

无人机摄影测量技术在数字化地形测量中的应用

戈 碧

辽宁省自然资源卫星应用技术中心, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 无人机摄影测量技术作为地理信息领域的重要工具, 在数字化地形测量中展现出独特的优势和广泛的应用前景。随着技术的不断发展, 无人机摄影测量系统不仅在灵活性、高时空分辨率、实时性等方面具备显著优势, 同时在数据采集效率、适应复杂地形、数据精度和遥感信息融合等方面也取得了显著进展。本文探讨无人机摄影测量技术的特点和优势, 以及其在数字化地形测量中的应用策略, 为进一步推动地理信息科技的发展提供理论和实践支持。

[关键词] 无人机; 摄影测量技术; 数字化地形测量; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v6i2.10983

中图分类号: V27

文献标识码: A

Application of Drone Photogrammetry Technology in Digital Terrain Measurement

GE Bi

Satellite Application Technology Center of Liaoning Natural Resources, Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: As an important tool in the field of geographic information, drone photogrammetry technology has shown unique advantages and broad application prospects in digital terrain measurement. With the continuous development of technology, drone photogrammetry systems not only have significant advantages in flexibility, high spatiotemporal resolution, real-time performance, but also have made significant progress in data collection efficiency, adaptability to complex terrain, data accuracy, and remote sensing information fusion. This article explores the characteristics and advantages of drone photogrammetry technology, as well as its application strategies in digital terrain measurement, to provide theoretical and practical support for further promoting the development of geographic information technology.

Keywords: drones; photogrammetric technology; digital terrain measurement; technology application

引言

随着科技的飞速发展, 地理信息科学和技术在社会和经济各领域的应用逐渐成为关键因素。数字地形测量作为地理信息领域的核心组成部分, 对于城市规划、环境监测、资源管理等领域的决策制定和执行发挥着至关重要的作用。基于此, 无人机摄影测量技术应运而生, 成为地形测量的新兴力量。其灵活性、高分辨率、实时性等特点为地理信息的获取和分析提供了全新的解决方案。

1 无人机技术概述

1.1 发展历史简介

无人机技术的发展可以追溯到 20 世纪初, 最初的应用主要集中在军事领域。在第一次世界大战和第二次世界大战期间, 无人飞行器被用于进行侦察和目标识别, 为军事行动提供了新的战略优势。然而, 这些早期的系统通常是基于简单的遥控技术。随着计算机和通信技术的飞速发展, 20 世纪 80 年代末至 90 年代初, 无人机技术经历了重大的进步。引入先进的自主飞行控制系统和全球定位系统 (GPS) 使得无人机能够实现更为复杂的任务, 如长时间巡航和高度精准的定位。进入 21 世纪, 无人机技术逐渐扩展到民用领域, 包括农业、环境监测、电力巡检等。小型多旋翼无人机的兴起进一步推动了无人机技术的普

及, 使其成为各行各业的重要工具^[1]。最近几年, 随着传感器技术和图像处理算法的不断创新, 无人机在测绘、摄影测量和地理信息系统等领域展现出了强大的应用潜力。这使得无人机从单一军事应用逐渐演化为多领域、多功能的智能飞行工具。

1.2 无人机摄影测量系统分析

无人机摄影测量系统是一个综合应用现代航空、计算机和传感技术的复杂系统, 主要由飞行平台、传感器和数据处理单元三大部分构成。飞行平台是无人机摄影测量系统的基础, 它既可以是固定翼飞机也可以是多旋翼飞机, 具备自主飞行和远程操控的能力, 能够适应不同任务的需求。飞行平台上搭载的全球定位系统 (GPS) 和惯性导航系统 (INS) 保证了飞行器的高精度定位和导航。传感器是系统的核心组成部分, 主要包括光学摄影机、红外相机、激光雷达等, 能够捕捉地面图像、热红外信息和地形数据, 为后续的地理信息提取和地形测量提供了高质量的数据支持^[2]。先进的图像处理算法、三维建模技术以及地理信息系统 (GIS) 的应用, 使得从无人机摄影测量系统中获得的原始数据能够转化为可用于决策和规划的信息。

1.3 测量原理分析

无人机摄影测量的核心原理基于空中摄影测量学, 通

过获取并分析航拍图像数据来推导地物的三维坐标信息。摄影机搭载在无人机上,通过快速采集地面图像。这些图像包含了地物的表面特征,形成了影像数据集。精确测量摄影机的内部参数(如焦距、主距等)和确定无人机的外部姿态(姿态角、位置等),可以将影像的像素坐标转化为地物的地理坐标,实现影像的几何校正。多幅影像中同一地物点的像控点提取,结合内外方位元素,可以应用三角法计算地物的空间坐标。这个过程实现了从二维影像到三维地理信息的转换。不同的投影方式,如通用横墨卡托投影或 UTM 投影,实现地球表面上的点在地图上的坐标表示,方便后续的地图绘制和分析。

2 无人机摄影测量技术的特点和优势

2.1 无人机摄影测量技术的基本特点

2.1.1 灵活性与机动性

相较于传统的地面测量方法或有人驾驶的飞行器,无人机能够轻松应对多变的任务和环境。无人机的机动性使其能够在狭小或复杂的地区执行测量任务,如城市区域、山地或森林等,实现对地形的全面覆盖,为数字地形测量提供了更全面的数据。无人机可以迅速调整飞行高度和轨迹,使得在不同任务之间的转换变得高效,无需耗费大量时间和资源。同时,对于临时性或紧急任务,无人机可以迅速投入使用,提供即时的地理信息数据。无人机能够在短时间内完成大范围的地形测量,进一步加强了其在灵活性方面的优势,高效的飞行规划和自主飞行能力,无人机能够在较短时间内完成对大面积区域的高分辨率数据采集,为地形测量提供了高效且及时的解决方案。总之,无人机摄影测量技术的灵活性和机动性使其成为数字地形测量中的得力工具,能够适应不同的任务需求,同时提供高效、精准的测量数据。

2.1.2 高时空分辨率

在时空分辨率方面,无人机摄影测量技术相较于传统的航空摄影或卫星遥感技术表现更为出色。高空间分辨率使得无人机能够获取更为精细的地表信息,通过搭载先进的光学和传感器设备,无人机能够捕捉到更小尺度的地物特征,提供更为详细的地形和地物信息,对于城市规划、土地利用分析等精细领域的地形测量尤为重要。无人机在低空飞行时,能够在较短的时间内覆盖更多的地表区域,从而获得更多的影像数据,有助于捕捉地表的动态变化,提高了地形测量的时效性和准确性。高时空分辨率使得无人机能够在较小的区域内实现更为精确的定位和三维建模,通过对区域进行高密度的数据采集,无人机摄影测量技术能够生成更为细致的数字地形模型和点云数据,为精准测量和建模提供了强有力的支持。

2.1.3 实时性与即时反馈

与传统的测绘方法相比,无人机能够迅速获取、处理和传输数据,为用户提供即时的地理信息支持。无人机在

飞行过程中能够实时采集地表影像数据,使得无人机能够在短时间内完成对大面积区域的覆盖,为用户提供及时的地形测量信息。由于无人机摄影测量系统的高度自动化和即时处理能力,用户可以在无人机完成任务后立即获得处理后的地理信息产品。

通过实时传输数据,无人机摄影测量系统还支持远程监视和遥感信息的即时获取,使得用户可以在不同地点实时了解目标区域的状况,为决策提供更为及时的数据支持。

2.1.4 成本效益与资源利用

相较于传统的飞行器或地面测绘方法,无人机的运行和数据采集成本相对较低,且具有更为有效的资源利用方式。与有人驾驶的飞行器相比,无人机无需搭载人员,避免了人员薪资和相关保险费用。同时,由于无人机的自主飞行能力,其运行成本相对更为经济,包括燃料和维护费用。无人机能够在短时间内完成大范围区域的数据采集,进一步提高了资源利用效率。高效的航线规划和自主飞行能力,无人机能够充分利用飞行时间,迅速完成对地表的全面覆盖,减少了冗余和重复测量,降低了资源浪费^[3]。无人机摄影测量技术还支持多传感器数据的融合,进一步提高了资源的综合利用效益,在同一飞行平台上搭载不同类型的传感器,无人机能够实现多角度、多模态的数据采集,为地形测量提供更为全面和丰富的信息。

2.2 无人机摄影测量技术的优势

2.2.1 数据采集效率提升

无人机摄影测量技术在数据采集效率方面显著提升,主要体现在多个方面的优势。无人机具备高度自主飞行能力,能够在较短时间内完成对大范围区域的快速覆盖。相较于传统的测绘方法,无人机能够更迅速地到达目标区域,并以更高的速度飞越地表,从而显著缩短了数据采集的时间。无人机能够通过自动化的航线规划和路径优化,实现对地表的高效、密集覆盖,使得无人机能够充分利用飞行时间,最大程度地减少冗余的测量,从而提高了数据采集的效率。无人机摄影测量系统通常搭载先进的传感器和相机,能够在一次飞行中获取大量高质量的图像数据,不仅提高了数据的丰富性,同时减少了需要多次飞行的频率,从而进一步提高了数据采集的效率。总之,通过高度自主的飞行能力、智能的航线规划和先进的传感器技术,无人机摄影测量技术在数据采集效率方面为地形测量任务带来了显著的提升,提供了更为高效、迅速的数据采集解决方案。

2.2.2 对复杂地形的适应性

无人机摄影测量技术在适应复杂地形方面具有显著的优势。无人机灵活性和机动性使得无人机能够穿越狭窄的空间、飞越地形障碍,实现对复杂地区的全面覆盖,为地形测量提供了更为全面的数据。无人机摄影测量系统通常搭载先进的传感器,如激光雷达等,能够穿透植被或建

筑物,获取地表下的地形信息,在森林、城市等复杂环境中,无人机能够获取到地表以下的地形数据,提高了对复杂地形的感知和测量精度。无人机还能够通过自动化的飞行路径规划,根据地形特征智能选择飞行路径,最大化地适应不同地形。

2.2.3 数据精度与准确性

无人机摄影测量技术在数据精度与准确性方面展现出卓越的优势。无人机摄影测量系统通常搭载高精度的导航和定位系统,如全球定位系统(GPS)和惯性导航系统(INS)。高分辨率的传感器和相机设备使得无人机能够获取细致的地表影像,从而提高了地物辨识的精度。同时,先进的光学和传感器技术保证了影像数据的准确性,为后续处理提供了可靠的基础。无人机摄影测量技术能够通过多视角和多时相的数据融合,提高对地形和地物的准确性。

2.2.4 遥感信息融合的可能性

无人机摄影测量技术为遥感信息融合提供了广阔的可能性,通过多传感器融合实现了对地表信息更全面、更立体地获取和分析。无人机系统通常搭载多种传感器,包括光学相机、红外相机、激光雷达等,能够捕捉不同波段和角度的信息,提供多样性的地物特征。通过对这些信息进行融合,可以更全面地理解目标区域的地表状态,从而提高对地物的辨识和分类准确性。在不同时间段和角度获取数据,可以更好地探测地表变化,对于监测农田的季节性变化、城市建设的演变等方面具有重要意义。无人机采集的多时相数据与其他遥感数据相结合,有助于更精准地分析地表的动态变化。将无人机获取的高分辨率数据与卫星数据相结合,可以充分发挥两者的优势,既保留了卫星数据的广覆盖性,又提高了图像的细粒度,增强了遥感信息的整体效益。总之,无人机摄影测量技术为遥感信息融合提供了多样的数据来源和更全面的信息视角,加强了对地表特征的理解和分析,为地理信息领域提供了更为强大的数据支持。

3 无人机摄影测量技术在数字化地形测量的应用策略

3.1 应用无人机摄影测量优化测量手段

无人机摄影测量技术在数字化地形测量中,通过校正相机内外参数,纠正镜头畸变,以及考虑大气和地表因素的影响,可以有效提高相机模型的准确性。配合高精度的导航和定位系统,确保无人机在飞行中能够获得精确的位置和姿态信息,为相机模型提供可靠的输入数据,不仅能够提高测量的精度,还能够增加对复杂地形的适应性,为地形测量提供更为可靠的支持。

3.2 像片测量法应用分析

在无人机摄影测量中,像片测量法,通过对航拍影像的解译和测量,像片测量法可以实现对地表特征的几何和地理信息的提取。通过解算像对,可以获得地表特征的准

确位置和高程信息,从而构建出高精度的数字地形模型。与此同时,像片测量法还能有效解决遥感数据中的重叠与视差问题,提高数据的综合利用效率,为各领域的地理信息需求提供了高效而准确的数据支持。

3.3 空中三角测量技术应用分析

在无人机摄影测量中,空中三角测量技术通过测量三角形的角度和边长,空中三角测量技术可以计算地物的高程和位置,尤其适用于对地表特征的三维建模。结合高精度的GPS/INS定位系统,空中三角测量技术可以提供准确的观测点坐标和姿态信息,从而构建出更为精细的地形模型。其适应性强,不受地形复杂性限制,为各类地理信息需求提供了可靠的测量手段。

3.4 数字化地形图绘制方法分析

数字化地形图主要的绘制方法是基于插值算法的高程数据插值,Kriging插值是常用的技术之一。通过该插值方法,地形数据的空间分布能够更加准确地反映实际地貌,为数字地形模型的构建提供了高精度的高程信息。数字化地形图的绘制还需要进行影像解译,即对航拍影像进行解读,识别并分类地表特征,如建筑物、道路、水体等。在数字化地形图绘制的最后阶段,坐标转换、比例尺的设置等步骤也至关重要,确保了地图的几何精度和符合实际尺度,使得生成的数字地形图在实际应用中更具可靠性。深入分析和合理应用这些方法,无人机摄影测量技术能够提供高度准确且可靠的数字地形图,为各领域的地理信息需求提供坚实基础。

4 结语

在无人机摄影测量技术的应用中,无人机摄影测量技术以其灵活性、高时空分辨率、实时性和成本效益等诸多优势,为地形测量领域注入了新的活力。从灵活性与机动性到数据采集效率的提升,再到对复杂地形的适应性和数据精度的提高,无人机摄影测量技术在数字化地形测量中展现出独特的优势。无人机摄影测量技术在数字化地形测量中展现了强大的潜力和应用前景。随着技术的不断创新,相信无人机摄影测量技术将继续在地理信息领域发挥重要作用,为地球表面的数字化呈现提供更为可靠和丰富的数据支持。

【参考文献】

- [1]何创国.无人机摄影测量技术在数字化地形测量的应用[J].西部资源,2021(1):156-157.
 - [2]蔡安宏.无人机摄影测量技术在数字化地形测量的应用探讨[J].科技资讯,2023,21(17):136-139.
 - [3]曹政伟,章郭健.无人机摄影测量技术在数字化地形测量的应用[J].农业开发与装备,2023(10):143-145.
- 作者简介:戈碧(1982.9—),毕业院校:沈阳农业大学,所学专业:土地资源管理,当前工作单位:辽宁省自然资源卫星应用技术中心。