

# 电化学工作站™

恒电位仪/恒电流仪/零电阻电流计/  
频率响应分析仪

- 大功率
- 多功能
- 高精度
- 高速采样
- 智能化软件
- 浮地设计

大功率电化学测试  
高性能电化学工作站

**GAMRY**  
INSTRUMENTS

# 电化学工作站™

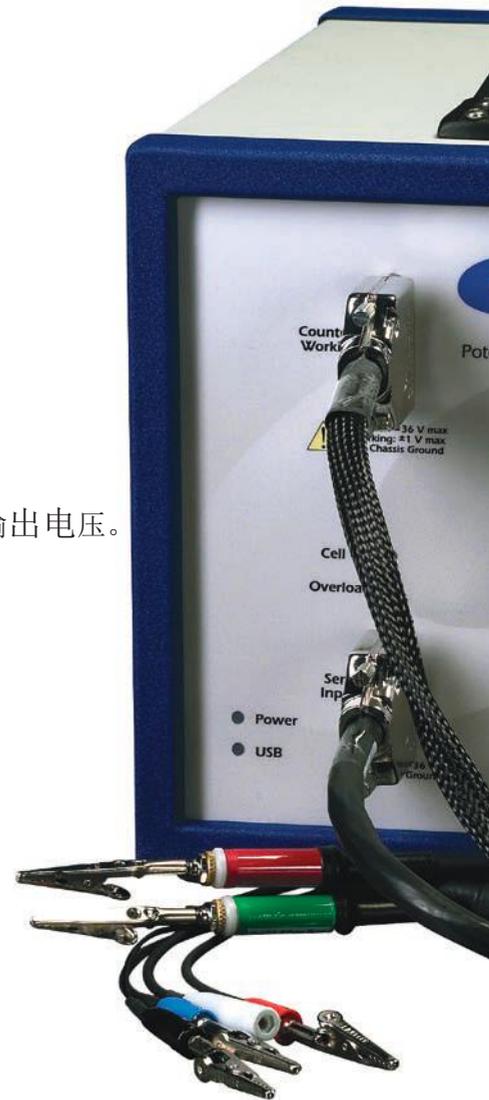


## 高性能电化学工作站

- 双输出功率模式  
3A/15V 或者 1.5A/32V 模式。
- 噪声与脉动 <math>10 \mu\text{V rms}</math>  
与其他商业化恒电位仪相比具有最小噪声参数。
- 宽的电流范围  
11个电流量程从3A - 300pA。
- 3段动态电流量程扩展  
采用直流减法以及x100增益方法，可获得3pA的输出电流。
- 最低电流分辨率为100 aA ( $1 \times 10^{-16} \text{ A}$ )  
满足超低电流实验测试要求。
- 3.5段动态电压测量  
采用直流减法以及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  
易于操作的浮地工作电极。  
电源系统和信号通讯系统隔离。
- 优越超前的精度以及速度  
输入阻抗  $> 10^{14} \Omega$   
电容  $< 0.2\text{pF}$   
输入电流  $< 10\text{pA}$
- 高性能电化学阻抗谱  
内置交流阻抗测试，频率范围从10  $\mu\text{Hz}$ 到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。
- 辅助高槽压，静电计  
槽压32 V，是多片电池组控制与测试的最佳选择。

## 其他功能强大的选件！

- 可选8通道辅助静电计  
为测试电池组中单片电压或单电池中单极电压准备
- 附加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。



# Reference 3000概述



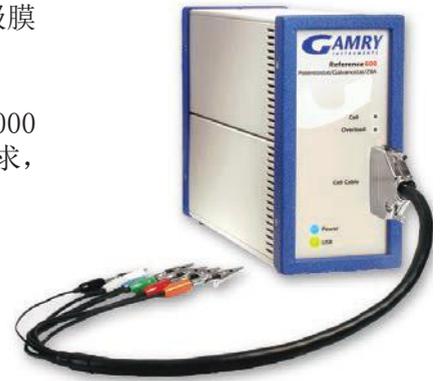
Reference 3000延续了Gamry的高性能、经济实用的传统，是集恒电位仪/恒电流仪/零阻抗静电计为一体的电化学工作站，能够满足绝大多数电化学研究者的需要。

Reference 3000拥有宽的槽压，11个量程，输出电流范围为300pA-3A，使用x100增益方法可获得 3pA最低电流，足以满足实验室中全方位的电化学测试。

Reference 3000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-电极体系的测量甚至双参比电极膜的测量。

和Reference 600恒电位仪一样，Reference 3000拥有的高级功能能满足现代化实验室的所有需求，如：

- 完全浮地实现电绝缘
- 全增益与补偿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



Reference 3000重量仅7kg，携带方便，尺寸小巧，方便摆放。可通过符合工业标准的USB数据线轻松连接到实验室用计算机或笔记本电脑上。

Reference 3000可处理各种大电流下的应用案例

电池	电镀
燃料电池	电解沉积
超级电容器	工业电解

Reference 3000同时也适用于低电流场合

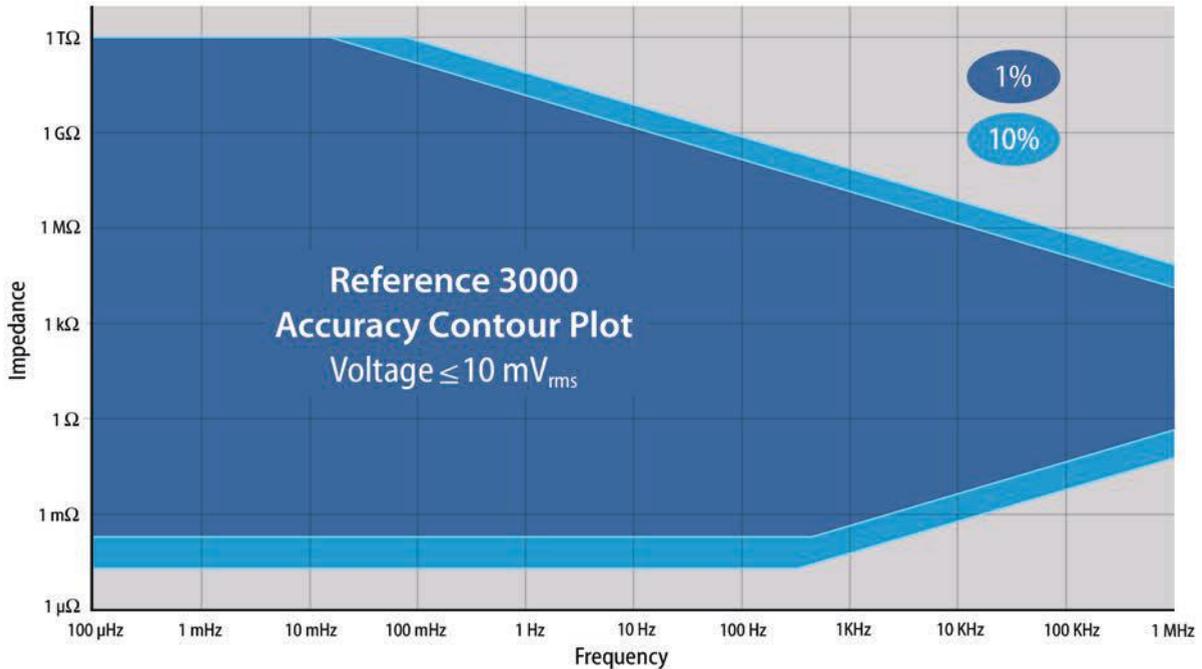
腐蚀	生物电化学
传感器	物理电化学
涂料	超微电极的研究

Reference 3000对于常规电流范围区间也有着优异的表现

# 准确性

准确性对于Reference 3000来说是最重要的，从精心为仪器设计的鳄鱼夹到最好的数据分析，Gamry专注于可能影响您实验数据的每一个仪器设计细节。

实验结果：高电流恒电位仪的电化学阻抗谱精度图。



## 内置电化学阻抗

每台Reference 3000 都能进行EIS测试。

- 仪器内置的直接电路能实现10Hz以上的单频正弦波；
- 使用双数/模转换器技术，可产生直流到1KHz的单频正弦波以及快速多频正弦波技术；
- 通过补偿与增益技术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能实现从高阻抗涂层到低阻抗超级电容器的EIS测试。

## 高分辨率

Reference3000的所有数据转换器（包括数/模、模/数）都为16位，快速波形处理速度高达300kHz。引入补偿和增益电路可以达到相当于22位的分辨率。并且多采样平均处理后甚至可以得到更高的分辨率。

## 挑战极限

与普通的恒电位仪相比，Reference 3000利用低电感（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。

综合以上，Gamry的电化学工作站可以进行从1MHz下5个量程到直流电路时15个量程非常宽范围内的精确测量。

## 超低噪声

Reference3000采用精心设计的电子电路，本底噪音  $<10 \mu\text{V}_{\text{rms}}$  若通过高速采样和平均化处理将进一步降低噪声至  $1 \mu\text{V}_{\text{rms}}$ ，是当前研究级恒电位仪中最低的。

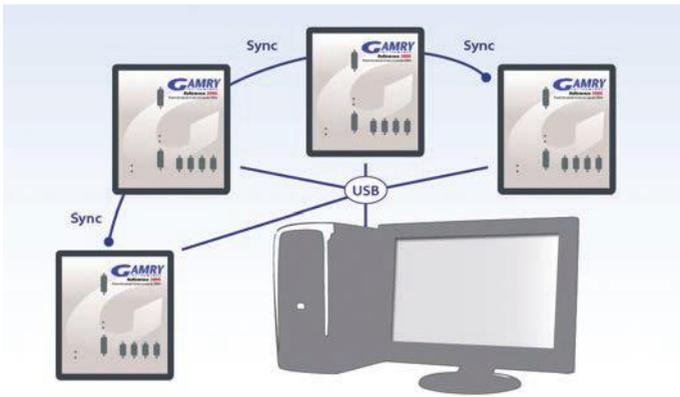
# 创新性



## 电化学工作站组

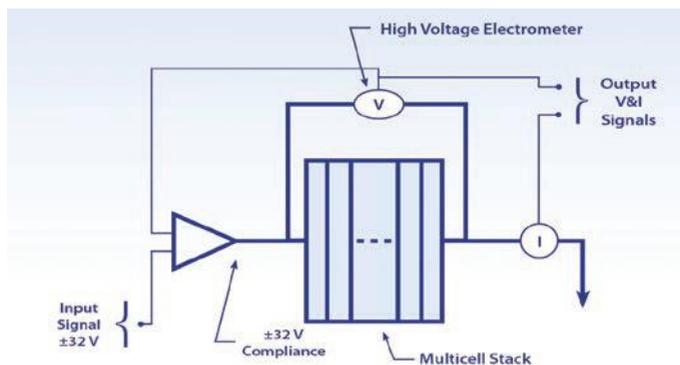
采用USB路由器，可以将多台Reference 3000构建到MultEchem™电化学系统中。一台计算机可以连接多达24台Reference 3000电化学工作站，可以同时使用并各自进行不同的实验。

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，电极连接简单并可以获得良好的性能。但是对操作者而言，一套电化学工作站组面向的是一个用户界面。



## 高电压静电计

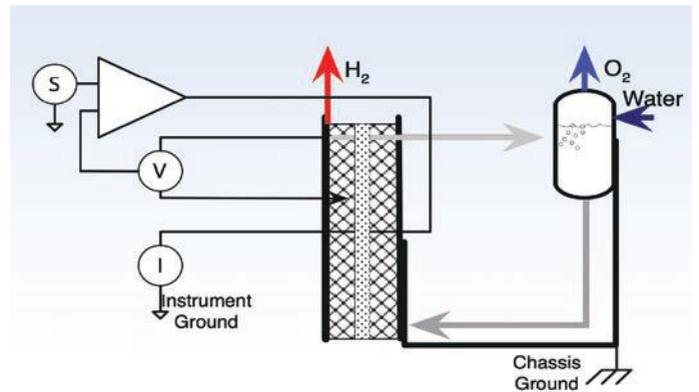
Reference 3000继承了Gamry的创新传统，并增加了新的电池堆测试功能。Reference 3000除标准的静电计外，还能使用高电压静电计去测量和控制电池组电压，其输出电压可以高达32V。高电压静电计与八通道辅助静电计结合，既可以测试电池组中的每一个电池也可对电池组整体测试。



## 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漏电流，达到最大程度的与地隔离。

另外，Reference 3000还提供绝缘的数字输入/输出端口以及USB接口使得仪器在与电脑或者外部设备通信的同时仍然是浮地的。甚至对于MultiEchem的电化学工作站组来说，整体系统都是保持浮地的。  
电隔离和浮地技术

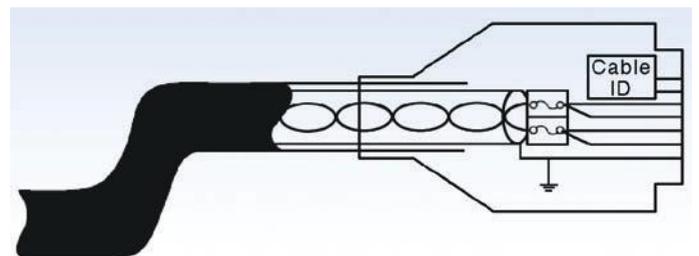


## 智能电极引线

为了得到仪器最佳性能，标准的Reference 3000电极连接线具有内部编码，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。

每一成套电极连接线都是单独校准过的，更换电极引线时，也无需Reference 3000重新校准。



# 多功能



## 八通道辅助静电计选件

### 多点测量...

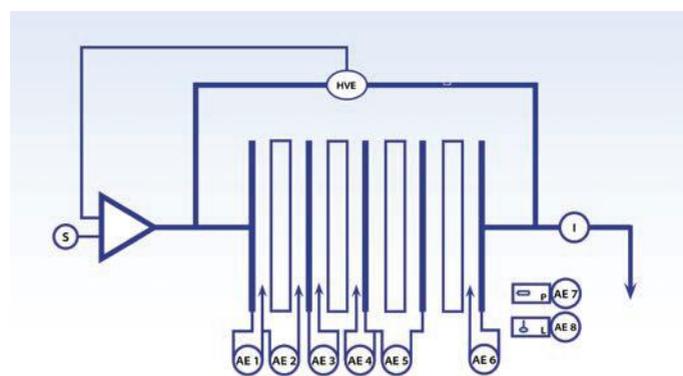
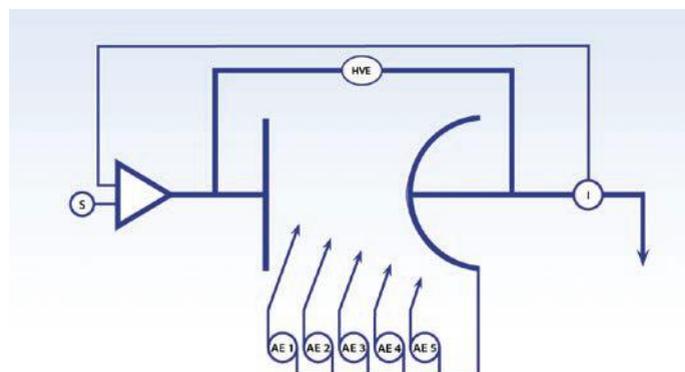
辅助静电计选件为Reference 3000带来一系列新的测试功能。

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
- 隔离点电压降
- 监测辅助过程

### 宽动态范围...

每个辅助静电计通道都可以测量一个独立 $\pm 5V$ 的跨度，并且槽压的范围从+32到-32V。



### EIS 测试

Gamry辅助静电计技术并不只停留在检测直流信号上，每个静电计都可用于检测高达100kHz的电化学交流阻抗信号。

想象一下如果能够同时得到多电池组中8个单电池独立的电化学阻抗谱信息，那么就可以看出哪一片电极是怎么失效的，什么时候失效的，并且为什么失效。

### 无损测试

辅助静电计测试配备在Reference 3000的辅助通道中。此时，正常仪器功能仍然可以操作和进行测试。

就像给您的测试系统增加了8个窗口，为您实验中遇到的任何问题提供解答。

# 仪器介绍



## 系统信息

和Reference 3000配套发送的还包括Gamry Framework Echem, Analyst Software软件包, 硬件手册, 安装手册, 模拟电化学池, 一根60cm长的标准电极连接线, 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。Reference 3000™的返厂服务保修期为2年。

## 可选组件

992-00051	Ref. 3000 恒电位仪/恒电流仪/零电阻电流计
992-00055	Ref. 3000 恒电位仪/恒电流仪/零电阻电流计 w/辅助静电计
992-00056	Ref. 3000 配有升级版辅助静电计
992-[00085 00086]	Ref. 3K 电流放大器 [120V 230V]

## 可选电池连接线

985-[00111 00112 00113]	电池连接线包[60cm 1.5m 3m]
990-[00244 00251 00252]	辅助静电计连接线包[90cm 1.5m 3m]

## 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

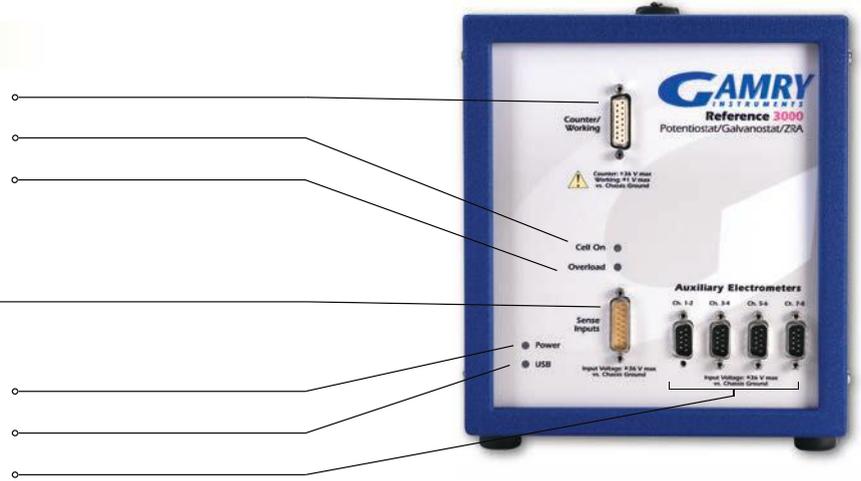
Overload: 红灯亮时表示工作条件超出量程范围

系统接地  
工作参比  
参比电极  
辅助电极

Current: 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
- 第三通道辅助输入端口
- 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
  - 4软件控制数字输入
  - 4软件控制数字输出
- 仪器地线

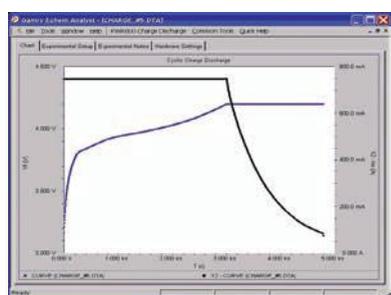


# 电化学软件



## Reference 3000 的电化学软件

Gamry为Reference3000设计了一套完备的电化学应用软件程序。电化学试验在Gamry Framework™上进行，其数据在电化学分析软件Echem Analys™中进行处理。

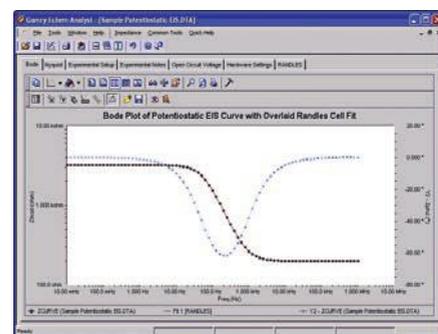


## PWR800电化学能源软件包

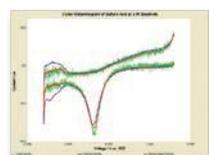
PWR800软件包为测试和表征能源存储和转化期间以及材料领域提供了标准测试技术。该软件能完全兼容为电池测试/超级电容器/燃料电池实验设计的辅助静电计。我们将大功率循环伏安，充电，放电，循环充放电，以及其他常用大电流测试。当然，您同样也可以采用Gamry序列测试将所需要的特殊测试按顺序组合起来。

## EIS电化学阻抗谱

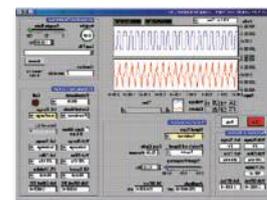
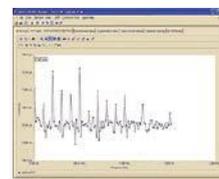
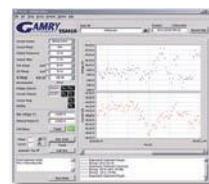
EIS对各种各样的应用来说是一个功能强大的工具，对PWR800软件极好的补充。Gamry开发的EIS软件一易于使用、程序简洁。它提供了许多不同EIS测试技术，包括恒电位、恒电流、混合控制模式。可使用单一正弦波测量，也可利用多重正弦波进行快速EIS的测量。EIS300能够兼容Reference 3000辅助静电计，并能在一个电池组上运行多达8个单电池的EIS测试同步进行。



## 同样来自于Gamry's扩展软件包



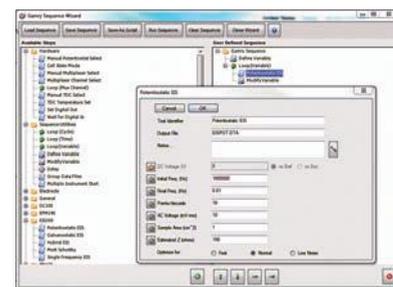
- PHE200 物理电化学—一般电化学研究软件包。
- PV220 脉冲伏安—标准和可定制的脉冲实验。
- DC105 直流腐蚀—腐蚀测试过程中遇到的素有标准技术。
- ESA410 电化学信号分析—电化学噪声信号的获取和分析。
- EN120 电化学噪声—简单的噪声软件。
- EFM140 EFM—模拟Tafel常数和腐蚀速率。
- CPT110 临界点蚀温度—ASTM标准化测试。
- VFP600 可视前面板—基础电化学控制，成本低廉。



## 弹性的软件工具：脚本，程序测试以及软件工具包

当Reference 3000与完全特定的软件技术配套时，我们同样也可以看到采用我们强大的Explain™脚本语言编写特殊测试的无限可能性。一个简单的自动操作工具，序列测试都可以为客户的基本操作，先进的直流以及交流测试测试提供COM工具包。这些组件可以嵌入到您独有的软件包中。

如需更多详情，请联系Gamry软件工程师了解更多常用技术应用。



# 高功率



Reference 3000 30 K 电流放大器

## 高功率电化学...

无论您是从事能源存储和转换系统 E. S. C. 如燃料电池，先进电池，超级电容器，亦或是传统大功率电化学系统，如电镀和工业电解 Reference 3000K 电流放大器都能为您提供无损失的电流。

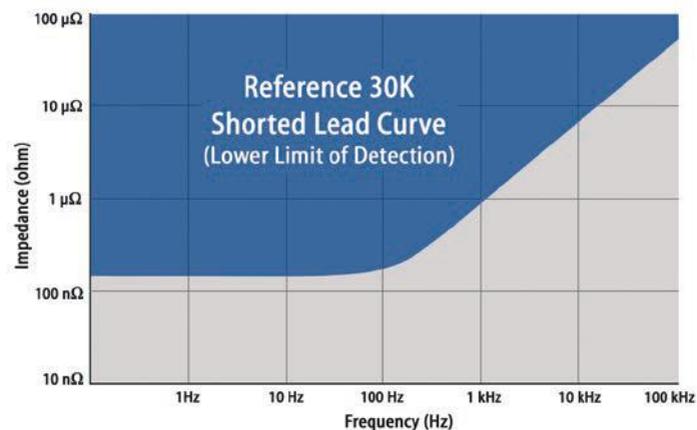
Reference 3000连接上30A电流放大器时，可以增大输出电流的范围，在电压高达+20 V时电流范围增大为+30A至-30A。

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

操作	
模式	恒电位仪/恒电流仪/零电阻电流计/频响分析仪
机构认证	CE
直流特征	
槽压	+20V, -2.5V
输出电流	±30A
精确度	读数的±0.3%
功率损耗	600W
	750W
交流特征	
转换速率	20V/μs (最大)
单增益带宽 (典型)	500kHz (最小)

## 对速度和精度无影响

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 μΩ。



## 实用性

30A电流放大器能运用Reference3000的所有性能，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。

# Reference 3000 参数

系统	
控制模式	恒电位仪/恒电流仪/零电阻电流计/频响分析仪
电池连接	2-3-4-5-or 21*电极体系
浮地设计	是
最大电流	±3A
电流范围	11 (300pA-3A)
电流范围 (包括增益)	13 (3pA-3A)
最小电压分辨率	1 μV
最小电流分辨率	100aA
上升时间	<250ns
噪声和脉动	<2 μV rms
最小时基	3.333 μs
最大时基	715s
最小电压阶跃	12.5 μV
模/数转换器	16位
EIS 测量	
频率范围	10 μHz-1MHz
阻抗精确度	见阻抗谱精度图
最大交流振幅	3 V max
最小交流振幅	2.75 μV rms
控制放大器	
槽压	>±32V 1.5A fs >±15V 3.0A fs
输出电流	>±3A
速度设定	5
单位增益带宽	1100, 330, 50, 5, 0.5 kHz
IR 补偿	
电流截止法	是
正向反馈	是
最小截止时间	33 μs
最大截止时间	715s
辅助数/模输出	
范围	0-4V
分辨率	1mV
规格	
重量	7公斤
尺寸	20×21×28cm

\* Reference 3000AE可扩展为16个附加接口

Gamry 仪器设计, 生产和销售各种各样的电化学仪器以及配件, 能用于满足您的不同需求和预算。Gamry 集结了大量爱好设计高品质仪器的电化学家和材料科学家, 将竭诚为您提供最优质的产品。

刚瑞(上海)商务信息咨询有限公司  
上海市杨浦区逸仙路25号同济晶度310室  
邮编: 200437  
电话: 021-65686006  
微信公众号: Gamry电化学  
主页: cn.gamry.com

**GAMRY**  
INSTRUMENTS



辅助数/模输入	
范围	±3V
分辨率	0.1mV
输入阻抗	100k Ω 或 >10G Ω
高分辨率静电计	
最大测量电压	±11V
输入阻抗	>10 <sup>14</sup> Ω    <0.2pF
输入电流	<10pA
带宽 (典型)	>15MHz (-3dB)
共模抑制	>80dB (3Hz); >60dB (1MHz)
精确度	±1mV ±读数的0.3%
全范围量程	±12V, 3V, 300mV, 30mV
分辨率	400 μV, 100 μV, 10 μV, 1 μV
补偿范围	±12V
高电压静电计	
最大测量电压	±32V
输入阻抗	>100 G Ω    <40pF
输入电流	<10pA
带宽 (典型)	>250KHz ±30V
共模抑制	>80dB 3Hz >60dB 100KHz
精确度	±4mV ±读数的0.3%
全范围量程	±48V, 12V, 1.2V, 120mV
分辨率	1.6mV, 400 μV, 40 μV, 4 μV
补偿范围	±48V
施加信号 (作为恒电位仪)	
精确度	±1mV ±设置的0.2%
分辨率	12.5 μV, 50 μV, 200 μV/字节
扫描范围	±0.4V, ±1.6V, ±6.4V
施加信号 (作为恒电流仪)	
精确度	±10pA ±设置的0.3%
分辨率	全量程的0.003%/字节
测量电流	
精确度	量程的±0.3% ±10pA
分辨率	全量程的0.003%/字节
带宽 (-3dB 取决于电流范围)	>10MHz 3A-600 μA >1.5MHz 60 μA, >0.15MHz 6 μA
后置补偿增益	1 10 100
补偿范围	±1X 全量程