

最大限度减小汽车DDR电源中的待机电流

凌力尔特公司电源产品助理设计工程师 || David Gilbert

当打开一部笔记本电脑或者智能手机时，人们会料到其启动需要等待一点时间，但是当启动车辆时，就不太会有那么大的耐心了。对于汽车，消费者的期望是能够立刻使用计算机电子设备（包括导航和信息娱乐系统），汽车制造商则运用可缩短启动时间的设计策略来努力满足消费者的这一愿望。其中的一种策略是始终把动态存储器（RAM）保持在运行模式，即使在点火关断状态下也不例外。

汽车中使用的DDR3存储器采用一个1.5V电源轨运作，具有2A以上的峰值负载电流（为尽量减少热耗散，最好利用一个高效率DC/DC转换器）。在这些应用中，当汽车不处于运行状态时，轻负载效率对于维持电池寿命同样是重要的。在待机时，DDR存储器可从1.5V电源轨消耗1mA~10mA的电流，但是，当汽车长时间停驶时从电池吸收10mA电流是不能接受的。

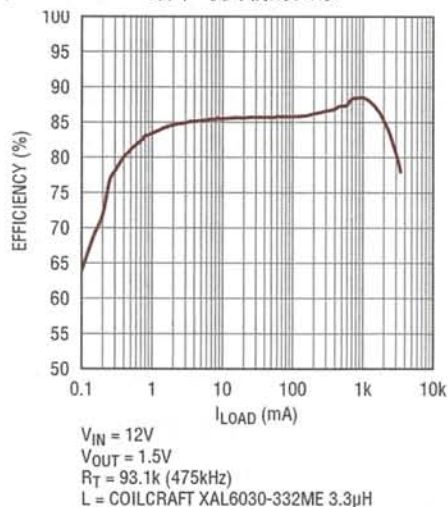
在输入和输出电流相等的场合中，该限制条件排除了使用线性稳压器的可能。另一方面，开关降压型稳压器吸收的输入电流小于负载电流（与降压比成比例）：

$$I_{IN} = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{V_{OUT} \cdot I_{OUT}}{V_{IN}}$$

式中的 η 为效率因数（0~1）。

如图1所示，LT8610AB同步降压型稳压器在1mA负载条件下实现了大约83%的效率。当电

图1 LT8610AB效率与负载的关系



池电压为12V且负载电流为1mA（在1.5V）时，输入电流的计算值仅为151 μ A。

从汽车电池至1.5V DDR存储器的直接DC/DC转换

LT8610A和LT8610AB是单片式、同步降压型稳压器，专为汽车系统而特别设计。它们可提供3.5A电流，而静态电流消耗则仅为2.5 μ A。围绕这两款器件来设计电路十分容

图2 该LT8610A或LT8610AB降压转换器电路可接受汽车电池，并产生1.5V/3.5A输出。低静态电流和同步整流在整个负载范围内实现了高效率

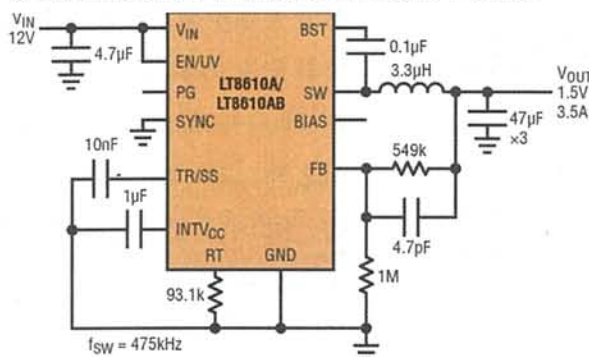


图3 与LT8610A相比，LT8610AB突发模式电流限值的增大使得轻负载时的效率大幅提升

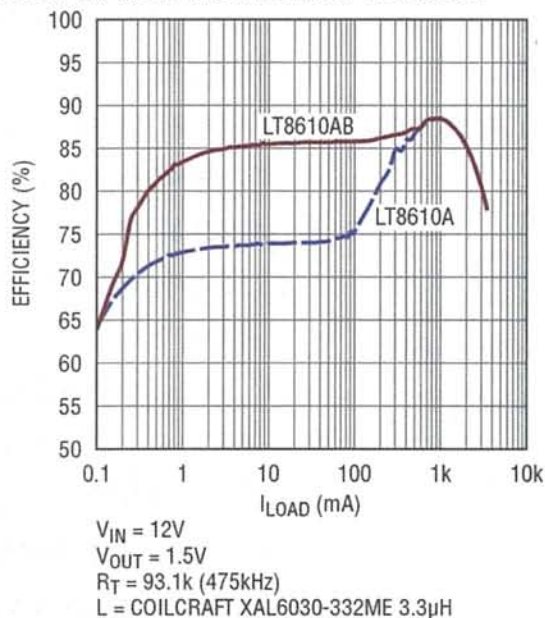
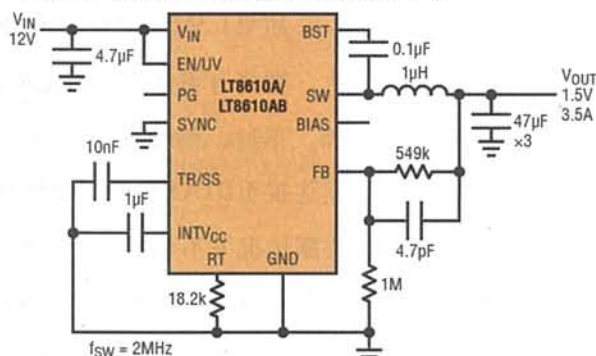


图4 与图2中的12V至1.5V应用相似，但LT8610A和LT8610AB的工作频率增加至2MHz，以减小电感器的数值和尺寸



易，无需额外的半导体元器件，它们可以使用廉价的陶瓷电容器，而且所采用的MSOP封装具有易于焊接和检查的引脚。由于其典型最小导通时间为30ns（保证最大值为45ns），因此可设计具有大降压比的紧凑、高开关频率降压型稳压器。图2示出了一种可在1.5V电压下提供3.5A电流的应用电路。工作频率为475kHz，以优化效率并保持低于AM无线电频段。

这两款器件均拥有针对汽车环境的卓越容错性能。42V的最大输入可应对负载突降，坚固的开关设计和高速电流比较器可在输出短路期间对器件提供保护，最小输入为3.4V（最坏情况值），最大占空比高于99%，压差电压在1A电流下的典型值为200mV，所有这些使得输出在整个冷车发动期间均处于调节状态。

利用低纹波突发模式操作和极小的静态电流来节省电池电量

LT8610A和LT8610AB专为最大限度地降低整个负载范围内的输出电压纹波设计。在轻负载时，它们通过降低其工作频率和进入突发模式（Burst Mode）操作来保持效率。即使在非常低的负载条件下亦能维持快速瞬态响应。此项特性与2.5µA的非常低静态电流相组合，这意味着：即便在负载仅为几个µA的情况下，LT8610A和LT8610AB的效率也要高于静态电流为零的线性稳压器。对于那些必须避免低频运作的系统，可以通过给SYNC引脚施加一个逻辑高电平信号或时钟信号来关断突发模式操作。

LT8610A和LT8610AB之间的差异是，后者在轻负载时具有较高的效率。对于给定的负载，这是通过采用一个增加的突发模式电流限值（因而允许在每个开关周期中输送更多的能量）和降低开关频率实现的。由于接通和关断MOSFET需要固定的能量值，因此降低开关频率可减少栅极电荷损失并提高效率。

图3示出了LT8610A和LT8610AB的效率差异。当负载介于1mA和100mA之间时，相比于LT8610A，LT8610AB可将效率提高10%以上。突发模式电流限值的增大意味着每个开关周期中提供的能量更多，而作为折衷，需要采用更大的输出电容以保持低的输出电压纹波。

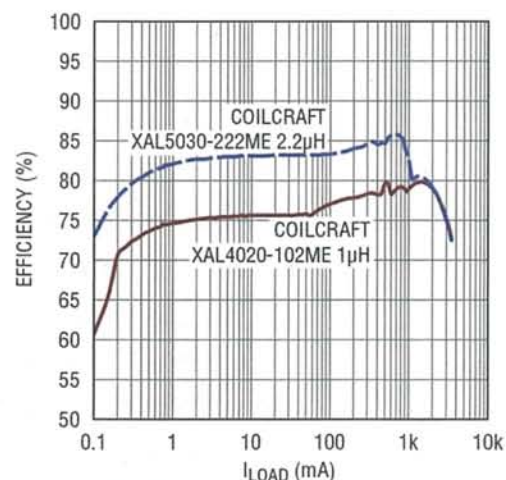
除了电流限值之外，电感器的选择也会影响突发模式操作中的效率和开关频率。这是因为对于一个固定的电流限值而言，较大的电感值所存储的能量要多于较小的电感值。如果首要考虑的是在轻负载时实现高效率，则可将电

感值增至大于产品手册中推荐的起始值。

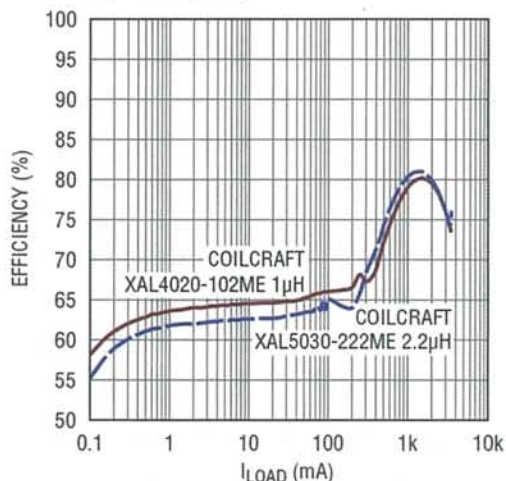
提高工作频率以实现更小的解决方案

对于大多数汽车系统而言，9V~16V是典型的输入电压，于是应用电路通常针对该范围进行优化。图2中的475kHz应用电路在3.5V~42V的整个输入范围内工作于设计频率。然而，如果我们把正常工作电压限制为16V（42V瞬态），则可提高工作频率，并随之减小电感器的数值和尺寸。针对45ns的最坏情况最小导通时间，可将LT8610A和LT8610AB的工作频率设

图5 在2MHz开关频率下LT8610A和LT8610AB效率与负载的关系（采用两种电感值）



LT8610AB
 $V_{IN} = 12V$
 $V_{OUT} = 1.5V$
 $R_T = 18.2k$ (2MHz)



LT8610A
 $V_{IN} = 12V$
 $V_{OUT} = 1.5V$
 $R_T = 18.2k$ (2MHz)

置为2MHz，如图4所示。

请注意：当输入电压变至高于16V时，虽然开关频率减小，但输出仍然处于调节状态以维持安全的运作。除了将RT电阻器阻值改为18.2kΩ并减小电感器的数值和尺寸以节省空间之外，2MHz解决方案与图2中的电路是相同的。图5示出了针对两种电感器选择的“效率与负载的关系”。

BIAS引脚优化了效率

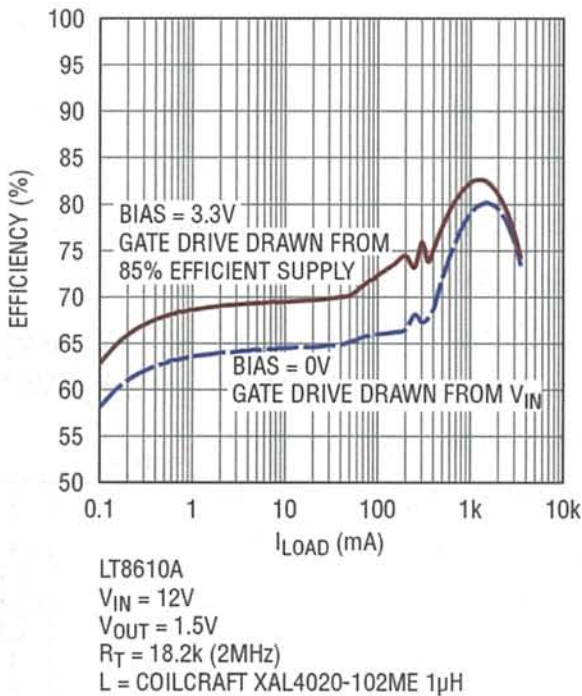
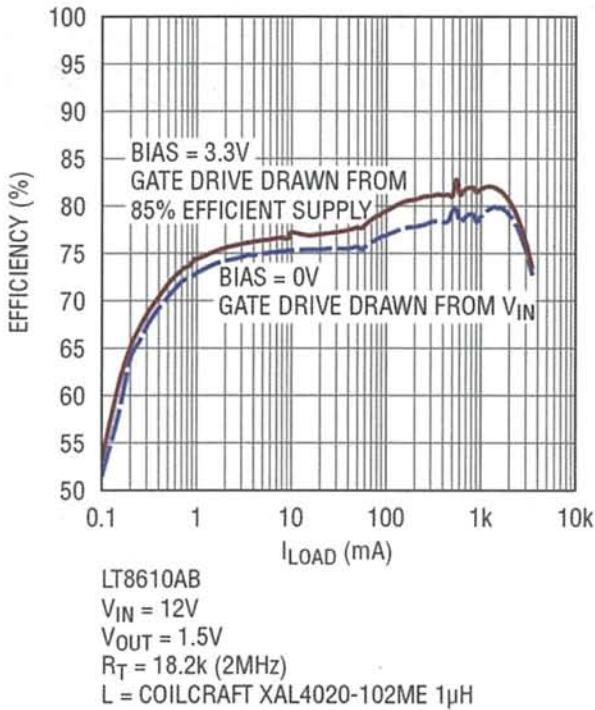
LT8610A和LT8610AB采用了两个专为汽车应用而特别优化的内部N沟道MOSFET。特别地，栅极驱动电路需要低于3V以全面强化这些FET。为了产生栅极驱动电源，LT8610A/AB包括一个内部线性稳压器，该稳压器的输出为INTVCC引脚（不要通过外部电路给INTVCC加载）。

一项重要的特性是，这个内部稳压器能够从VIN引脚或BIAS引脚吸收电流。假如BIAS引脚被置于开路状态，则栅极驱动电流从VIN吸收。然而，倘若将一个3.1V或更高的电压连接至BIAS引脚，那么栅极驱动电流将从BIAS吸收。如果BIAS电压低于VIN，则内部线性稳压器将采用较低电压电源可更高效地运作，从而提升总体的效率水平。

如果1.5V输出是仅有处于运行状态的电源轨，则很有可能没有合适的地方来连接BIAS引脚。不过，倘若存在一个3.3V或5V电源，则将其连接至BIAS引脚，即使该电源在待机或点火关断情况下不可用也是如此。图6示出了BIAS引脚在连接和未连接一个3.3V电源时的效率。在计算总效率时，我们计入了从3.3V电源轨吸取的功率，并假设它是以85%的效率产生的。

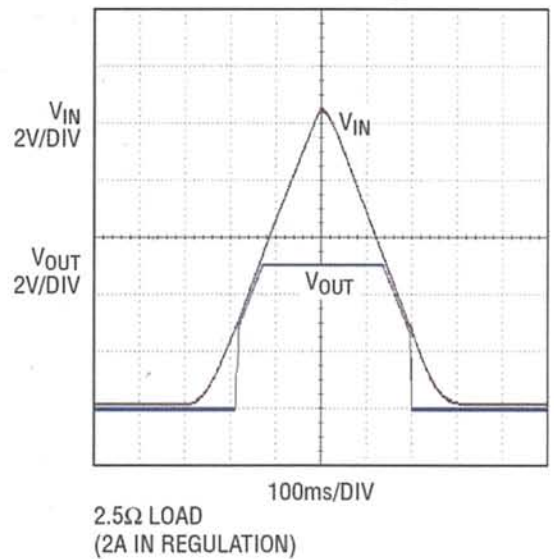
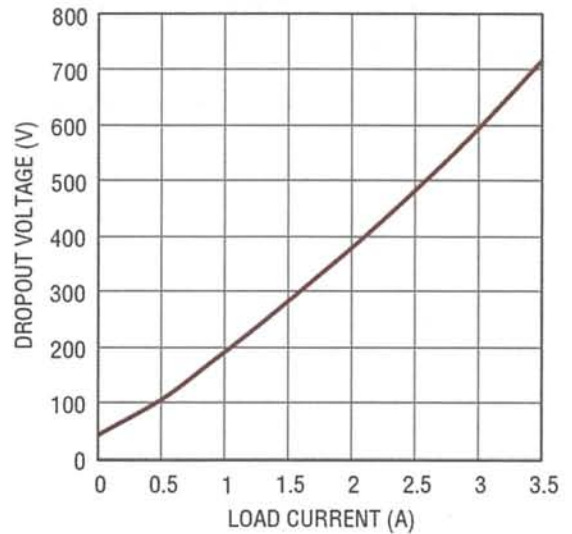
请注意，从外部给BIAS供电的好处在工作频率较高时更大，因为栅极驱动电流较高。而且，相比于LT8610AB，LT8610A从外部偏置获得的益处也更多—对于一个给定的负载，LT8610A突发模式电流限值的增加导致工作效率有所降低。

图6 把BIAS引脚连接至一个外部3.3V电源可提高效率。(假设了85%的外部电源效率, 这里所示的总效率中考虑到了该因素)



LT8610AB的工作占空比高达99%, 能在最低可用输入电压条件下提供输出调节。图7 (a) 示出了压差电压。这是在输入电压下降并逐渐接近预期输出调节电压时 V_{IN} 和 V_{OUT} 之间的差异。另外, LT8610AB还拥有卓越的启动和压差工作特性, 能产生可预知和可靠的输出电压(其为输入电压的一个函数)。图7 (b) 示出了输入电源从0V斜坡上升至10V 回降至0V时的输出电压。

图7 LT8610AB可工作至99%的占空比, 并提供了平滑的启动和低压差电压



不只是用于存储器

对于其他的汽车电源(包括3.3V和5V电源), LT8610AB是一款出色的稳压器, 其效率高于90%。

对于汽车应用来说, 一项重要的考虑是冷车发动和怠速停止瞬变期间(此时来自12V电池的电压或许会降至4V以下)的电源工作状况。

结论

LT8610AB和LT8610A具有低组件数、低的最小输入电压、低静态电流以及宽负载范围内的高效率。这些特性使之成为在汽车应用中为DDR存储器提供待机电源的优选解决方案。GEM