

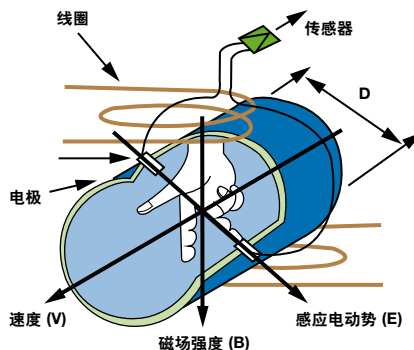
# ADI公司电磁流量计解决方案

## 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。



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

K为仪器常量 V为通过管道的平均流量速度  
B为磁场强度 D为管道的直径

## 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。

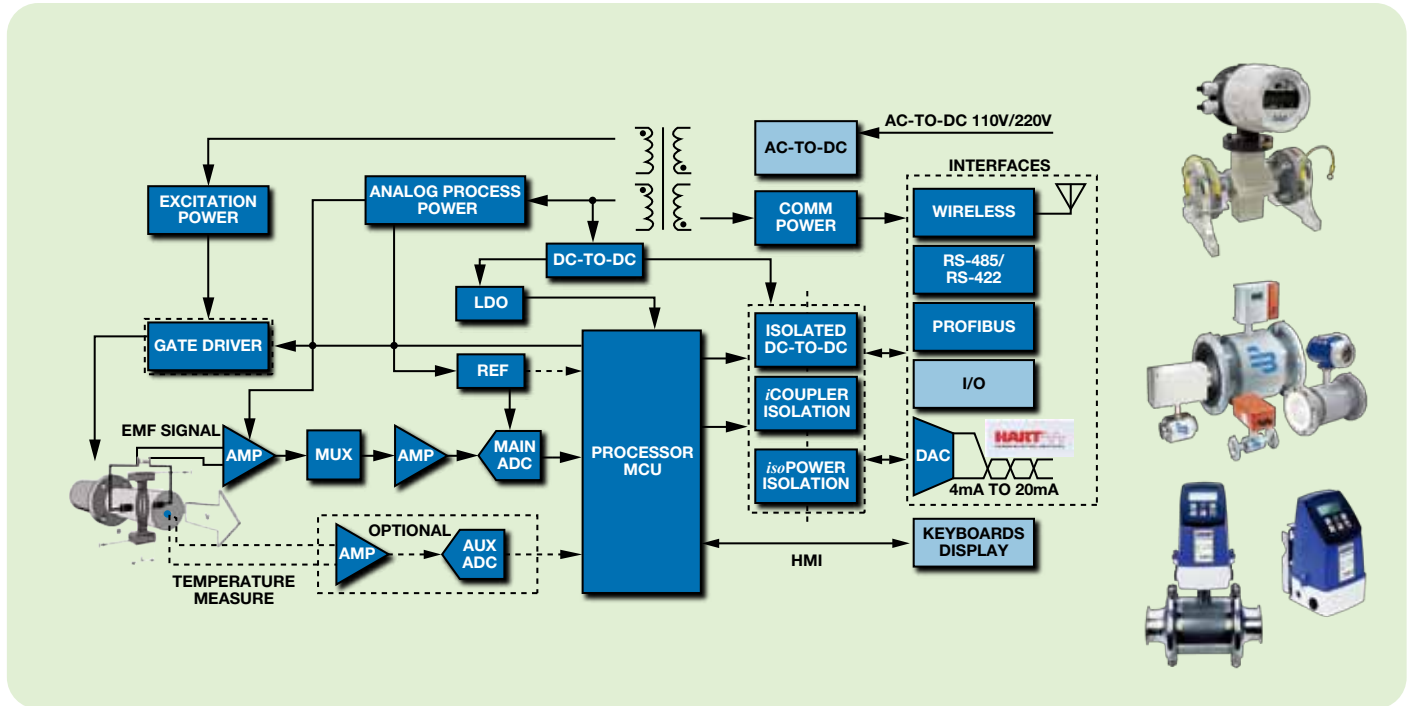
此外，电磁流量计内部的空间有限，系统密度很高，因而必须减小器件尺寸。最近，集成电路技术的进步使得系统设计人员能够采用尺寸更小、功耗和成本更低的解决方案，而其性能与那些大型系统不相上下。未来发展的挑战是推动这些解决方案的进一步集成，同时提高其性能和诊断能力。

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



此信号链展示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

产品型号	描述	主要特性	优势
<b>ADC</b>			
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
<b>主ADC/辅助ADC</b>			
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
<b>处理器/MCU</b>			
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 (续)

产品型号	描述	主要特性	优势
<b>放大器</b>			
AD8622	低功耗精密运算放大器	带宽 = 540 kHz; 电压噪声密度 = 11 nV/√Hz; $I_B = 45 \text{ pA}$ ; $I_{SV} = 350 \text{ }\mu\text{A}$	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; $I_B = 0.3 \text{ pA}$ ; $I_{SV} = 355 \text{ }\mu\text{A}$	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; $I_B = 20 \text{ pA}$ ; $I_{SV} = 20 \text{ }\mu\text{A}$	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: $\pm 2 \text{ }\mu\text{V}/\text{C}$ 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
<b>DAC</b>			
AD5410/ AD5420	电流源DAC	12位/16位分辨率; 0 mA至24 mA; $\pm 0.01\%$ FSR TUE; $\pm 3 \text{ ppm}/\text{C}$ 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
<b>REF</b>			
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 $\mu\text{A}$ (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 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
<b>栅极驱动器</b>			
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
<b>隔离器</b>			
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25 Mbps (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
<b>接口</b>			
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
<b>无线</b>			
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
<b>MUX</b>			
ADG1408	多路复用器	4通道/8通道, $\pm 15 \text{ V}$ 电源; 最大4.7 $\Omega$ 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 $\Omega$ )	额定电源电压: $\pm 15 \text{ V}$ , $\pm 20 \text{ V}$ , $+12 \text{ V}$ , 和 $+36 \text{ V}$ , 高开关速度, 先开后合式开关动作

## 主要产品 (续)

产品型号	描述	主要特性	优势
<b>电源</b>			
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 $\mu$ A	出色的负载/线路瞬态响应

## 针对电磁流量计的实验室电路

- 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](http://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](http://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 (CN0098)—[www.analog.com/zh/CN0098](http://www.analog.com/zh/CN0098)
- 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](http://www.analog.com/zh/CN0065)
- 基于24位 $\Sigma$ - $\Delta$ 型ADC AD7793和数字隔离器ADuM5401的全隔离输入模块 (CN0066)—[www.analog.com/zh/CN0066](http://www.analog.com/zh/CN0066)

## ADI公司提供的支持资源

- **ADC**: ADIsimADC;  $\Sigma$ - $\Delta$ 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