

ADuM 系列磁耦应用

ADUM 系列磁耦在各种电路隔离场合中的应用方法浅谈

摘要：本文从隔离的基本原因与应用出发，讲述了在各种电路的系统应用中我们为什么要隔离以及什么情况下需要隔离。并简述了美国模拟器件公司（ADI）推出的磁耦数字隔离器的基本原理，以及在各种电路隔离场合中的应用。

一、关于隔离

1、什么是隔离？为什么要隔离？什么情况下需做隔离的设计？

电子电路中**隔离**的定义是：防止两通讯点之间电流流动的方法，说的简单点就是两点之间要有信号的传输但又不能有电流的流动。

隔离电路的主要原因是**保护电路不受危险电压和电流的损坏**，进行隔离是防止电流在两通讯点之间流动的一种方法，一般在两种情况下会采用隔离技术：

第一种情况是：**在有可能存在损坏设备或危害人员的潜在电流浪涌时**，也就是电路中存在**有可能损坏设备或危害操作人员的高电压或大电流的情况**。如医疗上的应用、电机控制、总线隔离、I/O 隔离等方面。

第二种情况是：**必须避免存在不同地位和分裂的接地回路的互连**。一般是一多系统互连时，不同系统之间的地之间会存在一个电位差，这个时候我们如果不把两个地隔开的话就会形成一个接地回路，干扰整个系统。所以必须隔离。两种情况都是采用隔离来避免电流流过，而允许两点之间有数据或功率传送。

※ 隔离的必要性：

我们一般的工业控制系统、电机控制系统、以及总线通讯系统都是由主控芯片（单片机、ARM、DSP 等）通过接口与被控制系统实现信号传输的，而被控制系统的应用环境往往比较复杂，会存在高压、雷击、大电流等情况，而如果直接把其与主控系统连在一起的话，这些危险信号就有可能毁坏掉整个系统，对整个应用系统有极大的危害。所以我们在做电路的设计时，一定要把安全隔离考虑在内。

二、隔离一般应用在什么地方：

隔离普遍应用于包含高压、高速或高精度的通信、长距离通信的场合。

ADuM 系列磁耦应用

常见的应用有：

v 工业输入/输出系统

v 接口方面

v 电源

v 电机控制

仪器仪表

我们能在一个很广泛的市场领域中发现这些应用，包括：

v 医学设备v

v 通信网络

v 等离子显示器

混合动力汽车设备

三、隔离涉及的参数是什么？

衡量绝缘器的隔离特性的参数有很多，包括：

v 隔离电压 (isolation rating)

v 绝缘电压 (working voltage)

瞬间抑制性 (共模抑制)

一般情况下，一个隔离器件的隔离能力的通常描述参数是隔离电压和绝缘电压。此外，在隔离势垒间信号的传输通信能力是通过瞬态抑制能力来衡量的。

下面将对这三种参数做逐一描述。

1、什么是隔离电压？

隔离器件的隔离电压 (isolation rating) 是一个短时间内系统抗共模电压能力的量度。指的是设备的输入与输出各自短接时所承受的电压值。通常根据 60 Hz RMS 来衡量，是器件在一分钟内承受输入与终端输出之间高压的能力。一般的隔离设备的隔离电压是 2.5KV RMS。有的设备的这个参数会达到 3.75KV RMS 或者更高。隔离电压不能衡量器件长时间承受安全电压的能力，那是绝缘电压来描述的。

2、什么是绝缘电压？

绝缘电压(working voltage)定义了稳定工作状态下器件能够承受的一个长时间持续的最大电压。一般是从 100 到 600V RMS。

ADuM 系列磁耦应用

3、什么是瞬态共模抑制能力？

一个隔离器的瞬态共模抑制能力衡量了当维持正确的信号传输的时候输入和输出部分之间的瞬态共模影响。很多隔离器件对此参数没有相应规定，有规定的范围也是从 5---25KV/ μ s。

其它重要工作参数包括：

- ✓ 工作电流，输入信号电流，和输出驱动电流。 ✓
- ✓ 传输延迟时间
- ✓ 脉宽失真：即信号的输出脉冲宽度与输入信号脉冲宽度的差值
- ✓ 传输速度：可以支持的最大信号数据传输速度
- ✓ 工作电压范围：电源的工作电压范围

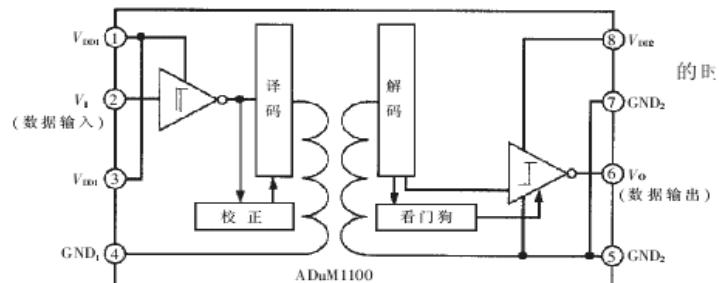
工作温度：器件工作的温度范围

以上的工作参数究竟哪个更重要，这要根据用户的实际应用情况而定，往往有时在这个系统中重要的参数而在另一个系统中并不重要。还有其它的相对比较重要的工作参数就是随工作温度变化，器件的功率变化情况，输入信号的噪音，还有直流输入情况或在掉电情况下的输出状态等。

二、ADUM 系列磁耦介绍：

传统的隔离方案中，我们一般采用光耦，如 6N137、TLP521 等，光耦经过光电转换作用来实现隔离，应用时间比较久，方案也比较成熟，目前还是众多电路设计者们的首选产品，但同样光耦也存在速度不够快、功耗过高、LED 老化、使用不稳定等缺点与不足。

磁耦隔离技术是近几年才发展起来的，采用的是芯片级变压器隔离技术，因采用了高速 iCMOS 工艺和芯片级的变压器技术，在性能、功耗、体积、速度等各方面都有光电隔离器件无法比拟的优势。下面我们以 ADUM1100 为例来介绍一下磁耦隔离技术的原理，下图为 ADUM1100 的原理方框图，

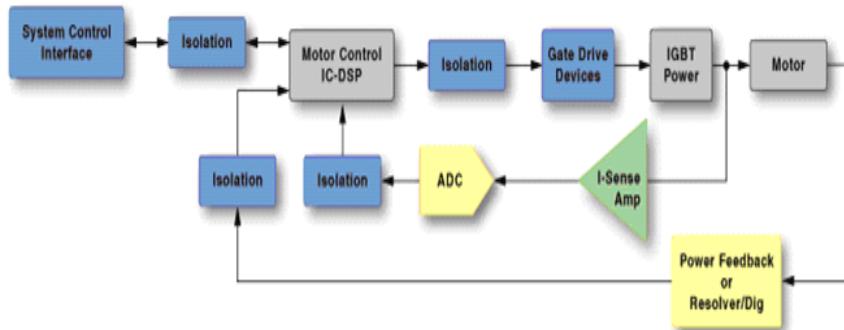


ADuM 系列磁耦应用

由图中可以看出，磁耦数字隔离器的输入信号经过一个施密特触发器进行脉冲信号调整，使输入的波形为标准的矩形波。另磁耦还独具直流校正功能，图中的两组线圈起到脉冲变压器的作用，输入端逻辑电平的变化会引起一个窄脉冲 (2ns)，经过脉冲变压器耦合到解码器，然后再经过一个施密特触发器的波形变换输出标准的矩形波，如果输入端逻辑电平超过 $2\mu\text{s}$ 都没有任何变化，则校正电路会产生一个适当极性的校正脉冲，以确保变压器直流端输出信号的正确性，如果解码器一端超过 $5\mu\text{s}$ 都没有收到任何校正脉冲，则会认为输入端已经掉电或不工作，由看门狗电定时器电路，将输出端强行置为高电平。并且磁耦隔离系列产品的功耗仅为传统光耦的 $1/10\text{---}1/60$ 左右，速度最高可达 150M 。最多可集成 4 个通道，且通道方向分布灵活，大大缩短了研发周期。磁耦数字隔离器系列产品的最高隔离电压是 5KV ，最高绝缘电压是 600V ，最低瞬态共模抑制能力是 $25\text{KV}/\mu\text{s}$ 。

三、ADUM 系列磁耦在各隔离系统中的应用

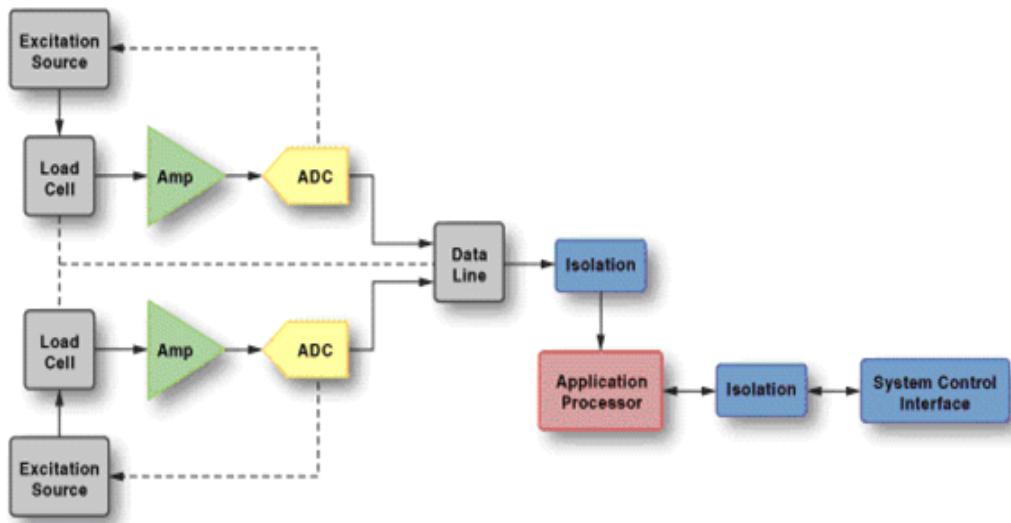
1、电机控制



电机控制在现代的工业应用中越来越广泛，应用环境也很复杂，所以电机控制系统中主控芯片与各接口系统之间隔离 (isolation) 以对主控芯片起到良好的保护作用也越来越重要，而且在电机控制系统中我们往往需要多通道隔离 (isolation)，所以这时候磁耦的高集成度和灵活的通道方向分布几乎成为首选产品。

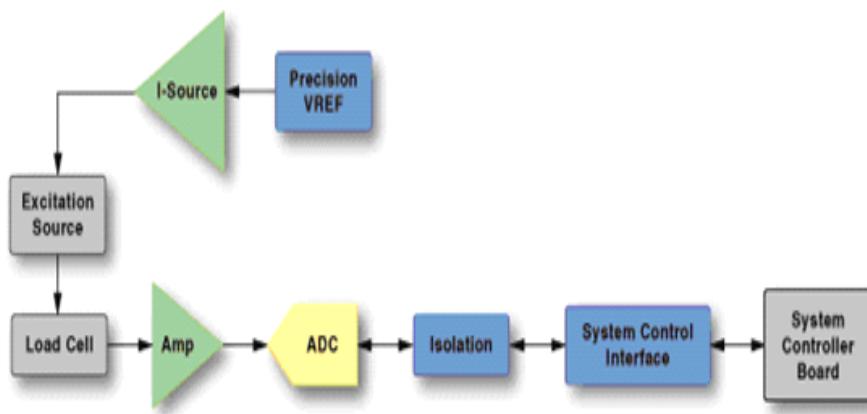
2、电子称

ADuM 系列磁耦应用



电子称将测量出来的重量模拟量经过运放和 AD 转换后取出来送到外面的单片机里，然后由单片机把信号经过处理后传输给外围系统。这个时候单片机的输入/输出信号都要经过隔离（isolation），以防止被意外损坏。

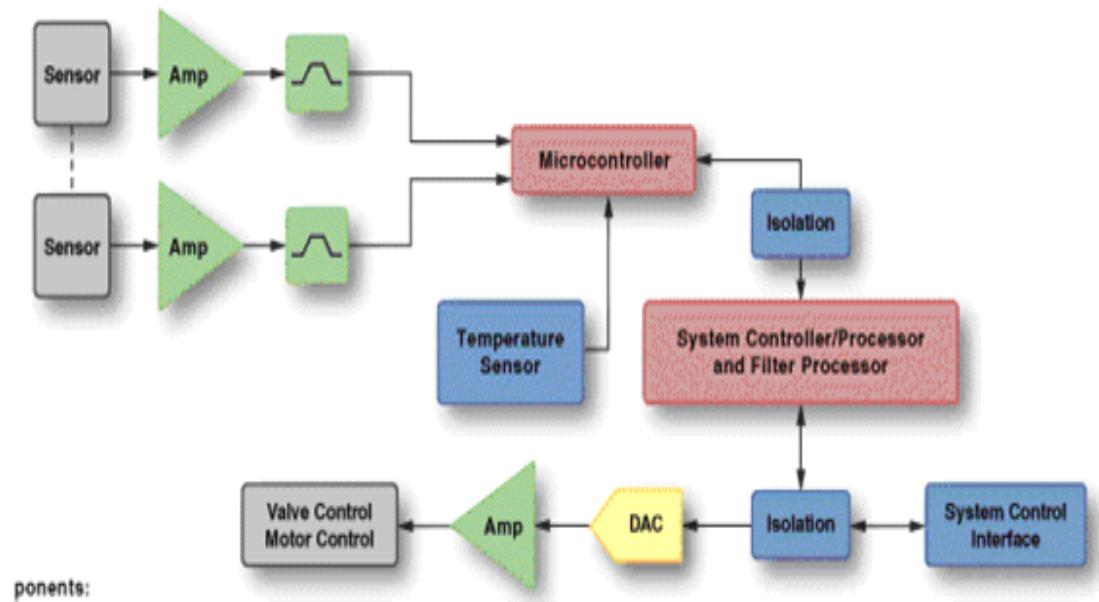
3、高速工业



在高速工业现场应用中，现场的应用环境往往比较复杂，随时都有高电压、高电流信号产生，如果此时不用隔离（isolation）的话对 CPU 芯片的损坏将是致命的。

4、过程控制

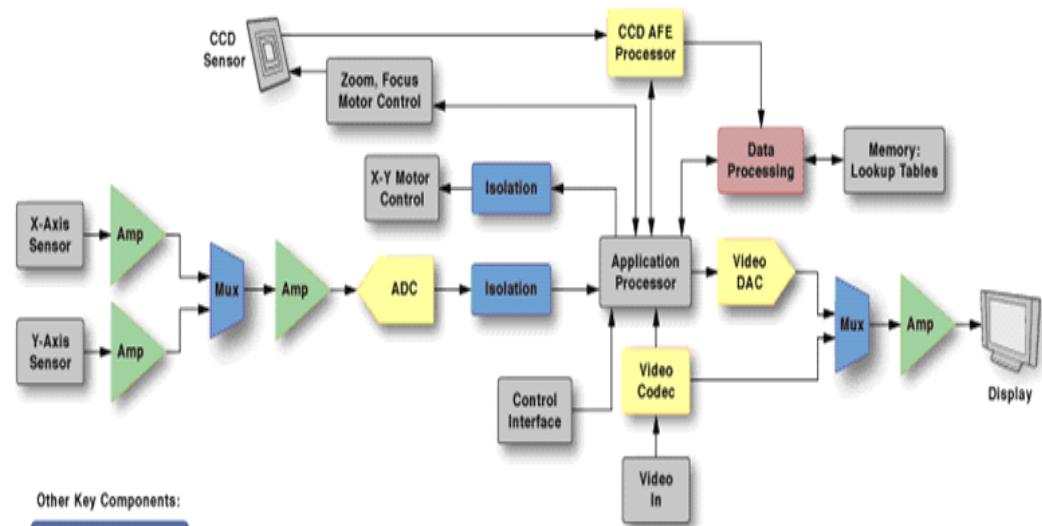
ADuM 系列磁耦应用



过程控制一般是指以表征生产过程的参量为被控制量使之接近给定值或保持在给定范围内的自动控制系统。这里的被控制量的主要参量有温度、压力、流量、液位、成分、浓度等。通过对过程参量的控制，可使生产过程中产品的产量增加、质量提高和能耗减少。

过程控制在石油、化工、电力、冶金等部门有广泛的应用。系统控制器与其它外围接口之间都是要隔离（isolation）的。

5、机器视觉



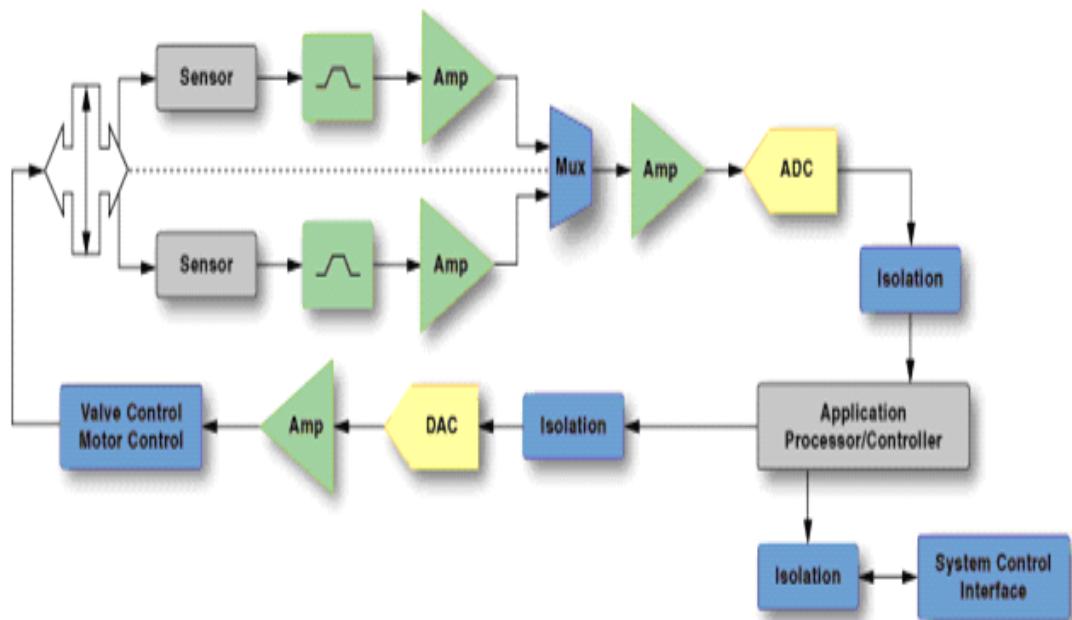
机器视觉就是用机器代替人眼来做测量和判断。一个典型的工业机器视觉系统包括：光源、镜头、CCD 照相机、图像处理单元（或图像捕获卡）、图像处

ADuM 系列磁耦应用

理软件、监视器、通讯 / 输入输出单元等，在现代自动化生产过程中，人们将机器视觉系统广泛地用于工况监视、成品检验和质量控制等领域。

在此系统中的隔离 (isolation) 也是显而易见的。

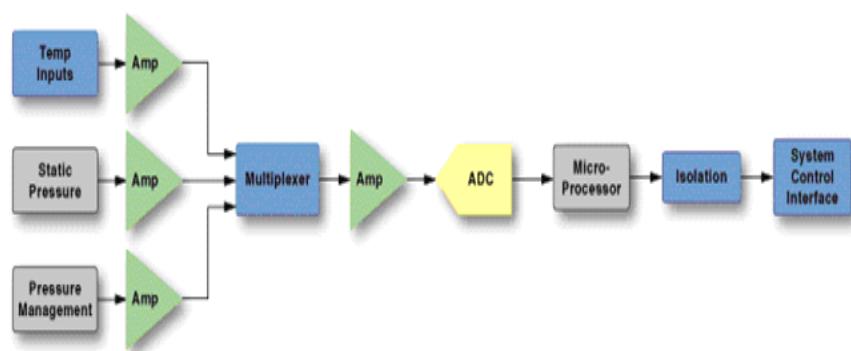
6、流量计



流量计是一种用以测量管路中流体流量（单位时间内通过的流体体积）的仪表。至今为止，可供工业用的流量仪表种类达 60 种之多。品种如此之多的原因就在于至今还没找到一种对任何流体、任何量程、任何流动状态以及任何使用条件都适用的流量仪表。

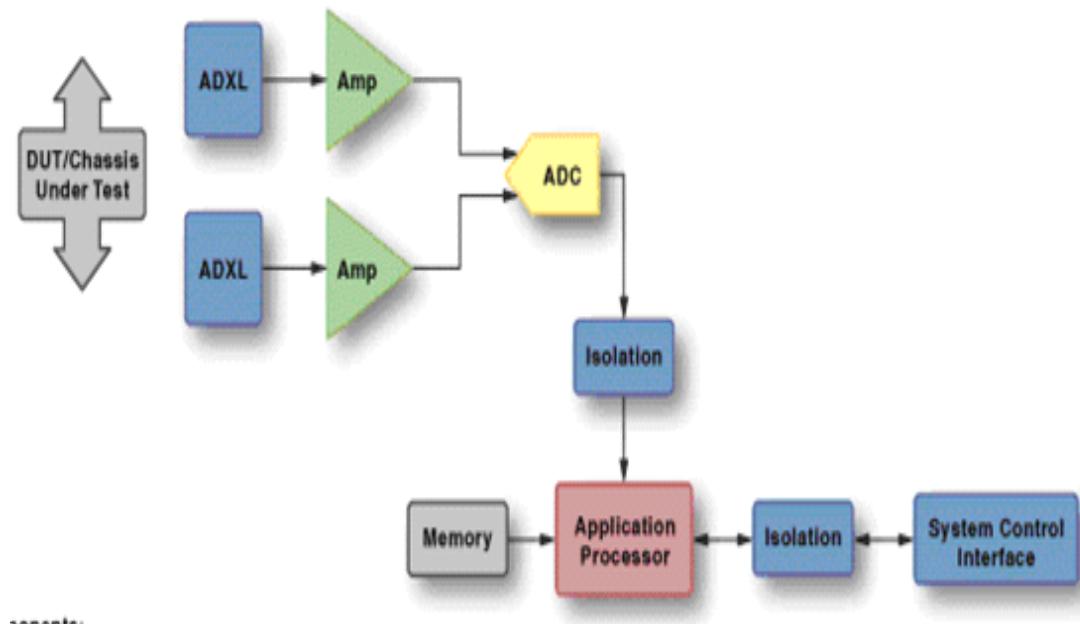
在系统主控器与各传感器之间的 AD/DA 部分及主控器与系统接口部分隔离 (isolation) 器件的选择也是必须的。

7、压力控制



ADuM 系列磁耦应用

8、振动控制



振动控制（Vibration Control）是振动工程领域内的一个重要分支，是振动研究的出发点和归宿。从广义上讲，振动控制包括两方面内容：（1）有利振动的利用；（2）有害振动的抑制（即振动控制）。振动控制的任务：通过一定的手段使受控对象的振动水平满足人们的预定要求。

以上提到的各种应用系统中，隔离主要是用来保护 MCU 不受外界的高压、高电流的影响而损坏，所以这里的隔离主要表现在 I/O 的隔离，我们可以选用磁耦数字隔离器中的通用数字隔离器系列产品，推荐双通道、三通道以及四通道隔离器。

9、总线隔离

A、RS232

RS232 是一种常用的接口通信协议，一般通过三根线（接收、发送、地线）将两台不同设备互联，在短距离传输中应用是最广泛的。

对于 RS232 的隔离我们推荐的是 ADI 磁耦数字隔离器系列中的 ADUM5241。这款芯片里面包含了 DC-DC 隔离电源和正反双通道的隔离器，另推荐型号 ADUM1201（双通道隔离器）、ADM3251E（带 DC-DC、双通道隔离、232 收发器）

ADuM 系列磁耦应用

B、RS485 总线

在长距离的传输中我们一般会用 RS485 总线, 它的传输距离可为几十米到上千米, 采用平衡发送、差分接收, 是目前应用最广的一种总线方式。

对于 RS485 的隔离我们推荐的是 ADI 磁耦数字隔离器系列中的 **ADM2483**, **ADM2483** 是 ADI 推出的一款带隔离的 RS485 收发器, 它集成了一个 RS485 收发器和一个三通道的数字隔离器。是目前性价比最高的 RS485 收发器, 功能上可替代一个 MAX485 和三个 6N137 光耦隔离。

C、CAN 总线

CAN 总线是一种优于 RS485 的总线方式, CAN 的高性能和可靠性已被认同, 已被广泛地应用于汽车电子、工业自动化、船舶、医疗设备、工业设备等方面。

CAN 的隔离是在收发器与控制器之间的, 我们推荐的隔离器是 **ADUM1201**—正反双向双通道隔离器。

D、SPI 总线

SPI, 是英语 Serial Peripheral interface 的缩写, 顾名思义就是串行外围设备接口。是 Motorola 首先在其 MC68HCXX 系列处理器上定义的。SPI 接口主要应用在 EEPROM, FLASH, 实时时钟, AD 转换器, 还有数字信号处理器和数字信号解码器之间。SPI, 是一种高速的, 全双工, 同步的通信总线, 并且在芯片的管脚上只占用四根线, 节约了芯片的管脚, 同时为 PCB 的布局上节省空间。

对于 SPI 总线的隔离我们推荐的型号是: **ADUM1401**—三正一反四通道隔离器。

E、I²C 总线

I²C(Inter—Integrated Circuit)总线是一种由 PHILIPS 公司开发的两线式串行总线, 用于连接微控制器及其外围设备。

专门用于 I²C 总线的磁耦数字隔离器是 **ADUM1250**, 这是业界首款可以实现单通道上的双向通讯功能的芯片, 总共两个通道, 并且符合 I²C 总线协议的电平标准。

F、PROFIBUS

PROFIBUS 是一种国际化. 开放式. 不依赖于设备生产商的现场总线标准。广泛适用于制造业自动化. 流程工业自动化和楼宇. 交通电力等其他领域自动化。

ADuM 系列磁耦应用

PROFIBUS 是一种用于工厂自动化车间级监控和现场设备层数据通信与控制的现场总线技术。可实现现场设备层到车间级监控的分散式数字控制和现场通信网络，从而为实现工厂综合自动化和现场设备智能化提供了可行的解决方案。

我们推荐的磁耦数字隔离器型号是 **ADM2486**，它集成了一个三通道的数字隔离器和一个 RS485 收发器（可做 PROFIBUS 的总线收发器），功能上可替代一个 SP485 和三个 6N137 光耦隔离。