ADI公司针对pH计和电导率仪的水分析解决方案

应用简介

本文将讨论水分析领域最常见的两种应用：pH计和电导率仪。

pH衡量溶液的酸碱度。我们知道，大多数生物要求适当的pH水平以维持生命。pH的测量在许多领域至关重要，例如化学处理、纸浆和纸、食物、饮料、制药等等。

电导率衡量溶液导电的程度，测量电导率是一种极其广泛且有用的质量控制方法。监测水的纯度、控制饮用水和过程用水的质量、估算溶液中离子的总数等，全都可以通过电导率测量来实现。一般而言，测量电导率可以快速且廉价地确定溶液中离子的总浓度。然而，它无法区分不同类型的离子，只能提供一个与所有离子的综合效应成正比的读数。

系统设计考虑因素

稳定性：在pH计和电导率仪的设计中，随时间和温度的漂移是非常重要的考虑因素。为了实现这一目标，需要低漂移的精确信号链，这正是ADI公司所擅长的领域。

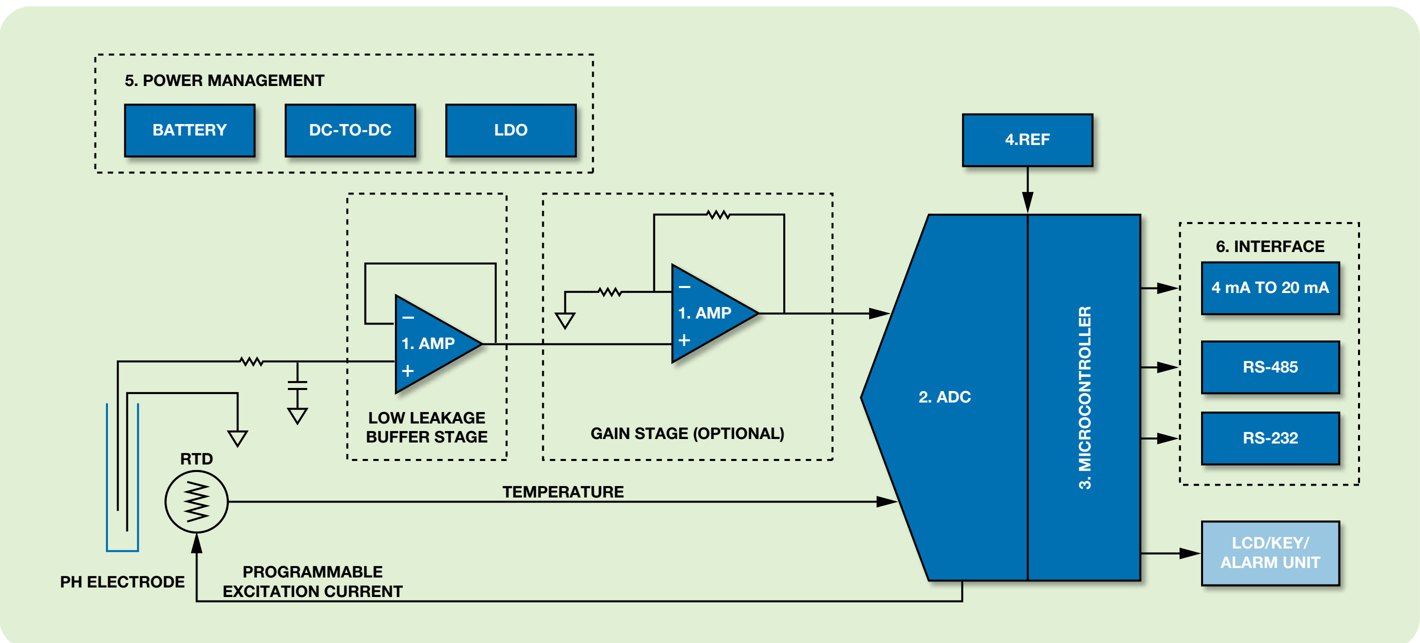
分辨率：为了充分发挥传感器动态范围的优势，信号链和电源设计需要考虑低噪声和高分辨率要求，实验室仪器尤其如此。

低功耗：便携性是近年来仪器领域的一大趋势。pH计和电导率仪也有便携式版本，应当能依靠有限的电池在室外长时间工作。这种情况下，设计阶段就需要考虑低功耗需求。

ADI公司解决方案

系统框图

1. 下面是pH计的系统框图，包括pH电极、低漏电流输入级、增益级(可选)、微控制器(集成ADC和基准电压源)、电源管理和通信接口。



注：以上信号链代表 pH 计的系统框图。模块的技术要求可变化，下面列出的产品代表满足部分要求的 ADI 解决方案。

1. 放大器	2. ADC	3. 微控制器	4. 基准电压源	5. 电源管理	6. 接口
ADA4505-2/AD8626 ADA4665-2/ADA4692-2	AD7792/AD7793	ADuCM361/ADuC7061	ADR4525/ ADR3425/ ADR291	ADP2503/ADP2370/ ADP160/ADP7102	AD5412/AD5422/ ADM2484E/ADM3251E

利用测量电极和参考电极确定溶液中的氢离子浓度，可以实现pH测量。参考电极的作用是提供一个恒定的参考电位，它与电极所浸没的溶液无关。测量电极的作用是产生一个相对于参考电极的电位差，它与溶液的pH值成正比。pH电极具有非常大的输出电阻，为了实现精确的pH测量，应利用低偏置电流放大器作为缓冲器。经过低漏电流缓冲级后，信号提供给增益和低通滤波器级，以实现更高的分辨率。信号最后进入Σ-Δ ADC。温度测量同样可以通过这个ADC实现，用以补偿最终结果。

稳定性：ADI公司致力于提供精密信号链产品，如低偏置电流和低失调漂移放大器、低噪声/漂移/迟滞基准电压源、高精度ADC等，以帮助设计师构建精确、稳定的pH测量系统。

上表中的放大器不光是在室温下，在0至50°C范围内也具有非常低的失调漂移和偏置电流(分别为大约1µV/C和1pA)，因而环境测试得以简化。

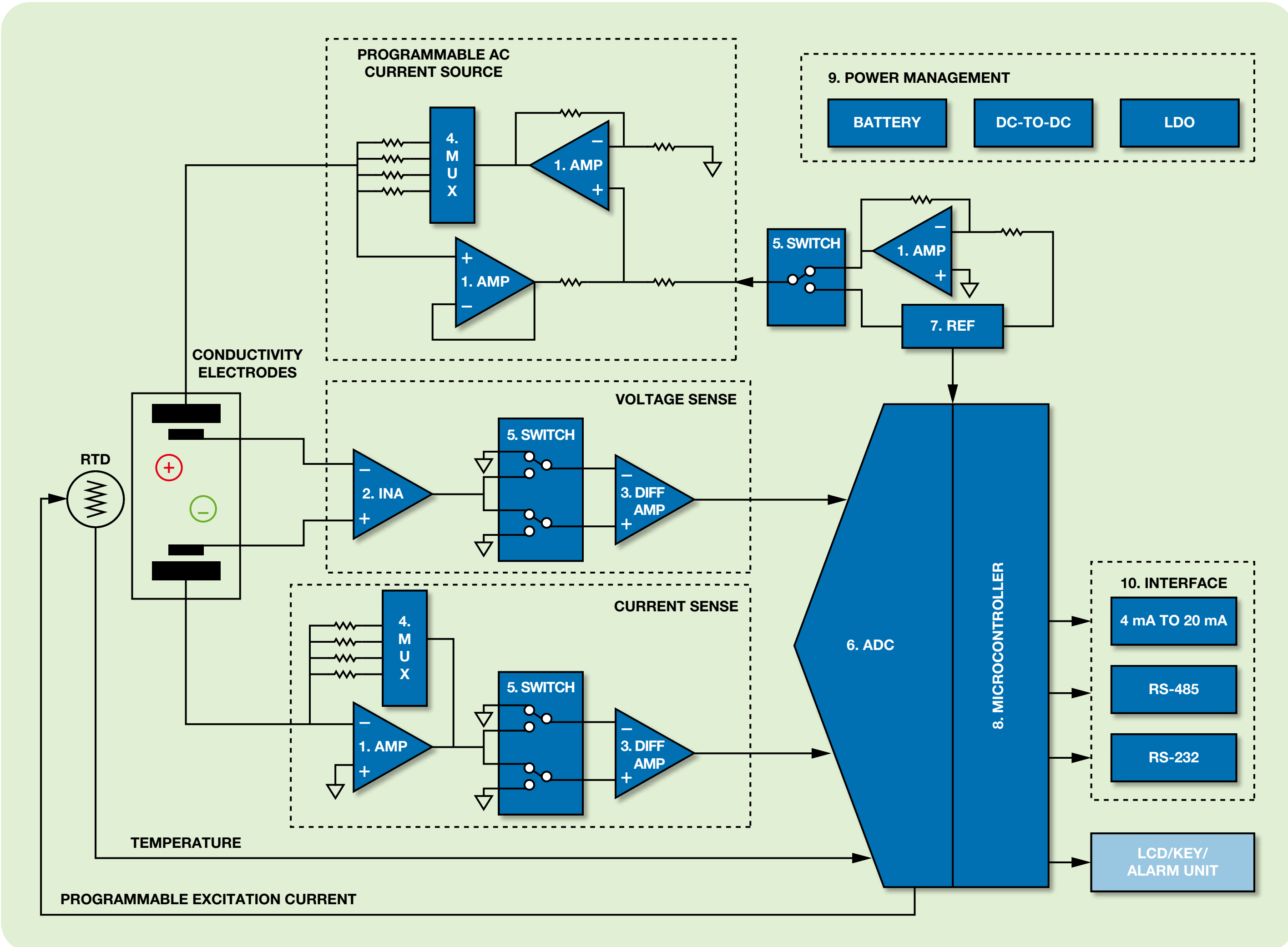
上表中的基准电压源不仅具有良好的低漂移和低噪声特性，而且在很宽的温度范围内提供低迟滞特性，这同样有助于通过环境测试。

上表中的ADC不仅具有低噪声特性，而且支持温度测量以便补偿pH测量。内置可编程电流源和偏置电压非常适合RTD和TC温度测量。

分辨率：多数pH计提供3½位的分辨率，这意味着16位Σ-Δ ADC即足够。某些实验室pH计的分辨率可能高达5½位，此时应当使用AD7793等24位Σ-Δ ADC和低闪烁噪声放大器ADA4505-2/AD8626。

低功耗：我们知道，仪器仪表的一大趋势是小型化和便携化。上表中每个类别下的产品中都有低功耗器件，例如：ADA4505-2/AD8626、ADR291、AD7792/3、ADuCM361、ADP2503和ADP160。

2. 下面是电导率仪的系统框图，包括电导率电极、可编程交流电流源、电压检测、电流检测、微控制器(集成ADC和基准电压源)、电源管理和通信接口。



注：以上信号链代表电导率仪的系统框图。模块的技术要求可变化，下面列出的产品代表满足部分要求的 ADI 解决方案。

1. Amp	2. INA	3. 差动放大器	4. Mux	5. 开关
AD8626/ADA4692-2 AD8603/AD8605	AD8220/AD8228/AD8421	AD8271/AD8278	ADG704/ADG708/ADG1609	ADG733/ADG1636
6. ADC	**7. Ref**	**8. MCU**	**9. 电源管理**	**10. 接口**
AD7792/AD7793	ADR4525/ADR3425 ADR291	ADuCM361/ADuC7061	ADP2503/ADP2370 ADP160/ADP7102	AD5412/AD5422 ADM2484E/ADM3251E

导电率衡量溶液中离子的总浓度，可通过施加交流电流来测量。此电流迫使离子来回流动，从而在导电率电极之间产生交流电位。导电率计测量电压有两节点和四节点两种模式，系统精度需求决定使用何种模式。根据欧姆定律，溶液的电导率可通过测量电压和电流来计算。如框图所示，可编程交流电流源利用基准电压源、运算放大器和多路复用器产生电流。电极上的电压通过仪表放大器检测，后接开关和差动放大器。通过电极的电流由I/V电路检测，其后同样接有开关和差动放大器。开关和差动放大器解调电路可将交流信号转换为直流信号，最终提供给Σ-Δ ADC。

稳定性：像pH计一样，ADI精密信号链产品可以帮助设计人员构建精密且稳定的电导率测量系统。精密基准电压源、低偏置漂移运算放大器和低导通电阻多路复用器构成精密可编程电流源。低偏置电流仪表放大器、低导通电阻开关和差动放大器实现精确的电压测量。为了获得准确的电导率结果，ADI公司内置电流源的ADC支持RTD进行温度测量。

低功耗：像pH计一样，上表中几乎每个类别下的产品中都有低功耗器件，可构成低功耗系统。

主要产品

产品型号	描述	优势
运算放大器		
ADA4505-2	0.5 pA偏置电流(典型值，室温)，小于1 pA偏置电流(典型值，50°C)，低失调漂移2 μV/C，10 μA静态电流，轨到轨输入/输出，零输入交越失真放大器；PSRR：100 dB (最小值)；CMRR：105 dB (典型值)	低偏置电流(0°C至50°C)，低失调漂移，适用于pH计，低功耗，适用于便携式仪器仪表，较高的电源抑制比，即使不使用稳压器也不会对精度造成大的影响
AD8626	0.25 pA偏置电流(典型值，室温)，小于2 pA偏置电流(典型值，50°C)，低失调漂移2 μV/C，最高±13 V电源，高带宽5 MHz，轨到轨输出	较宽的电源范围，低偏置电流(0°C至50°C)，低失调漂移，适用于pH计，高带宽适用于交流电流源
ADA4665-2	0.1 pA偏置电流(典型值，室温)，0.2 pA偏置电流(典型值，50°C)，低失调漂移3 μV/C，最高±8 V电源，轨到轨输入/输出	较宽的电源范围，低偏置电流(0°C至50°C)，低失调漂移，适用于pH计
ADA4692-2	0.5 pA偏置电流(典型值，室温)，0.5 pA偏置电流(典型值，50°C)，低失调漂移1 μV/C，3.6 MHz带宽，轨到轨输出	低偏置电流(0°C至50°C)，低失调漂移，低噪声和高带宽，适用于pH计和交流电流源
AD8603	1 pA (最大值，25°C)；微功耗：50 μA；低失调电压：50 μV (最大值)；轨到轨输入/输出	低偏置电流(室温)、低功耗、低失调运算放大器
AD8605	1 pA (最大值，25°C)；低失调电压：65 μV (最大值)；10 MHz带宽；高输出电流：80 mA；轨到轨输入/输出	低偏置电流(室温)、高速、高输出电流、低失调运算放大器
仪表放大器		
AD8220	JFET输入，低偏置电流10 pA(典型值)，高带宽1.5 MHz (G=1)，增益范围1到1000	低偏置电流，充足的带宽，适用于电导率仪
AD8228	低偏置电流0.5 nA，低增益漂移1 ppm/°C，低噪声15 nV/√Hz	固定增益，内置电阻，节省成本并提高增益精度
AD8421	低偏置电流0.1 nA，低噪声3 nV/√Hz，高带宽10 MHz (G=1)，低失调漂移0.2 μV/°C，压摆率35 V/μs	低噪声、低偏置电流、高速仪表放大器
差动放大器		
AD8271	增益 = ½、1、2，增益漂移10 ppm/°C，15 MHz和30 V/μs压摆率	低增益漂移和高速度，适用于电导率应用中的驱动ADC
AD8278	低功耗100 μA，G = ½或2，带宽1 MHz，	低功耗，充足的带宽，适用于电导率仪
Mux		
ADG704	4通道多路复用器，低导通电阻2.5 ohm (典型值)，低漏电流10 pA (典型值)，低功耗1 μA	低漏电流和低导通电阻有助于构建高精度系统
ADG708	8通道多路复用器，低导通电阻3 ohm (典型值)，低漏电流10 pA (典型值)，低功耗1 μA	低漏电流和低导通电阻有助于构建高精度系统
ADG1609	4通道多路复用器，±8 V电源，低导通电阻4.5 ohm (典型值)，低漏电流20 pA (典型值)，低功耗1 μA	宽电源范围、低漏电流和低导通电阻有助于构建高精度系统
开关		
ADG733	双通道SPDT开关，低导通电阻2.5 ohm (典型值)，低漏电流10 pA (典型值)，低功耗1 μA	低漏电流和低导通电阻有助于构建高精度系统
ADG1636	双通道SPDT开关，±8 V电源，低导通电阻2.5 ohm (典型值)，低漏电流10 pA (典型值)，低功耗1 μA	宽电源范围、低漏电流和低导通电阻有助于构建高精度系统
ADC		
AD7792	400 μA静态电流，3通道16位峰峰分辨率，最高470 Hz输出更新速率，片内基准电压源，内部偏置电压，内部电流激励	低功耗、高集成度Σ-Δ ADC，高分辨率和高精度，适用于精密测量，特别是温度测量
AD7793	400 μA静态电流，3通道24位Σ-Δ ADC，最高470 Hz输出更新速率，片内基准电压源，内部偏置电压，内部电流激励	低功耗、高集成度Σ-Δ ADC，高分辨率和高精度，适用于精密测量，特别是温度测量

主要产品(续)

产品型号	描述	优势
基准电压源		
ADR4525	2.5 V基准电压源，极低漂移：2 ppm/°C (最大值)，低噪声：1.25 μVpp (0.1 Hz至10 Hz)，长期稳定性：25 ppm/√1000小时，迟滞：50 ppm	低漂移、超稳定、低噪声基准电压源，低迟滞，ADR45xx系列还提供许多其它输出电压选项
ADR3425	2.5 V基准电压源，低漂移8 ppm/°C (最大值)，长期稳定性 30 ppm/√1000小时，100 μA最大静态电流，小型SOT23-6封装	低漂移、稳定，ADR34xx系列还提供许多其它输出电压选项
ADR291	2.5 V基准电压源，12 μA静态电流	低功耗，非常好的漂移和稳定性
微控制器		
ADuCM361	精密模拟微控制器、ARM Cortex™-M3 32位处理器、6个差分通道、单通道24位ADC、单通道12位DAC、功耗1.0 mA、290 μA/MHz、19引脚GPIO、128 kB Flash/EE存储器、8 kB SRAM。小型封装，低漂移内部基准电压源(5 ppm典型值)，集成可编程电流源。	低功耗、高精度24位Σ-Δ型ADC，4 mA至20 mA环路应用，小型封装
ADuC7061	基于10 MHz ARM7的精密模拟微控制器，高精度双通道sigma-delta ADC前端，24位分辨率、16位ENOB、sub-100 Hz输出速率；存储器包括32 kB Flash和4 kB SRAM；其它重要特性包括低于3 mA的工作电流(MCU内核工作在1 MHz)，适用于4mA至20 mA环路应用，12位DAC，5 mm × 5 mm 32引脚LFCSP小型封装。	低功耗、低成本24位Σ-Δ型ADC，4 mA至20 mA环路应用，小型封装
电源管理		
ADP2503	38 μA静态电流；2.5 MHz降压-升压dc-to-dc转换器，支持的输入电压可以大于、小于或等于调节输出电压	低功耗可延长电池寿命，小型封装、少量外部器件只需较小的PCB空间
ADP2370	3.0 V至15 V输入降压调节器，800 mA输出电流，1.2 MHz或600 K PWM频率，低静态电流14 μA、效率高于90%，电流模式控制架构	小型3 mm × 3 mm LFCSP封装，只需极少的外围元件 小尺寸解决方案
ADP160	2.2 V至5.5 V输入LDO，150 mA最大输出电流，超低静态电流：10 μA (输出10 mA时)，多达15个固定输出电压选项：1.2 V至4.2 V	低功耗、集成输出放电电阻、小型封装只需2个1 μF外部电容
ADP7102	20 V输入LDO，300 mA输出电流，低噪声15 μVrms，7个固定输出电压版本和可调版本	高输入电压、低噪声LDO
接口		
AD5422	电流输出范围：0 mA至24 mA，电压输出范围：0 V至5 V、0 V至10 V、±5 V、±10 V，16位分辨率，0.01% FSR典型总不可调整误差；3 ppm/°C典型输出漂移；片内基准电压源(10 ppm/°C最大值)	16位分辨率和单调性，支持HART通信
AD5412	电流输出范围：0 mA至24 mA，电压输出范围：0 V至5 V、0 V至10 V、±5 V、±10 V，12位分辨率，0.01% FSR典型总不可调整误差；3 ppm/°C典型输出漂移；片内基准电压源(10 ppm/°C最大值)	12位分辨率和单调性，支持HART通信
ADM2484E	全/半双工，隔离式RS-485/RS-422收发器，500 Kbps数据速率，256节点，5 V或3.3 V工作电压，15 kV ESD保护，5 kV隔离	高集成度隔离式RS-485收发器
ADM3251E	隔离式RS-232收发器，460 Kbps数据速率，5 V或3.3 V工作电压，15 kV ESD保护，2.5 kV隔离	高集成度隔离式RS-232收发器

设计资源

应用笔记/文章

- 带可编程增益跨阻放大器的双通道色度计—*www.analog.com/zh/CN0312*
- 可编程增益跨阻放大器使光谱系统的动态范围达到最大—*www.analog.com/library/analogDialogue/china/archives/47-05/pgtia.html*

设计工具/论坛

- ADuCM361设计工具—*ftp://ftp.analog.com/pub/MicroConverter*
- 模拟光电二极管向导—*www.analog.com/zh/PhotodiodeWizard*
- ANALOG FILTER Wizard™：ADI Active Filter Design Tool—*www.analog.com/zh/FilterWizard*
- ADIsimPower™：ADI公司稳压器设计工具—*www.analog.com/adisimpower*
- ADIsimOpAmp™：ADI公司运算放大器设计工具—*www.analog.com/adisimopamp*
- ADI中文技术论坛：在线技术支持社区—*ezchina.analog.com*

欲查看有关气体探测器的其他资源、工具和产品信息，请访问：
www.analog.com/zh/instrumentation

亚洲技术支持中心 4006-100-006
模拟与其他线性产品 *china.support@analog.com*
嵌入式处理与DSP产品 *processor.china@analog.com*
免费样片申请 *www.analog.com/zh/sample*
ADI在线技术论坛 *ezchina.analog.com*
网址 *www.analog.com/zh/CIC*

Analog Devices, Inc.
Worldwide Headquarters
One Technology Way
P.O. Box 9106, Norwood, MA
02062-9106 U.S.A.
Tel: (1 781) 329 4700
Fax: (1 781) 461 3113

亚太区总部
上海市黄浦区湖滨路 222 号
企业天地大厦 22 层
邮编：200021
电话 : (86 21) 2320 8000
传真 : (86 21) 2320 8222

深圳分公司
深圳市福田中心区
益田路与福华三路交汇处
深圳国际商会中心 4205-4210 室
邮编：518048
电话 : (86 755) 8202 3200
传真 : (86 755) 8202 3222

北京分公司
北京市海淀区
上地东路 5-2 号
京蒙高科大厦 5 层
邮编：100085
电话 : (86 10) 5987 1000
传真 : (86 10) 6298 3574

武汉分公司
湖北省武汉市东湖高新区
珞瑜路 889 号光谷国际广场
写字楼 B 座 2403-2405 室
邮编：430073
电话 : (86 27) 8715 9968
传真 : (86 27) 8715 9931

亚洲技术支持中心
免费热线电话：4006 100 006
电子邮箱：
china.support@analog.com
技术专栏：
www.analog.com/zh/CIC
样品申请：
www.analog.com/zh/sample
在线技术论坛：
ezchina.analog.com

BR11684sc-0-7/13

ANALOG DEVICES