

# 针对矿山测量中特殊地形测绘技术的应用

## Application of Special Terrain Surveying and Mapping Technology in Mining Surveying

贾逸腾

Yiteng Jia

河北省地质矿产勘查开发局国土资源勘查中心（河北省矿山和地质灾害应急救援中心） 中国·河北 石家庄 050000

Hebei Provincial Geological and Mineral Exploration and Development Bureau Land and Resources Exploration Center (Hebei Provincial Mine and Geological Disaster Emergency Rescue Center), Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**摘要:** 论文重点关注特殊地形测绘技术，通过案例研究，展示了这些技术在高山、深海和沙漠矿山地形测绘中的应用。在数据处理与分析方面，讨论了大数据、数据融合、空间数据分析与建模等方面的内容。

**Abstract:** This paper focuses on special terrain surveying and mapping technologies, and through case studies, demonstrates the application of these technologies in mountain, deep-sea, and desert mining terrain surveying and mapping. In terms of data processing and analysis, topics such as big data, data fusion, spatial data analysis and modeling were discussed.

**关键词:** 矿山测量; 特殊地形; 数据处理

**Keywords:** mine surveying; special terrain; data processing

**DOI:** 10.12346/se.v5i2.8709

## 1 引言

矿山测量是矿业领域中的一个关键环节，用于获取有关矿山地形和资源的精确信息。然而，矿山往往位于特殊地形区域，如高山、深海和沙漠，这些地形带来了一系列测绘挑战，包括复杂地形、极端气候和难以到达的地点。因此，矿山测量需要特殊地形测绘技术的应用，以确保测绘数据的准确性和可用性。

## 2 矿山测量与特殊地形

### 2.1 矿山测量的基本概念

矿山测量是矿业领域中的一项关键工作，其主要目的是获取准确的地形和地质信息，以支持矿山开发和资源管理。这包括确定矿产储量、勘探目标的位置、矿区边界和地下结构等重要数据。矿山测量的准确性对于确保矿山项目的经济可行性和环境可持续性至关重要。

### 2.2 特殊地形的挑战与复杂性

矿山地点往往位于各种特殊地形中，如高山、深海、沙漠和密林等。这些特殊地形在测量工作中引入了一系列挑

战。高山地区可能受到陡峭的山脉、气候变化和高海拔的限制，这对人员安全和设备运作提出了严格要求。深海地区则存在深水压力、盐水腐蚀和水下能见度问题，而沙漠地区则常常伴随着高温、风沙和水资源匮乏。特殊地形的复杂性要求测绘工作者采用创新技术和方法来应对挑战。

### 2.3 特殊地形测绘的重要性

特殊地形测绘对于矿山项目的成功至关重要。准确的地形数据可以帮助矿业公司规划采矿活动、确定最佳采矿方法以及管理环境影响。此外，特殊地形测绘也有助于确保矿山项目的安全性，防止灾难性事件的发生。特殊地形测绘技术的应用可以提高测绘数据的可用性，减少环境风险，降低资源浪费，促进可持续矿业开发。因此，特殊地形测绘的重要性不可低估，其应用对于矿山行业的繁荣和可持续性具有深远影响。

## 3 传统测绘方法与技术

### 3.1 传统地形测绘方法

传统地形测绘方法是矿山测量领域的基础，通常包括传

【作者简介】贾逸腾（1990-），男，中国河北石家庄人，本科，工程师，从事矿山测量研究。

统的测距、测角和高程测量方法。这些方法包括使用经典的测量设备，如全站仪、水准仪和测距仪，以获取地表的坐标和高程信息。虽然这些方法在一些矿山环境中仍然有效，但在特殊地形下存在一些限制<sup>[1]</sup>。例如，在高山地区，传统测绘设备的使用可能受到极端气候和地形的限制，这可能导致数据采集效率较低和数据准确性的降低。

### 3.2 地理信息系统 (GIS) 在矿山测量中的应用

地理信息系统 (GIS) 是一种强大的工具，已经广泛应用于矿山测量中。GIS 结合了地理空间数据的收集、存储、分析和可视化，可以帮助矿山工程师更好地理解矿山地形、资源分布和环境特征。GIS 技术还能够支持资源管理、地质建模、环境影响评估和地质信息的空间分析。通过使用 GIS，矿山项目可以更好地规划和管理资源，降低风险，并提高决策的准确性。

### 3.3 全球定位系统 (GPS) 与测绘

全球定位系统 (GPS) 已成为矿山测量中不可或缺的工具。GPS 技术利用卫星信号来确定地表上点的精确位置，包括经度、纬度和高程。在特殊地形下，像高山和深海 GPS 技术能够提供高度准确的地理坐标，支持地形测绘、导航和资源管理。矿山工程师可以使用 GPS 来实时跟踪和记录设备的位置，确保采矿活动的效率和安全性。此外，GPS 还可以与地理信息系统 (GIS) 相结合，为矿山测量提供更多的数据分析和决策支持。

## 4 特殊地形测绘技术

### 4.1 遥感技术在特殊地形测绘中的应用

遥感技术是一种通过卫星、航空器或其他传感器获取地表信息的方法。在特殊地形的测绘中，遥感技术广泛应用于获取地表特征、植被覆盖、地形数据和资源分布。遥感图像能够提供高分辨率的数据，支持地形分析、资源勘探和环境监测。在深海矿山地形测绘中，潜水器和遥控无人潜水器也利用遥感技术来获取水下地形和生态信息。

### 4.2 激光扫描测绘

激光扫描测绘技术，也被称为 LiDAR (Light Detection and Ranging)，通过向地面发射激光脉冲并测量反射回来的时间来生成高精度的地形数据<sup>[2]</sup>。这一技术在高山、森林和城市地区的地形测绘中得到广泛应用。激光扫描能够快速获取大面积的地形数据，包括建筑物、植被和地表特征，为矿山规划、资源管理和环境评估提供了宝贵的信息。

### 4.3 空中摄影测绘

空中摄影测绘是通过飞行器（如飞机或直升机）配备相机来获取地表图像和数据。这些航拍图像可以用于创建数字地形模型 (DTM) 和数字地表模型 (DSM)，从而支持地形分析和三维建模。在特殊地形中，像高山和沙漠地区，空中摄影测绘可以提供全面的覆盖范围和高分辨率的数据，有助于测绘师更好地理解地形和资源分布。

### 4.4 无人机测绘技术

无人机测绘技术已经成为特殊地形测绘的一项革命性工具。无人机可以灵活飞越高山、深海或沙漠地区，携带各种传感器，如相机、LiDAR 和多光谱传感器，以获取地表信息。这些小型飞行器可以用于快速响应、高分辨率的数据采集，支持矿山项目中的地形测绘、资源勘探和安全监控。

### 4.5 海洋地形测绘技术

海洋地形测绘技术主要应用于深海矿山项目中。这包括声呐测绘、多波束测深和遥控潜水器的使用。声呐测绘技术可以测量水下地形和地质特征，多波束测深可提供高精度的水深数据。遥控潜水器能够深入海底，获取水下地形和资源信息。这些技术为深海矿山的地形测绘提供了必要的工具，以确保采矿活动的安全性和效率。

## 5 特殊地形测绘案例研究

### 5.1 高山矿山地形测绘

高山地区常伴有陡峭山脉、多变的气候和高海拔，对矿山测量带来了诸多挑战。然而，激光扫描测绘技术已经成功应用于高山矿山的地形测绘。一项典型案例是位于喜马拉雅山脉的铜矿项目。利用激光扫描仪器，测绘团队能够以高精度获取地表和地下信息，包括岩层的分布、斜坡的稳定性和矿物资源储量。这些数据为矿山规划和环境影响评估提供了关键信息，确保了项目的可行性和安全性。

### 5.2 深海矿山地形测绘

深海矿山项目位于海底，水深数百至数千米，面临着高压、低温和水下能见度差的极端条件。为了应对这些挑战，多波束测深技术和遥控潜水器被广泛应用。在一次深海锰结核采矿项目中，多波束测深技术被用于获取水深和海底地形数据，而遥控潜水器则用于采集水下地质和生态信息。这些数据帮助确定采矿位置、资源分布和环境影响，确保了深海矿山项目的可持续开发<sup>[3]</sup>。

### 5.3 沙漠矿山地形测绘

沙漠地区的矿山项目常常伴随着高温、风沙和水资源短缺。无人机测绘技术在沙漠地形测绘中表现出色。一家黄铜矿公司在撒哈拉沙漠的项目中成功使用了无人机。无人机携带了多光谱传感器，能够获取高分辨率的地表图像和植被信息，以支持资源勘探和环境监测。无人机的灵活性和高效率使得数据采集成本降低，而且在恶劣的沙漠条件下保持了数据质量，有助于实现沙漠矿山项目的可持续开发。

## 6 数据处理与分析

### 6.1 大数据在特殊地形测绘中的应用

特殊地形测绘通常涉及大量的数据，包括地形数据、影像数据、传感器数据和其他地理信息。因此，大数据技术在这一领域中的应用变得至关重要。大数据分析可以用来处理庞大的地理数据集，以从中提取有用的模式和信息。在高山、

深海或沙漠地区,大数据分析可以用于监测气象变化、资源勘探、地质分析和环境影响评估。通过大数据技术,测绘师能够更好地理解特殊地形的变化和趋势,为矿山项目提供更多的决策支持。

## 6.2 数据融合与整合

特殊地形测绘通常需要整合多种数据源,如卫星图像、LiDAR扫描、无人机图像和地面测量数据。数据融合与整合是将这些异构数据整合为一体的过程,以创建全面的地形和地质模型。这些模型在资源勘探、地质建模和土地规划方面起到至关重要的作用。通过整合多源数据,测绘师可以获得更全面、准确的地形信息,有助于矿山项目的可持续规划和管理。

## 6.3 空间数据分析与建模

空间数据分析是一种关键工具,用于解释和理解地理数据的空间关系。在特殊地形测绘中,空间数据分析可以用于识别地质特征、斜坡稳定性、资源分布和环境变化。这种分析可以借助地理信息系统(GIS)和地理信息科学的技术来进行,包括空间统计分析、地图代数、遥感图像分类和3D建模。通过空间数据分析与建模,测绘师能够更好地理解特殊地形的复杂性,为决策制定提供有力的依据。

## 7 精度与误差分析

### 7.1 数据精度要求

不同矿山项目和应用场景通常对数据的精度有不同的要求。在特殊地形中,如高山、深海或沙漠,数据的精确性对于决策制定和资源评估至关重要。因此,测绘师必须明确定义数据的精度要求,这包括水平精度、垂直精度和时间精度等方面。在高山矿山地形测绘中,地表斜坡的精度可能对矿山工程的安全性产生直接影响,而在深海矿山项目中,水深数据的精确性对于确定采矿位置至关重要。数据精度要求的定义有助于确保测绘工作达到可接受的质量标准。

### 7.2 误差来源与校正方法

误差来源是数据不准确性的根本原因。在特殊地形测绘中,误差可能来自多个因素,包括仪器误差、环境条件、数据处理方法等。高山地形测绘可能受到大气压力变化和温度波动的干扰,而深海测绘可能受到水下传感器的精确性和水流的影响。为了提高数据质量,测绘师需要采取校正方法来识别和消除误差。这包括采用大气校正、水下传感器校正、仪器校准等方法,以确保数据的准确性和可靠性。

### 7.3 精度评估标准

为了评估地形数据的精度,需要制定精度评估标准。这些标准包括比较不同数据源的一致性,评估测绘精度的可靠性以及检查数据的垂直和水平精度。在高山矿山地形测绘中,精度评估标准可能包括岩层分布的精确性和斜坡的稳定性分析。在深海地形测绘中,水深数据的精确性和水下地形

数据的一致性可能是评估标准的关键要素。这些标准的制定有助于确保数据的可靠性,为矿山项目的决策制定提供信心和依据。

## 8 特殊地形测绘的挑战与限制

### 8.1 复杂地形条件下的测绘挑战

特殊地形往往具有复杂的地貌和地质条件,这给测绘工作带来了巨大的挑战。在高山地区,陡峭的山脉、高海拔和多变的气候条件使得野外工作变得危险且困难,可能会威胁测绘员的安全。在深海地区,高水压、低温和水下能见度差会对水下测绘造成障碍,增加了设备和数据采集的难度。在沙漠地带,高温、风沙和有限的水资源会限制工作的进行,可能导致数据采集的低效率。因此,复杂地形条件下的测绘挑战需要测绘师采用创新的技术和方法,以确保数据的可靠性和安全性。

### 8.2 数据安全与隐私问题

特殊地形测绘通常需要使用各种传感器和设备,这些设备可能会采集大量敏感地理信息。因此,数据安全和隐私问题成为一个重要关注点。在高山地区和深海地区,设备可能会丧失或受到破坏,导致数据泄露的风险。在沙漠地带,数据的存储和传输可能受到网络安全问题的威胁。因此,测绘师需要采取措施来加强数据的安全性,包括数据加密、网络安全和物理设备的保护,以保护敏感信息不被未经授权的人访问。

### 8.3 资源限制与技术发展

特殊地形测绘常常需要大量资源,包括人力、财力和技术设备。在高山、深海和沙漠地带,资源的获取和运输可能受到限制,导致成本上升和效率降低。另外,技术的不断发展也是一个挑战,因为测绘师需要不断学习和适应新技术,以保持特殊地形测绘领域的竞争力。这些资源限制和技术变革需要测绘师寻找可持续的方法,包括降低成本、提高效率 and 不断更新技术。

## 9 结论

特殊地形测绘是一项关键的矿山工程活动,它的应用对于资源开发、环境保护和社会可持续发展都具有重要意义。通过不断改进技术、强化数据管理和应对挑战,特殊地形测绘领域将继续为矿山行业的繁荣和可持续性发展作出贡献。

## 参考文献

- [1] 田丰. 针对矿山测量中特殊地形测绘技术的应用[J]. 世界有色金属, 2023(1): 10-12.
- [2] 朱子清. 矿山测量中特殊地形的测绘技术运用探讨[J]. 测绘工程, 2022(7): 274-276.
- [3] 董双玺. 矿山测量中特殊地形的测绘技术[J]. 中国金属通报, 2022(23): 19-21.