

Innovation Application and Benefit Analysis of Structural Reinforcement Technology in the Reconstruction of Old Residential Area

Wei Li

Heilongjiang Kokin Construction Technology Development Co., Ltd., Harbin, Heilongjiang, 150010, China

Abstract

With the acceleration of urbanization in China, structural safety hazards and inadequate functional facilities in old residential communities built during the 1980s and 1990s have become increasingly apparent. The renovation of these communities has thus become a crucial component of urban renewal. Structural reinforcement, as a key step in such renovations, directly impacts both residents' safety and the economic efficiency of the projects. This study focuses on the renovation of old residential communities, systematically analyzing the current application of structural reinforcement technologies. The aim is to effectively reduce renovation costs, shorten construction timelines, enhance living quality, and promote resource recycling, thereby advancing the high-quality development of urban renewal initiatives.

Keywords

renovation project of old residential area; structural reinforcement technology; innovative application; benefits

老旧小区改造工程中结构加固技术的创新应用与效益分析

李伟

黑龙江省中金建筑技术发展有限公司, 中国·黑龙江 哈尔滨 150010

摘要

伴随着中国城镇化进程的加快, 上世纪八九十年代建成的老旧小区结构安全隐患、功能配套不足等问题逐渐暴露出来, 老旧小区改造成了城市更新的重要部分。结构加固是老旧小区改造的关键步骤, 结构加固的好坏直接影响居民的居住安全和改造工程的经济效益。本文以老旧小区改造工程为研究对象, 对目前结构加固技术的应用情况进行系统分析, 希望可以有效地减少改造成本、缩短工期, 提高小区居住品质、促进资源循环利用。推进城市更新工作高质量的发展。

关键词

老旧小区改造工程; 结构加固技术; 创新应用; 效益

1 引言

中国城市的老旧小区数量巨大, 据统计全国有待改造的城镇老旧小区大约有 21.9 万个, 居民约有上亿人。老旧小区由于建设年代久远, 受当时设计标准、施工工艺和材料性能的限制, 普遍存在混凝土强度不够、钢筋锈蚀、结构裂缝等问题, 不能满足当前的安全居住要求。结构加固是老旧小区改造的主要技术手段, 主要目的就是用科学的技术手段提高建筑物的结构承载力和稳定性, 消除安全隐患。传统的结构加固技术施工周期长、对居民生活影响大、资源消耗多, 已经不能满足老旧小区改造的实际需要。在此背景下, 探索

结构加固技术的创新应用途径, 分析结构加固技术的应用效益, 对提高老旧小区改造工程的效率和质量, 实现城市可持续发展有重大的现实意义。本文主要对老旧小区改造中结构加固技术的现状、创新应用和效益进行研究。

2 老旧小区改造中结构加固技术应用现状

2.1 传统加固技术应用广泛但弊端凸显

目前老旧小区改造中结构加固主要采用传统技术, 加大截面加固法、外包钢加固法、粘贴钢板加固法等。加大截面加固法通过增大构件的截面尺寸和配筋量来提高承载力, 技术成熟、施工难度小, 被广泛应用于混凝土梁、柱、板等构件的加固; 外包钢加固法通过在构件外部包裹型钢, 利用型钢与构件的协同工作来提高结构稳定性, 适用于构件承载力不足但截面尺寸受限的情况; 粘贴钢板加固法则通过结构胶将钢板粘贴在构件受拉区或受压区, 提高构件的抗

【作者简介】李伟(1984-), 男, 中国黑龙江海伦人, 本科, 高级工程师, 从事结构改造加固鉴定、设计、施工、地基处理加固、建筑物病害治理等研究。

弯、抗剪能力。但是传统的加固技术也存在一些不足之处：加大截面加固法会增大结构的自重，占用室内空间，影响居民的使用功能；外包钢加固法施工工艺复杂，钢材用量大，后期维护成本高；粘贴钢板加固法对基层处理要求严格，在潮湿环境中粘结性能容易下降，耐久性较差^[1]。

2.2 加固技术标准体系逐步完善但适配性不足

近年来，中国相继发布了《混凝土结构加固设计规范》、《既有建筑抗震加固技术规程》等一些标准规范，给老旧小区结构加固工程提供技术依据。这些标准规范对加固设计的基本要求、材料性能指标、施工工艺要点和质量验收标准做出规定，可以规范加固工程市场秩序，提高工程质量。但是从实际运用来看，现有的标准规范的适用性还存在着不足^[2]。一方面老旧小区建筑物的结构形式繁杂、损伤程度不一，有些老旧建筑没有完整的原始设计资料，现有标准规范对于这类复杂场景的专项技术规定很少，另一方面随着新型加固材料和技术不断出现，现有标准规范的更新速度跟不上技术的发展，对新型加固技术的应用指导不够及时，造成部分创新技术不能快速推广应用。

2.3 施工队伍专业水平参差不齐

老旧小区改造工程点多面广、分散性强，涉及的结构加固施工队伍数量众多，但是专业水平参差不齐。部分施工队伍拥有加固施工经验，可以按照设计方案、标准规范要求来完成加固工程；但是部分小型施工单位缺少专业的技术人员，先进的施工设备，对于加固技术的重要内容掌握不足，造成施工程序不标准、操作工艺粗糙。粘贴钢板加固施工中部分施工队伍没有严格进行基层打磨、除污处理，造成钢板与混凝土粘结不牢固；混凝土浇筑施工中存在振捣不密实、养护不到位等问题，影响加固构件的强度和耐久性。施工队伍专业水平不同，会带来结构加固工程的质量问题，也会造成工程安全隐患。

3 老旧小区改造中结构加固技术的创新应用策略

3.1 新型加固材料的研发与应用

新型加固材料的研发和应用属于提升结构加固效果、缩减改造成本的一种途径。一方面加大高性能复合材料的研发力度，碳纤维增强聚合物(CFRP)、玻璃纤维增强聚合物(GFRP)等。该类材料强度高、重量轻、耐腐蚀、施工方便，同传统加固材料相比，在不增加结构自重的情况下可以明显提高构件的承载力和耐久性。老旧混凝土楼板加固时采用CFRP布粘贴加固，施工速度快、对居民生活影响小，又能提高楼板的抗弯性能和抗裂性能。另一方面应推广应用生态环保型加固材料，即再生骨料混凝土、高性能修补砂浆等。此类材料用工业废料或者建筑垃圾加工而成，减少资源消耗和环境污染，符合绿色建筑的发展理念。在老旧墙体加固中使用再生骨料混凝土进行喷射加固，既可以提高墙体的承载

能力，又可以实现建筑垃圾的资源化利用^[3]。

3.2 智能化加固施工技术的应用

智能化加固施工技术的应用能够提高施工效率、保证施工质量、降低施工风险。一是推广应用自动化施工设备，即自动化碳纤维布粘贴机器人、智能喷射混凝土设备等。该类设备可以实现施工过程的自动化，降低施工过程中人为因素的影响，提高施工效率、缩短施工工期。大型框架结构梁加固时，用自动化碳纤维布粘贴机器人可以精准控制粘贴压力、粘贴位置，保证粘贴质量，施工效率是人工施工的3到5倍。二是采用信息化监测技术，即无线传感网络、BIM技术等。施工时利用无线传感网络对构件的应力、变形、温度等关键参数进行实时监测，一旦发现异常就立即发出警报并采取相应的处理措施，用BIM技术建立三维结构模型，可以直观地呈现结构加固的整体效果，优化施工方案，实现施工过程的可视化管理。另外还可以利用无人机对建筑物的外部结构进行检测，及时发现结构损伤情况，为加固施工提供准确的技术依据。

3.3 模块化加固技术的创新与实践

模块化加固技术属于新型加固技术，工厂预制加固模块，现场拼接组装，对老旧结构实施快速加固。该技术施工简便、对居民生活影响小、质量易于控制，适合于老旧小区建筑物批量加固改造。模块化加固技术的创新与发展，需要做好的工作有以下几点，第一是加强加固模块的设计，根据不同的构件类型进行标准化、通用化加固模块的设计，提高模块的适应性及互换性。对老旧混凝土柱进行加固，采用预制型钢加固模块，模块在工厂标准化生产，现场用螺栓与柱体连接，达到快速加固的目的。二是改善模块连接的性能，开发强度大、耐久性好的连接节点，保证模块同原有结构之间协同工作。三是推广模块化加固技术的工业化生产，建设专业化的加固模块生产基地，实现模块的批量生产，降低生产成本。模块化加固技术可以缩短施工工期，减少施工对居民生活的影响，保证加固质量，有广阔的应用前景。

3.4 基于性能的加固设计方法的应用

基于性能的加固设计方法是以结构的使用功能、安全性能为出发点，根据建筑物实际使用需求、所处环境条件，确定合理的加固目标和加固方案，实现加固工程个性化设计，提高加固效果针对性、合理性的一种设计方法。老旧小区结构加固时，采用以性能为基础的加固设计方法，应按如下步骤进行，首先，对建筑物进行全面的结构检测与评价，确定结构的损伤状况、承载能力现状及存在的安全隐患；其次，依据建筑物的使用功能、剩余使用年限、抗震设防要求等要素，确定结构的加固性能目标，即正常使用性能目标、承载能力性能目标、抗震性能目标等；再次，按照加固性能目标，挑选恰当的加固技术和材料，制订出个性化的加固设计方案；最后，对加固设计方案展开优化并加以验证，保证方案的可行性和经济性。

4 老旧小区改造中结构加固技术创新应用的效益分析

结构加固技术的创新应用能够显著提升老旧小区改造的经济效益。不同加固技术在核心指标上的差异较为明显,具体对比如下:

加固技术类型	综合成本 (元/m ²)	施工周期 (天/百m ²)	后期维护成本 (元/m ² ·年)
传统外包钢加固法	800-1000	15-20	30-40
传统粘贴钢板加固法	600-800	10-15	20-30
创新 CFRP 加固法	650-750	3-5	5-10
创新模块化加固法	550-650	2-4	8-12

从表格数据可以看出创新加固技术的初始成本与传统技术差不多,但是施工周期只有传统技术的 1/3 至 1/5,后期维护成本只有传统技术的 1/4 至 1/2。碳纤维增强聚合物(CFRP)虽然单价较高,但是施工方便、工期短,不需要后期大量的维护,综合成本比传统的外包钢加固法低 20% 到 30%;自动化施工设备的应用可以减少人工投入,提高施工效率,降低人工成本。另一方面,使用新的加固技术可以提高建筑物的结构安全性能和使用功能,从而提高老旧小区的资产价值。经过加固改造后的老旧小区居住品质明显提高,房屋租金、售价都有不同程度的上涨,既可以给居民带来直接的经济收益,也可以提高城市土地资源的利用效率。另外,模块化加固技术以及工业化生产模式的推广可以批量生产加固材料,并实现其重复利用,从而进一步降低生产成本、提高经济效益。

4.1 保障居住安全,提升生活品质

创新结构加固技术的应用具有明显社会效果,主要是指居民居住安全与提高生活品质这两点。采用先进的加固技术与材料,可以消除老旧建筑物结构上的安全隐患,提高老旧建筑物的抗震、抗风、抗灾害能力,给居民提供安全稳定的居住环境。近几年来,我国部分地区发生地震、暴雨等自然灾害,经过加固改造的老旧小区建筑物具有较好的结构稳定性,有效地保障了居民的生命财产安全。创新加固技术应用后可缩减施工过程中给居民生活带来的影响,提升居民生活质量。传统的加固技术施工时间长、噪音大、粉尘多,严重影响居民的正常生活,新型加固技术如碳纤维布粘贴加固、模块化加固等,施工过程安静、快捷,对居民生活的干

扰很小。加固改造后建筑物的功能更加完善,比如阳台护栏增高、楼梯坡度调整、屋面防水性能提高等,使居民的居住舒适度和幸福感得到进一步提高。老旧小区加固改造可以改善小区环境,提高居民归属感和凝聚力,有利于和谐社区的建设。

4.2 减少资源消耗,降低环境污染

结构加固技术的创新应用符合绿色发展理念,可以产生良好的环境效益。一是节约资源,传统的老旧小区改造多采用“大拆大建”的方式,浪费大量的建筑材料和土地资源,结构加固技术的应用可以对原有的建筑物进行保留和再利用,减少新建建筑物的数量,节约土地资源和建筑材料。用碳纤维布加固技术可以提高结构性能而不影响原结构,避免拆除重建造成的资源浪费。二是减少环境污染。新型生态环保加固材料的使用,再生骨料混凝土、高性能环保结构胶等,可降低工业废弃物、建筑垃圾的排放;智能化施工技术、模块化施工技术的使用,可以减少施工过程中的噪音、粉尘、废水的排放,改善施工环境。

5 结语

老旧小区改造是改善民生、提高城市品质、推进城市更新的重要举措,结构加固技术是保证老旧小区改造质量与安全的重要支撑。目前,我国老旧小区改造中结构加固技术应用仍然存在传统技术弊端明显、标准体系匹配度不高、施工队伍专业水平参差不齐、信息化水平较低等问题。新型加固材料的研发与应用、智能化加固施工技术的推广、模块化加固技术的创新与实践、基于性能的加固设计方法的应用等创新策略,都可以很好地解决传统技术存在的问题,提高结构加固效果。使用创新的结构加固技术既可以减少改造费用、增加资产价值,又能保证居住安全、改善居住条件、节约资源、降低污染,有利于城市更新、可持续发展。

参考文献

- [1] 刘一雄. 老旧小区住宅楼综合改造工程技术管理分析[J]. 散装水泥, 2024, (06): 191-193.
- [2] 沈鹤松. 强化老旧小区综合整治施工质量管理探讨[J]. 散装水泥, 2024, (06): 197-199.
- [3] 韦昊志. 老旧小区改造工程施工安全管理措施分析[J]. 房地产世界, 2024, (24): 74-76.