倾斜摄影测量在自然资源实景三维建模中的应用

张　彬

南京东锦地理信息技术有限公司　江苏　盐城　224000

摘　要：实景三维建模是自然资源数字化管理的重要手段，倾斜摄影测量能够弥补传统测绘技术存在的不足，可常态化完成国土空间三维模型的搭建工作。本文结合该项技术的作业流程与应用特点，探究技术在自然资源多项业务工作中的实际作用，归纳技术落地应用过程中存在的各类问题，针对现存短板提出对应的优化方式，能够为自然资源实景三维建模的规范化推广与长效应用提供基础参考。

关键词：倾斜摄影测量；自然资源；实景三维建模；技术应用

引言：国内自然资源信息化建设正在持续推进，传统二维测绘模式存在一定局限性，已经难以适配当下国土空间精细化管理的工作需求。实景三维建模能够搭建数字化空间基底，是自然资源信息化建设的重要内容，倾斜摄影测量也是目前行业使用较多的建模技术。本文结合当前技术应用实际，梳理该技术的作业流程与应用问题，明确对应的优化思路，为自然资源三维建模工作的规范化开展提供基础参考。

1 倾斜摄影测量与自然资源实景三维建模概述

倾斜摄影测量属于新式测绘技术，这项技术依托无人机设备与配套测绘系统完成空间数据的采集和处理工作，能够多角度获取测区影像资料，补齐了传统垂直摄影的数据短板。自然资源实景三维模型是国土数字化管理的基础载体，模型建设需要满足精度、完整性和可更新性的基本标准，能够适配自然资源各项业务工作的开展[1]。和传统建模手段相比，该技术的自动化水平更高，作业成本相对更低，建模精度也可以得到有效控制。工作人员能够根据不同区域的地形条件调整作业参数，让这项技术适配各类国土空间场景的建模工作，因此该技术在自然资源三维建模领域具备较高的应用价值与环境适配性。

2 倾斜摄影测量实景三维建模核心流程

2.1 前期规划与参数布设

前期规划与参数布设是实景三维建模作业的基础性环节，该环节的作业质量，对整体建模精度和作业效率起着决定性作用，主要包含测区实地勘查、无人机航线规划、像控点布设三项基础内容。正式开展航测作业前，工作人员需完成测区实地排查工作，梳理场地存在的各类干扰问题与安全隐患，结合现场实际情况制定合规的作业实施计划。依据测区覆盖范围及项目建模精度要求，工作人员合理规划无人机飞行路径，调试匹配的航测参数，保障航拍影像能够满足建模所需的重叠度和完整度。作业人员需遵循现行行业标准布置像控点位，适当加密重点区域的点位密度，利用专业测绘设备采集精准点位数据，严控原始数据的整体质量，为后续三维建模工序开展提供可靠的基础数据保障。

2.2 多视角影像数据采集

多视角影像采集属于实景三维建模的核心数据采集环节，该环节主要借助多镜头无人机设备完成低空航测作业，是保障建模成果质量的基础前提。工作人员需要在航测作业启动前调试设备主体与各项作业参数，全面检查设备运行状态，以此规避各类成像问题。无人机会按照既定航线完成自动化数据采集，持续获取测区多角度影像与飞行姿态信息，作业过程中需要维持飞行平稳，以此保障影像重叠度与数据完整度。地形条件复杂的区域需要拆分飞行作业范围，通过补拍作业填补地物遮挡造成的数据缺失。航测工作结束后，工作人员需要统一筛选整理原始影像资料，剔除无效影像数据，规整各类作业文件，为后续内业数据处理与模型解算工作提供有效的数据支撑。

2.3 内业数据处理与空三解算

内业数据处理与空三解算在实景三维建模流程中占据关键地位，该环节的作业效果，能够直接影响三维模型的空间准确度与整体完整程度。野外获取的原始影像会存在一定的数据偏差，工作人员需要提前完成基础预处理工作，对影像内容进行矫正、降噪与统一处理，减少外界环境和设备因素带来的数据问题[2]。完成处理的影像资料、飞行记录数据以及像控点坐标

数据，都会被导入建模软件系统开展空三解算作业。系统会根据影像特征匹配结果生成点云数据，以此搭建基础空间框架，工作人员结合实测坐标完成数据校正与坐标转换，消除系统存在的数据偏差，最后完成成果质检与冗余数据清理，为后续三维模型搭建工作提供稳定、有效的数据支撑。

2.4 三维模型构建与优化处理

三维模型构建与优化需要依托空三解算数据和密集点云成果开展作业，整体流程包含网格搭建、纹理附着与模型优化几个基础步骤。工作人员会通过点云数据生成三角网格结构，还原测区地形与地物的基本形态，再依托多视角影像完成纹理贴合，生成初始三维模型。初始模型普遍存在结构偏差和数据瑕疵，需要工作人员进行人工修整，处理模型存在的各类问题并清理冗余数据。工作人员会统一调整模型输出参数与格式，适配自然资源信息化平台的使用标准，能够输出符合行业规范且可投入实际业务使用的三维建模成果。

3 倾斜摄影测量在自然资源实景三维建模中的核心应用

3.1 自然资源调查监测建模

国土空间资源的现状摸排、数据统计与动态监管，是自然资源日常管理的基础工作，传统二维调查方式存在一定的技术局限，整体识别效果不够直观，空间数据完整性不足，动态监测的及时性也难以保障。倾斜摄影测量技术搭建的实景三维模型，能够对各类国土资源开展立体化、精细化的监测统计工作[3]。工作人员可以依托三维模型，掌握各类资源的空间分布状态、形态规模以及高程差异，完成土地类型判定、数据统计与边界划定等基础工作，有效提升资源调查工作的整体质量与作业速度。相关人员也可以结合不同时期的三维模型数据开展对比分析，及时掌握各类自然资源的动态变动情况，落实常态化监测工作，为资源数据更新、趋势研判和管理决策提供可靠的三维数据支撑，有效弥补传统二维调查模式无法识别立体空间变化的技术缺陷。

3.2 国土空间规划编制支撑

国土空间规划工作能够对国土空间的开发、保护和利用工作进行整体统筹，相关工作开展需要依托完整且精准的空间基础数据。倾斜摄影测量技术搭建的实景三维模型，可以搭建全覆盖的三维国土空间基础数据体系，能够为各类国土空间规划编制工作提供稳定的数据支撑。相比于传统的二维图纸资料，三维模型可以直观展示区域地形差异、地貌状态、地物分布和生态布局，工作人员能够结合模型数据判断区域开发条件，明确各类管控边界，合理统筹各类国土空间利用需求。规划人员可以依托三维模型开展方案模拟分析，预判规划实施带来的空间变化，提前规避各类规划矛盾与资源浪费问题。在规划审核环节中，工作人员可以借助三维可视化对比方式，核对建设项目各项指标的合规性，有效提升国土空间规划工作的精准程度与落地效果，助力国土空间实现精细化与节约化管理。

3.3 生态保护与修复建模应用

生态保护与修复工作属于自然资源管理的重要内容，这项工作涉及多项国土治理内容，对空间数据的完整度、时效性和精准度都有着严格的标准。倾斜摄影测量技术能够完成生态区域三维模型的快速搭建，技术可以真实还原区域生态基础状态，明确区域生态破损位置、破损规模以及地形变化情况，为生态治理方案编制、工程数据核算和治理效果评价提供基础数据支撑。工作人员可以在生态修复工作开展前，借助三维模型统计区域破损数据，以此确定合理的修复方案与工程投入标准。在施工推进的过程中，工作人员可以通过多次航测建模对比方式，实时掌握施工开展状态，根据实际情况调整施工安排。修复工作结束后，工作人员也能依托模型对比数据，检验区域生态改善效果，全程实现生态治理工作的可视化管控，有效提升自然资源生态修复工作的精细化管理水平与整体治理效率。

3.4 自然资源执法与监管应用

自然资源执法监管工作是规范国土空间利用秩序的重要手段，传统人工巡查的监管方式存在作业效率偏低、取证内容有限、动态管控不及时等各类问题，很难适配现阶段常态化国土监管工作需求。倾斜摄影测量三维建模技术能够建立立体化的全域监管模式，工作人员可以借助该技术搭建一体化的自然资源监管体系。工作人员可以通过周期性航测作业更新区域三维模型，对比不同阶段的模型数据差异，以此识别国土空间内部的各类违规变动情况，确定违规位置、范围及体量，能够实现各类违规问题的提前发现与及时处理。三维模型可以完整还原现场空间状态，留存可视化的执法资料，弥补传统取证工作存在的内容单一、证明力不足的缺陷[4]。相关单位可以依托三维模型搭建智能监管系统，完成违规线索筛查、动态追踪和闭环处置等工作，能够有效提升自然资源执法监管的精准度和整体效率，保障国土空间管控工作有序开展。

4 技术应用现存问题与优化策略

4.1 复杂场景建模精度不足

倾斜摄影测量技术在复杂自然资源区域开展建模作业时，普遍会出现建模精度不达标的问题。各类遮挡条件和特殊地形环境，都会造成测绘数据采集不完整的情况，这会让生成的三维模型出现结构变形、数据偏差以及空洞失真等诸多问题。地形起伏较大的区域也容易产生数据匹配错误，进一步加大模型高程数据的误差。工作人员可以通过调整航测作业方式改善这类问题，复杂作业区域可以更换飞行模式并补充多角度拍摄，以此完善采集的影像数据。行业也可搭配激光扫描设备开展协同作业，弥补单一摄影测量技术的作业短板，融合两类数据成果，有效提升复杂区域三维模型的完整度与精准度。

4.2 大面积建模效率受限

大范围国土空间的三维建模工作会产生数量庞大的影像数据，这类数据在解算、网格构建和纹理匹配的过程中，会耗费较多设备算力与工作时间，整体建模速度相对偏慢，无法适配自然资源应急监测和动态更新的时效要求。工作人员可以通过多种方式提升整体建模效率，作业人员能够对大范围测区进行分块划分，让多个区块的数据处理与建模工作同步推进。工作人员也可以调整建模软件的运行参数，按照实际工作需求设置不同精度的模型标准。云端算力技术的应用也能够替代传统本地设备作业模式，有效提升大数据量的处理速度，缩短整体建模周期，满足大范围自然资源快速更新建模的工作需求。

4.3 模型数据兼容性较差

现阶段各类航测设备与建模软件产出的三维模型，会存在格式和接口不统一的问题，这就让模型数据很难适配自然资源各类业务管理平台，数据互通和二次利用的难度会有所增加，也容易造成数据孤立堆积的问题[5]。行业可以通过制定统一的作业标准与数据规范进行改善，相关标准能够统一模型输出格式、精度参数以及坐标系统。工作人员也可以对模型进行轻量化处理，精简数据体积的同时保留核心建模精度，让模型的传输和加载过程更加顺畅。相关部门可以搭建通用的数据共享平台，打通各类业务系统的数据对接通道，有效提升三维模型数据的实际利用价值。

4.4 动态更新机制不完善

国土空间的各类资源状态始终处于动态变动的过程中，目前的三维建模工作大多采用阶段性单次制作的模式，整体动态更新体系并不健全。这种作业模式会造成模型数据更新不及时，新旧数据难以顺利衔接，整体建模成本也会有所增加，无法满足自然资源常态化监管的工作要求。相关部门需要搭建常态化的航测更新体系，依据区域资源的变动频率设定对应的更新周期。工作人员可以推广增量更新的作业方式，不用对整体区域开展重复建模，只针对发生变动的区域完成数据采集与模型更新。这种方式能够衔接新旧模型数据，有效降低作业成本，提升模型更新效率，保证三维数据可以实时贴合国土空间的实际现状。

结束语

综上所述，倾斜摄影测量可以有效支撑自然资源实景三维建模工作，该技术能够转变传统国土测绘与管理模式，推动行业朝着数字化、立体化的方向转型。该技术在实际应用当中，依旧存在建模精度不稳定、作业效率有限、数据兼容性弱、动态更新体系不完整等问题。随着测绘信息化技术不断升级，各类应用缺陷能够得到逐步改善，可持续适配自然资源各类业务场景，稳步推进国土空间精细化与数字化管理工作落地。

参考文献

[1] 尤聿坤. 无人机倾斜摄影测量技术在城市三维实景建模中的应用研究 [J]. 微型计算机,2026(10):204-206.

[2] 李琳, 陈平. 无人机倾斜摄影技术在智慧校园实景三维建模中的应用 [J]. 测绘与空间地理信息,2026,49(3):53-55+59.

[3] 吴哲. 无人机倾斜摄影测量技术在城市实景三维建模中的应用研究 [J]. 科技资讯,2026,24(8):24-26.

[4] 杨建勇. 倾斜摄影与实景三维建模在涉铁测绘中的应用 [J]. 城市勘测,2026(2):133-138.

[5] 唐飞. 倾斜摄影结合贴近摄影技术在复杂地貌实景三维建模中的应用 [J]. 测绘与空间地理信息,2026,49(2):186-187+191.