

建筑结构加固改造技术与应用

孙大俊

江西兴连达建设工程有限公司，江西赣州，341000；

摘要：在城市更新与既有建筑可持续发展的大背景下，建筑结构加固改造已成为工程领域备受关注的核心议题。既有建筑因服役年限增长出现材料老化，加之功能需求变更与规范标准提升，普遍面临结构性能衰减、安全储备不足等问题，加固改造技术则为解决这些问题提供了有效路径。本文结合当前建筑行业发展实际，系统梳理加固改造的核心价值与技术原则，深入探讨主流技术的作用机理与适用场景，分析应用中的关键影响因素及优化策略。研究旨在为实际工程中技术的科学选用与高效实施提供理论参考，助力既有建筑实现安全性能提升与生命周期延长，推动建筑行业绿色可持续发展。

关键词：建筑结构；加固改造技术；技术应用；结构性能；既有建筑

DOI：10.69979/3029-2727.25.11.096

引言

随着我国城镇化进程进入存量优化的关键阶段，大量既有建筑逐渐暴露出各类问题。部分建筑无法适应行车荷载升级，部分抗震等级不满足现行规范，还有些使用功能与现代需求严重脱节。若单纯采取拆除重建方式，不仅会造成巨大的资源浪费与环境污染，还可能破坏城市原有的历史风貌与空间肌理。建筑结构加固改造技术通过针对性修复、补强与优化，能以更低成本提升结构安全性能、拓展使用功能。它是践行绿色建筑理念、推动城市更新的重要技术支撑。当前加固改造技术虽向高效化、轻量化方向发展，但在技术选型、施工控制等方面仍有挑战，因此系统研究其技术与应用规律具有重要意义。

1 建筑结构加固改造的核心价值与技术原则

1.1 核心价值导向

加固改造的核心价值集中体现在安全保障、功能升级与资源节约三个关键维度。安全保障是首要且最基本的目标，通过专业技术手段弥补结构存在的缺陷，增强结构抵御地震、台风等各类灾害风险的能力，确保建筑使用过程中人员与财产的安全。功能升级聚焦于满足现代生产生活的实际需求，通过合理的结构调整实现空间布局优化，提升荷载承载能力，满足建筑功能拓展的要求。资源节约是其绿色属性的集中体现，相比传统的拆除重建模式，加固改造能大幅降低建材消耗与能源损耗，减少建筑垃圾的产生，符合建筑行业可持续发展的总体理念。

1.2 基本原则

加固改造工作必须严格遵循相应的技术原则，以确保工程质量与效果。安全性原则是核心，所有技术方案的制定都必须以结构安全为出发点，通过精准的结构计算与科学的方案论证，确保加固后结构的各项性能指标达到现行规范要求。经济性原则要求在满足功能需求的前提下，合理选择技术类型与建筑材料，严格控制工程成本，实现工程效益的最大化。兼容性原则强调加固技术与原有结构的适配性，在施工过程中需充分考虑原有结构的特性，避免对其造成二次损伤，确保新旧结构能够协同工作，发挥整体效能。

1.3 前期评估体系

前期评估是加固改造工作顺利开展的重要基础，其内容需全面且细致，覆盖结构现状勘察、损伤原因分析与性能需求定位等关键环节。结构现状勘察需通过专业的现场检测设备进行数据采集，明确结构构件的强度、变形、裂缝等核心指标，为后续工作提供基础数据。损伤原因分析要结合建筑的使用环境、服役历史等因素，深入甄别结构缺陷的根本诱因，避免仅针对表面问题制定方案。性能需求定位则需综合现行规范标准与使用方的实际需求，清晰确定加固后结构应达到的承载能力、抗震等级等性能目标，确保改造工作有的放矢。

2 主流建筑结构加固改造技术解析

2.1 传统技术优化

传统加固技术在长期实践中不断优化，仍在工程领域广泛应用。混凝土增大截面法通过增加构件截面尺寸与配筋量提升承载能力，适用于各类混凝土结构的缺陷修复。近年来，随着材料配比的优化与施工工艺的改进，

其加固效率与耐久性得到显著提升,施工周期也有所缩短。外包钢加固法利用钢材的高强度特性增强构件刚度与抗剪性能,分为干式与湿式两种形式。该方法施工速度较快,对结构原有空间影响较小,适用于受空间限制的梁柱加固场景。粘贴钢板加固法通过结构胶将钢板与构件表面紧密粘结,实现应力有效传递,施工便捷且对结构损伤小,在梁、板等构件的补强中应用普遍。

2.2 新型复合材料特性

新型复合材料凭借独特性能,在加固改造领域应用日益广泛。碳纤维布加固技术具有轻质高强、耐腐蚀的显著优势,在曲面构件与复杂结构加固中展现出独特价值。其施工无需大型设备,操作简便,能有效提升结构的抗裂与抗震性能,尤其适用于对自重敏感的结构加固。玄武岩纤维加固技术作为新兴方向,兼具环保与成本可控的特点,力学性能与碳纤维布相近。经过多年研究与实践,其在桥梁、工业厂房等领域的应用范围逐渐扩大。芳纶纤维加固技术则以优异的抗冲击性能见长,能有效抵抗动荷载作用,适用于桥梁、车间等存在动荷载的结构加固场景。

2.3 结构体系优化技术

结构体系优化类加固技术通过调整结构受力状态,提升整体性能。增设支撑加固法是常用手段之一,通过在结构薄弱部位增加支撑构件,重新分配结构内力,调整受力体系,降低原构件的荷载应力。该方法施工简单、成本较低,适用于框架结构与排架结构的整体稳定性提升。托梁拔柱技术通过科学的受力转换设计,在不影响建筑正常使用的前提下,实现柱体拆除与空间拓展,解决了传统改造中空间受限的问题,是功能改造中的关键技术。结构隔震与消能加固技术通过设置隔震层或消能器,消耗或隔离地震等灾害荷载,减少对主体结构的作用,为高烈度地震区既有建筑加固提供了有效解决方案。

3 建筑结构加固改造技术的应用影响因素

3.1 结构自身特性考量

结构自身特性是技术选型的核心依据,直接决定加固改造的技术路径。结构类型不同,加固技术差异明显,混凝土结构与钢结构的材料性能、受力特点存在本质区别,需结合各自材料特性选择适配方案。混凝土结构常面临裂缝、碳化问题,钢结构则易出现锈蚀,针对这些问题的加固技术各有侧重。服役年限与老化程度影响加固深度,老旧建筑材料劣化严重,除表面补强外,可能还需进行基础处理与构件翻新。结构损伤程度与分布决

定加固范围,局部损伤可采用针对性补强技术,整体性能不足则需从体系层面进行优化调整,确保加固全面有效。

3.2 外部环境约束

外部环境条件对加固改造技术的应用存在显著约束作用,需在方案设计中重点考量。地质与水文条件直接影响基础加固方案,软土地基承载能力弱,需采用注浆、换填等技术强化基础;潮湿环境下,钢筋易锈蚀,需优先选用耐腐蚀的加固材料与涂层技术。气候条件影响施工工艺与材料性能,高温地区结构胶易老化,需选择耐高温类型;严寒地区则要考虑材料的抗冻性,确保加固效果稳定。周边环境限制也不可忽视,临近居民区或重要设施的工程,需采用低噪音、低振动的精细化施工技术,减少对周边环境的干扰。

3.3 规范政策导向

规范标准与相关政策为加固改造工作提供明确的导向与依据,是技术应用的重要遵循。现行建筑结构设计规范对加固改造的各项技术指标作出详细规定,抗震、防火等专项规范的更新升级,要求技术方案随之调整优化,以满足更高的安全标准。绿色建筑评价标准推动加固改造向低碳环保方向发展,鼓励采用再生建材、环保型结构胶等绿色材料,推广节能型加固技术。

4 建筑结构加固改造技术的应用优化策略

4.1 技术选型匹配方法

技术选型的精细化匹配是提升加固效果的关键,需建立科学的决策流程。可构建“评估-选型-验证”的闭环流程,在全面结构评估的基础上,结合结构特性、环境条件等因素构建技术适配模型,实现技术方案与实际需求的精准匹配。同时要结合工程实际开展多方案比选,从技术可行性、经济性、耐久性等多个维度进行综合考量,避免单一技术应用的局限性,形成优势互补的组合方案。引入数字化模拟技术是提升选型科学性的有效手段,通过有限元分析软件对不同加固技术的应用效果进行模拟预测,为选型提供可靠的数据支撑。

4.2 施工质量控制

施工过程的质量控制是确保加固效果的核心环节,需建立完善的管理体系。强化材料进场检验是基础,对加固用钢材、纤维布、结构胶等关键材料,要严格核出厂合格证与性能检测报告,必要时进行抽样复检,建立材料质量追溯机制,杜绝不合格材料投入使用。推行施工全过程可视化监控,利用无人机航拍、传感器实时

监测等技术,对施工进度、构件变形、施工工艺等进行动态跟踪,及时发现施工偏差。完善施工质量验收标准,针对材料粘结、钢筋焊接等关键工序设置专项验收节点,严格执行验收程序,确保加固施工质量全程可控。

4.3 加固后运维管理

加固后结构的运维管理是延长建筑使用寿命的重要保障,需建立长效机制。建立长期监测体系是关键,在结构关键部位布设传感器,定期对结构的应力、变形、裂缝等性能指标进行检测评估,及时发现潜在问题并采取处理措施。制定针对性的运维保养方案,结合加固技术类型与结构特点,明确构件的维护周期与具体保养措施,如定期对钢结构进行防腐处理,对纤维布加固部位进行外观检查。搭建数字化运维平台,整合监测数据、施工记录与运维信息,实现数据的集中管理与分析,为运维决策提供支持,实现结构运维的智能化与高效化。

5 建筑结构加固改造技术的发展趋势

5.1 智能化技术融合

智能化技术与加固改造的深度融合是行业发展的重要趋势,推动技术应用向高效精准转变。BIM技术凭借可视化、参数化的优势,将实现加固改造全流程的数字化管理,从方案设计、施工模拟到运维监测形成一体化信息模型,有效提升各环节的协同效率。人工智能算法的应用将大幅提升结构评估的效率与精准度,通过深度学习技术对结构检测数据进行分析,实现损伤的自动识别、定位与诊断。

5.2 绿色低碳技术发展

绿色低碳理念推动加固改造技术向环保节能方向创新发展。新型环保加固材料的研发与应用成为重点,再生骨料、生物基材料等绿色建材的性能不断提升,其应用比例将逐步扩大,有效减少建筑废弃物的产生。节能型加固技术得到广泛推广,在加固过程中同步优化结构的保温与隔热性能,采用新型节能板材与保温涂层,实现加固与节能的协同效应,降低建筑运营阶段的能耗。模块化加固技术凭借施工便捷、效率高的特点,能显著降低施工过程中的能源消耗与碳排放,符合装配式建筑的发展趋势,在未来工程中应用前景广阔。

5.3 跨领域技术融合

跨领域技术的融合创新为加固改造技术发展注入

新动力,拓展技术应用的边界。航空航天领域的轻质高强材料技术,如高性能复合材料、特种合金等,逐步应用于建筑加固领域,显著提升加固技术的性能上限,在大跨度、高难度结构加固中发挥重要作用。机器人技术与自动化施工的结合,有效解决复杂环境下的施工难题,通过遥控机器人完成高空、狭小空间的加固作业,提高施工的安全性与精准度。大数据与云计算技术为加固改造提供强大的数据处理能力,对海量的结构监测数据、施工数据进行分析挖掘,为技术创新、方案优化与决策制定提供有力支撑。

6 结论

建筑结构加固改造技术是推动城市更新、实现既有建筑可持续发展的关键支撑。本文系统研究了加固改造技术的核心价值、主流技术类型、应用影响因素及优化策略,明确了安全、功能、环保的价值导向与相应技术原则。传统加固技术经过优化仍具实用价值,新型复合材料与智能化技术则为行业发展提供新方向。结构自身特性、外部环境与规范政策共同决定技术选型的科学性,而精细化选型、全过程质量控制与长效运维是确保加固效果的核心环节。未来,加固改造技术将朝着智能化、绿色化与跨领域融合的方向发展。研究成果可为实际工程提供理论参考,助力提升加固改造工程质量,推动建筑行业实现绿色低碳与高质量发展。

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] 欧阳宗华. 房屋建筑工程结构加固改造中存在的问题及技术研究[J]. 居业,2025,(07):61-63.
- [3] 汪钰长. 早期装配式框架结构建筑加固设计及管理研究[J]. 山西建筑,2025,51(14):51-56+95.
- [4] 王鹏程,赵来柱,沈波,等. 六筒仓工业结构加固改造为民用建筑施工技术研究[J]. 建筑技术,2025,56(11):1344-1348. DOI:10.13731/j.jzjs.2025.11.1344.
- [5] 刘配环. 建筑结构工程加固技术的质量控制措施——以上海某改造项目为例[J]. 建设科技,2025,(11):78-80.
- [6] 戴建琪. 基于窑尾改造的建筑结构加固方案设计[J]. 中国建筑金属结构,2025,24(11):46-48. D