

## 热点评论

## 关注建筑外墙保温防火安全技术

朱春玲, 陈景辉, 季广其

朱春玲 高级工程师  
中国建筑科学研究院

朱春玲 中国建筑科学研究院建筑防火研究所高级工程师, 现任北京建材行业协会防火涂料分会副会长; 自 1995 年起从事建筑防火材料的科研开发和防火性能检验工作, 近几年来重点从事建筑外墙外保温的防火安全性能研究工作; 积极主张应从提高有机保温材料的阻燃性能和改善外墙外保温系统的防火构造两方面入

手来解决目前我国外墙外保温的防火安全性问题; 发表学术论文 30 余篇, 参与编著 2 部。

“节能减排”是我国的基本国策, 建筑作为能源消耗大户, 开展节能保温意义重大。在建筑节能政策、法规的推动下, 我国的外墙保温技术表现出蓬勃发展的趋势。但央视大楼大火、中国科技馆火灾, 以及上海“11·15”火灾的发生引起了社会各界对外保温行业的广泛关注。建筑节能与消防安全之间的矛盾突显出来, 给外墙保温技术与保温材料的应用带来了严重的负面影响, 建筑外墙保温防火安全技术引起普遍关注。

实际上, 我国建筑行业的有关专家和外保温系统的供应商、保温材料生产企业已充分认识到外保温防火安全的重要性, 已进行了一些相关的研究工作, 并取得了一定研究成果。这些成果即将被应用到保温材料的生产 and 保温系统的施工中去, 有关的标准规范也在制修订之中, 外墙外保温系统的防火安全性能评价方法也正在形成。

具体来讲, 对于建筑外墙保温防火安全技术的研究主要体现在对保温材料阻燃性能和对保温系统防火构造的研究 2 个方面。

## 1 有机保温材料阻燃改性研究

外保温系统的核心材料是保温材料。按材质进行划分, 可将其分为无机保温材料、有机保温材料以及有机-无机复合型保温材料 3 类。无机保温材料的导热系数一般较大。而有机保温材料则因为导热系数低、保温效果好、施工技术相对成熟而得到广泛应用, 其中以聚苯乙烯泡沫塑料(包括膨胀聚苯板 EPS 和挤塑聚苯板

XPS)和硬泡聚氨酯为主, 但它们的抗燃烧性能较低, 具有引发火灾的危险性。从长远发展的角度看, 对它们进行阻燃改性将是提高我国建筑节能领域防火安全的重要课题。

聚苯乙烯泡沫塑料是热塑性高分子材料, 受热时, 首先会发生软化和熔化现象。在燃烧过程中, 会有熔融滴落物产生, 这些熔滴可能会将热量带到其它的区域引发二次燃烧。而且, 它受火以后产生收缩、熔化还会导致在外保温系统内形成空腔, 继而愈演愈烈, 直至形成轰燃状态下的剧烈燃烧。因此, 提高聚苯乙烯泡沫的阻燃性能成为促进其进一步发展和应用的必要手段。目前生产阻燃聚苯乙烯泡沫最常用的方法是采用添加型阻燃剂, 用得最多的是卤系阻燃剂和磷系阻燃剂。今后可尝试在苯乙烯单体聚合时添加阻燃剂而获得均质阻燃型聚苯乙烯发泡珠粒的方法, 从而得到阻燃性能更稳定的材料。为此, 要求阻燃剂能溶解于苯乙烯单体中而又不能参与聚合反应的链转移过程。由于聚苯乙烯泡沫的加工温度较低, 所以可以选用阻燃效率高但热稳定性较低(耐温约 200 ℃)的阻燃剂, 如六溴环十二烷(HBCD)。也可采用五溴-氯环己烷、二溴乙基二溴环己烷、三(2, 3-二溴丙基)异氰脲酸酯等。特别是采用耐热型的六溴环十二烷可以增加阻燃剂在加工过程中的稳定性, 有利于提高材料的阻燃性能。同时, 还可采用与这些阻燃剂有协同效应的有机过氧化物, 以减少阻燃剂的用量, 避免因阻燃剂添加量较大而造成的珠粒或成型体收缩, 或发生熔融、粘结不良等问题。也可使用可膨胀石墨对阻燃聚苯乙烯泡沫进行改性, 从而获得性能更优良的保温材料。在配方设计上必须认真对待树脂与阻燃剂的相容性问题, 不能选用三氧化二锑作为卤系阻燃剂的协效剂。

与聚苯乙烯不同, 硬泡聚氨酯是一种热固性高分子材料, 燃烧时表面过火的速度也很快, 但由于燃烧后会形成碳化层, 阻止火焰的进一步蔓延, 并且没有熔滴产生, 因而它引起火灾蔓延的风险相对比聚苯要低一些。目前, 阻燃硬泡聚氨酯的生产方法主要有 3 种。一是添加各种添加型阻燃剂或无机填料, 以磷系阻燃剂用得最多, 含磷 1% ~ 2% 即可使聚氨酯获得自熄性, 此外磷-卤协同使用, 阻燃效果会更好。二是用反应型阻燃剂作为制造聚氨酯的原料组分之一, 使聚氨酯分子结构

中含有阻燃元素,例如可采用 601 聚醚等。另外,赋予硬泡聚氨酯阻燃性能的另一个有效方法是对其进行结构改性,即使用带有阻燃元素的多元醇或异氰酸酯为原料来合成阻燃聚氨酯。例如将异氰脲酸酯结构引入到聚氨酯分子链中,可以提高材料的炭化倾向从而降低其可燃性,这种方法阻燃效果最好。在对聚氨酯阻燃改性时,应注意固体阻燃剂与原料单体,尤其是与聚醚多元醇的相容性,如果相容性不好,容易发生沉降现象,从而影响组合料的稳定性和分散的均匀性。

可以说,有机保温材料的可燃性是影响外保温系统防火安全性能的基本条件,它们的使用无疑会存在引发火灾和加速火灾蔓延的风险。虽然阻燃材料并非万能的,不能完全依靠通过采用阻燃材料遏制火势,但提高聚苯乙烯泡沫塑料和硬泡聚氨酯保温材料的燃烧性能是解决外保温防火问题的关键。我国建筑外墙外保温系统的防火安全离不开保温材料防火性能不断提高和高新技术的支撑。因此应大力研究保温材料的阻燃改性技术,并且在设计、施工过程中严格按照标准规范对材料进行选择。

但同时也应认识到,有机高分子材料即使阻燃性能再好,也不意味着它在火中不燃烧。高阻燃性能可以通过提高阻燃剂的含量来达到,但却会带来烟雾大、毒性大的弊端。目前,如果大幅度地提高聚苯乙烯泡沫和硬泡聚氨酯的阻燃性指标,从技术角度讲尚不具备充分的条件,对于工业化生产来说还有很多技术问题需要解决。因此,目前和今后一定时期内,对有机保温材料的燃烧性能等级限定为“不得低于 B2 级”是符合我国国情的科学定位。开发低烟、低毒、高阻燃性能、价格合理的有机高效保温材料将是建筑外保温领域的一项重要课题,它是解决外保温防火安全性能的最终出路。

## 2 外保温系统防火构造研究

就我国建筑外保温领域而言,目前用量最大的保温材料还是聚苯乙烯泡沫塑料和硬泡聚氨酯。在现有条件下,短时间内大幅度、大范围地提高它们的燃烧性能等级还具有一定的难度,这就带来了潜在的外保温体系火灾风险。但我们应充分认识到:外保温系统不仅仅是由保温材料组成的,在实际使用情况下它是一个整体,保温材料都是被包覆在外保温体系内部的,应该将保温材料、防护层以及防火构造作为一个整体来考虑。

针对外保温体系的防火安全性能,通常的做法应

是:如果保温材料的防火性能好的话,则对保护层和防水构造措施的要求可以相对低一些;如果保温材料的防火性能差的话,则要采用好的防火构造措施,对保护层的要求相对也高一些,总体上两者应该是平衡的。基于这一思想,目前解决我国外保温防火安全的主要途径应是采取构造防火的形式,这是当前适应我国国情和外保温应用现状的一种有效的技术手段。

火灾通常是以释放热量的方式形成灾害。而热又以传导、对流和辐射 3 种作用方式向外传播,因此只要阻断热的这 3 种作用方式就能防止火灾的进一步蔓延。根据已有的研究成果,我们认为防火隔断构造、无空腔构造和增加防护层厚度可以有效阻止火在外保温系统内的传播,常被称为“构造防火 3 要素”。防火隔断构造可以有效地抑制热传导,这些构造包括防火隔离带、挡火梁和分仓构造等。无空腔构造限制了外保温系统内的热对流作用,因此应尽量避免在系统内形成贯通的空腔,这包括保温材料内外两侧的空腔。增加防护层厚度的方式则可明显减少外部火焰对内部保温材料的辐射热作用。如果将通过这三种构造来阻止热量的三种作用方式结合起来使用,防火效果会更加突出。例如,采用无空腔构造与系统内部设置防火隔离带相结合的防火措施,将使外保温系统的防火性能得到大大提高。

## 3 结论与建议

总的来说,在保温材料燃烧性能满足产品标准要求的前提下,针对不同的系统相应采取科学适度有效的防火构造措施,以改善或提高系统整体构造的防火安全性能,在目前是一条简便易行的新途径,而且比较适应我国外保温应用的技术现状。而突破建筑外墙保温防火安全的新技术是摆在我们面前的一项长期的研究任务。

不燃及难燃性高效保温材料的开发应用则是今后外保温领域防火安全问题的最终解决途径。但同时对外防火构造措施的研究也不能放松,它将进一步加强外保温系统的防火安全性能。只有做到两条腿走路,互相协调,才能保证我国的建筑节能事业安全可持续发展。

特别需要说明的是,在外保温施工过程中,注意对基层墙体的处理,保证保温材料粘结可靠,防护层完整无裂纹,在门窗洞口增加合理的防火构造措施,并在建筑物首层适当增加防护层厚度等做法都有益于提高外保温系统的防火性能。同时,加强施工现场的防火安全管理也是预防建筑外保温火灾的一个重要方面。