

# 水利工程测量中无人机航空摄影测量技术运用分析

马晓丁

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 河北 石家庄 050081

**摘要：**随着科技的飞速发展，无人机航空摄影测量技术在水利工程测量中得到了广泛应用。该技术凭借操作灵活、数据准确、反应迅速等优势，极大地提升了水利工程测量的效率和精度。通过无人机搭载高分辨率相机进行航拍，能够快速获取地形地貌的三维信息，为水利工程的设计、建设和管理提供了可靠的数据支持。本文将对无人机航空摄影测量技术在水利工程测量中的运用进行深入分析，探讨其技术要点及应用前景。

**关键词：**水利工程测量；无人机航空摄影测量技术；运用

引言：水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其测量工作的精度和效率对工程的规划、设计、施工及后期管理具有至关重要的影响。随着无人机技术的迅猛发展，无人机航空摄影测量技术以其独特的高效率、高精度和灵活性，在水利工程测量中展现出巨大的应用潜力。本文旨在深入探讨无人机航空摄影测量技术在水利工程测量中的具体运用，分析其技术特点、优势以及面临的挑战，为水利工程测量的现代化提供有益参考。

## 1 无人机航空摄影测量技术概述

### 1.1 无人机航空摄影测量技术原理

(1) 无人机平台的飞行控制。无人机平台是整个系统的核心，负责搭载高分辨率相机进行空中拍摄。飞行控制是确保无人机稳定飞行和准确拍摄的关键。通过GPS导航、惯性导航系统和自动驾驶仪等技术的综合运用，无人机能够按照预设的航线进行自主飞行，同时实时调整飞行姿态和高度，确保拍摄质量。(2) 高分辨率相机的搭载与影像获取。高分辨率相机是无人机航空摄影测量技术的重要组成部分。它不仅能够捕捉地面的详细纹理信息，还能够提供丰富的色彩和立体信息。通过精确控制相机的曝光时间、快门速度和焦距等参数，可以确保获取的影像具有足够的清晰度和对比度，为后续的数据处理提供高质量的原始资料。(3) 地面站系统的数据接收与处理。地面站系统是无人机航空摄影测量技术的数据处理中心。它负责接收无人机传输回来的影像数据，并进行预处理、解算和存储。通过专业的图像处理软件和算法，地面站系统可以对影像数据进行配准、拼接和纠正等操作，最终生成满足测量要求的数字地形模型、数字正射影像图等产品。

### 1.2 无人机航空摄影测量技术的特点

(1) 机动灵活，作业周期短。无人机航空摄影测量

技术具有高度的机动性和灵活性。无人机能够迅速到达测量区域，并根据现场实际情况进行航线规划和飞行控制。这使得测量作业周期大大缩短，能够快速响应各种紧急测量需求。(2) 成本低廉，操作简便。相比传统的航空摄影测量手段，无人机航空摄影测量技术具有更低的成本。无人机的购置和维护成本相对较低，同时操作简便，不需要专业飞行员进行操控。这使得无人机航空摄影测量技术更加普及和实用。(3) 高分辨率影像获取，满足大比例尺测量要求。无人机搭载的高分辨率相机能够获取地面细节丰富的影像数据，满足大比例尺测量的精度要求。这使得无人机航空摄影测量技术在水利工程测量等领域具有广泛的应用前景。

## 2 水利工程测量中无人机航空摄影测量技术的运用

### 2.1 测量前的准备与设计

在运用无人机航空摄影测量技术进行水利工程测量之前，充分的准备工作和科学合理的设计是基础。(1) 确定水利工程所在位置与测量区域。首先，需明确水利工程的具体位置和测量范围。这包括了解工程地点的地理特征、气候条件以及周边的障碍物分布，以便为后续无人机飞行路线的规划提供依据。同时，还需根据测量目的和要求，确定测量的精度等级和比例尺，为测量任务设定明确的目标。(2) 布设外业像控点，规划无人机航线。外业像控点的布设是确保测量精度的关键步骤。根据测量区域的地形特点和测量精度要求，在实地选取若干特征明显、易于识别的点作为像控点，并进行标记。随后，利用专业软件根据像控点的位置和测量区域的地形地貌特征，规划无人机的飞行航线。航线设计需确保无人机能够全面覆盖测量区域，同时避免与障碍物发生碰撞<sup>[1]</sup>。(3) 设计与调整飞行高度、拍摄角度等要素。飞行高度和拍摄角度的选择对影像质量和测量精度有着直接的影响。根据无人机的性能参数和相机的分辨

率,结合测量区域的实际情况,合理设定飞行高度。飞行高度过高可能导致影像分辨率降低,影响测量精度;而飞行高度过低则可能增加与障碍物碰撞的风险。同时,拍摄角度的选择也需考虑地形起伏和光线条件,以确保获取的影像信息完整、清晰。

## 2.2 航空摄影与数据采集

在做好充分准备和设计后,即可进行航空摄影与数据采集工作。(1)选择适宜的天气条件进行航拍。天气条件对无人机航拍效果有着重要影响。晴朗无云、风力适中的天气是理想的航拍条件。在航拍前,需密切关注天气预报,选择合适的时间窗口进行作业。同时,还需考虑日照方向和强度对影像质量的影响,合理安排拍摄时间。(2)调整航向重叠度,确保影像资料完整性。航向重叠度是指相邻两张影像在水平方向上的重叠部分。合理的航向重叠度能够确保影像资料的完整性和连续性,为后续的数据处理提供可靠的基础。根据无人机的飞行速度和相机的拍摄频率,调整航向重叠度,确保相邻影像之间存在一定的重叠区域。(3)实时记录无人机飞行数据与影像资料。在航拍过程中,需实时记录无人机的飞行数据(如飞行高度、速度、姿态等)和影像资料。飞行数据可用于后续的数据处理和分析,而影像资料则是制作数字地形模型、数字正射影像图等产品的的基础。通过无人机自带的存储设备或实时传输系统,将飞行数据和影像资料安全保存<sup>[2]</sup>。

## 2.3 数据处理与分析

航空摄影与数据采集完成后,即进入数据处理与分析阶段。(1)影像资料的纠偏与格式转换。由于无人机在飞行过程中可能受到风力和气流等因素的影响,导致获取的影像资料存在一定的几何畸变。因此,需对影像资料进行纠偏处理,消除畸变对测量精度的影响。同时,还需将影像资料转换为适合后续处理的格式,如TIFF、JPG等。(2)立体测图与地形图绘制。利用专业的立体测图软件和算法,对纠正后的影像资料进行立体匹配和测图。通过人工交互或自动提取的方式,生成数字地形模型(DTM)和数字正射影像图(DOM)。这些产品能够直观地展示水利工程所在区域的地形地貌特征,为工程规划、设计和施工提供重要的参考依据<sup>[3]</sup>。

(3)数据精度评估与误差校正。数据处理完成后,需对测量结果进行精度评估。通过比较测量结果与实地测量结果或已知控制点的坐标,计算测量误差。根据误差分布情况,分析误差来源并采取相应的误差校正措施。常用的误差校正方法包括内插法、最小二乘法等。通过精度评估和误差校正,确保测量结果的准确性和可靠性。

## 3 无人机航空摄影测量技术在水利工程测量中的技术优势

### 3.1 提高测量精度与效率

(1)高分辨率影像满足高精度测量要求。无人机搭载的高分辨率相机能够捕捉到地面细微的纹理和特征,生成具有高空间分辨率的影像数据。这些影像数据为水利工程测量提供了丰富的信息源,使得测量人员能够更准确地识别和提取地形地貌特征,满足高精度测量的要求。高分辨率影像还能够有效减少因地形起伏、植被覆盖等因素导致的测量误差,提高测量结果的准确性。

(2)实时数据处理与反馈,缩短测量周期。无人机航测系统通常配备有实时数据处理软件,能够在航拍过程中或航拍结束后立即对影像数据进行处理和分析。通过自动化的数据处理流程,可以快速生成数字地形模型、数字正射影像图等产品,为水利工程的设计、施工和监测提供及时的数据支持。这种实时数据处理与反馈的能力大大缩短了测量周期,提高了测量工作的效率。

### 3.2 适应复杂环境

(1)无人机灵活规避障碍物,适应山区等复杂地形。无人机以其灵活的飞行能力和自主导航功能,能够在复杂的地形环境中进行航拍作业。特别是在山区、峡谷等难以人工到达或测量难度较大的区域,无人机航测能够轻松穿越,获取全面的地形地貌信息。这种适应性使得水利工程测量更加全面和准确,避免了因地形限制而导致的测量盲区。(2)减少人工测量面临的安全隐患。传统的人工测量方法往往需要测量人员进入危险区域进行测量作业,存在较大的安全隐患。而无人机航测则能够在保证测量精度的同时,有效减少人工测量的风险和安全隐患。无人机能够在远离地面的安全高度进行飞行和拍摄,避免了测量人员与潜在危险环境的直接接触,提高了测量作业的安全性<sup>[4]</sup>。

### 3.3 降低测量成本

(1)无人机航测替代传统测量方法,降低成本投入。相较于传统的人工测量方法,无人机航测具有更低的成本投入。无人机航测无需大量的人力资源进行实地测量作业,减少了人力成本和时间成本。同时,无人机航测系统的高效性和自动化程度也降低了数据处理和分析的成本。这使得水利工程测量在成本上更加经济可行,有助于推动水利工程的可持续发展。(2)提高测量工作的经济效益与社会效益。无人机航测技术的应用不仅降低了测量成本,还提高了测量工作的经济效益和社会效益。高效准确的测量结果有助于优化水利工程的设计和施工方案,降低工程成本并提高工程质量。同时,

无人机航测技术还能够为水利工程的监测和管理提供及时可靠的数据支持,有助于保障水利工程的安全运行和发挥最大效益。这种综合效益的提升使得无人机航测技术在水利工程测量领域具有广泛的应用前景和深远的社会意义。

#### 4 无人机航空摄影测量技术在水利工程测量中面临的挑战与对策

##### 4.1 技术挑战

(1) 无人机姿态稳定性与航线规划精度问题。在水利工程测量中,无人机需要在复杂多变的环境中进行作业,其姿态稳定性往往受到风速、地形等多种因素的影响。若无人机姿态不稳定,将直接影响航拍影像的清晰度,进而影响测量结果的准确性。此外,航线规划的精度也是确保测量结果准确性的关键。由于水利工程测量往往需要对大面积区域进行精确测量,航线规划的任何微小偏差都可能导致测量结果的不准确。(2) 电磁干扰与城市区域飞行安全问题。无人机在城市区域飞行时,容易受到周围电子设备的电磁干扰,这可能导致无人机失控或数据传输中断,严重影响飞行安全和测量任务的完成。同时,城市区域人口密集,建筑物高大且密集,给无人机的飞行带来了额外的安全隐患。如何在确保飞行安全的同时,有效避免电磁干扰,是无人机航空摄影测量技术在水利工程测量中必须面临的挑战。

##### 4.2 对策与建议

(1) 采用先进的导航与控制系统,提高无人机稳定性。针对无人机姿态稳定性问题,应采用先进的导航与控制系统。这些系统能够实时监测无人机的飞行状态,包括姿态、位置、速度等信息,并通过先进的控制算法对无人机进行精确控制。同时,结合差分GPS、惯性导航等技术,可以进一步提高无人机的定位精度和航线规划精度,确保测量结果的准确性。(2) 加强电磁干扰防护与飞行安全监管。为了减少电磁干扰对无人机飞行的影响,应采用具有电磁兼容性设计的无人机和传感器,确

保其在复杂电磁环境中能够正常工作。此外,还应加强对无人机飞行安全的监管,建立严格的飞行规则 and 操作流程,确保无人机在城市区域飞行时的安全性。同时,加强对飞行员的培训和教育,提高他们的安全意识和应急处理能力。(3) 优化数据处理流程,提高内业处理效率。为了提高内业处理效率,应优化数据处理流程。首先,采用高效的数据处理软件和算法对航拍影像进行预处理,包括辐射校正、几何校正等步骤,以提高影像的质量和可用性。其次,利用自动匹配、自动分类等技术对影像进行特征提取和分类识别,减少人工干预和判断的主观性。最后,结合GIS等技术对处理结果进行可视化展示和分析,为水利工程的设计和施工提供有力的数据支持。

##### 结束语

综上所述,无人机航空摄影测量技术在水利工程测量中的应用,以其高效性、高精度和灵活性,显著提升了水利工程测量的质量和效率。该技术不仅能够快速获取地形地貌信息,还能为水利工程的规划、设计、施工及后期管理提供全面的数据支持。展望未来,随着技术的不断进步和应用的深入,无人机航空摄影测量技术将在水利工程测量领域发挥更加重要的作用,为水利事业的发展贡献力量。我们应持续关注该技术的发展动态,推动其在水利工程测量中的广泛应用。

##### 参考文献

- [1]张保亮.无人机航测技术在水利工程测绘中的应用[J].建筑技术开发,2021,(05):54-55.
- [2]卡米力江·阿布力米提.无人机航空摄影测量技术在水利工程测量中的运用[J].河北水利,2020,(04):44-45.
- [3]何辉.无人机航空摄影测量技术在水利工程中的运用思考[J].工程建设与设计,2020,(12):125-126.
- [4]胡元凤.水利工程测量中无人机航空摄影测量技术运用分析[J].市政工程,2022,(07):77-78.