

为不同功率 LED 通用照明应用选择适合的 LED 驱动电源方案

近年来，高亮度发光二极管(HB-LED)市场快速发展。LED 光效不断增高，平均每流明光输出的成本也持续下降，使其应用范围不断拓宽，除了已经在屏幕尺寸小于 4 英寸的便携设备背光及体育场馆大型显示屏等应用中占据主导地位，更向汽车、中大尺寸液晶显示器(LCD)背光及通用照明等市场渗透，发展前景非常可观。

以电灯泡和荧光灯管替代、嵌灯、街灯及停车灯、工作照明灯(台灯、橱柜内照明)、景观照明、广告牌文字电路、建筑物照明等通用照明市场为例，据估计，当前 LED 照明(或称固态照明，英文简称 SSL)的应用比例低于 1%，2008 年 LED 驱动器及相关分立器件的市场规模(SAM)仅为约 6.88 亿美元，预计到 2012 年市场规模将增长至 13.08 亿美元，年复合增长率高达 17.4%。因此，LED 通用照明成为热点市场。

本文旨在探讨 LED 通用照明市场不同功率范围及不同电源供电应用的要求，以及适用的 LED 驱动器及相关元器件，帮助照明设计工程师尽择适合的元器件方案，加快上市进程。

不同功率 AC-DC 供电 LED 通用照明应用要求及方案

不同功率的交流-直流(AC-DC) LED 照明应用所适合的电源拓扑结构各不相同。如在功率低于 80 W 的应用中，反激拓扑结构是标准选择；而在讲究高能效的应用中，谐振半桥双电感加单电容(HB LLC)是首选。安森美半导体提供覆盖宽广功率范围的 AC-DC LED 照明方案，表 1 列举了几种典型的安森美半导体 AC-DC LED 照明方案。

功率范围	3 W - 8 W	8 W - 40 W	40 W - 125 W	50 W - 300 W
应用	低功率照明 (G13/GU10/ PAR16/PAR20)	嵌灯及 PAR 灯泡 (PAR30/PAR38/ 灯管)	建筑物及 区域照明	高效 LED 街道照明
关键器件	NCP1014	NCL30000	NCL30001	NCP1607 + NCP1397
应用图例				

表 1: 安森美半导体典型 AC-DC LED 通用照明解决方案。

从应用的功率等级来看，AC-DC 供电的 LED 通用照明应用包括低功率、中等功率和大功率等不同类型。低功率应用的功率范围通常在 1 到 12 W 之间，中等功率涵盖 8 到 40 W 范围，大功率应用的功率常高于 40 W。

1) 1 W 至 8 W LED 通用照明应用要求及方案

在 1 W 到 8 W 的低功率 LED 通用照明方面，典型应用如 G13、GU10、PAR16、PAR20 和嵌灯等。这类应用的输入电压范围在交流 90 至 264 V 之间，恒流输出电流包括 350 mA 和 700 mA 两种，能效要求为 80%，并要求提供短路保护和过压保护等保护特性。

在这类应用中，可以采用安森美半导体的 NCP1015 自供电单片开关控制 IC。这器件集成

了固定频率(65/100/130 kHz)电流模式控制器和 700 V 的高压 MOSFET，提供构建坚固的低成本电源所需的全部特性，如软启动、频率抖动、短路保护、跳周期、最大峰值电流设定点及动态自供电功能(无需辅助绕组)等。

值得一提的是，NCP1015 在 1 W 到 8 W LED 照明应用中，既可以用于隔离型方案，也可用于非隔离型方案，满足客户的不同应用需求。这两种方案的成本差不多。但隔离型方案采用变压器实现电气隔离，方案中包含简单的反馈电路和用于负载开路及故障保护的钳位电路，安全性高，更适用于需求通过安规认证的应用。非隔离型方案采用抽头电感来隔离交流信号，能提高 MOSFET 工作的占空比，提高系统能效及电路性能。

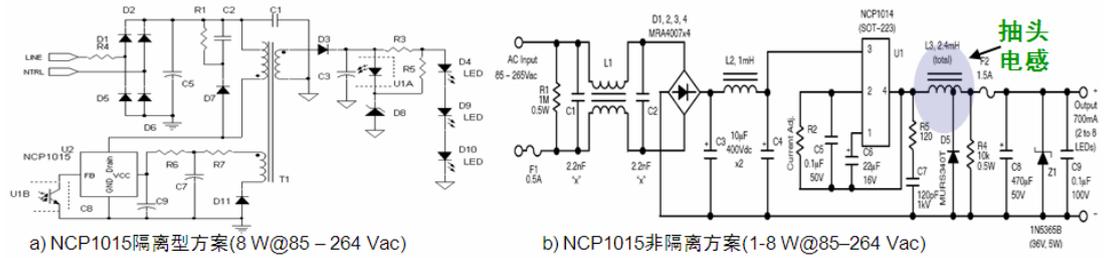


图 1：基于安森美半导体 NCP1015 的 1 至 8 W 隔离型(a)及非隔离型(b) LED 照明方案。

上述基于 NCP1015 的隔离型及非隔离型方案均不含 PFC，但安森美半导体也提供含 PFC 的 NCP1015/NCP1014 方案，为客户提供更多选择。

2) 8 W 至 25 W LED 通用照明应用要求及方案：无 PFC 与有 PFC

在 8 W-25 W AC-DC LED 照明应用中，我们要考虑两种情况。一种是应用不要求功率因数校正(PFC)。另一方面，美国能源部(DOE)“能源之星”固态照明(SSL)规范规定任何功率等级皆须强制提供功率因数校正(PFC)。这标准适用于一系列特定产品，如嵌灯、橱柜灯及台灯，其中，住宅应用的 LED 驱动器功率因数须大于 0.7，而商业应用中则须大于 0.9。但这标准属于自愿性标准，即可选择不遵从或遵从。因此，要考虑的另一种情况是要求 PFC。

不需要 PFC 的 8 W 到 25 W AC-DC LED 照明方面，典型应用如 PAR30、PAR38 和嵌灯。在这类应用中，输入电压要求为 85~135 Vac 或 185~264Vac(或通用输入)，能效要求大于 80%，提供短路保护及开路保护等保护特性，恒流输出电流为 350 mA、700 mA 及 1 A 等不同电流。相应地，可以采用安森美半导体的 NCP1028 或 NCP1351，见图 2。

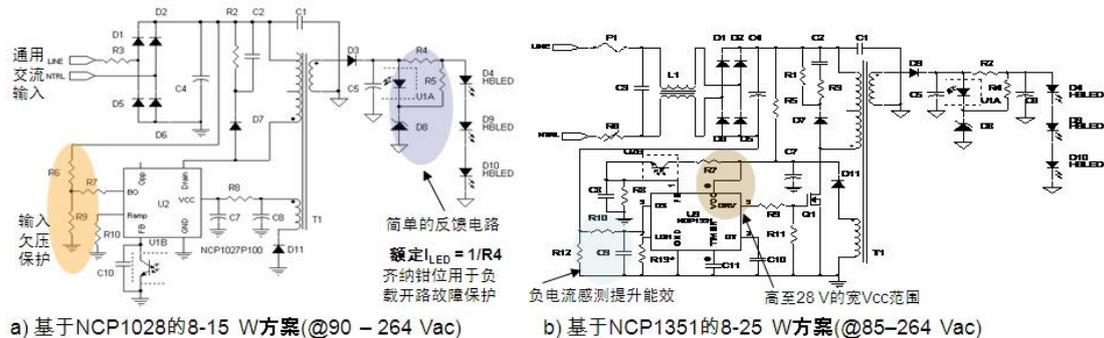


图 2：基于 NCP1028 和 NCP1351 的 8-15/25 W AC-DC LED 照明方案(无 PFC)

其中，NCP1028 是一款增强型单片开关控制 IC，提供 800 mA 峰值电流，还提供过功率保

护、内置斜坡补偿及输入欠压保护等特性，适用于在通用宽电源输入的应用中提供几瓦至 15 W 的输出功率。除了基于 NCP1028 的无 PFC 方案，安森美半导体现也提供基于 NCP1028 的有 PFC 的方案。NCP1351 则是一款固定导通时间、可变关闭时间脉宽调制 (PWM) 控制器，适用于成本至关重要的低功率离线反激开关电源应用。这器件支持频率反走，还具有门锁输入、自然的频率抖动、负电流感测及扩展的电源电压范围等特性。

在要求 PFC 的 8 W 到 25 W AC-DC LED 照明方面，典型应用同样是 PAR30、PAR38 和嵌灯。这类应用的输入电压规格为 90 至 264 Vac，能效要求 80%，支持 350 mA、700 mA 及 1 A 恒流输出，提供短路及过压保护，功率因数要求高于 0.9。这类应用适合采用安森美半导体的 NCL30000 单段式功率因数校正 LED 驱动器。单段式拓扑结构省下专用 PFC 升压段，减少元器件数量，帮助降低系统总成本。NCL30000 提供高于 0.9 的功率因数，满足 IEC C 类谐波含量要求。这器件能够直接驱动 LED，带精确恒流输出控制，在 5 至 15 W 的较低输出功率时能效高于 80%，典型能效高于 83%，并支持 TRIAC 等现有调光方案。

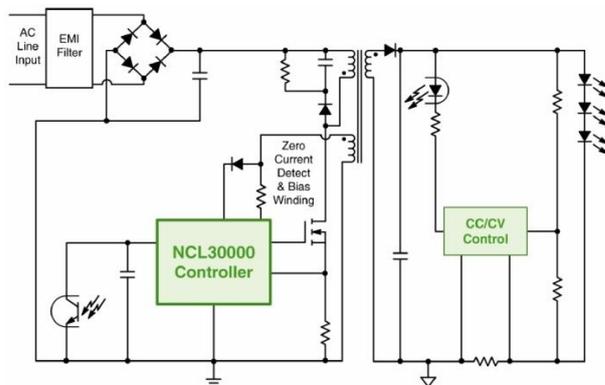


图 3: 基于 NCL30000 的 8-25 W AC-DC LED 照明方案(有 PFC)

3) 50 W 至 200 W LED 通用照明应用要求及方案

功率高于 50 W 的 AC-DC LED 应用广泛用于街道照明及大功率区域照明，可以采用不同的 LED 方案，用于 50 W-150 W 或 100W -200 W 的功率范围。假定其输入电压规格为 90--264 Vac，功率因数高于 0.9，能效大于 85%，提供短路及过压保护，及 350 mA、700 mA 和 1 A 的恒流输出。此类应用可以采用下述不同方案，适应不同需求：

NCL30001：单段式 PFC LED 驱动器；

NCP1607+NCP1377：CrM PFC+ QR PWM；

NCP1607+NCP1397 或 NCP1392/3：CrM PFC+ LLC PWM。

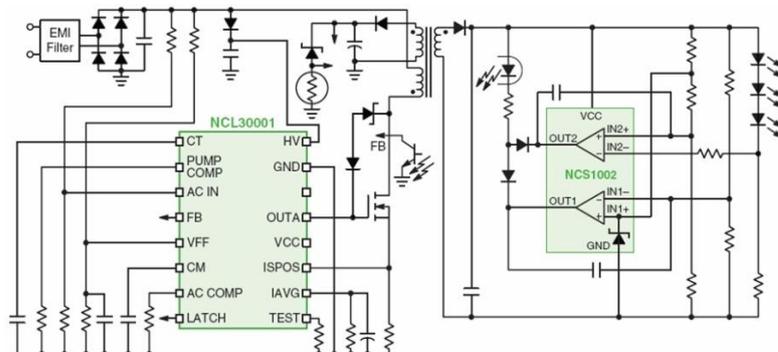


图 4: 基于 NCL30001 的 40-150 W AC-DC LED 照明方案。

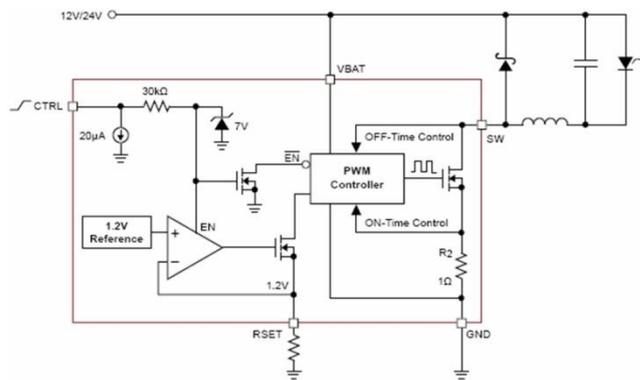
以 NCL30001 为例，这是一款电流连续模式(CCM)控制器，用于 40 W 到 150 W 功率范围的单段式功率因数校正 LED 驱动器。这器件支持 20 到 250 kHz 的可调节开关频率，支持频率抖动和电压前馈，包含输入欠压和过载定时器，提供高能效和高功率因数及坚固的保护特性，图 4 是 NCL30001 的典型应用电路图。

值得一提的是，近年来，业界对超高能效的 LED 照明拓扑结构兴趣日浓，期望在相对较低的功率电平(<50 W)提供高于 90%的能效，这个能效目标甚至比“能源之星”2.0 版外部电源能效要求(功率不超过 49 W 时能效高于 87%)更高。要达到这样高的能效，需要采用新的拓扑结构，如从反激拓扑结构转向谐振半桥拓扑结构，从而充分发挥零电压开关(ZVS)的优势。有利的是，安森美半导体早已着手开发能用于 LED 驱动电源的高能效半桥解决方案，如 NCP1396 及其升级版 NCP1397 高性能谐振模式控制器。NCP1397 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。

不同功率 DC-DC 供电 LED 通用照明应用要求及方案

对于直流-直流(DC-DC)供电的 LED 照明应用而言，同样可以根据不同功率范围来展开讨论。

4) 1 W-3 W DC-DC LED 降压应用



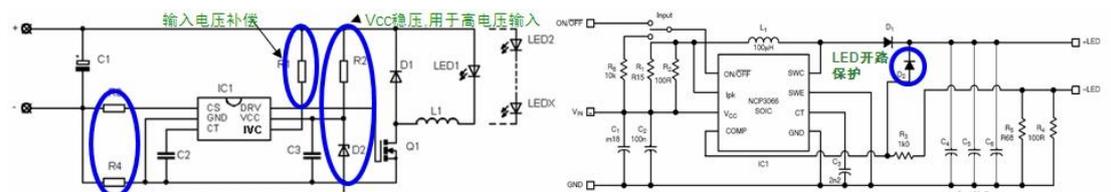
典型 1 W-3 W DC-DC LED 降压照明应用包括 MR11/MR16、汽车照明、太阳能供电等。这类应用的输入电压为 5 到 28 Vdc，支持 350 mA 和 700 mA 恒流输出，频率达 500 kHz 至 2 MHz，能效不低于 90%，工作温度范围为-40℃至 125℃。在这类应用中，可以采用安森美半导体的 CAT4201 降压 LED 驱动器。这器件拥有专利的开关控制架构，可驱动 7 颗串联

LED(24 V 输入时)，能效高达 94%，并提供 LED 开路保护、限流和过热保护等保护特性。

图 5: CAT4201 1-3 W DC-DC LED 方案。

5) 1 W-30 W DC-DC LED 降压应用

典型 1 W-30W DC-DC LED 降压应用包括 MR16 射灯、街道照明中的次级端 DC-DC LED 驱动器。这类应用中，输入电压范围为 7 至 120 Vdc，输出电压范围为 6 至 110 Vdc，支持 350 mA、700 mA 或 1 A 恒流输出，能效不低于 90%。这类应用可以采用安森美半导体的 NCL30100 降压 LED 驱动器，这器件外置开关 MOSFET，提供灵活的输入电压和输出电流设计，能效高于 95%，其应用电路图参见图 6(a)。



a) 基于NCL30010的1-30 W DC-DC LED降压应用

b) 采用升压配置的NCP3066用于3-20 W DC-DC LED升压应用

图 6: 基于 NCL30010 的 1-30 W LED 降压应用和基于 NCP3066 的 3-20 W LED 升压应用。

6) 1 W-20 W DC-DC LED 升压应用

典型 3 W-20 W DC-DC LED 升压应用常见于 DC-DC LED 驱动器。这类应用的输入电压为 5 至 28 Vdc，支持 350 mA 或 700 mA 恒流输出，能效不低于 90%。这类应用可以采用安森美半导体的 NCP3065/NCP3066 LED 驱动器。NCP3065/NCP3066 能够配置为降压、升压、单端初级电感转换器(SEPIC)和逆变器等不同模式，并提供相应的汽车应用版本，即 NCV3065/NCV3066。图 6(b)显示的是 NCP3066 的升压配置 LED 应用电路图。

7) 1 W-3 W 手电筒 LED 升压/降压应用

1 W-3 W 手电筒 LED 应用中既有升压型，也有降压型。升压型应用的输入电压范围为 1 至 2.5 Vdc，工作频率达 1.2 MHz；降压型应用的输入电压范围为 4 至 5.5 Vdc，频率达 1.7 MHz。两类应用都需支持 350 mA 或 600 mA 恒流输出，能效高于 90%。在 1-3 W 手电筒升压 LED 应用可采用安森美半导体的 NCP1421 升压 DC-DC 转换器，同等功率范围的手电筒降压 LED 应用可以采用安森美半导体的 NCP1529 低压降压转换器，应用电路图分别如图 7(a)和图 7(b)所示。

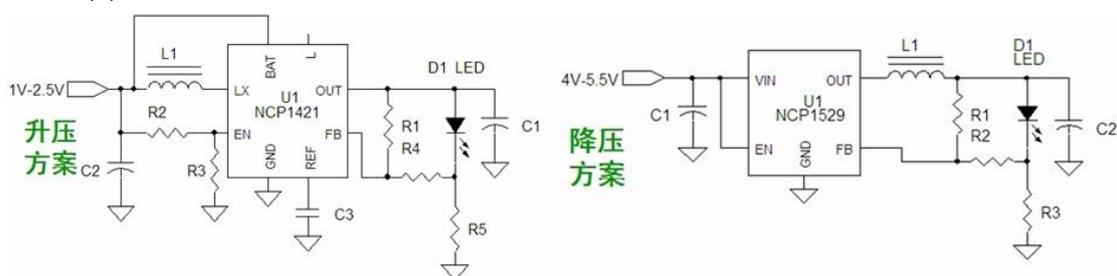


图 7：基于 NCP1421 的升压型和基于 NCP1529 的降压型 1-3 W 手电筒 LED 应用。

特别适合低电流 LED 照明应用的线性恒流稳流器

前文根据不同的供电类型，探讨了不同功率范围 LED 应用的要求及适合采用的驱动电源方案。但纵观不同的 LED 照明应用，可以发现有一类应用侧重于低电流应用，典型应用如商业和工业标识牌、汽车停车灯和尾灯，以及建筑物和装饰照明等。这类低电流 LED 应用常见的驱动方案包括降压线性稳压器和电阻等。这两种驱动方案各有其优劣势。

有利的是，安森美半导体利用正申请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，推出一种新的低电流 LED 驱动方案——NSI45 系列双端和三端线性恒流稳流器(CCR)。这种方案比线性稳压器更简单，且成本更低，但性能相比电阻方案又大幅提升，填补了市场空隙。NSI45 系列提供众多优势，如在宽电压范围下保持亮度恒定，输入电压较高时保护 LED 免受过驱动影响，输入电压较低时仍使 LED 较亮，帮助减少或消除 LED 编码库存，以及帮助降低系统总成本等，非常适合低电流 LED 电流应用。

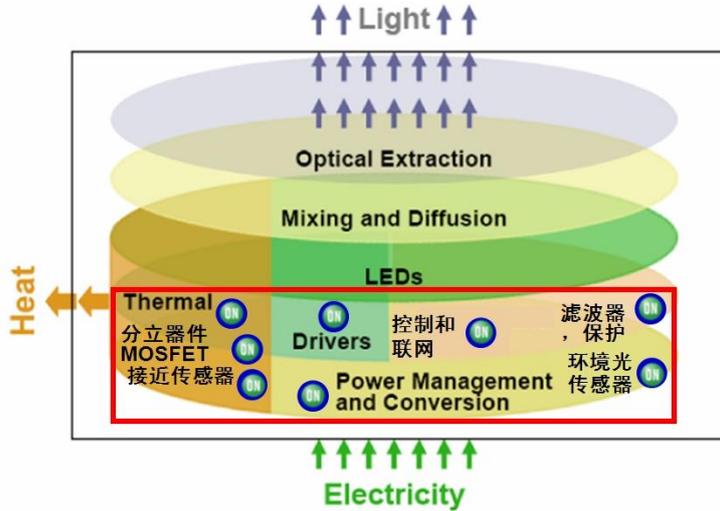
LED 照明应用中的其它产品及方案

众所周知，LED 照明系统较为复杂，涉及光学、电和热等不同范畴。安森美半导体身为应用于绿色电子产品的首要高性能、高效率硅方案供应商，提供完整的 LED 照明解决方案，除了驱动电源外，还包括通信、光传感器、MOSFET、整流器、保护、滤波器和热管理产品，参见图 8。

例如，LED 环境光及街灯强度控制、LED 背光强度控制和显示屏白平衡控制等应用需要能消耗极低的环境光传感器，并要求光传感器支持精确的低光等级工作，特别是在存在滤光的情况下。在这类应用中，安森美半导体提供包括光传感器、LED 驱动器及高速 I²C 接口的光

电产品组合，其中的光传感器产品包括 NOA1211(模拟输出)、NOA1302(数字输出)和 NOA1305(数字输出)等。这些光传感器的工作电流极低，在 100 流明光输出条件下分别仅为 58 μA 、550 μA 和 115 μA 。

此外，LED 街灯等应用为了降低后期维护成本，可在应用中增加保护器件，如采用安森美



半导体的 NUD4700，在发生 LED 开路故障条件时提供旁路电流，保证其它 LED 正常工作，且恰当处理散热的话，还可支持大于 1 A 电流。另外，在智能电网趋势下，工程师还可以在 LED 联网街灯应用中采用安森美半导体的 AMIS-30585 和 AMIS-49587 电力线载波(PLC)调制解调器及 NCS5650 PLC 线路驱动器等产品。除此之外，安森美半导体的 BC858CDXV6T1G

双极结晶体管(BJT)也可用于在 LED 照明应用的低能耗恒流感测。

图 8: 安森美半导体能为 LED 照明应用提供完成光电组合产品解决方案。

总结:

随着高性价比、超高亮度 LED 的出现，固态照明近年来快速发展。相应地，照明设计工程师需要根据供电电源、灯具、功率范围和 LED 配置等情况，选择不同的 LED 驱动电源解决方案。安森美半导体从系统角度出发，提供考虑电、热和光等多种因素的高可靠性产品，包括丰富的 AC-DC 和 DC-DC 供电高效 LED 驱动解决方案，以及光传感器、滤波、保护及联网等产品，为客户提供完整的 LED 照明解决方案。

安森美半导体身为全球领先的高性能、高效硅方案供应商，提供涵盖 1 至数百瓦功率范围的 LED 照明驱动及 PFC 解决方案，而无论 LED 照明应用采用何种的是 AC-DC 电源、DC-DC 电源或是 LED 手电筒所采用的电池，并满足客户对低成本、高性价比、高效或是选择是否增加 PFC 的不同要求。

供稿：安森美半导体

相关资料:

1.安森美半导体网站 LED 照明应用专区:

www.onsemi.cn/PowerSolutions/content.do?id=15102

2.安森美半导体 LED 驱动器设计资源专门网站: www.thinkonsemi.com

3.《LED 通用照明应用》培训教程，安森美半导体，

www.onsemi.cn/pub_link/Collateral/LED%20-%20High%20Brightness%20LED%20Driver%20Solutions%20for%20General%20Lighting%20-%20bilingual.rev2pdf.pdf