

无人机遥感技术在水利管理中的应用探讨

位云雷

安徽建工水利开发投资集团有限公司 安徽 蚌埠 233000

摘要：无人机遥感技术凭借灵活飞行平台与高分辨率传感设备，在水利管理中发挥关键作用。在工程建设中，可应用于选址、施工监测及收尾验收；运维阶段可实现设施巡检、隐患排查与数据采集整理；水域空间管理方面，能监测水域边界、范围动态及周边环境。当前，该技术需在适配性、数据处理及与水利管理技术融合等方面优化，以提升在水利管理中的实用性与高效性，为水利事业发展提供可靠技术支撑。

关键词：无人机遥感技术；水利管理；工程建设；运维管理；水域空间管理

引言：水利管理涵盖工程建设、运维及水域空间管理等多个环节，传统管理方式面临效率低、精度不足等问题。随着科技发展，无人机遥感技术凭借灵活飞行平台与高分辨率传感设备优势，逐渐应用于水利管理领域。该技术可突破地形限制，实现高效、精准的数据采集与分析，为水利管理提供全面、实时的地理信息支持。从工程建设到运维，再到水域空间管理，无人机遥感技术正推动水利管理向精细化、智能化方向转变，成为现代水利管理不可或缺的技术手段。

1 无人机遥感技术在水利工程建设中的应用

1.1 无人机遥感技术在工程选址中的应用

无人机遥感技术依托灵活飞行平台与高分辨率传感设备，可高效突破传统勘测手段的地形限制，在水利工程选址环节发挥关键支撑作用^[1]。通过搭载激光雷达与光学相机，无人机能够快速完成选址区域全域数据采集，经专业软件处理生成高精度数字高程模型（DEM）与数字正射影像图（DOM），DEM的精度可达 ± 0.1 米，DOM的分辨率可达到0.05米，精准还原区域地形地貌、地层岩性及水文分布特征。该技术可有效识别选址区域潜在地质灾害隐患，优化坝址、渠道等核心设施的布局规划，大幅提升选址工作的精度与效率，为工程规划设计提供可靠的地理信息支撑，契合现代水利工程选址的精细化、高效化需求。

1.2 无人机遥感技术在工程施工过程中的应用

水利工程施工阶段环境复杂、作业范围广，无人机遥感技术可实现施工全过程的立体化、全覆盖监测。通过预设航线执行定点飞行任务，无人机能够实时获取施工现场的地形变化、施工进度及工程结构参数，经数据处理后形成可视化成果，为施工质量管控提供科学依据。针对坝体填筑、渠道开挖等关键施工环节，无人机遥感可精准比对施工实际与设计标准的偏差，偏差控制

精度可达到 ± 2 厘米，及时发现施工中的质量隐患，降低人工检测的劳动强度与安全风险。同时，通过时序影像对比分析，可动态掌握施工进度，辅助管理人员优化施工方案，推动施工管控从被动整改转向主动预警。

1.3 无人机遥感技术在工程收尾阶段的应用

工程收尾阶段的验收与归档工作对数据精度要求较高，无人机遥感技术可提供全方位技术支撑。通过倾斜摄影技术生成工程全域三维实景模型，三维实景模型的精度可达到1:500的比例尺要求，能够清晰呈现工程整体形态与细节特征，助力验收人员全面核查工程质量是否符合设计规范。无人机采集的高分辨率影像与精准数据，可用于工程竣工资料的整理归档，构建完整的数字工程档案，为工程后期运维管理提供基础数据。此外，该技术可对工程周边生态环境恢复情况进行监测，精准反馈施工对周边地形、水体的影响，为生态修复方案的优化提供数据参考，实现工程建设与生态保护的协同推进。

2 无人机遥感技术在水利工程运维中的应用

2.1 无人机遥感技术在工程设施巡检中的应用

水利工程设施运维期间，巡检工作是保障设施安全稳定运行的核心环节，无人机遥感技术凭借高效机动与全域覆盖优势，显著优化传统巡检模式的不足，成为现代水利运维的重要技术手段^[2]。搭载多光谱传感器与高清成像设备的无人机，可按照预设巡检航线自主完成飞行任务，对坝体、溢洪道、输水渠道、闸门等核心设施开展常态化、周期性巡检，无需人员进入高空、陡坡、深水等危险区域即可完成全域排查，有效规避传统人工巡检的局限性。该技术能够快速捕捉设施表面细微破损、结构变形、风化剥蚀等异常情况，生成高清晰度、高分辨率的影像资料，影像分辨率可达0.01米，为巡检人员提供直观、准确的设施运行状态参考，大幅提升巡检工作的效率与覆盖面。

2.2 无人机遥感技术在设施隐患排查中的应用

水利工程设施长期暴露于自然环境中,易受暴雨、洪水、地质沉降、冻融循环等自然因素及人为因素影响产生安全隐患,隐患排查的及时性与精准性直接关系设施运行安全,无人机遥感技术可实现隐患的精准识别与早期预警,弥补传统排查技术的短板。通过激光雷达与热红外传感技术有机结合,无人机能够穿透植被遮挡与浅层覆盖物,精准探测坝体内部空洞、裂缝、渗流通道等隐蔽性隐患,同时捕捉设施表面温度异常、湿度变化等隐患前兆信号,实现显性隐患与隐性隐患的同步排查。经专业数据处理与分析,可量化隐患的位置、范围及严重程度,形成系统化的隐患排查报告,为隐患治理提供精准的数据支撑,有效规避传统排查方式漏判、误判的问题。通过常态化隐患排查,可提前防范设施溃损、漏水、坍塌等安全事故发生,降低运维风险,保障水利工程设施的长效稳定运行,契合水利工程安全运维的核心需求。

2.3 无人机遥感技术在运维数据采集与整理中的应用

水利工程运维工作需依托大量连续、精准的数据支撑,数据的完整性与准确性直接影响运维决策的科学性,无人机遥感技术可构建高效、便捷的运维数据采集与整理体系,推动运维工作向科学化、智能化转型。通过定期开展全域飞行监测,无人机能够持续采集设施运行状态、周边水文环境、地形地貌变化、植被覆盖情况等多维度数据,经数据校准、降噪、标准化处理后,形成结构化、规范化的运维数据库,打破传统数据采集碎片化、效率低的局限。该数据库可实现数据的实时更新与动态追溯,清晰呈现设施运维过程中的状态变化规律,为运维方案优化、设施寿命评估、风险等级划分提供科学依据。借助无人机遥感技术的自动化数据处理能力,可减少人工数据录入的误差与工作量,提升运维数据的完整性与准确性,同时降低运维成本。通过数据的整合与分析,可挖掘设施运行的内在规律,为运维工作的精准开展提供支撑,为水利工程运维的智能化、科学化发展奠定坚实基础,推动水利运维模式从经验驱动向数据驱动转变。

3 无人机遥感技术在水域空间管理中的应用

3.1 无人机遥感技术在水域边界监测中的应用

水域边界界定与监测是水域空间管理的基础前提,无人机遥感技术凭借高分辨率成像与快速作业优势,有效解决传统边界监测中范围广、地形复杂、监测精度不足等问题,成为水域边界管理的核心技术支撑^[3]。搭载高清光学相机与多光谱传感器的无人机,可沿预设边界

航线开展全域飞行监测,快速捕捉水域边界线的空间位置信息,经数据处理后生成精准的边界矢量数据,清晰界定河流、湖泊、水库等水域的法定边界范围。该技术可精准识别边界附近的违规占用、围垦、填堵等行为,及时反馈边界线的偏移变化,为水域边界确权、纠纷调解提供精准的数据支撑。依托无人机遥感的高效监测能力,可实现水域边界的常态化监测,及时发现边界管理中的异常情况,规范水域空间使用秩序,契合水域空间精细化管理的发展需求,为水域资源保护筑牢基础。

3.2 无人机遥感技术在水域范围动态监测中的应用

水域范围受降水、径流、季节变化及人类活动影响易发生动态波动,精准掌握水域范围变化规律是水域空间管理的关键,无人机遥感技术可实现水域范围的动态监测与精准分析,弥补传统监测方式的滞后性与局限性。通过时序飞行监测,无人机可定期采集水域不同时间段的影像数据,经图像配准、叠加分析后,精准提取水域范围变化信息,量化水域面积的增减幅度与变化速率,清晰呈现水域范围的动态演变过程。该技术可快速响应极端天气、洪水等突发情况,实时捕捉水域范围的瞬时变化,为防汛调度、水资源调控提供及时的数据支撑。结合专业数据处理技术,可挖掘水域范围变化与水文要素、气象条件的关联规律,为水域资源合理配置、水域生态保护提供科学依据,推动水域空间管理从静态管控向动态调控转变,提升水域管理的科学性与时效性。

3.3 无人机遥感技术在水域周边环境监测中的应用

水域周边环境质量直接影响水域生态安全与水资源质量,无人机遥感技术可实现水域周边环境的全方位、精细化监测,为水域空间生态管理提供可靠技术支撑。搭载多光谱、热红外等传感器的无人机,可对水域周边的植被覆盖、土地利用、污染源分布等情况开展全面监测,快速识别植被退化、土壤侵蚀、固体废弃物堆积等环境问题,同时捕捉周边污染源的排放动态,精准定位污染源头。经数据处理与分析,可量化周边环境的污染程度与影响范围,为污染治理、生态修复提供精准的数据支撑,有效遏制周边环境问题对水域生态的破坏。通过常态化监测,可动态掌握水域周边环境的变化趋势,及时发现环境隐患并推动整改,优化水域周边生态环境格局,实现水域资源与周边生态环境的协同保护,契合生态文明建设背景下水域空间管理的核心要求。

4 无人机遥感技术在水利管理中的技术优化方向

4.1 无人机遥感技术在水利管理中的适配性优化

适配性优化是无人机遥感技术深度融入水利管理的核心前提,需立足水利管理各场景的差异化作业需求,

聚焦技术应用短板开展针对性优化^[4]。结合水利管理中常见的复杂地形、恶劣气象等作业条件,优化无人机飞行控制系统的抗干扰性能,提升低能见度、强风雨等极端环境下的稳定飞行能力,保障监测工作连续推进。优化传感设备适配能力,根据水域监测、设施巡检等不同任务需求,合理搭配多光谱、热红外、激光雷达等传感器,提升数据采集的针对性与精准度,避免设备功能冗余。升级无人机续航技术,通过电池性能提升与能源管理优化,延长单次飞行时长,满足大范围监测需求,减少飞行频次与人工投入,推动技术与水利管理各场景深度契合。

4.2 无人机遥感数据处理技术的优化路径

数据处理效率与精度是无人机遥感技术发挥水利管理价值的关键,优化数据处理技术可有效突破应用瓶颈。完善数据预处理流程,通过算法升级优化降噪、校准、配准等关键环节,减少影像畸变、数据误差,提升原始数据的完整性与准确性,为后续数据解析筑牢基础。引入智能化处理技术,融合机器学习、深度学习算法,实现水利监测数据的自动提取、分类与分析,减少人工干预,破解传统数据处理耗时久、工作量大的难题。构建规范化数据存储与共享体系,建立标准化水利遥感数据库,打破数据壁垒,实现数据集中管理与高效流转,确保数据在水利管理各环节充分利用,为水利决策提供可靠支撑。

4.3 无人机遥感技术与水利管理技术的融合优化

技术融合是推动水利管理向智能化、精细化转型的重要路径,需打破无人机遥感技术与传统水利管理技术的应用壁垒,构建协同高效的应用体系。推动无人机

遥感技术与水利信息化技术深度衔接,将无人机采集的多维度数据与水利信息管理平台对接,实现数据实时传输、动态更新与可视化展示,提升水利管理信息化水平。融合水文监测、水资源调控、生态保护等水利核心技术,借助无人机遥感全域监测、快速响应的优势,弥补传统水利技术在大范围、隐蔽性监测中的不足,实现水利管理全流程立体化监测与精准化管控^[5]。

结束语

无人机遥感技术已在水利管理多领域展现显著优势,有效提升了管理效率与质量。通过适配性优化、数据处理技术升级及与水利管理技术的深度融合,该技术将进一步突破应用瓶颈,为水利管理提供更精准、全面的数据支持。无人机遥感技术在水利管理中的广泛应用,有助于推动水利事业向智能化、科学化方向持续发展,为保障水利工程安全、优化水资源配置及保护水域生态环境发挥重要作用。

参考文献

- [1]林兆刚,林生亮,郑春炎.无人机遥感技术在水利管理中的应用探讨[J].山东水利,2025(8):60-62.
- [2]孙玉江.无人机遥感技术在农田水利工程管理中的应用[J].河北农机,2025(5):52-54.
- [3]胡佳慧,高军科,薄贺飞,等.无人机遥感技术在农田水利工程管理中的应用[J].种子科技,2025,43(2):180-182.
- [4]杨静蓉.无人机遥感技术在农田水利灌溉管理中的革新应用[J].河北农机,2024(24):46-48.
- [5]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):97-99,137.