

# 裂缝性储层处理剂伤害评价<sup>\*</sup>

李 艳<sup>\*</sup>  
(西南石油学院)

李 艳. 裂缝性储层处理剂伤害评价. 天然气工业, 1999; 19(6): 53~ 55

**摘 要** 在阐明裂缝性储层伤害评价方法基础上, 对 10 种处理剂作了伤害评价。从实验结果看, 基本上可将处理剂分成二类, 第一类处理剂(合成聚合物)对裂缝性储层的伤害程度随裂缝宽度的增加而降低。其伤害机理为处理剂分子的吸附使得裂缝变窄, 流动阻力增大, 裂缝宽度越大, 则因吸附作用产生的吸附膜所减小的流道在整个裂缝宽度中所占比例越小, 表现出伤害越小。第二类处理剂(腐植酸为主要原料)对裂缝性储层的伤害程度随裂缝宽度的增加而增加(在一定的裂缝宽度范围内)。其伤害机理为: 在裂缝空间内可能滞留有腐植酸与模拟地层流体(水型为 CaCl<sub>2</sub>)相互接触后, 产生腐植酸钙沉淀。当裂缝宽度较小时, 随着裂缝宽度的增加, 产生的沉淀量越大, 表现出伤害率增加; 当裂缝宽度远远大于腐植酸钙沉淀颗粒时, 伤害率会下降。本项工作为裂缝性储层优选钻井完井液体系提供了一定基础。

**主题词** 裂缝性储集层 裂缝宽度 钻井液 完井液 钻井液添加剂 地层评价

随着川东勘探的东移, 四川石油管理局今后勘探开发的重点将在开江地区。近年来在该地区新开钻的探井中发现了许多以前未曾遇到的新的复杂情况, 特别是由于裂缝性储层的特殊性, 使得碳酸盐岩双重介质储层与孔隙型砂岩储层的损害机理和评价方法相差甚远。同时“八五”以来钻井完井液处理剂亦发生很大的变化, 有必要在新的评价方法的基础

上对以前的钻井完井液处理剂进行系统评价。钻井完井液中的处理剂按其与水溶解程度, 大致可分为以下三种: ①水溶性, SMP、XY—27 等; ④微溶性, CaSO<sub>4</sub>、表面活性剂等; ④不溶性, 油、BaSO<sub>4</sub> 等。

对于水溶性无机物(如碱、盐等), 从理论上讲, 它们与碳酸盐岩应该没有较强的相互作用。因而, 在开展处理剂伤害评价时, 主要选择水溶性有机化

表 3 AB- 1 对稠化时间的影响

	缓凝剂加量 (%)	AB- 1 加量 (%)	75℃稠化时间 (min)
两性离子 聚合物泥浆	0. 5	0. 5 1. 0	360 360
	1. 0	0. 5 1. 0	500 500
磺化泥浆	0. 5	0. 5 1. 0	360 360
	1. 0	0. 5 1. 0	480 480

— 1 能明显提高转化水泥浆的流变性。

3) AB- 1 对矿渣早期及后期强度及失水均无明显影响, 对稠化时间也无显著影响。

### 参 考 文 献

1 侯吉瑞, 安策等. MTC 固井水泥浆分散剂 SSMA 共聚物的合成与性能. 油田化学, 1996; 13( 2)

2 吴达华, 黄柏宗. 泥浆转化成水泥浆技术综述. 钻井液与完井液, 1995; 12( 1)

3 沈钟, 王果庭. 胶体与表面化学( 第二版). 北京: 化学工业出版社, 1997

收稿日期 1999-06-28 编辑 钟水清)

<sup>\*</sup> 本项工作是由“四川碳酸盐岩气藏探井保护气层技术研究”和“川西碎屑岩大中型气田勘探目标及气田开发研究”两个项目资助。

<sup>\*\*</sup> 李艳, 1972 年生, 助教; 1996 年毕业于西南石油学院并获得应用化学硕士学位, 现从事教学和油层保护方面的科研工作。地址: (637001) 四川省南充市。电话: (0817) 2603433—3935。

合物作为分析讨论的对象。

实验方法

1) 岩心制备, 将收集到的天然岩心测量长度和直径后进行人工造缝, 并在裂缝内充填不同厚度的

材料, 再用透明胶带纸将圆柱面紧紧缠绕。

2) 地层水配制, 根据不同构造配制相应的地层水( 配方见表 1)。

3) 抽空饱和, 将已人工造缝后的岩心, 根据不同的构造井号, 分别用相应的地层水抽空饱和 48 h。

表 1 地层水配方

构 造	K <sup>+</sup> Na <sup>+</sup> ( mg/ L )	Ca <sup>2+</sup> ( mg/ L )	Mg <sup>2+</sup> ( mg/ L )	Cl <sup>-</sup> ( mg/ L )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ( mg/ L )	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ( mg/ L )	水 型	总矿化度 ( g/ L )
构造 1	14 017	821	86	23 018	8	489	CaCl <sub>2</sub>	38. 44
构造 2	328	1 660	413	5 222	105	123	CaCl <sub>2</sub>	8. 1
构造 3	452	1 660	413	45. 51	196	243	CaCl <sub>2</sub>	7. 52
构造 4	17 143	3 603	706	42 539	75	419	CaCl <sub>2</sub>	61. 48

4) 渗透率测定, 用地层水为工作介质, 在 5 MPa 的固定围压下, 进行正向渗透率(  $K_{f1}$  ) 的测定。

5) 处理剂伤害, 将不同处理剂溶液按钻井完井液配方中的浓度分别配成水溶液, 并用 G3 玻砂漏斗常压过滤( 或真空抽滤) 后, 按裂缝孔隙体积的 10~20 倍反向吸入, 流量控制在 1 mL/ min 左右, 然后静置半小时。

6) 继续用相应的地层水测定伤害后的正向渗透率(  $K_{f2}$  ), 并计算伤害率(  $DR$  ),  $DR = \frac{K_{f1} - K_{f2}}{K_{f1}} \times 100\%$ 。

结果分析

全部 10 种水溶性处理剂的 34 块岩心实验结果见图 1、图 2。

从实验结果来看, 基本上可以将处理剂分成二类。第一类处理剂对裂缝性储层的伤害程度随裂缝宽度(  $W_f$  ) 增加而降低, 第二类处理剂对裂缝性储层的伤害程度随裂缝宽度的增加而增加( 在一定的裂

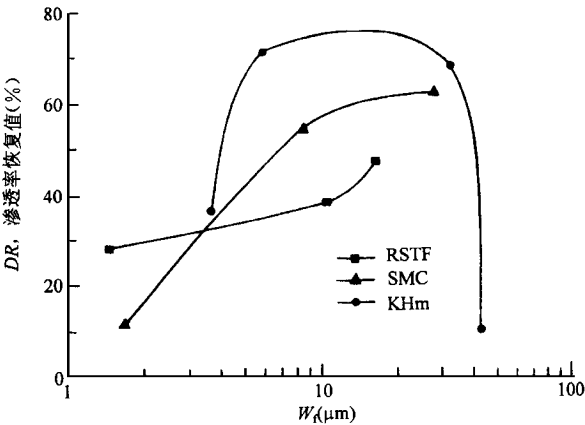


图 2 第二类处理剂  $DR - W_f$  的关系

缝宽度范围内)。

对于第一类处理剂( 合成聚合物), 其伤害程度取决于裂缝宽度, 宽度越大, 造成的伤害就越小( 图 1)。这类处理剂对裂缝性碳酸岩盐地层的伤害机理是: 处理剂分子在与地层接触后能在地层与流体接触的表面发生固—液吸附, 因含处理剂的吸附膜厚度大于无处理剂的水膜厚度, 从而使裂缝性通道在吸附后变窄, 流动阻力增大。吸附膜厚度在裂缝流动的通道所占比例越大, 则产生的阻力越大, 相应地表现出伤害越大。反过来, 裂缝宽度越大, 则因吸附膜后作用所减小的流道在整个流道宽度中所占比例就越小, 表现出伤害程度越小。因此, 可以认为像 SMK、XY—27 这类降粘剂, CMC、SMP、CPF 等降失水剂以及 KPAM、CUD 等大分子包被剂对碳酸盐岩地层的伤害主要是吸附作用所致。

对于第二类处理剂( 腐植酸为主要原料) 伤害规律是: 当  $K_{f1}$  处于数百毫达西以下时, 表现出  $K_{f1}$  越

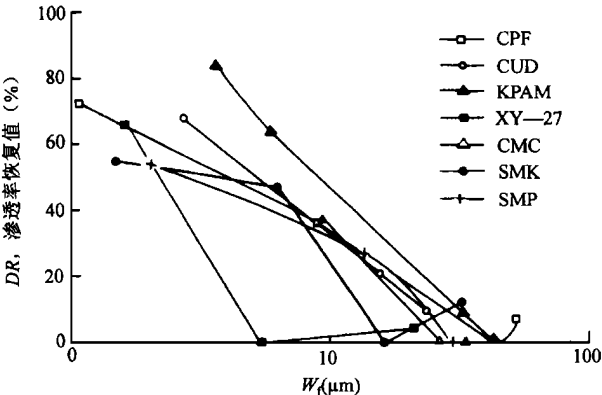


图 1 第一类处理剂  $DR - W_f$  的关系

# 水平井非线性摩擦扭矩的研究\*

郭永峰\* \* 吴 超 廖建芳  
(中国海洋石油技术服务公司)

郭永峰等. 水平井非线性摩擦扭矩的研究. 天然气工业, 1999; 19(6): 55~ 57

**摘 要** 文章利用非线性有限元的数学方法, 研究了海上水平井钻进中的非线性摩擦扭矩问题。提出了一套有关摩擦扭矩的非线性有限元计算公式, 并编制了一套非线性钻柱力学计算程序, 在海洋石油总公司所属的南海北部湾一个钻井平台上进行了实际验证, 从而得出了一些有启发性的结论。目前国内计算水平井摩阻力的研究很多, 但大都集中于计算轴向摩阻力, 对于钻柱摩擦扭矩的研究进行得很少, 原因之一是国内大多数钻机缺少扭矩的精确测量装置。此文利用了海洋钻井平台上的有利条件, 使软件计算精度达到了预期效果。

**主题词** 水平井 非线性 有限元法 摩擦 扭矩 研究

在水平钻井的摩阻力研究中, 越来越多的人注意到只考虑摩阻力的线性结果满足不了实际需要, 而且在理论上也误差太大, 所以有不少理论和实际工作者都转而继续研究摩阻力的非线性效应问题。海洋石油总公司近年来为了提高开发边际油田

的经济价值, 降低生产原油的成本, 水平钻井的数量逐年增加。然而, 在实际水平钻进时, 一个重要问题是如何在全井施工前, 或某一阶段作业前较精确地预测钻进摩擦扭矩, 这不仅涉及到合理选用设备, 确定作业方案, 调整技术措施, 还关系到是否有效地防

大, 伤害程度越大; 当  $K_{f1}$  达到上千毫达西后其伤害率还是回落到只有 10% (图 2)。这类处理剂对裂缝性碳酸盐地层的伤害机理是: 伤害率在增加后下降, 必定有物质滞留在裂缝空间内, 且与处理剂有一定关系。其滞留物可能是腐植酸与模拟地层流体 (水型为  $CaCl_2$  型) 相互接触后产生腐植酸钙沉淀。当裂缝宽度较小时, 则裂缝孔隙空间也较小, 所容纳的地层水也少, 处理剂溶液与地层水接触后产生的沉淀量也少, 因此表现出伤害率较低; 而对裂缝宽度较大的岩心, 由于我们控制处理剂反向注入的流量相对固定, 处理剂与地层水在裂缝空间中的接触时间相对较长, 地层水在裂缝空间中的量相对大些, 这些导致沉淀生成量的增加, 并表现伤害率的增加。但当  $K_{f1}$  上升到  $1\,000\times 10^{-3}\mu m^2$  以上时由于裂缝的宽度远远大于腐植酸钙沉淀颗粒的大小, 因此, 在正向测伤害后的渗透率 ( $K_{f2}$ ) 时, 与  $K_{f1}$  的值比较接近, 伤害率回落到只有 10%。

## 结 论 建 议

- 1) 对 10 种处理剂进行伤害评价结果可以看出: 对于合成聚合物处理剂对裂缝性储层的伤害程度随缝宽增加而降低, 对于腐植酸类处理剂对裂缝性储层的伤害程度随缝宽增加而增加 (在一定的裂缝宽度范围内)。
- 2) 如果上述机理是导致腐植酸类处理剂对裂缝型碳酸盐岩储层主要伤害, 建议钻井完井液配方设计中尽量不用此类处理剂。
- 3) 对于腐植酸类处理剂对裂缝型碳酸盐岩储层基质的伤害机理还应作进一步探讨。

### 参 考 文 献

- 1 张绍槐, 罗平亚. 保护储集层技术. 北京: 石油工业出版社, 1993
- 2 郑平. 煤炭腐植酸的生产和作用. 北京: 化学工业出版社, 1989

(收稿日期 1999-06-28 编辑 钟水清)

\* 本文的研究内容为国家“863”高科技计划“以钻井摩阻力为中心的海底大位移水平井的钻进”项目的一个子课题。  
\* \* 郭永峰, 1955 年生, 讲师; 1994 年在石油大学 (北京) 获工学硕士学位。现在中海技术服务公司专门从事水平井摩阻计算机软件的开发工作。地址: (101149) 北京 232 信箱中国海洋石油技术服务公司。电话: (010) 64610022—8198。

alkali-resistant properties. In addition, AB-1 has no obvious influence on the strength in the early and later stages, and the same applied to the thickening time and water loss of the slurry body. AB-1 can be used for the complicated mud to cement in deep high-temperature wells.

**SUBJECT HEADINGS:** Drilling fluid, Conversion, Cement slurry, Dispersant, Well cementing, Research

**Ge Hongjiang**, born in 1971, graduated from *xí an* Petroleum Institute with a Master's degree in 1997. Now he is graduate student for Doctor's degree in oil and gas well drilling engineering in Southwest Petroleum Institute. Add: Department of Graduate Students, Southwest Petroleum Institute, Nanchong, Sichuan (637001), China. Tel: (0817) 2603433—2926

.....

**EVALUATION OF FRACTURED RESERVOIR DAMAGE BY ADDITIVES**

Li Yan ( Southwest Petroleum Institute ). *NATUR. GAS IND.* v. 19 no. 6, pp. 53~ 55, 11/25/99. ( ISSN 1000-0976; In Chinese)

**ABSTRACT:**The evaluation of the damage by ten kinds of additives is made on the basis of expounding the evaluation method for fractured reservoir damage. According to the experimental results, the additives can be basically divided into two categories. The fractured reservoir damage degree by first category of the additives (synthetic polymer) reduces with the increase of fracture width. The damage mechanism is that the adsorption of additives, molecule makes fractures narrow and the flow resistance increase. The larger the fracture width, the smaller the ratio of the flow passage reduced by the adsorbed film formed as a result of adsorption effect in total fracture width, and the smaller the damage also. The fractured reservoir damage degree by second category of the additives (taking humic acid as main raw material) increases with the enlargement of fracture width (within the bounds of a certain fracture width). The damage mechanism is that the humic acid and the fluid in the simulated formation (CaCl<sub>2</sub> type) may be detained in the fractures, and when they contact with each other, the precipitation of calcium humate will occur. For small fracture width, the precipitation increases with the enlargement of fracture width and the damage rate raises; but for the fracture width which is far larger than the precipitated calcium humate particles, the damage rate reduces. This work provides a certain basis for optimizing drilling and completion fluid systems for fractured reservoirs.

**SUBJECT HEADINGS:** Fractured reservoir, Fracture width, Drilling fluid, Completion fluid, Drilling fluid additive,

Formation evaluation

**Li Yan** (*asistant*), born in 1972, graduated from Southwest Petroleum Institute with a Master's degree in applied chemistry in 1996. Now she is engaged in teaching and the research on oil and gas reservoir protection. Add: Nanchong, Sichuan (637001), China. Tel: (0817) 2603433—3933

.....

**A STUDY OF NONLINEAR FRICTIONAL TORQUE IN HORIZONTAL WELL DRILLING**

Guo Yongfeng, Wu Chao and Liao Jianfang ( China Offshore Oil Technique Service Co. ). *NATUR. GAS IND.* v. 19, no. 6, pp. 55~ 57, 11/25/99. ( ISSN 1000-0976; In Chinese)

**ABSTRACT:**The problem of the nonlinear frictional torque in the course of offshore horizontal well drilling is analyzed by use of nonlinear finite element method in this paper. A set of nonlinear finite element calculation formulae for frictional torque is proposed and a set of nonlinear mechanical calculation programs for drilling string is composed, which have been verified at a drilling platform under China National Offshore Oil Corporation in the Beibu Gulf, South China Sea, obtaining some inspiring conclusions. At present, many studies of calculating the frictional resistance of horizontal well have been conducted at home, but majority of them were concentrated on the calculation of the axial frictional resistance and the study of the drilling string's frictional torque is very limited. One of the reasons is that majority of the drilling rigs at home lack accurate measure device of the torque. In this paper, the software computation accuracy achieves the desired results by taking advantage of offshore drilling platform.

**SUBJECT HEADINGS:** Horizontal well, Nonlinear, Finite element method, Friction, Torque, Research.

**Guo Yongfeng** (*asistant*) was born in 1955 and received a Master's degree in engineering at the University of Petroleum (Beijing) in 1994. Now he is specially engaged in the development of computer software for horizontal well's frictional resistance at China Offshore Oil Technique Service Co. Add: P. O. BOX 232, Beijing (101149), China. Tel: (010) 64610022—8198

.....

**A PRELIMINARY DISCUSSION ON ANTI-SLOUGHING TECHNIQUE UNDER THE COMPLEX GEOLOGICAL CONDITIONS IN EAST SICHUAN**