

无人机遥感测绘技术在测绘测量中的应用

徐文军

中化地质矿山总局吉林地质勘查院 吉林 长春 130000

摘要：无人机遥感测绘技术以其高效、精确、立体的特点，在测绘测量领域得到了广泛应用。本文介绍了无人机遥感测绘系统的组成及原理，探讨了关键技术如飞行控制、数据获取、数据处理的应用，并分析了该技术在国土资源调查、城市规划、生态保护、交通建设等多个领域的应用优势与具体案例。结果表明，无人机遥感测绘技术有效提高了测绘效率与精度，为相关领域的决策提供了有力支持。

关键词：无人机；遥感测绘技术；测绘测量；数据处理；应用场景

引言：随着科技的飞速发展，无人机遥感测绘技术已成为测绘测量领域的重要工具。该技术通过结合无人机平台与遥感传感器，实现了大范围、高精度的数据采集与处理。本文旨在探讨无人机遥感测绘技术的核心组成、关键技术及其在测绘测量中的广泛应用，以期为相关领域提供理论与实践参考。

1 无人机遥感测绘技术概述

1.1 无人机遥感测绘系统组成

无人机遥感测绘系统是一个有机整体，主要由无人机平台、遥感传感器以及数据处理设备与软件三部分构成。无人机平台是系统的“飞行载体”，常见类型有固定翼无人机和多旋翼无人机。固定翼无人机续航能力较强，一般可达2-4小时，作业半径能达到10-30公里，适合大面积的测绘任务，比如区域地形测绘；多旋翼无人机则灵活性更高，可实现垂直起降和悬停，在小范围、复杂环境下作业更具优势，像建筑密集区的测绘就常用多旋翼无人机，其飞行高度通常在100-500米之间；遥感传感器是“数据采集器”，按功能不同可分为光学相机、LiDAR（激光雷达）和多光谱相机等。光学相机能获取高分辨率的可见光影像，分辨率可达0.1-0.5米，适用于地形地貌的直观呈现；LiDAR通过发射激光脉冲测量距离，可快速获取三维点云数据，点云密度能达到100-500点/平方米，在三维建模中作用显著；多光谱相机则可捕捉不同波段的光谱信息，用于植被覆盖、土壤状况等方面的监测。数据处理设备与软件是“数据加工厂”。数据传输设备负责将传感器采集到的数据实时或事后传输到地面，常见的有无线数传模块，传输距离可达数公里^[1]。

1.2 无人机遥感测绘技术原理

无人机遥感测绘技术的核心原理围绕“数据获取-传输与预处理-成果生成”的流程展开。数据获取阶段，首先进行无人机飞行规划，根据测绘任务的范围、精度要

求等，在地面控制软件中设定飞行航线、高度、速度等参数。比如在1:1000比例尺地形图测绘中，通常将飞行高度设定在300米左右，航向重叠度设为70%，旁向重叠度设为60%。随后无人机按规划航线飞行，遥感传感器同步工作，光学相机按设定的时间间隔拍摄影像，LiDAR则持续发射激光并接收回波，完成数据采集；数据传输与预处理环节，采集到的数据通过无线传输设备实时传回地面，若传输受干扰则在无人机降落后进行数据导出。预处理是关键步骤，包括数据降噪，去除因传感器误差、大气干扰等产生的噪声；影像校正，消除因相机畸变、地形起伏等导致的影像变形，通过地面控制点进行校正后，影像的几何精度可控制在0.1米以内；还有数据拼接，将多张重叠影像拼接成完整的区域影像；测绘成果生成阶段，基于预处理后的数据，通过专业软件进行影像拼接得到全景影像；利用LiDAR点云数据或光学影像的立体匹配技术构建三维地形模型或建筑物模型；最终根据需求绘制不同比例尺的地形图、专题图等测绘成果。

2 无人机遥感测绘关键技术

2.1 无人机飞行控制技术

无人机飞行控制技术是保障无人机稳定、准确飞行的核心，主要包括自主飞行导航技术、飞行路径规划技术和应急飞行控制技术。自主飞行导航技术多采用GPS/北斗定位与惯性导航系统协同工作的方式。GPS/北斗定位能提供厘米级或分米级的定位精度，在开阔区域定位误差可控制在10厘米以内；惯性导航系统则能在GPS信号受遮挡时，通过加速度计、陀螺仪等传感器实时计算无人机的位置和姿态，确保短时间内的导航精度。两者结合，使无人机在复杂环境下也能稳定飞行。飞行路径规划技术需根据测绘任务需求实现最优路径规划，规划时要考虑测绘区域的地形、障碍物分布等因素，避开山

峰、建筑物等障碍物，同时保证航线的覆盖完整性和数据采集的均匀性^[2]。目前常用的路径规划算法有贪婪算法、遗传算法等，通过算法优化，可使无人机作业效率提升20%-30%，减少不必要的飞行里程。当出现信号丢失时，无人机可自动启动返航程序，依靠预设的航点信息返回起飞点；若发生设备故障，如电机故障，多旋翼无人机可通过冗余设计，利用剩余电机维持飞行姿态并安全降落。

2.2 遥感数据获取技术

遥感数据获取技术直接影响数据质量，涵盖传感器选型与参数设置、多角度与多时段数据获取技术以及数据质量控制技术。传感器选型需根据测绘精度、目标类型等确定。若进行高精度地形测绘，LiDAR是较好选择；若只需获取地表影像信息，光学相机即可。参数设置也至关重要，以光学相机为例，需合理设置快门速度、ISO、光圈等参数，在强光环境下，将ISO设为100以减少噪点，快门速度设为1/1000秒避免影像模糊。某实验中，通过优化传感器参数，影像的清晰度提升了30%。多角度获取数据可通过调整无人机的飞行姿态，从不同方向对目标进行拍摄，减少阴影遮挡带来的影响；多时段获取则可在不同时间，如不同季节、不同天气下采集数据，用于监测目标的动态变化。在植被监测中，通过多时段获取数据，能更准确地分析植被的生长状况。硬件上，定期对传感器进行校准，确保其精度，如每半年对光学相机的内参数进行一次校准；软件上，在数据采集过程中实时监测数据质量，对模糊、曝光过度的影像及时重拍。

2.3 测绘数据处理技术

测绘数据处理技术是将原始数据转化为测绘成果的关键，主要有数据预处理技术、三维建模技术和测绘成果提取技术。数据预处理技术中，影像校正除几何校正外，还包括辐射校正，消除大气散射、光照不均等对影像亮度的影响；影像拼接通过寻找影像间的重叠区域，利用特征匹配算法将多张影像融合成一张完整影像，拼接后的影像无缝隙且几何一致。三维建模技术有基于影像和基于LiDAR数据两种方式。基于影像的建模通过对立体影像对进行匹配，计算出每个点的三维坐标，进而构建三维模型；基于LiDAR数据的建模则直接利用点云数据，通过网格化、纹理映射等步骤生成三维模型。两种方式各有优势，基于影像的模型纹理更真实，基于LiDAR数据的模型精度更高，在建筑建模中，其精度可达到厘米级；测绘成果提取技术通过计算机视觉、模式识别等方法，从处理后的数据中提取地形要素如道路、河流，建筑物信息如高度、轮廓等。在城市规划中，利

用该技术可快速提取建筑物的分布情况，为规划决策提供依据。

3 无人机遥感测绘技术在测绘测量中的应用优势

3.1 扩大监测范围与提高精度

与传统测绘技术相比，无人机遥感测绘技术能有效扩大监测范围。传统的人工测绘方式，一个测绘小组每天只能完成1-2平方公里的测绘任务，而无人机一天可完成10-20平方公里的作业，监测范围扩大了10倍左右。在大型水利工程测绘中，无人机可对整个库区及周边区域进行全面监测，避免了传统测绘因范围有限导致的遗漏。同时，该技术还能提高测绘精度。传统的全站仪测绘，平面精度一般在厘米级到分米级，而无人机遥感测绘结合GPS/北斗定位和数据校正技术，平面精度可达到0.1米，高程精度可达到0.2米。在某高速公路建设的地形测绘中，采用无人机遥感测绘技术，测绘成果与实际地形的偏差均在0.15米以内，满足工程设计的高精度要求^[3]。

3.2 三维立体监测与直观性提升

无人机遥感测绘技术能实现三维立体监测，通过LiDAR或影像立体匹配技术获取三维数据，构建三维模型，可直观地呈现测绘对象的立体形态。在古建筑保护中，利用该技术构建的古建筑三维模型，能清晰展示建筑的结构细节，包括斗拱、梁架等部件的形状和位置关系，为古建筑的修复和研究提供准确的三维数据；传统的二维地形图只能平面展示地形信息，而三维模型可让测绘人员、决策者等更直观地了解地形起伏、建筑物分布等情况。在城市规划评审中，三维模型能让评审专家更清晰地判断规划方案是否合理，如建筑物的高度、间距是否符合要求等，提高了规划决策的效率和准确性。

3.3 高效率与自动化处理

无人机遥感测绘技术作业效率极高，传统测绘完成一个10平方公里区域的1:2000比例尺地形图测绘，通常需要10-15天，而无人机只需1-2天即可完成数据采集，加上数据处理时间，总共也仅需3-5天，效率提升了数倍。在应急测绘中，如地震灾害后的地形测绘，无人机能快速响应，在短时间内获取灾区数据，为救援决策提供及时支持。数据处理软件能实现影像拼接、三维建模等流程的自动化，减少了人工干预。传统的影像拼接需要人工选取控制点，耗时费力，而自动化处理软件可自动完成控制点匹配和拼接，处理效率提升50%以上。同时，自动化处理还能减少人为误差，提高数据处理的一致性和准确性。

4 无人机遥感测绘技术在测绘测量中的具体应用

4.1 国土资源调查与监测

在国土资源调查中，无人机遥感测绘技术可快速获取土地利用类型、面积等信息。通过多光谱相机采集的数据，结合影像解译技术，能准确区分耕地、林地、建设用地等土地类型。在国土资源监测方面，该技术可用于监测土地利用变更、矿产资源开发等情况。通过定期对同一区域进行测绘，对比不同时期的影像和数据，能及时发现违法占地、非法采矿等行为。

4.2 城市规划与建设

城市规划阶段，无人机遥感测绘技术能提供详细的城市现状数据。通过构建城市三维模型，可直观展示城市的地形地貌、建筑物分布、道路交通等情况，为城市总体规划、详细规划的编制提供数据支持。某城市新区规划中，利用无人机获取的三维模型，规划人员能更合理地布局学校、医院、公园等公共设施，优化城市空间结构。在城市建设中，该技术可用于建筑施工监测、竣工测量等。对建筑施工现场进行定期测绘，能监测施工进度、建筑物沉降等情况，及时发现施工中的问题。某高层建筑施工中，每周利用无人机进行一次监测，通过对比不同时期的影像和数据，准确掌握了建筑物的沉降情况，确保了施工安全。竣工测量时，无人机可快速获取建筑物的高度、轮廓等信息，相比传统的全站仪测量，效率提升了3倍。

4.3 生态保护与环境监测

生态保护方面，无人机遥感测绘技术可用于植被生长状况、湿地面积等的监测。通过多光谱相机获取的植被指数，如NDVI（归一化植被指数），能反映植被的生长活力。在某自然保护区的植被监测中，利用无人机每两个月进行一次测绘，通过分析NDVI的变化，准确掌握了植被的生长状况，为保护区的生态管理提供了依据。当发现部分区域植被生长退化时，及时采取了补水、施肥等措施，有效改善了植被状况。环境监测中，该技术

可用于污染源监测、水体质量监测等。通过高分辨率光学相机能发现工业废水排放口、垃圾堆放点等污染源；利用多光谱相机可监测水体的叶绿素含量、透明度等参数，评估水体质量^[4]。

4.4 交通建设与运维管理

交通建设中，无人机遥感测绘技术在道路选线、路基测绘等方面作用显著。在道路选线阶段，通过获取区域地形地貌数据，结合三维建模技术，能分析不同线路方案的地形条件、工程量等，选择最优线路。某高速公路选线中，利用无人机测绘数据对比了3个线路方案，最终选择的方案比初始方案减少了5公里的隧道和10公里的桥梁，节省了大量建设成本。在交通运维管理中，该技术可用于道路病害监测、铁路沿线监测等。对道路进行定期测绘，能发现路面裂缝、坑洼等病害，及时安排维修。

结束语

无人机遥感测绘技术凭借其系统组成的完整性、技术原理的科学性以及关键技术的先进性，在测绘测量领域展现出显著的应用优势，不仅扩大了监测范围、提高了精度，还实现了三维立体监测，提升了效率与自动化处理水平。随着技术的不断发展，无人机遥感测绘技术在数据精度、处理效率等方面还将持续提升，未来在更多测绘测量场景中必将发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]吴昌程.无人机遥感测绘技术在测绘测量中的应用[J].工程建设与设计,2023(23):142-144.
- [2]关烨.无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用研究[J].中国金属通报,2025(8):228-230.
- [3]刘柠伟.无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J].中国科技成果,2024,25(19):30-32.
- [4]孙振杰.无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J].世界有色金属,2024(11):151-153.