

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。

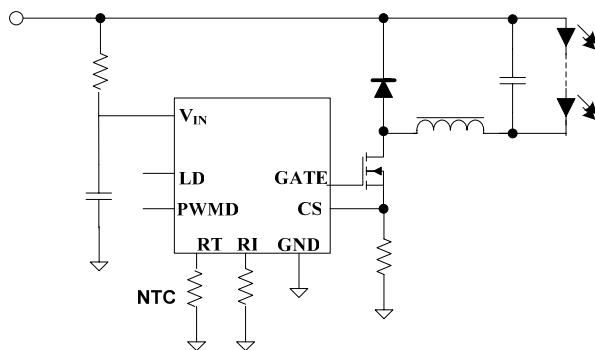
特点

- ◆ 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

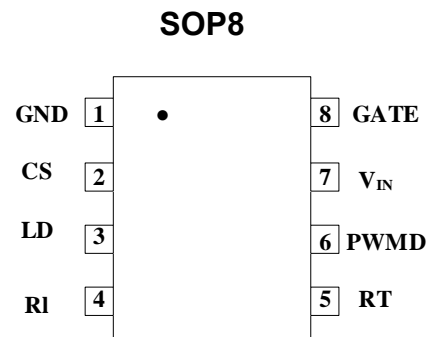
应用

- ◆ 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_{IN}	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
$I_{VIN(MAX)}$	最大输入电流	10	mA
$P_{D(MAX)}$	功耗(注释2)	内部限定	W
P_{TR}	热阻SOP-8 θ_{JA}	105	°C/W
T_J	工作时结温范围	-40 to 125	°C
T_{STG}	存储温度	-55 to 150	°C
	ESD耐压(注释3)	2	kV
V_{IN}	VDD输入电平	0 ~ 20	V
	其他管脚	0 ~ 5	V
T_{OPT}	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_{JMAX} ， θ_{JA} ，和环境温度 T_A 来决定，最大允许功耗为 $P_{D(MAX)} = (T_{JMAX} - T_A) / \theta_{JA}$ 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)

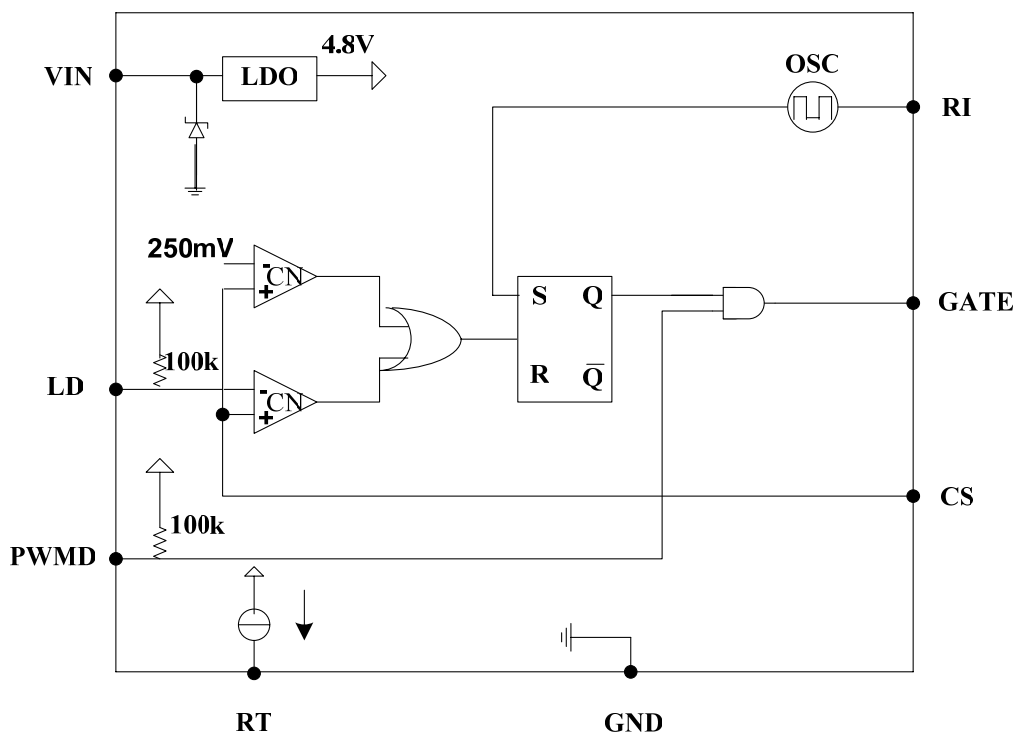
符号	符号说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I _{VIN_START}	V _{IN} 启动电流	V _{IN} =15V, R _I =300k		3	10	μA
I _{VIN_OPER}	V _{IN} 工作电流	V _{IN} =15V, R _I =300k, GATE floated			1	mA
V _{IN_clamp}	V _{IN} 最大管脚电压			20		V
UVLO (H)	V _{IN} 退出欠压保护	V _{IN} 上升时	15.5	16.5	17.5	V
UVLO (L)	V _{IN} 进入欠压保护	V _{IN} 下降时	9.5	10.5	12	V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

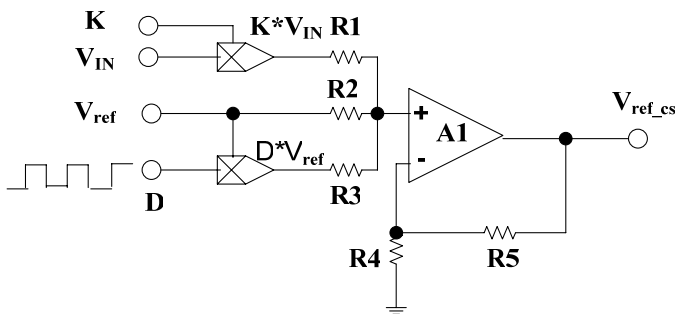
CL6804 是一款应用于 LED 驱动高压降压控制器。从整流器过来的 110V 或者 220V 交流电平被内部的电阻和齐纳管箝位于 20V 左右。一旦电源电压超过 UVLO 阈值，电路就可以开始工作。输出电流通过限制外接功率 MOS 管的峰值电流的方式进行控制。电流采样电阻接在外部功率管的源端。采样电阻上的电压加在 CL6804 的 CS 端上。当 CS 端电压超过设定的峰值电流的上限时，关断功率管。此上限值在内部设定，也可以通过 LD 脚外部编程。当需要软启动时，可以在 LD 端接一个电容，使 LD 端的电平以一合适速度缓慢爬升，以确保 LED 电流的逐渐增大至设定值。

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 $V_{ref} = 275\text{mV}$ 。 $D = V_{OUT} / V_{IN}$ 是控制器的占空比。 V_{IN} 是整流过的 AC 输入电压， $V_{DD} = 20\text{V}$ 。 $R1$ 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

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

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 μA 。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： $V_{nom,ac} = 220V \text{ rms}$ $V_{min,ac}=176V \text{ rms}$ $V_{max,ac}=264V \text{ rms}$ $f_{req}=50\text{Hz}$ 期望LED

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

稳定LED电流： $I_{o,max} = 350\text{mA}$

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RI端外接电阻在25kHz到200kHz之间可调。公式如下：

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

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。

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

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)

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

电阻R1的功耗:

$$P_{R1} = I_{in,max}^2 \times R1 \quad (14)$$

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_{ROTP} 从ROTP脚流出。ROTP电平可由公式 $V_{OTP} = I_{ROTP} \times R_{T1}$ 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_{OUT}	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。

$$R3 = \frac{0.275}{I_{LED}} = 0.72\Omega \quad (15)$$

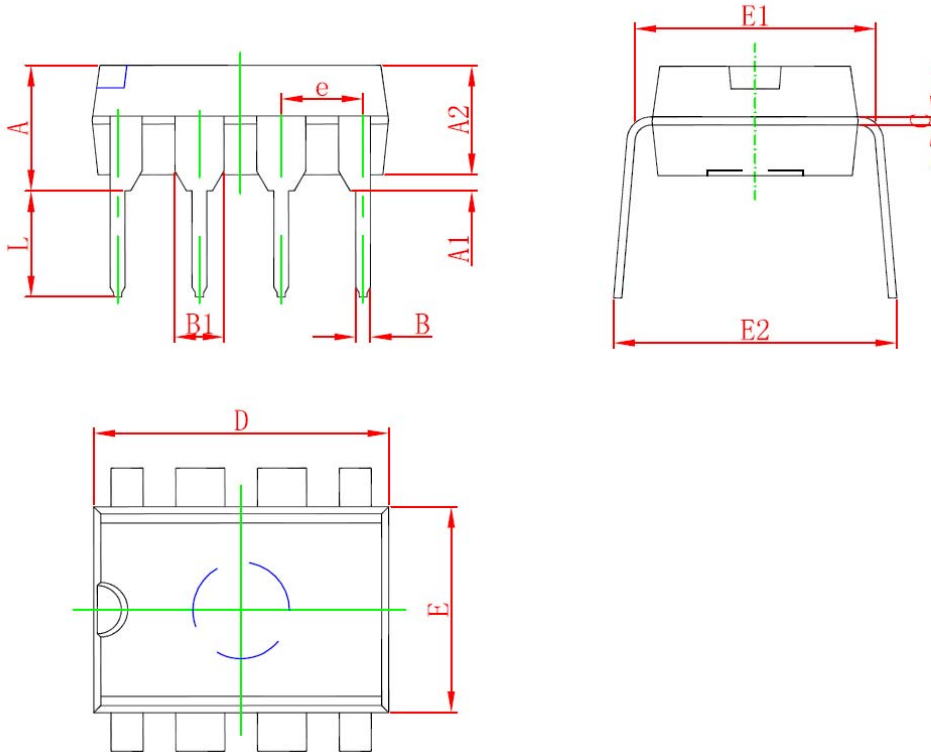
采样电阻的功耗为:

$$P_{R3} = I_{LED}^2 \times R3 = 0.088W \quad (16)$$

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

- 此处描述的信息有可能有所修改，恕不另行通知
- 芯联半导体不对由电路或图表描述引起的与的工业标准, 专利或第三方权利相关的问题负有责任。应用电路图仅作为典型应用的示例用途，并不保证其对专门的大规模生产的实用性。
- 当该产品及衍生产品与瓦圣纳协议或其他国际协议冲突时，其出口可能会需相关政府的授权。
- 未经芯联半导体刊印许可的任何对此处描述信息用于其他用途的复制或拷贝都是被严厉禁止的。
- 此处描述的信息若芯联半导体无书面许可不能被用于任何与人体有关的设备，例如运动器械，医疗设备，安全系统，燃气设备，或任何安装于飞机或其他运输工具。
- 虽然芯联半导体尽力去完善产品的品质和可靠性，当半导体产品的失效和故障仍在所难免。因此采用该产品的客户必须要进行仔细的安全设计，包括冗余设计，防火设计，失效保护以防止任何次生性意外、火灾或相关损毁。