

HY

中华人民共和国海洋行业标准

XX/T XXXXX—202X

低温多效海水淡化阻垢剂阻垢性能的测定
人工海水碳酸钙沉积法

Determination of scale inhibition performance of scale inhibitors for low temperature
multi-effect seawater desalination—Artificial seawater calcium carbonate
precipitation method

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(报批稿)

(本稿完成日期：2022 年 3 月)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 方法提要 1

5 试剂或材料 2

6 仪器与设备 2

7 试验步骤 2

8 试验数据处理 3

9 精密度 4

附 录 A （资料性） 人工海水的组成..... 5

附 录 B （资料性） 溶液 I 和溶液 II 的加入体积..... 6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本文件起草单位：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所、天津市中海水处理科技有限公司、天津国投津能发电有限公司、华润电力（渤海新区）有限公司。

本文件主要起草人：焦春联、徐旭、吴芸芳、侯相钰、焦燕、赵达维、成国辰、沈忱、吴东霞、尹建华、薛伟、依庆文、栗春雷。

低温多效海水淡化阻垢剂阻垢性能的测定

人工海水碳酸钙沉积法

1 范围

本文件规定了人工海水碳酸钙沉积法测定低温多效海水淡化阻垢剂阻垢性能的方法。
本文件适用于低温多效海水淡化阻垢剂阻垢性能的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中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 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备
GB/T 603 化学试剂 试验方法中所用制剂及制品的制备
GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
GB/T 12805 实验室玻璃仪器 滴定管
GB/T 12806 实验室玻璃仪器 单标线容量瓶
GB/T 12807 实验室玻璃仪器 分度吸量管
GB/T 12808 实验室玻璃仪器 单标线吸量管
GB/T 15724 实验室玻璃仪器 烧杯
GB/T 33584.1 海水冷却水质要求及分析检测方法 第1部分：钙、镁离子的测定
HY/T 178 海水碱度的测定 pH电位滴定法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

人工海水 artificial seawater

用人工方法模拟低温多效海水淡化工艺中海水的主要成分和浓度配制的试验用水。

3.2

阻垢率 scale inhibition rate

试液中投低温多效海水淡化阻垢剂后，成垢离子沉积量减少的百分率。通过空白阻垢试验和加药阻垢试验的成垢离子沉积量计算低温多效海水淡化阻垢剂的阻垢率。

4 方法提要

以含有一定量的碳酸氢根离子、碳酸根离子和钙离子的人工海水和低温多效海水淡化阻垢剂制备成试液。将试液在一定温度下加热（敞口并保持通风），使水分持续蒸发。待试液达到设定的浓缩倍数，盖上表面皿继续保温，敞口蒸发和密封保温时间共计24 h后，降温至室温。测定浓缩试液中的钙离子浓度和碱度。钙离子浓度和碱度愈大，则该低温多效海水淡化阻垢剂的阻垢性能愈好。

5 试剂或材料

- 5.1 水, GB/T 6682, 三级。
- 5.2 氯化钙: 优级纯。
- 5.3 pH 标准缓冲溶液: 25 °C 下 pH 值分别为 4.00、6.86、9.18。
- 5.4 三乙醇胺溶液 (1+2): 三乙醇胺与水按 1:2 (体积比) 混合。
- 5.5 氢氧化钾溶液 (200 g/L): 称取 200 g 氢氧化钾溶于水, 稀释至 1 000 mL。
- 5.6 低温多效海水淡化阻垢剂溶液 (2.00 mg/mL): 1.00 mL 溶液中含有 2.00 mg 低温多效海水淡化阻垢剂 (以商品计)。
- 5.7 盐酸标准滴定溶液 [$c(\text{HCl})=0.01 \text{ mol/L}$]: 按 HY/T 178 规定的方法配制及标定。
- 5.8 乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液 [$c(\text{EDTA})=0.01 \text{ mol/L}$]: 按 GB/T 33584.1 规定的方法配制及标定。
- 5.9 钙羧酸指示剂 (0.2 g/100 g KCl): 按 GB/T 33584.1 规定的方法配制。
- 5.10 除非另有规定, 所用试剂均为分析纯。
- 5.11 在没有特殊注明时, 试验中所需标准滴定溶液、制剂及制品, 按 GB/T 601、GB/T 603 的规定制备。

6 仪器与设备

- 6.1 电子天平: 实际分度值为 0.1 mg、1 mg。
- 6.2 多孔恒温水浴: 温度可控制在 $(70 \pm 0.5) ^\circ\text{C}$ 。
- 6.3 pH 计: 分辨率 0.01。
- 6.4 磁力搅拌器: 具聚乙烯包裹的搅拌子。
- 6.5 温度计: 测量范围 $50 ^\circ\text{C} \sim 100 ^\circ\text{C}$, 分度值 0.1 °C。
- 6.6 滴定管: 25 mL, 符合 GB/T 12805 A 级要求。
- 6.7 单标线容量瓶: 500 mL、1 000 mL、5 000 mL, 符合 GB/T 12806 A 级要求。
- 6.8 分度吸量管: 2 mL、5 mL、10 mL, 符合 GB/T 12807 A 级要求。
- 6.9 单标线吸量管: 5 mL、10 mL、50 mL, 符合 GB/T 12808 A 级要求。
- 6.10 刻度烧杯: 1 000 mL, 符合 GB/T 15724 要求。

7 试验步骤

7.1 人工海水的制备

7.1.1 人工海水: 由一定体积 (V_1) 溶液 I 和一定体积 (V_2) 溶液 II 混合制得, 其组成见附录 A。 V_1 和 V_2 由实验设定的浓缩倍数 (N) 确定, 计算公式见附录 B。

7.1.2 溶液 I 的配制: 分别称取碳酸钠 0.530 g、碳酸氢钠 0.890 g、氯化钾 3.785 g、六水氯化镁 50.200 g、氯化钠 116.600 g、无水硫酸钠 19.395 g; 将上述试剂置于 1 000 mL 烧杯中, 加入一定量的水溶解均匀; 将混合溶液准确移至 5 000 mL 单标线容量瓶中, 定容至刻度、摇匀备用。按 HY/T 178 规定的方法测定溶液 I 的碱度 (ρ_{M1})。

7.1.3 溶液Ⅱ的配制：称取氯化钙 222.00 g 置于 1 000 mL 烧杯中，加入一定量的水溶解均匀；将氯化钙溶液准确移至 1 000 mL 单标线容量瓶中，定容至刻度、摇匀，用中速滤纸过滤备用。溶液Ⅱ中钙离子质量浓度的测定方法如下：

移取 10.00 mL 溶液Ⅱ于 1 000 mL 容量瓶中，定容至刻度、摇匀；移取 10.00 mL 稀释后溶液于 250 mL 锥形瓶中。按 GB/T 33584.1 规定的方法测定钙离子质量浓度(ρ_1)，数值以毫克每毫升(mg/mL)表示，按式(1)计算：

$$\rho_1 = \frac{V \times c \times M_1 \times 100}{V_0} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

V ——滴定中消耗乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液的体积，单位为毫升 (mL)；

c ——乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液的浓度的准确数值，单位为摩尔每升 (mol/L)；

M_1 ——钙离子 (Ca^{2+}) 的摩尔质量，单位为克每摩尔 (g/mol) ($M_1 = 40.08 \text{ g/mol}$)；

V_0 ——测定钙离子 (Ca^{2+}) 质量浓度时所用试液的体积，单位为毫升 (mL) ($V_0 = 10.00 \text{ mL}$)。

7.2 试液的制备

7.2.1 平行做两份试验。用吸量管移取一定量的低温多效海水淡化阻垢剂溶液 (5.6) 于烧杯 A (1 000 mL) 中，加入溶液Ⅰ和溶液Ⅱ，加入体积见附录 B，混合均匀。

7.2.2 平行做两份试验。在烧杯 B (1 000 mL) 中，加入溶液Ⅰ和溶液Ⅱ，加入体积见附录 B，混合均匀，作为空白试液。

7.3 阻垢试验

将烧杯 A 和 B 置于 $(70 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 恒温水浴中，开始计时，蒸发浓缩至约 500 mL，盖上表面皿，保持恒温，总试验时间为 24 h，取出，冷却至室温。将烧杯 A 和 B 中的浓缩液分别移入 500 mL 容量瓶中，定容至刻度、摇匀，用中速滤纸过滤。按 GB/T 33584.1 规定的方法分别测定试液的钙离子质量浓度(ρ_3)和空白试液的钙离子质量浓度(ρ_4)。按 HY/T 178 规定的方法测定碱度(ρ_{M2})。

8 试验数据处理

8.1 低温多效海水淡化阻垢剂的阻垢性能以阻垢率(η)计，数值以%表示，按式(2)计算：

$$\eta = \frac{\rho_3 - \rho_4}{N\rho_2 - \rho_4} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

式中：

ρ_3 ——试液阻垢试验后钙离子 (Ca^{2+}) 的质量浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

ρ_4 ——空白试液阻垢试验后钙离子 (Ca^{2+}) 的质量浓度，单位为毫克每升 (mg/L)；

N ——浓缩倍数；

ρ_2 ——人工海水中钙离子 (Ca^{2+}) 的质量浓度，单位为毫克每升 (mg/L) ($\rho_2 = 400 \text{ mg/L}$)。

8.2 人工海水浓缩倍数与碱度浓缩比的差值(ΔA)，按式(3)计算：

$$\Delta A = N - \frac{\rho_{M2}}{\rho_{M1}} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

ρ_{M2} ——阻垢试验后试液的碱度，单位为毫克每升（mg/L）；

ρ_{M1} ——溶液 I 的碱度，单位为毫克每升（mg/L）。

9 精密度

9.1 η 的精密度：重复性标准差不大于 5.0%，再现性标准差不大于 7.0%。

9.2 ΔA 的精密度：重复性标准差不大于 0.05，再现性标准差不大于 0.07。

附 录 A
(资料性)
人工海水的组成

表 A.1 给出了人工海水的组成。

表 A.1 人工海水的组成

单位：毫克每升（mg/L）

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
400	1 200	18 711	10 522	395	58.8	126.3	2 623

附 录 B

(资料性)

溶液 I 和溶液 II 的加入体积

B.1 溶液 I 的加入体积 (V_1), 数值以毫升 (mL) 表示, 按式 (B.1) 计算:

$$V_1 = 500N \quad \text{..... (B.1)}$$

式中:

N ——浓缩倍数。

B.2 溶液 II 的加入体积 (V_2), 数值以毫升 (mL) 表示, 按式 (B.2) 计算:

$$V_2 = \frac{200N}{\rho_1} \quad \text{..... (B.2)}$$

式中:

N ——浓缩倍数;

ρ_1 ——溶液 II 中钙离子 (Ca^{2+}) 的质量浓度, 单位为毫克每毫升 (mg/mL)。

示例:

浓缩倍数分别为 1.5、2.0 和 2.5 时, 溶液 I 和溶液 II 的加入体积见表 B.1。

表 B.1 一定浓缩倍数时溶液 I 和溶液 II 的加入体积

N	V_1 (mL)	V_2 (mL)
1.5	750	$300/\rho_1$
2.0	1 000	$400/\rho_1$
2.5	1 250	$500/\rho_1$