

文件编号：Q/WU FLHA18080001R001

版本号：V1.1

受控状态：

分发号：

# 理化公共实验平台

## 质量管理文件

---

### 电化学工作站 Zahner-Zennium pro 标准操作规程

2020 年 06 月 11 日发布

年 月 日实施

---

理化公共实验平台 发布

理化公共实验平台



理化公共实验平台

# 目 录

1. 目的.....	1
2. 范围.....	1
3. 职责.....	1
4. 性能测试实验室安全管理规范.....	1
5. 性能测试实验室仪器设备管理规范.....	1
6. 实验内容.....	2
6.1. 仪器组成.....	2
6.2. 电化学工作站操作流程.....	3
6.3 不同 Methods 的选取与数据保存.....	7
6.3.1 EIS potentiostatic 电压模式下的 EIS 测试.....	7
6.3.2 EIS galvanostatic 电流模式下的 EIS 测试.....	10
6.3.3 EIS pseudo-galvanostatic 电压电流混合模式下的 EIS 测试.....	11
6.3.4 EIS potentiostatic at (drifting) OCP 开路电压漂移样品的 EIS 测试.....	11
6.3.5 Current Voltage Curves (Steady State) 电流电压曲线（稳态采样）模式	11
6.3.6 Current Voltage Curves(Fixed Sample) 电流电压曲线（固定采样）模式	13
6.3.7 Current Voltage Curves(Dynamic Scan) 电流电压曲线（动态扫描）模式	13
6.3.8 CV - Cyclic Voltammetry 循环伏安法.....	14
6.3.9 Open Circuit Potential 开路电压测试 OCP.....	15
6.3.10 General Polarization 一般极化测试.....	17
6.3.11 Chrono Amperometry 计时安培法.....	19
6.3.12 Chrono Potentiometry 计时电位法.....	20
6.3.13 Chrono Coulometry 计时库伦法.....	21
6.3.14 Linear Sweep Voltammetry 线性扫描伏安法.....	22
6.3.15 Polarization + OCV 单点位极化 + 开路电位记录.....	23
7. 相关/支撑性文件.....	24
8. 记录.....	24

理化公共实验平台

## 1. 目的

建立电化学工作站(Zahner-Zennium pro)标准操作规程,使其被正确、规范地使用。

## 2. 范围

本规程适用于所有使用电化学工作站(Zahner-Zennium pro)的用户。

## 3. 职责

3.1 操作人员:严格按本程序操作,发现异常情况及时汇报实验室技术员。

3.2 实验室技术员:确保操作人员经过相关培训,并按本文件执行操作。

## 4. 性能测试实验室安全管理规范

4.1 严格遵守性能测试实验室的各项安全注意警示标识。

4.2 实验室通道及消防紧急通道必须保持畅通,所有实验人员应了解消防器具与紧急逃生通道位置。

4.3 严禁戴手套接触门把手。禁止随意丢弃实验废弃物。禁止将锐器、玻璃等丢弃在常规垃圾箱中。

4.4 实验室应保持整洁,禁止携带食物饮品等与实验不相关物品进入实验室。严禁在实验室进食与抽烟。严禁动物进入实验室。

4.5 实验室内存放的药品、试剂、废液应标签、标识完整清晰。

4.6 实验室内均为大型科研设备,有专人负责管理,未经培训人员,不得擅自上机使用;经过培训的用户,需使用预约系统,使用本人的账号进行登录使用。

4.7 非常规实验测试须经实验室技术员同意并指导方可进行。个人 U 盘、移动硬盘等易带入病毒的存储设备不得与仪器电脑连接。

4.8 实验过程中如发现仪器设备及基础设施发生异常状况,需及时向该实验室技术员反馈。严禁擅自处理、调整仪器主要部件,凡自行拆卸者一经发现将给予严肃处理。

4.9 为保持实验室内环境温度及湿度,保持实验室门窗关闭。实验结束后,实验人员必须进行清场。最后离开实验室人员需检查水、电、门窗等。

## 5. 性能测试实验室仪器设备管理规范

该仪器遵从学校“科研设施与公共仪器中心”对大型仪器设备实行的管理办法和“集中投入、统一管理、开放公用、资源共享”的建设原则,面向校内所有教学、科研单位

开放使用；根据使用情况适当收取费用；并在保障校内使用的同时，面向社会开放。

电化学工作站采用培训考核合格后自主上机测试的使用方式。因人为原因造成仪器故障的（如硬件损坏），其导师课题组须承担维修费用。

校内教师、学生均可提出培训申请，培训内容包括仪器使用规章制度、基本硬件知识、标准操作规程和注意事项等。

培训合格后用户可采用 7\*24 小时预约使用制度，根据测试内容与时间的不同，登陆大仪共享网站提前预约机时。在约定机时时间登录仪器，进行实验。实验开始时务必在实验记录本上登记，结束时如实记录仪器状态。

使用者若违犯上述条例，将酌情给予警告、通报批评、罚款及取消使用资格等惩罚措施。

使用理化公共实验平台的仪器设备、或得到平台技术人员的支持协助，获得相应成果，应在发表的文章中对平台予以致谢，建议致谢方式参见 <https://iscps.westlake.edu.cn/info/1129/1462.htm>。使用理化公共实验平台的仪器设备和技术支持发表文章后，[请及时反馈至平台 lhpt@westlake.edu.cn](mailto:lhpt@westlake.edu.cn)。

## 6. 实验内容

### 6.1. 仪器组成

电化学工作站由仪器主机和电脑控制系统两部分组成。方法模块包括：EIS potentiostatic、EIS galvanostatic、EIS pseudo-galvanostatic、EIS potentiostatic at (drifting) OCP、Current Voltage Curves (Steady State)、Current Voltage Curves (Fixed Sampling)、Current Voltage Curves (Dynamic Scan)、CV - Cyclic Voltammetry、Open Circuit Potential、General Polarization、Chrono Amperometry、Chrono Potentiometry、Chrono Coulometry、Linear Sweep Voltammetry、Polarization + OCV、Universal Current/Voltage/Time、Capacity vs. Voltage、EIS vs. Parameter、Battery Cycling、Capcycling 等。





图 6-1

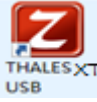
## 6.2. 电化学工作站操作流程

(1) 开启仪器背面电源开关。

**注意：开机前应保持双手洁净、干燥，并且不要连接测试样品。**



图 6-2

(2) 在电脑上点击  打开软件后，仪器会进行硬件自检，自检结束后，**最好是预热半小时再开始测试。**

(3) 仪器预热完成后，进入公共应用设置界面，在 Zahner Online Display 窗口中实时显示电流电压状态等信息。

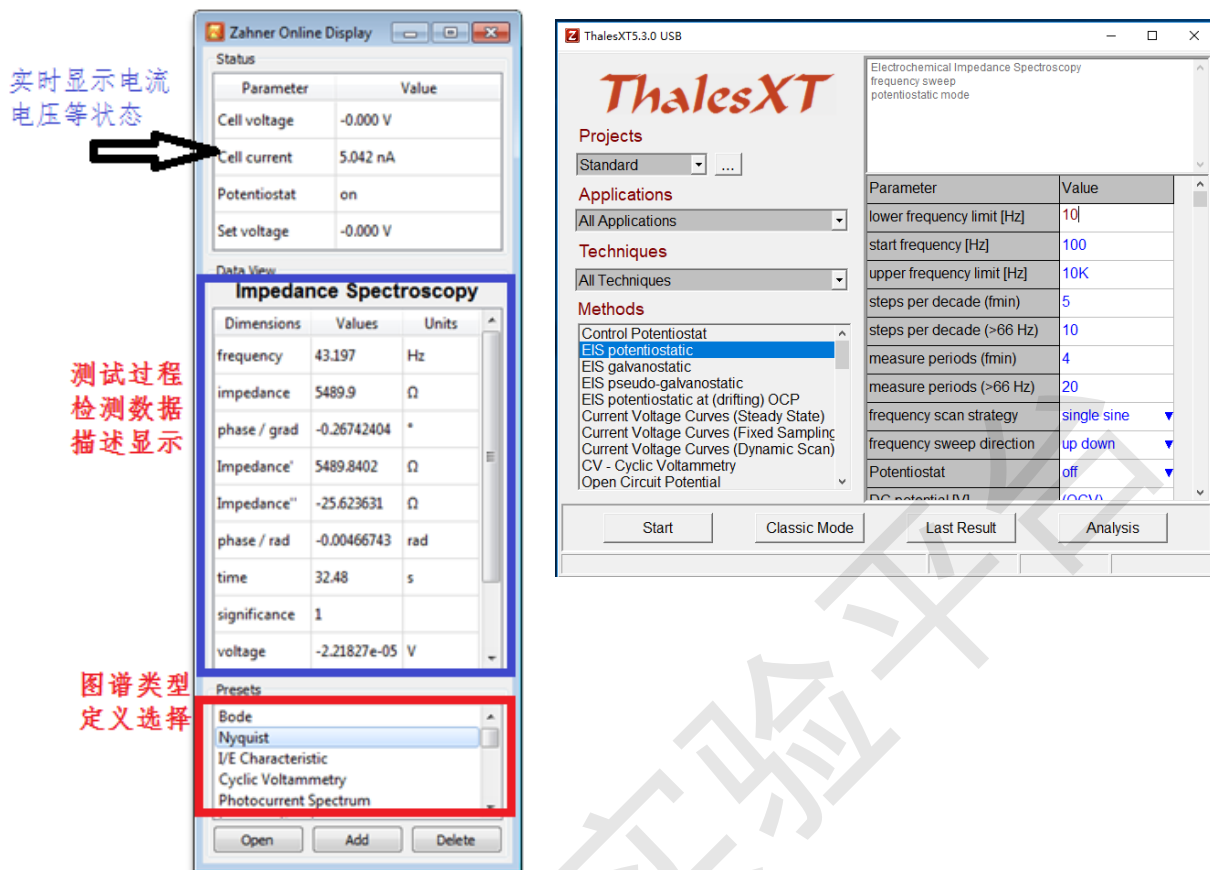


图 6-3

(4) 连接测试样品。连接电极的顺序是工作电极 (WE power, 黑)、工作参比电极 (WE sense, 蓝)、参比电极 (RE, 绿)、对电极 (CE, 红)。同时检查 POT 指示灯是否为绿色。



图 6-4

对于两电极体系，工作电极 (WE power, 黑) 和工作参比电极 (WE sense, 蓝) 接正极，对电极 (CE, 红) 和参比电极 (RE, 绿) 接负极，电流的流向是从正极流到负极。

**注意:** 为避免静电放电造成的损坏, 用户接触输入连接器或者连接电极线的两端时,

必须要小心不能带静电。请在操作前触摸一个接地的金属，将静电释放。

(5) 在每次测试前，先检查 Methods 中 Control Potentiostat 设置，点击 Classic Mode 进入界面后，选择 check cell connections。

**注：**此时仪器自动开始检测开路电压，注意观察此开路电压是否稳定（一般 1s 内波动范围在 10mV 以内），如电压波动范围在几十 mV，可能是样品状态未稳定，需待样品稳定后再测试；如果波动大于 100mV，检查样品是否良好接线；有其他问题，请联系实验室技术员。

Connected Probe 选择 Main Pot 时：当 Controlled Voltage 设置为 5V 时，对应 Compliance Voltage 为 14V；当 Controlled Voltage 设置为 15V 时，对应 Compliance Voltage 为 28V。然后选择 Connection Scheme，选择 no ref.electrode 对应两电极体系，选择 with ref.electrode 对应三电极体系（此时参比电极电位一般设为 0；如文献中有明确提及，则选择相应的参比电极）。

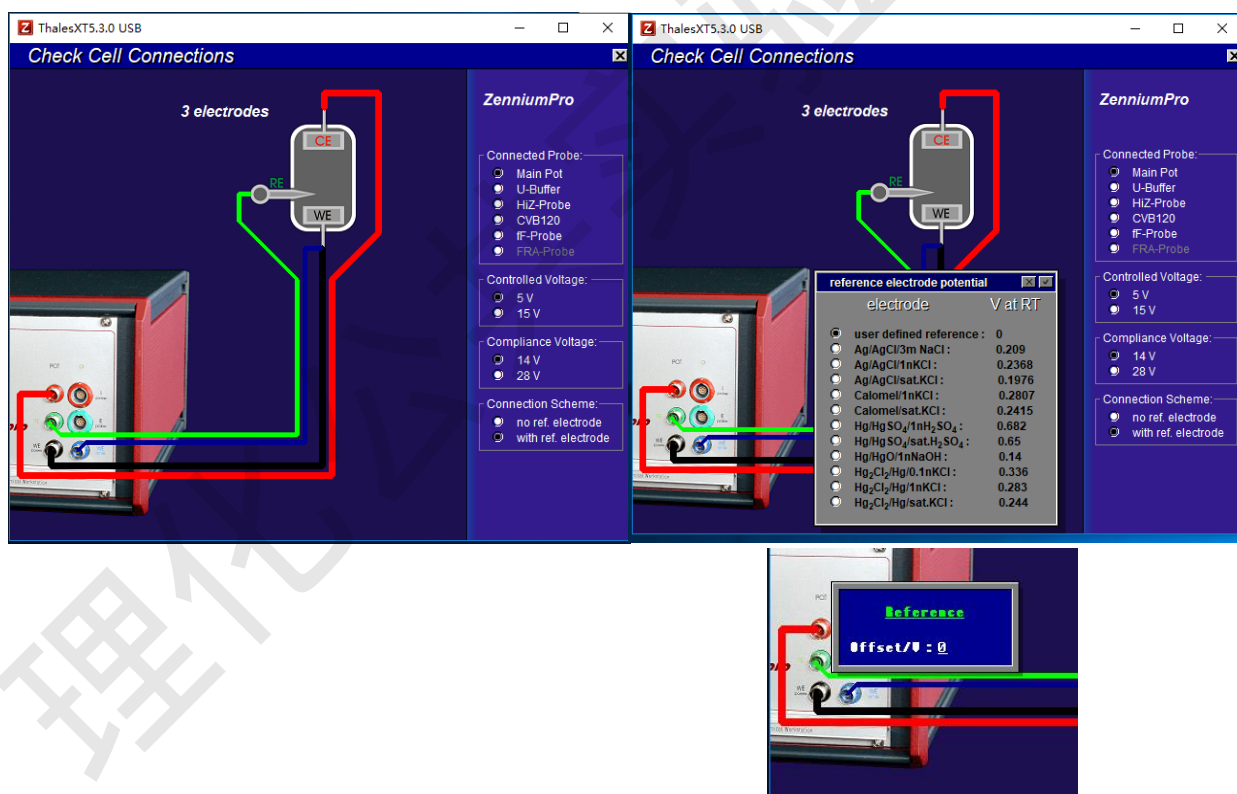


图 6-5

点击鼠标中间滚轮，返回至上一级菜单。

(6) 根据实验需要，选择 Applications、Techniques 和 Methods 中对应的选项。

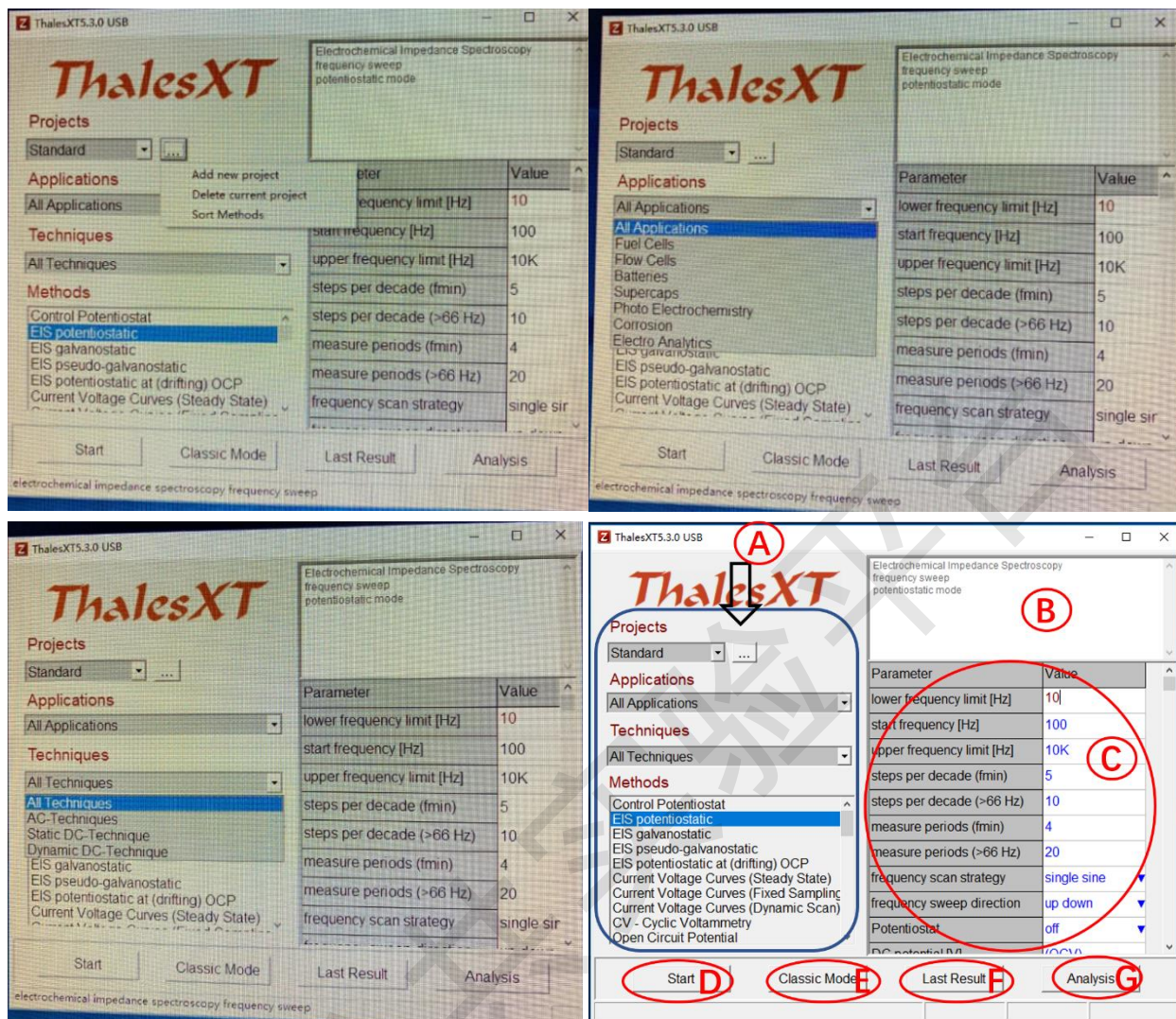


图 6-6

**Projects:** 项目，此处可以点击后面的[...], 添加一个新的名称，在这个名称下的所有测试方法的参数，都会保存下来，以便于下次测试时直接使用。

**Applications:** 应用，主要是应用方向，如 solar, battery, corrosion 等。

**Techniques:** 测试技术，主要是交流 AC 和直流 DC 之分。

**Methods:** 所有测试方法的选择框（选项较多，将在第 5 章具体描述各选项功能）。

**A:** 可添加备注，后续显示在保存的测试数据中；

**B:** 测试方法的描述；

**C:** 参数设置框；

**D:** 开始测试的按钮；

**E:** 进入经典模式；

**F:** 点击可显示上一次测试的结果；

**G:** 进入分析界面的按钮。

(7) 点击 Start 开始测试。

在测试过程中, **POT 指示灯为黄色, 此时切勿碰连接引线和测试样品, 否则容易引起短路及设备损坏。** 如果需要中断测试点击 STOP, 待 POT 指示灯绿色后, 更换样品或修改参数重新测量。

(8) 数据保存和数据处理

针对不同 Methods 选项, 测试数据的保存和数据处理存在差异, 将在第 5 章具体说明。

(9) 关机

仪器关机时先检查 POT 指示灯是否回到绿色, 并拆除测试样品, 关闭软件, 最后关闭工作站电源。

### 6.3 不同 Methods 的选取与数据保存

EIS 测试分为电压模式 (EIS potentiostatic)、电流模式 (EIS galvanostatic)、电压电流混合模式 (EIS pseudo-galvanostatic) 和开路电压漂移样品的 EIS 测试模式 (EIS potentiostatic at (drifting) OCP)。

#### 6.3.1 EIS potentiostatic 电压模式下的 EIS 测试

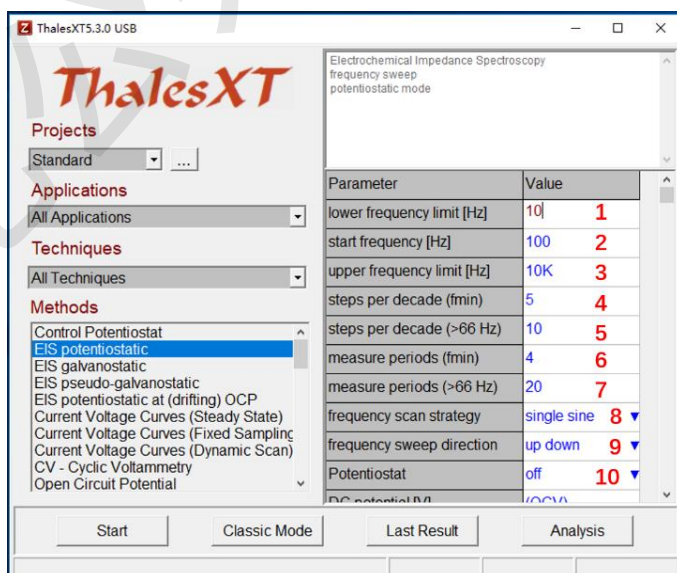


图 6-7

(1) 参数设置

1) lower frequency limit: 扫频最低点 (测试必要参数, 可参考文献等, 最低至 10mHz)

- 2) start frequency: 扫描频率的起始点 (必须和扫频最高点一致)
  - 3) upper frequency limit: 扫频最高点 (测试必要参数, 可参考文献等, 最高至 8MHz)
  - 4) steps per decade: 扫描频率小于 66Hz 的部分, 每个数量级的采点数
  - 5) steps per decade (>66Hz): 扫描频率大于 66Hz 的部分, 每个数量级的采点数
  - 6) measurement periods: 在扫描频率小于 66Hz 的部分, 每个记录数据点是通过几个测试点取平均值得到的, 和精度有关 (一般小于 10)
  - 7) measurement periods (>66Hz): 在扫描频率大于 66Hz 的部分, 每个记录数据点是通过几个测试点取平均值得到的, 和精度有关
  - 8) frequency scan strategy: 频率扫描类型; 分为 single sine: 单弦波 (使用最多); multi sine: 多弦波 (使用较少), 适用于需要 EIS 测试时间较短的样品测试, 但是在低频及高频端, 稳定性稍差。
  - 9) frequency sweep direction: 频率扫描方向; up down: 由高频到低频 (普遍选用); down up: 由低频到高频方向。
  - 10) Potentiostat: 是否加 DC 偏置电压, 一般测试开路 (OCP) 下的交流阻抗时, 为 off; 如选择 on 后, 测试完成后, 手动变为 off, 待 POT 灯变绿后, 才能拆除样品。
  - 11) DC potential [V]: 如需要加 DC 偏置电压, 输入相应值。
  - 12) AC amplitude [mV]: AC 扰动幅值, 一般常用 5mV 或 10mV, 可根据实际测试情况调节。
- (2) 开路电压下的 EIS 测试参数设置完成, 可以点击 start 开始测试。测试过程显示:

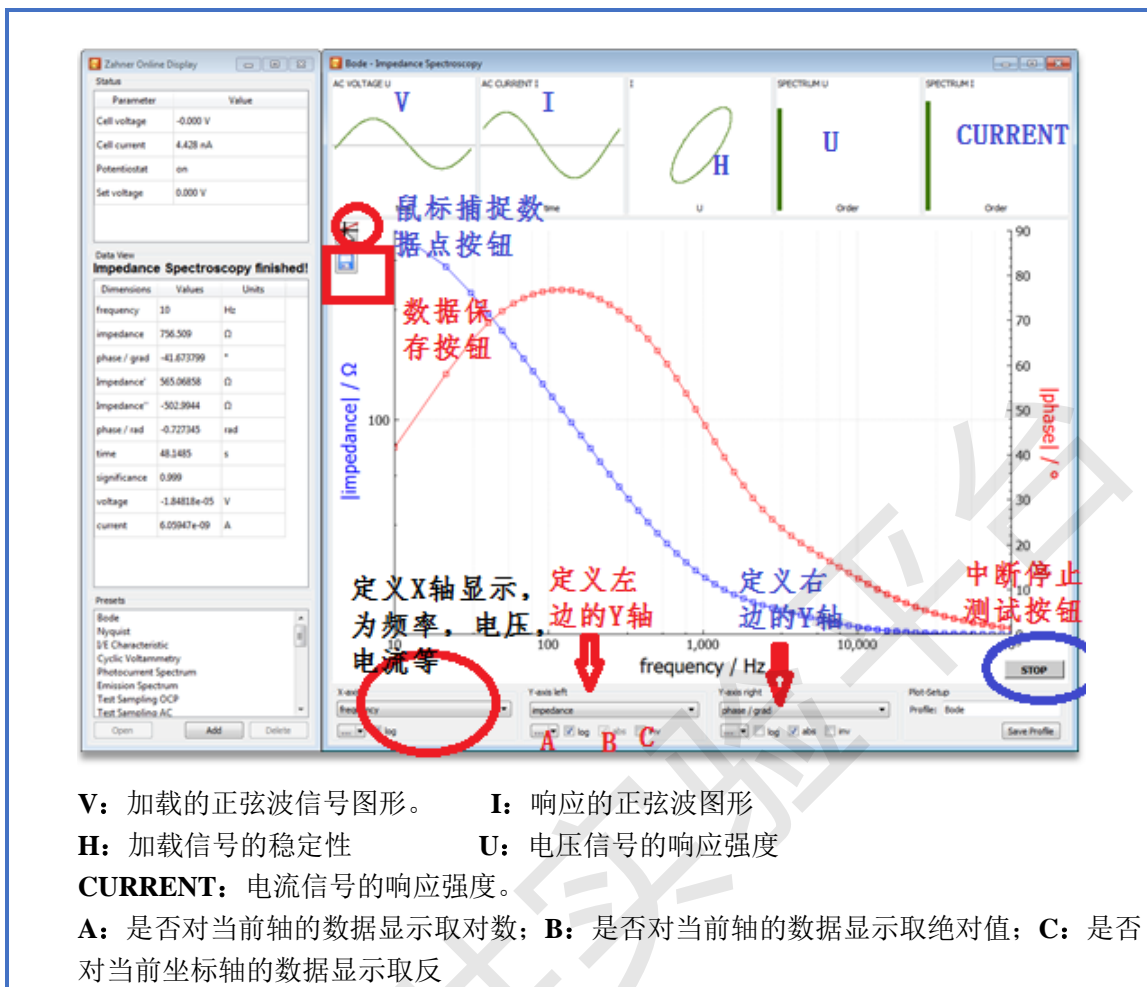



图 6-8

(3) 测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 save measurement, 弹出对话框选择 OK, 选择相应的文件夹后重命名文件名后保存.isw 数据 (注: 文件名中不得含有\*, . 等特殊字符)。

TXT 列表数据的输出: 点击 Last Result 按钮, 通过 select diagram 按钮, 选择显示模型 (EIS 测试中一般选择-Nyquist 模型), 点击 export ASCII list—save list as textfile 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 C:\Thales\temp 中有以测试时间点为文件名的 txt 文件 (Bode 模型数据), 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 Zahner Analysis 软件中查看)。



(4) 点击  按钮进入分析界面, 执行 EIS 分析。

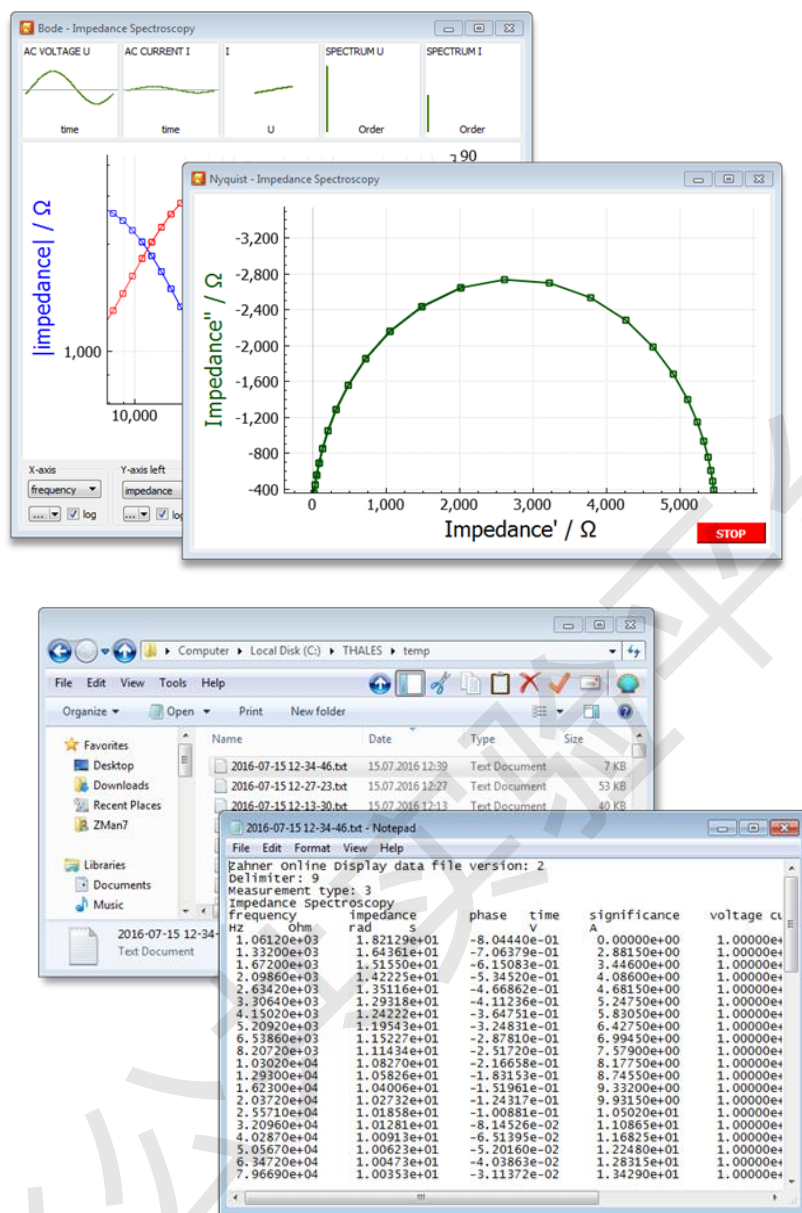


图 6-9

### 6.3.2 EIS galvanostatic 电流模式下的 EIS 测试

- a) 电流模式下的 EIS 测试适用于阻抗 (小于 10mΩ) 较小的样品, 例如: 全电池及燃料电池类的样品。
- b) 设置方式和电压模式类似, 不同点是所有的电压设置更换成电流设置, 同样也有 OCP 下的 EIS 测试和 DC 直流偏置电流下的 EIS 测试。



### 6.3.3 EIS pseudo-galvanostatic 电压电流混合模式下的 EIS 测试

适用于一些需要加极化电流或者充电电流在电压扰动下的 EIS 测试。设置方式和电压模式类似，不同点是将在 Class Mode 中的 Potentiostat 设置为 on，输入 DC current 的电流值。

### 6.3.4 EIS potentiostatic at (drifting) OCP 开路电压漂移样品的 EIS 测试

参数设置方法同上述电压模式下参数设置一致，在开始测试前，将 Class Mode 中的 Potentiostat 设置为 on。

### 6.3.5 Current Voltage Curves (Steady State) 电流电压曲线（稳态采样）模式

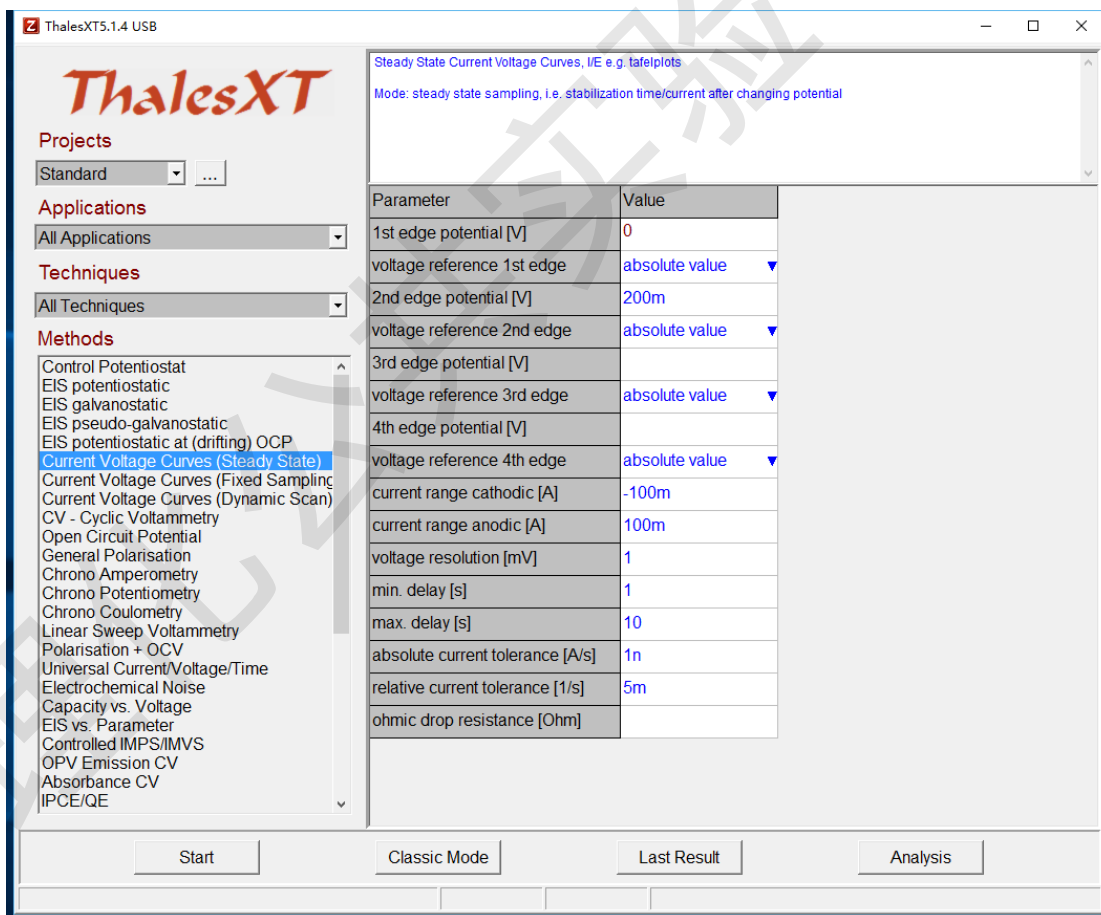


图 6-10

#### (1) 参数设置

a) 1st edge potential: 起始第一个电位值

Voltage reference 1st edge: 第一个电压值设置的参考点:

absolute value: 绝对值 (常用); relative to OCP: 相对于开路电位 (tafel 测试时选择)

注: 第 2、3、4 的电位值设置参考点同上意义, 且同一实验中选择一致。

- b) 2nd edge potential: 第二个电位值 (一般只要设置两个电位值)
- c) 3rd edge potential: 第三个电位值
- d) 4th edge potential: 第四个电位值 (只有需要形成一个周期的情况才需要设置第三、四电位值, 否则空白)
- e) current range cathodic: 阴极电流范围
- f) current range anodic: 阳极电流范围 (此处范围一般设置和实际测试电流值处于相同数量级; 在不明确时, 首次设置范围较大一些, 随后的测试中根据首次测量结果进行改进)
- g) voltage resolution/mV: 电压分辨率, 一般设置为 1mV~5mV, 默认为 1mV
- h) min. delay[s]: 电位稳定的最小开始时间, 之后开始稳定性判断
- i) max. delay[s]: 电位稳定的最大判定时间范围, 之后认为稳定
- j) absolute current tolerance[A/s]: 绝对电流公差, 电流维持在多少安培每秒的变化时, 认为当前电位点稳定, 记录数据点 (一般为默认值)
- k) relative current tolerance[1/s]: 相对电流公差, 电流维持在多少变化量每秒时, 认为当前电位稳定, 记录数据点 (一般为默认值)
- l) Ohmic drop resistance/Ohm: 欧姆降 (如无特殊需要, 可不设置; 主要用于溶液电阻补偿; 可输入“\*”, 自动阻抗技术补偿)

(2) 点击 start 开始测试, 测试过程中可以任意更改各个坐标轴的显示定义。

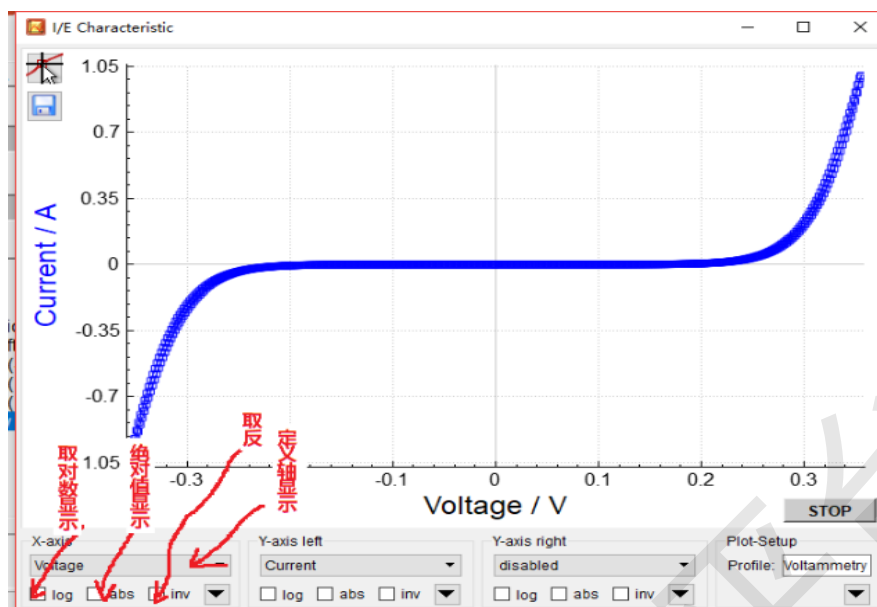


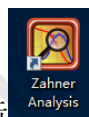
图 6-11

### (3) 保存数据

测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 save measurement, 选择相应的文件夹保存\*.iss 数据。

TXT 列表数据的输出: 点击 Last Result 按钮, 点击 export ASCII list—save list as textfile 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 C:\Thales\temp 中有以测试时间点为文件名的 txt 文件, 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 Zahner Analysis 软件中查看)。



### (4) 点击 按钮进入分析界面, 执行分析。

## 6.3.6 Current Voltage Curves(Fixed Sample) 电流电压曲线 (固定采样) 模式

参数设置、数据保存和数据分析同 6.3.5 所述, 唯一不同为 delay[s] 表示每间隔该设定时间记录一个数据点。

## 6.3.7 Current Voltage Curves(Dynamic Scan) 电流电压曲线 (动态扫描) 模式

参数设置、数据保存和数据分析同 6.3.5 所述, 唯一不同为 scan rate[mV/s] 表示扫描速率, 根据实际需要设置。

**注: 本测试方法使用最广泛, 最常用。**

## 6.3.8 CV - Cyclic Voltammetry 循环伏安法

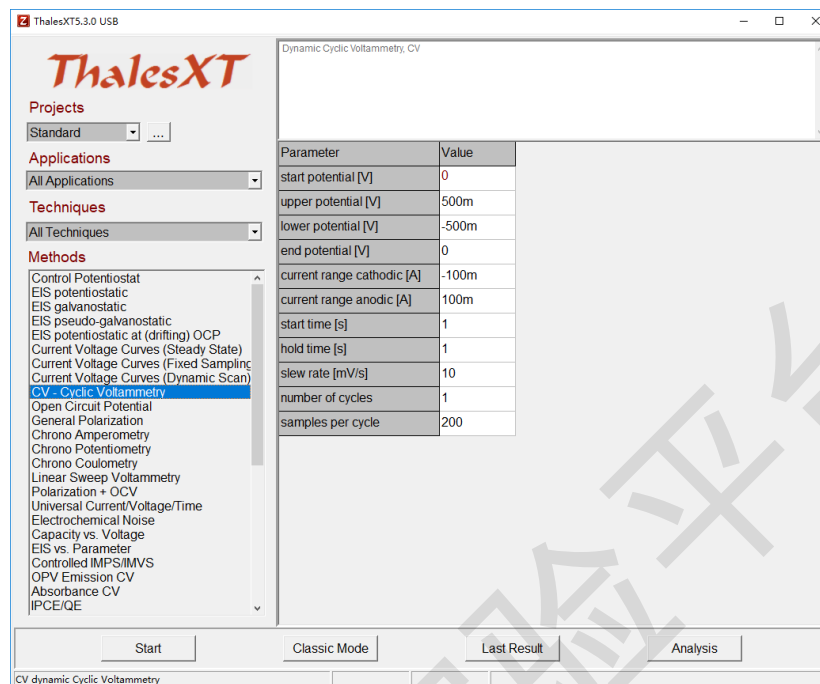


图 6-12

## (1) 参数设置

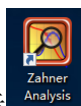
- a) Start potential[V]: 扫描的起始电压 (一般为扫描电压最低点或者开路电压)
- b) Upper potential[V]: 扫描的最高电压值
- c) Lower potential[V]: 扫描的最低电压
- d) End potential[V]: 扫描的终止电压 (一般为扫描电压最低点或者开路电压)
- e) current range cathodic[A]: 阴极电流范围
- f) current range anodic[A]: 阳极电流范围 (此处范围一般设置和实际测试电流值处于相同数量级; 在不明确时, 首次设置范围较大一些, 随后的测试中根据首次测量结果进行改进)
- g) start time [s]: 开始阶段停留时间, 为了稳定起始电位点。若 start potential 设置为扫描最低电压, 则一般设置为 5s 左右; 若设置为开路电压, 则设置为 1s 即可
- h) hold time[s]: 结束保持时间。一般设 1s, 方便后续选出一圈的数据, 也可设置为 0
- i) Slew rate [mV/s]: 扫描速率
- j) Number of cycles: 循环圈数

- k) **Samples per cycle:** 每一圈记录数据点数, 一般采点 100-200 点
- (2) 点击 **start** 开始测试, 测试过程中可以任意更改各个坐标轴的显示定义。
- (3) 保存数据

测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 **save measurement**, 选择相应的文件夹保存\*.isc 数据。

**TXT 列表数据的输出:** 点击 **Last Result** 按钮, 再点击 **export ASCII list—save list as textfile** 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 **C:\Thales\temp** 中有以测试时间点为文件名的 **txt** 文件, 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 **Zahner Analysis** 软件中查看)。



- (4) 点击  按钮进入分析界面, 执行分析。

### 6.3.9 Open Circuit Potential 开路电压测试 OCP

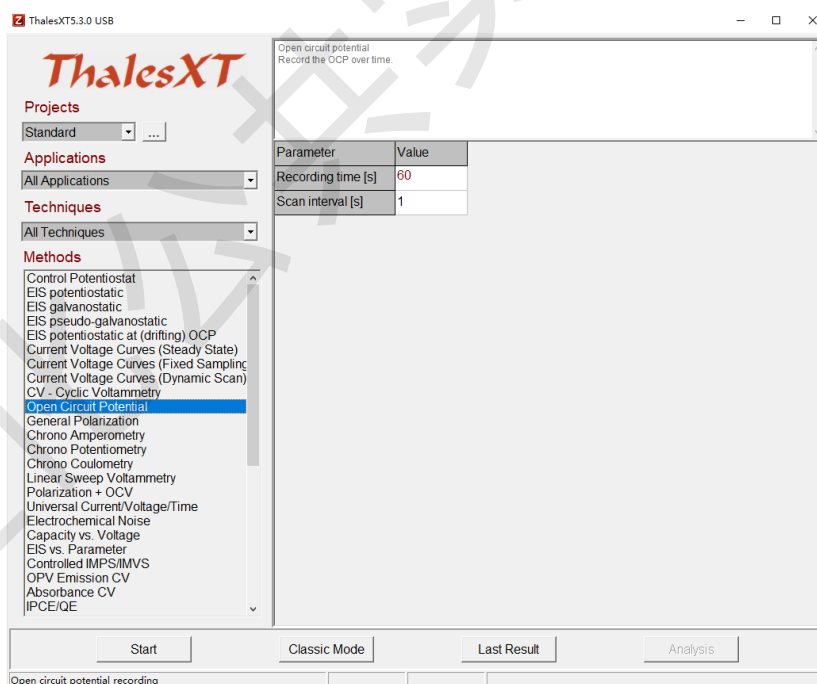


图 6-13

- (1) 参数设置
- a) **Recording time [s]:** 测试时间
- b) **Scan interval [s]:** 采点时间间隔

(2) 点击 **start** 开始测试, 记录开路电压数据; 测试过程中可以任意更改各个坐标轴的显示定义。

(3) 保存数据

测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 **save measurement**, 选择相应的文件夹保存\*.isw 数据。

**TXT 列表数据的输出:** 点击 **Last Result** 按钮, 再点击 **export ASCII list—save list as textfile** 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 C:\Thales\temp 中有以测试时间点为文件名的 txt 文件, 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 Zahner Analysis 软件中查看)。

(4) 对于此处的分析, 可直接在测试曲线和数据中读取分析。

### 6.3.10 General Polarization 一般极化测试

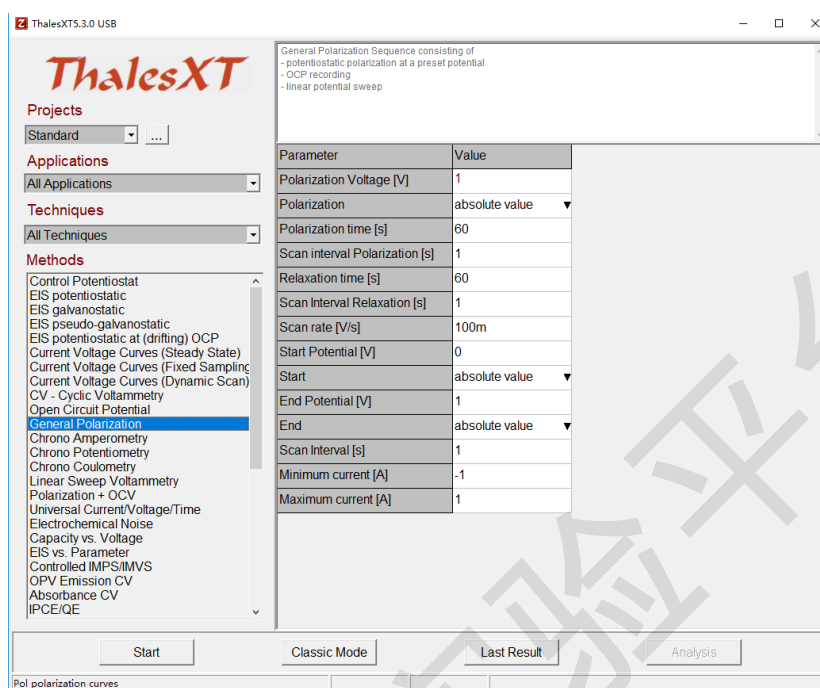


图 6-14

- (1) 参数设置
  - a) Polarization Voltage [V]: 单电位极化电压 (最大 15V)
  - b) Polarization: 极化电位参考点
  - c) absolute value: 绝对值 (常用); relative OCP: 相对于开路电位值
  - b) Polarization time [s]: 单电位电压加载时间
  - c) Scan Interval Polarization [s]: 采点间隔时间
  - d) Relaxation time [s]: 静止时间或者开路时间
  - e) Scan Interval Relaxation [s]: 开路电压采点间隔
  - f) Scan rate [V/s]: 扫描速率
  - g) Start Potential [V]: 扫描起始电压
  - h) Start: 扫描起始电压参考点
  - i) absolute value: 绝对值 (常用); relative OCP: 相对于开路电位值
  - j) End Potential [V]: 扫描终止电压
  - k) End: IV 扫描终止电压参考点
  - l) absolute value: 绝对值 (常用); relative OCP: 相对于开路电位值

- m) Scan interval [s]: 扫描采点时间间隔
- n) Minimum current [A]: 最小电流范围设置, 一般为实际测试的相同数量级。  
(在不明确时, 首次设置范围较大一些, 随后的测试中根据首次测量结果进行改进)
- o) Maximum current [A]: 最大电流范围设置, 一般为实际测试的相同数量级。  
(在不明确时, 首次设置范围较大一些, 随后的测试中根据首次测量结果进行改进)

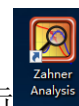
(2) 点击 **start**, 开始测试, 测试过程中可以任意更改各个坐标轴的显示定义。整个过程为: 单电位极化—开路电压测试—IV 曲线扫描。


### (3) 数据保存

测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 **save measurement**, 选择相应的文件夹保存\*.isw 数据。

**TXT 列表数据的输出:** 点击 **Last Result** 按钮, 再点击 **export ASCII list—save list as textfile** 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 **C:\Thales\temp** 中有以测试时间点为文件名的 txt 文件, 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 **Zahner Analysis** 软件中查看)。



(4) 分析过程可直接在数据中获取想要的数值。或点击  按钮进入分析界面, 同时打开多个数据叠加对比, 执行分析。



### 6.3.11 Chrono Amperometry 计时安培法

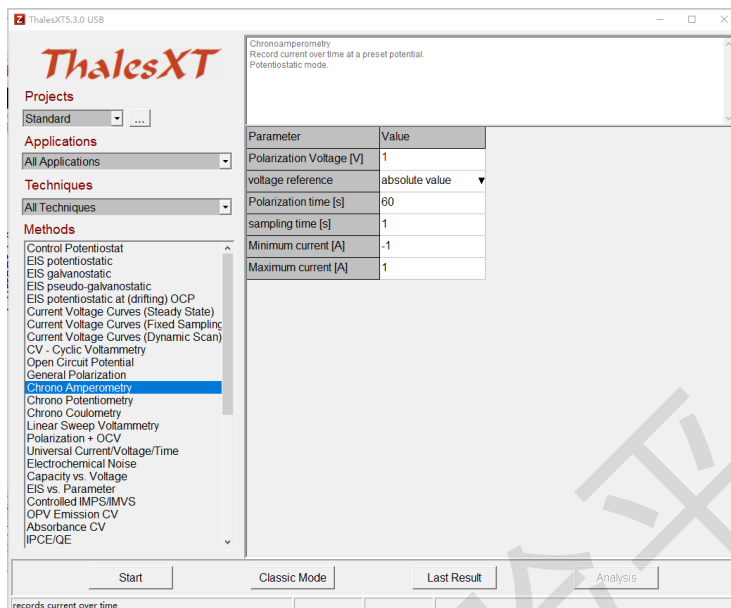


图 6-15

#### (1) 参数设置

- a) Polarization Voltage [V]: 极化电位值, 单电位
- b) Voltage reference: 电位参考点
- b) absolute value: 绝对值 (常用); relative OCP: 相对于开路电位值
- c) Polarization time [s]: 计时安培测试时间
- d) Sampling time [s]: 采点时间间隔
- e) Minimum current [A]: 最小电流范围设置, 一般为实际测试的相同数量级
- f) Maximum current [A]: 最大电流范围设置, 一般为实际测试的相同数量级

(2) 点击 start, 开始测试, 出现电流 VS 时间曲线。测试过程中可以任意更改各个坐标轴的显示定义。

#### (3) 数据保存

测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 save measurement, 选择相应的文件夹保存\*.isw 数据。

TXT 列表数据的输出: 点击 Last Result 按钮, 再点击 export ASCII list—save list as textfile 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 C:\Thales\temp 中有以测试时间点为文件名的 txt 文件, 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 Zahner Analysis 软件中查

看)。

(4) 可在图中直接读取电流值及转折点, 实现分析。

### 6.3.12 Chrono Potentiometry 计时电位法

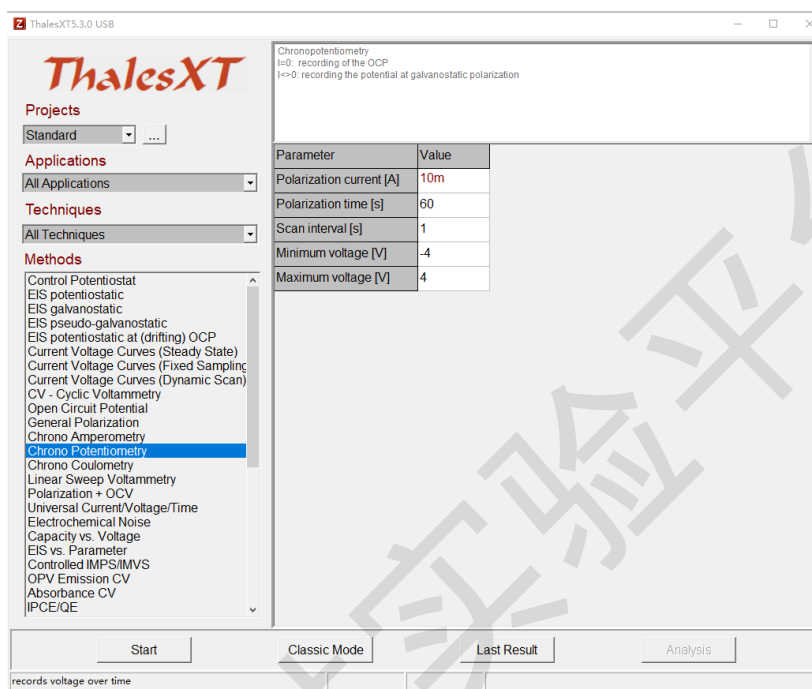


图 6-16

(1) 参数设置

- a) Polarization Current [A]: 极化电流值, 直流单电流
- b) Polarization time [s]: 计时电位测试时间
- c) Scan Interval [s]: 采点时间间隔
- d) Minimum Voltage [V]: 最小电压
- e) Maximum Voltage [V]: 最大电压

(2) 点击 start, 开始测试, 出现电压 VS 时间曲线。测试过程中可以任意更改各个坐标轴的显示定义。

(3) 数据保存

测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 save measurement, 选择相应的文件夹保存\*.isw 数据。

TXT 列表数据的输出: 点击 Last Result 按钮, 再点击 export ASCII list—save list as textfile 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 C:\Thales\temp 中有以测试时间点为文件名的 txt 文件, 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 Zahner Analysis 软件中查看)。

(4) 可根据电位值的变化情况直接进行分析判断。

### 6.3.13 Chrono Coulometry 计时库伦法

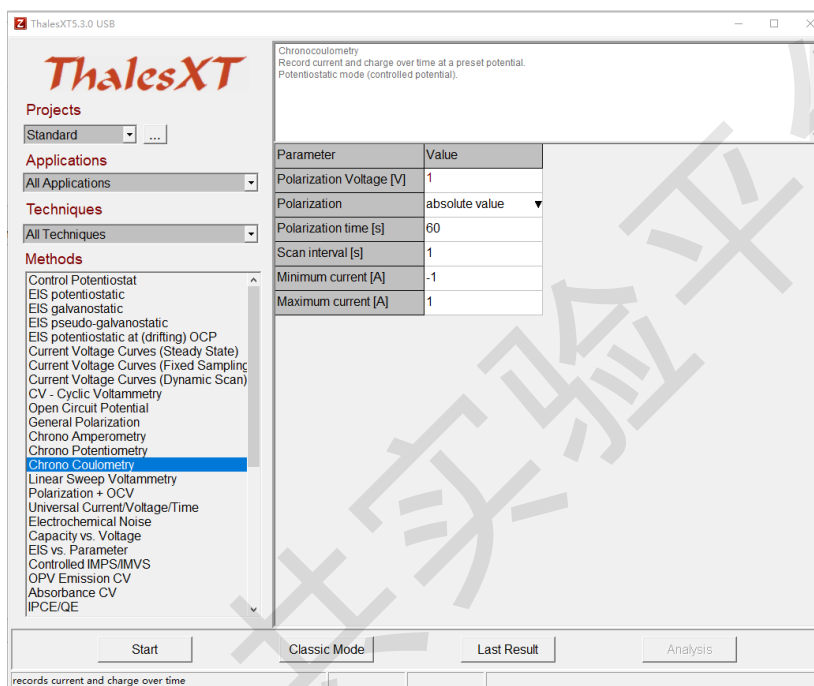


图 6-17

#### (1) 参数设置

- a) Polarization Voltage [V]: 极化电位值, 单电位。
- b) Polarization: 电位参考点;
  - b) absolute value: 绝对值 (常用); relative OCP: 相对于开路电位值
- c) Polarization time [s]: 计时安培测试时间
- d) Scan Interval [s]: 采点时间间隔
- e) Minimum current [A]: 最小电流范围设置, 一般为实际测试的相同数量级
- f) Maximum current [A]: 最大电流范围设置, 一般为实际测试的相同数量级

(2) 点击 start, 开始测试, 出现电流 VS 时间曲线。测试过程中可以任意更改各个坐标轴的显示定义。

#### (3) 数据保存

测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 **save measurement**, 选择相应的文件夹保存\*.isw 数据。

**TXT 列表数据的输出:** 点击 **Last Result** 按钮, 再点击 **export ASCII list—save list as textfile** 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 C:\Thales\temp 中有以测试时间点为文件名的 txt 文件, 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 Zahner Analysis 软件中查看)。

(4) 可在图中直接读取电流值及转折点, 实现分析。

### 6.3.14 Linear Sweep Voltammetry 线性扫描伏安法

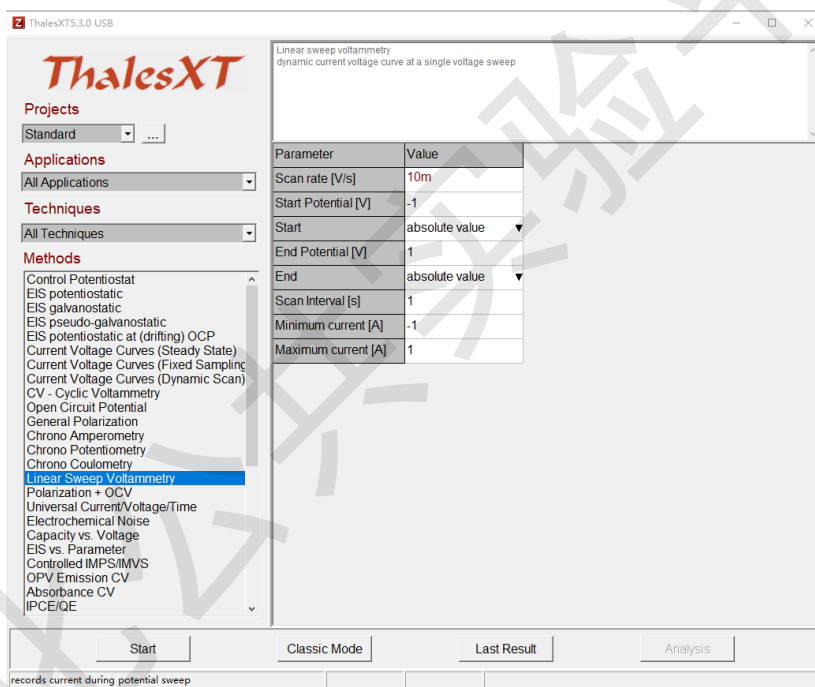


图 6-18

#### (1) 参数设置

- a) Scan rate [V/s]: 扫描速率
- b) Start Potential [V]: 扫描起始电位
- c) Start (absolute value or relative to OCP): 开始设置值为绝对值或者相对于开路电位为参考点设置的 (常用 absolute value; 采用 Tafel 曲线时, 选择 relative to OCP)
- d) End Potential [V]: 扫描终止电位

- e) End (absolute value or relative to OCP): 开始设置值为绝对值或者相对于开路电位为参考点设置的
  - f) Scan Interval [s]: 采点时间间隔
  - g) Minimum current [A]: 最小电流范围设置, 一般为实际测试的相同数量级
  - h) Maximum current [A]: 最大电流范围设置, 一般为实际测试的相同数量级
- (2) 点击 start, 开始测试。测试过程中可以任意更改各个坐标轴的显示定义。
- (3) 数据保存

测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 save measurement, 选择相应的文件夹保存\*.isw 数据。

TXT 列表数据的输出: 点击 Last Result 按钮, 再点击 export ASCII list—save list as textfile 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 C:\Thales\temp 中有以测试时间点为文件名的 txt 文件, 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 Zahner Analysis 软件中查看)。

(4) 分析: 一般输出数据做拐点的切线看电位区间, 或直接读取拐点、氧化峰或者还原峰等。

### 6.3.15 Polarization + OCV 单点位极化 + 开路电位记录

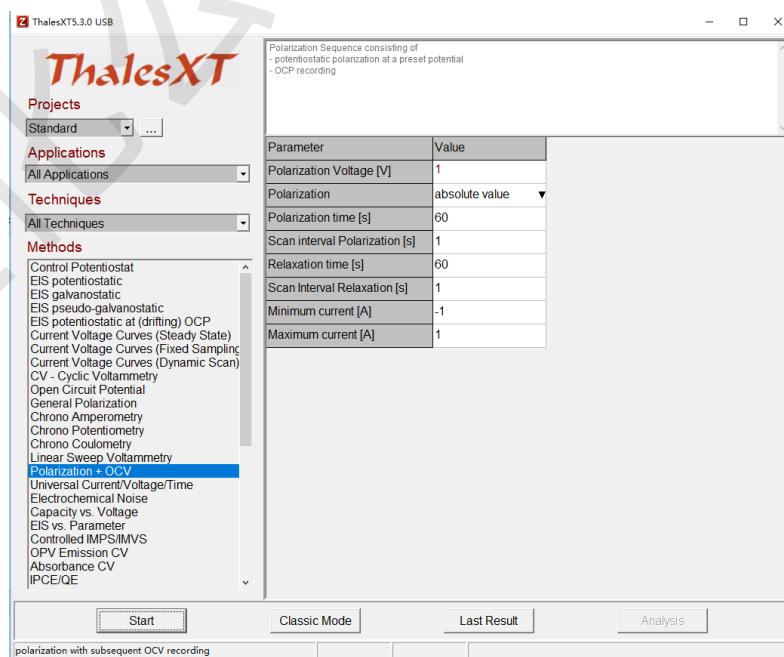


图 6-19

### (1) 参数设置

- a) Polarization Voltage [V]: 静电位极化电压值, 根据实际需求设置
- b) Polarization: 极化电位的参考点:
  - b) absolute value: 相对于绝对值; relative to OCP: 相对于开路电压
- c) Polarization time [s]: 极化加载的时间
- d) Scan interval Polarization[s]: 采点间隔时间
- e) Relaxation time [s]: 测试开路电压的时间
- f) Scan interval Relaxation [s]: 开路电压采点间隔时间
- g) Minimum current [A]: 最小电流范围, 根据实际情况设置到相同数量级
- h) Maximum current [A]: 最大电流范围, 根据实际情况设置到相同数量级

(2) 点击 start, 开始测试。曲线为: 电流 vs 时间图 + 电压 vs 时间图。

### (3) 数据保存

测试完成后, 点击保存按钮或右击选择 save measurement, 选择相应的文件夹保存\*.isw 数据。

TXT 列表数据的输出: 点击 Last Result 按钮, 再点击 export ASCII list—save list as textfile 选择相应文件夹输出保存。

除选定文件夹保存外, 在 C:\Thales\temp 中有以测试时间点为文件名的 txt 文件, 即为当前测试的列表数据 (为自动保存的情况, 不可导入 Zahner Analysis 软件中查看)。

(4) 分析: 叠加对比或者根据图中的电流电压变化判定结果。本测试方法适用于电沉积、电解加工等方向应用。

## 7. 相关/支撑性文件

7.1. Q/WU FLHR001 文件编写规范

## 8. 记录

Q/WU FLHS028 同步热分析仪-差示扫描量热仪使用记录表 V1.0

