

# 倾斜摄影测量技术在水利工程测绘中的应用研究

杨晓晨

(平顶山市水利勘测设计院, 河南 平顶山 467000)

**摘要** 本研究聚焦倾斜摄影测量技术在水利工程测绘中的具体应用, 介绍了倾斜摄影测量的基本原理、技术特点以及系统构成, 分析了其在水利工程测绘中的潜在应用价值, 详细阐述了水利工程在不同阶段(设计、施工、运营)的测绘需求, 以及传统测绘方法存在的局限性。在此基础上深入探讨了倾斜摄影测量如何满足水利工程的测绘需求, 并通过具体应用实践案例展示了倾斜摄影测量在地形地貌测绘、水文监测、工程变形监测以及其他应用场景拓展方面的应用效果和价值。研究结果表明, 倾斜摄影测量技术具有高效率、高精度、全面性等优点, 能够显著提高水利工程测绘的效率和准确性, 为工程设计、施工和运营提供有力支持。

**关键词** 倾斜摄影测量; 水利工程测绘; 地形地貌; 水文监测

**中图分类号**: TV22

**文献标志码**: A

**DOI**: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.12.041

## 0 引言

水利工程作为国民经济和社会发展的基础设施, 其规划、设计、施工及运营等各个阶段都离不开准确、全面的测绘数据支持。然而, 由于水利工程往往地处复杂多变的自然环境中, 地形地貌复杂、水文条件多变, 给传统的测绘工作带来了极大的挑战。传统的测绘方法不仅效率低下, 而且难以满足高精度、全面性的测绘需求, 这在一定程度上制约了水利工程的发展。随着科技的进步, 倾斜摄影测量技术逐渐崭露头角, 为水利工程测绘提供了新的解决方案。倾斜摄影测量技术通过相机倾斜角度的设置, 能够同时获取地面物体的垂直和倾斜影像, 进而实现三维信息的获取和重建<sup>[1]</sup>。这一技术具有高效率、高精度、全面性、可视化等多重优点, 已在城市规划、交通建设、环境保护等多个领域得到了广泛应用, 并展现出了巨大的应用潜力。在水利工程领域, 倾斜摄影测量技术同样具有广阔的应用前景。通过倾斜摄影测量, 可以快速、准确地获取水利工程的地形地貌、水文条件、工程结构等全面信息, 为工程设计提供准确的基础数据; 同时, 还可以对工程变形、水文变化等进行实时监测, 及时发现并处理安全隐患, 确保水利工程的安全运行。

## 1 倾斜摄影测量技术概述

倾斜摄影测量技术的基本原理是通过在飞行平台上搭载多台相机, 以不同的倾斜角度对地面进行拍摄, 获取地面的多角度影像。这些影像经过数据处理和软

件建模, 可以生成可视化三维模型。倾斜摄影测量的技术特点包括高效率、高精度、全面性和可视化。高效率体现在可以快速获取大量地面信息; 高精度则保证了测绘结果的准确性; 全面性使得测绘结果更加完整、细致; 可视化则使得测绘结果更加直观、易于理解。

倾斜摄影测量系统主要由飞行平台、相机系统、数据处理软件等部分组成。飞行平台负责搭载相机进行空中拍摄; 相机系统则负责获取地面的多角度影像; 数据处理软件则负责对影像进行处理和建模, 生成三维模型。系统构成对测绘效果有着重要影响, 如相机分辨率的高低会直接影响三维模型的精度; 飞行平台的稳定性则会影响影像的清晰度。

## 2 水利工程测绘需求与倾斜摄影测量的适应性分析

水利工程在不同阶段(设计、施工、运营)都有着不同的测绘需求。在设计阶段, 需要准确测绘地形地貌、水文条件等, 为工程设计提供基础数据; 在施工阶段, 需要实时监测工程进度、质量控制等, 确保施工顺利进行; 在运营阶段, 则需要定期监测工程变形、水文变化等, 及时发现并处理安全隐患。传统测绘方法在满足这些需求时存在局限性, 如效率低下、精度不足等。

倾斜摄影测量技术能够很好地满足水利工程的测绘需求<sup>[2]</sup>。通过三维建模, 可以实现地形地貌的精确测绘, 为工程设计提供准确的基础数据; 通过定期监测, 可以及时发现工程变形等安全隐患, 为工程运营提供有力保障。此外, 倾斜摄影测量还具有高效率、高精度、

全面性等优点,能够大大提高水利工程测绘的效率和准确性。

### 3 倾斜摄影测量在水利工程测绘中的具体应用实践

#### 3.1 地形地貌测绘应用

在水利工程地形地貌测绘中,倾斜摄影测量技术以其高效、精确的特点,逐渐成为该领域的主流测绘手段。这一技术的应用实践,不仅提升了测绘工作的效率,更在准确性方面实现了质的飞跃。首先,倾斜摄影测量技术的实施需要精心的航线规划。根据测绘区域的地形地貌特征、测绘需求以及飞行平台的性能,合理规划飞行航线,确保飞行平台能够稳定、高效地覆盖整个测绘区域。这一步骤是倾斜摄影测量成功的基础,它决定了后续影像数据的获取质量和三维模型的精度。

在相机设置方面,倾斜摄影测量技术同样展现出了其独特的优势。根据测绘需求和精度要求,可以灵活调整相机的倾斜角度、分辨率、拍摄频率等参数。通过多角度、多方向的影像获取,为后续的三维建模提供了丰富、全面的数据支持。这种灵活的相机设置方式,使得倾斜摄影测量技术能够适应不同地形地貌的测绘需求,提高了测绘工作的灵活性和适应性。

数据处理是倾斜摄影测量中的核心环节。通过专业的数据处理软件,对获取的倾斜影像进行立体像对匹配、三角测量等一系列复杂处理<sup>[3]</sup>。这些处理步骤不仅要求高度的专业性,还需要强大的计算能力和算法支持。经过这一系列处理,最终生成具有高精度、真实感的三维模型。这些三维模型不仅准确反映了地形地貌的细微特征,还以直观、立体的方式展现了测绘区域的全貌,为后续的工程设计和施工提供了宝贵的参考。

与传统测绘方法相比,倾斜摄影测量技术在地形地貌测绘中展现出了显著的优势。传统测绘方法往往耗时费力,且难以达到所需的精度和全面性。而倾斜摄影测量技术则通过高效率的影像获取方式和精确的数据处理方法,大大提高了测绘效率,缩短了测绘周期。同时,其生成的三维模型也具有更高的精度和真实性,满足了水利工程对测绘数据高准确性的要求。

此外,倾斜摄影测量生成的三维模型还具有广泛的应用价值。在可视化展示方面,三维模型可以以直观、生动的方式展现测绘区域的地形地貌特征,使得工程人员能够更清晰地了解测绘区域的情况。这种可视化展示方式不仅提高了工程人员的理解效率,还为工程设计和施工提供了直观的参考。在工程设计方面,三维模型可以作为设计的基础数据,帮助工程师更准确

地理解地形地貌特征,从而制定出更合理、更可行的设计方案。这种基于三维模型的设计方式,不仅提高了设计的准确性和可行性,还降低了设计成本和风险。

倾斜摄影测量技术在水利工程地形地貌测绘中的应用实践已经取得了显著成效。它通过高效的影像获取方式、精确的数据处理方法和广泛的应用价值,为水利工程的设计和施工提供了有力支持。随着技术的不断发展和完善,倾斜摄影测量技术在水利工程测绘领域的应用前景会更加广阔。

#### 3.2 水文监测应用

倾斜摄影测量技术在水文监测领域的应用展现出了其独特的优越性。该技术通过定期捕获水面影像,为监测水流速度、水位变化等关键水文参数提供了创新性的手段。这些详尽且持续的水文数据,对于水利工程的日常运维与科学管理具有至关重要的意义。

相较于传统的水文监测方式,倾斜摄影测量技术凸显出显著的优势。它实现了对水流状态的实时观测,无需人工现场操作,极大地提升了监测效率。同时,借助先进的图像处理与分析技术,该技术能够从影像中精准提取水流表面的微妙变化,进而准确计算出水流速度、流向等水文参数,确保了数据的精确性和可靠性。

在水位监测方面,倾斜摄影测量技术同样表现出卓越的性能。通过对比不同时间点的水面影像,可以直观地把握水位的变化趋势,为水利工程的防洪调度、水资源配置等提供了科学的依据。这种监测方式不仅具有高精度,而且能够实现全天候、全自动化的监测,有效提高了水文监测的时效性和准确性。

然而,倾斜摄影测量技术在水文监测中的应用也存在一定的局限性。其监测效果在一定程度上会受到天气、光照等环境条件的制约<sup>[4]</sup>。在阴雨天气或光照不足的情况下,影像的清晰度和对比度可能会受到影响,从而降低监测结果的准确性。因此,在实际应用中,需要充分考虑这些环境因素对监测效果的可能影响。

为了弥补倾斜摄影测量技术的不足,可以将其与其他监测方法相结合,进行综合分析。例如:可以结合雷达测速仪、水位计等传统监测设备,通过对比不同监测方法的结果,提高监测数据的准确性和可靠性。同时,还可以充分利用各种监测手段的优势,实现优势互补互助,提高水文监测的全面性和精确性。

倾斜摄影测量技术在水文监测领域具有广泛的应用前景和独特的优势。它以实时观测、高精度数据获取等特点,为水利工程的运维和管理提供了有力的技术支持。然而,也应充分认识到其局限性,并结合其

他监测方法进行综合分析,以充分发挥其在水文监测中的潜力,为水利工程的科学管理提供更加全面、准确的数据支撑。

### 3.3 工程变形监测应用

倾斜摄影测量技术在工程变形监测领域扮演着至关重要的角色。该技术通过定期捕获工程结构的影像资料,为监测其变形状况提供了有效且精确的手段。这些连续的影像数据,对于及时发现并妥善处理工程潜在的安全隐患,具有不可估量的价值。

在工程变形监测中,倾斜摄影测量技术展现出了其高精度和可靠性的显著优势。借助先进的摄影测量和图像处理技术,该技术能够精确捕捉工程结构表面的微小变化,进而准确评估其变形程度和趋势<sup>[5]</sup>。这种高精度的监测方式,为工程的安全管理提供了科学、可靠的依据。

除了高精度外,倾斜摄影测量技术还具备强大的可视化展示和分析能力。通过三维建模等技术手段,可以将拍摄的影像数据转化为直观、立体的三维模型。这些模型不仅能够真实反映工程结构的当前状态,还能够通过对比不同时间点的模型,清晰展示其变形过程和趋势。这种可视化展示方式,使得工程管理人员能够更加直观地了解工程的变形情况,为制定有效的安全管理措施提供有力支持。

倾斜摄影测量技术在工程变形监测中具有不可替代的作用。它以高精度、可靠性以及强大的可视化展示和分析能力,为工程的安全管理提供了全面、准确的数据支持。通过定期监测和分析工程结构的变形情况,可以及时发现并处理潜在的安全隐患,确保工程的安全稳定运行。因此,倾斜摄影测量技术在工程变形监测领域的应用前景广阔,值得进一步推广和应用。

### 3.4 其他应用场景拓展

倾斜摄影测量技术在水利工程测绘中的应用不仅限于传统领域,其应用场景正不断得到拓展和深化。在施工质量控制方面,该技术发挥了举足轻重的作用。通过定期或实时地捕获施工现场的影像数据,倾斜摄影测量技术能够细致入微地监测施工过程中的每一个环节,及时发现并揭示潜在的质量问题。无论是混凝土浇筑的均匀性,还是结构件的安装精度,都逃不过这一技术的“火眼金睛”。这为施工管理人员提供了直观、准确的依据,助力他们迅速采取措施,确保施工质量符合规范要求。

在资产管理方面,倾斜摄影测量技术同样展现出了其独特的优势。通过构建水利工程设施的三维模型,该技术为资产管理者提供了一个全面、直观的资产管

理平台。无论是水库大坝、溢洪道还是水电站厂房,都可以在这个平台上找到它们的“数字孪生”。这些三维模型不仅包含了设施的几何信息,还可以整合材质、使用年限等属性数据,为资产的维护、更新和改造提供有力支持。

此外,在灾害预警与应急响应方面,倾斜摄影测量技术也发挥着不可替代的作用。当水利工程遭遇洪水、地震等自然灾害时,该技术能够迅速获取灾害现场的影像数据,为应急响应团队提供第一手资料。这些影像数据不仅可以帮助应急响应团队准确判断灾害的规模和程度,还可以为他们制定救援方案、调配资源提供科学依据。在灾害发生后,倾斜摄影测量技术还可以持续监测灾害现场的变化情况,为后续的灾害评估和重建工作提供有力支撑。

## 4 结束语

倾斜摄影测量技术凭借其独特的原理和技术特性,在水利工程测绘领域展现出了广阔的应用前景和显著的价值。通过深入探究倾斜摄影测量技术的基本原理、系统构成与功能,可以清晰地认识到其在提高测绘效率、精度、全面性和可视化方面所具备的优势。结合水利工程在设计、施工、运营等各阶段对测绘的具体需求,本文分析了传统测绘方法存在的局限性,并阐述了倾斜摄影测量如何有效满足这些需求,为水利工程的规划、建设和运维提供坚实的技术支撑。通过实际的应用实践,在地形地貌测绘、水文监测、工程变形监测以及其他相关应用场景中,充分证明了倾斜摄影测量的有效性和可靠性。该技术不仅提升了测绘工作的效率和准确性,还为水利工程的科学管理、安全运营以及灾害预警提供了创新的技术手段。未来,随着科学技术的持续发展和不断完善,倾斜摄影测量技术将在水利工程测绘领域发挥更加关键的作用,为水利事业的蓬勃发展贡献更大的力量。

### 参考文献:

- [1] 王杰,孟高原.倾斜摄影测量在水利工程测绘中的应用[J].测绘通报,2019(06):160-162.
- [2] 赵爽.无人机倾斜摄影测量在地形图测绘中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(03):34-37.
- [3] 刘三跃.无人机倾斜摄影测量在矿山测绘中的应用研究[J].中国厨卫,2024,23(05):344-346.
- [4] 侯健.倾斜摄影测量在水利工程测绘中的应用[J].住宅与房地产,2020(05):238.
- [5] 王玉军.倾斜摄影测量在水利工程测绘中的应用[J].工程技术发展,2020,01(01):55-56.