

# 城市更新背景下老旧建筑改造工程设计研究

俞成祥

浙江绿城建筑设计有限公司, 浙江 杭州 310000

**[摘要]**伴随着我国新型城镇化高质量的发展,城市更新已经成为目前提高人居环境质量水平、破解发展难题、延续历史文脉的重要途径。老旧建筑抗震性能不足、承重体系老化成为了城市更新的关键载体,老旧建筑改造工程设计的合理性与科学性对改造质量、城市空间资源的高效利用以及城市的更新时效有着直接的影响。文章系统分析就建筑结构缺陷、功能置换需求及风貌保护,在此基础上构建体外预应力加固、空间复合重构与围护性能优化的改造技术体系,从而有效提升老旧建筑改造工程安全性能与城市空间品质,为存量建筑改造提供兼顾工程安全与城市更新的系统性解决方案。

**[关键词]**城市更新; 老旧建筑; 改造工程; 工程设计; 节能低碳

DOI: 10.33142/ect.v4i3.19408

中图分类号: TU984.12

文献标识码: A

## Research on the Design of Old Building Renovation Projects under the Background of Urban Renewal

YU Chengxiang

Zhejiang Green Town Architectural Design Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

**Abstract:** With the high-quality development of Chinese new urbanization, urban renewal has become an important way to improve the quality of living environment, solve development problems, and continue historical context. The inadequate seismic performance and aging load-bearing system of old buildings have become key carriers of urban renewal. The rationality and scientificity of the design of old building renovation projects have a direct impact on the quality of renovation, efficient utilization of urban spatial resources, and the timeliness of urban renewal. The article systematically analyzes the structural defects, functional replacement requirements, and style protection of buildings. Based on this, a renovation technology system is constructed, which includes external prestressing reinforcement, spatial composite reconstruction, and optimized enclosure performance. This effectively improves the safety performance and urban spatial quality of old building renovation projects, providing a systematic solution for the renovation of existing buildings that balances engineering safety and urban renewal.

**Keywords:** urban renewal; old buildings; renovation project; engineering design; energy-saving and low-carbon

### 引言

老旧建筑作为城市空间的重要组成部分,近些年来,随着城市的更新迈入存量发展的新阶段,老旧建筑正面临着多重的突出困境。因建成年代久远、设施老化,老旧建筑的结构安全隐患日益突出,对居住品质以及使用安全有着直接的影响。另外,老旧建筑的功能配置滞后于当代城市发展与居民生活需求,存在空间布局不合理、配套设施不完善等问题。另外,部分老旧建筑的历史风貌受到破坏。当前研究缺乏结构性能提升与城市文脉延续的系统性整合,制约了老旧建筑改造的质量与效果,难以发挥其应有的城市服务功能。基于此,本文研究在城市更新的大背景下,对老旧建筑结构安全维护、性能优化、功能复合重构的协同机制进行深入研究,构建城市更新导向的老旧建筑改造技术框架,为破解工程实施与城市发展目标脱节问题提供支撑。

### 1 改造设计需求分析

#### 1.1 结构缺陷诊断

老旧建筑在长期的使用过程中结构缺陷日益凸显,主要表现为构件损伤的积累,材料性能的退化,以及结构体

系冗余度不足,对建筑的使用安全有着直接的影响。不同结构类型的老旧建筑,其缺陷表现也存在一定的差异化。混凝土结构在长期的环境侵袭下导致钢筋发生锈蚀,甚至会造成混凝土保护层开裂;既有砌体结构因存在砂浆碳化剥落与砖体风化的问题降低砌体的承载能力,木结构建筑面临虫蛀腐朽与节点松脱风险,对结构的稳定性有着直接影响。老旧建筑在结构体系上的缺陷也较为突出,主要集中在传力路径不连续与抗震构造缺失,圈梁构造柱布置未形成完整闭合体系,横墙间距过大,导致抗侧刚度薄弱。单一的检测手段难以全面识别结构缺陷,因此,工作人员可以运用红外线成像技术对墙体的空鼓区域进行精准检测,基于非线性有限元分析的方法对结构整体的抗震性能进行精准评估,全面了解老旧建筑结构薄弱部位的分布特征、承载力的退化程度,以此为依据制定针对性的加固技术。

#### 1.2 功能置换需求

老旧建筑功能单一化和空间隔离的僵化特性很难与现代城市的生活服务需要相匹配,高冗余的楼层和密集的柱网限制了商业展示空间的布局,住宅的格局僵化妨碍了

办公功能的植入。功能置换要符合地域功能和业态匹配的原则，其中，以商业为主，以体验提升消费空间为目标，以嵌入公共文化为重点。打破原来的平面布局，通过拆掉墙体和楼板，建立一个开阔的中庭，采用钢结构的夹层来增加竖向交通的联系，并结合智能幕墙的设计，达到了最优的采光和通风效果。功能置换需平衡建筑遗产保护与空间适应性改造，在保持原有的空间肌理的前提下，增加新的功能模块。

### 1.3 风貌保护冲突

老旧建筑风貌保护与改造技术之间的冲突聚焦于保存历史特色和现代化性能提高的协调难题，传统的砌体修补方法存在工期长、造价高的问题，而现代加固技术的体外预应力加固易损伤立面砖的肌理，外墙保温层增厚造成檐口线脚的历史比例失调。风貌保护需要建立等级控制的机制，对重要的保护部分进行就地修复和隐蔽加固，进行适当的创造性设计。材料协调的矛盾体现在传统砌体材料的强度不足和新型复合材料在视觉上的差异上。为解决上述问题，通过搭建多学科协作平台，将结构工程师、文物保护专家和建筑者三方的技术决策有机结合起来，构建结构安全性增强和风貌保护的动态平衡机制。

## 2 城市更新改造技术策略

### 2.1 体外预应力加固

体外预应力加固的核心策略在于加固体系与功能需求、建筑形态的适配性设计。因此基于既有建筑的风格特点，对应力索的布置路径进行针对性的优化，建议优先运用隐蔽式的设计理念，在满足结构安全提升的前提下，可以有效避免加固构件外露破坏建筑原有肌理。其次，在老旧建筑物基础上，通过外加可控制的预拉力来重构结构的内力分配，以 T800 级 CFRP 为基材，选择 15.7mm 规格、镀锌层厚度  $\geq 100\mu\text{m}$ 、符合 C4 级防腐要求的钢丝绳，配合研制的多向可调锚固装置，以满足复杂空间的布筋要求。锚碇结构创新性地采用分离式承载结构，20mm 厚 Q355D 钢板通过数控等离子体切削，在锚碇下部安装聚四氟乙烯滑动支承。在设计的过程中充分围绕建筑结构破坏的特点，对预应力布筋方案进行动态优化，在混凝土结构的梁端区，设置了“U”形配筋，配筋间距为 100mm，配筋内嵌 FRP 网。对已有结构进行纳米改性环氧胶体触变指数  $\geq 4.5$ ，确保竖向施工过程中无流挂现象，固化后抗剪强度  $\geq 20\text{MPa}$ ，抗湿热老化能力提高 40%。再者，基于建筑功能更新的需求，通过预应力加固优化楼板的承载力，从而实现建筑空间的适配性，满足现代办公大开间改造的需求。在住宅的建筑更新中，对于空间利用率不高，户型狭窄的不足，在改造的过程中通过结合预应力加固调整墙体布局，从而扩展室内的使用空间，提高居住的舒适度。

### 2.2 空间复合重构

空间复合重构技术通过建立多维度空间联动机制，破

解既有建筑平面分隔固化与垂直交通低效的改造难题。对于老旧建筑单一功能的弊端，通过空间复合重构，从而实现空间功能的多元融合与高效利用，采用 200mm 间距轻钢龙骨隔墙构建可重组功能模块，龙骨截面尺寸  $60\times 27\text{mm}$  并预埋设备管线集成腔，配套研发滑轨嵌入式折叠门系统实现商业展示区与联合办公区的瞬时转换。在具体的改造过程中，可以将老旧厂房改造为集体闲体验、办公、文创展示于一体的复合空间，通过不同功能空间有助于提高空间的利用率。在老旧社区的改造过程中，通过将闲置配套用房重构为养老、社区服务、邻里社交于一体的复合空间，从而提高居民的生活质量。大跨空间改建工程中，弦杆为  $80\times 80\times 4\text{mm}$  的方管和  $80\times 160\text{mm}$  的胶合木梁，下弦为  $\Phi 12\text{mm}$  的不锈钢拉索，在节点区域内设置铸钢铰链支承，以缓解结构的温度变形。除此之外，注重空间的重构与优化，充分围绕建筑原有的结构基础，通过动线重构、采光优化、层高调整等设计手段从而打破原有空间的局限性。在老旧商业建筑的更新中，通过拆除冗余隔断，在设计的过程中，搭配采光顶，既有助于提高空间的通透性，而且有助于提高空间的层次感。在历史建筑的更新过程中，保留原有空间肌理的前提下，通过植入现代功能空间、局部重构可以让历史建筑在当代焕发新的活力。除此之外，在空间复合重构过程中，为了实现建筑与周边空间、城市环境的有机融合，通过连廊、外部庭院、建筑入口等空间的重构设计提高建筑的城市适配性。

### 2.3 围护性能优化

围护性能优化技术聚焦建筑外墙与屋面系统的材料性能提高与结构层级重构为核心，以节能减排为目标。采用石墨聚苯板和岩棉条复合构造外墙保温系统，其中石墨聚苯板的热导率小于  $0.032\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，采用垂直错缝粘贴的方式，外层用不锈钢螺栓固定，使其具有连续的绝热性能，内侧有大分子隔汽膜，防止水蒸气渗透。屋面改造选用挤塑聚苯板倒置式保温构造，板间缝隙采用聚氨酯发泡填充，防水层铺设 TPO 高分子卷材并延伸至女儿墙泛水部位，卷材搭接缝实施热风焊接形成完整防水界面。门窗系统的升级，是基于断桥铝合金型材和三玻双腔 Low-E 中空玻璃的结合，型材内部填充聚酰胺线，并在其内部填充多条密封带，使其具有较好的散热效果。在门窗洞口处，使用预压型胀圈和有机硅橡胶的组合密封技术，在窗洞和墙壁之间留有变形缝，再用 EPDM 胶条进行防水处理，从而达到了 8 级的气密性。幕墙系统改造引入单元式装配技术，外层的复合铝片和内层的蜂窝石片用铝合金龙骨进行连接，在板缝处设有弹性的有机硅密封胶，并保留了热膨胀的补偿空间，采用三维可调整的连接件对现有结构进行适应性改造。在改造的整个过程中，对围护结构的气密性进行了严格的控制，在墙体开口处采用了钢套管和聚氨酯泡沫进行封闭，而在穿墙管道的周围，则使用了橡胶止

水圈和防水涂料的双重密封。将原有建筑外墙凸出部分改建为与排水系统相结合的装饰性线条,在其内侧设有导水槽和不锈钢丝,外侧喷氟碳涂层,以提高其耐候性。

### 3 城市更新契合度

#### 3.1 功能复合提升验证

功能复合提升验证体系,重点检验滑轨式隔断系统、钢木复合楼板和垂直交通核改造技术优化等对动力适应性的支撑效果。以 BIM 空间拓扑分析为基础,以商业展示、联办公、文化沙龙等多个场景,对不同开闭状态下的轻钢龙骨隔墙预埋设备腔对强弱电管线自适应布局进行评估。垂直交通核改造中,悬挑楼梯流线组织效率经行人运动仿真软件验证,重点分析旋转半径与踏步高度对双向人流疏散能力的提升。钢木组合桁架体系的空间跨度优势在功能复合验证中,体现在设备管线集成能力,检测桁架内预留管廊对主风管与消防干管的承载稳定性,评估防火涂层对管线防护的持久性。毛细管网辐射系统与装配式吊顶协同效应,通过热环境模拟验证,测试金属格栅对辐射传热的影响,结合气流组织分析,确认空气龄与温度梯度控制水平。智能化控制系统验证聚焦传感节点与空间模式的交互,评估数据反馈对通风系统的响应效率,为老旧建筑改造提供决策依据。

#### 3.2 街区风貌协调度

验证更新技术对历史街区空间肌理和物质特性的连续性,建立建筑立面形态-材质肌理-街道尺度的协同评估体系。在此基础上,利用 3D 激光扫描技术,获得修缮后的建筑与邻近古建筑的立面比例,并利用材料光谱技术,对比修复后的砌体结构与原有建筑的一致性。围护性能优化技术中的仿古陶板幕墙系统保留传统砌筑分缝模数,外墙保温层厚度控制确保檐口出挑比例符合历史街道界面特征。街区风貌协调度验证需验证技术实施后建筑体量分割、立面虚实比例与街道空间节奏的匹配程度,重点考察改造建筑与周边环境的空间渗透关系。

#### 3.3 可持续运营效益

可持续运营效益验证体系整合体外预应力加固、围护性能优化与空间复合重构技术的协同作用,重点评估技术实施对建筑全生命周期运维成本与能源消耗的优化效能。利用无损锚固系统及耐蚀材料,减少后期维修次数,验证水热耦合作用下钢绞线环氧涂层与碳纤维玄武岩保护层的耐久性能。在围护性能优化方面,将 TPO 屋面系统和三玻两腔外窗相结合,通过建筑能耗仿真来验证其降温效果,并对其昼夜温差进行动态调控。垂直交通核改造形成协同运维模型,围护结构气密性控制技术验证长期稳定

性及幕墙更换的成本节约效应。空间复合重构技术验证钢木组合桁架对设备管线扩容的兼容性,评估装配式吊顶对智能化设备更新的适配性。

### 4 结论与进展

在城市化发展下,城市更新步伐加快,为了给人们提供舒适、健康的居住环境。本研究构建集成结构诊断、空间重构与围护优化老旧建筑改造技术体系,钢木复合桁架系统支撑功能空间动态适配,体外预应力锚固体系实现非侵入式结构补强,围护性能优化模块形成热工与气密性控制闭环,为存量建筑改造提供兼顾安全性能、功能弹性与可持续管理的解决方案,推动城市建成环境迭代升级。未来可探索数字化、智能化设计技术在老旧建筑改造中的深度应用,结合“双碳”目标要求,探索新型节能材料、可再生能源技术的集成应用,结合不同类型老旧建筑的特点,探索“修旧如旧”与“新旧融合”的平衡点,实现老旧小区和城镇化建设的一体化发展。

#### [参考文献]

- [1]陈伟.智能建造技术在城市更新中的协同效应分析[J].中国建筑金属结构,2025,24(4):55-57.
  - [2]蒋纹,周晶,冯曼迪,等.城市更新利益公共还原模式研究[J].浙江建筑,2025,42(1):92-95.
  - [3]张华.公共管理视域下的城市老旧住宅改造设计策略初探[J].住宅产业,2024(12):68-70.
  - [4]程舒娴.基于城市更新背景下老旧小区微改造建筑设计研究[J].住宅产业,2024(9):47-49.
  - [5]万明亮,周甦.既有建筑改造消防水系统设计探讨[J].给水排水,2021,57(11):313-315.
  - [6]王涵宇.城市更新背景下青岛老旧小区改造策略研究——以胶州市新立街片区改造为例[J].城市建筑,2024,21(21):80-84.
  - [7]刘明理,张占军,辛建浩,等.城市更新背景下老旧小区改造策略研究——以莲池区先锋机械厂小区改造为例[J].城市建筑空间,2024,31(10):44-46.
  - [8]杨润霖.城市更新背景下老旧小区宅间空间挖掘与利用的设计策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(29):37-39.
  - [9]肖苏洋.城市更新背景下老旧小区改造项目设计思路探究[J].中华建设,2024(7):101-103.
  - [10]王涛,曾庆达.青州传承延续历史文脉激发历史文化街区新活力[J].城乡建设,2025(6):50-53.
- 作者简介:俞成祥,所学专业:建筑学,当前工作单位:浙江绿城建筑设计有限公司。