

## Ritesh Oza - High Power Drivers

本技术手册介绍了如何评估不同栅极驱动器的栅极驱动强度（峰值输出电流）、影响峰值拉电流和灌电流的因素，及其对系统性能的影响。

栅极驱动器用于驱动 MOSFET、IGBT 和 GaN 等开关管，因此主要用于控制器因峰值拉电流和灌电流不足而无法直接驱动这些开关管的电路中。大多数栅极驱动器数据表都简单指定了典型驱动电流能力，如下表所示。

参数	条件	最小值	典型值	最大值
$I_{\text{Peak pull-up}}$	$V_O = 0V$		1.6A	
$I_{\text{Peak pull-down}}$	$V_O = 12V$		1.6A	

上述信息有助于获得基本的了解，但仅根据这些典型值来比较两个或更多个栅极驱动器，可能不会产生卓越的系统性能，甚至是更优的设计成本。需要注意该峰值电流是在什么测试条件下指定的。一些栅极驱动器在更高的偏置电压下会产生更高的典型驱动电流。因此，在 12V 时指定为 2.5A 的栅极驱动器不能直接与在 16V 时指定为 3.5A 的栅极驱动器进行比较。还应注意，开关损耗会随着偏置电压的增加而增加，因此即使驱动电流较高，系统效率也可能会降低。

电源设计工程师需要知道大多数参数在工作温度范围内的最小值和最大值，来优化设计。当驱动电流指定为典型值时，栅极驱动器输出级的  $R_{\text{DS(on)}}$  可用于估计驱动电流变化，也可用于比较多个栅极驱动器。比较  $R_{\text{DS(on)}}$  时，应注意测试条件是一样的。 $R_{\text{DS(on)}}$  可以直接指定，也可以根据下表中的值从输出电压和测试电流规格导出为  $R_{\text{DS(on)}} = V_O / I_O$ 。这里需要注意的是，这种方式只能比较两种相同类型的输出结构。

参数	条件	最小值	典型值	最大值
$V_{\text{OL}}$ , 低电平输出	$I_O = 100\text{mA}$		0.1V	0.4V
$V_{\text{OH}}$ , 高电平输出	$I_O = 100\text{mA}$		0.1V	0.4V

与偏置电压类似，环境温度也会影响栅极驱动器的驱动电流。要了解和优化系统性能，评估偏置电源上和温度范围内的输出电压变化也很重要。从图 1 可以看出，无论工作温度如何，UCC27282 输出级的  $R_{\text{DS(on)}}$  都不受偏置电压的影响。这意味着即使在较低的偏置电压下，驱动电流能力也不会发生显著变化。较低偏置电压下的良好驱动电流能力可降低开关损耗，从而实现更高的效率。

$$P_{\text{sw}} = V_{\text{bias}} \times Q_{\text{g}} \times F_{\text{sw}}$$

其中，

$P_{\text{sw}}$  = 每个通道的栅极驱动器开关损耗

$Q_{\text{g}}$  = 功率 MOSFET 的总栅极电荷

$F_{\text{sw}}$  = 功率级开关频率

较低偏置电压下的良好驱动强度还可以提高功率级的开关频率，从而减小系统中磁性元件的尺寸、重量，并降低元件成本。

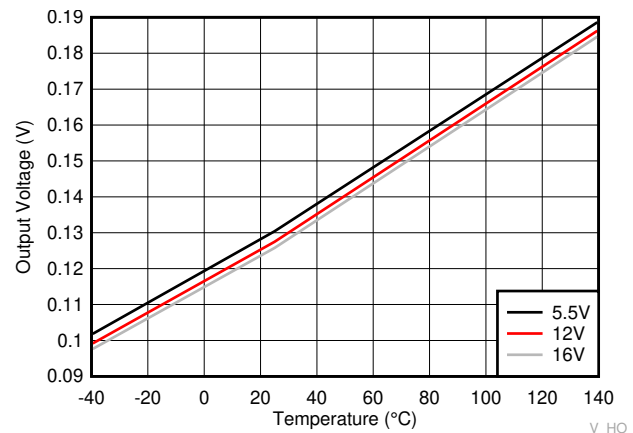
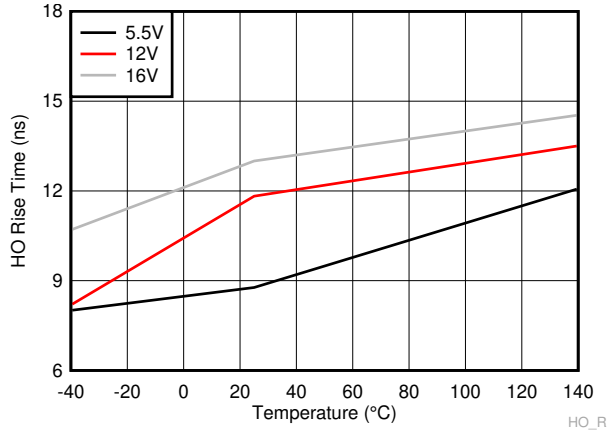


图 1. UCC27282 输出电压

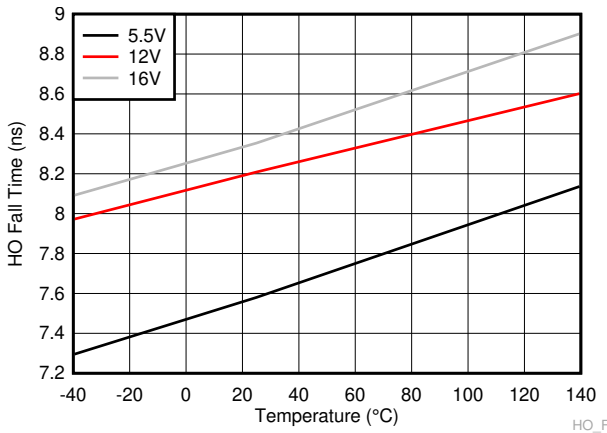
务必注意，即使在高温下，驱动强度也不会显著降低。在高温下，功率 MOSFET 内部栅极电阻会增加，这会减慢开启和关闭速度。功率 MOSFET 的缓慢开启和关闭可能会导致开关损耗增加。因此，在比较两个栅极驱动器时，务必注意最大推荐工作温度下的驱动电流能力。

如前所述，栅极驱动器的主要目的是有效地导通和关断功率器件。这种能力的直接衡量标准是栅极驱动器的上升和下降时间规格。因此，在比较多个栅极驱动器时，有必要比较这个规格，而不是比较典型的峰值上拉和下

拉电流规格。对于所有被比较的栅极驱动器，测试条件需要相同。



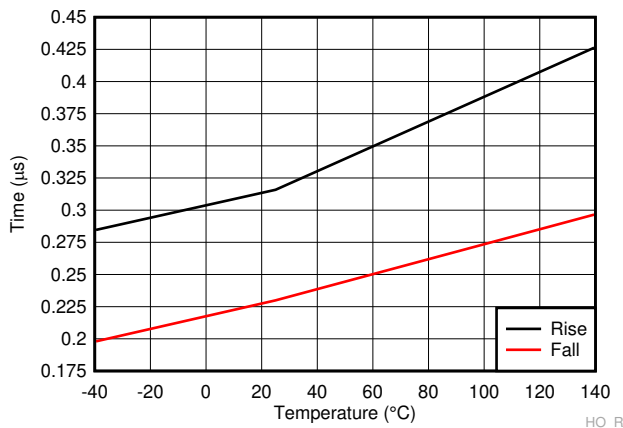
**图 2. UCC27282 上升时间 (CL=1800pF)**



**图 3. UCC27282 下降时间 (CL=1800pF)**

功率器件栅极电荷不完全是线性负载。换言之，对于不同的栅极电荷器件，上升时间和下降时间可能无法针对相同的驱动电流线性调整。这如下面的图 4 所示。

100nF 负载下的上升时间和下降时间与线性标定值不同。因此，在比较多个驱动器的驱动电流时，务必密切关注栅极驱动器在相关负载下的上升和下降时间。



**图 4. UCC27282 上升/下降时间 (CL=100nF)**

比较多个栅极驱动器 IC 性能的更好方法是在同一个应用板中测试它们。但是，很多时候这无法实现，因此，需要了解影响功率器件导通和关断的所有要素。到目前为止，尚未讨论的一个关键元件是在栅极驱动器 IC 的输出和功率器件之间使用的外部栅极电阻器。这个栅极电阻的值会极大地影响系统的性能。例如，如果系统使用 20Ω 外部栅极电阻器，则无论在 10V 偏置电压下使用 2A 还是 3A 栅极驱动器，系统性能都可能不会受到显著影响。还需要注意的是，即使由于驱动电流能力的差异较大而导致系统性能存在差异，也可以通过调整栅极电阻值来弥补这种差异。例如，可以将 3A 驱动器的 10Ω 栅极电阻器更改为 2A 栅极驱动器的较低值电阻器或 4A 驱动器的较高值电阻器，以实现相同的功率器件上升和下降时间。

总之，设计工程师需要各种因素来比较多个栅极驱动器的驱动强度。这些因素包括开关功率器件的类型、功率器件的栅极电荷、外部栅极电阻器、测试条件、偏置电压和工作温度。

#### 相关 UCC2728x 器件

器件	互锁	启用	二极管	UVLO
UCC27282	是	是	是	5V
UCC27284	否	是	是	5V
UCC27288	否	否	否	8V
UCC27289	否	否	是	8V

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司