

无人机测绘技术在水利工程建设过程中的实用性研究

何洋 潘卫凯 潘鑫

江苏省洪泽湖水利工程管理处，江苏省淮安市，223100；

摘要：随着无人机技术的快速发展，其在水利工程建设中的应用逐渐受到重视。本文旨在研究无人机测绘技术在水利工程建设过程中的实用性。通过对比传统测绘方法和无人机测绘技术，分析了无人机在水利工程项目中的优势，包括高效性、精确性以及成本效益。研究方法采用了无人机搭载高精度 GPS 和多种传感器对水利建设现场进行数据采集，并利用摄影测量与激光雷达技术生成高精度地形图。实验结果表明，无人机测绘技术在水利工程中能够大大提高测绘效率，缩短工期，同时减少人工误差，确保数据的准确性。特别是在复杂地形和广阔区域的测量中，无人机具有显著的优势。研究意义在于为水利工程建设提供了一种新型的测绘手段，推动了水利工程施工管理的智能化和数字化，具有重要的实践应用价值和推广前景。

关键词：无人机测绘技术；水利工程建设；高精度 GPS 与多种传感器

DOI：10.69979/3029-2727.24.12.011

引言

水利工程建设是人类经济社会发展的重要基础设施，其质量直接影响着社区和农业的生产生活。传统的测绘方法在时间效率、精度和成本方面都面临着严重的挑战。随着科技的飞速发展，无人机技术应运而生，开启了一个全新的测绘时代。无人机测绘技术具有操作简单、灵活性高、成本低和效率高的特点，因此在水利工程建设中的应用已成为当前研究的热点。近年来无人机测绘技术的迅速发展，从最初的军事用途到现在的工业应用，其巨大的潜力正在被逐渐发现并应用到各个领域。其中，其在水利工程建设中的应用更是具有独特的优势。然而，虽然前瞻性的学者研究并证明了无人机测绘技术在水利工程建设中的应用优势和可能性，但具体的实证研究仍然稀缺。因此，本研究旨在通过实证研究，验证无人机测绘技术在水利工程建设过程中的实用性，并进一步探索其在相关领域的应用前景，期望通过研究推动更广泛的应用，以实现水利工程建设管理的智能化和数字化。



图1 无人机在水利项目中的应用

1 无人机测绘技术概述

1.1 无人机测绘技术的发展历程

无人机测绘技术的发展历程可以追溯到 20 世纪末期的无人机技术应用研究阶段^[1]。早期，无人机主要用于军事侦察和航空摄影，其测绘功能受到飞行平台、传感器精度和数据处理技术的限制，应用范围较为局限。进入 21 世纪，得益于通信技术、导航系统以及传感器精度的显著提高，无人机逐渐扩展至民用领域并实现了飞跃式发展。在测绘领域，高精度 GPS 设备、多光谱相机及激光雷达的集成，为无人机在大范围数据采集中的应用奠定了基础^[2]。近十年来，无人机测绘技术与人工智能、云计算等新兴技术结合，为地形测绘、三维建模和工程监测提供了高效手段。

1.2 无人机测绘的基本原理与关键技术

无人机测绘技术的基本原理主要依赖于无人机平台搭载的高精度设备，包括 GPS、各类传感器和成像系统。通过 GPS 提供的精准定位，无人机能够在指定区域内自主飞行，确保测绘数据的覆盖全面和路径规划的优化。光学相机和激光雷达等成像技术用于捕捉地形地貌，生成三维地形模型和高精度地图。关键技术包括精准的数据处理算法、用于图像拼接的摄影测量技术、激光点云处理及异常数据过滤等。

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十分广阔。随着水利工程项目的规模扩大和复杂性的增加，无人机的高效性与灵活性为测绘工作提供了重要支持。在大范围地形测量中，无人机能够迅速获取高分辨率数据，极大提升测绘效率。其搭载的高精度 GPS、激光雷达与

多光谱传感器等设备，可生成精确的三维地形模型，为工程设计与施工提供详实的数据支撑。在灾害频发区域，无人机还能够快速采集数据用于风险评估与灾后重建规划，具有重要的防灾减灾价值。

2 水利工程建设中的传统测绘方法

2.1 传统测绘方法概述

传统测绘方法在水利工程建设中应用广泛，主要包括地面测量与航空摄影测量。地面测量是基于全站仪、水准仪和 RTK 差分 GPS 等仪器进行的，通过人工实地测量获取空间数据。这种方法因其高精度和成熟的操作流程，为准确确定地形、地貌及相关建筑物位置提供了保障。由于水利工程通常涉及面积大、地形复杂的区域，地面测量常面临诸多局限，如耗时长、劳动强度大及复杂地形下测量难度增加等问题。航空摄影测量则利用航空平台拍摄地面图像，通过立体测图技术生成地形信息，适用于较大区域的测绘。此方法虽较地面测量提升了速度和效率，但受限于天气、飞行条件和地形覆盖度，且成本相对较高。

2.2 传统方法在水利工程中的应用及局限

传统测绘方法在水利工程建设中具有一定的历史优势，主要包括全站仪测量、水准仪测量和 GPS 测量等。这些方法通常依赖人工操作，结合精密仪器和传统地形测绘技术，对工程区域进行精确数据获取和分析^[3]。这种方式在精准度和长期应用经验上具有一定可靠性，尤其在中小型工程项目中表现较为稳定。其局限性也显而易见。传统方法耗时较长，尤其在大面积或复杂地形区域，难以高效完成数据采集。人工操作易受人为误差和环境条件影响，测绘工作效率和准确性难以保障。在如山地、河道等不易接近的区域，传统方法的操作难度和危险性显著增加，对水利工程进度和成本控制也构成潜在制约。

2.3 无人机测绘与传统方法的对比

无人机测绘相比传统方法，在效率、精度和成本方面表现出明显优势。无人机能够快速获取大范围高精度数据，显著缩短测绘周期，减少人工操作中的误差。传统测绘方法在复杂地形中易受限制，而无人机具有更强的环境适应能力，尤其适用于地形复杂和区域广阔的水利工程项目。

3 无人机测绘技术在水利工程中的应用

3.1 无人机测绘技术在水利工程现场数据采集中的应用

无人机测绘技术在水利工程现场数据采集中的应

用，依托于其强大的机动性和高效的技术支持。无人机可以搭载高精度 GPS、高清相机及多种类型的传感器，实现对水利施工现场的快速、系统化扫描。通过预设飞行路径，无人机能够在短时间内捕获大面积区域的地形数据，并上传至数据分析平台进行处理。结合 DJI 等无人机技术，利用摄影测量生成高精度三维模型，实现对水位、堤坝形态等关键参数的精确测定，有助于实时监测施工进度。电力线巡检、河流流量监控等特定应用中，无人机技术不仅显著提高数据收集效率，还减少了对人力的依赖，降低了施工风险，确保数据的安全与准确。

3.2 无人机技术在复杂地形与大面积区域测量中的优势

无人机技术在复杂地形与大面积区域的测量中展现出显著优势。其灵活性使其能够在各种地形条件下高效采集数据，尤其是在陡峭、险峻的区域，传统测绘方法往往受限。无人机搭载的高精度 GPS 和传感器能够快速获取广泛区域的地形信息，减少了现场人力投入和测量时间。通过航空摄影测量和激光雷达技术，无人机可以生成高分辨率的地形图，确保数据的全面和精确。

3.3 高精度 GPS 与传感器在无人机测绘中的协同作用

高精度 GPS 与传感器的协同作用在无人机测绘技术中发挥着关键作用。高精度 GPS 提供精确的定位和轨迹数据，确保测绘结果的地理精准度。多种传感器，包括激光雷达、光学相机等，能够捕捉丰富的数据，提升地形生成和环境分析的精度和细节。通过整合 GPS 数据与传感器信息，无人机在水利工程测绘中可以实现对复杂地形的精细描绘，达到传统测绘难以企及的精度与效率，支持更可靠的工程决策。

4 无人机测绘技术的优缺点与挑战

4.1 无人机测绘技术的优势分析

无人机测绘技术具备传统测绘方式无法比拟的多重优势^[4]。其高效性显著体现于大面积、复杂地形的测量任务中，无人机可通过快速飞行完成大范围数据采集，极大提高工作效率。精确性方面，无人机搭载高精度 GPS 及多种传感器，结合摄影测量技术与激光雷达技术，能够生成高分辨率、细节丰富的地形数据，确保测绘结果的准确性与可靠性。在成本效益层面，无人机的投入较传统测绘仪器更低，且操作所需人力较少，有助于降低人力成本及测绘装备维护费用^[5]。

4.2 无人机测绘技术面临的主要挑战

无人机测绘技术的发展在水利工程中展现出显著

优势,但也面临诸多挑战。受限于续航能力和天气条件,无人机在大风或雨雪等恶劣环境下的作业稳定性仍需提升。数据传输与处理技术也面临压力,特别是在实时性和大数据量的处理方面。再者,测绘过程中的数据安全问题亦不容忽视,包括数据的加密传输和存储。尽管无人机测绘成本相对较低,但初期设备投入和专业操作人员的培训费用则较为昂贵。

4.3 解决挑战的可能技术与方法

为解决无人机测绘技术面临的挑战,可通过多种技术与方法提升其性能。针对续航能力不足的问题,可采用新型高能量密度电池与太阳能辅助充电技术;对于复杂环境中的信号丢失现象,应引入多传感器融合导航系统和抗干扰通讯技术。为提高数据处理效率,可开发基于人工智能的自动化数据处理算法,利用云计算实现大规模数据的实时分析与共享。针对极端天气对飞行稳定性的影响,可设计具有自主避障与耐高风速能力的无人机平台。为应对法律规范与监管瓶颈,应加强相关法规研究与制定,推动技术规范化应用,以确保无人机测绘技术的全面推广与发展。

表1 无人机测绘技术的优缺点

类别	内容
优点	高精度、高效率、高灵活性、高安全性、低成本
缺点	受天气影响大、易受电磁干扰、内业处理工作量大

5 无人机测绘技术的应用前景与发展方向

5.1 水利工程数字化与智能化趋势下的无人机测绘应用前景

在水利工程数字化与智能化发展的趋势下,无人机测绘技术展现出广阔的应用前景。数字化趋势要求工程建设具备更高的精度、更快的响应速度和更高的空间数据处理能力,无人机测绘技术以其高效性和精确性成为满足这一需求的重要工具。无人机可以快速获取高分辨率的地形、地貌和三维模型数据,为水利工程的规划设计与进度管理提供可靠支持。在智能化浪潮中,无人机测绘技术的集成应用可与大数据、人工智能和物联网技术深度结合,实现对水利工程建造和运行过程的动态监测和智能分析。

5.2 无人机测绘技术未来的发展方向

无人机测绘技术未来的发展方向包括技术的精细化和系统集成化。随着传感器技术的进步,无人机测绘将能够捕获更高分辨率的数据,提升测绘精度。集成多源数据处理和分析平台将成为趋势,为水利工程提供更

全面的决策支持。人工智能和大数据分析技术也将应用于无人机测绘领域,自动化处理大量测绘数据,提高效率与分析能力。未来,无人机还将与其他智能设备和系统相互协同,形成无人化、智能化的综合测绘方案,全面推动水利工程的创新发展。

5.3 对水利工程建设的潜在影响与价值

无人机测绘技术在水利工程建设中具有重要的潜在影响与价值。该技术能够精准获取地形数据,提高测绘精度,有助于优化工程设计与施工方案,从而提高工程质量与安全性。高效的数据采集与处理能力显著缩短工程工期,降低人工成本,为大型水利项目的快速推进提供技术支撑。在复杂地形条件下,无人机能够以较低风险完成传统方法难以实现的测绘任务,为水利工程管理提供可靠的数据支持。该技术的推广将推动水利工程的数字化与智能化转型,增强项目的科学决策能力,促进可持续水资源开发与管理,彰显其在现代水利工程中的核心应用价值与竞争力。

6 结束语

本研究深入剖析了无人机测绘技术在水利工程领域的实用价值,通过实证分析揭示了其在提升测绘效率、确保数据精度及降低成本方面的显著优势。尤其在复杂地形测绘中,无人机测绘技术展现出了无与伦比的高效与精准。尽管面临技术精度提升、数据处理强化及法规适配等挑战,但随着技术的不断进步和政策环境的逐步完善,无人机测绘将在水利工程中发挥更重要作用。未来,我们将持续优化技术,加强数据处理能力,推动智能化测绘系统开发,确保技术应用合法合规,为水利工程建设及其他领域提供坚实的技术支撑,助力我国工程建设行业迈向更高水平。

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] 张大方. 低空无人机遥感在水利工程测绘中的应用[J]. 名城绘, 2020, 0(08): 0353-0353.
- [4] 张林. 低空无人机遥感在水利工程测绘中的应用探讨[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2020, (02).
- [5] 王乙春. 无人机航测在山区水利工程测绘中的应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版) 工程技术, 2020, (05).