

街道及停车场照明等大功率 LED 区域照明挑战暨驱动电源方案

随着人们节能环保意识的日渐增强，业界越来越关注能源消耗对环境的影响。在各种能源消耗途径中，据统计，有高达 20%至 22%的电能用于照明。提高照明应用的能源使用效率乃至进一步降低其能源消耗，有助于减少二氧化碳排放，造就更加绿色环保的世界。因此，高效照明正在成为业界竞逐的一个焦点。

从应用领域来看，照明涵盖住宅照明、工业照明、街道照明和餐厅、零售及服务业照明等不同类别。而从功率等级来看，除了低功率照明，也包括大功率区域照明，典型应用如柱灯、洗墙灯、外墙灯、隧道照明、街灯、停车场及公共安全照明、工业及零售照明等室外照明，以及低顶灯、高顶灯、冻柜/冰箱及停车库等室内照明。

大功率区域照明存在不少挑战，如灯具可能难以接近、光源发生故障时可能带来安全问题、户外存在多种极端环境条件等。此外，不容忽视的是，应用于大功率区域照明的现有光源(如金属卤素灯、高压钠灯、线性荧光灯及紧凑型荧光灯)存在着不少局限，如高压钠灯的显色性差(CRI 约为 22)，金属卤素灯的典型灯具损耗较高(40%)且其从启动到发光至完整亮度经历的时间可能长达 10 分钟，线性荧光灯的冷温度性能差，紧凑型荧光灯的启动速度也较慢。

另一方面，随着高亮度白光发光二极管(LED)在性能和成本等方面持续改进，越来越多地用于大功率区域照明，并提供传统光源不具备的优势，如发出每流明光所消耗的电能更少、方向控制性更好、色彩质量更佳、环保，并且其开启和关闭能够更方便地控制，便于自动检测环境光从而改变亮度；此外，LED 的可靠性也更佳，利于降低维护成本及总体拥有成本。

LED 区域照明应用要求

LED 驱动器的主要功能就是在多种条件下限流，并要保护 LED 免受浪涌及其它故障条件影响，以及提供某种等级的安全性，避免(电气和/或机械方式的)震动及着火。对于区域照明应用而言，室外环境会给 LED 驱动器带来温度挑战，且可能需要承受 277 Vac、347 Vac 或者甚至 480 Vac 等比标准电压更高的交流输入电压。

区域照明应用的 LED 驱动器可能还需要符合某些有关功率因数或谐波含量的规范标准。如欧盟的国际电工联盟(IEC)的 IEC61000-3-2 标准对功率超过 25 W 的照明设备(C 类)的谐波含量提出了要求，相当于总谐波失真(THD)低于 35%；但符合 IEC61000-3-2 C 类谐波含量要求并不必然表示功率因数(PF)高于 0.9。而某些市场(如美国)通常要求 PF 高于 0.9 及 THD 低于 20%。

很多区域照明应用都在室外，可能会经受各种严格温度条件，从而使总体使用寿命受到影响。



图 1：智能双亮度等级 LED 街道照明示例。

而总体系统设计对使用寿命有重要影响，故使用内部发热较少、损耗更低的高能效 LED 驱动器非常重要，而且在设计中要对驱动器与 LED 热源进行热隔离，从而增强系统可靠性。

LED 照明的控制也可以变得更加智能化。传统街灯以定时器或环境光传感器来自主控制。而利用电力线通信(PLC)或无线控制技术, 可以提供高度灵活的 LED 区域照明控制, 如基于时间的光输出等级集中控制、基于车流量传感器的发光等级控制, 以及根据检测人、车活动来调控市中心照明, 兼顾步行车及街道照明。LED 智能控制技术在节省电能之余, 还不会损及安全性。典型应用有如智能双亮度等级照明, 如公园、加油站顶棚、停车场所、楼梯及电冰箱箱体照明都支持根据需要来调整亮度等级的照明。LED 能够即时导通及关闭, 能够在这些应用中方便地根据动作或活动来调节照明等级, 如在未检测到活动时提供 20%-40% 的亮度等级, 而在检测到活动时提供 100%亮度的照明。这样就利于大量节省额外的电能消耗。

LED 区域照明电源架构及典型 LED 驱动方案

1) 适合线性灯、线槽灯等应用的分布式/模块化方案

大功率 LED 区域照明应用中, 一种常见的电源架构是“功率因数校正(PFC)+恒压(CV)+恒流(CC)”的三段式架构。这种架构中, 交流输入电源经过功率因数校正和隔离型直流-直流(DC-DC)转换后, 输出 24 至 80 Vdc 的固定电压, 提供给后面内置 DC-DC 降压转换电路的恒流 LED 模块(见图 2)。这种架构的设计提供了能够现场升级的模块化途径, 可根据实际需求, 灵活改变 LED 光条数量, 从而增加或减小光输出, 满足具体区域照明应用要求。这种架构下, 交流-直流(AC-DC)转换与 LED 驱动电路并未集成在一起, 而是采用分布式配置, 既简化安全考虑又增强系统灵活性, 也称作分布式方案, 典型应用包括线性灯及线槽灯等。

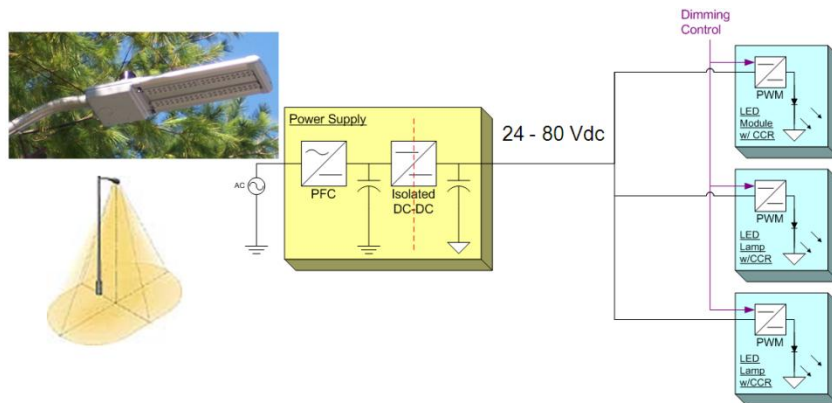
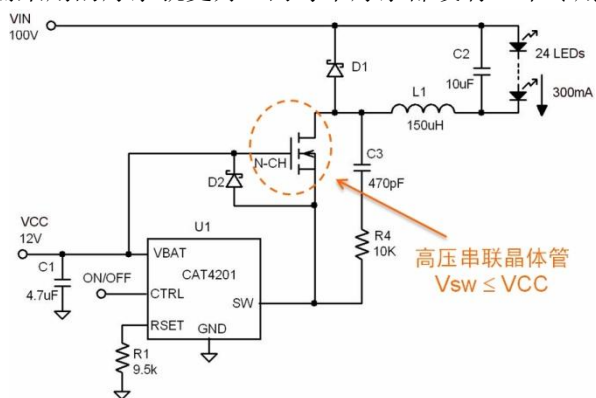


图2: 典型的模块化LED区域照明电源架构示意图。

在这种模块化途径下, 一项设计能够扩展用于多种光输出等级。而且随着LED光输出性能增强, LED模块要提供相同光输出等级, 所需采用的灯条就更好。而每个灯条都设有一个专用的DC-DC LED驱动器, 如可以采用安森美半导体的CAT4201高效降压LED驱动器。CAT4201专门优化用于驱动大电流LED, 采用具有专利的开关控制算法, 提供高能效及精确的LED稳流(可达350 mA)。CAT4201可采用最高36 V的电源电压供电, 并兼容于12 V和24 V标准照明系统。图3显示的是CAT4201的高压LED驱动器配置, 外围的N沟道MOSFET支持高压输入: 100 V输入电压时LED功率达30 W; 50 V输入时LED功率达13 W。图3: CAT4201高压LED驱动器配置。



2) 适合洗墙灯、外墙灯等应用的整体式/单段式方案

并不是所有的区域照明应用都要求采用分布式/模块化方案。随着白光LED性能的快速提升,新型LED已经可以配合新的LED驱动器设计方法。领先的LED制造商已经推出支持更大电流及具备更高发光性能的新型LED,如Cree的XP-G系列LED(正向压降为3.3 V)在1 A电流时可提供330流明光输出, Seoul Semiconductor的P7系列LED(正向压降为3.3 V)在1.4 A时可提供400 流明光输出。在这种条件下,可以配置新颖的LED驱动器来直接驱动1 A到3 A的大电流。例如,可以采用安森美半导体的NCL30001功率因数校正TRIAC可调光LED驱动器。

NCL30001是一种整体式/单段式的LED驱动方案,这种方案集成了PFC和隔离型DC-DC转换电路,并提供恒定电流来直接驱动LED。这种方案相当于将AC-DC转换与LED驱动两部分电路整合在一起,均位于照明灯具内,省下了LED光条中集成的线性或DC-DC转换器。这种整体式方案的电源转换段更少,减少元器件使用数量(如光学元件、LED、电子元件及印制电路板等)、降低系统成本,并支持更高的LED电源总体能效。当然,这种方案的功率密度更高,可能并不适合所有区域照明应用,其光学图案可能更适合较低功率的LED,典型应用包括LED街灯、外墙灯、洗墙灯及电冰箱箱体照明等。

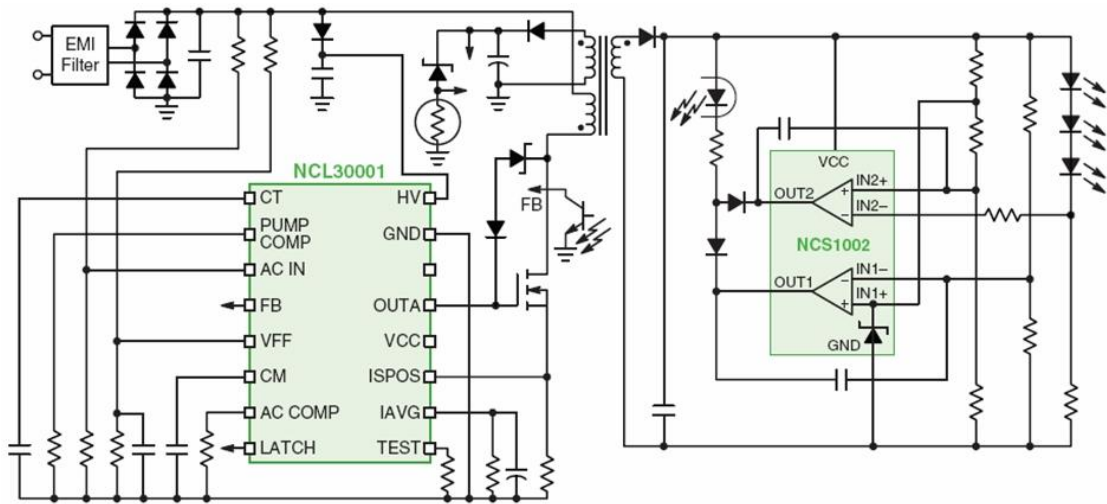


图 4: 基于 NCL30001 LED 驱动器和 NCS1002 控制器的 90 W LED 驱动器演示板电路。

安森美半导体开发了一款功率达90 W、电流0.7 A至1.5 A、电压低于60 V的单段式高功率因数LED驱动器演示板。该演示板采用了NCL30001 LED驱动器及带脉宽调制(PWM)调光功能的NCS1002次级端恒压恒流(CVCC)控制器(见图4),适合LED街灯等区域照明应用。

这 90 W 恒压恒流演示板接受 90 至 265 Vac 的扩展通用输入电压(更换元件条件下可支持 305 Vac),提供 0.7 A 至 1.5 A 的恒定电流输出范围(可通过微幅调节电阻来选择)及 30 V 至 55 V 的恒定输出电压范围(可通过电阻分压器来选择),最大输出功率 90 W,支持 50 至 1,000 Hz 调光控制,并包含可连接至可选调光卡的 6 引脚接口,用于模拟电流调节/双亮度等级数字调光等智能调光应用。此外,这演示板还提供短路保护、开路保护、过温保护、过流保护及过压保护等丰富保护特性。测试显示,这演示板在 50 W 输出功率、1,000 mA 输出电压/48 V 正向压降条件的能效高于 87%(详见表 1),在 50%至 100%负载条件下功率因数高于 0.9,同时符合 IEC61000-3-2 C 类设备谐波含量标准。

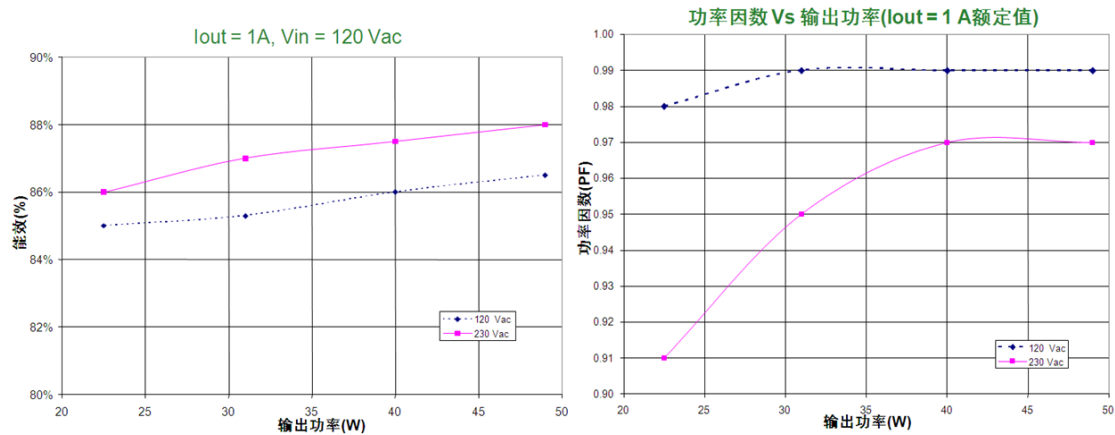


表 1: 基于 NCL30001 和 NCS1002 的 90 W LED 驱动器演示板能效测试结果。

3) 用于更大功率区域照明应用的高能效 LLC 拓扑结构驱动电源

近年来,业界对超高能效的 LED 照明拓扑结构兴趣日浓,期望在更大功率的 50 W 至 250 W LED 区域照明应用中提供高能效(如高于 90%)。要提供这样高的能效,需要采用高能效的电源拓扑结构,如谐振半桥双电感加单电容(LLC)拓扑结构,从而充分发挥零电压开关(ZVS)的优势。

在这类要求超高能效的更大功率 LED 区域照明应用中,可以结合采用安森美半导体的 NCP1607 PFC 控制器和 NCP1397 双电感加单电容(LLC)半桥谐振控制器,用于功率在 50 到 300 W 范围的高能效 LED 街道照明应用。NCP1397 是最新高性能谐振模式 LLC 控制器,集成了 600 V 高压浮动驱动器,支持 50 到 500 kHz 的高频工作,内置高端和低端驱动器,支持可调节及精确的最低频率,提供极高能效,并具备多种故障保护特性。

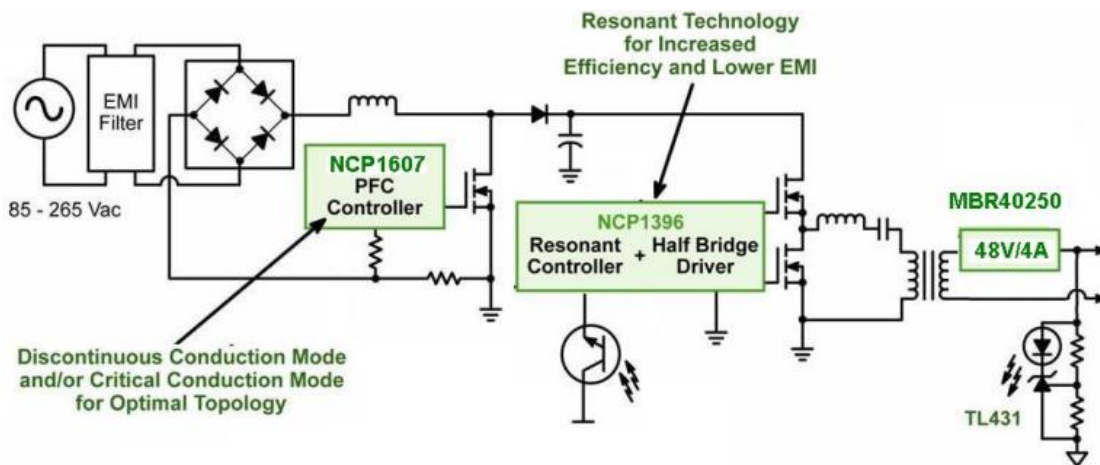


图 5: 基于 NCP1607 和 NCP1397 的街道照明高能效 LED 电源方案。

增强 LED 串可靠性的保护方案

区域照明应用中通常会采用多串 LED。虽然 LED 本身可靠性高,但若 LED 串中的某个 LED 开路,那么整串 LED 就可能关闭,而街道照明等应用中要避免这种状况,从而降低后期维护成本。安森美半导体推出了 NUD4700 LED 电流旁路保护器。这器件是一款分流器件,万一 LED 串中某个 LED 开路,则会提供电流旁路,确保在某个 LED 故障的条件下整串 LED 不会关闭;而且恰当处理散热的话,还可支持大于 1 A 的大电流。

总结:

安森美半导体身为应用于绿色电子产品的首要高性能、高效能硅方案供应商，为 LED 区域照明应用提供各种不同的解决方案，如用于分布式/模块化电源架构的 CAT4201 降压 LED 驱动器、用于整体式电源架构的 NCL30001 单段式高功率因数 LED 驱动，以及应用于大功率 LED 区域照明的 NCP1607 PFC 控制器及 NCP1397 谐振半桥 LLC 控制器方案，满足客户不同的应用需求。安森美半导体还提供基于 AMIS-49587 电力线通信 (PLC) 调制解调器等产品的联网型 LED 街灯控制方案，以及相关的 MOSFET、整流器、滤波器和保护产品等，为用户提供丰富选择，帮助他们缩短设计周期，加快产品上市。

供稿：安森美半导体

参考资料:

- [1]. 《48 V、2 A 高效单段隔离功率因数校正的 LED 驱动器及电信电源》，安森美半导体应用笔记 AND8394，www.onsemi.com/pub/Collateral/AND8394-D.PDF
- [2]. 《可调节 0.7 至 1.5 A 恒流、高达 55 Vdc 电压的单段功率因数校正 PFC 电源》，安森美半导体应用笔记 AND8427，www.onsemi.com/pub/Collateral/AND8427-D.PDF
- [3]. 安森美半导体 LED 照明方案选型手册，
www.onsemi.cn/pub/Collateral/BRD8034-D.PDF
- [4]. 安森美半导体街道及停车场照明用大功率 LED 电源在线研讨会，
webcast.ednchina.com/519/Content.aspx