

## 用于严苛环境的隔离式 USB 2.0 和电源

凌力尔特公司 Chris Gobok

如果用标准USB(通用串行总线)电缆将台式PC连接到工业设备或医疗设备，可能立刻就会得到一个昂贵的教训。PC和所连接的设备很有可能连到了地电位不同的插座上。因此，PC与设备连接后，USB电缆可能在这两台设备之间提供了一个较低阻抗的接地通路，从而使USB电源通路上的所有组件都被烧毁。如果用USB电源供电的设备(例如便携式扫描仪)取代PC，那么你的困境可能是，面对着一个无法提供充足功率的USB端口。也许更令人沮丧的是，你知道所有设备都是安全连接的，而且供电方式正确，但是电气噪声的环境却使通信出现了故障。

USB标准是上世纪90年代中期制定的，制定时从未考虑用在有噪声的环境中。USB本打算用在相对安静的家庭或办公环境中，通过短距离将低功率外设连接至PC。而今天，USB由于速度和易用性等优点，已经变得广受欢迎了，设计师依靠USB连接电脑与众多定制外设，在这种情况下，显然在某些应用中需要隔离，尤其是在医疗和工业领域。市场上已有隔离式USB收发器，但是这些解决方案不包括隔离式电源和无源组件，因此形成了较大和比较复杂

的设计。一种更加简练的解决方案是LTM2884隔离式USB收发器和电源，该器件极大地简化了任何隔离式USB 2.0集线器或外设设计，为用于严苛环境做好了准备。

### 芯片级隔离与电源

电气隔离用在各种行业中，最常见的是提供安全保护，防止潜在破坏性很大的电压导致设备损坏。隔离还用来消除噪声和接地环路产生的共模电压差的影响，或者用作不同工作电压之间的电平移位器。一般情况下，要建立一个隔离式系统，除了隔离势垒组件本身，在隔离势垒两侧还需要若干无源和有源组件。隔离势垒组件是出了名的耐用，显著增加了隔离式系统的设计时间和成本。考虑到这一点，凌力尔特

公司开发了微型模块( $\mu$  Module)隔离器系列，该系列隔离器将隔离式系统的设计减少为仅需插入一个模块，无须任何复杂的隔离势垒组件。实际上， $\mu$  Module隔离器根本无须外部组件。如图1所示，LTM2884 USB  $\mu$  Module隔离器提供2500VRMS电气隔离，在一个15mm×15mm×5mm表面贴装BGA封装中，集成了一个USB 2.0收发器、一个无光耦合器的反激式转换器、几个超低静态电流LDO和所有需要的无源组件。

与该系列中的其他 $\mu$  Module隔离器一样，LTM2884采用电感耦合线圈或无磁芯变压器以穿越2500VRMS隔离势垒传递数据，而专用IC则负责为两个USB通道和两个数据方向执行数据传输和接收功能。隔离势垒任一侧的USB信

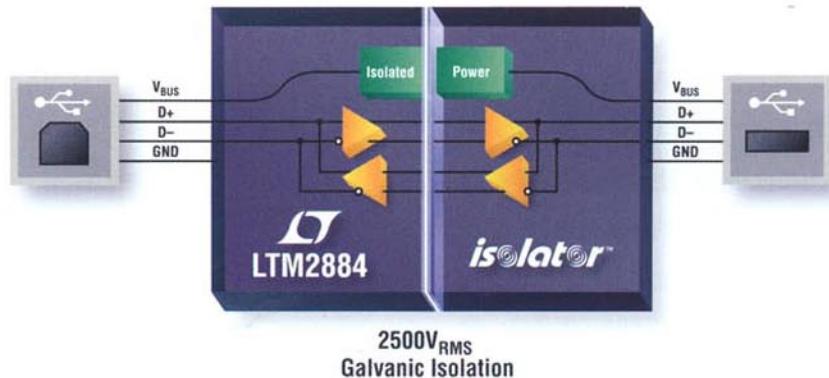


图1 带隔离电源的LTM2884隔离式USB收发器

号被编码为脉冲，并使用差分信号传输通过在μModule衬底中形成的无磁芯变压器横跨隔离边界进行转换。该系统备有数据刷新、差错校验、故障安全停机和可承受极高的共模，为双向信号隔离提供了一款坚固型解决方案。

LTM2884中的隔离电源是采用更加传统的方法产生的。电源是从一个具原边电压检测调节功能的边界模式反激转换器获得的。这种整体电源拓扑提供了一款简单、灵活、容错和相对高效的设计(效率约为65%)。LTM2884具有两个用于为内置USB收发器和DC/DC转换器供电的分离输入。USB收发器从一个4.4~16.5V总线或外部电源接收功率。DC/DC转换器也从相同的电源接收功率；如果连接至5V总线，则隔离式外设能够利用高达1W(200mA/5V)的隔离电源；否则，当连接至一个高于8.6V的外部电源时则可为外设提供2.5W(500mA/5V)功率！

### 简化坚固的设计

LTM2884与USB 2.0全速(12Mbps)和低速(1.5Mbps)运行模式兼容(见图2)。LTM2884检测下游端口所连接的USB设备的速度，然后设定它自己内部上游端口的上拉电阻器，以与该速度匹配。集成的下拉电阻器也支持下游总线配置。LTM2884通过监视下游空闲状态并以恒定速率刷新跨隔离势垒的状态，保持USB总线的空闲状态。如果上游端口空闲时间超过3ms，那么LTM2884就可以进入暂停模式，以使

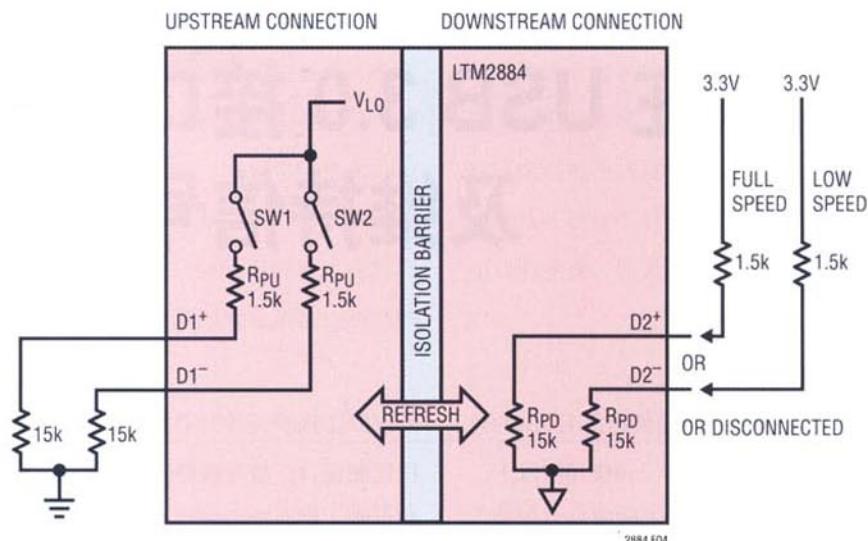


图2 LTM2884自动选择内部上游上拉电阻器以与下游速度匹配

该器件本身的功耗降至500 μA以下。这种自动速度选择功能无须设定跨接线或配置软件，从而实现了真正的即插即用式设计。

尽管隔离可以保护设备免受地电位差损害，但是还需要其他保护机制来抵御有噪声环境中常见的噪声、瞬变和浪涌。电气隔离的主要好处之一是，隔离势垒能够挡住高电压，从而无须其他保护器件，例如笨重的瞬变电压抑制器(MOV、TVS等)。LTM2884不仅能够轻松承受2500VRMS(3500VPEAK)长达1分钟，而且能够在连至本地电源的USB引脚上承受±15kV HBM(人体模型)ESD以及能够通过连至电源的隔离势垒承受±15kV HBM。高ESD额定值归功于仔细设计的高性能隔离势垒，该额定值还支持30kV/μs(典型值为50kV/μs)的最低共模瞬变速率，并允许LTM2884独特地通过瞬变事件无差错工作，同时发送USB数据。

LTM2884对于RF和磁场拥有强

大的承受能力，而且对相邻组件也没有影响，不产生高EMI(电磁干扰)。LTM2884中采用的μModule隔离器技术已经过独立机构评估，在测试中成功达到了欧洲标准EN 55024对RF和磁场承受能力的要求，这按照EN 61000-4-3测试标准要求。此外，设计和布局方法还允许LTM2884最大限度地减小EMI，使其达到远低于CISPR 22 Class B限制的水平，从而无须采用复杂的EMI屏蔽和抑制技术。

### 隔离式USB应用

当隔离USB端口时，没有太多电路配置工作。如LTM2884之类的隔离组件既可以放置在外设的输入端，与USB电缆(中继器)串联，也可以放置在集线器/主机的输出端。凭借上述特点，无论哪种最终应用或细分市场，LTM2884几乎适合于任何USB设备。该μModule的占板面积为225mm<sup>2</sup>，所需电路板空间最小，同

(下转第43页)

时几乎所有电气规格都经过测试，并保证工作在  $-40\sim+105^{\circ}\text{C}$  的工作温度范围。UL 1577组件级认证正在进行



图3 基于LTM2884的LTP2884 USB串联隔离器

中，而且LTM2884满足医疗安全标准IEC 60601-1的所有要求，极少数要求A.C.测试电压高于2500kV RMS的双MOOP(操作者保护方法)和双MOPP(患者保护方法)测试除外。除此以外，LTM2884的引脚间隔(爬电距离和电气间隙)大于9mm，通过绝缘针对数据提供 $100\mu\text{m}$ 距离，针对电源提供 $114\mu\text{m}$ 距离，这些与安全有关的参数将有助于USB系统满足各种不同设备级标准的要求。

图3显示，LTM2884是LTP2884 USB串联隔离器的核心，该串联隔离器是一款完整的独立器件，用作一个完整的参考设计，还可以作为一个独立器件购买，以便能够在工作环境中快速部署USB隔离。LTP2884采用坚固的小型封装，提供LTM2884的所有好处，具备 $\pm 20\text{kV}$  ESD保护、LED状态和报警指示器、以及耐用的USB连接器。当然，不需要驱动器和软件，即插即用！