻燃性能增强。添加量相同时, 2 种粒径膨胀蛭石阻燃胶合板的甲醛释放量、烟密度的测试结果相近; 粒径 ≤74 μm 膨胀蛭石阻燃胶合板的胶合强度较优。

2) 随着膨胀蛭石粉添加量的增加, 胶合板的胶合强度、甲醛释放量逐渐降低; 热释放量和燃烧热值降低, 氧指数和烟密度增加。

3) 采用粒径 ≤74 μm 膨胀蛭石粉, 添加量为 15%~20%, 胶合板的阻燃性能可达到 GB 8624-2012 中的 B₁ 级要求。

参考文献:

- [1] 刘迎涛,刘一星. FRW 阻燃胶合板的 DMA 分析[J]. 林业科学, 2006, 42(3): 108-110.
- [2] 陈志林,胡拉. 磷氮硼复合阻燃剂处理桉树胶合板的性能评价[J]. 木材工业, 2013, 27(3): 38-41.
- [3] 刘迎涛,李坚,王清文. FRW 阻燃桦木胶合板的性能研究[J]. 林产工业, 2004, 31(3): 22-24.
- [4] V T Shmuradko, F I Panteleenko, O P Reut, et al. Composition, structure, and property formation of heat insulation fire- and heat-reflecting materials based on vermiculite for industrial power generation [J]. Refract Ind Ceram, 2012, 53 (4): 254-258.
- [5] 刘文,陈朝阳,闫世友. 耐水性膨胀蛭石板材的研制[J]. 应用化工, 2011(6): 993-996.
- [6] 刘渊,刘晓东,罗军. 蛭石在膨胀阻燃聚乙烯中的协效作用[J]. 塑料科技, 2012, 40(5): 61-64.
- [7] 梅长彤,徐咏兰,潘明珠,等. 蛭石阻燃刨花板的研究[J]. 中国人造板, 2009(12): 14-18.
- [8] 习永广,彭同江. 膨胀蛭石表面疏水改性的实验研究[J]. 非金属矿, 2010, 33(5): 8-12.
- [9] Frederick A Kamke, Jong N Lee. Adhesive penetration in wood- a review[J]. Wood Fiber Sci, 2007, 39(2): 205-220.
- [10] 刘福生,彭同江,张宝述. 膨胀蛭石的利用及其新进展[J]. 非金属矿, 2001, 24(4): 5-7.
- [11] Merinska D, Malac Z, Pospisil M, et al. Polymer/clay nanocomposites based on MMT/ODA intercalates[J]. Compos Interface, 2002, 9(6): 529-540.
- [12] 张焜,程胜高. 膨胀蛭石的性质及应用前景[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2007, 26: 584-585. (责任编辑 张一萍)

(上接第39页)

- [8] Chua C B, Lee H M, Low J S. Life cycle emissions and energy study of biodiesel derived from waste cooking oil and diesel in Singapore [J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2010, 15(4): 417-423.
- [9] Nebel B, Alcorn A, Wittstock B. Adopting and adapting overseas LCA data and methodologies for building materials in New Zealand[M]. 2011.
- [10] 楚杰,段新芳,由佳,等. 我国木制品碳足迹研究现状[J]. 世界林业研究, 2013(1): 56-61.
- [11] 马岩,刘尊文,曹磊,等. 借鉴国外经验建立与完善我国低碳产品认证制度[J]. 环境与可持续发展, 2012, 17(1): 65-71.
- [12] 李在卿. 低碳标准理解与低碳认证[M]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [13] 张雄. 建立碳交易平台和低碳认证体系[J]. 建设科技, 2012 (4): 34-35.
- [14] 穆献中. 中国低碳经济与产业化发展[M]. 北京: 石油工业出版社, 2011.
- [15] Beatriz Rivela. Life cycle inventory of medium density fiber board[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2007, 12(5): 143-150.
- [16] 李士. 中国低碳经济发展研究报告[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [17] 刘玫,李爱仙. 国际产品碳足迹标识实践及对我国的启示[J]. 中国标准化, 2010(8): 7-9.
- [18] 蒋荃. 绿色建材 评价 认证[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [19] 宋维明,刘东生,陈建成,等. 低碳经济与林业发展论[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010.
- [20] 楚杰,段新芳,吕斌,等. 我国低碳木材工业经济模式及发展战略研究[J]. 木材工业, 2013, 27(3): 25-29. (责任编辑 向琴)

市场资讯

2014年山东口岸原木进口量价齐升

据青岛海关统计,2014年前4个月山东口岸共进口原木288.8万 m^3 ,比2013年同期增加22.4%;价值30.1亿元人民币,增长27.6%;进口平均价格为1043元/ m^3 ,上涨4.2%。

山东口岸进口原木主要特点如下:

1) 一般贸易进口占绝对主导,海关特殊监管区域进口量倍增。

2014年前4个月山东口岸以一般贸易方式进口原木279.9万 m^3 ,增加20.7%,占同期山东口岸原木进口总量的96.9%;以海关特殊监管区域方式进口8.8万 m^3 ,增加1.5倍。

2) 民营企业 and 国有企业为进口主体,分别进口原木157.8万和96.1万 m^3 ,同比分别增加29.9%和8.2%,两者进口量合计占同期山东口岸原木进口总量的87.9%。此外,外资企业进口34.9万 m^3 ,增加36.4%。

3) 新西兰和美国为主要进口来源国,分别进口原木126.2万、62.9万 m^3 ,增加5.2%和23.1%,两国进口量合计占同期山东口岸原木进口总量的65.5%。此外,自欧盟进口41.2万 m^3 ,增加59%;自乌克兰进口33.4万 m^3 ,增加1.1倍。

向琴摘编