

胜利油田第一口绕锥水平井钻井技术

徐云龙

(胜利石油管理局钻井工艺研究院,山东 东营 257017)

摘要:胜利油田永3断块是典型的复杂小断块油藏,为进一步对该类型油藏进行挖潜,在仔细分析剩余油富集模式的基础上,决定在合适位置部署绕锥水平井。在分析了永3断块储层特点的基础上,介绍了永3断块第一口绕锥水平井——永3平6井的基本设计及施工情况,阐述了绕锥水平井钻井的技术难点和采取的技术措施。该井的成功实施及顺利投产,证明了绕锥水平井适合胜利油田东部老区剩余油的进一步挖潜,具有推广价值。

关键词:绕锥水平井;钻井技术;永3断块

中图分类号:TE243 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)02-0022-03

The First Surrounding Water Cone Horizontal Well Drilling Technique in Shengli Oilfield/XU Yun-long (Shengli Drilling Technology Research Institute, Dongying Shandong 257017, China)

Abstract: Y3 fault-block of Shengli oilfield is a typical small complex fault-block oil reservoir. In order to further explore the potential of this kind of reservoir, surrounding water cone horizontal well is used on the basis of recognizing the enrichment pattern of remained oil distribution. This paper analyzes the characteristic of the reservoir of Y3 fault-block, introduces the design and drilling construction of the first surrounding water cone horizontal well-Y3P6 well and illustrates some technical difficulties and countermeasures in this well construction. By the successful operation of this well, it is proved that the surrounding water cone horizontal well is suitable for the potential tapping of remaining oil in old oil region of Shengli oilfield with popularization value.

Key words: surrounding water cone horizontal well; drilling technique; Y3 fault block

随着水平井技术^[1-4]和地质导向技术^[5,6]的日益完善,特殊工艺井在复杂小断块油藏挖潜剩余油中起到重要作用。针对平面上同一断块存在被分隔开的小规模剩余油富集区,特别是厚层构造顶部单个富集区储量规模小,且高部位剩余油分布模式多变为边底水锥进控制。常规直井和水平井挖潜手段难度大或无经济效益的情况下,在精细刻画断棱形态及位置(误差 ≤ 5 m)、水锥半径的基础上,地质-工程结合,贴近断层设计绕锥水平井,一方面,平面上绕水舌、纵向上绕水锥,串联组合多个剩余油富集区,最大程度接触油层,提高储量控制程度和经济效益。另一方面,避开水锥位置,减低固井风险。永3-平6井为永3断块施工的首口绕锥水平井,为胜利油田复杂断块油藏剩余油的进一步挖潜提供了新的开发思路。

1 地质简介

永3断块区位于永安油田南部,是一个被断层复杂化的复杂断块油藏,整体为受北部弧型断层控

制、内部被多条断层切割复杂化、地层整体向南倾斜的不对称鼻状构造,地层倾角一般为 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。内部构造由于两条北倾反向断层对构造的分割作用,局部构造以主断层为界可分为北、中、南3个断鼻构造带,即构造北部一台阶断鼻构造、构造中部二台阶反向断鼻构造和构造南部三台阶反向断鼻构造。

永3-平6井区位于永3断块构造中部二台阶反向断鼻构造西部,被二台阶北西西倾斜的分界断层和一条向东倾斜近南北向断层封割成一个半封闭断块,断层落差40 m左右,构造东北高、西南低,地层以西南倾为主,倾角 10° 左右。岩性主要为厚层反韵律细~粉砂岩。分选中等,粒度中值一般在 $0.12 \sim 0.26$ mm,孔隙度在 $24\% \sim 31\%$,平均 27% 。平均空气渗透率 $1895 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。均质程度中等。

2 设计概况

2.1 井身结构设计

依据永3断块的地层和压力特点,考虑绕锥水平井的特点及完井要求,降低钻具摩阻和扭矩,有利于

收稿日期:2012-07-27

基金项目:国家科技重大专项“大型油气田及煤层气开发”课题三(2011ZX05011-003)

作者简介:徐云龙(1975-),男(汉族),山东青州人,胜利石油管理局钻井工艺研究院工程师,油气井工程专业,硕士,主要从事钻井工艺研究和技术推广工作,山东省东营市北一路827号,xuyunlong_slyt@sinopec.com。

水平段的顺利施工。永3-平6井采用二开井身结构:一开 $\varnothing 444.5$ mm井眼钻至井深301.0 m, $\varnothing 339.7$ mm表层套管下至井深300.00 m,水泥返至地面;二开 $\varnothing 215.9$ mm井眼钻至井深2401.62 m, $\varnothing 139.7$ mm油层套管下至井深2398.62 m,水泥返至地面。

2.2 井眼轨道设计

通过对比不同造斜点、不同井眼曲率的几种轨道设计,结合地层特点和钻探要求,确定永3-平6井井身剖面采用“直-增-稳-增-平-增-平-降-平”的井眼轨道剖面。设计A~B靶间距94.95 m,B~C靶间水平距离119.59 m,具体轨道参数见表1。

表1 永3-平6井井眼轨道设计

井深 /m	井斜角 /(°)	方位角 /(°)	垂深 /m	水平位移 /m	南北位移 /m	东西位移 /m	“狗腿”度/[(°)· (100 m) ⁻¹]	工具面 /(°)	靶点
1625.77	0	276.00	1625.77	0	0	0	0	0	
1825.77	40.00	276.00	1809.91	67.02	7.01	-66.66	20.00	0	
1905.10	40.00	276.00	1870.68	118.02	12.34	-117.37	0	0	
1995.55	58.09	276.00	1929.72	186.04	19.45	-185.02	20.00	0	
2152.08	89.40	283.96	1973.00	334.13	45.15	-331.07	20.70	15.33	A
2179.86	91.80	283.97	1972.71	361.76	51.85	-358.02	8.63	0.14	
2247.03	86.00	283.96	1974.00	428.61	68.05	-423.17	8.63	180.06	B
2297.62	83.78	271.46	1978.52	478.88	74.80	-473.00	24.99	260.49	
2366.62	83.78	271.46	1986.00	546.95	76.55	-541.57	0	0	C
2401.62	83.78	271.46	1989.79	581.53	77.44	-576.35	0	0	

3 技术难点

(1)永3-平6井为三维绕锥水平井,水平段在平面上绕水舌,纵向上绕水锥,井眼轨迹控制难度大。

(2)井眼轨迹波动大,裸眼段长,摩阻扭矩大,导向钻具滑动钻进时钻压传递困难。

(3)永3断块储层中泥质含量高,水平段钻井液性能要求润滑性能好,且能有效保护储层。

4 钻井工艺

4.1 井眼轨迹控制技术

4.1.1 底部钻具组合优选

底部钻具组合优选是优质、安全、高效控制井眼轨迹的重要措施之一,绕锥水平井底部钻具组合优选的原则是:(1)增斜段选择合适度单弯螺杆,主要是在满足井眼轨迹控制的前提下,避免出现较大“狗腿”度,保证井眼轨迹圆滑,降低摩阻和扭矩;(2)水平段通过调整钻井参数控制井斜,采取“少滑动,多复合”,提高复合钻进比例;(3)水平段绕水锥时,钻具组合造斜能力能够满足井眼轨迹控制的需要。

根据以上优选原则,优选出增斜段和水平段的钻具组合。

增斜段钻具组合: $\varnothing 215.9$ mm钻头 + $\varnothing 172.0$ mm 1.5°单弯动力钻具(带 $\varnothing 212.0$ mm螺旋稳定器) + 431 × 410 接头 + 411 × 410 回压凡尔 + $\varnothing 127.0$ mm无磁承压钻杆 × 1根 + MWD + $\varnothing 127.0$

mm钻杆(随着井斜角的增大逐步倒装) + $\varnothing 127.0$ mm加重钻杆 × 15根 + $\varnothing 127.0$ mm斜坡钻杆。该钻具组合的优点:一是采用柔性钻具组合并逐步倒装,有利于钻压的有效传递;二是采用1.5°单弯螺杆,滑动钻进与复合钻进相结合,既可满足该井的设计造斜率,又能避免出现较大的“狗腿”度。

水平段钻具组合: $\varnothing 215.9$ mm钻头 + $\varnothing 172.0$ mm 1.5°单弯动力钻具(带 $\varnothing 212.0$ mm螺旋稳定器) + 431 × 410 定向接头 + $\varnothing 212.0$ mm欠尺寸稳定器 + 411 × 410 回压凡尔 + LWD + $\varnothing 127$ mm无磁承压钻杆 × 1根 + MWD + $\varnothing 127.0$ mm斜坡钻杆 × 45根 + $\varnothing 127.0$ mm加重钻杆 × 15根 + $\varnothing 127.0$ mm斜坡钻杆。该钻具组合的优点:一是1.5°单弯螺杆能够满足水平段绕水锥工具造斜能力的要求;二是带欠尺寸扶正器可以增加水平段复合钻进比例;三是地质导向仪器保证井眼轨迹在油层中钻进。

4.1.2 摩阻预测分析

绕锥水平井施工过程中,水平段平面上绕水舌,纵向上绕水锥,井眼轨迹波动大,实时分析井眼摩阻是保证顺利施工的关键。利用Landmark软件计算分析待钻井眼轨道的摩阻和扭矩,通过实测的摩阻扭矩反算裸眼段摩阻系数,优选摩阻扭矩小的井眼轨道,并从工程措施和钻井液2方面及时调整,降低裸眼段的摩阻系数,改善井下环境,确保施工顺利。

永3-平6井在造斜之前,根据经验值套管内和裸眼摩阻系数分别取0.25和0.40进行摩阻预测,然后在施工过程中随钻校正摩阻系数。其方法

是在钻井液性能良好和井眼状况良好的情况下,实测钻具在不同深度的摩阻数据,再根据实际摩阻数据对摩阻系数进行反推、校正。

使用校正后的摩阻系数得到预测摩阻曲线后,在实钻过程中,每钻进 100 m 左右测一次实际摩阻,包括上提、下放悬重和提离井底旋转悬重等,并与预测摩阻曲线进行对比来检测井下情况。钻进过程中,如果发现实际摩阻超过预测摩阻,即实际摩阻曲线偏离预测摩阻曲线,则说明井下情况异常,需及时采取措施,以保证井下安全。

4.2 钻井液技术

针对永 3-平 6 井裸眼段长、水平段轨迹波动大、摩阻扭矩大、携岩困难、钻井液润滑性能要求高的特点,钻井液必须具有很好的抑制性,控制地层造浆,性能稳定,润滑性和携砂性能良好,满足井眼清洁、钻压有效传递的目的。根据永 3 断块的地层特点,优选出不同井段的钻井液体系。

(1)直井段采用聚合物防塌钻井液体系。钻至井深 1200 m 左右改小排量循环,同时运转固控设备,降低钻井液固相含量;正常维护及处理钻井液的处理剂尽可能按比例配成胶液加入,切勿将处理剂干粉直接加入循环钻井液中,以防在处理剂完全生效前就被固控设备除去,粘度控制在 30~40 s。利用 PAM 调节流变性,抑制岩屑分散,用降粘降失水剂控制滤失、防塌,确保井眼稳定。

(2)斜井段和水平段采用 MEG 钻井液体系。针对永 3 断块储层中泥质含量较高,有潜在的因储层粘土颗粒吸水膨胀、运移、堵塞造成的渗透率降低的风险,水平段采用了 MEG 钻井液体系来降低井眼摩阻和保护储层。

MEG 是极性较弱的表面活性剂类物质,其分子结构上有一个亲油的甲氧基($-\text{OCH}_3$)和 4 个亲水的羟基($-\text{OH}$)。通过调节 MEG 钻井液的活度可以实现平衡钻进,控制泥浆和地层内水的运移,只要控制得当就可以使泥浆和地层内水的运移达到平衡,从而

有效地阻止页岩的水化膨胀,以保持井壁稳定。MEG 钻井液体系具有较低的表面及界面张力,当其滤液浸入储层后,返排出来应比较容易,因而可以减少滤液在储层内的滞留而引起的渗透率的下降。

实钻表明,所用的聚合物润滑防塌钻井液体系具有很好的抑制性,钻进过程中没有出现坍塌掉块及遇阻遇卡现象;MEG 钻井液体系具有良好的润滑性和携砂能力,保证了斜井段和水平段的安全快速钻进,同时有效保护了储层。

5 实钻数据及效果

永 3-平 6 井钻达 A 靶后,依据随钻地质导向及录井资料分析,B 靶垂深下调 6 m,C 靶上调 1 m,钻至 2402.00 m 完钻。该井最终钻遇油层 164.00 m,初期日油 13.00 t,含水 36.5%,目前日油 29.00 t,含水 19%,开发效果良好。

6 结语

(1)永 3-平 6 井是永 3 断块首口绕锥水平井,它的成功实施为胜利油田东部老油区复杂小断块油藏剩余油挖潜积累了宝贵的经验。

(2)形成了底部钻具组合优选、实时摩阻分析、MEG 钻井液体系等一系列绕锥水平井钻完井配套技术,为绕锥水平井的顺利施工提供了技术支持。

参考文献:

- [1] 刘修善.拱形水平井的设计方法研究[J].天然气工业,2006,26(6):63-65.
- [2] 田树林.薄油层水平井钻井技术研究与应用[J].钻采工艺,2004,27(3):9-11.
- [3] 杨仁金.水平井技术在断块油藏中的应用[J].内江科技,2005,4:66.
- [4] 罗南.江苏复杂小断块水平井开发效果分析[J].小型油气藏,2006,11(3):25-27.
- [5] 闫振来,韩来聚,李作会,等.胜利油田水平井地质导向钻井技术[J].石油钻探技术,2008,36(1):4-8.
- [6] 左卫青,闫振来,张晋松,等.地质导向钻井技术在春光油田车排子地区的应用[J].特种油气藏,2010,17(4):114-117.

辽宁地质三队钻探进尺首破 5 万米

《中国矿业报》消息(2013-01-26) 记者日前从辽宁第三地质大队了解到,2012年,该队在公益性、商业性固体矿产钻探施工中首次突破 5 万米大关,完成进尺 5.85 万 m,创历史新高,为该队地质矿产勘查评价提供了可靠的钻探资料。

2012年,该队调动十几台钻机,不仅承担了队内公益性和商业性地质矿产勘查项目的钻探施工,还为局属单位省地质矿产调查院和省矿产研究院开展地质矿产勘查项目提供服务。此外,该队还承担了省内兄弟地质局所属单位的地质矿产勘查项目的钻探施工,为朝阳地区

及省内其它市矿产资源的勘查和储量提交做出了贡献。在施工中,钻探工人严格执行操作规程,按照钻探生产六项指标要求,保质保量满足地质勘查工作的需要,展示出该队小口径钻探的实力和技术水平,得到业主和业内人士的好评。其中,大队钻探工程处完成公益性和商业性地质矿产勘查项目的钻孔有 52 个,进尺 1.93 万 m。而大队承担的北票二道沟黄金矿业公司平房金矿一眼深 1303 m 的固体矿产勘查钻孔,目前已成为朝阳地区金矿床勘探史上最深的钻孔,为今后深部勘查金矿资源提供了宝贵的矿产地质、水文地质和钻探资料。