

扎那诺尔油田套管开窗侧钻定向井钻井技术

张瑞平, 丁浩, 陈水新, 付仕, 张兴龙, 李焱坤

(中国石油西部钻探定向井技术服务公司, 新疆克拉玛依 834000)

摘要: 扎那诺尔油田为有效开发动用老井区储油和残余油, 2358井成功地利用开窗侧钻井技术对老井进行改造, 恢复和提高了单井产量, 对今后该地区的老井套管开窗侧钻井施工提供了借鉴经验。

关键词: 小井眼; 套管开窗; 斜向器; 2358定向井; 轨迹控制; 扎那诺尔

中图分类号: TE243 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2012)07-0028-03

Directional Well Drilling Technology of Casing Window Sidetracking in Zhanazhol Oilfield/ZHANG Rui-ping, DING Hao, CHEN Shui-xin, FU Shi, ZHANG Xin-long, LI Yan-kun (China Petroleum Western Directional Drilling Technology Service Company, Karamay Xinjiang 834000, China)

Abstract: To effectively develop the oil storage and residual oil in old well area of Zhanazhol oil field, casing window sidetracking was successfully used in well 2358 for old well reconstruction with single well production recovery and promotion.

Key words: slim hole; casing window sidetracking; whipstock; 2358 directional well; trajectory control; Zhanazhol

套管开窗侧钻^[1]是老井改造, 挖掘油藏潜力, 进一步提高采收率的新型钻井工艺技术。是老区挖潜降本增效的有效途径^[2], 能使“停产井、报废井、低产井”复活, 有效开发各类油藏。

1 2358 开窗侧钻定向井概况

1.1 施工概况

2358井设计井深 3964.63 m, 开窗井深 3500 m, 水平位移 302.18 m, 开发石炭系 KT-II 油藏。2011年4月22日 2:00 下入 $\varnothing 140$ mm 复式铣锥至 3492.89 m 开窗, 5月17日 6:50 稳斜钻至 3762.74 m 时发生卡钻, 经过多次泡解卡剂、泡油、倒扣、下入震击器震击等打捞作业, 仍然未解卡, 倒扣填井后重新开窗侧钻。2011年6月25日 15:00 下入斜向器, 利用 $\varnothing 140$ mm 复式铣锥自 3471.41 m 开始开窗侧钻, 8月4日 3:00 复合钻至 3933 m 完钻。

1.2 设计井身结构

2358井设计采用复式铣锥于 3500 m 开窗侧钻, 3530 m 开始造斜, 造斜至 3733.33 m, 井斜角 61° , 进入稳斜井段, 钻至 3966.33 m 完钻。完井管串: $\varnothing 101.6$ mm 引鞋 + $\varnothing 101.6$ mm 割缝筛管 + 遇油膨胀封隔器 + $\varnothing 101.6$ mm 套管 + $\varnothing 168.3$ mm \times $\varnothing 101.6$ mm 密封悬挂器 + $\varnothing 88.9$ mm 送入钻具。上下用遇油膨胀封隔器和永久式封隔器(或悬挂封隔器)上下卡封泥岩段, 尾管悬挂方式完井, 井身结构如图 1 所示。

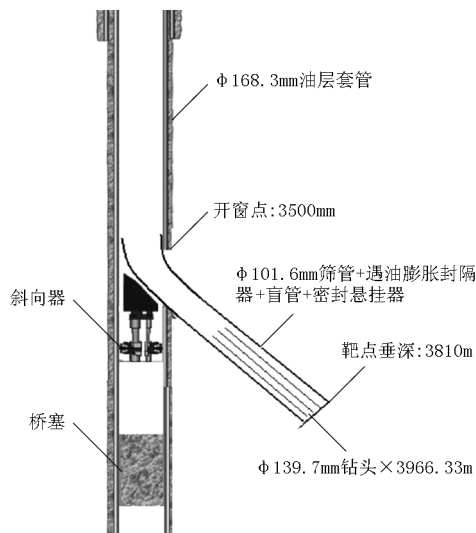


图 1 井身结构示意图

2 套管开窗侧钻

2.1 开窗点的选择及井眼准备

根据原井眼资料, 包括开窗点以上井段的套管结构、钢级、壁厚等数据。确定开窗侧钻位置, 避开套管接箍、套管扶正器。下斜向器前用比斜向器直径大 2~4 mm, 长度不得小于斜向器的长度的套管刮壁器通井。在开窗侧钻点以下 20 m 左右下入桥塞, 并试压, 以免侧钻过程中下部地层流体上窜或井漏。

2.2 施工步骤

起油管—通井规通井—下桥塞—坐封—试压—

收稿日期: 2012-02-22

作者简介: 张瑞平(1983-), 男(汉族), 陕西榆林人, 中国石油西部钻探定向井技术服务公司工程师, 石油工程专业, 从事定向井、水平井技术服务工作, 新疆克拉玛依市鸿雁路 80 号, zhrp22@163.com。

下斜向器—下陀螺定位—斜向器固定—下铣锥磨—出窗钻稳斜段—定向造斜—稳斜钻进—通井—测井—下尾管完井。

2.3 套管开窗侧钻技术

(1)通洗井筒及对 $\varnothing 168.3$ mm 套管刮壁。

(2)下入斜向器至 3497 m,陀螺定向调整方位,开泵憋压、坐封。

(3)下入开窗钻具,钻具组合: $\varnothing 140$ mm 复式铣锥 + $\varnothing 88.9$ mm 钻杆。精确计算数据,铣锥下到斜向器顶尖 0.5 m 左右,缓慢下放到顶尖位置,开始开窗^[3]。

套管开窗施工分为 3 个阶段进行。

初始阶段:钻压 5 ~ 10 kN,转速 30 ~ 60 r/min;

稳定阶段:钻压 15 ~ 30 kN,转速 60 ~ 70 r/min;

出窗阶段:钻压 15 ~ 50 kN,转速 60 ~ 70 r/min。

磨铣要求:送钻一定要均匀,磨铣中要注意井内返出物,反复划眼磨铣,修整窗口,直至上提和下放无阻卡为止。

3 小井眼钻井的施工难点分析及对策

3.1 小井眼环空压耗大

小井眼中压力损耗分布情况与常规井眼中完全不同,压力损耗主要集中在环空中。在常规井眼中,泵输出功率的 90% 消耗在钻头及钻杆内,环空压耗仅占 10%。如果按最大水功率、最大冲击力方式工作,钻头占泵功率 50% ~ 67%,钻柱内压耗占 23% ~ 40%。而在小井眼中,压耗分配关系与常规井眼正好相反。小井眼环空压耗的主要影响因素有以下几个方面。

(1)钻柱接头是影响环空压力损耗的一个主要因素,其大小取决于接头与井眼之间的环隙,环隙减小小时环空压力损耗急剧增加。钻杆接头对环空压力损耗影响较大(增加压耗 15.78% ~ 25.30%),而对钻柱内压力损耗影响很小。小井眼与常规井眼的钻杆尺寸及钻杆接头环隙对比如表 1 所示。

表 1 小井眼与常规井眼钻杆尺寸及钻杆接头环隙对比

井眼 /mm	钻杆尺寸			钻杆接头 间隙/mm
	外径/mm	内径/mm	接头尺寸/mm	
216	127	95.3	162	27
139.7	89	74	105	17.2

由表 1 可以看出,小井眼钻杆接头处的环隙相当于常规井眼的 63.7%。常规井眼在计算环空压耗时,钻杆接头的影响可以忽略不计,而在小井眼中就不行,因为钻杆接头的压耗比钻杆水眼的压耗还大。

(2)在小眼钻井条件下,钻柱的偏心和旋转对环空压力损耗的影响很大。

钻柱的偏心使环空压力损耗降低;钻柱的旋转使环空压力损耗增加;两者同时作用则使环空压力损耗增加 13.80% ~ 17.65%^[4]。故在小眼井中钻柱的旋转和偏心对环空压力损耗的影响不能忽视。

井眼小,井下工具尺寸小限制了排量,并且小井眼环空压耗对排量变化比较敏感,造成携砂困难以及 MWD 仪器信号弱;结合 MWD 仪器和螺杆的性能、特点,确定最佳的钻井液流量,使仪器、螺杆一直处于最佳工作状态,以达到延长马达寿命,同时达到充分携砂、彻底净化井眼的效果,从而提高钻井速度。

3.2 井眼小,钻具柔,井眼轨迹控制难度大

小井眼钻具尺寸小,柔性大,刚性小,工具面不稳定,定向钻进困难,井眼轨迹控制难度大。在井斜角超过 60° 的斜井段容易形成岩屑床,定向滑动钻进时,钻压不能真实反映在钻头上,易出现托压现象。施工中适当放宽工具面范围,控制工具面在 $\pm 20^\circ$,在开始造斜优先考虑方位角的调整,尽快与设计方位吻合,避免在造斜后期再进行方位调整。考虑到斜井段地层为 KT - II,稳定性强,井眼规则,扩大率很小,定向钻进时,采用转盘复合划眼,在减小摩阻和防止井下钻遇阻、遇卡等复杂情况方面具有显著的优越性,为后期施工安全打好基础。

3.3 小井眼,钻头选型难

小井眼钻井,小钻头选型范围狭窄,可选钻头少,钻头选型困难,优选无活动件的 PDC 钻头是安全钻进的关键。2358 井斜井段地层硬,钻时慢采用螺杆 + 钻头复合钻进。该井第二井眼钻进中钻头使用情况见表 2。

表 2 钻头使用情况统计

钻头类型及型号	进尺 /m	纯钻时 间/h	平均机械钻速 /($m \cdot h^{-1}$)
PDC 钻头(川石 GP1925X)	420.59	514	0.82
牙轮钻头(江钻 MD517GLM)	24.41	40	0.61

由表 2 可以看出,PDC 钻头与牙轮钻头相比占有绝对优势。

3.4 井眼小,对钻井液要求高

小井眼钻井过程中对钻井液性能要求较高,要求钻井液具有良好的携砂性、悬浮性、润滑性,固相含量低,触变性好。

在该井钻进过程中,根据现场实际情况,及时调整泥浆性能,加入适量泥浆润滑剂,降低摩阻系数,提高携岩能力,确保井眼干净。通过泥浆和工程措

施保证携砂效果,防止沉砂卡钻。加强使用四级固控设备,有效清除钻井液内有害固相;提高动切力,增强悬浮力,做到有效清洗井底,防止反复破碎,确保井眼畅通,保证井下安全良好的润滑防卡能力。避免高密度情况下的粘附卡钻。

井眼小,Ø88.9 mm 钻杆很容易胀扣,易造成钻具脱扣事故,每趟起下钻仔细检查钻具,替掉胀扣的钻具。井眼小,钻具尺寸小,发生井下事故处理起来难度较大,打捞手段受到限制,成功率低。

4 井眼轨迹控制技术

2358 定向井设计为“直-增-稳”三段制剖面(见表3)。

表3 井身剖面设计数据表

井段	井深 /m	段长 /m	井斜角 /°	方位角 /°	垂深 /m	水平位移 /m	造斜率 /[(°)·(30 m) ⁻¹]	备注
侧钻点	3500.00	0	0	0	3500.00	0	0	开窗点
稳斜段	3530.00	30.00	0	0	3530.00	0	0	
造斜段	3733.33	203.33	61.00	298	3697.04	98.39	9.00	
稳斜段	3964.63	231.30	61.00	298	3808.30	302.18	0	靶点

4.1 造斜段施工

2358 井套管开窗后,为避免造斜钻进 MWD 磁干扰,采用常规钻具出窗稳斜钻进 20 m,换造斜钻具组合自 3516.25 m 开始造斜施工,钻具组合:Ø139.7 mm 钻头 + Ø120 mm 单弯螺杆 + MWD 短接 + Ø120 mm 无磁钻铤(1 根) + Ø88.9 mm 钻杆。钻压 10 ~ 30 kN,排量 13 L/s,采用 GE - MWD 型测斜仪器进行随钻监测。

造斜段施工时,选择的螺杆钻具造斜能力比设计造斜率高 10% ~ 20%,采用滑动与复合钻进,提高了轨迹控制的主动性。第一趟钻 1.75° 单弯螺杆造斜率 11°/30 m 以上,为了更好地控制井眼轨迹和后期施工安全,换 1.5° 单弯螺杆 + PDC 钻头复合钻具。1.5° 单弯螺杆完全可以满足设计造斜率,并提高了轨迹控制的质量和精度,保障了钻井施工安全,提高了施工效率^[5],“打一划二”的技术措施,避免大的全角变化率,确保井壁圆滑。高效螺杆 + PDC 钻头,提高了单趟钻进尺。施工中及时地对实钻轨迹进行测量、预测,准确把握钻具造斜规律,尽可能地采用复合钻进方式,减少定向滑动钻进井段,提高了钻井速度。

4.2 稳斜段施工

稳斜钻具组合:Ø139.7 mm PDC 钻头 + 双母接头 + Ø136 mm 稳定器 + Ø120 mm 无磁钻铤(1 根)

+ Ø88.9 mm 钻杆,钻压 30 ~ 60 kN,排量 13 L/s,稳斜钻进 52 ~ 3762.74 m,接单根时发生卡钻,判断为沉砂卡钻。通过多次打解卡剂、泡油,浸泡解卡无果,测卡点后实施倒扣,随后下入震击器,再次打入解卡剂,浸泡震击打捞作业无效,最后决定倒扣侧钻。在套管窗口处倒出钻具,在“鱼”顶以上下入斜向器,重新开窗侧钻。

第二次开窗侧钻顺利,针对 Ø136 mm 稳定器环空间隙太小(仅为 3.7 mm),易出现复杂情况,直接采用螺杆 + PDC 钻头复合稳斜钻进,减少定向滑动钻进,最大程度地发挥复合优点。3701 ~ 3933 m 稳斜段每 50 m 进行短程提下钻,修整井壁,破坏岩屑床;遇阻卡反复划眼,确保井眼通畅后再续钻。稳斜段采用 1° 单弯螺杆 + PDC 钻头取得了很好的稳斜效果。为充分利用螺杆钻具,Ø120 mm 螺杆最长入井 178 h,增加了单趟钻的进尺。

5 结论与认识

(1) 扎那诺尔油田,实施套管开窗侧钻老井改造,是实现停产井、事故井再利用,增加油藏动用储量,提高采收率的有效途径。

(2) 小井眼钻井过程中,在地面设备承压能力范围内,尽量提高钻井排量,通过优选钻井参数,优选螺杆 + PDC 钻头复合钻井,能够实现安全、优质、快速钻井。

(3) 钻进中泥浆排量受限制,携岩困难,应强化短程提下钻措施,必要时采取上下活动钻具洗井措施。

(4) 扎那诺尔油田 KT - II 地层硬,优选高效的井下动力钻具和 PDC 钻头,可增加趟钻进尺,提高钻井速度,减少井下复杂情况。

(5) 扎那诺尔油藏地质情况复杂,小井眼井下复杂情况多,控制泥浆性能是关键,控制泥浆固相含量,增强润滑性,有效降低摩阻,同时增加流变性和携岩能力,及时把井内岩屑带出来。

参考文献:

- [1] 房全党. 开窗侧钻技术[M]. 北京:石油工业出版社,1997.
- [2] 刘乃震,王延瑞. 现代侧钻井技术[M]. 北京:石油工业出版社,2009.
- [3] 石晓兵,喻著成,陈平,等. 侧钻水平井、分支井井眼轨迹设计与控制理论[M]. 北京:石油工业出版社,2009.
- [4] 樊洪海,谢国民. 小眼井环空压力损耗计算[J]. 石油钻探技术,1998,26(4):48-50.
- [5] 蒋恕. 小井眼套管开窗侧钻水平井井眼轨迹控制技术[J]. 海洋石油,2004,24(1):80-83.