



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

在恶劣环境下使用开关键控 数字隔离器

Brian Kennedy

应用工程师

接口与 iCoupler® 数字隔离器部门



今日议题

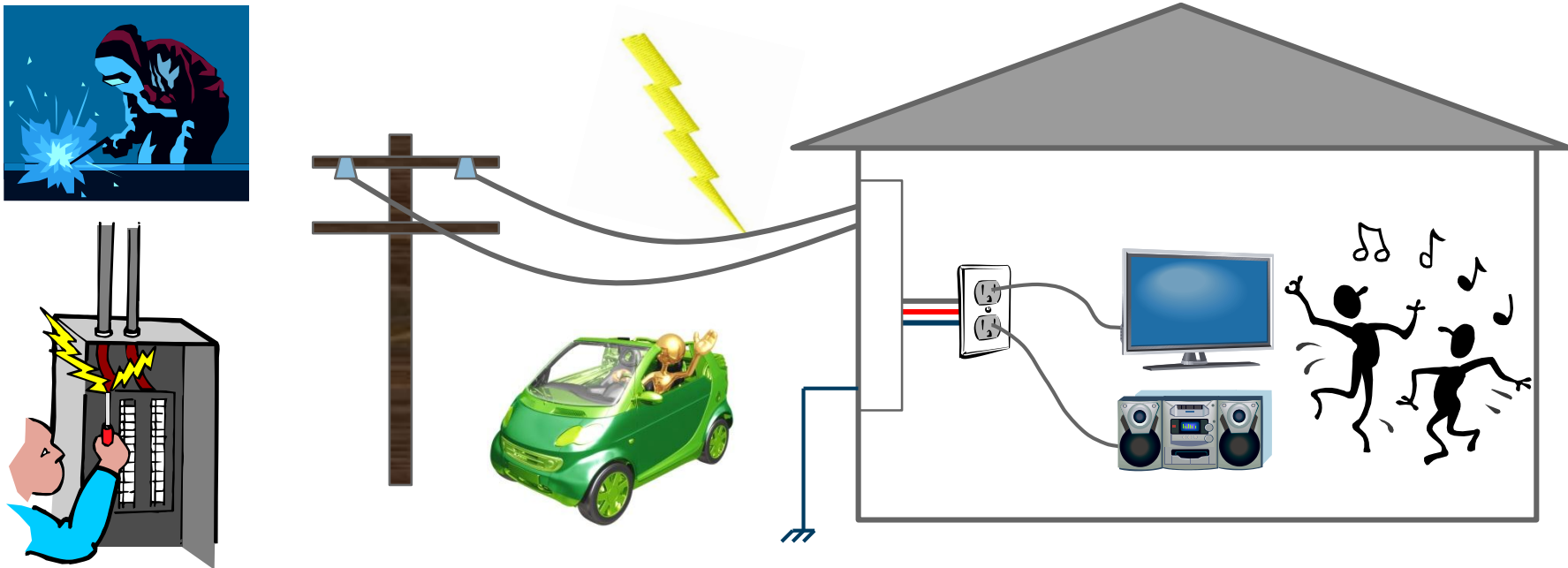
- ▶ 为什么需要隔离
- ▶ 数据传输如何影响隔离器性能
- ▶ 架构权衡
- ▶ 采用开关键控架构的新产品
- ▶ 在恶劣的环境下使用开关键控数字隔离器



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

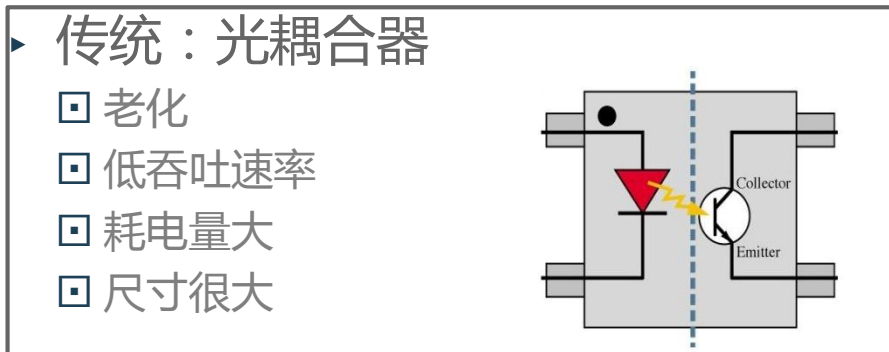
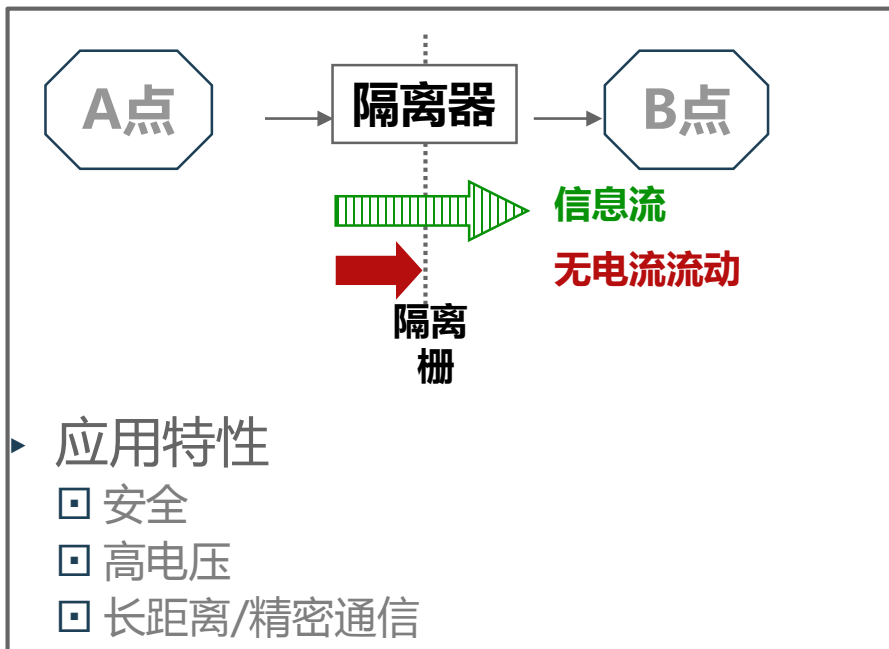
为什么需要隔离

为什么需要隔离？



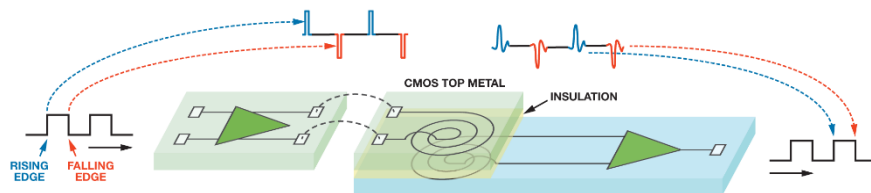
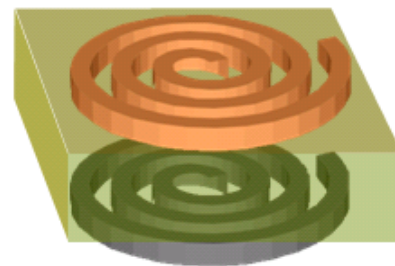
- ▶ 工业和消费电子领域很多地方存在危险电压
- ▶ 必须采取措施保护人员和设备，以免受到长期电位差和暂时过压条件（故障）损害
- ▶ 地方和国际法规要求必须保障安全

iCoupler技术： 最大程度地消除隔离相关弊端



iCoupler变压器隔离

- 尺寸更小
- 成本更低高性能
- 功耗更低
- 集成其它功能
- 可靠性/安全性



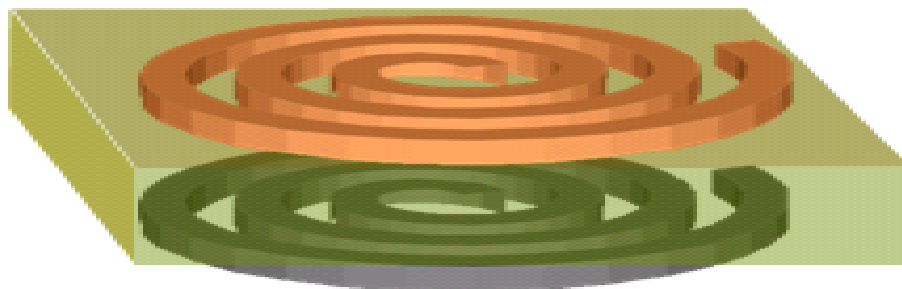
定义隔离器的四个特性

绝缘材料

聚酰亚胺、 SiO_2 等

耦合元件

LED、变压器、电容等



数据传输

边沿编码、开/关、PWM等

封装

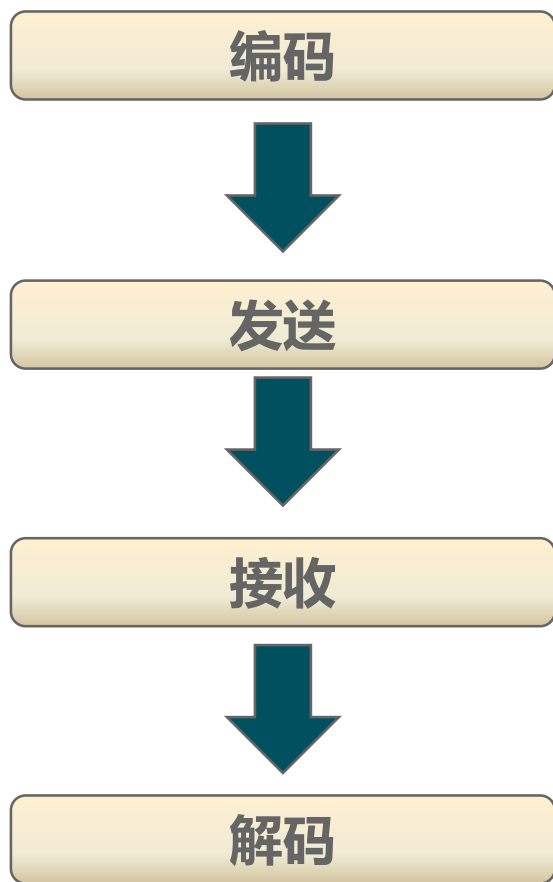
材料等级、爬电距离/电气间隙等



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

数据传输如何影响隔离器性能

哪些因素决定隔离器的电气性能？



- ▶ 数据编码开销

- ▣ 电平编码
- ▣ 脉冲编码

} 延迟、速度

- ▶ 数据传输效率

- ▣ 光 - 光学
- ▣ 磁场 - 感性
- ▣ 电场 - 容性

} 功耗、速度

- ▶ 接收器效率

- ▣ 光电晶体管 / PIN二极管
- ▣ 芯片级电感
- ▣ 差分电容

} 功耗、延迟






- ▶ 数据编码开销

- ▣ 放大 - 偏置
- ▣ 数据处理 - 时间

} 功耗、延迟

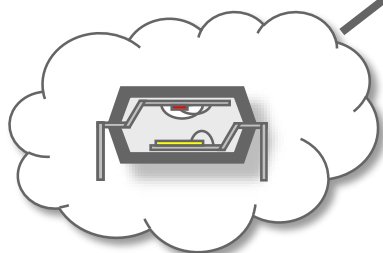
编码方案

- ▶ 开关键控(OOK)
 - ▣ 占用状态期间有耦合场
 - ▣ 闲置状态期间无耦合场
 - ▣ 光学、容性、感性
- ▶ 脉冲编码
 - ▣ 脉冲或脉冲序列中存在耦合场
 - ▣ 用正反器解码并锁存收到的数据
 - ▣ 容性、感性隔离

场	开关键控	脉冲编码
光		
磁		
电		

数据传输的演化

- ▶ 编码方案在不断发展，但未必会消失
- ▶ 每种方法都有优点和缺点
 - ▣ 不存在灵丹妙药
- ▶ 根据新产品要求选择并定制方案



ADuM140x

S/E脉冲

ADuM128x

Diff.脉冲

ADuM14x

Diff.OOK
鲁棒

ADuM144x

S/E脉冲
低功耗

ADN4651

Diff.脉冲
超高速



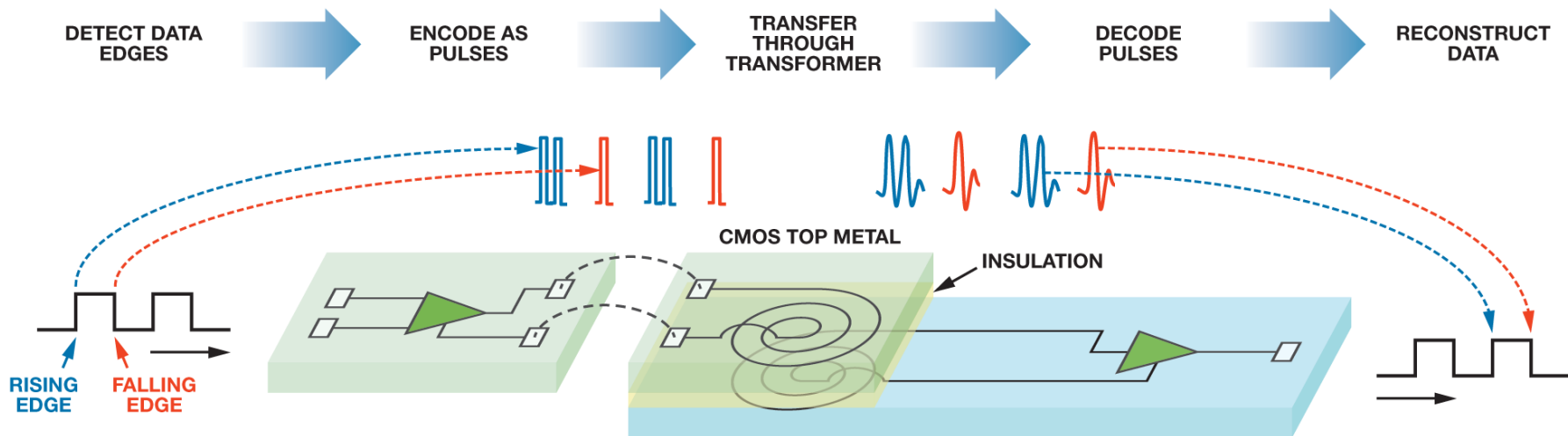
S/E = 单端
Diff. = 差分



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

架构权衡

单端脉冲编码

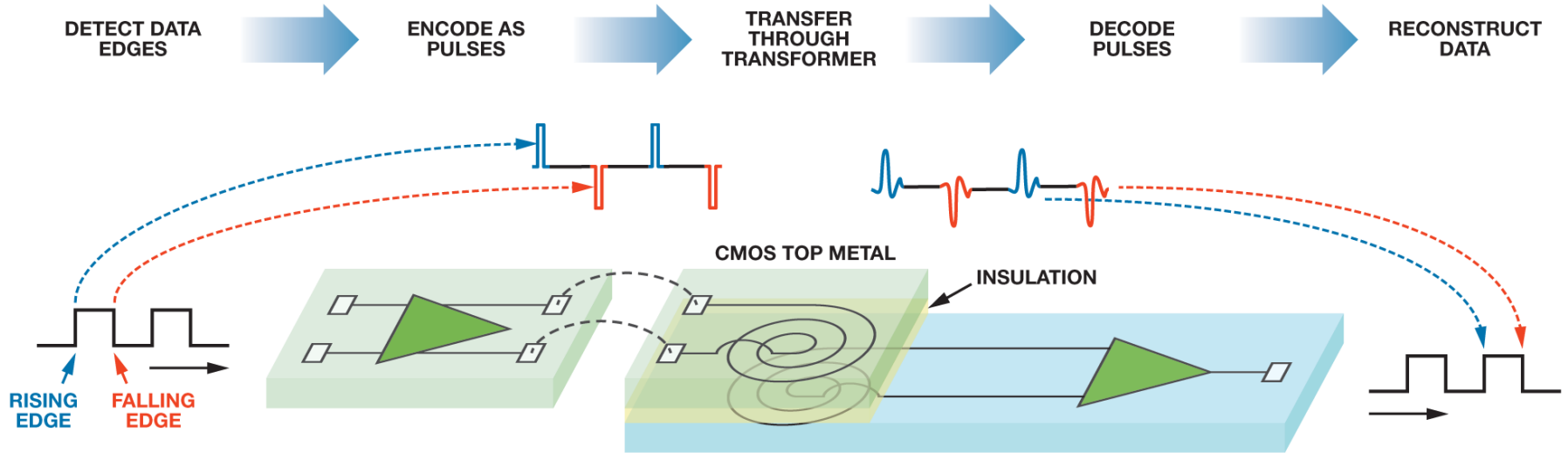


单端脉冲编码的特性

- ▣ 低数据速率下具有极低的功耗
- ▣ 高共模抗扰度
- ▣ 低传播延迟
- ▣ 高数据速率
- ▣ 低静态电流

与光耦合器相比较

差分脉冲编码

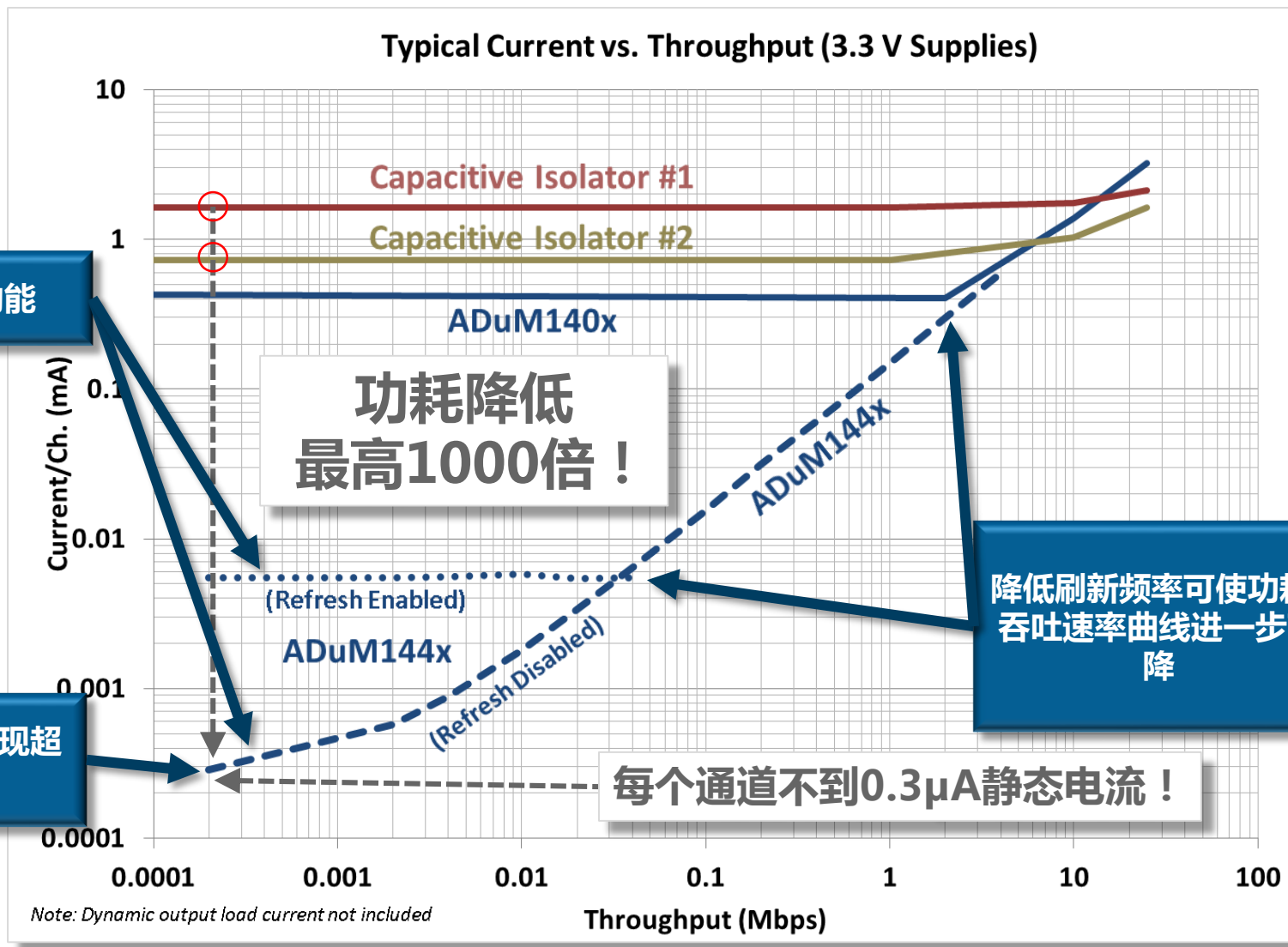


▶ 差分编码的特性

- ▣ 高频时功耗较低
- ▣ 低频时功耗较高
- ▣ 更低的传播延迟和更高的数据速率
- ▣ 更好的抗扰度
- ▣ 更低的变压器驱动信号
- ▣ 更低辐射

与单端相比较

单端脉冲编码有助于实现超低功耗数字隔离

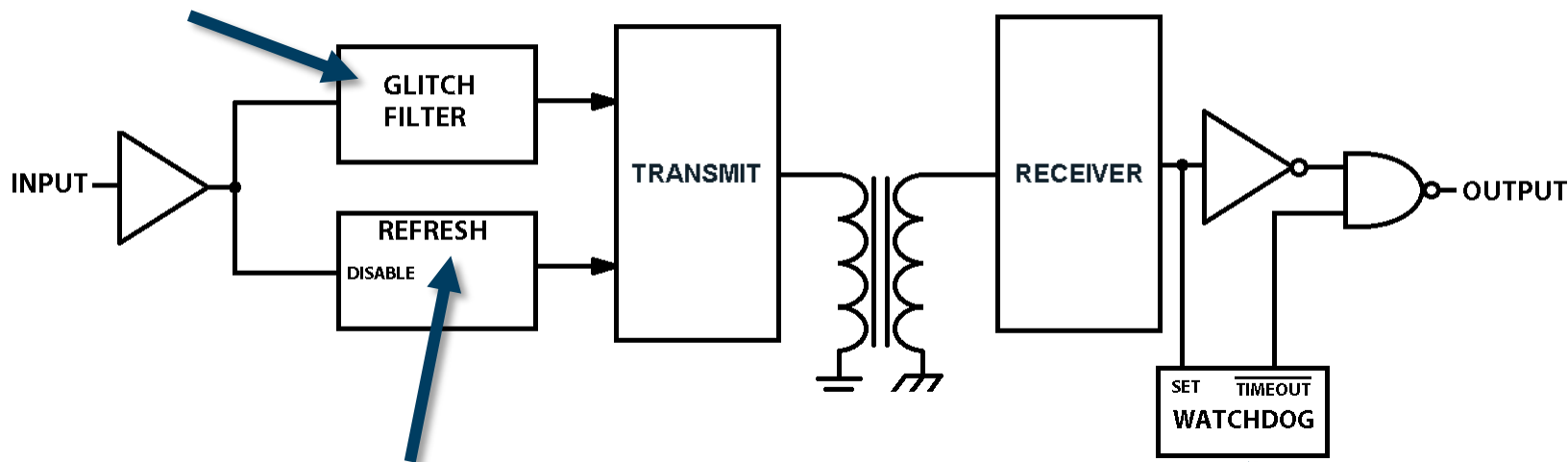


脉冲编码隔离器包含纠错和故障安全电路 ◆ 有利于降低传播延迟

毛刺滤波器

- ▣ 降低噪声
- ▣ 阻挡对于发送器来说过窄的脉冲

	刷新周期	看门狗周期
ADuM140x	~ 1 us	~ 3 us
ADuM144x	~ 70 us	~ 230 us



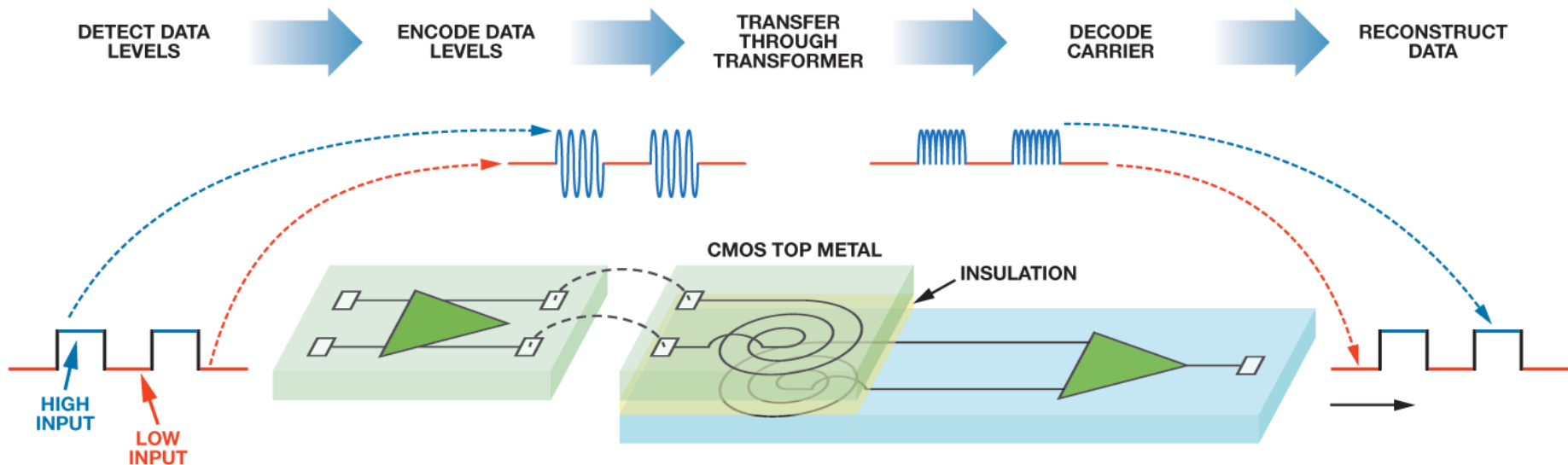
发送刷新电路

- ▣ 输入最后一次改变后重新发送数据
- ▣ 确保发送的数据状态正确
 - ▣ 还有直流正确性
- ▣ 可以禁用以降低功耗

接收器看门狗定时器

- ▣ 如果在几个刷新周期内未接收到脉冲，则输出设置为默认低电平
- ▣ 当发送器不能正常工作时，确保安全输出状态

开关键控



- ▶ 差分开关键控的特性
 - ▣ 最低的传播延迟和更高的数据速率
 - ▣ 差分接收器
 - ▣ 出色的抗扰度和鲁棒性
 - ▣ 高频时功耗最低
 - ▣ 低频时功耗较高

与
脉冲编码相比较



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

采用开关键控架构的新产品

新的 iCoupler OOK数据隔离器系列单通道至四通道产品

最鲁棒

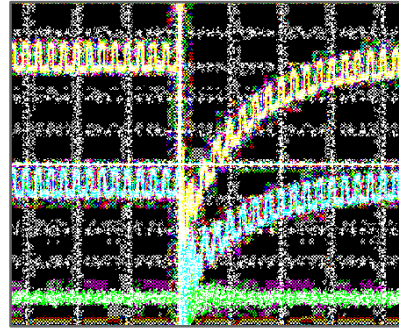
- ▶ > 3 kVpk注入噪声不会扰乱电路
- ▶ 低辐射

最安全

- ▶ 15 kVpk浪涌
- ▶ 5 kVrms耐受电压
- ▶ 600 Vrms工作电压

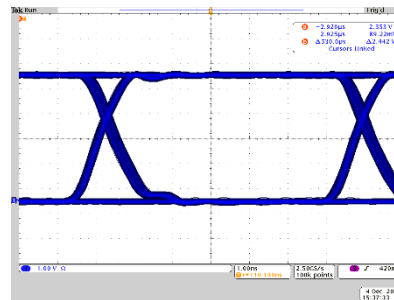
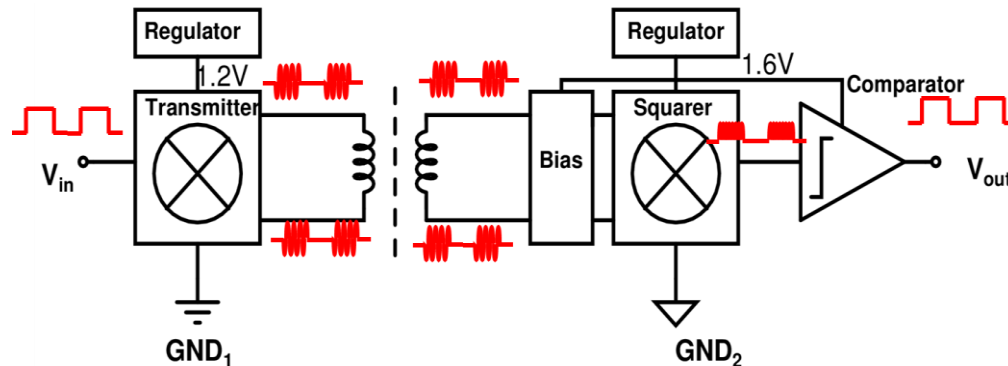
最快速

- ▶ 150 Mbps
- ▶ < 13 ns传播延迟
- ▶ < 150 ps抖动



最合适

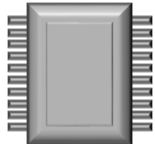
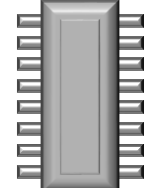
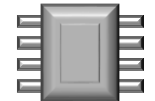
封装最小，满足爬电距离要求



最低动态功耗

- ▶ 0.3 mW/Mbps/通道
- ▶ 1.7V至5V I/O和内核

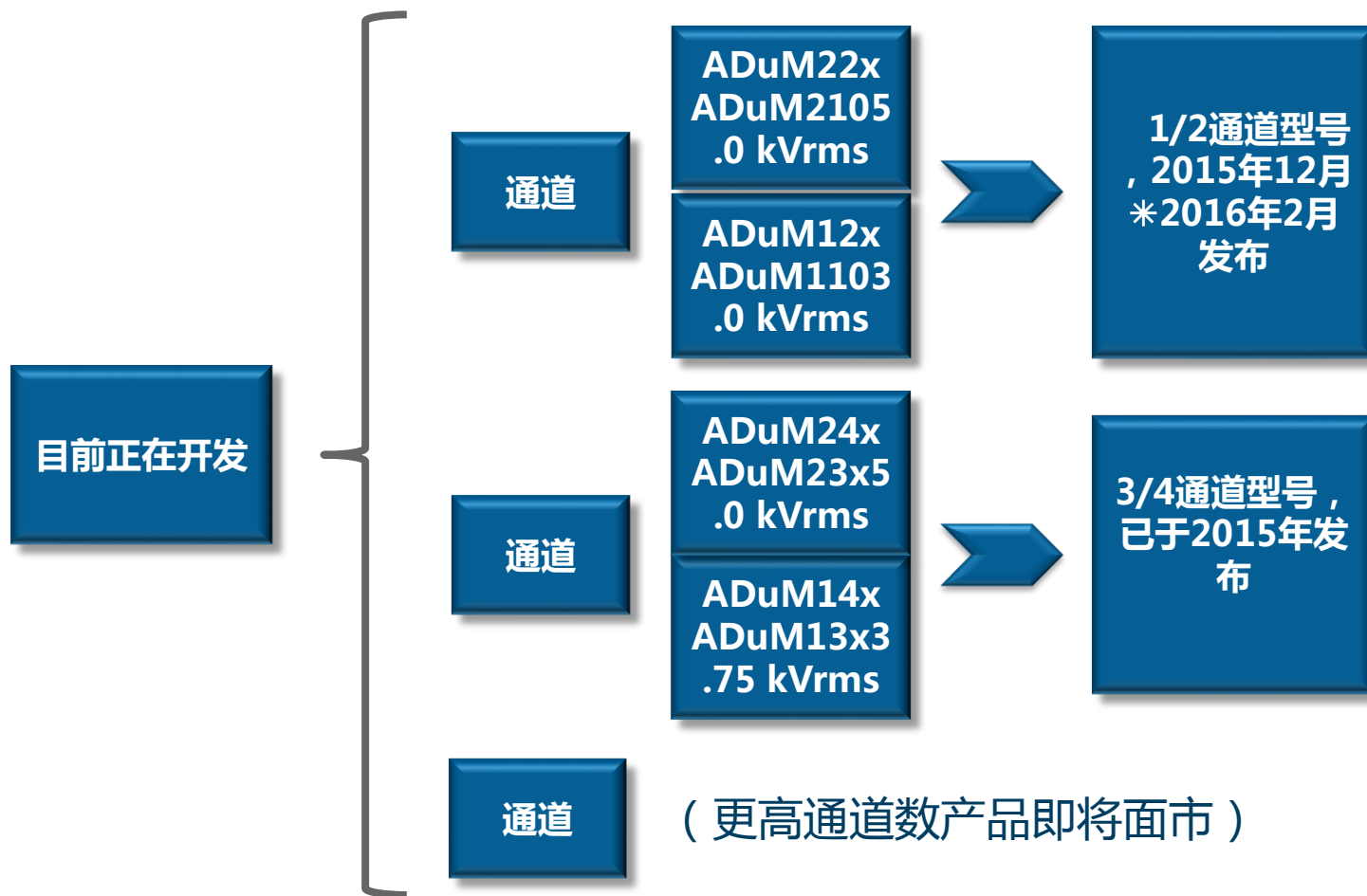
4mm



> 8 mm



ADuM1xx近期开发计划





AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

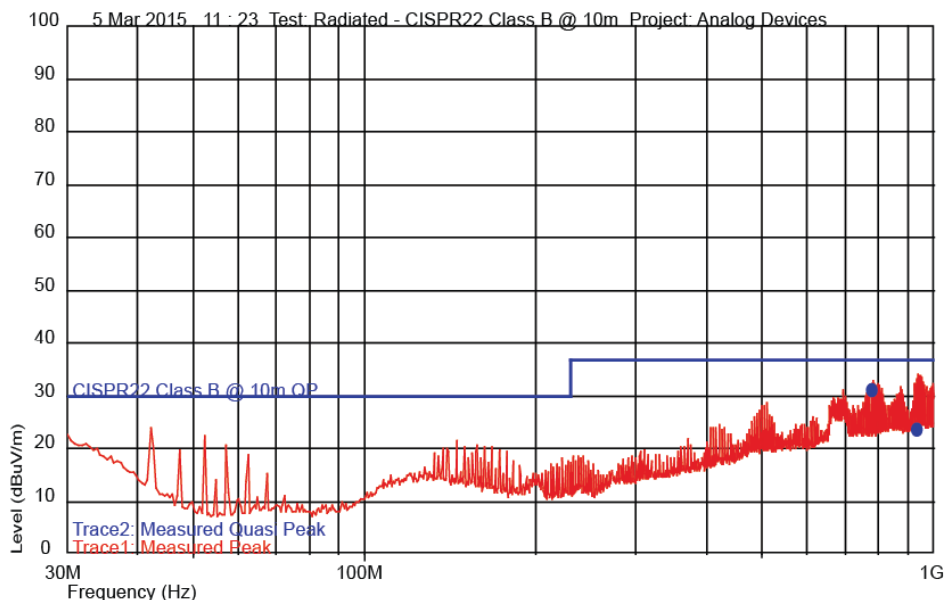
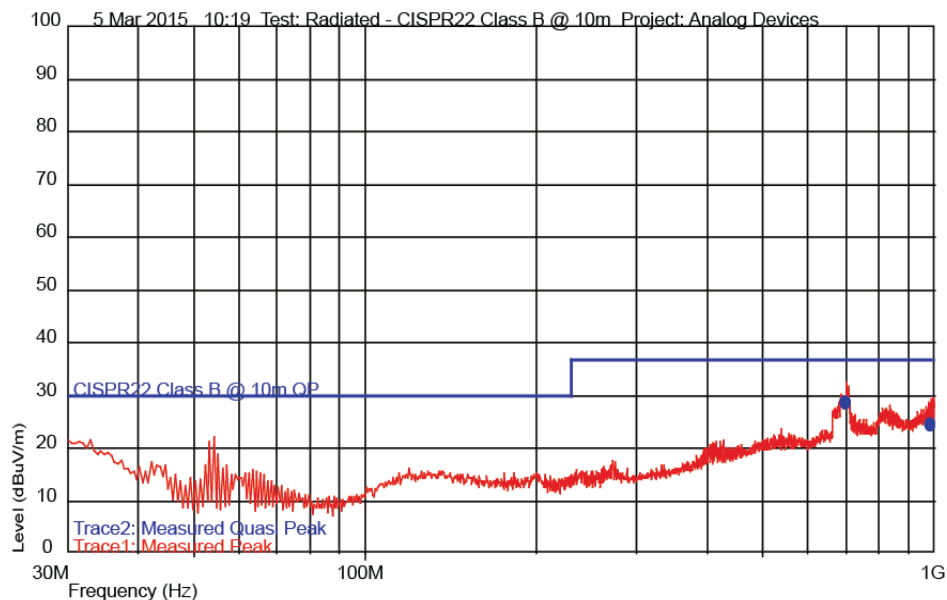
在恶劣的环境下使用开关键控数字隔离器

ADuM142 EN55022辐射标准PCB布局, 5V电源

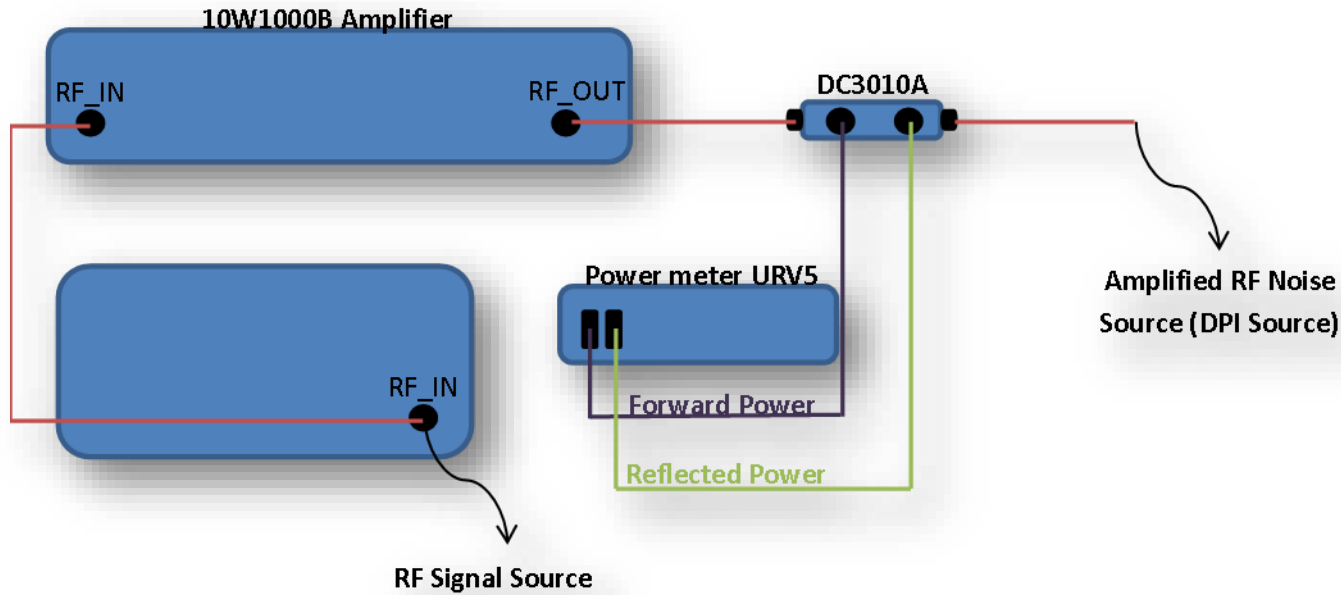
通过EN55022 B类认证, 4层板, 未采取应对EMI措施

1 Mbps

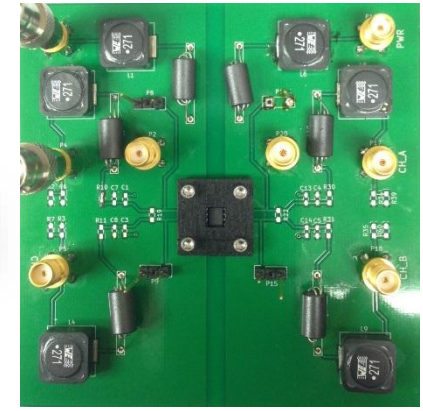
5 Mbps



IEC 62132-4抗传导干扰性直接功率注入(DPI)

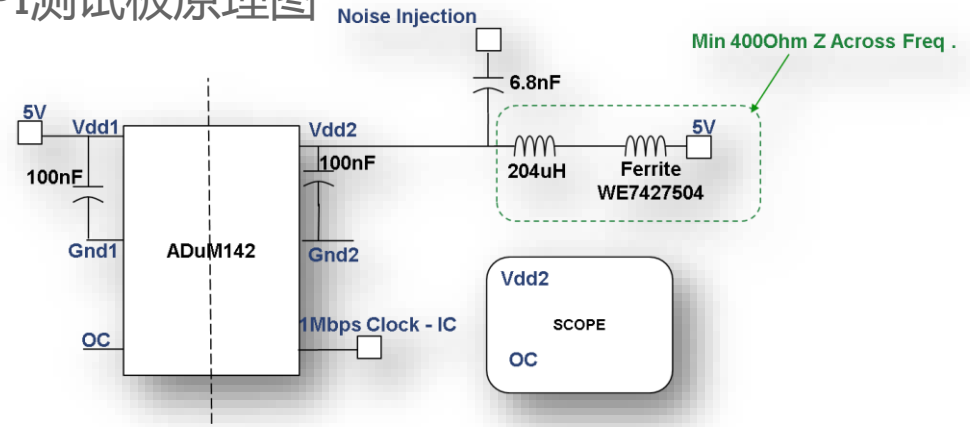


DPI测试板
ADuM142受测器件

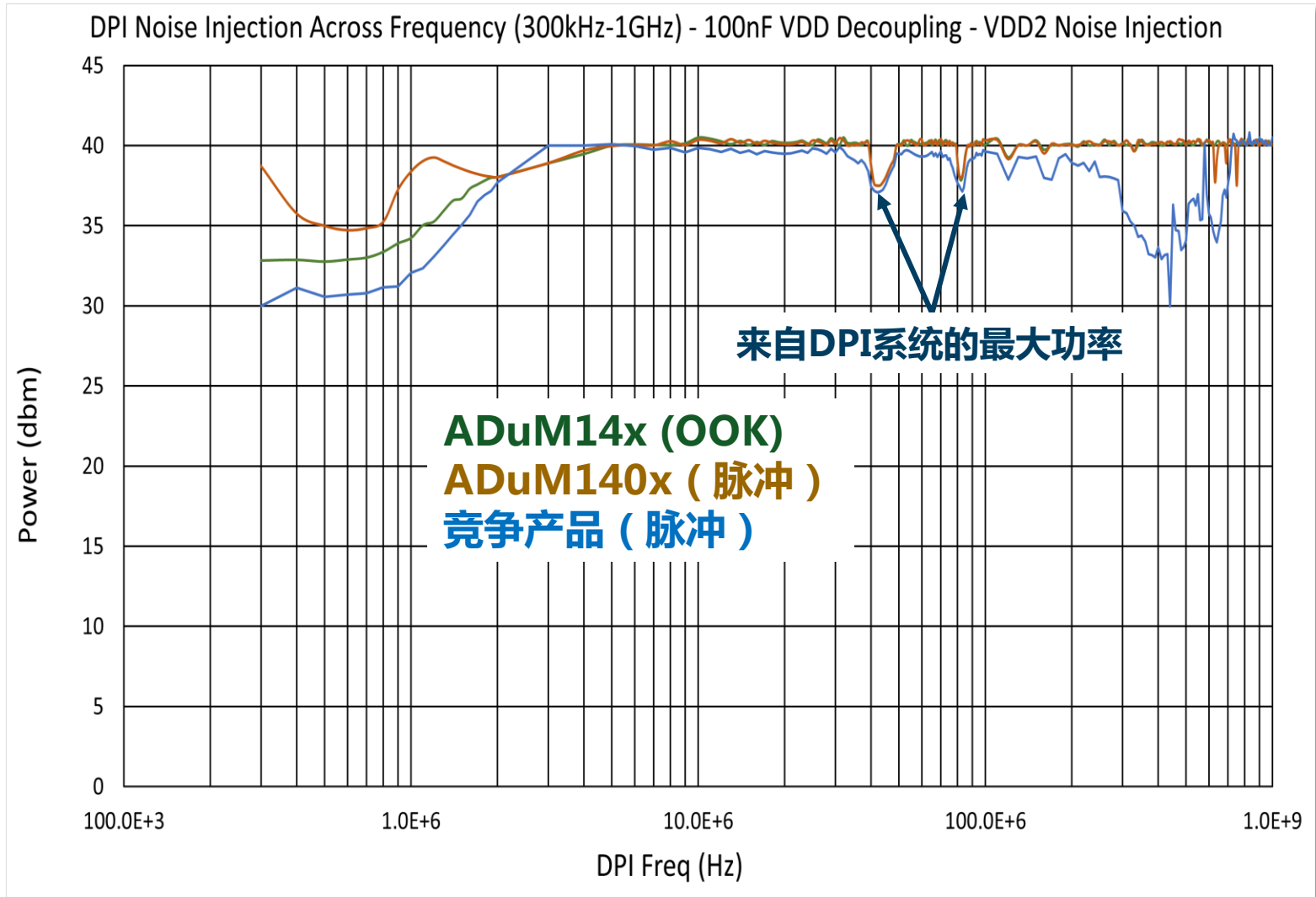


- ▶ 扫描DPI噪声：300kHz – 1GHz
- ▶ 绘制在各频率引起故障的功率水平图

DPI测试板原理图



IEC 62132-4抗传导干扰性：VDD2



OOK对哪些应用有利？高噪声和共模瞬变(CMT)环境



太阳能逆变器

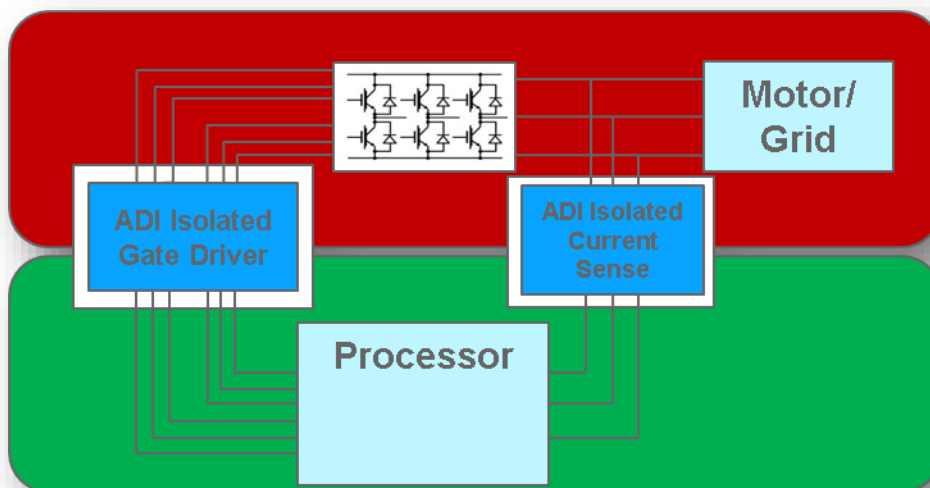


电机驱动



混合动力/电动汽车

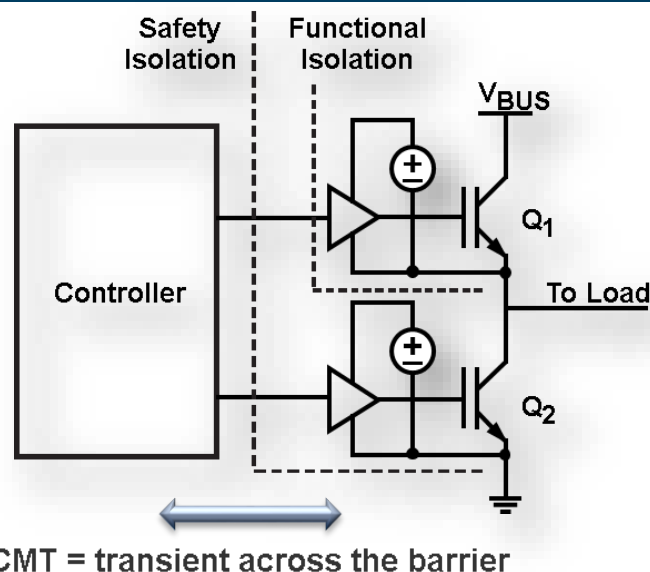
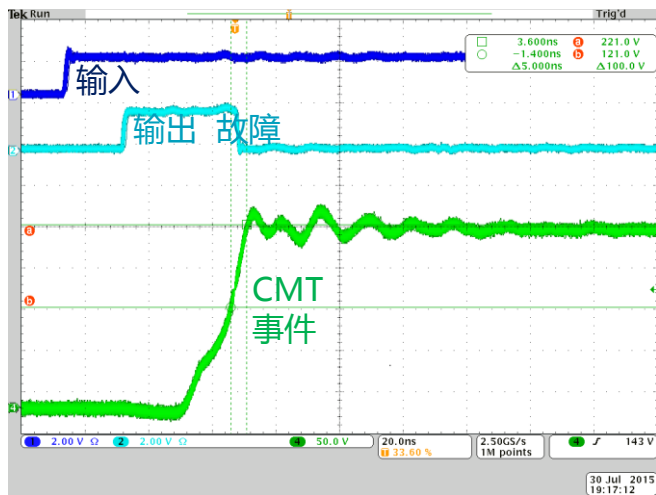
- ▶ 高功率开关 (MOS/IGBT)
- ▶ 高电流/电压
- ▶ 快速瞬变
 - ▣ ◆ 噪声
 - ▣ ◆ 共模干扰



- ▶ 开关速度越来越高
- ▶ 提高能效
- ▶ IGBT ◆ GaN/SiC
- ▶ 需要更快速的栅极驱动器、更严格的时序裕量

电机驱动要求高鲁棒性和精确时序

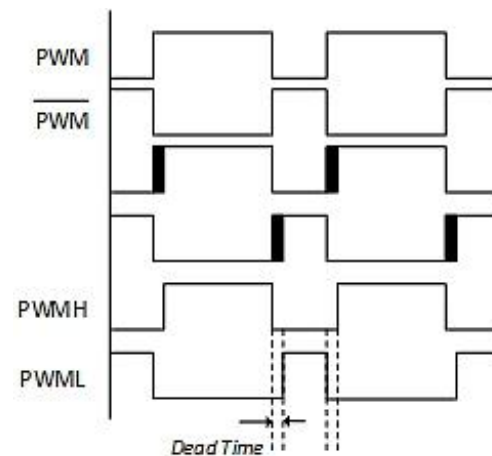
- ▶ 在半桥中，高端栅极驱动器的地相对于半桥中间电压移动
- ▶ 共模瞬变抗扰度(CMTI)
 - ▣ 能够耐受隔离栅上的dV/dt速率变化



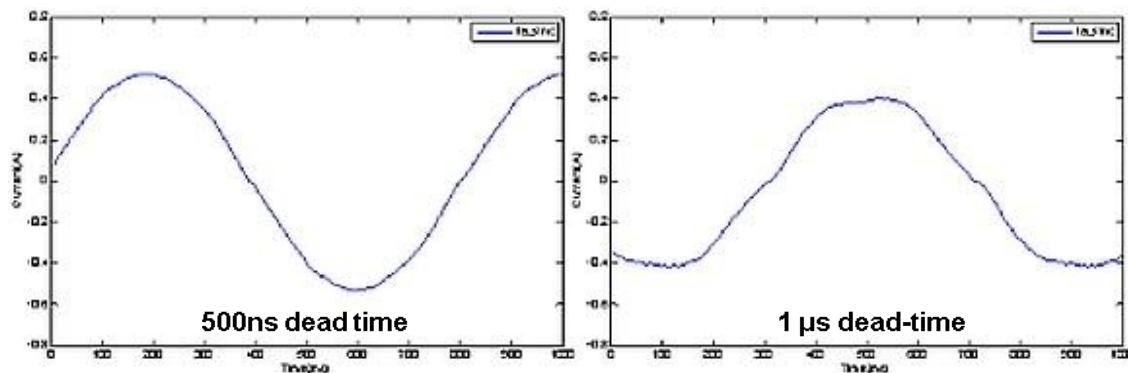
- ▶ 容性数据传输链路，20 kV/ μ s CMT
- ▶ 输出暂时切换到低电平以响应共模瞬变
- ▶ 这可能意味着半桥直通，导致高电流流动，可能会损害功率开关

低传播延迟偏斜的好处

- ▶ 必须将消隐或“死区时间”插入脉宽调制器 (PWM)，防止两个功率开关同时导通
- ▶ OOK架构实现的低传播延迟偏斜可使死区时间最短
- ▶ 降低电机电流失真
 - ▣ 使电机运行更平稳
 - ▣ 减少轴承/联轴器磨损
- ▶ 提高能效

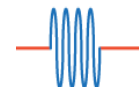


Dead time insertion



Measured Motor Current

iCoupler数据架构比较

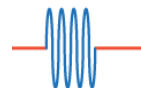


参数	单位	单端脉冲编码 ADuM140x	差分脉冲编 码 ADuM128x	差分关键控 ADuM14x
传播延迟	ns	32	24	13
最大速度	Mbps	100	150	150
静态功耗	mW/通道	1	10	17
动态功耗	mW/Mbps/通 道	1.6	1	0.3
交流CMTI (最小 值)	kV/ μ s	50	25	75
EMI裕量	dB μ V	+1	-2	-6 *
抗扰度	注入V	400	600	3,500

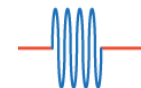
* @ 1 Mbps ; 无特殊PCB布局模式要求

最大规格, 除非另有说明

ADuM14x开关键控与竞争产品的比较



脉冲编码



参数	单位	竞争产品A	竞争产品B	竞争产品C	ADuM142
传播延迟	ns	13	16	8	13
电源电压范围	V	2.4 -> 5.5	2.25 -> 5.5	1.71 -> 5.5	1.7 -> 5.5
最大速度	Mbps	150	100	150	150
静态功耗 5V电源	mW/通道	11	10	12	17
动态功耗 5V电源	mW/Mbps/ 通道	0.2	0.26	0.9	0.3
交流CMTI (最小值)	kV/ μ s	35	50	25	75
抗扰度	注入V	1,500	1,000	250	3,500

现在您应当能够：

- ▶ 讨论数字隔离器中用于数据传输的不同方案，以及各种方法对性能有何影响
- ▶ 了解鲁棒性标准，如CMTI、DPI、EMI等
- ▶ 列出低传播延迟、高鲁棒性、低功耗对哪些应用有利

小结

- ▶ 数据编码和传输有许多方案可供选择，每种方案都有优点和缺点
 - ▣ 单端、差分
 - ▣ 脉冲编码、开关键控
 - ▣ 不同架构适合不同的应用
- ▶ ADI技术适用范围甚为广泛：
 - ▣ 从低功耗、kbps隔离到超快速、低偏斜隔离
- ▶ 鲁棒性是不断发展的新型隔离器的一项关键指标：
 - ▣ CMTI、DPI、EMI

了解有关 iCoupler 数字隔离器的更多信息

资源包括：

- ▶ 在线研讨会和培训视频
- ▶ 接口与隔离在线快讯存档资料和订阅链接
- ▶ 数字隔离器产品选型指南
- ▶ 监管机构认证
- ▶ 参考电路
- ▶ 应用笔记
- ▶ 技术文章
- ▶ 数据手册
- ▶ 评估板

还有更多！



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

www.analog.com/iCoupler

DIGITAL ISOLATOR PRODUCT SELECTION AND RESOURCE GUIDE
Spring 2015 Edition

Performance | Integration | Efficiency | Reliability | Safety

Why Get Your SPI Bus Covered?

SPI Isolator

Part Number	Isolation	Max. Throughput (kbits/s)	Max. SPI Bus Speed (MHz)	Max. Power (mW)	Max. Temperature (°C)	Package
ADIS16401	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16402	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16403	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16404	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16405	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16406	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16407	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16408	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16409	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16410	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16411	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16412	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16413	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16414	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16415	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16416	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16417	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16418	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16419	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16420	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16421	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16422	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16423	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16424	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16425	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16426	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16427	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16428	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16429	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16430	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16431	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16432	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16433	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16434	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16435	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16436	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16437	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16438	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16439	1	10	10	10	10	28-pin QFN
ADIS16440	1	10	10	10	10	28-pin QFN

谢谢观看！

- ▶ ADI中国地区技术支持热线：4006 100 006
- ▶ ADI中国地区技术支持信箱：
china.support@analog.com
- ▶ ADI样片申请网址：
<http://www.analog.com/zh/sample>