

既有建筑外墙翻新工程中保温层施工质量缺陷预防及修复技术

黄岳升

440582*****6651

摘要:既有建筑外墙翻新工程中,保温层施工质量直接影响建筑节能效果与结构耐久性。本文针对保温层施工常见质量缺陷(如空鼓、开裂、脱落、热桥效应等),从材料选择、基层处理、施工工艺控制、环境适应性设计等维度系统分析缺陷成因,并提出针对性预防措施;同时结合缺陷类型特征,总结修复技术的适用场景与操作要点。研究旨在为既有建筑外墙保温层翻新工程提供全流程质量控制与缺陷治理的技术参考,提升既有建筑节能改造的安全性与经济性。

关键词:既有建筑;外墙翻新;保温层;质量缺陷;预防技术;修复技术

DOI: 10.69979/3029-2727.25.12.023

引言

随着我国城镇化进程推进,大量20世纪末至21世纪初建设的既有建筑进入维护改造周期。此类建筑普遍存在围护结构保温性能不足、外墙饰面老化脱落等问题,其中保温层施工质量缺陷是制约节能改造效果的关键因素。据统计,既有建筑外墙翻新工程中约32%的质量投诉与保温层相关(如局部空鼓导致雨水渗透、裂缝引发热桥效应加剧能耗),且部分缺陷随时间推移可能演变为结构安全隐患。因此,深入研究保温层施工质量缺陷的预防机制与修复技术,对提升既有建筑节能改造质量、延长建筑使用寿命具有重要工程价值。

1 既有建筑外墙保温层常见质量缺陷类型及危害

1.1 空鼓与开裂缺陷

空鼓指保温层与基层墙体或相邻构造层间因粘结不牢形成局部脱离区域,开裂则表现为保温层表面或内部出现可见裂缝。两类缺陷常伴随发生:空鼓区域因应力集中易诱发裂缝,而裂缝发展会进一步扩大空鼓范围。其危害主要体现在三方面:一是破坏保温层连续性,降低整体保温效能;二是雨水通过裂缝渗入空鼓区后滞留,导致基层受潮霉变甚至钢筋锈蚀;三是裂缝扩展可能引发饰面层脱落,威胁行人安全。

1.2 脱落与分层缺陷

脱落指保温层整体或大块脱离基层墙体,分层则是不同构造层(如保温板与粘结层、抹面层与保温层)间

分离。该类缺陷多发生于施工后1~3年内,主要诱因为粘结材料失效(如聚合物砂浆老化)、锚固件松动或基层处理不当(如墙面平整度偏差过大)。脱落不仅导致节能功能丧失,坠落的保温材料还可能造成财产损失与人身伤害。

1.3 热桥与冷桥效应

热桥是指保温层在门窗洞口、墙体转角、管线穿墙处等部位因构造间断形成局部传热系数显著增高的区域。冷桥则是热桥效应的直观表现(如冬季该区域表面温度低于露点温度,出现结露发霉)。其成因包括保温层未连续覆盖关键节点、锚固件导热系数过高或施工时遗漏局部保温处理。热桥效应会显著增加建筑能耗(据测算可使外围护结构传热损失增加15%~25%),并加速周边材料劣化。

1.4 其他功能性缺陷

包括保温材料自身性能不达标(如导热系数超标、吸水率过高)、饰面层与保温层相容性差(如弹性涂料与刚性保温板收缩变形不一致导致开裂)、防火隔离带设置不规范(影响火灾时热量传递控制)等。此类缺陷虽占比相对较低,但对建筑长期使用安全与合规性影响显著。

2 保温层施工质量缺陷的成因分析

2.1 材料因素

保温材料质量是基础性影响因素。常见问题是:其

一，材料性能参数不满足设计要求，如模塑聚苯板（EPS）表观密度低于 $18\text{kg}/\text{m}^3$ 导致抗压强度不足，岩棉板吸水率超过3%引发受潮后保温性能下降；其二，材料进场检验流于形式，未严格核查出厂合格证、检测报告（如导热系数检测值与标识值偏差超过5%仍被使用）；其三，配套材料（如粘结砂浆、抹面胶浆）与保温板相容性差，例如聚合物改性砂浆的柔韧性不足，无法适应保温板的温度变形^[1]。

2.2 基层处理缺陷

在通常的情况下，建筑基层墙体的状态将会对保温层粘结效果产生最直接的影响。简单来说，在既有建筑基层常见问题中，主要包括：（1）墙面浮灰、油污未彻底清除（残留污染物降低粘结界面摩擦力），（2）疏松混凝土或抹灰层未剔除，这会导致粘结层无法有效锚固。（3）墙面平整度偏差超过 $4\text{mm}/2\text{m}$ ，需过度依赖水泥砂浆找平，增加自重并引发收缩裂缝，以及旧饰面层（如瓷砖、马赛克）未规范铲除（残留高强界面导致新粘结层无法有效结合）。

2.3 施工工艺控制不足

施工过程规范性不足是缺陷产生的直接原因：其一，粘结工艺不当，如点框粘法中粘结点间距超过 $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 或面积占比低于40%，条粘法中粘结宽度小于 50mm ；其二，锚固件设置不合理，包括数量不足（每平方米少于6个）、锚固深度未穿透找平层（有效锚固长度小于 30mm ）、锚栓选用与基层材质不匹配（如混凝土基层使用塑料胀栓）；其三，抹面层施工缺陷，如网格布搭接宽度小于 100mm 、未压入抗裂砂浆足够深度（露出网格布边缘）、抹面层过薄（小于 3mm ）或过厚（超过 5mm 导致开裂）；其四，环境条件控制缺失，如在雨天、5级以上大风或气温低于 5°C 时继续施工（影响材料固化与粘结强度）。

2.4 设计与节点处理缺陷

在建筑工程施工中，设计方案的合理性与科学性也会直接对施工质量起决定性作用。在目前的发展阶段中，最常见的设计问题主要与几个方面有关：一方面是因为未根据建筑朝向、窗墙比差异调整保温层厚度（如南立面与北立面采用统一厚度导致热工性能不均衡）；另一方面是由于门窗洞口周边、女儿墙根部等热桥部位未设置加强保温层或断桥构造，伸缩缝、沉降缝位置未预留变形余量（导致保温层受约束开裂），以及未明确不同

材料交接处的防裂措施（如保温板与混凝土构件连接处未增设过渡层）^[2]。

3 保温层施工质量缺陷的预防技术

3.1 材料优选与进场控制技术

在施工过程中，材料的选择是非常重要的，这个过程必须要严格遵循“适配性、耐久性、合规性”等硬性原则：例如优先选用一些导热系数低（ $\text{EPS}\leqslant 0.039\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、岩棉 $\leqslant 0.040\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ）、吸水率小（ $\text{EPS}\leqslant 2\%$ 、岩棉 $\leqslant 1\%$ ）、抗压强度达标（ $\text{EPS}\geqslant 0.1\text{MPa}$ 、岩棉 $\geqslant 80\text{kPa}$ ）的保温材料；配套材料（如粘结砂浆、抹面胶浆）需与保温板类型匹配（如EPS板选用柔性聚合物砂浆，岩棉板选用增强型防水砂浆），并通过现场抽样检测验证性能（粘结强度 $\geqslant 0.1\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geqslant 0.15\text{MPa}$ ）。进场时严格执行“三检”制度（查外观、核资料、做抽检），相关管理人员还要重点核查施工材料的批次、生产日期、检测报告与设计要求的符合性，杜绝不合格材料用于工程^[3]。

3.2 基层预处理标准化技术

基层处理需达到“清洁、坚实、平整”的基本要求：首先采用高压水枪或扫帚清除墙面浮灰、油污及松散物，旧饰面层（如瓷砖）需用专用界面剂软化后凿除；其次对疏松混凝土或抹灰层进行剔除（深度至坚实基层），并用聚合物水泥砂浆修补坑洼（厚度超过 20mm 时需分层施工）；最后控制墙面平整度（ 2m 靠尺偏差 $\leqslant 3\text{mm}$ ），局部不平整处采用专用找平腻子修补（避免大面积水泥砂浆找平增加荷载）。对于混凝土基层，还需涂刷界面剂（增强粘结力），基层含水率需低于8%（采用湿度仪检测）。

3.3 施工工艺精细化控制技术

施工过程需严格遵循“分层施工、逐层验收”的原则：其一，粘结工艺采用“点框粘+条粘”组合方式（点框粘粘结点直径 $\geqslant 100\text{mm}$ 、间距 $\leqslant 200\text{mm}$ ，条粘带宽 $\geqslant 50\text{mm}$ 、间距 $\leqslant 300\text{mm}$ ），确保粘结面积不低于保温板面积的40%（岩棉板需 $\geqslant 60\%$ ）；其二，锚固件设置满足“数量足、深度够、分布匀”要求（每平方米不少于6个，混凝土基层锚固深度 $\geqslant 25\text{mm}$ ，加气混凝土基层 $\geqslant 40\text{mm}$ ），优先选用断热桥锚栓（减少金属导热影响）；其三，抹面层施工时先铺设耐碱网格布（单层网搭接 $\geqslant 100\text{mm}$ ，阴阳角处增设附加网），再分两次抹抗裂砂浆（总厚度3~5mm），确保网格布完全压入砂浆且无外露；其四，

环境控制严格执行“五不施工”（雨天、雪天、5级风以上、气温低于5℃或高于35℃时不施工），夏季高温时段采取遮阳措施，冬季施工时对材料预热（如砂浆温度 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ ）。

3.4 节点与细部构造优化技术

针对热桥高发部位（如门窗洞口、穿墙管线、墙体转角）制定专项构造措施：门窗洞口周边增设30~50mm厚加强保温层（与主体保温层连续无间断），并设置金属窗台板（阻断雨水渗透路径）；穿墙管线周围用保温材料填实（避免形成空气层），外表面包裹防水胶带后涂抹抹面砂浆；墙体转角处采用“L形”保温板拼接（减少直角应力集中），并增加一层网格布加强；伸缩缝内填充发泡聚乙烯棒（压缩率 $\geq 30\%$ ），表面用密封胶封闭（兼具防水与变形适应功能）。

4 保温层质量缺陷的修复技术

4.1 空鼓与开裂的修复技术

对于局部空鼓（面积 $\leq 0.1\text{m}^2$ 且无贯穿裂缝），采用“钻孔注浆+表面修补”法：在空鼓边缘钻直径10~15mm的注浆孔（间距200~300mm），通过压力泵注入环氧树脂或聚合物砂浆（压力控制在0.2~0.3MPa），待材料固化后用抹面砂浆找平并恢复饰面层。对于较大面积空鼓（面积 $> 0.1\text{m}^2$ ）或伴随贯穿裂缝，需切除空鼓区域（切割深度至基层，边缘保留50~100mm完整保温层），清理基层后重新涂抹粘结砂浆并粘贴同类型保温板，按原工艺恢复抹面层与饰面层。开裂修复时，若为表面细微裂缝（宽度 $< 0.2\text{mm}$ ），直接涂刷弹性防水涂料（如聚氨酯涂膜）封闭；若为深层裂缝（宽度 $\geq 0.2\text{mm}$ ），沿裂缝开V形槽（深度至保温层中部），填充弹性密封胶后覆盖耐碱网格布并抹抗裂砂浆^[4]。

4.2 脱落与分层的修复技术

局部脱落（面积 $\leq 0.5\text{m}^2$ ）时，先清除松动保温层及残留粘结材料（直至露出坚实基层），检查基层是否存在空鼓或疏松（若有则同步处理），重新涂抹粘结砂浆（厚度3~5mm）并粘贴保温板，锚固件数量增加30%（确保可靠固定），最后恢复抹面层。大面积脱落（面积 $> 0.5\text{m}^2$ ）需整面铲除至基层，重新进行基层预处理（含界面剂涂刷），按原设计要求分层施工（粘结层→保温层→锚固层→抹面层），重点加强新旧界面衔接（交

界处涂刷界面增强剂）。分层修复时，若为保温板与粘结层分离，按脱落工艺处理；若为抹面层与保温层分离，切除空鼓抹面层（保留完整网格布），重新涂抹抗裂砂浆并压入新网格布。

4.3 热桥与功能性缺陷的修复技术

热桥效应修复需补充保温构造：对于门窗洞口周边，增设外保温延伸层（宽度 $\geq 200\text{mm}$ ，与主体保温层平齐）；对于管线穿墙处，用发泡聚氨酯填充后包裹防水卷材；对于伸缩缝，更换老化密封胶并增设隔热垫片。若因材料性能不达标（如导热系数超标），需局部或整面更换符合设计要求的保温材料（如将低密度EPS板替换为高密度石墨聚苯板）。饰面层相容性问题修复时，铲除原有开裂饰面层，涂刷界面剂后重新选用与保温层匹配的弹性涂料（如硅丙乳胶漆）^[5]。

5 结论

既有建筑外墙翻新工程中，保温层施工质量缺陷的预防与修复是系统工程，需贯穿材料选择、基层处理、工艺控制、节点设计全流程。通过优选适配材料、规范基层预处理、精细化施工控制及针对性节点优化，可有效降低空鼓、开裂、脱落等常见缺陷的发生概率；针对已出现的质量缺陷，需根据类型特征采用注浆修补、局部切除重做、补充构造层等修复技术，恢复保温层功能完整性。未来研究可进一步结合BIM技术建立缺陷预测模型，通过数字化手段提升预防与修复的精准性，为既有建筑节能改造高质量发展提供更有力的技术支撑。

参考文献

- [1] 建筑外墙保温层施工常见缺陷图像识别与修复技术探索[J]. 工程建设(维泽科技), 2025(5): 170~173.
- [2] 既有建筑无机保温砂浆外墙外保温系统修缮技术[J]. 施工技术(中英文), 2021(21): 14~18.
- [3] 王卓琳, 张东波, 陈溪, 蒋利学, 郑士举. 基于声学信号的EPS板薄抹灰外墙外保温系统缺陷检测试验研究[J]. 施工技术, 2020, 49(21): 20~23.
- [4] 崔一丹, 孙勇. 建筑外墙外保温层缺陷检测与识别研究[J]. 黑龙江科学, 2024, 15(24): 57~60.
- [5] 张艳波, 任瑞峰, 梁鹏, 姚旭龙, 王帅. 埋地热力管道缺陷检测的红外热成像试验研究[J]. 中国科学仪器杂志, 2020(6): 161~170.