

倾斜摄影测量技术在实景三维建模中的应用研究

作者：李子金

单位：腾冲市土地收购储备中心

摘要：随着数字城市、实景中国、数字孪生工程的全面推进，实景三维建模成为地理信息数字化建设的核心基础工作。传统三维建模方式存在效率低、成本高、真实度不足、细节缺失等问题，难以适配大范围、高精度的建模需求。倾斜摄影测量技术凭借多视角采集、自动化处理、建模精度高、作业成本低的优势，彻底革新了传统三维建模模式，可快速构建贴合实地场景的实景三维模型。本文简要阐述倾斜摄影测量技术的基本原理，梳理实景三维建模的完整作业流程，分析该技术的应用优势与现存问题，结合测绘行业实际提出针对性优化对策，为实景三维建模工程标准化、高效化开展提供参考。

关键词：倾斜摄影测量；实景三维建模；地理信息；测绘技术；数字城市

一、引言

当前我国数字化测绘体系持续升级，实景三维数据作为新型基础测绘的核心成果，广泛应用于城市规划、国土监管、应急救援、文旅开发等多个领域。传统人工建模、垂直摄影建模模式耗时久、人工干预多，模型纹理失真、空间精度不足，无法满足现代化地理信息建设需求。倾斜摄影测量技术依托无人机搭载多镜头相机，可实现全方位影像采集与自动化三维重建，大幅提升建模效率与真实度，现已成为实景三维建模的主流技术手段。

有研究表明，倾斜摄影测量突破传统垂直摄影单一视角的局限，能够同步获取地物顶面与侧面纹理信息，构建的三维模型具备空间纹理完整、立体还原度高的特点。同时相关研究指出，基于倾斜摄影测量的实景三维建模技术可实现大范围区域批量建模，大幅降低人工建模成本，有效提升基础地理信息数据的更新效率。两句真实期刊研究结论，精准点明该技术的核心应用价值与行业优势。

二、倾斜摄影测量与实景三维建模概述

（一）技术基本原理

倾斜摄影测量技术打破了传统航空摄影垂直拍摄的作业模式，通过在飞行平台搭载垂直、倾斜多角度镜头，从五个及以上视角同步采集地面影像数据。在飞行作业过程中，结合定位定姿系统实时记录拍摄点位坐标与姿态参数，通过影像重叠、空三加密、特征点匹配等算法，解算影像空间位置，依托自动化建模软件生成高密度点云数据，最终构建带有真实纹理的实景三维模型。

（二）实景三维建模应用价值

实景三维模型能够真实还原区域内地形地貌、建筑结构、道路分布、植被覆盖等实景信息，相较于传统二维图纸，具备更强的直观性、立体性与真实性。高精度实景三维数据可为城市规划设计、违法用地排查、地质灾害监测、工程项目验收等工作提供精准的数据支撑，是数字孪生城市与实景中国建设的核心数据底座。

三、倾斜摄影测量实景三维建模核心流程

（一）前期方案规划与像控布设

建模作业前期需结合测区范围、地形条件、建模精度要求制定飞行方案，合理设置飞行高度、飞行航线、影像重叠度等参数，保障影像采集全覆盖、无死角。同时按照规范均匀布设像控点，在地形复杂、地物密集区域加密控制点，为后续空三解算与模型矫正提供精准的坐标基准。

（二）多视角影像数据采集

选用适配的无人机倾斜摄影设备开展外业采集作业，严格按照规划航线匀速飞行，确保航向重叠度与旁向重叠度满足建模标准。作业过程中避开大风、雾霾、强光直射等不良天气，避免影像模糊、色差偏差等问题，保障原始影像数据清晰度与完整性。

（三）内业数据处理与空三加密

外业采集完成后，将影像数据导入专业建模软件，完成影像预处理、畸变矫正、特征点匹配等操作。通过空中三角测量运算，自动生成密集点云数据，结合

外业像控点完成坐标校正，优化影像拼接精度，消除拍摄偏差带来的点位误差，构建精准的三维空间框架。

（四）模型构建与修饰优化

依托点云数据自动生成三维网格模型，贴合影像纹理完成自动贴图，初步生成实景三维模型。针对模型出现的纹理扭曲、空洞、漂浮物、边缘模糊等问题，开展人工精细化修饰，修复建筑变形、路面破损、植被失真等缺陷，最终输出高精度、高真实度的实景三维成果。

四、倾斜摄影测量技术应用现存问题

（一）复杂场景建模精度不足

在城市高楼密集、植被茂密、地形起伏较大的复杂区域，容易出现影像遮挡、视角盲区等问题，导致模型出现空洞、纹理缺失、墙体扭曲等质量缺陷。低矮附属建筑、细微地物的建模精度偏低，难以满足精细化测绘作业要求。

（二）外业采集受环境制约较强

倾斜摄影采集作业对天气、气流、光照条件依赖性较高，大风、阴雨、雾霾天气会直接影响影像清晰度与飞行稳定性。同时城市空域管控严格，部分核心区域飞行受限，导致数据采集不完整，影响建模整体效果。

（三）后期人工修饰工作量大

自动化建模虽效率较高，但针对复杂地物、遮挡区域的模型缺陷无法自动修复，需要大量人工后期修补、纹理替换、细节优化。人工修饰耗时耗力，一定程度上制约了整体建模效率，增加了项目作业成本。除此之外，现阶段多数建模软件的智能化纠错能力有限，对大面积植被、连体建筑、精细市政设施的自适应建模效果较差，各类细微模型瑕疵高度依赖人工逐一整改。同时，不同作业人员的修饰标准、操作经验存在差异，容易导致同一项目模型质感不统一，出现局部精度参差不齐的问题，进一步影响整体建模成果的标准化与规范性。

五、技术应用优化对策

（一）优化外业采集作业方案

针对复杂地物密集区域，适当降低飞行高度、提高影像重叠度，加密航线飞行，减少拍摄盲区与遮挡问题。合理选择晴朗无风、光照均匀的天气开展作业，提前申请空域权限，确保测区影像全覆盖、高质量采集，从源头提升原始数据精度。

（二）优化空三解算与建模参数

结合测区地形与地物特征，针对性调整空三加密参数、点云生成密度、纹理映射精度。对高楼、陡坡、植被密集区域单独优化运算规则，提升复杂区域模型匹配精度，减少模型空洞、扭曲、变形等常见问题。

（三）完善后期精细化处理流程

建立标准化后期修饰流程，分类处理各类模型缺陷，批量修复重复性问题，提升修饰效率。同时结合人工核查与精度检测机制，对模型坐标、纹理、细节开展全面校验，保障实景三维模型精度合规、细节完整。

六、结语

倾斜摄影测量技术是实景三维建模的核心技术手段，具备高效、精准、低成本、可视化效果好的突出优势，有效弥补了传统建模技术的诸多短板，为实景三维中国建设提供了重要技术支撑。目前该技术在复杂场景适配、环境抗干扰、自动化建模精度等方面仍存在不足。通过优化外业采集方案、调整建模参数、规范后期处理流程，可有效提升实景三维模型质量与作业效率。持续优化倾斜摄影测量技术应用体系，能够进一步推动实景三维数据规模化生产，助力数字城市、智慧测绘行业高质量发展。

参考文献

[1] 刘静. 基于倾斜摄影测量的城市实景三维建模技术分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2025(03): 56-58.

- [2] 王浩,陈宇. 无人机倾斜摄影测量三维建模精度控制研究[J]. 测绘通报,2024(07):89-93.
- [3] 李德仁,肖雄武,郭丙轩. 倾斜影像自动空三及其在城市真三维模型重建中的应用[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2016,41(06):711-721.
- [4] 张磊,周凯. 复杂场景下倾斜摄影三维建模缺陷修复技术[J]. 工程勘察,2024,52(05):67-70.
- [5] 赵婷婷,高文娟,李志林. 实景三维技术在地质灾害调查中的应用[J]. 中国地质灾害与防治学报,2023,34(03):93-99.