

北徐楼煤矿超大口径投料孔施工技术

石天峰^{1,2}, 王凯^{1,2}, 罗庆银^{1,2}, 赵元强^{1,2}

(1. 山东省煤田地质局第二勘探队, 山东 济宁 272100; 2. 国家矿山应急救援山东特勘队, 山东 济宁 272100)

摘要: 煤矿企业开采过程中地面倾倒入大量煤矸石, 通过从地面煤矸石仓附近施工一口到达井下巷道的超大口径钻孔, 将生产的煤矸石固体废弃物输送至井下采空区, 不仅可以解决地面倾倒入煤矸石对环境的污染, 同时可以有效控制地表移动变形, 实现煤矿的绿色可持续发展。在山东滕北矿区北徐楼煤矿超大口径投料孔的施工实践中, 采用预先施工小口径先导孔, 一开5级扩孔, 二开4级扩孔, 配合使用泥浆正循环、牙轮钻头气举反循环等工艺进行钻进, 钻成一口煤矿超大口径投料孔, 探索出对于超大口径投料孔钻孔的施工技术, 其成熟的施工方案对于超大口径钻孔工程具有一定的指导意义。

关键词: 超大口径钻孔; 投料孔; 分级扩孔; 煤矸石处理

中图分类号: TD26; P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 2096-9686(2024)S1-0411-04

Construction technology of super-large diameter feed hole in Beixulou coal mine

SHI Tianfeng^{1,2}, WANG Kai^{1,2}, LUO Qingyin^{1,2}, ZHAO Yuanqiang^{1,2}

(1. The Second Prospecting Team, Shandong Bureau of Coal Field Geology, Jining Shandong 272100, China;

2. National Mine Emergency Rescue Shandong Special Prospecting Team, Jining Shandong 272100, China)

Abstract: During the mining process, coal mining enterprises dump a large amount of coal gangue on the ground. Through the construction of a super-large bore hole near the ground coal gangue bin to the underground roadway, the solid waste of coal gangue produced can be transported to the underground gob, which can not only solve the environmental pollution of coal gangue on the ground, but also effectively control the movement and deformation of the surface, so as to realize the green and sustainable development of coal mines. In the construction practice of large diameter feeding hole in Beixulou coal mine, Tengbei mining area, Shandong Province, small diameter pilot hole is pre-constructed, 5-stage re-expanding hole is opened in one stage, and 4-stage re-expanding hole is opened in the second stage, and a large diameter feeding hole is drilled in a coal mine with positive circulation of mud and air lift reverse circulation of cone bit. Its mature construction scheme has certain guiding significance for the large diameter drilling project.

Key words: super-large diameter drilling; feeding hole; stage reaming; coal gangue treatment

0 引言

煤矿企业开采地下煤炭的同时, 从矿井下采出大量煤矸石。地面煤矸石倾倒入堆形成“矸石山”, “矸石山”不但占用大量土地资源, 增加煤矿管理维护成本, 制约经济发展, 同时会危害周边环境。通

过施工超大口径投料孔, 贯通地面煤矸石仓与井下巷道, 将煤矸石输送至井下采空区, 既降低了煤矿成本, 又很好地保护了环境, 化解了土地利用矛盾, 对煤矿企业实现绿色健康可持续发展起到了推动作用^[1-5]。山东北徐楼煤矿通过从地面煤矸石仓附

收稿日期: 2024-05-29; 修回日期: 2024-07-05 DOI: 10.12143/j.ztgc.2024.S1.066

第一作者: 石天峰, 男, 汉族, 1989年生, 工程师, 油气井工程专业, 硕士, 长期从事钻探工作, 山东省济宁市任城区任城大道120号, 1005286048@qq.com。

引用格式: 石天峰, 王凯, 罗庆银, 等. 北徐楼煤矿超大口径投料孔施工技术[J]. 钻探工程, 2024, 51(S1): 411-414.

SHI Tianfeng, WANG Kai, LUO Qingyin, et al. Construction technology of super-large diameter feed hole in Beixulou coal mine[J]. Drilling Engineering, 2024, 51(S1): 411-414.

近施工一口到达井下巷道的超大口径钻孔,采用预先施工小孔径先导孔然后分级扩孔工艺,配合使用泥浆正循环、牙轮钻头气举反循环等工艺进行钻进,顺利完成了施工任务。

1 地层概况

北徐楼煤矿位于山东省滕州市滨湖镇,处于滕县煤田滕北矿区西北部的大刘庄断层和北徐楼断层之间。井田含煤地层为华北型石炭一二叠系海陆交互沉积,煤系基底为奥陶系马家沟组石灰岩,煤系上覆盖层为第四系松散沉积物及侏罗纪红色砂、泥岩。井田地层自上而下分别为:第四系、侏罗系、石炭系、奥陶系。由新到老分述如下^[6-8]:

第四系:厚度73.80~113.00 m,平均厚度88.44 m,主要由粘土、砂质粘土、粘土质砂和砂层组成。上部砂层较发育,以中细粒为主,粘土含量较低,砂层连续性较好,结构松散;下部以粘土、砂质粘土为主,局部发育粉砂、细砂透镜体。

侏罗系:侏罗系淄博群三台组,厚度99.55~922.90 m,平均厚度564.79 m,主要由紫红色粉砂岩、细粒砂岩、砾岩和砂质泥岩等组成。上部主要由灰、绿灰、灰绿、深灰色粉砂岩,砂泥岩互层及细粒砂岩组成,中部主要为灰绿、灰、紫灰色粉砂岩,细粒砂岩和粉、细粒砂岩互层,底部主要由紫红色粉砂岩,细粒砂岩和砾岩组成。

石炭系:包括上石炭统山西组、太原组和中石炭统本溪组。

(1)山西组:厚度0~106.10 m,平均厚度33.59 m,主要由浅灰、灰白色中、细粒砂岩、灰黑色粉砂岩、泥岩和煤层组成。含煤2层(3_上、3_下),其中3_下煤层厚度大,为主采煤层之一。砂岩层理类型较复

杂,有斜层理、波状层理、变形状层理、韵律层理。

(2)太原组:厚度113.70~186.10 m,平均厚度149.33 m,主要由泥岩、砂质泥岩、粉、细粒砂岩、石灰岩和煤层组成,其中泥岩、砂质泥岩和粉砂岩多为深灰—灰黑色、中、细粒砂岩多为灰、灰绿色。共含石灰岩14层,含煤17层,其中11、12_下、14、16、17煤层为可采或局部可采煤层。

(3)本溪组:厚度10.40~30.7 m,平均厚度13.11 m。主要由灰、灰白色石灰岩及紫、灰绿色泥岩、砂质泥岩组成。

奥陶系:包括中奥陶统八陡组、阁庄组和下奥陶统马家沟组。

(1)八陡组:平均厚度66.98 m,由灰褐、灰白色厚层状石灰岩组成,石灰岩岩质较纯,结构致密,具缝合线构造,局部夹白云质灰岩,豹皮状灰岩。

(2)阁庄组:平均厚度114.8 m,由灰、灰褐、浅白色白云质灰岩、石灰岩和泥灰岩组成,间夹有两层泥岩。

(3)马家沟组:厚度450.00~750.00 m,主要为灰—灰白色厚层状石灰岩及白云质灰岩,质纯,具有波状层理,裂隙不发育。

2 孔身结构

经钻探施工及开挖泥浆沉淀池验证,钻孔位置处有大量回填煤矸石,为保证钻孔及设备安全,使用 $\varnothing 1100$ mm扩孔钻头扩孔钻进至孔深7.80 m,下入 $\varnothing 1020$ mm \times 7 mm孔口管8.00 m,高出地面0.20 m。投料孔作为地面煤矸石仓与井下巷道的联络通道,其孔身结构见图1,孔身结构和技术要求见表1。

表1 孔身结构和技术要求

开次	孔深/m	孔径/mm	套管直径/mm	技术要求
孔口管	0~7.8	1100	1020	直孔,泥浆正循环钻进;下入 $\varnothing 1020$ mm \times 7 mm孔口管8.00 m,高出地面0.20 m
一开	7.8~119	980	800	直孔,泥浆正循环大口径钻进;第四系界面下15.55 m,穿过风化带见完整基岩
二开	119~288	711	530	直孔,泥浆正循环和气举反循环钻进
三开	288~295.5	444.5	裸眼	直孔,气举反循环钻进,“无水透巷”,钻透缓冲仓顶部,达到透巷目的

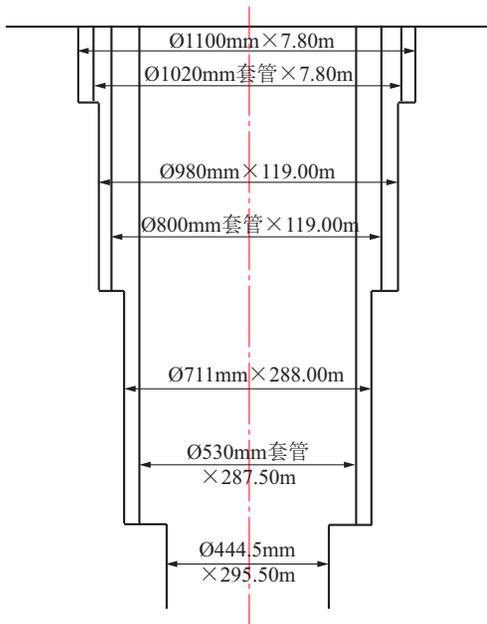


图 1 井身结构

3 主要设备与器具

采用的主要钻孔设备和器具见表 2。

表 2 采用的主要钻孔设备和器具

序号	名称	数量
1	T685WS 型多工艺车载钻机	1 台
2	T200XD 型多工艺车载钻机	1 台
3	F1300 型泥浆泵	2 台套
4	LS3NB-1300A 型泥浆泵	1 台套
5	E1070XH 型空气压缩机	1 台
6	1250XHH\1525XH 型空气压缩机	1 台
7	Ø215.9 mm、Ø311 mm 牙轮钻头	各 1 套
8	Ø377.5 mm/Ø444.5 mm/Ø450 mm/Ø580 mm/Ø711 mm/Ø850 mm/Ø980 mm/Ø1100 mm 扩孔钻头	各 1 套
9	Ø219 mm 无磁钻铤	2 根
10	Ø219 mm 双壁钻铤	2 根
11	Ø127 mm 钻杆	300 m
12	Ø219 mm 双壁钻杆	400 m
13	MWD 无线随钻测斜系统	1 套

4 主要技术措施

4.1 钻进工艺

施工的超大口径投料孔为全孔垂直钻孔,采用先施工小口径先导孔,一开 5 级扩孔,二开 4 级扩孔,结合泥浆正循环工艺和牙轮钻头气举反循环工

艺进行钻进。同时,现场将 Ø215.9 mm 泥浆正循环牙轮钻头改造为气举反循环钻头,满足了作为扩孔钻进的导向钻头进行牙轮钻头气举反循环工艺施工的需要^[9-14]。

4.2 钻具组合

4.2.1 先导孔施工钻具组合

Ø215.9 mm 钻头 + Ø172 mm 直螺杆 + Ø168 mm 无磁钻铤 + Ø127 mm 钻杆。

先导孔钻进是采用塔式钻具与导向钻具组合,实现精准开直钻进的目的。为防止先导孔在钻进中被破碎的岩石充填,失去导向作用,钻成的先导孔在扩孔前填充满 Ø10 mm 左右的陶粒^[15-17]。

4.2.2 一开冲积层扩孔钻具组合

Ø450 mm/Ø580 mm/Ø711 mm/Ø850 mm/Ø980 mm 扩孔钻头(带导向 Ø215.9 mm) + 扶正器 + Ø230 mm 钻铤 + 变径接头 + Ø203 mm 钻铤 + 变径接头 + Ø168 mm 钻铤 + Ø127 mm 钻杆。

4.2.3 二开基岩段扩孔钻具组合

Ø377.5 mm/Ø444.5 mm/Ø580 mm/Ø711 mm 扩孔钻头(带导向 Ø215.9 mm) + 扶正器 + Ø279 mm 双壁钻铤 + Ø219 mm 双壁钻杆 + 气盒子。

4.3 技术措施

4.3.1 一开冲击层扩孔

(1)使用 T685WS 型多工艺车载钻机,采用 Ø215.9 mm PDC 钻头定向钻进至设计孔深 122.00 m,钻成一开先导孔,循环后提钻。

(2)使用 Ø1100 mm 扩孔钻头扩孔钻进至井深 7.80 m,下入 Ø1020 mm × 7 mm 孔口管 8 m 并固井。

(3)一开扩孔采用泥浆正循环工艺。扩孔钻头带导向,导向 Ø215.9 mm,扩孔钻头分为 5 级:一级 Ø450 mm、二级 Ø580 mm、三级 Ø711 mm、四级 Ø850 mm、五级 Ø980 mm。Ø980 mm 扩孔钻头扩孔至孔深 119.00 m,钻进至第四系界面下 15.55 m,穿过风化带见完整基岩。下入 Ø800 mm × 12 mm 套管(套管高出地面 1.0 m)至井深 119.00 m(套管离孔底 0.20~0.50 m 处预先钻透 3 个 Ø100 mm 水眼)并固井,使用声幅测井综合检测固井质量。

(4)一开扩孔时使用大排量泥浆循环钻进,2 台 F1300 型泥浆泵并泵,而且泥浆泵选用大缸套、大活塞。为了保证套管下放顺利,使用优质泥浆扩孔钻进,一开扩孔结束后循环调整泥浆,泥浆性能达到优质要求:API 失水量 < 10 mL,马氏漏斗粘度 35~45 s。

4.3.2 二开基岩段扩孔

(1)二开扩孔前预先下入 $\Phi 244.5$ mm排岩粉辅助管122.00 m,采用 $\Phi 215.9$ mm PDC钻头定向钻进至设计孔深288.00 m,提出排岩粉辅助管,钻成二开先导孔。

(2)二开扩孔采用牙轮钻头气举反循环工艺。T200XD型多工艺车载钻机动力头部分需要转换成适合气举反循环钻进的装备——动力头连接气盒子,然后接双壁钻杆。扩孔钻头带 $\Phi 215.9$ mm导向,扩孔钻头分为4级:一级 $\Phi 377.5$ mm、二级 $\Phi 444.5$ mm、三级 $\Phi 580$ mm、四级 $\Phi 711$ mm。 $\Phi 711$ mm扩孔钻头扩孔至孔深288.00 m(预留固井时孔内岩粉沉淀高度0.50 m),充分循环,停钻30 min后探孔深达到要求后提钻。下入 $\Phi 530$ mm \times 14 mm套管至孔深287.50 m(套管离孔底0.20~0.50 m处预先钻透3个0.10 m水眼)并固井,使用声幅测井综合检测固井质量。期间加强孔斜监测,发现超标及时加入随钻测斜仪器进行纠斜钻进,确保孔身质量合格。

4.3.3 三开透巷

三开采用牙轮钻头气举反循环工艺进行裸眼透巷,使用 $\Phi 444.5$ mm钻头钻透缓冲仓转运巷帮部,达到透巷目的,完成超大口径投料孔施工。

4.4 孔斜控制措施及效果

钻进过程中,为防止孔斜超标,确保孔身垂直度,采用MWD无线随钻测斜系统随钻测量,每钻进10 m测斜1次,并绘制孔身轨迹图^[18]。若钻孔出现偏斜,采用螺杆钻具进行纠斜。纠斜钻进中,每钻进1个单根测斜1次,及时了解孔斜和方位角变化,适时做出调整。实际终孔深度288.00 m,孔斜 0.50° 。

5 结论

(1)超大口径投料孔技术要求高,施工难度大,结合泥浆正循环工艺和牙轮钻头气举反循环工艺,采用预先施工小孔径先导孔,一开、二开分级扩孔钻进成超大口径投料孔的施工技术,优化钻具组合,及时测斜纠斜,严控固井质量,安全快速高效地完成了北徐楼煤矿超大口径投料孔施工。

(2)超大口径投料孔预先施工的小孔径先导孔,为避免先导孔在扩孔钻进中被破碎的岩石充填,失去导向作用,扩孔前预先在先导孔内充满 $\Phi 10$ mm左右的陶粒,这一方法很好地起到了保护先

导孔的作用,实现了导向的目的。

(3)超大口径投料孔二开扩孔钻进中,牙轮钻头气举反循环工艺中的反循环钻头是由泥浆正循环工艺中的 $\Phi 215.9$ mm正循环牙轮钻头中心钻孔改造而来,现场通过钻头改造,满足了其作为导向钻头进行牙轮钻头气举反循环工艺施工的需要。

(4)超大口径投料孔的运用,有效地解决了北徐楼煤矿地面倾倒煤矸石对环境污染的问题,同时很好地控制了矿区地表移动变形,实现了煤矿企业的绿色可持续发展。

参考文献:

- [1] 马少华,胡上峰,段立强. 大口径矸石投料钻孔施工技术[J]. 陕西煤炭,2019,38(1):155-157.
- [2] 于得芹,褚福建,王兆林. 山东省历史遗留废弃矿山生态修复现状及对策建议[J]. 山东国土资源,2023,39(8):73-78.
- [3] 袁存发. 煤矿大口径投料孔施工[J]. 建井技术,2016,37(1):11-13.
- [4] 常云博,张玉波. 地面向下料孔在王家塔煤矿建设中的应用[J]. 煤炭工程,2013,45(8):36-37.
- [5] 李雪桥,索鹏,索有堂. 大口径硬岩投料深孔施工工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(6):69-70,75.
- [6] 赵永清. 北徐楼煤矿陷落柱充水、导水性分析及防治[D]. 青岛:山东科技大学,2006.
- [7] 王为丽. 北徐楼煤矿TCM应用研究[D]. 太原:太原理工大学,2006.
- [8] 陈军. 北徐楼煤矿村下压覆煤炭资源开采技术经济分析[D]. 青岛:山东科技大学,2020.
- [9] 张晓刚. MWD(无线随钻测斜仪)在青海油田开窗侧钻中的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量,2017,37(10):92-93.
- [10] 杨引娥. 大口径组合牙轮钻头在深孔中的应用[J]. 探矿工程,2000(6):45-46.
- [11] 周兢. 煤矿大口径工程井钻井技术研究[J]. 中国煤炭地质,2016,28(1):58-62.
- [12] 韦海瑞,孙红波,贾明浩,等. 大口径地面钻孔救援技术与装备发展[J]. 钻探工程,2023,50(2):143-149.
- [13] 莫海涛. 煤矿区地面大口径定向井成井工艺研究[D]. 北京:煤炭科学研究总院,2014.
- [14] 杨涛,杜兵建. 山东平邑石膏矿矿难大口径救援钻孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(5):19-23.
- [15] 冯红喜,赖子威,万振卓,等. LQDR-1地热温泉井钻井施工技术[J]. 钻探工程,2023,50(S1):309-315.
- [16] 刘修刚. 煤矿地面大口径排水井先导孔防斜保直技术[J]. 煤炭技术,2021,40(4):17-19.
- [17] 姬玉平. 大直径工程井钻孔防斜关键技术研究[J]. 能源与环保,2018,40(12):85-88.
- [18] 张强. 大口径井先导孔精确中靶技术研究[J]. 煤炭工程,2016,48(9):81-83.

(编辑 荐华)