

## LED照明

### LED照明的发展趋势

发光二极管(LED)是一项快速发展技术,正在广泛用于众多通用照明领域,通常称作固态照明。LED照明的典型应用是:室内照明(用于商业、工业及住宅环境)、室外照明(路灯、停车场照明)以及建筑、装饰照明等,最初,发光二极管由于能够发射整个频谱的彩色而被用于装饰照明。

某些情况下,LED已经成为建筑照明的有效方案。与其它照明技术相比,LED具有更优异的性能,因而成为当前通用照明市场的主流方案。

- 与其它照明技术相比,LED具有更长的使用寿命。LED的工作寿命长达50,000小时,而白炽灯的使用寿命只有1,000至2,000小时,小型荧光灯(CFL)的使用寿命大约为5,000至10,000小时。使用寿命上的显著优势使得LED非常适合那些需要投入较大人力成本更换照明灯的商业和工业应用。
- 能效优于白炽灯和卤素灯,等同于荧光灯。另外,LED的效率也在不断提高;白光LED(WLED)的效率在随后3至4年内预计提高大约50%。
- 更小的外形尺寸。LED灯的外形尺寸等同于MR16和GU10,而CFL无法满足这类应用。
- 可以采用适当的驱动器提供亮度调节。对于需要调节亮度的应用,荧光灯在技术上具有局限性。尽

管传统的LED设计也遇到了类似问题,但是Maxim提供的LED驱动创新方案兼容于可控硅调光和后沿调光设计。

- 具有较强的发光方向性。与其它照明技术不同,LED非常适合需要定向照明的应用,例如:小角度反射灯。
- 温度较低时具有更高效率。荧光灯的工作效率在低温时会下降。相比之下,LED非常适合低温工作环境,例如:冰箱灯。
- 可轻松更改发光颜色。这一优势使得RGB LED成为建筑和情景照明的理想选择,能够根据具体要求实时更改灯光颜色。

总之,LED具有白炽灯和荧光灯所不具备的众多优势。基于这些优势,设计人员也在不断地发掘适合LED照明的更多应用,但是,由于篇幅有限,我们不在此赘述。本文将主要讨论两种非常流行的应用:LED照明换代产品和远程控制LED照明。

LED照明改造用于替代相同规格的白炽灯、卤素灯或荧光灯。这些LED灯必须能够安装到现有规格尺寸内并兼容现有的基础设施。

LED用于远程控制照明系统的调光并可改变灯光颜色,提供了极大灵活性。此外,无线或电力线通信(PLC)远程控制技术的应用也为新一代LED应用创造了良好条件。

### LED换代灯

许多人认为LED换代灯是当前LED照明增长最快的市场。快速增长的原因很简单:这些照明灯不需要更新电气基础设施(即布线、变压器、调光器和插座),这是LED技术的显著优势。



PAR20产品图片由LEDtronics, Inc.赞助提供。



LuxDot是LedEngin, Inc.的商标,产品图片由LedEngin, Inc.赞助提供。

对于设计人员，将LED灯安装到现有的基础架构上主要存在两方面的挑战：

1. **外形尺寸**，换代灯必须能够安装到前期灯源的框架内。
2. **电气兼容**，换代灯必须能够在现有的电气架构上正常工作，不会发生灯光闪烁。

下面，我们将逐一讨论每项挑战。

### 安装到现有框架

现有框架对换代灯提出了物理限制(即驱动板必须足够小)和热限制要求。这些因素制约了设计人员更换照明方案的条件(例如PAR、R和A型规格)，尺寸越小的应用所面临的困难越大，例如MR16和GU10。

尺寸是制约换代方案的关键因素，而热限制往往更加关键。LED只发射可见光，与其它技术不同，它们不产生红外波辐射能量。因此，LED比白炽灯或卤素灯的能效更高，绝大多数热量通过灯内导体耗散。

散热是制约灯管所能产生的光强的关键因素，目前在照明换代产品中使用的LED技术很难达到主流市场所能接受的亮度水平。为了突破亮度限制，需要解决散热问题，这也是产品成功地走向商业化必不可少的条件。

散热问题还直接影响到驱动板的使用寿命。为了发出更高光强，照明灯必须工作在相当高的温度下(+80°C至+100°C)。这种温度下，驱动板的寿命会限制整个照明灯的工作，特别是电解电容成为设计面临的一个棘手问题。因为电解电容在高温下会很快干燥，在这样的条件下，这种电容的工作寿命不会超过数千小

时，这也成为制约整个照明灯使用寿命的因素。较长的工作寿命是LED灯的一个主要卖点，对于设计者来说，寿命相对较短的电解电容成为主要的设计屏障。

Maxim针对120VAC/230VAC输入和12VAC输入换代灯推出了独特的LED驱动方案。这些LED驱动方案可以省去电路板上的电解电容，使LED灯的寿命从通常的低于10,000小时延长到90,000小时。由于省去了电解电容，还有助于缩小方案尺寸，使驱动板能够安装到小尺寸换代灯框架内。

### 兼容于电气基础架构

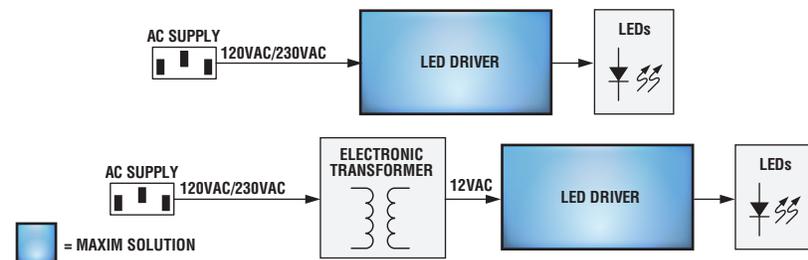
LED换代灯必须在现有基础设施下正常工作，包括切角(三端双向可控硅和后延)调光器和电子变压器。

接入120VAC/230VAC电源时，照明灯可以首先通过三端双向可控硅调光器调节。三端双向可控硅调光器的设计能够很好地配合白炽灯和卤素灯工作，这些灯都是纯阻性负载。但是，使用LED改造灯时，LED驱动器通常为非线性、非纯电阻负载，输入桥式整流器通常在交流输入电压处于正向和负向峰值时瞬态吸收大电流。三端双向可控硅调光器无法保障LED的这一需求，因为它既不能提供所需的启动电流，也不能

提供保持电流。从而使调光器不能正常启动或在工作时正常关闭，而且还会造成LED闪烁，这也是系统无法接受的现象。

作为换代产品，其电气架构更加符合12VAC输入照明灯的设计，因为电子变压器和后沿调光器可以连接到照明灯的输入。但是，12VAC输入照明灯的驱动器采用的是传统的桥式整流器和DC-DC转换器拓扑，由于变压器和调光器的不兼容性，同样也会产生闪烁。

Maxim的120VAC/230VAC和12VAC输入照明灯的解决方案采用单级转换。通过对输入电流整形，可以使照明灯在调光状态下也不会发生闪烁，这些方案兼容于双向三端可控硅和后沿调光器及电子变压器设计。目前，还没有有一款MR16方案具备这一特性，也很少有PAR、R和A型灯方案具备这一特性。此外，我们的解决方案还具有优于0.9的功率因数修正，需要极少的外部元件。无需电解电容，这些电容在高温环境下会严重制约驱动电路的工作。120VAC/230VAC和12VAC解决方案均采用MAX16834 IC，可以供用户评估并投入批量生产。这些都是Maxim的独有方案，Maxim也是唯一能够提供这种优势组合的供应商。



MR16 (上图)和离线式照明灯(下图)的方案框图。

关于Maxim推荐的LED照明方案的完整信息，请访问：[china.maxim-ic.com/lighting](http://china.maxim-ic.com/lighting)。

## 远程控制路灯、停车场和室内照明的应用



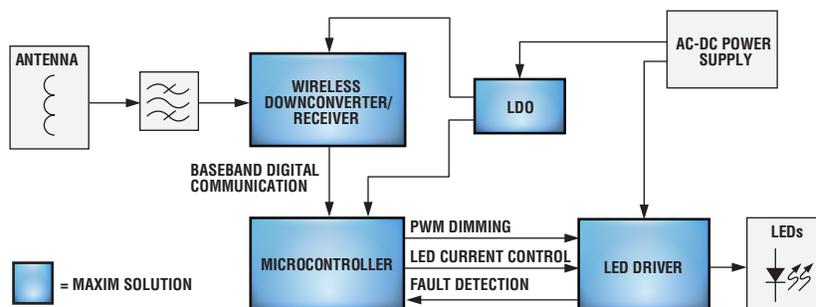
如上所述，LED为调光和改变照明色彩提供了更大的设计灵活性。这种多功能设计非常适合建筑照明、室内照明及调光、高效路灯和室外照明等应用。所有这些应用都需要一种远程控制技术，对LED灯进行控制。为了在市场上取得成功，把照明设施升级为LED技术的成本必须控制在最低水平。毫无疑问，能够重复利用现有基础设施的方案也必然是最受市场欢迎的方案。

在远程控制LED照明应用中，产品升级成本最高的基础架构是控制LED照明布线。幸运的是，可以利用两种技术省去这笔昂贵的升级费用：LED灯可以通过无线链路控制或利用PLC技术通过现有的电力线控制。

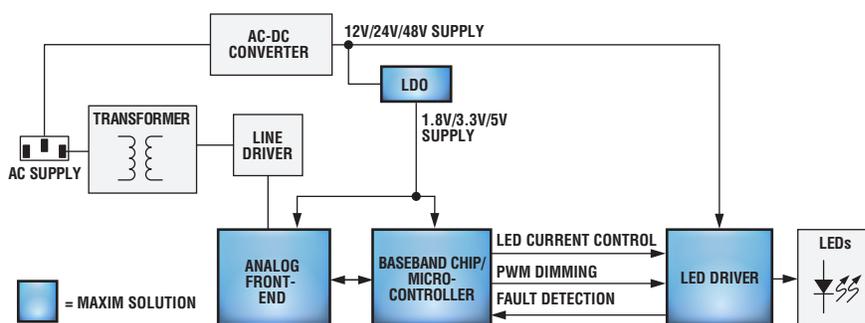
PLC技术能够支持远距离通信，但当交流线路的断路器或变压器不允许数据流自由传输时，可能带来一些问题。虽然无线通信不存在这一问题，但通信频率限制在免授权波段，无线通信距离也受到一定限制。有些情况下，可以将这两种技术相结合得到最佳的解决方案：在没有变压器阻隔的情况下采用电力线通信，而利用无线连接支持跨变压器设计。

远程控制LED照明的主要设计要求包括：

- **通信范围**，取决于具体应用。对于住宅的室内应用，30m左右的通信范围即可满足要求，路灯则需要数千米的通信范围。
- **低功耗**，LED的一个重要卖点是高效。关闭照明、只有通信线路保持有效状态时，需要保证LED灯的功耗最低，这一点对于设计非常关键。
- **通信速率**，有些照明应用只需较低的通信速率(几kbps)即可满足调光控制和故障状态读取的要求。但是，建筑照明有时可能需要非常高的数据速率，甚至达到100kbps。洗墙灯就属于这类应用的一个典型例子，通过一条总线控制多个照明灯，并需要不断改变灯光色彩。
- **低成本**，绝大多数照明应用都有类似要求。



典型的无线控制照明系统框图。



典型的PLC控制照明系统框图。

关于Maxim推荐的LED照明方案的完整信息，请访问：[china.maxim-ic.com/lighting](http://china.maxim-ic.com/lighting)。

远程控制照明系统通常包括一个微控制器，它可以是一个分立单元，或者集成在另一IC内部。多数情况下，一个基本的微控制器即足以满足要求，除非系统采用的是复杂的通信协议和复杂堆栈(例如ZigBee®)。该控制器负责处理通信协议解码、LED驱动器调光信号、读取故障状态等功能，并用于控制灯的照明效果(例如剧场调光)。

照明应用采用无线通信时，可以选择Maxim提供的MAX1473接收器和MAX1472发送器。这些产品工作在300MHz至450MHz免授权波段，室内环境下通信距离可以达到30m至50m。MAXQ610微控制器以极低成本提供上述所有必备功能。

对于PLC应用，Maxim的解决方案包括MAX2991模拟前端(AFE)

和MAX2990基带处理器。这些器件构成一套完整的电力线发送/接收芯片组，能够以高达100kbps的数据率，在长达10km的电力线上传输数据。这一传输距离使其非常适合路灯照明系统。MAX2990集成了一个带有PWM输出的微控制器，用于控制LED驱动器的PWM调光输入。这一功能省去了产生调光信号的其他电路。

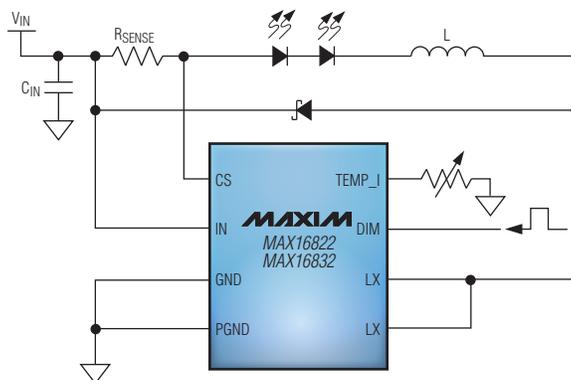
## 工业级LED驱动器大大减少外部元件数量

### MAX16822/MAX16832

MAX16822/MAX16832是高输入电压、buck模式、高亮度(HB) LED驱动器，电流可达1A或500mA。利用LED电流的滞回控制可以省去补偿电路。这些器件需要很少的外部元件，与其它方案相比大大降低了BOM成本并有效节省电路板面积。器件内置MOSFET开关，具有一路模拟调光输入，提供折返式热保护。

### 优势

- 减少外部元件数量，降低BOM成本
  - 滞回电流控制省去外部补偿
  - 集成MOSFET开关：提供高达1A (MAX16832)或500mA (MAX16822)的输出电流
  - 1 $\mu$ F低输入电容
- 工业级器件，能够在恶劣环境中工作
  - 6.5V至65V输入范围，兼容于12V/24V/48V输入，可承受尖峰输入电压
  - -40°C至+125°C工作温度范围
  - 8引脚SO-EP封装(MAX16832)，大功率耗散能力适用于高温环境
  - 折返式热保护，防止LED过热



MAX16822/MAX16832典型工作电路。

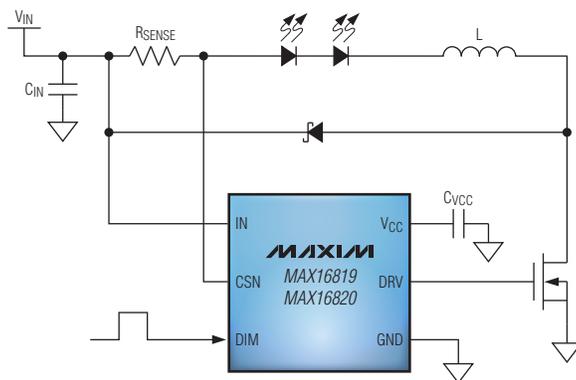
## HB LED驱动器有效降低BOM成本

### MAX16819/MAX16820

MAX16819/MAX16820是buck模式HB LED驱动器，采用外部MOSFET开关，能够支持电流高于1A的应用。器件提供LED电流滞回控制，无需外部补偿电路。需要极少的外部元件，具有低成本、小尺寸(3mm x 3mm)封装。这些产品能够在工业应用等恶劣环境下确保可靠工作。

### 优势

- 减少外部元件数量，降低BOM成本
  - 滞回电流控制省去外部补偿
  - 设计简单的低成本IC
- 非常适合电路板空间受限应用
  - 小尺寸、6引脚3mm x 3mm TDFN封装
- 工业级器件，能够工作在恶劣环境
  - 4.5V至28V输入电压范围
  - -40°C至+125°C工作温度范围



MAX16819/MAX16820典型工作电路。

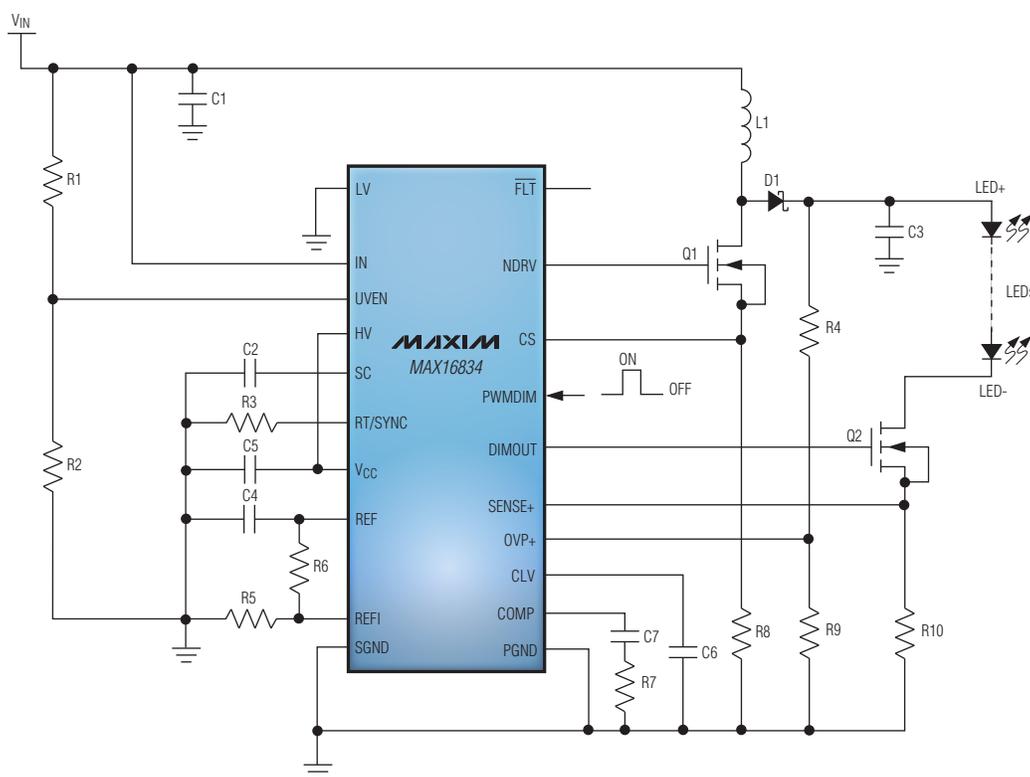
## 高度灵活的HB LED驱动器 在各种环境光条件下提供理想的照明强度

### MAX16834

MAX16834是一款高度灵活的HB LED驱动器，可实现buck、buck-boost、boost、SEPIC和反激式配置。该器件采用电流模式控制LED电流。器件包括一个驱动器，通过MOSFET调整管调光，实现3000:1的PWM调光范围。借助其无与伦比的灵活性，驱动器能够用于Maxim的MR16和离线式换代灯(PAR、R、A、GU10)的专利方案。

### 优势

- 非常适合环境光强范围较宽的应用
  - 较宽的PWM调光比：200Hz调光频率下高达3000:1
- 设计灵活—单片IC可支持各种不同应用，降低投资成本
  - Buck-boost、boost、SEPIC、反激和高边buck配置
  - 模拟和PWM调光输入
  - 高度灵活，用于Maxim的MR16和离线方案
- 工业级产品，为恶劣环境提供失效保护方案
  - LED短路、开路保护
  - -40°C至+125°C工作温度范围



MAX16834典型工作电路。

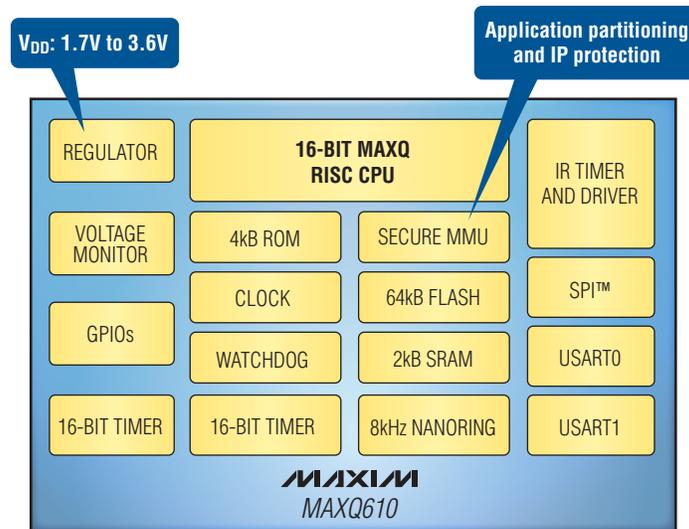
## 16位MAXQ<sup>®</sup>微控制器有效延长便携设备的电池寿命

### MAXQ610

MAXQ610设计用于低功耗、高性能、电池供电产品。这款16位、基于RISC的微控制器具有较宽的工作范围(低至1.7V)、极低功耗,可有效延长电池寿命。其防克隆功能和安全MMU提供可靠的知识产权(IP)保护。

### 优势

- 超低电源电流, 功耗降至最低
  - 工作模式: 12MHz时, 3.75mA
  - 停机模式: 200nA (典型值), 2.0 $\mu$ A (最大值)
- 安全MMU支持多权限等级, 防止未经授权的操作



MAXQ610框图。

## 推荐方案列表

型号	说明	特性	优势
<b>LED电源</b>			
MAX16822	500mA、buck、开关模式驱动器，集成MOSFET	6.5V至65V输入；折返式LED电流热保护；极少的外部元件	小尺寸电路板面积；降低BOM成本
MAX16832	1A、buck、开关模式驱动器，集成MOSFET	6.5V至65V输入；折返式LED电流热保护；极少的外部元件	小尺寸电路板面积；大功率耗散封装，降低对散热器的要求
MAX16820	Buck、开关模式驱动器	外部MOSFET；输出电流> 1A；无需补偿电路	设计灵活、极少外部元件
MAX16834	Boost和buck-boost驱动器	内置PWM调光的MOSFET驱动器；模拟调光输入	3000:1调光范围；支持多种拓扑；非常适合三端双向可控硅调光照明
MAX16826	可编程、4通道HB LED驱动器，集成DC-DC控制器	4通道；4.75V至24V输入电压；高达300mA/通道的电流驱动；I <sup>2</sup> C接口	利用微控制器轻松控制
<b>LDO</b>			
MAX6765–MAX6774	低静态电流、高电压线性稳压器	31μA低静态电流；4V至72V宽输入电压范围；低电平有效复位，固定或可调门限；尺寸小、增强散热的1.9W、3mm x 3mm TDFN封装	低静态电流，有效节省能量
<b>微控制器</b>			
MAXQ610	低功耗16位微控制器	1.7V至3.6V供电范围；多达32个GPIO，唤醒定时器	有效延长电池寿命；低成本
<b>电力线控制器</b>			
MAX2990	10kHz至490kHz、基于OFDM的PLC调制解调器	结合了物理层(PHY)和媒介存取控制器(MAC)，通过电力线支持高达100kbps的通信速率	高度可靠的数据通信
MAX2991	集成AFE接收器，用于PLC	针对MAX2990进行优化；内置选频滤波器、VGA和用于Rx通路的10位ADC	较高的接收灵敏度，适合远距离传输
<b>RF IC</b>			
MAX1472	300MHz至450MHz、低功耗、基于晶体的ASK发送器	基于晶体、低功耗、3mm x 3mm封装	性能优越；电池寿命长；结构紧凑
MAX1473	300MHz至450MHz ASK接收器，带自动增益控制(AGC)	高灵敏度和AGC；5mm x 5mm封装；单电源供电	远距离传输；低成本方案；结构紧凑

关于Maxim推荐的LED照明方案的完整信息，请访问：[china.maxim-ic.com/lighting](http://china.maxim-ic.com/lighting)。