

徐深 21 - 平 1 井轨迹控制技术

孟祥波, 陈春雷, 孙长青

(大庆钻探工程公司钻井一公司, 黑龙江 大庆 163411)

摘要:徐深 21 - 平 1 井完钻井深 4955 m。在火山岩储层中横向穿行 905 m, 井眼轨迹控制精度要求高, 并在登二泥岩段岩石可钻性达 8 级的情况下裸眼侧钻成功, 为后续施工奠定了基础。简述了井身结构及轨迹剖面设计, 分析了井眼轨迹控制难点, 详细介绍了增斜段、侧钻段、水平段井眼轨迹控制情况。该井的成功钻探, 为该区块水平井施工积累了宝贵经验。

关键词:火山岩; 水平井; 钻井; 侧钻; 轨迹控制; 徐深 21 - 平 1 井

中图分类号: TE243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 7428(2014)01 - 0030 - 03

Well Trajectory Control Technology of Xushen 21 - Ping 1 Well/MENG Xiang-bo, CHEN Chun-lei, SUN Chang-qing
(No. 1 Drilling Company of Daqing Drilling & Exploration Engineering Corporation, Daqing Heilongjiang 163411, China)

Abstract: With high control accuracy requirements on the wellbore trajectory, Xushen 21 - Ping 1 well was completed at the drilling depth of 4955m with 905m drilling in transverse direction through the volcano rock reservoirs, and the sidetracking was successful under the condition of rock drillability of grade 8 in mudstone section, which laid the foundation for the subsequent construction. The paper sketches the well structure and trajectory profile design, analyzes the difficulties in well trajectory control and introduces in detail the wellbore trajectory control on the kick-off section, sidetrack section and horizontal section. The successful well drilling provides valuable experience for the horizontal well construction in this area.

Key words: volcano rock; horizontal well; drilling; sidetrack; trajectory control; Xushen 21 - Ping 1 well

1 徐深 21 - 平 1 井概况

徐深 21 - 平 1 井是位于松辽盆地东南断陷区徐家围子断陷徐东斜坡带的一口开发水平气井, 目的层为营城组一段 I 组 1 号层火山岩; 是目前大庆油田施工的斜深最深、水平位移最大、水平段最长的一口天然气水平井, 该井完钻斜深 4955 m, 垂深 3909.42 m, 水平位移 1478.03 m, 水平段长 905.00 m。

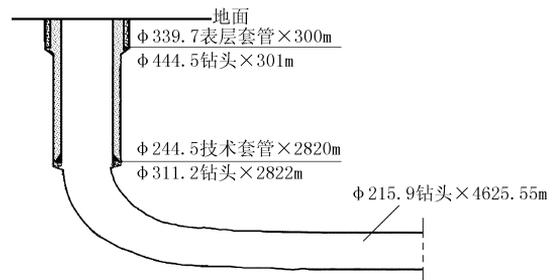


图 1 井身剖面设计图

2 钻井设计要点

2.1 井身结构

井身结构设计应该能保证实现钻井目的, 满足采油工艺及修井作业的要求, 有利于安全、优质、快速钻井^[3]。针对该区域存在多套地层压力系统且有易塌易漏地层, 为了避免在大井眼造斜, 增加施工难度和影响施工进度, 徐深 21 - 平 1 井采用三层套管程序的井身结构, 如图 1 所示。

2.2 井眼轨迹剖面设计

根据长曲率、中曲率半径水平井轨迹剖面特点^[2], 徐深 21 - 平 1 井眼轨迹剖面设计采用二维变曲率直—增—稳—增—稳—增—水平七段制结构,

设计最大造斜率 $5^\circ/30\text{ m}$, 现场可操控性强, 利于井眼轨迹控制, 轨迹剖面数据见表 1。

3 井眼轨迹控制难点

由于徐深 21 - 平 1 井造斜点深, 造斜点在登娄库组, 岩石可钻性级值高, 而且目的层火山岩发育有凝灰岩、流纹岩、火山角砾岩等^[1], 具有很大的不确定性, 井眼轨迹控制难点主要体现在以下几个方面。

(1) 造斜点深 (3070 m) 且地层硬, 岩石可钻性级值高 (可钻性级值达 6 ~ 8 级), 工具面难以摆正, 定向钻进机械钻速低, 定向造斜困难;

(2) 测量仪器与井底距离大 (LWD 距离钻头处

收稿日期: 2013 - 08 - 09

作者简介: 孟祥波 (1982 -), 男 (汉族), 黑龙江庆安人, 大庆钻探工程公司钻井一公司工程师, 石油工程专业, 从事定向井、水平井钻井现场施工管理工作, 黑龙江省大庆市让胡路区钻井一公司技术服务分公司, mengxiangbo888@163.com。

表1 设计剖面节点数据

描述	测深/m	井斜角/(°)	方位角/(°)	垂深/m	北坐标/m	东坐标/m	视平移/m	“狗腿”度/[(°)·(30 m) ⁻¹]
井口	0	0	185.33	0	0	0	0	0
造斜点	3070.00	0.00	185.33	3070.00	0.00	0.00	0.00	0.00
造斜1完	3168.51	9.85	185.33	3168.03	-8.41	-0.78	8.45	3.00
稳斜1完	3200.96	9.85	185.33	3200.00	-13.94	-1.30	14.00	0.00
造斜2完	3522.65	52.74	185.37	3468.50	-176.45	-16.56	177.23	4.00
稳斜2完	3705.55	52.74	185.37	3579.23	-321.39	-30.19	322.80	0.00
造斜3完	3820.60	75.00	185.27	3634.15	-421.56	-39.52	423.41	5.00
靶点A	3988.45	80.96	185.27	3683.77	-581.16	-54.24	583.69	1.00
靶点B	4728.07	80.96	185.27	3867.77	-1294.50	-120.05	1300.05	0.00

22 m),测量信息滞后,给准确预测井底处井斜和方位带来困难,增加了井眼轨迹控制难度;

(3)火山岩地层差异大,目的层带有一定的不确定性,设计着陆点靶前距、垂深、靶点窗口偏差等与实钻差异很大,要根据实钻情况随时调整井眼轨迹,井眼轨迹控制难度大;

(4)徐深21-平1井三开裸眼段长(2133 m),钻具摩阻扭矩大,水平段由于钻具托压定向钻进困难,复合钻进增斜,水平段稳斜效果不易掌握。

4 井眼轨迹控制技术

4.1 直井段轨迹控制

为减少定向造斜施工难度和时间,有利于下部井眼的轨迹控制,在直井段施工中,并采用“螺杆+PDC”塔式钻具组合钻进来实现防斜打直的目的,严格按照设计要求定点测斜,发现井斜有变大趋势加密测斜,造斜点前100 m钻压控制在50 kN以内轻压吊打,有效地控制了直井段井斜角。至造斜点井深3070 m井斜角只有0.59°,视平移-0.95 m,为造斜段创造了有利条件。

4.2 增斜段轨迹控制

首先,优选合适的造斜工具,保证井眼轨迹控制的同时,尽可能的提高机械钻速^[4],在造斜段优选低转速、大扭矩、抗高温的6级单弯螺杆钻具,钻具组合为:Ø215.9 mm牙轮钻头+7LZ172 mm螺杆(1.25°)+MWD(井斜60°后更换LWD)+Ø127 mm无磁加重钻杆×1根+Ø127 mm加重钻杆×30根+Ø139.7 mm钻杆。

在造斜初期连续定向3个单根摸清1.25°螺杆在这一区域的实际造斜率,进而调整滑动钻进和复合钻进的比例,来实现井眼轨迹的精确控制。钻进至井深3217.35 m时,此时井斜10.12°,方位也趋于稳定,每个单根定向4 m,其余复合钻进就可以满足井眼轨迹控制需要。继续钻进至井深3914.99 m,

井斜73.97°,方位185.38°,垂深3662.33 m,通过LWD随钻测井资料与临井对比分析发现目的层下移,决定以井斜73°稳斜探气顶,钻至4194 m,此时垂深3751.65 m(设计垂深3683.77 m),仍未发现气层,且由于井壁剥落,起下钻阻卡严重,决定打水泥塞填井侧钻。

4.3 侧钻施工

通过技术论证,在保证安全、经济、可靠的原则下^[5],决定将侧钻点选在井深3568.44 m,层位为登二段泥岩。施工中使用1.75°单弯螺杆配合PDC钻头侧钻,钻具组合:Ø215.9 mm PDC+7LZ172 mm螺杆(1.75°)+MWD+Ø127 mm加重钻杆×30根+Ø139.7 mm钻杆。在侧钻点处不开泵下压150 kN检查水泥塞的强度,然后开泵将高边工具面摆到170°左右处进行划槽、打窝,4 h后控制钻速0.3 m/h以内进行限速钻进,每米捞1包岩屑,清洗干净,排放好,根据砂样中地层岩屑含量,对比分析侧钻效果,及时调整侧钻参数和施工措施。侧钻到井深3574 m时,录井砂样中含地层岩屑90%左右,钻具反扭角增大,3576 m砂样基本不含水泥,分析已侧钻出新井眼。维持钻压30 kN侧钻到井深3581 m,此时井斜46.9°,经过计算得知新老井眼间垂直距离已达0.72 m,侧钻总进尺12.56 m,侧钻成功。

4.4 侧钻后轨迹控制

侧钻成功后,增斜段井眼轨迹控制技术的重点是选择不同角度的单弯动力钻具来获得要求的增斜率,通过调整和控制动力钻具的工具面,可以获得比较稳定的井眼全角变化率,使得实钻井眼轨迹与设计井眼轨迹始终相吻合^[6]。由于更改设计后目的层垂深下移100 m,因此先用1.25°螺杆在55 m内将井斜降至42°后再用0.75°螺杆稳斜钻进至井深3817.34 m,再起钻更换1.25°螺杆增斜钻进。直至钻进到井深4052 m,此时井斜79.71°,垂深3785.71 m,此时气测全烃值上升,通过随钻测井资

料对比,已经进入目的层,决定起钻更换 0.75° 螺杆进入水平段施工。

4.5 水平段轨迹控制

水平段控制要求钻具有较强稳斜能力,并能够满足地质导向要求随时调整井眼轨迹的应变能力^[4],水平段钻具稳平能力直接影响水平段的钻井速度,如果稳平效果好,复合钻进方式就比定向钻进方式多,所以钻具稳平能力好可以提高水平段的钻井速度。因此水平段施工采用倒装钻具组合,以 0.75° 单弯螺杆为主力工具配合LWD随钻地质导向钻井技术,钻头以MD系列牙轮为主,按照勤调、少调原则,每个单根定向2 m左右,其余全部复合钻进,满足了轨迹控制需要,使实钻轨迹在纵向和横向上不偏离靶区范围,直至钻进至井深4955 m完钻。

5 现场施工效果

徐深21-平1井完钻斜深4955.00 m,垂深3909.42 m,水平位移1478.03 m,水平段长905.00 m,该井创造了大庆火山岩水平井施工井深最深,水平位移最大,水平段最长等多项纪录。设计与实钻指标见表2。

6 结论与建议

(1)轨迹剖面设计采用七段制结构,设计最大造斜率 $5^\circ/30$ m,利于井眼轨迹控制与钻井安全。

(上接第29页)

缩短了覆盖层钻进周期;设计的泥浆针对性强,护壁、排渣效果好,ZK12011孔曾因机械故障在覆盖层停待3天时间后,仍能下钻一次到底;极大地降低了孔内事故,由于使用外平绳索取心钻杆钻进,减轻了钻杆对孔壁的扰动,即便出现钻杆断脱事故,均能准确对锥打捞;优化掉一级开孔口径,减少了大径进尺数量,节约了大量套管费用。生产实践证明,北矿带厚覆盖层钻探技术措施可靠,技术经济效果显著。

5 结语

通过对小秦岭金矿田北矿带厚覆盖层绳索取心钻进技术研究,体会到,对所钻遇的复杂地层的复杂程度要及时地进行分析,寻找出复杂地层的内在规

表2 设计与实钻技术指标对比

项目	斜深 /m	垂深 /m	井斜角 /($^\circ$)	方位角 /($^\circ$)	闭合方位 角/($^\circ$)	视平移 /m
靶点 设计	4052.45	3784.77	80.96	185.26	185.26	583.70
A 实钻	4052	3785.71	79.71	188.15	185.41	585.00
靶点 设计	4777.81	3898.77	80.96	185.26	185.26	1300.05
B 实钻	4955	3182.88	86.00	187.88	185.47	1478.03

(2)建议地质部门准确掌握气藏构造、深度,建立精细地质模型,保证钻井施工顺利进行。

(3)在登二泥岩段应用螺杆+PDC钻头侧钻获得成功,为以后深层水平井侧钻奠定了基础。

(4)水平段控制采用 0.75° 螺杆倒装钻具组合,按照早调、少调、勤调的原则,有利于水平段平稳控制。

参考文献:

- [1] 宫华,李国华,邓胜聪,等.大庆油田火山岩砾岩水平井钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(8):19-22.
- [2] 窦玉玲.长水平段大位移井井眼轨道优化设计[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(7):50-52.
- [3] 董志辉,胥豪.长水平段水平井井眼轨道优化设计方法[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(3):35-37.
- [4] 董广华.金31-平2阶梯式水平井井眼轨迹控制技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(3):30-33.
- [5] 李广江.宁东3-侧1井套管开窗侧钻定向工艺技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1):29-32.
- [6] 隆东,张新刚,岳刚,等.H024U井施工工艺及精确中靶技术措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3):5-8,12.

律,症结所在,从钻进方法、钻孔结构、技术措施、工艺措施等方面,研究出解决复杂地层钻进技术难点的对策,才能获得好的钻探经济技术效果。

参考文献:

- [1] 李振学,王力功.南坪矿区钨金矿段钻孔坍塌防治实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3).
- [2] 陈金照.大河煤田钻孔复杂因素分析及施工技术对策[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10).
- [3] 郑力会,等.钻井用仿磺化沥青防塌剂的性能与作用机理[J].油田化学,2005,22(2).
- [4] 鄢泰宁,等.岩土钻掘工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [5] 张春波,等.绳索取心钻探技术[M].北京:地质出版社,1985.
- [6] Н.Д.米哈依洛娃.岩心钻探技术设计[M].屠厚泽,译.湖北武汉:中国地质大学出版社,1988.