

大庆油田中浅层探井环保钻井技术

李欢欢, 王玉玺, 张 胜

(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: 为了减少钻井对环境的污染等问题, 大庆油田在中浅层探井钻井设计过程中有针对性的进行了优化设计, 主要从井身结构设计入手, 同时对钻井液设计、钻具组合设计、固井设计一系列的设计方案制定了相应的预防措施和改进。改进后的井身结构设计不仅提高了钻井施工过程中的井控安全性, 而且较好地保护了环境, 特别是对深层地表水起到一定的保护作用。研究了储层潜在损害方式, 分析了钻井保护技术的作用原理、应用情况与取得的效果, 经过2010年已钻的15口中浅层油气深下表层探井的后效跟踪, 包括整个钻井过程和后续的采油过程, 均未发现出现污染地表水和周围环境的现象, 较之以前石油钻井更加环保, 更加符合日益发展的社会对环境保护的要求, 这对保护人类赖以生存的自然环境具有重要意义。

关键词: 大庆油田; 中浅层; 环保钻井; 井身结构

中图分类号: TE242 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2010)12-0026-03

Environmental Protection Drilling Technology in Middle-shallow Stratum Exploration Well of Daqing Oilfield/LI Huan-huan, WANG Yu-xi, ZHANG Sheng (Drilling Engineering Technology Research Institute of Daqing Drilling Corporation, Daqing Heilongjiang 163413, China)

Abstract: Optimized design was made on middle-shallow stratum exploration well for environmental protection well drilling in Daqing oilfield. Starting with the design of casing program, related preventive and improving measures were formulated for the designs of drilling fluid, drill assembly and well cementing. The improved casing program increased the safety in drilling construction with environmental protection, especially for deep water. The reservoir potential damage was studied; the action principle, application and the effect of well protective technology were analyzed. The after-effect tracking showed that there was no water and environment pollution in the 15 oil and gas wells drilled in 2010 with deep surface casing in middle-shallow stratum.

Key words: Daqing oilfield; middle-shallow stratum; environmental protection well drilling; casing program

0 前言

随着油田勘探开发范围的不断扩大, 石油工业对环境的污染问题越来越受到人们的关注。以往的石油钻井强调整约成本、缩短周期, 较少注意到石油钻井对周围环境的污染和伤害, 现在逐步由注重油田效益和石油产量, 转换到注重油田效益和自然环境双赢上, 努力坚持资源开发与环境保护协调推进。根据大庆油田中浅层探区的特点, 研究了储层潜在损害方式, 分析了钻井保护技术的作用原理、应用情况与取得的效果, 针对以前的钻井技术的优缺点, 深入研究了中浅层井的井身结构设计, 并进行了优化, 同时对钻井液设计、钻具组合设计、固井设计等一系列的设计方案进行了相应的改进。改进后的井身结构设计不仅提高了钻井施工过程中的井控安全性, 而且较好的保护了环境, 特别是对深层地表水起到一定的保护作用。经过2010年已钻中浅层井与

2009年已钻中浅层井井身结构等的对比, 可看出, 大庆油田更加注重石油钻井的环境保护, 保护力度和措施进一步加大, 开发出一套更能有效的保护环境的中浅层钻井技术方法。

1 大庆油田中浅层探井地层情况

大庆油田中浅层探井主要油层有黑帝庙、萨尔图、葡萄花、高台子、扶余和杨大城子油层, 主要地层为下白垩统的嫩江组、姚家组、青山口组和泉头组(一般泉三段以上), 主要由泥岩、粉砂岩、油页岩、泥质粉砂岩等组成, 沉积厚度大, 沉积稳定。

2 中浅层储层损害分析

储层特征: 扶余油层为孔隙型储集层, 砂岩累计厚度一般为20~50 m, 单层砂岩厚度在2 m左右, 砂地比在20%~60%之间, 砂岩孔隙度在9.2%~

收稿日期: 2010-09-10

作者简介: 李欢欢(1981-), 女(达翰尔族), 黑龙江讷河人, 大庆钻探工程公司钻井工程技术研究院工程师, 机械设计制造及其自动化专业, 从事钻井工程设计工作, 黑龙江省大庆市八百垧, lihuanhuan1981@163.com。

18.9%之间,渗透率在 0.1 ~ 1.72 md 之间;高台子 9 油层砂岩累计厚度一般为 80 ~ 160 m,单层砂岩厚度在 3 m 左右,砂地比在 40% ~ 60% 之间,砂岩孔隙度一般在 9.2% ~ 25.1% 之间,渗透率在 0.1 ~ 822 md 之间,储层物性较好。

储层温度、压力:地温梯度在 0.96 ~ 1.22 ℃/100 m 之间;地层压力系数在 1.00 ~ 1.10 之间;地层破裂压力系数在 1.60 ~ 2.60 之间。

中浅层探井损害方式及对策:(1)井塌、井漏,例如大庆油田中浅层探井在青山口组都有大段泥岩地层,特别要注意防止井壁坍塌和井漏;消除井漏损害的主要对策是降低钻井压差,设计时加深表层套管下深等工艺措施加以解决。(2)裂缝损害,在常规钻井条件下,储层裂缝性综合损害在 31.07% 以上;降低裂缝性损害的主要途径是提高滤液抑制性、降低钻井压差,消除所有因钻井压差引起的损害。

3 中浅层探井环保钻井保护技术

大庆油田在经历了辉煌的 50 年后,正为了发展百年油田而努力,如何能做到可持续发展?首要的是在持续效益的同时,注重对环境的保护,减少对环境的损害,达到环境的持续发展,所以,大庆油田设计单位、施工单位以及勘探公司等共同研究出保护钻井施工安全,以及能够保护周围自然环境的钻井技术及方案。经过 2010 年已钻中浅层探井与 2009 年已钻中浅层探井各部分对比,安全性及环保性均有大幅的提高,效果显著。

3.1 井身结构设计

2010 年大庆油田中浅层井多采用塔式井眼,一开表层先使用 Ø342.9 mm 钻头,然后再使用 Ø229 mm 的钻头打塔式井眼,二开使用 Ø215.9 mm 的钻头进行钻进。这样设计的优点是防止井段缩径造成卡钻,减少起下钻时间,减少划眼和处理时间,可以提高钻速总体上使钻井周期缩短。

大庆油田今年已钻的中浅层探井包括浅层气探井共 15 口,绝大多数是以黑帝庙为主要目的层的浅层气探井和以黑帝庙为兼探目的层的探井。2010 年的中浅层探井井身结构与 2009 年已钻中浅层探

井井身结构对比见表 1。

表 1 中浅层探井井身结构对比

年份	表层平均下深/m	生产层平均下深/m
2009	164.71	1821.70
2010	243.33	1915.60

可以看出 2010 年中浅层针对井身结构进行了优化设计,将表层尽量深下,2009 年表层下到 164.71 m,2010 年深下到 243.33 m,深下了 47.73%。表层下深对比生产层下入深度所占比例也有一定的升高,2009 年表层下深占全年中浅层探井平均井深的 9.04%;2010 年表层下深占全年中浅层探井平均井深的 12.70%,可见,2010 年表层下入深度较 2009 年的下入深度有了较大的提高,虽说这样会小幅增加钻井成本,增加表层钻井周期,但是从长远角度来看,对防止地表深层水被污染,保护钻井井场周围的自然环境有较大的作用和推广价值。2009 年和 2010 年中浅层探井井身结构对比见图 1。

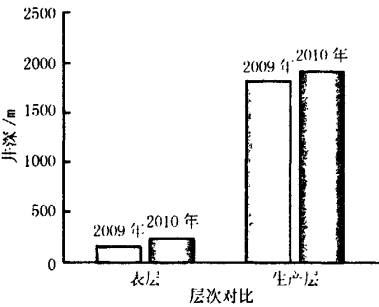


图 1 2009、2010 年中浅层探井井身结构对比

除此之外,大庆油田对邻井黑帝庙有工业气流的井,要求其表层要深下到 300 m。这样增强了对浅层气的控制能力,确保了钻井施工的安全进行。

3.2 钻井液设计

2010 年浅层气探井在中浅层探井中所占比例较往年有所增加,因此,预防浅气是 2010 年钻井设计工作的重点。为了确保钻井施工安全,并能保证勘探发现出成果,钻井工程设计单位对钻井液设计方面做了很多工作,以合理的密度打开下部主要目的层,保证了勘探发现出成果。2010 年中浅层钻井工程设计中钻井液设计体系以及性能见表 2。

表 2 2010 年中浅层钻井液体系及性能

开次	类 型	配 方	常规性能设计	流 变 参 数
表层	膨润土混浆	膨润土、纯碱、KOH、携砂剂	漏斗粘度 50 ~ 70 s	塑性粘度 12 ~ 24 mPa · s
生产层	两性复合离子钻井液	膨润土、纯碱、KOH、FA-368、XY-28、NPAN、HA 树脂、有机硅腐钾、高效封堵降滤失剂、CWJ、SMT、超细碳酸钙	API 失水量 ≤ 4.0 mL; pH 值 8.0 ~ 11.0 初切力 2.0 ~ 5.0 Pa; 终切力 5.0 ~ 12.0 Pa	动切力 5 ~ 16 Pa n 值 0.45 ~ 0.75 K 值 0.15 ~ 0.35

大庆油田中浅层井二开一般都使用两性复合离子钻井液体系,该体系具有较强的抑制性和防塌能力,性能稳定,携砂能力好,井眼畅通,可以确保钻井施工的顺利进行。该钻井液体系污染较低,使用低污染的钻井液可以减小对地表的污染,且在钻开油层后禁止钻井液密度超标,防止污染油气层。大庆油田钻井现场钻井液施工经验是二开钻井液施工过程中要及时处理,加足腐钾、防塌剂、树脂和NPAN,可以提高钻井液的润滑性,达到稳定井壁的目的。在施工中着重控制失水,抑制水化剥落,以确保井壁稳定。钻井液的后处理上,成本也比较低,比较环保。现在大庆油田中浅层井钻井液设计正在试验新的钻井液体系——钾盐共聚物钻井液体系,具体效果有待继续跟踪。

3.3 钻具组合设计

近年来大庆油田中浅层探井的钻具组合设计多是采取设计一套主钻具组合,备两套备用钻具组合的方式。大庆油田的中浅层探井大多数首先设计满眼钻具组合作为主钻具组合,设计塔式钻井组合和钟摆钻具组合为备用钻具组合。2010年仍然延续这种钻具组合设计,但是从2009年下半年开始使用的各套钻具组合设计中,已将使用的螺旋扶正器改为方接头并进行了方接头效果试验,2010年全部确定改为方接头。2009年和2010年满眼钻具组合对比见表3。

表3 2009年和2010年满眼钻具组合对比

年份	满 眼 钻 具 组 合
2009	Ø127.0 mm 钻杆 + Ø159.0 mm 钻铤 + Ø159.0 mm 减震器 + Ø159.0 mm 钻铤 + Ø159.0 mm 减震器 + Ø214 mm 稳定器 + Ø159.0 mm 钻铤 + Ø214 mm 稳定器 + Ø159 mm 短钻铤 + Ø214 mm 稳定器 + Ø215.9 mm 钻头
2010	Ø127.0 mm 钻杆 + Ø159.0 mm 投入式止回阀 + Ø159.0 mm 钻铤 + Ø178.0 mm 钻铤 + Ø210.0 mm 方接头 + Ø178.0 mm 钻铤 + Ø210.0 mm 方接头 + Ø178.0 mm 钻铤 + Ø210.0 mm 方接头 + Ø215.9 mm 钻头

注:2009年的旧钻具组合方式是指2009年上半年以前使用的,钻具组合顺序是从井口开始至井底的。

大庆油田中浅层探井以前使用的稳定器多是螺旋稳定器,现在的方接头在大庆油田中浅层探井的使用效果较螺旋扶正器有了长足的进步,螺旋扶正器与方接头的图片见图2。

可见,螺旋扶正器带有螺旋的沟槽,而方接头是在圆柱面上切下一部分的圆面,有4个直面和4个圆角棱,在圆角棱上镶有硬质合金或复合片,方接头的优点是较螺旋扶正器提高了返砂能力,并且规整



图2 螺旋扶正器与方接头

的4个圆角棱可以较好的用于修整井壁,可以使井壁更加光滑,减少划眼次数、节省钻井周期。

3.4 固井设计

井设计中将固井主要工艺进行了详细的说明和要求,要求做好井眼准备,下套管前认真划眼,确保井眼畅通;固井施工中要注意防漏及漏封目的层,保证固井质量。固井质量的提高可以有效阻止地层液体进入井筒,保证井控安全和钻井安全,并且环保的水泥浆配方能够不污染地层,这对钻井井场周围的环境来说也是至关重要的。大庆油田中浅层探井一般表层使用的套管钢级为H40,生产层使用J55或N80,兼顾安全和成本考虑,搭配使用不同钢级和不同壁厚的套管,做到安全和经济和谐统一,套管外按要求加放扶正器。中浅层水泥配方大多使用A级、G级或高强度低密度,根据井深、地质条件等决定,保证好固井质量。

4 结论与建议

(1)大庆油田中浅层使用的各种环保钻井措施特别是表层深下技术大大的提高了对井场周围的环境保护能力;

(2)建议各油田继续研制新型的环保钻井液体系,大庆油田现在试验使用的钾盐共聚物钻井液体系,其具体使用效果有待继续跟踪;

(3)在油田开发过程中,既不能单纯追求经济发展,注重石油开发,忽视环境保护;又不能因为局部地区出现的环境污染问题,而限制或阻挠油田加快发展,破坏油田开发的良好势头,要紧密结合,均衡发展。

参考文献:

- [1] 周英操, 闫铁, 刘玉民, 等. 大庆油田表层套管钻井技术[J]. 石油钻探技术, 2006, 34(5): 79-80.
- [2] 王玉华, 孔凡军, 宋瑞宏, 等. 松辽盆地北部深层天然气勘探钻井完井保护技术[J]. 天然气工业, 2006, 26(6): 81-83.
- [3] 王睿, 王娟, 曾婷, 等. 环保钻井液技术的研究与应用[J]. 钻采工艺, 2009, 32(6): 75-78.