

# 无人机数字测绘技术在土地利用规划中的应用研究

赵海旺

广东省核工业地质局测绘院

DOI:10.12238/gmsm.v7i8.1933

**[摘要]** 本文探讨了无人机数字测绘技术在土地利用规划中的应用研究的重要性。无人机数字测绘技术通过高效的数据采集能力,能够快速获取高分辨率的地面影像和空间数据,显著提升土地利用规划的效率。结合多光谱相机等传感器,无人机数字测绘技术的合理应用实现了精确的土地分类,并支持动态变化监测,以应对快速城市化和生态环境变化。生成的三维模型和数字高程模型为规划提供了直观可视化工具,促进决策的透明度和公众参与。此外,结合地理信息系统(GIS),无人机数字测绘获取的数据能够支持科学决策,平衡经济发展与环境保护。综上所述,无人机数字测绘技术为土地利用规划提供了科学依据,推动了土地资源的合理利用与生态环境的保护。

**[关键词]** 无人机数字测绘; 土地利用规划; 可持续发展

中图分类号: V279+.2 文献标识码: A

Research on the application of UAV digital mapping technology in land use planning

Haiwang Zhao

Surveying and Mapping Institute, Guangdong Province Nuclear Industry Geology Bureau

**[Abstract]** This article discusses the importance of application research of UAV digital surveying technology in land use planning. UAV technology can quickly acquire high-resolution ground images and spatial data through efficient data collection capabilities, significantly improving the efficiency of land use planning. Combined with sensors such as multispectral cameras, drones achieve precise land classification and support dynamic change monitoring to cope with rapid urbanization and ecological environment changes. The generated 3D models and digital elevation models provide intuitive visualization tools for planning, promoting transparency and public participation in decision-making. In addition, combined with geographic information systems (GIS), drone data supports scientific decision-making and balances economic development and environmental protection. This article also explores the important role of drones in ecological environment monitoring and climate change adaptation planning, highlighting their potential in achieving sustainable development goals. In summary, UAV digital surveying technology provides a scientific basis for land use planning and promotes the rational utilization of land resources and the protection of the ecological environment.

**[Key words]** UAV digital surveying; land use planning; sustainable development

## 引言

无人机数字测绘技术在土地利用规划中的应用研究具有重要性,主要体现在多个方面。无人机能够快速高效地覆盖广泛区域,获取高分辨率的地面影像和空间数据,从而显著提高土地利用规划的效率,尤其是在大规模监测和评估中。通过搭载多光谱相机等传感器,无人机数字测绘技术的应用能够进行精确的土地分类,为规划者提供科学依据。定期的数据采集使得动态监测成为可能,帮助及时应对快速城市化和生态环境变化。生成的三维模型和数字高程模型为规划提供了直观的可视化工具,促进决策透明度和公众参与。结合无人机数据与地理信

息系统(GIS),规划者可以进行科学决策,平衡经济发展与环境保护之间的关系。

## 1 无人机数字测绘技术的概述

无人机数字测绘技术是一种结合了无人机平台、先进传感器系统和数据处理技术的现代化测绘手段,广泛应用于土地利用规划、资源管理、城市建设、农业监测和自然灾害评估等领域。其技术核心主要涵盖飞行控制与导航系统、数据获取与处理流程、三维建模与地形分析等多项内容,显著提高了测绘效率和数据精确度,提供了比传统测绘方法更具时效性和灵活性的地理信息获取手段。

飞行控制与导航系统是无人机数字测绘技术的关键。无人机的飞行控制系统(Flight Control System, FCS)负责稳定飞行轨迹,包括姿态、高度和速度控制。姿态控制依赖陀螺仪和加速度计等传感器,实现俯仰、滚转和偏航调整,确保无人机在高风速或不平整地形上保持平衡。高度控制则通过激光高度计或气压计测量飞行高度,以适应复杂地形,确保测绘的精确性。与此同时,速度控制通过调整各推进器的功率来完成前进、后退和转向操作,使无人机能更好地执行复杂任务。导航系统方面,通常借助全球定位系统(GPS)与惯性导航系统(INS)实现实时定位,特别是在GPS信号较弱的环境中,INS作为补充系统提供稳定导航信息。在城市峡谷或森林覆盖等地理环境中,视觉导航技术也常被应用,通过机载摄像头进行实时图像处理,识别并避开障碍物,为无人机提供安全自主的飞行支持。此外,智能路径规划算法还可结合任务需求和环境状况,规划最佳路径,确保无人机的飞行效率与安全性。

无人机测绘的数据获取与处理流程从飞行前的规划准备开始,确保数据采集的精准与全面。测绘任务的目标明确后,根据地形特征和精度要求,选择适合的传感器类型(如光学相机、激光雷达或多光谱相机),并布设地面控制点(GCP)来辅助后续数据校正。飞行路径设计在专用软件中完成,设定覆盖目标区域的最佳飞行路线。在数据采集环节,传感器系统自动执行测绘任务:光学传感器拍摄高分辨率图像,激光雷达采集三维地形数据,多光谱相机获取不同波段影像,用于分析植被健康或土壤特性。这些传感器的协同工作,使无人机在不同环境条件下均能精准、高效地完成数据采集。数据传输方面,无人机通过实时通信将采集的数据发送至地面站,数据也在无人机的内部存储中备份,以备进一步处理。

数据处理过程包括图像拼接、正射校正、三维建模等步骤。采集到的图像会经过拼接与正射校正,生成完整且无畸变的地图。激光雷达点云数据则通过分类和建模,生成数字高程模型(DEM)和数字表面模型(DSM),从而还原真实地形,为后续分析提供高精度的三维视图。这些技术结合使得无人机数字测绘能快速、有效地提供详细且准确的地理信息,便于土地资源管理、工程规划等应用。

无人机数字测绘技术具备显著的优势。首先是高效性,传统地面测绘通常需要大量人力,而无人机能自动执行预设飞行路径,实现大范围区域的快速覆盖。其次是高精度,现代无人机配备高分辨率光学相机和激光雷达系统,能够获取厘米级精度数据,适用于需要细致地形描述或建筑轮廓提取的任务。实时数据传输也为决策者提供了重要支持,特别是在灾后评估等应急场景中,通过地面站的实时监控,能及时发现问题并做出应对。此外,无人机可根据具体应用需求灵活搭载多种传感器,满足从农业监测到生态保护等各领域的不同测绘需求。

无人机数字测绘技术的进步和广泛应用为各类地理信息需求提供了高效、低成本、精准的解决方案。随着技术的不断演进,特别是与人工智能和大数据分析结合,无人机测绘将在数据

自动化、精确度和数据解析深度上进一步提升。未来,基于无人机的数字测绘系统将成为城市规划、资源管理、生态监测等领域不可或缺的技术手段,为人类对自然环境的深层次理解和可持续管理提供有力支撑。

## 2 无人机数字测绘技术在土地利用规划中的应用

### 2.1 高分辨率影像获取技术

高分辨率影像获取技术是无人机数字测绘和地理信息系统中不可或缺的关键组成部分,其核心目标是通过高精度的传感器和先进的成像技术获取清晰、详细的地面图像。这一技术的应用范围广泛,包括城市规划、农业监测、环境保护、基础设施管理等多个领域,为决策提供了科学依据。

该技术主要依赖于多种传感器的组合,包括光学相机、多光谱相机、热成像相机和激光雷达(LiDAR)。光学相机用于捕捉可见光范围内的影像,适用于一般地形和植被的监测;多光谱相机能够在不同波段上获取数据,适合于植被健康评估和土地利用分类;热成像相机则通过检测物体的温度信息,广泛应用于建筑物能耗监测和环境研究;激光雷达技术则能够以厘米级的精度获取三维地形数据,尤其适用于复杂地形和森林覆盖区域的测量。

无人机的飞行高度和速度直接影响影像的分辨率。通常,较低的飞行高度能够获取更高分辨率的影像,而飞行速度则需保持在适宜的范围,以确保传感器在拍摄过程中能够稳定地捕捉到清晰的图像。此外,合理的航线规划和影像重叠度(一般为60%至80%)是确保数据质量的关键。在飞行过程中,确保影像的重叠可以通过后期图像拼接和立体重建技术生成更加完整和高质量的地貌模型。如图所示为无人机高分辨率影像获取技术。

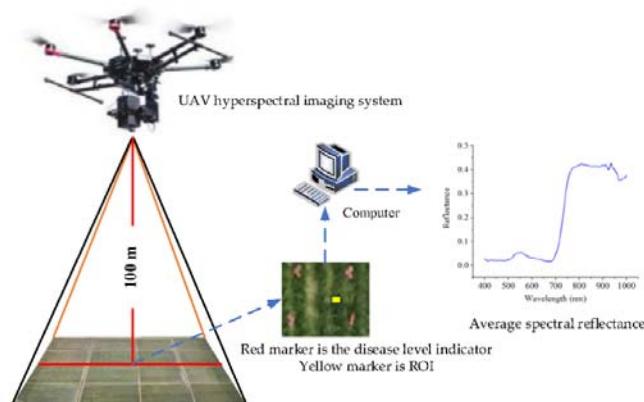


图1 无人机高分辨率影像获取技术

获取的高分辨率影像通常需要经过一系列数据处理步骤,以提升其质量和可用性。这些步骤包括辐射校正,旨在消除光照变化对影像的影响,确保颜色和亮度的一致性;几何校正,用于纠正因拍摄角度和地形起伏导致的图像畸变;影像拼接,旨在将多幅重叠影像无缝合成一幅大的正射影像,提供全景视图;分类与分析则利用图像处理和机器学习算法,对影像进行分类和特征提取,支持进一步的地理信息分析。

## 2.2 三维建模与地形分析方法

三维建模与地形分析方法在无人机数字测绘技术中具有关键的技术价值和应用潜力,通过从空中获取的三维数据构建精确的地形模型,为土地利用、生态保护、城市规划和地质灾害防治等领域提供深层次的信息支持。无人机通过搭载激光雷达(LiDAR)或高分辨率的光学传感器,能够高效采集目标区域的三维点云数据和影像数据,这些数据经过预处理后被整合成完整的三维点云模型。在数据采集过程中,通过合理布置地面控制点(GCP)进一步校正数据的几何偏差,确保生成的模型具有高精度和高真实性。

在数据预处理阶段,通过去噪、配准和影像拼接技术对三维点云数据进行优化。去噪处理消除点云数据中的噪点,增强数据的纯净度,而配准技术则通过对影像和点云数据的对齐,实现数据的精确整合,确保三维模型的连续性。接下来,利用三角剖分技术和插值算法生成高精度的数字高程模型(DEM)和数字表面模型(DSM)。其中,DEM主要提供地形表面高程信息,用于地形分析,而DSM则综合地表覆盖特征,为建筑物轮廓、植被分布和人造结构的空间分布研究提供支持。

三维建模完成后,地形分析方法进一步拓展了数据的实用价值。例如,坡度分析和坡向分析是地质灾害评估和农业管理中的重要指标。坡度分析通过分析地表倾斜角度,帮助识别滑坡和泥石流等地质灾害的潜在风险区域,便于风险管理与灾害预防。坡向分析则用于评估地形朝向和光照条件的关系,为农业和生态保护中的植物光照研究提供数据支撑。此外,DEM支持的水文分析能够模拟径流路径,识别集水区域,为防洪、防涝和水资源管理提供精准依据。水文分析还可以用于城市规划和生态环境保护,通过模拟水流和积水区域,为合理的土地利用提供支持,减少人为活动对自然水系的破坏。

三维建模与地形分析方法在无人机数字测绘中实现了从数据采集到信息提取的全过程,为土地利用规划、生态环境保护、城市发展和地质灾害防治提供了全方位的数据支持和决策依

据。这些方法不仅提高了测绘的精度和效率,还为现代空间信息的应用提供了科学支撑,使无人机技术在地理信息领域的应用前景更加广阔。

## 3 结束语

无人机数字测绘技术在土地利用规划中的应用不仅为提高数据采集和分析的效率提供了新途径,还为科学决策和可持续发展目标的实现奠定了基础。通过高分辨率影像、精确的土地分类、动态变化监测和三维建模等功能,无人机数字测绘技术的合理应用能够更好地理解土地利用现状和趋势,优化资源配置,平衡经济发展与环境保护之间的关系。随着技术的不断进步和应用范围的扩大,无人机数字测绘将在未来的土地利用规划中发挥更为重要的作用。因此,继续深入研究和探索无人机数字测绘技术在土地利用规划中的潜在应用,将对提升土地资源管理的科学性和可持续性产生深远影响。

### [参考文献]

- [1] 张勇超.无人机航拍测绘技术在农村土地利用规划中的应用研究——以江西省石城县洋地村为例[J].江苏农业科学,2016,44(9):6.
- [2] 莱勇.基于无人机的数字测绘技术在城市规划中的应用研究[J].数码·移动生活,2023(10):436-438.
- [3] 田文琴.无人机测绘技术在土地勘测定界中的应用研究[J].中国住宅设施,2023(10):133-135.
- [4] 尹梁波.无人机测绘技术在乡村振兴土地优化中的应用研究[J].自动化应用,2022(12):115-117,121.
- [5] 陆克,NANNING, GUANGXI, 等.浅谈无人机航拍测绘技术在农村土地利用规划中的应用[J].工程技术与管理(英文),2018(8):558-559.

### 作者简介:

赵海旺(1983--),男,汉族,广东省广州人,就职于广东省核工业地质局测绘院,工程师,主要从事规划、测绘、地理信息系统。