

应用技术

铝箔贴面中密度纤维板的阻燃性能评价

梁祥鹏¹, 杨亚峰¹, 陈广辉¹, 李江晓¹, 陈志林², 杨红旗¹

(1. 河南农业大学, 河南郑州 450002; 2. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 为拓展中密度纤维板(MDF)的应用领域,在其表面贴覆铝箔,制备铝箔贴面中密度纤维。贴面 MDF 阻燃性能的检测结果表明:其阻燃性能较 MDF 素板有明显提高。

关键词: 铝箔; 中密度纤维板; 贴面; 阻燃性能

中图分类号: S781.73; TS653.6 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2015)04-0043-04

Fire Retardancy of Medium Density Fiberboard Overlaid with Aluminum Foil

LIANG Xiang-peng¹, YANG Ya-feng¹, CHEN Guang-hui¹,

LI Jiang-xiao¹, CHEN Zhi-lin², YANG Hong-qi¹

(1. Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, Henan, China;

2. Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

木质装饰材料广泛用于建筑装饰和家具制造等领域,其中中密度纤维板(MDF)是板式家具生产和装饰装修常用的材料,但是由于 MDF 易燃烧,限制了其应用范围。随着科技的发展,如今通过提高材料自身热稳定性,在材料表面形成非可燃性保护膜或形成重质气体隔离层等方法,用于增强木质材料的阻燃性能,延缓和防止火焰蔓延,提高其利用价值和拓展使用范围^[1-4]。

前期研究发现,在 MDF 表面贴覆铝箔,制备贴面 MDF,既可以提高板材的力学性能,又可以改善其装饰性,可作为家具、室内装饰、车辆装修等领域的高档装饰材料,是木质人造板精深加工的方向之一^[5-7]。采用锥形量热仪对木质装饰材料进行阻燃性能检测,对其火灾行为进行评估和分析,可为火灾危害性的预测提供依据^[8-9]。

鉴于此,笔者利用锥形量热仪对铝箔贴面 MDF 的阻燃性能进行检测,对其火灾行为进行分析,旨在

为扩大 MDF 的应用范围及其高附加值利用,提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) MDF:外购,幅面 400 mm×400 mm,厚度 15 mm,密度 0.78 g/cm³,含水率约 10%。

2) 铝箔:外购,幅面 400 mm×400 mm,厚度 0.2 mm。铝箔厚度选择系依据前期试验结果,该铝箔的延展性和胶合性能优,贴面后热压应力小。

3) 胶黏剂:酚醛(PF)胶,自制,固体含量 48%,黏度 145 mPa·s, pH 值 8.9;聚乙酸乙烯酯(PVAc)乳液,外购,固体含量 43%,黏度 630 mPa·s, pH 值 6.1。

1.2 试验装置

锥形量热仪;电热恒温鼓风干燥箱;热压机;电动搅拌器等。

1.3 试验方法

用砂纸打磨并清理 MDF 和铝箔表面;依据前期试验结果,将 PF 胶与 PVAc 乳液按质量比 2:1 混合后,铝箔单面涂胶 160 g/m²,MDF 双面涂胶 320 g/m²;

收稿日期: 2014-10-14; 修改日期: 2015-06-10

基金项目: 林业公益性行业科研专项“抑烟性阻燃人造板技术研究”(200904059); 河南省教育厅科技攻关“木铝复合功能装饰板制造技术研究”(132102210210)。

作者简介: 梁祥鹏(1992—),男,河南农业大学硕士研究生。

责任作者: 杨红旗,男,河南农业大学副教授。

在 40 ℃ 干燥箱中放置 8~10 min,当胶液呈半透明状时,在 MDF 上下表面贴覆铝箔。设定热压温度 140 ℃,时间 9 min,压力 0.6 MPa^[10]。

1.4 性能测试

按照 ISO 5660-1-2002《对火的反应试验—热释放、产烟量及质量损失率—第 1 部分:热释放速率(锥形量热仪法)》检测试样的阻燃性能,以未贴面 MDF 素板为对照。热辐射功率 50 kW/m²,温度 750 ℃。

试样尺寸 100 mm×100 mm,在(23±3) ℃、(50±2)%的恒温恒湿箱中调节至恒重。贴面板和对照板试件各 3 个,分别进行 3 次平行试验。

2 结果与分析

阻燃性能指标检测数据由锥形量热仪专用软件记录和计算,利用 Microsoft Excel 2007 进行分析。

2.1 热释放速率(HRR)和总热释放量(THR)

图 1 为贴面板和对照 MDF 素板的热释放速率(Heat release rate,HRR)和总热释放量(Total heat released,THR)变化曲线。

从图 1 的 HRR 曲线看出,随温度升高,MDF 素板剧烈炭化、分解,产生大量可燃气体,形成强烈的火焰,HRR 形成第一个波峰;随着表层不断热解炭化,

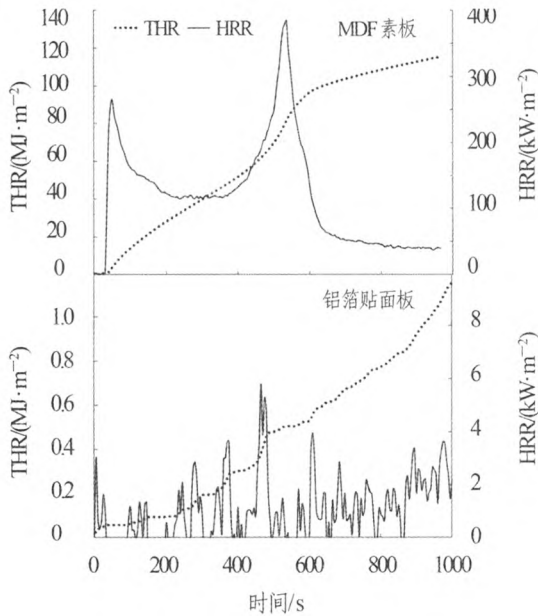


图 1 铝箔贴面板和 MDF 素板的 HRR 和 THR 变化曲线

Fig. 1 HRR and THR of aluminum foil overlaid MDF and control MDF

形成的炭化层暂时起到阻隔辐射源的作用,进入稳定燃烧阶段;随着时间的延长和温度继续升高,炭化物亦开始燃烧,故 HRR 形成第二个波峰,峰值达 385 kW/m²,之后进入无焰燃烧阶段;贴面板的 HRR 始终较低,最高值仅约 6 kW/m²。

测试结果还表明,MDF 素板的 HRR 均值为 123 kW/m²,贴面板 HRR 均值仅 2 kW/m²,说明贴面板达到轰燃所需时间较长,试验期间内没有产生火焰,为人员逃生和消防扑救赢得时间。

图 1 中 THR 曲线显示,MDF 素板在由有焰燃烧转变成炭化燃烧的过程中,产生的可燃气体量减少,在第 2 个波峰后进入无焰燃烧阶段,HRR 缓慢降低,燃烧释放的 THR 缓慢升高。

表面贴覆铝箔后,使 MDF 燃烧分解产生的气体无法迅速释放,随着时间延长,基材缓慢炭化,THR 逐渐升高。MDF 素板的 THR 为 115 MJ/m²,贴面板 THR 仅 4 MJ/m²,较 MDF 素板大幅降低。

2.2 质量损失率(MLR)与残余物质量分数(Mass)

贴面板和 MDF 素板试样的质量损失率(Mass lost rate,MLR)与残余物质量分数(Mass)曲线,见图 2。

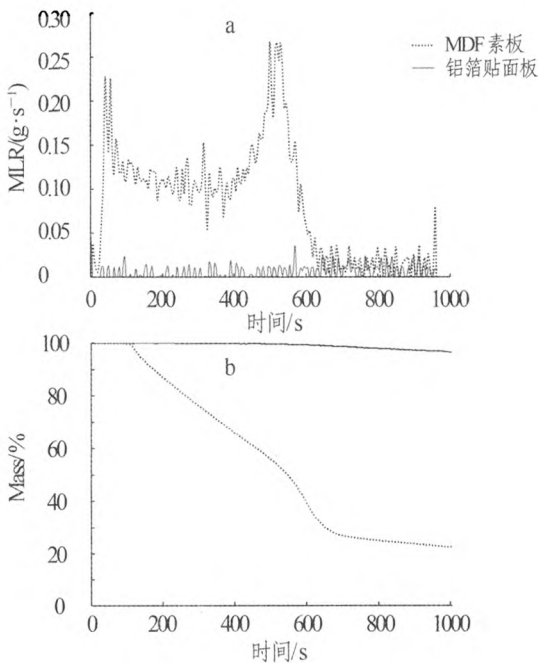


图 2 铝箔贴面板和 MDF 素板的质量损失率和残余物质量分数曲线

Fig. 2 MLR and residue mass percent of aluminum foil overlaid MDF and control MDF

从图 2a 看出,贴面板和 MDF 素板试样的 MLR 曲线与其 HRR 曲线变化趋势相似,说明试样燃烧时的释热量增减与质量损失是同步进行的。贴面板质量损失率曲线变化平稳,远小于 MDF 素板。

图 2b 显示,随着时间延长,MDF 素板残余物质质量分数下降,贴面板的残余物质质量分数几乎没有变化。MDF 素板残余物质质量分数为 22%,贴面板为 97%,远高于素板。MDF 素板有焰燃烧时,失重较快,残余物质质量分数快速下降。在红热燃烧阶段,形成的炭降低了热释放量,残余物质质量分数下降变缓。贴面板表面的铝箔,阻止了 MDF 的燃烧及热释放。

2.3 产烟速率 (SPR) 与总释烟量 (TSR)

贴面板和 MDF 素板试样的产烟速率 (Smoke produce rate, SPR) 和总释烟量 (Total smoke release, TSR) 检测结果,如图 3 所示。

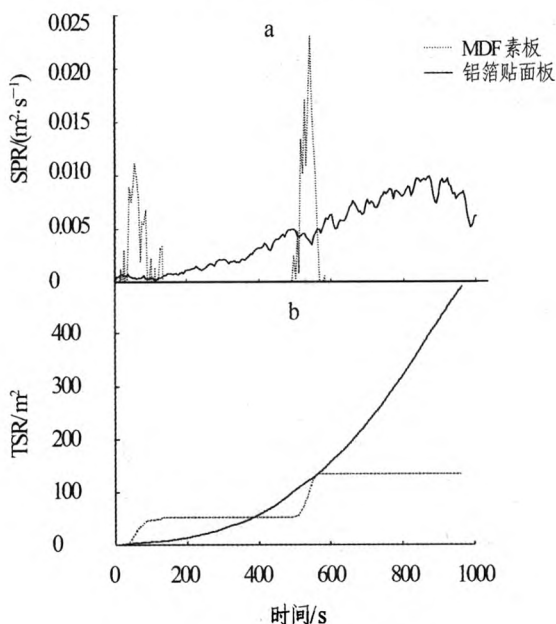


图 3 铝箔贴面板和 MDF 素板的产烟速率和总释烟量曲线

Fig. 3 SPR and TSR of aluminum foil overlaid MDF and control MDF

图 3a 显示,MDF 素板燃烧的产烟速率亦与其 HRR 的变化规律相似,说明二者变化同步;贴面板的产烟速率随着时间延长缓慢上升,后期有所下降。

图 3b 显示,MDF 素板的 TSR 曲线可分有焰燃烧和后期红热燃烧两个阶段。贴面板 TSR 曲线前期增长缓慢,主要是因为铝箔使得贴面板无法形成有焰燃烧,造成烟释放缓慢;但后期抑烟性降低,TSR 上

升速度提高,原因有待进一步研究。

2.4 CO 和 CO₂ 产率

图 4 为试样的 CO 和 CO₂ 产率检测结果。

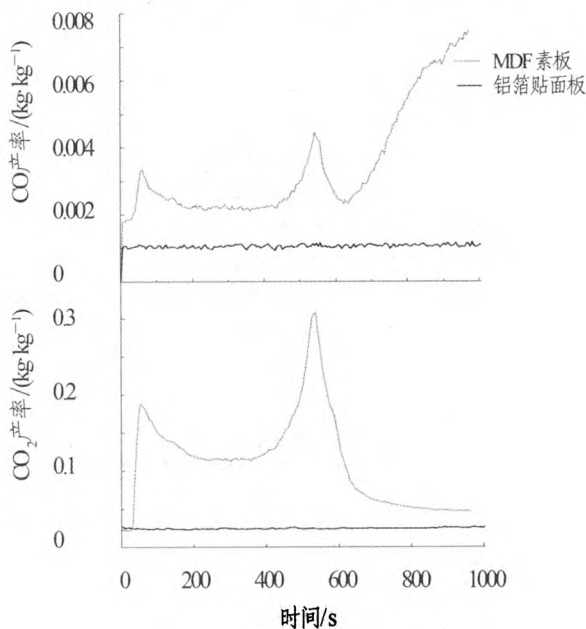


图 4 铝箔贴面板与 MDF 素板的 CO 和 CO₂ 产率曲线

Fig. 4 CO and CO₂ yield of aluminum foil overlaid MDF and control MDF

由图 4 可见,MDF 素板的 CO 和 CO₂ 产率曲线均出现 2 个峰,CO 产率曲线第一个峰产生是因为试样有焰燃烧,在红热燃烧阶段产生第 2 个峰,因为 CO 主要来源于红热燃烧,木炭的不完全燃烧导致。

CO₂ 来源于有焰燃烧,与 CO 产率曲线两个峰相对应。但后期处于红热阶段,CO 产率增加,CO₂ 产率降低。贴面板的 CO 和 CO₂ 产率曲线均平坦,说明贴面板的 CO 和 CO₂ 释放的过程均匀分散。

3 结论

1) 与对照 MDF 素板相比,铝箔贴面 MDF 的热释放速率、热释放总量、质量损失率大幅降低,在试验时间 1 000 s 内未引燃,且 CO 和 CO₂ 产率极低;铝箔贴面 MDF 产烟速率较低,后期产烟总量明显增大。

2) 采用铝箔贴面 MDF,明显提高了板材燃烧前期的阻燃性能,为逃离现场和减少财产损失提供了宝贵时间。

3) 今后将对铝箔贴面 MDF 燃烧后期产烟总量上升较快的原因,及释烟有害性进行深入研究。

参考文献:

- [1] Hashim, R, How L S, Kumar R N, et al. Some of the properties of flame retardant medium density fiberboard made from rubberwood and recycled containers containing aluminum trihydroxide[J]. Bioresource technology, 2005, 96 (16): 1826-1831.
- [2] Hashim R, Sulaiman O, Kumar R N, et al. Physical and mechanical properties of flame retardant urea formaldehyde medium density fiberboard[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2009, 209(2): 635-640.
- [3] 罗文圣, 赵广杰, 任强. 阻燃处理木材的燃烧及传热过程[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(3): 84-89.
- [4] 王明枝, 张宇, 曹金珍, 等. 硼酸-硼砂及甜菜碱处理定向刨花板的协效阻燃性能[J]. 北京林业大学学报, 2014, 36(1): 114-120.
- [5] 杨红旗, 陈志林, 王金林. 铝木复合装饰人造板的研究现状与展望[J]. 木材工业, 2011, 25(3): 34-37. [J].
- [6] 周兆, 曹建春, 汤佩钊, 等. 铝箔覆面刨花板[J]. 木材工业, 2000, 14(1): 32-34.
- [7] 陈志林, 李双昌. 木质地板阻燃性能的研究[J]. 消防科学与技术, 2010, 28(9): 815-816.
- [8] 杜春贵, 张齐生, 金春德, 等. FRW 阻燃杉木集成材的阻燃性能[J]. 建筑材料学报, 2010, 13(4): 555-559.
- [9] Kim J H, Lee J H, Kim S. Estimating the fire behavior of wood flooring using a cone calorimeter[J]. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2012, 110(2): 677-683.
- [10] 杨红旗, 陈广辉, 王金林. PVAc 改性酚醛树脂制备铝木复合材料研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(3): 170-173.

(责任编辑 张一萍)

《木材工业》杂志征稿简则——网站投稿系统: mcgy. criwi. org. cn

1 来稿要求

1.1 内容及篇幅

本刊报道范围内的行业评述、研究与开发、讨论与建议、应用技术、综合信息。要求论点明确, 论据充分, 数据翔实, 条理清晰, 文字简炼。文章篇幅控制在 4 000~6 000 字为宜(word 文档)。

1.2 书写顺序

中文题名→作者姓名→单位全称、所在城市、邮编→中文摘要(200 字内)、关键词→英文题名→作者姓名拼音、单位英文名称→英文摘要、关键词→正文→参考文献(15 篇以内)。

1.3 标题层次

以阿位伯数字连续编号, 如“1”、“1.1”、“1.1.1”, 左起顶格, 序号后空一格写标题。

1.4 图表设计

- 1) 要求合理、紧凑, 需附中文和英文图题、表题。
- 2) 插图为黑白颜色、线型清晰; 表格采用三线式。空格表示“未测”或无此项; “—”表示无结果。
- 3) 每篇文章的插图或表格以 4 幅内为宜, 插图与表格均以双栏宽(≤ 8 cm)为宜。

1.5 量与符号

使用国家法定计量单位和符号, 不能使用废弃单位及符号, 正确使用大小写、正斜体。

1.6 参考文献

按其在正文中出现的先后排序, 在引文处用[] 以上标的形式标注。文种仅限中、英文两种, 其他语种需译成中文或英文。

外文作者的姓用全拼, 名用缩写, 首字母大写。

书写顺序: 姓在前、名在后。

1.7 首页页脚

务必注明: ① 基金项目全称(如有); ② 第一作者的姓名(出生年—), 性别, 单位, 职称; 责任作者的姓名、性别、单位及职称(如有)。

1.8 投稿

登录投稿系统, 并抄送至: mcgybjb@criwi.org.cn, 邮件主题: “作者姓名+单位简称+文章题目”。

2 出版须知

2.1 版权申明

为避免版权纠纷, 投稿时请务必申明: 本刊是该稿件唯一的投寄刊物。审稿期间未收到本刊不予录用的书面通知前, 请勿改(再)投其他刊物。

2.2 发表流程

本刊实行来稿“四审”制(初审、专审、终审和终审)。初审通过的稿件, 需遵照《中华人民共和国著作权法》, 与本刊签署文稿出版协议后, 方可进入专审程序。正常情况下, 自收稿之日起 2 个月内完成专审, 并通知作者刊用与否, 特殊情况双方协商确定。

2.3 费用

通过审查的文稿, 需根据版面数量及编辑的加工量收取发表费。对篇幅超出规定, 或需加快发表的文稿, 还须支付一定的超版费及加快费。

稿件刊登后一次性付给作者稿酬(含电子版稿酬), 赠送样刊若干。详情查询:

mcgy. criwi. org. cn;

www. criwi. org. cn/mcgy_zz/。