

老旧建筑加固改造中原结构无损施工技术应用探究

陈迪权

山东省烟台市市属直管公房管理服务中心, 山东 烟台 264000

DOI:10.61369/ME.2026050029

摘 要 : 国内城市更新侧重存量建筑修缮,传统加固凿除扰动偏大、损毁建筑风貌,无损微创施工成为行业主流。结合现场改造工况梳理无损技术背景,研判图纸缺失、基面脱粘、施工管控规范不完善等工程痛点,锚定基材防护管控底线,拆解三类无损加固工艺,拟定三项技术选用准则,依托住宅、教学楼工程核验技术成效。工况反馈显示适配施工手段可平衡结构安全、风貌留存与建筑运营需求,实现不停业加固,为存量建筑改造提供工程参考。

关 键 词 : 老旧建筑; 结构加固; 无损施工; 复合材料加固; 施工管控

Research on the Application of Non-destructive Construction Technology for Original Structures in the Reinforcement and Renovation of Old Buildings

Chen Diqian

Shandong Yantai Municipal Directly-Managed Public Housing Management Service Center, Yantai, Shandong 264000

Abstract : Urban renewal in China focuses on the renovation of stock buildings. Traditional reinforcement and chiseling construction causes considerable structural disturbance and damages architectural styles, making non-destructive and minimally invasive construction the mainstream of the industry. Combined with actual renovation site conditions, this paper sorts out the background of non-destructive technologies, analyzes engineering pain points including missing drawings, base surface debonding and imperfect construction management specifications, sets the bottom line for substrate protection and control, disassembles three types of non-destructive reinforcement processes, and formulates three criteria for technology selection. The technical effects are verified based on residential and teaching building projects. Site operation feedback indicates that matched construction methods can balance structural safety, style preservation and building operation requirements, realize reinforcement construction without suspending building service, and provide engineering references for the renovation of stock buildings.

Keywords : old buildings; structural reinforcement; non-destructive construction; composite material reinforcement; construction management and control

引言

我国城市建设进入存量更新周期,老旧住宅、校园、风貌建筑陆续开展修缮加固。工程需要兼顾抗震安全、原貌留存、不间断运营,这项要求抬高改造施工门槛。传统加大截面、凿除置换加固扰动较强,损伤老化基材,催生结构隐患,施工产生的噪声粉尘、建筑垃圾,不符合当下改造要求。无损加固借助微创、表层作业、微孔锚固保留建筑受力结构,契合修缮低干预原则。行业存在技术混乱、工艺错配、质控缺失问题,本文梳理无损加固体系,拆解施工流程,制定选型规范,结合工程提炼管控要点,规整施工流程,提升老旧建筑改造质量。

一、老旧建筑加固无损施工技术应用背景与现存难点

(一) 老旧建筑改造对原结构无损施工的需求

当前城市更新以存量建筑修缮为主,老旧住宅、教学楼、风貌建筑相继开展改造。传统凿除、加大截面加固会损伤老化构件,引发结构隐患。历史建筑需保留原生肌理,修缮落实最小干预原则^[1]。改造项目难以整体停业搬迁,传统加固工期久、扬尘

噪音重,干扰日常使用。无损微创借助表层粘贴、微孔锚固施工,保障建筑运营不停工,保留原有受力体系,避免结构二次损伤,减少建筑垃圾,契合行业规范,统筹安全、风貌与使用需求,适配存量建筑改造场景。

(二) 老旧建筑加固无损施工现存技术难点

老旧建筑图纸残缺,内部隐蔽构件难以预判,仅可开展浅层探测、微孔作业,钻孔极易误伤主筋,全域探测设备造价偏高,

行业普及难度较大。老化混凝土、砌体表层粉化松散，浅层打磨无法清理劣化基面，碳纤维、植筋胶粘接界面产生空鼓脱粘，潮湿环境放大界面失效隐患。无损施工震动、注浆压力附加构件内力，扰动参数缺少量化依据，原有裂缝随之延展扩张。薄层加固承载能力偏弱，高荷载工程不可单独施用，复合工艺受力计算缺少准则，工序繁琐且施工队伍规范性参差不齐，隐性病害催生返工成本，远超常规加固造价。

（三）无损施工实施的核心管控要求

无损施工搭建低扰动、保基材、共受力、持续监测管控流程，施工前置钢筋探查、强度核验，编制量化施工方案，大跨度开裂构件提前轻型卸荷，进场加固材料开展现场粘结试验^[2]。现场把控打磨深度1-3毫米，植筋使用低速水冷钻机，错峰钻孔弱化振动，落实三吹两刷清孔、定量注胶规范；纤维施工调控环境温湿度，固化时期做好封闭防护。建筑布设裂缝、位移监测点位，数据超标即刻停工支护。竣工完成空鼓、植筋拉拔检测，建立一年以上观测机制，收纳勘验、施工、检测资料，规避结构损伤、加固失效问题。

二、老旧建筑加固无损施工技术分类及工艺要点

（一）传统低扰动无损加固施工技术

传统低扰动无损工艺坚守主体结构不破原则，分为薄层砂浆挂网、微型外挂钢支撑、低压裂缝注浆三类。薄层砂浆清除表层抹灰，铺设10-30毫米面层加装细钢筋网，分层养护改善砌体抗震能力；微型钢支撑利用微孔锚栓固定钢板，缝隙充填粘结砂浆，钻孔孔径小于10毫米，适配梁柱小幅提载；低压注浆以0.2-0.3MPa灌注环氧胶填补裂缝，无需开槽扩缝。施工设备简易、造价低廉，承载力提升有限，适配荷载变动小的民用建筑，施工把控除尘、养护、注浆压力要点，防止面层开裂、基材受损（见图1）。

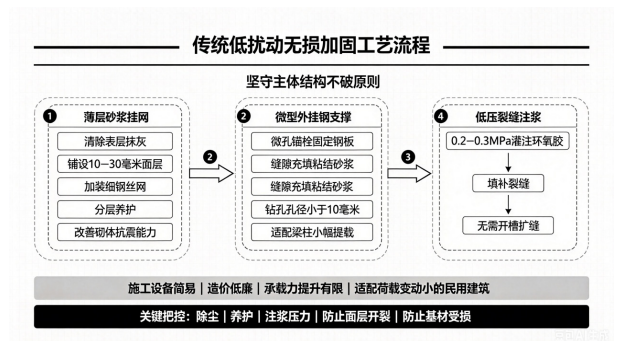


图1 传统低扰动无损加固施工技术

（二）新型复合材料无损加固施工技术

复合材料无损加固采用表面粘贴方式，取消开槽深孔工序，分为碳纤维、玻璃纤维、外粘薄钢板三类^[3]。碳纤维布打磨基面涂胶铺设，自重涨幅低于5%，减轻地基负荷，施工简易适配建筑不停工改造；玻璃纤维耐腐蚀耐潮湿，多用于地下室临水构件，布设除湿设备保障粘接状态；3-5毫米钢板粘贴提升构件刚度，大幅板面增设微型锚栓防止脱落。此类工艺扰动轻微，适配风貌修

缮、狭小场地工程，受基面、环境条件约束，耗材单价偏高，贴合腐蚀工况、受力需求择优选材即可。

（三）锚固类无损植入施工配套技术

化学植筋与微型锚栓承担加固传力任务，钻设微孔安置连接件，保全原有构件截面。植筋使用低速水冷钻机，孔径大于钢筋4-6毫米，孔深取钢筋15倍直径，清孔后灌注锚固胶，旋入钢筋静置养护，依照环境把控24至72小时养护周期，养护阶段杜绝外力扰动；10毫米以内锚栓，用于纤维面层、钢支撑浅层拉结。施工借助扫描仪定位主筋管线，采用A级环氧锚固剂，竣工抽样开展拉拔检测。此类工艺配合纤维、薄层砂浆施工，衔接新旧建筑结构，把控钻孔位置、注胶饱满度和固化时长（见图2）。

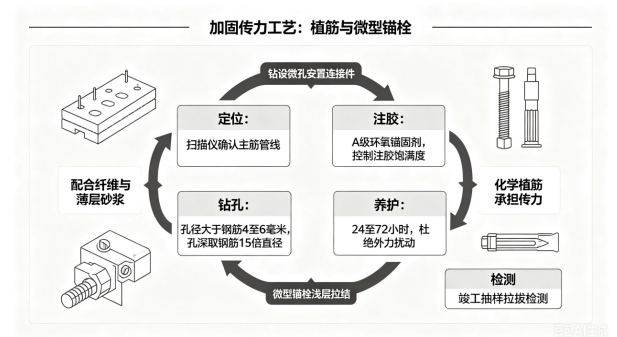


图2 锚固类无损植入施工配套技术

三、老旧建筑加固无损施工技术选用核心原则

（一）基于原建筑结构类型选型原则

加固选型贴合主体材质、受力体系开展适配，砖混砌体依托薄层砂浆联动微型植筋搭建隐形构造柱，历史砖石建筑依托注浆、外置钢支撑留存原始外观；混凝土梁柱楼板铺贴碳纤维补强，局部破损辅以注浆修补基材；钢结构加装外置钢支撑，规避高温焊接损伤母材；地下室高湿部位布设耐腐玻璃纤维。选型依托抗压强度公式校核承载能力，参照构件实测强度划定材料层数、铺贴厚度，摒弃经验化选型方式，兼顾结构病害与材料适配属性，维持加固后整体受力稳定性。

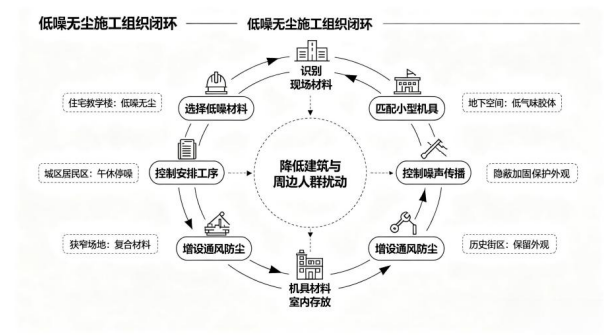
（二）基于加固构件部位选型原则

不同受力构件适配差异化无损工艺，空间受限的受弯梁板铺贴碳纤维，重载梁板粘贴薄钢板补强；墙体、门窗洞口补强搭配化学植筋，裂缝密集墙体敷设砂浆挂网；悬挑、楼梯小型构件选用轻质碳纤维；建筑风貌外立面仅开展内侧加固、表层注浆，外立面保留原有样貌；梁柱应力集中节点，搭配碳纤维U箍联动微型锚栓施工^[4]。选型依托弯曲应力公式核算耗材用量，覆盖构件高应力区域，贴合受力特征、场地条件与外观保护需求，协调加固成效与无损施工要求。

（三）基于现场施工环境无损控制原则

现场工况、空间、外界环境约束工艺选型，正常投用的住宅、教学楼，选用低噪无尘加固材料，拆分工序错峰施工；城区居民区规避重型钻孔设备，测算噪声传播范围，午休停止噪音施工；狭窄场地摒弃大型机具，开展复合材料作业；地下空间增设

通风设施，搭配低气味胶体；历史街区采取隐蔽加固，保留建筑外观。机具材料统一室内存放，贴合现场环境选定工序，降低施工对建筑与周边人群扰动（见图3）。



四、无损施工技术工程应用实例与质量安全管控

（一）碳纤维无损加固工程应用案例

某90年代7度抗震区砖混住宅楼，结构鉴定发现楼板、圈梁承载力不足，楼栋禁止整体搬迁，外立面瓷砖严禁破除，现场采用碳纤维布搭配低压注浆加固。施工仅打磨室内基面，楼板粘贴一级碳纤维布，梁柱转角增设U型箍，注浆填补墙体裂缝，全程使用小型机具分单元施工，工期相较传统加固缩减五成^[5]。竣工

检测抗弯承载力提升35%，自重涨幅低于2%，无需加固地基，保留原有外立面。两年现场监测未见脱粘、裂缝延展，佐证该项工艺适配老旧住宅改造，兼顾施工扰动管控与结构安全。

（二）化学植筋无损锚固工程应用案例

某80年代五层砌体教学楼，改造需增设门窗洞口、施工不得停课，采用化学植筋+薄层砂浆无损加固方案。施工先扫描定位墙体主筋，用水冷微型钻机微孔植筋，落实三吹两刷清孔、定量注浆规范；利用课间错峰施工，胶体固化阶段停工静养，植筋拉拔抽检全部合格^[6]。绑扎构造柱钢筋骨架后，抹20mm高延性砂浆成型，全程不大面积剔凿砌体，无原生裂缝扩张，施工噪声、粉尘可控，保障教学有序开展。加固后墙体整体性、洞口抗剪强度显著提升，外观无加固痕迹，适配不停业公共建筑无损改造场景。

五、结语

本文整合老旧建筑加固工程现场经验，厘清无损施工行业痛点，细化三类加固工艺操作规范，建立四维技术选型体系，完善全流程质量与安全管控机制。相较于传统加固手段，无损施工具备结构扰动小、风貌保留完整、可不间断施工、低碳环保多重优势，但依旧存在基材适应性受限、复合受力计算不完善、基层施工水平参差不齐等短板。

参考文献

[1] 林睿, 张雅洁. 老旧小区建筑结构加固与抗震改造技术研究 [J]. 住宅与房地产, 2025, (28): 96-98.
[2] 黄利明, 毕大勇. 老旧建筑改造结构加固技术与应用 [J]. 中华民居, 2025, 18(9): 80-81.
[3] 叶展基. 老旧住宅建筑结构检测评估与加固技术路径 [J]. 中华民居, 2025, 18(9): 85-87.
[4] 夏兰兰, 赵阳. 城市老旧建筑改造中的结构加固与性能提升策略 [J]. 居舍, 2025, (26): 47-50.
[5] 周林, 陈超超. 老旧小区建筑结构加固与抗震性能提升技术探讨 [J]. 住宅与房地产, 2025, (19): 96-98.
[6] 韩鹏. 老旧小区建筑改造中结构加固技术分析 [J]. 住宅与房地产, 2025, (19): 99-101.