引文格式：高俊,柳春生,淦立琴,等. 面向城市更新的实景三维平台设计与实现[J]. 地理空间信息, 2023, 21(9): 120-123. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.09.029

面向城市更新的实景三维平台设计与实现

高　俊[1,2,3]，柳春生[1,2,3]，淦立琴[1,2,3]，何　骞[1,2,3]
（1. 广州市城市规划勘测设计研究院，广东 广州 510060；2. 广州市资源规划和海洋科技协同创新中心，广东 广州 510060；
3. 广东省城市感知与监测预警企业重点实验室，广东 广州 510060）

摘　要：充分了解城市更新政府主管部门业务需求，结合城市实景三维数据情况，基于二三维一体可视化技术构建了面向城市更新的实景三维可视化平台。研究了二三维数据融合、二三维数据可视化等关键技术，设计了支撑GIS、BIM、视频等实景三维数据一体化融合展示的开发框架，实现了城市更新二三维场景综合展示、项目跟踪监管、经济测算分析、规范性审查等功能，为城市实景三维场景组织调度、多场景融合可视化提供技术参考，为城市更新立体空间精细化管理提供决策支撑。以广州市番禺区为例，验证了平台搭建的可行性和有效性。

关键词：城市更新；二三维可视化；数据组织；多场景融合
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）09-0120-04

Design and Implementation of 3D Real Scene Platform for Urban Renewal

GAO Jun[1,2,3], LIU Chunsheng[1,2,3], GAN Liqin[1,2,3], HE Qian[1,2,3]
(1. Guangzhou Urban Planning & Design Survey Research Institute, Guangzhou 510060, China;
2. Guangzhou Collaborative Innovation Center of Natural Resources Planning and Marine Technology, Guangzhou 510060, China;
3. Guangdong Enterprise Key Laboratory for Urban Sensing, Monitoring and Early Warning, Guangzhou 510060, China)

Abstract: With full understanding of the business needs of urban renewal government departments, and combining with the urban 3D real scene data, we constructed a 3D real scene visualization platform for urban renewal based on the 2/3D integrated visualization technology. We studied the key technologies such as 2/3D data fusion and 2/3D data visualization, designed a development framework supporting the integration display of 3D real scene data such as GIS, BIM and video, and realized the functions of 2/3D scene comprehensive display, project tracking and supervision, economic calculation and analysis, and normative review, which could provide technical reference for the organization and scheduling of urban 3D real scene and the visualization of multi-scene fusion, and decision support for the fine management of 3D space of urban renewal. Taking Panyu District of Guangzhou City for example, we verified the feasibility and effectiveness of this platform.

Key words: urban renewal, 2/3D visualization, data organization, multi-scene fusion

城市更新是推动城市高质量发展的重要环节[1]。近年来，城市更新摒弃推倒重来的简单方式，逐步转向精细化运营的更新方向[2]。构建基础时空信息底板是实现智慧城市内部多源、异构、海量数据间的关联与融合[3]，保障各类智慧应用正常运转，实现城市精细化治理的前提[4]。在城市更新持续深化过程中，土地管制和开发的复杂程度将越来越高，土地成本与收益的计算和评估以及规划改造方案的成果展示均需三维可视化表达与量算分析的支撑，以提升城市更新工作的有效性和精细程度。目前城市更新改造一般通过图片、二维空间数据进行区位、现状分析，而实景三维现状模型可直观感受、认识改造范围的全貌，有利于全面掌握改造区域现状，合理安排改造工作。因此，城市更新工作有必要充分结合倾斜摄影测量、BIM、物联传感、大数据等技术，积极响应城市治理体系和治理能力现代化的需要，低成本、高效快速构建全覆盖的实景三维管理体系。本文以倾斜摄影模型为基础，融合BIM、影像、点云、视频、街景、基础调查、土地权属、建筑专题、空间规划等二三维数据，形成二三维一体化的城市更新数据底板；并进行平台总体框架与功能设计，实现二三维数据一体化综合展示、全要素信息查询、专题统计分析等功能，为

收稿日期：2022-02-28；修回日期：2022-06-17。
项目来源：广州市资源规划和海洋科技协同创新中心资助项目（2023B04J0301、2023B04J0326）；广东省城市感知与监测预警企业重点实验室基金资助项目（2020B121202019）；广州市城市规划勘测设计研究院科技基金资助项目（RDI2210202130）。
第一作者简介：高俊（1993—），硕士，研究方向为城市更新、实景三维、时空大数据，E-mail：928559834@qq.com。
通信作者：柳春生（1993—），硕士，研究方向为城市更新、实景三维、数据分析，E-mail：liuchunsheng@whu.edu.cn。

广州市番禺区城市更新精细化管理提供有力支撑。

1　平台需求分析与设计

城市更新实景三维可视化平台面向城市更新精细化管理需要，集成二三维GIS、BIM、物联传感等技术，构建二三维场景综合展示、“一张图”辅助决策管理、精细化经济测算、现状动态分析评价、规范性审查等模块，为城市更新综合管理提供二三维数据展示和分析解决方案。平台基于B/S模式，后端采用分布式数据库部署，支撑统一标准的数据服务发布；前端集成开源的WebGL技术，实现二三维一体化的城市更新综合展示平台[5]。

1.1　需求分析

城市更新业务流程复杂，涉及基础数据调查、方案编制与审批、项目监管、用地报批、供地与报建等各个阶段。面向城市更新精细化管理的需要，对城市更新管理进行以下优化：①在数据管理方面，需提供在线管理平台，实现二三维数据的集成管理，解决城市更新基础数据管理上的痛点；②在数据展示方面，需提供在线可视化平台，实现二三维数据的综合展示，优化数据单机展示的不足；③在数据分析方面，需要限高分析、可视域分析等三维分析功能，降低业务人员决策成本；④在城市更新项目监管方面，接入在线视频监控、全景照片等数据，探索一种全新的监管方式，提升监管效率。

1.2　总体框架设计

平台总体框架设计遵循分层架构的思想，采用面向服务体系架构，建立平台对外扩展和异构关联机制，设计形成了包括基础设施层、数据支撑层、服务管理层、平台应用层的二三维一体可视化框架[6]。

1）基础设施层将计算资源、存储资源、网络资源、物联传感设施等物理资源和安全环境、软件环境等软件资源进行整合，形成动态可扩展的高性能计算环境、大容量存储环境、安全接入环境，满足多源数据接入、海量数据存储、多类型用户并发应用和信息公开共享查询的需要。

2）数据支撑层由基础地理信息数据库、实景三维数据库、城市更新业务数据库组成，其中基础地理信息数据库主要包括电子地图、遥感影像、地形等测绘地理信息数据；实景三维数据库主要包括倾斜摄影模型、BIM模型、物联传感等数据；城市更新业务数据库主要包括城市更新普查数据、城市更新专项规划数据、城市更新项目数据等业务数据。该层实现数据的统一组织、存储和管理，为服务管理层各类服务提供重要的数据支撑。

3）服务管理层在基础设施层和数据支撑层的基础上，融合管理二维数据服务、三维数据服务、监控视频服务、全景照片服务、业务分析查询服务、规划审查服务等服务接口，构成平台数据共享开发与集成框架，实现平台内数据的集成共享和关联互动。

4）平台应用层提供城市更新业务信息的查询、统计、分析、展示、管理等功能，包括二三维场景综合展示、“一张图”辅助决策管理、精细化经济测算、现状动态分析评价、规范性审查等功能模块，支撑城市更新工作向精细化管理方向发展。

1.3　功能设计

结合办公室、统筹策划科、项目审核科、土地整备和建设监督科等番禺区城市更新局下属科室业务内容，需求调研要点集中在区策划方案编制和审核、规划调整和具体实施工作、划定城市更新范围的意见、城市更新项目跟踪监管等方面；并以此为依据开展平台功能设计，主要包括多源数据接入、数据处理入库、三维场景展示、辅助决策分析、专题分析评价和平台运维管理6个部分。

梳理各部门数据现状，整合测绘地理信息、规划、BIM、物联传感、全景照片等数据，采用统一的标准和规范，实现多源数据的接入、处理、入库与管理；针对不同应用场景，采用一套技术框架实现实景三维地形场景、BIM场景、视频、全景等多场景的集成与展示，支持多场景切换与漫游；在统一的可视化界面上，实现改造范围叠加分析、改造项目联动分析、城市更新数据查询展示、多屏比对和限高分析等基础分析功能，支撑城市更新业务决策分析；为满足城市更新专题业务需要，开发精细化经济测算、规范性审查、现状分析评价等专题分析模块，推动城市更新业务向智能化、便捷化方向发展；平台运维管理主要侧重于平台安全运维、用户管理和更新迭代等方面，保障平台能在安全、稳定的环境中持续运行。

2　关键技术研究

2.1　二三维数据融合

城市全空间信息数据具有多尺度、多时空、多维动态等特征，实现多模态时空数据的集成管理是平台搭建的关键。本文将在统一空间参考、统一数据编码、统一数据分类等标准下[7]，对城市更新数据进行

融合集成管理。

1）数据收集和整理。收集现有的遥感影像、电子地图、地形图、倾斜摄影模型、视频等实景三维数据进行整理和分类，形成空间数据基础；收集城市更新业务数据，并对数据进行空间落图，实现业务数据空间化。

2）数据格式转换。在统一时空基准下，对数据进行坐标转换处理，采用格式转换软件对多源数据进行格式转换，形成统一的数据组织形式，打破多源数据难以在同一场景展示的屏障，为数据的分级调用和可视化展示奠定基础。

3）数据轻量化处理。对BIM数据进行数模分离处理，分开存储空间信息和非空间信息，并通过唯一ID关联；通过参数化描述规则几何，完成几何体的绘制，减少存储空间；通过简化三角面、移除重复顶点和面、外壳提取等方式对三维模型进行轻量化处理，提高可视化渲染效率[8]。

4）数据编辑融合。通过数据编辑融合工具实现BIM、视频与倾斜摄影模型的融合；通过模型编辑进行倾斜摄影模型压平和BIM模型替换，并完成模型接边和属性挂接，实现BIM与实景三维场景的融合；通过监控摄像头的位置和姿态信息，将监控视频的实时画面投射到实景三维场景，融合后的三维场景不会因倾斜、旋转等操作而产生变形或错位。

2.2 二三维数据可视化

本文基于WebGL技术在浏览器端进行二三维数据可视化展示，解决了海量二三维数据流畅加载、多场景融合渲染等问题。在数据组织调度方面，对于影像、地形等基础地理信息数据，采用“均匀分块+金字塔分层”的方式实现矢量、栅格数据的组织和调度[9]；对于倾斜摄影模型、BIM等三维数据，顾及其结构复杂、纹理数据众多等特征，通过数据轻量化处理减少单个对象的数据量，并结合几何对象索引模式实现模型数据的高效存储检索和组织调度[10]。在场景融合渲染方面，基于符号渲染、物理渲染和图形渲染等引擎对矢量、栅格、三维模型等数据进行渲染展示，实现灯光、日照、天气等渲染特效，满足场景漫游需要，实现视频、全景与三维场景的融合渲染，并支持多场景切换展示，满足不同业务需要。

2.3 精细化经济测算

为提升城市更新智能化管理水平，依托人口、经济、建筑、土地等城市更新基础调查数据，根据城市更新业务需要，开发更新改造成本测算、产业建设量核查等计算模型。

1）更新改造成本测算。对改造范围内更新改造各环节成本进行测算，包括前期费用、拆迁费用、复建费用、拆迁奖励以及土地出让金等成本测算。

2）产业建设量核查。依据《广州市城市更新实现产城融合职住平衡的操作指引》进行产业建设量计算和圈层合规性审查，实现改造范围与圈层空间范围的叠合分析，测算产业建筑量，并对产业建设量规范性审查结果进行提示。

3 应用实践

本文选取广州市番禺区作为实验区。近年来为促进城市更新工作的发展，广州市政府多次出台相关政策，番禺区政府也积极响应上级部门的要求，基于本区现状推动城市更新工作往精细化、科学化方向发展。本文采用实景三维等新技术，以番禺区为试点，助力城市更新工作向智慧化方向发展。以番禺区2021年采集制作的数字真正射影像、数字高程模型、数字表面模型和倾斜摄影模型为基础数据，搭建番禺区实景三维空间底板；通过图层管理模块实现二三维数据统一加载和图层显隐控制等功能，以满足城市更新中查看改造范围内基本情况的需求（图1）。



图1 二三维一体化数据展示

为提高城市更新工作的效率和科学决策能力，平台提供审查分析功能，通过融合BIM和实景三维场景，用户可在规划阶段查看未建区域BIM模型三维场景，为规范性审查提供辅助决策支撑；用户还可在已建成区域查看BIM模型三维场景，结合量算、压平等基础功能，辅助判断城市更新改造是否按照规划设计建设（图2）。



图2 BIM三维场景融合

城市更新项目跟踪监管工作主要涉及用地报批进

度跟踪、拆迁进度跟踪、建设进度跟踪、固定资产投资进度跟踪等方面，其中拆迁进度和建设进度跟踪工作存在跟进难度大、跟踪不及时等问题。平台通过融合监控视频与三维场景将城市更新改造场地的现场情况实时展示在三维场景中，便于工作人员实时查看城市更新项目进展，达到项目跟踪监管的目的（图3）。



图3　视频三维场景融合

平台具备接入全景数据的能力，实现实景三维场景与全景数据的分屏联动展示，可为用户提供更全面的视角，并可根据需要切换场景，丰富了城市更新业务人员获取现实环境信息的途径（图4）。



图4　全景三维场景融合

4　结　语

本文基于城市更新业务对实景三维技术的需要，从GIS、BIM、视频等多源数据融合入手，结合二三维一体可视化技术，以广州市番禺区为例，打造了一个面向城市更新业务的实景三维可视化平台，并验证了平台的可行性与可靠性，为城市实景三维数据应用于城市更新业务提供了新思路。研究表明，城市实景三维技术能更加直观地对城市立体空间内的物理环境、地物形态、事件动态进行连续、精细的表达，进而满足城市更新日益增长的精细化管理需要。

参考文献

[1] 王丽艳，薛颖，王振坡. 城市更新、创新街区与城市高质量发展[J]. 城市发展研究，2020，27(1):67-74

[2] 梅耀林，王承华，李琳琳. 走向有机更新的老旧小区改造:江苏老旧小区改造技术指南编制研究[J]. 城市规划，2022，46(2):108-118

[3] 杨梅，周勍，杨卫军，等. 智慧城市时空大数据汇聚系统关键技术研究[J]. 测绘与空间地理息，2019，42(9):78-80

[4] 蒯希，贺彪，郭仁忠，等. 面向城市精细化治理的“地楼房权人”实体构建[J]. 测绘工程，2021，30(6):40-45

[5] 马钢，张学之，马礼. 基于WebGL的三维市政管网管理系统设计及实现[J]. 测绘与空间地理信息，2021，44(增刊1):171-173

[6] 陈凯，曾诗晴，张俊，等. 地上地下一体化三维系统建设研究:以成都市为例[J]. 城市勘测，2021(5):79-84

[7] 陈瑞. 数字同心地理空间框架建设项目的设计与实现[J]. 智能建筑与智慧城市，2018(11):113-114

[8] 周文，郭燕燕，邹伟林，等. 轻量化城市信息模型(CIM)构建技术研究[J]. 地理信息世界，2021，28(4):119-123

[9] 朱庆，陈兴旺，丁雨淋，等. 视觉感知驱动的三维城市场景数据组织与调度方法[J]. 西南交通大学学报，2017，52(5):869-876

[10] 吴掠桅，崔蓓，俞蔚. 智慧城市时空数据三维可视化设计与关键技术[J]. 地理空间信息，2021，19(7):9-11

(上接第114页)

间信息，2021，19(12):89-90

[5] 何青，孟洋洋，李华智. 多层次编码—解码网络遥感图像建筑物分割[J]. 计算机应用研究，2021，38(8):2 510-2 514

[6] 杨腾飞，申培松，田雪，等. 对象云存储中分类分级数据的访问控制方法[J]. 软件学报，2017，28(9):2 334-2 353

[7] 吴琰，唐小明. 基于HBase的分布式空间数据库技术[J]. 吉林大学学报(理学版)，2016，54(6):1 355-1 360

[8] 邱峰. 基于HBase的时空数据的存储与查询技术研究[D]. 西安:西安电子科技大学，2019

[9] 李瑞远. 大规模轨迹数据的分布式管理与分析[D]. 西安:西安电子科技大学，2020

[10] 王文静，秦维，孟圆华，等. 面向城市治理提升的转型探索:重庆城市体检总结与思考[J]. 城市规划，2021，45(11):15-27

[11] 代飞，刘国志，李章，等. 微服务技术:体系结构、通信和挑战[J]. 应用科学学报，2020，38(5):761-778

[12] 陶振. 政务服务“一网通办”何以可能?:以上海为例[J]. 兰州学刊，2019(11):121-133

[13] 许良一，陈晨. “多审合一”背景下的建设项目选址和用地预审合并审批的探索和思考[J]. 特区经济，2019(8):82-84

[14] 高芳，李恒，赵敬予. 政府会计制度下基于BPM方法的高校财务信息系统构建[J]. 智能计算机与应用，2019，9(6):118-120