

“L”型地面钻井在煤矿中的应用研究

韩海亮*,王自豪

(山东省煤田地质局第一勘探队,山东 青岛 266427)

摘要:为从根本上解决煤矿高强度开采出现瓦斯高涌出问题,以淮北某煤矿应用L型地面钻井技术为切入点,切实分析应用该技术的使用作用。合理规划施工流程,合理选择多类型钻井工艺,提升工作面抽采瓦斯效率,降低治理瓦斯成本,确保煤矿开采安全稳定进行。

关键词:L型地面钻井技术;煤矿;瓦斯

中图分类号:P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2024)07-0048-03

煤炭开采领域的快速发展,煤矿采空区会逐渐涌出高浓度瓦斯,会逐渐从工作面回风上隅角位置涌出,导致工作区域瓦斯浓度过高,严重影响工作人员人身安全以及煤矿开采作业的顺利进行。基于此,在现有瓦斯基础上,提出L型地面定向钻井技术,使用该技术对工作区域顶部缝隙进行处理,为改进技术和矿井后续瓦斯治理提供借鉴。

1 研究背景

在调查研究发现,一般采用井下高位瓦斯抽采孔、地面瓦斯抽采以及高位瓦斯抽采等方式,针对煤层工作面回采期间进行瓦斯抽采。通常情况下,地面瓦斯抽采的抽采半径一般在100m左右,但在实践过程中发现其布控角度,并且在协调地矿关系时较为困难;而采用井下高位瓦斯抽采法进行抽采作业时,需要提前布置高位钻场,并且在钻场交替期间,其抽采效果可能达不到预期要求;井下高位瓦斯抽采方式投入成本较高,并且工程量较大,不利于企业发展。L型地面定向钻井技术被广泛应用到页岩气、石油开采中,具有施工速度较快、定位钻孔较准、可分多支钻孔的优势。基于此,为提升工作面抽采瓦斯效率,降低治理瓦斯成本,确保煤矿开采安全稳定进行,本文以淮北某煤厂为例,分析L型地面定向钻井技术的实际作用,逐渐代替上述三种开采方法,提升开采和治理瓦斯效率。

2 L型地面钻井方法在煤矿中的作用

L型地面钻井是一种在煤矿中广泛应用的钻井方法,是一种具有较强高效性、安全性的钻井技术,被广泛应用于煤矿开采过程中的煤层气抽采、瓦斯抽放和煤矿安全监测等方面。L型地面钻井是一种通过地面

钻井井口向下倾斜钻探的方法。该方法的主要特点是可以在地面上进行钻井,避免了地下钻井的复杂和危险。同时,由于钻井井口向下倾斜,可以在地表上对井下情况进行实时监测和控制,提高了钻井过程的安全性和可控性。

首先,L型地面钻井在煤层气抽采方面具有很大的优势。通过L型地面钻井,可以将钻孔直接钻入煤层中,与煤层气进行直接接触。这样可以有效地抽采煤层气,提高煤层气的抽采效率。同时,L型地面钻井还可以实时监测煤层气的抽采情况,及时调整抽采参数,确保煤层气的安全抽采。

其次,煤矿的开采过程中会产生大量的瓦斯,如果不能及时抽放,会导致瓦斯积聚,增加矿井的瓦斯爆炸风险。通过L型地面钻井,可以将钻孔直接钻入煤层中,将产生的瓦斯抽放到地面上进行处理。这样可以有效地减少矿井中的瓦斯积聚,降低瓦斯爆炸的风险。

最后,煤矿是一个复杂的地下工程,存在着很大的安全风险。通过L型地面钻井,可以在地表上对井下情况进行实时监测。通过监测钻孔中的瓦斯、温度、湿度等参数,可以及时发现煤矿中的安全隐患,采取相应的措施进行处理,保障煤矿的安全运营。

3 钻井工艺

3.1 技术原理

针对在采煤开采过程中,工作面瓦斯运动规律,依据高速瓦斯抽采、井下高位瓦斯抽采的布置层位,采用L型定向钻井技术需要在地面布置定向近水平多分支瓦斯抽采井。一般在采煤工作面风向下50m位置处布置主孔,实现定向倾斜,近水平施工多分支孔,不同

* 收稿日期:2023-07-12 修回日期:2023-07-21

第一作者简介:韩海亮(1989-),男(汉族),陕西武功人,工程师,现从事钻井工程工作。

支孔平面距离为32m左右,在开采煤层顶板裂隙带中布置钻孔有效抽采段层。在实际应用该技术过程中,为避免在采煤作业之后,岩层发生移动进行造成坍塌,需下入石油筛管。在实践过程中,若抽采段钻孔井倾斜度大于90°时,需在井下巷道与定向孔最低位置处相连,有效避免在实际作业期间出现水堵现象。在完成成井作业之后,将其主孔与地面瓦斯抽采泵相连接,确保采煤工作面能准确释放瓦斯^[1]。

3.2 关键技术

3.2.1 柔性钻杆水平钻井技术

在近水平顺层段主要构成部分如图1所示。

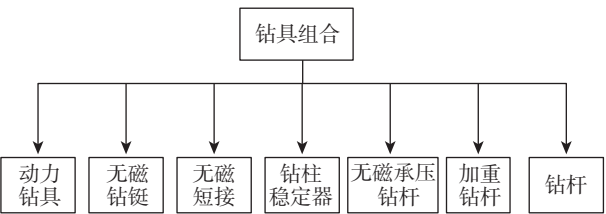


图1 钻具组合

3.2.2 泥浆冲洗液循环技术

针对近水平段使用多类型设备,如搅拌器、连续浆罐、除泥器以及振动筛等设备,合理控制泥饼以及含砂量等参数,以便通过抑制剂、润滑剂提高钻井液一致性、润滑性以及携砂性,含砂量小于0.6%,泥饼摩擦系数小于0.1,低密度固相含量则小于11%,钻井液塑性粘度与动切力比值不小于3:2。

3.2.3 控制钻孔轨迹

在设置抽采筛管时,需要确保严格把控钻孔规划,不能因地层硬度差异而影响控制误差,避免钻孔曲率出现较大变化。

3.2.4 下置抽采段钻孔筛管

本次L型地面钻井技术瓦斯抽采段长度不大于380m,采用 $\varnothing 125\text{mm}\times 6.4\text{mm}$ 筛管,预重量14t,必须严格控制长度,必须确保严禁漏出主孔,以免影响抽采效果。

3.2.5 开窗侧钻

针对煤矿进行井斜套管侧钻处于研发与设计阶段,需要对现有斜向器或可回收式封隔器进行改造。如图2所示,为支孔无底开窗侧钻作业流程。

3.2.6 精准贯通钻井泄水孔

针对本次煤矿应用L型定向钻井技术时,与其余类型技术相比,井斜变化与钻孔方位较大。同时在实际过程中发现,井下巷道金属构件会影响定向仪器,再加上钻孔钻进期间可能会与井下巷道、瓦斯抽采孔间

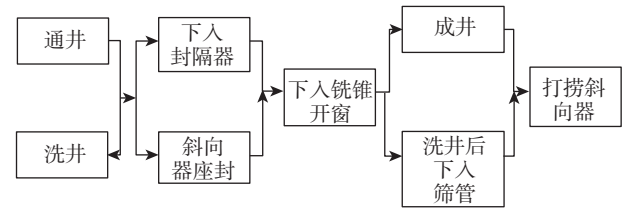


图2 支孔无底开窗侧钻作业流程

产生裂隙,进而出现连通导致提前漏浆,对判断岩粉层带来较大难度。因此在实践过程中工作人员可通过采用旋转磁测距方式,精确控制钻孔轨迹精度^[2]。

3.3 选择设备

3.3.1 石油钻井机

针对本次煤矿长水平段进行作业时,需要钻机具有较强给进起拔以及扭矩能力,基于此选择XJ650类型石油钻机,该钻机具有岩层适应力较强、起拔能力较强、回转扭矩较大等特点。

3.3.2 无线随钻测量仪

针对本次煤矿实际情况,在选择无线随钻测量仪器时,应用海蓝MWD设备类型,以便准确、实时检测矿井面、方位、倾斜、磁场等相关参数。基于矿井实际情况与相关规定,使用已经改造过的斜向器或双向卡瓦分隔器,并配备辅助作业用的打捞工具。

3.3.3 RMS旋转磁测距仪器

为确保矿井泄水孔能准确完成透巷,还使用RMRS旋转磁测距仪,作为补充定位使用^[3]。

3.3.4 无线测量系统

无线测量系统主要由井下测量设备、地面设备构成。地面部分则主要有处理数据仪、处理远程数据设备、压力传感器、计算机以及相关连接电缆等部分构成。井下测量仪器主要由伽马与定向探管、电池、脉冲发射器以及打捞头等部分构成。

该系统在实际运行过程中,主要是将传感器测出的井下参数,按照既定方式进行编码,然后形成脉冲信号,由脉冲信号发射器产生明显的压力变化,将信号传递到地面,再由地面设备负责解码。如图3所示。

4 工艺实验要点分析

4.1 试验概况

在本次试验阶段,研究对象主要为淮北某煤矿,该地矿井主要为瓦斯突出矿井,据技术人员调查发现,该井瓦斯绝对涌出量为75.88m³/min,平均涌出量则为18.88m³/min。该煤矿地区主要开采为8、83、11煤层,83、11煤层之间的间距为70~90m。针对该矿井实际情况,选择11号煤层作为保护层,用于解放其上层覆盖的

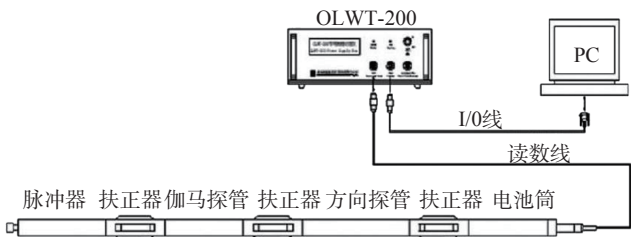


图3 仪器的整装检查和设置

8,83煤层^[4]。
工作面走向长度与倾向宽度分别为1460m,190m,煤层倾角为5°~14°。煤层实际厚度为1.31~5.88m。针对该煤矿工作面俯采倾角11°,预计煤矿最大瓦斯量可达9.88m³/t,经过管理人员与技术人员共同探讨与研究,采用综合采煤工艺,平均推进速度为6m/d。

4.2 布置钻孔

针对本次L型地面定向多近水平抽采试验,在设计过程中,风巷与主孔保持平行,二者间距为52m。同时因为采煤工作面呈现出俯采状态,为确保煤层与钻孔抽采段距离符合相关标准,设计抽采样阶段孔斜为92℃~93℃。主孔两侧最低点约为40m,分别退式侧钻分支孔,并与主孔间距为32m,实际钻孔总位移距离为690~740m,实际有效抽采段为370~390m、为避免影响矿井实际抽采效果,出现水堵现象,在主孔最低段设置有泄水孔,并且与工作面风巷保持畅通。

表1 瓦斯抽采参数统计分析表

类别	温度 (℃)	负压 (kPa)	浓度 (%)	纯流量 (m ³ /min)	日流量 (m ³ /d)
最小值	19.84	25.11	10.6	0.19	2.56
最大值	26.11	38.22	74.2	0.18	257
平均值	23.99	31.82	35.4	1.58	2253

4.3 成井工艺

4.3.1 下管

(1)注意事项:在下管前准备阶段,工作人员应严格按照相关规定检查动力与辅助设备性能,确保符合后续作业要求,并在正式开始水泥固井作业前,准备好设备、材料以及排污设施,并调试好泥浆状态。同时进行探井,避免局部塌孔给后续套管施工带来影响,在完成井管探井作业之后,方可进行下管工序。在下管过程中,工作人员应依据井管编号,计算实际总长度,然后以此记录孔内套管不同编号,并准确记录进行入孔作业的管材位置与长度,确保井管数据与深度符合设计要求与当前固井情况。

(2)下管选择:针对淮北某煤矿实际情况,主要分三次进行下管作业。一级井管深度为0~70m,规格为 $\varnothing 344.4\text{mm}\times 9.55\text{mm}$,选择J55材质作为该级别石油套管;二级井管深度为0~490m,规格为 $\varnothing 245.6\text{mm}\times 8.88\text{mm}$,选择N80材质作为石油钢管。三级井管深度为460~670m,规格为 $\varnothing 158.4\text{mm}\times 9.45\text{mm}$,选择N80材质作为石油套管。采用吊卡夹持、提升机提吊方式进行下套管作业。针对不同套管采用丝扣进行连接。

4.3.2 固井作业阶段

如表2所示,在本次固井作业阶段,针对下入护壁管与管外均使用普通硅酸盐42.6号袋装水泥进行止水作业,在实践过程中需确保水泥浆密1.75~1.90g/cm³左右,确保井管外部水泥浆可返回地表。

表2 固井水泥用量分析表

起止孔段(m)	井径 (mm)	管径 (mm)	水泥浆密度 (g/cm ³)	水泥用量 (t)
0.00~70.00	446.5	337.8	1.88	7.2
0.00~470.00	312	313	1.82	20.1

4.4 试验效果分析

针对淮北某煤矿使用L型地面定向钻井技术,历时5个月完成近水平多分支瓦斯抽采井施工作业,一共完成2个主孔,2个泄水孔以及3个分支孔,一共钻探2300m,有效抽采段达到12000m。本次L型地面定向近水平抽采瓦斯试验一共188d,累计抽采瓦斯为421215m³,最大8430m³/d;抽采瓦斯浓度平均35.3%,最大74.10%,取得了良好的效果。

5 结语

综上所述,以淮北某煤矿为例,分析应用L型钻井技术主要作用,发现其具有高效、安全的特点,能够在煤层气抽采、瓦斯抽放和煤矿安全监测等方面发挥重要的作用。随着煤矿开采的深入,L型地面钻井的应用前景将更加广阔。

参考文献:

[1] 王晓民.“L”型地面钻井在塔山煤矿中的应用[J].煤炭与化工,2022,45(6):117-119.
[2] 周文龙.地面L型钻井在屯兰矿12408工作面顶板裂隙瓦斯抽采中应用[J].中国矿山工程,2021,50(5):42-44.
[3] 王争,李国富,周显俊等.山西省废弃矿井煤层气地面钻井开发关键问题与对策[J].煤田地质与勘探,2021,49(4):86-95.
[4] 康润平,孔胜利,孙田力.L型地面钻井在屯兰煤矿瓦斯治理中的应用[J].能源技术与管理,2019,44(2):1-2.