

# Techniques and methods of special topographic survey in mine surveying and mapping engineering

Hairong Wang

Xinjiang Anyi Jianxin Construction Engineering Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

## Abstract

In order to further study the technology and method of special terrain survey in mine surveying and mapping engineering, improve the precision and efficiency of surveying and mapping. Based on the analysis of the characteristics of the special terrain, the paper discusses the application principle, operation process and advantages and disadvantages of the corresponding surveying technology. The analysis and evaluation results show that the precision and efficiency of mine surveying can be improved by using global positioning system (GPS), remote sensing (RS), total station, photogrammetry, laser scanning and other surveying technologies. It can be seen that the survey technology and method for special terrain have important application value in mine surveying and mapping engineering, and can provide useful reference and guidance for practical engineering.

## Keywords

mine surveying and mapping engineering; Special topography; Measurement technology; method

# 矿山测绘工程中特殊地形测量技术与方法

王海荣

新疆安壹建鑫建设工程有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

## 摘要

为深入研究矿山测绘工程中特殊地形测量的技术与方法, 提高测绘精度和效率。文章通过分析特殊地形的特点, 探讨了相应的测量技术应用原理、操作流程及其优缺点, 并结合实际案例进行具体应用说明。实际案例工程测量结果分析与评价结果表明, 采用全球定位系统(GPS)测量技术、遥感(RS)技术、全站仪测量技术、摄影测量技术、激光扫描测量技术等测量技术, 可以提高矿山测绘精度和效率。由此可见, 针对特殊地形的测量技术与方法在矿山测绘工程中具有重要应用价值, 可为实际工程提供有益的参考和指导。

## 关键词

矿山测绘工程; 特殊地形; 测量技术; 方法

## 1 引言

随着我国矿产资源的不断开发, 矿山测绘工程在资源勘探、矿山设计、施工管理和安全管理等方面发挥着至关重要的作用。然而, 矿山地形复杂多变, 特别是存在大量特殊地形, 如陡峭的山坡、深沟峡谷、岩溶地貌等, 这些特殊地形给矿山测绘工作带来了极大的挑战。传统的测量技术难以满足这些复杂地形的测量需求, 研究适合特殊地形条件的测量技术与方法对于提高矿山测绘的精度和效率具有重要意义。本文针对矿山测绘工程中特殊地形测量的难题, 对现有测量技术进行了深入研究。

## 2 矿山测绘工程中特殊地形的分类及特点

### 2.1 特殊地形的分类

在矿山测绘工程中, 由于地理环境的多样性, 特殊地形的存在给测绘工作带来了诸多挑战。矿山测绘工程中常见的特殊地形分类及其特点主要包括以下几种: (1)高山地区: 高山地区地形复杂, 山势险峻, 测绘时容易受到高差和地形起伏的影响, 增加了测绘的难度。此外, 气候多变, 可能遇到恶劣天气, 对测绘工作造成干扰。(2)峡谷地区: 峡谷地区地形狭窄, 水流湍急, 测绘时需注意安全。由于地形限制, 测绘人员难以进行全面覆盖的测量工作, 可能存在测量盲区。(3)茂密植被覆盖地区: 茂密植被覆盖地区测绘难度较大, 由于树木、灌木等植物遮挡, 难以进行地面观测和定位。同时, 植被生长可能导致地形变化, 给测绘工作带来不确定性。(4)水域地区: 水域地区测绘工作面临诸多挑战, 如水流湍急、水位变化、船只航行等。测绘时需注意安全, 同时, 水域地形复杂, 测绘数据可能存在误差。(5)采空区:

【作者简介】王海荣(1984-), 男, 中国甘肃人, 工程师, 从事测绘工程研究。

采空区地形不稳定,存在坍塌、滑坡等安全隐患。测绘时需对采空区进行重点监测,确保测绘数据的准确性。

## 2.2 特殊地形的特点

特殊地形地势起伏大,地貌多样,给测绘工作带来极大挑战。特殊地形往往地处偏僻,视线受限,测绘人员难以全面了解地形地貌。特殊地形测绘工作需要克服多种因素,如地形险峻、气候恶劣、设备不足等。由于地形复杂、通讯条件差等原因,特殊地形的数据采集难度较大,对测绘精度有一定影响。

在矿山测绘工程中,由于地形的复杂性和特殊性,传统的测量方法往往难以满足精确测量的需求。因此,需要结合现代测绘技术和方法,提高测量准确性。例如,利用三维激光扫描技术能够获取高精度的三维数据,为矿山地质结构、地形地貌等提供精确描述。与传统测量方法相比,三维激光扫描可以快速获取大量数据,提高工作效率。避免了对特殊地形的破坏,保护了矿山环境。利用三维激光扫描技术可以清晰地反映断层、褶皱等地质结构,针对高危区域,如陡峭山体、悬崖等地带,三维激光扫描可以减少人员风险。GNSS技术不受天气、时间和地点的限制,适用于各种复杂地形。针对外界环境带来的影响,可以利用GNSS技术,提供高精度的定位和导航信息。与传统测量方法相比,GNSS技术设备成本较低。

## 3 矿山测绘工程中特殊地形测量的常用技术与方法

### 3.1 全球定位系统(GPS)测量技术

全球定位系统(GPS)测量技术是一种基于卫星定位原理的测量方法。该技术不受天气、光照等自然条件的影响,适用于各种复杂地形。GPS定位精度可达厘米级,满足矿山测绘工程对精度的高要求。只需携带GPS接收设备,即可进行测量工作。该技术适用于各类矿山地形测量,包括高山、峡谷、河流等复杂地形。矿山测绘工程中,通过GPS测量,获取矿山地形的高程、平面坐标等信息<sup>[1]</sup>。利用GPS测量,了解矿山地质构造特征,为矿山开发提供依据。通过GPS测量,监测矿山边坡、地面裂缝等安全风险。

### 3.2 遥感(RS)技术

遥感(RS)技术是利用航空、航天平台获取地球表面信息的一种技术。遥感技术可覆盖较大范围的区域,适用于大面积矿山地形测绘。与地面测量相比,遥感测量可快速获取大量数据。遥感影像具有多波段、多时相、多分辨率等特点,为矿山测绘提供丰富信息。相比地面测量,遥感测量成本较低。矿山测绘工程中,利用遥感影像,分析矿山资源分布、类型等信息<sup>[2]</sup>。通过遥感影像,监测矿山生态环境变化、土地退化等。利用遥感数据,对矿山灾害(如滑坡、泥石流等)进行预警。

### 3.3 全站仪测量技术

全站仪是一种集成了测角、测距、计算和数据存储等

功能的高技术测量仪器。它广泛应用于矿山工程测量、地形测绘、建筑施工等领域,具有高精度、高效率、易操作等特点。全站仪的工作原理主要基于电子测距和角度测量。测距部分通常采用红外线或激光技术,通过测量仪器发射的信号与目标反射回来的信号之间的时间差,来计算仪器与目标之间的距离。角度测量则通过仪器内部的测角系统,精确测量水平角和竖直角<sup>[3]</sup>。全站仪可以快速、准确地测量矿山地形,为矿山开采和规划设计提供基础数据。全站仪可以用于矿山工程中的建筑物、构筑物定位、放线和标高测量等。全站仪可以用于指导矿山施工过程中的各项测量工作,确保施工精度。

### 3.4 摄影测量技术

摄影测量是利用摄影原理,通过获取地物图像,结合测量学原理和方法,对地物进行定位、测量和监测的一种技术。摄影测量主要基于光学成像原理,通过获取地物图像,结合摄影测量模型和几何变换,计算出地物的三维坐标。摄影测量可以快速获取矿山地形图像,为矿山开采和规划设计提供基础数据<sup>[4]</sup>。摄影测量可以用于矿山工程中的建筑物、构筑物定位、放线和标高测量等。摄影测量可以用于指导矿山施工过程中的各项测量工作,确保施工精度。

### 3.5 激光扫描测量技术

激光扫描测量技术是一种基于激光测距原理的高精度三维测量技术,能够快速获取大量空间点云数据,适用于矿山测绘工程中对特殊地形的测量。激光扫描仪发射激光束,通过测量激光束在目标物体上的反射时间,计算出物体表面的三维坐标。激光扫描测量技术可以用于矿山地形测绘,如矿山地貌、地形、地质构造等<sup>[5]</sup>。激光扫描测量技术可以用于矿山工程测量,如矿山开采、矿山建筑、矿山运输等。激光扫描测量技术可以用于矿山安全监测,如矿山边坡稳定性监测、矿山岩体位移监测等。

## 4 矿山测绘工程中特殊地形测量技术的实际应用案例

### 4.1 案例介绍

#### 4.1.1 矿山概况

本案例选取的矿山为我国某大型露天铜矿,该矿位于我国西北地区,占地面积约为50平方公里。矿山内地形复杂,包括高山、峡谷、河流等多种地貌,且地形起伏较大,海拔高度从300米至2000米不等。矿山资源丰富,包括铜、金、银等多种金属。

#### 4.1.2 特殊地形情况

矿山内存在多个高山峡谷,峡谷两侧山体陡峭,地形险峻,给地形测量工作带来很大困难。矿山内有多条河流穿越,河流宽度不等,流速较快,给地形测量和测量数据的采集带来一定难度。矿山内植被覆盖度较高,给地面测量和遥感测量带来一定影响。矿山内地质条件复杂,存在断层、褶皱等地形构造,对地形测量精度要求较高。

## 4.2 测量方案设计

### 4.2.1 测量技术的选择

由于该矿山地形复杂，GPS 测量技术能够实现高精度的定位和导航，适用于矿山范围的测量。全站仪可以同时进行角度和距离的测量，适用于矿山内地形起伏较大、高差较大的区域。通过对矿山地形的激光扫描，获取地形的三维信息，为矿山开采和规划提供数据支持。利用遥感卫星获取矿山地表信息，为矿山规划和管理提供宏观视角。

### 4.2.2 测量设备的配备

GPS 接收机用于获取矿山范围内的定位信息。全站仪用于测量角度和距离，同时具备数据采集和传输功能。激光扫描仪用于获取矿山地形的精确三维信息。遥感设备包括卫星遥感器和航空遥感器，用于获取矿山地表信息。数据采集与处理软件用于数据采集、处理、分析和展示。

### 4.2.3 测量控制点的布设

控制点应均匀分布，覆盖整个矿山范围，保证测量精度。根据矿山地形特点，确定控制点布设密度，确保测量精度。在矿山周边选取明显地标，如山峰、河流等，作为控制点。利用 GPS、全站仪等技术，对控制点进行测量，确定其坐标。对控制点进行复测，确保测量精度。在矿山开采过程中，对控制点进行保护，防止其被破坏，确保测量数据的准确性。

## 4.3 测量数据采集与处理

### 4.3.1 数据采集的方法和流程

地面测量采用全站仪、GPS 等仪器，对矿山地形进行详细测量，包括高程、坐标等数据。利用航空摄影技术，获取矿山大范围的地形图像，为后续数据处理提供基础数据。采用遥感技术，获取矿山地表信息，包括土地利用、植被覆盖、水资源等。根据矿山地形特点和测量任务，确定测量范围和精度要求。检查全站仪、GPS、航空摄影设备等，确保设备正常运行。按照测量方案，进行地面测量、航空摄影测量和遥感数据采集。将采集到的数据整理成统一格式，方便后续处理。

### 4.3.2 数据处理的软件和方法

地理信息系统 (GIS)，如 ArcGIS、MapInfo 等，用于数据处理、分析和可视化。遥感图像处理软件，如 ENVI、ERDAS 等，用于遥感图像处理和分析。三维建模软件，如 3ds Max、Maya 等，用于三维地形建模。利用全站仪、GPS 等数据，进行坐标转换、平差计算、地形图绘制等。进行摄影测量反演、三维建模等。遥感数据预处理，包括图像校正、辐射校正、几何校正等。将地面测量、航空摄影测量和遥感数据进行融合，提高数据精度和完整性。

### 4.3.3 数据质量控制

精度满足矿山地形测量的精度要求，保证数据覆盖范围全面，无遗漏，保证数据格式统一，便于后续处理和分析。

确保测量设备正常运行，减少误差。对采集到的数据进行检查，确保数据完整性。在数据处理过程中，严格控制数据处理精度，确保数据质量。对处理后的数据进行验证，确保结果准确可靠。

## 4.4 测量结果分析与评价

### 4.4.1 测量精度分析

根据实际测量结果，平面精度达到了  $\pm 5\text{cm}$ ，满足矿山测绘工程对平面精度的要求。高程精度达到了  $\pm 10\text{cm}$ ，满足矿山测绘工程对高程精度的要求。坐标精度达到了  $\pm 5\text{cm}$ ，满足矿山测绘工程对坐标精度的要求。通过对测量数据的分析，可以得出以下结论：本次测量采用了多种先进的测量技术，确保了测量结果的精度。测量过程中，严格按照相关规范进行操作，减小了误差。测量结果精度满足矿山测绘工程的要求。

### 4.4.2 测量结果的可靠性评价

本次测量数据来源于具有较高资质的测绘单位，保证了数据的可靠性。在数据采集过程中，严格执行了数据质量控制措施，确保了数据质量。数据处理过程中，采用了先进的数字地面模型技术，提高了数据处理精度。数据处理过程中，对数据进行多次校验和修正，确保了数据可靠性。通过对测量结果的可靠性分析，可以得出以下结论：本次测量结果具有较高的可靠性，能够满足矿山测绘工程的需求。测量结果在矿山资源勘探、规划、设计等方面取得了良好的效果。

## 5 结论

针对不同特殊地形，应选择合适的测量技术，如 GPS 测量适用于开阔地带，全站仪测量适用于复杂地形，激光扫描测量适用于大范围地形采集，无人机航测适用于大面积地形快速测绘。结合多种测量技术，可以优势互补，提高测量精度和效率。在实际应用中，应根据具体情况选择测量设备和软件，并注意数据的处理和分析，以确保测量结果的准确性。通过本文的研究，为矿山测绘工程师提供了针对特殊地形的测量技术参考，有助于提高矿山测绘工作的质量和效率，为我国矿山资源的合理开发和利用提供技术支持。

## 参考文献

- [1] 彭鹏.基于矿山测绘工程中特殊地形测量对策[J].世界有色金属,2023,(22):23-25.
- [2] 雷先林,赵亮.矿山测绘工程中特殊地形测量对策分析[J].城市建设理论(电子版),2022,(36):139-141.
- [3] 支启志.矿山测绘工程中特殊地形测量方法研究[J].中国金属通报,2022,(12):31-33.
- [4] 胡明.矿山测绘工程中特殊地形测量方法[J].西部探矿工程,2022,34(03):173-174+181.
- [5] 肖飞.基于矿山测绘工程中特殊地形测量对策分析[J].中国金属通报,2022,(03):87-89.