

# 无人机摄影测量在地形测绘中的精度影响因素分析

刘瑞建

广州南方测绘科技股份有限公司太原分公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i9.1958

**[摘要]** 随着无人机技术的快速发展,无人机摄影测量在地形测绘领域的应用日益广泛。无人机摄影测量技术通过搭载高分辨率相机和其他传感器,能够快速获取地面的高分辨率影像和三维信息,为地形测绘提供高效、准确的数据支持。然而,在实际应用中,无人机摄影测量的精度受到多种因素的影响,如飞行稳定性、相机性能、数据处理技术等。这些因素直接关系到地形测绘结果的准确性和可靠性。因此,对无人机摄影测量在地形测绘中的精度影响因素进行深入分析,具有重要的理论意义和实践价值。

**[关键词]** 无人机摄影测量;地形测绘;精度影响因素

中图分类号: P217 文献标识码: A

## Analysis of the precision influencing factors of UAV photogrammetry in topographic mapping

Ruijian Liu

Guangzhou Southern Surveying and Mapping Technology Co. LTD.

**[Abstract]** With the rapid development of UAV technology UAV photogrammetry is increasingly widely used in the field of topographic mapping. By carrying high-resolution cameras and other sensors uav photogrammetry technology can quickly obtain high-resolution images and three-dimensional information on the ground providing efficient and accurate data support for topographic mapping. However in practical applications the accuracy of UAV photogrammetry is affected by many factors such as flight stability camera performance data processing technology etc. These factors are directly related to the accuracy and reliability of the topographic mapping results. Therefore it is of great theoretical significance and practical value to deeply analyze the precision influencing factors of UAV photogrammetry in topographic mapping.

**[Key words]** unmanned aerial vehicle photogrammetry; topographic surveying and mapping; accuracy influencing factors

### 引言

无人机摄影测量技术具有灵活性高、成本低、作业效率高优势,在地形测绘领域得到了广泛应用。然而,在实际应用中,无人机摄影测量的精度受到多种因素的影响。本文旨在探讨无人机摄影测量在地形测绘中的精度影响因素,并提出相应的优化措施。通过对无人机飞行稳定性、相机性能、数据处理技术等方面的分析,为地形测绘领域提供技术参考。

### 1 无人机摄影测量技术概述

无人机摄影测量技术是一种基于无人机平台搭载高分辨率相机和传感器进行地面信息获取的技术。该技术通过无人机飞行过程中的摄影测量,结合地面控制点和数据处理软件,实现地面三维信息的提取和地形图的绘制。无人机摄影测量技术具有灵活性高、成本低、作业效率高优势,广泛应用于城市规划、土地管理、环境监测等领域。

#### 1.1 无人机平台

无人机平台是无人机摄影测量的基础,其性能直接影响摄影测量的精度和效率。无人机平台需要具备稳定的飞行控制能力和足够的续航能力,以确保在复杂环境下稳定飞行并获取高质量的影像数据。

#### 1.2 高分辨率相机

高分辨率相机是无人机摄影测量的核心传感器,其分辨率和性能直接影响影像的质量和精度。高分辨率相机需要具备高灵敏度、低噪声、宽动态范围等特点,以获取高质量的影像数据。同时,相机的镜头畸变也需要进行校正,以减少对测量精度的影响。

#### 1.3 数据处理技术

数据处理是无人机摄影测量的重要环节,其精度和效率直接影响测绘结果的准确性和可靠性。数据处理技术包括影像预

处理、特征提取、立体匹配、三维重建等步骤,需要借助专业的软件和算法进行处理。

## 2 无人机摄影测量在地形测绘中的精度影响因素分析

无人机摄影测量在地形测绘中的精度受到多种因素的影响,包括飞行稳定性、相机性能、数据处理技术等。以下对这些因素进行详细分析。

### 2.1 飞行稳定性

飞行稳定性是无人机摄影测量的关键因素之一。无人机在飞行过程中受到气流、风力等自然因素的影响,容易产生飞行姿态的变化,导致摄影测量的精度下降。飞行稳定性主要受以下因素影响:

**气流和风力:**无人机在飞行过程中受到气流和风力的影响,导致飞行姿态的变化。当风力较大时,无人机容易偏离预定航线,导致摄影测量的精度下降。

**飞行速度:**飞行速度过快或过慢都会影响摄影测量的精度。飞行速度过快可能导致影像模糊,影响成像质量;飞行速度过慢则可能增加飞行时间,降低作业效率。

**飞行高度:**飞行高度是影响摄影测量精度的重要因素。飞行高度过高可能导致影像分辨率下降,影响地形细节的捕捉;飞行高度过低则可能受到地面障碍物的干扰,增加飞行风险。

为了提高飞行稳定性,可以采取以下措施:

优化无人机飞行控制系统,提高飞行姿态的稳定性;选择合适的飞行速度和高度,确保影像质量和作业效率;在飞行过程中实时监测飞行姿态和参数,及时调整飞行计划。

### 2.2 相机性能

相机性能是影响无人机摄影测量精度的另一个关键因素。相机的分辨率、畸变校正、曝光控制等性能直接影响影像的质量和精度。

**分辨率:**相机的分辨率决定了影像的清晰度和细节捕捉能力。高分辨率相机能够获取更多的地面信息,提高测量精度。然而,分辨率过高也可能导致数据量增加,增加数据处理难度。

**畸变校正:**相机镜头畸变是影响测量精度的重要因素。畸变校正能够减少镜头畸变对测量精度的影响,提高影像的几何精度。然而,畸变校正过程中也可能产生误差,需要严格控制校正过程的质量。

**曝光控制:**曝光控制是影响影像质量的关键因素。合适的曝光时间能够确保影像的清晰度和对比度,提高测量精度。然而,曝光时间过长可能导致影像模糊,影响成像质量;曝光时间过短则可能导致影像过暗,丢失细节信息。

为了提高相机性能,可以采取以下措施:

选择高分辨率、低畸变的相机镜头;定期进行畸变校正和相机参数调整;根据光照条件和地面特征选择合适的曝光时间和参数。

### 2.3 数据处理技术

数据处理技术是影响无人机摄影测量精度的另一个重要因素。数据处理包括影像预处理、特征提取、立体匹配、三维重

建等步骤,需要借助专业的软件和算法进行处理。

**影像预处理:**影像预处理是数据处理的第一步,包括影像去噪、增强、校正等步骤。影像预处理的质量直接影响后续处理步骤的精度和效率。

**特征提取:**特征提取是数据处理的关键步骤之一,用于提取影像中的特征点和特征线。特征提取的准确性和稳定性直接影响立体匹配的精度和可靠性。

**立体匹配:**立体匹配是数据处理的核心步骤之一,用于将不同视角下的影像进行匹配,生成三维信息。立体匹配的精度和效率直接影响三维重建的质量和可靠性。

**三维重建:**三维重建是数据处理的最终步骤,用于生成地形图和其他地形信息。三维重建的精度和细节捕捉能力直接影响地形测绘结果的准确性和可靠性。

为了提高数据处理技术的精度和效率,可以采取以下措施:  
选择先进的软件和算法进行数据处理;

优化特征提取和立体匹配的算法和参数;

加强数据质量控制和误差校正,提高三维重建的精度和可靠性。

### 2.4 其他因素

除了飞行稳定性、相机性能和数据处理技术外,还有一些其他因素也会影响无人机摄影测量在地形测绘中的精度。

**地面控制点布设:**地面控制点是无人机摄影测量中的关键要素,用于确定影像的地理位置和姿态信息。地面控制点的布设密度和精度直接影响测量结果的准确性和可靠性。因此,在布设地面控制点时需要考虑地形特征、测量精度要求等因素,确保地面控制点的准确性和可靠性。

**影像重叠度:**影像重叠度是指相邻影像之间的重叠程度。影像重叠度的大小直接影响立体匹配的精度和可靠性。适当的影像重叠度能够增加立体匹配的冗余度,提高测量精度。然而,影像重叠度过高也会增加数据处理难度和计算量。因此,在选择影像重叠度时需要综合考虑测量精度、数据处理效率等因素。

**环境因素:**环境因素也会对无人机摄影测量的精度产生影响。例如,光照条件、大气折射、地面反射等因素都可能影响影像的质量和精度。因此,在进行无人机摄影测量时需要考虑环境因素对测量结果的影响,并采取相应的措施进行校正和补偿。

## 3 无人机摄影测量在地形测绘中的优化措施

为了提高无人机摄影测量在地形测绘中的精度和效率,可以采取以下优化措施:

### 3.1 提高影像质量

**3.1.1 选择合适的相机和镜头。**对于相机,首先要考虑分辨率。高分辨率相机能够捕捉更多细节,一般来说,像素应满足测绘精度要求。例如,对于大比例尺地形测绘,选择像素在2000万以上的相机,这样在处理影像时能更精准地识别地形地物特征。相机的传感器尺寸也很关键。较大的传感器尺寸可以接收更多光线,提升成像质量。例如全画幅传感器比半画幅传感器在相同条件下能记录更多信息,动态范围更广,减少暗部噪点和高光溢

出,让影像色彩和亮度更自然。

感光度性能也不容忽视。选择低噪点、高感光度的相机,在光线较暗的环境下,能够适当提高感光度获取清晰影像,而不会产生过多噪点影响测绘精度。在镜头方面,焦距决定了拍摄视角和地面覆盖范围。广角镜头适合拍摄大面积区域,能在相对较低的高度获取更广阔的地形画面,但可能会产生图像边缘畸变。为减少畸变,可选择带有桶形畸变校正功能的镜头。

3.1.2 优化飞行参数。飞行参数的合理设置至关重要。控制飞行高度,根据测绘区域的大小和地形起伏程度选择合适高度,避免过高导致分辨率不足或过低影响安全性和效率。同时,调整合适的飞行速度,保证在拍摄瞬间相机的稳定性,减少因过快运动产生的模糊。航向重叠度和旁向重叠度一般分别设置在60%~80%和30%~40%,确保图像间有足够的重叠区域用于后续处理。

3.1.3 选择合适的天气和光照条件。在进行无人机摄影测量时,要选择合适的天气和光照条件。避免在大风、大雨、雾霾等恶劣天气条件下进行飞行,同时要选择光照均匀、强度适中的时间段进行拍摄,以提高影像质量。

### 3.2 优化飞行规划

3.2.1 合理划分测区。依据地形复杂度,若地形起伏大、地貌类型多样,首先应将复杂区域单独划分,便于针对性设置飞行参数。其次按照面积,避免测区过大,可将大面积区域拆分成几个小测区,保证每个测区的飞行效率和数据处理效率。再者,考虑障碍物分布,有高楼、山脉等障碍物的地方分开,确保飞行安全和拍摄完整性。同时,要结合光照条件,将受光差异大的区域分开,以获取质量稳定的影像。

3.2.2 确定飞行路线。要根据测区形状规划,使路线覆盖整个测区且尽量减少重复。考虑地形起伏,对于有高差的地区,规划平行于等高线的飞行路线,以保证影像的重叠度和分辨率均匀。依据风向确定路线走向,逆风或侧风飞行可增加无人机稳定性。结合光照条件,避免阳光直射镜头产生耀斑,如上午让路线东西向,下午则反之。还要注意避开障碍物,如高楼、杆塔等,保障飞行安全和数据采集的完整性。

3.2.3 优化飞行高度和速度。飞行高度方面,要依据测绘比例尺确定,大比例尺测绘需降低高度以获取更精细影像,小比例尺则可适当升高。同时结合地形起伏,保证在安全高度上避免碰撞。还得考虑相机性能,使高度与相机分辨率适配,保证地面分辨率满足要求。

飞行速度上,根据风速调整,逆风时适当降低速度,顺风可稍快。速度要与相机拍摄间隔配合,确保相邻影像有合适重叠度,避免过快产生模糊,过慢影响效率。

### 3.3 增强数据处理能力

3.3.1 选择合适的数据处理软件。根据测绘任务的需求,选择合适的软件。数据处理软件要具有强大的数据处理能力和精度控制能力,同时要操作简单、易于掌握。

3.3.2 优化数据处理流程。对数据处理流程进行优化,提高数据处理效率。可以采用并行处理、分布式处理等技术,加快数据处理速度。

3.3.3 加强数据质量控制。在数据处理过程中,要加强数据质量控制。对影像数据进行质量检查和筛选,去除质量差的影像数据。同时,要对数据处理结果进行精度评估和验证,确保测量精度符合要求。

### 3.4 提高精度控制

3.4.1 优化相机参数标定。对相机参数进行精确标定,包括内方位元素和外方位元素。可以采用实验室标定和现场标定相结合的方法,提高相机参数的标定精度。

3.4.2 提高定位精度。采用高精度的定位系统,如全球导航卫星系统(GNSS)、惯性导航系统(INS)等,提高无人机的定位精度。同时,可以采用差分定位技术,进一步提高定位精度。

3.4.3 加强精度验证。在地形测绘过程中,要加强精度验证。可以采用实地测量、对比分析等方法,对测量结果进行精度验证。如果发现精度不符合要求,要及时进行调整和修正。

### 3.5 完善法律法规

3.5.1 加强法律法规建设。政府部门要加强无人机摄影测量的法律法规建设,制定完善的管理办法和技术标准。明确无人机摄影测量的适用范围、审批程序、安全要求等,为无人机摄影测量的合法合规开展提供保障。

3.5.2 加强安全管理。加强对无人机摄影测量的安全管理,建立健全安全管理制度和应急预案。对无人机操作人员进行培训和考核,提高其安全意识和操作技能。同时,要加强对无人机的监管,确保无人机的飞行安全。

## 4 结论

无人机摄影测量技术在地形测绘中具有显著的优势,但也面临着一些挑战。通过采取提高影像质量、优化飞行规划、增强数据处理能力、提高精度控制和完善法律法规等优化措施,可以进一步提升无人机摄影测量在地形测绘中的应用水平。在未来的发展中,随着技术的不断进步和法律法规的不断完善,无人机摄影测量技术将在地形测绘中发挥更加重要的作用。

### [参考文献]

[1]孙俭文.无人机倾斜摄影测量在1:500地形图测绘中的应用[J].科学技术创新2021(17):35-36.

[2]申睿卿.大比例尺地形图测量中无人机倾斜摄影测量应用[J].世界有色金属2020(15):219-220.

[3]朱进,丁亚洲,陈攀杰,等.控制点布设对无人机影像空三精度的影响[J].测绘科学201641(05):116-120.

### 作者简介:

刘瑞建(1991—),汉族,山西省晋中市平遥县人,本科,工程师,研究方向:岩土勘察与测量。