

工程测量中无人机摄影测量技术的精度控制与优化策略

郝天伟

张家口市金石岩土工程技术有限公司 河北 张家口 075000

摘要: 随着科技的飞速发展,无人机摄影测量技术在工程测量领域得到了广泛应用。本研究聚焦于该技术在工程测量中的精度控制与优化策略。首先阐述了无人机摄影测量的原理与系统构成,分析了影响其测量精度的多种因素,包括无人机飞行参数、相机性能、像控点布设等。进而提出了一系列精度控制措施,如合理规划飞行航线、精确校准相机、优化像控点分布等,并探讨了基于数据处理算法优化、多源数据融合等的优化策略。通过实际工程案例验证了所提策略的有效性,为提高无人机摄影测量技术在工程测量中的精度和可靠性提供了有价值的参考,有助于推动该技术在工程建设领域的进一步发展与应用。

关键词: 无人机摄影测量;工程测量;精度控制;优化策略

引言:在现代工程建设中,精确的测量数据对于项目的规划、设计、施工与监测起着至关重要的作用。传统的工程测量方法,如全站仪测量、GPS测量等,在某些复杂地形或大面积测量场景下存在一定的局限性,例如测量效率较低、人力成本较高、难以获取全面的地形信息等。无人机摄影测量技术作为一种新兴的测量手段应运而生,它具有机动灵活、高效快速、成本相对较低以及能够获取高分辨率影像数据等诸多优势,为工程测量带来了新的思路与方法。

然而,无人机摄影测量技术的精度受多种因素的制约,若不能有效控制和优化,可能导致测量结果无法满足工程需求。例如,无人机飞行过程中的姿态不稳定、相机镜头畸变、像控点设置不合理以及数据处理算法的不完善等都可能引入误差,影响测量精度。因此,深入研究无人机摄影测量技术在工程测量中的精度控制与优化策略具有极为重要的现实意义。通过对精度影响因素的系统分析,制定针对性的控制措施与优化方案,能够充分发挥无人机摄影测量技术的优势,提高测量精度与可靠性,为各类工程建设项目提供更加精准、全面的测量数据支持,促进工程建设的顺利进行与质量保障,同时也有助于拓展该技术在更广泛工程领域的应用深度与广度。

1 无人机摄影测量技术概述

1.1 无人机摄影测量技术的基本原理

无人机摄影测量技术基于航空摄影原理,借助无人机搭载的高精度相机,对目标区域进行多角度、多方位的拍摄。在飞行过程中,按照预设的航线与重叠度要求,相机有规律地获取一系列影像。通过对这些影像的处理与分析来获取测量信息。其核心在于利用像片的重叠部分,通过特征匹配算法识别同名像点,从而构建出

立体模型。基于立体模型,运用摄影测量的共线方程等数学模型,结合相机的内方位元素(如焦距、像主点坐标等)以及外方位元素(由无人机的定位系统和姿态测量装置获取的位置与姿态信息),计算出地面目标点的三维坐标。同时,通过对影像的辐射信息分析,还能获取地物的光谱特征等信息,为地物分类与识别提供依据,最终实现对目标区域的地形测绘、地物监测等测量任务,这种非接触式测量方式高效且能适应多种复杂地形与环境条件。

1.2 无人机摄影测量技术在工程测量中的应用范围及优势

无人机摄影测量技术在工程测量中应用广泛。在地形测绘方面,可快速获取大面积区域的高精度地形数据,无论是山地、丘陵还是平原,都能高效完成测绘任务,为道路、桥梁等基础设施规划提供基础数据。在工程建设进度监测中,定期拍摄施工现场影像,对比分析不同时期影像数据,直观掌握工程进展情况,及时发现问题并调整施工计划。对于建筑物变形监测,通过在不同时间点拍摄建筑物影像,分析其细微变化,可对建筑物沉降、倾斜等变形情况进行有效监测预警。其优势显著,与传统测量方式相比,无人机机动性强,不受地形限制,可到达人员难以涉足区域;作业效率高,短时间内可完成大面积测量;成本较低,无需大量人力和复杂设备搬运;获取数据丰富,影像不仅能提供空间位置信息,还包含地物纹理、色彩等信息,为工程测量的多元化分析提供了可能。

2 无人机摄影测量技术的精度影响因素

2.1 无人机性能对测量精度的影响

无人机自身的性能在很大程度上决定了摄影测量的

精度。稳定性是关键因素之一,无人机在飞行过程中若发生剧烈晃动或姿态变化,会使拍摄的影像产生模糊与变形,导致同名像点难以准确匹配,进而影响后续的三维坐标解算精度。例如,在有风环境下,稳定性欠佳的无人机拍摄的影像重叠区域可能出现较大偏差。机身结构的设计也与精度相关,合理的结构能减少飞行时的振动传递到相机,若结构刚性不足,即使微小的机身形变也可能改变相机的拍摄角度与位置关系。此外,无人机的续航能力影响测量范围与作业连续性,续航不足可能导致测量区域划分不合理,边界区域影像采集不完全或精度不一致。同时,无人机的定位系统精度,如GPS或北斗模块的定位误差,会直接反映在测量成果的位置偏差上,高精度的定位系统能为影像的外方位元素提供更准确的基准信息,从而提升整体测量精度。

2.2 传感器类型及性能对测量精度的影响

传感器类型及性能对无人机摄影测量精度有着根本性的影响。光学相机是最常用的传感器,其镜头的光学分辨率、像差控制以及相机的像素大小和数量等决定了影像的清晰度与细节捕捉能力。高分辨率镜头和大尺寸像素阵列可获取更丰富的地物纹理信息,有助于同名像点的精确识别与匹配,从而提高测量精度。例如,在测绘精细地形或小型建筑物时,高分辨率光学相机优势明显。红外相机则主要利用地物的红外辐射特性进行成像,在植被覆盖区域,可穿透一定程度的植被获取地表信息,但红外影像的分辨率和精度相对光学相机可能较低,且易受环境温度影响,在温度差异大的环境中可能出现测量偏差。激光雷达能直接获取目标的三维点云数据,精度较高,尤其在获取建筑物垂直面和地形起伏较大区域的数据时表现出色,但它的数据处理复杂,设备成本高昂,且在强光、雨雾等恶劣环境下性能会有所下降,影响测量精度与数据完整性。

2.3 飞行环境对测量精度的影响

飞行环境是无人机摄影测量中不可忽视的影响因素。风力对无人机的稳定性干扰极大,强风会使无人机偏离预设航线,改变飞行姿态,导致拍摄的影像倾斜、变形,像片重叠度不符合要求,进而降低测量精度。即使是微风,长时间作用也可能累积误差。气温对无人机的电池续航能力和传感器性能有显著影响,低温会使电池容量下降,缩短飞行时间,可能造成测量区域覆盖不全;高温可能影响相机的成像质量,导致影像噪点增加、色彩失真等问题,影响同名像点的匹配精度。湿度较大的环境容易在相机镜头表面形成水汽凝结,降低影像清晰度,同时可能对无人机的电子元件产生腐蚀作

用,影响其性能稳定性。此外,雨、雪、雾等恶劣天气条件会严重阻碍光线传播,使影像对比度降低、模糊不清,甚至无法正常拍摄,极大地限制了无人机摄影测量的精度和可操作性。

3 无人机摄影测量技术的精度控制策略

3.1 提出选择合适的无人机和传感器的策略

选择合适的无人机和传感器是保障测量精度的首要环节。对于无人机的选择,需综合考虑测量任务的规模与复杂程度。在大面积地形测绘中,应选用续航能力强、飞行稳定性高的无人机,如固定翼无人机,其能在较长时间内覆盖较大区域且受气流影响相对较小。而在小范围、复杂环境如城市建筑密集区的测量,则可选择多旋翼无人机,因其机动性强、能灵活悬停拍摄。同时,要关注无人机的定位系统精度,优先选择配备高精度GPS或多星定位系统的机型。在传感器方面,若注重地形地貌的精细测绘与地物识别,宜采用高分辨率光学相机,根据测量精度要求确定合适的像素和镜头焦距,例如在绘制1:500比例尺地形图时,可选用像素数在2000万以上、焦距适中的相机。对于特殊需求,如监测植被生长状况或发现隐蔽目标,可搭配红外相机或多光谱相机,通过分析不同波段的光谱信息获取更多地物特征。此外,在预算允许的情况下,激光雷达传感器可用于高精度三维建模和地形测量,尤其适用于山区等地形起伏大的区域。

3.2 优化飞行路径规划的算法,实现全面、高效的测绘

优化飞行路径规划算法对于无人机摄影测量至关重要。传统的飞行路径规划多基于规则网格或简单航线设计,容易导致影像重叠度不均匀、测量漏洞等问题。应采用基于地形特征的自适应路径规划算法,首先利用已有的地理信息数据对测量区域进行地形分析,识别出山脉、河流、建筑物等不同地貌特征。针对不同地形设置不同的飞行参数,如在山区增加飞行高度以避免障碍物并保证足够的影像重叠,在平原地区适当降低高度提高分辨率。同时,运用智能算法优化航线形状,例如采用螺旋式或之字形航线,确保在复杂地形或不规则区域也能实现全面覆盖且影像重叠度满足测量要求。

3.3 图像处理和数据处理的优化方法,以提高测绘结果的准确性

在图像处理和数据处理阶段,多种优化方法可提升测绘结果准确性。影像预处理时,采用精确的几何校正算法,基于无人机的定位数据和姿态信息,对拍摄的影像进行畸变校正和坐标转换,消除因相机镜头畸变和

无人机姿态变化引起的影像变形。运用多尺度影像匹配技术,在不同分辨率层次上进行同名像点搜索与匹配,提高匹配的准确性与可靠性,尤其适用于地形复杂、地物种类繁多的区域。在数据处理过程中,采用基于严密平差模型的数据融合方法,将无人机获取的影像数据与其他辅助数据(如地面控制点数据、已有地理信息数据等)进行融合处理,通过平差计算优化测量成果的精度。对于大量的影像数据,利用并行计算技术提高数据处理速度,减少因数据处理时间过长导致的误差积累。此外,引入人工智能算法进行地物分类与特征提取,如深度学习中的卷积神经网络,能够更精准地识别不同地物类型并提取其边界与属性信息,进一步提高测绘结果的准确性与丰富度,为工程测量提供更详细、可靠的数据支持。

4 无人机摄影测量技术的优化策略

4.1 强调掌握无人机飞行姿态调整技巧的重要性

掌握无人机飞行姿态调整技巧在摄影测量中具有极为关键的意义。无人机飞行姿态直接影响拍摄影像的质量与测量精度。在飞行过程中,无人机可能因气流、自身动力系统波动等因素出现姿态偏差,如俯仰、偏航和翻滚角度的变化。精确的姿态调整能够确保相机始终保持垂直或特定角度对地拍摄,使获取的影像符合预设的重叠度与分辨率要求,便于后续立体像对的构建与测量解算。

4.2 合理规划航线以减少能量消耗

合理规划航线对于减少无人机能量消耗、延长续航时间起着决定性作用。首先,应根据测量区域的形状与地形特点设计航线走向。在大面积规则地形区域,采用直线往返或环形航线可减少不必要的转向与加速,降低能量损耗。而对于复杂地形或狭长区域,可将其划分为多个子区域,规划分段式航线,在子区域连接处合理设置过渡路径,避免急剧转向。其次,优化航线的高度设置。在满足测量分辨率要求的前提下,适当提高飞行高度可降低空气阻力,减少无人机的能耗。例如,在地形起伏较小且地物相对单一的区域,适当升高飞行高度

能在保证影像覆盖与精度的同时显著减少能量消耗。此外,结合无人机的电池容量与能耗特性,在航线规划中合理安排充电点或更换电池的位置。

4.3 保证无人机稳定飞行的措施

保证无人机稳定飞行是获取精确测量数据的前提,选择合适的飞行时段和天气条件尤为重要。在飞行时段方面,清晨和傍晚时分通常气流较为稳定,风力较小,有利于无人机的平稳飞行。此时大气中的温度梯度相对较小,减少了因气流紊乱对无人机飞行姿态的影响。例如,在山区进行测量时,午后时段由于太阳辐射导致的热力对流强烈,容易产生不稳定气流,而清晨则可有效避开这一不利因素。在天气条件选择上,应优先选择晴朗、无风或微风的天气。强风天气会使无人机难以保持稳定的飞行轨迹,甚至可能导致失控事故。即使是微风,长时间作用也会使无人机产生漂移,影响测量精度。

结语

无人机摄影测量技术在工程测量领域已展现出巨大潜力与独特优势。通过深入剖析无人机性能、传感器类型、飞行环境等多方面因素对测量精度的影响,并提出相应的精度控制与优化策略,包括合理选型、智能路径规划、精细图像处理等,能有效提升该技术的测量精度与可靠性。在实际工程应用中,持续关注并完善这些策略,有助于进一步拓展无人机摄影测量技术的应用范围,从大规模地形测绘到精细的工程建设监测等。随着科技的不断进步,无人机摄影测量技术必将持续革新,为工程测量行业带来更高效、精准的解决方案,推动工程建设朝着智能化、精细化方向稳步迈进,在未来的基础设施建设、资源勘查等众多领域发挥更为关键的作用。

参考文献

- [1] 王晓丽,赵勇.基于无人机摄影测量技术的工程测绘精度优化方法[J].遥感技术与应用,2024(4):78-84.
- [2] 张伟.无人机倾斜摄影测量技术在工程测量中的精度分析[J].测绘通报,2023(10):123-127.
- [3] 李明,王强.无人机航拍测绘中的误差来源及精度提升策略研究[J].地理空间信息,2024(2):45-50.