

既有建筑节能改造外保温系统设计

潘庆

中国医药集团联合工程有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：国内既有居住建筑节能改造工作稳步推进，外墙外保温是改造工程的关键环节。本文结合老旧小区改造工程实践，剖析外保温系统设计存在的各类短板，依托保温材料性能检测结果制定设计优化举措，从规范落实、分区选材、供应链适配、施工协同等方面明确落地实施路径。研究形成的设计思路与技术看案，可为同类工程的外保温设计及现场应用提供参考。

【关键词】：既有建筑；节能改造；外墙外保温；系统设计；保温材料

DOI:10.12417/2811-0722.26.07.053

建筑节能是提升民用建筑使用品质、降低建筑能耗的重要途径，既有居住建筑节能改造已成为城乡更新工作中的重点内容。外墙外保温作为建筑节能改造的核心构造，其设计水平直接决定工程节能效果、结构稳定性与使用年限。现阶段外保温系统在形式选用、材料配置、节点构造等方面仍存在诸多设计问题，易引发保温失效、渗水开裂等工程隐患。立足工程实践与材料性能试验成果，梳理设计现存问题，制定优化方案并明确实施要点，能够进一步规范外保温设计流程，推动既有建筑节能改造技术稳步发展。

1 既有建筑外保温系统设计存在的短板

1.1 保温系统形式选用缺乏统筹考量

当前既有居住建筑节能改造工程中，薄抹灰外墙外保温系统占据市场主导地位，保温装饰一体化板应用占比相对偏低。部分设计环节单纯参照过往项目经验确定系统类型，未结合建筑建成年代、原有墙体结构状态、外立面现状等基础条件开展综合研判。老旧建筑原有墙面基层存在空鼓、起砂、风化等不同程度损伤，不同系统对基层处理的技术要求存在明显差异，部分设计未区分两类系统的适用边界，直接套用固定设计模式。建筑所处区位的环境条件、后期运维管理条件也未纳入系统选型的参考范围，使得选定的保温系统无法完全适配建筑实际工况，为后续施工及长期使用埋下隐患。

1.2 保温材料选型未匹配性能标准要求

各地针对老旧建筑外保温材料制定了严格的管控要求，明确燃烧性能、阴燃特性、力学指标及导热系数等多项强制性规定，有机类保温材料还额外要求完成六面裹覆处理，同时保证燃烧过程中不产生熔融滴落物。部分设计方案选定保温材料时，过度关注材料保温效果与采购成本，并未逐项核对各项技术参数是否契合现行地方标准与行业规范^[1]。酚醛泡沫类保温板材投入实际应用后，垂直板面抗拉强度、导热系数两项核心指标常常达不到专项规程划定的限值，这类性能缺陷未能在前期设计阶段及时排查识别。各类有机保温材料的阴燃表现存在显著差异，设计环节未能结合建筑防火安全等级差异化选材，最终造成材料综合性能无法匹配项目实际使用标准。

1.3 板材厚度设计与区域工况适配不足

不同类型保温板材有着对应的常规应用厚度区间，复合聚氨酯板、热固复合聚苯乙烯泡沫保温板、岩棉板等材质导热能力各不相同，想要实现同等保温效果，各类板材所需铺设厚度自然存在区别。不少设计工作直接套用单一厚度参数绘制施工图纸，并未结合建筑所处区域的气候特征、原有墙体保温基础开展精细化热工计算。同一区域内不同楼栋的朝向、窗墙比存在明显区别，建筑整体热量流失速率也有所不同，采用固定板材厚度的设计方式，难以全面满足各类建筑的节能使用需求。还有部分项目直接照搬其他地区的厚度设计参数，忽略本地温度、风力等室外环境因素对保温结构产生的影响，极易出现保温层热工性能冗余，或是整体节能效果达不到既定标准的问题。

1.4 细部节点构造设计存在疏漏缺陷

外墙外保温工程的整体使用稳定性，高度依赖墙脚、门窗侧边、墙体转角等细部节点的构造处理。多数设计方案将设计重心集中在大面积墙面保温层布局，针对特殊节点的专项设计内容较为简略。建筑墙脚位置长期接触地表积水、地表潮气，雨水渗透会逐步侵蚀保温层与墙体结合部位，部分设计未设置配套的防水、阻水构造。墙体转角、不同材质交接位置缺少防裂、加固的专项构造设计，难以抵消温度变化、结构形变产生的作用力^[2]。节点部位缺少对应的防缺损、防脱落构造设计，在长期自然环境作用下，保温层易出现局部破损、开裂等问题，影响外保温系统整体完整性。

2 既有建筑外保温系统设计完善举措

2.1 结合工程工况优选外保温系统类型

设计阶段需全面勘测既有建筑原有墙体结构强度、基层饰面材质与老化程度，细致排查墙面空鼓、起砂、风化等病害问题，依托墙体实测数据科学划定不同外保温系统的适用范围。薄抹灰外墙外保温系统适配基层状况一般、外立面造型简单的多层老旧住宅，设计中需明确基层打磨、界面处理、分层抹灰的全套构造层次与工艺标准，充分匹配现场大面积施工作业的技术条件与施工节奏。保温装饰一体化板更适用于基层完整性

好、外立面有装饰造型要求的建筑，设计图纸中细化板材拼接缝、挂件连接、密封处理等构造细节，明确各部件衔接的工艺标准。结合建筑所处区域的室外风力、降雨频次等环境参数校验系统抗风压、耐水性能，同时结合建筑后期运维模式判定系统类型，让系统构造形式与建筑本体、外部环境、运维条件形成匹配关系，形成可复制的选型技术思路，为同类既有建筑改造项目提供可靠的选型依据。

2.2 依据规范标准严格把控材料选型

设计工作需逐条对标地方技术规程与行业标准中关于燃烧性能、阴燃特性、力学性能及热工参数的硬性条款，严格落实各项强制性技术指标，明确有机保温板材必须达到 B1 级燃烧性能，同步落实六面不燃材料裹覆的构造要求，规避火灾隐患。针对硬泡聚氨酯、酚醛泡沫、热固复合聚苯乙烯三类主流有机芯材板材，结合阴燃温度检测数据划定应用场景，阴燃温度表现更优的板材可用于建筑人员密集区域外墙，强化防火安全保障^[3]。对照抗拉强度指标限定值筛选材料品类，酚醛泡沫板材因力学性能存在短板，设计中减少其在高层外墙及迎风面墙体的使用比例，降低结构开裂、脱落风险。以导热系数实测数值作为热工设计基础，根据保温效能差异分配不同功能墙体的用材，通过标准化的选材流程建立材料性能与设计要求的对应体系，规范整体选材逻辑，为行业材料甄选搭建成熟、可落地的技术参考范式。

2.3 结合使用需求科学确定板材厚度

依托建筑热工计算模型开展墙体综合传热系数核算，以现行建筑节能设计指标作为控制基准，结合热损耗规律反向推导各类保温板材的合理厚度区间。复合聚氨酯板导热系数偏低，结合建筑朝向、窗墙比等关键参数细化设计方案，区分楼栋主体墙面与窗间墙的板材厚度，主体墙面优先采用 40mm、50mm 规格板材，门窗周边等特殊热工薄弱区域适度提升厚度参数。热固复合聚苯乙烯泡沫保温板统一以 60mm 作为基础厚度，再根据建筑所在区域冬季低温持续时长小幅调整尺寸。岩棉板导热性能偏弱，设计中将 80mm 厚度作为标准配置，充分保障严寒时段建筑外围护结构的保温稳定性。酚醛泡沫板以 60mm 为常用厚度，针对局部热损耗突出的点位进行局部加厚处理。基于精准热工计算形成的厚度设计方法，能够有效实现节能指标与材料用量的双向平衡，这套完整的计算思路与厚度配比方案，可作为同类地区既有建筑改造项目的标准设计参照。见图 1。

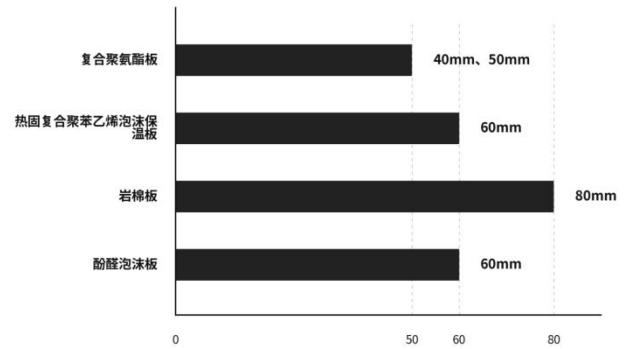


图 1 不同保温板材推荐厚度配置

2.4 强化墙脚防水等细部节点设计

外墙底部墙脚区域设置专属防水构造体系，在保温层下端增设防水卷材、防水砂浆复合防水层，防水层向上延伸高度结合区域历年最大积水深度精准设定，从源头阻断地表潮气与雨水顺着墙体缝隙向保温层内部持续渗透。墙体转角位置增设专用耐碱玻纤网格布与金属护角条，护角条与保温板材紧密咬合固定，有效抵消温度形变与外力作用产生的拉伸应力。门窗洞口侧边优化保温收头构造，采用密封胶条与防水密封胶双重密封处理，缩减缝隙宽度以减小热桥通道带来的能耗损失^[4]。不同材质交接部位设置渐变过渡构造，降低不同材料线膨胀系数差异引发的表层开裂风险。

3 既有建筑外保温系统设计落地实施

3.1 遵循地方规范落实设计合规要求

项目设计全流程严格对标 DB 11/381-2016《北京市既有居住建筑节能改造技术规程》等地方标准，将有机保温材料阴燃性能纳入强制性设计管控内容，限定试样中心最高温度不得超过 600℃。外保温材料燃烧性能按照京建发〔2018〕20 号文件执行，所有进场板材燃烧性能等级统一设定为 B1 级，彻底剔除 B2 级及以下保温材料的应用空间。设计图纸中明确标注 B1 级有机保温板采用不燃材料完成六面裹覆的构造做法，同步标注材料遇火后无熔融滴落物积聚的技术限定。结合 2012 年发布的四项外墙外保温施工技术导则，对复合硬泡聚氨酯板、酚醛泡沫板、岩棉板、玻璃棉板四类传统材料划分对应的构造做法与验收标准。整套合规化设计流程将地方条文转化为图纸标注、构造详图、技术说明等具象内容，形成标准统一的合规设计范式，可为北方同类城市既有建筑改造的合规化设计提供完整参考依据^[5]。

3.2 结合区域特点推行差异化选材设计

依托北京 16 个行政区 205 项外墙外保温改造项目形成的应用数据，建立分区选材设计体系，不同行政区域依据过往应用经验确定主力保温材料品类。西城区区域外墙保温构造全部采用岩棉板作为核心保温层，设计图纸围绕岩棉板 70mm 至 80mm 的常规厚度区间细化配套构造。昌平区域以热固复合聚苯乙烯泡沫保温板为主要用材，板材常规设计厚度控制在

50mm至80mm,60mm厚度作为通用标准尺寸应用于绝大多数楼栋。密云区域外墙保温构造以复合酚醛板为主,板材厚度取值范围设定在40mm至70mm。大兴区域改造项目优先选用挤塑板,通州区域则搭配使用复合聚氨酯板与复合酚醛板。除上述区域外,其余行政区外墙保温设计均以应用占比79.70%的复合聚氨酯板为核心材料。分区选材模式依托实地应用数据搭建,实现材料特性与区域使用环境的精准匹配,为大范围区域化选材设计提供可参照的技术路径。

3.3 依托材料供应条件优化设计方案

结合北京地区外保温材料溯源统计数据开展设计适配调整,在199项薄抹灰系统项目可追溯的181条材料供应记录中,主材产地集中于北京市与河北省廊坊市,少量货源来自河北省沧州市,部分北京品牌产品实际生产基地布局于河北境内。设计阶段根据主流供货品类确定板材规格、版型与配套辅材型号,优先选用本地及周边产区量产化板材规格,复合聚氨酯板主流40mm、50mm规格,复合酚醛板主流60mm规格均纳入标准化设计库。结合供应链产能与运输半径调整大面积改造项目的材料组合形式,减少小众品类板材的设计占比,将STP真空绝热板、石墨挤塑板等应用占比不足0.3%的材料限定在局部特殊部位使用。

参考文献:

- [1] 夏寅飞,鲍宇清,邵琨,等.北京市既有居住建筑节能改造外墙外保温材料使用情况分析[J].建筑技术,2022,53(5):579-582.
- [2] 吴卫.既有建筑节能改造方案的绿色化优化研究[J].佛山陶瓷,2025,35(6):80-82+93.
- [3] 张逸飞,李安桢,韩笑,等.基于“双碳”目标的既有建筑外围护结构改造策略研究[J].绿色建筑,2023,15(5):16-19.
- [4] 冯沐春.既有建筑外墙外保温节能改造及经济效益分析[J].山西建筑,2024,50(8):174-177.
- [5] 王斌仁,许梦芸.既有建筑外墙保温系统性能检测与改造措施研究[J].砖瓦,2024,(11):48-50.

3.4 联动施工环节保障设计效果落地

以外墙外保温850.79万m²改造工程的现场施工反馈为基础,在设计阶段同步细化施工衔接的技术参数与构造要求,针对薄抹灰系统96.03%的应用面积与保温装饰一体化板3.97%的应用面积,分别绘制对应施工节点详图。设计文件明确保温层缺损、表面平整度偏差的控制标准,在图纸中细化基层处理、板材粘贴、抹面防护各工序对应的构造尺寸与材料用量。针对墙脚雨水渗入这一高频现场问题,设计构造提前细化防水延伸尺寸、密封材料型号与搭接工艺,让构造设计内容直接对接现场施工工序。结合不同保温板材的物理特性标注施工环境要求,参照PU型、PF型、TEPS型板材力学与热工检测数据,划定板材搬运、粘贴、防护阶段的操作限值。

4 结语

外墙外保温系统设计是保障既有建筑节能改造成效的核心环节,设计方案的合理性直接影响工程质量与长期使用状态。结合工程应用现状与材料性能特征形成的优化思路,可有效弥补传统设计模式中的各类缺陷。严格遵循现行技术规范、结合区域特征差异化选材、兼顾物资供应条件并衔接现场施工要求,能够构建完整且具备实操性的设计体系。相关技术思路与实施路径,可为后续同类改造项目提供技术支撑,助力既有建筑节能改造朝着标准化、规范化方向持续推进。