



利用 ADI 公司产品进行电路设计
放心运用这些配套产品迅速完成设计。
欲获得更多信息和/或技术支持, 请拨打 4006-100-006
或访问 www.analog.com/zh/circuits。

连接/参考器件

ADuM4160	全速/低速 USB 隔离器
ADuM1100	数字隔离器
ADuM5000	隔离式 DC/DC 转换器

通用串行总线(USB)电缆隔离器电路

电路功能与优势

通用串行总线(USB)正迅速成为大部分 PC 外设的标准接口。由于它具有出色的速度、灵活性, 并且支持设备热插拔, 因而正在取代 RS232 和并行打印机端口。工业和医疗设备制造商也非常希望使用这种总线, 但苦于没有很好的方式来为控制危险电压的机器连接或者医疗应用中的低泄漏防去颤连接提供必要的隔离, 导致应用推广相当缓慢。

ADuM4160 主要设计用作 USB 外设的隔离元件。但在某些情况下, 它也可以用于实现隔离电缆功能。为此, 必须先解决几个问题。ADuM4160 上游和下游的缓冲器完全相同, 均能驱动 USB 电缆, 但下游缓冲器还必须能够根据与之相连的全速或低速外设调整速度。上游连接必须像外设一样工作, 下游连接必须像主机一样工作。

在构建专用外设接口的应用中, 速度是已知的并且不会改变, 而主机应用则不同, 必须根据检测所连接的是低速还是全速设备而随机应变。ADuM4160 通过引脚以硬连线方式确定单一速度; 因此, 当插入下游侧的外设速度正确时, 它正常工作; 当所连外设的速度不正确时, 它无法工作。解决这一问题的最佳办法是将 ADuM4160 与一个集线器控制器相结合。

可以将集线器控制器的上游侧看作是一个标准的固定速度外设端口, 利用 ADuM4160 很容易对其进行隔离, 而下游端口则全部由集线器控制器处理。但在许多情况下, 虽然不能认定为完全符合 USB 标准, 但从实用角度看, 单一速度电缆是

可以接受的, 特别是在使用定制连接器的情况下, 这样就不会与兼容器件相混淆。可以去除集线器芯片, 这样设计将变得非常小且简单。

ADuM4160 提供了一种经济简单的方式来实现工业和医疗外设的隔离缓冲器。利用该器件的挑战在于必须将其与 ADuM5000 等小型隔离 DC-DC 转换器配对, 以利用此隔离缓冲器构建总线供电的电缆隔离器。与任何器件隔离一样, ADuM4160 提供如下功能特性:

1. 在上游直接隔离电缆的 USB D+ 和 D- 线路。
2. 针对不需要外部控制线路的控制数据流实施自动控制方案。
3. 提供医用级隔离。
4. 支持全速或低速信号速率。
5. 支持通过电缆提供隔离电源。

图 1 所示应用电路的目标是隔离一个已经实现 USB 接口的外设。由于没有效率为 100% 的电源转换器可用来跨越隔离传输总线电压, 因此无法获得一条完全兼容的总线供电电缆。此外, 转换器的静态电流不符合 USB 标准的待机电流要求, 而且 ADuM4160 还有速度检测限制。能够实现的是固定速度或开关控制速度的电缆, 它可以向下游外设提供适中的功率。不过, 这是一种定制应用, 不完全符合 USB 标准。

Rev.0

“Circuits from the Lab” from Analog Devices have been designed and built by Analog Devices engineers. Standard engineering practices have been employed in the design and construction of each circuit, and their function and performance have been tested and verified in a lab environment at room temperature. However, you are solely responsible for testing the circuit and determining its suitability and applicability for your use and application. Accordingly, in no event shall Analog Devices be liable for direct, indirect, special, incidental, consequential or punitive damages due to any cause whatsoever connected to the use of any “Circuit from the Lab”. (Continued on last page)



图2. 隔离电缆盒

电路描述

上游USB连接器所用的电源从USB电缆提供的 5 V VBUS电压获得。总线电压还可驱动ADuM5000，用来产生VBUS2电压，供ADuM4160的下游侧使用，并为外设提供最高 100 mA的电源。选择ADuM5000的原因是它具有高隔离电压和小尺寸的特点。它能够为鼠标、键盘和记忆棒等小型总线供电设备提供足够的工作电源。由于该器件使用芯片级微变压器，内部开关频率非常高，因此设计时必须要在电缆上使用铁氧体磁珠，并遵循应用笔记AN-0971中提出的建议，使电磁辐射影响最小。为使系统通过EMI/RFI测试，必须使用特殊布局、去耦和接地技术。相关指导信息请参考教程MT-031和教程MT-101。欲了解ADuM4160 USB电缆隔离板的完整布局和Gerber文件，请访问：

www.analog.com/CN0159_Board_Layout。

ADuM4160 隔离电缆应用具有多种电源、总线速度和ESD/EOS保护选项，必须加以确定。外设以三种速度之一运行：低速(1.5 Mbps)、全速(12 Mbps)和高速(480 Mbps)。ADuM4160不支持高速运行，会阻止用于协商该速度的握手信号。高速模式以全速配置开始，外设通过一个称为高速线性调频的过程请求高速支持。ADuM4160忽略该高速调频；因此，高速运行请求永远不会传递给主机，外设自动继续以全速运行。本应用电路包括一个开关和一个单通道隔离器，允许用户通过设置SPU和SPD引脚来选择电缆速度：全速或

低速。如果单速运行完全满足需要，则此功能为可选项。

VBUSx引脚提供电源。3.3 V信号电压由内部 3.3 V调节器在VDDx引脚产生。ADuM4160支持其它电源配置，相关内容详见其它电路笔记。在图 1所示的电路中，ADuM4160的上游侧和下游侧均被设置为从VBUSx线路和内部调节器获得电源。

ADuM4160还提供一个选项，可以在外设控制下延迟应用上游上拉电阻。此功能由PIN输入控制。在本应用中，PIN输入短路至高电平，因此，只要施加外设电源，就会用到上游上拉电阻。

本电路还使用了保护器件。这些器件选自那些提供各种不同器件的制造商，所选的特定器件允许用 0 Ω 短路电阻予以代替，以便将其从电路中移除。设计人员应当仔细考虑保护器件选择，包括不需要外部保护到需要全套瞬变抑制器和滤波器元件的各种情况。本应用电路所包括的元件显示了可以使用何种类型的保护。

当电路工作时，会进行包检测，并将数据从隔离的一侧传送到另一侧。图 3和图 4所示的数据分别以时域数据和眼图形式展示了典型的全速处理情况。在实时数据中，需要注意的特点是包开始时为无源空闲状态，它会转换为受驱J状态，还有处理结束时的包末尾显示为单端 0 状态，其后是空闲J状态。正是这种自动控制流和这些特殊逻辑状态的处理，才使ADuM4160芯片得以实现，并且是市场上独一无二的。

修订历史

7/10—Revision 0: Initial Version

(Continued from first page) "Circuits from the Lab" are intended only for use with Analog Devices products and are the intellectual property of Analog Devices or its licensors. While you may use the "Circuits from the Lab" in the design of your product, no other license is granted by implication or otherwise under any patents or other intellectual property by application or use of the "Circuits from the Lab". Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, "Circuits from the Lab" are supplied "as is" and without warranties of any kind, express, implied, or statutory including, but not limited to, any implied warranty of merchantability, noninfringement or fitness for a particular purpose and no responsibility is assumed by Analog Devices for their use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from their use. Analog Devices reserves the right to change any "Circuits from the Lab" at any time without notice, but is under no obligation to do so. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN09048-0-7/10(0)

www.analog.com