

北部湾盆地防塌型无固相有机盐钻井液技术

陈江华, 赵宝祥, 徐一龙, 鹿传世, 吴江, 郑浩鹏

(中海石油(中国)有限公司湛江分公司, 广东 湛江 524057)

摘要:南海西部油田的北部湾盆地储层段地质情况复杂, 夹层多, 泥岩极易水化, 钻井液体系维护难度大, 难以兼顾井壁稳定与储层保护。以涠洲 6-9/6-10 油田为例, 介绍了北部湾盆地储层段的地质概况和钻井液技术难点; 介绍了研发的一种新型无固相有机盐防塌钻井液体系及其实验评价结果。该钻井液体系既有效解决了北部湾盆地复杂储层段砂泥岩互层井壁失稳的问题, 又防止了储层污染, 还降低了井下复杂情况的发生率。该技术为北部湾盆地的石油勘探开发提供了强有力的技术保障。

关键词:井壁稳定; 储层保护; 钻井液; 无固相; 有机盐; 防塌钻井液体系; 北部湾盆地

中图分类号: P634.6; TE254 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2014)02-0004-06

Technology of Solid Free Organic Salt Anti-sloughing Drilling Fluid in Beibuwan Basin/CHEN Jiang-hua, ZHAO Bao-xiang, XU Yi-long, LU Chuan-shi, WU Jiang, ZHENG Hao-peng (Zhanjiang Branch of CNOOC limited, Zhanjiang Guangdong 524057, China)

Abstract: In the oilfield of western South China Sea, the geological situation is complicated in Beibuwan basin reservoir section with the interlayer, the mudstone is easy to be hydrated, the drilling fluid system maintenance is difficult, and it is hard to give consideration to both borehole stability and reservoir protection. Take WZ6-9 and 6-10 oilfields as the examples, the paper introduces the geological situation in Beibuwan basin reservoir section and the difficult points in drilling fluid technology; also presents a new kind of solid free organic salt anti-sloughing drilling fluid system and the results of experimental evaluation. This drilling fluid system is effective for solving the sand-shale interbed borehole instability in complex reservoir section of Beibuwan basin, preventing the pollution of the reservoir and reducing the incidence of downhole accident. This technology provides a powerful technical support for the petroleum exploration and development in Beibuwan basin.

Key words: borehole stability; reservoir protection; drilling fluid; solid free; organic salt; anti-sloughing drilling fluid system; Beibuwan basin

0 引言

南海西部海域的北部湾盆地蕴含丰富的油气资源,但是由于很多含油气构造分布在断裂带附近,地应力复杂;储层受多条断层影响,横向、纵向非均质性强,夹层多,砂泥岩交互;泥岩极易水化;普遍存在井壁稳定问题,同时由于水敏性强,还存在储层保护难的问题,涠洲 6-9/6-10 就是这样的油田。为了解决井壁失稳和保护储层,南海西部油田的技术人员针对涠洲 6-9/6-10 油田的前期开发做了很多的研究,研发了 3 种钻井液体系,但都没有兼顾到井壁稳定和储层保护。近期,技术人员针对涠洲 6-9/6-10 油田的二期开发,在原 PRD 钻井液体系的基础上开发了一种无固相有机盐钻井液体系,并在现场应用中得到了良好的效果。

1 地质概况与钻井液技术难题

1.1 地质概况

北部湾盆地涠洲 6-9/6-10 油田位于涠西南凹陷中央 2 号断裂带的下降盘,是由 2 号断层与近东西向的次级断层相交构成的断块/断鼻构造。其储层段分布在涠洲组三段与流沙港组一段。主要岩性为:涠三段地层岩性为浅灰色细砂岩、灰色泥质细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩夹薄层杂色泥岩、粉砂质泥岩;流一段地层岩性为大套灰色泥页岩,夹薄层砂岩与含砾砂岩,局部发育扇三角洲砂体,浅湖相沉积。

该油田储层段地层层理和微裂缝较发育、坍塌压力较大。储层段泥岩以伊利石和伊蒙混层粘土矿物为主,在钻井过程中,若水基钻井液的滤液进入该种页岩,由于局部水化,便会引起剥落掉块,从而造成钻井工程事故。

1.2 钻井液技术难点

1.2.1 钻井工程问题

根据前期开发的实钻情况,归纳发现工程方面

收稿日期:2013-09-29; 修回日期:2013-12-19

作者简介:陈江华(1982-),男(汉族),湖北荆州人,中海石油(中国)有限公司湛江分公司钻完井部钻完井总监,石油工程专业,从事海洋钻井监督和钻井工艺技术的研究工作,广东省湛江市坡头区南调路 22 号,chenjianghua@cnooc.com.cn。

主要有几个方面的问题:

- (1) 起下钻困难,严重时导致卡钻事故;
- (2) 下防砂管柱困难;
- (3) 井眼垮塌造成提前完钻,导致部分进尺报废;
- (4) 破胶效果不理想,影响产量。

1.2.2 钻井液维护难点

回顾及总结以前的探井作业的情况和附近开发的油田的钻井经验和泥浆使用的情况,发现钻井液维护的难点主要表现在以下几个方面:

- (1) 粘度增加,导致流变性变差,泵压增加,经常诱发井漏的发生;
- (2) 泥饼变厚,导致起下钻困难,出现钻具粘卡等情况;
- (3) 密度增大,导致液柱压力增加,引起井漏的发生;
- (4) 固相含量增加,导致钻井液性能变差,携砂能力受到影响;
- (5) pH 值降低,导致钻井液各方面的性能都受到严重破坏。

如果钻井液不能维持较好的性能,钻井液流变性、造壁性、稳定性、固相含量等方面的性能会发生大幅改变,从而会导致诱发井漏、井壁失稳,卡钻等井下复杂情况的发生。钻井液性能的维护不仅关系到井下作业安全和储层保护,更是影响北部湾盆地钻井作业效率和成败的关键因素,储层段泥岩砂岩互存,需要同时解决井壁稳定和储层保护问题。

2 钻井液技术实践与探索

为了同时解决井壁稳定和储层保护问题,对前面所钻井的钻井液体系进行了详细分析,并进行了大量的实验,先后尝试使用以下体系。

2.1 油基钻井液

体系配方为:白油 + PF - MOEMUL(主乳化剂) + PF - MOCOAT(辅助乳化剂) + PF - MOGEL(有机粘土) + PF - MOTEX(降滤失剂) + PF - MOWET(润湿反转剂) + 生石灰 + PF - QS₂(封堵性材料) + CaCl₂ + 水 + 重晶石。

从前期的应用情况来看,该体系井壁稳定性效果好;通过采取针对性的技术措施,在投产前期取得了较好的储层保护的效果;但后期部分井出现乳化堵孔,投产后产出液呈现极粘稠状态的现象;且油基钻井液对环境的污染很大,成本昂贵。为了环保要求和储层保护的需要,迫切需要性能良好的水基钻

井液取代油基钻井液钻进储层。

2.2 PLUS/KI 体系

随着对北部湾井壁稳定认识的深入以及水基钻井液在封堵技术上的进步,北部湾油田在油基钻井液体系之后采用抑制性、润滑性和封堵性强的 PLUS/KCl 钻井液体系。该体系曾在涠洲 12-1、涠洲 11-1、涠洲 11-4N 区域进行应用,由主处理剂 PLUS、GJC 及封堵性材料 GBL、CMJ 等配制而成。聚合醇是一种非离子型低分子聚合物,其独特的浊点效应使其在一定温度下发生相分离作用而从水相中析出,形成一种憎水而类似油的膜并自动富集在粘土及井壁表面,使其水化膨胀得到有效抑制。虽然该体系封堵能力强,在一定程度上可以提高地层承压而稳定井壁,且有利于环境保护;但存在破胶困难的缺点,近井壁污染带难以解除,不适合采用裸眼完井方式的井。

2.3 PRD 体系

北部湾盆地涠洲 11-1N、涠洲 6-8/6-9/6-10 区域利用 PRD 体系钻开储层段时,主要的配方如下:海水 + 烧碱 + 纯碱 + PF - FLO + PF - GJC + PF - VIS + 甲酸钠,配合功能材料:PF - LPF H 和 PF - GBL。该体系携砂能力强,无固相,破胶相对容易,储层保护效果好;但抑制泥岩水化能力仍然不够,且钻井液易受污染,防塌能力不足,钻遇泥岩地层时井下复杂情况发生率高。

3 无固相有机盐钻井液体系的研究

涠洲 6-9/6-10 油田储层段泥岩以伊蒙混层为主,由于伊利石和蒙托石物理化学性质上的差异,成岩过程中容易产生微裂缝,因此泥浆体系要加强封堵性,以防止泥浆及其滤液侵入微裂缝,造成地层垮塌;也可充分利用活度平衡防塌原理防止泥浆滤液侵入微裂缝导致井壁垮塌^[1-3]。

涠洲 6-9/6-10 油田储层段还含有一定的绿泥石,地层软,容易发生塑性流动,造成井眼缩径,因此必须保持合理泥浆密度,提高抑制性、防止滤液侵入、防止地层塑性流动或井壁力学失稳是解决储层段井壁失稳的关键^[4-6]。

基于以上理论,北部湾油田需要一种储层保护效果好又对泥岩具有强抑制性的钻井液。为此中海油湛江分公司与中海油服湛江分公司、长江大学的钻井液技术人员联合开发了一种无固相有机盐钻井液体系(weigh 体系)。

其配方为:淡水 + 1% NaOH + 1% 纯碱 + 1% 降

滤失剂 - I + 3% 降滤失剂 - II + 1.5% 提粘剂 + 2% 润滑剂 + 4% 封堵剂 - I + 1.5% 封堵剂 - II + 4% 防塌剂 - I + 2% 防塌剂 - II + weigh2 有机盐加重剂。

为了验证该体系的防塌能力和储层保护能力,技术人员在室内评价方面做了大量的研究,并在现场应用过程中进行了优化与进一步改进。

3.1 防塌能力评价

3.1.1 水化抑制性评价

为了对比评价研制的无固相有机盐钻井液体系的水化抑制性,在 WZ6 - 9 - A1H 井的涪三段中取一块泥岩,编号为 2 号,并分成 2 - A, 2 - B, 2 - C 三小块,将 2 - A 投入 KCl 饱和盐水中, 2 - B 投入 HCOONa 饱和盐水中, 2 - C 投入 weigh2 饱和盐水中,观察它们的岩样变化情况。

在浸泡 25 min 后,取出岩样进行观察,发现浸泡在 KCl 中的 2 - A 已经水化出几条裂纹,而浸泡在 HCOONa 饱和盐水中的 2 - B 和浸泡在 weigh2 饱和盐水中的 2 - C 并无明显水化痕迹(见图 1)。

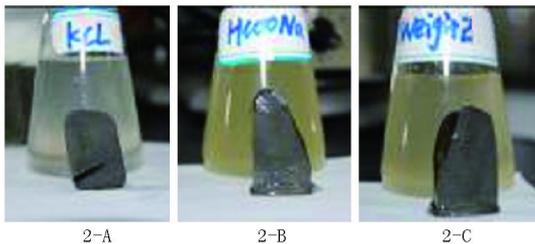


图 1 2 - A, 2 - B, 2 - C 三块岩样浸泡 25 min 后

在浸泡 24 h 后,可以看出, KCl 饱和盐水中的 2 - A 几乎完全水化, HCOONa 饱和盐水中的 2 - B 虽然有分散现象,但并没有完全水化,而 weigh2 饱和盐水中的 2 - C 只分散出有几条裂隙(见图 2)。

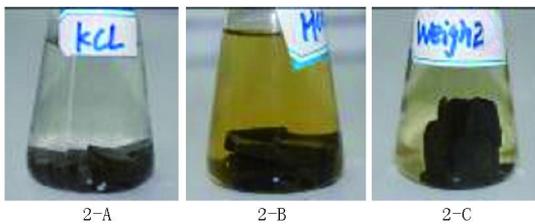


图 2 2 - A, 2 - B, 2 - C 三块岩样浸泡 24 h 后

在浸泡 72 h 后, KCl 饱和盐水中的 2 - A 完全水化和 HCOONa 饱和盐水中的 2 - B 完全水化分散,而 weigh2 饱和盐水中的 2 - C 分散出的裂隙也呈增加趋势,整体有一定程度的分散(见图 3)。

在浸泡 120 h 后, 2 - A 与 2 - B 都完全水化分散,而 weigh2 饱和盐水中的 2 - C 也水化分散了,但

形状并未完全发生改变(见图 4)。



图 3 2 - A, 2 - B, 2 - C 三块岩样浸泡 72 h 后

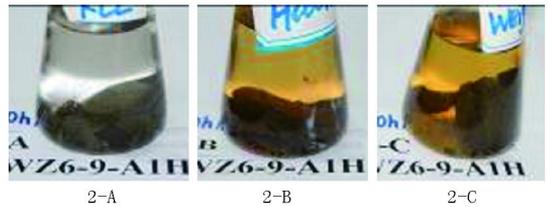


图 4 2 - A, 2 - B, 2 - C 三块岩样浸泡 120 h 后

从以上实验结果看出 weigh2 抑制水化分散的能力比 HCOONa 和 KCl 好,在相同条件下,应该优先选用 weigh2。

3.1.2 活度因素抑制性评价

井壁、钻屑、粘土颗粒在有机盐钻井液与完井液中浸泡时的水化应力:

$$\tau = 4.617T \ln(a_d/a_r)$$

式中: T ——绝对温度; a_d ——钻井液中水的活度; a_r ——岩石(钻屑、井壁、粘土颗粒)中水的活度^[7-9]。

由上式可见 a_d 越小, τ 越小。为了测定有机盐钻、完井液中水的活度,技术人员用吸附等温曲线法测定了不同浓度的有机盐钻、完井液中水的活度,结果见表 1。

表 1 50% weigh2 水溶液中水的活度

体系	水活度
水	1.00
50% weigh2 水溶液	0.63

由表 1 可见,有机盐钻井液中水的活度极低,对易水化泥岩抑制能力很好。

3.1.3 离子交换晶格嵌入因素抑制性评价

涪洲 6 - 9/6 - 10 油田的现场作业中,粘土是钻遇最多、钻完井液接触浸泡与相互作用最多的矿物,粘土在水中的分散性、电性、离子交换及水化性质是钻完井液研究、设计及施工过程中最重要的考虑因素之一。如果粘土单元晶层 - 层间阳离子 - 粘土单元晶层之间的静电引力小于晶层间的斥力,粘土就会发生渗透膨胀,形成扩散双电层,双电层斥力使单元晶层分离开,引起较大幅度地分散与膨胀。

有机盐溶于水后, 电离出 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 $\text{NH}_x\text{R}_{(4-x)}^+$ 与有机酸根阴离子: $\text{X}_m\text{R}(\text{COO})\text{lq}^-$ 。 K^+ 、 NH_4^+ 、 $\text{NH}_x\text{R}_{(4-x)}^+$ 比 Na^+ 更能有效地抑制页岩分散。 K^+ 、 NH_4^+ 、 $\text{NH}_x\text{R}_{(4-x)}^+$ 能够进入粘土与页岩的晶层间, 促使粘土颗粒连接在一起, 从而降低页岩在水中的分散作用。随着 K^+ 、 NH_4^+ 、 $\text{NH}_x\text{R}_{(4-x)}^+$ 含量的提高, 有机盐钻完井液对页岩分散与膨胀的抑制作用也随之增强^[10,11]。

测定不同浓度的有机盐钻井液和完井液与粘土接触时, 粘土晶格的变化。不同浓度的有机盐钻井液和完井液作用蒙脱石后, 蒙脱石晶层层间距 (50% weigh2 水溶液) 为 14. 8177 埃。

用 X 光衍射法准确测定了有机盐钻、完井液体系作用后的粘土层间距, 有机盐水溶液作用后, 蒙脱石晶层层间距。

测定的 X 光衍射光谱如图 5 所示。

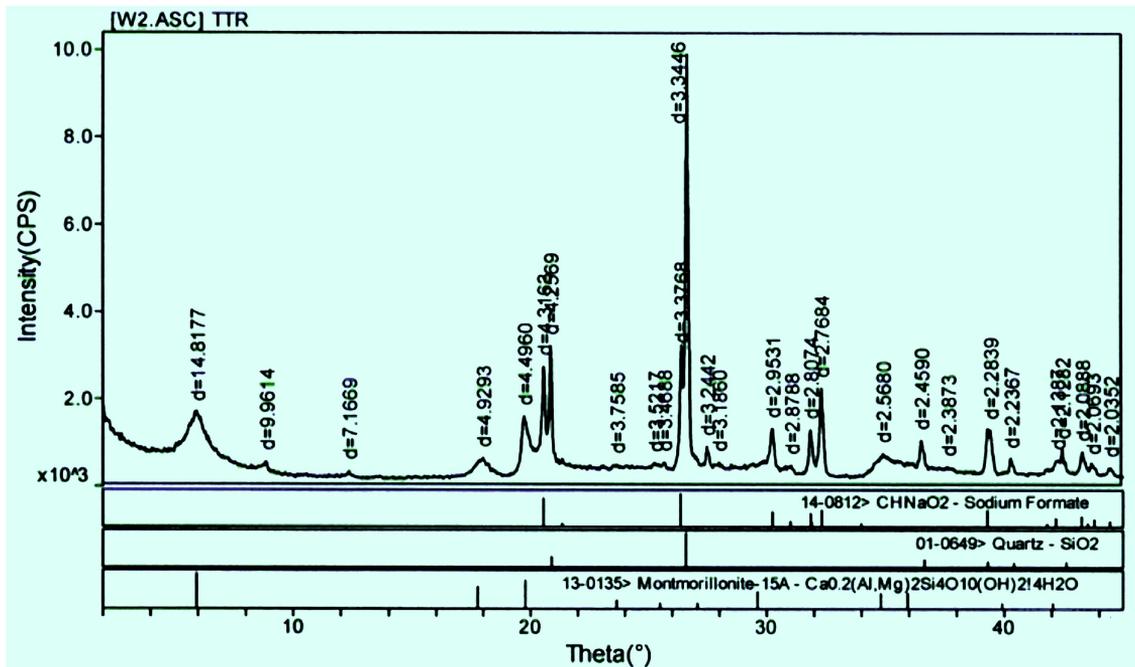


图 5 蒙脱石经 50% weigh2 水溶液与完井液作用后的 X 光衍射光谱

原蒙脱石晶层层间距为 15 埃, 由以上数据可见, 有机盐钻井液和完井液与蒙脱石粘土矿物作用后, 蒙脱石粘土矿物层间距都有不同程度的缩小, 有机盐钻井液和完井液与蒙脱石接触进行离子交换后嵌入粘土晶格, 通过较强的化学键力与静电引力把蒙脱石层间距拉得比常规蒙脱石晶格层间距小多了, 使粘土更不易水化了^[12,13]。

3.1.4 双电层因素抑制性评价

用电泳法准确定量地测定了有机盐钻、完井液体系作用后的粘土胶体颗粒吸附扩散双电层的厚度, 见表 2。

体系	双电层厚度/nm
水	98
5% weigh2 钻井液	1.302
50% weigh2 钻井液	0.461

由表 2 可见, 有机盐钻井液与完井液对粘土胶体颗粒的吸附扩散双电层压缩能力极强, 可把此双

电层厚度压缩至淡水中的万分之一, 这样就极大地抑制了粘土颗粒的分散。

3.2 储层保护能力评价

3.2.1 抑制性因素保护储层

碱金属有机酸盐水溶液中不含有二价阳离子, 所以, 有机盐钻井液或其滤液与含有硫酸盐或碳酸盐的地层水接触时, 不会与硫酸根离子、碳酸根离子等发生反应形成沉淀或其它不溶物。而且, 有机酸盐电离出有机酸根阴离子也是一价的, 其与水中的高价阳离子钙离子 Ca^{2+} 、镁离子 Mg^{2+} 、亚铁离子 Fe^{2+} 、铁离子 Fe^{3+} 等也不会反应生成不溶物, 其与这些阳离子形成的盐的溶解度也比较高。因此, 在有机盐与普通地层水接触时, 不会有沉淀物析出^[1,14,15]。

有机盐钻井液的滤液为 weigh2 的水溶液, 其粘度比常规钻井液滤液高, 减少了泥、页岩中水的侵入。

有机盐钻井液中水的活度远比地层中水的活度

小得多,地层中的水将渗流入钻井液,钻井液中的水不会渗流入地层,这大大降低了泥浆滤液对地层的侵入,从而减少了对地层的伤害。

3.2.2 低ECD保护储层

众所周知,通过降低泥浆密度减少静液柱压力,有利于保护油气层。研究表明,动态压力对固相和泥浆滤液侵入地层的贡献和静态压力是一样的。所以,现场作业中,应该尽量保持低的ECD。Weigh钻井液的低固相、低压耗和高剪切稀释性比常规泥浆具有更低的ECD,于是侵入地层的钻井液就会更少,有利于保护储层^[16]。

3.2.3 表(界)面活性因素保护储层

为了检测无固相有机盐钻井液体系的水锁效应(图6),实验室模拟油气采出情况进行了一组界面张力实验,结果见表3。

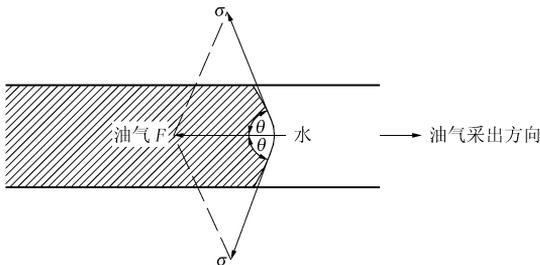


图6 水锁效应示意图

表3 界面张力测定

体系	界面张力 $\sigma / (\text{mN} \cdot \text{m}^{-1})$
煤油/水	40
煤油/80% weigh2 水溶液	6.2

表3表明,有机盐钻完井液可以大幅度降低水锁效应。

3.2.4 渗透率恢复因素保护储层

为测试无固相有机盐钻井液的渗透率恢复值,实验室进行了一系列的渗透率恢复实验,其中一组实验情况如下。

岩心梯度渗透率测试基本参数:

岩心序列: H222 流体名称:煤油
 岩心直径: 2.49 cm 流体粘度:1.5 mPa·s
 岩心总长度:5.25 cm 流体密度:0.78 g/mL
 第一段长度:1.25 cm 驱替流量:3 mL/min
 第二段长度:1.5 cm 驱替压力:9 MPa
 第三段长度:1.5 cm 实验方向:正向
 第四段长度:1 cm 孔隙度:13.06%

钻井液配方:(1)水+20% weigh2;(2)水+17% KCl。

试验结果见表4。

表4 有机盐 weigh2 钻井液与 KCl 钻井液对比试验结果

配方	密度 $/(g \cdot \text{cm}^{-3})$	岩屑滚动回收率/%	岩心线性膨胀率/%	原始渗透率 K_0 / md	损害后渗透率 K_d / md	渗透率恢复值/%
水+20% weigh2	1.10	35.66	32.12	0.91	0.78	85.7
水+17% KCl	1.10	24.84	45.6	0.61	0.435	71.3

注:(1)岩屑滚动回收率试验温度100℃,岩屑为易水化泥岩,岩屑清水回收率3.6%;(2)做渗透率恢复值的岩心为印尼低渗岩心。

为了验证实验结果的可靠性,室内还进行了13组实验,结果和本实验差别不大(限于篇幅这里不再赘述)。这表明,有机盐钻井液保护油气储层效果比传统的水基钻井液好。

3.2.5 良好破胶效果保护储层

实验评价了钻井液污染岩心破胶解堵后,再用隐形酸完井液80℃驱替条件下的储层保护效果。

在钻井液污染的岩心上,在1.0 MPa,90℃下用JPC破胶液反向接触岩心滤饼恒温破胶,采用破胶不同时间后岩心上的滤失量考察破胶效果。相关实验结果见表5。

表5 岩心滤饼破胶时滤失量与时间关系

污染液	岩心号	时间/min							
		0	60	90	120	150	180	210	240
		滤失量/ $(\text{mL} \cdot \text{min}^{-1})$							
PLUS/KCl	23	0	0	0	0	0.1	0.2	0.6	0.8
有固相体系	89	0	0	0	0	0.2	0.3	0.5	0.7
PRD体系	25	0	0	0.1	0.3	0.8	1.9	3.3	12.6
(KCl加重)	32	0	0	0.1	0.5	0.6	1.6	4.9	15.3
weigh体系	72	0	1.2	3.5	5.6	7.8	9.6	13.8	18.4
(weigh2加重)	95	0	1.3	4.2	6.5	8.0	10.2	16.5	20.5

实验结果表明,PLUS/KCl钻井液体系污染岩心后,采用JPC破胶液对滤饼进行破胶3~4h后,由于滤饼含有固相,岩心上的滤失量增加不明显;PRD钻井液采用JPC破胶液对污染岩心滤饼破胶3~4h后,岩心上的滤失速率明显增大;而weigh体系污染岩心后进行破胶3~4h后,滤失速率更大。这是由于weigh体系可以减轻聚合物在岩心中的滞留,更有利于储层保护。

4 现场应用效果评价

涠洲6-9/6-10油田储层构造变化较大,实钻过程中每口井均钻遇109~356m大段泥岩;同时轨迹调整与原设计相比难度加大;地质循环时间长,井眼浸泡时间增加。井壁稳定面临极大挑战。新型防塌无固相钻井液在涠洲6-9/6-10油田开发井项目首次推广使用,在继承无固相体系良好储层保护效果的同时,解决了储层段钻遇大段泥岩时的抗污

染问题和井壁稳定问题,其应用效果可归纳为:

- (1)保证了在钻遇大段泥岩情况下的泥岩段井壁稳定及打孔管的顺利下入,满足了地质油藏要求;
- (2)井壁稳定得到保证,井下事故率为零;
- (3)井径规则,保证了取资料要求;
- (4)水平段钻完井工期均较设计有所提前,总共较设计提前 35.28 天,作业效率大幅提高,节约了大量作业成本;
- (5)实钻储层段长度比设计减少 24.7%,实际产量却高出油藏配产 17.9%,综合表皮系数都很小,储层保护成效显著(表 6)。

表 6 6-9/6-10/11-2 油田表皮系数测试数据

井名	k/mD	$S_{机械}$	$S_{几何}$	$S_{总}$
XX-1	34.9	0.101	-6.9	-6.799
XX-2	50	0.20	-5.10	-4.90
XX-3	3	-4.45	0.15	-4.25
XX-4	50	1	-4.86	-3.9
XX-5	50	2.5	-4.91	-2.4
XX-6	450	0.1	-6.27	-6.2
XX-7	30	0.1	-2.4	-2.3

5 结论与建议

(1)南海西部油田的无固相有机盐钻井液体系通过物理化学相结合的方法,并在无封堵材料的条件下,有效解决了北部湾油田复杂储层段砂泥岩互层情况下井壁失稳问题,保证了作业的安全和效率。

(2)新型防塌无固相钻井液维护简单,且通过对储层粘土矿物的水化抑制和无固相钻井液技术的结合,取得了良好的储层保护效果。

(3)新型防塌无固相钻井液在涠洲 6-9/6-10 油田开发井中的应用,实现了安全高效作业,完成了项目的预期目标,在地层条件相对复杂的北部湾地区储层段钻进中走出了一条新路,可以推广到其它

类似地区进行应用。

参考文献:

- [1] 徐同台,熊友明,康毅力. 保护油气层技术[M]. 北京:石油工业出版社,2010.
- [2] Friedheim E James, Sanders W Mark, Arias - Prada Jorge, et al. Shursen. Innovative fiber solution for wellbore strengthening[J]. IADC/SPE 151473, 2012.
- [3] 鄢捷年. 钻井液工艺学[M]. 山东东营:中国石油大学出版社, 2003.
- [4] Wang H, Sweatman R, Engelman B, et al. The key to successfully applying today's lost - circulation solutions [J]. SPE 95895, 2005.
- [5] 董星亮,曹式敬,唐海雄,等. 海洋钻井手册[M]. 北京:石油工业出版社,2011.
- [6] SHTAM K, JNAN K. Use of KCl - polymer clouding out polyol drilling fluid in combating high pressure in deep exploratory wells of Assam Field; a case study; SPE 128849 [C]. Mumbai India; SPE Oil and Gas India Conference & Exhibition, 2010.
- [7] 夏小春,王蕾,刘克清,等. MEG 和 ETG 的合成及其在膨润土浆中性能[J]. 精细石油化工进展, 2011, 12(5): 10 - 13.
- [8] Morris C William, Sky mmar JAzman, Abdul Wahab Kamaruddin. The jernih story - technology and teamwork [J]. IPTC 12387, 2008.
- [9] 曹耀峰. 普光高酸性气田安全开发的难点与对策[J]. 中国工程科学, 2011, 13(8): 26 - 30.
- [10] Oort Van Eric, Friedheim Jim, Pierce Toby, et al. Avoiding losses in depleted and weak zones by constantly strengthening wellbores [J]. SPE 125093, 2009.
- [11] 张庆生,吴晓东,史晓贞,等. 普光高含硫天然气田完井方式探讨[J]. 石油钻采工艺, 2009, 31(1): 99 - 101.
- [12] Traugott D, Sweatman R, Vincent R. WPCI treatments in a deep HP/HT production hole increase LOT pressure to drill ahead to TD in a gulf of mexico shelf well [J]. SPE 96420, 2005.
- [13] 何鲜. 国外深层气藏水平井定向井完井技术[M]. 北京:石油工业出版社, 2001.
- [14] Whitfill Don, Wang Hong, Thaemlitz Carl, et al. Making economic decisions to manage lost circulation [J]. SPE 95561.
- [15] 何生厚. 普光高含 H_2S 、 CO_2 气田开发技术难题及对策[J]. 天然气工业, 2008, 28(4): 82 - 85.
- [16] Oort Van Eric, Friedheim Jim, Lee John, et al. Continuously strengthening wellbores eliminates lost circulations [J]. World Oil, 2008.

凤冈首口页岩气参数井开钻

《中国矿业报》消息(2014-01-20) 由江苏煤炭地质局所属江苏长江地质勘查院实施的贵州凤冈首口页岩气参数井日前在绥阳镇陆井村开钻,标志着凤冈二区块页岩气资源勘查工作进入实质性阶段。

全国页岩气资源潜力评价与有利区优选成果显示,素有“沉积王国”之称的贵州省页岩气资源地质储量达 10.48 万亿 m^3 ,位列全国第四。凤冈县页岩气资源潜力巨大,在贵州省 5 个页岩气区块中凤冈就占 3 个,是国土资源部划定的第二批页岩气资源重点勘查区域。2012 年,江苏长江地质勘查院与华瀛山西能源投资有限公司合作参与国土资源部第二

轮页岩气探矿权出让公开招标,获得贵州凤冈二页岩气区块探矿权,面积 1030.4 km^2 ,双方共同投资设立了贵州永泰能源页岩气开发有限公司,并进行页岩气勘探与开发。

为了保证整个项目的顺利推进,江苏长江地质勘查院做了大量工作。2013 年 4~6 月,该院组织人员完成凤冈二区块页岩气勘查总体设计编写和评审工作;7~9 月完成面积 1030.4 km^2 的野外地质调查工作;9 月 26 日该院物探分院奔赴现场开展了二维地震勘探工程;12 月 22 日该院三分院进场施工。据了解,此次开钻的页岩气参数井共 2 口,深度均为 600 m,预计 2 个月后全部竣工。