

测绘工程测量中无人机遥感技术研究

马婷婷

徐州市土地储备中心 江苏 徐州 221000

摘要：无人机遥感技术凭借低成本、高精度、监测范围大等特点，在测绘工程测量中发挥着重要作用。该技术通过先进的无人机平台搭载遥感设备，实时采集并处理测绘数据，实现了对工程现场的高效、准确监测。其在地形测绘、建筑物检查、突发事件处理等领域具有广泛应用，有效提升了测绘工程的作业效率和数据准确性，为工程项目的顺利进行提供了有力保障。

关键词：测绘工程测量；无人机遥感技术；应用

引言：随着现代科技的飞速发展，测绘工程测量领域对技术的精准度与效率要求日益提高。传统的测绘方法不仅耗时费力，且易受地形、气候等自然因素影响，难以满足现代工程项目的需求。而无人机遥感技术作为一种新兴的测绘手段，以其高效、灵活、低成本等优势，正在逐步改变测绘工程测量的传统格局。本文将深入探讨无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用，以期为该领域的发展提供有益参考。

1 无人机遥感技术概述

1.1 无人机遥感技术的基本原理

1.1.1 定义与分类

无人机遥感技术是利用无人机作为空中平台，搭载各类遥感传感器，实时采集地球表面空间信息、光谱信息及热辐射信息，并通过数据处理与分析，实现对地物监测、测绘与评估的技术体系。按无人机飞行平台结构，可分为固定翼无人机（续航能力强、作业效率高，适合大范围区域监测）、多旋翼无人机（操控灵活、可垂直起降，适用于小范围精细观测）和无人直升机（兼顾载荷能力与机动性，多用于复杂地形作业）三类。

1.1.2 载荷搭载与传感器类型

常见载荷搭载的传感器有多种，光学相机能获取高分辨率可见光影像，适用于地形测绘等；红外相机可捕捉物体热辐射信息，用于夜间监测、电力巡检；多光谱相机能获取多个特定波段数据，助力农业作物长势分析；高光谱相机光谱分辨率高，可精准识别地物成分；雷达不受天气影响，能实现全天候对地观测。

1.1.3 数据获取与处理流程

首先通过地面站规划飞行航线，设定飞行高度、速度及拍摄重叠率；无人机按预设航线飞行，传感器同步采集原始数据；随后对数据进行预处理（包括辐射校正、几何校正、去噪处理），再通过影像拼接、三维建

模、地物解译等步骤，生成专题地图、数字高程模型（DEM）等成果，最终为各领域应用提供数据支撑。

1.2 无人机遥感技术的发展历程与现状

1.2.1 技术进步与突破

早期无人机遥感受限于平台载荷（仅能搭载轻小型光学相机）、续航能力（不足1小时）及数据处理效率（依赖人工解译）。近年来，技术实现多维度突破：无人机续航提升至4-12小时，载荷能力达5-50公斤；传感器分辨率突破厘米级，高光谱相机波段数增至数百个；数据处理实现智能化，通过AI算法可自动完成影像拼接与地物识别，处理效率提升10倍以上，定位精度达厘米级，满足高精度应用需求。

1.2.2 应用领域的拓展

技术初期主要应用于军事侦察，如今已广泛渗透至民用领域：农业领域用于作物病虫害监测、精准施肥指导；环保领域监测大气颗粒物浓度、水体污染范围；灾害应急领域可在地震、洪水发生后1小时内获取受灾区域影像，辅助救援路径规划；此外，还拓展至城市规划（违建监测）、林业资源调查（森林蓄积量估算）、电力巡检（线路故障定位）等20余个细分领域，成为多行业数字化转型的关键技术支撑。

2 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用

2.1 地形测量

2.1.1 高分辨率摄像头或激光雷达的应用

在地形测量中，高分辨率摄像头与激光雷达是无人机核心搭载设备。高分辨率摄像头能捕捉厘米级精度的地表影像，清晰呈现地形细节，如小面积洼地、细微坡度变化等，尤其适用于平原、丘陵等地形相对平缓区域的基础数据采集。激光雷达则凭借主动探测优势，可穿透植被遮挡，直接获取地表三维坐标信息，即使在茂密林区、复杂山地等传统测量手段难以开展的区域，也能高效采集数

据,大幅提升地形测量的准确性与覆盖范围^[1]。

2.1.2 三维重建技术与地形图生成

无人机获取的影像或点云数据,通过三维重建技术可构建真实的地形三维模型。先对采集的影像进行特征匹配、空中三角测量,确定各影像的空间位置,再结合激光雷达获取的点云数据,利用专业软件生成密集点云,进而构建三维网格模型。基于该模型,能自动提取等高线、高程点等地形要素,快速生成高精度地形图,相比传统测绘方式,不仅缩短了成图周期,还降低了人工野外作业强度,满足大比例尺地形图的制作需求。

2.1.3 地形变化监测与分析

无人机遥感技术可实现对地形变化的动态监测。针对地表沉降,通过定期获取同一区域的无人机影像或点云数据,对比不同时期的高程信息,计算沉降量与沉降速率,精准识别沉降区域范围与程度,为城市地面沉降防治提供数据支撑。在山体滑坡监测中,利用无人机定期巡检,结合图像比对与三维模型差异分析,能及时发现山体裂缝、坡体位移等早期隐患,提前预警滑坡风险,保障周边居民生命财产安全。

2.2 城市规划与资源调查

2.2.1 高分辨率影像数据在地图更新和城市规划中的应用

城市发展迅速,传统地图更新滞后问题突出,无人机获取的高分辨率影像数据可高效解决这一难题。其影像能清晰反映城市道路拓宽、新建建筑、绿地增减等变化,通过与历史影像对比,快速提取变化区域,实现城市地图的快速更新,更新周期可缩短至数月甚至数周。在城市规划中,高分辨率影像结合地理信息系统(GIS),可直观呈现城市现有空间布局,辅助规划人员进行用地性质划分、交通线路设计、公共设施选址等工作,提升规划方案的科学性与合理性^[2]。

2.2.2 资源分布与利用的监测和分析

在土地资源调查中,无人机遥感技术可快速获取区域土地利用类型信息,如耕地、林地、建设用地等的分布范围与面积,通过多期影像对比,分析土地利用变化趋势,为土地资源优化配置提供依据。在矿产资源调查方面,利用无人机搭载的高光谱相机,可识别地表矿物光谱特征,辅助圈定矿产资源潜在分布区域,同时监测矿产开采区的范围与生态恢复情况,防止过度开采与生态破坏,实现资源的可持续利用。

2.3 环境监测与灾害预警

2.3.1 大气、水体、土壤等环境要素的监测

在大气监测中,无人机搭载气体传感器,可实时采

集空气中PM2.5、二氧化硫、氮氧化物等污染物浓度数据,结合飞行轨迹,生成污染物浓度分布热力图,精准定位污染源头与扩散路径。水体监测时,无人机通过多光谱相机获取水体光谱信息,反演水体叶绿素浓度、浊度、总磷总氮含量等指标,评估水体富营养化程度,及时发现污水排放、藻类爆发等问题。土壤监测方面,利用高光谱遥感技术,可分析土壤有机质含量、酸碱度、重金属污染状况,为土壤修复与农业种植结构调整提供数据支持^[3]。

2.3.2 灾害应急响应与评估

灾害发生后,无人机能快速抵达灾区,克服交通中断、地形复杂等障碍,实时传回灾区影像。在地震灾害中,通过无人机影像可快速识别房屋倒塌范围、道路损毁情况,评估受灾面积与人员被困可能性,为救援队伍制定救援方案提供依据。洪水灾害时,无人机可监测洪水淹没范围、水位变化,结合地形数据预测洪水蔓延趋势,提前转移受威胁群众。灾害过后,利用无人机获取的多期影像对比分析,评估灾害造成的经济损失、生态破坏程度,为灾后重建规划提供精准的数据支撑。

3 无人机遥感技术在测绘工程测量中的优势分析

3.1 监测范围广泛且伸缩性强

无人机遥感技术能突破传统测绘的地形限制,适应平原、丘陵、山地、林区等不同地形及复杂环境条件。对于大面积测绘任务,如县域地形普查,无人机可按预设航线连续飞行,单日即可覆盖数十甚至上百平方公里区域;而针对小范围精准测量,如厂区内地形测绘,可灵活调整飞行高度与航线密度,聚焦特定区域。即便在传统测绘难以涉足的悬崖峭壁、茂密林区,无人机也能借助灵活的飞行姿态完成数据采集,真正实现“大范围覆盖无死角、小范围聚焦高精度”的监测效果。

3.2 检测效率高

相较于传统人工测绘需逐点测量、耗时耗力,无人机遥感技术检测效率大幅提升,尤其能快速响应紧急测量需求。在突发地质灾害现场,如山体滑坡后需快速评估灾情,无人机可在半小时内完成现场部署并起飞,1-2小时内获取灾区核心区域数据,同步回传至指挥中心;而传统测绘团队抵达现场、搭建设备、开展测量,往往需要数小时甚至数天。在日常测绘任务中,无人机完成一片10平方公里区域的地形数据采集,仅需1-2个飞行架次,效率是传统方式的3-5倍。

3.3 数据处理速度快且分辨率高

无人机搭载的高分辨率传感器,能获取厘米级精度的影像与点云数据,满足大比例尺地形图制作、工程精

细化测量等高精度需求。同时,配套的数据处理软件可实现自动化流程,如影像拼接、点云去噪、三维建模等,原本传统方式需数天完成的数据处理工作,借助无人机数据处理系统,可在数小时内生成三维模型、等高线图成果。例如在道路工程测绘中,无人机获取的数据能快速生成高精度地形模型,助力工程师精准计算土方量,避免传统人工计算的误差与低效^[4]。

3.4 成本低廉且灵活性高

无人机遥感技术可显著减少人力成本及设备投入,传统测绘需组建多人团队携带全站仪、水准仪等重型设备,人工成本占比高;而无人机测绘仅需2-3人操作团队,设备采购与维护成本低于传统大型测绘仪器。此外,其灵活性极强,能根据不同应用场景快速调整载荷与飞行参数,如切换光学相机用于地形测绘、搭载激光雷达用于林区测量、安装气体传感器用于环境监测,无需频繁更换整套设备,大幅提升了设备利用率,适应测绘工程测量中的多样化需求。

4 无人机遥感技术在测绘工程测量中的发展趋势

4.1 技术创新与性能提升

4.1.1 更先进的传感器与数据处理技术

未来,无人机搭载的传感器将向更高精度、多模态融合方向发展。高光谱传感器的光谱分辨率将进一步提升,可识别更多细微物质成分,助力土壤重金属污染精准检测、矿产资源精细勘探;激光雷达将向小型化、轻量化升级,同时提高点云密度与测距精度,实现更高效的地形三维数据采集。在数据处理领域,人工智能算法将深度融入,如基于深度学习的自动特征提取技术,能快速从海量影像中识别道路、建筑、植被等要素,大幅缩短数据处理周期;云计算与边缘计算结合,可实现数据实时处理与分析,满足应急测绘等场景下的即时数据需求。

4.1.2 更稳定的飞行控制与导航系统

飞行控制与导航系统将朝着更智能、更可靠的方向突破。一方面,多传感器融合导航技术(如GPS+北斗+惯性导航+视觉导航)将普及,即使在高楼遮挡、峡谷等GPS信号薄弱区域,也能确保无人机精准定位与稳定飞行,定位精度可提升至厘米级甚至毫米级。另一方面,自主飞行能力将进一步增强,无人机可通过预设任务自动规划最优航线,实时规避障碍物,并根据地形变化动态调整飞行参数,减少人工干预,尤其适用于复杂地形下的长时间连续测绘任务。

4.2 应用领域的进一步拓展

在智慧城市建设中,无人机遥感技术将成为核心支撑手段。通过定期获取城市高分辨率影像与三维模型,可实时监测城市建筑施工进度、道路通行状况、绿地覆盖率变化,为城市交通管理、市政设施维护、生态环境治理提供动态数据支持,助力实现城市“精细化管理”。在应急测绘领域,除传统的地震、洪水灾情评估外,无人机将更多应用于森林火灾实时监测(通过红外传感器追踪火点蔓延路径)、危化品泄漏污染范围界定(搭载气体传感器快速检测污染物扩散)等场景,实现“灾害发生即响应”,为救援决策提供更及时、精准的数据支撑。

4.3 政策支持与行业规范化

国家层面将进一步加大政策扶持力度,通过出台专项补贴、科研基金等政策,鼓励无人机遥感技术在测绘工程测量领域的研发与应用,尤其推动中小型测绘企业普及无人机设备。同时,行业规范化进程将加速,相关部门将制定更完善的技术标准,涵盖无人机测绘设备性能指标、数据采集与处理规范、飞行安全操作流程等方面,明确无人机测绘成果的质量认证标准,解决当前行业内数据格式不统一、成果精度参差不齐等问题,保障无人机遥感技术在测绘工程测量领域的健康、有序发展。

结束语

综上所述,无人机遥感技术在测绘工程测量中展现出显著优势,不仅提高了测绘效率与精度,还为工程决策提供了可靠的数据支持。随着技术的不断进步,无人机遥感将在更广泛的测绘领域发挥重要作用,推动测绘工程测量向智能化、自动化方向发展。未来,我们应继续深化无人机遥感技术的研究与应用,以适应新时代测绘工程测量领域的发展需求,为工程建设贡献更多科技力量。

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].工程建设和设计,2022,(10):96-98.
- [2] 吴美琼,梁旭敏,曾慧芳.无人机遥感技术在工程测量中的应用[J].广西水利水电,2024,(06):60-61.
- [3] 陈壮浩.无人机遥感技术在工程测量中的应用[J].智能城市,2021,(07):53-54.
- [4] 李伶.无人机遥感技术在工程测量中的应用[J].西部资源,2020,(13):132-133.