

厘米，最弱边边长的相对中误差为 1 比 49300；每公里高差中误差 4.63 毫米属于三等水准，均未超出规范限值，保证了全线勘测数据拥有高可靠性。

6.3 工程成本优化实施路径

工程成本优化主要经由“精准数据减少返工”与“技术替代人工”这两条路径达成，高精度勘测数据令路线设计更契合实际地形，从最初阶段杜绝设计变更；技术应用极大削减外业人员投入规模，少量设备操作人员可替换传统大规模勘测团队，针对 G98 - SJ02 标段项目而言，外业人员投入同传统方式相比减少约 50%，极大降低了勘测直接人工成本及间接管理支出，高精度点云数据为路线优化及工程量精准计算提供了基础，从根本上杜绝了因数据不准确引发的后期设计变更及返工，实现全生命周期成本的优化成效。

7 结语

新型测绘技术的问世和推广为公路测量测绘工程带来了全新的生命力，有效应用新型测绘技术不仅可以解决传统

测量技术的不足，还能更好地促进我国公路的建设与发展。通过新型测绘技术应用优势的积极发挥，可为公路的建设质量提供有力保障，与此同时也能使公路测量测绘工程更好地满足经济社会的发展需求。本文阐述无人机雷达、车载设备等在公路勘测设计中的应用体系，展现多维技术协同破解复杂场景勘测难题的优势。数据融合推动勘测设计一体化发展，技术创新促进效率提升与成本优化，为智慧交通建设提供坚实支撑。

参考文献

[1] 陈双淼.自然资源调查中的测绘新技术应用研究[J].科技与创新,2025,(18):210-212+219.

[2] 杨翠花.测绘新技术及设备在国土工程测绘中的应用[J].中国设备工程,2025,(16):219-221.

[3] 刘雨婷,张超.测绘新技术在林业资源调查与监测中的应用[J].现代园艺,2025,48(23):172-174.

[4] 唐斌.浅谈现代工程测量中测绘新技术的应用[J].中华建设,2025,(09):132-134.

Method Optimization of UAV Oblique Photogrammetry Technology in Land Expropriation Field Survey

Dong Liu

Land Management Center of Guoneng Zhuneng Group Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 010300, China

Abstract

With the rapid development of drone technology, the application of oblique photography technology in the field of surveying and mapping has gradually deepened, particularly showing its significant advantages in land acquisition field surveys. By carrying high-precision cameras and sensors, drone oblique photography technology captures multi-angle images of ground objects from the air, providing rich spatial information for land acquisition surveys. This paper aims to analyze the current status of drone oblique photography technology in land acquisition field surveys, explore its optimization paths, and propose corresponding technical improvements to enhance its precision and efficiency in practical applications, thereby promoting its wider adoption and application.

Keywords

Drone oblique photography; Land acquisition survey; Data collection; Technology optimization; Surveying and mapping applications

无人机倾斜摄影技术在征地外业调查中的方法优化

刘冬

国能准能集团有限责任公司土地管理中心, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要

随着无人机技术的快速发展, 倾斜摄影技术在测绘领域的应用逐渐深入, 特别是在征地外业调查中, 显示出其显著的优势。无人机倾斜摄影技术通过搭载高精度的相机和传感器, 在空中完成地面物体的多角度拍摄, 为征地调查提供了丰富的空间信息, 本文旨在分析无人机倾斜摄影技术在征地外业调查中的现状, 探讨其优化路径, 并提出相应的技术改进措施, 以提高该技术在实际应用中的精度和效率, 从而推动其更广泛的推广和应用。

关键词

无人机倾斜摄影; 征地调查; 数据采集; 技术优化; 测绘应用

1 引言

随着城市化进程的加速, 征地外业调查作为土地开发和城市规划的重要环节, 面临着对数据精度与效率的更高要求。传统的地面测量方法在征地调查中由于受限于地理条件和人员能力, 往往难以提供高精度、全面的数据支持, 且效率低下。近年来, 无人机倾斜摄影技术作为一种新兴的遥感测绘技术, 在征地外业调查中得到了广泛应用。通过无人机搭载的多光谱摄像头及传感器, 可以从多个角度对地面进行拍摄, 从而提供更加全面、精准的地理空间数据。与传统方法相比, 无人机倾斜摄影技术具有更高的采集效率与数据精度, 同时能够有效降低天气、地理条件的影响和现场操作的风险。然而, 技术应用过程中也存在一定的挑战, 如飞行计

划设计、数据精度控制及后期处理等问题, 亟需通过优化手段进一步提高其在征地调查中的应用效果。

2 无人机倾斜摄影技术概述

2.1 无人机倾斜摄影技术的基本原理

无人机倾斜摄影技术是一种基于无人机平台, 通过安装多台高精度相机和传感器, 进行多角度拍摄并结合光学影像进行数据采集的技术。相机安装在无人机的不同角度, 能够实现从多个方向对目标区域进行立体拍摄, 生成高分辨率的影像数据。这些影像数据经过特定的图像处理和三维重建算法, 能够生成精确的三维点云和地形模型。该技术通过无人机的飞行路线规划, 能够迅速覆盖大面积的区域, 采集到丰富的空间信息。数据处理后的结果可以用于地形测量、建模、三维建构以及环境监测等多个领域。通过实时传输和自动化数据处理, 倾斜摄影技术极大提高了数据采集的效率和精度, 能够为各类地理信息系统提供关键支持。

2.2 无人机倾斜摄影技术在测绘中的应用

无人机倾斜摄影技术广泛应用于各类测绘任务中, 包

【作者简介】刘冬(1980-), 男, 中国内蒙古鄂尔多斯人, 本科, 工程师, 从事土地监察管理和土地征收领域的应用研究。

括但不限于地形测量、建筑物三维建模、土地资源调查以及城市规划等领域。在测绘中，无人机倾斜摄影技术可以快速获取广泛区域的高清影像资料，进行高精度的地理空间数据采集。与传统的地面测量方法相比，倾斜摄影技术不仅提高了数据采集的速度，而且通过立体影像和点云处理，能够为复杂地形的测量提供精确的空间数据，避免了人工测量误差。此外，该技术能够提供比传统手段更为详细的细节，尤其在狭窄区域、难以到达的地方或者高危环境下，表现出其独特的优势。近年来，倾斜摄影技术逐渐成为了城市规划、工程建设等多个领域的重要数据采集工具。

2.3 无人机倾斜摄影技术的优势与挑战

无人机倾斜摄影技术的优势主要体现在高效率、高精度和低成本等方面。与传统的地面测量相比，倾斜摄影可以在更短时间内覆盖大面积区域，并且通过多角度拍摄，能够获得更多的空间信息，提高数据的完整性。无人机的操作灵活性使其能够轻松进入复杂地形或危险区域，避免人工操作的风险。此外，无人机倾斜摄影技术通过自动化数据采集与处理，不仅减少了人工干预，提高了工作效率，还降低了测量成本。尽管如此，技术应用过程中仍面临着一些挑战，首先是飞行规划的复杂性，确保航线的覆盖度和影像重叠度是实现精确数据的关键。其次，数据处理方面需要高性能的计算设备与专业的软件支持，且数据精度控制与后期处理常常需要较长时间。此外，环境因素如天气条件、飞行障碍物等，也可能影响无人机的飞行稳定性与数据采集质量。

3 征地外业调查的传统方法与不足

3.1 传统地面测量方法的局限性

传统地面测量方法依赖人工操作，通常采用全站仪、经纬仪等仪器进行数据采集。这些仪器对操作人员的专业技能要求较高，且在复杂地形、较大范围或高风险区域的应用受限。地面测量的速度较慢，尤其是在广阔的土地范围内，数据采集所需时间较长，无法满足大规模征地调查对时效性的需求。此外，人工测量还容易受到环境因素影响，如天气、光照、复杂地形条件及仪器信号稳定度，导致测量精度降低。此外，传统方法在进行大范围调查时难以做到数据的全面性和高效性，尤其是当面对需要反复测量的复杂场地时，存在重复劳动和资源浪费的问题。

3.2 传统方法在征地外业调查中的效率问题

传统地面测量方法的效率相对较低，特别是在广阔或复杂的地形中，工作人员需要花费大量时间进行现场测量，且每一测量点的采集都需耗费相当的精力。由于工作方式多依赖人工，操作的精度和速度受制于测量人员的经验与设备的性能。大规模的征地调查项目通常需要多个测量人员协同作业，但由于测量范围大、现场环境复杂，效率始终难以提升。此外，现场数据记录常常需要人工输入和处理，这不仅增加了出错的风险，还延长了整个数据采集和处理的周期。

与无人机倾斜摄影技术相比，传统方法在时效性、工作量和数据准确性方面存在较大差距。

3.3 征地外业调查中信息精度和完整性的问题

传统地面测量方法在征地外业调查中往往难以确保信息的全面性和精确性。首先，由于测量点有限，数据采集的覆盖面不足，导致地面特征数据无法全面反映目标区域的复杂情况。其次，由于地形因素和人为误差的干扰，测量精度常常存在较大偏差，尤其是在复杂地形或不可达区域，传统方法往往无法提供精确的三维数据。再者，传统方法采集的数据多为点数据，缺乏对整个区域的空间信息的完整记录。对于大范围的土地调查，数据的精度和完整性直接影响后续分析和决策。缺乏全面的数据支持，征地调查结果的可靠性和有效性难以得到保障。

4 无人机倾斜摄影技术在征地外业调查中的应用

4.1 无人机倾斜摄影技术在征地调查中的数据采集

无人机倾斜摄影技术在征地外业调查中的数据采集通过多角度拍摄，能够迅速获取大量的地面信息。在数据采集过程中，无人机搭载多台摄像机，能够同时从不同的角度拍摄同一地点，获取全面的空间数据。这些相机包括垂直和倾斜的镜头，可在同一飞行过程中拍摄出覆盖广泛、清晰度高的图像。通过飞行路径的精确规划，无人机可以有效避开障碍物，确保数据采集的完整性与精度。在进行大面积土地调查时，倾斜摄影技术比传统地面测量方法具有显著优势，能够在短时间内覆盖大范围区域，采集到大量的影像资料。这些数据为征地调查提供了丰富的空间信息，可以用于后续的三维建模、地形分析及地块划分等任务，极大提高了工作效率并减少了人工成本。

4.2 无人机倾斜摄影数据的处理与分析方法

无人机倾斜摄影数据处理包括影像的几何校正、匹配和三维重建等步骤。首先，通过影像匹配技术，将来自不同角度的图像进行精确对接，确保图像之间的几何一致性。在此基础上，通过影像拼接和点云生成，构建出目标区域的三维模型。接下来，利用结构光、激光雷达等技术对数据进行密集点云处理，提升模型的细节表现及精度。数据处理还包括色彩还原、表面纹理映射等，以确保模型的真实感与数据的一致性。采用自动化的数据处理流程能够显著提高效率，减少人工干预的误差，同时确保生成的数据高精度且具有良好的空间分辨率。处理完成后，生成的三维点云和数字表面模型（DSM）可为后续的地形分析、附着物清点及地块划分等提供准确依据。

4.3 无人机倾斜摄影技术在实际应用中的效果分析

无人机倾斜摄影技术在征地外业调查中的应用效果显著。实际案例中，采用无人机进行土地测量的过程中，飞行高度为 300 米，覆盖范围达到 150 公顷。相较于传统的