

建筑外墙保温系统防火性能提升关键技术探讨

周字龙

山东历邦安城全过程工程咨询设计有限公司 山东济南

【摘要】建筑外墙保温系统在提升建筑节能性能的同时，防火安全问题日益突出。本文围绕外墙保温系统的防火性能提升展开探讨，分析了当前常用保温材料的燃烧特性及火灾风险，指出无机保温材料、防火隔离带、阻燃涂层等关键技术在防火性能优化中的重要作用。通过对比不同材料与结构设计的热稳定性与阻燃性，提出构建多层次防火体系的技术思路，以实现保温与防火性能的协同提升，为建筑安全设计与工程应用提供技术参考。

【关键词】外墙保温系统；防火性能；阻燃材料；隔离设计；安全优化

【收稿日期】2025 年 4 月 22 日 **【出刊日期】**2025 年 5 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000189

Discussion on key technology to improve fire performance of building exterior wall insulation system

Zilong Zhou

Shandong Libang Ancheng whole process engineering consulting design Co., Ltd. Jinan, Shandong

【Abstract】 While building exterior wall insulation systems enhance energy efficiency, fire safety concerns have become increasingly prominent. This paper explores the enhancement of fire resistance in these systems by analyzing the combustion characteristics and fire risks of commonly used insulation materials. Key technologies such as inorganic insulation materials, fire isolation strips, and flame-retardant coatings are highlighted for their crucial role in optimizing fire performance. Through comparative analysis of thermal stability and flame retardancy across different materials and structural designs, a multi-layered fire protection framework is proposed to achieve synergistic improvements in both insulation and fire resistance. The findings provide technical references for architectural safety design and engineering applications.

【Keywords】 Exterior wall insulation system; Fire resistance; Flame-retardant materials; Isolation design; Safety optimization

引言

随着绿色建筑理念的推广，建筑外墙保温系统的应用日益广泛。保温材料在实现节能的同时，也带来了火灾隐患，尤其在高层建筑中更为显著。近年来多起因保温材料引发的火灾事故，引发了社会对建筑防火安全的高度关注。外墙保温系统的防火性能已成为建筑设计与施工环节的核心议题。通过对关键材料、结构与防护技术的深入研究，能够探索兼顾节能与安全的优化路径，为建筑行业的发展提供更高标准的技术支撑。

1 建筑外墙保温系统防火安全面临的主要问题

建筑外墙保温系统在现代建筑中应用广泛，其在降低能耗、提升建筑节能性能方面发挥了重要作用。随着城市高层建筑数量的增加和保温材料的多样化应用，

外墙保温系统的防火安全问题日益凸显。由于大量建筑采用有机类保温材料，如聚苯板、聚氨酯泡沫等，这些材料虽然具有优异的保温性能和较低的导热系数，但在高温作用下易发生燃烧或分解，产生大量有毒烟气，极易引发火灾蔓延^[1]。近年来，多起建筑外墙火灾事故表明，一旦火源进入保温层，火势会沿立面迅速蔓延，并且高层建筑的立体结构使火灾扑救更加困难，这使得建筑防火安全风险显得尤为严峻。

除了保温材料本身的可燃性问题，外墙保温系统的结构设计和施工工艺同样对防火性能有重要影响。部分工程在设计阶段缺乏系统性的防火隔离措施，导致保温层与主体结构之间存在大量连续可燃区域，形成火势蔓延的隐患。在施工环节中，防火隔离带、防火封堵及阻燃涂层等关键措施未能严格落实，导致设计

意图与实际工程存在偏差,降低了外墙系统的整体耐火极限。部分建筑在使用过程中缺乏定期检测和维护,导致保温层局部破损、阻燃性能下降,进一步加剧了火灾风险。这种材料、结构和施工管理多重因素叠加的局面,使得建筑外墙保温系统防火安全问题更加复杂化。

建筑规范和标准体系的不完善也是防火安全问题的重要原因之一。虽然近年来我国相继出台了《建筑设计防火规范》《外墙外保温系统防火技术导则》等相关标准,但在实际应用中仍存在执行力度不足、监管措施不到位等问题。部分地区对保温系统的防火性能检测和验收缺乏统一标准,不同项目之间的技术要求存在明显差异,导致外墙保温材料的阻燃性能和系统防火设计存在较大波动^[2]。建筑市场的快速扩张带来了对低成本材料的需求,一些企业为降低施工成本而选用不符合防火等级要求的保温产品,使得外墙保温系统的防火性能难以得到有效保障。这些问题的存在,凸显了在设计、材料、施工、维护和监管等多环节全面提升外墙保温系统防火性能的迫切性。

2 外墙保温系统防火性能不足的原因分析

外墙保温系统防火性能不足的根本原因与保温材料的燃烧特性密切相关。当前大量建筑仍以有机保温材料为主,如聚苯乙烯泡沫板(EPS)、挤塑聚苯板(XPS)以及聚氨酯硬泡等。这类材料虽然具有轻质高效、导热系数低等优势,但其热分解温度低、燃点低,在火焰作用下极易发生快速燃烧并释放大量高温可燃气体和有毒烟雾,导致火灾迅速扩大^[3]。部分无机保温材料如岩棉、玻璃棉等虽具备良好的不燃性,但在应用中因施工工艺不当或搭配设计缺陷,未能充分发挥防火性能,导致保温系统整体耐火极限下降,形成潜在安全隐患。材料阻燃性能不足的现状,使得外墙保温系统在高温环境下极易失效,成为高层建筑火灾蔓延的重要通道。

影响外墙保温系统防火性能的另一个关键因素是系统结构与节点处理不合理。在部分工程中,外墙保温层设计缺乏科学的防火隔离带布局,导致连续的可燃保温材料未被有效分隔,使火焰在立面形成“烟囱效应”,沿外墙迅速蔓延。保温系统与门窗、幕墙等交接部位节点处理不规范,易在高温下形成火焰侵入路径,进一步降低防火隔离效果。部分项目为了追求外观美观或节约造价,未在外饰面设计阻燃涂层或防火封堵措施,这在一定程度上削弱了系统的整体防火能力。外墙保温系统在设计阶段缺乏对火灾动力学和热传导特性的深入研究,是导致防火性能不足的重要原因。

施工工艺和质量控制问题也是导致外墙保温系统

防火性能不足的重要环节。在实际工程中,部分施工单位在材料选用、节点密封、防火封堵等关键工序中未严格执行规范要求,造成系统耐火性能显著下降。例如,保温材料在切割和拼接过程中若未进行密封处理,易形成空腔和缝隙,加速火焰和热量在墙体内部的传播;阻燃涂层厚度控制不当或涂覆不均匀,同样会降低防火保护效果^[4]。施工现场监管不力和质量验收标准缺失,使得不符合防火等级的材料进入工程应用,进一步放大火灾风险。设计缺陷、材料性能不足与施工质量失控相互叠加,导致外墙保温系统在实际火灾条件下防火性能显著偏低,难以满足高层建筑对安全性的严格要求。

3 提升建筑外墙保温系统防火性能的关键技术路径

提升建筑外墙保温系统防火性能的关键在于材料选择与阻燃性能优化。针对目前大量使用的聚苯板、聚氨酯泡沫等有机保温材料,可通过采用高效阻燃改性技术提高材料耐火等级,例如在生产过程中引入氢氧化铝、氢氧化镁等无机阻燃填料,或采用膨胀型阻燃剂提升材料的热稳定性和炭化层形成能力^[5]。推广应用岩棉、玻璃棉、发泡陶瓷等 A 级不燃材料,在高层建筑和重要公共建筑中实现更高的耐火极限要求,是提高外墙保温系统防火性能的基础措施。通过优化材料配比和改进生产工艺,可显著降低材料的热释放速率和烟气毒性,减少火焰蔓延的可能性。

在系统结构设计层面,合理的防火隔离与分区策略是实现保温与防火性能协同的核心技术路径。通过在外墙不同高度设置防火隔离带,形成有效的立面阻燃分隔,能够有效阻断火焰沿保温层的连续蔓延。同时,结合建筑热工设计原理优化外墙节点处理,在门窗、幕墙、阳台等高风险部位使用防火封堵材料和高耐火等级密封件,提高结构整体防火连续性。饰面采用防火涂层、防火砂浆或高耐温装饰材料,不仅能降低外立面火焰传播速率,还能提高保温层在极端火灾工况下的完整性和稳定性。

施工工艺控制与检测技术是提升外墙保温系统防火性能的关键保障。在施工过程中,严格按照《外墙外保温系统防火技术导则》及相关规范执行,确保阻燃涂层厚度均匀、隔离带设置规范、保温层拼接密封严密。同时引入红外热成像检测、材料燃烧性能快速检测等新技术,对施工质量和系统防火性能进行全过程动态监测,及时发现缺陷并进行修复^[6]。通过材料、设计、施工三方面的协同优化,可实现建筑外墙保温系统防火性能的系统化提升,有效降低火灾风险并满足高层

建筑安全要求。

4 建筑外墙保温系统防火安全综合优化策略

建筑外墙保温系统防火安全的综合优化需要从材料性能、结构设计和系统协同三个维度同步推进。在材料层面,针对目前大量使用的聚苯乙烯泡沫、聚氨酯硬泡等有机保温材料,需要提升其阻燃改性技术,通过引入无卤阻燃剂、膨胀型阻燃剂以及纳米无机填料,显著改善材料在高温下的炭化能力和热稳定性,降低火焰传播速度与烟气毒性^[7]。对于高层建筑、超高层建筑及公共建筑,应优先推广应用岩棉、玻璃棉、发泡陶瓷等A级不燃材料,从源头控制火灾风险。与此同时,建立材料燃烧性能分级体系和强制性阻燃标准,对材料的导热系数、热释放速率、烟密度指数等关键性能指标进行严格控制,实现建筑节能与防火性能的动态平衡。

在系统结构优化方面,外墙保温系统的防火安全需通过多层次阻燃防护体系实现协同提升。通过在外墙不同高度布置防火隔离带,形成立面分区,有效阻断火焰的垂直蔓延通道;在门窗、幕墙、阳台等易受火灾威胁的关键部位,应采用耐火极限高的封堵材料和高密封性能的节点构造,防止高温烟气进入保温层内部。对于外饰面设计,可引入防火砂浆、无机涂层和高耐高温装饰板材,提升系统整体耐火完整性和稳定性。同时,在系统热工设计过程中,应综合考虑热传导、热对流及火焰扩散等因素,通过优化保温层厚度、节点连接形式和饰面防护方案,实现外墙保温与防火性能的统一。

施工工艺质量控制和后期管理是实现防火安全优化的关键环节。严格执行《建筑设计防火规范》《外墙外保温系统防火技术导则》等国家及行业标准,在施工中确保材料选用合规、防火隔离带安装规范、阻燃涂层厚度达标,并采用精确的拼接与密封工艺,避免形成火焰渗透通道^[8]。引入施工过程动态监测技术,如红外热成像检测、阻燃性能现场抽检等手段,对系统防火性能进行全过程监管。应建立建筑外墙保温系统防火性能的长期维护与检测机制,通过定期巡检、耐火极限评估和节点性能复核,及时发现潜在风险并采取针对性修复措施,实现从材料、设计、施工到运维的全生命周期

安全管理,确保建筑外墙保温系统的防火性能长期稳定可靠。

5 结语

建筑外墙保温系统的防火性能直接关系到建筑安全与使用功能的可靠性。随着建筑高度不断提升和保温技术广泛应用,材料阻燃性、结构设计合理性、施工质量控制及后期维护管理的重要性日益凸显。通过高性能阻燃材料的应用、科学的防火隔离设计、严格的施工管控和完善的检测体系,能够有效提升外墙保温系统的整体耐火极限。多环节协同优化是实现节能与防火双重目标的关键路径,对于提升建筑防火安全水平、降低火灾风险具有重要的工程价值和实际意义。

参考文献

- [1] 刘畅,宋志刚,张健,等. 基于缩尺模型的防火涂料防护性能试验研究[J/OL].材料导报,1-10[2025-08-25].
- [2] 张立鼎. 住宅超低能耗建筑外墙保温系统质量问题与防治措施[J].居舍,2025,(22):77-79+85.
- [3] 马砾,李爽,黄霄,等. 建筑防火材料性能检测技术研究进展[J/OL].材料导报,1-20[2025-08-25].
- [4] 刘安法,谭柯. 纸基材料的防火性能研究在建筑安全中的应用[J].华东纸业,2025,55(07):16-18.
- [5] 蒋秀萍,王宏伟. 绿色环保型建筑涂料及其外墙保温系统中的应用分析[J].居舍,2025,(20):24-26.
- [6] 赵文霞. 建筑外墙保温系统消防技术现状与发展趋势分析[J].散装水泥,2025,(03):61-63+66.
- [7] 郑亚飞,薛敏,梁海生. 绿色低碳建材综合评价方法及中空内模金属网隔墙防火隔声性能研究[J].新型建筑材料,2025,52(06):126-129+147.
- [8] 霍晓琴. 外墙外保温系统抗拉承载力及常幅疲劳试验研究[J].福建建材,2025,(06):36-38+59.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS