

# 汽车电池面临的严酷现实， 对3个输出稳压器而言 不是问题

面向汽车应用的 DC/DC 转换器必须在极端环境中工作。输入瞬态可能超过标称电池电压 5 倍，并持续数百毫秒，同时引擎罩内的温度可能急剧升高到远远超出典型商用级 IC 所能承受的范围。在这种严酷的环境中，空间紧缺，因此即使最强大的器件也必须执行多种功能。然而，范围广泛的 4V 至 36V 汽车电池面临的严酷现实，对采用 4mm x 5mm QFN 封装的 3 个输出稳压器而言不是问题。

LT3694 / LT3694-1 采用紧凑的 4mm x 5mm QFN 封装或耐热增强型 TSSOP 封装，兼有 2.6A 开关稳压器和两个低压差线性稳压器，可满足这些苛刻的要求。该开关稳压器仅需要单个电感器，具一个内部电源开关、逐周期限流和跟踪 / 软启动控制功能。每个 LDO 仅需要一个外部 NPN 通路晶体管，并具折返电流限制和跟踪 / 软启动控制能力。当  $V_{IN}$  超过 38V 时，内部过压检测器关闭该开关稳压器，从而保护了开关和肖特基整流器。这允许该器件的  $V_{IN}$  引脚承受高达 70V 的瞬态，而不会损坏器件本身或整流器。

## 4V 至 36V 输入的开关稳压器

LT3694 / LT3694-1 包括一个 36V 单片开关稳压器，该稳压器能从低至 4V 的输入电压提供高达 2.6A 的输出电流。输出电压可设定为与 0.75V 的反馈基准一样低。

该稳压器采用电流模式、恒定频率架构，这种架构可保持简单的环路补偿。外部补偿允许定制环路带宽、瞬态响应和相

Michael Nootbaar

位裕度。

## 两个低压差线性稳压器

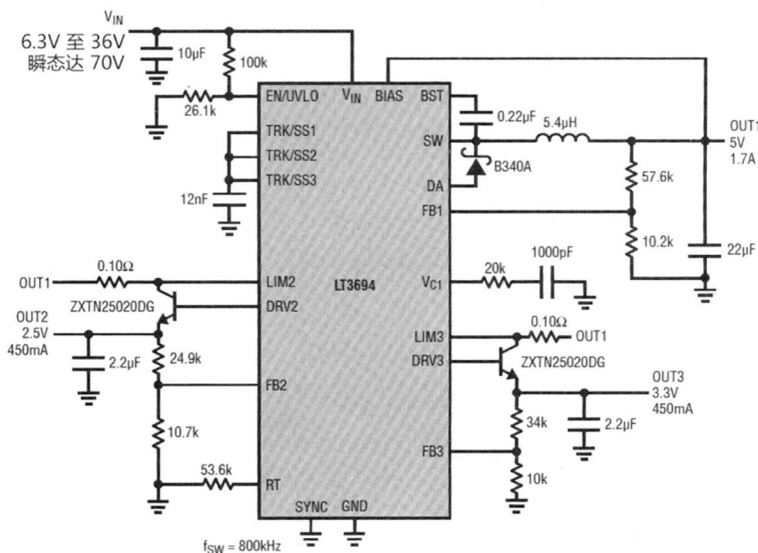
LT3694 / LT3694-1 包括两个 LDO 线性稳压器，这些稳压器运用一个外部 NPN 通路晶体管来提供高达 0.5A 的输出电流。基极驱动可向通路晶体管提供高达 10mA 的基极电流，而且是限流的。LDO 是内部补偿的，用 2.2uF 或更大的输出电容可稳定。LDO 与开关稳压器使用同一个 0.75V 基准。

如果 BIAS 引脚至少比 DRIVE 引脚电压高 0.9V，那么 LDO 就从 BIAS 引脚吸取驱动电流，否则 LDO 就从  $V_{IN}$  吸取驱动电流。这降低了 LDO 的功耗，尤其是当  $V_{IN}$  相对较高时。

通过监视 NPN 通路晶体管集电极上的检测电阻，LDO 实现了折返电流限制。初始门限设定为 60mV，但随着  $V_{FB}$  下降而折返，直到  $V_{FB} = 0$ 、门限为 26mV 为止。0.1Ω 的检测电阻器将工作电流限制设定为 600mA，但短路电流限制降至 260mA。这在短路输出时，降低了通路晶体管的功耗。

通过以至少 30uA 的电流将 FB 引脚拉到高于 1.25V，可以关断 LDO。如果需要对 LDO 进行独立控制，就可以通过将其 TRK/SS 引脚拉低，强制每个 LDO 的输出等于 0V。如果需要跟踪或软启动功能，就使用一个与下面介绍的跟踪或软启动电路并联的开漏输出。如果不需要跟踪和软启动，那么一个具 1kΩ 串联电阻器的标准

■ 图1：LT3694 / LT3694-1 用于一个宽输入范围、3 个输出的应用。



CMOS 输出 (1.8V 至 5V) 就可以很好地完成工作了。

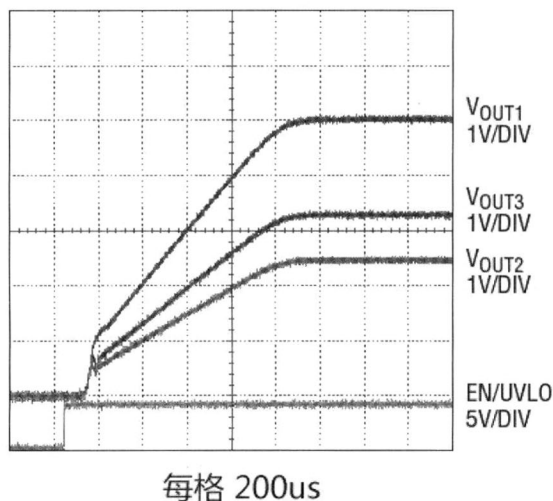
## 跟踪 / 软启动控制

降压型稳压器和每个 LDO 都有自己的跟踪 / 软启动 (TRK/SS) 引脚。当这个引脚低于 0.75V 基准时，稳压器强制其反馈引脚等于 TRK/SS 引脚电压而不是基准电压。TRK/SS 引脚有一个 3uA 的上拉电流源。

软启动功能需要一个从 TRK/SS 引脚到地的电容器。启动时，这个电容器为 0V，这降至稳压器的输出为 0V。电流源缓慢地给该电容器充电，使其电压上升，同时稳压器的输出也成比例地斜坡上升。一旦电容器电压达到 0.75V，稳压器就锁定到内部基准而不是 TRK/SS 电压上。任何停机事件 (过压、温度过高、欠压) 一发生，TRK/SS 引脚就被拉低，以给软启动电容器放电。

通过将从属稳压器的 TRK/SS 引脚连接到一个从主稳压器输出的电阻器分压器上，可以实现跟踪功能。主稳压器运用一

■ 图 2: 比例跟踪波形



个如前所述的普通软启动电容器，以产生控制其他稳压器的启动斜坡。电阻器分压比设定跟踪类型，或者是一致跟踪（分压比等于从属反馈分压器的分压比），或者是比例跟踪（分压比等于主反馈分压器的分压比加上一个小的偏移）。TRK/SS 引脚还可以一起连接到单个电容器上，以提供比例跟踪，但是只有当 LDO 没有通过拉高 FB 引脚而关断（参见上面“两个低压差线性稳压器”一节）时，才能这么做。

## 使能和欠压保护

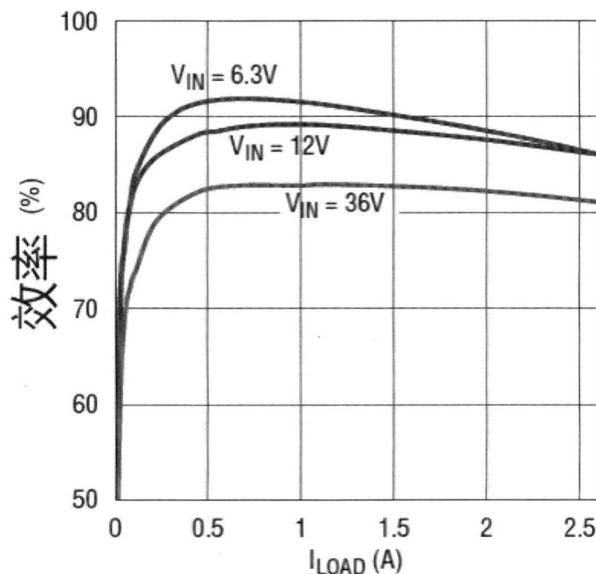
LT3694 / LT3694-1 利用 EN/UVLO 引脚提供使能和用户可编程的欠压闭锁功能。欠压闭锁可以防止受到脉冲展宽的影响。该功能还可以保护输入源免受过大电流的影响，因为降压型稳压器是一种恒定功率负载，当输入源为低电平时，吸取更大的电流。当发生跳变时，欠压闭锁关断所有 3 个稳压器。

这两种功能都使用 EN/UVLO 输入端

的一对内置的比较器。使能比较器具 0.5V 门限，并启动 LT3694 / LT3694-1 内部的偏置电路。当 EN/UVLO 低于使能门限时，LT3694 / LT3694-1 处于关断状态，在 12V 输入时吸取不到 1uA 电流。欠压比较器具 1.2V 门限，并有 2uA 的迟滞。UVLO 迟滞是一种电流吸收器，当 EN/UVLO 降至低于 1.2V 门限时启动。从  $V_{IN}$  到 EN/UVLO 输入的电阻器分压器设定跳变电压和迟滞。欠压门限随温度变化保持很好的准确度，以实现跳变电压的严格控制。如果该功能未使用，那么 EN/UVLO 引脚应该连接到  $V_{IN}$ 。

## 频率控制

开关频率从 250kHz 到 2.5MHz 是可调的，用连接到 RT 引脚的单个电阻器设定。较高的频率允许使用较小的电感器和电容器，但是消耗更多功率，且由于最短接通和断开时间限制，导致可允许的降压范围



■ 图3: 开关稳压器效率

较小。

我们在这里可以看到 LT3694 和 LT3694-1 之间的差别。LT3694 的开关频率可以同步至一个连接到 SYNC 引脚的外部时钟。RT 引脚上的电阻器应该设定为能提供一个比同步频率低 20% 的自由运行频率。LT3694-1 用 CLKOUT 引脚取代了 SYNC 引脚，从而允许 LT3694-1 用作主时钟，以同步其他开关稳压器。CLKOUT 产生一个以约 50% 占空比运行的时钟信号。

## 具电压跟踪的 3 输出转换器

图 1 显示了一个具 6.3V 至 36V 宽输入范围的转换器，该转换器产生 3 个输

出：5V、3.3V 和 2.5V。通过对一个公共的 TRK/SS 的设定，这些输出可以实现比例跟踪。图 2 显示了 3 个输出的启动波形和使能信号。图 3 显示了开关稳压器在不同输入电压时的效率。

## 结论

LT3694 / LT3694-1 在一个纤巧的 4mm x 5mm QFN 或 20 引线 TSSOP 封装中包括 3 个稳压器，提供了坚固和紧凑的电源解决方案。一个稳压器是高效率开关稳压器，其他两个是低噪声、低压差线性稳压器。仅需要几个小型外部组件，就可以建立一个极度紧凑的 3 输出解决方案。

