

# 提高矿山地表岩移观测数据精度的方法研究

王 玥

山西省煤炭地质一一五勘查院有限公司 山西 大同 037003

**摘 要：**随着矿产资源的不断开采，矿山地表岩移成为了一个亟待解决的经济和社会环境问题。准确观测和预测地表岩移对于保障矿山安全生产、保护地面建筑物及生态环境具有重要意义。本文旨在探讨矿山地表岩移观测数据精度的优化方法，通过理论分析和技术手段，提出一系列提高观测数据精度的策略，为矿山地表岩移监测提供科学依据和技术支持。

**关键词：**地表岩移观测；数据精度；优化方法；矿山安全；监测技术

## 引言

地下矿产资源的开采会破坏周围岩体的原始应力平衡，导致地表移动、变形甚至破坏。地表岩移不仅影响矿山的正常生产，还可能对地面建筑物、道路、桥梁等造成损害，因此，准确观测和预测地表岩移对于实现矿山安全生产和可持续发展至关重要。提高矿山地表岩移观测数据的精度，有助于更准确地掌握地表移动规律，为矿山开采设计、采空区治理及地表建筑物保护提供可靠依据，减少因地表岩移造成的经济损失和安全事故。

## 1 矿山地表岩移观测技术概述

### 1.1 观测方法

当前，矿山地表岩移观测方法主要包括传统地面测量法、空间测量技术以及遥感技术等，每种方法都有其独特的优势和适用范围。传统地面测量法方法依赖于地面测量仪器，如全站仪、水准仪等，通过在地表设置测点，定期测量其空间位置变化，以此来监测地表的移动和变形。这种方法操作相对简单，成本较低，但受地形和气候条件限制较大。空间测量技术主要包括GPS（全球定位系统）和RTK（实时动态差分定位）等技术。GPS技术能够实现全球范围内的精确定位，而RTK技术则能在厘米级精度下实时提供测点的三维坐标。这些技术具有高精度、高效率、不受地形限制等优点，因此在矿山地表岩移观测中得到了广泛应用。遥感技术包括卫星遥感和航空遥感等，通过获取地表的高分辨率图像，可以分析地表的移动和变形情况。遥感技术具有覆盖范围广、观测周期短等优点，特别适用于大范围的矿山地表岩移监测。

### 1.2 数据处理流程

数据处理流程是矿山地表岩移观测中的重要环节，它直接关系到观测结果的准确性和可靠性。数据处理流程主要包括以下几个步骤：（1）观测：这是数据收集的

基础步骤，包括测点的布置、观测仪器的设置以及观测数据的记录等。在野外观测过程中，需要严格控制观测条件，确保观测数据的准确性和可靠性<sup>[1]</sup>。（2）数据预处理：对野外观测数据进行初步的处理，包括数据格式转换、异常值剔除、数据平滑等。这一步骤的目的是提高数据的质量，为后续的计算和分析打下基础。（3）移动和变形计算：根据预处理后的数据，计算地表的移动和变形量。这包括水平移动、垂直下沉、倾斜、曲率等参数的计算。这些计算需要依据相关的数学模型和算法进行，以确保结果的准确性。（4）参数确定：根据计算得到的移动和变形量，确定相关的岩移参数，如移动角、边界角、最大下沉速度等。这些参数对于评估矿山的开采影响以及制定相应的治理措施具有重要意义。（5）图形绘制：将计算得到的移动和变形量以及确定的参数以图形的形式表示出来，如移动变形曲线图、下沉速度曲线图、等值线图等。这些图形能够直观地展示地表的移动和变形情况，为矿山的安全生产和管理提供有力的依据。

## 2 矿山地表岩移观测数据精度影响因素分析

### 2.1 测量设备及仪器

测量设备及仪器的性能可能因长期使用或维护不当而逐渐下降，导致观测结果的稳定性受到影响。设备的精度指标可能未经过定期校准，导致观测数据的准确性存疑。设备的参数设置可能不合理，如采样频率、观测时长等，无法适应不同地质条件下的观测需求。性能不稳定的设备会导致观测数据的波动，增加数据分析的难度，降低观测结果的可靠性。精度指标不准确的设备会直接导致观测数据的误差，影响对矿山地表岩移的准确判断。参数设置不当的设备可能无法观测到关键的地表岩移信息，导致观测数据的缺失或失真。

### 2.2 变形观测点的筛选与布置

变形观测点的筛选可能缺乏科学性和系统性,未充分考虑地质构造、岩性、开采方式等多种因素。观测点的布置可能过于稀疏或集中及不合理,无法全面反映矿山地表岩移的空间分布特征,无法观测到地表岩移的细微变化,影响对岩移规律的准确判断。观测点筛选不当会导致观测数据的代表性不足,无法准确反映矿山地表岩移的整体情况。

### 2.3 操作人员的专业水平

在矿山地表岩移观测任务中,操作人员的专业水平是一个核心问题。一是缺乏地质学和测量学的专业知识,难以准确理解和执行观测任务的具体要求,二是经验不足或责任心不强。这种专业水平的不足对矿山地表岩移观测产生了显著影响。无法准确识别和处理观测数据中的异常值或误差,导致观测结果的准确性下降。同时,可能在数据的采集和处理过程中引入人为误差,进一步影响对矿山地表岩移的准确判断。

### 2.4 环境因素

环境因素如温度、湿度、大气压等的变化可能对测量设备的性能产生影响,导致观测数据的误差。极端天气条件如暴雨、大风等可能干扰观测过程,导致数据的缺失或失真。环境因素的变化可能导致测量设备的性能波动,增加观测数据的不确定性。极端天气条件可能破坏观测设备或干扰观测过程,导致观测数据的连续性和完整性受到破坏,影响对矿山地表岩移的长期监测和准确判断。

## 3 矿山地表岩移观测数据精度优化方法

### 3.1 完善前期准备工作

#### 3.1.1 设备准备与校准

在矿山地表岩移观测任务开始之前,必须确保所有所需的仪器设备齐全且状态良好。这包括高精度的测量仪器,如全站仪、水准仪、GPS接收机等,以及用于数据记录 and 处理的计算机和相关软件。对所有设备进行全面的性能检查,确保它们能够正常工作,没有损坏或故障。更为关键的是,所有测量仪器都需要进行严格的校准。校准过程应遵循国家或行业的相关标准,确保仪器的测量精度和稳定性达到要求。对于某些需要定期校准的仪器,如全站仪和GPS接收机,应确保其在有效期内并已进行最近一次的校准。除了设备的校准,还需要根据具体的观测任务和目标,设置合理的参数体系。这包括采样频率、观测时长、数据记录格式等。参数的设置应充分考虑地质条件、开采方式以及可能的岩移速度和方向,以确保观测数据能够全面、准确地反映矿山地表岩移的情况。

#### 3.1.2 现场考察与评估

在观测前,对观测区域进行现场考察和评估是至关重要的。这包括详细了解观测区域的地质条件,如地层结构、岩性、地质构造等,以及环境因素,如温度、湿度、大气压等的变化情况。同时,还需要评估可能的干扰源,如开采活动、车辆行驶、天气变化等,它们可能对观测数据产生影响。现场考察应采用多种手段和方法,包括地质勘探、环境监测、历史数据分析等。通过综合分析这些信息,可以为观测方案的制定提供科学依据,确保观测数据的代表性和准确性。

### 3.2 优化变形观测点布置

变形观测点的布置在矿山地表岩移观测中起着至关重要的作用,它直接关系到观测数据的代表性和准确性。因此,变形观测点的布置应遵循科学、合理的原则,并规范要求进行周密的规划和设计。首先,在选择变形观测点时,应充分考虑矿山的地质构造、地形地貌以及开采方式等多种因素。具有代表性的变形观测点能够更好地反映矿山地表岩移的整体情况,因此应优先选择那些位于地质构造复杂、地形变化大或开采活动频繁的区域。同时,还应确保变形观测点分布均匀,能够全面覆盖观测区域,避免遗漏重要的岩移信息。其次,变形观测点的设置应注重地基的稳定性。变形观测点必须设置在稳定的地基上,以确保其位置不会因围岩压力或其他外部因素而发生位移。在选择地基时,应进行详细的地质勘探和力学分析,确保地基的承载力和稳定性满足观测要求。必要时,还可以采取加固措施,如设置钢筋混凝土基础等,以提高变形观测点的稳定性<sup>[2]</sup>。此外,定期对变形观测点进行检查和维护也是确保观测数据精度的重要环节。由于矿山地质条件的复杂性和开采活动的持续性,变形观测点可能会受到各种外部因素的影响而发生变化。因此,应定期对变形观测点进行巡查和检测,确保其位置准确、稳定,并及时处理任何可能影响观测数据精度的问题。例如,对于发生位移或损坏的变形观测点,应及时进行修复或重新布置,以确保观测数据的连续性和准确性。

### 3.3 提升数据处理与分析能力

数据处理与分析在矿山地表岩移观测中占据核心地位,其能力的高低直接影响到观测数据的精度和可靠性。为了进一步提升这一环节的效率与质量,需构建一套自动化的数据处理系统。该系统应具备实时数据采集、预处理、存储与管理等功能,能够自动对观测数据进行去噪和整理,为后续的分析工作奠定坚实基础。在数据分析方法上,应积极探索并应用多种先进的技术手

段。时间序列分析是一种有效的工具，它能够帮助我们揭示岩移数据随时间的变化规律，捕捉可能的趋势和周期性特征。同时，空间插值技术也不容忽视，它能够根据已知点的观测数据，推算出未知点或区域的数据，从而更加全面地掌握地表岩移的空间分布特征。数据质量控制是确保观测结果准确性的关键一环。在数据处理过程中，应建立严格的质量控制体系，对观测数据进行全面的检查和校验。对于异常值和错误数据，必须采取有效的剔除或修正措施，以防止它们对最终的分析结果产生不良影响。为了实现这一目标，可以引入一些先进的数据处理技术和算法，如机器学习、深度学习等。这些技术能够自动识别和处理数据中的异常值和噪声，提高数据处理的准确性和效率。同时，还可以借助一些专业的数据处理软件或平台，如MATLAB、Python等，它们提供了丰富的数据处理和分析工具，能够帮助我们更加便捷地进行数据处理和分析工作。

### 3.4 引入先进技术手段

随着科技的飞速进步，测量技术领域正经历着日新月异的变革。为了提升矿山地表岩移观测的效率和精度，应积极引入并应用这些先进的测量技术和手段。无人机倾斜摄影技术便是一个值得关注的例子。通过无人机搭载的高精度相机，可以从多个角度对矿山地表进行拍摄，获取丰富的地表图像信息。这些图像经过专业的处理和分析，可以生成高精度的三维地表模型，为岩移观测提供直观、准确的数据支持。无人机倾斜摄影技术不仅提高了观测的效率，还降低了人工观测的难度和风险。激光扫描技术同样是一种先进的测量手段。它利用激光束对矿山地表进行扫描，通过测量激光束的反射时间和角度，可以精确计算出地表的形状和位置。激光扫描技术具有高精度、高效率的优点，能够在短时间内获取大量的地表数据，为岩移观测提供详实的数据基础<sup>[1]</sup>。除了引入先进的测量技术和手段，还应结合矿山的实际情况进行技术创新和应用研究。例如，可以针对矿山特定的地质条件和开采方式，研发更加适用的观测设备和方法。同时，还可以借助人工智能、大数据等先进技术，对观测数据进行深度挖掘和分析，揭示岩移的规律和趋势，为矿山的安全生产提供更加科学的依据。

### 3.5 加强人员培训与考核

提高操作人员的专业技能和素质，是保障矿山地表岩移观测数据精度的关键。为了实现这一目标，应定期对操作人员进行系统的培训和考核，以确保其具备扎实的专业知识和熟练的操作技能。培训内容应涵盖矿山地质学、测量学、数据处理与分析等多个方面，使操作人员能够全面了解矿山地表岩移观测的原理和方法。同时，还应注重培养操作人员的实践能力和问题解决能力，通过模拟演练、案例分析等方式，提高其在实际工作中的应对能力。考核是检验操作人员培训效果的重要手段。应定期对操作人员进行技能考核，评估其在实际操作中的表现。考核内容可以包括观测数据的采集、处理、分析等多个环节，以确保操作人员能够熟练掌握并应用所学知识。对于考核成绩优秀的操作人员，应给予相应的奖励和晋升机会，以激发其工作积极性和责任心。除了培训和考核，还应建立有效的激励机制和奖惩制度。通过设立奖励基金、提供晋升机会等方式，激励操作人员不断学习和提升自己的能力。同时，对于在工作中表现突出、观测数据精度高的操作人员，应给予相应的表彰和奖励。而对于工作疏忽、导致观测数据出现较大误差的操作人员，则应进行相应的惩罚和辅导，以帮助其改正错误并提升工作能力。

### 结语

提高矿山地表岩移观测数据精度是保障矿山安全生产和可持续发展的重要措施之一。通过完善前期准备工作、优化变形观测点布置、提高数据处理与分析能力以及加强人员培训与考核等措施可以有效提高观测数据的精度和可靠性。同时引入先进技术手段也是提高观测效率和精度的有效途径之一。未来应继续加强相关研究和应用实践，推动矿山地表岩移观测技术的不断进步和发展。

### 参考文献

- [1]曹康乐.复杂地形矿区地表岩移观测研究[J].江西化工,2020,(03):334-336.
- [2]张亚冬.岩移观测在矿山开采中的作用[J].当代化工研究,2020,(03):80-81.
- [3]王芳.挖金湾矿地表岩移观测研究[J].石化技术,2019,26(12):92-93.