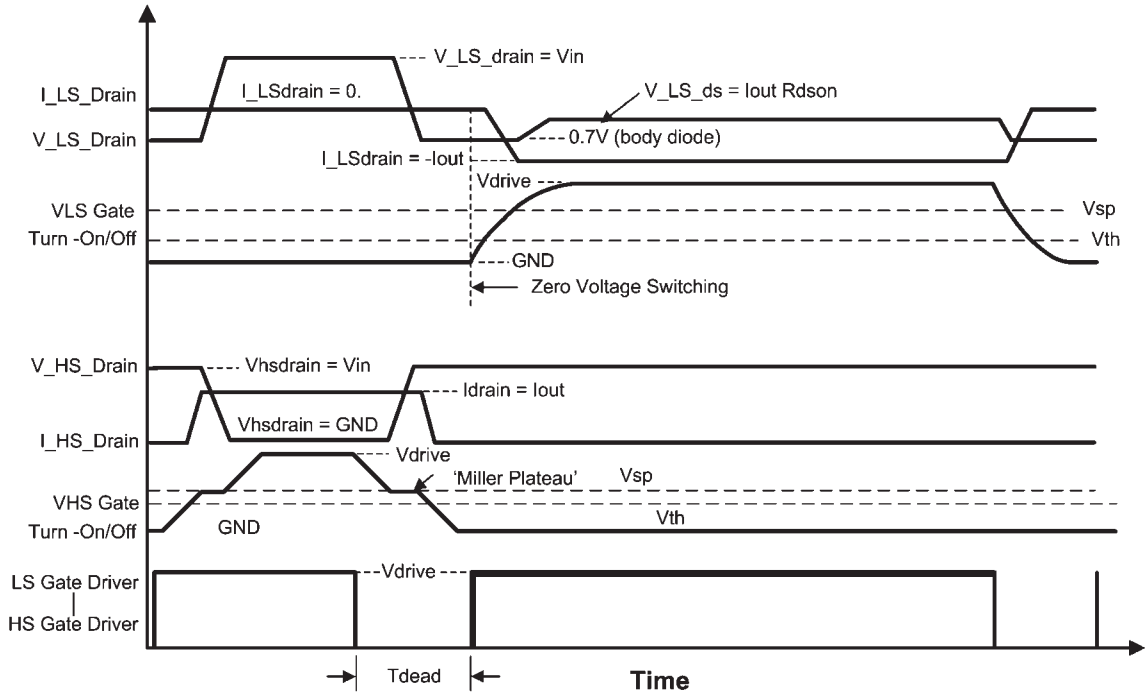


LM25115,LM25115A,LM25116,LM5115A,LM5116, LM5116WG

*Application Note 1628 Minimizing FET Losses For a High Input Rail Buck
Converter*



Literature Number: ZHCA296



30019105

图2. 工作在DC-DC转换器应用中的高边和低边FET的基本开关特性（未按比例显示）

低边FET表现出零电压切换特性。首先，栅极电压 V_{LSgate} 在FET的体二极管导通的同时会将FET开启。然后，当栅极将FET关闭时，负载电流会继续保持相同的流向，只是现在是流过体二极管，从而保持漏端电压接近零值。因此在这两种情况下皆可忽略附带的开关损耗。

低边FET造成的主要开关损耗发生在栅极驱动器内，这是由于其栅极电容的充放电造成的。大功率系统中在较高频

率的情况下这也成为并联使用以减小导通电阻的低边FET管子数目的上限。采用更多并联FET导致栅极驱动功率的增加部分会大于传导损耗中的减少量。

高边FET的开关损耗明显较大，因为其漏源电压等于 V_{IN} ，在导通和关闭期间其漏电流大约等于 I_{OUT} ，会导致较大的叠加损耗。开关损耗约为

$$P_{sw_{Q1}} = \frac{1}{2} \cdot V_{IN} \cdot I_{OUT} \cdot f_{SW} \cdot (t_{sw_{HS_rise}} + t_{sw_{HS_fall}}) + Q_{gs} \cdot V_{GH} \cdot f_{SW} + \frac{1}{2} \cdot C_{OSS} \cdot V_{IN}^2 \cdot f_{SW}$$

其中 f_{SW} 是开关频率； $t_{sw_{HS_rise}}$ 是栅极电压从其阈值上升至平稳期末端所花的时间； $t_{sw_{HS_fall}}$ 是栅极电压从平稳期的起点下降至阈值所花的时间； Q_{gs} 是FET的总栅极电荷； C_{OSS} 是FET的漏源电容； V_{GH} 是其栅极驱动电压。如何确定下降和上升时间已超出了本文讨论的范围，但是可在不同的MOSFET供应商的网页上发布的应用注释中找到其相关等式。

等式3中右边的首项是已提及的导通和关闭时刻由于高

的漏极电流和漏源电压同时发生而导致FET中的功率损耗。第二项是FET栅极所需的功率（在栅极驱动器中所产生的功耗）。第三项是在为低边和高边FET的输出电容并联组合充电时所产生的功耗。

高边FET中另外产生的开关损耗是由低边FET的体二极管反向恢复时产生的。实际上这种损耗在低电流（ $<5A$ ）时可通过与低边FET并联一个肖特基二极管来消除。

设计经验

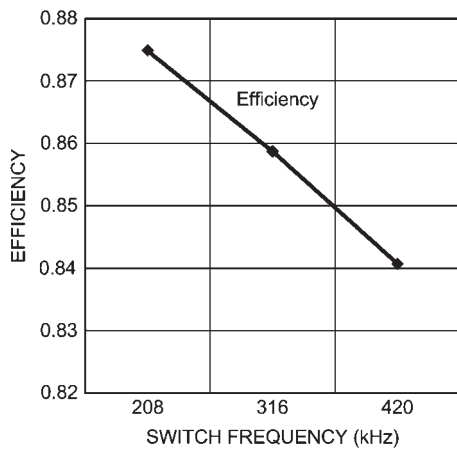
根据上述等式得出以下总结，并可对FET的选择给出进一步的指导：

1) 由于大的栅极和漏极电容的影响，开关损耗会增加，这些电容与导通电阻成反比。具有最低导通电阻的FET不可避免地有较高的电容，抑制了高边开关速度。

2) 降低开关时钟频率可以减少开关损耗；就是说，在较低频率时导通/关闭转换期间的损耗正在变成一个与FET总体导通时间的递减比例关系，造成传导损耗日益成为主导因素。

3) 相对于输出电压的更高输入电压，减小高边FET的占空比使得开关损耗日益成为主导因素。

4) 为了进一步降低传导损耗，通常会采用多个并联的低边FET。并联FET的数目最终由成本、栅极驱动器的驱动能力以及收益递减程度来决定。



30019106

图3. DC-DC转换器的测量数据显示了效率是关于开关频率的函数

工程师应注意到在大多数POL应用中，特别是对高于12V的输入电压情况，开关损耗极可能在所有损耗中占主导地位。等式3表明在

这些条件下，高边FET中的最低总体损耗并不一定由最低导通电阻的器件来实现。必须选择FET以将所有损耗之和降到最低。必须对FET的导通电阻进行高价值的优化，以实现电容的降低，从而减少开关损耗。现在主流的MOSFET供应商都可提供“充电降低,转换快速”的MOSFET，都是采取这样的优化方式来满足高边降压转换的应用。

如果优化FET并不能在系统中实现足够高的效率，降低开关频率可以减少开关损耗并能提高效率。然而，这样会增大系统的物理尺寸。图3是对一个普通评估板进行实际测量得到的数据。在不同的开关频率处测量这个电路板的效率，除了频率设定电阻之外无需改变电路板上的任何器件。尽管传导损耗会随着开关频率的减少而增加（由于增加的纹波电流），总体效率会得到提高，因为高边FET中的开关损耗会降低。图中显示了改变开关频率会对开关损耗造成极大的影响。

上述的讨论已经很清楚地说明，为了在高输入电压的降压稳压器中获得最高的效率，必须谨慎选择高边MOSFET，从而将开关和导通损耗之和降到最低。

注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用时，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。
无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP 机动性处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity		
	德州仪器在线技术支持社区		www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司