



## 35V/1A 大功率 LED 恒流驱动器

### 概述

HI415A 是一款降压型、功率开关内置的驱动高亮度 LED 恒流芯片，采用连续电感电流导通模式和高端电流检测，迟滞控制，无需补偿，用于高效驱动单个或多个串联 LED。输入电压范围从 6V 到 35V 之间，输出电流由外部电阻设定，最大可达 1A。HI415A 采用恒流控制方法，使得输出电流精度高达 $\pm 3\%$ ，串接多颗 LED 时，效率高达 96%。根据不同的输入电压和外部器件，HI415A 可以驱动高达 25 瓦的 LED。HI415A 通过 DIM 引脚可实现模拟或 PWM 信号调光。当 DIM 脚上的电压低于 0.5V 时，功率开关关断，使该芯片进入低功耗待机状态。

HI415A 的封装为 SOT89-5。

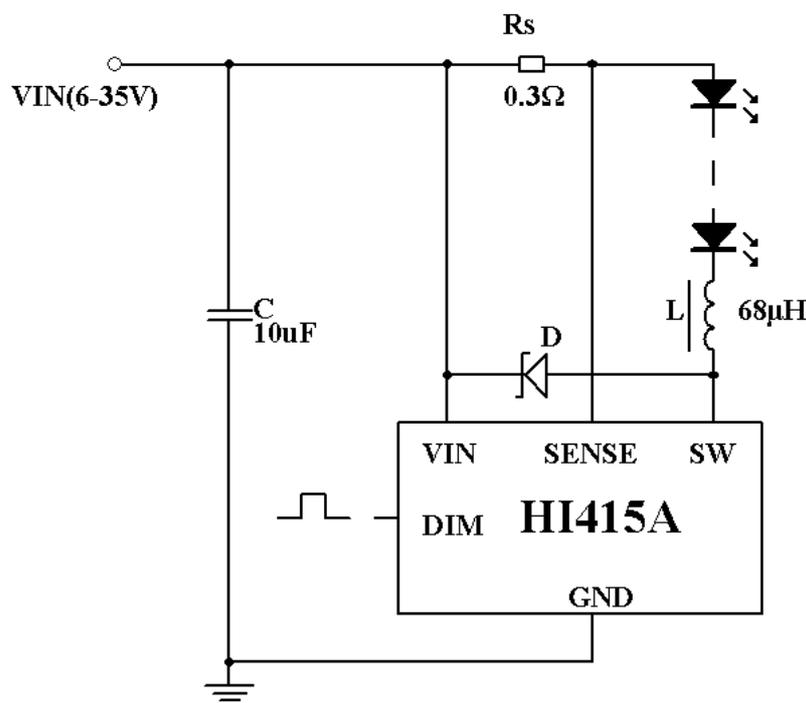
### 特点

- \* 高端检测电流，输出恒流可调
- \* 6V至35V的输入电压范围
- \* 最大输出 1A 的电流
- \* 输出电流精度高达 $\pm 3\%$
- \* 高达 96%的效率
- \* 极少的外围元器件
- \* LED 开路保护、短路保护、过温保护
- \* 复用 DIM 引脚进行 LED 开关、模拟调光和 PWM 调光

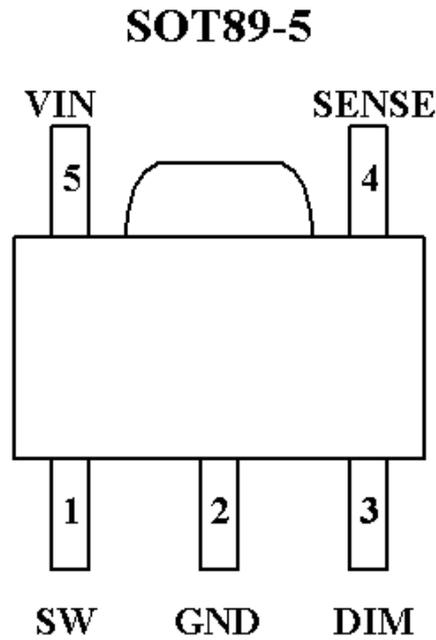
### 应用

- \* 低压 LED 替换卤素灯应用
- \* 车载 LED 灯、低压照明
- \* LED 指示灯、应急灯
- \* MR16 及其它 LED

### 典型应用电路图



管脚分布图



管脚定义

编号	管脚名称	功能描述
1	SW	功率开关漏端
2	GND	信号与功率地
3	DIM	开关使能、直流和 PWM 调光输入端
4	SENSE	电流检测输入端，采样电阻接在 SENSE 与 VIN 端之间 $I_{OUT} = 0.1 / R_s$ (注释：当DIM管脚悬空时， $R_s$ 最小值是 $0.1\Omega$ )
5	VIN	电源输入端，必须就近接旁路电容



### 电气参数 (注1, 2)

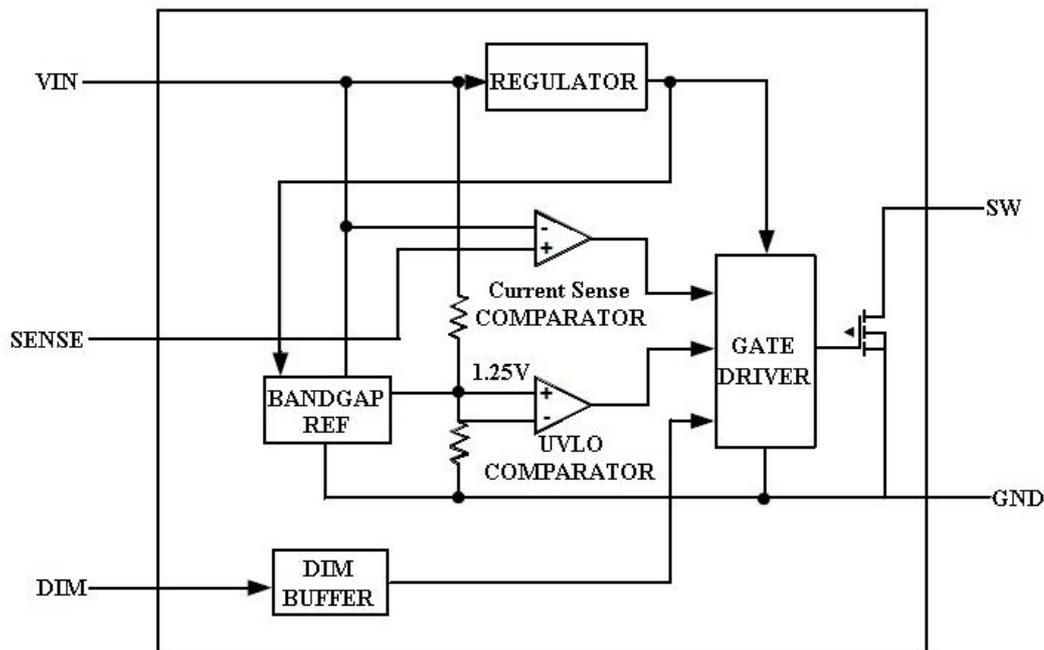
(测试条件: 无特别说明时,  $V_{IN}=V_{EN}=3.6V$ ,  $T_{amb}=25^{\circ}C$ )

符号	参数描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
F <sub>SW</sub>	最高工作频率				1	MHz
V <sub>IN</sub>	输入电压		6		35	V
V <sub>UVLO</sub>	欠压保护	V <sub>IN</sub> 上升时	5.5	6	6.5	V
V <sub>UVLO,HYS</sub>	欠压保护迟滞	V <sub>IN</sub> 下降时		500		mV
V <sub>SENSE</sub>	采样电压阈值	V <sub>IN</sub> - V <sub>SENSE</sub>	95	100	105	mV
V <sub>SENSE,HYS</sub>	采样阈值迟滞			±15		%
I <sub>SENSE</sub>	SENSE端输入电流	V <sub>IN</sub> - V <sub>SENSE</sub> = 100mV		8		μA
f <sub>DIM</sub>	最大DIM调光频率				20	KHz
V <sub>DIM,DC</sub>	模拟调光电压范围		0.5		2.5	V
D <sub>PWM,HF</sub>	高频PWM调光时的占空比	f <sub>DIM</sub> > 10KHz	0.2		1	
	高频PWM调光比			5:1		
D <sub>PWM,LF</sub>	低频PWM调光时的占空比	f <sub>DIM</sub> < 500Hz	0.01		1	
	低频PWM调光比			100:1		
V <sub>DIM,H</sub>	DIM输入电平高		2.5			V
V <sub>DIM,L</sub>	DIM输入电平低				0.5	V
I <sub>DIM,H</sub>	DIM端高漏电流	V <sub>DIM</sub> = 5V	-1		+1	uA
I <sub>DIM,L</sub>	DIM端低漏电流	V <sub>DIM</sub> = 0		10	1	uA
I <sub>OFF</sub>	输出关断静态输入电流			75		μA
I <sub>OP</sub>	输出开关静态输入电流			1.8		mA
R <sub>SW</sub>	SW导通电阻	I <sub>sw</sub> =1A		0.5		Ω
I <sub>SW,mean</sub>	SW管连续电流				1	A
I <sub>LEAK</sub>	SW管漏电流			0.5	5	μA

注1: 典型参数在25°C 下测得的参数标准。

注2: 数据表中的最小、最大值由设计、测试及统计分析所保证。

### 内部框图



### 工作原理

HI415A是电流模式的LED驱动电路，和电流采样电阻（ $R_s$ ）、电感（ $L$ ）构成自振荡的连续模式降压型恒流控制器。

当VIN上电时，电流采样电阻（ $R_s$ ）和电感（ $L$ ）上的电流为零，则LED无电流流过，此时CS比较器的输出为高，则打开内部MOS管，拉低SW点电位。因此将有电流从VIN端经过电流采样电阻（ $R_s$ ）、电感（ $L$ ）、LED和内部MOS管流到地，随着电流的不断上升，在 $R_s$ 上产生差压 $V_{SENSE}$ ，当 $(V_{IN}-V_{SENSE}) > 115mV$ 时，CS比较器的输出为低，关断内部MOS管，此时流过电感（ $L$ ）、肖特基二极管（ $D$ ）、电流采样电阻（ $R_s$ ）、和LED的电流将下降，当 $(V_{IN}-V_{SENSE}) < 85mV$ 时，内部MOS管重新开启，如此反复。使得在LED上的平均电流为

$$\left( \frac{85+115}{2} mV \right) / R_s = 100mV / R_s。$$

高端电流采样模式使得外围器件数目最小化，采用1%的采样电阻，LED输出电流精度可控制在 $\pm 3\%$ 的范围内（ $\leq 30V$ ）。

### DIM输入

HI415A可通过DIM端进行PWM信号调光，当 $V_{DIM}$ 低于0.5V时，关断LED电流，当 $V_{DIM}$ 高于2.5V时，打开LED电流，PWM调光的最大频率是20KHz。DIM端还可以通过直流电平0.5V~2.5V之间进行直流调光。



### 5V稳压器

VCC电压由一个5V的内部稳压器提供，可以带10mA的负载，还有内部的旁路电容进行滤波。

### 欠压保护

HI415A内置有一个7V的带500mV滞回值的欠压保护（UVLO）模块。当VIN低于5.5V时，内部MOS管关断，无输出电流；当VIN高于6V时，内部MOS管打开，才能设定输出电流工作。

### 温度补偿

HI415A内部有温度补偿机制，可通过温度采样电路将温度信号反馈致DIM端，进行温度补偿。

### 推荐工作范围

符号	参数描述	参数范围	单位
V <sub>IN</sub>	输入电压	0 ~ 35	V
T <sub>OPT</sub>	工作温度	-40 ~ +85	°C

### 极限参数（注3）

输入电压（V <sub>IN</sub> ）	-0.3 ~ 35V
电流检测输入端（V <sub>SENSE</sub> ）	+0.3 ~ -5.0V（相对V <sub>IN</sub> ）
功率开关漏端（V <sub>SW</sub> ）	-0.3 ~ 35V
开关使能、模拟和PWM调光输入端（V <sub>DIM</sub> ）	-0.3 ~ 6V
工作时结温范围（T <sub>J</sub> ）	-40 ~ 150 °C
存储温度范围（T <sub>STG</sub> ）	-55 ~ 150 °C
最高结温度（T <sub>JMAX</sub> ）	150 °C
热阻，SOT89-5 θ <sub>JA</sub> （P <sub>TR</sub> ）	45 °C/W
功耗（P <sub>DMAX</sub> ）	--W（注4）
ESD 耐压（注5）	2 kV

注3：超出最大极限值工作，器件可能损坏。在推荐工作范围内，器件正常工作，但不保证完全满足个别性能指标。电气参数是器件在推荐工作范围内并保证特定性能指标的条件下测得的直流和交流电参数。对于未给定上下限值的参数，不予保证其精度。但其典型值表征器件工作的最佳性能点。

注4：温度升高最大功耗一定会减小，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> 或是最大极限值给出的较低者。

注5：人体模式, 100pF电容通过1.5kΩ电阻放电。



## 应用说明

### 通过电阻Rs设定平均电流

LED的平均电流由接VIN和SENSE端之间的电阻Rs设定。由下式计算所需电阻阻值。

$$I_{out} = \frac{0.1}{R_s}$$

前提是DIM端浮空或外加DIM端电压高于2.5V（但必须低于5V）。而Rs是设定LED的最大输出电流，通过DIM端，LED实际输出电流能够调小到任意值。

### 模拟调光

DIM端可以外加一个直流电压（VDIM）调整LED输出电流（如下式），最大LED输出电流由（0.1/RS）设定。

$$I_{out} = \frac{0.1 \times V_{DIM}}{2.5 \times R_s} \quad (0.5V \leq V_{DIM} \leq 2.5V)$$

VDIM在(2.5V ≤ VDIM ≤ 5V) 范围内LED保持100% 电流等于 IOUT= 0.1/ Rs。

### PWM调光

LED的最大平均电流由接VIN和CSN端之间的电阻Rs决定，通过在DIM管脚加入可变占空比的PWM信号，可以调小输出电流以实现调光，计算公式如下：

$$I_{out} = \frac{0.1 \times D}{2.5 \times R_s} \quad (0 \leq D \leq 100\%, 2.5V \leq V_{pulse} \leq 5V)$$

如果高电平小于2.5V，则

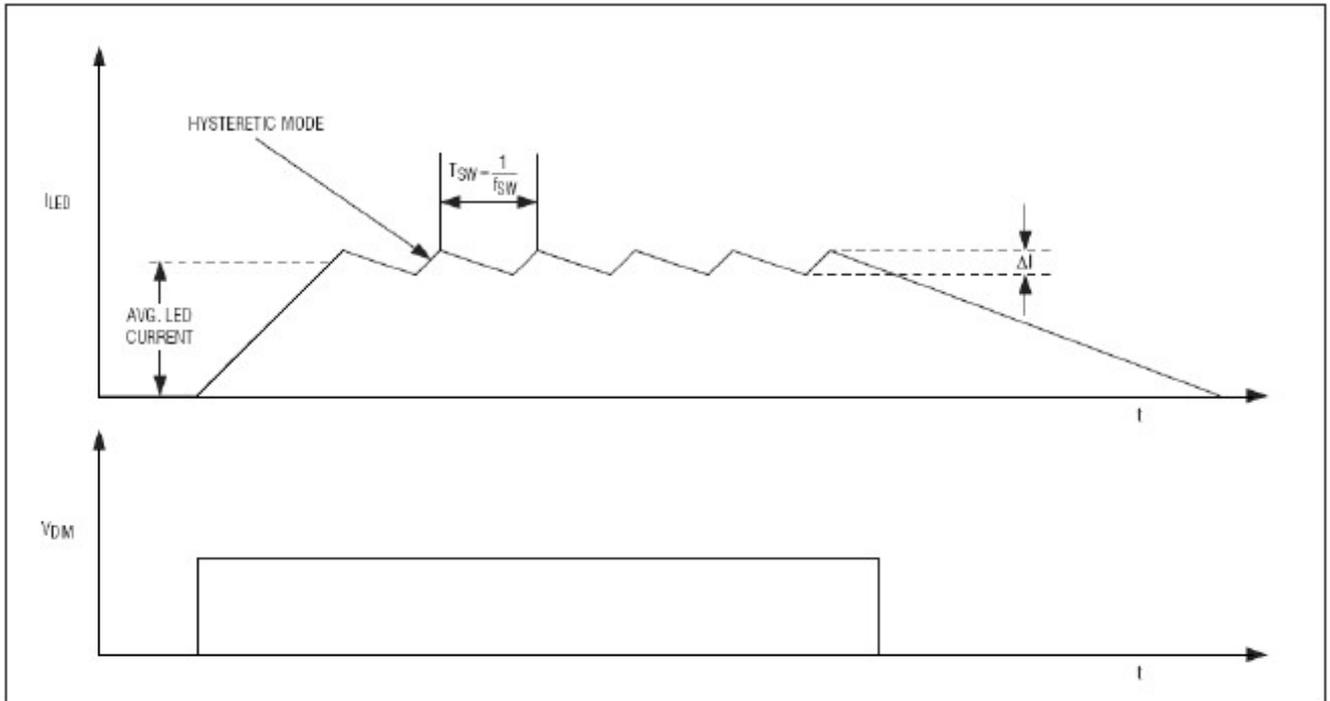
$$I_{out} = \frac{0.1 \times D \times V_{pulse}}{2.5 \times R_s} \quad (0 \leq D \leq 100\%, 0.5V \leq V_{pulse} \leq 2.5V)$$

### 稳流工作原理

HI415A通过迟滞比较器（见下图）来实现LED输出稳流的功能。当流过电感的电流爬升时，在RSENSE电阻上的电压也随之上升，直至达到迟滞比较器的上限时，才关断内置MOS管，此后电流将通过肖特基二极管续流形成环路；反之，当电感电流下降，使RSENSE电阻上的电压达到比较器下限值时，内置MOS管将再次开启，电感电流又将再次上升。如此反复工作。振荡频率由下式决定：

$$f_{sw} = \frac{(V_{IN} - n \times V_{led}) \times n \times V_{led} \times R_{sense}}{V_{IN} \times \Delta V \times L}$$

n是LED的数量，Vled 是单个LED的正向导通电压，而ΔV = (VSNS\_HI - VSNS\_LO)。



电流调节器

## 二极管的选取

为了提高效率和保证性能，选择低正向压降低、低漏电、低寄生电容、快速恢复的肖特基二极管，但是一定要保证其可以承受最大工作电压，同时保证二极管的额定正向导通电流要大于应用的最大LED电流。

## 降低输出纹波

输出纹波等于电感电流纹波，如果需要降低的LED纹波，可以在LED的两端并联一个电容。

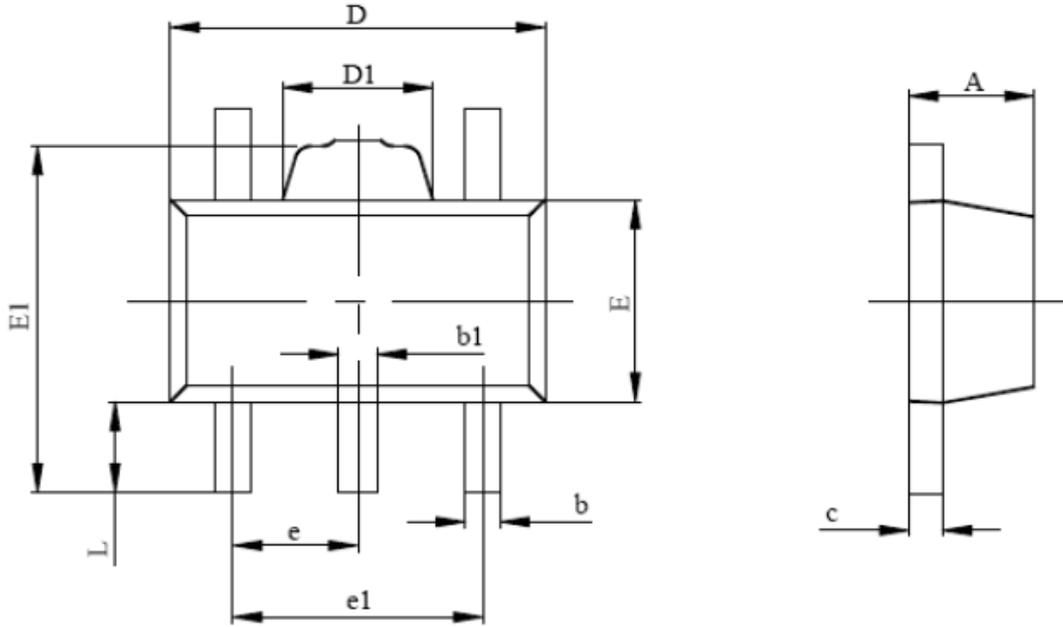
## PCB设计注意事项

PCB的合理布局布线，降低开关损耗，使得系统稳定工作。采用多层PCB板，可以获得更好的抗噪性能。大电流接地回路、输入旁路电容接地和输出滤波器地线采用星型连接，有效地降低接地噪声。为降低噪声干扰，功率回路环路面积应尽量小，连线要短，尽可能粗。 $R_{SENSE}$ 须尽可能靠近输入滤波器和 $V_{IN}$ 脚放置，裸焊盘接触面积要尽可能大，以提高散热能力。



封装说明

**SOT89-5封装**



符号	单位 (mm)	
	最小	最大
A	1.400	1.600
b	0.320	0.520
b1	0.360	0.560
c	0.350	0.440
D	4.400	4.600
D1	1.400	1.800
E	2.300	2.600
E1	3.940	4.250
e	1500TYP	
e1	2.900	3.100
L	0.900	1.100