

适用于正向转换器的有源钳位同步控制器

凌力尔特公司 Wei Gu RandycoPrasetyo Fei Guo

LT3752、LT3752-1和LT3753是集成度很高的高性能有源钳位正向控制器，可最大限度减少外部组件数量、解决方案尺寸和降低成本。其中，LT3752和LT3753用于高达100V的输入，而LT3752-1用于输入电压高于100V的应用，因此适合HV 汽车电池和离线式隔离型电源，以及工业、汽车和军用系统。所有器件都可用来为输出功率高达400W的单片IC提供紧凑、通用和高效率的解决方案。通过串联叠置转换器输出，还可以支持更大的功率。参见表1以比较这些器件的功能。

无光耦合器工作模式以准确的可编程伏-秒钳位实现调节

图1显示了一个完整的 150W正向转换器，由于LT3752准确的可编程伏-秒钳位，该转换器无须光耦合器。对于以连续导通模式工作的正向转换器而言，输出电压为 $V_{OUT}=V_{IN} \cdot N \cdot D$ ，其中， V_{IN} 是输入电压， N 是副边至

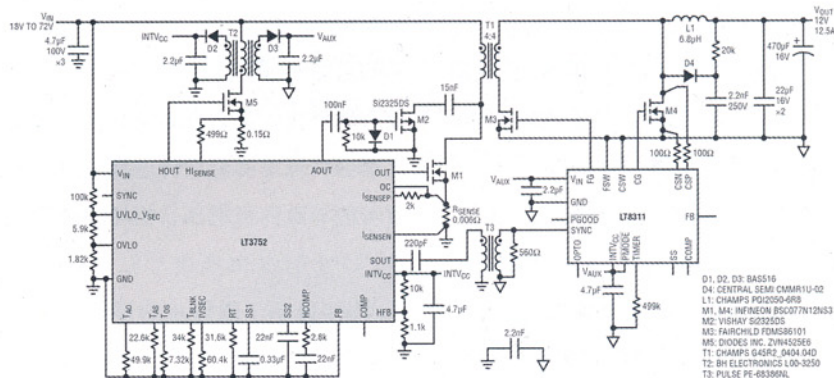


图1 以无光耦合器模式工作的150W正向转换器

主边匝数比， D 是占空比。LT3752、LT3752-1和LT3753 OUT引脚上的占空比钳位电路负向跟踪 V_{IN} ，以在输入电压范围内保持恒定 V_{OUT} 。

在有源伏-秒钳位电路中， V_{OUT} 的准确度在很大程度上取决于伏-秒钳位部分的准确度。同类电压钳位解决方案采用一个与系统输入连接的外部RC网络，以触发内部比较器的跳变门限。这种RC方法的准确度受制于外部电容器误差、器件至器件的RC时间常数和IC开关周期之间的失配、内部比较器门限误差，以及以低输入电压充电时的非线性度。

为了确保器件至器件的准确调节，LT3752、LT3752-1和LT3753提供已微调的定时电容器和比较器门限。图2显示在各种不同输入电压时 V_{OUT} 随负载电流变化的曲线。

如果设定占空比钳位的电阻器开路，那么该器件立即停止切换，从而防止器件在没有伏-秒钳位时运行。

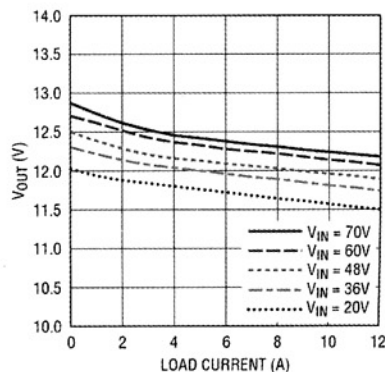


图2 在各种不同输入电压时，输出电压随负载电流的变化

表1 LT3752、LT3752-1和 LTC3753特点的比较

型号	输入范围	有源钳位驱动器	内务反激式控制器
LT3753	8.5V ~ 100V	低压侧	无
LT3752	6.5V ~ 100V	低压侧	有
LT3752-1	100V ~ 400V	高压侧	有

集成的内务处理反激式控制器

LT3752/LT3752-1包括一个内部恒定频率反激式控制器,以产生内务处理电源。该内务处理电源可高效率地为主边和副边IC提供偏置,从而无须从主正向变压器的辅助绕组产生偏置电源,这显著降低了变压器的复杂性、成本和尺寸。

内务处理电源可用来过驱动INTV_{CC}引脚,以获得超出该器件限度的功率、提高效率、提供额外的驱动电流并优化INTV_{CC}电平。在主正向转换器开始切换之前,内务处理电源还可向任何副边IC提供偏置。这样一来,副边就无需外部启动电路了。

精确欠压闭锁和软启动

精确的LT3752/LT3752-1欠压闭锁(UVLO)功能可实现电源排序或启动过流保护,只需简单地在VIN电源和UVLO引脚之间加上一个电阻器分压器即可。

UVLO引脚具可调输入迟滞,允许该IC在执行软停止之前抵抗输入电源下降。在软停止时,转换器折返开关频率、伏-秒钳位和COMP引脚电压时会继续切换。LT3752、LT3752-1和LT3753的UVLO引脚均有大约400mV的微型功率停机门限,V_{IN}静态电流降至40μA或更低。

给软启动引脚(SS1和SS2)增加电容器可实现软启动功能,软启动在启动或从故障情况中恢复时,降低峰值输入电流,防止输出电压过冲。

SS1/2引脚通过降低电流限制和降低开关频率来降低浪涌电流,从而允许输出电容器逐步充电至最终电量。

用软停止功能停机

与软启动相反,LT3752/LT3752-1和LT3753在停机时,可以逐渐给SS1引脚放电(软停止)。图3显示的是图5中转换器的停机波形。如果没有软停止,那么自驱动同步整流器反馈会将电容器能量传送到主边,这有可能导致停机震荡,损坏主边的组件。

图4显示了软停止的停机波形。

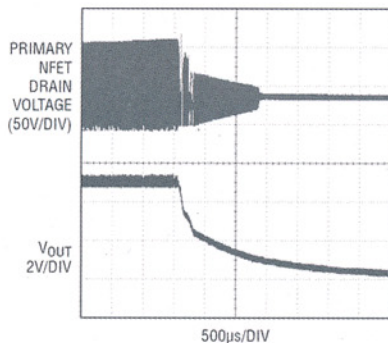


图3 没有软停止时图5中电路的停机波形显示了震荡

转换器折返开关频率、伏-秒钳位和COMP引脚电压时继续切换,从而实现干净的停机。

电流模式控制

LT3752/LT3752-1和LT3753采用电流模式控制架构,以提供比电压模式控制器更大的电源带宽,以及更好的电压和负载瞬态响应。与电压模式控制架构相比,电流模式控制需要的补偿组件更少,从而更易于补偿多种工作情况。对于以连续模式和高于50%占空比运行的情况而言,所需要的斜坡补偿可用单个电阻器设定。

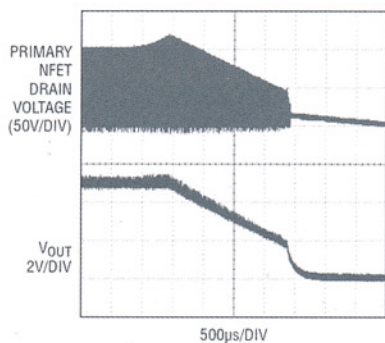


图4 图5中电路停机波形显示软停止功能在工作

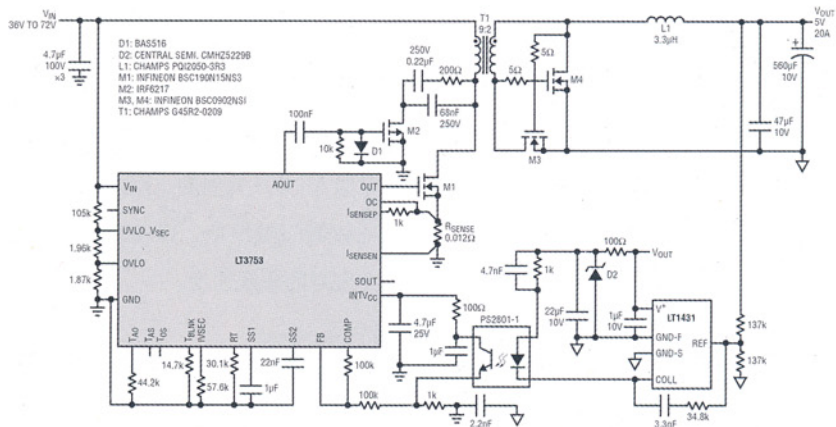


图5 可接受36~72V输入的5V/20A正向转换器

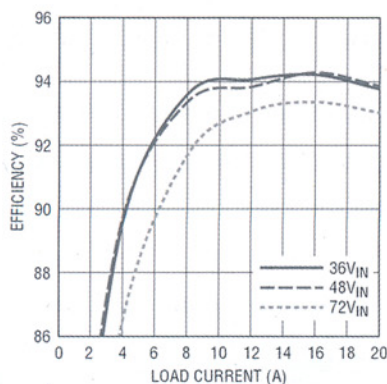


图6 图5中转换器的效率

可编程功能简化优化过程

LT3752/LT3752-1和LT3753包括一些可编程功能,允许设计师针对特定应用优化这些功能。例如,各种不同门信号之间可编程的延迟可用来防止交叉导通,并优化效率。每种延迟都可以用单个电阻器设定。

主MOSFET的可编程接通电流尖峰消隐(自适应前沿消隐和可编程扩展消隐)极大地改进了转换器的抗噪性。在栅极上升时(有时是在其后),连至MOSFET源极的电流检测电阻器中可能产生噪声。该噪声可能使检测比较器产生误跳变,导致开关提前断开。这个问题的一种解决办法是用大尺寸的RC滤波器以防止误跳变,不过有了可编程接通尖峰消隐,就无需额外的RC滤波了。

工作频率可以在100~500kHz范围内用RT引脚至地之间的单个电阻器设定,或者通过SYNC引脚同步至一个外部时钟。可调工作频率允许该器件设定在某些频段以外,以适应对频谱噪声敏感的应用。

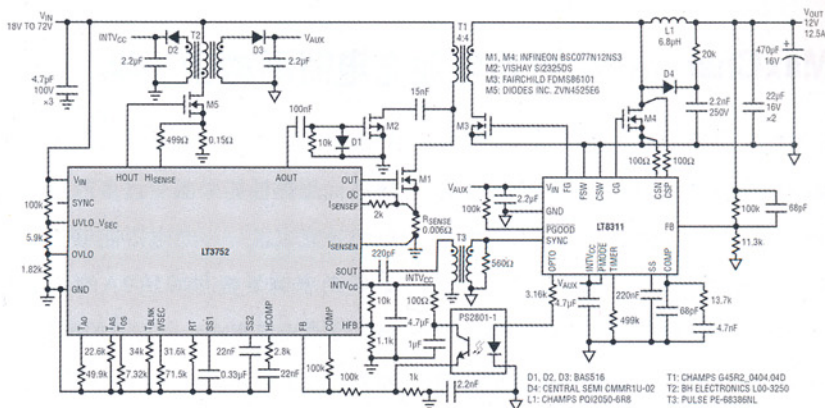


图7 18~72V输入、12V/12.5A输出正向转换器

36~72V输入、5V/20A正向转换器

图5显示了一个5V、20A输出的转换器,该转换器接受36~72V输入。有源复位电路由一个小型P沟道

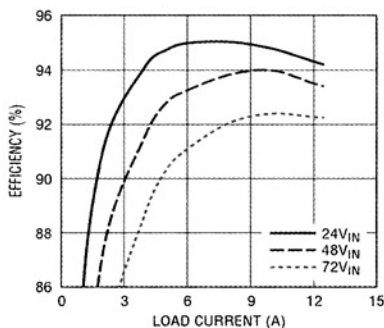


图8 图7中转换器的效率

MOSFET M2和一个复位电容器组成。在M1 MOSFET关断的复位期间, MOSFET M2用来跨变压器T1主边绕组连接复位电容器。复位电容器两端的电压自动随占空比变化进行调节,以在所有工作条件下提供彻底的变压器复位。

此外,有源复位电路将复位电压波形变成方波,以适合驱动副边同步MOSFET整流器M4。这些MOSFET位于副边,由副边绕组电压驱动。图6显示了这个转换器的效率。

18~72V输入、12V/12.5A正向转换器

图7显示了一个18V~72V输入、12V/12.5A输出正向转换器。LT8311用在正向转换器的副边,以通过一个光耦合器提供同步MOSFET控制和输出电压反馈。需要一个脉冲变压器(见图7中的T3),以使LT8311能够接收来自主边IC的同步控制信号。通过LT8311将这些控制信号转换成数字信号(高或低),以接通/关断钳位及正向MOSFET。图8显示了这个转换器的效率。

150~400V输入、12V/16.7A正向转换器

对于输入电压很高的应用而言,可用P沟道MOSFET的电压额定值也许不够高,不能在低压侧有源钳位拓扑中用作有源钳位开关。应该采用一种具备高压侧有源钳位拓扑的N沟道方法。这种拓扑需要一个高压侧栅极驱动器或一个栅极变压器,以驱动N沟道MOSFET,并通过开关接入有源钳位电容器。