

设计新技术

DC/DC转换器

反激式控制器免除光耦合器并简化设计

Bruce Haug
电源产品部门产品营销工程师
凌力尔特公司

在隔离型DC/DC应用中广泛使用反激式转换器已有多数, 然而, 它们却未必是设计人员的首选。电源设计师选用反激式转换器并不是因为它们可降低设计难度, 而是迫于较低功率隔离要求的压力, 实乃不情愿之举。

由于控制环路中众所周知的右半平面零点的原因, 反激式转换器存在稳定性问题, 而且光耦合器的传播延迟、老化和增益变化还会使该问题进一步复杂化。此外, 反激式转换器还需要专门花费大量的时间进行变压器的设计, 而由于可供选择的市售变压器品种有限且有可能需要定制变压器, 所以导致此项设计工作变得愈发复杂。不过, 凌力尔特公司近期发布的LT3748隔离型反激式控制器解决了此类反激式设计的诸多难题。

新型反激式IC简化了设计

首先, LT3748免除了增设光耦合器、副端基准电压和电源变压器附加第三绕组的需要, 同时保持了主端与副端之间的隔离(只有一部分必须横跨隔离势垒)。LT3748运用了一种主端检测方案, 该方案能通过反激式变压器主端开关节点波形来检测输出电压。在开关断开期间, 输出二极管负责向输出端提供电流, 而输出电压被反射至反激式变压器的主端。开关节点电压的数值是输入电压与反射输出电压之和(LT3748能够重构)。这种输出电压反馈技术在整个线路电压输入范围、温度范围以及一个2%至100%的负载范围内实现了优于±5%的总调节准确度。图1示出了一款采用LT3748的反激式转换器原理图。

LT3748可接受一个5V至100V的输入电压, 处于该范围内的输入电压可以直接施加至IC, 而无需使用一个串联降压电阻器。由于具有

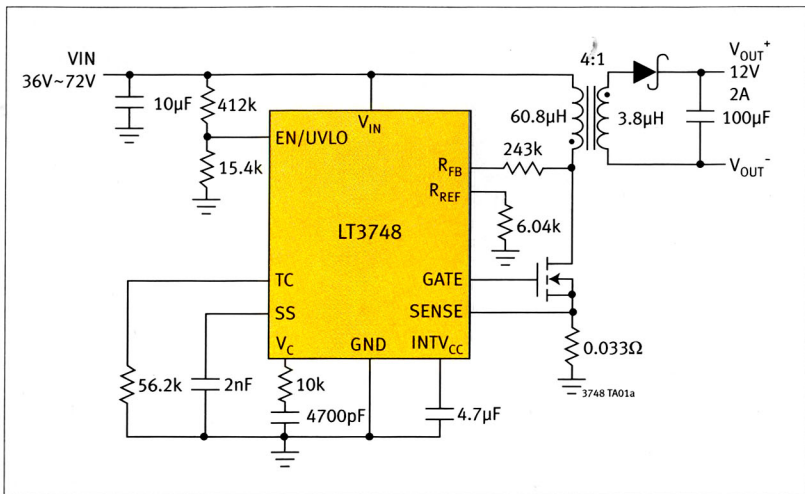


图1: 采用主端输出电压检测的LT3748反激式转换器。

高电压板上LDO并采用MSOP-16封装(去掉了4个引脚以实现额外的高压引脚间隔), 因此该器件能在高输入电压条件下可靠运作。另外, 这款器件的板上栅极驱动器可为一个外部NPN电源开关供电, 使得它能够提供高达50W左右的功率(其最大输出功率取决于外部组件选择、输入电压范围和输出电压)。

此外, LT3748所运用的边界模式操作进一步简化了系统设计, 并缩减了总体转换器的外形尺寸和占板面积。LT3748反激式转换器在副端电流减小至零之后立即接通其内部开关, 并在开关电流达到预定电流限值时关断。于是, 它始终工作在连续导通模式(CCM)和不连续导通模式(DCM)的转换之时, 这通常被称为边界模式或临界导通模式。该器件的其他特点包括可编程软启动、可调电流限值、欠压闭锁和温度补偿。输出电压由变压器匝数比以及两个与RFB和RREF引脚相连的外部电阻器设定。

主端输出电压检测

隔离型转换器的输出电压检测通常需要一个光耦合器和副端基准电压。光耦合器用于通过光链路来传递输出电压反馈信号, 同时保持隔离势垒。然而, 光耦合器传输比会随着温度和老化而有所改变, 从而使其准确度下降。光耦合器还引入

了一个传播延迟, 进而导致较慢的瞬态响应(因部件的不同可能是非线性的), 这还会造成一款设计在不同的电路中表现出不同的特性。也可以采用一种使用附加变压器绕组(用于实现电压反馈)的反激式设计, 以代替光耦合器对反馈环路实施补偿。然而, 这个附加的变压器绕组会增加变压器的尺寸和成本。

LT3748通过检测变压器主端上的输出电压免除了增设一个光耦合器或附加变压器绕组的需要。如图2(详见本刊网站)所示, 输出电压可在功率晶体管关断期间的主端开关节点波形上准确地测量, 其中的N为变压器的匝数比, VIN为输入电压, 而Vc为最大箝位电压。

边界模式操作缩减转换器尺寸并改善调节性能

边界模式控制是一种可变频率电流模式开关方案。当内部电源开关接通时, 变压器电流增加, 直至达到其预设电流限值设定点为止。SW引脚上的电压上升至“输出电压/变压器副端-主端匝数比”+“输入电压”。当流过二极管的副端电流减小至零时, SW引脚电压下降至低于VIN。内部DCM比较器检测到这一情况并重新接通开关, 从而重复该循环。

边界模式在每个周期的末端使副端电流归零, 因而使得寄生阻性压降不会引起负载调节误差。此外, 主

端反激式开关始终在零电流时接通, 而且输出二极管没有反向恢复损耗。功率损失的这种减少使得反激式转换器能够在一个较高的开关频率下运作, 这反过来又缩减了变压器的尺寸(相比于较低频率的替代设计方案)。图3(详见本刊网站)显示出了SW电压和电流以及输出二极管中的电流。

由于始终在二极管电流零交叉点上进行反射输出电压的采样, 因此负载调节性能在边界模式操作中得到了大幅度的改善。LT3748通常可提供±3%的负载调节。

变压器的选择和设计考虑因素

就LT3748的成功应用而言, 变压器的规格和设计可能是最为关键的部分了。除了处理高频隔离型电源变压器设计的常见注意事项(实现低漏电感和紧密耦合)之外, 还必须严格控制变压器的匝数比。由于变压器副端上的电压是由主端上的采样电压推知的, 因此必须严格控制匝数比以确保获得一致的输出电压。各变压器之间±5%的匝数比容差有可能在输出电压中产生超过±5%的变化。幸运的是, 大多数磁性元件制造商都能够保证±1%或更好的匝数比容差指标。

凌力尔特公司与主要的磁性元件制造商进行了合作, 以生产供LT3748使用的预设计型反激式变压器。这些变压器一般能够承受1,500VAC的主端至副端击穿电压(持续时间为一分钟), 也可以使用击穿电压更高的变压器和定制变压器。另外, 凌力尔特还提供了名为“LTspice”的免费仿真软件。

变压器漏电感

在电源开关断开之后, 变压器主端或副端上的漏电感会在主端上引发一个电压尖峰。在必须消耗更多储能的较高负载电流条件下, 该电压尖峰将变得愈发突出。通过变压器绕组的紧密耦合可以最大限度地减小漏电感, 并可通过读出一个变压器

反激式控制器免除光耦合器并简化设计

» 上接62页

绕组上的电感(使其他绕组短路)来测量漏电感。

图4(详见本刊网站)中示出的简单RCD(电阻器、电容器和二极管)箝位电路可防止漏电感尖峰超过功率器件的击穿电压。所有的LT3748应用电路中都包括此电路,而肖特基二极管则因其快速接通时间而常常成为吸振器的最佳选择。

图5示出了一款采用LT3748的演示电路板。该电路可接受一个范围从22V至75V的输入电压,并在高达2.5A的电流条件下产生一个隔离型12V输出。

尽管隔离型反激式转换器的设计对于设计工程师来说并不简单,但是除了采用模块或复杂的分立式实现方案之外,如今我们有了一种

替代方案。基于LT3748的电路无需光耦合器、副端基准电压和电源变压器的附加第三绕组,因而显著地简化了隔离型反激式转换器的设计。该器件保持了主端至副端隔离

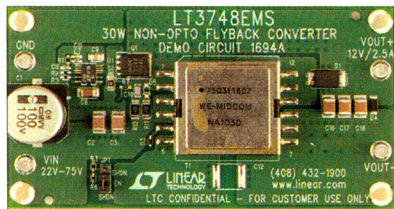


图5: 采用LT3748的演示电路板。

(只有一部分横跨隔离势垒)。容易购置的市售变压器避免了采用定制变压器的需要。LT3748具有一个5V至100V的工作输入电压范围,并能够提供高达50W左右的连续输出功率,从而使其成为众多电信、数据通信和工业应用的合适之选。