



Tony Calabria, Systems Manager, Isolation, Interface Group

在当今不断发展的工业世界中，改善流程、质量和一致性需要从实现自动化开始。系统监控设备（例如现场发送器）的发展使工厂的生产更加高效和可靠。环路供电式现场发送器是一种传感器类型，使用两线制 4-20mA 总线为设备供电并与之通信。这样就不需要额外的接线和元件来单独为系统供电，因此可以节省工厂的材料和安装成本。

现场发送器包括传感器、发送器，在某些情况下还包括隔离器。当传感器能够以电气方式连接到不同于环路电源的电压电位时，便需要隔离。整个系统采用 4-20mA 供电电流，因此零标度值决定了系统的最大预算，约为 3.3mA。任何元件（包括隔离器）的节能效果都可以传导到系统中，从而实现更大程度的终端产品差异化。图 1 展示了一个典型的方框图，其中包含系统通信总线和供电电流流向。

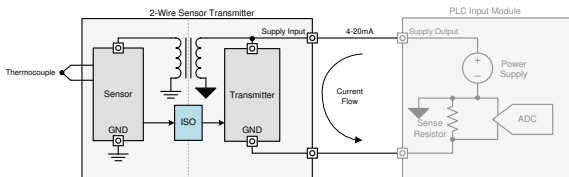


图 1. 具有 PLC 输入模块的环路供电式现场发送器

对于过程自动化终端设备的设计人员而言，在 4-20mA 回路供电式现场发送器中实现隔离会是一项挑战。这些系统需要严格的功率预算，因此应做出相应的决策以权衡性能与功能。设计人员可能会担心，集成式隔离会占用布板空间，同时还会从系统的其他重要模块中夺走大量功率，从而可能限制设备性能。但是，数字隔离技术的进步使功耗降低了一个数量级，并增加了隔离器通道密度，从而使设计人员在设计传感器系统时具有更多灵活性。

从历史上看，唯一可用的低功率隔离选件是脉冲变压器或光耦合器。在这些隔离解决方案中，每个通道可消耗 500µA 至 1mA 的电流，迫使设计人员将跨隔离栅的通信线路数量减至最低，或减慢数据传输速度。可能会使用第二个微控制器 (MCU) 之类的其他元件减少跨隔离栅的通信线路，这会进一步消耗更多有限的功率预算。在这些解决方案中，由于隔离线路过少，会将通信速度以及某些情况下的数据传输速率限制到单一方向。图 2 所示的一个典型实现方案使用脉冲变压器作为单向解决

方案，在现场发送器中实现隔离，并使用附加的 MCU 将隔离式数据接口转换为单线。

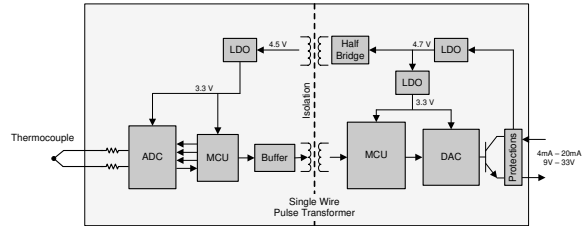


图 2. 现场发送器 - 用于数据隔离的单通道脉冲变压器

德州仪器 (TI) 的 ISO70xx 数字隔离器系列在小型 8 引脚 D 和 16 引脚 DBQ 封装中集成了两至四个超低功耗数字隔离器通道。此器件根据 UL1577 提供高达 3.0kVrms 的隔离额定值，并根据 VDE 提供 400Vrms 的隔离工作电压。在环路供电式现场发送器中，ISO70xx 系列可用于替代光耦合器或脉冲变压器，并减小了功耗和封装尺寸。图 3 所示为现场发送器中使用的四通道 ISO7041 的一个示例。

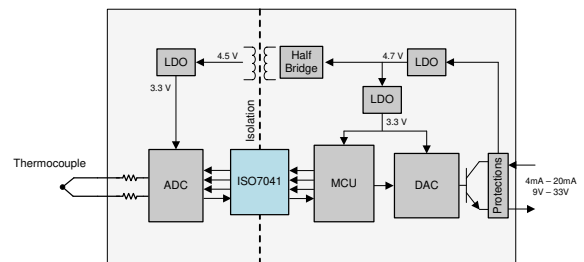
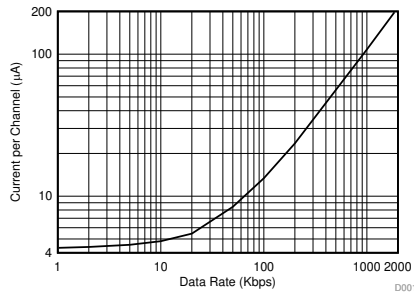


图 3. 现场发送器 - 用于多通道和双向数据隔离的 ISO7041

在现场发送器中使用数字隔离器的好处：

- 功率可扩展性：ISO7041 的功率随数据传输速率而定，如图 4 所示。在 10kbps 的速率下，所有四个通道的总功耗低于 20µA。节省的功率可以分配给传感器，从而提高系统的准确性或精度。


**图 4. ISO7041 单通道功率与数据速率间的关系**

- 提高数据吞吐量：四个数字隔离器通道能够以高达 2Mbps 的速度运行，同时以极低的功耗轻松实现双向通信。这种灵活性使设计人员可以重新考虑和重新设计传感器与发送器之间的数据传输方式。
- 更宽泛的温度范围：ISO7021 和 ISO7041 的额定温度范围是  $-55^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$ ，而大多数光耦合器的最高额定温度为  $85^{\circ}\text{C}$ 。市场上有一些额定温度为  $105^{\circ}\text{C}$  的光耦合器，但价格较高。
- 解决方案尺寸更小：用于数据隔离的单通道脉冲变压器需要最大  $50\text{mm}^2$  的电路板表面积，另外还需要 5mm 的高度。光耦合器设计占用相似的电路板面积甚至更大的面积，具体取决于数据线路的数量。采用 16 引脚 DBQ 封装的 ISO7041 在高度要求为 2.5mm 的  $17.5\text{mm}^2$  面积上提供四个数据隔离通道。总体而言，数字隔离器解决方案是更紧凑的设计，采用更低的封装高度。
- 稳定性和可靠性：ISO70xx 使用 TI 的电容隔离技术，其中由  $\text{SiO}_2$  电介质制成的高压电容器可提供高水平的隔离。高压电容器采用良好控制的半导体工艺制造，并且零件之间的差异非常小。另外，隔离栅的寿命由时间相关电介质击穿 (TDDB) 技术准确定义。光耦合器具有很大的制造不确定性，并且没有明确而标准的方法来计算器件寿命。

多年来，在 4-20mA 环路供电式现场发送器中，在传感器与发送器之间实现数据隔离的唯一节能方式是使用单个脉冲变压器。后来，低速光电耦合器解决方案以足够的功率预算取代了脉冲变压器。现在，可使用超低功耗数字隔离器以极低的功率水平在传感器和发送器之间实现数据隔离。ISO70xx 是实现电隔离的低功耗技术的最新版本。有关 TI 隔离技术的更深入介绍，请参阅《实现高质量和可靠的高电压信号隔离》白皮书。

ISO70xx 数字隔离器的尺寸、可扩展性、技术可靠性以及超低功耗特性使其成为功耗受限设计的最佳选择。

**表 1. 相关技术文档**

文献编号	文档标题
TIDU813B	<a href="#">适用于超低功耗和低功耗应用的超高效隔离式直流/直流转换器参考设计</a>
SLAA426	<a href="#">选择数字隔离器时要考虑的因素</a>
SLYY063	<a href="#">高电压增强型隔离：定义和测试方法</a>
SLLA284A	<a href="#">数字隔离器设计指南</a>

## 重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

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

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

## 重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com.cn](https://www.ti.com.cn) 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。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122

Copyright © 2021 德州仪器半导体技术（上海）有限公司