

Application of Image Positioning Technology in Modern Geological Surveying and Mapping

Qi Chen

Inner Mongolia Fifth Geological and Mineral Exploration and Development Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia, 014000, China

Abstract

Since the new era began, thanks to continuous technological advancements, China's geological surveying and mapping work has rapidly developed towards high precision, integration, and rapid response. In this process, image positioning technology has become an important technical approach to support the acquisition of geological spatial information due to its inherent advantages. Against the backdrop of improved conditions for aerospace image acquisition and the increasingly sophisticated ground measurement control systems, image positioning technology has evolved from traditional single geometric correction techniques to a crucial technology for multi-source data collaborative positioning. Its application in modern geological surveying and mapping not only effectively meets the demands of complex geological environments but also demonstrates significant advantages in geological structure identification and precise spatial element representation. In this regard, this paper will systematically review the application of image positioning technology in modern geological surveying and mapping, aiming to deepen the understanding of its technical characteristics and applicable boundaries.

Keywords

Modern geological surveying and mapping; Image positioning technology; Application; Keypoints; Considerations

现代地质测绘中影像定位技术应用思考

陈祺

内蒙古第五地质矿产勘查开发有限责任公司, 中国·内蒙古 包头 014000

摘要

进入新时期以来, 得益于科技不断进步中国地质测绘工作朝着高精度、综合化与快速响应方向迅猛发展, 而在该过程中影像定位技术凭借着自身优点成为支撑地质空间信息获取的重要技术路径。影像定位技术在航空航天影像获取条件改善以及地面测量控制体系日益完善背景下, 由以往传统单一几何纠偏技术手段演变成当前多源数据协同定位的重要技术, 它在现代地质测绘中的应用不仅能够较好地应对复杂地质环境工作需求, 同时在地质结构识别与空间要素精确表达上呈现出显著优势。对此, 本文将重点就现代地质测绘中影像定位技术应用进行系统梳理, 以期深化对其技术特征与适用边界的认识。

关键词

现代地质测绘; 影像定位技术; 应用; 要点; 思考

1 引言

地质测绘是一项需要极高的精细程度的工作, 传统的地质测绘工作总会浪费掉大量的人力和物力, 为了减少传统人为测量工作中可能产生的误差, 提高测量数据的可靠性, 现在的地质测绘行业里基本会大范围地使用影像定位技术, 该技术可以极大地提高工作的质量和效率^[1]。有鉴于此, 下文将通过相关文献资料查阅以及结合自身工作实践情况下, 针对现代地质测绘中影像定位技术应用提出几点看法, 以供参考。

2 影像定位技术概述

影像定位技术是在测绘工程中, 依据影像成像机理和传感器参数, 将影像中各像素点准确转换到国家统一空间坐标体系中的一项基础技术。从工程角度看, 其核心不只是“定点”, 而是围绕影像数据如何可靠服务测绘任务建立完整技术链条。实际作业中, 首先需明确影像类型与测区条件, 结合卫星、航空或无人机影像的分辨率和姿态信息, 合理选取定位模型。随后, 引入地面控制点、北斗导航数据及数字高程模型, 对影像进行几何校正和正射处理, 消除地形起伏和姿态变化带来的位置偏差。定位过程中必须同步开展精度检核, 通过残差分析和点位比对控制误差累积。在中国地质测绘实践中, 影像定位成果多以正射影像或三维模型形式输出, 直接支撑地质填图、构造判读和灾害调查等工作, 其工

【作者简介】陈祺(1988—), 男, 中国内蒙古包头人, 本科, 工程师, 从事测绘研究。

程价值体现在定位精度稳定、流程可控,并符合现行测绘规范与实际生产条件。

3 现代地质测绘中影像定位技术应用要点

3.1 多尺度影像几何关系的协调处理

在现代地质测绘作业中,多尺度影像几何关系协调应用是影像定位技术中一项复杂而关键的技术内容,其核心在于如何在不同空间分辨率、不同传感平台获取的影像之间建立稳定一致的几何约束关系并加以工程实现。首先,在航天遥感与航空摄影影像的几何关系协调处理中,需要依据各影像产品的元数据和传感器模型确定其几何畸变特性,包括RPC模型参数、传感器坐标系与地面坐标系之间的变换关系,并通过建立跨尺度像对的几何匹配模板对同名地面控制点进行识别与提取。该过程中应采用特征提取与描述算子结合的方式以提高跨尺度匹配的稳定性,并利用粗匹配控制几何范围后开展精匹配优化,以确保不同分辨率影像在几何空间上具有可比较位置基准^[2]。其次,在无人机低空影像与高分卫星影像协调时,应基于各影像异源数据的几何校正结果构建统一空间基准网,通过点位配准算法将无人机影像生成的本地坐标集成至整体控制网内,在此基础上对多尺度影像的几何误差进行调整,使UAV影像与卫星数据无缝衔接,降低不同影像间因传感角度与拍摄高度变化引起的几何畸变偏差。再次,在实际工程中,还需构建分层影像处理流程,自底向上逐级协调各尺度影像的几何位置,先完成高分辨率影像的精细定向,然后按层次向中低分辨率影像传递几何约束信息,以此实现多尺度影像间的相对定位一致性,同时采用空间平差方法对整个影像组进行整体误差调整,以加强空间一致性和整体几何稳定性。随后,在多尺度影像集成建模阶段,应根据DEM(数字高程模型)对影像进行正射校正处理,使所有尺度影像均可在统一的地理参考框架内表达地物空间位置,并确保摄影测量生成的三维点云与地形高程数据之间无明显几何矛盾。此外,针对特定地质测绘任务需实施区域尺度几何调整策略,将局部高分辨率细节影像与大范围中低分辨率影像在地图投影层面进行几何融合,采用共线条件约束模型及最小二乘平差方法对各影像几何参数进行联合优化,以提高定位精度及空间连续性。

3.2 复杂地形条件下的影像定位修正

在中国现代地质测绘实践中,复杂地形条件对影像定位稳定性与可靠性提出了系统性修正要求,其核心在于对地形起伏、坡向变化及遮挡效应的定量约束。实际作业中,应首先基于测区地貌特征选用适配分辨率的数字高程模型,并在影像预处理阶段完成高程基准统一与异常高程点筛查,一方面避免地形误差在后续解算中累积放大,另一方面则确保能够真实反映坡度变化与地形起伏特征。在影像定位计算阶段,应将高程模型引入像点反算过程,通过联合传感器姿态参数与视线方向信息,构建符合实际地形条件的空间投

影关系,对斜坡区域产生的系统性平移误差进行定量改正。控制条件配置时,应优先选取位于地形相对稳定位置且影像特征清晰的地物作为控制点,并通过合理的空间分布增强其对不同高程区段的约束能力,避免控制信息集中于单一地貌单元。针对沟谷、陡坎等地形突变区域,在定位成果生成后需开展局部残差分析,对偏移量异常区域实施分区权重调整或模型参数修正,以防止局部误差向整体成果传递。在多源影像联合应用条件下,还应通过统一投影参数与高程参考框架,协调不同分辨率影像在复杂地形区域的几何一致性,减少尺度差异带来的定位偏差。成果检核阶段应结合野外实测数据与典型地形剖面,对修正效果进行针对性比对验证,确保影像定位结果在复杂地形条件下具备稳定性与工程适用性。

3.3 影像定位与地质解译过程衔接

在现代地质测绘实践中,影像定位与地质解译之间需构建连续贯通的技术衔接关系。常规作业中以空三加密成果或多源影像联合平差结果作为定位基础,在定位成果初步形成后即同步引入解译环节开展空间一致性检核,通过将断层展布、地层界线及岩性分区等核心解译要素叠加至定位成果中,对其平面位置与空间形态进行系统比对。针对地形起伏显著或构造发育强烈区域,应结合高精度数字高程模型与实测控制点,对解译线性要素的高程响应进行联动核验,防止因地形投影效应导致界线错移。解译过程中一旦识别出具有规律性的空间偏差,应回溯影像定位流程,对传感器内外方位元素、姿态解算参数及控制点配置方式进行针对性修正,而非在解译成果中进行局部补偿处理,以保证空间逻辑的完整性。在解译尺度控制方面,应以影像定位精度为约束条件设定合理的最小解译单元,在1:5万及以下比例尺测绘中,解译细度需与影像分辨率及定位误差范围保持匹配,避免过度细化引入非真实构造信息。实际生产中可采用分层级解译方式,在满足定位精度条件下逐步深化构造细节,并在每一级解译完成后实施空间回检。同时,应系统记录解译阶段发现的偏差类型及其空间分布特征,作为定位误差分析的重要输入参数。在综合解译阶段,可选取具有代表性的剖面开展交叉验证,以检验定位成果在不同空间维度上的稳定性^[3]。通过建立定位成果与解译成果之间的双向校验流程,使解译形成的稳定构造要素反向参与定位精化计算,并在成果管理中统一坐标基准、投影参数与精度描述,确保后续地质制图与分析环节的连续衔接。

3.4 野外实测数据对影像定位的约束

在现代地质测绘实践中,影像定位成果的可靠性高度依赖野外实测数据的有效约束与合理引入,其核心在于通过实测信息对影像几何关系进行控制与修正。作业初期,应基于测区地形条件布设稳定且分布均衡的控制点,优先选取岩体裸露区、道路硬质拐点及永久性构筑物角点作为实测目标,并采用GNSS静态或RTK方式获取高精度平面与高程

坐标,以降低初始定位误差对后续解算的传递影响。外业采集过程中,应同步记录点位周边地貌类型、覆盖状况及可视条件,为后续影像判读与精确匹配提供必要的辅助信息。外业采集完成后,应对实测坐标开展系统检查,重点分析仪器精度、观测环境及操作流程对数据稳定性的影响,对存在异常偏移的点位实施分级剔除或权值调整处理,避免误差在定位解算过程中被放大。进入影像定位处理阶段,应将筛选后的实测数据作为控制条件嵌入影像几何模型,通过平差计算对影像整体姿态与局部形变进行约束,使定位结果与地面真实位置保持一致。针对山区、丘陵等起伏显著区域,可结合实测高程数据对影像投影关系进行修正,减弱地形起伏引起的系统性位置偏差。在多源影像联合定位作业中,应保持实测点在不同分辨率影像中的一致对应关系,防止尺度差异引入新的定位误差。另外,针对成果检核方面。我们需要对实测点和影像定位结果开展差值统计与空间分布分析,以此针对不同地貌单元中的变化特征予以识别误差,随后根据其开展局部模型参数调整。误差集中区域则应当采取权值分配优化或者是实测点补充等方式,以此实现局部定位解算稳定性提升目的^[4]。

3.5 影像定位成果精度的过程控制

在中国现代地质测绘实践中,影像定位成果精度的过程控制应贯穿数据获取、计算解算与成果检核等连续环节,并形成相互约束的技术链条。作业启动阶段,需依据测区地貌特征与任务比例尺要求,对航空或卫星影像原始数据开展针对性质量审查,重点核查影像空间分辨率是否满足解译精度、影像灰度层次是否稳定以及传感器姿态与时间标记信息是否完整可靠,同时结合飞行或成像记录排查异常姿态段并提前剔除潜在低质量数据。进入影像定位计算环节后,应在统一坐标基准和高程基准条件下布设控制要素,通过分区建模方式降低地形起伏对解算稳定性的影响,并利用平差残差分布特征识别局部异常点,避免少量误差在整体解算中被累积放大。对于控制点与连接点的选取,应优先采用长期稳定、

影像特征清晰且具备现场可核查条件的地物目标,并通过多轮迭代计算检验其对解算结果的敏感性,及时调整权重设置以保持模型整体收敛性。成果生成阶段,应结合既有基础测绘成果、历年地质调查图件或独立布设的检核点开展精度对比分析,重点关注平面与高程误差在不同地形单元中的变化特征,并据此判断定位成果在复杂区域的适用程度。对精度评估过程中形成的残差统计结果、参数配置方案及异常处理记录,应按照项目技术档案要求进行系统归档,以便在相似地质条件或同类测绘任务中直接引用和对照修正^[5]。通过上述连续控制措施,使影像定位精度不依赖单一结果检验,而是在全过程中逐步收敛并保持可控状态。

4 结语

综上所述,影像定位技术在中国现代地质测绘中的应用,已逐步从辅助工具演变为核心技术环节,其价值体现在对测绘流程整体质量的系统支撑。通过结合复杂地质条件与实际作业经验,可以看出该技术的有效应用依赖于对技术细节的合理把控,而非单纯追求技术形式的先进性。未来,在持续完善技术应用路径的基础上,影像定位技术将在地质测绘体系中保持稳定而长效的应用地位。本文通过应用层面的系统梳理,形成了对相关技术实践的阶段性认识。

参考文献

- [1] 邢伟.现代地质测绘中影像定位技术应用效果分析[J].工程管理与技术探讨, 2023, 5(9):157-159.
- [2] 田生安,李俊肖.影像定位技术在地质测绘中的应用浅析[J].现代工程项目管理, 2025(17).
- [3] 陈晓希,江睿.矿山地质矿产测绘中现代测绘技术的应用分析[J].世界有色金属, 2025(11).
- [4] 路逊,陈明,马文东.矿山地质测绘中影像定位技术改革与应用[J].中国金属通报, 2024(3):234-236.
- [5] 陈洪涛.现代测绘技术在地质矿产测绘中的应用[J].西部探矿工程, 2024, 36(4):113-115.