

GAMRY 电化学工作站



Reference 3000™

Potentiostat/Galvanostat/ZRA





高性能电化学工作站

双输出功率模式

灵活选择:3A/15V 或者 1.5A/32V 模式。

本底噪声 < 10 $\mu\text{V rms}$

Reference3000 本底噪声是当前研究级恒电位仪中是最低的。

宽电流范围

输出电流范围 3A - 300pA, 共 11 个量程。

3段增强量程, 动态电流范围扩展

使用x100增益方法, 可获得3pA的输出电流。

最低电流分辨率为100 aA

100 aA (1×10^{-16} A)适用于低电流方面研究。

3.5段 10位段动态电压测量

使用x400增益方法, 可以获得范围为30 mV到12 V的输出电压。

电隔离

浮地设置, 适合电极接地的实验, 电源系统和信号通讯系统隔离。

优越超前的精度

输入阻抗 $> 10^{14} \Omega$, 电容 $< 0.2\text{pF}$, 输入电流 $< 10\text{pA}$

高性能阻抗测试

交流阻抗测试, 频率范围: 10uHz - 1MHz, 误差 $< 1\%$ 。

多通道恒电位仪系统

一台电脑可控制多达24台Reference 3000。

辅助的高槽压, 静电计

槽压32 V, 是电池堆测试的最好选择。

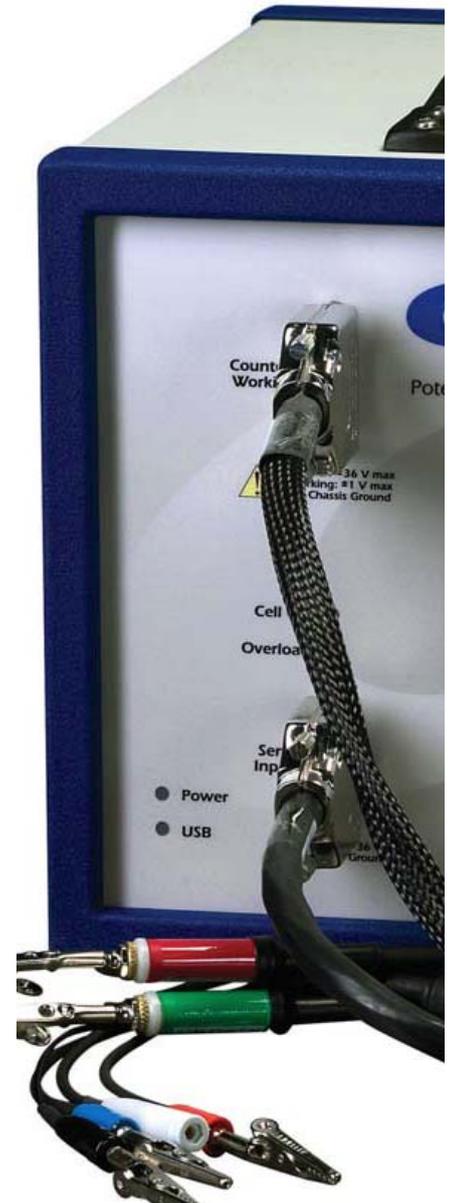
选件:

8-通道辅助静电计

它适合用来测试电池堆中的每个电池电压和多电池电压。

30A 电流放大器

最新一代的高功率电化学硬件设备, 测量阻抗小于 $10\mu\Omega$ 或更低。





Reference3000™ 概述

Reference 3000延续了Gamry的高性能、经济实用的传统，是集恒电位仪/恒电流仪/零阻抗静电计为一体的电化学工作站，能够满足绝大多数电化学研究者的需要。

Reference3000 拥有宽的槽压，11 个量程，输出电流范围为 300pA - 3A，足以满足实验室中全方位的电化学测试。使用 x100 增益方法可获得 3pA 最低电流。



Reference3000 可作为恒电位仪/恒电流仪/零电阻电流计/频率响应分析仪设备来操作，能简便地实现 2-、3-、4-电极体系的测量以及双参比电极膜的测量。

和Reference 600恒电位仪一样，Reference3000拥有的高级功能能满足现代化实验室的需求，如：

- 浮地设置
- 全增益与偏移控制的第三通道辅助输入
- 热电偶温度检测
- 两种补偿方式：电流截断和正反馈iR 补偿
- 嵌入式浮点处理器
- 辅助模拟输出和数字输入/输出
- 外部信号输入，电流、电位输出

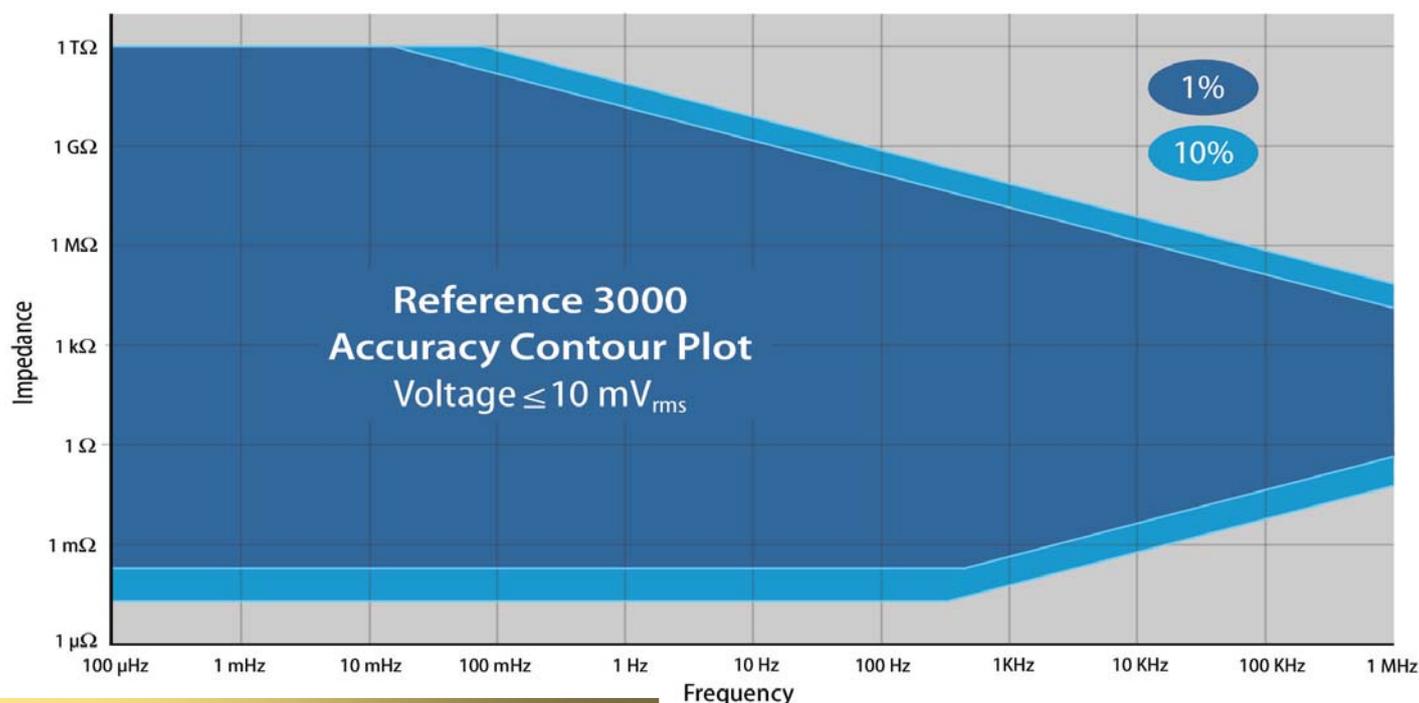
Reference3000重量仅7 kg，携带方便，外形美观，尺寸小巧，方便摆放，可通过符合产业标准的USB线轻松连接到实验室用计算机或笔记本电脑上。

Reference3000在电池、电镀、燃料电池、电解沉积、超级电容器、工业电解等在大电流方面的应用和腐蚀、生物电化学、传感器、物理电化学、涂料、微电极的研究等小电流方面的应用都有优异的表现。



Reference 3000 Specifications

下图是 Reference3000 阻抗精度图：



内置 EIS 交流阻抗谱测试及分析仪

每台 Reference 3000 都能进行 EIS 测试。

- 仪器内置的直接数字合成电路能得到 10Hz 以上的单一频率正弦波；
- 使用双数/模转换器技术，可合成直流到 1kHz 的单频正弦波和快速实现多频正弦波技术；
- 通过设置增益与偏移可使仪器能够在大的直流信号背景上检测小的交流信号。
- 因此，Reference 3000 能够实现从高阻抗涂层到低阻抗超级电容器的阻抗测试。

超高分辨率

Reference 3000 的所有数据转换器（包括数/模、模/数）都为 16 位，并且波形发生、采样及数据处理速度都可达到 300kHz，使用增益与偏移电子技术可达到相当于 22 位的分辨率。若重复采样平均还可得到更高的分辨率。

领先的设计

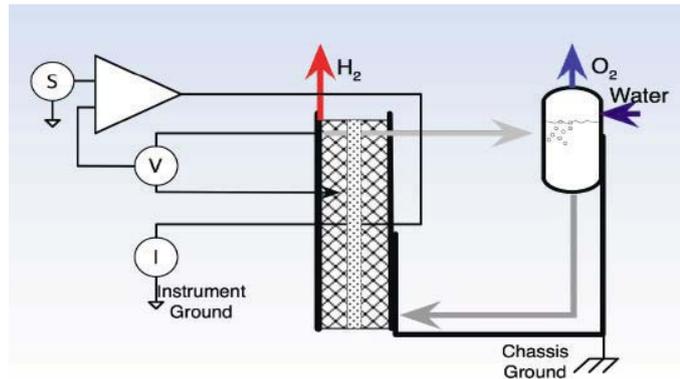
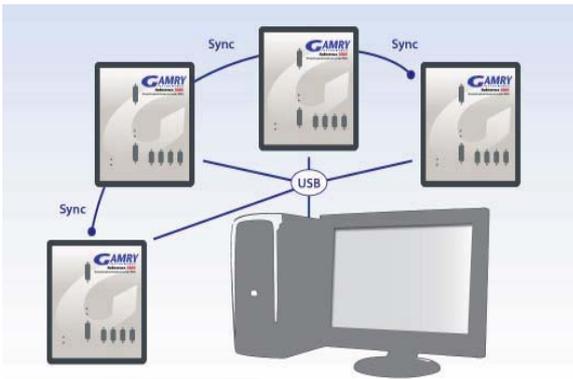
与普通的恒电位仪相比，Reference 3000 利用低电感设计（包括电缆线、接头），能很好地超越感应极限；与 Gamry 高阻抗恒电位仪的传统设计相结合，Reference 3000 对小电流的测试也能得到非常满意的结果。因此，Reference 3000 可以精确测量 1MHz 范围。

低噪音

Reference 3000 采用最佳的电子设计，本底噪音 $< 10 \mu\text{V}_{\text{rms}}$ ，若通过高速采样和取平均值的方法噪音会降低至 $1 \mu\text{V}_{\text{rms}}$ ，是当前研究级恒电位仪中最低的。



一台计算机通过USB路由器可以连接多达24台Reference 3000电化学工作站，可以同时使用并各自进行不同的实验。与传统的多通道恒电位仪不同，这样每一台仪器可以尽量接近电化学池，电极连接起来简单并可以获得良好的性能。



高压静电计

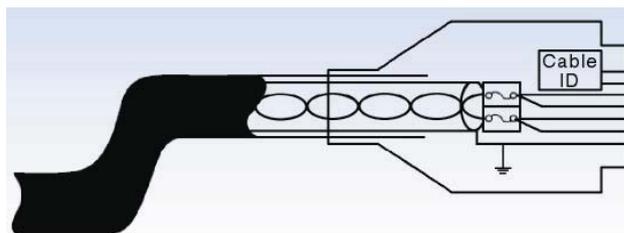
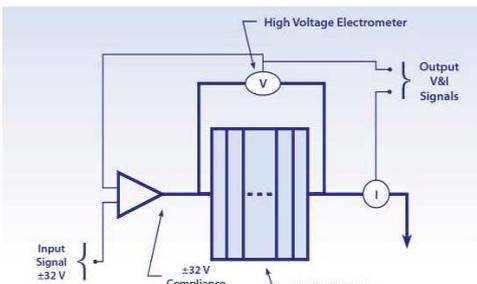
Reference 3000继承了Gamry的创新传统，并增加了新的电池堆测试功能，Reference 3000除标准的静电计外，还能使用高压静电计去测量和控制电池组电压，其输出电压可以高达32V。高压静电计与八通道辅助静电计结合，既可以测试电池组中的每一个电池也可对电池组整体测试。

电隔离和浮地技术

和Gamry系列的其他恒电位仪一样，Reference 3000 与交流电源线之间是电隔离的。变压器的设计尽量减小电容耦合和直流泄漏，达到最大程度的与地隔离。另外，Reference 3000数据输入/输出端口和USB接口都采用了浮地隔离技术。

智能电级引线

标准的Reference 3000电级引线具有内部编码，连接后主机自动识别。校准数据贮存在主机内部而不是在计算机里，所以当主机连接不同电脑时无需重新校准。每一成套电级引线都是单独校准过的，更换电级引线时，也无需Reference 3000重新校准。





八通道辅助静电计

多点测量...

辅助静电计选件为Reference 3000带来一系列新的测试功能。

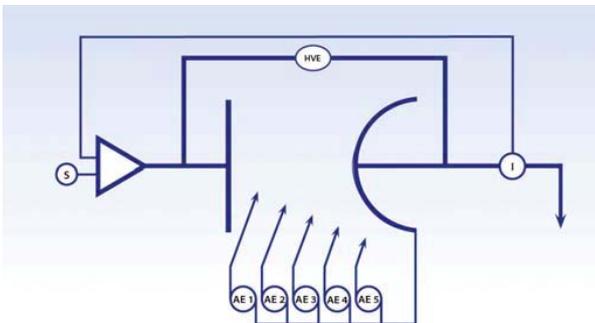
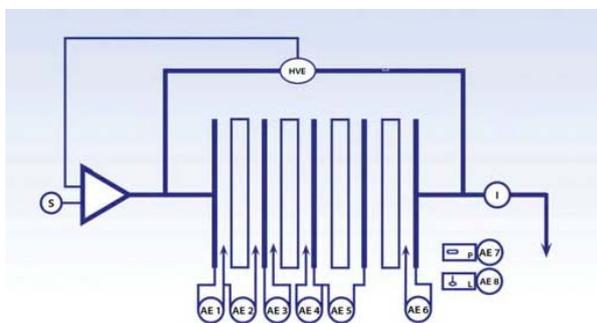
8个附加的静电计能够监测电池堆中的单个电池：

- 半电池电位
- 全电池电位
- 单个电池电压降
- 节点电位降
- 隔离点电压降



宽动态范围...

槽压为+32~-32V，每个辅助静电计通道都可以测量一个独立的±5V跨度。



EIS测试

Gamry的辅助静电计技术并不是只能用在检测直流信号上，每个静电计都可以测量出高达100kHz的交流阻抗谱，能够同时获得同一个电池组中8只单电池的单个电化学阻抗谱，可以诊断电池堆中任何一个电池什么时候和为什么性能下降。



智能Reference 30K大功率电化学工作站

无论是测试储能体系如燃料电池、先进蓄电池、超级电容等，还是测试传统大功率电化学体系如电镀层、工业电解等，Reference 30K大电流放大器选件都能准确地进行测量。Reference 3000连接上30A增流器时，可以增大输出电流的范围，在电压高达+20 V时电流范围增大为+30A ~ -30A。

在低电压极限-2.5V时，可以使电池能完全放电甚至其极性可以转换。Reference 3000与30A增流器组成联合使用，可以在±3mA到±30A范围内有5个电流范围可选。

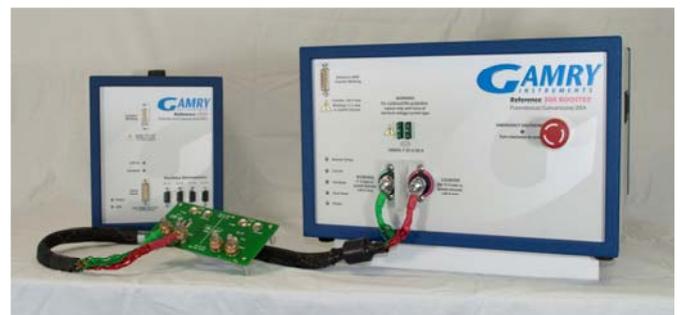
操作	
模式	Pstat,Gstat,ZRA, RA
机构认证	CE
直流特征	
槽压	+20 V , -2.5 V
输出电流	± 30 A
精度	± 0.3%
功耗	700 W
交流特征	
转换速率	20 V/ μ S (max)
单位增益带宽 (typ)	500 kHz (min)

速度和精度无影响

现代能量储存与转换设备的发展对速度和功率同样有要求。30A 电流法放大器不仅能满足频带宽度至 500kHz 要求，还能在进行 EIS 测量时满足频率大于 200kHz 且精度小于 1%的要求，最低阻抗可精确到 10 μ Ω

实用性...

30A电流法放大器能运用 Reference3000所有的性能，包括使用标准或高压静电计，辅助通道，数字输入输出，控制模式等等。





系统信息

和Reference 3000配套的设备包括Gamry组件, 电化学分析软件, 硬件手册, 安装手册, 模拟电化学池, 一根60cm长的标准电极引线, 一个Gamry鼠标垫。若购买辅助静电计, 还包括一根90cm长的静电计连接电缆线。

前面板

Current Cable: 低电感的工作、参比电极接口

Cell: 绿灯亮时表示电解池在工作

Overload: 红灯亮时表示工作条件超出量程范围

Sense Cable: 系统接地、工作电极、
参比电极、辅助电极接口

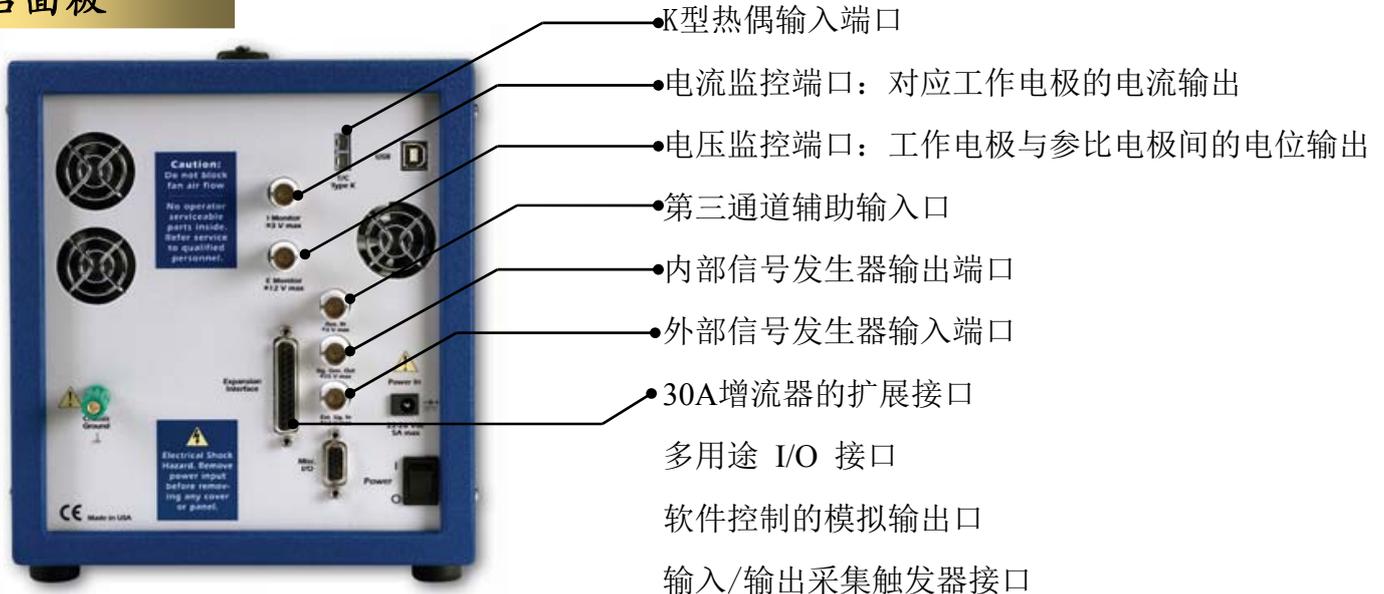
power: 蓝灯亮时表示电源已接通好

USB: 红/绿灯指示USB接口的传输状态

Aux Electrometer: 8个辅助通道接口



后面板



• K型热偶输入端口

• 电流监控端口: 对应工作电极的电流输出

• 电压监控端口: 工作电极与参比电极间的电位输出

• 第三通道辅助输入口

• 内部信号发生器输出端口

• 外部信号发生器输入端口

• 30A增流器的扩展接口

• 多用途 I/O 接口

• 软件控制的模拟输出口

• 输入/输出采集触发器接口



Reference 3000 可选配件



VISTASHIELD™ FARADAY CAGE

在腐蚀和物理电化学实验中，法拉第笼有利于检测非常低的微弱电流，排除复杂的电子干扰信号，得到精确的实验结果。gamry的电化学工作站连接一个应用在法拉第笼里的stir-purge在小电流测试方面应用很好。

VistaShield



DR. BOB' S CELL™

DR. BOB' S CELL是个理想的电解池，可用于循环伏安法和电化学测量技术，计时电流，计时电压，计时电量等计时测量技术，并可外加如铂金，玻碳，和金电极（宏观和微观）等。



Dr. Bob's Cell

EUROCELL™ CELL KIT.

Eurocell是专为腐蚀实验中圆柱形样品设计，容量小于200毫升。

EuroCell



PARACELL™ CELL KIT.

Paracell是专门为平板样品设计的。它可用于标准电化学腐蚀试验和电化学噪声和电偶腐蚀实验。paracell使用使用参考电极盐桥管，有效消除了气泡的影响。

ParaCell

PTC1™ PAINT TEST CELL.

PTC1涂层测试池，是一个完整的低成本电解池，用于涂层的评价实验，允许多个测试同时进行

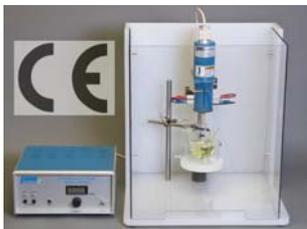


PTC1



Flexcell Kit

临界点蚀温度测试池，用于临界点蚀温度的测定。



RDE-2 旋转圆盘电极

转速：50—10000RPM，具有极佳的加速、减速能力，电极更换简便、快捷，变速速率：40000RPM。标配玻碳电极、参比电极、辅助电极

RDE-2 旋转圆盘电极



QCM200 石英晶体微天平

QCM200 石英晶体微天平

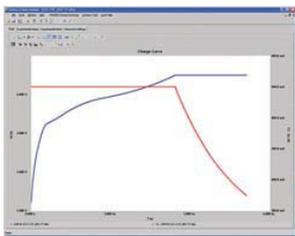
用于测量晶体及其附着膜的表面或邻近处的质量和粘度变化。整套系统包括控制箱、晶体振荡器，三块 10MHz 石英晶体、测试



Reference 3000的 electrochemistry 软件

Gamry为Reference3000设计了一套完备的 electrochemistry 应用软件程序。 electrochemistry 试验在Gamry Framework™上进行，其数据在 electrochemistry 分析软件Echem Analyst™中进行处理。

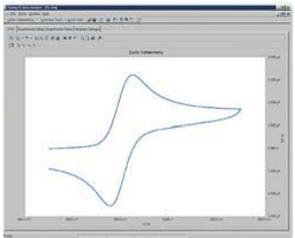
PWR800™ 电池测试软件



PWR800™软件包提供的标准技术可用于测试、表征能量储存与转换装置，该软件包不但能兼容辅助静电计用于电池、超级电容器、燃料电池测试，还包括快速循环伏安、充电、放电、循环充放电和其他常规的大电流测试方案，当然用户还可以使用程序建立专门的测试序列。

- ※循环充放电
- ※充电曲线
- ※极化曲线
- ※循环充放电时阻抗测试
- ※放电曲线
- ※循环伏安

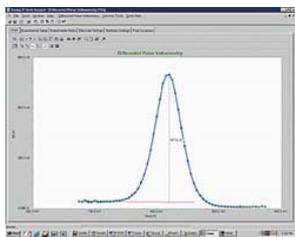
PHE200™ 物理 electrochemistry 软件包



PHE200提供了完整的 electrochemistry 技术和 electrochemistry 反应，是物理 electrochemistry 研究的有利工具。

- ※循环伏安
- ※计时电位
- ※控制电位电量
- ※计时电流
- ※计时电量
- ※线性伏安

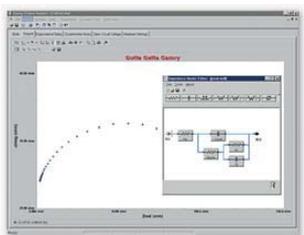
PV220™ 脉冲伏安软件包



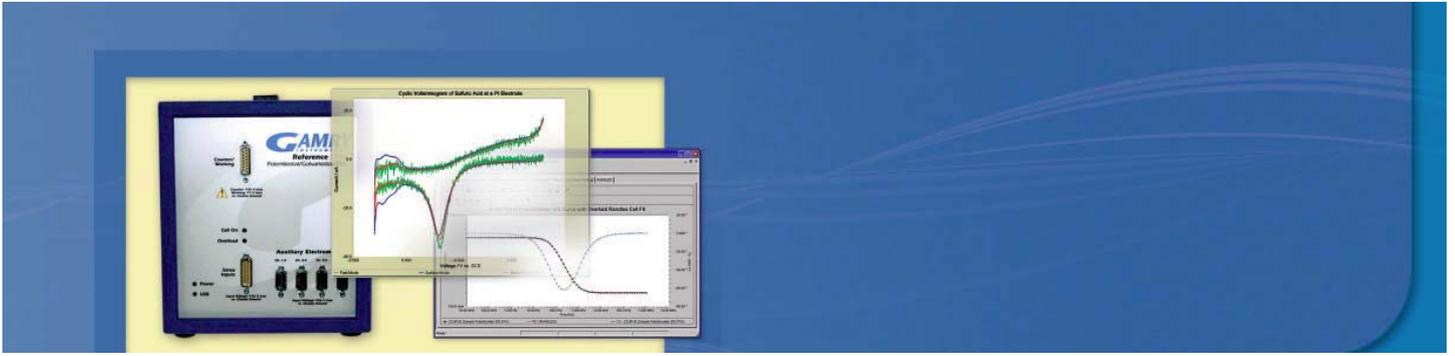
PV220能够对浓度特别低的 electrochemistry 体系做脉冲伏安实验，包括：

- ※方波伏安
- ※常规脉冲伏安
- ※直流采样伏安
- ※差分脉冲伏安
- ※反向常规脉冲伏安
- ※通用脉冲伏安

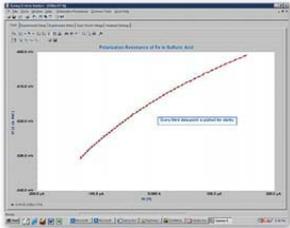
EIS300™ electrochemistry 阻抗谱



EIS对各种各样的应用来说是一个功能强大的工具，对PWR800软件极好的补充。Gamry开发的EIS软件—易于使用、程序简洁。它提供了许多不同EIS技术，包括恒电位、恒电流、混合控制模式。可使用单一正弦波测量，也可利用多重正弦波进行快速EIS的测量。EIS300能够兼容Reference 3000辅助静电计，并能在一个电池组上运行多达8个单电池的同时EIS测试

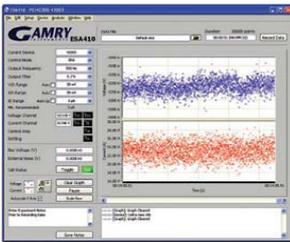


DC105™ 直流腐蚀软件包



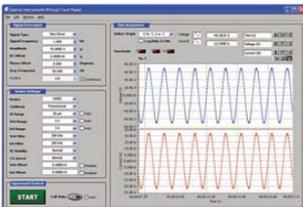
DC105软件包括14种电化学测试技术来进行腐蚀研究。采用极化电阻或塔菲尔曲线得出腐蚀速率，也可由电位图和循环极化曲线测出临界点蚀电位。如果使用ECM8多通道选件，DC105可以同时自动测量八个样品。浮地设计的Gamry电化学工作站，可以在高压反应釜或在工作现场进行实验，通过连接笔记本电脑对管道和容器执行测量和计算。

EFM140™ 电化学调制频率软件包



电化学频率调制软件是一个 Gamry 独有的技术，它可以测试腐蚀速率塔菲尔常数，同时进行影响因素的成因验证。

VFP600™ 虚拟前面板软件包



VFP600是一款低成本软件，可以用虚拟前面板模拟来老式相类似的恒电位仪。通过它可以很容易地运行典型的电化学实验，如长期电位或电流测试，简易循环伏安或者脉冲伏安。

CPT110™ 临界点蚀温度软件包

该CPT110软件和TDC4恒电位仪温度控制器结合全自动测量临界点蚀温度。

ESA410™ 电化学信号分析软件包

ESA410可以进行高水平的先进的数据采集和分析电化学噪声测量。数据可以得到一个连续图谱，而不会错过微弱的信号。统计和频谱分析算法可以进行数据的处理。

自定义实验

Gamry软件工程师可以自定义编写脚本执行您的独特的电化学实验。

Reference 3000 技术参数

系统		辅助数/模输入	
控制方式	Pstat, Gstat, ZRA, PRA	范围	±3 V
电极连接方式	2-, 3-, 4-电极体系	分辨率	0.1 mV
浮地	是	输入阻抗	100 kΩ or >10 GΩ
最大电流	±3 A	高分辨率静电计	
电流范围	11 (300 pA-3 A)	最大测量电压	±11 V
电流范围(内部增益)	13 (3 pA-3 A)	输入阻抗	>1014Ω < 0.2 pF
最小电位分辨率	1 μV	输入电流	< 10 pA
最小电流分辨率	100 aA	频带宽度	> 15 MHz at -3 dB
小信号上升时间	< 250 ns	共模抑制	>80dB(3Hz), >60dB (1MHz)
本底噪音	< 10 μV rms	精度	± 1 mV ±0.3% (读数)
最小扫描时基	3.333 μs	满刻度量程	± 12 V, 3 V, 300 mV, 30 mV
最大扫描时基	715 s	分辨率	400 μV, 100 μV, 10μV, 1 μV
最小电位阶跃	12.5 μV	偏移范围	±12 V
模/数转换器	16 bit	高压静电计	
交流阻抗测试		最大测量电压	±32 V
频率范围	10 μHz - 1MHz	输入阻抗	>100 GΩ < 40 pF
阻抗精度	见阻抗精度图	输入电流	< 10 pA
最大交流振幅	1425 mV rms	频带宽度	> 250 KHz (±30 V)
最小交流振幅	2.75 μV rms	共模抑制	>80dB(3Hz), >60dB (100KHz)
控制放大器		精度	± 4 mV ±0.3% (读数)
槽压	>±32 V (1.5 A) >±15 V (3.0 A)	满刻度量程	± 48 V, 12 V, 1.2 V, 120 mV
输出电流	>±3 A	分辨率	1.6 mV, 400 μV, 40 μV, 4 μV
速度设定	5档	偏移范围	±48 V
单位增益频宽	980, 260, 40, 4, 0.4 kHz	应用信号 (作为恒电位仪)	
iR补偿		精度	± 1 mV ±0.2% (设置)
模式	电流截断; 正反馈	分辨率	12.5 μV, 50 μV, 200 μV/bit
最小截断时间	33 μs	扫描范围	±0.4 V, ±1.6 V, ±6.4V
最大截断时间	715 s	应用信号 (作为恒电流仪)	
辅助数/模输出		精度	± 10pA ±0.3% (设置)
范围	0 - 4 V	分辨率	0.0033% 全范围
分辨率	1 mV	测量电流	
规格		精度	±0.3% range ± 10pA
重量	7 Kg	分辨率	0.0033% 全范围
外围尺寸	20 x 21 x 28 cm	频带宽度(-3dB) (取决于 电流范围)	>10MHz(3A-600μA), >1.5 MHz(60μA), >0.15MHz (6μA)
		后偏移增益	1, 10, 100
		偏移范围为	±1X full-scale



Universal Analytical & Testing Instruments Ltd.

香港总公司

香港荃湾青山道 264-298

南丰中心 2301B-12 室

电话: 00852-36924581

传真: 00852-36924576

网址: www.uatil.com

北京

北京中关村南大街9号理科技大厦

506 室 100081

电话: 010-68946260

传真: 010-68463639

邮箱: sales@universalkco.com

上海

上海市闵行区莘建东路 58 弄

2 号 2003 室 201100

电话: 021-54170556

传真: 021-54170122

邮箱: sales@universalkco.com

广州

广州市人民中路 555 号

美国银行中心 2213 室 510145

电话: 020-81303262

传真: 020-81301728

邮箱: sales@universalkco.com