

安森美全套 LED 电源设计关键解决方案

- **解决方案:**

LED照明应用的电源解决方案

LED便携背光应用电源解决方案

与传统的光源相比，发光二极管（LED）具备众多的优点，如工作电压低，能效高，很小巧并产生定向光。它们能够提供极宽广的色彩以及白光，不产生红外（IR）或紫外（UV）辐射，而且由于它们是固态器件，在机械上很强固，并且不含汞，在恰当设计和使用时能够具有超过 5 万小时的工作寿命，远长于标准白炽灯的 1 千小时寿命。此外，它们还完全可调光。这些优点使得LED的应用越来越广泛，如今已拥有众多的应用市场，如建筑景观照明、交通信号灯、显示屏、零售、中小尺寸液晶显示屏（LCD）背光、汽车和太阳能等，并在街道照明、住宅照明乃至中大尺寸LCD背光方面拥有越来越大的发展空间。

高亮度LED对于照明设计、全球能源节省和创新产品具有重大意义，对催生固态照明革命至关重要。这种革命需要一种整体性的途径，在这其中，LED与电源转换和控制电子器件以及热管理解决方案和光学器件集成在一起。

LED 照明应用的电源解决方案

如上所述，LED本质上是低电压器件；根据色彩和电流的不同，LED的正向电压介于不足 2 V至 4.5 V之间。此外，LED需要采用恒定电流来驱动，从而确保获得所需的发光亮度和色彩。这就需要相应的电源转换和控制解决方案能够适应不同的电源，无论是交流线路、太阳能板、12 V汽车电池、直流电源或低压交流系统，甚至是基于碱和镍的电池或锂离子电池。

作为一家全球领先的高能效电源半导体供应商，安森美半导体专注于运用自身的低电压和高电压技术以及在电源管理解决方案方面的专长来应对LED照明所面临的挑战：无论是便携显示产品、汽车内部照明或LED信号灯的镇流器。在下文中，我们将结合LED照明的多种不同应用，如建筑、工业、汽车和便携应用等，讨论安森美半导体相应的驱动电源解决方案。

1) 可集成最高 700 V高压FET的离线型AC-DC开关电源解决方案

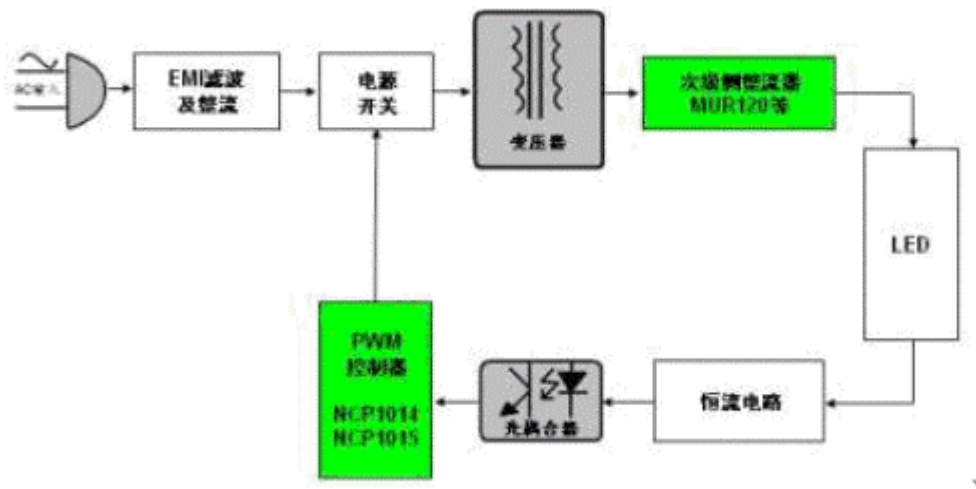


图 1 (a)：输入功率小于 10 W的LED照明解决方案功能框图

- 安森美半导体在将电源从交流主电源转换为功率等级在几瓦至几百瓦范围之间、适合多种不同应用的可用能源方面拥有丰富的经验。安森美半导体开发出了结合高压开关晶体管和中等电压模拟电路的极高压集成电路（VHVIC），针对宽广的功率需求提供集成了高性价比解决方案。安森美半导体提供多种固定频率控制器和转换器，将电压高至 700 V的高压场效应管（FET）集成至简单、经济、元件数量少的解决方案之中。

这类解决方案包括三个方面：单片交流-直流（AC-DC）恒流驱动器，功率范围在 5 至 15 W 之间，如 NCP1013、NCP1014 和 NCP1028 等。NCP 系列离线控制器，同时包含隔离型和非隔离型，功率高达 150 W。安森美半导体提供用于街道照明、具有单段式功率因数校正器（PFC）的参考设计。

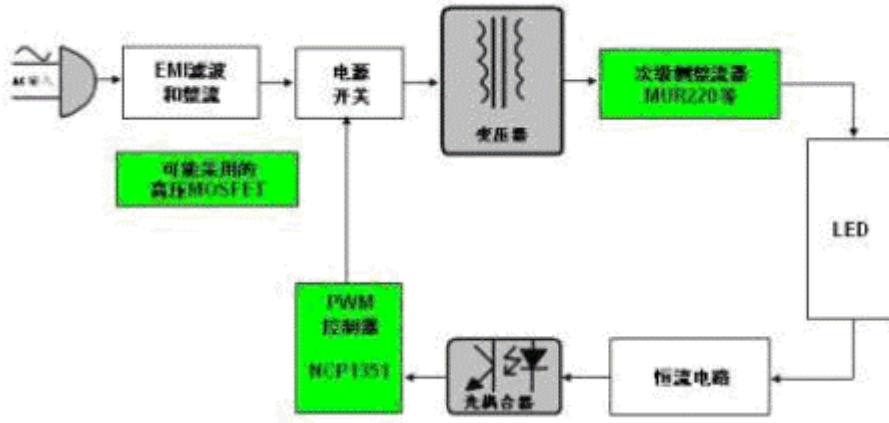


图 1 (b)：输入功率介于 10 至 25 W 的 LED 照明解决方案功能框图

PFC 解决方案

对于功率低于 25 W (230 Vac) 的较低功率应用而言，最常用的是集成电源开关稳压器，因为它可以将元件数量减至最少。高于这个功率范围，则可以使用控制器，因为控制器为设计人员在选择这种应用最适合的高压 FET 方面提供灵活性。控制器既可用于隔离应用，也可用于非隔离应用，而安森美半导体提供多种不同的增值特性，允许设计人员针对其具体设计要求优化设计。

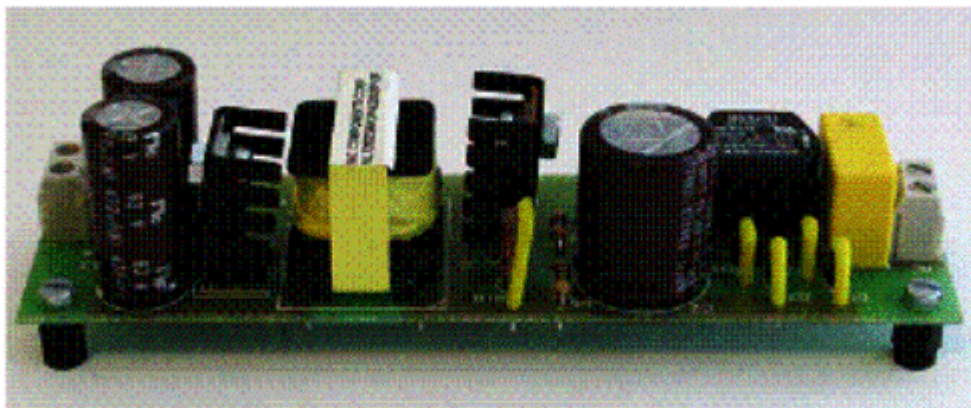


图 2：NCP1351 离线式LED驱动器参考设计。

- 图 2 显示的是安森美半导体 NCP1351 离线式 LED 驱动器参考设计。这参考设计的输入功率范围介于 85 至 265 Vac 之间，具有尺寸小、成本低、良好线路稳压等特性，在 20 W 负载具有 80% 的高能效，并集成了过载保护和短路保护等安全特性，最大尺寸仅为 125x37x35 mm。

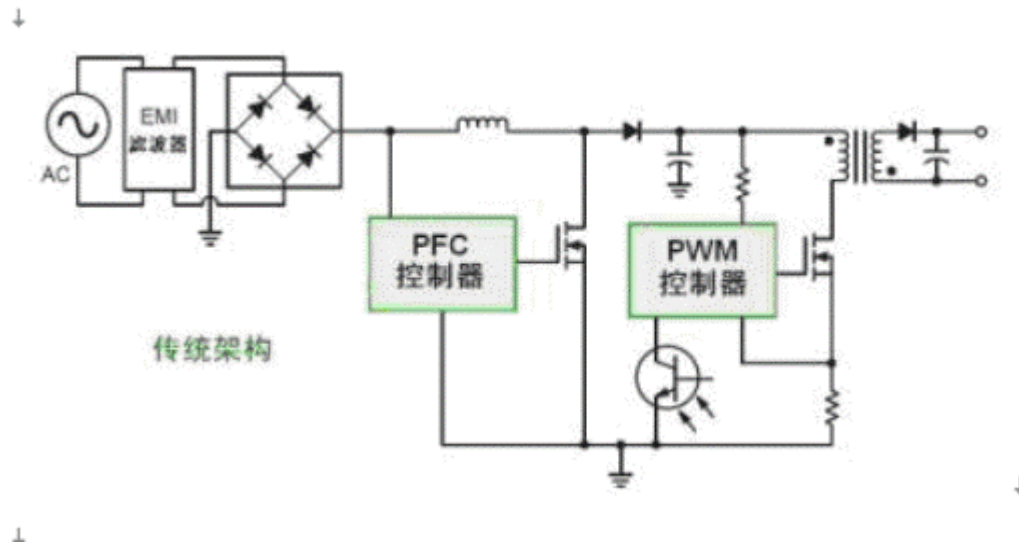


图 3 (a)：传统的 2 段式 PFC 架构。

IEC1000-3-2 标准设定了限制注入至交流线路中谐波的规范。就照明应用而言，如果输入功率大于 25 W (C 类)，这个规范就会适用。此外，即使在某些地区并不要求遵从这项 IEC 规范，也可能对最低功率因数提出要求。这样一来，这些应用中就需要前端 PFC 控制器。增加这样一个段会导致符合能效和空间等其它系统要求方面的困难，除非作出明智的选择。

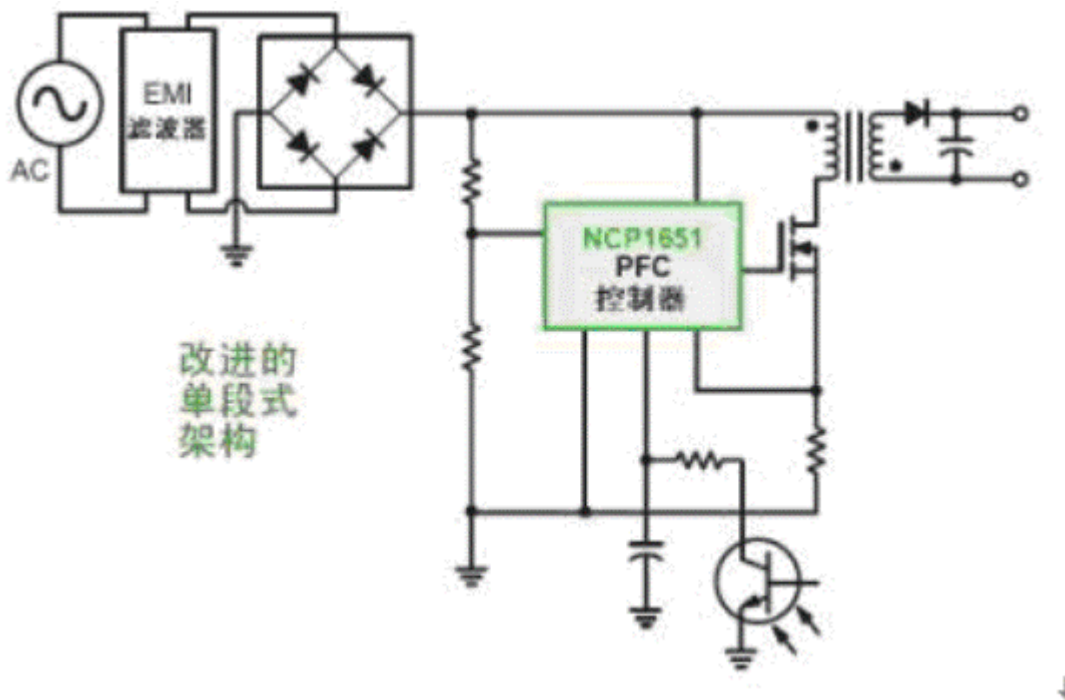


图 3 (b) : 改进的单段式 PFC 架构。

幸运的是，安森美半导体深刻理解这些挑战，拥有创新的 PFC 控制器产品阵容，符合设计人员对简单、紧凑和坚固解决方案的期望。安森美半导体不仅支持传统的 2 段式应用，也推出了数款进一步简化设计的独特解决方案，如 NCP1651 单段式反激控制器。

- NCP1651 在单芯片解决方案中集成了功率因数校正和转换器，带有外部 FET，允许根据所需功率实现可扩展的解决方案。NCP1651 具有隔离型降压功能，支持连续或不连续模式操作，并支持平均电流模式控制（ACMC）和固定频率控制，其高精度乘法器可用于降低总体谐波失真（THD）。它还具有过温关闭和外部关闭等功能。这款单段式 PFC 控制器适合于电子镇流器、街灯、交通信号灯和照明等应用。

对于输入功率介于 25 W 和 60 W 之间的 LED 照明应用而言，可以采用 NCP1351 这样的 PWM 控制器；对于输入功率在 60 W 至 150 W 范围而言，PWM 控制器可以采用 NCP1271；输入功率在 150 W 至 300 W 范围的，可以采用 NCP1396 这样的 PWM 控制器。而对于 25 W 至 300 W 的输入功率范围而言，都可以采用临界导电模式（CRM）的 PFC 控制器 NCP1606。

2) 宽输入范围的中等电压 LED 应用 DC-DC 电源解决方案

除了便携供电应用，还有一系列高亮度LED应用工作在 8 至 40 VDC范围的电源，这些电源包括铅酸电池、12-36 VDC适配器、太阳能电池以及低压的 12 和 24 VAC交流系统。这类的照明应用众多，如活动式照明、景观和道路照明、汽车和交通照明、太阳能供电照明，以及陈列柜照明等。

↓

电源	应用	电压和稳压
离线交流稳压适配器	中小批量应用，降低安全要求	5、12、24 VDC的共用电压，稳压精度 ±10%
(密封) 铅酸电池	汽车、太阳能供电，导海	稳压精度不高，8-14+ VDC，用于汽车时电压范围更宽，为7-27 V
12 VDC 和12 VAC	常见于内部及行车照明和户外风景应用	如果是磁镇流器，稳压精度不高；如果是电子镇流器，稳压精度高至 ± 5%；可能要求最低负载；会有线缆损耗

表 1: 宽输入范围的 DC-DC LED 应用

即使目标是采用恒定电流驱动 LED，首先要理解的事件就是应用的输入和输出电压变化。LED 的正向电压由材料特性、结温度范围、驱动电流和制造容限决定。凭借这些信息，就可以选择恰当的线性或开关电源拓扑结构，如线性、降压、升压或降压-升压等。

- 对于输入电压小于 40 V 的 LED 应用而言，如果输出电压小于输入电压，则选择降压拓扑结构。在此基础上，再根据输出电流来进行选择。若输出电流大于 1.2 A，则可采用设计用于为高亮度 LED 供电的 1.5 A 恒流开关稳压器 NCP3065。这器件拥有额定值 235 mV 的极低反馈电压，适合对 LED 串的平均电流进行稳流。它拥有高至 40 V 的较宽输入电压范围，使其能够工作在 12 Vac 或 12 Vdc 电源。NCP3065 还提供适合汽车级应用的版本—NCV3065。只需采用极少的外部元件（如 MOSFET 或低 VCEsat 开关），NCP3065

开关稳压器即可配置为降压、升压或 SEPIC 等拓扑结构。这使得它还能用于电流小于 1.2 A 的应用。对于电流小于 1.2 A 的应用，还可采用 NCP1215+MOSFET 来构成降压转换器。对于电流小于 500 mA 以及输入电压接近输出电压的应用而言，可以采用 NUD4001 这样的恒流线性驱动器。

如果输出电压大于输入电压，则选择升压拓扑结构。在此基础上，如果是低压电池供电应用，则可以选择 NCP5005、NCP5604、NCP5608 和 NCP5050 这样的低压 LED 驱动器；如果不是低压电池供电应用，再看其输出电压值，如果大于 40 V，同样可以采用 NCP3065 开关稳压器，这时候 NCP3065 结合外部 NMOS MOSFET 配置为升压控制器结构；否则，还要看开关电流来确定。如果开关电流大于 1.3 A，则采用结合 MOSFET 或低 VCEsat 开关、配置为升压控制器的 NCP3065；如果小于 1.3 A，采用配置为升压转换器的 NCP3065。

除了单纯的降压或升压拓扑结构，在某些环境下，也需要降压-升压拓扑结构，如从标准电源输入端驱动 LED 串；此外，在输入电压和 LED 负载电压交叠的场合中使用这种拓扑结构也很常见。而 NCP3065 也能够配置为降压-升压控制器。这种架构需要 2 个电源开关。虽然 NCP3065 本身也包含 1 个电源开关，但我们可以使用 1 个低 VCEsat PNP/NPN 对管来获得更高转换效率。这是一种可扩展的方案，整流器和电源开关都能够根据具体的输入和输出电压以及电流电平来调整。值得一提的是，诸如 NSS40500UW3 这样的低 VCEsat 晶体管采用小巧的 2x2 mm 封装，提供极佳的性能。

图 4 所示的是功率最高达 12 W 的 NCP3065 降压-升压电路。这电路设计用于电流高达 0.7 A 的应用，输入电压范围可达 8 至 26 Vdc。输出电压 Vout 为 16 Vdc @ 700 mA 和输入电压 Vin 为 13-26 Vdc 时，能效可达 72%至 80%。

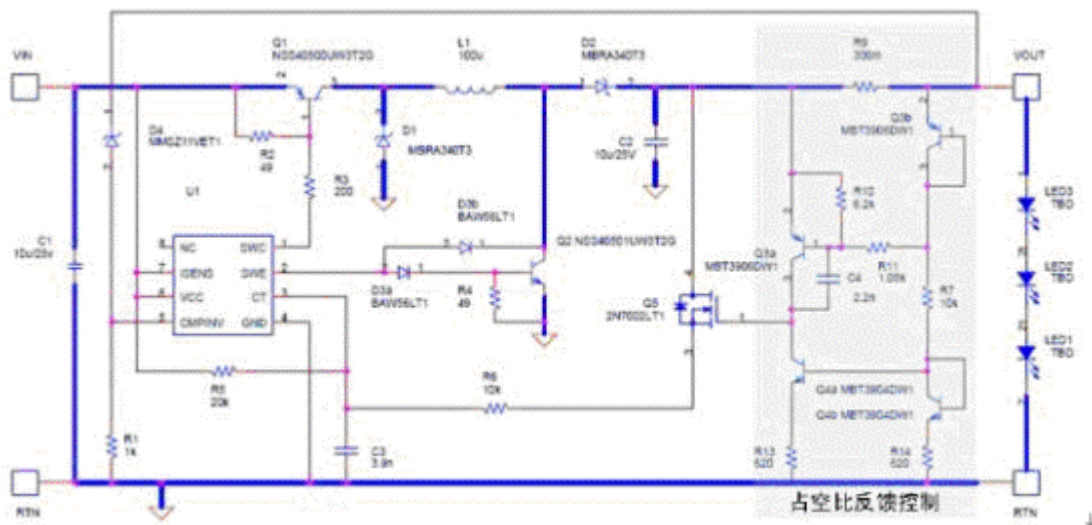


图 4：功率高达 12 W 的 NCP3065 降压-升压电路

LED 便携背光应用电源解决方案

白光LED和RGB三色LED广泛应用于小尺寸LCD面板和键盘的背光以及指示灯应用。在手机和数码相机应用中，高亮度LED还可用作闪光灯电源。这些应用需要优化的解决方案，不仅要能够最大限度延长电池使用时间，同时还要最大程度减小PCB占用面积和高度。

在这类LED背光应用中，既可以采用线性稳压器，也可以采用开关稳压器，各有其优势。线性稳压器结构比较简单、设计简单、成本低、噪声低、尺寸小、静态电流低。而开关稳压器的能效较高，可达70~85%。安森美半导体根据用户的应用需求，提供多种类型的解决方案。在开关稳压器解决方案方面，就同时提供电感型和电荷泵型这两种类型。具体而言，电感升压驱动器NCP5005，NCP5050具有高效和高输出电压的优势，其能效高达90%以上，而且大多能够驱动多达5个串联LED（输出电压达21V）。此外，由于LED采用串联连接，这种类型的器件也具有理想的照明/电流匹配特性。由于无需电感，电荷泵型驱动器NCP5602，NCP5612，NCP5623有助于造就小型紧凑的解决方案，而这对应用中小尺寸LCD的便携产品而言显得尤为重要。这种类型的驱动器配备低成本的电容和电阻，能够造就成本更低的解决方案。这种驱动器可以驱动1至3个LED，适合于小型器件的背光应用。

除了LCD，有机发光二极管（OLED）这种新兴显示技术近年来也开始应用在便携设备乃至中大尺寸平板电视之中。市场上最初出现的是无源矩阵OLED（PMOLED），由于其驱动拓扑结构的原因，其显示尺寸局限在1.8英寸及以下，常用于MP3播放器和手机副屏之中。更新的有源矩阵OLED（AMOLED）技术则没有显示尺寸方面的限制，它比LCD具有多项重要优势，如宽广的视角、高对比度、极快的响应时间和纤薄的厚度，这得益于它消除了背光的需要。AMOLED面板被用于手机的主显示屏及MP3播放器等。

安森美半导体在市场上率先推出了专用的有源矩阵（AMOLED）面板稳压电源IC—NCP5810D。NCP5810D双输出直流-直流转换器在1.75MHz振荡器频率下整个电源能效高达83%。它具有极佳的线路瞬态抑制能力，在25mA电流时线路瞬态电压为5mV。为了适应AMOLED显示屏纤薄的外形，该转换器可转换至1.75MHz的高频，可使用体积较小的电感器和陶瓷输出电容器。其0.55mm厚的超薄封装，使NCP5810D适用于最薄的便携式产品设计中。此外，它在关机模式下的断电功能，将泄漏显示电流限制在1微安，节约了关机状态下的电池电源。NCP5810D还具有逐周期峰值电流限制和热关机保护功能。NCP5810D采用超薄的3.0mm×3.0mm×0.55mm LLGA-12封装。

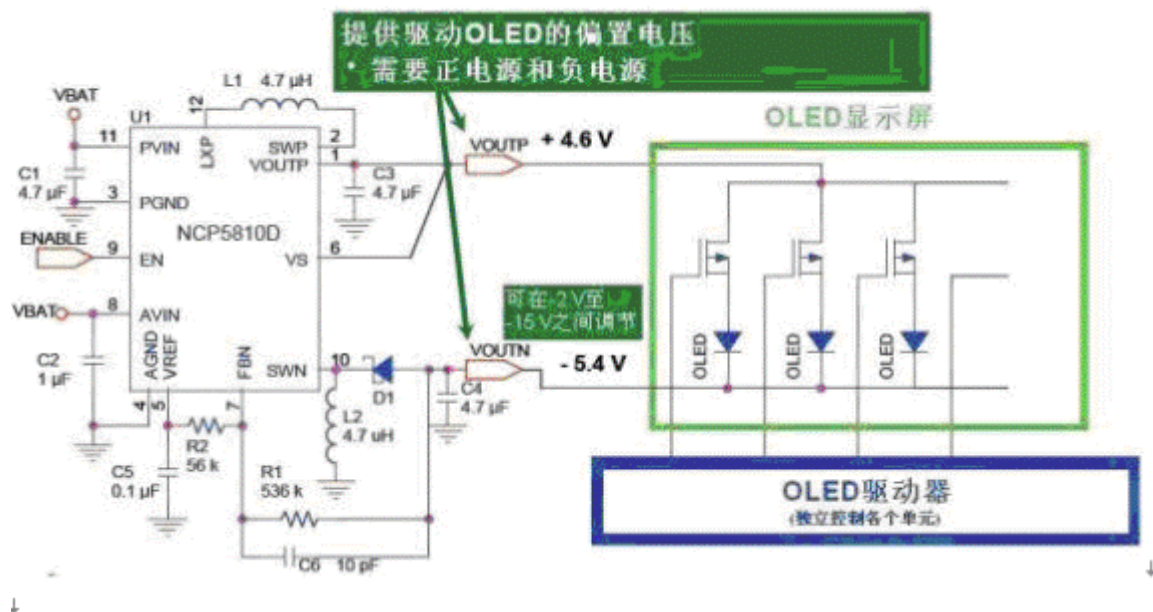


图 5: 安森美半导体 AMOLED 稳压电源 IC NCP5810D 的功能框图。

- 除了LCD背光和AMOLED电源应用，安森美半导体还推出面向相机闪光应用的LED驱动IC，如NCP5680等。以NCP5680为例，这是一款带超级电容（supercap）的双LED闪光驱动器，能够以2.5A或更高电流驱动2个高亮度LED。它采用I2C控制，具有内置闪光序列。它的感光功能在明亮环境下可以限制闪光时间，从而节省电能。这器件使用超级电容来支持音频等其它大峰值电流的电路，还具有短路保护等保护功能。这器件于2008年7月开始量产。

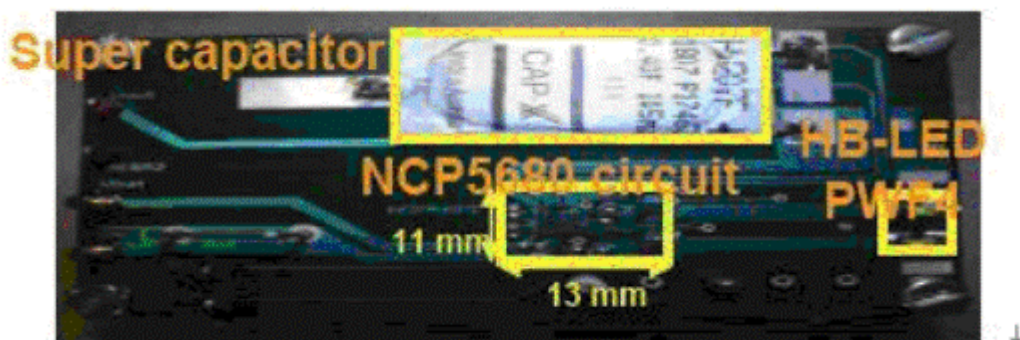


图 6: 安森美半导体的超级电容 LED 驱动器 NCP5680 的应用示意图。

总结

凭借着工作电压低、能效高、色彩丰富、产生定向光、无汞等众多优势，LED技术在建筑、交通、汽车、太阳能、LCD背光、汽车和住宅照明等领域获得越来越广泛的应用。作为全球领先的高能效电源解决方案供应商，安森美半导体提供丰富的LED驱动电源解决方案产品系列，满足从高压离线型AC-DC开关电源到宽输入范围的中等电压LED电源以及便携产品背光和闪光驱动应用的广泛需求，并提供一些相关的参考设计，帮助客户缩短开发时间，加快产品上市进程。