

增强性能的 100V 栅极驱动器提升先进通信电源模块的效率

Richard Herring

摘要

通讯应用使用基于半桥、全桥或同步降压功率拓扑的电源模块。这些拓扑使用高性能半桥驱动器实现高频操作和高效率。半桥栅极驱动器采用的技术已在业界成功应用了数十年，UCC27282 120-V 2.5A/3.5A 半桥驱动器是最新发展成果。

结合新功能与改进的工作范围，UCC27282 具有全新水平的性能表现，以提高电源模块的稳健性，并在优化功率级设计方面提供更大的灵活性。

本应用指南将概述 UCC27282 相对于上一代驱动器的优势，优化设计并增强稳健性。

目录

1	前言	2
2	UCC27282 120V 半桥驱动器的新特性	2
3	UCC27282 扩展的 VDD 工作范围	2
4	UCC27282 使能功能	6
5	UCC27282 输入互锁功能	7
6	总结	8
7	参考文献	8

图片列表

图 1.	CSD19531 栅极电荷与 V_{GS}	2
图 2.	CSD19531 $R_{DS(on)}$ 与 V_{GS}	3
图 3.	UCC27282 同步降压测试电路	3
图 4.	同步降压栅极驱动、功率转换器和总功耗	4
图 5.	UCC27282 和竞争产品峰值拉电流与 V_{DD}	5
图 6.	UCC27282 和竞争产品峰值灌电流与 V_{DD}	5
图 7.	UCC27282 和竞争产品同步降压效率与 V_{DD}	6
图 8.	UCC27282 I_{EN} 、 I_{SD} 和 UCC27201A I_Q	7
图 9.	UCC27282 LO 和 HO，在 LI 和 HI 上重叠 20ns	7

表格列表

表 1.	UCC27282 I_{SD} 和 P_{SD} 与 UCC27201 I_Q 和 P_Q	7
------	---	---

1 前言

随着对给定尺寸，甚至缩小尺寸内更高处理能力的需求，电信和数据通信设备性能也在不断增加。增加的设备性能导致电源需求增加。必须从空间利用率和效率角度优化这些系统中的电源。电信和数据通信系统的复杂性也在增加，这使得它们更容易受到噪声和瞬态的影响。数据中心的功耗越来越受到关注。出于这个原因，重点在于提高效率，同时降低未被主动使用的设备的待机或空闲功耗。大多数数据通信和电信电源模块都具有使能功能，可降低输入待机功耗。

2 UCC27282 120V 半桥驱动器的新特性

UCC27282 120V 半桥驱动器具有多项新特性和参数改进，有助于实现更高水平的电源模块性能和稳健性。EN 引脚上的低电平信号可禁用驱动器，将 UCC27282 设置为非常低的 I_{DD} 电流状态。当禁用电源模块时，这种非常低的电流将有助于实现非常低的输入待机功耗。UCC27282 V_{DD} 工作范围已扩展至 5.5V 至 16V。这可以使设计人员优化 V_{DD} 工作电压，以实现更低的栅极驱动损耗。UCC27282 包括输入互锁功能，防止在 LI 和 HI 输入同时为高电平时，两个栅极驱动器输出也同时处于高电平状态。

3 UCC27282 扩展的 V_{DD} 工作范围

3.1 栅极驱动损耗和传导损耗

大多数 48V V_{IN} 电信和数据通信电源模块设计的栅极驱动器 V_{DD} 电压在 9V 至 10V 范围内，使用 100V 半桥驱动器驱动 100V V_{DS} 额定功率 MOSFET。随着 V_{GS} 驱动电压的降低，栅极驱动损耗降低，许多 MOSFET 器件的 $R_{DS(on)}$ 与 V_{GS} 曲线显示出 8V 至 10V V_{GS} 以上的 $R_{DS(on)}$ 几乎没有降低。选择驱动器 V_{DD} 的一项考虑因素是开启 $UVLO$ 阈值，以及包括偏置电压上的负电压瞬变的一些裕度。对于上一代驱动器，这可能导致选择驱动器 V_{DD} 高于最佳栅极驱动和传导损耗工作点。

CSD19531 100V 5.3m Ω MOSFET Q_g 与 V_{GS} 曲线如图 1 所示， $R_{DS(on)}$ 与 V_{GS} 曲线如图 2 所示。虽然该 MOSFET 的 $R_{DS(on)}$ 规格为 $V_{DS} = 6V$ ，但可以看到 $R_{DS(on)}$ 曲线在 6V 时仍然具有明显的下降。在 $V_{GS} = 8V$ 时，曲线变得更平坦。图 1 显示了随 V_{GS} 增加的栅极电荷，正如预期，其斜率变化接近阈值电压。

栅极驱动损耗取决于 V_{DD} 、开关频率（FSW）和 MOSFET Q_g ，如下面的等式 1 所示。

$$P_{GD} = V_{DD} \times F_{sw} \times Q_g \quad (1)$$

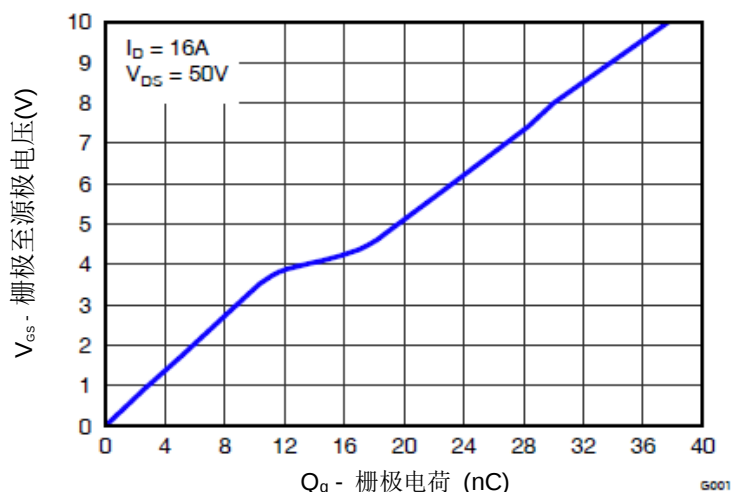


图 1.CSD19531 栅极电荷与 V_{GS}

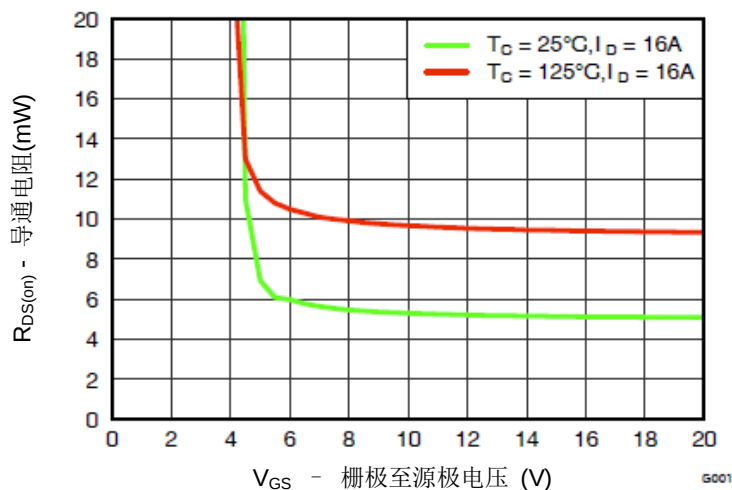


图 2.CSD19531 $R_{DS(on)}$ 与 V_{GS}

具体的最佳栅极驱动幅度取决于电源传动系统的工作条件，包括开关频率和 MOSFET RMS 电流。此外，关于 Q_g 与 V_{GS} 曲线以及 $R_{DS(on)}$ 与 V_{GS} 曲线的功率 MOSFET 的特性非常重要。有关优化损耗的指导，请参考 TI 应用指南“通过调整栅极驱动幅度优化 MOSFET 特性”。

为了说明总功率系、栅极驱动损耗和组合损耗，图 3 中所示的同步降压转换器在以下条件下进行了测试： $V_{IN}=48V$ ， $F_{sw}=200kHz$ ， $I_{OUT}=4A(DC)$ ，LI/HI 死区时间=50ns。

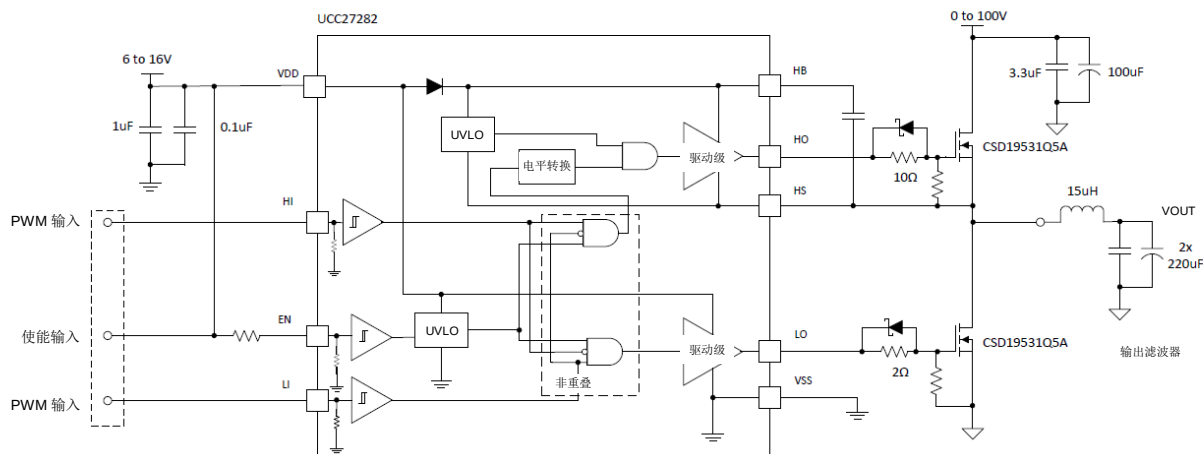


图 3.UCC27282 同步降压测试电路

输出功率为 96W 的同步降压测试电路数据如下图 4 所示。可以看到栅极驱动器功耗随着 V_{DD} 的增加而增加。功率转换器损耗在 6V 和 7V V_{DD} 时更高，并且在 8V V_{DD} 和更高电压下相对稳定。结合的栅极驱动和功率转换器损耗在 8V V_{DD} 时最小。该 MOSFET 不是逻辑电平 FET，逻辑电平 MOSFET 的最佳栅极驱动电压可能会更低。

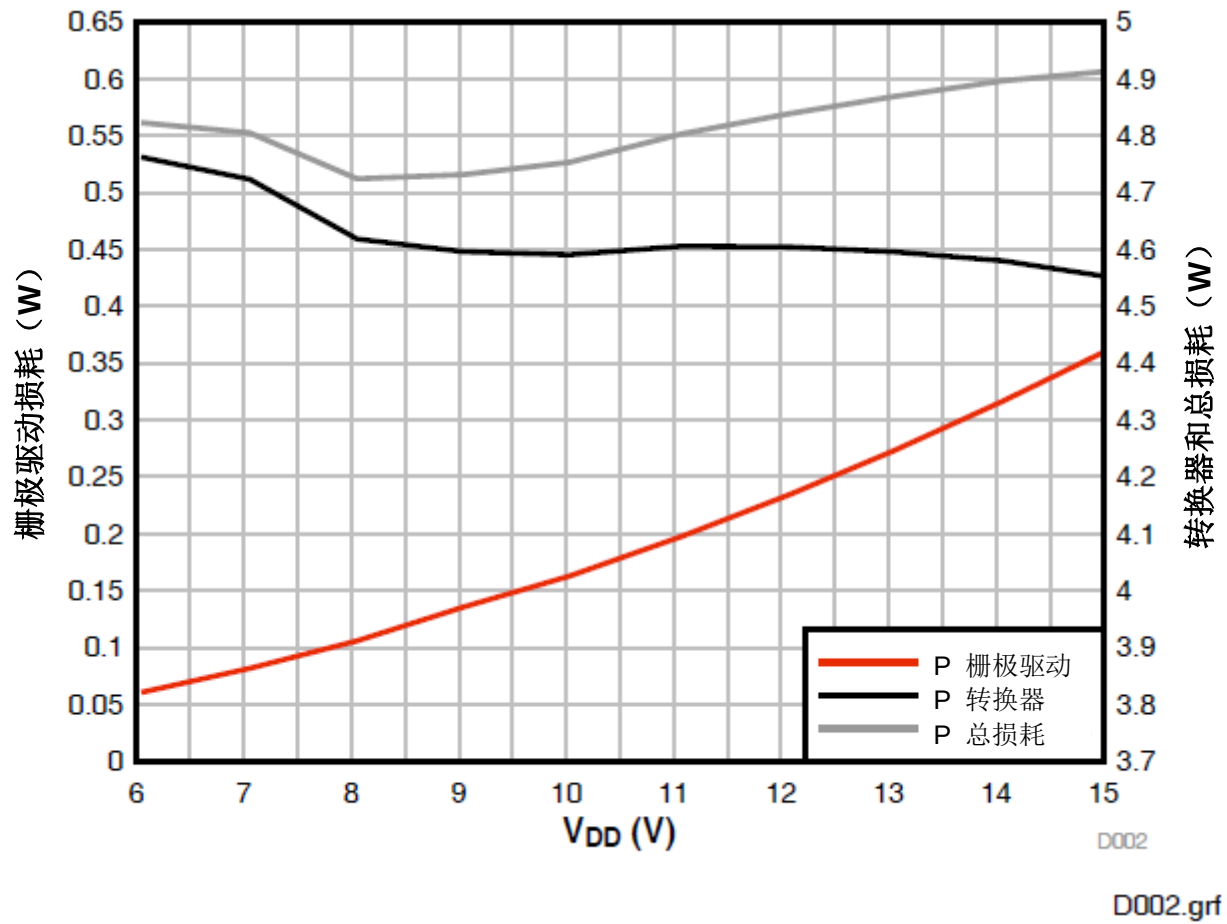


图 4.同步降压栅极驱动、功率转换器和总功耗

3.2 VDD 范围内的栅极驱动强度

之前的测试数据讨论涵盖了栅极驱动损耗和导通损耗与驱动器 V_{DD} 工作点之间的权衡。栅极驱动器在 V_{DD} 工作范围内的另一个重要方面是保持足够的驱动强度，尤其是在较低的 V_{DD} 时。在 12V V_{DD} ，UCC27282 栅极驱动器具有 2.5A 拉电流和 3.5A 灌电流的足够驱动强度，这是大多数 100V 半桥栅极驱动器规定的工作电压。虽然栅极驱动强度受 UCC27282 上 V_{DD} 电压水平的影响，但类似的竞争产品的栅极驱动强度在较低的 V_{DD} 水平时明显更低，如图 5 和图 6 所示。

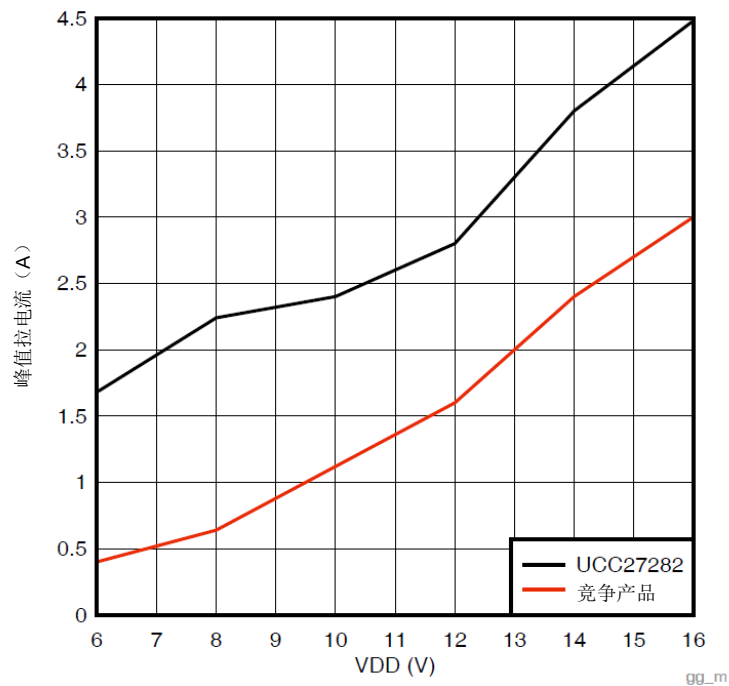


图 5.UCC27282 和竞争产品峰值拉电流与 V_{DD}

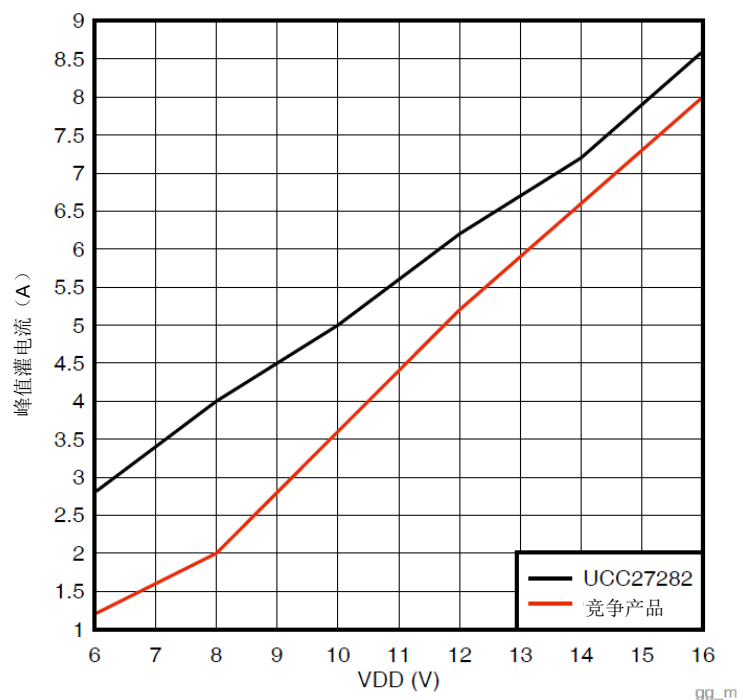


图 6.UCC27282 和竞争产品峰值灌电流与 V_{DD}

在较低 V_{DD} 下降低的驱动强度导致 V_{GS} 上升和下降时间增加，这将增加开关损耗。使用与图 3 所示相同的测试电路和相同的工作条件，将竞争产品的栅极驱动器测试数据与在相同条件下工作的 UCC27282 进行比较。图 7 比较了 UCC27282 和竞争产品器件之间包括栅极驱动器和功率转换器在内的所有损耗的效率。与竞争产品器件相比，可以看到在 6V 至 10V 的 V_{DD} 范围内，UCC27282 栅极驱动器转换器效率明显改善。

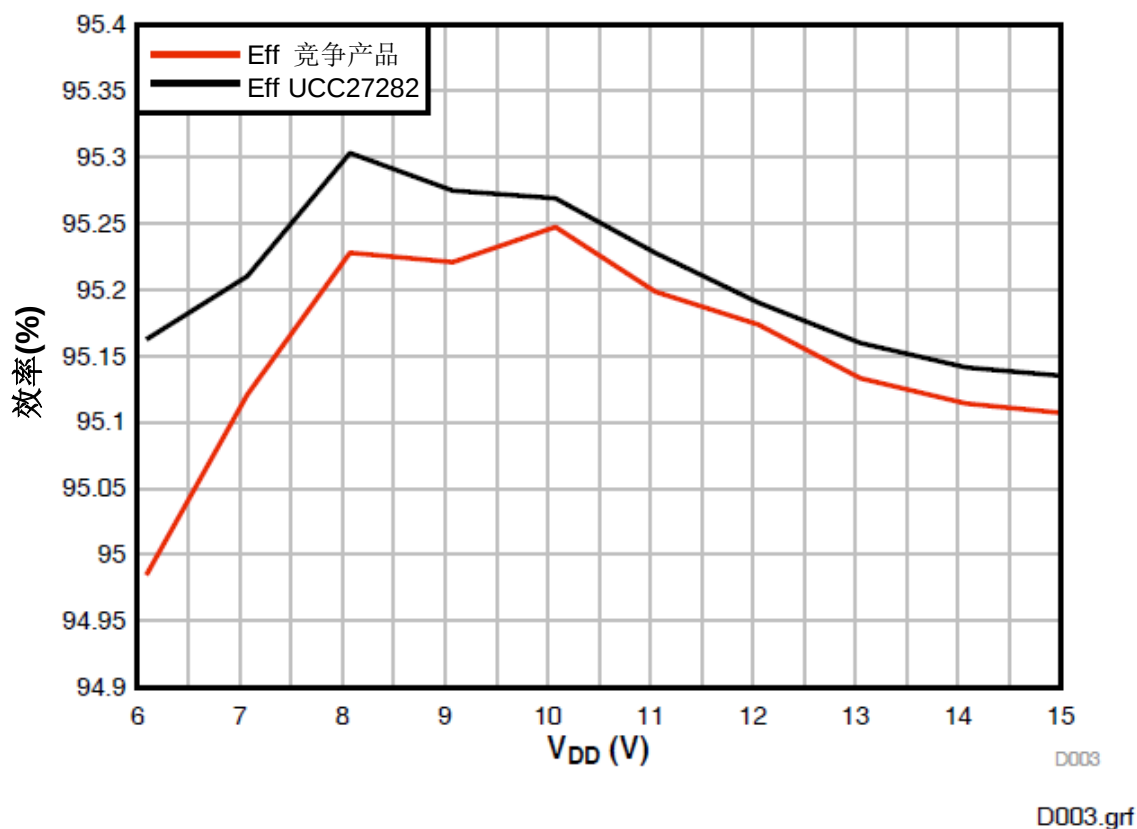


图 7.UCC27282 和竞争产品同步降压效率与 V_{DD}

4 UCC27282 使能功能

当 EN 引脚低于 1.21V 的典型下降阈值时，UCC27282 的使能功能将 IC 设置为非常低的 I_{DD} 电流状态并禁用驱动器的 LO 和 HO 输出。当处于禁用状态时，UCC27282 的 I_{SD} 在 $V_{DD} = 12V$ 时典型值为 7uA。当处于非开关状态时，这比典型的上一代驱动器低得多，如下面的图 8 所示。图 8 比较了处于使能状态非开关条件和禁用条件的 UCC27282 I_{DD} 与处于非开关条件的 UCC27201A 驱动器。UCC27201A 的非开关电流是许多早期 100V 半桥驱动器的典型值。UCC27201A UVLO 通常为 7.1V，因此 IC 不会在此 UVLO 上升阈值以下工作。该 UVLO 上升阈值也是许多早期 100V 驱动器的典型值。可以看到 UCC27282 禁用电流 I_{SD} 远低于 UCC27201A 的 I_Q 。在 $V_{DD} = 8V$ 时，UCC27201A I_Q 为 297uA，UCC27282 I_{SD} 为 4.1uA，待机功耗为 ~2.4mW，而 UCC27282 为 ~33uW。在 $V_{DD} = 10V$ 时，UCC27201A I_Q 为 389uA，而 UCC27282 I_{SD} 为 5.54uA，待机功耗为 3.89mW 和 55.4uW。有关待机功耗和电流比较的详细信息，参见表 1。

如果最终应用需要多个驱动器，则待机功耗的差异与所需驱动器的数量有关。再加上精心设计的监控和偏置电路以及选择控制器 IC，UCC27282 可以帮助实现极低的待机功耗。

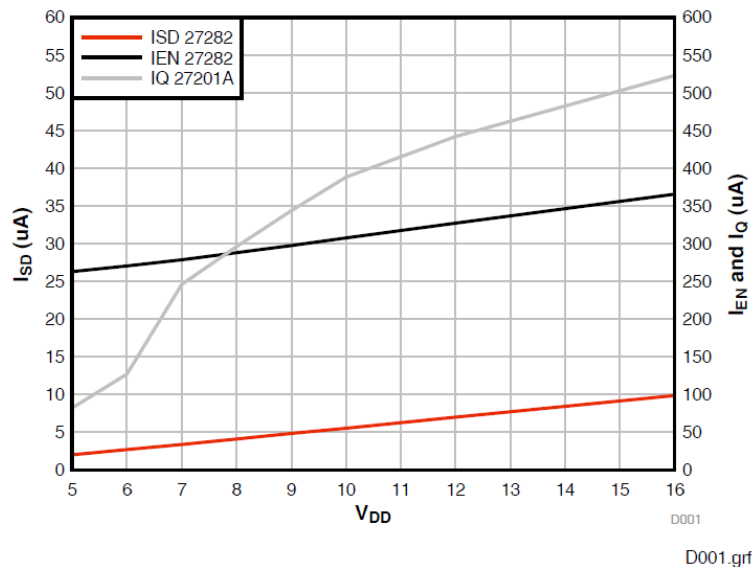


图 8.UCC27282 I_{EN} 、 I_{SD} 和 UCC27201A I_Q

表 1.UCC27282 I_{SD} 和 P_{SD} 与 UCC27201 I_Q 和 P_Q

V_{DD}	I_{SD} 27282 (uA)	P_{SD} 27282 (uW)	I_Q 27201 (uA)	P_Q 27201 (mW)
6	2.71	16.26	127.2	0.76
7	3.38	23.66	246.1	1.72
8	4.11	32.88	296.2	2.37
9	4.85	43.65	343.9	3.1
10	5.54	55.4	388.4	3.88
12	7.01	84.12	442.2	5.31

5 UCC27282 输入互锁功能

UCC27282 驱动器包含输入互锁功能，可防止 LO 和 HO 输出同时处于高电平状态。包括同步降压、半桥、全桥和全桥同步整流在内的许多拓扑结构都不能容忍高侧和低侧 MOSFET 同时导通，否则可能会发生交叉导通，可能导致损坏。有许多事件可能导致电压尖峰或振铃超出正常观测的特性，包括短路或静电释放或 EFT（电快速瞬变）事件的瞬态等故障情况。这些异常情况可能导致对栅极驱动器输入信号等关键控制信号的干扰。UCC27282 在 LO 和 HO 输出上升沿和下降沿之间没有强制死区时间，因此控制器仍然可以确定时序，以实现精确的死区时间控制。下面的图 9 说明了 LO 和 HO 输出都处于低电平状态，对应于 LI 和 HI 输入上的 20ns 重叠。

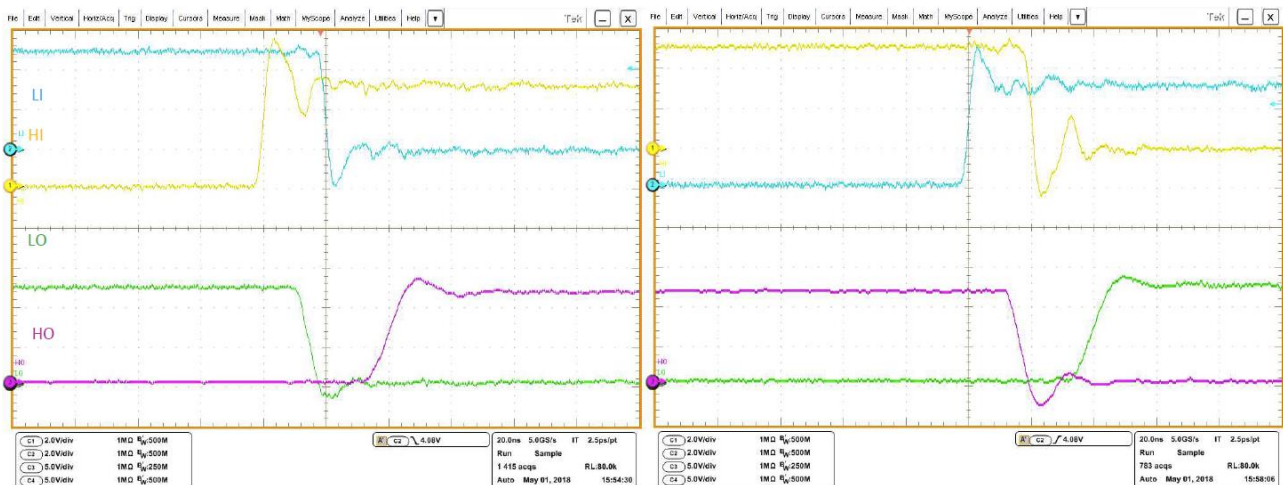


图 9.UCC27282 LO 和 HO，在 LI 和 HI 上重叠 20ns

6 总结

UCC27282 栅极驱动器具有多种功能，有助于在通信和数据通信模块中实现更高水平的性能和稳健性。

利用 UCC27282， V_{GS} 栅极驱动电压工作范围可以扩展到更低的水平以实现最佳工作参数，实现最高效率。不同于上一代驱动器，如果最佳工作点为 8V 或 9V V_{DD} 范围，UCC27282 驱动器将具有更大的偏置电压瞬变或压降裕度，而不会触发 UVLO 关断。

与竞争产品器件相比，UCC27282 在较低的 V_{DD} 范围内工作时可以保持足够的栅极驱动强度。这可以获得功率转换器效率的显著提升。

使能功能可将电源转换器中每个驱动器的待机电流降低 300uA 至 450uA。这有助于实现非常低的待机功耗，这可成为终端设备的特征优势。

由于输入互锁功能，使用 UCC27282 栅极驱动器的功率转换器的稳健性将得到改善。对于栅极驱动器因输入信号电压尖峰或噪声的误触发，功率 MOSFET 功率级将不会有明显的交叉传导。

7 参考文献

- [UCC27282 120-V Half-Bridge Driver with Cross Conduction Protection and Low Switching Losses](#)
- [CSD19531Q5A 100V N-Channel NexFET Power MOSFETs](#)

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 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，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(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安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

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 © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司