

# Research on the Application of UAV Aerial Survey Technology in Large Scale Topographic Map Mapping

Rong Huang

Hunan First Institute of Surveying and Mapping, Changsha, Hunan, 410004, China

## Abstract

With the rapid development of UAV technology, UAV aerial survey technology has gradually shown its unique advantages and potential in the field of large-scale topographic map mapping. This paper systematically studies the key points and application practices of UAV aerial survey technology in large scale topographic map mapping.

## Keywords

UAV; aerial survey technology; large scale topographic map; mapping

# 无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的运用要点研究

黄荣

湖南省第一测绘院, 中国·湖南长沙 410004

## 摘要

随着无人机技术的迅猛发展, 无人机航测技术在大比例尺地形图测绘领域中逐渐展现出其独特的优势和潜力。论文系统研究了无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的关键要点和应用实践。

## 关键词

无人机; 航测技术; 大比例尺地形图; 测绘

## 1 引言

随着科技的不断进步和创新, 地理信息技术在现代社会中扮演着越来越重要的角色。地理信息系统(GIS)和测绘技术在城市规划、资源管理、环境监测等领域中发挥着关键作用。其中, 大比例尺地形图测绘作为高精度地理信息的基础, 对于实现精准测绘、科学规划和有效管理具有不可替代的地位。论文旨在探讨无人机航测技术在不同阶段的关键技术和注意事项以及其在地形图测绘中的应用优势。通过对相关文献的综述和实际案例分析, 论文将为无人机航测技术在大比例尺地形图测绘领域的进一步发展提供有益的指导和借鉴。

## 2 无人机航测技术概述

### 2.1 无人机技术发展回顾

随着科技的飞速发展, 无人机技术在过去几十年中取得了令人瞩目的进步。从最初的军事应用到如今在民用领域的广泛应用, 无人机已经成为现代社会中不可或缺的一部

分。其快速发展离不开航空航天技术、通信技术、材料科学等多个领域的不断推动。无人机按照功能和形态的不同, 逐渐分化为固定翼、多旋翼、垂直起降等不同类型, 每一类都在特定领域展现出其独特的优势。近年来, 无人机技术在地理信息领域引起了广泛关注。其灵活性、低成本、高效率等特点使得无人机在航空遥感、地图制作、环境监测等方面展现出巨大的潜力。无人机的飞行自主性和对复杂地形的适应能力, 使其能够深入到传统飞行器难以到达的区域, 为地理信息数据采集提供了全新的途径。

### 2.2 无人机航测技术在地形测绘领域的地位

地形测绘作为地理信息领域中的重要组成部分, 对于城市规划、土地管理、资源调查等领域的科学决策和合理规划具有至关重要的作用。然而, 传统的地形测绘方法往往受限于成本高昂、周期长、效率低下等问题, 无法满足现代社会对于高效精准地理信息的需求。在这一背景下, 无人机航测技术的引入为地形测绘带来了新的希望。通过搭载高分辨率的遥感传感器, 无人机能够在低空进行精准的航空摄影, 获取高质量的地理信息数据。其飞行的灵活性使得在不同时间、不同天气条件下都能够进行数据采集, 从而获得更加全面准确的地形数据。无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的地位愈发凸显。大比例尺地形图要求数据的精度和细节

【作者简介】黄荣(1982-), 男, 中国湖南衡阳人, 本科, 助理工程师, 从事测绘相关研究。

都达到更高水平，而无人机航测技术正是能够满足这一要求的有效手段。通过无人机航测技术，可以获取高分辨率的影像数据，捕捉到地形的微小变化，从而制作出更加真实、准确的地形图。同时，无人机航测技术还能够将数据获取与处理无缝结合，加快地图制作的流程，提高测绘的效率。

### 3 大比例尺地形图测绘基础

#### 3.1 地形图测绘概述

地形图测绘是指通过对地表地形特征的测量和记录，制作出反映地球表面起伏变化的图件。它不仅是地理信息系统（GIS）的基础数据之一，也是城市规划、资源管理、环境监测等领域的重要参考。地形图测绘旨在将地球表面的三维地形信息转化为二维平面图像，以便人们更好地理解和分析地理现象。地形图测绘的过程涉及地形特征的采集、处理和表达。传统方法包括地面测量、测角测距等手段，随着遥感和地理信息技术的发展，航空遥感和卫星遥感成为获取地形信息的重要途径。在地形图制作过程中，高程信息的获取和表达是关键，常见的高程表示方法包括等高线、数字高程模型（DEM）（见图1）等。

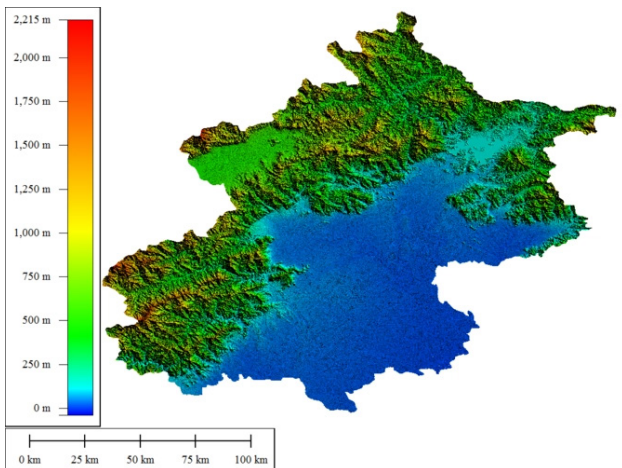


图1 数字高程模型图

#### 3.2 大比例尺地形图的重要性和应用领域

大比例尺地形图是指比例尺较大、覆盖范围较小的地形图，通常用来描述较小区域的地形特征。与小比例尺地图相比，大比例尺地形图的特点是数据密度高、细节丰富，能够准确展现地表的微小变化，正是这些特性使得大比例尺地形图在许多领域具有重要地位<sup>[1]</sup>。首先，城市规划和土地管理是大比例尺地形图的主要应用领域之一。在城市规划中，大比例尺地形图可以准确地展现城市中的道路、建筑、地形等特征，为规划者提供重要依据。土地管理方面，大比例尺地形图可以用于土地权属确认、土地批准等流程，有助于精确界定土地边界。其次，自然资源调查和环境监测也离不开大比例尺地形图的支持。对于矿产、森林、水资源等自然资源的调查，大比例尺地形图可以帮助科研人员详细了解

地形特征，制定合理的资源利用方案。在环境监测中，大比例尺地形图可以反映地表的微小变化，有助于观察环境的动态变化。最后，灾害预防与应急响应也是大比例尺地形图的重要应用领域之一。在地质灾害、洪涝、滑坡等自然灾害中，大比例尺地形图可以为灾害风险评估提供基础数据，帮助决策者制定应急预案和灾后重建方案。

### 4 无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用优势

#### 4.1 测绘效率的提升

传统地形图测绘方法往往需要大量人力、物力和时间投入，测绘周期较长。而无人机航测技术的引入，显著提升了测绘效率。无人机可以快速地在空中进行航拍，获取大量高分辨率的影像数据，迅速覆盖目标区域。相比传统方法，无人机航测大幅缩短了数据采集周期，从而更快地提供测绘成果。这对于紧急任务和动态变化较快的地区尤为重要，能够使决策者更及时地掌握地理信息，作出科学决策。

#### 4.2 数据精度的保障

大比例尺地形图对于数据精度的要求较高，要求测绘数据具有较高的空间精度和几何精度。无人机航测技术在保障数据精度方面发挥了重要作用。首先，通过合理的飞行高度和重叠度设置，无人机可以获取更多的数据信息，增加数据采集的几何约束，从而提高数据的几何精度。其次，精确的地面控制点的布设和测量，可以将影像数据准确地投影到地球表面，保证数据的空间精度。最后，无人机航测技术的数据获取与处理流程能够有效地处理影像畸变、配准误差等问题，进一步提高数据的精度。

#### 4.3 地理信息的全面性

无人机航测技术能够获取高分辨率的影像数据，捕捉地表的微小变化，从而在大比例尺地形图测绘中提供更加详细丰富的地理信息。在城市规划中，无人机航测技术可以精确获取建筑物、道路、绿地等地理要素的信息，为城市规划提供立体详实的数据支持。在环境监测中，无人机可以高效地监测森林、湖泊、草原等自然环境的变化，为生态环境保护提供有力的数据基础。在灾害预防中，无人机航测技术可以通过实时影像监测灾害现场，为灾害应急响应提供即时准确的信息。

### 5 无人机航测技术关键点

#### 5.1 飞行计划的制定与优化

##### 5.1.1 飞行路径规划

在无人机航测过程中，飞行路径的规划直接影响着数据采集的效率和质量。飞行路径需要综合考虑目标区域的地形、障碍物分布、飞行高度等因素。高程变化剧烈的地方，如山区和峡谷，通常需要更密集的路径规划以确保数据覆盖的均匀性。对于复杂地形，合理的路径规划可以减少重复拍

摄,提高数据利用率。

### 5.1.2 飞行高度和重叠度设定

飞行高度和重叠度是决定数据质量的关键因素之一。飞行高度的选择应根据地形起伏、传感器分辨率等因素进行权衡。较低的飞行高度可以获得更高分辨率的影像,但需要更密集的路径规划和更多的飞行时间。适当的重叠度可以确保图像间有足够的共同点,便于后续的数据匹配与配准。

## 5.2 航摄仪器的选择与校准

### 5.2.1 传感器类型选择

航摄仪器的选择取决于测绘任务的需求。不同的传感器有不同的分辨率、视场和波段范围。红外、近红外波段可以用于植被监测,多光谱传感器则能够提供地表覆盖类型信息。超光谱传感器能够提供更多光谱信息,适用于更为细致的地物分类。因此,在选择传感器时需要充分考虑任务目标和数据需求。

### 5.2.2 校准与定标方法

传感器的校准和定标是确保获取准确数据的关键步骤。传感器在不同波段下的响应需要进行校正,以消除光照条件和传感器本身的影响。定标过程包括辐射定标和几何定标。辐射定标将图像的数字值与光的辐射强度关联起来,而几何定标则处理图像的空间关系,确保图像的几何精度。

## 5.3 地面控制点的布设与测量

### 5.3.1 控制点选取策略

地面控制点是将无人机获取的影像数据与地面真实坐标系统连接的纽带,是确保数据精度的重要手段之一。控制点的选择应遵循分布均匀、覆盖全面的原则,以保证无人机数据的地理参考。同时,对于具有高程变化的地区,垂直控制点也同样重要。

### 5.3.2 大地测量与空间定位

控制点的测量需要采用精确的大地测量方法,如全站仪、GNSS 测量等。这些方法可以提供高精度的地面坐标和高程信息,为无人机数据提供真实的地理参考。同时,通过精确的空间定位技术,可以将采集到的影像数据准确地投影

到地球表面。

## 5.4 数据获取与处理流程

### 5.4.1 遥感影像获取与处理

数据获取是无人机航测的核心步骤之一。通过搭载传感器,无人机可以获得高分辨率的遥感影像数据。数据获取过程中需要注意光照条件、飞行高度等因素,以获得清晰、准确的影像。获取到的遥感影像需要进行预处理,包括辐射定标、几何校正等,以确保影像的质量和准确性。

### 5.4.2 数据匹配与配准

无人机航测通常会生成大量的图像,这些图像需要进行匹配和配准,以建立统一的空间坐标系。影像匹配涉及图像间的特征点提取和匹配,通过计算特征点间的空间关系,建立图像间的联系。配准则是将影像与控制点进行关联,实现图像的地理定位<sup>[2]</sup>。

### 5.4.3 三维模型重建

在数据处理的最后阶段,可以利用获取到的影像数据进行三维模型的重建。通过对影像进行立体匹配,可以获取地表的三维坐标信息,从而生成准确的数字高程模型(DEM)或数字地表模型(DSM)。这些模型不仅可以用于地形展示,还可以用于分析、量测等应用。

## 6 结语

综上所述,无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的运用要点研究为我们展示了一种先进、高效、精确的地形测绘方法。它对于城市化建设、资源管理、环境保护等领域的发展具有积极的推动作用,也在地理信息领域掀起了一股新的测绘革命。相信通过不懈努力和技术创新,无人机航测技术必将在未来的发展中发挥出更加广阔的应用前景。

## 参考文献

- [1] 徐勇.无人机航测在大比例尺地形图测绘中的应用探究[J].世界有色金属,2019(2):2.
- [2] 陈倩,陈定.无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(6):3.