

# 无人机测绘技术在建筑工程测量中的使用

魏晓亮

河北城乡建设学校 河北石家庄 050031

**【摘要】**随着科技的飞速发展,无人机技术已广泛应用于多个领域,其中无人机测绘技术在建筑工程测量中的应用逐渐成为一种新的趋势。传统的建筑工程测量方法存在诸多局限,如测量效率低、成本高、精度不足等问题,这些问题在很大程度上制约了建筑工程的质量和进度。而无人机测绘技术的出现,为建筑工程测量带来了革命性的改变。

**【关键词】**无人机测绘技术; 建筑工程测量; 使用

The use of unmanned aerial vehicle surveying technology in construction engineering surveying

Wei Xiaoliang

Hebei Urban and Rural Construction School Shijiazhuang, Hebei 050031

**【Abstract】**With the rapid development of technology, drone technology has been widely applied in multiple fields, among which the application of drone surveying technology in construction engineering measurement has gradually become a new trend. Traditional construction surveying methods have many limitations, such as low measurement efficiency, high cost, and insufficient accuracy, which greatly restrict the quality and progress of construction projects. The emergence of drone surveying technology has brought revolutionary changes to construction surveying.

**【Key words】**unmanned aerial vehicle surveying technology; Construction engineering surveying; use

## 引言

建筑工程测量是建筑工程项目规划、设计、施工和运营管理的重要基础工作。传统的测量方法如全站仪测量、水准仪测量等在一些复杂地形和大面积测量任务中存在效率低、成本高、危险性大等局限性。随着无人机技术的快速发展,无人机测绘技术逐渐成为建筑工程测量领域的一种重要手段。它能够快速获取大面积的地形地貌数据,为建筑工程提供准确、全面的测量信息,提高工程建设的质量和效率。

## 1 无人机测绘技术概述

### 1.1 原理

无人机测绘技术主要基于航空摄影测量原理。通过无人机搭载的相机对目标区域进行航空摄影,获取一系列具有重叠度的影像。然后利用摄影测量学中的共线方程等原理,根据影像上的像点坐标、相机参数以及地面控制点坐标,计算出地面目标点的三维坐标。

### 1.2 系统组成

#### 1.2.1 无人机平台

无人机作为测绘系统的飞行载体,其类型多样。固定翼无人机具备独特的飞行性能,它的机翼设计使其在飞行时能够借助空气动力学原理,快速产生升力并保持高速飞行,速度可达到[X]米/秒以上,航程能达到[X]千米以上,这使得它

在大面积测量任务中表现出色,例如对大型建筑工程的整体地形勘测,能快速覆盖广阔区域。多旋翼无人机则以其强大的机动性和悬停能力见长,它通过多个旋翼的协同工作,可灵活调整飞行姿态。在小区域、复杂地形测量时,如城市中的狭窄街道、山区的局部地形测量,多旋翼无人机能够轻松应对各种复杂环境。

#### 1.2.2 传感器系统

传感器系统在无人机测绘中至关重要。相机是最为常用的传感器类型。对于测量精度要求较高、需要详细建筑结构信息的任务,可选用高分辨率相机,像元尺寸小,能够捕捉到细微的地形和建筑特征,像幅较大的相机则可以在一次拍摄中覆盖更大的区域,减少拍摄次数。激光雷达作为一种先进的传感器,它通过发射激光束并接收反射信号来获取目标的三维空间信息。在地形复杂且植被覆盖茂密的区域,如热带雨林地区的建筑工程测量,激光雷达能够穿透植被,准确获取地面及隐藏在植被下的地形起伏和建筑轮廓等信息,这是相机等传感器难以做到的。

#### 1.2.3 飞行控制系统

飞行控制系统是无人机测绘的核心部分之一。它承担着对无人机飞行姿态的精确控制任务,通过内置的陀螺仪、加速度计等传感器,实时感知无人机的飞行状态,如倾斜角度、加速度等,并及时调整各个旋翼或舵面的动力输出,确保飞行姿态稳定。在航线规划方面,它可以根据测量任务的要求,例如需要对某一特定形状区域进行全面覆盖测量,精确规划

飞行航线, 设定飞行高度、速度、航向等参数。飞行高度的合理设置能够保证影像的分辨率和覆盖范围, 速度的控制影响测量效率, 航向的准确设定确保航线的准确性。飞行控制系统还具备多种安全保障机制, 如遇强风、低电量等紧急情况时, 能够自动触发返航或降落程序, 从而确保获取高质量的影像数据。

#### 1.2.4 数据传输与处理系统

数据传输与处理系统在无人机测绘中起着关键的衔接作用。数据传输系统负责在无人机飞行过程中, 将无人机的状态数据(包括飞行高度、速度、姿态等信息)和影像数据实时、稳定地传输回地面控制站。这一过程需要高效的数据传输协议和稳定的信号传输设备, 以避免数据丢失或传输中断。例如, 采用先进的无线通信技术, 确保在数公里的传输距离内数据传输的稳定性。数据处理系统则对获取的影像数据进行一系列复杂的处理操作。影像预处理环节包括对影像的几何校正、去噪等操作, 以提高影像质量。

### 1.3 特点

#### 1.3.1 高机动性

无人机体积小、操控灵活。在山区, 它可沿着山谷、山脊穿梭飞行; 河流区域, 能贴近水面获取数据; 建筑物密集区, 可在高楼大厦间灵活转向。这种机动性使其不受地形限制, 无论是崎岖山路还是狭窄街巷, 都能深入其中, 让测量范围不再局限于传统测量仪器可达之处。

#### 1.3.2 高精度

如今, 无人机的硬件不断升级, 如高精度的定位系统、优质的传感器。数据处理算法也日益精进, 像先进的平差算法。在晴朗天气、合适的飞行高度等测量条件下, 其平面精度和高程精度能达到厘米级, 完全可以符合建筑工程测量中对精度的严格要求。

#### 1.3.3 低成本

无人机测绘无需大型机场跑道等昂贵设施, 只需简易的起降场地。设备购置方面, 相比大型有人驾驶飞机花费少很多。运营中, 无人机能耗低, 维护简单。并且不需要专业飞行机组, 减少了人力成本, 这一系列因素使得整个测量成本大幅低于传统航空摄影测量。

## 2 无人机测绘技术在建筑工程测量中的应用

### 2.1 地形测量

在地形测量中, 无人机按照预设的航线对目标区域进行航空摄影。根据地形的复杂程度和测量精度要求, 确定合适的飞行高度、速度和影像重叠度。例如, 在山区地形测量中, 为了获取清晰的地形地貌特征, 飞行高度可能较低, 影像重叠度可能较高。采集到的影像数据通过数据处理软件进行处理。首先进行影像预处理, 包括影像的畸变校正、色彩平衡

等操作。然后进行空中三角测量, 解算出影像的外方位元素。接着生成数字表面模型(DSM)和数字高程模型(DEM), 通过DSM和DEM可以直观地了解地形的起伏变化情况。最后制作等高线图、地形图等测量成果, 为建筑工程的规划和设计提供地形基础数据。相比于传统的地形测量方法, 无人机测绘技术能够快速获取大面积的地形数据, 减少了外业测量工作量。而且可以获取高分辨率的地形影像, 能更准确地反映地形细节, 如微小的地形起伏、沟壑等。

### 2.2 土方量计算

利用无人机测绘技术获取施工场地的原始地形数据和开挖或填方后的地形数据。通过对比两个时期的DSM或DEM, 可以计算出不同区域的高程变化量。根据土方量计算的数学模型, 如方格网法、断面法等, 将高程变化量转换为土方量。无人机测绘技术的精度对土方量计算结果有重要影响。影响精度的因素包括影像分辨率、飞行高度、地面控制点的数量和分布等。通过合理控制这些因素, 可以提高土方量计算的精度。一般来说, 在满足测量精度要求的情况下, 无人机测绘技术计算的土方量精度能够满足建筑工程施工的预算和成本控制要求。传统的土方量计算方法如水准仪测量结合皮尺量距等方法, 工作量大、效率低, 且容易受到人为因素的影响。而无人机测绘技术可以快速、准确地获取大面积的地形数据, 减少了人为误差, 提高了土方量计算的效率和精度。

### 2.3 建筑物变形监测

在建筑物变形监测中, 首先在建筑物上布置变形监测点。无人机按照一定的周期对建筑物进行航空摄影, 获取带有监测点的影像数据。为了提高监测精度, 监测点应具有明显的特征, 便于在影像上识别。对获取的影像数据进行处理, 通过影像匹配技术确定监测点在不同时期影像上的坐标变化。根据坐标变化计算出监测点的位移量、沉降量等变形参数。利用时间序列分析等方法对变形参数进行分析, 判断建筑物的变形趋势, 及时发现异常变形情况。例如在高层建筑施工过程中, 利用无人机进行变形监测。通过定期监测发现, 在某一施工阶段建筑物的某个角点出现了异常沉降。施工单位及时调整了施工方案, 采取了加固措施, 避免了建筑物进一步变形可能带来的安全隐患。这表明无人机测绘技术在建筑物变形监测中能够及时、有效地提供变形信息, 保障建筑物的施工安全和运营安全。

## 3 无人机测绘数据处理流程

### 3.1 影像获取

根据测量任务的要求, 制定无人机飞行计划。包括确定飞行区域、飞行高度、航线间距、影像重叠度等参数。飞行高度和航线间距影响影像的分辨率和覆盖范围, 影像重叠度

则是保证后续数据处理精度的重要因素。在飞行过程中,要确保影像的质量。影响影像质量的因素包括光照条件、相机稳定性、飞行姿态等。尽量选择在天气晴朗、光照均匀的条件下进行飞行作业,同时要保证相机的安装牢固,无人机飞行平稳,避免影像模糊、扭曲等质量问题。

### 3.2 影像预处理

相机镜头在成像过程中会产生畸变,包括径向畸变和切向畸变。通过畸变校正算法,根据相机的标定参数,对影像进行畸变校正,使影像中的直线保持直线状态,提高影像的几何精度。由于不同光照条件和相机设置的影响,获取的影像可能存在色彩不均匀的现象。通过色彩平衡算法,调整影像的色彩,使整个区域的影像色彩协调一致,便于后续的影像匹配和三维建模等操作。

### 3.3 空中三角测量

在测量区域内选取一定数量的地面控制点。地面控制点应分布均匀,具有明显的特征,便于在影像上准确识别。通过全站仪、GPS等测量仪器精确测量地面控制点的三维坐标。利用影像上的像点坐标和地面控制点坐标,根据共线方程进行平差计算。解算出影像的外方位元素,包括影像的位置、姿态等参数。空中三角测量是无人机测绘数据处理的关键环节,它为后续的三维建模和地形测量等提供了基础数据。

### 3.4 数字表面模型(DSM)和数字高程模型(DEM)生成

采用影像匹配算法,对经过预处理和空中三角测量后的影像进行密集匹配。在影像上寻找同名像点,计算出像点的三维坐标,从而生成点云数据。对生成的点云数据进行滤波处理,去除噪声点和非地面点,如植被、建筑物顶部等。然后通过插值算法,将离散的地面点转换为连续的数字表面模型(DSM)和数字高程模型(DEM)。DSM包含了地面和地面上物体的高度信息,DEM则只反映地面的高程信息。

## 4 无人机测绘技术在建筑工程测量中面临的挑战

### 4.1 飞行安全问题

### 参考文献

- [1]李万时.无人机测绘技术在建筑工程测量中的使用[J].科技资讯,2024,22(17):142-144.
- [2]王成霞.无人机测绘技术在建筑工程测量中的运用[N].中华建筑报,2024-06-25(009).
- [3]张春智,赵亚军,高翔.基于无人机技术的建筑工程测量方法研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(11):72-74.
- [4]史永奎.建筑工程测量中测绘新技术应用分析[J].大众标准化,2024,(07):57-58+61.
- [5]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.
- [6]冷辉辉.无人机测绘技术在城市建筑工程测量中的应用[J].工程技术研究,2022,7(02):189-191.
- [7]刘兴胜.建筑工程测量中现代测绘技术的应用分析[J].居舍,2020,(23):32-33.

在进行无人机测绘飞行作业时,需要遵守空域管制规定。不同地区、不同高度的空域有不同的管制要求,申请空域使用许可的流程较为复杂,这在一定程度上限制了无人机测绘技术的应用。无人机的飞行受气象条件的影响较大。强风、暴雨、大雾等恶劣天气会影响无人机的飞行稳定性和安全性,甚至可能导致飞行事故。因此,在进行飞行作业前需要准确预测气象条件,选择合适的飞行时机。在城市等复杂环境中,存在大量的电磁干扰源,如高压线、通信基站等。这些电磁干扰可能会影响无人机的飞行控制系统和数据传输系统,导致无人机失控或数据传输中断。

### 4.2 数据精度问题

无人机搭载的相机或激光雷达等传感器本身存在一定的误差。例如,相机的镜头畸变、像元大小不均匀等因素会影响影像的几何精度;激光雷达的测距误差会影响三维点云数据的精度。无人机在飞行过程中的姿态变化会影响影像的拍摄角度和重叠度,从而影响数据处理的精度。特别是在复杂地形或气流不稳定的情况下,无人机难以保持稳定的飞行姿态,增加了数据精度控制的难度。

### 4.3 数据处理与分析问题

无人机测绘会获取大量的影像数据,这些数据的存储、传输和处理都面临挑战。传统的数据处理软件和硬件设备可能无法满足大数据量处理的要求,需要采用高性能的计算机和分布式数据处理技术。在建筑工程测量中,可能需要将无人机测绘数据与其他测量数据(如全站仪测量数据、地下管线探测数据等)进行融合。如何实现不同数据源的数据融合,并进行有效的分析和应用,是一个亟待解决的问题。

## 结束语

无人机测绘技术在建筑工程测量中的应用具有诸多优势,如高机动性、高精度、低成本、高效性等。它在地形测量、土方量计算、建筑物变形监测等方面发挥着重要作用。然而,该技术也面临着飞行安全、数据精度、数据处理与分析等方面的挑战。随着无人机技术、传感器技术、数据处理技术的不断发展,这些问题将逐步得到解决。