

测绘工程测量中无人机遥感技术运用分析

黄国涛

江西省众丰测绘信息有限公司 江西 南昌 330013

摘要：本文围绕测绘工程测量中无人机遥感技术的运用展开分析。首先阐述无人机遥感技术的基础认知，包括系统构成与工作流程，系统由飞行平台、遥感传感器及数据传输处理系统组成，工作流程涵盖任务规划、数据采集与预处理。接着探讨其在地形测绘、工程勘察、施工监测及变形监测中的具体运用，随后分析飞行控制、数据处理、影像解译等关键技术要点，最后展望技术升级方向与应用领域拓展趋势，为相关工程实践提供参考。

关键词：无人机遥感；测绘工程测量；地形测绘；数据处理；发展趋势

引言：在测绘工程测量领域，技术革新始终推动着行业发展。传统测量方式受限于地形复杂程度、作业范围及效率等因素，难以满足现代工程对高精度、高效率数据的需求。无人机遥感技术凭借其独特优势，逐渐成为测绘工程测量中的重要手段。该技术能适应不同地形环境，快速获取丰富的地表信息，为工程规划、勘察、施工及监测等环节提供可靠数据支撑。深入研究无人机遥感技术在测绘工程测量中的运用，对于提升工程测量质量、推动行业技术进步具有重要意义。本文将从基础认知、具体运用、关键技术要点及发展趋势等方面，对该技术进行全面分析。

1 无人机遥感技术的基础认知

1.1 无人机遥感系统的构成

飞行平台的类型及特性与任务需求紧密关联。固定翼机型续航时间较长，适合大范围区域监测。多旋翼机型灵活性强，能在复杂地形环境中完成低空精准作业。垂直起降固定翼机型融合前两者优势，既具备较长续航能力，又可在狭小空间内完成起降操作^[1]。遥感传感器的工作原理基于对不同波段电磁波的捕捉与转化。光学传感器通过接收可见光波段信息生成高清影像，适用于植被覆盖度和地表形态的直观呈现。热红外传感器捕捉物体发射的红外辐射，可用于水体温度分布和地热异常区域的探测。微波传感器不受天气和光照条件限制，能穿透云层和植被，实现全天候对地观测。数据传输与处理系统的功能体现在信息流转的全过程。传输模块通过无线通信技术将传感器获取的原始数据实时传送至地面控制中心，保障数据时效性。处理系统借助图像处理算法对原始数据进行校正拼接和特征提取，去除噪声干扰并生成标准化数据产品，为后续应用提供可靠数据支撑。

1.2 无人机遥感技术的工作流程

飞行任务规划环节需综合考量多种因素。结合监测

区域地形特征和任务精度要求确定飞行高度和航线密度，避开禁飞区和障碍物确保飞行安全，根据电池续航能力合理划分飞行架次，保证数据采集的完整性和连续性。数据采集与获取方式受多种条件影响。起飞前完成设备调试和参数设置，确保传感器处于最佳工作状态；飞行过程中实时监控设备运行状态和数据传输情况，遇突发状况及时调整飞行计划；降落之后对采集数据进行初步校验，确认数据质量符合后续处理要求。数据预处理的基本环节涵盖多个操作步骤。对原始影像进行辐射校正消除光照条件差异带来的影响，通过几何校正修正因飞行姿态变化产生的图像变形，采用图像拼接技术将多幅子影像融合成完整区域影像，最后进行去噪和增强处理，提升影像清晰度和信息辨识度。经预处理的影像可直接用于后续专题信息提取与分析。

2 无人机遥感技术在测绘工程测量中的具体运用

2.1 地形测绘中的运用

大范围地形数据快速获取打破传统测量效率瓶颈。借助无人机高效巡航能力，可在短时间内完成山区丘陵等复杂地貌的数据采集，覆盖范围远超人工测量方式^[2]。通过搭载的高精度传感器，获取的地形数据包含丰富细节，能完整呈现地表起伏状态和地物分布特征。三维地形模型构建技术依托多视角影像匹配实现。将不同航点采集的影像数据导入建模软件，通过特征点匹配和空间坐标计算，生成具有立体效果的地形模型。模型可直观展示地形坡度坡向和高程变化，为道路规划和水利工程设计提供直观参考。地形测绘精度控制方式注重多环节协同。飞行阶段通过设定合理重叠度和航线密度，确保影像数据具备足够匹配点；数据处理阶段引入地面控制点校正，消除因飞行姿态偏差导致的误差；最终成果通过实地采样验证，保证测绘数据与实际地形的吻合度。

2.2 工程勘察中的运用

复杂区域勘察数据采集突破地理环境限制。在峡谷、沼泽等人员难以抵达的区域，无人机可凭借灵活飞行能力完成数据采集，避免传统勘察面临的安全风险。采集的数据涵盖地表形态和浅表层地质信息，为地质勘察提供全面基础资料。地质构造识别与分析依赖多波段影像解译。光学影像可识别断层崖和褶皱等宏观构造，热红外数据能捕捉与地质构造相关的温度异常，微波影像则可穿透植被覆盖发现隐伏构造。多源数据融合分析提升地质构造识别的准确性和完整性。工程选址中的信息支持体现在多因素综合评估。通过无人机获取的地形数据结合地质信息，可分析选址区域的坡度稳定性和水文条件，标记潜在地质灾害区域。这些信息为工程选址提供科学依据，降低后期建设风险。

2.3 工程施工监测中的运用

施工区域地形变化监测通过定期数据比对实现。在工程施工阶段，按固定周期对施工区域进行航测，将不同时期的地形数据叠加分析，可清晰反映场地平整进度和土方开挖填筑情况。变化数据实时反馈给施工管理方，便于及时调整施工计划。工程进度与工程质量关联监测聚焦过程管控。无人机采集的施工影像可记录建筑物结构尺寸和施工工艺细节，结合进度计划分析实际施工进展。发现结构尺寸偏差或施工步骤异常时，能及时提示质量管控重点，避免问题累积。施工安全隐患的早期识别依托影像特征分析。通过对施工区域影像的细致解译，可发现边坡裂缝和脚手架变形等潜在隐患。这些隐患在初期阶段往往不易被肉眼察觉，无人机遥感技术能凭借高分辨率影像捕捉细微变化，为安全预警提供支持。

2.4 变形监测中的运用

建筑物与构筑物变形信息捕捉实现高精度追踪。针对桥梁大坝等大型工程，无人机定期采集的影像数据通过差分处理，可识别毫米级的位移变化。监测点分布覆盖结构关键部位，确保变形信息无遗漏。变形趋势分析与预测依据提供基于时序数据建模。将不同监测周期的变形数据按时间序列整理，通过趋势分析算法拟合变形曲线，推断变形速率和未来变化方向。这些分析结果为工程维护和安全评估提供数据支撑，帮助制定针对性加固方案。监测数据可与结构力学模型结合，模拟不同荷载条件下的变形响应，验证实际监测结果的合理性。根据变形特征动态调整监测频率，在变形速率加快时增加监测次数，确保关键变化不被遗漏。

3 无人机遥感技术运用的关键技术要点

3.1 飞行控制技术

航线规划的优化方法需结合任务目标与地形特征。

通过数字高程模型分析地形起伏，自动生成贴合地表形态的三维航线，减少飞行高度波动。兼顾传感器视场角与重叠度需求，使相邻影像保持合理衔接，避免数据空缺^[3]。优化后的航线可缩短飞行距离，降低能耗并提升数据采集效率。飞行姿态稳定性控制依赖多传感器协同作用。加速度计与陀螺仪实时感知机身姿态变化，通过飞控系统快速调整电机输出功率，抵消气流干扰造成姿态偏移。高精度GPS与北斗定位数据融合，为机身提供厘米级位置基准，确保飞行轨迹与规划航线高度吻合。复杂环境下的飞行调整策略注重动态响应。遭遇强风干扰时，飞控系统自动增强动力输出维持高度稳定；进入信号遮挡区域，切换至视觉定位模式辅助导航；接近障碍物时，通过激光雷达实时测距并触发绕飞程序。这些策略保障无人机在城市建筑群或山区峡谷等复杂环境中安全作业。

3.2 数据处理技术

影像拼接与校正技术聚焦全域一致性。通过特征点匹配算法识别不同影像的重叠区域，计算几何变换参数实现无缝拼接。引入地面控制点坐标对拼接影像进行绝对定向，消除因飞行误差导致的几何变形。针对光照差异造成的影像亮度不均，采用辐射均衡化处理使全域色调保持一致。点云数据处理与建模方法强调细节还原。对激光雷达获取的原始点云进行去噪滤波，剔除植被晃动或传感器误差产生的冗余点。通过点云分类技术区分地面点与非地面点，构建数字高程模型。基于稠密点云数据进行网格划分与纹理映射，生成具有真实质感的三维模型。数据精度提升的技术手段贯穿处理全流程。采用惯性测量单元数据补偿飞行姿态偏差，减少影像几何畸变；通过多视影像匹配增强特征点提取稳定性；引入小波变换算法抑制噪声干扰，保留数据细节信息。多技术协同作用使最终数据产品满足工程测量精度标准。

3.3 影像解译技术

特征提取与识别技术依托智能算法实现。通过深度学习模型分析影像纹理与形状特征，自动识别建筑物道路与植被等典型地物。针对特定目标如电力线路，采用模板匹配与边缘检测结合的方式，精准提取目标轮廓与空间分布信息。提取结果可直接用于专题地图制作或变化监测。多源数据融合解译方式突破单一数据局限。将光学影像的光谱信息与微波影像的结构信息叠加，提升复杂地形区域的解译精度；热红外数据与高分辨率影像结合，可识别隐藏在植被下的热力异常点。融合解译通过互补信息增强，降低单一数据源带来的解译歧义。结合时序影像分析可捕捉地物动态变化特征，如植被生长状态演变或工程建设进

度，为长期监测提供动态解译成果。

4 无人机遥感技术在测绘工程测量中的发展趋势

4.1 技术升级方向

传感器性能的提升趋势体现在多维度突破。光学传感器向更高分辨率演进，单个像素尺寸持续缩小，可捕捉地物更细微的纹理特征。多光谱传感器通道数量不断增加，能识别更多地物光谱差异，提升地物分类精度^[4]。热红外传感器温度探测灵敏度逐步提高，可捕捉微小温度变化，增强对水体热污染或建筑能耗的监测能力。传感器集成度进一步提升，单一设备可同步获取光学、热红外和激光雷达数据，减少设备携带重量并提高数据采集效率。新型传感器抗干扰能力增强，在电磁环境复杂区域仍能保持稳定工作状态，确保数据采集质量不受外部环境影响。智能化数据处理的发展聚焦全流程自动化。深度学习算法在影像解译中的应用不断深化，可自动识别更多复杂地物类型，减少人工干预。数据处理软件向云端迁移，借助云计算强大算力实现海量数据快速处理，支持多终端实时访问处理结果。自适应处理模型可根据数据类型自动调整处理参数，针对不同地形条件优化算法组合，提升处理结果的稳定性和可靠性。智能质检系统能自动识别数据缺陷并给出修正建议，缩短数据产品生成周期。

4.2 应用领域的拓展

新兴工程场景中的应用潜力逐步释放。在地下工程测绘中，无人机搭载探地雷达可探测地表以下浅部结构，为隧道施工提供超前地质预报。在海洋工程测量中，舰载无人机可对近岸浅滩进行测绘，弥补传统船载测量设备在浅水区的作业局限。在生态修复工程中，通过长期遥感监测可评估植被恢复状况和土壤改良效果，为修复方案优化提供依据。这些新兴场景拓展了无人机

遥感技术的应用边界。与前沿技术融合的可能性持续扩大。与5G通信技术结合可实现海量数据实时传输，支持远程实时指挥和数据交互。融入数字孪生技术，无人机采集的实景数据可成为虚拟场景构建的基础，实现工程全生命周期的数字化管理。与物联网设备联动，可将遥感数据与地面传感器数据融合分析，提升工程监测的全面性。这些融合应用推动无人机遥感技术向更智能更高效的方向发展，为测绘工程测量带来全新技术范式。与人工智能决策系统结合，可基于遥感数据自动生成工程测量报告，为工程决策提供快速支持。

结束语

无人机遥感技术在测绘工程测量中的运用已展现出显著优势，从基础系统构成到具体工程实践，从关键技术突破到未来趋势展望，均体现出其在提升测量效率、保障数据精度及拓展应用场景等方面的重要价值。随着技术的持续升级与应用领域的不断拓展，该技术将进一步与前沿技术融合，为测绘工程测量带来更广阔的发展空间。未来，需不断深化技术研究，解决实际应用中的问题，推动无人机遥感技术在测绘工程测量中发挥更大作用，助力行业向更智能、高效的方向迈进。

参考文献

- [1] 张颖,熊云.测绘工程测量中无人机遥感技术的运用[J].石材,2024(3):153-155.
- [2] 邹积禄,迟菲菲,徐崇涛.基于测绘工程测量中的无人机遥感技术运用[J].科学与信息化,2023(8):68-70.
- [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] 任志武.工程测量中无人机遥感技术运用分析[J].建筑工程技术与设计,2024,12(12):22-24.