

EDN 电子技术设计

EDN-China

封面特写

新型LED驱动器IC可实现 大功率汽车LED前灯

作者: Jeff Gruetter, 凌力尔特公司电源产品部高级产品市场工程师



到2015年，高亮度(HB)LED的市场规模预计将达到202亿美元(数据来源：Strategies Unlimited)。驱动这种增长的关键应用领域之一是汽车设计中使用的LED，包括前灯、白天行车灯、刹车灯、仪表显示板背光照明、各种车内梳妆照明等。这种令人惊叹的增长速度不仅是因为LED具备高可靠性、低功耗以及更紧凑的外形尺寸，还因为LED能够用来实现创新设计，例如可转向前灯和防眩调光等。在汽车环境中，所有这些改进都必须优化，同时还要承受相对严苛的汽车电气及物理环境的考验。不用说，这些解决方案还必须非常扁平、占板面积非常紧凑，同时能够提高总体性价比。

尽管LED用于白天行车灯、刹车灯、转向指示灯和内部照明已经多年，但是少数特定于前灯的应用还是不久前才出现的，例如应用于奥迪A8和R8以及雷克萨斯LS600h的前灯。不过，在过去一年间，多家汽车制造商已经在其最流行的车型中引入了LED前灯。2014年，丰田为其最畅销的卡罗拉车型引入了LED前灯，此外，丰田的其他几款车型也采用了LED前灯。本田、日产、保时捷和奥迪也在大多数即将上市的车型中引入了LED前灯。很多人估计，2014年LED前灯市场规模将超过30亿美元。

汽车照明系统设计师面临的最大挑战之一是怎样充分发挥最新一代HB LED的所有优势。HB LED一般需要一个准确和高效率的直流电流源和一种调光方法。LED驱动器IC设计必须能够在多种条件下满足这些要求。因此，电源转换解决方案必须效率非常高、功能非常可靠，同时必须非常紧凑，并具有很高的性价比。可以说，就驱动HB LED而言，要求最严苛的应用之一就是汽车前灯应用，因为这类应用须承受严苛的汽车电气环境的考验，必须提供很大的功率(一般情况下为50W~75W)，必须能够放进热量和空间都受限的外罩中，与此同时还必须保持富有吸引力的成本结构。

汽车LED前灯

尺寸小、寿命极长、低功耗、强大的调光能力等优势是HB LED前灯得到广泛采用

的催化剂。几年前，奥迪、戴姆勒、雷克萨斯等汽车制造商都开始采用LED，以设计非常与众不同的行车灯或前灯的“眉毛”，以此彰显其品牌的与众不同。在讴歌的宝石眼设计、保时捷的4象限设计以及无数新出现的设计中，LED前灯设计都体现了类似的趋势。

将LED用于汽车前灯有几种积极影响。首先，这种前灯不需要更换，因为其固态器件寿命超过10万小时(11.5年使用年限)，这超过了车辆的使用寿命。因此汽车制造商可以永久性地将LED嵌入到前灯设计中，而无需考虑更换问题。这使前灯的款式能够有很大的变化，因为LED照明系统不需要氙气灯(HID)或卤素灯那样的深度或面积。在靠输入电功率提供光输出(以流明为单位)时，HB LED的效率也比卤素灯高(而且不久就将高于HID)。这有两个方面的积极影响。首先，LED照明系统从汽车总线消耗的电功率较低，这在电动型汽车和混合动力汽车中尤其重要，而同等重要的是，LED照明系统减少了需要从外壳散出的热量，从而无需任何笨重、昂贵的散热装置。最后，通过使用HB LED阵列，并以电子方式改变其方向或对其进行调光，这样的解决方案可设计成在很多不同的行驶条件下优化照明。

设计参数

为了确保最佳性能和较长的工作寿命，LED需要一种有效的驱动电路。这类驱动器IC必须提供准确的直流电流源，而且无论输入电源的变化范围有多宽，都要提供严格控制的LED电压调节。汽车电池总线上见到的极端电压范围为冷发动/启停情况下的4.7V至负载突降情况下的60V。但更常见的是，电池总线电压在通常情况下工作在9V~16V。因为很多这类新型LED前灯应用使用4至8个串联HB LED，且电压降为12V~25V，而电池总线电压范围可能为4.7V~60V，所以需要升降压拓扑给LED供电，其原因是输入电压可能高于、低于或等于所需的LED串电压。其次，LED驱动器必须提供一种调光方法，并提供多种保护功能，以防遭遇LED开路或短路问题。除了可在电气环境十分严苛的汽车电

NING,
COMPLETE

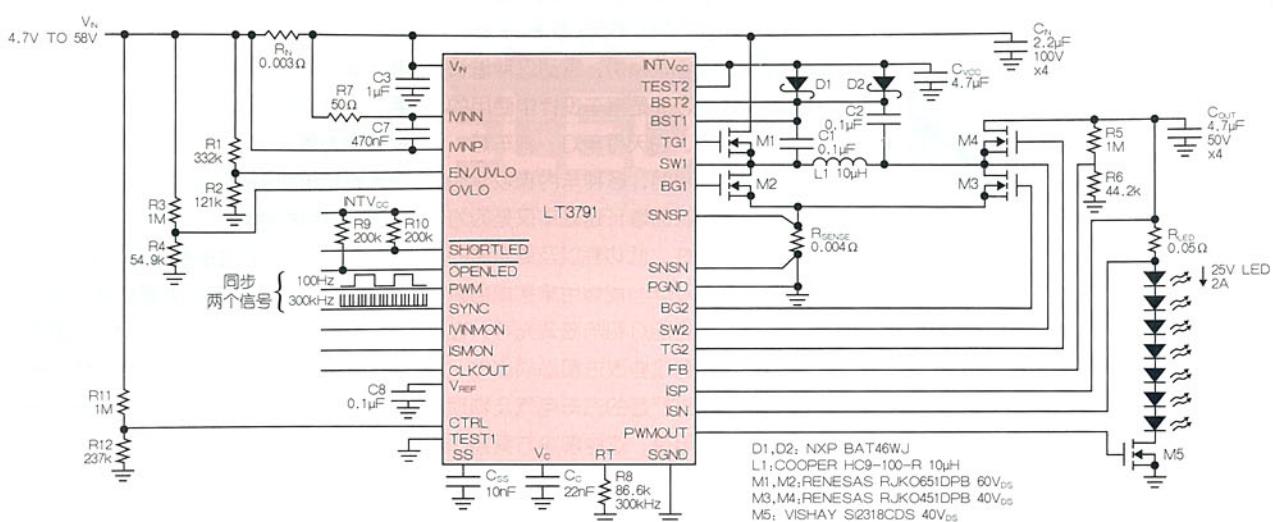


图1：具50:1调光比、效率达98%的50W(25V、2A)升降压LED驱动器。

源总线可靠工作，LED驱动器还必须具备高性价比和占用空间小的特点。

一种新型同步升降压HB LED驱动器

凌力尔特公司的LT3791 LED驱动器可以应对上述困境。LT3791是一款同步升降压DC/DC LED驱动器和电压控制器，可提供超过100W的LED功率。其4.7V~60V输入电压范围使该器件非常适合多种应用，包括汽车、卡车，甚至航空电子设备的HB LED前灯。同样，其输出电压可以在0V~60V范围内设置，从而使其能够在单串中驱动多个LED。

图1所示为一个典型50W前灯应用。该应用使用单个电感准确地调节25V/2A LED串，提供50W LED功率。这个电路提供50:1 PWM调光比，能很好地满足防眩光自动调光要求。输入和输出LED电流

受到监视，同时提供故障保护，以承受并报告开路或短路LED情况。

其内部4开关升降压控制器能够在高于、低于或等于输出电压的输入电压下工作，非常适合汽车应用。降压、直通和升压工作模式之间的转换是无缝的，尽管电源电压变化范围很宽，也能提供良好稳定的输出。LT3791的独特设计采用3个控制环路，监视输入电流、LED电流和输出电压，从而提供最佳的性能和可靠性。

LT3791采用4个外部开关MOSFET，能够以高达98%的效率连续提供从5W直至超过100W的LED功率，参见图2。在以常规方法供电的车辆中，高效率很重要，可最大限度降低对散热措施的需求，实现占板面积非常紧凑的扁平解决方案。而在电动汽车中，这种功率节省还延长了两次充电之间车辆可行驶的里程。

±6%的LED电流准确度确保了一个

LED串中的每个LED都有恒定亮度，同时，±2%的输出电压准确度可用来提供几种LED保护功能，而且还使转换器能够作为恒定电压源工作。LT3791可按照应用要求，使用模拟或PWM调光。此外，其开关频率可在200kHz~700kHz设定，或同步至一个外部时钟。其他功能包括输出断开、输入和输出电流监视，以及集成的故障保护。

结论

人们对LED提供更高性能和更高性价比的需求永不满足，这促使了多种新车型迅速采用LED前灯。新型HB LED驱动器IC满足了这些需求。这些新型LED驱动器必须提供恒定电流，无论输入电压或LED正向电压如何变化，都能保持一致的亮度。同时，它们必须以高效率工作，提供范围非常宽的调光比，并且提供各种保护功能，以提高系统可靠性。当然，这些LED驱动器电路还必须提供占板面积非常紧凑、扁平和高热效的解决方案。凌力尔特公司不断重新定义其LED驱动器系列，用LT3791等HB LED驱动器IC应对这些挑战。此外，凌力尔特也已开发了一整套大电流LED驱动器IC系列，专门针对汽车应用，包括前灯正向照明和LCD背光照明等。在汽车照明系统不断需要更高性能LED驱动器的情况下，设计师将有满足需要的创新IC解决方案。EDN

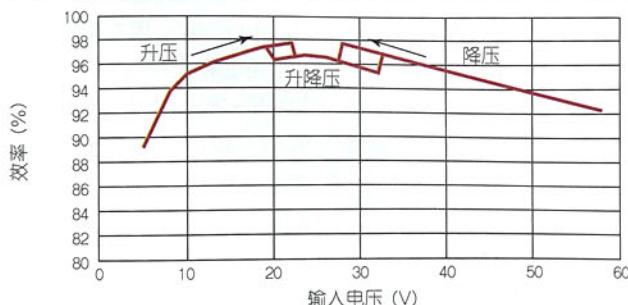


图2：图1中的LED效率。