

煤矿深部资源潜力评价与复杂地质条件下勘探方法优化

赵倩倩

库车市科兴煤炭实业有限责任公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2345

[摘要] 随着全球能源需求的增长,深部煤炭资源的勘探逐渐成为煤矿开采的重要方向。然而,复杂的地质条件对煤矿深部资源勘探带来了前所未有的挑战。本文深入探讨了复杂地质环境下煤矿深部资源勘探面临的影响因素、技术难点及解决路径。通过对国内外现有技术进行分析,揭示了当前深部煤矿勘探技术的瓶颈,并提出了在复杂地质条件下的资源潜力精准识别、勘探方法优化及风险管理的关键策略。通过数据整合和先进技术的融合,本研究旨在为煤矿深部勘探提供全新的视角和方法论。

[关键词] 复杂地质条件; 煤矿深部; 勘探技术; 资源潜力评价; 风险管理

中图分类号: X752 文献标识码: A

Assessment of Deep Coal Mine Resource Potential and Optimization of Exploration Strategies under Complex Geological Conditions

Qianqian Zhao

Kuche Kexing Coal Industry Co., Ltd.

[Abstract] With the growth of global energy demand, the exploration of deep coal resources has gradually become an important direction for coal mining. However, complex geological conditions have brought unprecedented challenges to the exploration of deep coal resources. This paper explores the influencing factors, technical difficulties, and solutions faced in deep coal resource exploration under complex geological environments. By analyzing existing technologies both domestically and internationally, it reveals the current bottlenecks in deep coal mine exploration technologies and proposes key strategies for precise identification of resource potential, optimization of exploration methods, and risk management under complex geological conditions. Through data integration and the fusion of advanced technologies, this study aims to provide new perspectives and methodologies for deep coal mine exploration.

[Key words] complex geological conditions; deep coal mining; exploration technology; resource potential evaluation; risk management

引言

在煤炭资源日益紧张背景下,深部煤炭资源的勘探成为了未来能源战略的核心。然而,复杂的地质条件使得深部煤矿的勘探充满了不确定性和高风险。裂缝、断层、岩层变异等地质复杂性,不仅增加了勘探的难度,还对资源的准确评估带来了极大的挑战。面对这一现实,传统的勘探技术已显得力不从心,迫切需要创新的勘探方法和技术的支撑。从全球来看,尽管已有一些先进技术应用于深部煤炭勘探,但在复杂地质条件下的实际应用仍存在诸多盲点和困难。如何克服这些困难,实现深部煤矿资源的高效评估,已成为煤炭行业亟待攻克的关键难题。

1 复杂地质条件下煤矿深部煤炭资源勘探研究概述

1.1 复杂地质条件对煤矿深部勘探的影响

复杂地质条件对煤矿深部勘探提出了极大的挑战,尤其是

在断层、褶皱、破碎带等地质体的交织作用下,勘探的精准性受到严重影响。深部煤层的分布更为不规律,存在较强的水文、气候变化与地壳活动对地质稳定性的干扰。对煤炭资源的全面评估不仅需要考虑这些地质因素,还需要更精密的勘探设备和方法。勘探过程中,极端复杂的地质现象不仅增大了钻探难度,还大幅提升了地质推测的风险,导致对深部资源的潜力评价趋于模糊。

1.2 国内外煤矿深部煤炭资源勘探、评价技术现状

在国内外,煤矿深部资源勘探技术已取得一定进展,但受限于复杂地质条件,现有技术仍面临诸多瓶颈。国外的一些先进技术,如三维地质建模、地震勘探技术和遥感地质调查,逐渐应用于煤矿深部勘探,并取得了一定成果。然而,这些技术在复杂地质环境下的适应性和稳定性问题依然突出。国内的煤矿深部勘

探技术虽取得了某些局部突破,但在实际应用中普遍存在技术适配性差、勘探成本高、风险管理不足等问题。为此,提升勘探技术的精确性、综合性及适应性,成为了未来煤炭资源开发的关键。

2 煤矿深部勘探面临的主要问题、技术难点

2.1 复杂地质条件对煤矿深部勘探的影响

煤矿深部地质环境的复杂性比想象的更严峻,破碎地层导致的断层、褶皱复杂分布对钻探探测造成了困难,深部煤层的岩层变化、厚度不定以及煤层分布的不均匀性,使得钻探探测手段面临一定的限制和难度,而裂隙带和地波所造成的震动干扰等亦在一定程度上使传统勘探技术难以揭示深部煤层的真实情况。复杂的煤矿深部地质条件要求勘探人员不仅要有较好的勘探技术手段,还需要动态改变勘探方法。

2.2 深部煤炭资源勘探中的技术瓶颈

深部煤炭地质勘探的瓶颈之一是勘探手段单一、成本大。当前的技术手段尤其是勘探技术,难以有效解决高深、高压、高温等深层探测困难与风险,有限传感器与探测设备的探测深度问题等,致使所获勘探数据不能完全准确地反映深部煤层状况,复杂地质条件限制了勘探精度和数据采集准确性,产生数据误差与不确定性,导致无法有效支撑对深部煤炭资源的全面评估。要解决这一问题需要进行技术手段的探索更新,尤其是高效精准的深部探测手段。多种技术的勘探组合、减少勘探偏差,提高煤炭资源勘查可靠性成为当务之急。

2.3 资源潜力识别中的关键问题

对深部煤矿资源进行潜力识别时,最难解决的主要是建立的地质模型与现实地质资料之间的吻合度问题。以往的地质推演技术都是凭借表层的勘探数据进行浅层的煤矿资源潜力分析,对此类深部煤矿资源潜力的推演预测往往会出现极大的误差^[1]。尤其在复杂地质条件下,勘探数据往往是零碎且不连续的,这使得对深部资源潜力的评估存在极强的不确定性。复杂地质构造往往导致资源分布不均衡,也就意味着深度资源潜力的评估会变得更加不易。在这样的情况下,如何充分利用多种数据建立高精度三维地质模型并识别准确的深部煤矿资源潜力的问题成为解决深度勘探的核心难题。

3 复杂地质条件下煤矿深部煤炭资源潜力评价与勘探方法优化

3.1 复杂地质条件下煤矿资源潜力的精准识别

对于煤矿深部资源潜力的认识,在复杂地质条件下,精准识别几乎是所有勘探工作开展的第一步。这不仅要明确煤的赋存分布,还必须从地质勘查角度对各种多维、多层次数据进行综合汇总,以恢复其在复杂地质条件下的真实面貌。常规的地质勘探手段一般是对煤矿的分布情况在剖面、二维或钻探单孔进行描述。在地质条件复杂区域,受断层、褶皱等地质构造的强烈影响,很难如实反映深部煤层的地质结构与分布。要做到精准识别,就要应用各种更高级别的数据采集处理和勘探技术手段,如地震勘探技术、遥感技术、3D建模技术,这些技术可以在不同的空

间尺度下重塑煤矿的地质结构,建立不同空间尺度下的3D结构模型,在此基础上对煤矿资源进行量化研究与估算^[2]。精准识别,不仅要求对煤自身资源的量化评估,而且要做到对其赋存质量、开采条件进行评估,依靠综合性的地质勘探技术(地球物理勘探方法与钻探数据),包括确定煤层赋存的范围与煤质变化趋势的综合识别,可以对煤层的赋存条件实施精准识别。各种多维数据的输入需要高精度、大体量数据,也需要在勘探工作中适时调整工作的方法与原则,并需要更好的科学数据处理与分析手段,包括人工智能技术、机器学习方法应用,对勘探范围中地质数据进行综合化的处理分析,从而得出更为精确的信息和资料,提高勘探的效率和准确性。

通过这种方法,煤矿深部资源的潜力不仅不能被全面识别,还能为后续的开发决策提供强有力的数据支持。

3.2 深部煤矿勘探技术的优化

深部煤矿的勘探,在对成本和效率有要求的同时,还面临着复杂地质条件的影响,这就要求在进行技术优化的过程中,突破现有技术适应性上的局限,解决勘探数据结果的准确性问题。目前,大部分煤矿深部勘探作业都采用传统的钻探技术,虽然能够较为直接地获取煤层信息,但是成本较高、效率低,且在复杂地质条件下勘探精度较低。如何突破这些困难,以先进的科学技术对现有勘探技术进行优化和创新,成为煤矿深部勘探发展中的一项重要任务。对深部煤矿勘探技术进行优化,需要重视勘探方式的多样性。比如采用地震勘探法结合钻孔钻探技术,就能够获得更深的煤层信息,而且在地震勘探的基础上加以电磁勘探和重力勘探,能够更准确地测定矿体的物理特性,从而使在煤矿勘探作业中能够对煤层的深度、厚度以及煤质情况更为准确的掌握,这样有利于在煤矿勘探的最开始阶段就能对煤层信息有更全面的了解^[3]。

3.3 适应复杂地质条件的勘探方法、策略

对于煤矿深层资源,复杂的地质条件决定了单一性的勘探模式、勘探策略的不适应性,因为煤层深度、裂隙以及岩层的异常,都会对最终勘探结果准确性产生一定的影响,因此,复杂的地质条件、复杂的勘探对象、复杂的勘探环境对勘探策略也提出了复杂性、多样性的要求。由于不同勘探对象、不同地质环境有不同的勘探手段,因此,在复杂的地质条件下,必须针对具体的勘探对象所处的具体地质环境选择合适的勘探方法。例如,对于岩石稳定或基本稳定的区域选择传统的钻探技术;而对于断层带、褶皱带或碎裂带、裂隙密集带等复杂的地质条件,则可以选择如地震勘探、电磁勘探等现代化的物探手段进行探测。多手段、多视角地进行立体化探测,最大限度消除复杂地质条件造成的不利影响、最大限度提升资源的准确识别率。对于复杂地质条件资源,复杂性和多样性也就要求数据融合技术的应用。勘探的过程中,将不同勘探手段获得的数据进行融合、叠加、互相印证从而形成多维度的地质信息,在信息的互补性之中进一步提升资源评价的准确程度,特别是在矿体界线、资源潜能等识别过程中,数据融合技术克服了单纯的一手资料带来的偏差,也能

为矿体边界和矿层的准确划定提供客观评价的依据。随着科学技术的不断发展,在人工智能、机器学习的融入中,勘探策略也出现了颠覆性变化^[4]。结合大数据应用以及模型训练,智能发掘数据最合适的路线,自动调节智能勘探。采用实时数据处理和数据分析,调节勘探方案,在勘探时会根据数据自动变更,勘探起来更加灵活高效。

3.4 数据整合在深部煤矿勘探中的应用

煤矿深部勘探难度大,需要不断地突破煤矿深部勘探常规方法,数据融合可以提高勘探的速度及精度。在常规的深部煤矿勘探中,存在信息单一问题,不同来源、不同方法的勘探数据使得资料信息来源单一,不能全面反映矿井储量大小情况。在这种情况下,数据融合为煤矿深部勘探带来革命性的变化,可以实现不同勘探方法或不同勘探时期的各类信息数据融合,为地下资源提供更准确的指导。数据融合,即采用现代数据处理及综合处理方法,将多种方式如地质、物探、钻探等产生的数据进行处理,得到对地上多方面、全范围、立体的煤矿资源信息。数据融合是对各种数据进行综合对比分析,可以有效地消除单一勘探方式存在的片面性、局限性问题,还可以更准确地对煤矿煤层、煤质、煤量等的赋存情况进行判断与推算。地震勘探、遥感技术、钻井探物等的不同勘探方式和数据的整合处理,提高数据精度,是实现科研工作者全面掌握深部煤矿区域三维构造的关键,需要应用大数据处理与智能化算法,利用人工智能强大的计算功能,快速算出多个信息数据之间的规律或联系,可以为下一阶段的矿区开采提供更有力的理论指导,建立综合勘探数据库。因此未来深部煤矿勘探是一种持续更新的智能化决策模式。这样不但提升了探查的准确率,而且对资源的合理利用也提供了科学的保障。

3.5 深部煤矿勘探中的风险管理、控制

由于深部煤矿勘探面临复杂的勘探环境和不明确的信息,风险管理和控制是其中必须考虑的关键因素。深部煤田勘探开发工程中,某一环节的疏忽很容易带来重大财产损失和安全事故,因此在煤矿勘探早期就需要科学合理的分析勘探风险,做好动态管理和控制。只有合理有效的煤矿勘探风险管理,才能使得煤矿勘探不重复投资,以及煤矿勘探项目安全和可持续发展。煤矿深部勘探中的风险主要有两个方面,一方面是从技术角度来看,这种风险源自勘探方法不确定性和复杂的地质环境。深部煤

层复杂性,传统的勘探技术方法在某些地质条件下已经不能满足勘探的要求;另一方面从经济及安全风险来看,深部煤层的开采勘探高成本和高技术要求可能造成勘探成本预算超高以及矿工在深部工作的人身安全是勘探中的生命问题。风险管理主要是通过通过对勘探风险的事前识别、事中反馈和事后控制。在深部煤层勘探过程中,通过形成动态风险模型对煤田不同区域的勘探动态风险进行监视,并通过先进技术及人工智能,对煤层勘探过程进行实时动态跟踪,针对深部煤层的不同变化适时调整煤田的勘探计划,以降低煤矿勘探风险的发生。针对技术风险是不可预见的,采取多种勘探方式相结合,相互补位避免单一技术所带来的漏洞。此外,做好勘探作业的安全管理,对勘探工作和作业环境进行优化,同时利用智能化控制进行远距离作业,这也可以对矿工的生命安全做好一定的保障。

4 结束语

煤矿深部资源的勘探与评价是一项充满挑战的系统工程。在复杂的地质条件下,传统的勘探方法无法完全适应深部资源的勘探需求,新的技术突破势在必行。通过精准的资源潜力识别、先进勘探技术的应用,以及数据整合的策略,深部煤矿勘探可以实现更为高效与安全的探索。同时,深入的风险管理和控制方法将为勘探过程中的不确定性提供有力保障。尽管困难重重,但随着技术的进步与方法的优化,煤矿深部资源的勘探前景依然光明。这不仅关乎能源供应的可持续性,更是推动全球能源结构转型的重要一环。

[参考文献]

- [1]李德峰,赵俊.复杂地质条件下煤矿深部资源勘探技术与挑战[J].煤矿安全,2023,54(04):112-115.
- [2]王鹏,韩晓龙.基于地震勘探技术的煤矿深部资源评价方法研究[J].煤炭技术,2023,42(06):88-92.
- [3]陈长斌,张一鸣.深部煤矿勘探中地质模型构建的优化方法[J].地质与勘探,2022,58(03):206-210.
- [4]徐辉,刘涛.复杂地质环境下煤炭资源潜力的识别与评估技术[J].煤田地质与勘探,2022,50(05):53-57.

作者简介:

赵倩倩(2000--),女,汉族,河南三门峡人,本科,助理工程师,煤矿地质工程。