



厄瓜多尔Tambococha油田水平井钻井液技术

曹辉 李宝军 赵向阳

Drilling Fluid Technology for Horizontal Wells in Ecuador Tambococha Oilfield

CAO Hui, LI Baojun, ZHAO Xiangyang

在线阅读 View online: <http://doi.org/10.11911/syztjs.2021104>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

南海西部超浅层气田水平井EZFLOW无固相弱凝胶钻井液研究与应用

Research and Application of EZFLOW Solid-Free Weak Gel Drilling Fluid in Horizontal Wells in Shallow Gas Fields in the Western South China Sea

石油钻探技术. 2018, 46(2): 38-43 <http://doi.org/10.11911/syztjs.2018024>

东方气田浅部储层大位移水平井钻井关键技术

Key Technology for Horizontal Well of Extended Reach Drilling in the Shallow Reservoirs of the Dongfang Gas Field

石油钻探技术. 2019, 47(5): 17-21 <http://doi.org/10.11911/syztjs.2019105>

玛湖油田MaHW1602水平井低活度钻井液技术

Low-Activity Drilling Fluid Technology for the MaHW1602 Horizontal Well in the Mahu Oilfield

石油钻探技术. 2019, 47(6): 48-53 <http://doi.org/10.11911/syztjs.2019115>

厄瓜多尔Parahuacu油田固井技术

Cementing Technology Applied in the Parahuacu Oilfield of Ecuador

石油钻探技术. 2021, 49(1): 74-80 <http://doi.org/10.11911/syztjs.2020109>

顺北蓬1井444.5 mm长裸眼井筒强化钻井液技术

Wellbore Enhancing Technology for 444.5 mm Openhole Section in Well SHBP1 by Means of Drilling Fluid Optimization

石油钻探技术. 2018, 46(3): 27-33 <http://doi.org/10.11911/syztjs.2018075>

塔里木盆地深层中-高渗砂岩储层钻井完井损害评价

Evaluation of Drilling and Completion Damage in Deep Medium-to-High Permeability Sandstone Reservoir in Tarim Basin

石油钻探技术. 2018, 46(1): 37-43 <http://doi.org/10.11911/syztjs.2018007>



扫码关注公众号，获取更多信息！

◀钻井完井▶

doi:10.11911/syztjs.2021104

引用格式: 曹辉, 李宝军, 赵向阳. 厄瓜多尔 Tambococha 油田水平井钻井液技术 [J]. 石油钻探技术, 2022, 50(1): 54-59.

CAO Hui, LI Baojun, ZHAO Xiangyang. Drilling fluid technology for horizontal wells in Ecuador Tambococha Oilfield [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2022, 50(1): 54-59.

厄瓜多尔 Tambococha 油田水平井钻井液技术

曹 辉^{1,2}, 李宝军^{1,2}, 赵向阳^{1,2}

(1. 低渗透油气田勘探开发国家工程实验室, 陕西西安 710018; 2. 中国石油集团川庆钻探工程有限公司钻采工程技术研究院, 陕西西安 710018)

摘 要: 厄瓜多尔 Tambococha 油田由于钻遇松散且微裂缝发育的地层, 钻进中井壁易垮塌; 其目的层高孔高渗, 易发生储层损害问题。为此, 以聚合醇 XCS-III 和乳化石蜡 G325 为主剂, 通过优选其他环保型处理剂, 研制了强封堵储层保护水基钻井液。该钻井液利用乳化液滴、浊点效应、微米颗粒及刚性粒子等的协同封堵作用来降低油水界面张力, 阻止钻井液进入地层, 从而达到防塌封堵和保护储层的目的。室内试验表明, 该钻井液抑制性较强, 岩屑在其中的线性膨胀量与在清水中相比降低了 64.8%; 封堵性能好, 其粒径分布与理想充填曲线能够较好拟合; 储层损害小, 对 Napo 组 U 层岩心平均伤害率 10.25%; 环保性能好, 钻井液重金属含量等达到了污水排放标准要求。Tambococha 油田的 15 口水平井应用了该钻井液, 钻井过程中井眼稳定、起下钻顺畅, 钻后平均单井日产原油超过 300 t, 产油量较邻井提高近 90%, 且钻井废液及钻屑环保指标均达到 EPA1311 排放标准要求。研究结果表明, 该强封堵储层保护水基钻井液, 能够满足厄瓜多尔 Tambococha 油田水平井钻井提速及储层保护技术需求。

关键词: 水平井; 钻井液; 井眼稳定; 储层保护; Tambococha 油田; 厄瓜多尔

中图分类号: TE254⁺.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-0890(2022)01-0054-06

Drilling Fluid Technology for Horizontal Wells in Ecuador Tambococha Oilfield

CAO Hui^{1,2}, LI Baojun^{1,2}, ZHAO Xiangyang^{1,2}

(1. National Engineering Laboratory for Exploration and Development of Low Permeability Oil & Gas Fields, Xi'an, Shaanxi, 710018, China; 2. Drilling & Production Engineering Technology Research Institute, CNPC Chuanqing Drilling Engineering Company Limited, Xi'an, Shaanxi, 710018, China)

Abstract: The borehole wall sloughing easily happens during drilling due to the unconsolidated formation with micro-fracture development in Tambococha Oilfield, Ecuador. The target stratum is characterized by high porosity and high permeability, causing reservoir damage. For this reason, with polyalcohol XCS-III and emulsified paraffin G325 as the main agents, accompanied by optimized eco-friendly agents, water-base drilling fluid that would provide strong reservoir protection during plugging were studied. The drilling fluid utilized the synergistic plugging effect of emulsified droplets, cloud point effect, micron particles and rigid particles to reduce the oil-water interfacial tension. It prevented the drilling fluid from entering the formation, finally achieving anti-collapse plugging and reservoir protection. Laboratory experiments showed that the drilling fluid had strong inhibitory properties, reducing the linear expansion of cuttings by 64.8% compared with that in clean water. The plugging performance was good, and its particle size distribution was consistent with the ideal filling curve. The damage to the reservoir was minor with an average damage rate of 10.25% to the cores of Layer U in the Napo Formation. The drilling fluid was eco-friendly, and the content of heavy metals met the standards for sewage discharge. The drilling fluid system was successfully applied to 15 horizontal wells in Tambococha Oilfield, achieving good wellbore stability and smooth tripping. The average daily crude oil output of a single well exceeded 300 t, which was nearly 90% higher than that of offset wells. Such envi-

收稿日期: 2021-08-23; 改回日期: 2021-11-22。

作者简介: 曹辉 (1983—), 男, 江苏徐州人, 2007 年毕业于西安石油大学石油工程专业, 工程师, 主要从事钻井液完井液方面的技术研究工作。E-mail: caohui0308@163.com。

基金项目: 中国石油集团川庆钻探工程有限公司科技项目“厄瓜多尔水平井钻井液及底水油藏固井技术研究与应用”(编号: CQ2019B-16-6-3) 部分研究内容。

ronmental indicators as waste drilling fluid and drilling cuttings met the requirements of EPA1311 discharge standards. The research results showed that the water-base drilling fluid could meet the rate of penetration (ROP) improvement and reservoir protection requirements of horizontal wells in Tambococha Oilfield, Ecuador.

Key words: horizontal well; drilling fluid; wellbore stability; reservoir protection; Tambococha Oilfield; Ecuador

ITT 区块是厄瓜多尔最大的产油区块, 位于该国东部亚马逊热带雨林腹地 Oriente 盆地的东南部, 毗邻秘鲁边界。ITT 区块已探明石油地质储量约 8.5×10^8 t, 可采石油储量达到 2.2×10^8 t, 占该国已探明石油储量的 41%。ITT 区块由 Ishpingo、Tiputini 和 Tambococha 等 3 个油田组成, 其中 Tambococha 油田位于亚苏尼国家自然保护区内, 井场周围遍布河流及热带雨林, 钻井环保要求苛刻, 区域地质沉积属于海相环境沉积, 主要地层为古近系-新近系和白垩系。白垩系是其开发的主要目的层, 自下而上由 Hollin 组、Napo 组和 Tena 组组成, 地层松散破碎, 微孔裂缝发育, 井壁垮塌和储层保护问题突出。

Tambococha 油田勘探开发前期, 普遍使用无机盐聚合物钻井液或 ULTRADRIL 强抑制性水基钻井液, 但未从根本上解决该油田井眼易失稳和储层伤害问题^[1-2]。为此, 笔者开展了钻井液技术分析和室内试验, 利用聚合醇浊点效应和环境友好的特点, 复配乳化石蜡和其他刚性粒子, 研制了强封堵储层保护钻井液, 并在现场应用中取得良好效果, 满足了 Tambococha 油田水平井安全钻井及储层保护技术要求。

1 钻井液技术难点及解决思路

1.1 钻井液技术难点

Tambococha 油田水平井下部井段钻遇的 Hollin 组、Napo 组和 Tena 组以页岩为主, 灰岩和砂岩交替发育, 并夹杂大段绿色砾石层, 且微裂缝发育, 地层比较复杂, 钻井中经常发生井下故障。分析认为, 该油田主要存在以下钻井液技术难点:

1) 井眼失稳问题。Tambococha 油田下部地层中的泥页岩由伊利石和伊/蒙混层组成, 蒙脱石较少, 内部微孔微裂缝较多, 且产层砂岩孔隙度大, 渗透性强, 井壁上容易堆积较厚滤饼; 加之水平井设计成了大尺寸井眼、长裸眼段, 更加剧了地层的不稳定性。其中, 水平段所钻遇地层灰岩和砂岩交替发育, 地层松散破碎且微裂缝发育, 微裂缝中含有极少量的膨胀性黏土矿物, 在钻井液滤液侵入后, 由于渗透水化作用, 进一步破坏了地层原始应力的

稳定性, 进而引发井壁垮塌等井眼失稳问题。

2) 储层损害问题。Tambococha 油田储层 Napo 组地层胶结疏松、成岩性差, 具有高孔隙度、高渗透率、孔喉普遍发育和地层压力低等特点。Napo 组孔隙度为 15%~23%, 渗透率为 600~1 000 mD。由于储层孔喉尺寸分布范围广, 孔喉半径大, 且通常采用过平衡钻井方式, 在正压差作用下, 钻井液中的固相和滤液很容易侵入地层, 造成严重的储层损害问题。

3) 钻井环保问题。Tambococha 油田处于亚苏尼热带雨林国家自然保护区内, 生态环境极其敏感, 该油田勘探开发产生的环境问题得到当地社区和政府的高度关注。为保护生态环境, 厄瓜多尔政府颁布的最新石油法中明确规定, 钻井废弃物处理后必须达到美国 EPA1311 环保标准要求。因此, 对钻井液环保性能提出了较高的要求。

1.2 解决思路

针对上述钻井液技术难点, 在优选环保处理剂的前提下, 提出了构建 Tambococha 油田水平井钻井液的思路: 1) 利用钻井液物理-化学协同封堵来强化井壁, 同时辅助一定的固相封堵架桥材料及聚合物降滤失剂, 实现对泥页岩微裂缝和微孔隙的封堵, 并抑制黏土矿物水化膨胀分散, 以防止井眼失稳; 2) 针对该油田储层高孔渗、低压力的特点, 以屏蔽暂堵颗粒合理级配、微乳液封堵, 实现孔喉暂堵, 降低储层伤害^[3-15]; 3) 优选出具有浊点效应的聚合醇处理剂和可变形粒子的乳化石蜡处理剂, 进行复配试验, 再辅助其他环保钻井液处理剂, 形成强封堵储层保护水基钻井液配方。

2 强封堵储层保护水基钻井液的研制

2.1 防塌封堵剂优选

利用聚合醇类处理剂的浊点效应、吸附作用和表面渗透性等实现页岩抑制、封堵、防塌的目的。为此, 选取了液体聚合醇 XCS-Ⅲ、聚丙二醇 400、固体聚合醇 PGCS-1 和聚乙二醇 6000 作为防塌封堵剂, 并通过页岩膨胀试验评价了抑制性能。页岩在几种聚合醇溶液中的线性膨胀量测试结果见表 1。

表1 页岩在不同聚合醇溶液中的线性膨胀量

Table 1 Linear expansion of shale in different polyalcohol solutions

序号	样品	加量, %	线性膨胀量/(mm·h ⁻¹)				
			20 min	1 h	2 h	4 h	8 h
1	清水		0.70	1.03	1.43	1.93	2.55
2	PGSC-1	3	0.48	0.78	1.05	1.42	1.83
3	XCS-Ⅲ	3	0.30	0.55	0.78	1.12	1.53
4	聚丙二醇400	3	0.55	0.80	1.35	1.80	2.35
5	聚乙二醇6000	3	0.50	0.85	1.17	1.63	2.16

由表1可知,几种聚合醇溶液的抑制性能由强到弱依次为XCS-Ⅲ, PGSC-1, 聚乙二醇6000和聚丙二醇400。因此,选取聚合醇XCS-Ⅲ作为强封堵储层保护水基钻井液的防塌封堵剂。

另外,乳化石蜡G325具有较低的粒子软化温度,可为钻井液提供与地层温度相适应的、粒径与被封堵微裂缝尺寸相匹配的、可变形的软化粒子,从而实现对各类微裂缝的有效封堵,达到保持井眼稳定的目的。因此,选取乳化石蜡G325与聚合醇XCS-Ⅲ复配,进行正交回收率试验。结果表明,乳化石蜡G325有助于进一步提高岩屑的热滚回收率,二次回收率达到85%以上,两者协同效应显著且复配性能稳定。因此,将聚合醇XCS-Ⅲ与石蜡G325复配来配制强封堵储层保护水基钻井液。

2.2 降滤失剂优选

选取目前几种降滤失效果较好的聚合物降滤失剂和封堵型降滤失剂(磺化沥青、白沥青、低黏聚阴离子纤维素PAC-LV、天然高分子降滤失剂和羟丙基淀粉等)进行了常温中压滤失试验。结果表明,这几种降滤失剂均能使4%膨润土浆的滤失量降低,其中PAC-LV的降滤失效果最好。因此,以PAC-LV为配制强封堵储层保护水基钻井液的主降滤失剂,并以白沥青为辅降滤失剂。

2.3 润滑剂优选

水平井水平段钻进过程中,钻井液的润滑减阻性

能非常重要。为此,分别选取DFL-1、GHR-1、MudLube和JN302等4种油基润滑剂进行了润滑性能评价试验。试验步骤及结果:1)利用极压润滑仪,测试4%膨润土浆加入上述4种润滑剂前后的润滑系数,分析测试结果发现,润滑效果由好到差依次为MudLube, DFL-1, GHR-1和JN302;2)借助DA-II动态模拟润滑仪,测试了上述4种润滑剂在不同侧向力条件下的摩擦系数,观察了MudLube在不同侧向力下的润滑性能,发现随着MudLube加量增大,不同侧向力下的摩擦系数和扭矩逐渐降低,体系表现出良好的润滑效果,当MudLube的加量超过2%时,摩擦系数和扭矩均趋于稳定。因此,选择MudLube作为强封堵储层保护水基钻井液的主要润滑剂。

2.4 强封堵储层保护水基钻井液配方及基本性能

通过以上试验,确定了XCS-Ⅲ+G325的防塌封堵钻井液主体配方,结合筛选的润滑剂、降滤失剂,再辅以其他环保处理剂,确定强封堵储层保护水基钻井液(以下记为AKUA钻井液)的基本配方为:0.5%~1.5% XCS-Ⅲ+1.0%~3.0% G325+0.2%~0.3% XC+0.1%~0.3% PAV-HV+0.5%~1.5% PAC-LV+1.0%~3.0% 白沥青+1.0%~3.0% MudLube。用石灰石加重,使钻井液密度在1.05~1.25 kg/L,用碱度调节剂调节其pH值至8~9。AKUA钻井液基本配方的基本性能如表2所示。

表2 AKUA钻井液的基本性能

Table 2 Basic properties of AKUA drilling fluid

测定条件	漏斗黏度/s	API滤失量/mL	塑性黏度/(mPa·s)	动切力/Pa	静切力/Pa	
					初切	终切
常温	45~70	5~7	15~25	10~25	2~4	4~10
100℃/16 h	35~55	3~5	10~20	7~18	1~3	2~8

注:钻井液密度为1.05~1.25 kg/L。

3 钻井液性能评价

根据厄瓜多尔 Tambococha 油田水平井钻遇的下部地层地质特点,通过室内试验评价 AKUA 钻井液的抑制性能、封堵性能、储层保护及环保性能,以确定该钻井液的性能是否满足要求。

3.1 抑制性能

利用 OFI 膨胀量测试仪,在室温下测试了页岩在几种钻井液滤液中的线性膨胀量,结果见图 1。由图 1 可知,页岩在 AKUA 钻井液中的线性膨胀量最小,与其在清水中的线性膨胀量相比,降低了 64.8%,表明该钻井液具有良好的抑制页岩膨胀的性能。

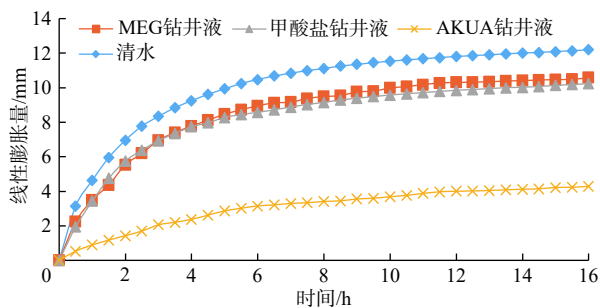


图 1 页岩在几种钻井液中的线性膨胀量

Fig.1 Linear expansion of shale in several drilling fluids

3.2 封堵性能

Tambococha 油田主力油层 Napo 组的 U 层和 T 层属于高孔高渗低压储层,渗透率 600~1 000 mD,孔隙度 18%~20%,利用理想充填原理计算出其平均孔隙直径为 42 μm。用碳酸钙屏蔽暂堵储层,由理

想充填模型计算得知,在渗透率为 800 mD、孔隙度为 20% 时,最大孔喉直径为 41 μm,即碳酸钙粒径分布为 $D_{90}=41.3\text{ }\mu\text{m}$ 、 $D_{50}=12.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $D_{10}=0.5\text{ }\mu\text{m}$,就能实现孔隙封堵。100 目石灰石和 325 目石灰石按 3:1 复配,计算出其加量为 10% 时的粒径分布曲线与理想充填曲线拟合地较好,能有效封堵(如图 2 所示)。

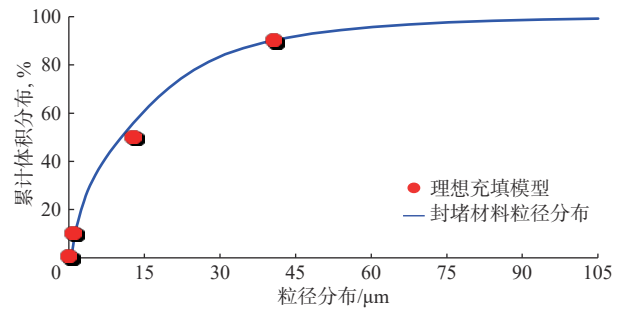


图 2 封堵材料架桥模拟计算结果

Fig.2 Bridging simulation results of plugging materials

3.3 储层岩心伤害评价

选取 Tambococha 油田主力储层 Napo 组 U 层的 3 块岩心,利用岩心动态伤害系统进行了伤害评价试验。试验步骤:1)测试岩心渗透率;2)对岩心进行污染,以形成暂堵带,以 6 mL/min 的流量,将 AKUA 基浆驱入岩心,当岩心进口压力达到 3.5 MPa 时,保持此压力,直至出口端基本没有液体流出,此时污染完成;3)用煤油对岩心进行反向驱替,待煤油开始突破暂堵带时,记录下此时的压力(突破压力)及反排压力,并记录反向流动试验时间。试验结果见表 3。

表 3 岩心反排试验结果

Table 3 Test results of core flowback

岩心编号	原始渗透率/mD	反向渗透率/mD	突破压力/MPa	反排压力/MPa	岩心伤害率, %	反排时间/min
1#	735.58	643.72	0.15	0.17	12.49	30
2#	793.33	720.23	0.14	0.15	9.21	30
3#	814.86	741.02	0.11	0.12	9.06	30

由表 3 可知,在模拟地层条件下,AKUA 钻井液对岩心的伤害率平均只有 10.25%,表明 AKUA 钻井液具有良好的降低油层损害的性能。

3.4 环保性能

目前,国内外普遍使用水质五日生化需氧量与水质化学需氧量之比(BOD5/COD),来考察有机物的生物可降解性。评价试验参照标准“水质:化学

需氧量的测定:重铬酸盐法”(HJ 828—2017)和“水质:五日生化需氧量(BOD5)的测定:稀释与接种法”(HJ 505—2009)进行。参考石油天然气行业标准“水溶性油田化学剂环境保护技术评价方法”(SY/T 6788—2010)和“水溶性油田化学剂环境保护技术要求”(SY/T 6787—2010),用 BOD5/COD 评价生物可降解性,标准为: $Y=BOD5/COD$, $Y\geq$

0.05, 易; $0.01 \leq Y < 0.05$, 较难; $Y < 0.01$, 难。使用哈希 COD max plus sc 型分析仪和哈希 BOD Trak II 型分析仪测定 AKUA 钻井液的 COD 和 BOD₅, AKUA 钻井液的 BOD₅/COD 为 0.440, 表明其易生物降解。

采用发光细菌法, 通过显微毒性试验评价钻井液的环保性能。该方法是加拿大测试海上钻井液生物毒性的标准方法之一。采用石油天然气行业标准“水溶性油田化学剂环境保护技术评价方法”(SY/T 6788—2010)中的 EC_{50} 评价钻井液的生物毒性: $EC_{50} < 1$, 剧毒; $1 < EC_{50} < 1\ 000$, 中毒; $1\ 001 < EC_{50} < 20\ 000$, 微毒; $EC_{50} > 20\ 000$, 无毒。AKUA 钻井液的 EC_{50} 为 51 200, 表明其无毒。

4 现场应用

研制的强封堵储层保护水基钻井液(AKUA 钻井液)在厄瓜多尔 Tambococha 油田 15 口水平井进行了应用, 均取得成功, 钻井过程中井壁稳定、起下钻顺畅、套管均一次下到底, 且钻屑环保指标能够达到美国 EPA1311 环保标准, 可直接回注到地层。应用该钻井液, 有效解决了 Tambococha 油田水平井钻速慢、易发生井下故障的问题, 并多次打破该油田水平井钻井纪录, 有效推进了 Tambococha 油田钻井提速提效。

分析表明, AKUA 钻井液主要应用效果为:

1) 井壁防塌效果明显。优选了适合地层孔隙尺寸的粒径级配封堵剂, 然后与聚合醇进行复配, 实现了井壁微裂缝封堵和抑制页岩膨胀分散, 降低了

井壁压力传递, 使井径规则、井眼稳定、起下钻顺畅, 下套管一次到底。进入水平段的砂岩地层后, AKUA 钻井液密度控制在 1.05~1.06 kg/L, 起到了良好的井壁稳定能力。

2) 润滑减阻性能优良。AKUA 钻井液选用的主要处理剂聚合醇和乳化石蜡均具有良好的润滑作用, 再配合高效润滑剂 MudLube, 使该钻井液的润滑性能更好, 有效降低了摩阻。滑动钻进井段均未出现托压, 起下钻畅通无阻。

3) 储层保护效果显著。Tambococha 油田水平井采用裸眼完井方式, 用完井盐水顶替钻井液后下筛管直接投产, 未采取任何储层改造措施。投产数据显示, 应用 AKUA 钻井液的水平井均属于高产井, 平均单井日产原油超过 300 t, 较邻井产量提高近 90%, 充分说明 AKUA 钻井液具有优良的储层保护特性, 很大程度上降低了井筒中流体和固相颗粒对储层的污染损害。

4) 环保检测达标。Tambococha 油田产生的钻井废液及钻屑必须在指定的地点进行填埋, 或直接回注到地层。考虑其外运成本高、周期长和环保风险大等因素, 现场一般采用钻屑回注工艺, 将钻井废液及钻屑直接回注到 Napo 组 T 层(垂深 1 645.60~1 705.70 m)的砂岩地层。回注之前, 当地环保部门聘请第三方检测机构对现场钻井废液和钻屑进行了取样检测。检测结果表明, 应用 AKUA 钻井液并产生的钻井废液和钻屑符合厄瓜多尔当地石油法规定的钻井废弃物排放环保标准, 可直接回注到地层。现场钻井废液、钻屑的检验结果分别见表 4、表 5。

表 4 现场钻井废液检验结果

Table 4 Test results of well site waste drilling fluids

参数	pH值	电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	固体悬浮物含量/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	化学需氧量/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	总烃/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	重金属含量/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)			
						钡	铅	钒	总铬
排放标准	5.0~9.0	<2 500	<1 700	<120	<20	<5.0	<0.5	<1.0	<0.5
检测结果	8.4	295	527.58	13.88	0.06	0.3	0.15	0.4	0.1

表 5 现场钻屑检验结果

Table 5 Test results of well site drilling cuttings

参数	pH值	电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	总烃/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	重金属含量/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)			
				钡	铅	钒	总铬
排放标准	6.0~9.0	<4 000	<1.0	<0.05	<1.0	<0.2	<5.0
检测结果	7.4	2 350	0.8	<0.000 5	0.001 7	0.009 2	0.4

5 结论与建议

1) 针对厄瓜多尔 Tambococha 油田下部地层水平井井眼失稳、储层损害及钻井存在的环保问题, 利用乳化液滴、浊点效应、微米颗粒及刚性粒子等的协同封堵作用, 以阻止液相和固相侵入地层, 研制了一种强封堵储层保护钻井液 (AKUA 钻井液)。

2) AKUA 钻井液性能稳定、环保性能突出, 且现场维护简便, 不仅可满足地质、钻井需求, 还能满足热带雨林环境敏感区域的钻井环保要求, 可实现经济和环保的双重效益。

3) AKUA 钻井液在现场应用中取得了很好的效果, 主要表现为井眼稳定、起下钻顺畅。应用后平均单井日产原油超过 300 t, 较邻井提高产量近 90%, 为 Tambococha 油田钻井提速和规模上产提供了有力的技术支撑。

4) 建议继续研发新型钻井液处理剂, 优化 AKUA 钻井液配方, 提高该钻井液的综合性能, 然后在厄瓜多尔 ITT 区块水平井长水平段全面推广应用。

参 考 文 献

References

- [1] HIGGS R. Tide-dominated estuarine facies in the Hollin and Napo ("T" and "U") formations (Cretaceous), Sacha Field, Oriente Basin, Ecuador: discussion[J]. AAPG Bulletin, 2002, 86(2): 329–334.
- [2] 蒋振伟, 李宝军, 张建斌. 厄瓜多尔 Tambococha 油田岩屑回注技术分析与应用[J]. 钻采工艺, 2019, 42(3): 27–30.
JIANG Zhenwei, LI Baojun, ZHANG Jianbin. Analysis and application of cuttings reinjection technology in Tambococha Oilfield, Ecuador[J]. Drilling & Production Technology, 2019, 42(3): 27–30.
- [3] 孙金声, 许成元, 康毅力, 等. 致密/页岩油气储层损害机理与保护技术研究进展及发展建议[J]. 石油钻探技术, 2020, 48(4): 1–10.
SUN Jinsheng, XU Chengyuan, KANG Yili, et al. Research progress and development recommendations covering damage mechanisms and protection technologies for tight/shale oil and gas reservoirs[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2020, 48(4): 1–10.
- [4] 于雷, 张敬辉, 李公让, 等. 低活度强抑制封堵钻井液研究与应用[J]. 石油钻探技术, 2018, 46(1): 44–48.
YU Lei, ZHANG Jinghui, LI Gongrang, et al. Research and application of plugging drilling fluid with low-activity and high inhibition properties[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2018, 46(1): 44–48.
- [5] 贾俊, 赵向阳, 刘伟. 长庆油田水基环保成膜钻井液研究与现场试验[J]. 石油钻探技术, 2017, 45(5): 36–42.
JIA Jun, ZHAO Xiangyang, LIU Wei. Research and field test of water-based environmental-friendly membrane forming drilling fluid technology in Changqing Oilfield[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2017, 45(5): 36–42.
- [6] 林永学, 甄剑武. 威远区块深层页岩气水平井水基钻井液技术[J]. 石油钻探技术, 2019, 47(2): 21–27.
LIN Yongxue, ZHEN Jianwu. Water based drilling fluid technology for deep shale gas horizontal wells in Block Weiyuan[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2019, 47(2): 21–27.
- [7] 赵向阳, 李宝军, 崔贵涛. 厄瓜多尔 TARAPOA 区块上部欠压实地层钻井液技术[J]. 石油钻采工艺, 2018, 40(4): 435–438.
ZHAO Xiangyang, LI Baojun, CUI Guitao. Drilling fluid technology for top undercompacted formation in TARAPOA Block of Ecuador[J]. Oil Drilling & Production Technology, 2018, 40(4): 435–438.
- [8] 宣扬, 刘珂, 郭科佑, 等. 顺北超深水平井环保耐温低摩阻钻井液技术[J]. 特种油气藏, 2020, 27(3): 163–168.
XUAN Yang, LIU Ke, GUO Keyou, et al. Environmental anti-temperature low friction drilling fluid technology of ultra-deep horizontal well in Shunbei Oil & Gas Field[J]. Special Oil & Gas Reservoirs, 2020, 27(3): 163–168.
- [9] 王清臣, 张建卿, 胡祖彪, 等. 长庆气田小井眼钻井液技术研究与应用[J]. 钻井液与完井液, 2020, 37(6): 746–752.
WANG Qingcheng, ZHANG Jianqing, HU Zubiao, et al. Study and application of drilling fluid technology for slim hole drilling in Changqing Gas Field[J]. Drilling Fluid & Completion Fluid, 2020, 37(6): 746–752.
- [10] 徐加放, 邱正松, 王卫国, 等. KCC-TH 强抑制性防塌钻井液的研制及应用[J]. 石油钻探技术, 2006, 34(1): 36–38.
XU Jiafang, QIU Zhengsong, WANG Weiguo, et al. Study and application of a strong inhibitive drilling fluid KCC-TH[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2006, 34(1): 36–38.
- [11] 周代生, 李茜, 苏强. KCl-有机盐聚合物钻井液在川西双鱼石区块的应用[J]. 钻井液与完井液, 2018, 35(1): 57–60.
ZHOU Daisheng, LI Qian, SU Qiang. Application of KCl organic salt polymer drilling fluid in upper section of wells drilled in block Shuangyushi, west Sichuan[J]. Drilling Fluid & Completion Fluid, 2018, 35(1): 57–60.
- [12] 王志远, 黄维安, 范宇, 等. 长宁区块强封堵油基钻井液技术研究及应用[J]. 石油钻探技术, 2021, 49(5): 31–38.
WANG Zhiyuan, HUANG Weian, FAN Yu, et al. Technical research and application of oil base drilling fluid with strong plugging property in Changning Block[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2021, 49(5): 31–38.
- [13] 崔贵涛, 李宝军, 王兆政. 微乳液强抑制强封堵钻井液在 SACHA 区块的应用[J]. 石油钻探技术, 2015, 43(6): 20–23.
CUI Guitao, LI Baojun, WANG Zhaozheng. The application of strong-inhibition plugging microemulsion drilling fluid in SACHA Block[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2015, 43(6): 20–23.
- [14] 史配铭, 李晓明, 倪华峰, 等. 苏里格气田水平井井身结构优化及钻井配套技术[J]. 石油钻探技术, 2021, 49(6): 29–36.
SHI Peiming, LI Xiaoming, NI Huafeng, et al. Casing program optimization and drilling matching technologies for horizontal wells in Sulige Gas Field[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2021, 49(6): 29–36.
- [15] 陈在君, 陈恩让, 崔贵涛, 等. 长庆气区储气库超低压储层水平井钻井液完井液技术[J]. 天然气工业, 2012, 32(6): 57–59.
CHEN Zaijun, CHEN Enrang, CUI Guitao, et al. Drilling and completion fluid technology in the horizontal well drilling of the Changqing ultra-low-pressure gas storage reservoirs[J]. Natural Gas Industry, 2012, 32(6): 57–59.