

测绘工程测量中无人机遥感技术运用分析

乌 彬

达拉特旗自然资源综合服务中心 内蒙古自治区 鄂尔多斯 014300

摘 要: 在测绘工程测量领域,无人机遥感技术展现出独特优势并广泛应用。本文先详细阐述其核心构成,包括硬件系统、软件系统以及工作流程。接着深入剖析该技术在地形测绘、地物测绘、工程建设测绘和特殊场景测绘等维度的具体应用情况。还探讨了飞行参数优化、数据处理和环境因素应对等关键技术要点。最后从硬件、软件及运用模式三方面提出优化方向,为无人机遥感技术在测绘工程测量中的科学应用与持续发展提供参考。

关键词: 无人机遥感技术; 测绘工程测量; 应用维度; 技术要点; 优化方向

引言: 在测绘工程测量领域,传统测量方式面临效率低、成本高、数据获取难度大等问题,难以满足日益增长的复杂测绘需求。随着科技飞速发展,无人机遥感技术应运而生,凭借灵活机动、覆盖范围广、数据获取快速等显著优势,逐渐成为测绘工程测量的重要手段。它能够突破地形、环境等限制,高效获取高精度测绘数据,为地形分析、工程建设规划等提供有力支持。深入研究无人机遥感技术在测绘工程测量中的运用,具有重要的现实意义。

1 无人机遥感技术核心构成与工作原理

1.1 核心硬件系统

无人机飞行平台类型及适配特性是硬件系统的基础支撑。固定翼飞行平台续航能力强,适合大范围区域的连续遥感作业。多旋翼飞行平台操控灵活,能够实现低空悬停,适配小范围高精度的遥感监测^[1]。垂直起降混合翼飞行平台兼具两类平台优势,可满足复杂地形下的多样化作业需求。遥感传感器核心类型及功能决定遥感数据的精度与应用范围。光学传感器可捕捉地物可见光与近红外波段信息,空间分辨率最高可达0.05米,适用于植被覆盖度与土地利用类型的监测。红外传感器能够感知地物热辐射差异,温度测量精度可达 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,可应用于水体污染与地热资源的探测。合成孔径雷达传感器具备全天时全天候作业能力,不受云层与光照条件限制,成像分辨率可达1-3米,适合复杂气候区域的遥感任务。数据传输与存储硬件配置要求需匹配遥感作业的实际需求。数据传输硬件需具备稳定的信号传输能力,传输速率可达10-50Mbps,保障空中采集数据实时回传至地面终端。存储硬件需满足大容量与高速读写需求,存储容量可达1-4TB,读写速度可达500-1000MB/s,避免数据丢失,同时适配无人机有限的载荷空间,实现轻量化集成。

1.2 核心软件系统

飞行控制系统核心功能是保障无人机按照预设航线精准飞行。该系统可实现飞行姿态的实时调整,维持飞行稳定性,同时支持航点规划与飞行模式切换,确保遥感数据采集的规范性。遥感数据采集与预处理软件作用贯穿数据采集全程。软件可实现传感器与飞行平台的协同控制,按照设定参数触发数据采集动作,还能对原始数据进行噪声去除与格式转换,为后续处理奠定基础。数据解译与成果生成软件核心模块是实现遥感数据价值转化的关键。该模块包含地物特征提取功能,可识别不同地物的光谱与纹理特征,同时具备数据分类与专题图制作功能,将处理后的数据转化为直观的遥感成果。

1.3 核心工作流程

前期准备与规划环节是遥感作业顺利开展的前提。工作人员需完成作业区域的地形与气象信息分析,结合任务目标确定飞行平台与传感器类型,规划合理的飞行航线与数据采集参数。空中数据采集执行环节需依托软硬件系统的协同配合。无人机按照预设航线飞行,传感器同步采集地物数据,传输硬件将数据实时回传,存储硬件同步备份原始数据。后期数据处理与成果输出环节是遥感任务的收尾阶段。工作人员利用预处理软件完成数据优化,通过解译软件提取地物信息,最终生成专题图、数据分析报告等成果,为各领域应用提供数据支撑。

2 无人机遥感技术在测绘工程测量中的核心应用维度

2.1 地形测绘应用

复杂地形区域数据获取适配方式需结合地形条件优化硬件与作业模式。针对山地、峡谷等区域,选用具备强稳定性的飞行平台,搭配抗干扰能力强的传感器,通过调整飞行高度与航线密度适配地形复杂度,航线密度可设置为每50-100米一条^[2]。地形起伏特征捕捉核心要点聚焦高程精度与地形纹理还原,依托高分辨率遥感数据捕捉坡度、坡向等关键参数,高程测量精度可达 ± 0.2

米, 精准还原地形起伏形态。地形数据与测绘成果的衔接逻辑注重数据精度校准与格式适配, 经过预处理的地形数据需与测绘规范要求对齐, 通过坐标系统一、精度核验实现与后续测绘成果的无缝衔接, 坐标统一精度可达 ± 0.01 米。

2.2 地物测绘应用

人工地物边界与属性信息提取依托光谱分析与特征识别技术, 精准界定建筑物、道路等人工地物的边界范围, 同步提取材质、结构等核心属性信息。自然地物分布特征捕捉方法强调结合地物光谱特性优化传感器参数, 通过多波段数据融合捕捉植被、水体等自然地物的空间分布规律与形态特征。地物动态变化跟踪的技术适配围绕时间序列数据采集与对比分析, 通过固定周期的遥感监测获取地物变化数据, 搭配数据解译技术实现变化范围、幅度与趋势的精准捕捉。

2.3 工程建设测绘应用

工程选址阶段测绘技术适配需满足选址评估的数据需求, 通过大范围遥感测绘获取区域地形、地质及地物分布数据, 单次大范围测绘面积可达200-500平方公里, 为选址合理性分析提供支撑。工程施工阶段现场测绘要点侧重实时性与精准性, 依托无人机快速作业能力获取施工区域动态数据, 及时反馈场地平整、基坑开挖等施工环节的实际情况, 数据反馈延迟可控制在30分钟以内, 指导施工调整。工程竣工阶段测绘成果核验适配围绕工程验收标准, 通过高精度遥感数据对工程实体尺寸、位置及周边环境变化进行核验, 确保成果符合设计要求与测绘规范, 尺寸核验误差可控制在 ± 0.1 米以内。

2.4 特殊场景测绘应用

恶劣环境下的测绘技术调整需针对性优化软硬件配置与作业流程, 在高温、高湿、强风等环境中, 选用耐候性强的设备, 调整飞行速度与数据采集频率保障作业安全与数据质量, 飞行速度可调整至5-10米/秒。小范围高精度测绘的技术优化聚焦精度提升, 通过加密航点、降低飞行高度、选用高分辨率传感器等方式, 强化数据细节捕捉能力, 满足毫米级精度需求, 航点加密至每10-20米一个。大范围快速测绘的效率提升路径依托集群作业与数据快速处理技术, 通过多机协同测绘扩大作业范围, 搭配自动化预处理软件缩短数据处理周期, 实现效率与精度的平衡。

3 无人机遥感技术运用中的关键技术要点

3.1 飞行参数优化

飞行高度与分辨率的适配关系直接决定遥感数据的有效利用价值。飞行高度升高会降低地面分辨率, 难以捕

捉地物细微特征; 高度过低则缩小单架次作业范围, 增加作业成本。需结合测绘任务精度要求与作业区域范围, 确定适配的飞行高度, 实现分辨率与作业效率的平衡, 当精度要求为0.1米时, 飞行高度可设置为100-200米^[1]。飞行航线规划与数据覆盖完整性控制需依托地形数据与作业需求, 采用平行航线或网格航线布局, 合理设置航线重叠度, 避免出现数据盲区, 航线重叠度可设置为20%-50%。针对复杂地形需调整航线走向, 贴合地形起伏变化, 确保作业区域全域覆盖且数据衔接顺畅。飞行速度与数据采集质量的平衡需匹配传感器工作性能, 速度过快易导致传感器曝光不足或数据模糊, 速度过慢则延长作业时间, 增加环境干扰风险。需根据传感器帧率、曝光时间及作业环境, 设定合理飞行速度, 当传感器帧率为10帧/秒时, 飞行速度可设置为5-15米/秒, 保障数据采集清晰度与稳定性。

3.2 数据处理关键点

原始数据降噪与校正方法是提升数据质量的基础环节。降噪需采用光谱滤波、空间平滑等技术, 剔除传感器噪声、大气散射等干扰因素, 还原地物真实信息, 降噪后数据信噪比可提升10-20dB。校正需涵盖辐射校正与几何校正, 辐射校正消除光照条件差异对数据的影响, 几何校正修正飞行姿态偏差、地形起伏带来的位置偏移, 确保数据坐标与光谱信息精准, 几何校正精度可达 ± 0.1 米。数据拼接与配准的核心要求聚焦无缝衔接与位置统一。拼接需基于同名点匹配技术, 调整相邻影像重叠区域亮度与对比度, 避免出现拼接痕迹, 同名点匹配成功率可达95%以上。配准需以统一坐标系统为基准, 通过特征点提取与匹配, 实现多源、多时段遥感数据的空间对齐, 保障数据一致性, 特征点匹配精度可达 ± 0.05 米。成果精度控制的技术手段需贯穿数据处理全程, 采用野外实测验证、控制点对比等方式, 核验成果高程、平面位置精度。对精度不达标的区域需重新处理数据, 优化处理参数, 确保最终成果符合测绘规范要求。

3.3 环境因素应对要点

气象条件对技术运用的影响及应对需提前预判天气变化, 规避暴雨、强风、大雾等恶劣天气。微风环境下需调整飞行姿态保持稳定, 大雾天气需暂停作业, 避免大气散射影响数据精度。高温环境下需做好设备散热防护, 低温环境需选用耐寒设备并预热, 保障设备正常运行, 设备正常工作温度范围为 -20°C - 50°C 。地形环境对飞行与数据采集的适配调整需结合地形类型优化方案, 山地区域需提升飞行平台稳定性, 加密航线密度, 强化地形起伏处数据采集。水域、沼泽等区域需避开低空气流

干扰,调整飞行高度避免地面反射影响,同时选用防水性能优良的设备,应对复杂地形环境带来的作业挑战,防水设备防护等级可达IP67。

4 无人机遥感技术在测绘工程测量中的运用优化方向

4.1 硬件系统优化方向

飞行平台便携性与稳定性提升需聚焦轻量化设计与结构力学优化,结合新型复合材料应用缩减平台自重,通过姿态控制算法迭代强化复杂工况下的飞行姿态保持能力^[4]。优化过程需兼顾运输便捷性与作业续航需求,通过动力系统能效提升延长单次飞行时长,为大范围测绘作业提供支撑。传感器精度与多维度采集能力强化依赖光谱成像技术与探测芯片工艺升级,提升空间分辨率与光谱分辨率以捕捉更细微的地物信息,空间分辨率可提升至0.001-0.01米,光谱分辨率可提升至1-10纳米。拓展传感器采集维度,实现可见光、近红外、热红外等多波段数据同步采集,波段数量可达5-30个,满足不同测绘场景下的信息获取需求,依托传感技术校准体系保障数据采集的一致性 & 可靠性,校准误差不超过1%。

4.2 软件系统优化方向

数据处理效率与自动化水平提升可借助人工智能算法与并行计算技术,优化数据预处理流程中的去噪、拼接、校正等环节,减少人工干预环节的耗时占比。构建自适应数据处理模型,实现对不同类型遥感数据的智能化识别与处理参数匹配,依托计算框架优化提升海量测绘数据的处理速率。数据解译准确性与智能化优化需融合深度学习与机器学习算法,完善地物特征提取模型,提升对复杂地物类型的识别与分类精度。通过算法模型训练优化,增强解译过程对地形起伏、植被覆盖等干扰因素的适应能力,结合测绘数据标准规范优化解译结果输出形式,确保解译数据符合工程测量的精度要求。

4.3 运用模式优化方向

多技术融合运用的路径拓展需立足无人机遥感技术与全球导航卫星系统、地理信息系统、激光雷达技术的

协同互补特性,构建一体化测绘技术体系。通过数据接口标准化设计实现不同技术手段采集数据的高效融合,发挥各技术优势提升测绘成果的完整性与精准度,推动测绘技术从单一数据获取向综合分析应用转型^[5]。不同测绘场景的个性化技术方案构建需基于场景特征分析优化技术组合形式,针对地形测绘、地籍测量、工程建设监测等不同场景的作业要求与环境特点,优化飞行参数设置、传感器选型与数据处理流程。结合测绘工程的精度标准与作业时效需求,形成适配不同场景的技术方案体系,提升无人机遥感技术在各类测绘场景中的适用性与作业效能。整体优化需依托测绘工程技术规范与遥感技术发展趋势,实现硬件、软件与运用模式的协同升级,推动无人机遥感技术在测绘工程领域的深度应用。

结束语

无人机遥感技术在测绘工程测量领域已展现出巨大潜力与价值。通过对核心构成、应用维度、关键技术要点的深入剖析,明确了该技术在测绘工程测量中的具体运用方式。同时,提出的硬件、软件及运用模式优化方向,为进一步提升技术性能与应用效果提供了思路。随着相关技术的持续进步,无人机遥感技术有望在测绘工程测量中发挥更大作用,为行业发展提供更精准、高效的数据支撑。

参考文献

- [1] 欧阳凯.基于测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J].工程建设与设计,2022(22):96-98.
- [2] 孙娟娟,李娜,徐振铭,等.测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J].模型世界,2024(16):28-30.
- [3] 江子凯.测绘工程测量中无人机遥感技术运用研究[J].低碳世界,2023,13(1):60-62.
- [4] 吕海涛.金属矿山测绘工程测量中无人机遥感技术运用研究[J].世界有色金属,2024(16):151-153.
- [5] 范世振,杨亚楠,刘瑞.基于测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J].中国航班,2023(4):35-38.