

无人机航测及地理信息技术在地形测绘方面的应用

霍德啸 沙怡忱

天津市地球物理勘探中心 天津 300000

摘要：随着地形测绘行业向智能化、高效化转型，无人机航测与地理信息技术的融合应用已成为破解传统测绘局限的核心路径。本文结合地形测绘的实际需求，系统梳理了无人机航测与地理信息技术在工程建设、国土资源、灾害防治等场景的应用现状，总结了技术应用的核心成效，剖析了当前应用中存在的技术、操作、数据及行业层面的问题，提出了针对性的技术优化策略与流程规范化建议，最后展望了技术未来发展方向。研究表明，两者的深度融合能够显著提升地形测绘的效率、精度与安全性，推动测绘成果向可视化、信息化升级，可为地形测绘行业高质量发展提供理论参考与实践指引。

关键词：无人机航测；地理信息技术；地形测绘；应用

引言

传统地形测绘模式依赖人工现场作业，存在效率低下、成本较高、复杂地形适配性差、安全风险突出等诸多局限，已难以满足现代社会对地形测绘高精度、高效率、全覆盖的需求。在此背景下，深入探讨无人机航测及地理信息技术在地形测绘中的应用，梳理应用现状、破解应用难题、明确发展方向，对于推动地形测绘行业智能化升级、提升测绘服务水平、支撑相关领域高质量发展具有重要的理论意义与现实价值。

1 无人机航测及地理信息技术在地形测绘中的应用现状

1.1 不同场景具体应用

(1) 工程建设领域的地形测绘，是无人机航测与地理信息技术应用最广泛的场景之一，核心服务于工程规划、设计与施工全流程。不同于传统测绘方式的繁琐低效，该技术组合能够快速完成工程区域的地形勘察，精准捕捉地形起伏、地貌特征等核心信息，在此基础上构建高精度的三维地形模型。无论是公路、铁路的线路选址，还是水利工程的库区勘察、堤坝设计，都能通过该技术获取全面、精准的地形数据，为工程设计提供科学依据，规避地形因素带来的工程风险。(2) 国土与资源领域的地形测绘，聚焦于国土空间的精准管控与资源的合理开发利用^[1]。该技术组合能够实现大范围国土区域的快速测绘，精准界定土地权属边界，为国土确权工作提供客观、精准的数据支撑，保障国土管理的规范性。在矿产资源勘察中，可快速覆盖矿产分布区域，捕捉地形地貌与地质结构信息，辅助排查资源分布范围与储量，为资源开发规划提供参考。(3) 灾害防治领域的地形测绘，重点发挥其快速响应、全域覆盖的优势，为地质

灾害防控提供关键支撑。在地质灾害隐患排查阶段，能够深入偏远危险区域，精准捕捉地形变化、地质隐患点分布等信息，提前预判滑坡、泥石流等灾害风险，为隐患治理提供数据指引。在灾后重建阶段，可快速完成受灾区域的地形测绘，还原灾后地形地貌，精准统计灾害损失，为灾后重建规划、选址与施工提供精准的数据支撑，助力灾后恢复工作高效推进。

1.2 应用核心成效

(1) 提升测绘效率、缩短项目周期，是该技术组合最直观、最核心的应用成效之一。传统地形测绘依赖人工现场作业，受地形、环境等因素影响较大，不仅作业流程复杂，还需投入大量时间完成数据采集与整理。而无人机航测结合地理信息技术，可实现大范围地形的快速覆盖式采集，无需人工逐点勘察，大幅减少了现场作业时间^[2]。并且，地理信息技术的高效数据处理能力，能够快速完成航测数据的分析、整理与输出。(2) 降低测绘成本、减少人力投入与安全风险，进一步凸显了该技术组合的应用优势。传统测绘模式需要投入大量专业技术人员，且在复杂、偏远区域作业时，还需配备相应的后勤保障人员，人力成本居高不下。无人机航测及地理信息技术的应用，大幅减少了对人工的依赖，仅需少量专业人员即可完成从航线规划、数据采集到成果输出的全流程作业，有效降低了人力投入与人力成本。(3) 提高测绘精度、满足不同场景的精度需求，是该技术组合能够广泛适配各类测绘场景的核心支撑。传统测绘受人工操作、环境干扰等因素影响，精度难以保障，难以满足高精度测绘场景的需求。而无人机航测配备高精度传感器与定位系统，结合地理信息技术的精准数据校正与分析能力，能够有效规避各类干扰因素，大幅提升地形

数据采集与分析的精度。无论是工程建设所需的高精度地形数据,还是国土管理、灾害防治等场景的精准测绘需求,该技术组合都能精准适配,提供符合标准的测绘成果,为各类场景的后续工作提供可靠的数据保障。

1.3 当前应用中存在的问题

(1) 技术层面的核心问题,集中在复杂环境下数据采集精度难以保障。无人机航测对作业环境具有一定依赖性,在恶劣天气条件下,作业稳定性会受到显著影响,进而导致数据采集精度下降。并且,地形测绘中常遇到的植被遮挡、建筑物遮挡等情况,会阻碍无人机机载传感器的信号传输,导致采集的地形数据出现缺失、偏差,难以完整捕捉地形地貌特征。(2) 操作层面的突出问题,表现为专业技术人才短缺与操作规范性不足^[3]。无人机航测及地理信息技术的应用,需要操作人员同时掌握无人机飞行、航测数据采集、地理信息处理等多方面的专业知识,属于复合型技能需求。当前行业内这类复合型人才储备不足,难以满足广泛的测绘作业需求。(3) 数据层面的主要问题,是多源数据融合难度较大且数据处理效率有待优化。地形测绘过程中,会通过无人机航测、传统测绘、遥感等多种方式获取多类型、多格式的地形数据,这些数据的标准不统一、格式不兼容,导致多源数据融合难度较大,难以实现数据的高效整合与协同利用。此外,随着测绘范围的扩大,数据量大幅增加,传统的数据处理方式难以应对海量数据的快速处理需求,数据处理周期较长、效率低下,无法及时输出测绘成果,影响后续工作的推进进度。(4) 行业层面的关键问题,在于技术标准不统一与成果验收规范不完善。目前,无人机航测及地理信息技术在地形测绘领域的应用缺乏统一的行业技术标准,不同企业、不同作业单位采用的技术参数、作业流程存在差异,导致测绘成果的格式、精度标准不统一,难以实现成果的共享与互认。

2 应用过程中的关键技术要点与优化策略

2.1 无人机航测技术优化

(1) 传统航线规划多采用固定模式,难以适配山地、丘陵、植被密集区域等复杂地形的实际需求,易出现数据采集遗漏、重叠过多或精度不足等问题。优化后的航线规划需结合地形测绘的实际场景与精度要求,充分考量地形起伏、地貌特征、遮挡情况等因素,实现动态化、个性化规划。通过精准测算飞行高度、航线间距、拍摄角度,兼顾数据采集的完整性与效率,避免因地形复杂导致的采集盲区,确保获取的航测数据能够全面、完整地反映测区地形地貌,为后续数据处理与分析

奠定坚实基础。(2) 传感器作为无人机航测数据采集的核心部件,其精度直接决定了航测数据的质量,当前部分设备传感器精度不足,难以满足高精度地形测绘的需求,需通过技术研发与升级,提升传感器的分辨率与数据采集精度,增强对细微地形变化的捕捉能力^[4]。同时,针对复杂环境下信号干扰、作业稳定性差等问题,进一步提升无人机设备的抗干扰能力,优化设备的飞行控制系统与信号接收系统,减少恶劣天气、电磁干扰、植被遮挡等因素对数据采集的影响,确保无人机在复杂场景下能够稳定作业。(3) 影像预处理技术优化是提升航测成果质量的关键环节,重点围绕去噪、拼接、校正三大核心步骤进行优化完善。通过优化影像去噪技术,有效过滤原始影像中的干扰噪声,保留影像核心信息,提升影像清晰度;优化影像拼接技术,解决拼接过程中出现的错位、断层等问题,实现影像的无缝拼接,还原测区完整地形;优化影像校正技术,针对几何畸变、投影偏差等问题进行精准校正,确保影像与实际地形保持一致,提升航测影像的实用性与精准度,为后续地形测绘成果的输出提供保障。

2.2 地理信息技术融合优化

(1) 多源数据融合技术的优化,核心在于实现航测影像与GIS数据的高效整合,破解当前数据兼容差、融合难度大的问题。无人机航测获取的影像数据侧重地形表面特征的捕捉,而GIS数据则包含丰富的地理属性信息,两者的高效融合能够实现优势互补,提升地形测绘数据的全面性与实用性。优化过程中,重点解决不同格式、不同标准数据的兼容问题,建立统一的数据融合标准与流程,通过技术升级实现航测影像数据与GIS地理属性数据的快速匹配、高效整合。(2) 地形建模技术的优化,重点聚焦三维建模精度与效率的双重提升,满足不同场景对地形建模的差异化需求。在优化过程中,结合无人机航测获取的高精度影像数据与GIS地理信息数据,升级建模算法,优化建模流程,减少建模过程中的误差,提升三维模型的精度,让模型能够更真实、细致地还原测区地形起伏、地貌特征。(3) 定位技术的优化,核心是推动GPS/北斗与惯性导航技术的深度结合,破解复杂环境下定位精度不足的难题。无人机航测在山地、植被密集、高楼遮挡等复杂环境下,易出现卫星信号弱、定位偏差大等问题,影响数据采集的精度。通过将GPS/北斗的精准定位优势与惯性导航的自主定位优势相结合,优化定位融合算法,实现两种定位技术的协同工作。在卫星信号良好的区域,依托GPS/北斗实现精准定位;在复杂遮挡环境下,依靠惯性导航持续提供稳定

的定位数据,弥补卫星定位的不足。

2.3 应用流程规范化

聚焦作业全流程标准化与各环节质量管控,通过建立科学完善的作业流程与质量控制体系,规范操作行为、明确责任分工、强化过程管控,确保测绘作业的规范性与统一性,提升测绘成果质量的稳定性,推动地形测绘工作向标准化、规范化、精细化方向发展。一方面,建立标准化作业流程,核心是覆盖从航线规划到成果输出的全流程,实现每一个作业环节的有章可循,打破当前作业流程混乱、操作不统一的局面。地形测绘作业涉及多个环节,各环节衔接紧密,任何一个环节的不规范操作,都可能影响最终的测绘成果质量。标准化作业流程的建立,需结合无人机航测与地理信息技术的应用特点,明确各环节的操作要求、技术参数、时间节点与责任主体^[5]。从前期的测区勘察、航线规划,到中期的无人机数据采集、设备调试,再到后期的影像预处理、数据融合、地形建模,直至最终的成果输出与归档,每一个环节都制定明确的操作规范与流程标准,抛弃传统作业中随意性强、流程混乱的问题。另一方面,完善质量控制体系,重点是强化对数据采集、处理、验收各环节的全面管控,构建全流程、多层次的质量防控机制,从源头保障测绘成果质量。质量是地形测绘工作的核心,当前部分测绘作业因缺乏完善的质量控制,导致成果精度不达标、数据存在偏差,无法满足实际需求。完善质量控制体系,需将质量管控贯穿于作业全流程,针对不同环节的质量隐患,制定针对性的管控措施。在数据采集环节,强化对无人机设备、传感器精度、飞行参数的检查与校准,确保采集的数据真实、精准、完整;在数据处理环节,建立数据审核机制,对预处理、融合、建模等过程进行严格把控,及时发现并纠

正数据处理过程中的误差与问题;在成果验收环节,明确验收指标、验收流程与验收标准,组织专业人员对测绘成果的精度、完整性、规范性进行全面检验,确保成果符合相关要求。通过全环节的质量管控,形成“事前预防、事中控制、事后验收”的完整质量控制链条,有效规避质量风险,提升测绘成果的可靠性与权威性,为各行业应用提供高质量的测绘数据支撑。

结语

综上所述,无人机航测及地理信息技术的融合应用,彻底打破了传统地形测绘的发展瓶颈,在地形测绘领域展现出广阔的应用前景与显著的技术优势,已成为现代地形测绘体系的核心支撑。未来,需聚焦技术优化升级,推动无人机航测与地理信息技术深度融合,完善应用流程规范与质量控制体系,加强复合型专业人才培养,健全行业标准与验收规范。

参考文献

- [1]刘庆林.无人机航测及地理信息技术在地形测绘方面的应用[J].资源信息与工程,2022,37(2):70-72.
- [2]刘玉庆.无人机航测及地理信息技术在地形测绘方面的应用探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023,(6):190-193.
- [3]刘春燕.无人机航测及地理信息技术在地形测绘方面的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022,(5):92-95.
- [4]董晓康,王月.浅谈无人机航测及地理信息技术在地形测绘方面的应用[J].中国科技期刊数据库 工业A,2022,(9):107-110.
- [5]徐凯,肖磊,李春林.无人机航测及地理信息技术在地形测绘中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2026,(2):137-140.