

# TH-60 硫酸钡阻垢剂的研制及应用

刘爱华<sup>1,2</sup>

(1. 长庆油田分公司油气工艺研究院, 陕西 西安 710021;  
2. 低渗透油气田勘探开发国家工程实验室, 陕西 西安 710021)

**摘要:**根据华庆油田水质特点, 研制了一种以环氧琥珀酸为主剂, 并复配以表面活性剂、助剂、溶剂的阻垢剂 TH-60, 阻垢剂 TH-60 对钡、锶、钙离子均有阻垢效果, 尤其对硫酸钡的阻垢性能最佳。室内研究表明, 在  $\text{SO}_4^{2-}$  质量浓度为 1 600 mg/L,  $\text{Ba}^{2+}$  质量浓度为 700 mg/L, 阻垢剂质量浓度为 100 mg/L, 对硫酸钡垢的阻垢率达到 75%。

**关键词:**硫酸钡垢; 化学阻垢剂; 集输系统

中图分类号: TE39

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2015)07-0060-02

## Preparation and application of barium sulfate scale inhibitor TH-60

LIU Ai-hua<sup>1,2</sup>

(1. Oil & Gas Technology Research Institute, Changqing Oilfield Company, Xi'an 710021, China; 2. National Engineering Laboratory for Low-permeability Petroleum Exploration and Development, Xi'an 710021, China)

**Abstract:** Based on the water quality in Qinghua oil field, a barium sulfate scale inhibitor TH-60 is developed by using polyepoxy succinic acid (PESA), surfactants, additives and solvent. The result shows that TH-60 has scale inhibiting performance to barium, strontium and calcium ions, especially to barium sulphate. The scale inhibition rate to barium sulphate can reach 75% when the concentration of  $\text{SO}_4^{2-}$  and  $\text{Ba}^{2+}$  and TH-60 are 1 600 mg/l, 700 mg/l and 100 mg/l, respectively.

**Key words:** barium sulfates scale; scale inhibitor; gathering system

结垢伴随着油田开发的整个过程, 特别是在注水开发见效区块, 因注入水与地层水不配伍, 引起注水压力上升, 采油管柱、井组和集输管线结垢。华庆油田属典型的多油层复合型开发区块, 注入水富含硫酸根, 地层水富含钡离子, 二者严重不配伍<sup>[1]</sup>, 导致集输系统增压站、转油站的加热炉盘、加热炉至沉降罐的管线等来油混合结垢严重。其中加热管线结垢速度快, 结垢严重; 加热炉盘管、站内集输管线以及清蜡收球装置 1 年左右须更换 1 次, 严重影响原油正常集输和设备的利用率。

针对上述情况, 笔者研制了一种以环氧琥珀酸为主剂, 配以多种表面活性剂、助剂, 构成 TH-60 阻垢剂, 该药剂可以螯合  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Sr}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ , 尤其对硫酸钡垢阻垢性能最佳。

## 1 华庆油田水质分析及垢样组成

### 1.1 水质分析

华庆油田水质矿化度高, 水质复杂, 不同层位产出的水质差异较大。注入水主要是硫酸钠水型, 硫酸根质量浓度较高, 达到 2 423.32 mg/L; 地层水主要是氯化钙水型, 含有钙、镁、钡离子, 其中钡离子质量浓度最高达到 1 678.83 mg/L, 当层间水相遇或者原油含水较高时, 由于层间水以及注入水与地层

水的不配伍, 反应生成  $\text{BaSO}_4$  沉淀, 导致集输站点的收球筒、汇管、地面管线结垢严重, 水质离子质量浓度如表 1 所示。

表 1 华庆油田注入水、地层水成垢离子质量浓度分析

井号	$\text{Cl}^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ba}^{2+}$	水型
耿 X 水源井	443.23	111.97	2423.32	347.70	105.45	0	硫酸钠
黄 X 水源井	1051.67	52.73	2114.65	119.82	426.72	0	硫酸钠
关 X-1	39212.99	161.00	123.14	252.87	38.34	1003.70	氯化钙
地 X-2	72284.00	364.50	46.57	3950.00	47.93	1678.83	氯化钙

### 1.2 垢样分析

油田输油增压站加热炉管线处结垢物的 X-衍射分析结果如图 1 所示。由分析结果可知, 华庆油田集输系统管线结垢物主要成分是  $\text{BaSO}_4$ 。

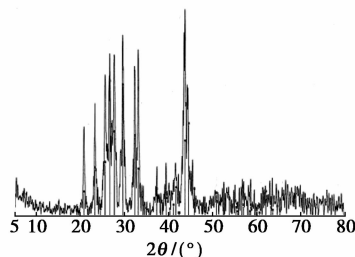


图 1 输油增压站加热炉管线垢样 X-衍射分析

## 2 阻垢剂的研制

### 2.1 主要组成

聚环氧琥珀酸<sup>[2]</sup>、多氨基多醚基甲叉膦酸、聚季铵盐、助剂、溶剂,均为工业品。

### 2.2 制备过程

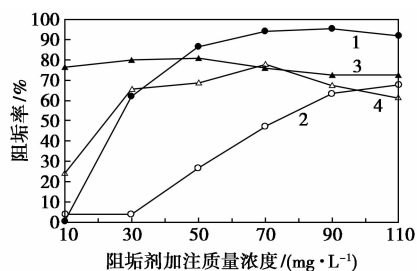
聚环氧琥珀酸与溶剂按一定质量比加入反应釜,搅拌均匀,测定溶液的pH,缓慢加入定量的多氨基多醚基甲叉膦酸,搅拌溶解完全,再依次加入聚季铵盐和助剂,在一定温度和压力下反应2~3 h,冷却至室温,即得到TH-60阻垢剂。

### 2.3 性能指标

TH-60阻垢剂的外观为琥珀色透明液体,密度(20℃)为1.1~1.2 g/cm<sup>3</sup>,固含量≥40%,凝固点≤-5℃,溶于水,水溶液呈中性,1%水溶液pH为6~7,阻垢率≥87%。

### 2.4 室内阻垢效果

按照SY/T 5673—1993《油田用防垢剂性能评定方法》<sup>[3]</sup>,在实验室配水测试TH-60阻垢剂对硫酸钡、硫酸锶、硫酸钙、碳酸钙垢的阻垢效果,结果如图2所示。由图2可以看出,该阻垢剂对Ba<sup>2+</sup>、Sr<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>均具有阻垢能力,尤其对硫酸钡阻垢性能最佳,当阻垢剂质量浓度为50 mg/L时,阻垢率达到87%。



1—BaSO<sub>4</sub>; 2—SrSO<sub>4</sub>; 3—CaSO<sub>4</sub>; 4—CaCO<sub>3</sub>

图2 TH-60阻垢剂对不同垢的阻垢效果

华庆油田实际生产水中成垢离子质量浓度远大于SY/T 5673—1993《油田用防垢剂性能评定方法》标准规定的质量浓度。室内采用华庆油田实际生产水(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>质量浓度为1 600 mg/L, Ba<sup>2+</sup>质量浓度为700 mg/L)评价该阻垢剂对硫酸钡垢阻垢率,如图3

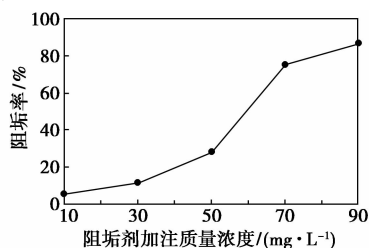


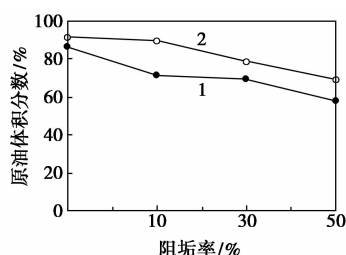
图3 阻垢剂对硫酸钡阻垢率的评价

所示。由图3可以看出,当阻垢剂质量浓度为100 mg/L时,阻垢率达到75.2%。

### 2.5 原油吸附性评价

对华庆油田的现场调研发现,硫酸钡结垢主要在集输系统加热炉、进出口管线、总机关,而且油井开采后期,油井含水量逐渐上升,井筒结垢现象也会日趋严重,所以评价阻垢剂在含油水中的阻垢效果具有现实指导意义。

按照原油体积分数10%、30%、70%,配置油水混合液,评价阻垢剂在不同含油混合液中对硫酸钡垢的阻垢效果。阻垢剂使用质量浓度为100、120 mg/L,实验结果表明,不同含油量的油水混合液对该阻垢剂的阻垢率是有影响的,随着含油比的上升,阻垢剂对硫酸钡的阻垢率逐渐下降,结果如图4所示。



1—100 mg/L阻垢率;2—120 mg/L阻垢率

图4 阻垢剂在不同含油混合液中对硫酸钡垢的阻垢效果

## 3 现场应用及效果

TH-60阻垢剂在华庆油田10个集输增压点现场应用,加药质量浓度为50~70 mg/L,结垢速率平均延长5~10倍,有效改善油田结垢的现状,保障油田生产。

白×增压点日处理液量165 m<sup>3</sup>/d,综合含水40%,管辖油井68口,其中增压加热炉一次加热出口3个月结垢厚度为1 mm,结垢速率为4 mm/a。2013年8月开始在汇管处加注钡锶阻垢剂,使用质量浓度为60 mg/L,运行1年后,管线结垢厚度为0.1 mm,结垢速率为0.5 mm/a,有效降低了结垢速率,阻垢效果显著。

### 参考文献

- [1] 武平仓,罗春勋,任健,等.地层条件下硫酸盐结垢趋势实验研究[J].油田化学,1994,11(3):205-208.
- [2] 王宪革,齐维维,张兴文,等.复配阻垢剂的性能及阻垢机理研究[J].东北大学学报:自然科学版,2010,31(6):910-912.
- [3] 中国石油勘探开发研究院采收率研究所.SY/T 5673—1993油田用防垢剂性能评价方法[S].北京:油田化学专业标准化技术委员会,1993:3-4. ■