

实景三维无人机摄影测绘技术的应用

李亚丽

甘肃煤田地质局综合普查队 甘肃 天水 741000

摘要: 本文详细探讨了实景三维无人机摄影测绘技术的原理、特点及其广泛应用。首先介绍了无人机飞行原理、摄影测量和三维建模的基本原理,接着分析了该技术高效率、高精度、灵活性和低成本的特点。随后阐述了该技术在城市建设与管理、资源调查与监测、灾害应急与评估以及文化遗产保护等领域的应用。还描述了从前期准备到数据采集、处理直至成果输出的应用流程。

关键词: 实景三维; 无人机摄影测绘; 技术原理; 应用领域; 应用流程

引言: 随着科技的进步,实景三维无人机摄影测绘技术逐渐成为现代测绘领域的重要工具。通过无人机搭载高分辨率相机,结合先进的影像处理算法,可以快速获取大面积区域的高精度三维模型。相比传统测绘方法,该技术不仅提高了工作效率,还降低了成本,并且能够在复杂或危险环境中执行任务。本文旨在探讨实景三维无人机摄影测绘技术的工作原理、技术特点及其在多个领域的应用,以期为相关从业人员提供理论指导和技术支持,推动这一新兴技术的发展与应用。

1 实景三维无人机摄影测绘技术

1.1 技术原理

无人机在测绘作业时,依靠多种系统协同实现稳定飞行。飞行模式包含自主飞行与手动操控两种,自主飞行借助预先设定的航线规划,结合卫星导航系统定位,依程序指令按固定航线巡航,确保测绘区域全覆盖且影像采集均匀;手动操控则用于特殊环境或紧急情况调整。导航系统多采用全球卫星导航系统,接收卫星信号确定自身空间位置,为航线规划与定位提供基础数据。姿态控制系统通过传感器实时感知无人机姿态变化,如俯仰、滚转、偏航角度,经算法计算后,控制电机转速与螺旋桨角度,保持飞行平稳,为精准获取影像数据创造条件。摄影测量基于几何光学与空间几何原理,通过像片记录地面物体信息。像片获取环节,无人机搭载的相机依设定参数拍摄地面景物,形成二维影像。像点坐标量测通过专业软件对影像上特定点坐标精确测定,作为后续空间计算依据。空间前方交会利用不同摄站获取的同名像点,结合相机内外方位元素,依据共线方程计算地面点三维坐标,实现从二维影像到三维空间信息转换,构建地面物体空间位置关系^[1]。从二维影像数据构建三维模型,需多视影像匹配、点云生成、纹理映射等技术协同。多视影像匹配从海量影像中寻找同名特征点,

确定物体在不同视角下对应关系;基于匹配点,经计算生成点云数据,以离散点集合表达物体三维形态。点云数据经滤波、降噪、加密处理,构建物体表面网格模型,再将影像纹理映射至模型表面,赋予模型真实外观细节,最终形成逼真的实景三维模型。

1.2 技术特点

传统测绘依赖人工实地测量,需逐点采集数据,受地形、天气影响大,作业效率低。无人机摄影测绘技术依靠飞行器快速巡航,短时间内覆盖大面积区域,一次飞行可获取大量影像数据。数据处理阶段,自动化软件快速处理影像,生成三维模型与测绘成果,大幅缩短项目周期,尤其适用于大范围地形测绘、应急测绘等任务场景。无人机飞行稳定性、相机分辨率、像控点布设直接影响测绘精度。稳定的飞行姿态保证影像重叠度与清晰度,高分辨率相机捕捉更多细节信息;合理布设像控点作为地面控制点,为数据处理提供精确坐标基准。在设备性能良好、作业规范前提下,该技术可满足多种测绘精度要求,从基础地形测绘到高精度工程测量均可适用。无人机体积小、重量轻,不受地形地貌限制。无论是山地、森林、水域等复杂地形,还是城市高楼密集区,都能灵活飞行至目标区域作业。可依任务需求调整飞行高度、速度、航线,快速响应不同测绘任务,获取传统手段难以到达区域的空间信息,在特殊地形测绘、灾害区域应急测绘等场景优势显著。设备购置方面,无人机及配套设备价格相对传统测绘仪器较低,且可重复使用;人员投入上,无需大量专业测绘人员实地操作,减少人力成本。作业周期短,避免因天气、地形导致的工期延误,降低时间成本。综合设备、人力、时间等因素,实景三维无人机摄影测绘技术在保证测绘质量前提下,大幅降低作业成本,具有较高性价比。

2 实景三维无人机摄影测绘技术应用领域

2.1 城市建设与管理

实景三维模型为城市规划提供可视化空间信息平台。规划师借助模型直观观察城市地形地貌、现有建筑分布及周边环境状况,进行土地利用规划时,可依据模型中不同地块的高程、坡度等信息,合理布局居住区、商业区、工业区等功能区域。在功能分区设计环节,通过三维模型模拟人流、车流走向,评估不同分区规划方案对城市交通、居民生活的影响,优化道路网络与公共设施布局,确保城市空间利用科学合理。在城市老旧小区改造项目中,实景三维无人机摄影测绘技术用于现状评估。快速获取老旧小区建筑结构、道路破损、基础设施分布等详细信息,为制定改造方案提供精准数据。针对历史建筑保护,利用该技术对建筑外观、结构细节进行高精度测绘,建立数字化档案,记录建筑历史风貌。在方案设计阶段,基于三维模型模拟改造后的效果,对比历史风貌与改造需求,确保历史建筑在保护基础上实现功能更新。效果展示环节,通过三维模型向公众直观呈现改造前后变化,便于收集反馈意见完善方案。城市交通管理中,实景三维模型辅助管理者分析交通流量、道路拥堵状况。通过模型观察道路与周边建筑、设施的空间关系,优化交通信号灯设置与道路标线规划。环境监测方面,结合模型定位污染源位置,分析污染物扩散趋势,为环境治理决策提供支持。公共安全领域,三维模型呈现城市建筑布局、消防通道状况,在火灾、地震等灾害发生时,帮助救援人员规划救援路线,制定应急预案,提升城市公共安全管理水平。

2.2 资源调查与监测

无人机摄影测绘凭借快速高效的特点,获取土地利用现状信息。从高空拍摄影像,经处理生成三维模型,清晰呈现土地利用类型,如耕地、林地、建设用地等分布状况^[2]。为土地资源规划提供基础数据,助力相关部门掌握土地资源动态变化,合理制定土地开发、保护政策,实现土地资源可持续利用。在矿山开采监测中,该技术定期获取矿山地形地貌、开采区域变化影像。通过三维模型分析开采进度、边坡稳定性,及时发现开采过程中可能出现的安全隐患,如边坡滑坡风险。在矿产资源储量估算方面,基于三维模型精确计算开采区域体积,结合矿石品位等数据,实现高效、准确的储量估算,为矿山开采规划与资源管理提供可靠依据。森林资源清查利用实景三维模型统计森林面积、蓄积量,分析森林分布状况。在森林病虫害监测中,通过模型观察树木生长状态,识别病虫害发生区域与程度,及时采取防治措施。森林火灾预警时,模型展示林区地形、植被分

布,结合气象数据,预测火灾发生可能性与蔓延方向,为预防和应急处置提供信息支持。

2.3 灾害应急与评估

灾害发生前,无人机快速获取潜在灾区地形地貌、建筑物分布等信息,构建三维模型。分析模型中地形坡度、河流走向、建筑抗震能力等因素,评估灾害发生风险,为灾害预警提供基础数据,提前制定应对策略,减少灾害损失。灾害发生后,无人机迅速抵达灾区,获取实时影像与三维模型。救援人员依据模型掌握灾区道路损毁、建筑物倒塌、人员被困位置等情况,规划救援路线,确定救援重点区域。在洪水灾害中,通过模型判断洪水淹没范围与深度,合理调配救援物资与人员,提高救援效率。对比灾前灾后实景三维模型,精确计算建筑物损毁面积、土地破坏程度、基础设施损坏数量等。量化灾害造成的经济损失,为灾害救助、保险理赔、灾后重建规划提供准确数据支撑。

2.4 文化遗产保护

对文物古迹进行高精度三维测绘,无人机从不同角度拍摄影像,构建详细三维模型。完整记录文物古迹的外观形态、结构细节、装饰纹样等信息,建立数字化档案。为文物保护和修复提供精确数据,在修复过程中依据模型还原文物原貌,确保修复工作科学准确。在历史文化街区保护和规划中,实景三维模型用于现状评估。分析街区建筑风格、街巷空间格局、历史环境要素保存状况,为制定保护规划提供依据。在风貌保护和规划方案设计时,基于模型模拟保护与开发效果,协调历史风貌保护与现代城市发展需求,实现历史文化街区的可持续保护与利用。

3 实景三维无人机摄影测绘技术应用流程

3.1 前期准备

任务规划需综合考量测绘区域地形、地貌与测绘目的。针对平原区域,飞行高度可适当提升以扩大单次作业覆盖范围;山区地形复杂,需降低飞行高度确保获取清晰影像,同时依据山体走向与坡度设计航线,规避飞行风险。测绘目的决定参数设定,高精度地形测绘要求较低飞行速度,保障影像重叠度;大范围区域普查则可适当提高速度^[3]。航线设计采用网格状、带状等形式,确保测绘区域全覆盖且相邻影像间有充足重叠度,为后续数据处理提供基础。对无人机、相机、导航系统等设备进行全面检查与调试。无人机检查机身结构完整性、电机运转状况、螺旋桨磨损程度,确保飞行安全。相机检查镜头清洁度、传感器性能、存储容量,调整拍摄参数,如分辨率、曝光时间、焦距,满足测绘精度需求。

导航系统校准定位精度,测试卫星信号接收稳定性,确保无人机按规划航线精准飞行。通过设备调试,保障各部件性能良好,协同工作,避免因设备故障影响测绘作业。像控点布设遵循均匀分布、易于识别原则。在测绘区域内选择明显地物点,如道路交叉点、建筑物拐角,采用全站仪等设备精确测量其三维坐标。像控点间距依测绘精度要求而定,精度要求高的区域加密布设。像控点在测绘中起坐标基准作用,数据处理时通过像控点的影像坐标与实测坐标匹配,纠正影像几何变形,提高三维模型坐标精度,确保测绘成果与实际地理坐标一致。

3.2 数据采集

无人机按预先规划的飞行计划执行作业。飞行过程中,实时监测飞行状态参数,如高度、速度、姿态角、电池电量,确保飞行稳定。依地形起伏动态调整飞行高度,保持相对高度恒定,保证影像比例尺一致。遇到突发天气变化或设备异常,及时启动应急程序,如返航、悬停等待指令,确保无人机安全,同时保证获取影像数据的质量与完整性。数据记录采用相机内置存储与外接存储设备相结合方式。影像数据以标准格式实时记录,存储介质选用大容量、高读写速度的存储卡或固态硬盘,确保数据快速存储不丢失。飞行过程中,同步记录飞行参数数据,如飞行轨迹、姿态信息、时间戳,与影像数据一一对应。作业完成后,及时备份数据,采用双硬盘或云存储等方式,防止数据损坏或丢失,保障数据的完整性与安全性。

3.3 数据处理

对采集影像进行辐射校正与几何校正预处理。辐射校正调整影像亮度、对比度、色彩平衡,消除因光照条件差异导致的影像质量问题,统一影像色调。几何校正通过像控点坐标信息,纠正因无人机飞行姿态变化、地形起伏引起的影像几何变形,使影像符合正射投影要求,提高影像几何精度,为后续处理奠定基础。运用空中三角测量方法进行空三加密。从预处理影像中提取特征点,通过匹配算法寻找同名点,构建影像间连接关系^[4]。基于像控点坐标,采用平差计算方法,求解影像外方位元素,确定每张影像在空间中的位置与姿态,同时加密计算未知点地面坐标,生成密集点云数据,为空三加密结果为三维建模提供精确的空间坐标信息与点云基础。利用专业三维

建模软件,依据空三加密结果生成实景三维模型。软件将点云数据构建成三角网格模型,通过表面重建算法生成物体表面模型。进行纹理映射,将预处理后的影像纹理信息贴合至模型表面,赋予模型真实外观。对模型进行平滑、降噪、修补等优化处理,提高模型质量,最终生成高精度、高逼真度的实景三维模型。

3.4 成果输出与应用

将生成的实景三维模型输出为常见格式,如OBJ、OSGB。OBJ格式通用性强,便于在多种三维设计软件中编辑修改;OSGB格式适合大规模场景网络发布与浏览。输出时设置合适的模型精度与细节等级,兼顾模型质量与数据量大小,满足不同应用场景需求,方便模型在后续工作中使用。根据不同应用领域对三维模型进行分析处理。城市规划领域,利用模型进行空间分析、方案比选;资源调查时,基于模型提取地形、资源分布信息;灾害应急中,通过模型评估灾害影响范围与损失程度。结合其他数据,如地理信息数据、业务专题数据,对模型进行二次开发,为各领域决策提供直观、准确的数据支持,发挥实景三维模型的应用价值。

结束语

实景三维无人机摄影测绘技术以独特优势,在城市规划、资源监测、灾害应急、文化遗产保护等多领域发挥不可替代的作用。其从数据采集到成果应用的完整链条,为各行业提供可靠空间信息。伴随技术持续迭代,该技术应用场景将持续拓展,未来将以更高精度与效率,为各领域发展注入强劲动力。

参考文献

- [1]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.
- [2]李晓,连蓉,罗鼎,等.无人机倾斜摄影及实景三维建模技术在应急测绘中的应用[J].测绘地理信息,2024,49(6):107-110.
- [3]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.
- [4]史雅君.无人机倾斜摄影三维实景建模在不动产测绘中的应用[J].江苏建材,2024(2):130-131.