

以 97%效率提供 48V/200W 输出的宽输入降压/升压型转换器电路

上网时间：2008-09-01

电源设计面临的一个常见问题是如何产生一个在任何时候都可以高于或低于输入电压的输出电压，特别是在电池供电型系统中。许多传统解决方案(比如两级功率转换器、SEPIC 型转换器或反激式转换器)的缺点是需要采用体积庞大的元件，且效率偏低。通过采用一种完全创新的高效率、单电感器拓扑结构，凌力尔特(Linear)公司的 LTC3780 同步四开关降压/升压型控制器消除了这些缺陷。与传统的 SEPIC 或反激式转换器相比，基于 LTC3780 的解决方案改善了效率(在满负载条件下效率提升幅度高达 8%)，并显著地缩小了电源的外形尺寸。

这款控制器采用了一种 200~400kHz 恒定频率电流模式架构，在升压、降压/升压和降压操作模式之间实现无缝变换。与传统升压型转换器不同，LTC3780 降压/升压型转换器在短路条件下具有快速而准确的逐周期电流限制功能，并在上电期间提供真正的软起动功能。

图 1 是简化的 LTC3780 四开关降压/升压型转换器应用框图。当 V_{IN} 低于 V_{OUT} 时，开关 A 始终导通，而同步开关 B 始终关断，且升压侧开关 C 和同步开关 D 像典型的同步升压型转换器那样交替导通和关断。当 V_{IN} 高于 V_{OUT} 时，LTC3780 工作于降压模式，开关 A 和 B 交替地导通和关断，开关 C 始终关断，而开关 D 则始终导通。当 V_{IN} 接近 V_{OUT} 时，LTC3780 转换器工作于降压/升压模式，此时所有的开关交替导通。

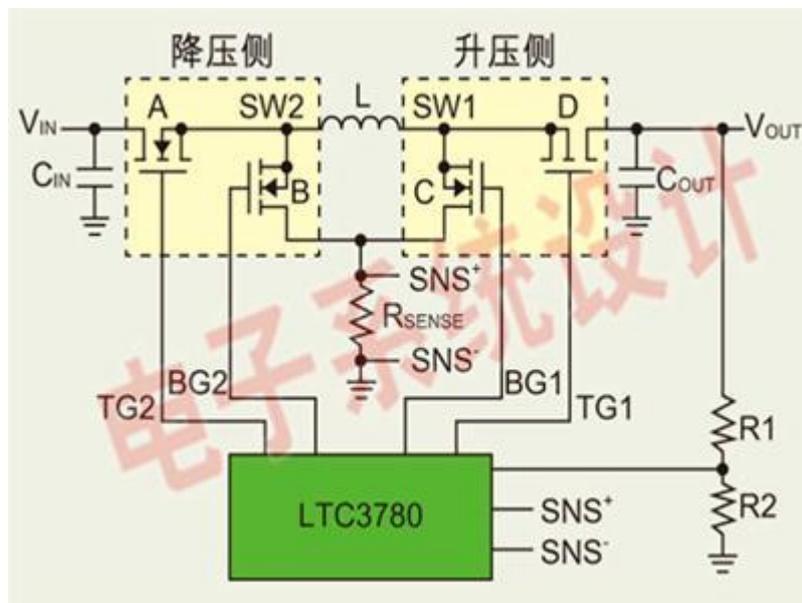


图 1：基于 LTC3780 的简化的降压/升压型转换器框图。

LTC3780 具有 4 组集成的 FET 驱动器，以适应很宽的输入和输出电压范围(4~30V，最大值为 36V)。但有些应用(比如 48V 电信系统和汽车系统)需要更高的输入或输出电压，为扩大输入和输出电压范围，应采用高电压的高压侧 FET 驱动器。

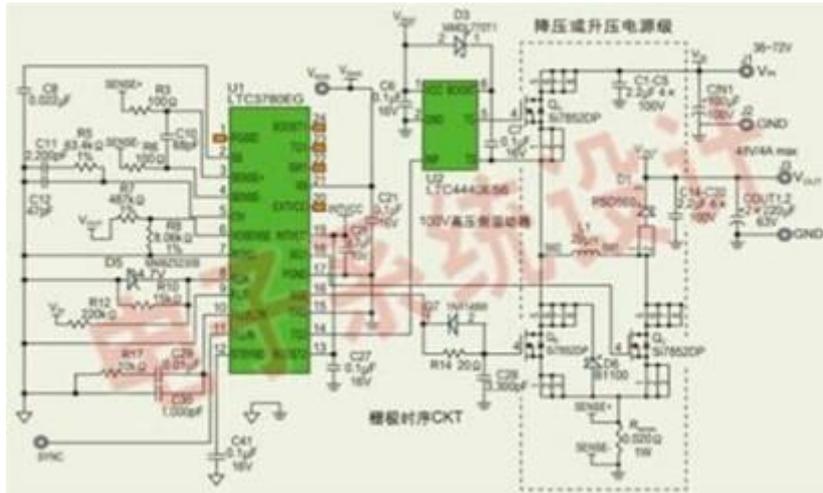


图2：输入为 36~72V、输出为 48V/4A 的降压/升压型转换器原理图。

图2给出了一款设计方案的原理图。该设计具有 36~72V 电信输入电压和严格稳压的 48V 输出，最大负载电流为 4A(即输出功率约为 200W)。在这款设计方案中，由于输入电压高，所以采用额定电压为 100V 的 LTC4440 高压侧驱动器来驱动降压侧顶部的 FET_{QA}。在内部，LTC3780 在顶端栅极和底端栅极信号之间具有约 50ns 的死区时间，旨在避免桥式 FET 发生直通。

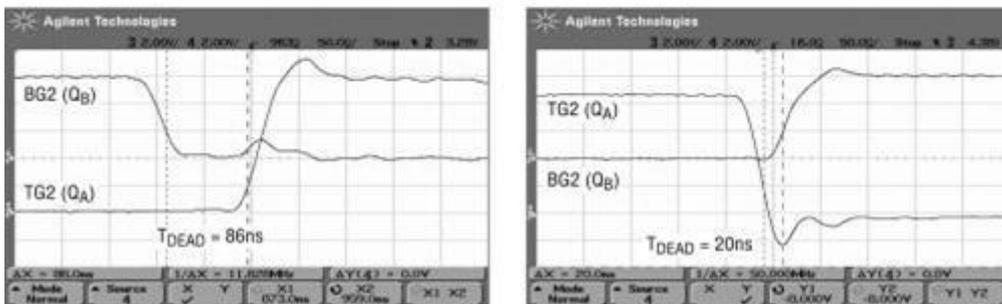


图3：带外部 LTC4440 FET 驱动器的降压侧 FET 栅极时序波形。

如图3所示，由于 LTC4440 栅极驱动器具有 30ns 的典型传播延迟，所以能将顶端 FET_{QA} 关断和底端 FET_{QB} 导通之间的死区时间从 50ns 减少至临界的 20ns。为对由 LTC4440 引起的额外 Q_A 关断延迟进行补偿，在 Q_B 的栅极上增设了简单的 R/C/D 导通延迟定时电路。当底端栅极信号 BG₂ 为高时，图2中的 R₁₄ 和 C₂₀ 将增加额外的延迟。当底端栅极信号被关断时，二极管 D₇ 仍能对 Q_B 的栅极进行快速放电。如图4所示，利用 R/C/D 延迟定时电路，Q_A 关断和 Q_B 导通之间的死区时间从 20ns 增加至 93ns。需要指出的是，底端同步 FET_{QB} 始终工作于零电压开关模式，这样 R/C/D 延迟电路不会显著增加 Q_B 的开关损耗。

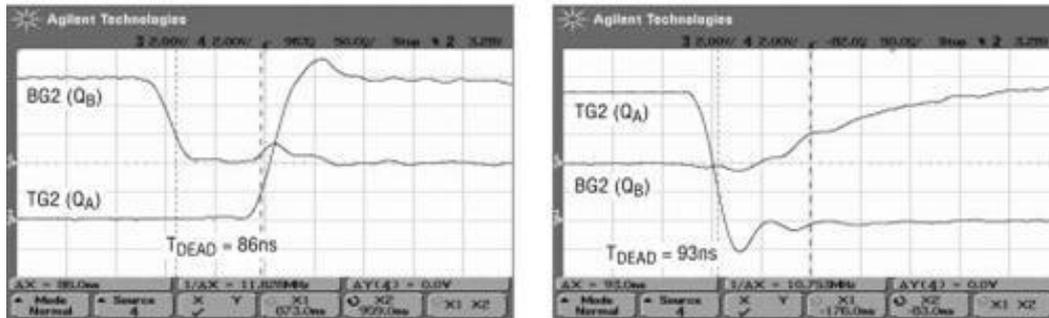


图 4：通过 LTC4440 驱动器和 Q_B 栅极上 R/C/D 导通延迟电路得到改善的降压侧 FET 栅极时序波形。

在输出升压侧，可以采用额定电压为 60V 的肖特基二极管 D1 来替换同步升压开关 D，这样就不需要采用外部高压侧驱动器和延迟定时电路。由于输出电压为 48V，所以采用肖特基升压二极管对转换器效率的影响小于 1%。但是，如果 LTC4440 需要开关 D(旨在改善效率)，则由于开关损耗将增加，R/C/D 延迟电路不能满足升压开关 QC 的需要。针对这种情况，有关文献提供了另一种用于补偿 LTC4440 升压侧上的死区时间的解决方案。

这款 48V 降压/升压型转换器的测量效率如图 5(a)所示。利用三个 Si7852SO-8PowerPAKMOSFET、一个 5A/60V 肖特基二极管 PSD560、一个 14x14mm 电感器，该转换器在 10%~100%的宽负载范围和 36~72V 的输入范围内实现了大于 90%的效率。在 48V 输入电压、200W 输出功率条件下，效率高达 97.2%。

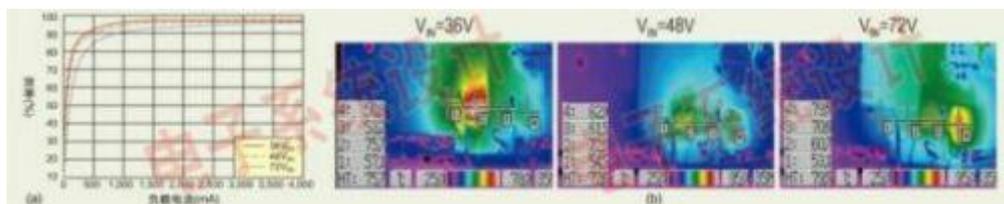


图 5：(a)：在不同输入电压条件下测得的效率与负载关系曲线($f_s=250\text{kHz}$, $V_o=48\text{V}$)；(b) 在无散热器、无气流条件下测量的功率 MOSFET/二极管的温度(输出为 48V/4A，图中记号：1—D1、2—QC、3—QB、4—QA)。

图 5(b)是在 36V、48V 和 72V 输入电压及 48V/200W 输出功率条件下，测得的功率 MOSFET Q_A 、 Q_B 、QC 和升压侧肖特基二极管 D1 的测量热像图，其中环境温度为 25°C。在没有任何散热器和强制气流的情况下，最大 FET/二极管外壳温升在 48V 输入电压条件下仅为 47.6°C，而在 72V 输入电压的最差条件下为 54.5°C。凭借高效率和快速过流保护功能，LTC3780 电源具有很低的热应力，而且非常可靠。

综上所述，LTC3780 为电信、汽车和工业系统提供了一款适合宽输入降压/升压型转换器应用的高效和高性能解决方案。通过增加一个高压侧 FET 驱动器 LTC4440，能很容易地扩大输入电压范围。如果输出电压很高，则采用一个肖特基二极管或高速开关二极管来替换同步升压 FET 来简化设计。

参考文献

[1]"LTC3780HighEfficiency,Synchronous,4-SwitchBuck-BoostConverterDataSheet".www.linear.com.

[2]TheoPhilips,WilsonZhou,"BreakthroughBuck-BoostControllerProvidesupto10AfromaWide4V-36V_{IN}Input Range"LinearTechnologyMagazine,VolumeXV,No.3,Sept.2005

[3]KurkMathews,"UsingtheLTC4440DrivertoExtendtheVoltageRangeofLTC3780Supplies",LinearTechnologyDesignArticle,2005.

作者：HenryZhang · WilsonZhou

凌力尔特公司

此文章源自《电子系统设计》网站：

http://www.ed-china.com/ART_8800029005_400002_500009_TS_7b05a2d8.HTM