

# 室内装饰用环保新型三聚氰胺隔音板的耐火性能研究

Study on the Fire Resistance of Environmentally Friendly New Melamine Sound Insulation Board for Indoor Decoration

王 雁

(北京佳饰诺装饰工程有限公司, 北京 100176)

**摘要:** 建筑装饰过程中, 为降低降噪干扰应用隔音板, 而其耐火性能会影响整个建筑的安全, 对此, 研究室内装饰用环保新型三聚氰胺隔音板的耐火性能。以木丝吸音板作为基础, 依次包裹聚酯纤维和三聚氰胺化合物后, 分别获得三种试验试件, 应用火焰蔓延量热仪检测各试件的耐火性能。试验结果表明, 包覆三聚氰胺的试件热释放较缓慢, 热释放总量较低, 有效燃烧热峰值最高, 产生大量燃烧热, 推动阻燃剂发挥效果, 降低燃烧行为发生概率, 而且该隔音板失重率较小, 残重率较高, 燃烧过程中几乎不会产生浓烟, 具有效果较良好的耐火性能。

**关键词:** 室内装饰; 环保新型; 隔音板; 耐火性能; 聚酯纤维; 三聚氰胺

**中图分类号:** TU541 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8249 (2023) 03-0014-05

**DOI:** 10.19860/j.cnki.issn1005-8249.2023.03.014

WANG Yan

(Beijing Jiashinuo Decoration Engineering Co., Ltd., Beijing 100176, China)

**Abstract:** In the process of building decoration, sound insulation boards are used to reduce noise interference, and their fire resistance will affect the safety of the whole building. Therefore, the fire resistance performance of environmentally friendly new melamine soundproofing panels for indoor decoration is studied. On the basis of wood fiber sound-absorbing board, after wrapping polyester fiber and melamine compound in turn, three test specimens were obtained respectively, and the fire resistance of each specimen was tested by flame spread calorimeter. The test results show that the heat release of the test piece coated with melamine is slow, the total heat release is low, the peak value of effective combustion heat is the highest, generating a large amount of combustion heat, promoting the effect of flame retardant, reducing the probability of combustion behavior, and the weight loss rate of the soundproof panel is small, the residual weight rate is high, and there is almost no smoke during combustion, which has a better fire resistance performance.

**Keywords:** interior decoration; new environmental protection; sound insulation board; fire resistance; polyester fiber; melamine

## 0 引言

工业生产导致的噪声以及人类日常生活、工作产生的噪声都严重影响人类的正常生活, 在相关研究领域, 通常将一切不被人类所需的声音划分为噪声。从物理的角度来看, 噪声传播通常不存在规律性, 这类噪声声波结构与频率较为杂乱。为提高室内居民的生活质量, 减少室外噪声对于

作者简介: 王雁 (1966—) 男, 本科, 高级工程师, 一级建造师, 全过程工程总咨询师, 高级 BIM 工程师。研究方向: 建筑装饰工程设计与施工技术。

收稿日期: 2021-11-29

## 材料科学

室内居民的影响,越来越多的建筑设计人员以及施工单位逐渐应用新型环保隔音板,实现墙体噪声隔绝<sup>[1-3]</sup>。这类隔音板主要用吸声材料的新型板材,吸声材料的工作原理是将接收的声音能量转换为热能,实现能量转换。多孔吸声材料是最常应用的隔音材料,这类材料在吸收噪声时,具有低比重,高吸声系数,材料来源广,实际应用工序简单的优点,且随着技术进步,隔音效果不断得到提升,在建筑装饰领域得到越来越广泛的应用<sup>[4-5]</sup>。多孔吸声材料主要为天然纤维组成,目前使用范围最广、时间最长的组成材料为玻璃棉等有机纤维,采用黏结方式,将絮状或者松散的原材料组合在一起,与木制或其他材料组成隔音板,这种隔音板内部存在大量均匀间隙,同时,这些间隙形成多个孔隙,发挥连接外部的作用,材料吸收声波,形成内部传播,造成孔隙运动,进而出现热传导,声波实现向热能转换,实现隔音板的吸声效果<sup>[6]</sup>。

室内装饰用环保隔音板三聚氰胺板为实现绿色环保效果,舍弃了污染性较高的无机类吸音材料而选取较为环保的有机性质的材料<sup>[7-8]</sup>。三聚氰胺板表面平整,因为板材双面膨胀系数相同而不易变形,表面较耐磨、耐腐蚀。三聚氰胺板质轻、防霉、防火、耐热、抗震、易清理、可再生,完全符合节能降耗的环保目标,因此被称为生态板。三聚氰胺板本身毒性很小,比较稳定,固化后不会游离毒性,可以有效防止作为防腐剂使用的甲醛和脲醛树脂所带来的环境污染问题。但是大多数有机材料的燃点较低,多孔材料隔音板更易被燃烧,所以发生火灾的几率也更大。多孔吸音材料中应用较为广泛的聚氨酯具有较高的耐候性与隔音效果,而且聚氨酯可塑性较高,能够在隔音板中以各种形状存在,比较适合室内装饰装修,但是聚氨酯在制作过程中,因使用大量偶联剂与阻燃剂,发生火灾时,会产生大量有害气体<sup>[9-11]</sup>。我国已经制定了较为完整的室内装饰材料的阻燃要求,所以隔音板不但需要具备良好的隔音效果,同时还需要具有较强的阻燃效果<sup>[12]</sup>。

本文研究室内装饰用环保新型隔音板三聚氰

胺板的耐火性能,分析各类材料的耐火性能,获得性能更加良好的隔音板。

## 1 材料方法

### 1.1 试验材料

试验所用三个试件均为试验室采购原材料资质:木丝隔音板:广东省佛山天戈声学装饰材料有限公司;玻璃棉:河北泽少保温材料有限公司;石蜡:山东省盛旭能源有限公司;粘合胶:辽宁省锦州瑞奇耐火材料有限公司;三聚氰胺:河南铭之鑫化工产品有限公司。上述四种试验材料如图1所示:

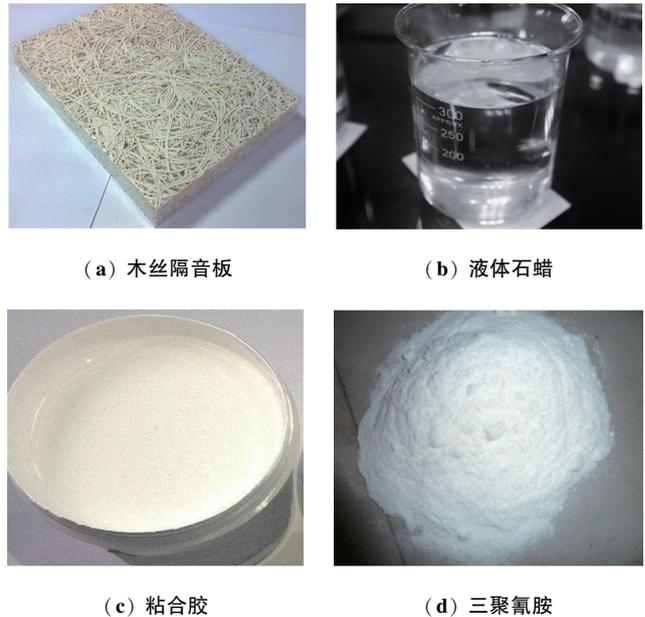


图1 试验材料  
Fig. 1 Test materials

### 1.2 试验仪器

IDM 试验室热压机:山东森茂机械有限公司,如图2所示。

火焰蔓延量热仪:江苏省常州德杜精密仪器有限公司,如图3所示。

该量热仪是本文试验主要仪器,该仪器的工作原理是通过量热学实现氧气消耗测量,该过程是通过燃烧试验材料,消耗氧气,氧气受热消耗后会释放大量热量,各类材料消耗的热量通常几乎均为 14.2 MJ/kg,上下波动范围为 $\pm 6\%$ 。通过该量热仪具有比较特殊的配气室,在该配气室之



图2 IDM 实验室热压机  
Fig. 2 IDM Test Room Hot Press

中能够调节供给氧气浓度与气体氛围，由此评价隔音板的易燃情况，研究工况包含：①氧气缺乏情况；②氧气正常浓度情况；③富氧情况。



图3 火焰蔓延量热仪  
Fig. 3 Flame spread calorimeter

### 1.3 试件制备以及试验方式

试件制备方式如下：

试件 A：木丝隔音板：有机纤维吸音板，试验室工作人员向市场采购，主要组成原料为白杨木纤维，黏合剂为无机水泥，结合高压、高温环境压制成形，具有粗糙、复古装饰效果，吸音、隔音效果良好<sup>[13]</sup>。试件大小裁剪为 1600 mm × 900 mm × 14 mm，石蜡与粘合剂的应用量分别为 1% 与 10%，属于 C 级阻燃材料，密度与含水率分别为 0.79 g/cm<sup>3</sup> 与 6%。

试件 B：在试件 A 的上下两面都覆盖玻璃棉（聚酯纤维），玻璃棉的厚度为 1 cm，在 150 °C 温度与 3 MPa 应力下，经过 50 s 高温压制包裹成形，在该试件外部包裹具有装饰性的木片或树脂材料<sup>[14]</sup>，试件规格为 600 mm × 600 mm × 14 mm。

试件 C：在试件 B 玻璃棉外部包裹厚度为 1 mm 的三聚氰胺浸渍纸，在 150 °C 温度与 3 MPa 应力下，经过 50 s 高温压制包裹成形，在该试件外部包裹具有装饰性的木片或树脂材料，制备成具有装饰性的隔音板材料试件<sup>[15]</sup>，规格为 600 mm × 600 mm × 14 mm。

试验方式如下：

试件燃烧过程中会发生热损失，为解决这一问题，试验过程中需要在试件底部位置放置一个大小等同于试件的陶瓷纤维纸，纸厚约为 0.3 cm，以此确保仪器支架与试件之间的绝热。为确保试件仅上部一侧受热，应用锡箔纸包裹在试件底部与四周。由于试件为木制纤维原料，且表面覆盖木制材料，所以加热过程中极易发生翘曲鼓胀，一旦试件发生鼓胀会拉近与热源之间的距离，导致试验质量受到影响，为防止出现这一情况，应用镍线缠绕试件表面，使得试件得到全面固定，即使受热也不会发生严重膨胀。在试件表面涂抹炭类混合物，提升试件对于红外加热器辐射热的吸收能力。试验过程依据相关规定，每组试验重复 3 次。试验过程如图 4 所示：



图4 试验过程  
Fig. 4 Test Process

## 材料科学

## 2 结果

## 2.1 热量释放试验结果

测试三种试件在红外加热器  $50 \text{ kW/m}^2$  热辐射通量下的热释放速率变化如图 5 所示。

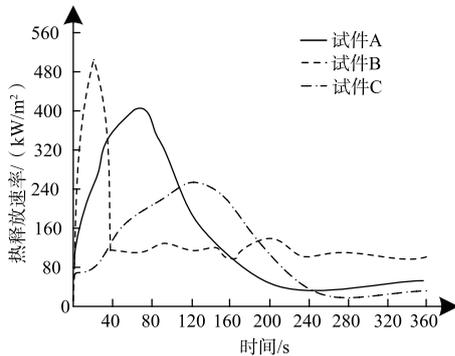


图 5 各试件热释放速率变化曲线

Fig. 5 Heat release rate change curve of each specimen

分析图 5 可知, 相同辐射热之下, 各试件均呈现出单峰曲线形式, 这一变化规律也是炭材料的标准变化趋势。其中试件 B 的热释放速率变化趋势与另两种试件相比更加陡峭, 波峰窄而高, 由此可以断定, 添加聚酯纤维的隔音板试件在遇到火焰燃烧时热释放更快, 一旦发生火灾, 危险性更高; 三种试件相比, 试件 C 的波峰更宽也更缓, 说明该试件的热释放较缓慢, 在遇到火灾时, 更不容易燃烧。根据变化规律, 辐射热升高以后, 试件的波峰逐渐变窄升高, 说明辐射热会影响试件的热释放速率, 热辐射越高, 试件发生燃烧的情况越剧烈, 燃烧时间越短, 导致发生火灾的系数升高。

## 2.2 热释放总量试验结果

评价隔音板耐火性能的一个重要指标便是热释放总量。该指标表示从初始燃烧一直到燃烧完毕过程中整个材料在单位面积中热量的总释放量。在实际建筑应用中, 热释放总量越高表示隔音板的耐火性能越差, 也就是说, 热释放总量更高的隔音板越容易发生火灾。三种试件的热释放总量变化趋势如图 6 所示。

从图 6 中能够看出, 试件 B 的热释放总量最高, 试件 C 的初始热释放总量高于试件 A, 但是随着时间推移, 试件 A 的热释放总量逐渐升高, 而试件 C 的热释放总量趋于平缓。根据图 6 可以

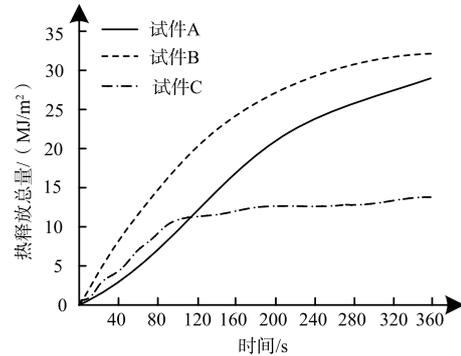


图 6 热释放总量变化曲线

Fig. 6 Variation Curve of Total Heat Release

确定, 应用聚酯纤维的隔音板尽管具有良好的隔音效果, 但是易于燃烧, 防火性能不佳, 实际工作环境下, 一旦发生火灾, 会加速火势蔓延; 未应用聚酯纤维的木丝试件的燃烧速度低于应用聚酯纤维的试件; 在聚酯纤维外包装三聚氰胺浸渍纸以后, 能够提升试件的耐火性。燃烧发生之初, 各试件的燃烧情况较为剧烈, 但是随着燃烧加剧, 三聚氰胺浸渍纸发挥阻燃作用, 热释放总量趋于平缓, 内部木丝集中的空隙结构也发挥了阻燃功效。根据《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑材料燃烧性能分类方法》GB8624-2012 等规定隔音板 B1 级耐火标准热释放总量不得超过  $15 \text{ MJ/m}^2$ 。只有包裹三聚氰胺浸渍纸的试件 C 的热释放总量始终低于  $15 \text{ MJ/m}^2$ , 满足防火规范热释放总量要求。

## 2.3 燃烧性能试验结果

评价隔音板耐火性能的另一重要指标便是有效燃烧性能。该指标是试件在燃烧过程中, 某个时刻下, 试件质量损失与热释放量之间的比值, 这个指标主要用于体现出试件中能够燃烧的挥发物气象燃烧程度。各试件燃烧性能指标评价结果见表 1。

表 1 各试件燃烧性能指标评价结果  
Table 1 Evaluation results of combustion performance index of each specimen

试件编号	试件 A	试件 B	试件 C
引燃时间/s	41	33	30
残重率/%	51.5	47.6	58.7
有效失重率/g	6.1	6.9	4.7
有效燃烧热峰值/(MJ/kg)	12.7	15.6	20.8
热释放总量/(MJ/m <sup>2</sup> )	78.3	75.0	83.7
热释放速率峰值/(kW/m <sup>2</sup> )	242.0	154.8	268.2

失重率表示试件在燃烧过程中单位时间内减少的质量, 残重率则代表试件被燃烧之后残余的

试件质量与燃烧之前试件质量比值。失重率和残重率越低，耐火性能越好。从表 1 中能够看出，试件 B 的残重率最低，失重率最高，而试件 C 这两项指标较低。这说明试件 B 在燃烧过程中发生剧烈反应，燃烧比较激烈，发生燃烧的面积较大，而试件 C 不易燃烧，燃烧损失较小。根据《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 等隔音板耐火标准的规定，试件 C 具有更为良好的耐火性能。

#### 2.4 产烟速率试验结果

50 kW/m<sup>2</sup>辐射热下各试件的产烟速率变化曲线如图所示。

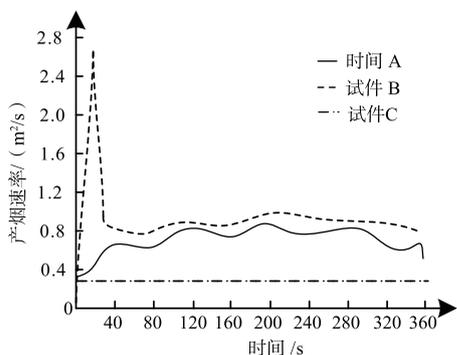


图 7 各试件产烟速率

Fig. 7 Smoke production rate of each test piece

从图 7 中能够看出，试件 B 产烟速率最高，波动最大，波形也最为陡峭，这说明应用聚酯纤维的隔音板在燃烧过程中会产生大量浓烈烟雾。火灾之中，烟雾是最直接威胁人类生命安全的成分，人类吸入烟雾会导致呼吸困难，昏迷不醒等症状，因此用聚酯纤维实现隔音的隔音板具有严重安全隐患；包裹三聚氰胺以及未应用聚酯纤维的试件产烟速率较慢，尤其试件 C 几乎没有产生烟雾。由此可以看出，应用三聚氰胺处理的隔音板在燃烧情况下具有更加良好的耐火效果，所以适合广泛应用于室内装饰与隔音。

### 3 结论

本文研究室内装饰用环保新型三聚氰胺隔音板的耐火性能。为实现隔音板的环保性能，用木丝吸音板作为基底制作环保隔音板，在此基础上包覆聚酯纤维提升隔音效果，应用三聚氰胺包裹

木丝吸音板提升隔音板的耐火性能。包裹聚酯纤维的隔音板极易燃烧，且燃烧过程中会产生大量有害气体，耐火性能较差，尽管具有良好隔音效果，但是安全隐患较大，不可在建筑中作为装饰隔音板大范围应用。而以该木丝材料作为基础，添加三聚氰胺等阻燃化合物，制作而成的室内装饰用环保隔音板具有较高耐火性能，同时环保性能较高，适合广泛应用于各类建筑装饰中。

#### 参 考 文 献

- [1] 周莲, 曹连兵, 王一诺, 等. 某影院室内装修设计消防问题研究 [J]. 建筑科学, 2019, 35 (11): 138-142.
- [2] 栾皓翔, 吴瑾, 朱万旭, 等. 再生陶粒混凝土吸音板的制备与声学性能 [J]. 中南大学学报 (自然科学版), 2020, 51 (5): 1299-1308.
- [3] 蒋瞻, 付海燕, 王正, 等. 国内外木结构建筑耐火性能的研究进展 [J]. 浙江林业科技, 2019, 39 (2): 110-114.
- [4] 刘永刚, 吴志敏, 朱文祥, 等. 新型模块化保温墙板的开发与性能研究 [J]. 新型建筑材料, 2019, 46 (9): 109-112.
- [5] 许之浩, 何理辉, 钟文翰, 等. 家具板材的燃烧性能和环保性能分析 [J]. 消防科学与技术, 2020, 39 (2): 170-173.
- [6] 秦月, 朱磊, 董亮. 基于 DSP 技术的密肋复合墙体空鼓声波检测 [J]. 计算机仿真, 2020, 37 (11): 412-416.
- [7] 王颖睿. 聚氨酯泡沫塑料复合板的生产工艺及其在室内外装饰中的应用 [J]. 合成树脂及塑料, 2020, 37 (3): 99-102.
- [8] 陈继浩, 崔琪, 侯国艳. 秸秆复合墙板耐火性能试验研究 [J]. 新型建筑材料, 2018, 45 (11): 101-103+130.
- [9] 方胜, 张豪枫, 崔晓军, 等. 干燥工艺对耐火纤维性能的影响 [J]. 耐火材料, 2019, 53 (2): 55-58.
- [10] 李艺璇, 周婷, 刘红波, 等. 不同防火措施下双钢板混凝土组合剪力墙耐火性能研究 [J]. 工业建筑, 2020, 50 (9): 147-155.
- [11] 王盟盟, 刘乐群, 刘震涛, 等. 竹材液化墙体泡沫材料的阻燃改性 [J]. 生物质化学工程, 2020, 54 (5): 25-32.
- [12] 朱俊涛, 李焱, 邹旭岩. 砂浆层内置断桥自保温墙体热工及受力性能分析 [J]. 建筑技术, 2019, 50 (6): 651-655.
- [13] 宋炜. 不同因素对防火涂料粘结与耐火性能影响 [J]. 消防科学与技术, 2019, 38 (6): 850-853.
- [14] 石永久, 杨晨康, 彭耀光, 等. 新型闭口压型钢板组合楼板抗火性能影响因素研究 [J]. 建筑结构, 2019, 49 (1): 15-22.
- [15] 马澜, 杨小军, 郁岗, 等. 木塑建筑墙体隔声性能试验研究 [J]. 林产工业, 2018, 45 (12): 16-21+28.