

无人机遥感技术在水利管理中的应用探讨

林兆刚¹, 林生亮², 郑春炎²

(1. 山东金至工程咨询有限公司, 山东 滨州 256600; 2. 山东水发陆海立方科技工程有限公司, 山东 济南 250000)

【摘要】 无人机遥感技术以其机动灵活、分辨率高、获取信息丰富等优势, 在水利管理领域得到广泛应用, 但当前无人机遥感技术在水利行业的应用面临行业标准缺失、与业务融合不够、数据处理分析能力不足等问题。未来应加强顶层设计, 丰富数据获取手段, 突出关键环节应用, 进一步拓展无人机遥感技术服务水利管理的广度和深度, 助力水利治理体系和治理能力现代化。

【关键词】 无人机; 遥感技术; 水利管理

【中图分类号】 TV51

【文献标志码】 A

【文章编号】 1009-6159(2025)-08-0060-03

Discussion on the Application of UAV Remote Sensing Technology in Water Management

LIN Zhaogang¹, LIN Shengliang², ZHENG Chunyan²

(1. Shandong Jinzhi Engineering Consulting Co., LTD., Binzhou, Shandong 256600 China;

2. Shuifa Land-Sea Cube Technology Engineering Co., Ltd. of Shandong Province, Jinan Shandong 250000, China)

Abstract: UAV remote sensing technology has been widely applied in the field of water management due to its advantages such as flexibility, high resolution, and rich information acquisition. However, the current application of UAV remote sensing technology in the water industry faces problems such as the lack of industry standards, insufficient integration with business operations, and inadequate data processing and analysis capabilities. In the future, efforts should be made to strengthen top-level design, enrich data acquisition methods, highlight the application in key links, and further expand the breadth and depth of UAV remote sensing technology in water management, so as to contribute to the modernization of water management system and capacity.

Key words: UAV; Remote sensing; Water management

近年来,以无人机为平台的遥感技术发展迅速,其以机动灵活、分辨率高、获取信息丰富等优势,在国土调查、应急救援、大气探测等众多领域发挥着重要作用。水利作为国民经济和社会发展的基础性、先导性行业,对获取信息的及时性、准确性、全面性提出了更高要求。将无人机遥感技术引入水利管理,对于提高水利工程建设效率、强化水资源动态监管、提升防汛抗旱减灾能力具有重要意义。

1 无人机遥感技术的特点及优势

1.1 机动灵活,获取信息及时

无人机体积小、重量轻,发射与回收方便,可

根据任务需要灵活选择航线和飞行参数,对复杂地形、险要区域也能实现精细观测。特别是多旋翼无人机,具备垂直起降、定点悬停、低空飞行等功能,可对目标区域进行持续监测,获取动态信息。无人机响应速度快,从飞行准备到获取数据往往只需数小时,大幅缩短了获取目标信息时间,可为水利业务应急处置、科学决策提供有力支撑。以汛情监测为例,依托无人机搭载可见光、红外热成像等传感器,可对堤防、水工建筑物进行快速巡查,及时发现险情隐患。利用无人机倾斜摄影技术,可建立堤防工程三维模型,直观掌

收稿日期: 2025-07-10

作者简介: 林兆刚(1979—),男,职员

握堤防变形、裂缝、渗漏等问题。汛情紧急时,可快速利用无人机航摄灾区,与地面调查等手段相结合,及时准确评估受淹区域和受灾损失,为抗洪抢险和灾后重建提供第一手资料。无人机可大幅提升巡查效率,在应急状态下快速响应的优势尤为突出。

1.2 空间分辨率高,数据精度高

得益于无人机飞行低空、慢速的特性,无人机遥感能够获取远高于卫星遥感的空间分辨率,通常可达到厘米级,这为精细刻画地物、准确提取目标信息创造了条件。如在河道地形断面测量中,无人机摄影可生成分辨率为5 cm的数字表面模型(DSM),并进一步通过植被滤波等算法得到高精度数字高程模型(DEM),精度可与传统人工断面测量相媲美。

在农田灌区渠系调查中,无人机可清晰分辨田埂、农渠等微地物,测绘精度可达1:500甚至更高,可为灌区输配水工程规划设计奠定坚实基础。利用不同飞行高度获取多视角影像,可构建高精度三维实景模型,直观再现工程地形地貌,为施工布置、现场管理提供更加直观形象参考。无人机遥感凭借其高空间分辨率、高测绘精度优势,正在从根本上改变传统粗放式的水利工程调查和设计模式。

1.3 获取信息类型丰富,应用领域广泛

无人机搭载传感器种类日益丰富,不仅包括可见光相机,还有多光谱、高光谱、热红外、合成孔径雷达等,不仅能获取可见光波段信息,还能获取人眼不可见的反射、辐射、散射信息,极大丰富了遥感观测内涵。如在农业灌溉领域,通过分析多光谱影像提取植被指数,可诊断作物长势,评估旱情严重程度,指导灌溉用水管理,通过高光谱成像,可反演作物氮素等营养元素含量,制定精准施肥方案。

在生态环境领域,热红外遥感可用于径流温度、湖泊温度、地下水泉水温度观测,为研究水文要素时空变化规律提供了新手段。

在城市内涝防治中,无人机合成孔径雷达可穿透植被获取高程信息,构建精细化城市地表植被分类,服务海绵城市规划建设,无人机遥感技术正在以其信息获取类型的多样性,不断拓宽水利管理的应用领域^[1]。

2 无人机遥感技术应用存在的问题

2.1 缺乏行业应用标准规范

无人机遥感在测绘、国土、应急等领域已有较为成熟的技术规范,但在水利行业尚缺乏统一的技术标准和工作规范。如无人机选型、航线规划、地面控制、成果精度等缺乏指导性规定,数据处理、技术流程、精度控制、成果表现等尚无统一要求,导致不同单位、不同项目采用技术规范不一致,成果质量难以保证。特别是在外业数据采集阶段,由于缺乏作业标准,数据质量控制主要依赖操作人员经验,导致遥感数据失真、遗漏、质量不高问题时有发生,难以满足水利管理精细化需求。因此,迫切需要建立无人机遥感在水利行业的技术标准体系,规范采集、处理全流程,确保数据成果的准确性、规范性、权威性。

2.2 与水利业务深度融合不够

从当前无人机遥感在水利行业应用现状看,更多是停留在单一环节、单项任务上,没有实现实际业务的深度融合。无人机遥感大多局限于工程施工、河湖管理、防汛抗旱等传统水利业务,在水资源管理、生态保护、灾害防治等领域的融合应用还有待加强。无人机遥感技术提供信息主要用于可视化展示,对水利决策的支撑还有待深化,数据潜力尚未得到充分挖掘。如在防汛抗旱业务中,无人机调查评估数据与地理信息系统、水情自动测报系统尚未实现有效对接,难以支撑动态研判、实时调度,在水资源管理中,无人机遥感反演作物需水量、土壤墒情等信息尚未纳入水资源调度决策系统,对水资源优化配置贡献不多。无人机遥感要真正发挥作用,必须立足水利业务需求,围绕强化行业发展薄弱环节,加强与已有业务系统融合,在丰富感知数据、优化调度决策、提升管理效能等方面持续发力。

2.3 数据处理分析能力有待加强

水利行业在无人机遥感数据获取方面已初具规模,但在海量遥感数据处理分析方面还相对薄弱。缺乏自动化、智能化的数据处理手段^[2]。当前无人机遥感数据处理主要依赖人工,使得影像拼接、几何校正、辐射校正等环节耗时费力,且容易出错,即使应用商业软件,也存在通用性差,难以满足水利行业特定需求的状况。缺乏深度学习

等前沿人工智能技术应用, 水利工程影像数据复杂多变, 特别是汛期地物频繁淹没后, 传统目视解译、人工标注工作量巨大, 如何利用智能算法实现变化信息的自动提取、关键目标的自动识别, 是急需突破的技术瓶颈。缺乏水利知识跨学科人才, 目前从事无人机遥感作业的人员大多只具备测绘、计算机等相关专业背景, 对水利专业知识了解不多, 无法从水利视角深入分析数据, 导致分析结果泛化, 实用性不强。只有打通“数据获取-处理分析-成果应用”闭环, 强化水利行业特色, 水利遥感数据的价值才能充分释放。

3 拓展无人机遥感技术水利应用思路

3.1 加强顶层设计, 制定应用规划

水利部门应充分认识无人机遥感的重大作用, 加快将其纳入水利信息化发展顶层设计, 制定水利遥感中长期应用规划^[9]。从水利管理需求出发, 科学制定无人机遥感航飞计划、频次、指标体系, 明确不同时空分辨率、不同类型传感器的差异化应用, 制定统一数据获取与处理标准, 规范影像参数、空间基准、质量评定等要素, 建立质量检验与成果汇交规范, 提高数据成果规范性与互操作性。构建行业数据共享平台, 建立覆盖数据采集、处理、分析、共享等环节的全链条运行机制, 确保无人机遥感与水利业务的深度融合。广泛开展政产学研合作, 加强无人机遥感在水利行业的工程化应用, 引导企业加大软硬件研发投入, 为无人机遥感技术在水利行业的可持续应用奠定坚实基础。

3.2 丰富数据获取手段, 提高信息化水平

水利管理工作对信息时效性、精准性、多样性提出了更高要求, 需要拓展多元立体数据获取渠道。需加密观测频次, 充分利用无人机灵活机动优势, 在汛期、灌溉高峰等关键时段加大航飞密度, 做到“早发现、早处置”, 提高水旱灾害预警和应急处置能力。需进一步提高空间分辨率, 利用无人机低空慢速飞行特点, 采用长焦距相机、倾斜摄影模块等先进载荷获取更高空间分辨率, 由粗放调查向精细化、立体化调查转变。需丰富获取信息类型, 结合水利业务需求, 拓展多光谱、

高光谱、热红外、激光雷达等多源异构遥感数据在植被覆盖率、土壤墒情、水温水质调查等方面的应用, 从水文、水资源、水环境、水生态等不同视角提升无人机感知能力。需加强多源数据融合, 注重无人机遥感与天基遥感、地面监测等多源数据的配套使用, 统筹利用光学、雷达、大地测量等多种观测手段, 互补时空尺度, 实现水利行业全要素、全方位、全时段的立体化监管^[4]。

3.3 突出关键环节应用, 提升管理效能

充分发挥无人机遥感在水利工程规划设计阶段的作用, 利用无人机低成本、高分辨率、机动灵活的优势, 及时获取工程选址区域高分辨率影像和三维模型, 为工程方案的优化提供精准地形地貌、土地利用情况等基础信息支撑。开展水库淹没分析、灌区土地利用调查、输水线路优化等方面的无人机遥感应用, 为“数字水利”建设奠定基础。聚焦水灾害防治薄弱环节, 针对传统人工巡查“看不全、看不透、看不远”问题, 利用无人机机动灵活、运行成本低的优势, 构建“天—空—地”一体化监测体系, 重点加强对病险水库、垮坝隐患、山洪风险等薄弱环节的常态化观测, 及时发现和排查风险隐患, 提高监管的时效性和覆盖面。在旱情监测中, 依托无人机搭载热红外、高光谱传感器, 及时准确掌握农田墒情、作物长势, 为科学抗旱决策提供依据。强化水资源管理精细化应用, 利用多光谱影像提取植被指数、土壤湿度等信息, 结合智能水表、气象传感器等地面监测设备应用, 建立农田尺度作物需水模型, 为实现农业灌溉精准调控保驾护航。依托高分辨率遥感影像, 及时发现河道非法采砂、违规取水等行为, 切实强化水资源刚性约束。

参考文献

- [1] 马原. 无人机遥感技术在农田水利工程管理中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2024, 52(5): 97-99.
- [2] 崔雷. 无人机遥感技术在水利工程测量中的应用分析[J]. 科技与创新, 2023(20): 179-180.
- [3] 李鑫. 遥感技术在农田水利中的利用及防护管理[J]. 水利水电, 2023, 7(7): 62-64.
- [4] 高永红崔晓惠. 浅谈无人机遥感在水利工程中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(11): 54-56.

(责任编辑 李浩)