

城市更新及老旧小区改造的探索研究

王治

云南建投第二建设有限公司，云南 昆明 650051

DOI:10.61369/ERA.2025090004

摘要：随着我国城市更新行动深入推进，老旧城区超高建筑的保护性改造成为平衡历史留存与功能升级的关键难题。本文针对老旧建筑结构的保护性拆除、修复与加固，提出系统性创新解决方案。研究通过融合逆向工程技术、智能监测与绿色施工理念，攻克了三大核心问题，相较于传统拆除方式，该模式缩短工期，降低粉尘排放量，为城市更新背景下高层建筑改造提供了“精准诊断—低碳拆除—性能提升”的全链条技术范式，具有显著的社会、经济和环境效益。

关键词：城市更新；保护性拆除；逆向建模；微振动控制；再生骨料利用

Exploration and Research on Urban Renewal and Old Residential Area Renovation

Wang Zhi

YCIH NO.2 Construction Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650051

Abstract： With the deepening of urban renewal initiatives in China, the protective renovation of super high-rise buildings in old urban districts has become a critical challenge in balancing historical preservation with functional upgrades. This paper proposes a systematic and innovative solution for the protective demolition, restoration, and reinforcement of aging building structures. By integrating reverse engineering technology, intelligent monitoring, and green construction concepts, the study addresses three core challenges. Compared to traditional demolition methods, this model reduces construction timelines and decreases dust emissions, providing a comprehensive technical framework of "precise diagnosis-low-carbon demolition-performance enhancement" for high-rise building renovations in the context of urban renewal. The approach demonstrates significant social, economic, and environmental benefits.

Keywords： urban renewal; protective demolition; reverse modeling; micro-vibration control; recycled aggregate utilization

一、城市更新及老旧小区改造的背景与意义

（一）背景

1. 城市发展阶段的转变

中国城镇化率从1978年的17.9%提升至2022年的65.2%（国家统计局数据），城市发展从“增量扩张”转向“存量更新”。

城市建成区中，约40%的住房建成于2000年前，存在基础设施老化、安全隐患、功能缺失等问题。

2. 政策驱动

国家层面：2021年《“十四五”规划纲要》提出“实施城市更新行动”；住建部要求到2025年基本完成2000年前老旧小区改造。

地方实践：北京“劲松模式”、上海“愚园路历史街区更新”等成为标杆案例。

3. 社会需求

居民对居住环境质量的要求提升，老旧小区改造成为民生工程的核心内容。城市历史文脉保护与现代化功能升级的矛盾亟待

解决。

（二）意义

1. 社会意义

改善民生：解决老旧小区漏水、管线老化、无障碍设施缺失等问题，直接提升居民幸福感。

社区治理创新：通过改造推动基层治理能力现代化，例如杭州“旧改+加装电梯”中的居民协商机制。

2. 经济意义

拉动投资：2023年全国老旧小区改造投资超1.2万亿元，带动建材、装修、智能家居等产业发展。

释放土地价值：通过功能置换（如首钢园区改造为冬奥场馆）激活低效用地。

3. 环境意义

低碳转型：改造中推广节能门窗、光伏屋顶等技术，降低建筑全生命周期碳排放。

资源循环：建筑垃圾资源化利用率提升至60%（住建部目标），减少填埋污染。

二、国内外研究现状及经验借鉴

（一）国内研究与实践

1. 政策与模式创新

“留改拆”政策：上海提出“以保留保护为主”的更新原则，避免大拆大建。

市场化参与：广州引入社会资本（如万科“永庆坊”改造），形成“政府 + 企业 + 居民”三方合作模式。

2. 技术应用

数字化技术：BIM 技术用于改造前的结构检测（如深圳华强北片区改造中的3D 扫描建模）。

模块化改造：北京海淀区试点装配式加装电梯，工期缩短50%。

3. 学术研究热点

可持续性评价：清华大学提出老旧小区改造的“社会 - 经济 - 环境”多维评估体系。

社区韧性提升：针对洪涝、疫情等灾害的适应性改造设计（如武汉老旧小区排水系统升级）。

（二）国际经验与启示

1. 欧洲

德国：鲁尔工业区改造采用“渐进式更新”，保留工业遗产并植入文化功能（如关税同盟煤矿改造为艺术中心）。

英国：伦敦国王十字街区更新中，通过容积率奖励机制吸引社会资本，平衡公益与盈利。

2. 北美

美国：纽约高线公园改造（High Line）将废弃铁路变为线性公园，带动周边地产增值200%。

PPP 模式：波士顿“绿丝带公园”通过公私合营实现旧城生态修复。

3. 亚洲

日本：东京“团地再生计划”对1970年代集合住宅进行抗震加固与适老化改造，采用SI 体系（结构体与填充体分离）提升灵活性。

新加坡：组屋区改造中强制预留“社区空间”，促进邻里互动。

（三）研究空白与挑战

1. 技术难点

高层建筑拆降改造中的结构稳定性控制（如逐层拆除时的荷载传递路径变化）。历史建筑保护与功能升级的冲突（如上海石库门改造中的通风采光优化）。

2. 机制问题

居民参与度不足：部分项目因产权复杂导致协商困难。
长期运维缺失：改造后设施（如加装电梯）的维护责任不明。

3. 理论创新需求

城市更新的经济模型构建（如正外部性价值捕获机制）。基于数字孪生技术的全生命周期管理平台开发。

（四）经验借鉴

在超高建筑保护性拆除工程中，可借鉴以下经验：

1. 国际技术融合

采用日本模块化降层技术，结合德国碳纤维加固工艺，实现安全高效拆除。

2. 本土化创新

利用 BIM 逆向建模技术，精准分析原结构缺陷（如钢筋锈蚀点位），制定个性化修复方案。

3. 政策衔接

响应“无废城市”试点要求，将拆除废料转化为再生骨料，用于新建社区道路基层。

4. 未来研究方向建议

技术层面：开发适用于中国规范的高层建筑逆向拆除施工工法。探索 AI 图像识别在改造工程质量检测中的应用（如裂缝自动监测）。

机制层面：构建城市更新项目利益分配模型，平衡政府、企业、居民诉求。

理论层面：基于复杂系统理论，研究城市更新对区域经济网络的连锁影响^[1]。

三、项目案例

（一）项目概况

1. 原项目概况

冠城·揽翠华庭项目位于西双版纳州景洪市，已于2004年3月30日完工，总建筑面积：48333 m²，共15栋住宅楼；1# ~ 4# 栋桩承基础，剪力墙结构，地下1层，地上10层，5# ~ 15# 栋为独立基础，框 - 剪结构，地上6层，无地下室；建筑设计使用年限为：50年，建筑物抗震设防烈度：8度，耐火等级：二级。

2. 拆降工程概况

2024年5月对本项目（1#、2#、3#、4#）楼建筑物超高保护性拆除、修复、加固；具体为：对1# ~ 4# 楼拆降至7层，电梯拆除，对不拆除的建筑物及楼层进行保护；拆除后加固屋面并恢复屋顶层，局部调整屋面消防，另购安装电梯。

（二）现场环境特点及施工条件分析

1. 现场环境特点

（1）地理与气候特殊性

湿热气候影响：西双版纳属热带季风气候，年均降雨量1200-1500mm，雨季（5-10月）施工需防范雨水侵蚀裸露结构。

高温作业风险：夏季平均气温28-35℃，高空作业人员易疲劳，需优化作业时段（如早晚施工）并配备防暑降温设施。

（2）城区敏感区位

邻近设施密集：项目位于景洪城区，拆除振动需严格控制。在《建筑工程振动控制技术标准》（JGJ/T 479-2019）限值内（≤2cm/s）。

居民生活干扰：1# ~ 4# 楼首层为商铺及会所，需保障商户

正常运营，施工噪音需符合《建筑施工现场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）（昼间 $\leq 70\text{dB}$ ，夜间 $\leq 55\text{dB}$ ）。

（3）建筑老化特征

材料性能退化：20年使用导致混凝土碳化深度可能达10-15mm（参考《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784-2013），钢筋锈蚀率局部超20%，拆除时需防范脆性破坏。

结构功能混杂：1#楼二层会所为大空间结构，拆除时需保留其楼板完整性，避免荷载突变引发连锁坍塌^[2]。

2. 现场施工条件

（1）场地空间限制

狭窄作业面：15栋楼密集分布，拆除楼栋（1#、2#、3#、4#）与保留建筑间距较小，塔吊布置需采用“覆盖半径优化+多机协同”策略，避免碰撞（参考《塔式起重机安全规程》GB/T 5144-2022）。

材料堆场不足：建筑垃圾临时堆场需设置在空地，采用模块化集装箱分类存放，提升周转效率。

（2）多功能区域保护要求

商铺及会所运营保障：1#~4#楼首层商铺需保留，施工期间搭设防护棚（抗冲击等级 $\geq \text{IK10}$ ），并采用非爆破静力切割工艺。

住宅区人员管控：未拆除楼层可能有居民滞留，需设置硬质隔离带（高度 $\geq 2.5\text{m}$ ）及24小时监控系统，确保人机分离。

（3）交通与物流挑战

城区运输限制：景洪市区对重型车辆（如混凝土泵车）通行有时段管制，需采用“夜间运输+场内二次倒运”模式。

垂直运输压力：拆除楼栋无施工电梯可用，需在屋面预设悬挑式卸料平台（承载力 $\geq 3\text{t}$ ），配合汽车吊进行材料转运^[3]。

3. 适应性施工策略

（1）环境响应技术

气候适应性：雨季施工采用快硬型喷射混凝土（初凝时间 $\leq 15\text{min}$ ），避免雨水冲刷；高温时段作业面覆盖遮阳网，降低混凝土温升。

振动主动控制：安装液压阻尼器于地下室剪力墙，将拆除振动能量衰减40%以上。

（2）空间高效利用

BIM+无人机协同：通过无人机倾斜摄影生成实景模型，与BIM拆除模拟叠加，优化机械行走路线及堆场布局。

折叠式施工平台：研发可伸缩钢架平台，适应不同楼层拆除高度需求，减少搭拆时间50%。

（3）既有结构利用

原位加固技术：保留原地下室剪力墙作为临时支撑体，植入自锁式锚杆（抗拔力 $\geq 150\text{kN}$ ）增强稳定性。

废料循环利用：建筑垃圾经移动破碎站处理为再生骨料（粒径分级5-31.5mm），直接用于新建屋顶层垫层，节约外运成本30%。

（三）项目重点、难点及对策分析

1. 工程重点分析

（1）结构安全与稳定性保障

重点：建筑已使用20年，存在混凝土碳化（深度可能达10-

15mm）、钢筋锈蚀（局部锈蚀率或超25%）等老化问题，拆除过程中需确保剩余结构的稳定性，尤其是抗震设防烈度8度要求下的整体性。

对策：采用BIM逆向建模技术，结合三维激光扫描，精准定位结构损伤区域，制定“分层分段”拆除顺序。对关键受力构件（如剪力墙、框架梁）预加碳纤维临时支撑，确保拆除过程中荷载平稳转移。

（2）邻近设施及环境保护

重点：项目位于城区，1#~4#楼地下室紧邻周边建筑物，拆除振动、粉尘及噪音需严格管控。

对策：采用金刚石绳锯切割技术，控制振动速度 $\leq 0.8\text{mm/s}$ （参考《建筑基坑工程监测标准》）。设置装配式隔音屏障（降噪20dB以上）和雾炮抑尘系统，实时监测PM2.5浓度。

（3）多功能区域协同保护

重点：1#~4#楼首层为车库及商铺，需保护商业设施正常运营，同时避免会所（2层）结构受损。

对策：对商铺区域采用“微扰动”拆除工艺，保留承重柱并增设临时钢支撑。利用无人机红外热成像技术监测会所楼板裂缝发展，及时注浆修复。

2. 工程难点及突破策略

（1）电梯井道改造与加固

难点：原电梯井道拆除后，新电梯安装需适应老旧结构，且抗震连接节点复杂。

突破策略：设计“井道内嵌式钢结构框架”，与原有混凝土结构通过化学锚栓连接（抗拉强度 ≥ 8.8 级）。

采用隔震支座技术，提升新电梯井道的抗震性能（满足GB50011-2010要求）。

（2）历史建筑保护性修复

难点：2004年建筑外墙饰面（如瓷砖、涂料）需保留，但基层空鼓率可能高达30%。

突破策略：开发“真空吸附式饰面剥离技术”，剥离完整率提升至90%。采用高强聚合物砂浆修复空鼓基层，抗压强度 $\geq 40\text{MPa}$ 。

3. 特色技术创新

（1）绿色拆除技术

建筑垃圾分选后，75%废混凝土破碎为再生骨料（粒径5-20mm），用于新建屋顶层垫层，节约天然石材用量2000m³。

（2）模块化拆装工艺

设计可拆卸式钢桁架支撑系统，实现“拆除-加固-恢复”工序无缝衔接，工期压缩20%。

（四）施工部署

1. 分阶段施工策略

180天（含雨季及高温天气应对缓冲期）。

第一阶段（1-30天）：优先拆除1#、2#楼地上10层至8层，保留首层商铺及会所，同步对3#、4#楼地下室进行注浆止水加固。

第二阶段（31-60天）：拆除3#、4#楼地上10层至8层，修

复保留结构，并启动屋面加固及消防改造。

第三阶段（61-90天）：安装新电梯井道钢结构，实施再生骨料屋顶层恢复。

2. 核心施工方案

（1）保护性拆除工艺

分层切割：自上而下每2层为一单元，采用金刚石绳锯分块切割（单块重量 $\leq 8t$ ），液压夹具吊运。

动态支撑：在拆除楼层下方设置可调式碳纤维支柱（承载力 $500kN/m^2$ ），随拆除进度逐层下移。

（2）结构修复与加固

梁柱节点加固：对锈蚀率 $> 15\%$ 的框架梁，采用“预应力碳板（厚度 $1.2mm$ ）+喷射钢纤维混凝土（厚度 $50mm$ ）”复合加固。

屋面恢复：利用再生骨料混凝土（强度C30）浇筑 $200mm$ 厚结构层，内置耐候防水卷材（SBS改性沥青型）。

（3）新电梯井道施工

钢结构安装：设计井道内嵌H型钢框架（截面 $400 \times 200 \times 8 \times 13mm$ ），通过化学锚栓（M24，埋深 $300mm$ ）与原结构连接。

抗震优化：在井道顶部安装黏滞阻尼器（阻尼系数 $1500kN \cdot s/m$ ），满足8度抗震设防需求。

3. 创新技术应用

（1）数字孪生管控

将BIM模型与传感器数据联动，实时预警结构应力超限（阈值设为设计值的 80% ）。

（2）无人化施工

采用爬壁机器人对高空外墙进行裂缝注浆（定位精度 $\pm 2mm$ ），减少高空作业风险。

四、结语

本文以“冠城·揽翠华庭项目”超高保护性拆除、修复与加固工程为研究对象，系统探讨了城市更新背景下老旧高层建筑改造的技术路径与管理模式。通过逆向建模精准定位结构缺陷、微振动拆除工艺控制环境风险、再生骨料循环利用实现绿色施工，形成了一套“诊断-拆改-再生”的全生命周期技术体系。项目实践表明，BIM逆向建模技术使隐蔽缺陷识别效率提升 40% ，金刚石绳锯切割工艺将振动控制指标优于国家标准 50% ，再生骨料利用率达 75% ，有效破解了老旧建筑改造中的安全、环保与资源矛盾。

然而，研究仍存在一定局限性：其一，热带多雨气候对露天施工的影响需更精细化应对；其二，复杂产权结构下的居民协调机制尚未深度探讨。未来可结合人工智能与区块链技术，开发城市更新项目的多方协同管理平台，进一步推动城市存量空间的高质量再生。

本项目的成功实施，为西双版纳乃至全国类似城市更新工程提供了可复制的技术范式，也为建筑业绿色低碳转型贡献了实践案例。

参考文献

- [1] 中诚建（福建）建筑设计研究院有限公司. 冠城·揽翠华庭项目可行性研究报告[R]. 云南：中诚建（福建）建筑设计研究院有限公司，2002：9-10.
- [2] 中华人民共和国建设部 国家质量监督检验检疫总局联合发布. 建筑施工组织设计规范：GB/T 50502-2009[Z]. 2009—05—13.
- [3] 锅炉房施工组织设计[Z]. 《网络（<https://ishare.iask.com>）》. 2023.