



设计应用

Design & Applications

全新汽车显示屏所需的背光照明 LED 驱动器

Backlighting LED Drivers for New Automotive Displays

■ 凌力尔特公司 产品市场工程师 Jeff Gruetter

引言

根据 Strategies Unlimited 公司的研究, 2010 年, 高亮度 LED 的市场规模预计将达到 82 亿美元, 而且到 2015 年, 预计将增长到 202 亿美元, 年复合增长率 (CAGR) 为 30.6%。目前用来给显示屏进行背光照明的 LED 是这种增长的主要驱动因素, 其应用包括高清电视机、汽车显示屏、大量手持式设备等。要保持高增长率, LED 不仅需要提供更高的可靠性、更低的功耗和更小 / 更平的外形尺寸, 而且还需改进对比度、画质清晰度和色彩准确度。此外, 汽车、航空电子和船舶显示屏还要适合多种环境照明条件, 如明亮的日光、昏暗的夜晚等。这些晶体管液晶显示屏 (TFT-LCD) 的应用非常广泛, 从信息娱乐系统、计量表到多种仪表, 用 LED 对这些显示

屏进行背光照明时, 为了在种类繁杂的环境照明条件下优化显示屏的易读性, 会带来一些独特的 LED IC 驱动器设计挑战, 这要求 LED 驱动器能够提供非常宽的调光范围和高效率, 并承受相对苛刻和严酷的汽车电气及物理环境的考验。最后, 这些解决方案必须是扁平的, 且占板面积紧凑, 以提高成本效益。

LED 在汽车照明市场的快速增长源于如下几个因素: 首先, LED 的发光效率比白炽灯高 10 倍多, 几乎是荧光灯效率的两倍, 其中包括冷阴极荧光灯 (CCFL), 因此减少了提供一定量光输出 (以流明为单位) 所需的电功率以及其所产生的热量。随着 LED 的进一步开发, 其用电功率产生流明的效率只会持续提高。其次, LED 照明不需要处理、接触和清除 CCFL / 荧光灯中常见的有毒水银蒸气, 这很好

满足了绿色环保的要求。第三, 大约每用 1000 个小时, 白炽灯就需要更换, 荧光灯的持续使用时间达到 1 万小时, 相比之下, LED 的寿命超过 10 万小时。在大多数应用中, 这允许 LED 永久性地嵌入到最终应用中, 而无需附属装置。对于嵌入到汽车内部的仪表 / 导航 / 信息娱乐系统显示屏的背光照明而言, 这尤其重要, 因为在汽车的寿命期内, 它们永远都不需要更换。此外, LED 比其它照明灯小和扁平数个量级, 因此 LCD 显示屏可以非常薄, 因此在汽车内部所需空间最小。此外, 通过采用红、绿和蓝光 LED 配置, 可以提供无限多种色彩。LED 还能够以比人眼能检测到的速度快得多的速度调光和接通 / 断开, 从而显著改进了 LCD 显示屏的背光照明, 同时实现了极高的对比度和分辨率。

汽车照明系统设计师面临的最大

挑战之一是如何优化最新一代 LED 的所有优势。由于 LED 一般需要一个准确和高效率的 DC 电流源和一种调光方法, 因此 LED 驱动器 IC 的设计必须在各种各样的条件下满足这些要求。电源解决方案必须是高效率、功能可靠、紧凑且经济实惠的。可以说, 对于 LED 驱动来说, 将会在航空电子、船舶和汽车信息娱乐系统 TFT-LCD 背光照明应用中发现要求最苛刻的应用, 因为这些应用必须面对严酷的汽车电气环境, 必须补偿变化范围很大的环境照明条件, 必须放在非常受限的空间中, 与此同时, 要保持具有吸引力的成本结构。

汽车 LED 背光照明

诸如小尺寸、极长的寿命、低功耗和增强的调光能力等优势已经引发了 LED TFT-LCD 背光照明在今天的汽车、飞机和船舶中的广泛应用。信息娱乐系统通常有一个安装在仪表板中央某处的 LCD 显示屏，以便驾驶员和乘客都能非常容易地查看地点、进行音频调谐和完成其它各种任务。此外，很多汽车在后座上还有为乘客提供娱乐的 LCD 显示屏，提供电影、视频游戏等等。历史上，这些显示屏使用 CCFL 背光照明，但是用非常扁平的白光 LED 阵列取代这些相对较大的 CCFL 灯的做法正在变得越来越常见，白光 LED 提供更准确和可调的背光照明，以及很容易超过汽车寿命的使用寿命。

在这种环境中使用 LED 的好处是，可以产生几种正面影响。首先，它们永远不需要更换，因为它们的可靠寿命长达 10 万多小时（使用年限为 11.5 年），超过了汽车本身的寿命。这允许汽车制造商永久性地将它们嵌

入到车内的背光照明系统中，而无需考虑便于更换的问题。款式可能也是一个显著变化之处，因为 LED 照明系统不需要像 CCFL 灯那样占用那么深的空间或那么大的面积。在从输入电源提供光输（以流明为单位）方面，LED 一般也比荧光灯的效率更高。这两种积极的影响。第一，这对汽车总线提供的电功率消耗得较少，另外同样重要的是，这减少了需要在显示屏中消散的热量，从而无需任何笨重和昂贵的散热装置。

LED 照明的另一个重要好处是，高性能 LED 驱动器 IC 提供的宽调光比能力。由于汽车内部的环境照明条件变化范围很大，包括从直接日光照明到完全黑暗之间的每一种变化，因此 LED 背光照明系统必须能够提供非常大的调光比，一般高达 30,000:1。采用合适的 LED 驱动器 IC，这种大的调光比相对容易实现，而用 CCFL 背光照明则不可能。图 1 示意了一个典型的基于 LCD 的模拟仪表盘。

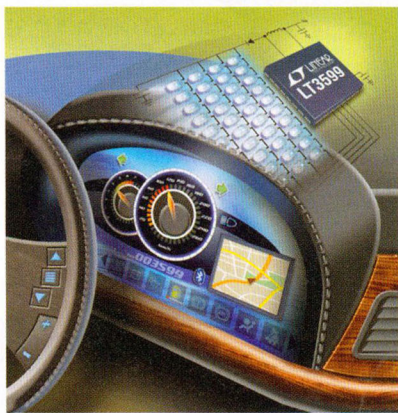


图1 模拟仪表板

汽车 LED 照明的设计参数

为了确保最佳性能和长的工作寿命，LED 需要一个有效的驱动电路。这些驱动器 IC 必须依靠条件苛刻的汽

车电源总线工作。而为了保持 LED 更长的工作寿命, 设计时要求不能超过 LED 电流和温度限制。

汽车行业的主要挑战之一是，克服汽车电源总线上要求苛刻的电气环境，其主要的挑战是瞬态情况，如大家熟知的负载突降和冷车发动。负载突降情况指的是，在交流发电机仍然在给电池充电时，电池电缆断开。这可能在电池电缆松动而汽车正在行驶时、或者在电池电缆断裂而汽车正在行驶时发生。这种电池电缆的突然断接可能产生高达 40V 的瞬态电压尖峰，因为交流发电机试图给一个已经断接的电池充满电。交流发电机上的瞬态电压抑制器通常将总线电压箝位到约 36V，并吸收大多数电流浪涌。不过，交流发电机下游的 DC/DC 转换器要承受这些 36V 至 40V 的瞬态电压尖峰，要确保这些转换器在发生这种瞬态事件时不被损坏，而且输出电压稳定，可以在外部用不同的可替换保护电路实现，如常被选用的瞬态电压抑制器，但这些方面将增加成本和重量并占用空间。

“冷车发动”指的是汽车引擎处于寒冷或冰冻温度一段时间后发生的情况。引擎机油变得极黏稠，需要引擎启动器提供更大的扭转力，这反过来又从电池吸取了更大的电流。这种大电流负载可能在点火时将电池 / 主总线电压拉至低于 4.0V，之后一般返回到标称的 12V。

目前,有一种新的解决方案可以帮助摆脱这种困境,凌力尔特公司推出 LT3599,能够在出现这两种情况时不被损坏,并调节一个固定的输出电压。该器件 3V 至 30V 的输入电压范围和 40V 的瞬态保护使其适合于汽车环境。甚至当 VIN 高于

VOUT 时 (这种情况可以在 36V 瞬态时发生), LT3599 仍将调节所需的输出电压。

大多数 LCD 背光照明应用需要 10 W 至 15W 的 LED 功率, LT3599 可满足该功率需求, 且它能够将汽车总线电压 (标称 12V) 提高至 44V, 以驱动多达 4 个并联的 LED 串 (每串含有 10 个串联的 100mA LED)。图 2 显示了 LT3599 驱动 4 个并联 LED 串的原理图, 每串都由 10 个 80mA 的 LED 组成, 总共提供 12W 功率。

LT3599 采用一种自适应反馈环路设计, 该设计调节输出电压至略高于 LED 串的最高电压, 这最大限度地降低了镇流电路中损失的功率, 从而优化了效率。图 3 说明了 LT3599 的效率, 其效率可达 90%, 从而无需任何散热措施, 实现了占板面积非常紧凑的扁平解决方案。就驱动 LED 阵列而言, 同样重要的是, 能提供准确的电流匹配, 以确保背光照明亮度在整个显示屏上是一致的。LT3599 在 -40℃ 至 125℃ 的温度范围内保证 LED 的电流变化低于 2%。

LT3599 采用固定频率、恒定电流升压型转换器拓扑。其内部的 44V、2A 开关能够驱动 4 个 LED 串 (每串由 10 个 100mA 的 LED 串联组成)。其开关频率在 200kHz 至 2.5MHz 范围内是可编程和可同步的, 从而使其能够保持开关频率在 AM 收音机频带之外, 同时最大限度地减小小外部组件尺寸。如果所使用的 LED 串较少, 那么其设计还使该器件能够运行 4 个 LED 串之一, 而且每串都能够提供额外的 LED 电流。每个 LED 串都能使用相同数量的 LED, 或者可以每串用不同数量的 LED, 以非对称形式运行。

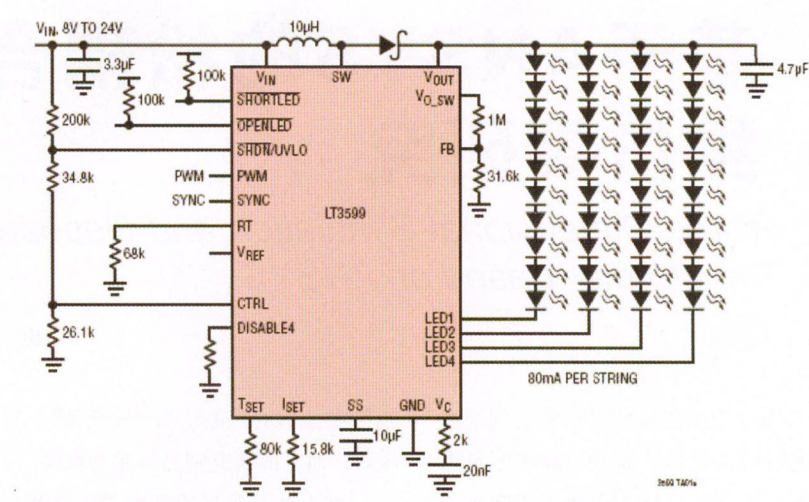


图 2 采用 LT3599 构成的效率为 90% 的 12W LED 背光照明电路

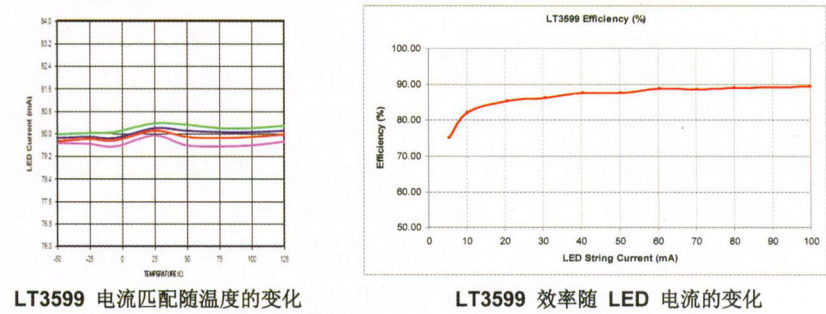


图 3 图 2 中 LT3599 的 LED 电流匹配和效率

LT3599 提供调光比高达 3,000:1 的直接 PWM 模式, 以及可通过控制引脚实现调光比高达 20:1 的模拟调光。在需要调光比达 30,000:1 的应用中, 这两种调光功能可以结合起来, 以达到所需的调光比。某些正在出现的汽车、船舶和航空电子应用常常需要这种非常高的调光比, 以补偿 LCD 显示屏所处变化范围非常大的环境光线。

此外, LT3599 具有集成的保护功能, 包括开路保护和短路保护以及报警引脚。例如, 如果一个或多个 LED 串开路, LT3599 就调节其余的 LED 串。

如果所有 LED 串都开路, 它仍然调节输出电压, 而且在两种情况下, 都会向 OPENLED 引脚发出信号。类似地, 如果 VOUT 和任何 LED 引脚之间发生短路, 那么 LT3599 就立即断开该通道, 并设置一个 SHORTLED 标记。禁止该通道可保护 LT3599 免受大功率热量耗散的影响, 并确保可靠工作。其它优化可靠性的功能包括: 停机时输出断接、可编程欠压闭锁和可编程 LED 温度降额。LT3599 这种高压能力和高集成度为汽车背光照明应用提供了一种理想的 LED 驱动器解决方案。GEC