

Technical White Paper

使用 TI 的引脚对引脚光耦仿真器开关 ISOM8610 升级设计



Manasa Gadiyar

摘要

在过去几年中，为提升系统性能、模块性和可靠性，系统电气化程度大幅提高。系统模块性和可靠性对于减少系统停机时间、提升灵活性和设计重用以及尽可能减少手动干预至关重要。要使用隔离式开关实现系统可配置性，方法有很多，每种实现方式都提供不同级别的绝缘和系统耐用性。

本技术白皮书介绍了从机械开关到光开关等各种类型的隔离式开关，涵盖使用传统光电开关时系统可靠性和使用寿命所面临的各种挑战，这些问题可使用 TI 的隔离式开关 (ISOMOS) 解决。最后，本文介绍了使用 ISOM8610 实现系统可配置性并简化系统设计以提高性能的不同应用场景。

内容

1 引言.....	2
1.1 OptoMOS 使用和注意事项.....	2
2 应用用例.....	4
2.1 CAN 节点上的软件可控端接.....	4
2.2 模拟电流/电压驱动器，用于在可编程逻辑控制器中实现负载隔离.....	4
2.3 通道至通道隔离式通用模拟输入模块.....	5
2.4 在通用模拟输入模块中开关精密负载电阻器.....	6
2.5 入侵检测系统的开关输出.....	6
3 总结.....	7
4 参考资料.....	7

插图清单

图 1-1. 光耦合器的横截面.....	2
图 1-2. 在使用寿命内的 LED 降额 (表征).....	3
图 1-3. 光耦仿真器的横截面.....	3
图 2-1. ISOM8610 用于在 CAN 总线上实现软件可控可切换端接.....	4
图 2-2. ISOM8610 用于模拟电压/电流驱动器输出隔离.....	5
图 2-3. ISOM8610 用于通道间隔离式模拟电压输入模块.....	5
图 2-4. ISOM8610 用于在通用模拟输入模块中开关负载电阻器.....	6
图 2-5. ISOM8610 用于入侵检测系统中的开关输出.....	6

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

隔离式开关对于需要根据控制信号在信号链中接通或断开部分电路的各种应用至关重要。使用隔离式开关的一些应用包括家居自动化、工厂自动化、车队远程信息处理、半导体测试板等。过去，机电继电器在电路中用于实现隔离式开关。

顾名思义，机电继电器利用电能引发的机械运动来建立连接或断开连接。本质上，有限的控制电流激励初级侧的电磁线圈产生磁场，进而吸引衔铁建立接触。电磁线圈和触点彼此电隔离。

机电式继电器确实具有良好的隔离性能，但由于需要装配线圈和衔铁，因此往往比较笨重，而且，磁化电流大会导致耗电量高，继电器触点的物理运动会产生噪音，建立接触时容易因消抖而产生颤振。由于采用机械开关元件，机电继电器在额定负载下的使用寿命有限，大约为 10 万个周期，而且需要根据每个应用的开关速率经常更换。

干簧继电器在一定程度上有助于减少颤振和体积，但其使用寿命仍然有限，而且同样存在体积大、耗电量高的问题。

另一种实现隔离式开关的方式是使用 OptoMOS。OptoMOS 是电隔离电流控制开关。环氧树脂（电介质）被夹在发光二极管（LED）和光电探测器阵列以及两个背对背 FET 之间，如图 1-1 中所示。控制电流用于开启 LED，它产生的光足够让光电探测器阵列检测到。然后，光电探测器阵列会产生足够的电压来打开开关，从而建立起接触。

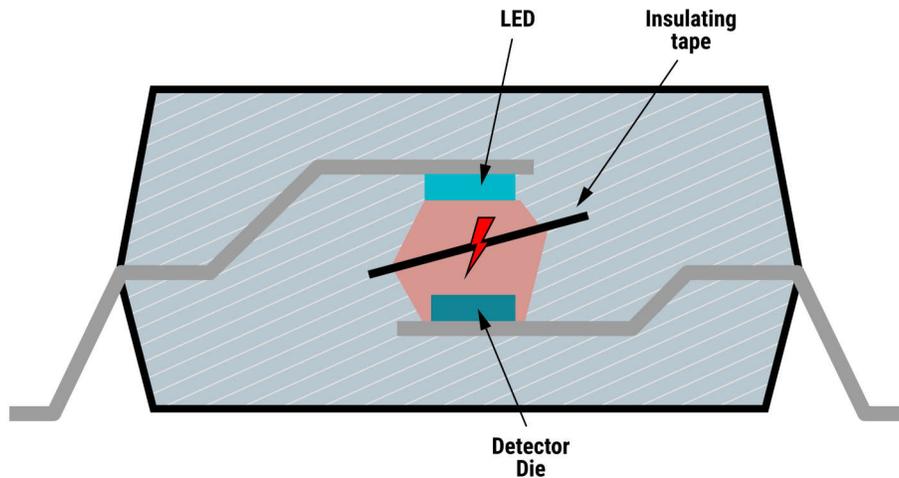


图 1-1. 光耦合器的横截面

1.1 OptoMOS 使用和注意事项

OptoMOS 可以很好地替代早期的隔离式开关选项。OptoMOS 结构紧凑，不会产生噪声，可实现无颤振的干净开关。但是，由于 LED 使用过程中的老化问题，导致 OptoMOS 的使用寿命受到限制。因此，需要使用更高的电流对正向 LED 进行偏置，用于补偿 LED 寿命老化。如果在较高温度下使用，这一因素将进一步加剧。如图 1-2 所示，使用一年后，光学隔离开关内的光输出在器件间减少约 10%。这将导致长期功耗升高，因为需要更高的初始偏置电流来补偿这一衰减。

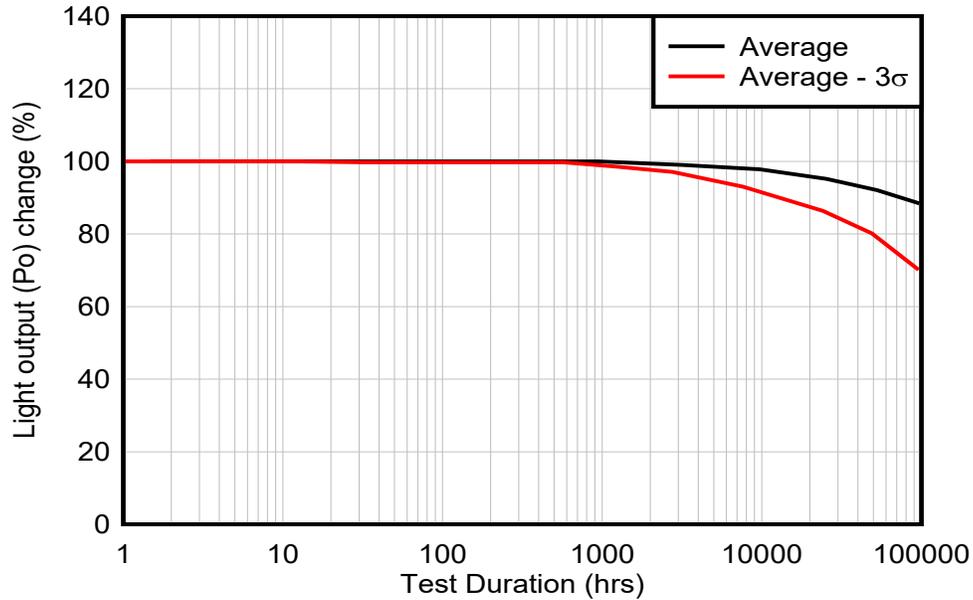


图 1-2. 在使用寿命内的 LED 降额 (表征)

TI 的隔离式开关 (ISOMOS) 使用基于二氧化硅 (SiO_2) 的隔离技术, 跨越隔离栅进行电气信号传递来进行通信, 如图 1-3 所示。由于所有电路都在器件中实现, 因此电路不会发生相关老化, 无需像传统的基于 LED 的 OptoMOS 那样对器件的使用寿命进行补偿。这使设计更简单、散热效果更好, 并能在系统寿命期内可靠工作。

	OptoMOS 开关	ISOMOS 开关
电介质	环氧树脂	二氧化硅
信号传递方案	基于光	电气
老化	部分 (基于系统温度和偏置电流)	无
器件整个生命周期内的电流消耗	中高	低

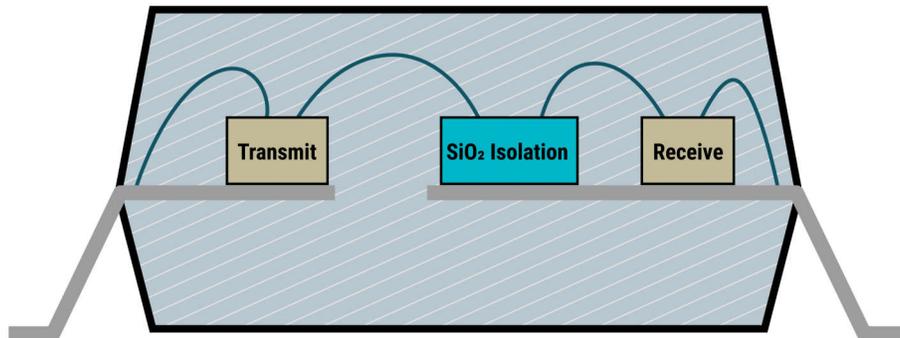


图 1-3. 光耦仿真器的横截面

隔离式开关通常用于工业和汽车领域的各种应用, 其中用户可以根据控制信号安全地连接/断开电路的一部分。下一节将讨论 ISOM8610 在工厂自动化、楼宇自动化和入侵警报等不同终端设备中的一些关键应用。

2 应用用例

2.1 CAN 节点上的软件可控端接

ISOMOS 可在 CAN 总线上实现软件可配置端接，在可以持续添加新节点的网络中需要该端接。此设计可以通过 MCU GPIO 在 LED 仿真器引脚上使用适当的限流串联电阻器驱动 TERM 为高电平或低电平，从而启用或禁用 CANH-CANL 之间的端接，如图 2-1 所示。CAN 总线上最远的端子必须驱动 TERM = 高电平，以启用总线上的 120 Ω 电阻器，而所有其他节点均驱动 TERM = 低电平。

ISOM8610 可轻松支持 ±70V 共模电压，且总线上的 CAN 信号无失真，总线上的负载极小，在 70V 的阻断电压下，整个温度范围内的关断状态漏电流 <1μA。CAN 总线上可能会添加多个节点，因此低关断状态漏电流和电容对于系统正常运行变得更加重要。

此外，ISOM8610 也不需要笨重的次级侧隔离式电源来执行开关操作。TERM 控制还与外露的 CAN 线路进行电隔离，从而实现系统保护。借助这种架构，通过灵活地启用或禁用节点，无需更改硬件，即可在 CAN 总线中实现 60 Ω 有效端接。

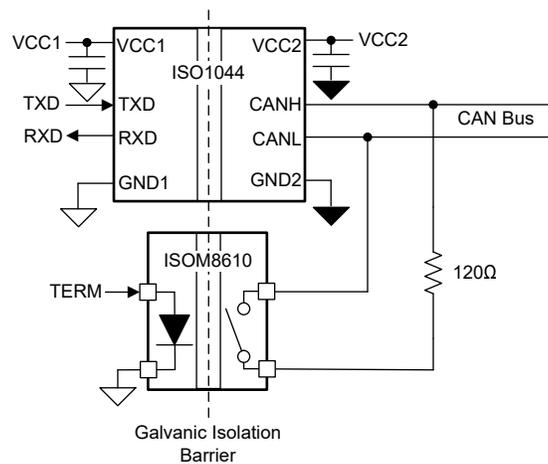


图 2-1. ISOM8610 用于在 CAN 总线上实现软件可控可切换端接

2.2 模拟电流/电压驱动器，用于在可编程逻辑控制器中实现负载隔离

模拟电流和电压输出驱动器用于根据 IEC 61131-2 工业工艺标准发出 4mA-20mA 电流信号或 -10V 至 10V 电压信号。可以使用 ISOMOS 实现输出隔离和无干扰上电，如图 2-2 中所示。

在正常使用情况下，在强制施加电压或电流模拟信号的同时，通过设置 V_{EN_SW} = 高电平来启用 ISOMOS，以建立到负载的路径，从而关闭到负载的信号路径以进行通信。ISOM8610 支持 150mA 导通状态电流，足以发出模拟输出信号。

当驱动器 (DRV) 输出被禁用时，模拟输出 IC 的输出将变为三态。驱动器输入的任何微小变化都会耦合到模拟输出线路中，从而通过意外信号发送到负载。在这些情况下，ISOMOS 可用于通过设置 V_{EN_SW} = 低电平来关闭 LED 仿真器输入，从而真正隔离负载。关断时的 ISOMOS 输出级具有 70V 的阻断电压，可以轻松支持模拟输出模块中的信号共模。

此外，ISOM8610 支持 3750Vrms 隔离等级，是通过冷侧控制信号实现具有负载隔离的模拟电压/电流输出的理想选择。

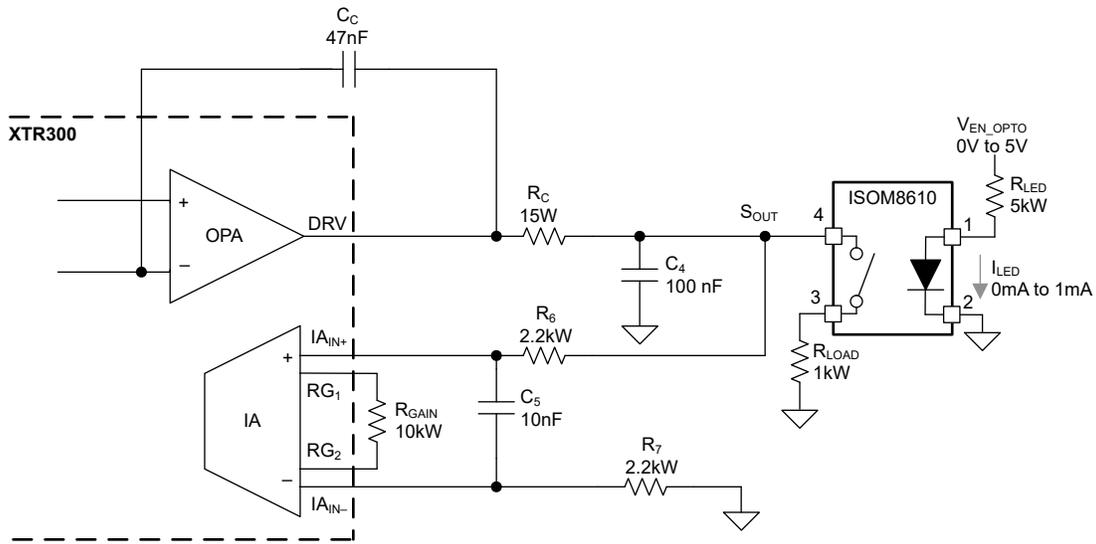


图 2-2. ISOM8610 用于模拟电压/电流驱动器输出隔离

2.3 通道至通道隔离式通用模拟输入模块

通用模拟输入模块可以接受模拟电压或电流输入。这可实现实时模拟输入可配置性和针对不同模拟输入条件的统一硬件开发。RTD 4 线制方案中支持的多通道测量模式可以使用 ISOMOS 在内部切换。每条路径均可使用来自 MCU 的 GPIO 信号进行单独控制，也可使用 GPIO 扩展器来减少多通道设计专用可配置性所需的控制信号数量。图 2-3 展示了使用 ISOM8610 的通道间隔离式模拟输入模块的架构。

在建议的架构中，将对每个差分对进行串行采样。通过将相应 ISOMOS 对的控制信号设置为高电平，可以单独对每个输入对进行采样。在此期间，其余对的控制信号均设为低电平。ISOM8610 无需次级侧隔离式高电压电源即可支持高达 70V 的阻断电压，从而实现稳健的通道间隔离设计。

对于电压输入，ISOM8610 导通状态电阻 7Ω (典型值) 与测量 ADC 的输入阻抗串联，输入阻抗通常 $>100M\Omega$ ，对测量精度的影响非常小。开关对的数字化完成后，开关对将关闭，下一对将打开。ISOM8610 在 $<200\mu s$ 的导通和关断时间方面具有出色的开关性能，从而加快了开关速度。ISOM8610 提供跨隔离栅的电隔离，从而保护 MCU 等敏感电路免受嘈杂的现场侧影响。

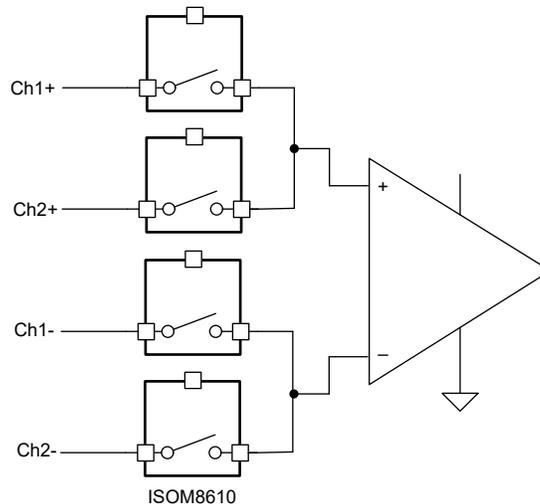


图 2-3. ISOM8610 用于通道间隔离式模拟电压输入模块

2.4 在通用模拟输入模块中开关精密负载电阻器

继续讨论上述使用情形，ISOMOS 还可用于接通或断开 $50\ \Omega$ 到 $250\ \Omega$ 范围内的精密负载电阻，如图 2-4 所示。由于前端通常接受电压输入，因此 4mA 至 20mA 电流输入需要转换为电压，以便进行后处理。因此，该设计采用精密负载电阻器将 4mA 至 20mA 电流信号转换为馈送到 ADC 输入端的比例电压。

如果通过将 ISOMOS 的相应控制信号设置为高电平来关闭 ISOMOS，则特定通道处于电流输入模式，否则处于电压输入模式。在电流输入模式下，ISOM8610 与精密负载电阻器串联，会使电阻随温度变化。因此必须小心，通过分配额外的 ADC 通道来检测负载电阻器上的电压，以消除开关上的可变压降，从而消除这种变化。如果 ADC 通道的数量有限，也可以通过用 $R_{\text{CONDriift}}$ 补偿电压读数来消除 ISOM8610 的导通状态电阻。

在电压输入模式下，通过将 ISOM8610 的控制输入设置为低电平来关闭 ISOM8610。ISOM8610 可轻松独立阻断传入的模拟电压，并且由于整个温度范围内的漏电流超小 ($<1\ \mu\text{A}$)，不会使传入的电压信号失真。

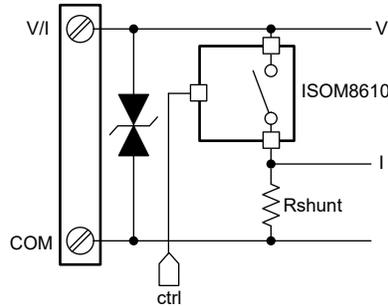


图 2-4. ISOM8610 用于在通用模拟输入模块中开关负载电阻器

2.5 入侵检测系统的开关输出

入侵警报系统包括运动检测器，用于在安防系统中捕捉入侵者或意外移动。这些电池供电的警报器通常使用可检测位置和运动的无源红外 (PIR) 传感器。入侵系统通常具有开关输出，这些输出通过外部可配置的线路末端 (EOL) 电阻器进行端接，如图 2-5 所示。

为了用信号指示检测到的运动，这些模块通常具有常闭输出，释放接触器以通过防篡改、警报等信号指示入侵。用于指示输出警报状态的传统常开型 OptoMOS 通常很耗电，因为在整个系统温度范围内工作时，需要对偏置电流进行补偿。该补偿系数可能高达建议工作电流的 3 到 4 倍。

ISOMOS 无需补偿系数，因为没有物理 LED，并且 ISOM8610 可以在整个温度范围内偏置低至 1.2mA 的正向电流，从而确保整个寿命期间正常运行。这降低了开关的电流预算，进而延长了电池供电的入侵检测系统的寿命。

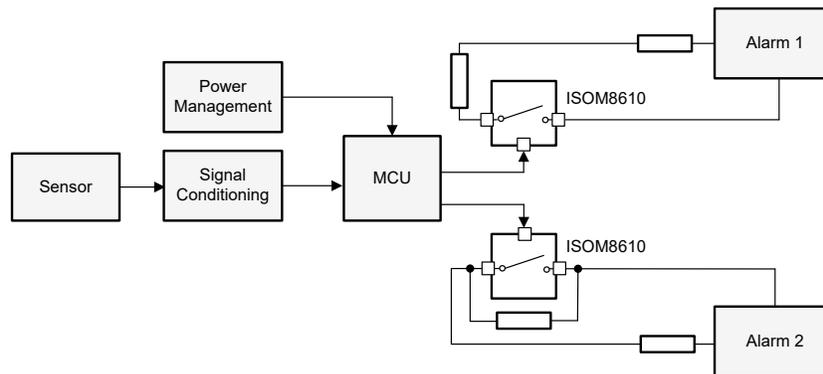


图 2-5. ISOM8610 用于入侵检测系统中的开关输出

3 总结

光耦合器通常在工业应用中用于实现电隔离。传统的光耦合器使用发光二极管进行光通信，往往耗电大、速度慢。TI 的 ISOMOS 开关是对传统 OptoMOS 的引脚对引脚升级，可延长系统寿命并提高可靠性，具有更宽的工作温度范围和更快的开关速度等性能优势。

如需立即查找设计中现有光耦合器的理想光耦合仿真器升级方案，请参阅 TI 的[交叉参考搜索工具](#)！

4 参考资料

- 德州仪器 (TI)：[利用经济实惠的可靠隔离技术应对高电压设计挑战](#)
- [ISOM8610](#) 产品文件夹和数据表。
- [XTR300](#) 产品文件夹和数据表。
- [ISO1044](#) 产品文件夹和数据表。
- 德州仪器 (TI)：[使用光耦仿真器替代光耦合器产品概述](#)。
- [TI 交叉参考工具](#)。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司