

Maurice Moroney
市场经理
ADI公司

新型功率开关技术和隔离式栅极驱动器不断变化的格局

in | 分享至LinkedIn

✉ | 电子邮件

基于碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)等材料的新型功率开关技术的出现促使性能大幅提升, 超越了基于MOSFET和IGBT技术的传统系统。更高的开关频率将减小元件尺寸, 从而减小成本、系统尺寸和重量; 这些是汽车和能源等市场中的主要优势。新型功率开关还将促使其控制元件发生变化, 其中包括栅极驱动器。本文将探讨GaN和SiC开关与IGBT/MOSFET的一些主要差异, 以及栅极驱动器将如何为这些差异提供支持。

多年来, 功率输出系统的功率开关技术选择一直非常简单。在低电压水平(通常为600 V以下), 通常会选择MOSFET; 在高电压水平, 通常会更多地选择IGBT。随着氮化镓和碳化硅形式的新型功率开关技术的出现, 这种情况正面临威胁。

这些新型开关技术在性能方面具有多项明显优势。更高的开关频率可减小系统尺寸和重量, 这对太阳能面板等能源应用中使用的光伏逆变器以及汽车等目标市场非常重要。开关速度从20 kHz提高至100 kHz可大幅减小变压器重量, 从而使电动汽车的电机更轻, 而且还能扩大太阳能应用中所用的逆变器的范围, 减小其尺寸, 从而使其更适合国内应用。另外, 更高的工作温度(尤其是GaN器件)和更低的开启驱动要求还可简化系统架构师的设计工作。

与MOSFET/IGBT一样, 这些新技术(至少在初始阶段)看起来能够满足不同的应用需求。直到最近, GaN产品通常还处于200 V范围内, 尽管近年来这些产品已经飞速发展, 并且出现了多种600 V范围内的产品。但这仍然远不及SiC的主要范围(接近1000 V), 这表明, GaN已自然而然地取代了MOSFET器件, 而SiC则取代了IGBT器件。既然超结MOSFET能够跨越此鸿沟并实现最高达900 V的高电压应用, 一些GaN研发开始提供能够应对电压在600 V以上的应用的器件, 这完全不足为奇。

然而, 虽然这些优势使得GaN和SiC功率开关对设计人员极具吸引力, 但这种好处并非毫无代价。最主要的代价是成本提高, 这种器件的价格比同等MOSFET/IGBT产品高出好几倍。IGBT和MOSFET生产是一种发展良好且极易掌握的过程, 这意味着与其新对手相比, 其成本更低、价格竞争力更高。目前, 与其传统对手相比, SiC和GaN器件的价格仍然高出数倍, 但其价格竞争力正在不断提高。许多专家和市场调查报告已经表明, 必须在广泛应用前大幅缩小价格差距。即使缩小了价格差距, 新型功率开关也不太可能立即实现大规模应用, 甚至从长期预测来看, 传统开关技术也仍将在未来一段时间内继续占据大部分市场。

除纯成本和财务因素外, 技术因素也会有一些影响。更高的开关速度和工作温度可能非常适合GaN/SiC开关, 但是它们仍然会为完成功率转换信号链所需的周边IC支持器件带来问题。隔离系统的一种典型信号链如图1所示。虽然更高的开关速度会对控制转换的处理器和提供反馈回路的电流检测系统产生影响, 但本文的其余部分将重点讨论为功率开关提供控制信号的栅极驱动器所遇到的变化。

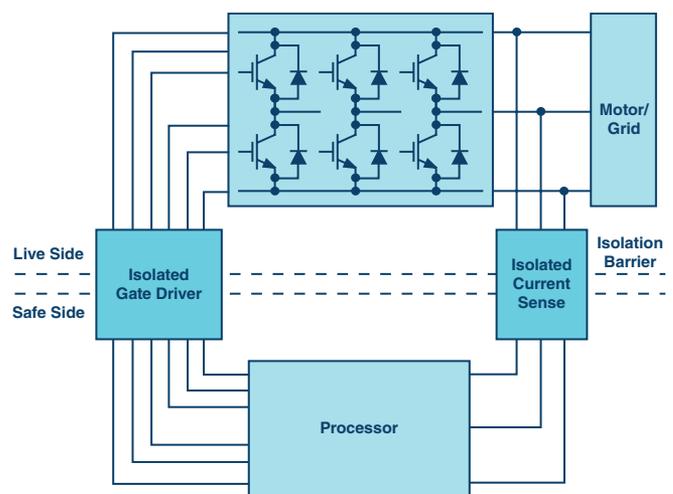


图1. 典型功率转换信号链

GaN/SiC栅极驱动器

栅极驱动器可接收系统控制过程产生的逻辑电平控制信号，并提供驱动功率开关栅极所需的驱动信号。在隔离系统中，它们还可实现隔离，将系统带电侧的高电压信号与在安全侧的用户和敏感低电压电路分离。为了充分利用GaN/SiC技术能够提供更高开关频率的功能，栅极驱动器必须提高其控制信号的频率。当前的基于IGBT的系统可能在数十kHz范围内切换；新出现的要求表明，可能需要数百kHz、甚至是一至两MHz的开关频率。这会对系统设计人员产生困扰，因为他们试图消除从栅极驱动器到功率开关之间的信号路径中的电感。最大限度缩短走线长度以避免走线电感将非常关键，栅极驱动器和功率开关的靠近布局可能会成为标准做法。GaN供应商提供的推荐布局指南的绝大部分都强调了低阻抗走线和平面的重要性。此外，使用者将希望功率开关和支持IC供应商能够解决封装和金线引起的各种问题。

SiC/GaN开关提供的更高工作温度范围也对系统设计人员极具吸引力，因为这能够让他们更自由地提升性能，而不必担心散热问题。虽然功率开关将在更高温度下工作，但其周围的硅类元件仍然会遇到常规的温度限制。由于必须将驱动器放置在开关旁边，希望充分利用新开关的更高工作范围的设计人员正面临着一个问题，即温度不能超过硅类元件温度极限。

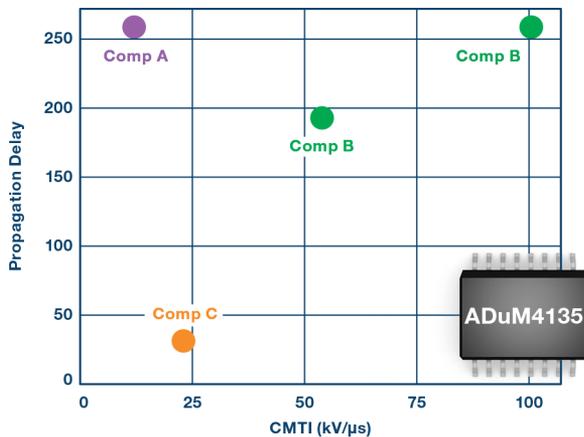


图2. 典型栅极驱动器的传播延迟和CMTI性能

更高的开关频率还会产生共模瞬变抗扰性问题，这对系统设计人员来说是一个非常严重的问题。在隔离式栅极驱动器中的隔离栅上耦合的高压摆率信号可能破坏数据传输，导致输出端出现不必要的信号。在传统的基于IGBT的系统中，抗扰度介于20 kV/μs和30 kV/μs之间的栅极驱动器足以抵抗共模干扰。但是，GaN器件往往具有超过这种限制的压摆率，为鲁棒系统选择栅极驱动器，其共模瞬变抗扰度至少应为100 kV/μs。最近推出的产品，例如ADuM4135，采用了ADI公司的*iCoupler*®技术，提

供最高达100 kV/μs的共模瞬变抗扰度，能够应对此类应用。但是，提高CMTI性能往往会产生额外的延迟。延迟增加意味着高端和低端开关之间的死区时间增加，这会降低性能。在隔离式栅极驱动器领域尤其如此，因为在此类领域中，信号在隔离栅上传输，一般具有更长时间的延迟。但是，ADuM4135不仅提供100 kV/μs CMTI，而且其传播延迟仅为50 ns。

当然，对于承担推动新型功率开关技术向前发展这一任务的栅极驱动器，并非完全是坏消息。典型IGBT的栅极充电电荷高达数百nC，因此，我们通常会发现栅极驱动器在2 A至6 A范围内提供输出驱动能力。目前，市场上提供的GaN开关的栅极充电电荷性能提升了10倍以上，通常处于5 nC至7 nC范围内，因此，栅极驱动器的驱动要求已显著降低。降低栅极驱动器的驱动要求可使栅极驱动器尺寸更小、速度更快，而且还能减少添加外部缓冲器以增强电流输出的需求，从而能够节约空间和成本。

结论

人们很早以前就预测到，GaN和SiC器件将成为功率转换应用中的新型解决方案，这种技术人们期待已久，现在终于得以实现。虽然这种技术能够提供极具吸引力的优势，但它们并非没有代价。为了提供出色性能，新型开关技术需要更改所用隔离式栅极驱动器的要求，并且会为系统设计人员带来新的问题。优势很明显，并且也已经出现了多种解决这些问题的方案。而且，市场上已经有现成且可行的GaN和SiC解决方案。

作者简介

Maurice Moroney是ADI公司隔离式功率转换产品组合的营销经理，主要负责电机控制、汽车和能源应用中的隔离式栅极驱动器和电压/电流检测领域。他之前担任的职位涉及营销/应用，主要致力于消费、工业和汽车行业。Maurice拥有爱尔兰利默里克大学电子工程学士学位(2000年)和工商管理硕士学位(2014年)。

在线支持社区

访问ADI在线支持社区，与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

ezchina.analog.com

 **EngineerZone™**
中文技术论坛

全球总部
One Technology Way
P.O. Box 9106, Norwood, MA
02062-9106 U.S.A.
Tel: (1 781) 329 4700
Fax: (1 781) 461 3113

大中华区总部
上海市浦东新区张江高科技园区
祖冲之路2290号展想广场5楼
邮编: 201203
电话: (86 21) 2320 8000
传真: (86 21) 2320 8222

深圳分公司
深圳市福田区
益田路与福华三路交汇处
深圳国际商会中心
4205-4210室
邮编: 518048
电话: (86 755) 8202 3200
传真: (86 755) 8202 3222

北京分公司
北京市海淀区
上地东路5-2号
京蒙高科大厦5层
邮编: 100085
电话: (86 10) 5987 1000
传真: (86 10) 6298 3574

武汉分公司
湖北省武汉市东湖高新区
珞瑜路889号光谷国际广场
写字楼B座2403-2405室
邮编: 430073
电话: (86 27) 8715 9968
传真: (86 27) 8715 9931

©2016 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Ahead of What's Possible is a trademark of Analog Devices. TA13671sc-0-7/16

analog.com/cn


超越一切可能™