

# 《半导体用缓冲氧化蚀刻液》 编制说明

(征求意见稿)

编制单位：浙江森田新材料有限公司  
中国化工情报信息协会

编制日期：2025年3月

# 《半导体用缓冲氧化蚀刻液》

## 编制说明

### 一、任务来源

#### （一）任务来源

中国化工学会于 2024 年 5 月印发《关于〈半导体用氧化蚀刻液〉团体标准立项的通知》（化会字（2024）第 28 号），下达了《半导体用氧化蚀刻液》团体标准制定计划。

本标准由中国化工学会提出并归口，由浙江森田新材料有限公司和中国化工情报信息协会联合牵头制定。

#### （二）标准制定的目的和意义

半导体用缓冲氧化蚀刻液，以达到由 HF、NH<sub>4</sub>F、水表面活性剂依不同比例组成，外观为无色透明液体。半导体用氧化蚀刻液作为半导体、显示面板等关键领域不可或缺的化学材料，利用氧化还原反应达到蚀刻的目的。半导体氧化蚀刻液具有使用温度范围宽、使用寿命长、蚀刻速度快、操作便捷等特点，广泛应用于集成电路、超大规模集成电路芯片的清洗、蚀刻。当前，我国半导体用缓冲氧化蚀刻液市场需求稳定，生产能力逐年提高，主要产能集中在浙江森田新材料有限公司、浙江凯圣氟化学有限公司、江阴江化微电子材料股份有限公司等企业。

近年来，随着电子、半导体、光伏等产业的快速发展，蚀刻液作为关键材料之一，其市场规模持续扩大。据统计，全球蚀刻液市场规模在过去几年中保持了稳定的增长态势，预计未来几年将持续增长。在我国市场，由于电子制造业的快速发展以及国家对新能源、新材料等战略新兴产业的支持，蚀刻液的应用需求不断增长，推动了蚀刻液行业的快速发展。然而，随着 5G 技术的普及和人工智能的发展，对高性能电子产品的需求激增，这对蚀刻液的精度和稳定性提出了更高的要求。我国之前并无关于半导体用缓冲氧化蚀刻液的国家标准或行业标准，各生产企业依据自行制定的企业标准组织生产。随着高精度、高稳定性的半导体用缓冲氧化蚀刻液市场需求量的不断攀升，亟需制订出台符合国内国际需求的半导体用氧化蚀刻液的相关试验方法和统一标准，以满足客户和市场对半导体用氧化蚀刻液质量的需求。发展鼓励先进性的团体标准是推动我国工业高质量发展的支撑，是实现全球价值链中高端的必要条件，对于供给侧结构性改革具有重要推动作用。《半导体用缓冲氧化蚀刻液》团体标准项目的实施将具有良好的经济效益和社会效益。

《半导体用缓冲氧化蚀刻液》团体标准的建立，可以促使半导体用缓冲氧化蚀刻液企业改进生产工艺、规范生产流程、提升产品质量，从而更好的参与市场竞争，也更有利于中国企业以更高的标准参与到国际竞争中，从而推动半导体用缓冲氧化蚀刻液行业的有序健康发展。

### 二、起草工作简要过程

按照中国化工学会标准制修订程序的要求，《半导体用氧化蚀刻液》团体标准的编制完成了以下工作：

### （一）资料的收集

在标准编制过程中，起草工作组收集了以下资料：

GB/T 191 包装储运图示标志

GB 190 危险货物包装标志

GB/T 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备

GB/T 602 化学试剂 杂质测定用标准溶液的制备

GB/T 603 化学试剂 试验方法中所用制剂及制品的制备

GB/T 605 化学试剂 色度测定通用方法

GB/T 6678 化工产品采样总则

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试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 11446.1-2013 电子级水

JJG 814 自动电位滴定仪检定规程

GB/T 25915.1 洁净室及相关受控环境 第1部分：按粒子浓度划分空气洁净度等级

### （二）标准的起草

1. 2024年5月，《半导体用氧化蚀刻液》团体标准正式立项。2024年6月至2024年11月，项目组完成标准的前期预研工作，联系半导体用氧化蚀刻液生产企业、科研单位以及下游用户等，对半导体用氧化蚀刻液标准化的有关问题进行调研和分析。

2. 2024年12月，召开标准启动会，成立起草工作组，正式启动《半导体用氧化蚀刻液》的团体标准编制工作，根据启动会企业代表意见，修改完成《半导体用氧化蚀刻液》工作组第一稿。

3. 2025年1月至2025年4月，工作组成员根据启动会讨论内容和要求，开展验证试验，按照标准指标项要求，开展了产品指标数据验证试验，并在此基础上统一各方意见，形成标准征求意见稿。

### （三）主要参加单位和工作组成员

标准牵头单位为浙江森田新材料有限公司、中国化工情报信息协会，工作组成员包括江化微（镇江）电子材料有限公司、联仕新材料（苏州）股份有限公司。具体情况如表1所示。

表1 主要参加单位和工作组成员表

成员姓名	所在单位	专业方向	邮箱
顾玲燕	江化微（镇江）电子材料有限公司	化学品检测	gulingyan@jianghuamem.com
吕景琴	江化微（镇江）电子材料有限公司	化学品检测	lvjingqin@jhm-zj.com
胡法祥	浙江森田新材料有限公司	化工	hfx@moritanewmat.com
潘美华	浙江森田新材料有限公司	化工	pmh@moritanewmat.com
李春阳	联仕新材料（苏州）股份有限公司	化工	chunyang.li@lsprc.cn
苏伟	唐山三友电子化学品有限责任公司	化工	54501817@qq.com

### 三、编写原则和确定标准主要内容的依据

#### （一）标准的编写原则

本标准编制遵循经济社会发展需求原则、技术先进和经济合理原则、适应贸易全球化需求原则、维护公众利益原则、协商一致原则、广泛参与和公开透明原则。

本标准的编制结合了生产企业半导体用氧化蚀刻液的制备工艺流程、产品检验检测方法、试验数据等有关资料，在借鉴已有经验的基础上，规定了半导体用缓冲氧化蚀刻液的分级与命名、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和安全信息。

#### （二）确定标准主要内容的依据

##### 1. 分级及命名的确定

BOE依据质量和用途的不同，分为G3级、G4级和G5级3个等级。其中，G3级和G4级主要用于半导体常规制程及高制程面板行业，G5级主要用于半导体先进制程行业。

##### 2. 指标项的确定

根据对国内外公司产品销售规格、全国主要生产厂家及用户调查的情况，半导体用氧化蚀刻液指标的设定主要考虑色度、表面张力、氟化氢含量、氟化铵含量、氯化物含量、硝酸盐含量、硫酸盐含量、磷酸盐含量、痕量金属和非金属杂质（银、铝、砷等 35 种元素）含量、以及颗粒数等对半导体用氧化蚀刻液的影响。

##### 3. 试验方法的确定

对已有国行标的试验方法，直接引用。表面张力采用铂金板法表面张力计进行测定。氟化氢和氟化铵采用点位滴定法进行测定。氯化物、硫酸盐、硝酸盐和磷酸盐含量，采用离子色谱法，用离子排斥柱作为预处理柱分离其中的氟离子，用离子交换柱分离其他阴离子，用电导检测，用标准曲线法定量。金属和非金属杂质用电感耦合等离子体质谱仪法（ICP-MS）检测，用工作曲线法定量。各分析方法的精密度试验数据见附录 A.2。

##### 4. 指标值的设定

本标准指标值的设定是在工作组成员单位提供企业实际生产产品质量数据的基础上，综合行业实际情况设定。指标值验证数据见表 2，各企业实验数据见附录 A。

表 2 半导体用氧化蚀刻液批次数据与指标要求

项 目	指标			批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次
	G5 级	G4 级	G3 级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
外观	无色透明液体			无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体
表面张力/(mN/m)	供需双方协商			38.92	38.52	39.27	39.62	39.22	39.47	39.35	39.29	38.48	39.26
氟化铵 (NH <sub>4</sub> F), w/%	标示值±0.5			20.10 2	20.04 8	20.08 2	20.1	20.15 2	20.10 2	20.07 4	20.11 5	20.08 1	20.10 8

项目	指标			批次									
	G5 级	G4 级	G3 级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
氟化铵 (NH <sub>4</sub> F), w/%	标示值±0.5			20.10 2	20.04 8	20.08 2	20.1	20.15 2	20.10 2	20.07 4	20.11 5	20.08 1	20.10 8
氟化氢 (HF), w/%	标示值±0.2 (≥5.0)			19.71 8	19.71 6	19.71 2	19.70 5	19.71 2	19.71	19.71	19.71	19.71	19.71
	标示值±0.1 (<5.0)												
色度 (铂-钴色号) /号	10			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
氯化物 (以 Cl 计) /(μg/kg)	≦10	≦50	≦100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硝酸盐 (以 NO <sub>3</sub> 计) /(μg/kg)	≦10	≦50	≦100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硫酸盐 (以 SO <sub>4</sub> 计) /(μg/kg)	≦10	≦50	≦100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
磷酸盐 (以 PO <sub>4</sub> 计) /(μg/kg)	≦10	≦50	≦100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
银 (Ag) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
铝 (Al) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
砷 (As) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.007	0.008	0.009	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
金 (Au) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
硼 (B) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
钡 (Ba) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
铍 (Be) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
铋 (Bi) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
钙 (Ca) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
镉 (Cd) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
钴 (Co) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
铬 (Cr) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铜 (Cu) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铁 (Fe) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.050	0.050	0.080	0.060	0.050	0.080	0.050	0.050	0.050	0.050
镓 (Ga) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
锗 (Ge) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
钾 (K) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
锂 (Li) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
镁 (Mg) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
锰 (Mn) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
钼 (Mo) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
钠 (Na) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
铌 (Nb) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
镍 (Ni) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铅 (Pb) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
锑 (Sb) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
锡 (Sn) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
锶 (Sr) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
钽 (Ta) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
钛 (Ti) 含量/(μg/kg)	≦0.02	≦0.1	≦0.5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

项目	指标			批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	
	G5 级	G4 级	G3 级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
钒 (V) 含量/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	$\leq 0.02$	$\leq 0.1$	$\leq 0.5$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
钨 (W) 含量/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	$\leq 0.02$	$\leq 0.1$	$\leq 0.5$	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
锌 (Zn) 含量/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	$\leq 0.02$	$\leq 0.1$	$\leq 0.5$	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
锆 (Zr) 含量/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	$\leq 0.02$	$\leq 0.1$	$\leq 0.5$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
颗粒数 (个/mL)	$\geq 0.1 \mu\text{m}$	$\leq 300$	-	-	1.4	10.8	6.4	2	19.5	3.1	18.9	2.7	3.3	7.8
	$\geq 0.2 \mu\text{m}$	$\leq 50$	$\leq 100$	-	0.4	2.3	2.3	1.1	3.9	1.1	5.5	1.2	1.1	2.5
	$\geq 0.3 \mu\text{m}$	$\leq 30$	$\leq 50$	$\leq 100$	0.3	0.5	0.8	0.9	1.4	0.5	2.0	0.6	0.5	1.0
	$\geq 0.5 \mu\text{m}$	$\leq 3$	$\leq 5$	$\leq 10$	0.2	0.1	0.2	0.6	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.3

#### 四、技术经济分析论证和预期的经济效益

本标准的制定，有助于进一步规范行业秩序，提升行业质量水平，促进行业技术水平的不断提升。标准实施后有助于增强行业的国际竞争力，促进国内企业的出口，为国内企业创造更大的利润空间。

#### 五、采用国际标准和国外先进标准情况及水平对比

起草单位对国内外标准资料进行了收集工作，未检索到有关半导体用氧化蚀刻液的国外标准。

#### 六、与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

该标准严格遵循国务院印发的《深化标准化工作改革方案》（国发[2015]13号）中关于培育和发展团体标准的各项改革措施要求。同时，与国家标准化委员会修改标准化法和《关于培育和发展团体标准的指导意见》相协调，从而确保该标准可为相关法律法规的制定和实施提供支撑。

该标准在制定过程中，以尽量直接引用的方式与相关现行标准实现协调和衔接。

#### 七、贯彻实施标准的措施和建议

本标准制定后，将统一各生产企业的产品质量标准，希望各生产企业严格执行标准的要求，共同维护行业的发展。

#### 八、其他应予以说明的事项

无。

## 附录 A 浙江森田新材料有限公司半导体用氧化蚀刻液试验数据

### A.1 半导体用氧化蚀刻液指标检测试验

半导体用氧化蚀刻液指标检测具体试验数据如表 A.1 所示。

表 A.1 半导体用氧化蚀刻液批次数据与指标要求

项 目	批次									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
外观	无色透明液体									
表面张力/(mN/m)	38.92	38.52	39.27	39.62	39.22	39.47	39.35	39.29	38.48	39.26
氟化铵(NH <sub>4</sub> F), w/%	20.102	20.048	20.082	20.1	20.152	20.102	20.074	20.115	20.081	20.108
氟化氢(HF), w/%	19.718	19.716	19.712	19.705	19.712	19.71	19.71	19.714	19.714	19.72
色度(铂-钴色号)/号	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
氯化物(以Cl <sup>-</sup> 计)/(μg/kg)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硝酸盐(以NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 计)/(μg/kg)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硫酸盐(以SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 计)/(μg/kg)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
磷酸盐(以PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 计)/(μg/kg)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
银(Ag)/(μg/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
铝(Al)/(μg/kg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
砷(As)/(μg/kg)	0.007	0.008	0.009	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
金(Au)/(μg/kg)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
硼(B)/(μg/kg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
钡(Ba)/(μg/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
铍(Be)/(μg/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
铋(Bi)/(μg/kg)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
钙(Ca)/(μg/kg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
镉(Cd)/(μg/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
钴(Co)/(μg/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
铬(Cr)/(μg/kg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铜(Cu)/(μg/kg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铁(Fe)/(μg/kg)	0.005	0.005	0.008	0.006	0.005	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005
镓(Ga)/(μg/kg)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
锗(Ge)/(μg/kg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
钾(K)/(μg/kg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
锂(Li)/(μg/kg)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
镁(Mg)/(μg/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
锰(Mn)/(μg/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
钼(Mo)/(μg/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
钠(Na)/(μg/kg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铌(Nb)/(μg/kg)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

项目	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	批次	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
镍 (Ni) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
铅 (Pb) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
铟 (Sb) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
锡 (Sn) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
锶 (Sr) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
钽 (Ta) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
钛 (Ti) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
铊 (Tl) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
钒 (V) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
钨 (W) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
锌 (Zn) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
锆 (Zr) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
颗粒数/(个/mL)	$\geq 0.1 \mu\text{m}$	1.4	10.8	6.4	2	19.5	3.1	18.9	2.7	3.3	7.8
	$\geq 0.2 \mu\text{m}$	0.4	2.3	2.3	1.1	3.9	1.1	5.5	1.2	1.1	2.5
	$\geq 0.3 \mu\text{m}$	0.3	0.5	0.8	0.9	1.4	0.5	2.0	0.6	0.5	1.0
	$\geq 0.5 \mu\text{m}$	0.2	0.1	0.2	0.6	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.3

## A.2 半导体用氧化蚀刻液各项目检测精密度

表 A.2 半导体用氧化蚀刻液各项目检测精密度

项目	单位	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	平均值	标准偏差
氟化氢 (HF)	%	7.98	7.99	7.98	7.98	7.97	7.99	7.98	7.99	7.98	0.007
氟化铵 (NH <sub>4</sub> F)	%	20.05	20.01	20.02	20.03	20.02	20.02	20.02	20.03	20.024	0.012
表面张力	mN/m	28.47	28.26	28.79	28.49	28.29	28.39	28.22	28.69	28.45	0.20
氯化物 (以 Cl <sup>-</sup> 计)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	9.90	10.01	9.96	9.91	9.96	9.92	9.85	9.93	9.89	0.10
硝酸盐 (以 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 计)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	9.93	10.02	10.11	9.90	9.93	9.94	10.04	9.95	9.98	0.07
硫酸盐 (以 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 计)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	10.16	10.19	9.92	10.07	9.94	10.02	10.18	10.16	10.08	0.11
磷酸盐 (以 PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 计)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	10.12	10.46	10.08	10.64	10.31	10.06	10.11	10.47	10.28	0.22
银 (Ag)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	0.0155	0.0151	0.0163	0.0145	0.0143	0.0144	0.0146	0.0148	0.0149	0.0007
铝 (Al)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	0.0161	0.0164	0.0140	0.0151	0.0146	0.0153	0.0160	0.0154	0.0154	0.0008
砷 (As)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	0.0158	0.0152	0.0150	0.0154	0.0162	0.0160	0.0154	0.0165	0.0157	0.0005
金 (Au)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	0.0150	0.0156	0.0149	0.0137	0.0144	0.0141	0.0138	0.0138	0.0144	0.0007
硼 (B)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	0.0148	0.0156	0.0162	0.0150	0.0138	0.0141	0.0154	0.0152	0.0150	0.0008
钡 (Ba)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	0.0151	0.0154	0.0163	0.0146	0.0144	0.0147	0.0147	0.0145	0.0150	0.0006
铍 (Be)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	0.0160	0.0135	0.0158	0.0154	0.0140	0.0145	0.0156	0.0142	0.0149	0.0009
铋 (Bi)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	0.0149	0.0148	0.0157	0.0148	0.0140	0.0152	0.0145	0.0146	0.0148	0.0005
钙 (Ca)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	0.0163	0.0150	0.0155	0.0156	0.0163	0.0154	0.0147	0.0159	0.0156	0.0006

项目	单位	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	平均值	标准偏差	
镉 (Cd)	μg/kg	0.0152	0.0153	0.0164	0.0157	0.0152	0.0143	0.0144	0.0148	0.0152	0.0007	
钴 (Co)	μg/kg	0.0152	0.0162	0.0164	0.0147	0.0146	0.0150	0.0161	0.0149	0.0154	0.0007	
铬 (Cr)	μg/kg	0.0148	0.0150	0.0159	0.0142	0.0136	0.0152	0.0160	0.0152	0.0150	0.0008	
铜 (Cu)	μg/kg	0.0161	0.0147	0.0153	0.0158	0.0162	0.0161	0.0159	0.0156	0.0157	0.0005	
铁 (Fe)	μg/kg	0.0154	0.0160	0.0163	0.0150	0.0147	0.0163	0.0158	0.0162	0.0157	0.0006	
镓 (Ga)	μg/kg	0.0155	0.0152	0.0146	0.0145	0.0144	0.0141	0.0145	0.0151	0.0147	0.0005	
锗 (Ge)	μg/kg	0.0159	0.0156	0.0144	0.0144	0.0145	0.0144	0.0146	0.0144	0.0148	0.0006	
钾 (K)	μg/kg	0.0148	0.0154	0.0164	0.0143	0.0155	0.0151	0.0154	0.0163	0.0154	0.0007	
锂 (Li)	μg/kg	0.0161	0.0158	0.0165	0.0143	0.0143	0.0143	0.0151	0.0153	0.0152	0.0009	
镁 (Mg)	μg/kg	0.0164	0.0145	0.0143	0.0139	0.0149	0.0151	0.0154	0.0155	0.0150	0.0008	
锰 (Mn)	μg/kg	0.0153	0.0158	0.0163	0.0144	0.0147	0.0144	0.0153	0.0155	0.0152	0.0007	
钼 (Mo)	μg/kg	0.0150	0.0150	0.0161	0.0145	0.0145	0.0141	0.0154	0.0154	0.0150	0.0006	
钠 (Na)	μg/kg	0.0163	0.0149	0.0148	0.0140	0.0149	0.0160	0.0155	0.0150	0.0152	0.0007	
铌 (Nb)	μg/kg	0.0164	0.0151	0.0160	0.0141	0.0140	0.0149	0.0149	0.0138	0.0149	0.0009	
镍 (Ni)	μg/kg	0.0157	0.0151	0.0148	0.0148	0.0163	0.0163	0.0153	0.0153	0.0154	0.0006	
铅 (Pb)	μg/kg	0.0150	0.0150	0.0162	0.0145	0.0139	0.0142	0.0145	0.0153	0.0148	0.0007	
铋 (Sb)	μg/kg	0.0144	0.0146	0.0151	0.0143	0.0143	0.0138	0.0143	0.0139	0.0143	0.0004	
锡 (Sn)	μg/kg	0.0147	0.0153	0.0165	0.0144	0.0143	0.0148	0.0147	0.0155	0.0150	0.0007	
锶 (Sr)	μg/kg	0.0154	0.0153	0.0156	0.0147	0.0144	0.0141	0.0158	0.0161	0.0152	0.0007	
钽 (Ta)	μg/kg	0.0153	0.0143	0.0142	0.0136	0.0145	0.0144	0.0146	0.0142	0.0144	0.0005	
钛 (Ti)	μg/kg	0.0153	0.0159	0.0145	0.0161	0.0152	0.0143	0.0150	0.0141	0.0151	0.0007	
铊 (Tl)	μg/kg	0.0152	0.0158	0.0142	0.0142	0.0144	0.0146	0.0153	0.0148	0.0148	0.0006	
钒 (V)	μg/kg	0.0153	0.0149	0.0160	0.0146	0.0157	0.0145	0.0149	0.0150	0.0151	0.0005	
钨 (W)	μg/kg	0.0152	0.0139	0.0147	0.0156	0.0147	0.0148	0.0145	0.0155	0.0148	0.0006	
锌 (Zn)	μg/kg	0.0156	0.0151	0.0145	0.0152	0.0143	0.0154	0.0150	0.0150	0.0150	0.0004	
锆 (Zr)	μg/kg	0.0151	0.0146	0.0141	0.0162	0.0153	0.0140	0.0144	0.0147	0.0148	0.0007	
颗粒数	≥0.1 μm	个/mL	20.8	19.4	19.2	19.5	18.6	21.0	19.7	19.4	19.70	0.81
	≥0.2 μm	个/mL	8.5	7.6	9.1	9.6	8.0	8.9	7.5	8.4	8.45	0.73
	≥0.3 μm	个/mL	1.4	1.2	1.6	1.7	1.3	1.4	1.2	1.5	1.41	0.18
	≥0.5 μm	个/mL	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.30	0.08

### A.3 半导体用氧化蚀刻液阴离子色谱图

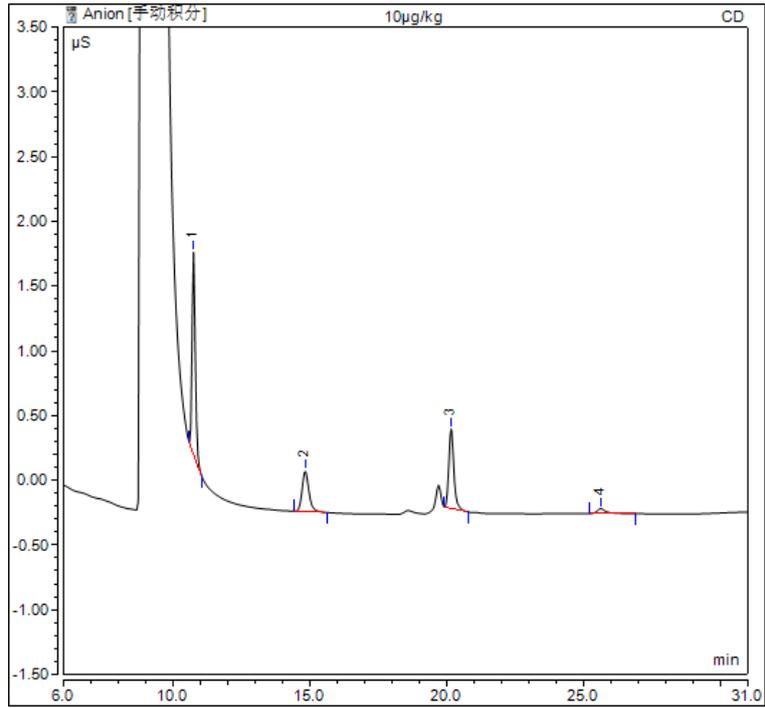


图 A.1 半导体用缓冲氧化蚀刻液阴离子色谱图

标引序号说明：

- 1——氯离子 ( $\text{Cl}^-$ ) 峰；
- 2——硝酸根离子 ( $\text{NO}_3^-$ ) 峰；
- 3——硫酸根离子 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 峰；
- 4——磷酸根离子 ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) 峰。

#### A. 4 半导体用氧化蚀刻液阴离子工作曲线

峰名称	评估类型	校正类型	#数据点	截距 (C0)	斜率 (C1)	曲率 (C2)	判定系数 %
Cl	峰面积	Lin	5	0.000	0.014	0.000	99.9676
NO3	峰面积	Lin	5	0.000	0.006	0.000	99.9490
SO3	峰面积	Lin	5	0.000	0.003	0.000	99.8787
SO4	峰面积	Lin	5	0.000	0.010	0.000	99.7172
PO4	峰面积	Lin	5	0.000	0.002	0.000	99.7194

## 附录 B 联仕新材料（苏州）股份有限公司半导体用氧化蚀刻液试验数据

### B.1 半导体用氧化蚀刻液指标检测试验

半导体用氧化蚀刻液指标检测具体试验数据如表 B.1 所示。

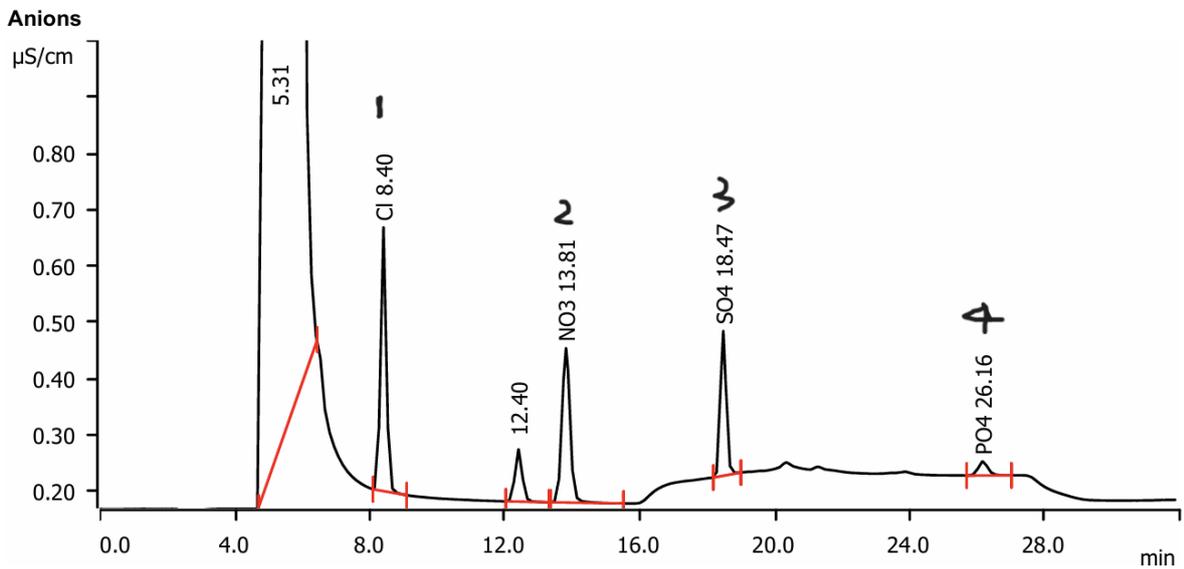
表 B.1 半导体用氧化蚀刻液指标检测试验数据

指标项	批次	批次	批次	批次
	1	2	3	4
外观	无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体	无色透明液体
色度 / Hazen 单位 (铂-钴) 色)	2	2	2.0	2.0
表面张力 / (mN/m)	41.7	39.7	33	33.8
氟化铵 (NH <sub>4</sub> F), w / %	25.038	24.864	24.744	24.938
氟化氢 (HF), w / %	6.780	6.864	6.731	6.834
氯化物 (以 Cl 计) / (μg/kg)	<1	<1	<1	<1
硝酸盐 (以 NO <sub>3</sub> 计) / (μg/kg)	<1	<1	<1	<1
硫酸盐 (以 SO <sub>4</sub> 计) / (μg/kg)	<1	<1	<1	<1
磷酸盐 (以 PO <sub>4</sub> 计) / (μg/kg)	<1	<1	<1	<1
银 (Ag) / (μg/kg)	0.006	0.0	0.001	0.001
铝 (Al) / (μg/kg)	0.081	0.011	0.053	0.056
砷 (As) / (μg/kg)	0.025	0.017	0.028	0.071
金 (Au) / (μg/kg)	0.006	0.001	0.003	0.005
硼 (B) / (μg/kg)	0.015	0.065	0.033	0.078
钡 (Ba) / (μg/kg)	0.016	0.008	0.013	0.016
铍 (Be) / (μg/kg)	0.013	0.004	0	0
铋 (Bi) / (μg/kg)	0.004	0.002	0.004	0.004
钙 (Ca) / (μg/kg)	0.101	0.027	0.064	0.088
镉 (Cd) / (μg/kg)	0.013	0.006	0.011	0.005
钴 (Co) / (μg/kg)	0.021	0.001	0.004	0.009
铬 (Cr) / (μg/kg)	0.021	0.0	0.01	0.006
铜 (Cu) / (μg/kg)	0.009	0.001	0.013	0.019
铁 (Fe) / (μg/kg)	0.122	0.027	0.052	0.081
镓 (Ga) / (μg/kg)	0.017	0.002	0.003	0.003
锗 (Ge) / (μg/kg)	0.014	0.005	0.002	0.011
钾 (K) / (μg/kg)	0.024	0.014	0.102	0.104
锂 (Li) / (μg/kg)	0.002	0	0	0.001
镁 (Mg) / (μg/kg)	0.023	0.003	0.008	0.009
锰 (Mn) / (μg/kg)	0.005	0.001	0.006	0.004
钼 (Mo) / (μg/kg)	0.018	0.0	0.001	0.002
钠 (Na) / (μg/kg)	0.029	0.01	0.07	0.078
铌 (Nb) / (μg/kg)	0.002	0.001	0	0

表 B.1 半导体用氧化蚀刻液试验数据 (续)

指标项		批次	批次	批次	批次
		1	2	3	4
镍 (Ni) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.005	0.0	0.002	0.001
铅 (Pb) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.013	0.0	0.0	0.002
锑 (Sb) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.01	0.004	0.005	0.007
锶 (Sr) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.003	0.001	0.002	0.001
钽 (Ta) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.004	0.001	0	0
钛 (Ti) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.05	0.002	0.013	0.011
铊 (Tl) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.019	0.007	0	0
钒 (V) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.006	0	0	0
钨 (W) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0	0	0	0
锌 (Zn) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.116	0.007	0	0
锆 (Zr) /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		0.01	0.001	0	0
颗粒	$\geq 0.1\mu\text{m}$ , 个/mL	0	0	0	0
	$\geq 0.2\mu\text{m}$ , 个/mL	0	0	0	0
	$\geq 0.3\mu\text{m}$ , 个/mL	31.8	0	0	63.9
	$\geq 0.5\mu\text{m}$ , 个/mL	3.8	6.9	0	3.7

B.2 半导体用氧化蚀刻液阴离子色谱图

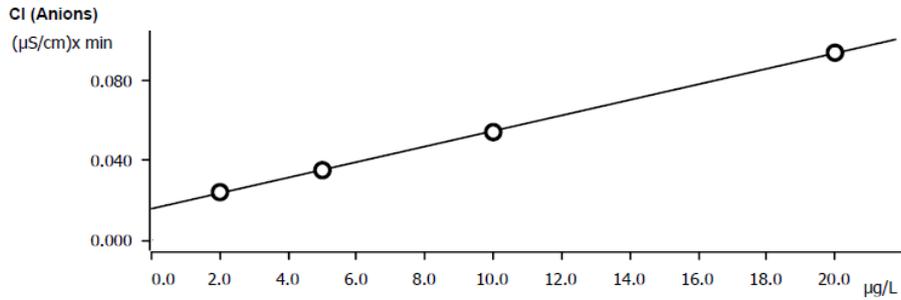


、标引序号说明:

- 1——氯离子 (Cl<sup>-</sup>) 峰;
- 2——硝酸根离子 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) 峰;
- 3——硫酸根离子 (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) 峰;
- 4——磷酸根离子 (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) 峰。

### B.3 半导体用氧化蚀刻液阴离子工作曲线

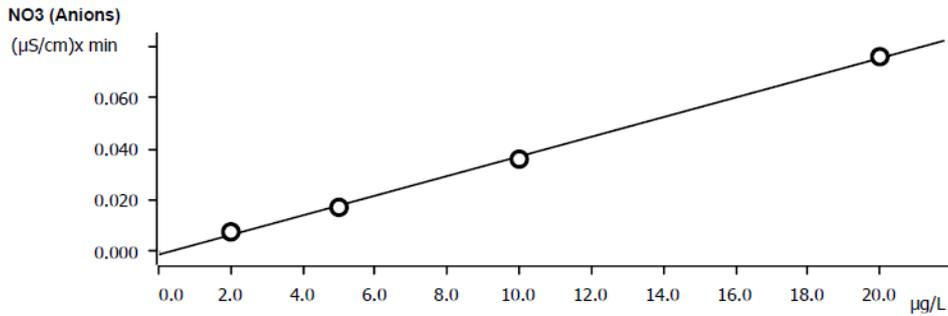
#### B.3.1 氯离子工作曲线



功能: .....  $A = 0.0157517 + 7.79789E-6 \times Q$   
 相对标准偏差 ..... 1.115377 %  
 相关系数 ..... 0.999882

样品类型	指数	浓度	体积	稀释倍数	样品量	面积	名称	日期
标准2	1	10.0000	500.0	1.0	1.0	0.054179	10% HF STD=10	2025-04-17 12:37:20 UTC+8
标准4	1	5.0000	500.0	1.0	1.0	0.035045	10% HF STD=5	2025-04-17 14:16:23 UTC+8
标准10	1	2.0000	500.0	1.0	1.0	0.024030	10% HF STD=2	2025-04-17 15:03:54 UTC+8
标准1	1	20.0000	500.0	1.0	1.0	0.094014	10% HF STD=20	2025-04-17 11:47:46 UTC+8

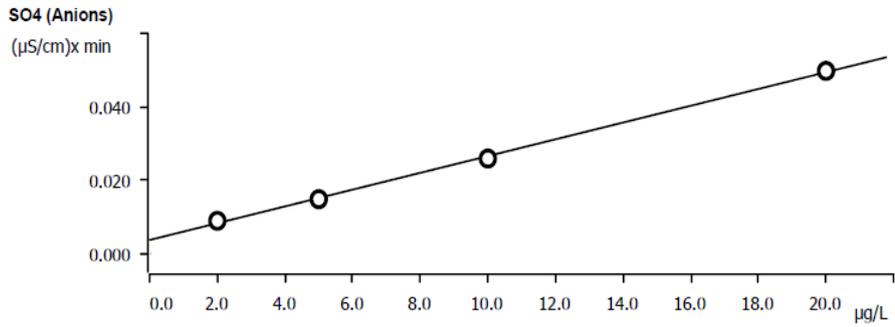
#### B.3.2 硝酸根离子工作曲线



功能: .....  $A = -1.23568E-3 + 7.63823E-6 \times Q$   
 相对标准偏差 ..... 3.854149 %  
 相关系数 ..... 0.999367

样品类型	指数	浓度	体积	稀释倍数	样品量	面积	名称	日期
标准2	1	10.0000	500.0	1.0	1.0	0.035880	10% HF STD=10	2025-04-17 12:37:20 UTC+8
标准4	1	5.0000	500.0	1.0	1.0	0.017143	10% HF STD=5	2025-04-17 14:16:23 UTC+8
标准10	1	2.0000	500.0	1.0	1.0	0.007597	10% HF STD=2	2025-04-17 15:03:54 UTC+8
标准1	1	20.0000	500.0	1.0	1.0	0.075744	10% HF STD=20	2025-04-17 11:47:46 UTC+8

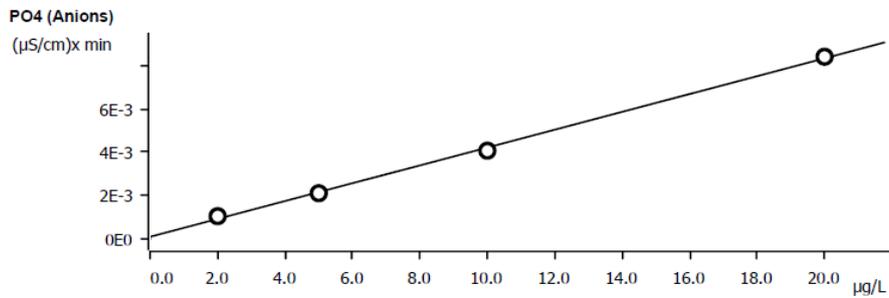
### B. 3. 3 硫酸根离子工作曲线



功能: .....  $A = 3.72267E-3 + 4.56735E-6 \times Q$   
 相对标准偏差 ..... 2.972991 %  
 相关系数 ..... 0.999440

样品类型	指数	浓度	体积	稀释倍数	样品量	面积	名称	日期
标准2	1	10.0000	500.0	1.0	1.0	0.025888	10% HF STD=10	2025-04-17 12:37:20 UTC+8
标准4	1	5.0000	500.0	1.0	1.0	0.014818	10% HF STD=5	2025-04-17 14:16:23 UTC+8
标准10	1	2.0000	500.0	1.0	1.0	0.008932	10% HF STD=2	2025-04-17 15:03:54 UTC+8
标准1	1	20.0000	500.0	1.0	1.0	0.049748	10% HF STD=20	2025-04-17 11:47:46 UTC+8

### B. 3. 3 磷酸根离子工作曲线



功能: .....  $A = 9.57390E-5 + 8.23906E-7 \times Q$   
 相对标准偏差 ..... 3.842165 %  
 相关系数 ..... 0.999290

样品类型	指数	浓度	体积	稀释倍数	样品量	面积	名称	日期
标准2	1	10.0000	500.0	1.0	1.0	0.004068	10% HF STD=10	2025-04-17 12:37:20 UTC+8
标准4	1	5.0000	500.0	1.0	1.0	0.002104	10% HF STD=5	2025-04-17 14:16:23 UTC+8
标准10	1	2.0000	500.0	1.0	1.0	0.001044	10% HF STD=2	2025-04-17 15:03:54 UTC+8
标准1	1	20.0000	500.0	1.0	1.0	0.008409	10% HF STD=20	2025-04-17 11:47:46 UTC+8