

通用照明市场常用的光源包括白炽灯、紧凑型荧光灯(CFL)、线性荧光灯、高强度气体放电灯(HID)以及新兴的高亮度发光二极管(HB LED)等。随着人们绿色环保意识的提高,通用照明市场也成为业界致力提高能效的重要目标。

就能效(总输出流明与输入功率比,lm/W)而言,不同的通用照明光源中,白炽灯的能效相对较低,标准60W白炽灯能效范围介于10至13lm/W之间(总输出为600至800lm),而CFL的典型能效达55至60lm/W(由于光损耗,55lm/W的CFL灯具的净能效仅在28至50lm/W之间)。其它的光源,如金属卤素HID灯能效约在80lm/W,但在灯光投射路径上会有大量的损耗。



图1:通用照明光源的发展趋势

相比较而言,LED拥有着越来越高的能效,业界近期宣称的最强的白光LED研发能力达到了132至136lm/W,色温达(4,500-6,000K)。实际上,LED的低压、小体积、定向光、固态器件、长工作寿命等优势,对于通用照明特别具有吸引力。

### LED通用照明系统面临的要求及挑战

对于LED在通用照明中的应用,需要从系统的角度来分析其要求。总的来看,LED通用照明系统涉及到LED光源(紧凑高效,提供宽广范围的色彩和输出功率)、电源转换(将交流墙式插座、电池、太阳能电池的电源高效地转换至安全的低压直流电源)、控制和驱动(采用电子电路对LED进行稳压和控制)、热管理(结点温度控制非常重要,需要分析散热,从而实现更长的工作寿命)及光学器件等。

要开发高能效的LED通用照明解决方案,这几方面的要求都非常重要。其中,本文主要讨论LED的控制和驱动,同时也会在下文的太阳能供电街灯照明示例中结合讨论高效的电源转换问题。

对于LED驱动而言,它面临的主要挑战就在于LED的非线性。这主要体现在LED的正向电压会随着电流和温度而变化,不同LED器件的正向电压会有差异,LED“色点”会随着电流和温度而漂移,而且LED必须在规范要求的范围内工作从而实现可靠工作。而LED驱动器的主要作用,就是在工作条件范围内限制电流,而无论输入条件和正向电压如何变化。

对于LED驱动电路而言,除了进行恒流稳流,还面临着其它一些关键要求。例如,如果需要LED调光,通常采用的是脉宽调制(PWM)调光技术;而用于LED

调光的典型 PWM 频率是 1 至 3 kHz。此外，LED 驱动电路的功率处理能力必须充足，且功能强固，可以承受多种故障条件，并且要易于实现。

## 通用照明电源转换及 LED 驱动示例

根据具体应用的不同，LED 可能会采用不同的电源来供电，如交流线路、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等。

### 1) 采用宽输入范围的直流-直流 (DC-DC) 电源为 LED 供电

许多高亮度 LED 应用工作在高至 40 VDC 范围的电源，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。

以太阳能电池板供电为例，提高太阳能电池板的光电转换能效(目前仅为约 30%)非常重要。太阳能电池板的电压-电流 (V-I) 特性曲线呈现非线性和可变性，要从中析取最大量的电能非常困难。这需要太阳能 LED 街灯的充电控制器及其它相关电子电路(一般采用微控制器来实现)尽可能地提高能效，从而发挥最大优势。

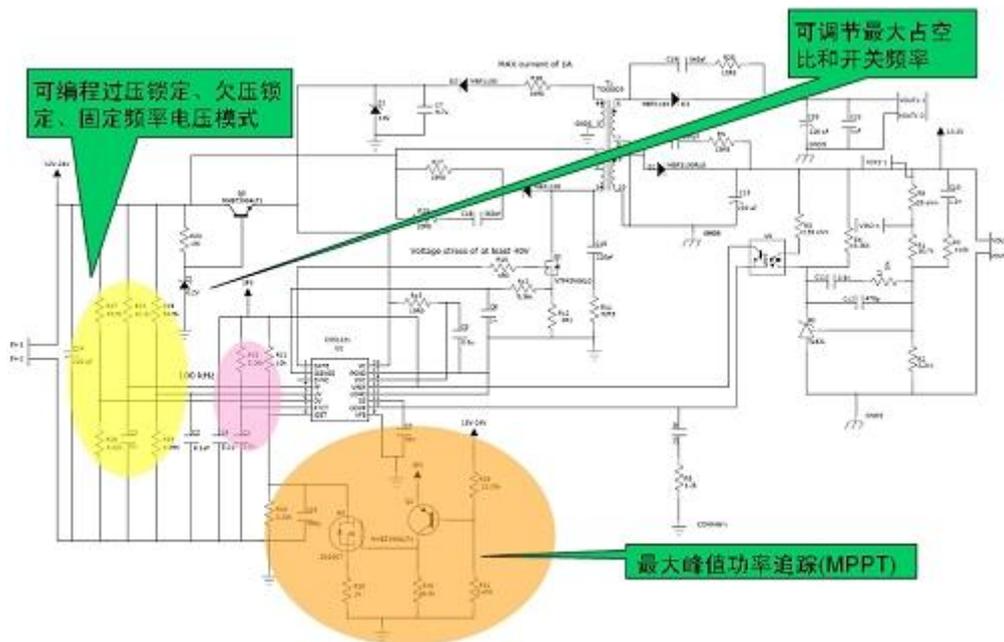


图 2: 安森美半导体 CS51221 控制器的太阳能板充电控制应用示意图

最新支持最大峰值功率追踪 (MPPT) 功能的控制器能对太阳能电池不断变化的 V/I 特性曲线提供补偿，优化太阳能电池的功率输出，提高能效，并使蓄电池充电至优化电量。具体而言，当我们实际上无法改变负载时，MPPT 功能使太阳能电池“认为”负载正在发生变化；通过这种方式，MPPT“欺骗”太阳能板输出不同电压和电流，从而允许更多电能输入至蓄电池。

安森美半导体针对太阳能板电池充电控制应用,推出 CS51221 增强型电压模式 PWM 控制器(见图 2),支持最大峰值功率追踪,输入电压为 12 至 24 V,输出为 12 V/2 A,并提供可调节逐脉冲限流、输入欠压锁定和输出过压锁定等保护特性。这控制器提供辅助输入端,用于远程传输和监控;能够适应功率高至 90 W 的太阳能板应用。

而在后续的 LED 驱动方面,可以选用安森美半导体的 NCP3066 驱动方案。。NCP3066 是一款高亮度 LED 恒流降压稳压器,带专用“启用”引脚用于实现低待机功耗,具有平均电流感测功能(电流精度与 LED 正向电压无关),提供 0.2 V 电压参考,适合小尺寸/低成本感测电阻。这器件不需要环路补偿,易于设计。需要指出的是,NCP3066 也可用作控制器,如可采用 100 V 外部 N 沟道 FET 来进行升压。这器件支持 4 至 30 W 功率的不同应用,且提供不同 MOSFET 选择。

除了太阳能供电街道照明应用外,在针对新兴的高亮度、高视觉冲击力 LED 建筑物照明的 RGB LED 像素控制应用中,还可以采用安森美半导体的三通道线性恒流 LED 驱动器 CAT4103。CAT4103 为高端、多色彩、“智能”LED 建筑物照明应用而设计。它具有高速串行接口,能够支持达 25 MHz 的数据率,提供完全缓冲的数据输出,确保在分布式(长距离)、菊花链型照明系统中维持最高的数据完整性。

CAT4103 支持每通道达 175 mA 的宽广范围 LED 恒流驱动,电流为 60 mA 时压降电平至 0.3 V,确保在驱动长串 LED 时提供最高性能。这种驱动器每通道支持 25 V 的电压电平,能够以超过 10 瓦(W)的高亮度功率电平支持 RGB 像素。

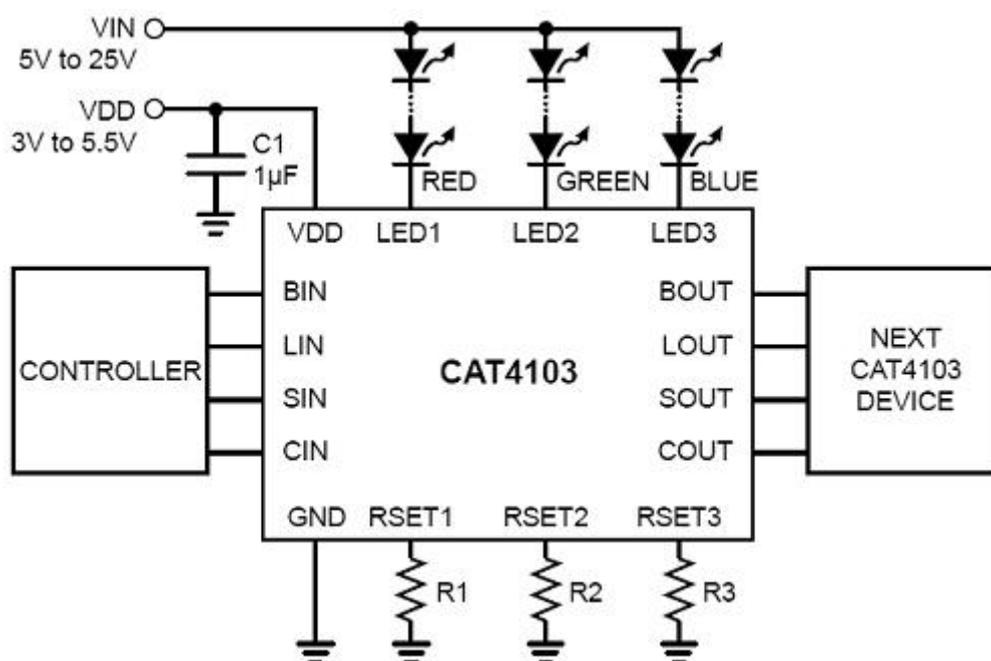


图 3: 安森美半导体 CAT4103 三通道线性恒流 LED 驱动器应用示意图。

## 2) 采用交流离线电源为 LED 供电

在采用交流离线电源为 LED 供电的应用中，涉及到众多不同的应用场合，如电子镇流器、荧光灯替代、交通信号灯、LED 灯泡、街道和停车照明、建筑物照明、障碍灯和标志等。在这些从交流主电源驱动大功率 LED 的应用中，有两种常见的电源转换技术，即在需要电流隔离(galvanic isolation)时使用反激转换器，或在不需要隔离时使用较为简单的降压拓扑结构。

在反激转换器方面，根据输出功率的不同，可以采用安森美半导体的不同反激转换器。例如，安森美半导体的 NCP1013 适合于功率高达 5 W(电流为 350 mA、700 mA 或 1 A)的紧凑型设计应用，NCP1014/1028 可以提供高达 8 W 的连续输出功率，而 NCP1351 则适合于大于 15 W 的较大功率通用应用。

以 NCP1014/1028 为例，这是安森美半导体推出的离线式 PWM 开关稳压器，具有集成的 700 V 高压 MOSFET，均采用 350 mA/22 Vdc 变压器设计及 700 mA/17 Vdc 配置，输入电压范围为 90 至 265 Vac，具有输出开路电压钳位、采用频率抖动减少电磁干扰(EMI)信号以及内置热关闭保护等特性，适合于 LED 镇流器、建筑物照明、显示器背光、标志和通道照明及作业灯等应用。



图 4：原 50 W 卤素台灯、所用变压器及改造后所用的 LED 及驱动电路板。

为了展现 LED 的替代优势，安森美半导体近期对一款从市场上所购得的 50 W 卤素台灯进行了改进(见图 4)，它改用 LED 灯并采用安森美半导体的 NCP1014 开关稳压器再辅以适当的散热设计后，光输出更高，但能耗仅为原台灯的 1/9。实际上，安森美半导体改进的这台灯的总能耗甚至比基于变压器的原卤素台灯的电能损耗更低。

值得一提的是，在照明应用中，如果输出功率要求高于 25 W，LED 驱动器则面临着功率因数校正(PFC)的问题。在这类可能需要采用 PFC 控制器的应用中，传统的解决方案是 PFC 控制器+PWM 控制器的两段式 方案。这种方案支持模块化，且认证简单，但在总体能效方面会有折衷，如假设交流-直流(AC-DC)段的能效为 87%至 90%，直流-直流(DC-DC) 段能效为 85%至 90%，则总能效仅为 74%至 81%。随着 LED 技术的持续改进，这种架构预计将转化为更加优化、更高能效的方案。根据要求的不同，有多种可供选择的方案，如：PFC+非隔离降压、PFC+非隔离反激或半桥 LLC、NCP1651/NCP1652 单段式 PFC 方案。

## 保护通用照明应用中的 LED

如前所述，LED 是一种使用寿命极长的光源(可长达 5 万小时)。除了需要针对具体的 LED 应用选择适合的 LED 驱动解决方案，还需要为 LED 提供适当的保护，因为偶尔 LED 也会失效。其原因多种多样，可能是 因为 LED 早期失效，也可能是因为局部的组装缺陷或是因瞬态现象导致失效。必须对这些可能的失效提供预防措施，特别是因为某些应用属于关键应用(故障停机 成本高)，或是安全攸关的应用(如头灯、灯塔、桥梁、飞行器、飞机跑道等)，或是在地理上难于接近的应用(维护困难)等。在这方面，可以采用安森美半导体的 NUD4700 LED 分流保护解决方案。图 5 是这种分流保护解决方案的应用及原理示意图。

在 LED 正常工作时，泄漏电流仅为近 100  $\mu$  A；而在遭遇瞬态或浪涌条件时，LED 就会开路，这时 NUD4700 分流保护器所在的分流通道激活，所带来的压降仅为 1.0 V，将带给电路的影响尽可能地减小。这器件采用节省空间的小型封装，设计用于 1 W LED(额定电流为 350 mA@ 3 V)，如果散热处理恰当，也支持大于 1 A 电流的操作。

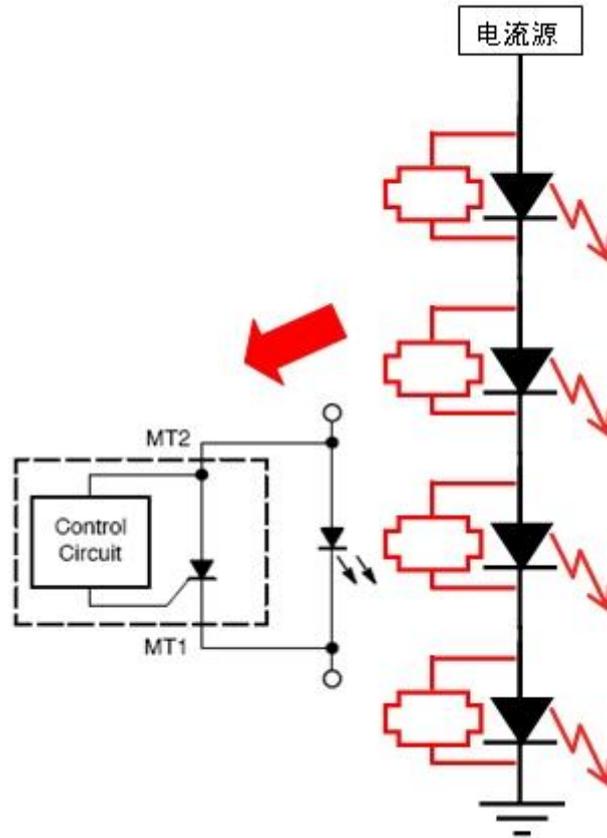


图 5：安森美半导体 NUD4700 LED 开路分流保护器的应用示意图

### 总结：

LED 所拥有的众多优势使其在通用照明市场越来越受到青睐。安森美半导体身为全球领先的高性能、高效能硅解决方案供应商，不论是采用离线交流电源或是宽输入范围的直流-直流 (DC-DC) 电源供电的 LED 照明应用，都能提供高能效的电源转换控制及 LED 驱动解决方案，满足相关应用需求，并提供极高能效，支持节能环保的最新趋势，受到客户的推崇。