

如何为车辆ADAS设计更好的高电流开关电源

Ying Cheng, 应用工程师

摘要

所有汽车制造商都在改进他们的ADAS, 以为驾驶员提供行驶和停车辅助。不断改进的ADAS会比前代版本消耗更多电源, 所以, 低电流开关稳压器无法继续满足这种不断增长的电源要求。本文推荐两款高电流单芯片 Silent Switcher® 降压稳压器 LT8638S 和 LT8648S 作为可能的解决方案。文中展示了两款稳压器的应用电路。效率、温度和排放测试结果显示, LT8638S 和 LT8648S 都非常适合作为快速发展的ADAS的电源选项。

简介

在如今的车辆之中, 高级驾驶员辅助系统(ADAS)的重要性与日俱增。它们可以帮助尽可能减少人为操作错误, 提升驾驶员和道路安全。早期的ADAS只包含单个自动驾驶辅助功能, 例如使用一个雷达传感器的自适应巡航控制功能。现在, 越来越多的ADAS功能被应用到汽车上, 例如自动紧急停车、盲点监测、车辆/行人报警和避让、车道偏离报警和辅助等。ADAS的发展意味着这些车辆会使用更多的传感器和摄像头、功能强大的实时数据处理和计算, 以及高速通信, 所以它们会比之前消耗更多的功率。例如, 第一代ADAS片上系统(SoC) (例如2008年的Mobileye EyeQ) 仅消耗2 W~3 W功率。新发布的ADAS SoC, 例如NVIDIA® Xavier™, 由于强大的数据处理和计算能力, 需消耗20 W~30 W或更多功率。ADAS的电源由12 V电池提供。它先被转换成5 V或3.3 V中间供电轨, 然后转换成SoC内核、接口、外设等所需的不同的低电压。在ADAS SoC的功耗增大之后, 中间供电轨转换器需要输出10 A或更高的电流, 以满足其要求。

在设计大电流中间电源时, 传统方法是使用降压控制器。但是, 由于需要使用外部MOSFET, 所以这种方法的总解决方案尺寸较大。因此很难将控制器电源解决方案安装到空间有限的位置, 这是汽车ADAS应用面临的常见问题。关于汽车开关电源的另一个问题是: 电磁辐射。电源设计人员需要解决严格的辐射和传导电磁辐射限制带来的挑战, 汽车行业必须遵守该限制。在功耗增加之后, 这些电磁辐射标准更难以满足。为了满足功率、尺寸和电磁辐射限制, ADI公司开发了2款42 V大电流单片式 Silent Switcher 稳压器: LT8638S 和 LT8648S。

使用LT8638S的紧凑型10 A/12 A峰值电源解决方案

LT8638S是一款42 V、10 A单通道降压稳压器, 采用4 mm × 5 mm LQFN封装, 其中包含所有控制电路和MOSFET。短时间内, 其输出电流可以达到12 A。LT8638S是非常适合用于紧凑型10 A中间供电轨的替代选项。图1显示了典型的5 V/10 A LT8638S的原理图。LT8638S稳压器的开关频率可在200 kHz至3 MHz范围内调节。表1列出了400 kHz LT8638S电路和2 MHz LT8638S电路的主要组成部分。图2显示在演示板DC2929A上, 在400 kHz和2 MHz时, LT8638S的效率和温度升高情况。

比较LT8638S 400 kHz电路和LT8638S 2 MHz电路, 可以看出, 400 kHz电路的电感大小是2 MHz电感的2.5倍, 400 kHz电路的输出电容的大小是2 MHz输出电容的3倍。所以, 对于非常关注尺寸大小和成本的应用, 2 MHz开关频率更为合适。阻碍电源设计工程师使用2 MHz (开关频率) 的主要问题是效率和热性能, 因为在高开关频率下, 开关损耗会显著增大。LT8638S使用快速开关边沿来尽可能降低开关损耗, 以缓解这些问题, 如图3所示。如图2所示, 在开关频率为2 MHz, 输出功率为50 W时, LT8638S的温度仅上升60°C。在10 A负载下, 2 MHz和400 kHz开关频率之间的效率差异在1.5%以内。

在高开关频率下, 快速开关边沿有助于提高效率, 但可能会加剧电磁辐射。LT8638S采用Silent Switcher架构, 不但支持快速开关边沿, 还可实现更低的EMI, 且解决方案的尺寸要更小。图4显示EMI很低的2 MHz LT8638S电路。为了实现出色的EMI性能, 该稳压器连接SYNC/MODE引脚和INTV_{CC}引脚, 以使用展频模式。图5显示采用图4的电路时LT8638S的辐射, 测试设置由CISPR 25标准定义。红线代表CISPR 25 5类限值, 这是汽车行业中要求最严格的辐射规范。采用很少的几个额外组件构成输入滤波器 (如图4所示), LT8638S可以满足CISPR 25 5类规范严格的峰值和平均值限值。

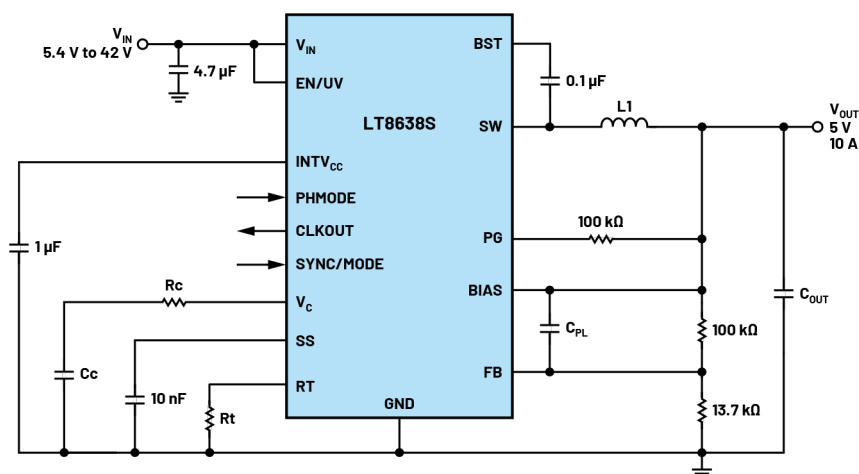


图1. 使用LT8638S的5 V/10 A电源。

表1. 图1所示的原理图包含的组件

开关频率	400 kHz	2 MHz
L1	3.3 μH (10 mm $\times$ 11.3 mm $\times$ 10 mm)	0.56 μH (6.36 mm $\times$ 6.56 mm $\times$ 6.1 mm)
C _{OUT}	47 $\mu\text{F} \times 3$	47 $\mu\text{F} \times 1$
Rt	105 k Ω	16.9 k Ω
Rc	9.31 k Ω	13.7 k Ω
Cc	820 pF	220 pF
C _{PL}	33 pF	10 pF

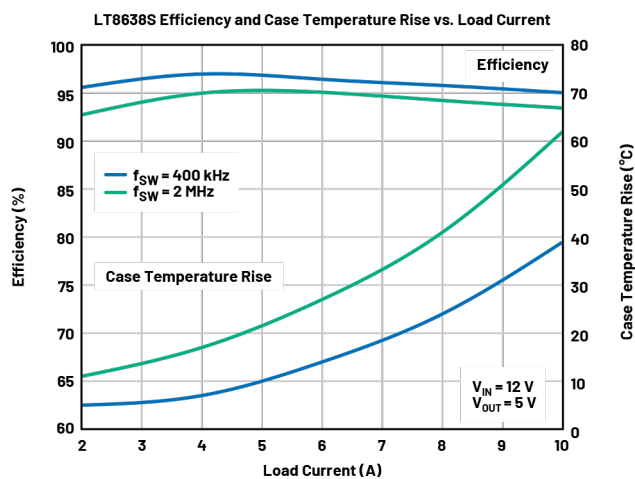


图2. 图1所示的电路的效率和温度上升情况。

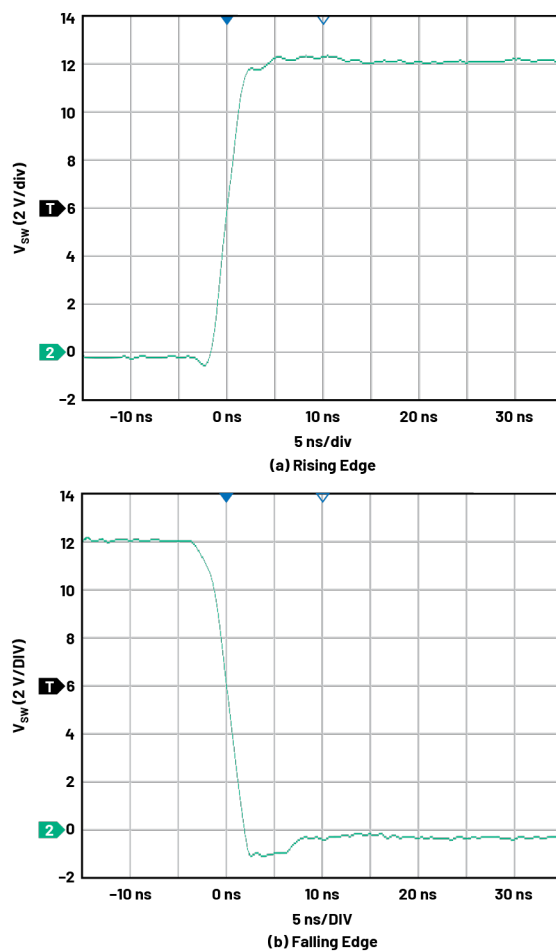


图3. 输入为12 V, 负载为10 A时, LT8638S的开关边沿。

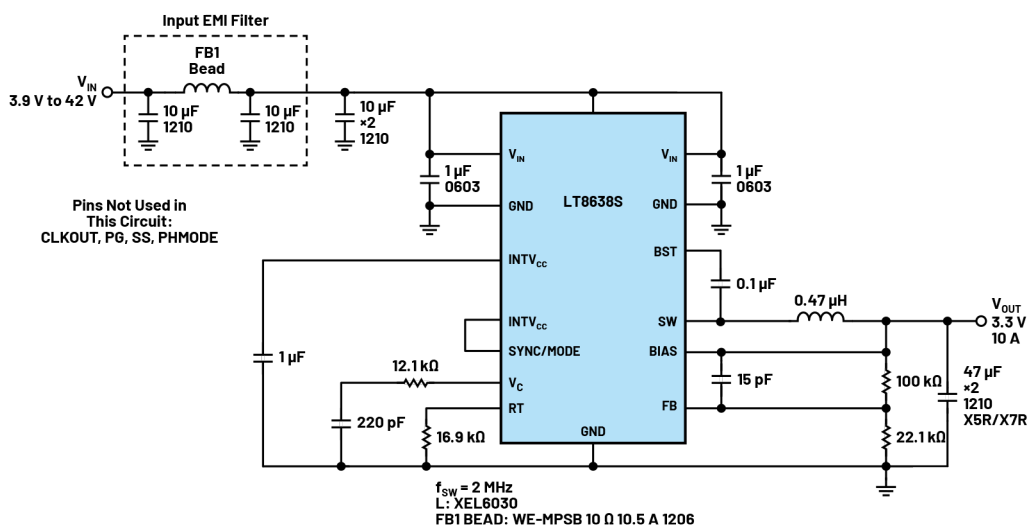


图4. EMI很低的LT8638S电路。

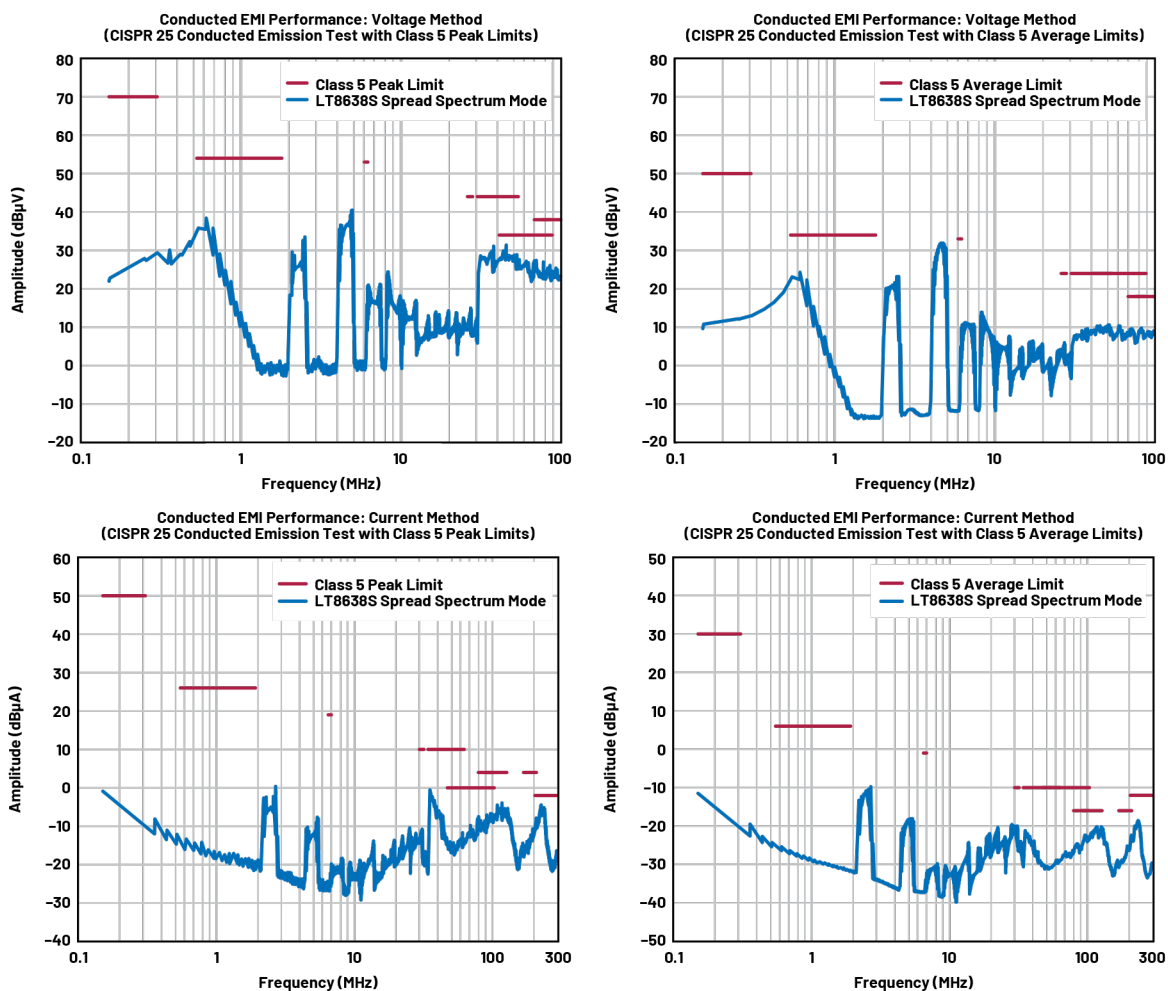


图5. 图4所示的电路（在10 A时，12 V输入转换为3.3 V输出）的辐射EMI和传导EMI。

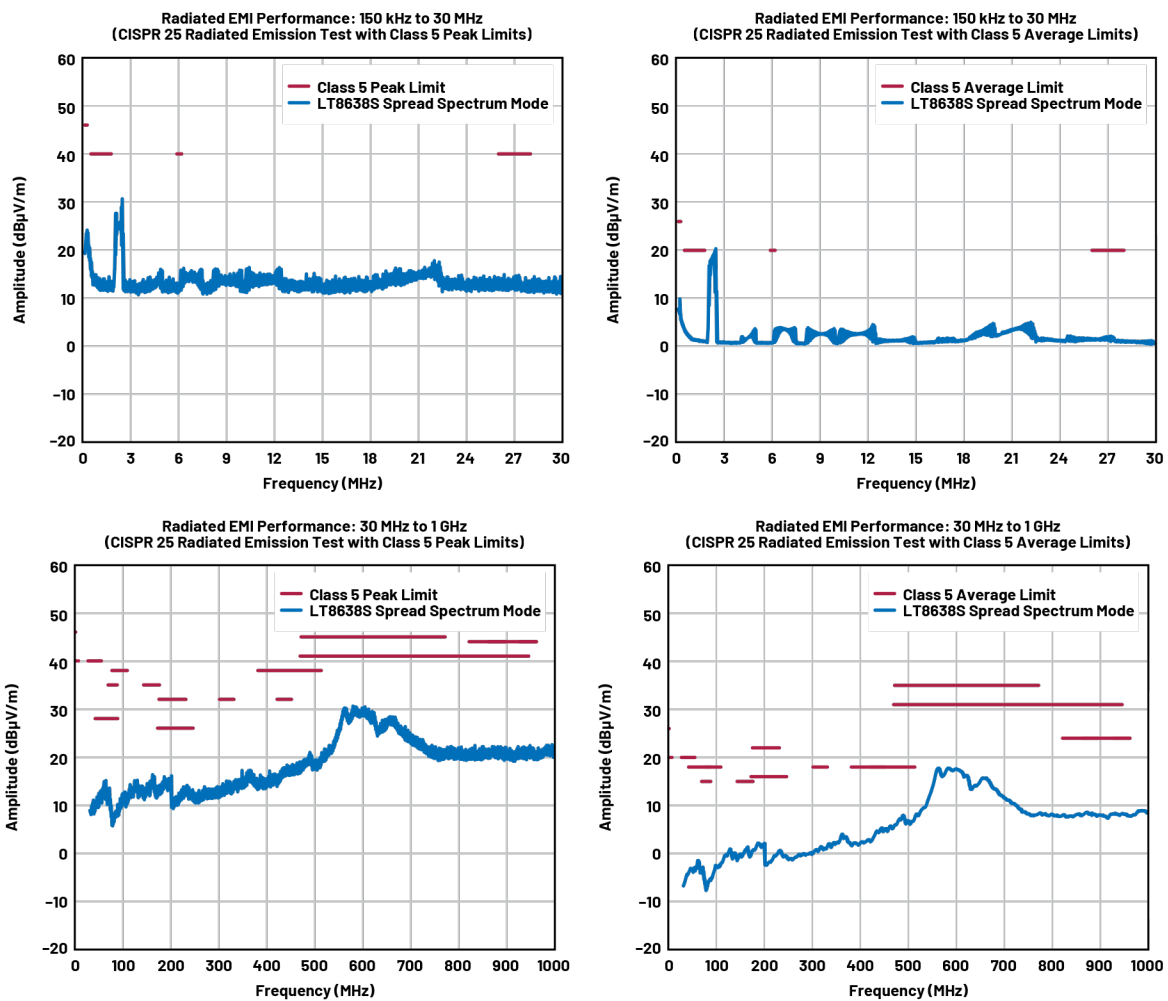


图5 (续) .图4所示的电路 (在10 A时, 12 V输入转换为3.3 V输出) 的辐射EMI和传导EMI。

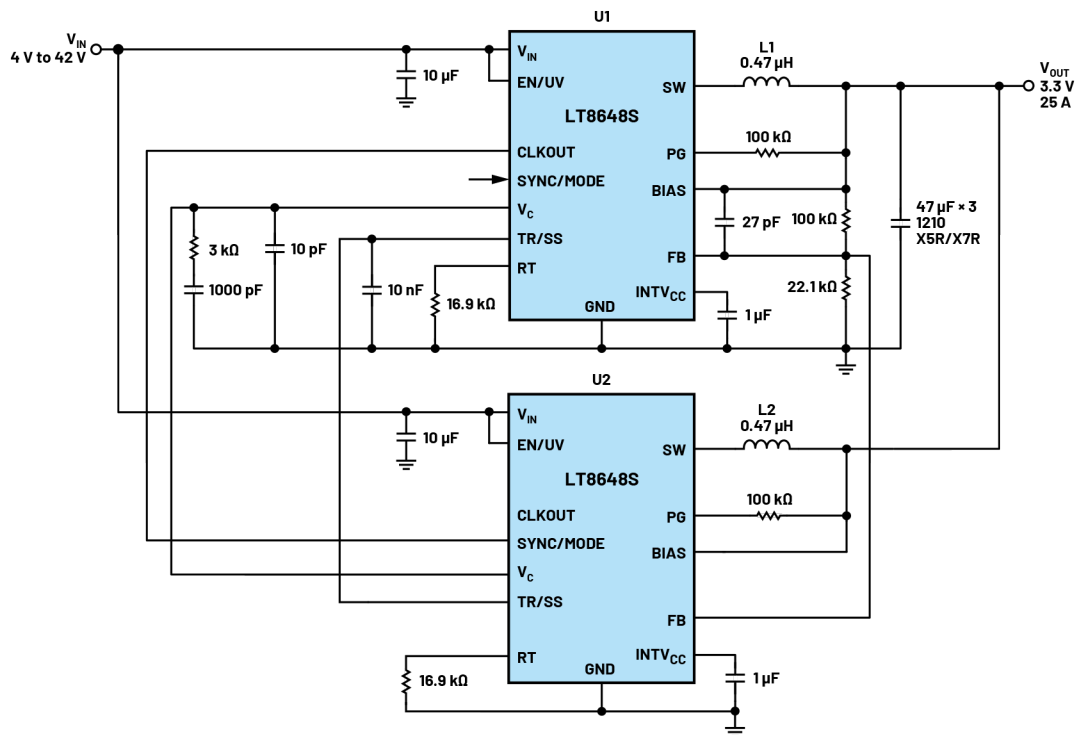


图6. 并行使用两个LT8648S的2 MHz 3.3 V/25 A应用。

使用LT8648S、电流更高的单片式电源解决方案

复杂的ADAS需要使用多个SoC，以及多个摄像头和传感器。例如，免接触式ADAS可能采用多个非常耗电的芯片，以及多达11个摄像头。LT8648S具有高于LT8638S的输出电流能力，可以安装在这些复杂的ADAS所需的中间供电轨上。LT8648S是一款单片式42 V、15 A降压稳压器，其输出电流和功率电平与使用外部MOSFET的功率控制器解决方案相近。通过并行使用多个LT8648S，可以进一步扩展其电流能力。

图6显示并行使用两个LT8648S器件的3.3 V/25 A、2 MHz电路的原理图。这两个LT8648S稳压器有共同的输入和输出。EN/UV和SS引脚连接，确保两个稳压器能按照相同的压摆率同时启动。LT8648S使用峰值电流模式控制，使得误差放大器输出 V_e 电压与负载电流相关。通过连接 V_e 和FB引脚，这两个并行的LT8648S无需使用外部电路，即可实现不错的电流平衡。U1 LT8648S的CLKOUT引脚连接至U2 LT8648S的SYNC/MODE引脚。连接之后，两个LT8648S稳压器实现同步，且支持180°相移。

图7所示图6电路的效率和温度上升情况。U1和U2的温度几乎相同，表示该并行应用实现了不错的电流均衡。高开关频率和外部补偿支持实现快速瞬态响应。图8显示图6所示的电路的负载瞬态响应。

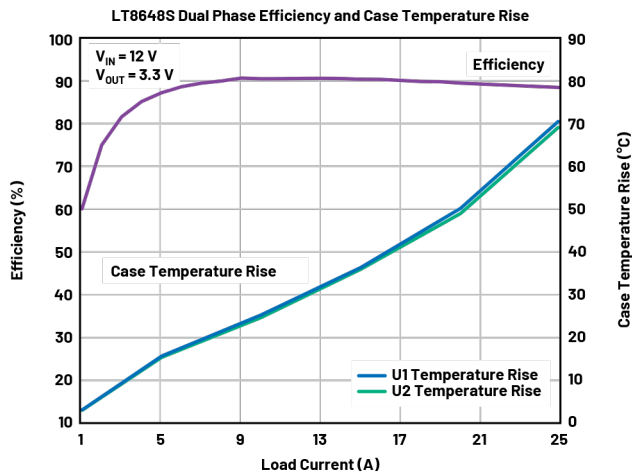


图7. 图6所示的电路的效率和温度上升情况。

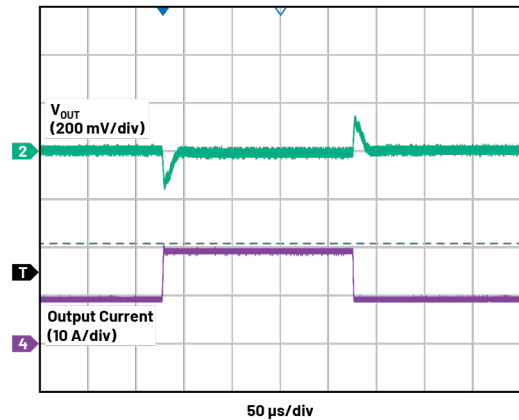


图8. 图6所示的电路的10 A至20 A负载瞬态响应。

结论

本文介绍两款高电流42 V单片式Silent Switcher稳压器LT8638S和LT8648S。它们具有高效率 and 低辐射，缓解了严苛的汽车应用环境中存在的散热和EMI问题。LT8638S和LT8648S集成MOSFET，为快速发展的汽车ADAS所需的高电流中间电源提供尺寸小巧的解决方案。

作者简介

Ying Cheng是ADI公司工业和多市场业务团队的一名应用工程师，工作地点位于美国加利福尼亚州圣克拉拉。她于2010年加入ADI公司，目前为非隔离式单芯片降压转换器提供应用支持。Ying Cheng在电源管理领域的关注点包括面向汽车、电信、医疗和工业应用的高效率、高功率密度和低EMI的高性能电源转换器和稳压器。她获得了上海交通大学的电机工程学士学位和硕士学位，以及密苏里科技大学（原密苏里大学罗拉分校）的电气工程博士学位。联系方式：ying.cheng@analog.com。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

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。

请访问ez.analog.com/cn

