

Application Brief

有关接地电平转换器的主要设计问题



Joshua Salinas, Jasdeep Mehndiratta

简介

本应用简报回顾了与接地电平转换器相关的常见设计问题。本文档旨在帮助您更好地全面了解这些器件在实际系统中的工作原理。

接地电平转换器与数字隔离器之间有何差异？

数字隔离器属于电气隔离解决方案，专为高压系统设计，具备高 CMTI、优异 EMC 性能及合规认证等多项安全特性。虽然这对于器件保护至关重要，但仅在不同接地电位之间转换数字信号时，通常无需这种级别的隔离。接地电平转换器 (TXG 产品系列) 旨在弥合直流与交流接地偏移之间的差距，还能缩减解决方案尺寸并提升开关性能。接地电平转换器与数字隔离器具有不同的用途，具体取决于隔离能力、尺寸、速率及漏电流等系统需求。表 1 列出了这两款器件之间的差异。

表 1. 接地电平转换器与数字隔离器之间的差异

	接地电平转换器	数字隔离器
GNDA 与 GNDB 的电势差	80V	3kVrms
电隔离栅	否	是
GNDA 至 GNDB 漏电流 (VCC 至 GND 短接)	70nA	<1nA
尺寸 (4 通道)	4mm ²	29.4mm ²
传播延迟 (3.3V)	5.8ns	18.5ns
通道间偏斜 (3.3V)	0.35ns	4.7ns
数据速率	>250Mbps	100Mbps
电平位移功能	1.71 至 5.5V	1.71 至 1.89V 和 2.2V 至 5.5V
工作温度	-40°C 至 125°C	-40°C 至 125°C
CMTI	1kV/μs	100kV/μs
认证 (UL、VDE、浪涌)	否	是
EMC (EFT、RI、IEC-ESD)	否	是

可以从正 PWM 信号生成负 PWM 信号吗？

如果系统配备负电源轨，则可以使用接地电平转换器生成负 PWM 信号。为避免器件损坏，VCC 与 GND 之间的电压差值必须保持在建议的工作条件内。

在图 1 中，A 端口和 B 端口的 VCC 和 GND 均在允许限值内。因此，输出在 VCCB 和 GNDB 之间切换，本场景中对应 0V 和 -4V。

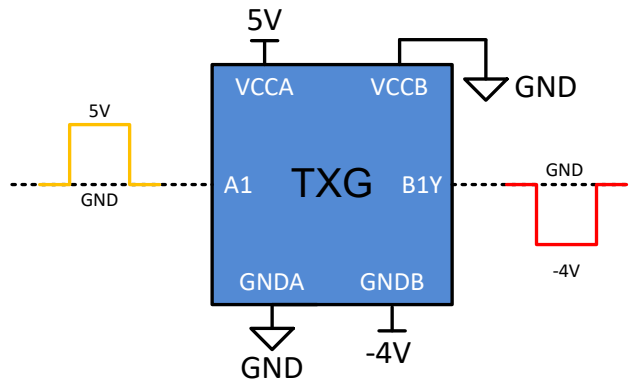


图 1. TXG 输出负 PWM 信号

在相同工况下使用 TXG8041，其输出波形（粉色）在 GND 与 -4V 之间切换，如图 2 所示

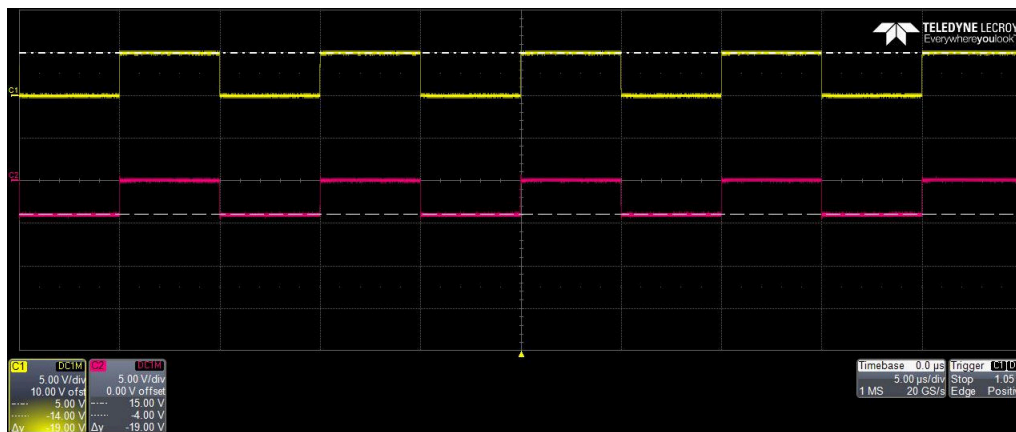


图 2. 负 PWM 信号的波形采集

当两个电源连接在一起时，是否可以直直接地偏移？

接地偏移需要电压电源相互独立且电源保持在建议的工作条件内。

在图 3 (a) 中，GNDB 由于寄生效应产生 -5V 电位偏移，此时 A 侧电压仍在器件限值内。但是，B 侧超过了其电源至接地端的绝对最大额定值。为避免这种情况，TI 建议两个电源及其各自的接地端相互独立，如图 3 (b) 所示。

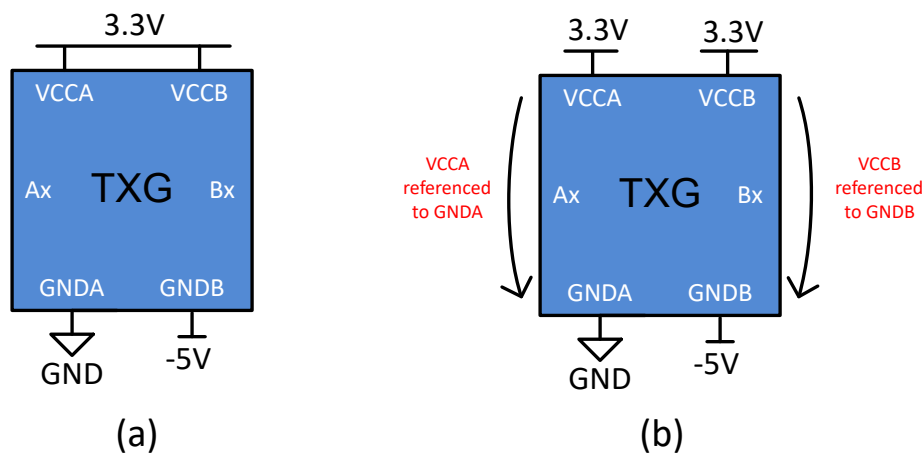


图 3. 错误设置 (a)，电源与各自的接地相互独立 (b)

TXG 是否可用作常规电平转换器与缓冲器？

当 V_{CCA} 等于 V_{CCB} 时，TXG 产品系列可用作标准电平转换器 ($V_{CCA} > V_{CCB}$ 或 $V_{CCA} < V_{CCB}$) 或采用缓冲器配置。

如果无需接地偏移，但要保证高数据速率和低输出偏斜，则可以将 $GNDA$ 和 $GNDB$ 连接在一起。

如果需要接地偏移， $V_{CCA}/GNDA$ 和 $V_{CCB}/GNDB$ 必须相互独立，如图 4 所示。

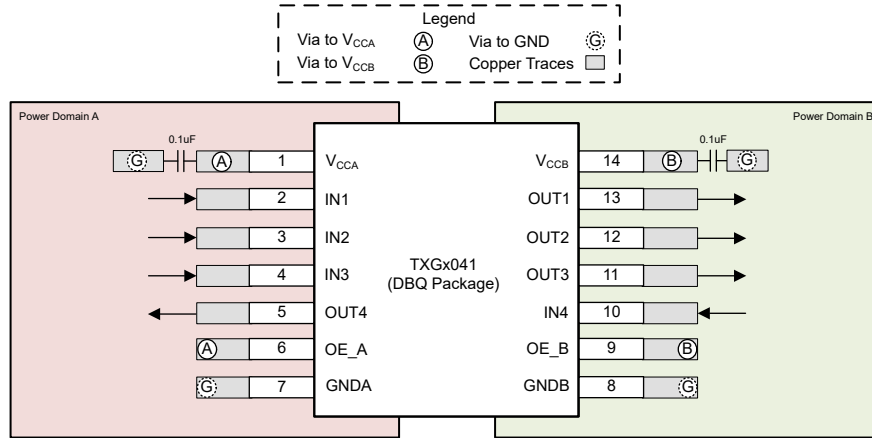


图 4. TXG 上的独立电源域

两个接地端之间的漏电流是多少？

器件数据表的“电气特性”部分中指定了两个接地端之间的漏电流。

表 2 列出了 TXG1041 的接地漏电流值

表 2. 接地漏电流

测试条件	VCCA	VCCB	典型值
所有通道合计 (VCC 至 GND 短接)	1.71V - 5.5V	1.71V - 5.5V	28nA
所有通道组合在一起 (VCC 两侧都加电, 输入全部为低电平)	1.71V - 5.5V	1.71V - 5.5V	28nA
所有通道组合在一起 (VCC 两侧都加电, 输入全部为高电平)	1.71V - 5.5V	1.71V - 5.5V	33nA

使用接地电平转换器器件时，两个系统之间的最大布线距离为多少？

开漏架构

对于 I2C 应用，系统之间允许的距离主要受总线总电容的限制。I2C 规范规定，标准和快速模式的最大总线电容为 400pF，超快速模式的最大总线电容为 500pF。这些限值同样适用于 TXG8122-Q1 等器件。

总线总电容主要由两大因素决定：

- 输入电容** — 每个 SDA 和 SLC 引脚输入约 5pF 的电容。虽然对于单个器件来说这是最小值，但总输入电容会随着总线中添加额外的外设而增加。
- 电缆电容** — 行业通用参考值为每厘米线缆对应电容约 1pF。在标准模式操作下，这会将电缆长度限制在大约四米 (13 英尺) 以内。

为了支持更高的容性负载，TI 建议将其余所有 I2C 外设连接至 TXG8122-Q1 的 2 侧 (SDA2 和 SCL2)

推挽式架构

对于 SPI 等推挽式架构，允许的距离取决于信号源的输出驱动能力。

例如，如果微控制器 (信号源) 具有高输出驱动强度，接地电平转换器无需紧邻信号源放置。而是将转换器放置在更靠近接收器的位置。

如果微控制器的输出能力有限，TI 建议将接地电平转换器放置在靠近驱动器的位置。这使得转换器能够使用该输出驱动能力，在更远的距离内重新驱动信号。

接地电平转换器的闲置输入引脚能否悬空？

对于标准逻辑和电平转换器器件，建议不要将输入引脚保持悬空状态。闲置的输入应改为连接到定义的逻辑电平 (VCC 或 GND)，以防止意外的开关和过大的浪涌电流。

但是，推挽型接地电平转换器在每个输入引脚上都具有集成的下拉电阻器 (通常为 $5M\Omega$)。因此，闲置的输入引脚无需从外部连接至定义的逻辑电平。内部下拉电阻器会将输入强制拉至逻辑低电平，进而使对应输出端也输出逻辑低电平。

结语

本文档介绍了迄今为止收到的各类高频设计问题。如果需要进一步的澄清或遇到新问题，请在 [TI E2E™ 社区论坛](#) 上提交主题。后续将持续收集常见问题解答，并对本文档进行相应更新。

商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

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 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月