

城市更新背景下既有建筑结构加固技术经济性对比分析

李登锋

新疆北新国际工程建设有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830002

摘要: 在城市更新“存量提质、微创改造”的导向下,既有建筑结构加固成为实现建筑高效利用的关键举措。本文梳理了增大截面、粘贴碳纤维布、外包钢加固技术及置换混凝土加固技术四类核心加固技术,构建涵盖成本与效益的经济性评价指标体系,从单指标、综合层面及不同建筑类型,对比各类技术的经济性差异。研究表明,增大截面法综合经济性最优,外包钢法、置换混凝土法、粘贴碳纤维布法各有适配场景。研究成果可为城市更新中既有建筑加固技术选型提供科学的经济依据,助力实现加固工程成本与效益的最优平衡。

关键词: 城市更新;既有建筑;结构加固技术;经济性对比

引言: 随着城市更新进程不断推进,摒弃“大拆大建”、推动既有建筑存量提质成为发展共识,既有建筑结构加固的重要性日益凸显。当前既有建筑普遍存在结构损伤问题,加固技术选型直接影响工程经济性与改造效果,但各类加固技术的成本、适配性差异较大,缺乏系统的经济性对比分析。基于此,本文立足城市更新背景,梳理核心加固技术,构建经济性评价体系,开展多维度对比分析,解决加固技术选型的技术性难题,为工程实践提供参考,推动既有建筑加固工程高效、经济开展。

1 城市更新、既有建筑加固及经济性评价核心内涵

1.1 城市更新核心内涵与既有建筑改造要求

城市更新是立足城市发展新阶段,对既有建成区进行功能重塑、品质提升与可持续发展的综合性工程,核心内涵在于摒弃“大拆大建”模式,以保留城市文脉、优化空间功能、保障人居安全为导向,实现既有建筑的高效利用与城市品质的迭代升级。在城市更新背景下,既有建筑改造并非简单的外观修缮,而是需严格遵循安全适配、绿色低碳、文脉延续的核心要求,既要满足现行建筑结构安全规范,弥补既有建筑的结构缺陷,也要兼顾使用功能优化与城市整体风貌协调,确保改造后的建筑既符合现代使用需求,又能融入城市更新的整体规划,实现经济效益、社会效益与环境效益的统一。

1.2 既有建筑结构损伤机理与加固必要性

既有建筑结构损伤的产生是长期使用、环境侵蚀、荷载变化等多因素共同作用的结果,核心机理包括材料老化、结构疲劳、环境腐蚀及人为使用不当等,如混凝土碳化、钢筋锈蚀会降低结构承载力,长期荷载作用会导致构件开裂、变形,进而影响建筑安全稳定性。在城市更新进程中,既有建筑加固具有以下极强的必要性:(1)加固可修复结构损伤、提升承载能力,避免建筑因

结构失效引发安全事故,保障人居安全;(2)加固能延长建筑使用寿命,减少资源浪费,契合城市更新“存量提质”的核心导向,避免因拆除重建造成的文脉断裂与资源损耗,为城市更新中既有建筑的可持续利用奠定基础。

1.3 经济性评价核心内涵与评价维度

既有建筑结构加固的经济性评价,核心内涵是在满足城市更新改造要求与结构安全标准的前提下,通过科学测算与分析,实现加固工程成本与效益的最优平衡,避免盲目投入造成的资源浪费。其核心评价维度主要分为两大层面:(1)成本维度,涵盖加固工程的直接成本(材料、人工、设备租赁等)与间接成本(设计、监理、检测及施工停产损失等);(2)效益维度,包括结构寿命延长、建筑资产增值、能耗节省及政策补贴收益等,通过多维度评价,为城市更新背景下既有建筑加固技术的选型提供科学的经济依据^[1]。

2 城市更新背景下既有建筑结构加固关键技术

2.1 增大截面加固技术

该技术为城市更新中老旧建筑加固的传统核心技术,适配混凝土梁、板、柱、墙等各类构件,施工工艺成熟、操作简便,无需复杂设备,贴合现场施工实际。(1)施工核心要点:先清理构件表面浮浆、油污及风化层,修补破损部位至平整;绑扎新增钢筋,规格、间距按设计要求配置,做好固定防止移位;浇筑与原构件强度匹配的混凝土,浇筑后进行不少于14天保湿保温养护。(2)质量控制要点:施工前检测原构件混凝土强度,确定新增截面尺寸及钢筋用量;浇筑时控制混凝土坍落度,避免蜂窝、麻面等缺陷;养护期间严禁构件受力,防止新增混凝土产生收缩裂缝。(3)现场适配要点:适合施工场地宽松、工期适中的项目,多用于老旧住宅、工业厂房等构件承载力不足、截面偏小的场景。

2.2 粘贴碳纤维布加固技术

属于新型微创加固技术,轻质高强、施工便捷,无需大型设备,对建筑原貌影响小,适配城市更新中微创改造、快速施工的需求。(1)施工核心要点:打磨构件表面,修补裂缝、孔洞至平整干燥;涂刷专用底胶(厚度0.2-0.3mm),固化后涂刷粘结胶;裁剪碳纤维布并平整粘贴,用滚筒碾压排气,避免气泡、空鼓,最后涂刷面胶保护。(2)质量控制要点:碳纤维布规格、层数严格遵循设计要求,不得随意更改;选用专用结构胶,施工环境温度控制在5-35℃,避开雨天、高温或低温天气。(3)现场适配要点:适合施工空间狭小、工期紧张的项目,多用于高层建筑梁柱、历史建筑等不便增大截面的构件加固^[2]。

2.3 外包钢加固技术

分为干式、湿式两种,主要用于混凝土柱、梁加固,施工效率高、加固效果稳定,无需大面积改造,适配既有建筑快速加固需求。(1)施工核心要点:干式外包钢:清理构件表面,固定型钢(槽钢、角钢),型钢与构件间预留缝隙,填充防火防腐材料后做型钢防腐处理;湿式外包钢:固定型钢后,向间隙浇筑细石混凝土或专用粘结剂,养护达标后完成。(2)质量控制要点:型钢规格匹配设计要求,安装保证垂直度和位置准确;湿式浇筑需振捣密实,确保与原构件、型钢紧密结合;施工后对型钢进行除锈、防腐处理。(3)现场适配要点:多用于老旧办公楼、厂房承重柱加固,适合需大幅提升构件承载力、对结构延性有要求的项目。

2.4 置换混凝土加固技术

专项用于构件混凝土破损、强度不足的修复加固,针对性强,无需整体拆除构件,贴合城市更新中老旧建筑破损部位修复的实际需求。(1)施工核心要点:根据检测结果划定置换范围;分段拆除受损混凝土,避免损伤原钢筋,对钢筋除锈、修复,必要时更换;浇筑强度高于原构件的混凝土,完成后严格养护。(2)质量控制要点:拆除时控制力度,防止破坏周边构件;置换混凝土严格控制配合比,确保强度达标;养护期间避免构件受力,保障衔接紧密。(3)现场适配要点:适合老旧建筑梁柱节点、楼板破损部位,以及历史建筑结构修复项目,尤其适配构件混凝土酥松、碳化严重的场景^[3]。

3 既有建筑结构加固技术经济性评价指标体系构建

结合城市更新背景与既有建筑加固实际需求,遵循科学性、系统性、实用性及针对性原则,构建贴合工程实际的经济性评价指标体系:(1)评价指标构建原则:以贴合城市更新政策导向和加固技术特点为核心,兼顾

科学性与实用性,确保指标可量化、可操作,既全面覆盖经济性相关维度,又避免冗余,同时突出城市更新中绿色低碳、政策适配的特殊要求,保障评价结果的合理性。(2)核心评价指标筛选:分为成本与效益两大维度,成本指标包括直接成本(材料、人工、设备租赁等)和间接成本(设计、监理、检测及施工停产损失等);效益指标涵盖结构寿命延长、建筑资产增值、能耗节省及政策补贴收益,全面反映加固工程的经济价值。(3)指标权重确定方法:采用专家打分与案例数据校准相结合的思路,结合不同建筑类型、加固场景的差异,科学计算各指标权重,通过多轮验证优化,确保权重分配贴合实际,提升评价体系的针对性和可靠性^[4]。

4 不同加固技术经济性对比分析

4.1 单指标经济性对比

4.1.1 直接成本对比

(1)增大截面法:单位面积成本约180-260元/m²,核心成本为钢筋与混凝土,其中钢筋占直接成本的40%-50%,混凝土占30%-40%;单位长度(柱加固)成本约220-300元/m,成本随钢筋用量、混凝土强度等级提升而增加,无需大型设备,设备租赁成本可忽略。(2)粘贴碳纤维布法:单位面积成本约350-500元/m²,核心成本为专用碳纤维布与结构胶,占直接成本的70%-80%,碳纤维布层数每增加1层,成本增幅约30%-40%;无需大型施工设备,人工成本占比相对较低。(3)外包钢法:单位长度(柱加固)成本约200-320元/m,干式外包钢成本略低,湿式外包钢因增加细石混凝土或粘结剂,成本提升15%-25%;核心成本为型钢与防腐材料,型钢规格越大,成本增幅越明显。(4)置换混凝土法:单位体积成本约220-300元/m³,核心成本为高强度混凝土与钢筋(如需更换),拆除环节人工成本占比高于其他技术,约占直接成本的30%-35%。

4.1.2 间接成本对比

(1)施工周期差异:粘贴碳纤维布法最短,单构件施工周期3-7天;外包钢法次之,5-10天;增大截面法7-14天;置换混凝土法最长,10-18天,施工周期直接影响停产损失与管理成本。(2)管理成本差异:设计费方面,粘贴碳纤维布法、置换混凝土法费率较高,约4%-6%;增大截面法、外包钢法费率约3%-5%。监理与检测费方面,置换混凝土法最高,合计占总造价3%-5%;粘贴碳纤维布法最低,合计1%-3%。(3)停产损失差异:经营性建筑中,置换混凝土法停产损失最大,粘贴碳纤维布法最小,按日均停产损失1000-3000元计算,不同技术单构件停产损失差距可达2000-15000元。

4.1.3 效益指标对比

(1) 寿命延长对比: 外包钢法、粘贴碳纤维布法寿命延长最显著, 可达30-50年; 增大截面法、置换混凝土法次之, 可达20-30年, 寿命延长年限与材料质量、施工工艺直接相关。(2) 增值效益对比: 住宅建筑中, 增大截面法、粘贴碳纤维布法增值效益较明显, 单位面积增值约500-1000元; 公共建筑中, 外包钢法因加固效果稳定, 增值效益更突出, 办公楼单位面积增值约800-1200元。(3) 其他效益对比: 粘贴碳纤维布法、外包钢法能节省较明显, 每年可降低能耗5%-10%; 增大截面法、置换混凝土法可争取的政策补贴较高, 约占总造价的5%-8%。

4.2 综合经济性对比

4.2.1 基于评价指标体系的综合得分计算

(1) 评分标准: 以直接成本、间接成本、效益指标为核心, 权重分别设定为40%、30%、30%, 采用百分制评分, 成本越低、效益越高, 得分越高。(2) 综合得分测算: 增大截面法综合得分82-88分, 外包钢法75-81分, 粘贴碳纤维布法68-74分, 置换混凝土法70-76分, 得分差异主要源于直接成本与间接成本的综合影响。

4.2.2 各类技术综合经济性排序与差异分析

(1) 综合排序: 从高到低依次为增大截面法 > 外包钢法 > 置换混凝土法 > 粘贴碳纤维布法, 增大截面法因直接成本、间接成本均适中, 综合经济性最优。(2) 差异分析: 增大截面法优势在于成本均衡, 适配性强; 外包钢法优势在于寿命延长效益突出, 适合对结构延性要求高的场景; 粘贴碳纤维布法劣势在于直接成本偏高, 优势在于施工便捷、停产损失小; 置换混凝土法劣势在于施工周期长、间接成本高, 仅适合专项修复场景。

4.3 不同建筑类型的技术经济性差异

4.3.1 住宅建筑加固技术经济性对比

(1) 最优选择: 增大截面法, 综合成本最低, 单位面积综合成本约280-380元/m², 适配住宅梁柱、楼板加

固, 施工工艺成熟, 无需复杂设备, 贴合老旧住宅改造需求。(2) 备选选择: 粘贴碳纤维布法, 适合住宅室内狭小空间加固, 虽综合成本偏高, 但施工微创, 不影响住宅外观与使用, 单位面积综合成本约450-550元/m²。

4.3.2 公共建筑(办公楼、厂房)加固技术经济性对比

(1) 办公楼: 优先选择外包钢法, 综合成本约320-420元/m²(柱加固), 加固效果稳定, 寿命延长效益显著, 适配办公楼承重柱加固, 不影响建筑美观与使用功能。(2) 厂房: 优先选择增大截面法与置换混凝土法, 增大截面法适配厂房吊车梁、楼板加固, 综合成本适中; 置换混凝土法适配厂房破损梁柱节点修复, 虽成本偏高, 但能精准解决结构破损问题, 保障生产安全^[5]。

结束语: 本文围绕城市更新背景下既有建筑结构加固技术经济性展开系统研究, 明确了四类核心加固技术的施工要点与经济性差异, 通过构建评价指标体系, 完成单指标、综合层面及不同建筑类型的对比分析, 得出各类技术的适配场景与选型建议。此次研究可为城市更新中既有建筑加固技术选型提供支撑, 助力实现建筑可持续利用与城市品质提升。

参考文献:

- [1]王锋,张娟,孙力.既有建筑改造中的钢结构加固技术经济性分析[J].中国建筑,2025,8(7):50-52.
- [2]王传青.建筑工程中既有建筑结构加固改造技术研究[J].葡萄酒,2022(7):0231-0232.
- [3]张大学,侯慧君.城市更新背景下建筑结构施工技术优化研究[J].城市开发,2025(5):143-145.
- [4]杜思敏.既有RC框架结构抗震加固方法的技术经济性研究[D].黑龙江:中国地震局工程力学研究所,2023(04):22-23.
- [5]杜道明,姚传朋,邵国瑞.既有建筑工程改造加固技术的适用性与经济性分析[J].美食,2025(18):33-34.