



中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5405—2019

代替 SY/T 5405—1996

酸化用缓蚀剂性能试验方法及评价指标

**The method for measurement and evaluating indicator
of corrosion inhibitor for acidizing**

2019 — 11 — 04 发布

2020 — 05 — 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 仪器设备、试剂和材料	1
4 试样制备	3
4.1 挂片制备	3
4.2 盐酸的配制	3
4.3 土酸的配制	4
5 常压静态腐蚀速率测定方法及评价指标	5
5.1 常压静态腐蚀速率测定步骤	5
5.2 计算	5
5.3 评价指标	6
5.4 实验数据相对误差规定	6
6 高温高压动态腐蚀速率测定方法及评价指标	6
6.1 高温高压动态腐蚀测定步骤	6
6.2 腐蚀速率计算	7
6.3 实验数据相对误差规定	7
6.4 评价指标	7
7 防腐蚀测定方法及评价指标	7
7.1 鲜酸中缓蚀剂防点蚀测定方法	7
7.2 乏酸中缓蚀剂防腐蚀测定方法	7
7.3 结果计算及表述	8
7.4 乏酸中缓蚀剂防平均腐蚀评价指标	8
8 溶解分散性测定方法及评价指标	8
8.1 测定步骤	8
8.2 评价指标	9
9 安全与环境控制要求	9
附录 A (规范性附录) 采样要求和方法	10
附录 B (资料性附录) 测试结果记录格式	13

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。

本标准修订并代替 SY/T 5405—1996《酸化用缓蚀剂性能试验方法及评价指标》，本标准与 SY/T 5405—1996 相比，除编辑修改外，主要技术变化如下：

- 修改了范围（见第1章）；
- 修改了规范性引用文件（见第2章，1996年版的第2章）；
- 增加了仪器设备、试剂和材料（见第3章，1996年版的3.2，4.2，5.2，6.2和7.2）；
- 增加了试样制备（见第4章，1996年版的3.3和3.4）；
- 删除了基本原理（见1996年版的3.1，4.1，5.1，6.1和7.1）；
- 修改了常压静态腐蚀速率测定步骤（见5.1，1996年版的3.5）；
- 修改了腐蚀速率测定条件及缓蚀剂评价指标（见表1、表3，1996年版的表1、表3）；
- 修改了实验数据相对误差规定（见表2，1996年版的表2）；
- 增加了对高温高压动态腐蚀速率的升温速度和实验时间的准确描述（见6.1.4和6.1.5）；
- 删除了示意图（见1996年版的图4、图5和图6）；
- 删除了腐蚀速率的平行实验（见1996年版的3.6.3）；
- 删除了缓蚀率的测定及计算公式（见1996年版的3.6.4）；
- 修改了乏酸中缓蚀剂防腐蚀评价指标（见表4，1996年版的表4）；
- 删除了乏酸的点蚀评价指标（见1996年版的5.6.2）；
- 修改了缓蚀剂溶解分散性评价指标中观察时间（见表5，1996年版的表6）；
- 增加了对增加鲜酸腐蚀后挂片的点蚀观察（见7.1）；
- 删除了缓蚀剂对岩心渗透率损害试验方法（见1996年版的第7章）；
- 删除了恒电位极化曲线法测定缓蚀剂的缓蚀率及评价指标（见1996年版的第8章）；
- 增加了安全与环境控制要求（见第9章）；
- 增加了采样要求和方法（见附录A）。

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：中国石油勘探开发研究院，中国石化胜利油田石油工程技术研究院，西安长庆化工集团有限公司，大庆油田有限责任公司采油工程研究院，中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司天然气研究院。

本标准起草人：管保山、刘萍、翟文、梁利、程芳、李继勇、张云芝、王海燕、李建阁、刘友权。

酸化用缓蚀剂性能试验方法及评价指标

1 范围

本标准规定了油（气）田盐酸及土酸酸化用缓蚀剂性能的试验方法及评价指标。

本标准适用于油（气）田盐酸及土酸酸化用缓蚀剂的性能评价。

2 规范性引用文件

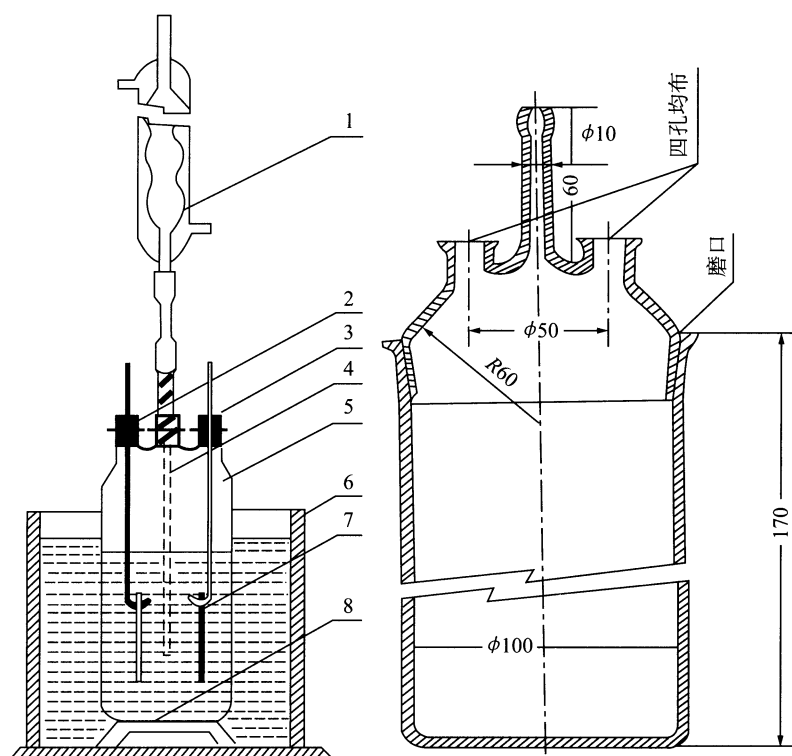
下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

3 仪器设备、试剂和材料

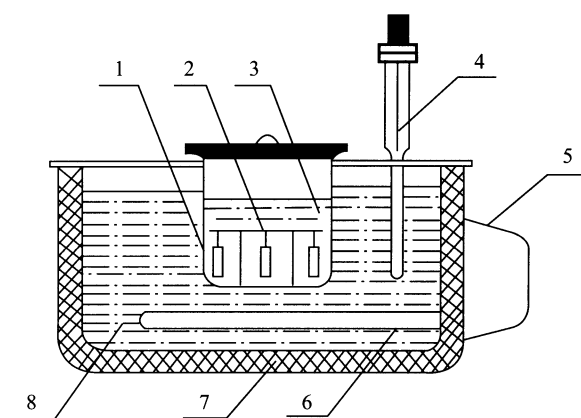
仪器设备、试剂和材料应包括但不限于：

- a) 常压静态腐蚀实验装置（见图 1 和图 2）。
- b) 高温高压动态腐蚀测定仪：CRS 或同类仪器，接触测试液体部分加装聚四氟乙烯套筒。
- c) 分析天平：感量 0.1mg。
- d) 密封式化验粉碎机：型号 GJ-3 或同类产品。
- e) 点蚀测深仪：测量范围 0mm ~ 5mm，精度 $\pm 0.02\text{mm}$ 。
- f) 实体显微镜：型号 Stemi-508 或同类产品，放大倍数 200 倍。
- g) 恒温水浴锅：精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。
- h) 游标卡尺：精度 $\pm 0.02\text{mm}$ 。
- i) 标准筛： $\phi 200 \times 50 \sim 0.15/0.10$ 。
- j) 反应容器（玻璃瓶、塑料瓶）：1000mL。
- k) 具塞比色管：100mL。
- l) 具塞透明塑料管：100mL。
- m) 精密 pH 试纸。
- n) 量筒：1000mL。
- o) 移液管：5.0mL。
- p) N80 挂片。
- q) 400 号金相砂纸。
- r) 柠檬酸三铵：化学纯。
- s) 秒表：精度 0.01s。
- t) 镊子：不锈钢或者塑料。
- u) 称量手套：棉质。
- v) 盐酸：质量分数为 36% ~ 38%，化学纯，计算密度时质量分数按照 37% 计算。
- w) 氢氟酸：质量分数为 40%，化学纯。
- x) 丙酮：化学纯。



1—回流冷凝器；2—胶塞；3—挂钩；4—温度计；5—反应容器；6—恒温水浴；7—挂片；8—反应容器支架

图1 盐酸酸化用常压静态腐蚀试验装置



1—塑料杯；2—挂片及挂片架；3—酸液；4—水银接触温度计；5—电源；6—电加热器；7—保温套；8—水浴

图2 土酸酸化用常压静态腐蚀试验装置

- y) 石油醚：化学纯，沸程 60℃ ~ 90℃。
- z) 无水乙醇：化学纯。
- aa) 缓蚀剂：工业品，取样见附录 A。
- bb) 甲基橙指示液：1g/L。
- cc) 氢氧化钠标准溶液：0.5mol/L。
- dd) 酚酞指示液：10g/L。

4 试样制备

4.1 挂片制备

4.1.1 挂片加工：挂片材质选择 N80 钢材，挂片加工时，严禁热处理、锻压及敲打。

4.1.2 挂片尺寸：挂片的形状及尺寸，如图 3 所示。

4.1.3 挂片打磨：使用粗糙度 Ra 小于或等于 1.2 的挂片，如果粗糙度达不到要求，则用 400 号金相砂纸打磨，除去斑痕和毛刺，打磨后仍有缺陷的挂片不应使用。

4.1.4 挂片清洗：将已打磨的挂片用镊子夹持，在丙酮或石油醚中用软刷清洗除去油污，然后在无水乙醇中浸泡约 1min 后取出用冷风吹干或晾干，放入干燥器内待称量。

4.1.5 挂片称量：放入干燥器 20min 后称量（精确至 0.0001g）并作记录，再储存于干燥器内待用。

4.2 盐酸的配制

根据测定要求，按公式（1）和公式（2）计算配制一定体积、一定质量分数的盐酸所需要浓度为 36% ~ 38% 盐酸和蒸馏水用量，蒸馏水满足 GB/T 6682 三级水要求。配制时，边搅拌边将盐酸缓慢加入蒸馏水中，搅拌均匀。用滴定法测定其实际浓度，误差不超过 $\pm 0.2\%$ 。最后按照质量比加入缓蚀剂。

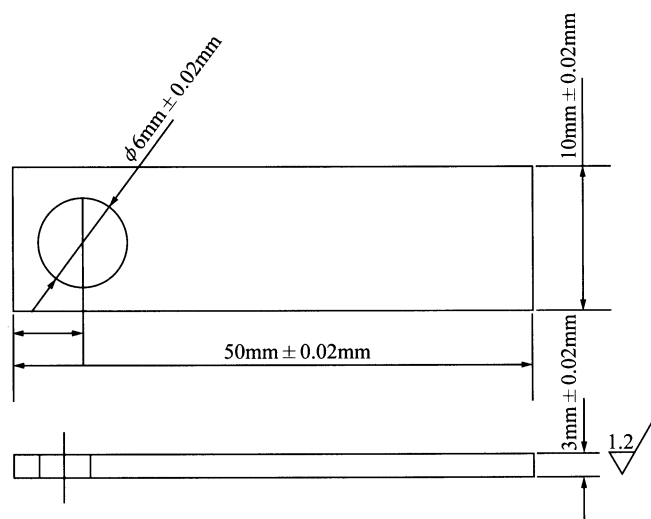


图 3 挂片尺寸示意图

盐酸用量按公式（1）计算：

$$V_0 = \frac{V \cdot \rho \cdot W}{\rho_0 \cdot W_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V_0 ——盐酸用量，单位为毫升（mL）；

ρ_0 ——盐酸密度，单位为克每立方厘米 (g/cm^3)；

W_0 ——盐酸质量分数，用百分数表示；

V ——所配制的盐酸体积，单位为毫升 (mL)；

ρ ——所配制的盐酸密度，单位为克每立方厘米 (g/cm^3)；

W ——所配制的盐酸质量分数，用百分数表示 (20% 盐酸的密度为 $1.1004\text{g}/\text{cm}^3$ ，37% 盐酸的密度为 $1.1879\text{g}/\text{cm}^3$)。

蒸馏水用量按公式 (2) 计算：

$$V_1 = (V \cdot \rho - V_0 \cdot \rho_0) / \rho_1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

V_1 ——所配盐酸中蒸馏水用量，单位为毫升 (mL)；

ρ_1 ——室温下水的密度，单位为克每立方厘米 (g/cm^3)。

4.3 土酸的配制

根据测定要求，按公式 (3)、公式 (4) 和公式 (5) 计算配制一定体积、一定质量分数的土酸所需的盐酸、浓氢氟酸及蒸馏水用量。配制时需用塑料容器，按先蒸馏水，后盐酸，再氢氟酸的顺序缓慢、搅拌加入，配好后搅拌混匀；用滴定法测定其实际浓度，测定误差不超过 $\pm 0.2\%$ ；最后按照质量比加入缓蚀剂。

盐酸用量按公式 (3) 计算：

$$V_2 = \frac{V' \cdot \rho' \cdot W'}{\rho_0 \cdot W_0} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V_2 ——所配土酸中盐酸用量，单位为毫升 (mL)；

V' ——所配土酸体积，单位为毫升 (mL)；

ρ' ——所配土酸密度，单位为克每立方厘米 (g/cm^3)；

W' ——所配土酸中盐酸质量分数，用百分数表示。

氢氟酸用量按公式 (4) 计算：

$$V_3 = \frac{V' \cdot \rho' \cdot W'}{\rho_2 \cdot W_2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

V_3 ——所配土酸中浓氢氟酸用量，单位为毫升 (mL)；

ρ_2 ——氢氟酸密度，单位为克每立方厘米 (g/cm^3)；

W_2 ——氢氟酸质量分数，用百分数表示 (40% 氢氟酸的密度为 $1.1300\text{g}/\text{cm}^3$)。

蒸馏水用量按公式 (5) 计算：

$$V_1' = (V' \cdot \rho' - V_2 \cdot \rho_0 - V_3 \cdot \rho_2) / \rho_1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

V_1' ——所配土酸中蒸馏水用量，单位为毫升 (mL)。

5 常压静态腐蚀速率测定方法及评价指标

5.1 常压静态腐蚀速率测定步骤

5.1.1 挂片标记：穿戴称量手套，用游标卡尺测量挂片尺寸，然后记录其挂片自身编号与相对应的几何尺寸和质量（参见表 B.1）。

5.1.2 测定条件：测定条件符合表 1 的要求。

5.1.3 根据每平方厘米挂片表面积酸液用量 20mL 计算所需酸液量，按第 4 章配制的酸液用 1000mL 量筒量取并倒入反应容器，连接好装置，将反应容器放入恒温水浴，打开水浴加热电源，使反应容器中的酸液升温至所需测定温度。

5.1.4 将挂片单片吊挂，三片一组，放入加有缓蚀剂的酸液中，保证挂片全部表面与酸液接触，且挂片不与容器壁接触，记录反应开始时间。

5.1.5 反应 4h，切断电源取出挂片，观察腐蚀状况并作详细记录。

5.1.6 观察后将挂片立即用水冲洗，再用软毛刷刷洗；如果不能清洗干净，再用 10% 柠檬酸三铵清洗；最后用丙酮、无水乙醇逐片洗净，并将挂片放在干净的滤纸上。

5.1.7 挂片称量：用冷风吹干，放在干燥器内干燥 20min 后称量，精确至 0.0001g。

5.1.8 常压静态腐蚀速率也可以使用高温高压动态腐蚀测定仪测定，不搅拌、不加压，操作步骤按照 6.1 执行。

5.2 计算

5.2.1 腐蚀速率按公式 (6) 计算：

$$v_i = \frac{10^6 \Delta m_i}{A_i \cdot \Delta t} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

v_i ——单片腐蚀速率，单位为克每平方米小时 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ ；

Δt ——反应时间，单位为小时 (h)；

Δm_i ——挂片腐蚀失量，单位为克 (g)；

A_i ——挂片表面积，单位为平方毫米 (mm^2)。

5.2.2 挂片表面积按公式 (7) 计算：

$$A_i = (L \cdot a + a \cdot b + b \cdot L) \times 2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

L ——挂片长，单位为毫米 (mm)；

a ——挂片宽，单位为毫米 (mm)；

b ——挂片厚，单位为毫米 (mm)。

5.2.3 平均腐蚀速率按公式 (8) 计算：

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$\bar{v}$ ——每组平行样平均单片腐蚀速率，单位为克每平方米小时 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ ；

v_1, v_2, v_3 ——同组的三块挂片的腐蚀速率，单位为克每平方米小时 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ 。

5.3 评价指标

评价指标符合表 1 的要求。

表 1 常压静态腐蚀速率测定条件及缓蚀剂评价指标

酸液类型	实验温度 ℃	反应时间 h	酸液质量分数 %		缓蚀剂质量分数 %	缓蚀剂评价指标 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
			HCl	HF		
盐酸	60	4	20	—	0.5	≤ 5.00
	90		20		1.0	≤ 6.00
土酸	60		12	3	0.5	≤ 5.00
	90		12	3	1.0	≤ 8.00

5.4 实验数据相对误差规定

实验数据相对误差符合表 2 的要求。

表 2 实验数据相对误差规定

平均腐蚀速率 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	相对误差 %
0.5 ~ 10.0	± 6
> 10.0 ~ 20.0	± 4
> 20.0 ~ 40.0	± 3
> 40.0	± 3

6 高温高压动态腐蚀速率测定方法及评价指标

6.1 高温高压动态腐蚀测定步骤

6.1.1 测定条件：测定条件符合表 3 的要求。

6.1.2 装调仪器：根据每平方厘米挂片表面积酸液用量 20cm^3 ，把按第 4 章制备的定量酸液倒入高压釜体内，将挂片吊在挂片器上，安装搅拌、密封、挂片组件并拧紧，接好管线。开启测定仪器电源，设置加温程序及所需测定温度。

6.1.3 打开高压氮气源阀门，调节气压阀，启动泵，使釜内保持 12MPa 压力。

6.1.4 仪器升温速度控制在 $3^\circ\text{C}/\text{min} \sim 4^\circ\text{C}/\text{min}$ ，当酸液温度达到测定温度，通过卸压阀调节反应容器压力为测定所需压力，启动搅拌马达，调节到测定所需转速，酸液达到测定温度时开始计时。

6.1.5 反应时间至 4h 时停止加热及搅拌，停止计时，开始冷凝装置降温，当温度降至 80°C 时，对反应釜卸压，排放残酸，取出挂片，观察腐蚀状况并作详细记录。

6.1.6 挂片清洗：按照 5.1.6 执行。

6.1.7 挂片称量：按照 5.1.7 执行。

6.2 腐蚀速率计算

按照 5.2 执行。

6.3 实验数据相对误差规定

实验数据相对误差符合表 2 的要求。

6.4 评价指标

评价指标符合表 3 的要求。

表 3 高温高压动态腐蚀速率测定条件及缓蚀剂评价指标

酸液类型	实验温度 ℃	实验压力 MPa	搅拌速度 r/min	反应时间 h	酸液质量分数 %		缓蚀剂质量分数 %	缓蚀剂评价指标 g/(m ² ·h)
					HCl	HF		
盐酸	100	16.0	60	4	20	0	1.5	≤ 10.00
	120				20		2.0	≤ 35.00
	140				20		3.0	≤ 45.00
	160				20		4.0	≤ 65.00
	180				20		5.0	≤ 80.00
土酸	100	16.0	60	4	12	3	1.5	≤ 6.00
	120				12	3	2.0	≤ 15.00
	140				12	3	4.0	≤ 30.00
	160				12	3	5.0	≤ 45.00
	180				12	3	6.0	≤ 70.00

7 防腐蚀测定方法及评价指标

7.1 鲜酸中缓蚀剂防点蚀测定方法

7.1.1 用点蚀测深仪观测常压静态腐蚀速率或高温高压动态腐蚀速率实验测定后的挂片，并在整个挂片表面上找出最大点蚀深度 ($h_{\max}$)。

7.1.2 用实体显微镜，在整个挂片表面上找出点蚀最严重的区域，统计、记录该区域 1cm² (正方形) 内的点蚀孔数 (N) 和最大点蚀面积 (S)，记录格式参见表 B.2。

7.2 乏酸中缓蚀剂防腐蚀测定方法

7.2.1 直接取现场施工返排乏酸，乏酸采样符合附录 A 的要求。

7.2.2 用现场岩样制备乏酸：

- 取现场岩样粉碎，80% 以上岩样碎屑通过 $\phi 200 \times 50 \sim 0.15/0.10$ 标准筛，取筛下岩样粉末供实验用。
- 取 1000mL 第 4 章中配制的盐酸 (碳酸盐岩) 或土酸 (砂岩)，加入所需浓度的缓蚀剂，搅匀；边搅拌边加入过筛岩样粉末，使反应液的 pH 值为 3.0 ~ 4.0 (用精密试纸测定)，过滤，滤液用作实验。

7.2.3 用碳酸钙制备盐酸酸化时的乏酸：取 1000mL 的测定所需浓度的盐酸 (如果按照 20% 盐酸) 再加所需用量的缓蚀剂，与相应数量完全反应的碳酸钙 (需要约 301g) 反应，搅拌，反应后，用 20%

盐酸调至 pH 值为 3.0 ~ 4.0 (用精密试纸测定)。

7.2.4 实验步骤：

- a) 常压静态实验按第 5 章执行，高温高压动态实验按第 6 章执行，其中反应时间皆为 24h。
- b) 用点蚀测深仪观测静态或动态腐蚀实验后的挂片，按照 7.1.1 执行。
- c) 用实体显微镜观察点蚀，按照 7.1.2 执行。

7.3 结果计算及表述

7.3.1 平均腐蚀速率按公式 (6) 和公式 (8) 计算。

7.3.2 金属点蚀的程度用点蚀因数表述，按公式 (9) 计算：

$$f = \frac{h_{\max}}{\bar{h}} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- f ——点蚀因数，无量纲；
- $h_{\max}$ ——最大点蚀刻度，单位为毫米 (mm)；
- $\bar{h}$ ——平均点蚀深度，单位为毫米 (mm)。

7.3.3 平均点蚀刻度按公式 (10) 计算：

$$\bar{h} = \frac{10^{-3} \Delta m}{\rho_g \cdot A} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- Δm ——腐蚀失量，单位为克 (g)；
- ρ_g ——N80 钢或其他钢的密度，单位为克每立方厘米 (g/cm³)；
- A ——挂片面积，单位为平方毫米 (mm²)。

7.4 乏酸中缓蚀剂防平均腐蚀评价指标

乏酸中缓蚀剂防平均腐蚀评价指标符合表 4 的要求。

表 4 乏酸中缓蚀剂防腐蚀评价指标

温度 ℃	平均腐蚀速率 g/(m²·h)
60	≤ 0.20
90	≤ 0.50
100	≤ 0.70
120	≤ 2.00
140	≤ 3.00
160	≤ 4.00
180	≤ 6.00

8 溶解分散性测定方法及评价指标

8.1 测定步骤

8.1.1 按 4.2 或 4.3 配制一定体积所需质量分数的酸液。

8.1.2 接通恒温水浴电源，升温至测定温度（控温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ）。

8.1.3 将已配好的酸液 100mL 倒入具塞比色管（盐酸）或透明塑料筒（土酸）中，然后用移液管向具塞比色管或透明塑料筒中，加入质量分数为酸化设计时的 1.2 倍的缓蚀剂，盖上瓶盖，摇动 5min 混合均匀。

8.1.4 将已混合均匀含缓蚀剂的酸液瓶放入已恒温的水浴中，并保持酸液液面低于恒温水浴水平面。

8.1.5 在测定温度下，定时观察酸液外观的变化情况并作详细定性描述（参见表 B.3）。主要内容是：酸液体系是否透明清亮均相分散，是否有乳化、絮凝，是否有液 / 液相分层，是否有固相沉淀等现象。

8.2 评价指标

评价指标符合表 5 的要求。

表 5 缓蚀剂溶解分散性评价指标

指标	观察时间	溶液分散状况
一级	开始, 4h	酸液透明清亮, 无液 / 液相分层, 无液 / 固相分离
二级		酸液不透明, 但仍是均匀的液体, 并在实验时间内液体稳定, 无分层, 无沉淀

9 安全与环境控制要求

9.1 在实验过程中，实验者应采取适当的安全和健康防护措施，应穿工作服，佩戴化学安全防护眼镜、手套等防护用品。高压实验设备应有明显的提示标识。

9.2 在实验室样品检测中，涉及强酸强碱操作时，实验员应穿工作服，戴橡胶耐酸碱手套，佩戴防酸安全防护眼镜。皮肤接触时，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；吸入时，迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道畅通，严重时及时送医。

9.3 各种实验液体使用后应收集处理，不应随意排放。

9.4 环境控制要求严格执行国家和地方的环保法律、法规。

附 录 A
(规范性附录)
采样要求和方法

A.1 采样的基本要求

A.1.1 安全操作要求

- A.1.1.1** 采样操作人员必须熟悉被采样品的特性，接受过安全操作的有关训练及处理方法。
- A.1.1.2** 采样地点应有出入安全的通道，符合要求的照明和通风条件。
- A.1.1.3** 无论在何处接触化学品时，都应佩戴护目镜，采样时应穿工作服和工鞋。
- A.1.1.4** 腐蚀性和刺激性物质，溅到身上后应立即冲洗。在采样点附近必须有可使用的水源，沾污的衣服不应直接洗涤，应先采取适当步骤消除沾污后再进行洗涤。

A.1.2 采样前预检内容

- A.1.2.1** 了解被采样物料的容器大小、类型、数量、结构和附属设备情况。
- A.1.2.2** 检查被采样物料的容器是否受损、腐蚀、渗漏并核对标志。
- A.1.2.3** 观察容器内物料的颜色是否正常；表面或底部是否有杂质、分层、沉淀、结块等现象；判断物料的类型和均匀性。

A.1.3 物料的混匀

对于单相低黏度液体可用以下几种方法混匀：

- a) 小容器（如瓶、罐）用手摇晃进行混匀。
- b) 中等容器（如桶、听）用滚动、倒置或手工搅拌器进行混匀。
- c) 大容器（如贮罐、槽车）用机械搅拌器、喷射循环泵进行混匀。

A.1.4 样品的代表性

如被采容器内物料已混合均匀，采取混合样品作为代表性样品。如被采容器内物料未混合均匀，可采不同部位的样品按一定比例混合成平均样品作为代表性样品。

A.1.5 样品标签和采样报告

采样时应记录被采样品的状况和采样操作，样品装入容器后必须立即贴上标签，在必要时写出采样报告随同样品一起提供。样品标签至少包括以下内容：

- a) 样品名称及样品编号。
- b) 总体物料批号及数量。
- c) 生产单位。
- d) 采样部位。
- e) 样品量。
- f) 采样日期。
- g) 采样者。

A.2 采样方案的基本内容

A.2.1 缓蚀剂和乏酸都是在常温下易于流动的单相均匀液体，把同一批次的缓蚀剂和乏酸作为均匀物料。

A.2.2 均匀物料的采样原则上可以在物料的任意部位进行，但注意采样过程中不应带进杂质，避免在采样过程中样品发生变化（如吸水、氧化）。

A.2.3 样品数：在满足需要的前提下，给出所需样品的最少样品数和样品量。

A.2.4 样品量：在满足需要的前提下样品量至少满足三次重复检测的需求，当需要留存样品时，应满足留存样品的需求。

A.2.5 样品容器和贮存：

- a) 具有密封功能的盖、塞，使用前必须洗净、干燥。
- b) 缓蚀剂可采用塑料或玻璃瓶，乏酸采用塑料瓶装。
- c) 在双方协商的规定日期内妥善保存样品，对易挥发和温度敏感物质要求如下：
 - 1) 对易挥发物质，样品容器必须有预留空间，需密封，并定期检查是否泄漏；
 - 2) 对温度敏感物质，样品应贮存在规定的温度之下。

A.3 采样管

一个由玻璃、金属或塑料制成的管子，能插入到桶、罐、槽车中所需要的液面上。可以用于从一个选择的液面上采取表面或底部样，也可以用于从液体的纵向截面采取代表性的样品。

对大多数桶装物料用管长 750mm 为宜，对其他容器可增长或缩短。管上端的口径收缩到拇指能按紧，一般为 6mm；下端的口径视被采物料黏度而定，黏度近似于丙酮和水的物料用口径 3mm，黏度较小的用 1.5mm，较大的用 5mm，如图 A.1 a)、b) 所示。对于桶装黏度较大的液体、黏稠液和多相液，也可采用不锈钢制双套筒采样管，如图 A.1 c) 所示。

单位为毫米

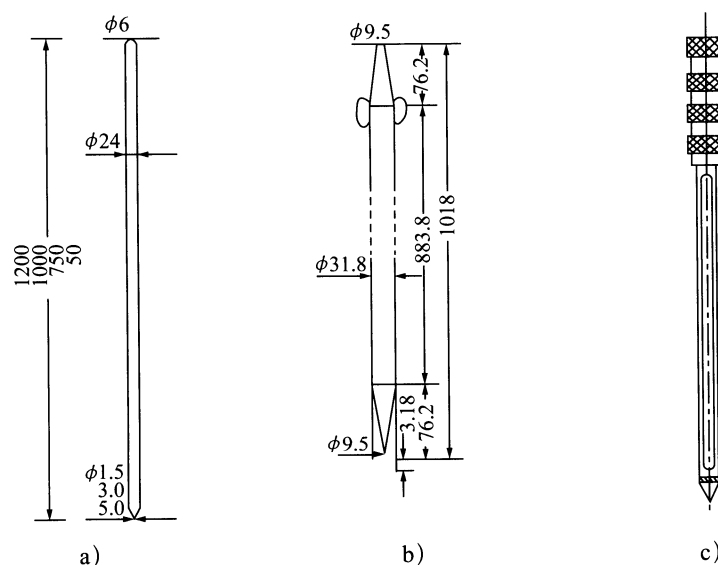


图 A.1 采样管

A.4 操作方法

A.4.1 常温下为流动态的液体

缓蚀剂和乏酸都是在常温下易于流动的单相均匀液体，但要验证其均匀性还需从容器的各个部位采样进行检验。

A.4.2 缓蚀剂采样

缓蚀剂工业品一般采用大桶装（约 200L），产品在静止情况下用开口采样管采全液位样品或采部位样品混合成平均样品。在滚动或搅拌均匀后，用玻璃或者塑料采样管采得混合样品。如需知表面或底部情况时，可分别采得表面样品或底部样品。

A.4.3 乏酸采样

A.4.3.1 乏酸一般储存在卧式贮罐中，取样时采用塑料采样管，按照 A.4.3.2 ~ A.4.3.4 中的步骤进行。

A.4.3.2 在卧式贮罐一端安装上、中、下采样管，外口配阀门。采样管伸进罐内一定深度，管壁上钻直径 2mm ~ 3mm 的均匀小孔。当罐装满物料时，从各采样口采上、中、下部位样品并按等比例混合成平均样品。

A.4.3.3 当贮罐没有安装上、中、下采样管时，也可以从顶部进口采得全液位样品。

A.4.3.4 贮罐采样应防止静电危险，罐顶部应安装牢固的平台和梯子。

附 录 B
(资料性附录)
测试结果记录格式

测试结果记录格式见表 B.1 至表 B.3。

表 B.1 腐蚀速率数据记录表

实验日期： 年 月 日

实验日期		挂片材料	
实验温度 ℃		实验开始时间	
实验压力 MPa		实验结束时间	
酸液配方		实验时间 h	
搅拌速度 r/min		酸液用量 mL	
缓蚀剂及质量分数 %			
挂片长、宽、高 mm 挂片表面积 mm ²	$L_1=$ $a_1=$ $b_1=$ $A_1=$	$L_2=$ $a_2=$ $b_2=$ $A_2=$	$L_3=$ $a_3=$ $b_3=$ $A_3=$
实验前质量 g	$m_1=$	$m_2=$	$m_3=$
实验后质量 g	$m_1' =$	$m_2' =$	$m_3' =$
腐蚀量 g	$\Delta m_1=$	$\Delta m_2=$	$\Delta m_3=$
腐蚀速率 g/(m ² ·h)	$v_1=$	$v_2=$	$v_3=$
平均腐蚀速率 g/(m ² ·h)	$\bar{v} =$		
相对误差 %			
挂片表面变化情况描述			
备注			

实验人：

复核人：

审核人：

表 B.2 乏酸点蚀实验记录表

实验日期： 年 月 日

挂片编号	点蚀孔数 个 /m ²	最大点蚀面积 mm ²	最大点蚀深度 mm	平均腐蚀速率 g/(m ² ·h)

实验人：

复核人：

审核人：

表 B.3 缓蚀剂溶解分散性实验记录表

实验日期： 年 月 日

编号				
缓蚀剂名称及 浓度	名称			
	浓度			
酸液类型及 浓度	类型			
	浓度			
实验温度 ℃				
溶解分散性 描述	开始			
	4h			

实验人：

复核人：

审核人：