

基于无人机测绘技术的水利工程地形测绘研究

何洋 曹恒楼 潘鑫

江苏省洪泽湖水利工程管理处，江苏省淮安市，223100；

摘要：水利工程的建设和管理需要对地形进行精细的测绘，传统的测绘技术成本高且效率低。无人机测绘技术凭借其成本低、效率高、安全性好的优势，在水利工程地形测绘中应用逐渐广泛。本研究以无人机测绘技术为基础，对水利工程地形测绘进行了深入研究。研究方法主要包括搭配合适的无人机，选择高精度航摄设备，并利用地面控制点数据进行数据处理。经过实地测绘和数据分析，结果表明，无人机测绘在水利工程地形测绘中的实时性、精度和质量均优于传统测绘方法，能有效提升水利工程测绘的精度与效率。此次研究对于优化传统水利工程地形测绘方法，提高水利工程测绘工作效率，减少资源投入，具有重要的理论和实际意义。

关键词：无人机测绘技术；水利工程；地形测绘

DOI：10.69979/3060-8767.25.01.039

引言

水利工程地形测绘长期依赖传统方法，但成本高、效率低且存在安全局限。近年来，无人机测绘技术以其低成本、高效率和高安全性，在水利工程中得到广泛应用。本研究深入探讨了无人机测绘技术在水利工程地形测绘中的应用，并取得了满意结果。本文旨在验证无人机测绘技术的实际应用效果和优势，为水利工程地形测绘提供高效率、高精度的有效途径。通过本研究，期望能优化传统测绘方法，提升测绘工作效率，降低资源投入，为水利工程地形测绘提供理论支持和实践参考。

1 无人机测绘技术概述

1.1 无人机测绘技术的定义与发展

无人机测绘技术是利用无人机搭载特定传感器或摄像设备对地形进行数据采集，并通过处理软件生成高精度地形图或三维模型的一种创新方法^[1]。近年来，随着无人机技术、传感器技术以及数据处理算法的快速进步，无人机测绘的应用领域不断扩展，在地理信息系统、环境监测、农业和工程建设等领域取得广泛应用。在水利工程地形测绘中，无人机测绘技术因其高精度与高效性被持续关注，与传统测绘技术相比，无人机测绘明显缩短了作业周期，并大幅度降低了测绘成本，为水利工程的规划与管理提供了重要的技术支持。

1.2 无人机测绘的核心技术与设备

无人机测绘技术的发展离不开核心技术与设备的支撑。无人机的飞行平台是其关键组件，具有自主飞行、悬停和复杂地形适应能力。高精度导航设备确保其定位和路径规划的准确性。航摄设备，包括高分辨率相机和激光雷达，可捕获精细的地形数据。数据传输系统则保

证了从无人机到地面站的实时数据传输。测绘软件在数据处理和测量分析中起着重要作用，支持三维建模和地形图生成，提高了测绘的效率和质量。

1.3 无人机测绘在水利工程中的应用前景

无人机测绘技术在水利工程中的应用前景广阔。其低成本、高效率 and 安全性使其在水利工程领域具备显著优势，能够满足复杂多变的地形测绘需求。无人机测绘可以快速采集大面积的地形数据，提供高分辨率的三维地势图，有助于提高水利工程的设计与施工精度。实时数据传输功能支持动态监测与评估，为水利工程防灾减灾提供有力支持。未来，随着技术不断升级，无人机测绘将在水利工程中发挥更大作用。



2 水利工程地形测绘需求分析

2.1 水利工程测绘的基本要求

水利工程测绘的基本要求主要包括精度、实时性和覆盖范围等方面的标准。测绘数据需要具备高精度，以确保水利工程的设计和施工能够在准确的地形数据指导下进行，从而保障工程的质量与安全。实时性方面，

测绘工作需能快速获取和更新地形信息,以适应水利工程建设过程中可能出现的环境变化和施工调整^[2]。覆盖范围要求测绘技术能够全面覆盖目标区域,特别是在涉及大型或复杂地形的水利工程时,需确保所有地形特征均被准确记录,为后续工程决策提供全面的数据支持。

2.2 传统测绘方法的局限性

传统测绘方法在水利工程地形测绘中存在诸多局限性。传统方法通常依赖全站仪、水准仪等设备,测量过程繁琐且耗时,难以满足大面积区域快速测绘的需求。这些方法对复杂地形的适应能力较低,尤其在高山、河谷等区域,作业难度和安全风险显著增加。由于设备和人力成本较高,传统测绘在项目资金投入方面负担较重,容易受到天气条件等外部因素的影响,导致数据采集中断或精度下降。这些局限性使其难以全面适应现代水利工程对地形测绘高效性、精确性和实时性的要求。

2.3 无人机测绘在水利工程中的优势

无人机测绘在水利工程地形测绘中展现出显著优势。其灵活性高,可在复杂地形和危险区域快速获取高分辨率影像数据,避免人员安全风险。相比传统测绘,无人机具有更高的作业效率和精度,通过航测数据与地面控制点相结合,可实现厘米级精度定位。无人机测绘成本较低,能够节约项目资源投入。其实时数据获取与处理能力,为水利工程规划、施工及管理提供有力支持,显著提升测绘工作的质量与效率。

3 无人机测绘技术在水利工程中的应用

3.1 无人机在水利工程测绘中的具体应用

无人机在水利工程测绘中的具体应用主要体现在防洪排涝工程、水库大坝建设以及河道治理等领域。通过搭载高精度航摄设备,无人机能够快速获取地形数据,生成高分辨率正射影像和数字高程模型,为水利工程规划提供基础数据支持。在洪涝灾害应急监测中,无人机可实时采集水文信息,辅助决策制定。对于河道治理,无人机测绘能够精确描述河床形态变化,实现动态监测和评估。水库大坝的安全性评价中,无人机不仅可以进行边坡地形测绘,还可识别潜在隐患区域,提升风险预判能力。通过高效的数据采集和处理技术,无人机测绘显著缩短了监测周期,确保水利工程全生命周期的管理效率和质量。

3.2 数据采集与处理技术

数据采集与处理是无人机测绘技术在水利工程地形测绘中的核心环节。高精度航拍设备通过预设航线获取地形影像及三维点云数据,地面控制点的布设与测量进一步保证了数据的准确性。在数据处理阶段,利用专

业测绘软件对影像数据进行拼接、校正和建模,生成高精度的数字高程模型和数字表面模型。综合应用滤波算法与地理信息系统工具,对数据进行降噪与分析,提升测图精度与实用性,为水利工程提供精准、可靠的地形测绘成果。

3.3 精度与效率的提升分析

无人机测绘技术在水利工程地形测绘中,通过运用高精度的航摄设备,如高分辨率相机、高精度 GPS 等,实现了地形信息的精准捕捉。这些设备能够实时获取大量高分辨率的遥感数据,为测绘工作提供了详实、准确的基础资料。同时,无人机测绘技术还采用了优化的数据处理算法,对获取的遥感数据进行快速、高效的处理和分析。这些算法能够自动校正图像畸变、拼接影像、提取地形特征等,进一步提高了测绘的精度和效率。

4 无人机测绘技术的实施与优化

4.1 测绘流程与操作规范

测绘流程与操作规范在无人机测绘技术的应用中至关重要,直接影响测绘结果的准确性与效率。测绘流程通常包括任务规划、现场勘查、无人机航线设计、数据采集、数据处理和成果输出等步骤。操作规范则要求严格遵循无人机操作手册,确保设备的检查与维护到位。制定详细的飞行计划,包括起降点、飞行高度、航线间隔等关键参数,并在飞行前进行充分的风险评估。数据采集过程中,应根据水利工程地形特点合理设置航拍参数,并配合地面控制点校准数据,确保最终测绘成果的精度与可靠性。

4.2 无人机选型与航摄设备配置

无人机选型与航摄设备配置是影响测绘精度与效率的关键环节。在无人机选型中,应依据水利工程测绘的需求,选择具有长期续航能力、稳定飞行性能和抗风性能强的多旋翼或固定翼无人机。航摄设备的选择需要关注影像分辨率和探测精度,可优先配置高精度 GPS、惯性导航系统及高分辨率相机,以保证数据的定位准确性和影像质量。为提高效率,可搭载多光谱相机或激光雷达设备,获取多维度地形信息。为增强应用适应性,无人机与航摄设备需融合实时影像传输和大容量存储技术,以满足复杂测绘任务的需求。

4.3 提高测绘精度与数据处理效率的方法

提高测绘精度与数据处理效率的方法包括优化地面控制点布设以提升数据准确性,利用高性能图像处理软件加速航测影像的拼接与建模,采用高精度差分定位技术改进坐标精度,合理规划飞行航线以提高拍摄覆盖率及数据完整性。这些措施相结合能够有效提升测绘成

果的精度与效率，为水利工程地形测绘提供可靠技术支持。

主题	精简内容
测绘流程与操作规范	包括任务规划、航线设计、数据采集等步骤；遵循操作手册，制定飞行计划，校准数据。
无人机型与航摄配置	选择续航长、飞行稳定、抗风强的无人机；配置高精度 GPS、相机等，可搭载多光谱相机或激光雷达。
提高测绘精度与效率方法	优化地面控制点，用高性能软件处理图像，采用差分定位，合理规划航线。

5 结论与展望

5.1 研究总结

围绕无人机测绘技术在水利工程地形测绘中的应用展开分析，从理论方法到实际操作进行了系统探讨。研究结合先进的无人机航摄设备与地面控制点数据处理技术，验证了无人机测绘在水利工程中的高效性与精确性。结果显示，该技术能显著提升地形测绘工作的精度与效率，减少时间与人力成本，为工程规划与管理提供了科学可靠的地形数据支撑。通过对传统测绘方法的比较，无人机测绘技术在实时性、安全性和经济性方面展现出显著优势。研究成果对优化水利工程测绘手段、推动测绘技术进步具有重要参考价值。

5.2 无人机测绘技术发展趋势

无人机测绘技术作为新兴的空间信息获取手段，未来发展主要趋势体现在智能化、集成化和精细化等方面。智能化方面，依托人工智能与机器学习的高度融合，无人机测绘将实现自动航线规划、智能目标识别及实时数据分析，从而进一步提升工作效率与精度。集成化方向，测绘设备将逐步融合多传感器技术，如激光雷达、红外遥感等，实现多维信息的高效采集与处理。精细化发展则着力于提升空间定位精度与影像分辨率，以满足更加复杂的地形测绘需求。这些技术进步将显著拓展无人机测绘在水利工程中的应用深度，为精准化、数字化的水利工程管理提供更加有力的技术支撑。

5.3 水利工程测绘未来的技术方向

未来的水利工程测绘技术将迈向一个全新的发展

阶段，其核心将围绕多传感器融合技术、大数据分析及人工智能算法展开。多传感器融合技术能够将不同来源、不同类型的传感器数据进行有效整合，从而提供更为全面、准确的地形信息，显著提升测绘的精度和可靠性。同时，大数据分析技术的应用，将使得海量测绘数据得到快速、高效的处理和分析，为水利工程的规划、设计和管理提供有力的数据支撑。此外，人工智能算法的引入，将进一步提升水利工程测绘的自动化水平。通过智能算法对测绘数据进行深度学习和挖掘，可以自动识别地形特征、检测变化趋势，为复杂地形的高效管理和决策提供科学依据。

未来的水利工程测绘技术将更加智能化、自动化，测绘精度和效率将得到极大提升，为水利工程的建设和管理带来革命性的变化。

6 结束语

本研究探讨了无人机测绘技术在水利工程地形测绘中的应用，重点分析了其在精度、实时性和效率等方面的优势。研究表明，使用无人机进行水利工程地形测绘不仅能提高测绘精度和工作效率，还能有效降低成本，并且克服了传统测绘方法的局限性，具有重要的理论和实践意义。然而，研究也指出了无人机测绘的局限性：在复杂地形和极端气象条件下，测绘数据的稳定性和准确性可能受到影响；此外，数据处理过程对地面控制点的依赖较大，控制点精度和数量对最终结果有一定影响，这可能导致某些地区测绘中的误差。未来的研究方向包括优化无人机测绘系统的硬件配置，以提升其在复杂环境中的适应能力；探索更加精确的数据处理方法，减少控制点对测绘精度的影响；结合人工智能和大数据技术，进一步提升数据处理能力，拓宽无人机测绘在水利工程中的应用前景。总体而言，无人机测绘技术为水利工程提供了新的解决方案，未来的技术发展将进一步推动其广泛应用，提高测绘效率、降低成本并提升工作质量。

参考文献

- [1] 贾望军. 无人机航测技术在水利工程测绘中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, (08): 187-188.
- [2] 孙超. 无人机航测技术在水利工程测绘中的应用探讨[J]. 中国房地产业, 2020, (26): 225-225.
- [3] 方园. 无人机在地形测绘工程中的应用[J]. 名城绘, 2020, 0(07): 0208-0208.
- [4] 支玲美. 工程测绘中的无人机遥感测绘技术[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021, (05): 0187-0187.
- [5] 齐发. 基于无人机技术的地形图测绘研究[J]. 模型世界, 2020, (24): 55-57.