

面向环境和过程 测量的智能检测



实时测量提升我们的生活质量

- ▶ 环境
- ▶ 过程监控
- ▶ 材料质量
- ▶ 早期故障检测
- ▶ 安全



根本性测量问题：分析可靠性



“
人们对仪器性能缺乏信心，常常表现为不一致，操作和维护需要高度专业化的支持。
”

— 水环境研究基金会

智能检测革命

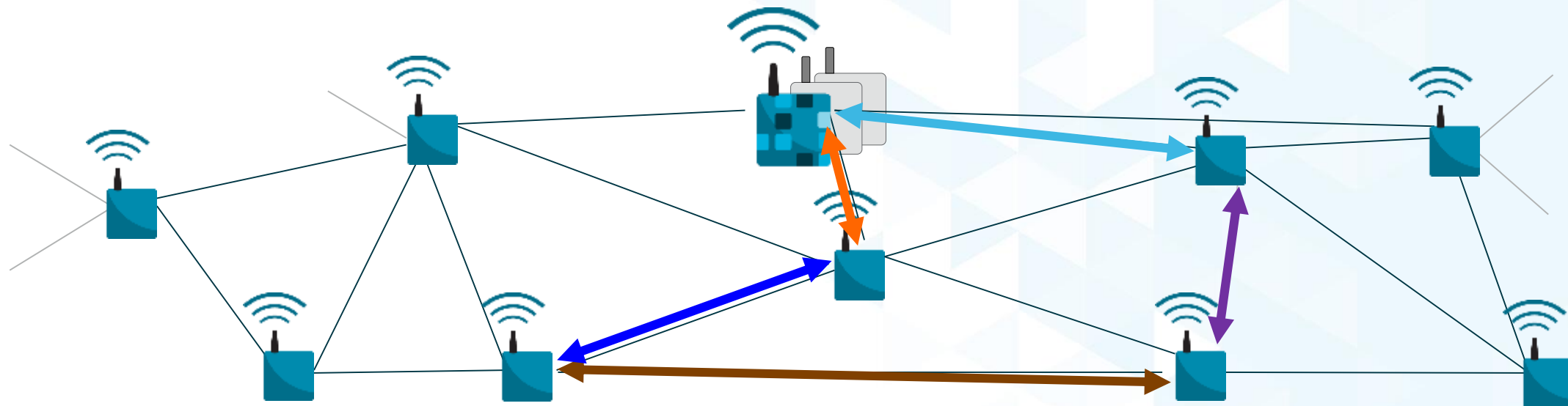


现在

未来



更广泛的检测网络实现更好的监测与控制



- ▶ 智能传感器带来更多好处
- ▶ 网络级评估
- ▶ 更高空间分辨率



扩展无线网络要求降低功耗
和提高可靠性

电化学传感器智能化

提高测量可靠性并降低总拥有成本



水质和液体分析



环境空气质量



工业气体检测

愿景：完全集成，易于使用，即插即用传感器“分析物进、测量结果出”

智能传感器



ADUCM355

信号调理和数据转换

数字处理与控制

存储器/FIFO

嵌入式补偿，校准，数据融合，诊断/预测/延长寿命

I2C/SPI/UART..



智能中断

现实条件下的可靠测量

温度 - 湿度 - 污染物处理 - EMC

液体分析



电化学：用于水质分析的精选智能传感器

比色/滴定

散射比浊法/比浊法

发光、吸光度、荧光

电化学

微生物

痕量分析/实验室方法

优点

最常见指标

低功耗

高分辨率

线性输出

经济实惠

缺点

传感器结垢、老化和维护

校准

环境补偿

使用寿命期间会有漂移

智能电化学检测

- 支持连续实时检测而无需试剂
- 利用久经考验的传感器技术
- 诊断或克服传统电化学的缺点

pH

氧化还原电位

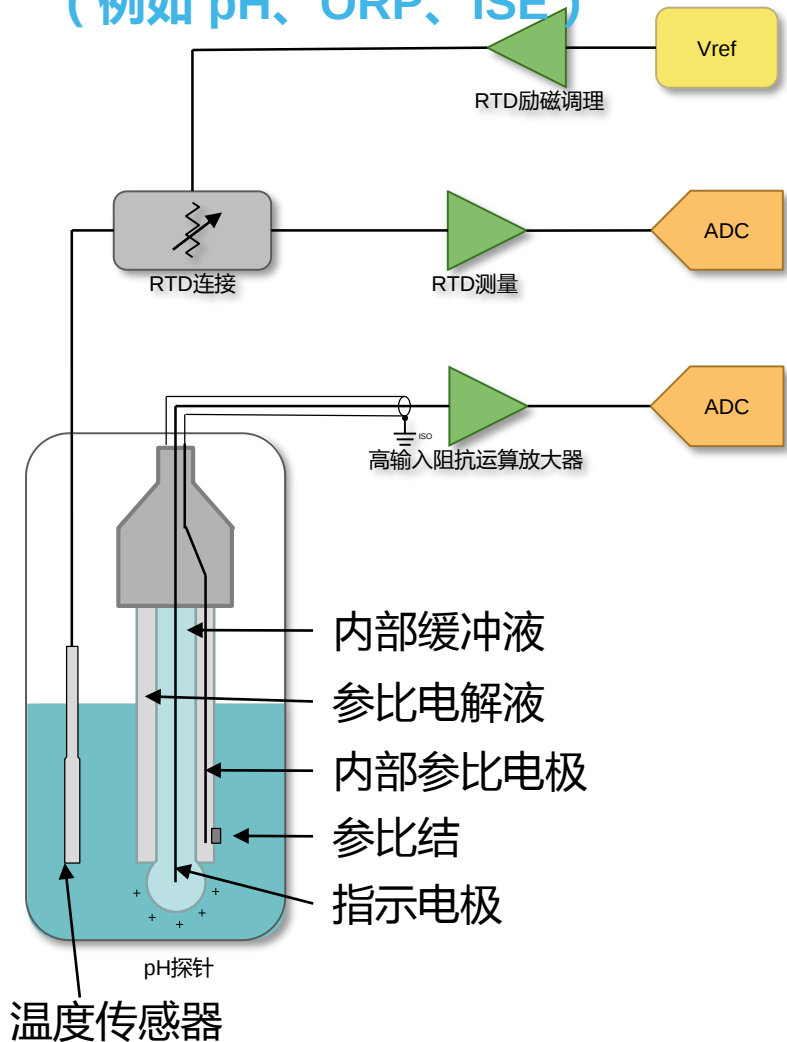
电导率

离子选择性电极

溶解氧

电化学液体传感器 - 基本原理和操作

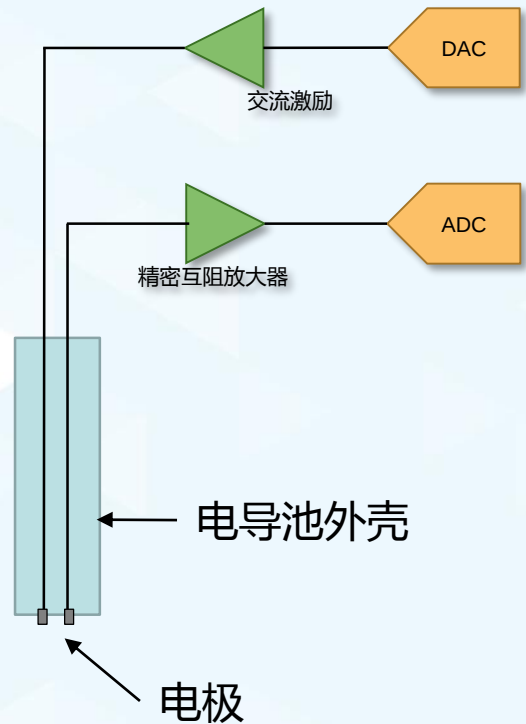
潜在传感器 (例如 pH、ORP、ISE)



阻抗或电流传感器 (例如电导率、DO)

正确操作需要：

- ▶ 对照标准缓冲液进行例行校准
- ▶ 清洁的检测表面
- ▶ 在额定传感器范围内操作
- ▶ 温度补偿
- ▶ 精密、低噪声、低漂移测量电子器件



市场扩张的巨大障碍：维护成本



//

在线pH测量被认为是最难实施的过程分析测量之一。

//

— 来自一家主要pH探针制造商的文献

降低维护成本需要诊断测量

常见测量问题



需要频繁校准（环境和电极稳定性）



传感器破损和磨损（膜更换等）



传感器清洁和维护（污垢/薄膜生长）

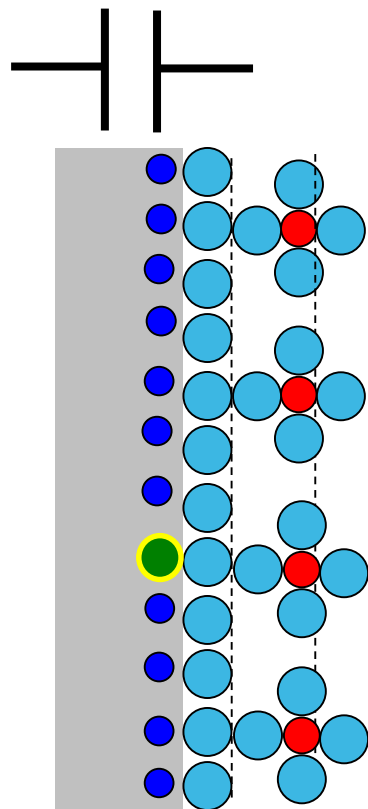
相关诊断测量

- 校准状况自检以提醒用户
- 传感器状况 - 信号有效性
- 传感器状况 - 信号完整性

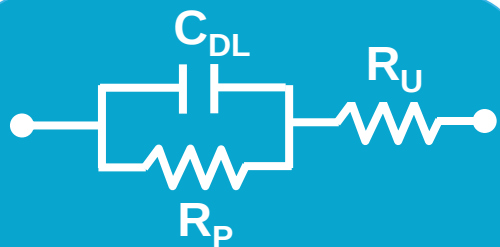
需求：传感器集成诊断电子器件，带有完整的电化学测量工具箱

小信号诊断测试：电化学阻抗谱分析

双层电容



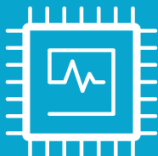
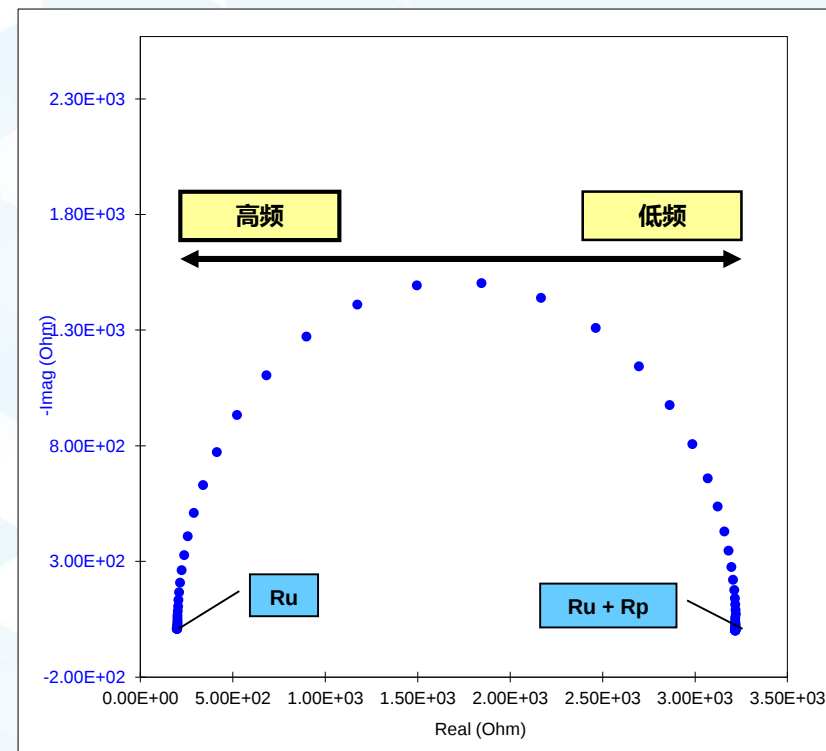
电子转移电阻



Randles Cell
(简图)

未补偿 (电解液)
电阻

奈奎斯特图

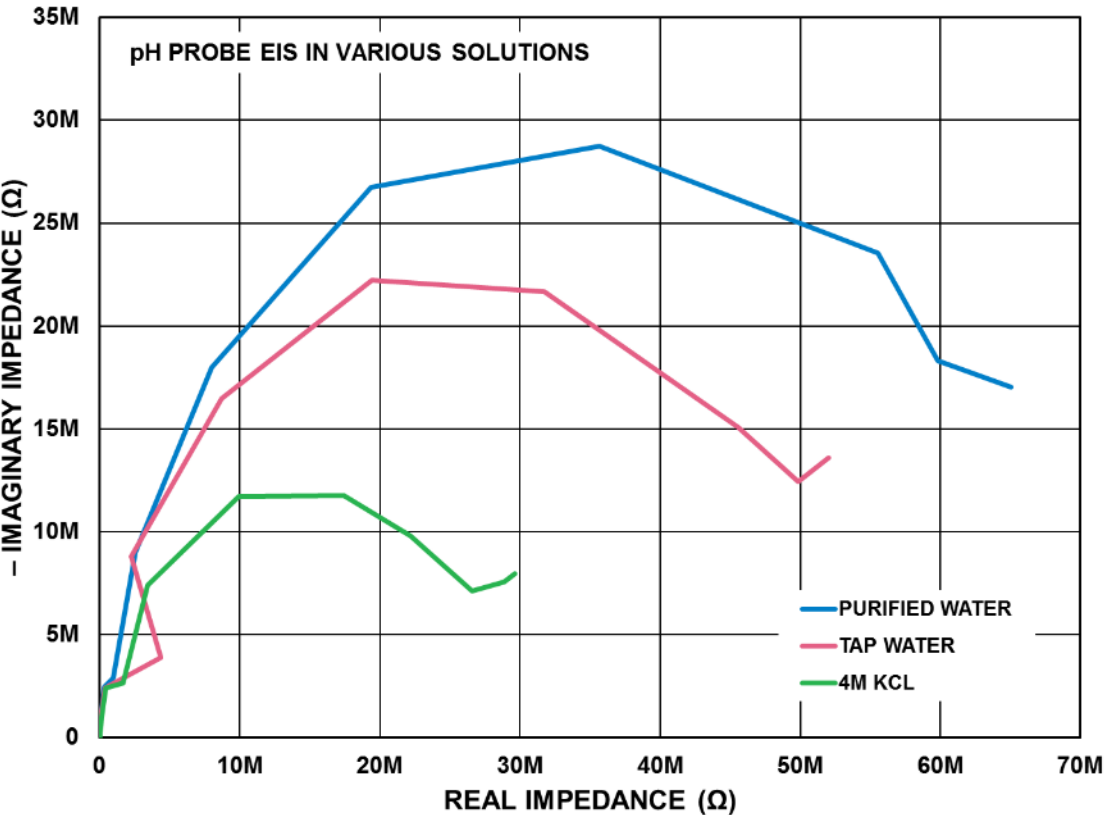


其他大信号电化学技术：

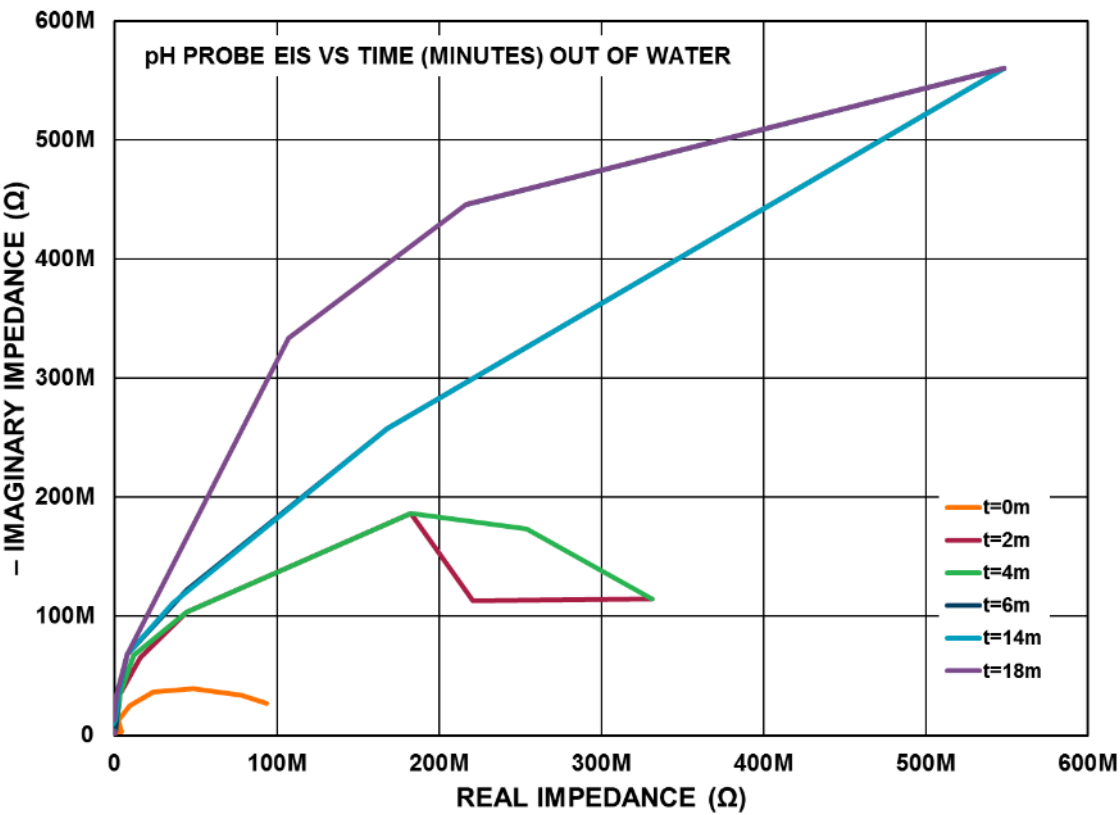
- 伏安法 (例如CV、方波)
- 计时安培分析法

pH探针阻抗谱揭示探针状况

各种溶液的阻抗



pH传感器干涸后的阻抗变化



CN0428 - 可编程液体分析参考平台

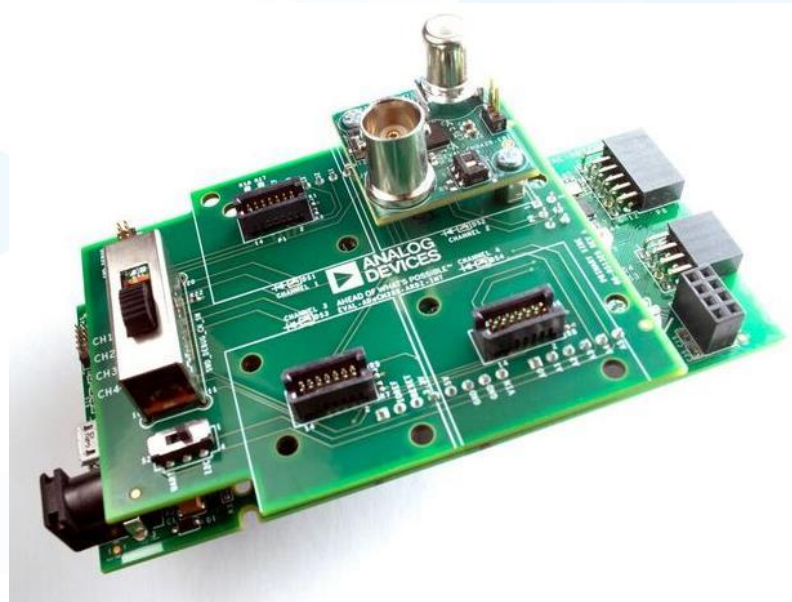
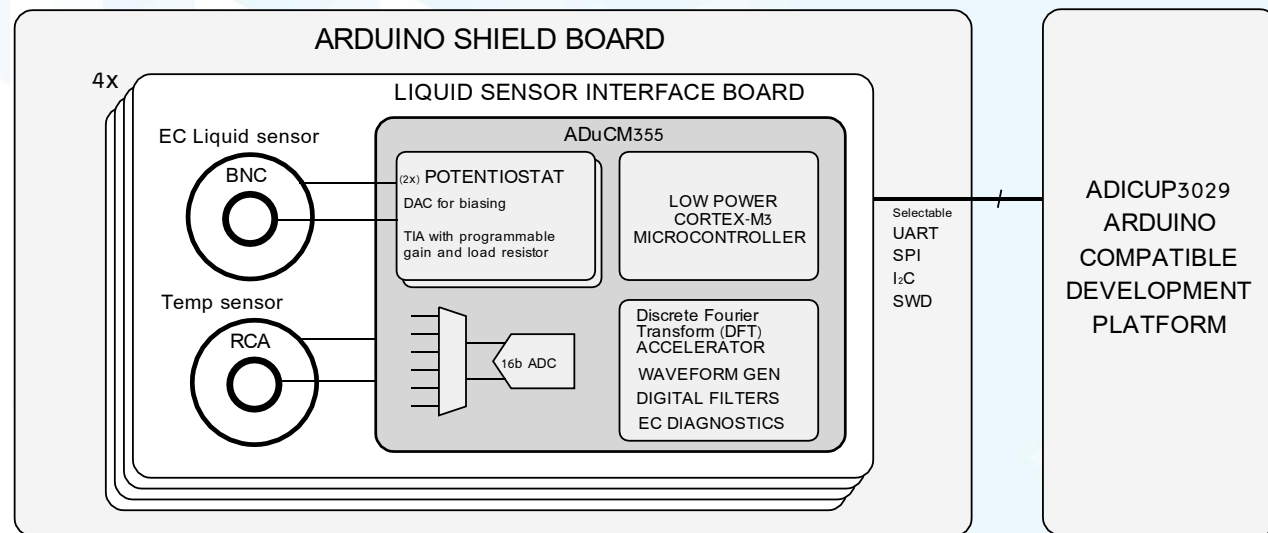
利用水质解决方案实现低功耗、小尺寸设计的平台化

- ▶ 通过集成的测量和诊断功能实现传感器状况分析
- ▶ 超低功耗的集成测量平台可适配探针外形
 - 测量pH、电导率、ISE、ORP
- ▶ 可编程液体分析子板
 - 使用ADuCM355进行AFE和测量预处理
 - 集成补偿(ATC)

硬件、软件和文档

- ▶ 基于ADICUP3029开发平台
- ▶ 软件示例请访问analog.com
- ▶ [电路笔记](#)和用户指南

www.analog.com/cn0428



气体检测





优点

低功耗
高分辨率
线性输出
高精度
经济实惠

缺点

温度和湿度依赖性
保质期有限
交叉灵敏度
使用寿命期间会有漂移

正确操作的要求

- ▶ 温度和湿度范围
- ▶ 稳定的偏置电压
- ▶ 避免接触高浓度的目标气体、挥发性有机化合物、灰尘和油雾
- ▶ EMC和功能安全合规

一氧化碳

硫化氢

氧

臭氧

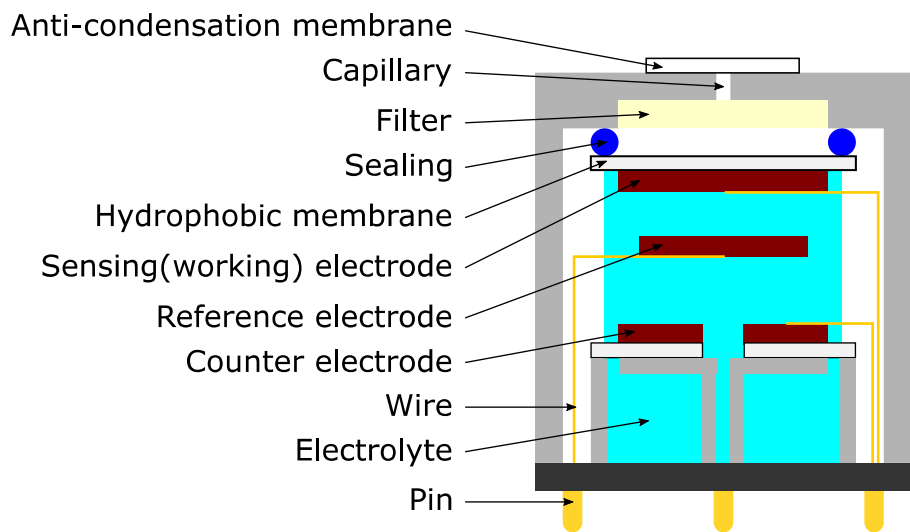
二氧化氮

氨

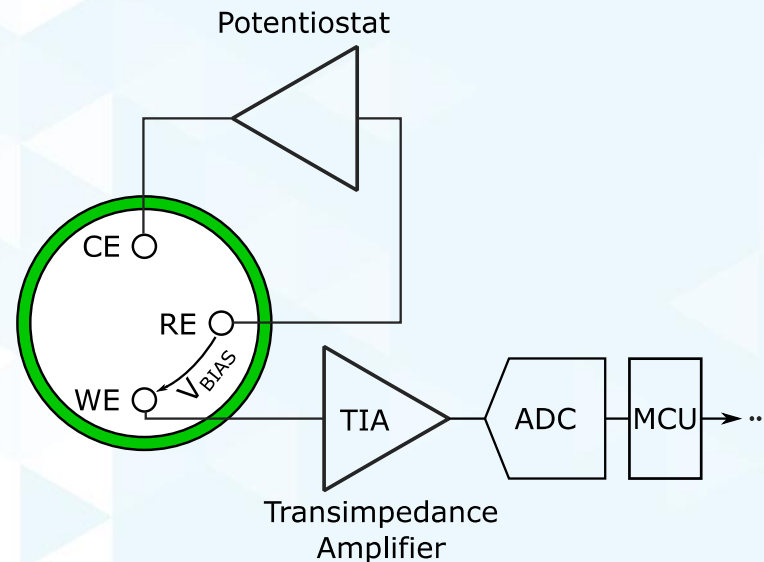
⋮

电化学气体传感器 - 基本原理和操作

- ▶ 测量与传感器电极氧化或还原所产生的目标气体浓度成比例的电流
- ▶ 最常见电极配置：
 - ▶ 检测（工作）电极 - SE (WE)
 - ▶ 参比电极 - RE
 - ▶ 反电极 - CE
- ▶ RE和SE (WE)之间需要稳定的偏置电压



基本信号链



市场扩张的巨大障碍：传感器使用寿命



//

无线网络设计的强大支持、更长的电池寿命、实施和维护是终端用户在当前技术发展阶段所要求的关键服务。

//

— Frost & Sullivan



降低维护成本需要诊断测量

常见测量问题

相关诊断测量



需要频繁校准（电极稳定性和电解液状况）

- 校准状况自检以提醒用户（阻抗谱、斜坡测试）



传感器破损和磨损（触头氧化、电解液泄漏.....）

- 偏置电压斜坡测试和脉冲测试



传感器触头之间的开路/短路（传感器与器件断开.....）

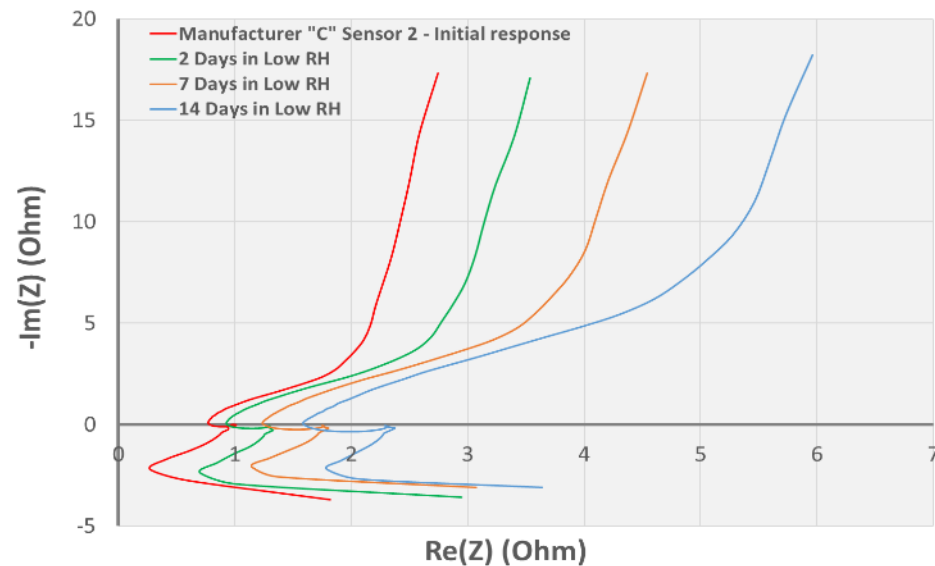
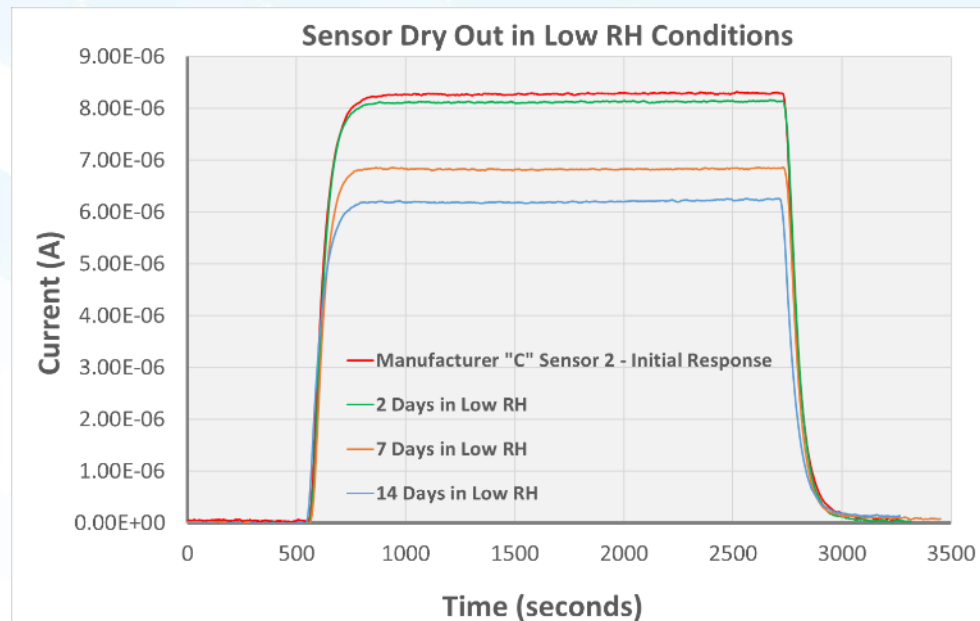
- 偏置电压脉冲测试

需求：传感器集成诊断电子器件，带有完整的电化学测量工具箱

传感器诊断

电化学阻抗谱分析(EIS)

- ▶ 在传感器电极上应用交流信号扫描
 - 检测传感器电解液的老化
 - 诊断电极之间的电荷转移
- ▶ 阻抗和灵敏度之间的良好相关性
- ▶ 利用片内EIS实现长期漂移补偿、寿命结束预测和其他智能传感器功能

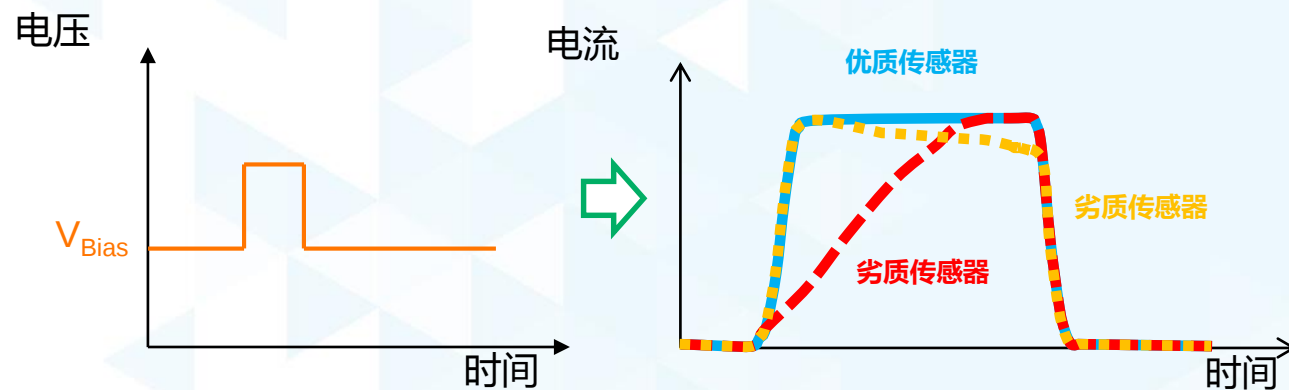


传感器诊断II

脉冲和斜坡测试

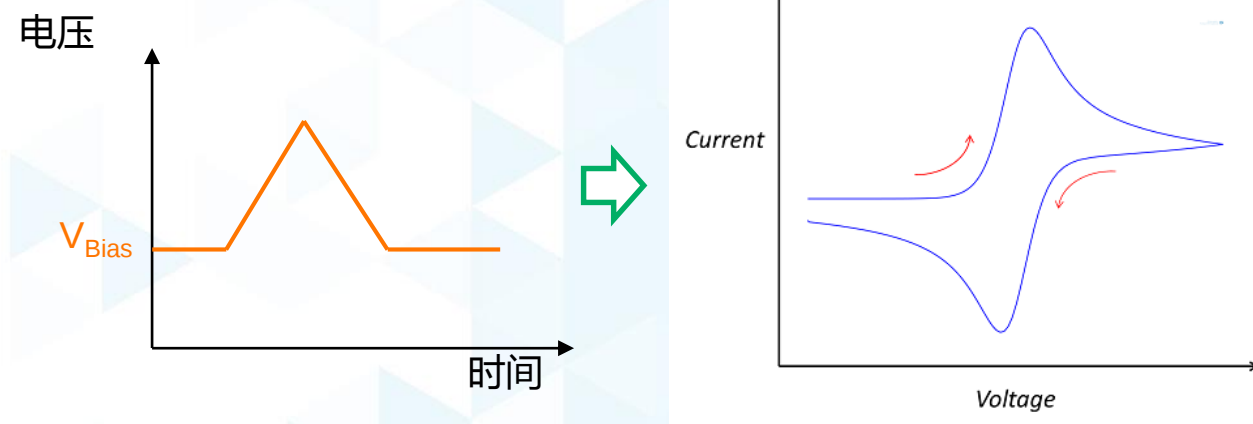
► 脉冲测试（计时安培分析法）

- 在偏置电压之上施加电压脉冲，同时监测传感器输出
- 测试传感器响应度



► 斜坡测试（循环伏安法）

- 在偏置电压之上施加电压并逐步改变
- 诊断电解液和电荷转移状况



CN0429 - 可编程气体分析参考平台

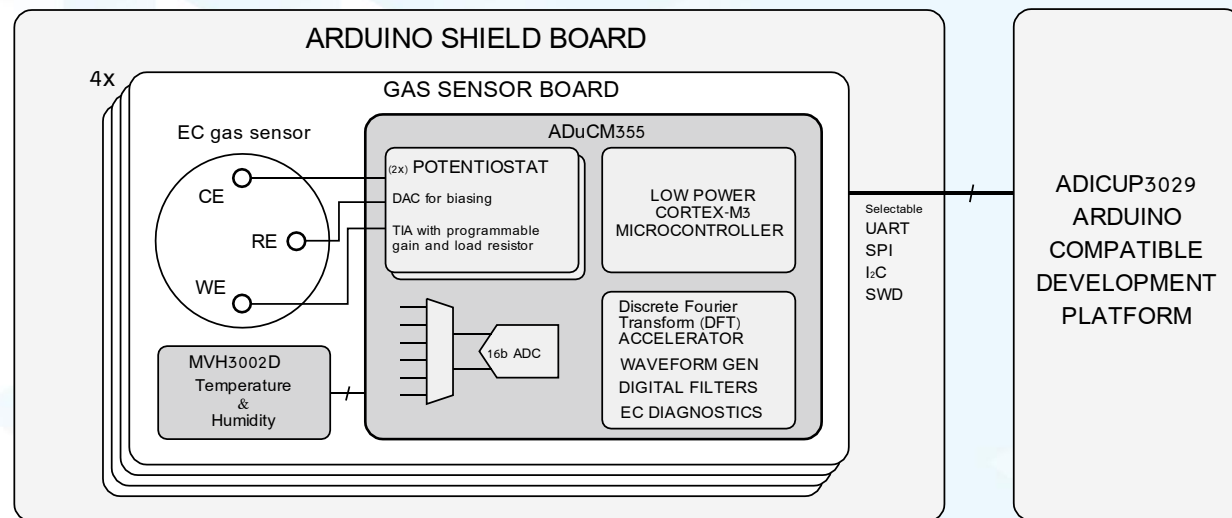
智能电化学气体检测平台可实现集成式低功耗数字 气体传感器

- ▶ 通过集成的测量和诊断功能实现传感器状况分析
- ▶ 测量任意四个电化学气体传感器
(“4系列”外形)
- ▶ 可编程气体检测子板
 - 使用ADuCM355进行AFE和信号处理
 - 板载温度和湿度传感器

硬件、软件和文档

- ▶ 基于ADICUP3029开发平台
- ▶ 软件示例请访问analog.com
- ▶ [电路笔记](#)和用户指南

www.analog.com/cn0429



ADuCM355

将智能集成于核心

ADuCM355精密微控制器

业界先进的化学传感器接口IC

- ▶ **低功耗、高精度传感器测量平台**
 - 电压、电流和阻抗测量功能
- ▶ **先进的传感器诊断功能**
 - 高速波形发生器
 - 阻抗谱分析引擎
- ▶ **超低功耗Cortex™ M3处理器**
 - 算法、数据后处理、通信、安全性

相关资源：

- ▶ 数据手册和硬件参考手册
- ▶ ADuCM355评估套件
- ▶ 第三方模块解决方案
- ▶ 3个Circuit From The Lab®参考设计
 - 多传感器系统参考设计（CN0428、CN0429）
 - 符合EMC标准的参考设计(CN0425)



应用：

- 气体探测
- 水质分析
- 生物检测分析
- 一般环境检测（空气、水、土壤）

完整的板载电化学测量工具箱

CN0428和CN0429的可行测量功能：

* ADI公司有示例项目可供参考

电化学阻抗谱分析(EIS)*

安培检测法

- 多步安培检测法(MA)
- 计时安培分析法*
- 脉冲安培检测(PAD)
- 快速安培法(FAM)
- 零电阻电流表(ZRA)

伏安法

- 线性扫描伏安法(LSV)
- (差分)脉冲伏安法(DPV)
- 方波伏安法(SWV)
- 正常脉冲伏安法(NPV)
- 交流伏安法(ACV)
- 循环伏安法(CV)*

增加驱动电路可实现的功能：

溶出伏安法

- 阳极/阴极/吸附

电位测定法

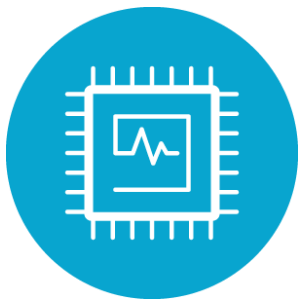
- 多步电位测定法(MP)
- 计时电位分析法
 - 溶出计时电位分析法 (PSA或SCP)
- 开路电位分析法(OCP)



环境和过程测量市场的增长将实施智能传感器并扩展检测网络，以利用先进的数据分析技术



智能传感器可减少维护工作量并降低拥有成本



集成测量和诊断现在可在平台化、低功耗、紧凑的检测点解决方案中实现

谢谢观看！

ADI中国地区技术支持热线：4006 100 006

ADI中国地区技术支持信箱：china.support@analog.com

ADI样片申请网址：<http://www.analog.com/cn/sample>