

Analysis of Reservoir Sensitivity and Optimization of Drilling Fluid System in Block H9 of Tarim Oilfield

Xiangrong Xing

Fengcheng Geological Institute, Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Karamay Xinjiang
Email: 12430203@qq.com

Received: Feb. 20th, 2017; accepted: Apr. 25th, 2017; published: Jun. 15th, 2017

Abstract

In allusion to the problem of formation damage in drilling of Block H9 in Tarim Oilfield, various methods including clay mineral analysis, SEM and mercury intrusion were used for analyzing the geological characteristics in the target zone, and combined with the evaluation of reservoir sensitivity test, the potential sensitivity damage factors and damage mechanism were determined. Results show that the clay mineral content is 10% to 20% in the block. It has the feature of middle-high porosity and permeability with obvious heterogeneous and there potentially exist strong velocity and water sensitivities. In consideration of the inhibition and lubrication property in the drilling fluid system and poor effect of formation protection, a set of good performance KCl-polyalcohol drilling fluid system is optimized in laboratory. It is known in the dynamic test on reservoir simulation that the core permeability recovery value can be up to 85%. Field test result shows that KCl-polyalcohol drilling fluid system can be used for better control of shale hydration and expansion, effective avoiding the downhole complexity such as hole shrinkage stuck in tripping, it ensures a high efficient and safe well drilling and a good formation protection effect is obtained.

Keywords

Sensitivity Analysis, Damage Mechanism, Formation Protection, Drilling Fluid, System Optimization, Tarim Oilfield

塔里木油田H9区块储层敏感性分析及 钻井液体系优化研究

邢向荣

中石油新疆油田分公司风城油田作业区地质研究所, 新疆 克拉玛依

作者简介: 邢向荣(1977-), 男, 工程师, 现主要从事油田动态开发相关研究工作。

Email: 12430203@qq.com

收稿日期: 2017年2月20日; 录用日期: 2017年4月25日; 发布日期: 2017年6月15日

摘要

针对塔里木油田H9区块钻井过程中存在的储层损害问题, 采用黏土矿物分析、扫描电镜及压汞法等方法, 分析掌握了目标区块储层地质特征, 并结合储层敏感性试验评价, 明确了储层潜在敏感性损害因素, 揭示了储层损害机理。结果表明, H9区块储层黏土矿物含量为10%~20%, 具有中高孔渗特征, 非均质性较好, 且存在潜在的强速敏和强水敏性损害。针对现场用钻井液体系存在的抑制性、润滑性及储层保护效果存在的不足, 室内优化了一套综合性能优良的KCl-聚合醇储层保护钻井液体系。通过模拟储层动态损害试验评价可知, 储层岩心渗透率恢复值可达85%以上。现场试验结果表明, KCl-聚合醇钻井液体系可较好地抑制泥页岩水化膨胀分散, 有效避免了井眼缩径、起下钻遇阻等井下复杂情况发生, 保障了钻井施工高效、安全, 且储层保护效果良好。

关键词

敏感性分析, 损害机理, 储层保护, 钻井液, 体系优化, 塔里木油田

Copyright © 2017 by author, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

H9 区块属于塔北凹陷边区新近开发的缝洞型稠油油藏, 主力油层位于 X1 组和 Y1 组, 探明油气储量可观[1] [2]。H9 区块前期勘探井统计分析发现, 钻探过程中常发生井眼缩径、起下钻遇阻、卡钻等井壁失稳问题, 且 70% 以上发生在硬脆性泥页岩互层段, 严重影响了钻井施工安全。此外, 钻完井过程中不可避免的会造成储层损害, 但通过采取适宜的储层保护技术对策, 可对其进行有效地控制[3] [4] [5] [6]。目前, 针对 H9 区块硬脆性泥页岩储层敏感性复杂等问题, 相关学者仅从力学角度进行了井壁稳定机理研究, 研究不够深入、全面[7]。因此, 深入开展 H9 区块储层敏感性分析研究, 对 H9 区块油藏的进一步安全、高效开发具有十分重要的意义。

2. 储层敏感性试验研究

2.1. X 射线衍射试验分析

选取 Y1、X1 目标层位岩样，利用岛津 XRD-6100-X 射线衍射仪进行了全岩矿物及黏土矿物相对含量分析，结果如表 1 所示，H9 区块储层黏土矿物平均质量分数在 10%~20% 之间，主要以伊利石和伊-蒙混层为主，其次为高岭石、绿泥石。伊利石和高岭石属于速敏性矿物，在高碱性环境中容易发生剥落、分散运移，伊-蒙混层属水敏性矿物，容易引起水敏性损害[8] [9]。因此，预测储层可能存在潜在的速敏、水敏及碱敏敏感性损害。

Table 1. The types of clay minerals of reservoir cores and the analysis result of clay mineral content

表 1. 储层岩心黏土矿物类型及含量分析结果

层位	井号	井深/m	黏土矿物质量分数/%	黏土矿物类型及质量分数/%				混层比/%
				高岭石	绿泥石	伊利石	伊-蒙间层	
Y1	X54-01	3952.84	15.9	6	15	45	34	24
	X48-02	4039.17	10.4	24	3	40	33	21
	X52-03	3941.45	12.8	13	19	38	30	20
	X54-04	4226.32	11.5	10	17	42	31	27
X1	X48-05	4287.58	18.9	15	12	45	28	23
	X52-06	4250.09	20.4	11	16	44	29	30

2.2. 扫描电镜分析试验

选取储层 3945.74 m 处岩心，利用日立 S-4800 冷场发射扫描电镜进行分析，结果见图 1。从图 1(a)~(d) 可看出，H9 区块储层岩样以粒间孔隙为主(成熟度较低)，同时发育有溶蚀孔隙和微裂缝。裂缝及裂纹较多发育，该类裂缝属于稍大的类型，储层多表现为中高渗透特征。

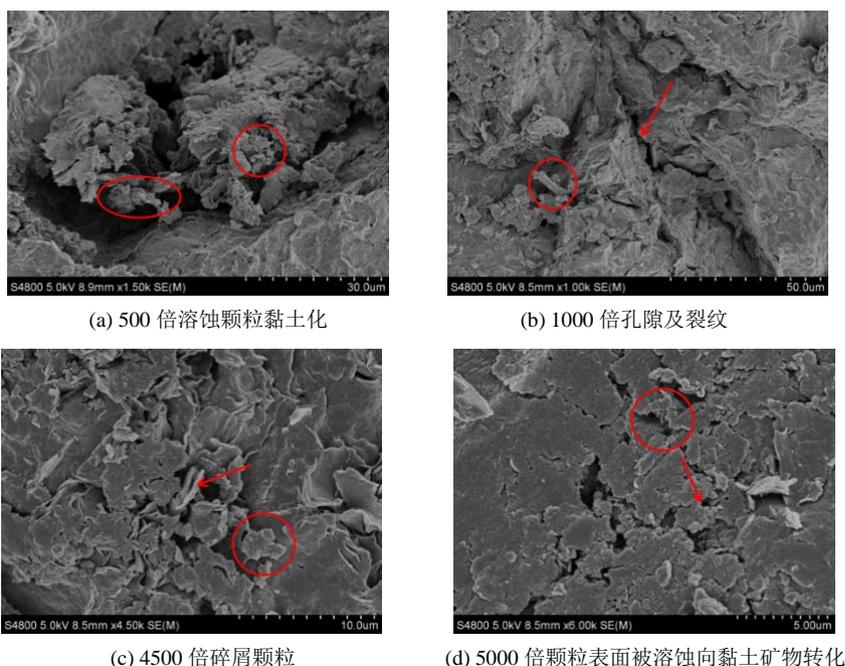


Figure 1. The diagram of core SEM analysis at 3945.74 m in Block H9

图 1. H9 区块储层 3945.74 m 处岩心扫描电镜图

2.3. 压汞分析试验

利用全自动压汞仪 AutoPore IV 9500 进行压汞试验分析, 结果见图 2。通过进一步计算可知, 岩心的孔隙度约为 14.45%, 总孔隙比表面为 $1.365 \text{ m}^2/\text{g}$; 平均孔隙半径均值为 $108 \mu\text{m}$, 70% 左右的孔隙半径大于 $100 \mu\text{m}$, 属大孔隙发育; 平均喉道半径为 $36.2 \mu\text{m}$, 40% 左右的喉道宽度大于 $48.5 \mu\text{m}$; 渗透率约为 26.17 mD , 孔隙均质系数约为 0.38。因此, 可判断该层位岩样孔隙发育程度较好, 属于中高渗储层, 非均质性较好, 对渗透率具有贡献的孔径分布在 $10\sim 100 \text{ nm}$ 之间。

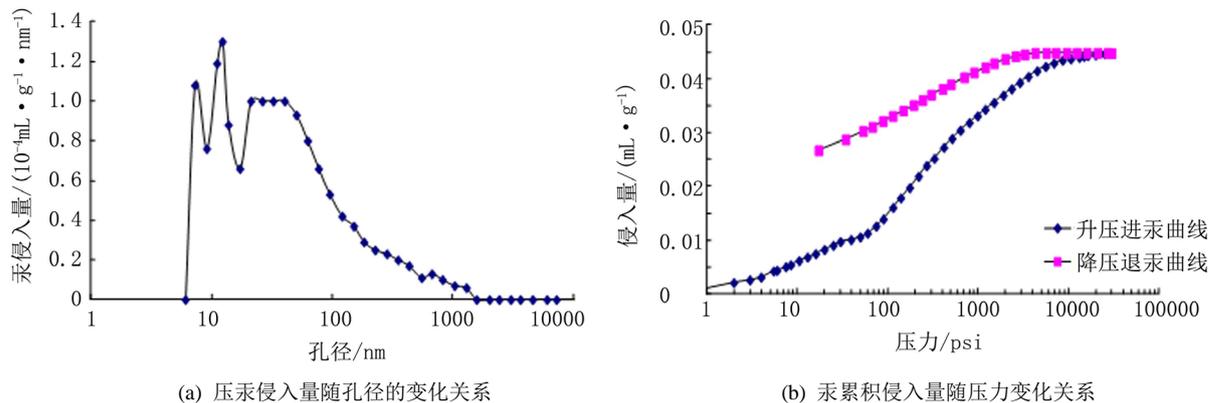


Figure 2. The results of mercury intrusion analysis of cores at 3945.74 m in Block H9

图 2. H9 区块储层 3945.74.74 m 处岩样压汞分析试验结果

2.4. 储层敏感性评价试验

依据 SY/T 5358—2010《储层敏感性流动实验评价方法》方法, 选取储层岩心进行敏感性评价试验, 结果见表 2。通过敏感性分析试验结果可知, 该区块储层主要存在潜在的强速敏和强水敏性损害, 且临界流速为 $0.5 \text{ mL}/\text{min}$, 临界矿化度为 $4375\sim 6536 \text{ mg}/\text{L}$ 。

Table 2. The experimental results of reservoir core sensitivity evaluation in Block H9

表 2. H9 区块储层岩心敏感性评价试验结果

井号	井深/m	名称	敏感程度	结果
X54-01	3924.75	速敏	强	临界流速 $0.5 \text{ mL}/\text{min}$
X48-02	3960.18	水敏	强	临界矿化度 $4375\sim 6536 \text{ mg}/\text{L}$
X54-04	4147.64	盐敏	弱	临界矿化度 $32000\sim 42000 \text{ mg}/\text{L}$
X52-06	4245.63	盐酸	中等偏弱	-
	4228.57	土酸	中等偏弱	-
X54-04	4122.09	碱敏	弱	临界 pH 值范围 $10.0\sim 11.5$
X52-03	4196.54	应力敏	中等偏弱	临界压力 $2.5\sim 5.0 \text{ MPa}$

2.5. 储层损害机理分析

结合储层黏土矿物特性对储层的潜在影响[10] [11], 分别从速敏性损害和水敏性损害角度分析了储层损害机理。

2.5.1. 速敏性损害机理

岩心黏土矿物分析结果表明, H9 区块储层主要以石英、高岭石及伊利石等速敏性矿物为主, 黏土矿物含量较高。当受到流体流动的冲击作用之后, 这些原本较为稳定的矿物颗粒被破坏而发生运移, 进而堵塞储层流通通道, 降低储层渗透率, 造成储层损害。通过扫描电镜试验分析可知, 储层微裂缝发育成熟、中小孔喉分布好、较多溶蚀孔隙, 微裂缝越多、孔喉越小、壁面越粗糙, 微粒越容易发生速敏损害, 这也是导致强速敏损害的主要原因[12] [13]。

2.5.2. 水敏性损害机理

水敏性损害主要是由于黏土矿物晶层间存在可交换阳离子, 且损害程度取决于岩石中的水敏性黏土矿物的含量以及在岩石中的分布状态和在孔隙中的分布形式[8] [14]。储层黏土矿物引起水敏性损害可分为 3 个方面[15] [16] [17]: ①黏土矿物间胶结力较弱, 遇水发生水化膨胀, 使黏土晶层分散, 分散运移的固相微粒可能堵塞储层流通通道, 从而造成储层损害。②由于储层中存在大量的黏土矿物, 当外来的矿化度流体进入后会与之大面积接触, 在冲刷作用下增加了颗粒分散运移程度, 从而堵塞储层流通通道。③大量的黏土矿物在入井流体作用下, 发生运移和沉积作用, 这也是造成强水敏损害的原因之一。基于上述原因, H9 区块储层存在强水敏性损害。

3. 现用钻井液体系性能存在不足及优化思路

目前, H9 区块 X1 和 Y1 层位主要采用聚磺钻井液体系完钻多口探井, 该体系能钻达目的层位, 但钻井过程中频繁出现起下钻遇阻、倒划眼困难、憋扭矩等井下复杂情况, 且在接近储层段出现严重井眼缩径问题。

综合储层岩性特征分析、钻井液性能及现场施工措施, 可将 H9 区块已钻井频繁出现复杂情况的主要原因归纳为以下两方面:

1) 由于储层黏土矿物含量较高, 钻井液进入所在地层后, 容易造成泥页岩水化膨胀运移, 引起剥落、掉块、缩径等问题。上部地层泥岩成岩性较差, 各地层均含有不同程度的泥岩, 胶结强度不高, 水化膨胀性较强, 极易导致井壁失稳, 进而造成了起下钻遇阻、倒划眼困难甚至卡钻等复杂情况。

2) 现场用聚磺钻井液体系虽然具有一定的抑制效果, 但该体系并不能较好地适应 H9 区块地层特性。因此, 钻井液体系优化应从改善钻井液体系抑制性, 提高降滤失性能及润滑性能, 增强储层保护能力几方面着手[18] [19] [20]。

4. 储层保护钻井液体系优化及性能评价

室内针对现用聚磺钻井液体系性能存在的不足, 室内优选了非渗透暂堵剂 HKTP、阳离子乳化沥青 LQ-1 及极压润滑剂 RHJ-2, 并通过配方优化试验形成了一套综合性能较优的 KCl-聚合醇钻井液体系。

配方: 3.5% 膨润土浆 + 0.3%NaOH + 0.3%Na₂CO₃ + 1.5%PF-VIS 增黏降滤失剂 + 2.5%降滤失剂 SMP-2 + 2.5% 聚合物降黏剂 JNJ-2 + 3.5% 润滑防塌剂 J LX-C + 2.5% 阳离子乳化沥青 LQ-1 + 1.5% 非渗透性屏蔽暂堵剂 HKTP + 2.5% 改性石墨 GRA + 2% 极压润滑剂 RHJ-2 + 8%KCl (重晶石加重至 1.25g/cm³) (配方中的百分数均为质量分数, 下同)。

4.1. 常规性能评价

对 KCl-聚合醇钻井液体系性能进行了试验评价, 结果见表 3。可以看出, 热滚前后钻井液体系性能变化不大, 性能稳定, 且形成的泥饼薄而致密; 润滑系数 < 0.1, 润滑性能较好, 能够有效降摩减阻。优选的非渗透暂堵剂 HKTP 与阳离子乳化沥青 LQ-1 可产生协同增效作用, 改善泥饼质量, 有效起到降滤

失效果。其次,改性石墨 GRA、极压润滑剂 RHJ-2 及聚合醇在钻井液中能够形成固-液相协同润滑作用,能有效吸附在黏土等微粒表面,形成致密复合极压润滑膜,将微粒之间的直接摩擦转变为膜与膜之间的滑动摩擦,从而达到良好的降摩减阻效果。

Table 3. The conventional properties of KCl-polyalcohol drilling fluid system

表 3. KCl-聚合醇钻井液体系常规性能

条件	μ_a /(mPa·s)	μ_p /(mPa·s)	τ_d /Pa	V_{API} /mL	V_{HTHP} /mL	pH 值	泥饼厚度/mm	润滑系数/1
热滚前	48.0	32.5	15.5	3.2	-	10	0.5	-
热滚后	46.5	32.0	14.5	3.6	8.2	9	0.4	0.084

注 1: μ_a 为表观黏度; μ_p 为塑性黏度; τ_d 为动切力; V_{API} 为 API 滤失量; V_{HTHP} 为高温高压滤失量。

注 2: 热滚条件为 $130^\circ\text{C} \times 16\text{ h}$; 测试条件为室温。

4.2. 抑制性评价

4.2.1. 泥页岩滚动分散试验

泥页岩滚动分散试验结果如表 4 所示, KCl-聚合醇钻井液体系的滚动分散回收率均远高于清水滚动分散回收率,且二次回收率仍高于 90%,具有较强的抑制泥页岩水化分散作用。

Table 4. The results of mud shale rolling and dispersion experiment

表 4. 泥页岩滚动分散试验结果

井名	深度/m	体系	一次回收质量/g	一次回收率/%	二次回收质量/g	二次回收率/%
X54-01	4089.03	清水	8.32	27.33	5.19	17.36
		KCl-聚合醇钻井液体系	27.88	92.93	27.25	90.84
X52-06	4165.24	清水	10.05	33.50	6.64	22.17
		KCl-聚合醇钻井液体系	28.78	93.81	28.09	91.63

4.2.2. 泥页岩水化膨胀试验

将 X54-01 井 4089.03 m 岩样记为 1#, X52-06 井 4165.24 m 岩样记为 2#, 膨胀试验结果如图 3 所示, KCl-聚合醇钻井液体系作用下的岩屑膨胀率小于 4.0%, 远低于清水的膨胀率,且在 1 h 后岩屑膨胀量趋于稳定,对泥页岩水化膨胀具有较好的抑制效果。

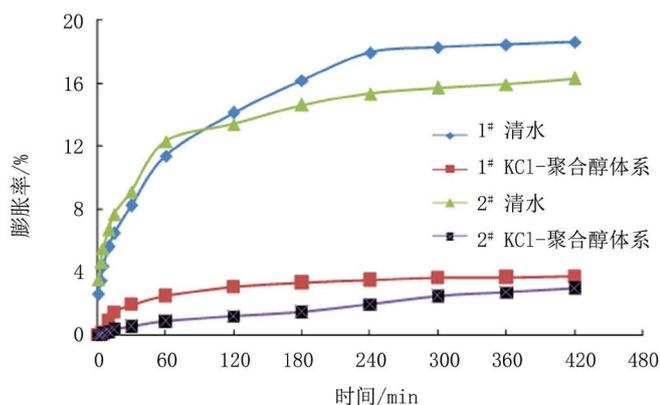


Figure 3. The results of mud shale hydration and expansion experiment

图 3. 泥页岩水化膨胀试验结果

优化 KCl-聚合醇钻井液体系具有良好的抑制防塌效果。其原因主要是阳离子乳化沥青中的阳离子成分与黏土矿物之间产生较强的吸附作用，从而带正电荷的沥青微粒能够牢固地吸附在黏土矿物表面，形成一层较为致密的疏水薄膜，进而可有效削弱黏土水化渗透作用，起到良好的抑制效果。同时，聚合醇分子中含有较多的醚键，其在黏土表面的吸附作用强于水分子，因此聚合醇分子可优先吸附在黏土颗粒表面，阻止水敏性矿物的水化分散，从而达到较好的抑制防塌目的。

4.3. 模拟储层动态损害试验

分别选取 H9 区块 X48-02 井 4164.75 m 和 X52-03 井 4228.63 m 处天然岩心，依据 SY/T 6540—2002 《钻井液完井液损害油层室内评价方法》，采用高温高压动态损害评价仪进行模拟储层动态损害试验，评价体系的储层保护性能。

试验条件：模拟地层温度为 130℃；围压为 5.0 MPa；压差为 3.5 MPa；损害时间为 120 min。

试验结果见表 5、图 4。结果表明，KCl-聚合醇钻井液体系作用下的岩心渗透率恢复值(切割污染端 0.7 cm)达 85%以上，储层保护效果较好，且对储层造成的损害可通过后期射孔作业有效解除。主要是由于优选的非渗透暂堵剂 HKTP 的粒径分布范围与储层孔隙尺寸具有较好的配伍性，能够对储层产生有效的屏蔽暂堵作用，切去岩心污染端后，可较大程度地减轻对储层的损害，达到储层保护的目。

Table 5. The evaluation results of simulation experiment of formation damage

表 5. 储层损害模拟试验评价结果

井名	井深/m	气测渗透率/mD	污染前渗透率/mD	污染后渗透率/mD	渗透率恢复值/%
X48-02	4164.75	389.93	42.54	39.87	93.72
X52-03	4228.63	322.17	36.28	31.72	87.43

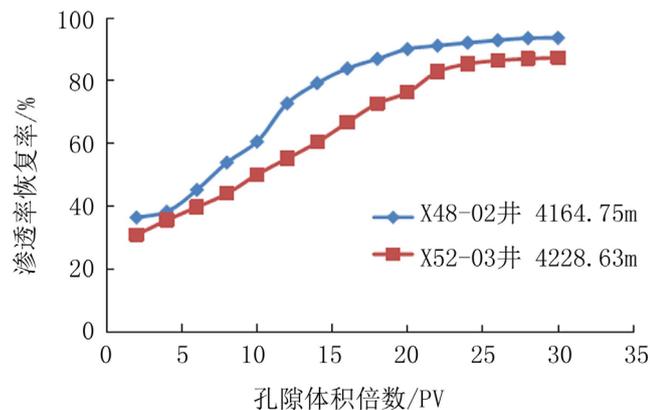


Figure 4. The curve of reservoir core permeability recovery

图 4. 储层岩心渗透率恢复曲线

5. 现场试验

在室内研究工作基础上，KCl-聚合醇储层保护钻井液体系在 H9 区块的多口井进行了现场试验。其中，X56-01 井主力油层为 Y1、X1 组，埋深在 3905.15~4391.32 m 之间，实钻井深在 4450 m 左右，该层段存在较大井壁失稳风险。钻开试验井储层阶段时，在严格按照室内钻井液实施方案基础上，采用所提供的钻井液体系，现场钻井液应用实施情况良好，特别是钻井液流变性能、滤失性及润滑性等主要性能良好、稳定(表 6)，未出现剥落、掉块等复杂情况，安全顺利完钻。

Table 6. The test results of conventional property of field drilling fluid**表 6.** 现场浆常规性能测试结果

井深/m	$\rho/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	$\mu_a/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	$\mu_p/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	τ/Pa	V_{API}/mL	$V_{\text{HTHP}}/\text{mL}$	pH 值	H_k/mm	润滑系数/1	黏附系数/1
4096.75	1.26	46	31.5	14.5	4.0	7.6	9	0.5	0.086	0.024
4208.49	1.28	46.5	32	14.5	4.2	8.0	10	0.6	0.090	0.027

注：热滚条件为 $130^\circ\text{C} \times 16\text{h}$ ；测试条件为室温；泥饼黏附系数测定条件为 $130^\circ\text{C} \times 3.5\text{MPa}$ 。

分别取不同井深现场试验浆，测定储层岩心渗透率恢复值，评价现场浆的储层保护效果，结果如表 7 所示。室内模拟储层条件下的岩心动态污染渗透率恢复值达到 85% 以上，储层保护效果好。

Table 7. The evaluation results of core permeability recovery value with field drilling fluid**表 7.** 现场浆作用下岩心渗透率恢复值评价试验结果

井深/m	层位	孔隙度/%	气测渗透率/mD	污染前渗透率/mD	污染后渗透率/mD	渗透率恢复值/%
4024.72	X1	21.9	425.87	56.42	49.29	87.36
4175.55	Y1	25.4	383.26	45.31	41.12	90.75

6. 结论

1) H9 区块储层属于中高渗储层，以粒间孔隙为主，微裂缝发育，非均质性较好，且对渗透率具有贡献的孔径分布在 10~100 nm 之间。

2) 黏土矿物中伊利石和伊-蒙混层含量较高，储层存在潜在的强速敏性损害和强水敏性损害，尽可能采用近平衡压力钻井及高效致密暂堵技术；施工作业过程中应注意控制外来工作液的流速，同时有效控制固相含量，提高工作液的抑制性能。

3) 优化 KCl-聚合醇储层保护钻井液体系具有强抑制、高润滑的特点；现场试验效果良好，有效解决了剥落、掉块及卡钻等井壁失稳问题，取得了有效保护储层的效果。建议在 H9 区块及周边类似储层后续钻采过程中进行推广应用，有望取得良好的经济效益。

基金项目

国家油气重大专项(2011ZX05012-004)。

参考文献 (References)

- [1] 赵宽志, 张丽娟, 郑多明, 等. 塔里木盆地缝洞型碳酸盐岩油气藏储量计算方法[J]. 石油勘探与开发, 2015, 42(2): 251-256.
- [2] 杨鹏飞, 张丽娟, 郑多明, 等. 塔里木盆地奥陶系碳酸盐岩大型缝洞集合体定量描述[J]. 岩性油气藏, 2013, 25(6): 89-94.
- [3] 徐会林, 王新海, 魏少波, 等. 四川盆地高石梯-磨溪区块震旦系储层敏感性实验评价[J]. 岩性油气藏, 2015, 27(2): 13-17.
- [4] 樊世忠, 鄂捷年, 周大晨, 等. 钻井液完井液及油气层保护技术[M]. 东营: 石油大学出版社, 1996.
- [5] 黄维安, 邱正松, 岳星辰, 等. 页岩气储层损害机制及保护水基钻完井液技术[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2014, 38(3): 99-105.
- [6] 王海军, 邓媛, 段春节, 等. 大牛地气田储层伤害研究[J]. 岩性油气藏, 2010, 22(4): 125-129.
- [7] 刘锋报, 邵海波, 周志世, 等. 哈拉哈塘油田硬脆性泥页岩井壁失稳机理及对策[J]. 钻井液与完井液, 2015, 32(1): 38-41.

- [8] 欧阳传湘, 邓志颖, 张伟. 轮古 7 井区三叠系砂岩储层黏土矿物特征及敏感性损害研究[J]. 岩性油气藏, 2011, 23(5): 111-114.
- [9] 覃小丽, 李荣西, 席胜利, 等. 鄂尔多斯盆地东部地区太原组储层黏土矿物特征及成因[J]. 岩性油气藏, 2016, 28(1): 49-57.
- [10] Parekh, B. and Sharma, M.M. (2004) Cleanup of Water Blocks in Depleted Low-Permeability Reservoirs. SPE 89837. <https://doi.org/10.2118/89837-ms>
- [11] 杨枝. 塔中地区裂缝性碳酸盐岩储层保护技术研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2010.
- [12] 宋涛, 张浩, 魏武. 稠油油藏钻井液储层保护技术[J]. 钻采工艺, 2010, 33(3): 99-100.
- [13] 李云, 祁利祺, 胡作维, 等. 准噶尔盆地阜东斜坡中侏罗统头屯河组储层敏感性特征[J]. 岩性油气藏, 2014, 26(1): 52-57.
- [14] 刘大伟, 康毅力, 何健, 等. 碳酸盐岩储层水敏性实验评价及机理探讨[J]. 天然气工业, 2007, 27(2): 32-34.
- [15] Hooshmandkoochi, A., Zaferanieh, M. and Malekzaden, A. (2007) First Application of Under-Balanced Drilling in Fractured Carbonate Formations of Iranian Oil Fields Leads to Operational Success and Cost Savings. SPE 105536.
- [16] 蒋官澄, 吴雄军, 王晓军, 等. 确定储层损害预测评价指标权值的层次分析法[J]. 石油学报, 2011, 32(6): 1037-1041.
- [17] 唐洪明, 龚小平, 唐浩轩, 等. 页岩敏感性损害评价方法及损害机理[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2016, 47(4): 1227-1236.
- [18] 王洪伟, 黄治华, 李新建, 等. “适度抑制”及“储层保护”钻井液的研制及应用[J]. 断块油气田, 2014, 21(6): 797-801.
- [19] 赵亚宁, 陈金霞, 卢淑芹, 等. 南堡中深层复杂岩性地层井壁失稳机理及技术对策[J]. 钻井液与完井液, 2015, 32(5): 41-45.
- [20] 郭明红, 田野, 贾东民, 等. 高 44 平 2 井保护储层防塌钻井液的研究与应用[J]. 特种油气藏, 2012, 19(3): 147-150.

[编辑] 帅群

Hans 汉斯**期刊投稿者将享受如下服务:**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>期刊邮箱: jogt@hanspub.org