

自动驾驶汽车—— 电源系统能胜任吗？

Tony Armstrong

电源产品营销总监ADI公司

简介

我们准备好迎接自动驾驶汽车了吗？这是我最近一直在问自己的问题，也许您也有同样的疑问！当然，就我而言，自从我十几岁的女儿开始学开车以来，我多少有点出于自身利益的考虑。在她上完第一节课后，我问她怎么样，她的回答让我有点惊讶。看起来驾车本身并不怎么让她担心，反而是她周围的驾车者令她不安。她抱怨他们总是太靠近她的后保险杠，他们从来不使用转向信号指示灯，而且他们为了变道出去，会出其不意地在她车前切进来。这些抱怨很合理，以我自己在北加利福尼亚州道路上的经历，我感同身受。

这让我想到了自动驾驶汽车，它们不需要一个人类驾驶员坐在方向盘后面（当然，也许会有一个，但并不是从传统的角度实际使用操控机制）。与之相反，相当于人类驾驶员的微型计算机主机运行大量的计算机代码，与车辆内外各种不同的传感器阵列相连。它们连接至云，并可以完全实时模拟车辆周围的外部环境，从而根据当前四周的交通情况预期需要采取的行动。无论气候、环境和交通条件的范围和状况如何，这些操作都会正常执行。

不幸的是，最近在亚利桑那州发生了一起自动驾驶路测车撞死骑车人的事故。据当地警方表示，骑车人当时正在人行道以外的地方穿越马路。虽然自行车位于事故现场，但警方并不认为事故发生时，受害者正骑着自行车。受害者被紧急送往附近的医院，并在抵达医院后不久被宣布死亡。

事发时，在自动驾驶SUV的方向盘后有一人，但是那个人并没有实际操控车辆。据当地官员介绍，事发时车内没有其他乘客。值得注意的是，亚利桑那州是美国为数不多的州，认定自动驾驶汽车的驾驶座不需要有人以便必要时接管车辆操控为合法的。然而，这类事故无法增加公众对无人驾驶汽车的自动驾驶能力的信心。

自动驾驶车辆时间表

毫无疑问，尽管自动驾驶汽车在发展过程中会遭遇一些挫折，它仍在逐步向我们走近。因此，有一些问题值得思考：我们什么时候真正步入自动驾驶，还需要多久？

根据汽车行业的分析，自动驾驶的变迁路径有两种标准术语：一种是演进式的，正如当前许多汽车正在逐步推进（类似于特斯拉的自动驾驶功能）；另一种是革命性的，即全自动驾驶汽车（如谷歌正在研制的）。在我看来，单靠哪种路径取得成功仍不明朗，但更可能的结果是两者共生融合。

那么，未来几年会如何发展？以我从一些关键行业的专家那里获得的相关信息来看，下列领域将进一步发展：

- ▶ 更多高级驾驶员辅助功能，可实现与导航和GPS系统同步。
- ▶ 类似谷歌这样的公司将收集和积累有关自动驾驶汽车可能遇到的每一种情况的数据。
- ▶ 测绘公司将需要加强主要城市的3D测绘数据支持。
- ▶ 汽车制造商和高科技汽车系统供应商需要彼此紧密合作，以确保光检测器、激光雷达、雷达传感器、GPS和摄像头协同工作。
- ▶ 整合了上述功能的汽车必须在所有地形和气候条件下进行测试。

展望未来，到2020年，配备了上述半自动功能的汽车应当可以自动驾驶以通过交叉路口、交通信号灯和停车让行等交通条件。尽管如此，这些高度自主的车辆在紧急情况下仍然需要一个人类驾驶员坐在前面。预计到2024年，这些半自动驾驶汽车将能够在更加严苛的条件（如恶劣天气和夜间）下正常行驶。到那时，Lyft打车服务提供商也许可以开始使用这类汽车，而无需任何司机。当然，汽车制造商需要确保其汽车能够理解来自路人的信号，如在过马路时候招手。所有这些发展必然要求汽车制造商在其车辆上搭载许多自主功能，这样才有可能实现全自动驾驶汽车在2030年代中期顺利上路。

当然，实现这一时间表所需的所有发展进步将为IC半导体行业创造大好良机，因为将其付诸实现将要求许多系统增加大量的硅技术内容。这些硅技术内容将由数字和模拟集成电路(IC)组成。

模拟IC

全自动驾驶汽车显然将配备众多由不同的数字和模拟IC组成的电子系统。它们将包括高级驾驶员辅助系统(ADAS)、自动驾驶计算机、自动停车辅助、盲区监测、智能巡航控制、夜间视觉、激光雷达等，不胜枚举。所有这些系统都需要多种不同的电压轨和电流电平，以确保其正常工作。它们可以直接从汽车电池和/或交流发电机供电，在某些情况下，也可以从经由这些电压轨进行了后级调节的电源轨供电。后者通常发生在VLSI数字IC(如FPG和GPU)的内核电压情况下，此时可能需要小于1 V的工作电压而电流为几到几十安培。

系统设计人员必须确保ADAS符合车内各种抗噪标准。在汽车环境中，开关稳压器正在取代那些在低散热和高效率很重要的区域中的线性稳压器。而且，开关稳压器通常是输入电源总线上的第一个有源部件，因此对整个转换器电路的EMI性能有着重要影响。

EMI发射有两类：传导和辐射。传导发射通过电线和走线连接到产品。由于该噪声局限于设计中的特定端子或连接器，因此如上所述，在早期开发过程中借助良好的布局或滤波器设计，通常可以相对容易地保证符合传导辐射要求。

不过，辐射发射完全是另一回事。电路板上任何承载电流的东西都会辐射电磁场。电路板上的每一条走线都是一根天线，每个铜层都是一个谐振器。除了纯正弦波或直流电压以外，任何其他东西都会在整个信号频谱上产生噪声。即使精心设计，在系统进行测试之前，电源设计人员也并不真正知道辐射发射会有多糟糕，而辐射发射测试只有在设计基本完成之后才能正式进行。

常常使用滤波器来衰减特定频率或一定频率范围的信号强度，从而降低EMI。通过空间传播(辐射)的这部分能量可通过添加金属和磁屏蔽来衰减。位于PCB走线(传导)的能量部分可通过添加铁氧体磁珠和其他滤波器来抑制。EMI无法消除，但可以衰减到其他通信和数字器件能够接受的水平。此外，多家监管机构通过实施相关标准来确保合规。

具有低EMI/EMC辐射的高压转换器解决方案

鉴于本文所述的应用限制，ADI公司Power by Linear™部门开发出LT8650S——一款支持高输入电压、单芯片、低EMI辐射的同步降压转换器。该器件3 V至42 V输入电压范围使其成为汽车应用(包括ADAS)的理想选择，因为汽车应用必须胜任冷启动和启停场景下的调节，最低输入电压低至3 V，电源切断瞬变超过40 V。如图1所示，该器件采用双通道设计，由两个高压4 A通道组成，提供低至0.8 V的输出电压，从而可以驱动目前市场上电压最低的微处理器内核。开关频率为2 MHz时，其同步整流拓扑可实现高达94.4%的效率，而在空载待机条件下，突发工作模式(Burst Mode®)保持静态电流低于6.2 μ A(两个通道都打开)，因此非常适合始终开启的系统使用。

LT8650S的开关频率可以在300 kHz到3 MHz范围内进行编程，并且在整个频率范围内都支持同步。低至40 ns的最短导通时间可在开关频率为2 MHz时，在高压通道上实现16 V_{IN} 到2.0 V_{OUT} 的降压转换。其独特的Silent Switcher® 2架构使用两个内部输入电容以及内部BST和INTVCC电容，以将热环路面积减至最小。结合严格受控的开关边沿和集成接地层的内部结构，并用铜柱代替键合线，LT8650S的设计大大降低了EMI/EMC辐射。图2显示了输出辐射的特性。改进的EMI/EMC性能对电路板布局不敏感，即使使用2层PCB时也是如此，从而可以简化设计并降低风险。在整个负载范围内，开关频率为2 MHz时，LT8650S可以轻松符合汽车CISPR 25、Class 5峰值EMI限制。还可以使用展频(SSFM)进一步降低EMI水平。

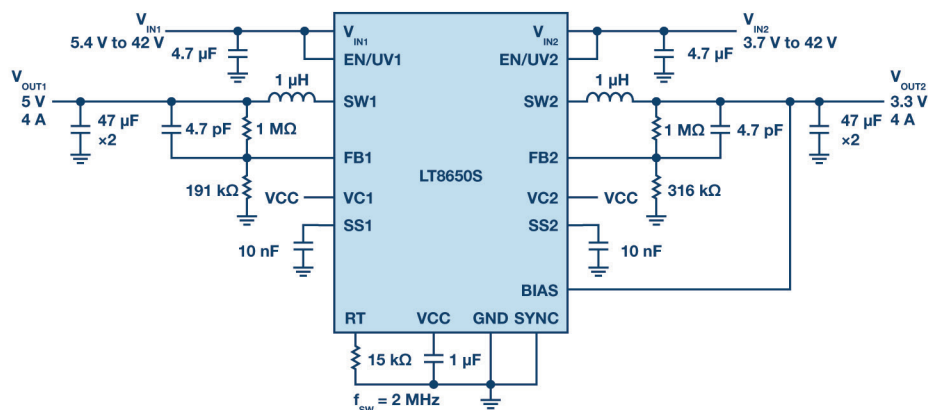


图1. 2 MHz时提供5 V、4 A和3.3 V、4 A输出的LT8650S简化原理图。

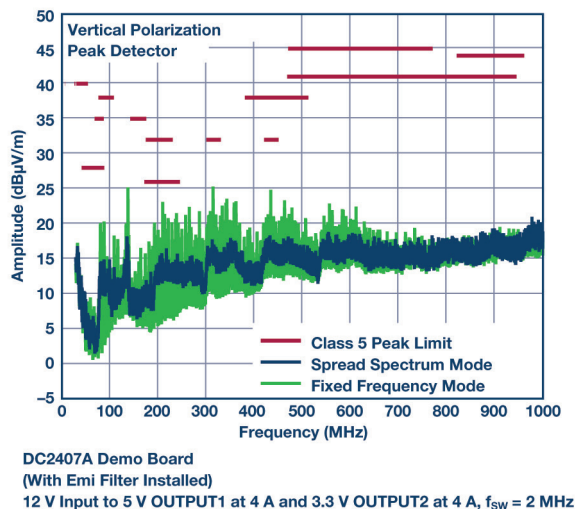


图2. LT8650S辐射EMI性能图。

LT8650S内置上下高功率开关，并将必要的升压二极管、振荡器、控制和逻辑电路集成到单个芯片中。低纹波突发工作模式可在低输出电流下保持高效率，同时使输出纹波低于10 mV p-p。最后，LT8650S采用小尺寸散热增强型4 mm×6 mm IC引脚LGA封装。

同样的，对于需要比LT8650S提供的输入范围更宽的应用，我们还开发了LT8645S——一款支持高输入电压、单芯片、低EMI辐射的同步降压转换器。其输入电压范围为3.4 V至65 V，因而既适合汽车应用，也适合卡车应用，这些应用必须胜任冷启动和启停场景下的调节，最低输入电压低至3.4 V，电源切断瞬变超过60 V。如图3所示，该器件采用单通道设计，提供5 V、8 A输出。开关频率为2 MHz时，其同步整流拓扑可实现高达94%的效率，而在空载待机条件下，突发工作模式保持静态电流低于2.5 μA，因此非常适合始终开启的系统使用。

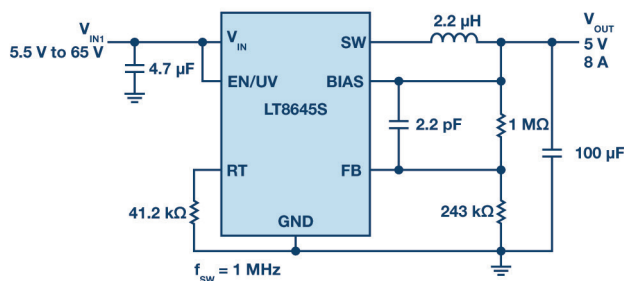


图3. 2MHz时提供5 V、8 A输出的LT8645S简化原理图。

LT8645S的开关频率可以在200 kHz到2.2 MHz范围内进行编程，并且在整个频率范围内都支持同步。其独特的Silent Switcher 2架构使用两个内部输入电容以及内部BST和INTVCC电容，以将热环路面积减至最小。结合严格受控的开关边沿和集成接地层的内部结构，并用铜柱代替键合线，LT8645S的设计大大降低了EMI/EMC辐射。图4显示了输出辐射的特性。改进的EMI/EMC性能对电路板布局不敏感，即使使用2层PCB时也是如此，从而可以简化设计并降低风险。在整个负载范围内，LT8645S可以轻松符合汽车CISPR 25、Class 5峰值EMI限制。还可以使用展频(SSFM)进一步降低EMI水平。

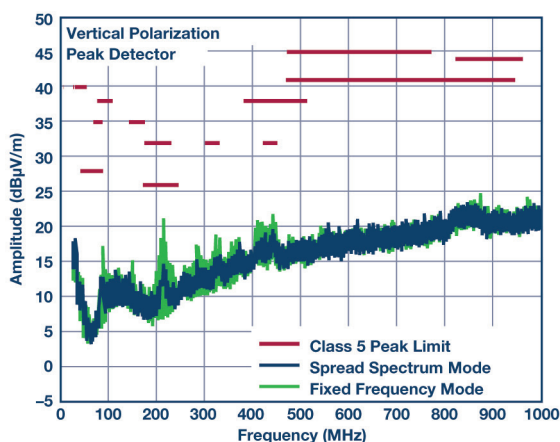


图4. LT8645S辐射EMI性能图。

LT8645S内置上下高功率开关，并将必要的升压二极管、振荡器、控制和逻辑电路集成到单个芯片中。低纹波突发工作模式可在低输出电流下保持高效率，同时使输出纹波低于10 mV p-p。最后，LT8645S采用小尺寸散热增强型4 mm×6 mm IC 32引脚LQFN封装。

结论

自动驾驶汽车（和卡车）所需的汽车电子系统当前和未来都在不断发展普及。当然，电压和电流电平会改变。然而，对低EMI/EMC辐射的要求不会改变——即使在恶劣的工作环境中也是如此。值得庆幸的是，ADI公司Power by Linear产品线提供越来越多的解决方案，以帮助系统设计人员应对现在、将来、直至远及2030年代中期的挑战。

回到我女儿的驾驶学习，今天的汽车已经让她能够更轻松地对周围的驾驶员。但是，在不远的将来，她将能够靠在驾驶座上，悠闲地享受汽车带她去兜风。

作者简介

Tony Armstrong是ADI公司Power by Linear®部门的营销总监, 于2000年5月加入公司。他负责电源转换和管理产品方面从概念到停产的所有事情。加入凌力尔特(现为ADI公司一部分)之前, Tony在Siliconix Inc.、Semtech Corp.、Fairchild Semiconductors和Intel Corp. (欧洲) 担任过营销、销售和运营方面的不同职位。他于1981年在英国曼彻斯特大学获得应用数学学士学位。联系方式: anthony.armstrong@analog.com。

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。



请访问ezchina.analog.com

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

北京市海淀区西小口路 66 号
中关村东升科技园
B-6 号楼 A 座一层
邮编: 100191
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

©2018 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. TA20619sc-0-9/18

analog.com/cn

