

# The Application of New Surveying and Mapping Technologies in the Measurement of Open-pit Metal Mines

Xiaohao Cheng

Inner Mongolia Taiping Mining Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia, 015300, China

## Abstract

With the continuous development of the economy, the demand for metal mineral resources is also increasing. Open-pit mining is one of the most common mining methods in metal mines. Compared with underground mining, open-pit mining has advantages such as high mining efficiency and low cost. But open-pit mining also faces many challenges. The paper focuses on the role of surveying and mapping in open-pit metal mines, introduces new surveying and mapping technologies such as 3D laser scanning, unmanned aerial vehicle surveying, satellite positioning system, and geographic information system, and analyzes their applications in terrain surveying, mineral resource calculation, real-time monitoring and dynamic management, environmental impact assessment, and safety production monitoring in mining areas.

## Keywords

open-pit mining; metal mines; new surveying and mapping technologies; application analysis

## 测绘新技术在露天开采金属矿山测量中的应用

程小豪

内蒙古太平矿业有限公司, 中国·内蒙古 包头 015300

## 摘要

随着经济的不断发展,对金属矿产资源的需求也越来越大。露天开采是金属矿山最常见的开采方式之一,与地下开采相比,露天开采具有开采效率高、成本低廉等优势,但露天开采也面临着诸多挑战。论文重点探讨了测绘测量对露天开采金属矿山的作用,介绍了三维激光扫描、无人机航测、卫星定位系统和地理信息系统等测绘新技术,分析了这些新技术在矿区地形测绘、矿产资源量计算、实时监测与动态管理、环境影响评估及安全生产监控等方面的应用。

## 关键词

露天开采; 金属矿山; 测绘新技术; 应用分析

## 1 引言

测绘技术在露天开采金属矿山中扮演着重要角色。准确的测量数据是开采活动的基础,对于矿产资源的勘探、开采设计以及后期监测等环节都至关重要。随着科技的发展,测绘技术也在不断创新。新兴的三维激光扫描、无人机航测、卫星定位系统和地理信息系统等技术为矿山测量带来了革命性变化,极大提高了测量精度和工作效率,降低了生产成本。论文将深入探讨测绘新技术在露天开采金属矿山中的应用,为矿山企业提供技术指导。

## 2 测绘测量对露天开采金属矿山的作用

测绘测量是露天开采金属矿山的重要技术支撑,贯穿了开采活动的整个过程。在勘探阶段,需要对矿区的地形地

貌、地质构造等情况进行全面细致的测绘,为矿产资源的查明、品位评价和储量估算奠定坚实基础。准确的测绘数据对于矿体赋存特征的识别、开采潜力的评估至关重要。测绘数据是制定开采设计方案的关键依据,对确定开采边界、开拓运输系统布局、选择开采方式等都起着指导作用。科学合理的开采设计有赖于精确的测绘数据支持,直接影响着开采效率和资源回收率。此外,在采矿作业过程中,测绘测量还用于实时监控开采进度、监测地表变形和边坡稳定性,为生产调度、安全评估和环境保护提供重要支持。总之,测绘测量贯穿了露天开采金属矿山的勘探、设计和生产全过程,是保障矿产资源合理开发利用、实现可持续发展的重要技术手段。

## 3 露天开采金属矿山测量中测绘新技术概述

### 3.1 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术是近年来兴起的一种高精度、高效率的测绘技术。该技术的工作原理是通过主动发射激光束,

【作者简介】程小豪(1991-),男,中国河南许昌人,本科,助理工程师,从事金属、非金属露天矿山测量研究。

精确测量激光束与物体表面的距离,从而快速获取目标物体的三维坐标数据。与传统测量方式相比,三维激光扫描技术具有测量精度高、效率高、数据密集、自动化程度高等显著优势。激光扫描仪通过高速旋转的激光发射器和接收器,可以在很短时间内扫描采集大量的点云数据,实现对复杂物体的快速、精确、无遗漏的三维数字化。激光扫描获取的点云数据能够真实反映物体的几何形状和表面细节,数据精度可达毫米级。同时,通过配合优化的扫描策略和数据处理软件,能够高效完成数据的拼接、滤波、分类等处理,生成高分辨率、细节丰富的三维模型。三维激光扫描技术已在露天矿山测量领域得到广泛应用,尤其适合于开阔地带、复杂地形环境的测绘任务。该技术可用于高精度测绘矿区地形地貌,为矿山开采设计、边坡稳定性分析、采空区塌陷监测等提供可靠数据支持<sup>[1]</sup>。

### 3.2 无人机航测技术

无人机航测技术利用无人驾驶飞行器搭载相机、激光雷达等遥感设备,从空中获取目标区域的影像数据和三维数据。相比传统的人工测量和航空摄影,无人机航测具有操作灵活、成本低廉、效率高等优势。无人机航测平台一般由无人机飞行器、遥感载荷、地面控制站和数据处理系统组成。根据搭载的传感器不同,航测数据可分为航摄影像、激光雷达点云数据和多光谱遥感数据等。无人机航测能够实现全天候作业,可根据测区特征灵活选择航线和拍摄模式,在复杂地形或有遮挡的环境下也能获取高质量数据。无人机航测已广泛应用于矿山测绘、地质勘探、资源普查、工程测量等领域。在露天矿山测量中,无人机航测技术可用于快速获取矿区整体的正射影像和数字高程模型,为矿体边界探测、提供地形制图、进行体积测算等提供基础数据。同时,结合三维建模技术,能够生成高分辨率的矿区三维景观模型,直观展示矿区实景。

### 3.3 卫星定位系统

卫星定位系统主要包括全球卫星导航系统(GNSS)和北斗卫星导航系统等。这些系统能够提供高精度的实时位置、速度和时间数据,是当前矿山测量中最常用的定位技术。卫星定位系统通过测量地面接收机与若干导航卫星之间的距离,利用测距数据结合其他测量数据进行计算,从而获得接收机在大地坐标系统中的三维坐标<sup>[2]</sup>。卫星定位系统的优势在于覆盖范围广、连续性好、自动化程度高、作业效率高等。在露天矿山测量中,卫星定位系统可与其他测绘技术相结合,共同解决复杂地理环境下的测量难题。例如,将卫星定位技术与三维激光扫描、无人机航测等技术相结合,能够高效获取矿区地形图像和三维模型数据,同时提供高精度的平面和高程控制数据。

### 3.4 地理信息系统(GIS)

地理信息系统(GIS)是一种将地理数据进行采集、存储、管理、分析、显示和描述的计算机系统。GIS系统能够整合

矿区的地形数据、影像数据、属性数据、矿体模型等多源异构数据,为矿山勘探、规划和管理提供全方位的数据支持和决策辅助。在GIS平台上,可以建立以矿区为中心的数据库,汇集地质、测量、开采、环境等各类专业数据,实现数据在各部门之间的高效共享。GIS不仅能够直观显示矿区的地形地貌、开采状况等,还可以对矿体赋存、品位分布等进行三维可视化。同时,借助空间分析、数据挖掘等功能,能够发现潜在的矿产资源,评估开采方案,预测环境影响等。此外,GIS技术可与GPS、RS等测绘技术无缝集成,为采矿过程中的监测、跟踪提供技术支持。通过GIS系统,可实时监测矿区动态,及时发现和处理生产中的各类问题,提高矿山管理的精细化水平。总之,地理信息系统为矿山测量及其他应用提供了一个高效的集成平台,促进了各项新技术在矿山领域的协同应用。

## 4 测绘新技术在露天金属矿山测量中的应用分析

### 4.1 矿区地形测绘与三维建模

准确的矿区地形测绘是露天开采的基础工作。传统的人工测绘方式效率低下,且存在一定测量盲区<sup>[3]</sup>。三维激光扫描技术可快速获取矿区内外部的细节点云数据,通过数据处理,能够生成高分辨率、细节丰富的三维地形模型,直观展现矿区的地形地貌、地质构造等特征。三维模型数据可用于制定合理的开采规划、进行土石方计算、边坡稳定性分析等,为后续开采作业提供重要支持。无人机可依次飞临矿区内空的各个航线,通过搭载的相机或激光雷达感应器获取正射影像和点云数据,经过数据处理后可生成矿区的正射影像图和数字高程模型,并最终建立三维地形场景模型。这种方式可全面直观地反映矿区实景,为开采设计和规划提供参考。

例如,在某大型铜矿建设之初,矿山公司利用三维激光扫描和无人机航测相结合的方式,对矿区及周边区域进行了全面测绘,生成了高分辨率的三维数字场景模型。该模型清晰展现了矿区起伏的地形地貌、山脊走向、峡谷分布等细节信息,为编制该铜矿的开采总体规划奠定了坚实基础。

### 4.2 矿产资源量的精确计算

矿产资源量的准确估算对于矿山企业的生存至关重要。利用先进的测绘技术,可以高精度地测量矿体的赋存位置、形态和体积,从而精确计算资源储量。传统的测量方法往往难以准确获取矿体的三维数据,无法全面反映矿体的复杂形态,导致储量估算存在一定偏差。而三维激光扫描、无人机航测等技术则能高效获取矿体的精细三维数据,为资源量计算提供可靠依据。利用三维激光扫描技术可直接扫描集地下暴露的矿体点云数据,通过数据处理即可还原矿体的实际形状并计算体积。结合地理信息系统技术,能够统一调度和集成勘探、开采、测量等多源数据,建立矿产资源的三维数

字模型,并对资源品位、储量等参数进行综合计算和评价,为合理开发利用矿产资源提供决策支持。

例如,某大型铁矿在探矿阶段,通过地质钻探和三维激光扫描技术获取了矿体三维数据,利用GIS系统建立了矿体三维模型。该模型能够动态更新矿体的开采状况,利用孔隙率等属性参数估算矿石储量和品位,为制定开采方案、评估资源价值提供可靠数据支撑。

#### 4.3 实时监测与动态管理

在露天采矿过程中,需要对生产进度、地表变形、边坡稳定性等关键因素进行实时监控。采用卫星定位系统、无人机航测等技术,可以实现对开采区域的连续监测,及时发现异常情况。通过在矿区周边部署持续运行的GNSS监测站,结合三维激光扫描、无人机航测等手段定期获取的变形监测数据,能够实时监控采空区边坡位移、塌陷沉降等动态变化情况,及早预警并防范地表滑坡、崩塌等灾害性事件。同时,无人机航测技术也可用于定期获取矿区整体的正射影像和数字高程模型,通过对比分析不同时期的数据,能够掌握实时的开采进度、边坡及地表变形等情况,为合理调整采矿作业提供依据。GIS系统能够综合分析矿区内各类实时监测数据、地质模型等,智能化评估风险等级,为科学决策提供支持。

例如,在某大型铜矿的露天矿区,通过部署GNSS监测站和应用无人机航测技术,实现了对采空区边坡位移和地表沉降的动态监测。一旦发现异常情况,系统会自动预警,并根据监测数据生成应对方案,指导现场作业人员及时采取防护措施,有效避免了重大安全事故的发生。

#### 4.4 环境影响评估与监测

露天开采会对周边环境产生一定影响,如噪音、扬尘、水土流失等。无人机航测通过搭载相机和多光谱感应器,能够定期获取矿区及其附近区域的高分辨率正射影像,监测矿区扬尘范围、水土流失状况、植被恢复情况等。结合遥感影像解译与分析技术,可评估矿区开采对环境的影响程度。卫星遥感技术则能够在更大范围内获取矿区及周边地区影像数据,具有时间序列长、覆盖范围广的优势,可用于长期跟踪监测矿区生态环境的动态变化。结合地理信息系统,能够建立矿区环境的数字模型,集成各时期的遥感影像、环境监测数据等,对采矿活动对环境造成的损害进行动态评估,并模拟、预测未来的环境变化趋势,为采取相应减缓或补救措施提供决策支持。

例如,在某大型黄金矿的周边,通过无人机航测和卫星遥感监测,发现由于开采活动导致的水土流失日趋严重。该矿山公司随即在GIS平台上建立了该区域的三维环境模型,模拟分析了不同开采方案下的环境影响,并制定了切实可行的水土保持方案,从而减少了开采对环境的不利影响。

#### 4.5 安全生产监控与预防

矿山安全生产是露天开采的重中之重。借助三维激光扫描、无人机航测等技术,能够及时发现边坡失稳、地面塌陷等隐患,预警可能发生的滑坡、崩塌等灾害。三维激光扫描技术可精细扫描采空区边坡的点云数据,通过数据处理分析边坡的几何形态和裂隙分布,对边坡稳定性进行评估,发现潜在的滑坡隐患。无人机航测也能够定期获取边坡的高分辨率影像,通过影像解译和对比分析,检测边坡形变。同时,地理信息系统可以集成各类监测数据,结合数学模型模拟不同情况下的风险等级,为制定灾害防治预案和应急措施提供决策依据。如在GIS平台建立边坡稳定性模型,集成监测数据、地质数据等,分析评估潜在滑坡风险,确定预防措施。

例如,在某大型金矿的露天矿区,通过定期的三维激光扫描获取边坡数据并建模分析,提前发现了一处边坡存在严重失稳隐患。经过进一步的数值模拟验证,矿山公司立即启动应急预案,及时疏导并加固了该处边坡,避免了重大滑坡事故的发生,保障了矿区的安全生产。

### 5 结语

总的来说,测绘新技术在露天开采金属矿山中的应用前景广阔。三维激光扫描、无人机航测、卫星定位系统和地理信息系统等技术极大提高了矿山测量的精度和效率,降低了测量成本。这些新技术在矿区测绘、资源量计算、实时监测、环境评估和安全监控等方面发挥着重要作用,有助于提高开采效率,确保安全生产,实现绿色矿山可持续发展。未来,随着技术的不断创新,测绘新技术必将在矿业领域得到更广泛地应用。

#### 参考文献

- [1] 张伟,刘宏韬.测绘新技术在地质测量工程中的实施探讨[J].全面腐蚀控制,2024,38(4):75-77.
- [2] 罗林峰.测绘新技术在自然资源测绘工程中的应用[J].价值工程,2024,43(6):131-133.
- [3] 陈小东.测绘新技术在现代矿山工程测量中的应用研究[J].中国金属通报,2024(1):228-230.