

低EMI/EMC辐射的开关转换器可减轻ADAS设计负担

Low EMI/EMC emission switching converter eases ADAS designs

作者 / Tony Armstrong ADI公司 电源产品部 产品市场总监

摘要：本文介绍了一种带低 EMI/EMC 辐射的开关转换器——Silent Switcher 2 DC/DC转换器，以减轻 工程师在设计汽车ADAS系统时的负担。

关键词：汽车；ADAS；开关转换器；干扰

DOI: 10.3969/j.issn.1005-5517.2017.11.008

引言

高级驾驶员辅助系统（Advanced Driver Assistance Systems, ADAS）在如今很多新型轿车和卡车中已经比较常见。这类系统通常更容易实现安全驾驶，而且如果系统检测到来自周围物体的风险，例如行为不当的行人、骑行者甚至其他行驶方向不安全的车辆等，还能够提醒驾驶员。此外，这类系统一般提供动态功能，例如自适应巡航控制、盲点检测、车道偏离警告、驾驶员犯困监视、自动刹车、牵引力控制和夜视。因此，对当前这个10年的后半段而言，消费者越来越关注安全问题、提高驾驶舒适度的需求以及政府安全监管的日益加强，是汽车中ADAS增长的

主要驱动因素。

这种增长伴随着对业界的挑战而来，包括价格压力、通货膨胀及这类系统的测试复杂性和难以测试。此外，欧洲汽车行业是最具创新性的汽车行业之一，因此，ADAS大举进入欧洲市场、欧洲客户大量采用这类系统就不足为奇了。不过，美国和日本的汽车制造商并未落后很多。汽车行业的终极目标是提供自动驾驶汽车。

系统面临的挑战

一般而言，ADAS系统采用某种处理器来收集汽车中无数传感器提供的所有输入信息，然后处理这些信息，以便能够方便地、以驾驶员非常容易理解的方式将信息呈现给驾驶员。此外，这类系统通常直接由汽车的主电池供电，汽车中主电池的标称电压为9V至18V，但是由于系统内的电压瞬态，这一电压可能高达42V，而在冷车发动情况下可能低至3.4V。因此，这类系统中的任何DC/DC转换器都必须至少能够应对3.4V至42V

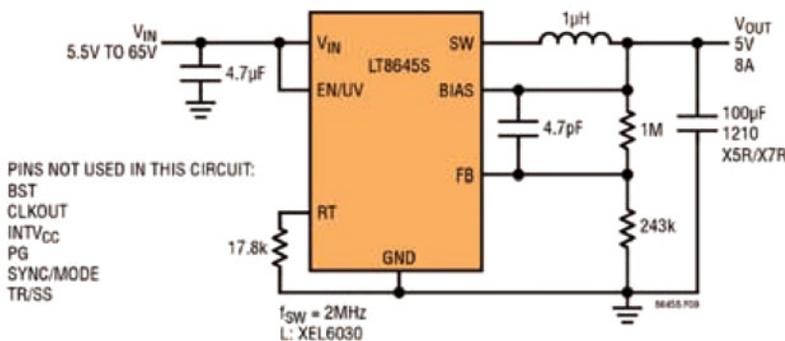


图1 在2MHz时提供5V/8A输出的LT8645S原理图

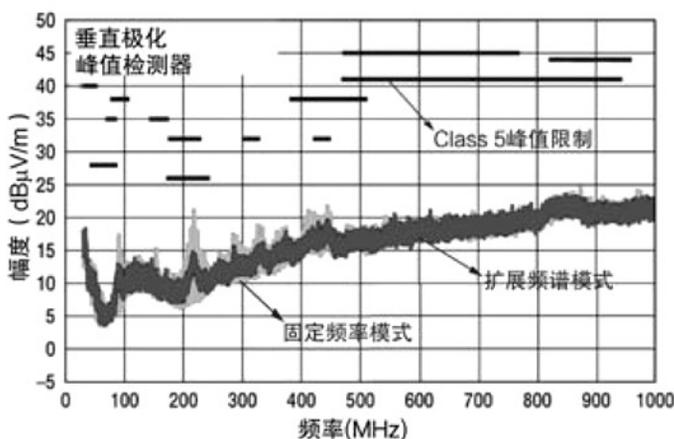


图2 LT8640S的辐射型EMI性能图

的宽输入电压范围。此外，很多双电池系统，例如卡车中常见的那类双电池系统，甚至需要更宽的输入范围，因此将电压范围的上限推高至65V。结果，有些ADAS制造商将其系统设计为可涵盖3.4~65V输入电压范围，以便其系统既能够用在轿车中，也能够用在卡车中，同时在制造过程中获得规模经济性。

很多ADAS系统用5V和3.3V轨为各种模拟和数字IC组件供电，相应地，这类系统的制造商喜欢使用单个转换器同时应对单电池和双电池配置。此外，这类系统通常安装在车辆的某一部分上，而汽车在空间和热量方面都受到限制，因此限制了实现冷却的散热能力。尽管用高压DC/DC转换器直接从电池产生5V和3.3V轨较常见，但是在如今的ADAS系统中，开关稳压器还必须以2MHz或更高的频率切换，而不是过去低于500kHz的开关频率。这种变化背后的关键驱动力是，需要占板面积更小的解决方案，同时频率保持高于AM频段以避免潜在的干扰。

此外，设计师还必须确保ADAS系统符合汽车中各种抗噪声标准的要求。在汽车环境中，低热量和高效率对有些区域很重要，在这些区域，开关稳压器正在取代线性稳压器。另外，开关稳压器一般是输入电源总线上的第一个有源组件，因而对整个转换器电路的EMI性能有重大影响。

EMI辐射有两种类型：传导型和辐射型。传导型辐射依靠连接产品的导线和走线传播。既然噪声位于

设计中特定的端子或连接器处，那么正如已经提到的那样，采用良好的布局或滤波器设计，常常可以在开发过程中，相对较早地确保满足传导型辐射要求。

然而，辐射型EMI则完全另当别论了。电路板上携带电流的所有东西都辐射电磁场。电路板上的每一条走线都是一个天线，每一个铜平面都是一个谐振器。除了纯正弦波或DC电压，任何信号都产生遍布信号频谱的噪声。甚至经过仔细设计，电源设计师仍然无法确知，辐射型EMI会有多严重，直到系统经过测试才知道。

而且，在设计从根本上完成之前，不能正式进行辐射型EMI测试。

滤波器可以衰减某一频率或一系列频率上的EMI强度，因此常常用来降低EMI。增加金属和磁屏蔽，可以衰减一部分通过空间传播的（辐射型）EMI能量。依靠PCB走线传播的部分（传导型）可以通过增加铁氧体珠和其他滤波器来控制。EMI不可能消除，但是可以衰减至其他通信和数字组件可接受的水平。另外，几家监管机构要求执行一些标准以确保符合EMI要求。

采用表面贴装技术的新式输入滤波器组件之性能比通孔式组件高。不过，这种改进被开关稳压器日益提高的开关工作频率抵消了。更高的效率、较短的最短接通和断开时间实现了更快速的开关转换，因此导致更高的谐波分量。开关容量、转换时间等其他所有参数保持不变时，开关频率每增加一倍，EMI就恶化6dB。宽带EMI的表现就像一个一阶高通滤波器，如果开关频率增大10倍，辐射就增加20dB。

精明的PCB设计师会使热环路很小，并使屏蔽接地层尽可能靠近有源层。然而，去耦组件存储充足的能量所需的器件引脚布局、封装结构、热设计要求和封装尺寸决定了最小热环路尺寸。使问题进一步复杂化的是，在典型的平面印刷电路板中，走线之间高于30MHz的磁性或变压器型耦合将减少所有滤波器的作用，因为谐波频率越高，不想要的磁耦合就越有影

响力。

具低EMI辐射的高压DC/DC转换器

由于上述应用限制，ADI公司开发了Powerby Linear™ LT8645S，这是一款高输入电压单片同步降压型转换器，而且其具有低EMI辐射。3.4V至65V输入电压范围使该器件非常适合包括ADAS在内的轿车和卡车应用，因为这类应用必须稳定应对最低输入电压低至3.4V的冷车发动和停-启情况，以及超过60V的抛载瞬变情况。图1所示是一个单通道设计，在5V时提供8A输出。其同步整流拓扑在2MHz开关频率时提供高达94%的效率，而突发模式（Burst Mode®）运行在无负载备用情况下保持静态电流低于2.5μA，因此该器件非常适合始终保持接通系统。

LT8645S的开关频率可在200kHz至2.2MHz范围内设定，并在整个范围内可同步。其独特的Silent Switcher® 2架构集成了内部输入电容器以及内部BST和INTV_{CC}电容器，以减小解决方案占板面积。再加上得到良好控制的开关边沿以及具整体接地平面并用铜柱取代接合线的内部结构，LT8645S的设计显著降低了EMI辐射。此外，其Silent Switcher 2设计在任何印刷电路板（PCB）上都能够提供可靠的EMI性能，包括在双层PCB。而且与其他可比较转换器相比，该器件对PCB布局的敏感性低得多。之所以能够达到这种全新的性能水平，是因为LT8645S的内部有双输入、BST和INTV_{CC}电容器，这些电容器最大限度减小了热

环路面积。该器件仍然需要两个外部输入电容器，但是尽可能靠近输入引脚放置这一要求却极大地放宽了。与最大限度减小热环路面积的内部电容器相结合，BT衬底集成的接地平面显著改善了EMI性能。多层BT衬底还使I/O引脚能够使用与QFN封装完全相同的布局，同时支持较大的接地散热焊盘。

LT8645S可在整个负载范围内非常容易地满足汽车CISPR25、Class 5 EMI限制（参见图2）。该器件还提供扩展频谱频率调制，以进一步降低EMI水平。LT8645S采用内部顶端和底端高效率电源开关，单个芯片内集成了必要的升压二极管、振荡器、控制和逻辑电路。低纹波突发模式（Burst Mode）运行在低输出电流时保持高效率，同时保持输出纹波低于10mV_{p-p}。最后，LT8645S采用小型耐热增强型4mm x 6mm 32引脚LQFN封装。

结论

ADAS系统在轿车和卡车中的激增不会很快结束。另外，也很显然的是，要找到合适的、满足所有必要性能要求的电源转换器件以避免对ADAS系统造成干扰并不是个简单的任务。这类汽车系统的设计师现在可以使用ADI公司Silent Switcher 2 DC/DC转换器提供的高性能功能。这些转换器不仅极大地简化了电源设计师的任务，同时无需复杂的布局或设计方法，就能够提供全部所需性能。

