

讨论与建议

五种木质地板阻燃性能的测试方法比较

杨森, 王灵玺, 张静, 宋兆明, 于广和

(山东省产品质量检验研究院, 山东省材料化学安全检测技术重点实验室, 山东济南 250103)

摘要: 为全面评价5种木质地板的燃烧性能,采用辐射热源法及锥形量热法对其进行测试。结果表明,采用辐射热源法,5种地板均能达到难燃材料要求;采用锥形量热法,阻燃实木地板的阻燃性能良好,而2种实木复合地板均易被点燃,且具有较高的热释放速率,强化木地板及微晶石木地板表现出良好的阻燃特性,但微晶石木地板生烟量较大。

关键词: 木质地板; 辐射热源法; 锥形量热法; 燃烧性能

中图分类号: S782.39; TS67 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2015)01-0031-04

Comparison of Testing Methods for Fire Retardancy of Five Kinds of Woody Flooring Products

YANG Sen, WANG Ling-xi, ZHANG Jing, SONG Zhao-ming, YU Guang-he

(Shandong Product Quality Inspection Research Institute; Shandong Key Laboratory for Testing Technology of Material Chemical Safety, Jinan 250103, Shandong, China)

Abstract: In order to fully evaluate combustion properties, five kinds of woody flooring products were tested with a flooring material burning apparatus in accordance with the Chinese National Standard GB/T 11785-2005 and a cone calorimeter. The results showed that all the samples could meet requirements of the National Standard when flame retardant materials were tested with the burning apparatus. However, results of samples tested with the cone calorimeter showed the following differences: a solid wood flooring product coated with fire-retardant lacquer had good fire retardancy while two engineered flooring products without fire retardant treatment were easily ignited and had a higher heat release rate. A laminate flooring product and a flooring product made from stone, wood and PVC, without a fire retardant treatment, showed excellent fire retardancy but the latter released a large amount of smoke during testing.

Key words: woody flooring products; flooring materials burning apparatus; cone calorimeter; fire retardancy

随着我国建筑业的发展及对建筑内装饰装修要求的提高,木质地板由于具有美观自然、脚感舒适、节能、环保等优点,应用日益广泛^[1]。同时,GB 20286-

2006《公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识》也对公共场所使用的建筑制品、铺地材料等燃烧性能,均提出了相应的阻燃等级要求。

目前,木质地板燃烧性能的分级,系参照标准GB 8624-2012《建筑材料及制品燃烧性能分级》进行;火焰蔓延性采用GB/T 11785-2005《铺地材料的燃烧性能测定 辐射热源法》进行测试。由于辐射热源法

收稿日期: 2014-02-11; 修改日期: 2014-12-04

基金项目: 国家质检总局质检公益性行业科研专项“双打”“建材产品检验鉴定技术方法研究”(2012104011)。

作者简介: 杨森(1982-),男,山东省产品质量检验研究院工程师。

是以规定时间内试样表层燃烧的炭化距离作为判断标准,仅能部分模拟材料在火灾中的燃烧特性,无法连续量化描述高辐射通量下材料的燃烧特性。

基于此,笔者利用辐射热源法和锥形量热法,选择北方地区经常使用的5种木质地板产品,进行燃烧性能测定,为木质阻燃地板的研发和生产技术改进及相关检测标准的修订,提供参考和依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 阻燃实木地板,枫木(*Betula* spp.),表层涂刷磷氮系阻燃剂和聚酯清漆,规格(长×宽×厚)750 mm×60 mm×22 mm。

2) 实木复合地板 I,表面贴覆红酸枝木单板(*Dalbergia cochinchinensis*),单板厚度 1.0 mm,表层涂刷紫外线光固化(UV)漆;基材为多层胶合板,规格(长×宽×厚)1 200 mm×150 mm×15 mm。

3) 实木复合地板 II,表面贴覆樱桃木单板(*Prunus* spp.),单板厚度 2.0 mm,表层涂刷 UV 漆;基材亦为多层胶合板,规格(长×宽×厚)1 200 mm×150 mm×18 mm。

4) 强化木地板,表层贴覆耐磨装饰纸,基材为中纤板,规格(长×宽×厚)1 200 mm×195 mm×11 mm。

5) 微晶石木地板,表面贴覆聚氯乙烯(PVC)装饰纸,基材为由聚氯乙烯、石粉、木粉混合制成的板材,沿长度方向有 10 个 10 mm×4.5 mm 的贯穿孔道,规格(长×宽×厚)1 200 mm×150 mm×12 mm。

上述 5 种地板试样均从市场购买,除阻燃实木地板,其余 4 种地板均未经阻燃处理。

1.2 试验装置

FRF-1 型铺地材料燃烧试验装置;锥形量热仪等。

1.3 性能测试

按照 GB/T 11785-2005《铺地材料的燃烧性能测定 辐射热源法》(辐射强度 11 kW/m²)、GB/T 16172-2007《建筑材料热释放速率试验方法》(辐射强度 50 kW/m²)要求,测试试样的燃烧性能。按照标准要求,每种地板样板上截取幅面为 1 050 mm×230 mm 的试样 6 个,100 mm×100 mm 的试样 6 个。

2 结果与讨论

2.1 辐射热源法

辐射热源法主要用于测定在小火焰直接点燃和中等强度热辐射场中,水平放置材料的火焰传播能力,模拟紧邻燃烧房间的房门并在房门下有火焰蹿出,同时在空间辐射作用下材料的燃烧情况。

5 种地板试样的炭化距离和临界热辐射通量检测结果,如表 1 所示。

表 1 5 种地板试样的临界热辐射通量

Tab. 1 Critical heat flux of five samples

组别	地板类型	炭化距离/ mm	临界热辐射通量/ (kW·m ⁻²)
1	阻燃实木地板	324	6.7
2	实木复合地板 I	440	4.5
3	实木复合地板 II	442	4.5
4	强化木地板	376	5.6
5	微晶石木地板	261	8.2

观察试验发现,试样组 1 在直接火源的作用下被点燃,但在辐射源作用下,由于表层含有阻燃剂,受热分解后,通过成炭、稀释、覆盖等作用,使火焰传播速度大大降低。试样组 2、3 表层的 UV 漆,在辐射源作用下发生分解并被点燃,30 min 内火焰持续燃烧蔓延。试样组 4 因表层致密 Al₂O₃ 耐磨层熔点高,可隔绝空气,具有一定的阻燃效果。试样组 5 的基材自身具有降温、自熄的作用^[2],具有较佳的阻燃效果。

表 1 中的数据显示,5 种木质地板试样均能达到难燃材料的要求,其中试样组 1 和试样组 5 均具有较小的炭化距离和较高的临界热辐射通量值,阻燃性能较优。

2.2 锥形量热法

锥形量热法可以得到试样多个阻燃性能参数,检测是在稳定、真实、易于控制的条件下进行,具有很好的重现性,且该方法的辐射强度较高,更能真实反映材料在火灾中的燃烧特性。因此,笔者又选择锥形量热法,对试样阻燃性能进行测定。

2.2.1 热释放速率(Heat release rate, HRR)

HRR 是指在预置的人射热流强度下,材料被点燃后,单位面积的热量释放速率。HRR 峰值表征材料燃烧时的最大热释放程度,图 1 和图 2 分别为 5 种地板试样在试验前 200 s 内及整个试验阶段的 HRR 曲线。

从图 1 看出,试样组 1 因表层阻燃剂的作用,在

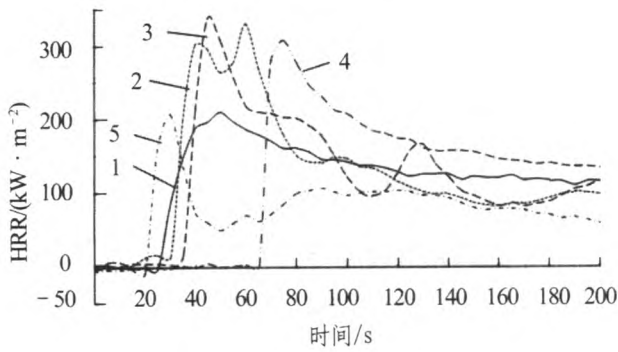


图 1 燃烧试验前 200s 内 5 种试样的 HRR 曲线
Fig. 1 HRR of the five samples in the first 200 s

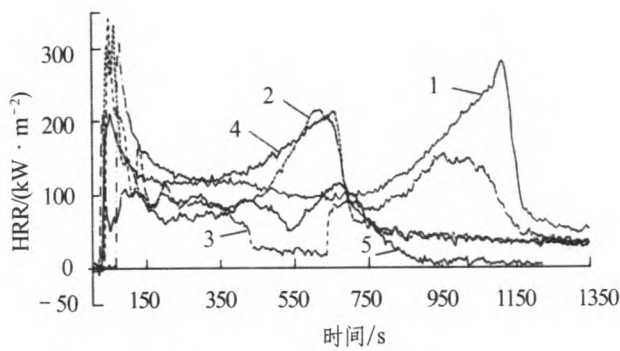


图 2 5 种试样的热释放速率曲线
Fig. 2 HRR of the five samples during testing

试验初期燃烧速率较低,当试样表面点燃后 HRR 迅速增长,但由于表层炭层强度增加,试验后期材料燃烧的 HRR 趋势放缓,峰值较低。

试样组 2 和试样组 3 表层 UV 漆层在高辐射强度下迅速分解,在引燃漆层后,HRR 曲线急剧上升,峰值较大。试样组 4 表面的耐磨装饰纸被点燃并引燃中纤板基材后,HRR 曲线急剧上升。

试样组 5 表层的 PVC 装饰纸较薄,在引燃后伴随其燃尽,HRR 曲线上升有限。

从点燃时间来看,试样组 1、2、3、5 的最大分解时间略有差别,但均在 35 s 内被点燃,出现 HRR 曲线的急剧上升;而试样组 4 由于表面贴覆 Al_2O_3 装饰纸,其耐热性大大提升,耐磨装饰纸的分解时间滞后,在 65 s 左右才被引燃,出现了 HRR 曲线的急剧上升,且具有较高的峰值。

图 2 显示,试验进行到 150 s,5 种试样的表层材料燃尽,HRR 曲线出现平台期^[3],但随着试样继续燃烧,在 420 s 后 5 种试样显示出不同的燃烧特性。

试样组 1 由于地板较厚且为实木,平台期一直持

续到 750 s 后才由于榫接失效,出现第二个释热峰。

试样组 2 和 4 主要为多层胶合板和中纤板,在 420 s 表层燃尽,内部向上翘曲、炭化开裂并燃烧后,出现第二个释热峰。

由于试样组 3 的表层薄木比试样组 2 表层薄木厚,成炭致密,在 450 s 时火焰熄灭,仅保持阴燃;在 640 s 时二次点燃,并在 870 s 时整体开裂、翘曲并燃烧,HRR 曲线出现第二个峰值。

试样组 5 由于基材为聚氯乙烯、石粉及木粉混合制成的板材,整个试验阶段均以小火焰燃烧及阴燃为主,仅在试验后期试样开裂、底部燃烧后,出现一个较小峰值,且试样最终完全炭化,HRR 曲线回归零点。

2.2.2 总热释放量(Total heat release, THR)

图 3 为 5 种试样的 THR 曲线。

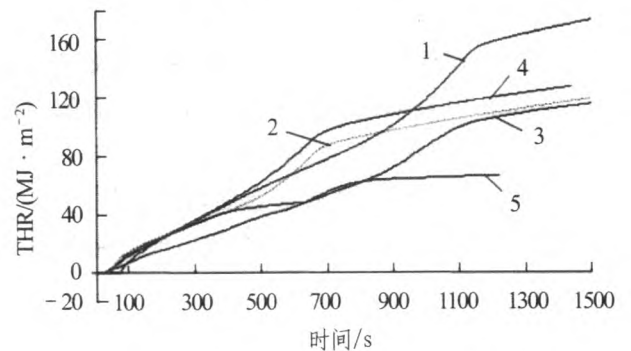


图 3 5 种试样的总热释放量曲线
Fig. 3 THR of the five samples

从图 3 看出,由于阻燃剂的作用,试样组 1 相对试样组 2、4,在前 900 s 时 THR 曲线较为平缓,之后伴随阻燃作用的失效释热量明显增长,直至 1 100 s 时由于试样榫接炭化失效,火焰减小,THR 曲线继续趋缓,但由于可供燃烧的物质较多,仍然具有较大的 THR 值。

试样组 2 和试样组 4 在 650 s 时表层物质燃尽,THR 曲线增长放缓。

试样组 3 表面贴覆的单板较厚,虽然引燃后,THR 曲线平稳增长,但在 450 s 时受到表层致密炭层影响,试样释热总量趋于恒定,在 640 s 对试样进行二次引燃后表层炭层开裂,内部材料继续燃烧,THR 出现第 2 次增长,在 1 100 s 时试样几乎烧尽,但 THR 在阴燃作用下仍略有上升。

试样组 5 由于基材燃烧缓慢,THR 曲线斜率明显较低,说明其燃烧释热过程较为缓慢,在 800 s 后

伴随试样的燃尽,THR 曲线停止增长^[4]。

2.2.3 烟气生成速率(Smoke production rate, SPR)

图4和图5分别为5种试样在试验前200 s内及整个试验阶段的SPR曲线。

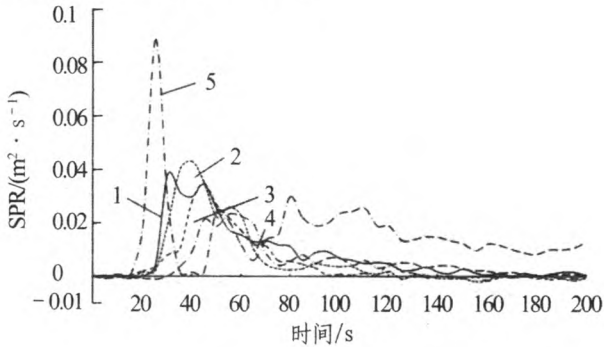


图4 燃烧试验前200 s内5种试样的烟气生成速率曲线

Fig. 4 SPR of the five samples in the first 200 s

从图4看出,试样燃烧初期的生烟特性仅受表层材料的影响,试样组1~4的表层在高辐射强度下发生充分燃烧,SPR初期峰值均较低,其生烟时间仅受到表层材料分解难易程度的影响。试样组5表层为有机薄膜,在受热后迅速收缩卷曲,在局部发生不充分燃烧,生烟量大大增加,SPR曲线出现尖锐峰型。

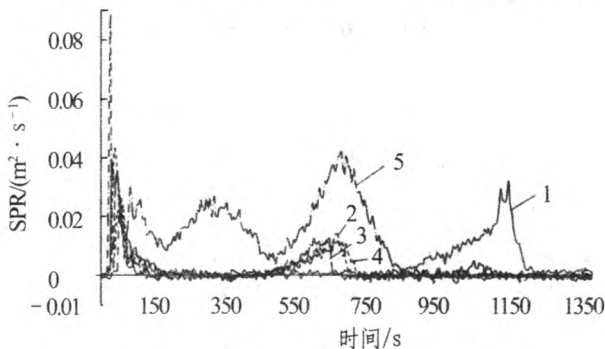


图5 5种试样的烟气生成速率曲线

Fig. 5 SPR of the five samples during testing

图5显示,试样组1~4主要为木质材料,在中期平台期充分燃烧,生烟量均较低,直到试样发生开裂,出现二次燃烧后,试样底部不充分燃烧,使SPR曲线出现上升。其中试样组1较厚,SPR曲线增长较为明显。试样组5基材含有聚氯乙烯,在热辐射作用下发生热裂解,生成大量烟尘,且其内部存在贯穿孔道,伴随材料内部的燃烧,SPR曲线多次出现峰值。

2.2.4 总烟生成量(Total smoke production, TSP)

图6为5种试样的TSP曲线。在整个试验阶段,试样组2、3、4发生充分燃烧,总生烟量较低;试样

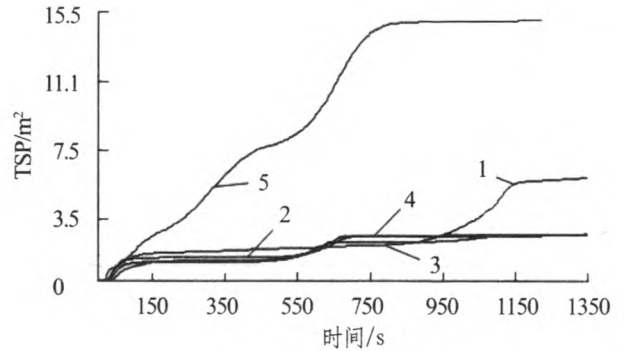


图6 5种试样的总烟生成量曲线

Fig. 6 TSP of the five samples

组1在燃烧950 s前,生烟量与试样组2、3、4基本相同,但在950 s后,由于试样较厚,且榫接失效,底层材料在缺氧环境中燃烧,烟气生成量增大;试样组5基材中的聚氯乙烯热分解,生烟较大,TSP曲线持续增长,至750 s材料完全炭化后,生烟结束^[5]。

3 结论

1) 采用辐射热源法,5种地板均能达到难燃材料的要求,其中,阻燃实木地板和微晶石木地板相对具有更佳的阻燃性能。

2) 采用锥形量热法,阻燃实木地板在燃烧前期具有较好的阻燃性能,但在燃烧后期,具有较大的火灾危险性;实木复合地板较易被点燃,具有较高的热释放速率,强化木地板具有较优的阻燃性能;微晶石木地板虽然阻燃效果良好,但基材中的聚氯乙烯可释放出大量有毒烟尘。

3) 为提高铺地材料燃烧性能测试的真实性,在标准GB/T 11785-2005修订时,可考虑在不改变试验装置及方法的前提下,提高热辐射通量,并将火灾蔓延速率和生烟速率作为测定指标。对辐射通量的合理选择,有待进行更深入的探讨。

参考文献:

- [1] 马红霞,江泽慧,刘红征,等.我国实木复合地板研究现状及发展趋势[J].世界林业研究,2009,22(4):63-68.
- [2] 庄爽,杨亮,陈彦菲,等.铺地材料临界辐射通量计算与实验验证[J].消防科学与技术,2012,31(5):461-463.
- [3] 杨宁,宋奎.几种铺地材料燃烧性能的锥形量热计研究[J].消防科学与技术,2005,3(24):1-3.
- [4] 高金贵,李双昌,陈志林,等.三聚氰胺浸渍纸层压阻燃地板的燃烧性能[J].消防科学与技术,2011,30(7):634-639.
- [5] 贾源.几种木地板燃烧性能比较研究[J].消防技术与产品信息,2007(11):43-48.

(责任编辑 张一萍)