

# 地质测绘技术在矿产资源开发与监测中的应用

彭成

安徽省勘查技术院(安徽省地质矿产勘查局能源勘查中心)

DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2088

**[摘要]** 本文探讨了地质测绘技术在矿产资源开发与监测中的应用。首先概述了GPS-RTK技术、全自动全站仪、无人机摄影及三维扫描技术等矿区的应用原理与优势。然后阐述了其在矿产资源开发利用中的信息数据采集、动态调查及评估评价系统构建方面的重要作用,并通过具体应用实例展示技术实施过程与成果检验,为矿产资源高效、科学开发与监测提供技术支撑与理论参考。

**[关键词]** 地质测绘技术; 矿产资源; 开发; 监测; 数据采集

**中图分类号:** P5 **文献标识码:** A

## Application of Geological Surveying Technology in Mineral Resource Development and Monitoring

Yu Peng

Geological Exploration Technology Institute of Anhui Province .Energy Exploration Center

**[Abstract]** This paper provides an in-depth exploration of the application of geological surveying technology in mineral resource development and monitoring. It details the principles and advantages of GPS-RTK technology, fully automatic total stations, UAV (drone) photogrammetry, and 3D laser scanning in mining areas. The study highlights their critical roles in data acquisition, dynamic monitoring, and the construction of evaluation systems for mineral resource exploitation. Furthermore, practical application cases are presented to demonstrate the implementation process and validate the results, offering technical support and theoretical references for the efficient and scientific development and monitoring of mineral resources.

**[Key words]** geological surveying technology; mineral resources; development; monitoring; data acquisition

矿产资源作为经济发展的重要物质基础,其合理开发与有效监测至关重要。地质测绘技术能够精确获取矿区地质信息,为矿产资源开发规划、开采作业及环境监测等提供关键数据支持<sup>[1]</sup>。随着科技的不断进步,新型地质测绘技术层出不穷,其在矿产资源领域的应用也日益广泛和深入,极大地提升了矿产资源开发的效率与安全性,同时有助于实现对矿区环境的有效保护与监测,保障矿产资源产业的可持续发展。

### 1 矿区地质测绘技术的概述

#### 1.1 GPS-RTK技术

GPS-RTK(全球定位系统-实时动态差分定位)技术是一种高效的定位测量技术。其原理是利用基准站和流动站同时接收卫星信号,通过差分处理消除公共误差,从而实现厘米级的实时定位。其数据传输利用电台或网络通信链路,将基准站差分信息实时送达流动站。在矿区应用时,由于作业区域广,网络通信链路稳定性受地形影响,此时电台通信作为备用方案可保障数据传输。并且,通过载波相位观测值的实时解算,能快速获取高精度坐标,在矿区快速加密控制点,为后续测量作业建立精确框架,

极大提升了测绘前期准备工作的效率<sup>[2]</sup>。在矿区,该技术可快速获取测量点的三维坐标,不受通视条件限制,能在复杂地形中高效作业。在山区矿区,传统测量方法受地形阻挡难以开展,而GPS-RTK技术可灵活布置测点,大幅提高测量效率,为矿区地形测绘、矿体边界圈定等提供精确坐标数据。

#### 1.2 全自动全站仪

全自动全站仪集成了光电测距、电子测角及微处理器等技术。它能自动识别、照准和测量目标,通过内置程序自动计算并显示测量结果。其内部的双轴补偿器能实时监测仪器倾斜状态并自动校正,即使安置在不平整地面也能保证测量精度。在矿产资源开发中,用于矿山工程测量,如巷道掘进的方向控制、采场轮廓测量等<sup>[3]</sup>。其自动测量功能减少了人工观测误差,提高测量精度与效率。在井下狭窄空间作业时,全站仪可快速完成测量任务,为采矿作业提供准确的测量数据,保障工程按设计要求推进。

#### 1.3 无人机摄影

无人机摄影利用搭载的光学相机或多光谱相机获取高分辨

率影像。无人机飞行过程中的姿态控制至关重要,其依靠惯性测量单元(IMU)和全球导航卫星系统(GNSS)协同工作,保持飞行稳定。在矿区,无人机可低空飞行,灵活规划航线,获取大面积矿区影像数据。通过影像处理软件对获取的影像进行拼接、纠正和三维建模,能直观呈现矿区地形地貌、矿体分布及开采状况等信息。在露天矿区,可定期进行无人机航拍,监测开采进度、矿堆变化等,及时发现开采过程中的异常情况,为生产调度提供依据<sup>[4]</sup>。

#### 1.4 三维扫描技术

三维扫描技术基于激光测距原理,快速获取物体表面大量三维坐标数据,生成物体的三维模型。在矿区,可对矿洞、采场等复杂空间进行扫描,精确获取其形态结构信息。例如对地下采空区扫描,能准确掌握采空区的大小、形状及空间位置,为采空区稳定性评估和治理提供详实数据。其非接触式测量方式,避免了人员进入危险区域,且数据采集全面、高效,为矿区地质结构分析提供有力支持。除外,通过点云数据滤波算法,可去除噪声点,再利用网格生成算法将点云转化为多边形网格模型,便于后续对矿区地质结构进行精确分析与量化评估<sup>[5]</sup>。

### 2 地质测绘技术在矿产资源开发中的应用

#### 2.1 信息数据采集

地质测绘技术为矿产资源开发筑牢信息根基。借助GPS-RTK技术,能快速且精准地获取矿区各地的三维坐标,其在复杂地形下突破通视限制的特性,极大地拓展了数据采集范围。全站仪则在精细测量上发挥优势,针对矿区特定目标,如小型矿脉露头、关键工程节点,进行高精度的距离与角度测量。无人机摄影凭借低空飞行灵活性,搭载专业相机对矿区进行大面积、高分辨率影像采集,覆盖从宏观地形到微观矿化特征的信息。三维扫描技术聚焦于地下复杂空间,像矿洞内部结构、采场实际形态,快速构建详细的三维点云模型<sup>[6]</sup>。这些技术多维度采集的数据,全方位涵盖矿区地形起伏、矿体空间展布、岩石类型分布以及地质构造细节,经整合录入,构建起一个详实且精确的矿区地质信息数据库,为后续开发决策提供原始、可靠的数据支撑,从源头上保障矿产资源开发规划的科学性

#### 2.2 动态调查

在矿产资源开发进程中,地质测绘技术承担动态监测使命。无人机定期执行航拍任务,其高分辨率影像能清晰捕捉开采范围的细微扩张、矿堆高度及体积的动态变化。通过对不同时期影像的对比分析,开采进度一目了然,及时发现异常开采行为。三维扫描技术对采空区的定期复测同样关键,能精确探测采空区四壁及顶板的微小变形,基于多期扫描数据构建变形趋势模型<sup>[7]</sup>。一旦发现采空区有变形加速、位移突变等安全隐患迹象,可立即依据测绘数据,调整开采节奏,如暂停临近区域开采、安排人员设备进行加固作业,确保矿山开采活动始终处于安全可控状态,保障人员生命与矿山财产安全。

#### 2.3 评估评价系统

地质测绘技术用于矿产资源开发监测,地质测绘数据深度

参与矿产资源开发的评估体系构建(见图1)。从资源储量角度,利用测绘获取的矿体精确边界与空间形态数据,结合地质勘查资料,运用专业算法精准估算矿产资源储量,明确可采资源量,为矿山经济效益评估提供核心数据。在开采效率方面,依据测绘监测的开采进度、设备作业区域等数据,分析开采流程中的瓶颈环节,优化开采工艺与设备调配。在环境影响评估上,借助地形及地表变化测绘成果,量化分析开采对周边植被覆盖、水系走向与水质的影响范围及程度。综合这些方面,构建起一套科学、全面的评估评价系统,为矿山在资源高效利用、经济效益提升与生态环境保护之间寻求最佳平衡,推动矿产资源产业可持续发展。

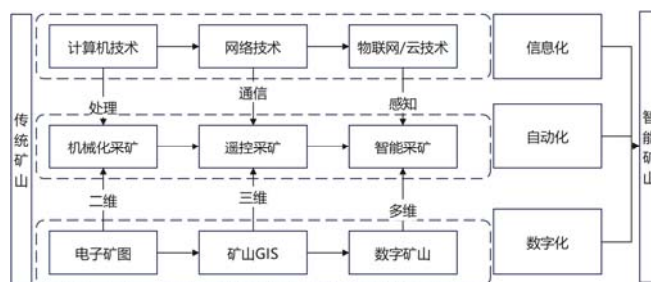


图1 地质测绘技术用于矿产资源开发监测系统图

### 3 应用实例

#### 3.1 摄区概况

某金属矿区坐落于崇山峻岭之间,地形呈现出极为复杂的态势。部分区域坡度超过 $60^{\circ}$ 。矿区内河流纵横交错,水系分布繁杂,矿体以脉状形式穿插于不同地层之间,受复杂地质构造影响,走向曲折多变。矿区面积约 $5\text{km}^2$ ,开采方式融合了地下开采与露天开采。传统测量手段因通视困难、地形险阻,难以高效、全面地获取矿区详尽信息,加之开采活动对周边脆弱生态环境影响显著,急需一种高效、精准的测绘技术,于是引入航摄无人机地质测绘技术。

#### 3.2 航摄无人机参数

表1 矿区航摄无人机测绘参数

参数	详情
无人机型号	大疆经纬M300 RTK
续航时间	2小时
最大飞行高度	500m
相机像素	2000万
镜头焦距	可变(24mm-70mm)
定位精度	水平 $\pm 0.1\text{m}$ ,垂直 $\pm 0.15\text{m}$
自主导航功能	具备,可按预设航线飞行

选用的无人机具备长续航能力,续航时间可达2小时,最大飞行高度500米,可满足大面积测绘需求。搭载的高分辨率光学相机像素达2000万,能获取清晰的地面影像。相机镜头焦距可变,可根据测绘精度要求灵活调整拍摄参数。飞行控制系统具备高精度定位与自主导航功能,可按预设航线精确飞行,确保影像采集的完整性与准确性。(见表1)为本次矿区航摄无人机参数情况。

### 3.3 航拍测绘实施情况

根据矿区范围和地形特点规划无人机航线,设置飞行高度300m,旁向重叠度60%,航向重叠度75%,以保证获取影像的完整性与拼接精度。在天气晴朗、风力较小的条件下进行航拍作业。无人机按预设航线飞行,共获取影像500余张。利用专业影像处理软件对影像进行拼接、纠正和三维建模,生成了分辨率达5cm的高精度数字正射影像图和三维地形模型,直观展示了矿区地形地貌及开采现状。

表2 航线参数

摄区面积(km <sup>2</sup> )	5
地貌特征	山地
最高点高程(m)	1200
最低点高程(m)	600
基准面高程(m)	800
航线总长度(km)	30
航线间隔(km)	0.8
基准面地面分辨率GSD(m)	0.05

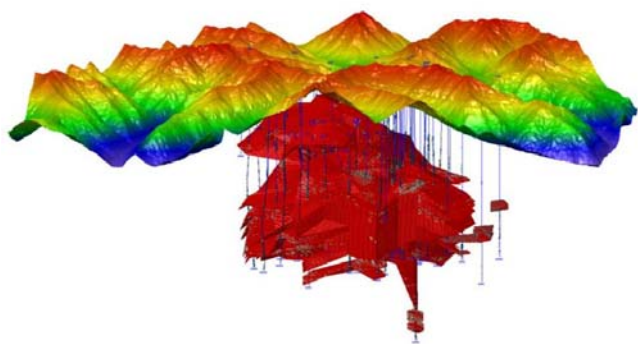


图2 矿区测绘地质测绘三维模拟

### 3.4 测绘成果检验

将航拍测绘成果与地面控制点测量数据对比,平面位置精度误差小于10cm,高程精度误差小于15cm,满足矿区测绘精度要求。通过与前期测绘成果对比,清晰显示出矿区开采范围的变化及尾矿堆积情况,为矿区生产管理和环境监测提供了准确数据。该矿区测绘地质测绘三维模拟地形图成果(见图2)。

### 4 结束语

地质测绘技术在矿产资源开发与监测中发挥着关键作用,从多种先进测绘技术的应用,到资源开发各环节的深度融合,再通过实际案例展示其有效性,为矿产资源产业发展提供了坚实技术保障。今后随着技术的不断创新与完善,地质测绘技术将在矿产资源领域发挥更大作用,助力实现资源高效开发与生态环境保护的双赢目标。

### 【参考文献】

- [1]韩啸.数字化测绘技术在地质工程测量中的应用分析[J].科技视界,2024,14(34):112-115.
- [2]周夏.利用遥感技术进行矿山测绘与矿产资源开发研究[J].中国金属通报,2024,(09):61-63.
- [3]邓萍.浅析地质工程测绘在矿产资源勘查中的重要性[J].新疆有色金属,2024,47(05):9-10.
- [4]马健.地质测绘数据在矿产资源评价中的应用[J].世界有色金属,2024,(14):148-150.
- [5]徐昌杰.数字化测绘技术在矿山地质工程测量中的应用[J].冶金与材料,2024,44(02):157-159.
- [6]罗新建,李松,张晓.测绘地理信息技术在矿山地质勘查工作中的应用发展[J].中国金属通报,2024,(02):10-12.
- [7]周昌富.矿山地质工程测量中新型数字化测绘技术的实践分析[J].世界有色金属,2023,(07):25-27.

### 作者简介:

彭彧(1988—),男,汉族,安徽省六安市人,本科,工程师,研究方向:测绘。