

## 基于无人机测绘技术的空间大数据平台研究

张亚平<sup>1</sup> 蒋艳玲<sup>1</sup> 孙帅<sup>2\*</sup>

1. 北京自由创林景观规划设计有限公司, 北京 100020

2. 北方工业大学建筑与艺术学院, 北京 100144

**[摘要]**我国居民点地理空间布局分散,自然及城市环境各异,低空无人机测绘技术与传统人工测绘相比,技术流程更短、工作效率更高、采样数据更全面、数据精度更高、环境适应能力更强,在应对中小尺度的街区空间数据层面,具有更大适用潜力。同时,随着建模软件的智能化发展以及模型数据库的处理流程简化,低空无人机航拍数据可以快速精确地处理,快捷制作专业精确的二维地图和带纹理的三维模型。

**[关键词]**无人机测绘;空间大数据平台;哈尔滨

DOI: 10.33142/sca.v8i5.16413

中图分类号: TP273

文献标识码: A

## Research on Space Big Data Platform Based on UAV Surveying Technology

ZHANG Yaping<sup>1</sup>, JIANG Yanling<sup>1</sup>, SUN Shuai<sup>2\*</sup>

1. Beijing Ziyou Chuanglin Landscape Planning and Design Co., Ltd., Beijing, 100020, China

2. School of Architecture and Art, North China University of Technology, Beijing, 100144, China

**Abstract:** The geographical spatial layout of residential areas in China is scattered, and the natural and urban environments are different. Compared with traditional manual surveying, low altitude unmanned aerial vehicle surveying technology has a shorter technical process, higher work efficiency, more comprehensive sampling data, higher data accuracy, and stronger environmental adaptability. It has greater potential for application in dealing with small and medium-sized block spatial data. At the same time, with the intelligent development of modeling software and the simplification of the processing flow of model databases, low altitude drone aerial data can be quickly and accurately processed, and professional and accurate two-dimensional maps and textured three-dimensional models can be quickly produced.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle surveying; space big data platform; Harbin

### 1 项目背景

哈尔滨是国家历史文化名城,“老道外”是哈尔滨中东部历史最悠久的老城区之一,极具研究示范价值。中华巴洛克街区三期改造项目位于哈尔滨市道外区中华巴洛克历史文化街区。依据《哈尔滨历史文化名城保护规划》,历史文化区用地面积约 19.02 公顷。区域内现有 41 栋不可移动文物、25 栋二、三类历史建筑和 34 栋拟定第五批历史建筑,基本为低层或多层建筑。中华巴洛克街区曾经是 20 世纪 20 年代,民族资本家“前店后厂”式商业模式的重要载体,积淀下众多中华老字号店铺,有不少已被列为非物质文化遗产;这里也曾经是闯关东等重大历史事件和萧红等历史人物的重要舞台,具有独特的历史、文化和建筑艺术价值。随着岁月变迁,原始经营业态和生活形态已基本退出历史舞台,因建筑老化和使用维护不当等原因,现状建筑破损严重,街区风貌受到破坏,基本功能和配套服务设施已不能满足现代社会文化生活需要。

一方面,哈尔滨的中华巴洛克建筑有其独特之处:一是数量多而且集中;二是细部纹理丰富多样;三是至今尚被整街整坊的保留下来,未遭严重破坏,已得到政府重视;四是在西方新艺术运动风格建筑的立面上附加中国传统

装饰是最具哈尔滨特色的。

另一方面中华巴洛克街区曾经是 20 世纪 20 年代,民族资本家“前店后厂”式商业模式的重要载体,积淀下众多中华老字号店铺,有不少已被列为非物质文化遗产;这里也曾经是闯关东等重大历史事件和萧红等历史人物的重要舞台,具有独特的历史、文化和建筑艺术价值。

### 2 创新理念

#### 2.1 “四位一体”的实景模型

哈尔滨老道外中华巴洛克历史文化街区是哈尔滨历史文化名城的重要组成部分,是城市的年轮,也是城市发展、发展的重要见证,保护这些珍贵的历史、文化和艺术遗产、留住历史印迹是本研究的核心任务。哈尔滨市政府下大力气进行保护与利用的创新探索,综合借鉴国内其他成功项目改造经验,致力于挖掘既有历史文化优势,保持街区完整性和风貌延续性,激发区域活力,展示老城新貌。

本研究创造性地应用“四位一体”(“城市街区——院落组合——建筑单体——细部构造”)的超高清实景三维信息模型。“四位”即历史建筑的四种空间尺度:城市街区尺度、院落空间尺度、单体建筑尺度、节点构造尺度,也是历史建筑保护与研究的四个重要方面。“一体”即统一的实景三维

模型。“四位一体”的高清实景三维模型，是无人机实景建模技术应用于历史建筑保护规划领域的新实践，是将多维度、多尺度、多方面的历史建筑信息，通过一个统一的实景三维模型进行管理、集成、展示的新研究工具。它致力于在保持老街区完整性、风貌延续性的基础上，挖掘既有历史文化优势、修复历史街区空间、激发历史区域活力。

在实际工作中，三维可视化地集成管理并以多种影像数据来制作建筑物及三维地形模型，能科学、有效、直观、全面地反映居民点的基础地理信息状况，从根本上升级传统的工作模式，并以新技术提高数据整理、统计、分析和输出的效能。

## 2.2 低空无人机技术应用前景巨大

党中央、国务院提出将改善人居环境作为社会主义建设的一项重要内容与检验标准，应当是有规划、有政策地改善人居环境系统工程，应当是标本兼治的行动计划。以居民点布局改善为重要组成部分的人居环境体系结构需要进一步调整，以适应发展的新需求，使生态环境和人居环境得到明显改善。为了形成社会秩序稳定、文化传承有序、基础设施合理、容貌整洁的新面貌，居民点空间布局的研究方法、研究工具、研究手段亟待创新。

“低空无人机空间大数据”的提出，正是基于云计算技术、互联网技术与传统的建筑、规划、景观专业的一次跨学科深度交叉实践。空间大数据平台不仅可以把空间特征数据有序组织，梳理清晰脉络，通过“可视化的3D模型平台”将“建筑空间环境——城市市民——城市访客——城市管理者——学者”五者联系起来。其本质是充分发掘海量空间数据之间的内在规律，并将其通过通俗易懂的直观的“可视化3D模型”展示出来；其未来的应用潜力在于，通过自动识别技术，将这些“可视化3D模型”进行不同地理空间进行横向对比，不同时间段进行纵向对比，从而激发海量数据的潜能。

基于智能建模软件和数据库智能管理，规划师可以实现全自动、快速、专业精度地处理无人机数据或地面拍摄数据。不需要专业知识、不需要人工干预、不需要空间定位数据，即可快速制作成专业精确的二维地图、自动生成GOOGLE瓦片、自动生成带材质纹理的三维模型、自动生成摄影矫正与镶嵌结果、自动生成DSM、DEM、DOM、自动生成精度报告，并且可以达到同时处理成千上万张照片的

处理能力。在此基础上，中小尺度空间内的居民点影像自动识别技术，三维可视化地集成管理并以多种影像数据来制作建筑物及三维地形模型，能科学、有效、直观、全面地反映居民点的基础地理信息状况，从根本上升级传统的工作模式，并以新技术提高数据整理、统计、分析和输出的效能。

## 3 以3D实景模型为基础进行“实景设计”

### 3.1 技术路线

实景设计是建筑师、规划师、景观师的梦想，也是行业重要的发展方向，他将设计师工作的全流程置于虚拟的设计现场实景，并允许项目各子团队基于共同的实景模型进行交流。本项目创新地将“四位一体”超高清实景模型与传统的历史街区保护规划全流程对接，综合应用Bentley多个软件模块，创造了全新的实用性极强的“实景设计”方法，见表1。

### 3.2 大数据平台的管理特征

基于低空无人机测绘技术的“空间管理大数据平台”是面向未来的建设管理体系，具有协调性、链条性、综合性、系统性等诸多特点。

管理职能方面，从“约束”向“服务”转变，新的规划建设管理体系具有约束和服务的双重属性，这更加符合社会主义新农村科学发展和建设要求。综合性的农村居民点大数据平台包含的使用者信息交互、管理者信息协调的功能板块，可以将数据盘活。

管理对象方面，兼具宏观管理和微观管理的双重性。规划建设管理的对象，面向的是社会主义新农村，“农村居民点空间管理大数据平台”将具体的规划项目或者建设工程放在整个农村建设的完整的时间链条中考察，不再是简单就事论事地处理问题。

管理内容方面，兼具专业和综合的双重性。历史文化街区改造提升涉及规划、国土、交通、住建、文保等多项城市职能协调，具有分工细致、权力分散的特点，综合性强，不同职能部门管理内容相互交织。

管理方法方面，数据整理与数据分析并重，现象收集与规律梳理并重。由于我国地域广阔，不仅居民点数量庞大而且地区差异性复杂，导致国家层面的管理者仅仅在数据收集、数据整理上就花费了大量人力、物力、财力。在迫切的任务

表1 以实景建模技术为基础的实景设计技术要点

	实景设计构架	实景设计流程	实景模型应用	群体	实景模型功能	实景模型特点	硬件终端
1	核心基础	实景勘测	模型构建	勘测、设计师	形体构建(TIN)、表面全信息(照片)	速度快、数量大、精度高、尺度还原	无人机、车载相机、手持相机、手机
2	基本应用	实景分析	模型认知	设计师	三维展示、模型测量、模型分析	实景可视化、多软件兼容、模型融合	计算机
3		实景设计	模型改造		删除、增加、变形		
4		实景交流	模型互动 模型选择	设计师、使用者、甲方	三维场景再现、模型渲染、模型替换	实景可视化、无纸化	
5	实景汇报	模型展示					
6	拓展应用	实景管理	动态模型(时间轴模型)	甲方、使用者	三维展示、模型合成	实时监控、实景可视化	触屏终端、智能手机
7	新潜力	实景建造	模型实现	施工方	多格式输出	自动化	

需求面前，在有限的政策制定周期内，很难进行深入的数据分析和规律梳理，大量宝贵数据沉睡在档案中。这就迫切需要更加智能化、便捷化、性价比高的数据收集管理分析系统。

### 3.3 大数据平台结构

运用低空无人机测绘技术，规划人员可以将涉及居民点建筑单体及空间布局、周边环境状况等大量的空间数据，整理成可视化的空间 3D 模型。这个模型平台未来可以进一步发展成不仅这些数据提供储存、识别、分析、建模、输出等云计算服务，还旨在打造上下游沟通顺畅的数据链体系为未来的潜在应用提供可能性。

可视化的空间 3D 模型是未来“空间大数据平台”的核心模型，它可以将建筑空间环境信息更好地为当地居民、游客、管理者、规划者、研究者服务，具体来说：“空间大数据平台”可以包括 5 大应用模块，7 个数据分析层面，3 大基础数据库（如图 1）。

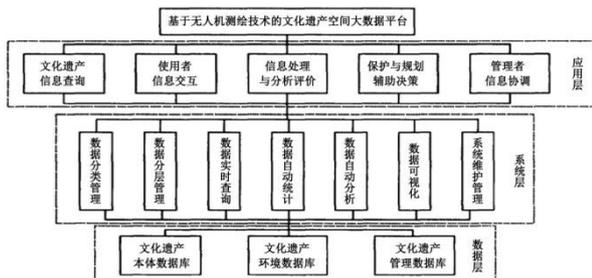


图 1 数据平台结构图

### 3.4 “档案化-数字化-大数据”的发展历程

档案化，即建立、收集和开发利用有关居民点的档案文献资源。数字化，即将档案文献资源进行数字化，建立数据库，提供在线利用，是传统的研究居民点空间布局方式及合理性的方法。大数据化，即对数据链全流程进行高效、自动处理，有效地节约了人力、物力和时间，并提升了工作效率。低空无人机测绘内容通常会分为地形图测图和真实纹理三维建模两项任务。具体工作内容包括飞行作业、地面控制点测量、地面像片补拍、数据处理及三维场景构建等，最终构建起智能化的完整空间及其周边环境的真实纹理三维场景。选用的无人机系统包括无人机航测系统和无人机三维建模系统，其中无人机航测系统通常采用六旋翼无人机为平台，以数码相机为航摄任务载荷，开展地形图测图任务；无人机三维建模系统采用六旋翼无人机为平台，以五拼相机为任务载荷，开展三维建模的信息采集任务，具体来说：

在街区尺度，无人机实景三维模型可以快速识别街道、建筑、院落、绿地等典型城市功能区，并依据三维模型快速测量街区面积、街道宽度、建筑立面高度等基础数据。上述模型工具有效地提升了街区尺度实地调研效率，帮助设计师、规划师更加系统、更加快速、更加精准认知城市公共空间。

在院落尺度，无人机可以有效采集研究区域内全部院落的尺寸、材质、风貌特征数据。尤其是那些不方便进入的无人院落、私人院落，调研人员可以不打扰正常生活生产秩序

的情况下，细致深入调研并获取空间数据。对于院落内部高大植物、楼梯阳台等空中设施也能细致调研，无需登高作业。

在建筑尺度，通过无人机抵近飞行拍摄、人工地面抵近拍摄，可以有效弥补高空飞行倾斜摄影测量中对檐下空间信息采集的不足。在实景三维建模过程中通过刺点操作，完成模型融合，可以将无人机、相机、手机等多源可见光数据进行整合，生成的超高清实景三维模型，可以大大提高对建筑立面模型重建的精细程度。相关技术可以帮助设计师快速提取建筑立面、门窗、屋顶等重点区域的空间三维数据。

在建筑构件尺度，建筑师关心的建筑材质、建筑色彩、建筑浮雕、屋顶结构、阳台凉台等细部构建，都可以达到毫米级建模精度。对于图纸缺失的文物建筑、老旧小区建筑、历史街区建筑等规划设计实践具有重大现实意义。统一完整的建筑实景三维模型，有利于建筑师、规划师、景观设计师协同工作。

### 4 未来发展方向

本研究提出建立的“农村居民点空间管理大数据”，通过跨学科研究，将最先进的计算机信息技术整合到低空无人机平台上，优化三维景观建模软件，将遥感影像更便利、快捷地制作成三维可视化产品输出。应用先进的云计算技术、互联网技术与传统的建筑、规划、景观专业的进行跨学科深度交叉实践，是着眼于未来的创新性研究，是对“互联网+”这一国家战略的积极响应，是将科技成果转化为生产服务的务实实践，完善服务未来人居环境事业的梯队人才队伍和科研架构。

基金项目：基金支持：北京市社会科学基金(22GLC062)多元大数据驱动的北京地铁站口生活圈服务功能更新研究。

#### 【参考文献】

- [1] 韩杰, 王争. 无人机遥感国地资源快速监察系统关键技术研究[J]. 测绘通报, 2008(2): 4-6.
- [2] 冯志敏, 陈洪武, 王蕾, 等. 无人机遥感及 3 维建模技术在景区 3 维虚拟景观生成中的应用[J]. 地理信息世界, 2008, 6(4): 23-26.
- [3] 孙帅, 张玲娣. 基于低空无人机遥感测绘技术的传统村落 3D 空间模型应用前景研究——以山西省段河村为例[J]. 华中建筑, 2016, 34(7): 118-121.
- [4] 孙帅, 赵朋. 基于低空无人机技术的文物建筑“三位一体”实景三维信息模型构建与应用——以山西省李庄文庙为例[J]. 华中建筑, 2017, 35(6): 34-37.

作者简介：张亚平（1983—），男，中共党员，博士，出生于河南省商丘市虞城县，任北京自由创林景观规划设计有限公司党支部书记、北京自由创林景观规划设计有限公司董事长，首席设计师、高级工程师。并担任北京林业大学研究生导师、西南大学研究生导师、高校毕业论文评审专家、北京市评标专家、公安部庭院环境景观规划设计顾问、中国建筑学会园林景观分会第二届理事会理事等多项社会职务。