

Technical difficulties and breakthrough strategies of deep geological exploration in coal mine

Shangcheng Wang

Shanxi Xinzhou Shengda Qifeng Coal Industry Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034000, China

Abstract

With the continuous deepening of coal resources mining in China, the geological problems facing the development of deep underground mineral resources are becoming more and more complex and severe. In the deep geological exploration of coal mines, the main technical bottlenecks include deep high-precision detection, prediction technology, accurate positioning and so on. In view of these problems, this paper puts forward a set of breakthrough strategies for deep geological exploration based on the field observation technology such as earthquake, ground electricity and gravity. It mainly includes high-precision seismic imaging technology, deep high-density resistivity detection technology and precision upgraded geological rock mass positioning technology, which can effectively deal with a series of technical problems encountered in the exploration of existing deep coal mines. These breakthrough strategies are not only conducive to improving the efficiency and safety of China's coal resources development, but also provide new technical direction and theoretical support for the scientific exploration and efficient utilization of deep resources around the world.

Keywords

deep geological exploration; high-precision detection and prediction technology; disaster prevention and prediction technology

煤矿深部地质勘查技术难点与突破策略

王尚成

山西忻州神达栖凤煤业有限公司, 中国·山西忻州 034000

摘要

随着我国煤矿资源开采的持续深入, 地下深层矿产资源开发面临的地质问题愈发复杂严峻。在煤矿深部地质勘查中, 主要遭遇的技术瓶颈包括深部高精度探测、预测技术、精准定位等。针对这些问题, 本文从地震、地电、重力等多物理场观测田野技术为基础, 提出了一套煤矿深部地质勘查的突破策略。主要包括高精度地震成像技术、深部高密度电阻率探测技术以及精度升级的地质岩体定位技术等, 可以有效处理现有深部煤矿勘查中遇到的一系列技术问题。这些突破策略不仅有利于提升我国煤炭资源开发的效益和安全性, 而且为全球深部资源的科学勘查和高效利用提供新的技术方向和理论支撑。

关键词

深部地质勘查; 高精度探测预测技术; 防灾预测技术

1 引言

在煤炭资源的勘探与开采过程中, 地质勘查工作是根本, 关系到矿产资源的预测、定位、开发与管理等各项活动的有效推进。随着我国对煤炭资源争取的日益加强, 已经开发的煤矿资源逐渐枯竭, 新的开发点向地下深部转移, 使得地质勘查的任务更为艰巨、复杂。特别是在深部地质勘查中, 出现了许多新的技术问题和挑战, 包括高精度探测, 预测技术的缺乏, 定位困难等。为了应对这些技术问题, 提高煤矿资源的开发利用效率和安全性, 本文在多物理场观测田野技术的基础上, 对煤矿深部地质勘查的难点进行了精细研究和

讨论, 并提出了相应的突破策略。期望上述研究和策略不仅能够推动我国煤矿深部地质勘查技术的发展和更新, 更希望能对全球深部资源的科学勘查和高效利用起到重要的指导和借鉴作用。

2 煤矿深部地质勘查的现状和难点

2.1 煤矿深部开发的现状分析

随着煤矿资源逐渐往深部开发, 深层矿产的开采愈加受到重视^[1]。由于深部地质条件的复杂性, 煤矿深部开发面临着一系列挑战和难点。当前煤矿深部开发的现状主要表现在以下几个方面。开采深度不断增加, 导致压力条件和地热环境日益严峻。这种变化对矿井的结构安全和作业环境带来新的挑战。深部地质结构较为复杂, 存在构造断层、褶皱以及岩浆侵入体等多种地质现象, 这使得传统的勘探技术难以

【作者简介】王尚成(1988-), 男, 中国山西朔州人, 本科, 工程师, 从事矿山地质与测量研究。

满足高精度、高效率的勘查需求。深部矿床往往伴随着丰富的地下水系统,可能导致矿井水害的问题增加,对矿井的排水系统设计提出了更高要求。另一方面,随着开采深度的增加,赋存条件的复杂性也增加了资源勘探的难度,增加了风险和成本。在此背景下,各种新兴技术的研发和应用成为改善现状的重要途径。

2.2 煤矿深部地质勘查技术难点

煤矿深部地质勘查技术面临多重挑战,其中关键难点主要体现在以下几个方面。深部地质条件的复杂性导致高精度探测技术难以有效应用。矿井深度增加,地质结构的异质性和复杂性显著增强,传统的勘查方法难以提供足够的分辨率和精度,以满足深部资源开发的需求。

高精度地震成像技术在深部煤矿中的应用面临信号衰减和噪声干扰的问题。深层地质造成的信号衰减和复杂的多路径效应常常影响地震数据的反演精度。高密度电阻率探测技术受限于深层介质的非均质性,难以准确反映电性差异,对具体地质构造的解释能力有限。

3 煤矿深部地质高精度勘查技术

3.1 高精度地震成像技术在煤矿深部地质勘查中的运用

高精度地震成像技术在煤矿深部地质勘查中具有关键的应用价值。地震成像技术通过获取地下介质的反射和折射波信息,实现对矿区地质结构的精细重构。随着勘查深度的增加,波速变化与结构复杂性对成像精度提出更高要求。为了应对深部复杂地质条件,高精度地震成像技术采用先进的反演算法和数据处理方法,以提高垂向和横向分辨率^[1]。利用三维地震成像技术,能够更加准确地刻画深部构造特征,识别断层、煤层赋存状态,有效规避潜在开采风险。这种技术的应用,促进了对深部煤矿资源的精确探测,从而优化资源开发方案并提升安全性。通过技术的不断革新,高精度地震成像在解决复杂地质问题方面展现出巨大潜力,成为深部勘查的重要手段。

3.2 高密度电阻率探测技术的角色和效果

高密度电阻率探测技术在煤矿深部地质勘查中具有重要作用。其主要功能是通过测量地下不同深度的电阻率变化,识别煤矿地质结构和潜在异常体。这种技术能够提供对地下岩层的精确图像,揭示隐蔽的地质信息,从而实现更准确的资源评估。高密度电阻率探测在应对深部地质条件复杂性方面表现突出,特别是在存在导电性变化和地质不连续性的情况下,可以有效探测含水层、断层和矿脉位置。通过提高数据采集的精度与分辨率,增强了勘查的全面性与精确性,降低了矿产勘查的不确定性风险,提高了资源利用效率及开发安全性。

4 预测技术在煤矿深部地质勘查中的应用

4.1 防灾预测技术的重要性

防灾预测技术在煤矿深部地质勘查中具有重要性,体现在其显著提升矿井安全性和资源开采效率的能力上。随着煤矿开采深度的增加,地质条件愈加复杂,各类地质灾害的潜在风险也随之增加,严重影响矿工的安全和开采作业的稳定进行。有效的防灾预测技术可以为矿井安全管理提供关键的数据支持和科学预警,有助于在灾害发生前采取适当的预防措施。

地质勘查中的常见地质灾害,如岩层塌陷、瓦斯泄漏和水侵等,对矿井作业构成威胁。防灾预测技术能够通过通过对地震、地电、重力等多物理场的数据监测,构建出稳定性模型,及时识别出潜在危险区域。地质灾害的有效预测与精确预警,不仅可以减少灾害发生的可能性,还能最大限度地降低灾害带来的损失,保障矿工生命财产安全。

这一技术的核心在于通过不断优化预测模型的精确度,提升地质灾害识别的准确性和及时性。防灾预测在煤矿地质勘查中的应用,不仅着眼于单个矿区的安全同样有利于在更大范围内推广安全开采模式,为全球煤矿深部地质勘查提供了一种经济、高效的安全管理思路。

4.2 通关防灾预测技术精准识别和预防地质灾害

在煤矿深部地质勘查中,防灾预测技术的应用对于地质灾害的精准识别和预防具有重要作用^[1]。深部地质环境复杂,岩体力学特性、构造应力分布及地下水系统的相互作用可能引发一系列地质灾害,如岩爆、瓦斯突出和突水等。防灾预测技术通过构建以多物理场观测为核心的监测与分析系统,可动态捕捉深部地质环境的异常变化。基于高精度地震、地电与监测微震数据的联合分析,该技术能够实现对潜在灾害区域的全面识别与精确定位,提升了危险区识别的可信度和时效性。

防灾预测技术结合大数据分析和人工智能算法,能够对历史数据与实时监测信息进行综合解析,构建灾害孕育条件的时空演化模型,有效预测灾害发展趋势。在此基础上,提出针对性预防措施,如在潜在风险区域加强支护、优化开采顺序以及布设应急避险通道等,最大限度地降低了地质灾害对煤矿生产安全的威胁。该技术的应用为深部煤矿开发提供了坚实的保障,既维护了作业安全,又提升了资源开采的可持续性。

5 煤矿深部地质勘查的突破策略及其影响

5.1 新的煤矿深部地质勘查突破策略

煤矿深部地质勘查面临诸多技术挑战,为应对这些挑战,新兴的突破策略显得尤为重要。这些策略主要集中在多物理场观测技术的创新应用上。高精度地震成像技术通过改

进信号处理算法和提高设备分辨率,实现了对深部地质结构的精准映射,克服了传统地震勘查在深部探测中的分辨率不足问题。深部高密度电阻率探测技术通过增加观测点密度和优化电流注入方法,提高了对复杂地质体的探测能力,有效识别矿体形态和流体分布。这一技术的应用解决了深部电性复杂区域勘查的难题。

精准岩体定位技术的发展则依赖于地质信息采集系统的更新和集成化,通过多传感器数据融合,实现了对岩体边界及断裂带的高精度定位。这些技术的结合不仅提高了勘查效率,还降低了在异常地质条件下的作业风险。充分利用人工智能与大数据分析,在多源数据综合解译中起到了关键作用,使得勘查结果更加可靠与精准。这些突破策略的运用,不仅为煤矿深部地质勘查带来了革命性变化,还为提升我国矿产资源开发的安全性和经济性提供了有力支持。

5.2 突破策略对增加煤炭资源开发效益和安全性的影响

突破策略在提升煤炭资源开发效益和安全性方面具有重要作用。高精度地震成像技术能够显著提高深部煤层的探测分辨率,为精准描述地下复杂地质构造提供可靠依据,从而优化煤矿开采设计,提高资源回采率。深部高密度电阻率探测技术可有效识别隐伏构造及地下水分布,降低因地质条件不明引发的资源浪费与开采障碍,提升开发效率。精准岩体定位技术通过对煤矿深部岩体性质的准确描述,能够精确识别煤层及围岩的稳定性,支撑安全开采方案的设计,减少地质灾害的发生概率。

辅助防灾预测技术的应用,能够提前感知和评估矿区可能存在的地质灾害隐患,为制定相应防控措施提供科学支持,显著提升煤矿开采过程的安全性。这些技术突破不仅优化了煤炭资源的利用方式,还为煤矿开发企业降低了运营成本,增加了经济效益,显著提升了安全生产水平,为煤炭资源开采的可持续发展提供了坚实的技术保障。

6 对全球深部资源的科学勘查和高效利用的影响

6.1 全球深部资源科学勘查现状

当前全球深部资源的科学勘查进入了快速发展阶段,随着资源需求量的持续增长,各国在对深部矿产、能源、水资源等领域的勘查与开发中投入了更多的科学技术力量。深部资源分布具有广泛性和复杂性,其勘查工作面临高温、高压、高应力等极端物理条件的限制,对技术的精准性和设备的抗干扰能力提出了更高要求。传统勘查方法在深层复杂地质条件下的适用性逐渐受到挑战,而高性能地球物理探测技术正逐步成为主流,为深部资源的探测提供了新的突破。

目前,高精度地震成像技术、地球重力与磁力测量技术、

多参数地球物理综合探测能力等在全球范围内被广泛应用,通过对多物理场数据的整合分析,可以更准确地描绘深部构造特征和资源分布状况。与此遥感技术与人工智能逐渐融入深部资源勘查,通过卫星观测与大数据分析全面提升了勘查效率和成果的可靠性。现代化钻探技术的发展也为深部样品采集及深入验证提供了支撑。

6.2 突破策略对全球深部资源科学勘查和高效利用的推动作用

突破策略的提出在全球深部资源科学勘查和高效利用中发挥着重要推动作用。其通过高精度地震成像、高密度电阻率探测及精准岩体定位技术等多学科结合,为深部资源的探测提供了新的技术手段。这些策略显著提高了深部地质结构和矿体分布的探测精度,为实现更安全有效的开采操作奠定了基础。防灾预测技术的引入,使得地质灾害的识别与预防能力进一步增强,为全球深部资源开发提供了更加可靠的技术保障。这些创新策略推动着全球资源勘查从传统经验主导向科学技术驱动转变,提高了资源开发的效率和安全性,为全球深部资源的可持续管理和利用提供了坚实的理论支持和技术基础。

7 结语

本研究围绕现代煤矿深部地质勘查的关键技术困难,从地震、地电、重力等多物理场技术出发,提出针对性的技术突破策略,包括高精度地震成像技术、深部高密度电阻率探测技术以及精度升级的地质岩体定位技术等,旨在解决现有深部煤矿勘查中遇到的一系列技术问题。有效实现了对灾害风险的识别和预防,是我国煤炭深部资源勘查有效实施的科技支撑。同时,这些突破策略对于资源的科学开发与高效利用有重要意义。然而,矿山深部地质勘查仍存在许多未知挑战亟待解决,如高温高压环境下的岩石物理特性、三维岩体变形和破坏机制等。因此,将来的研究还需加强对各类异常地质体的成因解析和预测技术的研究,同时在更精确的定义资源储量和预测灾害事件方面做出更大的努力。此外,深入研究矿产资源的地质、矿产、勘探等技术,以及各类勘查设备的研发与应用,是矿产资源高效、安全开发利用面临的另一主要任务。希望本文的研究成果能对此起到一定的借鉴和推广作用,推动我国深部矿产资源勘探技术的进一步发展。

参考文献

- [1] 吕海青,付升,艾元国.论地质勘查与深部地质找矿技术[J].装备维修技术,2021,(09):0283-0283.
- [2] 赵永彬.地质勘查与深部地质钻探找矿技术[J].名城绘,2020,(09):0366-0366.
- [3] 严普成.地质深部找矿及勘查技术[J].世界有色金属,2023,(15):52-54.