引文格式：牛永力,贾宝,邓超,等. 基于SuperMap的居民小区三维管理分析系统建设研究[J]. 地理空间信息, 2024, 22(2): 76-78. doi:10. 3969/j. issn. 1672-4623.2024.02.018

基于SuperMap的居民小区三维管理分析系统建设研究

牛永力[1,2]，贾　宝[1,2]，邓　超[3*]，吕宝奇[1,2]，苏春耀[1,2]
（1. 河南省测绘院，河南 郑州 450003；
2. 自然资源部矿山时空信息与生态修复重点实验室，河南 焦作 454003；
3. 中国人民解放军战略支援部队信息工程大学，河南 郑州 450001）

摘　要：针对传统居民小区二维地理信息系统的不足，以城市居民小区智慧化管理为目标，基于国产GIS平台软件SuperMap，对城市居民小区三维管理分析系统进行多层体系结构设计、数据库设计、功能设计，研究无人机倾斜摄影、管线探测、坐标基准转换、三维建模等关键技术，并对地上下实景三维模型进行服务发布，构建了居民小区地上地下一体的三维管理分析系统，实现了对居民小区地上下三维展示浏览、空间分析和三维可视化等功能。通过实例验证该方法在促进城市小区精细管理、高效服务、低碳运行等方面的可行性和有效性。

关键词：居民小区；SuperMap；三维GIS；地下管网；信息管理
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）02-0076-03

Research on the Construction of 3D Management Analysis System for Residential Quarter Based on SuperMap

NIU Yongli[1,2], JIA Bao[1,2], DENG Chao[3], LYU Baoqi[1,2], SU Chunyao[1,2]
(1. Henan Institute of Surveying and Mapping, Zhengzhou 450003, China;
2. Key Laboratory of Mines Spatiotemporal Information and Ecological Restoration, MNR, Jiaozuo 454003, China;
3. PLA Strategic Support Force Information Engineering University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In view of the shortcomings of traditional 2D geographical information system for residential quarters, aiming at the intelligent management of urban residential quarters, based on the domestic GIS platform software SuperMap, we carried out the multi-layer architecture design, database design and function design of 3D management and analysis system for urban residential quarters, studied the key technologies such as UAV oblique photography, pipeline detection, coordinate reference conversion, and 3D modeling, released the above ground and below ground 3D models for service, and constructed a 3D management and analysis system integrating above ground and below ground in residential quarter, which could realize the functions of above ground and below ground 3D display and browsing, spatial analysis and 3D visualization. We verified the feasibility and effectiveness of this method in promoting fine management, efficient service and low-carbon operation of urban residential areas through examples.

Key words: residential quarter, SuperMap, 3D GIS, underground pipe network, information management

传统二维平面图层化的方式管理城市信息已无法满足日益增长的现实管理需要[1-3]，因此，迫切需要一种科学有效的技术手段获取居民小区全要素空间三维数据，研究城市地上地下空间三维数据的获取方法、智能处理、三维建模、可视化表达等，是实现小区全空间信息化管理的基础，具有重要的应用价值[4]。

为满足智慧社区建设对三维地理信息技术的需求，选取郑州市某小区为例，采用无人机倾斜摄影、管线探测、坐标基准转换等关键技术构建了居民小区地上下一体化的三维模型，并基于SuperMap平台开发了城市居民小区三维管理分析系统，实现了三维场景漫游与展示、定位管理、空间分析、开挖分析、视频监控、车位管理、业主管理、爆管分析、断面分析等功能，建立居民小区地上地下全要素精细化三维可视化表达，可为城市居民小区三维信息化管理提供参考和借鉴。

收稿日期：2022-10-25。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（41001226）；国家重点研发计划项目（2016YFC08033103）；中国博士后科学基金资助项目（2015M582831）。
第一作者简介：牛永力（1974—），高级工程师，研究方向为测绘地理信息技术与应用，E-mail：hnchnyl@163.com。
通信作者：邓超（1989—），硕士，讲师，研究方向为GIS理论方法与应用，E-mail：602976089@qq.com。

1　系统设计

1.1　总体架构

系统整体的体系架构按照SOA（Service-oriented Architecture 面向服务架构）的服务体系[5]，采用浏览器/服务器（B/S）模式可以最大程度上满足业务异构数据集成、业务功能、系统运行性能的需求。以SuperMap作为三维开发平台，以ArcGIS作为二维数据管理和GIS开发平台，使用Geodatabase作为数据库存储三维模型及二维矢量数据，将不同格式的数据融合在一起，业务数据的展示和分析功能主要在浏览器端完成，服务器端主要负责数据的存储、服务发布、数据访问等功能。通过不同终端与服务器之间交互，访问空间数据库存储数据，管理业务数据，实现居民小区电子地图调用、可视化、定位查询、信息管理和空间分析等智慧化管理[6-7]。系统共分为数据层、服务层、应用层。

1）支撑层：提供系统基础运行环境，包括软件、硬件、网络环境及相关的安全设施。

2）数据层：存储基础地理信息数据（二维平面矢量数据、三维模型数据、地形数据）、业务数据（文档、表格、坐标、图片、视频等）、地下管线数据、车辆信息数据、居民信息数据等，利用服务器端数据库进行管理与维护。

3）服务层：将系统应用到地理空间信息数据以服务的形式发布出来，提供给系统调用；提供数据分析功能接口，包括三维空间分析、其他业务数据统计功能接口，为应用层提供支撑服务。

4）应用层：基于数据层与服务层，与用户进行交互，实现数据加载、属性信息管理、综合服务、视频监控、三维场景浏览与三维空间分析等业务功能。

1.2　数据库设计

本文采用Geodatabase地理数据库，分为空间数据和属性数据。空间数据包括地下管线数据与基础地理数据，地下管线数据包括给排水、电力、通信、燃气、热力等，基础地理数据包括休闲运动区、居民楼、道路、配电室、游乐场、水系、停车位、绿化带等。属性数据包括房屋建筑基本属性数据、业主信息数据、物业信息数据、机动车信息数据、施工图、竣工图、各类管线代码、三维坐标、材质、管径、走向、日期、管径属性等，将多源空间数据和属性数据融合在一起，实现专题信息、基础信息、图片信息、视频图像信息等的统一管理。

1.3　功能设计

为满足小区物业和社区精细化管理，结合总体设计和需求分析，对城市居民小区三维管理分析系统进行功能设计。以城市居民小区DEM、DOM、基础地理数据、地上三维模型、地下管网三维模型数据为基础，基于SuperMap平台构建城市居民小区三维管理分析系统，将小区信息与地理信息相结合，以可视化、图形化的方式实现三维空间分析、综合浏览与查询、三维绿量估计、单位面积建筑物容量分析、实时监控、车位管理、断面分析、开挖分析、爆管分析等功能，构建地上下模型信息二三维联动显示，辅助小区智慧化管理。

2　关键技术

2.1　倾斜摄影三维建模技术

倾斜摄影测量影像处理的关键技术包括：非量测相机的高精度检测、影像预处理、区域网联合平差、多视影像密集匹配、高精度DSM生成、真正射纠正、三维建模等关键内容[8]。其数据处理基本流程如图1所示。

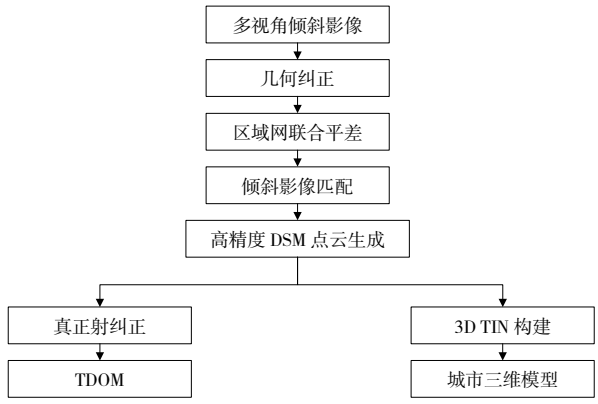


图1　倾斜影像数据处理流程图

为了快速实现城市小区三维景观可视化，满足三维建模纹理真实、精度高等要求，首先对影像进行几何校正、色彩、纹理调整和畸变差改正；再进行多视影像联合平差获取精确地物三维信息、加密点坐标、外方位元素；最后采用多视影像密集匹配技术，补充盲区地物特征，改正地物中误匹配，生成高精度数字表面模型（DSM），采用像方纠正和物方纠正对多视影像进行纠正，根据像方与物方同名点一一对应关系，利用全局优化采样策略，完成多视影像真正射纠正。最后结合高精度影像匹配算法得到的密集点云，构建不规则三角网（TIN），生成三维白膜模型，并将纠正的纹理映射到对应的白膜上，输出测区实景三维模型[9-10]。

2.2　地下管网三维建模技术

以二维管线属性的点、线数据为基础，基于Su-

perMap二三维一体化技术，对二维管线数据进行拓扑、属性、数据类型等预处理，将二维管点、管线数据转换为三维空间数据，通过拓扑处理，建立三维管线和管点的空间关系，创建三维网络数据集。采用自适应管点符号与三维线型符号构建三维管点和三维管线，表达弯头、三通、四通等特征点，快速构建管网立体式可视化场景。利用SuperMap自适应管点符号、实例化渲染、LOD结构等技术，提供常态化的三维管线分析功能。

2.3 二三维联动技术

面向小区智慧化管理，系统采用二三维切换技术，实现二维与三维GIS技术的无缝融合，提供室内与室外、地上与地下、分层与分户等二三维浏览展示功能。以三维场景为框架，建立统一的坐标基础，将二维GIS技术与三维GIS技术进行集成，通过基于高精度算法的底层信息交互实现二三维联动，构建一种二维、三维信息衔接与互动机制，实现对多维、多类型数据的存储、管理与分析，为智慧社区提供了更为丰富的GIS管理和辅助决策。

3 系统实现及应用

3.1 开发环境

系统以上述关键技术为理论基础，基于SuperMap平台，利用SDX+空间数据库引擎和ArcGISEngine10.2SDK进行开发，通过C#语言对居民小区三维管理分析系统进行整体设计。本文选择郑州市某居民小区进行示范应用，利用无人机倾斜摄影、管线探测、坐标基准转换、三维建模等关键技术构建了居民小区地上地下一体的三维模型，通过SuperMap iServer将电子地图发布给地图服务，对其进行设置属性、调用方法，即可实现数据二三维可视化、地理信息查询、专题分析等丰富的GIS功能。

3.2 系统应用

1）系统GIS基础功能。基于SuperMap的居民小区三维管理分析系统，加载小区居民楼、道路、绿化带、车辆、游乐场、安防、业主、物业人员、水系、管网等数据，通过GIS系统基础功能，实现小区场景漫游和展示、地图的放大与缩小、空间查询定位、统计分析与属性编辑、空间距离量测、高度量测，以及面积量测等功能，为居民小区的管理、服务和维修提供基础依据。

2）系统三维GIS空间分析功能。城市三维小区模型的建设作为居民小区最直观的表现方式，不仅在社区规划管理、确权登记、城市综合治理等方面有广阔的前景，而且在自然资源监督监管、国土空间规划中有积极的现实意义。通过对城市居民小区地上下三维模型不同层次用户的分析，可以对小区内的三维城管部件进行查询和统计，并能在三维场景中浏览城管部件的现实状态。系统可对模拟区域建筑物进行通视、控高、光照、可视域等分析，辅助小区规划设计。

利用居民小区三维管理分析系统立体化可视表达方式，可对地下三维管网进行开挖、拓扑、流向、连通性、断面、爆管等分析，服务于小区精细化管理。在小区维护和绿化过程中，因施工发生爆管，可通过系统迅速关闭阀门，减少抢修时间，降低损失，提高小区管网现代化管理水平。

4 结 语

本文基于SuperMap平台构建了城市居民小区三维管理分析系统，实现了对居民小区地上下的三维可视化和基本建筑物、游乐场、管线等设施的浏览、查询、空间分析等功能，满足了空间数据和属性数据的互访需求，解决了物业管理的实际问题，提升了物业综合服务水平，推进了社区的治理能力现代化，对智慧社区的建设有一定的实际意义。

参考文献

[1] 王良民,郭向前,奚春华,等. 实景三维地质灾害管理信息平台的设计与实现[J]. 地理空间信息,2020,18(8):7-9

[2] 刘腾飞,高晓兵,张正成,等. 基于倾斜摄影的建筑物三维实景数字档案管理系统[J]. 测绘地理信息,2020,45(1):107-109

[3] 李珍珍. 基于GIS的数字化小区管理系统的研究与应用[D]. 扬州:扬州大学,2016

[4] 苗亚哲,李胜波,邓安仲,等. 点云库在既有地下工程BIM模型自动化重建中的应用[J]. 工程管理学报,2018,32(5):86-91

[5] 罗万波,陈小鸿,谢祖明. 基于Skyline三维实景模型在三维GIS中的应用:以晋江三维实景地理信息系统为例[J]. 测绘与空间地理信息,2016,39(7):94-96

[6] 姚楚江,陈功. 三维城市部件管理信息系统设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息,2020,43(5):73-75

[7] 熊长喜,李旭. 移动端土地督察系统的设计与实现[J]. 地理信息世界, 2018,25(6):102-105

[8] 刘伟,翟斌斌,刘燃,等. 无人机倾斜航空摄影在三维实景建模中的应用[J]. 地理空间信息,2020,18(1):45-46

[9] 卢丹丹,彭清山,孙雅庚,等. 基于实景三维模型的多源数据集成技术研究[J]. 地理空间信息,2020,18(3):9-11

[10] 谭仁春,李鹏鹏,文琳,等. 无人机倾斜摄影的城市三维建模方法优化[J]. 测绘通报,2016(增刊):193-196