



由于运行稳健，RS-485 是工业系统中一种常用的通信接口。这些系统通常需要长距离通信和/或在具有大电势的子系统间进行通信，这两者都给系统设计人员带来了挑战。将 RS-485 总线与系统的其余部分隔离以保护重要电路，在某些情况下还可保护操作人员免受高压和任何有害的瞬变电压危害。除了高压保护，电流隔离也通常用于 RS-485 系统中的长距离通信，以防止接地回路产生噪声并破坏总线上的数据。

传统分立式解决方案

当 RS-485 通信需要电流隔离时，必须通过信号隔离来隔离从微控制器到收发器的发送、接收和使能信号。这通常通过隔离式 RS-485 收发器或数字隔离器加外部收发器来完成。除了隔离 RS-485 数据外，还必须为隔离式收发器的次级侧提供隔离电源。为此，直流/直流转换器可用于推挽式、反激式和 Fly-Buck 等各种拓扑。图 1 所示为与外部变压器一起使用以创建隔离电源的变压器驱动器示例。

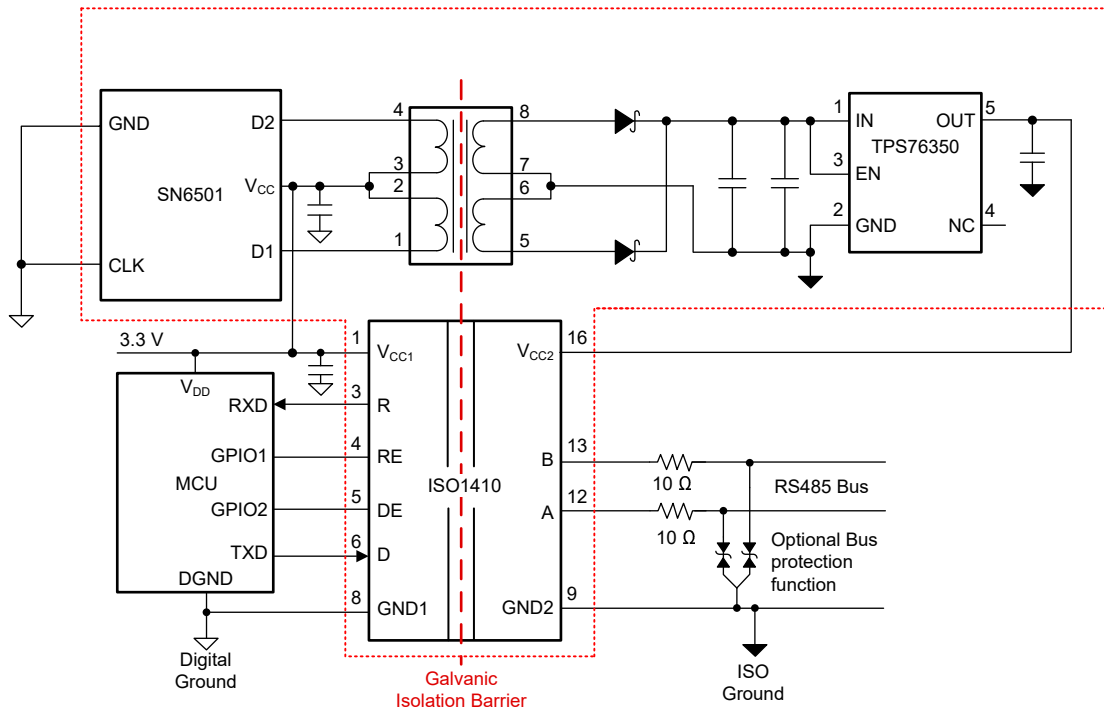


图 1. 采用 ISO1410 和 SN6501 变压器驱动器的 RS-485 隔离信号和电源解决方案

集成式解决方案

作为分立式实施的替代方案，可使用具有集成直流/直流的隔离式 RS-485 收发器，如图 2 所示。在这种情况下，图 1 中红色高亮显示的完整功能完全集成到单芯片中。

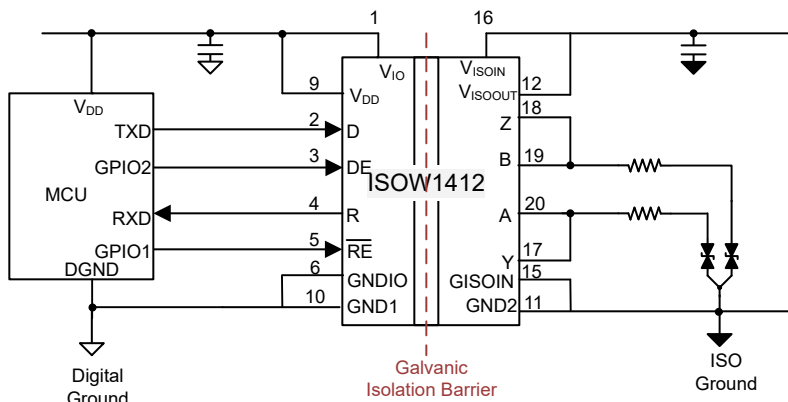


图 2. 隔离式 RS-485 和隔离式电源的集成式实施方案

单芯片隔离式收发器可帮助系统工程师解决在设计产品时面临的几个设计难题，包括：

- **节省布板空间。**与其他分立式实施方案相比，单芯片解决方案的主要优势之一是可节省布板空间。由于系统设计人员希望在每一代新产品中缩小解决方案尺寸和/或增加功能，为隔离式 RS-485 集成单芯片解决方案有助于节省 48% 的布板空间，如图 3 所示。

除了对 x 和 y 维度做出改进之外，也显著降低了解决方案的高度。典型变压器会比单芯片器件的封装高度厚两到三倍。

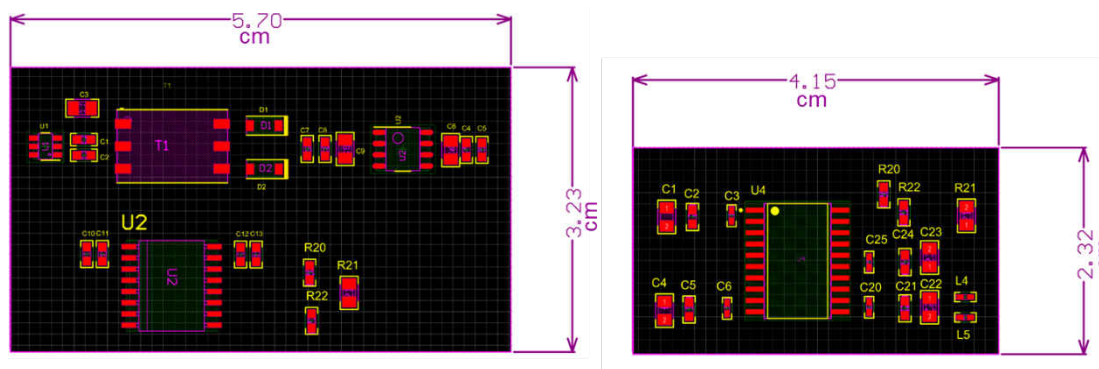


图 3. 分立（左）和集成（右）隔离式 RS-485 子系统在布板空间方面的对比

- **易于认证：**产品发布过程已经安排得很满，安全认证则会消耗更多的时间和精力。系统中的每个隔离组件都必须通过元件级标准的认证，例如德国电气电子及信息技术协会（Verband der Elektrotechnik，VDE）0884-11 和美国保险商实验室（UL）1577。找到具有正确隔离等级和认证的合适变压器也会增加设计过程的复杂性。将信号和电源隔离整合到同一个单芯片解决方案中，可将这些元件一同认证，从而缩短最终产品的认证过程。
- **简洁而可靠的设计：**通过将图 1 中使用的组件集成到图 2 所示的单芯片解决方案中，电路板设计变得更加简单。此外，大型变压器暴露于持续振动的应用中时表现不佳。使用单芯片解决方案时，从电路板上移除变压器可增强系统设计的可靠性。

集成挑战

尽管单芯片隔离式 RS-485 器件具有很多优点，但根据经验，随着集成度的提高，性能也会受到影响。为了集成一个足够小以适合封装内部的变压器，必须增加开关频率。这种高频开关会增加功耗，从而降低效率。此外，较小的变压器几何形状会导致跨栅寄生共模增加，从而导致系统级的辐射发射性能不佳。这些器件的辐射发射性能使其难以满足 CISPR 32 或其他常见行业要求。此外，这些器件往往会受到负载电流的限制，而无需增加器件封装内的结温即可支持，这对环境温度预期较高的环境而言则产生另一种限制。

TI 解决方案

TI 的具有集成式直流/直流转换器的单芯片隔离式 RS-485 收发器，ISOW1412 和 ISOW1432，旨在克服过去使用这些单芯片解决方案所面临的许多共同挑战。其中最大的挑战通常是满足 CISPR 32 或其他辐射发射水平屏蔽要

求。图 4 对 ISOW1412 与主要竞争器件的发射情况进行了比较。在没有任何拼接或 Y 电容器穿过隔离栅的情况下，在 2 层 PCB 上进行了发射测试。这些器件采用 LDO 和电池供电，以将输入电源噪声降至较低水平。PCB 在器件的输入和输出端具有铁氧体磁珠。根据图 4 中显示的结果，输入电压和输出电压均为 3.3V，这表明 ISOW1412 以显著裕度通过了 CISPR 32 标准，而竞争解决方案则接近或超过限值。ISOW1412 和 ISOW1432 的先进发射性能能够为系统设计人员提供更多的系统级裕度，以满足 CISPR 32 B 类或其他辐射发射标准要求，这对于市场上现有的解决方案来说会是一个挑战。

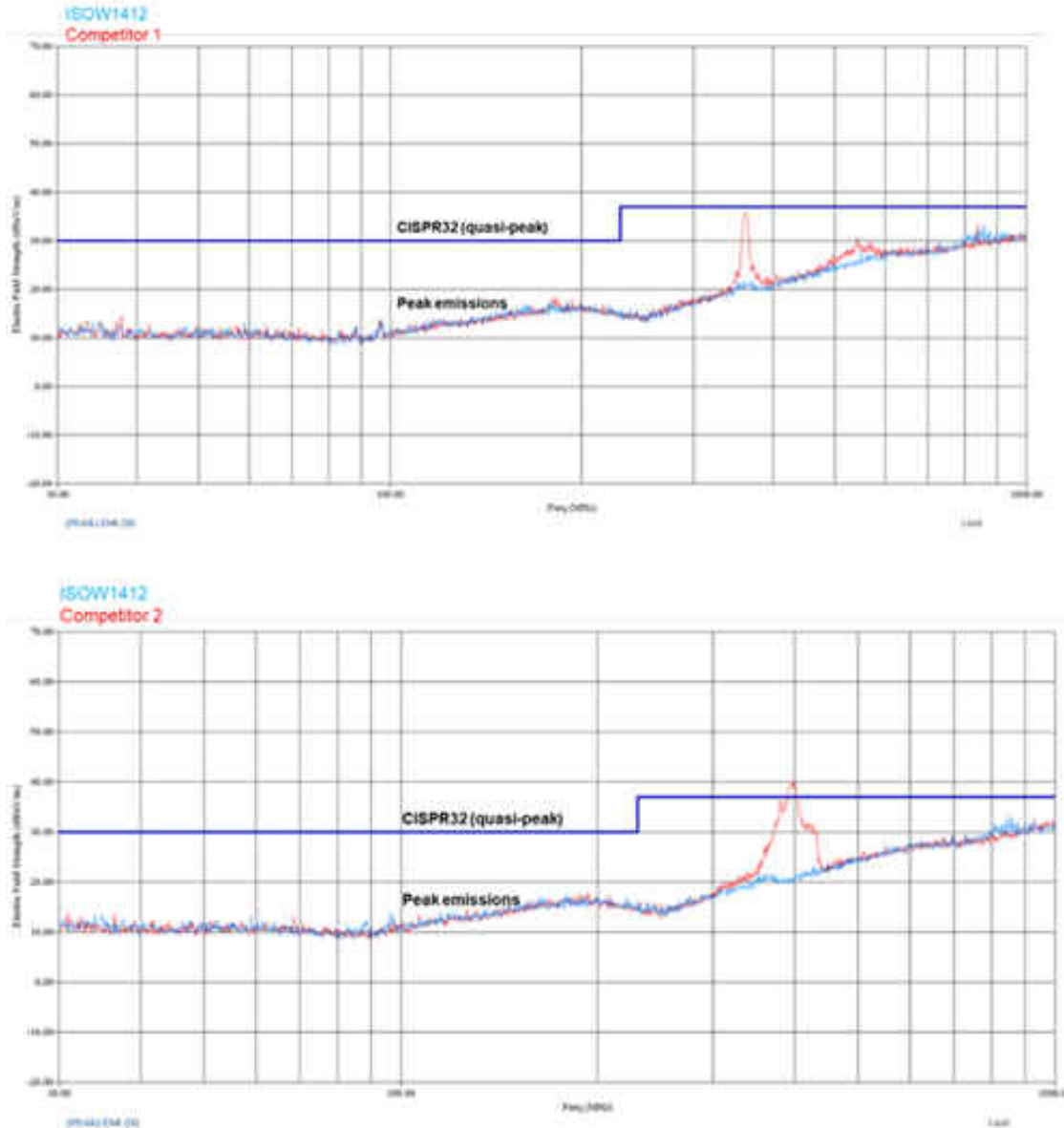


图 4. 比较 ISOW1412 与两个竞争器件的发射情况。ISOW1412 在 2 层电路板上满足 CISPR 32 B 类发射屏蔽要求

热性能也是高度集成的单芯片解决方案的另一个常见挑战。ISOW14xx 系列提供高达 47% 的效率，以支持更低的功耗和更高的环境温度范围。如图 5 所示，与竞品相比，ISOW1412 的运行温度低约 4°C。这使得 ISOW1412 和 ISOW1432 能够在 -40°C 至 125°C 的整个工业温度范围内运行，而竞争解决方案则需要将运行温度限制在 85°C 或 105°C。

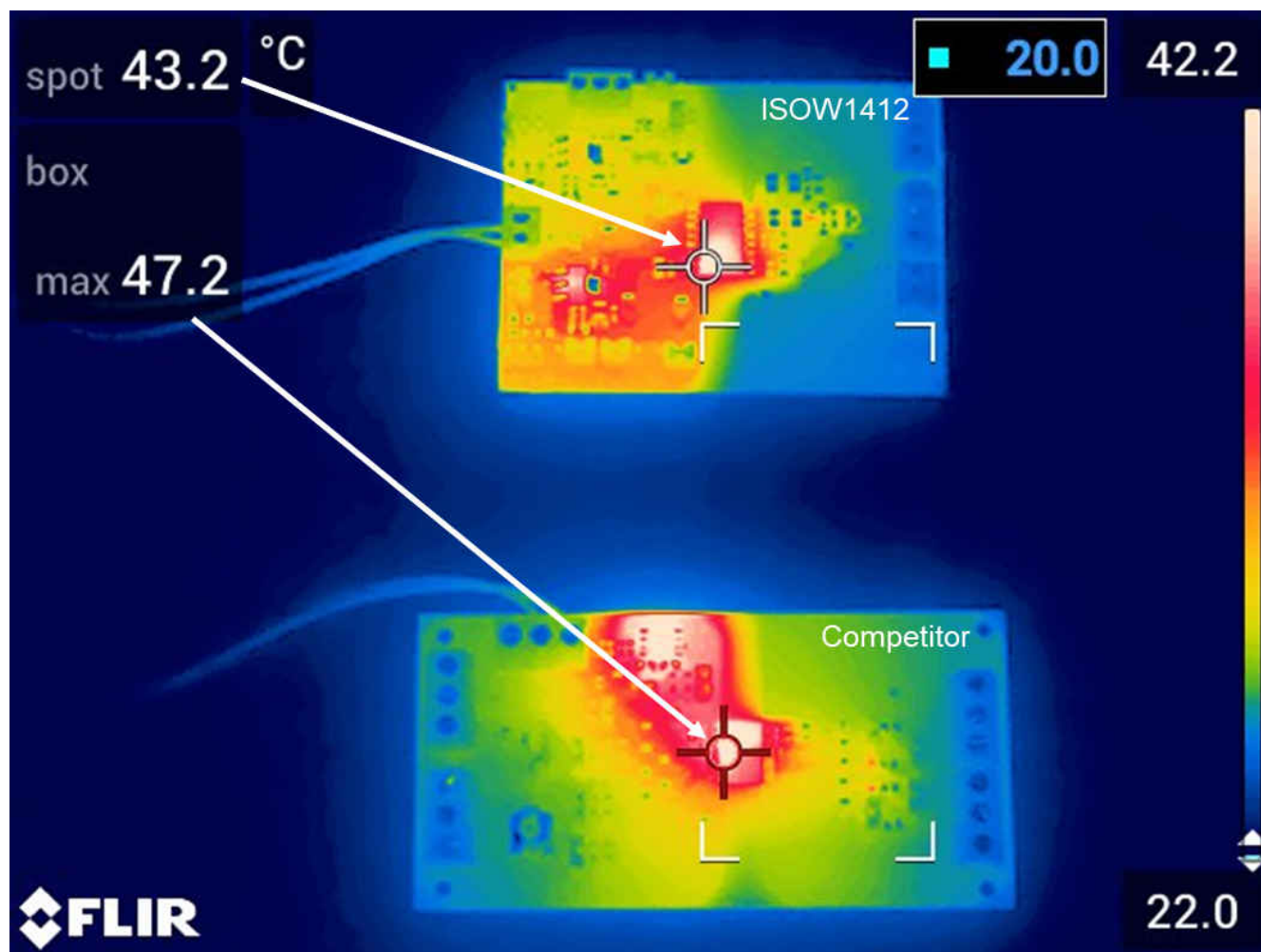


图 5. ISOW1412 (顶部) 和主要竞品 (底部) 之间针对带 60 Ω RS-485 终端的 5V VIN 和 VOUT 的热比较

ISOW1412 是 500kbps 收发器，ISOW1432 是 12Mbps 收发器，两者都是全双工的，也可以配置为半双工。ISOW14xx 系列器件可选择支持 PROFIBUS，使用模式引脚将总线最低电压差从 1.5V 扩展到 2.1V，从而实现更好的信噪比，以确保在嘈杂环境中进行可靠通信。此外，这两款器件都在总线上集成了高达 8kV 的 IEC-ESD 保护，以允许移除总线上会使系统成本增加的 TVS 二极管。这两款 ISOW14xx 器件还包括一个额外的 1Mbps GPIO 通道，用于实现诊断、LED 指示或电源监控功能，这样电路板上就无需配备单独的数字隔离器。这些器件可使用 3V 或 5.5V 单电源供电，也可选择使用低至 1.8V 的逻辑电平，这些逻辑电平能够独立于电源转换器工作。

应用

1. **交流电机驱动器：**如图 6 所示，交流 (AC) 电机驱动器的 RS-485 接口与可能位于数千米外的可编程逻辑控制器 (PLC) 进行通信。交流驱动器上控制模块的接地端与 PLC 上的总线侧接地端之间可能存在较大的接地电势差，因此需要隔离收发器以防止接地回路破坏通信。ISOW14xx 是此外部通信用例的理想器件，因为通常情况下，仅隔离式 RS485 接口才需要隔离式电源。除了节省布板空间和具有简易性之外，PROFIBUS 支持提升 SNR 以获得更好的抗噪性，并且集成式 ESD 保护允许从总线上移除 TVS 二极管。

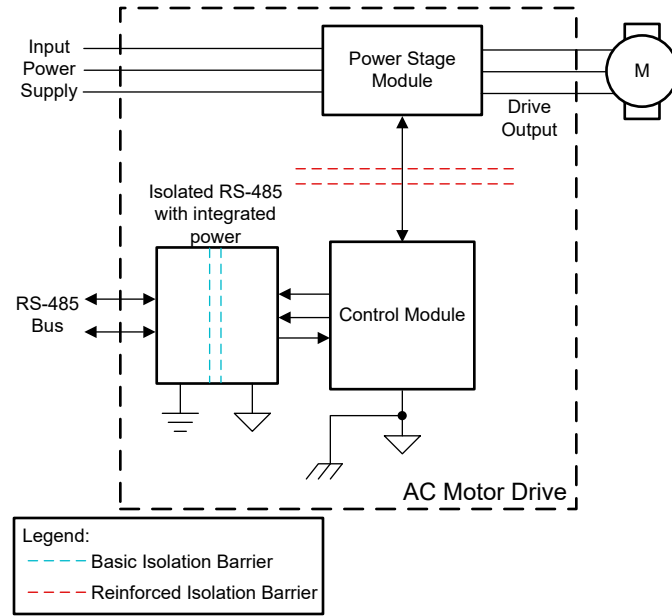


图 6. 典型的交流电机驱动器方框图

2. 光伏逆变器：图 7 所示为光伏逆变器方框图。RS-485 接口通常用于从控制模块到控制站的通信。在该架构中，控制模块与逆变器级在功能上是隔离的。增加直流链路电压以提高逆变器效率的趋势给选择隔离式 RS-485 以满足更高的隔离电压要求带来了额外负担。考虑到控制站内人员的安全，隔离式 RS-485 还必须符合增强型隔离标准。通过采用直流链路侧的电源，ISOW14x2 器件提供 1500V_{PK} 工作电压和增强型隔离，使其成为与控制模块进行外部通信的理想选择。

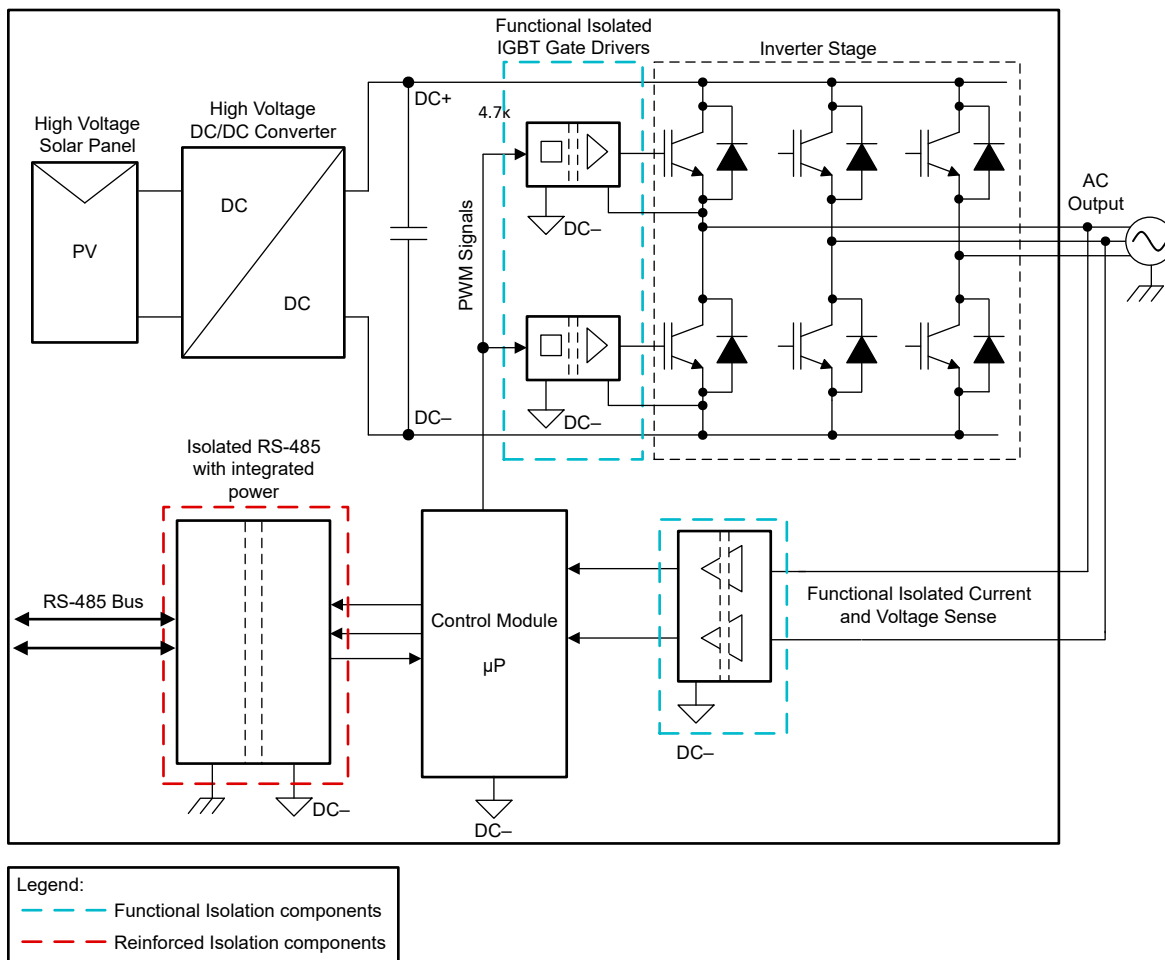


图 7. 光伏逆变器方框图

3. 工厂自动化、楼宇自动化：在一些工厂自动化或楼宇自动化应用中，隔离式 RS-485 通常用于现场总线通信。在某些情况下，诊断信号从总线侧传输到微控制器侧，以监控总线侧是否存在电源或监控隔离栅的健康状况。这可通过分立式光耦合器或数字隔离器来实现，但这样做会在设计中增加额外的分立式组件并占用更多的电路板面积。ISOW14x2 器件具有集成式 GPIO 通道，如图 8 所示，无需采用这种用于诊断监控信号的分立式实施方案。

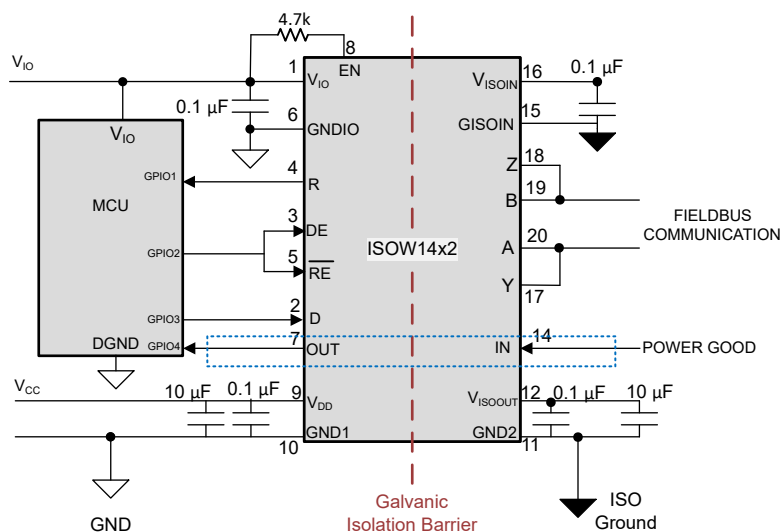


图 8. 使用 GPIO 通道传输诊断信号

结论

不管是需要功能隔离以防止接地回路还是在高压系统中需要数千伏的保护，带集成电源的单芯片隔离式 RS-485 收发器为各种工业应用提供了理想的解决方案。[ISOW1412](#) 和 [ISOW1432](#) 采用 TI 的基于 SiO₂ 的高质量高压隔离技术，并结合先进的直流/直流内核，以实现出色的辐射发射性能，从而简化设计过程并节省布板空间。

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“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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司