

矿产地质灾害勘查中物探方法的运用探述

王强 于露

山东省物化探勘查院, 中国·山东 济南 250013

摘要: 矿产地质灾害对矿区安全运营和人员生命财产造成巨大威胁, 因此对其进行准确而及时的勘查至关重要。物探作为一种非侵入式的勘查方法, 具有不破坏地下结构、高效快速的特点, 在矿产地质灾害勘查中扮演着重要角色。物探方法利用地球物理学原理和方法, 通过对地下物性参数的测定与解释, 获取地下资源分布及其变化规律的信息, 电法、磁法、地震勘查等成为物探方法中常用的技术手段。本文就针对矿产地质灾害勘查中物探方法的运用进行论述与分析。

关键词: 矿产地质灾害; 地质勘查; 物探法; 地下结构

Application of Geophysical Prospecting Method in Mineral Geological Disaster Exploration

Qiang Wang Lu Yu

Shandong Geicochemical Exploration Institute, Jinan, Shandong, 250013, China

Abstract: Mineral geological disasters pose a great threat to the safe operation of mining areas and the life and property of people, so it is very important to carry out accurate and timely exploration. As a non-invasive exploration method, geophysical exploration has the characteristics of not damaging the underground structure, efficient and fast, and plays an important role in mineral geological disaster exploration. Geophysical exploration method uses the principles and methods of geophysics, and obtains the information of the distribution and variation law of underground resources through the determination and interpretation of underground physical property parameters. Electrical method, magnetic method, seismic exploration and so on have become the common technical means in geophysical exploration methods. This paper discusses and analyzes the application of geophysical prospecting method in mineral geological disaster exploration.

Keywords: mineral geological disaster; geological exploration; geophysical exploration method; underground structure

1 引言

矿产地质灾害是指因地质因素导致的矿产资源勘探、开采、利用过程中发生的各种灾害事件, 如地陷、滑坡、地震等。这些灾害常常给矿产资源的勘查与开发造成严重影响, 其中包括人员安全问题、设备破损、产量下降等。因此, 在矿产地质灾害勘查中采取适当的预防和应对措施, 对于保障矿产资源勘查与开发的安全与高效具有重要意义。目前, 矿产地质灾害的勘查方法主要采用物探方法, 且已取得一定成果: 电法勘查方法可以通过测定地下电阻率的分布, 评估地层稳定性, 揭示地下水位和地下水运动规律等。磁法勘查方法可以通过测定地下磁场强度的分布, 获取地下岩层的磁性信息, 识别潜在的地质灾害风险区域。地震勘查方法则可以利用地震波的传播速度和反射特征, 分析地下构造与地质体的变化情况, 辨识出存在灾害隐患的地质体。

2 物探法在矿产地质灾害勘查中的应用

2.1 电法勘查方法

①直流电法。它通过在地表布设一系列电极, 并通过施加电压和测量电流来推断地下介质的电阻率分布。直流电法勘查方法适用于勘查矿区地下水、地下溶洞和地下裂隙等

矿产地质灾害的问题。该方法具有成本低、分辨率高和勘查深度较大等优点。然而, 该方法在复杂地质环境下的应用受到很大挑战, 如地表覆盖层厚度大、地下水电阻率变化范围大等情况下, 直流电法勘查方法的解释结果会受到较大干扰。

②交流电法。它通过在地表施加一系列不同频率的交流电信号, 并测量电流和电压的相位差来推断地下介质的电阻率分布。交流电法勘查方法适用于勘查矿区地下沉降、地裂缝和土壤液化等问题。该方法具有高灵敏度和较好的解释结果, 可以有效地识别地下构造的位置和形态, 对于矿产地质灾害的预测和评估具有重要意义。

③自然场电法。地球自然电场是地球大气与地下的电荷分布形成的, 在矿产地质灾害勘查中可以利用这种电场来推断地下构造和地质体的性质和分布情况。自然场电法具有非接触式测量、勘查范围广和解释结果可靠等优点。然而, 由于地球自然电场的强度较弱, 该方法对测量设备和环境要求较高, 且测量结果的解释和处理较为复杂。

2.2 磁法勘查方法

磁法勘查方法在矿产地质灾害勘查中具有广泛的应用。磁法勘查方法是利用地球磁场及其变化的特性, 通过测量地

表或井下地磁场的空间和时间变化,来获取与地下物质分布有关的信息。在矿产地质灾害勘查中,磁法勘查方法可以用于探测地下矿体的磁性特征,判断矿体的位置、形态和大小,评估矿体的稳定性,预测矿产地质灾害的发生与演化过程。

磁法勘查方法的基本原理是地球磁场在地下物质中的作用。当地磁场与地下物质发生相互作用时,地磁场的强度和方向会发生变化,从而产生一种磁异常,这种磁异常可以用于判断地下物质的性质和分布。根据磁异常的特征,可以对地下矿体和岩层进行探测和分析,进而评估地下矿体的稳定性和地质灾害的危险程度。

在矿产地质灾害勘查中,磁法勘查方法通常采用地面磁法和井下磁法两种方式进行。地面磁法主要是通过在地表布设磁场测量点,利用磁力仪或磁力计对地表磁场进行测量。通过对地表磁场的空间和时间变化进行分析,可以获取地下矿体的磁性特征和分布情况。井下磁法则是通过在井下布设磁场测量设备,直接对井下地磁场进行测量。井下磁法通常用于对地下矿体的细节进行研究,可以获取更准确的地下矿体信息。

磁法勘查方法在矿产地质灾害勘查中具有许多优点。首先,磁法勘查方法具有非破坏性、快速、经济的特点,可以对大面积地区进行调查和评估。其次,磁法勘查方法对地下矿体的探测深度较大,可以达到几百米到几千米的范围。此外,磁法勘查方法对于不同类型的地质体有较好的适应性,可以用于探测不同矿种的矿体和岩层。

2.3 地震勘查方法

地震勘查是矿产地质灾害勘查中常用的一种物探方法。地震勘查通过利用地震波在地下介质中传播的特性,来获取地下岩层结构和地质构造信息,从而对矿产地质灾害进行评估和预测。

地震勘查方法主要包括地震反射法和地震折射法。地震反射法是利用地震波在岩层边界上发生反射的原理,通过记录和分析反射波形,得到地下岩层的空间分布、厚度、倾角等信息。地震折射法则是利用地震波在介质中发生折射的特性,通过记录和分析地震波的人射角度和折射角度,来确定地下介质的速度和折射界面。

在矿产地质灾害勘查中,地震勘查方法具有以下优点和应用场景。首先,地震勘查方法具有深部探测能力,可以获取较深层次的地下信息。其次,地震波的传播速度与地下介质的物理性质有关,通过地震勘查可以获取地下岩层的速度信息,从而对矿山中的地质构造和地下水运动状态进行分析。此外,地震勘查方法还可以对地下岩体的变形和破裂进行监测,提前预警矿产地质灾害的发生。

在矿产地质灾害勘查中,地震勘查方法已经广泛应用于煤矿、金矿、铜矿等矿山的地下构造和岩层稳定性的评估。例如,通过地震勘查可以确定煤矿工作面的矿压情况,进一步预测并防止煤与瓦斯突出事故的发生。此外,地震勘查还

可以用于金矿勘查中的地质构造分析和找矿预测,通过检测地下断层和褶皱带,帮助寻找金矿的矿体和矿化带。同样地,地震勘查还可以应用于铜矿的地下空间监测和岩层稳定性的评估,为矿山安全生产提供重要依据。

3 物探法在矿产地质灾害勘查中存在的问题与展望

3.1 方法局限性

矿产地质灾害勘查是保障矿产资源开发与安全生产的重要环节,而物探方法在矿产地质灾害勘查中的应用也取得了积极的效果。然而,物探方法在矿产地质灾害勘查中仍然存在一些局限性,限制了其在实际应用中的效果和精度。

首先,物探方法在矿产地质灾害勘查中受到地质条件的限制。不同地区的地质背景和构造环境会对物探方法的应用产生较大的影响。例如,电法勘查方法在含有大量含水层或矿化程度较高的地区会受到电阻率测量精度的影响,从而降低了勘查结果的精确性和可靠性。磁法勘查方法在存在强磁性杂质的地区会受到磁化效应的干扰,导致产生的磁异常反映不准确。这些地质条件的限制使得物探方法在某些特殊地质环境中的应用受限。

其次,物探方法在矿产地质灾害勘查中受到技术手段的限制。虽然电法、磁法和地震勘查方法在矿产地质灾害勘查中都有一定的应用价值,但各种方法仍然存在一些技术问题。例如,电法勘查方法中的电极布置与电极间距的选择对测量结果有较大的影响,需要进一步研究和优化;磁法勘查方法中的仪器精度和测量间隔问题也需要在实际应用中加以解决;地震勘查方法在地质灾害区的能量传播和反射规律上还需要更深入的研究。这些技术问题的存在限制了物探方法在矿产地质灾害勘查中的准确性和可靠性。

最后,物探方法在矿产地质灾害勘查中还面临数据解释和处理的难题。由于地下介质的复杂性和噪声的干扰,物探图像的解释和处理常常需要经验丰富的专家进行。但随着技术手段的不断发展,物探数据的自动解释和处理方法也在不断完善,这将进一步提高物探方法在矿产地质灾害勘查中的应用效果。

3.2 技术改进方向

首先,当前物探方法在矿产地质灾害勘查中存在的一个问题是对深部结构信息的获取能力有限。现有的物探方法对于较深部分的地质情况获取能力较弱,难以直接观测和分析较深部的地质灾害风险。因此,需要进一步发展和改进物探技术,提高对深部结构的探测能力。一种可能的改进方向是引入更高频率的电磁波或声波,以增加信号的穿透力,从而获得更准确的地下结构信息。

其次,当前物探方法在数据处理和解释方面还存在瓶颈。虽然现有的物探技术可以获得大量的地下数据,但如何高效准确地处理和解释这些数据仍然是一个挑战。目前,大

多数物探技术的处理方法仍然依赖于经验和简化模型,容易受到主观因素的影响。因此,需要进一步研究和开发基于人工智能和机器学习的数据处理和解释方法,提高数据的利用效率和准确性。

再次,当前物探技术在对局部细节的揭示能力还有待提高。地下地质环境中存在着复杂的非均质性和非线性现象,这些现象对于地质灾害的形成和演化有着重要的影响。然而,现有的物探方法往往难以对这些局部细节进行准确的探测和表征。因此,需要进一步研究和改进物探技术,提高对局部细节的揭示能力。一个可能的改进方向是引入多物理场联合勘查技术,同时利用电磁、磁、重力等不同物理场的信息,从而获得更全面和准确的地下地质信息。

最后,当前物探方法在矿产地质灾害勘查中的应用还存在一些技术缺陷和不足。例如,传统的物探方法往往需要在地面上铺设大量的传感器和电极,造成了勘查成本的增加和勘查效率的降低。因此,需要研究和开发更便捷和高效的物探技术,例如无线传感器网络和无人机技术,以进一步提高勘查的效率和准确性。

3.3 发展前景

首先,随着电磁勘查技术的不断发展和改进,物探方法在矿产地质灾害勘查中的应用前景非常广阔。电法勘查方法可以通过测量地下电阻率差异来确定地下岩石和土壤的类型、性质和组成,从而判断地质构造和地下水情况,进而识别矿产地质灾害的潜在危险。磁法勘查方法可以通过测量地下磁场的强度和方向变化来推断地下岩层的性质和构造,对于矿产地质灾害的认识和预测具有重要意义。地震勘查方法可以利用地震波在各种地质介质中的传播规律,以及地下岩石和土层对地震波的传播和反射情况,来推断地下岩层的结构和性质,进而对矿产地质灾害的可能性进行评估和预测。这些物探方法在矿产地质灾害勘查中的应用前景非常广阔。

其次,物探方法在矿产地质灾害勘查中还有一些技术改进的方向。电法勘查方法可以通过改进测量设备和数据处理技术,提高数据的采集效率和准确性。磁法勘查方法可以

通过改进磁场测量设备和数据处理算法,提高数据的解释能力和信息提取效果。地震勘查方法可以通过改进地震波源和地震波接收装置,提高地震波信号的质量和分辨率。这些技术改进将进一步提高物探方法在矿产地质灾害勘查中的应用水平。

最后,物探方法在矿产地质灾害勘查中的发展前景非常乐观。随着社会对矿产资源开发和安全生产的要求越来越高,矿产地质灾害勘查的重要性也日益凸显。物探方法作为一种快速、非破坏性、经济高效的勘查手段,将在矿产地质灾害勘查中发挥越来越重要的作用。同时,随着物探技术的不断发展和创新,物探方法在矿产地质灾害勘查中的应用前景将更加广阔。

4 结语

物探方法在矿产地质灾害勘查中具有重要的应用价值。电法勘查方法可以有效地探测地下水和矿体的分布情况,为矿产地质灾害的预测和预防提供可靠的依据。磁法勘查方法可以对矿体的磁性进行探测,有助于判断矿体的类型和规模,为矿产地质灾害的评价和控制提供参考。地震勘查方法可以通过地震波的传播特性来研究地下岩层的构造和物理性质,为矿产地质灾害的预测和防治提供支持。展望未来,随着物探技术的不断发展和完善,物探方法在矿产地质灾害勘查中的应用将得到进一步提升。可以预见的是,随着各种物探方法的相互结合和优势互补,矿产地质灾害的防治工作将会更加有效和精确。同时,新兴的物探技术如地电阻率成像、地磁矢量测量等也将为矿产地质灾害勘查带来更多的新思路和方法。

参考文献:

- [1] 庞少东. 矿山地质灾害勘查中物探方法的应用[J]. 中国金属通报, 2018(6): 207-208.
- [2] 张国华. 地质灾害勘查方法与防治措施[J]. 居舍, 2019(14): 187+172.
- [3] 赵寿兴, 董林, 刘亚东. 矿山地质灾害防治与安全生产[M]. 北京: 地质出版社, 2014.