

ICS 75.020  
E 13

**SY**

中华人民共和国石油天然气行业标准

**SY/T 5673—2020**

代替 SY/T 5673—1993

---

## 油田用防垢剂通用技术条件

General technical conditions of scale inhibitor for oil fields

2020—10—23 发布

2021—02—01 实施

---

国家能源局 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 原理	1
5 技术要求	1
5.1 理化指标	1
5.2 使用性能指标	1
6 仪器和设备	2
7 试剂和材料	2
8 实验方法	3
8.1 溶液配制	3
8.2 成垢阳离子测定方法的选择	4
8.3 CaSO <sub>4</sub> 垢防垢率的测定	5
8.4 CaCO <sub>3</sub> 垢防垢率的测定	6
8.5 BaSO <sub>4</sub> 垢防垢率的测定	7
8.6 SrSO <sub>4</sub> 垢防垢率的测定	8
9 检验规则	9
9.1 采样	9
9.2 检验	9
9.3 判定	9
10 包装、标志和储运	9
11 健康、安全、环境控制要求	9

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 5673—1993《油田用防垢剂性能评定方法》。与 SY/T 5673—1993 相比，主要技术变化如下：

- 修改了主题内容与适用范围，将“主题内容与适用范围”更名为“范围”（见第1章，1993年版的第1章）；
- 修改了引用标准，将“引用标准”更名为“规范性引用文件”（见第2章，1993年版的第2章）；
- 增加了术语和定义（见第3章）；
- 修改了方法提要，将“方法提要”更名为“原理”（见第4章，1993年版的第3章）；
- 增加了技术要求（见第5章）；
- 修改了仪器、器材、药品，将“仪器、器材、药品”更名为“仪器和设备”（见第6章，1993年版的第4章）；
- 增加了试剂和材料（见第7章）；
- 修改了评定方法，将“评定方法”更名为“实验方法”（见第8章，1993年版的第5章）；
- 增加了溶液配制（见8.1）；
- 增加了成垢阳离子测定方法的选择（见8.2）；
- 修改了抑制硫酸钙垢的性能试验，将“抑制硫酸钙垢的性能试验”更名为“CaSO<sub>4</sub>垢防垢率的测定”（见8.3，1993年版的5.1）；
- 修改了抑制碳酸钙垢的性能试验，将“抑制碳酸钙垢的性能试验”更名为“CaCO<sub>3</sub>垢防垢率的测定”（见8.4，1993年版的5.2）；
- 修改了抑制硫酸钡垢的性能试验，将“抑制硫酸钡垢的性能试验”更名为“BaSO<sub>4</sub>垢防垢率的测定”（见8.5，1993年版的5.3）；
- 修改了抑制硫酸锶垢的性能试验，将“抑制硫酸锶垢的性能试验”更名为“SrSO<sub>4</sub>垢防垢率的测定”（见8.6，1993年版的5.4）；
- 增加了检验规则的相关内容（见第9章）；
- 增加了包装、标志和储运的相关内容（见第10章）；
- 增加了健康、安全、环境控制要求（见第11章）。

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这些专利的责任。

本标准由油田化学剂专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：石油工业入井流体质量监督检验中心（辽河油田）、大港油田公司石油工程研究院、大庆油田有限责任公司油田建设设计研究院、新疆油田分公司实验检测研究院、胜利油田分公司石油工程技术研究院、西安长庆化工集团有限公司。

本标准主要起草人：张洪君、张俊、郑猛、闫峰、何强、高启宝、彭博、张西子、亢思丹、丁湘华、尹冰、刘丽、张秋丽、刘玉、高美芝、张云芝、乔沐、梁凌熏、蒋艳娟、李建华。

# 油田用防垢剂通用技术条件

## 1 范围

本标准规定了油田用防垢剂的技术要求，实验方法，检验规则，包装、标志和储运及健康、安全、环境控制要求。

本标准适用于油田用防垢剂的质量检验和性能评价。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 6679 固体化工产品采样通则

GB/T 6680 液体化工产品采样通则

GB/T 6682 分析实验室用水规格和实验方法

GB/T 7476 水质 钙的测定 EDTA 滴定法

GB/T 11638 溶解乙炔气瓶

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**防垢剂 scale inhibitor**

在油田水处理过程中，能防止或延缓油田水中盐类成垢的化学剂。

## 4 原理

两种盐水混合，某种成垢阳离子和阴离子如果形成垢沉淀，水中该成垢阳离子浓度显著下降；混合盐水中加入防垢剂后，沉淀难以形成，抑制了成垢阳离子原始浓度的降低。在混合盐水中加入不同类型的防垢剂，并保证充分的反应时间，通过测定某成垢阳离子浓度的变化，对防垢剂的性能进行检验及评价。

## 5 技术要求

### 5.1 理化指标

理化指标应符合生产企业产品标准的质量要求。

### 5.2 使用性能指标

油田用防垢剂使用性能指标见表 1。

表 1 油田用防垢剂使用性能指标

项目		指标	
防垢率	70℃	CaSO <sub>4</sub> 垢	≥ 80%
		CaCO <sub>3</sub> 垢	≥ 80%
		BaSO <sub>4</sub> 垢	≥ 60%
		SrSO <sub>4</sub> 垢	≥ 50%
	140℃	CaSO <sub>4</sub> 垢	≥ 80%
		CaCO <sub>3</sub> 垢	≥ 80%
		BaSO <sub>4</sub> 垢	≥ 60%
		SrSO <sub>4</sub> 垢	≥ 50%
注：针对不同垢型、不同温度的防垢剂，根据产品特点可分别达到本表规定的要求。			

## 6 仪器和设备

6.1 原子吸收分光光度计及相应的辅助设备（钙空心阴极灯、镉空心阴极灯和钡空心阴极灯，乙炔和氧化亚氮气源）：波长重复性 ≤ ±0.3nm。

6.2 天平：精度为 0.01g, 0.001g。

6.3 控温烘箱：控温范围为室温至 200℃，控温精度为 ±1℃。

6.4 恒温水浴：控温精度为 ±1℃。

6.5 瓶装二氧化碳：工业品，纯度 ≥ 99.0%。

6.6 瓶装氮气：工业品，纯度 ≥ 99.5%。

6.7 塑料注射器：50mL，分度 5mL。

6.8 旋盖式塑料过滤器：过滤面直径 25mm。

6.9 微孔过滤膜：水系、孔径 0.45μm。

6.10 具塞磨口锥形瓶：150mL，250mL。

6.11 聚四氟乙烯管：能够与塑料注射器连接，长度约 300mm ± 10mm。

6.12 量筒：250mL。

6.13 移液管：5mL，10mL，25mL，50mL。

6.14 容量瓶：100mL，250mL，1000mL。

6.15 烧杯：50mL。

6.16 滴定管：25mL，50mL。

6.17 高温反应容器：配有聚四氟乙烯内衬，可以加压，容积 500mL，耐温 150℃，耐压 2MPa。

## 7 试剂和材料

7.1 氯化钠：分析纯。

7.2 氯化钙（CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O）：分析纯。

7.3 硫酸钠：分析纯。

7.4 氯化镁（MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O）：分析纯。

7.5 碳酸氢钠：分析纯。

- 7.6 氯化钡 ( $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) : 分析纯。  
 7.7 氯化铯 : 分析纯。  
 7.8 氯化铵 : 分析纯。  
 7.9 氨水 : 25%~28%, 分析纯。  
 7.10 蒸馏水 : 三级, 符合 GB/T 6682 的要求。  
 7.11 氢氧化钠 : 分析纯。  
 7.12 盐酸 : 分析纯。  
 7.13 乙二胺四乙酸二钠 (EDTA) : 分析纯。  
 7.14 乙二胺四乙酸二钠镁 ( $\text{EDTA-MgNa}_2$ ) : 分析纯。  
 7.15 钙试剂羧酸钠 : 分析纯。  
 7.16 铬黑 T : 分析纯。  
 7.17 盐酸羟胺 : 分析纯。  
 7.18 乙醇 : 95%, 分析纯。  
 7.19 钙离子标准溶液 : 1000mg/L。  
 7.20 钡离子标准溶液 : 1000mg/L。  
 7.21 铯离子标准溶液 : 1000mg/L。

## 8 实验方法

### 8.1 溶液配制

8.1.1 防垢率测定所需标准盐水溶液制备见表 2。

表 2 防垢率测定标准盐水制备

序号	防垢类型	标准盐水溶液构成
1	$\text{CaSO}_4$ 垢	A 溶液 (g/L) : $C_{\text{NaCl}}=18.75$ , $C_{\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}=27.75$ B 溶液 (g/L) : $C_{\text{NaCl}}=18.75$ , $C_{\text{Na}_2\text{SO}_4}=26.65$
2	$\text{CaCO}_3$ 垢	C 溶液 (g/L) : $C_{\text{NaCl}}=41.25$ , $C_{\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}=15.19$ , $C_{\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}=4.60$ D 溶液 (g/L) : $C_{\text{NaCl}}=41.25$ , $C_{\text{NaHCO}_3}=9.20$ , $C_{\text{Na}_2\text{SO}_4}=0.04$
3	$\text{BaSO}_4$ 垢	E 溶液 (g/L) : $C_{\text{NaCl}}=18.75$ , $C_{\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}=1.65$ F 溶液 (g/L) : $C_{\text{NaCl}}=18.75$ , $C_{\text{Na}_2\text{SO}_4}=2.00$
4	$\text{SrSO}_4$ 垢	G 溶液 (g/L) : $C_{\text{NaCl}}=18.75$ , $C_{\text{SrCl}_2}=20.40$ H 溶液 (g/L) : $C_{\text{NaCl}}=18.75$ , $C_{\text{Na}_2\text{SO}_4}=18.28$
注 : 按防垢类型制备对应的标准盐水溶液, 称取相应质量的试剂于 1000mL 容量瓶中, 用蒸馏水溶解后稀释至刻度, 盖上瓶塞, 上下颠倒几次, 混匀, 备用。		

8.1.2 氨—氯化铵缓冲溶液 ( $\text{pH} \approx 10$ ) : 准确称取  $54\text{g} \pm 0.01\text{g}$  氯化铵, 用 100mL 蒸馏水溶解后加入 350mL 氨水, 再稀释至 1000mL。

8.1.3 铬黑 T 指示液 (5g/L) : 准确称取  $0.5\text{g} \pm 0.01\text{g}$  铬黑 T 和  $2\text{g} \pm 0.01\text{g}$  盐酸羟胺, 溶于乙醇, 用乙醇稀释至 100mL。配制好后贮于棕色滴瓶中, 于  $0^\circ\text{C} \sim 4^\circ\text{C}$  放置保存, 有效期一个月。

8.1.4 乙二胺四乙酸二钠镁 ( $\text{EDTA-MgNa}_2$ ) 溶液 (0.01mol/L) : 准确称取  $4.3\text{g} \pm 0.01\text{g}$   $\text{EDTA-MgNa}_2$  用少量蒸馏水溶解后, 稀释至 1000mL。现用现配。

8.1.5 EDTA 标准溶液 (0.01mol/L) : 0.01mol/L 的 EDTA 当量试剂或按 GB/T 7476—1987 中 3.2 规定方法配制与标定, 浓度记为  $C_1$ 。

**8.1.6 防垢剂溶液：**称取  $5\text{g} \pm 0.01\text{g}$  防垢剂，用少量蒸馏水溶解后转移至 1000mL 容量瓶中稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，配制成 5000mg/L 防垢剂溶液。

## 8.2 成垢阳离子测定方法的选择

### 8.2.1 钙离子测定方法的选择

**8.2.1.1** 用移液管移取 25mL 钙离子标准溶液加入 250mL 容量瓶中，加入 8.1.6 中的防垢剂溶液 2.5mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀后按 GB/T 7476 测定，得出钙离子的浓度。

**8.2.1.2** 若测定的钙离子浓度大于或等于 92.5mg/L，按 GB/T 7476 测定钙离子浓度。若测定的钙离子浓度小于 92.5mg/L，使用原子吸收分光光度计测定钙离子浓度，其工作参数见表 3。

表 3 原子吸收分光光度计工作参数

测定元素	光源	波长, nm	火焰
钙	钙阴极灯	422.7	乙炔—空气
钡	钡阴极灯	553.5	乙炔—氧化亚氮
锶	锶阴极灯	461.5	乙炔—空气

### 8.2.2 钡离子测定方法的选择

**8.2.2.1** 用移液管移取 10mL 钡离子标准溶液加入 100mL 容量瓶中，加入 8.1.6 中的防垢剂溶液 2mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀。

**8.2.2.2** 用移液管移取 25mL 上述溶液于干净锥形瓶中，加入氨—氯化铵缓冲溶液 5mL，将溶液的 pH 值调整至 9~11，加入乙二胺四乙酸二钠镁 (EDTA—MgNa<sub>2</sub>) 溶液 2mL，摇匀，再加入铬黑 T 指示剂试液 1~2 滴，用 EDTA 标准溶液滴定，溶液颜色由玫红色突变为纯蓝色即为终点，记录消耗的体积  $V_1$ 。

**8.2.2.3** 按公式 (1) 计算钡离子的浓度  $B$ 。

$$B=5493.2C_1 \cdot V_1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

5493.2——滴定时按毫克每升计算钡离子浓度时的系数；

$B$ ——钡离子浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$C_1$ ——EDTA 标准溶液的浓度，单位为摩尔每升 (mol/L)；

$V_1$ ——滴定消耗的 EDTA 标准溶液体积，单位为毫升 (mL)。

**8.2.2.4** 若测定的钡离子浓度大于或等于 91.8mg/L，则 8.5 BaSO<sub>4</sub> 垢防垢率的测定中钡离子浓度测定按 8.2.2.2 和 8.2.2.3 执行。

**8.2.2.5** 若测定的钡离子浓度小于 91.8mg/L，则 8.5 BaSO<sub>4</sub> 垢防垢率的测定中钡离子浓度使用原子吸收分光光度计进行测定，其工作参数见表 3。

### 8.2.3 锶离子测定方法的选择

**8.2.3.1** 用移液管移取 10mL 锶离子标准溶液加入 100mL 容量瓶中，加入 8.1.6 中的防垢剂溶液 2mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀。

**8.2.3.2** 用移液管移取 25mL 上述溶液于干净锥形瓶中，加入 5mL 氨—氯化铵缓冲溶液，将溶液的

pH 值调整至 9~11, 加入 2mL 乙二胺四乙酸二钠镁 (EDTA-MgNa<sub>2</sub>) 溶液, 摇匀, 再加入铬黑 T 指示剂试液 1~2 滴, 用 EDTA 标准溶液滴定, 溶液颜色由玫红色突变为纯蓝色即为终点, 记录消耗的体积  $V_2$ 。

8.2.3.3 按公式 (2) 计算镉离子的浓度  $S$ 。

$$S=3504.8C_1 \cdot V_2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

3504.8——滴定时按毫克每升计算镉离子浓度时的系数;

$S$ ——镉离子浓度, 单位为毫克每升 (mg/L);

$C_1$ ——EDTA 标准溶液的浓度, 单位为摩尔每升 (mol/L);

$V_2$ ——滴定消耗的 EDTA 标准溶液体积, 单位为毫升 (mL)。

8.2.3.4 若测定的镉离子浓度大于或等于 94.8mg/L, 则 8.6 SrSO<sub>4</sub> 垢防垢率中镉离子浓度测定按 8.2.3.2 和 8.2.3.3 执行。

8.2.3.5 若测定的镉离子浓度小于 94.8mg/L, 则 8.6 SrSO<sub>4</sub> 垢防垢率的测定中镉离子浓度使用原子吸收分光光度计进行测定, 其工作参数见表 3。

### 8.3 CaSO<sub>4</sub> 垢防垢率的测定

#### 8.3.1 70℃条件下 CaSO<sub>4</sub> 垢防垢率的测定

8.3.1.1 用量筒量取 130mL 蒸馏水于 250mL 容量瓶中, 加入 8.1.1 中的 A 溶液 50mL 和 8.1.6 中的防垢剂溶液 2.5mL, 摇动混匀, 静置 10 min, 再使用移液管加入 8.1.1 中的 B 溶液 50mL, 加蒸馏水稀释至刻度, 盖上瓶塞, 上下颠倒几次, 混匀。

8.3.1.2 将上述溶液倒入 250mL 磨口锥形瓶中, 盖紧瓶塞, 称取其总质量后, 再放入 70℃ ±1℃ 恒温烘箱中, 恒温 0.5h 待温度平衡后打开瓶塞放气, 然后盖紧瓶塞。在 70℃ ±1℃ 恒温烘箱中恒温 16h, 同时进行不加防垢剂溶液的空白实验。

8.3.1.3 在 70℃ ±1℃ 恒温烘箱中恒温 16h 后, 将各磨口锥形瓶取出静置至室温, 对冷却至室温后的锥形瓶称取其总质量, 与 8.3.1.2 中称取的总质量做比较, 质量损失大于 0.5g, 应向瓶中加入蒸馏水弥补恒温期间水分损失。

8.3.1.4 将微孔过滤膜在 45℃ ~ 50℃ 的蒸馏水中浸泡 1h, 取出后自然干燥, 再装入塑料过滤器。将装好微孔过滤膜的塑料过滤器的一端接在塑料注射器上, 另一端接上一段聚四氟乙烯管, 从磨口锥形瓶中抽吸滤液约 20mL, 将该滤液加入至 50mL 烧杯中, 再用移液管移取 10mL 加至 50mL 容量瓶中, 加蒸馏水至刻度, 盖上瓶塞, 上下颠倒几次, 混匀。对每个磨口锥形瓶做相同操作。

8.3.1.5 用移液管移取 8.3.1.4 中处理完的溶液 25mL, 按 8.2.1 中选定的方法测定 A 溶液及各滤液中的钙离子浓度。

8.3.1.6 按公式 (3) 计算 CaSO<sub>4</sub> 垢防垢率  $E_1$ 。

$$E_1 = \frac{M_2 - M_1}{M_0 - M_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$E_1$ ——CaSO<sub>4</sub> 垢防垢率, 用百分数表示 (%);

$M_2$ ——恒温后加防垢剂的混合溶液中钙离子浓度, 单位为毫克每升 (mg/L);

$M_1$ ——恒温后空白混合溶液中钙离子浓度, 单位为毫克每升 (mg/L);

$M_0$ ——A 溶液中钙离子浓度的五分之一, 单位为毫克每升 (mg/L)。

**8.3.1.7** 相对平均偏差：取三次平行测定结果的算数平均值为测定结果，相对平均偏差不大于 3%。

### 8.3.2 140℃条件下 CaSO<sub>4</sub> 垢防垢率的测定

**8.3.2.1** 用量筒量取 170mL 蒸馏水于 250mL 容量瓶中，加入 8.1.1 中的 A 溶液 25mL 和 8.1.6 中的防垢剂溶液 20mL，摇动混匀，静置 10 min，再使用移液管加入 8.1.1 中的 B 溶液 25mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀后装入高温反应容器中，盖紧釜盖。经由釜盖上的针型阀向釜内充入 0.8MPa 的氮气，之后关闭针型阀，在 140℃ ± 1℃ 恒温烘箱中恒温 16h。同时进行不加防垢剂溶液的空白实验。

**8.3.2.2** 在 140℃ ± 1℃ 恒温烘箱中恒温 16h 后，将各高温反应容器取出静置至室温。

**8.3.2.3** 按 8.3.1.5 至 8.3.1.7 测定 CaSO<sub>4</sub> 垢防垢率。

## 8.4 CaCO<sub>3</sub> 垢防垢率的测定

### 8.4.1 70℃条件下 CaCO<sub>3</sub> 垢防垢率的测定

**8.4.1.1** 用量筒量取 8.1.1 中的 C 溶液、D 溶液各 100mL，分别倒入 150mL 磨口锥形瓶中，把头部呈多孔球状的玻璃导气管浸没到瓶底，保证 CO<sub>2</sub> 气泡连续不断上升并冒出液面，在恒温水浴中 70℃ ± 1℃ 通气 0.5h，CO<sub>2</sub> 通气压力为 0.1MPa 至 0.2MPa。通气结束，盖紧瓶塞。通气前后分别称取溶液质量，若质量损失大于 0.5g，应加入蒸馏水弥补因 CO<sub>2</sub> 气提而损失的水分。

**8.4.1.2** 用量筒量取 130mL 蒸馏水于 250mL 容量瓶中，加入经 CO<sub>2</sub> 饱和的 C 溶液 50mL，加入 8.1.6 中的防垢剂溶液 2.5mL，摇动混匀，静置 10 min，再使用移液管加入经 CO<sub>2</sub> 饱和的 D 溶液 50mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀。

**8.4.1.3** 将上述溶液倒入 250mL 磨口锥形瓶中，盖紧瓶塞，称取其总质量后，再放入 70℃ ± 1℃ 恒温烘箱中，恒温 0.5h 待温度平衡后打开瓶塞放气，然后盖紧瓶塞。在 70℃ ± 1℃ 恒温烘箱中恒温 16h，同时进行不加防垢剂溶液的空白实验。

**8.4.1.4** 在 70℃ ± 1℃ 恒温烘箱中恒温 16h 后，将各磨口锥形瓶取出静置至室温，对冷却至室温后的锥形瓶称取总质量，与 8.4.1.3 中称取的总质量做比较，质量损失大于 0.5g，应向瓶中加入蒸馏水弥补恒温期间水分损失。

**8.4.1.5** 将微孔过滤膜放在 45℃ ~ 50℃ 的蒸馏水中浸泡 1h，取出后自然干燥，再装入塑料过滤器。将装好微孔过滤膜的塑料过滤器的一端接在塑料注射器上，另一端接上一段聚四氟乙烯管，从磨口锥形瓶中抽吸滤液约 20mL，将该滤液加入至 50mL 烧杯中，再用移液管移取 10mL 加至 50mL 容量瓶中，加蒸馏水至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀。对每个磨口锥形瓶做相同操作。

**8.4.1.6** 用移液管移取 8.4.1.5 中处理完的溶液 25mL，按 8.2.1 中选定的方法测定 C 溶液及各滤液中的钙离子浓度。

**8.4.1.7** 按公式 (4) 计算 CaCO<sub>3</sub> 垢防垢率  $E_2$ 。

$$E_2 = \frac{M_5 - M_4}{M_3 - M_4} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$E_2$ ——CaCO<sub>3</sub> 垢防垢率，用百分数表示 (%)；

$M_5$ ——恒温后加防垢剂的混合溶液中钙离子浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$M_4$ ——恒温后空白混合溶液中钙离子浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$M_3$ ——C 溶液中钙离子浓度的五分之一，单位为毫克每升 (mg/L)。

**8.4.1.8** 相对平均偏差：取三次平行测定结果的算数平均值为测定结果，相对平均偏差不大于 3%。

### 8.4.2 140℃条件下 CaCO<sub>3</sub> 垢防垢率的测定

**8.4.2.1** 按 8.4.1.1 准备溶液，后用量筒量取 170mL 蒸馏水于 250mL 容量瓶中，加入经 CO<sub>2</sub> 饱和的 C 溶液 25mL，加入 8.1.6 中的防垢剂溶液 20mL，摇动混匀，静置 10min，再使用移液管加入经 CO<sub>2</sub> 饱和的 D 溶液 25mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀。将准备好的溶液倒入高温反应容器中，盖紧釜盖。经由釜盖上的针型阀向釜内充入 0.8MPa 的氮气，之后关闭针型阀，在 140℃ ± 1℃ 恒温烘箱中恒温 16h。同时进行不加防垢剂溶液的空白实验。

**8.4.2.2** 在 140℃ ± 1℃ 恒温烘箱中恒温 16h 后，将各高温反应容器取出静置至室温。

**8.4.2.3** 按 8.4.1.6 至 8.4.1.8 测定 CaCO<sub>3</sub> 垢防垢率。

### 8.5 BaSO<sub>4</sub> 垢防垢率的测定

#### 8.5.1 70℃条件下 BaSO<sub>4</sub> 垢防垢率的测定

**8.5.1.1** 用量筒量取 130mL 蒸馏水于 250mL 容量瓶中，加入 8.1.1 中的 E 溶液 50mL 和 8.1.6 中的防垢剂溶液 5mL，静置 10 min，再使用移液管加入 8.1.1 中的 F 溶液 50mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀。

**8.5.1.2** 将上述溶液倒入 250mL 磨口锥形瓶中，盖紧瓶塞，称取其总质量后，再放入 70℃ ± 1℃ 恒温烘箱中，恒温 0.5h 待温度平衡后打开瓶塞放气，然后盖紧瓶塞。在 70℃ ± 1℃ 恒温烘箱中恒温 16h，同时进行不加防垢剂溶液的空白实验。

**8.5.1.3** 在 70℃ ± 1℃ 恒温烘箱中恒温 16h 后，将各磨口锥形瓶取出静置至室温，对冷却至室温后的锥形瓶称取其总质量，与 8.5.1.2 中称取的总质量做比较，质量损失大于 0.5g，应向瓶中加入蒸馏水弥补恒温期间水分损失。

**8.5.1.4** 将微孔过滤膜在 45℃ ~ 50℃ 的蒸馏水中浸泡 1h，取出后自然干燥，再装入塑料过滤器中。将装好微孔过滤膜的塑料过滤器的一端接在塑料注射器上，另一端接上一段聚四氟乙烯管，从磨口锥形瓶中抽吸滤液约 40mL，将该滤液加入至 50mL 烧杯中，再用移液管移取 25mL 于干净锥形瓶中。对每个磨口锥形瓶做相同操作。

**8.5.1.5** 按 8.2.2 中选定的方法测定 E 溶液及各滤液中的钡离子浓度。

**8.5.1.6** 按公式 (5) 计算 BaSO<sub>4</sub> 垢防垢率  $E_3$ 。

$$E_3 = \frac{M_8 - M_7}{M_6 - M_7} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $E_3$ ——BaSO<sub>4</sub> 垢防垢率，用百分数表示 (%)；
- $M_8$ ——恒温后加防垢剂的混合溶液中钡离子浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；
- $M_7$ ——恒温后空白混合溶液中钡离子浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；
- $M_6$ ——E 溶液中钡离子浓度的五分之一，单位为毫克每升 (mg/L)。

**8.5.1.7** 相对平均偏差：取三次平行测定结果的算数平均值为测定结果，相对平均偏差不大于 3%。

#### 8.5.2 140℃条件下 BaSO<sub>4</sub> 垢防垢率的测定

**8.5.2.1** 用量筒量取 170mL 蒸馏水于 250mL 容量瓶中，加入 8.1.1 中的 E 溶液 25mL 和 8.1.6 中的防垢剂溶液 20mL，静置 10min，再使用移液管加入 8.1.1 中的 F 溶液 25mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀后装入高温反应容器中，盖紧釜盖。经由釜盖上的针型阀向釜内充入 0.8MPa 的氮气，之后关闭针型阀，在 140℃ ± 1℃ 恒温烘箱中恒温 16h。同时进行不加防垢剂溶液的

空白实验。

**8.5.2.2** 在  $140^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  恒温烘箱中恒温 16h 后，将各高温反应容器取出静置至室温。

**8.5.2.3** 按 8.5.1.5 至 8.5.1.7 测定  $\text{BaSO}_4$  垢防垢率。

## 8.6 $\text{SrSO}_4$ 垢防垢率的测定

### 8.6.1 $70^{\circ}\text{C}$ 条件下 $\text{SrSO}_4$ 垢防垢率的测定

**8.6.1.1** 用量筒量取 130mL 蒸馏水于 250mL 容量瓶中，加入 8.1.1 中的 G 溶液 50mL 和 8.1.6 中的防垢剂溶液 5mL，静置 10 min，再使用移液管加入 8.1.1 中的 H 溶液 50mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀。

**8.6.1.2** 将上述溶液倒入 250mL 磨口锥形瓶中，盖紧瓶塞，称取其总质量后，再放入  $70^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  恒温烘箱中，恒温 0.5h 待温度平衡后打开瓶塞放气，然后盖紧瓶塞。在  $70^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  恒温烘箱中恒温 16h，同时进行不加防垢剂溶液的空白实验。

**8.6.1.3** 在  $70^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  恒温烘箱中恒温 16h 后，将各磨口锥形瓶取出静置至室温，对冷却至室温后的锥形瓶称取其总质量，与 8.6.1.2 中称取的总质量做比较，质量损失大于 0.5g，应向瓶中加入蒸馏水弥补恒温期间水分损失。

**8.6.1.4** 将微孔过滤膜在  $45^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$  的蒸馏水中浸泡 1h，取出后自然干燥，再装入塑料过滤器中。将装好微孔过滤膜的塑料过滤器的一端接在塑料注射器上，另一端接上一段聚四氟乙烯管，从磨口锥形瓶中抽吸滤液约 20mL，将该滤液加入至 50mL 烧杯中，再用移液管移取 10mL 加至 50mL 容量瓶中，加蒸馏水至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀。对每个磨口锥形瓶做相同操作。

**8.6.1.5** 按 8.2.3 中选定的方法测定 G 溶液及各滤液中的锶离子浓度。

**8.6.1.6** 按公式 (6) 计算  $\text{SrSO}_4$  垢防垢率  $E_4$ 。

$$E_4 = \frac{M_{11} - M_{10}}{M_9 - M_{10}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$E_4$ —— $\text{SrSO}_4$  垢防垢率，用百分数表示 (%)；

$M_{11}$ ——恒温后加防垢剂的混合溶液中锶离子浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$M_{10}$ ——恒温后空白混合溶液中锶离子浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$M_9$ ——G 溶液中锶离子浓度的五分之一，单位为毫克每升 (mg/L)。

**8.6.1.7** 相对平均偏差：取三次平行测定结果的算数平均值为测定结果，相对平均偏差不大于 3%。

### 8.6.2 $140^{\circ}\text{C}$ 条件下 $\text{SrSO}_4$ 垢防垢率的测定

**8.6.2.1** 用量筒量取 170mL 蒸馏水于 250mL 容量瓶中，加入 8.1.1 中的 G 溶液 25mL 和 8.1.6 中的防垢剂溶液 20mL，静置 10 min，再使用移液管加入 8.1.1 中的 H 溶液 25mL，加蒸馏水稀释至刻度，盖上瓶塞，上下颠倒几次，混匀。之后将准备好的溶液倒入高温反应容器中，盖紧釜盖。经由釜盖上的针型阀向釜内充入 0.8MPa 的氮气，之后关闭针型阀，在  $140^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  恒温烘箱中恒温 16h。同时进行不加防垢剂溶液的空白实验。

**8.6.2.2** 在  $140^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  恒温烘箱中恒温 16h 后，将各高温反应容器取出静置至室温。

**8.6.2.3** 按 8.6.1.5 至 8.6.1.7 测定  $\text{SrSO}_4$  垢防垢率。

## 9 检验规则

### 9.1 采样

**9.1.1** 固体防垢剂按 GB/T 6679 的规定采样，采样总量不得少于 1500g，液体防垢剂按 GB/T 6680 的规定采样，采样总量不得少于 1500mL。采样后等量分装于三个清洁干燥的容器中，密封并贴好标签。

**9.1.2** 样品的标签上应注明生产厂名称、产品名称、产品规格、生产日期、批号、采样人、采样地点和采样日期。

**9.1.3** 三份样品一份作检验用，一份复检用，另一份至少保存 3 个月以备仲裁。

### 9.2 检验

**9.2.1** 应根据防垢剂适用温度和针对垢型，按本标准给出的检验方法对所采样品进行检验，并出具检验报告。

**9.2.2** 防垢剂按批检验。

### 9.3 判定

产品的使用性能指标应符合表 1 规定的要求，理化指标符合产品标准的要求。所检指标全部满足本标准技术要求，则该批产品为合格。有任何一项检验指标不满足技术要求，则判该批产品为不合格。

## 10 包装、标志和储运

**10.1** 产品采用塑料桶、铁桶或内衬涂层的包装桶包装，净含量允许短缺量为 1%，其包装应满足长途运输的要求，规格可根据用户需要选择。

**10.2** 防垢剂包装桶上应有产品出厂合格证，并标明化学剂类型代号、化学剂名称、生产厂家、产品标准编号、商标、净质量、出厂日期、批号、保质期。

**10.3** 产品本身标识和贮存要求按产品标准执行。

**10.4** 产品运输过程中应轻装、轻卸，防潮、防晒、防止包装物破损。

## 11 健康、安全、环境控制要求

**11.1** 在提供产品的同时，供应商应向用户提供产品安全技术说明书或 HSE 相关提示。

**11.2** 在使用原子吸收分光光度计时，应注意乙炔火焰高温，小心灼伤。

**11.3** 乙炔气瓶相关技术、安全要求应符合 GB 11638 的要求。





中华人民共和国  
石油天然气行业标准  
**油田用防垢剂通用技术条件**  
SY/T 5673—2020

\*

石油工业出版社出版  
(北京安定门外安华里二区一号楼)  
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷  
新华书店北京发行所发行

\*

880×1230 毫米 16 开本 1 印张 25 千字 印 1—500  
2020 年 12 月北京第 1 版 2020 年 12 月北京第 1 次印刷  
书号：155021·8123 定价：20.00 元  
**版权专有 不得翻印**