

无人机航测遥感技术在山区地质灾害隐患普查中的应用与精度分析

作者：鲁爽

单位：昆明东正测绘科技有限公司

摘要：山区地质灾害隐患普查是防灾减灾工作的基础前提，直接关系到人民群众生命财产安全和区域生态环境稳定。山区地形复杂、交通不便、隐患点隐蔽性强，传统地质灾害普查技术存在效率低下、作业风险高、覆盖不全面等弊端，难以满足精准普查、高效防控的需求。无人机航测遥感技术凭借其操作灵活、覆盖广泛、数据精准、作业安全的核心优势，已成为山区地质灾害隐患普查的核心技术手段。本文结合山区地质灾害隐患普查的实际需求，系统分析无人机航测遥感技术的核心特征，探讨其在各类地质灾害隐患普查中的应用实践，重点分析影响测绘精度的关键因素及优化措施，为提升山区地质灾害隐患普查质量、推动防灾减灾工作高效开展提供参考。

关键词：无人机航测遥感；山区地质灾害；隐患普查；精度分析；防灾减灾

一、引言

山区地质灾害（如滑坡、泥石流、崩塌等）具有突发性强、破坏力大、分布分散的特点，精准开展隐患普查是防范化解地质灾害风险、保障群众安全的关键。传统山区地质灾害隐患普查多采用人工巡查、地面实测等方式，需工作人员翻山越岭开展作业，不仅效率低下、劳动强度大，还面临边坡坍塌、山洪等安全风险，且难以覆盖地形险峻、人员无法抵达的区域，易出现隐患遗漏。

随着无人机技术与遥感技术的深度融合，无人机航测遥感技术逐步应用于山区地质灾害隐患普查，有效弥补传统技术不足。无人机数字摄影测量技术能够快速获取山区复杂地形的高分辨率影像，精准提取地质灾害隐患信息，为普查提供高效可靠支撑。深入研究其应用与精度控制，对提升普查精度、推动防灾减灾提质增效具有重要意义。

二、无人机航测遥感技术的核心特征

（一）操作灵活，适配山区复杂地形

无人机航测遥感设备体积小、重量轻，可在山区狭小区域灵活起降，无需大面积作业场地，能快速抵达人工无法进入的险峻区域，实现隐患点全覆盖。其不受地形起伏、植被遮挡限制，可灵活调整飞行参数，精准采集影像数据，适配山区复杂地形。

（二）作业高效，降低普查风险

无人机航测遥感可搭载高清相机、激光雷达等设备，单个架次可完成数平方公里影像采集，效率远高于传统人工普查，大幅缩短普查周期。工作人员可远程操控作业，避免进入危险区域，有效降低安全风险，解决“人难进、险难查”难题。

（三）精度可靠，成果丰富

依托 RTK、PPK 等高精度定位技术，无人机航测遥感可实现厘米级测绘精度，能够精准提取地质灾害隐患点的边界、面积、坡度等核心数据，满足山区地质灾害隐患普查的精度要求。同时，可生成数字正射影像、数字高程模型、实景三维模型等多种成果，为隐患点识别、风险评估、防控方案制定提供全面、直观的数据支撑。

三、无人机航测遥感技术在山区地质灾害隐患普查中的应用实践

（一）滑坡隐患普查中的应用

滑坡是山区最常见的地质灾害，隐患点隐蔽性强。无人机航测遥感通过低空航拍，快速采集滑坡区域高分辨率影像，精准识别滑坡体边界、滑动面及裂缝，生成三维模型分析稳定性，通过多期数据对比监测位移，为预警防控提供精准支撑。

（二）泥石流隐患普查中的应用

泥石流隐患普查的核心是排查物源区、流通区和堆积区分布，传统方式难以全面掌握。无人机航测遥感可快速覆盖隐患区域，采集各区域关键数据，精准测算松散堆积物储量，分析发生风险，为泥石流隐患排查防控提供科学依据。

（三）崩塌隐患普查中的应用

山区崩塌隐患多发生在陡峭岩壁、公路边坡等区域，人员难以靠近排查。无人机航测遥感可通过多角度航拍，清晰捕捉岩壁的裂缝、危岩体分布等情况，精准识别崩塌隐患点的位置和规模，判断危岩体的稳定性。同时，可生成岩壁三维模型，直观呈现危岩体的空间形态，为崩塌隐患的风险评估和治理方案制定提供可靠支撑，有效防范崩塌灾害引发的安全事故。

四、无人机航测遥感技术在山区地质灾害隐患普查中的精度分析

（一）影响普查精度的关键因素

山区地形复杂度是影响精度的核心因素，地形起伏过大、坡度较陡会导致影像重叠度不足，影响数据拼接和模型重建精度；像控点布设不合理，如布设间距过大、位置选择不当，会导致定位误差，降低普查精度；无人机设备性能不足，如缺乏专业测绘模块、定位系统精度不够，会直接影响影像采集和数据处理的精度；数据处理流程不规范，如空三加密、模型重建操作不当，也会导致成果精度不达标。

（二）精度验证与优化措施

采用全站仪、GPS-RTK 等传统实测方法验证成果，无人机航测遥感平面精度可达 $\pm 5\text{cm}$ 、高程精度 $\pm 10\text{cm}$ ，完全满足普查精度要求。针对影响精度因素，优化像控点布设，按山区地形特点合理控制间距、选择最优布设位置，选用搭载专业测绘模块的无人机设备并定期校准，规范数据处理流程，选用专业处理软件细化操作，进一步提升普查精度。

五、无人机航测遥感技术应用中的现存问题与优化路径

（一）现存问题

操作人员专业度不足，部分工作人员缺乏无人机操作、遥感数据处理、地质灾害识别等相关知识，易出现航线规划不合理、数据采集不规范等问题，影响普查精度和效率；山区恶劣天气（如暴雨、大风、浓雾）会影响无人机飞行安全和

影像采集质量，导致普查工作中断；数据处理难度大，山区植被遮挡、地形复杂，会增加数据清洗、模型重建的难度，影响成果精度。

（二）优化路径

加强专业人才培养，开展针对性培训，重点覆盖地质灾害识别、无人机操作等核心内容，提升工作人员综合能力，定期开展技能考核，倒逼工作人员提升专业素养；建立恶劣天气预警机制，合理安排普查时间，保障飞行安全与影像质量；结合 AI 智能解译技术优化数据处理，减少植被遮挡影响；完善质量管控体系，严格监管各环节，确保普查成果达标。

六、结语

无人机航测遥感技术凭借其灵活、高效、精准、安全的优势，有效破解了山区地质灾害隐患普查“效率低、风险高、覆盖难”的难题，为山区地质灾害隐患普查提供了全新的技术路径，其精度能够完全满足普查工作的核心需求。当前，该技术在应用过程中仍面临人员专业度不足、恶劣天气影响、数据处理难度大等问题，制约了其应用效能的充分发挥。

通过加强专业人才培养、建立恶劣天气预警机制、优化数据处理技术、完善质量管控体系，能够有效提升无人机航测遥感技术在山区地质灾害隐患普查中的应用质量和精度，充分发挥其技术优势，推动山区地质灾害隐患普查工作向高效化、精准化、规范化方向发展。未来，需持续紧跟无人机技术与遥感技术的迭代步伐，结合山区地质灾害普查的新需求，不断优化应用路径，为防灾减灾工作提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 董秀军，王栋，冯涛. 无人机数字摄影测量技术在滑坡灾害调查中的应用研究[J]. 地质灾害与环境保护，2019，30(3)：78-85.
- [2] 叶伟林，宿星，魏万鸿，等. 无人机航测系统在滑坡应急中的应用[J]. 测绘通报，2017，(9)：70-74.

- [3] 郭晨, 许强, 彭双麒, 等. 无人机摄影测量技术在金沙江白格滑坡应急抢险中的应用[J]. 灾害学, 2020, 35(1): 203-210.
- [4] 李伟, 王旭峰. 无人机航测遥感技术在山区地质灾害隐患普查中的精度控制研究[J]. 测绘工程, 2024, 33(7): 89-94.
- [5] 张庆军, 李娜. 山区地质灾害隐患普查中无人机航测数据处理优化策略[J]. 地理空间信息, 2024, 22(8): 102-106.