

# CMD180T 型钻机在尚义地热井施工中的应用

王雷浩, 李光宏, 石 逊, 殷 邈

(河北省地矿局第九地质大队, 河北 邢台 054000)

**摘要:**经物探分析在河北省张家口尚义县大青沟镇南海子村东南 1.0 km 存在深部断裂构造,为了寻找开发坝上地区地热资源,决定在该位置施工一口 2000 m 深地热井,即穿过该断裂构造寻找导水通道,完成地热井施工任务。施工中采用了 CMD180T 型钻机,该钻机采用了先进的全液压传动系统,自动化程度高,性能优异,可大大降低操作人员的劳动强度且易于搬迁、易于操作。其优势在这次地热井工程施工过程中得到了充分的体现。

**关键词:**地热井;CMD180T 型钻机;全液压;自动化程度高;性能优异

**中图分类号:**P634.3<sup>+</sup>1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2020)01-0058-04

## Application of CMD180T drilling rig in geothermal well drilling in Shangyi County

WANG Leihao, LI Guanghong, SHI Xun, YIN Miao

(No. 9 Geological Brigade, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Xingtai Hebei 054000, China)

**Abstract:** The geophysical exploration and analysis shows that there is a deep fracture structure 1.0km to the southeast of Nanhaizi Village, Daqinggou Town, Shangyi County, Zhangjiakou, Hebei Province. In order to explore and develop geothermal resources in the Bashang area, it was decided to construct a 2000m deep geothermal well at this location, that is, to explore water conducting channels through the fracture structure and complete the geothermal well. The CMD180T drilling rig was used for drilling, on which the advanced full hydraulic transmission system is adopted, providing high degree of automation and excellent performance. It can greatly reduce the labor intensity of operators and is easy to move and operate. Its advantages have been fully reflected in this geothermal well drilling project.

**Key words:** geothermal well; CMD180T drilling rig; full hydraulic; high degree of automation; excellent performance

### 1 概述

#### 1.1 自然环境

河北省张家口市尚义县地处内蒙古高原南缘,张家口坝上地区,海拔在 1330 m 左右,工作区位于尚义县大青沟镇南海子村,距县城约 32 km,地面开阔平坦。

本区属于东亚大陆性季风气候,四季分明,光照充足,温差较大,雨热同季,年均降雨量在 350~420 mm,多集中于 6—8 月份,夏季气温可达 35 ℃ 以上,冬季气温最低 -30 ℃ 以下,年平均气温 3.5 ℃,无霜期一般为 100~200 d<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 地质概况

因本地区地层资料较少,开钻前仅有物探结果作为施工依据。实钻过程中,开孔即见第三系,从 300 m 到完钻井深均为石英砂岩或砂砾岩,地层岩石坚硬。

### 2 钻孔结构及设备选择

#### 2.1 钻孔结构

本孔设计为直井,设计井深 2000 m,实钻井深 2050 m,分三开钻进。一开、二开下入石油 J55 套管并固井,三开因地层稳定,裸孔钻至终孔深度。井身结构参见表 1。

#### 2.2 施工难点

收稿日期:2019-12-12 DOI:10.12143/j.tkgc.2020.01.011

作者简介:王雷浩,男,汉族,1986 年生,新能源开发处技术负责,工程师,现从事钻探、地热钻井、定向水平多分支井设计与施工等工作,河北省邢台市钢铁北路 416 号,wangleihao2006@126.com。

引用格式:王雷浩,李光宏,石逊,等.CMD180T 型钻机在尚义地热井施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(1):58-61.

WANG Leihao, LI Guanghong, SHI Xun, et al. Application of CMD180T drilling rig in geothermal well drilling in Shangyi County [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(1):58-61.

表 1 井身结构数据

Table 1 Wellbore structure data sheet

开钻次序	井段/m	钻头直径/mm	套管直径/mm	套管下入深度/m	备注
一开	0~300	406.5	339.7	0~300	固井
二开	300~1000	311.2	244.5	284.16~1000	固井
三开	1000~2050	215.9	裸孔		

(1)缺少相关的地层资料,给钻机施工技术参数的最优选择增加了难度。

(2)下部地层硬度较大,地层变化复杂,地层倾角大,要求设备的可操作性必须强。

(3)套管下放深度较大,需保证套管下放的迅速平稳。

### 2.3 施工设备选择

因施工区域内无法引入高压线路,只能采用柴油机动力系统,而北京天和众邦技术股份有限公司生产的 CMD180T 型钻机采用动力系统为柴油机动且设计钻深 3000 m,满足施工要求,遂采用该钻机进行项目施工。此钻机还采用了先进的全液压传动系统,性能优异、自动化程度高,采用模块化设计,分为钻机主体单元、猫道机升降钻杆单元、井口架与司钻操作房单元、拖车井架单元等,施工中大大降低了工作人员的劳动强度且易于搬迁、操作。CMD180T 型钻机的这些优势在本工程施工过程中得到了充分的体现。CMD180T 型钻机的主要参数及部件见表 2,CMD180T 型钻机全貌见图 1。

表 2 CMD180T 型钻机的主要参数及部件

Table 2 Main parameters and components of CMD180T drilling rig

给进系统	提升能力	1800 kN
	下压能力	300 kN
定心盘	定心盘最大开孔	952.5 mm
井口架	平台最大高度	4.5 m
动力头	扭矩/转速	40600 N·m@0~80 r/min
		18000 N·m@0~160 r/min
	通孔直径	125 mm
钻塔	动力头行程	15.2 m
	桅杆长度	16.5 m
	适用钻杆和套管	Range III (38~45 ft)
外形尺寸	整机质量	55 t
	长×宽×高	16.5 m×3 m×4.25 m
动力系统	主发动机	卡特彼勒 C18.2 台
	功率	447.5 kW×2
	排气量	18.1 L
卷扬机	起重能力	55 kN
	钢缆规格	Ø16 mm
空气/泥浆泵管路	耐压	35 MPa
	通径	DN100



图 1 CMD180T 型钻机及 DR1 井施工现场全貌

Fig.1 Drilling site of CMD180T drilling rig and DR1 Well

## 3 施工过程<sup>[2-10]</sup>

### 3.1 一开阶段

(1)钻具组合:Ø406.5 mm 牙轮钻头+变径+Ø203 mm 钻铤+变径+Ø178 mm 钻铤+变径+Ø127 mm 钻杆。

(2)施工过程:开孔使用 Ø406 mm 牙轮钻头带 Ø500 mm 扩孔器钻进至 20 m 下入 Ø480 mm 孔口护壁管,然后找中后固定护壁管于井架上,在井壁与护壁管之间填充水泥固井。

用 Ø406 mm 牙轮钻头一开开钻,采用粘土泥浆,钻压 80~100 kN,动力头转速 50~70 r/min。

钻至 300 m,一开完钻,测井后下入 Ø339.7 mm 套管至 300.0 m,并固井,固井水泥浆用量 20 m<sup>3</sup>,水泥浆密度 1.6 g/cm<sup>3</sup>,替浆量 25.52 m<sup>3</sup> 水泥浆上返至地面。候凝并起拔出护壁管。固井质量检测合格。

(3)泥浆配方:2.5%膨润土+0.02%纤维素+0.015%火碱。一开泥浆性能:密度 1.08 g/cm<sup>3</sup>,粘度 50 s,失水量 15 mL/30 min,pH 值 8,含砂量 0.2%。

### 3.2 二开阶段

(1)钻具组合:Ø311.2 mm 牙轮钻头+变径+Ø203 mm 钻铤+Ø178 mm 钻铤+Ø165 mm 钻铤+变径+Ø127 mm 钻杆。

(2)施工过程:采用 Ø311.2 mm 牙轮钻头二开开钻,采用粘土泥浆,本开次因井斜增大,采用纠斜吊打的方式钻进。钻压 40~50 kN,动力头转速 70~90 r/min。

钻至 1000.04 m,因地层一直为砂岩不见变层且天气寒冷,研究决定二开完钻,测井后下入 Ø244.5 mm 套管至 1000.04 m,“喇叭”口位置 284.16 m,并固井,固井水泥浆用量 27 m<sup>3</sup>,水泥浆

密度  $1.6 \text{ m}^3$ , 替浆量  $30.39 \text{ m}^3$ , 水泥上返至地面。候凝后进行了固井质量检测, 质量合格。

(3) 泥浆配方: 2.5% 膨润土 + 0.01% 纤维素 + 0.01% 聚丙烯酰胺钾盐 + 0.005% 聚丙烯酰胺钠盐 + 0.015% 火碱 + 0.015% 润滑剂 + 0.02% 防塌剂。泥浆性能: 密度  $1.10 \text{ g/cm}^3$ , 粘度 48 s, 失水量 14 mL/30 min, pH 值 8, 含砂量 0.2%。

### 3.3 三开阶段

(1) 钻具组合:  $\text{O}215.9 \text{ mm}$  牙轮钻头 +  $\text{O}178 \text{ mm}$  钻铤 +  $\text{O}165 \text{ mm}$  钻铤 +  $\text{O}159 \text{ mm}$  钻铤 + 变径 +  $\text{O}127 \text{ mm}$  钻杆。

(2) 施工过程: 采用  $\text{O}215.9 \text{ mm}$  牙轮钻头扫透浮箍, 并三开开钻。钻压 150~160 kN, 动力头转速 40~60 r/min。

钻至 2000.00 m 后, 因钻进过程中泥浆未明显漏失, 未见断层等构造, 根据甲方要求继续钻进至 2050 m。

(3) 泥浆配方: 2.5% 膨润土 + 0.015% 纤维素 + 0.01% 聚丙烯酰胺钾盐 + 0.005% 聚丙烯酰胺钠盐 + 0.005% 磺化沥青 + 0.01% 火碱 + 0.02% 润滑剂 + 0.02% 防塌剂。泥浆性能: 密度  $1.08 \text{ g/cm}^3$ , 粘度 45 s, 失水量 12 mL/30 min, pH 值 8, 含砂量 0.2%。

## 4 施工总结

本孔各项工作时间统计见表 3。

表 3 工作时间统计  
Table 3 Summary of working hours

项 目	时间/h	备 注
纯钻进时间	1508	
辅助时间	提下钻	415
	加钻杆	53
	其他	173
机械故障时间	维修泥浆泵	35
	钻机维修	57
	其他	50

本孔地层主要为花岗岩、石英砂岩, 地层坚硬, 可钻性好, 使用 CMD180T 型钻机, 钻时平均 0.5~0.67 h/m, 纯钻进效率 976.19 m/月。与张北县北部地区施工的一口地热井相比每月纯钻进效率提高了近 100 m。

## 5 事故处理<sup>[11-14]</sup>

本孔在后期施工过程中, 出现了埋钻、带出套管等事故。该钻机边回转、边提升和提升力大的特性为事故的处理提供了很大帮助。

### 5.1 埋钻事故

本孔在射完孔后, 因天气及过年放假原因, 放置一个月后, 按甲方要求, 三开通井, 通井后再下入三开套管及花管。在刚进入三开通井过程中, 便扫孔遇阻。向下扫通一段后, 若停泵后再次下钻, 在此井段则会再次遇阻。

通过调整泥浆性能及反复冲扫孔, 此现象仍旧存在。在扫孔至 1200 m 处, 出现卡钻、埋钻事故。分析原因, 一是可能射孔后, 岩屑逐渐从孔内流出, 最终形成砂桥堵塞孔径。二是本井放置时间较长, 有部分孔段坍塌, 造成卡钻、埋钻现象。

事故发生后, 通过采取调整泥浆性能、不断循环泥浆、上下回转活动钻具、按实际情况强拉钻具等方式, 经过 24 h 把钻具提出, 事故处理成功。充分体现了 CMD180T 型钻机可回转提升同时工作的优势。

### 5.2 带出套管事故

三开扫通后, 下入套管及花管。在套管全部下完并固完井后, 按要求进行扫孔。扫到底起钻时, 发现花管被带出。分析原因, 孔内岩屑颗粒太大, 停泵后, 岩屑颗粒会迅速沉淀在花管和钻杆之间, 卡死后在起钻时被直接带出。

处理事故时, 把套管全部拔出后, 调整泥浆性能并重新扫孔, 把大颗粒岩屑全部排除干净后, 再次下入套管及花管。至此, 本事故处理完成。

## 6 施工过程中 CMD180T 型钻机遇到的问题

本次使用 CMD180T 型钻机钻进, 在坚硬复杂地层条件下依旧能如此顺利完成本工程, 凸显了该钻机的优异性能。但是因为本钻机为新研制钻机, 性能不够稳定, 在施工过程中发现了如下问题。

(1) 司钻房仪器仪表数值显示问题。机械式和电子式显示不对应。参数换算复杂, 不能直接读数。事故时间节点的参数不能查询。

(2) 步履装置改进伸缩式或开合式的, 现在井口架和动力站部分液压支腿达不到自主卸车的要求, 需要吊车配合才能完成卸车。

(3)猫道虎钳动作不同步。动力头和猫道机对中精度达不到,钻具丝扣磨损大。猫道机在外力作用下产生位移,需要经常矫正。

(4)泥浆泵及柴油机转速控制应接入到司钻房控制系统。司钻房无法控制泥浆泵开关。

## 7 结语

(1)使用 CMD180T 型钻机,从钻进到处理事故发挥出了其优异的性能,尤其由于该钻机的液压顶驱形式处理事故的能力强,突出体现了边回边提升的先进性和优异性。

(2)钻机的搬迁性能好,比常规转盘式钻机搬迁效率高一倍以上;因为钻机的自动化强度高,所以工人劳动强度大大的降低了,安全性也提高了。

(3)因本钻机为新研制钻机,有需要改进的地方,工作人员与钻机的使用也在继续磨合,在以后工作中一定会有更完美的结合。

## 参考文献(References):

- [1] 走进尚义——地理环境[EB/OL].<http://www.zjksy.gov.cn/syscolumn/zjzl/dlhj/index.html>. Entering Shangyi—geographical environment[EB/OL]. <http://www.zjksy.gov.cn/syscolumn/zjzl/dlhj/index.html>.
- [2] 李进安.内蒙古哈素海地热井施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(5):55-57.  
LI Jin'an. Construction technology of Hasuhai geothermal well in Inner Mongolia[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(5):55-57.
- [3] 付宇,裴小龙,南天浩,等.凤河营热水储层的钻井液体体系优化研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(1):14-18,23.  
FU Yu, PEI Xiaolong, NAN Tianhao, et al. Optimization research of drilling fluid system of the hydrothermal reservoir in Fengheyang[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(1):14-18,23.
- [4] 耿印,于志坚,邢运涛,等.本溪市东风湖地热井施工和固井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(9):53-57.  
GENG Yin, YU Zhijian, XING Yuntao, et al. Construction and cementation technologies for Dongfenghu geothermal well in Benxi City[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017,44(9):53-57.
- [5] 景龙,王彦静,李伟,等.承德闫营子地热勘探井钻井技术分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(10):21-25.  
JING Long, WANG Yanjing, LI Wei, et al. Analysis on drilling technology used for Yanyingzi geothermal exploration well in Chengde[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2015,42(10):21-25.
- [6] 张祖海,董海燕,丁昌盛,等.新疆温泉县 AKT1-1 地热孔钻探施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(8):17-21.  
ZHANG Zuhai, DONG Haiyan, DING Changsheng, et al. Drilling technology for AKT1-1 geothermal well in Wenquan County of Xinjiang[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2015,42(8):17-21.
- [7] 赵岩,仲玉芳.贵州雷山县 CK1 地热勘探井施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(10):32-35,40.  
ZHAO Yan, ZHONG Yufang. Construction technology applied in CK1 geothermal exploration well in Leishan of Guizhou[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(10):32-35,40.
- [8] 倪善海.洛阳市复杂地质条件下的地热井施工工艺[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(10):51-52.  
NI Shanhai. Geothermal well construction tech. under complicated geological condition in Luoyang[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2004,31(10):51-52.
- [9] 秦俊生,杨甘生,曹京瑞,等.包头地热资源钻井技术与评价[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(12):15-19.  
QIN Junsheng, YANG Gansheng, CAO Jingrui, et al. Drilling technology of geothermal well in Baotou and the evaluation[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2012,39(12):15-19.
- [10] 片磊.天津滨海新区深层地热井成井工艺[J].城市建设,2011(2):10.  
PIAN Lei. Well forming technology of deep geothermal well in Binhai New Area of Tianjin[J]. Urban Construction, 2011(2):10.
- [11] 聂新明,钱迪.东庞矿奥灰含水层多分支水平孔卡埋钻事故处理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(11):38-42.  
NIE Xinming, QIAN Di. Treatment of the drill rod sticking and burying incident in a multi-branch horizontal drilling in the Ordovician limestone aquifer of Dongpang Mine[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(11):38-42.
- [12] 苏厚斌,马晓鹏,郑尊岐,等.山东招远水旺庄 3000m 科学钻探孔事故预防技术及管控效果[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(7):1-7.  
SU Houbin, MA Xiaopeng, ZHENG Zunqi, et al. Accident prevention technology and control effect of 3000m scientific borehole in the Shuiwangzhuang Mining Area[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(7):1-7.
- [13] 黄晟辉,奎中,吴金生,等.湘永地 1 井钻进施工及事故处理技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(2):23-29.  
HUANG Shenghui, KUI Zhong, WU Jingsheng, et al. Drilling and incident treatment for well Xiangyongdi1[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(2):23-29.
- [14] 张涛,刘国成.牛岭矿区第四系松软地层套管事故处理技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3):24-25.  
ZHANG Tao, LIU Guocheng. Casing accident treatment technology in loose soil of Quaternary Strata in Niuling Mining Area[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2011,38(3):24-25.

(编辑 王建华)