

## 通用高亮度 LED 驱动控制器

### 概述

CL6804是一款工作于PWM方式的高效LED驱动控制电路，借助于一个外部电阻和电容CL6804能适应从18V到450V 的宽输入电压范围。通过外部的电阻可设定CL6804以最高300kHz的固定频率控制外部功率MOS管，以恒流的方式可靠地驱动LED串。LED的电流可以通过选择恰当的限流电阻来设定。CL6804提供线性调光功能，即通过在线性调光输入端施加一个控制电压能方便的控制流过LED的电流，从而达到线性改变LED的亮度的目的。此外，CL6804也支持低频可变占空比的数字脉冲调光功能。

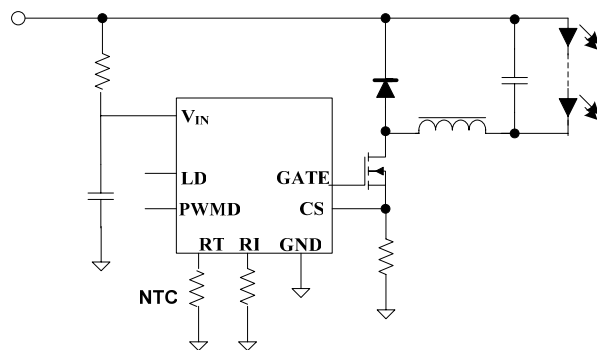
### 特点

- ◆ 高效率: >90%, 宽输入电压范围: 从18V到450V
- ◆ 以恒定电流方式驱动LED
- ◆ 支持毫安级到安培级的输出应用
- ◆ 支持一个到上百个LED的驱动应用
- ◆ 支持低频可变占空比的数字脉冲调光功能, 支持线性调光功能
- ◆ 采用频率抖动减少辐射EMI干扰可外部设定过温保护

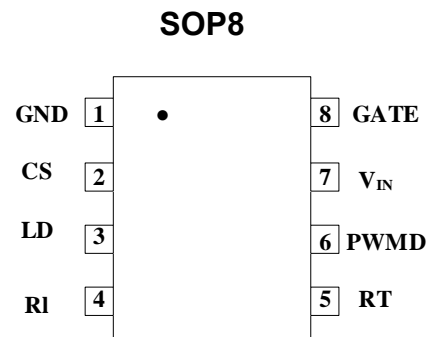
### 应用

- ◆ DC/DC或AC/DC LED驱动
- ◆ RGB背光LED驱动
- ◆ 通用恒流源
- ◆ LED环境灯饰
- ◆ 汽车充电器

### 典型应用图



### 管脚分布图



管脚描述

SOP8 管脚号	管脚名	描述
1	GND	地面装置
2	CS	检测LED串电流
3	LD	通过调节限流比较器的阈值来线性调光
4	RI	振荡器频率设定，通过此脚到地的电阻来设定频率
5	ROTP	温度感应输入，通过接一个到地的NTC电阻可实现温感，当低于一定值后系统关断。
6	PWMD	低频PWM调光端，也是使能端。内置100kohm上拉电阻到5 V
7	VIN	输入电压端。通过电阻接18V to 450直流电平
8	GATE	驱动外部MOS管的栅

最大额定值 (注释1)

符号	符号说明	范围	单位
V <sub>IN</sub>	输入电平	-0.3~25	V
GATE	驱动外部MOSFET栅极	-0.3~20	V
	其他管脚电压	-0.3~6	V
I <sub>VIN(MAX)</sub>	最大输入电流	10	mA
P <sub>DMAX</sub>	功耗(注释2)	内部限定	W
P <sub>TR</sub>	热阻SOP-8 θ <sub>JA</sub>	105	°C/W
T <sub>J</sub>	工作时结温范围	-40 to 125	°C
T <sub>STG</sub>	存储温度	-55 to 150	°C
	ESD耐压(注释3)	2	kV
V <sub>IN</sub>	VDD输入电平	0 ~ 20	V
	其他管脚	0 ~ 5	V
T <sub>OPT</sub>	工作温度	-40 to +85	°C

注释 1: 超出最大范围器件可能损毁。推荐工作范围内器件可以工作，但不保证其特性。电气特性表明的直流和交流特性是在特定条件下测得，其特性可以保证。此特性假定器件在推荐工作范围内工作。未示出特性不保证其性能。典型值是最佳性能点。

注释 2: 在严格温度条件下，最大功耗需降档。其由T<sub>JMAX</sub>，θ<sub>JA</sub>，和环境温度T<sub>A</sub>来决定，最大允许功耗为P<sub>DMAX</sub> = (T<sub>JMAX</sub> - T<sub>A</sub>) / θ<sub>JA</sub>和最大额定值给出的偏低者。

注释 3: 人体模式，100pF电容通过1.5kΩ电阻放电。

电气特性 (注释4, 5)

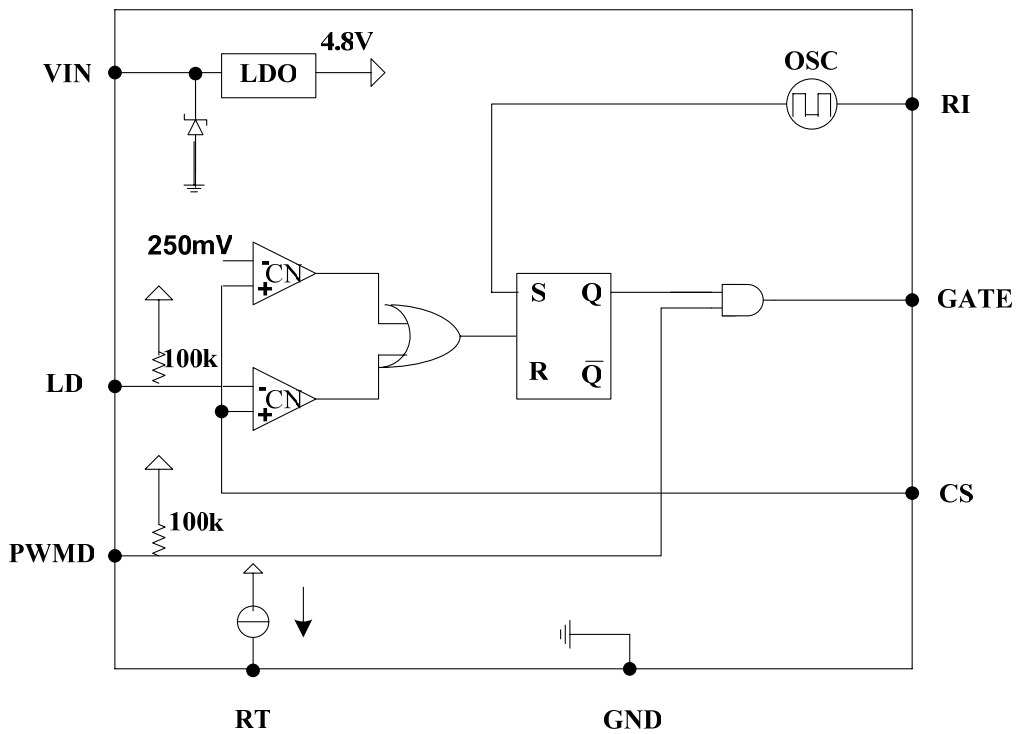
符号	符号说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I <sub>VIN_START</sub>	V <sub>IN</sub> 启动电流	V <sub>IN</sub> =15V, R <sub>I</sub> =300k		3	10	μA
I <sub>VIN_OPER</sub>	V <sub>IN</sub> 工作电流	V <sub>IN</sub> =15V, R <sub>I</sub> =300k, GATE floated			1	mA
V <sub>IN_clamp</sub>	V <sub>IN</sub> 最大管脚电压			20		V
UVLO (H)	V <sub>IN</sub> 退出欠压保护	V <sub>IN</sub> 上升时	15.5	16.5	17.5	V
UVLO (L)	V <sub>IN</sub> 进入欠压保护	V <sub>IN</sub> 下降时	9.5	10.5	12	V
V <sub>EN(lo)</sub>	PIN PWMD输入低电平				0.5	V
V <sub>EN(hi)</sub>	PIN PWMD输入高电平		2.4			V
R <sub>EN</sub>	PWMD端上拉电阻			100		kΩ
V <sub>CS</sub>	CS端电平	V <sub>CS</sub> Falling from 600mV	250	275	300	mV
V <sub>OL</sub>	GATE输出低电平	V <sub>IN</sub> =16V, I <sub>o</sub> =-20mA			0.3	V
V <sub>OH</sub>	GATE输出高电平	V <sub>IN</sub> =16V, I <sub>o</sub> =-20mA	11			V
V <sub>G_clamp</sub>	输出箝位			18		V
T <sub>r</sub>	输出上升时间	V <sub>IN</sub> =16V, C <sub>L</sub> =1nF		120		ns
T <sub>f</sub>	输出下降时间	V <sub>IN</sub> =16V, C <sub>L</sub> =1nF		50		ns
F <sub>OSC</sub>	振荡器频率	R <sub>I</sub> =1.2M R <sub>I</sub> =300k	20 80	25 100	30 120	kHz
D <sub>MAX</sub>	最大占空比			90		%
V <sub>LD</sub>	线性调光范围		0		500	mV
R <sub>LD</sub>	LD端上拉电阻			100		kΩ
T <sub>BLK</sub>	前沿消隐时间			400		ns
T <sub>DLY</sub>	CS检测到限流值到GATE关断时间				450	ns

符号	符号说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$\Delta f_{OSC}$	抖频范围		-3		+3	%
$f_{jittering}$	抖频值	RI=300k		32		Hz
$I_{ROTP}$	ROTP端输出电流	RI=300k		80		$\mu A$
$V_{OTP}$	OTP端阈值电压		0.8	1.0	1.2	V

注释4: 典型参数在25° C 下测得并被当作正常值

注释5: 数据表中的最大最小值为设计、测试及统计分析所保证

结构框图



## 工作方式描述

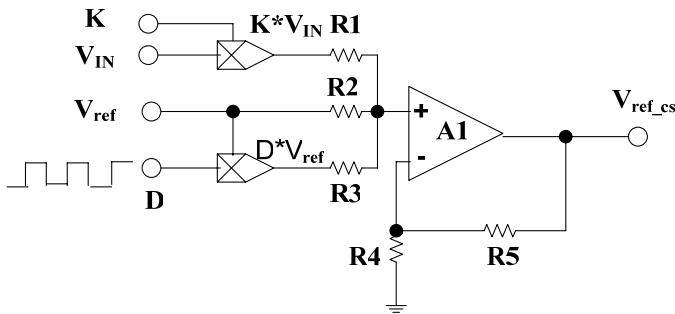
CL6804 是一款应用于 LED 驱动高压降压控制器。从整流器过来的 110V 或者 220V 交流电平被内部的电阻和齐纳管箝位于 20V 左右。一旦电源电压超过 UVLO 阈值，电路就可以开始工作。输出电流通过限制外接功率 MOS 管的峰值电流的方式进行控制。电流采样电阻接在外部功率管的源端。采样电阻上的电压加在 CL6804 的 CS 端上。当 CS 端电压超过设定的峰值电流的上限时，关断功率管。此上限值在内部设定，也可以通过 LD 脚外部编程。当需要软启动时，可以在 LD 端接一个电容，使 LD 端的电平以一合适速度缓慢爬升，以确保 LED 电流的逐渐增大至设定值。

### LED 电流控制

LED 的峰值电流由连接在 CS 端的外围电阻设定，峰值电流会随不同的输入和输出电压而变化，但 LED 的平均电流不变。峰值电流  $I_{p*}$  计算公式如下：

$$I_{p*} = \frac{V_{ref\_cs}}{R_{cs}} + I_{pd} \quad (1)$$

$$= \frac{V_{ref} \times (1 + 0.8 \times D) + [(V_{IN} - V_{DD}) / R1 - I_{DD}]}{R_{cs}} + I_{pd}$$



此处  $V_{ref} = 275mV$ 。  $D = V_{OUT} / V_{IN}$  是控制器的占空比。  $V_{IN}$  是整流过的 AC 输入电压，  $V_{DD} = 20V$ 。  $R1$  是接在  $V_{IN}$  和  $V_{DD}$  之间的启动电阻。  $I_{DD}$  是工作电流，随工作频率升高和 MOS 管的栅电容增大而增大，在 100 kHz 工作外接 4N60 信号的 MOS 管时约为 2mA。  $I_{pd}$  是由系统延时引起的电流，通常为 400 ns，其计算公式如下：

$$I_{pd} = \frac{(V_{IN} - n \times V_{led}) \times T_d}{L \times R_{CS}} \quad (2)$$

在不同应用调节下由于不同电感纹波电流引起的 LED 平均电流和输出电压的变化可以通过调节峰值电流来补偿。在电感值、工作频率、启动电阻确定，并进行峰值电流补偿后，LED 电流可以进行简单的设定。

设定公式如下

$$I_{LED} = \frac{V_{ref}}{R_{cs}} = \frac{275mV}{R_{cs}} \quad (3)$$

应用说明对如何选择这些器件进行了详细的介绍

### 调光

CL6804 可以驱动几十个高亮 LED 串联再并联的负载。LED 阵列可以配置成串联形式或是串联再并联

的形式。CL6804通过维持恒定LED电流来保证LED的亮度和频谱的恒定，进而延长其使用寿命。CL6804可通过PWM端进行PWM调光。为避免闪烁，调光频率务必高于人肉眼可以发觉的100Hz。肉眼可察的亮度与调光信号的开启占空比成正比。调光频率上限是20KHz。

CL6804也可以通过在LD端加特定电压的方式来实现调光，这种方式称为线性调光。

### 温度保护

一个热敏电阻（NTC）接在ROTP端就可以防止LED过热。ROTP端可提供一个内部流出电流 $I_{ROTP} = 24000 / (R_I [\text{k}\Omega]) [\mu\text{A}]$ 。当 $R_I$ 等于300千欧时该电流约80 $\mu\text{A}$ 。当由于过热而造成ROTP端电压低于1V时系统关断。

当过温情况解除，系统重新恢复正常工作。

### 优化EMI特性

CL6804采用了抖频技术（开关频率调制）。振荡器频率随机的进行小范围漂移，从而降低了中心频谱的噪声能量，进而最大程度的降低了通带的EMI干扰，减轻了系统设计的EMI挑战。

### 使能

当PWM\_D端接地时CL6804关断。此时芯片消耗的静态电流小于1mA。

### 前沿消隐

每当功率MOS管开启时，总有不可避免的开启毛刺出现在采样电阻上。为避免对正常的开关逻辑控制产生误动作，芯片内建了400 ns的前沿消隐时间。因此系统无需外接传统的RC滤波电路。在这段时间内限流比较器不会产生动作来关断MOS管。

## 应用信息

这段讨论使用CL6804来设计一个离线降压LED驱动器的实例

例如：

交流输入电压范围： $V_{\text{nom,ac}} = 220\text{V rms}$   $V_{\text{min,ac}}=176\text{V rms}$   $V_{\text{max,ac}}=264\text{V rms}$   $f_{\text{req}}=50\text{Hz}$  期望LED

串电压： $V_{\text{o,min}} = 30\text{V}$   $V_{\text{o,max}}=70\text{V}$

稳定LED电流： $I_{\text{o,max}} = 350\text{mA}$

期望效率： $\eta = 90\%$

### 开关频率及其设定电阻（RI）

开关频率可通过在 $R_I$ 端外接电阻在25kHz到200kHz之间可调。公式如下：

$$F_{\text{osc}} = 30000 / (R_I [\text{k}\Omega]) [\text{kHz}]$$

通常接300 kΩ电阻将频率设为100 kHz，当LED灯串少于5串时，可以采用更低的频率

### 输入桥式整流二极管 (D1) 和热敏电阻 (NTC)

桥式整流二极管的额定耐压值取决于输入电压的大小，额定电流则取决于转换器系统所能吃进最大的平均电流。

$$V_{bridge} = 1.5 \times (\sqrt{2} \times V_{max,ac}) \quad (4)$$

$$I_{bridge} = \frac{V_{o,max} \times I_{o,max}}{V_{min} \times \eta} \quad (5)$$

等式4中的1.5倍因子是一个50%的安全余量。对于此设计，选400V，1A的整流桥。将热敏电阻与整流桥串联，可以有效地限制在转换器启动瞬间涌入整流电容C1的充电电流。除了在此极短时间里的作用外，这个电阻在正常工作时会消耗无谓的电流，因此应该尽量小。一个不错的经验方法是当应用于最大的输入电压时，使用的热敏电阻可以限制住不超过5倍的如公式5所示的正常电流。其计算公式如下：

$$R_{cold} = \frac{V_{bridge}}{5 \times I_{bridge}} \quad (6)$$

此应用可以选择阻值为300Ω，rms 电流超过0.2A的热敏电阻。

### 输入电容 (C1 和 C2)

首先要注意的是要确保LED串的最大电压要低于最小输入电压的一半，以避免引入特别的环路补偿设计。对此例，整流后最小的输入电平是：

$$V_{min,dc} = 2 \times V_{o,max} = 140V \quad (7)$$

整流桥的稳压和输入滤波电容需在最小输入电压下计算。最小电容值可以下式计算：

$$C1 \geq \frac{V_{o,max} \times I_{o,max}}{(2 \times V_{min,ac}^2 - V_{min,ac}^2) \times \eta \times freq} \quad (8)$$

此例中  $C1 > 12.8 \mu F$

电容的额定耐压应高于峰值输入电平10-12%的安全余量。

$$V_{max,cap} \geq \sqrt{2} \times V_{max,cap} = 371V \quad (9)$$

可以选择22 μF，400V电解电容。

### 功率MOS管 (Q1) 和肖特基二极管 (D2)

功率MOS管的最大峰值电压可等于最大输入电压，再加50%的安全余量。

$$V_{fet} = 1.5 \times (\sqrt{2} \times V_{ac,nom}) \quad (10)$$

最大RMS电流取决于最大占空比，这里是50%。因此，额定电流我们可以选

$$I_{FET} \approx I_{o,max} \times \sqrt{2} \quad (11)$$

在此例中，我们选MOSFET 600V，2A. 2N60

肖特基二极管的峰值电压的选择与MOS管相同，平均电流的选择如下：

$$I_{diode} = I_{o,max} = 350mA \quad (12)$$

此例中600V/1A就可以了。快速恢复二极管则更佳。

**启动电阻 (R1)和稳压电容 (C3)**

$$R1 = \frac{\sqrt{2}V_{ac,nom} - V_{DD,nom}}{I_{IN}} \tag{13}$$

电阻R1的功耗:

$$P_{R1} = I_{in,max}^2 \times R1 \tag{14}$$

通常，对于220V交流输入电压采用2W阻值在56k到100k之间的启动电阻，对于110V交流输入电压启动电阻采用1W阻值在33k到56k之间的启动电阻。

此例中采用75k/2W的功率电阻和1uF 30V的稳压电容。

**热保护电阻 (RT1)**

NTC热敏电阻RT1接于ROTP与地之间。恒定电流I<sub>ROTP</sub>从ROTP脚流出。ROTP电平可由公式V<sub>OTP</sub> = I<sub>ROTP</sub> × R<sub>T1</sub>算得，当ROTP电平低于1V时芯片系统关断。

$$I_{ROTP} = 24000 / (R1 [K\Omega]) [\mu A]$$

**电感选择 (L1)**

电感值取决于LED的纹波大小，若无补偿LED电流会随纹波增大而减小。但在CL6804一个合适的电流补偿技术可以解决这个问题。在较宽的输出电压的范围内LED的平均电流不会随纹波电流的变化而变化。因此可以使用更小的电感从而降低成本。

如需要，可以在LED串上旁路一个电容以减小纹波。

若工作频率设为100 kHz，电感值示出如表1。应用条件220V交流输入，10至20个LED串联。

表1

I <sub>OUT</sub>	220V AC	110V AC
350mA	2000uH	1000uH
750mA	1000uH	560uH
1000mA	680uH	390uH

通常选取的电感值随LED电流的减小和开关频率的降低而降低。不建议采用更高的频率以避免开关损耗。

此例中采用2mH/500mA的电感。

**选择电流采用电阻 (R3)**

采样电阻值由下式算出。

$$R3 = \frac{0.275}{I_{LED}} = 0.72\Omega \tag{15}$$

采样电阻的功耗为：

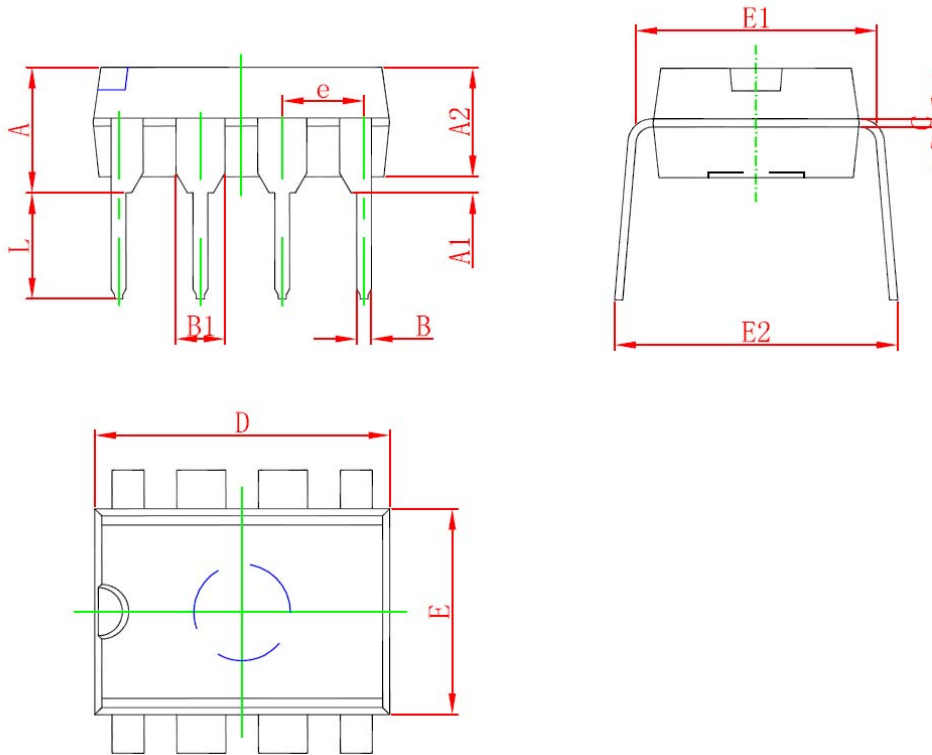
$$P_{R3} = I_{LED}^2 \times R3 = 0.088W \tag{16}$$

一个0.125W 0.72Ω的电阻适合此例。



封装信息

SOP-8



符号	尺寸 (毫米)		尺寸 (英寸)	
	最小	最大	最小	最大
<b>A</b>	1.350	1.750	0.053	0.069
<b>A1</b>	0.100	0.250	0.004	0.010
<b>A2</b>	1.350	1.550	0.053	0.061
<b>b</b>	0.330	0.510	0.013	0.020
<b>c</b>	0.170	0.250	0.006	0.010
<b>D</b>	4.700	5.100	0.185	0.200
<b>E</b>	3.800	4.000	0.150	0.157
<b>E1</b>	5.800	6.200	0.228	0.244
<b>e</b>	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
<b>L</b>	0.400	1.270	0.016	0.050
<b>θ</b>	0°	8°	0°	8°