

既有建筑围护结构改造关键技术研究

李永胜 刘航兵 李闯 赵璐璐 赵森铂

中国建筑第七工程局有限公司，河南省郑州市，450000；

摘要：本文聚焦既有建筑围护结构改造，深入研究关键技术。通过创新思维与方法，剖析改造现存问题，探究前沿技术手段，提出针对性改造对策，重点融入“通过改变既有建筑使用功能，运用加固改造技术，达到既有建筑再利用的效果”的核心思路，旨在为既有建筑围护结构改造与再利用提供科学依据与有效路径，提升建筑节能性、舒适性与资源利用率。

关键词：既有建筑；围护结构改造；关键技术；加固改造技术

DOI：10.64216/3080-1508.26.01.004

引言

既有建筑围护结构改造对提升建筑性能、实现节能减排意义重大，而通过改变使用功能、运用加固改造技术实现既有建筑再利用，更是践行资源循环理念的重要举措。随着建筑行业发展，传统改造技术显露出一定局限性，因此有必要运用创新思维和方法开展关键技术研究，推动既有建筑改造与再利用领域的协同发展。

1 既有建筑围护结构现状分析

1.1 结构性能评估

既有建筑围护结构的结构性能评估，需围绕墙体、屋面、门窗等核心构件的承载能力、耐久性及稳定性展开，结合现场检测与实验室分析综合判断，为功能转换与加固改造提供基础。部分建成于20世纪80-90年代的建筑，围护结构多采用砖混空斗墙，如兰考县仪封园艺场原有冷库，外墙为370mm厚空斗墙，中空部分填充珍珠岩，经长期使用后，珍珠岩易出现沉降、板结，导致墙体保温性能下降且整体刚度减弱，难以满足改造后可能的商业或办公功能需求；部分老旧住宅屋面防水层老化开裂，雨水渗漏引发屋面基层受潮，进而影响围护结构整体稳定性，限制了其功能拓展。

1.2 能耗状况调研

既有建筑围护结构能耗调研需聚焦传热损失、空气渗透热损失等关键指标，结合建筑拟转换的使用功能与地域气候特征分析能耗分布规律。北方寒冷地区部分既有公共建筑，因外墙保温层厚度不足、门窗气密性差，冬季采暖能耗显著高于现行标准，某北方城市办公楼（由老旧厂房改造而成）冬季单位面积采暖能耗曾是新建节能建筑的1.8倍，主要源于外墙未做保温处理且窗户为单玻塑钢窗，热量通过墙体传导与缝隙渗透大量流失，难以满足办公功能的舒适需求；南方夏热冬暖地区

部分住宅，计划改造为民宿或小型商业空间，但其屋面未设置有效保温与遮阳措施，夏季太阳辐射热通过屋面传入室内，导致空调制冷负荷激增，影响改造后的使用体验。调研需结合建筑能耗监测平台数据，区分不同围护结构构件的能耗占比，为针对性改造与功能适配提供依据。

2 改造关键技术创新理念

2.1 绿色节能导向

既有建筑围护结构改造的绿色节能导向，核心是在满足功能转换需求、运用加固改造技术的前提下，通过技术手段降低能源消耗、减少环境影响，注重资源循环利用与生态兼容性。某城市老旧厂房改造为文创园区时，对原有砖混墙体采用“加固+保温”一体化技术，先通过钢筋网片加固提升墙体承载能力以适配商业功能，再采用挤塑聚苯板与再生骨料砂浆复合保温体系，再生骨料源于建筑拆除垃圾加工，既减少固废排放，又提升保温性能，改造后冬季采暖能耗降低40%以上。仪封园艺场冷库计划改造为仓储配送中心，改造中在屋面增设光伏板，利用屋面空间发电，同时遮挡太阳辐射降低传热系数，配合加固改造提升屋面承载能力，实现能源生产、节能降耗与功能升级的多重目标，契合绿色建筑发展要求。

2.2 智能化融合思路

智能化融合思路强调将传感技术、自动控制技术与围护结构改造、功能转换相结合，通过加固改造保障结构安全，再实现围护结构性能实时监测与自适应调节。某老旧办公楼改造为智慧写字楼时，先对原有围护结构加固，外墙增设混凝土构造柱提升整体刚度，再在外墙保温层嵌入温湿度传感器，门窗安装智能启闭装置，通过中央控制系统联动调节：夏季室外温度过高时自动关

窗并启动遮阳系统，冬季室内温度偏低时关闭通风口并调节密封条压缩量，减少热量流失。兰考县仪封园艺场冷库改造为恒温仓储空间时，可在围护结构内设置温度传感器，实时监测墙体传热情况，同时通过加固改造增强墙体抗裂性能，局部保温失效时系统自动报警提示维护，提升运行稳定性与管理效率，满足新功能的精准需求。

2.3 可持续发展考量

可持续发展考量需兼顾围护结构改造、功能转换与加固改造的短期效果与长期效益，确保方案具备可维护性、可更新性与全生命周期经济性。某历史建筑计划改造为特色民宿，围护结构改造优先选用可循环利用的木材、天然石材等传统材料，外墙采用“植物纤维保温板+局部加固”技术，既满足现代节能标准与民宿安全要求，又保留建筑历史风貌，且材料废弃后可自然降解，减少环境负担。部分既有住宅改造为养老公寓时，采用模块化保温与加固一体化体系，将保温层与加固构件设计为可拆卸单元，后续维护或更新无需整体拆除，仅更换受损模块，如外墙保温模块通过卡扣式固定在加固墙体上，局部老化或需检修时可单独拆卸处理，降低后期维护成本，既实现功能转换，又避免资源浪费，符合建筑全生命周期可持续发展理念。

3 前沿改造技术手段

3.1 新型保温材料应用

新型保温材料应用需与加固改造技术深度融合，在保障结构安全与功能适配的前提下，提升保温性能与耐久性。某老旧厂房改造为商业综合体时，采用“真空绝热板+碳纤维布加固”复合技术，真空绝热板导热系数远低于传统材料，厚度仅为 $1/3$ ，适配空间受限场景。改造时先粘贴碳纤维布加固墙体，提升承载能力以满足商业使用需求，再铺贴真空绝热板并抹涂抗裂砂浆保护层，无需大规模拆改，施工周期缩短30%。仪封园艺场冷库改造为恒温仓储空间时，选用气凝胶保温毡配合钢结构加固，既降低屋面荷载、提升隔热效果，又凭借强抗老化性实现20年以上使用寿命，减少后期维护，保障新功能长期稳定。

3.2 高效密封技术探讨

高效密封技术聚焦围护结构缝隙处理，结合加固改造提升结构整体性，通过优化材料与构造设计降低空气渗透热损失，适配新功能舒适需求。某老旧住宅改造为精品民宿时，采用“多道密封+洞口加固”技术，先增

设钢筋混凝土过梁加固门窗洞口，再以聚氨酯泡沫密封胶填充窗框与墙体交接处，窗扇与窗框配备连续硫化三元乙丙橡胶密封条，避免密封失效，改造后门窗气密性达国标最高等级，冬季空气渗透量降低60%。兰考县仪封园艺场冷库改造为仓储空间时，门洞切割后先加固周边结构，再采用“遇水膨胀止水条+耐候密封胶”复合技术处理外墙交接缝，双重防护有效防雨水渗入与空气渗透，同步提升密封性能与结构稳定性。

3.3 遮阳系统创新设计

遮阳系统创新设计需结合拟转换功能、建筑朝向与地域气候，实现遮阳效果、外观与功能需求的统一。北方某老旧厂房改造为办公空间时，东、西向立面采用“可调节式铝合金百叶遮阳系统+墙体加固”技术，先加固原有外墙提升承载能力，再通过支架固定遮阳系统，无需改动围护结构。百叶角度可手动或电动调节，夏季关闭至45°遮挡直射阳光，冬季完全打开辅助采暖，满足办公舒适需求。南方夏热地区部分住宅改造为小型商业空间时，屋面采用“种植屋面+遮阳棚+结构加固”组合系统，先加固屋面适配荷载，再种植佛甲草并搭建轻型钢结构遮阳棚，协同阻挡太阳辐射，提升屋面保温性能，改造后夏季室内温度降低3~5℃，显著优化商业空间舒适度。

4 改造过程难点与风险

4.1 技术实施难题

既有建筑围护结构改造的技术实施难题，核心是原有结构不确定性、功能转换需求与新技术及加固改造技术的适配矛盾。部分老旧建筑原始设计资料缺失，需通过现场检测明确构件尺寸、材质及承载能力，如某90年代商场拟改餐饮综合体，外墙实心砖墙检测出空洞裂缝，需先灌浆加固再做外保温，额外增加施工工序与技术难度。部分改造技术与既有结构、功能转换需求兼容性不足，如砖混结构建筑拟改商业展示空间并安装大型遮阳系统，墙体承载能力不足需增设钢结构支架与主体连接加固；兰考县仪封园艺场冷库改仓储配送中心时，新增梁板植筋若深度或胶体固化不达标，易导致新旧结构连接失效，影响围护结构稳定性与新功能安全使用。

4.2 安全风险防控

改造过程需重点防控结构、施工与使用安全，确保加固改造后建筑适配新功能。结构安全方面，围护结构拆除、加固及新增构件施工易扰动原有结构，如某老旧住宅改养老公寓时，外墙开洞未回顶支护导致墙体裂缝，

需停工加固。施工安全方面，高空作业、加固材料使用风险突出，如屋面保温更换与加固时，施工人员在屋面边缘作业，若缺乏防护易发生坠落事故。使用安全方面，保温材料防火不达标易引发火灾，如仪封园艺场冷库改仓储空间时，违规使用明火可能引燃保温层珍珠岩；加固构件未达设计强度即投入使用，也可能引发结构安全事故，需全程严格管控。

4.3 成本控制挑战

成本控制面临前期检测、施工材料与后期维护三重压力。前期需通过红外热成像、回弹法等专业技术检测，精准评估围护结构性能以制定功能转换与加固方案，增加前期投入。材料与施工成本方面，真空绝热板、碳纤维布等新型保温与加固材料价格高于传统材料，且部分技术需专业团队施工，人工成本较高，如某住宅采用“气凝胶保温毡+墙体加固”技术改造屋面，成本较传统方式高50%。后期维护成本不确定，智能化遮阳系统需定期更换元件，加固构件需定期检测，维护不及时易导致系统失效或安全隐患，进一步增加长期成本支出。

5 改造对策与建议

5.1 技术优化策略

技术优化需紧扣改造难点与功能转换需求，从检测、施工、材料适配三方面提升可行性。检测阶段采用“无损检测+局部破损检测”组合方式，先通过红外热成像技术排查外墙保温层缺陷，再对疑似结构问题区域进行局部钻孔检测，在减少原有结构破坏的同时，精准排查功能转换相关的安全隐患，降低检测成本。施工阶段优化工序衔接，将加固改造与保温、密封等工序有机融合，如墙体开洞改造借鉴兰考县仪封园艺场冷库改造经验，先对洞口周边顶板回顶支护，再施工并加固洞口过梁，待混凝土强度达标后再开洞，避免结构扰动。材料选择上，结合建筑结构特点与拟转换功能，选用“保温+加固”一体化材料，对承载能力有限的建筑，搭配轻质保温材料与高强度加固材料，降低结构荷载。

5.2 管理协调措施

管理协调需建立“设计-施工-监理-使用方”协同机制，全程围绕功能转换与加固改造推进。设计阶段组织多方论证，邀请结构工程师、施工单位技术负责人共同审核功能转换可行性与加固方案，提前预判技术难题，如某老旧小区改造为养老公寓时，通过论证发现外墙粘结力与承载能力不足，及时调整粘结剂配方、增加锚栓并补充加固措施。施工阶段建立现场巡查制度，安排专

职技术人员监督工序，重点核查加固构件质量及保温、密封工序衔接，确保符合规范。使用阶段编制维护手册，明确围护结构与加固部位的维护周期，告知使用方定期检查门窗密封条、遮阳系统及加固构件。

5.3 政策支持需求

既有建筑围护结构改造需政策从资金、标准、激励三方面提供支持，鼓励通过功能转换与加固改造实现建筑再利用。资金支持方面，建议政府设立专项改造基金，对采用“功能转换+加固改造+绿色节能”模式的项目给予重点补贴，如对改造后实现商业、办公等新功能且节能率达标项目，按改造面积给予更高金额的财政补贴，降低业主改造成本；标准完善方面，针对既有建筑功能转换与加固改造特点，制定专项技术标准，明确不同类型围护结构改造的技术要求、检测方法、加固标准与验收规范，如规范老旧砖混结构外墙保温与加固一体化改造的施工工艺与质量控制指标，避免改造过程中的技术不规范问题；激励政策方面，对改造后达到高节能标准且实现高效再利用的建筑，在房产税、物业费等方面给予优惠，如对改造后节能率达到65%以上且转换为公共服务功能的建筑，减免一定比例的房产税，鼓励业主主动参与既有建筑围护结构改造与再利用，推动绿色建筑发展。

6 结束语

通过对既有建筑围护结构改造关键技术的研究，明确了现存问题与发展方向，融入功能转换与加固改造实现建筑再利用的核心思路，为行业发展提供新视角。创新的技术手段与针对性的改造对策将为既有建筑改造与再利用提供有力支撑，促进建筑行业的可持续发展，实现建筑节能、性能提升与资源循环的多重目标。

参考文献

- [1] 李静. 减碳视角下某建筑围护结构节能设计研究[J]. 绿色建造与智能建筑, 2025, (10): 8-10.
- [2] 申玮. 绿色建筑材料在既有建筑改造中的应用[J]. 中国建筑装饰装修, 2025, (18): 105-107.
- [3] 刘佳. 基于低碳更新的既有火车站围护结构传热系数耦合研究[J]. 节能, 2025, 44(09): 48-53.
- [4] 傅万祥, 丛蓄, 张逸敏, 等. 夏热冬冷地区既有建筑绿色改造适宜性技术体系研究——以杭州市某小学为例[J]. 建筑与文化, 2025, (09): 40-42.
- [5] 郭敏, 迟昊. 我国建筑业碳减排与既有建筑围护结构节能改造研究进展综述——基于Cite Space的知识图谱分析[J]. 价值工程, 2025, 44(26): 85-88.