

# 无人机倾斜摄影测量在地形图测绘中的应用

雷时光

山西华冶勘测工程技术有限公司 山西太原 030000

**【摘要】**本文详细介绍了无人机倾斜摄影测量的基本原理、优势以及在地形图测绘中的应用。无人机倾斜摄影测量技术利用倾斜摄影机对地面进行多角度、多方向拍摄，通过三维几何计算测算出地面上点的三维坐标。这种技术具有多角度拍摄、综合数据收集、构建三维模型、保障作业人员安全、设备少、便携性强和图像清晰精度高等优势。在地形图测绘中，无人机倾斜摄影通过采集原始数据、实景三维建模和绘制地形图等步骤，为地形图测绘提供了高效、精确、全面的三维数据支持。

**【关键词】**无人机；测量；地形图测绘

## 引言

随着无人机技术的快速发展，无人机倾斜摄影测量技术在地理信息获取和地形图测绘中的应用日益广泛。本文旨在探讨无人机倾斜摄影测量技术的基本原理、优势及其在地形图测绘中的应用，为相关领域的研究和实践提供参考。

### 1 无人机倾斜摄影测量的基本原理

无人机倾斜摄影测量技术是指利用倾斜摄影机对地面进行多角度、多方向拍摄，通过三维几何计算，测算出地面上点的三维坐标。无人机倾斜摄影测量技术的基本原理是三角测量，即通过测量同一目标在不同拍摄角度下的影像位置，以及相机在拍摄时的位置和方向，计算出目标的三维坐标。无人机倾斜摄影测量技术的主要设备是倾斜摄影机，它与无人机联合飞行，通过自动控制倾斜角度和方向，实现对地面的多角度拍摄。同时，倾斜摄影机还配备了高精度的惯性测量单元和GPS接收机，以及遥控器和地面控制站等设备，以实现无人机和倾斜摄影机的精确控制和数据采集。倾斜摄影机是一种具有倾斜角度的航空摄影机，其倾斜角度通常在15-60度之间。倾斜摄影机在航行过程中，通过旋转或调节倾斜角度，使相机镜头可以同时拍摄到地面上的前景、中景和背景，从而获取更为全面和精细的三维地图数据。倾斜摄影机需要实时测量相机的姿态信息，包括相机的倾斜角度、俯仰角度、方位角度等。

一般使用惯性导航系统、全球卫星定位系统、陀螺仪、加速度计等传感器来获取相机的姿态信息。利用相机姿态信息，将倾斜航片进行校正，将不同角度和方向的影像进行拼接和融合，得到具有地面几何信息的正射影像和数字表面模型（DSM）。通过正射影像和DSM的组合，可以生成数字高程模型（DEM）、数字地形模型（DTM）等三维地图数据，用于地理信息系统（GIS）的分析、处理和可视化等应用。无人机倾斜摄影测量技术利用倾斜摄影机的成像原理和相机姿态信息，结合航空摄影测量的基本原理，可以获取具有地面几何信息的正射影像和数字表面模型（DSM），为城市地形测绘、设计等领域提供了高效、精确、全面的三维数据支持<sup>[1]</sup>。

### 2 无人机倾斜摄影测量的优势

#### 2.1 实现多角度拍摄

无人驾驶式俯仰角摄影法最大的特色在于其具有多种视角，既能进行竖向拍摄，又能进行俯仰运动。该技术采用了一种基于无人驾驶飞机的成像方式。这一点相对于常规摄影来说十分显著且不可忽略的优点。

#### 2.2 综合数据收集

在常规拍摄方式下，当拍摄对象未出现剧烈形变，且影像与被摄对象之间的分辨能力相差不大的情况下，当采用斜照拍摄时，其形变十分剧烈，且分辨力差异较大，从而直接影响到整个影像的视觉效果。为此，有人提出了一种

基于稠密匹配的方法，通过海量的数据来对影像的内容进行精化，可以获得更多的目标区域的信息，并与多维的匹配处理相融合，来构建一个被测量的物体的3D模型，为高精度的制图奠定了坚实的基础<sup>[2]</sup>。

### 2.3 能够构建三维模型

通过对采集到的影像资料进行倾斜拍摄，你可以建立一个三维模型，对得到的多个角度的资料进行加工，再根据这些资料建立一个三维的模型。在这个基础上，我们也可以改变造型的方式，通过贴图或者其他的工具来制作三维的模型。总之，与常规拍摄相比，UAV更便捷，更高效。

### 2.4 保障作业人员安全

传统航空摄影常常需要飞行员和摄影师进入飞机进行拍摄，存在较高的风险。而无人机倾斜摄影可以避免人员直接参与，通过遥控操作无人机进行拍摄，有效保障了作业人员的安全。

### 2.5 设备少，便携性强

使用无人机进行倾斜摄影只需要携带一个无人机和相应的摄像设备，相比传统的航空摄影需要使用大型飞机和复杂的设备，无人机更加便携，操作也更加简便。

### 2.6 图像清晰精度高

无人机倾斜摄影通过在飞行过程中自动采集大量连续的照片，再利用计算机软件进行后期处理，可以生成高分辨率的三维影像<sup>[3]</sup>。这些影像具有较高的清晰度和精度，可以提供更详细、准确的地理信息，满足不同领域的需求。

## 3 无人机摄影测量技术在地形图测绘中的应用

在地形图的绘制中，采用了很多的无人机倾斜拍摄的方法和手段，下面从大比例尺地图的绘制工作入手，对一个通用的处理过程进行说明。

### 3.1 无人机倾斜摄影

无人驾驶飞机在进行俯仰角测绘时，往往需要配备完整的数字摄像机。技术流程如下：

#### 3.1.1 明确航摄设备相关参数

所用无人机自动非量测型高分辨率数码相机，四轴飞行器最大速度72km/h、最大续航时间0.5h，航摄像机

拥有5742×3648像素，相机镜头焦距8.8mm、传感器尺寸13.2×8.8mm。飞行方向定为前、后、左、右、下，据此获取倾斜影像。

#### 3.1.2 着手进行航空摄影测量

在进行航摄任务规划时，需要综合考量多个因素，包括区域面积、气候条件以及地形特点，并确保航线的设置与预设路线及河道布局相协调。为了获得高质量的航摄数据，需确保地面解像度达到地形图制作的标准要求，例如，制作1:1000比例尺的地形图时，地面分辨率需优于0.08米。接下来，将根据特定公式计算航摄时的地面航高，以确定摄区内最高点和最低点的位置。在飞行过程中，严格控制航高差、航向和旁向重叠率，以确保数据完整性和摄区边缘的充分覆盖。同时，关注影像质量，确保象元位移、图像镶嵌效果以及画面色彩等方面符合标准，以便建立清晰的立体模型。

### 3.2 布设与测量像控点

#### 3.2.1 像控点的布设

平高像控点应以“航线和边距500米以内”为设计目标，进行科学布置。决定图像控制点的比特选择条件。其中，影像控点与影像幅宽之间的距离应超过影像幅宽20%以上，并将其邻近中心线的一侧作为影像控点选设的最优位置；确保象控点对象图像清楚，定点对象不能选择有阴影的地方，也不能有弧线的地物。清晰的象控点。利用Photoshop，创建了一个目标图像的点位，圆环，注释层，并在三个图层上标注精确的点位，画出圆环，书写点名及相关的资料。制造路标。在空地上洒上一些白色的粉末，作为标记。画出一条不少于1.0米的“L”型单向长直线，并在“L”型角的外侧转角上测定所测得的点。

#### 3.2.2 像控点的测量

利用GPS-RTK技术，根据图根点的精度需求，进行坐标和高程的测定。

### 3.3 航摄内业数据处理

#### 3.3.1 空中三角测量

借助光束法区域网整体平差方法，自动完成空三解算，

并在所选坐标系中导入相应像控点。在测量过程中,所得空三精度平面与高程最大误差的衡量,需要保证处于规定限差范围内,避免影响测量精度。

### 3.3.2 制作实景三维模型

该算法的运算量很大,采用分段进样的方法,以多个模式单位进行,采用空三运算结果做资料来源。利用航空摄影获得的图像资料,生成能够还原地物形态、纹理和空间位置的真实立体建模结果。

### 3.3.3 制作正射影像图

待输出测区分块后,形成由多个分块组成的DOM图。结合三维模型数据,使用ArcMap软件,完成DOM的拼接任务。

## 3.4 绘制地形图

对于地图的描绘,根据所需的地图规格,对物体、地貌的平面位置和高程进行描述,经常要根据指定的标记和表达方式,将有关的元素,如交通,水系,植被,高度等,都要在线绘图中进行表达。下述介绍绘制地形图最为关键的地貌高程点数据、地物数据的采集事项,具体如下:

### 3.4.1 采集地貌高程点数据

运用二三维联动一体化测图模式,在三维测图模块上加载实景三维模型,据此完成如平地、丘陵、山地等高程点数据的采集工作。

### 3.4.2 采集地物数据加载数字

正射影像DOM图,采集如平地、丘陵、山地等地物数据,明确地物要素与地貌要素。随后导入高程数据,据此满足地形图成图需求,完成数字地形图的绘制,检验地形图精度,达成地形图绘制目标<sup>[4]</sup>。

## 4 无人机倾斜摄影在地形图测绘的应用

### 4.1 原始数据采集

无人机倾斜摄影在地形图测绘中,通过采集原始数据是进行后续处理的关键步骤。首先,搭载相应设备的无人机飞行至目标区域,利用其稳定的飞行能力和高精度的定位系统,确保数据采集的精准性和完整性。同时,倾斜摄影仪器的安装和调试也十分重要,通过合理的参数设置和对环境条件的优化,可以提高数据质量和减少误差。在数据

采集过程中,无人机倾斜摄影主要通过连续采集一系列照片来获取目标区域的信息。传感器会定期触发快门,记录下不同飞行高度和角度下的地面影像。为确保数据的准确性,通常需要使用地面控制点进行校正和配准。这些控制点可以是人工设置的标志物或现有的地物特征,通过精确的测量和GPS定位技术,将无人机采集的影像与现实世界进行对齐<sup>[5]</sup>。

### 4.2 实景三维建模

倾斜模型制作软件可以自动匹配密集的三角网,从而减少了制作倾斜模型的时间和人力成本。该软件可以自动识别出特征点,并将其分割成许多小的三角形。然后,软件会自动将这些小三角形拼接起来,形成完整的三角网。此外,该软件还可以自动纹理贴图,使得制作出的倾斜模型更加真实。

## 5 结束语

无人机倾斜摄影测量技术在地形图测绘中具有广泛的应用前景。通过本文的介绍,我们了解到无人机倾斜摄影测量技术的基本原理、优势以及在地形图测绘中的应用。未来,随着无人机技术的不断进步和应用领域的拓展,无人机倾斜摄影测量技术将会在地理信息获取和地形图测绘中发挥更大的作用,为城市规划、工程建设、灾害评估等领域提供更为精准和全面的数据支持。

### 参考文献:

- [1] 郭凯,汪旭波,杨荣欣.无人机倾斜摄影测量技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J].测绘与空间地理信息,2022,45(1):256-258.
- [2] 杨镇郢.无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用[J].中国高新科技,2022(11):141-143.
- [3] 黄群贤.无人机倾斜摄影测量在大比例尺地形图测绘中的应用[J].工程技术研究,2022,7(08):88-90.
- [4] 徐鹏.探析无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用[J].西部资源,2022(01):77-78.
- [5] 孙俊文.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.