

● CS 系列电化学工作站

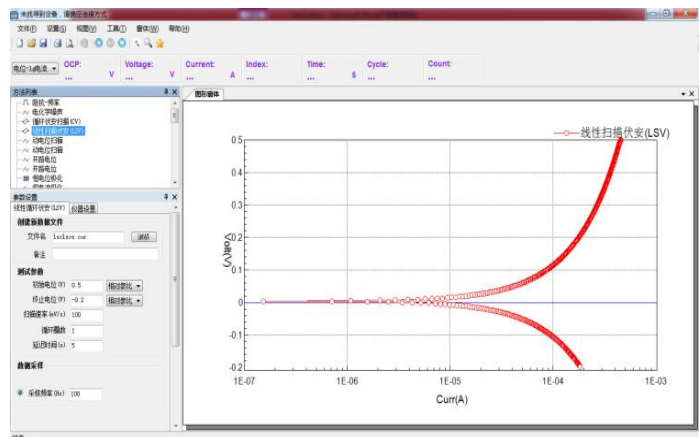
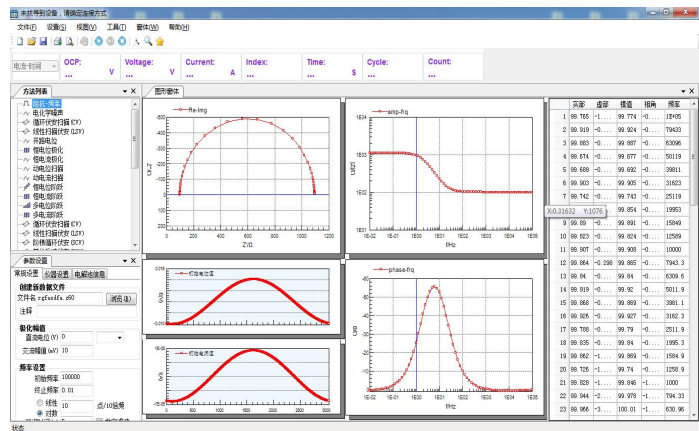
CS 高槽压电化学工作站采用全浮地式设计，具有出色的稳定性和精确度，先进的硬件和功能完善的软件，为涉及能源、材料、生命科学、环保等领域的科技工作者提供了优秀的科研平台。应用领域包括：



- (1) 电合成、电沉积（电镀）、阳极氧化、电解等反应机理研究；
- (2) 电化学分析研究；
- (3) 能源材料（锂离子电池、太阳能电池、燃料动力电池和超级电容器等）、先进功能材料以及传感器的性能研究；
- (4) 金属材料的腐蚀行为研究与耐蚀性评价；
- (5) 缓蚀剂、水质稳定剂、涂层以及阴极保护效率的快速评价。

1.1. 硬件特点

- ◇ 双通道相关分析器和双通道高速 16bit / 高精度 24bit AD 转换器
- ◇ 内置 FRA 频响分析仪，频率范围 10 μ Hz ~ 1MHz
- ◇ 高带宽高输入阻抗的放大器
- ◇ 内置 FPGA DDS 信号合成器
- ◇ 高功率恒电位仪/恒电流仪/零电阻电流计
- ◇ 电压控制范围： $\pm 10V$ ，槽压为 $\pm 30V$
- ◇ 电流控制范围： $\pm 2.0A$
- ◇ 电位分辨率：10 μ V，电流分辨率：1pA



1.2. 软件特点

◇ 数据分析

伏安曲线的平滑、积分和微分运算，计算各氧化还原峰的峰高、峰面积和峰电位等；极化曲线的三参数或四参数动力学解析，计算 Tafel 斜率 ba ， bc ，腐蚀电流密度 $icorr$ ，极限扩散电流、极化电阻 R_p 和腐蚀速率等，还可由电化学噪声谱计算功率谱密度、噪声电阻 R_n 和谱噪声电阻 $R_{sn}(f)$ 。

◇ 实时存储

CorrTest 实时存储测量数据，即使因断电导致测试中断，中断之前的数据也会自动保存。

◇ 定时测量

CorrTest 测试软件具有定时测量功能，对于某些需要研究体系随时间变化特征时，可提前设好测试参数与间隔时间，让仪器在无人值守下自动定时测量，提高实验效率。

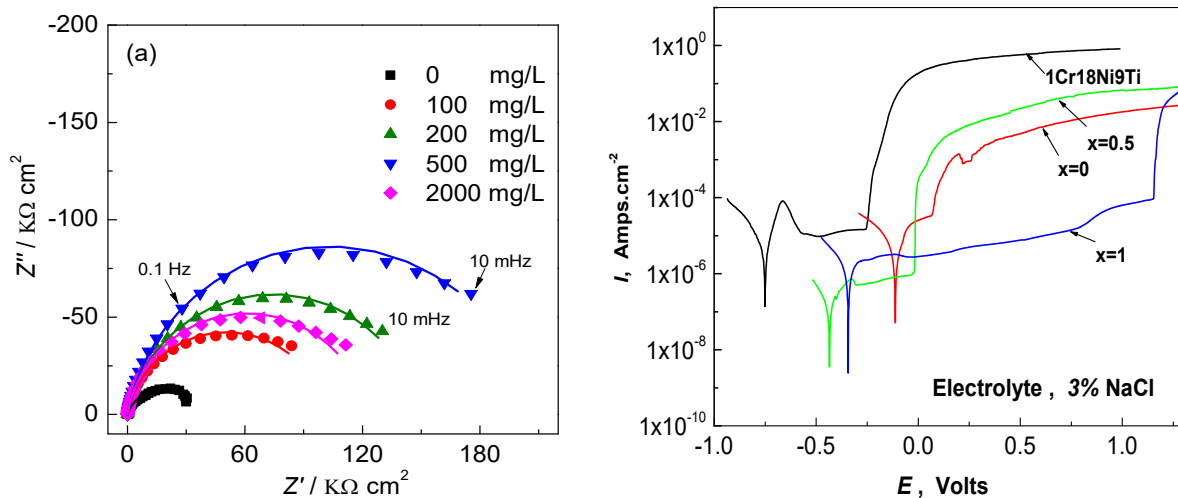
1.3. 技术优势

◇ 交流阻抗

仪器采用相关积分算法和双通道同步过采样技术，具有较强的抗干扰能力，尤其适合于涂层、混凝土等高阻体系 ($>109\Omega$) 的交流阻抗测量，也可用于 Mott-Schottky 曲线和微分电容曲线绘制。软件能实时显示开路电位，用户无需输入，即可输出准确的极化过电位。

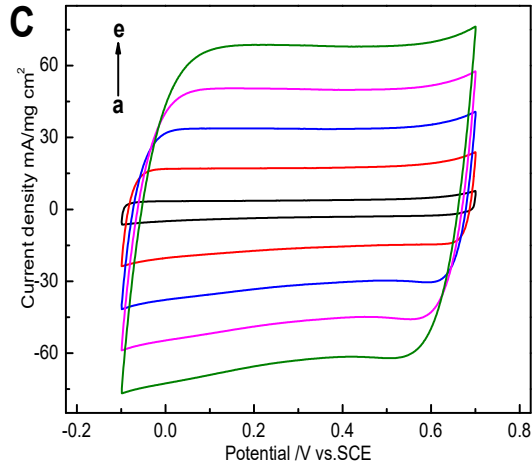
◇ 极化曲线

具有线性极化和 Tafel 极化曲线测量功能，用户可设定循环极化曲线的阳极回扫电流（钝化膜击穿电流），来确定材料的点蚀电位和保护电位，评价晶间腐蚀敏感性。软件采用非线性拟合算法解析极化曲线，可用于材料耐蚀性和缓蚀剂性能的快速评价。

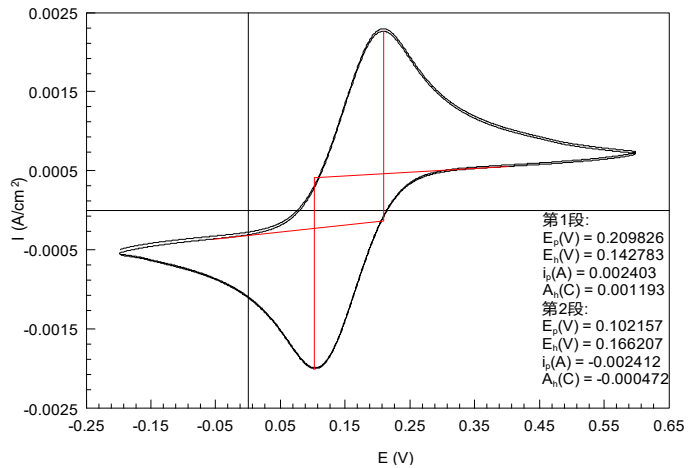


◇ 伏安分析

能完成线性扫描伏安 (LSV)、循环伏安 (CV)、阶梯伏安 (SCV)、方波伏安 (SWV)、差分脉冲伏安 (DPV)、交流伏安 (ACV)、溶出伏安等多种电分析方法, 集成峰面积、峰电流计算和标准曲线分析功能。



聚吡咯超级电容器在 0.5 mol/L H₂SO₄ 溶液中的 CV 曲线



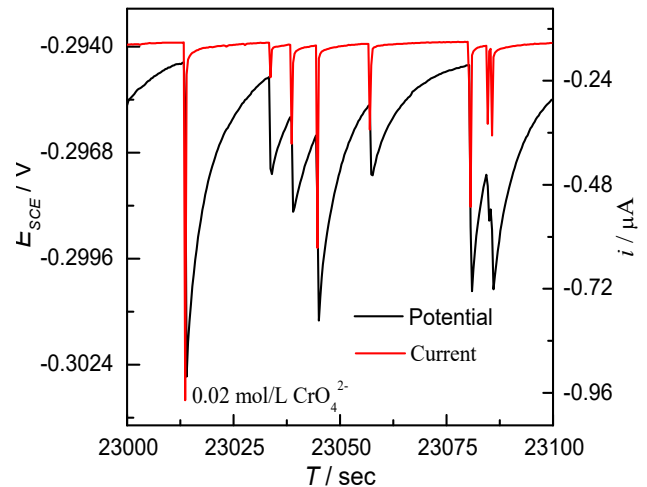
铂电极在 3 mmol/L K₄[Fe(CN)₆] + 0.4 mol/L KCl 溶液中的 CV 曲线 (100mV/s)

◇ 电化学噪声

采用高阻跟随器和零阻电流计测量腐蚀体系自发的电位与电流波动, 可用于点蚀、电偶腐蚀、缝隙腐蚀和应力腐蚀开裂等局部腐蚀研究。通过噪声谱分析, 可评估亚稳态蚀点或裂纹的诱导、生长和死亡过程。基于噪声电阻和点蚀指数计算, 也可用于局部腐蚀监测。

◇ 全浮地测量

CS 系列电化学工作站采用全浮地式工作电极, 可用于工作电极本身接地体系的电化学研究, 如用于高压釜电化学测试 (釜体接地), 大地中金属构件 (桥梁、混凝土钢筋) 的在线腐蚀研究等。



◇ 正反馈 IR 补偿

启动 IR 补偿后, 电化学工作站会增加一个额外模拟反馈路径, 通过测量电解池电流, 启用正反馈补偿, 硬件电路增加反馈信号, 自动对 R_s 上的压降进行补偿。

◇ 自定义方法

支持用户自定义组合测量，用户可以设定定时循环进行某一测试方法或多种方法的组合测试，用于无人值守下的定时自动测量；

提供 API 通用接口函数和开发实例，方便用户二次开发和自定义测试方法；

提供用户自定义脚本编写范例，用于实现您独特的电化学实验技术。

● 仪器配置

- 1) 仪器主机 1 台
- 2) CS Studio 测试与分析软件 1 套
- 3) 模拟电解池 1 个
- 4) 电源线/USB 数据线各 1 条
- 5) 电极电缆线 1 条
- 6) 电脑（选配*）

● 技术指标与功能方法

表 1. 硬件参数指标

恒电位控制范围：±10V	恒电流控制范围：±2.0A
电位控制精度：0.1%×满量程读数±1mV	电流控制精度：0.1%×满量程读数
电位灵敏度：10μV(>100Hz), 3μV(<10Hz)	电流灵敏度：<1pA
电位上升时间：< 1μS(<10mA), <10μS(<2A)	电流量程：2A~2nA, 共 10 档
参比电极输入阻抗：10 ¹² Ω 20pF	最大输出电流：2.0A
槽压输出：±30V	电流扫描增量：1mA @1A/mS
CV 和 LSV 扫描速度：0.001mV~10000V/s	电位扫描电位增量：0.076mV @1V/mS
CA 和 CC 脉冲宽度：0.0001~65000s	DPV 和 NPV 脉冲宽度：0.0001~1000s
SWV 频率：0.001~100KHz	CV 的最小电位增量：0.020mV
AD 数据采集：16bit@1MHz, 20bit @1kHz	电流与电位量程：自动设置
DA 分辨率：16bit, 建立时间：1μS	低通滤波器：8 段可编程
通讯接口：USB2.0	仪器重量：7.6Kg
外形尺寸（cm）：36.4(W)*32.0(D)*13.8(H)	

表 2. 电化学阻抗测量指标

信号发生器	
频率响应: 10 μ Hz~1MHz	交流信号幅值: 1mV~2500mV
频率精确度: 0.005%	直流偏压: -10V~+10V
DDS 输出阻抗: 50 Ω	波形: 正弦波, 三角波, 方波
正弦波失真率: <1%	扫描方式: 对数/线性, 增加/下降
信号分辨率: 0.1mV RMS	
信号分析器	
最大积分时间: 10 ⁶ 个循环或者 10 ⁵ S	测量时间延迟: 0~10 ⁵ 秒
最小积分时间: 10mS 或者一个循环的最长时间	
直流偏置补偿	
电位补偿范围: -10V~+10V	电流补偿范围: -1A~+1A
带宽调整: 自动或手动设置, 共 8 级可调	

表 3. CS 系列不同型号功能方法比较

功能方法		CS150MA	CS300MA	CS310MA	CS350MA
稳态极化	开路电位测量 (OCP)	●	●	●	●
	恒电位极化 (i-t 曲线)	●	●	●	●
	恒电流极化	●	●	●	●
	动电位扫描 (TAFEL 曲线)	●	●	●	●
	动电流扫描 (DGP)	●	●	●	●
	电位扫描-阶跃	●	●	●	●
暂态极化	任意恒电位阶梯波	●	●	●	●
	任意恒电流阶梯波	●	●	●	●
	恒电位阶跃 (VSTEP)	●	●	●	●
	恒电流阶跃 (ISTEP)	●	●	●	●
计时分析	计时电位法 (CP)	●	●	●	●
	计时电流法 (CA)	●	●	●	●
	计时电量法 (CC)	●	●	●	●
伏安分析	线性扫描伏安法 (LSV) #	●	●	●	●
	线性循环伏安法 (CV)	●	●	●	●
	阶梯循环伏安法 (SCV) #		●		●
	方波伏安法 (SWV) #		●		●
	差分脉冲伏安法 (DPV) #		●		●
	常规脉冲伏安法 (NPV) #		●		●
	常规差分脉冲伏安法 (DNPV) #		●		●
	差分脉冲电流检测法 (DPA)		●		●
	双差分脉冲电流检测法 (DDPA)		●		●
	三脉冲电流检测法 (TPA)		●		●
	积分脉冲电流检测法 (IPAD)		●		●
	交流伏安法 (ACV) #		●		●
	二次谐波交流伏安 (SHACV)		●		●
	傅里叶变换交流伏安 (FTACV)		●		●
溶出伏安	电位溶出分析 (PSA)		●		●
	线性扫描溶出伏安 (LSSV)		●		●
	阶梯溶出伏安 (SCSV)		●		●
	方波溶出伏安 (SWSV)		●		●
	差分脉冲溶出伏安 (DPSV)		●		●
	常规脉冲溶出伏安 (NPSV)		●		●
	差分常规脉冲溶出伏安 (DNPSV)		●		●
交流阻抗	电化学阻抗 (EIS) ~ 频率扫描			●	●
	电化学阻抗 (EIS) ~ 时间扫描			●	●
	电化学阻抗 (EIS) ~ 电位扫描			●	●
	恒电流阻抗测试			●	●
电池测试	电池充放电测试	●	●	●	●
	恒电流充放电 (GCD)	●	●	●	●
	恒电位间歇滴定技术 (PITT)	●	●	●	●
	恒电流间歇滴定技术 (GITT)	●	●	●	●
扩展测量	电化学噪声 (EN)	●	●	●	●
	电偶腐蚀测量 (ZRA)	●	●	●	●
	控制电位电解库伦法 (BE)	●	●	●	●
	动电位再活化法 (EPR)	●	●	●	●
	溶液电阻测量	●	●	●	●
循环极化曲线 (CPP)	●	●	●	●	