

# 团 体 标 准

T/CNPC10013-2023

## 三元复合驱硅垢防垢剂 第2部分 性能检测技术规范

Silicone scale inhibitor for ASP flooding

Part2 Performance testing technical specifications

2023-09-01 发布

2023-10-01 实施

中国石油和化工自动化应用协会

发 布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 仪器设备、试剂材料 .....	1
4.1 仪器设备 .....	1
4.2 试剂材料 .....	2
5 实验方法 .....	2
5.1 外观检测 .....	2
5.2 三元采出液配伍性检测 .....	2
5.3 腐蚀速率检测 .....	2
5.4 硅垢防垢率检测 .....	4
6 健康、安全、环境控制要求 .....	5

## 前言

“三元复合驱硅垢防垢剂”系列团体标准分2部分：

---第1部分：产品技术规范；

---第2部分：性能检测技术规范。

本部分为《三元复合驱硅垢防垢剂 第2部分 性能检测技术规范》。

本文件按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化工自动化应用协会提出并归口。

本文件起草单位：大庆油田有限责任公司采油工程研究院、东北石油大学、胜利油田分公司石油工程技术研究院、长庆油田分公司油气工艺研究院、新疆油田分公司工程技术研究院、辽河油田分公司钻采工艺研究院。

本文件主要起草人：蔡萌、刘向斌、宋兴良、王庆国、赵昌明、郑贵、李庆松、郭红光、王力、王俐超、罗美娥、胡俊卿、张德兰、刘纪琼、黄小会、韩重莲、王飞、陈文将、傅海荣、王玉鑫、王锐、康燕、王海静、王俊、王玲、孟勇、苑慧莹、熊启勇、梁凌熏。

## 三元复合驱硅垢防垢剂 第2部分 性能检测技术规范

### 1 范围

本文件规定了三元复合驱硅垢防垢剂术语和定义、性能评价方法步骤。  
本文件适用于三元复合驱硅垢防垢剂性能检测及评价。

### 2 规范性引用文件

下列文件的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法  
GB/T 6920 水质 pH的测定 电极法  
SY/T 5405-2019 酸化用缓蚀剂性能试验方法及评价指标

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**三元复合驱硅垢防垢剂** silicon scale inhibitor for ASP flooding

三元复合驱采油过程能防止或延缓井筒采出液中硅垢沉积的化学剂。

#### 3.2

**硅垢防垢率** silicon scaling inhibition rate

用于表征硅垢防垢剂性能和效果的关键参数，加入硅垢防垢剂后溶液中非沉积硅浓度差与未加入硅垢防垢剂溶液中非沉积硅浓度差的比值。

### 4 仪器设备、试剂材料

#### 4.1 仪器设备

- 4.1.1 量筒：100 mL、200 mL、500 mL；
- 4.1.2 烧杯：50 mL、100 mL、200 mL、250 mL、500 mL；
- 4.1.3 移液管：0.50 mL、1.00 mL、5.00 mL、10.00 mL、50.00 mL；
- 4.1.4 容量瓶：100 mL、1000 mL；

- 4.1.5 塑料样品管：10 mL；
- 4.1.6 具塞锥形瓶：250 mL；
- 4.1.7 干燥器；
- 4.1.8 比色管：50.00 mL
- 4.1.9 pH计：精确度 0.01；
- 4.1.10 游标卡尺：精度 0.01 mm；
- 4.1.11 电子天平：感量 0.01 g；
- 4.1.12 分析天平：感量 0.0001 g；
- 4.1.13 电热恒温水浴：室温~95 °C，控温精度为±1 °C；
- 4.1.14 电感耦合等离子体光谱仪（ICP）。

## 4.2 试剂材料

- 4.2.1 挂片：N80 钢片；
- 4.2.2 滤膜：0.22 μm；
- 4.2.3 丙酮：分析纯；
- 4.2.4 石油醚：分析纯；
- 4.2.5 无水乙醇：分析纯；
- 4.2.6 无水氯化钙：分析纯；
- 4.2.7 盐酸：质量分数为 36%~38%，分析纯；
- 4.2.8 九水偏硅酸钠（ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ）：分析纯；
- 4.2.9 蒸馏水：符合 GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法中三级水的规定。
- 4.2.10 三元采出液

## 5 实验方法

### 5.1 外观检测

将试样倒入50.00 mL比色管中，在非直射自然光线下目视，观察颜色、有无悬浮物、絮凝物、沉淀物及分层现象，并记录。

### 5.2 三元采出液配伍性检测

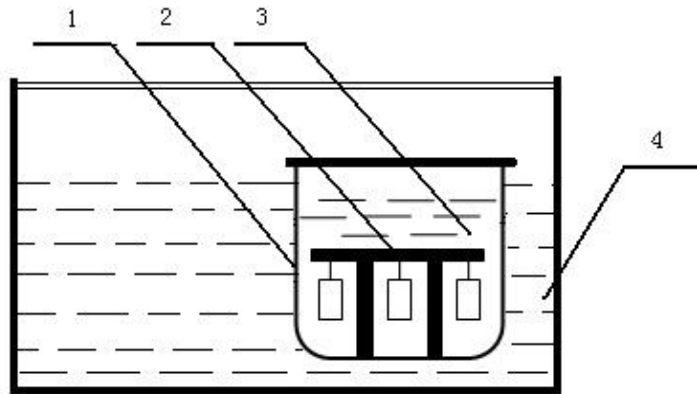
5.2.1 将目的区块三元采出液静置分离，水相经定量滤纸过滤直至无悬浮物、絮凝物、沉淀物及分层现象，取500 mL装入广口瓶，加盖密封，备用。

5.2.2 取10.00 g±0.01 g试样于500 mL烧杯中，取490 g上述备用水样加入烧杯中，搅拌均匀，制得2.0 wt%的试样溶液，移入广口瓶中，加盖密封，置于目的区块地层温度的电热恒温水浴中，恒温24 h后取出，室温冷却1 h，在非直射自然光线下目视，观察有无悬浮物、絮凝物、沉淀物及分层现象，并记录。

### 5.3 腐蚀速率检测

#### 5.3.1 常压静态腐蚀实验装置

常压静态腐蚀实验装置见图 1。



标引序号说明:

- 1--塑料杯;
- 2--挂片及挂片架 (聚四氟乙烯);
- 3--试样;
- 4--水浴。

图 1 常压静态腐蚀实验装置

### 5.3.2 挂片制备

按 SY/T 5405-2019 的 4.1 规定执行。

### 5.3.3 检测步骤

5.3.3.1 取已制备的挂片,用游标卡尺测量几何尺寸,并记录编号、几何尺寸。

5.3.3.2 根据每平方厘米挂片表面积最小用液量 20 mL 准备试样溶液,把试样溶液倒入反应容器内,按图 1 接好装置,升温至目的区块地层温度,将挂片单片吊挂,三片一组,保证挂片全部表面与试样相接触,记录反应开始时间。

5.3.3.3 浸泡 360 h 后取出挂片,观察腐蚀情况并作详细记录。

5.3.3.4 观察后将挂片立即用清水冲洗干净,再用软毛刷刷洗;剪掉塑料线,然后用丙酮、无水乙醇逐片清洗,放在滤纸上晾干,最后放在干燥器内干燥 20 min 后称重(精确至 0.0001 g)。

### 5.3.4 腐蚀速率计算

5.3.4.1 腐蚀速率计算见公式(1):

$$V = k(W_1 - W_2)/(A_i t \rho) \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$V$ —腐蚀速率,单位为毫米每年(mm/a);

$k$ —单位常数,数值为  $8.76 \times 10^4$ ;

$W_1$ —腐蚀前质量,单位为克(g);

$W_2$ —经腐蚀并除去表面产物后的质量,单位为克(g);

$A_i$ —挂片表面积,单位为平方厘米( $\text{cm}^2$ );

$t$ —腐蚀时间,单位为小时(h);

$\rho$ —金属挂片的密度,取值  $7.85 \text{ g/cm}^3$ 。

5.3.4.2 挂片表面积计算见公式(2):

$$A_i = (L \times a + a \times b + b \times L) \times 2 \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$A_f$ —挂片表面积，单位为平方厘米（ $\text{cm}^2$ ）；

$L$ —挂片长，单位为厘米（ $\text{cm}$ ）；

$a$ —挂片宽，单位为厘米（ $\text{cm}$ ）；

$b$ —挂片高，单位为厘米（ $\text{cm}$ ）。

5.3.4.3 平均腐蚀速率计算见公式（3）：

$$\bar{V} = (V_1 + V_2 + V_3) / 3 \dots\dots\dots(3)$$

式中：

$\bar{V}$ —平均腐蚀速率，单位为毫米每年（ $\text{mm/a}$ ）；

$V_1, V_2, V_3$ —分别为同组的三块挂片的腐蚀速率，单位为毫米每年（ $\text{mm/a}$ ）。

## 5.4 硅垢防垢率检测

### 5.4.1 溶液的配制

#### 5.4.1.1 A 溶液

取 27.7500  $\text{g} \pm 0.0001 \text{ g}$  无水  $\text{CaCl}_2$  于 200 mL 烧杯中，加适量蒸馏水溶解后转移至 1000 mL 容量瓶定容，备用。

#### 5.4.1.2 B 溶液

取 40.5710  $\text{g} \pm 0.0001 \text{ g}$   $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  于 200 mL 烧杯中，加适量蒸馏水溶解后转移至 1000 mL 容量瓶定容，备用。

#### 5.4.1.3 C 溶液

取 4.00  $\text{g} \pm 0.01 \text{ g}$  硅垢防垢剂样品于 100 mL 烧杯中，加蒸馏水 96 g，混合均匀，制得 4.0 wt% 的试样溶液。

#### 5.4.1.4 D 溶液

用移液管移取 50.00 mL B 溶液于 250 mL 具塞锥形瓶中，加 150 mL 蒸馏水混合均匀。

#### 5.4.1.5 E 溶液

量取 25 mL 浓盐酸于 100 mL 烧杯中，加入 25 mL 蒸馏水混合均匀。

### 5.4.2 检测步骤

5.4.2.1 用移液管移取 50.00 mL B 溶液于 250 mL 的具塞锥形瓶中，再加入 140 mL 蒸馏水至具塞锥形瓶中，用 E 溶液调节具塞锥形瓶中溶液  $\text{pH}=9 \pm 0.20$ ， $\text{pH}$  值测定按 GB/T 6920 的规定执行，然后加入 2.00 mL A 溶液，最后补加蒸馏水至 200 mL，盖紧瓶塞，充分摇匀，此溶液为未加防垢剂试样的混合溶液。

5.4.2.2 用移液管移取 50.00 mL B 溶液于 250 mL 的具塞锥形瓶中，再加入 140 mL 蒸馏水至具塞锥形瓶中；用 E 溶液调节具塞锥形瓶中溶液  $\text{pH}=9 \pm 0.20$ ， $\text{pH}$  值测定按 GB/T 6920 的规定执行；向 50 mL 烧杯中加入 2.00 mL A 溶液，再向烧杯加入质量为  $m_c$  的 C 溶液，混合均匀后定量转移到具塞锥形瓶中。最后补加蒸馏水至 200 mL，盖紧瓶塞，充分摇匀，此溶液为加防垢剂试样的混合溶液。

5.4.2.3 将上述具塞锥形瓶置于预设为目的区块地层温度的电热恒温水浴中恒温 24 h 后取出，室温冷却 1 h，立即进行下面操作。

5.4.2.4 采用 0.22  $\mu\text{m}$  的滤膜分别抽滤上述具塞锥形瓶中溶液。

5.4.2.5 用移液管分别移取 10.00 mL 上述滤液置于已编号的塑料样品管，按 ICP 操作规程分别测定上述塑料样品管中溶液的非沉积硅浓度。滤后 D 溶液中非沉积硅质量浓度记为  $C_0$ ，未加防垢剂试样的混合溶液中非沉积硅质量浓度记为  $C_1$ ，加防垢剂试样的混合溶液中非沉积硅质量浓度  $C_2$ 。

### 5.4.3 质量 $m_c$ 的计算

质量  $m_c$  的计算见公式 (4)：

$$m_c = \frac{p \times V}{W_c} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

$m_c$ —加防垢剂试样的混合溶液中加入 C 溶液的质量，单位为克 (g)；

$p$ —目的区块现场防垢剂使用质量浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$V$ —加防垢剂试样的混合溶液的体积，取值 200 mL；

$W_c$ —C 溶液试样的质量分数，取值 4%。

### 5.4.4 硅垢防垢率计算

硅垢防垢率  $E$  的计算见公式 (5)：

$$E = (C_2 - C_1) / (C_0 - C_1) \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

式中：

$E$ —硅垢防垢率，数值以%表示；

$C_2$ —加防垢剂试样的混合溶液中非沉积硅浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$C_1$ —未加防垢剂试样的混合溶液中非沉积硅浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$C_0$ —D 溶液中非沉积硅浓度，即加入的非沉积硅浓度，单位为毫克每升 (mg/L)。

重复测定两次结果的相对平均偏差不应超过 5%，取其算术平均值作为测定结果。

## 6 健康、安全、环境控制要求

6.1 实验工房应清洁、干燥，并配备清水冲洗用具、消防器材、通风设备。

6.2 实验检测人员应正确穿戴工作服，戴橡胶耐酸手套，佩戴防酸安全防护眼镜。皮肤接触时，应立即脱去污染的工作服，用流动清水冲洗至少 5min，严重时及时送医；眼睛接触时，立即用冲眼器冲刷，严重时及时送医。

6.3 实验结束后，剩余残液和产生的废液应收集处理。