

# Exploration on the Application of Low Altitude UAV Remote Sensing Technology in Water Conservancy Engineering Surveying and Mapping

Yuling Liu

Jiangsu Yancheng Water Conservancy Construction Co., Ltd. Shanghai Pudong Branch, Shanghai, 202505, China

## Abstract

In the field of water conservancy engineering surveying and mapping, more high-quality surveying and mapping technology can be flexibly selected according to specific needs. Among them, the application of low-altitude UAV remote sensing technology is very extensive. This technology has stronger flexibility and higher surveying and mapping efficiency, which helps to improve the efficiency and quality of surveying and mapping work in water conservancy projects. In this context, this paper considers the current situation of water conservancy engineering surveying and mapping, explores the low-altitude UAV remote sensing technology, explores the multiple applications of low-altitude UAV remote sensing technology in water conservancy engineering surveying and mapping, and analyzes specific cases, aiming to provide written reference and reference for relevant technical personnel.

## Keywords

hydraulic engineering surveying and mapping ; low-altitude UAV ; remote sensing technology

## 水利工程测绘中低空无人机遥感技术的运用探索

刘玉灵

江苏盐城水利建设有限公司上海浦东分公司, 中国·上海 202505

## 摘要

随着技术的不断发展, 逐渐改变了很多领域的发展方向, 例如在水利工程测绘领域, 技术进步使得测绘技术更加多样化和先进化。在水利工程测绘领域中, 可以根据具体的需求, 灵活选择更加优质的测绘技术。其中, 低空无人机遥感技术的应用十分广泛, 该技术具有更强的灵活性和更高的测绘效率, 有助于提升水利工程测绘工作的效率与质量。在此背景下, 本文思考了水利工程测绘现状, 探究了低空无人机遥感技术, 探索了低空无人机遥感技术在水利工程测绘中的多元应用, 并对具体案例进行了分析, 旨在为相关技术人员提供书面参考与借鉴。

## 关键词

水利工程测绘; 低空无人机; 遥感技术

## 1 引言

根据国家统计局数据, 2024年我国社会固定资产投资完成额达到51.45万亿元, 政策资金的注入有力地推动了水利勘测设计行业设备、技术升级, 通过产业链协同效应等多路径推动水利勘测设计市场规模扩张。近年来, 我国对水利行业的发展给予了更多的关注, 而低空无人机遥感技术则是推动“数字化水利”发展的一项新兴技术, 在水利工程的勘测、设计、施工、竣工验收和运营管理等方面起到了关键的作用。然而, 传统的航测受到空域申请、气象条件和费用等因素的制约, 导致工程进度较为缓慢。在短距离带状、小范围的水利工程领域, 低空无人机遥感技术及其低分辨率、高

灵活性、高现势性和高分辨率等特性, 在保障安全生产、提高生产效率和减少水利工程施工成本等方面具有重要的应用价值。

## 2 水利工程测绘现状

水利工程测绘是水利工程建设、管理和维护的一项关键工作。目前, 虽然经纬仪、水准仪等常规测量方法仍然得到了广泛的使用, 但是由于其工作效率低、精度低以及受到地形和通视等因素的限制, 已经不能满足日益增加的大型复杂水利工程对精度和时效的要求。同时, 现代化的测绘方法也得到了迅速的发展和推广。全球定位系统(GPS)具有高精度、全天候和高效率等优点, 可快速精确地获取各测点的空间位置信息, 是水利工程控制网构建和地形测绘的重要手段; 地理信息系统(GIS)则是一种能够存储、管理、分析和可视化表达地理空间数据的技术, 有助于水利工程规划设

【作者简介】刘玉灵(1987-), 女, 中国河南周口人, 本科, 工程师, 二级建造师, 从事工程施工与管理研究。

计、水资源管理和工程运营监测等；以卫星遥感为代表的遥感(RS)技术，能够以宏观视角迅速获得大范围的地面数据，在水体监测、水利工程选址和灾情评价等方面具有重要的应用价值。多源信息在运行过程中呈现出越来越显著的信息融合特征，如将GPS观测资料与遥感影像及GIS资料相融合，可以建立更为全面精确的水利工程GIS模型，为水利工程的决策支持提供强有力的数据保障。但是，目前水利工程测绘领域仍然存在复杂地形和极端条件下数据获取困难、数据处理和分析难度大等问题，需要进一步研究解决<sup>[1]</sup>。

### 3 低空无人机遥感技术

#### 3.1 系统构成

低空无人机遥感系统由硬件、软件两部分构成。在硬件方面，目前主要使用的是多旋翼和固定翼的飞行平台，多旋翼具有垂直起飞和悬停的优点，适用于各种复杂的地貌环境；固定翼飞行时间长，覆盖范围广，适合大面积的地图绘制。传感器包括光学相机、红外热像仪、激光雷达(LiDAR)等，光学相机可以获得高分辨图像，红外热像仪可以探测到温度变化，激光雷达可以探测到地表的三维结构。地面测控系统通过无线通信方式，对无人机进行实时控制和运行状况监测。在软件方面，航线规划软件可以在地图绘制的范围内，实现航迹的自动生成；数据预处理软件用于图像拼接和辐射校正等；专业遥感翻译软件则用于提取地形、水域等信息，为水利工程奠定了分析依据。

#### 3.2 技术原理

低空无人机遥感技术基于传感器搭载平台的协同作业原理，当无人机按照预定轨道运行时，地面上的反射或发射的电磁信号由其有源或无源地接收。以光学成像为例，相机利用镜头采集地面上的可见光和近红外光，并将其进行光电转化，得到图像；LiDAR则利用地面反射信号的时差来获取地面物体的距离信息，从而构建三维点云。数据传送系统将实时测量到的信息反馈给地面接收站，也可以将其存入机载设备上等待进一步的分析。利用地面软件进行几何改正和正射校正等方法，去除无人机姿态、地形起伏等引起的测量误差，并利用图像识别和光谱分析等方法，实现对水利项目建设所需要地形高程、水体边界、植被等信息的获取。其核心思想是基于电磁波与地面的交互作用，并通过无人机的低空机动性，实现高分辨率、实时性的遥感信息采集和处理<sup>[2]</sup>。

### 4 低空无人机遥感技术在水利工程测绘中的多元应用

#### 4.1 地形测绘

精确的地形测绘是水利工程项目规划和设计的前提，利用低空无人机进行地形测绘是一种非常有效的方法。无人机可以携带高精度光学摄像机和激光雷达等多种探测设备，实现对目标的低高度、全向探测。与手工绘制或卫星遥感相比，无人机可在山区、峡谷等复杂地貌环境中自由穿行，实

现高密度点云与图像信息的高效采集。在获取数据时，通过对复杂地貌进行自动规划，实现对危险或难于抵达的陡坡、河岸等地区进行全方位的覆盖测量，大幅减少手工绘制的安全性和工作量。利用机载激光雷达技术，可以在覆盖植物覆盖的小区域内获得实际地貌信息，这在森林覆盖区域的地貌测量中具有非常关键的作用，能够有效克服现有方法因植物覆盖而造成的地物变形等问题。在资料分析方面，以机载点云及图像为基础，采用专门的遥感资料分析方法，实现数字地形、数字正射图像等多源信息的自动提取，这些高精度的地形数据可作为水电站坝址选址、渠道设计和库容计算等方面的精确依据。比如，在水库修建初期，利用无人地形测绘可以准确测算出库区的淹没面积与库容，为移民安置规划及工程投资评估等工作奠定基础<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 水域监测

水利领域的水域监测涉及水位、水质和水流状态等诸多问题，而低空无人机遥感技术是实现水体监测的有效手段。对于水位的监测，利用机载雷达测高器和激光测高技术，实现对江河湖泊水库水位的实时监测，通过对各时段的观测资料进行分析，得到各时段的水位资料，从而得出相应的水位变化规律。相对于常规的水文站点观测，无人机观测范围大，不受地形约束，能够在较远距离或没有水位站点的情况下实现对水体的实时监测。水质监测作为水域监测的主要内容，通过采用多光谱成像仪和高分辨光谱仪等先进技术，通过对水体的光谱特征进行解析，获得水体中叶绿素、悬浮物、污染物等的含量。比如，通过高光谱图像可以对水环境中的藻种进行鉴别，从而为蓝藻暴发的早期预警奠定基础；利用多光谱图像处理技术，可以实时监测污水向水体中的污染物浓度和浓度，该技术克服了手工取样的限制，可对大范围水体进行快速监测与动态跟踪。水流状态也是水域监测中的要点之一，无人机可以通过拍摄水面影像，采用图像识别技术对水流的速度、方向进行分析。比如，利用无人机对河道险滩、枢纽等处的流场进行实时监测，评价其对下游流量的影响，为航道整治和防洪调度等工作提供科学依据。

#### 4.3 工程建设监测

水利项目施工周期长，施工环境复杂，施工全过程监测对于保证项目的施工质量与施工进度至关重要，利用低空无人机遥感技术能够为工程建设监测提供全方位、多角度的监测手段。在项目建设前期，利用无人机对现场进行勘察，对照设计图，进行现场清理、挖土等工作，保证建设满足设计需求。在主要建设过程中，利用无人机定期监测大坝、渠道、水闸等建筑物，通过高清图像可以看到混凝土浇筑质量和钢筋绑扎情况，并能实时监测工程中潜在的质量问题。比如，利用无人机倾斜摄影技术，可以实现对工程现场的3D建模，准确地测定出建筑的大小、形态，并与设计的模型进行对比，从而评估施工的准确性。在项目施工过程中，材料管理也是监测工作的重点。利用无人机对砂石料场及料场进

行动态监测,利用3D模型及容积运算,实现对原料的损耗及存货状况的准确把握,为合理配置及降低生产成本奠定基础。同时,通过对施工通道的运行状况、施工机械布局等进行实时监测,实现对施工资源的合理分配和高效利用。在项目施工的最后阶段,利用无人机监测项目的外形和周围的环境状况,如检测坝体表层有无裂缝渗漏,以及对周围植被、土壤侵蚀等生态环境的影响,确保工程安全环保<sup>[4]</sup>。

#### 4.4 应急测绘

在水利工程应急事件中,洪涝灾害、水库溃坝、河道决堤等灾害频发,且灾害范围内的高精度制图信息难以及时获得,快速获取应急区域的精准测绘数据是抢险救灾与灾情评价的重要基础。由于低空无人机遥感技术具有响应速度快、机动灵活等优点,已经逐渐成为水利应急测绘的有效方法。当灾难来临时,可以利用无人机快速到达灾区开展应急测绘工作。利用高精度摄像机及红外成像技术,对灾区进行快速监测,获得洪灾范围、道路损毁、房屋损毁等相关资料。通过对现场采集到的大量的现场数据进行分析,可以为现场救援人员制定救援计划,合理调配救援资源。在夜间和低能见度环境下,利用红外探测器进行紧急地图绘制有着特殊的优势,该系统通过对被困对象的热量分布进行检测,从而发现被困人群以及被埋在暗处的危险地带,为夜间搜救工作提供保障。比如,在洪水发生时,通过使用红外线遥控设备,可以迅速找到被困在房顶或者高处的人员,为搜救人员提供指引。同时,利用无人机进行紧急地图绘制,也可以对灾情进行评估,通过与灾前、灾后卫星图像的比较,准确地估算出洪灾范围、耕地破坏程度、房屋倒塌数量等,为灾情统计及灾后恢复方案制定等工作奠定基础。此外,无人机还能够对滑坡、泥石流等灾害诱发的二次灾害进行实时监测,识别出可能发生的隐患,为预防次生灾害提供及时有效的决策支持,保证搜救工作的顺利进行。

### 5 具体案例分析

以黄河防凌监测工作为例,低空无人机遥感技术发挥了关键作用。黄河凌汛期间,冰塞、冰坝等现象严重影响着大堤的正常运行,准确把握凌汛的动态变化对防洪减灾具有重要意义。水利部黄河水利委员会信息中心,组建了一支防凌无人机遥感检测小组,选择了携带高倍变焦镜头的无人机

到封河河段进行勘测。高精度高分辨率的无人机影像资料,可以让工作人员精确地判定河流的流动情况,并将基本资料标记在影像上,将河道的详细情况,一目了然地展现出来。通过拍摄全景图,可以实现360°的全方位观察,帮助判断上下游、左右岸关系、流向等重要信息。同时,为了把握河道各方位的气温变化,小组采用大疆经纬M300 RTK技术,携带禅思P1测绘相机,对河道冻结长度、冰体与岸边的距离进行观测,为制定相应的防凌方案奠定基础。此外,在夜间的监测工作中,团队利用搭载禅宗L1型的无人机,收集了雷达点云数,计算出积冰面高度、沿岸距、路桥距等,并对冰凌灾害进行预警处置。本次监测中,小组共计勘察了115公里河道,收集了万家寨库区关键区域冻结、内蒙古河段首封以及关键部位的岸冰状况,并将资料实时反馈给后方,与卫星遥感相结合,进一步提升卫星遥感凌情监测的准确性。将获取的正射影像上传至“黄河一张图”,为黄河凌情预测和控制工作提供了有力支撑,有效增强了防凌减灾工作的决策效率与应对能力<sup>[5]</sup>。

### 6 结语

综上所述,低空无人机遥感技术凭借其低分辨率、高灵活性等优势,在水利工程测绘领域中得到了十分广泛的应用。尤其是在地形测绘、水域监测、工程建设监测以及应急测绘等领域中,都发挥了可观的应用效果。未来,随着低空无人机遥感技术的不断发展,其在水利工程测绘领域中的应用范围也将逐渐扩大,获取更加丰富、详细的水利数据,为水利工程的规划管理提供有力技术支撑。

#### 参考文献

- [1] 陈栋良.水利工程测绘中低空无人机遥感技术的运用分析[J].科技资讯,2025,23(04):71-73.
- [2] 吴传彦,赵伟,吴永江,陈文坤.低空无人机遥感在水利工程测绘中的应用[J].陕西水利,2025,(02):105-107.
- [3] 刘丰,康彦伟.基于无人机遥感技术的水利工程地形测绘方法[J].内蒙古水利,2025,(01):104-106.
- [4] 张颖,熊云.测绘工程测量中无人机遥感技术的运用——以贵阳市观山湖湖区金华水库、观山水库水利工程为例[J].石材,2024,(03):153-155.
- [5] 毛久常,赵世军.低空无人机遥感在水利工程测绘中的应用研究[J].建筑技术开发,2020,47(19):85-86.