

基于无人机倾斜摄影的测绘工程三维建模技术研究

董智远

内蒙古鹤盈勘测设计有限公司，内蒙古 呼和浩特 010020

DOI:10.61369/ME.2026010015

摘 要： 伴随测绘工程朝精细化、实景化方位转变，传统建模技艺于效率、精度及场景还原度层面的约束性逐渐显著，无人机倾斜摄影技艺与三维建模技艺的交融，给测绘工程供给了全新的技艺途径。本文把基于无人机倾斜摄影的测绘工程三维建模技艺当作探究核心，绕开多余的数据堆叠，深刻解析该技艺的核心原理、关键流程及技艺要点，研讨技艺运用当中的核心问题及优化策略，结合测绘工程的实际需要，明确该技艺在实景还原、精度控制等方面的长处，给测绘工程三维建模的高效化、精细化实行提供理论支撑与实践参照。

关 键 词： 无人机倾斜摄影；测绘工程；三维建模；实景还原；精度控制

Research on 3D Modeling Technology for Surveying and Mapping Engineering Based on UAV Oblique Photography s

Dong Zhiyuan

Inner Mongolia Heying Survey and Design Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia 010020

Abstract： With the transformation of surveying and mapping engineering towards refinement and real-world visualization, the constraints of traditional modeling techniques in terms of efficiency, accuracy, and scene fidelity have become increasingly apparent. The integration of UAV oblique photography technology with 3D modeling techniques offers a novel technological approach for surveying and mapping engineering. This paper focuses on the 3D modeling technology for surveying and mapping engineering based on UAV oblique photography, bypassing redundant data accumulation, and deeply analyzes the core principles, key processes, and technical essentials of this technology. It discusses the core issues and optimization strategies in the application of this technology, and, in light of the practical needs of surveying and mapping engineering, clarifies the advantages of this technology in terms of real-world scene reproduction and accuracy control, providing theoretical support and practical reference for the efficient and refined implementation of 3D modeling in surveying and mapping engineering.

Keywords： UAV oblique photography; surveying and mapping engineering; 3D modeling; real-world scene reproduction; accuracy control

引言

测绘工程是各类工程建设、资源勘察、城市规划的基础前提，三维建模作为测绘工程的核心环节，其建模品质直接决定了测绘成果的实用性与可靠性。传统三维建模技艺依靠人工实测与手动建模，不只耗费大量人力物力，而且难以达成复杂场景的完整还原，精度与效率难以符合现代测绘工程的高标准需求。无人机倾斜摄影技艺借助其灵活机动、覆盖全面、获取信息快速的优势，能够多方向捕捉测绘区域的地形、地物信息，结合专业建模软件达成自动化、高精度的三维建模，逐步替代传统技艺成为测绘工程的主流应用计划。鉴于此，本文聚焦该技艺的核心应用与深入探究，立足测绘工程实际，解析技艺本质与应用要点，解决技艺运用当中的核心难题，推动测绘工程三维建模技艺的优化升级。

一、无人机倾斜摄影与测绘三维建模的核心关联

（一）无人机倾斜摄影技术核心内涵

无人机倾斜摄影技艺是无人机技艺与摄影测量技艺的深度交融，核心是借助无人机搭载多镜头摄影装置，从不同方向对测绘

区域进行影像收集，突破传统垂直摄影仅能获取顶部信息的限制，全面捕捉地物的顶部、侧面及细节纹理信息。该技艺无需复杂的地面布置，能够快速覆盖各类测绘场景，不管是平坦地形还是复杂地貌，都能灵活调节飞行姿态，获取高质量的影像数据，为三维建模提供充足的基础数据源^[1]。其核心优势在于摆脱了传

统测绘对人力的高度依赖，达成了影像收集的自动化与高效化，同时通过多方向影像互补，有效提高了地物信息的完整性，为后续三维建模的精度控制奠定根基。

（二）测绘工程三维建模的核心需求

现代测绘工程针对三维建模的核心需求聚汇于精度、效率同实景还原度三个层面。精度维度，要契合工程建设、资源勘探等后续事项对地形地物坐标、尺寸的精确要求，保证建模成效可以径直运用于实际工程；效率维度，需适配大规模测绘场景的需要，迅速完成建模流程，压缩测绘周期；实景还原度维度，应真切展现测绘区域的地形地貌、地物形态及细节纹理，清楚地反映地物之间的空间位置联系，冲破传统建模“抽象化”的樊篱^[2]。无人机倾斜摄影技术的运用，刚好吻合这三大核心需求，借助高效的影像收集与精准的建模处置，达成了建模成效与实景的高度契合，同时大幅提升了建模效率，成为契合现代测绘三维建模需求的关键技术。

二、基于无人机倾斜摄影的测绘工程三维建模关键流程

基于无人机倾斜摄影的测绘工程三维建模是一种系统性流程，需严格依照“影像收集—数据处置—模型搭建—质量查验”的逻辑次序，每个环节紧密相连、相互作用，任一环节出现疏失都会作用于最终建模质量，以下对各核心环节的技术要点进行深入剖析。

（一）前期准备与影像采集

前期筹备作为保障测绘工程三维建模精度的基础性技术环节，其核心在于将测绘工程的实测需求与精度规范相契合，对建模区域的界定工作予以落实，对无人机倾斜摄影系统的调试任务开展，对飞行航线的规划事宜加以实施，对摄影参数的校准操作予以执行，从而为高质量的影像采集工作提供技术方面的支撑力量。需要依据测绘区域的地形地貌特点以及地物分布的密度状况，对相适配的无人机平台以及多镜头倾斜摄影设备进行选型操作，使设备的飞行稳定性能、影像分辨能力以及续航能力得到保证，让其能够与复杂测绘场景下的影像采集需求相匹配，达成实景影像的精准捕捉目标。飞行航线的规划工作需要以测绘建模实现全覆盖、无死角的核心要求为根基，运用专业的航线规划软件，结合建模区域的边界坐标情况，对平行航线与交叉航线相互结合的飞行方案进行设计，对航线的重叠程度与航向的重叠程度进行合理把控，对影像出现遗漏、重叠不足或者冗余的问题进行规避；同时，对飞行高度和飞行速度进行动态调整，对影像采集的效率和影像的分辨率进行兼顾，使影像的细节纹理达到清晰可辨的程度。摄影参数的设置工作需要结合现场的光线条件以及地物的反射特性，对快门速度、光圈大小、ISO感光度等参数进行精准校准，减少因光线干扰而导致的影像畸变、曝光异常等问题，对影像的灰度一致性和几何完整性进行保障，为后续的数据预处理工作以及模型构建工作提供高质量的实景影像数据来源^[3]。在影像采集的过程当中，需要对无人机的飞行姿态、定位精度以及

影像采集质量进行实时监测，通过地面控制终端对飞行参数和摄影参数进行动态调整，对由于气流干扰、遮挡物影响而造成的影像模糊、失真问题进行规避，确保所采集的影像数据符合测绘建模的技术要求。

（二）影像数据预处理

影像数据预处理作为无人机倾斜摄影影像采集和三维模型构建相衔接的关键技术环节，主要意图在于对原始影像中的误差与干扰进行剔除操作，使影像质量得以优化处理，开展影像数据标准化的相关工作，给后续三维建模供给精准且一致的数据源内容，对测绘建模精度水平起到直接决定作用。预处理流程对“影像筛选—畸变校正—影像匹配—影像拼接—坐标配准”这一技术逻辑予以严格遵照执行，首先针对所采集到的原始倾斜影像实施技术性筛选活动，依据影像清晰度、曝光度以及完整性等方面的评价指标情况，把模糊影像、失真影像、曝光过度或不足的影像以及存在遮挡问题的无效影像予以剔除处理，将符合测绘建模要求的有效影像留存下来^[4]。其次实施影像畸变校正工作，针对无人机倾斜摄影设备自身所存在的镜头畸变情况，以及飞行过程中因姿态偏移而产生的几何畸变问题，运用摄影测量畸变校正算法，对影像开展系统性校正作业，将畸变误差加以消除，使影像几何准确性得到保障，让影像可以对测绘区域地物空间位置关系进行真实反映。接着进行影像匹配和拼接事宜，依靠专业测绘建模软件，通过特征点提取算法的运用，对不同倾斜影像中的同名特征点进行识别操作，建立起特征点匹配关系，采用光束法平差原理，实现多视角倾斜影像的精准拼接任务，形成完整的测绘区域实景影像图。最后完成影像坐标配准事项，结合测绘工程大地坐标系方面的要求，把拼接之后的影像与大地坐标系统进行关联校准操作，对影像空间坐标信息进行补充，为后续三维模型空间定位和精度控制提供坐标基准，使建模成果符合测绘工程实测坐标方面的要求。

（三）三维模型构建核心环节

三维模型构造成为整个流程的中枢核心，凭借预处理之后的影像资料，运用专业建模软件达成自动化建模操作，核心构成涵盖三个步骤环节。首个步骤为密集点云产生过程，借助软件算法针对拼接完毕的影像实施特征提取动作，辨识数量众多的同名点，搭建密集状态的三维点云架构，点云的密度状况与精度水平直接决定着模型的细节展现成效，需通过算法优化举措保障点云的均匀程度与准确程度，规避出现点云缺失情形或冗余问题现象^[5]。第二个步骤是三角网搭建流程，以密集点云作为根基基础，通过软件自动衔接点云结构，构建三维三角网形态，形成模型的基础框架构造，三角网的合理程度直接作用于模型的形态还原程度，需依照地物特征状况调节三角网密度大小，确保模型能够真实展现地物的轮廓线条与形态特征。第三个步骤为纹理映射工序，将预处理之后的影像纹理精确贴合至三角网框架之上，还原地物的真实纹理特性，纹理映射操作需着重关注贴合精度指标，避免出现纹理错位状况、拉伸问题现象，保障模型的实景还原程度。

（四）模型质量检验与优化

质量查验工作成为确保建模成果契合测绘工程要求的最终一

道防御阵线，核心要点为对照建模精度规定标准，针对模型的几何精度指标、实景还原程度、纹理清晰程度展开全面查验工作。需重点核查模型的坐标偏差数值、地物尺寸准确情况，判断模型是否与实景保持一致状态，同时查验纹理是否清晰可辨、贴合是否紧密牢固，有无纹理模糊现象、错位问题存在，还要核查模型是否存在漏洞缺陷、扭曲变形等不足情形。针对查验过程中发现的问题状况，需开展针对性优化处理，例如调整点云密度大小、修正三角网结构形态、重新实施纹理映射操作等，保障模型质量符合测绘工程的实际应用需求，能够直接运用于后续工程实践活动。

三、基于无人机倾斜摄影的测绘三维建模技术应用难点与优化策略

（一）核心应用难点

结合测绘工程的实际应用场景状况，该项技术在应用过程当中主要面临三大难点困境。其一为复杂场景影像采集工作难度较大，在地形复杂多变、地物密集分布的区域范围，无人机飞行活动易受到遮挡阻碍，难以获取完整全面的影像数据资料，同时影像匹配工作难度有所增加，容易出现匹配偏差问题，影响建模精度水平；其二为纹理映射精度控制工作难度较高，当地物纹理结构复杂或光线条件不稳定的情况下，容易出现纹理错位现象、拉伸问题、模糊状况，降低模型的实景还原程度；其三为建模效率表现与精度水平的平衡协调难度较大，在追求高精度建模目标时，需增加点云密度大小与影像采集数量规模，导致建模周期有所延长，而在追求高效建模目标时，又容易出现精度下降问题，难以兼顾两者的需求目标。

（二）针对性优化策略

针对上述应用阻碍，联合技术核心特色，提出针对性地改进策略，保证策略贴合测绘工程实况，具备执行性且不浮于表面。针对复杂场景影像收集难题，可着重优化飞行规划计划，联合测绘区域的地形地物布局，运用分层飞行、分区收集的形式，灵活调节飞行高度与航线，有效躲避高大建筑物、茂密植被等遮挡物，维护影像收集的完整性。同时合理调节摄影参数，适当增添

影像重叠度，强化不同影像间的特征关联性，提升影像匹配的准确度与稳定性，对于遮挡剧烈、无人机难以覆盖的局部区域，可补充地面影像收集工作，进一步完备数据源，为后续建模提供全面、优良的基础支撑。针对纹理映射精准度难题，可优化影像预处理全流程，着重提升影像的明晰度与灰度一致性，剔除纹理干扰因素，为纹理映射奠定良好基础；同时运用更为精确的纹理映射算法，依据地物的不同类别与纹理特征，动态调节纹理贴合参数，精确控制纹理拉伸比例与拼接精准度，有效防止出现纹理错位、拉伸、模糊等状况，对于纹理繁复、细节充足的地物，可辅助进行手动纹理校正，细化纹理细节，进一步提升模型的纹理还原度与实景呈现效果。针对效率与精准度的平衡难题，可联合具体测绘工程的精准度标准与实际需求，科学合理设定点云密度与影像收集参数，防止参数设置不合理引发的精准度不足或效率低下；运用批量处理、并行计算的方式，对影像预处理、点云生成等耗时环节进行优化，大幅提升建模效率，同时优化核心建模算法，在保证建模精准度不降低的前提下，剔除冗余数据，简化建模流程，缩短建模周期，最终达成建模效率与精准度的双向提升，满足现代测绘工程的多元化需求。

四、结论

无人机倾斜摄影技术与三维建模技术的交融，彻底变革了传统测绘工程三维建模的模式，凭借其高效化、高精度、实景化的优势，成为现代测绘工程的核心技术支撑。本文通过深入探究该技术的核心原理、关键流程，剖析了应用难题并提出改进策略，得出以下结论：基于无人机倾斜摄影的测绘工程三维建模，需严格把控前期准备、影像收集、数据预处理、模型构建、质量检验等各个环节，注重细节把控与技术优化，才能保证建模成果符合工程需求；该技术能够有效解决传统建模技术在效率、精准度、实景还原度上的局限性，适用于各类测绘场景，能够大幅提升测绘工程的工作效率与成果质量；针对复杂场景收集难、纹理映射精准度低、效率与精准度平衡难等问题，通过优化飞行规划、完备数据预处理、优化建模算法等方式，可达成技术应用效果的显著提升。

参考文献

- [1] 欧阳凯. 基于无人机倾斜摄影的测绘工程三维建模技术研究 [J]. 工程技术研究, 2025, 10 (21): 228-230.
- [2] 张博. 基于无人机倾斜摄影的测绘工程三维建模技术研究 [J]. 科技与创新, 2025, (16): 203-205+209.
- [3] 郑清. 无人机倾斜摄影测绘技术在城市三维建模中的应用 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2025, (08): 21-23.
- [4] 胡群珍, 胡燕琴. 无人机倾斜摄影测绘技术在城市实景三维建模中的应用研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2024, (12): 31-33.
- [5] 成亮. 无人机倾斜摄影测绘技术在矿山实景三维建模中的应用分析 [J]. 世界有色金属, 2023, (12): 26-28.