

既有建筑结构加固改造技术与应用研究

杨白雪

湖北省建筑科学研究设计院股份有限公司 湖北 武汉 430060

【摘要】：原有建筑结构加固改造，能够改善存量建筑安全标准、使用条件与耐久性能。针对结构老化破损、使用功能调整、抗震标准升级各类现实状况，依托检测鉴定与性能评估开展工作，选用增大截面、粘贴纤维复合材料、外包钢及支撑体系等工艺，把控施工品质、节点构造与现场扰动情况。依托全寿命周期管控、低碳更新模式与运维监测体系，改善建筑改造实际效益，维系建筑资源长期循环使用。

【关键词】：既有建筑；结构加固；改造技术；安全评估；性能提升

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.086

引言

城市建设从增量扩张转向存量更新，既有建筑安全隐患与功能滞后问题愈发明显。受材料老化、结构破损、设计标准偏低及使用需求调整影响，部分建筑无法适配当前安全与空间利用需求。相较于拆除重建，结构加固改造可保留原有建筑资源，提升承载能力、抗震性能与使用价值，分析加固改造技术与应用路径，可提升既有建筑更新质量。

1 既有建筑结构安全隐患与改造需求分析

1.1 结构老化损伤对建筑安全性能的持续削弱影响

既有建筑长期使用中，结构构件受荷载反复作用、温湿度变化、环境侵蚀和材料自然劣化作用，产生裂缝扩展、混凝土碳化、钢筋锈蚀、砌体风化、节点松动等损伤。混凝土保护层无法包裹钢筋时，钢筋锈蚀膨胀会加剧构件截面完整性破坏，导致梁、板、柱等受力部位承载能力降低。砌体结构中，砂浆强度下降、墙体开裂及局部空鼓，降低墙体整体性和抗侧刚度，部分建筑伴有屋面渗漏、地下室潮湿、基础沉降等情况，引发结构变形累积。老化损伤不局限于单一构件，顺着受力路径波及整体结构安全，让建筑在正常使用荷载下面临挠度增大、裂缝加宽和局部承压不足等风险。

1.2 使用功能变化引发结构承载需求重新匹配问题

既有建筑改造普遍存在功能调整，住宅更换为办公场地、厂房转型商业空间、普通库房用作设备场地，各类场景下楼面活荷载、设备荷载与空间布局存在明显区别。原结构设计贴合建造阶段实际使用条件成型，后期增设隔墙、机电设备、屋面附属设施或是打造大跨度开阔空间，原有梁板体系无法适配全新受力标准^[1]。改造项目优化空间布局期间，拆改非承重墙体、开凿建筑洞口、挪动楼梯电梯位置，现场施工会扭转局部传力形式，打破结构原本平衡的受力状态。重型设备集中摆放产生

局部荷载峰值，催生板底裂缝、梁端剪切缺陷、柱轴压比超标等各类建筑隐患。

1.3 抗震标准提升下既有建筑面临的整体改造压力

早期既有建筑受当时设计规范、抗震设防理念和施工技术水平制约，普遍存在抗震构造措施缺失的问题，圈梁构造柱设置残缺、节点锚固长度短缺、楼盖整体性偏弱、结构平面布置杂乱。现行抗震要求侧重结构延性、整体协同受力和震后可修复能力，旧有建筑结构遭遇地震作用会产生薄弱层破坏、墙柱剪切破坏、节点脆性破坏隐患。多层砌体建筑横墙间距偏大，纵横墙衔接松散，地震环境中难以形成稳固抗侧体系。

2 既有建筑结构检测鉴定与性能评估方法

2.1 结构材料性能检测与隐蔽病害识别关键点

结构材料性能检测针对混凝土、钢筋、砌体、钢构件和基础材料各类主体开展，摸清材料强度、耐久水平与整体破损状态。回弹法、钻芯法、超声回弹综合法用于测定混凝土结构强度，依托碳化深度、氯离子含量、钢筋保护层厚度多项指标分辨耐久老化状态。钢筋检测核对直径、间距、锈蚀程度，比对现场实际排布和原有设计标准，资料缺失会造成建筑承载判定出现偏差。砌体结构查验砖块强度、砂浆饱满程度、墙体裂缝走向以及局部松散区域范围，隐蔽病害排查抛开表层裂缝单一观测方式，结合渗漏印记、构件形变、空鼓脱落、节点开裂、基础沉降各类现象，梳理病害产生根源和后续发展走向，为结构性能评定提供参考条件。

2.2 承载能力与抗震性能综合评估及风险判定

承载力评估依托现场检测数据、原设计资料与实际使用荷载搭建结构计算模型，完成梁、板、柱、墙体、节点和基础各类关键构件的受力复核。

作者简介：杨白雪（1994.12），女，汉族，湖北武汉人，硕士研究生，工程师，研究方向为建筑结构。

楼面荷载出现变动、构件截面出现损耗、材料强度逐年下降、连接节点存在损伤都会干扰整体计算结果。抗震性能评估聚焦结构体系完整状态、抗侧刚度分布情况、构造措施配置以及建筑薄弱区域方位,研判结构承受地震影响时的形变状态与损坏形式^[2]。建筑出现平面形态紊乱、竖向刚度落差明显、局部荷载超标或构件形变性能不足,开展分层级风险甄别工作。

2.3 加固改造前建筑结构整体适用性分析

加固改造前期开展结构整体适用性分析,结合建筑现状、改造目标、结构体系和施工条件的协调联系展开研究。既有建筑不同区域适配的加固形式各有区别,判定原结构留存使用的实际价值,核对改造后空间功能、荷载水平、设备布置和使用年限与结构承载储备的适配程度。建筑出现基础沉降、构件开裂、节点连接薄弱或结构体系不连续问题时,梳理整体传力路径的通畅状态,防止局部加固后产生全新的受力集中问题。

3 既有建筑结构加固改造关键技术应用

3.1 混凝土结构增大截面加固技术应用

混凝土结构增大截面加固技术适配梁、板、柱、墙等承重构件承载力不足或刚度偏弱的改造场景,原有构件外侧增设混凝土层搭配受力钢筋与构造钢筋让新旧材料协同承担整体受力。施工清理原构件表层疏松层、浮浆层和残留杂质,修补裂缝、蜂窝、露筋等结构缺陷,植筋、布设箍筋、涂刷界面剂强化不同材料的粘结效果。梁体受拉区域与侧边扩充截面,提升构件抗弯与抗剪基础性能,柱体外围包裹混凝土并加密箍筋排布,优化自身轴压承载力与结构延性。这类工艺整体结合效果稳定,适配承载标准大幅提升的既有建筑,构件外形尺寸与建筑自重会有所增加,结合基础实际条件与空间使用状态完成整体校核工作。

3.2 粘贴纤维复合材料加固技术应用

粘贴纤维复合材料多用于混凝土梁板承载力不足、构件裂缝管控严格或是施工空间狭小的改造项目。碳纤维布、玻璃纤维布自重偏小,抗拉性能与抗腐蚀表现稳定,依托专用结构胶贴合构件受拉区域、梁侧及柱体表层,构筑辅助受力表层^[3]。基层平整程度与含水数值需要合理把控,裂缝修补、棱角打磨、底胶涂刷、纤维铺设方位和搭接尺寸,都会干预最终加固成效。梁底铺贴纤维材料优化构件抗弯表现,梁侧斜向与竖向铺设强化整体抗剪水平,柱体环绕包裹纤维布料,强化结构束缚能力并提升形变韧性。

3.3 钢结构外包钢与支撑体系加固应用

钢结构外包钢与支撑体系加固可改善既有建筑关键构件承载水平和整体抗侧水平,混凝土柱、梁、节点外部布设角钢、钢板、缀板等型钢构件,依靠结构胶、化学锚栓、焊接、螺栓连接手段同原有构件组合形成统一受力体系。这类工艺强化构

件抗压、抗弯、抗剪表现,适配空间条件有限、荷载要求偏高的结构区域。框架建筑与大空间建筑搭配支撑体系改造,增设各类钢质支撑构件,调节结构侧向刚度分布,减小地震影响产生的层间位移变化。把控钢构件加工标准,稳固节点连接构造,落实防腐防火防护操作,规避新增构件和原结构出现传力断层问题。

4 既有建筑结构加固改造施工控制策略

4.1 加固施工过程中的质量控制重点

加固施工质量管控贯穿材料进场、基层处理、工序实施和验收检测全过程,建材入场核对钢筋、型钢、结构胶、纤维布、混凝土外加剂等产品合格资料与性能报告,各类强度等级、耐久指标契合工程既定设计标准。清除构件表层松散层、油污、粉尘和劣化混凝土,修补裂缝、孔洞、露筋各类破损位置,加固层与原有结构形成稳固粘结基础。现场作业把控植筋深度、锚固长度、钢筋绑扎位置、模板密实度、混凝土浇筑振捣和结构胶调配时效。隐蔽施工留存影像记录和检测数据,表层后期遮盖不会造成施工问题难以追溯,承重构件加固区域开展强度复核、拉拔检测和外观查验,规避空鼓、脱粘、夹渣和锚固失效等施工缺陷。

4.2 新旧结构连接节点施工控制措施

新旧结构连接节点把控加固改造里荷载传递与形变协调的核心作用,现场施工把控要保障衔接稳固,受力传导平稳,结构形变保持统一。植筋作业前期结合设计标注完成点位标定,避开内部原有钢筋、预埋管线及结构薄弱区域,钻孔深浅、孔洞大小与孔洞清理质量贴合锚固施工标准^[4]。化学锚栓与结构胶投入使用阶段,把控胶体填充状态,固化周期以及现场环境温度,孔内积灰、潮湿环境或是胶体用量不足,都会弱化材料粘结强度。钢构件贴合混凝土的接触表面保持平整贴合,螺栓锁紧状态、焊缝成型质量、防腐防护涂层以及节点加固构造,贴合既定设计标准。新增梁板构件、支撑结构与加固层衔接原有结构的位置,布设合理剪力传递构造,分散集中荷载带来的局部截面损伤。

4.3 加固改造施工安全与扰动控制方法

加固改造作业多在既有建筑内部开展,场地空间狭小,结构现状复杂,交叉工序繁杂,安全管控贴合原结构承载现状与施工荷载波动落实推进。拆除、开洞、凿除和钻孔各类操作开展前,分清构件实际受力属性,杜绝私自损毁承重墙、梁柱节点和基础关键部位。承载力薄弱或易产生形变的区域,布设临时支撑、卸荷装置与变形监测点位,约束施工阶段额外荷载带来的振动干扰,大型器械进场、建材堆放以及混凝土浇筑实行分区荷载管控,缓解楼板局部超负荷运行隐患。施工产生的外界干扰做好全面把控,保持运营状态的办公、住宅及公共建筑当中,选用低噪器械、湿法工艺、分区围挡搭配错峰施工模式。

高危作业范围布设警示标识与通行隔离设施,稳定建筑日常运转秩序,筑牢现场人员安全防护底线。

5 既有建筑结构加固改造应用成效提升路径

5.1 基于全寿命周期的加固方案优化

全寿命周期的加固方案优化,将结构安全、功能转换、维护成本和历史价值保护整合进统一决策框架。上海1933老场坊坐落于虹口区沙泾路10号、29号,曾是上海工部局宰牲场,1933年11月竣工,1934年1月投入使用,总建筑面积3.3万平方米左右,主体采用钢筋混凝土结构。2002年全面停产,2006年启动保护性修缮与改造,2007年11月完成更新,改造未进行大规模拆除,保留无梁楼盖、伞状柱帽、廊桥和螺旋楼梯等原有结构特征,兼顾结构修缮、空间重组与业态导入,让这座旧工业建筑从生产空间蜕变为文化创意园区。这类项目加固优化核心不追求单次施工成本最低,而是延长结构服役年限,减少重复维修投入,降低拆建资源损耗,提升持续运营价值。

5.2 绿色低碳理念下既有建筑更新实践

绿色低碳理念指引下的既有建筑更新,减少拆除重建产生的建筑垃圾、材料损耗与碳排放,将原有结构资源转化为可持续利用的空间载体。加固改造时,优先保留可修复安全性能的梁柱、楼板、墙体与基础,借助局部补强、构件修复、围护结构节能改造、机电系统更新提升建筑综合性能^[5]。外墙与屋面搭配保温隔热材料、节能门窗、遮阳构造及雨水导排措施改造,

降低后期运行能耗。室内空间调整规避过度拆改,采用轻质隔墙、装配式装修及可更换构件,减少湿作业与二次污染,材料选用注重耐久性、可回收性与施工便捷性,避免低质量材料引发短周期返修,绿色更新核心是让既有建筑在安全可控范围内持续发挥使用价值。

5.3 运维监测机制对改造效果持续保障

运维监测机制保障加固改造后结构长期性能稳定,核心覆盖结构变形、裂缝变化、沉降发展、钢构件腐蚀、节点连接状态及使用荷载变化。改造后承担商业、办公、展览或公共活动的建筑,人员流动频繁、设备布置多变、空间使用密集,楼面荷载与局部振动易产生波动,需建立定期巡查与专项检测制度。裂缝宽度、梁板挠度、柱脚锈蚀、支撑节点松动等指标做好记录台账,实时判断结构状态是否出现异常。重要部位布设沉降观测点、倾斜监测点及应变传感装置,连续跟踪关键数据,运维阶段严控擅自开洞、超载堆放、随意拆墙及新增大型设备等行为,维持加固改造效果长期稳定。

6 结语

既有建筑结构加固改造可提升建筑安全水平、延长使用年限,也是存量资源高效利用的关键路径。检测鉴定作为核心基础,结合结构损伤情况、功能调整需求与抗震标准,选定适配加固技术,严控施工质量。未来既有建筑更新融入全寿命周期管控、绿色低碳理念与智能监测技术,推动加固改造从单一结构补强,转向安全、节能、耐久与持续运维协同提升。

参考文献:

- [1] 肖公瑾.既有钢筋混凝土框架结构加固改造全过程施工模拟分析[J].江西建材,2025,(12):322-325.
- [2] 王楠.既有建筑改造工程加固工艺优化研究[C]//中国国土经济学会.2026智慧城市建设与创新发展研讨会论文集.宁夏建筑科学研究院集团股份有限公司,;2025:292-294.
- [3] 杨聪昆,周宏宇,王磊,等.既有建筑结构混凝土抗压强度试验研究[J].混凝土,2025,(12):25-30.
- [4] 陈陆陆.老旧建筑改造中的结构加固技术与施工工艺[C]//广西网络安全和信息化联合会.第十四届工程技术管理与数字化转型学术交流会议论文集(下册).南通华荣建设集团有限公司,;2025:285-287.
- [5] 韦智斌.建筑工程混凝土结构加固设计与应用研究[J].现代工程科技,2025,4(22):133-136.