

# 新疆昌吉庙煤1井钻探施工技术

张英传

(山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264004)

**摘要:**新疆昌吉市庙尔沟一带煤层气资源调查评价项目地质调查井工程,设计井深2500 m,要求全井取心。存在地层取心困难、漏失、缩径、冬季施工困难等问题。通过采取特种取心工具、加大钻头外径加大环状间隙、冬季施工使用油汀加热等工艺技术措施以及针对性的施工组织管理措施,有效地解决了钻井技术难题和后勤供应问题。为该区域煤层气资源调查评价提供了有力的实物资料。

**关键词:**煤层气;深孔;钻探;绳索取心钻进;低固相聚合物防塌钻井液

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2017)08-0041-04

**Drilling Construction Technology of Well Miaomei - 1 of Xinjiang Changji/ZHANG Ying-chuan** (The Third Geological Team of Shandong Bureau of Geology and Mineral, Yantai Shandong 264004, China)

**Abstract:** In geological survey well engineering for CBM resources investigation and evaluation project in Miaogou area of Changji of Xinjiang, the designed well depth was 2500m, and full borehole coring was required. There are problems of difficult coring, leakage, hole shrinkage and winter construction. By adopting special coring tools, enlarging bit outer diameter and annular clearance, heating with oil heater and some effective measures, the difficulties in drilling technology and logistics supply are effectively solved to provide data for CBM resources investigation and evaluation in this area.

**Key words:** coal bed methane; deep hole; drilling; wire-line core drilling; low solid polymer anti-sloughing drilling fluid

## 1 概况

### 1.1 项目概况

新疆昌吉市庙尔沟一带煤层气资源调查评价项目地质调查井(以下简称“庙煤1井”)工程,是新疆昌吉市、乌鲁木齐市庙尔沟一带煤层气资源调查评价施工的第一口深井,位于昌吉市庙尔沟乡,交通较为方便,该工程共设计钻井1口,设计井深2500 m,要求全井取心。

### 1.2 地质概况

勘查区内出露地层主要是侏罗系各组,在矿区内见有少量中泥盆统头苏泉组(D<sub>2</sub>t)分布并以断层关系与中侏罗统西山窑组(J<sub>2</sub>x)接触。

区域构造在《新疆大地构造单元划分图》中位于天山兴蒙造山系(I),准噶尔-吐哈地块(I-4),依连哈比尔尕-博格达裂陷盆地(I-4-2)。位于该盆地内的次级单元:巴音沟晚古生带裂陷槽(I-4-21)的东段。褶皱构造主要包括:诺尔加向斜、所落巴斯陶犹鼻状构造、东南沟向斜、阿苏萨依小背斜、三根萨拉鼻状构造。

### 1.3 施工要求

(1)煤层、烃源岩层岩心的采取必须采用绳索

取心技术进行取心;岩心直径>60 mm,终孔直径必须满足煤层气、页岩气测井要求。

(2)岩心采取率要求:全井每层取心率≥80%,其他岩层取心率≥90%。

(3)煤心、烃源岩岩心保持结构完整,不污染、不磨烧变质,每层厚度符合要求。

(4)为避免钻井液对煤心、烃源岩岩层的污染,钻进煤层、烃源岩岩层时应采用清水或者低固相优质钻井液,低泵量钻进。

(5)为保证煤层含气量、页岩气含气量测定数值的准确性,煤心、烃源岩岩层钻取提钻应尽量迅速,要求从开始提取岩心至岩心提至井口每100 m深度>2 min。

(6)按钻探规范进行简易水文观测、井深测量校正和钻井液性能测试工作。

(7)钻井目的层为气体矿层,须预防气体自燃。要求井场区50 m范围内不得使用明火,照明须用防爆接线装置。

(8)钻机施工现场要用篷布或木板搭建,施工人员要全部住入寝车;施工现场和生活区布置合理,干净整洁;如涉及冬季施工,须采用2 t以上的锅炉供暖。

收稿日期:2017-04-08;修回日期:2017-06-12

作者简介:张英传,男,汉族,1965年生,副院长,地质工程专业,主要从事地质岩心钻探、水文水井钻探技术研究和管理工作,山东省烟台市芝罘区机场路271号,syzyyc@sohu.com。

## 2 钻探施工工艺

### 2.1 井身结构及套管程序

庙煤1井的井身结构如图1、表1。

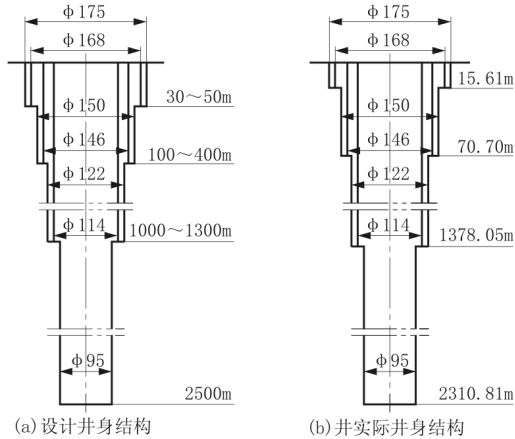


图1 庙煤1井井身结构图

表1 庙煤1井钻孔结构及套管程序

开钻顺序	钻头规格/mm	实际井深/m	套管规格/mm	护井下深/m
一开	175	15.61	168	15.61
二开	150	70.70	146	70.70
三开	122	1378.05	114	1378.05
四开	95	2310.81		

## 2.2 主要施工设备及管材

### 2.2.1 主要钻探施工设备(见表2)

表2 主要钻探施工设备配置

设备名称	型号	主要技术参数
钻机	HXY-9	2000~4000 m; 转速:(正)82、119、170、234、333/215、337、484、682、948 r/min, (反)29、82 r/min; 最大起重力640 kN; 立轴行程1200 mm; 动力170 kW
泥浆泵	BW300/16	流量300、235、155、95、52 L/min; 最大额定压力16 MPa; 动力30 kW
钻塔	A27-90	塔高27 m; 负荷90 t; 立根18 m
液压钳	SQ114/8	额定扭矩8.0 kN·m; 应用口径范围57~116.5 mm
取心绞车	S3000	Ø8 mm 规格钢丝绳容量3000 m
发电机组	潍柴	最大输出功率:380 kW

### 2.2.2 主要管材及钻具(见表3)。

## 2.3 钻探方法

### 2.3.1 埋设孔口管

开孔前埋设孔口导正管,导正管外径219 mm,长度0.4~0.6 m,高出地面15~20 cm,采用水泥固结。

### 2.3.2 一开

采用硬质合金提钻取心钻进工艺,钻孔直径170 mm,套管直径168 mm,孔段0~15.61 m。施工

表3 主要管材及钻具配备

名称	规格/mm	数量	主要参数
绳索取心钻杆	Ø114×6.35	1500 m	接头(Ø116.5 mm×Ø101 mm)连接,杆体45MnMoB,螺纹JS系列
绳索取心钻杆	Ø89×6.00	2800 m	接头(Ø92 mm×Ø76 mm)连接,杆体45MnMoB,螺纹JS系列
绳索取心钻具	S122	10套	外管Ø114 mm×6.5 mm,内管Ø95 mm×3.5 mm,岩心直径85 mm
绳索取心钻具	XJS98	10套	外管Ø89 mm×6 mm,内管Ø71 mm×3 mm,岩心直径63 mm
套管	Ø168×6.00	50 m	老地标扣,反丝直连,材料DZ40
套管	Ø146×6.00	100 m	老地标扣,反丝直连,材料DZ40
套管	Ø114×6.35	1500 m	Ø114 mm 钻杆作套管使用

时间2014-07-14—2014-07-17,进尺15.61 m,纯钻11.75 h,钻速1.33 m/h。

### 2.3.3 二开

采用金刚石提钻取心钻进工艺,钻孔直径150 mm,套管直径146 mm,孔段15.61~70.70 m。施工时间2014-07-18—2014-07-23,进尺55.09 m,纯钻78.5 h,钻速0.70 m/h。

### 2.3.4 三开

采用绳索取心钻进工艺,钻孔直径122 mm,套管直径114 mm,孔段70.70~1378.05 m。施工时间2014-07-24—2015-04-23,进尺1307.35 m,纯钻1091.3 h,钻速1.20 m/h。受钻杆自身材质限制,钻进至1378.05 m后钻杆自重过高,且孔内情况复杂,发生了跑钻、卡钻事故。事故处理占据了大部分时间,事故处理结束后以Ø114 mm 钻杆作为套管下至孔底。

### 2.3.5 四开

本孔段采用S98绳索取心金刚石钻进,为了降低钻孔地层缩径的影响及考虑压力平衡钻进,采用常规S96绳索取心钻进工艺,钻头外径加大至98 mm。钻孔直径98 mm,孔段1378.05~2310.81 m。施工时间2015-04-24—2015-09-16,进尺932.76 m,纯钻611.85 h,钻速1.52 m/h。

## 2.4 各开次主要钻具组合(见表4)

## 2.5 钻进参数及技术指标总结(见表5)

## 2.6 钻井液

### 2.6.1 一开—二开

针对一开、二开上部粘土地层的松散、缩径、坍塌的情况,选用膨润土钻井液。

钻井液配方:1 m<sup>3</sup>清水+60~100 kg 钠膨润土+0.5~1.0 kg 烧碱+0.5~1.0 kg 纯碱+5~10 kg 抗盐GTQ。

表4 QZ-14井各开次钻具组合

开次	孔段/m	钻具组合
一开	0~15.61	Ø170 mm 硬质合金钻头 + Ø168 mm 取心钻具 + 变丝接手 + Ø114 mm 绳索钻杆
二开	15.61~70.70	Ø150 mm 金刚石钻头 + Ø146 mm 取心钻具 + 4 变丝接手 + Ø114 mm 绳索钻杆
三开	70.70~1378.05	Ø122 mm 金刚石钻头 + 扩孔器 + 取心钻具 + 扩孔器 + 弹卡室 + Ø114 mm 绳索钻杆
四开	1378.05~2310.81	Ø98 mm 金刚石钻头 + 扩孔器 + 取心钻具 + 扩孔器 + 弹卡室 + Ø89 mm 绳索钻杆

表5 各开次钻进参数

孔段/m	孔径/mm	钻压/kN	转速/(r·min <sup>-1</sup> )	泵量/(L·min <sup>-1</sup> )	泵压/MPa
0~15.61	170	2~5	82	95	0~0.5
15.61~70.70	150	2~5	82	95	0~0.5
70.70~1378.05	122	5~15	234/337	52	1~2.5
1378.05~2310.81	98	15~20	119/234	52	4.5~10

### 2.6.2 三开—四开

针对三开、四开泥岩、炭质泥岩、煤层和灰岩的地层特点及甲方对钻井液的技术要求,采用低固相聚合物防塌钻井液。在漏失地层根据情况加入防塌型随钻堵漏剂(GPC)进行堵漏。

低固相聚合物防塌钻井液配方:1 m<sup>3</sup> 清水 + 20~50 kg 钠膨润土 + 0.5~1.0 kg 烧碱 + 1.0~2.0 kg 纯碱 + 5.0~10 kg 抗盐 GTQ + 10~15 kg 降失水剂(GPNA) + 5~10 kg 接枝淀粉(GSTP) + 2~3 kg 包被剂(GBBJ)。

### 2.6.3 钻井液的现场维护

(1)对试剂要进行品种鉴定,在使用一些试剂要先配制“小样”,使用现场泥浆测试仪(漏斗粘度计,比重秤,失水量仪)测试泥浆性能,达到设计标准后方可使用。

(2)现场采用的粘土及处理剂均采用预制浸泡的方式,一是为了使粘土及处理剂充分溶解;二是可以根据处理剂溶液的浓度来调节处理剂的加量。

(3)严格控制钻井液材料的添加顺序,防止各材料之间由于添加顺序不当造成的絮凝现象。严格按照先添加无机处理剂后添加有机处理剂,先添加分子量小的处理剂再添加分子量相对大的处理剂的顺序来添加。

(4)基浆及处理剂的搅拌都要充分。基浆及各处理剂在预制浸泡阶段要充分的搅拌,保证充分溶解。每次添加处理剂后都要搅拌30 min以上,保证各处理剂之间的充分胶联。

(5)每班测试2次泥浆密度、漏斗粘度,并做好记录,泥浆性能达不到要求的要及时调整。

(6)勤捞取沉淀池中岩粉,尽可能避免岩粉参与泥浆循环。

(7)时刻观察泥浆液面的变化,发现泥浆漏失或孔内涌水,要及时治理。

## 3 施工过程遇到的主要问题及解决措施

### 3.1 采用三层管底喷钻具应对破碎严重地层取心难的问题

为了满足地质要求,保证岩心的采取率,在地层相对破碎严重井段采用了底喷钻头配合三合管取心钻具的钻进工艺,同时卡簧换为爪簧,该工艺已能有效地降低钻具对岩心造成的不必要磨损,同时能有效地保持岩心的原状性,有效地保障了岩心的采取率(图2~4为现场使用的三合管钻具及配套钻头、卡簧及卡簧座)。



图2 三层管钻具取心

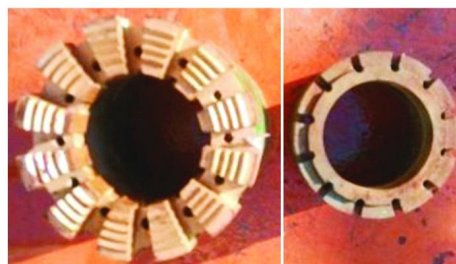


图3 底喷金刚石钻头

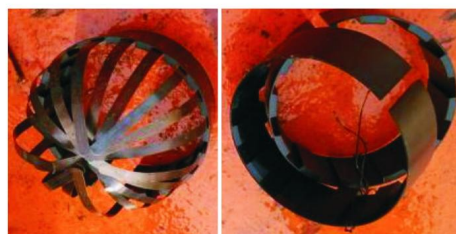


图4 爪簧与卡簧

### 3.2 复合式钻杆结构有效地解决了 Ø122 mm 绳索取心钻杆施工极限问题

为了尽量完全穿过破碎、缩径严重地层,我们尽

可能的使用 $\varnothing 122$  mm 绳索取心钻进工艺进行施工,钻进至 1282.15 m 后,由于钻杆自重超过钻杆丝扣抗拉极限,提钻过程发生钻杆脱扣跑钻事故,为了解决这一问题,现场采用复合式钻杆方案即钻杆柱上部采用 200 m  $\varnothing 60$  mm 石油钻杆,通过变丝接手下部连接  $\varnothing 122$  mm 绳索取心钻杆,这样既能保证取心时间不会过长,同时能继续采用  $\varnothing 122$  mm 绳索取心钻进工艺继续钻进。继续钻进至 1378.05 m 后,由于钻孔缩径发生卡钻事故,为了孔内安全,事故处理结束后,采用  $\varnothing 114$  mm 钻杆作为套管护壁,改换  $\varnothing 98$  mm 绳索取心钻进工艺。

### 3.3 采用 $\varnothing 114$ mm 钻杆当套管有效解决了套管下深不到位的问题

为了降低套管下深不到位的风险,现场采用  $\varnothing 114$  mm 钻杆作为套管,同时在套管底部连接内平的硬质合金钻头,遇阻无法继续下套管的情况下进行扫孔。该方法保障了  $\varnothing 114$  mm 套管顺利地下了孔底。为了防止套管反开,定期检查,如果发现井口套管位置有上移现象,就接上机上钻杆将其上紧。

### 3.4 采用油汀取暖器有效降低了冬季施工难度

工区属温带大陆性气候,四季干燥多大风。冬季时间较长,多达半年。从 9 月底就进入了冬季,夜间温度最低  $-20$   $^{\circ}\text{C}$ ,生产所用吸水管、泥浆泵等极易由于气温过低造成钻井液循环过程上冻,进而造成假循环而产生“烧钻”事故,现场采用篷布封闭施工场地,为了安全考虑,现场禁止使用明火取暖,采用了油汀取暖器有效地解决了取暖问题(见图 5)。



图 5 现场采用的油汀取暖器

## 4 钻孔质量指标

### 4.1 岩心采取率

庙煤 1 井完井孔深 2310.81 m,累计采取岩心长度 2271.00 m,全井岩心采取率为 98.28%。在上部地层(0~70.70 m)取心十分不易,在施工中采取了多种保心措施,该孔段的平均岩心采取率为

93.08%。完全满足设计全井每层取心率 $\geq 80\%$ ,其他岩层取心率 $\geq 90\%$ 的要求。

### 4.2 简易水文观测

简易水文观测按照规程执行,记录于班报表中。

### 4.3 钻孔弯曲与测量间距

严格按照规程要求,每隔 100 m 进行了测斜,终孔顶角  $4.5^{\circ}$ ,满足施工要求。

### 4.4 孔深误差的测量及校正

丈量钻具严格按照规程要求,每隔 100 m 进行了孔深校正,最大误差量 0.1 m,满足规程要求。

### 4.5 原始班报表

严格按照规程及甲方要求填写,干净整洁,内容完整。

### 4.6 封孔

按照规程要求及甲方测井结果做封孔设计,然后采用 425 水泥全井封孔,最后做了井口指示标记。

## 5 结语

庙煤 1 井是我院施工的第一口孔深超过 2000 m 的煤层气资源调查井,通过该井的施工,总结出了一套适用于深孔煤层取心的钻进工艺,同时对于缩径、破碎严重地层的护壁问题有了新的认识,为今后该地区从事煤层气深部钻探施工提供了参考依据。

## 参考文献:

- [1] 王达,等. 中国大陆科学钻探工程科钻一井钻探工程技术[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [2] 王达,何远信,等. 地质钻探手册[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2014.
- [3] 陈师逊,翟育峰,王鲁朝,等. 西藏罗布莎科学钻探施工对深部钻探技术的启示[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(11):1-3,9.
- [4] 翟育峰,王鲁朝,丁昌盛,等. 西藏罗布莎科学钻孔冲洗液技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(4):1-4.
- [5] 朱恒银,蔡正水,王强,等. 赣州科学钻探 NLS D-1 孔施工技术研究与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(6):1-7.
- [6] 张统得,陈礼仪,贾军,等. 汶川地震断裂带科学钻探项目钻井液技术与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):139-142.
- [7] 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.
- [8] 翟育峰,仲崇龙,刘峰. 羌塘盆地羌资-14 井钻探施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(7):92-95.
- [9] 肖丽辉,李国萍,郭再峰,等. 三层管压卡取样钻具在岱海取样工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(10):40-42.
- [10] 陈师逊,宋世杰. 中国东部海区科学钻探施工技术探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(12):1-5.