

保温材料与施工工艺视角下外墙保温施工质量管控探析

陈 威

武汉工程大学土木工程与建筑学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2026年6月29日; 录用日期: 2026年7月21日; 发布日期: 2026年7月31日

摘 要

外墙外保温是实现建筑节能降耗、改善室内热环境、延长围护结构使用寿命的关键构造做法, 保温材料选型与现场施工工艺直接决定保温工程最终施工质量。本文从保温材料性能参数、进场验收管控、存储养护要点入手, 梳理聚苯板、岩棉、挤塑板三类主流外墙保温材料理化特性与常见质量缺陷成因; 围绕基层处理、粘结锚固、抹面抗裂、饰面层施工全工序工艺要点, 剖析各环节违规施工引发的空鼓、开裂、脱落、渗水等工程通病。结合施工现场质量管理规范, 从材料准入制度、工序精细化管控、现场质量验收、人员管理四个维度提出全过程质量管控措施, 为建筑外墙保温工程质量通病预防与现场施工管理提供参考。

关键词

外墙保温, 保温材料, 施工工艺, 质量管控, 建筑节能

Analysis on Quality Control of External Wall Thermal Insulation Construction from the Perspective of Thermal Insulation Materials and Construction Technology

Wei Chen

School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan Institute of Technology, Wuhan Hubei

Received: June 29, 2026; accepted: July 21, 2026; published: July 31, 2026

Abstract

External wall thermal insulation composite system serves as a critical structural measure to reduce

building energy consumption, improve indoor thermal environment and extend the service life of building envelopes. The selection of thermal insulation materials and on-site construction techniques directly determine the overall construction quality of thermal insulation projects. Starting from the performance parameters, incoming inspection and storage management of thermal insulation materials, this paper analyzes the physical and chemical properties as well as common quality defects of three mainstream external wall thermal insulation materials, namely EPS board, rock wool board and XPS board. Following the full construction procedures, including base course treatment, bonding and anchoring, crack-resistant base coat construction and finish coating installation, it discusses common construction defects such as hollowing, cracking, peeling and water seepage caused by non-standard operation. In line with on-site construction quality specifications, whole-process quality control countermeasures are proposed from four perspectives: material access management, refined process control, field acceptance and personnel administration. The research can provide references for defect prevention and site management of external wall thermal insulation projects.

Keywords

External Wall Thermal Insulation, Thermal Insulation Material, Construction Technology, Quality Control, Building Energy Conservation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

1.1. 研究背景

在我国双碳目标与绿色建筑政策全面落地背景下,建筑节能成为城乡建设领域重点发展方向,外墙外保温技术凭借保温隔热效果优异、施工适配性强等优势,成为民用住宅、公共建筑围护结构节能改造与新建项目标配工艺。但长期以来,外墙保温工程受材料以次充好、施工工序简化、现场管控缺位等因素影响,外墙保温层空鼓开裂、大面积脱落、墙面渗水等质量事故频发,不仅降低建筑节能效果,还带来高空坠物安全隐患。据建筑工程质量调研数据,外墙保温质量缺陷 80%以上源于保温材料选型不当或关键施工工艺管控缺失。因此,从保温材料与施工工艺双重视角开展质量管控研究,对规范现场施工、降低工程返修成本、落实建筑节能标准具有现实意义。

1.2. 国内外研究现状

外墙外保温作为建筑节能领域的核心技术,国内外学界与工程界围绕保温材料性能、施工工艺、质量管控开展了大量研究,形成了差异化的研究体系与技术路线。

国内研究紧随建筑节能政策推进,研究方向主要分为两大板块。第一类聚焦单一保温材料性能研究,国内学者毕志祥(2026) [1]、王春雨等(2025) [2]分别针对聚苯板、挤塑板的导热系数、抗收缩性、吸水率等参数开展试验分析,总结了板材本身缺陷引发的墙面开裂、保温失效等问题;赵冉冉等(2025) [3]重点探究外保温材料燃烧性能检测方法,针对防火不达标问题提出材料进场筛查方案。第二类围绕局部施工工艺整改展开,蒋东升(2024) [4]、陈梦源等(2024) [5]结合高层住宅项目,分析了保温板粘贴、网格布铺设等单一工序的施工通病,并提出对应整改措施。但国内现有研究存在明显局限:多数成果仅孤立研究材料性能或单一施工工序,缺少将保温材料特性与全流程施工工艺相结合的系统性质量管控

研究；同时，针对国内市场材料品类杂、中小型施工队伍技术水平不均的现实问题，也未形成适配现场工况的综合管控方案。

欧美等发达国家外墙保温技术起步早、行业标准体系成熟。在材料研发与标准制定层面，国外学者较早聚焦防火型无机保温材料的性能改良，Ma 等(2021) [6]通过多组力学与耐候性试验，优化岩棉板纤维配比与粘结工艺，明确了不同工况下岩棉保温系统的选材指标；欧洲建筑节能协会出台系列专项规范，对挤塑板、岩棉、无机保温砂浆等材料的出厂检测、使用寿命、防火等级划定强制标准，实现保温材料生产环节的标准化管控。在施工与质量管控方面，Lee 等(2023) [7]依托工程现场长期监测数据，建立外墙保温全工序质量验收体系，将基层处理、板材粘贴、锚固件布设、抹面防护等环节拆分管控指标，形成“材料溯源 + 工序巡检 + 竣工检测”的全流程管理模式。整体来看，国外研究以标准化、精细化管控为核心路线，侧重材料长期性能与施工体系的配套适配，防火类保温材料的工程应用与理论研究已形成完整闭环。

综合梳理现有文献可知，当前领域内的研究空白十分明确：一是未能建立“材料选型 - 进场验收 - 工序施工 - 成品保护”一体化的管控逻辑；二是未结合不同保温材料的固有特性，差异化制定施工管控要点。基于此，本文以 EPS 聚苯板、XPS 挤塑板、岩棉板三类主流材料为研究对象，从材料性能与全流程施工工艺双视角切入，剖析质量缺陷的形成机理，并构建针对性的全过程质量管控体系，弥补现有研究的不足，也为同类工程现场管理提供实践参考。

1.3. 研究内容与研究方法

本文主要研究内容分为三部分：第一，对比常用外墙保温材料性能指标，分析材料缺陷诱发的质量问题；第二，梳理外墙保温安全施工工艺流程，明确各工序工艺漏洞对应的质量通病；第三，立足材料管理与工艺管控，制定系统化质量管控方案。研究采用文献研究法梳理现行国家节能规范、现场调研法结合在建住宅项目实地取样、案例分析法依托外墙保温失效工程总结管控要点。

2. 外墙保温常用保温材料性能及材料层面质量隐患分析

外墙保温工程常用保温材料主要分为有机保温板材(EPS 聚苯板、XPS 挤塑板)与无机保温制品(岩棉板)两大类，不同材料在导热系数、吸水率、阻燃等级、尺寸稳定性等核心指标上存在明显差异，材料本身性能不达标、进场验收疏漏、仓储保管不当等问题，都会从源头埋下工程质量隐患。

2.1. EPS 聚苯板(膨胀聚苯板)

EPS 聚苯板凭借造价低廉、导热系数小、自重轻便等优势，成为当前民用建筑外墙保温工程中应用最为广泛的保温材料。国家现行标准对聚苯板的表观密度、压缩强度、阻燃性能等指标均作出强制性限定，但市场中部分劣质产品存在表观密度不足、内部发泡孔隙偏大、阻燃剂掺量未达标的问题。表观密度偏低的聚苯板压缩强度难以满足使用要求，在后期抹面层应力收缩作用下，易发生板材压缩变形，进而引发墙面开裂病害；阻燃性能不达标的板材无法满足高层建筑防火设计要求，存在严重消防安全隐患。与此同时，EPS 聚苯板本身吸水率偏高，若进场后露天堆放且未采取防雨遮盖措施，板材吸水后导热系数会显著上升，保温隔热性能大幅衰减，还会降低粘结砂浆的粘结强度，最终诱发保温层空鼓、脱落等问题。

2.2. XPS 挤塑聚苯板

XPS 挤塑板闭孔结构致密，吸水率远低于 EPS 板，抗压强度与保温性能优于聚苯板，但材料表面光滑、界面粘结性能差是固有短板。部分厂家为压缩生产成本，生产时减少改性助剂添加，板材尺寸收缩

率超标，完工后受温湿度变化板材收缩拉裂抹面层，形成贯通裂缝。施工单位进场验收时忽略板材尺寸稳定性检测，盲目使用不合格挤塑板，是外墙大面积裂缝的重要诱因。另外，挤塑板透气性较差，墙体内部水汽无法向外排出，易在保温层与基层之间形成冷凝水，长期积水破坏粘结砂浆粘结强度。

2.3. 岩棉保温板

岩棉属于 A 级不燃无机保温材料，多用于高层建筑防火保温，缺点是吸水率高、纤维易分层脱落、自重偏大。劣质岩棉板生产过程中岩棉纤维粘结剂掺量不足，板材裁切后出现掉渣分层现象，粘结砂浆无法与板材有效咬合，粘结牢固度不足。岩棉进场后露天堆放受潮，内部纤维吸水膨胀，自重持续增加，超出锚固件与粘结层承载上限，后期出现保温层下坠脱落。

2.4. 配套辅材质量隐患(粘结砂浆、抹面砂浆、耐碱玻纤网格布)

外墙外保温系统由主材与配套辅材共同组成，辅材与主材的适配性直接决定整个保温系统的服役质量与使用寿命。粘结砂浆、抹面砂浆若存在水泥标号不足、可再分散胶粉掺量偏低等问题，会造成砂浆整体强度不足、柔韧性变差。而劣质耐碱玻纤网格布耐碱保留率不达标，长期处于水泥砂浆的碱性环境中会逐渐腐蚀断裂，抹面层失去拉结防护作用，最终出现大面积开裂[8]。现阶段多数施工现场仅针对保温板材开展进场检验，普遍忽视粘结砂浆、网格布等辅材的质量检测，不合格辅材成为工程中隐蔽性极强的质量隐患。

2.5. 保温材料进场与存储管控现存问题

结合现场调研与相关工程实践来看，当前外墙保温施工现场在材料管理环节漏洞较多。材料进场取样送检流程流于形式，部分材料未完成检测便直接投入施工；不同类型保温材料混堆存放、有机保温板材露天淋雨暴晒等现象屡见不鲜。管控体系的缺失让大量劣质材料绕过验收环节直接上墙，从源头上催生各类保温工程质量缺陷，加大后期运维与返修难度。

3. 外墙保温全流程施工工艺要点及工艺缺陷引发的质量通病

外墙外保温施工遵循：基层处理→弹线排版→保温板粘贴→锚固件加固→抹面砂浆 + 网格布施工→分格缝与饰面层施工完整工序，任一工序施工工艺不达标都会衍生质量问题。

3.1. 基层处理工序

基层墙体平整度、坚实度是保温层稳定附着的基础，规范要求墙体凸起部位剔凿、孔洞修补、浮灰油污清理干净，墙体含水率超标时需晾干后施工。施工现场常见工艺问题：混凝土墙面脱模剂、砌体墙面浮灰不清理直接粘贴保温板；墙面空鼓、疏松部位不提前铲除修补。基层疏松部位粘结砂浆无法有效锚固，短时间内保温板局部空鼓，随温缩变形逐步扩展为大面积脱落。

3.2. 保温板粘贴施工工艺

保温板粘贴常用点框粘法，规范要求粘结面积不小于板材面积 40%，高层建筑粘结面积提升至 50% 以上。现场施工通病：工人为节省砂浆采用点粘甚至只在四角打点，粘结面积严重不足；板材竖向通缝排布，冷热桥贯通，墙面出现热桥开裂；板材缝隙不填充发泡聚氨酯，雨水沿缝隙渗入内部。EPS 板、挤塑板错缝排版是关键工艺，通缝排布会造成应力集中，抹面层沿板缝规律性开裂。

3.3. 锚固件加固工艺

锚栓用于辅助机械固定，锚入基层深度、锚栓数量需符合设计规范，一般低层建筑每平米 6~8 个锚

栓，高层建筑提升至 8~10 个。现场常见违规工艺：锚栓长度不足无法深入实心墙体，只卡在抹灰层内；锚栓间距超标、边角等应力集中区域不加设加密锚栓。锚固件锚固失效后，仅依靠粘结砂浆无法承载保温层自重，在温度应力、风荷载作用下保温层下坠脱落。岩棉自重更大，锚栓布设不足脱落风险远高于有机板材。

3.4. 抹面抗裂砂浆与网格布铺设工艺

网格布埋入抹面砂浆中间位置，严禁干布外漏或直接贴在保温板表面。施工常见问题：一遍厚抹、砂浆厚度超标，后期砂浆干缩开裂；网格布搭接宽度不足，搭接处形成薄弱带；门窗洞口、阴阳角不做网格布翻包处理，应力集中部位率先开裂。网格布外露后遇雨水、紫外线加速老化，失去抗裂拉结效果。

3.5. 分格缝、饰面层施工工艺

大面积外墙需设置分格缝释放温度收缩应力，分格缝内嵌密封胶防水。未按规定设置分格缝、密封胶选型耐候性差，雨水从分格缝渗入保温系统内部；外墙涂料饰面基层未做抗裂找平，腻子厚度超标、柔性不足，饰面起皮开裂[9]。

4. 基于材料与工艺双维度的外墙保温施工全过程质量管控措施

4.1. 保温材料全周期质量管控

4.1.1. 严格进场验收与取样送检

建立完善的材料准入管理台账，对进场的保温板材、粘结抹面砂浆、耐碱玻纤网格布、机械锚栓等全套保温系统材料，逐一核查出厂合格证、产品型式检验报告与技术说明书。由监理单位、建设单位现场见证取样，送至具备资质的第三方检测机构，对材料导热系数、表观密度、燃烧性能、耐碱性能等核心指标开展复检[10]。凡检测结果不符合现行标准的材料须全数清退出场，严禁施工方私自降级使用或变通投入施工。针对 EPS、XPS、岩棉等不同类型保温材料实行分区验收制度，从源头杜绝以低密度非标板材冒充国标合格产品的违规行为。

4.1.2. 现场仓储精细化管理

有机类 EPS、XPS 保温板材需存放于封闭式防雨库房内，板材底部整体垫高 30 cm，隔绝地面潮气侵蚀，同时存放区域远离电焊等明火作业点，防范火灾安全隐患[11]。岩棉保温板采用防水覆膜整体密封堆放，避免露天淋雨导致板材吸水增重、性能劣化。粘结砂浆、抹面砂浆等干粉类辅材统一置于干燥通风库房，防止材料受潮结块、胶效失效。所有材料按照进场批次分区码放，执行“先进先用”原则，保障材料在有效期内正常使用。

4.2. 分阶段施工工艺精细化管理

4.2.1. 施工前技术交底管控

开工前技术负责人结合设计图纸、保温材料种类针对性技术交底，区分 EPS、XPS、岩棉不同粘贴工艺要点，明确粘结面积、锚栓布设、网格布翻包等强制性施工参数；对施工班组开展样板引路，先行制作样板墙，验收合格后大面积施工。

4.2.2. 分工序过程旁站验收

实行“上道工序验收合格方可进入下道工序”制度：基层处理完成监理验收平整度、坚实度；保温板粘贴完成验收粘结面积、错缝排布；锚栓施工后抽查锚固深度与密度；抹面层完工检查网格布埋置质量，关键工序监理全程旁站，违规工序立即返工整改。

4.2.3. 季节性施工工艺优化

高温夏季避免正午施工，防止砂浆失水过快影响粘结强度；低温 5℃ 以下停止外墙保温施工，低温环境粘结砂浆水化缓慢，粘结强度大幅下降；雨季做好墙面防雨遮盖，雨后基层晾干达标再施工。

4.3. 人员与制度配套管控

建立施工班组绩效考核制度，将施工质量与计件工资挂钩，减少偷工减料简化工序行为；定期组织工人学习现行外墙保温规范，提升作业人员专业水平；项目部设置专职质量员，每日现场巡检，建立质量问题台账，闭环整改各类工艺缺陷。

4.4. 完工后成品保护与竣工验收

外墙保温抹面层施工完成后，需保证 7 d 及以上标准养护周期，待砂浆强度稳定后再进行外墙饰面层作业。在养护期间做好成品防护，严禁对墙体进行撞击、磕碰等外力扰动，防止抹面层出现破损、开裂等次生缺陷[12]。工程竣工验收阶段，需重点核查墙面空鼓、表面裂缝、分格缝密封构造等关键部位质量，并采用小锤敲击法抽样检测墙面空鼓率，同步完整留存现场验收数据与检查记录。对于验收不合格的区域，须划定整改范围并限期返修，复检合格后方可完成整体验收。

5. 工程实例应用分析

以某 18 层剪力墙住宅楼外墙保温项目为例，设计采用 EPS 板外墙外保温系统。项目前期因进场 EPS 板表观密度不达标、施工班组粘结面积不足 30%，样板墙出现多处空鼓裂缝。项目整改后：严控材料进场送检，不合格板材全部更换国标 EPS；重新技术交底，执行点框粘法，粘结面积 $\geq 40\%$ ，错缝排版、门窗洞口网格布翻包加强，锚栓每平米 9 个加密布设。整改后复检墙面空鼓率 $< 0.5\%$ ，无开裂脱落问题，验证材料管控 + 工艺管控相结合方案的实用性。

6. 结论与展望

6.1. 结论

外墙保温工程质量由保温材料性能与现场施工工艺共同决定：劣质保温材料是先天质量隐患，不规范施工工艺加速质量缺陷显现。EPS、XPS、岩棉三类主材缺陷分别诱发变形、空鼓、脱落等差异化通病；基层、粘贴、锚固、抹面各工序工艺疏漏对应规律性墙面开裂渗水。从材料进场验收、仓储保管、施工技术交底、分工序过程验收全链条落实管控措施，可从源头大幅降低外墙保温质量通病发生率，保障建筑节能效果与使用安全。

6.2. 展望

伴随国内建筑防火相关标准与规范不断收紧升级，具备 A 级防火性能的无机保温材料在建筑外墙保温工程中的应用占比持续提高。针对岩棉等自重偏大的无机保温板材，后续工程应用中仍需进一步优化锚固构造与施工工艺，提升系统整体安全稳定性。与此同时，各类新型复合保温板材逐步实现产业化应用，未来行业应结合新材料的力学、热工及耐久性能特征，不断完善配套施工工法与全过程质量管控体系。以此持续推进外墙外保温工程朝着标准化、精细化、长效化方向稳步发展。

参考文献

- [1] 毕志祥. 建筑工程施工过程中的质量管控与智能监测技术研究[J]. 居舍, 2026(16): 52-55.
- [2] 王春雨, 王连盛, 马旭冉, 等. 建筑外墙外保温材料燃烧特性及阻燃的进展[J]. 塑料, 2025, 54(4): 175-181.

-
- [3] 赵冉冉, 郭海滨. EPC 模式下装配式建筑质量风险管控与优化策略研究[J]. 建材发展导向, 2025, 23(8): 25-27.
- [4] 蒋东生. 建筑质量管控中的风险识别与应对策略研究[J]. 陶瓷, 2024(5): 222-224.
- [5] 陈梦源, 于震, 高彩凤, 等. 零碳建筑外墙保温全生命周期碳排放优化设计研究[J]. 建筑科学, 2024, 40(8): 68-76.
- [6] Ma, A.C., Cai, C.H., Yang, J. and Zhou, T. (2021) Measuring Thermophysical Properties of Building Insulation Materials Using Transient Plane Heat Source Method. *Energy and Buildings*, **240**, Article 110891. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110891>
- [7] Lee, M.L., Sarkar, A., Guo, Z.P., Zhou, C., Armstrong, J.N. and Ren, S.Q. (2023) Additive Manufacturing of Eco-Friendly Building Insulation Materials by Recycling Pulp and Paper. *Nanoscale Advances*, **5**, 2547-2552. <https://doi.org/10.1039/d3na00036b>
- [8] 住房和城乡建设部, 国家市场监督管理总局. GB 50411-2019 建筑节能工程施工质量验收规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [9] 住房和城乡建设部. JGJ 144-2019 外墙外保温工程技术标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [10] 马思慧, 杜柏松, 邵林斌, 等. 薄抹灰外墙外保温系统缺陷分析与修缮探讨[J]. 墙材革新与建筑节能, 2018(4): 52-55.
- [11] 杨金龙, 米海惠, 苏振国, 等. 含水率对建筑外墙保温材料导热性能的影响[J]. 建筑材料学报, 2017, 20(6): 986-990.
- [12] ETAG 004 (2013) Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS). European Organisation for Technical Approvals.