

优快钻井配套技术在希50-54井应用实践

李文明, 陈绍云, 刘永贵

(大庆钻探工程公司钻井工程技术研究院, 黑龙江 大庆 163413)

摘要:针对海塔地质特点和钻井难点,开展钻井技术研究和现场试验,制定了切实可行的钻井提速方案,较好地解决了上部地层易塌、中部地层易斜、下部地层硬造成的相关钻井技术难点,实现了优快钻井的目标,为增储上产提供了强有力的保障。以希50-54井为例,从技术应用思路和应用效果两方面出发,深入分析井身结构优化、钻头及参数优选、复合钻井等几大海塔优快钻井配套技术在现场实际中的应用情况,实践表明机械钻速得到大幅度提高,钻井周期明显缩短,效果显著。

关键词:优快钻井;复合钻井;井身结构;钻头;海塔探区;希50-54井

中图分类号:TE242 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)06-0004-03

Application Practice of Optimized and Fast Drilling Comprehensive Techniques in Xi 50-54 Well/LI Wen-ming, CHEN Shao-yun, LIU Yong-gui (Drilling Engineering Technology Research Institute, Daqing Drilling Engineering Corporation, Daqing Heilongjiang 163413, China)

Abstract: According to geological characteristics and drilling difficulties in Haita district, drilling technical study and field test were made for drilling speed-rising plan. Technical difficulties caused by collapsing of upper-part formation, easy deviation in mid-part formation and hard bottom part formation were solved with the optimized and fast drilling realized. The paper analyzed the field application in borehole structural optimization, optimal selection on drilling bit and parameters and compound drilling with the case of Xi 50-54 well, and it showed the great improvement on penetration rate and drilling period.

Key words: optimized and fast drilling; compound drilling; borehole structure; drilling bit; Haita exploration district; Xi 50-54 well

海塔探区是大庆油田外围勘探的重点,是重要的能源接替区。自2007年开展海塔汇战以来,针对海塔地区多断块、非均质、地层倾角大、地层研磨性强、可钻性差、砾岩层发育,部分地层欠压的油藏特点,以及钻井工艺难点和影响因素,开展有针对性的钻井技术研究和现场试验,制定了切实可行的钻井提速方案。经过3年不间断的攻关和现场试验,形成了以井身结构优化、钻头及参数优选、复合钻井、防斜打快、复杂事故预防等几大技术为基础的钻井工程配套技术,较好地解决了上部地层易塌、中部地层易斜、下部地层硬造成的相关钻井技术难点,实现了优快钻井的目标,为增储上产提供了强有力的保障。本文以希50-54井为例深入分析海塔优快钻井在现场实际中的应用情况。

1 希50-54井基本情况及难点分析

1.1 希50-54井基本情况

希50-54井是海拉尔盆地贝尔湖拗陷贝尔凹

陷贝中次凹构造的一口开发井,设计井深2820 m,实际井深2803 m。目的层为南屯组,完钻层位是布达特群。

1.2 难点分析

本井具有的地质与钻井难点基本代表了海塔钻井特点,给工程设计和现场施工带来一定的难度,对分析海塔钻井具有重要意义。

(1)浅部地层水敏性强,成岩性差,胶结疏松,遇水后水化膨胀导致井壁不稳定,在钻井施工中存在井眼缩径技术难点。

(2)钻井区裂缝、断层发育,地层倾角大多为 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、个别区块高达 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$,导致地层侧应力降低,在压差的作用下,钻井液的滤液沿裂缝进入岩石中,导致岩石强度急剧下降发生掉块坍塌,易使井壁失稳,注意防斜、防塌和防漏。

(3)铜钵庙组有砂砾岩、砾岩互层较多,地层研磨性强、可钻性差,地层可钻性级值高,钻井施工中注意防卡、防斜、防掉钻具等事故发生。

收稿日期:2009-12-29

作者简介:李文明(1973-),男(汉族),黑龙江大庆人,大庆钻探工程公司钻井工程技术研究院助理工程师,钻井工程专业,从事钻井工程设计工作,黑龙江省大庆市八百垅钻井工程技术研究院设计中心,liwm_zy@cnpc.com.cn。

(4) 钻遇油气、异常高压水层,存在油气水侵风险。

2 配套技术研究及应用

利用邻井实钻资料,结合本井施工中存在的难点,重点对希 50-54 井的井身结构、钻头及参数、复合钻井、防斜打快、复杂事故预防进行了分析,形成了一套优化施工方案,将集成配套技术应用到设计中,实现了优快钻井的目的。

2.1 井身结构优化

从 2007 年开始海塔盆地钻井技术就大力进行井身结构优化技术研究,通过调研海塔地区地层特点和钻井难点,统计分析近年来的钻井邻井周期、钻头和事故复杂情况,开展了三个压力预测技术和井壁稳定性的研究,在保证钻井顺利进行的前提下,进一步优化井身结构,实施表层深下兼具技套功能,实现常规中深井由三层套管井身结构向两层的过渡(见图 1),提高了钻井效率,降低了成本。

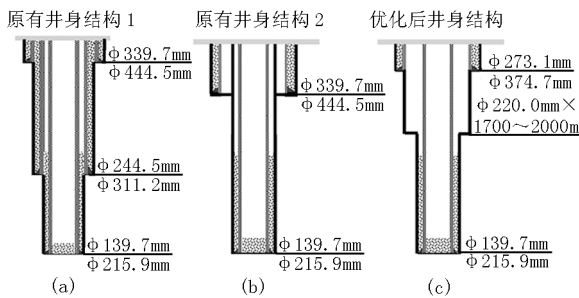


图 1 海塔井身结构优化进程图

从图 1 中可以看出,2007 年以前常用的井身结构为三层套管(图 1a),2007~2008 年逐步尝试的一种井身结构见图 1b,并实现了三层套管向两层的过渡(图 1c)。

井身结构优化依据:从“三压力”剖(见图 2)面压力约束分析看,海塔地区地层压力相对简单,不存在压漏、压差卡钻,没有必封点。且没浅气层,仅贝 57、乌 34 少量气浸,因而可以进行表层浅下。

优化后井身结构优点:

(1) 解决了 $\varnothing 444.5$ mm 钻头/ $\varnothing 339.7$ mm 套管井身结构由于返速低造成电测和下套管受阻问题。

(2) 解决了 $\varnothing 339.7$ mm 套管底角出现大井眼造成环空不畅通的问题。

(3) 解决了 $\varnothing 244.5$ mm 表层由于环空间隙小而造成的憋漏地层的问题。

(4) 二开采用 $\varnothing 229$ mm/ 220 mm 钻头钻进,增大环空间隙,保证了井眼环空畅通,不但缩短了划眼

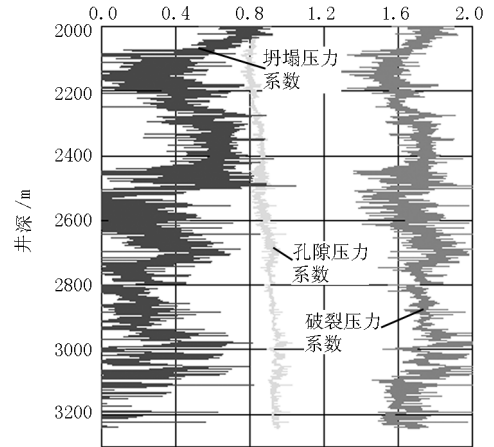


图 2 乌东区块“三压力”剖面

时间和短起下钻时间,同时也避免了起钻抽吸、下钻钻头泥包等复杂情况发生。

(5) 二开第一只钻头采用 $\varnothing 220$ mm PDC 钻头,使用大排量,同时配合复合钻具组合,也有效地解决了伊敏组和大磨拐河组的缩径问题,防止了起下钻困难和划眼情况的发生。

2.2 钻头及参数优选

在海塔地区利用综合“定量”选型方法,根据所钻遇的地层岩性、测井资料及钻头类型等资料确定所钻井段的级值与适合于这种级别地层的钻头类型,构造了一个钻头“综合指数 R ”,利用已钻井的实钻数据进行综合评价,用最优化理论和模糊数学中聚类分析的方法针对二开、三开的地层进行了钻头优选^[5]。

$$R = \frac{H^a V^b}{\Delta N^c C^d} f K_{dc} \quad (1)$$

由试验数据回归公式: $K_{dc} = 173.28e^{-0.0549\Delta T_p}$, $r = 0.922$,可得:

$$R = \frac{H^a V^b}{\Delta N^c C^d} f 173.28e^{-0.0549\Delta T_p} \quad (2)$$

式中: R ——钻头综合评定指数; H ——钻头进尺, m; V ——机械钻速, m/h; ΔN ——钻头磨损程度; C ——钻头成本,万元; ΔT_p ——地层岩石声时差, $\mu s/m$; a, b, c, d, f ——分别为对应项的权系数。

优选结果与邻井对照如表 1 所示。

2.3 钻井液优化

根据本井地质情况可知,伊敏组地层疏松,钻进中要注意防漏、防塌。一开钻井液采用膨润土混浆,由于上部地层疏松、承受能力弱,易发生井塌、井漏等复杂情况,所以钻井液必须保持良好的携屑能力和较强的造壁性能,确保一开顺利。

表1 希50-54井钻头优选结果与邻井对照

井号	钻头型号	钻进井段/m	进尺/m	钻速/(m·h ⁻¹)
希50-54	SKW121	0~180	180	84.5
	TH1643N	180~2027.72	1847.72	47.11
	TH1654D	2027.72~2703	675.28	14.43
	SMD447	2703~2803	100	3.52
希53-47	P2	0~188	188	37.6
	235R	188~923	735	31.3
	P4A11-5	923~1906	983	14.6
	P4A11-5	1906~2680	774	7.98
	HA517	2680~2812	132	1.74

设计二开井段采用两性复合离子钻井液,采取配制并水化好的药液不断补充为主、小药池补充为辅的原则,以大剂量补充包被剂的基础上按设计加入各种处理剂,控制粘土水化分散。钻井液密度控制在1.28 g/cm³以内,粘度50~70 s,失水量小于4 mL。在进入目的层50~100 m之前,加入油层保护剂。同时在化学除砂的前提下,加强各级固控设备的使用,清除有害固相,并加入如沥青质的软性高效封堵滤失剂和稍硬性的超细碳酸钙,加强泥饼的致密性^[1],这样既稳定了钻井液的性能,降低滤失量,也减少了固相颗粒向地层侵入,使产层的孔隙度、渗透率最大程度的不受影响,保护油层不受损害。该体系钻井液保证了钻井施工的顺利有效进行。

表2 PDC钻头复合钻井试验效果表

井号	钻头型号	井段/m	地层	钻压/kN	转数/(r·min ⁻¹)	排量/(L·s ⁻¹)	进尺/m	钻速/(m·h ⁻¹)	钻井方式
希53-47	235R	188~923	大二段	50	110	32	735	31.3	转盘钻井
希50-54	TH1643N	180~2028	大二段	60	200	38	1848	47.12	复合钻井

3 实钻效果

本井综合运用井身结构优化、钻头及参数优选、钻井液优化、钻井工艺优选等技术集成措施,确保本井钻井施工顺利实施,钻井周期、建井周期均刷新了海塔钻井新纪录,钻头较海塔平均指标也节约了一只。在提高钻速、降低成本方面取得了显著成效。

本井完钻井深2803 m,使用全面钻进钻头共计4只,全井平均机械钻速24.05 m/h,机械钻速提高130%;一开Ø342.9 mm井眼平均机械钻速84.38 m/h,二开Ø215.9 mm井眼平均机械钻速22.92 m/h。

本井钻进周期9.35天,建井周期14.83天,同比2008年完成的邻井希53-47井,在井深基本相同的情况下,钻前周期减少27%,钻进周期减少45%,完井周期减少31%,建井周期缩短33%,详见表3。

2.4 优化钻井工艺方式选择

针对海塔地区原有复合钻进中采用直螺杆复合钻进无法实现一趟钻钻进的难点,2009年确定了小角度双扶单弯螺杆钟摆钻具复合钻进,实现了上部地层一趟钻,减少了起下钻次数,缩短了周期。上部井段尽可能采用大排量,保证高钻速下的携砂效果和井眼清洁^{[2]-[4]}。

大二段易斜井段后,井斜小时采用复合钻进,井斜大时采用滑动定向钻进,保证了井身质量。通过统计分析海塔地区实钻资料分析发现,复合钻井技术能够大幅度提高机械钻速,PDC钻头复合钻井试验使PDC钻头钻速提高50.5%,优选的TH系列PDC钻头采用复合钻井技术是提高伊敏组至大磨拐河组地层钻速的主要手段。

进入南一段后,采用螺杆配合江汉生产的高速牙轮钻头SMD447,钻压增加至100~120 kN,转速比常规提高1倍多,机械钻速与邻井相比提高近40%。由于机械钻速提高,钻头在某一固定位置停留的时间减少,因钻头破碎引起的井径扩大率降低,加之单弯螺杆的双螺扶对井壁起到了很好的修正作用,井身质量得以保证。表2为希50-54井与邻井复合钻井效果对比表。

表3 钻井效果对照表

井号	井深/m	钻前周期/d	钻进周期/d	完井周期/d	建井周期/d	平均机械钻速/(m·h ⁻¹)
希53-47	2812	2.08	17.13	3.02	22.23	10.45
希50-54	2803	1.52	9.35	3.96	14.83	24.05

4 结语

(1) 优化钻井技术极大的提高了钻井机械钻速,降低了成本,该项技术可行,为指导同区块及其他钻井提供了一套技术措施。

(2) 钻头综合选型方法的应用,有效的提高了钻头进尺,减少了钻头用量,节约了钻井成本,可为其他区块钻头优选提供技术保障。

(3) 在钻井设计中考虑综合利用复合钻井等提速钻井工艺方式的思路是合理的,能大幅度提高机械钻速,降低钻头使用数量,缩短建井周期。

(下转第12页)

导致此次护壁作业失败。

2009年10月27日早班3:00第二次搅制水泥浆,外加剂为RG强力堵漏剂21.25%,SW高效早强减水剂12.66%,水灰比此次搅制的水泥浆量是第一次的2倍,灌注导管换为 $\varnothing 50$ mm外丝钻杆,2009年10月27日14:00通孔,160.20 m遇水泥,178.56 m取出完整灰心,顺利通孔到底,护壁成功。

6.2 技术经济指标分析

RW复合速凝早强剂,在保证水泥浆体系具有良好可泵性能的同时,当RG在5%~25%、SW在3%~14%之间选择时,可以实现水泥浆的凝固时间在97~528 min之间进行调节,其意义在于可以根据钻孔内情况、施工设备状况以及工程需要合理选择水泥浆体系配比,而且最早在灌注3 h后,水泥即能达到2 MPa左右的强度,可以通孔,这就保证了在有效实现护壁堵漏的同时,还可避免灌注水泥事故的发生,杜绝孔内复杂情况进一步恶化,为工程顺利推进赢得了更多时间。

RW复合速凝剂的实验和成功运用,特别是在香格里拉矿区的成功使用,为我公司赢得了施工时间,工程得以在冰冻期到来以前完成,取得了很好的经济效益和社会效益。野外护壁堵漏试验情况成果见表6。

表6 RW复合速凝剂早强水泥堵漏野外试验成果表

序号	矿区名称	孔号	灌注孔段/m	水泥用量/kg	RG用量/kg	SW用量/kg	候凝时间
1	烂泥塘	ZK0-1	160.2~203.5	500	100	42.6	9 h 40 min
2	北衙	92ZK2	85.10~105.0	500	106	63	10 h
3	北衙	92ZK2	85.10~105.0	500	118.75	35.7	11 h
4	北衙	23ZK2	325.30~347.23	550	130	39.27	11 h
5	烂泥塘	ZK0-1	182.00~195.20	500	106.25	63.30	11 h
合计				2550	561	243.87	52 h 40 min

试验共进行了5次,候凝时间总计52 h 40 min,比常规水泥护壁多耗用的材料成本为: $561 \text{ kg} \times 8 \text{ 元/kg} + 243.87 \text{ kg} \times 5 \text{ 元/kg} = 5707.35 \text{ 元}$,这两个矿区常规水泥护壁的候凝期为3天,即5次共需候凝 $72 \times 5 = 360 \text{ h}$,而使用RW速凝早强剂后节约了307 h 20 min。根据我公司近5年的统计资料,钻探平均纯钻时间利用率为59%,平均小时效率0.85 m,使用RW速凝早强剂后节约的307 h 20 min,可以多打进尺 $307.3 \times 0.59 \times 0.85 = 154.11 \text{ m}$,工程单价按650元/m计算,多打进尺创造的毛利为100171.50元,而多耗用的材料成本仅为5707.35元,产出与投入比为17.55:1。更重要的是,为整个工程在冰冻期到来前竣工,赢得了足够的施工时间,经济、社会效益十分可观。

7 结语

RW复合速凝剂早强水泥浆体系,具有初凝时间调节范围宽(97~528 min),初凝后向终凝过渡时间很短,终凝后强度发展快,水泥浆灌注后待凝时间短的特点,可以根据现场设备状况和工程需要,合理选择配比、灌注工艺以及通孔的时间,在保证进行有效的护壁堵漏作业的前提下,避免事故,为工程施工赢得更多时间,创造更好的经济效益,值得推广。

参考文献:

- [1] 牛建东. 水泥复合速凝早强剂的试验研究与应用[D]. 长沙: 中南大学, 2002.
- [2] 曾祥熹, 陈志超, 王玉明. 钻孔护壁堵漏与减阻[M]. 北京: 地质出版社, 1981.
- [3] 彭振斌. 硫铝酸盐“S”型水泥干法护壁堵漏技术研究[J]. 探矿工程, 1995, (2): 41-42, 60.
- [4] 安徽地质局三二六地质队. 三乙醇胺~氯化钠水泥浆护壁堵漏[J]. 勘探技术, 1977, (3): 43-49.
- [5] 钱书伟, 王如春. 岩心钻探水下灌注水泥方法探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(1): 18-21.

- [4] 陈嘉玉. 提高海拉尔地区钻井速度技术研究[D]. 大庆: 大庆石油学院, 2007.
- [5] 高德利, 张辉, 潘起峰, 等. 流花油田地层岩石力学参数评价及钻头选型技术[J]. 石油钻采工艺, 2006, 28(2): 1-3, 6.
- [6] 孔凡军, 杨智光, 张书瑞, 等. 徐家围子深井高温复合钻井技术的试验研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(11): 51-53.
- [7] 王昌真, 刘永贵. 庆深气田深层勘探钻井配套技术研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(9): 16-20.

(上接第6页)

参考文献:

- [1] 杨新斌, 宋瑞宏. 大庆油田海拉尔钻井液技术[J]. 钻井液与完井液, 2001, 18(4): 45-46.
- [2] 金波. 海拉尔探区钻井速度影响因素的分析及其对策[J]. 大庆石油学院学报, 2006, 30(5): 35-37.
- [3] 孔凡军, 刘永贵, 张显军, 等. 徐深气田深层气体钻井设计及对策[J]. 天然气工业, 2008, 28(8): 64-66.