

● CS 大电流系列电化学工作站

CS 大电流系列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) 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;

(2) 电合成、电沉积 (电镀)、阳极氧化、电解等反应机理研究;

(3) 电化学分析研究;

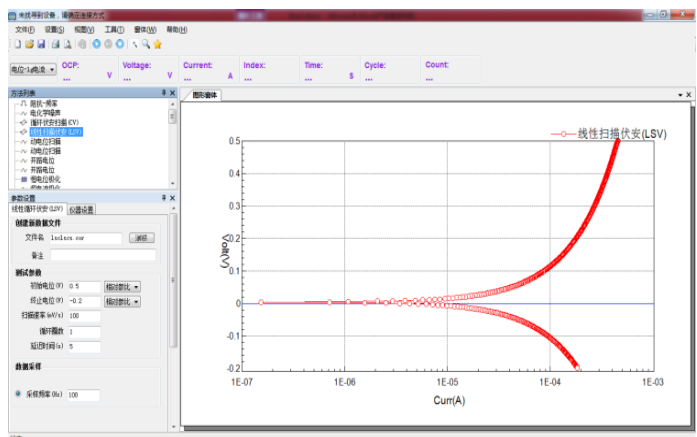
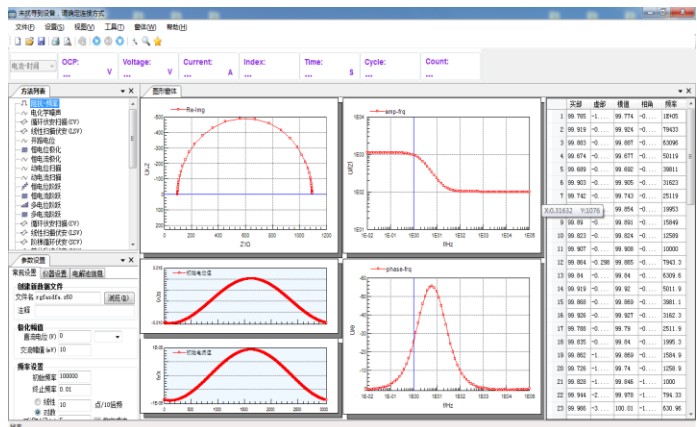
(4) 金属材料的腐蚀行为研究与耐蚀性评价;

(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 $\pm 13V$
- ◇ 电流控制范围: $\pm 5.0A$
- ◇ 电位分辨率: 10 μ V
- ◇ 电流分辨率: 10pA



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 b_a , b_c , 腐蚀电流密度 i_{corr} , 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

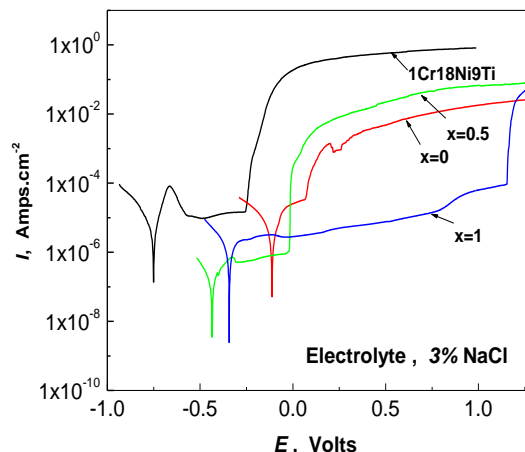
◇ 交流阻抗

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, 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。

具有恒流阻抗测试功能, 尤其适合于 18650、软包电池等超低阻储能器件的交流阻抗测量, 也可用于 Mott-Schottky 曲线和微分电容曲线绘制。

◇ 极化曲线

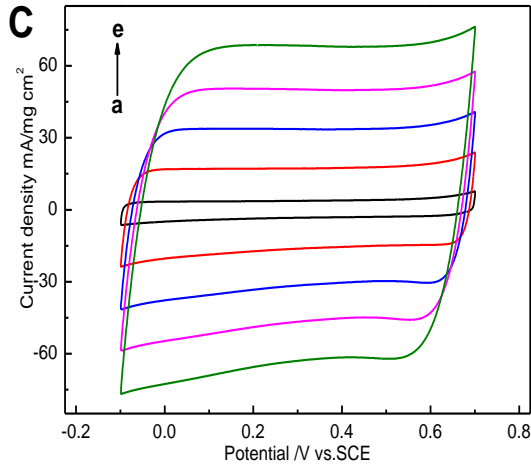
具有线性极化和 Tafel 极化曲线测量功能, 用户可设定循环极化曲线的阳极回扫电流 (钝化膜击穿电流), 来确定材料的点蚀电位和保护电位, 评价晶间腐蚀敏感性。软件采用非线性拟合算法解析极化曲线, 可用于材料耐蚀性和缓蚀剂性能的快速评价。



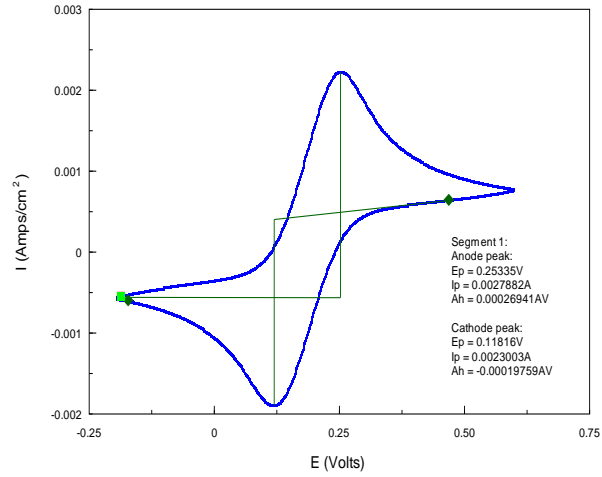
钛基非晶态合金和不锈钢在 3%NaCl 溶液中的动电位极化曲线, 扫描速率为 1mV/s

◇ 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。



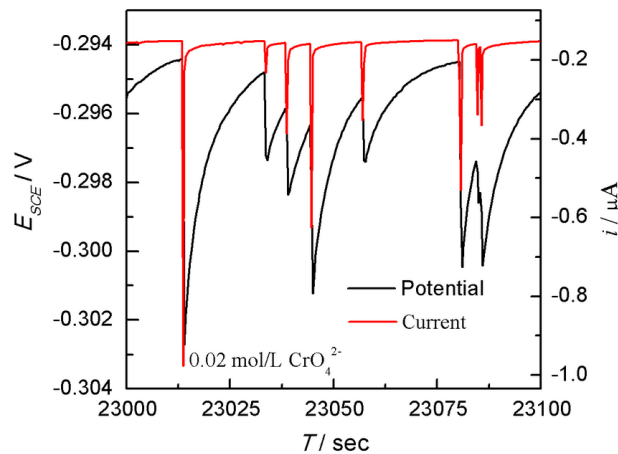
聚吡咯超级电容器在 0.5 mol/L H₂SO₄ 溶液中的 CV 曲线



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) 电源线/USB 数据线各 1 条
- 4) 电极电缆线 1 条
- 5) 模拟电解池 1 个
- 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: $\pm 10V$	恒电流控制范围: $\pm 5.0A$
电位控制精度: $0.1\% \times \text{满量程读数} \pm 1mV$	电流控制精度: $0.1\% \times \text{满量程读数}$
电位灵敏度: $10\mu V$	电流灵敏度: $10pA$
电位上升时间: $< 1\mu S (< 10mA), < 10\mu S (< 5A)$	电流量程: $5A \sim 200pA$, 共 12 档
参比电极输入阻抗: $10^{12}\Omega \parallel 20pF$	最大输出电流: $5.0A$
槽压输出: $\pm 13V$	电流扫描增量: $1mA @ 1A/mS$
CV 和 LSV 扫描速度: $0.001mV \sim 10V/s$	电位扫描电位增量: $0.076mV @ 1V/mS$
CA 和 CC 脉冲宽度: $0.0001 \sim 65000s$	DPV 和 NPV 脉冲宽度: $0.0001 \sim 1000s$
SWV 频率: $0.001 \sim 100KHz$	CV 的最小电位增量: $0.075mV$
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: $1\mu S$	低通滤波器: 8 段可编程
通讯接口: USB2.0	仪器重量: $8Kg$
外形尺寸 (cm): $36.4(W) \times 38.4(D) \times 13.8 (H)$	

表 2. 电化学阻抗测量指标

信号发生器	
频率响应: $10\mu Hz \sim 1MHz$	交流信号幅值: $1mV \sim 2500mV$
频率精确度: 0.005%	信号分辨率: $0.1mV RMS$
直流偏压: $-10V \sim +10V$	
DDS 输出阻抗: 50Ω	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: $0 \sim 10^5$ 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: $-10V \sim +10V$	电流补偿范围: $-1A \sim +1A$
带宽调整: 自动或手动设置, 共 8 级可调	

表 3. CS 大电流系列不同型号功能方法比较

功能方法		CS1150	CS1350
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 (SSF)		●
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)		●
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		●
充放电测试	电池充放电测试	●	●
	恒电流充放电	●	●
	恒电位充放电	●	●
	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)	●	●
	电化学溶解/沉积	●	●
	控制电位电解库仑法 (BE)	●	●
	溶液电阻测量	●	●
	循环极化曲线 (CPP)	●	●