

浅析无人机在南水北调中线工程安全管理中的应用与防控

魏东晓 王佳猛

中国南水北调集团中线有限公司河南分公司, 河南省郑州市, 450000;

摘要: 无人机作为现代水利监测和应急调度的新技术手段, 正广泛应用于河道巡查、水利工程监管、生态监测、防汛应急等关键领域。随着低空经济作为国家战略性新兴产业地位的确立, 无人机的应用被视为水利行业转型升级、发展新质生产力的重要抓手。无人机与南水北调中线工程的人防、物防、技防相结合, 增强现场工程安全管理, 在工程巡查以及突发应急事件现场指挥、救援等方面可发挥独特的作用。同时, 工程沿线外部非法入侵的无人机可能会对南水北调中线工程安全带来风险隐患, 迫切需要从立法、技术和设备管理等方面加强安全风险防控。

关键词: 无人机; 南水北调中线工程; 安全防范; 应用; 防控

DOI: 10.69979/3060-8767.26.05.076

水利部近年来密集出台政策法规, 为无人机在水利领域的应用铺路架桥。2022年7月《关于政策性金融支持水利基础设施建设的指导意见》经水利部审议发布, 明确提出构建“天空地”一体化水利监测感知网, 推动无人机在水利工程安全监测、河湖管理、防汛抗旱等领域的规模化应用。2024年《水电站大坝安全提升专项行动方案》进一步强化这一政策导向, 将无人机巡检作为大坝安全监测的重要手段, 要求重点水库逐步实现无人机自动化巡检全覆盖。水利部信息中心2025年3月发布《水利无人机监测技术规范》, 是我国水利行业首个无人机专项技术标准, 规范了系统配置、作业设计、数据采集与处理等全流程技术要求。

当前, 水利行业正积极拥抱这一变革浪潮, 以无人机技术作为核心载体, 在江河湖库的广阔舞台上展翅高飞, 为传统水利插上智慧翅膀。南水北调工程管理部门将无人机在南水北调中线工程安全管理中的应用是非常具有现实意义的课题。无人机对于中线工程的安全管理来讲, 既要充分认识到无人机给南水北调工程带来的便利, 也要认识到无人机给工程安全管理带来的风险隐患。

1 无人机简述

无人机采用空气动力为飞行器提供所需的升力, 能够自主或遥控飞行, 既能一次性使用也能进行回收, 能够携带杀伤性或非杀伤性任务载荷, 如拍照、撒播药物、播放声音等。无人机属于新兴遥控飞行器, 是当前较为先进的工具载体, 不仅体积小操控灵活, 而且可以和摄影摄像器材结合, 实现巡航和高空监控重点目标。无人机技术是以飞行控制系统为核心, 结合传感器、通信导航等模块构建的智能航空系统, 在测绘勘探、应急救援、

水利巡检等领域形成规模化应用场景, 构建“空中+地面”立体联防体系, 在工程巡查方面较传统人工巡检具有巡查速度快、效率高等特点, 具有广泛的发展和应用空间。无人机按应用领域, 可分为军用与民用。

2 南水北调中线工程概况与无人机在工程中的应用

2.1 南水北调中线工程基本情况

南水北调中线工程是国家南水北调工程的重要组成部分, 关系到受水区河南、河北、天津、北京等省市经济社会可持续发展的重大民生工程工程和水质的安全关系到人民群众生命财产安全和社会稳定。

南水北调中线工程规划分两期实施。先期实施中线一期工程, 多年平均年调水量95亿立方米, 向华北平原北京、天津在内的26个大中城市及200多个县(市、区)提供生活、工业用水, 兼顾农业用水。中线一期工程于2003年12月开工建设、2014年12月正式通水, 全长1432公里, 自丹江口水库陶岔渠首引水, 沿线开挖渠道, 经唐白河流域西部过长江流域与淮河流域的分水岭方城垭口, 沿黄淮海平原西部边缘, 在郑州以西穿过黄河, 沿京广铁路西侧北上, 可自流到北京、天津。

南水北调中线工程特点是规模大、线路长、建筑物样式多、交叉建筑物多, 总体呈南高北低之势, 具有自流输水和供水的优越条件。工程以明渠输水方式为主, 局部采用管涵过水。渠首设计流量350立方米每秒, 加大流量420立方米每秒。

2.2 南水北调中线工程重要基础设施的智慧巡查

南水北调中线工程安全管理主要依靠是人防、物防、技防, 其中人防为沿线管理机构相关人员和沿线公安机

关派驻警务室,物防主要是渠道的隔离网、钢大门、桥梁防抛网、刺丝滚笼等,技防主要是沿线的视频安防系统。

中线工程管理机构负责工程重要基础设施的智慧巡查,对工程基础设施巡查,保证基础设施良好是实现南水北调工程安全、供水安全、水质安全的基础性工作。无人机搭载高清摄像机和红外热像仪,能够全方位、无死角的精细化巡检,实时捕捉基础设施的运行状态。工程巡查人员使用无人机对基础设施进行人机结合的巡查,一是可以降低人员工作强度,提高巡查频率,给沿线工程管理机构人员可以及时提供专业的研判,确保工程重点防护设施安全。二是通过无人机工程巡查来更好地实现工程管控,对服务于工程安全管理方面在治安管控和反恐调查工作也可提供有利帮助。三是在巡查过程中,无人机能够实时传输高清画面和关键数据,为工作人员提供直观、准确的现场信息,助力南水北调工程的稳定运行。

2.3 南水北调中线工程防护数字孪生防洪场景的构建

尤其在汛期来临,中线工程管理机构通过无人机倾斜摄影与多传感器协同,同步采集云数据,可即时获取南水北调中线工程左排水库库区、渠渠交叉河道三维地形数据,并构建厘米级精度水库 BIM 模型,为左排泄洪洪水演进分析提供关键参数,支撑构建高精度洪水演进模型,优化左岸水库泄洪调度方案,对工程的保护起到一定的数据支撑。

2.4 南水北调中线工程沿线可疑车辆和人员活动的 AI 识别巡查

通过构建长距离无人机智慧巡检体系,融合 AI 图像识别技术和深度学习算法,使得海量影像数据能够得到精准分类和智能分析。利用无人机智慧巡检系统的核心能力 AI 识别,捕捉渠道沿线及工程周边车辆活动及人员识别情况,通过科技守护,帮助巡检人员迅速把握关键问题,做出及时响应。利用无人机智慧巡检体系对发现的可疑车辆和人员发出警告离开工程安全防范区域。无人机在中线工程安全管理中,一旦发现可疑情况,系统会自动拍照取证。识别到可疑迹象或隐患,系统会自动生成问题通知单,沿线现地管理机构赶赴现场核实处置,并将现场情况可以第一时间向警务单位进行通报,为事件处置提供有利条件,将风险预警的触角延伸到南水北调中线工程的“神经末梢”。

2.5 南水北调中线工程无人机的实际应用案例

一是在中线干线的陶岔水质自动监测站,为实现水质监测范围全覆盖,在人员、设备不便到达的水域,工作人员利用无人机进行水样采集。无人机携带有云台相机、水泵等设备,可实现远程查看水面及水体、自动清洗管路、自动采集水样等功能,具备安全、快捷、多环境适应的优点。

二是以中线干线叶县段为试点,传统的人工巡检方式,主要依赖人眼辨别和手动记录,已难以应对日益增大的巡查工作量与难度。运用中电工程广东院自主研发的无人机巡检管理系统,结合固定翼与多旋翼无人机技术,对约 30 公里长的河渠及其附属设施进行了智能化的巡查。这一创新实践实现了“空地协同”的全自动巡检模式,显著提升了巡检效率与准确性。叶县段渠道工程面临高填方、深挖方、高地下水位及膨胀土等多种复杂地质条件,其动态变化对输水安全构成潜在威胁。

三是在中线干线焦作段首次在山门河暗渠出口至吴村矿公路桥段,利用无人机技术进行深挖方边坡物料吊运施工作业,这一创新实践为南水北调中线复杂渠段的施工提供了新的工作思路。

四是在中线干线南阳段,辖区工程沿线地形复杂,部分区域人工巡查难度大、效率低,难以发现潜在的防汛风险。无人机巡察的灵活机动性为解决这一难题提供了有效途径。相比传统的人工排查方式,无人机排查具有显著优势,一方面可以持续工作,受地质条件影响较小,排查时所需人员少,可有效降低人工成本并提高工作效率。

五是在中线干线汛期来临,无人机可以对重点区域进行全景标注、三维建模,为科学防汛提供有效数据支撑。中线工程沿线管理处利用无人机完成防汛风险项目和上游中型水库的排查工作。

3 无人机给南水北调中线工程安全防范带来的风险防控

随着无人机技术的不断发展,无人机技术除了在军事领域的发展外,在民用领域的应用也不断推进,且发展迅速,应用广泛,但由于无人机技术具有的捕捉和记录视觉图像等的能力,无人机技术的“滥用”也会引发国家社会环境治安的动乱,需要相应的约束措施和法律依据加以防范和制约。南水北调工程管理机构深刻认识到保护南水北调工程“三个安全”的重要性,时刻保持防范外来风险的警觉性和敏感性,提升防范风险、预警风险、发现风险和处置风险的全过程能力和水平,为此随着人工智能等新兴技术的发展应用,未来反无人机技术将进一步向智能化、轻量化、集成化发展。

南水北调中线工程安全因无人机可能造成的风险隐患要有充分认识,主要有以下几个方面:

1.非法入侵的无人机获得的影像资料可能造成舆论危机的安全风险。2.非法入侵的无人机获取工程实体,如渠道水体等,工程重要信息泄露造成的安全风险。3.非法入侵的无人机可能对设备设施造成破坏,如触碰沿线35kV线路、闸站设备设施。4.非法入侵的无人机对工程水体恶意破坏,引燃树木等。5.反恐方面,非法入侵的无人机对工程进行恐怖袭击活动,缺乏超前预见性和应对策略考虑。

3.1 建立南水北调中线工程飞行无人机登记与管理制度

2024年12月27日国家发展和改革委员会低空经济发展司成立,开始制定完善中长期发展规划,明确低空经济发展的总体目标、重点任务、区域布局和保障措施。

相比无人机对民航安全的影响的关注,对无人机影响中线工程的安全风险还没有引起全社会关注和足够重视。自媒体时代,少数飞手出于各种目的,在进行飞行时容易造成工程重要信息泄露,可能会给中线工程管理安全带来极大的隐患。在南水北调工程沿线协调相关部门建立南水北调中线工程飞行无人机登记与管理制度。

3.2 加强在南水北调中线工程飞行无人机的安全管理

目前来看,无人机的不当飞行也会给中线工程安全运行带来风险与隐患。利用无人机向渠道内投掷破坏物等,都会影响中线工程的工程安全、供水安全、水质安全。利用无人机在南水北调中线开展安全巡查应用方面应该尽快开展相关技术的标准化建设,从技术标准和执法规范化层面提升应用的现代化、法治化水平,使其在高标准上起步和良性运行。

3.3 完善南水北调中线工程飞行无人机管理工作

2024年1月1日起施行的《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》(国务院、中央军委)对水利行业无人机应用具有基础性规范作用。该条例旨在规范无人机飞行活动,统筹安全与发展,维护航空、公共及国家安全,没有经过相关管理部门审批的无人机严禁进入中线工程管理范围等安全区域。另外法律法规应该作出明确规定,针对在南水北调彰显区域给出无人机飞行安全管控区域的范围,对于违反规定的,公安机关可以给予相关

处罚,确保在工程安全管理方面对无人机的管理和违法处置有法可依。

3.4 加快对南水北调中线工程安全风险防控技术装备研发与应用

在中线工程重点区域,形成一定的无人机反制能力是解决问题的关键方法之一。结合已有的民用无人机实名注册档案,有效建立一定区域的电子围栏,对违法入侵的无人机实行联防联控。借鉴军事部门已有的无人机主动监测预警系统,研发中线工程管理区域无人机安全管理及风险防控应用系统,实现通信技术方法对无人机在工程空间区域安全风险防控与处置。

4 结语

南水北调中线点多、线长、面广、环境复杂的特点,当前无人机技术正推动水文监测向实时化、精准化、无人化转型,与无人机高效、灵活、不受地形限制的优势完美契合,无人机以其优越的性能、较强的环境适应能力,与南水北调中线工程的人防、物防、技防相结合,在现场工程安全管理、智慧巡查方面发挥着独特的作用,发展前景极为广阔。同时,工程沿线外部非法入侵的无人机可能会对南水北调中线工程安全带来风险隐患,迫切需要从立法、技术和设备管理等方面加强安全风险防控,保障南水北调中线工程的“三个安全”,护一渠清水安澜北送。随着政策持续加力、技术不断突破、应用场景深化拓展以及瓶颈问题的逐步解决,无人机必将成为守护南水北调中线工程、保障水安全的“空中尖兵”。

参考文献

- [1]中国无人机遥感技术突破与产业发展综述[J]. 晏磊;廖小罕;周成虎;樊邦奎;龚健雅;崔鹏;郑玉权;谭翔. 地球信息科学学报,2019(04)
- [2]民用无人机发展管理现状及路径规划研究进展[J]. 陈亚青;郑稀元;韩丹;刘成. 科学技术与工程,2022(15)
- [3]无人机防御系统在水电站的应用研究[J]. 王磊;吴耀. 技术与市场,2022(03)
- [4]无人机在智慧边防中的创新应用及市场前景展望. 伍刚;涨潮波. 中国安防,2025(07)
- [5]警用无人机专业课程“岗课赛证”综合育人模式研究——以“警用无人机侦察技术与应用”为例. 孙泽梁;陈予雯. 公安教育,2025(06)