

CEM | 技术前沿 | Frontier Technology

隔离型内务处理反激式转换器简化电源设计

凌力尔特公司电源产品高级产品市场工程师 || Bruce Haug

设计师常常需要低功率隔离式内务处理电源，有一个简单的解决方案而不必购买电源砖或模块是很好的事。然而，你又不想花费很多时间弄懂它，而且需要这种解决方案易于用方便买到的现成有售变压器进行设计。是制作还是购买，取决于很多因素，但是简单性、性能和灵活性对于做出哪种选择影响很大。

很多 DC/DC 转换器应用都需要隔离输出，而不仅是有 48V 隔离要求的电信和数据通信。对于需要隔离地与有噪声输入电压的噪声敏感设备，隔离是必须的，例如汽车电池、中间总线 and 工业输入。显示器、可编程逻辑控制器、GPS 系统以及一些医疗监视设备都可能受到噪声总线电压的负面影响。医学检查摄像头、牙科设备，以及睡眠与关键体征监视器等都使用显示器，这些显示器都可能受到噪声电源电压的负面影响。隔离式电源提供地隔离，可以消除可能导致显示器异常的噪声。

多年来，反激式转换器一直广泛地用于隔离式 DC/DC 应用。但是这类转换器未必是设计师的首选。电源设计师被迫选择反激式转换

器是因为必须满足较低功率的隔离需求，而不是因为这类转换器更易于设计。由于大家熟知的控制环路中右半平面零点问题，反激式转换器有稳定性问题，而光耦合器的传播延迟、老化及增益变化会使这一问题进一步复杂化。

此外，使用反激式转换器时，需要在变压器设计上花费大量时间，而通常现成有售变压器的选择很有限，而且可能需要定制变压器，这使变压器设计这一任务变得更加复杂了。由于电源转换技术领域的进步，较低功率隔离式转换器的设计现在容易多了。凌力尔特公司的 LT8302 隔离型反激式转换器就解决了很多这类反激式设计难题。

简单的反激式 IC 设计

LT8302 无需光耦合器和副边基准电压，无需电源变压器额外提供第三个绕组，同时仅用一个组件（必须跨隔离势垒的电源变压器），就可保持主边和副边隔离。LT8302 采用主边检测电路，该电路能够通过反激的主边开关节点波形检测输出电压。在开关断开时，输出二极管向输出提供电流，输出电压反射至反激式变压器的主边。开关节点电压的幅度是输入电压和反射的输出电压之和，LT8302 能够重建该输出电压。在整个电压、负载和温度范围内，这种输出电压反馈方法实现了好于 $\pm 5\%$ 的总体稳定度。图 1 显示了采用 LT8302 反激式转换器的原理图，该电路仅采用了 14 个外部组件。

图1 具主边输出电压检测的 LT8302 反激式转换器

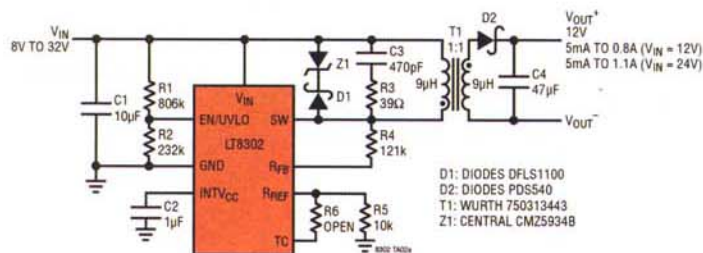


图2 典型开关节点波形

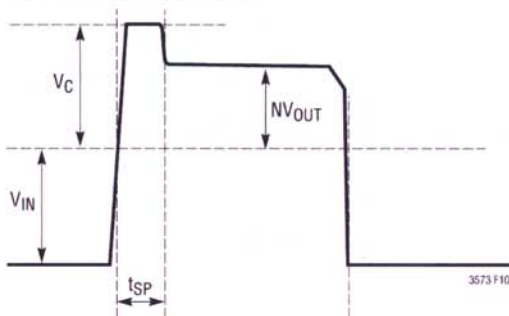
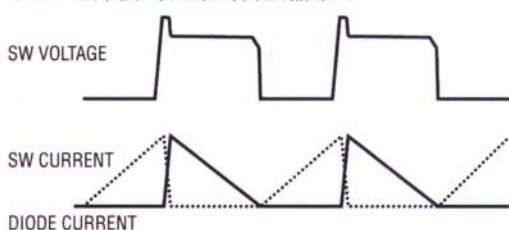


图3 边界模式反激式转换器波形



LT8302 采用 8 引线耐热性能增强型SO-8 封装, 接受2.8V至42V的输入电压。其坚固的内置3.6A、65V内部DMOS功率开关允许该器件提供高达18W左右的输出功率。

此外, LT8302在轻负载时以低纹波突发模式 (Burst Mode) 运行, 将静态电流降至仅为106 μ A, 这在保持输出电压稳定的同时, 延长了休眠模式的电池运行时间。其他特点包括内部软启动和欠压闭锁。设定输出电压时, 仅需要调节变压器的匝数比和1个外部电阻器。

主边输出电压检测

隔离式转换器的输出电压检测通常需要一个光耦合器和副边基准电压。光耦合器通过光链路传送输出电压反馈信号, 同时保持隔离势垒。然而, 光耦合器传输比随温度变化和老化程度而改变, 从而降低了准确度。光耦合器之间还有可能是非线性的, 这导致电路之间不同的增益 / 相位特性。额外采用一个变压器绕组实现电压反馈的反激式设计还可能被用来闭合反馈环路。然而, 这个额外的变压器绕组增大了变压器的尺寸并增加了变压器成本, 而且不能提供非常好的输出电压稳定度。

LT8302在变压器主边检测输出电压, 因此

无需光耦合器或额外的变压器绕组。在图2所示的功率晶体管断开时, 可在主边开关节点波形上准确测量输出电压, 图中N是变压器的匝数比, VIN是输入电压, VC是最高箝位电压。

边界模式工作减小转换器尺寸并改善调节性

副边电流降至零时, LT8302反激式转换器立即接通其内部开关, 而当开关电流达到预设定的电流限制时, 则断开该开关。因此, 该器件始终在连续导通模式和断续导通模式之间转换, 这种方式常称为边界模式或临界导通模式。

边界模式控制是一种可变频率电流模式开关方法。当内部电源开关接通时, 变压器电流上升, 直至达到其当前电流限制设定点为止。SW引脚上的电压上升至输出电压除以副-主变压器匝数比再加上输入电压之和。当通过二极管的副边电流降至零时, SW引脚电压降至低于VIN。LT8302检测这一事件, 并重新接通开关, 再次重复上述周期。

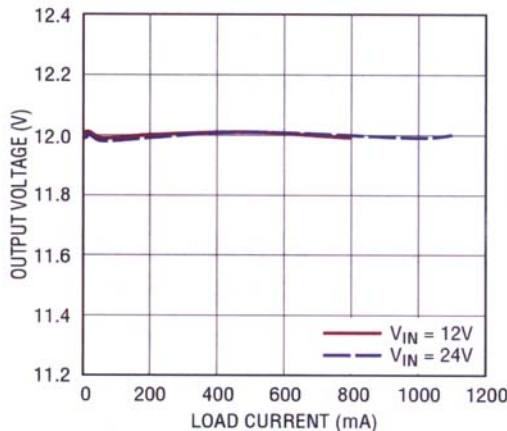
边界模式在每个周期结束时, 使副边电流返回到零, 所引起的寄生电阻性电压降不引起负载调节性误差。此外, 主边反激开关在电流为零时始终接通, 输出二极管没有反向恢复损耗。这种功耗降低使反激式转换器能够以相对较高的开关频率运行, 这与其他较低频率的设计相比, 可减小变压器尺寸。图3显示了SW电压和电流以及输出二极管中的电流。

由于返射的输出电压始终在二极管电流过零时采样, 所以LT8302负载调节非常出色, 而且一般在整个输出负载范围内好于 $\pm 1\%$, 如图4所示。

变压器选择与设计时的考虑因素

变压器性能规格与设计也许是成功应用LT8302最关键的部分。应对高频隔离式电源变压器设计时, 除了通常的注意事项, 例如低泄漏电感和紧耦合, 变压器匝数比也必须严格控

图4 图1原理图的负载与电压调节曲线



8302 TA02c

制。既然变压器副边电压是靠主边采样电压推断，那么匝数比必须严格控制以确保一致的输出电压。

凌力尔特已经与领先磁性组件制造商合作，以生产为与 LT8302 一起使用而预设计的反激式变压器。表 1 显示了建议使用和 Wurth

Elektronik 公司提供的现有售变压器。这些变压器一般能承受从主边到副边 1500VAC 击穿电压一分钟。也可以使用更高击穿电压的变压器和定制变压器。

结论

很多电源应用都需要隔离输出，而且隔离输出常常是为需要地与带噪声输入电压隔离的噪声敏感设备而实现。基于 LT8302 的电路无需光耦合器和副边基准电压，无需电源变压器额外提供第三个绕组，就可简化隔离反激式转换器的设计。该器件仅用一个跨隔离势垒的器件，就可保持主边和副边隔离。由于有容易买到的现有售变压器，所以不需要定制变压器，而且出色的负载调节使该器件适合多种应用。因此，隔离反激式转换器设计现在对工程师而言，已经变得很简单了。CEM