

达深 CP302 开窗侧钻水平井钻井实践与认识

孙庆仁, 郭盛堂, 孟祥波

(大庆钻探工程公司钻井一公司, 黑龙江 大庆 163411)

摘要:达深 CP302 井是大庆油田自主设计和施工的第一口深层小井眼欠平衡套管开窗侧钻水平井, 该井集中了深井、小井眼井、欠平衡井、套管开窗及水平井的所有技术特点与难点。通过技术方案优化, 确定了斜向器配合复式铣锥磨铣开窗方式, 详细介绍了套管开窗侧钻技术和井眼轨迹控制技术。达深 CP302 井的钻探成功, 取得了良好的经济效益和社会效益。

关键词:欠平衡井; 套管开窗; 轨迹控制; 方案优化; 小井眼; 达深 CP302 井

中图分类号:TE243 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2014)04-0036-03

Practice of Sidetracking Drilling in Dashen CP302 Horizontal Well and the Cognition/SUN Qing-ren, GUO Sheng-tang, MENG Xiang-bo (No. 1 Drilling Company of Daqing Drilling & Exploration Engineering Corporation, Daqing Heilongjiang 163411, China)

Abstract: Dashen CP302 is the first deep slim hole under-balanced casing window sidetracking horizontal well which is independently designed and constructed in Daqing oilfield, and has concentrated all the technical characteristics and the difficulties of deep well, slim hole well, under-balanced well, casing window and horizontal well. By optimization on the technical scheme, whipstock with duplex milling and cone milling window is determined. The paper introduces casing sidetracking technology and well trajectory control technology in detail.

Key words: under-balanced well; casing sidetracking; trajectory control; scheme optimization; slim hole; Dashen CP302 well

小井眼套管开窗侧钻水平井钻井技术能使一大批停产井、报废井、套损井、低产井等复活, 提高油气藏开采效率, 使各类油气藏有效开发, 提高采收率和油气井单井产量, 降低综合开发成本, 提高综合经济效益。为了改造低产井、实现产能上有所突破, 大庆油田在松辽盆地东南断陷区徐家围子断陷安达凹陷部署了达深 CP302 小井眼套管开窗侧钻水平井。

1 套管开窗侧钻水平井技术难点

小井眼套管开窗侧钻水平井钻井技术在全世界各地已经成为开发套损井、停产井、报废井、低产井的一项有效的技术手段。在大庆油田深层钻套管开窗侧钻水平井具有以下技术难点:

(1) 达深 CP302 套管开窗侧钻水平井是以营城子组为主力气层的深层天然气井, 在钻井过程中面临着地温梯度高, 钻遇地层可钻性级值高、研磨性强, 机械钻速慢等难题;

(2) 套管开窗侧钻水平井造斜井段短, 只有 160 m, 造斜率高, 达到 $15^{\circ}/30\text{ m}$, 井眼轨迹控制难度大;

(3) 仪器测量信息滞后(测点距钻头 15 m), 预

测钻头处井斜角、方位角与实际存在偏差, 很难实现精确轨迹控制;

(4) 大斜度段及水平段实施小井眼钻井, $\varnothing 73\text{ mm}$ 钻杆柔性大, 工具面难以摆正, 滑动钻进时无法有效地传递钻压, 机械钻速低;

(5) 由于造斜需在很短的井段内完成, 井眼曲率变化大, 钻柱在造斜井段会产生较大的弯曲应力, 易造成钻具的疲劳损害; 特别在钻柱旋转时, 弯曲井段的钻柱受交变应力作用, 钻柱极易发生疲劳破坏, 造成钻具事故。

2 套管开窗侧钻水平井方案优选

2.1 套管开窗位置优选

套管开窗的最终目的是如何在原有套管的基础上建立新的侧钻窗口, 为后续的施工提供稳定、安全的通道, 因此套管开窗侧钻点的选择尤为重要, 必须系统综合考虑多方面因素。

(1) 开窗点位置原有套管的固井质量要好: 套管开窗点尽量选择在水泥环分布均匀、固井质量好的井段, 力争避开水泥窜槽、套管外无水泥井段。因

收稿日期: 2013-10-11; 修回日期: 2014-01-16

作者简介: 孙庆仁(1961-), 男(汉族), 黑龙江富锦人, 大庆钻探工程公司钻井一公司总工程师、高级工程师, 钻井工程专业, 从事钻井技术管理工作, 黑龙江省大庆市让胡路区, sunqingren@cnpc.com.cn。

此在确定套管开窗点前要参阅老井的固井声幅资料。

(2) 开窗点处地层的岩性稳定: 开窗点应选在岩性稳定的井段, 避开易缩径、易垮塌的地层, 岩性的可钻性也要考虑, 最好选择在岩性可钻性好的井段, 这样开窗的难度会大大降低。

(3) 窗口以上井段要密封良好: 窗口以上井段的老井套管在以后的钻井施工中要作为技术套管使用, 必须保证开窗点以上套管能够承受较高的套管内压。

(4) 为后续钻井施工创造有利条件: 尽可能多选几个开窗位置, 分别对每个开窗点模拟做出开窗后小井眼的井眼轨迹剖面图。比较剖面曲线, 从中优选出钻进裸眼井段较短, 钻井施工简单、安全的开窗点, 作为最佳开窗位置。

根据地质靶点的要求, 综合考虑以上套管开窗侧钻位置优选基本原则, 结合井眼轨迹优化设计要求^[1], 达深 CP302 井最终将开窗侧钻位置确定在 2999.22 m。

2.2 套管开窗方式与工具优选

目前国内侧钻水平井套管开窗方式主要有锻铣开窗和磨铣开窗^[4]2 种, 如图 1 所示。

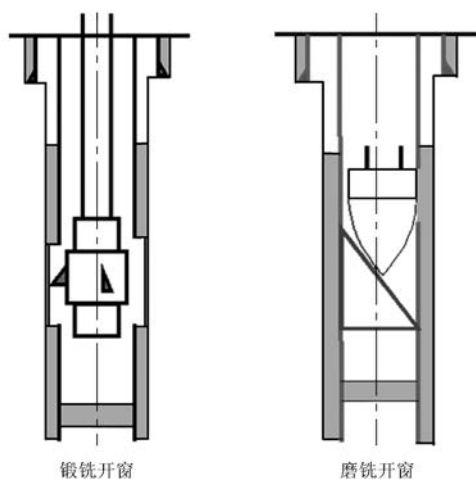


图 1 开窗侧钻方式图

锻铣侧钻: 即在设计侧钻位置将一段套管用锻铣工具铣掉, 然后在该井段注水泥, 再用侧钻钻具定向钻出新井眼。优点是: 工艺易掌握, 可靠性好; 避免了套管的磁干扰, 可用磁性测斜仪器定向钻井。缺点是: 套管锻铣段长, 有时需多次锻铣才能完成, 费时费力。

磨铣侧钻: 即利用斜向器和铣锥开窗, 在设计位置将套管磨穿而形成窗口, 然后再用侧钻钻具钻出新井眼。优点是: 一趟钻完成斜向器定向坐放, 复式

锥的应用可使开窗和修窗一趟完成, 节省起下钻时间, 易侧钻出新井眼, 侧钻所需井段短。缺点是: 套管对测量仪器有磁干扰, 需要使用陀螺仪定向。

虽然磨铣开窗方式磁干扰井段长, 由于斜向器可产生 3° 左右的初始井斜, 有利于有磁环境下的定向施工, 根据达深 CP302 井地质及现场施工特点, 经过充分的工艺论证, 选择复式铣锥磨铣的开窗方式。

3 套管开窗侧钻水平井钻井技术

3.1 套管开窗技术

3.1.1 斜向器的坐封

(1) 斜向器下至井深 2999.26 m 时, 缓慢下放至井底并下压 20 ~ 30 kN, 缓慢开泵 (泵冲 5SPM), 时刻注意观察泵压变化 (泵压 ≥ 2 MPa), 仔细观察井口是否有钻井液, 钻井液返出后, 缓慢开泵至 MWD 测量所需最小排量, 测量斜向器斜面的初始方位, 并算出需要调整的角度后, 停泵, 井口无返出后, 上提钻具, 逆时针转动钻具调整方位, 缓慢将斜向器下放至井底并压 20 ~ 30 kN, 再次开泵测量方位以至斜面方位与设计相同; 方位调整好后, 锁紧转盘上提斜向器至 2999.26 m 准备坐挂。

(2) 缓慢开泵憋压至 21 MPa, 稳压 5 min, 压降 ≥ 1 MPa, 缓慢释放泵压归零。

(3) 下放钻具加压 20 ~ 30 kN 确认斜向器是否坐住, 确认后开泵憋压 2 ~ 3 MPa, 正转 24 圈以上, 丢手起出送入工具。

3.1.2 开窗工艺技术

套管开窗的关键是开窗工具的选择使用和开窗时钻、铣、磨三参数的合理配合^[5]。

(1) 磨铣开窗钻具组合: $\varnothing 118.00$ mm 铣锥 + $\varnothing 105.00$ mm 浮阀 + $\varnothing 105.00$ mm 箭型止回阀 + $\varnothing 88.90$ mm MWD + $\varnothing 73.00$ mm DP。

(2) 磨铣参数及磨铣要求。

第一阶段: 从复式铣锥探到斜向器到球形体柱体段接触导斜器。此段要轻压慢转, 使之磨铣出一个均匀的接触面, 磨铣参数一般为: 钻压 0 ~ 10 kN, 转速 40 ~ 50 r/min, 排量 8 ~ 10 L/s。

第二阶段: 从球形体柱体段接触导斜器到复合铣锥底圆中心线出套管外壁。此段应采用大钻压、中转速磨铣, 以达到快速切割的目的。磨铣参数一般为: 钻压 20 ~ 40 kN, (根据返出铁屑的大小、形状、转盘负荷、憋钻程度等适当调整钻压), 转速 50 ~ 60 r/min, 排量 8 ~ 10 L/s。

第三阶段:从复合铣锥底圆中心线出套管外壁到铣锥头铣过套管进入地层,此段铣锥头一部分出套管外壁,大钻压磨进易使铣锥提前滑到井壁,造成死台阶,影响后续钻井作业,因此此段是保证下窗口圆滑的关键井段,易采用轻压、中转速磨进。磨铣参数一般为:钻压 5 ~ 10 kN,转速 50 ~ 60 r/min,排量 8 ~ 10 L/s。

第四阶段:从铣锥头出套管到铣锥最大外径段出套管,此段采用小钻压、中转速磨进,进尺为一个铣锥长度。

第五阶段:修窗。自窗口至窗底采取加压 0 ~ 5 kN,中转速修整窗口,并钻进地层 1.5 ~ 2 m,反复多次修整窗口,直到窗口畅通。

3.2 井眼轨迹控制技术

3.2.1 增斜段轨迹控制

本段施工的目的是增井斜和调整方位^[2],钻具组合:Ø118.00 mm BIT + Ø95.00 mm LZ (1.75° ~ 1.25°) + Ø105.00 mm 箭型止回阀 + Ø88.90 mm MWD + Ø73.00 mm DP。施工中详细记录每个单根工作状况,每钻进 1 ~ 2 m 测斜一次,计算井下螺杆钻具的实际造斜率,预测井底井斜角和方位角,为下一步施工做好准备,该段整体平均造斜率为 3.06° ~ 14.53°/30 m,能够保证按照设计轨迹进行施工,钻进至井深 3337.58 m 时准确命中 A 靶点。

3.2.2 水平段轨迹控制

水平段施工要求钻具具有很好的稳平能力^[3],所以在施工中采用 0.75° 单弯双扶螺杆配合 LWD 随钻地质导向钻井技术,钻具组合:Ø118.00 mm BIT × 0.15 m + Ø95.00 mm LZ × 4.04 m + Ø105.00 mm 箭型止回阀 × 1.04 m + Ø113.90 mm STB × 0.51 m + Ø88.90 mm MDP × 18.96 m + Ø73.00 mm DP。钻进过程中必须坚持每个单根测量井斜角和方位角一次,如果有异常要加密测斜。采用滑动和复合钻进方式调整井斜角和方位角,保证水平段在靶区范围内穿行,钻进至井深 3600.00 m 应地质导向要求井斜增加到 95°,直至完钻。

4 现场施工效果分析

达深 CP302 套管开窗侧钻水平井完钻井深 3768.00 m,水平段长 430.42 m,中靶率 100%,各项指标均达到了设计要求,设计与实钻技术指标对比如表 1 所示,设计与实钻垂直投影对比如图 2 所示。

从以上数据指标和垂直投影图对比可以看出,在造斜段应用螺杆钻具可以达到对井眼轨迹的精确

表 1 达深 CP302 套管开窗侧钻水平井设计与实钻技术指标对比

项目	斜深 /m	垂深 /m	井斜角 /(°)	方位角 /(°)	闭合方位 角/(°)	视平移 /m
靶点 设计	3336.79	3263.22	87.93	173.48	173.48	141.95
A 实际	3337.58	3261.93	87.53	173.98	173.52	144.50
靶点 设计	3751.73	3278.22	87.93	173.48	173.48	556.51
B 实际	3768.00	3253.76	95.00	173.62	173.45	573.21

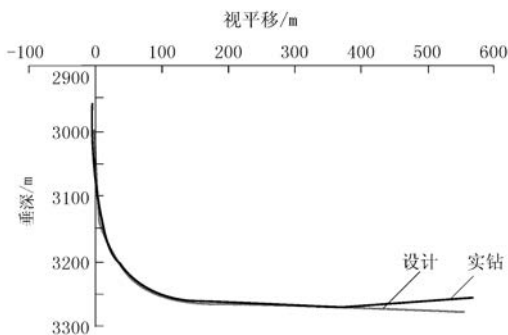


图 2 达深 CP302 井设计与实钻垂直投影对比图

控制,在水平段施工中,由于后期水平段施工中目的层不稳定,为了寻找最佳储层,在钻进至井深 3600 m 时将井斜角增加到 95°左右,使垂深偏离设计垂深,从而使设计线与实钻线相分离,直至完钻。

5 结语

(1)最佳开窗点的选择是保证达深 CP302 井开窗侧钻成功的基础。

(2)采用斜向器 + 复式铣锥,通过铣、磨、钻三参数的合理配合,保证了该井的开窗侧钻成功。

(3)井眼轨迹控制技术是该井施工成功与否的关键,钻进过程中坚持每米测斜,适时计算确定工具的实际造斜能力,保证精确中靶。

(4)达深 CP302 井作为大庆油田自主设计与施工的第一口深层小井眼套管开窗侧钻水平井,该井的钻探成功,为今后深层套管开窗侧钻施工奠定了坚实的基础。

参考文献:

[1] 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.
[2] 陈宇同,傅文伟,邵明仁,等.加密调整水平井轨迹控制技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(2):28-30.
[3] 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.
[4] 李益平.塔河油田 TK665CH 井卡拉沙依组锻铣侧钻水平井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(4):31-34,38.
[5] 张瑞平,丁浩,陈水新,等.扎那诺尔油田套管开窗侧钻定向井钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(7):28-30.