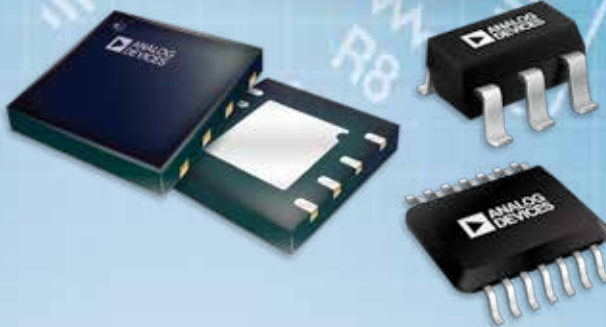
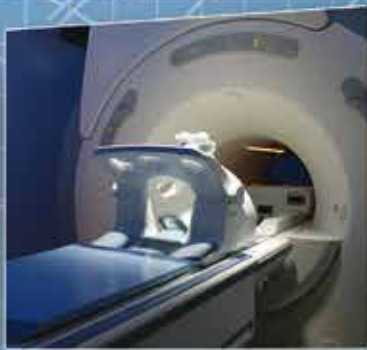


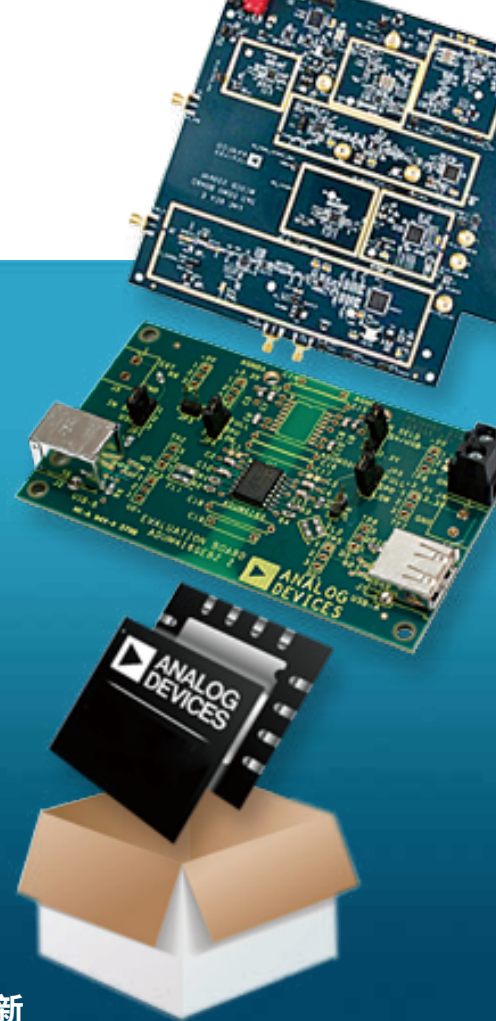
ADI系统方案精选



欢迎来到ADI在线购买中心

ADI官方网站已经开放中国大陆、中国香港及台湾地区在线购买服务，无论您是购买少量产品的工程师，还是需要订购大批产品以满足生产需求的采购人员，都可以利用ADI公司在线购买系统，实现从设计到生产过程的各种产品订单管理。

- ✓ 原厂产品 **型号齐全**
- ✓ 提供 **配套评估板及开发套件** 购买
- ✓ 部分产品 **一片起订**，报价依量而定，无最低金额要求
- ✓ 全球实时供货 **快速送达**，您的电子邮件将会收到订单状态更新



现在就开始订购

输入产品型号或关键字
进入产品页面，
获取价格和供货信息



添加至购物车

✓ 完成结算

ADI在线购买常见问题解答

- ▶ 如何查询产品价格及库存?
- ▶ 物流及订单进度跟踪
- ▶ 关于ADI官网的产品价格
- ▶ 运费、税费、支付及发票问题
- ▶ 请使用信用卡订购 (VISA, MasterCard, AMEX)
- ▶ 取消订单及退换货事宜

更多帮助内容，请在购买前详细阅读 >>

客户支持

- ▶ 申请myAnalog账户
- ▶ 查询订单状态

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

- ▶ 点击在线提交客户服务表单

简介

ADI系统方案精选是ADI为了方便客户设计、同时简化系统集成，主要面向中国市场推出的一系列的信号链解决方案。每个方案精选以应用为主题，清晰地罗列出完整而灵活的信号链图表、系统设计要素、现行业内面临的主要挑战以及ADI解决这些问题的价值主张和相关产品组合推荐。自2012、2013年推出17个方案以来，我们又陆续增加了10个精选方案。目前，ADI已有27个系统方案可供用户免费下载，内容涵盖工业仪表、汽车应用、医疗保健等各个方面，深受客户好评。现应广大工程师要求，我们将每年对本方案精选进行内容跟新和再版，供读者阅读参考。

我们真诚希望ADI系统方案精选可以一如既往地满足您的工作需求、加速您的开发设计。

目录

工业及仪表

ADI的RF信号源解决方案	3
ADI公司电磁流量计解决方案	7
锂电池测试设备解决方案	11
频谱分析仪解决方案	15
基于电化学传感器的ADI微功耗有毒气体检测解决方案.....	19
基于NDIR和PID的ADI气体检测解决方案	23
ADI公司超声无损检测解决方案	27
ADI公司的两线环路供电变送器解决方案	31
ADI的压力变送器解决方案.....	35
ADI公司针对pH计和电导率仪的水分析解决方案	41
ADI双光束分光光度计解决方案	47
ADI高温产品与应用	51
ADI可编程逻辑控制器 (PLCs) 解决方案	55
电机控制解决方案—伺服控制	61
ADI再生能源—太阳能光伏发电解决方案	65
ADI能源解决方案—适用于配电系统的继电保护平台	67
基于IEC61850的智能电子设备(IED)系统解决方案	69

医疗保健

心电图(ECG)解决方案..... 75

ADI病人监护仪中的典型模块脉搏血氧仪解决方案..... 79

运动监测解决方案 83

ADI公司医疗超声解决方案..... 87

ADI的核磁共振成像(MRI)解决方案..... 91

ADI自动体外除颤仪(AED)解决方案 95

汽车应用

ADI车载信息娱乐主机解决方案 101

ADI公司混合动力汽车(HEV)/电动汽车(EV) 锂电池管理解决方案..... 105

ADI汽车传感器和传感器接口解决方案 109

ADI ADAS视觉解决方案 115

ADI的RF信号源解决方案

应用简介

RF信号源用于创建射频频率的测试波形，常见的一些应用包括：测试新的无线平台是否能工作，或者测试从生产线下线的手机性能是否符合预期。RF信号源既能用来创建正弦波等简单的波形，也能用来创建看起来像是超声或声纳设备回波的复杂调制波形。

系统设计考虑和主要挑战

随着技术的不断创新，RF应用现在的频率要求已达到GHz范围，模拟和数字方法使得调制技术变得越来越复杂。此外，RF通信行业的标准也越来越多。

对于RF信号源设计师，第一项挑战是在单个系统中实现多种RF测试信号。例如，RF信号源可能需要提供多种多样的输出，如FM、FSK、QAM、WCDMA和LTE信号等。支持这些RF测试信号所需的带宽现在变得越来越宽，很难找到支持这些标准要求的宽带宽、良好线性和低噪声性能的器件。而且，针对不同的频段，设计师可能需要增加不同的信号路径。

RF信号源设计师的第二项挑战是控制系统的噪声底。使用的数字信号处理和RF信号处理越多，则系统的辐射噪声越高。额外的信号路径也会由于串扰而增加噪声，因此更难获得干净的输出。

RF信号源设计师的第三项挑战是系统能力和灵活性不断提高。信号源还需要支持外部时钟输入和调制输入，以便满足最终用户的测试目的，如同步等。系统还需要与USB、GPIO、以太网和RS-232等接口兼容。

ADI公司解决方案

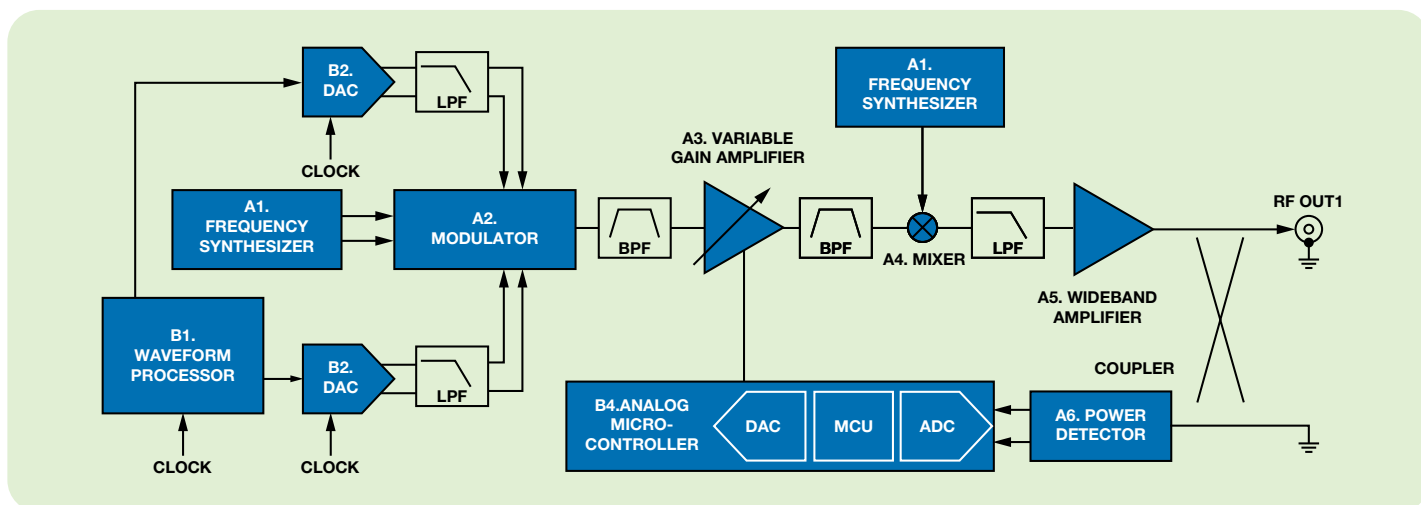
ADI解决方案的价值主张：

- 一站式供应商，提供从数字到RF器件的最齐全产品组合，如锁相环(PLL)、混频器、功率检波器、ADC、DAC、放大器和数字信号处理器等。
- 丰富的RF设计资源，包括易于使用的仿真工具(ADIsimPLL™、ADIsimRF™、ADIsimSRD™、ADIsimCLK™)、ADI中文技术论坛中的RF社区、完全填充的评估板等。
- ADI产品的兼容性支持在多个平台之间移植设计，例如，引脚兼容的高速ADC提供多种不同的采样速率和分辨率。
- 片内集成可以优化信号链性能，缩小电路板空间，降低BOM成本和功耗；例如，电源管理单元(PMU)集成线性调节器、开关调节器和电源监控功能。
- Circuits from the Lab®参考电路是经过测试的参考电路，有助于加速设计，同时简化系统集成，帮助并解决当今模拟、混合信号和RF设计挑战。基于网络的设计工具可以优化定制设计的性能。本文最后还提供了一些基于网络的设计示例。

系统框图

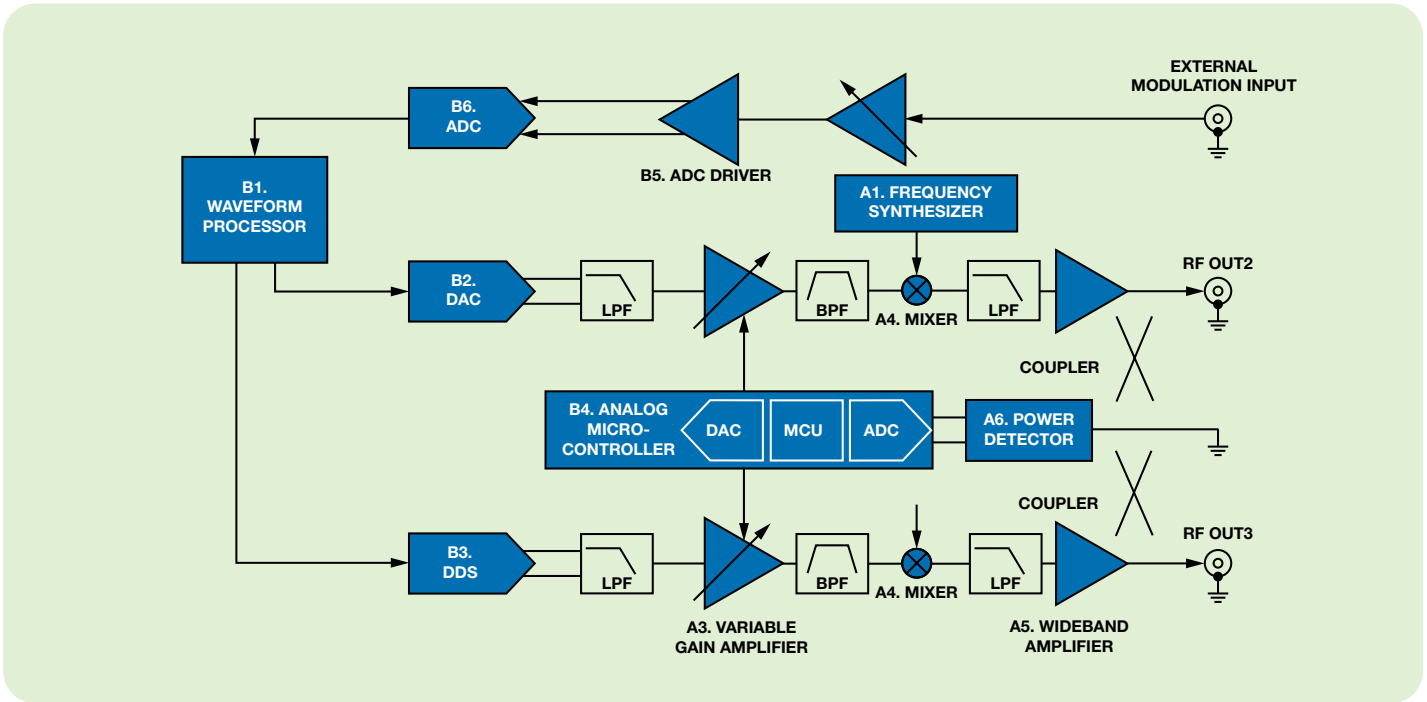
RF信号源一般可以分为五个子系统，如下所示：

A. RF信号链产生经调制的RF输出：ADI公司的RF设计注重高性能和低功耗解决方案。差分结构可以将噪声降至最低。低功耗与高线性度的结合则可实现最佳解决方案。



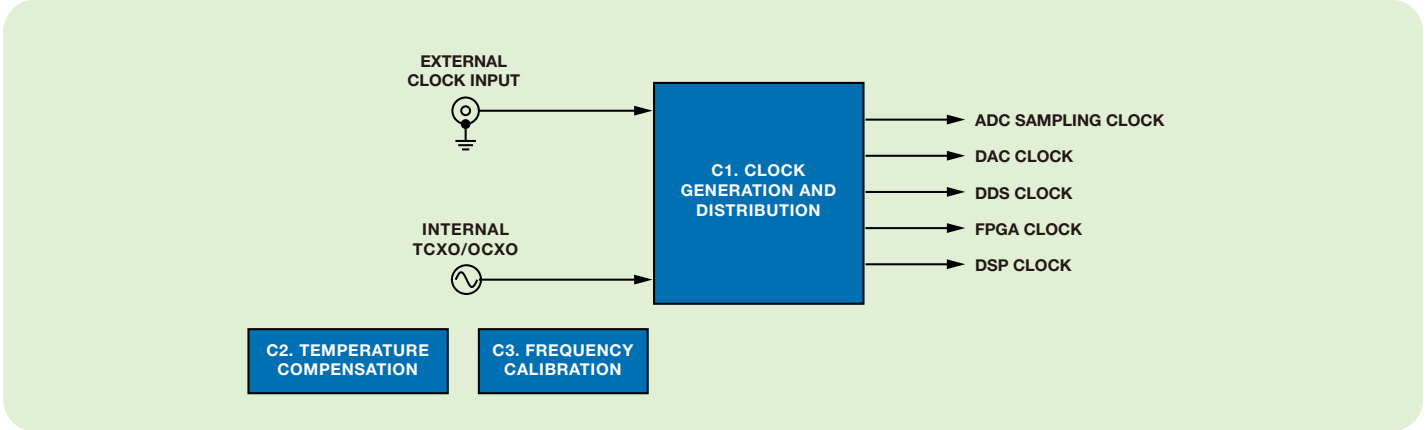
A1. 频率合成器	A2. 正交调制器	A3. 可变增益放大器	A4. 混频器	A5. 宽带放大器	A6. 功率检波器
ADF4106/ADF4107/ADF4108/ ADF4150/ADF4153/ADF4156/ ADF4158/ADF4350/ADF4351	ADL5370/ADL5371/ADL5372/ ADL5373/ADL5374/ADL5375/ ADL5385/ADL5386	ADL5240/ADL5243/ ADL5201/ADL5202	ADL5801/ ADL5350	ADL5541/ADL5542/ ADL5530	ADL5501/ADL5502/ ADL5513/ADL5519

B. 外部调制输入通过数据转换器和处理器产生RF输出：ADI公司的数据转换器产品组合包括种类众多的创新ADC和DAC。ADI公司还有日渐增多的定点DSP、浮点DSP和模拟微控制器产品，适合广泛的通用和专用需求。



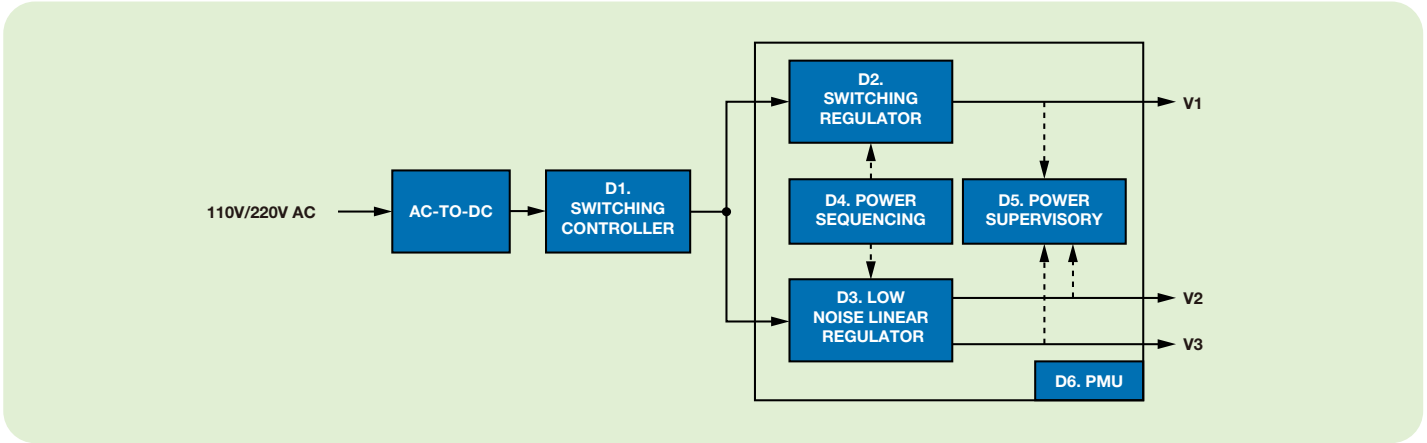
B1. 波形处理器	B2. DAC	B3. DDS	B4. 模拟微控制器	B5. ADC驱动器	B6. ADC
ADSP-BF51x/ ADSP-2126x	AD9122/AD9125/ AD9780/AD9781/ AD9783	AD9957/AD9959/ AD9913	ADuC7023	ADA4927/ADA4930/ ADA4937/ADA4960/ ADL5201/ADL5202	AD9255/AD9258/ AD9467

C. 时钟产生与分配：ADI公司提供超低抖动的时钟分配和时钟发生产品，性能达到亚皮秒级。这些产品非常适合用来为高性能ADC和DAC提供时钟(参见本文最后所示的AN-501和AN-756)。此外，ADI公司的精密温度传感器和nanoDAC®可以很好地补偿振荡器(TCXO/OCXO)。



C1. 时钟产生与分配	C2. 温度补偿	C3. 频率校准DAC
AD9516/AD9517/AD9518/ ADCLK846	ADT7320/ADT7420/ ADT7310/ADT7410	AD5060/AD5061/AD5062/AD5063/ AD5620/AD5640/AD5660

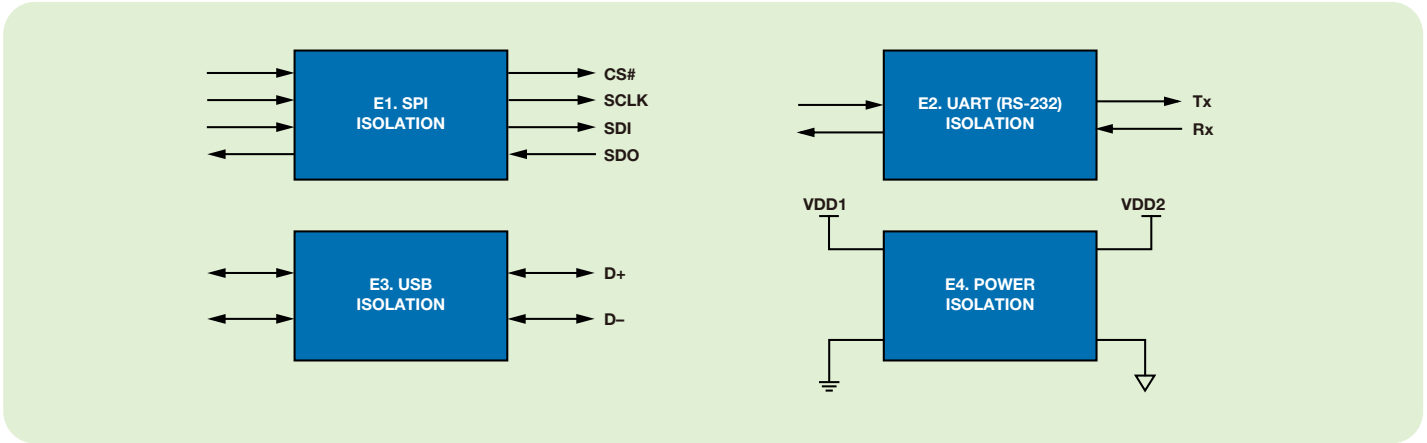
D. 电源产生和管理：ADI公司的电源产品采用高效的电源设计，保证信号链的信号完整性。不断壮大的产品组合延续了ADI公司信号处理IC 45年来在可靠性、创新、性能和价值方面的传统优势。



D1. 开关控制器	D2. 开关调节器	D3. 低噪声线性调节器	D4. 电源时序控制器	D5. 电源监控器	D6. PMU (电源管理单元)
ADP1870	ADP2114/ADP2116/ ADP2323	ADP150/ ADP320/ADP322/ADP323	ADM1085/ADM1086/ ADM1087	ADM1191/ADM1192/ ADM13305/ADM13307	ADP5034/ ADP5040/ADP5041/ ADP5042/ADP5043

注：以上信号链是代表性的信号发生器设计。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的ADI解决方案。

E. 数据和电源隔离：利用iCoupler数字隔离器，设计师可以摆脱光耦合器的成本、尺寸、功耗、性能和可靠性限制，在设计中实现出色的隔离性能。



E1. SPI隔离	E2. UART (RS-232) 隔离	E3. USB隔离	E4. 电源隔离
ADuM3471/ ADuM1411	ADM3251E/ ADuM1201	ADuM3160/ADuM4160	ADuM5000/ADuM6000

主要产品简介

产品型号	描述	主要特性	优势
ADF4108	频率合成器	整数N分频PLL, 0.5 GHz至8 GHz RF带宽, -219 dBC/Hz归一化相位噪声	可编程电荷泵电流和预分频器值
ADL5375	正交调制器	噪底: -160 dBm/Hz @ 900 MHz, 载波馈通: -46 dBm @ 900 MHz	宽带: 400 MHz至6 GHz
ADL5385	正交调制器	噪底: -159 dBm/Hz @ 350 MHz, 载波馈通: -46 dBm @ 350 MHz	宽带: 50 MHz至2.2 GHz
ADL5240	数字控制可变增益放大器	增益控制范围: 31.5 dB; 步长精度: 0.25 dB	串行和并行接口, 宽带: 100 MHz至4 GHz
ADL5801	高IP3有源混频器	+27 dBm输入IP3, +12.5 dBm输入P1dB, +1.5 dB功率增益	宽带RF、LO和IF端口, 单通道上/下变频器
ADL5541/ ADL5542	宽带放大器 (增益模块)	固定增益: 15 dB至20 dB, 50 MHz至6 GHz	宽带, 输入/输出内部匹配50 Ω
ADL5501	TruPwr™ 均方根功率检波器	50 MHz 至6 GHz, 30 dB输入动态范围, 小型SC70封装	真均方根检波器, 波形和调制独立

产品型号	描述	主要特性	优势
ADSP-BF51x	波形处理器(定点Blackfin® DSP)	400 MHz DSP, 116 kB片内RAM, 片内RTC, 支持IEEE 1588的以太网MAC (10/100)	400 MHz DSP, 支持IEEE 1588以太网标准
ADSP-2126x	波形处理器(浮点SHARC® DSP)	150 MHz至200 MHz浮点DSP, 1 Mbit至2 Mbit片内RAM	低成本浮点DSP
AD9122	双通道16位1 GSPS DAC	灵活的LVDS接口, 集成 $2 \times /4 \times /8 \times$ 插值器	增益、直流失调和相位调整支持边带抑制
AD9780/AD9781/ AD9783	双通道12位/14位/16位500 MSPS LVDS输入DAC	集成4个10位辅助DAC, 用于增益和失调调整; 可编程满量程输出电流: 8.6 mA至31.7 mA	引脚兼容使得不同平台间移植变得容易, 集成特性降低复杂度
AD9957	集成正交数字上变频器的1 GSPS DDS	1 GSPS DDS, 14位DAC, 18位IQ数据路径, 参考时钟倍频器	正交调制可产生调制信号, 集成特性降低复杂度
ADuC7023	精密模拟微控制器	12位ADC/DAC, ARM7TDMI MCU	小封装、低成本
AD9255/AD9258	14位125 MSPS/105 MSPS/80 MSPS LVDS 1.8 V ADC	SNR: 78 dBFS(70 MHz, 125 MSPS), 功耗: 371 mW (125 MSPS时), 中频采样频率高达300 MHz	1到8整数时钟分频器, 低功耗, 关断模式, CMOS或LVDS输出
ADCLK846	时钟扇出缓冲器	6路LVDS/12路CMOS输出, 100 fs加性宽带抖动	可选的LVDS/CMOS输出, 低功耗
ADT7320/ ADT7420	数字温度传感器	$\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 精度(-20°C 至 105°C), 16位分辨率(0.0078 $^{\circ}\text{C}$)	无需校准, 过温/欠温中断
ADP2114	双通道降压调节器	可配置, 双通道2 A/单通道4 A, 轻负载下脉冲跳跃模式可提高效率	同步、优化的栅极驱动压摆率支持对噪声敏感的ADC和DAC
ADP5041	电源管理单元(PMU)	一个1.2 A降压调节器、两个300 mA LDO、电源监控器、看门狗、手动复位	高集成度缩小设计尺寸并降低BOM成本
ADM1191/ ADM1192	I ² C电源监控器	12位ADC用于电流和电压回读, 3.15 V至26 V电源电压	ALERT输出可用作中断或基本热插拔
ADuM4160/ ADuM3160	5 kV/2.5 kV USB隔离器	全速/低速, 上游短路保护	双向通信, 增强型ESD保护符合IEC 61000-4-x标准
ADuM6000/ ADuM5000	5 kV/2.5 kV隔离式dc-to-dc转换器	3.3 V或5 V稳压输出, 最高工作温度: 105 $^{\circ}\text{C}$	isoPower, 安全和法规认证

设计资源

参考电路

- I/Q调制器ADL5375与双通道1 GSPS高速DAC AD9779A实现接口 (CN0021)—www.analog.com/zh/CN0021
- I/Q调制器ADL5371与双通道1 GSPS高速DAC AD9779A实现接口 (CN0017)—www.analog.com/zh/CN0017
- 利用低噪声LDO调节器为小数N分频电压控制振荡器(VCO)供电, 以降低相位噪声 (CN0147)—www.analog.com/zh/CN0147
- 使用ADF4002 PLL产生高速模数转换器所需的极低抖动采样时钟 (AN-1221)—www.analog.com/zh/AN-1221
- 宽带低误差矢量幅度(EVM)直接变频发射机 (CN0134)—www.analog.com/zh/CN0134
- 利用LO二分频调制器构建宽带低误差矢量幅度(EVM)直接变频发射机 (CN0144)—www.analog.com/zh/CN0144
- 用于AD9834波形发生器(DDS)的幅度控制电路 (CN0156)—www.analog.com/zh/CN0156

应用笔记/文章

- 利用AD9912的超奈奎斯特频率操作得到高RF输出信号 (AN-939)—www.analog.com/zh/AN-939
- 孔径不确定性与ADC系统性能 (AN-501)—www.analog.com/zh/AN-501
- 采样系统以及时钟相位噪声和抖动的影响 (AN-756)—www.analog.com/zh/AN-756
- “利用直接数字频率合成(DDS)在测试、测量和通信中控制波形” Analog Dialogue第39卷, 2005年8月
www.analog.com/analogdialogue_dds_waveform

设计工具/论坛

- ADIsimPLL: www.analog.com/ADIsimPLL
- ADIsimRF: 简单易用的RF信号链计算工具。能够计算级联增益、噪声系数、IP3、P1dB以及总功耗—www.analog.com/ADIsimRF
- DiffAmpCalc: ADI公司的差分放大器计算工具—www.analog.com/zh/diffampcalc
- ADI中文技术论坛: 在线技术支持社区—ezchina.analog.com

欲查看其它信号发生器资源、工具和产品信息, 请访问:

www.analog.com/zh/instrumentation

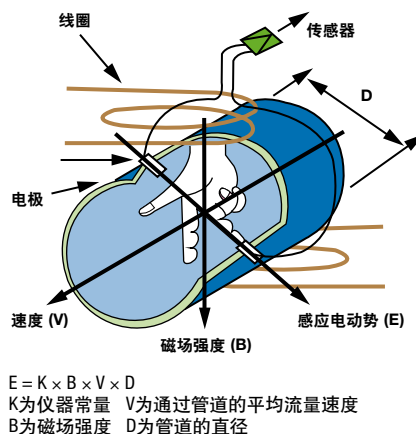
ADI公司电磁流量计解决方案

工业电磁流量计的系统原理和典型架构

电磁流量计的工作原理基于法拉第电磁感应定律。当垂直于磁场方向的导体以速度V做切割磁力线运动时，在导体的两端会产生一定的感应电动势E，液体流速变化可以通过检测该感应电动势的大小来计算。

电磁流量计的优点是无压力损耗，并且不受粘度、流体密度、温度、压力或电导率的影响，适合纸浆、泥浆、污水等的高精度测量工作。

电磁流量计系统包括电源、电磁激励、信号调理、模数转换、处理器、显示器、键盘、逻辑I/O和多种通信机制，如4 mA至20 mA、HART、Profibus、RS-485/RS-422/RS-232、Modbus和Foundation等。



工业电磁流量计的系统设计考虑和主要挑战

为了合理设计电磁流量计系统，设计人员必须考虑许多不同的系统要求，包括精度、带宽和电磁激励频率等。

- 在常用电压下，电磁流量计传感器的输出范围可能小到只有数十微伏。输出阻抗往往高于兆欧范围。前端精密运算放大器或仪表放大器要求超高输入阻抗、极低漏电流和出色的共模抑制比(CMRR)。
- 电磁流量计产品的最大测量范围可能宽达1500:1，用于反映流速的范围是0.01 m/s至15 m/s。
- 测量精度可能高达读数的0.2%，常常要求16位至24位精度的模数转换器。
- 能够连接不同的现场总线，如HART、PROFIBUS、Modbus、Foundation、RS-485/RS-422/RS-232和无线HART等。
- 系统电源、中央逻辑单元、通信和I/O之间需要隔离，隔离等级要求从1 kV至2.5 kV不等。
- 便携式电磁流量计要求超低功耗微控制器、放大器和ADC器件。
- 高频方波激励可改善对浆状流体噪声的抗扰度，但需要与零点稳定度折衷。

工业现场的温度环境非常复杂，有时甚至会造成极端恶劣的影响。为了能够在较宽的温度范围内工作，低温漂系数和低功耗对电磁流量计至关重要。ADI公司提供完整的产品组合，包括精密放大器、精密基准电压源、精密模数转换器和ARM内核微处理器等。

EMC抗扰度(如ESD、EFT和浪涌等)也是电磁流量计设计的重大挑战。ADI器件具有出色的抗ESD干扰能力，能够大大改善产品的可靠性和鲁棒性。

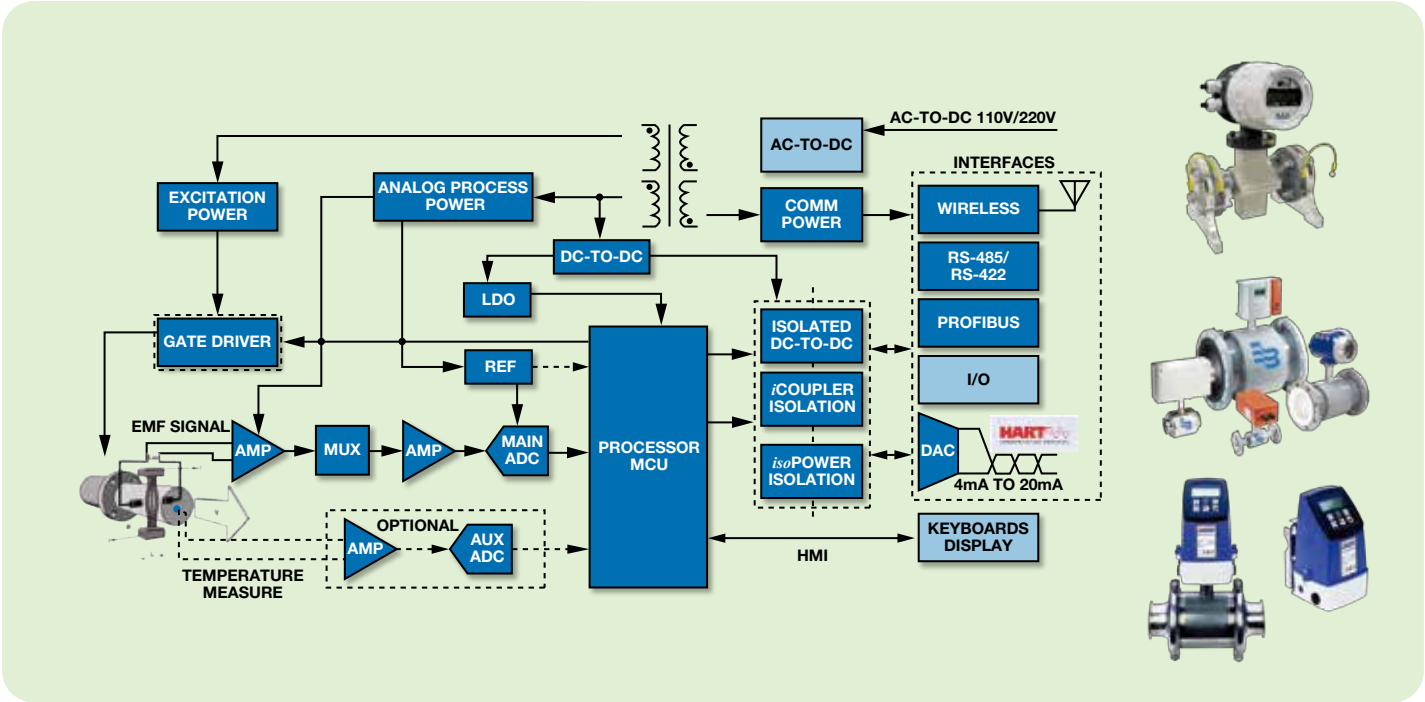
此外，电磁流量计内部的空间有限，系统密度很高，因而必须减小器件尺寸。最近，集成电路技术的进步使得系统设计人员能够采用尺寸更小、功耗和成本更低的解决方案，而其性能与那些大型系统不相上下。未来发展的挑战是推动这些解决方案的进一步集成，同时提高其性能和诊断能力。

ADI公司提供面向市场定制的解决方案，以便简化设计过程。这些解决方案采用业界领先技术，并提供众多设计选项，从采用分立器件的实现方案到全集成式解决方案应有尽有。

ADI公司的整体解决方案

客户可以利用ADI公司的放大器、数据转换、信号处理、通信和电源方面的技术与经验，设计高分辨率、低噪声的工业电磁流量计系统。

主信号链



注：以上信号链代表的是典型的电磁流量计系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分需求的 ADI 解决方案。

主要产品简介

产品型号	描述	主要特性	优势
ADC			
AD7663	16位、250 kSPS CMOS ADC	35 mW @ 5 V, 16位无失码, INL = 3 LSB, S/(N + D): 90 dB典型值 @ 100 kHz	高吞吐速率, 串行或并行接口
AD7685	16位、250 kSPS PulSAR® ADC	16位、250 kSPS、无失码, INL = ±2 LSB最大值, 4 mW @ 5 V/100 kSPS	低功耗、内部转换时钟、高吞吐速率
AD7682	16位、4通道、250 kSPS, PulSAR ADC	16位、250 kSPS、无失码, INL = ±1.5 LSB最大值, 12.5 mW @ 5 V/250 kSPS	单极性单端和差分, 低功耗, 单电源支持双极性输入, 具竞争力的价格
AD7192	24位、2个差分/4个伪差分通道、Σ-Δ型ADC, 集成PGA	4.8 kHz, 超低噪声, rms噪声: 11 nV @ 4.7 Hz (增益 = 128), 15.5无噪声位 @ 2.4 kHz (增益 = 128), 差分输入	超低噪声, 内置PGA, 高精度Σ-Δ ADC
主ADC/辅助ADC			
AD7792/AD7793/ AD7794/AD7795	16位至24位、3个差分通道至6个差分通道、Σ-Δ型ADC, 集成PGA	4.7 Hz至470 Hz, 2个嵌入式可切换电流源, 基准电压源, PGA, 低噪声	低功耗, 专门设计用于RTD/热电偶温度测量
处理器/MCU			
ADUC7060	模拟微控制器 (ARM7TDMI内核)	24位8 kSPS ADC, 多达10个ADC通道; 1通道14位电压DAC输出; 16位、6通道PWM; ±10 ppm/°C片内基准电压源和温度传感器; 可编程传感器激励电流源, 200 μA至2 mA; 多达14个GPIO引脚	高分辨率、低功耗、充裕的资源

主要产品简介 (续)

产品型号	描述	主要特性	优势
放大器			
AD8622	低功耗精密运算放大器	带宽 = 540 kHz; 电压噪声密度 = 11 nV/√Hz; $I_B = 45 \text{ pA}$; $I_{SY} = 350 \text{ } \mu\text{A}$	极低噪声、低漏电流
AD8667	低噪声运算放大器	带宽 = 520 kHz; 电压噪声密度 = 21 nV/√Hz; $I_B = 0.3 \text{ pA}$; $I_{SY} = 355 \text{ } \mu\text{A}$	极低漏电流、电池供电
ADA4051-1	微功耗自稳零运算放大器	带宽 = 125 kHz; 电压噪声密度 = 95 nV/√Hz; $I_B = 20 \text{ pA}$; $I_{SY} = 20 \text{ } \mu\text{A}$	电池电源的理想缓冲器, 具竞争力的价格
AD8220	仪表放大器	带宽 = 1.5 MHz; $V_{OS} = 1 \text{ mV}$; 电压噪声密度 = 90 nV/√Hz; $I_B = 25 \text{ pA}$; 增益控制接口 = 电阻	替代经典放大器AD620的新一代产品
AD8226	仪表放大器	带宽 = 1.5 MHz; $V_{OS} = 1.2 \text{ mV}$; 电压噪声密度 = 2 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; $I_B = 27 \text{ nA}$; 增益控制接口 = 电阻	良好的性能、具竞争力的价格
AD8228	仪表放大器	带宽 = 650 kHz; $V_{OS} = 50 \text{ } \mu\text{V}$; 电压噪声密度 = 15 nV/√Hz; $I_B = 600 \text{ pA}$; 增益控制接口 = 引脚绑定	出色的温漂、低噪声
AD8231	仪表放大器	带宽 = 2.7 MHz; $V_{OS} = 15 \text{ } \mu\text{V}$; 电压噪声密度 = 66 nV/√Hz; $I_B = 500 \text{ pA}$; 增益控制接口 = 数字	数字增益控制、低失调电压
AD8276	差分放大器	超出电源电压的宽输入范围; 带宽: 550 kHz; 低失调电压漂移: $\pm 2 \text{ } \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 最大值; 低增益漂移: 1 ppm/°C最大值	电流源和RTD测量的低成本解决方案
DAC			
AD5410/ AD5420	电流源DAC	12位/16位分辨率; 0 mA至24 mA; $\pm 0.01\%$ FSR TUE; $\pm 3 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 典型输出漂移; 片内基准电压源 (10 ppm/°C最大值)	通用输出DAC, 支持HART通信
AD5421	电流源DAC	16位分辨率; 3.2 mA至24 mA; NAMUR兼容报警; TUE误差: 0.05%最大值; 片内基准电压源TC: 4 ppm/°C最大值; 环路电压范围: 5.5 V至52 V	环路供电的通用输出DAC, 支持HART
AD5660	nanoDAC	单通道16位, 5 ppm/°C片内基准电压源; 8引脚SOT-23/MSOP小型封装	小封装、高性能
REF			
ADR34xx	基准电压源	初始精度: $\pm 0.1\%$ (最大值); 温度系数: 8 ppm/°C (最大值)	低静态电流: 100 μA (最大值), 低压差
ADR44x	基准电压源	初始精度: $\pm 0.04\%$ (最大值); 温度系数: 3 ppm/°C; 电压噪声: 2.25 $\mu\text{Vp-p}$ 典型值(0.1 Hz至10 Hz)	超低噪声、高初始精度、出色的温漂
栅极驱动器			
ADuM322x	隔离式栅极驱动器	双通道隔离, 2.5 kV rms; 4 A峰值输出电流, 4.5 V至18 V输出驱动, 输出直通逻辑保护; dc至1 MHz	输出直通逻辑保护, 增强的系统级ESD性能
ADuM7234	隔离式栅极驱动器	双通道隔离, 1 kV rms; 4 A峰值输出电流, 高频工作: 1 MHz最大值; 16引脚窄体SOIC封装; 1 kV rms输入至输出耐受电压	1kV rms输入至输出耐受电压, 具竞争力的价格
隔离器			
ADuM320x	双通道数字隔离器	2.5 kV rms; 低功耗, 3 V/5 V电平转换; 高数据速率: dc至25 Mbps (NRZ); 增强的系统级ESD性能, 符合IEC 61000-4-x标准	两个dc至25Mbps(NRZ)信号隔离通道, 低功耗
ADuM140x	四通道数字隔离器	2.5 kV rms; 低功耗, 3 V/5 V电平转换; 高数据速率: dc至90 Mbps (NRZ); 输出使能功能	高数据速率: dc至90 Mbps (NRZ), 低功耗
ADuM744x	四通道数字隔离器	1 kV rms隔离额定值, 低功耗; 双向通信; 数据速率高达25 Mbps (NRZ), 3 V/5 V电平转换	低功耗、具竞争力的价格
接口			
ADM2587E	隔离RS-485/ RS-422	半双工或全双工, 500 kbps, 5 V或3.3 V工作电压	集成隔离式dc-to-dc调节器, $\pm 15 \text{ kV}$ ESD
ADM2483	隔离式RS-485收发器	半双工, 500 kbps数据速率, 5 V或3 V工作电压(V_{DD1}), 低功耗: 2.5 mA最大值, 2.5 kV隔离	低功耗、具竞争力的价格
无线			
ADF7023	ISM频段FSK/ GFSK/OOK/MSK/ GMSK收发器IC	频段: 862 MHz至928 MHz, 431 MHz至464 MHz; 超低功耗; ISM频段, 支持的数据速率: 1 kbps至300 kbps, 单端和差分PA	ISM频段, 数据速率1 kbps至300 kbps, 极低功耗
MUX			
ADG1408	多路复用器	4通道/8通道, $\pm 15 \text{ V}$ 电源, 最大4.7 Ω 导通电阻, 最高190 mA连续电流, 轨到轨工作	额定电源电压: $\pm 15 \text{ V}/+12 \text{ V}/\pm 5 \text{ V}$
ADG5408	多路复用器	防门锁结构, 4通道/8通道; 8 kV ESD额定值, 低导通电阻(典型值13.5 Ω)	额定电源电压: $\pm 15 \text{ V}/\pm 20 \text{ V}/+12 \text{ V}/+36 \text{ V}$, 高开关速度, 先开后合式开关动作

主要产品简介 (续)

产品型号	描述	主要特性	优势
电源			
ADP2300/ ADP2301	DC-to-DC调节器	单通道异步降压dc-to-dc调节器, 1.2 A输出, 0.7 MHz/1.4 MHz频率, 3.0 V至20 V输入电压范围	SOT23-6小型封装, 只需极少的外围元件, 小尺寸解决方案
ADP1720	线性调节器	宽输入电压范围: 4 V至28 V; 最大输出电流: 50 mA; 线路、负载和温度范围内的精度: $\pm 2\%$; 3.3 V和5.0 V固定输出电压选项	宽输入电压范围: 4 V至28 V
ADP1612/ ADP1613	DC-to-DC调节器	1.8 V至5.5 V输入电压, 输出电压最高可达20 V, 引脚可选的650 kHz至1.3 MHz PWM频率	升压dc-to-dc调节器
ADP125	线性调节器	5.5 V输入, 最大500 mA输出电流, 1%初始精度, 多达31个固定输出电压选项: 1.75 V至3.3 V; 低静态电流: 45 μ A	出色的负载/线路瞬态响应

针对电磁流量计的参考电路

- 适合过程控制应用的完整高速、高共模抑制比(CMRR)精密模拟前端 (CN0213)—www.analog.com/zh/CN0213
- 利用精密模拟微控制器ADuC7060/ADuC7061构建4 mA至20 mA环路供电温度监控器 (CN0145)—www.analog.com/zh/CN0145
- 利用AD5420提供16位、4 mA至20 mA输出简化解决方案 (AN-1203)—www.analog.com/zh/AN-1203
- 利用单芯片电压和电流输出DAC AD5422及数字隔离器ADuM1401构建16位全隔离输出模块 (CN0065)—www.analog.com/zh/CN0065
- 基于24位 Σ - Δ 型ADC AD7793和数字隔离器ADuM5401的全隔离输入模块 (CN0066)—www.analog.com/zh/CN0066

ADI公司提供的支持资源

- **ADC:** ADIsimADC; Σ - Δ 型ADC寄存器配置助手
- **DAC:** ADIsimDAC
- **放大器:** ADIsimOpAmp、ADIsimDiffAmp
- **电源:** EVB和ADIsimPower
- **处理器:** EVB仿真工具和软件

锂电池测试设备解决方案

应用简介

相对于其它化学电池，锂电池具有许多优势。例如，与镍氢电池或镍镉电池相比，锂电池更轻，没有记忆效应，并且自放电速率更慢。锂电池已被广泛用作智能手机和笔记本电脑等现代电子设备的充电电池。由于清洁能源要求，在电动汽车、电动工具和能量储存等高功率应用中，锂电池最近也颇受欢迎。

随着锂电池的快速增长，制造过程中使用的测试设备也变得非常重要。锂电池测试设备的典型功能如下所示

- **化成和分级：**电池单元组装完成后，各单元必须经历至少一个精确控制的充放电循环以激活工作材料，将其转化成可用形式。电池供应商还可以利用此过程将电池单元分为不同的性能组别，以便根据可选规格进行销售，这称为“分级”。
- **循环和特征测试：**循环是指对电池单元和电池组进行多次充电和放电，以执行寿命和可靠性测试。特征是指详细地测量电池的技术特性。一般而言，两种测试均需要很长时间，通常会超过1天，而且仅在实验室对选择的一些电池样品进行测试。
- **功能测试：**在交付给最终客户之前，为确保每个电池单元和电池组能够正常工作，制造之后必须对每个电池进行功能测试。为了缩短测试时间，功能测试是一个简化的测试，只包括一些必要的项目。

系统设计考虑和主要挑战

测试时间是决定锂电池生产率的一个重要因素。锂电池单元的一般化成时间是2个小时到5个小时，由于单元内部的材料属性，此时间无法压缩。为了同时测试许多电池以提高产量，锂电池测试仪的通道数很高，最高达到1024个通道或更多。此外，锂电池容量越高，则所需的充电电流越大。这意味着锂电池测试系统的功耗可能非常高，因此，锂电池测试仪的第一个挑战是提高能源利用效率。最近，开关测试仪越来越多，它实现了比传统线性测试仪更高的效率。此外，高级电池测试设备已经实现了能源循环利用技术。

锂电池测试仪的第二个挑战是对充放电循环进行更精确的控制。为了缩短充电时间，多数用户首先选择恒流(CC)充电模式，然后切换到恒压(CV)充电模式。这就要求精确控制恒流模式与恒压模式的转换，避免过冲(过充电)。此外，能源损耗产生的热量会引起漂移，影响系统的精度和安全性。

锂电池测试仪的第三个挑战是降低测试成本，以便与其它种类的电池竞争。除了测试仪本身的成本以外，测试时间和能耗也是测试成本的重要组成部分。锂电池测试仪设计者需要使用某些先进的拓扑结构和技术来降低成本，同时不影响精度。

充电或放电过程中，如果电池的温度超过额定值，电池寿命可能会缩短。最差情况下，过高的温度可能会导致电池破裂，甚至起火。鉴于这些原因，在充放电循环中，必须监测和控制锂电池单元的温度。

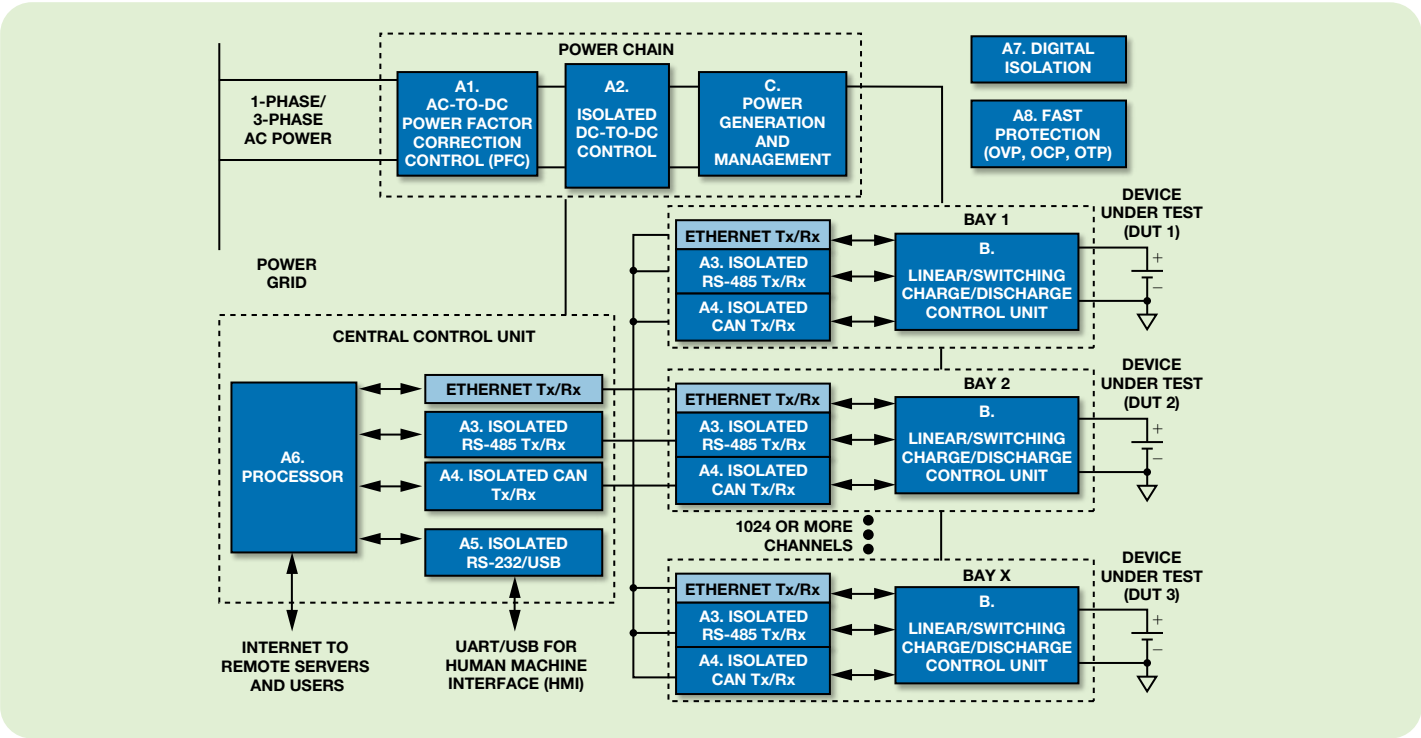
ADI公司解决方案

ADI解决方案的价值主张：

- 一站式供应商，提供锂电池测试设备信号链所需的最齐全产品组合，像放大器、ADC、DAC、隔离器和处理器等。
- ADI产品的兼容性支持在多个平台之间移植设计，例如，引脚兼容的电平设置DAC提供多种不同的分辨率。
- 片内集成优化信号链性能并使电路板空间和BOM成本最小，例如，仪表放大器和差分放大器集成高性能运算放大器和电阻，以实现出色的共模抑制比(CMRR)和漂移性能。
- 丰富的设计资源，包括易于使用的仿真工具(ADIsimPower、DiffAmpCalc)、ADI中文技术论坛中的讨论区、完全填充的评估板等。
- Circuits from the Lab参考电路是经过测试的参考电路，有助于加速设计，同时简化系统集成，帮助并解决当今模拟和混合信号设计挑战。基于网络的设计工具可以优化定制设计的性能。本文最后还提供了一些基于网络的设计示例。

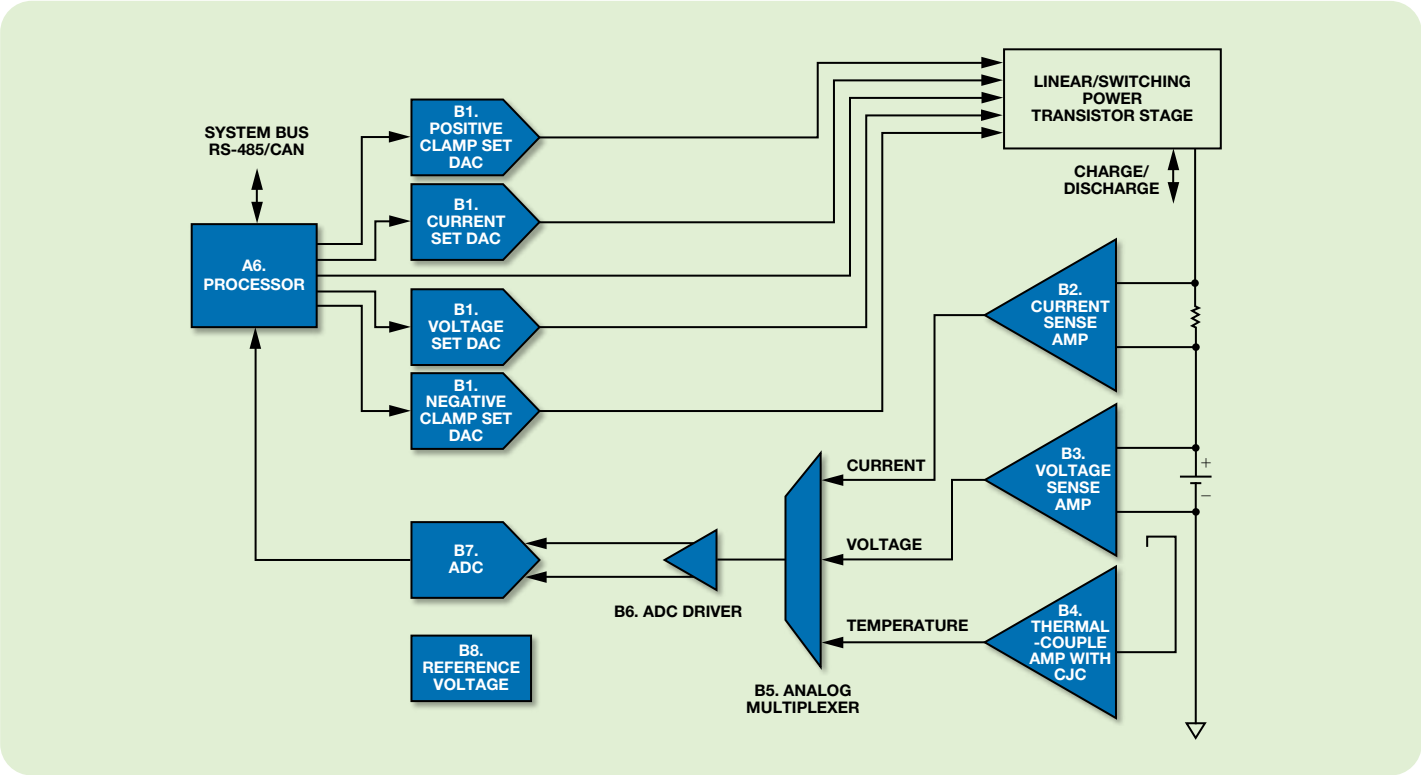
系统框图

锂电池测试系统的高层次概貌如下所示。



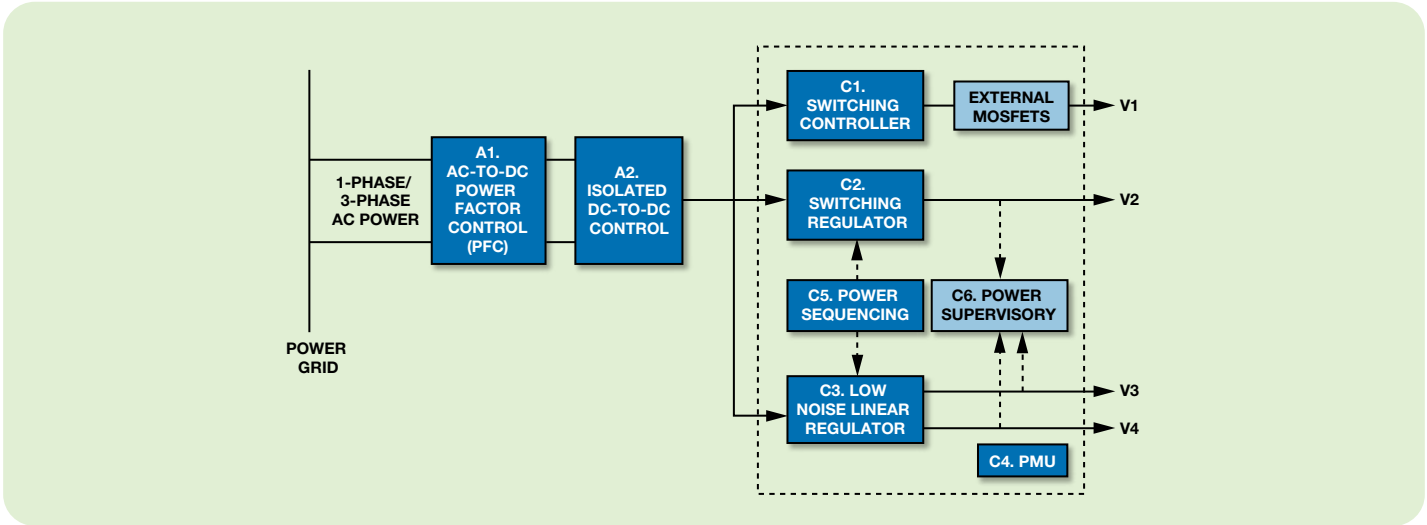
A1. 功率因数校正控制	A2. 隔离DC-to-DC控制	A3. 隔离RS-485 Tx/Rx	A4. 隔离CAN Tx/Rx	A5. 隔离RS-232/USB	A6. 处理器	A7. 数字隔离	A8. 快速保护
ADP1047/ ADP1048	ADP1043A	ADM2582E/ ADM2682E	ADM3052/ ADM3053	ADM3251E/ ADuM3160	ADSP-BF548	ADuM7441/ ADuM1201	AD8214/ ADT6402

线性/开关充放电控制单元的详图如下所示。



B1. 电平设置DAC	B2. 电流检测放大器	B3. 电压检测放大器	B4. 热电偶放大器	B5. 模拟多路复用器	B6. ADC驱动器	B7. ADC	B8. 基准电压源
AD5668/AD5628/ AD5664/AD5064	AD8226/AD8228/ AD8217/AD8638/ AD8677	AD8276/AD8277/ AD8638/AD8677	AD8494/AD8495/ AD8496/AD8497	ADG5404/ADG5409/ ADG5204	ADA4940	AD7606/AD7609/ AD7691/AD7693/ AD7490	ADR3425/ADR3433/ ADR3450

电源产生和管理的详图如下所示。



C1. 开关控制器	C2. 开关调节器	C3. 低噪声线性调节器	C4. 集成电源管理单元 (PMU)	C5. 电源时序控制器	C6. 电源监控器
ADP1870/ADP1874/ ADP1875/ADP1878/ ADP1879	ADP2323/ ADP2300/ ADP2301	ADP150/ADP320/ ADP322/ADP323/ ADP7102/ADP7104	ADP5034/ADP5040/ ADP5041/ADP5042/ ADP5043	ADM1085/ADM1086/ ADM1087	ADM1191/ADM1192/ ADM13305/ADM13307

注：以上信号链是代表性的锂电池测试设备设计。模块的技术要求可变化，但下表列出的产品代表满足部分要求的ADI解决方案。

主要产品简介

产品型号	描述	主要特性	优势
ADP1047/ ADP1048	数字功率因数校正控制器	频率范围：30 KHz至400 KHz；1路(ADP1047)和交错(ADP1048)相位输出；PMBus/I ² C接口	真RMS交流功率计量，浪涌电流控制，高灵活性
ADP1043A	隔离电源应用的数字控制器	数字环路控制，I ² C接口，7路可编程PWM输出，远程和本地电压检测	电流共享，集成可编程环路滤波器，全面的故障检测和保护
ADM2682E	5 kVrms信号和电源隔离 RS-485收发器	总线支持最多256个节点，半双工和全双工，16 Mbps数据速率，开路/短路故障安全	集成隔离dc-to-dc转换器，RS-485输入/输出引脚提供±15 kV ESD保护
ADM3053	2.5 kV rms信号和电源隔离 CAN收发器	总线支持110或更多的节点，1 Mbps数据速率，高共模瞬变抗扰度(> 25 kV/μs)	集成隔离dc-to-dc转换器，通过斜率控制降低EMI，热关断
ADSP-BF548	533 MHz (1066 MMACs) Blackfin处理器	2个独立的DMA控制器，高速USB OTG，CAN	Lockbox® 安全技术，人机界面(LCD/键盘)
ADSP-BF516	400 MHz (800 MMACs) Blackfin处理器	以太网、SDIO	Lockbox安全技术，人机界面(LCD/键盘)
AD5668	8通道电平设置DAC	片内5 ppm/°C基准电压源，低功耗、小尺寸、LDAC和CLR	12位/14位/16位引脚兼容系列 (AD5628/AD5648/AD5668)
AD8228	低增益漂移精密仪表放大器	引脚绑定的增益：10/100；宽电源电压范围：±2.3 V至±18 V	2 ppm/°C增益漂移，0.8 μV/°C输入失调漂移 (B级G = 10)
AD8276	低功耗差动放大器	单位增益，宽电源电压范围：±2 V至±18 V	1 ppm/°C增益漂移，2 μV/°C输入失调漂移，提供双通道版本(AD8277)

主要产品简介(续)

产品型号	描述	主要特性	优势
AD8494	集成冷结补偿的热电偶放大器	针对J型预调整, 独立的5 mV/°C温度计, 内置冷结补偿	针对K型预调整, 同时提供其它优化的温度范围(AD8495/AD8496/AD8497)
ADG5404	无门锁型多路复用器	4通道多路复用器, ±9 V至±22 V双电源供电, 9 V至40 V单电源供电, 8 kV ESD性能	保证无门锁现象 低导通电阻 (<10 Ω)
ADA4940	超低功耗、低失真ADC驱动器	电源电压: 3 V至7 V; 轨到轨输出; 16位建立时间: 85 ns; 低谐波失真: -90 dB THD @ 2 MHz; 低输入电压噪声: 4 nV/√Hz	低静态电流: 1.25 mA能够驱动16位至18位 SAR ADC提供双通道版本
AD7609	18位同步采样DAS	8路同步采样输入, 双极性输入范围: ±10 V, ±5 V	5 V模拟单电源, 完全集成的数据采集解决方案
ADT7310	SPI数字温度传感器	±0.5°C精度(-40°C至+105°C), 16位分辨率	无需校准, 提供I ² C版本(ADT7410)
ADP2323	20 V双通道3 A同步降压调节器	PWM/PFM模式可选, 灵活的电流限值设置	同步输入/输出和相移功能, 适合低噪声设计, 利用低端MOSFET实现高效率
ADP5041	电源管理单元(PMU)	一个1.2 A降压调节器、两个300 mA LDO、电源监控器、看门狗、手动复位	高集成度缩小设计尺寸并降低BOM成本
ADP7102/ ADP7104	20 V、超低噪声、300 mA和500 mA LDO	低噪声: 15 μV rms(固定电压输出), 高PSRR: 60 dB (10 kHz), 反向电流保护, 宽范围输入电压: 3.3 V至20 V	改善噪声敏感型负载的性能

设计资源

参考电路

- 集成信号和电源隔离的锂离子电池组监控器 (CN0197)—www.analog.com/zh/CN0197
- 利用四通道单刀单掷开关ADG1611和仪表放大器AD620实现低成本可编程增益仪表放大器电路 (CN0146)—www.analog.com/zh/CN0146
- 500 V共模电压电流监控器 (CN0218)—www.analog.com/zh/CN0218
- 具有6 V至14 V输入且性能鲁棒的多电压、高效率、25 W通用电源模块 (CN0190)—www.analog.com/zh/CN0190
- 用于工业级信号的精密低功耗单电源全集成差分ADC驱动器 (CN0180)—www.analog.com/zh/CN0180

技术文章/应用笔记

- 差分放大器vs电流检测放大器。模拟对话第42卷01期, 2008年1月 (高端电流检测)—www.analog.com/zh/analogDialogue/diffamp_currentamp
- 交通运输应用中高压电池监控的隔离。模拟对话第43卷, 2009年10月—www.analog.com/zh/analogDialogue/HVBM
- 利用开关调节器ADP2300和ADP2301设计反相降压/升压转换器 (AN-1083)—www.analog.com/zh/AN-1083
- 使用AD8494/AD8495/AD8496/AD8497时的热电偶线性化 (AN-1087)—www.analog.com/zh/AN-1087
- 选择合适的无源和分立器件以实现最高系统性能 (MS-2208)—www.analog.com/MS-2208
- 恶劣环境下的开关和多路复用器设计考虑—www.analog.com/zh/analogDialogue/switch_mux
- ADP1043A评估板: 四分之一砖型、全桥—www.analog.com/PRD1153_ADP1043a_qb300w

设计工具/论坛

- ADI公司最快、最精确的DC-to-DC电源管理设计工具 (ADIsimPower)—www.analog.com/zh/ADIsimPower
- ADI公司的差分放大器计算工具 (DiffAmpCalc)—www.analog.com/zh/diffampcalc
- ADI中文技术论坛—ezchina.analog.com
- 专为评估ADI器件而定制的国家仪器Multisim 11电路仿真软件的免费下载版本 (NI Multisim™ 器件评估器Analog Devices™ Edition)—www.analog.com/zh/multisim

欲查看其它信号发生器资源、工具和产品信息, 请访问:
www.analog.com/zh/instrumentation

频谱分析仪解决方案

应用简介

频谱分析仪用于测量在仪器整个频率范围内输入信号的幅度与频率的关系。通过分析电信号的频谱，可以观察无法轻易通过时域波形检测出来的信号失真、谐波、带宽和其他频谱成分。这些参数是用来表征电子设备的特性，例如无线发射机。此外，频谱分析仪也可用于电磁干扰(EMI)兼容性测试。

系统设计考虑和主要挑战

通过技术创新，频谱分析仪现在的频率要求最高可达数十GHz。频谱分析仪设计人员的首要挑战是找到足够好的元件来覆盖如此宽的带宽。而且，针对不同的频段，设计人员可能需要增加不同的信号路径或额外的处理模块。

频谱分析仪设计人员的第二项挑战是控制系统的噪底，以满足改善系统动态范围的市场要求。不过，使用的数字信号处理和RF信号处理越多，噪声就越高。因此更难获得干净的信号。

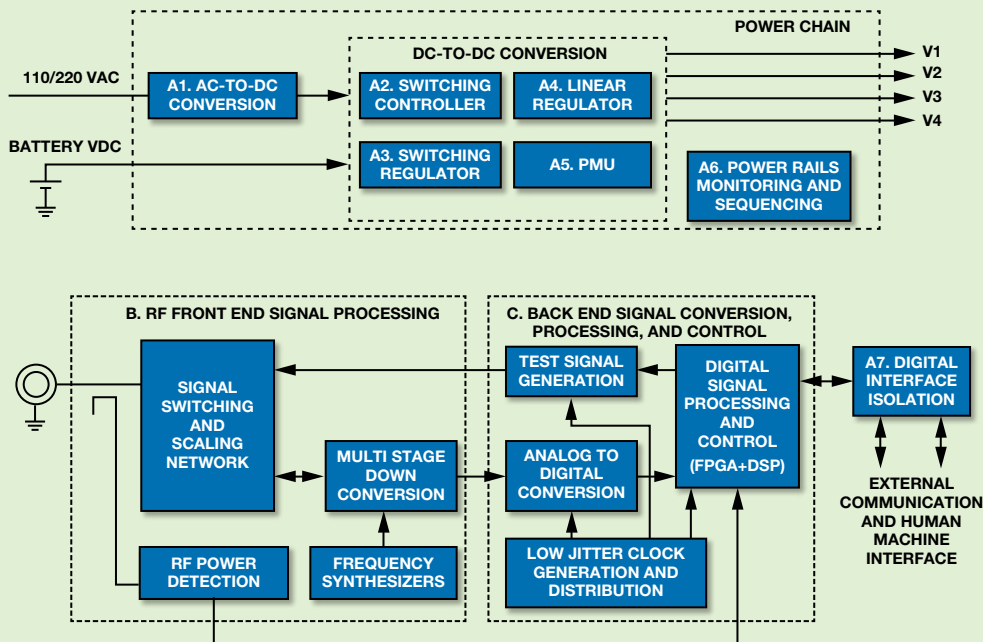
ADI公司解决方案

ADI解决方案的价值主张

- 一站式供应商，提供从数字到RF器件的最齐全产品组合，如锁相环(PLL)、混频器、功率检波器、ADC、DAC、放大器和数字信号处理器等。
- 丰富的RF设计资源，包括易于使用的仿真工具(ADIsimPLL、ADIsimRF、ADIsimSRD、ADIsimCLK)、ADI中文技术论坛中的RF社区、完整评估板等。
- ADI产品的兼容性支持在多个平台之间移植设计，例如，引脚兼容的高速ADC提供多种不同的采样速率和分辨率。

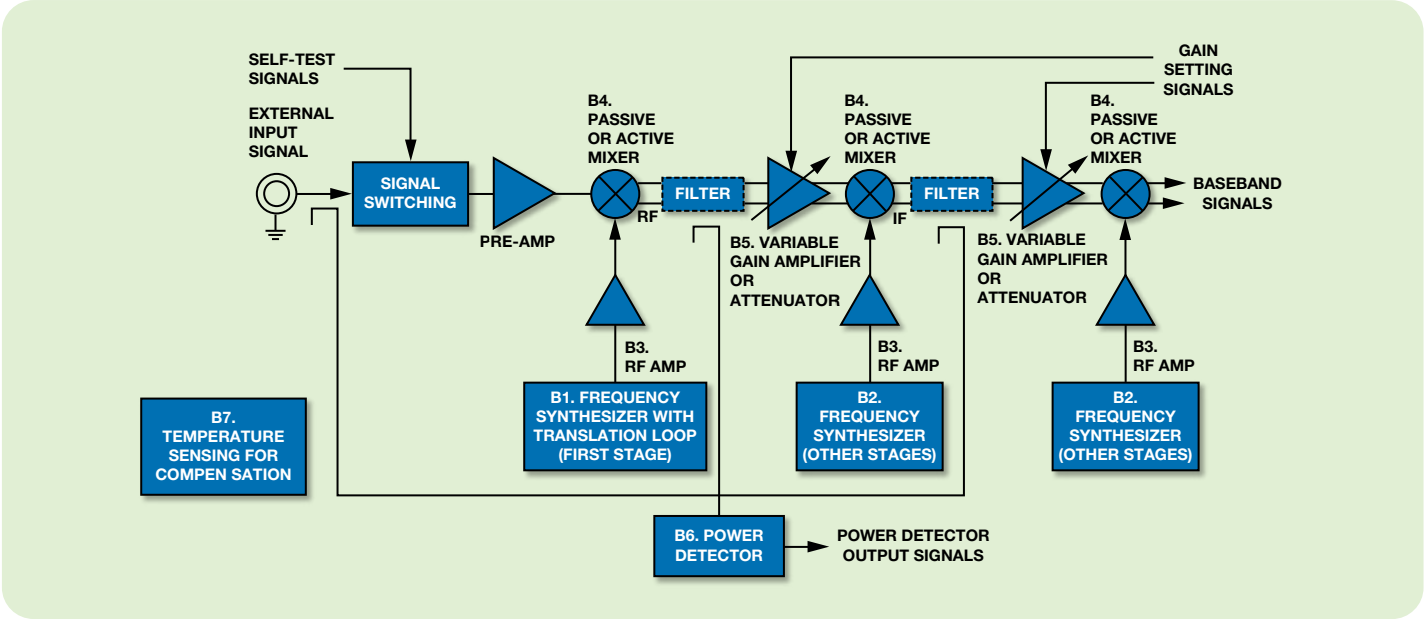
系统框图

A. 这是频谱分析仪的系统概述。它一般可划分为3个主要子系统，如下图所示。第一个子系统是电源链子系统。第二个子系统是RF前端信号处理子系统。第三个子系统是后端信号转换、处理和控制子系统。



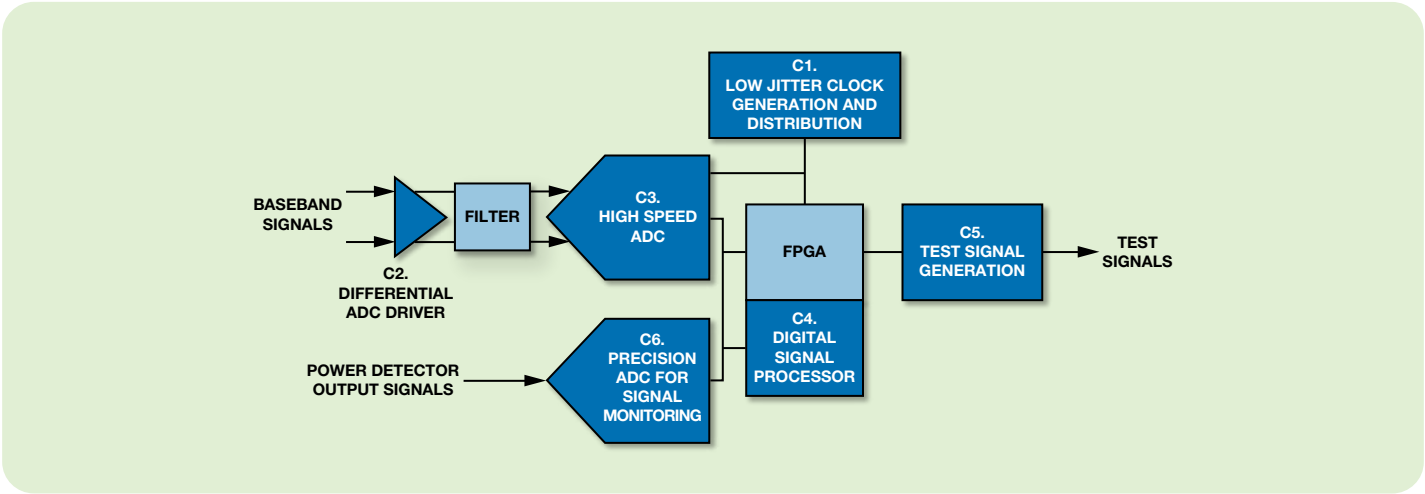
A1. 交流/直流转换的数字电源管理	A2. 开关控制器	A3. 开关调节器	A4. 线性调节器	A5. 电源管理单元 (PMU)	A6. 供电轨监控	A7. 数字接口隔离
ADP1043A/ADP1047/ ADP1048	ADP1850	ADP2323/ ADP2301	ADP150/ADP151/ ADP7102/ADP7104	ADP5040/ ADP5041	ADM13305/ ADM13307	ADuM3160/ ADuM7441

B. 下图是第二个子系统（RF前端信号处理）的详细信息。ADI RF元件提供差分架构以便将噪声降至最低。此外，低功耗与高线性度相结合可实现便携式频谱分析仪的最佳解决方案。为补偿温度漂移，例如振荡器(TCX0/OCX0)，ADI公司的温度传感器可具有极高精度—在整个温度范围内小于1°C。



B1. 带转换环路的频率合成器 (第一级)	B2. 频率合成器 (其他级)	B3. RF放大器	B4. 无源或有源混频器	B5. 可变增益放大器或衰减器	B6. 功率检波器	B7. 用于补偿的温度传感器
ADF4108/ADF41020/ AD9912/AD9913/ADL5801	ADF4350 ADF4351	ADL5541/ ADL5542	ADL5801	ADL5240/ ADL5201	ADL5513/ ADL5902	ADT7310/ADT7410/ ADT7320/ADT7420

C. 下图是第三个子系统（后端信号转换、处理和控制子系统）的详细信息。ADI公司的数据转换器产品组合包括种类众多的高速精密ADC和DAC，可用于信号转换、产生和系统控制。ADI公司还有越来越多的定点DSP和浮点DSP产品，适合广泛的通用和专用需求。此外，ADI公司提供超低抖动的时钟分配和时钟发生产品，性能达到亚皮秒级。这些产品非常适合用来为高性能ADC和DAC提供时钟（参见本文最后所示的AN-756）。



C1. 低抖动时钟产生与分配	C2. 差分ADC驱动器	C3. 高速ADC	C4. 数字信号处理器	C5. 测试信号产生	C6. 用于信号监控的精密ADC
AD9510/AD9511/AD9512/AD9513/AD9514/ AD9515/AD9516/AD9517/AD9518/ AD9520/AD9523/AD9524/ ADCLK846	ADL5561/ ADL5562/ ADL5565	AD9255/AD9265/ AD9446/AD9460/ AD9461/AD9649	ADSP-2126x/ ADSP-21469/ ADSP-BF526	ADF4350/ ADF4351	AD7291/ ADuC7023

注：上述信号链代表频谱分析仪设计。模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表满足部分要求的ADI解决方案。

主要产品简介

产品型号	描述	主要特性	优势
ADP2323	20 V双通道3 A同步降压调节器	180度异相工作；电流限值可调；精密使能	同步输入/输出和相移功能，适合低噪声设计，利用低端MOSFET实现高效率，利用肖特基二极管降低成本
ADP7102/ ADP7104	20 V、超低噪声、300 mA和500 mA LDO	固定电压输出下的15 μ V rms低噪声性能、10 kHz时的60 dB高PSRR、反向电流保护、3.3 V至20 V宽范围电压输入	改善噪声敏感负载的性能
ADP5041	电源管理单元(PMU)	一个1.2 A降压调节器、两个300 mA LDO、电源监控器、看门狗、手动复位	高集成度简化设计并降低BOM成本
ADF4108	频率合成器	整数N分频PLL，0.5 GHz至8 GHz RF带宽，-219 dBc/Hz归一化相位噪声	可编程电荷泵电流和预分频器值
ADL5541/ ADL5542	宽带放大器（增益模块）	固定增益：15 dB/20 dB，50 MHz至6 GHz	宽带、输入/输出内部匹配50 Ω
ADL5801	高IP3有源混频器	+27 dBm输入IP3，+12.5 dBm输入P1dB，+1.5 dB功率增益	宽带RF、LO和IF端口，单通道上/下变频器
ADL5513	对数检波器/控制器	宽带宽：1 MHz至4 GHz，80 dB动态范围($\pm$ 3 dB)，灵敏度：-70 dBm	整个频率范围内的宽带宽、恒定动态范围省电特性：1 mW (5 V)
ADL5240	数字控制可变增益放大器	31.5 dB增益控制范围，0.25 dB步长精度，6位0.5 dB数字步进衰减器	串行和并行接口，100 MHz至4 GHz宽频段，增益模块或数字衰减器优先
ADCLK846	时钟扇出缓冲器	6路LVDS/12路CMOS输出，100 fs加性宽带抖动	可选的LVDS/CMOS输出，低功耗
AD9255	14位125 MSPS/105 MSPS/80 MSPS LVDS 1.8 V ADC	SNR：78 dBFS (70 MHz、125 MSPS)；功耗：371 mW (125 MSPS时)；中频采样频率高达300 MHz	1到8整数时钟分频器，低功耗，关断模式，CMOS或LVDS输出
ADSP-2126x	波形处理器 (浮点SHARC DSP)	150 MHz/200 MHz浮点DSP，1 Mb/2 Mb片内RAM	低成本浮点DSP
ADSP-21469	波形处理器 (浮点SHARC DSP)	400 MHz浮点DSP，5 Mb片内RAM	高性能浮点DSP

设计资源

参考电路

- 使用ADF4002 PLL产生高速模数转换器所需的极低抖动采样时钟 (CN0003)—www.analog.com/zh/CN0003
- 利用低噪声LDO调节器为小数N分频电压控制振荡器(VCO)供电，以降低相位噪声 (CN0147)—www.analog.com/zh/CN0147
- 利用同步降压DC-to-DC调节器ADP2114为双通道、16位、125 MSPS模数转换器AD9268供电，以提高功效比 (CN0137)—www.analog.com/zh/CN0137

应用笔记/文章

- 利用AD9912的超奈奎斯特频率操作得到高RF输出信号 (AN-939)—www.analog.com/zh/AN-939
- 采样系统以及时钟相位噪声和抖动的影响 (AN-756)—www.analog.com/zh/AN-756
- “利用直接数字频率合成(DDS)在测试、测量和通信中控制波形” 模拟对话第39卷，2005年8月—www.analog.com/library/AnalogDialogue

设计工具/论坛

- ADIsimPLL：ADI PLL设计和仿真—www.analog.com/ADIsimPLL
- ADIsimRF：简单易用的RF信号链计算工具。能够计算级联增益、噪声系数、IP3、P1dB以及总功耗—www.analog.com/ADIsimRF
- DiffAmpCalc：ADI公司的差分放大器计算工具—www.analog.com/zh/diffampcalc
- EngineerZone：在线技术支持社区—ezchina.analog.com

欲查看其它信号发生器资源、工具和产品信息，请访问

www.analog.com/zh/instrumentation

基于电化学传感器的ADI低功耗有毒气体检测解决方案

应用简介

有毒气体存在于许多工业环境之中，比如油井、采矿、塑料生产、造纸等。随着人们对个人安全的日益重视，对低功耗便携式有毒气体检测器的需求正呈快速增长之势。这种检测器可以让工人随身携带，也可每隔一定距离安装在工作现场。多数便携式低功耗有毒气体检测器都是以电化学传感器为基础的，涵盖工业环境中的多数常见气体，比如一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO₂)、硫化氢(H₂S)、和二氧化氮(NO₂)。与其他有毒气体检测方法相比，电化学传感器具有功耗低、交叉灵敏度低、长期稳定性出色等特点，非常适合电池供电的便携式应用。

系统设计考虑因素

低功耗

有毒气体检测需要在尽可能无需维护的情况下持续地对环境进行监控。因而，尽量延长电池寿命对这种应用来说是非常重要的。由于电化学气体传感器只需极少电流即可工作，因此剩下的信号调理和数据传输电路在实现系统低功耗方面发挥着关键作用。

高可靠性

在某些工业环境中，人的生命依赖于有毒气体检测器，为此这些检测器需要高度可靠。高精度、抗干扰能力以及出色的长期稳定性，这些都是设计过程中需要考虑的重要因素。为了实现这一目标，就需要精确、强健、低漂移的信号链。

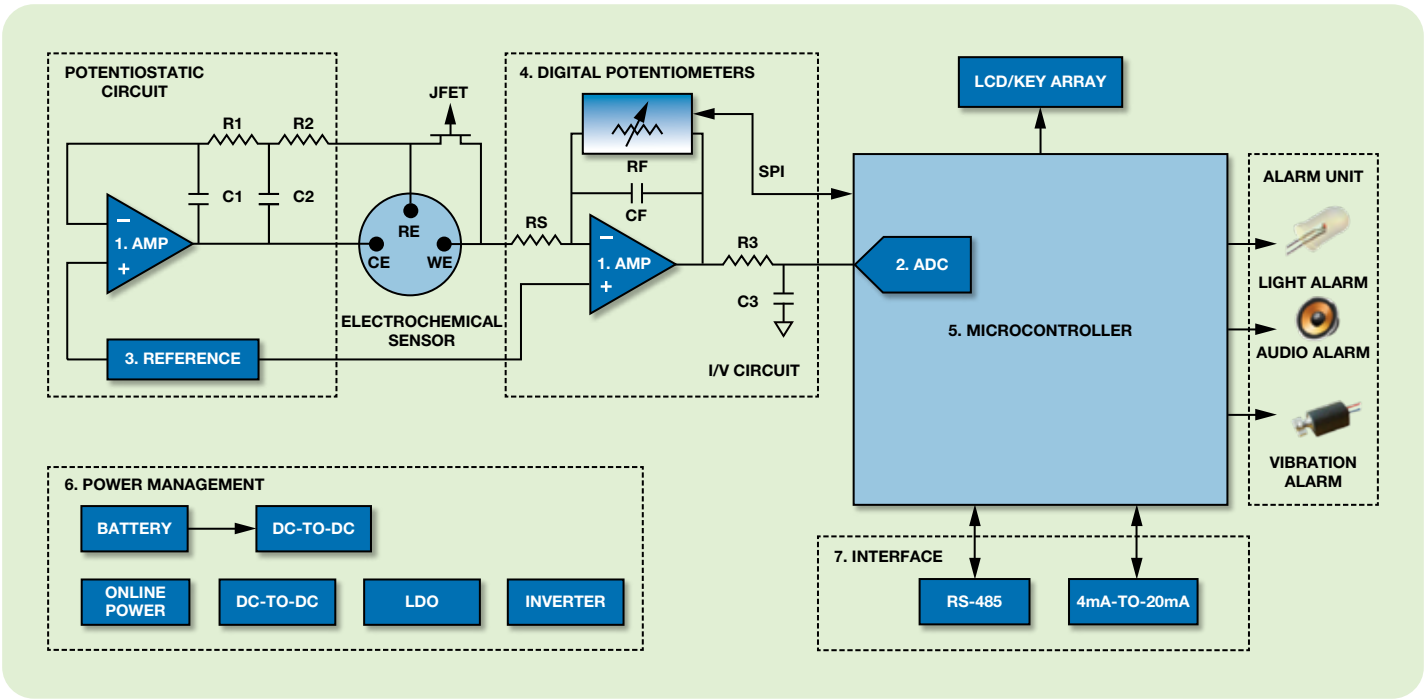
降噪

为了充分发挥电化学传感器的动态范围的优势，在设计信号链时需要考虑降噪问题。

ADI公司解决方案

系统框图

以下是有一种毒气体检测器的系统框图，其中包括气体传感器、恒压电路、I/V电路(电流-电压转换)、微控制器、供电电路、接口和报警单元。



注：上述信号链代表气体检测器设计。模块的技术要求可能不同，但下表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. 基准电压源	4. 数字电位计	5. 微控制器	6. 电源管理	7. 接口
ADA4505-2/AD8502/ ADA4051-2/ADA4528-1	AD7788/AD7790/ AD7798	ADR291/ADR280/ ADR3425	AD5271	ADuC7023	ADP2503/ADM8828/ ADP2301/ADP160	AD5420/ADM2483/ AD5749

对于上图中的电化学传感器，工作电极(WE)检测有毒气体，并根据气体浓度按比例产生电流，参考电极(RE)使工作电极的电压保持稳定，以便传感器工作于线性范围之内，辅助电极(CE)可以使WE节点上产生的电流达到平衡。恒电位电路保持RE节点电压，并提供CE节点产生的电流。I/V电路把电流信号转换为电压信号传送到ADC(无论是集成在MCU中还是分立式)。包括LCD和键阵列在内的人机接口用于系统设置和显示。LED、蜂鸣器和振动电机有助于提高警报的可靠性。

低功耗：正常条件下，参考电路中的ADI放大器、dc-to-dc转换器和基准电压源需要消耗大约100 μA的电流。单电源工作模式可以避免双极电源的功耗浪费问题。

高可靠性：ADI致力于提供精确、低漂移的信号链产品，如放大器、基准电压源和ADC等，以帮助设计师构造出精确、稳定的系统。相应的产品列于下面的主产品表中。另外，运算放大器反馈回路RC (R1、R2、C1、C2)滤波器、串联电阻Rs和反馈电容Cf将使系统保持稳定，以抵消气体传感器极大的电容(mF量级)带来的影响。

降噪：由于受传感器限制的慢速响应(约30秒)，ADC之前的RC (R3、C3)滤波器的截止频率可以设为极低水平很低。不但可以降低系统的白噪声，而且也可降低1/f噪声，从而优化系统分辨率。关于ADC分辨率，ADI提供多种选择，例如分立式16位ADC和集成在MCU里的12位ADC。

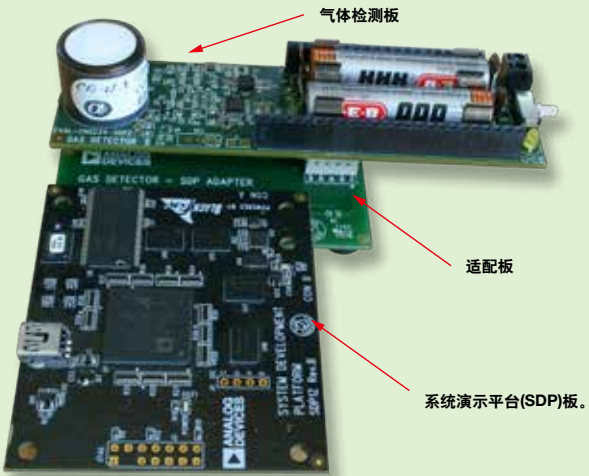
主要产品简介

产品型号	描述	优势
放大器		
ADA4505-2	10 μA静态电流、2 pA偏置电流、轨到轨输入/输出、零输入交越失真放大器；电源抑制比(PSRR): 100 dB(最小值)；共模抑制比(CMRR): 105 dB(典型值)	低功耗, 适用于便携式仪器仪表, 较高的电源抑制比, 即使不使用调节器也不会对精度造成大的影响
AD8502	1 μA静态电流、10 pA偏置电流、轨到轨输入/输出	超低功耗, 低偏置电流有助于提高转换精度
ADA4051-2	17 μA静态电流、零漂移0.1 μV/°C(最大值)、50 pA偏置电流、轨到轨输入/输出	低功耗、低偏置电流、零漂移有助于保证输出的长期稳定
ADA4528-1	零漂移15 nV/°C(最大值)、超低噪声97 nV p-p(0.1 Hz至10 Hz)	零漂移和低噪声有利于打造精度超高的系统
ADC		
AD7788	80 μA最大静态电流、16.6 Hz固定采样率、16位峰峰值分辨率	超低功耗Σ-Δ ADC、高分辨率、高精度、低成本
AD7790	80 μA最大静态电流、输出更新速率最高达120 Hz、16位峰峰值分辨率 @ 33 Hz采样率、14位峰峰值分辨率 @ 120 Hz采样率	超低功耗Σ-Δ ADC、高分辨率、高精度
AD7798	140 μA最大静态电流、采样率最高达470 Hz、16位峰峰值分辨率(任意采样速率)	低功耗Σ-Δ ADC、高分辨率、高精度
基准电压源		
ADR291	2.5 V输出、12 μA静态电流、低噪声8 μVp-p(0.1 Hz至10 Hz)	低功耗、低噪声
ADR280	1.2 V输出、16 μA静态电流	低功耗、成本效益突出
ADR3425	2.5 V输出、85 μA静态电流、8 ppm/°C、30 ppm/1000小时	低成本、低功耗、低漂移, 出色的温度稳定性和长期稳定性
数字电位计		
AD5271	256位分辨率、20 kΩ和100 kΩ电阻、±1% 容差误差、5 ppm/°C漂移、1 μA电源电流	不同气体传感器采用同一封装模式和物料清单
微控制器		
ADuC7023	精密模拟微控制器、10通道12位SAR ADC、62K Flash、8K SRAM、ARM7TDMI MCU, 最高20 GPIO	SoC, 与信号高度集成, 此外MCU有利于小尺寸应用; 存储器更大, 便于数据存储

主要产品简介(续)

产品型号	描述	优势
电源管理		
ADP2503	38 μ A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
ADM8828	无电感的电压反相器, 两个1 μ F外部电容	小型封装、少量外部器件只需较小PCB空间
ADP2301	3.0 V至20 V输入、1.2 A, 1.4 MHz频率、效率最高可达91%、电流模式控制架构	SOT-23-6小型封装, 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, 150 mA最大输出电流, 1%初始精度, 多达15个固定输出电压选项: 1.2 V至4.2 V; 低静态电流: 42 μ A	低功耗、集成输出放电电阻、小型封装只需2个1 μ F外部电容
接口		
AD5420	16位分辨率; 电流输出范围: 0 mA至24 mA, 0.01% FSR典型总不可调整误差; 3 ppm/ $^{\circ}$ C典型输出漂移; 片内基准电压源(10 ppm/ $^{\circ}$ C最大值)	16位分辨率和单调性, 支持HART通信
ADM2483	半双工, 500 kbps数据速率, 5 V或3 V工作电压, 低功耗: 2.5 mA(最大值)、2.5 kV隔离	低功耗、具竞争力的价格
AD5749	4 mA至20 mA驱动器, 电流输出范围: 0 mA至24 mA或4 mA至20 mA, 0.03% FSR典型总不可调整误差(TUE)、5 ppm/ $^{\circ}$ C典型输出漂移	低成本、精密4 mA至20 mA驱动器

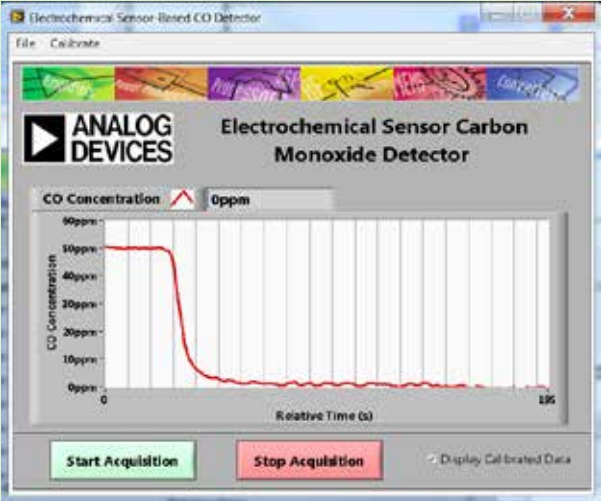
气体检测演示系统



气体检测板

适配板

系统演示平台(SDP)板。



左图所示演示系统采用默认的CO电化学传感器检测CO浓度。系统包括气体检测板(用于功能实现)、适配器板和SDP板,通过连接PC用于支持系统演示。右图是利用基于NI LabView特定PC程序实现的一个演示结果。

设计资源

参考电路

- 使用电化学传感器的单电源、低功耗有毒气体检测器 (CN0234)—www.analog.com/zh/CN0234

应用笔记/文章

- “低功耗有毒气体检测器设计” 模拟对话第46卷，2012年2月—www.analog.com/library/analogDialogue/china/archives/46-02/gas_detector.html

设计工具/论坛

- ADIsimPower: ADI稳压器设计工具—www.analog.com/adisimpower
- ADIsimOpAmp: ADI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

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

基于NDIR和PID的ADI气体检测解决方案

应用简介

这是ADI公司关于气体检测器的第二篇文章，包含NDIR（非色散红外）气体检测器解决方案和PID（光离子）气体检测器解决方案。第一篇文章介绍基于电化学传感器的微功耗有毒气体检测器。

NDIR传感器基于吸收光谱学理论：特定气体吸收特定的红外波长，气体浓度与吸收的红外光量成正比。NDIR检测器的优势是灵敏度高、使用寿命长、维护工作量少并且安全可靠，主要缺点是成本高。NDIR气体检测器常用于检测甲烷和二氧化碳，应用行业有采矿、农业、石油和化工等。

PID传感器主要由紫外光和电离室构成。紫外光激发气体分子，产生电子和离子，从而获得与电离室中气体浓度相关的电流。PID气体检测器的优势是灵敏度高、响应快速、精度高并且安全可靠，但其成本也很高，而且PID检测器的选择性不好。因此，PID气体检测器一般用于检测化学、油气和航空等行业中的挥发性有机化合物(VOC)，如芳烃、酮类和醛类。

系统设计考虑因素

可靠性

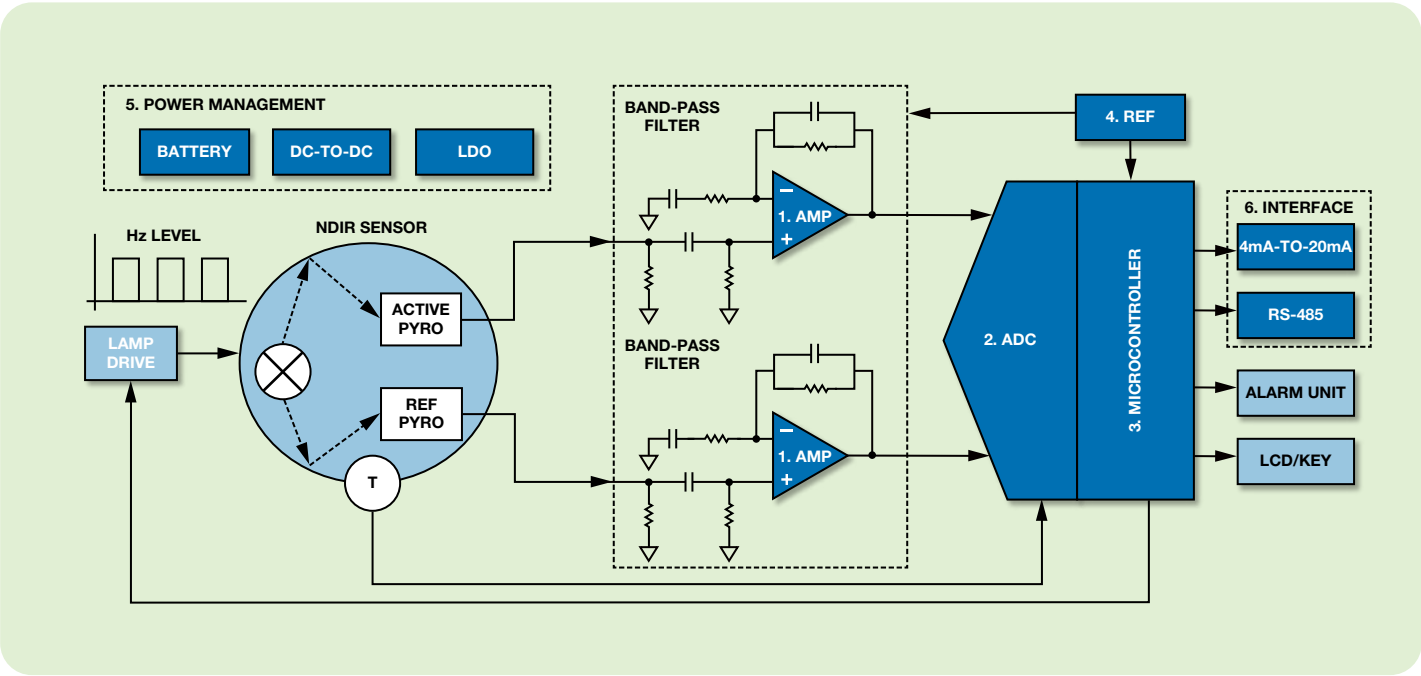
精度、抗干扰能力以及良好的长期稳定性，这些都是NDIR和PID设计需要考虑的重要因素。为了实现这一目标，可靠的气体检测器需要低漂移的精确信号链。

分辨率

为了充分发挥传感器动态范围的优势，NDIR和PID检测器的信号链和电源设计需要考虑低噪声和高分辨率要求。

ADI公司NDIR解决方案

下图是NDIR气体检测器的系统框图，包括NDIR传感器、带通滤波器、微控制器(集成ADC)、电源管理和通信接口。



注：上述信号链代表气体检测器设计。模块的技术要求可能不同，但下表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
AD8629/ ADA4528-1	AD7798	ADuCM361	ADR423/ ADR4533	ADP2503/ ADP2370/ ADP160	AD5420/ ADM2483/ AD5749

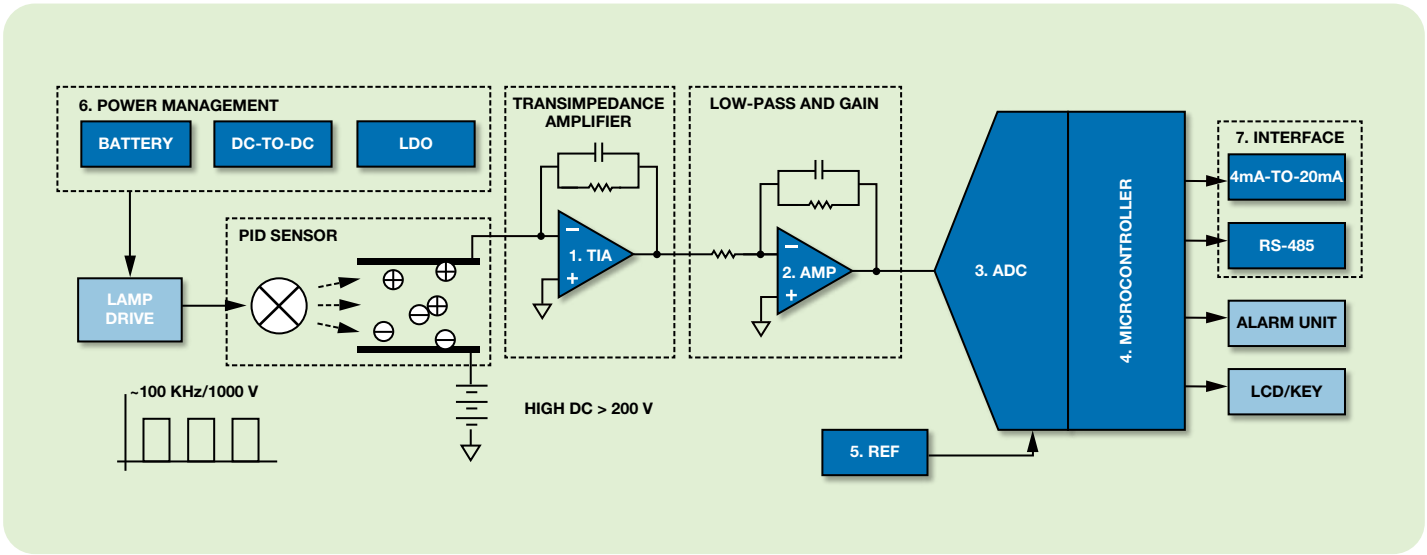
NDIR气体传感器包含的光源由灯驱动电路以低频驱动。热电传感器输出的小信号大致呈锯齿形，须进行放大和滤波。带通放大器用于使基频信号通过并降低链路噪声，其输出大致为正弦波。ADC获得检测通道和参比通道的幅度，其比值与气体浓度相关。

可靠性：ADI公司致力于提供精确、低漂移的信号链产品，如零漂移放大器、低噪声和低漂移基准电压源、高精度ADC等，以帮助设计师构建精确、稳定的系统。根据具体应用，ADC可以是独立的或MCU集成的。

分辨率：NDIR传感器的输出电压为毫伏(mV)级，为了实现0.1%分辨率，信号调理电路输入级的噪声应为1 μ V左右。信号链的常用带宽小于10 Hz，因此噪声以放大器的1/f噪声(0.1 Hz至10 Hz)为主。ADI公司超低1/f噪声的零漂移放大器可帮助设计师实现高分辨率。

ADI公司PID解决方案

下图是PID气体检测器的系统框图，包括PID传感器、跨导放大器、低通滤波器、微控制器(集成ADC)、电源管理和通信接口。



1.TIA	2. 放大器	3. ADC	4. 微控制器	5. 基准电压源	6. 电源管理	7. 接口
AD549/ AD8605	ADA4528-1/ AD8629	AD7190	ADuCM361	ADR423/ ADR4533	ADP2503/ ADP160/ ADP2370	AD5420/ ADM2483/ AD5749

PID气体传感器包含一只紫外灯，它由灯驱动电路以大约100 KHz的脉冲频率驱动。当气体分子吸收高能紫外光时就会发生电离，产生电子和离子。电离室的高压驱使这一弱电流流经跨导放大器并转换成电压。经过放大和低通滤波后，该电压信号进入24位 Σ - Δ 型ADC。

可靠性：与NDIR系统类似，超低偏置电流TIA、低漂移或零漂移放大器以及高性能ADC有利于设计师实现精确、稳定的信号链。

分辨率：ADI TIA不仅偏置电流非常低，而且电流噪声也非常低。利用MCU集成的24位 Σ - Δ 型ADC，设计师可以实现很高分辨率的PID系统。如果设计师需要更高分辨率，应考虑使用独立的ADC。

主要产品简介

产品型号	描述	优势
放大器		
ADA4528-1	零漂移15 nV/°C (最大值)、超低噪声97 nV p-p (0.1 Hz至10 Hz)	零漂移和低噪声有利于打造精度超高的系统
AD8629	零漂移20 nV/°C (最大值)、超低噪声0.5 μ V p-p (0.1 Hz至10 Hz), 二合一封装	零漂移和低噪声有利于打造精度超高的系统, 二合一封装有助于让不同通道保持一致
TIA		
AD549	超低偏置电流60 fA (最大值)、超低电流噪声0.16 fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$	在精密TIA测量领域享有盛誉
AD8605	低偏置电流1 pA (最大值)、低电流噪声10 fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$	低成本TIA测量
ADC		
AD7798	140 μ A (最大静态电流)、输出更新速率最高达470 Hz、3通道16位峰峰值分辨率 (任意输出数据速率)	低功耗 Σ - Δ 型ADC、高分辨率、高精度
AD7190	24位 Σ - Δ 型ADC、23位峰峰值分辨率(最大值)、可编程输出数据速率(4.7 Hz至4.8 kHz)、2路差分输入或4路伪差分输入	极高分辨率、极高精度
基准电压源		
ADR423	3 V基准电压源, 极低漂移: 3 ppm/°C (最大值), 低噪声: 2 μ V p-p (0.1 Hz至10 Hz), 长期稳定性: 50 ppm/ $\sqrt{1000}$ 小时	低漂移、稳定、低噪声基准电压源, ADR42x系列还提供许多其它输出电压选项
ADR4533	3.3 V基准电压源, 极低漂移: 2 ppm/°C (最大值), 低噪声: 2.1 μ V p-p (0.1 Hz至10 Hz), 长期稳定性: 25 ppm/ $\sqrt{1000}$ 小时	低漂移、超稳定、低噪声基准电压源, ADR45xx系列还提供许多其它输出电压选项
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 μ A/MHz、19引脚GPIO、128 kB Flash/EE存储器、8 kB SRAM	低功耗、超高精度24位 Σ - Δ 型ADC
电源管理		
ADP2503	38 μ A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、800 mA、1.2 MHz或600 K PWM频率、低静态电流(14 μ A)、效率高于90%、电流模式控制架构	小型3mm $\times$ 3mm 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, 150 mA最大输出电流, 1%初始精度, 多达15个固定输出电压选项: 1.2 V至4.2 V; 低静态电流: 42 μ A	低功耗、集成输出放电电阻、小型封装只需2个1 μ F外部电容
接口		
AD5420	16位分辨率; 电流输出范围: 0 mA至24 mA, 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
ADM2483	半双工, 500 Kbps数据速率, 5 V或3 V工作电压, 低功耗: 2.5 mA (最大值), 2.5 kV隔离	低功耗、具竞争力的价格
AD5749	4 mA至20 mA驱动器, 电流输出范围: 0 mA至24 mA或4 mA至20 mA、0.03% FSR典型总不可调整误差(TUE)、5 ppm/°C典型输出漂移	低成本、精密4 mA至20 mA驱动器

设计资源

设计工具/论坛

- ADuCM361设计工具—<ftp://ftp.analog.com/pub/MicroConverter/>
- Analog Filter Wizard: ADI公司有源滤波器设计工具—www.analog.com/AnalogFilterWizard
- 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
- 参考资料
- 基于电化学传感器的ADI低功耗有毒气体检测器解决方案
www.analog.com/zh/ECGasDetector

欲查看有关气体检测器的其他资源、工具和产品信息, 请访问:

www.analog.com/zh/instrumentation

ADI公司超声无损检测解决方案

应用简介

无损检测(NDT)是科学研究和工业领域使用的分析技术，类型广泛，用以在不损害或永久改变材料、组件、系统的前提下评估其属性。这是一种非常有用的技术，可以节省金钱和时间，因此广泛用于机械工程、电气工程和土木工程等许多领域的产品评估、故障排除和研究。常用无损检测方法包括：超声测试、磁粉检查、液体渗透测试、射线成像、远距离目视检查和涡流测试。本文将重点介绍超声测试设备，它是无损检测最受欢迎的仪器，也可用于测量厚度。

系统设计考虑和主要挑战

以前，实现超声成像系统需要大量高性能发射机和接收机，由此产生的是庞大且昂贵的系统。最近，集成技术的进步使得系统设计人员能够采用尺寸更小、成本更低、更便携的成像解决方案，现场使用也简单得多。进一步发展的挑战是继续推动这些解决方案的集成，同时提高其性能和诊断能力，如下所示。

- 提高集成度以缩小便携仪器的尺寸并降低功耗，从而延长电池寿命并简化现场使用。
- 随着设备向小型化发展，尤其是以提升图像质量为目标时，散热问题变得很重要。
- 为提高信号穿透率以及进行谐波成像，需要较高的发射电压。声功率随着发射电压的提高而提高。

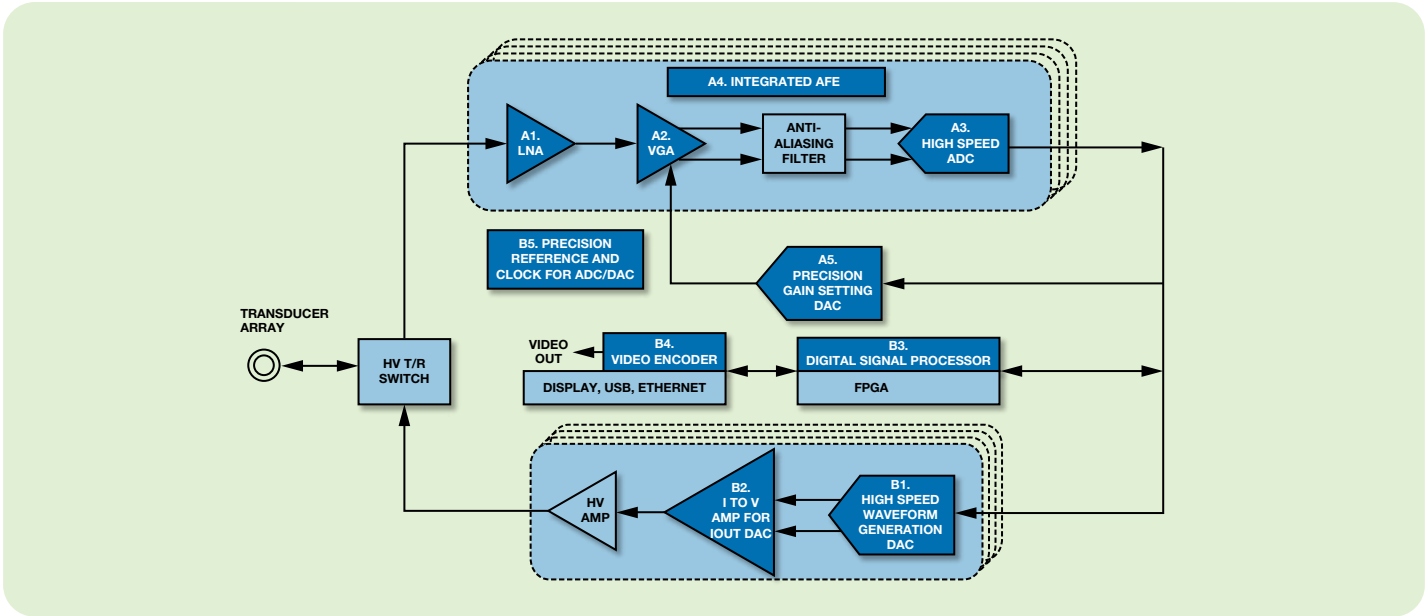
ADI公司解决方案

ADI解决方案的价值主张

- 一站式供应商，提供信号处理和电源转换所需的最齐全产品组合，如放大器、转换器、稳压器和数字信号处理器等。
- 丰富的设计资源，包括易于使用的仿真工具(ADIsimPower、ADIsimADC、DiffAmpCalc、ADIsimCLK)、参考电路(Circuits from the Lab)、ADI中文技术论坛、技术文章、完全填充的评估板等。
- ADI产品的兼容性支持在多个平台之间移植设计，例如，引脚兼容的高速ADC和DAC提供多种不同的采样速率和分辨率。

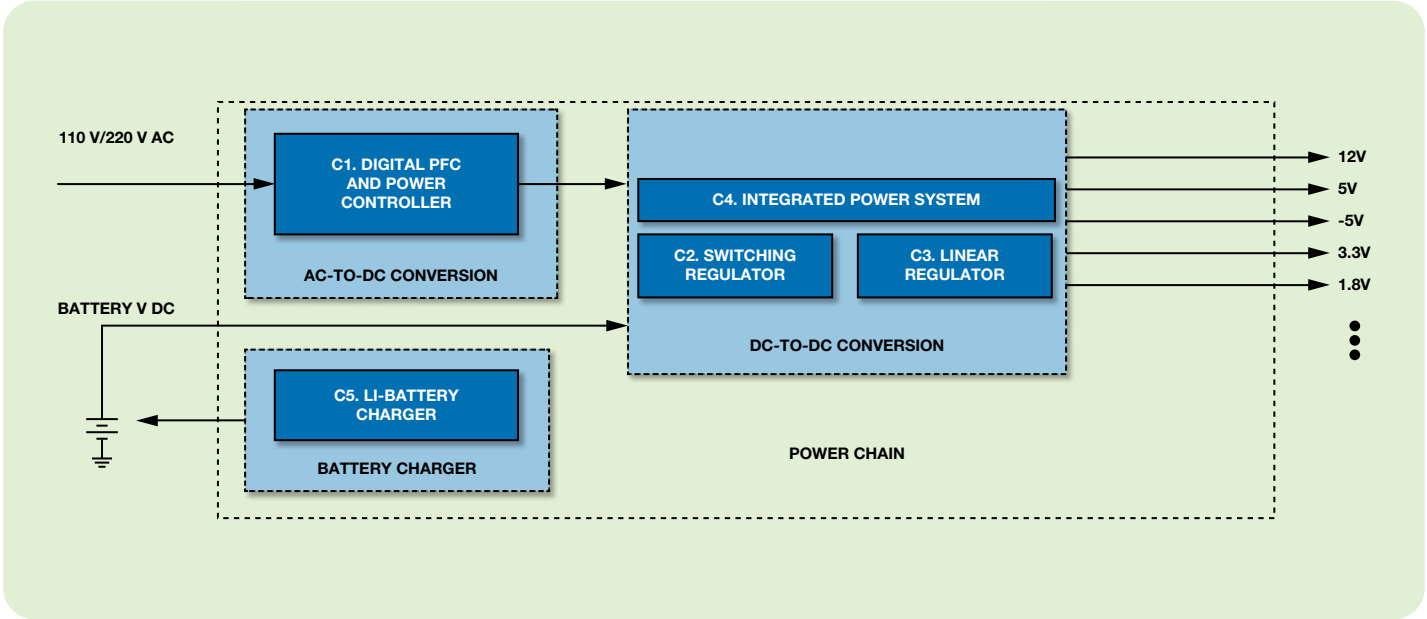
系统框图

下图是超声无损检测设备的主信号处理链。



A1. LNA (低噪声放大器)	A2.VGA (可变增益放大器)	A3.高速ADC	A4.集成AFE	A5.精密增益设置DAC
ADA4897-1/ADA4897-2/ ADA4898-1/ADA4898-2/ ADA4895-2/ADA4896-2/ ADA4899-1	AD8334/ AD8332/ AD8331	AD9257/ AD9637/ AD9222	AD9272/AD9273/AD9276/ AD9277/AD9278/AD9279/ AD9670/AD9671	AD5684R/ AD5685R/ AD5694R/ AD5695R
B1.高速波形发生DAC	B2.用于电流输出DAC的电流 转电压放大器	B3.数字信号处理器	B4.视频编码器	B5.用于ADC/DAC的精密基准 电压源和时钟
AD9704/AD9705/ AD9706/AD9707/ AD9106	ADA4898-1/ADA4898-2/ ADA4927-1/ADA4927-2/ ADA4937-1/ADA4937-2	ADSP-BF522/ADSP-BF524/ ADSP-BF526/ADSP-BF606/ ADSP-BF607	ADV7390/ADV7391/ ADV7392/ADV7393	ADR3420/ ADR4525/ AD9515

下图是超声无损检测设备的典型电源链，它既可以由电池供电，也可使用交流电。



C1.数字PFC和电源控制器	C2.开关稳压器	C3.线性稳压器	C4.集成电源系统	C5.锂离子电池充电器
ADP1047/ ADP1851	ADP2384/ ADP2386/ ADP2441	ADP7104/ ADP7102	ADP5040/ ADP5041	ADP5061/ ADP5065

注：以上信号链代表超声无损检测设备设计。模块的技术要求可变化，但下表列出的产品代表满足部分要求的ADI解决方案。

主要产品简介

产品型号	描述	优势
ADA4896-2/ ADA4897-1/ ADA4897-2	双通道/单通道/双通道，低宽带噪声：1 nV/√Hz和2.8 pA/√Hz；低1/f噪声：2.4 nV/√Hz @ 10 Hz；80 mA输出电流；轨到轨输出(ADA4897-1和ADA4897-2具有额外的禁用引脚)	适合超声CW路径I/V、求和及ADC驱动器应用
AD8331/ AD8332/ AD8334	单通道/双通道/四通道，超低噪声48 dB VGA，具有前置放大器和可编程输入阻抗RIN；Vn RTI= 0.74 nV/√Hz；In RTI= 2.5 pA/√Hz，带宽=100 MHz	精确线性dB、出色的增益匹配和带宽一致性，适合超声应用
AD9257	8通道、14位、65 MSPS串行LVDS ADC与12位版本AD9637引脚兼容与8通道系列AD9252/AD9222引脚相似	小尺寸封装；可灵活选择引脚兼容系列产品
AD9106	4通道、12位、175 MSPS DAC，集成4096 x 12片上模式存储器，用于复杂波形生成，具有一个输出直接数字频率合成器(DDS)和SPI接口，用于配置和加载波形数据	适合超声线性发射信号波形生成，以及发射波束生成器。小尺寸，低功耗
AD9706	12位电流输出DAC，更新速率：175 MSPS。与8/10/14位版本AD9704/AD9705/AD9707引脚兼容	小尺寸封装；可灵活选择引脚兼容系列产品
ADP2384/ ADP2386	20 V V _{in} 范围、4A/6A、超高效率、完全集成的同步开关稳压器	低功耗、高集成度

主要产品简介(续)

产品型号	描述	优势
ADP7102/ ADP7104	20 V V_{in} 范围、超低噪声、300 mA和500 mA LDO固定电压输出下的15 μ V rms低噪声性能、10 kHz时的60 dB高PSRR、反向电流保护、3.3 V至20 V宽范围电压输入	改善噪声敏感负载的性能
ADP5041	电源管理单元(PMU)、一个1.2A降压稳压器、两个300 mA LDO、电源监控器、看门狗、手动复位	高集成度简化设计并降低BOM成本
ADSP-BF522/ ADSP-BF524/ ADSP-BF526	数字信号处理器(Blackfin)、400 MHz定点DSP, 灵活的USB 2.0 OTG和10/100以太网MAC外设选项	超低待机功耗、领先的性价比(MIPS/\$)
ADSP-BF606/ ADSP-BF607	双核数字信号处理器(Blackfin)、800 MHz/1 GHz DSP性能, 灵活的USB 2.0 OTG和10/100以太网MAC外设选项	高性能、大容量内部存储器、高集成度、低功耗
ADV7390/ ADV7391/ ADV7392/ ADV7393	ADV7390/ADV7391/ADV7392/ADV7393为单芯片高速视频编码器系列。三个2.7 V/3.3 V 10位视频DAC支持标清(SD)或高清(HD)视频格式的复合(CVBS)、S视频(Y/C)或分量(YPrPb/RGB)模拟输出。	低功耗, 适合超声成像显示器
AD9272/ AD9273/ AD9276/ AD9277/ AD9278/ AD9279	具有42 dB VGA的8通道LNA, 具有8 MHz至18 MHz LPF和HPF的AAF, 以及12位、10 MSPS至80 MSPS的ADC	集成式小尺寸、易于使用的模拟前端芯片, 提供成本、噪声和电源选项
AD9670/ AD9671	具有45 dB VGA的8通道LNA, 具有8 MHz至18 MHz或13.5 MHz至30 MHz LPF及HPF的AAF, 以及14位、10 MSPS至125 MSPS的ADC。 每通道130 mW @ 40 MSPS	AD9670:低成本、低噪声、高分辨率、小尺寸、降低波束形成器和处理器的FPGA I/O与运算速度。 AD9671: 四个可配置5 Gbps串行JESD204B CML数据线路提供接口, 用于进一步数据处理。减少FPGA I/O和器件的数量

设计资源

参考电路

- 利用开关稳压器PMU ADP5020为八通道超声ADC/LNA/VGA/AAF AD9272供电以提高效率 (AN-1210)—
www.analog.com/zh/AN-1210
- 利用同步降压DC-DC稳压器ADP2114为双通道、16位、125 MSPS模数转换器AD9268供电以提高效率 (AN-1211)—
www.analog.com/zh/AN-1211
- 高频可变增益放大器将10位、65 MSPS ADC的动态范围扩展到100 dB以上 (CN0096)—
www.analog.com/zh/CN0096

应用笔记/文章

- 利用开关稳压器ADP2300和ADP2301设计反相降压转换器(AN-1083)—
www.analog.com/zh/AN-1083
- 高速印刷电路板布局实用指南,《模拟对话》第39卷—
www.analog.com/39-09/layout
- 高速差分ADC驱动器使用规则,《模拟对话》第43卷—
www.analog.com/zh/43-05/adc_drivers
- 影响超声系统前端器件选择的考量因素,《模拟对话》第36卷—
www.analog.com/36-03/ultrasound

设计工具/论坛

- ADIsimADC: ADI公司的高速ADC评估工具。ADIsimADC有三种使用方法。如果只是要选择产品, 可以使用基于Web的应用程序在线分析ADC的性能。ADC Analyzer是一款下载工具, 能够运行行为模型并配置评估板。VisualAnalog进一步扩展了上述概念, 允许设计人员定制输入信号和数据分析方法—
www.analog.com/zh/ADIsimADC
- DiffAmpCalc: ADI公司的差分放大器计算工具—
www.analog.com/zh/DiffAmpCalc
- ADIsimCLK: ADI公司用于预测ADI时钟产品相位噪声和抖动的工具—
www.analog.com/zh/ADIsimCLK
- ADIsimPower: ADI公司许多可下载Excel数据表的集合, 可以根据您的设计目标产生完整的电源设计—
www.analog.com/ADIsimPower
- ADI中文技术论坛: ADI公司的中文在线技术支持社区—
ezchina.analog.com

欲查看其它无损检测资源、工具和产品信息, 请访问:

www.analog.com/zh/instrumentation

ADI公司的两线环路供电变送器解决方案

工业环路供电变送器系统原理和趋势

当代的现场仪表，也就是众所周知的智能变送器，是基于微处理器的智能现场仪表，用于监控过程控制变量，例如温度、质量流速和压力等。系统设计人员面临着一种直接挑战，也就是既要融合额外的智能、功能和诊断能力，同时又要开发出能够在4 mA至20 mA的环路所提供的有限功率范围内有效运行的系统。严格的安全标准、空间限制、HART通信、诊断和预见性维护将是未来的主流趋势。

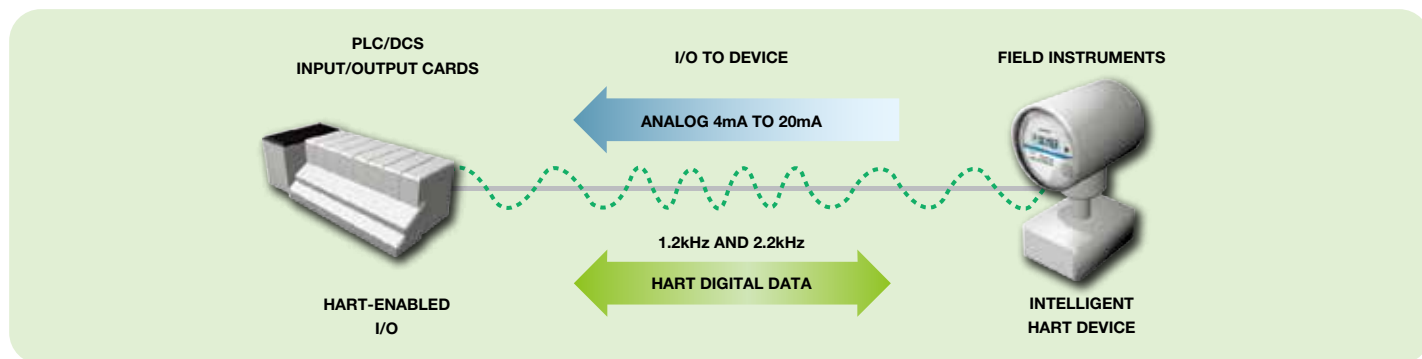


图1：采用HART的变送器通信

工业两线环路供电变送器系统设计考虑和主要挑战

为了获得合适的两线环路供电变送器系统设计，设计人员必须考虑许多不同的系统要求，包括精度、功耗预算、诊断和采用HART时的静默噪声限制。

- 最低环路电流是4 mA，对电路板设计而言允许3.5 mA的最高系统总功耗预算。
- 支持12 V至48 V的环路电压范围。
- 测量精度可以高达读数的0.1%，ADC分辨率需要16至24位，DAC分辨率需要14至16位。
- 传感器输出通常需要低噪声精密仪表放大器。
- 考虑到变送器受限的内部空间，为了实现功能最大化，需要高集成度的芯片解决方案。
- HART(高速可寻址近程变换器)通信对读取现场仪表过程和诊断信息发挥着必不可少的作用。它是叠加在1 mA p-p的振幅下的频率为1200 Hz和2200 Hz的FSK信号。

智能变送器通常位于危险或远程的恶劣环境内。为了能够在较宽的温度范围内工作，低温漂移系数和低功耗对环路供电变送器非常重要。ADI公司提供完美的产品组合，包括精密放大器、精密基准电压源、精密模数转换器和Cortex-M3内核微处理器等。



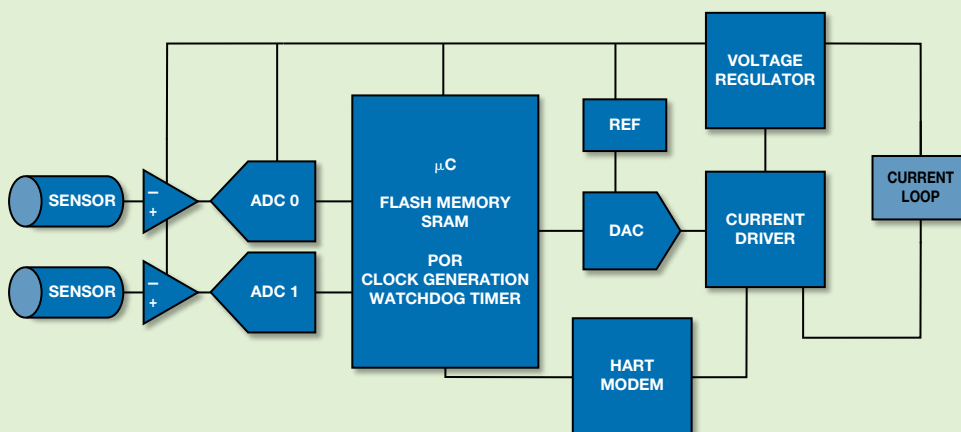


图2：一般智能变送器信号链

图2显示了典型的两线智能变送器架构，其中组合了传感器、信号调理、MCU、电流驱动器、基准电压源、HART调制解调器等。需要再次强调，小尺寸、高集成度和智能诊断将是未来现场仪表的主流趋势。

ADI公司提供的总体解决方案(高端市场)

ADI公司面向高端市场提供了一套总体解决方案，已经有样板提供，且已经在HART通信基金会注册，该解决方案正是针对这种具备高性能的两线环路供电变送器。图3显示我们只使用三芯片构建的演示方案，这也代表市场上的领先集成水平。

图示演示板的型号为DEM0-AD5700D2Z。关于此方案的具体介绍，请参考参考电路“具有HART接口的完整4 mA至20 mA环路供电现场仪表” (CN0267) www.analog.com/zh/CN0267。

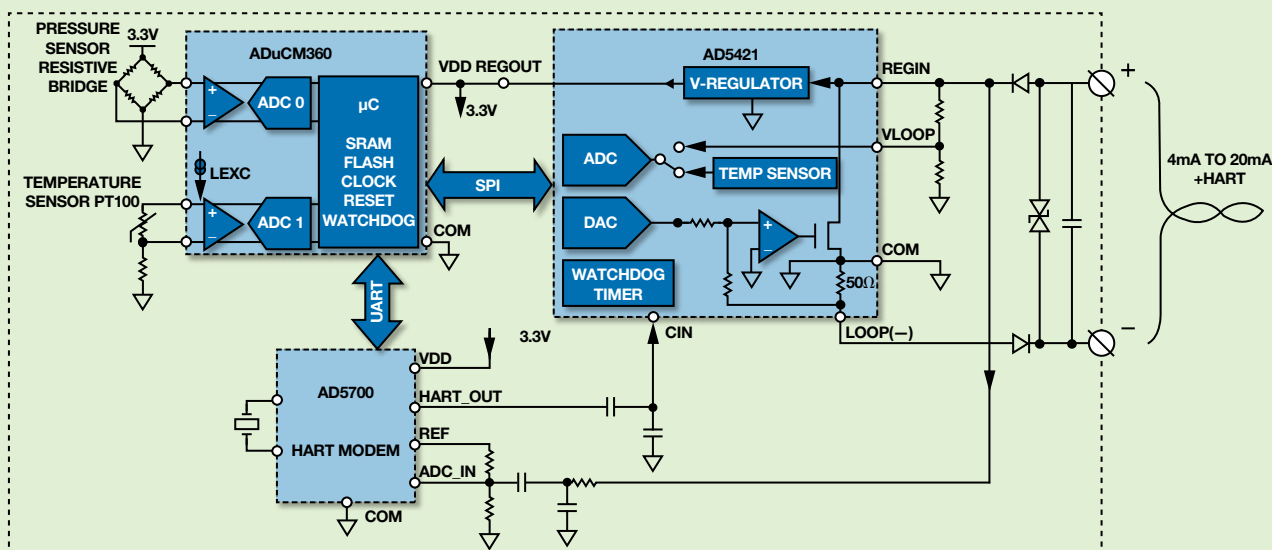


图3：支持HART的智能发射器变送器演示方案框图



主信号链

ADI公司提供的高性价比辅助解决方案(中低端市场)

中低端市场的客户往往比较在意成本控制，对于这种情况ADI公司也可以提供2种额外的高性价比解决方案，也就是下文所述的采用ADuCM360和AD693的解决方案。HART调制解调器AD5700也可以是这些电路的一种常见变化形式。

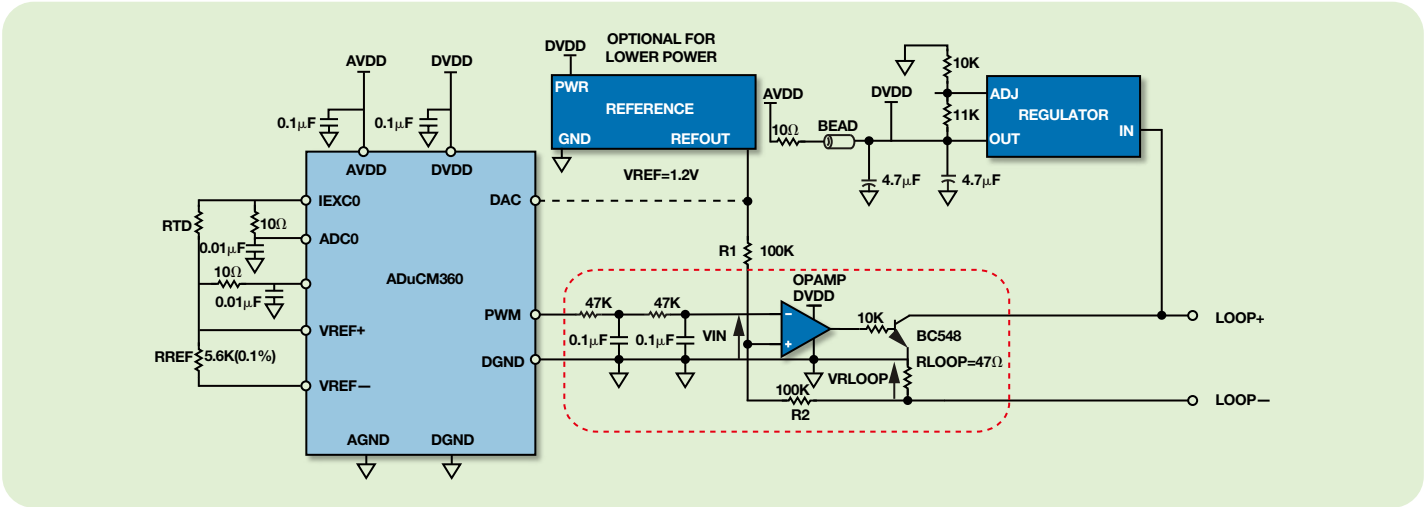


图4：采用ADuCM360 PWM的高性价比解决方案

由于ADuCM360包含高分辨率16位PWM，因此可以通过简单的RC滤波器、放大器和晶体管轻松实现4 mA至20 mA的输出。这是低端智能变送器客户很常用的一种解决方法。

除了智能变送器解决方案之外，ADI公司还提供纯模拟环路供电变送器解决方案AD693，这是一种非常经典的单芯片传感器变送器解决方案，可实现各种信号调理，例如热电偶、RTD和压力信号输入。

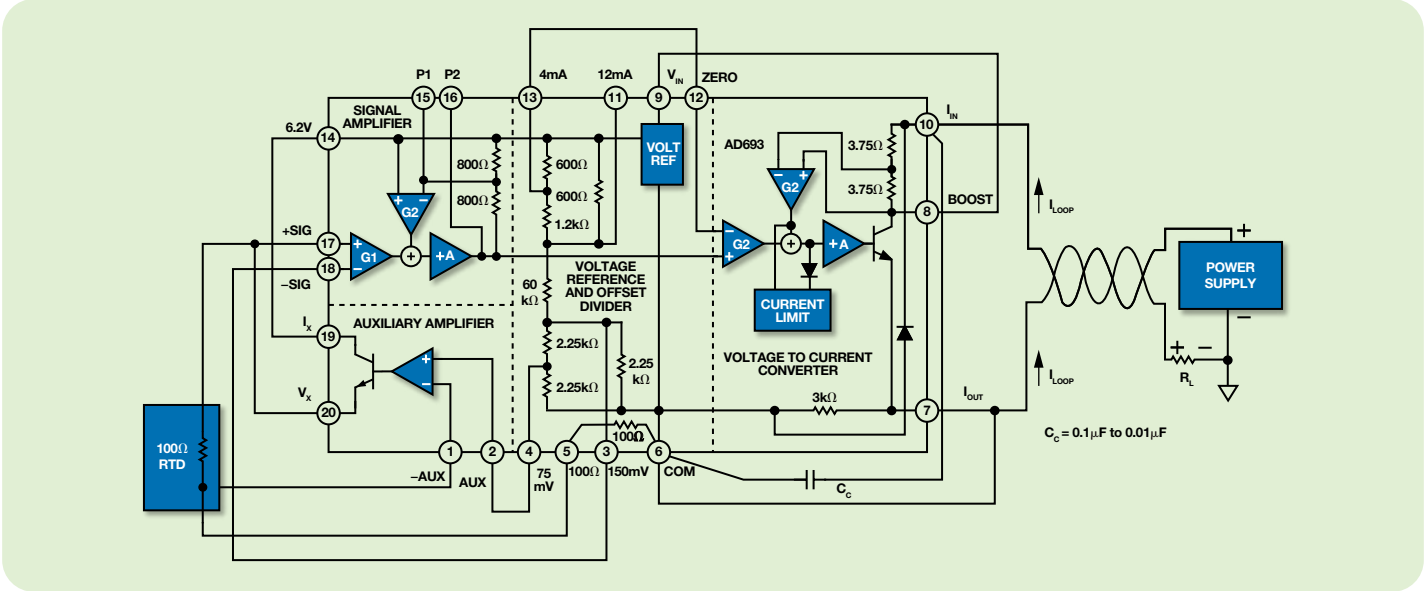


图5：采用AD693模拟变送器的高性价比解决方案

注：以上信号链代表变送器的系统框图。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。

主要产品简介

产品型号	描述	主要特性	优势
AFE和MCU			
ADuCM360/ ADuCM361	模拟微控制器(ARM Cortex™-M3内核)	双通道、24位Σ-Δ型ADC (AduCM360) 单通道、24位Σ-Δ型ADC (AduCM361) 可编程ADC输出速率(3.5 Hz至3.906 kHz)、12位DAC、可编程电流源、温度传感器 内部基准电压源4ppm/°C 16 MHz Cortex、128 kB闪存、8 kB RAM 内核功耗: 290 μA/MHz、休眠模式: 4 μA (唤醒定时器有效)	超低功耗且具备高精度和领先集成度的芯片式解决方案
HART调制解调器			
AD5700/ AD5700-1	低功耗HART调制解调器	符合HART标准且完全集成的FSK调制解调器, 1200 HZ和2200 HZ正弦偏移频率, 接收模式下最高115 μA。集成式接收带通滤波器、可选的时钟配置、缓冲HART输出、2 V至5.5 V电源电压	功耗最低、尺寸最小的片内振荡器
4 mA至20 mA环路驱动器			
AD5421	环路供电DAC	16位分辨率和单调性, 引脚可选且符合NAMUR的范围。下限报警电流为3.2 mA, 上限报警电流为22.8 mA/24 mA, TUE: 最大值0.05%, 输出TC: 典型值3 ppm/°C。静态电流: 最大值300 μA	非常低的功耗、领先的集成度、最高的性能、与HART连接兼容
AD693	环路供电传感器变送器	环路供电运行的仪表放大器前端。预校准的30 mV或60 mV输入范围, 预校准的PT100接口。预校准输出范围: 4 mA至20 mA(单极性), 12±8mA(双极性)	完整的单芯片低电平V-I环路信号调理器
放大器			
ADA4051-1	零漂移低功耗运算放大器	非常低的电源电流: 典型值13 μA, V _{os} 最大值15 μV。失调漂移: 20 nV/°C, PSRR最小值110 dB, CMRR最小值110 dB。轨到轨输入/输出	高性价比
稳压器			
ADP1720	线性稳压器	电源电压范围: 4 V至28 V, 轻负载下的低电流: 0 μA负载时电流为28 μA, 低压差: 50 mA时为275 mV, 初始精度: ±0.5%, 逻辑控制使能, 限流保护和过热保护	低功耗
REF			
ADR3412	低功耗基准电压源	1.2 V精密输出, 电源电流: 最大值100 μA, 低噪声(<10 Hz): 典型值8 μVp-p。电源电压范围: 2.3 V至5.5 V, 长期稳定性: 50°C条件下30 ppm/1000小时	低功耗、小尺寸

总之，上述电路展示了针对多层面设计挑战可能存在的一些解决方案，也就是说，选择适合智能/模拟变送器信号链的组件，实现足够低的功耗，从而确保遵从有限的功耗预算，但同时还保留必要的性能规格、功能和诊断能力，以满足不断增长的市场需求。一般的变送器信号链探讨加上ADI公司提供的解决方案，旨在直接克服这些挑战，平衡每个组件所需的功耗分配，从而产生综合全面的信号链，由此满足现代多功能市场领先型智能变送器设计在功耗、性能、尺寸和诊断方面的要求。

参考电路

- 具有HART接口的完整4 mA至20 mA环路供电现场仪表(CN0267)—www.analog.com/zh/CN0267
- 具有额外电压输出能力的完整4 mA至20 mA HART解决方案(CN0278)—www.analog.com/zh/CN0278
- 完整4 mA至20 mA HART解决方案(CN0270)—www.analog.com/zh/CN0270
- 利用精密模拟微控制器ADuC7060/ADuC7061构建4 mA至20 mA环路供电温度监控器(CN0145)—www.analog.com/zh/CN0145
- 提供4 mA至20 mA输出的完整闭环精密模拟微控制器热电偶测量系统(CN0300)—www.analog.com/zh/CN0300

ADI公司提供的支持资源

- **ADC** ADIsimADC—www.analog.com/zh/ADIsimADC
Σ-Δ型ADC寄存器配置助手—
www.analog.com/zh/SigmaDeltaRegisterConfigurationAssistant
- **DAC** ADIsimDAC—www.analog.com/ADIsimDAC
- **放大器** ADIsimOpAmp—www.analog.com/ADIsimOpAmp
ADIsimDiffAmp—www.analog.com/ADIsimDiffAmp
- **电源** EVB ADIsimPower—www.analog.com/ADIsimPower
- **处理器** EVB仿真工具和部分软件

ADI的压力变送器解决方案

工业压力变送器系统原理和典型架构

压力变送器可以测量三个以上最常见工业测量对象：流速、压力、液位等。它采用的压力传感器的原理各不相同，包括压阻效应类型、电容类型和微谐振器类型。所有这些类型都使用硅单晶的薄膜作为压力接收元件。智能压力变送器应用了多压阻计传感器，可以测量三个指标，即差分压力、静态压力和温度。

通常，压力变送器可以采用电池、线路电源或环路电源供电，并包括电源、压力/温度传感器、信号调理、ADC、处理器、显示器、键盘、逻辑I/O以及多种通信机制，例如4 mA至20 mA、HART、RS-485/RS-422/RS-232、PROFIBUS、Modbus和FOUNDATION等。

必需部件图片



可选部件图片



工业压力变送器系统设计考虑事项和主要挑战

要设计出适当的压力变送器系统，设计人员必须考虑众多不同设计要求，包括精度、零漂移、温度和静态压力补偿。

- 除了差分压力信号，必须考虑通过温度和静态压力信号进行特性补偿。
- 预防性维修可检测传感器老化或任何异常。
- 压力变送器产品的最大量程可高达200:1，上限甚至可达15,000 psi。
- 测量精度最高可以达到满量程范围的0.04%，通常需要16至24位的模数转换器。
- 与不同现场总线的连接，例如HART、PROFIBUS、Modbus、FOUNDATION、RS-485/RS-422/RS-232、无线HART等。
- 传感器、调理电路、系统电源、通信和I/O之间可能需要隔离；隔离等级从1 kV到2.5 kV不等。
- 采用电池和环路供电的差分压力变送器需要精心选择的超低功耗元件，例如MCU、AMP、ADC和基准电压源。

工业现场温度环境非常复杂，甚至异常恶劣。为了能够在较宽的温度范围内工作，低温漂移系数和低功耗对差分压力变送器非常重要。ADI公司提供完美的产品组合，包括精密放大器、精密基准电压源、精密模数转换器和低功耗Cortex-M3内核微处理器等。

除此之外，低功耗系统中的抗电磁干扰能力(如电涌、EFT和ESD等)也是压力变送器面临的严峻挑战。ADI器件的高ESD抑制能力能够大大改善产品的可靠性和稳定性。

此外，压力变送器内部的空间有限，要求高系统密度。因而必须减小器件尺寸。近来，集成技术的进步使得系统设计人员能够采用尺寸更小、功耗更低、成本更低的解决方案，而其性能与那些大型系统不相上下。持续的技术进步要求既能不断促进这些解决方案集成，同时还提高其性能和诊断能力。

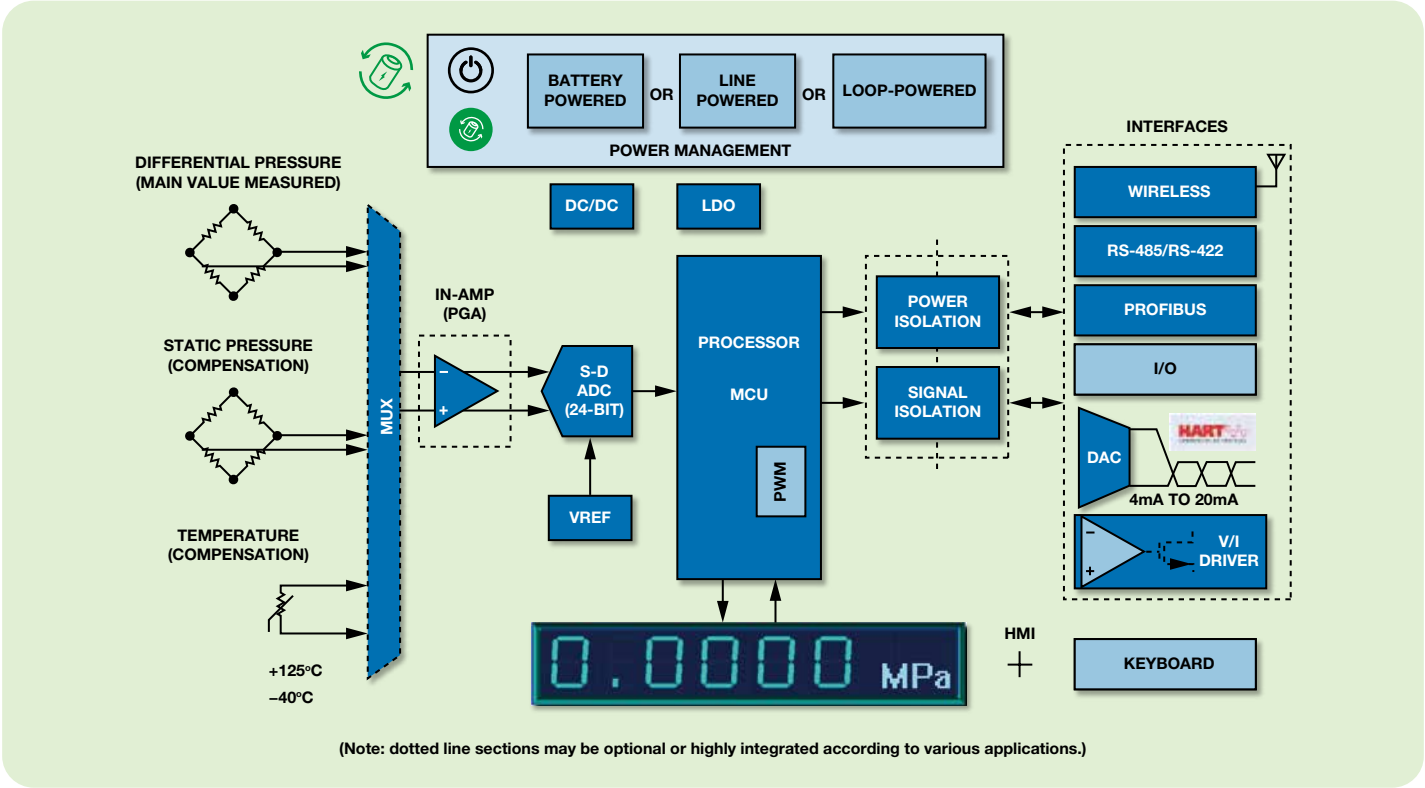
ADI公司提供面向市场定制的解决方案，以便简化设计过程。这些解决方案采用业界领先技术，并提供众多设计选项：从采用分立器件的实施方案到全集成式解决方案，应有尽有。

ADI公司的整体解决方案

借助ADI公司的放大器、数据转换、信号处理、通信和电源技术以及专业经验，可以实现高分辨率、低噪声、低功耗的工业压力变送器系统。

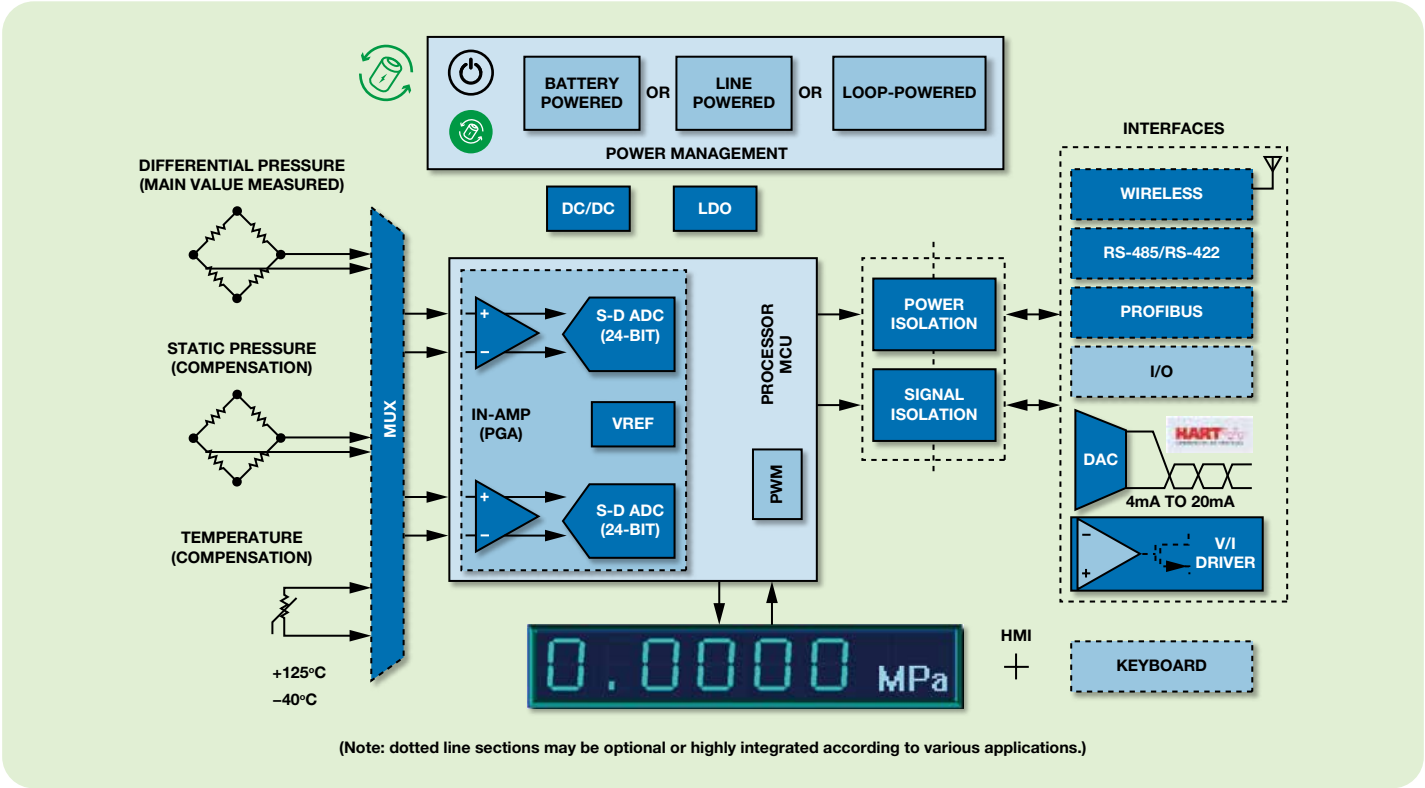
(注：虚线部分可能是部分可选或高度集成的，取决于不同应用。)

分立信号调理的信号链



注：以上信号链代表分立信号调理设计的系统框图。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。

集成信号调理的信号链



注：以上信号链代表集成信号调理设计的系统框图。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。

主要产品简介

产品型号	描述	主要特性	优势
ADC			
AD7780/ AD7781	20/24位、1通道、PGA、 Σ - Δ 型ADC	低功耗500 μ A (最大值)、10 Hz 至16.7 Hz、PGA、1, 128、峰峰值分辨率超过17位	很大成本优势和易用性
AD7787/ AD7788/ AD7789/ AD7790/ AD7791	16/24位、1通道/2通道、 Σ - Δ 型ADC	超低功耗从80 μ A至160 μ A (最大值)、9.5 Hz至120 Hz、50 Hz/60 Hz抑制	超低功耗和小型封装
AD7796/ AD7797/ AD7798/ AD7799	内置PGA的16/24位、1通道/3通道、 Σ - Δ 型ADC	低功耗500 μ A (最大值)、4.17 Hz至470 Hz、PGA为1至128、基准电压源、低噪声	低功耗和高度集成PGA
处理器/MCU			
ADuCM360/ ADuCM361	模拟微控制器 (ARM Cortex-M3内核)	双通道、24位 Σ - Δ 型ADC (ADuCM360) 单通道、24位 Σ - Δ 型ADC (ADuCM361) 可编程ADC输出速率 (3.5 Hz至3.906 kHz)、12位DAC、可编程电流源、温度传感器。内部基准电压源4 ppm/ $^{\circ}$ C。16 MHz Cortex、128 kB闪存、8 kB RAM 内核功耗: 290 μ A/MHz, 休眠模式: 4 μ A (唤醒定时器有效)	超低功耗且具备高精度和领先集成度的芯片式解决方案
ADuCRF101	集成ARM Cortex M3和RF收发器的模拟微控制器	嵌入式ISM频段RF收发器 (862 MHz至928 MHz, 431 MHz至464 MHz); Cortex™-M3 32位处理器16 MHz; 190 μ A/MHz (Cortex处于活动模式); 1.6 μ A (处于省电模式, MCU存储器和收发器存储器保留); 128 K/64 K 字节闪存/EE存储器, 16 kB/8 kB字节SRAM; 6通道14位或12位ADC;	超低功耗、高度集成RF收发器和模拟通道
ADUC7060/ ADUC7061	模拟微控制器 (ARM7TDMI®内核)	24位8 ksp/s ADC, 多达10个ADC通道; 1通道14位电压DAC输出; 16位、6通道PWM; $\pm$ 10 ppm/ $^{\circ}$ C片内基准电压源和温度传感器; 可编程传感器激励电流源, 200 μ A至2 mA; 多达14个GPIO引脚	高分辨率、低功耗、充裕的资源
放大器			
AD8422	仪表放大器	带宽= 2.2 MHz; V_{os} = 0.36 mV; 电压噪声密度= 88 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$; I_b = 1 nA; 增益控制接口=电阻; I_o = 330 μ A; RRO	第三代AD620
AD8236	仪表放大器	带宽= 23 kHz; V_{os} = 3.5 mV; 电压噪声密度= 76 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$; I_b = 10 pA; 增益控制接口=电阻; I_{cc} = 50 μ A	超低功耗和具有竞争力的价格
AD8237	仪表放大器	带宽= 200 kHz; V_{os} = 75 μ V; 漂移0.3 μ V/ $^{\circ}$ C; 增益误差: 0.005%, 增益漂移0.5 ppm/ $^{\circ}$ C; I_b < 1 nA; 单电源: 1.8 V至5.5 V; I_o = 150 μ A	低漂移电压、零漂移、低功耗且经济高效
AD8556/ AD8557	仪表放大器	带宽= 2 MHz; V_{os} = 12 μ V; 电压噪声密度= 32 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$; I_b = 25 nA; 增益控制接口=数字	非常适用于模拟发送器的精密调谐
AD8276	差分放大器	带宽= 550 kHz; V_{os} = 200 μ V; 电压噪声密度= 70 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$; 低电源电流: 每通道200 μ A (最大值), 可靠的输入过压保护	具有价格竞争力的模拟接口输出解决方案

主要产品简介(续)

产品型号	描述	主要特性	优势
DAC			
AD5410/ AD5420	电流源DAC	12/16位分辨率; 0 mA至24 mA $\pm 0.01\%$ FSR TUE; ± 3 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 典型输出漂移; 片内基准电压源 (10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 最大值)	通用输出DAC, 支持HART通信
AD5421	电流源DAC	16位分辨率; 3.2 mA至24 mA; 符合NAMUR标准的报警; TUE误差: 0.05% (最大值); 片内基准源温度系数: 4 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ (最大值) 环路电压范围: 5.5 V至52 V	环路供电的通用输出DAC, 支持HART
AD5412/ AD5422	电流源和电压输出DAC	12/16位分辨率; 0 mA至24 mA $\pm 0.01\%$ FSR TUE; ± 10 V, 提供10%的超量程特性; $\pm 0.01\%$ FSR TUE; 片内基准电压源 (10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, 最大值)	提供电压和电流的通用输出
AD5660	nanoDAC	单通道16位, 5 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 片内基准电压源; 8引脚SOT-23/MSOP小型封装	小封装、高性能
AD693	环路供电传感器变送器	环路供电运行的仪表放大器前端。预校准的30 mV或60 mV输入范围, 预校准的PT100接口。预校准输出范围: 4 mA至20 mA (单极性), 12 mA (双极性)	完整的单芯片低电平V-I环路信号调理器
HART调制解调器			
AD5700/ AD5700-1	低功耗HART调制解调器	符合HART标准且完全集成的FSK调制解调器, 1200 Hz和2200 Hz正弦偏移频率, 接收模式下最高115 μA ; 集成式接收带通滤波器、可选的时钟配置、缓冲HART输出、2 V至5.5 V电源电压。	功耗最低、尺寸最小的片内振荡器
REF			
ADR29x	基准电压源	初始精度: $\pm 0.08\%$ (最大值); 最大温度系数: 8 ppm/ $^{\circ}\text{C}$; 电源电流15 μA (最大值)。	超低静态电流: 15 μA (最大值)
ADR3412	低功耗基准电压源	1.2 V精密输出, 电源电流: 最大值100 μA , 低噪声 (< 10 Hz): 典型值8 μV p-p; 电源电压范围: 2.3 V至5.5 V, 长期稳定性: 50 $^{\circ}\text{C}$ 条件下30 ppm/1000小时	低功耗、小尺寸
隔离器			
ADuM1100	单通道数字隔离器	2.5 kV rms, 低功耗工作, 3 V/5 V电平转换; 高数据速率: dc至100 Mbps (NRZ)	最低功耗工作选择
ADuM140x	四通道数字隔离器	2.5 kV rms; 极低功耗工作, 3 V/5 V电平转换; 高数据速率: dc至90 Mbps (NRZ), 输出使能功能	高数据速率: dc至90 Mbps (NRZ), 低功耗工作
ADuM744x	四通道数字隔离器	1000 V rms隔离额定值, 低功耗工作; 双向通信; 数据速率高达25 Mbps (NRZ), 3 V/5 V电平转换	低功耗、具竞争力的价格
ADuM540x	集成dc/dc转换器的四通道隔离器	集成isoPower的隔离dc-dc转换器; 3.3 V或5.0 V调节输出; 500 mW最大输出功率; 工作温度最高可达105 $^{\circ}\text{C}$	高度集成的电源和信号隔离
ADuM347x	集成PWM控制器和变压器驱动器的四通道隔离器	隔离式PWM控制器; 集成变压器驱动器; 可调稳压输出: 3.3 V至24 V; 输出功率: 2 W; 能效比: 70%; 四通道dc-25 Mbps信号隔离通道; 上电软启动功能; 热关断; 2.5 kV rms隔离	超出2W的输出能力, 具有良好的效率, 及200 kHz至1 MHz可调振荡器频率

主要产品简介(续)

产品型号	描述	主要特性	优势
接口			
ADM2582/ ADM2587E	隔离式RS-485/RS-422	半双工或全双工; 16 M/500 kbps; 5 V或3.3 V工作电压	集成隔离dc/dc ±15 kV ESD
ADM2483	隔离式RS-485收发器	半双工, 500 kbps数据速率, 5 V或3 V工作电压 (VDD1), 低功耗工作: 2.5 mA (最大值), 2.5 kV隔离	低功耗、具竞争力的价格
ADM2485	隔离RS-485收发器, 集成变压器驱动器	半双工, 16 Mbps, 集成可驱动外部变压器的振荡器, 5 V或3.3 V工作电压, 总线上50个节点	PROFIBUS 兼容
温度传感器			
TMP05	温度传感器	±1°C精度, 12位数字, PWM输出接口, 3 V至5.5 V的工作电压	小封装, 具有竞争力的价格
ADT75	温度传感器	±1°C精度、12位数字, SMBus/I2C兼容型接口, 3 V至5.5 V的工作电压, 过温指示器	良好的性能, 具有竞争力的价格
无线			
ADF7023	ISM频段FSK/GFSK/OOK/MSK/GMSK收发器IC	频段: 862 MHz至928 MHz, 431 MHz至464 MHz; 超低功耗; ISM频段, 支持的数据速率: 1 kbps至300 kbps, 单端和差分PA	ISM频段, 数据速率1 kbps至300 kbps, 极低功耗
MUX			
ADG759	多路复用器	4/8通道, 1.8 V至5.5 V电源; 最大导通电阻: 3 Ω, 100 pA漏电流, 连续电流最高达30 mA。	极低的漏电流, 具有成本优势
电源			
ADP2441	降压dc-dc调节器	宽输入电压范围: 4.5 V至36 V, 最大值1 A, 高效率: 最高可达94%, 精度±1%, 可调节开关频率: 300 kHz至1 MHz, 外部软启动, 过流保护	宽输入范围最高达36 V, 高效率, 小封装
ADP160	线性调节器	2.2 V至5.5 V输入, 150 mA负载电流, 560 nA 静态电流, 195 mV @ 150 mA压差, PSRR 72 dB @ 100 Hz	极低静态电流, 高PSRR, 低压差
ADP2108	开关调节器	5.5 V输入, 600 mA, 3 MHz, 18 μA静态电流, 100%占空比, 1 μH电感, SOT-23封装	尺寸小巧的解决方案, 小静态电流, 很高的低负载效率
ADP1720	线性调节器	电源电压范围: 4 V至28 V, 轻负载下的低电流: 0 μA负载时电流为28 μA, 低压差: 50 mA时为275 mV, 初始精度: ±0.5%, 逻辑控制使能, 限流保护和过热保护	低功耗

参考电路

- 基于24位 Σ - Δ 型ADC AD7793和数字隔离器ADuM5401的全隔离输入模块(CN0066)—www.analog.com/zh/CN0066
- 利用精密模拟微控制器ADuC7060/ADuC7061构建4 mA至20 mA环路供电温度监控器(CN0145)—www.analog.com/zh/CN0145
- 利用AD5420提供16位、4 mA至20 mA输出简化解决方案(AN-1203)—www.analog.com/zh/AN-1203
- 利用内置PGA的20位 Σ - Δ 型ADC AD7781实现电子秤设计(CN0108)—www.analog.com/zh/CN0108
- 利用24位 Σ - Δ 型ADC AD7791和外部零漂移放大器ADA4528-1实现精密电子秤设计(CN0216)—www.analog.com/zh/CN0216
- 具有HART接口的完整4 mA至20 mA环路供电现场仪表(CN0267)—www.analog.com/zh/CN0267
- 具有额外电压输出能力的完整4 mA至20 mA HART解决方案(CN0278)—www.analog.com/zh/CN0278
- 完整4 mA至20 mA HART解决方案(CN0270)—www.analog.com/zh/CN0270
- 利用精密模拟微控制器ADuC7060/ADuC7061构建4 mA至20 mA环路供电温度监控器(CN0145)—www.analog.com/zh/CN0145
- 提供4 mA至20 mA输出的完整闭环精密模拟微控制器热电偶测量系统(CN0300)—www.analog.com/zh/CN0300

有关压力变送器的更多相关需求，请联系ADI公司

ADI公司提供的支持资源

- **ADC**
 - ADIsimADC—www.analog.com/zh/ADIsimADC
 - Σ - Δ 型ADC寄存器配置助手—www.analog.com/zh/SigmaDeltaRegisterConfigurationAssistant
- **DAC**
 - ADIsimDAC—www.analog.com/ADIsimDAC
- **放大器**
 - ADIsimOpAmp—www.analog.com/ADIsimOpAmp
 - ADIsimDiffAmp—www.analog.com/ADIsimDiffAmp
- **电源**
 - EVB ADIsimPower—www.analog.com/ADIsimPower
- **处理器**
 - EVB仿真工具和部分软件

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。

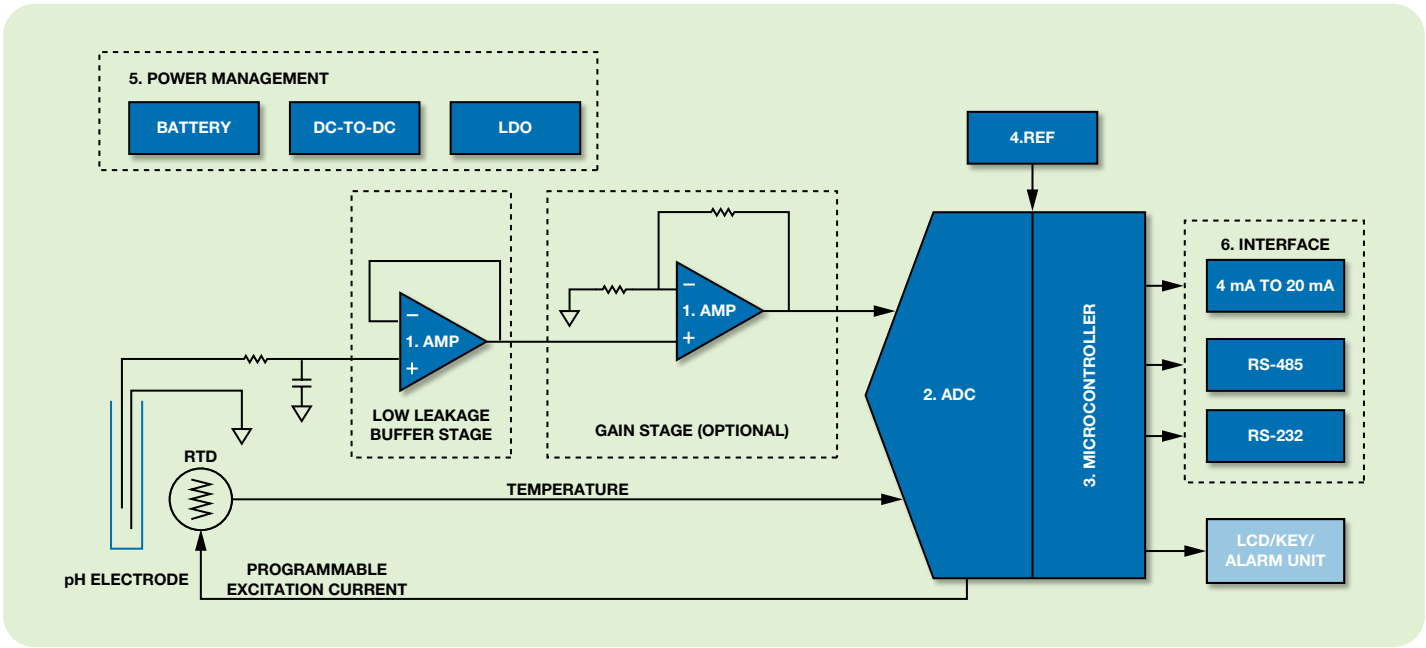
分辨率：为了充分发挥传感器动态范围的优势，信号链和电源设计需要考虑低噪声和高分辨率要求，实验室仪器尤其如此。

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1 μ V/C和1pA)，因而环境测试得以简化。

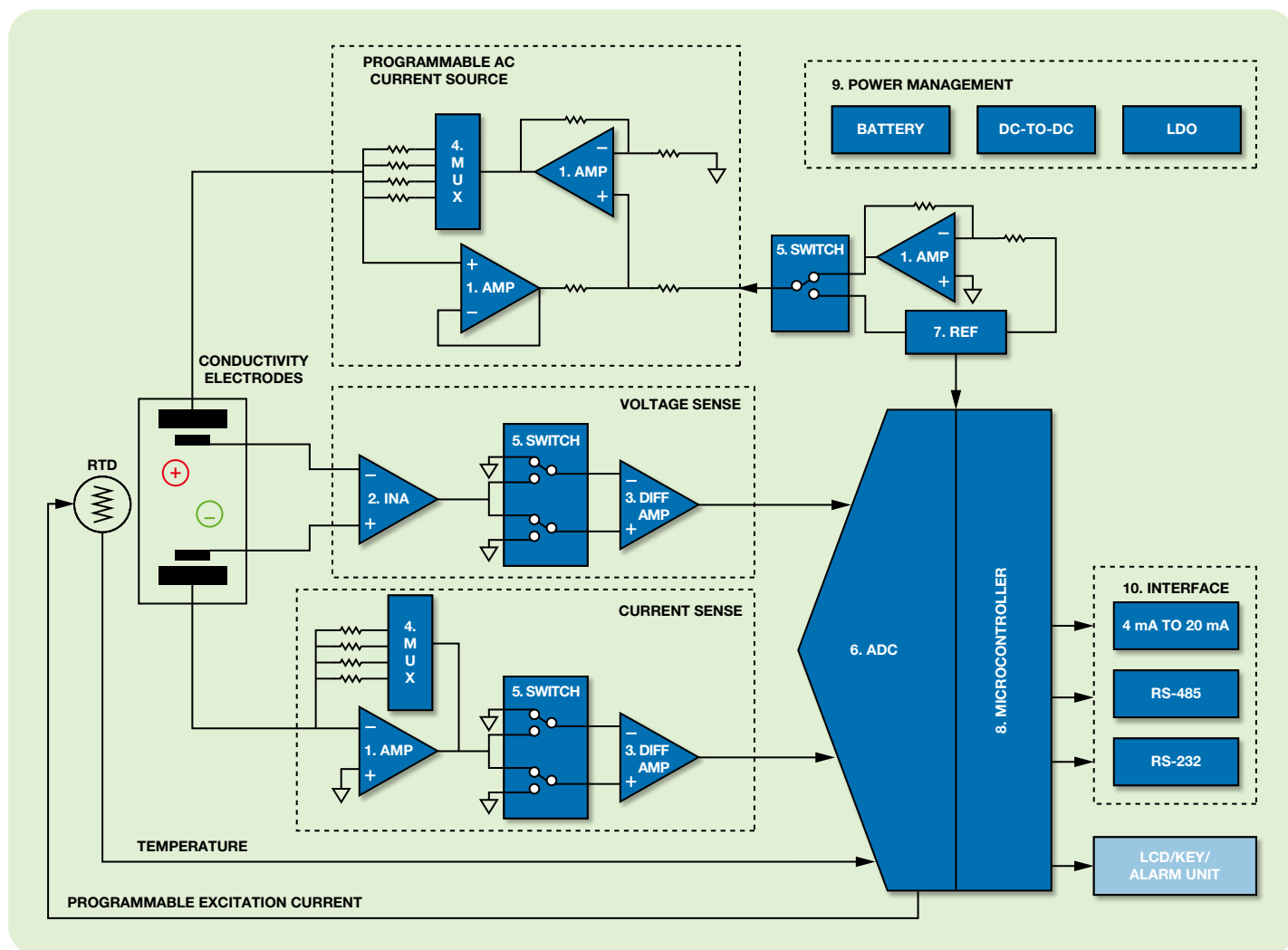
上表中的基准电压源不仅具有良好的低漂移和低噪声特性，而且在很宽的温度范围内提供低迟滞特性，这同样有助于通过环境测试。

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

电导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，从而在电导率电极之间产生交流电位。电导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。

主要产品简介

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 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, 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 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, 最高 $\pm 13\text{ V}$ 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 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, 最高 $\pm 8\text{ V}$ 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 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, 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); 低功耗: 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/ $^\circ\text{C}$, 低噪声15 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	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/ $\sqrt{\text{Hz}}$, 高带宽10 MHz (G=1), 低失调漂移0.2 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, 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 = $\frac{1}{2}$ 、1、2, 增益漂移10 ppm/ $^\circ\text{C}$, 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 = $\frac{1}{2}$ 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 Ω (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 Ω (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, $\pm 8\text{ V}$ 电源, 低导通电阻4.5 Ω (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 Ω (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, $\pm 8\text{ V}$ 电源, 低导通电阻2.5 Ω (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 $\Sigma\text{-}\Delta$ 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 $\Sigma\text{-}\Delta$ 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 $\Sigma\text{-}\Delta$ ADC, 高分辨率和高精度, 适用于精密测量, 特别是温度测量

主要产品简介(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 μ Vpp (0.1 Hz至10 Hz), 长期稳定性: 25 ppm/ $\sqrt{t}$ 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/ $\sqrt{t}$ 1000小时, 100 μ A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 μ A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 μ A/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 $\times$ 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 μ A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 μ A、效率高于90%, 电流模式控制架构	小型3 mm $\times$ 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 μ A (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 μ F外部电容
ADP7102	20 V输入LDO, 300 mA输出电流, 低噪声15 μ Vrms, 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、 $\pm$ 5 V、 $\pm$ 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、 $\pm$ 5 V、 $\pm$ 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

欲查看有关水分析的其他资源、工具和产品信息, 请访问:
www.analog.com/zh/instrumentation

ADI双光束分光光度计解决方案

应用简介

分光光度计是一种能够测量光源波长与强度之间关系的光度计。分光光度计通常用于测量溶液、透明或不透明固体或者气体的透射率或反射率。分光光度计的使用范围横跨各种科研领域，如物理、材料科学、化学、生物化学和分子生物学。它们广泛应用于很多工业领域，包括半导体、激光和光学制造、印刷和法医检查，以及研究化学物质的实验室。

最常见的分光光度计用于紫外和可见(UV/VIS)光谱区，其中一些仪器还能在近红外区内工作。本文举例介绍一款采用简化光学系统的通用分光光度计，其信号链亦可作为UV/VIS和其他分光光度计的参考。

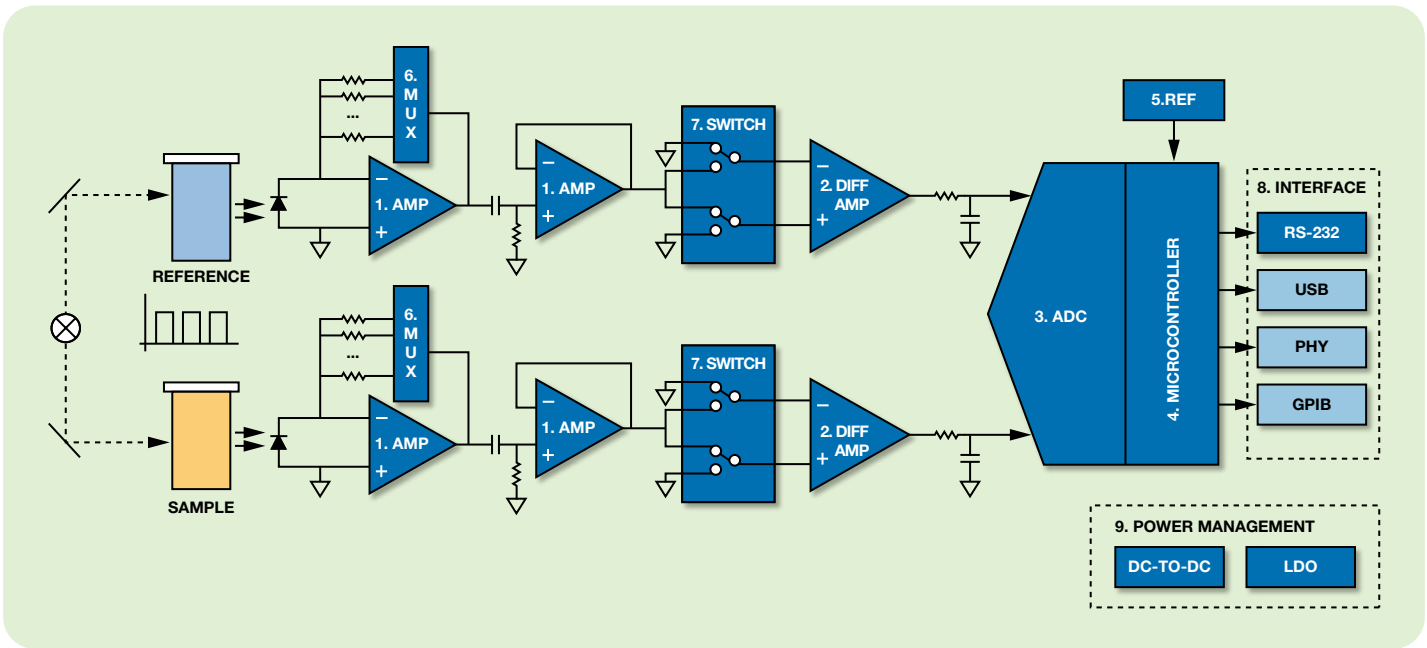
稳定性

在分光光度计的设计中，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公司的长处。除元件外，双光束架构同样也是重要的因素。

ADI公司解决方案

系统框图

1. 下面是通用分光光度计的系统框图，其中包括简化光学系统、样本室和参比室、双通道信号调理电路、微控制器(集成ADC)、通信接口和电源管理。



注：以上信号链代表分光光度计的系统框图。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.差动放大器	3.模数转换器	4.微控制器	5.基准电压源	6.多路复用器	7.开关	8.接口	9.电源管理
AD8615/ AD8605/ AD8626	AD8271/ AD8278	AD7798/ AD7799	ADuCM361/ ADuC7061	ADR4525/ ADR3425/ ADR291	ADG704/ ADG708/ ADG1609	ADG733/ ADG1636	ADM3251E	ADP2441/ ADP2370/ ADP160/ ADP7102/ ADP7182

工作原理

简化光学系统提供调制光，该光穿过参比室和样本室。光电二极管等光传感器将参比通道和样本通道内的光束能量转换为电流。后续信号链将电流转换为电压，然后将信号解调为直流电压。最终，信号传入Σ-Δ型ADC；ADC既可单独存在，也可与微控制器集成。ADC获取参比通道和样本通道的电压幅度，其比值与样本数量有关。

与单光束系统相比，双光束系统有助于在灯光波动情况下获得稳定的结果，并且可以简化操作。调制光法有助于避免环境光的影响和其他与调制时钟相位不一致的噪声源的影响。

主要产品简介

产品型号	描述	优势
运算放大器		
AD8615	1 pA(最大值, 25°C时), 低失调电压: 80 μV(典型值), 24 MHz带宽, 12 V/μs压摆率, 低噪声 8 nV/√Hz, 5 V电源, 轨到轨输入/输出	低偏置电流(室温)、高速、低噪声、低失调运算放大器
AD8605	1 pA(最大值, 25°C时), 低失调电压: 65 μV(最大值), 10 MHz带宽, 低噪声8 nV/√Hz, 轨到轨输入/输出	低偏置电流(室温)、高速、低噪声、低失调运算放大器
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
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, 适用于驱动ADC
AD8278	低功耗100 μA, G = ½或2, 带宽1 MHz	低功耗, 带宽充足
ADC		
AD7798	380 μA静态电流, 3通道、16位峰峰值分辨率、最高470 Hz输出更新速率	低功耗、高集成度Σ-Δ型ADC, 高分辨率和高精度
AD7799	380 μA静态电流, 3通道、24位Σ-Δ型ADC, 最高470 Hz输出更新速率	低功耗、高集成度Σ-Δ型ADC, 高分辨率和高精度
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Σ-Δ型ADC前端, 24位分辨率、16位ENOB、低于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4 mA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
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 μV pp(0.1 Hz至10 Hz), 长期稳定性: 25 ppm/√1000hr, 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/√1000hr/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

主要产品简介(续)

产品型号	描述	优势
Mux		
ADG704	4通道多路复用器, 低导通电阻2.5 Ω (典型值), 低漏电流10 pA(典型值), 低功耗1 μ A	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 Ω (典型值), 低漏电流10 pA(典型值), 低功耗1 μ A	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 Ω (典型值), 低漏电流20 pA(典型值), 低功耗1 μ A	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 Ω (典型值), 低漏电流10 pA(典型值), 低功耗1 μ A	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 Ω (典型值), 低漏电流10 pA(典型值), 低功耗1 μ A	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
接口		
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
电源管理		
ADP2441	4.5 V至36 V输入降压调节器, 1 A输出电流, 高效率(大于90%), 可调开关频率: 300 KHz至1 MHz, 限流保护, 外部软启动, 热关断	3 mm $\times$ 3 mm小型LFCSP封装, 高效率
ADP2370	3.0 V至15 V输入降压调节器, 800 mA输出电流, 1.2 MHz或600K PWM频率, 低静态电流14 μ A, 效率高于90%, 电流模式控制架构	小型3 mm $\times$ 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 μ A(输出为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 μ F外部电容
ADP7102	20 V输入LDO, 300 mA输出电流, 低噪声15 μ V rms, 7个固定输出电压版本和可调版本	高输入电压、低噪声LDO
ADP7182	-28 V输入LDO, 200 mA输出电流, 低噪声: 18 μ V rms	高输入电压、低噪声负LDO

演示系统

下图为双通道色度计演示系统。详细信息请点击设计资源中的参考电路链接。



设计资源

参考电路

- 带可编程增益跨阻放大器和同步检波器的双通道色度计 (CN0312)—www.analog.com/zh/CN0312

应用笔记/文章

- 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
- 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

ADI高温产品与应用

应用简介

众所周知典型工业环境温度为-40°C至+85°C。然而某些恶劣的工业环境温度远高于此，比如石油和天然气勘探、引擎和刹车、重工业等。这些环境下的温度可能超过150°C，甚至高达175°C和210°C。本文将讨论专门针对175°C/210°C温度水平的ADI高温产品，并展示这些产品的典型应用。

ADI高温产品价值

针对高温而设计

ADI高温产品不仅经过高温测试，而且还在半导体工艺、电路和版图设计、封装技术等方面专门针对高温环境而设计。它能帮助客户降低风险并缩短筛选IC的时间。欲了解更多信息，请参阅本文末尾的模拟对话文章链接。

低功耗

ADI高温产品提供低功耗特性，能够减少自热效应，适合电池供电应用。

可重复的高性能

ADI高温产品数据手册中的保证规格可帮助系统设计人员获得可重复的高性能。

小型封装

ADI高温产品采用SOIC、SBDIP和Flatpack封装技术，满足小尺寸PCB要求。

主要产品简介

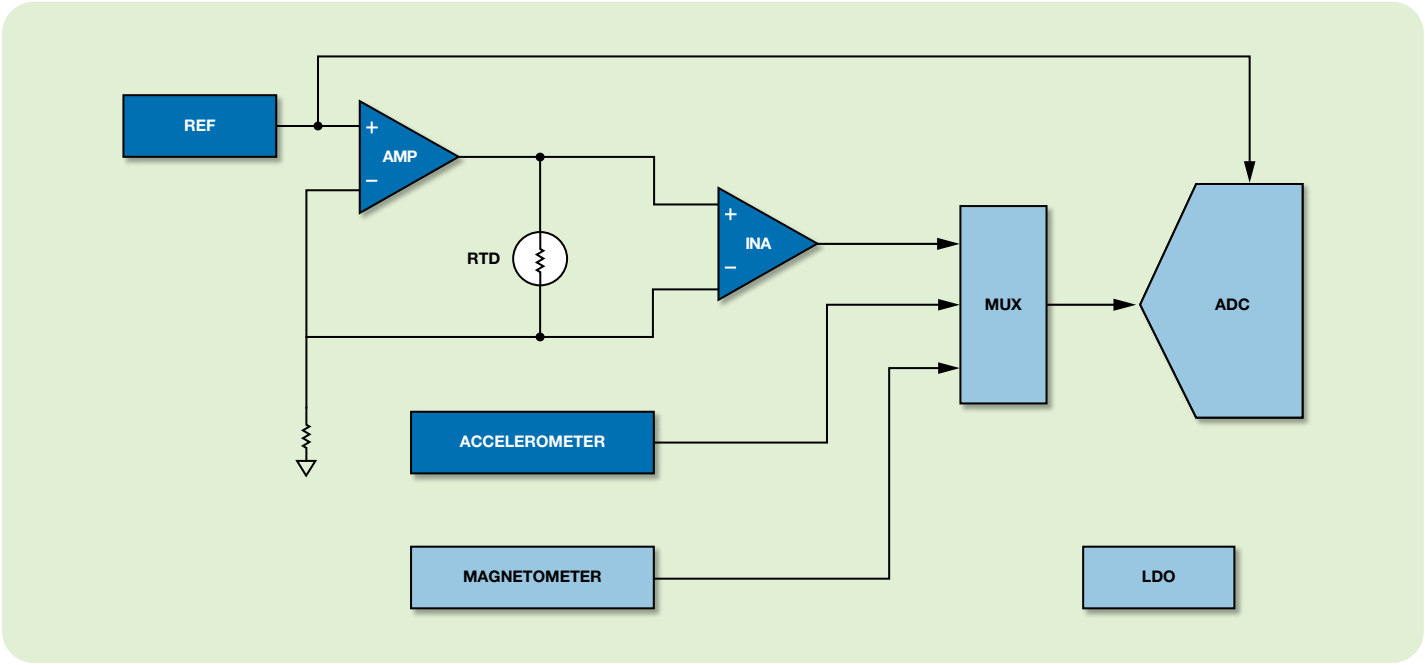
产品型号	描述	主要特性	功耗	封装
放大器(AMP)				
AD8634	双通道运算放大器	轨到轨输出 电源高达±15 V 增益带宽积: 9.7 MHz 低失调电压: 250 μV (最大值) 噪声: 4.2 nV/√Hz (典型值, 1 KHz)	1.2 mA (最大值, 175°C) 1.3 mA (最大值, 210°C)	-40°C至+175°C, SOIC -40°C至+210°C, Flatpack
仪表放大器(INA)				
AD8229	低漂移和低噪声INA	电源高达±15 V 输入失调: 1 μV/°C 输入噪声: 1 nV/√Hz 带宽: 15 MHz (G=1) 高共模抑制比(CMRR): 126 dB (G=100)	7 mA (最大值)	-40°C至+175°C, SOIC -40°C至+210°C, SBDIP, 已知良好的裸片(KGD)
基准电压源(REF)				
ADR225	精密2.5 V低功耗基准电压源	高输出电流: 10 mA 温度系数: 30 ppm/°C (8引脚Flatpack) 10 ppm/°C (8引脚SOIC)	50 μA (最大值, 175°C) 60 μA (最大值, 210°C)	-40°C至+175°C, SOIC -40°C至+210°C, Flatpack

主要产品简介(续)

产品型号	描述	主要特性	功耗	封装
加速度计				
ADXL206	精密双轴iMEMS加速度计	输入范围: $\pm 5\text{ g}$ 分辨率: 1 mg (60 Hz) 噪声: $110\text{ }\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ rms	700 μA (最大值, 175°C)	-40°C至+175°C, SBDIP
温度传感器				
ADT7312	数字温度传感器	精度: ± 1 (-55°C至175°C) 16位温度分辨率: $\pm 0.0078^\circ\text{C}$ SPI兼容型接口	320 μA (最大值, 175°C)	封装: 裸片

应用示例

下述信号链用于井下地质导向应用。加速度计和磁力计构成地质导向系统，RTD温度测量系统用于在不同温度下的校准补偿。



注：上述信号链代表高温应用系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的ADI 解决方案。

其它高温产品

产品型号	描述
温度传感器	
ADT7310/ADT7320/ ADT7410/ADT7420	150°C (最大值), 16位数字温度传感器, 25°C至0.5°C精度
AD590	150°C (最大值), 温度传感器, $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 精度, 2引脚FLATPACK、4引脚LFCSP、3引脚T0-52、8引脚SOIC和裸片形式
放大器	
AD8556	140°C (最大值), 内置EMI滤波器的数字可编程传感器信号放大器
AD8643T	125°C (最大值), 低功耗, 精密JFET四通道运算放大器; 26 V电源, 250 μA 最大电源电流, 1 pA最大偏置电流, GBP: 2.5 MHz, SR: 2 V/ μs ;
AD8574T	125°C (最大值), 零漂移, 四通道运算放大器; 5 V电源, 750 μA 最大电源电流, 5 nV/ $^\circ\text{C}$ 典型值, 1.3 μV p-p低频噪声
模数转换器	
AD7655S	125°C (最大值), 4通道, 1 MSPS, 16位ADC, LFCSP封装
AD7276S	125°C (最大值), 1 MSPS, 12位ADC, SOT-23封装
AD7794C	125°C (最大值), 24位ADC, 6路差分通道, 24引脚TSSOP封装
数模转换器	
AD5666S	125°C (最大值), 4通道, 16位DAC, 5 ppm片上基准电压源
AD5543S	125°C (最大值), 1通道, 16位DAC, MSOP封装
基准电压源	
ADR435T	125°C (最大值), 5 V基准电压源, 低漂移, 低噪声; 3 ppm/ $^\circ\text{C}$ 最大漂移, 8 μV p-p噪声, 长期漂移: 40 ppm/ $\sqrt{1000\text{hr}}$
加速度计	
ADIS16201	125°C (最大值), 数控双轴倾角计/加速度计
ADXL001	125°C (最大值), $\pm 70\text{ g}/\pm 250\text{ g}/\pm 500\text{ g}$, 单轴, LCC, 模拟输出

设计资源

模拟对话文章

- 高温电子设备对设计和可靠性带来挑战,《模拟对话》,第46卷—www.analog.com/zh/AD-46-04

演示视频

- 仪表放大器和加速度计在高温下工作—www.analog.com/zh/hightemp_video

设计工具/论坛

- ADIsimPower : ADI公司稳压器设计工具—www.analog.com/zh/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

欲查看有关高温产品的其他资源、工具和产品信息,请访问: instrumentation.analog.com/zh/high-temperature/segment/im.html

ADI可编程逻辑控制器(PLCs)解决方案

工业PLC系统原理和典型架构

PLC系统由电源、CPU和多个模拟及数字I/O模块组成，可控制、执行和监控复杂的机器变量；PLC设计用于多输入和输出配置，具有扩展的温度范围、卓越的电噪声抑制性能、抗震性和抗冲击能力。

PLC系统包括电源、控制和通信模块以及多种模拟输入、模拟输出、数字输入和数字输出模块。

工业PLC系统设计考虑和主要挑战

为了获得合适的PLC系统设计，设计人员必须考虑许多不同的系统要求，包括精度、带宽和输入范围等。

- 模拟输入类型和范围：对于TC (热电偶)和RTD，可低至 ± 10 mV；对于执行器控制器可高至 ± 10 V—或者过程控制系统中的4 mA至20 mA电流。
- 模拟输出类型和范围：通常包括 ± 5 V、 ± 10 V、0 V至5 V、0 V至10 V、4 mA至20 mA和0 mA至20 mA。有时需要超量程性能。
- 输入/输出模块分辨率和精度；典型范围为12位至16位，工业温度范围内的精度为0.1%。
- 与不同现场总线连接。
- 隔离；系统电源模块和低功耗电子器件之间；输入和输出之间；I/O和中央控制单元之间；隔离等级范围为1 kV至2.5 kV。
- 模拟输入/输出和电源输入保护：故障条件电压或电流和EMC考虑因素，包括电涌、快速脉冲瞬变和ESD。
- 随着电路板尺寸的减小，功效比、热管理和散热将成为小型化器件一个日益重要的问题。

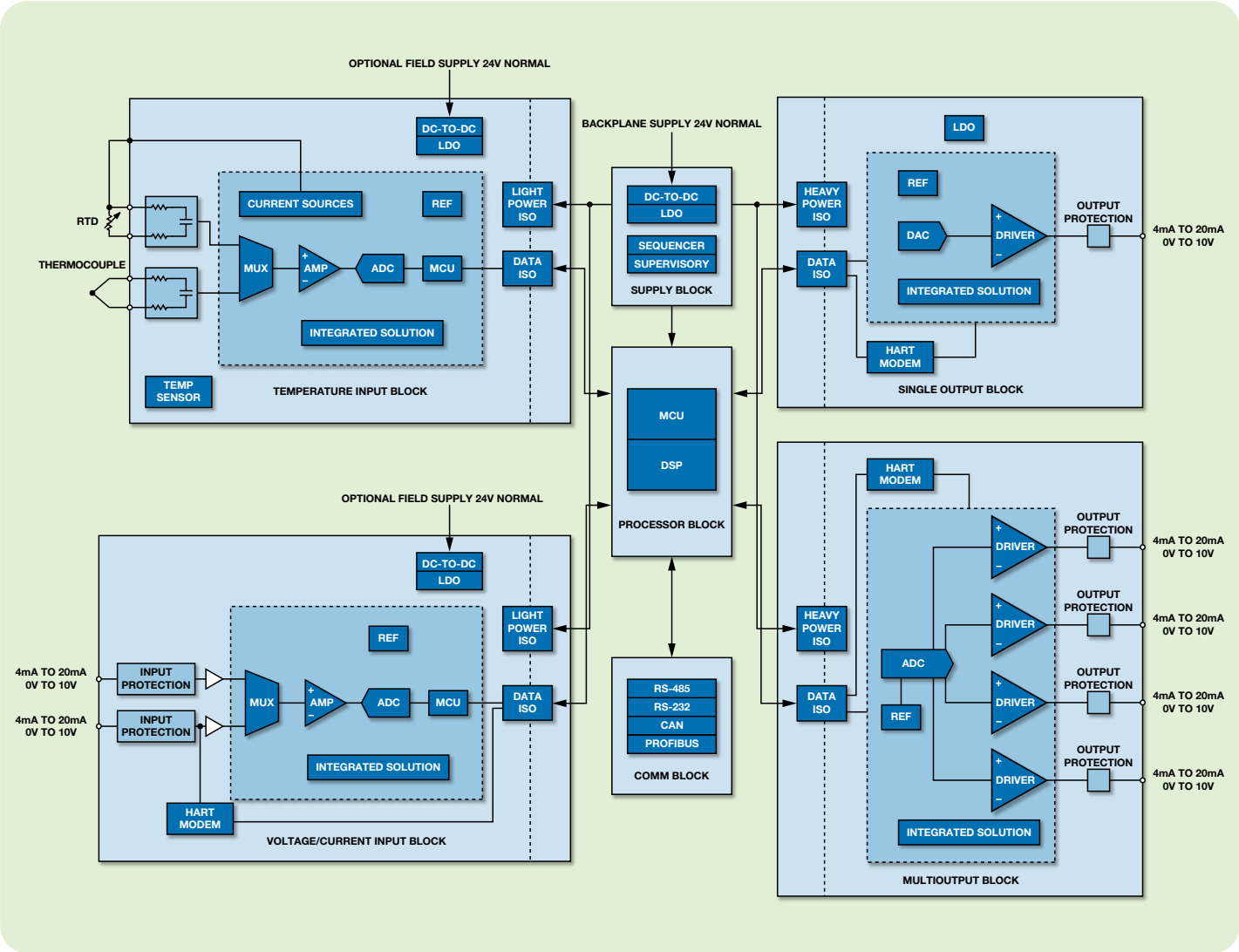
另外，更多的通道或节点需要置于相同的空间中，因而要求采用高密度系统。因而必须减小器件尺寸。这意味着外壳更小，从而带来电源管理和散热难题，因此需要通过集成动态电源控制实现智能电源管理的解决方案。

以前，实现这类I/O系统需要大量高性能分离式元件，由此产生的是庞大且昂贵的系统。近来，集成技术的进步使得系统设计人员能够采用尺寸更小、功耗更低、成本更低的解决方案，而其性能与那些大型系统不相上下。持续的技术进步要求既能不断促进这些解决方案集成，同时还提高其性能和诊断能力。

ADI公司提供面向市场定制的解决方案，以便简化设计过程。这些解决方案采用业界领先技术，并提供众多设计选项：从采用分立器件的实施方案到全集成式解决方案，应有尽有。

ADI公司的整体解决方案

借助ADI公司的放大器、数据转换、信号处理和电源技术以及专业经验，可以实现高分辨率、低噪声的工业PLC系统。



注：上述信号链代表可编程控制器系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的 ADI 解决方案。

产品列表

模拟输入	模拟输出	隔离器	Others
模数转换器 AD779x/AD7685/AD7192/AD7194/ AD7606/AD7606-4/AD7606-6/AD7176-2/ AD7173-8/AD7688/AD7988-1/AD7988-5/ 放大器 ADA4096-4/ADA4096-2/AD8422/ AD8226/AD8275/AD8276/AD8475 MUX ADG5208/ADG5408/AD508F/AD509F 集成解决方案 ADuCM360/ADuCM361/ADuC7060/ ADuC7061	DAC AD5683R/AD5660/AD5686/AD5684R/ AD5689R/AD5668/AD5628/AD5629R 电压/电流驱动器 AD5750-2/AD5749/AD5748/AD5750 集成解决方案 AD5420/AD5410/AD5422/AD5412/ AD5755/AD5735/AD5757/AD5737 HART AD5700/AD5700-1	轻型电源隔离器 ADuM540x/ADuM521x/ADuM524x 重型电源隔离器 ADuM347x/ADuM3190 数据隔离器 ADuM140x/ADuM144x ADuM128x/ADuM3481	电源 ADP2441/ADP1720/ADP5070/ADP7182/ ADP2360/ADP1621 通信接口 ADM2587E/ADM2482E/ADM2490E/ ADM305x/ADM325xE/ADM3101E

主要产品简介

功能模块	产品型号	描述	主要特性	优势
TC/RTD 输入	ADC			
	AD779x	16位/24位、4 SPS-500 SPS、 Σ - Δ ADC	低功耗 (300 μ A至450 μ A)、内部PGA、基准电压源、时钟、缓冲器、同步50 Hz/60 Hz抑制	极低功耗: 450 μ A (最大值)
	集成解决方案			
	ADuCM360/ ADuCM361	ARM Cortex-M3微控制器	集成双通道/单通道24位 Σ - Δ 型ADC; UART、I ² C和2 $\times$ SPI串行I/O; 16位PWM控制器; 19引脚多功能GPIO端口; 128 kB flash/EE存储器、8 kB SRAM	在有线和电池供电应用中, ADuCM360/ADuCM361设计为与外部精密传感器直接连接
4 mA至 20 mA/0 V 至10 V 输入	ADC			
	AD719x	多通道、4.8 kHz、超低噪声、24位 Σ - Δ 型ADC	均方根(RMS)噪声: 11 nV @ 4.7 Hz (增益 = 128); 最高22个无噪声位(增益 = 1); 可编程增益(1至128); 输出数据速率: 4.7 Hz至4.8 kHz。 AD7194集成PGA	2个差分/4个伪差分、8个差分/16个伪差分输入通道
	AD7606/ AD7606-4/ AD7606-6	4通道/6通道/8通道、 $\pm$ 10 V同步采样	双极性输入范围, 5 V单电源; 串行和并行接口。>90 dB SNR	$\pm$ 10 V全输入范围, 1 m Ω 阻抗, 同步采样
	AD7173-8	快速建立、高精度、低功耗、8通道/16通道、多路复用ADC	快速且灵活的输出速率: 1.25 SPS至31.25 KSPS 通道扫描数据速率: 每通道6.21 KSPS (建立时间: 161 μ s); 性能规格: 31.25 KSPS时无噪声位17.5; 1.25 SPS时无噪声位: 23; INL: $\pm$ 3 ppm/FSR	30 KSPS数据速率; 高无噪声分辨率; 4 GPIO
	放大器			
	ADA4096-2/ ADA4096-4 with OVP	双通道/四通道低功耗选项和轨到轨输入/输出范围	低功耗: 每个放大器60 μ A (典型值); 单位增益带宽800 kHz (典型值, VSY = $\pm$ 15 V)、550 kHz (典型值, VSY = $\pm$ 5 V)、465 kHz (典型值, VSY = $\pm$ 1.5 V); 低失调电压: 300 μ V (最大值)	输入过压保护, 高于或低于供电轨32 V; 单位增益稳定
	MUX			
	ADG508F/ ADG509F with OVP	ADG508F内置8个单通道/ADG509F内置4个差分通道	低导通电阻(270 Ω 典型值); 快速开关时间: T _{ON} = 230 ns (最大值); T _{OFF} = 130 ns (最大值); 低功耗(3.3 mW最大值)	OVP; TTL/CMOS兼容型输入
隔离器	数据隔离器			
	ADuM521x	集成isoPower隔离电源的双通道数字隔离器。	集成isoPower隔离电源的双通道数字隔离器。 集成隔离式DC/DC转换器; 5 V/30 mA稳压输出; 两个DC至100 Mbps (NRZ)信号隔离通道; 精密定时特性: 脉冲宽度失真: 2 ns (最大值); 高共模瞬变抗扰度: > 25 kV/ μ s	小型封装; 集成电源隔离
	ADuM347x	集成PWM控制器和变压器驱动器的四通道隔离器	隔离式PWM控制器; 集成变压器驱动器; 可调稳压输出: 3.3 V至24 V; 输出功率: 2 W; 能效比: 70%; 四通道DC至25 Mbps信号隔离通道; 上电软启动功能; 热关断; 2.5 kV rms隔离	高输出功率; 可调振荡器频率; 可在高温条件下工作

主要产品简介(续)

功能模块	产品型号	描述	主要特性	优势
隔离器	数据隔离器			
	ADuM144x	四通道数字隔离器, 3.75 kV rms	1.8 V/3.3 V电平转换; 工作温度最高可达: 125°C; 高数据速率: DC至10 Mbps (NRZ)	双向通信; 低功耗工作模式
	ADuM128x	双通道数字隔离器, 3 kV rms	数据速率高达100 Mbps (NRZ); 低传播延迟: 20 ns (典型值); 电平转换: 3 V至5 V; 高共模瞬变抗扰度: >25 kV/μs	双向通信; 低功耗工作模式
	ADuM3481	四通道数字隔离器, 3.75 kV rms	1.8 V至5 V电平转换; 工作温度最高可达: 125°C; 高数据速率: 直流至25 Mbps (NRZ)	双向通信; 低功耗工作模式
电源	ADP2441	同步降压DC-DC稳压器	宽输入电压范围: 4.5 V至36 V; 最大负载电流: 1 A; 可调节输出: 最低0.6 V; 输出电压精度: ±1%	低负载下的脉冲跳跃模式; 300 kHz至1 MHz可调节开关频率
	ADP5070	开关调节器	宽输入范围: 2.85 V至15 V; 可编程输出支持±15 V 输出(+15 V/100 mA, 3.3 V输入; -15 V/65 mA, 3.3 V输入); 工作温度范围: -40°C至+125°C	具有独立的正输出和负输出
通信接口	ADM2490E	隔离式RS-485/RS-422	全双工/半双工; 工作电压: 5 V/3.3 V; 16 Mbps; ±8 kV ESD	高速、多点传输线
	ADM305x	CAN收发器	VCC工作电压: 5 V; 符合ISO 11898标准; 数据速率高达1 Mbps; 提供CANH和CANL短路保护, 可针对24 V系统提供电源/接地短路保护	热关断保护; 低电流待机模式
	ADM325xE	隔离式RS-232驱动器/接收器	5 V/3.3 V电源; 460 Kbps; 2.5 kV隔离	隔离式; 单通道; 集成高ESD保护
单路模拟输出	DAC			
	AD5683R	低功耗、单通道、16位缓冲电压输出型DAC	高相对精度(INL): ±2 LSB (最大值, 16位); 低漂移、2.5 V基准电压源: 2 ppm/°C (典型值); 可选输出范围: 2.5 V或5 V	高驱动能力: 20 mA; 低功耗: 1.2 mW (3.3 V); 鲁棒的4 kV ESD保护

主要产品简介(续)

功能模块	产品型号	描述	主要特性	优势
单路模拟输出	电压/电流驱动器			
	AD5750-2	单通道电流/电压输出驱动器	电流输出范围：0 mA至24 mA、4 mA至20 mA；0 V至5 V、0 V至10 V、±5 V和±10 V，支持20%超量程；灵活的串行接口；片内输出故障检测	低成本、高精度电压/电流输出驱动器，可通过硬件或软件编程
	集成解决方案			
	AD5422/AD5412/AD5420/AD5410	单通道、16位/12位、电流/电压输出型DAC	I_{OUT} 范围：0 mA/4 mA至20 mA、0 mA至24 mA； V_{OUT} 范围：0 V至5 V、0 V至10 V、±5 V、±10 V和10%超量程；±0.01 % FSR TUE，±3 ppm/°C输出漂移；片内输出故障检测；片内 V_{REF}	AD5422/AD5412是一款易于部署的解决方案，紧凑型的封装中集成多种功能，有效简化了工厂过程控制和工业系统设计
多路模拟输出	DAC			
	AD5686/AD5684R	四通道、16位/12位nano DAC，片内集成基准电压源和SPI接口	高相对精度(INL)：±2 LSB；低漂移2.5 V基准电压源2 ppm/°C；总不可调节误差(TUE)：0.1% FSR (最大值)；失调误差：1.5 mV (最大值)；增益误差：0.1 % FSR (最大值)；高驱动能力：20 mA，0.5 V (供电轨)	轨到轨、电压输出DAC。该器件内置2.5 V、2 ppm/°C内部基准电压源(默认使能)和增益选择引脚，满量程输出为2.5 V (增益=1) 或5 V (增益=2)。
	集成解决方案			
	AD5755/AD5735 AD5757/AD5737	四通道、16位/12位、电流/电压输出型DAC，带动态功率控制	用于热管理的动态电源控制；在同一引脚上输出电压或电流；IOUT范围：0 mA/4 mA至20 mA或0 mA至24 mA；VOUT范围：0 V至5 V、0 V至10 V、±5 V、±10 V、±6 V、±12 V；片内基准电压源	行业首款具备动态电源控制功能的数据转换器，不但有利于节能，而且可以增强过程控制/I/O系统的工作稳定性
HART	AD5700/AD5700-1	半双工HART调制解调器/集成内部振荡器的半双工HART调制解调器	HART兼容型完全集成式FSK调制解调器；1200 Hz和2200 Hz正弦偏移频率；接收模式下电源电流：115 μ A (最大值)；集成式接收带通滤波器；只需极少的外部元件；1.71 V至5.5 V电源电压/0.5%精密内部振荡器	功耗最低；封装尺寸最小；高度集成；高驱动器能力

过程控制参考电路

参考电路ID	描述
CN0278	具有0.5°C精度的隔离式4通道热电偶/RTD温度测量系统
CN0310	24位、250 KSPS单电源数据采集系统
CN0251	24位、4.7 Hz、4通道模拟数据采集系统
CN0255	16位、100 KSPS单电源低功耗数据采集系统
CN0254	16位、250 KSPS、8通道单电源隔离数据采集系统
CN0325	使用4引脚或6引脚端子板的PLC/DCS通用模拟输入
CN0270	完整的4 mA至20 mA HART解决方案
CN0321	具有HART的完全隔离、单通道电压、4 mA至20 mA输出
CN0233	带隔离式DC-DC电源的16位隔离式工业电压和电流输出DAC

ADI公司提供的支持资源

- **PLC**
 - 演示板
- **ADC**
 - ADIsimADC
 - Σ - Δ 型ADC寄存器配置助手
- **DAC**
 - ADIsimDAC
- **放大器**
 - ADIsimOpAmp
 - ADIsimDiffAmp
- **电源**
 - EVB ADIsimPower

欲了解更多工业PLC应用和产品信息，请访问：
www.analog.com/zh/processcontrol-plc

欲了解完整的PLC演示系统，请访问：
www.analog.com/zh/PLC_DEMO

电机控制解决方案—伺服控制

应用简介

针对电机控制解决方案，ADI公司提供了门类齐全的产品组合，其中包括了模数/数模转换器、放大器、嵌入式处理器、iCoupler®数字隔离器和电源管理器件；这些高性能的器件和增加系统集成度有助于实现更新型的拓扑结构设计，为客户实现系统的差异化设计带来价值，伺服驱动系统的性能同用户最终所构建的运动控制系统的性能和所能提供的精度密切相关，多数情况下，最终的用途可以是一个高精度数控机床系统、运动控制系统或机器人系统，这些系统要求能够精确控制位置及电机的扭矩；ADI公司能够提供涵盖信号链中所有重要器件的完整解决方案。

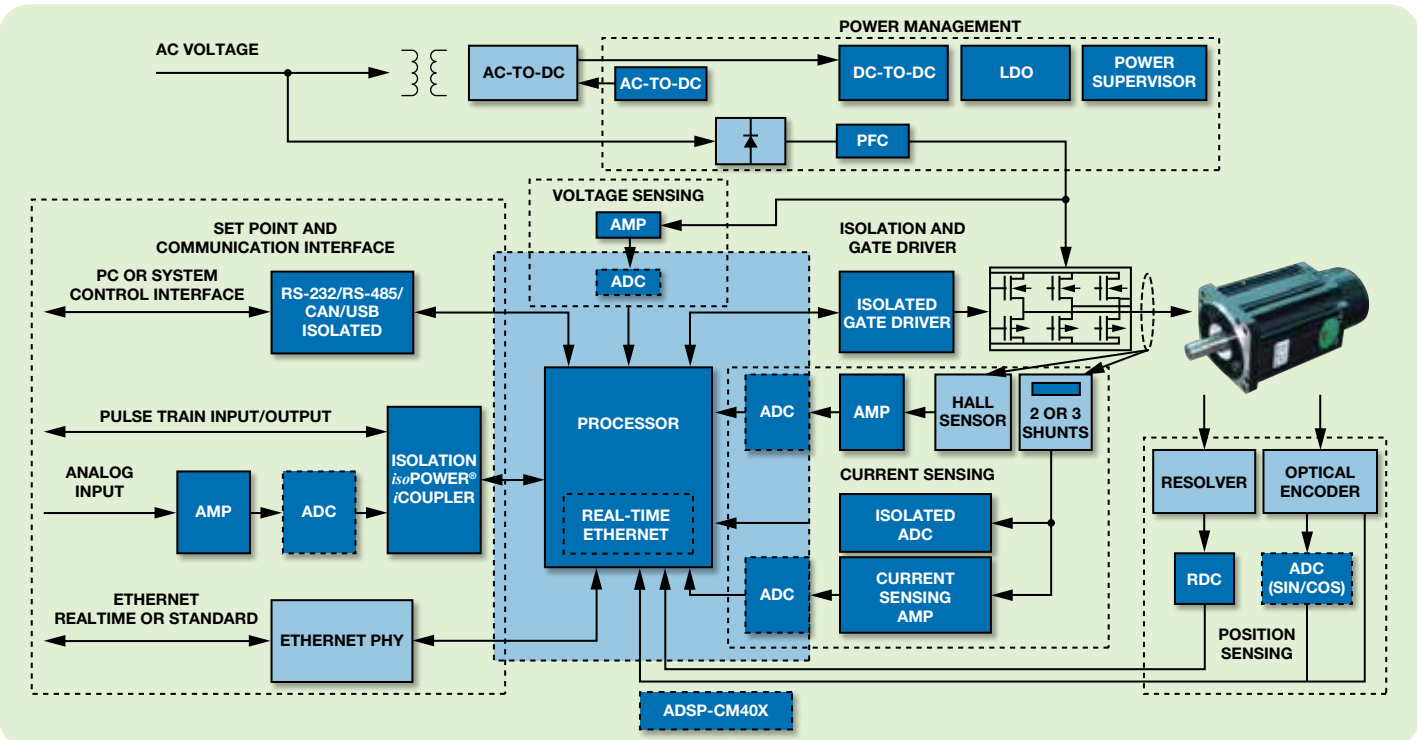
系统设计考虑和主要挑战

- 伺服控制中，高精度电流和电压检测可提高速度和扭矩控制性能。要求12位的性能及多通道的ADC。ADI公司可提供完整系列产品。
- 位置检测性能是伺服控制的关键，常常使用光学编码器和旋转变压器作为位置传感器。伺服控制技术从模拟向数字的转换推动了现代伺服系统的发展，也满足了对于电机控制的性能和效率的高要求。
- 从优先考虑安全和保护的角度，信号采样和功率器件驱动应采用隔离技术。ADI公司的iCoupler数字隔离器产品可满足高压安全隔离要求。
- 使用DSP等高性能处理器可实现矢量控制和无传感器控制。
- 在工业应用的设计中，长生命周期和高可靠性的IC产品是工程师的首选。
- 普通的交流感应电机向永磁同步电机转变已是大势所趋，要求系统设计师能提供更高效率和更灵活的算法。
- 高性能的实时工业控制网络更好地实现多个电机同步。

ADI解决方案的价值主张

针对电机控制系统，工业系统设计要求是低功耗、高效率，ADI公司提供单个的器件以及完整的产品信号链可以加快系统设计；在信号链中，ADI公司所提供的这些包括反馈和检测、隔离、电源管理、接口、嵌入式处理和通信的产品，其性能和质量在同类产品中首屈一指，也能够从系统级来降低成本。可以这样说，ADI公司所拥有的广泛的技术组合，包括世界一流的隔离器、处理器、转换器和混合信号前端，可以满足工程师对于现在和将来的任何电机控制解决方案的需求。

系统框图和信号链



注：上述信号链代表伺服控制网络应用系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的 ADI 解决方案。

电流检测	电压测量	位置检测	给定值设定
隔离式ADC AD7400A/AD7401A/AD7403 放大器 AD8418/AD8417/AD8212 ADC AD7266/AD7367	ADC AD7266/AD7352/AD7356/AD7903 隔离式ADC AD7400A/AD7401A	RDC AD2S1205/AD2S1210 放大器 AD8662 编码器ADC AD7266/AD7264/AD7903	放大器 AD8676/AD8221/AD8226/ADA4096-2 ADC AD7680/AD7663/AD7606-4
处理器	隔离和栅极驱动	通信接口	电源管理
ADSP-CM408/ADSP-CM403	隔离 ADuM1411/ADuM1311 栅极驱动 ADuM4223/ADuM3223 DC-to-DC ADuM5000	RS-232 ADM3251E RS-485 ADM2486E/ADM2483E/ADM2587E CAN ADM3053 USB ADuM4160	uPMU ADP5034/ADP211x 电源监控器 ADM6339/ADM13307 AC-to-DC ADP1051 PFC ADP1047

主要产品简介

产品型号	描述	主要特性	优势
放大器			
AD8418	高压高精度电流监控器	双向，零漂，初始增益20 V/V，高共模电压范围：-2 V至70 V (典型值)；CMRR 86 dB	支持高共模电压，出色的交流和直流性能
ADC			
AD7266	同步采样12位SAR ADC	2 × 3通道差分(6通道单端) ADC (单端模式最多支持12通道)，采样率：2 MSPS，SNR：70 dB (50 kHz输入频率)，精密片内基准电压源：2.5 V ±0.2% (最大值，25°C)，20 ppm/°C (最大值)，	多通道同步采样SAR ADC
AD7403	隔离式ADC	20 MHz外部时钟，二阶调制器，16位无失码，INL：±2 LSB (典型值，16位)，失调漂移：1.5 μV/°C (典型值)，片内集成数字隔离	隔离式高精度ADC
AD2S1210	旋变数字转换器	最大跟踪转速(达10位分辨率时)：3125 rps精度：±2.5弧分，10/12/14/16位分辨率，用户设置，并行和串行10位至16位数据端口	工业设计和高精度
处理器			
ADSP-CM408F	混合信号处理器	240 MHz ARM cortex M4，384 kB SRAM 和 2 MB flash存储器，双16位 SAR ADCs和精度达到14位，2.6 MSPS采样速率，芯片内部集成sinc滤波器	最快主频，最高精度ADC，Sinc滤波器
隔离			
ADuM3223	栅极驱动	高开关频率可达1 MHz，高端和低端隔离：560 V峰值和700 V峰值(差分输入)，-40°C至125°C	高低桥臂隔离，支持高工作温度范围：-40°C至125°C
接口			
ADM2587E	隔离式RS-485/RS-422收发器	半双工或全双工，500 kbps，5 V或3.3 V工作电压	隔离的RS-485和集成式dc至dc转换器，±15 kV ESD保护
电源管理			
ADP1047	数字功率因数校正控制器	灵活、单相、数字功率因数校正(PFC)控制器，真正的交流功率有效值测量，增强的动态响应，通过开关频率扩频技术降低EMI	数字控制器和真正的交流功率有效值测量
ADP5034	多路输出dc至dc调节器	集成两通道1.2 A的buck转换器和两通道300 mA的LDO，LFCSP封装，buck转换效率最高可达96%	4通道输出PMU，单器件电源链解决方案

HV MPC Platform



由Boston Engineering设计
www.boston-engineering.com

LV MPC Platform



由Boston Engineering设计
www.boston-engineering.com

Dual motor dual axis servo drive demo



由第三方设计

PMSM demo



由第三方设计

参考设计

- 支持Matlab® Simulink— 完全的可扩展性和灵活性
 - 更高级别的系统模块开发和功能模块定义
 - 各功能模块之间的调用
 - 设计流程和结构的高度灵活性
- FOC、矢量控制、无传感器控制器和标准电机控制函数库
- 参考设计(PCB, 原理图, 源程序)
- 电机控制平台以及评估板

第三方参考设计

- 双电机双轴伺服驱动演示系统

电机控制参考电路

参考电路是经过特别设计和测试的子系统级构建模块，方便设计人员轻松快捷地实现系统集成。

- 采用隔离式 Σ - Δ 型调制器、隔离式dc至dc转换器和有源滤波器的新型模拟/模拟隔离器 (CN0185)—www.analog.com/zh/CN0185
- 用于AD2S1210旋变数字参考信号输出的高电流驱动器 (CN0192)—www.analog.com/zh/CN0192
- 高性能，10位至16位RDC (CN0276)—www.analog.com/zh/CN0276
- 利用电流检测放大器AD8210和差动放大器AD8274实现高电压、高精度电流检测和输出电平转换 (CN0116)—www.analog.com/CN0116
- 500V 共模电压电流监测 (CN0218)— www.analog.com/zh/CN0218
- 更多参考电路请访问—www.analog.com/zh/circuits

更多信息请访问ADI电机控制网站

www.analog.com/zh/motorcontrol

ADI再生能源—太阳能光伏发电解决方案

ADI公司能源部门概述

ADI公司在高精度信号测量和控制方面处于业界领先地位，致力于以极具成本竞争力的高质量IC实现可靠的计量、测量和控制。其产品广泛用于再生能源、输配电以及水、电、气计量应用。ADI公司凭借在优化系统级信号处理性能方面的成熟经验和种类丰富的产品，为开发人员提供精密、可靠、易于设计的能源管理解决方案。

主要挑战和系统考虑

- 更高的可靠性和更低的装配/制造成本
- 相对恶劣的环境，温度最高达125°C
- 电源转换效率至关重要，器件功耗应尽可能低
- 所产生的谐波应低于监管水平
- 注入电网的直流电流应保持较低水平

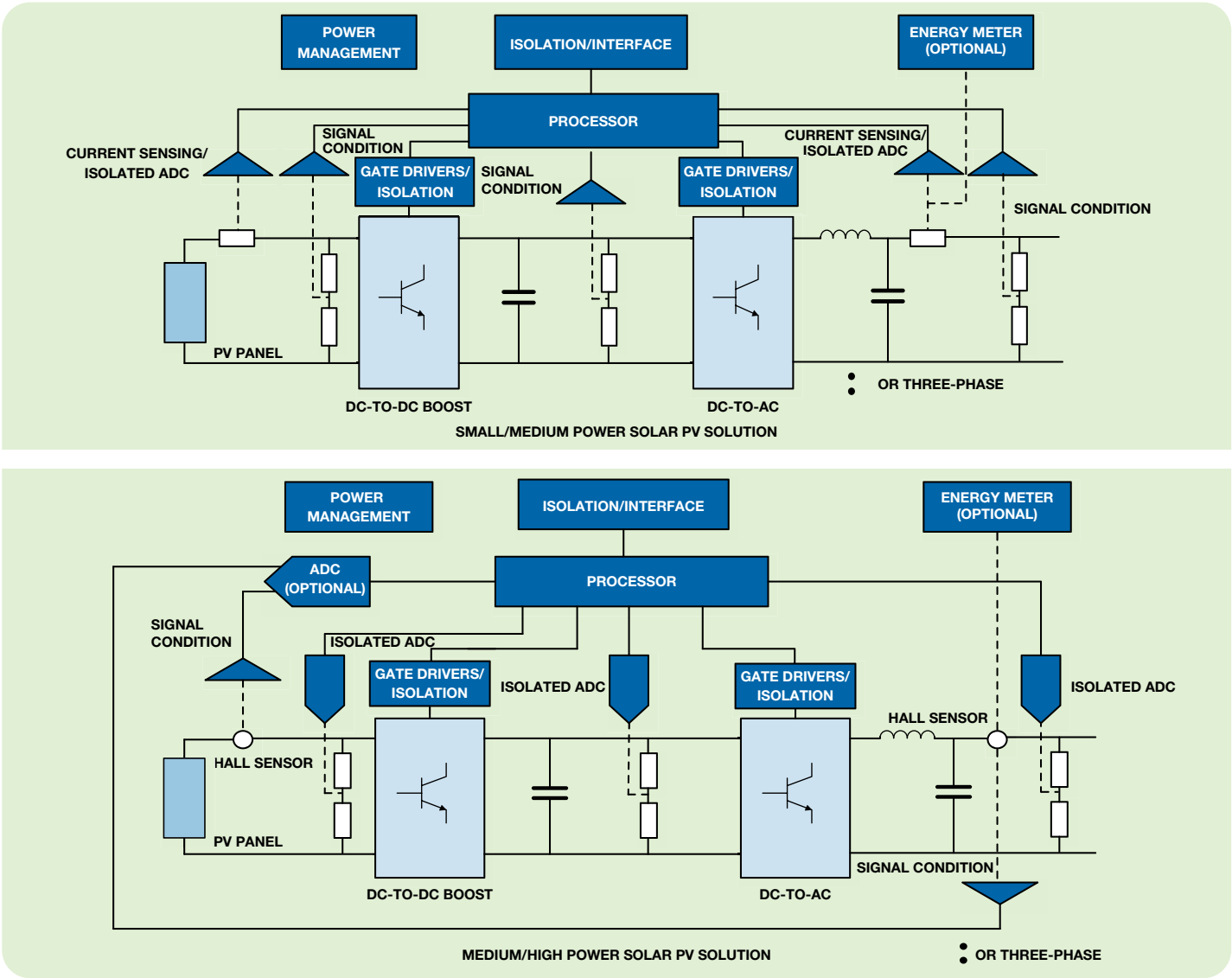
为什么选择ADI?

- ADI公司在集成电能测量方面具有卓越的专业经验——采用ADI公司计量技术的电表已达3亿块
- 全世界所有电网设备中有50%采用ADI公司转换器

太阳能光伏发电应用分类

- 离网太阳能光伏发电系统
- 并网太阳能光伏发电系统
 - 高功率太阳能光伏发电(>100 kW)
 - 中等功率太阳能光伏发电(1 kW至10 kW)
 - 微逆变器(200 W至300 W)
- 通过高精度转换器和放大器实现电流和电压的精密测量
- 为电力网络提供稳定、可靠的高性能信号处理技术
- 混合信号转换和处理简化设计并缩短产品面市时间

典型的单板太阳能光伏发电系统信号链



注：上述信号链代表光伏发电系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的 ADI 解决方案。

电流检测	信号调理	隔离式ADC	ADC	REF	隔离	栅极驱动器	接口	处理器	电能计量	电源管理
AD628/ AD629/ AD8210/ AD8212/ AD8217/ AD8218	ADA4091-2/ OPx177/ AD8622/ AD8624/ AD8275	AD7400A/ AD7401A	AD7266/ AD7606/ AD7607/ AD7606-6/ AD7656-1	AD158x/ ADR34xx/ ADR421/ ADR50xx	ADuM121x/ADuM131x/ ADuM141x/ ADuM347x/ ADuM5000/ADuM520x/ ADuM540x	ADuM5230/ ADuM6132/ ADuM7234	ADM2587E/ ADM3053E/ ADM3251E/ ADM3485E	ADSP-BF50x/ ADSP-BF51x/ ADuC702x	ADE7878/ ADE7953/ ADE8155	ADP125/ ADP1710/ ADP211x/ ADP230x

ADI公司用于再生能源(太阳能光伏发电系统)的产品

- 放大器/基准源
 - 精密ADC
 - iCoupler隔离器—集成USB和RS-485隔离
 - 处理器—Blackfin ADSP-BF50x和基于ARM7的处理器
- 电源管理IC
 - 震动传感器—MEMS和加速度计
 - 电流和电压测量IC

主要产品简介

产品型号	描述	主要特性	优势
放大器			
AD8212	电流检测放大器	6 V至>500 V共模范围, 可调增益, 电流输出	高共模输入范围
ADA4091-2	运算放大器	单电源供电: 3 V至30 V, 宽输入电压范围, 轨到轨输出摆幅, 低电源电流: 250 μ A/放大器, 过压保护(OVP)	宽输入电压范围和过压保护
ADC			
AD7400A/ AD7401A	隔离式 Σ - Δ 调制器	采用5 V电源供电, 可输入 $\pm$ 250 mV的差分信号(满量程 $\pm$ 320 mV)	隔离和差分输入
AD7606/ AD7607	8通道、16位/14位同步采样ADC	真双极性模拟输入范围: $\pm$ 10 V、 $\pm$ 5 V, 5 V模拟单电源, 2.3 V至+5 V VDRIVE, 1 M Ω 模拟输入阻抗, 模拟输入箝位保护	8通道同步采样, 5 V单电源
处理器			
ADSP-BF506F	嵌入式ADC DSP	300 MHz/400 MHz Blackfin内核, 嵌入式12位ADC和4 MB闪存, 6对PWM输出和多个接口	12位ADC和300 MHz以上的内核主频
ADuC702x	微转换器	41 MHz ARM7内核和嵌入式12位ADC, 3对PWM输出, 32 kB或64 kB闪存	隔离dc-to-dc
隔离			
ADuM5000	隔离dc-to-dc	集成 <i>isoPower</i> 的隔离式dc-to-dc转换器, 最高500 mW输出功率, 热过载保护	全集成式数据采集系统, 在单芯片上集成高性能多通道ADC、DAC、ARM7TDMI内核和闪存/EE存储器
ADuM141x	四通道数字隔离器	高数据速率: dc至90 Mbps (NRZ), 高共模瞬变抗扰度: >25 kV/ μ s, 低功耗, 双向通信	更长使用寿命, 通信方向易于选择
接口			
ADM2587E	隔离式RS-485/RS-422收发器	半双工或全双工, 500 Kbps, 5 V或3.3 V工作电压	集成隔离式dc-to-dc转换器, $\pm$ 15 kV ESD保护
ADM3053E	隔离CAN收发器	信号和电源隔离CAN收发器, 符合ISO 11898标准, 数据速率高达1 Mbps	集成隔离式dc-to-dc
电能计量			
ADE7878	3相计量IC	25°C时, 在1000:1的动态范围内有功和无功功率误差小于0.1%, 在3000:1的动态范围内有功和无功功率误差小于0.2%	高性能, 谐波分析
ADE7953	单相计量IC	在3000:1的动态范围内, 有功和无功功率测量误差小于0.1%, 在500:1的动态范围内, 瞬时电流和电压有效值测量误差小于0.2%	高性能, 宽动态范围
电源管理			
ADP2114	dc-to-dc调节器	可配置3 A/1 A或2 A/2 A双路输出负载组合, 或者合并为单路4 A输出, 效率高达95%	可编程频率, 单路4 A输出
ADP2118	dc-to-dc调节器	3 A连续输出电流, $\pm$ 1.5%输出精度, 输入电压范围: 2.3 V至5.5 V	3 A连续输出电流

针对能源管理的参考电路

- 基于16位8通道DAS AD7606的可扩展多通道同步采样数据采集系统(DAS)的布局考虑(CN0148)—www.analog.com/zh/CN0148
- 具有84 dB SNR和出色的通道间匹配性能的低成本、8通道、同步采样数据采集系统(CN0175)—www.analog.com/zh/CN0175
- 利用电流检测放大器AD8210和差动放大器AD8274实现高电压、高精度电流检测和输出电平转换(CN0116)—www.analog.com/zh/CN0116

更多参考电路, 请访问www.analog.com/zh/circuits

欲了解有关ADI公司太阳能光伏发电应用和产品的更多信息, 请访问www.analog.com/zh/energy

ADI能源解决方案— 适用于配电系统的继电保护平台

配电应用原理和典型架构

在现代配电自动化系统中，越来越多的智能电子设备用于监控电网质量，并能迅速隔离任何故障，以免影响电网整体运作。此类设备架构主要由处理器、多通道ADC、信号调理电路、电源和通信接口组成。ADI公司作为全球混合信号处理技术领先者，是该领域的主要电子系统解决方案供应商。

- ADI公司在集成电能测量方面具有卓越的专业经验——采用ADI公司计量技术的电表已达3亿块；
- ADI的高精度转换器和运算放大器保证了电压电流的精密测量；
- 在全世界需要使用数模/模数转换器的电力设备中，大约有50%是采用ADI的转换器；
- ADI高性能的信号处理能力保证了电网的实时可靠运行；
- ADI针对电力应用提供系统级的混合信号设计方案，简化了设计复杂性并缩短了产品设计周期；
- ADI通过创新和增加信号处理集成度帮助用户降低了系统成本。

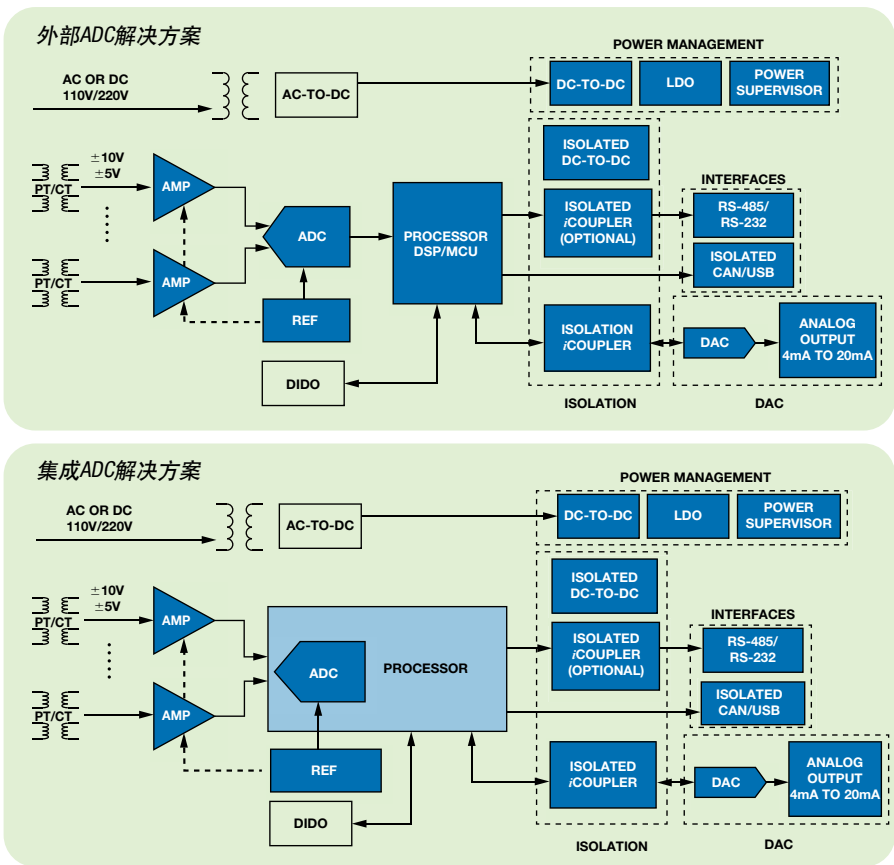
主要的系统及设计挑战

- 更高的可靠性和更低的装配/制造成本
- 某些应用需要高信号动态范围(高达4000:1)和高分辨率(系统ENOB≥12位)
- 不同程度的系统精度要求(保护精度高达0.5%，测量精度高达0.1%)
- 多通道(一些应用要求同步采样)
- 实时处理(10 ms, 所有通道20 ms)
- 系统级连接能力：RS-232、RS-485、Ethernet、CAN、USB……多数情况下，通信接口还要求隔离(≥ 500V)
- 稳定可靠性要求，如过压保护、EMC/EMI、工业级工作温度范围、使用寿命长……
- 为开发低压设备，设计人员通常需要考虑不同的系统要求，包括信号动态范围，精度，带宽，通道数，隔离，实时处理，成本和可靠性

典型配电系统分类

- 中压配网系统：<35 kV，包括10 kV、6 kV、3 kV
- 低压系统：1 kV、380 V、220 V

典型配电设备信号链



上图所示的信号链是典型配电设备的示意图。
此表列出的产品代表了ADI对于配电应用的重点推荐产品。

	ADI方案
放大器	OP2177, OP4177, AD8672, AD8674, ADA4077-2, AD8602, AD8604, AD8608
ADC	AD7606, AD7607, AD7658-1, AD7689, AD7327, AD7490, ADE7878
基准电压源	ADR421, ADR431, ADR3425
处理器	ADSP-BF51x, ADSP-21469
隔离	电源隔离：ADuM5000 信号隔离：ADuM141x
DAC	AD5422
接口	RS-485: ADM487E, ADM2587E RS-232: ADM3251E 隔离CAN: ADM3053 隔离USB: ADuM4160
电源管理	LDO: ADP125 DC-to-DC: ADP1612, ADP2301, ADP5034 电源监控器：ADM6710

	ADI方案
放大器	AD8602, AD8604, AD8608, AD8618, AD8666
基准电压源	ADR3425
处理器	ADSP-BF506F, ADuC702x
隔离	电源隔离：ADuM5000 信号隔离：ADuM141x
DAC	AD5422
接口	RS-485: ADM487E, ADM2587E RS-232: ADM3251E 隔离CAN: ADM3053 隔离USB: ADuM4160
电源管理	LDO: ADP125 DC-to-DC: ADP5034 电源监控器：ADM6710

主要产品简介

产品型号	描述	主要特性	优势
放大器			
OP2177/OP4177	精密低噪声运放	$V_{OS} = 60\text{ }\mu\text{V}$ (最大值), 温漂 $= 0.7\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, $V_{NOISE} = 8\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ @ 1 kHz, $V_{SUPPLY} = \pm 2.5\text{ V}$ 至 $\pm 15\text{ V}$	低噪声、低失调和失调漂移、无相位反转
ADA4077-2	精密低噪声运放	$V_{OS} = 25\text{ }\mu\text{V}$ (B级), 温漂 $= 0.15\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, $V_{NOISE} = 8\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, $V_{SUPPLY} = \pm 2.5\text{ V}$ 至 $\pm 15\text{ V}$	极低失调电压漂移和低输入偏置电流
AD8604	精密CMOS单电源运放	$V_{OS} = 500\text{ }\mu\text{V}$ (最大值), $V_{SUPPLY} = 2.7\text{ V}$ 至 5.5 V , 宽带宽: 8 MHz	轨到轨输入输出、低成本、4个放大器
ADC			
AD7490	16通道12位非同步采样ADC	0至 $V_{REF}/2 \times V_{REF}$ 单极性单端模拟输入, SPI接口, 1 MkSPS, SINAD > 69 dB	低成本16通道12位ADC
AD7689/AD7699	8通道16位非同步采样ADC	0至 V_{REF} 单极性/差分模拟输入, SPI接口, 250 kSPS (AD7689)/500 kSPS (AD7699), SINAD = 92.5 dB	8通道16位ADC, 低成本
AD7606/AD7607	8通道16/14位同步采样ADC	真双极性模拟输入范围: $\pm 10\text{ V}$, $\pm 5\text{ V}$, 5 V模拟单电源, 2.3 V至 $+5\text{ V}$ VDRIVE, 1 M Ω 模拟输入阻抗, 模拟输入箝位保护	8通道同步采样, 5 V单电源
基准电压源			
ADR421	基准电压源	初始精度 $\leq 0.05\%$, 温漂 $\leq 3\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$, 高输出电流: 10 mA, 不同输出电压选项 2.5 V, 低噪声(0.1 Hz至10.0 Hz): $1.75\text{ }\mu\text{V}_{P-P}$ @ 2.5 V输出	高性能(3 ppm), 高输出电流: 10 mA
ADR3425	基准电压源	初始精度: $\pm 0.1\%$ (最大值), 温度系数: 8 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ (最大值), 工作温度范围: -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$, 输出电流: $+10\text{ mA}$ 源电流/ -3 mA 吸电流	低成本, SOT23封装, 10 mA源电流和3 mA吸电流
处理器			
ADSP-BF51x	DSP	300 MHz/400 MHz DSP, 116 kB片内RAM, 片内RTC, 以太网MAC (10/100), 支持IEEE 1588	400 MHz DSP, 支持IEEE 1588
ADSP-BF506F	嵌入式ADC DSP	300 MHz/400 MHz Blackfin内核, 嵌入式12位ADC和4 MB闪存, 6对PWM输出和多个接口	12位ADC和300 MHz以上内核
ADuC702x	精密模拟微处理器	41 MHz ARM7内核和嵌入式12位ADC, 3对PWM输出, 32 kB或64 kB闪存	内置嵌入式12位ADC的处理器
隔离			
ADuM5000/ADuM6000	隔离dc-to-dc	集成isoPower的隔离式dc-to-dc转换器, 最高500 mW输出功率, 热过载保护	隔离dc-to-dc
ADuM141x	四通道数字隔离器	高数据速率: dc至10 Mbps (NRZ), 高共模瞬变抗扰度: $> 25\text{ kV}/\mu\text{s}$, 低工作功耗, 双向通信	使用寿命长, 通信方向易于选择
接口			
ADM2587E	隔离式RS-485/RS-422收发器	半双工或全双工, 500 kbps, 5 V或3.3 V工作电压	RS-485, 集成隔离式dc-to-dc转换器: $\pm 15\text{ kV}$ ESD保护
ADM3053	隔离CAN收发器	信号和电源隔离CAN收发器, 符合ISO 11898标准, 数据速率高达1 Mbps	CAN总线接口, 集成隔离式dc-to-dc转换器
电源管理			
ADP5034	多路输出DC-DC调节器	2个1.2 A降压调节器和2个300 mA LDO, LFCSP封装. 降压调节器效率高达96%	4通道输出PMU, 单器件电源链解决方案
ADP1612	升压调节器	V_{IN} 1.8 V至5.5 V, V_{OUT} 可调至最高20 V, 1.4 A	1.4 A升压dc-to-dc, 引脚可选的PWM频率: 650 kHz或1.3 MHz, 软启动
ADP2301	降压开关调节器	V_{IN} 3.0 V至20 V, 输出电压0.8 V至 $0.85 \times V_{IN}$, 1.2 A, 效率高达91%, 电流模式控制架构	集成高端MOSFET, 集成自举二极管, 内部补偿和软启动

针对电能管理的参考电路

参考电路是经过特别设计和测试的子系统级构建模块, 方便设计人员轻松快捷地实现系统集成。

- 基于16位8通道DAS AD7606的可扩展多通道同步采样数据采集系统(DAS)的布局考虑(CN0148)—www.analog.com/zh/CN0148
- 具有84 dB SNR和出色的通道间匹配性能的低成本、8通道、同步采样数据采集系统(CN0175)—www.analog.com/zh/CN0175
- 24位、4通道、高动态范围、每通道156 kSPS同步采样数据采集系统(CN0157)—www.analog.com/zh/CN0157
- 半双工、隔离式RS-485接口(CN0031)—www.analog.com/zh/CN0031
- 欲查看更多参考电路, 请访问: www.analog.com/zh/circuits

低压配电系统参考设计



(由ADI第三方合作伙伴北京亿旗创新科技发展有限公司设计)

主要特性

- $2 \times$ AD7606用作模拟前端, 不使用放大器
- ADSP-BF51x可以同时运行RTOS、保护算法和通信堆栈
- ADSP-BF518支持数字变电站应用所要求的IEEE 1588
- 免费提供原理图、PCB、软件(操作系统、驱动等)和文档

欲了解有关ADI公司能源应用和产品的更多信息, 请访问: www.analog.com/zh/energy

基于IEC 61850的智能电子设备(IED)系统解决方案

智能电网和IED

智能电网是一种使用信息和通信技术对电网内信息进行采集，并基于采集到的信息(例如发电厂和电能消耗的对等信息)可以自动协调的电网。智能电网通过电力系统的高度自动化，可以改进发电和配电的效率、可靠性、经济性以保证电力网络的可持续发展。智能电子设备(IED)是组成智能电网的基本要素，提供系统所需要的检测、测量、保护和控制功能。

数字化变电站和IEC 61850标准

智能电网的概念应用在输配电的领域则主要意味着电力自动化和变电站数字化。目前来讲，数字化变电站的设计主要基于国际通用的IEC 61850标准。

在数字化变电站内，所有IED都将以符合IEC 61850标准的方式进行通信。IEC 61850主要定义了以下的一些方面，包括：数据建模、报告方案、事件快速传输(GOOSE和GSSE)、设置群组、数字采样数据传输(SV)、命令配置和数据存储。

主要挑战和IED设计考虑因素

复杂的通信协议和多种不同的通信协议栈

有多种不同的协议可以被IEC 61850所映射。比如讲通常实时要求较低的而相对协议栈又比较复杂的服务器-客户端类通信可以被映射成基于TCP/IP的MMS协议栈；具有极低的延迟GOOSE通讯协议可以用于交换变电站事件信息；而采样值信息SMV的要求是实时并且具有很低的时间抖动。

实时性要求非常高的信号处理能力并且有很高的系统可靠度

在诸如继电保护设备或电力质量分析仪等新式的IED中，广泛采用基于DFT或FFT的算法检测过流故障条件或谐波成分。在某些极端情况下，IED设计工程师希望处理器能够在几百微秒的时间内处理超过60个通道的FFT信号。再加上IEC 61850标准所要求的复杂通信任务，设计IED工程师们现已开始认识到单核处理器已经接近了性能极限。

另一方面，出于对于系统安全性的考虑，要求在通信网络产生异常情况时，电力线保护设备的IED不允许出现任何异常。

受以上两种需求的共同推动，IED设计工程师开始使用至少两个处理器，分别应付信号处理和通信任务。目前，IED设计工程师不得不面对的另一个问题是，这些处理器之间如何通信，还有通信效率如何？

广域IED时间同步

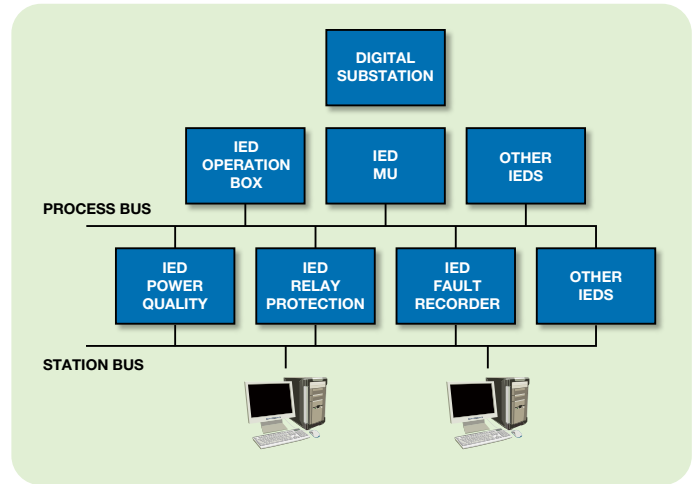
数字化变电站要求进行广域的时间同步，这表示变电站内的所有设备应当能够将它们的采样点与同一个时间参考点对齐。时间同步广泛采用PPS、IRIG-B或IEEE1588。IEEE1588基于以太网，并具有极高的时序精度，这使其有可能在不久的将来成为数字化变电站的标准时序同步协议。

系统成本和开发成本

当涉及多处理器系统时，通常需要考虑以下问题：处理器相同吗？它们如何互相通信？它们能共享系统内存和电源吗？或是必须提供独立的存储器和电源系统……需要采用两种开发工具进行开发吗？两套操作系统？

“平台”式开发

系统越来越复杂开发成本和上市时间也就越来越重要。现在大多数IED设计团队都渴望有一个通用平台(包括软件和硬件)，能同时覆盖高端和低端产品。这样的平台(硬件和软件)应当能够轻松扩展和升级。像Linux这样的操作系统可能会广受欢迎，因为它有足够的开源程度。然而，仔细研究就会发现，Linux并非实时系统，并不能保证系统的实时性能。

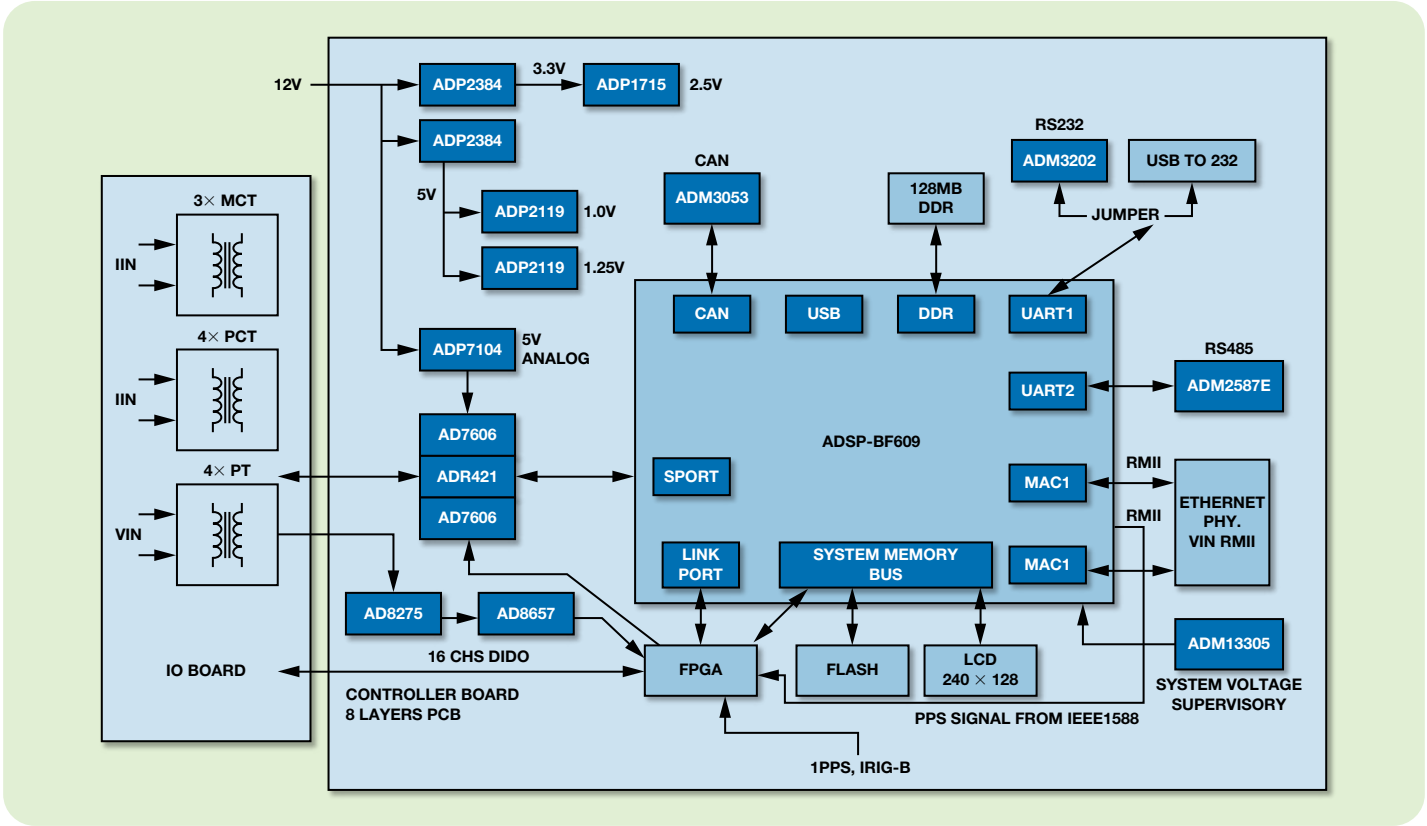


数字化变电站

ADI IEC 61850演示设计

2012年，ADI和上海远景数字信息有限公司合作展开了一个项目，致力于开发满足IEC 61850标准的数字化变电站IED通用平台。

- 双核Blackfin处理器 – ADSP-BF60x (2个500 MHz内核)
- 128 MB 16位DDR2
- 4个以太网端口(2个MAC位于处理器上，符合IEEE1588标准；另2个通过FPGA扩展)
- 16 MB NOR和4 MB SPI和2 GB NAND闪存
- 16通道模拟输入(2个AD7606)
- Cyclone IV FPGA
- 2个UART(1个RS232，1个RS485)
- 额外提供IO板，集成11通道电压和电流变压器、8个DI、8个DO

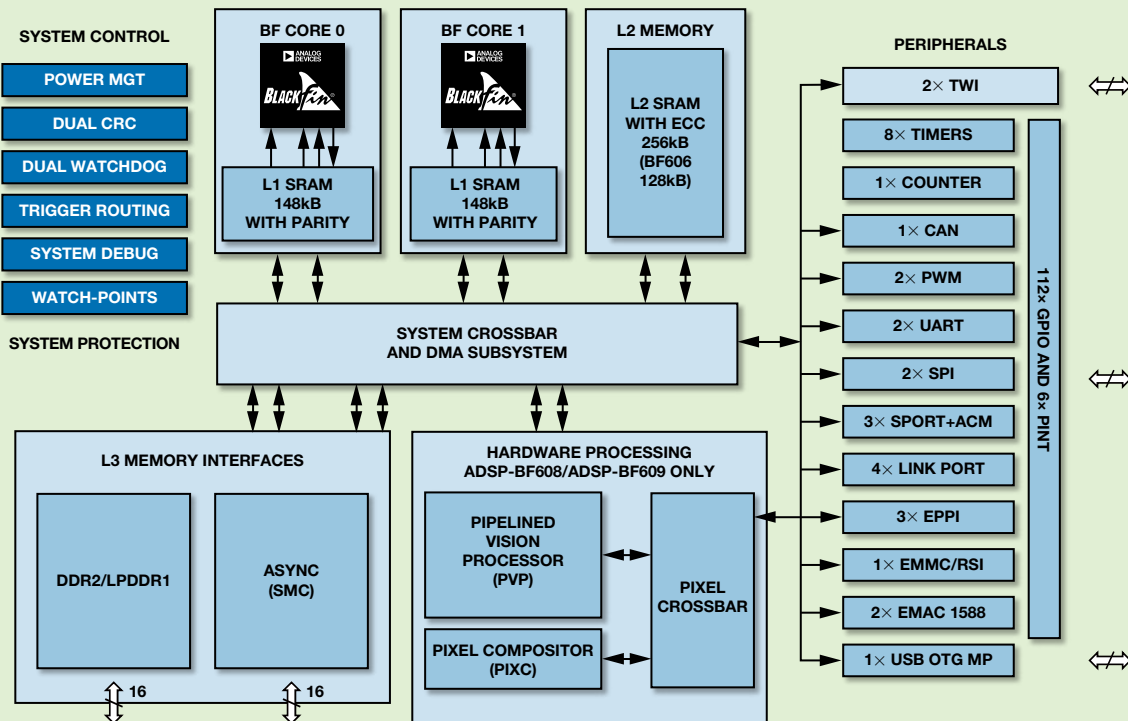


注：上述信号链代表智能电子设备系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的 ADI 解决方案。

IEC 61850评估板的硬件设计

使用ADI的ADSP-BF60x Blackfin处理器

- 强大的2个500 MHz双核处理器(0.17 ms的单核集成60个通道、32点、16位FFT)
- 每个内核都有148 kB L1 SRAM
- 128 kB/256 kB L2 SRAM用于双核数据交换
- 纵横式总线系统使同时访问存储器和外设成为可能
- 2个UART、1个CAN、2个SPI、3个SPORT、2个TWI (I2C)和1个USB
- DDR总线独立于系统本地存储器总线，使同时访问外部存储器成为可能
- 安全特性：L2 SRAM ECC、双看门狗、系统保护
- 支持IEEE1588v2的双以太网MAC接口



使用ADI的ADSP-BF60x一个充分理由便是，它集成独立的双处理器，每个处理器的工作频率高达500 MHz。另一个充分理由是它有两个独立的以太网MAC(两个MAC地址)，非常适合IEC 61850应用。本演示系统中，内核0运行 μ CLinux操作系统，处理非实时任务，如MMS协议栈、LCD、键盘和其他诸如TFTP等服务器应用。内核1运行采样和继电保护算法(DFT)，还可以发送实时的GOOSE消息而不影响操作系统的运行。两个内核通过片上L2存储器实现通信，该L2存储器能够以高达250MHz的频率工作，确保具有最高的数据交换效率。

某些高压的IED(110 kV及以上)设计中，可能需要较多的以太网端口(GOOSE和SMV的专用以太网端口)。出于对这种用户需求的兼容考虑，本开发板可支持通过FPGA添加更多以太网端口。在这种应用情况下，处理器和DSP之间的通信接口非常重要，因为该接口的带宽决定了SMV消息的实时性能。ADSP-BF60x集成4个Linkport同步并行接口，每个Linkport接口速率高达83 MB/s，提供实时接收SMV数据所需的足够带宽。

主要产品简介

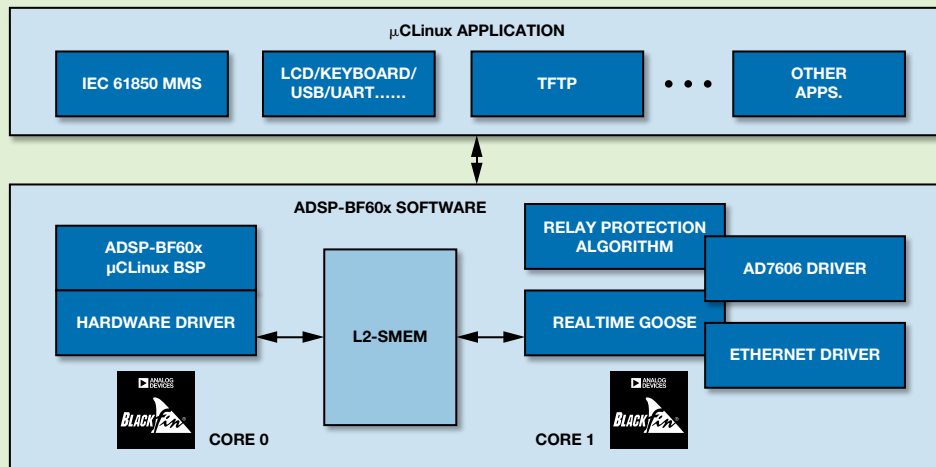
产品型号	描述	主要特性	优势
处理器			
ADSP-BF606/ ADSP-BF607	双核Blackfin DSP	400 MHz/500 MHz双核处理器, 2个148 kB L1 SRAM, 128 kB/256 kB SRAM, 交叉式系统总线结构, 双以太网MAC支持IEEE1588	高性能双核处理器, 集成双IEEE1588标准以太网端口
ADC			
AD7606	8通道、16位同步采样ADC	双极性模拟输入范围: $\pm 10\text{ V}$, $\pm 5\text{ V}$, 单5 V模拟电源, 2.3 V至5 V 数字接口电源, 1 M Ω 模拟端输入阻抗, 模拟输入箝位保护	8通道同步采样AFE, 集成5 V单电源
基准电压源			
ADR421B	基准电压源	初始化精度: $\leq 0.05\%$, 温度偏移: $\leq 3\text{ ppm}/^\circ\text{C}$, 高输出电流: 10 mA, 可选差分输出电压: 2.5 V, 低噪声(0.1 Hz至10.0 Hz): 1.75 μV p-p (2.5 V输出)	高性能(3 ppm), 高输出电流: 10 mA

主要产品简介(续)

产品型号	描述	主要特性	优势
放大器			
AD8275	差分运算放大器	固定增益 = 0.2, 可实现单电源供电情况下从±10 V输入至0 V至4 V输出的电平搬移, 增益温度漂移: 1 ppm/°C, 共模抑制比(CMRR): 80 dB, +40 V至-35 V的过压保护, 轨到轨输出	5 V单电源电平转换: ±10 V至0 V至4 V, 16位ADC驱动器
AD8657	低功耗、高精度双通道运算放大器	低功耗(22 μA), 轨到轨输入输出, 低失调电压(350 μV最大值), 单位增益稳定, 双通道运算放大器	低功耗、低成本、低失调电压、双通道运算放大器
接口			
ADM2587E	隔离式RS-485/RS-422收发器	半双工或全双工, 500 Kbps, 工作电压: 5 V或3.3 V, 三合一器件(电源隔离、信号隔离和RS-485驱动器)	高效率2A dc-to-dc稳压器, 集成MOSFET隔离式RS-485和集成式dc-to-dc转换器, ±15 kV ESD保护
ADM3053	隔离CAN收发器	信号和电源隔离CAN收发器, 符合ISO 11898标准, 数据速率高达1 Mbps, 三合一器件(电源隔离、信号隔离和CAN收发器)	CAN总线接口, 集成隔离式dc-to-dc
电源管理			
ADP7104	LDO	输出电流: 500 mA, V_{IN} 最大值: 20 V, PSRR性能: 60 dB (10 kHz, $V_{OUT} = 3.3 V$), 初始精度: ±0.8%, 反向电流保护	高PSRR的线性电源, 适合用于给16位以上的高精度模拟电路供电
ADP2119	同步降压DC-DC调节器	145 mΩ和70 mΩ集成式MOSFET, 输入电压范围: 2.3 V至5.5 V, 输出电压范围: 0.6 V至 V_{IN} , 连续输出电流能力: 2 A	高效率2 A dc-to-dc稳压器, 集成MOSFET
ADP2384	同步降压DC-DC调节器	输入电压: 4.5 V至20 V, 集成MOSFET: 44 mΩ/11.6 mΩ, 连续输出电流: 4 A, 180°反相时钟同步, 高电能转换效率	高效率4 A dc-to-dc调节器, 集成MOSFET
ADM13305	双处理器电源监控器	双监控电路, 可选预调整阈值: 1.8 V、2.5 V、3.3 V和5 V, 集成看门狗, 低功耗-最大电源电流: 40 μA	双处理器电源监控器, 集成看门狗

IEC 61850演示设计的软件考虑因素

- 处理器内核0运行μCLinux和非实时任务, 如MMS协议栈、LCD显示和键盘输入、TFTP服务器以及以太网端口0的通讯任务(运行MMS协议栈)
- 所有μCLinux内核、定制u-boot make文件和μCLinux驱动程序均提供c语言源代码和镜像
- 实现了SISCO-MMS Lite协议栈在μCLinux上的移植(开发板并不包含SISCO-MMS许可, 需另行购买)
- 通过简单的建模实例, 说明如何将基本的继电保护功能映射到相应的逻辑设备(LD)和逻辑节点(LN)上——实例与C语言源代码随开发板一同提供
- 内核1运行实时任务(继电器保护算法、GOOSE发布), 无需操作系统介入……以太网端口1连接到内核1 (GOOSE)
- 继电保护算法(提供C语言源代码)
- 实时GOOSE发布(提供汇编语言源代码, 若需要C语言源代码, 则需联系上海远景)



参考电路

- 基于16位8通道DAS AD7606的可扩展多通道同步采样数据采集系统(DAS)的布局考虑(CN0148)—www.analog.com/zh/CN0148
- 具有84 dB SNR和出色的通道间匹配性能的低成本、8通道、同步采样数据采集系统(CN0175)—www.analog.com/zh/CN0175
- 半双工、隔离式RS-485接口(CN0031)—www.analog.com/zh/CN0031
- 更多参考电路请访问: www.analog.com/zh/circuits

其他有用链接

- ADSP-BF60x 相关资源—www.analog.com/zh/BF609
- ADI DSP 开发环境 (CCES)—www.analog.com/zh/adswt-cces
- ADI μ Clinux 相关资源—docs.blackfin.uclinux.org/doku.php
- 上海远景数字信息有限公司 (ADI 的 IEC 61850 参考设计合作第三方)—www.digigrid.com.cn/productview.asp?/34.html

演示套件实物图



欲了解有关 ADI 公司能源应用和产品的更多信息，
请访问：www.analog.com/zh/energy

心电图(ECG)解决方案

ECG系统原理和典型架构

心电图(ECG)系统通过测量活组织表面电位来记录心脏在一段时间内的电性活动。它使用生物电位电极来拾取身体特定部位的心脏信号，两个电极间的差分电压或某一电极与多电极平均电压之间的差分电压可在测量后显示为ECG输出上的一个通道。

模拟前端(AFE)的主要功能是将心脏信号数字化。由于需要抑制来自射频源、起搏信号、导联脱落信号、共模频率、其他肌肉信号及电噪声的干扰，该过程十分复杂。通常，AFE包括仪表放大器(INA)、滤波器和模数转换器(ADC)。ECG架构设计方法有两种：交流耦合和直流耦合。

ECG系统设计考虑和主要挑战

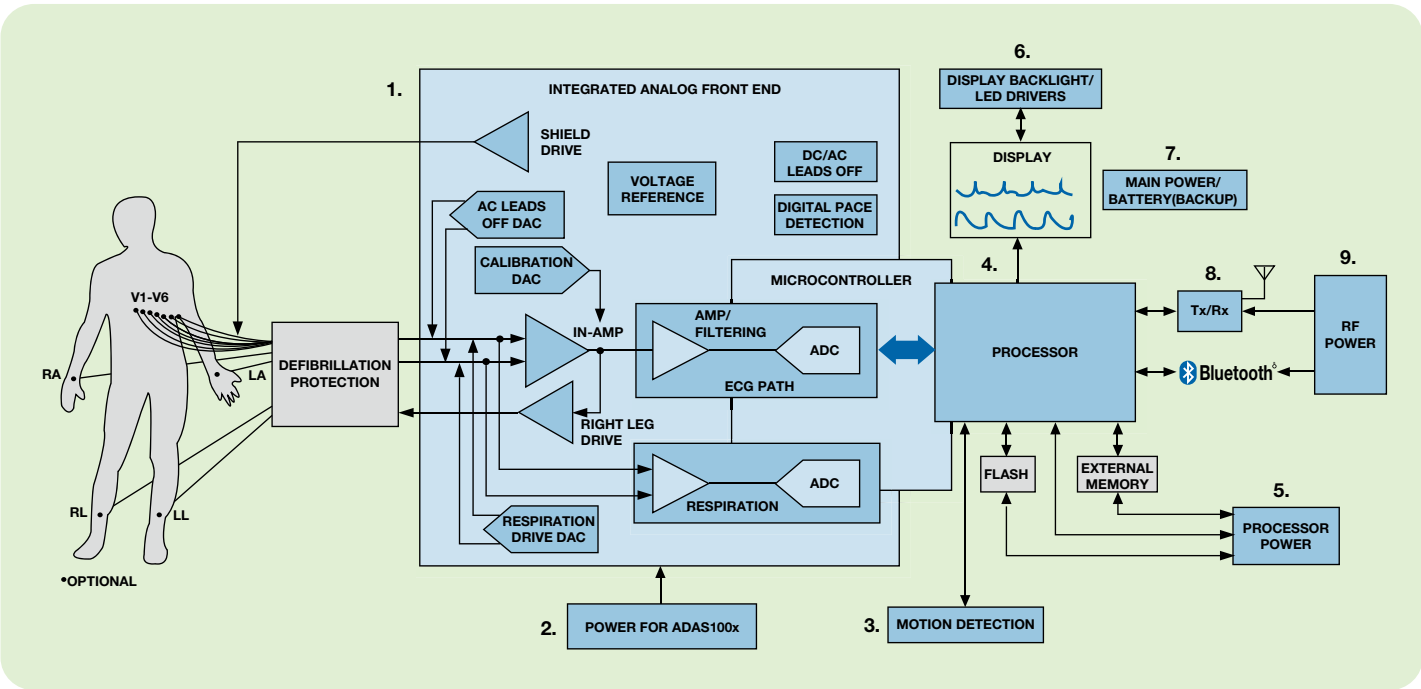
设计ECG系统时，需要克服各种挑战，例如安全、共模抑制、直流偏置、RFI(射频干扰)/EMC(电磁兼容性)、输入保护和等效输入噪声。

- 优先考虑与患者和操作人员安全相关的交流主电源隔离，以及与患者电极粘附相关的源电流或吸电流。确保不存在能产生流经患者的电流超过10 μ A rms的常态或单一故障条件路径。确保患者电路的直流及低频隔离达到交流主电源的10次谐波及以上。确保患者与接地之间至少5000 V的隔离。
- 标准要求指定测试的共模抑制比(CMRR)稍低于100 dB，某些临床用途要求120 dB。“右腿驱动”等技术有助于降低INA的CMRR要求，但仍需要仔细整体考虑元件和系统设计。
- 粘附于皮肤的电极产生的直流偏置电压可高达 ± 300 mV。测量幅度仅有几mV的目标信号时，该直流偏置电压会有很大影响。
- 系统不能受到附近其他符合AAMI、ISO和IEC标准的医疗设备的影响。系统也不能经交流主电源或其他“外部电缆”发出或“传导”超过IEC 60601-1-2标准的辐射。
- 有必要保护ECG前端系统受到因环境和人为瞬变造成的损害，例如除颤器保护和静电放电(ESD)。
- 在20秒或更长周期内，于0.05 Hz至150 Hz带宽上测量的 μ V(峰峰值)输入噪底限制常常是一大挑战。需要采用各种硬件和软件技术实现所需噪底。

ECG功能框图

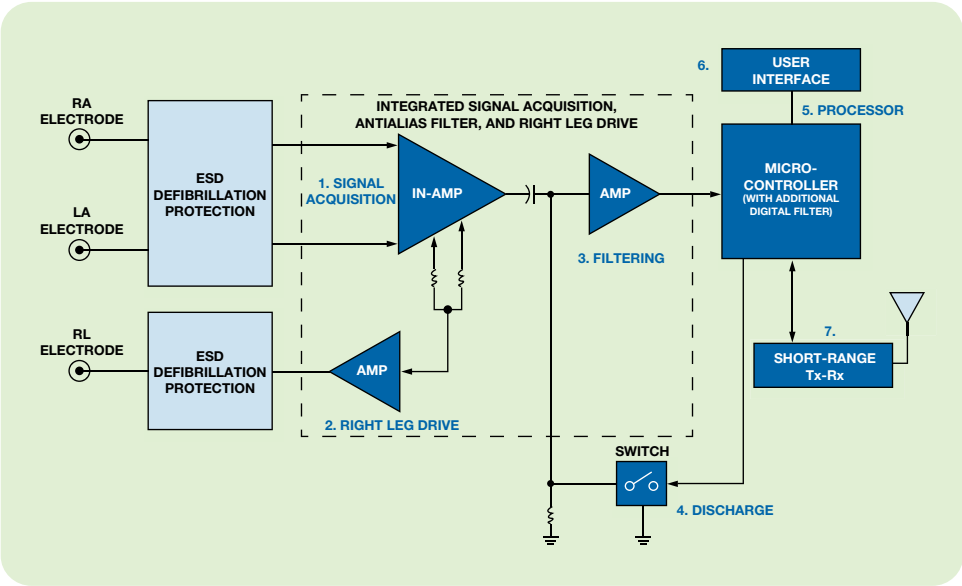
ADI公司为ECG设计提供种类齐全的高性能线性、混合信号、微机电系统(MEMS)和数字信号处理技术。我们的数据转换器、放大器、微控制器、数字信号处理器、MEMS惯性传感器、隔离器和电源管理产品拥有领先的设计工具、应用支持和系统经验作为后盾。

直流耦合式动态监护仪



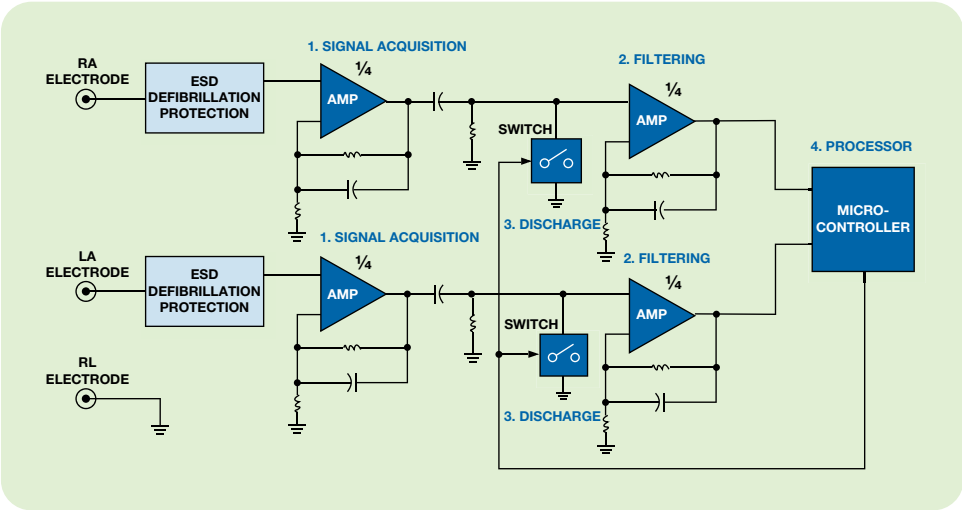
1. 集成AFE	2. ADAS100x 电源	3. 运动检测	4. 处理器	5. 处理器电源	6. 显示器背光	7. 主电源/ 电池(备用)	8.Tx/Rx	9.RF电源
ADAS1000	ADP121/ ADP150/ ADP160	ADXL346/ ADXL345	ADSP-BF523/ ADSP-BF524/ ADSP-BF526/ ADSP-BF527	ADP2108/ ADP2119/ ADP12x/ ADP1707	ADP5501/ ADP5520/ ADP8860/ ADP8870	ADP1612/ ADP2503/ ADP2121/ ADP3050	ADF702x	ADP121/ ADP150

交流耦合式动态监护仪



1. 信号采集	2. 右腿驱动	3. 滤波	4. 放电	5. 处理器	6. 用户接口	7. 短距离无线Tx-Rx
AD822x/ AD8235/ AD62x	AD8613/ AD8538/ AD8642/ AD8607	AD8613/ AD8539/ AD8642/ AD8617	ADG621/ ADG721/ ADG821	ADUC702x	AD7147	ADF7020/ ADF7021/ ADF7025

消费级



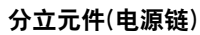
1. 信号采集	2. 滤波	3. 放电	4. 处理器
AD8609/ AD8544/ AD8508/ ADA4505-4	AD8609/ AD8544/ AD8508/ ADA4505-4	ADG621/ ADG721/ ADG821	ADUC702x

注：上述信号链代表ECG设计。模块的技术要求可变化，但下表列出的产品代表满足部分要求的ADI解决方案

交流耦合与直流耦合的比较

比较	交流耦合	直流耦合
信号链	INA和滤波器和ADC(低分辨率ADC~12位)	INA和ADC (24或18位).
优点	高增益；低ADC分辨率(<16位)；对电极直流偏置不敏感；过载恢复慢	硬件简单，较低功耗；过载恢复快
缺点	硬件复杂；功耗较高	低增益(仅INA)；较高ADC分辨率(18位及更高)；软件复杂(滤波)

分立元件(信号链)



推荐的方法是使用心脏仿真器代替。向客户提供医疗电路的危险在于，即使采用电池供电，客户仍有可能将一个示波器连接到电路，导致电路接地，产生不安全状况。

主要产品简介

产品型号	描述	优势
模拟前端 (AFE)		
ADAS1000	低功耗、5电极AFE将右腿驱动放大器、交流和直流导联脱落检测、屏蔽驱动以及呼吸测量、起搏器脉搏检测所需的全部电路集成在单芯片上；低噪声性能(10 μ V峰峰值, 0.05 Hz至150 Hz)；工作功率低至19 mW	该芯片可以针对噪声性能、功耗或数据速率进行优化配置, 适合家用、移动式和临床ECG系统；ADAS1000将有源元件数从50多个减少至仅一个, 大大简化了5电极ECG的设计
ADC		
AD7980	16位、1 MSPS、1.5 LSB (24 ppm) PulSAR差分ADC；与18位版本AD7982引脚兼容	一系列高速、高精度、引脚兼容ADC, 可灵活选择
AD7690/AD7691	18位1.5 LSB INL、250 KSPS PulSAR差分ADC；与400 KSPS版本AD7690引脚兼容	更高分辨率、更低INL, 适合高精度采样系统
放大器		
AD8221/AD8226	高性能仪表放大器；增益 = 1至1000, 高直流和交流CMRR；10 KHz G = 1 (最小)时为80 dB, G =10时为100 dB	高CMMR、单位增益稳定性可改善系统性能
ADA4505-4	10 μ A、轨到轨I/O、零输入交越失真放大器；PSRR: 100 dB(最小值), CMRR: 105 dB(典型值)	适合便携式ECG的更低功耗, 更高PSRR、CMRR可保证更佳的系统性能
AD8235/AD8236	40 μ A低功耗仪表放大器, 采用WLCSP封装, 110 dB CMRR, G = 100	适合便携式及低功耗ECG应用, 例如心率监护仪等等
处理器		
ADuC7xxx	精密模拟微控制器, 12位模拟I/O, ARM7TDMI MCU；ADUC7124/ADUC7126(大闪存/SRAM, 126 KB/32 KB)	SoC, 与信号高度集成, 此外MCU有利于小尺寸应用；存储器更大, 便于数据存储
ADSP-BF592	ADSP-BF592是Blackfin处理器产品系列的低成本入门级处理器, 带400 MHz内核时钟速度和外设集	高数据处理能力和灵活的外设接口, 成本低, 可降低BOM成本
ADSP-BF51x	ADSP-BF51x产品是高度集成的片上系统解决方案, 适合下一代嵌入式网络连接应用, 带400 MHz内核时钟速度和外设集	具有增强的因特网和用户连接功能的低成本、低功耗通用器件
ADSP-BF52x	ADSP-BF52x系列提供良好的可扩展性, 奇数为600 MHz产品, 偶数为400 MHz产品, 具有丰富的外设集和连接选项	集高性能、高能效比、系统集成特性于一体的低功耗处理器, 可以实现高度优化设计
隔离器		
ADuM4160	全速/低速5 kV USB数字隔离器；兼容USB 2.0, 低速及全速: 1.5 Mbps及12 Mbps IEC 60601-1医疗认证	完全兼容IEC60601-1认证的纯USB隔离方法
ADuM220x/ ADuM240x	双通道/四通道, 高隔离电压: 5000 V rms; 增强ESD, 符合IEC 61000-4-x; 低功耗工作: 3 V/5 V; 高速率: 直流至10 Mbps (NRZ)	单芯片, 特别适合要求IEC 60601-1认证隔离以保护患者的医疗应用
ADuM620x	具有集成dc-to-dc转换器的双通道、5 kV隔离器; 5 V/3.3 V输出; 输出功率最高达400 mW; 直流至25 Mbps (NRZ)的速率	高度集成, 易于设计, PCB尺寸减小, 元件数减少, BOM成本降低
RF/IF IC		
ADF702x	高性能工业、科学和医用频段(ISM)和授权频段收发器	允许器件在强干扰下工作, 高灵敏度, 低功耗
电容数字转换器		
AD7147	具有片内环境校准功能的集成式CDC; 13个输入通道, 通过开关矩阵与16位、250 kHz Σ - Δ 型ADC相连	高度集成, 可实现按钮、滚动条、滚轮。传感器仅需一个PCB层, 可实现超薄系统
MEMS加速度计		
ADXL345/ ADXL346	小巧纤薄的超低功耗3轴加速度计, 可以对高达 ± 16 g的加速度进行高分辨率(13位)测量。输出数据为16位格式	非常适合移动器件应用, 例如消费类ECG, 低功耗模式可降低功耗
电源管理		
ADP2302/ ADP2303	2 A/3 A、700 KHz异步降压dc-to-dc开关调节器, 宽输入电压范围: 3.0 V至20 V	外部元件数更少, 适合集成高端MOSFET和集成自举二极管的电路设计
ADP122/ADP123	5.5 V输入, 300 mA低静态电流, CMOS LDO	低静态电流, 适合高精度应用, 简单易用
多路复用器		
ADG14xx	最低导通电阻开关和多路复用器; 25°C时4.7 Ω (最大值)	最低导通电阻可保证信号集成度和质量
基准电压源		
ADR444	带源电流和吸电流的超低噪声、基准电压源; 精度0.15%, 10 ppm/ $^{\circ}$ C(A级)	提供吸电流和源电流能力, 简化驱动器电路; 低温漂和高精度有利于ADC采样性能

欲查看其他ECG资源、工具和产品信息, 请访问:

www.analog.com/zh/healthcare/ECG

欲申请样片, 请访问:

www.analog.com/zh/sample

ADI病人监护仪中的典型模块

脉搏血氧仪解决方案

脉搏血氧仪系统原理和典型架构

脉搏血氧仪以非介入方式测量血液中的含氧量，它以完全饱和水平的百分比来衡量，用单一数值来表示，即所谓血氧饱和百分比，常常称之为SpO₂。该测量基于血液中血红蛋白的光吸收特性。在可见光谱和近红外光谱内，含氧血红蛋白(HbO₂)与脱氧血红蛋白(Hb)具有不同的吸收曲线。Hb吸收的红光频率的光线较多，红外光(IR)频率的光线较少。HbO₂则相反，吸收的红光频率的光线较少，红外光(IR)频率的光线较多。红光和红外光LED尽可能相互靠近，通过人体中的单一组织位置透射光线。红光和红外光LED采用时间复用处理来透射光线，因此不会相互干扰。环境光线经过估算后，从红光和红外光信号中减去。一个能够响应红光和红外光的光电二极管接收光线，然后由一个跨导放大器产生与所接收光线强度成比例的电压。光电二极管接收的红光与红外光的比值用于计算血液中的氧气百分比。根据血液流动的脉冲特性，还会在测量周期中确定并显示脉搏率和强度。

脉搏血氧仪包括发射路径、接收路径、显示和背光、数据接口以及音频报警。发射路径包括红光LED、红外光LED和用于驱动LED的DAC。接收路径包括光电二极管传感器、信号调理、模数转换器和处理器。

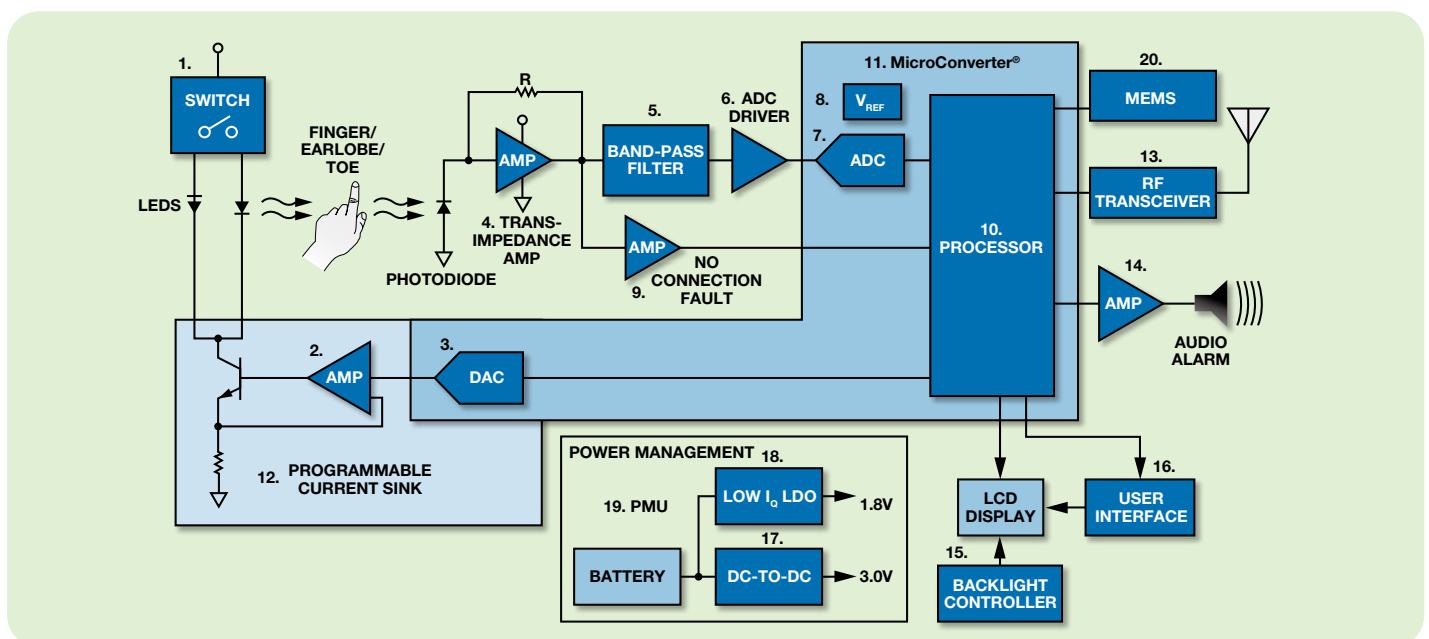
脉搏血氧仪系统设计考虑和主要挑战

设计脉搏血氧仪系统时，需要解决多个难题，如低血流灌注、运动和皮肤湿度、杂散光干扰、碳氧血红蛋白和高铁血红蛋白干扰等。

- 低血流灌注(小信号水平)。光电二极管测量需要宽动态范围和低噪声增益的信号调理，以便捕捉脉搏事件。发射和接收路径需要具有高分辨率DAC的高质量、低噪声LED驱动电路和具有高分辨率ADC的高精度模拟前端电路。
- 运动和皮肤湿度。运动会引起伪像，这可以通过软件算法来解决，或者利用ADXL345等加速度计来检测并解决。
- 杂散光干扰。使用光电二极管来响应红光和红外光，它很容易受环境光干扰。因此，用于过滤出红光和红外光目标信号的算法非常重要，这意味着信号处理更加复杂。这种情况下，需要使用具有更高信号处理能力的DSP。
- 碳氧血红蛋白和高铁血红蛋白。一氧化碳(CO)很容易与血红蛋白结合，使血液变得更像红色HbO₂，导致测得的SpO₂值虚高。血红素基中的铁处于异常状态，无法携带氧(Fe+3而不是Fe+2)，导致血红蛋白减少，SpO₂读数虚低。使用更多波长可以提高精度，但这需要更高性能的数字处理DSP。处理时间至关重要。

脉搏血氧仪功能框图

ADI公司为脉搏血氧仪设计提供种类齐全的高性能线性、混合信号、MEMS和数字信号处理技术。我们的数据转换器、放大器、微控制器、数字信号处理器、RF收发器和电源管理产品以领先的设计工具、应用支持和系统经验作为后盾。



主要产品简介

产品型号	描述	优势
ADC		
AD7980	16位、1 MSPS、1.5 LSB (24 ppm) PulSAR差分ADC; 与18位版本AD7982、AD7986 (2 MSPS)引脚兼容。	高速、高精度; 引脚兼容的系列产品可供灵活选择
AD7685	16位、最大2 LSB INL、250 kSPS PulSAR差分ADC; 与18位版本AD7691引脚兼容	更高分辨率、更低INL, 适合高精度采样系统
Amplifiers		
AD8605	低噪声: 8 nV/√Hz; 低输入偏置电流: 最大1 pA; 低失调电压: 最大65 μV; 高开环增益: 1000 V/mV	低噪声、低偏置电流、低失调电压和高增益有助于提高系统性能
AD8065	低噪声: 7 nV/√Hz (f = 10 kHz)和0.6 fA/√Hz (f = 10 kHz), FET输入, 1 pA输入偏置电流; 电压范围: 5 V至24 V	低噪声、低偏置电流和高输入阻抗有助于实现高性能的电流到电压转换
ADA4841	低宽带噪声: 2.1 nV/√Hz和1.4 pA/√Hz; 低1/f噪声: 7 nV/√Hz @ 10 Hz和13 pA/√Hz @ 10 Hz; 轨到轨输出	适合用作ADC驱动器, 容性负载驱动能力高达10 pF; 低噪声适合小信号调理
DAC		
AD5541/ AD5542	全16位性能, 1 LSB INL精度, 1.5 MSPS更新速率, 1 μs建立时间; 无缓冲输出能够驱动60 kΩ负载	低噪声和低功耗适合高性能便携式应用
AD5398	10位DAC, 120 mA输出吸电流能力, 31 kSPS更新速率, 250 μs建立时间	较高的吸电流能力, 集成电流检测电阻, 简化SpO2发射电路应用
Processor		
ADuC7xxx	精密模拟微控制器; 12位模拟I/O; ARM7TDMI MCU; 40 MIPS MCU速度	SoC, 与信号高度集成, 此外MCU有利于小尺寸应用; 存储器更大, 便于数据存储
ADSP-BF592	ADSP-BF592是Blackfin处理器产品系列的低成本入门级处理器, 提供400 MHz内核时钟速度和丰富的外设集	强大的数据处理能力和灵活的外设接口, 成本低, 可降低BOM成本
ADSP-BF51x	ADSP-BF51x产品是高度集成的片上系统解决方案, 适合下一代嵌入式网络连接应用, 提供400 MHz内核时钟速度和丰富的外设集	具有增强的因特网和用户连接功能的低成本、低功耗通用器件
ADSP-BF52x	ADSP-BF52x系列提供良好的可扩展性, 奇数型号为600 MHz产品, 偶数型号为400 MHz产品, 具有丰富的外设集和连接选项	集高性能、高效率、高系统集成度于一体的低功耗处理器, 可以实现高度优化的设计
Voltage Reference		
ADR43x	超低噪声基准电压源, 具有吸电流和源电流能力; A级: 0.15%精度和10 ppm/°C	吸电流和源电流; 简单的驱动器电路; 低漂移和高精度有利于提高ADC采样性能
MEMS accelerometer		
ADXL345/ ADXL346	小巧纤薄的超低功耗3轴加速度计, 可以对高达±16 g的加速度进行高分辨率(13位)测量; 输出数据为16位格式	非常适合移动设备应用, 例如SpO2运动检测; 低功耗模式可降低功耗
Capacitance to Digital Converter		
AD7147	含片内环境校准的集成CDC; 13个输入通道, 通过开关矩阵与16位、250 kHz Σ-Δ型ADC相连	高集成度, 可实现按钮、滚动条和滚轮; 传感器仅需一个PCB层, 可实现超薄系统。
Audio Power Amplifiers		
SSM2211	1.5 W输出; 高度稳定的相位裕量: >80度; 低失真: 0.2% THD + N @ 1 W输出; 宽带宽: 4 MHz	低失真音频功率放大器, 适合音频应用; 可在低至1.75 V的电压下继续工作, 适合电池应用
Backlight Driver		
ADP5520	带I/O扩展器的背光驱动器, 高效率异步升压转换器最多可驱动6个白光LED	能够控制滚动条背光强度、开关时序、调光, 从而节省宝贵的电池电力
RF/IF ICs		
ADF702x	高性能ISM和授权频段收发器	允许器件在强干扰下工作, 高灵敏度, 低功耗
Power Management		
ADP2503	600 mA、2.5 MHz降压-升压DC/DC转换器, 38 μA典型静态电流	电路设计所需的外部元件更少、电感更小, 适合便携式应用
ADP121	5.5 V输入, 150 mA低静态电流, CMOS LDO	低静态电流, 适合高精度应用, 简单易用
ADP2140	5.5 V输入、3 MHz、600 mA、低静态电流降压转换器和300 mA LDO调节器	集成开关调节器和LDO, 易于使用

脉搏血氧仪参考电路

参考电路是经过特别设计和测试的子系统级构建模块，方便设计人员轻松快捷地实现系统集成。

- 利用10 μ A零输入交越失真运算放大器 ADA4505-2、精密分流基准电压源ADP1581和双通道单刀双掷开关ADG1636，实现高精度、低功耗、低成本脉搏血氧仪红外光和红光LED的电流测量(CN0125)—www.analog.com/zh/CN0125

设计工具

ADIsimOpAmp：放大器参数评估工具

www.analog.com/zh/ADIsimOPAmp

欲查看其他脉搏血氧仪资源、工具和产品信息，请访问：

www.analog.com/zh/healthcare/pulse-oximetry

欲申请样片，请访问：

www.analog.com/zh/sample

运动监测解决方案

运动监测概述

随着整体医疗保健成本的增加，人们开始越来越重视个人健康管理，并借此积极减少产生健康问题的风险，医生数量和医院门诊次数也由此减少。追踪个人的日常运动情况日渐流行，很大程度上是由于其不仅简便易行，而且对促进健康的生活方式收效显著。监控器和跌倒检测器是两种典型的运动监测设备，前者如计步器，它可以追踪行走、跑步和锻炼活动，通过计步，可以确定消耗的卡路里数；后者主要用来监护老年人，用作提供报告以及防止跌倒。除了独立的运动监测设备之外，各种新兴的家庭医疗保健设备也集成了运动监测功能。

ADI公司是康体佳
健康联盟的成员



Continua
HEALTH ALLIANCE

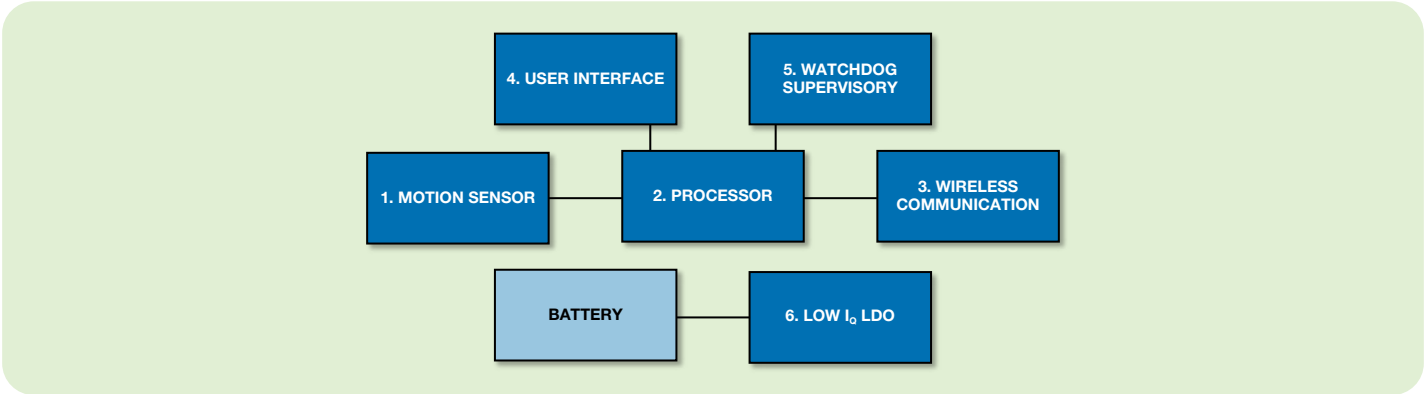
运动监测系统设计和主要挑战

以上所谈到的市场趋势源于以下需求的驱动：降低医疗保健整体成本的同时，改善病人诊断、护理和舒适度。高性能个人医疗保健设备必须能够满足与医院或临床应用设备相同的一些要求，例如确保可靠操作的故障自动防护安全特性以及便于使用的人机界面。这些个人医疗保健设备同时具有影响设计的其他附加要求，包括低功耗、小尺寸、由环境条件决定的测量灵敏度、工业标准有线或无线通信，以及较低的系统总体成本。测量项目会越来越多，测量难度也会越来越大。传感器(例如3D轴加速度计)是其中的关键器件。算法是另一个关键因素。

- 功耗：一般而言，运动监测应用设备采用便携方式，甚至集成至其他某些便携式和手持式设备中，这就意味着通常电池供电是一项基本要求。因此，设计人员必须考虑整个系统的功耗，不仅要选择低功耗的器件，还要考虑器件是否具有可以节省系统功耗的内置功能，例如，具有活动和静止检测中断功能的加速度计可以用作运动开关，对系统进行上电和关断，嵌入式FIFO可以增加休眠时间以便数据处理。有些复杂的设计有时还需要权衡功耗和性能。
- 精度：尽管有些运动监测设备不用于诊断功能，但同样需要高精度传感器、调理电路和优化算法以实现高精度测量。例如，在计步器应用中，良好的精密性能可以避免在用户慢速行走时发生漏计。在针对老年人的跌倒检测器应用中，错误的测量和判断可能会导致错误报警，或者在产生重要后果时漏报警。
- 小型化：大多数运动监测设备都需要满足低功耗和高精度，此外，设计人员还需要考虑设计的小型化，以满足便携要求，并且能够集成至其他具有运动监护功能模块的设备中，这就需要设计人员选择高集成度的电子器件。
- 算法：硬件设计是运动监护应用的关键因素，此外，优化算法也是设计人员面临的一大挑战。实现兼顾测量、监护和通信的系统功能有很多设计技巧。软件开发通常比硬件开发需要更多的设计时间。

ADI公司的产品和解决方案在功耗、精度和集成度方面均处于领先地位，设计人员可以采用较小、精度较高、成本较低且更为便携的解决方案，而性能与其他器件不相上下。进一步发展的挑战是继续推动系统级而非器件级解决方案，ADI能够提供结合硬件设计和软件算法的完整演示系统。例如，ADI自主或与其第三方共同开发了完整的解决方案，可用于计步器、跌倒检测和其他运动监测解决方案及演示系统，某些客户可以通过这些方案减少其系统设计周期。

典型运动监护仪功能框图



1. 运动传感器 (MEMS)	2. 处理器 (MCU/DSP)	3. 无线 (ISM频段收发器)	4. 用户接口 (电容数字控制器)	5. 看门狗/监控器	6. LDO
ADXL346/ ADXL345/ ADXL335	ADuCRF101/ ADuC7124/ ADuC7126/ ADSP-BF592	ADuCRF101/ ADF7023/ ADF7242	AD7147/ AD7147A/ AD7148/ AD7156	ADM13305/ ADM1184/ ADM6320/ ADM1813	ADP121/ ADP122/ ADP150/ ADP323

注：上图所示信号链代表一个典型的运动监测解决方案。各模块的技术需求各不相同，表中所列产品代表可满足上述部分要求的 ADI 解决方案

主要产品简介

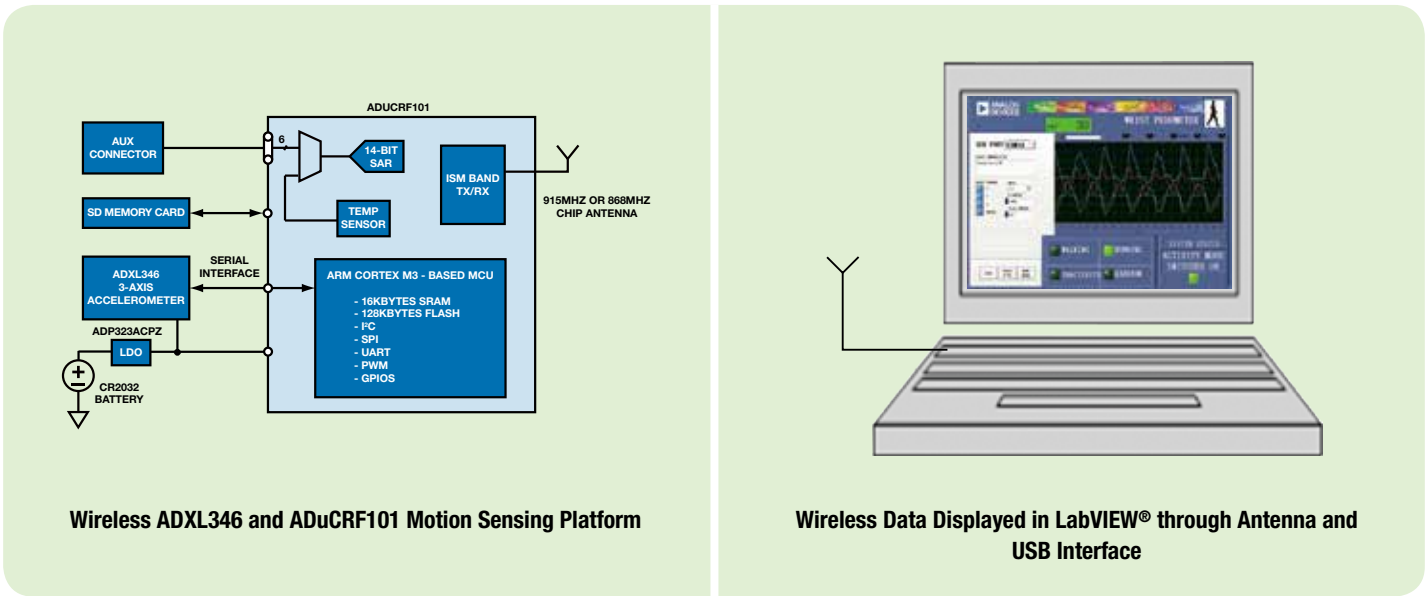
产品型号	描述	优势
MEMS加速度计		
ADXL346	小巧纤薄的超低功耗3轴加速度计, 可以对高达±16 g的加速度进行高分辨率(13位)测量; 输出数据为16位格式; 电源电压为1.7 V至2.75 V	非常适合移动器件应用, 例如消费类ECG, 低功耗模式可降低功耗; 低工作电压可延长电池寿命
ADXL345	小巧纤薄的超低功耗3轴加速度计, 可以对高达±16 g的加速度进行高分辨率(13位)测量; 输出数据为16位格式; 电源电压为2.0 V至3.6 V	非常适合移动设备应用, 例如运动监测,消费类ECG, 低功耗模式可降低功耗
精密模拟微控制器		
ADuCRF101	一款全集成SoC解决方案, 集成有能效的431 MHz至464 MHz和862 MHz至928 MHz内部UHF收发器、低功耗ARM Cortex-M3内核与Flash/EE存储器; 该收发器在接收模式下功耗仅12.8 mA, 同时保持典型的灵敏度: 38.4 Kbps时-107.5 dB (2FSK); 发射模式同样节能。根据用户编程的RF功率水平不同, 电源电流最低可达9 mA; 该设备由3.6 V电池直接供电, 并利用自主包处理器最大限度减小无线通信期间的系统电流消耗	这是一种高度集成的片上系统(SoC), 非常适合便携式设备, 具有低功耗, 可延长电池寿命, 并且便于集成至其他设备

主要产品简介 (续)

产品型号	描述	优势
处理器		
ADuC7xxx	精密模拟微控制器, 12位模拟I/O, ARM7TDMI MCU; ADUC7124/7126 (大容量闪存/SRM, 126 kB/32 kB)	SoC, 模拟信号处理高度集成, 此MCU有利于小尺寸应用; 存储器大, 便于数据存储
ADSP-BF592	ADSP-BF592是Blackfin处理器产品系列的低成本入门级处理器, 带400 MHz内核时钟速度和外设集	高数据处理能力和灵活的外设接口, 成本低, 可降低BOM成本
电容数字转换器		
AD7147	具有片内环境校准功能的集成式CDC; 13个输入通道, 通过开关矩阵与16位、250 kHz Σ - Δ 型ADC相连	高度集成, 可实施按钮、滚动条、滚轮。传感器仅需一个PCB层, 可实现超薄系统
RF和IF IC		
ADF702x	高性能ISM和其他授权频段收发器	允许器件在强干扰下工作, 高灵敏度, 低功耗
电源管理器		
ADP323	1.8 V至5.5 V输入范围、三通道、200 mA、低噪声、高PSRR电压调节器、可调输出LDO	集高电源抑制比(PSRR)、低噪声、低静态电流和低压差于一体, 可延长便携式设备的电池使用时间, 非常适合对性能和电路板空间要求严苛的无线应用
ADP122/ ADP123	5.5 V输入, 300 mA低静态电流, CMOS LDO	低静态电流, 适合高精度应用, 简单易用
ADP150	一款超低噪声(9 μ V)、低压差线性调节器, 采用2.2 V至5.5 V电源供电, 最大输出电流为150 mA	在150 mA负载下压差仅为105 mV, 不仅可提高效率, 而且能使器件在很宽的输入电压范围内工作; 低噪声适用于高精度系统电源

演示系统

功能全面的3轴加速度计和无线计步器演示系统采用MEMS惯性传感器、集成ARM Cortex M3和ISM频段收发器的精密模拟微控制器和软件算法，能够有效检测各种使用情况下的真实步数，例如计步器放在口袋、臀部和脚踝处等情况。ADI公司的MEMS能够实现更精确地检测步数，测量距离、速度以及简单调整当前设计即可获得所消耗的卡路里数，并且误检率更低。



注：欲了解有关完整演示系统的更多信息，请直接与ADI公司联系。

要查看其他家庭医疗保健资源、工具和产品信息，请访问：
www.analog.com/zh/healthcare

要申请样片，请访问：www.analog.com/zh/sample

ADI公司医疗超声解决方案

医疗超声系统原理和典型架构：

超声系统可以通过向人体发射声学能量，然后接收并处理回波，从而产生内部器官和结构的图像，绘制血液流动和组织运动图，以及提供高度精确的血流速度信息。

超声系统包括传感器、高压开关、高压发射电路、发射(Tx)/接收(Rx)开关、接收通道模拟前端(AFE)、波束形成器、波束形成后的数字信号处理电路、显示处理电路和外设。AFE包括低噪声放大器(LNA)、可变增益放大器(VGA)、抗混叠滤波器(AAF)和模数转换器(ADC)。波束形成分为两类：数字波束形成和模拟波束形成，分别用于不同应用。

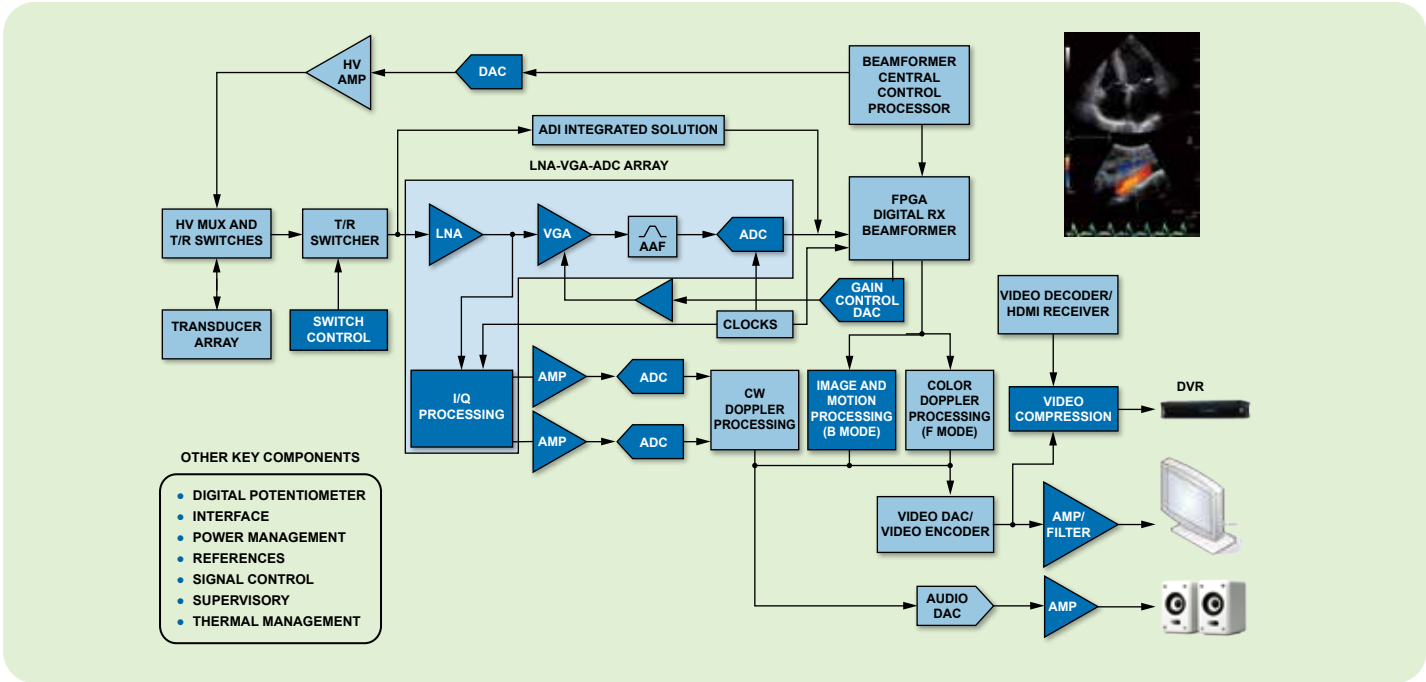
医疗超声系统设计考虑和主要挑战：

- 接收AFE电路性能，如噪声性能、信噪比(SNR)和动态范围(DR)等。高端系统动态范围的典型要求如下：B模式70 dB，PWD（脉冲波多普勒）130 dB，CWD（连续波多普勒）160 dB。
- 发射电压。为提高信号穿透率以及进行谐波成像，需要较高的发射电压。声功率随着发射电压增大而提高，但发射电压不能超过美国食品和药品管理局(FDA)等机构规定的安全要求的限制。
- 波束形成器的复杂度。要达到很高的图形质量，必须有大量的波束形成通道。高复杂度进而导致高功耗，并且需要更多成像空间来实施。
- 散热。随着设备向小型化发展，尤其是以提升图像质量为目标时，散热问题变得很重要。

以前，实现超声成像系统需要大量高性能发射电路和接收电路，由此产生的是庞大且昂贵的推车式系统。最近，集成技术的进步使得系统设计人员能够采用尺寸更小、成本更低、更便携的成像解决方案，而其性能则接近推车式系统。持续的技术进步要求既能不断促进这些解决方案集成，同时还提高其性能和诊断能力。

ADI公司的整体解决方案：

ADI提供种类丰富的放大器、数据转换、信号处理和电源管理解决方案供用户选择，可以使推车式和便携式超声设备达到最佳图像质量，并降低功耗和成本。此外，为支持客户的设计和开发，ADI还提供评估板、Gerber文件、仿真工具和专业的应用技术支持。



注：上述信号链代表医疗超声系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的 ADI 解决方案。

主要产品简介(续)

产品型号	描述	优势
集成模拟前端(AFE) (续)		
AD9670	八通道, 0.78 nV/√Hz @ 21.6 dB Vn RTI LNA与45 dB VGA、具有8 MHz至18 MHz或13.5 MHz至30 MHz LPF和HPF的AAF, 以及14位、10 MSPS至125 MSPS的ADC; 40 Msps时每通道功耗为13 0mW, 提供数字解调器和抽取器用于处理数据和降低带宽, 还提供具有可编程相位旋转的I/Q解调器	低成本、低噪声、高分辨率、小尺寸、降低波束形成器和处理器的FPGA I/O与运算速度
AD9671	八通道, 0.78 nV/√Hz @ 21.6 dB Vn RTI LNA与45 dB VGA、具有8 MHz至18 MHz或13.5 MHz至30 MHz LPF和HPF的AAF, 以及14位、10 MSPS至125 MSPS的ADC; 40 Msps时每通道功耗为130 mW, 提供数字解调器和抽取器用于处理数据和降低带宽, 还提供具有可编程相位旋转的I/Q解调器	四个可配置5 Gbps串行JESD204B CML数据线路提供接口, 用于进一步数据处理; 减少FPGA I/O和器件的数量
LNA		
AD8432	双通道超级噪声放大器, Vn RTI=0.85 nV/√Hz @ 12.04 dB, G=12.04 dB、18.06 dB、21.58 dB和24.08 dB, 带宽=200 MHz @ 12.04 dB	低功耗、低噪声, 具有可选增益和有源阻抗匹配
VGA		
AD8332/ AD8334	超低噪声48 dB VGA, 具有前置放大器和可编程输入阻抗Rin; Vn RTI= 0.74 nV/√Hz ; In RTI= 2.5 pA/√Hz , 带宽=100 MHz	精确的增益线性dB、出色的增益匹配和带宽一致性 适合超声应用
I/Q解调器		
AD8333/ AD8339	DC至50 MHz、四通道I/Q解调器和移相器; 各输出提供16个相位选择 (每步22.5°) 双通道版本: AD8333	市场上唯一的独立超声CW I/Q解调器
ADC		
AD7982	18位、1 Msps、7 mW、PulSAR差分ADC; 与18位版本引脚兼容: AD7984 (1.33 Msps)、AD7986 (2 Msps)和16位版本: AD7980 (1 Msps)	高速、高精度; 针对超声CW通道应用可灵活选择引脚兼容系列产品
AD9257	八通道、12位、65 Msps、串行LVDS ADC; 与12位版本AD9637引脚兼容; 四通道12位版本AD9253	小尺寸封装; 针对超声TGC通道应用可灵活选择引脚兼容系列产品
放大器		
ADA4897/ ADA4896	低宽带噪声: 1 nV/√Hz和2.8 pA/√Hz; 低1/f噪声: 2.4 nV/√Hz @ 10 Hz, 80 mA输出电流, 轨到轨输出	适用于超声CW通道I/V、求和与ADC驱动器应用
ADA4841	低宽带噪声: 2.1 nV/√Hz和1.4 pA/√Hz; 低1/f噪声: 7 nV/√Hz @ 10 Hz和13 pA/√Hz @ 10 Hz; 轨到轨输出	适用于ADC驱动器, 低噪声适合小信号调理
ADA4938	低噪声: 2.1 nV/√Hz, 超低失真: -106 dBc HD2 @ 10 MHz, 高速差分放大器	适合超声TGC增益控制差分驱动器电路
Tx DAC		
AD9106	四通道、12位、180 Msps DAC, 集成4096 × 12片上模式存储器, 用于复杂波形生成, 具有一个输出直接数字频率合成器(DDS)和SPI接口, 用于配置和加载波形数据; 相位噪声 @ 1 kHz输出, 180 MSPS, 8 mA: -140 dBc/Hz	适合超声线性发射信号波形生成, 以及发射波束生成器 小尺寸, 低功耗
DAC		
AD5424/ AD5433/ AD5445	AD5424/AD5433/AD54451分别是CMOS 8/10/12位电流输出DAC; 更新速率: 20.4 Msps	适合超声TGC增益控制电路
AD9706	12位电流输出DAC, 更新速率: 175 Msps; 与8/10/14位版本引脚兼容: AD9704/AD9705/AD9707	适合超声TGC增益控制高速差分电路
模拟开关		
ADG714	八通道SPST (单刀单掷) 开关, 通过三线式串行接口控制, 0.6 Ω导通电阻平坦度。ton = 35 ns (典型值) , toff = 11 ns (典型值)	低导通电阻和快速开关功能保证信号完整性
ADG619	单刀双掷(SPDT)开关, 0.8 Ω (最大) 导通电阻平坦度。ton = 80 ns (典型值) , toff =45 ns (典型值)	低导通电阻和快速开关功能保证信号完整性
时钟		
ADCLK8xx/ ADCLK9xx	多输出扇出缓冲器, 针对低抖动、低功耗工作进行了优化。加性宽带抖动小于500 fs	非常适合低抖动超声时钟分配
AD951x/ AD952x	多路输出时钟分配功能, 具有亚皮秒级抖动性能, 并且集成片内PLL和VCO	非常适合低抖动超声时钟分频和分配
音频放大器		
SSM2356	采用5.0 V电源供电时, 能够以2 × 2 W功率驱动4 Ω负载, 以2x1.4 W功率驱动8 Ω负载; 总谐波失真小于1%; 效率为92% (5.0 V、以1.4 W功率驱动8 Ω扬声器), SNR为103 dB	高效率, 低失真, 适合超声多普勒音频输出
音频DAC		
ADAU1361	低功耗立体声音频编解码器, 支持立体声48 kHz录音和回放, 功耗为14 mW; 24位立体声音频ADC和DAC: >98 dB SNR	适合超声多普勒音频应用

主要产品简介(续)

产品型号	描述	优势
视频DAC		
ADV739x	ADV739x为单芯片高速视频编码器系列。三个2.7 V/3.3 V 10位视频DAC支持标清(SD)或高清(HD)视频格式的复合(CVBS)、S视频(YC)或分量(YPrPb/RGB)模拟输出	适合超声图像显示和视频应用
ADV7125	单芯片、三通道、高速数模转换器。内置三个带互补输出的8位视频DAC、一个标准TTL输入接口以及一个高阻抗、模拟输出电流源	适合超声图像显示中的模拟VGA输出
电源管理		
ADP2114	2.75 V至5.5 V输入、双通道2 A/单通道4 A、可配置同步降压DC-DC稳压器与双通道3 A版本引脚兼容: ADP2116	低噪声和同步功能适合超声应用
ADP3338	2.7 V至8 V输入, 1A输出电流, 190 mV超低压差LDO; 与1.5 A版本引脚兼容: ADP3339	低压差和大输出电流适合超声应用
ADP1740	1.6 V至3.6 V输入, 2A输出电流, 160 mV超低压差LDO, 具有7种固定输出电压选项, 与可调版本引脚兼容: ADP1741	低压差和大输出电流适合超声应用
ADM106x	可配置电源监控/时序控制器件, 针对多电源(最多10个)系统中的电源监控和时序控制提供一种单芯片解决方案	适合超声系统电源时序控制和监控

设计工具

模拟前端(AFE)

- AD9272/AD9273/AD9276/AD9277/AD9278/AD9279和AD9670/AD9671评估板, 提供原理图和PCB布局Gerber文件
- 高速FPGA数据采集板(HSC-ADC-EVALCZ)
- VisualAnalog软件
- AFE SPI接口软件(SPI Controller)
- AD927x配置工具
- ADIsimADC建模工具
- AD9279/AD9278/AD9273 BGA PCB布局Gerber文件
- AD8331/AD8332/AD8334评估板, 提供原理图和PCB布局Gerber文件
- AD8333/AD8339评估板, 提供原理图和PCB布局Gerber文件

时钟

- ADIsimCLK建模工具
- AD951x/AD952x评估软件和评估板

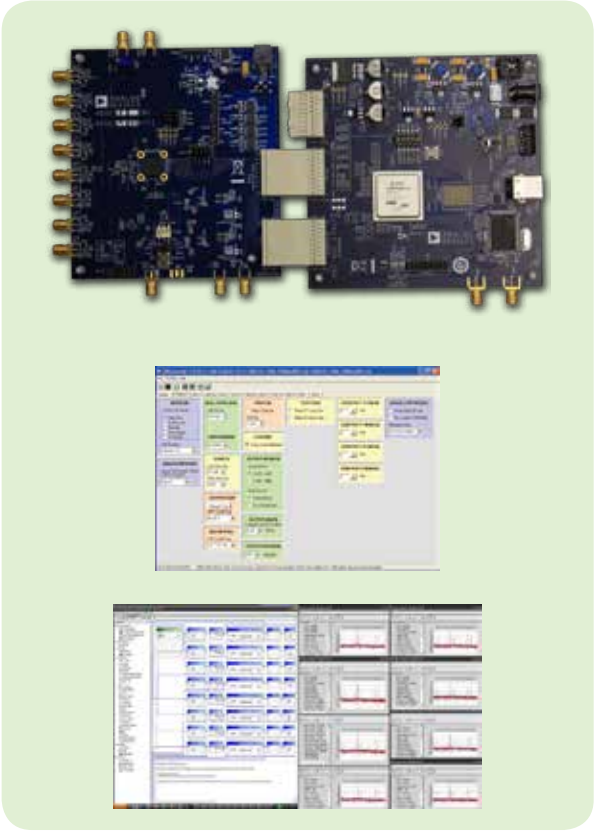
电源管理

- ADIsimPower
- 评估板

更多医疗超声资源、工具和产品信息, 请访问:

www.analog.com/zh/Healthcare

样片申请, 请访问: www.analog.com/zh/samples



ADI的核磁共振成像(MRI)解决方案

MRI系统原理和典型架构

核磁共振成像是一种无创成像技术，用于生成人体解剖和功能性图像，且无电离辐射。MRI生成的图像具有出色的软组织对比度，对于神经病学、肌肉骨骼、心血管和肿瘤学成像尤其有用。从水分子或脂肪分子中的氢原子核中检测信号，信号的采集以核磁共振现象为基础，核磁共振指核自旋与磁场之间的交互作用。信号定位通过应用磁场的线性梯度来实现。

磁体、梯度系统和射频(RF)系统通过与计算机系统连接，在不同的电子元件之间实现通信，进行复杂的交互，生成MR图像。梯度线圈用于对MR信号进行三维定位(x、y和z)。这些线圈通过一个由梯度控制模块控制的高功率放大器进行操作。射频系统主要起两个作用。其一是将射频能量发射到需要成像的组织上，另一作用是接收组织受能量影响后产生的射频信号。射频发射器含有四个主要元件：频率合成器(DAC或DDS)、可选的射频数字包络(混频器)、高功率放大器和射频线圈。射频接收器含有射频线圈、前置放大器(LNA)、可选的解调器(混频器)、带通滤波器、进一步放大(VGA)和模数转换器(ADC)。

MRI系统设计考虑和主要挑战

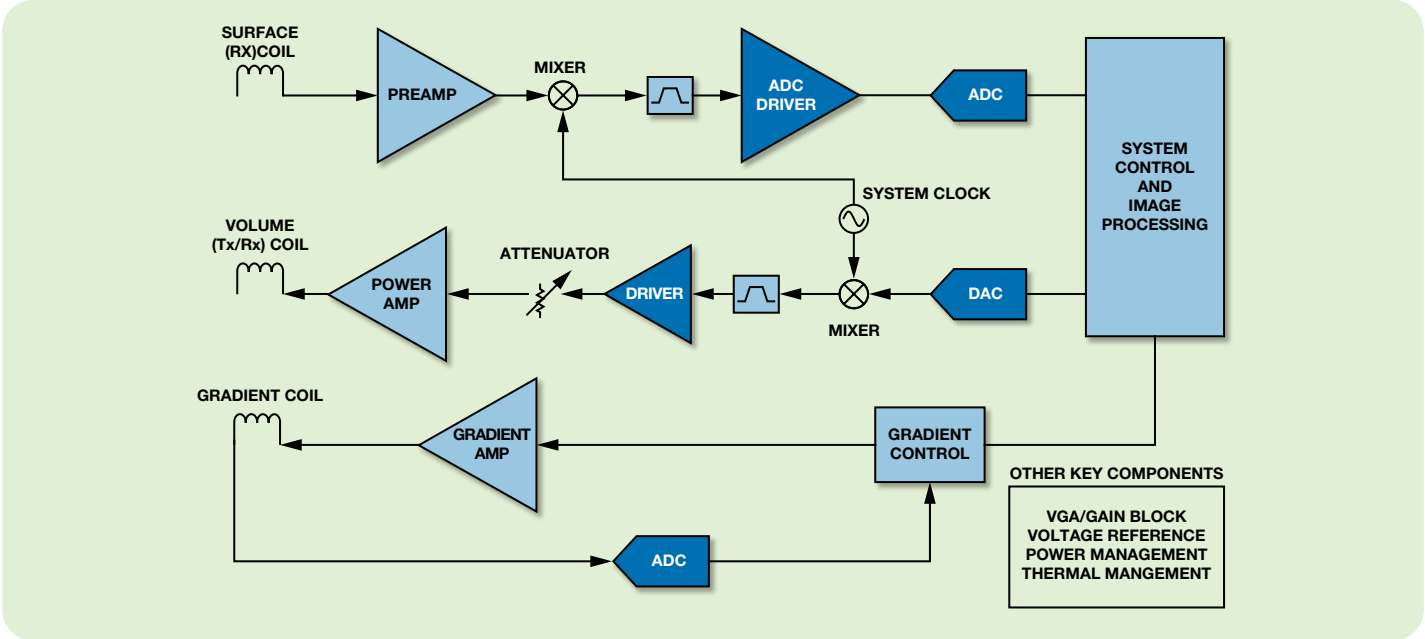
- 在MRI系统设计中，低噪声性能始终是首要考虑因素。射频发射路径(Tx)、射频接收路径(Rx)和梯度控制路径都需要超低的本底噪声，因此，在MRI系统的所有信号链中，必须选择低噪声放大器、较高分辨率的DAC和ADC以及低相位噪声时钟源。从系统角度来看，动态范围应大于90 dB，失真应优于-40 dBc，接收器的总噪声系数应低于1 dB或者接近0.5 dB。为了获得这样的系统性能，LNA的典型噪声系数应低于0.5 dB，Rx需要使用16位ADC，Tx需要使用16位Tx-DAC。
- 快速响应时间(数毫秒)和超精准控制对梯度控制至关重要。由于梯度放大器电流可能高达1000 A，而且必须达到1 mA的控制精度(其数量级为1 ppm)，因此，模拟梯度控制需要精密型DAC，而数字梯度控制则需要精度超高的ADC(21 ENOB左右)。
- 磁体质量方面的首要考虑因素是一致性或均匀性。典型的MRI系统在成像区域的变化必须小于10 ppm。为了防止不一致导致图像失真，许多MRI系统采用匀场线圈进行校正。

在传统的MRI系统中，接收(Rx)电子元件位于房间外面，低电平模拟信号从线圈组通过很长的同轴电缆发送至接收电子元件，易受到干扰。近来，高速和高分辨率ADC的发展(小尺寸、低功耗、非磁性封装)，使系统设计师们可以通过光纤链路将接收电子元件的更多通道移到房间内部，结果减少了系统受到的干扰，提高了系统扫描速度，而且提升了系统成像质量。

ADI公司的整体解决方案

ADI提供大量的放大器、数据转换、信号处理和电源管理解决方案供用户选择，使MRI设备达到最佳图像质量，并降低功耗和成本。此外，ADI还提供评估板、仿真工具和应用专业技术，为客户的设计和开发工作提供支持。

主信号链



注：上述信号链代表 MRI 系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的 ADI 解决方案。

混频器	VGA	增益模块	ADC驱动器	ADC (Rx)	ADC (梯度)	放大器	
ADL5801/ADL5350/ AD8342/AD8343	AD8367/AD8366/ ADL5201/ADL5202	ADL5535/ADL5536	ADL5562/ADA4937-1/ ADA4938-1/AD8352	AD9653/AD9650/ AD9446/AD6655/ AD6649/AD9461	AD7760	AD8675/ AD8676	
DAC (Tx)	DAC (梯度)	时钟	PLL	温度传感器	开关	基准电压源	电源
AD9142/AD9122/ AD9957/AD9788	AD5791/AD5781	AD952x/AD951x/ ADCLK8xx/ADCLK9xx	ADF4002/ADF4351/ ADF4350/ADF4360-8	ADT7310/ADT7410/ ADT7320/ADT7420	ADG9xx	ADR44x/ADR43x/ ADR42x	ADP2116/ADP2114/ ADP2386/ADP2384/ ADP7102/ADP7104/ ADP150/ADP151

主要产品简介

产品型号	描述	优势
混频器		
ADL5801	高IP3有源混频器，27 dBm输入IP3，12.5 dBm输入P1 dB，1.5 dB功率增益和9.75 dB SSB噪声系数	宽带RF、LO和中频端口、单通道上/下变频器
AD8342	LF至3 GHz有源混频器，22.7 dBm输入IP3，8.3 dBm输入P1 dB，3.7 dB转换增益和12.2 dB噪声系数，0 dBm LO驱动。	宽带宽及低交调失真和噪声系数
VGA		
ADL5201	31.5 dB范围可编程中频VGA。-11.5 dB至+20 dB增益范围，0.5 dB步长，7.5 dB噪声系数(最大增益)，OIP3 > 50 dBm (200 MHz时)，-3 dB带宽700 MHz，双通道版本：ADL5202	宽输入动态范围，高性能功率模式，带关断控制
AD8367	500 MHz、线性dB VGA，内置AGC检波器；模拟可变增益：- 2.5 dB至+42.5 dB，缩放比例为20 mV/dB	增益上/下模式，内置片内、平方律检波器
AD8366	直流至600 MHz，双通道数字VGA。增益范围： 4.5 dB至20.25 dB，步长为0.25 dB；11.4 dB @ 10 MHz (最大增益)，18 dB (最小增益)，HD2/HD3 >90 dBc(针对2 V p-p输出，10 MHz，最大增益)，OIP3: 45 dBm@10 MHz	低噪声和低失真。出色的无杂散动态范围，适用于驱动高分辨率ADC

主要产品简介(续)

产品型号	描述	优势
增益模块		
ADL5535	20 MHz至1.0 GHz中频增益模块, 固定增益为16 dB。OIP3: 45.5 dBm @ 190 MHz 45.5 dBm @ 380 MHz, 噪声系数: 3.2 dB @ 190 MHz, 3.3 dB @ 380 MHz, P1 dB为18.9 dBm @ 190 MHz; 与20 dB增益版本引脚兼容: ADL5536	宽带、输入/输出, 内部匹配至50 Ω , 集成偏置控制电路
ADC驱动器		
ADL5562	3.3 GHz超低失真射频/中频差分放大器。Vn RTI: 2.1 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ @ 12 dB增益。HD2/HD3: -91 dBc/-98 dBc @ 10 MHz, -102 dBc/-90 dBc @ 70 MHz, -104 dBc/-87 dBc @ 140 MHz, -80 dBc/-94 dBc @ 250 MHz, IMD3s为-94dBc @ 250 MHz (中央)	宽带、低噪声、低失真特性适合差分ADC驱动器
ADA4937-1	1.9 GHz超低失真差分ADC驱动器; Vn RTI: 2.2 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。HD2/HD3: -112 dBc/-102 dBc @ 10 MHz, -84 dBc/-91 dBc @ 70 MHz, -77 dBc/-84 dBc @ 100 MHz	驱动最高性能的高速ADC, 带CM调节功能
ADC		
AD9653	四通道、16位、125 MSPS、串行LVDS 1.8 V ADC; SNR = 77.5 dBFS @ 70 MHz (2.6 V p-p 输入范围), SFDR = 90 dBc (奈奎斯特), 650 MHz全功率模拟带宽	低功耗、小尺寸、无磁封装, 适合MRI应用
AD9650	双通道16位、25 MSPS/65 MSPS/80 MSPS/105 MSPS、1.8 V ADC; SNR = 80 dBFS (70 MHz输入, 105 MSPS数据速率); SFDR = 92 dBc (70 MHz输入, 105 MSPS数据速率)	片内扰动选项, 可以改善SFDR, 差分输入则可维持出色的SNR
AD9446	16位、80 MSPS/100 MSPS ADC; SNR = 83.6 dBFS @ 30 MHz输入(3.8 Vp-p输入, 80 MSPS) SNR = 82.6 dBFS @ 30 MHz输入(3.2 p-p输入, 80 MSPS) SFDR = 89 dBc @ 30 MHz输入(3.2 V p-p输入, 80 MSPS)	出色的SNR、片内基准电压源和高输入阻抗T/H, 可调模拟输入范围, 适合MRI应用
AD9258	双通道、14位80 MSPS/105 MSPS/125 MSPS、1.8V ADC; SNR = 77.6 dBFS (70 MHz输入, 125 MSPS数据速率), SFDR = 88 dBc (70 MHz输入, 105 MSPS数据速率)	高性能, 加上低成本、小尺寸, 优势明显, 可用于低端MRI系统
AD7760	24位2.5 MSPS Σ - Δ 型ADC; 信噪比(SNR): 120 dB (78 kHz输出数据速率), 100 dB (2.5 MHz输出数据速率)。	片内缓冲器/放大器简化了设计, 可用于MRI梯度控制
放大器		
AD8676	精密运算放大器。低电压噪声: 2.8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$, 低失调: 12 μV (典型值), 低输入偏置电流: 2 nA (最大值), 电压失调漂移: 0.6 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (最大值)。	适用于直流精密和基准缓冲器的输出缓冲器
DAC		
AD9142	双通道、16位、1.6 GSPS DAC; 灵活的LVDS接口, 集成2 $\times$ 4 $\times$ 8 $\times$ 插值器; 极小的固有延迟差异: <2个DAC时钟周期	先进的低杂散和低失真特性带来高质量、低功耗
AD9122	双通道、16位、1.2 GSPS DAC; 灵活的LVDS接口, 集成2 $\times$ 4 $\times$ 8 $\times$ 插值器; 可调模拟输出范围为8.7 mA至31.7 mA	增益、直流失调与相位调整支持边带抑制
AD9957	内置18位I/Q数据路径和14位DAC的1 GSPS四通道数字上变频器; 250 MSPS输入数据速率, 相位噪声 $\leq$ -125 dBc/Hz (400 MHz载波, 1 kHz失调)	出色的动态范围, 高度集成降低了复杂程度
AD5791	1 ppm 20位、 ± 1 LSB INL、电压输出DAC; 7.5 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 低噪声频谱密度, 0.05 ppm/ $^\circ\text{C}$ 超低温度漂移, 1 μs 建立时间	简化设计、降低成本、减少MRI梯度控制的风险
开关		
ADG901	4.5 GHz带宽, 40 dB隔离 (1 GHz), 1.65 V至2.75 V CMOS SPST开关; 低插入损耗: 0.8 dB @ 1 GHz	宽带, 全系列标配SPST, SPDT, 4:1和2个SPDT
基准电压源		
ADR43x	超低噪声基准电压源, 具有吸电流和源电流能力; A级0.15%精度和10 ppm/ $^\circ\text{C}$	低漂移和高精度有利于提高ADC采样性能
时钟		
ADCLK8xx/ ADCLK9xx	多输出扇出缓冲器, 针对低抖动、低功耗工作进行了优化; 附加宽带抖动小于500 fs	非常适合低抖动MRI时钟分配
AD951x/ AD952x	多路输出时钟分配功能, 具有亚皮秒级抖动性能, 并且集成片内PLL和VCO	非常适合低抖动MRI时钟分频和分配
PLL		
ADF4002	相位检波器/频率合成器, 带宽为5 MHz至400 MHz, 104 MHz相位检波器。归一化相位噪声: -222 dBc/Hz	可编程电荷泵电流极佳的相位噪声性能
ADF4351	集成VCO的宽带频率合成器; 输出频率范围: 35 MHz至4.4 GHz; 典型抖动: 0.3 ps rms; 2.1 GHz下典型EVM: 0.4%	低相位噪声VCO, 可编程双模预分频器
温度传感器		
ADT7420	集成数字 $I^2\text{C}$ 温度传感器($\pm 0.25^\circ\text{C}$ 精度范围: -20°C 至 105°C), 具备16位分辨率(0.0078 $^\circ\text{C}$), ADT7320为SPI接口版本	无需校准, 过温/欠温中断
ADT7410	集成数字 $I^2\text{C}$ 温度传感器($\pm 0.5^\circ\text{C}$ 精度范围: -20°C 至 105°C), 具备16位分辨率(0.0078 $^\circ\text{C}$), ADT7310为SPI接口版本	无需校准, 过温/欠温中断

主要产品简介(续)

产品型号	描述	优势
电源管理		
ADP2114	2.75 V至5.5 V输入、双通道2 A/单通道4 A、可配置同步降压dc-to-dc稳压器。与双通道3 A版本引脚兼容：ADP2116	经优化的同步栅极驱动压摆率，支持噪声敏感型ADC/DAC
ADP2384	4.5 V至20 V输入，4 A输出电流，同步降压dc-to-dc稳压器；与6A版本引脚兼容：ADP2386	高效、精确限流，可使用更小的电感
ADP7102	3.3 V至20 V输入，300 mA输出电流，200 mV低压差LDO，具备低噪声性能、15 μ V rms (固定电压输出)、高PSRR 60 dB (10 kHz时)，反向电流保护。与500 mA版本引脚兼容：ADP7104	改善噪声敏感负载和低压差的性能
ADP150	2.2 V至5.5 V输入，150 mA输出电流，105 mV低压差LDO，具备低噪声性能、9 μ V rms独立电压输出、高PSRR 70 dB (10 kHz时)；与200mA版本引脚兼容：ADP151	改善噪声敏感负载和低压差的性能
ADP5052	4.5 V至15 V输入；channel-1、channel-2：可编程1.2 A/2.5 A/4 A同步降压调节器，带低端FET分频器；channel-3、channel-4：1.2 A同步降压调节器；channel-5：200 mA低压差LDO	5通道集成功率解决方案，可以降低设计难度，减小电路板尺寸

设计资源

参考电路

- 使用ADF4002 PLL产生高速模数转换器所需的极低抖动编码采样时钟(AN-1221)—www.analog.com/zh/AN-1221
- 使用AD8352作为高速ADC的超低失真差分RF/IF前端(CN0046)—www.analog.com/zh/CN0046
- 双中频增益模块ADL5534与高速ADC AD9640实现接口(CN0049)—www.analog.com/zh/CN0049
- 利用低噪声LDO调节器为小数N分频电压控制振荡器(VCO)供电，以降低相位噪声(CN0147)—www.analog.com/zh/CN0147
- I/Q调制器ADL5375与双通道、1.2 GSPS高速DAC AD9122实现接口(CN0205)—www.analog.com/zh/CN0205

应用笔记/文章

- 如何用ADIsimADC完成ADC建模(AN-737)—www.analog.com/zh/AN-737
- 采样系统以及时钟相位噪声和抖动的影响(AN-756)—www.analog.com/zh/AN-756

设计工具/论坛

- ADC
 - 高速ADC估板，提供原理图和PCB布局Gerber文件
 - 高速FPGA数据采集板(HSC-ADC-EVALCZ) —www.analog.com/fifo
 - VisualAnalog软件—www.analog.com/VisualAnalog
 - ADC SPI接口软件(SPI控制器)
 - ADIsimADC建模工具—www.analog.com/zh/ADIsimADC
- 时钟和PLL
 - ADIsimCLK建模工具—www.analog.com/zh/ADIsimCLK
 - ADIsimPLL：PLL设计和仿真—www.analog.com/zh/ADIsimPLL
 - AD951x/952x评估软件和评估板
- 放大器
 - ADIsimOpAmp：放大器参数评估工具—www.analog.com/zh/ADIsimOpAmp
 - DiffAmpCalc：差分放大器计算器—www.analog.com/zh/diffampcalc
- 电源管理产品
 - ADIsimPower：电源设计工具—www.analog.com/zh/ADIsimPower
 - 评估板

欲查看其他核磁共振成像资源、工具和产品信息，

请访问：www.analog.com/zh/healthcare

如需申请样片，请访问：

www.analog.com/zh/sample

ADI自动体外除颤仪(AED)解决方案

AED系统理论与典型架构

自动体外除颤仪(AED)是一种便携式电子器件，可以自动诊断可能危及患者生命的心室纤维性颤动和心室性心博过速两种心律失常症状。自动是指器件可以自主分析患者状况，并且为了帮助分析的顺利开展，多数产品都具有语音提示，有些还可能有显示屏，用于指示用户操作方法。借助简单的语音和可视命令，AED在设计时充分考虑易用性，即使是外行也可轻松上手。

除颤仪可以是体外式、经静脉式或植入式，具体取决于应用类型。体外除颤仪按操作方式可以分为手动型和自动型两种，按能量传输方式则可分为单相波形和双相波形两种。

除颤需要通过一种称为除颤仪的设备将治疗剂量的电能注入患者心脏。这会使心肌的电信号传导部分去极化，终止节律障碍，并借助人体心脏窦房结中的天然起搏器重新建立正常窦性心律。能量选择由AED器件根据ECG和两个除颤仪电极的阻抗自动确定，然后，安全处理器控制电路，以选定的能量为高电压电容充电。在电容充电完成之后，器件会提示用户进行电击操作，这是一项高风险的操作，必须进行双重确认，以确保操作人员和患者的安全。在除颤前后，都可以使用选配的多导联ECG监护仪(3/5/10导联)对治疗效果进行评估。除颤仪电极中的ECG是简单的单导联ECG，用于R波识别等基本ECG测量，而可选的多导联ECG则是诊断监护功能，可以发现复杂问题。

AED的设计考虑和主要挑战

在AED设计中，安全性是首要考虑因素。任何操作都必须确保操作人员和患者的安全，因此有必要采用一些冗余设计。

- 安全保障机制和操作处理器都需要相互检查，确保做出正确的决定。
- 如果超时，则使已充电电容放电。
- 能量传输的双重确认机制。
- 语音提示非常有用。
- 如果目标阻抗超出人体的正常范围，则禁用除颤功能。

隔离在设备的内外部都是非常重要的。

- 设备必须确保在内部高电压与器件表面/端口之间有着充足的隔离措施。
- 设备必须在内部高电压器件与低电压器件之间提供隔离机制。正如大家所知，除颤工作于高电压模式，而信号处理器则工作于低电压模式。因此可以使用基于继电器的路径开关。

快速响应至关重要。AED是一种用于挽救生命的器件，因此，器件响应越快，挽回生命的可能性就越大。

- 能快速启动并工作。
- 能对体外患者监护仪触发输出等外部信号快速响应。
- 实时R波识别，以确定传输能量的确切时间。
- 针对电击程序的实时能量控制机制，与不同的能量传输波形存在IP关联关系。
- 快速充电和能量传输，可节省时间。

可靠性极其重要。AED可以用于多种领域，医院内外，救护车、直升机等高振动条件，以及阳光、多雨天气等室外应用环境。因此，AED可能需要具备抗振能力、防水能力等，以适应各种复杂条件。

- 宽工作温度范围。
- 在温度范围内，性能漂移低，如偏置电流和噪声。
- 电路应该能够在较大的电流浪涌下正常工作。

交互模式使得AED操作起来非常简单。

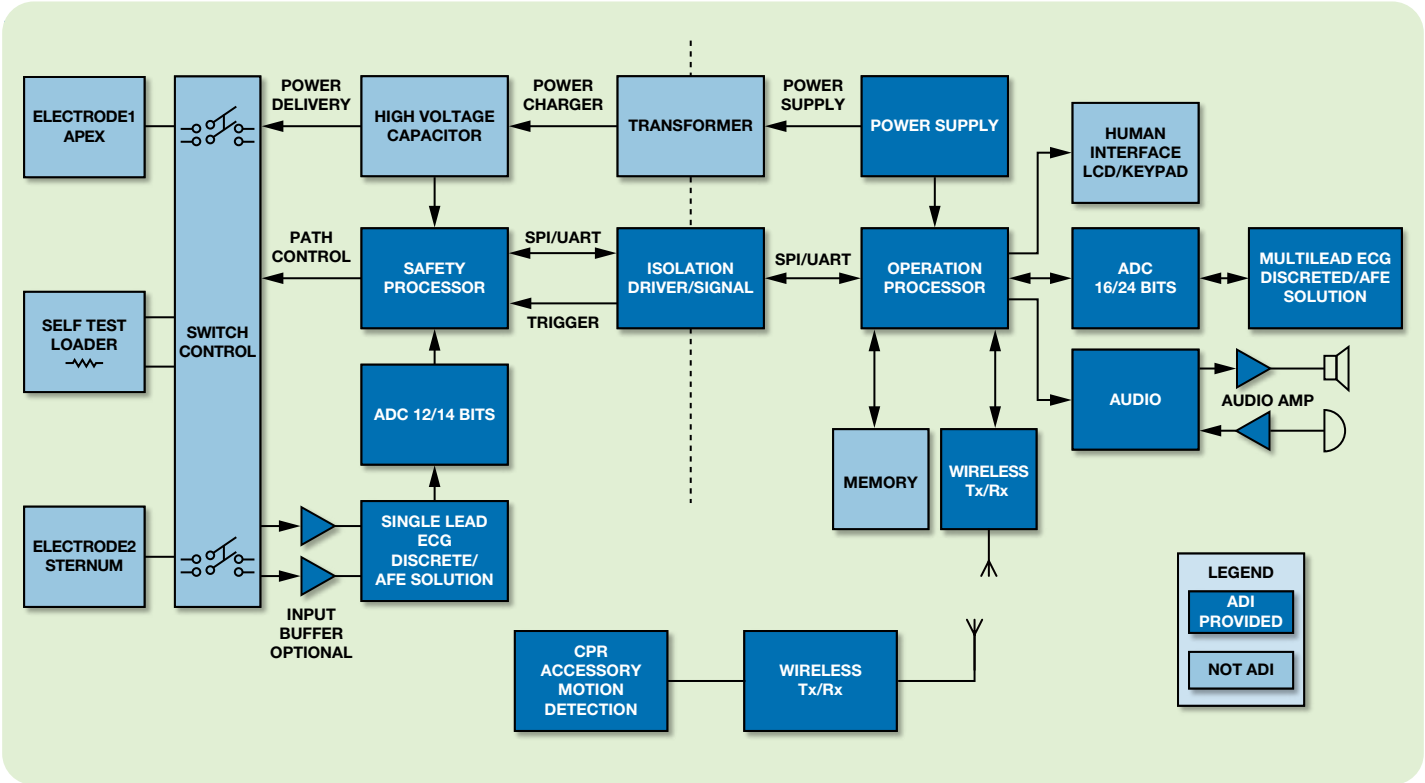
- 语音提示可以用来指示执行下一步操作。
- 录音功能可以用来记录救助程序，供取证使用。

现代AED需要具备多种接口能力。

- ISM、WIFI等无线连接能力可以用于医院中的器件，而GPRS/3G则对医院外的器件非常有用。
- 像LAN、UART、存储卡等外设则用于电气医疗系统。

ADI公司的整体解决方案

ADI提供大量的放大器、数据转换、信号处理、音频处理、隔离和电源管理解决方案，使AED应用的产品质量和可靠性达到最佳程度。此外，ADI还提供评估板、仿真工具和应用专业技术，为客户的设计和开发工作提供支持。



注：上述信号链代表 AED 系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的 ADI 解决方案。

安全处理器	输入缓冲器	单导联ECG INA Amp	ECG AFE	隔离驱动器/信号	
ADUC7021/ADUC7022/ ADUC7023/ADUC7124/ ADUC7126/ADSP-BF506F	AD8625/AD8626/ AD8542/AD8544/ AD8505/AD8506/ AD8613/AD8617/ AD8619/ADA4505-1/ ADA4505-2/ADA4505-4	AD8220/AD8221/ AD8226/AD8236/ AD8237	AD8232/ ADAS1000	ADuM4400/ADuM4401/ADuM4402/ADuM4070/ ADuM4470/ADuM4471/ADuM4472/ADuM4473/ ADuM4474/ADuM6000/ADuM6200/ADuM6201/ ADuM6402/ADuM6400/ADuM6401/ADuM6402/ ADuM6403/ADuM6404/ADuM4160/ADM2491E	
ADC	操作处理器	电源	CPR配件 运动检测	无线	音频
AD7091R/AD7656-1/ AD7684/AD7687/ AD7176-2	ADSP-BF524C/ ADSP-BF527C	ADP1621/ADP1821/ ADP1822/ADP1823/ ADP1828/ADP1829/ ADP7102/ADP150	ADXL345/ADXL362	ADF7020/ADF7023	ADAU1461/ADAU1381

主要产品简介

产品型号	描述	优势
安全处理器		
ADUC7021	ADuC7019/ADuC7020/ADuC7021/ADuC7022/ADuC7024/ADuC7025/ADuC7026/ADuC7027/ADuC7028均为完全集成的1 MSPS、12位数据采集系统。在单芯片内集成高性能多通道ADC、16位/32位MCU和闪存/EE存储器；4路DAC输出只是在特定型号上提供(ADuC7020和ADuC7026)；62 kB Flash/EE存储器，8 kB SRAM	精密模拟MCU，低成本单芯片MCU，搭载丰富的外设，如ADC、DAC等
ADSP-BF512F	ADSP-BF512F是Blackfin处理器系列的低成本入门级处理器，在性能、外设集成和价格三者之间达到最佳平衡，适用于便携式测试设备、嵌入式调制解调器、生物识别、消费音频等多数成本敏感型应用；高性能16/32位Blackfin嵌入式处理器内核、灵活的高速缓存架构、增强型DMA子系统以及动态电源管理(DPM)功能，使系统设计人员拥有一个灵活的平台来处理各种应用	一款性能与成本取得最佳平衡的数字信号处理器，搭载丰富的外设，如ADC、PWM、CAN、SPI等
输入缓冲器		
AD8625	AD862x是一款精密JFET输入放大器，它具有真正的单电源供电、低功耗和轨到轨输出等特性；当容性负载超过500 pF时，输出仍能保持稳定；每个放大器的电源电流小于630 μ A；AD862x的具体应用包括：光电二极管跨导放大，ATE基准电平驱动器，电池管理，线路供电和便携式仪器仪表，以及包括汽车传感器在内的远程传感器信号调理	精密、低功耗、单电源、JFET放大器
AD8505	AD8505/AD8506/AD8508分别是单路、双路和四路微功耗放大器，具有轨到轨输入/输出摆幅特性，采用1.8 V至5 V单电源供电或 ± 0.9 V至 ± 2.5 V双电源供电；这几款放大器采用新的电路技术，每个放大器的工作电源电流小于20 μ A时，可实现零输入交越失真(出色的PSRR和CMRR性能)和低偏置电流；该放大器系列在相同功率等级产品中的噪声最低	20 μ A(最大值)、RRIO、零输入交越失真单通道运算放大器
AD8613	AD8613/AD8617/AD8619分别是单通道/双通道/四通道、微功耗、轨到轨输入和输出放大器，具有低失调电压以及低输入电压和电流噪声特性；该器件采用1.8 V至5.0 V单电源(或 ± 0.9 V和 ± 2.5 V双电源)供电；低失调、低噪声、极低输入偏置电流和低功耗特性相结合，使AD8613特别适合便携式和环路供电仪器仪表应用	微功耗、低噪声、低成本CMOS RRIO单通道运算放大器
ADA4505-1	ADA4505-1/ADA4505-2/ADA4505-4分别是单通道、双通道和四通道微功耗放大器，具有轨到轨输入和输出摆幅特性，采用1.8 V至5 V单电源供电或 ± 0.9 V至 ± 2.5 V双电源供电	10 μ A、RRIO、零输入交越失真单通道运算放大器
In Amps		
AD8220	AD8220是一款单电源、JFET输入仪表放大器，采用MSOP封装；它针对高性能、便携式仪器的需要而设计，直流时的最小共模抑制比(CMRR)为86 dB，在5 kHz、G = 1时的最小CMRR为80 dB；最大输入偏置电流为10 pA，在整个工业温度范围内通常保持在300 pA以下；虽然采用JFET输入，但AD8220的噪声转折频率典型值仅为10 Hz	具有轨到轨输出的JFET输入仪表放大器
AD8221	AD8221是一款增益可编程高性能仪表放大器，拥有行业同类最高的频率共模抑制比(CMRR)；当今市场上的仪表放大器的共模抑制比在200 Hz处下降；相反，在G = 1、频率最高为10 kHz时，AD8221所有等级产品的共模抑制比均保持最低80 dB；相对于频率的高共模抑制比使得AD8221可以抑制宽带干扰和线性谐波，大大简化了滤波要求；可能的应用包括精密数据采集、生物医学分析和航空航天仪器	精密仪表放大器
AD8226	AD8226是一款低成本、宽电源电压范围仪表放大器，仅需要一个外部电阻来设置增益，增益范围为1至1000；它被设计为可工作于各种信号电压的情况下。宽输入范围和轨到轨输出使信号可充分利用供电轨；由于输入范围能够降到负电源电压以下，因此无需双电源便可放大接近地电压的小信号。该器件采用 ± 1.35 V至 ± 18 V的双电源供电或2.2 V至36 V单电源供电	宽电源电压范围、轨到轨输出仪表放大器
AD8236	AD8236是业界功耗最低的仪表放大器。它具有轨到轨输出，可以采用低至1.8 V的电源供电。最大电源电流为40 μ A，因此该器件是电池供电应用的绝佳选择	40 μ A微功耗仪表放大器
AD8237	AD8237是一款微功耗、零漂移、轨到轨输入和输出仪表放大器；它可通过两个相对匹配的电阻设置1至1000间的任何增益；AD8237在任何增益下均可用比率匹配的两个电阻保持出色的增益精度	微功耗、零漂移、真正的轨到轨仪表放大器
ECG AFEs		
AD8232	AD8232是一款用于ECG及其他生物电测量应用的集成信号调理模块；该器件设计用于在具有运动或远程电极放置产生的噪声的情况下提取、放大及过滤微弱的生物电信号；该设计使得超低功耗模数转换器(ADC)或嵌入式微控制器能够轻松地采集输出信号	单导联心率监护模拟前端
ADAS1000	ADAS1000能够测量心电图(ECG)信号、胸阻抗、起搏伪像、导联连接/脱落状态，并将此信息以数据帧的形式输出，以可编程数据速率提供导联/矢量或电极数据；它具有低功耗和小尺寸特性，适合电池供电的便携式应用；它还是一款高性能器件，因此适用于高端诊断设备。	低功耗、5电极心电图(ECG)模拟前端，提供呼吸测量和脉搏检测

主要产品简介(续)

产品型号	描述	优势
隔离驱动器/信号/功率		
ADuM4400	ADuM240x是采用ADI公司iCoupler技术的四通道数字隔离器; 这些隔离器件将高速CMOS与单芯片空芯变压器技术融为一体, 具有优于光耦合器等替代器件的出色性能特征	四通道数字隔离器
ADuM4070	ADuM4070是一款稳压dc-to-dc隔离电源控制器, 集成内部MOSFET驱动器; 该dc-to-dc控制器原边内置一个隔离式PWM反馈, 采用iCoupler芯片级变压器技术和完整的回路补偿。可以不必采用光耦合器进行反馈以及为了稳定性而补偿环路	集成反馈功能的隔离式开关调节器
ADuM6000	ADuM6000是一款基于ADI公司iCoupler技术的隔离式dc-to-dc转换器。该dc-to-dc转换器可提供多种输入/输出电压组合的稳压隔离功率, 如数据手册的表1所列; ADI公司芯片级变压器iCoupler技术使这款dc-to-dc转换器的隔离功率传输效率最高可达31%	隔离式5 kV dc-to-dc转换器
ADuM4160	ADuM4160是一款采用ADI公司iCoupler技术的USB端口隔离器, 它将高速CMOS工艺与单片空芯变压器技术相结合, 可提供优异的工作性能, 并且很容易与低速和全速USB兼容外设集成	全速/低速USB数字隔离器
ADM2491E	ADM2491E是一款隔离数据收发器, 提供±8 kV ESD保护, 适用于多点传输线路的高速、半双工或全双工通信。在半双工模式下, 发射器输出与接收器输入共用同一传输线路; 发射器输出引脚Y和Z分别在外部与接收器输入引脚A和B相连; ADM2491E针对平衡传输线路而设计, 符合ANSI TIA/EIA RS-485-A-1998和ISO 8482: 1987(E)标准; 该器件采用ADI公司的iCoupler技术, 将三通道隔离器、三态差分线路驱动器和差分输入接收器集成于单封装中	5 kV信号隔离、高速(16 MBPS)、ESD保护、全/半双工RS-485收发器
ADCs		
AD7091R	AD7091R是一款12位逐次逼近模数转换器(ADC), 可在高吞吐速率(50 MHz SCLK时为1 MSPS)下实现超低功耗(3 V和1 MSPS时典型值为349 μ A); 它采用先进的设计和信号处理技术, 可在高吞吐速率下实现极低功耗; 该器件还提供精确的2.5 V片内基准电压	1 MSPS、超低功耗、12位ADC、内置片内基准电压源、采用10引脚LFCSP和MSOP封装
AD7656-1	AD7656-1/AD7657-1/AD7658-1的吞吐速率高达250 kSPS, 并且内置低噪声、宽带宽采样保持放大器, 可处理最高4.5 MHz的输入频率	250 kSPS、6通道、同步采样双极性14位ADC
AD7684	AD7684是一款16位、电荷再分配、逐次逼近型PulSAR模数转换器(ADC), 采用2.7 V至5.5 V单电源(VDD)供电; 该器件内置一个低功耗、高速、16位无失码采样ADC、一个内部转换时钟和一个串行、SPI兼容接口端口; 还集成了一个低噪声、宽带宽、短孔径延迟的采样保持电路; 在/CS下降沿, 该器件对+IN与-IN引脚之间的电压差进行采样; 基准电压(REF)由外部提供, 最高可设置为电源电压, 功耗和吞吐速率呈线性变化关系	16位、100 kSPS PulSAR [®] 、差分ADC, 采用MSOP封装
AD7687	AD7687是一款16位、电荷再分配、逐次逼近型模数转换器(ADC), 采用2.3 V至5.5 V单电源(VDD)供电; 该器件内置一个低功耗、高速、16位无失码采样ADC、一个内部转换时钟和一个多功能串行接口端口; 还集成了一个低噪声、宽带宽、短孔径延迟的采样保持电路; 在CNV上升沿, 该器件对IN+与IN-引脚之间的电压差进行采样; 这两个引脚上的电压摆幅通常在0 V至REF之间、相位相反; 基准电压(REF)由外部提供, 最高可设置为电源电压	16位、1.5 LSB INL、250 kSPS PulSAR [™] 差分ADC, 采用MSOP或QFN封装
AD7176-2	AD7176-2是一款快速建立、高精度、高分辨率、多路复用、24位 Σ - Δ 型ADC, 采用低带宽的输入信号, 具于介于5 SPS和250 KSPS之间的完全灵活的ODR(输出数据速率)	24位、250 KSPS Σ - Δ 型ADC, 建立时间20 μ s
操作处理器		
ADSP-BF524C	ADSP-BF524C拥有最高400 MHz(800 MMAC)的性能。高级DMA控制器既支持该处理器内核, 同时还支持片内存储器、片外存储器与系统外设之间进行的一维和二维DMA传输; 处理器内核速度与DMA控制器相结合, 可以实现高效处理音频、语音、视频和图像数据	低功耗Blackfin处理器, 配有高级外设和嵌入式立体声音频编解码器
ADSP-BF527C	高性能16/32位Blackfin嵌入式处理器内核、灵活的高速缓存架构、增强型DMA子系统以及动态电源管理(DPM)功能, 使系统设计人员拥有一个灵活的平台来处理各种便携式应用, 包括消费电子、通信、工业和仪器仪表	低功耗Blackfin处理器, 配有高级外设和嵌入式立体声音频编解码器

主要产品简介(续)

产品型号	描述	优势
电源		
ADP1621	ADP1621是一款固定频率、脉冲宽度调制(PWM)、电流模式设置转换器控制器;它用于驱动一个外置n沟道MOSFET,将输入电压转换为较高的输出电压;ADP1621也可以用于驱动反激式、SEPIC和正向隔离式或非隔离式转换器拓扑结构;ADP1621无需使用电流检测功率电阻更多	恒频,电流模式升压dc-to-dc控制器
ADP1821	ADP1821是一款多功能的经济型、同步、脉冲宽度调制(PWM)、电压模式降压控制器。它驱动一个全N沟道功率级,将输出电压调节到低至0.6 V的水平;可以对ADP1821进行配置,提供从0.6 V至相当于输入电压85%的输出电压,并可处理用于负载点稳压器的大型MOSFET	降压dc-to-dc控制器
ADP7102	3.3 V至20 V输入,300 mA输出电流,200 mV低压差LDO,具备低噪声性能、15 μ V rms(固定电压输出)、高PSRR 60 dB(10 kHz时),反向电流保护;与500 mA版本引脚兼容:ADP7104	改善噪声敏感负载和低压差的性能
ADP150	2.2 V至5.5 V输入,150 mA输出电流,105 mV低压差LDO,具备低噪声性能、9 μ V rms独立电压输出、高PSRR 70 dB(10 kHz时);与200 mA版本引脚兼容:ADP151	改善噪声敏感负载和低压差的性能
CPR配件运动检测		
ADXL345	ADXL345是一款小而薄的低功耗3轴加速度计,分辨率高(13位),测量范围达 ± 16 g;数字输出数据为16位二进制补码格式,可通过SPI(3线式或4线式)或I ² C数字接口访问	3轴、 ± 2 g/ ± 4 g/ ± 8 g/ ± 16 g 数字加速度计
ADXL362	ADXL362是一款超低功耗、3轴MEMS加速度计,输出数据速率为100 Hz时功耗低于2 μ A,在运动触发唤醒模式下功耗为270 nA;与使用功率占空比来实现低功耗的加速度计不同,ADXL362没有通过欠采样混叠输入信号;它采用全数据速率对传感器的整个带宽进行采样	低功耗、3轴、 ± 2 g/ ± 4 g/ ± 8 g 数字输出MEMS加速度计
无线		
ADF7023	ADF7023是一款工作在862 MHz至928 MHz和431 MHz至464 MHz频段的极低功耗、高性能、高集成度FSK/GFSK/OOK/MSK/GMSK收发器,这些频段覆盖免许可的433 MHz、868 MHz和915 MHz ISM频段;它适合欧洲 ETSI EN 300-220、北美FCC (Part 15)、中国短程无线监管标准或其它类似地区标准下的电路应用。支持1 Kbps至300 Kbps的数据速率	高性能、低功耗ISM频段FSK/GFSK/OOK/MSK/GMSK收发器IC
ADF7020	ADF7020是一款低功耗、低中频收发器,在免执照ISM频段433 MHz、868 MHz和915 MHz工作;它适合满足欧洲 ETSI EN 300-220或北美FCC Part 15.247和15.249监管标准的电路应用;该器件采用2.3 V至3.6 V电源供电,输出功率可在-16 dBm至+13 dBm范围内以0.3 dBm的步长精度进行编程;接收机灵敏度为-117.5 dBm(1 kB/s、FSK模式)或-110.5 dBm(9.6 kB/s);功耗在接收模式下为20 mA,在发射模式下为30 mA(+10 dBm输出)	ISM频段收发器IC
音频		
ADAU1461	ADAU1461是一款低功耗、集成数字音频处理功能的立体声音频编解码器,支持立体声48 kHz录音和回放,采用3.3 V模拟电源供电,功耗为35 mW;立体声音频ADC和DAC支持8 kHz至96 kHz范围内的采样速率,并支持数字音量控制	集成PLL的SigmaDSP®立体声、汽车应用低功耗、96 kHz、24位音频编解码器
ADAU1381	ADAU1381是一款低功耗、24位立体声音频编解码器;立体声音频DAC支持8 kHz至96 kHz的采样速率、数字音量控制和可编程数字滤波器;立体声音频ADC支持8 kHz至96 kHz的采样速率和可编程数字音量控制;该器件非常适合电池供电的音频应用	低噪声立体声编解码器,增强录音和回放处理

设计资源

参考电路

- 电池供电患者监护应用中ECG前端的供电(CN0308)—www.analog.com/zh/CN0308
- 集成隔离式电源、用于太阳能光伏转换器的强大完全隔离式电流检测电路(CN0280)—www.analog.com/zh/CN0280
- 通用串行总线(USB)外设隔离器电路(CN0160)—www.analog.com/zh/CN0160
- 16位、100 kSPS低功耗逐次逼近型ADC系统,集成用于最高1 kHz、低于奈奎斯特频率输入信号的最佳低功耗驱动放大器(CN0306)—www.analog.com/zh/CN0306
- 用于工业信号电平的精密24位、250 kSPS单电源 Σ - Δ 型ADC系统(CN0310)—www.analog.com/zh/CN0310
- 利用与精密模拟微控制器ADuC7024相连的数字加速度计ADXL345检测低g加速度(CN0133)—www.analog.com/zh/CN0133

应用笔记/文章

- 如何用ADIsimADC完成ADC建模(AN-737)—www.analog.com/zh/AN737
- 利用ADP2384/ADP2386同步降压DC-DC稳压器设计反相电源(AN-1168)—www.analog.com/zh/AN1168
- 多生理参数患者监护(MS-2126)—www.analog.com/zh/MS2126
- ECG设计挑战的应对策略(MS-2160)—www.analog.com/zh/MS2160
- 高速ADC电源设计(MS-2210)—www.analog.com/zh/MS2210

设计工具/论坛

- ADC
 - VisualAnalog软件—www.analog.com/zh/VisualAnalog
 - ADC SPI接口软件(SPI控制器)—www.analog.com/zh/SPIController
 - ADIsimADC建模工具 —www.analog.com/zh/ADIsimADC
- DSP
 - VISUALDSP®++下载和更新—www.analog.com/zh/VisualDSPupdates
 - 软件开发套件(SDK)—www.analog.com/zh/SDK
- 时钟和PLL
 - ADIsimCLK建模工具—www.analog.com/zh/ADIsimCLK
 - ADIsimPLL: PLL设计和仿真—www.analog.com/zh/ADIsimPLL
 - AD951x/952x评估软件和评估板
- 放大器
 - ADIsimOpAmp: Amplifier参数评估工具—www.analog.com/zh/ADIsimOpAmp
 - DiffAmpCalc: 差分放大器计算器—www.analog.com/zh/diffampcalc

欲查看其他医学资源、工具和产品信息, 请访问: www.analog.com/zh/healthcare

如需申请样片, 请访问: www.analog.com/zh/sample

ADI车载信息娱乐主机解决方案

应用描述

车载信息娱乐主机系统集音/视频播放、导航和车载通信等多种功能于一身，旨在给驾驶人员带来舒适、便利的驾驭体验。系统的典型功能包括AM/FM/数字/卫星广播、CD/DVD播放、多媒体外设接入、后座娱乐、导航、摄像头集成、蓝牙连接和通信连接等。

系统要求和设计挑战

除基本的音/视频播放功能以外，现代主机系统对音/视频性能、连接性能、人机接口和操作便利性提出了更高的要求。系统引入了更多数字信号处理技术，集成了更先进的音频算法，以改善声学体验或补偿驾驶舱的声学响应。

ADI公司解决方案

作为关注高性能信号处理的领先企业之一，ADI提供众多通过汽车应用认证的信息娱乐系统产品。

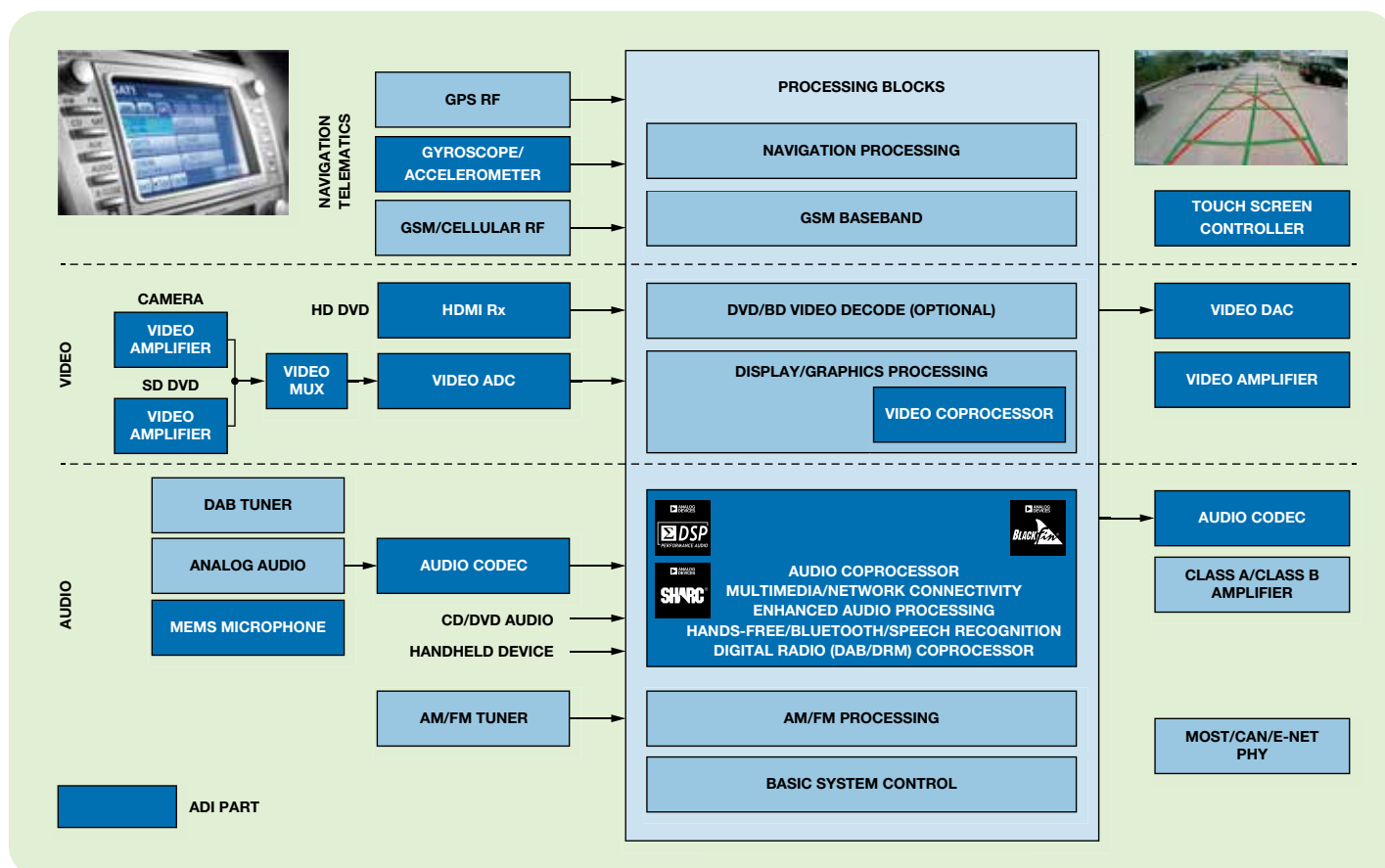
ADI出品的定点音频DSP SigmaDSP和浮点音频DSP SHARC，被广泛用作高性能/高效率音频后期处理和路由/混频专用的音频协处理器。屡获奖项的图形用户界面工具SigmaStudio使DSP编程工作就像绘制流程图一样简单。

ADI的高度集成式Blackfin DSP系列适用于多媒体连接、网络连接和软件音频处理应用。

除DSP以外，我们还提供广泛的软件模块，如解码器、环绕声和虚拟化。

我们提供广泛的视频解码转换器/编码转换器/协处理器，其信号性能和功能表现卓越。我们的音频编解码转换器提供众多通道选择，并具有较高的SNR/THD。我们提供高分辨率的电阻式和电容式触摸屏接口，具有噪声过滤功能，同时提供低功耗型HDMI接口器件。除此以外，ADI在MEMS类芯片领域拥有深厚积淀，其汽车级陀螺仪和加速度计现已量产，目前正在研究将MEMS麦克风用于汽车领域。

主信号链—信息娱乐主机



注：上述信号链代表主机设计。模块的技术要求可变化，但下表列出的产品代表满足部分要求的ADI解决方案。

主要产品简介

产品型号	描述	主要优势	封装
SigmaDSP			
ADAU1401AW	28位/56位、50 MIPS、4 kB参数RAM、2 × ADC、4 × DAC、8路输入和8路输出数字音频、12 × GPIO、支持EEPROM自引导	内置ADC和DAC	48引脚 LQFP
ADAU1461W	28位/56位、50 MIPS、8 kB参数RAM、2 × ADC、2 × DAC、8路输入和8路输出数字音频、4 × GPIO	内置ADC和DAC	32引脚 LFCSP
ADAU1442/ ADAU1445/ ADAU1446W	28位/56位、175 MIPS、16 kB参数RAM、24路输入和24路输出数字音频、12 × GPIO、采样速率转换器、自引导	更高的MIPS、更多音频通道、采样速率转换器	100引脚 TQFP、 100引脚 LQFP
SHARC DSP			
ADSP-21362/ ADSP-21363/ ADSP-21364/ ADSP-21365/ ADSP-21366W	32位/40位浮点、333 MHz、3 Mb SRAM、S/PDIF、DTCP、4通道采样速率转换器、6 × I ² S/TDM、2 × SPI、4 × PWM	第三代SHARC，适用于专业音频处理	136引脚 BGA、 144引脚 LQFP
ADSP-21369W	32位/40位浮点、266 MHz、2 Mb SRAM、S/PDIF、DTCP、8通道采样速率转换器、8 × I ² S/TDM、2 × SPI、16 × PWM	第三代SHARC，适用于专业音频处理	208引脚 LQFP
ADSP-21371/ ADSP-21375W	32位/40位浮点、266 MHz、1 Mb/0.5 Mb SRAM、S/PDIF、DTCP、8 × I ² S/4 × I ² S/TDM、2 × SPI、4 × PWM	第三代SHARC，适用于专业音频处理	208引脚 LQFP
ADSP-21467/ ADSP-21469W	32位/40位浮点、450 MHz、5 Mb SRAM、FIR/IIR/FFT加速度计、16位DDR2接口、S/PDIF、DTCP、8 × I ² S/TDM、2 × SPI、16 × PWM	第四代SHARC，更高的MHz，硬件加速单元	324引脚 PBGA
ADSP-21478/ ADSP-21479W	32位/40位浮点、266 MHz、3 Mb SRAM、FIR/IIR/FFT加速度计、16位SDRAM接口、S/PDIF、DTCP、8 × I ² S/TDM、2 × SPI、16 × PWM	第四代SHARC的低成本版本	100引脚 LQFP、 176引脚 LQFP
ADSP-21488/ ADSP-21489W	32位/40位浮点、400 MHz、3 Mb SRAM、FIR/IIR/FFT加速度计、16位SDRAM接口、S/PDIF、DTCP、8 × I ² S/TDM、2 × SPI、16 × PWM	第四代SHARC的低成本版本	100引脚 LQFP
Blackfin DSP			
ADSP-BF592W	400 MHz、68 kB L1、2 × SPI、2 × SPORT、2 × UART、1 × PPI、32 × GPIO	低成本，通用	64引脚 LFCSP
ADSP-BF525W	400 MHz/533 MHz、132 kB L1、1 × USB、1 × SPI、2 × SPORT、2 × UART、1 × PPI、48 × GPIO、Lockbox® 安全机制	低功耗，多种外设，Lockbox	208引脚 BGA
ADSP-BF531/ ADSP-BF532/ ADSP-BF533W	400 MHz/600 MHz、52 kB/84 kB/148 kB SRAM、1 × SPI、2 × SPORT、1 × UART、1 × PPI、16 × GPIO	低功耗，通用	160引脚 BGA、 169引脚 BGA、 176引脚 LQFP
ADSP-BF534W	500 MHz、132 kB SRAM、1 × CAN、1 × SPI、2 × SPORT、2 × UART、1 × PPI、48 × GPIO	CAN PHY	182引脚 BGA、 208引脚 BGA
ADSP-BF539W	533 MHz、148 kB SRAM、1 × CAN、3 × SPI、4 × SPORT、3 × UART、1 × PPI、38 × GPIO	CAN PHY，导航/娱乐/音频处理	316引脚 BGA
ADSP-BF542/ ADSP-BF544/ ADSP-BF549W	533 MHz/600 MHz、324 kB SRAM、DDR SDRAM接口、18位/24位EPPI(带LCD)、8位/16位EPPI、ATAPI、NAND闪存控制器、1 × USB、2 × CAN、3 × SPI、152 × GPIO、Lockbox安全机制	多种系统连接	400引脚 BGA
视频协处理器			
ADV7186W	6通道标清/高清解码器、3D梳状滤波器、位图OSD和叠加功能、标量和去隔行显示控制器、LVDS Rx和Tx	硬件协处理器，众多功能，高模拟性能	196引脚 BGA
视频ADC			
ADV7180W	CVBS解码器、标清电视、3通道/6通道输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8位/16位ITU-R BT.656输出	同类最佳模拟性能	32引脚 LFCSP、 40引脚 LFCSP、 48引脚 LQFP、 64引脚 LQFP
ADV7181CW	RGB解码器、标清/高清电视、6通道输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8位/16位ITU-R BT.656输出	同类最佳模拟性能	64引脚 LQFP
ADV7182W	CVBS解码器、标清电视、单端/差分输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8位ITU-R BT.656输出、电缆诊断	单端/差分输入，电缆诊断	32引脚 LFCSP

主要产品简介(续)

产品型号	描述	主要优势	封装
视频DAC			
ADV7392/ ADV7393W	标清/高清解码器、YCrCb/RGB输入、CVBS/S-Video/YPrPb/RGB输出	CVBS编码器, 高模拟性能	40引脚 LFCSP
ADV7125W	CMOS 330 MHz三通道8位视频DAC、互补输出	RGB编码器, 高模拟性能	48引脚 LFCSP, 48引脚 LQFP
AD723W	低成本RGB转PAL/NTSC编码器, 带负载检测功能, 2.7 V至5 V	低成本RGB转PAL/NTSC编码器	28引脚 TSSOP
AD725W	低成本RGB转PAL/NTSC编码器, 5 V	低成本RGB转PAL/NTSC编码器	16引脚 SOIC
视频放大器			
ADA4851-1/ ADA4851-2/ ADA4851-4W	单通道/双通道/四通道视频放大器、130 MHz、轨到轨输出、3 V至10 V电源	视频接收器, 高速, 平坦增益, 低成本	23引脚 SOT, 8引脚 MSOP, 14引脚 TSSOP
ADA4430-1W	单通道视频放大器、固定低通标清视频滤波器、超低功耗、轨到轨输出、2.65 V至6 V电源	视频驱动器, 低通标清滤波器, 增益平坦度, 低功耗	23引脚 SOT
ADA4830-1/ ADA4830-2W	差分视频放大器、增益 = 0.5, 85 MHz @ 3 dB、电池短路保护、3 V至5 V电源	视频接收器, 短路保护, 低系统成本	8引脚 LFCSP
视频多路复用器			
ADG1411W	四通道单刀单掷、1.8 Ω 导通电阻、170 MHz、4.5 V至16.5 V电源	低导通电阻, 高通道匹配	16引脚 LFCSP
ADG786W	三通道单刀双掷、2.5 Ω 导通电阻、160 MHz、1.8 V至5.5 V电源	低电压, 低导通电阻	20引脚 LFCSP
触摸屏接口			
AD7879W	4线触摸屏数字化仪、LCD降噪、片内集成基准电压源和温度传感器	低电压, 降噪	16引脚 LFCSP
AD7147W	可编程电容数字转换器、13通道单电极电容、自动校准逻辑	可编程片内自动校准逻辑	24引脚 LFCSP
HDMI Rx			
ADV7611W	HDMI 1.4a、165 MHz、全部强制/额外3D视频格式、24位输出像素总线、SPDIF或8通道 I ² S音频	低功耗	64引脚 LQFP
音频编解码器			
ADAU1961W	24位 96 KHz、1 $\times$ MIC、2 $\times$ 差分ADC、2 $\times$ 差分 + 1 $\times$ 单通道DAC、99 dB SNR	集成MIC接口, 高信噪比	32引脚 LFCSP
AD1937/ AD1938W	24位192 KHz、4 $\times$ 差分ADC、8 $\times$ 差分/单端 DAC、102 dB SNR	高通道数, 高信噪比	64引脚 LQFP, 48引脚 LQFP
ADAU1962/ ADAU1966W	24位96 KHz、12 $\times$ 差分/16 $\times$ 差分DAC、118 dB SNR	高通道数, 高信噪比	80引脚 LQFP
ADAU1977W	24位96 KHz、4 $\times$ 差分ADC、106 dB SNR	高通道数, 高信噪比	40引脚 LFCSP
陀螺仪/加速度计			
ADXRS800W	MEMS角速率传感器、300°/s范围、16位、3.3 V/5 V电源、SPI	出色的零点失调, 高振动抑制比, 连续自测	16引脚 SOIC, VMP
ADXL312W	MEMS加速度计、3轴、 $\pm 1.5 g/\pm 3 g/\pm 6 g/\pm 12 g$ 范围、2.9 mg/LSB、2.0 V至3.6 V电源、SPI/I ² C	超低功耗, 嵌入式FIFO、高抗冲击能力	32引脚 LFCSP

*后缀“-W”表示汽车级

设计资源

SigmaStudio图形开发工具。

它是专用于SigmaDSP和SHARC DSP的编程、开发和调试软件。常见的音频处理模块可连接起来，编译器产生可供DSP使用的代码和用于设置、调整参数的控制界面。

SigmaStudio标准算法包括但不限于：

- FIR/IIR滤波器、分频器、隔直
- 峰值检测器、rms检测器、电平检测器、限幅器
- 动态低音、响度、立体声采集
- 查找表、音量控制、静音
- 混频器、分路器、硬/软削波

SigmaStudio插件算法包括但不限于：

- AM3D (power bass)
- Dolby® (DAEP、耳机、虚拟扬声器、prologic)
- BBE (MP、ViVA)
- SRS (circle sound、TruBass、TruSurroundXT、WOW、WOW HD)
- DTS (surround sensation)
- Embracing sound (TH4)
- ADI (环绕声、虚拟、EAS、超低音)

Blackfin DSP集成开发环境：VisualDSP++

评估板：

- ADAU1401/ADAU1442/ADAU1446评估板
- ADSP-21369/ADSP-21371/ADSP-21375评估板EZ KIT Lite®
- ADSP-BF592/ADSP-BF525/ADSP-BF533评估板EZ KIT Lite
- 视频协处理器、ADC、DAC、视频放大器、视频多路复用器、音频编解码器等评估板

参考电路

- iMEMS数字麦克风简化了与SigmaDSP音频编解码器的接口 (CN0078)—www.analog.com/zh/CN0078
- 在视频编码器ADV7393之后采用放大器ADA4430-1的重构视频滤波器 (CN0101)—www.analog.com/zh/CN0101
- 采用ADA4851放大器和ADV7180视频解码器的低成本差分视频接收器 (CN0060)—www.analog.com/zh/CN0060

欲了解有关汽车应用和产品的更多信息，请访问：

www.analog.com/zh/automotive

有关技术问答，请访问ADI中文技术论坛：

ezchina.analog.com

欲申请样片，请联系ADI公司区域办事处或访问：

www.analog.com/zh/sample



ADI公司混合动力汽车(HEV)/电动汽车(EV)锂电池管理解决方案

应用描述

由于锂电池在混合动力汽车和纯电动汽车领域的出色电能和功率特性，汽车行业开始从镍氢电池转向锂电池解决方案。

通常，小型/中型混合动力汽车所需的电池电压在60 V至200 V之间。镍氢电池在这些电压和能量级别上有一定的优势。然而，完全混合/插电式混合动力或纯电动汽车通常需要300 V以上的电池组，锂电池正是理想之选。

尽管电池组尺寸不同，但各种锂电池动力系统在以下几方面具有类似的要求：具备监控功能；在苛刻的环境下能够保持良好的性能；提供可靠、安全的电量管理；降低系统的整体成本。

系统需求与设计挑战

为了最大限度的利用锂电池的电能，并且充分保证使用寿命，必须引入复杂的电池监控电路。这些电子电路能够监控电池单元的电压与温度，监控由多个电池单元串联而成的电池组的电压与电流，平衡电池单元之间的电压，并跨越势垒传输数据信号，其目的在于确保电池在驱动和充电时高效、安全地工作，并能延长电池的使用时间。

在高共模电压和高达200 A开关瞬变的情况下，电池管理系统(BMS)必须对不同的电池单元进行精确的测量。系统的精度必须达到mV级，采样必须在严格的延迟时间范围内保持同步。采样速度和精度都会影响整个系统的效率。

可靠性是关键要求之一。系统必须提供安全机制，以便检测电池单元、电缆、监控电路和通信总线等的故障。一般使用主监控器和备用监控器来给系统提供冗余性能。此外，数据保护机制也有助于进行错误检测。

系统还要求BMS具备较低功耗以减少对电池电量的消耗，同时避免加剧电池不平衡，所以主监控器IC、备用监控器IC和隔离电路的功耗应尽可能低。

ADI公司的解决方案

ADI公司是全球领先的信号处理和高性能模拟技术供应商，以品质卓越、稳定可靠而著称，同时与全球领先的汽车电子厂商拥有良好的合作关系。因此，完全具备深厚的技术实力和系统知识提供优化的解决方案，满足这些具有挑战性的BMS需求。

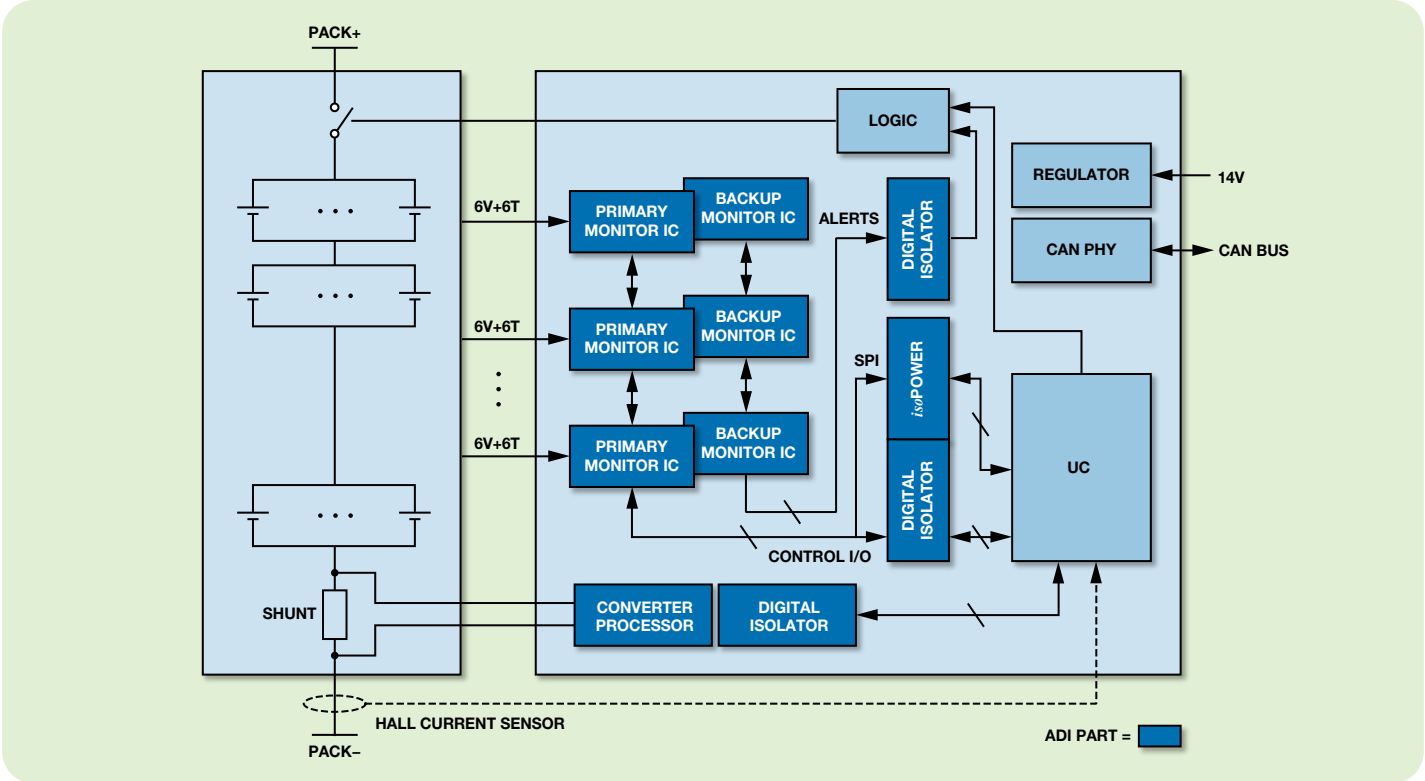
ADI公司的主监控IC产品AD7280A能够对6个通道的电压和温度进行监测，典型精度达 ± 1.6 mV(典型值)。多个AD7280A可采用菊花链连接，单个电路板最多可监控48个电池单元。该IC提供业界最快的转换速度和最佳数据保护。每通道转换时间仅1 μ s，这意味着多个通道的数据转换几乎是同步的。完成48个电池单元的转换和数据读取还不到2 ms。IC与处理器之间的读、写通信可在CRC的保护下进行。此外，IC还提供被动式电池单元平衡控制功能。通常，转换模式下功耗小于6 mA；断电模式下功耗小于1.8 μ A。

ADI公司的AD8280还提供备用监控功能，在监控系统环路的其它电路出现问题时，可以独立报告电池故障。AD7280A与AD8280结合使用有助于实现系统级安全目标。

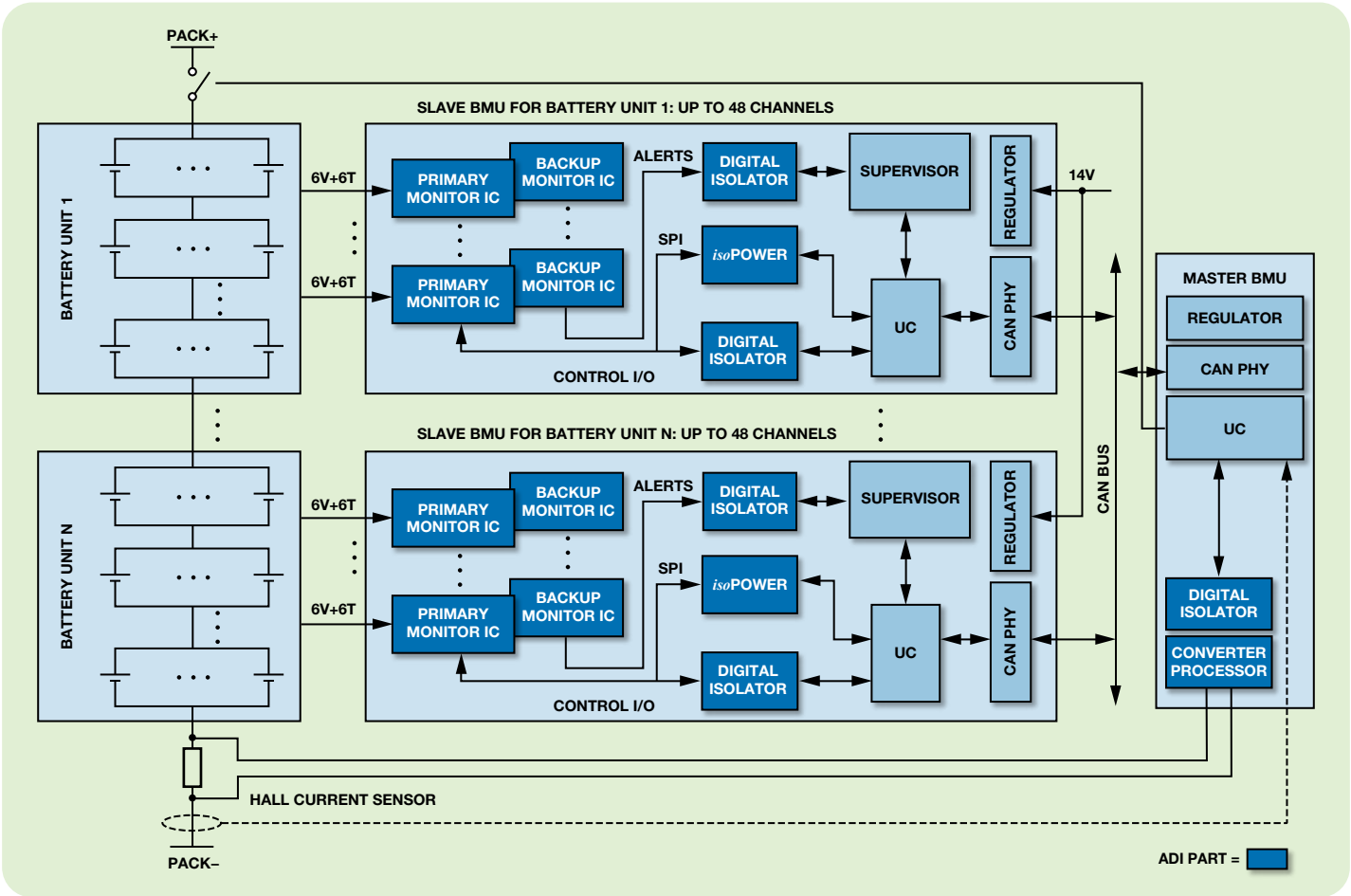
集成PGA、ADC和处理器内核的ADuC703x为用户提供了经济、高效的电池组电流测量方案，可实现超高动态范围和精度的电流测量。

ADI公司的数字隔离器*iCoupler*为汽车应用而优化，可在高数据速率下实现最低功耗。其封装尺寸小、通道选项多，因此，它所需组件量和占用电路板面积都最小；此外，该系列在整个使用周期内提供其高可靠性和质量保证。该系列被广泛用作高电压电路与低电压电路之间的SPI/GPIO/时钟隔离器。*isoPower*是ADI公司独特的集成电源数字隔离器解决方案，它提供高至500 mW的隔离电源和多通道数字隔离功能；与分立式dc-to-dc隔离器加数字隔离器的方案相比，*isoPower*的成本更低、占用面积更小。ADI公司提供多样的集成方案，产品种类仍在不断扩展。

主信号链：锂电池管理系统 BMS ≤150 V



主信号链：锂电池管理系统 BMS ≥300 V



注：上图所示信号链代表一个典型的 HEV/EV 锂电池管理解决方案。各模块的技术需求各不相同，表中所列产品代表可满足上述部分要求的 ADI 解决方案。

主要产品简介

产品型号	描述	温度	主要优势
主监控器IC			
AD7280A	6 V、6 AUX通道; 0.5 V至27.5 V共模电压; 高输入阻抗; 每通道转换时间1 μ s; 典型精度为1.6 mV; 电池单元平衡接口; 菊花链接口; CRC保护	-40°C至+105°C	高精度、快速转换时间、菊花链接口、数据保护、低功耗
备份监控器IC			
AD8280W	6 V、2个温度通道; 可调阈值OV、UV、OT; 独立或共用报警; 菊花链接口; 自测功能; 6 V至30 V电源电压 荣获Design News 2011年度金老鼠夹子奖 (Golden Mousetrap Award)	-40°C至+105°C	独立监控器、菊花链接口、自测功能
iCoupler数字隔离器			
ADuM1200/ ADuM1201W	2通道; 数据速率: 1 Mbps/10 Mbps/25 Mbps; 2.5 kV RMS隔离; 电源电压范围: 3.0 V至5.5 V; 在0 Mbps至2 Mbps条件下, 单通道的工作电流为1.2 mA	-40°C至+125°C	高数据速率、低功耗、GPIO或时钟隔离
ADuM1300/ ADuM1301W	3通道; 数据速率: 1 Mbps/10 Mbps; 2.5 kV RMS隔离; 电源电压范围: 3.0 V至5.5 V; 在0 Mbps至2 Mbps条件下, 单通道的工作电流为1.2 mA	-40°C至+125°C	高数据速率、低功耗、GPIO或时钟隔离
ADuM1400/ ADuM1401/ ADuM1402W	4通道; 数据速率: 1 Mbps/10 Mbps; 2.5 kV RMS隔离; 电源电压范围: 3.0 V至5.5 V; 在0 Mbps至2 Mbps条件下, 单通道的工作电流为1.0 mA	-40°C至+125°C	高数据速率、低功耗、GPIO/SPI/时钟隔离
ADuM1250W	2通道; 数据速率: 1 Mbps; 2.5 kV RMS隔离; 电源电压范围: 3.0 V至5.5 V; 针对双向I ² C优化; 各通道的工作电流为2.8 mA	-40°C至+125°C	高数据速率、低功耗、GPIO/I ² C隔离器
isoPower电源隔离器			
ADuM5401/ ADuM5402/ ADuM5403W	4通道数字隔离器; 数据速率: 25 Mbps; 集成5 V 500 mW dc-to-dc; 2.5 kV RMS隔离	-40°C至+105°C	集成式数字电源隔离器
精密转换处理器			
ADuC7036W	16位电流与电压/温度ADC; 1倍至512倍增益PGA; 电流通道的输入电压范围为-200 mV至+300 mV; 转换速率为1 Hz至8 kHz; ARM7TDMI内核; 96 kB闪存; SPI; LIN/BSD	-40°C至+115°C	集成式解决方案、超高动态范围和精度
ADuC7039W	16位电流与电压/温度ADC; 1倍至512倍增益PGA; 电流通道的输入电压范围为-200 mV至300 mV; 转换速率为10 Hz至1 kHz; ARM7TDMI内核; 64 kB闪存; SPI; LIN	-40°C至+115°C	集成式解决方案、超高动态范围和精度、低成本

* 后缀 -W 表示汽车级

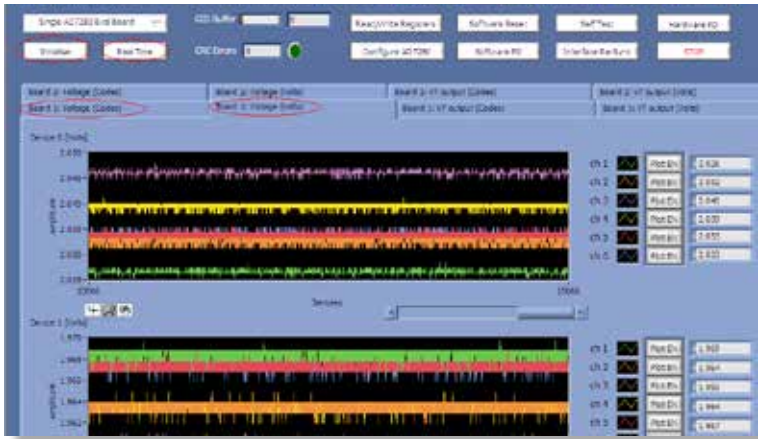
设计资源

评估板

- EVAL-AD7280AEDZ、EVAL-CED1Z
- AD8280-EVALZ
- 锂电池BMS演示板
- EVAL-ADuMQSEBZ

参考电路

- 集成信号和电源隔离的锂离子电池组监控器(CN0197)—www.analog.com/zh/CN0197
- 500 V共模电压电流监控器(CN0218)—www.analog.com/zh/CN0218
- 针对负高压轨的低成本、电平转换低成本电流监控器(CN0188)—www.analog.com/zh/CN0188
- 采用隔离式 Σ - Δ 型调制器、隔离式DC-to-DC转换器
和有源滤波器的新型模拟/模拟隔离器(CN0185)—www.analog.com/zh/CN0185



ADuC703x转换器处理器设计工具

- IAR IDE Embedded Workbench或Keil IDE uVision MDK-ARM
- Segger J-Link/J-Trace调试器
- ADI LIN下载器：LIN Dongle、ADI LIN Windows串行下载软件：LINBWS
- ADI QuickStart评估套件
- ADI示例代码和应用笔记网址—<ftp://ftp.analog.com/pub/MicroConverter/ADuC703x/>
- 中文技术论坛 – 模拟微控制器—ezchina.analog.com

欲了解有关汽车业应用和产品的更多信息，请访问

www.analog.com/zh/automotive

欲申请样片，请联系ADI公司区域办事处或访问

www.analog.com/zh/sample

ADI汽车传感器和传感器接口解决方案

应用描述

为了符合新出台的法规要求，提高燃油经济性和减少排放，汽车必须更加环保。只有通过改进传统内燃机效率，才能满足这些要求，这一目标要通过改进燃烧传感和控制性能付诸实现，因而需要更高的传感器和信号调理精度和集成度。车辆中通常有超过100个传感器，通常按功能可以分为6类，包括压力传感器、电流传感器、电容传感器、位置传感器、速度传感器和温度传感器。

系统需求与设计挑战

车辆传感器可用于动力总成系统、底盘/安全和车身系统。要改善燃油经济性、排放量和车辆性能，必须同时改进动力总成系统。对于传感器而言，这需要显著改善性能和/或实现各种功能，但在动态范围、精度、诊断和稳定性(EMC、ESD、温度等)方面实现这个目标具有很大挑战性。

压力传感器

在高压恶劣环境下，我们需要很多压力传感器来测量气体或流体压力。例如，有些动力总成系统需要测量缸内、变速箱油、柴油共轨、GDI燃油、柴油微粒滤清器(DPF)和废气再循环系统(EGR)的压力。安全应用包括制动液和乘客检测系统的重量或压力。高压恶劣环境应用要求传感器元件(容性或压阻)必须与信号调理芯片分隔开。例如，压阻(应变片)解决方案可以测量最高达到2,800 bar的压力。

应变片技术基于电阻电桥。四个应变片附加到一个薄膜上，形成薄膜式压力传感器。输出信号小至10 mV。系统误差包括机械输出、热输出、容差和应变系数误差。总误差可以达到最高100%的FSR。因此，调理电路必须高度精确，具有低漂移。另外还需要基于增益、失调、温度和线性度相关的多变量补偿。

压力传感器主要放置在恶劣环境中。典型工作温度范围为-40°C至+125°C，在某些情况下高达150°C。这些传感器还需要高抗电磁干扰能力和诊断功能。

电流传感器

为改进燃料经济性和能源管理，必须精确控制电磁阀在燃油喷射系统和自动变速箱中的位置。此外，还必须更加精确地监控“按需”功率的电机电流。我们通常遇到的设计挑战包括在恶劣环境中实现高精度、低失调(失调必须小于5 mV，失调漂移必须小于20 μ V)、高带宽(有些情况需要高达500 kHz)、宽共模电压范围(最高65 V)、宽工作温度范围(高达125°C)。

电容传感器

电容传感器具有多种优势，例如低系统成本、不同形状可行性和低功耗。它们通常在无钥匙进入门控系统接近传感器、雨量探测器、湿度传感器、燃油液位/品质传感器中应用。电容传感器对环境变化敏感，因而必须具有很高的分辨率、精度、可调共模电容和抗电磁干扰能力。

位置和速度传感器

在EPS和BLDC/PMSM电机控制应用中，位置/速度测量需要快速响应、良好精度(最高达到0.1°)、稳定性和低漂移。另外还需要诊断功能。

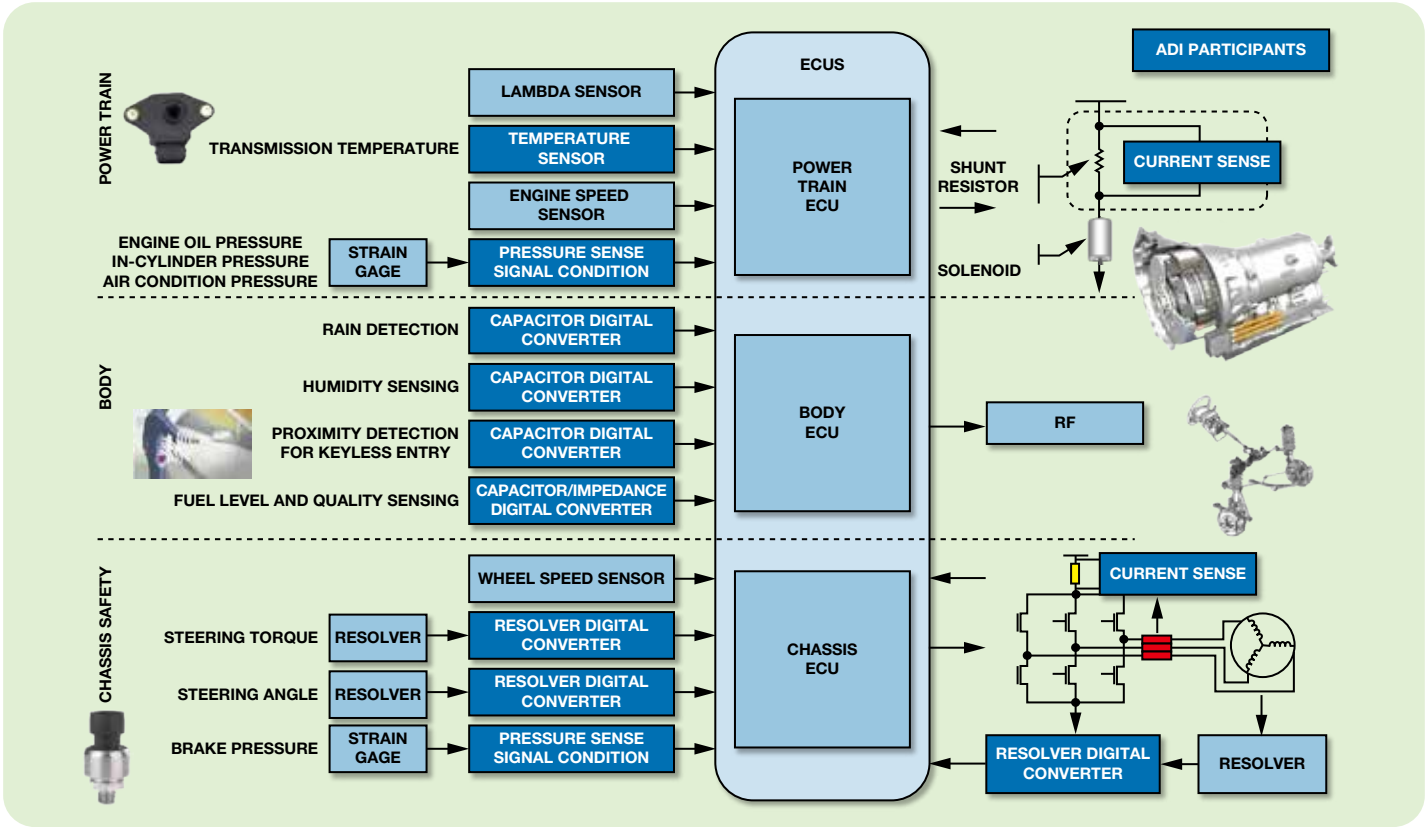
温度传感器

在变速箱控制等高温汽车应用中，必须具有宽温度范围和高精度。典型温度范围为-40°C至+150°C，在某些情况下高达175°C。此外，还必须达到 $\pm 2^\circ\text{C}$ 或 $\pm 1^\circ\text{C}$ 的精度。

ADI公司的解决方案

ADI与全球领先汽车供应商建立了长期良好关系，而且在高性能信号处理、高可靠性和高质量产品开发方面具有丰富经验，处于业界领先地位，能够提供优化解决方案以应对这些挑战。

汽车传感器和传感器接口系统框图



注：以上信号链代表汽车传感器及其接口设计的系统框图。模块的技术要求可变化，下面列表中列出的产品代表满足部分要求的ADI解决方案。

压力传感器

结合数字校正技术，ADI的应变片信号调理芯片 AD8556和AD8557可用于测量应变片电阻电桥。AD8556具有内部电磁干扰滤波器。AD8556和AD8557都具有低失调、低失调漂移和高CMRR。ADI的新一代应变片信号调理芯片 ADA4556可用于与应变片电阻电桥接口，采用一阶和二阶温度补偿和非线性校正技术。它拥有6x至820x增益的PGA以及12位ADC。此外，它还具有多种诊断功能，例如短路/开路故障、压力错误、内部温度传感器错误、稳压器错误、VIN错误、EEPROM错误和看门狗检测。客户可以设置诊断箝位电平。模拟输出引脚也可作为零线编程接口。

下面将介绍多种系统优势。这些芯片可以支持-40至+150°C的温度范围。EEPROM在150°C下的数据保留时间达到10年。校正后的系统精度可达到±0.1%。基于PGA增益，调理可支持广泛的压力传感器敏感度。无需其他保护二极管或瞬态吸收器可达到GM EMI/EMC规范要求(60 V电平)。6 kV ESD保护具有良好稳定性能。全局引脚上的大电流注入(BCI)性能符合OEM要求和ISO-7637-2标准(通过测试，达到+150/-170 V)。

电流传感器

ADI的电流检测放大器在高侧和低侧都支持基于采样电阻的精密电流传感器。ADI提供10多种芯片，分别采用两种不同架构，包括差分放大器型和电流检测放大器类型。差分放大器类型基于输入电阻分压器。AD8207/AD8208/AD8209器件内部带有电磁干扰滤波器，提供更高的抗电磁干扰性能。AD8207具有零漂移功能(失调漂移小于1 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)，最大失调小于0.5 mV。电流检测放大器类型基于高压工艺，可以承受高共模电压。它们具有低输入偏置电流和高输入阻抗，适合满足高带宽(最高达到500 kHz)和CMRR(最高达到120 db)要求。两种架构类型都具备良好的输入共模阶跃响应能力。

ADI还有电流阈值监控解决方案，用于总电流监控和过流保护。AD8214具有200 nS的极低传播延迟。

电容传感器

ADI拥有特殊的 Σ - Δ 架构电容数字转换器(CDC)，采用出色的ADI ADC架构。 Σ - Δ 调制器使用电荷平衡技术，帮助客户更加轻松和精确地获取电容值。

AD7150的设计目的是进行接近检测，具有16位CDC和片内状态机，以应对环境变化。它可以忽略由于环境因素(例如温度、湿度和灰尘)导致的传感器电容缓慢变化。AD7150只会响应快速变化，例如人手靠近，并触发车辆和射频收发器之间的钥匙通信。

AD7745/AD7746是高分辨率的 $\Sigma\Delta$ CDC。要测量的电容可直接连接到器件输入端。该芯片还具有高分辨率(24位无失码、最高21位有效分辨率)、高线性度($\pm 0.01\%$)和高精度(± 4 fF工厂校准)等固有特性。它可用于位置和雨量检测、湿度和燃油液位传感器。

AD5933是一款高精度阻抗转换器，片上集成频率发生器与12位、1 MSPS ADC。频率发生器允许用已知的信号来激励外部复阻抗。外部阻抗的响应信号由片上ADC进行采样，然后由片上DSP引擎进行离散傅里叶变换(DFT)处理。DFT算法在每个频率上返回一个实部(R)数据字和一个虚部(I)数据字。它可在燃油液位/品质传感器中使用。它还可在灵活燃料应用中测量汽油和乙醇的混合比率。

位置和速度传感器

ADI在旋变数字转换器(RDC)市场拥有广泛的产品组合和悠久的历史。AD2S1205和AD2S1210能够处理高达3,125 RPS的跟踪速率。它们的精度可以达到 ± 2.5 弧分。AD2S1205是12位RDC，AD2S1210的10/12/14/16位分辨率可由用户设置。芯片具有差分输入和增量式编码器输出，以及可编程故障检测阈值。它们可在变速箱、EPS和HEV/EV电机中用于电机轴角度和速度测量。

温度传感器

ADI的TMP36精度达到满量程 $\pm 2^\circ\text{C}$ 和线性度达到满量程 0.5°C ，温度范围为 -40°C 到 $+125^\circ\text{C}$ ，具有模拟输出。ADI的ADT7311和ADT7312精度达到满量程 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，温度范围为 -40°C 至 $+150^\circ\text{C}$ ，具有数字SPI输出。基于裸片封装，ADT7312的温度范围可以增加到 -40 至 $+175^\circ\text{C}$ 。

主要产品简介

产品型号	描述	温度	优势
压力信号调理			
AD8556	VCC 4.5 V至5.5 V，包括OTP以支持校准，ESD HBM 2 kV，增益70至1280，失调10 μV ，失调漂移65 nV/ $^\circ\text{C}$ ，CMRR 94 dB，封装：SO-8，LFCSP-16 (汽车应用等级请联系ADI)	-40°C 至 $+140^\circ\text{C}$	具有电磁干扰滤波器，VDD=5 V
AD8557	VCC 2.7 V至5.5 V，包括OTP以支持校准，ESD HBM 2 kV，增益28至1300，失调12 μV ，失调漂移65 nV/ $^\circ\text{C}$ ，CMRR 96 dB，封装：SO-8，LFCSP-16(汽车应用等级请联系ADI)	-40°C 至 $+125^\circ\text{C}$	低成本，VDD=3.3 V或5 V
ADA4556W (样品阶段)	VCC 4.5 V至5.5 V，包括EEPROM以支持温度和非线性补偿，ESD HBM 6 kV，增益6至820，ZWI程序接口结合模拟输出，封装：LFCSP-16	-40°C 至 $+150^\circ\text{C}$	具有温度和非线性补偿
电流检测			
AD8202W	输入共模范围 -8 V至28 V， -8 V至35 V的耐压范围，增益20 V/V，单向，带宽50 kHz，失调漂移10 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，增益误差0.3%，增益漂移20 ppm/ $^\circ\text{C}$ ，ESD HBM 2 kV，CMRR典型值为82 dB，最差情况为80 dB，封装：SO8，MSOP-8，裸片	-40°C 至 $+125^\circ\text{C}$	差分放大器 电磁阀控制
AD8205W	输入共模范围 -2 V至65 V， -5 V至68 V的耐压范围，增益50 V/V，双向，带宽 50 kHz，最大失调4.5 mV，失调漂移15 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，增益误差1.2%，增益漂移30 ppm/ $^\circ\text{C}$ ，ESD HBM 2.5 kV，CMRR典型值为80 dB，最差情况为76 dB，封装：SO-8	-40°C 至 $+125^\circ\text{C}$	差分放大器 电机控制，具有电磁干扰滤波器
AD8206W	输入共模范围 -2 V至65 V， -25 V至75 V的耐压范围，增益20 V/V，双向，带宽 100 kHz，最大失调4.5 mV，失调漂移15 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，增益误差1.2%，增益漂移30 ppm/ $^\circ\text{C}$ ，ESD HBM 3 kV，CMRR典型值为80 dB，最差情况为76 dB，封装：SO-8	-40°C 至 $+125^\circ\text{C}$	差分放大器 电机控制，具有电磁干扰滤波器
AD8207W	输入共模范围 -4 V至65 V， -25 V至75 V的耐压范围，增益20 V/V，双向，带宽 100 kHz，最大失调0.4 mV，失调漂移1 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，增益误差0.3%，增益漂移15 ppm/ $^\circ\text{C}$ ，ESD HBM 3 kV，CMRR典型值为90 dB，最差情况为80 dB，封装：SO-8	-40°C 至 $+125^\circ\text{C}$	差分放大器 零漂移，差分放大器，具有电磁干扰滤波器
AD8208W	输入共模范围 -2 V至45 V， -24 V至80 V的耐压范围，增益20 V/V，单向，带宽 80 kHz，最大失调4 mV，失调漂移20 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，增益误差0.3%，增益漂移20 ppm/ $^\circ\text{C}$ ，ESD HBM 4.5 kV，CMRR典型值为80 dB，封装：SO-8，MSOP-8	-40°C 至 $+125^\circ\text{C}$	差分放大器 稳定，电磁阀控制，具有电磁干扰滤波器

主要产品简介(续)

产品型号	描述	温度	优势
AD8209W	输入共模范围-2 V至45 V, -24 V至80 V的耐压范围, 增益14 V/V, 单向, 带宽80 kHz, 最大失调4 mV, 失调漂移15 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, 增益误差0.3%, 增益漂移20 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, ESD HBM 8 kV, CMRR典型值为80 dB, 封装: MSOP-8	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	差分放大器 稳定, 电磁阀控制, 具有电磁干扰滤波器
AD8216W	输入共模范围0 V至65 V, -40 V至80 V的耐压范围, 增益3 V/V, 双向, 带宽3 MHz, 最大失调3 mV, 失调漂移20 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, 增益误差0.4%, 增益漂移15 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, ESD HBM 5 kV, CMRR典型值为90 dB, 最差情况为80 dB, 封装: SO-8	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	差分放大器 快速输出响应, 具有电磁干扰滤波器
AD8210W	输入共模范围-2 V至+65 V, -5 V至+68 V的耐压范围, 增益20 V/V, 双向, 带宽500 kHz, 最大失调1.8 mV, 失调漂移8 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, 增益误差0.5%, 增益漂移20 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, ESD HBM 7.5 kV, CMRR典型值为120 dB, 最差情况为80 dB, 封装: SO-8	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	电流检测放大器、电机控制, 高带宽, 高CMRR
AD8211W	输入共模范围-2 V至+65 V, -3 V至+68 V的耐压范围, 增益20 V/V, 单向, 带宽500 kHz, 最大失调2.5 mV, 失调漂移10 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, 增益误差0.4%, 增益漂移13 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, ESD HBM 4 kV, CMRR典型值为120 dB, 最差情况为80 dB, 封装: SOT23-5	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	电流检测放大器; 电磁阀控制; SOT-23封装
AD8212W	输入共模范围7 V至65 V(有外部高压PNP时最高达到500 V), 7 V至68 V的耐压范围, 增益可调节, 单向, 带宽500 kHz, 最大失调3 mV, 失调漂移10 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, 增益误差1%, 增益漂移50 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, ESD HBM 4 kV, CMRR典型值为90 dB, 封装: MSOP-8	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	电流检测放大器, 电流输出, 500 V 外接0.03美元的晶体管/包括5 V稳压器
AD8213W	输入共模范围-2 V至+65 V, -3 V至+68 V的耐压范围, 增益20 V/V, 单向, 带宽500 kHz, 最大失调2.2 mV, 失调漂移12 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, 增益误差0.5%, 增益漂移25 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, ESD HBM 4 kV, CMRR典型值为90 dB, 封装: MSOP-10	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	电流检测放大器; 双通道
AD8215W	输入共模范围-2 V至+65 V, -3 V至+68 V的耐压范围, 增益20 V/V, 单向, 带宽450 kHz, 最大失调2.5 mV, 失调漂移10 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, 增益误差0.3%, 增益漂移15 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, ESD HBM 4 kV, CMRR典型值为120 dB, 最差情况为80 dB, 封装: SO-8	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	电流检测放大器; 电磁阀控制; SO-8封装
AD8214W	输入共模范围5 V至65 V, 0 V至68 V的耐压范围, 增益可调节, 单向, 带宽500 kHz, 最大失调8 mV, 失调漂移15 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, ESD HBM 2.5 kV, 封装: MSOP-8	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	电流阈值监控器, 200 ns的传播延迟 包括2.4 V稳压器
电容数字转换器			
AD7150	2通道, 16位CDC, I ² C接口, 电容范围 ± 4 pF, 10 pF CapDAC 范围(汽车应用等级请联系ADI)	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+85 $^{\circ}\text{C}$	MSOP-10 封装
AD7745	1通道, 24位CDC, 电源电压2.7 V至5.25 V(带内部温度传感器), 电容范围 ± 4 pF, 17 pF CapDAC范围, 精度 ± 4 fF, I ² C接口(汽车应用等级请联系ADI)	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	TSSOP-16 封装
AD7746	2通道, 24位CDC, 电源电压2.7 V至5.25 V(带内部温度传感器), 电容范围 ± 4 pF, 17 pF CapDAC范围, 精度 ± 4 fF, I ² C接口(汽车应用等级请联系ADI)	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	TSSOP-16 封装
AD5933W	阻抗转换器, 12位1MSPS ADC, 可编程输出峰峰值激励电压, 输出频率最高达100 kHz, I ² C接口, 实部(R)和虚部(I)测量	-40 $^{\circ}\text{C}$ 至+125 $^{\circ}\text{C}$	SSOP-16 封装

主要产品简介(续)

产品型号	描述	温度	优势
旋变数字转换器			
AD2S1205 (ADW71205)	12位分辨率, 最大跟踪速率为1250 rps, 精度为11弧分(Y级), 精度为22弧分(W级)	-40°C至+125°C	LQFP-44 封装
AD2S1210W	10、12、14、16位可调分辨率, 最大跟踪速率为3125 rps/1250 rps/625 rps/156.25 rps (CLK=10.24MHz), 精度典型值为2.5弧分	-40°C至+125°C	LQFP-48 封装
温度传感器			
TMP36 (ADW75001)	环境温度下的温度误差为1°C, 模拟输出, 精度为满量程±2°C	-40°C至+150°C	SOT-23-5 封装
ADT7311W	精度为满量程±1°C, SPI接口	-40°C至+150°C	S0-8 封装
ADT7312W	精度为满量程±1°C, SPI接口	-40°C至+175°C	裸片封装

* 后缀 -W 表示汽车级

设计资源

评估板

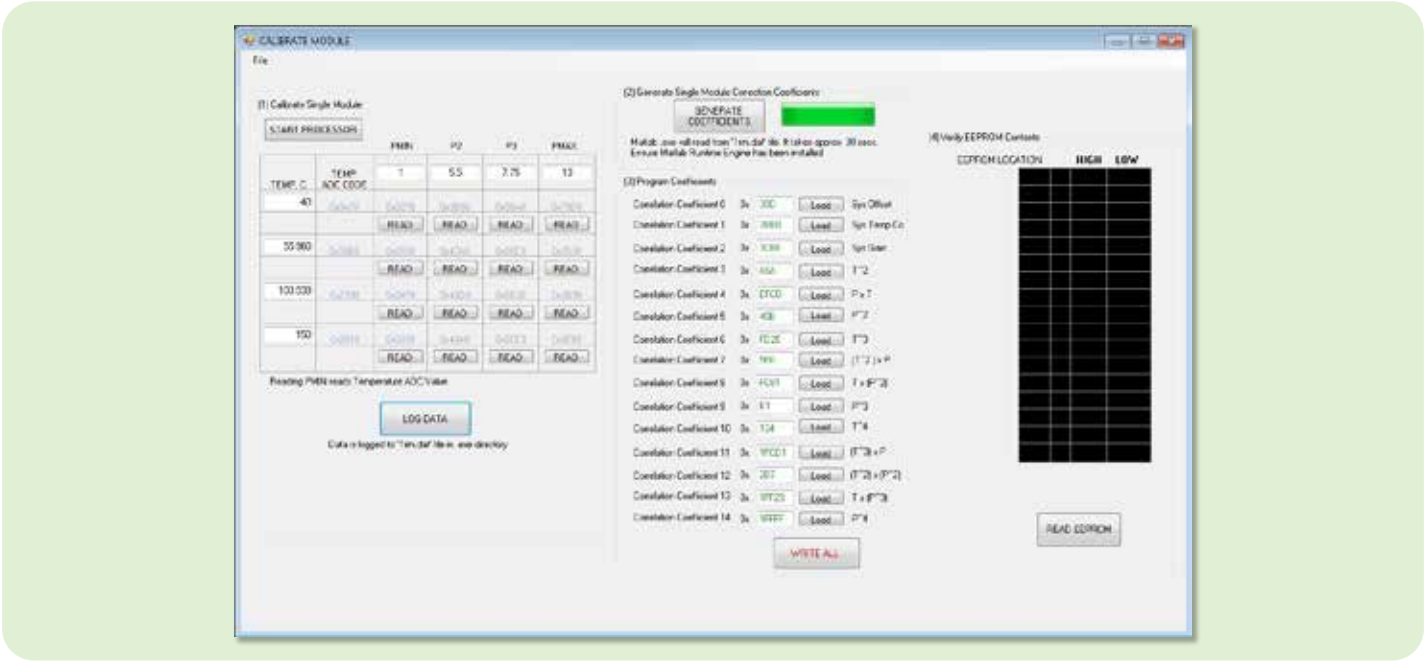
- AD8555ARZ-EVAL
- EVAL-AD7746EBZ
- EVAL-AD7746LBZ
- EVAL-SDP-CB1Z
- EVAL-ADT7X10EBZ
- EVAL-ADA4556
- EVAL-AD7746RBZ
- EVAL-AD5933EBZ
- EVAL-AD2S1210EDZ
- EVAL-AD7150EBZ
- EVAL-AD7746HBZ
- EVAL-AD2S1205SDZ
- EVAL-CED1Z

参考电路

- 电容数字转换器(CDC) AD7150用于接近传感应用(CN0095)—www.analog.com/zh/CN0095
- 利用电流检测放大器AD8210和差分放大器AD8274实现高电压、高精度电流检测和输出电平转换(CN0116)—www.analog.com/zh/CN0116
- 扩展AD7745和AD7746的容性输入范围(CN0129)—www.analog.com/zh/CN0129
- 用于AD2S1210旋变数字参考信号输出的高电流驱动器(CN0192)—www.analog.com/zh/CN0192
- 用12位阻抗转换器实现高精度阻抗测量(CN0217)—www.analog.com/zh/CN0217
- 500 V共模电压电流监控器(CN0218)—www.analog.com/zh/CN0218

设计工具

- ADA4556评估软件(包括补偿系数计算器Coefficient Calculator)



ADA4556评估软件包括补偿系数计算器Coefficient Calculator，支持执行非线性和温度校正校准。填充4个不同温度和压力的ADC值之后，该软件可以使用MATLAB执行引擎来获取补偿系数。下图显示了详情。

欲了解有关汽车业应用和产品的更多信息，请访问

www.analog.com/zh/automotive

欲申请样片，请联系ADI公司区域办事处或访问

www.analog.com/zh/sample

ADI ADAS视觉解决方案

应用描述

高级驾驶员辅助系统(ADAS)在未来几年将出现大幅增长。主要原因之一是安全意识的增强，以及客户对驾乘舒适度要求的提高。但是，最重要的原因是，欧洲新车安全评鉴协会(NCAP)加强了安全要求，这将促使明年ADAS设备安装率从个位数上升到几乎100%。因此，可商业化运行的解决方案无疑已是当务之急。

基于视觉的ADAS可以从多方面大大提高行车安全性。通过安装后视/前视/侧视摄像头和视觉处理ECU，可以实现多种功能来帮助驾驶员提前防范风险。受欢迎的应用包括路线偏差告警(LDW)、远光近光调整(HB/LB)、交通信号识别(TSR)、停车辅助、后视/环视、防撞等。

系统要求和设计挑战

视觉ADAS系统通常包括视频放大、编码、传输、解码、处理和显示功能。摄像头分辨率趋向于越来越高，数量越来越多。每个系统的功能数量不断增多，舒适功能逐渐让位于安全功能，所有这些趋势都提高了对处理器的要求。与此同时，对信号处理功耗成本比的要求则更高。

从一开始，以ADAS摄像机为中心的处理器规格目标就是减少总拥有成本(ToC)，同时又不牺牲系统供应商和OEM的灵活性。除了所需的编程能力和足够的处理能力外，该处理器还需要同级产品中最低的功耗，使散热设计易于实现。该处理器支持ISO26262要求的功能安全，能够在面向应用的开发环境中使用，优化了视觉处理库，有助于设计出一套上市时间短、风险低的总体系统。

ADI公司解决方案

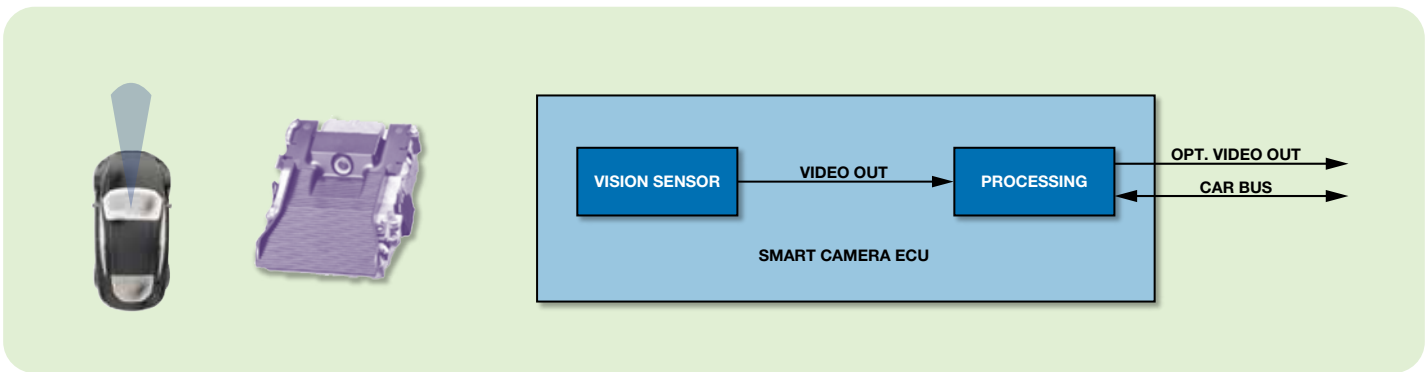
ADSP-BF60x将具有五项功能的系统的总体成本降低了30%。ADSP-BF609(可处理高达百万像素格式)和ADSP-BF608(处理高达VGA格式)支持五种并行视觉功能，每秒可处理高达30帧。ADSP-BF60x在105°C环境温度下的功耗不足1.3 W，具有同级产品的最低功耗。

为了实现这一功耗，ADI公司采用了直接又特别的概念。这一概念基于两个Blackfin内核，因为已量产的ADAS系统正采用这一架构。然而，那些无法经济高效通过软件模型化的算法已经被用硬件引擎实现，由此产生了高度可配置的视觉处理单元工具箱。ADI公司将其称作“流水线视觉处理器”(PVP)，如今已成为全新ADSP-BF60x处理器的一部分。虽然采用了低功耗处理技术，但还需要进一步创新，以解决现代设计中最重要功耗问题，这种方法是外部存储器(DDR2)接口。通过适当分配处理能力，合理利用适量存储器带宽，可以实现最低功耗。此外，一些硬件模块也增强了Blackfin架构，使其能够满足功能安全要求。

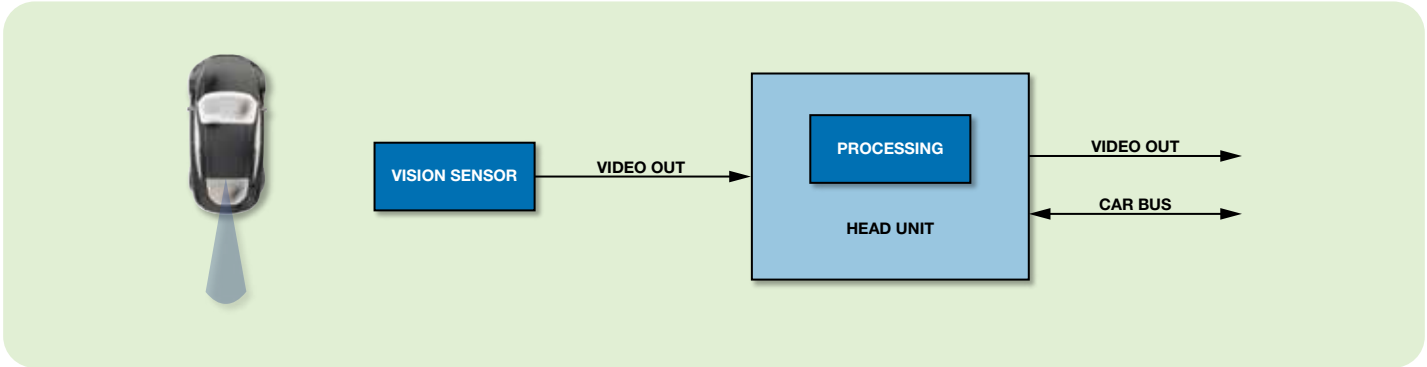
另外，ADI公司提供品种丰富、性能优异的视频解码器/编码器、视频多路复用器/开关和视频放大器。

主信号链

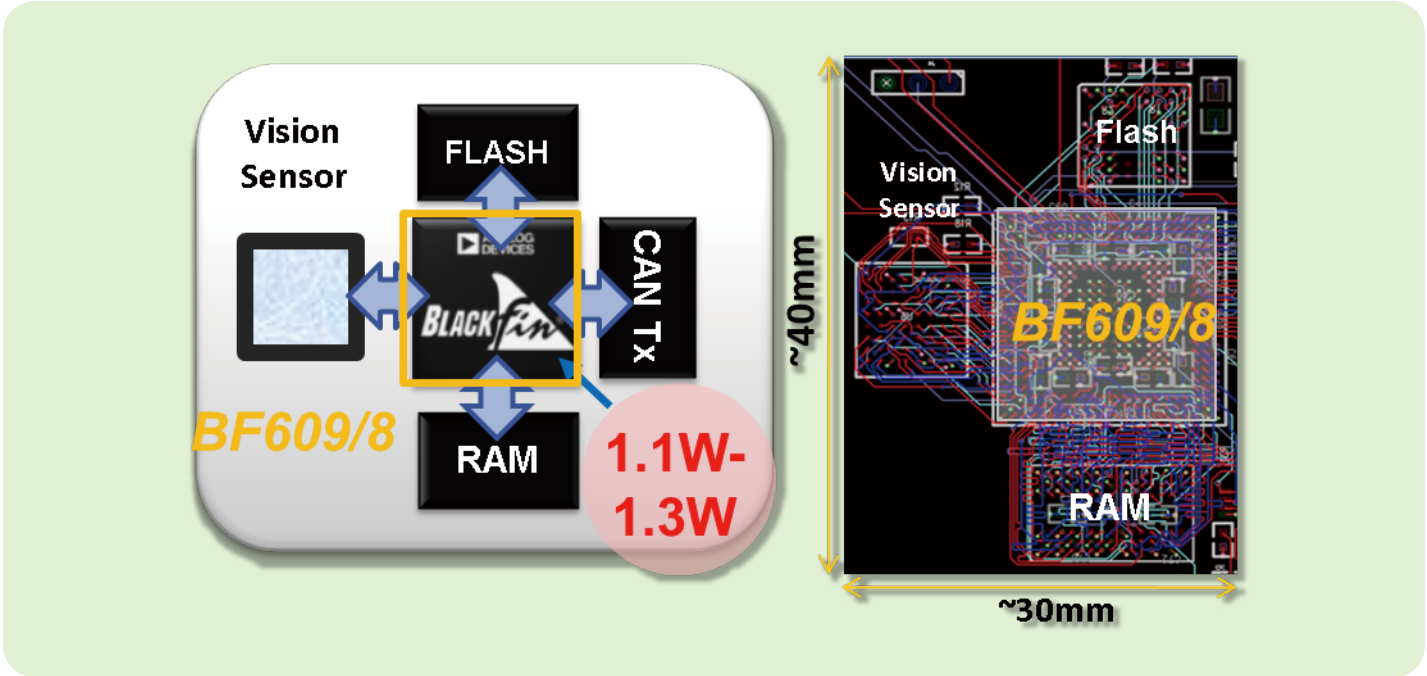
ADAS摄像头—智能摄像头ECU



ADAS ECU—摄像头 + 中央处理ECU



ADAS摄像头



注：上述信号链代表ADAS系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的ADI解决方案。

主要产品简介

产品型号	描述	温度	封装
DSP			
ADSP-BF606	双通道400 MHz内核、148 kB L1、128 kB L2、外部250 MHz DDR2、3× ePPI、1× CAN	−40°C至+105°C	BGA 349
ADSP-BF607	双通道500 MHz内核、148 kB L1、256 kB L2、外部250 MHz DDR2、3× ePPI、1× CAN	−40°C至+105°C	BGA 349
ADSP-BF608	双通道500 MHz内核、支持VGA的PVP引擎、PIXC引擎、148 kB L1、256 kB L2、外部250 MHz DDR2、3× ePPI、1× CAN	−40°C至+105°C	BGA 349
ADSP-BF609	双通道500 MHz内核、支持高清的PVP引擎、PIXC引擎、148 kB L1、256 kB L2、外部250 MHz DDR2、3× ePPI、1× CAN	−40°C至+105°C	BGA 349
视频解码器			
ADV7180W	CVBS解码器、标清电视、3/6通道输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8/16位BT656输出	−40°C 至+125°C	LFCSP 32/LFCSP 40 LQFP 48/LQFP 64
ADV7181CW	RGB解码器、标清/高清电视、6通道输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8/16位BT656输出	−40°C至+85°C	LQFP 64
ADV7182W	CVBS解码器、标清电视、单端/差分输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8位BT656输出、电缆诊断	−40°C至+105°C	LFCSP 32
ADV7186W	6通道标清/高清解码器、3D梳状滤波器、位图OSD和叠加功能、标量和去隔行显示控制器、LVDS Rx & Tx	−40°C至+85°C	BGA 196
ADV7280W	10位、4倍过采样标清电视视频解码器，支持去隔行	−40°C至+105°C	LFCSP 32
视频编码器/DAC			
ADV7392/ ADV7393W	标清/高清编码器、YCrCb/RGB输入、CVBS/S视频/YPrPb/RGB输出	−40°C至+85°C	LFCSP 40
ADV7125W	CMOS 330MHz三通道8位视频DAC、互补输出	−40°C至+85°C	LFCSP 48 LQFP 48
RGB-CVBS转换器			
AD723W	低成本RGB转PAL/NTSC编码器，带负载检测功能，2.7 V至5 V	−40°C至+85°C	TSSOP 28
AD725W	低成本RGB转PAL/NTSC编码器，5 V	−40°C至+85°C	SOIC 16
视频放大器			
ADA4851-1/ ADA4851-2/ ADA4851-4W	单通道/双通道/四通道视频放大器、130 MHz、轨到轨输出、3 V至10 V电源	−40°C至+125°C	SOT23/MSOP8/ TSSOP14
ADA4430-1W	单通道视频放大器、固定低通标清视频滤波器、超低功耗、轨到轨输出、2.65 V至6 V电源	−40°C至+125°C	SOT-23
ADA4830-1/ ADA4830-2W	差动视频放大器、增益 = 0.5 MHz、85 MHz @ 3 dB、电池短路保护、3 V至5 V电源	−40°C至+105°C	LFCSP 8
温度传感器			
ADT7311W	−55°C至+150°C、±0.5°C精度、SPI、2.7 V至5.5 V电源	−55°C至+150°C	SOIC 8

设计资源

硬件开发板

- BF60x标准评估板和扩展板
- 前视ADAS开发套件 (请联系ADI销售部门)

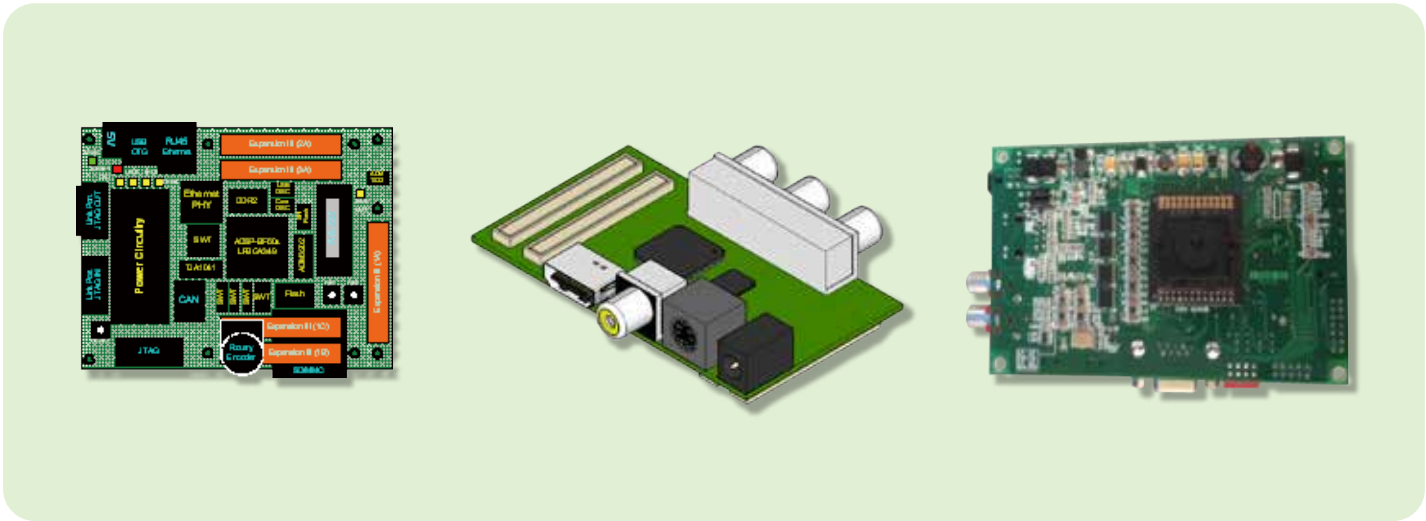
BF60x DSP集成开发环境：CCES

标准软件模块

- ADAS视觉分析工具箱(AVAT)
- Blackfin图像处理工具箱(IPTBX)
- 二维图形工具箱(GFX2D)
- 下载地址—www.analog.com/blackfinmodules

视觉ADAS框架和算法参考代码

- LDW、FCW、TSR、HBA、PD函数 (请联系ADI销售部门)



欲了解有关汽车应用和产品的更多信息，请访问：www.analog.com/zh/automotive

有关技术问答，请访问ADI中文技术论坛：ezchina.analog.com

欲申请样片，请联系ADI公司区域办事处或访问：www.analog.com/zh/sample

只要你开口没什么大不了 ADI官方中文技术论坛正式上线 发现精彩就在今天

- ☑ 全新的技术论坛
- ☑ 崭新的交流平台
- ☑ 高效的疑问解答
- ☑ 丰富的技术资料
- ☑ 专业的专家团队

ezchina.analog.com



ADI参考设计精选

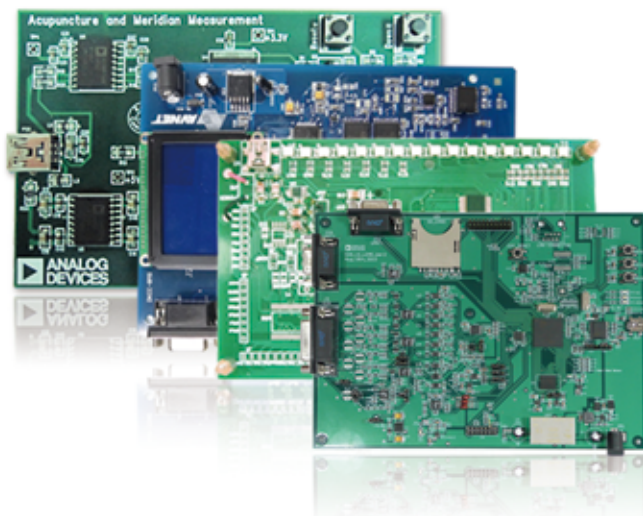
ADI高性能的硬件平台配合完整软件解决方案，最切合您的设计及应用需求。

由经验丰富的工程师组成的专家队伍更将协助您进行设计和研发。

- ☑ 完整用户手册
- ☑ 软件安装文件
- ☑ MCU固件文件
- ☑ 硬件原理图及PCB Layout

设计资源一应俱全，ADI免费提供下载。

www.analog.com/zh/RD



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
上海市浦东新区张江高科技园区
祖冲之路 2290 号展想广场 5 楼
邮编: 201203
电话: (86 21) 2320 8000
传真: (86 21) 2320 8222

深圳分公司
深圳市福田区
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

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
在线购买	www.analog.com/zh/BOL
ADI在线技术论坛	ezchina.analog.com
网址	www.analog.com/zh/CIC