

“榆天探采 1 号”盐井施工技术

王振福¹, 卫中弟²

(1. 陕西省地矿局工勘处, 陕西 西安 710054; 2. 汉中地质工程公司, 陕西 汉中 723000)

摘 要:结合“榆天探采 1 号”盐井施工实践,总结了盐井钻进工艺及钻井液应用技术。

关键词:盐井; 钻井; 钻井液

中图分类号:TE249 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)S1-0143-03

由陕西地质工程总公司承担施工的陕西榆林经济开发区“榆天探采 1 号”盐井,于 2006 年 6 月 10 日完井,设计井深 2973 m,实际完井深度 2920.96 m,其中取心井段为 2775~2920.96 m,计 145.96 m。取心井段中含盐井段为 2834.47~2911.96 m,计 77.49 m,其间主要含盐层段有 5 层,纯盐体累计厚度 52 m,纯盐体和石盐结核累计厚度 73.69 m。“榆天探采 1 号”盐井的施工,完成了地质及钻探施工设计内容,达到了钻井施工目的。现将“榆天探采 1 号”盐井的施工技术总结如下,以便和同行们进行交流。

1 地层结构及水文地质条件

1.1 地层结构(见表 1)

表 1 地层结构简表

层序	地 层	厚度/m	特征描述
1	第四系覆盖层	43	上部为风积沙,下部为砂质粘土
2	侏罗系延安组	459	中粗粒、长石石英砂岩夹泥岩
3	三迭系上统延安组	620	中粗粒、长石石英砂岩夹泥岩
4	三迭系中统纸坊组	338	细砂岩局部夹泥质灰岩
5	三迭系下统和尚组	145	细砂岩
6	三迭系下统刘家沟组	330	泥岩夹薄层泥质砂岩
7	二迭系上统石千峰组	124	砂岩、泥岩互层和含砾砂岩
8	二迭系中统石盒子组	375	砂岩、泥岩互层
9	二迭系下统山西组	197	砂岩、泥岩互层,夹有煤层
10	石炭系上统太原组	30	灰岩、砂岩、泥岩互层,夹有煤层
11	石炭系下统本溪组	74	泥岩夹泥质灰岩、夹薄层砂岩
12	奥陶系下统马家沟组	未穿透	泥质、白云质灰岩及盐岩

1.2 地质构造

施工地层的构造为倾角 $< 1^\circ$ 的西倾平缓斜坡。

1.3 水文地质

测井资料显示钻井的孔段有 8 层含水层,厚度

在 4~10 m 不等,钻进过程无明显的涌、漏现象,对钻井施工影响不大。

2 井身结构

2.1 原设计套管层数及规格

$\varnothing 500 \text{ mm} \times 50 \text{ m}$; $\varnothing 349.25 \text{ mm} \times 200 \text{ m}$;
 $\varnothing 244.50 \text{ mm} \times 500 \text{ m}$; $\varnothing 177.80 \text{ mm} \times 2814 \text{ m}$ 。

2.2 实际完井结构

(1) $\varnothing 311 \text{ mm}$ 钻头开孔,钻进深度 189.09 m,下 $\varnothing 244.50 \text{ mm}$ 、长度 189.09 m 表层套管;

(2) 二开换 $\varnothing 222 \text{ mm}$ 钻头裸眼钻进至 2006.77 m,再换 $\varnothing 215.9 \text{ mm}$ 钻头裸眼钻进至 2775 m 深度,更换 $\varnothing 213 \text{ mm}$ PDC 取心钻头钻进至终孔深度 2920.96 m。钻孔结束后,在钻孔中下 $\varnothing 177.8 \text{ mm}$ 、长度 2862.68 m 的井管和 $\varnothing 88.9 \text{ mm}$ 、长度 2893.36 m 的中心管。

3 施工设备配备及钻具组合

3.1 施工设备配备

钻机: 3200 m 石油钻机。

泥浆泵: 3NB-1300D 型泥浆泵,最大排量 41.52 L/s,最大泵压 31 MPa。

动力机: 2 台功率 1000 kW 的 G12V190PZL1 型柴油机。

钻塔: 高度 54 m、荷载 1900 kN 的 A 字型钻塔。

3.2 钻具组合

(1) 一开钻具组合

$\varnothing 311 \text{ mm}$ P₂B 钻头 + 2~6 根 $\varnothing 165 \text{ mm}$ 钻铤 + $\varnothing 127 \text{ mm}$ 钻杆。

(2) 二开一段钻具组合

收稿日期: 2007-05-30

作者简介:王振福(1961-),男(汉族),陕西大荔人,陕西省地矿局工勘处副处长、教授级高级工程师,探矿工程专业,从事工勘施工生产和技术管理工作,陕西省西安市雁塔北路 100 号, Wangzhenfu@sohu.com; 卫中弟(1970-),男(汉族),陕西富平人,汉中地质工程公司助理工程师,地质专业,从事石油钻井和盐井施工技术管理工作,陕西省汉中市东塔北路。

Ø222 mm SHT₂₂ 钻头或 Ø222 mm PDC 钻头 + 7 ~ 8 根 Ø165 mm 钻铤 + Ø127 mm 钻杆。

(3) 二开二段钻具组合

Ø215.9 mm BJ₅₁₇ 钻头 + 7 ~ 8 根 Ø165 mm 钻铤 + Ø127 mm 钻杆。

(4) 取心井段钻具组合

Ø213 mm PDC 钻头 + 取心器 + 3 根 Ø165 mm 钻铤 + Ø127 mm 钻杆。

3.3 取心器选用

本井取心井段取心器选为外筒外径为 172 mm、内筒内径为 121 mm、岩心直径为 96 mm 的川 7-4 取心器。

4 钻进规程参数

钻进规程参数见表 2。

5 钻井液使用情况

各孔段钻井液情况见表 3。

表 2 钻进规程参数表

井段/m	钻头型号	钻头外径/mm	钻进规程参数			
			钻压/kN	转速/(r·min ⁻¹)	泵压/(L·s ⁻¹)	泵压/MPa
0.00 ~ 189.05	P ₂ B	311	20 ~ 50	70 ~ 90	32 ~ 41	1 ~ 5
189.05 ~ 1199.23	SHT ₂₂	222	50 ~ 120	70 ~ 90	28 ~ 41	3 ~ 7
1199.23 ~ 2006.77	PDC	222	50 ~ 100	70 ~ 80	28 ~ 41	4 ~ 7
2006.77 ~ 2775.00	BJ ₅₁₇	215.9	60 ~ 100	70 ~ 90	28 ~ 41	4 ~ 8
2775.00 ~ 2920.96	PDC	213	10 ~ 30	70 ~ 80	28 ~ 41	5 ~ 7

表 3 各孔段泥浆使用情况表

孔段/m	泥浆体系	地层特点	配 方	泥浆性能				
				密度 /(kg·L ⁻¹)	漏斗粘 度/s	失水 量/mL	含砂量 /%	pH 值
0 ~ 189.09	表层细分散泥浆	易井斜、易垮塌	1 m ³ 水 + 30 ~ 80 kg 膨润土 + 1 ~ 3 kg NaOH + 2 ~ 8 kg CMC + 1 ~ 5 kg 广谱护壁剂	1.05 ~ 1.09	25 ~ 35	12	0.1 ~ 0.5	9 ~ 10
189.09 ~ 1610	二开低固相泥浆	易垮塌、易漏失	1 m ³ 水 + 10 ~ 20 kg 膨润土 + 0.5 ~ 3 kg NaOH + 2 ~ 5 kg CMC + 0.5 ~ 3 kg 广谱护壁剂 + 20 ~ 50 kg HPAM + 30 ~ 40 kg K-PAM	1.05 ~ 1.15	25 ~ 40	8	0.2 ~ 0.6	8 ~ 9
1610 ~ 2740	三磺泥浆	易垮塌、易渗漏、矿化度升高、含天然气、井下温度升高至 90 ℃	2% 磺化栲胶 + 2% 磺化褐煤树脂 + 2% 磺甲基酚醛树脂 + 3% K-PAM + 0.1% CPAM + 0.3% Na-CMC + 0.1% NaOH + 重晶石 渗透量大于 3 m ³ /h, 加入 50 ~ 150 kg 高粘堵漏剂或 250 kg 速封堵漏剂。每 100 m 补充 1 t 已水化的膨润土	1.12 ~ 1.20	35 ~ 45	6	3 ~ 5	9 ~ 11
2740 ~ 2920.89	聚磺饱和盐水泥浆	岩盐层易溶解、矿化度升高、含天然气、井下温度升高至 90 ℃ 以上	在原三磺泥浆体系中加入 30 t 工业盐, 使泥浆矿化度达到 25%, 再加入磺化栲胶、磺化褐煤树脂、磺甲基酚醛树脂各 1 t	1.14 ~ 1.20	35 ~ 45	6	25	10 ~ 11
2862.86 ~ 2920.96	三开完井岩盐保护液泥浆	水泥塞矿化度高、岩盐层易溶解、含天然气、井下温度高	2% 磺化栲胶 + 5% 磺化褐煤树脂 + 2% 磺甲基酚醛树脂 + 0.5% Na ₂ CO ₃ + 0.2% Na-CMC + 0.3% NaOH + 10% 原油 + 0.1% AS 表面活性剂 + 0.2% 红矾 + 工业盐 + 重晶石	1.25	40 ~ 50	6	20	11

6 其它几项技术问题

6.1 钻进中遇到天然气层的处理措施

“榆天探采 1 号”井施工过程中, 钻遇到天然气层的位置有 2065、2140、2468、2814 ~ 2815、2915 ~ 2919 m。处理措施主要以一级井控为主, 即提高钻井液的密度和粘度。主要做法是在使用的泥浆体系中加入土粉和重晶石粉, 将钻井液的密度控制在 1.15 ~ 1.20 kg/L 之间, 为增加泥皮的韧度, 对地层中的裂隙起到封固作用, 粘度控制在 40 s 以上, 基本上有效地解决了气层钻进过程中的控制问题。

6.2 泥浆封孔技术的应用

(1) 2005 年 11 月 28 日, 孔深钻进到 2709 m 时, 由于天气寒冷无法继续施工, 采用了稠泥浆封固保护钻孔技术。封固泥浆的配方是: 在现用三磺泥浆体系的基础上, 按泥浆体积加入 0.1% 防塌剂、1.5% 的磺化褐煤树脂和 0.25% 的粘土粉, 使泥浆的粘度达到 75 ~ 100 s, 密度达到 1.17 ~ 1.20 kg/L。

(2) 封孔具体操作方法是: 从钻孔底部开始封固, 钻具提离孔底 10 m, 向孔内每泵入 20 m³ 封孔泥浆(可填封孔段长约 440 m), 从孔内提出钻杆 10 ~ 13 个立根(约 285 ~ 370 m), 直到孔口返出封孔泥

浆时止;此后每提3个立根(约81 m)钻杆,向孔内泵入1 m³封孔泥浆,直到提出孔内全部钻杆并向孔内注满封孔泥浆为止。

(3)透孔及泥浆替换方法:透孔时第一次把钻杆下放到1000 m,开泵循环泥浆一次,以后每下放5个立根(约135 m)钻杆,循环泥浆一次,直到钻杆完全下放到孔底为止。这样做的目的有3个:一是减少冲孔起动压力;二是鉴定封孔泥浆是否变质,一旦发现变质,立即排放掉封孔泥浆;三是让封孔的稠泥浆和泥浆池内的稀泥浆充分混合,使封孔泥浆逐步转化为钻进用泥浆。

6.3 综合录井及采样技术的应用

(1)对不取心井段进行岩屑录井。每1 m录取岩屑样1个,全井共捞取岩屑样2585包,岩屑录井分层界面、深度与电测井分层、深度基本吻合,说明岩屑录井可靠。

(2)钻时录井。全井钻时录井点2732个,钻时曲线较清楚地反映出不同岩性的可钻性,对地层剖面的划分起到了参考作用。

(3)岩心录井。按设计要求,采用单节9 m长的川7-4式单节取心器对奥陶系马家沟地层连续取心18次,总进尺145.96 m,岩心长144.55 m,平均采心率99%;其中含盐矿心84.85 m,矿心长度76.97 m,矿心收获率97.8%,满足地质设计要求。

(4)氯离子测定。钻进过程,对含盐段进行了氯离子测定,采样间隔25 m,共取样20个。同时对全孔进行了地球物理测井和钻进过程的全孔简易水

文观测工作。

6.4 Ø177.8 mm 井管的安放方法

“榆天探采1号”盐井采用后期完井法完井,Ø177.8 mm井管安放委托给石油专业固井队施工,该井井管采用双级固井技术完成,检测井管安放质量合格。

7 钻井质量评述

在钻进过程中,对井深进行过3次校正,误差均在0.5 m之内,录井井深和测井井深基本吻合,该井最大井斜2.24°,二开最大井径289.4 mm,井身质量优良。岩心平均采取率99%,矿心平均收获率97.8%,满足地质设计要求。

8 结语

“榆天探采1号”盐井为直井,为采取2880 m以深的岩盐,下一步将要施工定向对接井。因此,作为钻井施工单位,必须了解、掌握定向井定向、造斜施工及随钻测斜技术,掌握双筒和三筒取心技术,满足定向施工要求和减少提钻次数,提高纯钻时间利用率,为继续参与盐井施工做好技术储备。

参考文献:

- [1] 李海石. 陕北天然气井钻井技术[M]. 北京:石油工业出版社,1996.
- [2] 陕西地质工程总公司. 榆天探采1号盐井钻井液设计书[Z]. 2005.
- [3] 陕西地质工程总公司. 榆天探采1号盐井竣工报告[Z]. 2006.

(上接第142页)

下管作业结束,立即下钻具到距孔底10 m处,套管管口用钢板封闭。开泵冲孔,以检查钢板封闭效果。稀浆循环120 min 替出孔内稠浆。泵水泥浆固管,待水泥浆从孔底经环状间隙返出井口后停泵。

5.6 固管后工作

泵浆结束后,将管口固定在护筒中心,保持管口、天轮、转盘中心在同一轴线上。水泥养护72 h。

6 技术效果

经开挖验证,工作管中心落点在4.5 m×4.5 m的矩形范围内,终孔沿巷道走向位移1.8 m,孔斜率<3‰,向巷道方向偏斜1.6 m,各项指标符合技术

要求。根据工程要求下放的Ø273 mm钢管内无水淋漓,固井效果较好。采取的先钻导向孔保直防斜措施及完善的纠斜技术得当,中靶精度较高。扩孔采用的三翼斜肋骨钻头和牙轮组合扩孔钻头一次扩孔提高了成孔效率。下管采用设计性能可靠的高压单向浮力阀,护壁管割孔穿杆,保证了下管安全。固管采用石油固井技术,达到了安全、优质高效。

参考文献:

- [1] 肖义昭. 钻井技术[M]. 北京:石油工业出版社,1991.
- [2] 崔云龙. 简明建井工程手册[M]. 北京:煤炭工业出版社,2003.
- [3] 李云峰. 陕北浅层石油定向井钻进工艺[M]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2003,(S1).