

GIS 技术在城乡老旧建筑微更新规划设计中的应用与实践

文 / 潘俊豪 深圳市蕾奥规划设计咨询股份有限公司

摘要：随着城乡发展进入存量优化阶段，老旧建筑的微更新成为提升城乡品质、延续历史文脉的重要举措。地理信息系统（GIS）技术凭借其强大的空间分析与数据处理能力，为城乡老旧建筑微更新规划设计提供了新的思路与方法。本文深入剖析 GIS 技术的基本原理，阐述其在城乡老旧建筑微更新规划设计中的应用价值，并结合实际案例，探讨具体的应用策略与实践成果，以推动城乡老旧建筑微更新的科学、高效开展。

关键词：GIS 技术；城乡老旧建筑；微更新；规划设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.20.049

引言

在城乡建设的长期发展历程中，积累了大量老旧建筑，在功能、结构、环境等方面暴露出诸多问题，难以满足现代社会的使用需求。传统的大规模拆除重建模式不仅成本高昂，还易造成资源浪费与历史文化的破坏。在此背景下，微更新理念应运而生，强调以小规模、渐进式的方式对老旧建筑进行改造与优化，实现功能提升、环境改善与文化遗产的有机统一。GIS 技术作为现代信息技术的重要组成部分，能够对地理空间数据进行采集、存储、管理、分析与可视化表达，为老旧建筑微更新规划设计提供了丰富的数据支持与强大的分析工具，有助于规划设计人员全面、精准地把握老旧建筑现状，制定科学合理的更新策略，提高微更新项目的质量与效益。

一、GIS 技术的基本原理

GIS 技术以空间信息处理为核心，通过矢量数据表达建筑轮廓道路网络等离散实体，以栅格数据存储遥感影像数字高程模型等连续场信息，两类数据借空间坐标关联，支持属性数据与空间位置双向查询^[1]。空间分析为技术核心，可实现多图层叠置分析、实体影响范围缓冲区分析、资源配置网络分析，结合核密度估计等挖掘空间分布规律^[2]。可视化技术依托三维建模构建虚拟环境，将结果转化为直观形式，为城乡老旧建筑微更新提供从数据输入到决策支持的完整技术链路，支撑量化分析与可视化表达。

二、城乡老旧建筑微更新规划设计中 GIS 技术的应用价值

（一）精准把握现状

传统方式对城乡老旧建筑现状调研多依赖人工实地勘查与经验判断，效率低且准确性有限。GIS 技术可整合多源数据，全面、精准呈现老旧建筑现状。通过对高分辨率遥感影像的分析，能快速识别建筑分布、规模及建筑密度等信息；结合实地 GPS 测量与建筑图纸数字化，可获取建筑的详细位置、结构类型、层数等属性，为后续更新策略制定提供了详实可靠的数据基础，避免因现状把握不清导致的规划失误^[3]。

（二）科学制定更新策略

在微更新规划设计中，合理确定更新策略至关重要。GIS 的空间分析功能可辅助规划设计人员从多个维度分析数据，制定科学策略。通过对人口、就业岗位分布及交通流量等数据的综合分析，能够明确老旧建筑功能优化方向，如在人口密集且就业岗位以服务业为主的区域，将部分老旧建筑改造为商业服务设施，满足居民生活需求。

（三）提升公众参与度

公众参与是城乡老旧建筑微更新成功的关键因素之一。GIS 的可视化特性为公众参与提供了良好平台。通过构建基于 GIS 的公众参与系统，将规划设计方案以直观易懂的地图、三维模型形式展示给公众，公众可通过互联网等方式参与互动，提出意见与建议，增强了公众对微更新项目的认同感与参与感，使规划设计更好地满足居民实际需求，促进项目顺利实施。

三、城乡老旧建筑微更新规划设计中 GIS 技术的应用策略

（一）多源数据整合与管理

多源数据整合是 GIS 技术支撑老旧建筑微更新的基础环节，其核心在于构建覆盖建筑本体、环境要素与社会经济维度的空间数据库。数据采集阶段需采用三级精度控制体系：针对建筑单体，通过 RTK-GPS 获取厘米级坐标，结合激光扫描生成点云模型以提取结构尺寸、立面肌理等细节特征；对于街区尺度，采用 0.5 米分辨率无人机遥感影像解译建筑密度、屋顶形态等信息，并整合市政部门提供的地下管线矢量数据；社会经济数据则通过人口普查数据空间化、POI 兴趣点爬取及问卷调查数字化等方式获取，形成包含建筑使用强度、居民需求偏好的属性数据集^[4]。

数据管理采用时空数据库架构，通过 ArcSDE 空间数据引擎实现矢量数据与关系型数据库的关联，对建筑年代、结构类型等静态属性与改造过程中的动态监测数据进行分层存储。建立数据质量控制机制，通过拓扑检查消除空间数据的几何偏差，采用标准差椭圆法校验多源数据的空间一致性，利用属性域约束确保非空间数据的逻辑合理性。最终形成的数据库需满足 OGC 标准，支持

WebGIS 平台的增量更新与多终端访问，为后续现状评估与方案推演提供标准化数据接口。

（二）基于 GIS 的现状评估

基于 GIS 的现状评估需构建多维度指标体系，实现对老旧建筑物理状态与功能价值的量化诊断。在建筑本体评估层面，通过空间叠加分析将激光点云生成的结构变形数据与建筑年代属性关联，采用自然断点法划分结构安全等级；结合高光谱遥感反演的墙面材质劣化程度，在 GIS 平台构建建筑破损指数模型，其表达式为：

$$BDI=0.4D+0.3M+0.3L$$

式中，BDI 为建筑破损指数，取值范围 0-1；D 为结构变形值，通过激光点云数据与设计基准值的偏差计算获得；M 为材质劣化系数，基于高光谱反射率特征反演确定；L 为构件缺失率，通过实地核查与建筑构件总数的比值求得。

环境适配性评估聚焦空间交互关系，利用网络分析模块计算建筑至公共服务设施的加权平均出行时间，生成 5 分钟、10 分钟生活圈覆盖热力图；通过日照分析工具模拟不同季节建筑采光时长，结合通风潜力指数基于数字地形模型的流体力学模拟结果，识别需优先改造的环境短板区域。评估结果通过三维可视化技术实现动态展示，在 ArcScene 平台中以不同颜色与透明度渲染建筑模型，同步关联属性数据表与实景照片，支持评估指标的交互式查询与阈值调整，形成可追溯的现状诊断报告。

（三）基于 GIS 的更新方案模拟与优化

更新方案模拟需建立空间性能与设计参数的映射关系。在功能布局优化中，采用空间句法计算整合度与选择度指标，模拟不同功能置换方案下的人流集散效率，通过调整建筑出入口位置与内部流线组织，使核心功能区整合度提升。结合土地混合使用模型，将商业、社区服务等功能模块在 GIS 平台进行多情景排列，生成功能兼容性热力图，筛选出空间耦合度最高的组合方案^[5]。

形态控制层面依托三维建模技术构建参数化模型（如图 1），将建筑高度材质等设计要素转化为可量化变量。通过引入城市设计导则约束条件，在 GIS 环境中自动校验方案与周边建筑的天际线协调性，计算容积率奖励系数与风貌保护指数的动态平衡关系。



图 1 建筑模型

技术验证阶段需整合多因子模拟结果。利用 GIS 空间分析模块叠加日照间距分析通风潜力评估与噪声扩散模拟数据，生成环境适宜性分区。建立成本效益评估模型，将改造工程量与预期收益数据关联至空间单元，通过加权叠加分析确定投入产出比最优的更新时序。最终形成的优化方案需满足所有约束条件且各项性能指标较初始方案提升，并以动态可视化方式呈现方案迭代过程。

（四）基于 GIS 的项目实施与监测

项目实施阶段需构建 GIS 动态管控体系。进度管理采用时空切片技术，将施工总计划分解为周度空间单元，在 GIS 平台标注各区域施工状态，通过与基准计划的叠合分析生成进度偏差热力图。引入挣值管理模型，将已完成工程量与投资额关联至空间实体，计算成本绩效指数与进度绩效指数，当指数偏离阈值 10% 时自动触发预警机制。

质量监测依托物联网感知网络，在建筑结构关键节点布设传感器，实时采集沉降位移振动等数据，通过 GIS 空间插值生成监测参数等值线图。建立结构安全评估模型，将监测数据与设计阈值对比，计算安全系数并映射至三维模型，当系数低于 0.8 时启动应急响应流程。环境监测方面，整合噪声扬尘监测数据，生成时空分布热力图，结合周边敏感点分布划定施工影响范围^[6]。公众反馈机制通过 GIS 公众参与平台实现，居民可在三维场景中标注意见建议，系统自动将反馈信息关联至空间坐标并分类统计。项目全过程数据需形成不可篡改的时空数据库，为后续评估与类似项目提供基准参照。

四、实践分析

（一）项目概况

本实践案例选取某历史文化街区，总用地面积 18.6 公顷，现存建筑 127 栋，其中砖木结构占比 63%，砖混结构占比 37%，街区保留有骑楼商铺、天井院落等特色建筑形态。当前街区存在三类突出问题：建筑结构安全方面，38% 的建筑存在墙体开裂、木构件腐朽等病害；功能适配性方面，72% 的建筑仍沿用传统居住功能，缺乏公共服务设施，土地混合使用度仅 0.32；基础设施方面，给水管网漏损率达 28%，道路平均宽度 2.7m，消防车通行困难。因此，启动的微更新项目，以“风貌保护—功能织补—民生改善”为目标，采用 GIS 技术支撑全流程规划设计。

（二）GIS 技术应用过程

1. 数据采集与整合

项目采用“空天地”一体化数据采集方案，航空端通过固定翼无人机获取 0.05m 分辨率 DOM 数据并生成数字表面模型，地面运用三维激光扫描完成 127 栋建筑外立面及室内空间点云采集且点密度达 50 点/cm²，地下管线数据结合市政档案数字化与探地雷达探测获取，修正偏差 ≤ 0.3m；建筑属性数据整合分两类，历史建筑采

用“双盲校核法”比对1953年地籍图与现状测绘数据以补充建成年代、结构类型等属性，普通建筑通过现场普查录入使用功能、破损等级等信息，形成含28项指标的属性数据库；空间基准统一采用2000国家大地坐标系，经FME工具无损转换，构建含17个矢量图层、5个栅格数据集的地理数据库，属性记录8962条，数据冗余度 $\leq 3\%$ ，为后续分析提供标准化支撑。

2. 现状评估

基于整合数据库开展多维度评估，建筑本体层面采用BDI模型计算，将激光点云提取的结构变形值、高光谱反演的材质劣化系数与现场核查的构件缺失率加权运算，结果显示127栋建筑中32栋BDI > 0.6 需优先加固；环境适配性评估通过网络分析生成公共服务设施500m覆盖盲区图，叠加日照模拟结果发现28%建筑冬季采光时长 $< 3h$ ；功能绩效评估结合POI密度与手机信令数据，采用核密度估计识别出3处功能冗余区与5处服务缺口，通过空间自相关分析确定Moran's I指数为0.37，呈弱集聚分布特征，评估结果以三维可视化模型呈现，为更新策略制定提供量化依据。

3. 更新方案制定与优化

依据评估结果构建多情景方案库，功能置换采用空间句法模拟3种业态组合，经整合度指标测算确定将12栋BDI > 0.6 建筑改造为社区服务中心，使500m服务半径覆盖率提升至89%；形态优化通过参数化模型调整历史建筑立面改造参数，经形态相似度算法校验，确定保留72%传统构件的方案；技术验证叠加3轮环境模拟结果，将日照达标率 $< 60\%$ 区域的建筑高度降低0.8m，噪声敏感区增设隔声屏障，最终方案较初始版本的综合效益指数提升23%，通过三维动态演示获stakeholder共识。

4. 项目实施与监测

项目实施阶段搭建GIS进度管控平台，将施工计划分解为12个空间单元，通过周度影像比对生成进度偏差图，当3处区域滞后计划7天时启动赶工方案；质量监测在28个结构关键节点布设传感器，实时采集沉降数据并生成等值线图，预警阈值设为0.03m，期间触发2次预警均及时处置；环境监测叠加噪声扬尘数据，划定施工影响区并动态调整作业时间，结合公众参与平台收集的156条反馈，对5处公共空间设计微调，全过程数据形成时空数据库，为竣工验收提供完整技术档案。

（三）应用效果

项目通过GIS技术应用实现多维度提升，规划阶段数据处理效率较传统方法提高60%，现状评估精度达92%，避免3处因信息误判导致的设计缺陷；实施阶段依托进度管控平台使工期缩短12天，质量监测系统将结构安全隐患处置响应时间压缩至4小时内；综合效

益方面，经改造后建筑BDI均值降至0.32，公共服务设施500m覆盖率提升至91%，历史建筑风貌保护指数达0.87，具体指标改善情况如表1所示，技术应用使项目投资回报率提高8.3%，验证了GIS在微更新中的实践价值。

表1 项目关键指标改善对比

| 指标 | 改造前 | 改造后 | 提升幅度 |
|-----------|------|------|------|
| 建筑BDI均值 | 0.58 | 0.32 | 45% |
| 500m设施覆盖率 | 67% | 91% | 36% |
| 工期达标率 | 85% | 98% | 15% |
| 风貌保护指数 | 0.62 | 0.87 | 40% |

结语

GIS技术凭借其空间数据处理、分析与可视化等强大功能，在城乡老旧建筑微更新规划设计中具有重要的应用价值与广阔的应用前景。通过多源数据整合、现状精准评估、更新方案模拟优化以及项目实施监测等应用策略，能够有效提升城乡老旧建筑微更新规划设计的科学性、合理性与可操作性，促进历史文化保护与城乡品质提升。随着信息技术的不断发展，GIS技术将持续升级完善，为城乡老旧建筑微更新乃至整个城乡规划建设领域提供更加强有力的技术支持，助力城乡实现可持续发展。

参考文献

- [1] 拜振国, 林强. 城市规划设计中GIS技术的应用分析[J]. 工程技术研究, 2022, 7(23): 89-91.
- [2] 毛羚. 基于GIS的开封市城市更新价值评估方法研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023, (03): 60-62.
- [3] 邓京虎. 基于GIS的城市空间规划应用研究[J]. 新城建科技, 2023, 32(24): 115-117.
- [4] 李迎彬. 基于GIS的历史村落保护更新规划的应用——以昆明市高新区马金铺化城村历史文化保护与更新规划为例[J]. 《规划师》论丛, 2023, (00): 486-496.
- [5] 李晨阳, 张启帆, 宋保光, 符景, 朱纪罡, 韩冰. AI、大数据和GIS在城市体检平台中的融合应用[J]. 城市勘测, 2025, (S1): 142-149.
- [6] 李川疆, 王博. GIS测量技术在城市规划中的运用分析[J]. 低碳世界, 2021, 11(12): 77-79.