

# 使用分立式电流感应放大器的 LED 照明中的精密亮度和色彩混合

Arjun Prakash, 电流感应产品



发光二极管 (LED) 照明在住宅和工业应用中呈指数级增长。据 ENERGY STAR 称, LED 照明的运行成本降低了 75%, 并且持续时间比传统的白炽灯长 35 至 50 倍。旨在降低能耗的政府法规也刺激和加快了 LED 的增长。LED 现在用于多种不同的应用中, 如汽车前照灯、航空工业、街道照明、应急灯等。

LED 是专用 p-n 结二极管, 可在由电信号激活时发光。向 LED 施加精确的受控电流时, 由于电子和“空穴”重新结合, 器件会释放光子。释放的光子将转换成人眼可见的光。通过成比例地控制 LED 上的电流, 可以精确地控制色彩和亮度。精确控制电流的常用技术是使用 RGY LED 创建色彩对比。

## LED 驱动器控制系统

控制 LED 的最常用技术是在 LED 上强制施加恒定电流。通过控制流入 LED 的电流, 可以精确地控制亮度和调光。图 1 简要说明了 LED 驱动器的系统实施方法。在工业照明系统中, 使用整流器和开关稳压器将 110V/220V 交流电压转换为直流电压。直流电压可以为 48V、60V, 甚至可以高达 400V。直流电压直接连接到 LED 驱动器。

电流感应放大器连接到直流电压总线以实现以下应用

- 检测多个并联灯串环境中的开路/短路 LED 灯串
- 在灯具使用期间维持恒定流明输出
- 精确测量电流以进行亮度控制
- 实现精确的线性或对数调光控制
- 需要对支持恒定流明输出 (CLO) 功能的 LED 灯具进行精确的电流测量。

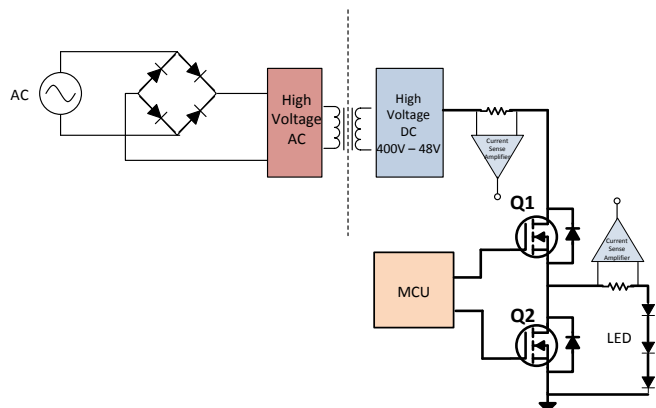


图 1. LED 驱动器控制系统

## 脉宽调制 (PWM) 调光

用于维持照明输出和保护的主要 LED 照明规格之一是最大电流额定值。对电流输出的精确控制可决定对 LED 照明的精确调光。PWM 调光通过以固定的持续时间（具有可变占空比）打开和关闭流入 LED 的电流来实现。由于 PWM 的占空比是可变的, 因此可以控制流入 LED 的峰值电流。由于占空比受到控制, 因此打开期间的峰值电流和关闭期间几乎为零的电流决定了流入 LED 的平均电流输出。该技术最易于实现, 但也有一些缺点。随着 LED 由于使用而发热, LED 的阻抗特征将发生变化。在不对阻抗特征进行跟踪的情况下, 由于调光而产生的亮度可能会不一致, 从而导致色彩和亮度变化。通过在 LED 驱动器的输出端添加电流感应放大器即可解决该问题, 如图 2 中所示。具有反馈控制功能的电流感应放大器可以精确地改变占空比, 无论 LED 特征怎么变化都可以维持一致的照明输出。不过, 仍需要通过以更高的开关频率运行和输出端的铁氧体磁珠来应对 EMI、闪烁效应和浪涌电流方面的系统挑战。

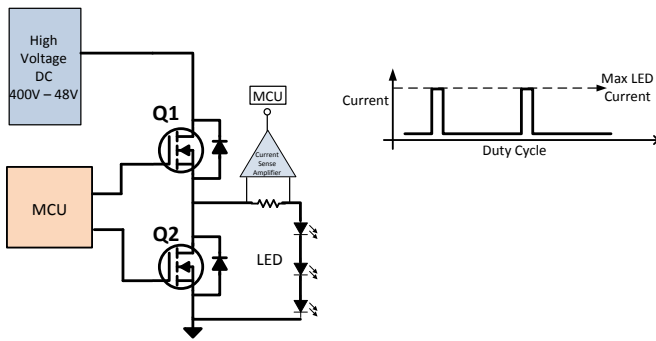


图 2. 使用电流感应放大器进行 PWM 调光

### 模拟调光或恒定电流控制

在模拟调光中，会将平均电流维持在恒定值。流过 LED 照明装置的电流与照明输出直接相关。对于要求 UL 2 类认证的应用而言，模拟调光要优于 PWM 调光。UL 2 类认证要求电源将 PWM 频率限制在 10Hz 和 200Hz 之间。在这些较低的频率下，LED 输出会对人眼产生闪烁效应，这不符合需求。

模拟调光也非常广泛地用于色彩混合应用。在特定的电流输出级别，LED 色温具有相应的额定值。例如，在 1300mA 时 LED 色温可能为 2800K，在 1500mA 时色温可能升高至 5000K。精确电流控制系统可以维持所需的色温。模拟调光所广泛用于的主要应用之一是创建色彩对比。在汽车娱乐信息系统中，LED 灯用于重新创建背景颜色，使其具有吸引力并且看起来尽可能真实。如图 3 中所示，LED 照明、LED 驱动器和具有模拟调光功能的精密电流感应放大器组合能够完成真实背景颜色创建。在具有非常严格的 EMI 限制的应用中，模拟调光也是首选方法。不过，模拟调光的缺点之一是其具有更改色温的属性。在需要调光以降低亮度但维持色温的应用中，模拟调光在这方面有所不足。

INA240 电流感应放大器可以通过 -4V 至 80V 的共模电压运行。低偏移 (25 $\mu$ V) 和低电压偏移漂移 (0.25 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C) 以及低增益误差 (0.2%) 和增益漂移 (2.5ppm/ $^{\circ}$ C) 使其适用于精确测量，无论系统温度如何都是如此。25 $\mu$ V 的低偏移使应用能够使用较低的分流电阻并且能够提高电流测量的总动态范围。电流感应放大器的动态范围与可用于调光的动态范围直接相关。除了高性能直流规格之外，INA240 还能够运行并抑制 dv/dt 瞬态，从而支持在内联测量位置进行实时 LED 电流测量。

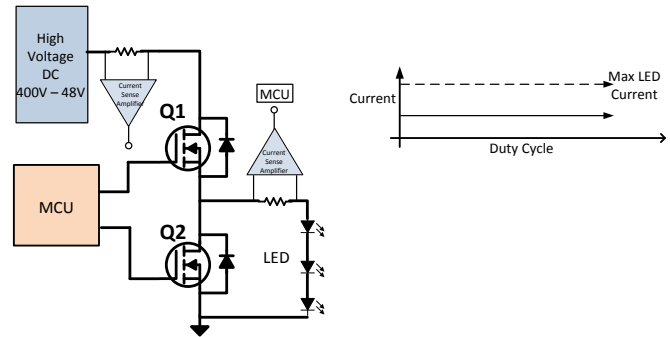


图 3. 使用电流感应放大器进行模拟调光

### 备选器件建议

LMP8646 是可用于提高任何开关或线性稳压器的电流限制精度的精密电流限制器，可直接连接到稳压器的反馈节点。LMP8646 可支持 -2V 至 76V 的共模范围，这使其成为 48V/60V 系统的理想之选。LMP8646 具有可分别通过外部电容器和电阻器进行设置的可调带宽和增益。LMP8646 的输出级仅是电流源，使其非常适合连接到开关稳压器的反馈节点。

表 1. 备选器件建议

器件	优化参数	性能平衡
INA168	带宽: 800kHz, 封装: SOT-23	可调增益, 外部组件
LMP8601	V <sub>CM</sub> -22V 至 60V	偏移电压: 1mV, 带宽: 60kHz
INA282	直流 CMRR: 140dB	带宽: 10kHz

表 2. 相关 TI 技术手册

SBOA174	《H 桥中的电流感应》
SBOA176	《开关电源电流测量》
SBOA166	《具有 PWM 抑制功能的高侧驱动、高侧螺线管监视器》

## 有关 TI 设计信息和资源的重要通知

德州仪器 (TI) 公司提供的技术、应用或其他设计建议、服务或信息，包括但不限于与评估模块有关的参考设计和材料（总称“TI 资源”），旨在帮助设计人员开发整合了 TI 产品的应用；如果您（个人，或如果是代表贵公司，则为贵公司）以任何方式下载、访问或使用了任何特定的 TI 资源，即表示贵方同意仅为该等目标，按照本通知的条款进行使用。

TI 所提供的 TI 资源，并未扩大或以其他方式修改 TI 对 TI 产品的公开适用的质保及质保免责声明；也未导致 TI 承担任何额外的义务或责任。TI 有权对其 TI 资源进行纠正、增强、改进和其他修改。

您理解并同意，在设计应用时应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性，以及您的应用（包括应用中使用的 TI 产品）应符合所有适用的法律法规及其他相关要求。您就您的应用声明，您具备制订和实施下列保障措施所需的一切必要专业知识，能够 (1) 预见故障的危险后果，(2) 监视故障及其后果，以及 (3) 降低可能导致危险的故障几率并采取适当措施。您同意，在使用或分发包含 TI 产品的任何应用前，您将彻底测试该等应用和该等应用所用 TI 产品的功能。除特定 TI 资源的公开文档中明确列出的测试外，TI 未进行任何其他测试。

您只有在为开发包含该等 TI 资源所列 TI 产品的应用时，才被授权使用、复制和修改任何相关单项 TI 资源。但并未依据禁止反言原则或其他法律授予您任何 TI 知识产权的任何其他明示或默示的许可，也未授予您 TI 或第三方的任何技术或知识产权的许可，该等产权包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权或与使用 TI 产品或服务的任何整合、机器制作、流程相关的其他知识产权。涉及或参考了第三方产品或服务的信息不构成使用此类产品或服务的许可或与其相关的保证或认可。使用 TI 资源可能需要您向第三方获得对该等第三方专利或其他知识产权的许可。

TI 资源系“按原样”提供。TI 兹免除对 TI 资源及其使用作出所有其他明确或默示的保证或陈述，包括但不限于对准确性或完整性、产权保证、无复发故障保证，以及适销性、适合特定用途和不侵犯任何第三方知识产权的任何默认保证。

TI 不负责任何申索，包括但不限于因组合产品所致或与之有关的申索，也不为您辩护或赔偿，即使该等产品组合已列于 TI 资源或其他地方。对因 TI 资源或其使用引起或与之有关的任何实际的、直接的、特殊的、附带的、间接的、惩罚性的、偶发的、从属或惩戒性损害赔偿，不管 TI 是否获悉可能会产生上述损害赔偿，TI 概不负责。

您同意向 TI 及其代表全额赔偿因您不遵守本通知条款和条件而引起的任何损害、费用、损失和/或责任。

本通知适用于 TI 资源。另有其他条款适用于某些类型的材料、TI 产品和服务的使用和采购。这些条款包括但不限于适用于 TI 的半导体产品 (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、[评估模块](http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm)和样品 (<http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm>) 的标准条款。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122  
Copyright © 2017 德州仪器半导体技术（上海）有限公司