

Application Note

使用高性能非隔离式栅极驱动器驱动下一个电动汽车板载充电器和 DC/DC 转换器



Jeremiah Vo

摘要

非隔离式栅极驱动器广泛用于各种汽车应用，尤其是板载充电器和 DC/DC 转换器（统称为 OBC/DC-DC 转换器）。本应用手册概述了德州仪器 (TI) 可用于 OBC/DC-DC 终端应用的非隔离式栅极驱动器。

内容

1 简介.....	2
2 电动汽车板载充电器/DC-DC 转换器中的栅极驱动器.....	2
3 板载充电器/DC-DC 转换器系统概述.....	3
4 明星产品.....	4
5 参考资料.....	4

插图清单

图 3-1. 典型的 OBC/DC-DC 子系统.....	3
-------------------------------	---

表格清单

表 4-1. OBC/DC-DC 子系统的明星产品.....	4
--------------------------------	---

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

看看最新的车型，现在有许多车型标榜为电动汽车 (xEV)，鼓吹比其他内燃机汽车具有更长的续航里程。随着技术不断进步，越来越多的人有能力购买电动汽车。在购买新的电动汽车时，需考虑电动汽车是否具备以下几种特性：

- **可靠性**：无论是前往杂货店的短途旅行还是长途旅行，拥有可靠的车辆是必要之举。TI 的栅极驱动器具有高 VDD 选项和负电压处理能力，有助于提高稳健性和可靠性。这一切都得到了 TI 客户支持部门的有力支持，能够更大限度地发挥这些强大功能。
- **经济实用**：购买任何车辆（特别是电动汽车）都可能遇到障碍。TI 的栅极驱动器不仅在成本优化型器件中提供高性能，还可以包含有助于降低物料清单 (BOM) 成本和缩减尺寸的有用功能。
- **功率密度**：电动汽车是功能强大的机器，但有点过大，可能难以操作。TI 的栅极驱动器在小型封装中提供高驱动电流，从而实现高效率和高性能，而无需占用过多空间。

2 电动汽车板载充电器/DC-DC 转换器中的栅极驱动器

影响板载充电器/DC-DC 转换器系统性能的三个主要元件是 OBC 功率因数校正 (PFC) 级、OBC DC-DC 级和高压转低压 (HV-LV) DC-DC 级。这些子系统各个都有栅极驱动器帮助驱动的开关。开关负责执行实际的开关操作，处理大部分功率传送，可以是 MOSFET、IGBT、SiCFET 或 GaN。最后，栅极驱动器位于控制器和开关之间，栅极驱动器的驱动强度可以决定开关的导通或关断速度，从而提高系统效率。OBC/DC-DC 系统的功率等级通常要求驱动强度大于 4A，如 [UCC27624-Q1](#) 或 [UCC27301A-Q1](#)。UVLO 和过流保护等功能有助于保护开关免受意外损坏，并提高系统可靠性。为系统选择最合适的栅极驱动器有助于充分利用其他所有元件，确保经济实惠地实现高性能。

TI 的栅极驱动器具有非隔离式和隔离式型号。隔离式驱动器为跨高压差使用提供了一个屏障，可以保护元件和人员。非隔离式栅极驱动器在没有此类差分驱动器时使用，或与外部隔离器一起使用，以优化系统。根据开关在系统中的位置（接地或基准浮动电压），选择更适合驱动这些 FET 的不同类型 TI 栅极驱动器。

如果电源开关是接地，则使用低侧驱动器。TI 提供单通道或双通道低侧驱动器，指示栅极驱动器运行一个还是两个接地开关。半桥驱动器运行一个接地开关，以及另一个采用具有浮动电压的“开关节点”的开关。选择合适的栅极驱动器取决于电动汽车 OBC/DC-DC 系统的类型和特性。

3 板载充电器/DC-DC 转换器系统概述

OBC/DC-DC 系统由三个主要级组成：OBC PFC 级、OBC DC-DC 级和 HV-LV DC-DC 级。由于系统其他部分的隔离要求，非隔离式栅极驱动器主要位于系统的 OBC PFC 级和 HV-LV DC-DC 侧的次级侧。

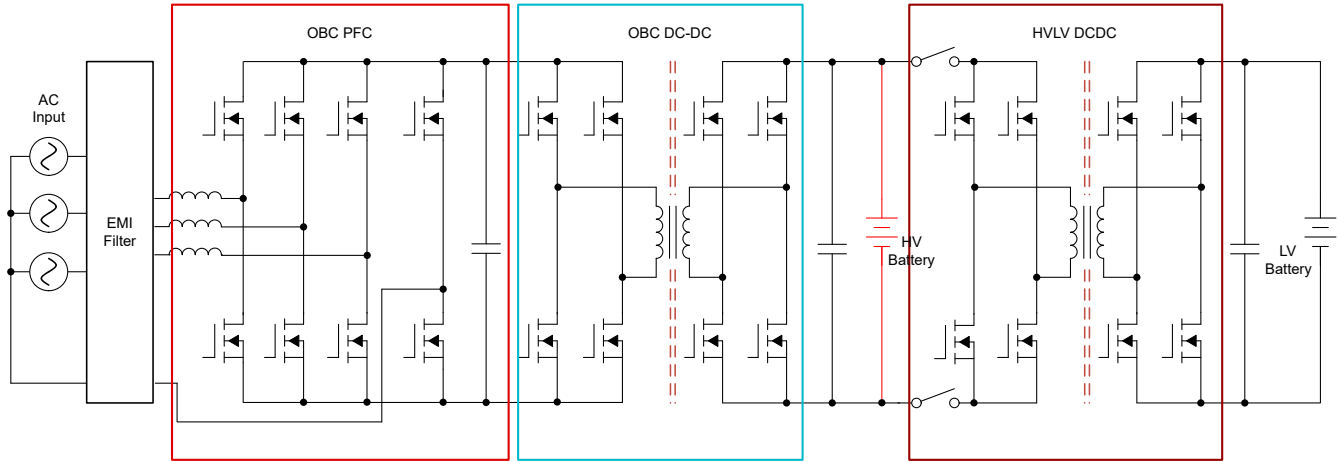


图 3-1. 典型的 OBC/DC-DC 子系统

OBC 从电网（通常来自车库墙式充电器或公共电动汽车充电站插头）获取交流电压，并将其转换为直流电压，以便在 PFC 级为电动汽车的电池充电。该电压经过调节，保持为特定的电压，并经过功率因数校正以提高性能和效率。

在电动汽车上实现 PFC 级的方式有多种。升压 PFC 是一种常用的实现方式，它使用 [UCC27614-Q1](#) 等高效栅极驱动器来驱动 FET。交错式升压 PFC 在复杂性和额外元件之间进行权衡，提供更高的效率。通常，使用 [UCC27624-Q1](#) 等双通道栅极驱动器来提供所使用的额外 FET。要探索其他 PFC 拓扑（如图腾柱或无桥拓扑），请参阅 [不同功率因数校正 \(PFC\) 拓扑的栅极驱动器需求综述](#)。要了解有关电动汽车中 PFC 设计的更多信息，请参阅 [电动汽车板载充电器的功率因数校正设计](#)。

OBC DC-DC 转换器级从 PFC 级获取直流电压，并将其转换为高压电池，通常为 400V 或 800V。这些通常需要隔离，以防止高压侧的噪声或电压峰值影响低压侧，因此 [UCC21550-Q1](#) 等栅极驱动器可以满足隔离要求和高压额定值。

OBC/DC-DC 子系统的最后一部分是高压转低压 DC-DC 转换，通常将高压电池降至 12V 或 48V，以用于汽车插座、电机、照明和其他较小的元件。在此级中，高功率密度、可靠性和效率是选择合适元件的关键因素。在恶劣环境中快速切换 FET 对于栅极驱动器至关重要，TI 的 [UCC27624-Q1](#) 具有 30V VDD 绝对最大值和 5A/5A 驱动电流，可满足 DC-DC 转换器需求。

4 明星产品

表 4-1. OBC/DC-DC 子系统的明星产品

子系统	配置	开关类型	通用器件型号	说明
OBC PFC 级	低侧双通道	MOSFET	UCC27624-Q1	具有 4V UVLO 的 30V 5A/5A 双通道低侧驱动器
		IGBT	UCC27624V-Q1	具有 8V UVLO 的 30V 5A/5A 双通道低侧驱动器
	低侧 1 通道	MOSFET	UCC27614-Q1	具有 4V UVLO 的 30V 10A/10A 单通道低侧驱动器
	半桥	IGBT	UCC27712-Q1	具有 8V UVLO 和互锁的 700V 半桥栅极驱动器
HV 转 LV DC-DC 转换器级	低侧双通道	MOSFET	UCC27624-Q1	具有 4V UVLO 的 30V 5A/5A 双通道低侧驱动器
		IGBT	UCC27624V-Q1	具有 8V UVLO 的 30V 5A/5A 双通道低侧驱动器
	低侧 1 通道	MOSFET	UCC27614-Q1	具有 4V UVLO 的 30V 10A/10A 单通道低侧驱动器
	半桥	IGBT	UCC2731A-Q1	具有互锁选项、集成式自举二极管和 8V UVLO 的 120V 半桥
			UCC27712-Q1	具有 8V UVLO 和互锁的 700V 半桥栅极驱动器

5 参考资料

- 德州仪器 (TI) : [适用于电动汽车板载充电器的功率因数校正设计](#)
- 德州仪器 (TI) : [为何使用栅极驱动变压器？](#)
- 德州仪器 (TI) : [双向 DC-DC 转换器中半桥栅极驱动器的挑战和解决方案](#)
- 德州仪器 (TI) : [通过布局提高 DC-DC 转换效率](#)
- 德州仪器 (TI) : [不同功率因数校正 \(PFC\) 拓扑的栅极驱动器需求综述](#)
- [TIDM-BIDIR-400-12 产品页面](#)
- [TIDM-BIDIR-400-12 产品页面](#)
- [UCC27624-Q1 产品页面](#)
- [UCC27614-Q1 产品页面](#)
- [UCC27311A-Q1 产品页面](#)
- [UCC27301A-Q1 产品页面](#)
- [UCC27712-Q1 产品页面](#)

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司