

宁夏中卫深井煤炭勘探区钻探工程冬季 施工技术

何玉云¹, 曹学斌¹, 熊正强², 訾兵¹, 张学进¹, 薛山江¹, 何林¹, 杨文杰¹

(1. 宁夏核地质调查院, 宁夏银川 750021; 2. 北京探矿工程研究所, 北京 100083)

摘要: 宁夏中卫市深井区块煤炭资源勘探是宁夏能源保供地方急需矿产资源勘探项目, 钻探工程需要进行冬季施工, 工作区最低气温 -21°C , 期间受低温及地层破碎影响, 给钻探施工带来了巨大挑战。勘探区主要煤层以粉煤为主, 取心难度大, 通过使用抗低温冲洗液体系、合理维护钻机柴油机等设备、优化钻具组合及改善施工人员防寒取暖条件, 顺利完成了该项目的钻探工程冬季施工, 平均台月效率 811.2 m/月 。

关键词: 煤炭资源勘探; 冬季施工; 抗低温冲洗液; 钻探工程

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 2096-9686(2024)S1-0299-04

Winter drilling construction technology in Shenjing coal exploration area, Zhongwei City, Ningxia

HE Yuyun¹, CAO Xuebin¹, XIONG Zhengqiang², ZI Bing¹, ZHANG Xuejin¹,

XUE Shanjiang¹, HE Lin¹, YANG Wenjie¹

(1. *Ningxia Nuclear Geological Survey Institute, Yinchuan Ningxia 750021, China;*

2. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

Abstract: The coal resource exploration project in the Shenjing block, Zhongwei City, Ningxia, is an urgently needed local mineral resource project for energy supply. The drilling work needs to be conducted in winter when the lowest temperature is -21°C . During the construction period, great challenges exist due to the influence of low temperature and strata fragmentation. The main coal seams were dominated by fine coal, which leads to the highly difficulty of coring. By using a low-temperature resistant flushing fluid system, reasonable maintenance of drill diesel engines and other equipment, optimization of drilling tool combinations, and improving the anti-cold and warm keeping conditions for construction personnel, the winter drilling construction is successfully completed, with an average monthly efficiency of 811.8 m/month .

Key words: coal resource exploration; winter construction; low-temperature resistant flushing fluid; drilling engineering

0 引言

近年来, 国际能源形势日趋复杂, 外部环境因素影响加剧了全球能源危机, 导致煤炭、天然气等国际大宗能源商品价格大幅上涨。煤炭在我国基础能源中仍然占据重要地位, 2022年中国煤炭消费总量

约42.5亿t, 其中进口煤炭约2.9亿t。随着“十四五”规划关于新一轮找矿突破战略行动的实施, 宁夏回族自治区实施了一批能源保供地方急需矿产资源勘探项目, 中卫市深井勘查区西部区块煤炭资源勘探是其中之一, 由于时间紧任务重, 钻探工程项目于2022年11月至2023年3月期间开展了冬季

收稿日期: 2024-03-13; 修回日期: 2024-06-03 DOI: 10.12143/j.ztgc.2024.S1.046

基金项目: 宁夏回族自治区地勘基金项目“宁夏回族自治区地方急需矿产资源勘查”(编号: NXYSZC-2022-026)

第一作者: 何玉云, 男, 回族, 1985年生, 工程师, 地质工程专业, 硕士, 主要从事地质岩心钻探及冲洗液等方面的研究及管理工作, 宁夏银川市西夏区贺兰山西路718号, heyuyun2010@126.com。

引用格式: 何玉云, 曹学斌, 熊正强, 等. 宁夏中卫深井煤炭勘探区钻探工程冬季施工技术[J]. 钻探工程, 2024, 51(S1): 299-302.

HE Yuyun, CAO Xuebin, XIONG Zhengqiang, et al. Winter drilling construction technology in Shenjing coal exploration area, Zhongwei City, Ningxia[J]. Drilling Engineering, 2024, 51(S1): 299-302.

施工。工作区冬季时间长、气温低,对钻探施工带来了巨大挑战^[1-4]。本文以XY-6B型钻机施工为例,分析在该矿区冬季施工遇到的技术难题,并采取了相应的技术对策,探讨冬季施工效果。

1 工程概况及施工难点

1.1 工程概况

该工程位于宁夏中卫市沙坡头区西部,西与甘肃省白银市毗邻,是宁夏回族自治区能源保供地方急需矿产资源勘探项目,目的是详细查明中卫市深井勘查区西部区块煤炭资源矿体地质特征和矿床开采技术条件。工程设计钻探工作量约15000 m,孔深300~1000 m。根据项目安排,开展了冬季施工,2023年1月最低气温-21℃,给冲洗液使用维护及泥浆泵运转等带来了严峻的考验。宁夏核地质调查院采用XY-6B型钻机配备BW260/7型泥浆泵,冬季施工期间共完成3个钻孔的施工任务,累计进尺1676.47 m,施工时间62 d,平均台月效率811.2 m/月。

1.2 地层岩性

根据以往钻孔揭露,工作区内大部分被第四系覆盖,0~50 m为第四系黄土层;51~350 m为新近系干河沟组未胶结的砂质粘土、细砂、含砾细砂等,比较破碎;351~800 m为侏罗系延安组灰白色砂岩、泥岩、灰黑色炭质泥岩及煤层。

1.3 施工难点

由于工作区冬季气温较低、地层条件复杂,该矿区钻探施工主要面临以下技术难点:

(1)冲洗液易结冰,流动性差。工作区最低气温-21℃,平均气温-14℃,冲洗液结冰现象明显,给冲洗液的配制、循环及维护带了严峻挑战。

(2)地层松散、破碎,取心难度大。根据以往地质资料,新近系干河沟组地层是未胶结的砂质粘土、细砂、含砾细砂,目的层侏罗系延安组煤层为粉煤,胶结较差,以上情况都为正常钻进及取心带来了极大困难。

(3)低温条件下设备维护困难。低温容易导致柴油机熄火、启动困难,泥浆泵泵头结冰,造成冲洗液假循环等现象,现场使用的潜水泵、排污泵等使用后结冰,导致再次启动困难,容易造成电机故障等现象。

(4)人员安全方面。人是钻探施工成败的关

键,低温寒冷导致施工人员手脚麻木,造成操作不便,容易引发安全事故。

2 冬季施工技术措施

为了确保整个冬季施工过程的正常开展,需要做好全方位的思想准备和物质准备,思想上要给全体员工牢固树立安全第一的思想准备,提下钻及上塔要有别于其它季节,必须谨慎操作,防止因麻痹大意发生意外;物质上要根据冬季施工需要,做好冬季施工所需低标号柴油、抗低温冲洗液体系所需材料等物资的全面准备。

2.1 抗低温冲洗液技术

冲洗液作为钻探的血液,是冬季施工成功与否的关键。为了保证冲洗液的正常配制及循环,施工前,根据工作区气温特点及地层情况,联合北京探矿工程研究所开展了一系列冲洗液室内实验研究及准备工作^[5-12],确定了抗低温冲洗液基础配方:

1 m³水+100~200 kg盐(氯化钠或氯化钙)+2~3 kg烧碱+20~40 kg钠膨润土+10~20 kg降失水剂(GPNA)+5~10 kg接枝淀粉(GSTP)+8~10 kg增粘剂GTQ+1~3 kg包被剂GBBJ+随钻堵漏剂等护壁封堵材料(根据地层需要)。

冲洗液性能:漏斗粘度20~40 s,密度1.10~1.20 g/cm³,API滤失量<12 mL/30 min,pH值8~9。

氯化钠和氯化钙作为无机盐,其加量会改变冲洗液的抗低温能力和冲洗液性能。随着氯化钠或氯化钙加量的增加,冲洗液抗低温能力提高,但是其滤失量增加,要求使用抗盐性能好的冲洗液材料。因此,为了确保冲洗液性能满足施工需要,并控制好冲洗液成本,在室内实验研究的基础上,制定了适用于不同低温环境的冲洗液配方(见表1)。

低温冲洗液现场配制方法为:在搅拌机中放入清水,加入对应温度条件的盐,搅拌溶解后加入烧碱和膨润土搅拌5~10 min,待其充分分散后,按照配方顺序依次缓慢加入设计配方中的材料分别搅拌15 min即可使用。

2.2 取心技术

新近系干河沟组未胶结的砂质粘土、细砂、含砾细砂,以及目的层侏罗系延安组为粉煤层,胶结较差,正常钻进及取心困难。为此,对钻具组合进行了优化,并合理控制钻进参数^[13-15]。

在干河沟组钻进时采用 $\varnothing 60$ mm钻杆+ $\varnothing 89$

表1 抗低温冲洗液配方及性能

编号	适用温度/°C	配方加量/kg								冲洗液性能				
		水	盐	烧碱	钠膨润土	GPNA	GSTP	GTQ	GBBJ	随钻堵漏剂	漏斗粘度/s	密度/(g·cm ⁻³)	API滤失量/mL	pH值
1	-5	1000	100(工业盐)	1	20	5	10	8~10	1		33	1.10	6	8~9
2	-10	1000	200(工业盐)	2	30	10	10	10	1	根据	33	1.14	5	8~9
3	-20	1000	200~250(无水氯化钙)	1	30	10	10	10	1	需要	30	1.15	<9	8~9

mm双管取心钻具+HQ3底喷复合片钻头和拦簧,回次进尺控制在3m以内,合理控制冲洗液粘度等参数,保持孔壁稳定的同时提高岩心采取率。

在目的层侏罗系延安组粉煤层钻进期间,为了提高煤心采取率,采用了外径 $\Phi 113$ mm的双管单动取煤专用钻具,具体钻具组合为: $\Phi 60$ mm钻杆+ $\Phi 113$ mm的双管单动取煤钻具+复合片阶梯底喷钻头,同时合理控制钻进参数,转速控制在200~300 r/min,钻压控制在3~6 kN,泥浆泵压力控制在1.5~2.5 MPa,泵量150~200 L/min。

2.3 设备保温防冻措施

为了应对严寒低温给设备正常运转带来的影响,主要采取了以下措施:为了防止柴油机油路结蜡导致柴油机熄火,柴油机使用了一30号冬季专用柴油,在钻机机台上风口位置搭建了挡风墙;在泥浆泵泵头位置加工安装了取暖火炉,以防止冲洗液缓慢结晶导致假循环现象;在孔口值班房配备了一台9 kW电加热蒸汽发生器,加减钻杆时利用高温蒸汽对丝扣位置进行加热处理,以防止提钻后丝扣部位结冰导致丝扣连接不紧密造成的钻杆脱落或假循环现象的发生。

2.4 人员安全措施

人员安全是钻探施工成败的关键,为了防止严寒低温对人员操作带来的影响,首先给施工人员配备了防寒服等御寒保暖效果好的劳动保护用品;钻塔二层平台位置风大气温低,在保证司钻人员操作视线的前提下,在二层平台位置加工了挡风板,同时安装了一个功率3 kW的暖风机,防止二层平台操作人员长时间在寒风中操作导致的手脚冻伤及下塔困难;另外,为保证轮班休息人员的正常取暖和休息,配备了取暖效果好的折叠集装箱式宿舍,有效改善了住宿条件。

3 施工效果

KT302孔是XY-6B型钻机在冬季施工期间完成的第一个钻孔,该孔设计孔深476 m,终孔孔深493.89 m,下文以KT302孔为例探讨冬季施工效果。

3.1 抗低温冲洗液应用效果

根据中国气象局历史天气记录,KT302孔施工期间的最低气温出现在11月29日,为-17℃。

KT302孔于2022年11月23日开钻,当日夜间最低气温-4℃,开钻采用了1号冲洗液配方,泥浆泵工作正常,泵压1.8 MPa;11月29日继续钻进至309.5 m,气温骤降至-17℃,按照3号配方对冲洗液进行了调整,冲洗液循环正常,泥浆坑表面有厚度约2 mm的浮冰,及时进行了清理,泥浆泵工作正常,泵压2.0 MPa;12月7日钻进至449.19 m钻遇煤层,气温-9℃,将冲洗液按照2号配方进行了调整,冲洗液性能正常,泥浆泵工作正常,泵压2.5 MPa。12月11日钻进至493.89 m,钻穿第二层煤完钻,配合物探测井后按要求进行了封孔。主要气温变化节点及冲洗液使用情况见表2。

表2 主要气温变化节点及冲洗液使用情况

日期	气温/°C	孔深/m	冲洗液配方	冲洗液性能参数		
				粘度/s	密度/(g·cm ⁻³)	滤失量/[mL·(30min) ⁻¹]
11.23	-4	0	1号	38	1.15	11
11.29	-17	309.5	3号	29	1.15	9
12.07	-9	449.19	2号	30	1.14	8
12.11	-11	493.89	2号	31	1.15	7

3.2 取心效果

该矿区的主要煤层是6号煤层,煤层胶结差,以粉煤为主,给取心工作带来了一定的挑战,技术人员通过调整冲洗液参数,合理使用取心钻具,优质高效

地完成了各煤层的取心工作,完成的3个钻孔6号煤层平均采取率达93.23%,取心效果见表3、图1。

3.3 设备工作情况

2022年11月21日至2023年3月12日,XY-6B

表3 XY-6B型钻机冬季施工期间6号煤层取心情况

孔号	设计孔深/m	终孔孔深/m	岩心采取率/%
KT205	608	620.81	92.6
KT302	476	493.89	94.5
KT303	560	561.77	92.6

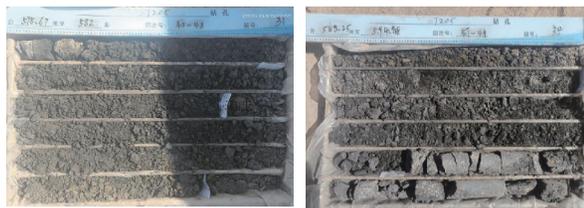


图1 KT205孔6号煤层取心效果

型钻机完成3个钻孔施工任务,设备工作正常,累计进尺1676.47 m,施工时间62 d,平均台月效率811.2 m/月,见表4。

表4 XY-6B型钻机冬季施工期间施工效率

孔号	终孔孔深/m	钻井时间	施工时间/d	纯钻时间/d	钻进效率/(m·d ⁻¹)	平均台月效率/(m·月 ⁻¹)
KT302	493.89	2022.11.23—2022.12.11	19	18	27.44	
KT303	561.77	2022.12.19—2023.01.07	20	20	28.09	811.2
KT205	620.81	2023.02.18—2023.03.12	23	21	29.56	

4 结论

(1)开展冬季施工前应做好充分的思想准备和物质准备,避免因为准备不充分导致的停钻,一旦停钻,重新启动设备和建立冲洗液循环需要耗费大量的人力和物力;

(2)在满足孔壁稳定的前提下,冲洗液体系要有一定的抗低温效果,根据气温变化情况及时调整冲洗液配方,防止低温造成的冲洗液结冰导致假循环进而引发孔内事故;

(3)做好冲洗液抗低温的同时,应做好柴油机等设备的防风和保温效果,确保设备运转正常,避免因设备故障而停钻;

(4)人是冬季施工成败与否的关键,做好施工人员防寒保暖及宿舍取暖有利于钻探工程冬季施工的顺利开展。

参考文献:

- [1] 杨葳,杨阳,徐会文.冻土区天然气水合物勘探低温钻井液理论与试验[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(7):29-31.
- [2] 刘蓓,刘娇,李志军,等.达里湖冬季环境取样钻探技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(11):19-22.
- [3] 宋涛,刘宝林,李国民.冬季呼伦湖环境科学钻探冰上湖泊钻探平台及取样技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008(10):1-3.
- [4] 张永勤,祝有海.祁连山永久冻土带天然气水合物钻探工艺与

应用[J].地质通报,2011,31(12):1904-1909.

- [5] 王胜,陈礼仪,张永勤.无固相低温钻井液的研制——用于青藏高原永冻层天然气水合物的钻探[J].天然气工业,2009,29(6):59-62.
- [6] 刘天乐,蒋国盛,宁伏龙,等.水合物地层低温钻井液对井底岩石表层强度影响[J].中国石油大学学报:自然科学版,2015,39(4):147-153.
- [7] 徐加放,邱正松.水基钻井液低温流变特性研究[J].石油钻采工艺,2011,33(4):42-44.
- [8] 王胜,湛强,袁学武,等.适用于低温地层的纳米复合水泥浆体系研究[J].石油钻探技术,2021,49(6):73-80.
- [9] 张川,王胜,陈礼仪,等.用于冻土区天然气水合物钻探的聚合物钻井液低温流变响应[J].天然气工业,2016,36(2):92-97.
- [10] 孙金声,王宗轮,刘敬平.南极地区低温钻井液研究进展与发展方向[J].石油勘探与开发,2022,49(5):1005-1011.
- [11] 丁付利,段晓,皮建伟.东乘公麻冻土地层低温冲洗液研究与应用[J].钻探工程,2022,49(1):104-109.
- [12] 李攀义,单文军,徐兆刚,等.成膜坍塌无固相钻井液体系在金鹰矿区ZK1146井中的应用研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(10):26-30.
- [13] 孙志和,李龙朝,张军,等.TH-2型煤层取心工具的研究与应用[J].石油钻采工艺,1998,20(1):53-54.
- [14] 龙威成,孙四清,陈建.碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术研究[J].煤田地质与勘探,2022,50(8):93-98.
- [15] 林文彬.宁夏煤田复杂岩层和松散煤层钻探施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007(3):20-21.

(编辑 王文)