

城市更新背景下老旧小区房屋结构加固施工技术研究

袁 传

发达控股集团股份有限公司 江西南昌 330000

摘 要: 随着城市更新工作的持续推进,老旧小区房屋的结构安全问题日益凸显,成为制约城市高质量发展的关键因素之一。为有效提升既有建筑的安全性和使用性能,结构加固成为当前改造工程中的核心技术环节。本文系统梳理了老旧小区中常见的结构病害类型与加固需求,归纳并分析了增设构件、外包钢、粘钢、碳纤维布、灌浆补强等典型加固施工技术的适用条件与实施工艺。结合具体工程案例,探讨各类加固技术在实际应用中的工效表现与局限,旨在为老旧小区房屋加固实践提供技术参考与路径启示。研究显示,针对性强、工艺合理、质量受控的结构加固措施,是实现城市更新目标、提升居民居住安全的关键保障。

关键词: 城市更新;老旧小区;房屋结构;加固施工;技术应用

引言

近年来,伴随城市更新战略深入实施,越来越多建成年代久远的老旧小区被纳入改造范围。这类建筑多采用早期设计规范,存在结构体系落后、耐久性差、抗震等级低等问题,加之长期使用中的环境侵蚀与荷载变更,使得房屋安全性不断下降。在实际更新过程中,结构加固不仅关乎居住安全,也直接影响改造工程的经济性与持续性。对典型结构及通常损伤机理进行有效识别,科学匹配加固施工技术,已成为更新工程中的关键技术任务之一。

1 老旧小区结构现状与加固需求分析

老旧小区普遍建于上世纪五六十年代至九十年代初,其结构类型以砖混结构和早期框架结构为主,部分简支梁楼板结构也广泛存在。这些建筑受限于当时的设计规范、施工工艺及材料条件,结构冗余度低,耐久性与抗震能力明显不足。经过长时间使用,不同程度的结构病害普遍出现,如楼板裂缝、墙体开裂、基础不均匀沉降、混凝土碳化与钢筋锈蚀等,严重影响建筑安全与功能完整性。此外,随着城市人口密度上升和建筑使用功能的变化,原有结构承载力面临新的挑战,加之部分加装设施带来的荷载增加,使房屋结构存在进一步失稳风险。在城市更新政策引导下,加固不仅是恢复结构安全的手段,也是实现建筑节能、功能提升与可持续利用的重要保障。尤其是在政策提倡原址改造、节约用地的背景下,相较于拆除重建,结构加固具有工期短、成本相对可控、社会干扰小等优势,成为提升老旧小区居住安全性与

使用寿命的首选路径^[1]。因此,系统识别结构问题、制定针对性加固方案,已成为城市更新实践中的技术核心。

2 老旧房屋结构加固施工技术体系

2.1 增设构件法

增设构件法通过引入钢筋混凝土或型钢构件补强原结构薄弱环节,需首先通过现场实测与结构复核确定需加固部位,一般集中在纵墙、楼板下部或柱梁连接节点等抗力不足区域。在砖混结构中,普遍做法为拆除原墙体抹灰层,沿墙角位置增设构造柱,并配套设置圈梁以形成封闭受力体系。构造柱钢筋多采用直径12mm以上的HRB400热轧带肋钢筋,通过钻孔植筋方式锚固至基础与楼板,锚固深度控制在15d以上,确保节点有效传力。圈梁施工需沿层高同步设置,钢筋绑扎完毕后整体模板安装与高标号细石混凝土浇筑同步完成。

在框架结构加固中,常采用增设斜撑或型钢支撑构件来提升抗震性能。型钢可采用H型钢或角钢,以螺栓连接或焊接方式与柱梁节点固定,焊缝需满足满焊规范,采用双面焊加强连接强度。为保证钢构件与原混凝土结构形成整体协同,需在接触界面加设高强注胶或加铺钢板缓冲层^[2]。施工时需搭设满堂脚手架,防止在改造过程中结构失稳,并通过临时支撑先行安装构件后再逐步加载。

2.2 外包钢与粘钢加固技术

外包钢与粘钢加固常用于柱、梁等受力构件的结构补强,图1所示为外包钢构造的典型示意图(r 为弧长所在圆

的半径)。外包钢加固法通过在原有柱体四周布设角钢和缀板,并采用焊缝形成封闭钢箍,配合缝隙注胶工艺,使新增钢构件与原柱紧密结合,增强其抗剪、抗弯和抗压性能。加固前需对原构件表面进行凿毛处理,清除松散层和污渍,确保钢构件与混凝土界面形成可靠结合。安装过程中,角钢沿构件四角布设,通过预制缀板水平连接,缀板与角钢焊接应采用连续满焊,以保证整体约束刚度;角钢与混凝土面之间需注入高强环氧胶或水泥基灌浆料,填充均匀无空隙,形成紧密封闭结构。

粘钢加固技术则适用于裂缝宽度较小但构件承载力不足的情况,主要依靠高强度胶黏剂将钢板直接贴附于受力面上。施工关键在于界面处理和黏结层控制。需使用钢丝刷和气枪彻底清理构件表面,裂缝区域填充环氧树脂浆液修复后进行表面打磨,保证平整度。选用 Q235B 等规格钢板,结合高强环氧树脂或聚氨酯胶,在构件与钢板双面均匀涂胶,并采用液压千斤顶施加恒定压力,确保钢板贴合紧密。为防止施工过程中位置偏移,可在两端设置临时锚固件固定。贴附完成后要求在常温环境下静置养护 48 小时,待胶黏剂完全固化后方可投入使用。两种技术在施工精度、界面质量和粘结可靠性上要求较高,适用于对结构性能提升要求严格的加固工程。

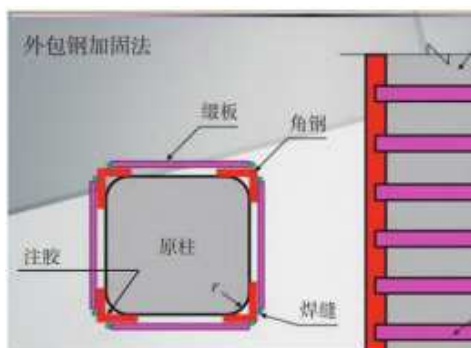


图 1 外包钢加固法

2.3 碳纤维布加固法

施工前需对原构件进行表面处理,采用角磨机将混凝土面打磨至无松散颗粒,并用吹风机清除粉尘,若表面存在裂缝,则需先注入环氧修补胶封闭处理,确保界面干净、干燥、平整。随后在处理好的表面涂刷一层

专用底涂胶,使碳纤维布与混凝土基层形成良好附着。根据构件承载方向裁剪碳纤维布,确保其沿主受力轴线布置,剪裁尺寸需留出搭接边界,纵向搭接长度不小于

200mm。主胶调配完成后,在底胶表干状态下用刮板将主胶均匀刮涂在混凝土表面,同时在碳纤维布背面同步涂胶。贴附时从一端向另一端缓慢推进,使用橡胶压辊将布材压实,滚压时要求力度均匀、方向一致,排除气泡并确保胶液充分浸润。若采用多层加固,应在前一层胶体未固化前连续施工下一层,避免界面失效。贴附完成后对边缘进行压封处理,防止布材翘起,并设置临时围护避免施工期内受扰。常温条件下自然养护 48 小时以上,不得施加外力^[3]。施工环境需控制在 5 ~ 35℃之间,相对湿度小于 80%,避免水汽影响树脂固化。施工中碳布必须保持干燥,严禁雨天或高湿操作。该方法对界面处理和施工顺序要求严格,任何胶液未固化或布材未压实均可能影响加固效果。

2.4 灌浆补强与植筋加固技术

灌浆补强与植筋加固常应用于墙体、柱体、基础等部位的结构修复和构造补强。灌浆补强主要针对混凝土构件中存在的细小裂缝,采用环氧树脂或无机水泥基材料作为灌浆料,通过压力注入裂缝内部,填充空隙、恢复整体性。施工前需对裂缝进行清理和密封处理,表面用环氧胶封闭,仅保留灌浆嘴位置。注浆时采用低压注入设备,压力控制在 0.2 ~ 0.3MPa,灌浆料沿缝隙充填直至溢出相邻嘴,完成后封闭注口并静置固化 24 ~ 48 小时。该法强调低粘度、高渗透材料的选用和灌注路径的合理设计,避免遗漏灌注区或局部空鼓,确保构件的整体闭合。

植筋加固主要用于新旧结构之间的力学连接,例如新增梁柱构件与原有结构的锚固,或损坏构件钢筋的恢复延伸。其原理是在混凝土内钻孔并注入高强粘结剂,将钢筋牢固锚入孔内,与原混凝土形成强连接体系。植筋位置和方向需依照结构图纸和受力方向进行精确定位,钻孔直径一般为钢筋直径的 1.5 倍,孔深控制在钢筋直径的 15 ~ 20 倍之间。粘结强度的理论计算可简化为以下模型:

$$F = \pi d l \tau \dots (1)$$

式中 F 为植筋粘结承载力, d 为钢筋直径, l 为锚固长度, τ 界面粘结强度。施工中需使用吹风机和毛刷清孔三次,注入量控制在孔容积的 2/3 至 3/4,插入钢筋后轻旋使其均匀布胶。固化期间避免扰动,常温下养护 48 小时后可加载。

3 典型工程案例分析

3.1 案例背景:某城市老旧小区加固改造工程概述

本工程位于华东某城市中心城区,属于典型上世纪 80

年代建成的砖混结构住宅小区,总建筑面积约2.6万平方米,包含六栋五层住宅楼。小区长期缺乏维护,普遍存在梁板开裂、墙体脱落、楼梯间沉降等结构性问题,居民反映建筑安全隐患频发。为配合城市更新行动,该项目被纳入地方政府主导的老旧小区改造计划,采用“原址保留+结构加固”方式实施整治,明确以结构安全提升为首要目标,综合应用多种施工加固技术,确保在不大规模拆除的前提下实现整体稳固与耐久性恢复^[4]。

3.2 技术实施

经现场结构检测与承载能力评估,发现一号楼与四号楼出现显著梁板裂缝与墙体错缝,结构整体刚度降低,楼梯间局部下沉,节点锈蚀明显,需综合采用增设构件、粘钢、碳纤维布与植筋加固等多种技术手段进行分区加固处理。

在一号楼一层框架梁中部位置,检测发现跨中裂缝宽度约0.3mm,梁挠度超限,初步采用粘钢加固法进行承载力提升。施工前对裂缝部位注入低黏度环氧树脂浆液封闭处理,并使用砂轮机将梁底打磨成粗糙界面,清理干净粉尘与油污。选用厚度6mm的Q235B钢板,按设计长度切割并双面涂布高强环氧胶,在梁底加压粘贴。采用液压千斤顶持续施压8小时,同时以螺栓临时锚固两端,48小时养护后完成钢板固化。随后对该区域梁进行荷载试验,挠度恢复至规范范围内,裂缝扩展趋势停止。

对于楼梯间侧墙与中部剪力墙,鉴于已有裂缝扩展且耐久性不足,施工中选用碳纤维布加固技术。操作中先将裂缝注胶封闭后进行打磨,整体涂布环氧底胶,采用双层CFRP布沿墙体竖向粘贴,利用压辊去除气泡并压实,搭接长度控制为200mm,24小时内完成自然养护。此措施有效提高剪切强度并封闭表面裂缝,增强墙体延性。

在四号楼首层角部柱体位置,结构检测评定其钢筋锈蚀严重、截面有效高度不足。采用外包钢加固法,沿柱体四角布设L型钢角,采用缀板满焊闭合,并注入无收缩灌浆料填充钢与混凝土之间缝隙。钢构件与柱体间界面通过凿毛及界面剂处理增强粘结力。焊接完成后统一涂装防腐涂层,确保后期耐久性能。

对于新增楼梯平台及雨棚构件,为确保新旧结构协同工作,采用植筋加固技术完成钢筋锚固与受力延续。施工前按设计图纸定位钻孔,孔径选为 $\Phi 18\text{mm}$,孔深270mm,清孔三次后注入A型高强植筋胶,插入HRB400级钢筋并轻

旋至底,静置固化48小时。在此过程中,锚固力按公式(1)计算,其中, $d=16\text{mm}$ 、 $l=270\text{mm}$ 、 $\tau=10\text{MPa}$,可计算出单根植筋的理论粘结承载力约为135.7kN,满足新增构件与原墙体的结构拉接强度要求。该方法确保构件连接可靠,避免因施工误差或节点位移引发结构脱节。整个施工过程中,施工单位建立全过程质量管控机制,每道加固工序均留存影像与实测数据,并配合第三方检测机构进行力学性能复核。

3.3 评估总结

本项目的结构加固实践不仅实现了构件物理性能的恢复,更在结构体系整体性与协同性方面体现出显著提升。从技术路径的选择到现场工艺的执行,逐步构建了以问题导向为核心、以构件功能重构为目标的综合加固逻辑。施工过程中所采用的增设构件、粘钢、碳纤维布及植筋等方法并非孤立操作,而是在具体构件的力学需求下形成了互补机制,使得原结构的薄弱环节得以重新纳入稳定的受力系统。加固不仅是材料的补强,更是结构性能的再设计,其效果取决于构件之间能否实现真实、有效的力学传递与协同受力^[5]。在本工程中,结构稳定性的根本改善,来自于施工全过程对节点连接、界面粘结、力流导向等关键环节的精准控制。此外,实践也表明,老旧小区加固不能简单等同于“恢复”,更应融入“提升”与“优化”的思维,从系统角度思考结构重塑与风险防控之间的内在关系,推动结构安全由“及格”向“稳定可持续”迈进。这一过程的核心经验在于,通过精细化的技术选型与深度响应的施工策略,赋予老旧结构新的性能逻辑与安全边界。

4 结语

老旧小区结构加固作为城市更新中的关键技术环节,其成效不仅关乎建筑本体的安全性能,更深层影响城市空间的延续与居民生活质量的提升。本研究通过典型技术路径的系统应用与工程实践验证,表明精确识别结构问题、因构择法、严控施工细节是实现加固效果的核心。未来在更广泛的城市更新实践中,应持续推进加固技术的集成化与施工管理的规范化,形成可复制、可推广的技术模式,为老龄建筑体系注入新的结构生命力,实现城市存量资源的安全与高效利用。

参考文献:

- [1] 徐仙送,毕廷辉.老旧小区建筑智能化改造策略研究[J].住宅与房地产,2025,(13):66-68.

[2] 韩天, 刘飞朋. 老旧小区改造中建筑结构加固技术探讨 [J]. 住宅与房地产, 2025, (13): 87-89.

[3] 随振江, 王超. 老旧小区综合加固及绿色改造技术研究 [J]. 住宅与房地产, 2025, (10): 102-104.

[4] 宁伟. 老旧小区改造难点及措施研究 [J]. 建设科技, 2024, (22): 18-20.

[5] 董慧群, 邵颖. 老旧小区质量隐患问题控制路径探讨 [C]// 中共沈阳市委, 沈阳市人民政府. 第二十一届沈阳科学学术年会论文集——社会科学类二等奖. 辽宁大学; 辽宁工程技术大学; 2024: 5-8.

作者简介: 袁传, 出生年月: 1993 年 9 月 男, 汉族, 大学本科学历, 研究方向为建筑施工、施工技术。