

不同电源供电及不同功率等级的 LED 照明驱动器方案

供稿：安森美半导体

随着 LED 技术的发展，LED 的应用已经从传统的小功率便携产品背光拓展至中大功率的室内照明、室外照明及手电筒等应用。根据驱动电源的不同，LED 照明通常可以划分为交流-直流(AC-DC) LED 照明、直流-直流(DC-DC) LED 照明电源以及电池供电的 LED 手电筒等不同类型，LED 灯具及其功率也各不相同，如 3 W PAR16、3×2 W PAR20、10 W/15 W PAR30、15 W/22 W PAR38、1 W G13、3 W GU10、1 W MR11、3 W MR16、3 W/9 W/15 W 嵌灯、1W-3W 阅读灯等。

1, AC-DC LED 照明解决方案

安森美半导体在 AC-DC 电源供电的 LED 照明应用中，提供各种离线控制器及功率因数校正(PFC)控制器，并配合隔离及非隔离要求提供不同的 LED 应用方案。在交流线路电压与 LED 之间没有物理电气连接的隔离应用中，常见的拓扑结构有反激(Flyback)及双电感加单电容(LLC)半桥谐振。不同拓扑结构适合于不同的功率范围或是用于满足特别的设计要求。例如，反激拓扑结构是小于 100 W 的中低功率应用的标准选择，而 LLC 半桥拓扑结构是大功率和高能效的首选方案。

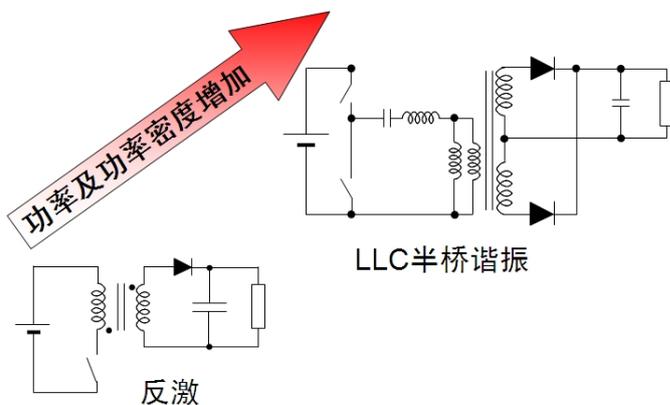


图 1: 不同功率范围的隔离型拓扑结构

AC-DC LED 照明应用中，小功率的 LED 应用通常以恒流(CC)来驱动，而恒压(CV)功能是在输出开路的情况下作为保护功能。大功率的 LED 应用可能需要在电路中增加功率因数校正(PFC)，其中的 AC-DC 转换与 LED 驱动两部分电路既可能采用整体式(integral)配置，即两者融合在一起，均位于照明灯具内，也可以采用分布式(distributed)配置，如图 2，从而简化安全考虑，并增加系统灵活性。

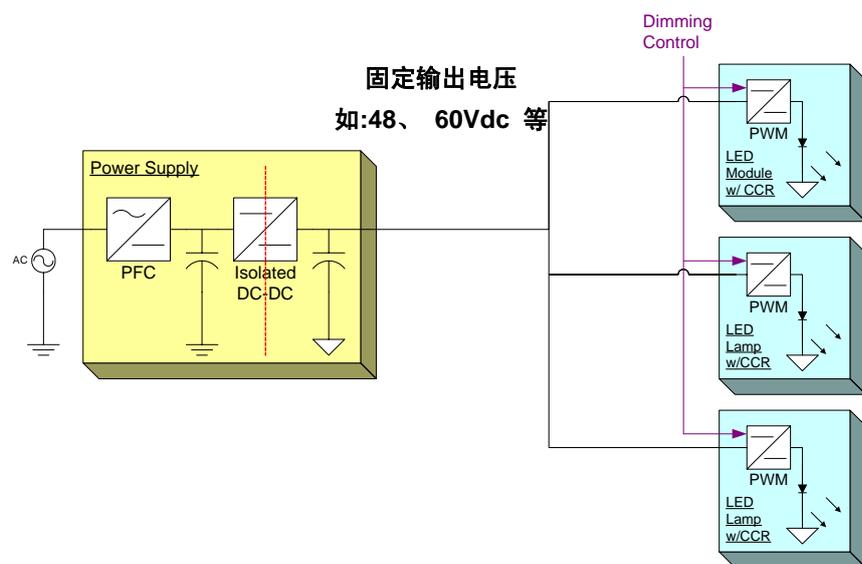


图2: 大功率LED驱动分布式(distributed)配置结构

从应用的具体功率范围来看, AC-DC LED照明的电源方案应用主要包括:

- 1 W-8 W: G13/GU10/PAR16/PAR20 照明
- 8W -25 W: PAR30/PAR38 照明
- 50 W-300 W: 区域照明

1) 1 W-8 W AC-DC LED 照明应用

这类应用要求的输入电压为 90 至 264 Vac, 能效达 80%, 同时提供短路保护、过压保护等保护特性, 并提供 350 mA、700 mA 恒流, 应用领域包括 G13、GU10、PAR16、PAR20 及嵌灯(downlight)等。

这类应用中可以采用安森美半导体的 NCP1015 自供电单片开关稳压器。这颗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。图 3 显示的是 NCP1015 在隔离型 1 W-8 W 范围 AC-DC LED 照明应用的电路示意图。值得一提的是, NCP1015 同样可用于非隔离型(电路中不含高频变压器)1 W-8 W 范围的 AC-DC LED 照明应用, 电路中可以采用抽头(tapped)电感来提高 MOSFET 工作的占空比, 并改善系统能效及电路性能。

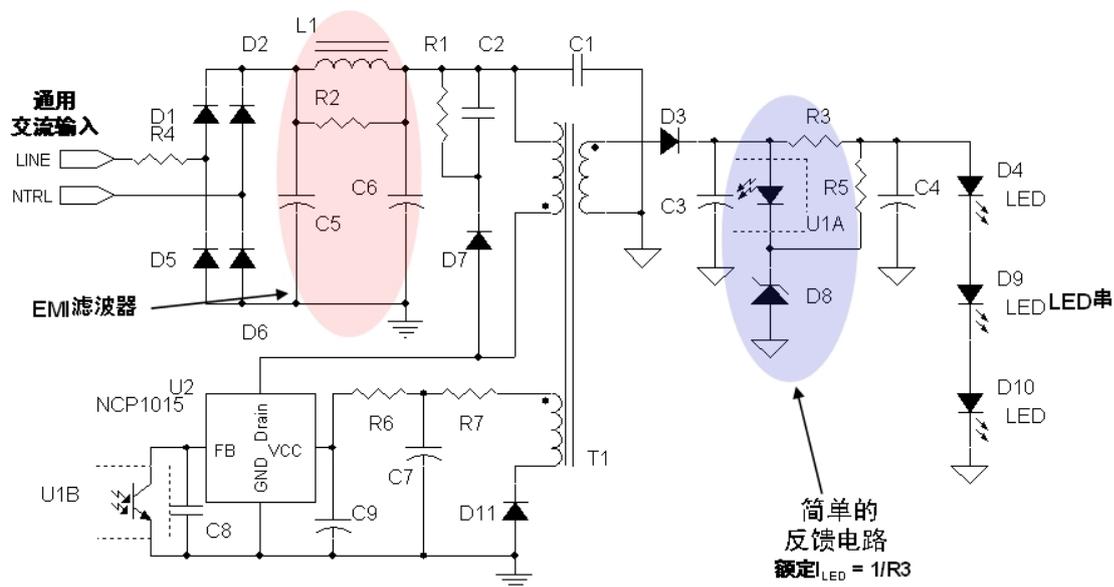


图3: 安森美半导体 8 W LED 驱动应用电路示意图(输入电压为 85 至 264 Vac)

2) 8 W-25 W AC-DC LED 照明应用

美国能源部(DOE)“能源之星”(ENERGYSTAR™)固态照明(SSL)规范中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。但这项标准属于自愿性标准,即可以选择遵从或不遵从。

相应地,在8 W-25 W AC-DC LED照明应用中,我们考虑两种情况,一种是应用没有功率因数要求,即不需采用PFC控制器,另一种是要求采用PFC控制器。在不需要PFC的应用中,我们假定输入电压规格为90~132 Vac或180~264Vac(或通用输入),能效达85%,提供短路保护及开路保护等保护特性,输出电流为350 mA、700 mA及1 A恒流,相应地可以采用安森美半导体的NCP1028或NCP1351。其中,NCP1028是一款增强型单片开关稳压器,适用于在通用主电源输入的应用中提供数瓦至15 W的输出功率。NCP1028的导通阻抗比NCP101x更低,提供800 mA峰值电流,具备NCP101x的诸多特性,此外还提供过功率保护、内置斜坡补偿及输入欠压保护等特性。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。这颗器件支持频率反走,还具有闩锁输入、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。图4显示的是90至264 Vac输入条件下基于NCP1351的8 W-25 W LED照明方案。

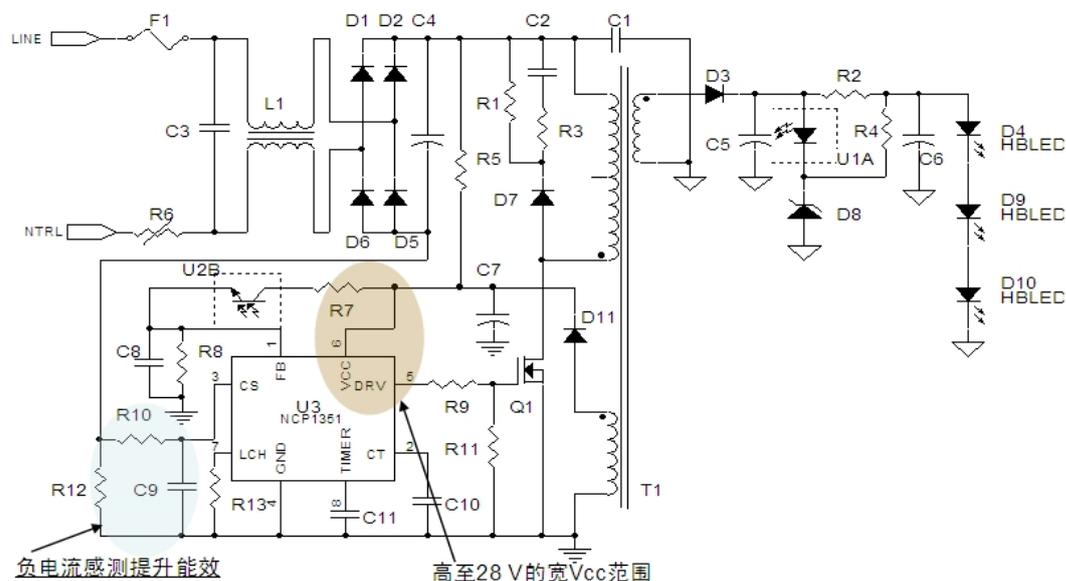


图 4: 基于 NCP1351 的 8 W 至 25 W AC-DC LED 照明应用电路示意图。

需要 PFC 的 8 W-25 W AC-DC LED 照明应用中，假定输入电压规格为 90 至 264 Vac，功率因数高于 0.9，能效达 80%，提供短路及过功率保护，输出电流同样有 350 mA、700 mA 和 1 A 等不同选择。在这类应用中，可以采用安森美半导体的 NCP1607 或 NCP1608 PFC 控制器。NCP1607 是一款高性价比的临界导电模式 (CrM) PFC 控制器。这颗器件与业界标准引脚完全兼容，简化工程师的设计。可调节的过压保护 (OVP) 及环路开路保护等功能也增强了设计灵活性及强固性。图 5 展示的是 NCP1607/NCP1608 在 85 至 135 Vac 或 185 至 264 Vac 输入条件下的 LED 照明应用方案。

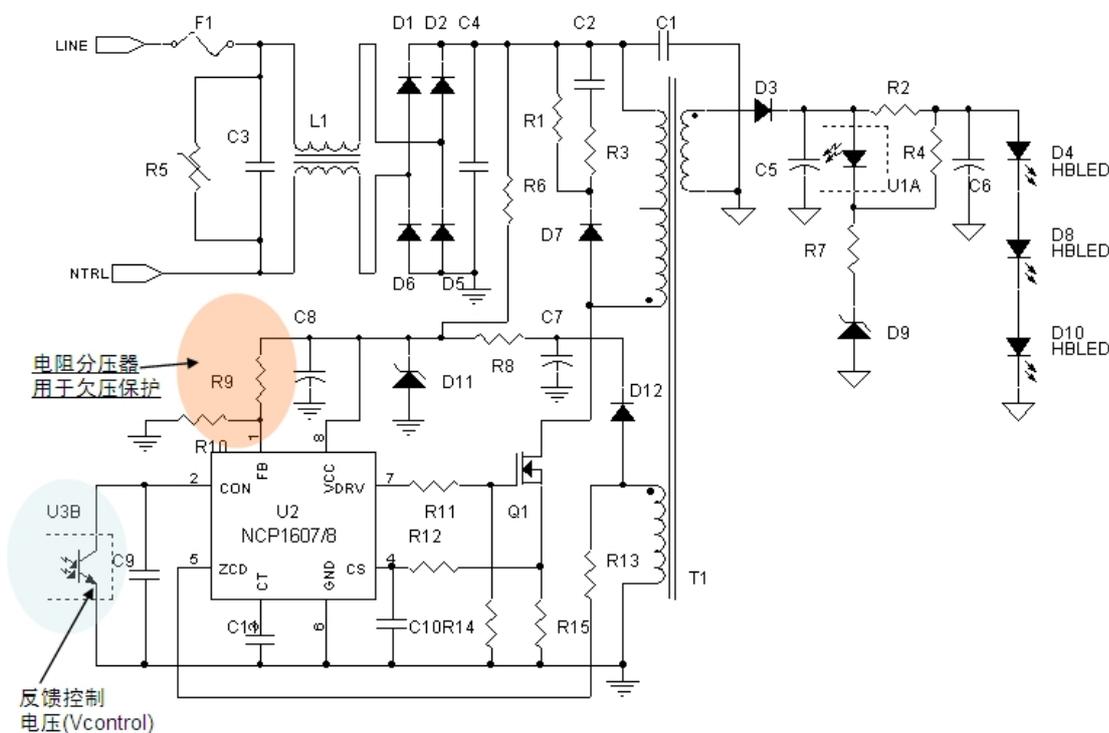


图 5: 基于 NCP1607/8 PFC 控制器的 8 W-25 W AC-DC LED 照明应用示意图

3) 功率高于 50 W 的 AC-DC LED 照明应用

在功率 50 W 到 300W 的 AC-DC LED 应用广泛用于街道照明及大功率区域照明应用中，可以采用不同的 LED 驱动方案，假定其输入电压规格为 90 至 264 Vac，功率因数高于 0.95，能效达 90%。

此类应用可以采用下述不同方案，适合不同应用要求：

NCP1652：改进型单段式 PFC

NCP1607/8+NCP1377：临界导电模式 PFC+准谐振电流模式 PWM

NCP1607/8+NCP1396：临界导电模式 PFC+半桥谐振 LLC

NCP1901：最新型两段式 (PFC+更高效半桥谐振 LLC)

例如，在 50 W-150 W 的 AC-DC LED 应用中，既可以采用 NCP1652 这样的改进型单段式 PFC 控制器，也可以结合采用 NCP1607/8 PFC 控制器及 NCP1377 准谐振 (QR) 模式 PWM 控制器。其中，NCP1377 结合了真正的电流模式调制器和退磁检测器，确保任何负载/线路

条件下提供完整的 CrM 工作，并确保最低的漏电压开关(准谐振工作)。NCP1652 驱动带有可编程死区时间的信号，支持有源钳位或同步整流，提供优化的能效。这颗器件还具有输入欠压保护、过压保护、过流保护等保护特性，支持频率抖动、跳周期及临界导电模式(CrM)/不连续导电模式(DCM)工作。基于 NCP1652、采用 85 至 135 Vac 或 185 至 264 Vac 输入的 50 W-150 W AC-DC LED 方案的示意图如图 6 所示。

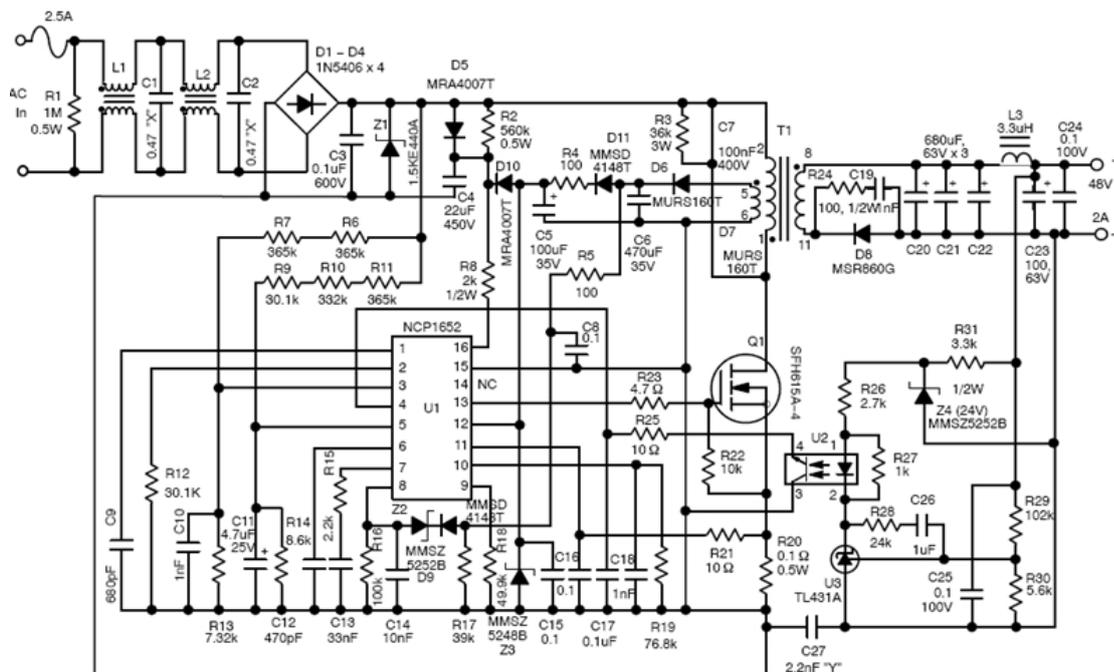


图 6: 基于 NCP1652 单段式 PFC 控制器的 50 W-150 W AC-DC LED 方案。

50 W 以上功率的 AC-DC LED 照明应用如果需要更高能效的 LED 电源，则需要高能效的 LED 照明拓扑结构，往往从反激式拓扑结构转向谐振半桥拓扑结构，以充分发挥零电压开关(ZVS)技术的优势。NCP1396 及 NCP1901 均是安森美半导体开发的 LED 电源用高能效半桥谐振方案。图 7 显示的是基于 NCP1901 的最新型 PFC+谐振半桥 LED 驱动器方案，输入电压为 90 至 264 Vac，功率 100 W 至 300 W，其中半桥段工作在固定频率以及固定占空比，用于降低开关损耗。

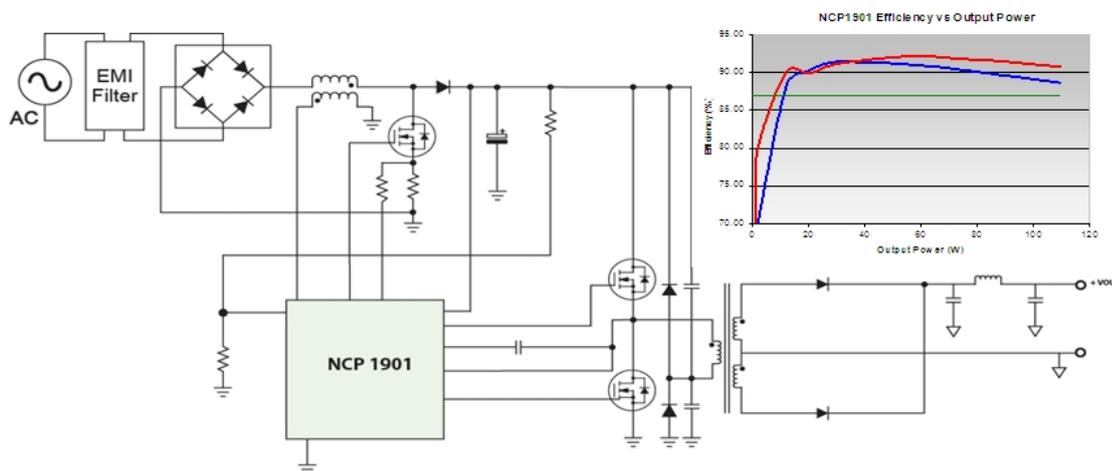


图 7: 基于 NCP1901 的 100W-300 W AC-DC LED 照明方案

2, DC-DC LED 照明方案

采用 DC-DC 电源供电的 LED 照明应用中, 常见具体应用包括 1 W-3 W MR11/MR16 降压 LED 灯泡、1 W-20 W 升压 LED 驱动器和 20 W-60 W 大功率 LED 驱动器。

其中, 在 1 W-3 W DC-DC LED 照明应用中, 可以采用安森美半导体的 CAT4201 降压 LED 驱动器, 这颗器件兼容于 12 V 及 24 V 系统, 提供达 350 mA 的 LED 驱动电流, 能够在 24 V 系统中驱动 7 个串联的 LED, 能效高达 94%。这颗器件采用有专利的开关控制架构, 帮助降低系统成本, 支持 CrM 工作并提升能效。CAT4201 还提供限流、热保护及 LED 开路保护等全面的保护特性。这颗器件在 1 W-3 W DC-DC LED 应用中的电路示意图如图 8 所示。

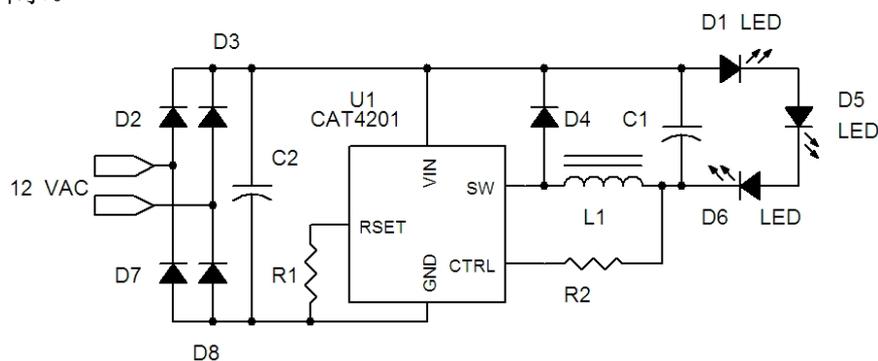


图 8: 基于 CAT4201 的 1 W-3 W DC-DC LED 方案。

而在功率范围达 1 W-20 W 的 DC-DC 升压 LED 应用中,可以采用安森美半导体的 NCP3065/6 或 NCV3065/6 (汽车应用版本) 降压、升压、单端初级电感转换器 (SEPIC) 及逆变多模 LED 驱动器, 并选择其中的升压电路模式。另外, 功率范围达 20 W-60 W 的 DC-DC 降压 LED 应用中可以采用安森美半导体的 NCP1034 同步降压 PWM 控制器。

3, LED 手电筒驱动方案

手电筒 DC-DC LED 照明方案包括升压型及降压型两种。1 W-3 W 的升压型 DC-DC LED 手电筒应用中可以采用带真关闭功能的 NCP1421 升压 DC-DC 转换器, 而 1 W-3 W 的降压 LED 手电筒应用中可以采用 NCP1529 低压降压转换器, 二者的应用示意图见图 9。

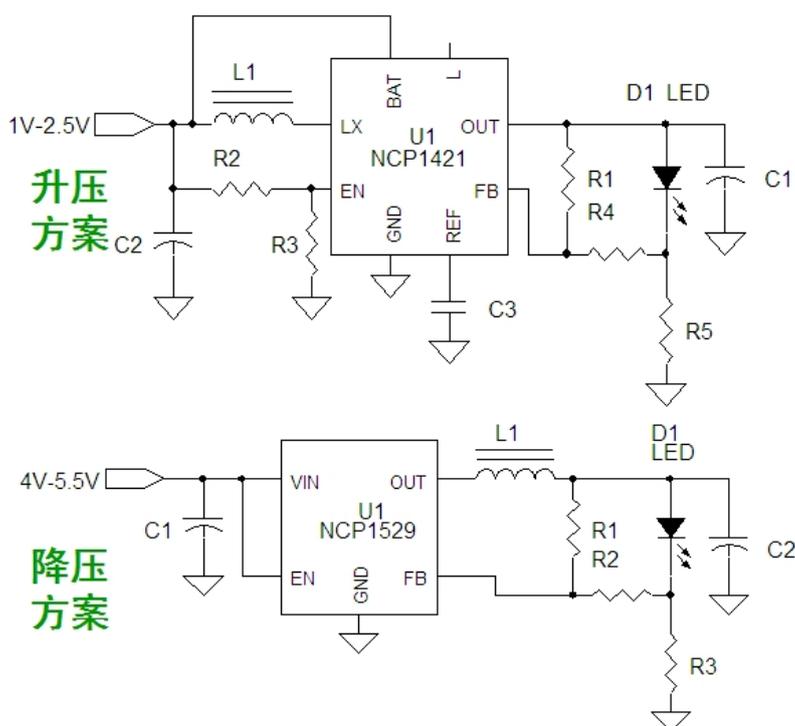


图 9: 基于 NCP1421 及 NCP1529 的 LED 手电筒升压和降压方案

4, 总结

安森美半导体是全球领先的高性能、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。无论是采用 AC-DC 电源、DC-DC 电源或是 LED 手电筒所采用的电池的 LED 照明驱动器, 安森美半导体都能提供给客户对低成本、高性价比、高效或是选择是否需要 PFC 的不同要求的 LED 照明驱动器方案。