

无人机技术在水利工程中的应用

汤华超 胡梅娟

上海水基会建设工程有限公司 上海 201612

【摘要】：随着科技技术的高速发展，无人机技术在水利工程方面的应用也越来越广泛。本文综述了无人机技术在水利工程中的多种应用场景，包括投标踏勘、施工进度展示、施工质量检测、施工过程安全监管、运维巡查等。通过搭载高清相机、五镜头倾斜摄影相机、激光雷达等设备，无人机能够快速、高效地获取高分辨率影像和高精度数据，再通过软件将影像生成点云模型或者实景模型，为水利工程的全生命周期管理提供技术支持。无人机技术不仅显著提升了投标踏勘、施工和运维巡检的效率，还降低了人工巡查的风险和成本。未来，无人机技术将在水利工程中发挥更加重要的作用，为智慧水利建设提供有力的技术支持。

【关键词】：无人机；水利工程；投标踏勘；施工；运维巡查；数字化

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.100

Application of UAV technology in hydraulic engineering

Huachao Tang, MeiJuan Hu

Shanghai Water Foundation Construction Engineering Co.,Ltd,shanghai, 201612.

Abstract: With the rapid development of technology, the application of UAV technology in water conservancy engineering is becoming more and more extensive. This article reviews a variety of scenarios of UAV technology in water conservancy engineering, including bid inspection, construction progress display, construction quality inspection, safety supervision of the construction process, operation and maintenance inspection, etc. By equipping high-definition cameras, five-lens oblique photography cameras, lidars and other devices, UAVs can quickly and efficiently obtain high-resolution images and highprecision data, and then generate point cloud models or real scene models through software, providing technical support for the full life cycle management of water conservancy projects. UAV technology not only significantly the efficiency of bid inspection, construction and operation and maintenance inspection, but also reduces the risk and cost of manual inspection. In the future, UAV technology will play a more important role water conservancy engineering and provide strong technical support for the construction of smart water conservancy.

Keywords: UAV;Hydraulic engineering;bid inspection;Construction;operation and maintenance inspection;digitalization

1 前言

水利工程是保障国家水资源安全、防洪减灾和农业灌溉的重要基础设施。然而，传统水利工程建设和管理面临着效率低、成本高、风险大等问题。无人机技术的出现为这些问题提供了新的解决思路。无人机能够快速覆盖大面积区域，提供高精度数据，并结合智能技术实现自动化管理，显著提升了水利工程的效率和安全性。

2 无人机技术在投标阶段的应用

投标时，为了使技术标和商务标编制的更符合现场实际情况，投标公司一般会安排编制标书人员和技术人员到现场踏勘现场，对于线路短、区域小的水利项目，踏勘人员能够详细的查看到现场的每个细节，对于线路长、区域大的水利项目，要想了解项目现场情况，一是需要多安排人员参与踏勘，二是由

于踏勘时间有限，只能选择重点的地方来详察，以点带面，传统的人力踏勘方式不仅耗时耗力，而且难以保证每个点位的核查都能到位；而无人机技术的应用，以其独特的优势，显著提升了踏勘的效率和准确性。

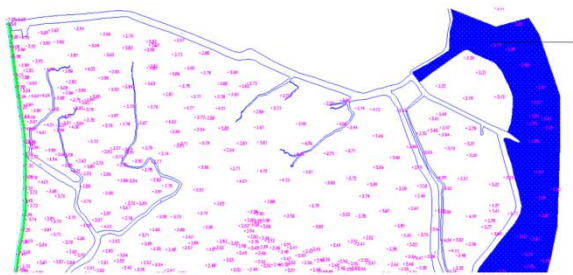
首先，无人机具有不受地理环境条件限制的特点，可以在复杂的地形和难以到达的区域进行踏勘。无论是山区、沼泽地还是较长的河道等区域，无人机都可以轻松的飞越，能获取项目现场全面的数据。

其次，无人机通过搭载高清相机（包括倾斜摄影相机）、激光雷达和其他类型的传感器设备，对投标现场进行全方位的拍摄和数据采集，通过高空视角，踏勘人员能够获取更广泛、更清晰的现场图像，另外，航拍采集回来的照片可以通过建模软件生成带有坐标信息的实景模型和二维地图，投标人员可以

从不同角度来实时查看现场情况,也可以将实景模型或点云模型导入到其他第三方软件里绘制地形图,一是便于在标书里展示各个区域的现状,二是便于投标人员在标书里布置现场总平面图和场内外道路,为投标方提供准确、详尽的现场信息,使得技术标的编制更贴合现场。如某互花米草治理项目,治理区域达到几千亩,互花米草种植在海边滩涂上,没有辅助措施,很难在里面行走,招标文件里又要求标书里要有围堰设置的方案和现状高程情况的描述,由于区域较大和投标时间紧,传统的踏勘方式无法快速满足编制标书的要求,通过无人机挂载倾斜摄影相机和H20相机对该区域进行数据采集,为了提高踏勘的效率,飞行前,提前在图新地球里规划好航拍飞行区域,导入到遥控器里设置好自动飞行的航线,为了采集数据的准确性,提前在该区域设置好像控点,通过三天的飞行,数据采集圆满结束,并利用晚上的时间将采集的数据导入到建模软件里来自动跑实景模型和点云模型,通过建好的模型来生成现状地形、地貌图,辅助投标人员编制标书。



航拍路线图



部分区域地形图

此外,无人机还能实时传输数据到地面工作人员的遥控器上,使得踏勘结果能够及时呈现和分析。这不仅大大缩短了踏勘的时间,还能确保数据的准确性和实施性,为投标决策提供给出更可靠的依据。

然而,在应用无人机技术进行投标踏勘时,也需要注意一些问题和挑战。例如,需要确保无人机的飞行安全和数据的保密性;同时,还需要对采集到的数据进行合理的处理和分析,以提取有用的信息。

3 无人机技术在施工阶段的应用

在水利工程施工阶段,无人机技术的应用不仅可以提高施工效率,还能有效保证施工质量和安全。

(1) 现场获取地理信息:在水利工程施工前,无人机技术可以高效低完成施工区域地形地貌的勘察工作。通过搭载高清相机和激光雷达等传感器设备,无人机可以快速获取施工现场的现状情况,包括地形、地貌、植被覆盖等。这些信息对于制定施工方案、确定施工区域、评估施工风险等方面具有重要意义。

(2) 施工进度管理:在水利工程施工过程中,无人机可以实时拍摄施工现场的照片和视频,导入到建模软件中生成实景模型,为管理人员提供直观的施工进度信息。通过对比不同时间段的实景模型,可以分析施工进度的变化情况,及时发现施工中的延误或问题,并采取相应措施进行调整。同时,实景模型也便于施工管理人员向业主和监理汇报现场施工进展情况。

在施工单位产值申报、形象进度汇报中,实景模型具有很强的说服力,即使远在外地的业主也能通过实景模型对工程进展有清晰的掌握,从而增强业主对施工过程的信任和满意度。

(3) 土方算量:无人机通过搭载高分辨率相机、激光雷达等传感器,能够快速获取地形数据,并生成数字高程模型(DEM)或数字表面模型(DSM),从而实现土方量的精确计算。在施工过程中,无人机可以定期进行飞行测绘,为了保证采集数据的准确性,先在飞行区域设置像控点,再规划航线,对施工区域进行航拍,将获得的影像资料和像控点坐标导入到建模软件(如大疆智图)中来生成不同阶段的实景模型,在同一个区域、前后不同实景模型上设置相同闭合的区域,利用大疆智图底部拟合成面的功能,显示出现状闭合区域的体积,通过对比开挖前后的地形模型,来计算土方的开挖量和填方量,相比传统的三角网法、断面法和方格网法,无人机测量的自动化程度更高,不仅提高了工作效率,还减少了人为误差,提高了计算的精度。

(4) 安全隐患监测: 无人机技术可以对水利工程施工现场全方位的监控, 及时发现并报告潜在的安全隐患。

例如, 在施工现场不施工的区域设置一个无人机机库, 在后台软件上设置好无人机每天巡检的路线和时间, 同时在无人机挂在的相机上加入算法, 通过无人机的高空视角, 可以监测施工现场基坑边坡的稳定性、临边防护设施的安全状况以及现场施工人员的不安全行为等, 这些信息的及时获取和处理, 有助于现场管理人员对施工现场做针对性的管理, 也有助于预防施工事故的发生, 保障现场施工的安全。

(5) 周边环境监测: 水利工程施工往往对周边环境产生一定的影响。无人机技术可以对施工现场周边环境进行监测, 包括地表沉降、建筑物裂缝、噪声污染等。通过及时发现的问题, 来调整现场的施工工艺, 可以减少对周边居民的影响, 保护生态环境。

(6) 水质抽样检测: 在水利工程施工过程中, 大多要对河道进行围堰封闭施工, 被截断河道的水质监测和评估至关重要。无人机技术可以实现远程、快速的水质抽样检测。例如无人机可以搭载水样采集装置, 根据预设的飞行路径和采样点, 自动完成水样采集任务。通过对采集的水样进行分析, 可以了解水质状况。也可以通过无人机挂载高光谱相机来捕捉水体反射的光谱信息, 每个像素都包含完整的光谱数据, 这些光谱数据可以进一步解析出水体中的各种成分, 包括污染物、浮游生物和化学物质等, 基于水质参数浓度与光谱特征之间的关系, 建立反演算法, 从而实现水质参数的量化空间表达, 为施工过程中的水质管理提供依据。

4 工程建成后的应用

(1) 快速高效的巡查能力: 传统的河道和护岸巡查往往依赖于人工或船只, 这种方式不仅效率低下, 而且难以覆盖所有区域。而无人机具有灵活性强、速度快的特点, 可以迅速覆盖大面积的河道区域实现快速高效的巡查。无人机能够轻松飞越复杂的地形和障碍物, 抵达巡查人员难以到达的区域, 从而确保河道巡查的全面性和准确性。

参考文献:

- [1] 叶超, 姚文斌, 吴雪婷. 工业 4.0 下关于智能控制课程的探索[J]. 科技视界, 2018, (12): 241-242.
- [2] 李荣. 无人机航测在矿上测绘中的运用分析[J]. 世界有色金属, 2023, (21): 19-21.
- [3] 邓明. 无人机技术在智能电网中的典型应用及发展趋势[J]. 科技与创新, 2022, (09): 93-95+99.
- [4] 卢自来, 刘超群, 朱运全. “水陆空”一体化测量在航道测量中的应用[J]. 中国水运, 2023, (06): 59-62.
- [5] 田晓亮. 港口与航道工程施工及其安全管理研究[J]. 中华建设, 2025, (02): 45-47.

首先, 无人机技术可以用于水利工程的日常巡查与监测。借助无人机搭载的高清摄像头和传感器, 可以实时获取河道、水库等水利工程的水位、流量、水质等关键信息, 为管理人员提供实时、准确的数据支持。此外, 利用无人机的贴紧摄影技术, 可以近距离查看河道护岸的运行状况, 可以识别河道堵塞、护岸破损、结构渗漏等潜在风险, 并及时发出预警, 这使得养护管理人员能够迅速做出反应, 采取必要的措施, 防止风险扩大或转化为事故, 为工程的安全运行提供有力保障。

其次, 无人机在防汛抢险和应急响应中也发挥着重要作用。在灾害发生时, 无人机可以快速到达受灾现场, 通过传输现场实时的照片、视频和数据, 帮助救灾人员迅速了解灾情, 制定抢险方案。同时, 无人机还可以搭载救援物资和设备, 为受灾地区提供及时的救援支持, 降低灾害损失。

此外, 无人机技术还可以应用与水利工程的维护保养工作。例如, 通过无人机对水利设施进行定期巡查, 可以及时发现并处理设施的损坏或老化问题, 防止小问题演变成大故障, 延长设施的使用寿命。同时, 无人机还可以用于水利工程的测绘和测量工作, 提高测量的准确性和效率。同时无人机还可以用于绘制河道地形图、三维实景模型等, 为后续的工程设计和施工提供准确的地理信息。

(2) 数据采集与分析: 无人机技术结合 GIS 和 BIM 技术, 能够为水利工程运维提供全面的数据支持。如通过倾斜摄影和三维建模技术, 无人机可以生成水利工程的高精度三维模型, 为运维管理提供直观的可视化工具; 与 GIS 技术结合, 无人机采集的数据可以与地理信息进行集成, 实现水工程的全生命周期管理。

5 结语

综上所述, 无人机技术在水利施工中的应用前景广阔。随着技术的不断进步, 其在测量、巡检和应急响应等方面的优势将更加突出, 相信无人机将在水利工程中发挥更加重要的作用, 为水利事业的发展贡献更多的力量。