

测绘工程测量中无人机遥感技术运用分析

段 炼

河北省地质矿产勘查开发局第五地质大队（河北省海洋地质环境调查中心） 河北 唐山 063000

摘要：在测绘工程测量领域，无人机遥感技术凭借灵活高效等优势，应用日益广泛。其涵盖地形测绘、工程变形监测、城市规划、资源环境监测及应急测绘等多方面，能快速获取精准数据，突破传统测绘局限。然而，该技术也面临数据精度受环境影响、传感器与数据处理有局限、空域管制及标准法规不完善等挑战。通过硬件软件优化、标准化建设及多技术融合，可推动其更好发展。

关键词：测绘工程测量；无人机遥感技术；具体运用

引言：随着测绘工程测量需求的日益多样化和精细化，传统测绘手段在面对复杂地形、大面积区域以及紧急任务时，逐渐显露出效率低、成本高、灵活性不足等局限。在此背景下，无人机遥感技术凭借其独特优势脱颖而出。它融合了先进的飞行控制、遥感数据获取与处理以及精准定位导航等技术，能快速获取高精度地理信息。深入探究其在测绘工程测量中的运用，对提升测绘质量、推动行业进步意义重大。

1 无人机遥感技术概述

1.1 技术定义与组成

无人机遥感技术是利用无人机作为飞行平台，搭载各类传感器获取地球表面信息，并通过数据处理系统进行分析与应用的技术。其系统主要由三部分构成：一是无人机平台，为传感器提供稳定飞行载体，涵盖机身、动力系统、飞控模块等；二是传感器，核心数据采集部件，负责捕捉光学、红外等各类地表信息；三是数据处理系统，通过专业软件对原始数据进行校正、拼接、解译，转化为可用的图像或信息成果。

1.2 技术分类与特点

（1）按飞行平台分类：包括固定翼无人机，续航久、覆盖范围广，适合大范围测绘；多旋翼无人机，操控灵活、可悬停，适用于近距离精细观测；复合翼无人机，融合前两者优势，兼顾续航与机动性。（2）按传感器类型分类：有光学传感器，获取高清可见光图像，用于场景还原；激光雷达传感器，通过激光测距构建三维模型，适用于地形测绘；红外传感器，捕捉热辐射信息，可用于火情监测；多光谱传感器，获取多波段数据，助力农业长势分析。（3）技术优势：具备高度灵活性，能适应复杂地形；数据分辨率高，细节捕捉精准；相比传统遥感，设备与运营成本更低；响应速度快，可快速部署应对突发情况。

1.3 关键技术支撑

（1）飞行控制技术：通过飞控系统实现无人机自主起降、定高飞行、路径规划，保障飞行稳定性与任务精准度。（2）遥感数据获取与处理技术：传感器需精准采集数据，后期通过去噪、几何校正等流程，提升数据质量，为后续应用提供可靠基础。（3）定位与导航技术：如RTK（实时动态定位）可实现厘米级定位，PPK（后处理动态定位）通过事后数据处理提升定位精度，确保遥感数据与地理坐标精准匹配。

2 测绘工程测量中无人机遥感技术具体运用

2.1 地形测绘与地籍测量

（1）在高精度数字高程模型（DEM）生成中，无人机可搭载激光雷达或高分辨率光学传感器，按照预设航线低空飞行，密集采集地表高程数据。相较于传统全站仪测量，其能快速覆盖山地、丘陵等复杂地形，避免人工难以抵达的区域遗漏。采集的数据经专业软件处理，可生成精度达厘米级的DEM，为道路设计、水利规划等提供精准的地形基础数据，大幅缩短数据获取周期，提升测绘效率。（2）在地籍图快速更新与不动产测绘领域，无人机遥感技术可高效捕捉地块边界、建筑物轮廓等信息。通过定期航拍，能及时发现土地利用变化情况，快速更新地籍图，解决传统地籍测量中人工巡查效率低、更新滞后的问题。在不动产测绘中，借助高清影像与定位技术，可精准测量房屋面积、层数等参数，为不动产登记提供可靠依据，减少人为测量误差引发的纠纷^[1]。

2.2 工程变形监测

（1）针对桥梁、大坝等基础设施的动态监测，无人机可搭载红外传感器或高分辨率相机，定期对结构物进行拍摄。通过对比不同时期的影像数据，分析结构物的位移、沉降等变形情况，实时掌握其健康状态。例如在桥梁监测中，能精准捕捉桥面平整度变化、桥墩倾斜度

等细微指标,及时发现潜在安全隐患,为养护维修提供数据支持,保障基础设施运营安全。(2)在滑坡、沉降等地质灾害的实时预警方面,无人机可实现常态化巡航监测。通过获取灾害区域的影像数据与地形信息,结合专业算法分析地表变形趋势,当变形量达到预警阈值时,及时发出警报。相比传统人工监测,其能实现全天候、大范围监测,尤其在暴雨、暴雪等恶劣天气下,仍可正常作业,为灾害防控争取宝贵时间。

2.3 城市规划与三维建模

(1)构建城市三维实景模型时,无人机通过多角度、高密度航拍,采集城市地表、建筑物、道路等全方位影像数据。数据经三维建模软件处理后,可生成与现实场景高度吻合的三维实景模型,直观呈现城市空间布局。该模型为城市规划方案论证、交通流量模拟等提供可视化平台,帮助规划人员更科学地制定规划策略,提升城市规划的合理性与前瞻性。(2)在建筑物立面测绘与违章建筑识别中,无人机可贴近建筑物飞行,获取高清立面影像,精准测量建筑物高度、立面结构尺寸等参数,解决传统立面测绘难度大、效率低的问题。同时,通过对比规划图纸与实际航拍影像,能快速识别未按审批建设的违章建筑,为城市执法部门提供准确的执法依据,助力规范城市建设秩序^[2]。

2.4 资源调查与环境监测

(1)土地利用分类与覆盖变化监测中,无人机遥感技术可获得多光谱影像数据,依据不同地物的光谱特征,通过软件自动分类与人工校正结合的方式,精准划分耕地、林地、建设用地等土地类型。通过定期监测,能动态掌握土地利用变化情况,及时发现非法占地、耕地撂荒等问题,为土地资源管理与规划提供数据支撑,保障土地资源合理利用。(2)在森林资源调查与水域边界划定方面,无人机可快速覆盖大片林区,通过影像数据统计树木数量、测算林木蓄积量,相比传统人工抽样调查,效率更高、数据更全面,同时减少对森林生态环境的干扰。在水域边界划定中,借助无人机航拍影像,能清晰识别河流、湖泊等水域的边界范围,准确测量水域面积,为水资源保护、水利工程建设提供精准的水域基础数据。

2.5 应急测绘与灾害评估

(1)地震、洪水等灾害发生后,无人机可第一时间抵达灾区,克服道路中断、交通拥堵等障碍,快速开展航拍测绘。通过获取灾区影像数据,及时掌握房屋损毁、道路中断、人员被困等情况,为救援指挥部门提供直观的灾区现状信息,解决传统应急测绘响应慢、难以

进入核心灾区的问题,助力快速制定救援方案^[3]。(2)在灾情评估与救援路径规划中,基于无人机获取的灾区数据,可评估灾害造成的经济损失、受灾面积等,为灾情统计与灾后重建规划提供依据。同时,结合地形数据与灾区障碍信息,通过软件分析规划最优救援路径,避开危险区域,提高救援效率,减少救援人员伤亡风险,为灾害救援工作提供有力保障。

3 测绘工程测量中无人机遥感技术应用的优势与挑战

3.1 优势分析

(1)高效性方面,无人机遥感技术能快速获取大面积数据。传统测绘依赖人工逐点测量,单日作业范围有限,而无人机可按预设航线自主飞行,单日可完成数十平方公里的测绘任务。例如在大范围土地调查中,无人机仅需数小时就能覆盖传统团队数天的作业区域,且数据采集过程连续不间断,大幅缩短项目周期,满足测绘工程对时效性的需求。(2)灵活性体现在其能适应复杂地形与危险区域。面对山地、峡谷、沼泽等人工难以涉足的地形,或化工厂区、高压线路周边等危险区域,无人机可轻松起降与飞行,无需人员现场操作。如在滑坡隐患点测绘中,无人机可近距离采集数据,避免人员面临滑坡风险,同时精准捕捉地形细节,突破传统测绘的地形与安全限制。(3)经济性上,该技术能显著降低人力与设备成本。传统测绘需组建多人团队,配备全站仪、水准仪等昂贵设备,且人工成本随项目周期增加而上升;无人机仅需1-2人操作,设备采购与维护成本低于传统大型测绘设备。以中小型地籍测量项目为例,采用无人机技术可使整体成本降低30%-50%,性价比优势突出。

3.2 挑战与问题

(1)数据精度易受飞行高度与天气影响。飞行高度过高会导致数据分辨率下降,过低则可能碰撞障碍物;雨天、大雾、强风等天气会干扰传感器信号,导致影像模糊、定位偏差,如暴雨天气下,无人机获取的地籍图可能出现边界不清的问题,影响后续测绘成果精度。(2)存在传感器性能与数据处理的局限性。部分低成本传感器光谱分辨率较低,难以精准区分相似地物;同时,海量遥感数据需专业软件处理,若处理人员技术不足,易出现数据校正偏差、模型构建失真等问题,影响数据可用性。(3)空域管制与隐私保护问题凸显。无人机飞行需申请空域,部分区域审批流程复杂,延误项目进度;此外,无人机航拍可能涉及居民住宅、商业设施等隐私区域,若数据管理不当,易引发隐私泄露纠纷。(4)行业标准与法规不完善。目前无人机测绘在数据精度标准、成果验收规范等方面缺乏统一规定,不同企

业数据成果兼容性差；同时，针对无人机测绘的责任划分、违规处罚等法规不健全，难以有效规范行业行为。

4 测绘工程测量中无人机遥感技术优化与改进策略

4.1 硬件层面优化

(1) 针对传感器性能不足问题，需重点提升分辨率与抗干扰能力。研发更高像素的光学传感器与高光谱分辨率传感器，实现对相似地物的精准区分，例如在土地利用分类中，可更清晰识别耕地与园地边界；同时，通过加装电磁屏蔽装置与防风防尘外壳，减少恶劣天气、电磁干扰对传感器的影响，确保雨天、强电磁环境下仍能稳定采集数据，提升数据精度稳定性。(2) 开发轻量化、长续航无人机平台是突破作业范围限制的关键。采用碳纤维等轻质高强度材料制作机身，降低无人机自重，同时优化电池能量密度与动力系统，延长单次飞行续航时间，例如将小型多旋翼无人机续航从30分钟提升至1小时以上，扩大单次作业覆盖面积，减少起降次数，尤其适用于偏远地区大范围测绘项目。

4.2 软件层面优化

(1) 改进数据处理算法可提升数据处理效率与质量。针对点云分类杂乱、影像拼接错位等问题，优化点云滤波与特征匹配算法，实现对地面点、植被点的精准分离，减少人工干预；同时开发自动化拼接算法，缩短大面积影像拼接时间，例如将100平方公里影像拼接时间从数小时压缩至1小时内，降低数据处理成本。(2) 引入人工智能与深度学习技术能提升数据解译智能化水平。构建基于深度学习的地物识别模型，实现对建筑物、道路、水体等目标的自动提取，替代传统人工解译，提升解译效率与准确率；同时开发智能质量检测算法，自动识别数据中的模糊、错位区域，及时提醒人工修正，保障数据成果可靠性^[4]。

4.3 标准化与规范化建设

(1) 制定统一的行业数据标准与操作规范是解决成果兼容性问题的核心。明确无人机测绘数据的精度等级、格式要求、验收指标，例如规定不同比例尺地籍图对应的无人机飞行高度与数据分辨率标准，确保不同企业、不同项目的数据可互通共用；同时规范作业流程，从航线规划、数据采集到成果输出制定标准化步骤，减少人为操作差异导致的质量问题。(2) 加强空域管理政

策支持需简化审批流程、扩大可用空域。推动建立无人机测绘空域申请“一站式”服务平台，缩短审批时间，例如将常规测绘项目空域审批从7天缩短至3天内；同时划分专门的低空测绘作业空域，明确飞行高度与时间限制，平衡空域安全与测绘需求，避免因空域问题延误项目进度。

4.4 多技术融合应用

(1) 无人机与卫星遥感、地面测量协同作业可实现优势互补。利用卫星遥感获取大范围宏观数据，无人机补充局部精细数据，地面测量（如全站仪、GNSS）对关键点位进行精度校准，例如在省级地形测绘中，卫星提供整体框架，无人机细化山地、河谷等复杂区域，地面测量验证控制点精度，形成“宏观-微观-精准”的三级数据体系。(2) 结合5G/物联网技术能实现实时数据传输与远程监控。通过5G网络将无人机采集的影像、定位数据实时传输至地面指挥中心，工作人员可远程监控作业进度与数据质量，及时调整飞行计划；同时将无人机与地面传感器联网，例如在变形监测中，无人机航拍数据与地面位移传感器数据联动分析，提升监测实时性与预警准确性。

结束语

综上所述，无人机遥感技术在测绘工程测量领域展现出巨大的应用潜力和显著优势，极大提升了测绘工作的效率、精度与灵活性。尽管面临数据精度受环境制约、行业标准待完善等挑战，但随着硬件优化、软件升级、标准规范建立及多技术融合，这些问题将逐步解决。未来，无人机遥感技术必将在测绘工程中发挥更关键作用，为行业发展注入源源不断的动力。

参考文献

- [1] 卢灏璇. 测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J]. 视界, 2020, (12): 323-324.
- [2] 闫峰. 测绘工程测量中无人机遥感技术的运用[J]. 明日, 2021, (08): 126-127.
- [3] 王建辉. 测绘工程测量中无人机遥感技术[J]. 中国科技投资, 2022, (08): 122-124.
- [4] 史思明. 探讨测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J]. 装备维修技术, 2021, (09): 280-281.