



# 电化学实验室系统介绍和用户分析

- 1、什么是电化学?
- 2、恒电位仪介绍
- 3、电化学工作站介绍
- 4、海洋仪器电化学测试方案
- 5、电化学实验室系统介绍



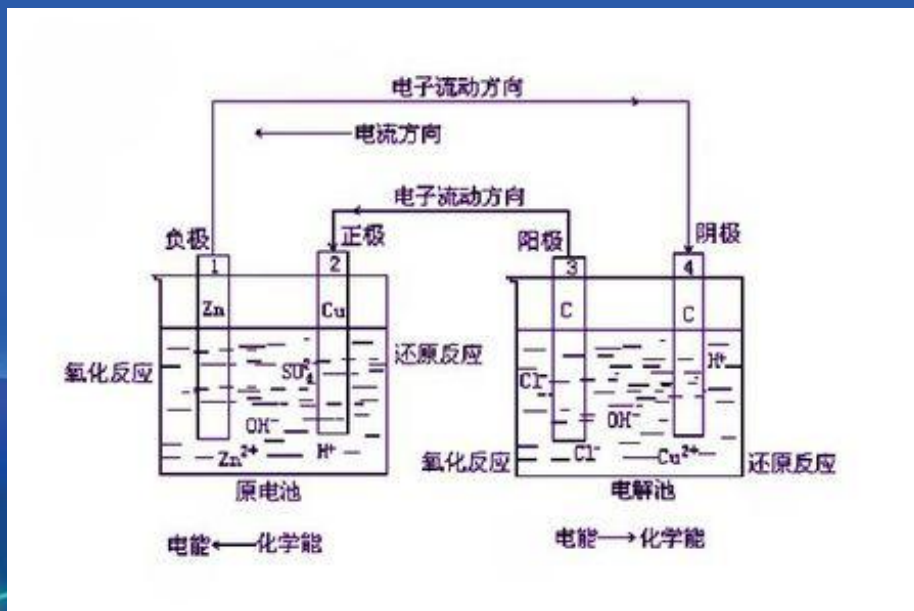
# 1、什么是电化学?

- 电化学 (Electrochemistry) 是研究电和化学反应相互关系的科学
- 放电化学：高压静电放电来实现
- 电化学往往专门指“**电池的科学**”
- 电化学在化工、冶金、机械、电子、航空、航天、轻工、仪表、医学、材料、能源、金属腐蚀与防护、环境科学等科技领域获得了广泛应用



# 1、电化学原理

- 原电池**是将化学能转变成电能的装置：原电池是将一个能自发进行的氧化还原反应的氧化反应和还原反应分别在原电池的负极和正极上发生，从而在外电路中产生电流。
- 电解池**是将电能转化为化学能的装置。电解是使电流通过电解质溶液（或熔融的电解质）而在阴、阳两极引起氧化还原反应的过程。





## 电化学研究内容

- **电解质学**：包括电解质的导电性质、离子的传输性质、参与反应离子的平衡性质等，其中电解质溶液的物理化学研究常称作电解质溶液理论；
- **电极学**，其中包括电极的平衡性质和通电后的极化性质，也就是电极和电解质界面上的电化学反应。





# 电化学分析方法

- 也称电分析化学法，是基于物质在溶液中的电化学性质基础上的一类仪器分析方法：根据溶液的电化学性质（如电极电位、电流、电导、电量等）与被测物质的化学或物理性质（如电解质溶液的化学组成、浓度、氧化态与还原态的比率等）之间的关系，将被测定物质的浓度转化为一种电学参量加以测量。；
- 简单地说：根据电池的某种电参数（如电阻、电导、电位、电流、电量或电流-压曲线等）与被测物质的浓度之间存在一定的关系而进行测定的方法。



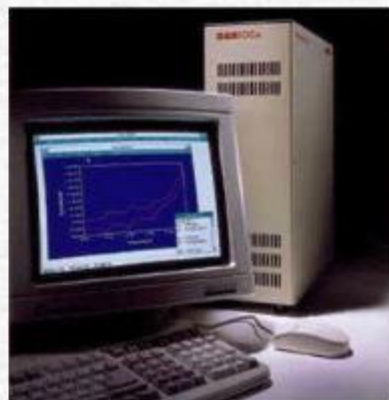
# 电化学分析方法的主要方法

- 电位法、电解法、电导法和伏安法
- 电位法是通过测量电极电动势以求得待测物质含量的分析方法，分为：直接电位法
- 电解法是根据通电时，待测物在电他电极上发生定量沉积的性质以确定待测物含量的分析方法
- 电导法是根据测量分析溶液的电导以确定待测物含量的分析方法，即用电导仪直接测量电解质溶液的电导率的方法。
- **伏安法**：根据电解过程中的电流电压曲线（伏安曲线）来进行分析的方法。将一微电极插入待测溶液中，利用电解时得到的电流-电压曲线为基础而演变出来的各种分析方法的总称。分为：**溶出伏安法和电位溶出分析法**



## 2、恒电位仪介绍

具有恒电压、恒电流功能，主要用于在电极过程动力学、电分析、电解、电镀、金属相分析，金属腐蚀速度测量和各种腐蚀与防腐研究以及电化学保护参数测试。**电极开路电位测量**：研究电极自然腐蚀电位测量；**恒电位极化测量**：以自然腐蚀电位为起点的恒电位极化测量



WE RE CE

WE:工作电极/研究电极

RE: 参比电极

CE: 辅助电极/对电极

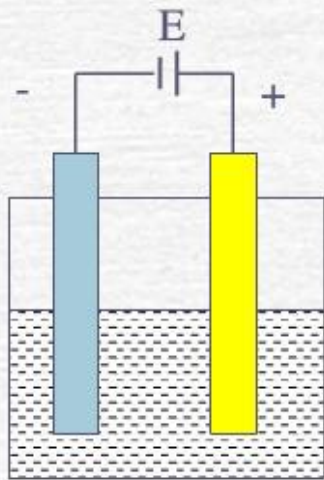




## 2、恒电位仪介绍

### 一、恒电位仪的原理

#### 溶液等效电路与三电极体系



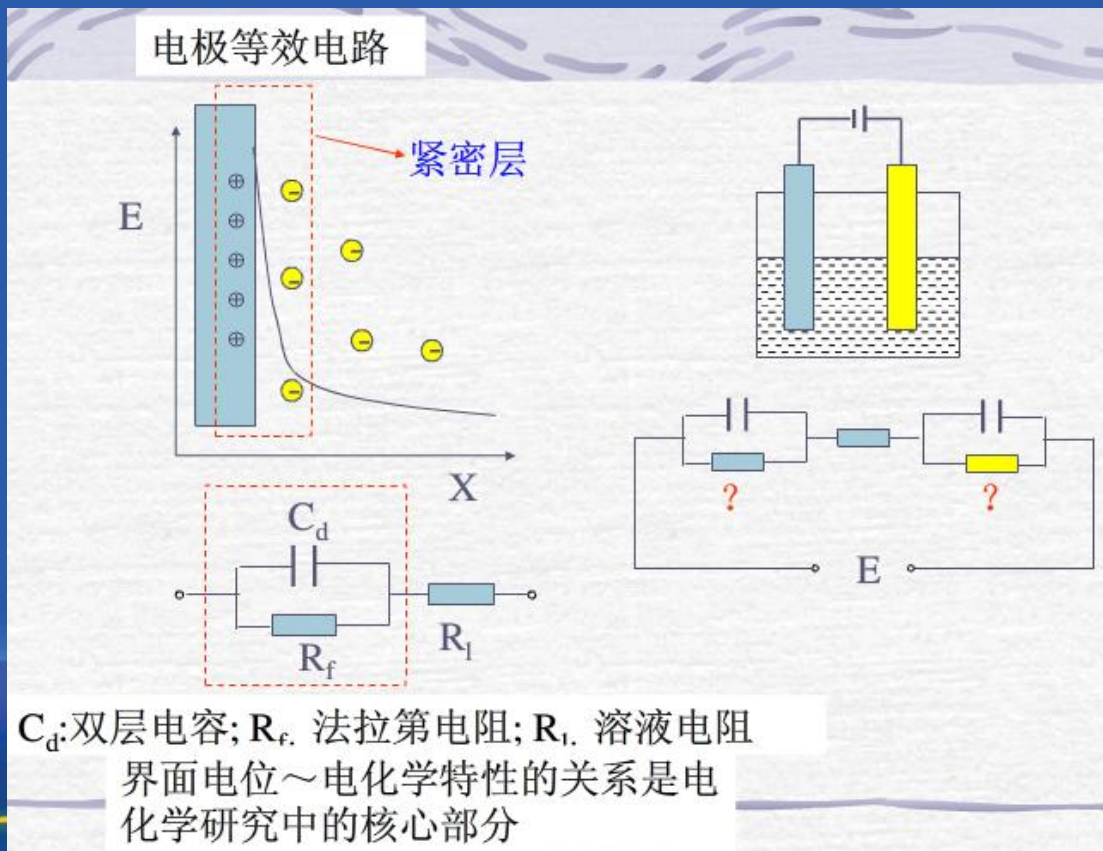
两电极体系常用于工业电解、电镀、电合成以及电池。但在基础理论研究中并不适用

两电极体系





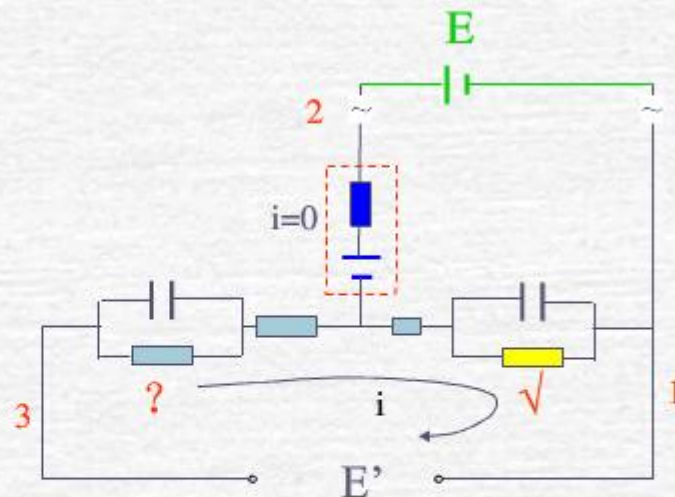
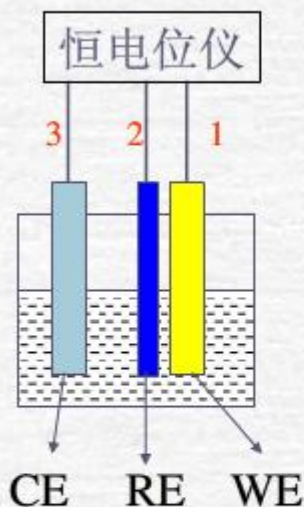
## 2、恒电位仪介绍





## 2、恒电位仪介绍

### 三电极体系



RE要求：电极电位非常确定、稳定。常用饱和甘汞电极（SCE），Ag/AgCl，可逆氢电极（RHE），以及某些金属，如Pt、Ag等

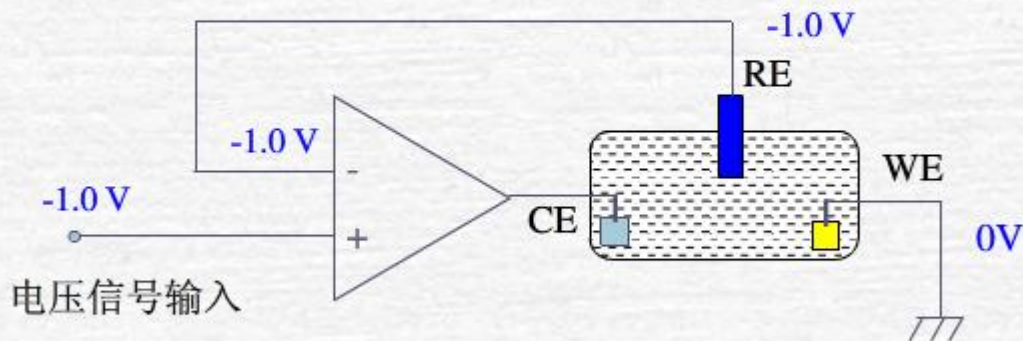
CE一般只要求化学/电化学稳定性好，表面积较大，如Pt黑、C等

恒电位仪可以控制单根电极的界面电位，从而研究它的电化学特性。



## 2、恒电位仪介绍

### 简易恒电位仪电路示意



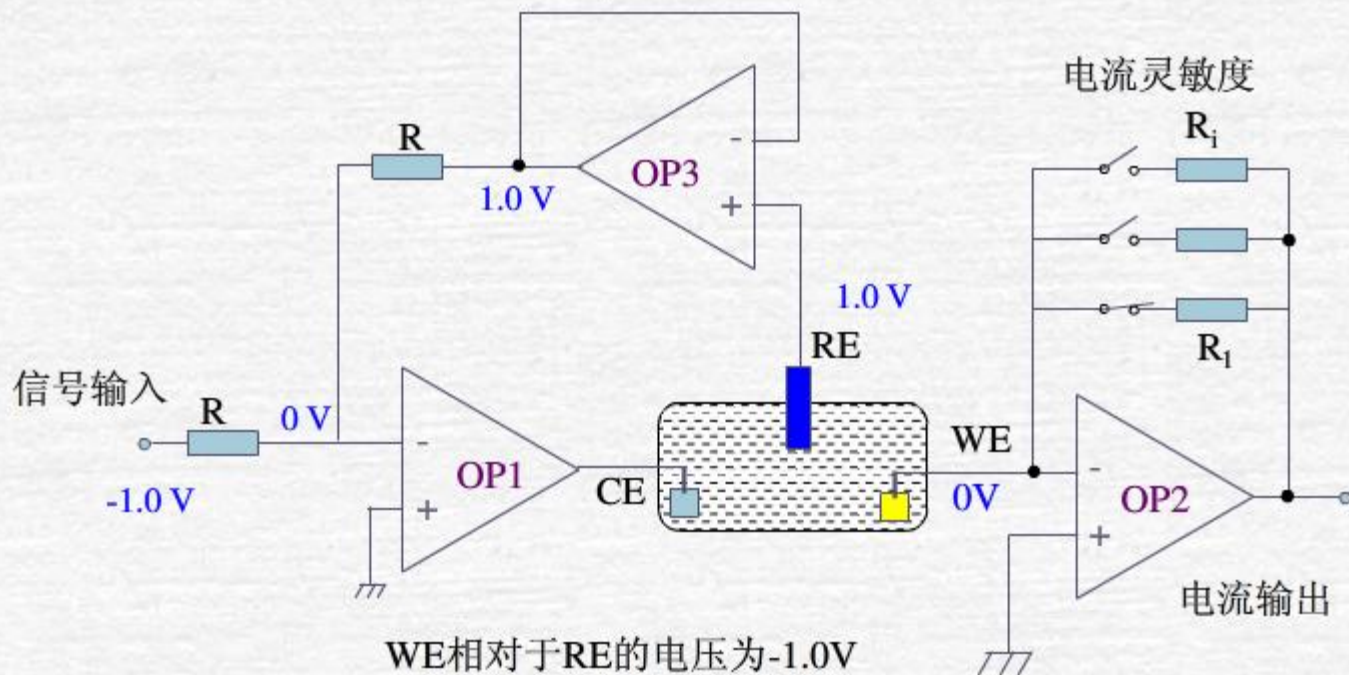
工作电极相对于参比电极的电压为1V,  
即通常所说的工作电极的电压为1V





## 2、恒电位仪介绍

### 实用恒电位仪典型电路

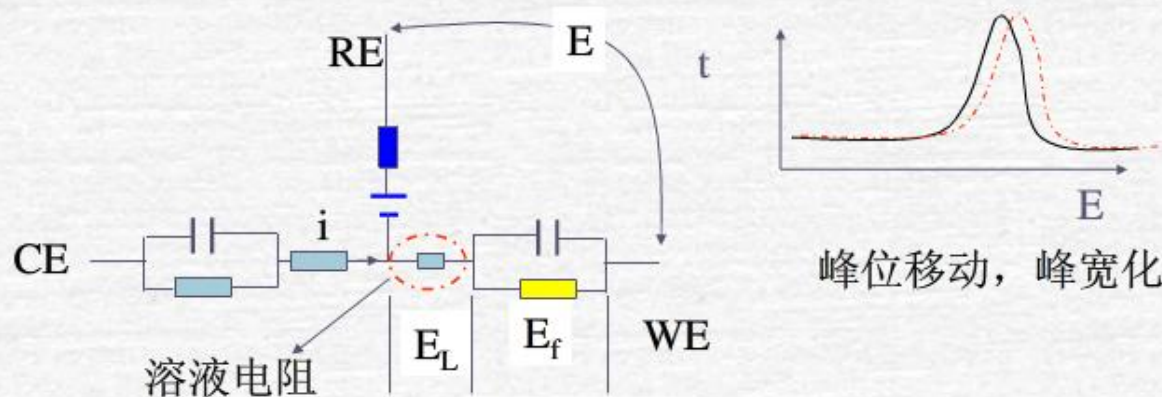


WE相对于RE的电压为-1.0V  
与输入信号相同



## 2、恒电位仪介绍

### 辅助功能—欧姆降补偿



峰位移动，峰宽化

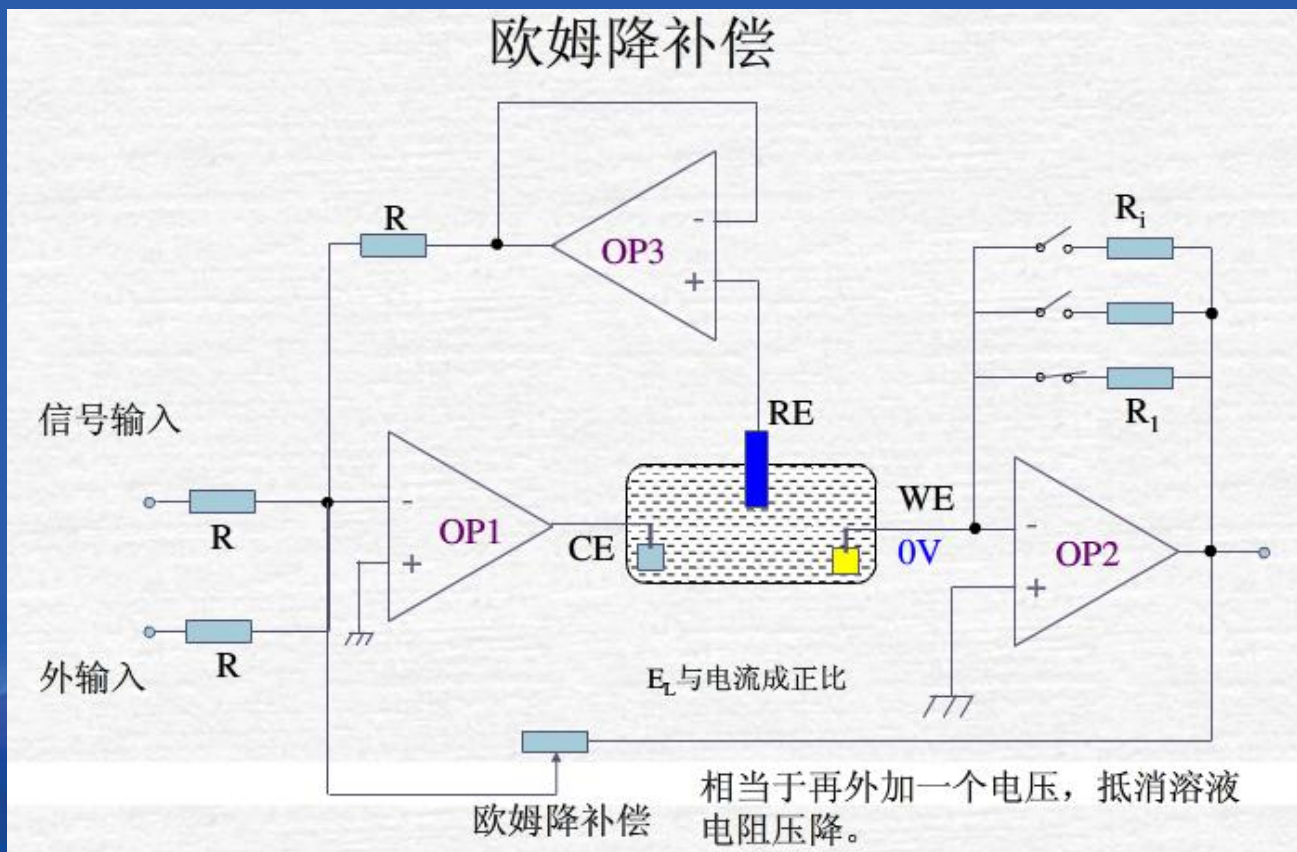
$$E_f = E - E_L$$

$$E_L = i * R_u \quad \text{电流越大，溶液电阻压降越明显}$$

$R_u$ 通常在 $10\Omega$ 以上，当电流达mA级时，电位误差 $\sim 10\text{mV}$   
必须考虑欧姆降补偿（利用电位阶跃测量溶液电阻）



## 2、恒电位仪介绍

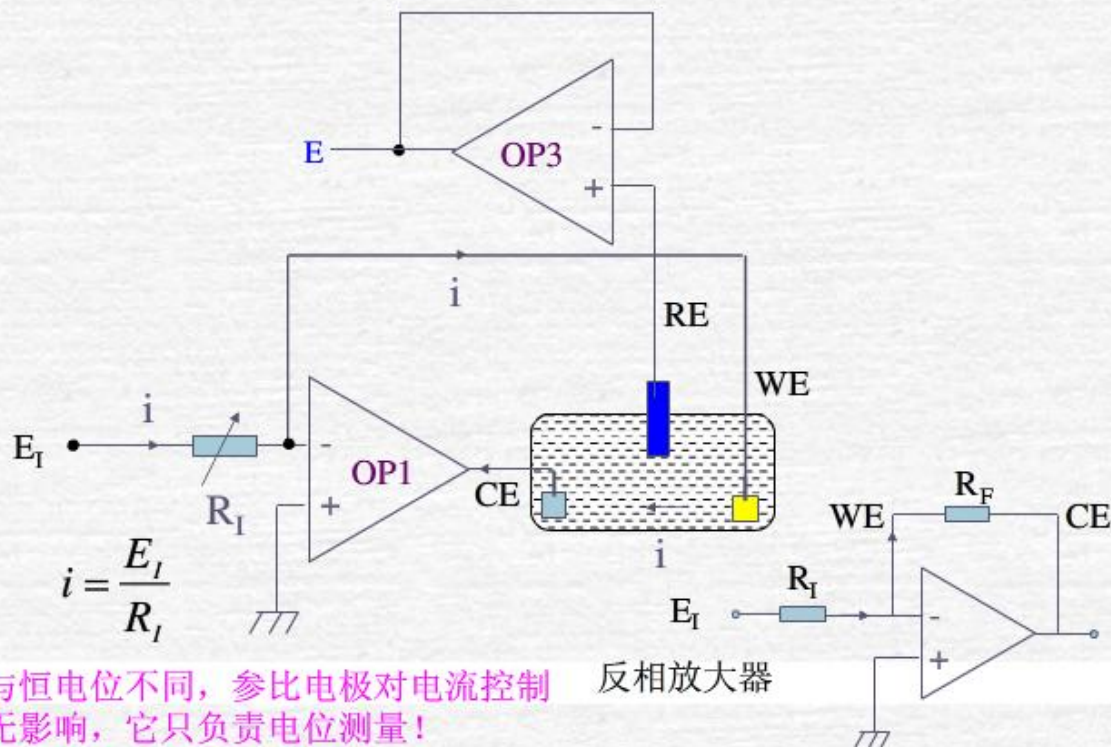






## 2、恒电位仪介绍

### 恒电流





## 2、恒电位仪介绍

### 恒电位仪主要技术参数

电压调制范围：±10V

槽压：±20V

最大(小)电流：±200mA(120fA)

电流灵敏度与分档：200mA~200nA 7挡

采样速率：50 kHz

A/D精度:16 bits

D/A精度:16 bits

电位上升时间：1μs

溶液电阻补偿范围:20MΩ~20Ω

计算机通讯接口类型:USB

其它附属功能（如交流阻抗，外输入/输出接口）、  
软件功能、是否支持用户开发等



### 3、电化学工作站介绍

电化学工作站 (Electrochemical workstation) 电化学工作站是电化学测量系统的简称，是电化学研究和教学常用的测量设备。将这种测量系统组成一台整机，内含快速数字信号发生器、高速数据采集系统、电位电流信号滤波器、多级信号增益、IR降补偿电路以及恒电位仪、恒电流仪。

具体见“电化学工作站的原理与应用”







## 4、海洋仪器电化学测试方案

海洋仪器经营电子测试已有30余年历史，推出的电化学测试仪器和电化学实验室系统能够准确地输出和测量电流和电压。海洋仪器电化学测试仪器和系统采用美国吉时利的仪器技术，其电化学领域包括化学电池、腐蚀科学、电化学沉积、有机电子、光电化学、材料研究、传感器及半导体材料和器件。下面列出海洋仪器电化学的测试方法和应用。



# 海洋仪器电化学的测试方法和应用

表 1. 电化学测试方法和应用

方法和测量功能	应用领域
循环伏安测量	电化学传感器
线性扫描伏安测量	电沉积, 电镀
开路电压	pH 测量
电位测量	太阳能电池
电阻系数	离子选择电极
电流和电压方波及测量	电池充放
脉冲 I-V	半导体器件特性分析
电容电压	电化学蚀刻
源和阱电流和电压	腐蚀科学
测量 DC 电流和电压	纳米装置特性分析



# 海洋仪器电化学测试和应用产品方案

产品型号	测试仪器名称	说明	测试方法 / 应用
2450-OI 2460-OI	电化学实验室系统	2450或2460源表SMU仪器, 带有内置测试脚本、电化学转换线缆、装有LabView代码的 U 盘, 用于循环伏安测量。	循环伏安测量, 开路电位, 电位脉冲和方波及电流测量, 电流脉冲和方波及电位测量, 计时电流, 计时电位, 电池充放, 器件特性分析, 电位测量, 传感器, 电沉积, 纳米科技, 电化学蚀刻, 太阳能电池, 腐蚀, 电阻系数
2400系列 和2600B	源表源测量单元 (SMU) 仪器	SMU仪器为提供电流或电压、同时以高速度和高精度测量电流、电压和 /或电阻提供了高度精密解决方案。	开路电位, 电池充放, 器件特性分析, 电位测量, 传感器, 电沉积, 纳米科技, 电化学蚀刻, 太阳能电池, 腐蚀, 电阻系数
4200-SCS	参数分析仪	全面集成的模块化参数分析仪, 分析材料和器件的电气特点。直观的软件可以方便地提取参数, 进行测试配置和分析。模块包括中高功率 DC、超快速脉冲式 DC 和电容 / 阻抗。	有机半导体器件特性分析, 碳器件特性分析, 泄漏电流, 传感器, 太阳能电池, 纳米科技, 电阻系数, 电位测量
6517B、6514	静电计	多功能仪器, 测量电压和高输入阻抗、低电流(<1pA)、电荷和高电阻, 超越了传统数字万用表的功能。	电位测量, 绝缘材料的电阻系数, 传感器, pH测量, 离子选择电极
6485、6487	皮安表 (电流测量)	为精确测量小电流优化的电流表。通常用于高电阻测量中。	高电阻系数, 泄漏电流, 传感器
6220、6221	低电流源 (恒电流)	为被测器件输出指定电流, 并应用该电流要求的任何电压而设计的仪器。	电阻系数(使用电压表)、电沉积、传感器、霍尔效应
2182A	纳伏表	为提供纳伏灵敏度优化的电压表。从低源电阻中测量接近理论极限值的电压。	电阻系数(使用电流源), 超低电压输出特点, 传感器, 霍尔效应
DMM7510、2000、 HM8112-3、2010	高精度台式 万用表	多功能测量仪器: DC 和 AC 电压和电流、电阻, 温度	电阻系数, 传感器, 腐蚀





# 5、电化学实验室系统介绍

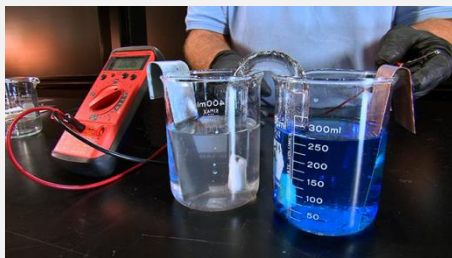
## 什么是电化学电池?

电化学电池是:

- 1) 能够从化学反应中产生能量的装置, 或
- 2) 通过引入电能实现化学反应的装置。

电化学电池的常用实例是标准1.5V电池。

在电化学试验中, 您可以测量四个参数中的一个或多个参数 - 电位 (E) 也称为电压 (V)、电流 (i)、电荷 (Q) 和时间 (t)。通过以不同方式绘制参数图, 研究人员可以推导出大量的信息。



## 有哪些术语?

**工作电极 (WE)** - 相关的反应发生位置, 测量工作电极相对于基准电极的电位。

**基准电极 (RE)** 一直处于已知的电位。

**反电极 (CE)** - 电流在工作电极和反电极之间的溶液中流动。

## 电化学概况

### 使用的是什么仪器?

最流行的仪器是**稳压器 (恒电位仪)**。

**稳压器 (恒电位仪)** 连接到电池的电极上。它在测量电流的同时控制电位。大多数设备是为接口个人电脑设计的, 通过专用软件包操作。

**恒流器** 仪器在测量电位的同时控制电流。所有商用仪器都把稳压器和恒流器结合在一起。

**电化阻抗频谱 (EIS)** - 执行复杂的AC阻抗测量

### 主要测量

#### 循环伏安测量 (C-V)

在测量电流时扫描电位。CV是电化学中最常用的测量技术。伏安图是测量结果图名称。

#### 开路电位 ( $E_{OC}$ )

测量两个电极之间的电压差。

#### 方波和脉冲伏安测量

电极和滴汞电极使用的常用测量方法。

**长期电流分析 (CA)** 测量电流 (I) 随时间变化。

**长期电量分析 (CC)** 测量电荷 (Q) 随时间变化。



# 基于图形源测量单元的电化学实验室系统

- 2450-OI: 1A, 200V, 20W电化学实验室系统, 价格6万人民币
- 2460-OI: 7A, 100V, 100W电化学实验室系统, 价格9万人民币
- 包括:
  - 源表
  - 用于2个、3个或4个电极的电缆
  - 内置软件, 包括测试技术, 开发部会进一步开发新的测试脚本



# 竞争产品

## 价格在100000~600000人民币之间



扫描二维码关注我们  
查找微信企业号：海洋仪器







# 客户做什么？

- 研发新的电极构成和电解质材料
  - 用于新电池设计、燃料电池、超级电容器中
- 开发更小、更快、更灵敏的传感器
  - 用于环境监测、工业流程控制和医疗诊断中
- 考察有机半导体材料

## 客户的常见研究领域

- 能量存贮 – 蓄电池, 超级电容器, 燃料电池
- 传感器 – 葡萄糖, 生物传感器, 化学, 物理, 电气传感器
- 有机半导体
- 显示器
- 纳米科技
- 腐蚀研究
- 要求高精度的pH测量
- 电沉积
- 涂层
- 分子电路
- 粉末
- 柔性电子



## 客户试图解决哪些问题？

- 测试不能修改，另外竞争对手的稳压器不能定制，因此不能满足研究人员改变试验的需求
- 必须“反复学习”怎样操作只是偶尔使用的测试设备，他们希望学习周期很短
- 化学家并不是测试设备专家或软件程序员，他们希望能够与试验和结果简便交互





# 竞争优势

吉时利静电计在这一市场中闻名遐尔，品牌美誉度极高，利用这一优势击败竞争对手！  
开发部会专人负责，开发海洋自己的测试脚本

**价格：**稳压器（恒电位仪）价格高，预算紧张

SMUs是替代稳压器的成本较低的方案

2450-OI大约是实验室级稳压器的一半

在预算紧张的情况下更容易被客户选中

**灵活性：**需要设备灵活地考察未知领域

内置开源脚本语言，实现定制测试应用，为研究人员提供巨大的灵活性

把2450/2460-OI重新定位于电化化学之上的应用，定位成通用实验室工具

**简单性：**试验简便快捷，不必成为测试设备专家或程序员

运行试验，进行测量，直接在2450/2460-OI图形屏幕上生成伏安图，无需使用计算机即可立即执行分析

把重点放在试验上，更快地获得结果，简化的用户界面，更快地发布结果





## 电化学客户脸谱 – 科研领域



**姓名:** 化工大学, 副教授, 化学

**目标:** 希望深入研究材料、样本或个体。需要最灵活的测试设备, 探索 and 了解研究课题。

**挑战:** 在上学时经过培训, 知道怎样使用稳压器 (恒电位仪), 不知道在电化学应用中能够使用SMU。

### 典型的一周

- 备课, 讲课
- 为学生提供咨询, 参加教师大会
- 教务工作
- 投稿
- 进行研究, 编写报告/会议论文
- 研究和投稿在任职过程中价值最高, 但在一天中可以分配到的时间却比较少

### 痛点:

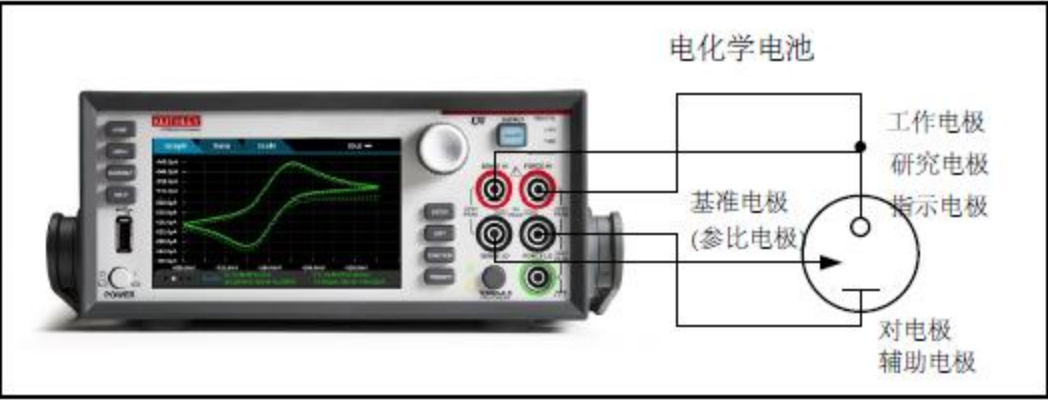
- 商用稳压器仅限于“罐装”技术, 很难修改测试
- 预算 – 稳压器价格高, 预算有限
- 必须“重新学习”怎样操作只是偶尔使用的测试设备
- 必须重复建议和教给学生怎样操作测试设备
- 参数提取复杂 – 必须使用Origin、Excel或其它外部软件执行分析

### 动机

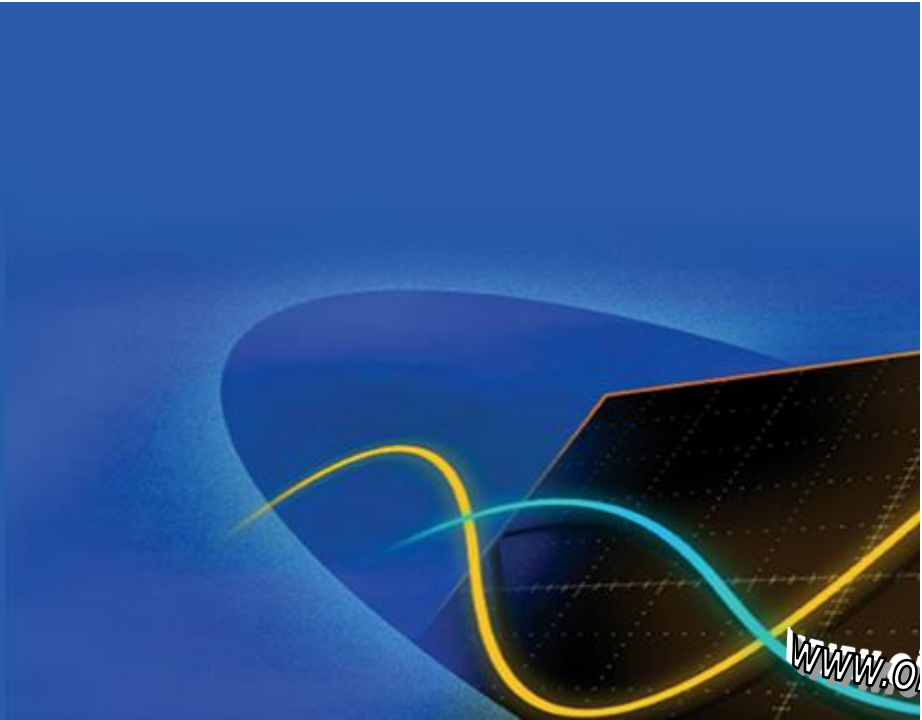
- 完成任期, 必须获得资金, 进行研究, 发表研究成果。
- 在出版物和行业大会上发表论文
- 担任行业或协会委员会理事
- 实现产学研协作



扫描二维码关注我们  
查找微信企业号：海洋仪器



2450-01容易连接3极电池





2450的先进触摸屏，并不会阻断快速、易用和学习。其前面板包括适合基本操作台应用的HELP按键、旋转的导航/控制旋钮、前/后输入选择按钮、香蕉插孔。USB 2.0存储器I/O端口，使得其便于存储数据、保存仪器配置、加载测试脚本、升级系统。

在线HELP按键

5"彩色图形化触摸屏



USB 2.0存储器I/O端口

旋转式导航/控制旋钮

前/后输入选择





扫描二维码关注我们  
查找微信企业号：海洋仪器

全面的内置连接，节省资金

为信号完整性而优化，2450型后面板包括内置连接，便于配置多个仪器测试方案，同时避免额外适配器附件的投资需求，并降低测试成本。

