

无人机倾斜摄影测量在地籍测量中的应用

谷荣新

辽宁佳泰土地勘测规划有限公司, 辽宁 大连 116021

[摘要] 无人机倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用正在逐渐推广, 成为提升测量效率和精度的重要工具。文章介绍了无人机倾斜摄影测量的基本原理和应用优势。通过搭载多镜头设备, 无人机能够从多个角度拍摄地物, 快速获取高分辨率的三维影像数据, 特别适用于复杂地形和城市环境。相比传统测量方法, 无人机倾斜摄影测量能有效避免地物遮挡, 提供更加准确的地块边界和地物信息。

[关键词] 无人机; 倾斜摄影测量; 地籍测量; 技术应用

DOI: 10.33142/ec.v8i2.15348

中图分类号: P271

文献标识码: A

Application of Drone Oblique Photogrammetry in Cadastral Surveying

GU Rongxin

Liaoning Jiatai Land Survey and Planning Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116021, China

Abstract: The application of drone oblique photogrammetry technology in cadastral surveying is gradually being promoted, becoming an important tool for improving surveying efficiency and accuracy. The article introduces the basic principles and application advantages of drone oblique photogrammetry. By being equipped with multi lens devices, drones can capture ground objects from multiple angles and quickly obtain high-resolution 3D image data, making them particularly suitable for complex terrains and urban environments. Compared to traditional measurement methods, drone oblique photogrammetry can effectively avoid terrain obstruction and provide more accurate land boundary and terrain information.

Keywords: drones; oblique photogrammetry; cadastral survey; technical application

引言

随着无人机技术与遥感技术的快速发展, 倾斜摄影测量已逐渐成为现代地籍测量中的一种创新工具。传统地籍测量方法, 虽然能够提供一定的精度, 却多依赖于地面测量与航拍技术, 这在大范围、复杂地形或城市环境中, 效率较低且工作量庞大。通过安装多镜头设备, 无人机倾斜摄影测量技术, 能迅速获取高分辨率的三维影像数据, 且通过倾斜角度拍摄地面, 极大提高了数据采集速度。影像的空间信息得到了显著增强, 尤其是在建筑物、道路、绿地等地物提取方面, 展现了其独特优势。地籍测量中, 地物点与地块边界的准确确定至关重要, 而传统测量方法常受到复杂地形遮挡与数据缺失的影响。相比之下, 提供的空间数据更加全面、精确, 尤其在高度复杂的城市环境中, 能够迅速获取立体信息及多角度影像, 从而减少了传统方法中可能出现的盲区与数据误差。通过先进的数据处理技术, 采集到的影像能够被转换为高精度的三维模型, 为地籍图的绘制、土地登记与权属管理提供了可靠的数据支持。无人机倾斜摄影测量技术的应用, 不仅突破了传统测量方法的局限, 还提升了测量精度与效率, 且为土地管理与规划提供了更科学、高效的技术手段。该技术的广泛应用, 标志着地籍测量领域已迈出了向现代化与数字化转型的重要一步。

1 无人机倾斜摄影测量技术

1.1 无人机倾斜摄影测量技术优势

无人机倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用, 凭借其多项优势, 已获得广泛关注。与传统地面测量方法相比, 数据采集效率的显著提升得益于利用无人机进行倾斜摄影测量。高精度相机和传感器的搭载, 使得无人机能够在多个角度、多个视角下进行影像采集, 尤其是在复杂地形或难以到达的区域, 大量高质量的影像数据能够迅速获取, 从而大幅度减少了人工测量所需的时间与工作量。此外, 多个角度的影像采集使得同一目标物体的影像得以获得, 从而生成了更为精细、真实的三维模型。相比传统的垂直航拍影像, 这项技术能够提供更为全面的信息, 特别是在地形复杂或建筑物密集的区域, 建模的精度得到了显著提高。通过高精度定位技术(如 RTK-GNSS)的辅助, 测量结果的空间精度进一步得到了提升, 确保了数据的准确性与可靠性。值得一提的是, 广阔区域的高效数据采集已成为可能, 尤其在传统人工测量难以实施的场景中, 这项技术展现出了不可替代的优势。数据后处理速度也得到了显著提升, 借助数字化处理与自动化流程, 图纸与模型能够迅速生成, 从而极大提高了生产效率。

1.2 无人机倾斜摄影测量技术流程

无人机倾斜摄影测量技术的工作流程包括飞行计划、

数据采集、后处理以及成果生成几个关键步骤。飞行计划,作为整个测量流程的基础,需根据测区的地形特点、精度要求及航拍技术参数进行细致设计。在此阶段,航线的规划、飞行高度的选择、拍摄重叠度的设置以及飞行器与传感器的选择等,都必须经过仔细考虑。飞行路径必须覆盖测区,确保影像的重叠率符合标准,进而为后续影像匹配与三维重建提供充足的数据支持。数据采集阶段紧随其后。根据预定航迹,飞行器自动飞行,而在此过程中,倾斜相机系统对测区进行多角度影像拍摄,通常涉及四个或更多的倾斜角度以及垂直拍摄,从而全面采集三维信息。同时,精确的位置信息由 GNSS/RTK 设备提供,确保每一张影像的空间定位精度。飞行任务结束后,进入数据后处理阶段。此阶段主要包括影像解算、配准以及三维模型的重建。影像匹配算法被应用于来自不同视角的影像精确对齐,并结合 GNSS/RTK 数据进行空间定位及误差修正,最终生成地物的三维模型^[1]。经过处理的三维数据,进一步可用于生成数字地面模型(DTM)、数字表面模型(DSM)以及正射影像图等成果。这些成果,为地籍测量、土地规划与城市建模等多种应用提供了坚实的数据基础。

2 项目数据采集

2.1 仪器及软件

在项目数据采集过程中,选择合适的仪器设备与软件系统具有至关重要的意义,它们直接影响着数据采集的精度、效率以及后续分析的可靠性。仪器设备的选择,需根据项目的具体需求来定。常见的设备包括高精度全站仪、GPS 接收器、激光扫描仪与无人机航拍设备等。这些仪器不仅能提供准确的空间位置、距离测量以及三维点云数据,还能对现场环境与结构进行细致的扫描与捕捉,尤其在复杂地形或大规模施工现场中,精密的仪器保证了数据的高准确性与全面性。除此之外,各类传感器,如应变、温度、湿度传感器,以及自动化监测设备,能够实时采集项目现场的动态数据,这些数据对项目的实时监控、质量管理与安全评估具有重要作用。数据采集的软件系统,作为数据链条中的核心部分,除了实时监控、处理与存储采集的数据外,还应具备强大的数据分析、可视化展示以及报告生成能力。常见的软件系统,包括地理信息系统(GIS)、工程测量软件及数据管理平台等,能够通过数据可视化、空间分析与模型仿真等功能,为项目提供直观且易于理解的数据结果。随着技术的不断发展,云平台与移动端应用逐渐被应用于数据采集领域,数据处理的实时性与协同工作的效率得到了进一步提高,远程数据监控与分析成为了可能。

2.2 数据采集

2.2.1 像控点测量

像控点测量质量直接关系到后期内业三维模型制作和图纸编绘的精度。因此,采集像控点数据时,需要精心制定布设方案,并进行像控点的 RTK 测量及后续的点位拍

照与存储工作。在像控点选点时,应结合测区情况进行布设,选择无遮挡物、便于 RTK 测量且易于识别的空旷地面,并通过油漆将像控点标记成具有一定宽度的“+”或“L”形状,以便后期影像判读。在采用对中杆进行像控点 RTK 测量时,测量人员需关注对中杆气泡的居中状态,检查卫星接收数量及实时测量精度,并确保符合精度要求后再进行测量记录。为了确保测量精度,要求同一像控点进行三次测量,取其平均值作为最终测量结果,以确保平面精度达到 $\pm 3\text{cm}$ 以内。根据测量精度要求,共实测了 78 个 RTK 像控点,并利用分布相对均匀的 10%像控点测量成果,对地籍测量结果进行了精度检验。

2.2.2 影像数据采集

影像数据采集在项目数据采集中占据着至关重要的地位,尤其在地理信息系统(GIS)、环境监测、城市规划、建筑施工等多个领域中。通过采集影像数据,能够获得清晰、直观的空间信息,作为后续分析与决策的基础数据。传统的影像采集方式,通常依赖于地面摄影或手持设备,虽然这些方法便捷,但由于视角与覆盖范围的限制,难以满足大规模或高精度要求的项目需求。随着无人机技术的快速发展,影像数据采集逐步转向无人机航拍。高清摄像设备可由无人机搭载进行空中拍摄,获取大范围、高分辨率的影像,特别适用于复杂地形或广泛区域的监控。在更高级的应用中,卫星遥感影像提供了全球覆盖的空间数据采集能力,能够精确反映地表变化及区域特征,广泛应用于环境评估、农业监测、灾后重建等宏观领域。同时,激光扫描技术(如 LiDAR)通过激光束反射与接收,精准地获取三维空间数据,详细记录建筑物、地形及地物的精确轮廓,广泛应用于建筑测绘与地形勘测等领域。影像数据采集的质量不仅与硬件设备密切相关,还受到环境条件的影响^[2]。例如,光照、天气状况与拍摄角度等因素,会影响影像的清晰度与精度。为了提高数据采集的准确性,采集过程通常需要严格控制与优化,如调整拍摄角度、合理规划航线及选择合适的拍摄时机。随着人工智能技术的不断进步,影像数据采集后的处理已进入智能化时代,基于图像识别与深度学习等技术,自动化的特征提取、目标识别及变化检测得以实现,极大地提升了数据处理的效率与精度。

3 内业成图精度分析

3.1 内业地籍图测绘

内业地籍图测绘在土地管理、城市规划及资源利用等领域中,扮演着至关重要的角色。其主要任务是通过对面现状的测量与数据采集,将其转化为地籍图、土地利用图等图纸,为土地登记、权属管理与规划设计提供数据支持。在地籍图的测绘过程中,精度被视为关键要求之一,直接影响地籍图的可靠性与实际应用价值。为确保精度,现代测绘技术与严谨的测量方法常常被结合使用。目前,地籍图的测绘依赖于高精度仪器,如全站仪、GPS 与无人

机,进行现场数据采集。通过这些设备,地块边界、地形特征及现有建筑物的位置等信息能够被精准测量。采集到的原始数据需经过严格的内业处理,其中包括坐标转换、图形绘制与数据整合等步骤。地籍信息管理软件或GIS平台常常用于此过程中,进行信息编辑、校正与优化。在地籍图的精度分析中,测量误差需要被重点关注,同时考虑图纸精度与实际地理环境之间的匹配度。误差的来源包括设备精度、环境因素以及测量方法的差异等,进而,科学的误差修正与调整措施必须在内业数据处理时得到应用。比如,已知点或控制点的数据将被用于比对,误差将被定量分析,并通过适当的修正手段来确保最终生成的地籍图能真实反映地面情况。此外,地籍图的精度分析还应综合考虑图件的空间精度与属性精度。空间精度要求对地块边界、建筑物位置等要素的定位误差控制在合理范围内,而属性精度则要求地块的权属信息、土地使用性质等数据无误^[3]。无论是空间精度还是属性精度,都会直接影响土地管理与规划的决策质量,同时对于产权确认与纠纷解决也具有重要意义。

3.2 界址点精度要求

界址点精度要求是内业成图精度分析中的核心要素,直接决定着地籍图的准确性以及土地权属的确认。在土地测量与地籍图绘制过程中,界址点被用来标定地块边界,是界定土地所有权与使用权的关键依据。由于界址点的精度对土地面积的计算、权属划分以及法律事务的处理具有重要影响,任何细微的误差都可能产生深远的后果。因此,确保界址点的高精度至关重要,通常需要借助高精度测量设备及科学的测量方法。在实际操作中,界址点的精度要求通常由国家及地方的测绘标准进行明确规定。这些标准设定了界址点的容许误差范围,根据项目规模、复杂性与地理环境的不同,精度要求可能会有所不同。对于常规地籍图测绘,界址点的定位误差一般控制在数厘米到分米之间,而对于一些特殊地块或重要项目,精度要求则更为严格,误差容限将更加严苛。为了确保界址点的精度,测量人员常常采用多次测量与交叉验证等方法,以降低误差。此外,还会根据测量设备的性能与精度要求,选择合适的仪器,确保所选设备能够满足项目的精度需求。界址点精度不仅依赖于测量过程中的设备选择与方法,也受到环境因素的影响。周围的建筑物、植被、天气状况等均可能影响测量结果的准确性。因此,在测量前,现场需进行充分勘察与规划,避免潜在干扰源的影响,从而确保数据的高准确性。此外,内业数据的处理也是保证界址点精度的重要环节。在数据采集后,精确的坐标转换、误差分析与修正需进行,以避免因数据处理不当而导致的精度损失。

3.3 测区地物点精度分析

地物点精度分析是内业成图精度分析的关键组成部分,直接影响着地籍图及其他测绘成果的空间准确性与实

用性。在地籍图或相关图纸中,地物点通常指代地块上的显著特征或构筑物的位置,如建筑物、道路、河流、树木等。对于这些地物点的精确定位,对于地形图、规划图以及土地管理和使用的实施至关重要。鉴于其重要性,地物点的精度分析不仅关注测量设备的性能,还涉及整个数据采集、处理及呈现过程的全面评估。地物点的精度要求通常依据测量的目的、应用场景及相关标准进行设定。例如,在城市规划、土地征收或工程建设等领域,地物点的精度要求较高,误差容限通常控制在数厘米到分米之间。而对于低精度要求的应用,如大规模区域监测或土地覆盖分类,精度标准则相对宽松。在实际操作中,地物点精度分析需综合考虑多重因素,包括测量方法、设备精度、测量环境及数据处理过程等。高精度测量设备的使用,如全站仪、GPS、激光扫描仪等,能够在较远距离和复杂地形中精确定位地物点^[4]。然而,即使是最先进的设备,测量结果也可能受到气候变化、地形起伏、设备摆放位置等外界因素的干扰。在内业处理阶段,地物点精度分析的重点是对采集数据进行严格验证与误差修正。通常,通过比对已知控制点数据,精确的坐标转换与误差分析将进行,系统误差与随机误差得以识别与修正。同时,在图形绘制过程中,必须确保地物点位置的准确投影与比例,从而使图纸上的地物点与实际地物的空间关系保持一致。为了进一步提升地物点的精度,测量人员常常采取多次测量、交叉验证等手段,结合不同角度及设备测量结果对地物点进行确认与调整。

4 结语

无人机倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用,测量效率与精度得到了极大提升。通过从多个角度进行影像采集与三维数据重建,这一技术有效解决了传统测量方法在复杂地形及城市环境中所面临的诸多难题。地物信息的全面、迅速获取,得以通过无人机倾斜摄影,同时避免了传统方法中可能出现的误差及盲区。随着技术的不断发展,未来将在地籍测量、土地管理及城市规划等领域,发挥无人机倾斜摄影测量更为重要的作用,推动相关工作朝着更高精度与智能化的方向发展。

【参考文献】

- [1]李同光,符惠伟.无人机倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用研究[J].南方国土资源,2020(11):48-50.
- [2]郝祥坤.无人机倾斜摄影测量在地籍测量中的应用[J].资源信息与工程,2022,37(3):79-81.
- [3]张少凤.浅谈无人机倾斜摄影测量技术在地籍测绘中的实践应用[J].世界有色金属,2021(13):142-143.
- [4]何森.无人机低空倾斜摄影测量在地籍测量中的应用[J].城市勘测,2019(3):96-99.

作者简介:谷荣新(1990.4—),毕业院校:辽宁工程技术大学,所学专业:测绘工程,当前就职单位:辽宁佳泰土地勘测规划有限公司,职称级别:中级。