

LED照明的成长推动力

凌力尔特公司电源产品市场总监 || Tony Armstrong

到 2015 年，高亮度（HB）LED 的市场规模预计将达到 202 亿美元，自 2012 年算起的年复合增长率（CAGR）将达到 30.6%（数据来源：Strategies Unlimited）。驱动这种显著增长的重要应用领域之一是用于为薄膜晶体管（TFT）液晶显示器（LCD）提供背光照明的 LED。应用包括从高清晰度（HD）TV 和便携式平板个人电脑到汽车显示器以及五花八门的手持式通信设备。不过，为了保持这种令人印象深刻的增长率，LED 不仅必须提供更高的可靠性、更低的功耗和更紧凑的外形尺寸，还必须在对比度和色彩准确度方面做出改进。此外，在汽车、航空电子设备和船舶显示器中，所有这些改进都必须进行优化，同时还要承受从阳光灿烂到无月之夜的各种环境照明条件。

这些 TFT-LCD 应用包括信息娱乐系统、仪表板及众多的仪器显示屏。当然，当采用 LED 来为这些显示器提供背光照明时，为了在各种各样的照明条件下优化显示器的清晰度，将会产生一些独特的 LED 驱动器 IC 设计难题。它要求 LED 驱动器提供非常宽的调光比范围和高效转换，同时还要承受相对苛刻的汽车电气及物理环境的考验。不言而喻，此类解决方案必须提供非常扁平 and 紧凑的占板面积，同时还要提高总体成本效益。

除此之外，据 LED 业内人士透露：惊人的增长出现在面向商业用途的高亮度 LED 照明系统中。这是因为在大多数消费者的眼里，LED 照明

对于家用而言仍然太过昂贵。凭借其长期优势、节能和环保特性、及相关的减税政策优惠，商业领域中的 LED 照明使用量将会有大幅度的增长，例如：停车场、办公区、工厂厂房和仓库。LED 灯不仅能取代高压钠灯、卤素灯和白炽灯泡，而且在某些场合中还可替代 CFL 和荧光灯。

于是，由于在商用建筑的总用电量中照明一般占到 25% 至 40%，所以商业应用在向 LED 的过渡中居领先地位，这一点丝毫不让人感到惊讶。因为此类应用需要长时间的高强度光，所以节省电能可在相对较短的时间内取得满意的经济回报。其次，LED 灯的长寿命大幅度地降低了灯泡的更换成本。这些更换成本不仅包括灯泡本身的价格，而且在某些应用（例如：高棚灯照明）中实际更换灯泡的人工费用也是十分巨大的。反过来，就目前而言面向家庭用途的通用型 LED 照明对于大多数消费者来说仍然过于昂贵。然而，在未来的几年中，随着 LED 灯价格的走低和普及率的提高，其在照明市场的住宅区段也将实现大幅增长。大多数分析人士预计：这一市场区段在 2013 年及以后将加速成长。

推动汽车显示器越来越多地采用 LED 的因素

汽车照明领域这种令人印象深刻的增长潜力是由哪些因素支撑的呢？首先，LED 的发光效率

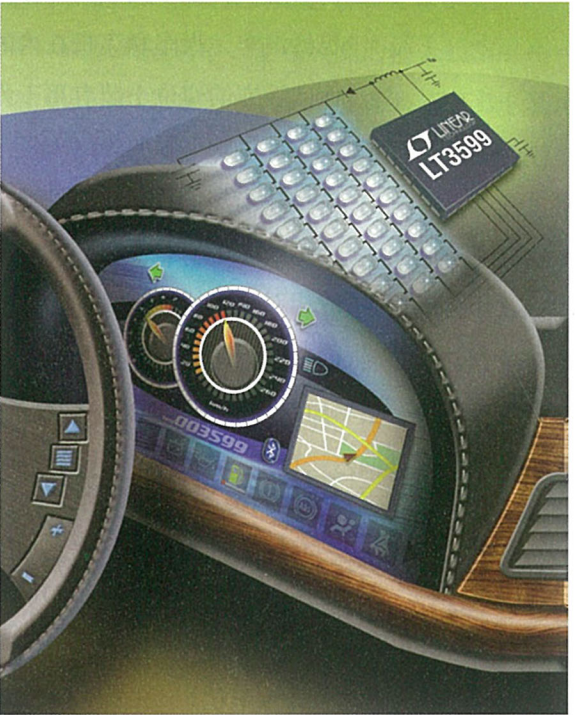
是白炽灯泡的10倍，而且几乎是荧光灯（包括冷阴极荧光灯‘CCFL’）的两倍，因此降低了提供的光输出量（以流明/瓦‘lm/W’为单位衡量）所需的电功率。随着LED的进一步发展，其功效或者从电源产生光输出的能力只会继续提高。其次，我们是一个关注环保的世界，而LED照明不需要处理、接触和弃置于冷阴极荧光灯中常见的有毒水银蒸气。最后，白炽灯泡在使用约1000小时以后常常需要更换，而荧光灯可以持续使用长达10000小时。不过，与LED照明可提供超过10万小时的寿命相比，这些数字就相形见绌了。

在大多数应用中，这种更长的工作寿命使LED能永久性地嵌入到最终应用中。这对汽车仪表盘、仪表以及信息娱乐系统显示屏的背光照明而言，显然特别重要，由于它们在汽车工作寿命期内将不需要更换，因而常常嵌入在汽车的仪表盘里。此外，LED的外形比其他灯可小好几个位量级，也更紧凑，因此LED屏可以做得极其扁薄，故而只需占用非常少的汽车内部空间。而且，通过红、绿和蓝光LED的配置，可以提供无限多种色彩。再者，LED还能够以远远超出人眼察觉能力的速度进行调光以及接通/关断操作，从而可显著改善LCD显示器的背光照明，同时提供拥有高对比度比和较高分辨率的图像。

进入汽车应用领域所面临的障碍

然而，汽车照明系统设计师面临的最大障碍之一是，怎样优化最新一代LED具有的所有特

图1 一种具高亮度LED的概念型LCD汽车仪表盘背光灯



色和优势。因为LED一般需要一个准确和高效率的电流源和一种调光方法，所以LED驱动器IC必须设计成能在多种工作条件下满足这些要求。另外，它们的电源解决方案必须非常高效、坚固和可靠，同时还必须非常紧凑和富有成本效益。可以说，就驱动LED而言，最苛刻的应用之一将是汽车信息娱乐及仪器TFT-LCD的背光照明，因为它们处于严酷的汽车电气环境中，必须适应范围很宽的环境照明条件变化，同时还必须能放入非常有限的狭小空间之中。而且始终不变的是，它们必须具有富吸引力的成本结构。

许多新兴汽车设计采用单个屏来为用于驾驶控制的所有显示仪表提供背光照明。通常，仪表

表1 LED、CFL和白炽灯光源的比较

光特性 / 光源	LED	CFL	白炽灯
功效（流明/瓦特）	80 至 180 未来 >200	40 至 70	10 至 15
产生相当于 60W 灯泡的照度所需使用的电能（W）	8~10	13~15	60
寿命（小时）	>50,000	2000至 10000	1000 至 2000
驱动器电源	DC	AC	离线式 AC
可采用 TRIAC 进行调光	是	否	是
能够即时接通	是	否	是
功率因数	0.5（未采用PFC） >0.90（采用PFC）	0.5	1
对于电源循环是否敏感	否	是	是
包含有毒的汞	否	是	否
故障模式	无	有（可能会着火，冒烟或者发出某种气味）	有一些
产生与 60W 灯泡相当的照度所需的成本	26 美元	3 美元	1 美元

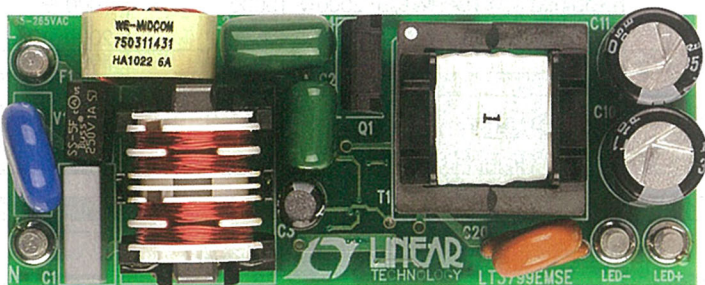
盘的LED背光照明与信息娱乐系统是共用的，从而形成一种便于阅读的一体型控制面板。同样，包括汽车、火车和飞机在内的诸多交通工具也在面向后方的座位上装有助于为乘客提供电影、视频游戏等娱乐服务的LCD显示器。历史上，此类显示器采用CCFL背光照明。然而，人们开始越来越多地采用非常扁平的白光LED阵列来取代这些相对庞大的灯泡设计，以提供更加精确和可调的背光照明以及更长的使用年限。

面向商业楼宇照明的LED驱动器

LED照明高增长率背后的主要驱动力是，与传统照明方法相比，LED照明的功耗大幅降低。与白炽灯照明相比，要提供同样的光输出（以流明为单位），LED需要的电功率不到白炽灯的20%。由表1可见，LED照明还有其他很多优势，但是也有一些与LED照明有关的挑战。LED照明的优势包括工作寿命比白炽灯长数个量级，这极大地降低了更换成本。能利用以前安装的TRIAC调光器给LED调光，也是一个主要的成本优势，尤其是在住宅照明翻新应用中。LED能即时接通，不像CFL那样需要预热时间，而且LED对电源循环不敏感，这一点也与CFL不同。此外，LED不含任何需要管理或处置的有毒材料，而CFL需要有毒的水银蒸气才能工作。最后，LED能实现新的和非常扁平的外形尺寸，这是其他技术不可能做得到的。

离线式LED驱动需要注意的事项

图2 凌力尔特的LT3799离线式LED驱动器整合了单级有源滤波，以降低EMI并可提供一个数值达0.98的功率因数



能用离线式电源驱动LED就可使应用呈指数性地飞速增长，因为不管是商用建筑还是居民住宅中，这种形式的电源都可以非常便利地得到。虽然LED灯的更换附属装置相对简单，最终用户很容易安装，但是对LED驱动器IC的新要求却极大地提高了。由于LED需要一个良好调节的恒定电流源，以提供恒定的光输出，所以用AC输入电源为LED供电需要采取一些特殊的设计方法，要满足一些非常特别的设计需求。

在不同的地区城市，离线式电源参数会存在差异，一般在90VAC~265VAC之间，频率则为50Hz~65Hz。因此要制造面向全球市场的LED附属装置，最好拥有这样一种电路设计：无需修改就能使LED用在任何地方。这就要求单一LED驱动器IC能处理多种输入电压和电网频率。

此外，许多离线式LED应用需要LED与驱动电路之间实现电气隔离。这主要出于安全考虑，并且是几家监管机构要求的。电气隔离通常由隔离型反激式LED驱动器拓扑提供，该拓扑运用变压器来隔离驱动电路的主端与副端部分。

由于采用LED照明的驱动力是提供特定光输出量所需的功率可极大地降低，因此势在必行的是：LED驱动器IC要提供最高的效率。因为LED驱动器电路必须将高电压AC电源转换为较低的电压和良好调节的LED电流，所以LED驱动器IC必须设计为：提供高于80%的效率以不浪费功率。

而且，为了在住宅应用中常见的TRIAC调光器已经大量安装到位的情况下使LED翻新灯成为可能，LED驱动器IC必须与这些调光器一起高效运作。TRIAC调光器专为与白炽灯和卤素灯很好地配合工作而设计，这两种灯是理想的阻性负载。然而，LED驱动器电路一般是非线性的，而且不是纯阻性负载。其输入桥式整流器在AC输入电压处于其正峰值和负峰值时通常吸收高强度的峰值电流。因此，LED驱动器IC必须通过设计来“模仿”一个纯阻性负载，以确保LED在不产生任何明显闪烁的情况下正确起动，并利用一个TRIAC进行适当的调光。

就LED照明而言，功率因数（PF）是一项重要的性能规格。简言之，如果所吸取的电流与输入电压成比例且同相，那么功率校正系数为1。由于白炽灯是一种完美的电阻性负载，所以输入电流和电压同相，且PF为1。PF特别重要，因为它与本地电力供应商所提供的电功率有关。举个例子，在一个电力系统中，与一个具有高功率因数的负载相比，在所传输的有用功率相同的情况下，一个具有低功率因数的负载吸取更大电流。因为所需的电流较高，所以在配电系统中损失的能量也提高了，这反过来又需要更粗的导线和其他传输设备。较大的设备和能源浪费增加了成本，所以电力公司往往对功率因数较低的工业或商用客户收取较高的费用。针对LED应用的国际标准仍然处于开发之中，不过大多数人相信，就LED照明应用而言，将要求 $PF > 0.90$ 。

LED驱动器电路（包括大量的二极管、变压器和电容器）的表现不像一个纯电阻性负载，故其PF可能低至0.5。为了将PF提高到0.9以上，有源或无源PFC电路都必须设计到LED驱动器电路内。还应该提到的一点是，在运用大量LED照明阵列的应用中，高PF尤其重要。例如：在使用几百个以上50W LED灯的停车库里，高PF（ >0.95 ）LED驱动器设计是有益的。

除了高PF具备重要性之外，最大限度地降低LED灯的谐波失真度也很重要。International Electrotechnical Commission（IEC）已经制订了

IEC 61000-3-2 C类照明设备谐波规范，以确保新的LED照明附属装置满足这些低失真要求。

在照明应用中，能在较宽的输入线路电压、输出电压和温度变化范围内准确调节LED电流是至关重要的，因为LED亮度的变化必须是人眼难以察觉的。类似地，为了确保LED有最长的工作寿命，不使用高于其最大额定值的电流来驱动LED是很重要的。在隔离型反激式应用中，LED电流的调节并不总是直接进行的，常常需要一个光耦合器来闭合所需的反馈环路，或者可能增加一个额外的转换级。然而，这两种方法都带来了复杂性和可靠性问题。幸运的是，有些LED驱动器IC的设计采用了新的设计方法，无需这些额外的组件或在不增加设计复杂性的情况下，就能准确地调节LED电流。

结论

毫无疑问，HB LED在汽车应用以及高亮度LED照明系统在商用建筑中的成长潜力相组合，使得LED本身及其驱动所需的LED驱动器IC如今得到了广泛的使用，进而造成其需求量的显著增加。尽管其普及面临着各自的障碍，但它们在這些应用中所提供的优势非常之大是人们根本无法忽视的。幸运的是，对于此类系统的设计人员来说，LED的选择余地很大，可以为其供电的新型和创新IC驱动器同样不少。没错，LED照明的未来的确是光明的。GEM