

浅部大位移超长水平段 I38H 井轨迹控制技术

牟炯¹, 和鹏飞¹, 侯冠中², 席江军², 罗曼¹

(1. 中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司, 天津塘沽 300452; 2. 中海石油(中国)天津分公司, 天津 300452)

摘要: I38H 井是渤海某油田调整井中的一口先期排液水平井, 后期转入注水作业, 为满足周边 3 口井的注采关系, 设计水平段长达 827.0 m, 同时该井为一口目的层位于明化镇、水垂比达 2.47 的浅层大位移井, 为安全、顺利实现钻井作业, 通过对 I38H 井井身结构的优化、井眼轨迹的合理设计以及贝克旋转导向工具和随钻扩眼器等工具的使用, 最终成功完成钻井作业。

关键词: 钻井; 水平井; 大位移井; 超长水平段; 旋转导向工具; 随钻扩眼器; 渤海油田

中图分类号: TE243 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2016)02-0057-03

Wellbore Trajectory Control Technique for Shallow Extended Reach Ultra-long Horizontal Well I38H/MU Jiong¹, HE Peng-fei¹, HOU Guan-zhong², XI Jiang-jun², LUO Man¹ (1. CNOOC EnerTech-Drilling & Production Co., Tianjin 300452, China; 2. Tianjin Branch of CNOOC Ltd., Tianjin 300452, China)

Abstract: I38H is a prior drainage horizontal well in adjustment wells of Bohai oilfield, which was used for injection in later stage. 827.0m horizontal section was designed to satisfy injection-production relation of 3 wells in the surrounding. I38H is also a shallow displacement well with horizontal and vertical ratio of 2.47. For the safety of drilling operation, by the optimization of hole configuration, rational design of wellbore trajectory, the use of beck rotary steering tool and the reamer while drilling, well I38H drilling operation was successfully completed.

Key words: well drilling; horizontal well; extended reach horizontal well; ultra-long horizontal section; beck rotary steering tool; reamer; Bohai oilfield

加密钻井和改善井网注采关系是老油田挖潜的主要途径, 通常采用过路井、领眼井勘探, 评价新砂体滚动开发, 某平台计划在新发现的明化镇组油层布置 3 口井, 根据注采关系, 需对应布置注水井 I38H (见图 1), 同时满足 3 口生产井的注水。I38H 设计水平段长 827.0 m, 水垂比 2.47, 完钻井深 3643.0 m。

(1) 轨迹防撞突出。平台周围存在大量已完钻井, 通过防撞扫描显示 I38H 井和周围井存在极大的防撞风险, 且防撞点均在中深部位(见表 1)。

表 1 I38H 井井眼防撞统计

邻井	本井测深/m	邻井测深/m	分离系数
H11H	2130.0	2131.4	1.965
D10	877.7	925.3	1.898
D12	1029.6	842.6	2.038
D33H	1090.4	847.6	2.264
D34H1	2130.0	1513.1	1.498
DW1	1225.1	839.3	3.233

(2) 轨迹控制复杂。大位移的实现必然存在较大的稳斜角, 同时本井长达 827.0 m 的水平段, 利用常规马达无法实现下部井段作业。

1.2 井眼清洁困难

大稳斜角、长稳斜段是大位移井的基本特征, 给着陆井段的井筒清洁、轨迹调整带来极大困难^[1-3]。同时, 超长水平段岩屑携带问题突出。

1.3 摩阻大、风险高

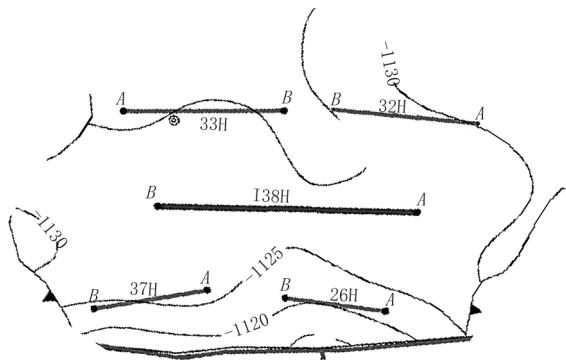


图 1 I38H 井井位示意图

1 施工难点分析

1.1 井眼轨迹控制困难、防撞风险高

收稿日期: 2015-09-11

作者简介: 牟炯, 男, 汉族, 1980 年生, 钻井总监, 主要从事海洋石油钻井技术监督与管理工 作, 天津市塘沽区海油大厦 B 座 A306, mujiong@cnooc.com.cn。

大位移井的主要施工难点在于摩阻大,对井下钻井工具和下套管带来较大挑战^[4-5]。如果按常规三开井身结构设计,利用 landmark 软件模拟计算, $\varnothing 244.5$ mm 最终下入悬重仅为 33.6 t。

2 技术对策

针对上述问题,通过优化井身结构、优化轨迹设计、优选钻井工具和钻井参数技术措施,成功完成作业,并在目的层不确定情况下,使用推靠式旋转导向系统实现悬空侧钻作业。

2.1 优化井身结构

I38H 井采用提升能力 225 t 的钻修机作业,井架提升能力受限,利用 landmark 软件考虑复杂情况下,模拟计算随钻震击器能够过提或下压,需要在正常悬重基础上过提 40.0 ~ 50.0 t,过压 20.0 ~ 30.0 t,此外顶驱及大钩自重约 30.0 t,如此计算钻进、下套管的悬重得出:采用 $\varnothing 311.1$ mm 井眼钻至 2300.0 m 左右,采用 $\varnothing 215.9$ mm 井眼着陆,下入 $\varnothing 177.8$ mm 尾管,水平段采用 $\varnothing 152.4$ mm 井眼钻进,I38H 井井身结构见表 2。

表 2 I38H 井井身结构

钻头直径/mm	井深/m	套管直径/mm	套管下深/m
406.4	520.3	339.7	518.9
311.1	2320.3	244.5	2316.3
215.9	2810.0	177.8	2126.4 ~ 2808.1
152.4	3663.0		

2.2 井眼轨迹控制技术

2.2.1 优化井眼轨迹设计

轨迹设计时主要考虑如下几点:(1)在中靶的基础上轨迹尽量简单;(2)综合考虑轨迹防碰情况,浅层防碰调整分离系数大于 1,深层防碰增加控制点、控制垂深差,保证分离系数尽量在 1.5 及以上;(3)稳斜角尽量避开 $40.0^\circ \sim 60.0^\circ$,规避岩屑床的不稳定性滑脱。最终轨迹设计如表 3、图 2。

表 3 I38H 井轨迹设计

造斜段	造斜点/m	造斜终点/m	造斜率/ $[(^\circ) \cdot (30\text{ m})^{-1}]$	终点井斜角/ $(^\circ)$	终点方位角/ $(^\circ)$
第一造斜段	180.0	1019.0	3.0 ~ 3.2	76.2	193.0
第二造斜段	2272.0	2804.0	2.0 ~ 2.5	90.0	236.0

2.2.2 井眼轨迹控制

2.2.2.1 表层预斜及防碰控制

渤海上部地层普遍疏松不易造斜,本井采用

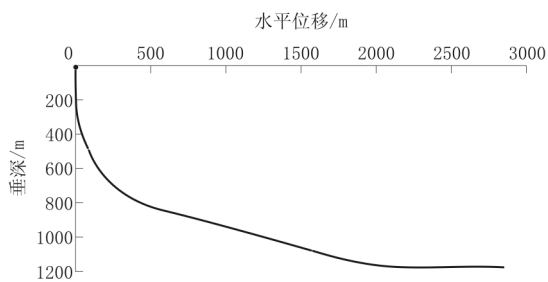


图 2 I38H 井垂直投影图

非常规 $\varnothing 406.4$ mm 钻头,通过控制井眼扩眼率、排量参数减小冲蚀,尽量增加钻头侧向力实现造斜^[6-7]。造斜工具选择大弯角 1.5° 的泥浆马达,同时利用陀螺定向技术精确控制造斜方向^[8-9],减小井眼防碰风险。

2.2.2.2 $\varnothing 311.1$ mm 井眼段轨迹控制

考虑到 $\varnothing 244.5$ mm 套管容易下入, $\varnothing 311.1$ mm 井眼上部地层强度高于 $\varnothing 406.4$ mm 井段,满足造斜要求,因此采用海水 + 膨润土浆保证有足够的井眼扩大率,保证起下钻及下套管顺畅,钻进至 1200.0 m 左右转化为胶液钻井液加入高效润滑材料。通过 1.15° 单弯角螺杆马达配合 PDC 钻头在上部造斜结束后,采用参数摸索方式,选择的钻压、排量和转速实现对井斜角、方位角的控制,即勤调整少滑动,在参数控制轨迹达到上限时用短距离滑动调整,控制调整的局部“狗腿度” $\geq 2.0^\circ/30\text{ m}$,保证后续下钻不易出现新井眼,也避免套管下入困难。

泥浆马达钻具组合为: $\varnothing 311.1$ mm 钻头 + $\varnothing 244.5$ mm 螺杆马达(1.15° , $\varnothing 308/273$ mm 直翼扶正套子) + $\varnothing 203.2$ mm 浮阀接头 + $\varnothing 212.7$ mm 扶正器 + $\varnothing 203.2$ mm 非磁钻铤 + $\varnothing 203.2/171.5$ mm MWD + $\varnothing 203.2$ mm 非磁钻铤 + $\varnothing 203.2$ mm 随钻震击器 + X/O + $\varnothing 127$ mm 加重钻杆 × 若干。

2.2.2.3 $\varnothing 215.9$ mm 井眼段轨迹控制

本井段采用旋转导向 + 随钻测井钻具。旋转导向选择贝壳休斯 Auto Trak 闭环系统,在实现全钻具旋转的同时具有井下 ECD 监测、目标井斜地面提前写入等功能,在随钻电阻率和自然伽马的配合下准确把握油层着陆^[10-12]。

钻具组合: $\varnothing 215.9$ mm 钻头 + $\varnothing 203.2$ mm Auto Trak 旋转导向 + $\varnothing 127$ mm 柔性短节(带 $\varnothing 121.3$ mm 非磁扶正器) + $\varnothing 171.45$ mm MWD + $\varnothing 171.45$ mm 测井短节 + $\varnothing 171.45$ mm 非磁断电短节 + $\varnothing 127$ mm 非磁钻杆 + $\varnothing 165.1$ mm 浮阀接头 + $\varnothing 165.1$ mm 随

钻震击器 + $\varnothing 127$ mm 加重钻杆 \times 若干。

2.2.2.4 $\varnothing 152.4$ mm 水平段轨迹控制

考虑 $\varnothing 152.4$ mm 井眼水平段的油层钻遇率、井眼携砂、轨迹方便筛管下入、储层保护等,尽量减小

裸眼浸泡时间,从工程角度优选钻具组合是关键。因此选择 AutoTrak X-treme 钻具,该工具是旋转导向和马达钻具的组合,同时加入随钻测井工具,实现高效钻井和随钻测井,常规配置如图 3 所示。

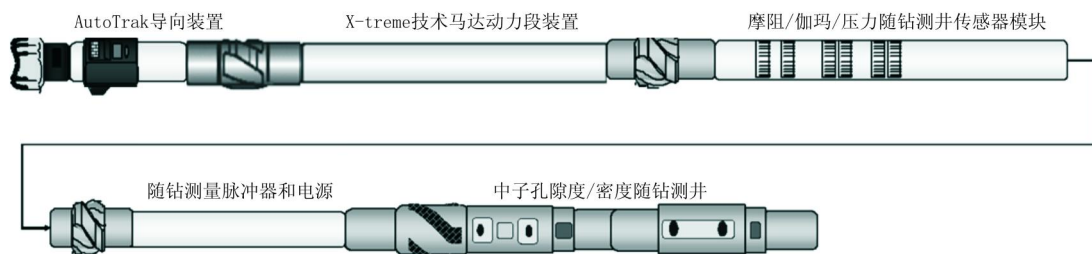


图 3 AutoTrak X-treme 钻具示意图

2.3 扩眼技术的应用

由于本井水平段较长,同时考虑旋转导向形成井眼的规整性,为保证筛管的顺利下入,在 $\varnothing 152.4$ mm 井段使用了扩眼技术,即在原井眼尺寸基础上扩大 1 in(25.4 mm)。

单球投入式扩眼器(简称扩眼器)由本体总成、传动总成和扩眼总成 3 部分组成。其中,本体总成主要是容纳传动总成及扩眼总成,同时实现与其他钻具的组合;传动总成是控制扩眼器工作的传动开关;扩眼总成是扩眼作业的主体部分。

钻具组合: $\varnothing 152.4$ mm 钻头 + $\varnothing 120.6$ mm Auto Trak + $\varnothing 120.6$ mm 直马达 + $\varnothing 120.6$ mm MWD + $\varnothing 120.65$ mm 随钻测井短节 + $\varnothing 120.6$ mm 非磁断电短节 + $\varnothing 120.6$ mm 浮阀接头 + $\varnothing 120.6$ mm 非磁钻杆 + 扩眼器 + $\varnothing 88.9$ mm 加重钻杆 $\times 1$ 根 + $\varnothing 139.7$ mm 扶正器 + $\varnothing 120.6$ mm 随钻震击器 + $\varnothing 88.9$ mm 加重钻杆 $\times 8$ 根。

扩眼器加放在旋转导向工具上部(单流阀以上,震击器以下,保证激活球可通过上部钻具内径),在钻开水泥塞扩眼器出套管鞋 5.0 m,投球激活扩眼器,工作排量为 900 L/min。扩眼齿距钻头 30 m。

随钻扩眼钻进参数:钻压 30 ~ 50 kN,排量 1200 ~ 1300 L/min(80.0% 分配到扩眼器),转速 90 ~ 110 r/min。

倒划眼参数:排量 1200 ~ 1300 L/min,转速 70 r/min。

2.4 实施效果

本井历时 20 天顺利完成钻井作业,同时完井筛管安全到位。

3 结语

(1)对于某些高难度井,通过合理的井身结构设计、钻具优选等措施,能够利用 225 t 吨位提升能力钻机实施。

(2)在井况、井眼轨迹控制和高效优质的前提下,综合考虑选择泥浆马达和旋转导向钻具。

(3)通过旋转导向钻具和随钻测井工具的应用,有效保证了水平段轨迹平滑,然后通过扩眼器的应用,可有效保证超长水平段筛管下入。

参考文献:

- [1] 蒋世全,付建红.大位移井钻井技术研究及在渤海应用[J].石油学报,2003,(2):84-88.
- [2] 姜伟.大位移钻井技术在渤海 QHD32-6 油田的应用[J].石油钻采工艺,2001,23(4):1-6.
- [3] 和鹏飞.辽东湾某油田大斜度井清除岩屑床技术的探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(6):35-37.
- [4] 李娟,唐世忠,李文娟,等.埕海一区大位移水平井摩阻扭矩研究与应用[J].石油钻采工艺,2009,(3):21-25.
- [5] 王德金.大位移井钻井技术及其在渤海湾滩浅海油田的应用研究[D].陕西西安:西安石油大学,2006.
- [6] 和鹏飞,孔志刚. Power Drive Xceed 指向式旋转导向系统在渤海某油田的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(11):45-48.
- [7] 刘鹏飞,和鹏飞,李凡,等. Power Drive Archer 型旋转导向系统在绥中油田应用[J].石油矿场机械,2014,43(6):65-68.
- [8] 孙晓飞,韩雪银,和鹏飞,等.防碰技术在金县 1-1-A 平台的应用[J].石油钻采工艺,2013,35(3):48-50.
- [9] 侯冠中,和鹏飞,郑超,等.渤海 I27H 井 $\varnothing 406.4$ mm 大尺寸井眼对扣打捞技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(10):35-38.
- [10] 张晓广,邵明仁,傅文伟,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.
- [11] 马猛,殷凯,刘朋.渤海油田水平井非正常着陆补救措施研究[J].录井工程,2011,22(1):26-31.
- [12] 奚长春,刘永贵,王迎成,等.大庆朝阳沟油田浅层水平井钻井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(6):21-23.