

线性 LED 驱动器方案概览及其典型应用

在众多照明应用中，线性 LED 驱动器是首选的方案，因为它们相对简单，易于设计，且使 LED 能够以精确稳流电流来驱动，而无论 LED 正向压降或输入电压如何变化。由于驱动器是线性结构，它们必须匹配应用的功率耗散要求。安森美半导体提供电流范围在 10 mA 到 1 A 之间的宽广范围线性 LED 驱动器方案，包括新颖的线性恒流稳流器（CCR）方案及其它众多线性驱动器方案。

针对低电流 LED 驱动的线性 CCR 及应用示例

在电流低于 350 mA 的许多低电流 LED 应用中，如汽车组合尾灯、霓虹灯替代、交通信号灯、大型显示屏背光、建筑物装饰光及指示器等，可以采用普通的线性稳压器或是电阻来提供 LED 驱动方案。电阻用于限制 LED 串的电流，是成本最低的方案，易于设计，且没有电磁兼容性问题。但是，使用电阻时，LED 正向电流由电压确定，在低电压条件下，正向电流较低，会导致 LED 亮度不足，且在负载突降等瞬态条件下，LED 可能受损。电阻方案的能效也最低，不利于节能，这在强调高低能耗的应用中尤为不利。此外，电阻方案也存在 LED 热失控及筛选问题。线性稳压器方案的提供较佳的稳流精度（ $\pm 2\%$ ），支持过功率自调节，也没有 EMI 问题。这种方案的能效较低，成本适中。

客户需要比普通线性稳压器经济、但在性能上又比电阻高出许多的驱动方案。安森美半导体运用待批专利的自偏置晶体管（SBT）技术，结合自身超强的工艺控制能力，推出了新颖的 LED 驱动方案——NSI45 系列线性恒流稳流器（CCR）。与电阻相比，线性 CCR 在宽电压范围下亮度恒定，在高输入电压时保护 LED，使其免于过驱动，在低输入电压时提供更高亮度。得益于其恒流特性，客户可以减少或消除不同供应商提供的不同 LED 的编码成本，降系统总成本。CCR 也无 EMI 问题，采用高功率密度封装，并通过汽车行业 AEC-Q101 认证。

安森美半导体的 CCR 包含双端固定输出和三端可调节输出两种类型，电流等级分别涵盖 10 至 350 mA 及 20 至 160 mA，阳极-阴极最大电压 VAK 分别为 50 V 和 45 V。高 VAK 电压帮助抑制浪涌，保护 LED。这系列 CCR 在电流流动前无电压偏移，其快速导通/关闭特性提供宽范围及精确的脉宽调制（PWM）调光能力。市场上没有跟 CCR 一样的“即插即用”器件，其它器件都需最低 0.5 V 的电压导通，而不会像 CCR 一样立即导通（见图 1 左）。CCR 能以外部双极结晶体管（BJT）来提供精确的 PWM 调光（见图 1 右），典型 PWM 调光频率是 0.1 到 3 kHz，调光过程中并无色彩漂移，因为 LED 始终以优化的电流导通。

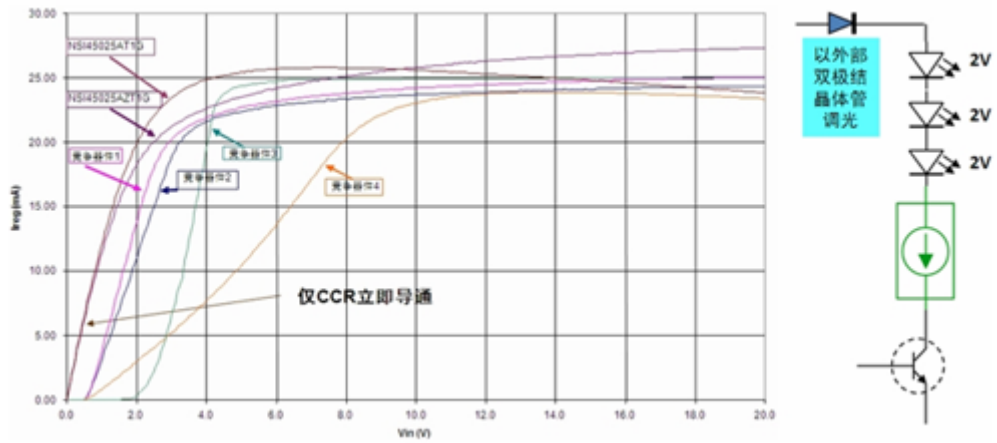


图1： 25 mA 的 CCR 与竞争器件的 I_{reg} - V_{in} 曲线比较（左）；CCR 调光应用示例（右）。

CCR 带有负温度系数 (NTC) 特性，在极端电压和工作温度下保护 LED 免受热失控影响。CCR 易于设计，适合高端 (High-side) 及低端 (Low-side) 应用（见图 2a），不需外部元件，非常简单，适合更宽的应用范围；相比较而言，有些供应商提供跟安森美半导体 CCR 类似的功能或性能，但需要额外的外部元件、不能配置为高端或低端驱动器、封装不同或是热可靠性较逊。

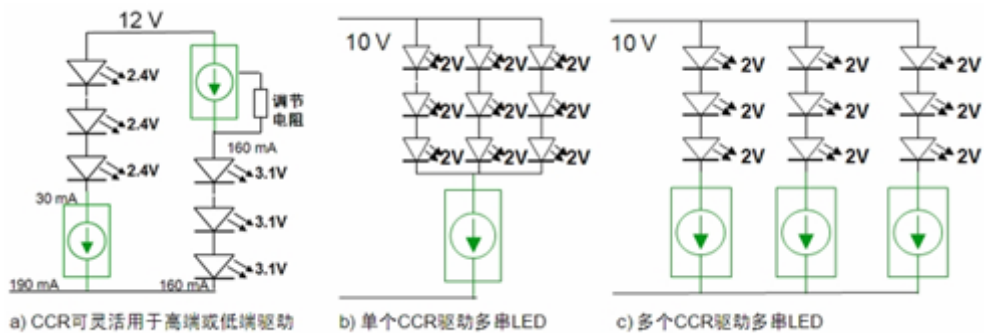


图2： CCR 可灵活用于高端或低端驱动，亦可驱动多串 LED。

CCR 还能用于驱动多串 LED（见图 2b 和 2c），同样是既可用于高端，也可用于低端。图 2b 显示的是单个 CCR 驱动多串 LED 的应用示例，这种配置的成本最低，但不同 LED 的正向压降必须匹配，且某串 LED 故障则其它串 LED 的电流增加，加大故障风险。这种配置中较多功率耗散在单个 CCR 封装之中。图 2c 显示的是多个 CCR 驱动多串 LED，这种配置的保护性能最佳，既不需要匹配 LED，某串 LED 故障对其它串也没有影响，且功率在多个 CCR 封装中耗散。

除了以单个 CCR 驱动单串或多串 LED，还能并联多个 CCR 来提供更大电流，驱动单串或多串 LED。其中，使用三端可调节输出 CCR 有助于满足特定电流设置要求，可调节电阻能耗不到 150 mW。

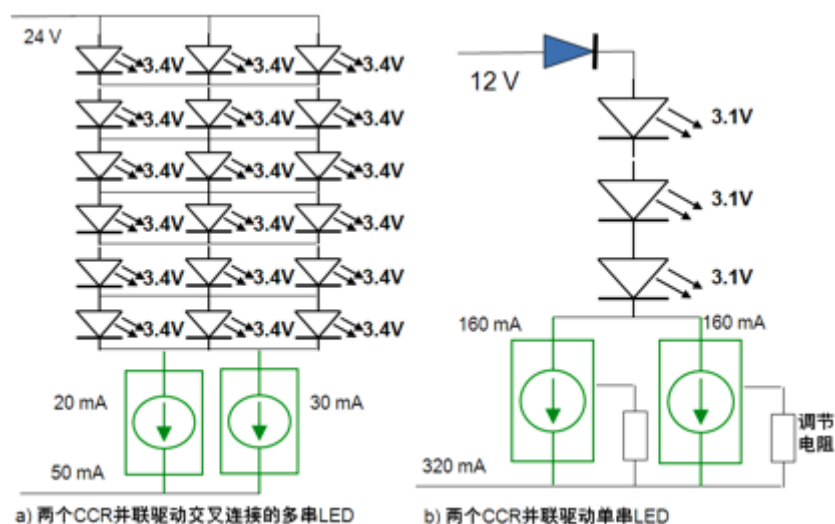


图 3： 并联多个 CCR 提供更大电流，驱动单串或多串 LED。

CCR 可以用于直接采用交流电源供电的应用。交流市电输入经过桥式整流后，只需要保证输入电压减去 LED 串总电压后所剩下的电压不超过 CCR 的 V_{AK} 即可。CCR 也可用于 T8 荧光灯管 LED 替代应用。采用 CCR 来驱动 LED T8 灯管（见图 4）与采用电子镇流器的荧光灯相比，输入功率更低，功率因数更高，总谐波失真更低，光输出更高。

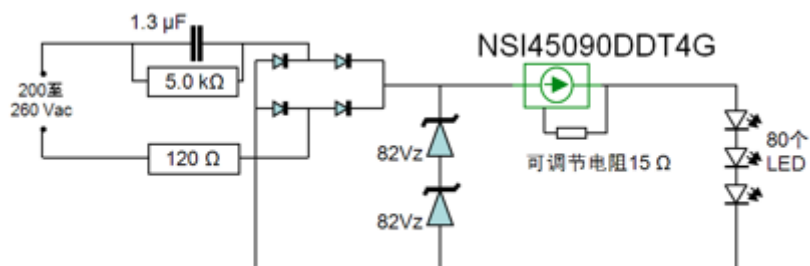


图 4： NSI45090DDT4G CCR 在驱动 LED T8 灯管应用中的电路图。

安森美半导体的 NSI45 系列 CCR 包含 10、15、20、25 或 30 mA 固定输出版本，60 至 160 mA 的可调节输出版本，以及通过汽车标准认证的 20 至 160 mA 可调节输出版本。安森美半导体并提供 CCR 样品套件和评估板供客户申请试用。

应用于可寻址标志、建筑物装饰光等应用的线性 LED 驱动器

安森美半导体除了提供新的线性 CCR 这样的低电流 LED 驱动器，更提供其它多种线性驱动器，用于显示屏驱动、可寻址标志、建筑物装饰光等应用领域。

诸如广告牌标志、滚动横幅、智能车辆标志和体育计分板等 LED 应用需要采用多颗 LED，通常包含多串 LED，要求 LED 驱动方案提供恒定的光输出，不同通道间的电流匹配精度要高，要提供易用的接口来控制不同 LED 通道，并且要具备可靠的保护功能。安森美半导体针对这类应用的方案包括 CAT4008 和 CAT4106 等恒流 LED 汲入型驱动器，其中前者支持 8 通道，后者支持 16 通道，LED 电流范围均为 2 至 100 mA，此电流由外部电阻设定。

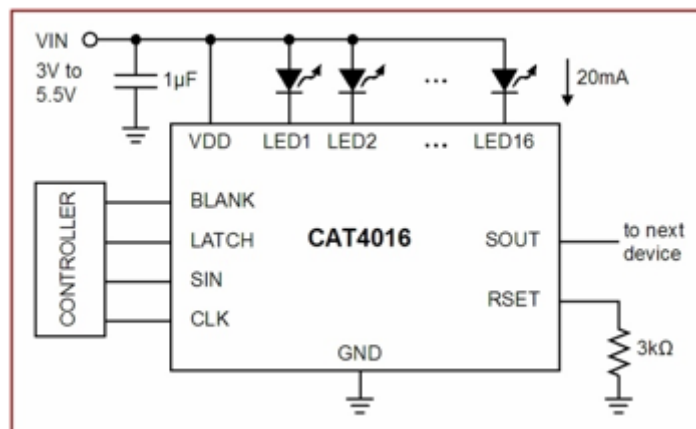


图 5: CAT4016 典型应用电路图。

某些旨在营造高视觉冲击力效果的建筑物装饰照明应用使用高亮度的 LED，要求 LED 驱动器能够驱动高亮度 LED，并且要具备高速接口，从而支持高数据率并确保维持高数据完整性，还需要具备超低的压降，从而提供更高的能效。安森美半导体适合这类应用的 LED 驱动器包括 CAT4101、CAT4103 和 CAT4109 等。

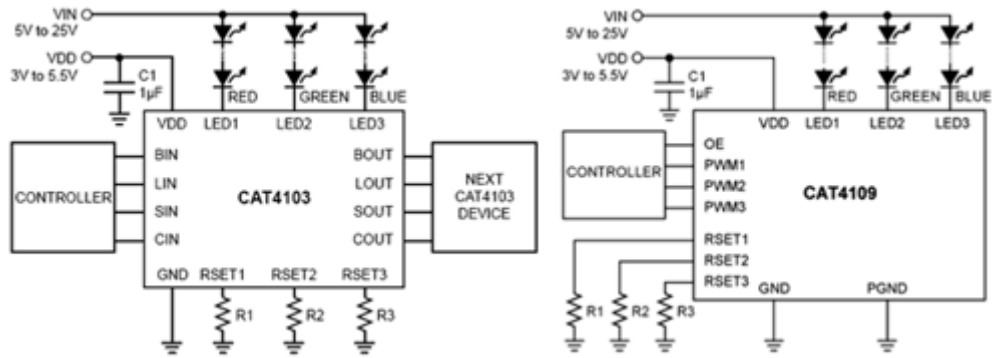


图 6：CAT4103 及 CAT4109 RGB 像素 LED 驱动器典型应用电路图。

其中，CAT4101 是 1 A 高亮度线性 LED 驱动器，不要求电感，消除开关噪声，将元件数量减至最少，并简化设计，针对要求大电流的建筑物 LED 装饰照明应用。CAT4103 是 3 通道串行可编程恒流 RGB LED 像素驱动器，为高端、多色彩、“智能”LED 建筑物照明应用而设计，具有高速串行接口，能支持达 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。CAT4109 也是三通道 RGB LED 像素驱动器，使用并行接口，每条通道具有专门的脉宽调制（PWM）控制，非常适合更常规的 LED 视觉效果应用，如混色和建筑物重点照明。

此外，在中大尺寸液晶电视应用中，LED 背光也在加速替代传统的 CCFL 背光。安森美半导体的 CAT4026 是一款 6 通道线性 LED 驱动器，用于大面板 LED 背光应用。设计人员可以在液晶电视的 LED 背光部分结合采用安森美半导体的 NCP1397 半谐双电感加单电容（LLC）谐振控制器及 CAT4026 侧光式 LED 线性驱动器，支持电路板高度低至 8 mm 的 LED 背光液晶电视设计。CAT4026 以单颗 IC 支持 6 通道，且易于分级为多达 12 个或 18 个通道（相应采用 2 个或 3 个控制器），目标能效高于 90%，典型能效达 94%。此外，该驱动器还提供正向电压监测功能，可以限制总体功耗；还能为 LED 开路及过多 LED 短路等不同 LED 串故障提供保护。

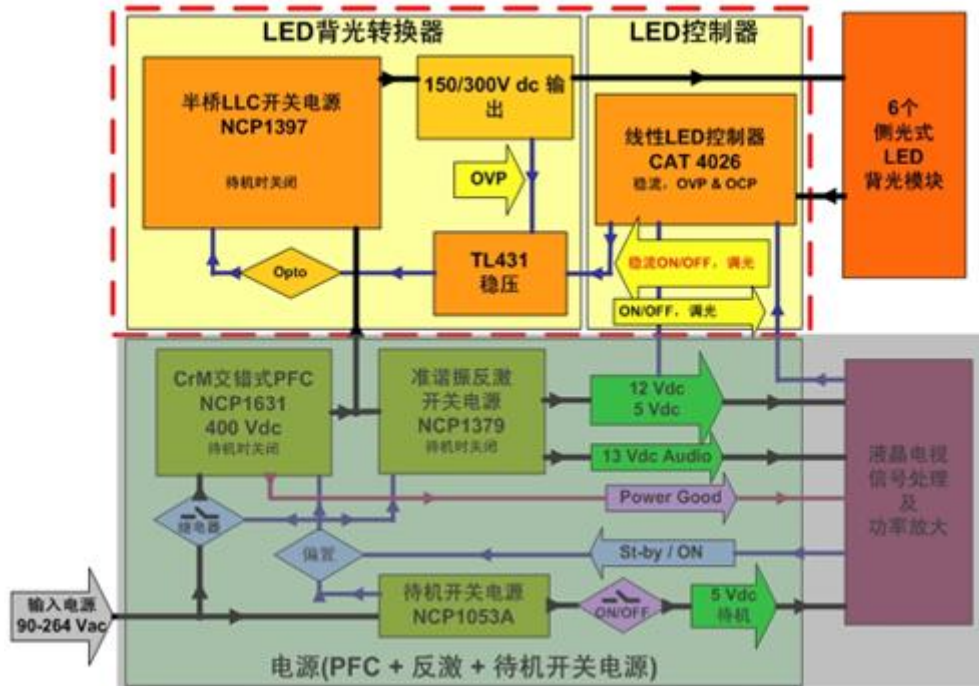


图 7：背光部分采用 NCP1397 和 CAT4026 的 46 英寸 LED 背光液晶电视电源示意图。

总结：

安森美半导体身为应用于高效电子产品的首要高性能硅方案供应商，提供应用于各种 LED 照明/背光应用的高效驱动器解决方案，包括 AC-DC LED 方案、DC-DC LED 开关稳压器方案以及不同线性 LED 驱动器方案等。本文重点探讨了安森美半导体的不同线性 LED 驱动器方案，包括应用于低电流应用的新颖的线性 CCR 方案，以及应用于可寻址标志和建筑物装饰照明应用的线性 LED 驱动器方案。客户可以根据实际应用需求选择适合的安森美半导体线性 LED 驱动器方案，缩短设计周期，并加快产品上市进程。