

# Application of Unmanned Aerial Vehicle in Large Scale Topographic Mapping

Jing Long

Yunnan Dat Cloud Space Information Technology Service Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

## Abstract

The work of large-scale topographic mapping is crucial, but traditional technical means cannot meet the work requirements. However, the application of unmanned aerial vehicles (UAVs) can improve the efficiency and accuracy of control surveying. Therefore, this paper uses methods such as literature review to explore the application of UAVs in large-scale topographic mapping. During the exploration process, it was found that drones have high value in large-scale topographic mapping, and attention should be paid to drones. According to the requirements of the topographic mapping project, drones should be scientifically selected, and various links such as route planning, image control point layout and measurement, field aerial survey, and empty three solutions should be completed. In addition, it is necessary to improve the control level of survey personnel optimizing the preparation before aerial survey and other means to control the accuracy of unmanned aerial vehicle survey, thereby improving the quality of large-scale topographic mapping.

## Keywords

UAV; large-scale topographic mapping; empty three solutions

## 浅析无人机在大比例尺地形测图中的应用

龙静

云南达特云空间信息技术服务有限公司, 中国·云南昆明 650000

## 摘要

大比例尺地形测图工作至关重要,但传统的技术手段无法满足工作要求,而应用无人机有利于提高控制测量的效率与准确度,因此论文利用文献资料法等方法对无人机在大比例尺地形测图中的应用进行了探析。在探究过程中发现,无人机在大比例尺地形测图中具有较高的价值,应提高对无人机的重视程度并根据地形测图项目要求科学选择无人机,做好航线规划、像控点布设与测量、外业航测、空三解算等各个环节的工作,且需要通过提高测量人员的操控水平、优化航测前的准备工作等手段控制无人机测量精度,从而提高大比例尺地形测图质量。

## 关键词

无人机; 大比例尺地形测图; 空三解算

## 1 引言

在信息技术水平不断提升的背景下,无人机系统越来越完善,且逐渐被应用在环境生态、数字农业、交通、城镇规划等多个领域中。而将无人机应用在大比例尺地形测图中也具有重要意义,所以需要深入探究无人机在大比例尺地形测图中的具体应用。

## 2 无人机与大比例尺地形测图概述

### 2.1 无人机

无人机即无人驾驶飞机,是利用无线电遥控设备和自备程序控制装置操纵的不载人飞机<sup>[1]</sup>。无人机具有能够采集

高分辨率影像等优势,在民用与军用等诸多领域中发挥着重要作用,且近年来测绘人员逐渐将其应用在了地形测绘等工作中,进一步扩大了无人机的应用范围。

### 2.2 大比例尺地形测图

大比例尺地形图指的是比例尺在1:500至1:100000的地形图,具有地形表示详尽、位置精度高等优势,在规划、管理、建设中发挥着重要作用。地形测图又被称之为碎部测量,指的是根据一定的技术要求利用规定的符号将地物地貌测绘制在图纸上的作业过程。因此大比例尺地形测图就是根据相应的技术要求测量地物地貌并利用相应的符号绘制大比例尺地形图的过程。

## 3 无人机在大比例尺地形测图中的具体应用

### 3.1 项目概况

某大比例尺地形测图项目的测区面积为12km<sup>2</sup>,且要求根据测量结果绘制1:500地形图。该项目测区的交通条件

【作者简介】龙静(1982-),男,哈尼族,中国云南玉溪人,本科,工程师,从事排水管网排查、检测、修复,管线探测,自动化监测,无人机等研究。

相对较好，空气状态也比较好，所以利用无人机进行大比例尺地形测图。

### 3.2 科学选择无人机

在大比例尺地形测图中应用无人机时应科学选择无人机，从而增强后续测量的精准性。例如，该项目在测量时应用了某型垂直起降固定翼测绘无人机航摄系统，具体的技术指标如表 1 所示。

表 1 无人机航摄系统技术指标

指标类型	具体内容
飞行平台指标	采用 10000mAh 锂电池，巡航速度为 19m/s、翼展为 1880mm、起飞重量为 4.5kg、抗风能力为 5 级、续航时间超过 50min
相机模块指标	采用索尼 ILCE-7R 型数码相机，像素为 7360 × 4912、焦距为 35mm、全画幅为 35.9 × 24mm
飞控模块指标	采用 168MHz/252MIPS Cortex-M4F 处理器、MEAS MS5611 气压计、ST Micro L3GD20H 16bit 陀螺仪
PPK 模块指标	数据采样率为 20Hz、时间精度为 20ns
地面站软件指标	支持飞行过程中随时调整航线与任务、支持对飞行姿态与传感器数据进行实时监测

### 3.3 科学规划航线

在明确无人机系统以及测绘要求后应科学规划航线，增强测量的合理性。例如，该项目中所采用的无人机系统带有差分 GNSS，且测区范围相对较大，所以一共规划 39 条航线。之后需要在无人机航摄系统的地面站软件中设置航摄任务范围以及相关参数，即将航向重叠率设置为 75%、将旁向重叠率设置为 65%、将影像分辨率设置为 4.89cm，之后利用软件自动计算航高并优化航线布设<sup>[2]</sup>。

### 3.4 科学布设和测量像控点与检核点

布设和测量像控点、检核点是大比例尺地形测图中至关重要的环节，会对最终的图纸精准度产生较大影响，所以需要根据实际情况布设和测量像控点、检核点。第一，布设像控点与检核点。应根据项目精度要求选择合适的布设方式，之后根据航摄影像清晰方面的要求选择像控点，并确保像控点不会对相机造成遮挡且像控点与检核点的数量符合要求。例如，该项目的测区面积相对较大，若想增强空三解算的准确性就需要布设 72 个平高像控点与 93 个检核点。第二，测量像控点与检核点。在完成像控点与检核点的布设工作后需要及时测量。在该项目中可以通过 GPS RTK 这种方法测量像控点与检核点，即先校正坐标系并测得准确的坐标数据，之后对已知坐标数据与 GPS 测量所用的坐标数据进行对比分析并获取参数，明确两个坐标系之间的关系，最后对坐标的水平与垂直残差进行分析，判断其是否在 2cm

以内<sup>[3]</sup>。且需要对像控点进行拍照并整理相应的信息，最后利用 Compass 静态处理专业版软件对数据信息进行处理，从而获取实际的数控信息。

### 3.5 实施外业航测

在进行外业航测时应做好无人机的组装工作、地面站系统连接工作、航测前的检查工作。在无人机起飞后应利用地面站软件对无人机的飞行高度、飞行速度、航点距离、偏航情况以及卫星状态等各个方面进行实时监测。在完成单次任务后需要使无人机按照指定顺序降落并更换无人机的电池，最后再让无人机进行下一架次的测量。

### 3.6 进行空三解算

空三解算这一环节至关重要，应根据实际情况开展这项工作。该项目中采用的无人机系统可以自动采集差分数据，所以在进行空三解算时将无人机所采集的差分数据、基准站参数以及静态数据导入 PPK 自带的后处理软件中，从而获取差分后的 POS 数据。之后将 POS 数据、原始相片、相机参数以及像控点数据导入 Godwork 这一软件中，通过该软件中的新建工程、一键空三、刺点以及智能平差等功能进行自动化的空三解算。最后发现空三解算的平面精度为 ± 8.5cm、高程精度为 ± 8.1cm，符合相关规范当中的要求。

### 3.7 生成并编辑 DSM 与 DOM

在完成空三解算工作后应利用空三加密像点，从而生成点云数据，再对点云数据进行插值运算，从而生成 DSM 数据。之后利用数字微分纠正技术对原始相片进行相机畸变改正及地形起伏纠正，继而生成单片正射影像数据<sup>[4]</sup>。在这一过程中也需要对单片进行融合与镶嵌，从而生成测区的正射影像并对影像进行匀光处理与匀色处理。此外，若 DOM 存在扭曲或错位等问题就可以利用拼接线工具进行精细处理。

### 3.8 进行精度分析

结束上一环节的工作后应将生成的 DSM、DOM 以及实测数据导入无人机测量辅助处理系统中，利用该系统对 DOM 与 DSM 叠加的影像上对检核点进行刺点处理，之后导出叠加数据生成的检核点三维坐标数据，并对导出的数据与实测的坐标数据进行对比分析。例如，在该项目中对 93 个检核点进行了对比分析，发现其高程误差为 ± 8.5cm（高程误差分布如表 2 所示），符合相关规范对 1 : 500 地形图测量的精度要求。

表 2 检核点高程误差分布情况

区间 /m	点数	百分比 /%
-0.25<dh≤-0.15	6	6.5
-0.15<dh≤-0.05	23	24.7
-0.05<dh≤+0.05	43	46.2
+0.05<dh≤+0.15	18	19.4
+0.15<dh≤+0.25	3	3.2

### 3.9 绘制图纸

大比例尺地形测图最重要的环节就是绘制图纸，应提高对这一环节的重视程度并通过有效手段增强图纸的精准性。例如，在该项目中需要利用 Map Matrix 这一立体测图软件、无人机测量辅助系统以及 Auto CAD 成图软件绘制图纸。即通过立体测图软件绘制 DOM 中变形较大的地物，例如高大建筑等；通过无人机测量辅助系统将 DOM 分割成多个区块并对每一个区块进行压缩处理，利用 CAD 软件对压缩后的区块进行符号化处理；根据 1 : 500 地形图的要求利用无人机测量辅助系统选取地面高程点，最后利用 CAD 软件处理数据信息并自动绘制地形图<sup>[9]</sup>。

## 4 无人机在大比例尺地形测图中的精度控制措施

灵活应用无人机可以在一定程度上提高大比例尺地形测图的效率，但是无人机的测量精度会受到操控水平等多种因素的影响，所以应通过提高测量人员操控水平、优化航测前的准备工作等手段加大测量精度控制力度。

### 4.1 提高测量人员的操控水平

相比传统的测量设备，无人机具有较强的灵活性与便捷性，但是无人机对测量人员的操作能力有较高的要求，因此应强化测量人员培训。在这一过程中应先进行理论培训，全面讲解大比例尺地形测图标准以及无人机原理与操作流程，之后进行实践培训，让测量人员在实践过程中掌握无人机的操控技巧，避免在测量过程中出现操作不正确等问题。

### 4.2 优化航测前的准备工作

做好航测前的准备工作有利于提升无人机的测量精度，因此应根据地形测图项目的具体要求进行准备。例如，在作

业前应全面查找资料，充分了解测区的状况；根据项目要求设计无人机航测方案，明确无人机系统的型号以及无人机航测流程；根据项目要求对无人机、全站仪等相关设备进行检查与维护，确保各个设备都能够稳定运行。

### 4.3 加大控制力度

无人机航测与传统的航测工作存在一定的差异，且无人机在飞行过程中可能会出现重叠度过大、姿态不稳定、基高比较小等问题。为解决这些问题应加大航测控制力度，尽量减小外界因素对无人机飞行的影响。

## 5 结语

从某种角度看，无人机是一种会飞的照相机，可以为大比例尺地形测图工作提供高质量的图像，有利于降低地形测图工作的难度。因此，应高度重视无人机并根据实际情况将其应用在地形测图工作中，通过航线规划、像控点布设和测量、外业航测、空三解算等环节获取测绘结果，从而增强大比例尺地形图绘制的精准性。

### 参考文献

- [1] 卢学雄.探析无人机在大比例尺矿山地形测图中的应用[J].世界有色金属,2022(9):40-42.
- [2] 郝利娟,郭如宝,杜斌,等.无人机在大比例尺地形测图中的应用分析[J].测绘与空间地理信息,2020,43(12):168-171.
- [3] 武换咪.纵横无人机倾斜摄影测量系统在大比例尺测图中的应用分析[J].陕西水利,2020(2):100-102.
- [4] 郭龙.低空无人机航测在大比例尺地形测绘中的应用研究[J].当代化工研究,2021(19):185-186.
- [5] 李逢清,陈科,易达,等.山区复杂地形水库的无人机大比例尺测图应用及其精度分析[J].中国水运(下半月),2021,21(7):105-108.