

煤矿地质钻探技术的应用分析

牛作志

平顶山天安煤业股份有限公司朝川矿

摘要: 目前,我国对煤矿资源的需求不断增加,煤矿开采越来越多,在煤矿中,地质钻探技术发挥着重要的作用。煤层地质条件多样化,受水力因素等因素影响容易导致事故,不仅影响开采质量而且严重危害安全。为此,需要对煤矿水害进行防治。本文就煤矿地质钻探技术的应用进行研究,以供参考。

关键词: 煤炭;地质钻探技术;应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.11.096

引言

近年来我国正不断进行能源调整,清洁能源得到了应用,但目前煤炭仍是我国重要的能源。虽然我国有着较为丰富的煤炭蕴藏,但是表层煤矿已经开采完毕,煤矿开采深度在不断加深,在深层矿井的开采过程中,水害问题愈加严重。从煤矿防治水工作来看,定向钻探可有效地提高防治水效果。

一、地质钻探技术

地质钻探技术是地震勘探、测量、地质化探测等方法的补充和深化,它是一种通过直接获取地下岩石样本,了解地层结构、岩土工程性质的技术。在探矿工程中,地质钻探技术是一项核心勘探方法,它能提供实地样本数据,为探矿工作提供关键信息。地质钻探技术包括震动式钻探、循环钻探、钻孔纹样记录、取芯、地下水水位测定等。现在,钻探设备已经逐渐实现数字化、自动化和智能化,钻探速度和精度都得到了大幅提高。在钻探操作过程中,需要注意钻掘设备的选择和维护,合理安排钻孔的位置和方向,以确保地质钻探的正常进行和数据的准确性。

二、常见的煤矿地质钻探技术及其应用

1. 绳索取芯技术概述

绳索取芯技术的工作原理:当岩芯管装满或岩矿芯阻塞时,钻探人员无需将钻杆提升至地表,只要将专用、符合作业规格的绳子等工具下放到钻孔位置,将矿芯容纳管打捞至地表即可。此种取芯技术的优势在于:①节约将钻头提升至地表取芯的时间,提升煤矿地质钻探技术应用效率,降低工作时长和劳动强度;②第一时间将岩矿芯打捞出来,避免阻塞时间长而形成磨损。绳索取芯技术诞生于美国,能够适应不同岩层地质钻探作业,后进入我国在国内地质钻探领域得到发展。我国目

前已经围绕绳索取芯技术进行了钻具研发,如液动的潜孔锤、螺杆、钻头等,不仅为绳索取芯技术的推广提供了助力,还在地质钻探作业中取得了理想成效。

2. 液动潜孔锤钻探技术

液动潜孔锤钻探技术依赖于由冲击液所驱动的液压潜孔锤,其技术原理与传统旋转钻技术类似,但其动力更足且工作效能更高。冲击液冲击液压锤的同时激发液压锤子内部的冲击力与回转力,并最终将能量导向至钻头处,强大的回转力可以击碎较为坚硬的岩石,适用于地质条件复杂且坚硬的区域。该项技术的使用优势在于其较强的钻探力度与高效简便的工作方式,在坚硬的岩石结构中展现出独到的自我优势。该项技术的使用局限性在于设备较为笨重,且在实际操作过程中机器工作负荷较大,因此为了延长设备寿命提高工作效率,在施工过程中需要选用具有顺滑度较高且黏度较低的液压泥浆充当润滑剂以降低液压锤的磨损消耗。

3. 多传感器数据融合技术

多传感器数据融合技术是将煤矿井下布置的各类传感器(如温度、瓦斯、风速、孔底轨迹参数等)进行综合处理分析,弥补单一传感器对矿井状态判断的局限。井下数字化平台通过多传感器参数的采集,更全面反映了煤矿井下定向钻探所需的信息,提高了数字化平台系统的可靠性和稳定性。多传感器数据融合技术在我国煤炭安全预警领域得到长足发展,通过不同传感器的相互联系和补充,能更准确地判断钻场环境状态。现有煤矿井下定向钻探数字化平台,以多传感器数据融合技术为基础,集中处理钻孔轨迹参数、工程参数、钻机参数、环境参数和地质信息等,有效的运用自动控制技术、系统集成技术和数字孪生技术,为实现煤矿井下定向钻探智能化奠定基础。

4. 定向钻进技术及其应用

定向钻进技术是一种精准定位钻进方向、钻进深度的技术，既能够帮助钻头准确找到地下钻探的矿藏目标，也能够帮助矿井排除水害。定向钻进技术的关键在于煤矿地层的三维坐标数据计算和分析，有了准确、明确的煤矿地层数据，钻探工作人员可快速分析煤矿地层的结构、分布，寻找适合增加分支孔的位置，并进行准确钻进，避免盲目开采，增加煤矿水患。在这一过程中，配合随钻测量系统也可以帮助钻探工作人员实时掌握钻头的位置、方向，及时调整钻进角度，避免开无效孔。比如，某煤矿在开采前判断某一区域煤层存在砂岩裂隙含水的情况，可能对矿井巷道造成水害影响，但程度并不严重。随着矿区开采进行，岩层受到掘进作业的影响出现受力变化，砂岩裂隙发生了位置变化，含水逐步汇聚至工作面，对矿井巷道造成的影响大于预期。煤矿前期选择进行探放水作业，于工作面上钻孔、扩孔、安装PCV孔口管、封孔，属于超前钻探作业，施工量大且无效钻孔多，影响了矿井巷道的掘进施工进程，难以达到预期探放水效果。采用定向钻探技术可获得更贴近现实需求的钻孔效果，不仅可以提高探放水效率，也能减少无效钻孔数量。定向钻探过程中，钻探工作人员启用随钻测量系统，及时掌握钻进方位、轨迹和弯角，根据实时钻进，判断钻进深度和目标位置，及时调整螺杆旋转角度，提高钻进效率，实现一次钻孔到位。一次钻孔到位的钻进兼顾了探放水和巷道掘进，有助于保护煤矿开发安全性。

5. 定向钻探注浆技术及其作用

定向钻是一种主要使用大主轴定向钻的钻孔方法，由螺丝刀、孔中的非磁性钻头、上方的非磁性钻头和调整工具尖端在丝锥上的对准角度的中央通道组成，用正孔工具（孔主轴）做对角线引导。固井技术的发展由来已久，但都处于初级阶段。使用固井技术只是采煤的一个方法，有人提出将固井技术与定向技术相结合，以提高固井效果的安全性和质量。定向钻井和固井技术的显著特点是利用定向管技术将准备好的泥浆输送到相应的岩体中，以增加岩体层下部的强度和稳定性。这在物理上加强了基岩的硬度，增加了其可压缩性，使其能够作为水的屏障。由于煤层中构造因素的影响，开采空心煤层会使其上方或下方的岩层发生断裂，导致更大的含

水裂缝，使周围的小煤层出现大量积水。传统的钻探方法需要更多的施工孔，不能有效控制基坑饱和水区的水流路径，而长孔定向的钻探方法可以有效覆盖基坑的饱和水区。坑顶的裂缝和松动的圆圈是坑顶水损害的主要途径，砂岩或凝灰岩薄层的水可以通过裂缝进入坑内。常规挖钻技术的应用的真实情况是，由于土壤融化的变化，钻具的重量，甚至施工作业等的偏差容易造成裂缝和松动，故要保证适当控制钻进轨迹的调整，在主富水层的工作顶板其钻进轨迹，并将钻进轨迹有效地沿含水层调整，以此控制含水层并有效地减少施工量。与传统的钻孔相比，使用分体式钻孔覆盖面可以有效地减少钻孔位移的工作量和钻探工程量，并可以有效地解决钻孔路径位移、死区检测问题和缩短钻井作业时间等。如果底板暴露在灰水中，必须进行钻孔灌浆，将底板与井筒加固，并在煤层底板的含水区域安装隔水层，防止底板被水破坏。传统的矿井或油井施工一般需要更多的钻井，井下作业较多容易导致覆盖率较低且目标层的精确度也较低。长孔定向钻可以进行预注水工作，有效拓宽钻孔路径，同时用高压注水填充含水裂缝，加强防渗能力，使含水层变成防渗层，使钻井工作无碍并顺利进行。

6. 组合钻探技术

组合钻探技术强调以上三种技术的有机结合，在钻探施工过程中产生优势互补的协同效应。该项技术的使用优势在于：①在节约人力物力的前提下最大化实现钻探工作效率。该技术将三种技术有机组合，最大化利用水力与压缩空气等可再生资源，减少驱动大型机械设备的能源浪费，解放劳动力与生产力；②可以根据施工现场实际特点，提高勘探技术在使用过程中的灵活性。在对岩体土壤进行取样时，由于工程要求差异与实际情况的多样，将三种方式有机结合灵活运用可将三者取长补短，大幅提高工作效率，如若工程所要求的钻孔深度较浅，虽然一般使用液动潜孔锤与钻杆的配合将样本压出，但若岩体结构较易阻塞管道则可以利用绳索取芯钻探原理将样本取出，实现了真正意义上的优势结合。

7. 远程交互技术

远程交互技术的应用可以降低人员的工作风险和劳动强度，提高生产效率和质量。煤矿井下远程交互技术主要有以下几种应用方式：1) 语音与数据通信。井下

工作者与地面指挥中心,通过煤矿工业环网、无线电或其他通信设备实现信息的实时传递、施工情况汇报和紧急救援等。随着煤矿数字化建设的不断推进,除语音通信外,井下视频监控、环境监测和远程遥控作业等对无线通信系统在带宽、延迟率等方面提出更高的要求。基于井下工业环网,在井下配置无线Mesh网络节点、WiFi无线基站、4G无线基站和5G无线基站等,实现井下数据统一采集、设备统一维护和业务统一管控。目前煤矿井下以4G和WiFi无线通信系统为主,5G和WiFi6无线通信系统处于起步阶段。

2) 远程监控系统。通过物联网、传感器、控制系统等技术,实现对煤矿井下钻场设备、环境等各项参数(如氧气体积分数、温度、湿度等)的实时监控,并实现井下设备的远程控制。井下定向钻机远程监控系统软件采用B/S架构,通过数据中心对数据索引、结构分析和规范化处理形成数据服务,在B端以三维和图表等形式实现钻探数据可视化。

3) 虚拟现实技术。虚拟现实技术可以弥补钻探视频监控时,因钻场环境容易出现水雾大、粉尘大等不利于视频监控的缺陷。虚拟现实技术将煤矿井下的场景和设备转化为数字形式,让管理人员通过终端设备在虚拟环境中实时监控和控制井下设备,提高钻探效率和安全性。现有虚拟现实技术在钻探领域的应用较少,国内井下定向钻探以功能实现为主,钻进参数主要以液压仪表显示。

三、煤矿地质钻探技术的应用要点分析

定向钻进技术在采矿作业施工期间,需注意以下几个要点:

- ①钻进过程中,要安排专人对作业现场的地质水文环境数据做前期勘探和监测,并在工作结束后将所得数据进行专业的计算和分析,最后交与负责人审核。
- ②除地质水文条件数据的勘探和监测,工作人员还需对矿内的煤炭实际储量和产量采取估算处理,便于具体制定整个工程进度计划,估算投入成本。
- ③提前对钻头的选择予以合理安排,同时确定钻入深度和施工仪器设定值。
- ④科学布置施工顺序、操作流程和步骤,可提升作业的进度,对煤炭的产出有着积极的作用。
- ⑤工作人员在相关技术方面要有较多的知识储备,便于该项技术的有效实行。
- ⑥作业开展前期,对定向钻进的机械设备做适当的调整准备,保障各设备能够正常运转。对设备上的异物或杂质,要及时的予以处理,尤其对设备的连接部位要重点检查。
- ⑦勘察施工期间,选派具体人员对相

关数据做记录工作。同时检查设备运转是否正常,遇异常现象要及时妥善处理。

⑧钻进期间,对于设备所显示的动态数据及水压的实际参数,要派专人予以记录和监测,同时将所获取的参数进行前后对比,遇水压较高的情况要立马停止钻进作业施工。水压值较高则说明该地段的含水量极为丰富,存在极大的安全隐患。对此要做好水压数值的记录和汇报工作,同时采取专业的技术手段对其进行排除和处理,降低地质水害等不利情况的产生。此外,选派具体人对周边环境进行再次检查,确保无漏水现象存在,为后续的钻进工作提供环境和安全保障。遇孔洞现象,要及时的予以封堵处理,杜绝杂物或多余的水质灌入其中。到达既定目标后,还需对工作面和断层部位做人工填充处理,加强止水的效果。注浆期间,在指定区域放好注浆管,将材料按照工序逐一灌入,以稳固工作面 and 断层区域,保障工程的安全性。

结语

综上所述,煤矿开发对地质勘探技术有较高要求,先进的煤矿地质钻探技术有助于提高煤炭资源开发和利用效率,有利于推动我国社会经济健康发展和能源结构调整。同时,稳定的能源供应是国家快速发展的前提和基础,科技是提高能源利用率的关键,先进的技术有助于缓解我国能源短缺。本文围绕常见的煤矿地质钻探技术以及煤矿水害影响下的地质钻探技术应用进行分析和探讨。

参考文献

- [1] 吴洪彬. 地质勘查和深部地质钻探找矿技术的应用研究[J]. 冶金管理, 2020(03): 154-156.
- [2] 唐保忠. 煤矿地质钻探中的关键问题分析[J]. 中国新技术新产品, 2019(16): 144-145.
- [3] 王彬成. 煤矿瓦斯地质钻探工艺及实施要点分析[J]. 当代化工研究, 2018(12): 152-153.
- [4] 殷自强. 煤矿地质防治水中定向钻技术的应用[J]. 矿业装备, 2022(05): 64-65.
- [5] 张志荣. 浅谈煤矿地质钻探中的相关问题[J]. 当代化工研究, 2019(06): 62-63.
- [6] 胡锁云. 煤矿地质勘探技术及其重要性研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(11): 211-212.