

基于无人机的水利测绘技术应用研究

刘 涛

宁夏河海工程咨询管理有限公司 宁夏 银川 750000

摘 要：本文探讨了无人机测绘技术在水利测绘领域的应用现状与挑战，分析了无人机测绘技术的基本原理、特点及其在水库管理、河道治理、防洪减灾等方面的具体应用。针对当前存在的技术挑战，提出了加强技术研发、提升操作人员技能、完善技术标准与规范体系等对策与建议。为水利测绘领域提供更加高效、精确的测绘手段，推动水利工程的科学管理和可持续发展。

关键词：无人机测绘；水利测绘；水库管理；河道治理；防洪减灾

引言：随着科技的飞速发展，无人机技术已广泛应用于各个领域，尤其在测绘领域展现出巨大潜力。在水利测绘中，无人机测绘技术以其独特的优势，成为提升测绘效率和质量的重要手段。本文深入研究无人机测绘技术在水利测绘中的应用，为水利工程的规划、设计、施工与管理提供科学依据。

1 无人机测绘技术

1.1 无人机测绘技术基本原理

（1）无人机平台与载荷介绍：无人机平台，作为测绘技术的载体，具备自主飞行或按预设航线飞行的能力，为测绘作业提供了灵活且高效的解决方案。这些平台通常被设计为能够搭载多种高精度载荷，如高分辨率相机、激光雷达等，以满足不同测绘任务的需求。高分辨率相机能够捕捉地面或水面的精细纹理信息，而激光雷达则能直接测量地面高程，为地形测绘提供精准数据。无人机平台的稳定性、续航能力和载荷能力，共同构成了影响测绘精度和效率的关键因素。（2）影像采集与导航定位技术：影像采集是无人机测绘技术的关键环节之一。通过无人机搭载的相机或激光雷达，可以在飞行过程中连续拍摄地面或水面的影像，形成连续的影像序列。这些影像不仅包含了丰富的地表纹理信息，还能通过立体像对技术获取地物的高度信息。导航定位技术确保了无人机能够按照预设航线准确飞行，现代无人机普遍采用GPS、北斗等卫星导航系统进行精确定位，并结合惯性导航系统（INS）进行姿态和航向的实时测量，为后续的数据处理提供了可靠的地理坐标信息。（3）数据处理与模型生成方法：数据处理阶段的任务是将采集到的影像和点云数据进行预处理、配准、拼接和纠正等操作，以生成高质量的地理空间数据。这包括影像的辐射校正、几何校正、去噪等预处理步骤，以及通过影像匹配算法进行特征点提取和匹配，实现影像的配准和拼

接。模型生成方法则涉及将处理后的数据转换为具有地理坐标的三维模型或数字高程模型（DEM）。这通常依赖于立体测图技术或点云建模技术，通过计算机视觉算法和空间分析手段，恢复地物的三维形状，生成详细的三维模型，为测绘成果的广泛应用提供坚实基础。

1.2 无人机测绘技术特点

（1）高效率与高精度：相比传统测绘方法，无人机测绘能够显著提高作业效率。无人机可以快速覆盖大范围区域，同时采集高分辨率的影像和点云数据。这些数据经过处理后，可以生成高精度的地形模型和数字高程模型，满足各种测绘任务的需求。无人机测绘还能够减少人为因素导致的误差，提高测绘结果的准确性。（2）灵活性与适应性：无人机测绘技术具有极高的灵活性和适应性。无人机可以在复杂地形和恶劣环境下进行作业，如山区、荒漠、沼泽等难以到达的区域。无人机还可以根据任务需求调整飞行高度、速度和航线，以适应不同的测绘场景。这种灵活性使得无人机测绘技术能够在各种复杂环境中发挥出色的表现。（3）安全性与低成本：传统测绘方法往往需要大量人力物力投入，且存在较高的安全风险。而无人机测绘则能够显著降低这些风险^[1]。无人机可以在远离人员活动的区域进行作业，避免了人员进入危险区域的风险。随着无人机技术的不断成熟和普及，其购置和维护成本也在逐渐降低，使得无人机测绘技术成为一种具有高性价比的测绘手段。除了上述优势外，无人机测绘技术还具有实时性强、数据更新快等特点。无人机可以快速响应测绘任务需求，及时获取最新的地理空间信息。这些数据可以用于实时监测、预警和决策支持等方面，为水利、环保、城市规划等领域提供有力的数据支持。

2 无人机在水利测绘中的应用

2.1 水库管理与监测

(1) 水库水位与库容测量: 在水库管理中, 水位与库容的精确测量至关重要, 关乎水库的安全与有效运行。传统人工测量方式效率低下, 且易受多种因素影响。如今, 无人机与无人船的协作应用为这一难题提供了新解。无人船搭载高精度声波探测器, 能深入水库各个角落, 准确测量水深, 结合无人机获取的水库表面高程信息, 通过先进的数据处理技术, 可精确计算出水库的水位和库容, 为水库的调度管理提供科学依据。(2) 泄洪渠道与周边植被监测: 泄洪渠道的畅通是水库防洪能力的关键。无人机负责空中巡检, 快速捕捉泄洪渠道的整体状况, 而无人船则深入渠道内部, 利用声波探测器检测渠道底部的淤积情况, 两者协作, 能够全面、准确地掌握渠道状态。无人机还能对渠道周边的植被进行高空监测, 评估植被对水流的影响, 无人船则可在近岸区域进行细致检查, 及时发现并处理植被过度生长等潜在威胁, 确保泄洪渠道的畅通。(3) 安全隐患预警与应急响应: 水库区域地形复杂, 地质灾害风险不容忽视。无人机凭借其高空视野和高分辨率影像采集能力, 能够及时发现水库周边的地质裂缝、变形等隐患。无人船则可在水库水面及近岸区域进行细致探查, 利用声波探测器检测水下潜在的危险信号。一旦发现安全隐患, 无人机与无人船可立即协同作业, 为应急响应提供实时、准确的现场信息。在紧急情况下, 无人船还可搭载通讯设备或小型救援物资, 快速到达灾区, 为救援行动提供有力支持, 显著提高应急响应的速度和效率。

2.2 河道治理与工程设计

(1) 河流流向与地形测绘: 河流的流向和地形是河道治理与工程设计的基础数据。传统的人工测绘方式不仅耗时费力, 而且受地形、天气等因素影响较大, 难以保证测绘的精度和效率。而无人机技术的应用, 则极大地提高了这一过程的速度和精度。无人机搭载的高精度传感器和相机, 可以对河流进行连续拍摄和扫描, 快速获取河流的流向和地形信息。通过先进的数据处理软件, 可以生成精确的河流流向图和地形图, 为河道治理方案的制定提供了科学依据。(2) 水深与河床质探测: 水深和河床质是河流工程设计和运行管理的重要参数。传统的水深测量方法如测深杆、测深仪等, 不仅效率低, 而且难以覆盖整个河道。而无人机搭载的多波束测深系统, 则可以在飞行过程中对河道进行连续测量, 快速获取水深数据。通过无人机拍摄的高分辨率影像, 还可以对河床质进行初步判断, 如河床的粗细、硬度、沉积物类型等。这些信息对于河道的整治、疏浚、拓宽等工程具有重要的参考价值。(3) 治理方案设计与效果评

估: 在河道治理方案的设计阶段, 无人机提供的高精度地形和水文数据为设计方案的制定提供了有力支持^[2]。设计师可以根据这些数据, 结合河流的实际情况, 制定出科学合理的治理方案。在治理工程实施后, 无人机还可以对治理效果进行评估。通过对比治理前后的影像数据和水文参数, 可以直观地展示治理工程的效果, 如河道的畅通程度、水质的改善情况等。这些信息为后续的维护和管理提供了重要的决策依据。

2.3 防洪减灾与预警系统

(1) 洪水预警区域监测: 洪水是自然灾害中最为严重的一种, 其预警和监测对于减少人员伤亡和财产损失具有重要意义。无人机可以对洪水预警区域进行实时监测, 及时发现洪水迹象并发出预警信号。通过无人机所拍摄的高分辨率影像, 可以清晰地观察到洪水淹没的范围、水流的速度等一系列关键信息, 为防洪减灾工作提供了有力支持。无人机还可以将监测数据实时传输至指挥中心, 为决策者提供准确、及时的现场信息, 有助于制定科学合理的防洪减灾方案。(2) 陆地与水域全方位覆盖: 无人机具有灵活的飞行能力和广阔的视野范围, 可以对陆地和水域进行全方位覆盖。在防洪减灾工作中, 无人机可以快速到达灾区上空, 对灾区进行空中侦察和评估。通过无人机拍摄的高清影像, 可以直观地展示灾区的地形地貌、水流情况、建筑物受损程度等信息。这些信息为救援人员提供了实时、准确的现场信息, 有助于制定科学的救援方案。无人机还可以对灾区进行连续监测, 及时发现新的灾情或险情, 为后续的救援和抢险工作提供有力支持。(3) 灾害风险评估与应急响应: 在灾害风险评估阶段, 无人机可以通过高分辨率影像的采集和分析, 对潜在的洪水、滑坡等灾害风险进行评估。通过对比历史数据和实时监测数据, 可以预测灾害发生的可能性和影响范围, 为决策者提供科学依据。在应急响应阶段, 无人机可以快速到达灾区上空, 进行空中侦察和评估。通过无人机拍摄的高清影像和实时传输的数据, 可以为救援人员提供实时、准确的现场信息, 有助于制定科学的救援方案。无人机还可以搭载通讯设备或救援物资, 为灾区提供紧急通讯保障或物资输送, 极大地提高了应急响应的速度和效率。

3 无人机测绘技术在水利测绘中的挑战与对策

3.1 技术挑战

(1) 测绘精度与稳定性提升需求: 无人机测绘技术的精度和稳定性是衡量其应用效果的关键指标。在实际应用中, 由于飞行姿态的不稳定、传感器误差、环境因素干扰等因素, 往往会导致测绘数据的精度下降。特别

是在复杂地形和恶劣天气条件下，无人机的飞行稳定性和测绘精度更是面临严峻挑战。如何提升无人机测绘的精度和稳定性，是当前亟待解决的技术难题。（2）数据处理与模型生成算法优化：无人机测绘技术产生的数据量巨大，且数据格式多样、结构复杂。如何高效地处理这些数据，并快速生成符合要求的测绘模型，是当前无人机测绘技术面临的另一大挑战^[3]。传统的数据处理方法往往耗时费力，且难以满足实时性要求。需要开发更加高效、智能的数据处理算法和模型生成技术，以提高无人机测绘的效率和精度。（3）复杂环境下的作业能力增强：水利测绘往往需要在复杂多变的环境中进行，如山区、河流、湖泊等。这些环境往往具有地形起伏大、植被覆盖密集、气候多变等特点，给无人机的飞行和测绘带来了巨大挑战。如何在复杂环境下保持无人机的稳定飞行和高效测绘，是当前无人机测绘技术需要解决的关键问题。

3.2 对策与建议

（1）加强技术研发与创新投入：针对无人机测绘技术面临的挑战，应加强技术研发与创新投入。一方面，应加大对无人机飞行控制系统、传感器技术、数据处理算法等方面的研发投入，以提升无人机的飞行稳定性和测绘精度。另一方面，应积极探索新的测绘技术和方法，如倾斜摄影测量、激光雷达测绘等，以拓宽无人机测绘技术的应用领域和提高其测绘效率。在技术研发过程中，应注重跨学科合作与协同创新。通过整合计算机科学、航空航天、地理信息等领域的优势资源，形成产学研用紧密结合的创新体系，推动无人机测绘技术的快速发展。（2）提升操作人员技能与培训水平：无人机测绘技术的操作复杂度较高，需要操作人员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验。应加强操作人员的技能培训

与提升工作。一方面，应建立完善的培训体系，为操作人员提供系统的理论知识和实践技能培训。另一方面，应定期组织技能竞赛和交流活动，激发操作人员的学习热情和创新力，提升其综合素质和业务能力。在培训过程中，应注重理论与实践相结合。通过模拟真实测绘场景、开展实地演练等方式，让操作人员在实践中掌握技能、积累经验，提高其在复杂环境下的作业能力和应对突发事件的能力。（3）完善技术标准与规范体系：无人机测绘技术的发展离不开完善的技术标准和规范体系的支撑。应加快制定和完善无人机测绘技术的相关标准和规范，明确测绘精度、数据处理、模型生成等方面的技术要求和质量标准。同时加强对无人机测绘技术的监管和评估工作，确保其在水利测绘领域的应用符合相关法规和标准要求。在完善技术标准与规范体系的过程中，应注重与国际接轨。通过积极参与国际标准制定、加强国际交流与合作等方式，推动无人机测绘技术的国际化进程，提高其在国际市场上的竞争力和影响力。

结束语：无人机测绘技术在水利测绘领域展现出巨大潜力，但仍面临诸多挑战。通过加强技术研发、提升操作人员技能和完善技术标准与规范体系，将进一步提升无人机测绘技术在水利测绘中的应用效果，为水利工程的规划、设计、施工与管理提供更加科学、准确的数据支持。

参考文献

- [1]陈壮浩.无人机遥感技术在工程测量中的应用[J].智能城市,2021,7(17):53-54.
- [2]李国强.无人机航测技术在地质灾害应急测绘中的应用[J].石材,2024,(03):141-143.
- [3]郑芳.无人机测绘技术在建筑工程测量中的应用分析[J].中华建设,2024,(03):137-139.