

新型 LED 车前灯和 DRL 需要高性能的 LED 驱动器

更高性能和更高性价比需求促进高亮度 LED 应用持续增加

作者：Jeff Gruetter，凌力尔特公司电源产品部高级产品市场工程师

汽车照明系统设计师最大的挑战之一是：怎样优化最新一代高亮度 LED 的所有优势。高亮度 LED 需要一个准确、高效率的 DC 电流源，要有调光方法，而且必须提供各种保护功能。

虽然 LED 被许多汽车照明应用所广泛接纳已经好多年了，包括日间行车灯、刹车灯、转向灯和车内照明等，但专门针对车前灯应用的 LED 还是比较新。目前，仅有少数量产车提供了 LED 前灯，其中包括本田雅阁、奥迪 A8 和 R8、雷克萨斯 LS600h 和 RX450h、丰田普瑞斯、凯迪拉克凯雷德以及保时捷卡宴。有些业界估计数据表明，2013 年 LED 前灯市场大约为 15 亿美元，预计到 2014 年，该市场将超过 30 亿美元，并继续以指数级增长。

汽车照明系统设计师最大的挑战之一是：怎样优化最新一代高亮度 LED 的所有优势。高亮度 LED 需要一个准确、高效率的 DC 电流源，要有调光方法，而且必须提供各种保护功能。此外，这些 LED 的驱动器 IC 必须设计为能在多种多样的条件下满足上述要求。因此，电源解决方案

必须效率非常高、提供坚固的功能和可靠性，同时又是非常紧凑和经济实惠的。可以说，就驱动高亮度 LED 而言，要求最苛刻的应用就是汽车前灯照明应用，包括白天行车灯和前灯，因为这类应用所处的是严酷的汽车电气环境，必须提供大功率，一般在 15W 至 75W 之间，还必须放入空间非常有限的外壳中，在达到所有这一切要求的同时，还要保持富有吸引力的成本结构。

LED 白天行车灯和前灯

尺寸小、寿命极长、低功耗、更强的调光能力等优势，是高亮度 LED 白天行车灯和前灯得到广泛采用的催化剂。几家汽车制造商（例如奥迪和梅塞德斯奔驰、以及雷克萨斯和丰田）都用 LED 设计了非常独特的白天行车灯，让这些白天行车灯成为前灯的“眉毛”或“底线”，以此彰显品牌的独有魅力。这些应用不仅从设计角度来看非常独特，而且在提供可靠、具成本效益的解决方案时也有一些设计挑战。随着高亮度 LED 逐步用在近光和远光前灯中，这些挑战也变得愈加显著了。

用 LED 构成汽车前灯和白天行车灯有很多优势，产生了几种积极影响。首先，LED 灯从不需要更换，因为它们的可靠寿命长达 10 万小时以上（使用年限为 11.5 年），超过了车辆的寿命。这就允许汽车制造商将 LED 灯永久性地嵌入到车身中，而无需为进行更换留出操作余地。LED 灯还有助于极大地改变车辆款式，因为 LED 照明系统不需要高强度放电灯或卤素灯所需的深度或面积。从输入电功率提供光输出（以流明为单位）时，高亮度 LED 灯



图 1：2013 本田雅阁旅行 / 混合动力车型的 LED 白天行车灯和前灯

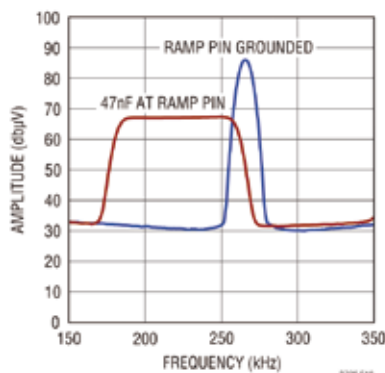


图 2：LT3795 输出噪声频谱比较

还比卤素灯的效率高（而且不久就将超过高强度放电灯）。这两种积极影响。首先，可以耗费更少的汽车总线电功率，这在电动型汽车和混合动力型汽车中尤其重要，同样重要的是，效率高还可以减少需要在外壳中散出的热量，从而无需任何笨重、昂贵的散热器。最后，通过在前灯阵列中使用高亮度 LED 阵列，并以电子方式进行转向以及调光，可以很容易地设计 LED 阵列，并为很多不同的驱动情况而优化照明。

设计参数

为了确保最佳性能和长工作寿命，LED 需要一种有效的驱动电路。这意味着，无论输入电压源怎样变化，驱动器 IC 都必须高效率地提供准确的 DC 电流并提供准确的 LED 电压调节。其次，驱动器 IC 必须提供一种调光方法，还要提供多种保护功能，以防遭遇 LED 开路或短路故障。除了依靠电气环境十分恶劣的汽车电源总线可靠地工作，驱动器 IC 还必须经济实惠，节省空间。

起 / 停、冷车发动和负载突降情况

虽然汽车系统电源总线在交流发电机给电池充电时采用 14V 的标称电压供电运作，但是汽车运转中不同的状况会导致该电压短暂地下降到低至 6V（在冷车发动或车辆起 / 停期间）。在非常寒冷的天气里，冷车发动状态会从电池抽取很大的电流以弥补发动机润滑油的高粘度，而这又会把电压拉低至大约 6V。同样，一辆采用起 /

停功能的汽车也会在引擎重新发动时将电池电压拉到 6V 左右，而电池在车辆的发动机和交流发电机关闭时将承担照明、空调和其他车载娱乐设备的繁重供电任务。当电池电缆意外断开 / 重接（即：出现松动）而交流发电机仍然对电池进行充电时，就会发生负载突降情况，从而导致高达 60V 的瞬态电压尖峰。

短路保护

就白天行车灯和前灯而言，单串高亮度 LED 串中包括 6 到 20 个 LED。由于标称输入电压为 13.8V，在某些瞬态情况下甚至更低，所以一般首选升压型 LED 驱动器架构，因为这种架构比 SEPIC 或降压 - 升压型设计效率更高、更简单和具成本效率。不过，直到不久前，升压型架构一直难以抵御短路的影响。在汽车应用中这一点尤其重要，因为 LED 在前端碰撞中容易被损坏，而且任何电弧都可能点燃溅出的汽油。由于这个原因，过去大多数前端照明 LED 应用都采用更昂贵和更复杂的 SEPIC 解决方案，这种解决方案具备固有的短路保护能力。然而，随着新的和具备非常坚固保护能力的升压型 LED 驱动器的出现，未来的应用将会采用这种设计，以提供效率更高和具成本效益的解决方案。

EMI 问题

降低 LED 驱动器的任何电磁干扰 (EMI) 都有利于电源总线的总体设计。因为 LED 驱动器通常是基于开关稳压器的，所以降低开关噪声是人们所希望的。这可以通过采用扩展频谱频率调制来实现。正如在图 2 中可以看到的那样，这种调制方法通过在较宽的频率范围内扩展频谱，将输出开关噪声降低了 20dB，从而极大地减轻了 EMI 问题。

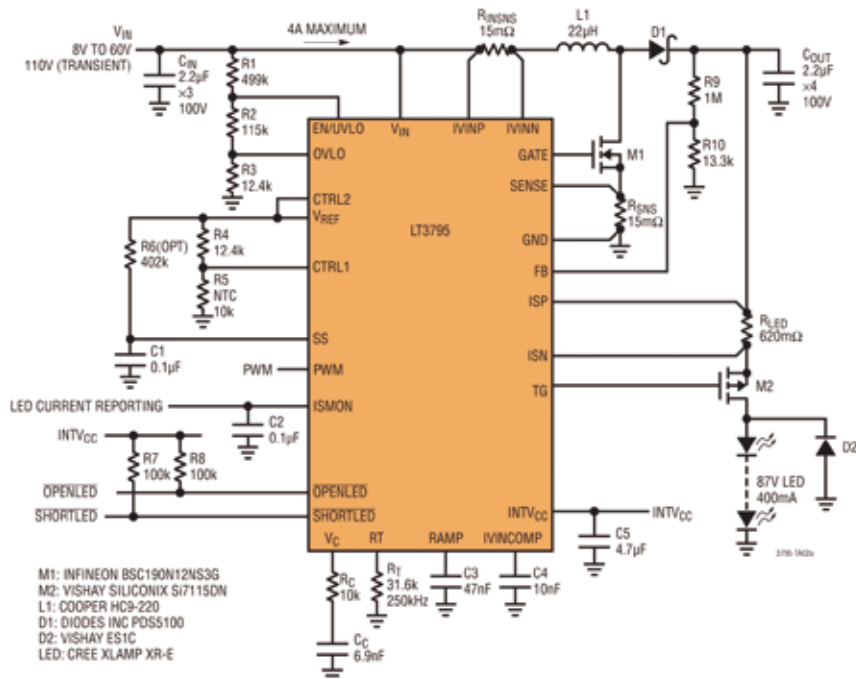


图 3：具备输入电流限制和扩展频谱频率调制、效率为 93%、功率为 50W (87V、575mA) 的降压型 LED 驱动器

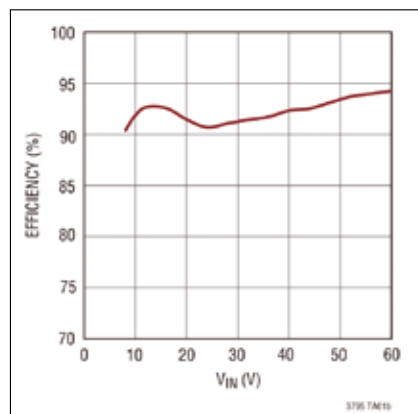


图 4：采用 LT3795 的图 3 所示电路之 LED 效率

一种新的汽车高亮度 LED 驱动器控制器

幸运的是，对这些困境有一种新的解决方案，那就是凌力尔特公司的 LT3795 LED 驱动器。LT3795 是一款升压型 DC/DC LED 驱动器，可提供超过 100W 的 LED 功率。该器件具备 6V 至 110V 的输入电压范围，因此非常适用于汽车、商用卡车甚至航空系统中的多种高亮度 LED 应用。其高压侧电流检测设计可配置为升压模式、降压 - 升压模式、SEPIC 和降压模式架构，从而可提供多种设计灵活性。此外，其输出电压可以在 0V 至 110V 的范围内设定，从而能驱动多种单串 LED，同时在升压型设计中，能提供非常坚固和简单的短路保护。

一种典型的 50W 前灯应用如图 3 所示。这个应用采用了升压型架构，以提供高达 87V 的 LED 电压，该电压能以超过 600mA 的 LED 电流驱动多

达 20 个 LED。大多数白天行车灯都采用 8 到 15 个 LED，电流在 350mA 范围内，而近光前灯会采用约为 50V 的 1A LED，远光前灯则可能采用高达 2A 和 50V。LT3795 可用于所有这些应用。

LT3795 采用高压侧电流检测方法，从而使该器件能用于升压型、降压型、降压 - 升压型或 SEPIC 和反激式拓扑。此外，LT3795 提供输入和输出电流限制及监视，以增强可靠性和设计灵活性。LT3795 在升压模式还可以提供超过 94% 的效率，从而最大限度地减小了对外部散热器的需求。频率调节引脚使用户能在 100kHz 至 1MHz 范围内设定频率，从而可优化效率，同时最大限度地减小外部组件的尺寸和成本。还可以启动扩展频谱频率调制，以通过将开关频率降低 20dB 来改善电磁兼容性。

LT3795 集成了短路保护功能，当检测到短路时，该功能使稳压器停止切换，并断开 LED 阵列与电源通路的连接。此外，该器件还通过 SHORTLED 引脚报告短路情况。在短路保护启动以后，可以设定 LT3795 以运用“打嗝” (Hiccup) 模式，看短路是否已得到纠正，或运用锁断模式，该模式要求切换 EN/ULVO 以重新启动该器件。不管输出电压高低，这种功能都为升压以及降压 - 升压型应用提供了非常坚固的短路保护。此外，LT3795 还提供 LED 开路保护并报告开路情况，这样如果一串 LED 中的某

个 LED 开路了，这些 LED 就不会被损坏。

LT3795 提供 $\pm 3\%$ 的 LED 电流准确度，这可确保用在一个 LED 串提供恒定照明，同时该器件 $\pm 2\%$ 的输出电压准确度允许提供几种 LED 保护功能，还使转换器能作为恒定电压源工作。LT3795 可运用 PWM 调光提供高达 3000:1 的调光比，或提供调光比高达 20:1 的模拟调光。其他功能包括输出断接、输入和输出电流限制 / 监视器以及集成的故障保护。该器件的高集成度和耐热增强型 TSSOP-28 封装可构成非常紧凑的高亮度 LED 驱动器解决方案。

结论

对更高性能和更高性价比永无止境的需求，促进了高亮度 LED 应用的持续加速增加，尤其是在汽车白天行车灯和前灯中的 LED 应用。这种需求必须要有新的高亮度 LED 驱动器 IC 才能满足。这些 LED 驱动器必须提供恒定电流，无论输入电压或 LED 正向电压怎样变化，都能保持一致的亮度，同时这些 LED 驱动器还必须以高效率工作、提供非常宽的调光范围、以及各种保护功能（例如：短路和开路保护）以提高系统可靠性。当然，这种 LED 驱动器电路还必须提供占板面积非常紧凑、扁平化和热效率非常高的解决方案。幸运的是，凌力尔特公司不断地重新定义 LED 驱动器系列，以凭借 LT3795 等高亮度 LED 驱动器 IC 应对这些挑战。此外，我们已经开发了一个完整的大电流 LED 驱动器 IC 系列，该系列专门针对汽车应用，从先进的前向照明前灯到 LCD 背光照明，可用于多种应用。在汽车照明系统不断要求性能更高的 LED 驱动器之际，设计师有了创新的 IC 解决方案以满足他们的要求。

www.linear.com.cn

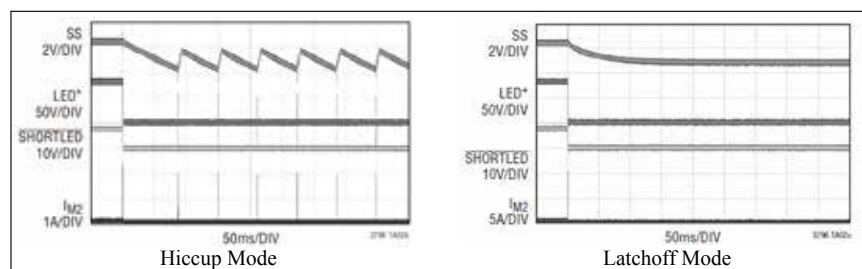


图 5：图 3 所示电路在打嗝模式和锁断模式的短路保护