

智能无人机遥感技术在吉林省农田水利工程巡检中的应用研究

党丽娜

吉林省长春市二道区农业农村局

DOI:10.32629/as.v9i1.3632

[摘要] 本文介绍了吉林省农田水利工程巡检的重要性,分析总结了吉林省农田水利工程的现状及巡检痛点,明确智能无人机遥感技术的优势及在吉林省农田水利工程巡检中的应用价值,并展望了未来在吉林省农田水利工程巡检中利用智能无人机遥感技术实现智能识别与管控的应用前景。本文有助于提升吉林省农田水利工程的巡检效率及精度,实现农作物的稳产高产。

[关键词] 智能无人机遥感; 农田水利工程; 巡检; 寒区适应性; 工程隐患识别

中图分类号: S27 **文献标识码:** A

Application Research of Intelligent UAV Remote Sensing Technology in the Inspection of Farmland Water Conservancy Projects in Jilin Province

Lina Dang

The Agricultural and Rural Affairs Bureau of Erdao District, Changchun, Jilin Province

[Abstract] This paper introduces the importance of inspection for farmland water conservancy projects in Jilin Province, analyzes and summarizes the current situation and inspection pain points of these projects. It clarifies the advantages of intelligent UAV remote sensing technology and its application value in the inspection of farmland water conservancy projects in Jilin Province, and looks forward to the future application prospects of realizing intelligent identification, management and control by using this technology in such inspections. This paper is conducive to improving the inspection efficiency and accuracy of farmland water conservancy projects in Jilin Province, and ensuring the stable and high yield of crops.

[Key words] Intelligent UAV Remote Sensing; Farmland Water Conservancy Projects; Inspection; Cold-Region Adaptability; Engineering Hidden Danger Identification

引言

粮食的稳产和高产直接影响我国的国计民生,吉林省作为我国重要的商品粮基地和粮食主产区,其粮食稳产高产对保障国家粮食安全、推动区域农业经济发展及促进农民增收具有不可替代的战略意义。农田水利工程作为农作物生长的核心生命线,发挥着基础性保障作用。为保证农作物的生长,吉林省兴建了多项水利工程项目,为粮食增产筑牢了根基。然而,农田水利工程的安全稳定运行离不开常态化、高质量的巡检工作,当前吉林省农田水利工程巡检仍以人工为主,受地形偏远、交通不便、东北寒区冬季恶劣气候及工程设施隐蔽性等因素制约,面临着成本高、覆盖难、精度低、风险大等诸多挑战,难以满足新时代粮食安全对水利工程运维的高标准要求。

随着人工智能技术与现代农业的深度融合,智能无人机遥感技术凭借其融合AI识别、自主导航、自动避障等核心能力,在巡检效率、精度、安全性及场景适应性上实现了对传统巡检方式的突破性升级。本文立足吉林省农田水利工程巡检的实际

需求与现存困境,探讨智能无人机遥感技术的应用价值、优势、场景及未来优化方向,旨在为破解吉林省农田水利巡检难题、构建智慧水利监测体系、强化粮食安全保障能力提供技术参考与实践路径。

1 吉林省农田水利工程巡检的重要性

据中国国家统计局数据公布,我国2025年全国粮食产量达14297.5亿斤,比上年增加167.5亿斤,增长1.2%。吉林省是中国重要的商品粮基地和粮食主产区,2025年全省粮食总产达871.6亿斤,稳居全国第四位,同比增产18.4亿斤,连续5年稳定在800亿斤以上。吉林省主要农作物的稳产高产有效保障了国家粮食安全,同时,也有助于促进区域农业经济发展、农民增收致富。在农业生产中,农田水利工程是实现农作物安全生长的核心生命线,直接影响最终的粮食产量。为了解决农作物生产的用水问题,吉林省建立了多项农田水利工程,包括黑鱼泡灌区、大安灌区、松原灌区等,这些在一定程度上解决了区域水资源短缺的问题,是实现粮食稳产增产、保障国家粮食安全的基础性工程。农田

水利工程项目的安全是保证粮食产量的稳定关键因素之一,因此,农田水利的巡检不可忽视。

2 吉林省农田水利工程巡检面临的挑战

然而,当前吉林省农田水利工程的巡检工作面临着诸多挑战,不利于农田水利项目的安全性。目前农田水利工程的巡检仍以人工巡检为主。吉林省农田水利工程项目分布广泛,且存在很多工程地处偏远山区、盐碱地等区域,交通并不便利,这导致人工巡检在人力、物力及时间成本上耗费严重,性价比极低,难以实现全域工程的常态化、全覆盖巡检;人工巡检受巡检人经验影响,巡检精度较难控制,且难以发现工程表面的小型裂缝、轻微渗漏等隐患,带来安全风险。此外,吉林省属于东北寒区,冬季寒冷,且降雪量大,增加了巡检人员的安全风险,还有可能遮挡工程隐患。在水利工程中,难以避免会存在一些地下暗管、深埋渠道等项目设施,其无法通过人眼直接观察,带来巡检死角。

3 智能无人机遥感技术在吉林省农田水利工程巡检中的应用

3.1 智能无人机遥感技术在吉林省农田水利工程巡检中应用的必要性

随着科技的持续发展,近年来无人机遥感技术得到广泛关注,其在公路巡检1、电力巡检2、农作物病害检测3、农田水利工程4等领域均表现出卓越的应用前景。但是,无人机巡检难以实现高效智能决策与精准控制,为了满足高效智能农业生产需求,吉林省人民政府在《关于加快推进人工智能创新发展的实施意见》中指出,要加速构建人工智能赋能农业和水利的体系,推进人工智能在河湖生态流量动态监测、跨区域水资源协同管理、农业节水灌溉精准决策等场景应用,建设互联互通、智能调度的智慧水网,提升水网效能与供水安全。因此,研究智能无人机遥感技术在吉林省农田水利工程巡检中的应用,不仅符合国家及吉林省政府的发展策略,也有望改善国计民生。

3.2 智能无人机遥感技术应用于吉林省农田水利工程巡检的优势

无人机巡检模式相较传统方式具备无可比拟的显著优势。首先,与卫星遥感技术相比,无人机拥有更高的空间分辨率,可精准获取厘米级的监测数据;而卫星遥感极易受天气条件制约,一旦遭遇云层遮挡,便会面临数据获取中断或失效的问题。其次,与人工巡检相比,无人机巡检的效率可提升约60%到80%,既能实现大面积区域的全覆盖巡查,又完全不受地形条件的限制;反观人工巡检,不仅周期漫长、成本高昂,还很难进入高危区域或地形复杂地带开展工作。再次,与地面机器人巡检相比,无人机的作业灵活性更为突出,可轻松在水利设施高处、陡坡以及水域上方完成巡检任务;而地面机器人常会受地面障碍物、地形复杂程度等因素限制,巡检范围存在明显局限。此外,无人机可搭载多光谱、红外、激光雷达(LiDAR)等多种传感器,能够实时采集高精度数据并完成快速分析;而传统巡检方式在数据采集与处理的实时性上存在明显短板,往往难以满足突发状况下的快速响应需求。

但是,普通无人机巡检往往需要人力的辅助,其次,其在复杂环境中往往容易出现机器故障。相较普通无人机巡检技术,智能无人机遥感技术在传统无人机基础上,进一步融合了AI识别、自主导航、自动避障、云端协同等技术,具有适用范围更广、人力成本更低、巡检精度更高、安全性更高、处理速度更快等优势。其一,智能无人机遥感技术可以实现自主作业,降低人力成本,搭载自主导航与路径规划算法,无需人工全程操控,大幅减少人力投入,同时支持多机协同编队作业,进一步提升大面积区域的巡检效率;其二,通过集成图像识别、红外热成像分析等AI算法,能够自动识别巡检目标的状态,相比人工肉眼判断,识别准确率更高,还能避免因人为疏忽导致的漏检、误检;其三,智能无人机遥感技术配备激光雷达、视觉传感器等避障设备,可实时感知周围障碍物,并自动调整飞行路径,降低碰撞风险;除此之外,智能无人机遥感技术在数据采集、数据传输、数据分析、做出预警等流程实现全自动化,能快速响应突发故障,缩短应急处置时间;更进一步来讲,智能无人机遥感技术可根据不同巡检场景自动切换作业模式和传感器组合,例如在夜间巡检时自动开启红外模式,在复杂地形中切换地形跟随模式,在极寒环境下开启低温适配摄像头和传感器,相比传统无人机,对多样化场景的适应性更强。

3.3 智能无人机遥感技术在吉林省农田水利工程巡检中的应用场景

3.3.1 大坝巡检

吉林省农田水利大坝多坐落于山地与平原的过渡区域,部分大坝已服役较长年限,在冬季极寒天气影响下,易出现冻融裂缝、坝体结冰、边坡积雪滑坡等安全隐患,而传统人工巡检不仅面临路面结冰、高空作业风险高的问题,还难以精准识别细微缺陷。智能无人机遥感技术通过搭载低温适配型高清可见光相机与激光雷达(LiDAR)传感器,可在低温环境下稳定启动并持续作业,有效避免了传统设备在严寒中易死机的弊端;其优化后的AI算法能够穿透薄雪覆盖层,精准捕捉冬季冻融引发细微裂缝及冰挂脱落造成的坝面剥蚀等缺陷,显著降低漏检率。同时无需巡检人员长时间暴露在低温环境中。吉林省冬季寒冷,大坝边坡可能会产生易积雪结冰,智能无人机可通过自主路径规划沿边坡巡航,利用LiDAR技术可穿透雪层实时生成三维地形模型,结合历史数据精准分析边坡的沉降与位移情况,提高大坝的安全性。

3.3.2 水库及水渠巡检

吉林省水库与灌区干支渠构成的水利网络分布密集,冬季极寒天气易导致水库结冰、水渠冰封、闸门冻堵等问题,传统长距离巡检面临路面结冰通行困难、冰封区域隐患难以排查的困境。智能无人机遥感技术可精准计算冰层下实际库容并实时反馈水位变化,为冬季蓄水调度与春季融雪放水规划提供可靠数据支撑。针对干支渠冬季冰封、部分区段被积雪掩埋的情况,无人机沿水渠轴线自主巡航,通过高清相机与探冰雷达传感器的组合,可及时发现渠堤坍塌、冰下淤积、闸门冻裂等问题。同时,搭载多光谱传感器,能根据极寒环境下土壤湿度异常的特征,

通过冰层下植被残留状态的差异,精准定位地下暗渠的隐蔽渗漏点,而无需人工破冰探查。此外,智能无人机还能同步排查水渠沿线的分水闸、渡槽、涵洞等配套设施,利用AI算法自动识别闸门锈蚀冻堵、启闭机构结冰故障、渡槽冰挂导致的裂缝等缺陷,提前预警设备防冻隐患,确保春季灌溉时设备正常运行。

3.3.3 管道与泵站巡检

吉林省农田水利管道多采用地下或半地下铺设方式,冬季极寒天气易造成管道冻裂、保温层破损,而泵站设备则面临低温启动困难的问题。智能无人机遥感技术通过搭载低温适配型多光谱传感器与气体探测器,利用极寒环境下泄漏点土壤与周边冻土的温差、湿度差异放大效应,精准捕捉管道泄漏引发的局部土壤的温度升高及湿度异常区域,快速锁定漏点,巡检效率实现显著提升,同时无需破坏农田冻土。对于暴露于地表的主干管道、接头及阀门等部件,通过高清相机捕捉极寒环境下管道保温层破损、阀门结冰变形、接口松动等缺陷,AI算法自动分类缺陷等级并生成维修工单,同时借助红外传感器监测管道表面温度预警冻裂风险,避免了传统人工低温触摸检查的冻伤隐患。在泵站设施监测方面,无人机可从空中、侧面多角度巡检机房、蓄水池及电机设备等,重点排查机房屋顶结冰坠落隐患、蓄水池结冰裂缝、进出水管道冰封堵塞及电机散热异常等问题。智能无人机搭载的低温适配型声学传感器能够捕捉电机低温启动时的异响,辅助判断设备故障,减少人工现场值守频次,避免巡检人员长时间在低温环境作业,显著降低人力成本与安全风险。

4 未来展望

随着人工智能的迅速发展,智能无人机遥感技术将推动吉林省农田水利工程巡检中的应用朝着更精准、更智能、更高效的方向发展。未来,针对吉林省冬季极寒、地形多样、灌区分布广泛的特点,可进一步优化无人机低温适配技术,研发更耐严寒、长续航的专用机型,结合新型复合材料与高效能源系统,突破当前极寒环境下续航时长与载荷能力的制约,同时升级

LiDAR、红外热成像等传感器的低温工作性能,提升冰雪覆盖、低温低光环境下的隐患识别精度。此外,可在算法层面进行优化,融合数字孪生技术构建吉林省农田水利工程全域三维可视化模型,实现无人机巡检数据与工程设计、运维历史数据的实时联动。值得一提的是,若进一步完善极寒环境下无人机飞行安全规范与数据共享标准,推动无人机巡检与传统人工巡检、地面监测设备的协同联动,构建“空天地”一体化的农田水利工程智能监测体系,这将为吉林省高标准农田建设、粮食安全保障及水利工程长效运维提供更坚实的技术支撑,从而实现粮食的稳产高产。

5 结语

农田水利工程的安全运维是保障吉林省粮食稳产高产的重要基石,而巡检模式的革新则是提升水利工程运维效能的关键因素之一。本文通过对吉林省农田水利工程巡检重要性、现存挑战的分析,系统阐述了智能无人机遥感技术在该领域应用的必要性、核心优势及具体场景,证实了该技术的显著优越性,有效破解了吉林省寒区气候、复杂地形、隐蔽设施带来的巡检难题,革新吉林省农田水利巡检模式,夯实区域粮食安全根基,为我国粮食安全保障体系建设与农业现代化发展注入强劲动力。

[参考文献]

- [1]王勇,岑宗羲,何正龙.低空无人机遥感技术在公路巡检中的应用进展、挑战和前景[J].资源科学,2025,47(8):1675-1688.
- [2]王海亮,潘灵敏.基于无人机遥感技术的电力巡检技术分析[J].电子元器件与信息技术,2025,9(08):202-204.
- [3]曹英丽,张弘泽,郭福旭,等.基于无人机遥感的农作物病害监测研究进展[J].沈阳农业大学学报,2024,55(05):616-628.
- [4]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,(05):52-54.

作者简介:

党丽娜(1986--),女,汉族,吉林省梅河口市人,本科,农艺师,中级九级,研究方向:农业技术推广。