

Application Brief

如何在隔离式 CAN 系统中隔离信号和电源



引言：

随着信号隔离在许多工业和汽车应用中的使用增加，对隔离电源的需求也增加了。一旦隔离栅任一侧的电源短路，隔离带来的好处就会丧失。同时，如果设计隔离电源子系统时不考虑仔细，则会影响整体系统性能，如电源传输效率低导致的温升、辐射导致的数据损坏等。为了简化隔离式 CAN 子系统的设计过程，本文档提供了多种隔离 CAN 信号和电源的方案（分立式和集成式）。

隔离电源的分立式实现：

图 1 所示为隔离式 CAN 子系统的分立式信号和电源隔离方案的示例。隔离式 CAN 功能是通过一个数字隔离器 ISO7721 以及一个带灵活数据速率和故障保护的 CAN 收发器 TCAN1042H 来实现的，其中数字隔离器在每个方向为发送 (TXD) 和接收 (RXD) 信号提供一个通道。

(产品更新：ISO7721 是上一代数字隔离器。对于新设计，我们推荐使用 ISO6421，这是一款改进了时序和 EMC 性能的新一代引脚对引脚兼容增强型数字隔离器。)

SN6501 是一款推挽式变压器驱动器，可与外部变压器、整流二极管和 LDO 结合使用以产生隔离电源。根据调节需要，LDO 为可选件。对于变压器初级侧最高 350mA 的变压器驱动器电流而言，SN6501 足以满足要求。如果需要更大的驱动电流，1A 驱动电流的 SN6505A 或者 SN6505B 可能更合适。

将图 1 中的分立式隔离器和 CAN 替换为隔离式 CAN 器件，则可实现如图 2 所示的简化信号链。隔离式电源解决方案与之前的分立式实现方案相同。本设计中的隔离式 CAN 器件 ISO1042 使器件数量减少了一个，缩短了循环时间，同时提供了高级别的保护。该解决方案具有先前分立解决方案的所有优点，却没有任何其他缺点。

如果系统中有多多个隔离式 CAN 器件由同一个隔离式电源供电，则该架构可使信号链部分变得紧凑，因为 LDO 的输出可用于为所有隔离式 CAN 器件供电。TIDA-01255 是分立式实现的详细参考设计，适用于汽车和工业 CAN 系统。

• 该解决方案的优势：

- 采用外部变压器，功率传输效率更高（约 70% 至 80%）。
- 通过降低变压器驱动器的开关频率，尽可能减少辐射。
- 可灵活使用任何 CAN 收发器或数字隔离器或单片隔离式 CAN。
- 隔离式电源能够为多个隔离式 CAN 收发器提供电流。

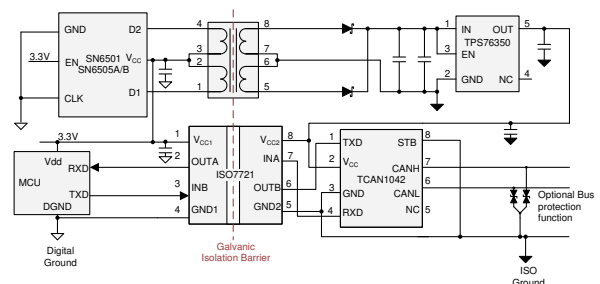


图 1. 隔离式电源的分立式实现：

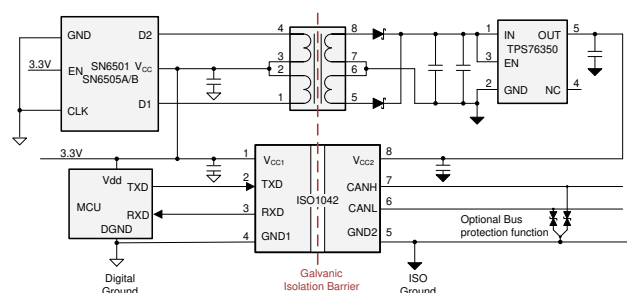


图 2. 带隔离式 CAN 收发器的隔离式 CAN 子系统的分立式实现

- **该解决方案的缺点：**
 - 采用分立式元件，占用的布板空间更大。
 - 变压器体积大且需要更高的高度，这限制了电路板堆叠的紧密度。
 - 每个隔离元件都需要单独认证。

带隔离式电源的隔离式 CAN：

隔离式 CAN 和电源的功能同样可以用 ISOW1044 来实现。ISOW1044 是一款将所有隔离功能和 CAN FD 收发器集成到单个 20-SOIC 封装中的器件，如图 3 所示。ISOW1044 在芯片内部集成变压器，这不仅在 X 和 Y 维度上节省了空间，在 Z (高度) 维度上也是如此。此外，ISOW1044 包含一个单独的 10Mbps GPIO 通道，有助于进一步去除板上其他数字隔离器或光耦合器。

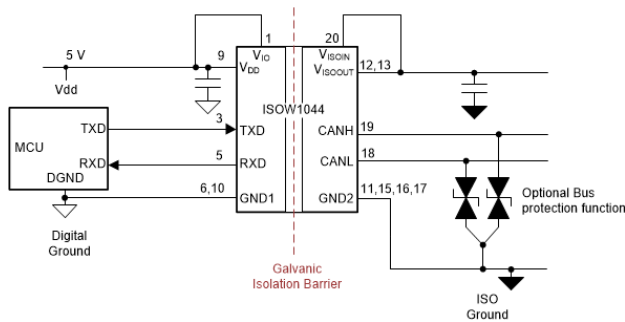


图 3. 隔离式 CAN 子系统的集成式实现：

- **该解决方案的优势：**
 - 紧凑型解决方案，所需高度更低。
 - 只有一个隔离元件，易于认证和设计。
 - 减轻了寻找合适额定值的变压器的负担。
 - 低辐射设计，确保最终系统能够在两层 PCB 上仅使用两个铁氧体磁珠就满足 CISPR 32 B 类设备辐射限制要求。
- **该解决方案的缺点：**
 - 采用片上变压器，将功率传输效率限制在 47%。
 - 采用集成式变压器，开关频率更高，因此辐射通常高于分立式实现。
 - 最适合从根本上而言单个 CAN 接口需要隔离式电源的系统，因为该器件仅为内部 CAN 收发器生成隔离电源，额外输出电流最高 20mA。

特例

在分立式或集成式隔离电源实现方案中，可能存在 3.3V 或 5V 电源无法为初级侧供电的情况。例如，PLC 应用可能使用一个 24V 的电源，而汽车应用可能有一个 12V 的电池。在这样的情况下，可在变压器驱动器 SN650x 之前添加一个合适的 LDO，以将电压降至变压器驱动器所需的 5V，如图 4 所示。变压器由高压电源驱动，可选择匝比以在次级侧提供 5V 电压来为隔离式 CAN 供电。变压器中心抽头连接的电压高于 SN650x 的额定值，因此采用高压 FET 来保护变压器驱动器的输出 D1 和 D2。必须注意 FET 的大小，使 $R_{DS(ON)}$ 尽可能低，以减少效率损失。

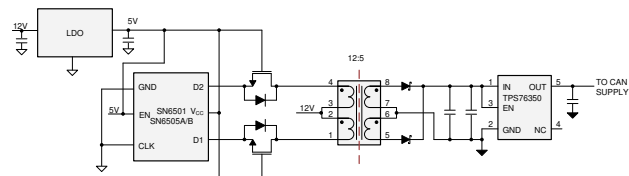


图 4. 高初级侧电压

结语

选择合适的元件对于隔离式 CAN 系统的设计来说至关重要。选择分立式还是集成式解决方案取决于尺寸、设计的简易性与效率、辐射之间的权衡。隔离式电源的分立式实现可提供更高电源传输效率和更低辐射，而集成解决方案为空间敏感型应用提供了一个紧凑型方案。

表 1. 备选器件建议

器件	优化参数	性能权衡
ISO1044	超小型隔离式 CAN 收发器	3kV _{RMS} 隔离和 ±58V 总线故障保护

重要通知和免责声明

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、与某特定用途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、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月