

# 基于无人机航测的工程测量精度控制与应用研究

郭欢

中陕核工业集团测绘院有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v9i1.2398

**[摘要]** 无人机航测以其机动灵活、简便快捷、适用性广等特点已经渗透到各种类型的工程测量项目当中,逐渐取代传统的手工测绘方式成为工程建设必不可少的重要技术手段。在此基础上,本文针对具体的工程项目进行论述,避免过多的数据和过于专业的术语堆砌,从实际出发探讨了影响无人机航测精度的因素并提出了切实有效的解决办法,还介绍了它在不同类型工程中的应用情况,以期能够给相关从业人员带来一定的借鉴意义,促进无人机航测更好地应用于工程建设全过程中去。

**[关键词]** 无人机航测; 工程测量; 精度控制; 实际应用

中图分类号: TB22 文献标识码: A

## Research on Engineering Surveying Precision Control and Application Based on UAV Aerial Photogrammetry

Huan Guo

China Shaanxi Nuclear Industry Group Surveying and Mapping Institute Co., Ltd.

**[Abstract]** UAV aerial surveying, with its characteristics of flexibility, convenience, speed, and wide applicability, has penetrated various types of engineering survey projects and has gradually replaced traditional manual surveying methods, becoming an essential and important technical means in engineering construction. On this basis, this paper discusses specific engineering projects, avoiding excessive data and overly specialized terminology, and explores the factors affecting the accuracy of UAV aerial surveying from a practical perspective while proposing feasible and effective solutions. It also introduces its applications in different types of engineering projects, aiming to provide some reference for relevant practitioners and to promote better application of UAV aerial surveying throughout the engineering construction process.

**[Key words]** Unmanned Aerial Surveying; Engineering Surveying; Precision Control; Practical Applications

### 引言

随着工程项目的日益增多,对复杂地形、偏远地区的测绘需求也越来越大,传统的手工测量方式已经不能适应现代工程建设的要求了。无人机航测利用小型的无人驾驶飞行器搭载照相机以及GPS进行拍摄和定位,可以迅速获得工程区的地貌、地物以及工程设施的相关信息,具有投资少、速度快、范围广、机动性强的优点,在公路、水利、建筑、矿产等行业得到了广泛的应用<sup>[1]</sup>。但是在实际应用过程中,由于受到各种条件的影响,无人机航测的精度会受到影响,如果控制不好就会导致测量误差过大而影响到整个工程的设计、施工乃至验收等工作。所以有必要开展关于如何提高无人机航测精度的研究工作,并将其应用于具体的工程项目当中,使其发挥出应有的作用。本文基于工程实践出发,针对其主要问题即精度把控这一方面进行了详细的分析总结,希望能够给相关从业人员带来一定的参考价值。

### 1 无人机航测在工程测量中的精度影响因素分析

#### 1.1 设备自身因素

无人机航测技术主要是利用无人机搭载的传感器和相机,通过预先设定的航线和航高,对地面目标进行连续、高效的航拍和数据采集。这些传感器可以包括高分辨率相机、激光雷达、GPS、惯性导航系统等。在飞行过程中,相机不断拍摄地面图像,并根据GPS定位和姿态传感器提供的信息,精确定位每张影像的拍摄位置和姿态。这些影像数据随后通过数据处理软件进行处理,包括图像配准、影像融合、三维重建等步骤,最终生成地理信息产品,如数字高程模型、地图、三维模型等。

无人机航测设备的质量是测量精度的基础,也是工程现场最容易控制的一环。一是无人机机体结构强度不够,若选择小型民用无人机,其抗风能力较差,在飞行中受到气流干扰易造成机体倾斜、俯仰等姿态变化,从而使拍摄到的照片模糊或者错位,给后期的数据分析带来困难;二是所使用的摄像机以及定位仪存在误差。例如,相机镜头未进行校正会出现图像扭曲现象;定

位仪信号不稳定,无法准确获取飞行轨迹坐标信息,也会使测量值产生偏差。三是无人机电量不足,会导致中途断电、航线缺失等问题,进而影响航拍数据的连贯性和完整性,从而对测量精度造成一定影响,这种情况在实际施工过程中较为常见<sup>[2]</sup>。

### 1.2 人为操作因素

人为操作是造成无人机航测误差的主要原因,在工程测量中也是最容易出问题的一环,许多误差都是由操作不当造成的。第一是航线设计不合理,工地上的工作人员如果不根据所测地区的地势地貌以及测量要求来设定航线,则会出现航片重叠率偏低或者偏高的现象,重叠率偏低会导致航片接缝处有空隙,而重叠率过高又会给后期的数据处理带来麻烦,都会降低精度;第二是飞行过程中的操作不正确,如飞行高度把握不好,过高会使得到的图像清晰度不够,过低又容易产生飞行安全隐患,并且易漏测一些地方;起降时的操作不稳定也会使飞机制动失灵,从而影响拍摄效果等<sup>[3]</sup>。第三是后期的数据处理错误。操作人员若对航测数据的拼接、校正及解析步骤不了解,未能及时消除航片中存在的模糊、错位等问题,也会导致最后得出的结果不准。

### 1.3 现场环境因素

由于航拍过程中受到风速、飞行高度、摄影机性能等多种因素的影响,数据采集过程中存在姿态误差、畸变等问题,导致航拍图像发生畸变和变形,进而影响数据的准确性。地面纹理、光照条件和遮挡物等因素也会对图像质量和特征提取造成影响,进而影响数据的精度。数据处理算法的精度和稳定性也是影响数据准确性的重要因素,需要针对不同的场景和应开展进一步的研究和优化。

工地环境复杂多变,是造成无人机航测精度下降的一个重要因素,在工程测量中不可避免,但可以采取措施避免。一是气象条件的影响:工地现场的大风、下雨、有雾等都会对无人机飞行以及成像造成一定影响,大风会使无人机不稳定,下雨或者有雾会导致相机镜头被遮挡,从而降低图像质量,影响数据获取的准确性。二是地形地势的影响:在山地、沟壑纵横、高楼林立的地方进行作业时,由于受到各种障碍物的影响,无人机信号会被阻挡,导致定位不准,同时还增加了影像拼接的工作量,并且容易产生错位的情况;三是地面植物过于繁茂,也会挡住真实地面的地貌信息,使得采集的数据不能够准确地反映实际情况。四是现场电磁干扰。工地上的各种工程机械和配电设施等都会带来一定的电磁干扰,会对无人机构造中的导航模块造成影响,使其无法正常工作,从而导致飞机偏离预定航线,进而影响到测量结果的准确性。

## 2 基于无人机航测的工程测量精度控制措施

### 2.1 优化设备选型与维护

设备是保证精度的基础,在此基础上,根据实际工程测量的需求选择相应的无人机设备,并对其进行良好的保养与调试,可以减少由于设备自身造成的误差。在设备的选择方面,不需要一味地去追求高端昂贵的机型,而要根据自己所承担项目的大小以及需要达到的测量精度来选购机身稳定、抗风能力强、续航

时间长的飞行器,并配备有较高分辨率、成像清晰稳定的摄像装置以及定位系统等,以保障设备的功能能够符合工程测量的要求。在设备维护方面,每次进行航拍之前,都要对无人机的机身结构、电池、镜头和定位仪做一次全面细致的检查,调整好相机的焦距,防止出现图像扭曲的现象;查看电池电量是否充足,以免在空中发生意外断电的情况;查看定位仪是否有较强的信号接收能力,以保证飞行轨迹准确无误。工作结束后,要及时将仪器清理干净,妥善保管好,放在干燥阴凉的地方,以防受潮损坏导致失准。

表1 无人机工程测量设备选用与维护要点

类别	核心要求	具体内容
设备选型	适配性、稳定性	按项目规模与精度选型,优先选择机身稳、抗风强、续航长的机型,配备高分辨率相机与精准定位系统
作业前检查	全面性、精准性	检查机身、电池、镜头、定位仪,调焦距,查电量,确认定位信号良好
作业后维护	及时性、规范性	及时清洁仪器,在干燥阴凉处妥善存放,避免受潮失准

无人机设备选型应立足工程实际,不盲目追求高端机型,以适配测量需求为原则。规范的事前检查与事后维护,可有效降低设备自身误差,保障成像质量与飞行安全,是提升工程测量精度的关键环节。

### 2.2 规范人为操作流程

标准的操作是保证精度的基础,在制定好操作规程的同时加强对工作人员的培训可以有效地降低由于人为因素造成的误差。首先合理设计航线,在飞行之前,工作人员需要到施工场地了解当地的地势以及测量的需求,根据工程区域大小及地形复杂程度来布置合理的航线,确定好飞行的高度、速度以及影像重叠率等参数使得航线能够全面覆盖整个测区并且图像拼接顺畅无误,防止有空缺或者重复的地方。其次规范飞行过程,在飞行当中,操作手要实时关注无人机的状态变化情况并维持其良好的飞行姿态不要随意更改它的高度或者速度;选取平坦无障碍物的空旷地作为起降点以防止因操作失误而造成无人机失控翻倒事故的发生。最后改进后期的数据分析工作,指定专人来进行数据分析,掌握好数据拼接、校正、解析的主要环节,尽快修复掉影像上模糊不清或者是错位的部分,在完成拼接之后再行多次核查使其达到精确的要求。

### 2.3 合理规避现场环境干扰

对于工程施工现场情况复杂问题,采取科学合理安排工作时间和作业方式方法来克服环境影响保证航测精度。第一是选择合适的工作气象条件,在大风、下雨、下雾、高温或者低温等不良天气情况下尽量避免工作,在晴朗少风天气条件下开展工作,保障无人机飞行平稳以及拍摄图像清晰度;第二是对复杂地形进行相应措施,在山地、峡谷等地形容易造成信号遮挡的地方,适当降低飞行高度,加大影像重叠率,同时做好地面布设标记点,用于定位校正,以提升测量准确性,在密集建筑物之间调整航线路线绕过障碍物时所获取的照片可以全面包含待测范围内容;第

三是防止电磁干扰,在开工之前,检查施工现场是否存在电磁干扰源,尽可能远离挖掘机、起重机等各种机械设备及高压输电线路等潜在威胁源,如果实在难以避免则需使用抗干扰装置保证无人机制导系统接收到的有效卫星信号强度足够稳定。

### 3 无人机航测在工程测量中的实际应用

#### 3.1在公路工程测量中的应用

大规模航拍数据的产生需要高效的存储系统来管理海量数据,同时确保数据的安全性和可靠性。挑战在于如何有效地存储和管理这些数据,以便后续的数据处理和分析。公路工程测量包括路线调查、地形测绘以及路基施工监测等几个方面,传统的人工测绘方式费时费力,在山区进行公路测量还有一定的危险性。而无人机航测的应用可以很好地解决这些问题,并且通过对精度的把控,保证了测量结果符合施工的要求,在路线调查上利用无人机航测迅速获取道路沿线的地貌、地形信息并形成三维地形图,给路线的设计带来准确的数据支撑,防止因设计不符合实际情况而造成返工的情况发生;在路基施工过程中利用无人机航测监控路基下沉情况及边坡变化及时发现问题保证路基施工的质量;在竣工验收时,使用无人机航测获得整个路段的真实数据,与设计图纸上的数据相对比,检验工程质量的好坏,在应用中,做好航线布设、避开山地大风影响以及对仪器进行校正等工作,以控制好测量精度,使测量结果精确可靠。

#### 3.2水利工程测量中的应用

水利工程大多位于河谷、山区等地形复杂地区,测量困难较大;精度要求高,而无人机航测技术因其机动灵活、快捷方便的特点被广泛应用于水利工程测量工作中,在水库、大坝建设上利用无人机航测获取库区地形及大坝轮廓等信息建立三维模型供大坝设计与施工使用;在大坝运行维护期间采用无人机航测检测大坝裂缝、沉降等问题及时排除隐患保证大坝正常运转;在河道治理过程中运用无人机航测获得河道地势以及水流状况为河道清淤和平整工程的设计提供精确的数据支撑。同时结合水利工程靠近水域、雾气较重的情况选取合适的飞行时间,降低无人机飞行高度,做好图像校正工作,从而有效控制测量精度,以满足水利工程建设和运维的需求。

#### 3.3在建筑工程测量中的应用

建筑工程测量包括场地平整、基坑监测以及建筑物沉降监测等内容,在精度方面有较高要求并且测量范围较小,无人机航测技术可以提升工作效率并保证测量精度。在进行场地平整时,利用无人机航测迅速获得场地地形信息,从而得出场地土方量,用于指导后续的场地平整工作,防止因土方量计算不准造成浪费。在基坑开挖过程中,使用无人机航测来观测基坑边坡位移及基坑下沉情况,以便及时发现隐患、排除危险,保障基坑工程顺利实施。在建筑物主体结构施工至后期维护保养期间,利用无人机航测观察建筑物下沉、墙体开裂等问题,检验工程质量,确保建筑体稳定可靠。应用中需严格遵守相关规章制度,合理优化数据采集分析过程,以降低误差率、提高成果质量,达到工程建设标准要求。

### 4 结论

无人机航测技术应用于工程测量有明显优势,可以弥补传统人工测绘的缺陷,在提升工作效率及准确性的同时,减少工作量以及作业危险程度。在公路、水利、建筑等各种工程项目上应用广泛。本文基于工程实践,对无人机航测在工程测量方面的影响因素进行探讨,提出设备改进、操作规程制定、避免不利环境等切实可行地提高精度方法,并对其在不同类型工程实例中的应用进行了介绍说明,证明只要采取合理的措施,就可以使无人机航测达到工程建设所需的准确度水平,从而为项目实施提供有力的数据支撑。

#### [参考文献]

- [1]谢海程.无人机航测技术在建筑工程测量中的核心优势及应用场景研究[J].现代工程科技,2025,4(23):145-148.
- [2]贾相莘.基于无人机航测技术的河道测量研究[J].智慧城市,2025,11(11):121-124.
- [3]周庭栋.工程测量中的无人机航测技术应用研究[J].智能建筑与智慧城市,2025,(05):40-42.

#### 作者简介:

郭欢(1990—),男,汉族,陕西咸阳人,工程师,本科,研究方向:测量与调查类中长期项目管理与技术优化。