

基于无人机倾斜摄影测量的高速公路沿线不动产三维建模与登记发证方法研究

邹志

湖南省地球物理地球化学调查所，湖南长沙，410000；

摘要：随着城市化进程的加快，高速公路建设规模不断扩大，沿线不动产管理面临着数据获取难、建模效率低、登记发证流程复杂等问题。本文研究了基于无人机倾斜摄影测量技术的高速公路沿线不动产三维建模与登记发证方法。通过无人机获取高分辨率影像数据，利用多视影像联合平差与三维重建算法构建高精度三维模型，再结合不动产登记管理系统实现信息化登记发证。该方法能够高效、准确地采集沿线不动产数据，生成真实感强的三维模型，并优化登记发证流程，为高速公路沿线不动产管理提供技术支撑，具有良好的应用前景。

关键词：无人机倾斜摄影测量；不动产三维建模；登记发证；高速公路沿线

DOI:10.69979/3041-0673.24.3.031

引言

高速公路作为国家交通网络的重要组成部分，在促进区域经济发展、缩短城市间距离方面发挥着关键作用。然而，随着高速公路建设规模的不断扩大，沿线不动产管理工作面临着诸多挑战。传统的不动产测绘方法效率低下，数据获取困难，难以满足日益增长的管理需求。同时，二维平面图难以直观表达不动产的空间信息，给登记发证工作带来不便。为了解决这些问题，亟需引入先进的测绘技术与信息化手段，实现高速公路沿线不动产的精细化管理，提高登记发证效率，保障不动产权益。

1. 无人机倾斜摄影测量技术概述

1.1 无人机倾斜摄影测量技术原理

无人机倾斜摄影测量技术是一种融合了现代摄影测量学、计算机视觉和无人机航测技术的创新测绘方法。该技术利用搭载在无人机上的多镜头相机系统，从垂直和多个倾斜角度对地面目标进行影像采集。通过精确控制无人机的飞行姿态和航线，可以获取覆盖测区的高分辨率多视角影像数据。这些影像数据经过一系列预处理步骤，如影像匀光、去噪和畸变校正等，以提高数据质量。随后，利用多视影像联合平差技术，通过特征提取与匹配、光束法平差等算法，解算出影像的外方位元素和物方点坐标，实现影像的精确定位和配准。在此基础上，运用密集匹配和三维重建算法，生成高精度的三维点云模型、数字表面模型和纹理模型，真实再现地面目标的三维空间信息和细节特征。

1.2 无人机倾斜摄影测量的优势

无人机倾斜摄影测量技术凭借其高效率、广覆盖、高精度、真实感、自动化和灵活性等优势，在测绘领域展现出广阔的应用前景，如图1所示。首先，无人机能够快速覆盖大面积区域，极大地提高了数据采集效率。

无论是复杂地形还是难以到达的区域，无人机都能轻松胜任，大幅节省了传统测绘方法所需的人力和时间成本。其次，通过多视影像联合平差技术，无人机倾斜摄影测量可获取高精度的三维空间信息，生成的三维模型纹理丰富，真实反映地面目标的实际情况，为测绘和规划提供可靠的数据支持。此外，该技术实现了全自动化的三维建模流程，最大限度地减少了人工干预，进一步提升了测绘工作的效率和准确性。同时，得益于无人机的灵活性，测绘人员可根据实际需求调整航线和拍摄角度，满足不同场景下的建模需求。



图1 无人机倾斜摄影技术 高精度构建道路实景

2. 基于无人机倾斜摄影测量的高速公路沿线不动产三维建模

2.1 数据采集

数据采集是无人机倾斜摄影测量的基础环节，其质量直接影响后续三维建模的精度和可靠性。在这一阶段，测绘人员需要合理规划无人机的飞行路线，确保影像数据的完整性和重叠度。通常，无人机搭载多镜头相机，包

括一个垂直镜头和多个倾斜镜头,以实现对地面目标的全方位、多角度成像。飞行过程中,无人机需保持稳定,避免因姿态变化引起的影像畸变。同时,为了获取高质量的影像数据,还需要考虑天气条件、光照强度等外部因素的影响。合理选择飞行时间和天气条件,可以有效提高影像数据的质量。此外,影像数据的存储和管理也不容忽视。海量的原始影像数据需要进行分类、编号和备份,以便后续处理和应用。科学的数据管理方式可以提高工作效率,确保数据的安全性和可追溯性。总的来说,数据采集是无人机倾斜摄影测量的关键一环,需要测绘人员根据项目需求,合理规划飞行方案,严格控制数据质量,为后续三维建模奠定坚实的基础,如图 2 所示。



图 2 实景三维数据在高速公路中的应用

2.2 影像预处理

为了进一步提升无人机倾斜摄影测量的精度和可靠性,采集到的原始影像数据需要进行预处理。预处理是一项复杂的工作,涉及多个步骤和算法。首先,需要对影像数据进行去噪处理,消除由于传感器电路、环境干扰等因素引入的噪声。常用的去噪方法包括中值滤波、小波变换等。去噪后的影像更加清晰,有利于后续的特征提取和匹配。其次,要进行影像畸变校正。由于相机镜头的光学特性,拍摄得到的影像往往存在径向畸变和切向畸变。通过建立相机镜头模型,可以估计畸变参数,并对影像进行校正,消除畸变对几何精度的影响。此外,还需要考虑无人机平台的姿态变化对影像质量的影响。

通过安装高精度的 IMU 和 GNSS 设备,可以实时记录无人机的姿态和位置信息,并将其与影像数据同步,为后续的影像匹配和三维重建提供重要的辅助数据。经过一系列预处理操作,原始影像数据的质量得到显著提升,为高精度三维建模奠定了基础。

2.3 多视影像联合平差

在无人机倾斜摄影测量中,多视影像联合平差是一项关键技术,它直接决定了三维模型的精度和可靠性。联合平差的目的是通过对多视角影像进行匹配和几何约束,消除影像间的几何变形和误差,实现高精度的三维空间定位。这一过程涉及复杂的数学模型和优化算法。首先,需要提取影像中的特征点,并进行特征匹配,找到不同影像间的同名点。然后,建立影像间的几何约束方程,考虑相机参数、外方位元素等因素,构建误差方程。通过最小二乘等优化算法,求解出最优的相机姿态和三维点坐标,实现影像间的几何一致性。在联合平差过程中,还需要引入地面控制点等高精度测量数据,作为绝对定位的参考,以提高平差结果的准确性。同时,为了处理海量影像数据,需要采用分布式计算、并行处理等技术,提高计算效率。经过多视影像联合平差,不同角度的影像得到了高精度的配准和对齐,为后续的三维模型构建提供了可靠的基础数据。

2.4 三维模型构建与优化

高速公路沿线不动产三维建模的最后一步是三维模型构建与优化。在多视影像联合平差的基础上,利用先进的三维重建算法,对影像数据进行处理,生成密集的三维点云。这些点云虽然刻画了场景的三维几何信息,但是由于缺乏拓扑结构和纹理等属性信息,还难以直接应用于实际的不动产管理和分析工作。为此,需要在点云的基础上,通过三角网格化算法,将离散的点云转化为由规则的三角面片组成的网格曲面模型。这种网格化的曲面模型不仅具有连续、光滑的表面形态,而且可以准确表达模型的拓扑关系,为后续的语义信息关联和空间分析提供了便利。然而,仅有几何形体还不足以生成逼真的三维场景。纹理映射则是将影像的颜色信息映射到三维模型的表面,赋予模型以真实的视觉效果。在纹理映射过程中,需要考虑影像的光照条件、拍摄角度等因素,选择最优的纹理影像,避免纹理错位、模糊等问题。构建完成的三维模型还需要进行优化和编辑,如去除噪声、修复孔洞、简化网格等,以提高模型的质量和性能。优化后的三维模型可以更好地服务于不动产管理、规划设计等领域,为决策提供直观、准确的参考。

3. 基于三维模型的不动产登记发证方法

3.1 三维模型数据采集与入库

基于无人机倾斜摄影测量技术生成的高精度三维模型数据,是开展不动产登记发证工作的重要基础。为了将这些宝贵的数据资源充分利用起来,需要进行系统的数据采集和整理工作。这一过程涉及多个环节和技术细节。首先,要根据不动产登记的实际需求,确定三维模

型数据的采集范围、精度要求和数据格式等。这需要测绘人员与不动产管理部门充分沟通,明确任务目标和技术路线。其次,在数据采集过程中,要严格遵循相关的技术规范和操作流程,确保原始数据的完整性和一致性。这可能需要利用多种软硬件工具和平台,如三维建模软件、空间数据库等。再次,采集到的海量三维模型数据需要进行质量检查和预处理,剔除错误、冗余和无效的数据,提高数据的准确性和可靠性。最后,将优化后的三维模型数据按照不动产登记管理系统的要求进行组织和入库,建立起规范的数据库结构和管理机制。这一系列的数据采集与入库工作虽然复杂繁琐,但却是整个不动产登记发证流程的基石,关系到后续工作的效率和质量,需要投入足够的人力物力,严谨对待。

3.2 三维宗地图编制

在完成三维模型数据采集与入库后,编制三维宗地图是不动产登记发证的又一关键环节。传统的不动产登记多采用二维平面图,难以准确表达不动产的空间位置和形态特征,容易引起权属纠纷和管理漏洞。而三维宗地图则能够直观、真实地展示不动产的三维空间信息,为不动产登记发证提供更加可靠的依据。编制三维宗地图需要运用前沿的三维建模和图像处理技术,充分挖掘三维模型数据的潜力。具体而言,要从海量的三维模型数据中提取与不动产登记相关的关键信息,如地表地物、地上地下空间等,并进行合理的组织和表达。这需要综合考虑不动产登记的业务需求、制图规范以及美观易读等因素。同时,还应支持对三维宗地图的动态编辑和更新,如根据实际情况进行图层管理、符号化表达、注记标注等,以满足不同的应用需求。一套科学完善的三维宗地图不仅能够提高不动产登记的效率和精度,还能够为不动产的规划、开发、利用提供直观的空间决策支持,是现代不动产管理的重要基础。

3.3 不动产登记信息录入与审核

不动产登记信息的录入与审核是确保产权证书准确无误的重要保障。在编制完成三维宗地图后,需要将不动产的各项登记信息录入到不动产登记管理系统中。这些信息通常包括不动产的权属状况、空间范围、用途性质、面积数据等,涉及权利人、坐落、界址、四至、图号等多个要素。录入过程中,要严格遵守不动产登记的相关规定和技术标准,确保信息的规范性和一致性。这需要相关人员具备扎实的业务知识和操作技能。录入完成后,还需要对录入的信息进行全面的审核和校验。审核工作通常由经验丰富的专业人员负责,他们需要仔细核对录入的信息与原始资料是否一致,并对可疑或错误的信息进行复核和修正。审核过程中,还应充分利用不动产登记管理系统的自动校验功能,如数据格式检查、逻辑一致性检查等,提高审核效率和准确性。只有经过严格录入与审核的不动产登记信息,才能作为颁发产权证书的可靠依据,维护不动产交易的安全性和权威性。

3.4 不动产登记发证

在完成不动产登记信息的录入与审核后,最后一步

就是为不动产颁发权属证书。这是不动产登记工作的落脚点,也是保护不动产权利人合法权益的重要手段。传统的不动产权属证书多为纸质文本,记载权利人、坐落、四至、用途、面积、使用期限等文字信息,并附有二维平面图。而基于三维模型的现代不动产登记发证,则可以在传统证书的基础上,增加三维宗地图等直观的空间信息表达。这种新型的权属证书不仅能够更加准确、全面地记载不动产的权属状况,还能够为权利人提供更加直观、可感的不动产空间信息,提高了证书的可读性和防伪性能。同时,数字化的不动产权属证书还能够与不动产登记管理系统无缝对接,实现证书信息的实时更新和同步管理,便于开展不动产的税收征管、抵押登记、交易监管等后续业务。可以预见,随着三维模型等现代测绘技术在不动产登记领域的深入应用,传统的不动产权属证书也将朝着数字化、智能化的方向不断发展,为不动产的精细化管理和综合利用提供有力支撑。

结束语

综上所述,本文提出的基于无人机倾斜摄影测量的高速公路沿线不动产三维建模与登记发证方法,能够有效解决传统测绘方法效率低、数据获取难等问题。通过构建高精度三维模型,该方法为不动产登记发证提供了直观、准确的数据支撑,优化了登记发证流程,提高了管理效率。未来,随着无人机技术的进一步发展和不动产管理信息化水平的提高,该方法有望在更广泛的场景中得到应用。同时,将三维模型与VR/AR等技术相结合,可以为不动产管理提供更加直观、交互式的体验,为智慧城市建设贡献力量。

参考文献:

- [1]陈国珊. 无人机倾斜摄影测量在矿山测绘中的应用探讨[J]. 居业 . 2023 (11) : 73-75
 - [2]陶茜. 无人机倾斜摄影测量技术在废弃矿山测量中的应用[J]. 工程技术研究 . 2023 ,8 (24) : 80-82
 - [3]郭慧楠,吴海峰. 基于无人机倾斜摄影测量技术的征地拆迁工程量统计研究[J]. 江西测绘 . 2023 (04) : 25-28
 - [4]胡金刚. 无人机倾斜摄影测量技术在城市规划竣工测量中的应用[J]. 中国高新科技 . 2023 (24) : 158-160
 - [5]李亚兵. 基于无人机倾斜摄影测量的变形监测研究[J]. 世界有色金属 . 2023 (24) : 142-145
 - [6]陈志华,张俊贤,张克铭,史华林. 云南高速公路无人机倾斜摄影测量实景三维模型建立方法改进及精度提高[J]. 测绘通报 . 2019 (S1) : 275-279
- 作者简介: 邹志(1981年10月-),男,汉族,湖南长沙人,本科,高级工程师,主要研究方向:测绘地理信息。