

Application Note
为ISOUSB211 供电 — 电源配置选项指南



Varun Kumar, Applications Engineer

摘要

ISOUSB211 和 ISOUSB211-Q1 是一款兼容 USB 2.0 的电气隔离式中继器，支持低速 (1.5Mbps)、全速 (12Mbps) 和高速 (480Mbps) 信号传输。该器件具备两个独立供电侧 (1 侧和 2 侧)，每侧都需要一根内部 3.3V 电源轨 (V3P3Vx) 和一根内部 1.8V 电源轨 (V1P8Vx) 才能运行。这些 3.3V 和 1.8V 电源轨可由内部 LDO 生成或由专用外部电源轨供电，因此可以根据电路板上的其他器件和元件灵活地选择整个系统的电源架构。本文档总结了支持的电源配置，旨在帮助设计人员选择更实用的电源配置。

内容

1 简介.....2

2 电源引脚和内部电源轨.....2

3 可用电源选项.....4

 3.1 生成 3.3V 电源轨 (V3P3Vx).....4

 3.2 生成 1.8V 电源轨 (V1P8Vx).....4

 3.3 四个构建块汇总.....4

4 典型示例电源配置.....5

 4.1 隔离式主机或集线器的电源配置 (内部和外部混合供电)5

 4.2 隔离自供电外设的电源配置.....6

 4.3 隔离总线供电外设的电源配置.....7

5 选择电源配置时的热设计考量.....8

 5.1 不使用外部 1.8V 电源供电运行.....8

 5.2 使用外部 1.8V 电源供电运行.....10

6 参考资料.....11

7 修订历史记录.....11

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

ISOUSB211 和 **ISOUSB211-Q1** 是一款兼容 **USB 2.0** 的电气隔离式中继器，支持低速 (1.5Mbps)、全速 (12Mbps) 和高速 (480Mbps) 信号传输。这些器件支持自动连接和速度检测、上拉和下拉反射以及链路电源管理，因而能够实现插入式 **USB** 集线器、主机、外设和电缆隔离。该器件还支持自动角色交换。自动角色交换意味着，如果器件在断开连接后检测到上行端口的新连接，上行和下行端口定义将交换。

ISOUSB211(-Q1) 器件的一个主要特性是电源架构的灵活性。**ISOUSB211(-Q1)** 有两个独立供电侧 (1 侧和 2 侧)，每侧都需要一根内部 **3.3V** 电源轨 (**V3P3Vx**) 和一根内部 **1.8V** 电源轨 (**V1P8Vx**) 才能运行。器件上的内部 **LDO** 可以为这些电源轨供电，也可以由外部电源供电。该器件可以完全通过 **4.25V** 至 **5.5V** 电源 (例如 **USB VBUS** 电源) 或者通过任一侧的本地 **3.3V** 和 **1.8V** 电源供电运行。

这种灵活性使设计人员能够根据系统中已有的电源轨来优化热性能。

2 电源引脚和内部电源轨

ISOUSB211 的每一侧均暴露四个与电源相关的引脚。了解这些引脚如何与内部 **LDO** 交互，是选择电源配置的基础。

引脚 ⁽¹⁾	电压	功能
VBUS1	4.25V 至 5.5V	VBUSx 是相应侧的输入电源引脚。连接 5V 电源 (例如，通过 USB 端口的 VBUS) 时，内部 3.3V LDO 生成 V3P3Vx 。
VBUS2		
V3P3V1	3.3V	V3P3Vx 是一根 3.3V 电源轨，可通过 VBUSx 在内部生成，也可通过将 VBUSx 和 V3P3Vx 一起短接至 3.3V 电源由外部供电。
V3P3V2		
VCC1	2.4V 至 5.5V	VCCx 是内部 1.8V LDO 的输入，它会生成 V1P8Vx 。
VCC2		
V1P8V1	1.8V	V1P8Vx 是一根 1.8V 电源轨，可通过 VCCx 在内部生成，也可通过将 VCCx 和 V1P8Vx 一起短接至 1.8V 电源由外部供电。
V1P8V2		

(1) 在整篇文档中，“x”表示一个占位符，指代 1 侧和 2 侧的引脚。

备注

每当使用内部 **LDO** 将较高的输入电压降至 **3.3V** 或 **1.8V** 时，该 **LDO** 会在封装内部耗散功率。这种自发热会降低器件可支持的最高环境温度。为了更最大限度地减少自发热，请在已有充足本地电源的一侧使用外部电源轨。有关更多详细信息，请参阅[选择电源配置时的热设计考量](#)。

图 2-1 显示了内部 LDO 如何连接到电隔离栅每一侧不同的电源轨。

1. 红色框中突出显示的内部 LDO 通过 V_{BUSx} 输入生成 V_{3P3Vx} 。
2. 蓝色框中突出显示的内部 LDO 通过 V_{CCx} 输入生成 V_{1P8Vx} 。

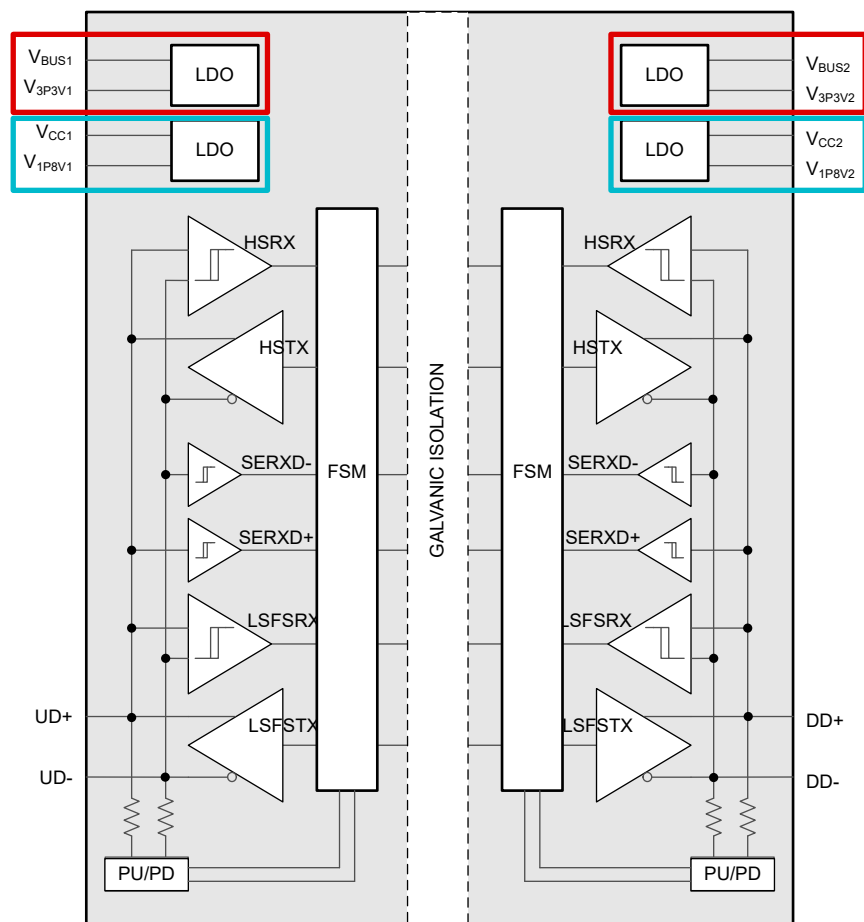


图 2-1. 带内部 LDO 的 ISOUSB211 简化功能方框图

3 可用电源选项

ISOUSB211 有两个独立供电侧 (1 侧和 2 侧)，每侧都需要一根 3.3V 电源轨 (V3P3Vx) 和一根 1.8V 电源轨 (V1P8Vx) 才能运行。每侧两根电源轨中的每一根均可通过两种方式之一供电，从而为设计人员提供多种组合。

3.1 生成 3.3V 电源轨 (V3P3Vx)

- **来自 VBUS 的内部 LDO**：将 4.25V 至 5.5V 电源连接到 VBUSx，并让内部 LDO 生成 V3P3Vx。此设计是面向 USB 连接器一侧 (提供 5V VBUS) 的自然之选。
- **外部 3.3V 电源**：将 VBUSx 和 V3P3Vx 短接在一起，并通过外部 3.3V 电源驱动两者。此设计非常适合面向微控制器的一侧，因为该侧通常已有 3.3V 电源轨，此方式可避免 LDO 耗散。

3.2 生成 1.8V 电源轨 (V1P8Vx)

- **来自 VCC 的内部 LDO**：将 2.4V 至 5.5V 电源连接到 VCCx，并让内部 LDO 生成 V1P8Vx。在最简单的设计中，VCCx 连接到连接器侧 USB 端口的 VBUS 和微控制器侧的本地 3.3V 电源轨。
- **外部 1.8V 电源**：将 VCCx 和 V1P8Vx 短接在一起，并通过外部 1.8V 电源驱动两者。这样可以消除内部 1.8V LDO 功耗，是该侧的最低功耗选项。

3.3 四个构建块汇总

电源轨	内部 LDO 选项	外部电源选项
3.3V (V3P3Vx)	4.25V 至 5.5V 流入 VBUSx LDO 生成 3.3V	VBUSx + V3P3Vx 短接至外部 3.3V 电源
1.8V (V1P8Vx)	2.4V 至 5.5V 流入 VCCx LDO 生成 1.8V	VCCx + V1P8Vx 短接至外部 1.8V 电源

4 典型示例电源配置

4.1 隔离式主机或集线器的电源配置 (内部和外部混合供电)

图 4-1 显示了一个使用 ISOUSB211 的隔离式主机或集线器示例配置，其中两侧采用不同的供电方式，以匹配每一侧可用的电源轨：

- 微控制器侧 (1 侧) : V3P3V1 和 VBUS1 一起连接到一个外部 3.3V 电源。V1P8V1 由内部 1.8V LDO 生成，通过 VCC1 上的外部 3.3V 电源供电。
- 连接器侧 (2 侧) : VBUS2 通过 USB 连接器提供 5V VBUS，内部 3.3V LDO 生成 V3P3V2。VCC2 和 V1P8V2 一起连接到源自 VBUS 的 1.8V 外部电源。

隔离式直流/直流转换器 (例如 SN6505) 使用 1 侧的本地 3.3V 电源，穿过隔离栅为 VBUS 侧供电。

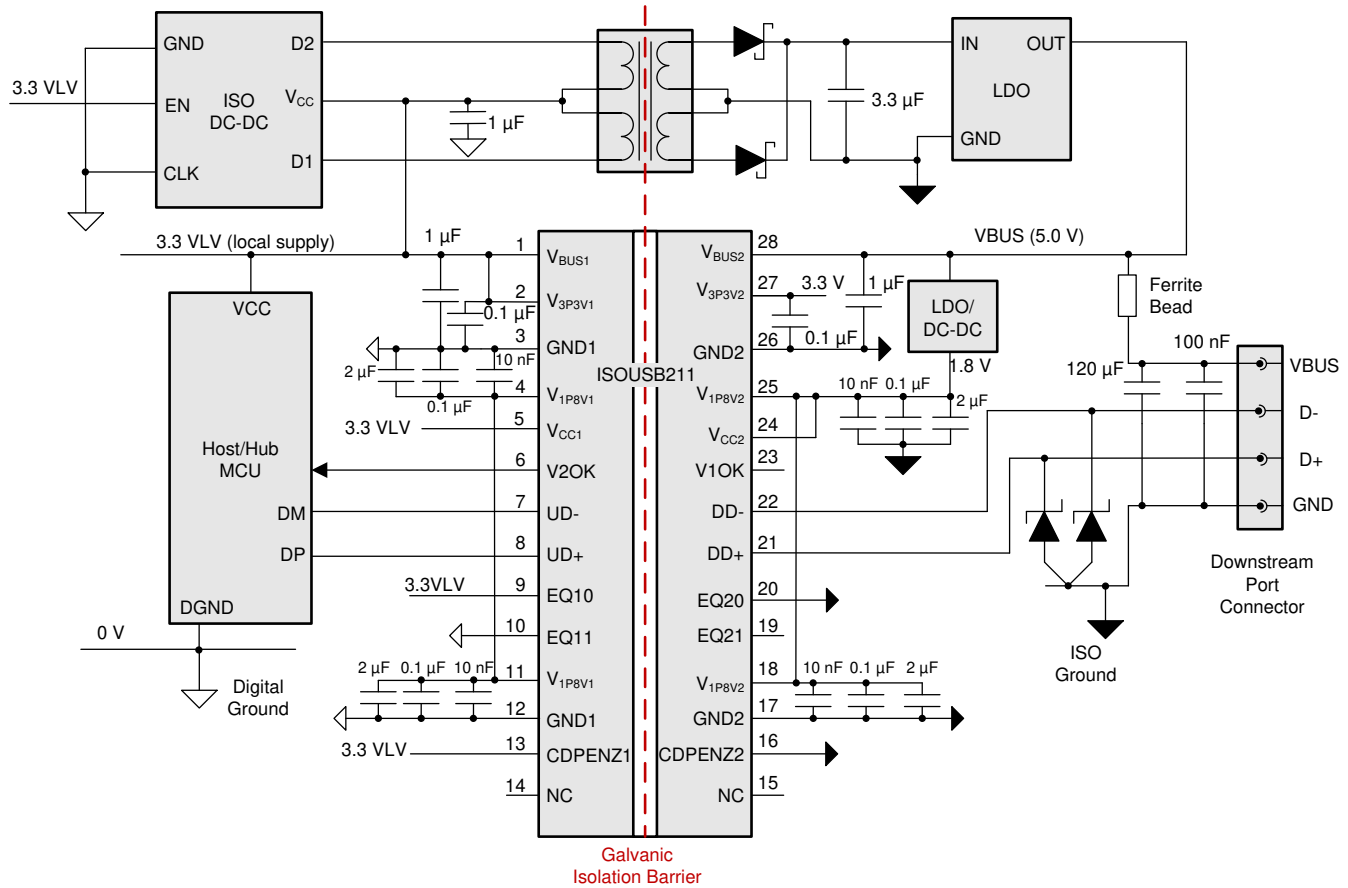


图 4-1. 采用 ISOUSB211 的隔离式主机或集线器

4.2 隔离自供电外设的电源配置

图 4-2 显示了自供电外设的等效布局。两侧的角色相对于图 4-1 呈镜像关系：

- 微控制器侧：V3P3V2 和 VBUS2 一起连接到一个外部 3.3V 电源。V1P8V2 由内部 1.8V LDO 生成，通过 VCC2 上的同一外部 3.3V 电源供电。
- 连接器侧：VBUS1 由 USB 端口的 VBUS 供电，内部 3.3V LDO 生成 V3P3V1。VCC1 和 V1P8V1 一起连接到源自同一 VBUS 的 1.8V 外部电源。对于外设，VBUS 的总电容必须保持低于 10 μ F（建议使用至少 5 μ F），并在 VBUS 引脚附近放置一个 100nF 电容器。

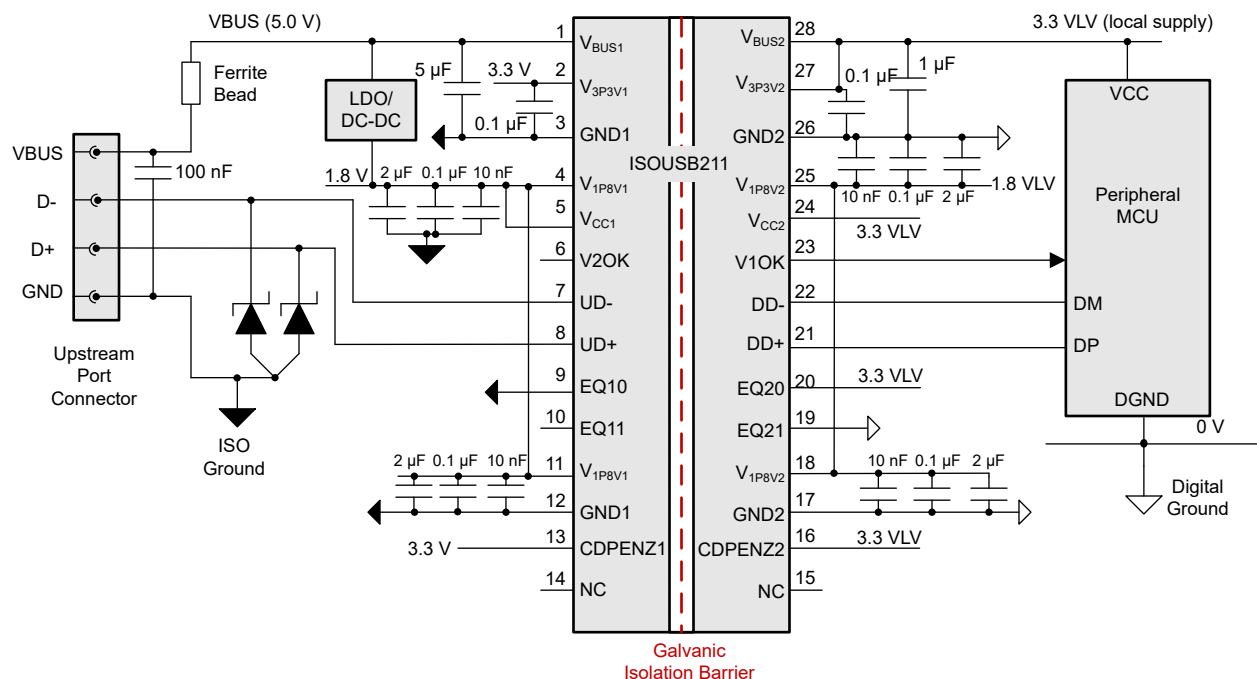
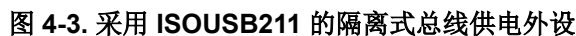


图 4-2. 采用 ISOUSB211 的隔离式自供电外设

当外设有本地电源时，隔离式直/直流转换器（例如 SN6505）会通过 USB VBUS 生成 3.3V 本地电源轨，如图 4-3 所示。

ISOUSB211 上的电源连接与[隔离自供电外设的电源配置](#)相同；唯一的区别是 2 侧的 3.3V 本地电源现在通过隔离式转换器而非板载本地电源获得。根据 USB 标准，外设的 10 μ F VBUS 电容限制仍然适用，包括通过转换器从次级侧反射的任何电容。



5 选择电源配置时的热设计考量

选择内部 LDO 还是外部电源轨，本质上是热优化决策，而不是功能性决策。器件在任一情况下都能工作；不同的是内部功耗。

- 每个内部 LDO 耗散的功率与输入到输出压降和消耗的电流成正比。通过 5V 馈送 LDO 以在内部生成 1.8V 电压，比通过 3.3V 馈送 LDO 耗散更多功率。
- 使用的内部 LDO 越多，导致的自发热越严重。自发热增加会降低允许的最高环境温度。
- 为了更最大限度地扩大环境温度范围，请尽可能从外部为 3.3V 和 1.8V 电源轨供电。
- 如果没有外部 1.8V 电源，在 VCCx 引脚上添加串联电阻器可降低内部功耗（请参阅图 5-2），这对于成本敏感型应用非常实用。有关更多信息，请参阅 [不使用外部 1.8V 电源供电运行](#)。
- 在连接器侧，通常 USB 端口仅提供 5V VBUS，使用内部 LDO 是实用的选择，如图 5-1 所示。但是，此设计存在热限制（请参阅 [不使用外部 1.8V 电源供电运行](#)）。
- 要实现更高的环境温度范围，建议两侧使用 1.8V 外部电源（请参阅图 5-3）。有关更多信息，请参阅 [使用外部 1.8V 电源供电运行](#)。

有关热计算的详细指导，请参阅热设计考量部分（[ISOU5B211：480Mbps 高速增强型 USB 隔离器](#) 数据表）。

5.1 不使用外部 1.8V 电源供电运行

该器件无需任何外部 1.8V 电源即可运行。在此配置中，内部 LDO 通过 VCC 引脚生成两根 1.8V 电源轨，因此无需专用的 1.8V 电源。图 5-1 显示了该配置。

弊端在于散热：依赖内部 1.8V LDO 会增加封装内部的功率耗散，从而将支持的最高环境温度降低至约 107°C。1.8V 电源轨由外部供电时，支持的环境温度约为 128°C。只要有可用的外部 1.8V 电源，就从外部为电源轨供电，以使器件保持较低的温度。[使用外部 1.8V 电源供电运行](#)显示了使用外部电源的设计。

有关不使用 1.8V 外部电源供电运行的详细热计算，请参阅示例配置 1 部分 (*ISOUSB211 : 480Mbps 高速增强型 USB 隔离器* 数据表)。

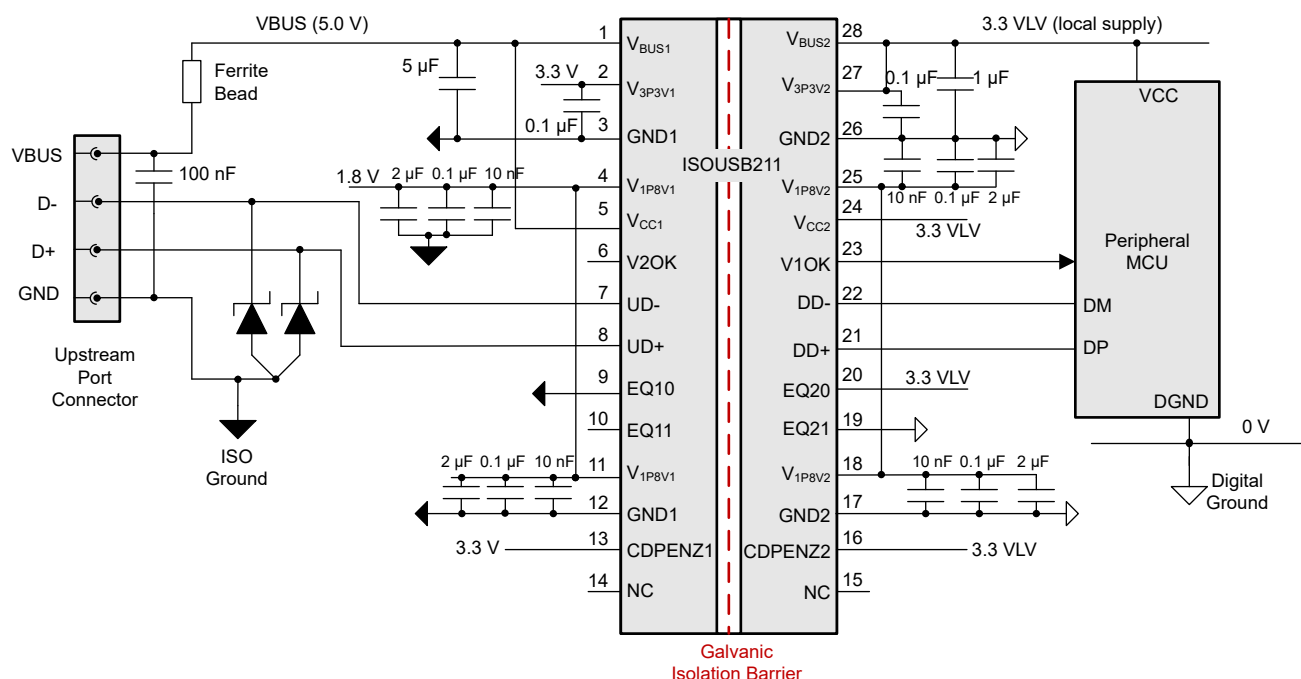


图 5-1. 在不使用外部 1.8V 电源的情况下使用 ISOUSB211

不使用外部 1.8V 电源的情况下提升热性能的简单技巧：图 5-2 显示了智能配置，该配置在不使用外部 1.8V 电源的情况下，可帮助将环境温度范围扩大 10°C，即从 107°C (图 5-1 中) 提升至 117°C。通过在外部 3.3V 至 1.8V LDO (V1P8V2) 的连接中添加一个串联 5 Ω (50mW) 电阻器，以及在外部 5V 至内部 1.8V LDO (V1P8V1) 的连接

中添加一个 $20\ \Omega$ (250mW) 电阻器，即可扩大环境温度范围。选择电阻值时，请记住 V_{CCx} 电压可能低至 2.4V。在这种情况下，需要在 V_{CCx} 引脚上添加一个额外的 $1\ \mu\text{F}$ 电容器。

外部电阻器会降低电压并耗散功率，其有助于降低 ISOUSB211 内的功率损耗以及相应的温升。图 5-1 显示了内部功率耗散从 960mW 到 728mW 的净变化。该技术通过仅用两个电阻器替换两个外部直流/直流和 LDO，节省了系统成本，适用于需要优先考虑成本而不是尽可能减少功率耗散和扩大温度范围的应用。

有关不使用 1.8V 外部电源供电运行且在 V_{CCx} 引脚串联电阻器的详细热计算，请参阅示例配置 3 部分 (ISOUSB211 : 480Mbps 高速增强型 USB 隔离器 数据表)。

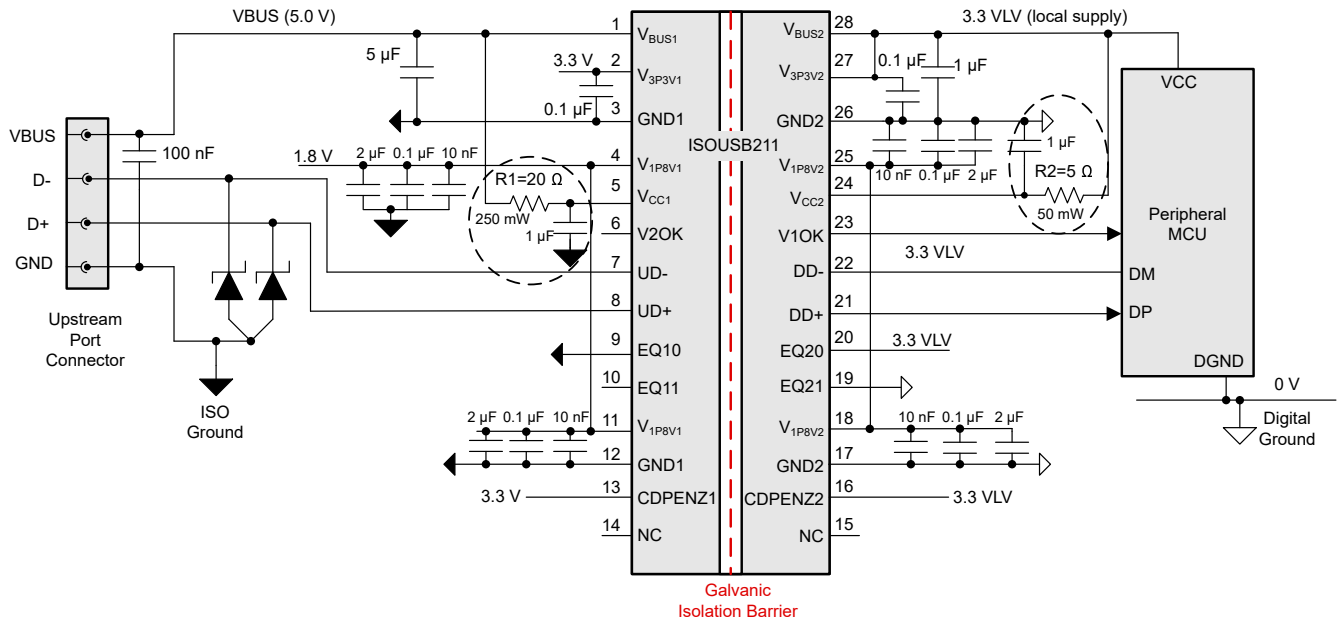


图 5-2. 在不使用外部 1.8V 电源的情况下使用 ISOUSB211 — V_{CCx} 引脚串联电阻器

5.2 使用外部 1.8V 电源供电运行

该器件两侧也可采用外部 1.8V 电源供电。在该配置中，两侧的内部 1.8V LDO 不会消耗来自 VCC 引脚的任何功率，从而更大幅度地降低器件的内部功耗。图 5-3 显示了此示例配置。

此配置可提供超低的功率耗散和高达 128°C 的最高环境温度运行。因此，只要本地外部 1.8V 电源轨可用，就可以从外部为该器件供电，以使其保持较低的温度。

有关使用 1.8V 外部电源供电运行的详细热计算，请参阅示例配置 2 部分 ([ISOUSB211 : 480Mbps 高速增强型 USB 隔离器](#) 数据表)。

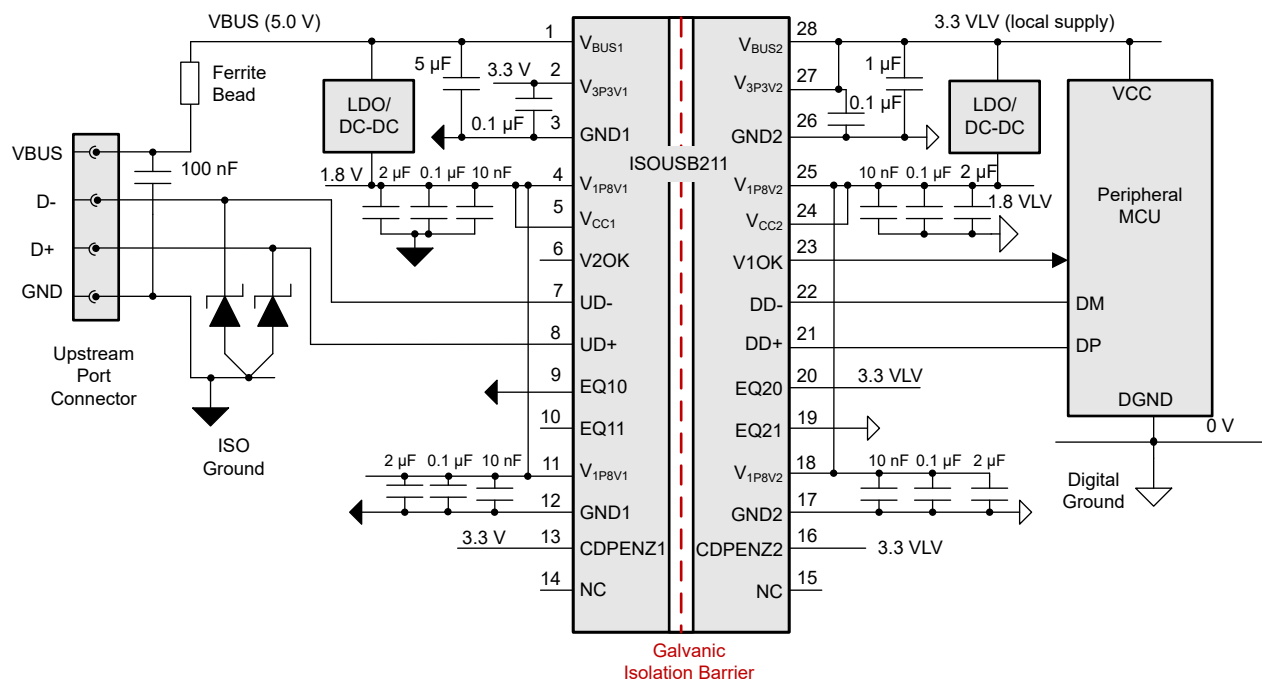


图 5-3. 使用两侧均采用 1.8V 外部电源的 ISOUSB211

6 参考资料

1. 德州仪器 (TI), [ISOUSB211 高速/全速/低速隔离式 USB 中继器](#) 数据表
2. 德州仪器 (TI), [支持低速、高速和全速的汽车级低发射隔离式 USB 中继器](#) 数据表
3. 德州仪器 (TI), [隔离式 USB 中继器](#), 产品概述
4. 德州仪器 (TI), [\(+\)](#) [ISOUSB211-Q1](#) : 设计审核 TI E2E 支持论坛帖子

7 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	注释
July 2026	*	初始发行版

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