



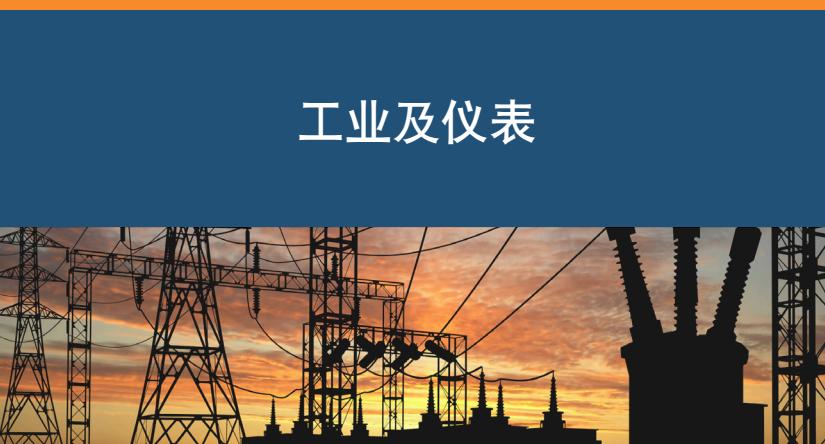
超越一切可能™

# ADI系统方案精选

方便客户设计、简化系统集成、以应用为主题、加速您的设计

## 第五辑

工业及仪表



能源



物联网



汽车电子



航空航天和防务



医疗健康



本次修订更新至2017年10月  
[www.analog.com/cn/apm](http://www.analog.com/cn/apm)



# 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。近一年来，我们新增11个精选方案。目前，ADI已有约40多个系统方案可供用户免费下载，内容涵盖工业仪表、航空航天和防务、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更新和再版，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

电机控制解决方案伺服控制.....	2
ADI锂离子电池分容化成测试设备解决方案 .....	7
ADI ICT/FCT设备解决方案 .....	12
ADI公司电磁流量计解决方案 .....	17

## 能源

ADI公司再生能源—太阳能光伏逆变器解决方案 .....	24
ADI公司再生能源—电动汽车充电设备解决方案.....	29
中国配网自动化终端DTU/FTU—二次融合系统方案.....	34

## 物联网

ADI FAST START物联网平台 .....	38
---------------------------	----

## 汽车电子

ADI座舱电子解决方案.....	42
------------------	----

## 航空航天和防务

ADI商用航空解决方案.....	49
------------------	----

## 医疗健康

智能可穿戴医疗保健设备解决方 .....	55
----------------------	----

## 工业及仪表

# 电机控制解决方案

## 伺服控制

方案编号: APM\_SERVO\_CONTROL\_2016

### 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*<sup>®</sup>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，比如，更快主频的处理器可以运行更加复杂的算法，高性能的ADC可以支持更高性能的电流环控制等等。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

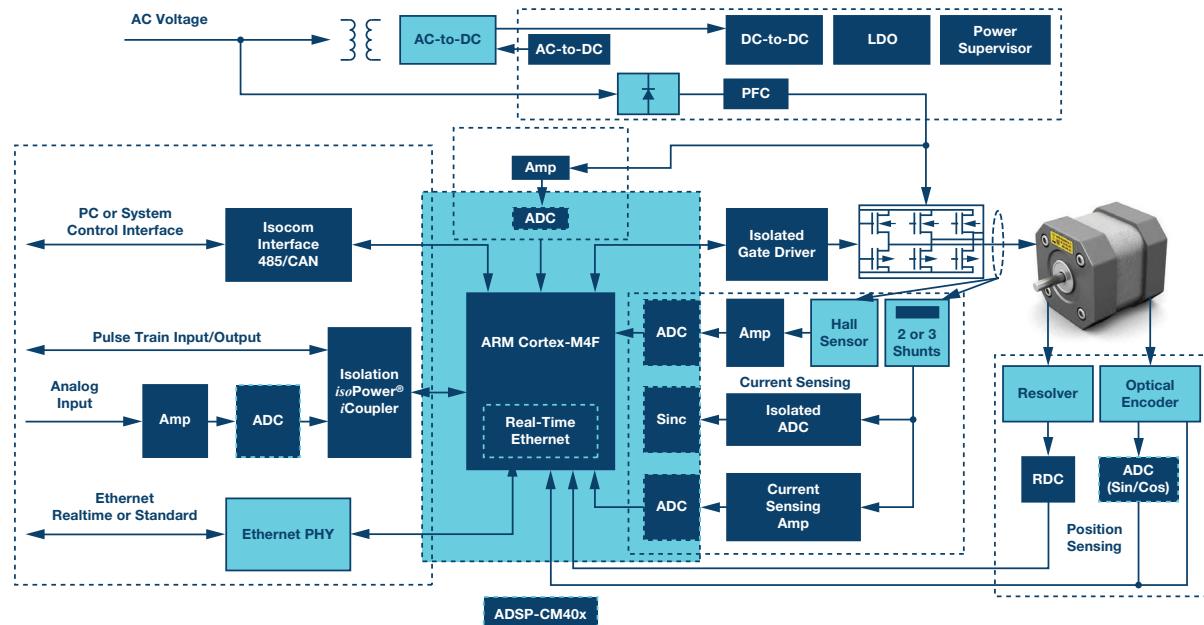
- ▶ 伺服控制中，高精度电流和电压检测可提高速度和扭矩控制性能。要求达到至少12位精度，具备多通道以及同步采样功能的ADC。ADI公司可提供完整系列产品。
- ▶ 使用电阻进行电流采样的伺服系统中，采样信号质量对电流控制性能的影响至关重要，ADI公司提供基于Σ-Δ调制器的业界最佳性能解决方案。
- ▶ 位置检测性能是伺服控制的关键，常常使用光学编码器和旋转变压器作为位置传感器。伺服控制技术从模拟向数字的转换推动了现代伺服系统的发展，也满足了对于电机控制的性能和效率的高要求。
- ▶ 从优先考虑安全和保护的角度，信号采样和功率器件驱动应采用隔离技术。ADI公司的*iCoupler*数字隔离器产品可满足高压安全隔离要求。

- ▶ IGBT功率器件驱动保护电路的性能决定了产品的可靠性和安全性，ADI公司的功率器件驱动芯片集成有丰富的保护功能，使设计更为简单可靠。
- ▶ 使用DSP以及ARM等高性能处理器可实现高性能的矢量控制和无传感器控制。
- ▶ 使用集成的功率因素矫正(PFC)控制器，可以更容易地实现减小伺服系统功率输入端电流畸变的效果。
- ▶ 在工业应用的设计中，长生命周期和高可靠的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/AD7402/ AD7403/AD7405	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 ADCs 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-CM419	隔离 ADuM141E/ADuM130E 栅极驱动 ADuM4223/ADuM3223/ADuM7223/ ADuM4135/ADuM4136 DC/DC ADuM5000/ADuM6000	RS-232 ADM3251E RS-485 ADM2486/ADM2483/ADM2582E ADM2587E/ADM2682E/ADM2687E CAN ADM3053 USB ADuM4160 LVDS ADN4650	uPMU ADP5134/ADP211x 线性稳压器 ADP151/ADP7102 电源监控器 ADM6339/ADM13307/ADM708 DC/DC ADP1051 PFC ADP1047

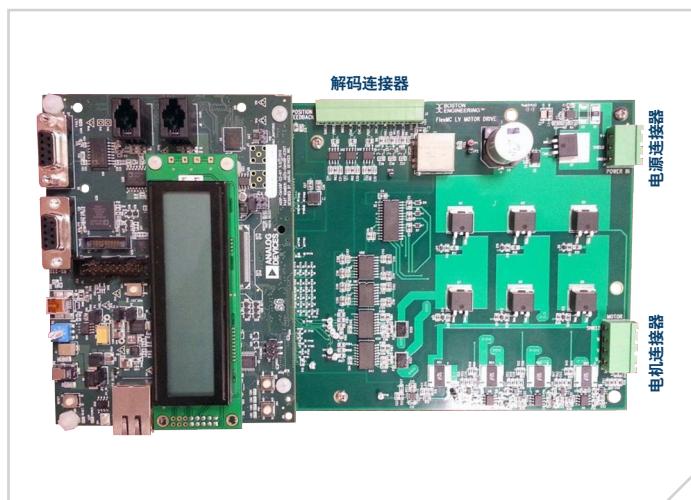
更多产品选择请登录ADI网站：[www.analog.com/cn/solution-for-motor-control](http://www.analog.com/cn/solution-for-motor-control)

## 重要产品和技术

产品型号	描述	主要特性	优势
<b>放大器</b>			
AD8148	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
<b>ADC</b>			
AD7266	同步采样12位SAR ADC	2 X 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, 失调漂移: 1.5 μV/°C (典型值), 典型值88 dB SNR, 片内集成数字隔离, 片内参考	隔离式高精度ADC
<b>处理器</b>			
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-bit SAR ADCs和精度达到14-bit, 2.6 MSPS采样速率,芯片内部集成sinc滤波器, 搭载浮点运算单元	最快M4内核主频, 最高精度集成ADC, Sinc滤波器
ADSP-CM419F	双核混合信号处理器	高达240 MHz ARM Cortex-M4, 搭载浮点单元、高达160 kB零等待状态ECC SRAM, 100 MHz ARM Cortex-M0监控器内核, 带32 kB零等待状态ECC SRAM; 高性能ADC, Sinc滤波器, FFT, MATH功能	双核, 最高精度集成式ADC, Sinc滤波器, FFT以及其他MATH功能
<b>RDC</b>			
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	高精度
<b>栅极驱动</b>			
ADuM4135	栅极驱动	隔离型IGBT驱动器件, 4安培峰值驱动能力, 500 V rms和1200 V dc工作电压	集成过流保护, 米勒钳位, 故障软关断功能, 隔离的故障和待机保护, 支持高工作温度范围: -40°C至125°C
ADuM4223	栅极驱动	4安培峰值驱动能力, 高开关频率可达1 MHz, 上下桥臂隔离: 537 V 峰值和800 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
<b>隔离</b>			
ADuM141E	多通道数字隔离器	100 kV/μs CMTI, 150 Mbps速率, 3通道输入1通道输出	最新OOK调制技术
<b>接口</b>			
ADM2687E	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/DC转换器, ±15 KV ESD保护, 具备失效保护功能
ADM3053	隔离式CAN收发器	集成了电源与信号隔离, 1 Mbps通讯速率	集成了电源隔离
<b>放大器</b>			
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

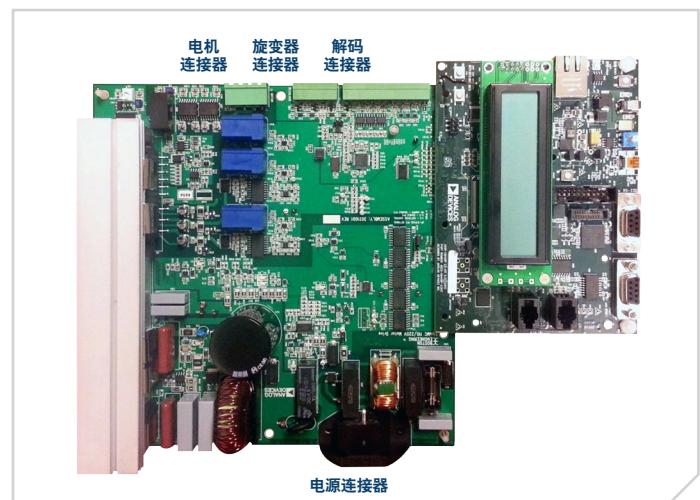
## 参考设计和演示板

### LV MPC平台



Boston Engineering设计 [www.boston-engineering.com](http://www.boston-engineering.com)。

### HV MPC平台



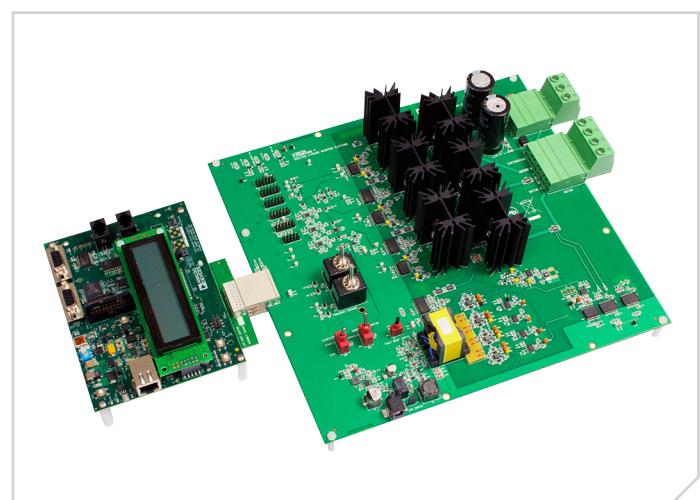
Boston Engineering设计 [www.boston-engineering.com](http://www.boston-engineering.com)。

### 双电机、双轴伺服驱动演示



ThinkVo第三方设计。

### 隔离式逆变器平台



ADI设计。

## 设计资源

- ▶ 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®

## 第三方设计

- ▶ 双电机双轴伺服驱动演示系统

## 电机控制参考设计

参考设计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/DC转换器和有源滤波器的新型模拟/模拟隔离器—[www.analog.com/cn/CN0185](http://www.analog.com/cn/CN0185)
- ▶ 高性能, 10~16位RDC—[www.analog.com/cn/CN0276](http://www.analog.com/cn/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—[www.analog.com/cn/CN0116](http://www.analog.com/cn/CN0116)
- ▶ 500 V共模电压电流监测—[www.analog.com/cn/CN0218](http://www.analog.com/cn/CN0218)
- ▶ 采用隔离驱动器的H桥驱动电路—[www.analog.com/cn/CN0196](http://www.analog.com/cn/CN0196)
- ▶ 更多实验室电路请访问 [www.analog.com/cn/circuits](http://www.analog.com/cn/circuits)

更多信息请访问ADI电机控制网站

[www.analog.com/cn/motor-control-pavilion](http://www.analog.com/cn/motor-control-pavilion)

# ADI锂离子电池分容化成测试设备解决方案

方案编号: APM\_BATTERY\_TESTER\_2016

## 应用简介

能源消耗是全球面临的普遍问题，许多行业努力通过实现更安全、更清洁、更高效、低成本的电源解决方案来应对这一问题。混合动力和电动汽车、太阳能、风能的日渐盛行就是这种趋势的结果。所有这些解决方案都有一个共同之处：锂离子电池。由于这些领域增长迅速，锂离子电池将在节能方面起到更重要的作用。

锂离子电池制造程序非常复杂，包括电极生产、堆叠结构和单元装配。然后要执行电气测试，以便评定电池容量和性能。这之后还要执行电气测试，以便评定电池在工作中的容量，即额定值。对于锂离子电池制造中的这些电气测试，需要高功率、高效率和高精度的测试设备。ADI公司基于AD8450/AD8451和ADP1972/ADP1974的解决方案正是为此而推出。

## 系统设计考虑因素

### 效率

笔记本电脑、手机和类似便携设备中锂离子电池的容量通常很小，典型值是数安时。但是，用于车辆或储能的锂离子电池容量则高得多，通常在数十甚至数百安时左右。用于小容量电池的线性测试设备，如果也用于高容量电池测试，在充电阶段将会消耗大量功率，导致效率低下，而且会给设备硬件设计带来相当严重的热问题。ADI AD8450/AD8451和ADP1972/ADP1974解决方案基于PWM架构，有助于解决这一问题。

ADI PWM架构还能帮助把更多电池能量送回电网或其他测试通道进行充电。与将电池能量放电至阻性负载的线性架构相比，这是一种环保且高效的解决方案。

### 精度

为了获得准确的锂离子电池容量，需要精确测量充电和放电两种模式下的电流和电压。结合系统中的精密ADC、DAC和其他器件，ADI公司基于AD8450/AD8451和ADP1972/ADP1974的解决方案可实现高精度测量和设定。

### 低系统成本

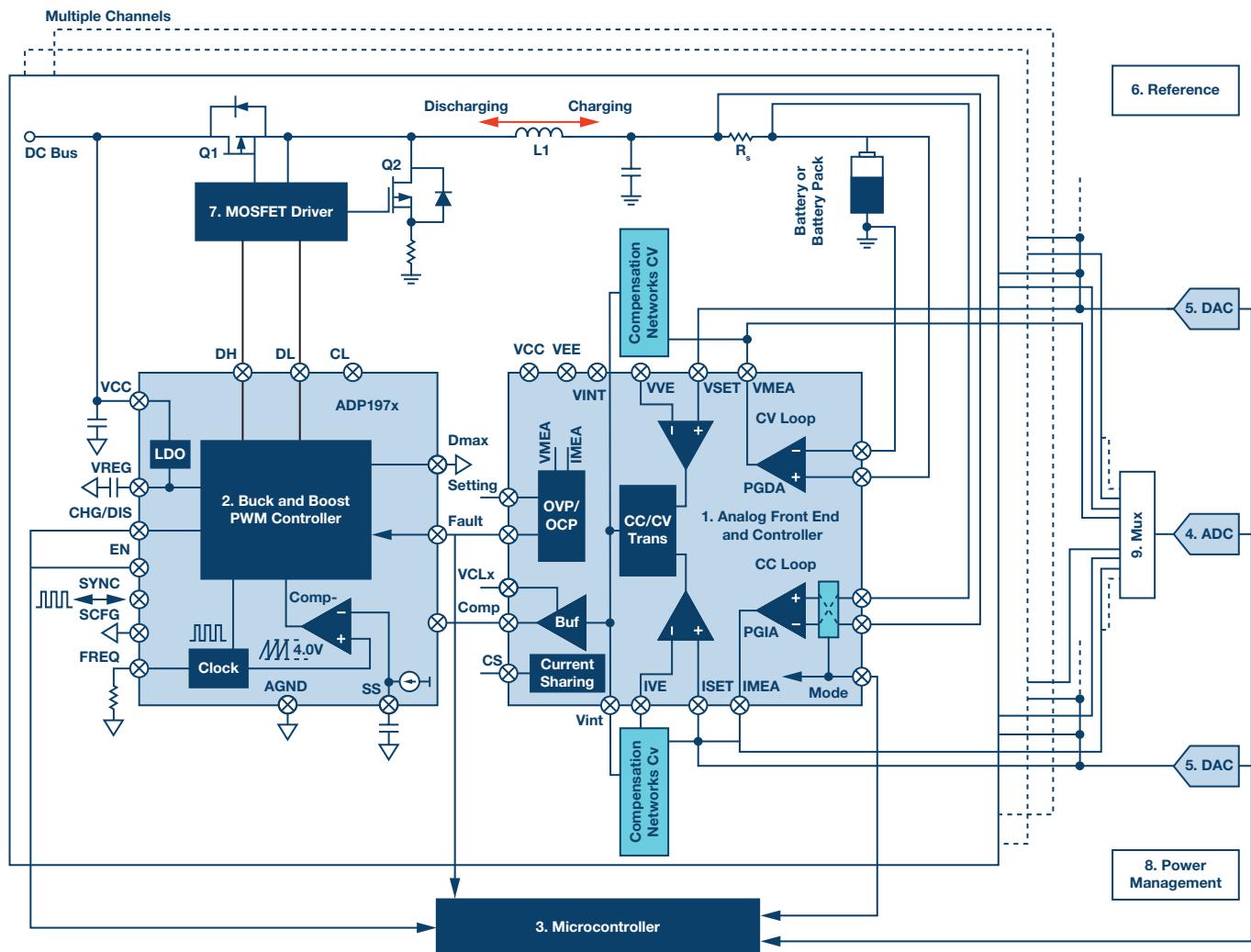
- ▶ 更高的开关频率支持使用尺寸更小、价格更低的功率元件，如电感和电容等
- ▶ 能源回收利用有助于降低运营成本
- ▶ AD8450/AD8451精度更高，可降低热管理成本，简化控制环路设计
- ▶ AD8450/AD8451采用独特的仪表放大器设计，制造过程中的校准时间可缩短一半，性能保证时间可更长
- ▶ 集成解决方案使得系统尺寸更小，设备和维护成本更低

## ADI解决方案

### 系统框图

下面是从直流母线到电池的系统框图，包括微控制器、模拟前端和控制器、PWM控制器、高压MOSFET驱动器、功率级(MOSFET)、

电感、电容、分流电阻)、电压/电流读取(ADC)以及电压/电流设置(DAC)。

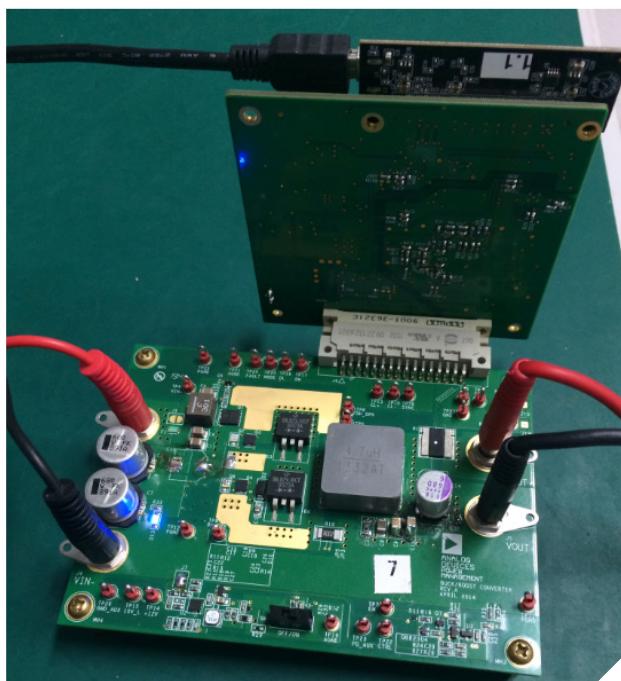


1. 模拟前端和控制器 AD8450/AD8451		2. 降压和升压PWM控制器 ADP1972/ADP1974					
3. 微控制器	4. 模数转换器	5. DAC	6. 基准电压源	7. 驱动器	8. 电源管理	9. 多路复用器	
ADuC7060/ADuC7061	AD7173-8/AD7175-2	AD5686R/AD5668/ AD5676R	ADR3450/ADR4550	ADuM7223	ADP2441/ADP7102/ ADM8829	ADG528F/ADG5408/ ADG658/ADG1406/ ADG1606	

## 系统工作原理

上图主要包含两个功能：一是对电池充电，二是对电池放电，这由AD8450/AD8451和ADP1972/ADP1974的模式信号决定。每个功能有两种模式：恒流(CC)模式和恒压(CV)模式。两个DAC通道控制CC和CV设定点。CC设定点决定充电和放电两个功能的CC模式下环路中有多少电流。CV设定点决定环路从CC进入CV时的电池电位，同样适用于充电和放电两个功能。

精密模拟前端和控制器AD8450/AD8451利用内部差动放大器PGDA测量电池电压，并利用内部仪表放大器PGIA和外部分流电阻( $R_s$ )测量电池上的电流。然后，它通过内部误差放大器和外部补偿网络(用于确定环路功能是CC还是CV)，将该电流和电压与DAC设定点相比。在该模块之后，误差放大器的输出进入PWM控制器ADP1972/ADP1974，以确定MOSFET功率级的占空比。最后是构成完整环路



在最大额定值、20 A CC模式(充电和放电功能均如此)及3.3 V负载条件下，演示板的效率约为90%。为实现这一数值，体外二极管、分流电阻、电感和MOSFET均经过优化。

**精度：**校准初始精度之后，电流的精度包括温漂、全电流范围(0 A至20 A)内的线性度、短期稳定性(噪声)和全电压范围(0 V至3.6 V)

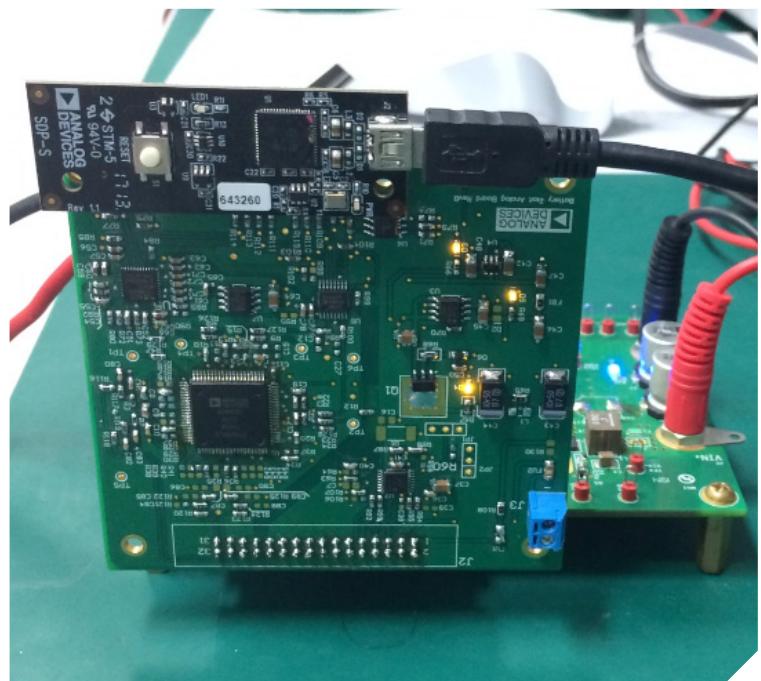
**注意：**如需有关演示板的更多信息，请通过本文末尾列出的联系方式联系ADI公司，或者联系销售代表。

的电感和电容。本部分的说明针对充电和放电两个功能，因为ADP1972/ADP1974是降压和升压PWM控制器。

本方案中，ADC获得环路电压和电流的读数，但它不是控制环路的一部分。扫描速率与控制环路的性能无关，因此一个ADC就能测量多通道系统中大量通道的电流和电压。此外，单个处理器只需控制CV和CC设定点、工作模式及管理功能，因而它可以与许多通道接口。

## 系统性能

ADI公司制作了ADP1972和AD8450演示板如下图，可以用来验证其效率和精度。对于该异步降压和升压电源系统，直流母线输入为12 V，最大充电/放电电流为20 A。



内的CMRR。在演示板上验证的结果是，该ADI解决方案的典型电流精度为0.01%以下( $25^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ )。对电压精度可以进行类似的分析，经过此演示板验证，它同样在0.01%以下。

## 主要产品

产品型号	说明	优势
<b>精密模拟前端和控制器</b>		
<b>AD8450</b>	精密可编程增益仪表放大器(PGIA)测量电池的充电/放电电流，可编程增益差动放大器(PGDA)测量电池的电压；PGIA增益为26x、66x、133x和200x；PGDA增益为0.2x、0.27x、0.4x和0.8x；可编程OVP、OCP故障保护、均流和平衡	低失调电压和增益漂移，适合电流和电压测量；3 ppm/°C；高CMRR，适合电流和电压测量；快速硬件控制环路；支持均流和报警
<b>AD8451</b>	精密仪表放大器(PGIA)测量电池的充电/放电电流，可编程增益差动放大器(PGDA)测量电池电压；PGIA增益为26x，PGDA增益为0.8x	低失调电压和增益漂移，适合电流和电压测量；3 ppm/°C；高CMRR，适合电流和电压测量；快速硬件控制环路
<b>降压和升压PWM控制器</b>		
<b>ADP1974</b>	同步、电压模式、脉冲宽度调制(PWM)控制器，用于降压或升压DC-DC应用；输入电压范围：6 V至60 V；可调频率范围：50 kHz至300 kHz；可编程最大占空比	COMP输入兼容AD8450/AD8451；出色的PWM线性度，高幅度PWM锯齿4.0 V p-p；可调相移的同步输出或输入
<b>ADP1972</b>	异步、电压模式、脉冲宽度调制(PWM)控制器，用于降压或升压DC-DC应用；输入电压范围：6 V至60 V；可调频率范围：50 kHz至300 kHz；可编程最大占空比	COMP输入兼容AD8450/AD8451；出色的PWM线性度，高幅度PWM锯齿4.0 V p-p；可调相移的同步输出或输入
<b>微控制器</b>		
<b>ADuC7060</b>	ARM7TDMI®内核，16/32位RISC架构；集成双通道8 kSPS、24位ADC；5通道主ADC和多达8通道辅助ADC；ADC工作在单端或差分输入模式；PGA位于主通道中，缓冲器位于辅助通道中；单通道14位电压输出DAC；32 kB闪存、4 kB SRAM；UART串行I/O和I²C；多达14个GPIO；16位、6通道PWM	低功耗；集成精密ADC和DAC；片内精密基准电压源±10 ppm/°C；48引脚LFCSP和LQFP
<b>模数转换器</b>		
<b>AD7173-8</b>	31.25 kSPS、24位、低功耗、8个全差分/16个单端通道复用Σ-Δ ADC	250 kSPS、24位、2个全差分/4个单端通道复用Σ-Δ ADC
<b>AD7175-2</b>	250 kSPS、24位、2个全差分/4个单端通道复用Σ-Δ ADC	高速、高分辨率；精密2.5 V基准电压源，2 ppm/°C；真轨到轨模拟缓冲器
<b>DAC</b>		
<b>AD5676R</b>	16位、8通道DAC；±3 LSB INL(最大值)；50 M SPI接口；2 ppm/°C 内置参考源	高分辨率、高线性度、高集成度；20引脚TSSOP封装；2 ppm/°C 内置参考源
<b>AD5689R</b>	16位、2通道DAC；±2 LSB INL(最大值)；可选增益1和2；50 M SPI接口	高分辨率、高线性度；精密2.5 V基准电压源，2 ppm/°C
<b>AD5668</b>	16位、8通道DAC；SPI总线；片内1.25 V/2.5 V、5 ppm/°C基准电压源	高集成度；16引脚TSSOP、16引脚LFCSP
<b>基准电压源</b>		
<b>ADR3450</b>	5 V基准电压源，极低漂移：8 ppm/°C(最大值)，2.5 PPM/°C(典型值)；低噪声：35 μV p-p(0.1 Hz至10 Hz)；长期稳定性：30 ppm/√1000hr	低漂移、稳定、低成本基准电压源；ADR34xx系列还提供许多输出电压选项
<b>ADR4550</b>	5 V基准电压源，极低漂移：2 ppm/°C(最大值)；低噪声：2.8 μV p-p(0.1 Hz至10 Hz)；长期稳定性：25 ppm/√1000hr	低漂移、超稳定、低噪声基准电压源，ADR45xx系列还提供许多输出电压选项
<b>电源管理</b>		
<b>ADP2441</b>	36 V输入、1 A同步降压调节器；开关频率范围：300 kHz至1 MHz	高输入电压；效率最高可达94%
<b>ADP7102</b>	20 V输入LDO，300 mA输出电流；低噪声：15 μV rms；7个固定输出电压版本和可调输出电压版本	高输入电压、低噪声LDO
<b>ADM8829</b>	电荷泵电压逆变器；输入+1.5 V至+5.5 V逆变为-1.5 V至-5.5 V输出；25 mA输出电流	简单易用，99%电压转换效率
<b>MOSFET驱动器</b>		
<b>ADuM7223</b>	4 A隔离式半桥栅极驱动器；高频工作：1 MHz(最大值)；3.3 V至5 V输入逻辑；4.5 V至18 V输出驱动	独立且隔离的高端和低端输出
<b>多路复用器</b>		
<b>ADG528F</b>	8通道多路复用器；±15 V双电源供电；故障和过压保护(-40 V至+55 V)	故障和过压保护：防闩锁
<b>ADG5408</b>	8通道多路复用器；±9 V至±22 V双电源供电；13.5 Ω导通电阻	高压轨；防闩锁；低导通电阻
<b>ADG658</b>	8通道多路复用器；±6 V双电源供电；<1 nA漏电流；50 Ω导通电阻	低漏电流；低导通电阻

## 设计资源

### 参考文献

- ▶ **APM(每月应用)**
- ▶ ADI锂离子电池化成分容设备解决方案—  
[www.analog.com/APM/battery\\_solution\\_2015\\_cn.pdf](http://www.analog.com/APM/battery_solution_2015_cn.pdf)
- ▶ **模拟对话**
- ▶ 精密模拟控制器优化高效率锂离子电池制造—  
[www.analog.com/cn/analogdialogue/li\\_ion\\_battery](http://www.analog.com/cn/analogdialogue/li_ion_battery)
- ▶ **AD8450/AD8451补偿器设计工具—**  
[www.analog.com/cn/AD8450](http://www.analog.com/cn/AD8450)

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/cn/instrumentation](http://www.analog.com/cn/instrumentation)

## 工业及仪表

# ADI ICT/FCT设备解决方案

方案编号：APM\_ICT\_2017

## 应用简介

ICT (在线测试)和FCT (功能电路测试)是PCBA量产过程中确保良率的必要步骤和过程。

ICT通过测试印刷电路板(PCBA)的单个元件来执行原理验证。对于查找焊接短路、缺失元件、元件错误和断开连接等制造缺陷非常有效。

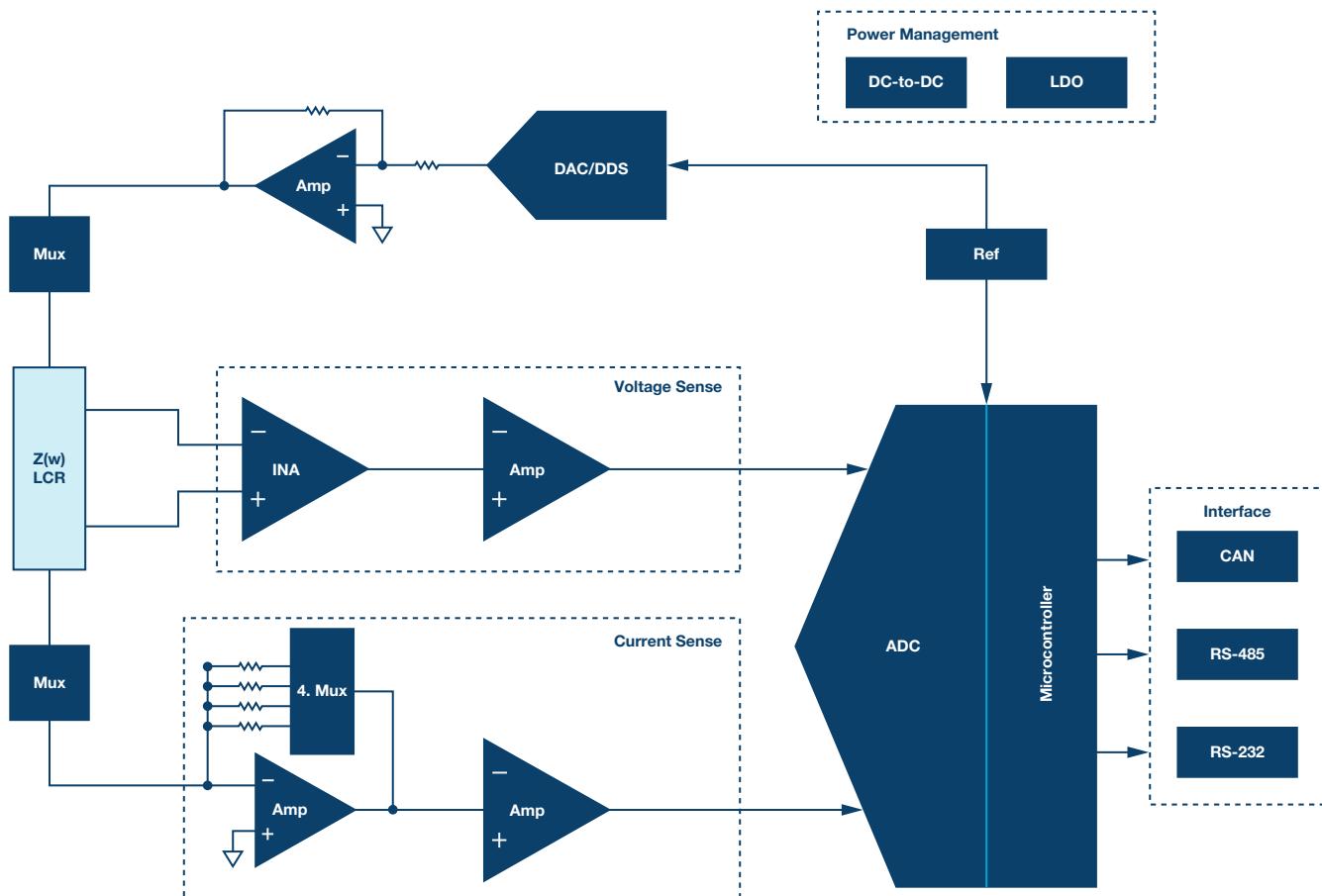
FCT通过向组件提供激励信号并验证响应情况，以此验证PCBA组件是否正常工作。功能测试旨在确保电路在规格范围内工作。FCT善

于发现ICT无法发现的问题，如模拟信号失真、放大器问题和通信问题。

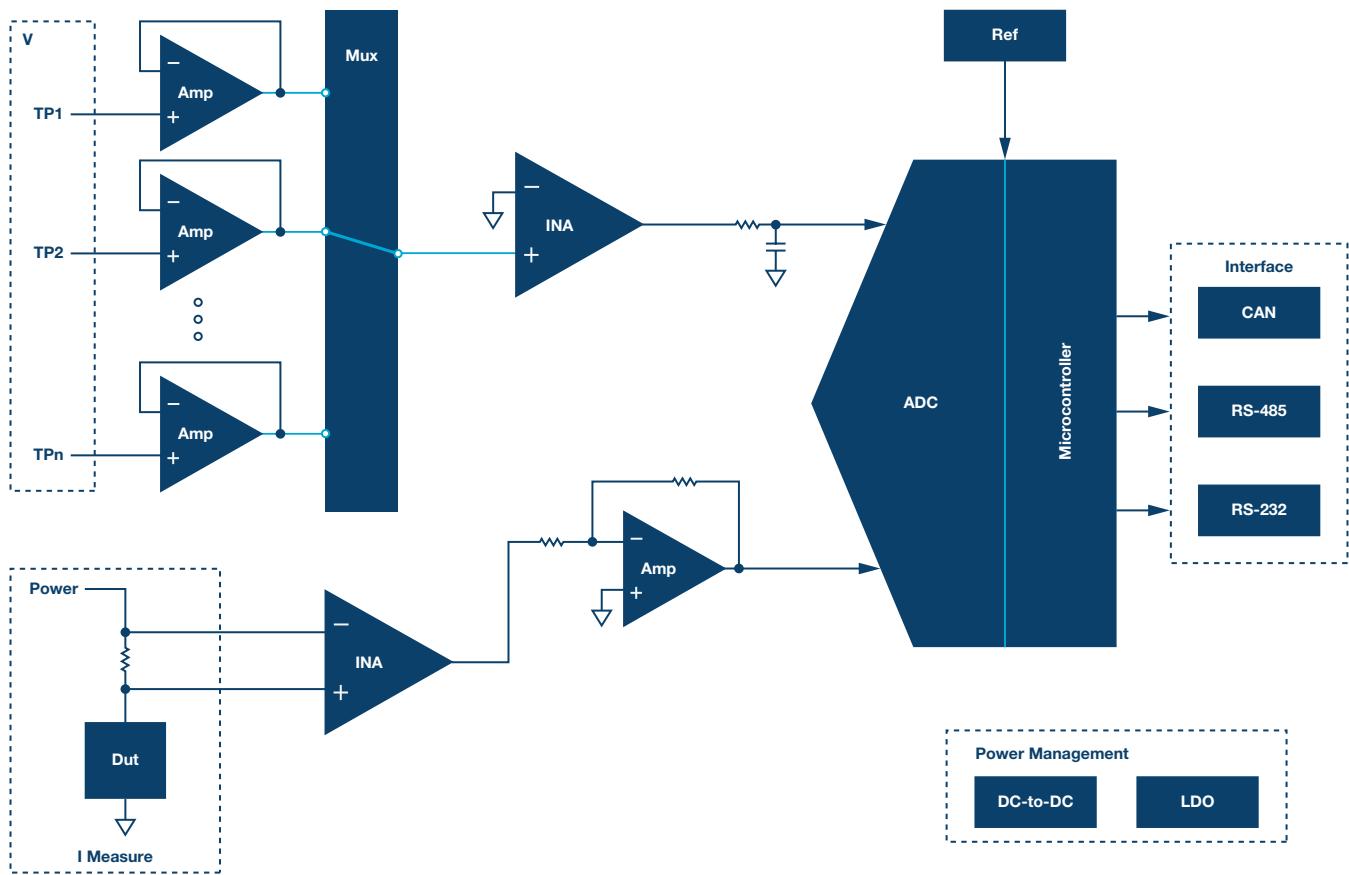
## ADI公司解决方案

### 系统框图

ICT用于在PCBA未上电的情况下测量待测元件阻抗，主要包括电阻、电容和电感测量。



FCT用于验证PCBA功能是否正确。常见方式是提供电压激励和测量响应电流。



放大器	INA	ADC	DAC/DDS
ADA4522-1/AD8638/ADA4528-1/AD8626/ ADA4897-1/AD8021	AD8221/AD8421/AD8237/AD8228/ AD8422/AD8220	AD7173-8/AD7175-2/AD7177/AD7685/ AD7980/AD7988-5/AD7960/AD7626/ AD4000/AD4003	AD5676R/AD5686R/AD5689R/ AD9833/AD9834
多路复用器	基准电压源	MCU	电源管理
ADG1608/ADG1408/ADG1208/ ADG5408/ADG5412F/ADG1212	ADR4550/ADR3450	ADuCM361/ADuC7061	ADP2503/ADP2370/ADP160/ ADP7102/ADP7182/ADM8828/ ADP2301/ADP2441

## 主要产品

产品型号	说明	优势
<b>放大器</b>		
ADA4522-1	单通道55 V, EMI增强型, 零漂移, 22 nV/°C (最大值) 超低噪声, 117 nV p-p (典型值, 0.1 Hz至10 Hz), 轨到轨输出运算放大器	提供双通道/四通道ADA4522-2/ADA4522-4
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
AD8638	16 V自稳零、轨到轨输出运算放大器, 失调漂移40 nV/°C (最大值)	提供高电压、低漂移、双通道AD8639
ADA4528-1	5 V, 零漂移15 nV/°C (最大值), 超低噪声97 nV p-p (0.1 Hz至10 Hz)	提供极低漂移和极低噪声、双通道ADA4528-2
ADA4897-1	1 nV/√Hz, 低功耗, 轨到轨输出放大器高速230 MHz, -3 dB带宽(G = +1) 120 V/μs压摆率, 10 V供电轨	高速运算放大器、ADC驱动器
AD8021	2 nV/√Hz, 低功耗, 轨到轨输出放大器高速200 MHz, -3 dB带宽24 V供电轨	16位系统的低噪声、高速放大器、ADC驱动器

产品型号	说明	优势
<b>仪表放大器</b>		
AD8221	36 V 80 dB CMRR (10 kHz), 增益范围1到1000	经典的精密仪表放大器
AD8422	36 V 80dB CMRR (10 kHz), 增益范围1到1000, 2.2 MHz带宽, 8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 最大输入电压噪声	高性能、低功耗、轨到轨精密仪表放大器
AD8228	36 V, 低增益漂移1 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ , 低噪声15 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	固定增益10/100, 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/ $\mu\text{s}$	高速仪表放大器, 低噪声和低偏置电流
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
AD8237	5 V, 最大失调电压漂移: 0.3 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ , 最小CMRR: 106 dB	微功耗、零漂移、真正的轨到轨仪表放大器
<b>ADC</b>		
AD7173-8	31.25 kSPS、24位、低功耗、8个全差分/16个单端通道复用Σ-Δ型模数转换器	高速、高分辨率; 2.5 V精密基准电压源3.5 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ , 精密模拟缓冲器
AD7175-2	250 kSPS、24位、2个全差分/4个单端通道复用Σ-Δ型模数转换器	高速、高分辨率; 2.5 V精密基准电压源, 真正的轨到轨模拟缓冲器
AD7177-2	10 kSPS、32位、Σ-Δ型ADC, 具有100 $\mu\text{s}$ 建立时间, 集成真正的轨到轨缓冲器	高速、高分辨率; 2.5 V精密基准电压源, 真正的轨到轨模拟缓冲器
AD7685	16位、250 kSPS、INL: $\pm 0.6$ LSB (典型值)	精密SAR ADC
AD7988-5	16位、500 kSPS、INL: $\pm 0.6$ LSB (典型值)	精密SAR ADC超低功耗
AD7980	16位、1 MSPS、INL: $\pm 0.6$ LSB (典型值)	精密SAR ADC
AD4000	16位、2 MSPS精密伪差分SAR ADC	精密SAR ADC
AD4003	18位、2 MSPS精密SAR差分ADC, INL: $\pm 1$ LSB (典型值)	精密SAR ADC, 高速
AD7960	18位、5 MSPS、INL: $\pm 0.8$ LSB (典型值)	精密SAR ADC, 高速
AD7626	16位、10 MSPS、INL: $\pm 0.45$ LSB (典型值)	精密SAR ADC, 高速
<b>DAC</b>		
AD5676R	16位8通道DAC, $\pm 3$ LSB INL (最大值); 50 M SPI接口; 2 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 基准电压源	高分辨率、高线性度、高集成度; 20-TSSOP封装; 2 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 基准电压源
AD5686R	16位4通道DAC, $\pm 2$ LSB INL (最大值); 50 M SPI接口; 2 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 基准电压源	高分辨率、高线性度; 2.5 V精密基准电压源2 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
AD5689R	16位2通道DAC, $\pm 2$ LSB INL (最大值); 可选增益1和2; 50 M SPI接口	高分辨率、高线性度; 2.5 V精密基准电压源2 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
AD9833	5 V DDS数字可编程频率和相位、28位分辨率, 25 MHz参考时钟	25 MHz完整DDS
AD9834	5 V DDS数字可编程频率和相位、28位分辨率, 75 MHz参考时钟	75 MHz完整DDS
<b>多路复用器</b>		
ADG1608	8通道多路复用器, $\pm 8$ V电源, 低导通电阻4.5 $\Omega$ (典型值), 低漏电流20 pA (典型值), 低功耗1 $\mu\text{A}$	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
ADG1408	8通道多路复用器, $\pm 15$ V电源, 低导通电阻4.7 $\Omega$ (典型值), 低漏电流20 pA (典型值)	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
ADG1208	8通道多路复用器, $\pm 15$ V电源, <1 pC电荷注入(整个信号范围内), 1 pF关断电容, 低漏电流20 pA (典型值)	宽电源范围、低漏电流和低电容/电荷注入有助于构建高精度系统
ADG5408	8通道多路复用器, $\pm 22$ V电源, 低导通电阻13.5 $\Omega$ (典型值), 低漏电流50 pA (典型值)	高压防闩锁型8通道多路复用器
ADG5412F	10 $\Omega$ 四通道SPST, $\pm 22$ V电源, 100 pA漏电流(典型值)	高压闩锁, 过压保护高达-55 V和+55 V, 关断保护高达-55 V和+55 V
ADG1212	四通道SPST, $\pm 15$ V电源, 2.6 pF导通电容, <1 pC电荷注入, 20 pA漏电流(典型值)	低电容、低电荷注入、 $\pm 15$ V/+12 V iCMOS四通道单刀单掷开关
<b>基准电压源</b>		
ADR4550	5 V基准电压源, 极低漂移: 2 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ (最大值), 低噪声: 2.8 $\mu\text{V}$ p-p (0.1 Hz至10Hz), 长期稳定性: 25 ppm/ $\sqrt{1000}$ hr	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
ADR3450	5 V基准电压源, 极低漂移: 8 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ (最大值), 2.5 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ (典型值), 低噪声: 35 $\mu\text{V}$ p-p (0.1 Hz至10 Hz), 长期稳定性: 30 ppm/ $\sqrt{1000}$ hr	低漂移、稳定、低成本基准电压源。ADR34xx系列还提供许多输出电压选项
<b>微控制器</b>		
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 $\mu\text{A}/\text{MHz}$ 、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), 适合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

产品型号	说明	优势
<b>电源管理</b>		
ADP2503	38 $\mu$ A静态电流; 2.5 MHz降压-升压dc-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 $\mu$ 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	SOT23-6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 $\mu$ A	低功耗, 集成输出放电电阻, 小型封装只需两个1 $\mu$ F外部电容
ADP7102	20 V输入LDO, 300 mA输出电流, 低噪声15 $\mu$ 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 $\mu$ V rms	高输入电压、低噪声负LDO
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 × 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600 kHz PWM频率, 低静态电流14 $\mu$ A、效率高于90%, 电流模式控制架构	小型3 mm × 3 mm LFCSP封装, 只需极少的外围元件, 小尺寸解决方案
<b>接口</b>		
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
ADM2484E	5 kV信号隔离、ESD保护、500 kbps、全/半双工RS-485收发器	全/半双工RS-485收发器
ADM3251E	2.5 kV完全隔离(电源和数据)RS-232收发器, 集成 <i>isoPower</i> <sup>®</sup> 的隔离式dc-dc转换器, 460 kbps数据速率	隔离式单通道RS-232线路驱动器/接收机
ADuM1250	双向I <sup>2</sup> C通信, 开漏接口, 适合热插拔应用	热插拔双I <sup>2</sup> C隔离器
ADM3202	460 kbps数据速率, DIP、SO、SOIC、SSOP和TSSOP	高速、双通道RS-232/V.28接口器件
ADM3053	信号和电源隔离CAN收发器集成隔离dc-dc转换器, V <sub>cc</sub> 工作电压: 5 V, V <sub>I/O</sub> 工作电压: 5 V或3.3 V	2.5 kV rms信号和电源隔离CAN收发器
ADM3260	双向I <sup>2</sup> C通信, 3.0 V至5.5 V电源/逻辑电平, 适合热插拔应用	集成dc-dc转换器、支持热插拔的双通道I <sup>2</sup> C隔离器
ADM2587E	2.5 kV信号和电源隔离、±15 kV ESD保护、全/半双工RS-485收发器(500 kbps)	隔离式RS-485/RS-422收发器, 集成了隔离式dc-dc转换器

## 设计资源

### 参考电路

- ▶ CN0292：用于工业电平信号的完全隔离、鲁棒、4通道、多路复用数据采集系统—[www.analog.com/cn/cn-0292](http://www.analog.com/cn/cn-0292)
- ▶ CN0277：针对交流性能优化的18位、5 MSPS数据采集系统—[www.analog.com/cn/cn-0277](http://www.analog.com/cn/cn-0277)

### 设计工具/论坛

- ▶ ADIsimPower™：ADI稳压器设计工具—[www.analog.com/cn/adisimpower](http://www.analog.com/cn/adisimpower)
- ▶ ADI中文技术论坛：在线技术支持社区—[ezchina.analog.com](http://ezchina.analog.com)

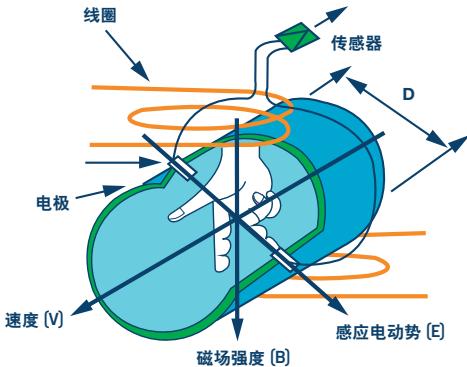
欲查看有关气体探测器的其他资源、工具和产品信息，请访问：[www.analog.com/cn/instrumentation](http://www.analog.com/cn/instrumentation)。

# ADI公司电磁流量计解决方案

方案编号: APM\_EM-Flow-Meter\_2017

## 工业电磁流量计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做切割磁力线的运动时，导体的两端会产生一定的感应电动势E，通过检测该感应电动势的大小来计算液体流速变化。



$$E = K \times B \times V \times D$$

K is the instrument constant

B is magnetic flux density

V is the average fluid velocity across the D is diameter of measurement pipe

电磁流量计的特性包括无压力损耗，不受粘度、流体密度、温度、压力和导电率的影响，适合对纸浆、泥浆和污水进行高精度测量。

电磁流量计系统包括电源、励磁、信号调理、模数转换器、处理器、显示器、键盘和逻辑I/O，以及4 mA至20 mA、HART、RS-485/RS-422/RS-232、PROFIBUS® Modbus、Foundation等多种通信接口。

## 工业电磁流量计系统设计考虑因素和主要挑战

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、带宽和励磁频率等。

- ▶ 电磁流量计传感器的输出范围可能小到只有数十μV，而且通常伴随很大的共模电压。输出阻抗往往高于数兆欧。所以，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高达1500 : 1，反映流速范围：0.01 m/s~15 m/s。
- ▶ 测量精度最高可以达到读数的0.2%，这通常需要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。
- ▶ 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到2.5 kV不等。
- ▶ 便携式电磁流量计需要超低功耗MCU、放大器、ADC元件。
- ▶ 高频方波激励可改善泥浆的流动并提高抗扰度，但同时需要考虑零点稳定性。

工业现场温度环境非常复杂，甚至异常恶劣。如需获得较宽的工作温度范围，低温漂系数和低功耗对电磁流量计来说至关重要。ADI公司提供完美的产品系列，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。

除此之外，浪涌、EFT和ESD等EMC抗扰度也是电磁流量计面临的严峻挑战。ADI元件的高ESD抑制能力能够大大改善产品的可靠性和稳定性。

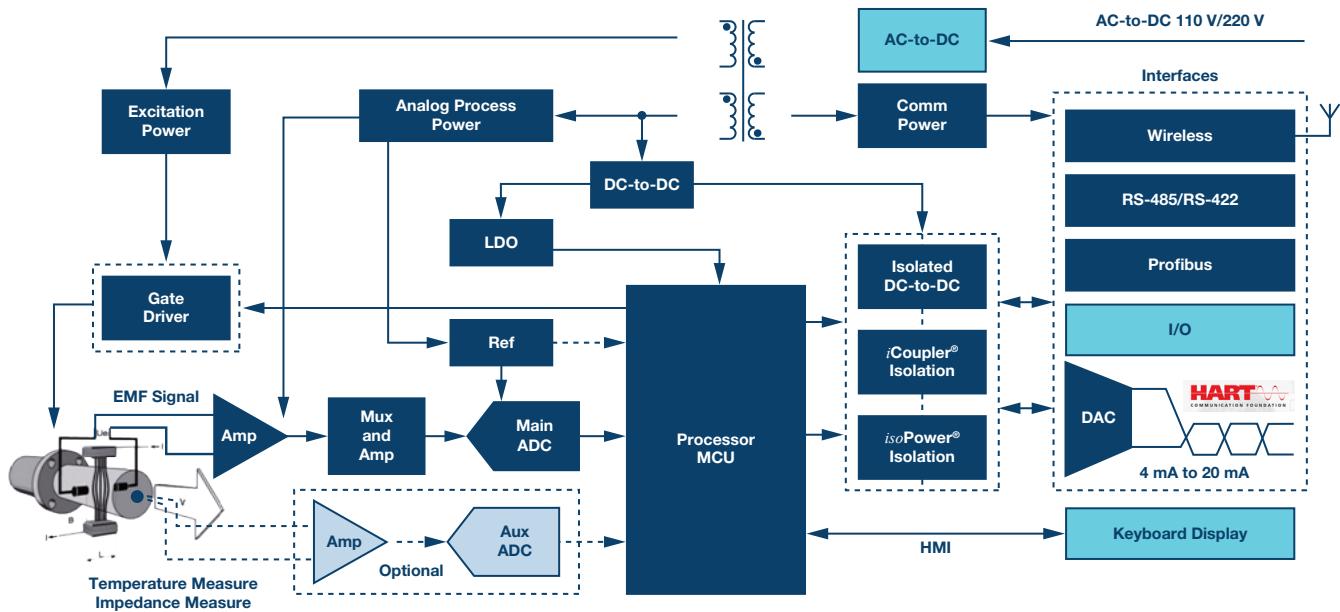
此外，由于电磁流量计内部空间有限，对系统密度也有较高要求，因而必须减小器件尺寸。近来，集成技术的进步使得系统设计人员能够采用尺寸更小、功耗更低、成本更低的解决方案，并且其性能与那些大型系统不相上下。持续的技术进步要求既能不断提高这些解决方案的集成度，同时还要提高其性能和诊断能力。

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

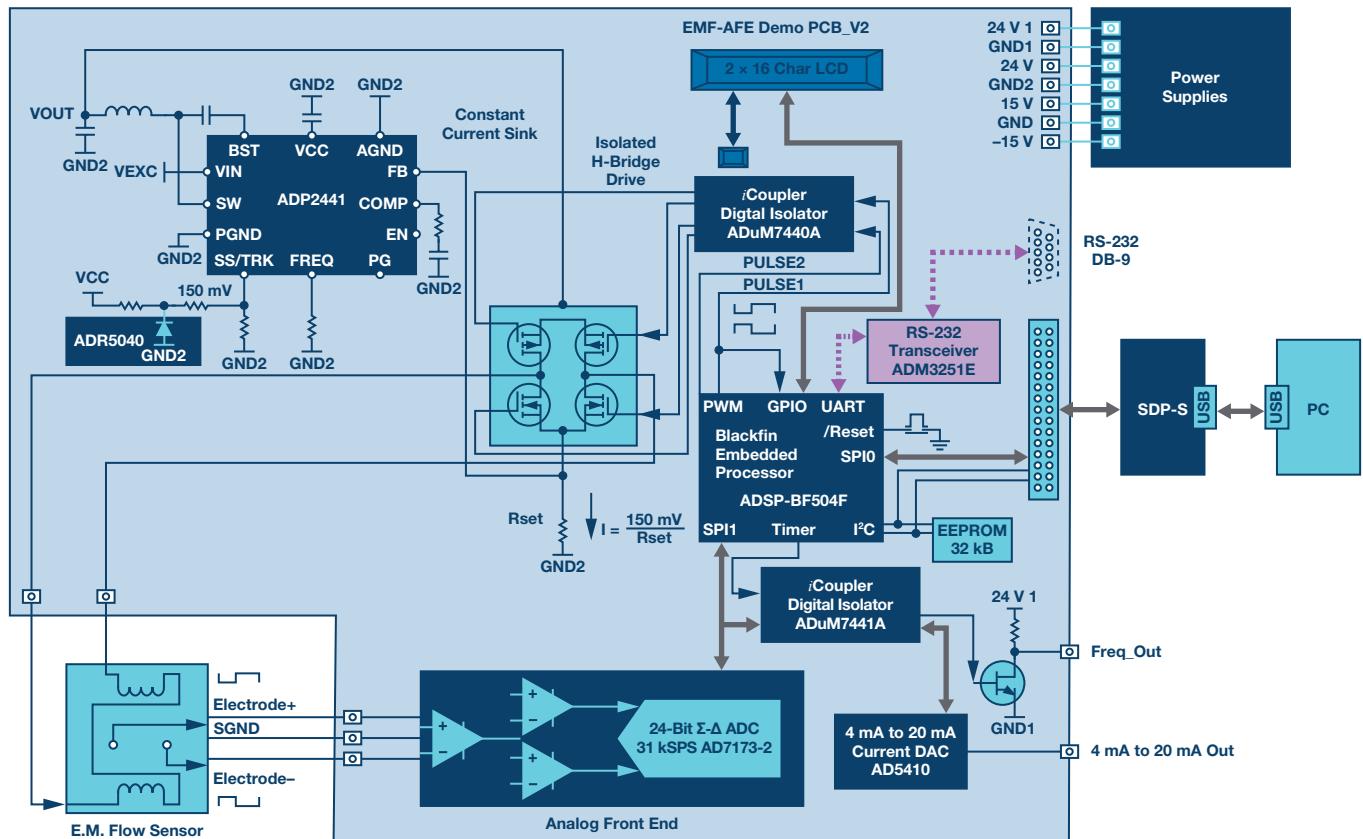
## ADI的整体解决方案

借助ADI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、低噪声的工业电磁流量计系统。

## 主信号链



ADI公司最新的EM流量计解决方案功能框图



## 主要产品简介

器件	描述	主要特性	优势
<b>ADC</b>			
AD717x	快速建立、高分辨率、高度精确、多路复用的Σ-Δ型ADC	24/32位ADC，数据速率为5 SPS至250 kSPS	低噪声高精度ADC
AD719x	多通道、4.8 kHz、超低噪声、24位Σ-Δ型ADC	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	超低噪声、内置PGA、高精度Σ-Δ型ADC；2个差分/4个伪差分、8个差分/16个伪差分输入通道
AD7793/ AD7794/ AD7795/ AD7796	16至24位、3至6个差分通道、Σ-Δ型ADC、集成PGA	4.7 Hz至470 Hz、集成2个可切换电流源、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
AD7124	低噪声、低功耗24位Σ-Δ型ADC	高达22位ENOB、可编程增益(1至128)、诊断功能、交叉点多路复用模拟输入	低噪声、低功耗ADC
<b>处理器/MCU</b>			
ADSP-BF504F	Blackfin®嵌入式处理器	Blackfin处理器内核：400 MHz (800 MMACS)性能和68 kB L1存储器；ADC控制模块可与外部ADC无缝接口，实现同步采样；十二个外设DMA通道和两个存储器对存储器DMA通道；两个SPI、两个SPORT、两个UART和一个PPI接口；工业温度等级	资源充裕、成本极具竞争力
ADuCM360/ ADuCM361	ARM Cortex®-M3微控制器	集成双通道/单通道24位Σ-Δ型ADC；UART、I²C和2个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	ADuCM360/ADuCM361可以与外部精密传感器直接连接，适用于有线和电池供电应用
ADSP-BF70x	ADSP-BF70x属于Blackfin高性能DSP处理器系列	ADSP-70x具有同类一流的800 MMACS处理能力，功耗不足100 mW——与竞争对手的器件相比，性能翻倍且功耗减半。最高集成1 MB内部SRAM，使许多应用无需采用外部存储器，而第二种配置则提供了一个可选的DDR存储器接口	ADSP-BF70x系列提供各种高级连接选项(包括USB、SDIO、CAN、ePPI、SPORT、QuadSPI)，为设计人员带来无可比拟的灵活性和强大功能
ADuCM3029	集成电源管理和256 kB嵌入式闪存的超低功耗ARM Cortex-M3 MCU	ADuCM3027/ADuCM3029微控制器单元(MCU)均为集成电源管理的超低功耗微控制器系统，可用于处理、控制和通信连接	MCU系统基于ARM Cortex-M3处理器，由数字外设、嵌入式SRAM和闪存、一个提供时钟、复位和电源管理功能的模拟子系统以及模数转换器(ADC)子系统组成
ADuCM4050	集成电源管理的超低功耗ARM Cortex-M4F MCU	ADuCM4050微控制器单元(MCU)是一款集成电源管理的超低功耗集成式微控制器系统，可用于处理、控制和通信连接	MCU系统基于ARM Cortex-M4F处理器。由数字外设、嵌入式SRAM和闪存、一个提供时钟、复位和电源管理功能的模拟子系统以及模数转换器(ADC)子系统组成

器件	描述	主要特性	优势
<b>放大器</b>			
AD8667	低噪声运算放大器	带宽 = 520 kHz; 电压噪声密度 = 21 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ; $I_b = 0.3 \text{ pA}$ ; $I_{SY} = 570 \mu\text{A}$	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/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ; $I_b = 20 \text{ pA}$ ; $I_{SY} = 20 \mu\text{A}$	电池电源的理想缓冲器，具有竞争力的价格
AD8220	仪表放大器	带宽 = 1.5 MHz; $V_{OS} = 1 \text{ mV}$ ; 电压噪声密度 = 90 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ; $I_b = 25 \text{ pA}$ ; 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、具有竞争力的价格
AD8228	仪表放大器	带宽 = 650 kHz; $V_{OS} = 50 \mu\text{V}$ ; 电压噪声密度 = 15 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ; $I_b = 600 \text{ pA}$ ; 增益控制接口=引脚设置	出色的温漂和低噪声
AD8231	仪表放大器	带宽 = 2.7 MHz; $V_{OS} = 15 \mu\text{V}$ ; 电压噪声密度 = 66 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ; $I_b = 500 \text{ pA}$ ; 增益控制接口=数字	数字增益控制、低失调电压
AD8276	差动放大器	超出电源电压的宽输入范围；带宽：550 kHz；低失调电压漂移： $\pm 2 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (最大值)；低增益漂移：1 ppm/ $^\circ\text{C}$ (最大值)	电流源和RTD测量的低成本解决方案
AD8221	精密仪表放大器	增益范围为1至1000；在G = 1、频率最高为10 kHz情况下，AD8221所有等级产品的共模抑制比均不低于80 dB	低电压失调、低失调漂移、低增益漂移、高增益精度和高共模抑制比
AD8422	精密仪表放大器	低噪声、低失真：1 kHz时最大输入电压噪声为8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ；RTI噪声：0.15 $\mu\text{V}$ p-p (G = 100)；2 k $\Omega$ 负载时的非线性度：0.5 ppm (G=1)；共模抑制比(CMRR)：150 dB (最小值)；(G = 1000)；3.6 V至36 V单电源供电；输入过压保护：40 V (相对于反向供电轨)	高性能、低功耗、轨到轨
AD8236	微功耗仪表放大器	40 $\mu\text{A}$ 最大电源电流；输入偏置电流：1 pA；高CMRR：110 dB CMRR, G = 100	高输入阻抗、低输入偏置电流、高CMRR、小尺寸、低功耗
AD8237	微功耗、零漂移、真轨到轨仪表放大器	AD8237是一款微功耗、零漂移、轨到轨输入和输出仪表放大器，具有出色的增益精度性能；AD8237采用间接电流反馈架构，以实现真轨到轨能力	AD8237非常适合便携系统，最小电源电压为1.8 V，电源电流为115 $\mu\text{A}$ (典型值)，并且具有宽输入范围；充分利用有限的功率，同时为台式系统提供合适的带宽和漂移性能
ADA4638-1	30 V自稳零、轨到轨输出精密放大器	ADA4638-1是一款具有轨到轨输出摆幅的高电压、高精度零漂移放大器	ADA4638-1适合不容许存在较大误差源的高精度应用；这款器件在宽工作温度范围内的漂移接近零，对压力传感器、医疗设备以及应变计放大器应用极为有利；许多应用都可以利用ADA4638-1提供的轨到轨输出摆幅来使信噪比(SNR)达到最大
<b>DAC</b>			
AD5410/AD5420	电流源DAC	12/16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( $10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ , 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)；片内基准电压源温度系数： $4 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ (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
AD5660	<i>nanoDAC™</i>	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
AD574x/AD575x	电流/电压输出驱动器	高精度、电压/电流输出驱动器，输出范围可通过硬件或软件编程	工业电流/电压输出驱动器，输出范围可编程

器件	描述	主要特性	优势
<b>基准电压源</b>			
ADR34xx	基准电压源	初始精度: $\pm 0.1\%$ (最大值); 最大温度系数: $8 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$	低静态电流: $100 \mu\text{A}$ (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: $3 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ ; 电压噪声: $2.25 \mu\text{V p-p}$ 典型值( $0.1 \text{ Hz}$ to $10 \text{ Hz}$ )	超低噪声、高初始精度、出色的温漂
ADR45xx	超低噪声、高精度基准电压源	ADR45xx系列器件均为高精度、低功耗、低噪声基准电压源, 最大初始误差为 $\pm 0.02\%$ , 并具有出色的温度稳定性和低输出噪声	该系列基准电压源使用新的内核拓扑结构来提供高精度, 同时提供业界领先的温度稳定性和噪声性能; 低热致输出电压迟滞和长长期输出电压漂移也提高了使用寿命和全温度范围内的系统精度
<b>隔离器</b>			
ADuM744x	1 kV RMS四通道数字隔离器	1000 V rms隔离额定值, 低功耗工作模式; 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
ADuM724x	1 kV双通道数字隔离器	1000 V rms隔离额定值, 低功耗工作模式; 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
ADuM764x	1 kV六通道数字隔离器	1000 V rms隔离额定值, 低功耗工作模式; 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
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), 低功耗工作模式
ADuM144x	四通道数字隔离器; 3.75 kV rms	1.8 V/3.3 V电平转换; 工作温度高达: $125^\circ\text{C}$ ; 高数据速率: dc至10 Mbps (NRZ)	双向通信; 低功耗工作模式
<b>接口</b>			
ADM2587E	隔离式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dc至dc, $\pm 15 \text{ kV}$ ESD
ADM248x	隔离式RS-485收发器	全/半双工, 500 kbps/16 Mbps/20 Mbps数据速率, 5 V或3 V工作电压(VDD1), 2.5 kV隔离	2.5 kV隔离式RS-485收发器
ADM3251E	隔离式单通道RS-232 线路驱动器/接收器	ADM3251E是一款高速、2.5 kV完全隔离、单通道RS-232/V.28收发器, 采用5 V单电源供电	非常适合在恶劣的电气环境或频繁插拔RS-232电缆的场合工作

器件	描述	主要特性	优势
<b>电源</b>			
ADP2441	DC至DC稳压器	同步降压dc至dc转换器，具有宽输入电压范围：4.5 V至36 V；最高输出电流：1A	高效率：最高可达94%
ADP2300/ ADP2301	DC至DC稳压器	单通道非同步降压dc至dc转换器，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	小型SOT23-6封装；外围元件少；小尺寸解决方案
ADP1720	线性稳压器	宽输入电压范围：4 V至28 V，最大输出电流：50 mA，整个输入电压、负载和温度范围内的精度：±2%，固定3.3 V和5.0 V输出电压选项	宽输入电压范围：4 V至28 V
ADP1612/ ADP1613	DC至DC稳压器	1.8 V至5.5 V输入电压，输出电压 $V_{IN}$ 最高可达20 V；引脚可选的650 kHz或1.3 MHz PWM频率	升压dc至dc转换器
ADP125	线性稳压器	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 $\mu$ A	出色的负载/线路瞬态响应
ADP2323	DC至DC稳压器	输入电压：4.5 V至20 V；±1%输出精度；集成90 mΩ典型高边MOSFET；灵活的输出配置；双路输出：3 A/3 A，并行单路输出：6 A；可编程开关频率：250 kHz至1.2 MHz	双路输出，降压dc至dc稳压器
ADP710x	低噪声LDO	3.3 V至20 V，提供高达500 mA输出电流；15 $\mu$ V rms固定输出版本；PSRR性能：60 dB (10 kHz), $V_{OUT} = 3.3$ V	小型封装CMOS LDO
ADP2360	50 mA、60 V、高效率降压稳压器	ADP2360是一款高效率、高输入电压、非连续导通模式(DCM)同步降压型DC-DC开关稳压器	它可在宽输入电压范围内(4.5 V至60 V)工作，其连续输出电流最高可达50 mA，是空间受限应用中电压稳压器的理想选择
ADP121	150 mA、低静态电流、CMOS线性稳压器	ADP121是一款低静态电流、低压差线性稳压器，采用2.3 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135 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。满载时静态电流低至30 $\mu$ A，因此ADP121非常适合电池供电的便携式设备使用；该器件具有出色的瞬态响应性能，所占电路板面积极小
ADP122/ ADP123	5.5 V输入、300 mA、低静态电流、CMOS线性稳压器，可调输出电压	低静态电流、低压差线性稳压器，采用2.3 V至5.5 V输入电压工作，提供高达300 mA的输出电流	驱动300 mA负载时压差仅为85 mV；低压差特性不仅可提高效率，而且能使器件在宽输入电压范围工作。ADP122满载时静态电流低至170 $\mu$ A，非常适合电池供电的便携式设备使用
ADP124/ ADP125	5.5 V输入，500 mA低静态电流，CMOS线性稳压器	低静态电流、低压差线性稳压器，采用2.3 V至5.5 V输入电压工作，提供高达500 mA的输出电流	驱动500 mA负载时压差仅为130 mV；低压差特性不仅可提高效率，而且能使器件在宽输入电压范围工作；500 mA负载时静态电流低至210 $\mu$ A，非常适合电池供电的便携式设备使用
ADP7102	20 V、300 mA、低噪声、CMOS LDO	ADP7102是一款CMOS、低压差线性稳压器，采用3.3 V至20 V电源供电，最大输出电流为300 mA	这款高输入电压LDO适用于调节高性能模拟和混合信号电路，提供高电源抑制、低噪声特性，实现出色的线路与负载瞬态响应性能
ADP7182	-28 V、-200 mA、低噪声、线性稳压器	ADP7182是一款CMOS、低压差(LDO)线性稳压器，采用-2.7 V至-28 V电源供电，最大输出电流为-200 mA	这款高输入电压LDO适用于调节高性能模拟和混合信号电路，提供高电源抑制、低噪声特性，实现出色的线路与负载瞬态响应性能
<b>HART</b>			
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 $\mu$ 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	最低功耗；最小封装；高集成度；高驱动能力

## CFTL链接

- ▶ 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 (CN-0213)—[analog.com/cn/cn-0213](http://analog.com/cn/cn-0213)
- ▶ 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(CN-0145)—[analog.com/en/cn-0145](http://analog.com/en/cn-0145)
- ▶ 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(CN-0065)—[analog.com/en/cn-0065](http://analog.com/en/cn-0065)
- ▶ 基于24位Σ-Δ型ADC AD7793和数字隔离器ADuM5401的全隔离输入模块(CN-0066)—[analog.com/en/cn-0066](http://analog.com/en/cn-0066)
- ▶ 具有HART接口的完整4 mA至20 mA环路供电现场仪表(CN-0267)—[analog.com/en/cn-0267](http://analog.com/en/cn-0267)

## 能源

# ADI公司再生能源—太阳能光伏逆变器解决方案

方案编号：APM\_SOLAR-PV\_2017

## 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、监控和控制。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

- ▶ 降低1美金每瓦的系统成本
- ▶ 提高电网兼容能力
- ▶ 通过磁性和无源元件小型化减小重量/尺寸
- ▶ 更高可靠性和更长使用寿命
- ▶ 通过直流电弧检测消除火灾
- ▶ 最大程度减少注入交流电网的直流电流

## 太阳能光伏发电应用分类

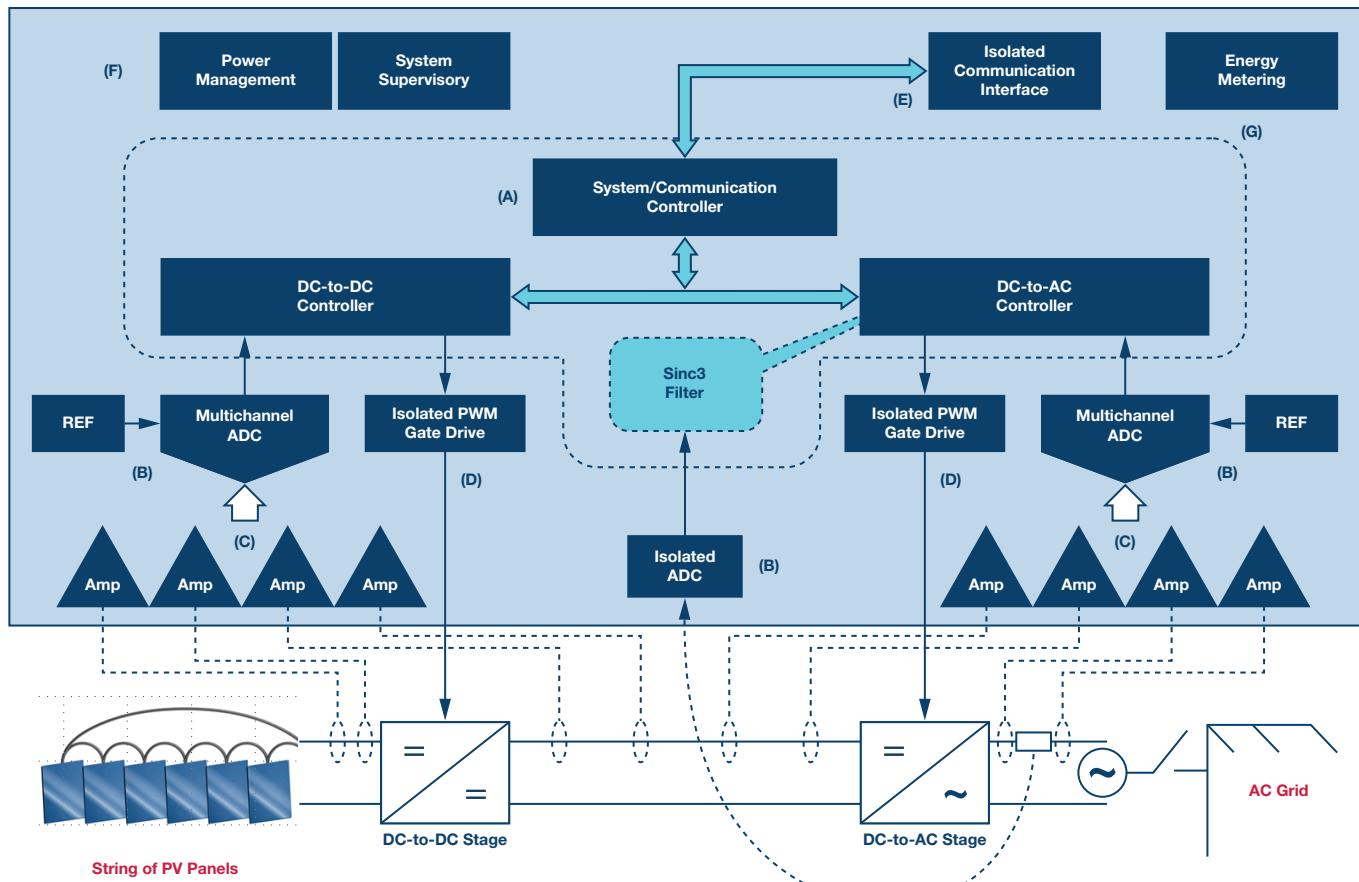
- ▶ 离网太阳能光伏发电系统

## ▶ 并网太阳能光伏发电系统

- 公用设施级三相光伏逆变器(>100 kW)
- 分布式单相和三相光伏串式逆变器(1 kW至50 kW)
- 单相微逆变器和直流优化器(200 W至300 W)

## 为何选择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3亿台
- ▶ ADI公司在下一代更高可靠性隔离技术(*i*Coupler<sup>®</sup>)方面居于行业领先地位
- ▶ 全世界所有电网设备中有50%采用ADI公司转换器
- ▶ 通过高精度转换器和放大器实现电流和电压的精密测量
- ▶ 为电力网络和智能电网提供稳定、可靠的高性能信号处理技术
- ▶ 系统级混合信号转换和处理，针对太阳能光伏逆变器优化的全信号链产品，简化设计，缩短产品上市时间，提供差异化终端设备



注：上述信号链代表太阳能光伏逆变器系统。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。

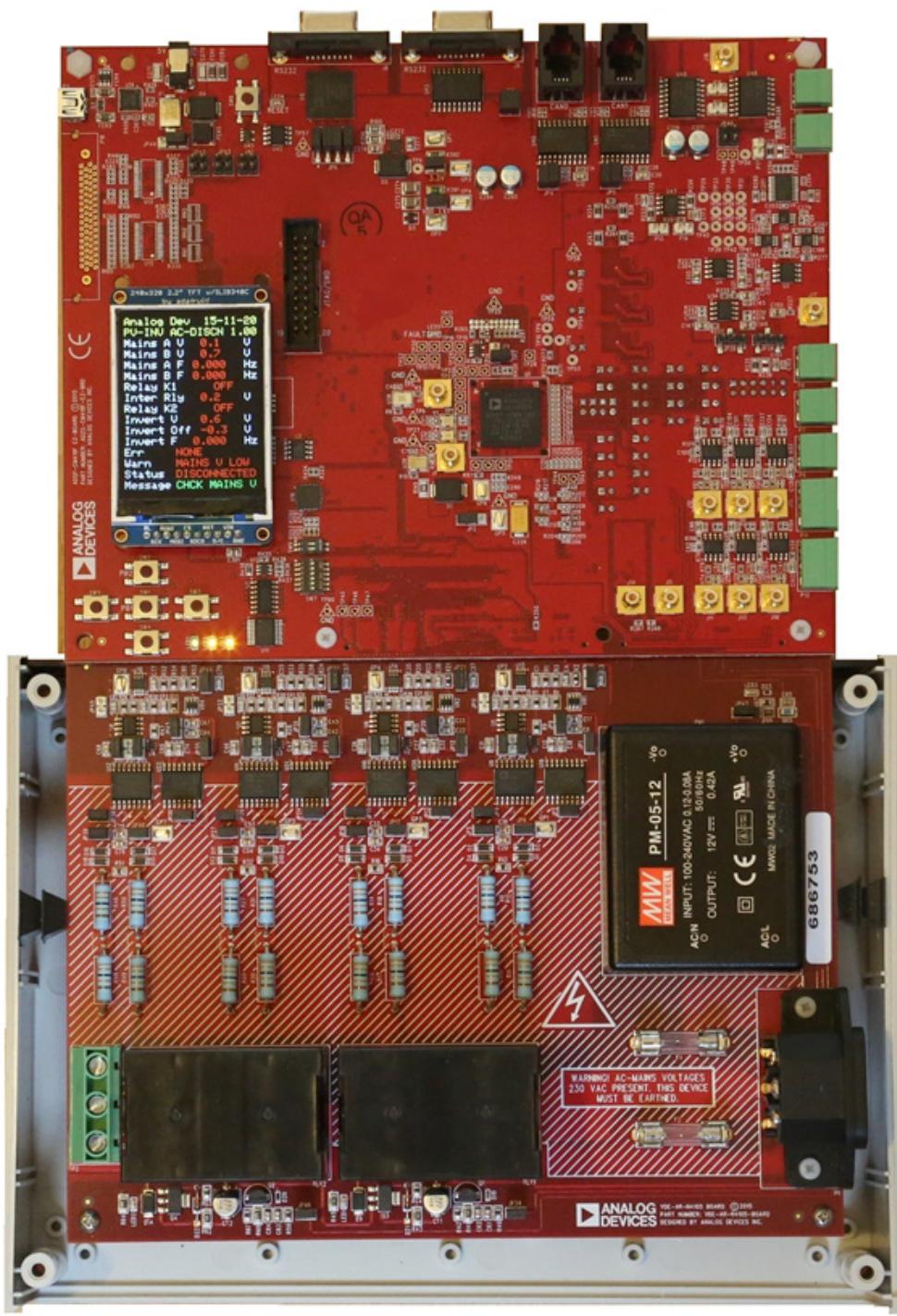
(A)控制器和处理器	(B)ADC和基准电压源	(C)信号调理	(D)隔离和栅极驱动器	(E)电源管理	(F)通信接口	(G)电能计量
ADSP-2147x/ ADSP-CM403F/ ADSP-CM419F	ADCs: <a href="#">AD7606/AD7607</a> <a href="#">AD7266/AD7265</a> 隔离式ADCs: <a href="#">AD7401A/</a> <a href="#">AD7403</a> 基准电压源: <a href="#">ADR34xx</a>	放大器: <a href="#">ADA4177-x/</a> <a href="#">AD8479/</a> <a href="#">AD8604</a> 电流检测放大器: <a href="#">AD8212</a>	隔离器: <a href="#">ADuM14x/ADuM6000</a> 隔离式栅极驱动器: <a href="#">DuM3223/</a> <a href="#">ADuM4223/ADuM4135/</a> <a href="#">ADuM4136/ADuM4121</a>	DC-DC: <a href="#">ADP211x</a> PMUs: <a href="#">ADP5034/</a> <a href="#">ADP5071</a> 电源监控器: <a href="#">ADM6305/ADM6306</a>	RS-485: <a href="#">ADM2587E</a> CAN: <a href="#">ADM3053/ADM3054</a>	ADE7953/ADE7880

## 特色产品

产品型号	描述	主要特性	优势
<b>处理器</b>			
ADSP-CM403F	混合信号处理器	240 MHz ARM® Cortex®-M4, 384 kB SRAM和2 MB闪存, 双通道16位SAR型ADC和14位精度、2.6 MSPS、集成SINC滤波器	ADI公司专门针对太阳能逆变器应用而设计的ARM Cortex-M4处理器
ADSP-CM419F	混合信号处理器	240 MHz ARM Cortex M4, 100 MHz ARM Cortex M0, 160 kB SRAM和1 MB闪存, 6个同步采样16位ADC、4.3 MSPS、集成FFT和浮点加速器	专门为光伏逆变器定制的处理器，可以省去外部的安规处理器及用于电弧检测的处理器；内部集成的FOCP等电路可以省去外部的额外电路
ADSP-2147x	浮点DSP	300 MHz SHARC®内核, 5 Mb SRAM, PWM、SPORT等丰富外设	高性能浮点计算和连接高性能ADC的外设

产品型号	描述	主要特性	优势
<b>模数转换器</b>			
AD7403	隔离式Σ-Δ调制器	隔离式Σ-Δ调制器, 5 kV隔离, ±250 mV(±320 mV满量程)、88 dB和超过14位的ENOB	高分辨率隔离式ADC, 可与基于分流电阻的电流检测电路轻松接口
AD7266	多通道ADC	AD7266是一款12位双核高速、低功耗的逐次逼近型ADC, 采用2.7 V至5.25 V单电源供电, 最高 吐速率可达2 MSPS	同步采样, 带多路复用器
AD7606	8通道、16/14位同步采样ADC	真双极性模拟输入范围: ±10 V、±5 V, 5 V模拟单电源, 2.3 V至+5 V VDRIVE, 1MΩ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
<b>基准电压源</b>			
ADR34xx	基准电压源	最大温度系数: 8 ppm/°C, 工作温度范围: -40°C至+125°C, 输出电流: +10 mA源电流/-3 mA吸电流	最大8 ppm低成本基准电压源
<b>放大器</b>			
ADA4177-x	带过压保护的双极性运算放大器	±32 V OVP运算放大器, 内置EMI滤波器, 最大60 $\mu$ V $V_{os}$ 和1 $\mu$ V/°C $V_{os}$ 漂移, 最高±18 V供电轨, 3.5 MHz GBP, 轨到轨输出	高可靠性双极性运算放大器, 集成±32 V OVP和EMI滤波器
AD8479	差动放大器	差动放大器, 共模电压最高为±600 V, 最大10 $\mu$ V/°C 失调电压漂移, 最大5 ppm/°C增益漂移	最大±600 V共模电压的差动放大器
AD8212	电流检测放大器	6 V至>500 V共模范围, 可调增益, 电流检测放大	高共模输入范围
<b>隔离器</b>			
ADuM14x	4通道数字信号隔离器	4通道数字3.75 kV隔离, 最高150 MHz波特率, 100 kV CMTI, 温度范围达125°C, 1.8 V至5 V电平转换, 故障安全高电平或低电平选项	高可靠性4通道数字隔离, 100 kV CMTI, 适合开关电源应用
ADuM6000	隔离式dc-dc转换器	5 kV集成isoPower®的隔离式dc-dc转换器, 最高400 mW输出功率	易于使用的dc/dc转换器, 配合AD7403使用可实现基于分流电阻的电流检测解决方案
<b>隔离式栅极驱动器</b>			
ADuM3223/ ADuM4223	隔离式栅极驱动器	带片上隔离的2通道栅极驱动器(工作电压> 849 V峰值), 传播延迟<54 ns, 通道间匹配<5 ns	超快速隔离式2通道栅极驱动, 适合电桥应用, 低传播延迟
ADuM4135/ ADuM4136	IGBT/MOSFET/SiC/GaN用隔离式栅极驱动器	集成保护功能(ULVO、DESAT)的隔离式栅极驱动器, 最高5 kV隔离, 100 kV/μs CMTI, 4 A驱动能力, 55 ns传播延迟	100 kV/μs CMTI和低传播延迟
ADuM4121	IGBT/MOSFET/SiC/GaN用隔离式栅极驱动器	高电压隔离式栅极驱动器, 支持Miller钳位, 2 A驱动能力, 55 ns传播延时	150 kV/μs CMTI和低传播延迟
<b>接口</b>			
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, 5 kV隔离	集成隔离式dc/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	集成隔离式dc/dc转换器、集成CAN总线的单芯片解决方案
<b>电能计量</b>			
ADE7880	三相电能计量(带谐波监控)	TA = 25°C时, 在1000:1的动态范围内有功和无功电能误差小于0.1%; 在3000:1的动态范围内有功和无功电能误差小于0.2%	带高性能谐波分析的多相电能计量
ADE7953	单相电能计量	在3000:1的动态范围内有功和无功电能误差小于0.1%; 在500:1的动态范围内瞬时IRMS和VRMS测量误差小于0.2%	高性能、宽动态范围
<b>电源管理</b>			
ADP5034	多路输出dc-dc调节器	集成两通道1.2 A的Buck转换器和两通道300 mA 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
ADP5071	2 A/1.2 A开关稳压器, 提供独立正负输出	单路正输入、双路输出(正和负)开关稳压器; 输出电流高达2 A/1.2 A, 输出电压高达±39 V	易于使用、单路输入、双极性电压输出稳压器, 减少ac/dc电源设计工作
ADM6306	双电压监控器	小型封装, 双电压监控器, 5 $\mu$ A低功耗	低成本、小型封装、5 $\mu$ A低功耗

## 参考设计和演示板



ADSP-CM419-EZKIT和VDE-4105扩展板

## 电能测量参考电路

- ▶ 500 V共模电压电流监控器(CN-0218)— [www.analog.com/cn/cn-0218](http://www.analog.com/cn/cn-0218)
- ▶ 更多参考电路请访问— [www.analog.com/cn/circuits](http://www.analog.com/cn/circuits)

## 技术文章/应用笔记

- ▶ 下一代电能转换—设计更安全、高效和低成本的光伏逆变器—  
[www.analog.com/media/cn/technical-documentation/tech-articles/The-Next-Wave-of-Power-Conversion-Designing-for-Safety-Speed-and-Cost-Efficiency-in-Solar-PV-Inverters\\_cn.pdf](http://www.analog.com/media/cn/technical-documentation/tech-articles/The-Next-Wave-of-Power-Conversion-Designing-for-Safety-Speed-and-Cost-Efficiency-in-Solar-PV-Inverters_cn.pdf)
- ▶ isoPower器件的辐射控制建议(AN-0971)—  
[www.analog.com/cn/an-0971.pdf](http://www.analog.com/cn/an-0971.pdf)
- ▶ 在太阳能应用中使用ADSP-CM403 HAE谐波分析引擎(MS-2543)—  
[www.analog.com/cn/ms-2543.pdf](http://www.analog.com/cn/ms-2543.pdf)
- ▶ ADSP-CM403 SINC—太阳能应用中的隔离测量(MS-2544)—  
[www.analog.com/cn/ms-2544.pdf](http://www.analog.com/cn/ms-2544.pdf)
- ▶ 并网光伏逆变器中隔离的集成(MS-2356)—  
[www.analog.com/cn/ms-2356.pdf](http://www.analog.com/cn/ms-2356.pdf)
- ▶ ADSP-CM41x用于电能转换的混合信号控制器视频—  
[www.analog.com/cn/education/education-library/videos/5130302672001.html](http://www.analog.com/cn/education/education-library/videos/5130302672001.html)

- ▶ 针对功率转换的独立双核安全概念—[www.analog.com/cn/education/education-library/videos/5027423540001.html](http://www.analog.com/cn/education/education-library/videos/5027423540001.html)
- ▶ 电弧检测演示视频—[www.analog.com/cn/arcing-detection](http://www.analog.com/cn/arcing-detection)
- ▶ 新的功率开关技术和门驱—[www.analog.com/cn/new-power-switch-technology-and-the-changing-landscape-for-isolated-gate-drivers\\_cn.pdf](http://www.analog.com/cn/new-power-switch-technology-and-the-changing-landscape-for-isolated-gate-drivers_cn.pdf)

## 设计工具/论坛

- ▶ ADI公司最快、最精确的DC-DC电源管理设计工具(ADIsimPower™)—[www.analog.com/cn/ADIsimPower](http://www.analog.com/cn/ADIsimPower)
- ▶ 在线技术支持社区(EngineerZone®)—[ezchina.analog.com](http://ezchina.analog.com)
- ▶ ADSP-CM40x EZ-Board®和EZ-Kit Lite®评估硬件—  
[www.analog.com/cn/CM40X-EZ](http://www.analog.com/cn/CM40X-EZ)
- ▶ ADSP-CM41x EZ-Board和EZ-Kit Lite评估硬件—  
[www.analog.com/cn/CM41X-EZ](http://www.analog.com/cn/CM41X-EZ)

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/cn/energy](http://www.analog.com/cn/energy)

# ADI公司再生能源—电动汽车充电设备解决方案

方案编号：APM\_EV-Charger\_2017

## 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、监控和控制。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

- ▶ 降低\$/W系统成本
- ▶ 提高电网兼容能力
- ▶ 通过磁性和无源元件小型化减小重量/尺寸
- ▶ 更高可靠性和更长使用寿命
- ▶ 高功率(>150 kW)、高电压(>1000 V)、高密度多级电源转换
- ▶ 双向工作，支持车辆到电网
- ▶ 最大程度减少注入交流电网的直流电流

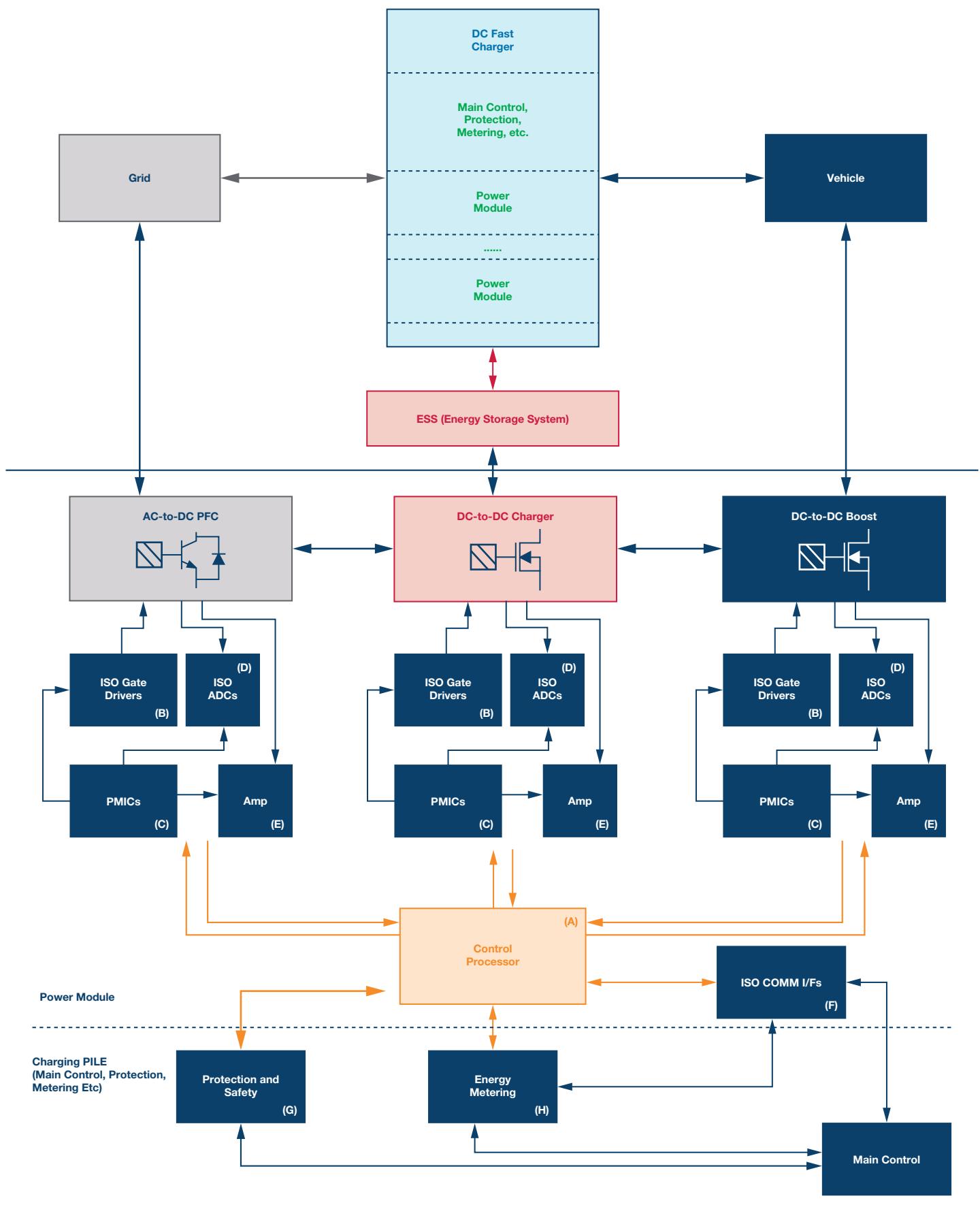
## 电动汽车充电器应用类别

- ▶ 非车载快速直流充电器
  - 电网到车辆高功率充电器
  - 双向高功率充电器
  - 集成储能单元的双向高功率充电器
- ▶ 电动汽车充电器电源模块/机架

## 为何选择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3亿台
- ▶ ADI公司在下一代更高可靠性隔离技术(*i*Coupler<sup>®</sup>)方面居于行业领先地位
- ▶ 全世界所有电网设备中有50%采用ADI公司转换器
- ▶ 通过高精度转换器和放大器实现电流和电压的精密测量
- ▶ 为电力网络和智能电网提供稳定、可靠的高性能信号处理技术
- ▶ 系统级混合信号转换和处理，针对电动汽车充电桩优化的全信号链产品，简化设计，缩短产品上市时间，提供差异化终端设备

## 电动汽车充电设备信号链



(A)控制处理器	(B)隔离式栅极驱动器	(C)电源管理IC	(D)ADC和基准电压源
ADSP-CM411F/ADSP-CM412F/ ADSP-CM413F/ADSP-CM416F/ ADSP-CM417F/ADSP-CM418F/ ADSP-CM419F	ADuM4135/ADuM4136/ADuM4120/ ADuM4121/ADuM3223/ADuM4223/ ADuM7223	LT3999/LT3580/LTM8023/LTM8022/ LTM8032/LTM8031/ADP2443/ADP1621/ ADP1720/ADuM3070/ADuM6000	ADR441/ADR34xx/AD7401A/AD7403
(E)信号调理	(F)保护和安全	(G)电能计量	(H)通信接口
ADA4077-2/OP2177/AD8066	AD7616/AD7091R and AD8604/ADA4666/ AD8607/ADA4528/AD8639/AD7606/ AD7607/AD7266/AD7265	ADE7953/ADE7880	ADM3251E/ADM3252E/ADM101E/ ADM3101E/ADM3053E/ADM3054/ ADM2481/ADM2483/ADM2484E/ ADM2486/ADM2490E/ADM2491E/ ADM2587E

## 特色产品

产品型号	描述	主要特性	优势
<b>处理器</b>			
ADSP-CM411/ ADSP-CM412/ ADSP-CM413F	混合信号处理器	高达240 MHz ARM® Cortex®-M4, 160 kB SRAM和1 MB闪存, 3个同步采样16位ADC、2.7 MSPS、集成FFT和浮点加速器	ARM处理器, 广泛的生态系统
ADSP-CM416/ ADSP-CM417/ ADSP-CM418/ ADSP-CM419F	混合信号处理器	高达240 MHz ARM Cortex-M4, 100 MHz ARM Cortex-M0, 160 kB SRAM和1 MB闪存, 6个同步采样16位ADC、4.3 MSPS、集成FFT和浮点加速器	ARM处理器, 广泛的生态系统
<b>隔离式栅极驱动器</b>			
ADuM3223/ ADuM4223	隔离式栅极驱动器	带片上隔离的2通道栅极驱动器(工作电压> 849 V峰值), 传播延迟<54 ns, 通道间匹配<5 ns	超快速隔离式2通道栅极驱动, 适合电桥应用, 低传播延迟
ADuM4135/ ADuM4136	IGBT/MOSFET/SiC/GaN 用隔离式栅极驱动器	集成保护功能(ULVO、DESAT)的隔离式栅极驱动器, 最高5 kV 隔离, 100 kV/μs CMTI, 4 A驱动能力, 55 ns传播延迟	100 kV/μs CMTI和低传播延迟
ADuM4120	用于IGBT/MOSFET/SiC/GaN的 隔离式精密栅极驱动器	精密时序特性, 2 A隔离式5 kV rms隔离, 采用6引脚宽体 SOIC封装, 爬电距离为8mm	150 kV/μs CMTI和低传播延迟
ADuM4121	IGBT/MOSFET/SiC/GaN 用隔离式栅极驱动器	高电压隔离式栅极驱动器, 支持Miller钳位, 2 A驱动能力, 55 ns传播延时	150 kV/μs CMTI和低传播延迟
ADuM7223	隔离式精密半桥驱动器	4 A隔离式半桥栅极驱动器, 提供独立且隔离的高端和低端 输出	高工作频率: 1 MHz (最大值), 精密时序特性
<b>隔离</b>			
ADuM2587E	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, 5 kV隔离	集成隔离式dc至dc转换器, ±15 kV ESD保护
ADM2484E	全/半双工RS-485收发器	5 kV信号隔离、ESD保护、500 kbps、可配置为半双工或全双工	±15 kV ESD保护
ADM2490E	高速、全双工RS-485收发器	5 kV信号隔离、高速(16 MBPS)、ESD保护、全双工RS-485收发器	数据速率: 16 Mbps
ADM101E	微型RS-232收发器	传输速率: 460 kbps, 5 V单电源	1 μA超低功耗关断模式
ADM3251E	隔离式单通道RS-232线路驱动 器/接收机	2.5 kV完全隔离式(电源和数据)RS-232收发器, 460 kbps数据速 率, 1 Tx和1 Rx	集成isoPower®的隔离式dc至dc转换器
ADM3054	隔离CAN收发器	5 kV rms信号隔离高速CAN收发器, 提供系统总线保护	数据速率可高达1 Mbps
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	集成隔离式DC-DC转换器、集成CAN总线的 单芯片解决方案
<b>电能计量</b>			
ADE7880	三相电能计量(带谐波监控)	T <sub>A</sub> = 25°C时, 在1000:1的动态范围内有功和无功电能误差小于 0.1%; 在3000:1的动态范围内有功和无功电能误差小于0.2%	带高性能谐波分析的多相电能计量
ADE7953	单相电能计量	在3000:1的动态范围内有功和无功电能误差小于0.1%; 在500:1 的动态范围内瞬时IRMS和VRMS测量误差小于0.2%	高性能、宽动态范围

产品型号	描述	主要特性	优势
<b>电源管理</b>			
ADuM6000	隔离式dc至dc转换器	5 kV集成 <i>isoPower</i> 的隔离式dc至dc转换器，最高400 mW输出功率	易于使用的dc至dc转换器，配合AD7403使用可实现基于分流电阻的电流检测解决方案
ADuM3070	集成反馈功能的隔离式开关稳压器	可调的稳压输出：3.3 V至24 V，效率高达80%	内置补偿的隔离PWM反馈
LT3999	具有占空比控制的低噪声、1 A、1 MHz推挽dc至dc驱动器	宽输入工作范围：2.7 V至36 V；集成可编程限流的双通道1 A开关；可编程开关频率：50 kHz至1 MHz	提供隔离电源的高电压、高频dc至dc变压器驱动器
LT3580	DC至DC转换器	集成2 A开关、软启动和同步功能的升压/反相dc至dc转换器	可以容易地配置成一个升压或负输出转换器可由用户进行配置的欠压闭锁(UVLO)
LTM8022	DC至DC μModule™(电源模块)	宽输入电压范围：3.6 V至36 V；输出电压：0.8 V至10 V；输出电流：1 A	电源模块
ADP2443	3 A、36 V、同步降压dc至dc稳压器	输入电压：4.5 V至36 V；最短快速导通时间：50 ns；可编程开关频率：200 kHz至1.8 MHz	逐周期电流限值，带打嗝保护
<b>保护和安全</b>			
AD7266	多通道ADC	AD7266是一款12位双核高速、低功耗的逐次逼近型ADC，采用2.7 V至5.25 V单电源供电，最高采样率可达2 MSPS	同步采样，带多路复用器
AD7616	16通道DAS，内置16位、双极性输入、双路同步采样ADC	信噪比(SNR)：92 dB(500 kSPS、2倍过采样)，可独立选择的通道输入范围，真双极性：±10 V、±5 V、±2.5 V	双通道同步采样ADC
AD7606	8通道、16/14位同步采样ADC	真双极性模拟输入范围：±10 V、±5 V，5 V模拟单电源，2.3 V至+5 V VDRIVE，1 MΩ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
AD8607	精密、双通道、微功耗、轨到轨输入/输出放大器	低失调电压：40 μV(典型值)；低输入偏置电流：1 pA(最大值)；低噪声：25 nV/√Hz；微功耗：每个放大器50 μA(最大值)	微功耗
ADA4528	5.0 V超低噪声、零漂移、RRIO单通道/双通道运算放大器	低失调电压：2.5 μV(最大值)；低失调电压漂移：0.015 μV/°C(最大值)；低噪声：5.6 nV/√Hz(f = 1 kHz, AV = 100)；97 nV p-p(f = 0.1 Hz至10 Hz, AV = 100)	超低噪声
<b>信号调理</b>			
ADA4077-2	放大器	30 V、4 MHz、7 nV/√Hz、低失调和漂移、高精度双通道放大器	高精度双通道放大器
AD8066	放大器	高性能、145 MHz高精度双通道放大器	高速：−3 dB带宽：145 MHz(G = +1)
<b>ADC和基准电压源</b>			
AD7403	隔离式Σ-Δ调制器	隔离式Σ-Δ调制器，5 kV隔离，±250 mV(±320 mV满量程)、88 dB和超过14位的ENOB	高分辨率隔离式ADC，可与基于分流电阻的电流检测电路轻松接口
ADR34xx	基准电压源	最大温度系数：8 ppm/°C，工作温度范围：−40°C至+125°C，输出电流：+10 mA源电流/-3 mA吸电流	最大8 ppm低成本基准电压源
ADR441	基准电压源	基准电压源具有超低噪声、高精度和低温度漂移性能	超低噪声(0.1 Hz至10 Hz)

## 参考设计和演示板

### 电能测量 Circuits from the Lab® 参考电路

- ▶ 500 V共模电压电流监控器 (CN-0218)—[www.analog.com/cn/cn-0218](http://www.analog.com/cn/cn-0218)

更多参考电路请访问：[www.analog.com/cn/circuits](http://www.analog.com/cn/circuits)

## 技术文章/应用笔记

- ▶ isoPower器件的辐射控制建议 (AN-0971)—[www.analog.com/cn/AN-0971](http://www.analog.com/cn/AN-0971)
- ▶ 用于电源转换的ADSP-CM41x混合信号控制处理器—[www.analog.com/cn/education/education-library/videos/5130302672001.html](http://www.analog.com/cn/education/education-library/videos/5130302672001.html)
- ▶ 针对功率转换的独立双核安全概念—[www.analog.com/cn/education/education-library/videos/5027423540001.html](http://www.analog.com/cn/education/education-library/videos/5027423540001.html)

- ▶ 新的功率开关技术和门驱—[www.analog.com/media/cn/technical-documentation/technical-articles/New-Power-Switch-Technology-and-the-Changing-Landscape-for-Isolated-Gate-Drivers\\_cn.pdf](http://www.analog.com/media/cn/technical-documentation/technical-articles/New-Power-Switch-Technology-and-the-Changing-Landscape-for-Isolated-Gate-Drivers_cn.pdf)

## 设计工具/论坛

- ▶ ADI公司最快、最精确的DC-DC电源管理设计工具 (ADIsimPower™)—[www.analog.com/cn/ADIsimPower](http://www.analog.com/cn/ADIsimPower)
- ▶ 线技术支持社区(EngineerZone®)—[ezchina.analog.com](http://ezchina.analog.com)
- ▶ ADSP-CM41x EZ-Board®和EZ-Kit Lite®评估硬件—[www.analog.com/cn/cm419f-ez](http://www.analog.com/cn/cm419f-ez)

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/cn/solar-inverters](http://www.analog.com/cn/solar-inverters)

# 中国配网自动化终端DTU/FTU—二次融合系统方案

方案编号：APM\_DTU/FTU\_2017

## 应用背景简介

伴随着新能源接入，电动汽车等新兴应用开始普及，电力系统中中低压配网的稳定性和智能性变得越来越重要。对应而来的，是中国从2016年开始对于配网自动化加大了投资的规模，给国内广大的中低压配网自动化的生产企业带来了很多新的商机，需求以及挑战。其中，中国国家电网在2016年末提出的“配网自动化终端DTU/FTU需要考虑一二次设备融合的需求和考虑采用电子式互感器来取代传统的电磁式互感器”的总体思路成为了目前现阶段几乎所有配网自动化终端生产企业研究对象。尽快在研发出符合国网一二次融合新要求的DTU/FTU，将是这些厂商在2017年上半年的首要目标和现阶段面临的最大挑战和机遇。

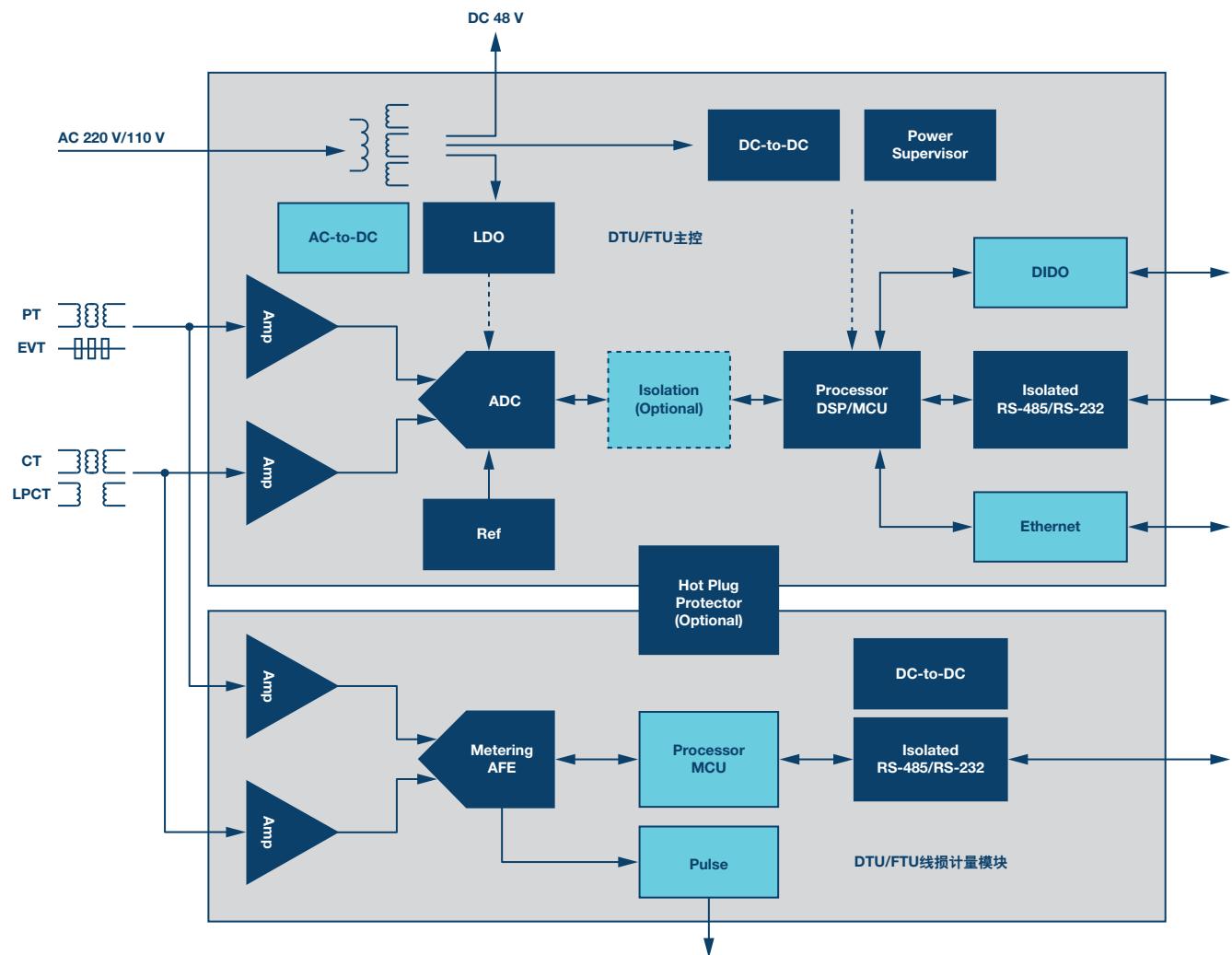
## 系统设计难点

- ▶ 兼容电子式电压互感器的交流模拟量输入通道需要10 M欧姆以上输入阻抗。
- ▶ 兼容电子式电流互感器的交流模拟量输入通道需要考虑最大测量到20倍额定电流的大动态范围。

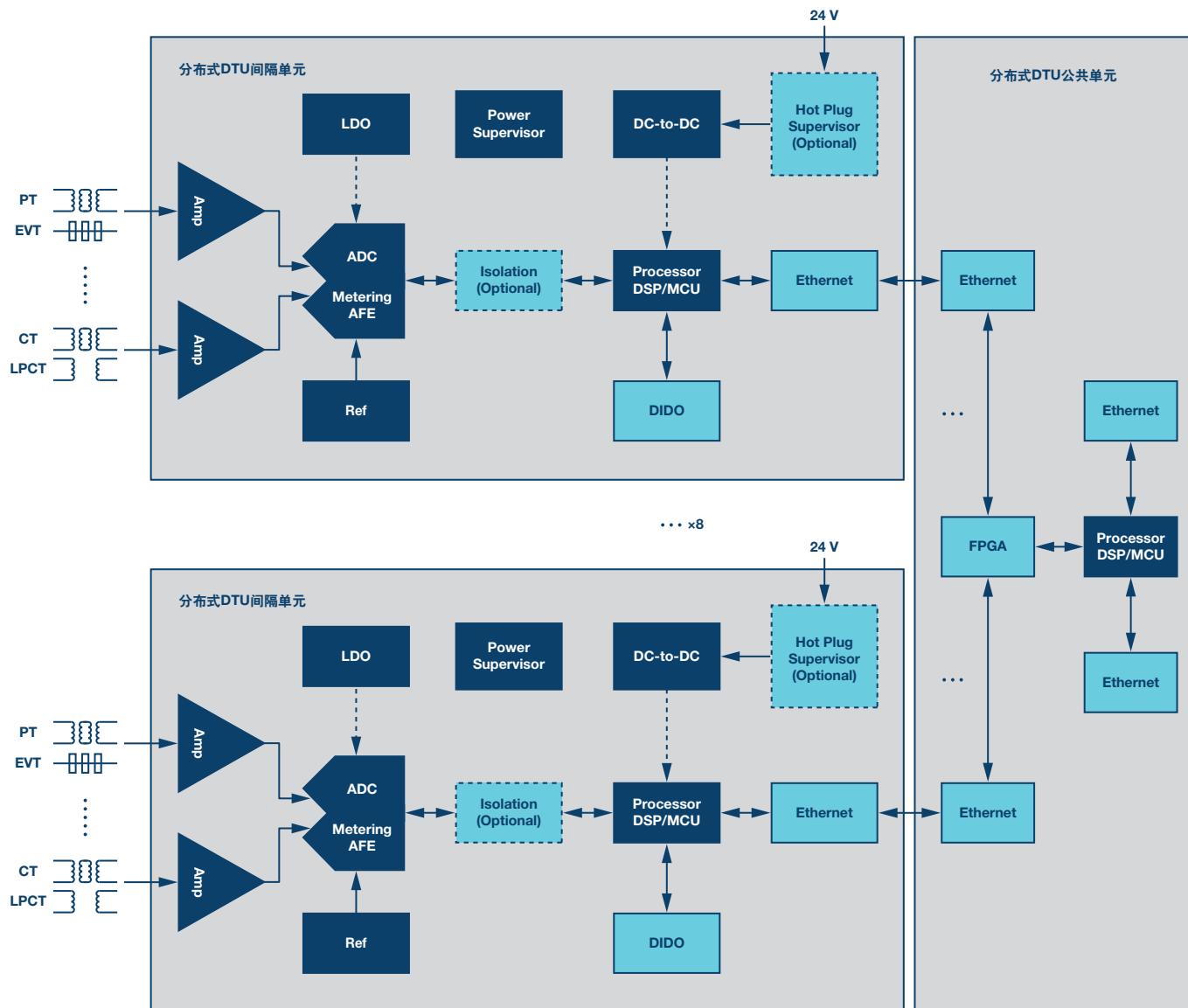
- ▶ Ac模拟量输入侧需要直接面临EMC的考验，对于快瞬群脉冲测试时，还需要保证一定的测量精度(精度劣化值不能超过原测控标称值的200%)
- ▶ 环境温度达到-40°C至+70°C，由于安装位置靠近一次侧，结构设计又要求IP67的防护等级，电路板上器件附近的实际极限温度甚至可能达到+85°C。而系统需要在全温度范围内保证测量值温飘。
- ▶ 加入了线损计量模块的需求，这个对于绝大多数没有任何电表计量应用的配网厂商来讲，可以讲几乎是个全新的应用。另外，计量模块支持热插拔。
- ▶ 虽然DTU/FTU近期标准还没有被发布，但是国网公司已经在着手制定DTU和FTU的远期规划，厂商在时刻跟踪近期规划的要求和变化的同时，也需要开始考虑远期分布式的系统架构。

## ADI解决方案

### 现阶段DTU/FTU—二次融合系统方案框图



## 远期DTU/FTU的分布式系统方案框图



ADI推荐	
放大器	ADA4177-4/ADA4077-4/AD628
ADC	AD7616
处理器	ADSP-BF606/ADSP-BF607/ADSP-BF518
电压REF	ADR441/ADR3425
隔离	ADuM141D
计量AFE	ADE9078/ADE9000
LDO	ADP7104/ADP7182
Dc/dc	ADP2441/ADP2443/ADP5071
热插拔保护器	ADM1270
接口	ADM2587E (RS-485)/ADM3251E (RS-232)

## ADI公司产品

产品型号	说明	主要特性	优势
<b>放大器</b>			
ADA4177-x	过压保护双极性精密运放	$\pm 32\text{ V}$ 输入过压保护, EMI滤波, $60\text{ }\mu\text{V}$ 超低输入失调电压, $1\text{ nA}$ 低输入偏置电流, 共模输入阻抗达到 $130\text{ G}\Omega$	输出侧可以对保护超过电源轨电压 $\pm 32\text{ V}$ 以下的过电压进行保护, 大大减低了对于输出EMC保护器件的钳位电压的要求, 有利于减少ac模拟通道的输入漏电流来实现ac电压输入 $10\text{ M}$ 以上输入阻抗的系统级要求
<b>ADC</b>			
AD7616	16通道16位逐次逼近型ADC	$2\times 8$ 共16通道的SAR型ADC, 采样率高达 $1\text{ MSPS} \times 2$ , 每通道可以独立配置成 $\pm 10\text{ V}$ , $\pm 5\text{ V}$ , 或者 $\pm 2.5\text{ V}$ , 模拟电源单 $5\text{ V}$ , 带有burst模式采样, 采样通道顺序可以自由预编程, 信噪比 $90\text{ dB}$ 左右, $\pm 21\text{ V}$ 输入过压保护, 芯片级模拟输入 $8\text{ kV}$ ESD保护, 数字接口可以激活CRC校验	单芯片实现一个间隔所有电压电流已经辅助监控通道的信号采集, 单模拟电源简化电源要求, 高可靠性数字接口以及模拟输入保护有效提高系统可靠性
<b>处理器</b>			
ADSP-BF606/ ADSP-BF607	双核双以太网Blackfin处理器	双核 $500\text{ MHz}$ 主频Blackfin处理器, 内有双以太网MAC控制器, 支持IEEE1588同步	对于远期DTU方案来讲, 这个处理器既适合用同FPGA合作作为公共单元, 也适合用来完成间隔单元的信号处理和实现IEC61850和TC104规约
<b>计量AFE</b>			
ADE9078	动态高达 $10000:1$ 范围的高精密三相电能计量芯片	三相电能计量芯片, 可以直接读取三相有功无功电压电流有效值等电参量, 精度满足 $0.2\text{ s}$ 电度计量的要求, 另外有直接采样裸数据通道, 可以用来实现谐波计算, 前端另外有数字积分器, 可以接口罗氏线圈	高性能三相电能计量芯片, 易于实现计量模块
<b>热插拔保护器</b>			
ADM1270	热插拔电源保护	$4\text{ V}$ 到 $60\text{ V}$ 输入电源保护, 背板热插拔冲击电流限流保护, 限流电流可调节	低成本, 高输入电压热插拔电源限流保护
<b>隔离和接口</b>			
ADM2587E	单芯片隔离RS-485接口芯片	集成电源隔离, 信号隔离和RS485总线接口驱动的接口IC, $5\text{ kV}$ 隔离, $\pm 15\text{ kV}$ ESD保护, 最高达到 $500\text{ kbps}$ 波特率, $2500\text{ V}$ @ $1\text{ min}$ 隔离耐压	单芯片的隔离RS-485解决方案, 高集成度减少电路面积
<b>电源管理</b>			
ADP5071	单电源输入转正负输出电源芯片	宽范围输入电压 $2.85\text{ V}$ 至 $15\text{ V}$ , 输出电压最高可达 $\pm 39\text{ V}$ , 输出电流可达最高 $2\text{ A}$ (正电压)和 $1.2\text{ A}$ (负电压)的电源转换芯片。	可实现 $3.3\text{ V}$ 或者 $5\text{ V}$ 输入, $\pm 12\text{ V}$ 或者 $\pm 15\text{ V}$ 电源输出

## 设计资源

### 应用笔记

- ▶ AN-1409: 利用AD7616灵活的序列器和突发模式实现准同步采样—[www.analog.com/cn/an-1409.pdf](http://www.analog.com/cn/an-1409.pdf)
- ▶ AN-1387: 应用ADA4177系列输入过压保护运算放大器的实际设计考虑—[www.analog.com/cn/an-1387.pdf](http://www.analog.com/cn/an-1387.pdf)
- ▶ AN-1349: 将ADM2582E/ADM2587E RS-485/RS-422收发器辐射降至最低的PCB实施指南(修订版0)—[www.analog.com/cn/an-1349.pdf](http://www.analog.com/cn/an-1349.pdf)

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/cn/energy](http://www.analog.com/cn/energy)

## 物联网

# ADI FAST START物联网平台

方案编号：APM\_IOT\_2017

## 概述

Fast Start物联网平台是推动智慧城市、智能建筑、智能农业、机器健康监控等物联网应用发展的强大工具。

## 平台组件包括：

- ▶ Fast Start传感器板
- ▶ 网关硬件—Armadillo或Raspberry Pi
- ▶ 网关软件—运行于PC上的一组软件

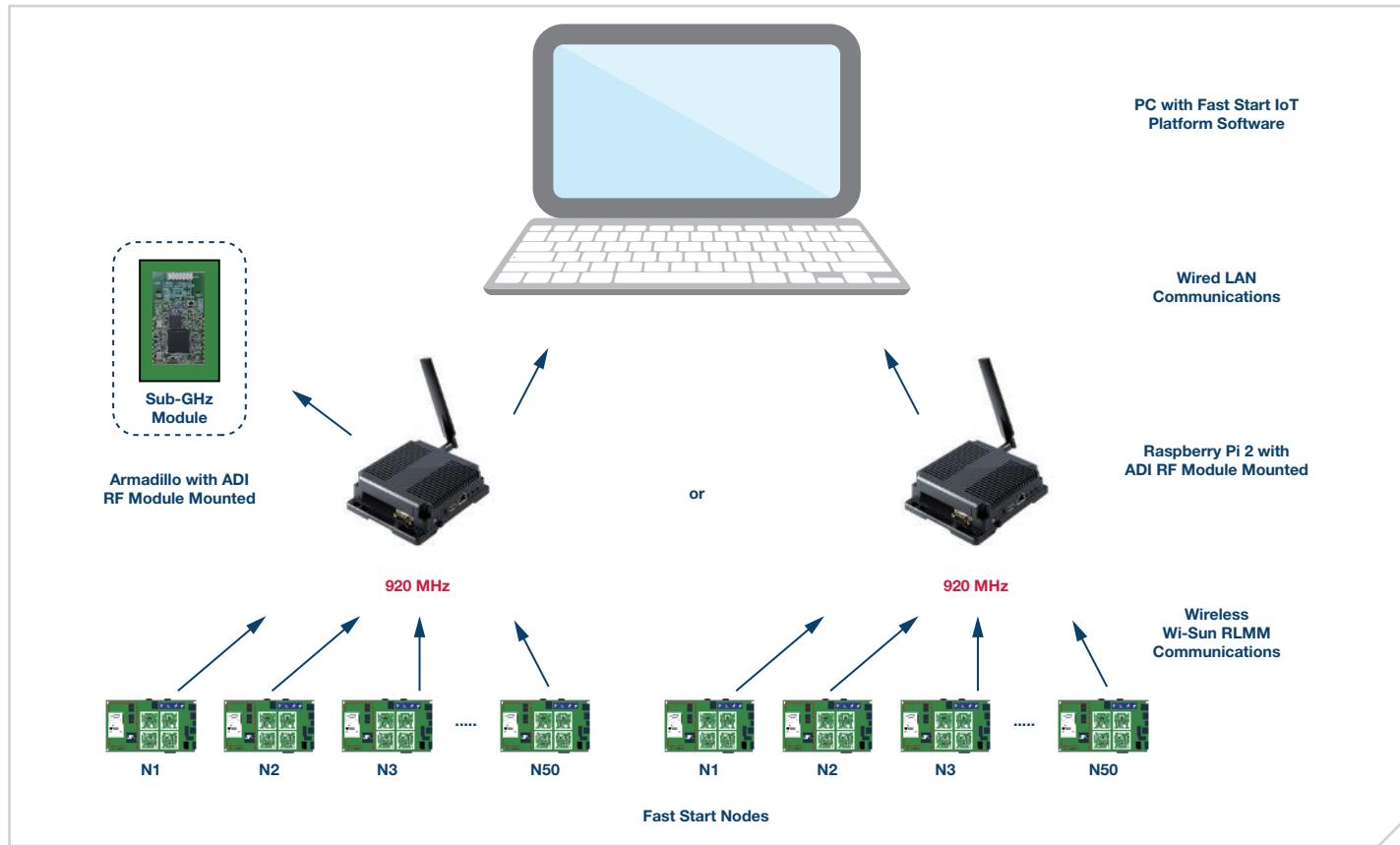


图1. Fast Start平台

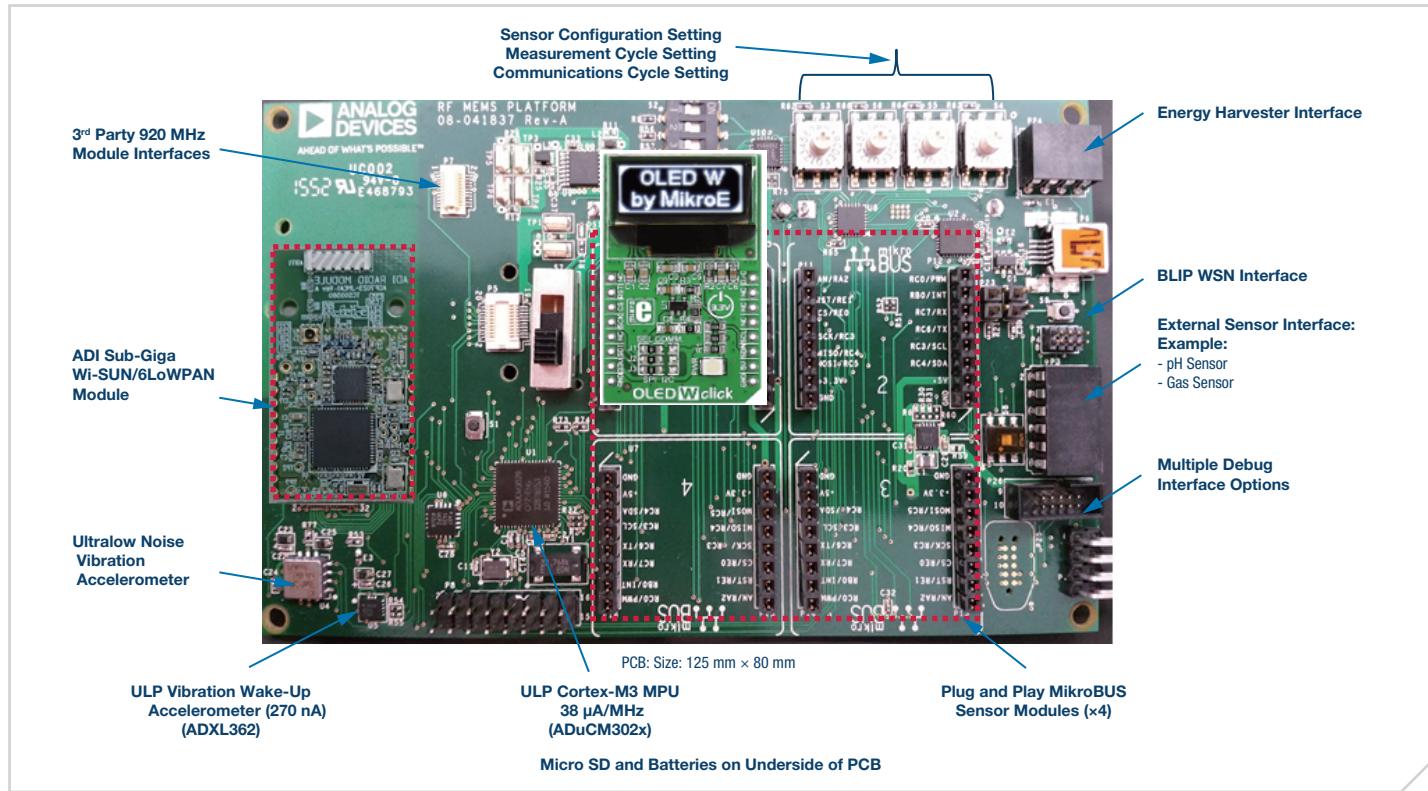
当前设置采用网关和PC之间的有线局域网连接。此连接使其成为“云就绪”系统。这样可以扩展网关组件，从而与云系统实现无线通信，从任何远程位置控制Fast Start节点。

- ▶ 智能农业
  - 作物管理
- ▶ 智能电能
  - EV和UPS电池监控
- ▶ 智能机器
  - 工厂环境中的监测设备

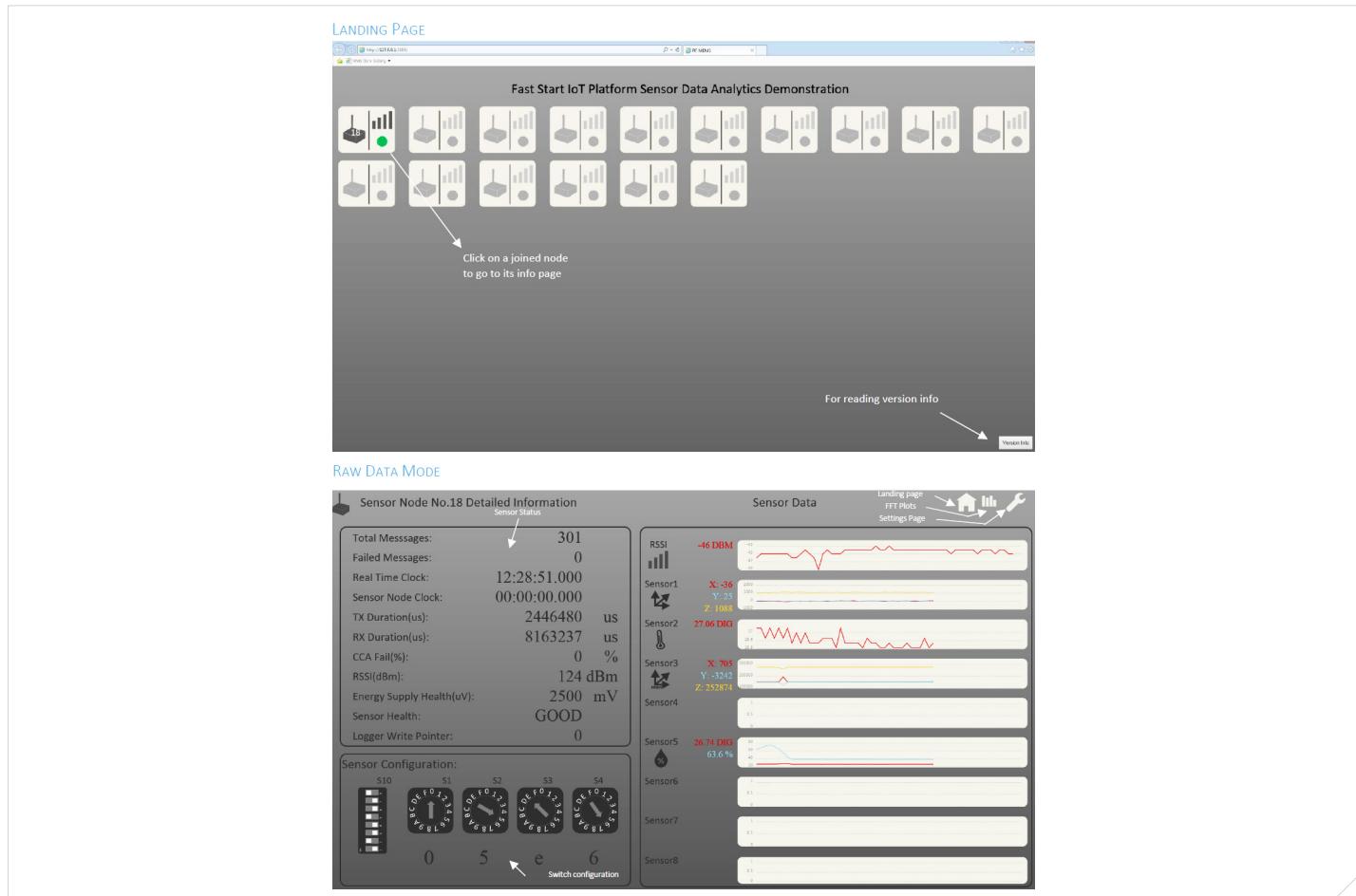
## 目标应用包括：

- ▶ 结构健康监控
  - 用于桥梁、隧道和楼宇监控的系统
- ▶ 资产跟踪和监控
  - 托盘标记、制冷监控

## 系统框图



## GUI



## 主要产品简介

器件	描述	主要特性	优势
<b>处理器</b>			
ADuCM3029	ADuCM3029是一款超低功耗集成式混合信号微控制器系统，可用于处理、控制和连接	系统特性包括：26 MHz ARM® Cortex®-M3处理器；最高256 kB嵌入式闪存；64 kB系统SRAM；电源管理单元(PMU)；多层高级微控制器总线架构；(AMBA)总线矩阵；中央直接存储器访问(DMA)控制器；传呼机接口；SPORT、SPI、I²C和UART外设接口；加密硬件支持AES和SHA256；实时时钟(RTC)；通用唤醒和看门狗定时器；可编程GPIO；上电复位(POR)和电源监控器(PSM)；12位SAR模数控制器	高集成度/超低功耗
<b>能量采集</b>			
ADP5090	具有MPPT的ULP升压充电器	超低功耗升压调节器；迟滞控制器优化次mW级效率；冷启动： $10 \mu\text{W}$ ， $V_{IN} = 380 \text{ mV}$ ；超低静态电流： $I_Q(\text{sys}) < 350 \text{ nA}$ ， $V_{IN}(\text{OCV}) > \text{MINI\_OP}$ 时； $I_Q(\text{sys}) < 250 \text{ nA}$ ， $V_{IN}(\text{OCV}) < \text{MINI\_OP}$ 时；基于OCV电平的可编程自动开关断点(MINI_OP)；OCV(开路电压)检测MPPT；针对PV或TEG的可编程MPPT；支持可选备用电池电源路径；管理原电池，以实现连续工作；能量存储管理；防止过度充电和过度放电的可编程充电截止电压和关断电压电平	高效率、小封装
<b>RF</b>			
ADF7023/ ADF7024	ADF7023是一款工作范围为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2FSK/GFSK/00K/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	超低功耗、高性能收发器；频段：862 MHz至928 MHz；431 MHz至464 MHz；支持数据速率：1 kbps至300 kbps；2.2 V至3.6 V电源；单端和差分PA；中频带宽可编程的低中频接收机；100 kHz、150 kHz、200 kHz、300 kHz；接收机灵敏度(BER)：116 dBm (1.0 kbps, 2FSK, GFSK)；-107.5 dBm (38.4 kbps, 2FSK, GFSK)；-102.5 dBm (150 kbps, GFSK, GMSK)；-100 dBm (300 kbps, GFSK, GMSK)；-104 dBm (19.2 kbps, 00K)；极低功耗：12.8 mA (PHY_RX模式，最大前端增益)；24.1 mA (PHY_TX模式，10 dBm输出，单端PA)；0.75 μA (PHY_SLEEP模式，32 kHz RC振荡器有效)；1.28 μA (PHY_SLEEP模式，32 kHz XTAL振荡器有效)；0.33 μA (PHY_SLEEP模式，深度休眠模式1)；RF输出功率范围：-20 dBm至+13.5 dBm (单端PA)；RF输出功率范围：-20 dBm至+10 dBm (差分PA)；已获专利的快速建立自动频率控制(AFC)；数字接收信号强度指示(RSSI)；集成PLL环路滤波器和Tx/Rx开关；快速自动VCO校准；自动频率合成器带宽优化	低功耗；宽带；收发器
ADF7030-1	高性能；窄带和宽带；收发器	ADF7030-1是一款低功耗、高性能、集成式无线电收发器，在次GHz频率范围内支持多种调制方案和通道宽度；RF频率范围：169.4 MHz至169.6 MHz；426 MHz至470 MHz；863 MHz至960 MHz；数据速率：2 (G) FSK：0.1 kbps至300 kbps；4 (G)FSK：0.1 kbps至400 kbps (仅Tx)；双路PA输出；低功耗；深度休眠电流：1 nA；10 nA休眠电流，保留存储器内容；自主智能唤醒模式；可编程接收器带宽：3 kHz至487 kHz；169 MHz时的接收器(Rx)性能：阻塞：97 dB ( $\pm 10 \text{ MHz}$ 失调)；邻道抑制：66 dB；灵敏度：-122.8 dBm (2.4 kbps)；发射器(Tx)性能；范围：-20 dBm至+17 dBm，步长分辨率为0.1 dB；输出功率随温度和电源变化波动极低；61 mA Tx电流(17 dBm)	片上ARM Cortex-M0处理器，可执行无线电控制和校准以及数据包管理。
ADF7241/ ADF7242	ADF7241是一款高集成度、低功耗、高性能，收发器，在全球通用的2.4 GHz ISM频段工作。其设计注重灵活性、稳定性、易用性和低功耗特性。在数据包和数据流两种模式下，该IC均支持IEEE 802.15.4-2006 2.4 GHz PHY要求	频率范围(全球ISM频段)：2400 MHz至2483.5 MHz；兼容IEEE 802.15.4-2006 (250 kbps)；低功耗；接收模式：19 mA (典型值)；发射模式：21.5 mA (典型值) ( $P_0 = 3 \text{ dBm}$ )；32 kHz晶振唤醒模式：1.7 μA；高灵敏度：-95 dBm (250 kbps)；可编程输出功率：-20 dBm至+4.8 dBm，2 dB步长；集成稳压器；输入电压范围：1.8 V至3.6 V；出色的接收机选择性和抗阻塞能力；零中频架构；符合EN300 440 Class 2、EN300 328、FCC CFR47, Part 15、ARIB STD-T66标准；数字RSSI测量；快速自动VCO校准；自动RF频率合成器带宽优化	IEEE802.15.4 + 专有2.4 GHz
<b>MEMS</b>			
ADXL345	低功耗、高速，CCD缓冲放大器	极低缓冲功耗；芯片功耗低至20 mW；具有省电特性，可通过GPO控制来降低有源负载电流；高速缓冲；-3 dB带宽：400 MHz；压摆率：415 V/μs；1%快速建立时间，2 V步进：5 ns	低功耗、高精度

有关处理器产品的更多信息，请访问：

[www.analog.com/cn/ultra-low-power-microcontrollers](http://www.analog.com/cn/ultra-low-power-microcontrollers)

有关RF产品的更多信息，请访问：

[www.analog.com/cn/rf-product](http://www.analog.com/cn/rf-product)

有关MEMS产品的更多信息，请访问：

[www.analog.com/cn/MEMS-product](http://www.analog.com/cn/MEMS-product)

## 汽车电子

# ADI座舱电子解决方案

方案编号: APM\_Infotainment\_2017

## 应用描述

座舱电子解决方案主要包括主机、音频功放、音频总线等。

其中，主机系统集音/视频播放、导航、驾驶员辅助和车载通信等多种功能于一体，旨在给驾乘人员带来舒适、便利的驾乘体验。系统的典型功能包括FM/AM/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、手势识别、语音识别、蓝牙连接和无线通信连接等。

独立的音频功放接驳多通道扬声器，在车内营造各种音效环境，提供高保真的音频享受。系统的典型功能包括强大的音效处理、车厢内主动降噪以及引擎声效模拟。

音频总线用于传输主机、功放、主动降噪模块、及麦克风/麦克风阵列等模块间的音频和控制信号。

## 系统要求和设计挑战

除基本的音/视频播放功能以外，现代车载娱乐系统对音/视频性能、连接性能、人机接口、操作便利性以及功耗提出了更高的要求。系统引入了更多更高效的数字信号处理技术，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

作为领先的高性能信号处理企业之一，基于多年的汽车电子经验，ADI提供众多通过汽车应用认证的信息娱乐系统产品。

ADI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，同时还可以提供完善的低功耗型LVDS/HDMI®/MHL/APIX2接口器件。

ADI提供的音频总线—automotive audio bus (A<sup>2</sup>B®)，主要用于各种音频模块间的连接，可用一对双绞线同时传输音频、控制信号，还可以提供电源。

ADI出品的定点音频DSP，SigmaDSP®、浮点音频DSP，SHARC®以及多核浮点音频SOC Griffin，被广泛用作在主机和独立音频功放中的高性能/高效率音频后期处理和路由/混频专用的音频处理器。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。

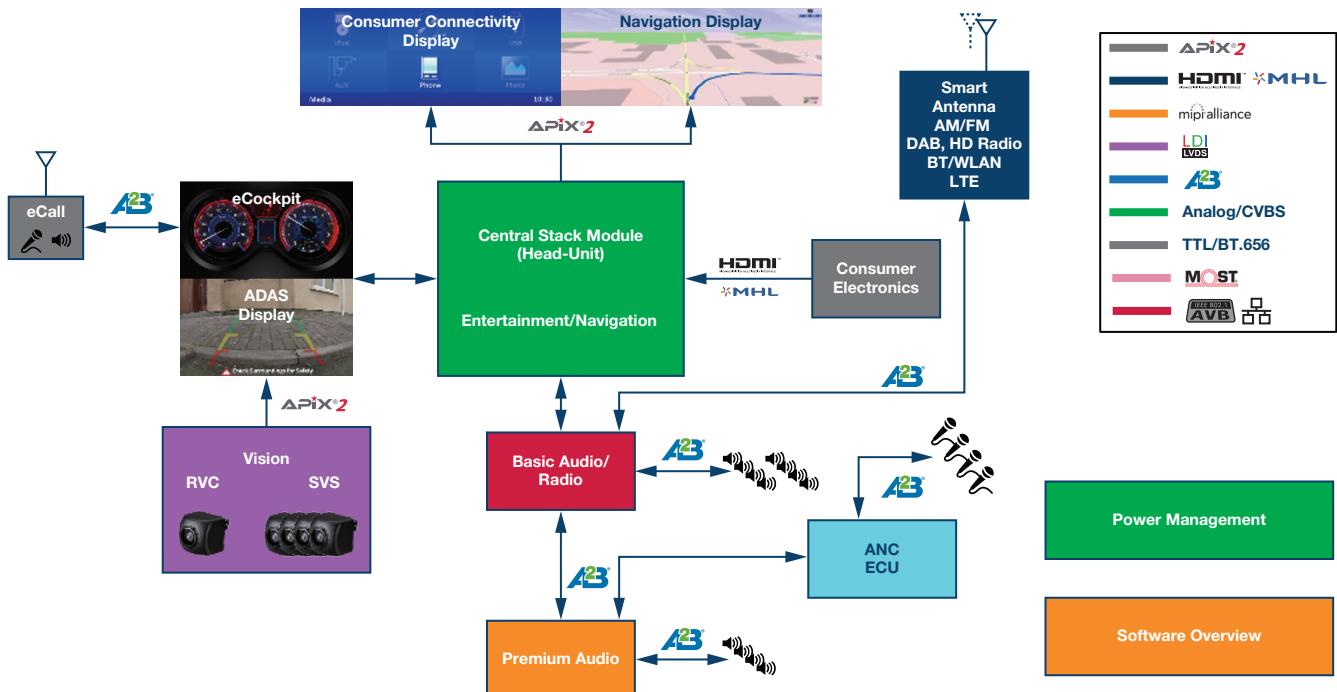
ADI的高度集成式Blackfin® DSP系列适用于多媒体连接、网络连接和软件音频处理应用。

除DSPI以外，我们还提供广泛的软件模块，如解码器、环绕声、虚拟化、回声消除、通话降噪和主动降噪等。

ADI提供的音频编解码转换器具有丰富通道选择，并具有很高的SNR/THD。

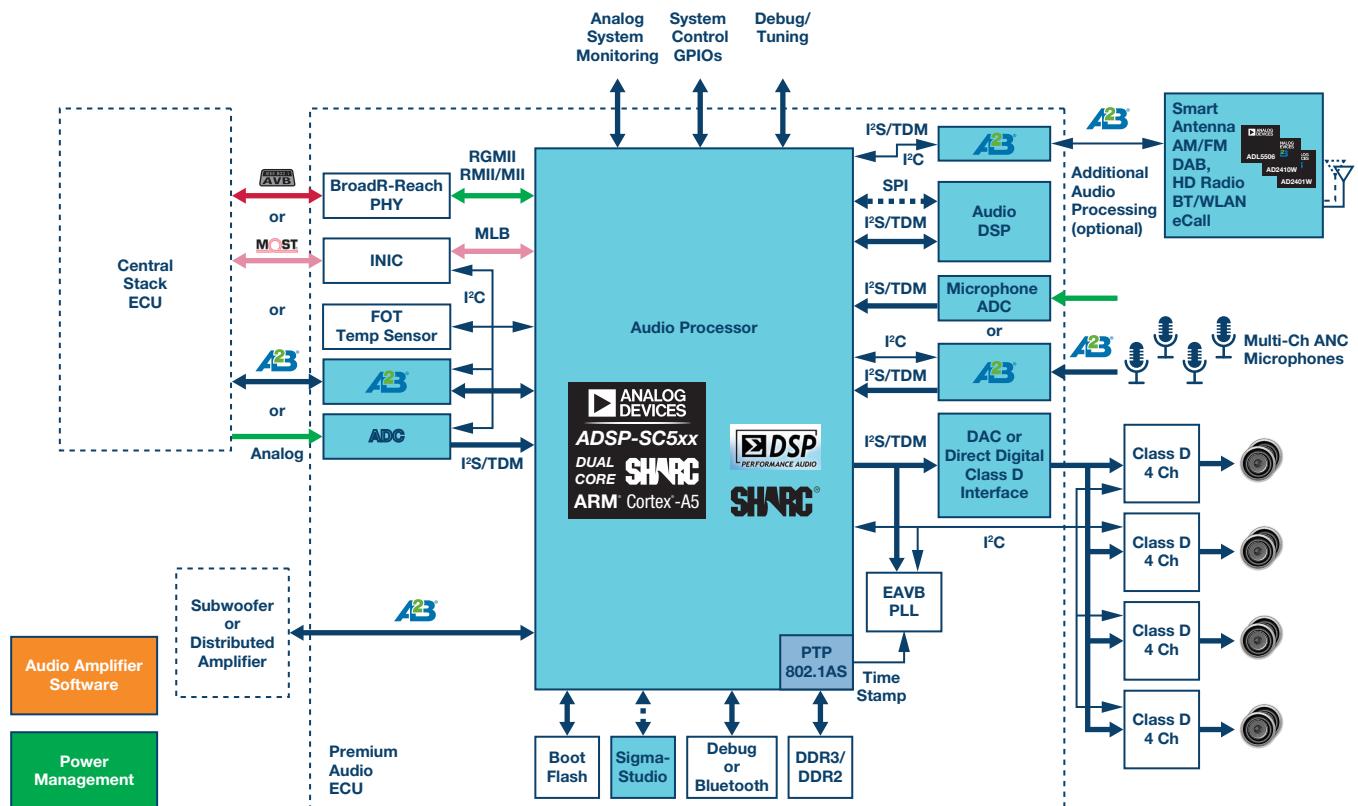
ADI提供的多功能信号调理及光度传感器集成AFE, ADC, LED驱动器和时序内核，可用于多种光学测量应用，如座舱内近距检测和手势识别。

## 主信号链——车载信息娱乐主机



注释: 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。

## 主信号链——车载独立音频功放



注释: 上述信号链代表独立音频功放设计。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。

## ADI产品

产品型号	描述	封装	主要优势
<b>SigmaDSP</b>			
<a href="#">ADAU1401AW</a>	28/56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	48-lead LQFP	Sigma100，内置ADC和DAC
<a href="#">ADAU1442/ADAU1445/ADAU1446W</a>	28/56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	100-lead TQFP 100-lead LQFP	Sigma200，高MIPS，多音频通道，采样速率转换器
<a href="#">ADAU1450/ADAU1451/ADAU1452W</a>	32位、294 MIPS、40 kB参数/数据RAM、48路输入输出数字音频、10位SAR AUX控制ADC、16通道采样率转换器、支持EEPROM自引导	72-lead LFCSP	Sigma300，更高的MIPS，更多音频通道，采样速率转换器
<b>SHARC DSP</b>			
<a href="#">ADSP-21477/ADSP-21478/ADSP-21479W</a>	32/40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 <sup>2</sup> S/TDM、2×SPI、16×PWM	88-lead LFCSP 100-lead LQFP	第四代SHARC的低成本版本
<a href="#">ADSP-21486/ADSP-21487/ADSP-21488/ADSP-21489W</a>	32/40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 <sup>2</sup> S/TDM、2×SPI、16×PWM	100-lead LQFP 176-lead LQFP	第四代SHARC的低成本版本
<a href="#">ADSP-SC582/ADSP-SC583/ADSP-SC584/ADSP-SC587W/ADSP-21583/ADSP-21584W</a>	32/40/64位浮点、5.4 GFLOPs、1.8 GMACS SHARC+ DSP性能(2 MHz × 450 MHz)，具有FPU和Neon® DSP扩展的行业标准ARM® Cortex®-A5 (450 MHz时，720 DMIPS)，FIR/IIR/FFT/IFFT/HAE/SINC、加密硬件加速器，快速安全引导，支持IP保护，支持TrustZone，集成增强型外设，包括千兆以太网(带AVB)、MLB、USB、CAN和SDIO，每个SHARC+内核具有大容量片内384 kB L1 SRAM/缓存、1 MB共用的大容量L2 SRAM和高级DMA特性，高性能外部存储器接口，包括DDR3L支持(仅提供BGA封装)，无缝DSP数字音频接口，包括4个完整的SPORT(带I <sup>2</sup> S)、SPDIF和采样速率转换器，多个串行接口，包括四通道SPI、I <sup>2</sup> C、UART	349-ball BGA 529-ball BGA	最多集成双核SHARC+浮点DSP和ARM Cortex-A5的高性能SOC
<b>Blackfin DSP</b>			
<a href="#">BF592W</a>	400 MHz、68 kB L1、2×SPI、2×SPORT、2×UART、1×PPI、32×GPIO	64-lead LFCSP	低成本，通用
<a href="#">BF531/BF532/BF533W</a>	400 MHz/600 MHz、52 kB/84 kB/148 kB SRAM、1×SPI、2×SPORT、1×UART、1×PPI、16×GPIO	160-ball BGA/ 169-ball BGA 176-lead LQFP	低功耗，通用
<a href="#">BF534W</a>	500 MHz、132 kB SRAM、1×CAN、1×SPI、2×SPORT、2×UART、1×PPI、48×GPIO	182-ball BGA/ 208-ball BGA	CAN PHY
<a href="#">BF539W</a>	533 MHz、148 kB SRAM、1×CAN、3×SPI、4×SPORT、3×UART、1×PPI、38×GPIO	316-ball BGA	CAN PHY，导航/娱乐/音频处理
<a href="#">BF700/BF701/BF702/BF703/BF704/BF705/BF706/BF707W</a>	400 MHz、128 kB L1 SRAM、128 kB/256 kB/512 kB/1024 kB L2 SRAM、512 kB ROM、2×CAN、3×SPI、2×SPORT、2×UART、1×PPI、43×GPIO/47×GPIO	88-ball BGA/ 184-ball BGA	低功耗，通用
<b>A<sup>2</sup>B</b>			
<a href="#">AD2421/AD2422/AD2425W</a>	50 bps、最高32通道、I <sup>2</sup> S/TDM、I <sup>2</sup> C、4路麦克风输入	32-lead LFCSP	A <sup>2</sup> B收发
<b>视频协处理器</b>			
<a href="#">ADV7186W</a>	6通道标清/高清解码器、3D梳状滤波器、位图OSD和叠加功能、Scaler和去隔行显示控制器、LVDS Rx & Tx	196-ball BGA	硬件协处理器，众多功能，高模拟性能

产品型号	描述	封装	主要优势
<b>视频ADC</b>			
<a href="#">ADV7180W</a>	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	32-lead LFCSP/ 40-lead LFCSP 48-lead LQFP/ 64-lead LQFP	同类最佳模拟性能
<a href="#">ADV7181DW</a>	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	64-lead LQFP	同类最佳模拟性能
<a href="#">ADV7182W</a>	CVBS解码器、标清电视、SE/差分输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8位BT656输出、电缆诊断	32-lead LFCSP	单端/差分输入，电缆诊断
<a href="#">ADV7280/ ADV7280-MW</a>	CVBS解码器、标清电视、4/8通道输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8位BT656输出/MIPI输出、隔行转逐行	32-lead LFCSP	MIPI输出，隔行转逐行
<a href="#">ADV7281/ ADV7281-M/ ADV7281-MAW</a>	CVBS解码器、标清电视、4/6/8通道输入、支持差分输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8位BT656输出/MIPI输出、2路诊断输入	32-lead LFCSP	单端/差分输入，MIPI输入出，带诊断
<a href="#">ADV7282/ ADV7282-MW</a>	CVBS解码器、标清电视、4/6通道输入、支持差分输入、NTSC/PAL/SECAM输入、8位BT656输出/MIPI输出、隔行转逐行、2路诊断输入	32-lead LFCSP	单端/差分输入，MIPI输出，隔行转逐行，带诊断
<b>视频DAC</b>			
<a href="#">ADV7390/ ADV7391/ ADV7392/ ADV7393W</a>	标清/高清解码器、YCrCb/RGB输入、CVBS/S视频/YPrPb/RGB输出	32-lead LFCSP 40-lead LFCSP	CVBS编码器，高模拟性能
<a href="#">ADV7125W</a>	CMOS 330 MHz三通道8位视频DAC、互补输出	48-lead LFCSP 48-lead LQFP	RGB编码器，高模拟性能
<a href="#">AD723W</a>	低成本RGB转PAL/NTSC编码器，带负载检测功能，2.7 V至5 V	28-lead TSSOP	低成本RGB转PAL/NTSC编码器
<b>视频放大器</b>			
<a href="#">ADA4851-1/ ADA4851-2/ ADA4851-4W</a>	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	6-lead SOT-23/ 8-lead MSOP/ 14-lead TSSOP	视频接收器，高速，平坦增益，低成本
<a href="#">ADA4891-1/ ADA4891-2/ ADA4891-4W</a>	单通道/双通道/四通道视频放大器、220 MHz、轨到轨输出、2.7 V至5.5 V电源	6-lead SOT-23/ 8-lead MSOP/ 14-lead TSSOP	视频接收器，高速，平坦增益，低成本
<a href="#">ADA4430-1W</a>	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	6-lead SOT-23	视频驱动器，低通标清滤波器，增益平坦度，低功耗
<a href="#">ADA4830-1/ ADA4830-2W</a>	差动视频放大器、增益 = 0.5, 85 MHz @ 3 dB、电池短路保护、3 V至5 V电源	8-lead LFCSP	视频接收器，短路保护，低系统成本
<a href="#">ADA4432-1/ ADA4433-1W</a>	单通道标清视频放大器、电池短路保护、5阶低通视频滤波器、超低功耗	8-lead LFCSP 6-lead SOT-23	视频接收器，短路保护，低功耗
<b>视频多路复用器</b>			
<a href="#">ADG1411W</a>	四通道单刀单掷、1.8欧导通电阻、170 MHz、4.5 V至16.5 V电源	16-lead LFCSP	低导通电阻，高通道匹配
<a href="#">ADG786W</a>	三通道单刀双掷、2.5欧导通电阻、160 MHz、1.8 V至5.5 V电源	20-lead LFCSP	低电压，低导通电阻
<a href="#">ADG5412W</a>	高电压、四通道单刀单掷、latch-up	16-lead TSSOP 16-lead LFCSP	高电压，latch-up
<b>HDMI/MHL Rx</b>			
<a href="#">ADV7611/ ADV7612W</a>	单/双通道、HDMI v1.4a、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 <sup>S</sup> S音频	62-lead LQFP 100-lead LQFP	低功耗
<a href="#">ADV7480/ ADV7481/ ADV7482W</a>	MHL v2.1、75 MHz；HDMI v1.4a、165 MHz；8通道带诊断模拟输入、双MIPI-CSI 2.0输出、8位TTL数字输入/输出	100-ball BGA	低功耗，HDMI/MHL双模，MIPI-CSI 2.0输出
<b>HDMI Tx</b>			
<a href="#">ADV7511W</a>	HDMI发送器、225 MHz、HDMI V1.4、DVI v1.0、支持3D视频格式、支持RGB、YCbCr、DDR以及ITU656输入、8通道I <sup>S</sup> S、S/PDIF音频输入、最高采样率192 KHz	100-lead LQFP	HDMI发送器

产品型号	描述	封装	主要优势
<b>APIX2 Rx</b>			
<b>ADV7782W</b>	APIX2接收器、支持双HDCP v1.4译码，菊花链连接；OpenLDI输入、85 MHz；双MIPI-CSI 2.0输出；色域转换、4:2:2转4:4:4；支持I <sup>2</sup> C主、MII、HDCP中继器	100-ball BGA	APIX2接收器，MIPI-CSI 2.0输出，支持OpenLDI输入，带有视频处理
<b>APIX2 Tx</b>			
<b>ADV7680/ADV7682W</b>	APIX2发送器、3 Gbps；双HDMI接收、支持HDCP v1.4内容保护；双显示支持、3D线性去隔行；BT.656输入；7.1声道24位、立体声音频采样率转换；双向通信(100 Mbps以太网、SPI、I <sup>2</sup> C、GPIO)	64-lead LFCSP 100-lead LQFP	APIX2发送器，双HDMI接收，BT656输入，双向通信，双显示支持
<b>音频编解码器</b>			
<b>ADAU1961W</b>	24位96 KHz、1×MIC、2×差分ADC、2×差分+1×单通道DAC、99 dB SNR	32-lead LFCSP	集成MIC接口，高信噪比
<b>AD1937/AD1938W</b>	24位192 KHz、4×差分ADC、8×差分/单端DAC、102 dB SNR	64-lead LQFP/ 48-lead LQFP	高通道数，高信噪比
<b>ADAU1962/ADAU1966W</b>	24位96 KHz、12×/16×差分DAC、118 dB SNR	80-lead LQFP	高通道数，高信噪比
<b>ADAU1977/ADAU1978W</b>	24位96 KHz、4×差分ADC、106 dB SNR，带麦克风接口	40-lead LFCSP	高通道数，高信噪比
<b>ADAU1979W</b>	24位192 KHz、4×差分ADC、4.5 V rms ac-coupled输入	40-lead LFCSP	高通道数，高信噪比
<b>微机电惯性导航陀螺仪/振动加速度计</b>			
<b>ADXRS810W</b>	MEMS角速率传感器、300°/s范围、16位、3.3 V/5 V电源、SPI	16-lead SOIC	出色的零点失调，高振动抑制比，连续自测
<b>ADXL312/ADXL313W</b>	MEMS加速度计、3轴、±1.5 g/3 g/6 g/12 g范围、2.9 mg/LSB、2.0 V至3.6 V电源、SPI/I <sup>2</sup> C	32-lead LFCSP	超低功耗，嵌入式FIFO、高抗冲击能力
<b>ADXL316</b>	MEMS加速度计、3轴、±16 g范围(最小)、1.8 V至3.6 V电源	12-lead LFCSP	小尺寸、低功耗
<b>电源监控</b>			
<b>ADM8318/ADM8319/ADM8320/ADM8321/ADM8322W</b>	看门狗，手动复位，推挽型输出，26段复位阈值，4段超时复位设定，4段看门狗超时复位设定	5-lead SOT-23	低功耗，带看门狗，手动复位
<b>ADM8323/ADM8324W</b>	看门狗，手动复位，推挽/集电极开路输出，26段复位阈值，4段超时复位设定	5-lead SOT-23	低功耗，带看门狗，手动复位

\* 后缀“-W”表示汽车级

## 设计资源

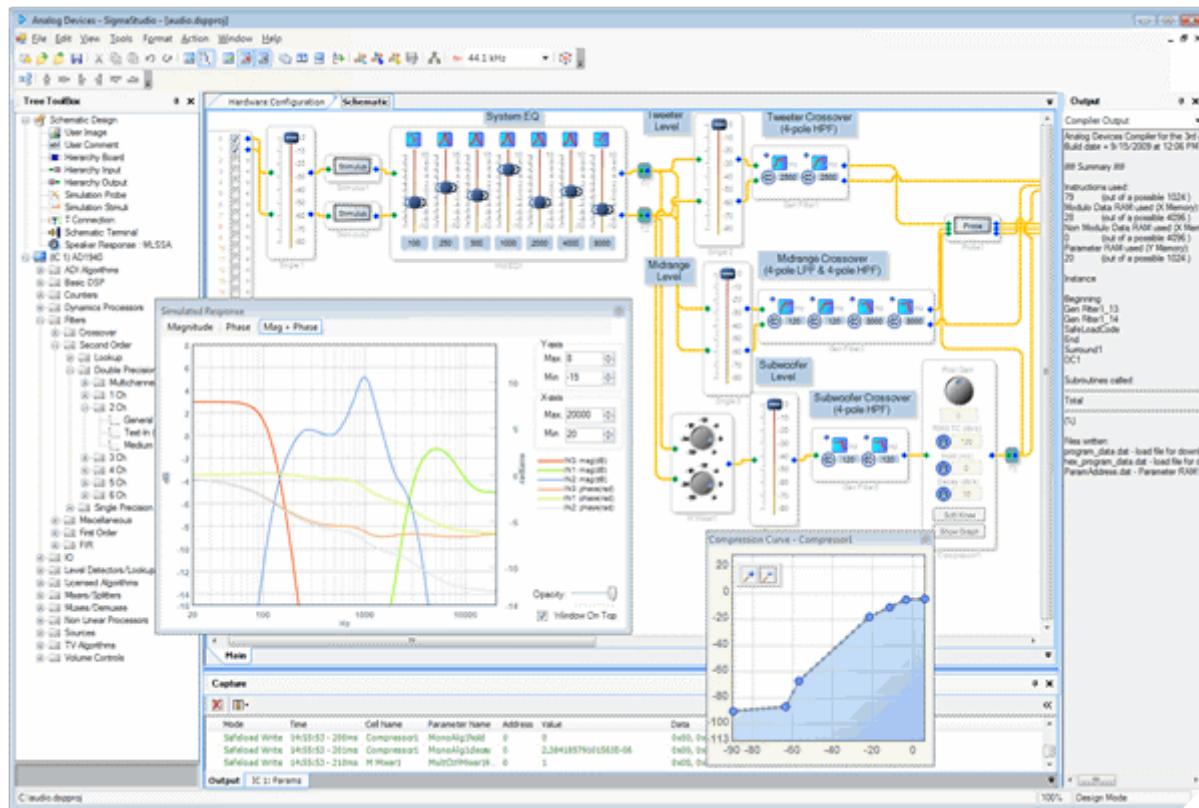
SigmaStudio图形开发工具。它是专用于SigmaDSP和SHARC DSP的编程、开发和调试软件。常见的音频处理模块可连接起来，编译器产生可供DSP使用的代码和用于设置、调整参数的控制界面。

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 (PowerBass)
- ▶ Dolby (DAEP、耳机、虚拟扬声器、Prologic)
- ▶ BBE (MP、ViVA)
- ▶ SRS (Circle Surround, Trubass, TruSurround XT, WOW, WOW HD)
- ▶ DTS (surround sensation)
- ▶ Embracing sound (TH4)
- ▶ ADI (环绕声、虚拟、EAS、超低音)



## SHARC、Blackfin DSP及Griffin集成开发环境：CCES

### 软件模块和算法

- ▶ 针对SHARC和ADSP-SC5xx的SigmaStudio插件
- ▶ ADSP-SC5xx音频处理框架
- ▶ 高级噪声消除算法(ADI工具箱、参考框架、第三方方案)
- ▶ Ethernet AVB协议栈

### 评估板

- ▶ ADV7280/80-M/81/82评估板
- ▶ ADV7186评估板
- ▶ ADAU1450/1451/1452评估板
- ▶ ADSP-21479/21489评估板 EZLITE
- ▶ ADZS-SC584-EZLITE评估板
- ▶ BF592/BF533、BF707评估板
- ▶ 视频放大器、视频多路复用器、音频编解码器等评估板

### 实验室电路

- ▶ CN0101：在视频编码器ADV7393之后采用放大器ADA4430-1的重构视频滤波器—[www.analog.com/cn/cn-0101](http://www.analog.com/cn/cn-0101)
- ▶ CN0060：采用ADA4851放大器和ADV7180视频解码器的低成本差分视频接收器—[www.analog.com/cn/cn-0060](http://www.analog.com/cn/cn-0060)
- ▶ CN-0282: USB Powered DVI/HDMI-to-VGA Converter (HDMI2VGA) with Audio Extraction—[www.analog.com/cn/cn-0282](http://www.analog.com/cn/cn-0282)
- ▶ CN-0224: Quad HDMI Input, Fast Switching Multiplexer Using the ADV7612 Receiver with Extended Temperature Range—[www.analog.com/cn/cn-0224](http://www.analog.com/cn/cn-0224)

欲了解有关汽车应用和产品的更多信息，  
请访问：[www.analog.com/cn/applications/markets/automotive](http://www.analog.com/cn/applications/markets/automotive)

有关技术问答，请访问ADI EngineerZone：  
[ezchina.analog.com](http://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/cn/sample](http://www.analog.com/cn/sample)

# ADI商用航空解决方案

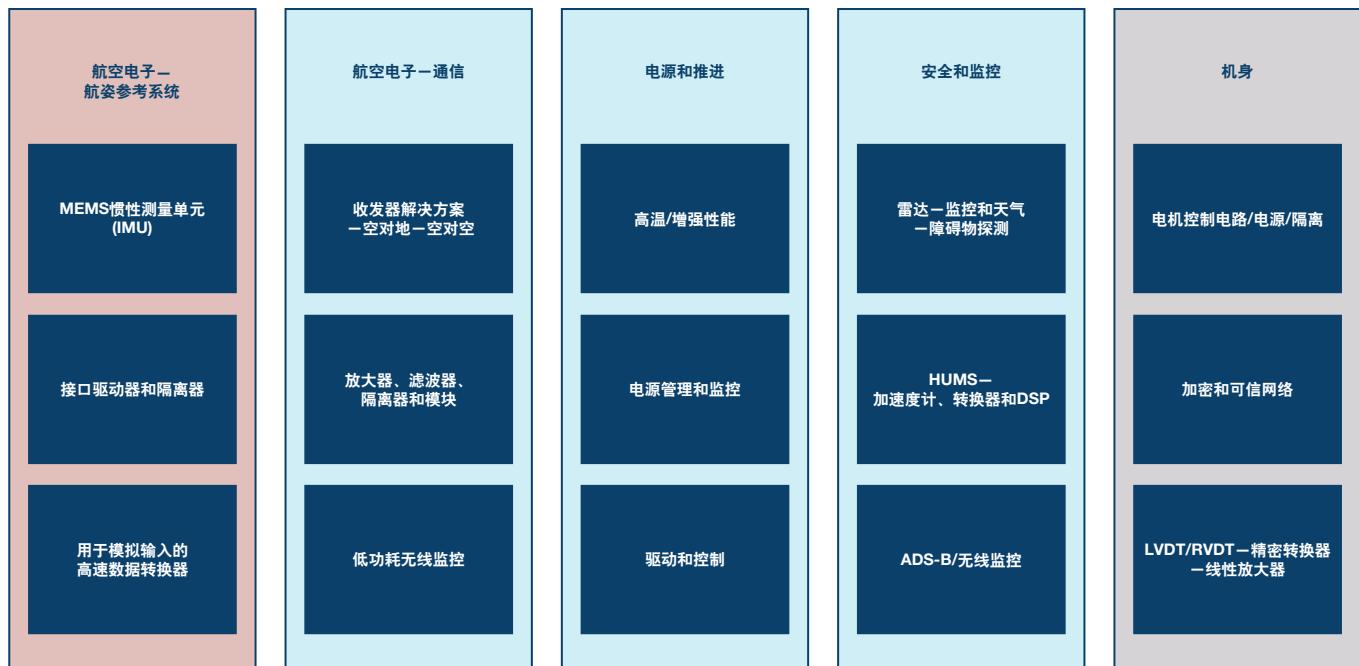
方案编号: APM\_AVIATION\_2017

## ADI商用航空概述

ADI公司为全球领先的航空公司提供电子元件和子系统，是这一领域的领导者。ADI拥有一支由营销和应用设计成员组成的团队，致力于支持航空业。目前侧重支持以下五个领域：

## 为何选择ADI

ADI拥有一支致力于支持全球广阔市场中航空开发和生产的团队。我们不断扩大ADI产品的适用性以支持快速发展的市场。我们在ADI用于构建和支持客户的航空电子和无人系统市场方面拥有专业技术。



## 主要挑战和系统设计考量

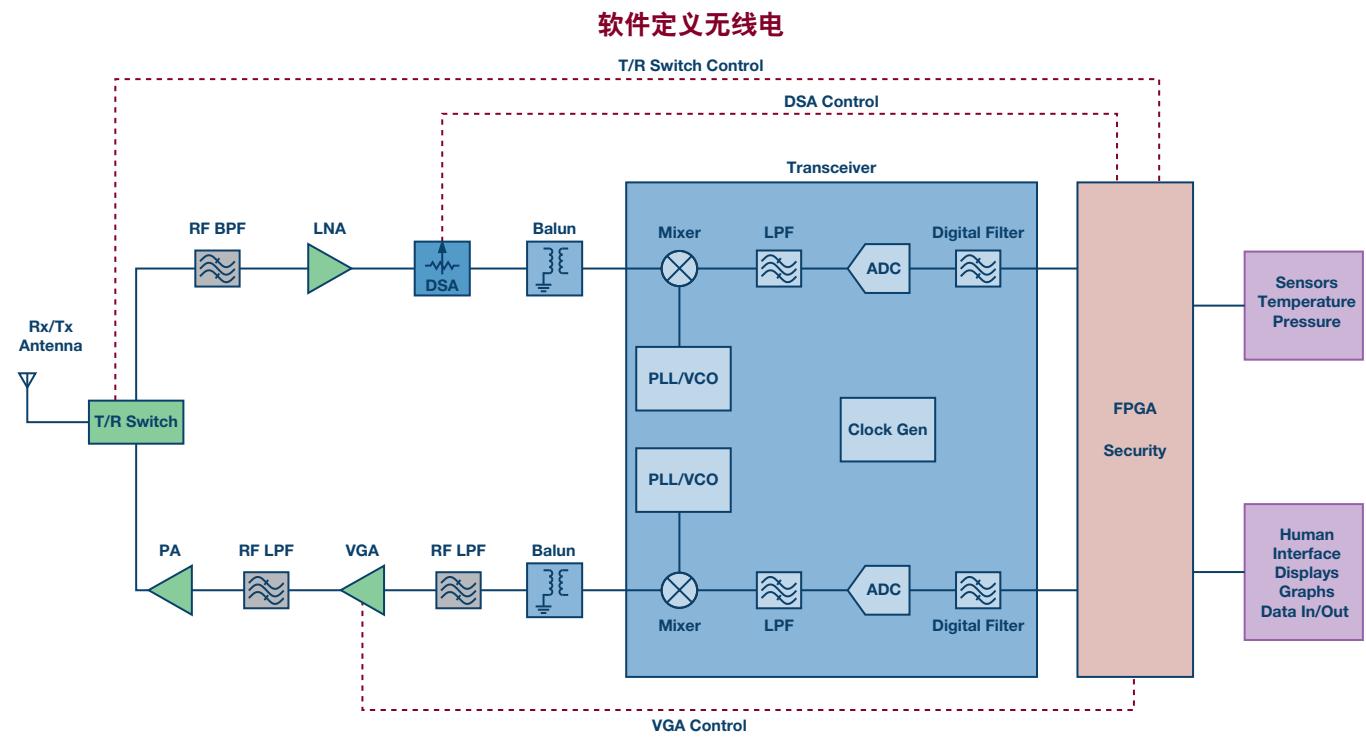
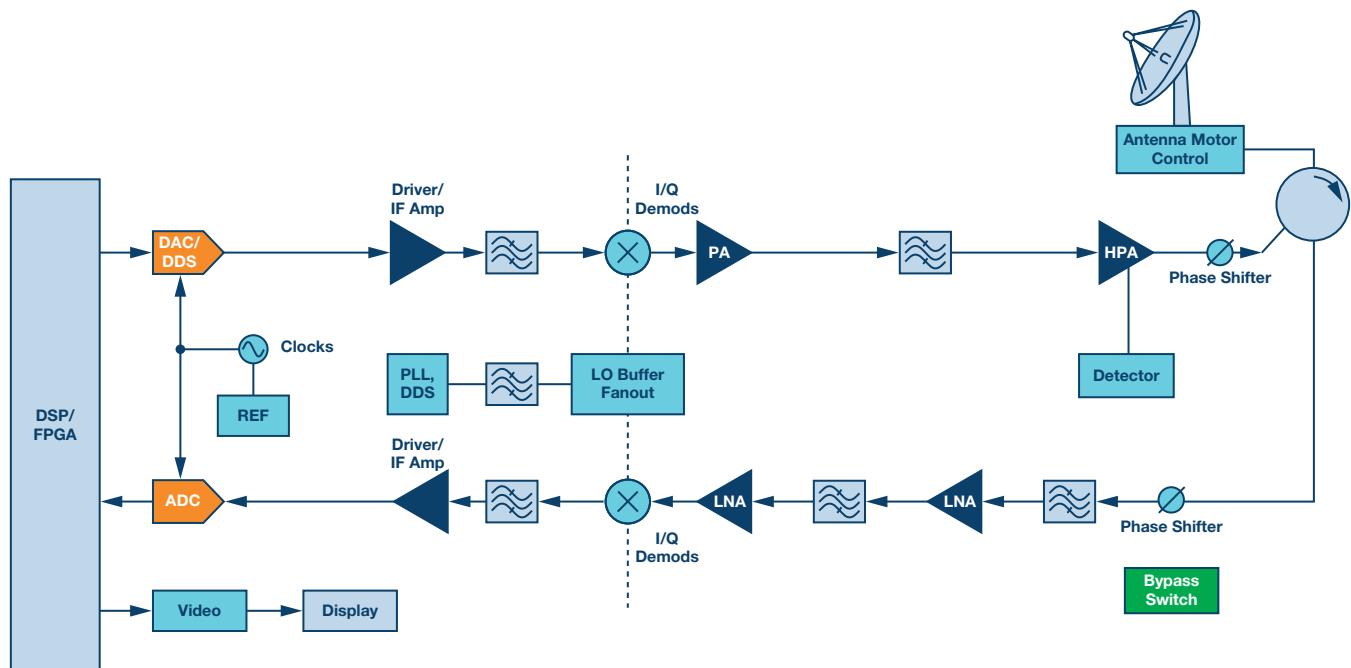
航空航天设计中的主要挑战是RTCA(航空无线电技术委员会)考量以及DO 178B/C、DO 160和DO 254功能安全认证要求。这些要求极其严格和详细，需要慎重考虑设计以及其中包含的元件。更多详情，请参见：[rtca.org](http://rtca.org)。

许多问题主要围绕着复杂元件、冗余路径和已知故障模式展开。根据对飞行安全的影响，认证要求变得越来越复杂。

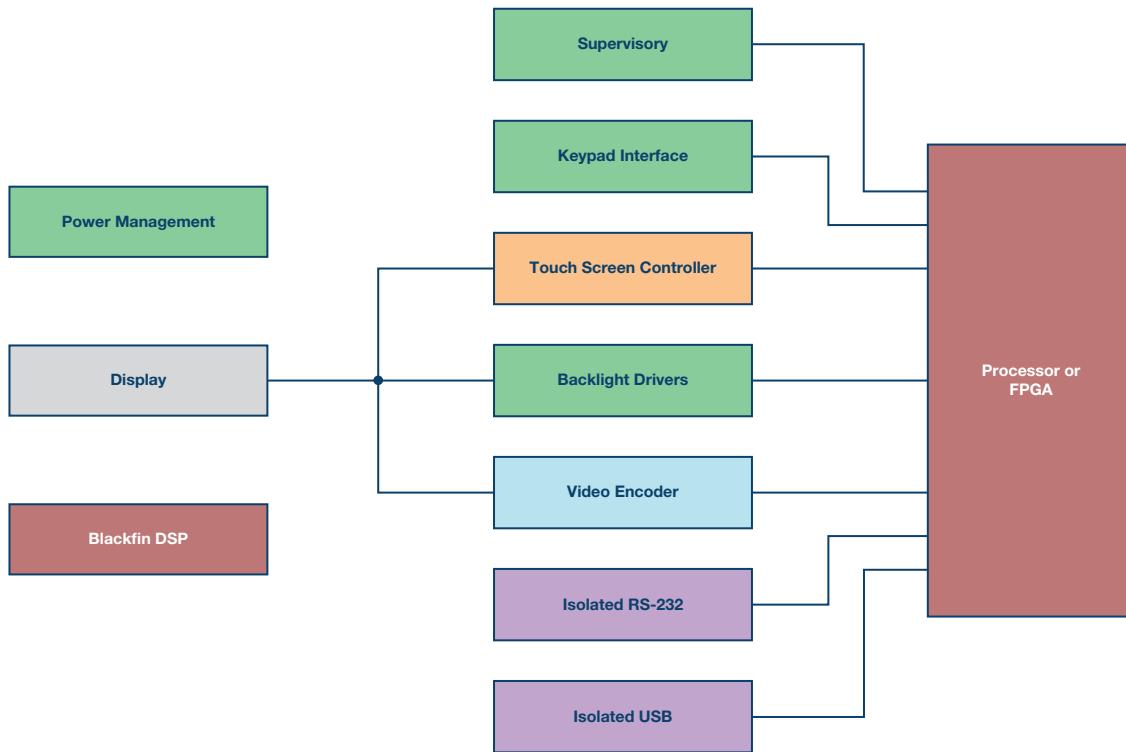
其次，航空业正在使用电子系统取代气动和液压器件。就温度、腐蚀性等而言，元件和组件处于更恶劣的环境条件下。

ADI为许多航空航天大客户提供支持，提供DO 178/DO 254认证所需的文档。同样重要的是，ADI拥有用于航天业的高性能器件工艺和目录，这些器件采用镍钯金引脚架构(降低锡须影响)和专用非铜内部线焊(抗腐蚀)，其工作温度范围为-55°C至+125°C (部分高达+175°C)。

## 商用航空信号链

**气象雷达**

## 显示系统



## 特色产品

产品型号	描述	主要特性	功能与优势
<b>MEMS</b>			
ADIS16497	6自由度/10自由度IMU	针对定向角估算的单芯片解决方案、全温度校准、出色的跨轴灵敏度、g灵敏度和抗振性	用于空气数据、姿态和航向参考系统—ADAHRS
ADIS16488A	6自由度/10自由度IMU	具有最佳运动中偏置稳定性和角度随机游走的单芯片解决方案；全温度校准、出色的跨轴灵敏度、g灵敏度和抗振性	用于空气数据、姿态和航向参考系统—ADAHRS—用作主单元或比较器
<b>收发器</b>			
AD9361	2 × 2、56 MHz RF收发器	AD9361 RF收发器针对各种低功耗无线应用而设计；该无线电SoC覆盖70 MHz至6 GHz频率范围，具有200 kHz以下至56 MHz的可调谐通道带宽	非常适合软件定义无线电或多用途导航接收机设计
AD9363	2 × 2、20 MHz RF收发器	它是一款高度集成的单芯片解决方案，包括一个RF前端、灵活的混合信号基带部分、频率合成器、两个ADC和两个直接变频接收器	适用于多功能航空接收机
AD9371	带观测路径功能的集成式双通道RF收发器	一款高度集成式宽带RF收发器，提供双通道发送器和接收器、集成式频率合成器以及数字信号处理功能；双通道差分发送器(Tx)；双通道差分接收器(Rx)；带2路输入的观测接收器(ORx)；带3路输入的侦听接收器(SnRx)；可调谐范围：300 MHz至6000 MHz；Tx频率合成带宽(BW)：最大250 MHz；Rx带宽：8 MHz至100 MHz；支持频分双工(FDD)和时分双工(TDD)工作模式	非常适合软件定义无线电或多用途导航接收机设计
<b>隔离器</b>			
ADuM5402	集成dc至dc转换器的四通道隔离器	集成隔离式dc至dc转换器；3.3 V或5.0 V调节输出；最高500 mW输出功率；四个DC至25 Mbps (NRZ)信号隔离通道	实现电子数据系统中的数字隔离
<b>HUMS</b>			
ADXL1002	低噪声、高频±50 g MEMS加速度计	具有模拟输出的单个平面内轴加速度计；线性频率响应范围为dc至11 kHz (3 dB点)；谐振频率为21 kHz；超低噪声密度；25 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ ( $\pm 50 \text{ g}$ 范围)	健康和监控系统

产品型号	描述	主要特性	功能与优势
<b>显示和控制</b>			
ADM6306	多输入可编程监控器IC	双电压监控器，用来监控DSP和微处理器系统中的两个电源，并提供一个复位信号；温度范围：-40°C至+125°C	低电源电流和小尺寸
ADP5587	移动I/O扩展器和QWERTY键盘控制器	18-GPIO端口扩展器或10×8键盘矩阵；GPIO可配置为GPI、GPO和键盘的行或列	ADP5587使主微处理器无需监控键盘，因此可降低电流消耗并提高处理器带宽
AD787x	用于触摸屏的低电压控制器	12位逐次逼近型模数转换器(SAR ADC)，具有同步串行接口以及用于驱动4线电阻触摸屏的低导通电阻开关；4线触摸屏接口	触摸唤醒功能和关断模式：6 μA(最大值)
AD723	2.7 V至5.5 V RGB转NTSC/PAL编码器	低成本、完全集成的NTSC/PAL解决方案；复合和Y/C(S-视频)输出	集成延迟线和自动调谐滤波器
ADV7342	多格式视频编码器，内置六个11位、297 MHz DAC	支持74.25 MHz 20-/30位高清输入；6个11位、297 MHz视频DAC；支持NTSC M、PAL B/D/G/H/I/M/N、PAL 60；NTSC和PAL方形像素操作(24.54 MHz/29.5 MHz)；支持多格式视频输入；支持多格式视频输出	支持多格式
ADSP-BF60x	高性能定点DSP	500 MHz双核Blackfin®处理器、2×148 kB L1 SRAM、128 kB/256 kB L2 SRAM、用于目标检测的硬件加速器	设计用于目标检测：支持双眼视觉处理
<b>IF放大器/混频器</b>			
ADL5565	4.5 GHz超高动态范围双通道差分放大器	-3 dB带宽：4.5 GHz (AV = 16 dB)；固定16 dB增益；通道间增益误差：0.1 dB (100 MHz时)；通道间相位误差：0.06° (100 MHz)；差分或单端输入转差分输出	采用高速XFCB3 SiGe工艺制造
HMC773A	GaAs MMIC基频；混频器，6 GHz至26 GHz	无源：无需直流偏置；输入IP3：22 dBm；LO/RF隔离：38 dB；宽IF带宽：DC至8 GHz	裸片尺寸：1.29 mm × 0.888 mm × 0.1 mm
<b>功率放大器</b>			
HMC559	GaAs pHEMT MMIC功率放大器，dc至20 GHz	P1dB输出功率：28 dBm；增益：14 dB；输出IP3：36 dBm；电源电压：10 V (400 mA时)；50 Ω匹配输入/输出	裸片尺寸：3.12 mm × 1.50 mm × 0.1 mm
HMC797A	GaAs pHEMT MMIC 1 W功率放大器，dc至22 GHz	高P1dB输出功率：28 dBm；高Psat输出功率：29.5 dBm；高增益：13.5 dB；高输出IP3：39 dBm；电源电压：10 V (400 mA时)；50 Ω匹配输入/输出	裸片尺寸：2.89 mm × 1.55 mm × 0.1 mm
<b>LNA</b>			
HMC460	GaAs pHEMT MMIC低噪声；放大器，dc至20 GHz	噪声系数：2.5 dB (10 GHz)；增益：14 dB (10 GHz)；P1dB输出功率：16.5 dBm (10 GHz)；电源电压：8 V (75 mA)；50 Ω匹配输入/输出	3.12 mm × 1.63 mm × 0.1 mm裸片或32引脚陶瓷5 mm × 5 mm SMT封装
HMC516	SMT PHEMT低噪声；放大器，9 GHz至18 GHz	噪声系数：2 dB；增益：20 dB；0IP3：25 dBm；单电源：3 V (65 mA)；50 Ω匹配输入/输出	裸片尺寸：2.52 mm × 1.32 mm × 0.1 mm

产品型号	描述	主要特性	功能与优势
<b>高温产品</b>			
ADG5298	高温(高达210°C)、高压、防闩锁型、8通道多路复用器	防闩锁; JESD78D II类额定值; 极低漏电流	工作温度最高可达210°C
ADG798	高温(高达210°C)、低压8通道多路复用器	单/双电源供电: 3.3 V和5 V单电源轨和±2.5 V双电源轨; 低导通电阻R <sub>ON</sub> : 5 Ω (典型值, 210°C); 低功耗: <0.01 μW; 保证先开后合式开关动作	工作温度最高可达210°C
ADXRS645	高温、抗振、±2000°/s陀螺仪	高性能、±2000°/s角速率传感器; 长寿命: TA = 175°C时保证1000小时; 长寿命: TA = 175°C时保证1000小时; 创新型陶瓷垂直贴装封装, 适合俯仰或滚动速率响应; 可在宽频率范围内提供高振动抑制特性; 抗冲击能力: 10,000 g	高温; 抗振; 工作温度最高可达175°C
AD8229	1nV/√Hz低噪声、210°C仪表放大器	低噪声: 输入噪声: 1 nV/√Hz; 输出噪声: 45 nV/√Hz; 高CMRR: 126 dB (最小值, G = 100); 80 dB (5 kHz, 最小值, G = 1)	工作温度最高可达210°C
AD7981	高温、16位、600 kSPS pulSAR® ADC	16位分辨率、无失码; 600 kSPS吞吐速率, 无延迟/流水线延迟; 信噪比(SNR): 91 dB (典型值, 1 kHz输入频率); 总谐波失真(THD): -102 dB (典型值, 1 kHz输入频率)	工作温度最高可达175°C
AD8634	高温、低噪声、轨到轨输出双通道运算放大器	轨到轨输出; 低功耗: 1.3 mA (最大值)	工作温度最高可达210°C
ADXL206	精密、±5 g、双轴、高温iMEMS加速度计	长寿命: TA = 175°C时保证1000小时; 分辨率: 1 mg (60 Hz); 低功耗: 700 μA (典型值, VS = 5 V); 高零g偏置可重复性; 高灵敏度精度	工作温度最高可达175°C
ADR225	高温、低漂移、2.5 V微功耗基准电压源	高输出电流: 10 mA; 低供电电流: 50 μA (最大值); 初始精度: ±0.4% (±10 mV最大值); 温度系数: 8引脚SOIC封装: 10 ppm/°C	工作温度最高可达210°C
ADT7312	±1°C精度、16位、裸片形式的175°C数字SPI温度传感器	无需温度校准或校正; 无需线性校正; 低功耗: 1 SPS (每秒采样率)省电模式 正常模式下为880 μW (3.6 V, 典型值); 关断模式下为9 μW (3.6 V, 典型值)	工作温度最高可达175°C

## 增强型产品

目前，ADI目录中有100多种增强型产品(EP)产品和600多种采用镍钯金引脚架构的器件。ADI公司继续推出新的EP器件，以支持商用航空市场。ADI公司会一如既往将传统器件改造为实用型EP器件。

- ▶ 产品的额定温度范围达到-55至+125°C。
- ▶ 引脚表面处理默认为NiPdAu，有些封装采用SnPb。
- ▶ EP器件将具有单独的数据手册。
- ▶ 受严格控制的生产设施包括一个组装厂、一个测试厂和一个制造厂。

[analog.com/media/en/news-marketing-collateral/solutions-bulletins-brochures/EnhancedProducts.pdf](http://analog.com/media/en/news-marketing-collateral/solutions-bulletins-brochures/EnhancedProducts.pdf)

## 设计资源

### 雷达和软件无线电Circuits from the Lab®参考电路

- ▶ AD-FMCOMMS6-EBZ：它是一款400 MHz至4.4 GHz接收器，采用AD9652双通道16位模数转换器、ADL5566高动态范围RF/IF双通道差分放大器和ADL5380正交解调器。它采用的是一种I和Q解调方法，可直接转换(亦称为零差或零中频)接收器架构—[wiki.analog.com/resources/eval/user-guides/ad-fmcomms6-ebz](http://wiki.analog.com/resources/eval/user-guides/ad-fmcomms6-ebz)
- ▶ 它是一款用于高度集成式RF Agile Transceiver™ AD9361的FMC板，展示了如何设计平台并显示如何连接和同步(在RF端)用于SIMO/MISO/SU-MIMO/MU-MIMO应用的多个AD9361。对于许多宽带无线接入(BWA)系统，多输入-多输出(SIMO/MISO/SU-MIMO/MU-MIMO)工作和射频波束合成技术经验证可使吞吐速率和有效频谱利用率达到最大—[wiki.analog.com/resources/eval/user-guides/ad-fmcomms5-ebz](http://wiki.analog.com/resources/eval/user-guides/ad-fmcomms5-ebz)
- ▶ MEMS评估系统—[www.analog.com/cn/eval-adis2](http://www.analog.com/cn/eval-adis2)

- ▶ AD-FMCDAQ2-EBZ评估板—[www.analog.com/cn/eval-ad-fmcdaq2-ebz](http://www.analog.com/cn/eval-ad-fmcdaq2-ebz)
- ▶ 更多参考电路请访问：[analog.com/cn/circuits](http://analog.com/cn/circuits)

## 技术文章/应用笔记

- ▶ 先进技术为新型相控阵雷达架构铺平道路—[analog.com/media/en/technical-documentation/technical-articles/Advanced-Technologies-Pave-the-Way-for-New-Phased-Array-Radar-Architectures.pdf](http://analog.com/media/en/technical-documentation/technical-articles/Advanced-Technologies-Pave-the-Way-for-New-Phased-Array-Radar-Architectures.pdf)
- ▶ 软件定义无线电解决方案—[www.analog.com/cn/software-defined-radio-solutions-from-adi](http://www.analog.com/cn/software-defined-radio-solutions-from-adi)

## 设计工具/论坛

欲了解有关ADI公司雷达应用和产品的更多信息，请访问：  
[analog.com/cn/applications/markets/aerospace-and-defense/radar.html](http://analog.com/cn/applications/markets/aerospace-and-defense/radar.html)

# 智能可穿戴医疗保健设备解决方

方案编号: APM\_Wearable\_2017

## 智能可穿戴医疗保健设备及典型架构:

可穿戴医疗保健设备可定义为能够自主监控或支持特定医疗功能的无创式系统。(可穿戴的国家标准正在制定中)

“可穿戴”一词说明该设备要么是直接佩戴在人体上的设备，要么是一件衣服，并且具有适当的设计，支持其用作可穿戴配件。广义上讲，这要求该设备具有极小的尺寸和重量，功能自主，自带电源，易于使用，而且穿戴舒适。

智能可穿戴医疗保健设备有多种类型，如腕带、手表、眼镜和其他可穿戴类型。执行的功能有计步器、心率监测、运动记录、生物电位测量、生物阻抗测量、血氧测量等等。

智能可穿戴医疗保健设备是传统医疗设备的延伸。通常的医院用医疗设备体型巨大、结构复杂且功耗很高，旨在用于高精度临床应用。随着传感器和半导体技术的发展，器件尺寸和功耗比原来小得多，使得可穿戴设备变为现实。医院临床使用的许多技术已从医院走向家庭，或者变为各种可穿戴设备。智能可穿戴医疗保健设备通常是无创式生命体征监护设备，易于使用和穿戴。为了提升用户体验，重量越轻、功耗越低越好。另外还要提供与其他消费电子设备的连接能力。

## 设计考虑和主要挑战:

► 尺寸非常重要。大部分可穿戴设备都很轻，而且尺寸越来越小

- 更小的封装
- 采用先进封装技术以提高集成度
- 希望外部元件越少越好

► 超低功耗

- 功耗对于用户体验至关重要，越低越好
- 由于系统尺寸原因，电池大小有限
- 低静态电流芯片有利于实现低功耗，延长待机时间
- 可穿戴设备通常需要低功耗MCU
- 可穿戴设备需要低功耗连接技术

► 人体工程学设计

- 易于使用
- 防止误操作设计
- 高度可靠、高灵敏度的传感器设计

► 高可靠性

- 适应各种环境
- 良好的机械设计，防止设备受损
- 有时候设备需要防水

► 传感器技术

- 多传感器融合
- 选择具有良好生物兼容性的传感器材料
- 低功耗下具有高灵敏度

► 连接技术

- 需要低功耗蓝牙、WIFI连接以访问其他智能设备
- 数据同步和应用程序自动升级

## ADI公司的整体解决方案:

ADI公司提供大量的高集成度AFE、运动传感器、低功耗MCU和电源管理解决方案，使可穿戴设备的产品质量和可靠性达到最佳程度。此外，ADI公司还提供评估板、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:

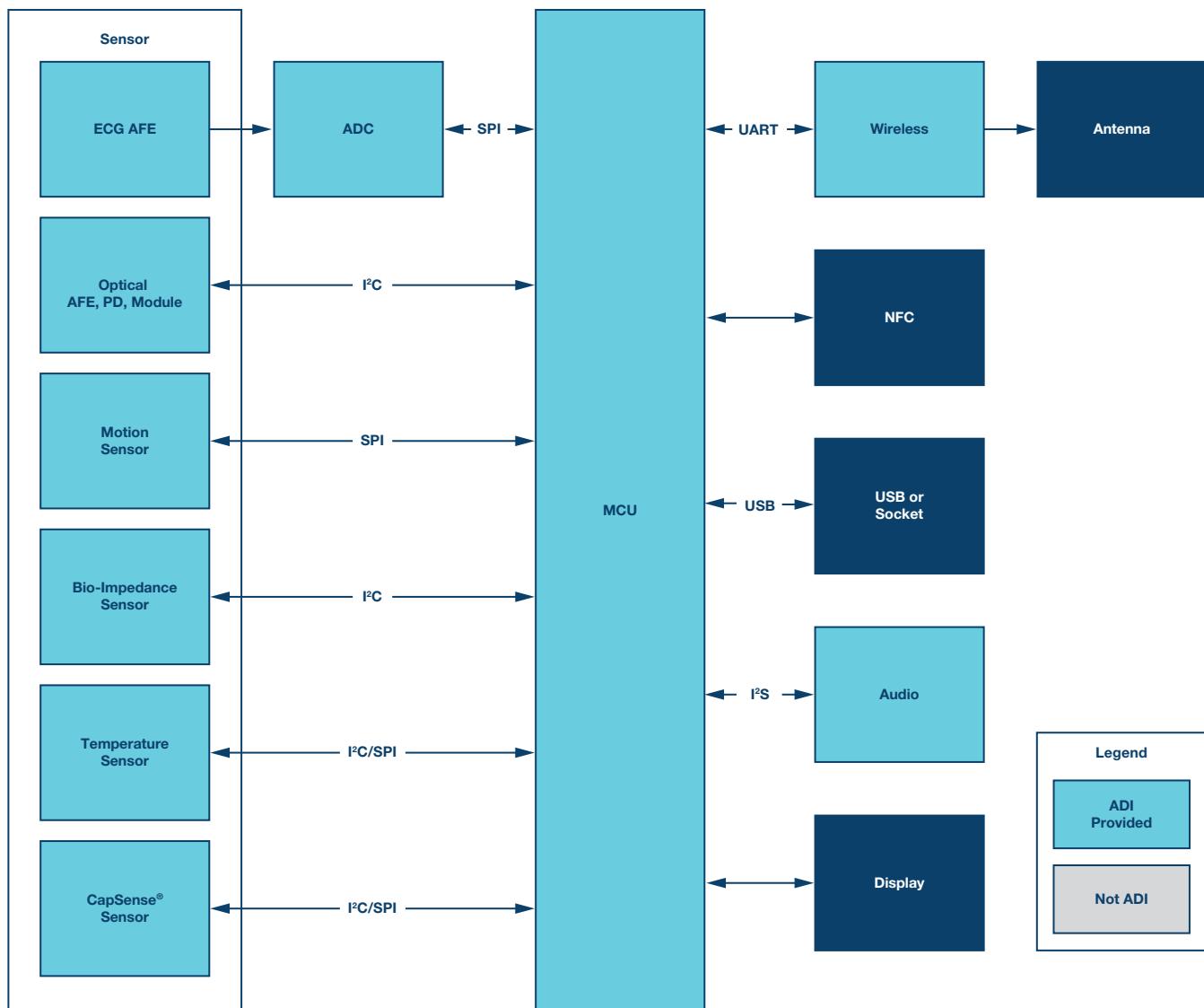


图1.系统框图

注释：上述信号链代表智能可穿戴医疗保健设备系统。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。

微处理器	心电AFE	光学AFE	光电二极管	光学模块	运动传感器
ADuCM360/ADuCM362/ ADuCM3027/ADuCM3029/ ADuCM4050	AD8232/AD8233/ ADAS1000	ADPD103/ADPD105/ ADPD107	ADPD2210/ADPD2211/ ADPD2212/ADPD2214	ADPD142/ADPD144/ ADPD174/ADPD175	ADXL345/ADXL362/ ADXL363/ADXL355/ ADXL372
生物阻抗传感器	温度传感器	电容传感器	模数转换器	无线	音频
AD5933/ADuCM350	ADT7420/LTC2983	AD7147	AD7091R/AD7124-4/ AD7915/LTC2460/LTC2462	ADF7020/ADF7024/ ADF7241	SSM2518

产品	描述	优势
<b>处理器</b>		
ADuCM360	ADuCM360是完全集成的3.9 kSPS、24位数据采集系统，在单芯片上集成双核高性能多通道Σ-Δ型模数转换器(ADC)、32位ARM® Cortex®-M3处理器和Flash®/EE存储器；在有线和电池供电应用中，ADuCM360设计为与外部精密传感器直接连接；ADuCM361集成了ADuCM360的全部功能，不过它仅有一个24位Σ-Δ ADC (ADC1)	集成ARM cortex M3和双通道Σ-Δ型ADC的低功耗精密模拟微控制器
ADuCM362	ADuCM362是完全集成的3.9 kSPS、24位数据采集系统，在单芯片上集成双核高性能多通道Σ-Δ型模数转换器(ADC)、32位ARM Cortex-M3处理器和Flash/EE存储器；在有线和电池供电应用中，ADuCM362设计为与外部精密传感器直接连接；ADuCM363集成了ADuCM362的全部功能，不过它仅有一个24位Σ-Δ ADC (ADC1)；比较前面的产品ADuCM360/ADuCM361，ADuCM362/ADuCM363具有更大的存储器，24 kB SRAM以及256 kB Flash	集成ARM cortex M3和双通道Σ-Δ型ADC的低功耗精密模拟微控制器，高达24 kB静态存储器
ADuCM3027/ ADuCM3029	ADuCM302x处理器是一款超低功耗集成式混合信号微控制器系统，可用于处理、控制和连接；MCU系统基于ARM Cortex-M3处理器，由数字外设、嵌入式SRAM和闪存、一个提供时钟、复位和电源管理功能的模拟子系统以及ADC子系统组成；ADuCM3029具有256 kB闪存，大小为ADuCM3027的两倍	集成电源管理和128 kB嵌入式闪存的超低功耗ARM Cortex-M3 MCU
ADuCM4050	ADuCM4050微控制器单元(MCU)是一款集成电源管理的超低功耗集成式微控制器系统，可用于处理、控制和连接；MCU系统基于ARM Cortex-M4F处理器；MCU还由数字外设、嵌入式SRAM和闪存、一个提供时钟、复位和电源管理功能的模拟子系统以及模数转换器(ADC)子系统组成	集成电源管理的超低功耗ARM Cortex-M4F MCU
<b>ECG AFE</b>		
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
AD8233	AD8233是一种适用于心电图(ECG)和其他生物电势测量应用的集成信号调理模块；AD8233功能与前一代产品AD8232兼容，但具有更低的功耗(50 μA)，更小的尺寸(2 mm × 1.7 mm)	50 μA, 2 mm × 1.7 mm WLCSP, 低噪声，心率监护仪，适用于可穿戴产品
ADAS1000	ADAS1000能够测量心电图(ECG)信号、胸阻抗、起搏脉冲检测、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，因此适用于高性能诊断设备	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
<b>光学AFE</b>		
ADPD103	ADPD103是一个集成14位模数转换器(ADC)和20位突发累加器的高效率光电检测前端，配合灵活的发光二极管(LED)驱动器工作；模拟前端能提供业界最好的环境光抑制功能，环境光干扰容易引起信号偏移及共模干扰问题	集成环境光抑制功能的低功耗、高精度光学模块，支持LED和多功能光度测量模拟前端
ADPD105/ ADPD107	作为ADPD103的升级版，ADPD105/ADPD107均为集成14位模数转换器(ADC)和20位突发累加器的高效率光度测量前端，配合灵活的发光二极管(LED)驱动器工作；数据输出和功能配置通过ADPD105上的一个1.8 V I <sup>2</sup> C接口或ADPD107上的SPI进行；控制电路包括灵活的LED信号传输和同步检测	集成环境光抑制功能的低功耗、高精度光学模块，支持LED和多功能光度测量模拟前端
<b>光度</b>		
ADPD2210	ADPD2210是一款低噪声电流放大器，旨在将传感器信号电流放大24倍以使用更小的光电二极管	超低噪声、低功耗电流放大器
ADPD2211/ ADPD2212/ ADPD2214	ADPD2211是一款针对生物医学应用而优化的光学传感器：极低功耗和近理论信噪比(SNR)通过结合在零偏置光导模式下工作的超低电容深结点硅基光电二极管与低噪声电流放大器来实现 1. ADPD2211提供典型的400 kHz带宽性能，特别适合用于脉冲激励 2. ADPD2212的架构与ADPD2211相似，但PD和IR截止滤波器的尺寸较大 3. ADPD2214的架构与ADPD2211相似，但PD和绿色带通滤波器的尺寸较大	低噪声、高灵敏度光学传感器

产品	描述	优势
<b>光学模块</b>		
ADPD142RG/ ADPD142RI	ADPD142RG/ADPD142RI是完整的光度测量系统/模块，设计用于激励LED并测量相应的光学返回信号；这些系统具有同类最佳的环境光干扰抑制性能，包括直流和交流；每个模块包含一个高效率光度测量前端、两个LED和一个光电二极管；前端由控制模块、带20位突发累加器的模数转换器(ADC)和两个灵活的独立配置LED驱动器组成；模拟前端(AFE)在单独的数据路径上处理各LED的返回数据，并且可以选择不同的AFE设置。数据输出和功能配置通过一个1.8 V I <sup>2</sup> C接口进行。控制电路包括灵活的LED信号传输和同步检测	集成环境光抑制功能和两个LED的低功耗、高精度光学模块
ADPD144RI	与ADPD142RI电气规格相同，但改进后的光学/机械设计适合SP02应用；支持两个驱动器，分别用于红色和红外LED	集成环境光抑制功能和两个LED的低功耗、高精度光学模块
ADPD174	ADPD174GGI是完整的光度测量系统，设计用于测量来自环境光和同步反射LED脉冲的光学信号；同步测量提供同类最佳的环境光干扰抑制性能，包括直流和交流。该模块集成一个高效率光度测量前端、三个LED和一个光电二极管(PD)；所有这些器件采用定制封装，可防止光线未首先进入对象而从LED直接进入光电二极管	集成环境光抑制功能和三个LED的低功耗、高精度光学模块；具有优化的光学结构，减少内部光学污染
ADPD175	ADPD175GGI是完整的光度测量系统，设计用于测量来自环境光和同步反射LED脉冲的光学信号；ADPD175是ADPD174的升级版，将内核模拟前端更新为ADPD105以及光学性能优化	集成环境光抑制功能和三个LED的光学模块
<b>温度传感器</b>		
ADT7420	ADT7420是一款4 mm × 4 mm LFCSP封装高精度数字温度传感器，可在较宽的工业温度范围内提供突破性的性能；它内置一个带隙温度基准源、一个温度传感器和一个16位ADC，用来监控温度并进行数字转换，分辨率为0.0078°C；默认ADC分辨率设置为13位(0.0625°C)，ADC分辨率为用户可编程模式，可通过串行接口更改	±0.25°C精度、16位数字I <sup>2</sup> C温度传感器
LTC2983	LTC2983能够连接并测量各种广泛的温度传感器并提供数字输出，结果以0°C或°F的格式；1°C精度和分辨率0.001°C；LTC2983可以测量的温度包括几乎所有标准(B、E、J、K、N、S、R、T)或自定义热电偶，自动补偿冷端温度和线性化的结果	具10 ppm/°C最大值精准基准的超纤巧型16位Σ-Δ ADC
<b>电容传感器</b>		
AD7147	TAD7147 CapTouch®控制器设计用于电容式传感器，以实现按钮、滚动条和滚轮等功能；这种传感器只需一层PCB板，为超薄型应用创造了可能	CapTouch单电极电容式传感器专用可编程控制器
<b>ADC</b>		
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 μA)；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
AD7915	AD7915/AD7916是16位、逐次逼近型模数转换器(ADC)，采用单电源V <sub>DD</sub> 供电；器件内置一个低功耗、高速、16位采样ADC和一个多功能串行接口端口；在CNV上升沿，AD7915/AD7916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V <sub>REF</sub> 之间、相位相反	16位、1 MSPS/500 kSPS PulsAR ADC，采用MSOP/LFCSP封装
AD7124	AD7124-4是一款适合高精度测量应用的低功耗、低噪声、完整模拟前端；该器件内置一个低噪声24位Σ-Δ型模数转换器(ADC)，可配置来提供4个差分输入或7个单端或伪差分输入；片内低噪声级确保ADC中可直接输入小信号	集成PGA和基准电压源的4通道、低噪声、低功耗24位Σ-Δ型ADC
LTC2460/ LTC2462	LTC2460/LTC2462是超小16尺寸的位模拟-数字转换器并集成精密参考；它使用一个2.7 V至5.5 V供应和通过SPI接口进行通信；LTC2460支持单端0 V至V <sub>REF</sub> 输入范围和±V <sub>REF</sub> 差分输入范围；它们包括一个集成的振荡器并提供无延迟的多路转换应用	超小尺寸，内置最大10 ppm/°C温飘参考的Σ-Δ ADCs

产品	描述	优势
<b>重力传感器</b>		
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 $\mu$ 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	微功耗、3轴、 $\pm 2 g/\pm 4 g/\pm 8 g$ 数字输出MEMS加速度计
ADXL363	ADXL363是一款超低功耗的3个传感器组合产品，由3轴MEMS加速度计、温度传感器和用于同步转换外部信号的ADC输入端组成，整个系统输出数据速率为100 Hz时功耗低于2 $\mu$ A，在运动触发唤醒模式下功耗为270 nA；ADXL363还提供针对内部ADC的访问，可同步转换额外的模拟输入	集成加速度和温度检测的3个微功耗传感器组合
ADXL355	ADXL355属于低噪声密度、0 g低失调漂移、低功耗、3轴MEMS加速度计新系列产品，具有可选测量范围；ADXL355支持 $\pm 2.048 g$ 、 $\pm 4.096 g$ 和 $\pm 8.192 g$ 范围，在温度范围内提供业界领先的噪声、失调漂移和长期稳定性，可实现校准工作量极小和极低功耗的精密应用	带数字输出的低噪声、低漂移、低功耗3轴加速度计
ADXL372	ADXL372是一款超低功耗、3轴、 $\pm 200 g$ MEMS加速度计，以3200 Hz输出数据速率(ODR)工作时功耗为22 $\mu$ A；ADXL372未对其前端周期供电以实现其低功耗操作，因此不会冒传感器输出混叠的风险	微功耗、3轴、 $\pm 200 g$ 数字输出MEMS
<b>生物阻抗</b>		
ADuCM350	ADuCM350是一款完整的、纽扣电池供电的、高精密度片上计量仪，适合便携式设备应用，例如快速诊断和用于监护生命体征的穿戴式设备；ADuCM350针对高精密恒电势器、电流、电压和阻抗测量功能而设计	16位精密、低功耗片上计量仪，内置Cortex-M3和连接能力
AD5933	AD5933是一款高精度的阻抗转换器系统解决方案，片上集成频率发生器与12位、1 MSPS的模数转换器(ADC)；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	1 MSPS、12位阻抗转换器网络分析仪
<b>无线</b>		
ADF7024	ADF7024是一款超低功耗、集成收发器，用于免执照ISM频段433 MHz、868 MHz和915 MHz；该器件简单易用，而且性能很高，适合各种各样的无线应用；ADF7024适用于符合欧洲ETSI EN300-220规则、北美FCC Part 15规则及其他类似监管标准的工作环境	易用、低功耗、次GHz、ISM/SDR、FSK/GFSK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	ISM频段收发器IC
ADF7241	ADF7241是一款高集成度、低功耗、高性能收发器，在全球通用的2.4 GHz ISM频段工作；其设计注重灵活性、稳定性、易用性和低功耗特性；在数据包和数据流两种模式下，该IC均支持IEEE 802.15.4-2006 2.4 GHz PHY要求	低功耗IEEE 802.15.4零中频2.4 GHz收发器IC

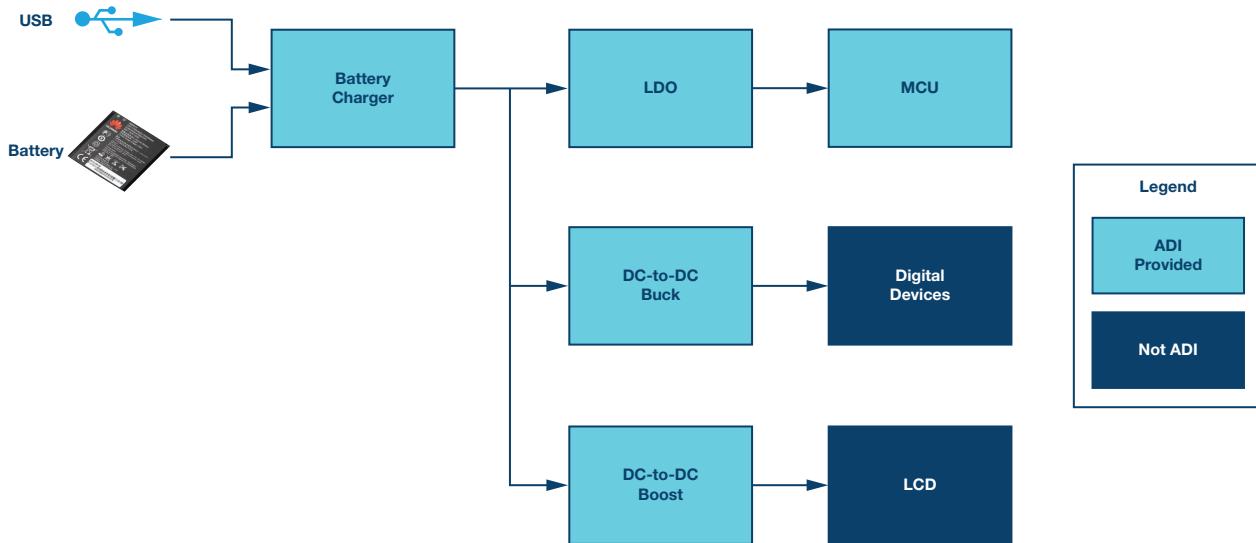


图2. 电源解决方案

电池充电器	电源管理	LDO	DC/DC降压	DC/DC升压	DC/DC降压/升压
ADP5090/ADP5091/ ADP5061/LTC3331/ LTC4123/LTC4065	ADP5310/ADP5350/ LTC3586	ADP160/ADP165/LT3045	ADP5300/ADP5301/ ADP5303/ADP5304/ ADP2102/LTC3388	ADP1607/ADP1612	ADP2503/ADP2504/ LTC3119/LTC3335

产品	描述	优势
<b>电池充电器</b>		
ADP5061	ADP5061充电器完全符合USB 3.0和USB电池充电规范1.2，能够通过微型USB VBUS引脚从壁式充电器、车载充电器或USB主机端口充电；ADP5061输入电压范围为4 V至6.7 V，最高可耐受20 V电压；此耐受度缓解了断开或连接时的USB总线尖峰问题	具有电源路径和USB模式兼容性的微型I <sup>2</sup> C可编程线性电池充电器
ADP5090	ADP5090是一款集成式升压调节器，可转换PV电池或TEG的直流电源；该器件可对储能元件(如可充电锂离子电池、薄膜电池、超级电容和传统电容)进行充电，并对小型电子设备和无电池系统上电；ADP5090提供有限采集能量(从16 μW到200 mW范围)的高效转换，工作损耗为亚μW级别；利用内部冷启动电路，调节器可在低至380 mV的输入电压下启动；冷启动后，调节器便可在80 mV至3.3 V的输入电压范围内正常工作	超低功耗升压调节器，集成MPPT和电荷管理功能
ADP5091/ ADP5092	ADP5091/ADP5092是一款智能集成式能量采集纳米电源管理解决方案，可转换来自PV电池或热电发生器(TEG)的直流电源；该器件可对储能元件(如可充电锂离子电池、薄膜电池、超级电容和传统电容)进行充电，并对小型电子设备和无电池系统上电	集成MPPT、电荷管理功能和输入功率监控器的超低功耗能量采集PMU
LTC3331	LTC3331集成了一个高电压能量收集电源和一个由可再充锂电池供电的降压-升压型dc/dc转换器，可创建一款面向可替代能源应用的单输出电源；一个10 mA分流器允许利用收集能量进行电池的简单充电，而一种低电池电量断接功能则用于避免电池发生深度放电	具能量收集电池充电器的毫微功率降压-升压型dc/dc转换器
LTC4123	LTC4123是一款低功率无线接收器和用于NiMH电池的恒定电流/恒定电压线性充电器；一个外部编程电阻器负责设定高达25 mA的充电电流；温度补偿型充电电压功能可保护NiMH电池并防止发生过度充电	用于助听器的低功率无线充电器
LTC4065	LTC4065-4.4是一款用于高容量单节锂电池的完整恒定电流/恒定电压线性充电器，具有一个4.4 V浮置电压；其2 mm × 2 mm DFN封装和低外部组件数目使得LTC4065-4.4尤其适合便携式应用	2 mm × 2 mm DFN封装的独立750 mA锂电池充电器

产品	描述	优势
<b>电源管理</b>		
ADP5310	ADP5310采用16引脚TSSOP_EP封装集成两个降压调节器和一个负载开关，可满足严苛的性能和电路板空间要求；该器件可直接连接到2.7 V至15.0 V的宽输入电压范围，允许使用多个碱性/NiMH电池或锂电池以及其他电源为其供电	带有双通道降压调节器和负载开关的3通道、集成超低功耗解决方案
ADP5350	电源管理IC (PMIC)ADP5350集成了一个用于单锂离子/锂离子聚合物电池充电的高性能降压调节器、一个电量计、一个用于LED背光照明的高度可编程升压调节器和三个150 mA LDO调节器	集成感性升压LED和三个LDO调节器的高级电池管理芯片
LTC3586	LTC3586/LTC3586-1是高集成度电源管理和电池充电器IC，面向锂离子/锂聚合物电池应用；它包括一个具自动负载优先级处理功能的高效率电流限制开关PowerPath管理器、电池充电器、理想二极管和4个同步开关稳压器(两个降压、一个降压-升压和一个升压)	具升压、降压-升压和双通道降压稳压器的高效率USB电源管理器
<b>LDO</b>		
ADP160/ ADP165	ADP160/ADP165是一款超低静态电流、低压差线性稳压器，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195 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	超低静态电流150 mA、CMOS线性稳压器
<b>DC/DC降压转换器</b>		
ADP5300/ ADP5301/ ADP5303/ ADP5304	ADP5300是一款高效率、超低静态电流降压稳压器，其用于调节零负载输出的静态电流仅为180 nA；ADP5300的输入电源电压范围为2.15 V至6.50 V，因此可使用多个碱性或NiMH、锂离子电池或其它电源；0.8 V至5.0 V输出电压通过外部VID电阻和工厂熔丝可选；整个解决方案仅需四个小型外部元件；ADP5302/ADP5303/ADP5304具有不同的最大输出电流和工作频率	50 mA/500 mA、高效率、超低功耗降压稳压器
ADP2102	ADP2102是一款同步降压dc-dc转换器，可在最高95%的效率和1%的精度下将2.7 V至5.5 V未调节输入电压转换为更低的调节输出电压；ADP2102的低占空比能力非常适合USB应用或为亚微米次伏特(subvolt)处理器内核供电的5 V系统；3 MHz的典型工作频率和出色的瞬态响应允许该器件使用小型低成本1 μH电感和2.2 μF陶瓷电容	低占空比、600 mA、3 MHz同步降压dc-dc转换器
LTC3388	LTC3388-1/LTC3388-3是具内部高端和同步电源开关的高效率、降压型dc/dc转换器，该器件在无负载时仅吸收720 nA (典型值)的dc电源电流，并保持了输出电压调节作用	20 V、高效率、毫微功率降压型稳压器
<b>DC/DC升压转换器</b>		
ADP1607	ADP1607是一款高效、同步、固定频率、升压dc-dc开关转换器，能够提供介于1.8 V和3.3 V之间的可调输出电压，适合便携式应用；2 MHz的工作频率支持使用小尺寸、薄型外部元件；此外，凭借同步整流、内部补偿、内部固定限流和电流模式架构可确保出色的瞬态响应和最少的外部器件数量	2 MHz、同步升压dc-dc转换器
ADP1612	ADP1612/ADP1613均为升压dc-dc开关转换器，集成了功率开关，能够提供高达20 V的输出电压；ADP1612/ADP1613的封装高度小于1.1 mm，非常适合空间受限的应用，比如便携式设备或薄膜晶体管(TFT)液晶显示器(LCD)	650 kHz/1.3 MHz升压PWM dc-dc开关转换器，电流限值为1.4 A
<b>DC/DC降压/升压</b>		
ADP2503/ ADP2504	ADP2503/ADP2504均为高效率、低静态电流、升压/降压dc-dc转换器，工作时的输入电压可高于、低于或等于稳压输出电压；这两种转换器内置功率开关和同步整流器，所需的外部器件数量极少；对于高负载电流，这些器件采用电流模式、固定频率、脉冲宽度调制(PWM)控制方案，以便获得出色的稳定性和瞬态响应	600 mA、2.5 MHz降压/升压dc-dc转换器
LTC3119	LTC3119是一款高效率、18 V、单片式、降压-升压型转换器，该器件能够提供高达5 A的连续输出电流；丰富齐全的功能集成和非常低电阻内部电源开关最大限度地缩减了总体解决方案占板面积，甚至对于要求最严苛的应用也不例外；一种专有的四开关PWM架构可在输入电压高于、低于、或等于输出电压的情况下提供无缝的低噪声操作	18 V、5 A、同步降压-升压型dc/dc转换器
LTC3335	LTC3335是一款高效率、低静态电流(680 nA)降压-升压型dc/dc转换器，其具有一个可在长使用期限电池供电型应用中监察累积电池放电量的集成型高精度库仑计数器；降压-升压电路能够在其输入端上的电压低至1.8 V的情况下运作，并提供8种可通过引脚选择的输出电压和高达50 mA的输出电流	具集成型库仑计数器的毫微功率降压-升压型dc/dc转换器

## 设计资源

### Circuits from the Lab®

- ▶ 电池供电病人监护应用中ECG前端的供电(CN-0308)—  
[analog.com/cn/cn-0308](http://analog.com/cn/cn-0308)
- ▶ 面向工业信号电平应用的精密24位、250 kSPS单电源Σ-Δ型ADC系统(CN-0310)—[analog.com/cn/cn-0310](http://analog.com/cn/cn-0310)
- ▶ 使用连接到ADuC7024精密模拟微控制器的ADXL345数字加速度计检测低g加速(CN-0133)—[analog.com/cn/cn-0133](http://analog.com/cn/cn-0133)
- ▶ 超低功耗独立运动开关(CN-0274)—[analog.com/cn/cn-0274](http://analog.com/cn/cn-0274)
- ▶ 利用运算放大器ADA4505-2、并联基准电压源ADR1581和开关ADG1636实现精密脉搏血氧仪LED吸电流(CN-0125)—  
[analog.com/cn/cn-0125](http://analog.com/cn/cn-0125)
- ▶ 具有暗电流补偿功能的2 MHz带宽PIN光电二极管前置放大器(CN-0272)—[analog.com/cn/cn-0272](http://analog.com/cn/cn-0272)

## 应用笔记/文章

- ▶ 多生理参数病人监护(MS-2126)—  
[analog.com/cn/ms-2126.pdf](http://analog.com/cn/ms-2126.pdf)
- ▶ 针对ECG设计挑战的缓解策略(MS-2160)—  
[analog.com/cn/ms-2160.pdf](http://analog.com/cn/ms-2160.pdf)
- ▶ 医疗保健应用中的电源管理(MS-2569)—  
[analog.com/cn/ms-2569.pdf](http://analog.com/cn/ms-2569.pdf)
- ▶ CareFusion与ADI之间的探讨：优化EEG放大器的性能并降低功耗(MS-2178)—[analog.com/cn/ms-2178.pdf](http://analog.com/cn/ms-2178.pdf)
- ▶ 芯片级封装有助于便携式医疗设备减小尺寸并减轻重量(MS-1908)—[analog.com/cn/ms-1908.pdf](http://analog.com/cn/ms-1908.pdf)
- ▶ 系统中的生物电位电极传感器—  
[analog.com/en/ecg-eeg-emg\\_final.pdf](http://analog.com/en/ecg-eeg-emg_final.pdf)
- ▶ 传感器电路的低噪声信号调理(MS-2066)—  
[analog.com/cn/ms-2066.pdf](http://analog.com/cn/ms-2066.pdf)

## 设计工具/论坛

- ▶ ADC
  - Visual Analog™软件—[analog.com/cn/visualanalog](http://analog.com/cn/visualanalog)
- ▶ ADC SPI 接口软件(SPI控制器)—[analog.com/cn/spicontroller](http://analog.com/cn/spicontroller)
  - ADIsimADC建模工具—[analog.com/cn/ADIsimADC](http://analog.com/cn/ADIsimADC)
- ▶ 放大器
  - DiffAmpCalc™：放大器参数评估工具—[analog.com/cn/diffampcalc](http://analog.com/cn/diffampcalc)
- ▶ 电源管理产品
  - ADIsimPower™：电源设计工具—[analog.com/cn/ADIsimPower](http://analog.com/cn/ADIsimPower)
  - 评估板

欲查看其他医学资源、工具和产品信息，  
请访问：[analog.com/cn/healthcare](http://analog.com/cn/healthcare)

欲申请样片，请访问：

[www.analog.com/cn/support/customer-service-resources/sales/  
sample-products](http://www.analog.com/cn/support/customer-service-resources/sales/sample-products)



**全球总部**  
One Technology Way  
P.O. Box 9106, Norwood, MA  
02062-9106 U.S.A.  
Tel: (1 781) 329 4700  
Fax: (1 781) 461 3113

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

**北京分公司**  
北京市海淀区  
西小口路 66 号  
中关村东升科技园  
B-6 号楼 A 座一层  
邮编 : 100191  
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

**中国技术支持中心**  
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  
在线购买 :  
www.analog.com/zh/BOL  
在线技术论坛 :  
ezchina.analog.com

©2017 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
Trademarks and registered trademarks are the  
property of their respective owners.

Ahead of What's Possible is a trademark of  
Analog Devices.  
BRL10008sc-0-10/17

[www.analog.com/cn/apm](http://www.analog.com/cn/apm)

