

# 开关模式LED驱动器的调光技术

Rich Rosen 美国国家半导体 现场应用工程师

**摘要：**线性电流源由于其耗电性而不再被节能意识日益增强的世界所接受，开关模式的LED驱动器早已取代其成为现今的标准。此处描述的是LED的一些基本理论，以及用于为开关模式LED驱动器提供调光控制的多种技术。

**关键词：**LED调光；开关模式；PWM

DOI: 10.3969/j.issn.1005-5517.2009.10.003

## 引言

LED发出的可见光的亮度概念相当容易理解。

## LED调光方法

对开关模式驱动电路的LED进行调光有两种常用方法：脉宽调制调光和模拟调光。两种方法都对经过LED或LED串的时间平均电流进行控制，但在衡量两种调光电路的优缺点时，两者之间的差异也很明显。

图1显示采用降压拓扑的一个LED驱动器。Vin必须始终高于LED和RSNS上的电压

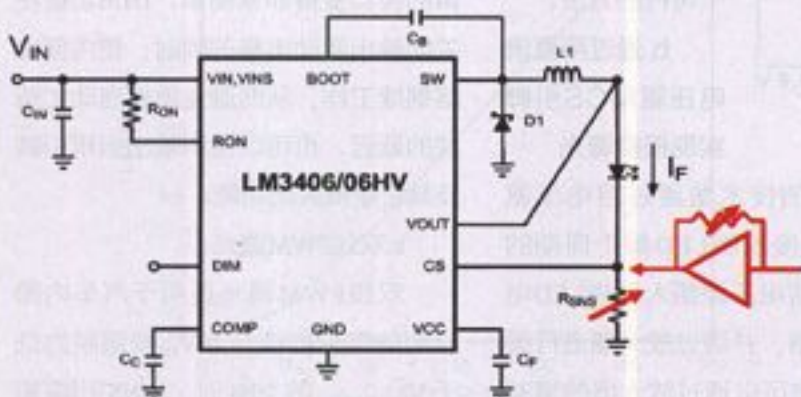
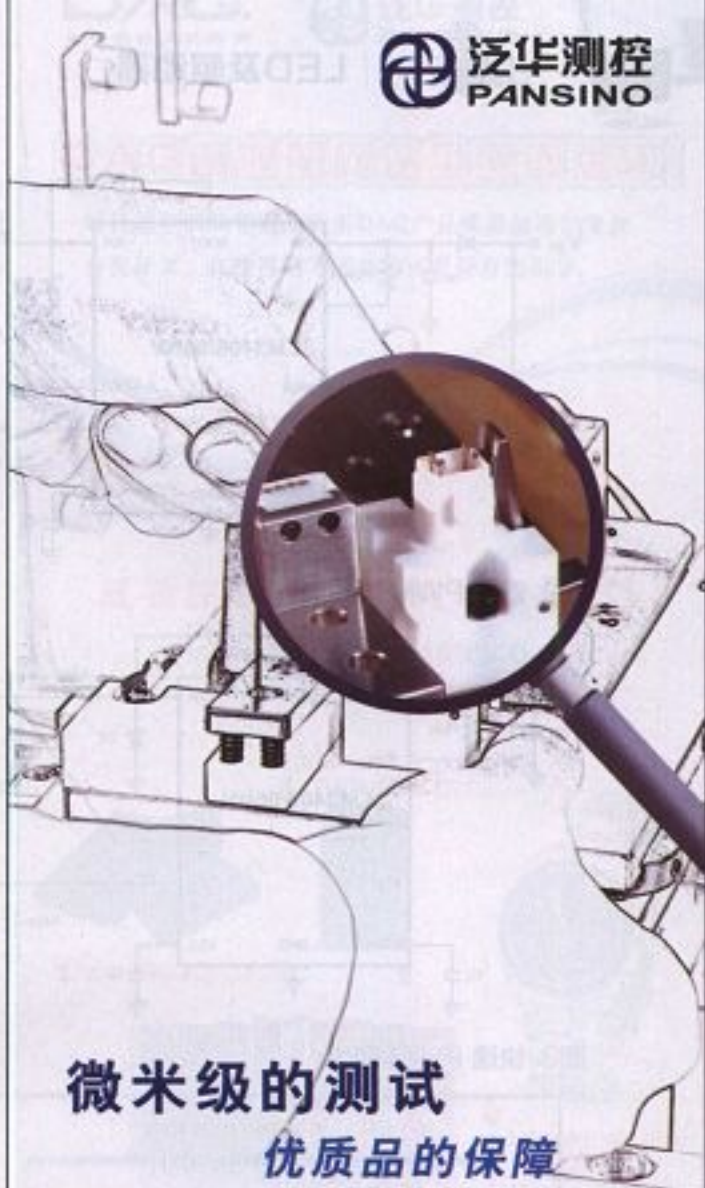


图1 降压稳压器拓扑



## 微米级的测试 优质品的保障

### 角位移传感器测试系统

专业于磁感式角位移传感器的校准和终检测。以“柔性测试”技术为核心设计理念，在运动机构控制与测试和机械结构设计方面均达到微米级精度；系统电机旋转时主轴的跳动小于0.006mm；机械结构中的同轴度和平行度的偏差均小于0.025mm；特有的校准功能有效地避免校准与测试分离带来的测试误差，保障被测产品的优良品质。



更多精彩解决方案请登陆 [www.pansino.com.cn](http://www.pansino.com.cn)

## 北京中科泛华测控技术有限公司

Belling Zhong Ke Fan Hua Measurement & Control Technology Co., Ltd  
北京总部地址：北京市海淀区中关村东路18号 财富国际大厦A座9层 100083

美国国家仪器有限公司 (NI)  
中国大陆指定代理和系统联盟商

柔性测试技术  
Flexible Testing Technology

北京：(010) 82600055      武汉：(027) 87121346  
上海：(021) 51028208      南京：(025) 84820451  
西安：(029) 88452200      沈阳：(024) 83602018  
成都：(028) 82000488      深圳：(0755) 83581839

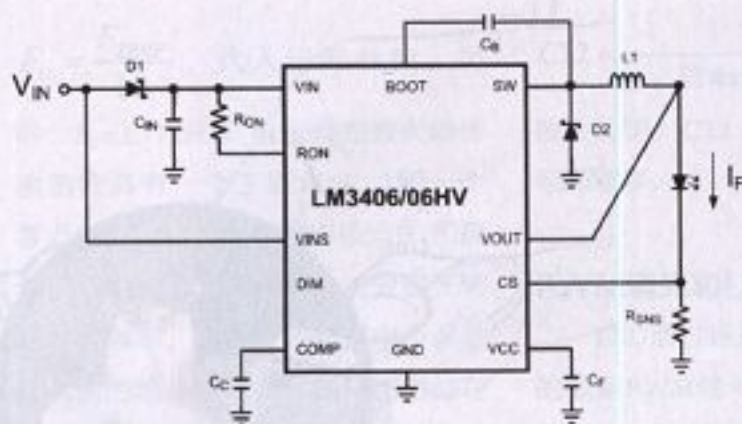


图2 双线 PWM 调光

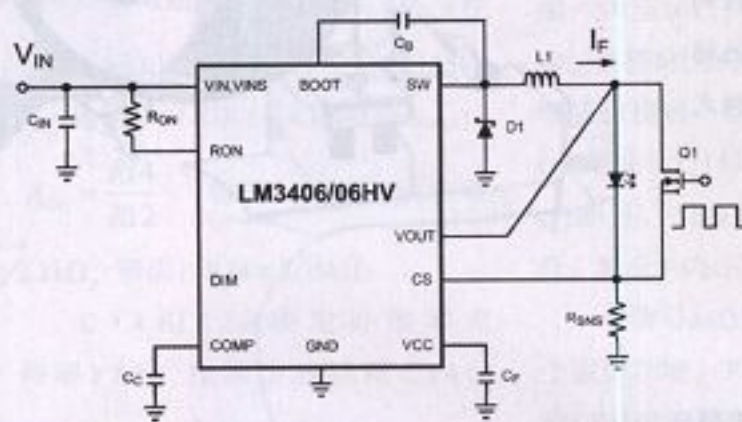
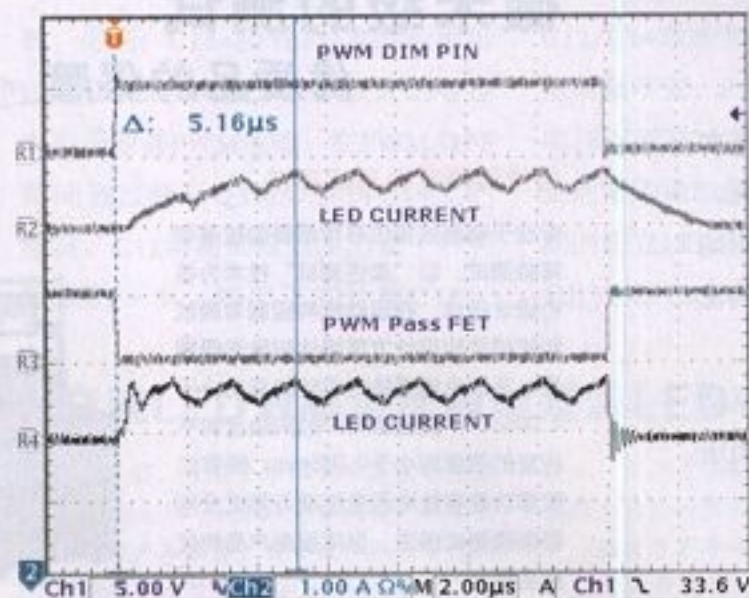


图3 快速 PWM 调光



电路与 PWM 波形

之和。电感电流为LED电流。该电流通过监控CS引脚的电压进行调节。当CS开始低于设置的电压时，流经L1、LED和R<sub>SNS</sub>的电流脉冲的占空比增加，从而增加LED的平均电流。

更复杂的技术是通过用电压驱动CS引脚直接控制LED每个周期的电流。通常将电压源插入采样LED电流的反馈回路，并通过放大器进行缓冲。LED电流可以通过放大器的增益进行控制。使用该反馈电路，可以实

## 模拟调光

LED的模拟调光是对LED电流的每个周期进行调整。更简单地讲，它是不断调整LED的电流水平。

模拟调光可以通过调整电流检测电阻R<sub>SNS</sub>，或用模拟电压驱动IC的某个调光功能引脚来完成。图1显示了模拟调光的两个示例。

### a. 通过调整R<sub>SNS</sub>进行模拟调光

从图1可以明显看出使用固定CS参考电压时，R<sub>SNS</sub>值的变化将对应LED电流的变化。如果可以找到能够处理高LED电流，同时还可以提供sub-1欧姆值的电位器，这将是LED调光的一个可行的方法。

### b. 通过用直流电压驱动CS引脚实现模拟调光

现电流和热量返送之类的功能，以便进一步保护LED。

模拟调光的缺点在于发出光线的色温会随着LED电流的某个函数发生变化。当LED的颜色至关重要，或特定LED的色温在LED电流变化时发生很大改变的情况下，通过改变LED电流，从而对LED的输出进行调光将被禁止。

## PWM调光

PWM调光方法，实际上是在一小段时间内启动和重新启动LED电流。这个启动和重新启动循环的频率必须快于人眼可以感知的速度，以免出现闪烁效果，通常情况下可以被接受的频率为大约200Hz或更快。

LED的调光现在与调光波形的占空比成正比，可由下面的公式控制：

$$I_{DIM-LED} = D_{DIM} \times I_{LED}$$

其中I<sub>DIM-LED</sub>是LED平均电流，D<sub>DIM</sub>是调光波形的占空比，I<sub>LED</sub>是当选择如图3所示的R<sub>SNS</sub>时，额定LED的电流设置。

### a. 调制LED驱动器

许多现代LED驱动器具有专门的PWM DIM引脚，可以接受较宽范围的PWM频率和振幅，从而与外部逻辑的接口变得非常简单。DIM功能在关闭输出驱动电路的同时，使内部电路继续工作，从而避免重新启动IC造成的延迟。也可以使用输出启用引脚及其它逻辑关闭功能。

### b. 双线PWM调光

双线PWM调光是用于汽车内部照明的常见方法。当V<sub>IN</sub>被调制为低于V<sub>IN-NOMINAL</sub>的70%时，V<sub>INS</sub>引脚(图2)检测电压的变化，并将PWM波形转

换为和输出驱动电路相应的PWM。这种方法的缺点是转换器的电源必须包含一个电路，以便为其直流输出提供PWM波形。

### c.使用分流器的快速PWM调光

因为转换器输出的关闭和启动的延迟，对PWM调光频率和占空比的范围就具有了限制。为了帮助克服这种延迟，可以给LED或LED串并联一个外部分流器(如图3中所示的FET)，以便使转换器的输出电流快速绕过LED。电感中的电流在“LED关闭期间”保持连续状态，避免了电感基础电流上升和下降时的较长延迟。延迟时间现在变为对分流器上升和下降时间的限制。图3显示装有分流器FET的LM3406，以及使用DIM功能引脚与使用分流器FET时LED开/关延迟的比较图形。在这两种测量方法中，使用的输出电容均为10nf，分流器FET为SI3458。

对电流模式转换器的LED电流进行分流时应小心谨慎，因为当FET打开时，输出电流会出现过冲。LM340x系列LED驱动器属于接通时间受控转换器，不会出现这种过冲。LED的输出电容应保持较低状态，从而尽可能提高开/关/开过渡速度。

快速调光与关闭输出的缺点在于效率的损失。当分流器打开

下转28

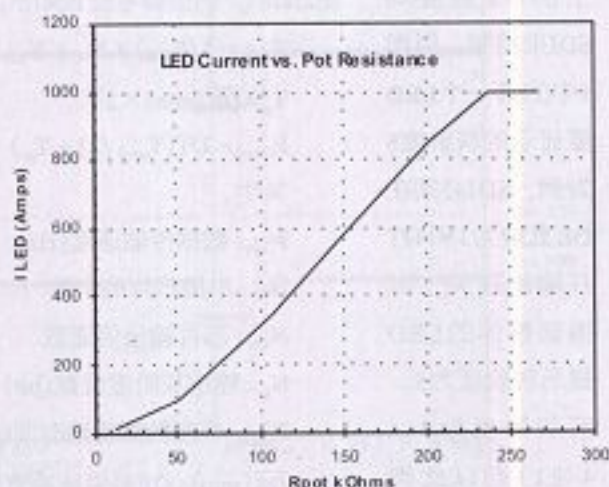
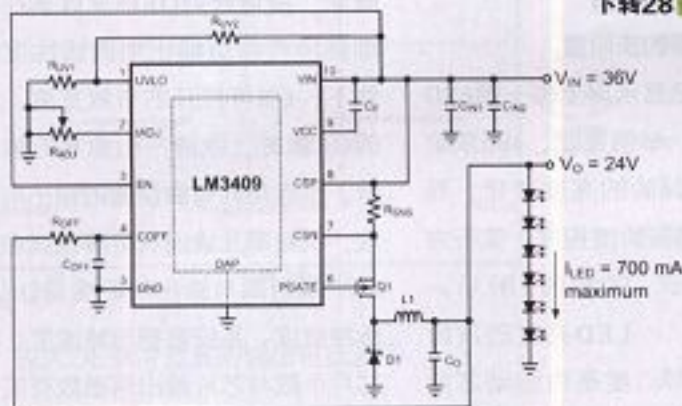


图4 LED电流与电位器电阻关系图

## DAQ事业部网站全面改版啦!

即日起至2009年底凡购买DAQ产品或参加用户案例有奖征文、在线答题等活动均可获得有奖积分。

### 积分换好礼， 赶紧注册为DAQ网站会员吧!

活动咨询热线：021-51028208-322

<http://daq.pansino.com.cn>

爱国者(eigo)2500

超大容量移动硬盘 (20个)...



黑色小牛皮钥匙扣包 (100个)...



卡西欧CASIO男士手表

(20个)...



ipod nano 4代MP3 (110个)...

- >> NI 数据采集产品中心
- >> 2009数据采集应用案例征文大赛
- >> 研讨会/入门动手培训课程安排
- >> 在线获取产品报价单
- >> 在线联系DAQ工程师
- >> DAQ技术支持中心
- >> DAQ行业用户案例库

更多技术资源尽在DAQ事业部官网网站

<http://daq.pansino.com.cn>

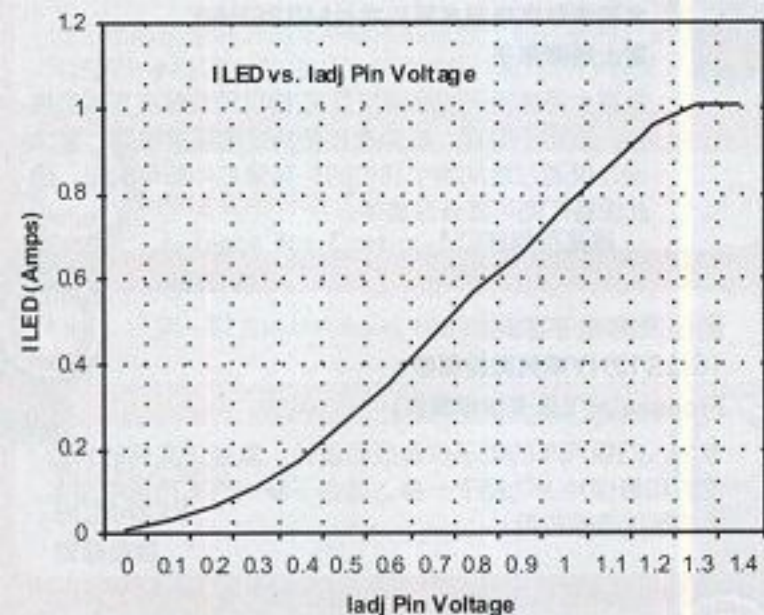


图5 LED与IADJ引脚电压关系图

上接22时,  $V_{\text{shunt device}} \times I_{\text{LED}}$  的功耗转化为热量。使用低  $R_{\text{DS-ON}}$  FET将最大限度地减少这种效率损失。

## LM3409多种调光功能

美国国家半导体的LM3409是一种独一无二的LED驱动器,可以轻松实现模拟和PWM调光功能。在此部件上可以有四种方法实现LED调光:

1. 直接使用0V至1.24V的电压源

驱动IADJ引脚实现模拟调光;

2. 通过在IADJ引脚与Gnd之间放置电位器实现模拟调光;

3. 使用Enable引脚实现PWM调光;

4. 通过外部分流器FET实现PWM调光。

LM3409通过

连接电位器实现模拟调光。内部 $5\mu\text{A}$ 电流源在 $R_{\text{ADJ}}$ 上产生电压,该电压反之改变内部电流检测阈值。使用直流电压直接驱动 $I_{\text{ADJ}}$ 引脚可以获得同样效果。

图4显示了测得的LED电流与 $I_{\text{ADJ}}$ 引脚和Gnd之间的电位器电阻的关系图。1Amp处的平顶表示最大额定LED电流,该值由图4中所示的电流检测电阻 $R_{\text{SNS}}$ 设置。

图5将测得的LED电流显示为 $I_{\text{ADJ}}$ 引脚上的驱动直流电压的函数。请注意 $R_{\text{SNS}}$ 设置了相同的最大LED电流。

两种模拟调光选项均可轻松实现并提供线性极强的调光性能,直到低至最大值10%左右的水平。

## 结语

有许多方法可以针对开关模式稳压器供电的LED进行调光。两类主要的方法:PWM和模拟法均各有利弊。PWM调光可以显著减少LED的颜色变化,与此同时,让亮度水平发生变化,但前提是需要添加逻辑电路来产生PWM波形。模拟调光的电路更加简单,但可能不适合那些要求恒定色温的应用。[1]

## 参考文献:

- [1] 颜重光. 背光及照明用LED驱动IC技术市场分析[J]. 电子产品世界, 2008(10)
- [2] Richardson C. 恒流以串并行方式驱动大功率LED阵列的优点和缺点[J]. 电子产品世界, 2008(10)
- [3] Sarhan S. 大电流LED调光方法的对比分析[OL]. [http://www.ed-china.com/ART\\_8800027327\\_400011\\_500009\\_TS\\_728b7d44.HTM](http://www.ed-china.com/ART_8800027327_400011_500009_TS_728b7d44.HTM)
- [4] LM3445 TRIAC调光LED驱动参考设计[OL]. <http://www.eew.com.cn/news/newsdisplayarticle/26354>
- [5] Craig A. 一种适用于高亮度LED电路的调光方法[J]. 电子设计应用, 2009(3)