

数字隔离在电子产品中的应用

罗国才 应用工程师， [世强电讯](#)

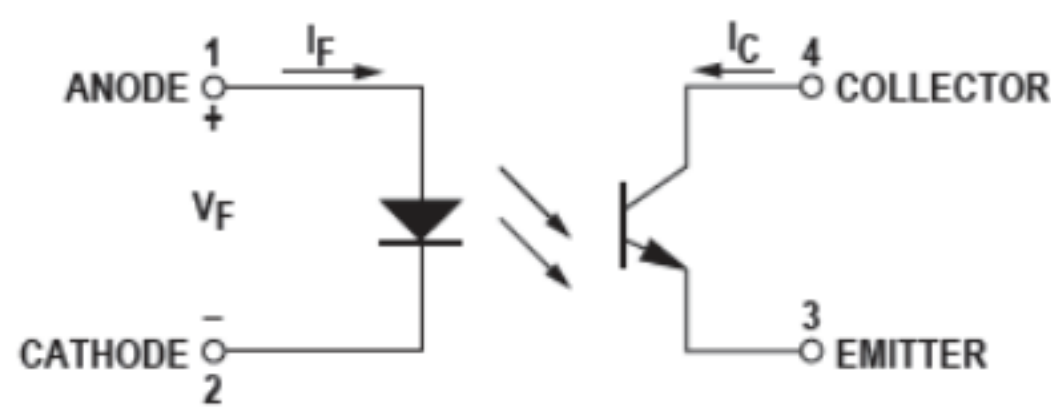
当前的电子系统中， 往往有很多数字信号和模拟信号需要进行传递， 同时要求有很高的电阻隔离特性，实现电子系统与用户之间的隔离， 多采用光耦、 磁隔离和电容隔离来实现， 但其功耗、速度、隔离电压等方面往往不能达到最优。针对隔离产品市场， Silicon Labs 公司推出以无线传输来实现信号的隔离和传递，同时在性能方面得到了很大的提升。

本文将重点对数字隔离器的工作原理， 产品特点及性能等分别进行介绍， 再讲解数字隔离器在电子产品中的部分应用。

一、隔离产品的工作原理

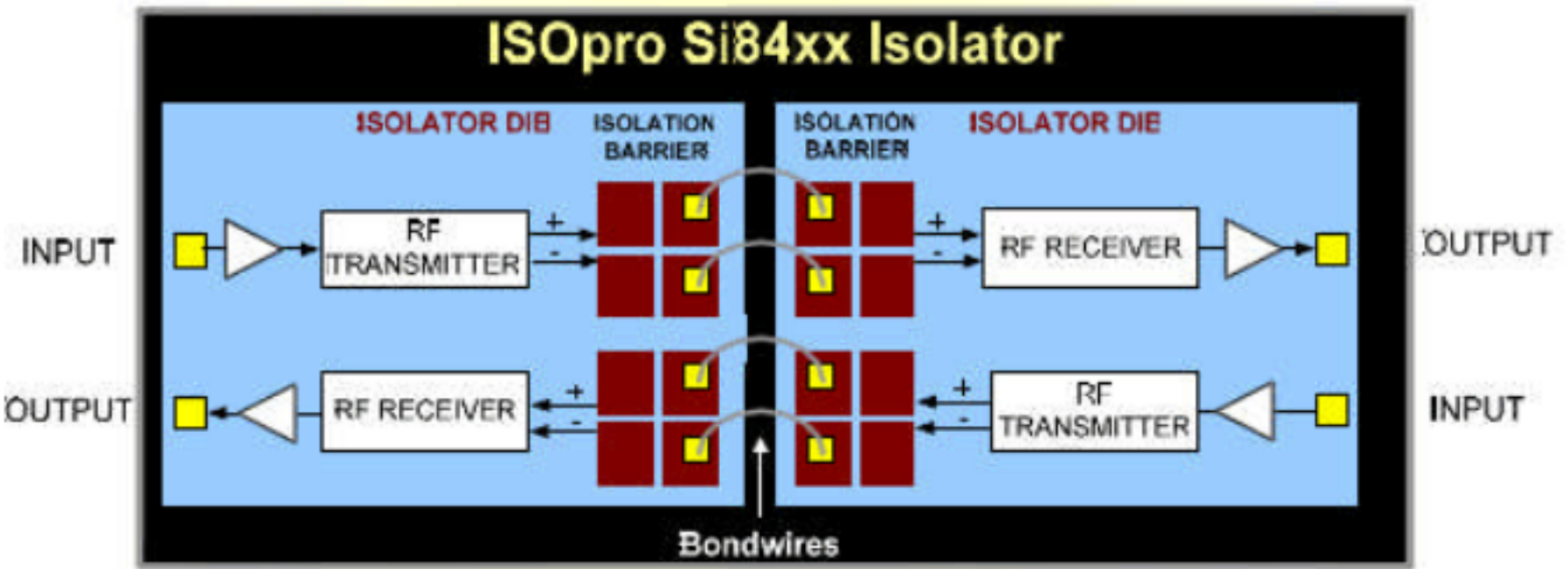
1、按照隔离产品的传播方式可以分为光耦隔离、磁隔离和电容隔离，以及 Silicon Labs 产品中采用的无线隔离。以光耦为例，其传播原理如下：

Schematic

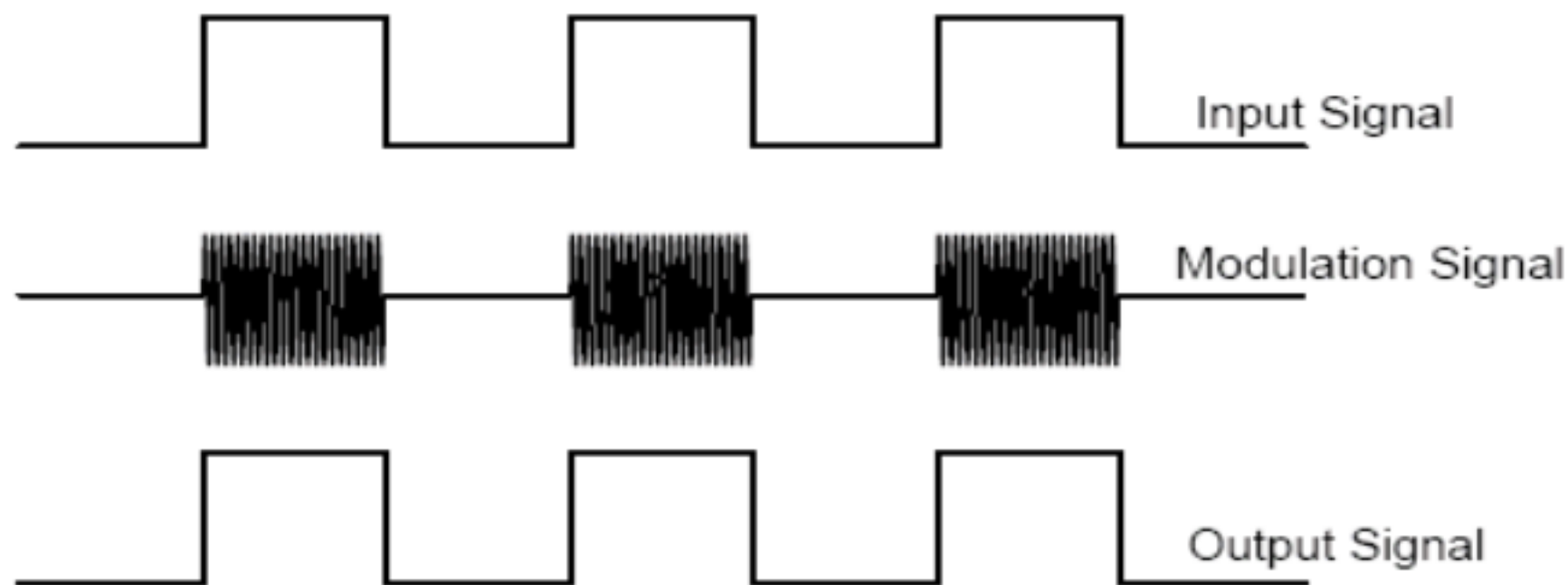


输入的电信号驱动发光二极管（ LED ），使之发出一定波长的光，被光探测器接收而产生光电流，再经过进一步放大后输出，这就完成了电—光—电的转换，从而起到输入、输出、隔离的作用。其优点是信号单向传输，隔离电压高，抗干扰能力强；其缺点也比较明显，速度不会特别快，最高 50Mbps ， LED 功耗较大，工作时间较长 LED 很容易老化。

2、 Silicon Labs 以无线的方式实现信号的隔离和传播，下面以 Si84xx 为例说明其工作原理。







说明：左边 Input 做为信号的输入，将该信号转换为无线射频信号后，右边进行 RF 接收和处理，并且通过 Output 将接收的信号进行输出。无线信号的调制频率为 2.4GHz 左右，不在通讯频率范围。其调制和解调信号如下图：



因为采用了无线信号进行信号的传递，信号的转换和传递速度快，数据传递速率可达到 150Mbps，尺寸也可以做的很小，功耗非常低，传播时间短，隔离电压非常高。由于是无线进行信号传递，容易造成电磁干扰。


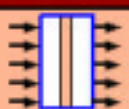

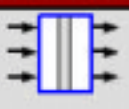




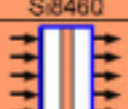

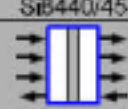

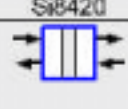


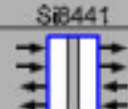



二、Silicon Labs 隔离产品分类及特点

1，Silicon Labs 隔离产品，大致可分为三类，数字隔离，隔离门级驱动，电流隔离传感，如下：

Unidirectional Isolators		<ul style="list-style-type: none">▪ 1 to 6-channels▪ Up to 150 Mbps▪ Industry's fastest prop delays (< 9ns)▪ Robust CMTI > 25 kV/μs▪ 5 kV, 2.5 kV & 1 kV isolation	Si846x Si845x Si844x Si843x Si842x Si841x
Bidirectional I²C, SMBus, PMBus Isolators		<ul style="list-style-type: none">▪ 2 bidi channels (SDA, SCL)▪ 2 bidi + 2 unidirectional▪ 1.7 Mbps I²C clock▪ 35 mA open drain I²C outputs▪ 2.5 kV & 1 kV isolation	Si8400 Si8405
Isolated Gate Drivers		<ul style="list-style-type: none">▪ High-side / Low-side or Dual low-side▪ 0.5 and 4 A peak output▪ 8 MHz switching frequency▪ Adjustable dead time & overlap control▪ 5 kV & 2.5 kV; ±1200 V_{DC} out-to-out isolation	Si823x Si822x
Isolated AC Current Sensors		<ul style="list-style-type: none">▪ 5, 10, 20 A full scale range▪ 50 kHz to 1 MHz input frequency▪ ± 5% initial accuracy▪ Very low loss (< 1.3 mΩ, < 2 nH)▪ 5 kV (SOIC) & 1 kV (QFN) isolation ratings	Si85xx

2，产品特点。 Silicon Labs 隔离产品具有功耗低、速度快、传播延迟短等优点，是业界速度最快，集成度最高的隔离器。最高速度达到 150Mbps，一个 IC 最高能集成 6 通道，隔离电压可达到 5KV，共模瞬态抗扰度（CMTI）高，大于 25KV/uS；EMI 方面，符合 IEC 61000-4-8 和 IEC 61000-4-9 标准。

3，数字隔离可供选择的产品非常多，有单向、双向及混合型的隔离产品，单通道和多通道的产品均有，如下。

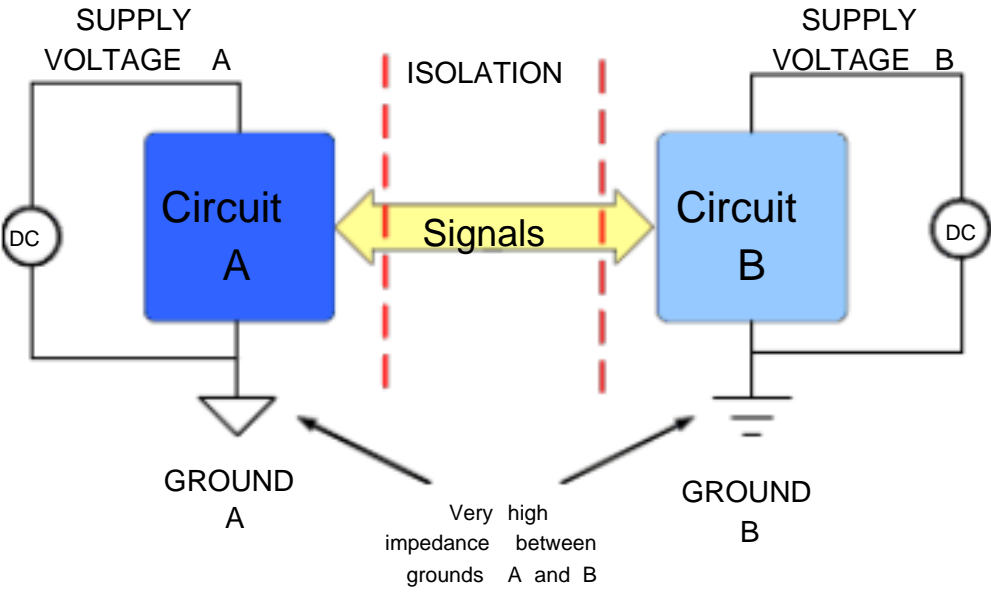
Unidirectional						Bidirectional I ² C, PMBus, SMBus	
6-Channel	5-Channel	4-Channel	3-Channel	2-Channel	1-Channel	Bidirectional SDA, SCL	BiS SDA, SCL + 1 FWD + 1 REV
 Si8460	 Si8450/55	 Si8440/45	 Si8430/5	 Si8420	 Si8410	 Si8400	 Si8405
 Si8461	 Si8451	 Si8441	 Si8431	 Si8421			
 Si8462	 Si8452	 Si8442		 Si8422*			
 Si8463				 Si8423			
NB SOIC-16	NB SOIC-16 DSOF-16	NB SOIC-16 WB SOIC-16 DSOF-16	NB SOIC-16 WB SOIC-16	NB SOIC-8 WB SOIC-16	NB SOIC-8 WB SOIC-16		
2.5 kV 1.0 kV	2.5 kV 1.0 kV	2.5 kV 1.0 kV	2.5 kV	5.0 kV 2.5 kV	5.0 kV 2.5 kV		
150 Mbps	150 Mbps	150 Mbps	150 Mbps	150 Mbps	150 Mbps		

4， 产品的隔离性能很好，其参数如下。

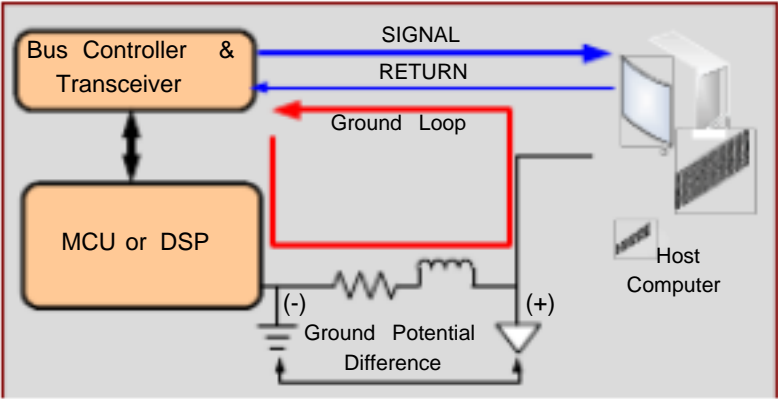
Material Group IIIa*	WB SOIC 16		NB SOIC 16		NB SOIC 8
Isolation Rating (UL1577 – 1 minute)	5.0 kV _{RMS}	2.5 kV _{RMS}	2.5 kV _{RMS}	1.0 kV _{RMS}	2.5 kV _{RMS}
Highest Allowable Over-voltage (VDE – 10 sec)	6000 V	4000 V	4000 V	-	4000 V
60747-5-2 Basic	632 V _{RMS}	397 V _{RMS}	397 V _{RMS}	-	397 V _{RMS}
61010 Test/M Measurement	300 V _{RMS} *	300 V _{RMS} *	130 V _{RMS} *	-	130 V _{RMS} *
60950 Telecom	400 V _{RMS}	130 V _{RMS}	130 V _{RMS}	-	130 V _{RMS}
60601 Medical	125 V _{RMS}	125 V _{RMS}	30 V _{RMS}	-	30 V _{RMS}
Min Internal Gap/Clearance (Total SiO ₂ Thickness, 2 die)	.014 mm	.008 mm	.008 mm		.008 mm
Clearance	8 mm		4.9 mm		4.9 mm
Creepage	8 mm		4.01 mm		4.01 mm

三、Silicon Labs 隔离产品的性能及应用

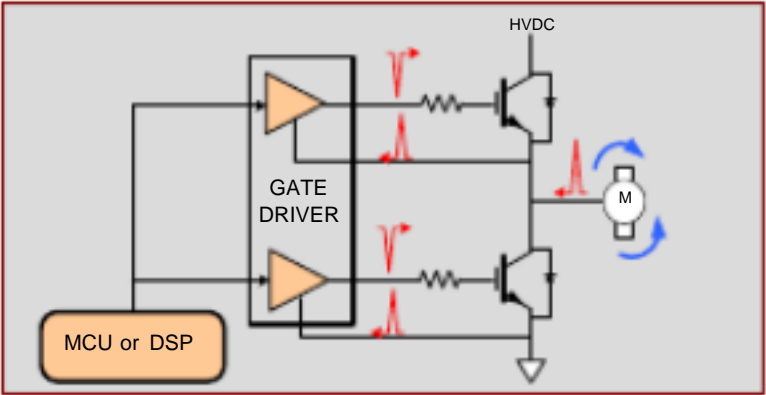
1， Silicon Labs 隔离产品能消除地线回路的问题，实现不同电压的传送，增加共模抑制比等。



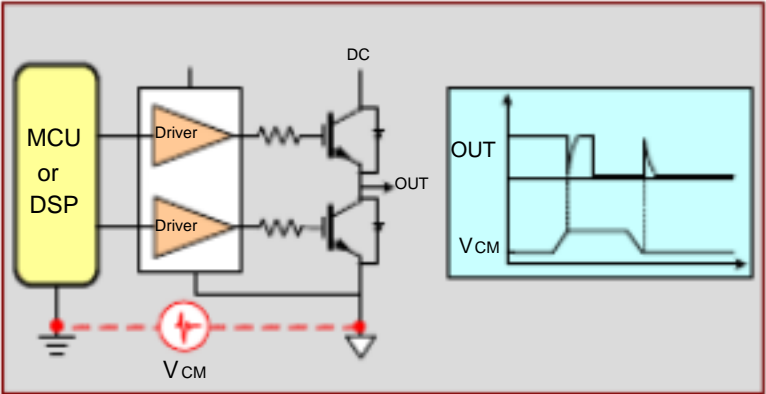
A，消除地线回路应用



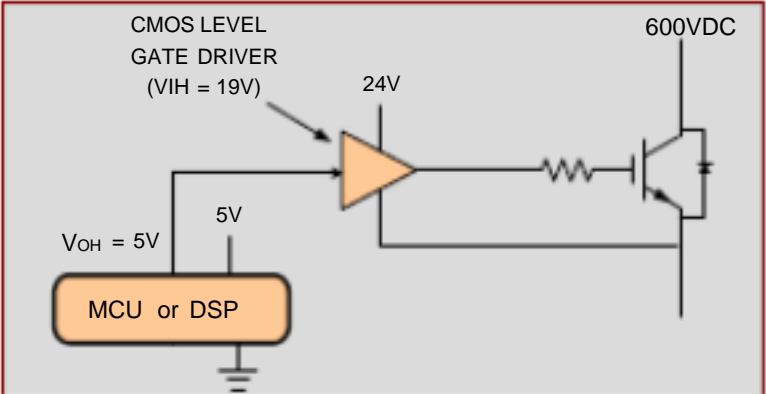
B，实现电压传送应用



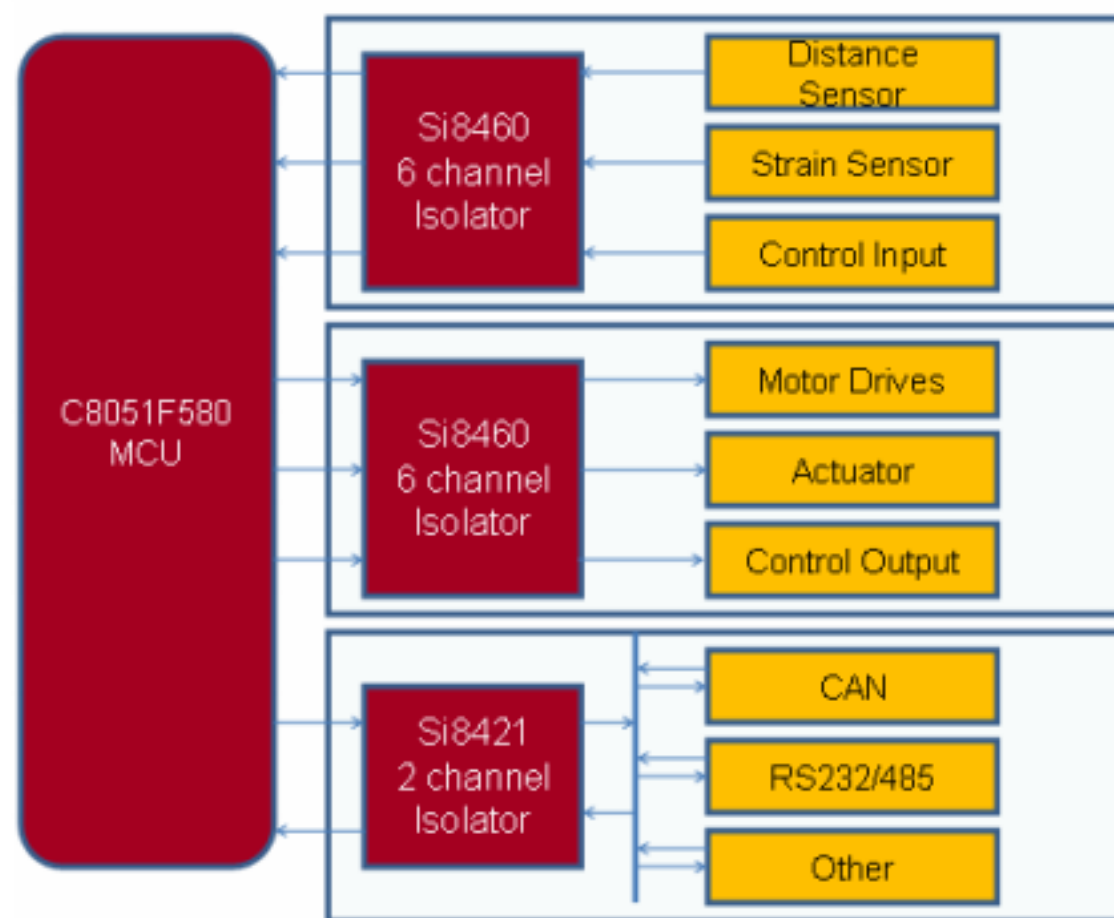
C，增加共模抑制比应用



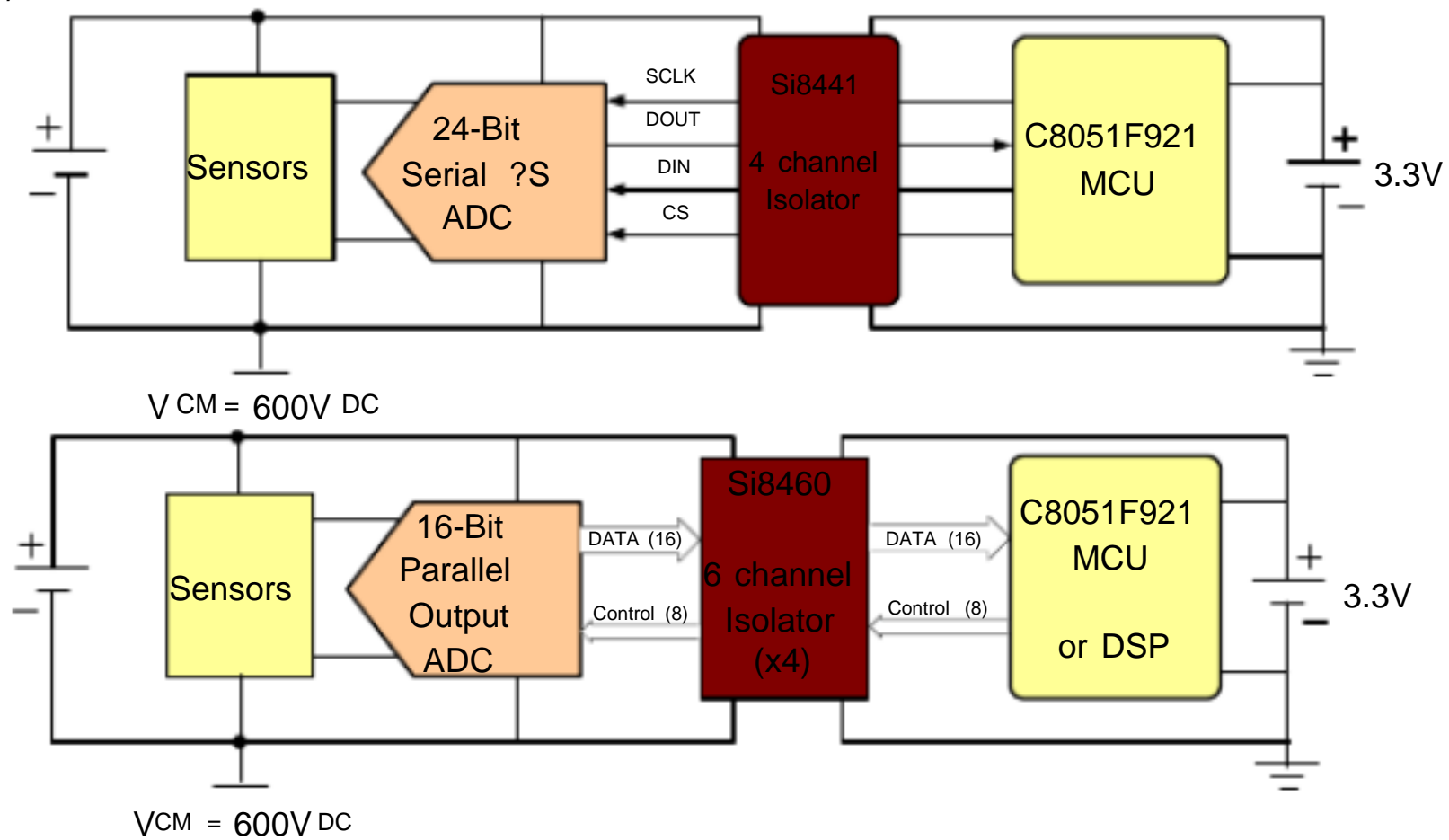
D，使逻辑电平兼容应用



2，Silicon Labs 隔离产品在工业领域中的应用

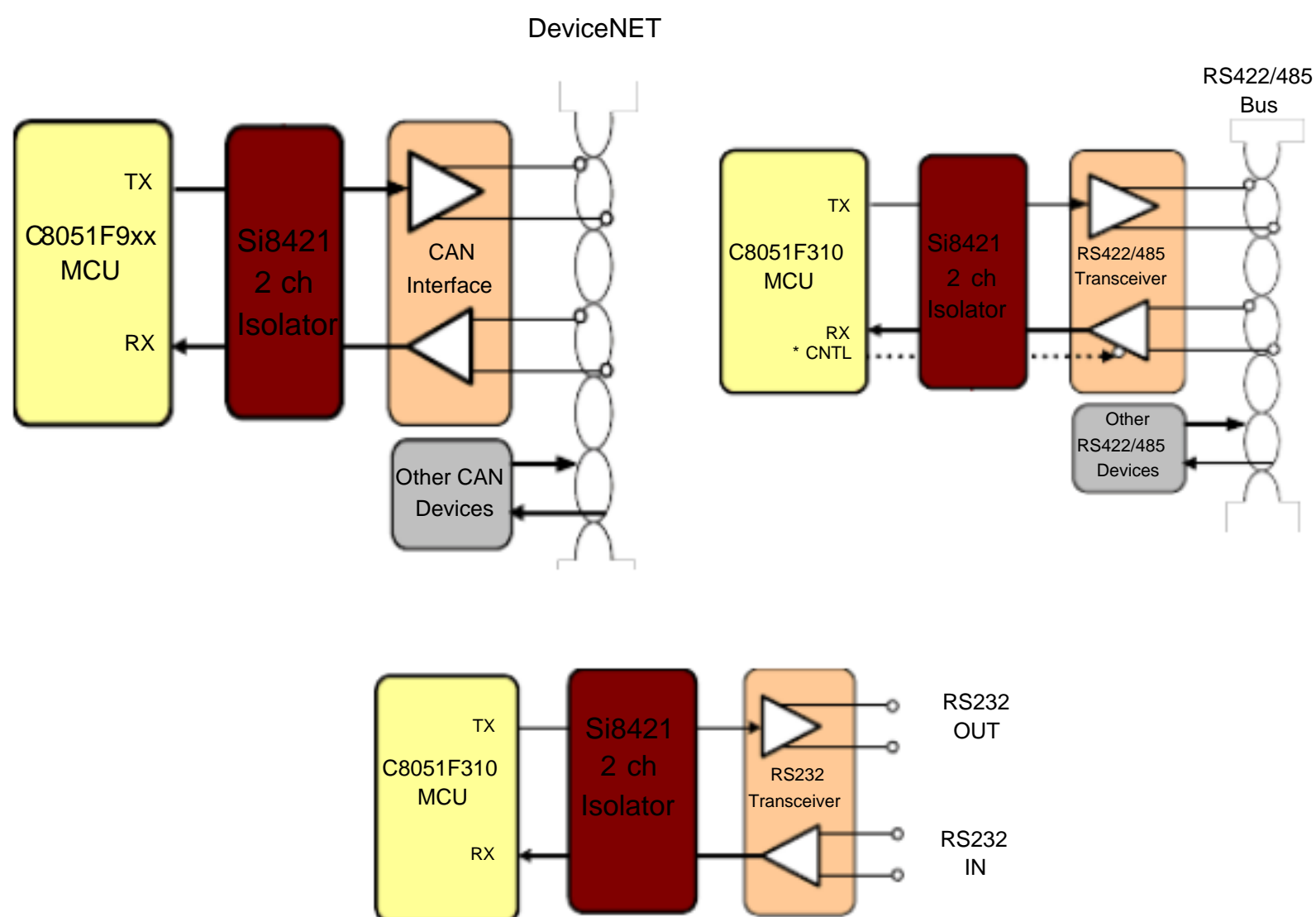


A , 隔离 ADC 数据



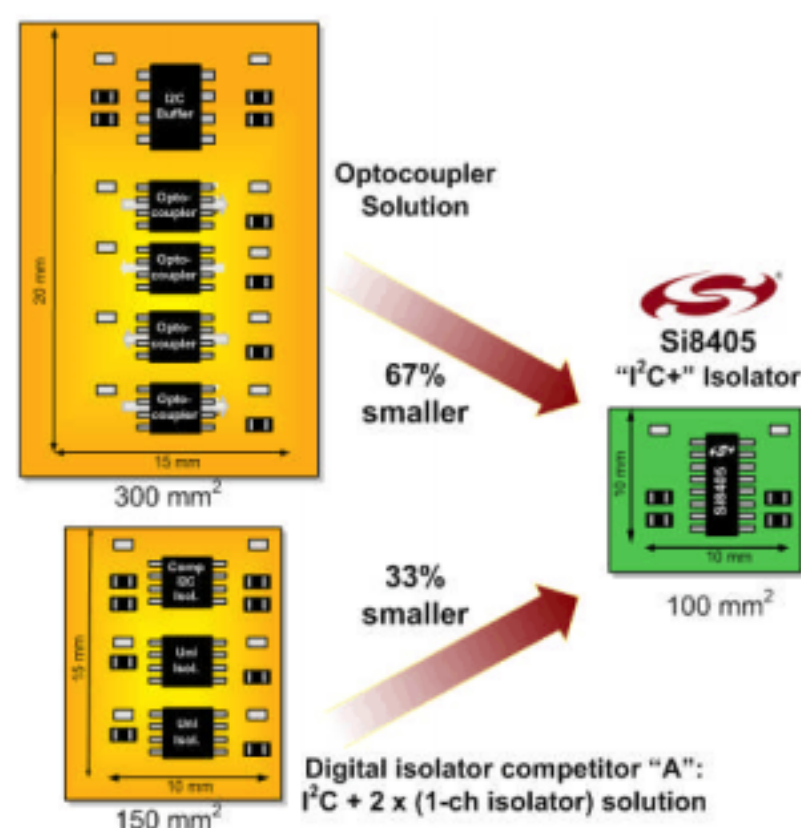
特点是在高压电路中传送低压信号，消除地线回路，抑制共模噪声，低延时，高速度，可靠性高。

B , 工业通讯隔离



能实现现场总线，器件总线，控制总线的隔离，能是用户和系统之间进行保护和隔离，传输速度快而且可靠性高。

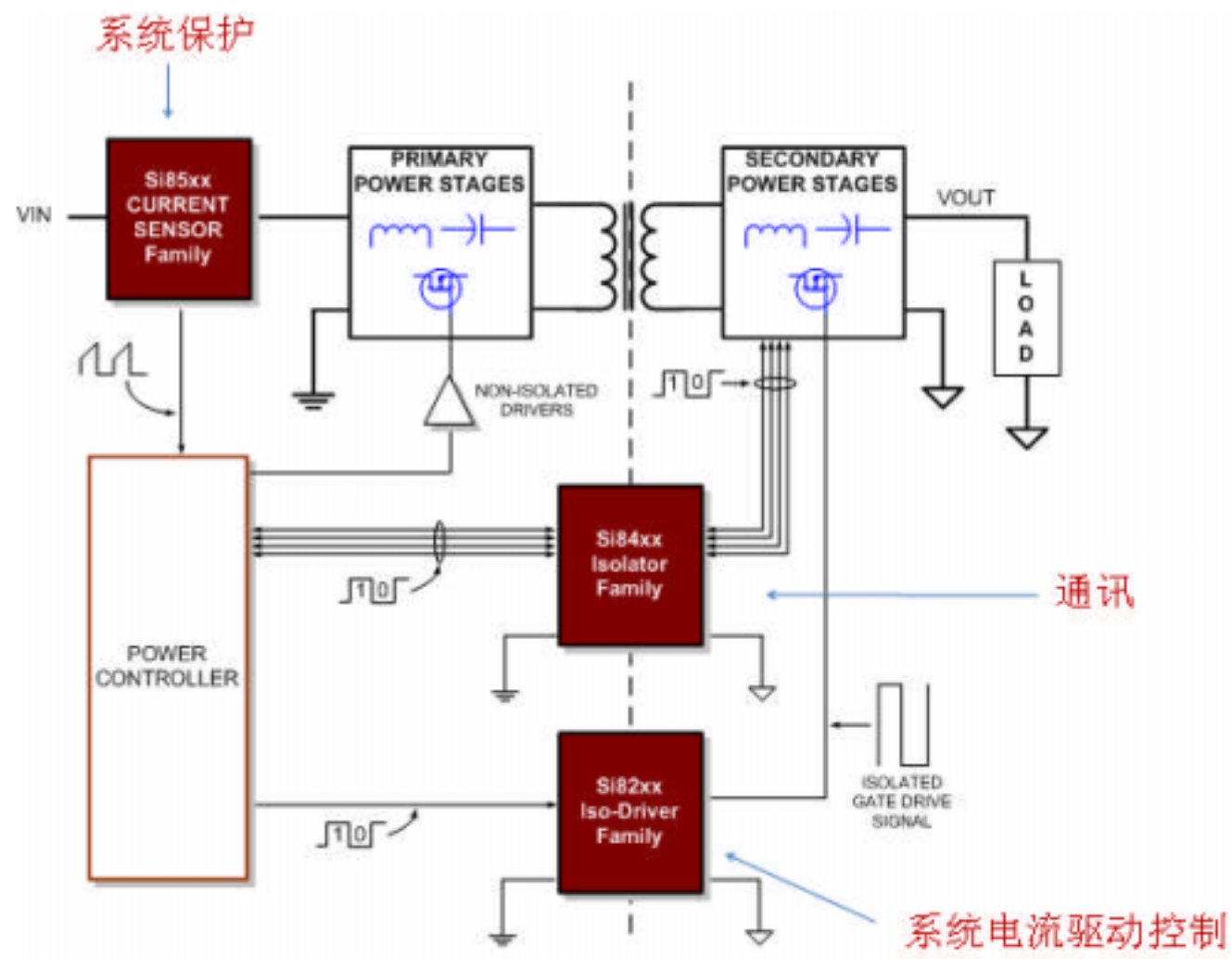
3, Silicon Labs 隔离产品 Si8405 等能实现 I2C 的双向隔离，比光耦减少 1/3 空间，支持 35mA 开路输出，外围电路仅需要两个电阻和电容，支持时钟速度达 1.7MHz。



用于测试和测量, 电源包, 热插拔, 电源供电

在传统的 I2C 通讯隔离中，需要将两套单向的隔离器件重复使用，才能将信号双向信号 (比如 Data) 进行有效的隔离。

4, Silicon Labs 隔离产品在能源系统中的应用，典型的有开关电源，灯光照明，逆变器，马达控制等等，在系统的应用机会如下：



Silicon Labs 的数字隔离器件，具有速度高、隔离电压高、功耗低、可靠性高的特点，能很好的应用于电子产品中，并且可供选择的产品类型众多。在电子系统的应用中，Silicon Labs 的数字隔离器件能很好地消除地线回路，增加共模抑制比，通讯数据隔离。

目前，Silicon Labs 授权代理商 [世强电讯](#) 可以提供 Si84xxISO 开发板、分布供电参考设计、IBIS 模型等。