

# 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做切割磁力线的运动时，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、压力或导电率的影响，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、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 $\mu\text{V}$ 。输出阻抗往往高于 $M\Omega$ 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达1500:1，并且相应的流速范围为0.01 m/s至15 m/s。
- 测量精度最高为读数的0.2%，通常需要16位至24位的模数转换器。
- 与不同的现场总线协议连接，例如HART、PROFIBUS、Modbus、Foundation、RS-485/RS-422/RS-232和无线HART。
- 系统电源、中央逻辑单元、通信和I/O之间需要隔离，隔离等级范围为1 kV至2.5 kV。
- 便携式电磁流量计需要超低功耗MCU、放大器和ADC元件。
- 高频方波激励可改善泥浆的流动并提高抗扰度，但需要与零稳定性平衡。

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。

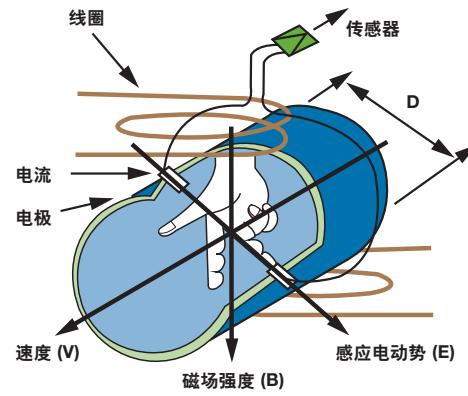
EMC抗扰度(如ESD、EFT和电涌等)也是电磁流量计设计的重大挑战。ADI器件的高ESD抑制能力能够大大改善产品的可靠性和鲁棒性。

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。进一步发展的挑战是推动这些解决方案的集成，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

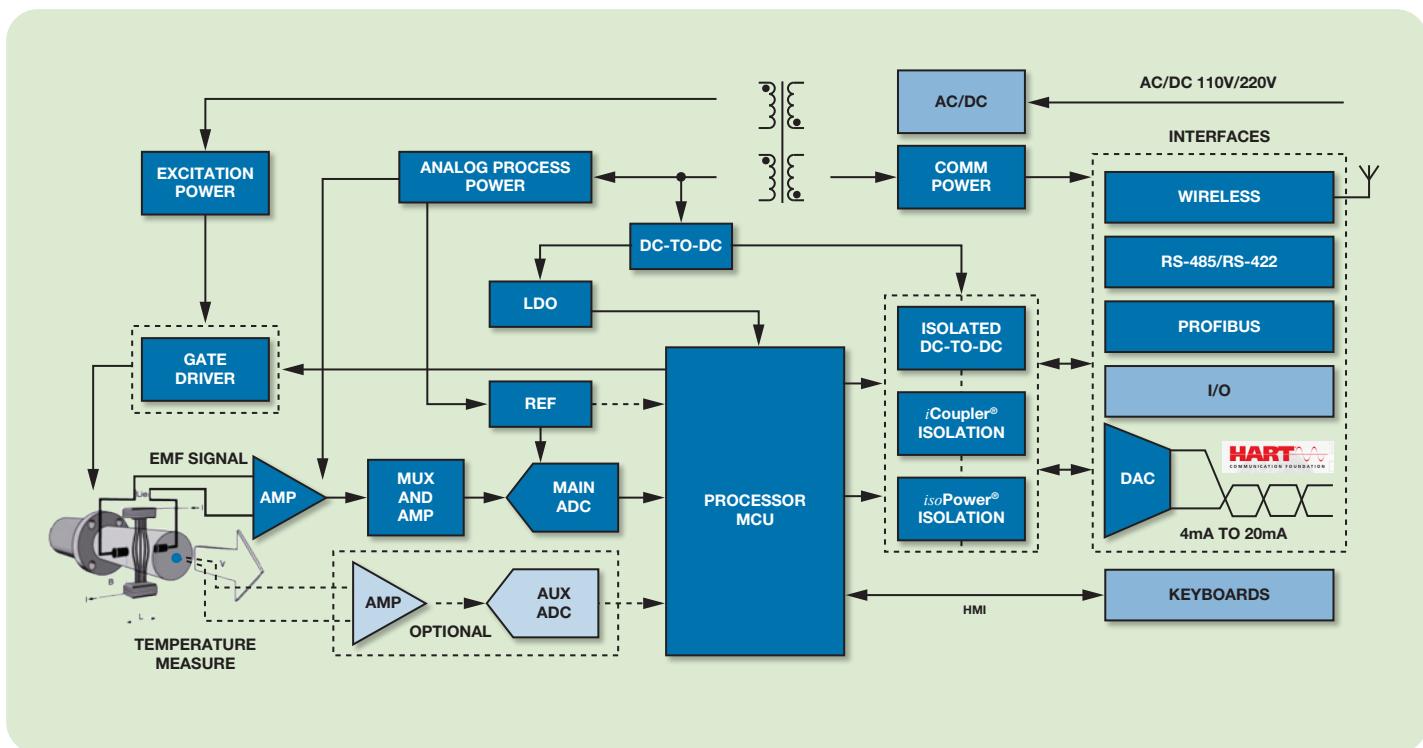
利用ADI公司的放大器、数据转换、信号处理、通信和电源方面的技术与经验，设计高分辨率、低噪声工业电磁流量计系统。



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

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

## 主信号链



## 主要产品简介

器件	描述	主要特性	优势
<b>模数转换器</b>			
AD7173-8	24位、31.25 kSPS、Σ-Δ型ADC	17.5位无噪声分辨率(31.25 kSPS); INL: FSR的±3 ppm; 50 Hz和60 Hz抑制: 85 dB, 建立时间为50 ms	多通道、高精度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	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位至24位、3路差分至6路差分通道、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>			
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; 12个外设DMA通道和两个存储器间DMA通道; 两个SPI、两个SPORT、两个UART和一个PPI接口; 工业温度等级	充裕的资源、具有竞争力的价格
ADuCM360/ ADuCM361	ARM Cortex-M3微控制器	集成式双通道/单通道24位Σ-Δ型ADC; UART、I <sup>2</sup> C和2 × 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
ADSP-CM4xx	搭载ARM Cortex-M4的混合信号控制处理器	ADSP-CM40xF系列混合信号控制处理器基于ARM® Cortex-M4™处理器内核构建, 其浮点单元工作频率高达240 MHz, 集成最高384 kB SRAM存储器、2 MB闪存、加速器和外设; 模拟模块由两个16位SAR型ADC和两个12位DAC组成	此系列混合信号控制处理器具有低静态功耗性能, 采用低功耗、低电压设计, 能以更低的功耗提供世界一流的处理器和ADC处理器产品
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——相比竞争型器件其性能翻倍而功耗减半; 最高集成1 MB内部SRAM, 在很多应用中使用该器件则无需外部存储器, 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、四通道SPI), 可为设计人员带来前所未有的灵活性和强大功能

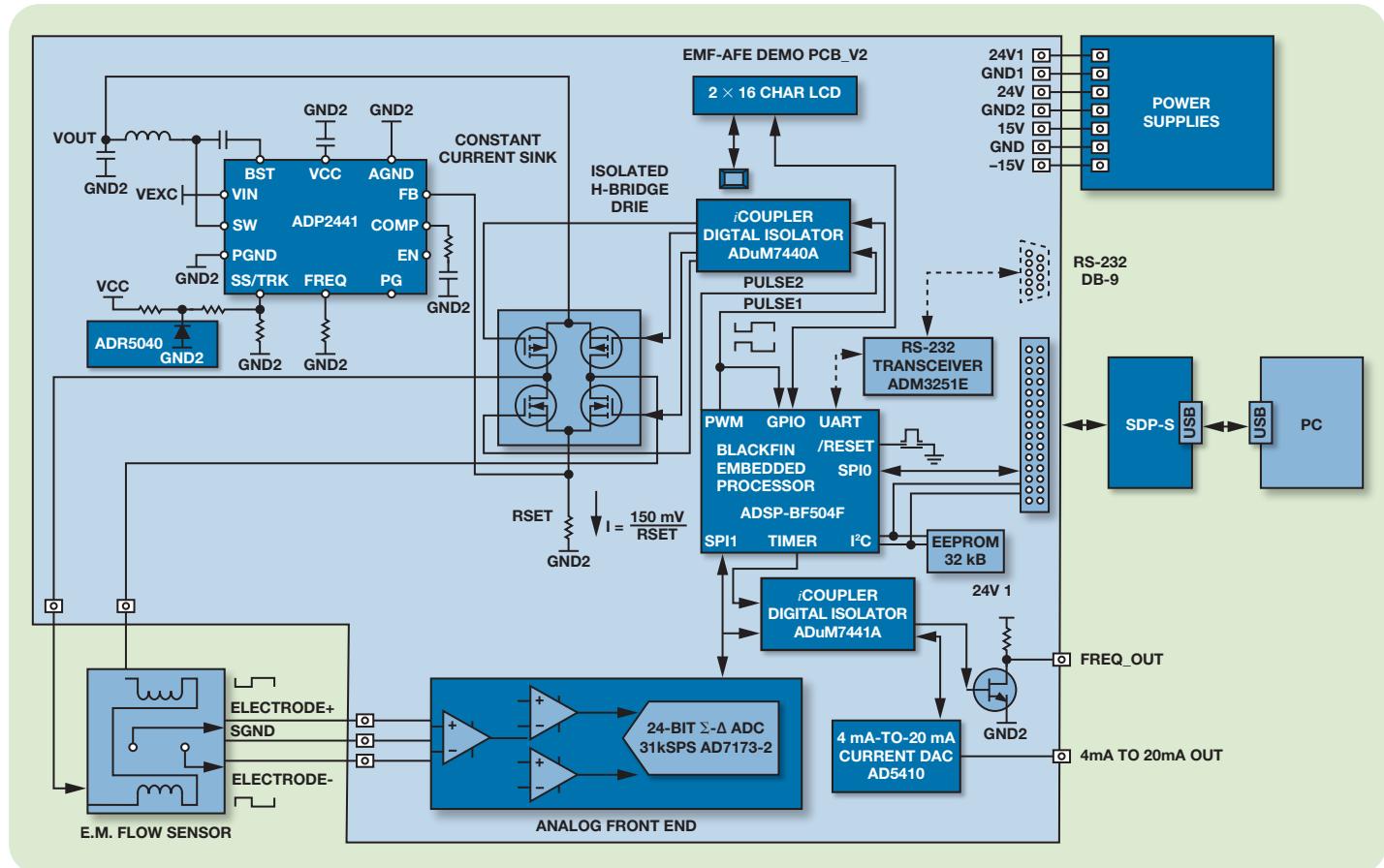
## 主要产品简介 (续)

器件	描述	主要特性	优势
<b>AMP</b>			
AD8667	低噪声运算放大器	带宽 = 520 kHz; $V_{NOISE}$ 密度 = 21 nV/ $\sqrt{Hz}$ ; $I_b = 0.3 \mu A$ ; $I_{SY} = 570 \mu A$	极低漏电流、电池供电
ADA4051-1	微功耗和自稳零型运算放大器	带宽 = 125 kHz; $V_{NOISE}$ 密度 = 95 nV/ $\sqrt{Hz}$ ; $I_b = 20 pA$ ; $I_{SY} = 20 \mu A$	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; $V_{OS} = 1 mV$ ; $V_{NOISE}$ 密度 = 90 nV/ $\sqrt{Hz}$ ; $I_b = 25 pA$ ; 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; $V_{OS} = 1.2 mV$ ; $V_{NOISE}$ 密度 = 2 $\mu V/\sqrt{Hz}$ ; $I_b = 27 nA$ ; 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; $V_{OS} = 50 \mu V$ ; $V_{NOISE}$ 密度 = 15 nV/ $\sqrt{Hz}$ ; $I_b = 600 pA$ ; 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; $V_{OS} = 15 \mu V$ ; $V_{NOISE}$ 密度 = 66 nV/ $\sqrt{Hz}$ ; $I_b = 500 pA$ ; 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: $\pm 2 \mu V/^{\circ}C$ (最大值); 低增益漂移: 1 ppm/ $^{\circ}C$ (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: 1至1000; 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 低噪声、低失真: 8 nV/ $\sqrt{Hz}$ (最大输入电压噪声, 1 kHz); RTI噪声: 0.15 $\mu V$ p-p ( $G = 100$ ); 2 k $\Omega$ 负载非线性度: 0.5 ppm ( $G = 1$ ); 最小CMRR: 150 dB ( $G = 1000$ ); 单电源电压范围: 3.6 V至36 V; 输入过压保护: 40 V电源反向保护	低电压失调、低失调漂移、低增益漂移、高增益精度、高共模抑制比
AD8422	精密仪表放大器	电源电流: 40 $\mu A$ (最大值); 输入偏置电流: 1 pA, 高CMRR: 110 dB ( $G = 100$ )	高性能、低功耗、轨到轨
AD8236	微功耗仪表放大器	电源电流: 40 $\mu A$ (最大值); 输入偏置电流: 1 pA, 高CMRR: 110 dB ( $G = 100$ )	高输入阻抗、低输入偏置电流、高CMRR、小尺寸、低功耗
<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; $\pm 3 \text{ ppm}/^{\circ}C$ 典型输出漂移; 片内基准电压源 ( $10 \text{ ppm}/^{\circ}C$ 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/ $^{\circ}C$ (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> <sup>®</sup>	单通道16位, 5 ppm/ $^{\circ}C$ 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); 最大温度系数: 8 ppm/ $^{\circ}C$	低静态吸电流: 100 $\mu A$ (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/ $^{\circ}C$ ; 电压噪声: 2.25 $\mu V$ p-p (典型值, 0.1 Hz至10 Hz)	超低噪声、高初始精度、出色的温度漂移
<b>栅极驱动器</b>			
ADuM7440	隔离式栅极驱动器	1000 V 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>隔离器</b>			
ADuM140x	四通道数字隔离器	2.5 kV rms; 低功耗工作, 3 V/5 V电平转换; 高数据速率: dc至90 Mbps (NRZ), 输出使能功能	高数据速率: dc至90 Mbps (NRZ), 低功耗工作
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

## 主要产品简介 (续)

器件	描述	主要特性	优势
<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	集成隔离式dc-to-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
<b>电源</b>			
ADP2441	DC-to-DC调节器	同步降压dc-to-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: 1 A	高效率: 最高可达94%
ADP2300/ ADP2301	DC-to-DC调节器	单通道非同步降压dc-to-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	6引脚SOT23小型封装, 只需极少的元件, 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, 整个线路、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-to-DC调节器	输入电压范围: 1.8 V至5.5 V, 输出电压范围: $V_{IN}$ 至20 V; 引脚可选的650 kHz或1.3 MHz PWM频率	升压dc-to-dc
ADP125	线性调节器	输入电压: 5.5 V; 输出电流: 500 mA(最大值) 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 μA	出色的负载/线路瞬态响应
ADP2323	DC-to-DC调节器	输入电压: 4.5 V至20 V; ±1%输出精度; 集成90 mΩ典型高端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-to-dc调节器
ADP710x	噪声更低的LDO	3.3 V至20 V, 提供高达500 mA输出电流; 15 μV 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
<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 μA(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

## ADI公司最新的EM流量计解决方案框图



## 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](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)

## 应用笔记

- 应用笔记AN-1203：利用AD5420提供16位、4 mA至20 mA输出简化解决方案—[www.analog.com/zh/AN-1203](http://www.analog.com/zh/AN-1203)

有关电磁流量计的更多信息，请联系ADI公司。

## 亚洲技术支持中心 4006-100-006

模拟与其他线性产品 [china.support@analog.com](mailto:china.support@analog.com)  
嵌入式处理与DSP产品 [processor.china@analog.com](mailto:processor.china@analog.com)  
免费样片申请 [www.analog.com/zh/sample](http://www.analog.com/zh/sample)  
在线购买 [www.analog.com/zh/BOL](http://www.analog.com/zh/BOL)  
ADI在线技术论坛 [ezchina.analog.com](http://ezchina.analog.com)  
网址 [www.analog.com/zh/CIC](http://www.analog.com/zh/CIC)

## 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评估工具

**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  
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  
在线购买:  
www.analog.com/zh/BOL  
在线技术论坛:  
ezchina.analog.com