

# 探析无人机航测在大比例尺地形图测绘中的应用

陈远铭

中国建筑材料工业地质勘查中心河北总队

DOI:10.12238/jpm.v4i7.6127

**[摘要]** 在地形图测绘过程中, 相比人工测绘, 无人机航测技术无需大量人力、物力资源, 显著降低了测绘成本, 同时保证了较高的测绘精度和效率, 在未来的地质勘查、规划设计、城市管理、农业种植等领域将会具备很高的应用价值。因此本文对无人机航测技术的应用进行探析, 希望能提供一定的参考作用。

**[关键词]** 无人机航测; 大比例尺地形图; 测绘应用

To analyze the application of UAV aerial survey in large scale topographic map mapping

Chen Yuanming

China Building materials Industry Geological Exploration Center Hebei Corps 071051

**[Abstract]** in the process of topographic map mapping, compared with artificial surveying and mapping, drone aerial survey technology without a large number of manpower and material resources, significantly reduces the cost of surveying and mapping, while ensuring the high surveying and mapping accuracy and efficiency, in the future of geological exploration, planning and design, urban management, agriculture and other fields will have a high application value. Therefore, this paper analyzes the application of UAV aerial survey technology, hoping to provide a certain reference role.

**[Key words]** UAV aerial survey; large scale topographic map; mapping application

## 引言:

地形图是反映地表形态、地貌和地质构造及其空间关系的二维或三维图形, 是地形空间信息的重要表现形式。传统的地形图测绘方法采用人工测量, 效率低、成本高、精度不高。而随着无人机技术的快速发展, 无人机航测技术已经逐渐成为一种重要的地形图测绘方法。无人机航测技术以其无人值守、高精度、低成本、高效率等优点, 得到了广泛的关注和应用。无人机航测技术在地形图测绘方面有着巨大的应用价值和市场前景。而且, 随着机载设备的不断更新, 精度和效率将会得到进一步提高, 不断推动无人机航测技术的应用领域的扩大和深化。

## 1 概述

无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中具有独特的优势, 主要依靠地面控制台、无人机等部分实现对数据的采集和地形图的绘制, 能够通过搭载相机或激光雷达的无人机完成地表影像、地形点云或其他数据等的快速、高精度的采集工作, 并实时监测数据的采集情况和设备状态, 确保数据质量和航行安全。采用高精度的相机和激光雷达, 无人机可以实现高精度的影像和地形数据的采集和处理, 从而提供高质量、高精度的地形图信息。相较于传统的人工测量方法, 无人机航测技术不

仅采集数据的成本较低, 同时还大大降低了劳动强度和人力成本, 可以快速完成大面积、大数据量的测绘工作, 提高工作效率。另外, 无人机航测技术可以灵活地适应不同的地形地貌和测绘需求, 迅速调整航线、飞行高度等参数, 提供更为精细的地形图信息。综上所述, 无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中具有独特的优势, 将在未来不断得到推广和应用, 为各相关领域提供更高效、经济、可靠的地形图测绘服务。

## 2 航空摄影测量的发展

### 2.1 航空摄影测量概述

航空摄影测量是指在飞机上安装摄影仪, 采用平面摄影或立体摄影技术对地面或建筑物进行拍摄, 然后利用测量技术和计算机处理技术, 通过对相片的重叠, 进行影像匹配和三角测量等操作, 得到地面的立体位置和形状信息, 并生成各种地图和测量产品。其基本流程包括飞行计划制定、影像采集、数据处理和结果输出。航空摄影测量技术在地图制作、城市规划、土地利用评价、水利工程设计和施工监测等领域中有着广泛的应用前景, 是一种信息获取手段, 是分析和认识地球表面的主要手段之一。

### 2.2 航摄像机及航摄像片分类

航空摄影测量技术自 20 世纪初开始应用, 经历了从胶片

到电子、数码影像的发展历程。最初，航测影像是通过飞机上安装的胶片相机获得的，并经过地面处理，形成底片、负片、正片等成品。随着计算机和图像处理技术的发展，数字摄影在航空摄影测量中的应用成为了趋势。数码相机不仅可以实时预览图像，而且在图像处理中可以实现更高精度的图像纠正、配准和融合等处理。

### 2.3 无人机技术的兴起

随着无人机技术的发展，在航测影像采集方面，无人机的应用越来越多。相对于传统的人员和设备成本，无人机可以在更短的时间内完成更大的面积影像采集，同时采集的数据量和分辨率也有很大提高。无人机航拍的准备工作主要包括飞行计划制定：根据航拍需求和环境因素，制定适当的飞行计划，包括飞行区域、飞行高度、航线布局、起降点选择、任务时间等。飞行计划制定：根据航拍需求和环境因素，制定适当的飞行计划，包括飞行区域、飞行高度、航线布局、起降点选择、任务时间等。数据处理：将采集到的航拍影像数据进行图像处理、拼接、地形测量、模型重建、空间定位、遥感数据分析和多源数据融合等处理操作，生成航拍图像和产品。

## 3 无人机航测系统的结构与功能

### 3.1 空中控制系统

空中控制系统包括无人机和测量相机等硬件设备及飞行控制软件，主要功能是控制无人机的航线及其航拍参数设置，以保证航拍质量和效率。空中控制系统中的测量相机可以对地面进行航空摄影测量，获取高精度的遥感数据和地理信息。

### 3.2 地面控制系统

地面控制系统包括地面控制站、遥控器、数传系统等硬件设备及运行软件、数据存储与处理系统等。主要功能是对无人机进行远程操控和信息传输，包括飞行路径规划和监控、组合导航、遥感图像数据实时传输、图件解译以及图像质量检验等。

### 3.3 数据后处理系统

数据后处理系统主要功能是对采集到的航拍数据进行处理和分析，包括图像处理、测量分析、数据显示、数据存在、制图等工作。数据后处理系统主要包括：数据输入输出设备、数字图像处理软件、数字高程模型和机载 GPS 的数据处理软件等。数据后处理系统能将空间数据与属性数据存储在一起，为其提供查询、分析和可视化的能力。GIS 可以使用空间数据进行地图绘制、地理分析和地理管理，提供决策支持和可视化呈现。

## 4 测绘大比例尺地形图中无人机航测技术应用分析

### 4.1 无人机航测控制点的合理布设

无人机航测技术是以无人机为主要数据采集平台，通过高精度航拍相机进行数据采集，并通过后续处理，建立三维模型或生成大比例尺地形图。在进行航测时，合理布设控制点可以提高数据精度和测量精度、保证地图的准确性。根据实际情况，确定航测区域内需要采集的控制点，选择控制点时要考虑地形复杂程度与目标精度要求等因素。如果地形非常平坦，则可适当减少控制点的数量；如果地形曲折复杂，则需要增加控制点

的数量，以保证测绘数据的准确性。进行操作前需要对控制点进行精确定位和测量，并按照相机的视角均匀分布在整个航线上，以利于后续处理过程中的定位和纠正。控制点的分布应该覆盖在整个航测区域内，分布均匀，不能出现盲区或重叠区域。控制点的数量取决于测绘目标、测绘区域大小、精度要求等因素。一般来说，如果测绘区域较小，控制点的数量可以相对较少；而如果测绘区域较大，或者目标精度要求较高，就需要增加控制点的数量，以提高测绘的精度。总之，无人机航测技术在测绘大比例尺地形图时，合理布设控制点可以提高测绘精度、保证地图的准确性<sup>[1]</sup>。

### 4.2 全面采集测区影像数据

采用无人机航测技术对测区进行全面的影像数据采集，是构建高精度三维模型和制作大比例尺地形图的重要前提。下采用 GPS 等全球卫星定位系统和地基差分技术，对无人机进行精确定位，能够确保无人机在空中飞行的精度和准确性，全面收集测区数据。同时，将每个控制点标注好和航线统一设定，保证飞行中每一张图像能够正确匹配并生成准确的影像数据。利用无人机在空中飞行的特性，可以全面而快速地覆盖测区，无人机航测系统可以连续地采集和存储大量的航拍照片，从而保证对测区的全面数据采集和记录。无人机航测系统搭载的高分辨率航拍相机能够提供更加精细的图像数据，有助于提高地图的分辨率，提高测绘图像的精度和准确性。针对无人机航测系统采集的大量数据，应用现代化地图数据处理技术，提高数据处理和分析的效率，以形成高精度的三维模型和大比例尺地形图。例如利用 Altizuree 软件，可以处理无人机采集的图像和数据，生成高精度的地图和三维模型。在测绘大比例尺地形图时，Altizuree 可以对大量的航拍影像进行组合和配准，形成整个测区的高精度地图和模型。在采集图像数据时，IMU 可以提供无人机在飞行过程中的姿态稳定性，保证航拍影像的连续性和准确性。同时，IMU 还可以帮助无人机在飞行过程中对不稳定的地面进行动态修正，从而进一步提高影像的准确性。

### 4.3 航测数据的处理分析

处理数据水平将会影响到无人机航测技术的应用程度。在无人机航测数据采集后，需要对采集到的图像进行预处理，包括图像去畸变、图像配准和图像融合等。其中，去畸变是指通过校正摄像机畸变，使图像更接近于真实场景，配准是指将采集到的多幅图像进行精确的位置关联，以便后续进行融合。通过无人机航测数据采集后，可以通过三维重建算法生成 DSM(三维模型)。DSM 包含了地表高度信息，通过数据处理后，可以得出地形特征的高程信息，进而制作出详细的地形图。通过航测数据采集到的影像，可以使用三维重建算法生成真实场景的三维模型。在数据处理的过程中，需要对处理后的数据进行精度检查，以确保数据的准确性和可靠性。筛选分组处理是无人机航测数据处理中的重要环节。在数据处理过程中，需要进行质量控制和筛选，选出满足处理要求的高质量数据，对数据进行分组处理，以实现高效率、高精度的数据处理。同时，对

数据中的无效部分进行筛选并剔除,以避免无效数据对后续处理造成的影响<sup>[2]</sup>。

#### 4.4 地面站控制系统

地面站控制系统是指地面上的硬件和软件系统,用以协调和管理无人机的飞行。通过地面站,可以实时监测无人机的运行和状态,及时调整控制策略和路径,确保航线的准确性和稳定性。地面站的主要任务是掌握飞行机群的状态,协调其运行和运动轨迹,保障飞行安全,确保数据质量。在实际操作过程中,操作人员应熟练掌握航测软件,以确保对飞行轨迹的设置和航摄任务的执行能够精准无误。飞行技术人员需要了解无人机的性能特点,根据实时监测数据进行分析判断,及时调整飞行方案,确保无人机的飞行安全和数据采集质量。要能够根据目标区域的地形、特点和航拍任务的要求,设置无人机飞行规划,进行任务执行和航拍数据采集;对无人机的运行状态和实时图像数据进行监测和分析,能够及时对无人机的飞行航线进行调整和优化,保证数据的精度和准确性。通过地面站控制系统获取无人机的实时数据和图像信息,了解无人机的状态,及时进行诊断和调整。

#### 4.5 布置测量控制点

控点是航测过程中的重要参数之一,通过在航线上放置控制点,可以测定影像的位置和姿态等信息。将控制点图像加入测区影像数据中,可以增加对地面控制点坐标的精确度和准确度,从而提高定位精度和数据精度。总体上要采取网状布局控点,增加数据全面性和准确性。

#### 4.6 空中三角测量

##### 4.6.1 数据准备

在开始空中三角测量之前,需要首先进行数据预处理,以人工测量的方式获取大致信息,包括对采集到的无人机图像进行去畸变和配准,生成全局数据。这样可以明确无人机拍摄到的地面区域结构和几何信息。

##### 4.6.2 自动转点

自动转点是指将图像中提取的点数据进行自动匹配,得出地面控制点的实际空间坐标。这一步通常使用图像匹配算法进行二次匹配,自动识别控制点,根据影像外方位与刚性点的对应来计算控制点的坐标。

##### 4.6.3 测量加密

在进行测量之前,需要进行一定的加密处理,以保证数据

的安全性和完整性。具体的方法包括数据的加密、数据压缩等等。此外,在进行空中三角测量之前,还需要对数据质量进行检测,以避免数据的误差和不准确性对测量结果造成的影响。

#### 4.6.4 POS 技术辅助加密系统

POS (Position and Orientation System) 技术是指利用姿态传感器和全球卫星定位系统 (GPS) 来计算飞行器在空间中的位置和姿态。在空中三角测量过程中,可以通过 POS 技术来辅助确定无人机在空中的位置和姿态,提高工作效率,进而保证测量的准确性和精度<sup>[3]</sup>。

#### 4.7 大比例尺地形图的绘制

绘制大比例尺地形图时,首先需要进行无人机航拍,将无人机飞行过程中的图像数据和 GPS 定位数据等数据进行采集和记录。对采集到的无人机图像进行去畸变和配准等预处理后,生成 DOM 数据。此外,在进行无人机航拍时,还需要注意摄像机的校准和在航拍过程中的姿态控制等问题。将生成的 DOM 数据输入到 ArcGIS 等相关软件中,进行后处理、加工和分析。

## 5 结语

未来,随着无人机航测技术的不断发展和完善,其在大比例尺地形图测绘中的应用将更加广泛。例如,通过融合高精度地形数据以及激光雷达、GPS 和惯性导航等技术,将能够进一步提高无人机航测技术的精度和效率,应用范围也将不断扩大。同时,无人机航测技术将与人工智能、云计算等新技术相结合,为地形信息的获取、分析和应用提供更加智能化的解决方案。值得注意的是,无人机航拍技术虽然在获取地形信息方面具有优势,但在数据处理和制图过程中也需要注意数据的质量控制和数据安全保护等问题,为了获得更加准确和可靠的测绘数据,需要对无人机航拍和数据处理等方面全面的规划和管理。

## [参考文献]

- [1] 韩立钦. 无人机航测技术在大比例尺地形图更新中的应用[J]. 矿山测量, 2016(1):3.
- [2] 张伟阁. 低空无人机航测在大比例尺地形测绘中的应用[J]. 城市建设理论研究:电子版, 2015, 5(26):4769-4770.
- [3] 李昌振. 关于无人机航测在大比例尺地形图测绘中的应用探究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022(3):4.