

基于无人机的水库信息化巡检系统建设方法研究

薛琨瀚¹ 李恒毅^{2*} 彭睿¹ 宋博丹¹ 赵丽娟¹ 刘祎弘¹

1 四川省紫坪铺开发有限公司 2 成都锦城学院

DOI:10.12238/acair.v2i4.10338

[摘要] 本文探讨了以无人机飞行平台为前端的水库信息化巡检系统的建设方法,以紫坪铺水库为案例,详细分析了无人机巡检系统的技术优势、系统构成、技术路线以及实际应用效果。通过引入智能无人机、大数据、云平台等前沿技术,实现了紫坪铺水库全域范围内的智能化巡检和信息化管理,有效提升了水库的安全管理水平。

[关键词] 无人机系统; 水库巡检; 紫坪铺水库; 水库信息化管理

中图分类号: V279+.2 **文献标识码:** A

Research on the Construction Method of Reservoir Information Inspection System Based on Drones

Junhan Xue¹ Hengyi Li² Rui Peng¹ Bodan Song¹ Lijuan Zhao¹ Yihong Liu¹

1 Sichuan Province Zipingpu Development Co., Ltd. 2 Chengdu Jincheng College

[Abstract] This paper explores the construction method of an information-based reservoir inspection system utilizing an unmanned aerial vehicle (UAV) flight platform as the frontend. Taking Zipingpu Reservoir as a case study, it provides a detailed analysis of the technological advantages, system composition, technical route, and practical application effects of the UAV inspection system. By integrating cutting-edge technologies such as intelligent UAVs, big data, and cloud platforms, intelligent inspection and information-based management across the entire Zipingpu Reservoir area have been achieved, significantly enhancing the reservoir's safety management level.

[Key words] UAS; Reservoir Inspection; Zipingpu Reservoir; Informatization Management of Reservoirs

引言

水库,作为水利枢纽的核心设施,在防洪、灌溉、供水及发电等领域扮演着不可或缺的角色。然而,随着水库规模的扩大及使用年限的延长,其安全管理问题愈发凸显。传统的巡检方式,主要依赖人工徒步或船只进行,不仅消耗大量人力资源与物资,还存在效率低下、安全隐患重重等问题。特别是在地形复杂、气候多变的水库区域,传统巡检方式更显得力不从心。

随着无人机技术的迅猛发展,其在水库管理领域的应用日益受到瞩目。无人机作为前端探测平台,能够突破传统巡检方式的局限,实现高效、安全、全面的水库巡检。通过装备高清相机、红外相机、多光谱传感器等先进设备,无人机能够实时采集水库区域的环境数据,包括水位、水质及大坝安全状况等,并将这些数据即时传输至中心管理平台进行分析处理。无人机还能按照预设的巡检路线与计划自主飞行,显著提升巡检的频次与效率。另外,无人机还可以挂载多种任务吊舱可以在联合执法、远程指挥、水面救援等工作中发挥重要作用。

本文以紫坪铺水库为实例,深入探讨基于无人机的水库巡

检系统建设方法,旨在为未来的水库巡管工作提供有益的参考。

1 研究背景

紫坪铺水库位于龙门山断裂地震带活动区域,河道沿线地质环境复杂多变,河流状况频繁变化,容易引发各类地质灾害。而成都市作为紫坪铺水库的下游城市,人口稠密,是中国西南地区经济、文化、交通的中心,同时在军事上具有重要地位。因此,水库库区的安全保障对于人民群众的生命安全、社会秩序的稳定以及国家经济的支撑都具有举足轻重的意义。当地水库管理部门肩负着紫坪铺水利枢纽的维护与管理重任,需要在库区巡检工作中投入大量的人力与物力,以确保水利枢纽的绝对安全。

为了提高库区日常管理、维护的效率,本文提出了一种基于高可靠性无人机平台的智慧巡检与信息化管理解决方案。该系统能够实现对水库库区,包括山体、河道、水面、大坝等全域范围内的高效日常巡检,有效解决当前巡检工作中遇到的诸多困难。

2 需求分析

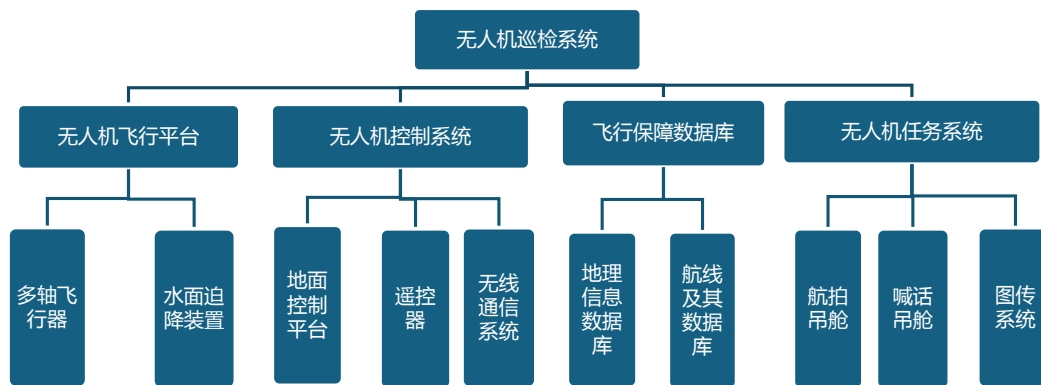


图1 无人机巡检系统

日常水库管理部门的巡检工作主要是周期性的开展,例如按月进行船巡,通过人工观测来确认是否存在违法活动、水质污染、地质灾害等问题。这种方式存在非常明显的缺点,巡检工作的时效性以及准确性往往较低。而且经常受到外界影响导致工作无法正常开展,例如:

①水位因素。水库河道每年都会经历一定的枯水期,此时间段内河道整体水位不断下降,河底礁石接近水面,会造成巡检船只在多个地段无法正常行驶,容易造成搁浅事故。因此无法完成连续的巡检工作。

②危险地理环境因素。紫坪铺水库地处山区,河道周边分布较多悬崖峭壁。存在潜在的地质灾害风险点的位置通常难以到达,而这些地方往往又需要被重点关注。如果风险点排查工作中采用人工巡检的方法,不但成本高、效率低、有死角,而且极易造成人员安全隐患。

③气象条件因素。四川地区特殊的高山峡谷地貌造成其气象环境较为复杂,河道区域容易出现极端天气。尤其在夏季多雨季节中,较高的降水量不但容易导致山体滑坡等地质灾害的发生,而且大量的上游来水也会造成水面状况复杂多变,同样也不利于船只巡航。

以上这些因素极大的限制了库区日常巡查的工作效率,虽然在有些情况下,可以采用驾车巡检的方式进行辅助,但其效率和巡检准确度仍然十分有限,无法及时有效地将水库的情况汇总上报。如果采用无人机作为巡检平台,可以有效的解决上述问题。例如采用高可靠性行业级无人机平台搭载高倍摄像头,既可以很好的解决恶劣天气以及枯水期的巡检需求,又可以有效地实现对危险地理环境下的风险点的高清观测任务。

除此之外,无人机也可以给水库的信息化、智慧化管理提供良好的基础。也就是配套建设完善的线上信息化系统,将所有的视频、图片、流程等数据妥善保存,做到工作数据可溯源,水库的管理水平将会更上一层楼。

3 系统构建方法

3.1 系统总体构成

本系统旨在通过整合无人机技术与信息化管理平台两方面

优势,对水库的巡检管理模式进行根本性革新。利用无人机的高速度、广覆盖特性,显著缩短巡检周期,提高巡检质量,确保库区状态的实时监测与准确评估。利用云端信息化平台强大的存储和分析计算特点,实现智慧化管理水平的提升。因此系统总体规划包括两个部分:无人机巡检系统和智慧巡检管理系统。

3.2 无人机巡检系统

无人机巡检系统负责飞行任务的实施与前端数据资料的采集,其功能构成包括飞行平台、控制系统、飞行保障数据库及无人机任务系统四部分(如图1所示)。采用市场认可度较高的大疆公司行业级无人机为基础进行建设。主要任务目标集中于四个方面:

①库区违法活动的有效发现与警告。通过无人机搭载的高清摄像头,及时发现库区内的非法捕鱼、倾倒垃圾、非法采砂等违法活动,并立即向后端发出提示信息。巡检工作人员根据具体情况,对于情节较轻的事件进行语音警告驱离。对于情节较为严重的事件,则拍摄保存现场图像视频资料进行取证,尽快向主管单位通报,开展联合执法工作,有效的维护库区秩序与生态环境。

②污染源与水面漂浮物的快速发现与预警。利用无人机搭载多光谱传感器与红外热像仪,精准识别库区内的污染源与水面漂浮物,对于影响水质或威胁发电设备的问题目标。及时发出预警,为快速响应与清理工作提供有力支持。

③库区周边人员活动情况的全面排查。通过无人机的定期巡检,对库区周边的人员活动、房屋、农田等情况进行全面监测与记录,摸排潜在的洪涝灾害风险点,为库区周边的安全管理以及洪涝灾害预警提供重要信息支持。

④紧急情况下的空地协同指挥。在自然灾害或突发事件中,通过无人机与地面指挥系统实现远程高效协同指挥,为紧急救援与灾情评估提供实时、准确的信息支持,提升应急响应的速度与效率。

3.3 智慧巡检管理系统

智慧巡检管理系统部署于云端服务器,主要实现库区巡检业务的信息化管理以及无人机的航线规划。采用B/S架构进行部

署,以web与手机APP两种使用方法提供给工作人员,满足现场处理以及后台监督等多种场景。根据水库巡检与管理业务需求,该管理系统设计模块包括巡检对象管理、巡检事务管理、远程飞行控制、智能监测与预警以及信息推送五个部分。

①巡检对象管理。主要用于对巡检工作人员、后台监督人员、设备、监测点位等主体对象的管理。

②巡检事务管理。主要包括对巡检路线、巡检日志、工单下发、处理流程等方面的管理。

③远程飞行控制。需要使管理系统对接大疆无人机飞行控制端口,对线上飞行控制功能进行二次开发,使之具备航线规划、远程起降、远程图传等多项功能。

④智能监测与预警。主要依托于云端服务器的存储与AI计算能力来实现对边坡、河道、大坝等重要监测对象和区域中的风险、违法等问题的自动识别。同时需要构建库区三维实景模型来直观标明风险点所在位置。

⑤信息推送功能,主要辅助工作人员以及管理者及时获取库区巡检工作发现的重要问题信息以及处理过程与状态,为管理决策提供科学依据。

整套系统采用MySQL进行数据库开发,做到web与APP数据内容同步更新。同时也可实现无人机采集数据的接收、存储、处理与分析,为巡检业务提供数据支持。

4 总结

将上述系统应用于紫坪铺水库的巡检工作后,巡检效率得到大幅提升,例如采用无人机机场的部署,可以使库区周边的巡检频次由每月4-8次提升至每天1-2次,且对于紧急事件的响应时间缩短至10分钟以内。在安全性方面,减少了人员直接暴露于危险环境的机会,降低了安全事故风险。尤其对于周边山体边坡的巡检工作,及时发现了落石、混凝土开裂等多处潜在问题,由工程部门及时处理,保障了国家和人民的生命和财产安全。除此

之外,该无人机巡检系统在多次自然灾害、应急演练等工作中也发挥了非常重要的作用,体现出极大的价值。

基于无人机的水库信息化巡检系统建设,不仅解决了传统巡检方式存在的效率低下、安全风险高等问题,还通过智慧化管理手段,显著提升了水库管理的智能化水平。紫坪铺水库的实践证明,该系统在保障水库安全运行、提升管理效率方面具有显著优势。未来,随着无人机技术、人工智能、大数据等技术的不断进步,水库信息化巡检系统将进一步优化,实现更加精准、高效、全面的水库管理,为水利行业的可持续发展贡献力量。同时,探索无人机与其他智能设备的协同作业,如与水下机器人、地面机器人等的联动,将是未来研究的重要方向。

[课题项目]

成都锦城学院校级科研课题《基于无人机的水库漂浮物面积检测研究》(2021JCKY0010)。

[参考文献]

[1]王菱扬.基于无人机的河道智能巡检方案[J].自动化应用,2022,(07):75-77+81.

[2]关利杰.无人机系统在水利工程征迁实物调查中的技术应用与分析[J].黑龙江水利科技,2024,52(06):98-100.

[3]徐曙,陈潇,张成巍,等.无人机巡检智能管理系统在电网巡检作业的设计与应用[J].网络安全和信息化,2022,(04):74-76.

[4]赵思曾,康飞,何丽娜,等.小型水库大坝无人机巡检和行人定位方法[J].江苏水利,2024,(06):12-18+32.

作者简介:

薛珺瀚(1997--),男,汉族,江苏无锡人,助理级工程师,本科,四川省紫坪铺开发有限责任公司,研究方向:智慧化水库建设。

*通讯作者:

李恒毅(1981--),男,汉族,山东济南人,硕士,副教授。成都锦城学院,研究方向:物联网与无人机应用技术。