

XD-30DB 型钻机在金矿勘查中的应用

马晓鹏, 王伟杰, 田国亮, 李 宽
(山东省第六地质矿产勘查院, 山东 威海 264200)

摘要:在栾家河金矿勘探区,为完成地质深孔绳索取心钻探任务,引进 XD-30DB 型钻机进行施工。本文主要通过
对电动变频顶驱钻机的应用,对其在钻进过程中的效果、性能和工作方法进行优化总结,同时提出改进建议。

关键词:钻机;金矿勘查;变频顶驱;深孔钻探

中图分类号:P634 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2018)01-0068-05

Application of XD30-DB Drill Rig in Gold Exploration/MA Xiao-peng, WANG Wei-jie, TIAN Guo-liang, LI Kuan
(The Sixth Geological Team of Shandong, Weihai Shandong 264200, China)

Abstract: In Luanjiahe gold exploration area, XD-30DB drill rig was introduced to carry out wire-line coring drilling construction for deep geological hole. Mainly through the application of electric frequency conversion top drive drilling machine, this paper optimizes and sums up its effect, performance and working methods in the drilling process, and puts forward some suggestions for the improvement.

Key words: drilling machine; gold exploration; frequency conversion top drive; deep hole drilling

0 引言

我国矿产资源种类丰富,为大力发展“攻坚找盲”的探矿战略思想,在招远市栾家河金矿区开展深部金矿勘查,该矿区钻孔设计孔深都在 2000 m 以深,XY-6B 型钻机、XY-8 型钻机及阿特拉斯 CS4002 型等钻机数量已不能满足生产需求,我院为满足实际生产需要引进了 XD-30DB 型顶驱变频钻机在该矿区进行生产施工。

1 XD-30DB 型钻机基本情况

XD-30DB 型钻机是一种 AC-VFD-AC 交流变频电机驱动全数字控制的顶驱式岩心钻机。可施工 $\varnothing 71$ mm、4000 m 以浅的取心矿产勘探孔。钻机整体情况见图 1。

1.1 钻机主要特点

(1)该钻机系统采用了变频控制、集中操作和数字传输,信息自动化、能耗小、施工效率高。

(2)转速、扭矩、拉力、速度等控制性能好,输出环境良好,能够过载保护,回转及给进无级调速,精确控制钻压,根据地层条件选择钻进参数,可以满足深孔钻探要求。

(3)钻机工作过程所有动作由电控组件或数字化操作完成,操作者的劳动强度低,操作人员数量

少,改善了劳动环境。



图1 XD-30DB 型钻机外形

(4)钻机主要执行模块均采用电动机驱动,包括回转、提升、给进、打捞等。动力提供为工业网电或柴油发电机组。

(5)钻机运行参数与钻进工艺参数实现实时存储、传输、记录、查询和远程监控。

(6)与立轴传动钻机相比,传动效率高、能耗小、传动链简化,安装和拆卸简单,检修方便,维护保养便利。

收稿日期:2017-09-18; 修回日期:2017-11-01

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“山东省矿产资源潜力评价”之“山东省金、银矿产资源潜力评价”(编号:1212010881607)

作者简介:马晓鹏,男,汉族,1987年生,勘查技术与工程专业,从事钻探技术研究工作,山东省招远市金城路126号322室,997493338@qq.com。

(7)顶驱长行程为22 m,可满足18 m加减立根作业,提高了工作效率。塔架内装有防碰绳和导向绳,提高了钻塔的安全性和稳定性。

1.2 钻机主要技术参数

(1)钻进能力:Ø114 mm 绳索钻杆施工孔深2000 m, Ø89 mm 绳索钻杆施工孔深3000 m, Ø71 mm 绳索钻杆施工孔深为4000 m。

(2)钻塔:钻塔有效高度为29 m,钻塔型式为A型,最大钩载为700 kN。

(3)顶驱:驱动形式为交流变频直驱,电机额定功率110 kW(55 kW×2),转速0~600 r/min,最大扭矩8000 N·m(0~156 r/min),额定扭矩5500~1600 N·m(0~600 r/min)。

(4)主绞车:最大输入功率110 kW,钢丝绳直径24 mm,最大快绳拉力80 kN,钩速0~1.0 m/s,刹车形式为盘式刹车和安全制动。

2 钻机使用情况

2.1 地理交通情况

钻机生产区位于山东省招远市阜山镇栾家河矿区,位于招远市北20 km,水旺庄西2 km。向北可到龙口、蓬莱,向东可到烟台、栖霞,向南可到莱西,交通非常便利。

2.2 地层介绍

因环保要求该孔中止施工,未能达到设计孔深。矿区东部1426.06 m以浅主要是二长花岗岩,块状构造,较完整,破碎带不发育。其可钻性为8~10级,局部研磨性特强。

2.3 钻孔结构

施工钻孔位于招远栾家河矿区,孔号108ZK3,设计孔深2600 m,该孔采用XD-30DB型顶驱钻机,该区地层比较简单,构造较为完整,采用绳索取心钻探方法,钻孔采用二开结构。钻孔结构见图2。

2.4 钻进过程

第一阶段,2017年5月6日开孔钻进,用Ø114 mm 钻杆、Ø122 mm 外径钻头绳索取心钻进,钻至86 m,下Ø108 mm 技术套管。因开孔岩石比较完整,在此期间冲洗液为1 m³清水加0.2 kg 1800 万分量的阴离子型聚丙烯酰胺(简写APAM),循环方式为正循环。钻进参数:钻压10~15 kN,钻速300~360 r/min,泵量100~120 L/min,送钻速度4.5~5.5 cm/min。

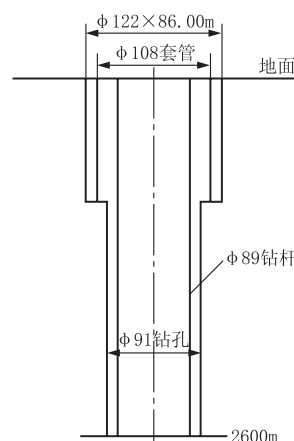


图2 钻孔结构示意图

第二阶段,2017年7月31日因矿区处于环境保护区提前终孔,终孔孔深为1426.06 m。该阶段采用绳索取心钻具组合为Ø89 mm 绳索取心钻杆+Ø89 mm 钻具+Ø91 mm 外径扩孔器和钻头。冲洗液配比:1 m³清水+2 kg 防卡护壁润滑剂+2 kg 磺化褐煤树脂+3 kg 羧甲基纤维素。测试冲洗液性能指标为:pH值8~10;粘度25~30 s;滤失量12~17 mL/30 min;密度1.01 g/cm³;固相含量1.0%;滤失量14~18 mL/30 min;含砂量≤0.6%;塑性粘度12 mPa·s;静切力2~4 Pa,动切力2~3 Pa。循环方式为正循环,若遇漏失地层时加入20~30 kg 803 堵漏剂。钻进参数见表1。

表1 不同孔深钻进参数

孔深/ m	钻压/ kN	转速/ (r·min ⁻¹)	泵量/ (L·min ⁻¹)	泵压/ MPa	送钻速 度/(cm·min ⁻¹)	扭 矩/ N	备 注
300	22.3	361.2	106.8	1.3	6.0	493	
400	30.0	357.8	108.2	1.4	5.7	476	
600	30.8	358.9	110.6	2.2	4.7	515	
700	30.1	355.5	105.0	1.9	5.2	732	
817	29.8	360.0	110.2	2.3	5.1	890	
960	31.6	359.1	107.9	3.1	5.0	816	
1112	34.0	101.5	108.4	0.7	3.8	912	漏水
1231	35.1	105.6	104.7	0.9	3.7	1058	漏水,憋车, 有掉块
1300	32.2	281.1	105.1	4.0	4.2	675	
1347	34.3	235.8	104.0	0	3.6	862	漏水
1423	36.4	251.2	106.8	4.2	4.5	711	

该钻孔主要为二长花岗岩,钻进过程中钻压变化平稳。当遇到漏失地层时,扭矩参数明显升高,出现憋车情况,在该情况下,需要将钻机转速降低才能保证正常钻进,在此过程要及时进行堵漏。在钻进过程中要及时调整送钻速度,保证各项参数平稳。

的施工。

2.5 参数变化关系

司钻房为顶驱钻机的智能操作控制中心,钻机的各个动作都是在司钻房里下达指令来实现的。司钻房里由两个电控柜和一个控制电脑显示屏等部分组成,通过调节显示屏参数(见图3)来完成钻探工作。显示屏的参数变化是钻孔工作的体现,通过实际在施工过程总结与验证,得出以下关系:

(1)泵压数值上升,岩心管堵或钻头消耗尽,进行取心或提钻换钻头。

(2)钻压数值上升,扭矩数值不变或上升,岩石变硬,减慢进尺。

(3)钻压数值上升,扭矩数值下降,岩心管堵需取心。

(4)钻压数值上升,扭矩数值下降,泵压数值上升,需磨岩心,否则岩心管打捞不动。

(5)钻压数值下降,扭矩数值下降,岩石变软,可适当加快进尺。

(6)泵压数值不稳,钻压扭矩数值正常,岩心管不进,推磨岩心。



图3 钻进过程各参数显示

3 钻机的优势

(1)传统的立轴钻机钻进过程中是依靠钻头的磨削来进行的,通常钻机通过钻杆来向钻头传递推进动力,因此钻机对钻杆质量有较高的要求。

顶驱钻进主要是靠钻杆的自身质量来提供推进动力,游车大钩提供提吊力使施工的全过程保持孔

底受力均匀,钻杆力的传送比立轴钻机要小得多,只要钻杆螺纹固定部分不出现磨损,就能保证施工顺利进行。对钻杆的磨损较小,延长钻杆使用周期,减少换钻杆与接箍等工作,提高钻进效率。

(2)传统钻机钻进行程一般在50~100 cm,XY-4型钻机行程50 cm(见图4),XY-8型钻机行程为100 cm,加钻杆长度为3 m,钻探过程中岩心管3 m,要倒杆3~6次,频繁取心作业。

顶驱钻机钻进行程达到22 m(见图5),在地层完整的情况下可以采用较长的钻具和岩心管,减少辅助时间。除了取心和加钻杆,在钻进过程中连续钻进,不用倒杆,使岩心不间断的进入岩心管,避免人为拔断岩心,减少取心次数。



图4 XY-4型钻机行程



图5 顶驱钻机行程

(3)传统钻塔的游动滑轮的净空间1 m,并且塔上没有监控设备,操作灵敏度低,容易与天车相碰。钻机与钻杆连接处需要人工卸扣。

顶驱钻机钻塔采用加高和大跨距设计,实现游车大钩与天车的4 m净空间,并装有监控摄像头,实现画面监控(见图6),塔顶装有防撞绳,避免游车与天车碰撞。背钳采用了卡盘式,靠油压夹紧和松开,运转平稳。

(4)传统钻机钻进的方式是机械式加压,对于司钻者经验要求较高,必须对电流变化、机械声音的变化做出快速准确的判断。

顶驱钻机通过VFD房(见图7)实现精确自动恒压钻进和恒速钻进,变频调节,更加灵敏。参数设置预警,当达到预警数值,钻机运行自动停止,大大减少事故发生,保障设备和人员的安全。司钻根据地层与孔深情况,对参数进行调节,适合深孔及复杂地层的施工。

(5)以往钻机操作环境差,处于露天状态,冬寒



图6 监控画面



图7 VFD房

夏暑,钻进时精神高度集中,机械噪声很大,深孔时提下钻过程劳动强度高。

顶驱钻机操作在司钻房进行(见图8),司钻房采用了防倾翻和防落物设计,操作方式为手柄以及按键,并安装有空调,操作舒适安全,视野开阔,人性化设计,减轻劳动强度。该钻机安装有辅助刹车和



图8 司钻房

电磁刹车,在深孔提下钻安全性高。降低施工风险,保障工程顺利进行,效益提升。

(6)传统钻机孔内发生事故,往往是根据经验判断分析,然后制定处理方案,缺乏真实可靠的依据,往往会参杂操作人员个人推断,导致制定处理方案不合理。在很多时候会走冤枉路,甚至事故越处理越复杂。

顶驱钻机具有对运行参数与钻进工艺参数实现实时存储、记录和查询。当事故发生时调取历史工作曲线进行分析(见图9),对事故的分析更具有依据性、客观性、准确性。

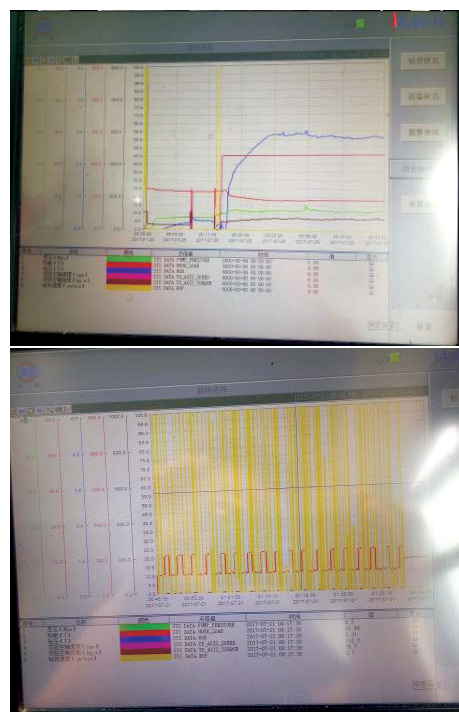


图9 钻进历史曲线

4 应用效果

在钻进过程中总进尺 1426.06 m,总台时为 2016 h,平均钻进时效 0.71 m,台月效率 509.30 m,纯钻进时间 44.72%,由于第一次使用操作学习和保养时间占 31.21%,其他时间 24.07%。该矿区同期开动 XY-8 型钻机、阿特拉斯 CS4002 型钻机各一台,在此对其月孔深进行比较(见表2)。因阿特拉斯 CS4002 型钻机为柴油发电机组提供动力,该顶驱钻机与 XY-8 型钻机由工业网电提供动力,对后两台钻机进行了能耗比较,图 10 为能耗柱状图。

XD-30DB 型钻机进尺效率与 XY-8 型钻机、阿特拉斯 CS4002 型钻机相比,浅孔阶段没有优势,

表2 不同型号钻机孔深比较

钻机型号	孔号	孔深/m			备注
		5月	6月	7月	
XD-30DB	108ZK3	462.71	1020.66	1426.06	操作培训7台日
XY-8	104ZK1	540.65	979.58	1315.41	设备维修5台日
CS4002	108ZK1	524.42	963.46	1287.15	设备维修5.5台日

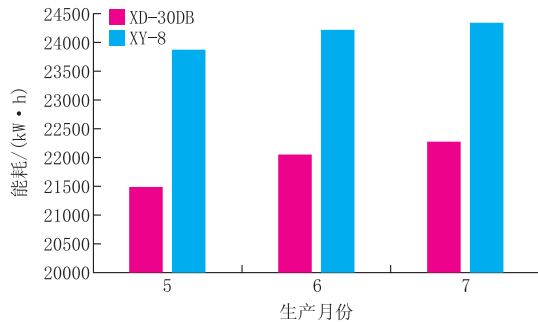


图10 能耗比较

随着钻孔的加深,其钻进效率优于XY-8型钻机、阿特拉斯CS4002型钻机。能耗方面在同等施工条件下,该钻机的变频驱动的能耗低于XY-8型钻机,降低了施工成本。

5 结论和建议

(1)在此次施工过程中事故为零。

(2)XD-30DB型钻机具有长距离行程,遇破碎地层下钻受阻的情况下,可以长距离正划眼、倒划眼,操作灵活,处理事故平稳。

(3)泵量参数是根据冲洗液泵变频电机的转速

来转化的,但在实际工作过程中,冲洗液泵的泵量与活塞、吸水龙头上水情况有很大关系,显示数值有误差。在施工过程水量过低会加速钻探的消耗;水泥封孔时,计算送水量偏差,达不到预期封孔效果。

(4)称重传感器在高温条件下产生气体,称重数据误差较大,影响对孔底受力的判断。

(5)钻孔出现掉块卡钻,钻进过程顶驱摆动明显,缺少稳定装置。

参考文献:

- [1] 任启伟,刘凡柏,李宽,等. 3500 m 岩心钻探装备在金矿勘查中的示范应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(S1): 237-242.
- [2] 刘凡柏,张金昌,谢文卫. 2000 米地质钻探关键技术与装备的应用示范[J]. 地质装备,2013,14(6):15-20.
- [3] 汪涛. 云南某矿区复杂地层深孔岩心钻探关键技术应用研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2013.
- [4] 孔开卫. 绳索取芯技术在深孔钻探施工中的应用[J]. 西部探矿工程,2012,24(7):29-32,35.
- [5] 张金昌. 深部找矿关键钻探技术与对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(11):1-6.
- [6] 朱江龙,张伟,黄洪波,等. 深孔取心钻进用高速顶驱式钻机[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):114-119.
- [7] 张金昌,刘凡柏,冉恒谦,等. 2000 m 地质钻探关键技术与装备[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1):3-6.
- [8] 和国磊,冯起赠,许本冲,等. SDC-2500 型全液压车载钻机的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(6):44-48.
- [9] 李文秀,孟义泉,董向宇,等. YDX-1 型轻便岩心钻机的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(2):8-14.

