

矿用侧向电阻率视频成像测井仪在望云煤矿的应用

张泽新

(山西兰花科技创业股份有限公司望云煤矿分公司)

摘 要:本文分析了钻孔测井仪在井下的实际应用情况,探讨了其在矿井探放水过程中的重要作用。结合《北翼回风大巷(延伸)第3次超前钻探总结报告》、《望云煤矿分公司北翼回风大巷(延伸)钻孔测井》成果报告和巷道实际情况,本文系统分析并总结了该探测方法对矿井安全生产的重要意义。

关键词:钻孔轨迹测量;矿井防治水;超前地质预测预报

1 概述

望云煤矿分公司目前开采15号煤层,主要水害风险因素为上部3号煤层采空区积水,现采取了井上下联合治理方式:地面大口径钻孔抽排为主,井下钻孔疏放为辅的综合治理模式,现阶段采掘活动不受老空水影响。同时,井下采掘过程中严格执行了“预测预报、有掘必探、先探后掘、先治后采”探放水原则,工作面掘进前布置钻探查明了前方水文地质条件,工作面回采前对上部采空区积水进行布置钻探验证,安全确认后方可采掘。

分公司井下探放水基本采用非定向钻机,钻孔的受煤层赋存条件、钻机性能、人员素质等诸多方面影响,钻孔实际成孔轨迹与设计轨迹之间存在较大

的偏差,钻孔的钻进深度越大,偏差越明显,尤其对地质构造、物探异常区和疏放老空水的探查,常采用钻孔增加探水孔方法,钻孔的轨迹准确性直接影响防治水工作;因此,钻孔轨迹精准测量对矿井防治水工作具有重要的现实意义。

2 应用背景

为保障矿井北翼回风大巷(延伸)的安全掘进,掌握北翼回风大巷(延伸)148m处迎头前方构造发育情况及煤层赋存情况,采用矿井新引进的钻孔测井仪设备,利用地球物理测井技术,详细探明巷道迎头前方煤层赋存情况,为矿井下一步采掘工作提供基础依据。

其主要技术参数见表1。

3 技术原理及设备

表1 测井仪主要技术参数

3.1 矿用侧向电阻率视频成像测井技术基本原理

矿用侧向电阻率视频成像测井仪,在煤矿井下钻孔为基础,一次性完成对钻孔测井数据(自然伽玛、视电阻率、自然电位、激发电位)、钻孔窥视视频、钻孔轨迹数据(钻孔方位、倾斜度)、钻孔深度数据进行采集。采用专门的数据分析软件,以测井数据(自然伽玛、视电阻率、自然电位、激发电位)变化规律进行岩性分层,生成钻孔柱状图、钻孔轨迹图,结合地质资料进行综合地层特征分析(断层、陷落柱、裂隙等构造发育情况、出水点特征、顶板离层情况等)。

| | |
|------------------|--|
| 防爆类型 | 矿用本质安全型设备,防爆标志为ExibIMb |
| 显 示 | 视频7英寸真彩液晶显示,参数2.8英寸真彩液晶显示 |
| 规范标准 | 《煤炭地球物理测井规范》DZ/T0080-2010 须达到乙级孔质量标准 |
| 钻孔轨迹 | 钻孔方位角:测量范围:0~360°;测量精度:±1° |
| | 钻孔倾角:测量范围:-90°~+90°;测量精度:±0.1° |
| | 工具面角测量范围:0~360°;测量精度:±0.1° |
| | 钻孔深度:自动连续测量,深度0~200米;孔深误差:≤0.5% |
| 探测孔径 | 28mm~110mm |
| 孔中视频 | 分辨率1280*960;存储容量:32G |
| 钻孔孔斜 | 连续测量,采集数据15点/秒;数据采集存储容量:8G |
| 孔中测井 (三条以上曲线) | 自然伽玛:技术范围:本底~65535Cps; 统计起伏:<10%;灵敏度:400Cps/uSv |
| | 电 阻 率:测量范围:0~2kΩ.m;测量误差:1% |
| | 自然电位:测量范围:-1000mv~+1000mv;测量误差:1% |
| 测井数据 处理 | 激发电位:测量范围:-500mv~+500mv;测量误差:1% |
| | 功能:通过曲线深度校正,曲线预处理,视频/曲线/和岩芯联合分析功能,多钻孔地质对比分析功能,导电性、放射性等物理参数的探测,建立井下煤岩层物性库。 成果:分析生成轨迹图、3D岩芯柱体图、3D等值线图、单孔综合测井解释图、地质剖面图、钻孔对比图、底板等高线图研究成果。 |

3.2 仪器设备

矿用侧向电阻率视频成像测井仪仪器主要由探头、主机控制箱,主机控制面板、推杆四部分构成。如图1所示,硬件部分由:探头由高分辨率摄像头、自然伽玛、视电阻率、自然电位、激发电位1、2、钻孔轨迹测量及控制单元构成,在测量大口径钻孔时,扶正器可保证探测时探头位于钻孔中央。

主机控制部分由视频采集控制单元、数据采集控制单元、电缆及绕线装置等构成。

深度计数模块通过测量电缆的长度获取探测深度。推杆每节长度1.0m,互相可连接,末端与探头连接。

4 现场施工布置和现场施工条件

(1)北翼回风大巷(延伸)迎头钻孔测井现场施工布置

探测位置位于北翼回风大巷(延伸)148m处迎头的探放水现场2号超前探钻孔。

(2)现场施工条件

①迎头两帮为锚杆锚网支护。

②现场探放水结束后未组织生产,且钻孔无明显塌孔现象。



图1 测井仪的系统构成图

5 成果分析

5.1 北翼回风大巷(延伸)迎头钻孔测井成果分析

本次对北翼回风大巷(延伸)148m处迎头的2号超前探钻孔进行了测井,设计钻孔开孔倾角 $+4^\circ$,方位角 20.5° ,孔深120m,实测孔深66.14m。

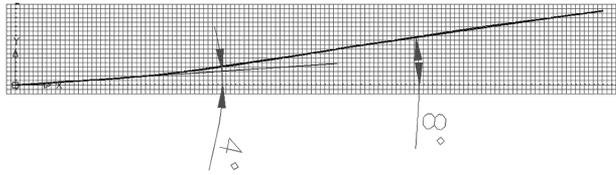


图2 钻孔实测倾角轨迹图

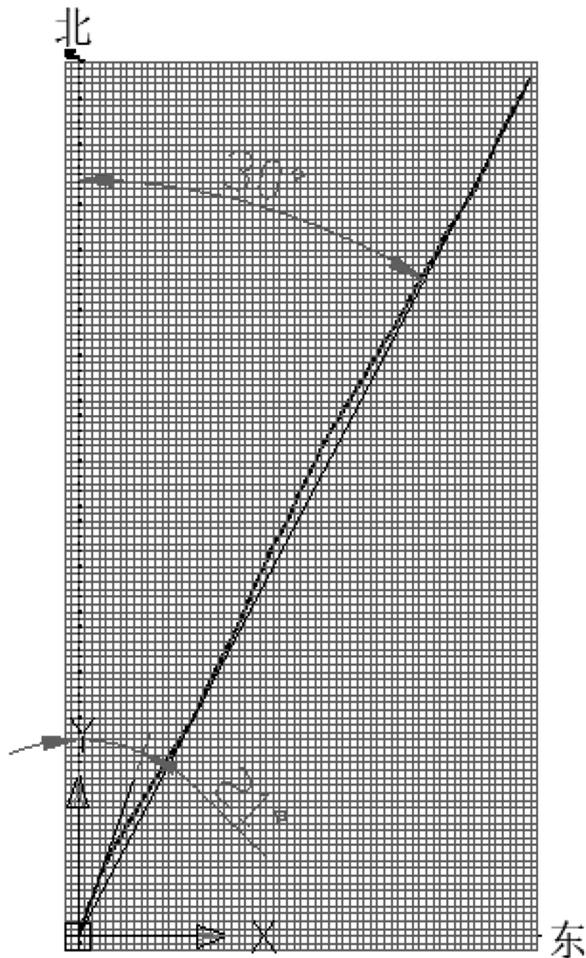


图3 钻孔实测方位图

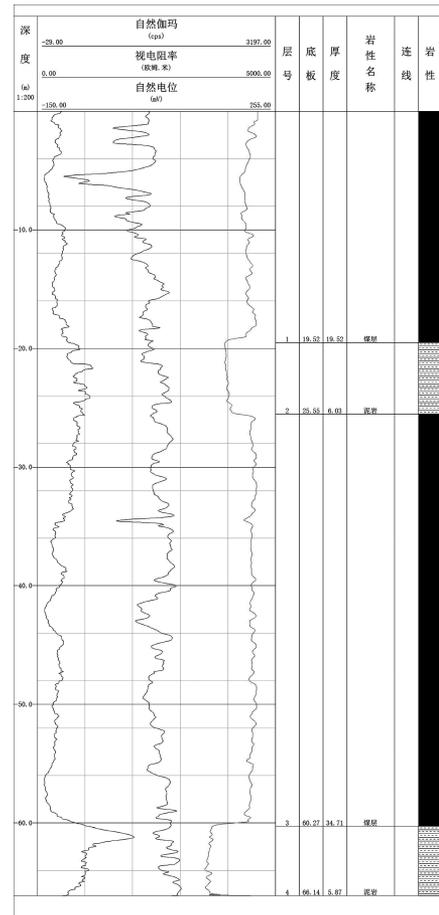


图4 钻孔测井柱状图

由图2钻孔实测倾角轨迹图、图3钻孔实测方位图可知,2号钻孔倾角轨迹在15m以内为 $+4^\circ$,在15m以后实测倾角为 $+8^\circ$,方位角轨迹上开孔附近为 21° ,整体方位角为 30° 。结合相关地质资料及钻孔测井成果综合分析,北翼回风大巷(延伸)148m处迎头前方60m范围煤层底板坡度约为 8° ,在迎头前方20m左右存在厚度约为0.6m的夹矸,未发现明显构造异常区(见图4、图5)。

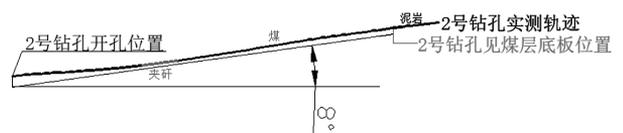


图5 钻孔测井综合成果图

(下转第42页)

当前,新兴碳利用技术正处于从实验室走向市场的关键期,建议构建“技术-政策-市场”协同生态,通过技术创新降本、政策精准激励、产业链协同破局,打通“减排-增值”闭环,真正释放其规模化应用潜力。

1. 技术创新驱动全链条降本

突破关键催化剂和核心反应器,提升催化剂寿命、原料转化率和产物选择性;攻关低成本高效节能反应体系。例如通过优化催化剂性能,采用无循环工艺流程,提升能量利用率,降低能效损失。

强化工艺集成优化,推动绿电-绿氢-化工耦合,例如通过风光储一体化系统匹配电解制氢与CO₂转化协同,降低间歇性供电导致的能效损失。

构建规模化效应,降低绿氢成本和CO₂捕集成本,进一步降低原料成本。另外也可通过设备大型化来降低单位生产成本。

2. 政策、制度精准发力

建议强化财税激励,对CO₂衍生品实行增值税即征即退(如退税率50%),对首台套装备给予一定的购置补贴。

探索“碳汇银行”模式,支持企业质押碳资产获取低息贷款。

强制市场创造,在政府采购、重大工程中设定CO₂基材料最低使用比例;对高碳足迹化工产品(如传统聚乙烯)征收阶梯式碳税,推动下游企业采购低碳替代品。

提高首台(套)技术装备应用的税收政策优惠水平。对于生产企业采用首台(套)技术或购置首台(套)产品,扩大享受税收抵免、固定资产加速折旧等税收优惠政策的范围和比例。加强首台套示范应用联盟、产业联盟的人力资源配置和组织机构建设,强化其联系科研、设计、生产单位的纽带作用,畅通信息沟通渠道,完善科技成果转化协作机制,为首台(套)技术装备的应用提供专业支持。

3. 产业链基础设施协同

通过构建CO₂管网基建,在内蒙古、宁夏等CCU集群区优先建设跨区域CO₂输送管网,降低运输成本。

完善标准化体系,制定碳足迹核算等国家标准,推动与国际ISO标准互认,破除欧盟碳关税(CBAM)壁垒。

当前,碳利用市场推广正处于瓶颈期,需以系统性方案打通堵点。在马上到来的十五五关键阶段,我们化工人更要精准抓住问题关键,针对性出具解决方案,努力降低CCU技术成本,提高市场渗透率,催生低碳化工新业态,为全球碳中和贡献中国路径。

(上接第22页)

6 应用成果总结

(1)北翼回风大巷(延伸)148m处迎头2号孔探测轨迹与设计角度偏差较大(设计倾角+4°,实测倾角+8°;设计方位角20.5°,实测方位角30°);钻孔煤层分布与打钻记录相差也较大(记录72m见煤层底板,实测60.27m见煤层底板),综合分析钻孔测井仪能够准确掌握采掘工作面煤层赋存规律。

(2)通过巷道超前钻孔测井成果综合分析研究,可以准确掌握采掘工作面煤层赋存规律和构造发育

情况,构建巷道透明化、工作面透明化系统,保证巷道按计划正常掘进,实现采煤工作面透明化作业,助力煤矿智能化开采,具有显著的安全效益和社会效益。

参考文献:

[1]刘迪,地球物理测井技术在煤矿地质勘探中的应用,内蒙古:内蒙古煤炭经济,2019.

[2]桑向阳,贾建称,贾茜,张平卿,宣孝忠,吴艳,董敏涛,侧向电阻率视频成像测井技术在上向穿层瓦斯抽采孔中的应用研究,北京:中国煤炭地质总局,2021.