

隔离型分立式正向 DC/DC 设计 需要极少外部组件

凌力尔特公司 Bruce Haug

过去25年来, 高密度隔离型DC/DC转换器已经发生了显著变化。25年前, 全砖和半砖外形尺寸的推出吸引了人们蜂拥而至, 将其用于电信、数据通信、工业和医疗系统中的分布式电源架构中, 在这类系统中, 总线电压供给系统中的每一块电路板, 而且每个电路板都有自己的隔离型DC/DC转换器。很多这类砖结合了几百个器件, 因此相比在PCB上设计分立式电源, 使用这类砖会容易得多。那时, 几家电源公司匆忙进入了这一市场, 追赶这一领域的领导者。很多公司经历了几年艰苦细致的开发, 将产品推向了市场, 开发了自己的磁性组件、拓扑和控制电路, 并始终试图超越同类产品。这些产品很多最终与同类产品有相同的占板面积, 还有一些拥有获得专利的尺寸和引出脚配置。最后, 这些产品扩展至包括1/4、1/8和1/16砖, 以及视所需输出功率不同而有无数变化的其他尺寸。

不过, 随着专用DC/DC控制器和单片器件的推出以及现成有售的平面电源变压器和电感器的出现, 使分立式设计比以前容易多了。实际上,

隔离型反激式设计可以用15个器件实现, 正向转换器则需要20个器件。在新的专用控制器和单片器件时代, 设计师拥有了开发隔离型DC/DC转换器的各种不同途径。改善的MOSFET开关、 V_{DS} 额定值和 $R_{DS(ON)}$ 也使得实现这类分立式设计更容易了。有些设计在反馈环路中也不再需要光耦合器或信号变压器了, 而且很多设计可以用于军事应用, 在 $-55 \sim +150^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内工作。

很多DC/DC转换器应用都需要隔离输出, 而不仅是电信和数据通信规定了48V隔离要求。对于需要将地和带噪声的输入电压隔离之噪声敏感型

设备而言, 例如汽车电池、中间总线和工业输入, 隔离是必要的。具噪声的总线电压可能对显示器、可编程逻辑控制器、GPS系统, 以及一些医疗监视设备造成负面影响。用于检查的相机、牙科仪器、睡眠和生命体征监视器等都有显示器, 都可能受到带噪声的电源电压之不利影响。然而, 隔离型电源提供了与地的隔离, 可消除噪声引起的显示器异常。

隔离型正向转换器

在隔离型高密度DC/DC转换器中最流行使用的拓扑之一是正向转换器。有几种类型的正向控制器, 有些

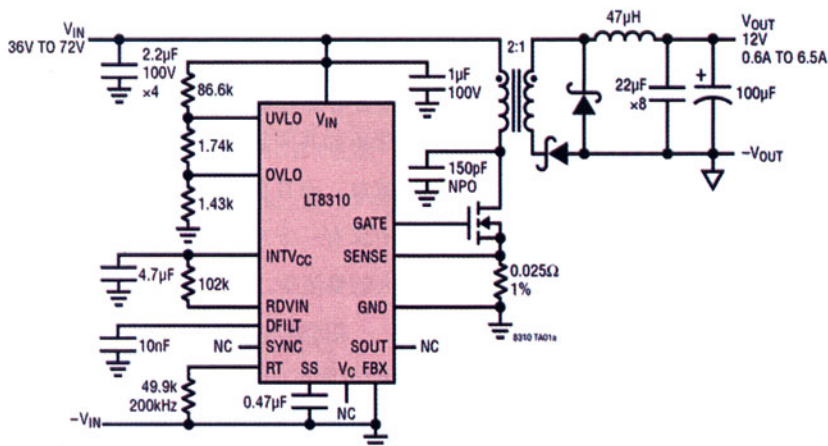


图1 LT8310隔离型正向转换器仅用20个组件就可提供78W输出功率

用单个主端IC实现控制，另一些则同时有主端和副端IC，以实现控制、定时以及驱动同步MOSFET。具备同步整流和多相交错功率级的最新控制器IC使降压型转换器实现了简单性、高效率和快速瞬态响应，因此设计师长久以来一直很受益。现在正向转换器也具备了降压型转换器这些优点，不久前推出的LT8310就是一个例子，该器件可构成组件数很少的应用。实际上，图1中的LT8310原理图仅用了20个组件，就构成了一个输出功率高达78W的隔离型正向转换器。

这个电路用标称48V输入以高达6.5A电流产生12V输出，效率高达92%。这款主端正向控制器具备谐振复位运行功能，在6~100V输入电压范围内工作，以提供高达200W功率为目标。这款器件可用在同步或非同步应用中。就同步运行而言，LT8310通过脉冲变压器向副端MOSFET驱动器发送控制信号以实现同步整流定时。同步设计对较高功率或较低输出电压应用最有利。无须使用光耦合器，就可实现 $\pm 8\%$ 的输出电压调节，如图2所示。

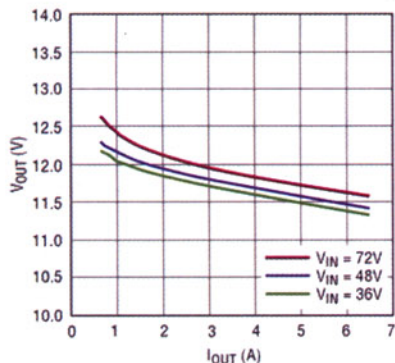


图2 图1原理图中LT8310的输出电压调节

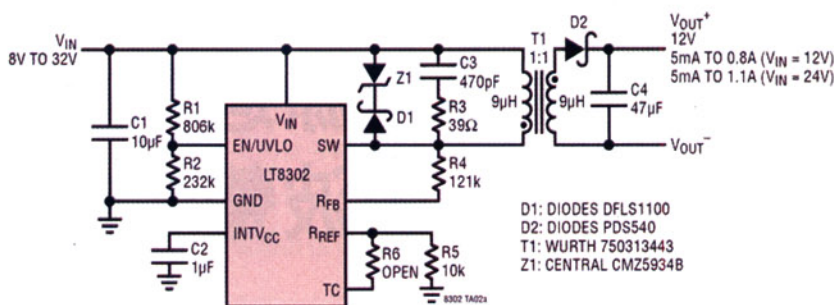


图3 具主端输出电压检测的LT8302反激式转换器

使用光耦合器时，可以实现 $\pm 1.5\%$ 的调节。可编程伏-秒钳位针对变压器复位提供保护，以防止饱和并保护MOSFET。这一功能优化了变压器和MOSFET，减小了总体解决方案尺寸。LT8310采用TSSOP-20封装，并去掉了几个引脚以提供高压间隔。

反激式转换器设计

在较低功率要实现甚至更简单的隔离型DC/DC转换器，可以使用反激式拓扑。反激式转换器很多年来一直广泛用于隔离型DC/DC应用，但这种转换器未必是设计师的首选。电源设计师之所以迫不得已选择反激式转换器，是因为必须满足较低功率隔离要求，而不是因为这种转换器更易于设计。因为控制环路中存在右半平面零点，所以反激式转换器有稳定性问题，而光耦合器的老化和增益变化使这一问题进一步复杂化了。反激式转换器需要在变压器设计上花费大量时间，由于通常现成有售的磁性组件可选范围有限，而且还有可能需要定制变压器，所以变压器设计任务更加复

杂了。电源转换技术领域的最新进步已经使隔离型转换器更容易设计了。凌力尔特的LT8302隔离型反激式转换器消除了很多这类反激式设计的障碍。

LT8302无须光耦合器、副端基准电压和额外的第三个变压器绕组，而且仅通过电源变压器这一个组件跨接在隔离势垒两端，就可保持主端和副端隔离。LT8302采用主端检测方法，能够通过反激的主端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，输出电压反射回反激式变压器的主端。开关节点电压的幅度是输入电压和反射回来的输出电压之和，LT8302能够重建输出电压。这种输出电压反馈方法在整个电压、负载和温度变化范围内产生优于 $\pm 5\%$ 的总体稳压。图3显示了采用LT8302的反激式转换器原理图，该转换器仅用了14个外部组件。

LT8302采用8引线耐热增强型SO-8封装，接受2.8~42V输入电压。其具有坚固的3.6A、65V内部DMOS电源开关允许该器件提供高达18W左右的输出功率。

(下转第33页)

此外, LT8302在轻负载时以低纹波突发模式(Burst Mode)运行, 这使静态电流降至仅为 $106\mu\text{A}$, 因此在休眠模式、输出电压处于稳定状态时延长了电池运行时间。其他特点包括内部软启动和欠压闭锁。设定输出电压仅需要变压器匝数比和一个外部电阻器。

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光耦合器和副端基准电压。光

耦合器通过光链路发送输出电压反馈信号, 同时保持隔离势垒。不过, 光耦合器传输比随温度及老化而变, 这降低了准确度。不同光耦合器之间还有可能是非线性的, 这导致不同电路之间增益/相位特性不同。采用额外变

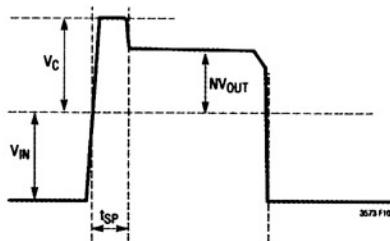


图4 典型的开关节点波形

压器绕组实现电压反馈的反激式设计也可用来闭合反馈环路。然而, 这个额外的变压器绕组增大了变压器的尺寸和成本, 而且不能提供非常好的输出电压稳定度。

LT8302在变压器主端检测输出电压, 因此无须光耦合器或额外的变压器绕组。在功率晶体管断开时, 在主端开关节点波形处可以准确地测量输出电压, 如图4所示, 其中 N 是变压器匝数比, V_{IN} 是输入电压, V_{C} 是最高钳位电压。