

# 利用SBI单体燃烧实验装置研究外墙保温材料的燃烧性能

李瑜

四川省产品质量监督检验检测院

**摘要:** 本项目拟以5类典型保温材料为对象,通过单体燃烧试验装置测量5种典型保温材料的燃烧生长速率、释放热量、烟气生长速度、总烟气量、燃烧速率等主要物理参量,揭示其在实际火灾环境下对燃烧的反应和燃烧性能。研究发现,每一种材质的阻燃效果都是采用单体燃烧试验装置来评价的,其中以酚醛板的综合效果最好,而聚氨酯泡沫保温板保温效果最差。

**关键词:** SBI单体; 外墙; 燃烧实验; 燃烧性能; 保温材料

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.07.088

由于建筑行业的快速发展,建筑外墙保温系统得到了日益普遍的使用,但也引发了一系列的问题。在这些工程中,防火安全是一个非常关键和迫切需要解决的问题。当前,保温材料主要包括三种:无机材料、有机材料和复合材料;目前,使用最多的是有机保温材料,但由于有机保温材料极易着火,且起火时,火焰会迅速扩散到整栋楼,造成非常严重的损失。为此,人们对其燃烧特性做了许多研究。通过室内模拟试验,考察了5种常见的有机保温材料在不同温度下的燃烧特性,为今后在实际工程中合理选用保温材料奠定了基础。

## 一、外墙保温材料的种类和市场需求的概述

在建筑业中,如何选用和使用外墙保温材料,是决定工程质量的关键。这类材料可有效减少建筑能耗,提高人居环境舒适性,与我国的节能减排方针相契合。下面介绍了一些常用的建筑外墙保温材料,并对它们的市场需求进行了简要介绍。

### 1. 聚苯乙烯保温板

聚苯乙烯保温板作为一种常用的建筑外墙保温材料,其保温效果好、抗老化能力强。由于它的制造方法简便、制造费用低廉,因而具有很大的市场份额。但是,目前的聚苯乙烯保温板具有易燃、易老化等缺陷,对其阻燃及品质的要求也有待提高。

### 2. 酚醛保温板

酚醛保温板材是一种集防火、保温、隔音于一体的新型保温材料。由于酚醛热绝缘材料的耐热性优于聚苯乙烯,且不容易着火,因而在高层及公用建筑物中有着广阔的发展空间。

### 3. 真空绝热板

真空绝热板作为一种新型的保温材料,具有高热导比和极低的热传导率。由于它的制作过程比较繁琐,价格也比较昂贵,所以对高档产品的要求比较高。该产品主要用于对保温材料有很高的需求,例如商业、工业等。

从市场需求来看,在我国大力推动节能、环保等环保理念的推动下,我国建筑装饰行业的发展呈现出蓬勃发展的态势。与此同时,酚醛板、真空绝热板等新的环境友好材料的开发与使用,也极大地促进了该行业的发展。在今后的发展中,由于科技水平的不断提高,以及对产品的要求不断提高,使建筑外表面的保温性能得到了很大的提高。

要结合建筑物的类型、用途和使用情况,对建筑物的保温性能进行评价。目前,市面上各类建筑外墙保温材料均有各自的优势及应用领域。在选购过程中,用户要注意材料的性能、价格、环保等方面的因素,从而做出最符合自身需求的产品。在此过程中要加大对产品的品质管理,加大研究与开发的力度,以适应瞬息万变的市场及顾客对产品的要求。

## 二、对外墙保温材料的燃烧性能进行评估的必要性

在现代建筑物中采用日益广泛的外墙保温材料,不但帮助维持了房屋的气温,而且也降低了一些能耗。但此类材料的燃烧性能对建筑及室内人员的生命财产有着重要的意义。所以,评价建筑外墙保温材料的燃烧性能具有十分重要的意义。

### 1. 保护生命安全

在火灾过程中,保温材料在燃烧过程中会释放出大量烟气、毒气,给人员的疏散及营救工作造成很大难度。对保温材料进行阻燃评价,可以保证保温材料达到相应的耐火要求,减少因火灾造成的生命损失。

### 2. 减少财产损失

在火灾过程中,由于产生的热量和浓烟,给建筑带来了极大的经济损失。对保温材料的燃烧性能进行评价,可以保证当发生火灾时,它不会起到推波助澜的作用,降低对建筑物造成的经济损失。

## 三、材料燃烧性能影响火灾的主要参数

### 1. 热危害的参数分析

因为材料燃烧性能会对火灾产生很大的影响,而在这个过程中,有两个比较关键的物理量,即可燃物的可燃性和热释放性。在建材中,可燃性是衡量建材初期燃烧性能的一个关键指标,它是指在特定工况下,由点燃性和火焰传播两个方面所决定的。以材料点燃性作为材料引发火灾概率的重要表征。火焰传播由为材料维护燃烧的能力,其主要体现在火蔓延速度和蔓延距离上。其中,热释放性是反映火灾发生发展的一个关键参量,它可以反映出材料在火中所产生的热量,是判定火灾危险性的一个关键参量,也是评估材料燃烧特性的一个关键指标。

## 2. 烟气危险参数分析

在对烟气危害的研究中,以物料的生成烟气及烟气的毒性作为评价指标。影响物质生成烟气的主要因素很多,通常使用光化学方法测定生成烟雾,而使用光化学方法检测物质生成烟雾的方法主要有静态分析法和动态分析法。采用静态分析法,也就是在密闭的环境下,测量物质在燃料中所产生的总烟气量,从而测量出烟雾对束流的衰减。在使用动态分析法时,测试是开放式的,是为烟气流经装置排出时的光的衰减测量。然而在现实中,随着烟气浓度增大,火灾蔓延速度加快,为人员撤离和扑灭火灾所需的时间将会大大缩短,所以必须将其纳入其中。建材在焚烧过程中,会释放出有毒的有毒成分,对人体健康造成很大的伤害。对于烟毒的判定,主要有两种方法:化学分析法和生物试验法。在化学分析法中可以运用光谱法来对气态产物中的有害气体的浓度进行测定。在采用化学方法评价烟气的毒性时,往往要同时进行烟气浓度的测量。在使用生物试验法时重点研究燃烧产物对动物的神经系统和生理学的作用,该作用涉及物质分解方式(热解或燃烧)、分解产物温度和浓度、动物种类和毒性作用的持续时间等。

## 四、实验研究

### 1. 试验仪器

该测试系统由燃烧室、主设备、供气及监控系统以及测试系统等部分构成。在测试过程中,测试了一些重要的参量,如氧气浓度、二氧化碳浓度、烟气流量和光通量,获取样品在燃烧时的一些参量,如:燃烧增长率指数(FIGRA)、产烟率(SPR)、烟气生成速率指数(SMOGRA)等参数,是衡量物质燃烧特性的一项主要参数,在实验过程中,还可以观测到样品的长度方向上的燃烧过程。

### 2. 试验材料

本文选择了酚醛板、聚苯乙烯保温板、XPS挤塑板、聚氨酯泡沫保温材料和橡塑保温材料为研究对象。样本大小:长翼1000mmx1500mm,短翼495mmx1500mm,垂直放入样本小车中,每组样本与底部边缘500mm和

1000mm之间画一条标志线。

### 3. 试验结果及分析

#### (1) 燃烧试验结果

在厚度规格相同的条件下酚醛塑料板材的燃烧增长系数最低,其次为挤塑板,而聚氨酯泡沫保温材料的增幅最大。在600s范围内,其释放热量、烟雾产生量、产生烟雾的速度也呈现出这种变化的规律。根据相关标准确定若干种建材的燃烧性指标,其中对于建筑材料单体燃烧性能的要求为:B级材料 $FIGRA_{0.2MJ} \leq 120W/s$ 且 $THR_{600s} \leq 7.5MJ$ ,C级材料 $FIGRA_{0.2MJ} \leq 250W/s$ 且 $THR_{600s} \leq 15MJ$ ,D级材料 $FIGRA_{0.2MJ} \leq 750W/s$ 。

可见,酚醛板、挤塑板和聚苯乙烯板都属于B类材质,燃烧性能较好;橡塑海绵属于C类材质,燃烧性能相对较好;但目前聚氨酯泡沫保温材料不能达到D类的标准,而且其阻燃能力也是最弱的。

#### 2. 热释放速率

热释放率(HRR)是给定输入热通量条件下,被引燃的物质表面的放热率。HRR值愈高,则表示物料在高温下所释出之热愈高,其引发之火风险也愈高。在单一燃料实验中,利用实测的氧气消耗实测值,得到了热释放率的数值。

橡塑海绵和聚氨酯的热释放率均较高,而XPS板材略低;橡塑海绵和聚氨酯的热释放速率出现峰值的时间较早,燃烧热值曲线较陡;说明材料在燃烧过程中较易发生轰燃,而橡塑海绵的火焰没有传导特性,因此在峰值之后,其曲线迅速降低,即橡塑海绵在燃烧轰塌后停止了传播。然而,在其燃烧放热量最大时,其热值仍有上升的倾向,其在燃烧时,火的传播速度更快,同时放热量的峰值也会提前发生,这对火场内的人员疏散不利。爆炸发生的越迟,人们就有更多的时间逃离。聚氨酯和橡塑海绵热释放峰值出现时间比XPS板的热释放峰值早近600s左右。XPS平板遇火后会发生熔融、滴落等现象,且落下物质的热累积达到某一点后仍会持续燃烧,因此其放热值峰值的产生相对缓慢。

#### 3. 燃烧增长速率

酚醛板的燃烧增长速率系数最低,其次为XPS挤塑板、聚苯乙烯保温板、橡塑保温材料,其中以聚氨酯泡沫保温材料的燃烧增长速率系数最高。酚醛板受火焰作用后,其燃烧增长速率指标快速增加,之后几乎没有变化。实验初期,XPS挤塑板材无明显的自燃迹象,出现熔化和脱落,其燃烧增长速率指标为0,且随着时间的延长,滴落物也随之着火,所以,在中间阶段燃烧增长速率指标逐步增大。聚苯乙烯保温板受热后快速熔化,并有脱落现象发生,其燃烧速率指标快速增加;但是,当试样的燃烧过程很短暂,燃烧增长速率指标会很快下

降,而熔化的液滴则会重新点燃,从而使燃烧增长速率指标保持在某一值,直到实验的最后。橡塑保温材料遇火后快速自燃,其燃烧增长速率指标快速增加,当其完全燃尽时,燃烧现象逐渐减弱,燃烧增长率指数迅速降到较低的水平。聚氨酯泡沫保温材料的燃烧更加剧烈,其燃烧增长速率指标快速上升,达到峰值,随后受火位置附近的可燃物燃烧殆尽,燃烧增长率指数迅速下降;但此时熔融滴落物开始燃烧,使得燃烧增长率指数又逐渐变大。

#### 4. 烟气生成速率

酚醛板开始就会有烟气生成,而且这种烟气会在测试期间一直存在,聚苯板和XPS挤塑板只有在测试中间阶段,才会发生熔化滴落物,所以烟气的生成时间也是在测试的中间阶段。聚氨酯泡沫保温材料和橡塑保温材料受火后迅速燃烧产生大量的浓烟,烟雾生成速率迅速升高。在实验过程中,可燃物质被充分燃烧,烟气生成速率也降到0。

### 五、优化建筑外保温材料燃烧性能检测问题策略

#### 1. 对A1级材料检验中出现的问题的处理方法

为确保测定结果的科学、合理,应从以下几个方面加以改进。可以将实验室建立在地下室中,可避免阳光直射对热值的影响,同时还要注意对冷热风源的控制;为减少测定发热量所需的时间,必须等待管内的水温降低至所需的标准后再进行测试。在测量时,由于内部和外部圆筒温度升高或降低,会对测量结果造成一些影响。为了解决这一问题,可以使用冰箱将水冻成冰,并在测试前后调整各热量管的温度差,从而减少测试周期太久的难题,从而达到改善测试效果的目的。在无机保温材料试验时出现的燃烧现象,应首先对其是否存在持久性或闪烁性进行判别,并依据其燃烧特性做出相应的调节;对于检测过程中出现的不完全燃烧现象,通过对磨料进行切割,使其达到较小的粒度。在不燃材料热值较低时,可适当提高燃烧助剂的加入量;为改善探测样本的点火效能,在试验前,对试样进行干燥处理,并针对试样的特点,选取合适的试验温度。

#### 2. 处理B、C级难燃材料及D、E级材料的处理方法

为强化SBI测试,保证测试准确性,测试时需依据测试对象的真实大小对测试数据进行切割。在进行金属连接部件的设计中,加工贴片与铁钉时,可以使其成型,以便在进行样板连接时,符合相关规定。在制作金属时,必须保证试样的紧密程度。试样两翼的安装要严格遵守竖向夹紧的规定,以确保试样的精度和效率。在SBI周期实验过程中,必须严格遵循标定规程,这就给测试人员带来了新的挑战。测试人员要对设备的燃气流速进行定期的检查,其流速要与实践相一致,对湿度冷却状况下的过滤器进行定时观测,必要时可以对其进行

调整,对阀件和采样道管的状况进行观测,并结合具体的条件来排除不确定性。针对B、C级物质,进行SBI测试时,滴落物在进行分类时,必须符合特定的要求。另外,在清除SBI测试小车上可燃物时,应先将干燥的沙子装入试样,以便随后的清扫工作能够更好地完成,从而改善清扫效果和清扫品质。在D级和E级材料的测试中,试样的燃点不能很好地进行控制,有些比较大的试样,由于施火时的误差也会对测试的效果造成一定的影响。在对某些厚度较小的试样进行测试时,必须对起火点进行准确的定位和调节,并对火苗的高低进行严密的控制,以减小测试的误差。

### 结论

(1)按照有关建材特性的规定,酚醛板、挤塑板和聚苯板均属于B类材质,具有良好的阻燃性;橡塑海绵属于C类材质,具有良好的可燃性;但目前聚氨酯发泡保温材料不能达到D类的标准,而且其阻燃能力也是最弱的。(2)聚氨酯泡沫保温材料和橡塑保温材料在发生火灾时会快速的自燃,并且会放出很多的热、烟,这对在火场中的人们来说是非常不利的。XPS挤塑板遇火主要是熔化,当落下物质的热累积达到某一点后仍会持续燃烧,其热释放值的高峰发生延迟,为人员提供了更多的逃生机会。酚醛保温板、聚苯乙烯保温板在火灾时其散发的热量很少,属于比较安全的保温材料。(3)通过单体燃烧实验发现,酚醛板、聚苯乙烯保温板和XPS挤塑板的热释放速率、燃烧增长速率、烟气生成速率都很低,是一种优良的墙体保温材料。由于聚氨酯泡沫保温材料和橡塑保温材料性能指标偏高,存在着很大的安全风险,不宜选用。

### 参考文献

- [1]王华坤,张艳红,陈一全.外墙保温用A级聚合聚苯板主要性能与技术应用探析[J].砖瓦,2019(3):72-75.
- [2]王华.改性聚苯板外墙外保温系统的隔热性能分析[J].当代化工,2019,48(8):1690-1693.
- [3]贺传友,戴新荣,江宏玲.挤塑板单体燃烧试验热输出评价及其燃烧性能等级分析[J].建筑节能,2019,47(9):94-97.
- [4]宁丽景,朱海旭.常见保温材料的单体燃烧试验研究[J].江西建材,2017(1):8-9.
- [5]唐孔科,吴莉莉,李红菊,时姣,宋甲芳.建筑外墙有机保温材料燃烧性能研究[J].广东化工,2020,47(7):129-130.
- [6]卢明超,李博,李涛.5种典型有机保温材料的耐火性能分析及研究[J].化工新型材料,2019,47(7):244-247.