

测绘工程实景三维建模技术应用研究

巫睿杰

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：传统二维测绘模式存在空间信息展示不足、立体场景还原能力薄弱的问题，难以适配现代测绘工程的作业需求。本文系统梳理实景三维建模的技术原理、主流技术类型与专属技术特性，规整从数据筹备、采集预处理到模型构建与精细化处理的完整建模流程，针对多源数据融合、复杂测区作业、模型轻量化及智能建模方面开展技术优化探究，逐步落实技术在地形地貌、工程规划、国土空间及基础设施测绘中的实际应用，有效完善实景三维建模在测绘工程领域的应用体系。

关键词：测绘工程；实景三维建模；数据处理；技术优化；工程应用

引言：现代测绘工程对空间信息的完整性、真实性与直观性提出了更高标准，传统二维测绘仅能呈现平面地理信息，无法展现地形起伏与地物立体结构，作业局限性愈发凸显。实景三维建模凭借立体空间重构、纹理匹配与拓扑构建等技术优势，可实现地理场景的数字化真实还原。通过梳理整套建模技术体系与标准化作业流程，持续优化建模技术方案，能够充分发挥三维测绘的技术优势，满足多场景测绘工程的精细化作业需求。

1 测绘工程实景三维建模基础技术体系

1.1 实景三维建模技术基本原理

实景三维建模依托成熟的底层技术逻辑，完成现实地理场景的数字化重构工作。空间几何重构依托精密的坐标解算算法，采集测区内地形与人工地物的关键空间点位，通过系统化运算搭建规整的三维立体框架，实现地理空间形态的数字化复原。纹理映射负责采集真实场景的色彩、质感等外观信息，完成模型表面细节的填充与匹配，让数字化模型还原真实场景的视觉状态。三维拓扑构建梳理各类空间要素的内在关联，规范模型中点、线、面基础单元的组合与排布方式，保障整体模型结构的稳定性与空间逻辑的严谨性^[1]。测绘工程核心工作围绕高精度空间定位、全域地形地貌完整还原展开。整套建模技术原理能够对应测绘作业的核心要求，为地理空间信息立体化、精准化构建提供核心技术支持。

1.2 实景三维建模核心技术分类

结合数据采集模式与模型构建逻辑的差异，实景三维建模可划分为多种主流技术类型。激光扫描建模借助激光传感设备发射测距光束，收集高密度、高精度的空间点云数据，依靠海量点位数据重构完整的场景立体

结构。该技术精度稳定性强，外界环境干扰程度低，适用于构造复杂的建筑集群、起伏多变的特殊地形测绘场景。影像倾斜摄影建模利用多视角拍摄设备采集地面影像资源，依托像素特征完成影像匹配与空间解算，快速生成完整的三维数字化模型。作业流程简洁高效，多用于地势开阔、覆盖范围较大的测区建模工作。机载立体测绘建模依托航空作业平台搭载专业测绘设备，完成远距离、大面积区域的数据采集。作业覆盖面积广阔，整体作业效率优异，广泛应用于区域性国土测绘、大型工程场地测绘建模工作。

1.3 测绘工程三维建模技术特性

传统二维测绘依托平面数据与纸质图纸呈现测绘成果，仅能展示基础的平面位置与尺寸参数，无法直观体现地形高低起伏、地物立体构造等关键空间信息。实景三维建模技术打破传统平面测绘的固有局限，收录多维度、多层次的空间地理信息，丰富测绘数据的信息承载维度。技术可以完整复刻测区地形地貌状态与各类地物的真实形态，留存丰富的场景细节，提升测绘成果的直观性与真实性。技术生成的三维空间数据可接入各类专业测绘处理平台，适配多样的数据处理流程与工程应用场景，具备出色的数据兼容能力。独特的技术优势能够满足现代测绘工程多样化的作业需求，持续提升测绘作业的整体质量与应用价值。

2 测绘工程实景三维建模完整技术流程

2.1 前期数据筹备工作

实景三维建模需要依托完善的前期准备工作搭建作业基础。建模开展前，结合测绘工程的整体任务目标与建模方向，明确各类数据源的选取标准。依据测

区作业条件与建模精度要求,筛选合规有效的空间数据类型。落实空间基准统一的具体实施方式,统一整套作业的坐标与高程基准体系,保障后续各类数据能够纳入同一空间框架。系统梳理测区涵盖的地形条件、地物分布、作业范围等基础信息,整理归档各类基础测绘资料。标准化的筹备模式可以梳理清晰前期工作思路,建立规范的准备流程,为后续各项建模工序有序开展打下坚实基础。

2.2 多源空间数据采集

空间数据采集是决定三维建模质量的关键环节。按照测绘工程建模的实际需要,开展各类核心数据的采集作业^[2]。通过专业测绘设备获取全域地形地貌数据,完整记录地表形态、地貌结构与地形变化特征。开展地物纹理数据采集工作,收录区域内建筑、道路、自然植被等地物的外观细节与表面质感信息。完成全域空间高程数据采集,精准记录不同点位的高程数值,清晰呈现区域立体空间差异。严格遵循测绘行业规范制定采集标准,划定科学完整的数据采集维度,保障采集所得数据具备充足完整性与专业性,满足建模作业的基础要求。

2.3 建模数据预处理

现场采集的原始数据存在大量杂乱信息与格式差异,无法直接投入模型构建使用。工作人员需要对原始测绘数据开展系统化预处理操作。开展全面的数据清洗工作,去除采集过程中产生的噪声数据与错误数据。剔除内容重复、无效冗余的信息内容,精简整体数据体量。统一多源数据的存储格式与输出标准,消除数据异构带来的使用障碍。完成全域数据的空间坐标校准工作,修正各类数据存在的位置偏差。预处理工作能够提升数据整体精度与规整度,输出标准化程度更高的测绘数据,为三维模型搭建提供可靠的数据支撑。

2.4 三维模型构建与重构

标准化数据处理完毕后,正式进入三维模型主体构建阶段。依托预处理完成的点云数据开展空间结构重构,搭建测区整体立体空间框架。逐步完成网格模型搭建工作,细化空间单元排布方式,完善模型整体骨架结构。利用精准高程数据开展地形曲面拟合,还原区域真实的地形起伏状态与地貌特征。针对各类地物实体开展结构化构建,依照空间分布规律还原实体形态与空间位置关系。整套工序依照测绘工程专业标准推进,形成结构严谨、空间准确、形态规范的专属三维模型。

2.5 模型精细化处理

基础模型主体搭建完成后,需要通过精细化操作优

化整体成果质量。对模型纹理内容进行优化调整,统一纹理表现效果,提升场景真实观感。排查模型整体结构,修正拓扑错误与结构漏洞,维持模型结构的稳定规范。补充完善模型缺失的细节特征,细化地物轮廓与地形细节,丰富模型表现层次。对成型模型开展轻量化处理,压缩多余数据内容,适配各类软件平台的调用与运行需求。精细化处理能够提升模型完整程度,强化模型适配能力,符合现代测绘工程的应用标准。

3 测绘工程实景三维建模技术优化路径

3.1 多源数据融合建模优化

实景三维建模工作中,单一数据类型很难完整覆盖复杂地理场景的空间信息与外观特征。倾斜影像、激光点云与传统测绘数据各自具备独立的数据优势,也存在明显的应用短板。倾斜影像可记录丰富的地表纹理与外观细节,对场景视觉信息的还原效果突出。激光点云能够捕提高密度空间点位,精准刻画地形起伏与建筑立体结构。传统测绘数据具备严格的精度标准,可为整体建模工作提供可靠的空间基准支撑。开展多类型数据融合建模方法研究,可有效处理单一数据建模产生的信息缺失、结构失真问题^[3]。通过统一数据处理标准与融合运算逻辑,打破不同数据类型的独立应用壁垒,构建完善的数据融合建模体系,从数据层面提升建模成果的完整度与精准度。

3.2 复杂测区建模技术优化

常规建模技术针对地势平缓、地物分布规律清晰的区域具备良好适用性,面对特殊复杂测区会出现建模精度不足、结构还原不完整等问题。山地地形高差变化明显,地貌形态错落无序。水域边界形态模糊,地表特征辨识度偏低。城市密集建筑区存在大量重叠遮挡结构,地物排布密集且层次复杂。针对各类特殊测绘场景的独有属性,可对现有数据采集逻辑进行调整,优化外业采集方式与数据获取范围。对模型重构算法进行迭代升级,强化复杂空间结构的解析与构建能力。针对性调整整套建模技术方案,适配不同地形与地物的构建标准,提升复杂场景下三维建模工作的稳定性与专业性。

3.3 模型轻量化与适配性优化

实景三维模型包含海量空间与纹理数据,文件体量偏大会制约数据存储、传输与后续应用流程。结合测绘工程常态化的数据处理、资源存储和线上传输需求,对三维模型轻量化处理技术进行深度优化。精简模型内部冗余网格与无效纹理数据,保留核心地形结构与地物特征。设置科学合理的参数阈值,协调模型细节表现质

量与整体数据运行效率。优化后的模型文件体量更加合理,运行加载速度更加稳定,能够适配多种测绘作业平台与工程应用场景。有效拓宽三维模型的应用范围,强化建模成果的通用性能与实际使用价值。

3.4 建模自动化与智能化优化

传统实景三维建模作业环节繁杂,大量流程依赖人工操作完成,整体作业周期较长,人为处理行为也会带来不确定的质量偏差。将智能识别、自动匹配、特征提取等前沿技术融入建模全流程,可重构传统作业模式。依托智能技术自动完成影像特征比对、地物要素提取、模型结构修正等基础工序,减少人工操作介入环节。简化冗长的作业流程,规范标准化处理流程,降低人工操作带来的误差概率。持续更新智能化处理机制,改善传统建模工序繁琐、人为干预过多的问题,稳步提升实景三维建模领域的整体智能化作业水平。

4 实景三维建模技术在测绘工程中的应用领域

4.1 地形地貌测绘应用

地形地貌测绘是测绘工程开展的基础性工作,也是实景三维建模技术的核心应用方向。该技术可以完成测区全域地形的数字化还原,精准复刻地表高低起伏的真实状态,还原完整的地貌空间形态。技术运行过程中可自动识别并提取各类地貌特征,涵盖坡体结构、沟谷形态、地势落差等关键地理要素,完成地貌信息的系统化梳理^[4]。依托立体化空间模型开展地形空间结构分析,拆解地表面单元的空间组合关系,挖掘地形潜藏的空间特征。传统地形测绘产出的数据形式较为单一,三维建模技术能够丰富地形测绘的工作维度,提升地形数据分析的深度,为地理基础研究与基础测绘作业提供可靠的数字化支撑。

4.2 工程规划测绘应用

工程前期规划工作需要精准、直观的空间数据作为支撑,实景三维建模技术可以完善工程规划测绘的作业体系。技术能够搭建完整的场地三维空间模型,直观呈现作业区域的地形条件与空间格局,为工程选址工作提供数字化参考依据。工作人员可依托立体模型开展场地空间布局推演,梳理区域内部的空间容纳条件与开发限制因素,优化整体规划方案。模型可以清晰展示场地地形的整体特征与局部细节,辅助工作人员完成场地地形的全面分析,排查场地存在的地形制约因素。空间信息的可视化呈现模式,能够弱化传统平面数据的解读难度,提升工程前期规划测绘工作的科学性与直观性。

4.3 国土空间测绘应用

国土空间测绘侧重全域空间资源的数字化整理与规范管控,实景三维建模技术适配国土测绘的整体工作需求。技术可以完整还原区域国土空间的整体形态,精准呈现山地、水域、建设用地等不同国土空间的分布格局。系统梳理各类地物的空间排布方式与位置关系,明确不同空间要素的覆盖范围与空间属性,完成国土空间结构的系统化整合。依托成型三维模型完成国土空间资源的数字化建档,将零散的测绘数据整合为统一的立体数据资源,实现国土空间信息的长期留存与规范管理,助力国土空间数字化管控体系的搭建。

4.4 基础设施测绘应用

交通、市政、水利等基础设施具备结构复杂、空间分布零散的特点,常规测绘方式难以完整记录设施空间信息。实景三维建模技术可以精准完成各类基础设施的空间形态测绘,复刻设施整体外观与局部结构特征。对基础设施的结构尺寸、空间位置、搭接关系等核心信息进行数字化留存,形成完整的设施数据档案。梳理基础设施与周边地形、地物的空间关联,明确设施所处的空间态势与环境条件。整套应用模式可以提升基础设施测绘的精细化程度,为设施运维、改造升级、日常管控提供稳定的数字化技术支撑^[5]。

结束语

实景三维建模技术与测绘工程作业体系的深度融合,有效弥补了传统二维测绘模式的应用短板。通过梳理建模基础技术体系,规范数据筹备采集、模型构建与精细处理的全流程工序,结合多源数据融合、复杂场景适配、轻量化与智能化手段优化建模技术,持续完善多领域测绘应用模式,有效提升测绘作业的规范性与精细度,进一步强化实景三维建模技术在现代测绘工程中的实用价值。

参考文献

- [1] 杨黎黎,杨佳林.土地重度污染区域测绘及实景三维建模技术研究[J].环境科学与管理,2025,50(3):172-177.
- [2] 罗士成.无人机实景三维测绘技术的运用[J].科学与信息化,2025(18):46-48.
- [3] 何杰,钱俊锦,何玲,等.三维高斯泼溅技术树木实景三维测绘方法研究[J].水电站设计,2026,42(1):15-18.
- [4] 韩婷婷,李晓强,范宪创,等.无人机倾斜摄影测量技术支持下的三维建模可行性研究[J].测绘通报,2026(5):22-26,31.
- [5] 刘纪平,周婷婷,刘坡,等.实景三维地理实体建模的思考与实践[J].测绘学报,2025,54(4):650-660.