

User's Guide

适用于 11KW OBC 的低成本、高性能辅助电源解决方案



Evan Han

摘要

车载充电器 (OBC) 是新能源汽车的一个关键组成部分。辅助电源用于为栅极驱动器、电压和电流采样、MCU 等提供稳定电源。本文档首先介绍了 OBC 辅助电源常用的两种主要架构。根据市场上主流 11KW OBC 对辅助电源的功率要求，我们采用了低压 12V 电池作为辅助电源的输入。本文档介绍了几种低成本、高性能辅助电源解决方案，并详细分析了这些解决方案的系统方框图、系统 BOM 成本和优缺点。

内容

1 引言.....	2
2 OBC 辅助电源的主要架构.....	2
2.1 反激式架构.....	2
2.2 升压/SEPIC 架构.....	2
3 11KW OBC 辅助电源功率要求.....	3
4 低成本、高性能辅助电源解决方案.....	3
5 总结.....	5
6 参考资料.....	5

插图清单

图 2-1. 反激式架构.....	2
图 2-2. 升压/SEPIC 架构.....	2
图 3-1. 三相 11KW OBC 架构.....	3
图 4-1. 升压 + LLC 方框图.....	4
图 4-2. 升压 + LLC 雷达图.....	5

表格清单

表 3-1. 三相 11KW OBC 功率要求.....	3
表 4-1. 升压 + LLC 系统 BOM 成本.....	4
表 4-2. 优缺点.....	4

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

OBC 是新能源汽车的主要组成部分。根据功率级别不同，OBC 主要有单相 3.3KW/6.6KW 和三相 11KW/22KW。不同类型的 OBC 具有不同的拓扑结构和不同数量的开关晶体管，因此需要不同的偏置电源解决方案。常用的辅助电源类型包括反激式、推挽式、LLC 和直流/直流模块。在选择辅助电源拓扑时，必须在系统成本、设计复杂性、效率、系统 EMI 等方面进行全面权衡。

2 OBC 辅助电源的主要架构

2.1 反激式架构

反激式架构是使用最广泛的辅助电源架构之一，通常支持宽输入电压范围。通过在变压器的次级侧添加一个次级绕组，它可以轻松支持多路输出。此外，还可以向反激式架构的后级添加 LLC、推挽式、直流/直流模块和其他转换器。图 2-1 展示了反激式架构。

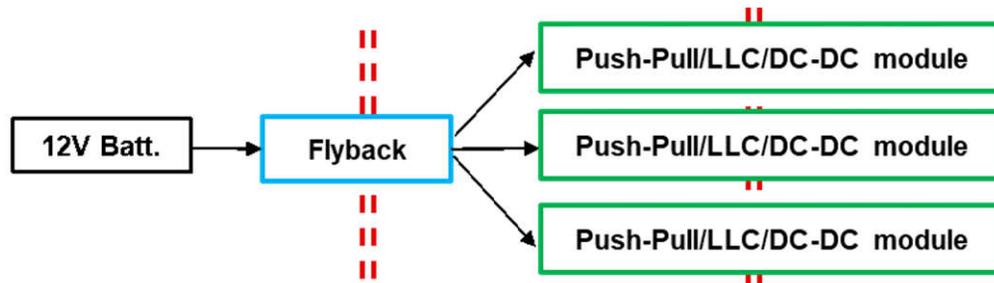


图 2-1. 反激式架构

2.2 升压/SEPIC 架构

在升压/SEPIC 架构中，升压/SEPIC 通常用作前级电压前置稳压器，可将低压电池的 12V 电压转换为稳定的输入电压。可以向后级添加 LLC、直流/直流模块和其他转换器。图 2-2 展示了升压/SEPIC 架构。

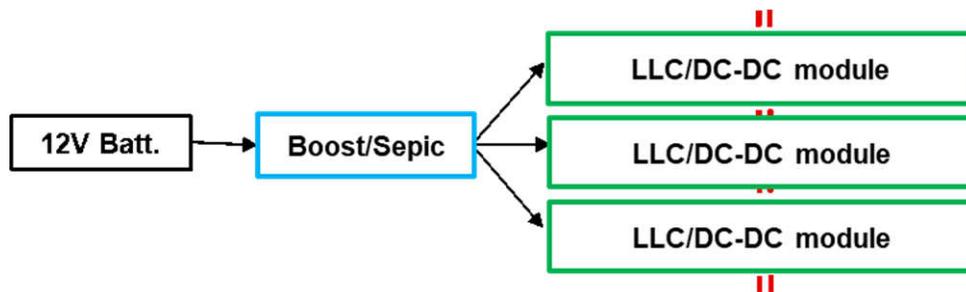


图 2-2. 升压/SEPIC 架构

3 11KW OBC 辅助电源功率要求

目前，OBC 正朝着高功率的方向发展，其中 11KW OBC 是当前的主流功率范围。设计低成本、高性能 OBC 辅助电源具有重要意义。图 3-1 展示了三相 11KW OBC 的架构。

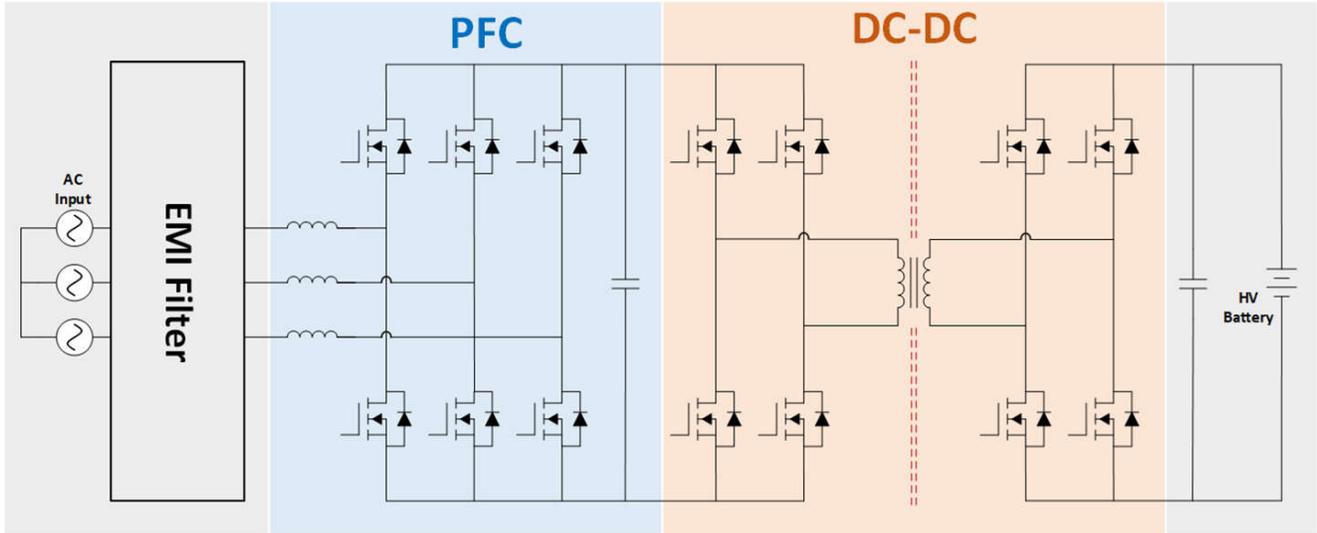


图 3-1. 三相 11KW OBC 架构

对于 PFC 侧，假设每个 SiC 所需的驱动功率为 $P_{bias} = 0.8W$ ；对于直流/直流侧，假设每个 SiC 所需的驱动功率为 $P_{bias} = 1.4W$ 。表 3-1 展示了三相 11KW OBC 的功率要求。（这些数据只是基于一般 OBC 架构的估算数据，设计人员可以根据实际需求进行调整。）

表 3-1. 三相 11KW OBC 功率要求

项目	数量	功率 (W)
PFC 驱动功率 (SiC)	6	$0.8 \times 6 = 4.8$
交流电压检测	4	$0.05 \times 4 = 0.2$
交流电流检测	4	$0.05 \times 4 = 0.2$
直流/直流驱动功率 (SiC)	8	$1.4 \times 8 = 11.2$
直流电压检测	1	$0.05 \times 1 = 0.05$
DC 电流检测	2	$0.05 \times 2 = 0.1$
MCU	1	1
总功率		17.55(W)

4 低成本、高性能辅助电源解决方案

LLC 转换器具有高效率。TI 的 UCC25800-Q1 变压器驱动器是开环控制，因此需要在低压 12V 电池和辅助电源电路之间添加一个前置稳压器，以使 UCC25800-Q1 能够在固定输入电压下工作，常用的前置稳压器电路是升压或 SEPIC 电路。本文的研究范围是使用低压 12V 电池作为输入。考虑到输入电压范围的波动，输入电压范围通常为 6V 至 18V。SEPIC 电路适用于需要升压和降压的场合。与升压转换器相比，SEPIC 转换器具有一个额外的储能电感器和一个隔直电容器。系统 BOM 成本更高，设计更复杂。UCC25800-Q1 的输入电压范围为 9V 至 34V。在 34V 输入电压条件下，UCC25800-Q1 的功率可以高达 9W。此解决方案选择 UCC2803-Q1 作为升压转换器，以将低压电池的 12V 电压升高到 34V 作为前级电压前置稳压器。

图 4-1 展示了该解决方案的方框图。该解决方案的外设电路设计简单，效率可以达到 85% 至 90%，输出电压调节精度可达到 $\pm 5\%$ 。

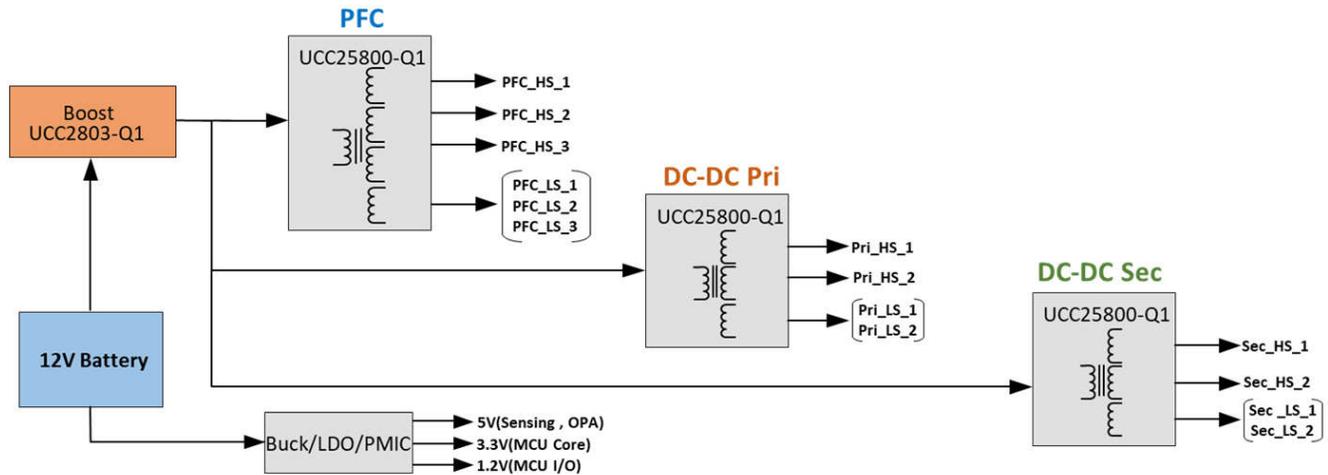


图 4-1. 升压 + LLC 方框图

表 4-1 展示了该解决方案的系统 BOM 成本。

表 4-1. 升压 + LLC 系统 BOM 成本

器件组	说明	数量	器件成本 (美元)	成本 (美元)
LLC	UCC25800-Q1	3	0.28	0.84
升压	UCC2803-Q1	1	0.18	0.18
降压/LDO/PMIC				1
电容器较大	1206	5	0.05	0.25
电容器中等	805	36	0.03	1.08
电容器较小	603	6	0.01	0.06
电阻器	603	21	0.002	0.042
MOSFET		1	0.5	0.5
Diode		28	0.03	0.84
变压器		3	0.5	1.5
		104		6.29

表 4-2 展示了此解决方案的优缺点。

表 4-2. 优缺点

项目	性能
总系统成本	低
效率	高
元件数	中
EMI	高
调节精度	低
功率密度	中

图 4-2 展示了雷达图。

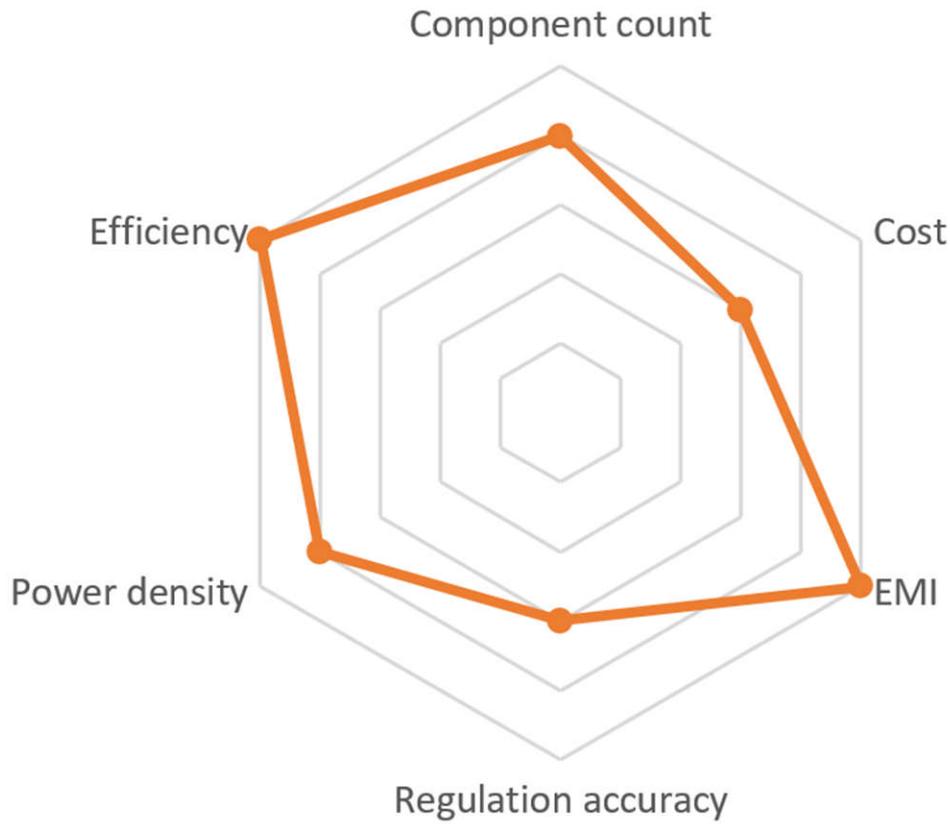


图 4-2. 升压 + LLC 雷达图

5 总结

本文档介绍了 OBC 中常用的辅助电源架构，并根据 11KW OBC 的辅助电源要求介绍了几种低成本、高性能辅助电源解决方案。

6 参考资料

- 德州仪器 (TI) : [UCC25800-Q1 用于隔离式辅助电源的超低 EMI 变压器驱动器](#) 数据表
- 德州仪器 (TI) : [UCC280x-Q1 低功耗 BiCMOS 电流模式 PWM 控制器](#) 数据表

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司