

# 煤矿地质钻探技术的应用

李新强

国能宁夏六盘山能源发展有限公司矿业分公司

DOI:10.32629/etd.v6i12.19269

**[摘要]** 随着煤炭资源开发深度与复杂度提升,煤矿地质钻探技术已成为保障安全生产、提升资源利用效率的核心手段。本文聚焦煤矿地质钻探技术,先概述该技术基础,接着详细阐述其在煤炭资源勘查、地质灾害防治、安全生产监测以及环境影响评估等方面的具体应用,展现其在煤矿领域的关键作用。同时,对煤矿地质钻探技术的未来发展趋势进行展望,包括智能化与自动化深度融合、绿色化与环保技术突破以及深部资源开发与极端工况技术突破,旨在为煤矿地质钻探技术的进一步发展与应用提供参考。

**[关键词]** 煤矿; 地质钻探; 技术应用; 发展趋势

中图分类号: P634 文献标识码: A

## Application of Coal Mine Geological Drilling Technology

Xinqiang Li

Mining Branch of CHN Energy Ningxia Liupanshan Energy Development Co., Ltd.

**[Abstract]** With the increasing depth and complexity of coal resource development, coal mine geological drilling technology has become a core means for ensuring safe production and improving resource utilization efficiency. This paper focuses on coal mine geological drilling technology. It first outlines the fundamentals of this technology, then elaborates on its specific applications in coal resource exploration, geological disaster prevention and control, safety production monitoring, and environmental impact assessment, demonstrating its key role in the coal mining field. At the same time, it looks forward to the future development trends of coal mine geological drilling technology, including deep integration of intelligence and automation, breakthroughs in green and environmentally friendly technologies, and technological breakthroughs in deep resource development and extreme working conditions, aiming to provide reference for the further development and application of coal mine geological drilling technology.

**[Key words]** coal mine; geological drilling; technology application; development trends

### 引言

煤矿产业作为我国能源领域的重要支柱,其稳定发展关乎国家能源安全与经济命脉。在煤矿开采过程中,地质条件复杂多变,面临诸多挑战。煤矿地质钻探技术作为获取地下地质信息的关键手段,对于精准探明煤炭资源分布、有效预防地质灾害、保障安全生产以及评估环境影响意义重大。深入探讨该技术的应用现状与发展趋势,有助于提升煤矿开采效率与安全性,推动煤矿产业可持续、高质量发展。

### 1 煤矿地质钻探技术的概述

煤矿地质钻探技术是煤矿产业中用于探索地下地质情况、获取关键地质信息的重要技术方法。它借助专业的钻探设备,向地下钻进形成特定钻孔,以此揭开地下地质的神秘面纱,为煤矿的勘探、开发及生产等环节提供坚实的数据支撑。这一技术的实

施依赖于一系列精密的设备与工具。钻机作为核心装备,提供钻进所需的动力,其性能的优劣直接影响钻探的效率与深度。钻杆则负责传递动力并引导钻头前进,不同材质和规格的钻杆适用于不同的地质条件。钻头是破碎岩石的关键部件,根据地层特性,有金刚石钻头、牙轮钻头等多种类型,它们以各自独特的方式破碎岩石,实现钻进目的。同时,泥浆循环系统不可或缺,它通过循环泥浆来冷却钻头、携带钻屑,维持钻孔的稳定,防止塌孔等事故的发生。煤矿地质钻探技术具有独特的技术优势。它能够直接深入地下,获取第一手的岩芯资料,这些资料直观且准确地反映了地层的岩性、结构、构造等信息,为煤炭资源的评估与开采设计提供了可靠依据。而且,该技术不受地表条件的限制,无论是山区、平原还是水域,都能开展钻探工作,探测范围广泛,可满足不同深度、不同地质条件下的勘探需求。在煤矿产业中,煤矿

地质钻探技术贯穿始终。从前期的资源勘查,到开采过程中的地质监测,再到后期的环境评估,都离不开它的参与,是保障煤矿安全、高效、可持续发展的重要技术保障<sup>[1]</sup>。

## 2 煤矿地质钻探技术的应用

### 2.1 煤炭资源勘查

(1) 煤层赋存条件探查。通过精准钻进,能直接获取地下岩芯,清晰呈现煤层的厚度、倾角、埋深等关键参数。这些参数对于合理规划煤矿开采布局至关重要,可确定开采的起始位置、推进方向以及开采方法。同时,钻探还能了解煤层顶底板的岩性、厚度和稳定性,为支护设计提供依据,保障开采过程中顶板和底板的安全,避免因顶底板问题引发的冒顶、片帮等事故,确保开采工作安全、有序进行。(2) 资源储量评估。在煤炭资源储量评估方面,煤矿地质钻探技术发挥着基础性作用,利用钻探获取的岩芯样本,结合地质测绘、地球物理勘探等资料,能够准确圈定煤层的分布范围和边界。通过对不同位置煤层厚度的测量和统计分析,可精确计算煤炭资源的储量。而且,钻探还能了解煤层的煤质特征,如灰分、硫分、发热量等,为评估煤炭资源的经济价值提供重要参考,为煤矿的开发决策和可持续发展提供科学依据。(3) 构造控制分析。地下地质构造复杂多样,断层、褶皱等构造会影响煤层的连续性和完整性。通过钻探,可获取构造部位的岩芯,直观观察构造的形态、规模和性质,分析构造对煤层的控制作用。明确构造与煤层的关系后,能提前预测开采过程中可能遇到的地质问题,如断层导水、瓦斯突出等,制定针对性的防范措施,降低开采风险,提高开采效率和安全性,保障煤矿生产的顺利进行。

### 2.2 地质灾害防治

(1) 滑坡与地面塌陷防治。在滑坡防治方面,钻探可获得滑坡体及下伏地层岩土体的物理力学性质参数,明确滑坡体的结构特征和滑动面位置,为滑坡稳定性评价和防治工程设计提供关键依据。对于地面塌陷,通过钻探能精准探测地下采空区的位置、规模和形态,分析其上覆岩层的变形破坏规律。依据钻探成果,可采取合理的工程措施,如注浆加固、设置抗滑桩等,增强边坡或地表的稳定性,有效预防滑坡和地面塌陷灾害的发生,保障煤矿周边人员和设施安全。(2) 突水灾害预警。利用钻探可提前探测含水层的分布、厚度、富水性以及隔水层的性能。通过采集钻孔水样进行水质分析,判断不同含水层之间的水力联系。在开采过程中,结合钻探监测钻孔水位、水压等参数的变化,当出现异常时,能及时发出突水预警信号。同时,钻探还可为注浆堵水等防治措施提供准确的施工位置,通过向含水层或导水通道注浆,切断水源,降低突水风险,保障煤矿安全生产。(3) 瓦斯灾害治理。瓦斯灾害是煤矿安全的“头号杀手”,地质钻探技术助力其有效治理。钻探可准确测定煤层瓦斯含量、瓦斯压力等关键参数,了解瓦斯赋存规律。通过布置合理的钻孔,可实现瓦斯的预抽,降低煤层瓦斯浓度,减少开采过程中的瓦斯涌出量。此外,利用钻探还可进行瓦斯压力监测,实时掌握瓦斯压力变化情况,当压力异常时及时采取措施。对于瓦斯突出危险区域,钻探

成果能为防突措施的制定提供依据,如采取松动爆破、水力割缝等措施,释放瓦斯压力,防止瓦斯突出事故的发生<sup>[2]</sup>。

### 2.3 安全生产监测

(1) 应力监测。通过在关键部位布置钻孔,安装应力传感器,可实时获取煤岩体内部的应力变化数据。在煤矿开采过程中,随着工作面的推进,围岩应力会重新分布,利用钻探配合应力监测,能精准掌握应力集中区域和变化趋势。当应力超过煤岩体的承载极限时,可能引发冒顶、片帮等事故。依据应力监测结果,可提前采取加强支护、调整开采顺序等措施,合理调控应力分布,有效预防因应力异常导致的安全事故,保障煤矿开采作业的安全进行。(2) 水位监测。水位监测是煤矿安全生产的重要环节,地质钻探技术为其提供了基础支撑。借助钻探在含水层、采空区等关键位置设置水位观测孔,安装水位监测设备,能够实时、准确地监测水位变化。煤矿开采可能破坏地下含水层结构,导致水位异常升降。若水位上升,可能引发突水事故;水位下降过多,则可能造成地表塌陷等地质灾害。通过持续的水位监测,可及时发现水位异常,分析其变化原因,提前采取排水、注浆封堵等措施,避免水害事故的发生,维护煤矿生产的安全稳定。(3) 气体监测。在煤矿安全生产中,气体监测至关重要,地质钻探技术助力其有效开展。利用钻探在煤层、采空区等区域布置气体监测钻孔,安装气体传感器,可实时监测瓦斯、一氧化碳等有害气体的浓度。瓦斯积聚易引发爆炸事故,一氧化碳超标则可能预示着火灾隐患。通过持续的气体监测,能及时掌握有害气体的动态变化。一旦气体浓度超过安全阈值,可迅速发出警报,并采取通风稀释、抽放瓦斯等措施,降低气体浓度,消除安全隐患,防止瓦斯爆炸和火灾等重大事故的发生,保障井下作业人员的安全。

### 2.4 环境影响评估

(1) 地下水污染调查。通过合理布置钻孔,可穿透不同地层,采集地下水样本。借助钻探能精确定位采样位置与深度,获取具有代表性的水样,全面分析地下水中各类污染物的成分与浓度,如重金属、有机物等。同时,钻探可揭示地下含水层的结构、分布及水力联系,明确污染物的迁移路径与范围。依据调查结果,能准确评估煤矿开采对地下水环境的影响程度,为制定针对性的污染防治措施提供科学依据,有效保护地下水资源,防止污染扩散。(2) 土壤污染调查。利用钻探设备在不同区域钻取土壤剖面样本,能详细了解土壤的垂直分层结构及各层污染状况。通过分析样本中的污染物含量,如煤矸石风化释放的重金属等,可准确判断土壤污染的程度与范围。而且,钻探可获取深层土壤信息,避免仅关注表层土壤而造成的评估偏差。基于调查数据,能够科学评估煤矿活动对土壤环境的影响,为土壤修复方案的制定提供可靠支撑,助力土壤环境的改善与恢复。(3) 生态修复监测。在生态修复过程中,通过钻探采集不同修复阶段的土壤、植被根系等样本。分析土壤的物理化学性质变化,如土壤肥力、酸碱度等,可评估修复措施对土壤质量的改善效果。对植被根系样本的研究,能了解植物的生长状况与生态适应性。同时,钻探可监测地

下水位、水质等生态要素的动态变化,判断生态系统的稳定性。依据监测结果,及时调整修复策略,确保生态修复工程朝着预期目标推进,促进煤矿受损生态系统的逐步恢复与重建<sup>[3]</sup>。

### 3 煤矿地质钻探技术的未来发展趋势

#### 3.1 智能化与自动化深度融合

煤矿地质钻探技术的智能化与自动化深度融合,是行业发展的核心趋势。智能化技术通过集成人工智能、大数据、物联网等前沿科技,赋予钻探设备自主感知、分析、决策与执行能力。例如,智能传感器可实时采集钻进参数、地质层位信息,经算法模型快速解析,自动调整钻进速度、压力与方向,实现精准钻探。自动化系统则依托机械臂、远程操控平台等技术,完成钻杆装卸、设备定位等高危环节,减少人工干预,提升作业安全性。深度融合的体现还在于数据驱动的闭环管理。钻探过程中产生的海量数据,通过边缘计算与云计算协同处理,可构建三维地质模型,预测潜在风险,优化钻探路径。同时,AI算法的持续学习功能,能根据历史数据与实时反馈,动态优化钻探策略,提升资源利用率。

#### 3.2 绿色化与环保技术突破

煤矿地质钻探技术的绿色化与环保技术突破,是顺应可持续发展要求的关键方向。在钻探过程中,传统方式易产生粉尘、噪声污染,且泥浆排放可能对土壤和水体造成损害。未来,绿色化发展将聚焦于减少环境负面影响。环保型钻探液研发是重要突破点。新型钻探液以可降解、低毒性的化学物质为基础,既能有效冷却钻头、携带钻屑,又能大幅降低对地下水和土壤的污染风险。同时,钻探液的循环利用技术将得到推广,通过高效过滤和净化系统,实现钻探液的多次使用,减少资源浪费。在能源利用方面,清洁能源动力设备的应用将成为趋势。此外,钻探设备的轻量化设计也将助力绿色化,减少材料消耗和运输过程中的能源消耗。通过这些技术突破,煤矿地质钻探将实现从“高污染、高能耗”向“低污染、低能耗”的转变,为煤炭行业的绿色转型提供有力支撑。

#### 3.3 深部资源开发与极端工况技术突破

深部资源开发面临高温、高压、高应力及复杂地质构造等极端工况,技术突破成为关键。在材料领域,新型耐高温高压合金材料的应用显著提升了钻具性能,如深地川科1井采用的特种钢材,在200℃以上高温和130兆帕高压下仍保持高强度,解决了钻具“软化”难题。热处理技术方面,细晶化伪共析工艺优化了钢材微观结构,增强了抗疲劳性和耐磨性。钻探工艺上,定向钻探与随钻测控技术实现精准定位,如塔里木油田深地塔科1井通过智能导向系统,在8000米以下地层实现“小步稳进”,钻头性能提升30%以上。同时,深孔壁厚控制技术确保了钻井安全,万米深井中井壁稳定性提高50%。此外,多学科协同创新模式加速技术落地,地质、工程、材料等领域专家联合攻关,形成“地质-工程-装备”一体化解决方案,为深部资源开发提供了从理论到实践的完整技术链。

### 4 结束语

煤矿地质钻探技术作为煤炭产业发展的基石,在煤炭资源勘查中精准定位资源储量与分布,为开发利用筑牢根基;于地质灾害防治里提前预警滑坡、突水等隐患,守护生命财产安全;在安全生产监测方面实时追踪应力、水位、气体变化,保障作业平稳有序;在环境影响评估中调查污染状况,助力生态修复。展望未来,随着智能化、绿色化及深部开发技术的持续突破,煤矿地质钻探技术将不断升级,以更高效、精准、环保的姿态,为煤炭行业的可持续发展注入强劲动力,推动产业迈向更高质量的发展新征程。

#### [参考文献]

- [1]陈元朋.定向钻进工艺技术在神东矿区应用浅析[J].西部探矿工程,2020,32(02):88-90+94.
- [2]卞晓顺.浅谈煤矿地质钻探技术的应用[J].内蒙古煤炭经济,2021,320(03):185-186.
- [3]王昀,谢文艺.煤矿地质钻探技术的应用分析[J].内蒙古煤炭经济,2022,349(08):172-174.