

# 946 Portable VA Analyzer



2.946.00x0

手册

8.946.8003CN / v3 / 2023-05-16





Metrohm AG  
CH-9100 Herisau  
Switzerland  
+41 71 353 85 85  
info@metrohm.com  
www.metrohm.com

# **946 Portable VA Analyzer**

**2.946.00x0**

**手册**

Technical Communication  
Metrohm AG  
CH-9100 Herisau

本文献受版权保护。本公司保留所有权利。

本文献经认真起草制定。但并不能完全排除会有错误存在。若有此类信息提示请联系上述地址。

#### **免责条款**

并非万通造成的故障情况，例如不按规定储存、不按规定使用等，则不属于保修范围。擅自变更产品（比如改装或加装）会排除生产厂家对由此造成的损失及其后果的责任。要严格遵守万通产品文档中的说明和注意事项。否则排除万通的责任。

# 目录

<b>1</b>	<b>引言</b>	<b>1</b>
1.1	仪器描述 .....	1
1.2	常规应用 .....	1
1.3	安全提示 .....	2
1.3.1	常规安全说明 .....	2
1.3.2	电路安全 .....	2
1.3.3	回收及废弃物处理 .....	2
1.4	惯用图例 .....	3
<b>2</b>	<b>仪器概览</b>	<b>4</b>
2.1	恒电位仪 .....	4
2.2	scTRACE Gold 测量台 .....	5
2.3	SPE 测量台 .....	6
<b>3</b>	<b>软件概览</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>安装</b>	<b>13</b>
4.1	仪器拆封与检查 .....	13
4.1.1	包装 .....	13
4.1.2	检查 .....	13
4.1.3	运行场所 .....	13
4.2	硬件安装 .....	13
4.2.1	搅拌器 .....	13
4.2.2	scTRACE Gold 电极 .....	14
4.2.3	丝网印刷电极 (SPE) .....	15
4.2.4	安装测量台 .....	17
4.2.5	连接测量台与恒电位仪 .....	18
4.3	电源供电 .....	19
4.3.1	使用电源供应器为电池充电 .....	20
4.3.2	通过 USB 接口 (计算机) 为电池充电 .....	20
4.4	连接软件与仪器 .....	21
<b>5</b>	<b>操作</b>	<b>23</b>
5.1	基本软件操作 .....	23
5.1.1	载入与保存文件 .....	23
5.1.2	运行测定 .....	25
5.1.3	打印结果与方法 .....	26
5.1.4	再评估测定 .....	27
5.2	按照 <b>Application Bulletin 416</b> 执行 (总) 砷测定 .....	31
5.2.1	常规操作 .....	31



5.2.2	初始电极准备 .....	33
5.2.3	运行（总）砷测定 .....	34
5.2.4	清洁 scTRACE Gold 电极 .....	36
<b>6</b>	<b>保养</b> .....	<b>37</b>
6.1	拆除 scTRACE Gold 电极 .....	37
6.2	拆除丝网印刷电极 .....	38
6.3	拆除搅拌器 .....	39
6.4	清洁仪器 .....	40
<b>7</b>	<b>排除故障</b> .....	<b>42</b>
7.1	伏安痕量分析的一般规则 .....	42
7.1.1	样品 .....	42
7.1.2	测量溶液 .....	42
7.1.3	定量 .....	42
7.2	硬件问题 .....	43
7.2.1	.....	43
7.3	应用问题 .....	45
7.3.1	.....	45
7.4	个别伏安法故障详解 .....	54
7.4.1	线性工作范围 .....	54
7.4.2	scTRACE Gold 电极的电位范围 .....	55
7.5	模拟电解池测试 .....	58
<b>8</b>	<b>技术数据</b> .....	<b>61</b>
8.1	恒电位仪 .....	61
8.2	测量台 .....	62
8.3	搅拌器 .....	62
8.4	I/O 接口 .....	62
8.5	安全规格 .....	63
8.6	环境温度 .....	63
8.7	参考条件 .....	63
8.8	接口 .....	63
<b>9</b>	<b>显示附件</b> .....	<b>64</b>
	索引 .....	65

## 插图目录

图 1	946 Portable VA Analyzer ——恒电位仪正视图 .....	4
图 2	946 Portable VA Analyzer ——恒电位仪后视图 .....	4
图 3	946 Portable VA Analyzer——scTRACE Gold 测量台概览 .....	5
图 4	946 Portable VA Analyzer——SPE 测量台概览 .....	6
图 5	SPE 电极座详细信息 .....	7
图 6	Portable VA Analyzer 软件——概览（默认工作平台布局） .....	8
图 7	安装搅拌器 .....	13
图 8	安装 scTRACE Gold 电极 .....	14
图 9	安装丝网印刷电极 .....	15
图 10	安装测量台 .....	17
图 11	946 Portable VA Analyzer ——恒电位仪已连接至测量台 .....	18
图 12	测量台运行 .....	32
图 13	拆除 scTRACE Gold 电极 .....	37
图 14	拆除丝网印刷电极 .....	38
图 15	拆除搅拌器 .....	39
图 16	合规与不当标准加入的曲线 .....	54
图 17	氯化物浓度对 scTRACE Gold 电极背景电流的影响。（测量溶液 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mmol/L}$ ，含 5、50 及 500 mmol/L KCl） .....	55
图 18	氧对 scTRACE Gold 电极背景电流的影响。（测量溶液 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mmol/L}$ ， $c(\text{KCl}) = 50 \text{ mmol/L}$ ） .....	57
图 19	pH 值对 scTRACE Gold 电极背景电流的影响。 .....	58
图 20	946 Portable VA Analyzer——恒电位仪已连接至模拟电解池 .....	59



# 1 引言

本手册提供有关 946 Portable VA Analyzer 安装与操作的详细说明。



## 提示

**Application Note** 与 **Application Bulletin** 格式的详细应用说明可向当地的瑞士万通代理机构索取或在 <https://www.metrohm.com> 中自行下载。

## 1.1 仪器描述

946 Portable VA Analyzer 设计用于移动应用。其硬件由恒电位仪和测量台构成，通过单根电缆连接。测量台为湿法化学部件。它包括综合工作电极、参比电极与辅助电极的电化学传感器，以及一台用于搅拌测量溶液的搅拌器。恒电位仪是运行伏安测量和搅拌器的电子硬件。该仪器由 Portable VA Analyzer 软件控制。通过 USB 电缆实现软件和硬件之间的通信。

## 1.2 常规应用

946 Portable VA Analyzer 设计用于痕量分析区域内的样品伏安测定。一大潜在的应用领域为：

- 通过溶出伏安测量 scTRACE Gold 电极测定重金属，如砷、汞、铜或铅。

本仪器适用于多种化学品处理。因此，在使用 946 Portable VA Analyzer 时，要求用户具备毒性和刺激性物质处理方面的基础知识和经验。



## 小心

测量台与电极均不耐受有机溶剂。因此，不得将任何有机溶剂或其他可燃物质用于仪器。



## 1.3 安全提示

### 1.3.1 常规安全说明



#### 警告

请务必严格按照本文献中的说明运行仪器。

该仪器出厂时在安全技术方面完全正常。为保持此状态及安全运行设备，必须认真遵守下列提示。

### 1.3.2 电路安全

根据国际标准 IEC 61010 保证在该仪器上进行作业时的电路安全。



#### 警告

只有经万通培训的人员方有权在电子元件上进行服务作业。

#### 电源电压



#### 警告

电源电压若错误则会损坏仪器。

仅可使用为其专用的电源电压运行此仪器（见仪器底部）。

#### 静电保护

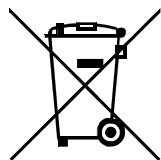


#### 警告

电子元件对静电荷很敏感，发生放电情况可能会损坏电子元件。

插接或断开仪器背面的电气连接线之前，必须先将电源电缆从电源接线盒中拔出来。

### 1.3.3 回收及废弃物处理



本产品符合欧盟指令 2012/19/EU，WEEE—废弃电气及电子设备的要求。

针对您的废旧仪器正确进行废弃物处理有助于避免对环境和健康造成负面影讯。

您可从当地政府机关、废弃物处理服务单位或您的经销商处得到关于您的废旧仪器如何进行废弃物处理的详细说明。

## 1.4 惯用图例

本文献采用以下标记和形式：

(5-12)	<b>图例的交叉引用</b> 第一个数字代表图编号，第二个数字代表图中的仪器区域。
<b>1</b>	<b>指导步骤</b> 按所示程序段执行这些步骤。
方法	对话文本，软件中的 <b>参数</b>
文件 ▶ 新建	菜单或菜单项
[下一步]	<b>按键</b> 或 <b>按钮</b>
	<b>警告</b> 该标记旨在提示可能的生命危险和受伤危险。
	<b>警告</b> 该标记旨在提示可能的触电危险。
	<b>警告</b> 该标记旨在提示可能的由于高温或高温仪器组成部分造成的危险。
	<b>警告</b> 该标记旨在提示可能的生物危害。
	<b>小心</b> 该标记旨在提示可能的仪器和仪器的组成部分的损坏。
	<b>注意</b> 该标记提示附加信息和建议。

## 2 仪器概览

下图显示有关 946 型便携式分析仪的恒电位仪和测量台的详细信息。

### 2.1 恒电位仪

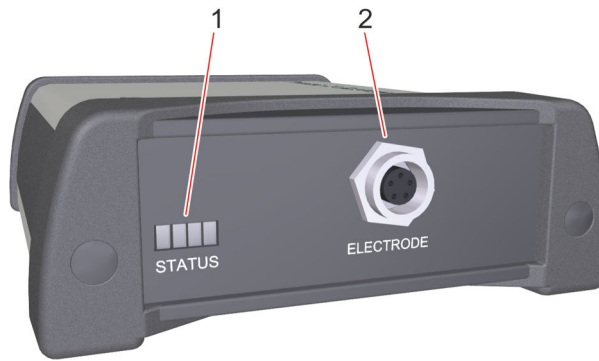


图1 946 Portable VA Analyzer ——恒电位仪正视图

#### 1 状态 LED (STATUS)

-  电源接通
-  测量运行中
-  电池电量低

#### 2 电极电缆接口

用于恒电位仪和测量台之间电缆连接的连接插口

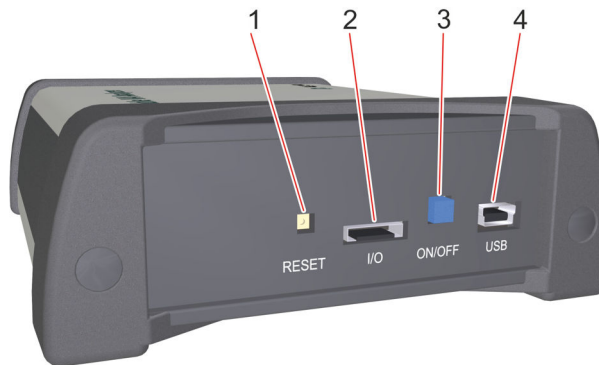


图2 946 Portable VA Analyzer ——恒电位仪后视图

#### 1 重置键 (RESET)

#### 2 I/O 电缆接口 (I/O)

用于可选 I/O 控制器线缆 (6.02135.010) 的连接插口

#### 3 开/关键 (ON/OFF)

#### 4 B 型 mini USB 接口 (USB)

用于电源供电和数据传输的连接插口

## 2.2 scTRACE Gold 测量台

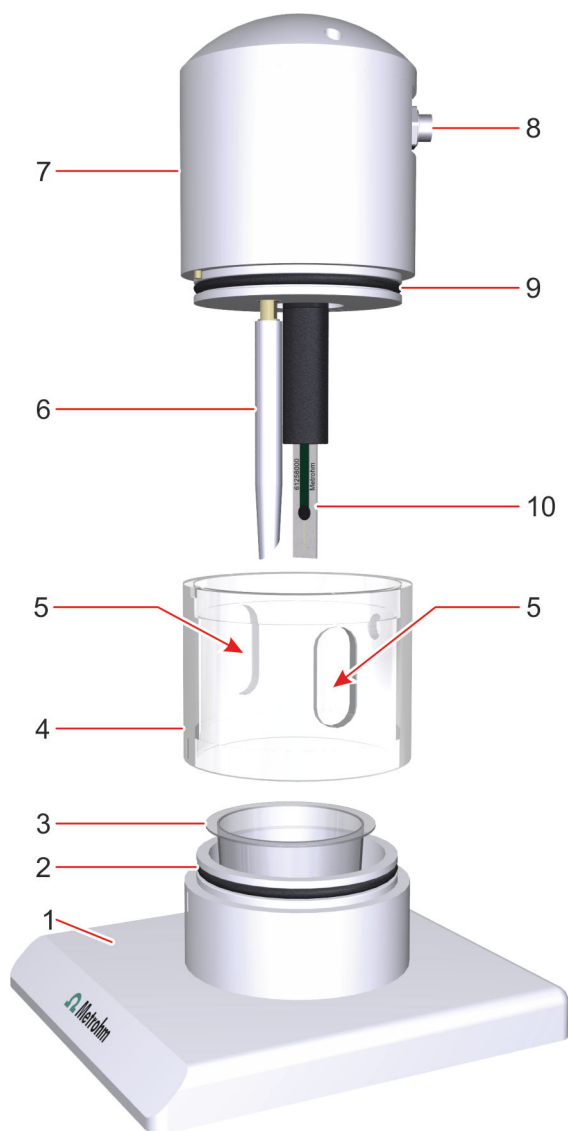


图3 946 Portable VA Analyzer——scTRACE Gold 测量台概览

<b>1</b> 底座 (6.02708.020)	<b>2</b> O 型圈 (6.01408.000)
<b>3</b> 量杯 (6.01412.000)	<b>4</b> 透明套筒 (6.02708.030)
<b>5</b> 移液孔	<b>6</b> 搅拌器 (6.01204.000)
<b>7</b> scTRACE Gold 测量头 (6.01256.010)	<b>8</b> 电极电缆接口 用于恒电位仪和测量台之间电缆连接的连接插口
<b>9</b> O 型圈 (6.01408.000)	<b>10</b> scTRACE Gold (6.1258.000)

## 2.3 SPE 测量台

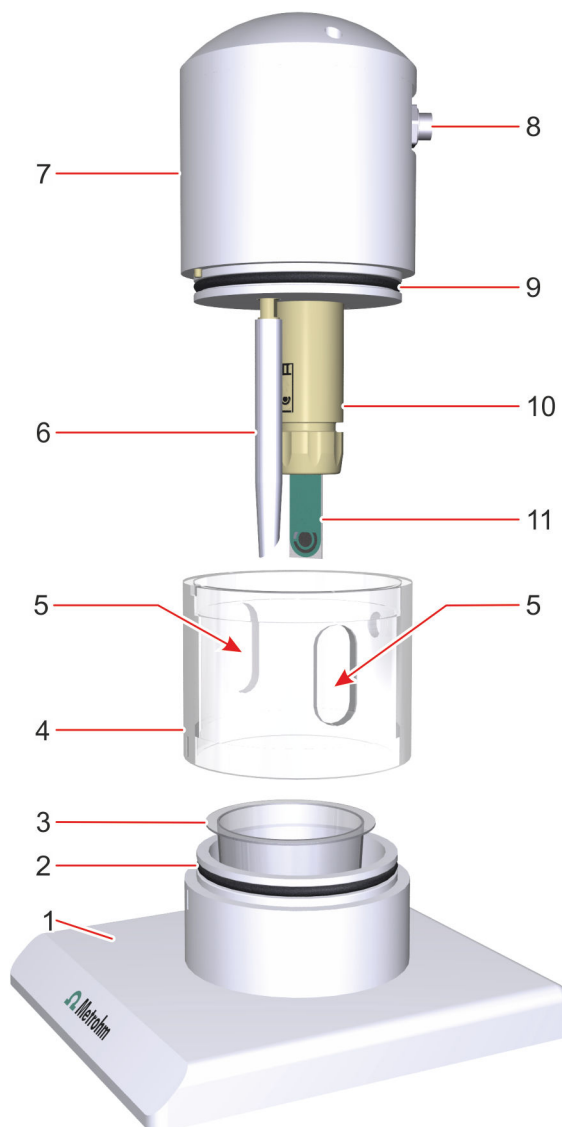


图4 946 Portable VA Analyzer——SPE 测量台概览

<b>1</b> 底座 (6.02708.020)	<b>2</b> O 型圈 (6.01408.000)
<b>3</b> 量杯 (6.01412.000)	<b>4</b> 透明套筒 (6.02708.030)
<b>5</b> 移液孔	<b>6</b> 搅拌器 (6.01204.000)
<b>7</b> SPE 测量头 (6.01256.020)	<b>8</b> 电极电缆接口 用于恒电位仪和测量台之间电缆连接的连接插口
<b>9</b> O 型圈 (6.01408.000)	<b>10</b> SPE 电极座
<b>11</b> SPE (丝网印刷电极)	

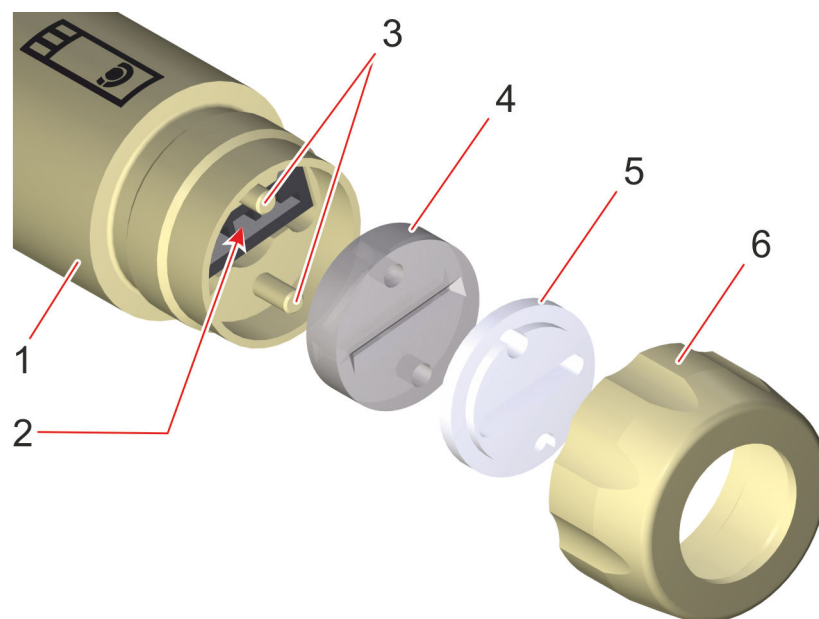


图5 SPE 电极座详细信息

<b>1</b> SPE 电极座轴	<b>2</b> SPE 的电连接器 丝网印刷电极的连接插口
<b>3</b> 定位帮助	<b>4</b> SPE 电极轴的硅胶密封条 (6.1244.060)
<b>5</b> SPE 电极轴的支撑环 (6.1241.210)	<b>6</b> SPE 电极轴的螺母 (6.1241.200)

### 3 软件概览

下文提供软件窗口和菜单功能概览。



#### 提示

有关软件与方法参数的更多详细信息可参阅 Portable VA Analyzer 软件手册（8.0105.8002CN）。

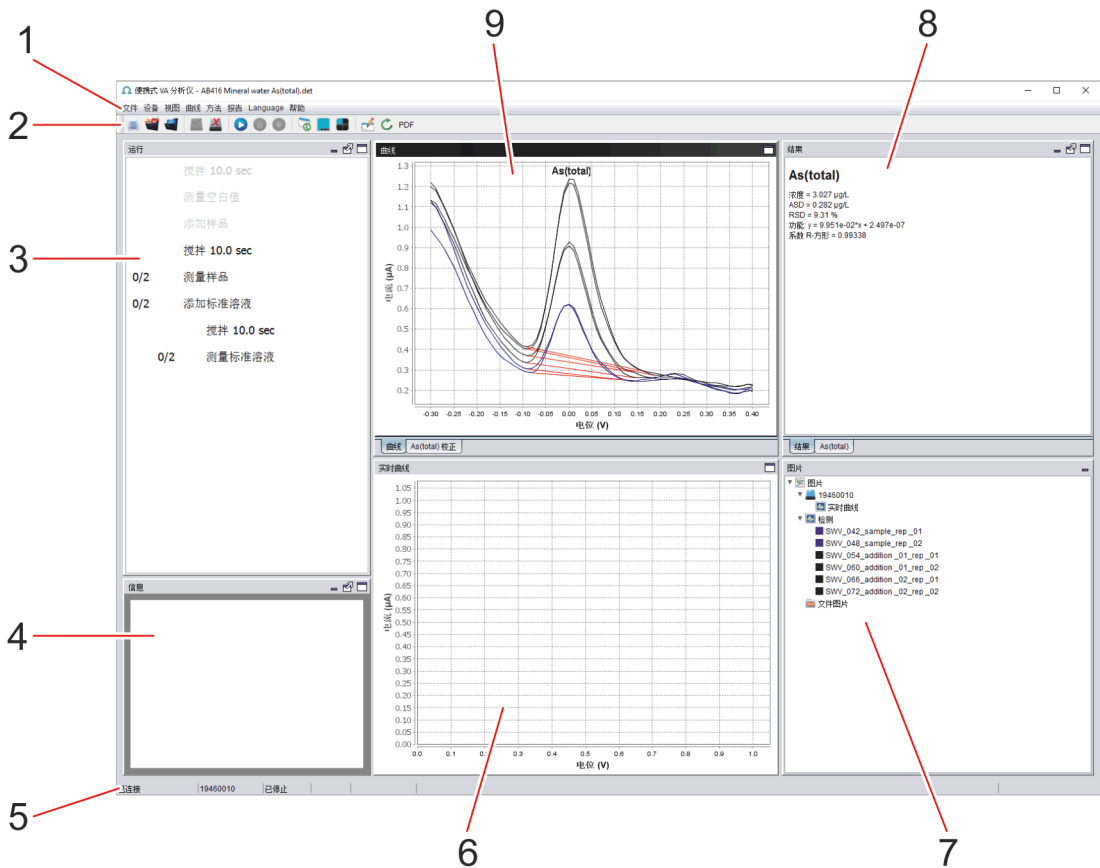


图6 Portable VA Analyzer 软件——概览（默认工作平台布局）

1	菜单栏	2	工具栏
3	运行子窗口	4	消息子窗口
5	状态栏	6	即时曲线
7	图表子窗口	8	结果子窗口
9	曲线子窗口		





菜单栏

(6-1)

文件	<p>载入并保存方法。</p> <p>载入并保存测定。</p> <p>曲线评估再处理。</p>
设备	<p>连接/断开恒电位仪。</p> <p>开始/暂停/停止测定。</p>
视图	<p>关于曲线子窗口整体外观的选项，如缩放比例、标记和背景颜色。</p> <p>工作平台布局选项。</p>
曲线	<p>关于曲线外观的选项，如名称、可见度和颜色。</p> <p>测定曲线导出功能。</p>
方法	<p>打开对话框，编辑方法或测定参数。</p>
报告	<p>创建 PDF 报告</p>
语言	<p>选择软件语言（英文或中文）</p>
帮助	<p>设备相关信息。</p> <p>软件版本相关信息。</p> <p>手册 PDF 文件的链接。</p>

## 工具栏

(6-2)

 新方法	<p>载入并打开一个含默认方波参数的方法。</p>
 载入测定	<p>打开对话框，载入现有的测定文件。</p> <p>默认测定保存在文件夹 <b>%USERPROFILE%\Documents\Metrohm\Portable VA Analyzer\Determination</b> 中。</p> <p>示例测定参见文件夹 <b>%USERPROFILE%\Documents\Metrohm\Portable VA Analyzer\Examples\Determinations</b>。</p>
 载入方法	<p>打开对话框，载入现有的方法文件。</p> <p>默认方法保存在文件夹 <b>%USERPROFILE%\Documents\Metrohm\Portable VA Analyzer\Method</b> 中。</p> <p>示例方法参见文件夹 <b>%USERPROFILE%\Documents\Metrohm\Portable VA Analyzer\Examples\Methods</b>。</p>
 连接	<p>经由 USB 电缆建立软件与仪器之间的连接（参见章节 4.4，第 21 页）。</p> <p>已连接仪器时停用。</p>



 再处理

 创建 PDF 文件

- **伏安**  
关于伏安测量的设定。确切的参数取决于所选择的测量模式。可用测量模式：**方波**、**线性扫描**与**差分脉冲**。
- **评估**  
关于数据处理、波峰识别与校正的设定。

在**结果**子窗口内停用独立曲线或编辑基点之后再处理曲线评估。有关波峰再评估的详细信息可参见**章节 5.1.4 再评估测定**（页码 27）。

打开对话窗口，选择 PDF 报告中应列印的报告元素。

运行子窗口

(6-3)

显示常规方法序列与测定进程

消息子窗口

(6-4)

显示停止测定进程的消息，要求操作人员采取行动，例如添加标准溶液。

状态栏

(6-5)

显示恒电位仪状态。



1. 连接状态：已连接/已断开
2. 产品类型（仅当已连接时显示）：19460010
3. 恒电位仪状态（仅当已连接时显示）：已停止/运行中
4. 伏安测量状态：电位/平衡/测量中
5. 显示关于伏安测量的时间、电位与电流。

即时曲线

(6-6)

实时显示当前测得的伏安图。

采用**默认工作界面**与**拼接式工作界面**布局的子窗口。在**选项卡式工作界面**布局中，它位于以单独选项卡显示的**曲线**子窗口中。

图表子窗口

(6-7)

显示隶属当前运行或已载入的测定的曲线名称与颜色。在此子窗口中，应选中需更改名称、颜色或可见度的曲线。同样应在此子窗口中选中需要单独导出的曲线。

结果子窗口

(6-8)

此子窗口内含 2 到 5 个选项卡。**结果**选项卡显示方法中所有特定物质的计算结果概览。具体评估信息，如峰电位和峰高可在多达 4 个附



## 4 安装

### 4.1 仪器拆封与检查

#### 4.1.1 包装

该仪器将连同附件一起以保护极好的专用包装供货。请保留此包装，因为只有此包装才能保证对该仪器进行安全运输。

#### 4.1.2 检查

收到仪器后请立即按照供货单检查货品是否完全且无损伤。

#### 4.1.3 运行场所

946 Portable VA Analyzer 设计用于移动应用。



#### 小心

##### 天气条件的影响

仪器可能会因阳光直接照射、直接接触水或运行温度低于零度而损坏。

### 4.2 硬件安装

#### 4.2.1 搅拌器

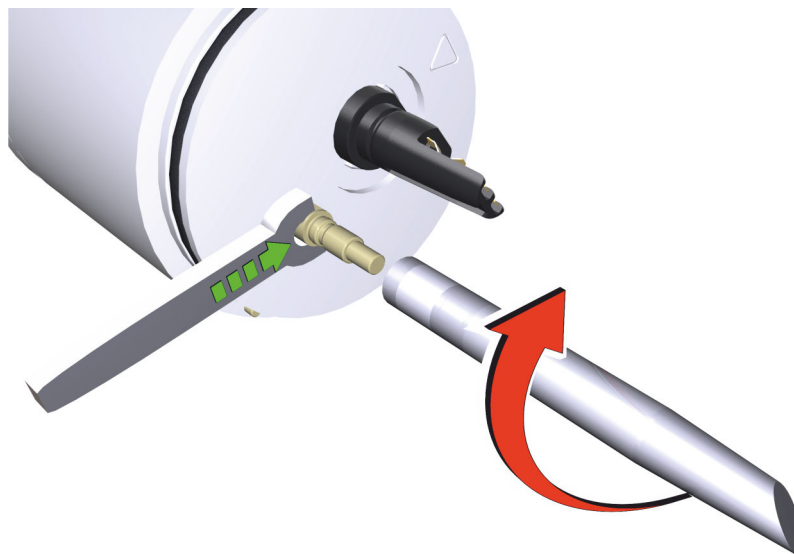


图7 安装搅拌器

此过程同样适用于 scTRACE Gold 测量头（6.01256.010）和 SPE 测量头（6.01256.020）。

- 1 将搅拌头（6.01204.000）拧接至搅拌器接口上。使用 4 mm 的金属扳手（6.02621.000）防止搅拌器接口转动。顺时针转动搅拌头，直至止挡。

#### 4.2.2 scTRACE Gold 电极



图8 安装 scTRACE Gold 电极

- 1 将 scTRACE Gold 上的箭头标记对准测量头上的箭头标记。将 scTRACE Gold 滑动至电极座上，直至止挡。



#### 小心

为避免损坏接触簧片，注意切勿在装入电极座时扭转 scTRACE Gold。电极座应当在上下簧片之间滑动。



#### 小心

将 scTRACE Gold 安装至电极座时，保留电极上的保护盖。这是为了避免损伤黄金微丝。

### 4.2.3 丝网印刷电极 (SPE)

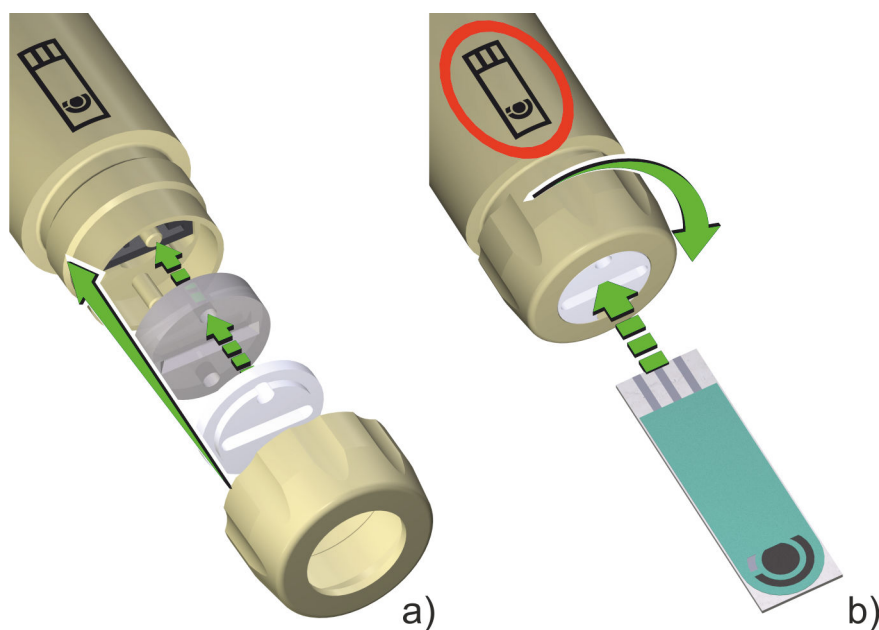


图9 安装丝网印刷电极

#### a) 安装电极座



#### 小心

安装电极座之前确保所有部件完全干燥。尤其要检查

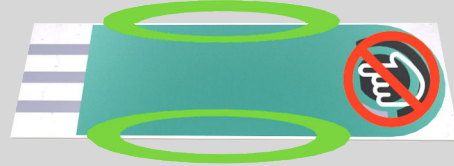
- SPE 的连接插口 (5-2)
- 硅胶密封条中的槽 (5-4)

有无溶液。进入 SPE 连接插口 (5-2) 的液体可能损坏电极座。

- 1 将硅胶密封条 (5-4) 放入 SPE 电极座的轴中 (5-1)。两个销 (5-3) 帮助将密封条定位到轴中并防止其转出位置。
- 2 将支撑环 (5-5) 以平面侧指向密封条的方式放在密封条顶部。两个销 (5-3) 可帮助定位。支撑环中的槽必须与硅胶密封条中的槽叠合。
- 3 将螺母 (5-6) 放在轴上。请勿拧紧螺母，否则 SPE 无法与电极座安装在一起。

**b) 安装 SPE****小心**

始终将丝网印刷电极保持在边缘处，以免接触有源电极表面。



- 1 将丝网印刷电极 对准电极座轴上的符号。符号和电极表面必须指向相同方向。
- 2 将 SPE 直接滑入硅胶密封条的槽中，直至止挡。

**提示**

倾斜电极可能会损坏硅胶密封条后面的 SPE 连接插口。

- 3 沿顺时针方向拧紧螺母，以固定电极并密封电极座内部以防液体进入。

#### 4.2.4 安装测量台

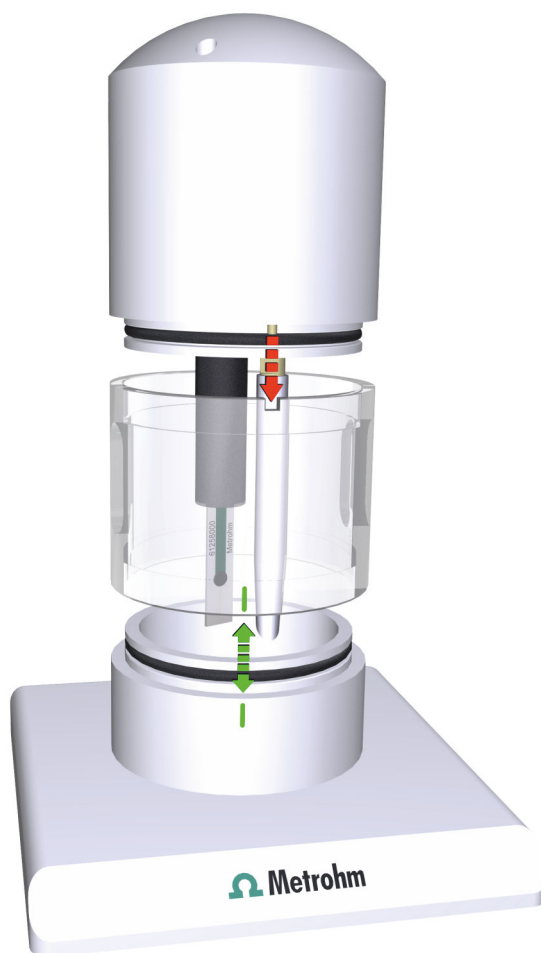


图10 安装测量台

此过程同样适用于 scTRACE Gold 测量台（6.5340.010）和 SPE 测量台（6.5340.020）。

- 1 将透明套筒上的线对准底座上的线，并向下推至止挡。
- 2 将测量头的定位销对准透明套筒上的槽口，同样向下按压测量头直至止挡。

## 4.2.5 连接测量台与恒电位仪

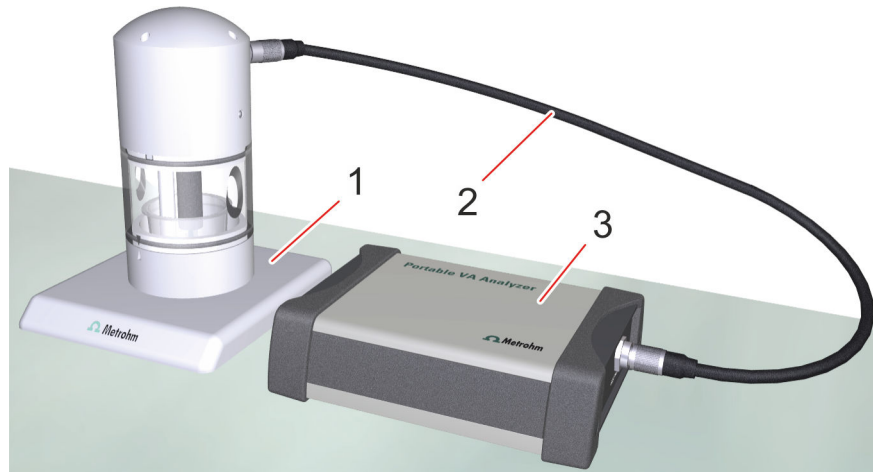


图 11 946 Portable VA Analyzer —— 恒电位仪已连接至测量台

1 测量台

2 电极电缆 (6.02135.000)

3 恒电位仪

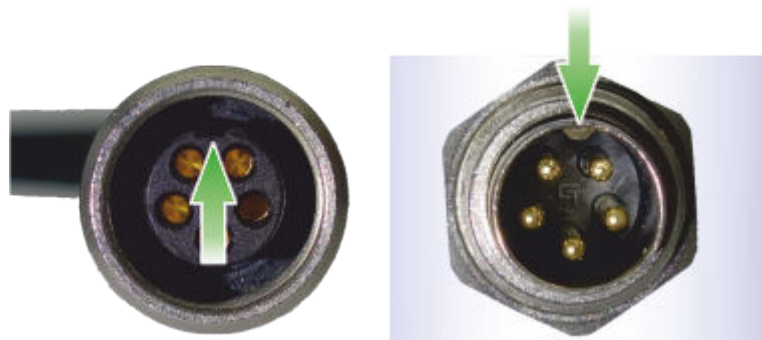
测量台和恒电位仪通过电极电缆 (6.02135.000) 连接。此过程同样适用于 scTRACE Gold 测量台 (6.5340.010) 和 SPE 测量台 (6.5340.020)。

1 将电极电缆的公接头插入恒电位仪正面的连接插口 (1-2)。



注意正确定位插头并拧紧螺栓，以确保连接。

2 将电极电缆的母接头插入测量头的连接插口 (3-8)，(4-8)。



注意正确定位插头并拧紧螺栓，以确保连接。

### 4.3 电源供电

恒电位仪配有一个充电式电池。由此实现移动应用，不受外接供电系统影响。



#### 提示

为使电池完全充电，建议通过电源供应器将恒电位仪连接到供电系统。



#### 提示

电池性能会随着时间的推移而退化。如果完全充电的电池的运行时间比以往大幅缩短，则应将仪器送至万通服务部门更换电池。



#### 小心

充电时仅可使用附带的 USB 电源供应器（6.02117.000），该附件已被允许与该仪器配套使用。



#### 小心

该电池仅可由经授权的万通服务部门进行更换。任何未经授权的更换行为都将导致保修失效。

### 4.3.1 使用电源供应器为电池充电

USB 电源供应器随附不同的电源插头适配器（可用插头类型：欧规/英规/美规/澳规）。连接适当的适配器。

- 1 将 USB 电缆（6.02108.000）的 A 型 USB 插头连接至电源供应器（6.02117.000）的 USB 连接插口。
- 2 将 USB 电缆（6.02108.000）的 B 型 mini USB 插头连接至恒电位仪背面的 USB 连接插口 (2-4)。
- 3 将电源供应器连接至电源接线盒。

### 4.3.2 通过 USB 接口（计算机）为电池充电

- 1 将 USB 电缆（6.02108.000）的 A 型 USB 插头连接至计算机的 USB 连接插口。
- 2 将 USB 电缆（6.02108.000）的 B 型 mini USB 插头连接至恒电位仪背面的 USB 连接插口 (2-4)。



#### 提示

---

将适当的计算机 USB 接口或 USB 集线器与外接电源供电组合使用。此设置的充电电流可能不足以为电池完全充电。



#### 提示

---

如果仪器连至计算机的 USB 接口，则电池将持续充电。但是，一旦测量所需的电流超过 USB 接口供给的电流，电池将缓慢放电。因此，建议应时常通过电源供应器为电池完全充电。

## 4.4 连接软件与仪器

前提条件


- 恒电位仪已连接至测量台。

- 将电缆（6.02108.000）的 B 型 mini USB 插头连接至恒电位仪背面的 **USB (2-4)** 连接插口。
  - 将 USB 电缆的 A 型 USB 插头连接至计算机或笔记本电脑。


- 

通过双击桌面图标  或选择链接 **Windows 开始菜单 ▶ 所有程序 ▶ Metrohm ▶ Portable VA Analyzer** 中的链接 **Portable VA Analyzer**，启动 Portable VA Analyzer 软件

- 按下恒电位仪背面的开/关（ON/OFF）键(2-3)，接通仪器。  
恒电位仪正面的绿色状态 LED (1-1)表示电源已接通。

- 点击 Portable VA Analyzer 软件中的  或 **菜单栏 ▶ 设备 ▶ 连接**。

如果仪器已正确连接且随时可用：

- 状态栏显示**已连接**以及仪器类型 19460010。
- 出现附加的子窗口**实时曲线**。
-  按键用于断开仪器。

### 手动连接仪器

前提条件

- 恒电位仪已连接至测量台。
- 恒电位仪已连接至计算机。
- 恒电位仪已接通。

- 在菜单栏点击**设备 ▶ 手动连接...**

- 选择连接仪器的 COM 端口。
  - 点击**[连接]**



### 提示

可在 Windows 设备管理器查看正确的 COM 端口。如何打开设备管理器的更多信息可参阅 Portable VA Analyzer 软件 (8.946.8002CN) *安装手册*的 第 3 章。


### 出现连接错误后连接仪器

#### 前提条件

- 恒电位仪已连接至测量台。
- 恒电位仪已连接至计算机。
- 恒电位仪已接通。

1. 点击 ，正常断开仪器。
  - 重启软件。

2. 关闭仪器。
  - 等待 3 秒钟。
  - 重新接通仪器。

3. 点击  或菜单栏 ▶ 设备 ▶ 连接。

## 5 操作



### 5.1 基本软件操作

本章节中简要介绍了以下操作方法：

- 载入方法 (页码 23)
- 保存方法 (页码 23)
- 载入测定 (页码 24)
- 保存测定 (页码 24)

#### 5.1.1 载入与保存文件

##### 载入方法

- 1 点击  或 菜单栏 ► 文件 ► 载入方法...
- 2 在 **载入文件** 对话框中选择所需的方法文件 **\*.detp**。必要时浏览方法位置。点击 **[打开]** 以载入方法。  
默认方法文件夹为 **%USERPROFILE%\Documents\Metrohm\Portable VA Analyzer\Method**。  
示例方法参见文件夹 **%USERPROFILE%\Documents\Metrohm\Portable VA Analyzer\Examples\Methods**。
- 3 如需查看或编辑已载入方法的方法参数，点击  或 菜单栏 ► 方法 ► 编辑方法参数...



##### 提示

一旦使用已载入的方法执行测定，部分方法参数将无法编辑，例如伏安参数。如果必须调整伏安参数，则需重新载入方法文件。

##### 保存方法

- 1 如果已修改的方法需要以相同名称保存，点击 菜单栏 ► 文件 ► 保存方法。当前方法文件将被覆盖。





### 提示

示例方法为只读状态，无法被覆盖。在这种情况下，使用 **方法另存为...** 功能，以新名称保存方法。

- 2 如果已修改的方法需要以新名称保存，点击 **菜单栏 ▶ 文件 ▶ 方法另存为...**。
- 3 在 **保存方法** 对话框中，选择保存方法的目标文件夹，键入文件名并点击 **[保存]**。

### 载入测定

- 1 点击  或 **菜单栏 ▶ 文件 ▶ 载入测定...**。
- 2 在 **载入文件** 对话框中选择所需的测定文件 **\*.det**。必要时浏览测定位置。点击 **[打开]** 以载入测定。  
默认测定文件夹为 **%USERPROFILE%\Documents\Metrohm \Portable VA Analyzer\Determination**。  
示例测定参见文件夹 **%USERPROFILE%\Documents\Metrohm \Portable VA Analyzer\Examples\Determinations**。
- 3 如需查看或编辑已载入测定的测定参数，点击  或 **菜单栏 ▶ 方法 ▶ 编辑方法参数...**。



### 提示

测定文件中的部分方法参数无法编辑，例如伏安参数。尽管如此，仍可再评估波峰和再计算标准加入物。*如需有关测定再评估的更多信息，请参见第 5.1.4 章，第 27 页。*

如果测定方法的伏安参数需针对后续测量加以调整，首先应使用 **方法另存为...** 功能保存参数。随后可载入并编辑包含所有测定方法参数的新方法。

### 保存测定

- 1 如果已修改的测定需要以相同名称保存，点击 **菜单栏 ▶ 文件 ▶ 保存测定**。当前测定文件将被覆盖。




## 提示

自动保存的测定与示例测定为只读状态。在这种情况下，使用**测定另存为...**功能，以新名称保存测定。

- 2 如果已修改的测定需要以新名称保存，点击 **菜单栏 ▶ 文件 ▶ 测定另存为...**。
- 3 在 **保存测定** 对话框中，选择保存测定的目标文件夹，键入文件名并点击 **[保存]**。

## 5.1.2 运行测定

- 1 建立仪器与软件之间的连接。
- 2 载入方法。
- 3 制备测量溶液并放入测量台。安装测量台，使电极和搅拌器浸入测量溶液。
- 4 点击  或 **菜单栏 ▶ 设备 ▶ 开始**。
- 5 必要时修改 **测定信息** 对话框中的信息。如果所有信息均正确，则点击 **[确定 (OK)]**。
- 6 如果**测量空白值**选项在方法中启用，一旦需要加入样品，则会在**信息**子窗口中显示一条信息。  
通过透明套筒的两个移液孔之一添加规定量的样品(3-5)并通过点击进入**消息**子窗口确认添加。
- 7 如需添加标准溶液，则会在**消息**子窗口中显示一条信息。通过透明套筒的两个移液孔之一添加规定量的标准溶液(3-5)并通过点击进入**消息**子窗口确认添加。
  - **运行**子窗口显示测定进程。
  - **实时曲线**子窗口显示当前测量的伏安图。
  - **曲线**子窗口显示在**曲线**选项卡中已测得的伏安叠加图。**物质名称**选项卡上可以找到相应校正曲线的校正。
  - **结果**子窗口会在**结果**选项卡上显示方法中所有特定物质的结果。具体评估信息，如峰高和波峰位置，可在**'物质名称'**选项卡上找到。

测定结束后，将自动保存测定文件与内附报告的 PDF 文件（如果方法中已定义）。



#### 提示

自动保存测定与报告的目标文件夹已预先设定，无法编辑。

测定文件保存在文件夹 **%USERPROFILE%\Documents\Metrohm\Portable VA Analyzer\Determination** 中。文件名从测定开始的日期时间以及样品识别符中自动生成。格式为 **YYYYMMDD-hhmmss 'Sample identifier'.det**。

内附报告的 PDF 文件保存在文件夹 **%USERPROFILE%\Documents\Metrohm\Portable VA Analyzer\Report** 中。格式为 **YYYYMMDD-hhmmss 'Sample identifier'.det\_Report.pdf**。



#### 提示

自动保存的测定为只读状态。如更改再评估测定，则必须以新名称保存。

### 5.1.3 打印结果与方法

#### 打印测定结果

- 1 如尚未载入软件，则载入报告待打印的测定文件。
- 2 点击 或 菜单栏 ► 报告 ► 创建 PDF 文件...
- 3 在 **创建 PDF 报告** 对话框中，选择报告中应记录的 **报告元素**。下列报告元素可通过在复选框内勾选自由组合。
  - 结果
    - 一般信息与测定信息。
    - 测定中所有物质的浓度结果表格。
  - 评估
    - 每种物质和曲线的具体评估信息表格，例如峰电位与峰高。
    - 每种物质的回归分析数据表格。
  - 曲线
    - 所有可见伏安图的叠加图。
    - 每种物质的单独校正曲线。

- 方法
  - 方法参数
- 程序
  - 方法序列


通过点击 **[确定 (OK)]** 确认选项。

- 4 在 **PDF 文件另存为** 对话框中，键入保存报告的目标文件名。必要时浏览用于保存报告的不同文件夹。点击 **[保存]** 以确认输入。

内附所选报告元素的 PDF 文件将创建并保存在特定文件夹中。

## 打印方法

- 1 如尚未载入软件，则载入参数待打印的方法文件。

- 2 点击  或 菜单栏 ► 报告 ► 创建 PDF 文件...

- 3 在 **创建 PDF 报告** 对话框中，下列 **报告元素** 可通过复选框加以选择。

- 方法
  - 方法参数
- 程序
  - 方法序列

通过点击 **[确定 (OK)]** 确认选项。

- 4 在 **PDF 文件另存为** 对话框中，键入保存方法的目标文件名。必要时浏览用于保存报告的不同文件夹。点击 **[保存]** 以确认输入。

内附方法参数的 PDF 文件将创建并保存在特定文件夹中。

### 5.1.4 再评估测定

本章节中简要介绍了以下操作方法：

- 调整波峰识别 (页码 28)
- 更改最终结果单位 (页码 28)
- 从评估中分离曲线 (页码 29)
- 调整所有曲线的基线参数 (页码 29)
- 调整单条曲线的基点 (页码 29)
- 调整标准加入法设定 (页码 30)
- 调整样品量 (页码 31)



### 提示

测定更改将不会自动保存。如需保存更改，使用功能 **保存测定** 或 **测定另存为...**（页码 24）。




### 提示


测定文件中的部分方法参数无法编辑，例如伏安参数。

如果测定方法的伏安参数需针对后续测量加以调整，首先应使用 **方法另存为...** 功能保存参数（页码 23）。随后可载入并编辑包含所有测定方法参数的新方法。

## 调整波峰识别

- 1 点击  或 **菜单栏 ▶ 方法 ▶ 编辑方法参数...**
- 2 在 **方法参数** 对话框中，转至 **评估** 选项卡。在 **物质** 区块中，按需更改波峰识别设定，例如 **特征电位** 或 **允差**。
- 3 点击 **[确定 (OK)]**，关闭 **方法参数** 对话框。  
测定将按照新设定自动重新计算。

## 更改最终结果单位

- 1 点击  或 **菜单栏 ▶ 方法 ▶ 编辑方法参数...**
- 2 在 **方法参数** 对话框中，转至 **评估** 选项卡。在 **物质** 区块中，转至 **结果单位** 列并从下拉菜单中选择一个单位。




### 提示

**结果单位** 取决于标准溶液的单位。如果标准溶液的浓度为质量浓度（如 mg/L），那么结果单位同样应为质量浓度，例如  $\mu\text{g/L}$ 。如果标准溶液的浓度为摩尔浓度（如  $\mu\text{mol/L}$ ），那么结果单位也应为摩尔浓度，例如 nmol/L。


- 3 点击 **[确定 (OK)]**，关闭 **方法参数** 对话框。

测定将自动重新计算并按照新的结果单位显示。


### 从评估中分离曲线

- 1 在工作平台中，转至 **结果** 子窗口，并选择以评估中待分离曲线的对应物质命名的选项卡。
- 2 在 **已用** 一列中停用评估中待分离曲线的复选框。
- 3 点击  或 **菜单栏 ▶ 文件 ▶ 再处理**，在无已分离曲线的情况下对评估和计算进行再处理。

### 调整所有曲线的基线参数

- 1 点击  或 **菜单栏 ▶ 方法 ▶ 编辑方法参数...**。
- 2 在 **方法参数** 对话框中，转至 **评估** 选项卡的 **物质** 区块。  
如需手动设定基点，停用 **自动基点** 复选框并为 **起始基点** 和/或 **终止基点** 键入数值。  
不同的基线类型可从下拉菜单 **基线类型** 中选择。
- 3 点击 **[确定 (OK)]**，关闭 **方法参数** 对话框。  
测定将按照新设定自动重新计算。

### 调整单条曲线的基点


- 1 在工作平台中，转至 **结果** 子窗口，并选择以基点待调整的物质命名的选项卡。
- 2 在 **手动基点** 一列中，启用基点待调整的曲线的复选框。
- 3 在 **起始基点** 和/或 **终止基点** 列中键入新的基点值。
- 4 点击  或 **菜单栏 ▶ 文件 ▶ 再处理**，使用新的基点设定对评估和计算进行再处理。

## 调整标准加入法设定



### 提示

添加物的数量无法后续调整。不过，如上所述可从评估中分离曲线（参见“从评估中分离曲线”，第 29 页）。

- 1 点击  或 菜单栏 ► 方法 ► 编辑方法参数...
- 2 在 方法参数 对话框中，转至 评估 选项卡。
- 3 如需调整标准溶液的浓度，转至 标准溶液 区块。按需调整标准溶液中的物质浓度和/或浓度单位。



### 提示

一种物质仅可包含在一种标准溶液中。多倍标准加入法中，其他标准溶液中的浓度应为 0。



### 提示

标准溶液的 单位 与最终物质结果的 结果单位 相关联。如果标准溶液的浓度为质量浓度（如 mg/L），那么结果单位同样应为质量浓度，例如  $\mu\text{g/L}$ 。如果标准溶液的浓度为摩尔浓度（如  $\mu\text{mol/L}$ ），那么结果单位也应为摩尔浓度，例如 nmol/L。

- 4 如需调整标准加入量，转至 体积 区块并按需调整标准溶液的添加量。




### 提示

添加量的规定单位为 mL（毫升）。

- 5 点击 [确定 (OK)]，关闭 方法参数 对话框。  
测定将按照新设定自动重新计算。

## 调整样品量

- 1 点击  或 菜单栏 ► 方法 ► 编辑方法参数...
- 2 在 方法参数 对话框中，转至 测定 选项卡。
- 3 在 样品与体积 区块中，调整 样品量 和/或 总测量池容量 的数量。



### 提示

所有体积单位均应为 mL（毫升）。

**总测量池容量** 是指开始测定时的所有溶液体积。其包括样品量和辅助溶液（例如添加的水和电解质）体积，但不包括标准加入物的体积。标准加入物的体积将自动纳入计量。

- 4 点击 [确定 (OK)]，关闭 方法参数 对话框。  
测定将按照新设定自动重新计算。

## 5.2 按照 Application Bulletin 416 执行（总）砷测定



### 提示

有关此应用的更多详细信息可参见 **Application Bulletin 416——利用 scTRACE Gold 测定水中砷**，该报告可从 <https://www.metrohm.com> 中下载。

此网页中还可找到利用 scTRACE Gold 电极和 946 Portable VA Analyzer 的其他应用。

### 5.2.1 常规操作

按照 Application Bulletin 416 中所述，制备试剂。使用 946 Portable VA Analyzer 测定（总）砷时需要以下试剂：

清洗液	$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.5 \text{ mol/L}$ ， $c(\text{KCl}) = 0.05 \text{ mol/L}$
电解质	$c(\text{氨基磺酸}) = 1 \text{ mol/L}$ ， $c(\text{柠檬酸}) = 0.5 \text{ mol/L}$ ， $c(\text{KCl}) = 0.45 \text{ mol/L}$
$\text{KMnO}_4$ 溶液	$c(\text{KMnO}_4) = 0.2 \text{ mmol/L}$

**As (V) 标准溶液**       $\beta$  (As<sup>V</sup>) = 0.5 mg/L**提示**

建议仅使用最佳质量的试剂，例如 Merck suprapur® 或 Honeywell/Fluka TraceSelect®。用于制备试剂和冲洗的水质应达超纯级别（电阻率 >18 MΩ·cm (25 °C)，I 型级别 (ASTM D1193)）。

按照 章节 4.2 硬件安装（页码 13）中所述，设置硬件。确保电池已完全充电。

按照 章节 4.4 连接软件与仪器（页码 21）中所述，建立软件与恒电位仪之间的连接。

日常运行中，由测量头 (3-7)、scTRACE Gold 电极 (3-10)、搅拌器 (3-6) 和透明套筒 (3-4) 构成的测量头模块可保持组装完毕状态。仅当需要更换搅拌器时，方应拆除透明套筒。



图 12 测量台运行

## 5.2.2 初始电极准备

用于测定前，新的 scTRACE Gold 电极需要初始激活，然后清洁。



### 提示

仅应在使用新电极时执行 *激活 scTRACE Gold* 程序。重复激活将缩短 scTRACE Gold 的使用寿命。

### 激活 scTRACE Gold

- 1 载入示例方法 **AB416 Activation scTRACE Gold.detp**（参见“载入方法”，第 23 页）。
- 2 将 18 mL 清洗液注入量杯 (3-3)。利用量杯上的刻度来衡量体积。
- 3 将量杯放置在测量台的底座 (3-1) 上。安装已组合 scTRACE Gold、搅拌器和透明套筒的测量头，使电极和搅拌器浸入溶液。向下按压测量头，直至止挡。
- 4 按照 *运行测定*（页码 25）中所述，开始激活 scTRACE Gold。



### 提示

此方法不包含添加物。重复 4 次后完成测定。

- 5 一旦完成激活，应拆除已组合 scTRACE Gold、搅拌器和透明套筒的测量头，清空量杯并使用超纯水彻底冲洗电极、搅拌器和量杯。

### 清洁 scTRACE Gold

- 1 载入示例方法 **AB416 Cleaning scTRACE Gold.detp**（参见“载入方法”，第 23 页）。
- 2 将 18 mL 清洗液注入量杯 (3-3)。利用量杯上的刻度来衡量体积。

- 3 将量杯放置在测量台的底座 (3-1) 上。安装已组合 scTRACE Gold、搅拌器和透明套筒的测量头，使电极和搅拌器浸入溶液。向下按压测量头，直至止挡。
- 4 按照 *运行测定* (页码 25) 中所述，开始清洁 scTRACE Gold。

**提示**

此方法不包含添加物。重复 4 次后完成测定。

- 5 一旦完成清洁，应拆除已组合 scTRACE Gold、搅拌器和透明套筒的测量头，清空量杯并使用超纯水彻底冲洗电极、搅拌器和量杯。

### 5.2.3 运行（总）砷测定

- 1 载入示例方法 **AB416 Determination As(total).detp** (参见“载入方法”，第 23 页)。
- 2 将 15 mL 样品注入量杯 (3-3)。利用量杯或移液器上的刻度来精确衡量体积。
- 3 用标准配置型移液器 (例如 6.01562.000) 添加 3 mL 的电解质。
- 4 用标准配置型微量移液器 (例如 6.01562.010) 添加 100  $\mu\text{L}$   $\text{KMnO}_4$  溶液。

**提示**

只有当样品含有  $\text{As}^{\text{III}}$  及  $\text{As}^{\text{V}}$  时，才需要添加  $\text{KMnO}_4$ 。如果样品仅含有  $\text{As}^{\text{V}}$ ，则无需添加  $\text{KMnO}_4$  溶液即可执行测定。

- 5 将量杯放置在测量台的底座 (3-1) 上。安装已组合 scTRACE Gold、搅拌器和透明套筒的测量头，使电极和搅拌器浸入溶液。向下按压测量头，直至止挡。
- 6 按照 *运行测定* (页码 25) 中所述，开始测定。
- 7 提示时，使用标准配置型微量移液器 (例如 6.01562.010) 经由透明套筒上的两个移液口之一 (3-5) 添加 100  $\mu\text{L}$   $\text{As}(\text{V})$  标准溶液。

- 8 一旦完成测定，应拆除已组合 scTRACE Gold、搅拌器和透明套筒的测量头，清空量杯并使用超纯水彻底冲洗电极、搅拌器和量杯。



#### 提示

示例方法 **AB416 Determination As(total).detp** 具有砷浓度约 1 µg/L 至 20 µg/L 的线性工作范围（参见章节 7.4.1，第 54 页）。如需测量浓度更高的样品，则可下调方法参数 **等待时间 1**。例如 30 s 的沉积时间可将工作范围更改为约 2 µg/L 至 40 µg/L。此类情况下，同样需要调整标准溶液的体积和/或浓度。



#### 提示

如果样品浓度过高，可减少测定样品用量。与 15 mL 原量的差量应使用超纯水代替。确保测定开始时的总量至少为 16 mL，测定结束时则不得超过 23 mL。此项限制源于 scTRACE Gold 电极的构造。



#### 提示

如未使用，电极应存放在干燥处。存放传感器前，应使用超纯水彻底冲洗。如欲重新运行，通常运行一次空白样品测定即可，即用超纯水代替样品并使用样本测定的参数。如尚未足够，则执行 章节 5.2.4 *清洁 scTRACE Gold 电极*（页码 36）中所述的清洁程序。



#### 提示

scTRACE Gold 电极的使用寿命有限。如果无法通过 章节 5.2.4 *清洁 scTRACE Gold 电极*（页码 36）中所述的清洁程序恢复电极性能，则需更换电极。超期电极的标志有：

- 灵敏度明显降低。
- 背景电流较高或噪音大。
- 峰形异常。

### 5.2.4 清洁 scTRACE Gold 电极

scTRACE Gold 电极无法进行机械清洁。如果背景电流高得离谱或波峰显现出异常的形状，则可进行电化学清洁。清洁程序可在系列测定之前、之后和期间执行。



#### 提示

频繁清洁和多次重复清洁程序可能缩短 scTRACE Gold 的使用寿命。



#### 小心

scTRACE Gold 的印制部件不耐受有机溶剂。因此，不得使用任何有机溶剂进行清洁，包括乙醇。

- 1 载入示例方法 **AB416 Cleaning scTRACE Gold.dctp**（参见“载入方法”，第 23 页）。
- 2 将 18 mL 清洗液注入量杯 (3-3)。利用量杯上的刻度来衡量体积。
- 3 将量杯放置在测量台的底座 (3-1) 上。安装已组合 scTRACE Gold、搅拌器和透明套筒的测量头，使电极和搅拌器浸入溶液。向下按压测量头，直至止挡。
- 4 按照 *运行测定*（页码 25）中所述，开始清洁 scTRACE Gold。



#### 提示

此方法不包含添加物。重复 4 次后完成测定。

- 5 一旦完成清洁，应拆除已组合 scTRACE Gold、搅拌器和透明套筒的测量头，清空量杯并使用超纯水彻底冲洗电极、搅拌器和量杯。

## 6 保养

### 6.1 拆除 scTRACE Gold 电极

为防止不同应用之间的交叉污染或当电极性能不佳时，可更换 scTRACE Gold 电极。



#### 提示

scTRACE Gold 电极的使用寿命有限。如果无法通过相应的应用说明中或 [章节 5.2.4 清洁 scTRACE Gold 电极 \(页码 36\)](#) 中所述的清洁程序恢复电极性能，则需更换电极。超期电极的标志有：

- 灵敏度明显降低。
- 背景电流较高或噪音大。
- 峰形异常。

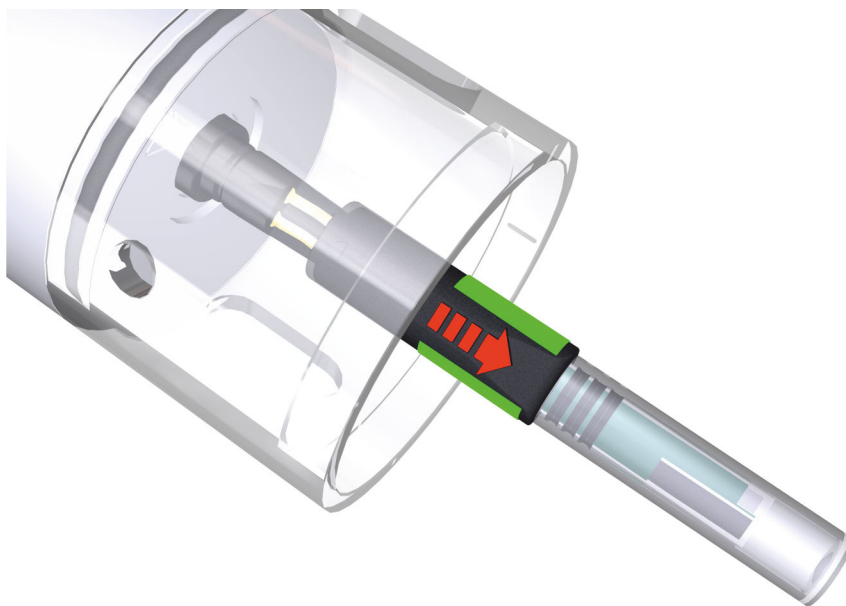


图13 拆除 scTRACE Gold 电极

- 1 从测量台上拆除测量头以及一并组装的透明套筒和 scTRACE Gold。
- 2 如果随后还需使用 scTRACE Gold，则将保护盖装回电极，以免损伤黄金微丝。

- 3 从左右捏住 scTRACE Gold 的防溅保护，如 图 13 中的绿色标记所示。
- 4 将电极笔直拉出电极座。



### 小心

注意切勿在拉出时扭转电极。倾斜电极可能损伤电极本身或电极座上的接触簧片。

## 6.2 拆除丝网印刷电极



### 提示

丝网印刷电极只能用于有限数量的测量，必须定期更换。寿命和更换频率取决于电极和应用的类型。详细信息可参见相应的应用文献。

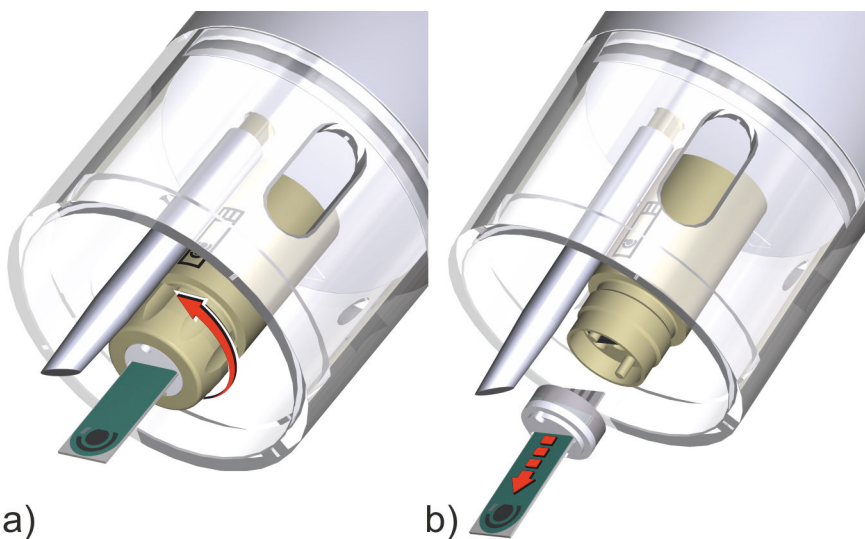


图 14 拆除丝网印刷电极

- 1 从测量台上拆除测量头以及一并组装的透明套筒和 SPE。
- 2 沿反时针方向松开螺母 (5-6) (参见图 14a) 并将其从电极座拆除。



## 提示

潮湿情况下螺母可能容易滑脱。在这种情况下，松开螺母之前用纸巾擦干电极座。

**3** 将 SPE 连同硅胶密封条 (5-4) 和支撑环 (5-5) (参见图 14b) 一起拉出。

**4** 将 SPE 从硅胶密封条和支撑环分开。

- 丢弃 SPE。
- 硅胶密封条和支撑环可以重复使用。

**5** 彻底弄干电极座的所有部件。



## 提示

按照章节 4.2.3, 页码 15 所述安装电极座之前, 确保 SPE 的电连接器 (5-2)、硅胶密封条 (5-4) 和支撑环 (5-5) 完全干燥。尤其要检查硅胶密封条中的槽有无残余溶液。

## 6.3 拆除搅拌器

出于清洁目的, 可拆除搅拌器。

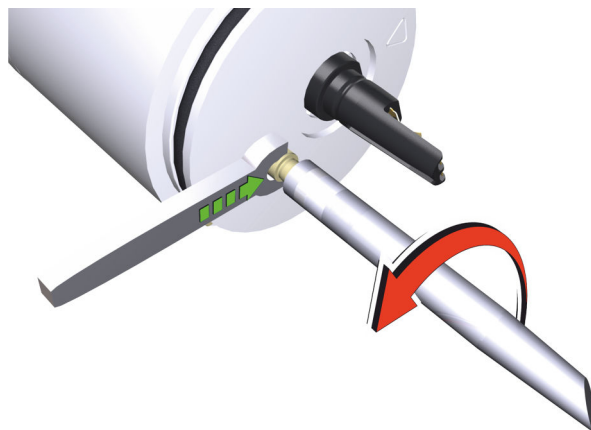


图 15 拆除搅拌器



### 丝网印刷电极

丝网印刷电极只能用于少量测量，因此通常不进行大量清洁。如有必要，电极的清洁与护理在相应的应用文献中有所描述。



#### 小心

---

一般来说，丝网印刷电极和 scTRACE Gold 电极的印制部件不耐受有机溶剂。甚至不得使用乙醇进行清洁。



#### 小心

---

溢出的化学试剂应立即清除。尤其应防止电气接口受到污染。



- 稀释的金属标准溶液（mg/L 范围）应酸化为 pH 1 至 2，以避免因形成氢氧化物而导致分析物损失。
- 高度稀释的标准溶液（ $\mu\text{g/L}$  范围）并不稳定，应即用即制。
- 选择加标溶液的体积和浓度时，添加物总量不应超过测量溶液总量的 10%。正常添加范围为 50 至 200  $\mu\text{L}$ 。
- 选择加标溶液的体积和浓度时，最后一次添加后的波峰应当比样品波峰高出 2 到 5 倍。
- 样品波峰和所有标准加入物波峰应当处于该方法的线性工作范围内（参见章节 7.4.1，第 54 页）。

## 7.2 硬件问题

问题	原因	补救方法
SPE——SPE 无法插入电极座。	螺母已经太紧并密封住硅胶密封条中的槽。	松开螺母以释放硅胶密封条的压力，由此可打开 SPE 的槽。
	支撑环转出位置。	松开螺母并转动支撑环，使支撑环中的槽与硅胶密封条中的槽叠合。另外要确保支撑环的平面侧连接至硅胶密封条。
SPE——发现液体靠近 SPE 的连接插口。	螺母未充分拧紧。	拧紧螺母，直至硅胶密封条中的槽完全密封 SPE。
	硅胶密封条损坏。	硅胶密封条是消耗品。锐利的 SPE 可能切入硅胶。建议每 25 个电极更换一次硅胶密封条。
	支撑环弯曲。	支撑环会随时间出现变形。当支撑环变形并因此不再均衡分配压力时，请更换支撑环。
scTRACE Gold——电极衰变极快。	过于频繁地活化和/或清洁电极。	确认是否有必要如此频繁地清洁电极。个别情况下，以标准溶液代替样品进行测量足以清洁电极。
	测量期间，工作电极氧化。	样品基质的成分（如氯化物）可能加剧电极氧化（参见“氯化物的影响”，第 55 页）。查明样品成分，必要时调整伏安参数。
	使用有机溶剂。	scTRACE Gold 电极的印制部件不耐受有机溶剂。因此，不得使用任何有机溶剂进行清洁或用作测量溶液的组分，包括乙醇。
恒电位仪——恒电位仪无法立刻接通或关断。	电池电量过低。	使用 USB 电源供应器将恒电位仪连至供电系统（参见章节 4.3.1，第 20 页）。重新



## 7.3 应用问题

问题	原因	补救方法
<b>峰形——双重或多重波峰</b>	另一物质显示波峰接近分析物。	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 辨识出干扰并从测量溶液中去除。</li> <li>▪ 如有可能，调整电解质，以便更好地分离两个波峰。</li> <li>▪ 如有可能，调整方法参数，以便将其他波峰的干扰降至最低。</li> </ul>
	分析物浓度过高，电极过载。	减少样品量或使用稀释度更高的样品。同时，考量方法的线性工作范围（参见章节 7.4.1，第 54 页）。
	导致络合物形成的干扰。	辨识出干扰并从测量溶液中去除。
	电解质过旧。	制备新的电解液。同时应考量所用制备试剂的期限和稳定性。
<b>峰形——波峰削减</b>	电流测量范围过低。	选择高一级的电流测量范围或考虑使用自动电流测量范围。
<b>峰形——波峰看上去很奇怪。</b>	测量溶液的浓度过高。	减少样品量或使用稀释度更高的样品。同时，考量方法的线性工作范围（参见章节 7.4.1，第 54 页）。
	源于样品基质的干扰。	<p>在标准溶液中运行测定，以确认应用是否正常运行。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 如果标准溶液中的峰形不正常，则按照相应应用文献中的建议清洁电极。如果情况未改善，则使用新的电极进行更换。</li> <li>▪ 如果标准溶液中的峰形正常，辨识出样品中的干扰并从测量溶液中去除。</li> </ul>
	方法参数不正确。	检查伏安参数，必要时进行调整。
<b>峰高——重复测量具有明显差异。</b>	电极未处于良好状态。	按照应用文献中的建议清洁电极，然后重复测定。如果情况未改善，则使用新的电极进行更换。
	曲线普遍多噪。	参见 <i>曲线形状——曲线多噪</i> 。
	方法参数不适合应用问题。	确定问题并调整伏安参数和/或电解质成分。



问题	原因	补救方法
无波峰——样品显示出波峰，但标准加入物未增加波峰。	错误的加标溶液。	确认是否使用了具有正确浓度的正确标准溶液。
	加标溶液未含有分析物。	确认用于制备加标溶液的标准贮备液是否正确且适量。如有疑问，制备新的加标溶液。
	标准溶液的浓度和/或体积过小。	遵照 章节 7.1.3 定量 (页码 42) 中的建议，调整标准溶液的体积和/或浓度。
	加标溶液不稳定或过旧。	制备新的加标溶液。同时应考量标准贮备液的期限和稳定性。
	加标溶液与分析物不一致。	分析物的不同形态 (如 As <sup>III</sup> 和 As <sup>V</sup> ) 可在测定中显示出不同灵敏度。因此，确保加标溶液中的分析物与样品中待测定的分析物具有化学一致性。
	样品浓度过高。	调整标准溶液的体积和/或浓度或者稀释样品。考量方法的线性工作范围 (参见章节 7.4.1, 第 54 页)。
无波峰——样品未显示出波峰，但标准加入物正常。	观察到的波峰并非源于分析物。	<ul style="list-style-type: none"> <li>调整评估，以便评估正确的波峰 (参见 调整所有曲线的基线参数 (页码 29)、调整单条曲线的基点 (页码 29) 或从评估中分离曲线 (页码 29))。</li> <li>辨识出干扰并从测量溶液中去除。</li> </ul>
	样品未含有离子型态的分析物。	必须执行样品预处理，以提供用于分析的分析物。样品预处理的类型取决于分析问题。
	样品浓度低于指示极限。	增加沉积时间 (方法参数 等待时间 1 或 等待时间 2)。
	样品过稀。	使用轻度稀释或未稀释的样品。
曲线形状——曲线出现跳跃、阶跃或呈无变化直线。	未添加样品。	添加足量的样品，然后重复测定。
	扫描期间，恒电位仪改变了电流测量范围。	<p><b>自动</b> 电流测量范围中，如果电流超出 3 倍的所用电流范围，则恒电位切换至高一级的电流范围；如果测得的电流低于 0.05 倍的所用电流范围，则切换至低一级的电流范围。</p> <p>将方法中的电流测量范围从 <b>自动</b> 切换至固定范围 (通常 <math>\pm 1 \mu\text{A}</math> 或 <math>\pm 10 \mu\text{A}</math> 显示结果良好)。</p>



问题	原因	补救方法
	电磁辐射干扰。	<p>仪器附近的其他电子设备可能发出干扰测量的电磁辐射。已知的干扰源包括笔记本电脑的交流适配器、荧光灯的电源供应器、高频真空泵等。</p> <p>这种情况下，移除干扰源或在其他场地实施测定，或者考虑使用接地的法拉第笼。</p>
曲线形状——曲线显示异常形状	在安装 SPE 期间接触到电极表面。	始终将 SPE 保持在边缘处，以免接触电极表面。
	溶液渗入 SPE 电极座，并使连接插口中的电极短路。	拆卸电极座。要去除腐蚀性化学物质，用超纯水冲洗所有东西。然后彻底弄干所有部件。注意不要让水沿电极轴外侧流入测量头。然后彻底弄干所有部件。如果电极连接插口也经过冲洗，在重新安装之前轴必须干燥几个小时，以确保电极座中没有吸附水分。
校正曲线——未显示或未计算出校正曲线。	未评估波峰。	参见 <i>波峰评估——未评估波峰</i> 。
	校正曲线呈现非单一性。	<p>校正曲线应呈现单一性递减或递增。校正曲线呈现非单一性的原因可能是单点离群值或校正点的无规律分布。</p> <p><b>单点离群值</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 调整评估参数，以便同样对离群值波峰进行评估（参见“调整所有曲线的基线参数”，第 29 页）。</li> <li>▪ 手动设置离群值基点，以正确评估波峰（参见“调整单条曲线的基点”，第 29 页）。</li> <li>▪ 从校正曲线中分离离群值（参见“从评估中分离曲线”，第 29 页）。</li> </ul> <p><b>无规律的校正点</b></p> <p>此类情况下，检查应用：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 分析物的波峰是否以正确的形状出现在正确的位置？</li> <li>▪ 是否正确执行了标准溶液测定？</li> <li>▪ 是否使用了正确的试剂？</li> <li>▪ 样品是否处于适当的浓度范围内？</li> <li>▪ 电极是否处于良好状态？</li> </ul>



问题	原因	补救方法
		29)、调整单条曲线的基点(页码 29)或从评估中分离曲线(页码 29))。
	未正确实施移液。	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 标准加入法必须由同一人使用相同的移液器实施。</li> <li>▪ 认真阅读移液器手册内的正确移液方法。</li> <li>▪ 检查并重新校准移液器。</li> </ul>
	未经由移液口添加标准溶液。	如果电极从测量溶液中移至标准溶液,其状态将发生改变,由此同样可能改变对分析物的反应。因此,必须始终经由其中一个移液口添加标准溶液(3-5)。
	方法参数不正确。	检查伏安参数,尤其是循环伏安法与恒电位法预处理的参数。
	电极未处于良好状态。	按照应用文献中的建议清洁电极,然后重复测定。如果情况未改善,则使用新的电极进行更换。
	标准溶液过旧。	制备新的标准溶液。同时应考量标准贮备液的期限。
	搅拌器未正确运行。	参见 搅拌器——搅拌器未转动。(页码 43)
	测量溶液的温度变化。	测量溶液的温度直接影响测量电流。因此,应避免邻近空调或阳光可直接照射的工作场地,因为其可能明显改变测量溶液的温度。
	曲线普遍不具有重现性。	参见 曲线形状——曲线多噪与 曲线形状——曲线出现跳跃、阶跃或呈无变化直线。
波峰位置——样品以及标准加入物的波峰漂移。	测量溶液中的氯化物浓度已改变。	参比电极的电位取决于测量溶液中的氯化物浓度。如果样品已含有大量的氯化物,则相应降低电解质中的氯化物浓度。如果无法实现或情况未有改善,则根据新的波峰位置调整波峰识别(参见“调整波峰识别”,第 28 页)。这种情况下,循环伏安法与恒电位法预处理的电位可能同样有待调整。
	电极曾存放在水中。	固态电极不应存放在极纯水中,这可能影响电极的状态和灵敏度。如需了解建议的仓储条件,请参见相应的应用文献。



问题	原因	补救方法
	样品量不正确。	确认样品是否正确稀释以及移液至量杯内的样本量是否正确。同时，检查 <b>测定</b> 选项卡上的方法参数中是否规定了正确的 <b>样品量</b> 。
	标准加入物不正确。	参见 <b>校正曲线——校正曲线为非线性或重现性不足</b> 。与 <b>校正曲线——标准加入量过小过大</b> 。
<b>结果——结果高于预期</b>	空白值或污染	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 运行一次空白样品测定，以测定试剂空白值。空白值问题中，检查是否可用纯度更高的试剂或者不同来源的试剂是否显示出更低的空白值。</li> <li>▪ 警惕污染风险。接触样品与试剂的所有表面、量杯、电极以及其他设备均可能被污染。</li> <li>▪ 如果在极高浓度的样品之后测定低浓度样品，可能会造成交叉污染。在两份样品之间运行一次空白样品测定，测出空白值并清洁测量池。</li> </ul>
	标准加入物处于线性工作范围之外。	确保样品波峰和所有标准加入物波峰均处于方法的线性工作范围内（参见章节 7.4.1，第 54 页）。
	样品量不正确。	确认样品是否正确稀释以及移液至量杯内的样本量是否正确。同时，检查 <b>测定</b> 选项卡上的方法参数中是否规定了正确的 <b>样品量</b> 。
	标准加入物不正确。	参见 <b>校正曲线——校正曲线为非线性或重现性不足</b> 。与 <b>校正曲线——标准加入量过小过大</b> 。



## 7.4 个别伏安法故障详解

### 7.4.1 线性工作范围

伏安测量中通常采用标准加入法实现量化。浓度与峰高之间的线性关系是此项校正方法的基本要求。正态校正函数（图16 曲线--）在特定浓度范围内呈线性。浓度升高时，曲线开始变平。如果执行标准加入，则应注意使样品波峰与标准加入物的波峰均处于线性范围内，否则计算出的浓度可能过高，如图16-2所示。

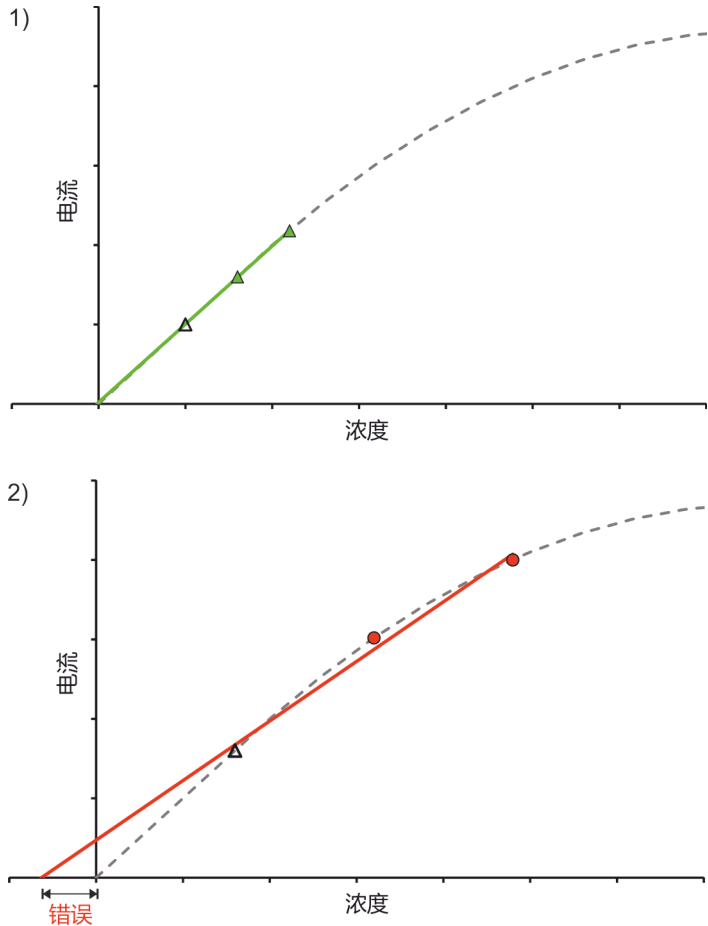


图16 合规与不当标准加入的曲线

-- 校正函数 <b>1 合规标准加入</b> ▲ 线性工作范围内的添加物 — 标准加入计算正常	▲ 样品峰高 <b>2 不当标准加入</b> ● 线性工作范围外的添加物 — 标准加入计算有错误
---	---

## 7.4.2 scTRACE Gold 电极的电位范围

在本章中，以 scTRACE Gold 电极为例描述氯化物、氧气和 pH 的影响。但是，通过使用不同电极材料的丝网印刷电极也可以观察到类似的影响。

### 氯化物的影响

图 17 中所示的 scTRACE Gold 的背景电流呈现出三个有意义的区域。区域 B 和 C 均未受到氯化物浓度变化的影响。这些区域将在子章节 *氧的影响* 与 *pH 值的影响* 中加以讨论。

区域 A 中，随着氯化物浓度的升高，负性加剧的电位处电流开始上升。正电位处的此类电流上升是由于电极材料的氧化，本例中为黄金。电极材料的氧化意味着工作电极的溶解，后果是电极使用寿命的缩短。由于形成  $\text{AuCl}$  与  $\text{AuCl}_3$ ，氯化物的存在将加剧黄金的氧化。这些络合物越容易形成，测量溶液中将出现越多的氯化物。因此，当氯化物浓度很高时，正性减弱的电位对于黄金氧化必不可少。

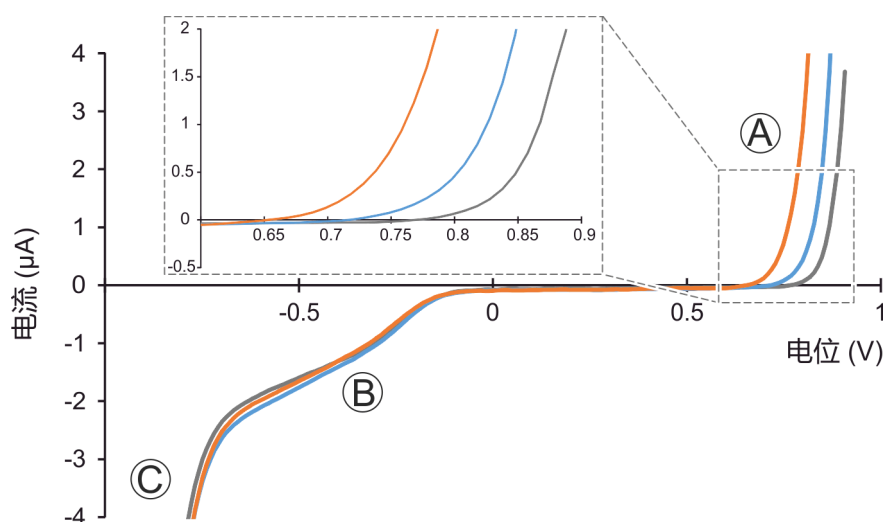


图 17 氯化物浓度对 scTRACE Gold 电极背景电流的影响。（测量溶液  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mmol/L}$ ，含 5、50 及 500 mmol/L KCl）

—  $c(\text{KCl}) = 5 \text{ mmol/L}$

—  $c(\text{KCl}) = 50 \text{ mmol/L}$

—  $c(\text{KCl}) = 500 \text{ mmol/L}$

对于测定，这意味着必须注意样品的氯化物浓度。在方法的伏安参数中，出于清洁目的，正电位肯定会出现循环伏安法与恒电位法预处理中。参照电解液所提供的氯化物浓度对这些电位进行选择。如果经由样品基质导入的额外氯化物超出电解质所提供的添加量，则需降低电解质中的氯化物浓度或者调整伏安参数中的电位，从而避免损坏工作电极。



## 提示

类似效应可利用与工作电极材料形成络合物的其他阴离子加以观察，例如其他卤化物、类卤化物以及氢氧化物。

除了对工作电极的影响，氯化物浓度还影响着参比电极的电位。下表显示相对于传统银/氯化银参比电极（6.0728.040；LL-Ag/AgCl, c (KCl) = 3 mol/L；相对 NHE 的标准电位（25 °C）为 206.3 mV）的测得电位差。表格中显示的相对于一般氢电极（NHE）的参比电位是基于银/氯化银电极的标准电位计算得出的。

表格 1 相对于氯化物浓度的 scTRACE Gold 电极参比电位

c (KCl)	相对于银/氯化银 (3 mol/L KCl) 的参比电位	相对于 NHE 的参比电位
0.005 mol/L	154 mV	360 mV
0.01 mol/L	134 mV	340 mV
0.025 mol/L	118 mV	324 mV
0.05 mol/L	102 mV	308 mV
0.1 mol/L	85 mV	291 mV
0.25 mol/L	63 mV	269 mV
0.5 mol/L	47 mV	253 mV
1 mol/L	30 mV	236 mV
3 mol/L	1 mV	207 mV

### 氧的影响

氧的影响可在图 18 所示的曲线 ② 区域中进行观察。区域 ① 和 ③ 均未受到氧存在的影响。这些区域将在子章节 氯化物的影响与 pH 值的影响 中加以讨论。

电位负性超过 -0.2 V 时，发生第一阶段的氧还原：

$O_2 + 2 H^+ + 2 e^- \rightarrow H_2O_2$ 。第二阶段将在负性加剧的电位处出现，并且无法在此类条件下（电极类型、电解质）进行记录。

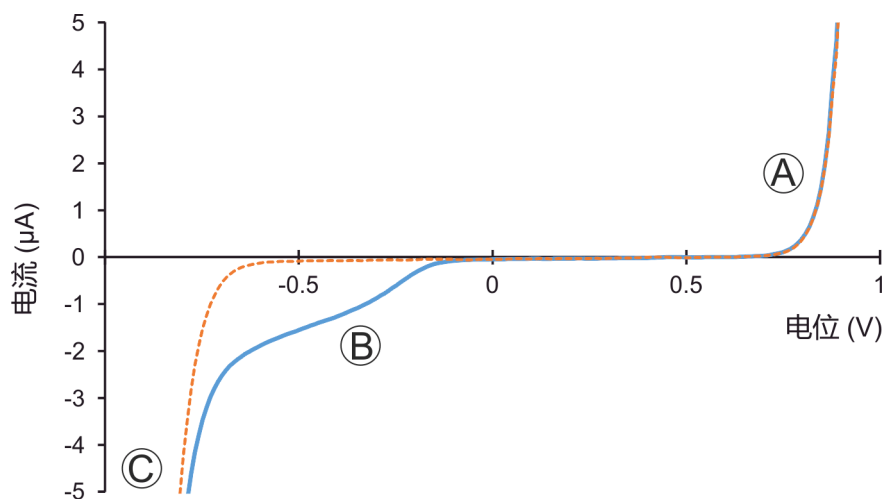


图 18 氧对 scTRACE Gold 电极背景电流的影响。(测量溶液  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mmol/L}$ ,  $c(\text{KCl}) = 50 \text{ mmol/L}$ )

— 含氧

- - - 使用氮气吹扫 5 分钟后

对于测定，这意味着正性超过  $-0.2 \text{ V}$  时出现波峰的所有物质均可测定，无需净化测量溶液。针对负性超过  $-0.2 \text{ V}$  时出现波峰的物质，将出现氧干扰。此干扰可通过吹扫从测量溶液中去除，个别情况下可通过选择伏安测量法（快速方波或线性扫描伏安测量）加以抑制。

### pH 值的影响

pH 值的主要影响可在图 19 所示的曲线 © 区域中进行观测。区域 © 将在子章节 氧的影响 中加以讨论，而区域 (A) 则主要出现在子章节 氯化物的影响 中。除了针对氯化物所述之外，弱酸性与弱碱性溶液中影响区域 (A) 内背景电流的是  $\text{Au}(\text{OH})_3$  的形成。

区域 © 中的电流骤降与电解质的减少有关。电解质中最易于减少的成分为  $\text{H}^+$ 。发生的反应为： $2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ 。由于  $\text{H}^+$  的浓度在 pH 2 测量溶液中是最高的，当电位负性超过  $-0.5 \text{ V}$  时此反应已表现明显。在仅弱酸性 (pH 5) 或弱碱性 (pH 12) 的溶液中， $\text{H}^+$  明显较小，因此，如欲减少相同比率的  $\text{H}^+$  则需负性明显加剧的电位。

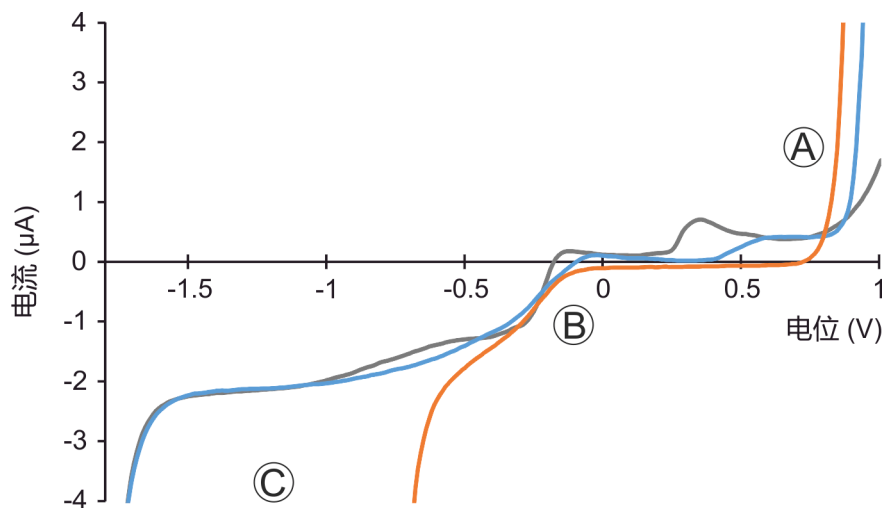


图 19 pH 值对 scTRACE Gold 电极背景电流的影响。

— ~ pH 2

$c(\text{KCl}) = 50 \text{ mmol/L}$ ,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10 \text{ mmol/L}$

— ~ pH 5

$c(\text{KCl}) = 50 \text{ mmol/L}$

— ~ pH 12

$c(\text{KCl}) = 50 \text{ mmol/L}$ ,  $c(\text{NaOH}) = 10 \text{ mmol/L}$

对于测定，这意味着酸性电解质中仅可测定正性超过  $-0.5 \text{ V}$  时出现波峰的所有物质。负性加剧的电位处，因  $\text{H}^+$  减少而产生的电流将覆盖所有其他分析信号。如果应用中可使用中性或碱性电解质，则也可测定所示波峰介于  $-0.5 \text{ V}$  与  $-1.5 \text{ V}$  之间的物质。

## 7.5 模拟电解池测试

模拟电解池 (6.02813.000) 是一种模拟电化学电解池的电路。它能够独立于电极和应用进行恒电位仪测试。

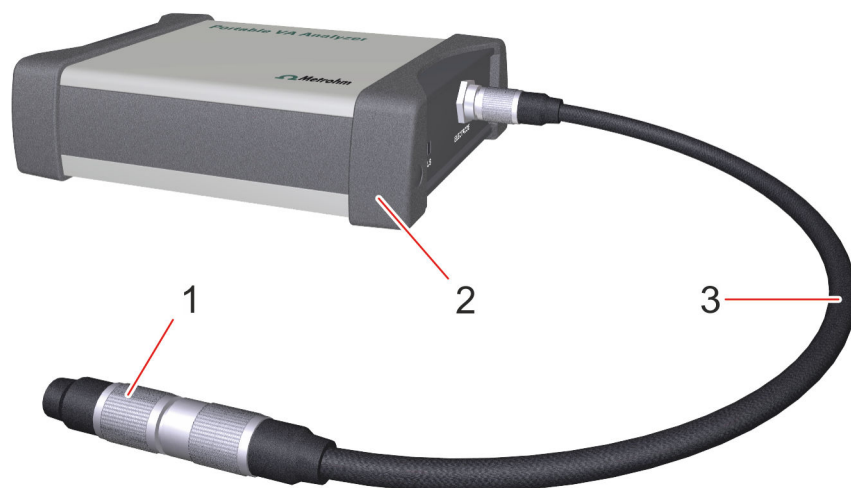


图 20 946 Portable VA Analyzer——恒电位仪已连接至模拟电解池

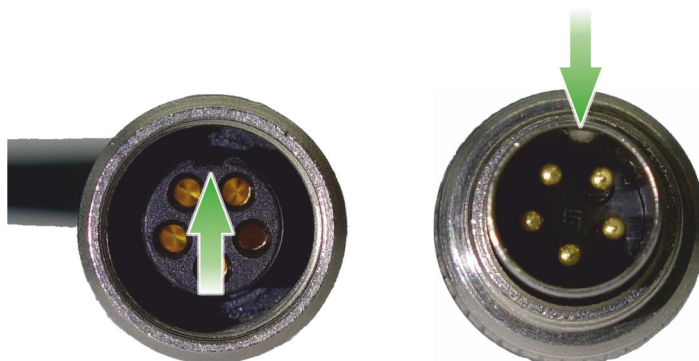
1 模拟电解池 (6.02813.000)

2 恒电位仪

3 电极电缆 (6.02135.000)

1 断开测量台处的电极电缆 (6.02135.000)，同时保持与恒电位仪的电极电缆。

2 将模拟电解池插入电极电缆的母接头。



注意插头定位并拧紧螺栓，以确保连接。

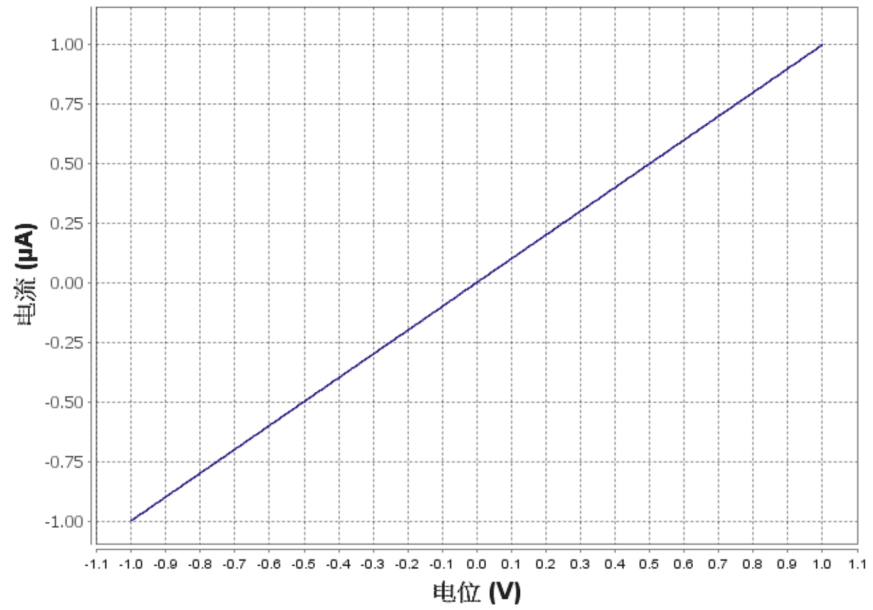
3 按照 章节 4.4 连接软件与仪器 (页码 21) 中所述，将仪器连至软件。

4 载入示例方法 **Dummy cell test.dctp** (参见“载入方法”，第 23 页)。

5 点击  或 菜单栏 ▶ 设备 ▶ 开始，开始模拟电解池测试。



### 模拟电解池测试的测量示例



### 模拟电解池测量的评估标准

- 曲线必须为直线，无噪声尖峰或阶跃。
- -1.0 V 时，电流必须为 -0.89 至 -1.09  $\mu\text{A}$ 。
- +1.0 V 时，电流必须为 0.89 至 1.09  $\mu\text{A}$ 。

如需读取特定电位处的精确电流值，请将光标点至曲线。软件将在光标下方显示曲线名称以及特定点处的电位和电流，例如 **LSV\_0001\_sample\_rep\_01: (-1.0, -0.996)**。括号内的第一个值为电位，第二个值为电流。



#### 提示

如未满足上述标准之一，请联系当地的万通服务部门。

## 8 技术数据

### 8.1 恒电位仪

电源供电	锂离子电池（2300 mAh）；USB；兼容型直流充电器适配器（5 V DC，1 A）
计算机接口	USB，RS232
运行模式	恒电位仪
直流电位范围	$\pm 4.096$ V
电流范围	$\pm 1$ nA 至 $\pm 10$ mA（8 个区间）
最大可测电流	40 mA
电压范围	$\pm 100$ mV 至 $\pm 1$ V（2 个区间）
上升时间	20 $\mu$ s
所用电位分辨率	1 mV
测得电流分辨率	0.025% 电流范围 最低电流范围处 1 pA
所用电流分辨率	0.1% 电流输出范围
测得电位分辨率	0.012% 电位范围
电位精度	$\pm 0.2\%$
电流精度	100 nA 至 10 mA 时 $\leq 0.5\%$ 电流范围
外部输入/输出	输出电流，输出电压 2 个模拟输入 1 个模拟输出 2 个数字输入/输出 TX、RX、RTS 信号，适用于 RS-232 接口
LED 指示灯	电源，电池状态，测量
尺寸	
长度	132 mm
宽度	100 mm
高度	36 mm
重量	480 g
外壳材料	
主体	铝合金
端盖	锌合金

防撞密封条与  
装饰条 TPE（热塑性弹性体）

## 8.2 测量台

尺寸

长度 116 mm

宽度 104 mm

高度 148 mm

重量 464 g（scTRACE Gold）  
478 g（SPE）

外壳材料

底座与测量头 PETP（聚对苯二甲酸乙二酯）

透明套筒 PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）

## 8.3 搅拌器

搅拌速度 500–4000 min<sup>-1</sup>

精度 ± 10%

稳定性 ± 2%

## 8.4 I/O 接口

表格 2 I/O 接口分配

线路	分配	电缆（6.02135.010）
9	DIO 1	蓝 1（吹扫）
10	DIO 2	蓝 2（数字输出 2）
12	接地	绿 $\perp$

## 8.5 安全规格



安全提示

本仪器满足以下电路安全要求：

符合欧盟指令的 CE 标识：

- 2014/35/EC（低电压指令，LVD）
- 2014/30/EC（电磁兼容性指令，EMC）

本文献内含用户必须遵守的安全指示，以确保仪器安全运行。

## 8.6 环境温度

正常运行范围	0—+45 °C（最大相对空气湿度为 85% 时）
仓储	-40—+70 °C
运输	-40—+70 °C

## 8.7 参考条件

环境温度	+25 °C（±3 °C）
相对空气湿度	≤ 60%
运行温度状态	仪器运行至少 30 min


## 8.8 接口

接口	USB（1.1 或更高版本）
----	----------------

## 9 显示附件

万通网站上可查看关于标准配置和可选附件的最新信息。

### 1 在网站上搜索产品

- 调用网站 <https://www.metrohm.com>。
- 点击 。
- 在搜索框内输入产品的物品编号（例如 **2.1001.0010**）并按 **[Enter]** 键。

将显示搜索结果。

### 2 显示产品信息

- 如需显示与检索词匹配的产品，请点击 **产品型号**。
- 点击所需产品。

产品详细信息将显示。

### 3 显示附件并下载附件清单

- 如需显示附件，请向下滚动至 **附件及更多**。
  - **标准配置** 将被显示。
  - 点击 **[可选零部件]** 查看可选附件。
- 如需下载附件清单，请在 **附件及更多** 下点击 **[下载附件 PDF]**。



#### 提示

Metrohm 推荐将附件清单并作为参考资料保存。

# 索引

## A

安全提示 ..... 2

## B

扳手 ..... 14, 40  
 帮助菜单 ..... 9  
 报告菜单 ..... 9  
 编辑方法参数键 ..... 10  
 标准加入法 ..... 30, 42  
 波峰识别 ..... 28

## C

菜单栏 ..... 8  
 测定  
   保存 ..... 24  
   开始 ..... 25, 34  
   载入 ..... 24  
 测量溶液 ..... 42  
 测量台 ..... 18  
   安装 ..... 17  
   清洁 ..... 40  
   运行 ..... 32  
 测量头 ..... 32  
   安装 ..... 13, 17  
   清洁 ..... 40

## D

打印  
   方法 ..... 27  
   结果 ..... 26  
 底座 ..... 5, 6  
   安装 ..... 17  
   清洁 ..... 40  
 电池 ..... 4, 19, 20  
 电极电缆 ..... 18, 59  
   接口 ..... 4, 5, 6  
   接头 ..... 18  
 电源电压 ..... 2  
 断开键 ..... 10

## F

方法  
   保存 ..... 23  
   载入 ..... 23  
 方法菜单 ..... 9  
 分离曲线 ..... 29  
 服务 ..... 2

## G

工具栏 ..... 8, 9

硅胶密封条 ..... 7, 15

## H

恒电位仪 ..... 18, 19, 59  
   后视图 ..... 4  
   清洁 ..... 40  
   正视图 ..... 4

## I

I/O 电缆接口 ..... 4

## J

基点 ..... 29  
 基线 ..... 29  
 即时曲线子窗口 ..... 8, 11  
 搅拌器 ..... 5, 6, 32  
   安装 ..... 13  
   拆除 ..... 39  
 结果子窗口 ..... 8, 11  
 静电荷 ..... 2

## K

开/关键 ..... 4  
 开始键 ..... 10

## L

连接键 ..... 9  
 量杯 ..... 5, 6  
 螺母 ..... 7, 15

## M

马赛克式工作平台 ..... 10  
 模拟电解池 ..... 59  
 模拟电解池测试标准 ..... 60  
 默认工作平台 ..... 10

## O

O 型圈 ..... 5, 6

## P

PDF 报告 ..... 9, 11

## Q

曲线菜单 ..... 9  
 曲线子窗口 ..... 8, 12

## S

设备菜单 ..... 9  
 视图菜单 ..... 9  
 丝网印刷电极 → 参见 SPE ..... 6

scTRACE Gold ..... 5, 32, 40

  安装 ..... 14  
   拆除 ..... 37  
   激活 ..... 33  
   清洁 ..... 33, 35, 36, 40  
 scTRACE Gold 测量台 ..... 5  
 scTRACE Gold 测量头 ..... 5  
   安装 ..... 14  
 SPE ..... 6, 16  
   安装 ..... 15  
   拆除 ..... 38  
   清洁 ..... 41  
 SPE 测量台 ..... 6  
 SPE 测量头 ..... 6  
   安装 ..... 15  
 SPE 电极座 ..... 6, 7

## T

停止键 ..... 10  
 透明套筒 ..... 5, 6, 32, 40  
   安装 ..... 17  
   清洁 ..... 40  
 图表子窗口 ..... 8, 11

## U

USB 电源供电 ..... 20  
 USB 接口 ..... 4  
 USB 连接 ..... 21

## W

文件菜单 ..... 9

## X

消息子窗口 ..... 8, 11  
 新方法键 ..... 9  
 选项卡式工作平台 ..... 10

## Y

样品量 ..... 31  
 移液孔 ..... 5, 6, 25  
 移液口 ..... 34  
 语言菜单 ..... 9  
 运行子窗口 ..... 8, 11

## Z

再处理键 ..... 11  
 载入测定键 ..... 9  
 载入方法键 ..... 9  
 暂停键 ..... 10  
 支撑环 ..... 7, 15

索引



状态 LED ..... 4, 21

状态栏 ..... 8, 11

最终结果单位 ..... 28