

水利测量中数字摄影测量技术探讨

李振林 袁瑞辰

珠江水文水资源勘测中心 广东 广州 510000

摘要: 随着信息技术的飞速发展,数字摄影测量技术以其独特的优势在水利测量领域得到了广泛应用。本文详细阐述了数字摄影测量技术的基本原理、核心优势、具体应用领域以及未来的发展趋势,旨在为水利测量工作提供全面、深入的理论支持和实践指导。

关键词: 水利测量; 数字摄影测量; 无人机航拍; 三维建模; 高精度; 智能化

引言

水利测量作为水利工程建设与管理的基础,其精度和效率直接关系到水利工程的成败。传统测量方法如全站仪、GPS等虽然在一定程度上满足了测量需求,但存在测量周期长、成本高、受地形限制等局限性。数字摄影测量技术的出现,以其高精度、高效率、非接触、大范围测量等优势,为水利测量带来了革命性的变革。

1 数字摄影测量技术的基本原理

1.1 定义与核心要素

数字摄影测量,简而言之,是一种利用数字影像资料,结合先进的计算技术和图像处理算法,对地表或物体进行精确测量的科学。其核心要素构成了技术的基石,包括高性能的数字相机,这些相机能够捕捉高分辨率的影像,为后续的测量提供清晰的数据基础;稳定的拍摄平台,如无人机或固定翼飞行器,它们确保了影像获取的稳定性和准确性;此外,先进的图像处理软件用于对影像进行精细处理,提取出有用的信息;而精确的数据处理算法则是整个测量过程的关键,它们能够解析影像中的几何关系,将二维影像转化为三维空间信息。

1.2 技术流程

数字摄影测量的技术流程是一个系统而复杂的过程,首先开始于影像的获取。这一过程通常利用数字相机或无人机航拍技术,根据测量需求,选择合适的时间和角度,拍摄下目标区域的高分辨率影像。获取的影像数据随后进入预处理阶段,这一步骤至关重要,它涉及对原始影像的去噪处理,以提高影像的清晰度;影像增强,以突出关键特征;以及影像校正,以消除因拍摄角度、光线等因素引起的畸变。接下来是内定向过程,它确定了影像与相机坐标系之间的精确关系,为后续的测量工作奠定了坐标基础。相对定向则利用立体像对,通过复杂的影像匹配算法,精确计算出相邻影像之间的相对位置关系,这是构建三维模型的关键一步。绝对定向

则是将相对定向后的影像数据转换到统一的地理坐标系中,实现空间位置的精确定位,使得测量结果具有实际的地理意义^[1]。最终,基于定向后的影像数据,利用先进的三维重建算法,可以构建出被测区域的三维模型。这一模型不仅直观展示了目标区域的地形地貌,还提供了精确的几何信息,为后续的规划、设计、监测等工作提供了有力的数据支持。整个技术流程体现了数字摄影测量技术的高精度、高效率以及广泛的应用潜力。

2 数字摄影测量技术的核心优势

2.1 高精度测量

数字摄影测量技术的核心优势之一,在于其卓越的高精度测量能力。得益于高分辨率的数字相机和精密的算法支持,这项技术能够捕捉到地表或物体的细微特征,实现厘米级乃至毫米级的精确测量。在水利工程领域,这种高精度测量尤为重要。无论是复杂地形的精确测绘,还是水利工程结构的变形监测,数字摄影测量技术都能提供准确可靠的数据支持。通过对比不同时间点的测量数据,工程师可以及时发现并评估结构的微小变化,为工程的安全运行和及时维护提供科学依据。

2.2 高效率作业

无人机航拍等先进技术的融入,使得数字摄影测量技术在面对大面积、复杂地形时,依然能够保持高效作业。传统测量方法往往需要大量的人力物力,且测量周期长、效率低。而数字摄影测量技术则通过无人机等快速获取高分辨率影像,结合自动化处理流程,大大缩短了测量周期,提高了工作效率。这种高效率的作业模式,不仅满足了水利工程等大规模项目的快速测量需求,也为项目的及时推进和决策制定提供了有力支持。

2.3 非接触式测量

数字摄影测量技术的另一大优势在于其非接触式的测量方式。传统测量方法往往需要与被测物体进行直接接触,这不仅增加了测量的难度和风险,还可能对被测

物体造成破坏。而数字摄影测量技术则通过遥感技术获取影像数据,无需直接接触被测物体,从而避免了潜在的破坏和安全隐患^[2]。这种非接触式的测量方式,不仅保证了测量的安全性,还提高了测量的准确性,为水利工程的监测和评估提供了更为可靠的数据来源。

2.4 强大的数据处理能力

数字摄影测量技术结合了计算机技术和图像处理算法,具备强大的数据处理能力。在面对海量数据时,这项技术能够迅速而准确地提取出有用的信息,实现复杂地形的三维重建和精确测量。这种强大的数据处理能力,为水利工程提供了丰富的数据支持。无论是地形地貌的详细描绘,还是水流动态的模拟分析,数字摄影测量技术都能提供精准的数据基础。这些数据不仅有助于工程师更好地理解工程环境,还为工程的规划、设计、施工和监测等各个环节提供了科学依据和决策支持。

3 数字摄影测量技术在水利测量中的具体应用

数字摄影测量技术,以其高精度、高效率、非接触式测量以及强大的数据处理能力,在水利测量领域展现出了无与伦比的优势。这项技术不仅为水利工程的规划、设计、施工监测以及运营维护提供了全新的解决方案,还极大地提高了测量的准确性和效率,为水利事业的可持续发展奠定了坚实的基础。

3.1 水利工程规划与设计

在水利工程的规划与设计阶段,数字摄影测量技术发挥着至关重要的作用。传统地形测绘往往需要大量的人力物力,且测量周期长、精度有限。而数字摄影测量技术则通过高分辨率的数字相机和无人机航拍,快速获取水利工程区域的地形数据。这些数据不仅包括了地表的高程信息,还涵盖了地貌特征、植被分布等详细信息,为规划与设计提供了全面而准确的基础资料。基于这些地形数据,工程师可以构建出三维地形模型,实现对地形地貌的直观展示和分析。结合水文模型,工程师还可以进行水流模拟、洪水淹没分析等,模拟不同水文条件下的水流动态和洪水淹没范围。这些模拟结果对于水利工程的防洪设计至关重要,它们可以帮助工程师科学布局水利工程设施,如大坝、堤防、泄洪道等,确保工程在极端水文条件下的安全稳定运行^[3]。此外,数字摄影测量技术还可以辅助工程师进行水文地质条件的评估。通过解析地形数据,工程师可以了解地下水的分布和流动情况,评估地下水的补给和排泄条件,为水利工程的选址和设计提供科学依据。这些精确的数据和分析结果,不仅提高了水利工程的规划与设计水平,还降低了工程的风险和成本。

3.2 水利工程施工监测

在水利工程的施工监测阶段,数字摄影测量技术同样发挥着不可替代的作用。施工过程中,大坝、堤防等水利工程结构的安全稳定性是工程成败的关键。而数字摄影测量技术则通过定期航拍和影像比对分析,实时监测这些结构的变形情况。通过无人机航拍获取的高分辨率影像数据,工程师可以清晰地看到大坝、堤防等结构的表面特征。结合图像处理技术,工程师可以比对不同时间点的影像数据,分析结构的位移、沉降等变形情况。这些变形数据对于评估结构的稳定性和安全性至关重要。一旦发现异常变形,工程师可以立即采取措施进行干预,确保施工过程中的安全。除了变形监测外,数字摄影测量技术还可以辅助工程师进行施工进度的管理。通过构建三维模型,工程师可以直观地展示施工进度和工程状态。这些模型不仅可以帮助工程师更好地了解施工情况,还可以为项目管理提供可视化支持。工程师可以根据模型进行施工进度计划和资源调配的优化,确保工程按时按质完成。

3.3 水利工程运营维护

在水利工程的运营维护阶段,数字摄影测量技术同样发挥着重要作用。随着水利工程的长期运行,结构病害和老化问题逐渐凸显。而数字摄影测量技术则通过无人机航拍和图像处理技术,及时发现这些病害情况。无人机航拍可以覆盖水利工程的各个角落,捕捉到细微的病害特征。结合图像处理技术,工程师可以对影像数据进行深入分析,识别出裂缝、渗漏等病害情况。这些病害数据的及时发现和处理,对于防止病害的进一步发展和确保工程的安全运行至关重要。除了病害检测外,数字摄影测量技术还可以用于水利工程的资产管理。通过构建三维模型,工程师可以建立水利工程资产数据库,实现资产的数字化管理。这些数据库不仅包括了工程结构的基本信息,还涵盖了病害情况、维修记录等详细信息。工程师可以通过数据库进行资产的查询、分析和评估,为维修和加固提供科学依据^[4]。此外,数字摄影测量技术还可以辅助工程师进行水利工程的应急响应和灾害评估。在遭遇极端天气或自然灾害时,工程师可以利用无人机航拍快速获取灾区的影像数据,进行灾害评估和分析。这些数据可以帮助工程师及时了解灾区的受损情况,制定有效的应急响应措施,确保灾区人民的生命财产安全。

4 数字摄影测量技术的未来发展趋势

4.1 更高精度的测量技术

在数字摄影测量技术的发展历程中,精度的提升一

直是其核心追求之一。随着传感器技术的日新月异,数字相机的分辨率和灵敏度不断提高,为获取更高质量的影像数据奠定了坚实基础。同时,数据处理算法的优化与革新,如更精确的影像匹配算法、更高效的三维重建算法等,使得数字摄影测量技术在精度上不断突破。未来,随着技术的进一步发展,数字摄影测量技术有望实现亚厘米级甚至毫米级的测量精度。这种高精度的测量能力,将满足更多领域对高精度测量的迫切需求,如水利工程中的精细地形测绘、结构变形监测等。通过精确测量,工程师可以更加准确地了解工程状态,及时发现潜在问题,为工程的安全运行和及时维护提供有力保障。

4.2 智能化与自动化

人工智能和机器学习等技术的快速发展,为数字摄影测量技术的智能化和自动化提供了强大动力。未来,数字摄影测量技术将不再仅仅依赖于传统的算法和流程,而是将更多地融入智能化元素。深度学习算法的应用,将使数字摄影测量技术在影像匹配、三维重建等方面实现更精确、更高效的处理。通过训练深度学习模型,系统可以自动学习和识别影像中的特征点,实现更准确的匹配和重建。这种智能化的处理方式,不仅提高了测量的精度和效率,还降低了对人工干预的依赖。同时,自动化处理流程的优化也将成为数字摄影测量技术发展的重要方向。通过构建自动化的测量系统,可以实现从数据采集、处理到结果输出的全程自动化。这种自动化的测量方式,将大大提高测量的效率,降低测量成本,为数字摄影测量技术的广泛应用奠定坚实基础。

4.3 多源数据融合与协同处理

在信息时代,数据的多源性已成为一种趋势。数字摄影测量技术作为遥感技术的一种,未来将与其他遥感技术(如雷达遥感、高光谱遥感等)相结合,实现多源数据的融合处理。多源数据的融合处理,可以充分利用各种遥感技术的优势,提高数据处理的精度和效率。例如,雷达遥感可以穿透云层,获取地表下的信息;高光谱遥感可以获取地表物体的光谱特征,用于识别不同物质。将这些数据与数字摄影测量技术获取的地形数据相结合,可以构建出更加全面、准确的三维模型。多源数

据的协同处理,还将为水利工程等领域提供更加丰富、准确的数据支持。通过融合不同来源的数据,工程师可以更加全面地了解工程环境,及时发现潜在问题,为工程的规划、设计、施工和监测提供科学依据。

4.4 实时化与动态监测

随着实时摄影测量技术的发展和通信技术的进步,数字摄影测量技术将实现实时数据采集和处理。这将为水利工程的动态监测和应急响应提供及时、准确的数据支持。实时化测量技术的实现,将使得数字摄影测量技术能够迅速获取地表或物体的实时数据。通过无人机航拍等快速获取影像数据,结合实时处理算法,可以实现对水利工程等目标的实时监测。这种实时监测能力,对于及时发现工程问题、评估灾害风险具有重要意义。在自然灾害发生时,如洪水、滑坡等,实时化测量技术可以迅速获取灾害现场的实时数据。这些数据可以为救援和决策提供依据,帮助相关部门及时制定应对措施,减少灾害损失。同时,实时化测量技术还可以为水利工程的运行管理提供实时数据支持,帮助工程师更好地了解工程状态,确保工程的安全运行。

结语

数字摄影测量技术以其高精度、高效率、非接触测量等优势在水利测量领域展现出了巨大的应用潜力。未来随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展,数字摄影测量技术将为水利工程建设提供更加全面、精准的技术支持。水利测量工作者应不断学习和掌握新技术、新方法,以适应水利测量领域的发展需求。

参考文献

- [1]陈志瑶.无人机数字摄影测量技术在高海拔地区水电站地形测绘中的应用[J].中国科技投资,2021,(16):46-47.
- [2]刘艳山.无人机低空数字摄影测量技术在丘陵、山区水利水电工程勘察设计中应用探析[J].资源信息与工程,2018,33(03):126-127.
- [3]刘力玮.对几种常用水利工程施工测量技术的探讨[J].中国标准化,2019,(08):131-132.
- [4]李涛,季霞.地形图测绘中数字摄影测量的应用实践[J].中国高新科技,2022,(13):52-54.