



电化学-表面等离子体共振检测系统用户手册

版本：1.0

鼎诚科技
2011/12/2



目录

第一章 仪器介绍.....	2
第二章 安装说明.....	3
2.1 软件部分.....	3
2.1.1 安装.net Framework 3.5	3
2.1.2 安装辅助环境包	3
2.1.3 安装英文版	3
2.1.4 安装中文版	4
2.1.5 驱动安装说明	5
2.2 硬件部分.....	7
2.2.1 仪器与 PC 机的连接.....	7
2.2.2 电极的连接	7
2.2.3 连接电源	7
2.2.4 开机以及连接测试	7
2.2.5 传感芯片的安装	8
2.2.6 传感芯片的拆卸	9
第三章 用户界面.....	10
3.1 界面介绍.....	10
3.2 菜单说明.....	11
3.2.1 文件菜单	11
3.2.2 设置菜单	11
3.2.3 控制菜单	14
3.2.5 蠕动泵菜单	15
3.2.5 图形菜单	15
3.2.6 数据处理菜单	15
3.2.7 Y 轴选择菜单	16
第四章 实验方法参数设置.....	17
4.1 循环伏安法 (Cyclic Voltammetry - CV) ;	19
4.2 线性伏安法 (Liner Sweep Voltammetry - LSV) ;	21
4.3 开路电位法 (Open Circuit Voltage - OCV) ;	23
4.4 计时电流法 (Chronoamperometry - CA) ;	24
4.5 计时电量法 (Chronocoulometry - CC) ;	26
4.6 计时电位法 (Chronopotentiometry - CP) ;	28
4.7 电流-时间曲线 (Amperometric i-t Curve - ITC) ;	30
4.8 差分脉冲法 (Differential Pulse Voltammetry - DPV) ;	31
4.9 常规脉冲法 (Normal Pulse Voltammetry - NPV) ;	33
4.10 方波伏安法 (Square Wave Voltammetry - SWV) ;	35
4.11 定角度扫描模式 (Constant Angle Model) ;	37
4.12 全角度扫描模式 (Angle Scan Model) ;	38
第五章 注意事项.....	39

第一章 仪器介绍

电化学-表面等离子体共振仪为计算机控制的通用电化学测量系统，其内部由快速数字波形发生器、高速数据采集电路、多功能恒电位/电流仪、低通滤波器、溶液电阻补偿电路等组成，主要性能指标如下：

- 仪器的最大输出电位为 $\pm 12\text{V}$ ；
- 最大控制电压为 $\pm 10\text{V}$ ；
- 最大输出电流为 250mA ；
- 线性电位扫描速度范围为 $0 \sim 5000\text{V/s}$ ；
- 线性电位扫描最小电位增量 $10\mu\text{V}$ ；
- 最小时间采样间隔 $10\mu\text{s}$ ；
- 外形尺寸： $400\text{mm} \times 300\text{mm} \times 50\text{mm}$ ；
- SPR 角度扫描范围： $57^\circ \sim 72^\circ$ ；
- 角度分辨率： 0.0015° ；
- 光源：激光二极管 650nm ；
- 检测器：两瓣电流式光电检测器；

电化学-表面等离子体共振仪可实现的方法包括：

- 循环伏安法 (Cyclic Voltammetry - CV)；
- 线性伏安法 (Linear Sweep Voltammetry - LSV)；
- 开路电位法 (Open Circuit Voltage - OCV)；
- 计时安培法 (Chronoamperometry - CA)；
- 计时库伦法 (Chronocoulometry - CC)；
- 计时电位法 (Chronopotentiometry - CP)；
- 电流-时间曲线 (Amperometric i-t Curve - ITC)；
- 差分脉冲法 (Differential Pulse Voltammetry - DPV)；
- 常规脉冲法 (Normal Pulse Voltammetry - NPV)；
- 方波伏安法 (Square Wave Voltammetry - SWV)；
- 全角度扫描模式 (Angle Scan Model)；
- 定角度扫描模式 (Constant Angle Model)；

电化学-表面等离子体共振仪需要由安装在 PC 机上的软件进行控制，实验测量结果也存储和显示在 PC 机上。仪器与 PC 机通过 USB 接口进行通信，接口版本为 2.0FS。对 PC 的最低要求为：

CPU：P4 1.5GHz；
RAM：512MB；
剩余磁盘空间：500MB；
接口：USB2.0 full speed；

第二章 安装说明

2.1 软件部分

软件部分的安装步骤，可参照软件光盘的向导指示完成。



2.1.1 安装.net Framework 3.5

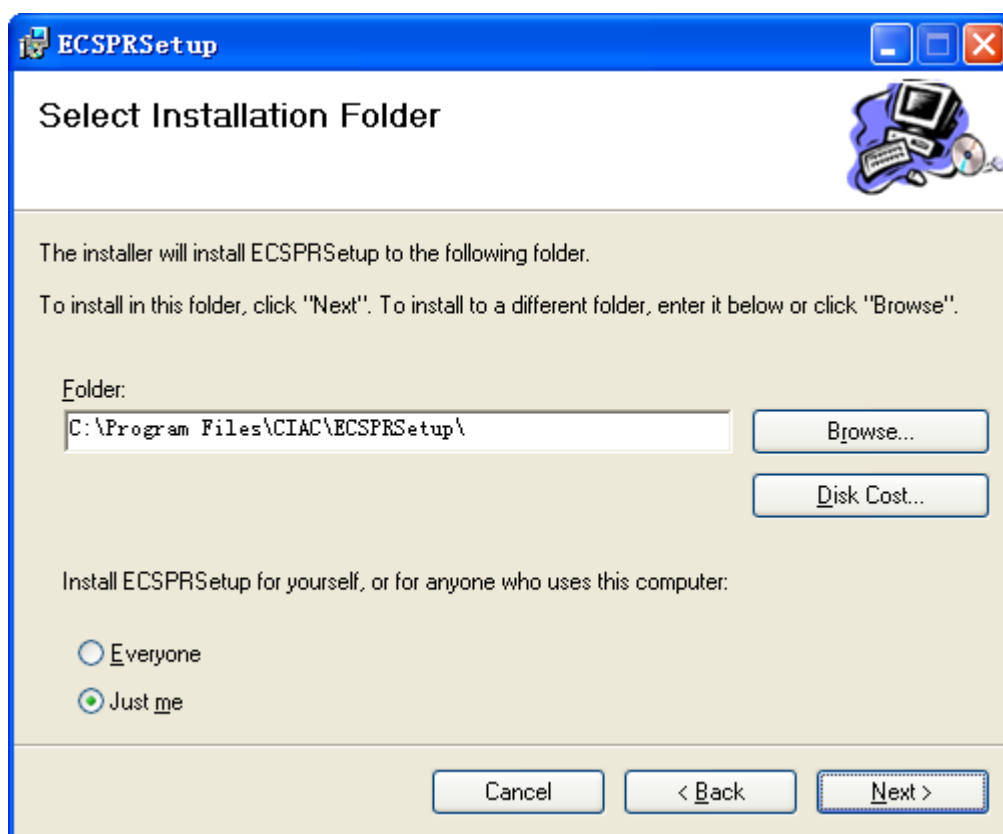
选择软件光盘的安装向导界面中的【安装.net Framework 3.5】或【浏览光盘】访问“DotNetFX35”文件夹运行安装，此过程不需要网络环境。注意：如果用户机已安装该框架，则可忽略此步。

2.1.2 安装辅助环境包

选择软件光盘的安装向导界面中的【安装辅助环境包】或【浏览光盘】访问“DataAnalysisSetup”文件夹运行安装。

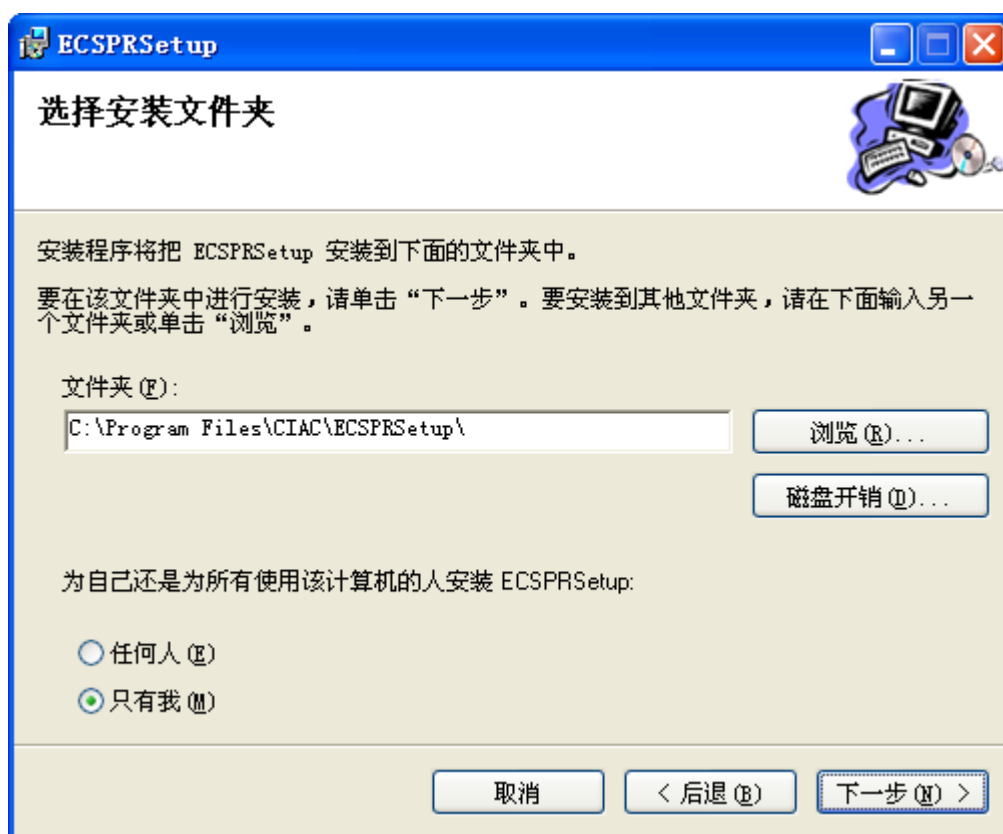
2.1.3 安装英文版

选择软件光盘的安装向导界面中的【安装英文版】或【浏览光盘】访问“setup/EN”文件夹运行安装。注意：请确认已安装 2.1.1 和 2.1.2 中的运行环境，确保 EC Analyser 安装后全部功能可用。



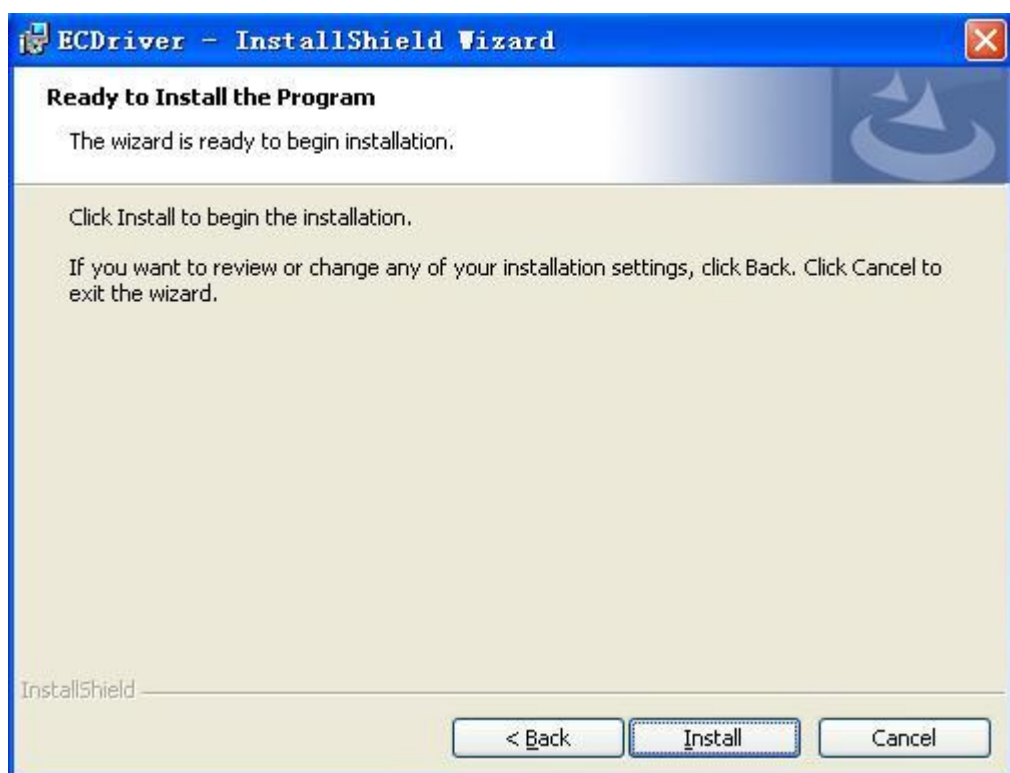
2.1.4 安装中文版

选择软件光盘的安装向导界面中的【安装中文版】或【浏览光盘】访问 “setup/CH” 文件夹运行安装。注意：中文版和英文版只能安装其一，同时请确认已安装 2.1.1 和 2.1.2 中的运行环境，确保 ECSPR 安装后全部功能可用。



2.1.5 驱动安装说明

选择软件光盘的安装向导界面中的【安装驱动】或【浏览光盘】访问“ECSPRDriver”文件夹运行安装。



首次将工作站设备通过 USB 接口连接到电脑时，会提示“发现新硬件”并要求安装驱动，如下图所示。此时请用户选择“自动安装软件(推荐)”，即可进行驱动安装。



2.2 硬件部分

2.2.1 仪器与 PC 机的连接

电化学-表面等离子体共振仪的背部如图所示，自左至右为电极连线接口、调试接口、USB 接口、外部控制接口、散热孔、交流电源接口。



随机配件中包括 USB A-B 型连线，连接 PC 机时，A 型端口连接至 PC 机的 USB 端口（如果是台式电脑，推荐使用主机箱后面的 USB 接口，不推荐使用主机箱前置面板的 USB 接口），B 型端口连接至电化学-表面等离子体共振仪背部。

2.2.2 电极的连接

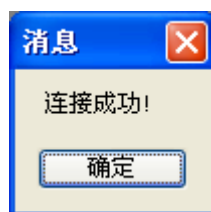
电化学-表面等离子体共振仪附带的电极连线有 4 个鳄鱼夹，连接方式为：绿色——工作电极、红色——对电极、白色——参比电极、黑色——接地（电磁屏蔽箱）。

2.2.3 连接电源

使用随机附带的电源线连接 220V 交流电源，请尽量远离冰箱等间歇性工作的大功率电器，以免仪器设备受到干扰。

2.2.4 开机以及连接测试

连接完毕后，按下前面板上的电源开关按钮，按钮上的蓝色指示灯亮。此时在 PC 机中打开 ECSPR 软件，选择菜单项设置 - 测试连接，弹出“连接成功”对话框，即表示设备连接正常。



2.2.5 传感芯片的安装

传感芯片镀金面的识别

传感芯片的大小是 18×18 mm 的正方形,为了方便地识别传感芯片的镀金面,我们定制了一种模具,使传感芯片的一个角没有镀上金,且这个没有镀上金的角是非等腰直角三角形,这样用肉眼即可分辨出传感芯片的镀金面。当传感芯片下图所示放置时,用户所看到的那面即是镀金面。

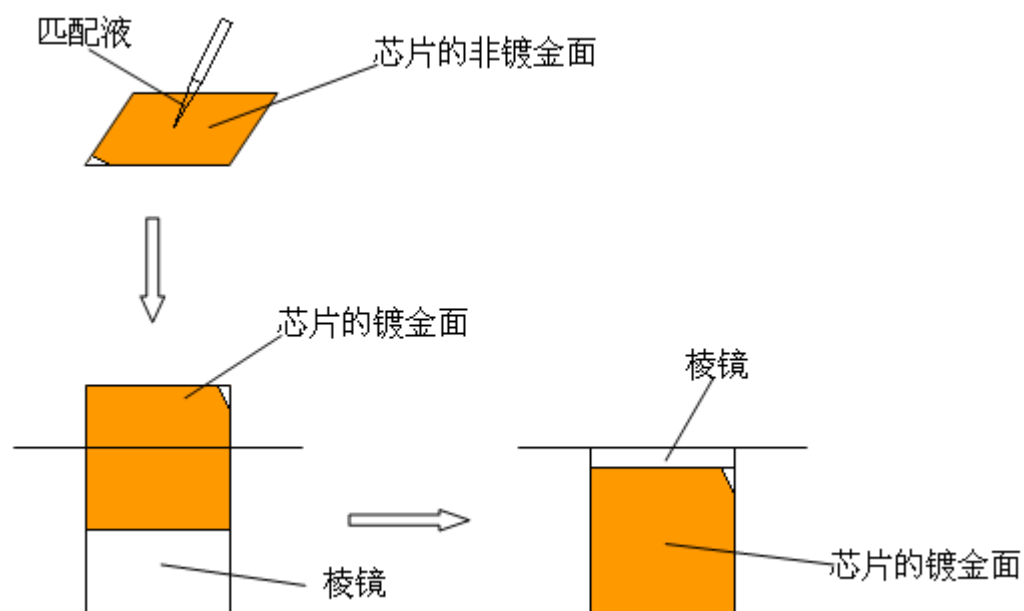
传感芯片的镀金面



安装

- ① 用移液枪或者注射器往传感芯片非镀金面的中央位置滴约 $20\mu\text{l}$ 的匹配液(香柏油)。
- ② 将传感芯片带有匹配液的一面贴附于棱镜表面,利用匹配液使传感芯片与棱镜表面紧密接触,然后将传感芯片沿着棱镜表面下滑到槽底,如下图所示。
- ③ 将反应池放入槽内,然后搬动把手压紧反应池,确保反应池的 O 型密封圈与传感芯片的金膜表面紧密接触,保证不漏液。注意在放反应池的过程中反应池的 O 型圈不要

接触到传感芯片的金膜表面。



2.2.6 传感芯片的拆卸

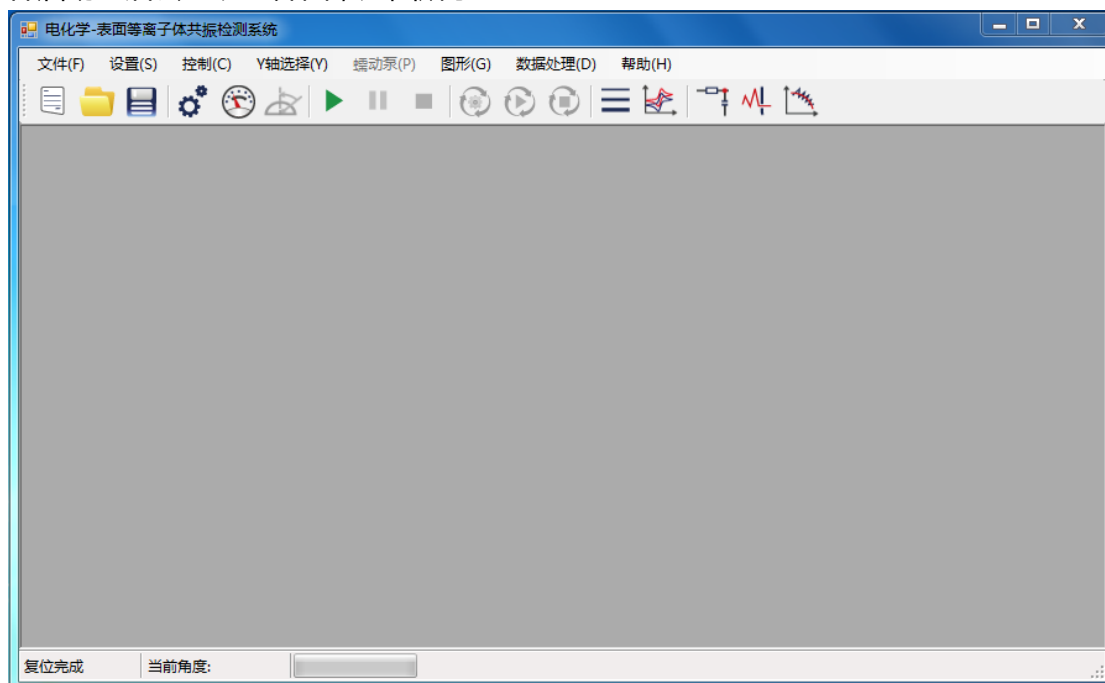
在实验完毕后，首先将反应池内的液体排空，然后搬动把手松开反应池，最后抽出传感芯片。每次做完实验后应该用沾了酒精的擦镜纸或酒精棉将棱镜表面的匹配液擦掉，以免长时间不使用仪器时残留的匹配液发生变稠和干涸，不易去除。注意在擦拭棱镜表面时要小心，避免损伤棱镜表面。

第三章 用户界面

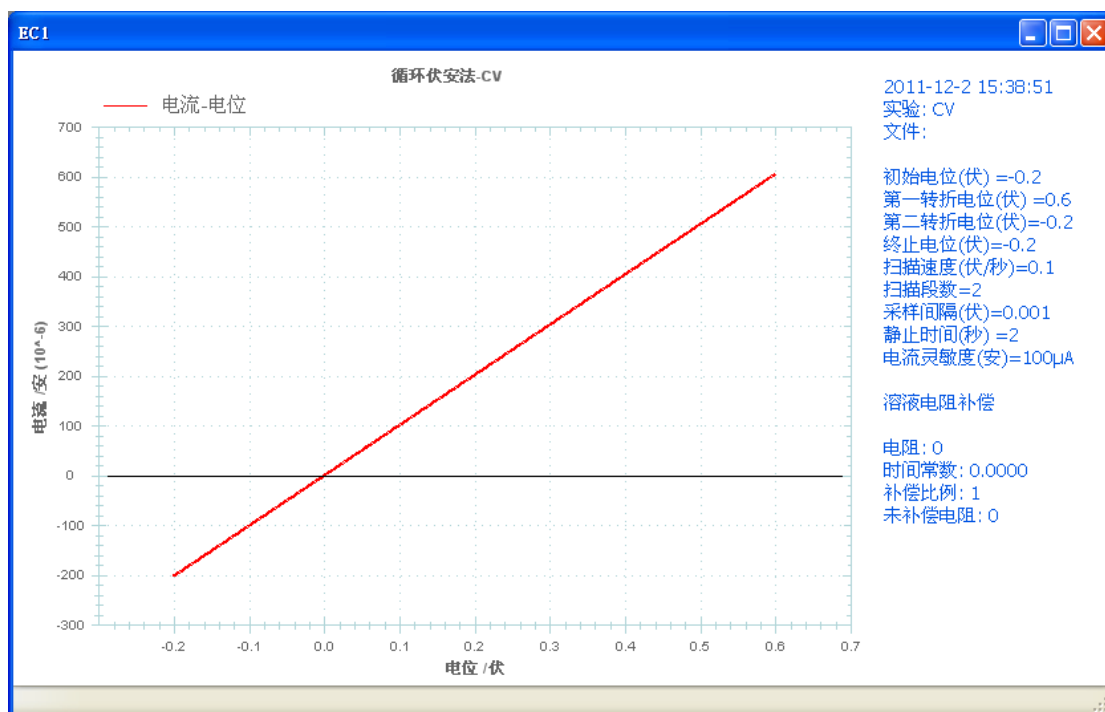
ECSPRV1.0 为用户提供了 10 种实验方法，以及相关的参数调节，数据处理、持久化等功能。用户可以在 Windows 桌面下选择【开始】/【程序】/ECSPR，或在安装目录下找到同名 exe 文件启动软件。

3.1 界面介绍

如果已经正确安装了本软件（正确的安装方法参见“第二章 安装说明”），则软件启动之后会呈现主界面，如图所示。



实验运行时，实验数据与相关信息都会置于单独的子窗体中。实验绘图显示在子窗体左侧的大部分区域（绘图区支持鼠标缩放及右键菜单），实验状态及鼠标所在处的坐标显示在状态栏。用户对实验参数的预设显示在窗体右侧。



3.2 菜单说明

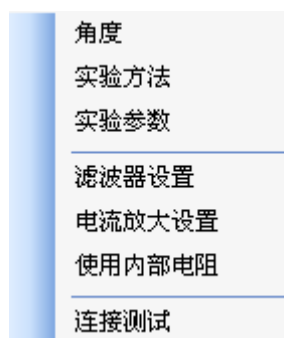
3.2.1 文件菜单



如图所示，文件菜单的主要功能包括：

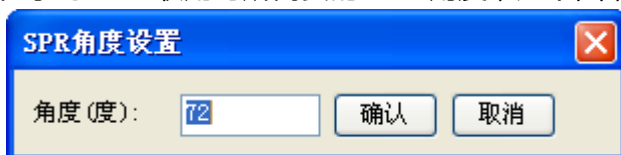
- 打开。打开专有格式存盘文件，显示实验数据与相关信息；
- 保存。将当前焦点子窗体的实验数据保存到硬盘（存盘文件中包括专有格式文件、txt 文档各一份）。

3.2.2 设置菜单

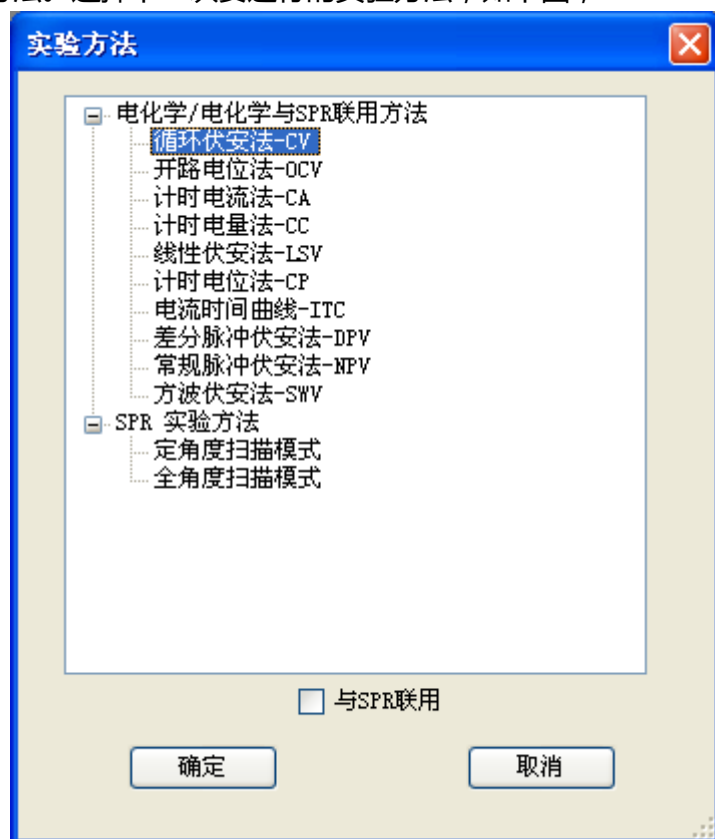


如图所示，设置菜单的功能包括：

- 角度。设置电化学与 SPR 联用时所需要的 SPR 角度，如下图；



- 实验方法。选择下一次要进行的实验方法，如下图；



- 实验参数。设置某个具体实验方法的运行参数，执行本操作前要求确定一个实验方法。如下图；

循环伏安法

初始电位 (伏)		确定
第一转折电位 (伏)	0	取消
第二转折电位 (伏)	0	波形描述
终止电位 (伏)	0	
静止时间 (秒)	2	
扫描速度 (伏/秒)	0.1	
扫描段数	2	
采样间隔 (伏)	0.001	
电流灵敏度 (安)	1 μA	

- 滤波器设置。本软件会根据用户的参数设置，智能调节滤波参数已达到更好的实验效果，过程无需用户干预，可选设置。如果用户需要人为调整滤波参数，请去掉“使用自动滤波器设置”前面的√，然后再设置所需的滤波参数，如下图；

滤波器设置

☒ 使用自动滤波器设置

手动滤波设置

电位	i/E 转换	信号
滤波	滤波	滤波
Automatic	Automatic	Automatic
100KHz	47KHz	100KHz
10KHz	4700Hz	10KHz
1KHz	470Hz	1KHz
100Hz	47Hz	100Hz
10Hz	4.7Hz	10Hz
1Hz	0.47Hz	1Hz
None	0.047Hz	None
	100Hz	
	None	

- 电流放大设置。可调整实验运行时的放大倍数，可选设置。如下图

电流放大设置

放大倍数	1	确定
	10	取消
	20	
	50	
	100	

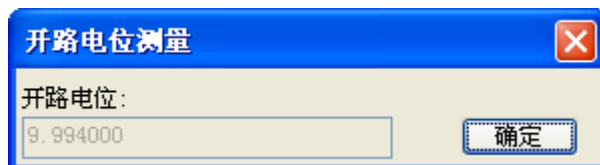
- 使用内部电阻。可选择实验运行时是否使用内部电阻，可选设置；

- 连接测试。测试硬件设备是否正常连接,弹出反馈信息。软件启动时自动检查。

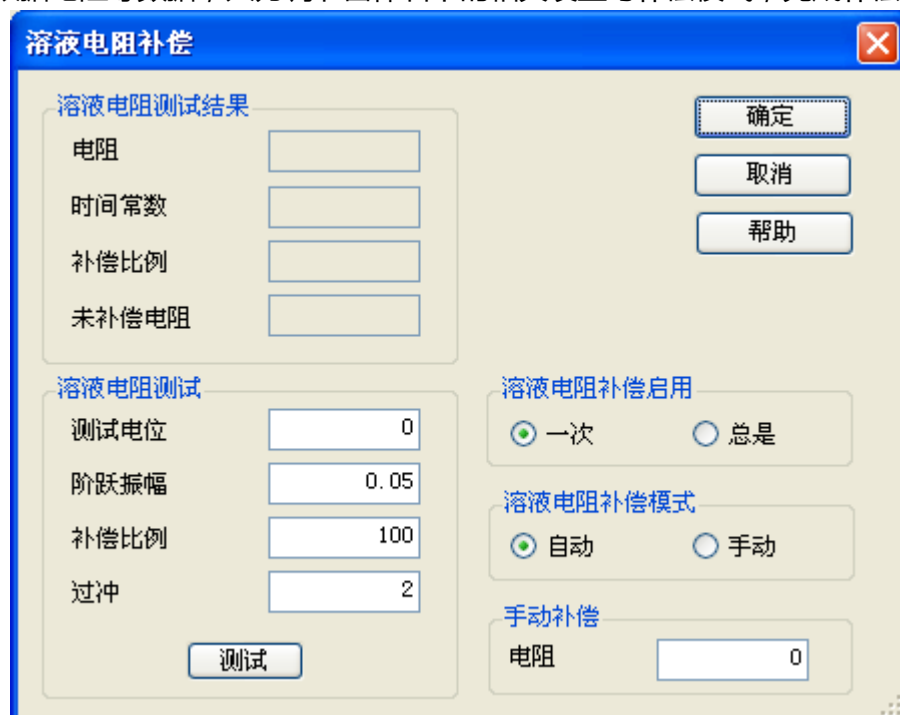
3.2.3 控制菜单



- 开始/继续。开始实验,在此之前请确认已设置实验方法和实验参数。另使用暂停将实验暂停后,也需要通过此菜单项恢复实验运行。注意,本软件只能支持同一时间段内运行单个实验;
- 暂停。暂停实验,使数据采集临时中止。可通过开始/继续恢复;
- 停止。终止实验,成功后会弹出提示信息。注意,本软件在实验运行中无法关闭或进行周边操作,需要终止后才能进行其他操作;
- 开路电位测量。开路电位,溶液电阻补偿相关操作,如图



- 溶液电阻补偿。iR 补偿,使用之前请确认已设置实验方法和实验参数再选择控制菜单。使用时如图,先设置左下方“溶液电阻测试”中的参数,单击“测试”按钮。待运行结束后,会在左上方“溶液电阻测试结果”中显示结果,用户可根据电阻等数据,人为调节窗体右下的相关设置与补偿模式,完成补偿。

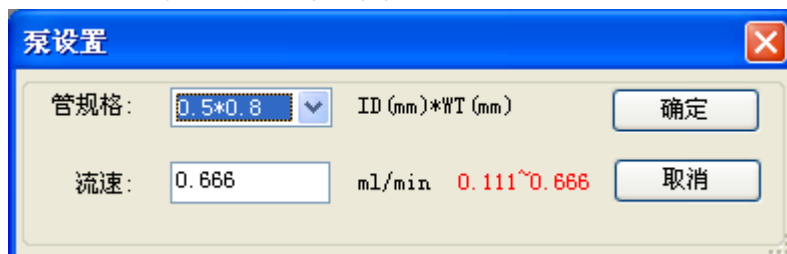


3.2.5 蠕动泵菜单



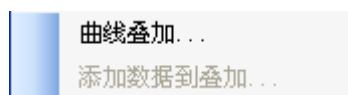
蠕动泵菜单的主要功能包括：

- 设置。设置蠕动泵参数，如图：



- 运行。运行蠕动泵。
- 停止。停止运行蠕动泵。

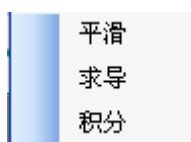
3.2.5 图形菜单



图像菜单的主要功能包括：

- 曲线叠加。打开一个 Overlay 子窗体，将多个同类实验存盘文件复选（此处的文件浏览窗体支持复选，按住 Ctrl 或 Shift 单击鼠标左键）导入同一绘图区，方便对比观察。
- 添加数据到曲线叠加。将一个或多个与当前 Overlay 子窗体中同类的实验存盘文件导出当前绘图区，支持复选。

3.2.6 数据处理菜单



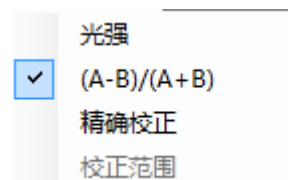
数据处理菜单的主要功能包括：

- 平滑。平滑。选定一个含有实验数据的子窗体，对其中的数据指定参数的平滑，平滑后的图线将重绘至绘图区。注意，本操作不可逆，请用户注意备份保留原始数据；
- 求导。微分。选定一个含有实验数据的子窗体，对其中的数据按指定参数进行

微分，微分后的图线将重绘至绘图区。注意，本操作不可逆，请用户注意备份保留原始数据；

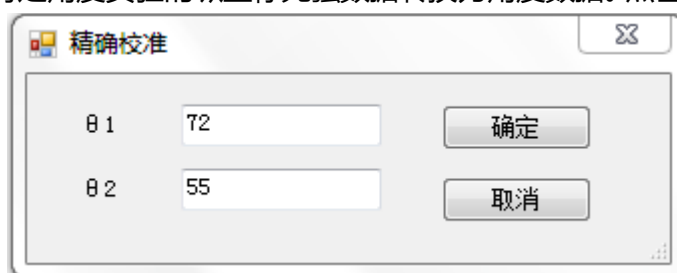
- 积分。积分。选定一个含有实验数据的子窗体，对其中的数据按指定参数进行积分，积分后的图线将重绘至绘图区。注意，本操作不可逆，请用户注意备份保留原始数据。

3.2.7 Y 轴选择菜单



Y 轴选择菜单的主要功能包括：

- 光强。定角度扫描实验时 Y 轴显示光强数据
- $(A-B)/(A+B)$ 。定角度扫描实验时 Y 轴显示 $(A-B)/(A+B)$ 数据
- 精确校正。将定角度实验的纵坐标光强数据转换为角度数据，选择精确校正后，需先进行一次全角度扫描实验，并记录下峰位置 1。进行定角度实验之后会再进行一次全角度扫描实验。实验结束后，需要记下峰位置 2。
- 校正范围。将定角度实验的纵坐标光强数据转换为角度数据。点击后弹出窗体。

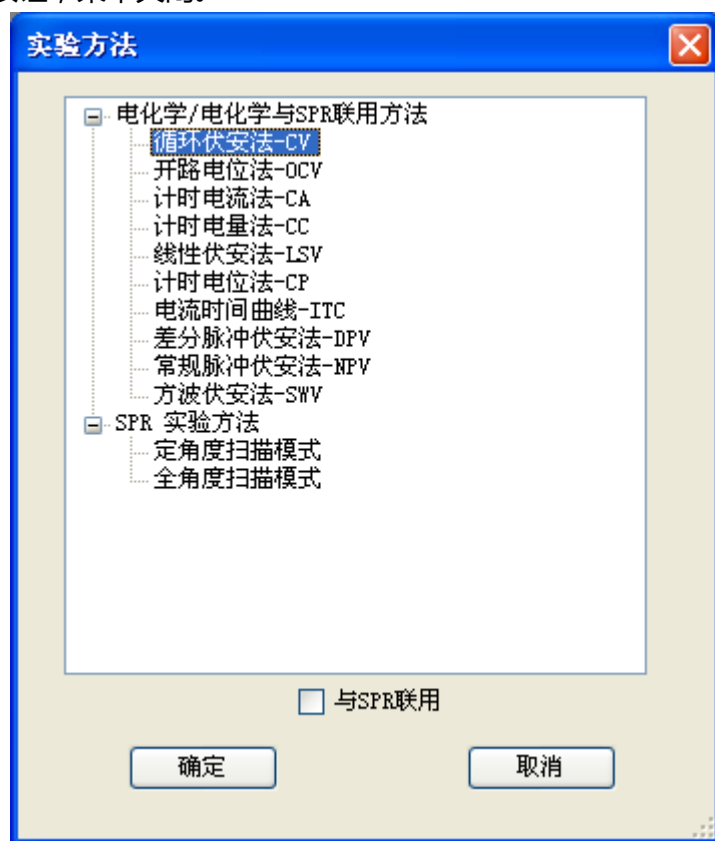


在 $\theta 1$ 和 $\theta 2$ 处输入两次全角度扫描记录下的峰位置。

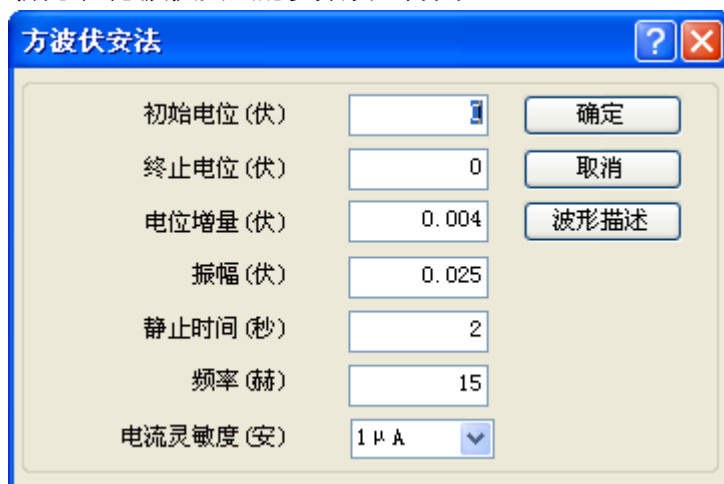
注：选择校准范围选项时需保证当前活动窗体为定角度扫描实验。

第四章 实验方法参数设置

选择菜单项设置 - 实验方法，或直接在主界面点击图标，都可以弹出实验方法选择窗口，如图所示。菜单中，实验方法分类排列，短横线后面为英文缩写。选择某一方法后，如方法为电化学方法，可以勾选与 SPR 联用，进行电化学与 SPR 联用实验。点击“确定”按钮，菜单关闭。

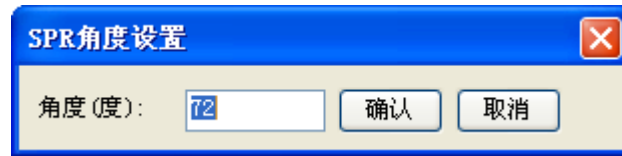


选择菜单项设置-实验参数，或直接在主界面点击图标，都可以弹出实验方法选择窗口，如图所示为方波伏安法的参数设置界面。



注意：第一次实验之前，必须先选择实验方法，才能进行参数设置。

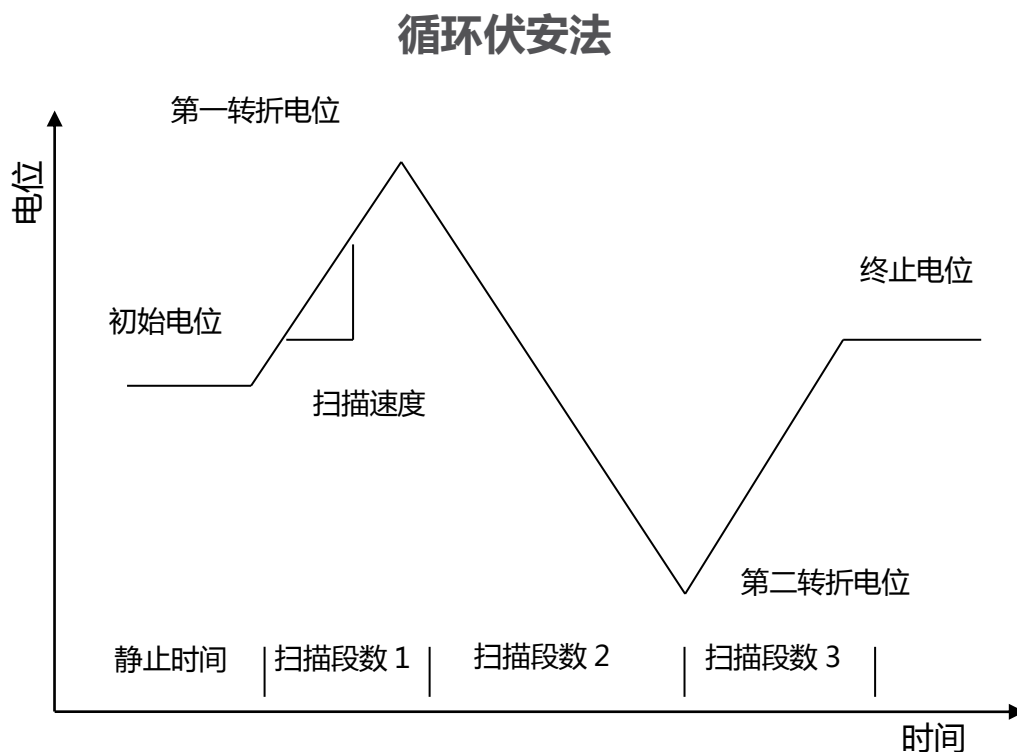
选择菜单项设置-角度，或直接在主界面点击图标，都可以弹出 SPR 角度设置窗口，如图所示：



注意：需在实验方法中勾选与 SPR 联用，才能进行参数设置。

4.1 循环伏安法 (Cyclic Voltammetry - CV) ;

在循环伏安法中,电化学分析仪控制电极电位由初始电位(Initial Potential)开始,以特定的斜率(Scan Rate 扫描速度)向第一峰(First Vertex Potential)连续扫描;到达第一峰之后反转扫描方向,向第二峰(Second Vertex Potential)扫描,到达第二峰后再次反转扫描方向,以此类推,直到完成用户设定的扫描段数(扫描方向反转一次记为一段完成)。电位扫描波形如下图所示:



循环伏安法的参数设置菜单如下图:

循环伏安法		
初始电位 (伏)		确定
第一转折电位 (伏)	0	取消
第二转折电位 (伏)	0	波形描述
终止电位 (伏)	0	
静止时间 (秒)	2	
扫描速度 (伏/秒)	0.1	
扫描段数	2	
采样间隔 (伏)	0.001	
电流灵敏度 (安)	1 μA	

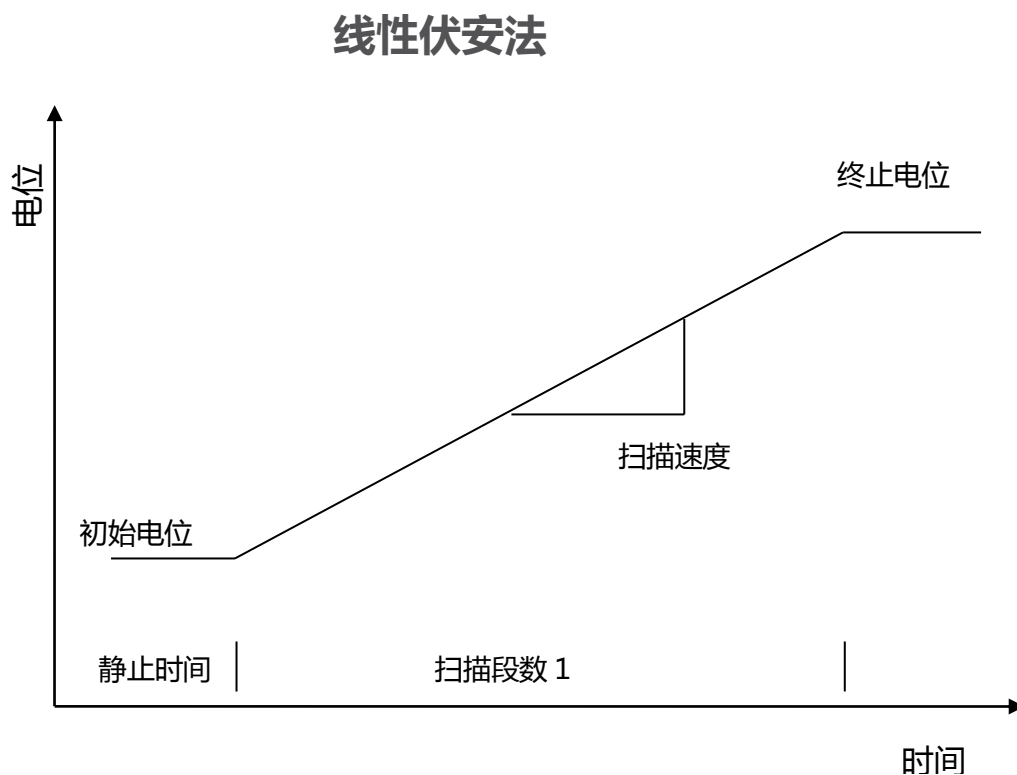
实验参数设置范围及说明：

参数	单位	范围	参数描述
初始电位	伏	-10 ~ 10	初始电位
第一转折电位	伏	-10 ~ 10	电位第一峰
第二转折电位	伏	-10 ~ 10	电位第二峰
终止电位	伏	-10 ~ 10	终止电位
静止时间	秒	1 ~ 1000	电位扫描前静止时间
扫描速度	伏/秒	$10^{-6} \sim 10^5$	电位扫描速度
扫描段数	无	无	电位扫描段数
采样间隔	伏	$10^{-4} \sim 10^{-2}$	电流采样间隔 ²
电流灵敏度	无	无	电流灵敏度 ³

1. 此参数当前版本不可用，请保留初始值；
2. 此参数表示电位每变化多少进行一次电流采样，电流采样间隔对最终数据量有直接影响。例如电位从 0 到 1V，采样间隔为 0.0001，则有 10000 个数据点返回，每隔 0.1mV 一个。
3. 仪器可测量的最大电流为当前电流灵敏度设置的 10 倍。例如当电流灵敏度设置为 1mA 时，仪器可记录的最大电流值为 $\pm 10\text{mA}$ ，超出此范围将导致电流量程溢出，无法得到正常的实验结果。此时，需将电流量程更改为 10mA；若发现测得电流远小于 1mA 且噪声较大，需将电流量程切换为 100 μA 。

4.2 线性伏安法 (Linear Sweep Voltammetry - LSV) ;

在线性伏安法中,电化学分析仪控制电极电位由初始电位(Initial Potential)开始,以特定的斜率 (Scan Rate 扫描速度) 向终止电位 (Final Potential) 连续扫描。电位扫描波形如下图所示:



线性伏安法的参数设置菜单如下图:

线性伏安法	
初始电位 (伏)	
终止电位 (伏)	1
静止时间 (秒)	2
扫描速度 (伏/秒)	0.1
采样间隔 (秒)	0.001
电流灵敏度 (安)	1 μA

实验参数设置范围及说明:

参数	单位	范围	参数描述
初始电位	伏	-10 ~ 10	初始电位
终止电位	伏	-10 ~ 10	终止电位

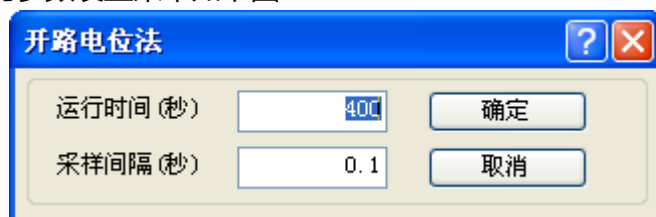
静止时间	秒	1 ~ 1000	电位扫描前静止时间
扫描速度	伏/秒	$10^{-6} \sim 10^5$	电位扫描速度
采样间隔	伏	$10^{-4} \sim 10^{-2}$	电流采样间隔 ¹
电流灵敏度	无	无	电流灵敏度 ²

1. 此参数表示电位每变化多少进行一次电流采样，电流采样间隔对最终数据量有直接影响。例如电位从 0 到 1V，采样间隔为 0.0001，则有 10000 个数据点返回，每隔 0.1mV 一个。
2. 仪器可测量的最大电流为当前电流灵敏度设置的 10 倍。例如当电流灵敏度设置为 1mA 时，仪器可记录的最大电流值为 $\pm 10\text{mA}$ ，超出此范围将导致电流量程溢出，无法得到正常的实验结果。此时，需将电流量程更改为 10mA；若发现测得电流远小于 1mA 且噪声较大，需将电流量程切换为 100 μA 。

4.3 开路电位法 (Open Circuit Voltage - OCV) ;

开路电位法中仪器使电极开路，以特定的时间间隔 (Sample Interval) 采样工作电极和参比电极之间的开路电位并显示。

开路电位法的参数设置菜单如下图：



实验参数设置范围及说明：

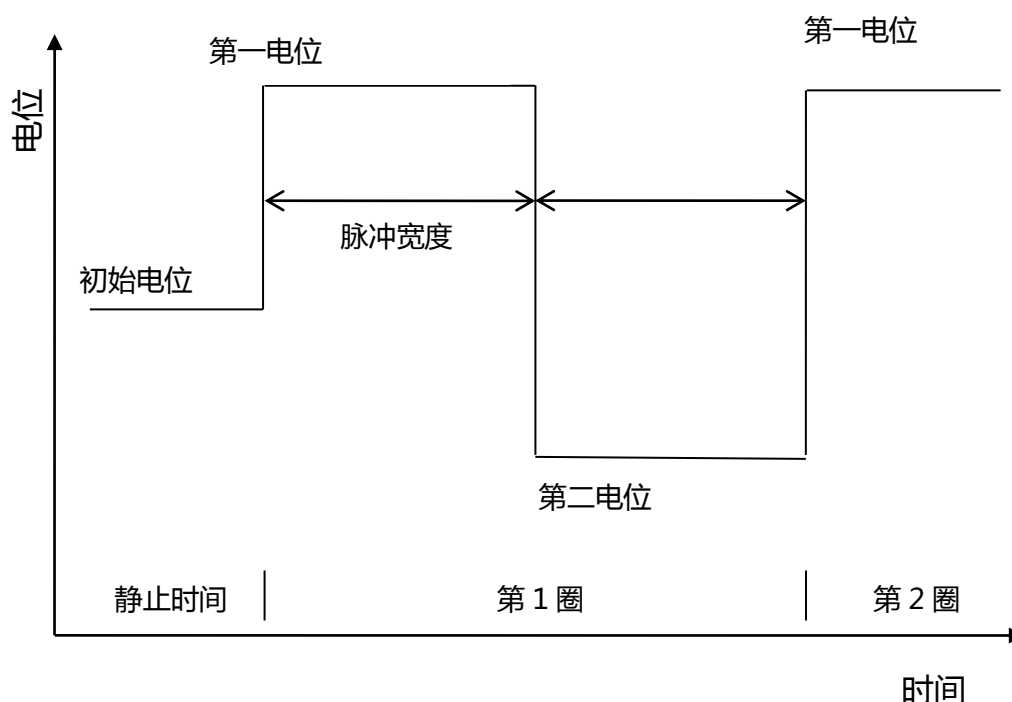
参数	单位	范围	参数描述
运行时间	秒	$10^{-1} \sim 10^6$	运行时间
采样间隔	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	采样间隔 ¹

1. 采样间隔的单位为秒。运行时间和采样间隔共同决定最终数据量的大小。例如当运行时间为 100 秒，采样间隔为 0.001 秒时，每秒钟采样 1000 次，共 10 万数据点。数据量太大会导致计算机停止响应，也不便于处理。用户应合理设置参数，使总数据点数小于 100 万。

4.4 计时电流法 (Chronoamperometry - CA) ;

在计时安培法中，仪器控制电极电位由初始电位 (Initial Potential) 向电位第一峰 (First Vertex Potential) 阶跃，经过一定时间后 (Pulse Width)，再阶跃到电位第二峰 (Second Vertex Potential)，经过特定时间后 (Pulse Width)，再阶跃回电位第一峰 (First Vertex Potential)，以此循环直到达到设定的扫描周期个数 (Number of Cycles) (由第一峰到第二峰再回到第一峰为一个周期)。实验过程中仪器以特定的时间间隔 (Sample Interval) 记录电流信号。电位控制波形如下图所示：

计时电流法



计时安培法的参数设置菜单如下图：

计时电流法		
初始电位 (伏)		确定
第一电位 (伏)	0	取消
第二电位 (伏)	0	波形描述
静止时间 (秒)	2	
脉冲宽度 (秒)	0.25	
循环次数	2	
采样间隔 (秒)	0.001	
电流灵敏度 (安)	1 μA	

实验参数设置范围及说明：

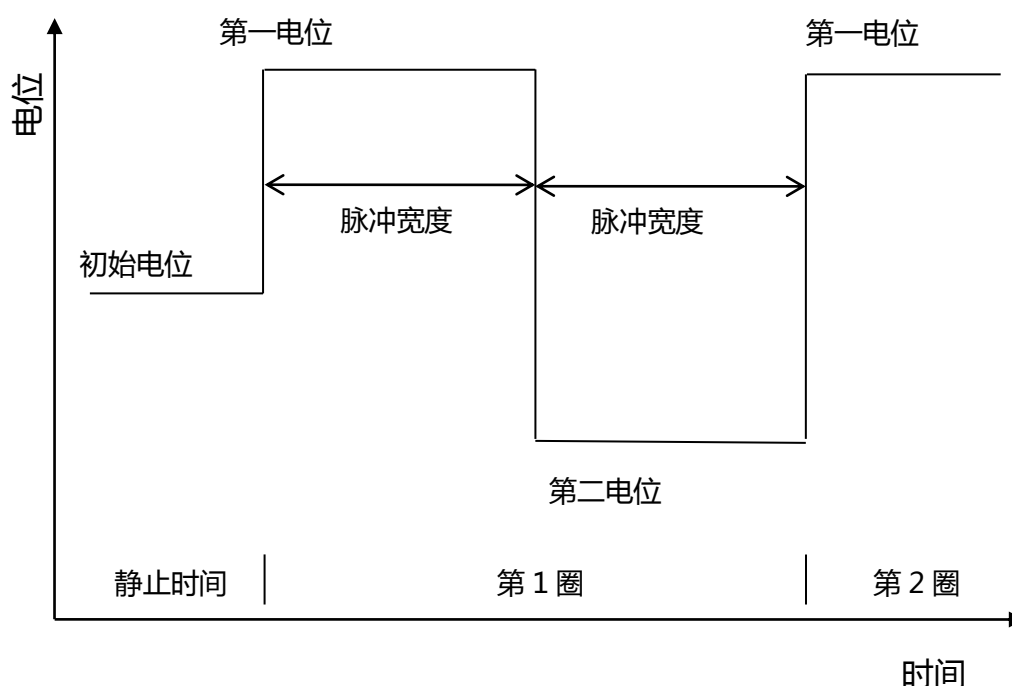
参数	单位	范围	参数描述
初始电位	伏	-10 ~ 10	初始电位
第一电位	伏	-10 ~ 10	电位第一峰
第二电位	伏	-10 ~ 10	电位第二峰
静止时间	秒	1 ~ 1000	静止时间
脉冲宽度	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	脉冲宽度
循环次数	无	1 ~ 10000	运行周期个数
采样间隔	秒	$10^{-5} \sim 10^2$	电流采样间隔 ¹
电流灵敏度	无	无	电流灵敏度 ²

1. 电流采样间隔单位为秒。总的运行时间为周期个数与脉冲宽度的乘积的 2 倍，运行时间与采样间隔共同决定数据点的个数。用户应设置参数以保证数据点数不超过 100 万。
2. 仪器可测量的最大电流为当前电流灵敏度设置的 10 倍。例如当电流灵敏度设置为 1mA 时，仪器可记录的最大电流值为 $\pm 10\text{mA}$ ，超出此范围将导致电流量程溢出，无法得到正常的实验结果。此时，需将电流量程更改为 10mA；若发现测得电流远小于 1mA 且噪声较大，需将电流量程切换为 100 μA 。
3. 此方法中，请将低通滤波器关闭或设置为“自动”，以免电流波形受到影响。

4.5 计时电量法 (Chronocoulometry - CC) ;

在计时库伦法中，仪器控制电极电位由初始电位 (Initial Potential) 向电位第一峰 (First Vertex Potential) 阶跃，经过一定时间后 (Pulse Width)，再阶跃到电位第二峰 (Second Vertex Potential)，经过特定时间后 (Pulse Width)，再阶跃回电位第一峰 (First Vertex Potential)，以此循环直到达到设定的扫描周期个数 (Number of Cycles) (由第一峰到第二峰再回到第一峰为一个周期)。实验过程中仪器以特定的时间间隔 (Sample Interval) 记录电量信号。电位扫描控制波形如下图所示：

计时电量法



计时电量法的参数设置菜单如下图：

计时电量法		
初始电位 (伏)	1	确定
第一电位 (伏)	0	取消
第二电位 (伏)	0	波形描述
静止时间 (秒)	2	
脉冲宽度 (秒)	0.25	
循环次数	2	
采样间隔 (秒)	0.00025	
电流灵敏度 (安)	1 μA	

实验参数设置范围及说明：

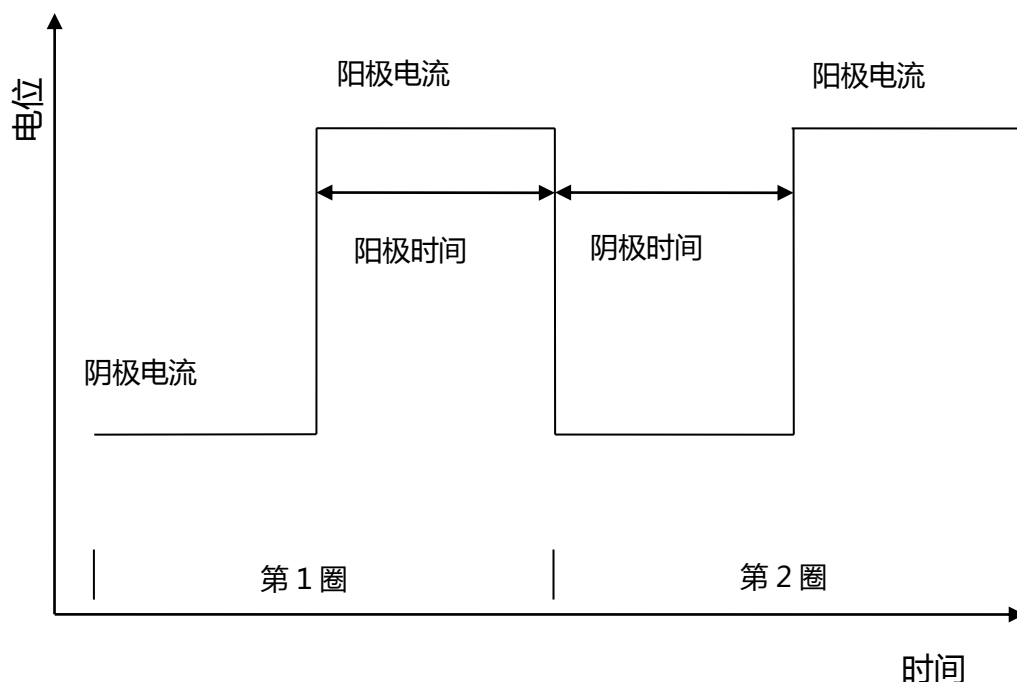
参数	单位	范围	参数描述
初始电位	V	-10 ~ 10	初始电位
第一电位	V	-10 ~ 10	电位第一峰
第二电位	V	-10 ~ 10	电位第二峰
静止时间	s	1 ~ 1000	静止时间
脉冲宽度	s	$10^{-5} \sim 10^5$	脉冲宽度
循环次数	无	1 ~ 10000	运行周期个数
采样间隔	s	$10^{-5} \sim 10^2$	电流采样间隔 ¹
电流灵敏度	无	无	电流灵敏度 ²

1. 电流采样间隔单位为秒。总的运行时间为周期个数与脉冲宽度的乘积的 2 倍，运行时间与采样间隔共同决定数据点的个数。用户应设置参数以保证数据点数不超过 100 万。
2. 仪器可测量的最大电流为当前电流灵敏度设置的 10 倍。例如当电流灵敏度设置为 1mA 时，仪器可记录的最大电流值为 $\pm 10\text{mA}$ ，超出此范围将导致电流量程溢出，无法得到正常的实验结果。此时，需将电流量程更改为 10mA；若发现测得电流远小于 1mA 且噪声较大，需将电流量程切换为 100 μA 。进行计时库伦实验时，请先运行计时安培实验，确认电流量程不会溢出，否则将引起测量结果不准确。
3. 此方法中，请将低通滤波器关闭或设置为“自动”，以免电流波形受到影响。

4.6 计时电位法 (Chronopotentiometry - CP) ;

计时电位法中,仪器控制两个恒定的电流(Cathodic Current 和 Anodic Current) 通过工作电极, 以特定时间间隔 (Sample Interval) 采集工作电极与参比电极之间的电势差, 并将电势差记录为时间的函数并显示。电流控制波形如图:

计时电位法



计时电位法的参数设置菜单如下图:

The screenshot shows the Chronopotentiometry (CP) parameter settings menu. The window title is "计时电位法". The parameters and their values are as follows:

Parameter	Value
阳极电流 (安)	[Input field]
阴极电流 (安)	0
高电位限制 (伏)	1
低电位限制 (伏)	-1
阳极时间 (秒)	10
阴极时间 (秒)	10
初始极性	阴极电流
循环次数	1
采样间隔 (秒)	0.001

Buttons: 确定, 取消, 波形描述

Current polarity switching priority (电流极性切换优先):

- ☒ 电位
- ☐ 时间

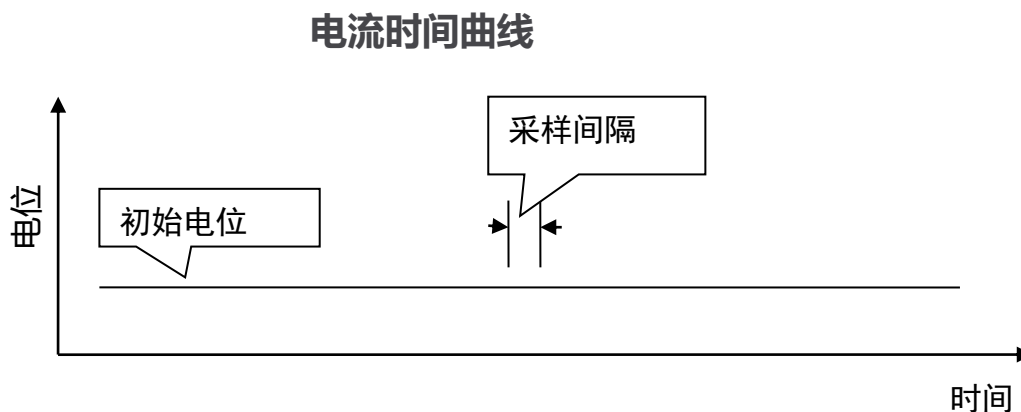
实验参数设置范围及说明：

参数	单位	范围	参数描述
阳极电流	安	$10^{-9} \sim 0.2$	阳极电流 ¹
阴极电流	安	$10^{-9} \sim 0.2$	阴极电流 ¹
高电位限制	伏	$-10 \sim 10$	最高电位限制 ²
低电位限制	伏	$-10 \sim 10$	最低电位限制 ²
阳极时间	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	阳极电流时间
阴极时间	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	阴极电流时间
初始极性	无	无	初始电流极性
采样间隔	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	电压采样间隔 ³
循环次数	无	$1 \sim 10000$	循环周期个数 ³
电流极性切换优先	无	无	电流/时间优先选择 ⁴

1. 电流单位为安培。阳极电流与阴极电流方向相反，填写参数时无需加正负号。
2. 最高电位限制限制和最低电位限制为保护电极和溶液，仪器检测到工作电极和参比电极之间的电位达到最高限制或最低限制时，自动改变电流方向。
3. 一个阴极电流时间加一个阳极电流时间为一个周期，周期个数、周期以及电压采样间隔共同确定数据点数。
4. 此参数暂时无意义，请保留初始值。无论是否到达设定的阳极电流/阴极电流时间，如果工作电极和参比电极之间的电势差超出电位限制，则自动改变电流方向。

4.7 电流-时间曲线 (Amperometric I-t Curve - ITC) ;

电流-时间曲线方法中，仪器对工作电极和参比电极施加一个恒定电势差 (Initial Potential) 并以时间间隔 (Sample Interval) 记录电流随时间变化情况。电压控制波形如图所示：



计时电位法的参数设置菜单如下图：

电流时间曲线

初始电位 (伏)	1	确定
静止时间 (秒)	2	取消
运行时间 (秒)	0.25	波形描述
采样间隔 (秒)	0.001	
电流灵敏度 (安)	1 μA ▼	

实验参数设置范围及说明：

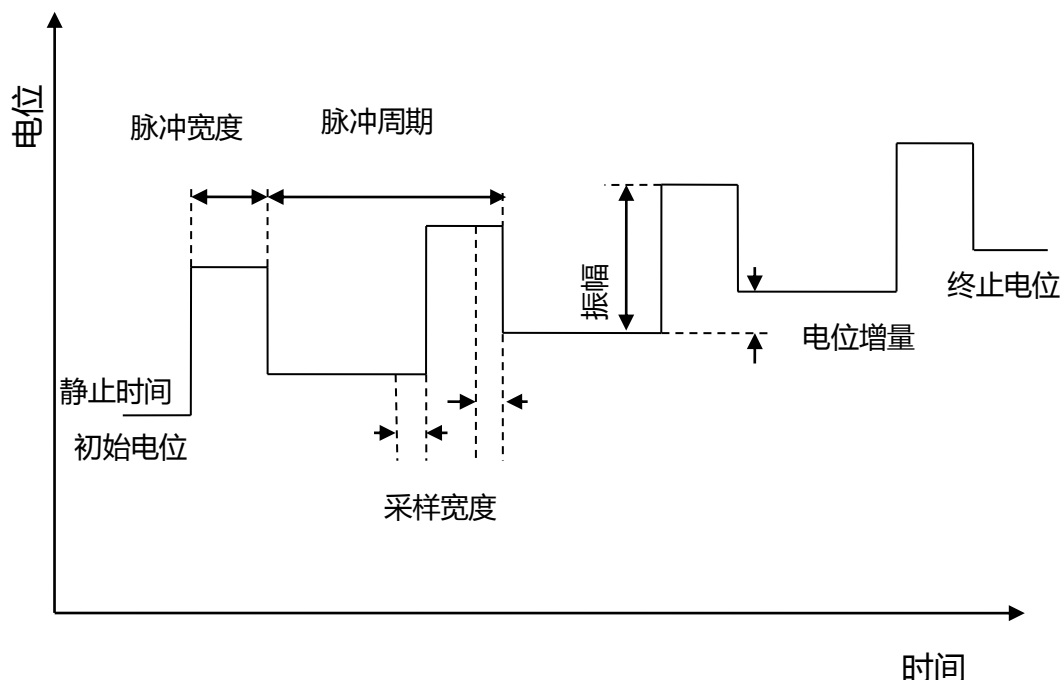
参数	单位	范围	参数描述
初始电位	伏	-10 ~ 10	初始电位
静止时间	秒	1 ~ 1000	静止时间
运行时间	秒	$10^{-1} \sim 10^6$	运行时间
采样间隔	秒	$10^{-5} \sim 10^2$	电流采样间隔 ¹
电流灵敏度	无	无	电流灵敏度 ²

1. 电流采样间隔和运行时间共同确定数据点数。
2. 仪器可测量的最大电流为当前电流灵敏度设置的 10 倍。例如当电流灵敏度设置为 1mA 时，仪器可记录的最大电流值为 $\pm 10\text{mA}$ ，超出此范围将导致电流量程溢出，无法得到正常的实验结果。此时，需将电流量程更改为 10mA；若发现测得电流远小于 1mA 且噪声较大，需将电流量程切换为 100 μA 。

4.8 差分脉冲法 (Differential Pulse Voltammetry - DPV) ;

差分脉冲法中仪器控制工作电极与参比电极之间的电势差如下图所示变化，仪器在电位变化之前的固定时间内 (Sample Width) 采样电流并作差。

差分脉冲伏安法



差分脉冲法的参数设置菜单如下图：

差分脉冲伏安法		
初始电位 (伏)		确定
终止电位 (伏)	0	取消
电位增量 (伏)	0.004	波形描述
振幅 (伏)	0.05	
静止时间 (秒)	2	
脉冲宽度 (秒)	0.05	
脉冲周期 (秒)	0.2	
采样宽度 (秒)	0.0001	
电流灵敏度 (安)	1 μA	

实验参数设置范围及说明：

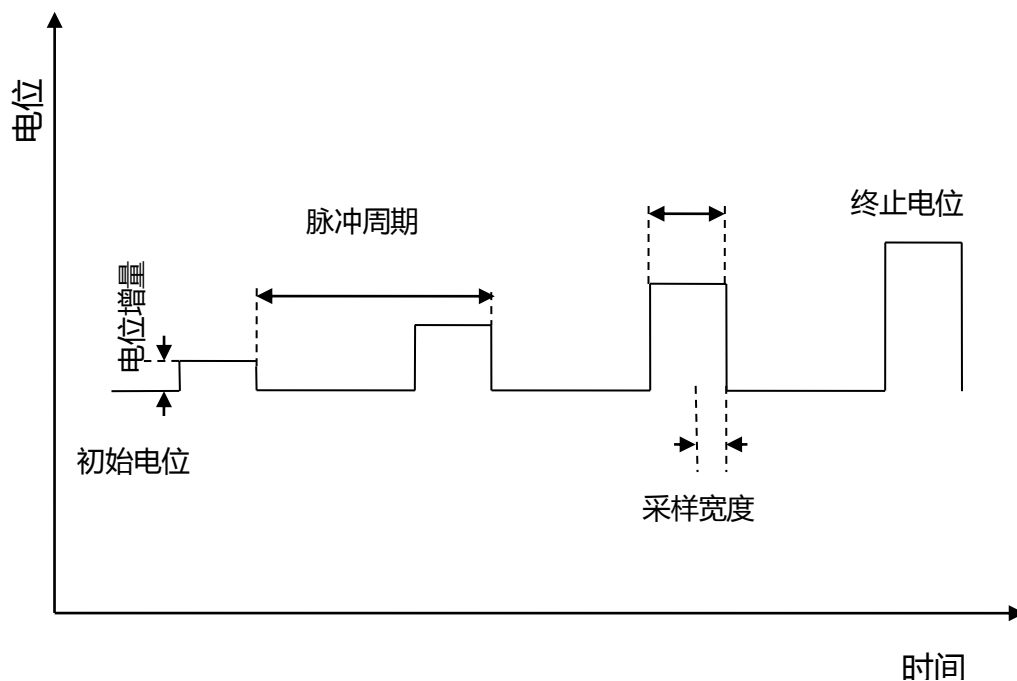
参数	单位	范围	参数描述
初始电位	伏	-10 ~ 10	初始电位
终止电位	伏	-10 ~ 10	终止电位
电位增量	伏	-10 ~ 10	电位增量
脉冲高度	伏	-10 ~ 10	脉冲高度
静止时间	秒	1 ~ 1000	静止时间
脉冲宽度	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	脉冲宽度 ¹
脉冲周期	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	脉冲周期
采样宽度	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	采样宽度 ²
电流灵敏度	无	无	电流灵敏度 ³

1. 脉冲宽度应小于脉冲周期的一半。
2. 采样宽度应小于脉冲宽度的一半。
3. 仪器可测量的最大电流为当前电流灵敏度设置的 10 倍。例如当电流灵敏度设置为 1mA 时，仪器可记录的最大电流值为 $\pm 10\text{mA}$ ，超出此范围将导致电流量程溢出，无法得到正常的实验结果。此时，需将电流量程更改为 10mA；若发现测得电流远小于 1mA 且噪声较大，需将电流量程切换为 100 μA 。进行差分脉冲实验之前需确定最大电流不会超出电流量程。

4.9 常规脉冲法 (Normal Pulse Voltammetry - NPV) ;

常规脉冲法中仪器控制工作电极与参比电极之间的电势差如下图所示变化，仪器在电位变化之前的固定时间内（ Sample Width ）采样电流并作差。

常规脉冲伏安法



常规脉冲法的参数设置菜单如下图：

常规脉冲伏安法		?	×
初始电位 (伏)		确定	
终止电位 (伏)	0	取消	
电位增量 (伏)	0.004	波形描述	
静止时间 (秒)	2		
脉冲宽度 (秒)	0.05		
脉冲周期 (秒)	0.2		
采样宽度 (秒)	0.0001		
电流灵敏度 (安)	1 μA ▼		

实验参数设置范围及说明：

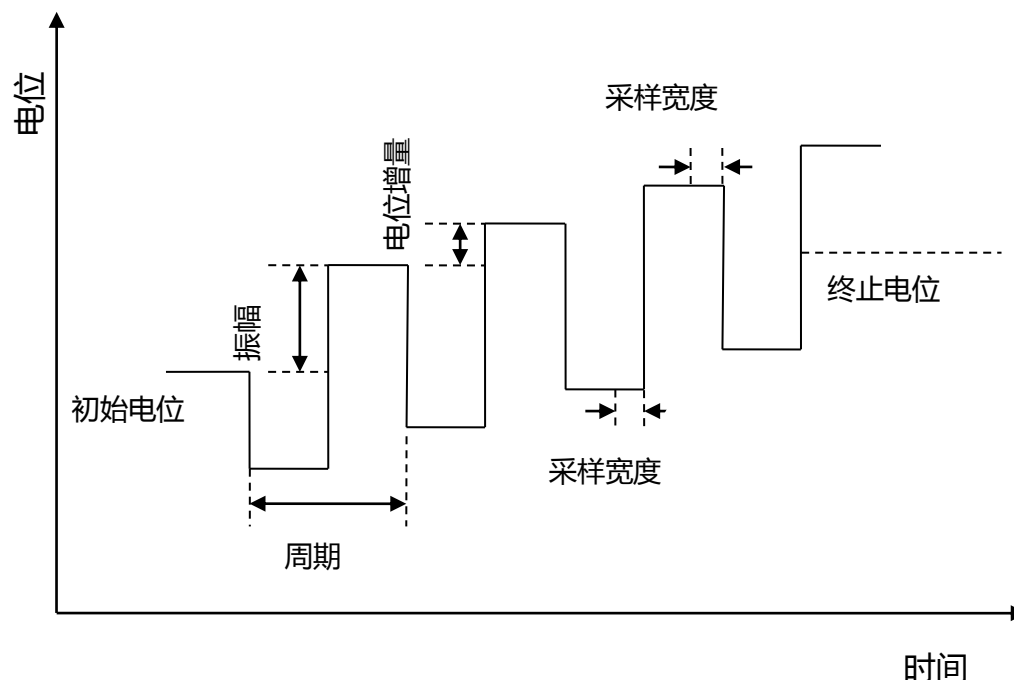
参数	单位	范围	参数描述
初始电位	伏	-10 ~ 10	初始电位
终止电位	伏	-10 ~ 10	终止电位
电位增量	伏	-10 ~ 10	电位增量
静止时间	秒	1 ~ 1000	静止时间
脉冲宽度	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	脉冲宽度 ¹
脉冲周期	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	脉冲周期
采样宽度	秒	$10^{-5} \sim 10^5$	采样宽度 ²
电流灵敏度	无	无	电流灵敏度 ³

1. 脉冲宽度应小于脉冲周期的一半。
2. 采样宽度应小于脉冲宽度的一半。
3. 仪器可测量的最大电流为当前电流灵敏度设置的 10 倍。例如当电流灵敏度设置为 1mA 时，仪器可记录的最大电流值为 $\pm 10\text{mA}$ ，超出此范围将导致电流量程溢出，无法得到正常的实验结果。此时，需将电流量程更改为 10mA；若发现测得电流远小于 1mA 且噪声较大，需将电流量程切换为 100 μA 。进行常规脉冲实验之前需确定最大电流不会超出电流量程。

4.10 方波伏安法 (Square Wave Voltammetry - SWV) ;

方波伏安法中仪器控制工作电极与参比电极之间的电势差如下图所示变化，仪器在电位变化之前的固定时间内（Sample Width）采样电流并作差。

方波伏安法



方波伏安法的参数设置菜单如下图：

方波伏安法		
初始电位 (伏)		确定
终止电位 (伏)	0	取消
电位增量 (伏)	0.004	波形描述
振幅 (伏)	0.025	
静止时间 (秒)	2	
频率 (赫)	15	
电流灵敏度 (安)	1 μA	

实验参数设置范围及说明：

参数	单位	范围	参数描述
初始电位	伏	-10 ~ 10	初始电位
终止电位	伏	-10 ~ 10	终止电位
电位增量	伏	-10 ~ 10	电位增量 ¹
振幅	伏	-10 ~ 10	振幅 ¹
静止时间	秒	1 ~ 1000	静止时间
频率	赫	$10^{-5} \sim 10^5$	频率 ²
电流灵敏度	无	无	电流灵敏度 ³

1. 应保证电位增量+振幅+终止电位/初始电位不超过仪器的电位控制范围-10 ~ 10。
2. 频率为周期的倒数。
3. 仪器可测量的最大电流为当前电流灵敏度设置的 10 倍。例如当电流灵敏度设置为 1mA 时，仪器可记录的最大电流值为 $\pm 10\text{mA}$ ，超出此范围将导致电流量程溢出，无法得到正常的实验结果。此时，需将电流量程更改为 10mA；若发现测得电流远小于 1mA 且噪声较大，需将电流量程切换为 100 μA 。

4.11 定角度扫描模式 (Constant Angle Model) ；

定角度扫描模式的参数设置菜单如下图：

定角度扫描模式

角度(度):

72

确定

运行时间(秒):

200

取消

采样间隔(秒):

0.001

泵模式:

手动模式

实验参数设置范围及说明：

参数	单位	范围	参数描述
角度	度	57-72	目标角度
运行时间	秒	无	实验运行时间
采样间隔	秒	0.001-60	数据采集的时间间隔
泵模式	无	无	蠕动泵工作模式 ¹

1. 当选择自动模式时，软件会自动控制蠕动泵的运行和停止，这时蠕动泵的运行和停止和数据采集是同步的；当选择手动模式时，需要用户手动控制蠕动泵的运行和停止。

4.12 全角度扫描模式 (Angle Scan Model) ；

定角度扫描模式的参数设置菜单如下图：

实验参数设置范围及说明：

参数	单位	范围	参数描述
初始角度	度	57-72	实验初始角度
终止角度	度	57-72	实验终止角度
循环次数	无		运行全角度扫描模式的次数 ¹
时间间隔	秒		两次全角度扫描模式间的时间间隔 ²
基文件名	无		多次全角度扫描模式实验文件的基文件名和路径 ³

1. 支持多次运行全角度扫描模式实验。每次运行会自动打开一个新的实验子窗体。实验结束后自动存储实验数据和设置。
2. 时间间隔含电机复位时间。
3. 每运行完一圈全角度扫描实验后，自动存储实验数据，文件名为“基文件名_次数”，点击浏览选择存储路径。

第五章 注意事项

- 仪器应该放置在一个温度稳定、空气清洁的房间中。
- 仪器最好放置于一张独立的、防震的平台上。
- 每次做完实验后应该用沾了酒精的擦镜纸或酒精棉将棱镜表面的匹配液擦掉，以免长时间不使用仪器时残留的匹配液发生变稠和干涸，不易去除。
- 每次实验前和实验后应该认真清洗反应池。
- 应定期清洗棱镜及棱镜底部残留的匹配液。清洗棱镜的时候可以先用丙酮轻轻擦拭，然后再用酒精擦拭，最后用氮气吹干。在清洗棱镜时要小心，避免损伤棱镜的光学表面。
- 本产品使用 220V 交流电源，仪器外壳与地线直接相连，请确保电源接口接地良好，以免仪器外壳带电，造成安全隐患。
- 本产品内部有 220V 交流电路，请不要擅自打开仪器外壳，以免触电。
- 本产品外壳具有一定的耐磨、抗酸碱能力，使用过程中应注意防止液体泼溅浸入仪器内部造成短路。
- 本产品工作过程中请不要搬动、倾斜、倒置，如需改动摆放位置，需先关闭电源并拔掉电源连线。
- 如发生电源指示灯不亮或闪烁、仪器有异响、异味等情况，请关闭电源并联系售后人员。