

### 概述

HM4116A 是一款内置 5A 功率 MOS 开关降压型高精度、高亮度 LED 恒流驱动控制器。

HM4116A 通过一个外接电阻设定输出电流，最大输出电流可达 2.5A；外围只需很少的元件就可实现降压、恒流驱动功能。调光脚 ADJ 兼容 PWM 和模拟调光的。当 ADJ 脚电压低于 0.3V 时输出关断，进入待机状态。

系统采用电感电流滞环控制方式，对负载瞬变具有非常快的响应，对输入电压具有高的抑制比；其电感电流纹波为 20%，且最高工作频率可达 1MHz。

HM4116A 特别适合宽输入电压范围的应用，其输入电压范围从 5.5V 到 60V。特别内置了一个 LDO，其输出电压为 5.5V，最大可提供 5mA 电流输出。

HM4116A 内置过温保护电路，当芯片达到过温保护点，系统立即进入过温保护模式，将降低输入电流以提高系统可靠性。

HM4116A 采用 ESOP8 封装。散热片内置接 SW 脚。

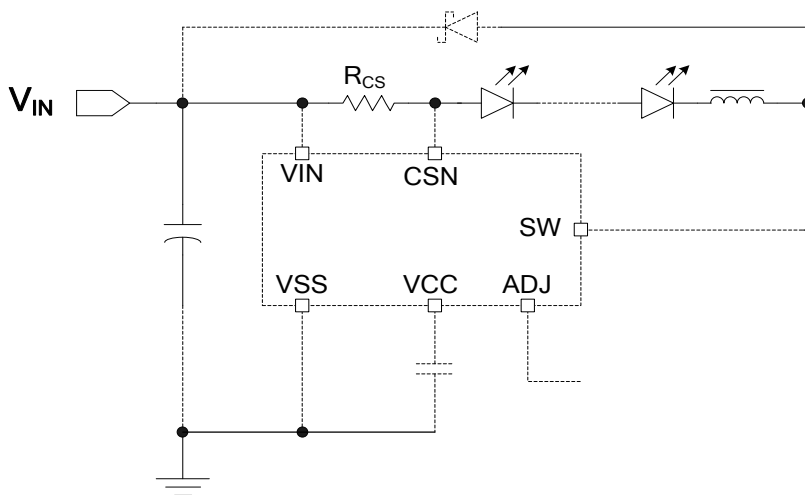
### 特点

- ◆最大输出电流：2.5A
- ◆内置 60V/30mΩ 功率 MOS
- ◆高效率：96%
- ◆高端电流检测
- ◆ADJ 同时兼容数字调光及模拟调光
- ◆滞环控制，无需环路补偿
- ◆最高工作频率：1MHz
- ◆电流精度：±3%
- ◆宽输入电压：5.5V~60V
- ◆过温保护
- ◆低压差工作时，可保持高稳定性

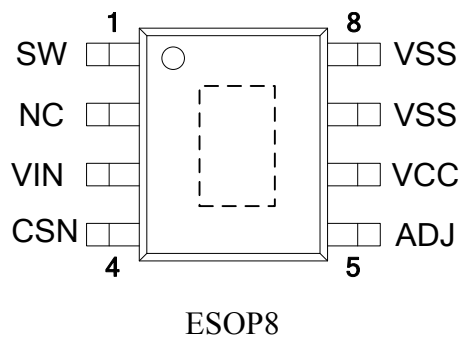
### 应用领域

- ◆建筑、工业、环境照明
- ◆MR16 及 LED 灯
- ◆汽车照明

### 典型应用电路图



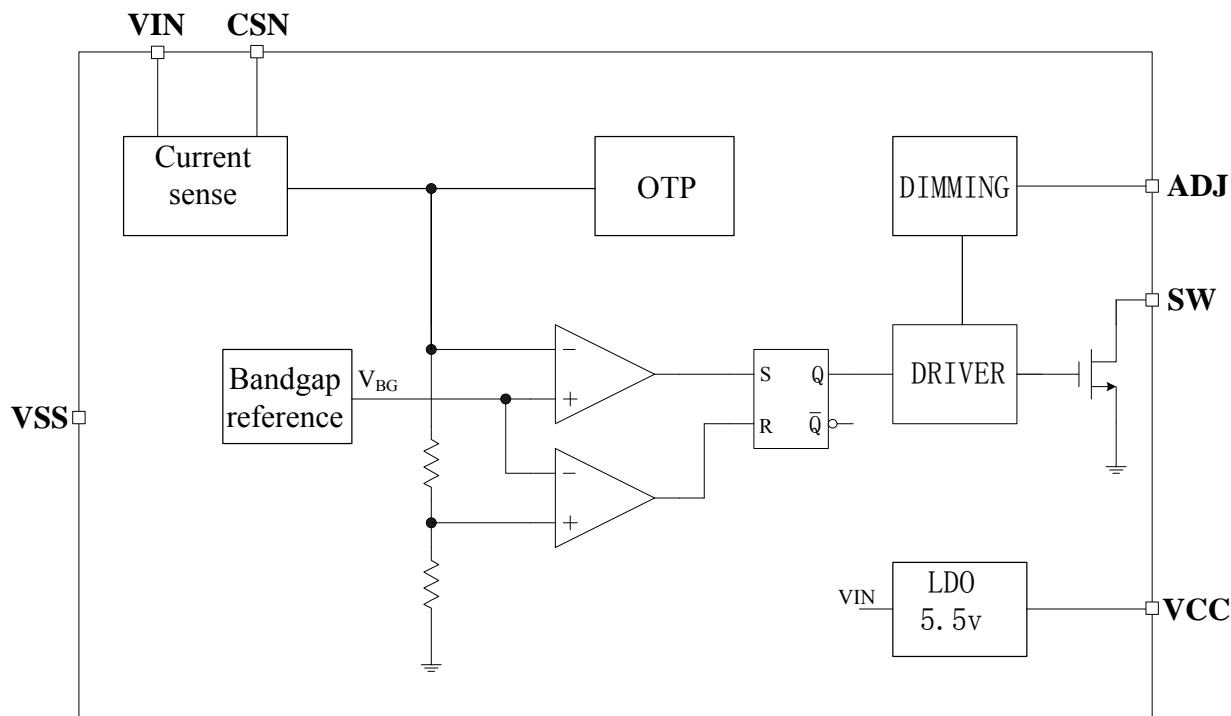
### 封装及管脚分配



### 管脚描述

管脚序号	管脚名称	管脚类型	描述
1	SW	输入/输出	内置 MOS 管漏极
2	NC	-	悬空不接
3	VIN	电源	电源电压
4	CSN	输入	电流检测端
5	ADJ	输入	模拟调光/PWM 调光输入端
6	VCC	输出	LDO 输出
7, 8	VSS	地	芯片地

### 内部电路方框图



### 极限参数 (注 1)

参数	符 号	描述	最小值	最大值	单位
电压	$V_{MAX1}$	IC 各端最大电压值 (除 ADJ, VCC)		65	V
	$V_{MAX2}$	ADJ, VCC 引脚最大电压值		7	V
电流	$I_{MAX}$	SW 脚最大电流		5	A
最大功耗	$P_{ESOP8}$	ESOP8 封装最大功耗		0.8	W
温度	$T_A$	工作温度范围	-40	85	°C
	$T_{STG}$	存储温度范围	-40	120	°C
	$T_{SD}$	焊接温度 (时间少于 30s)	230	240	°C
ESD	$V_{HBM}$	HBM		2000	V

注 1: 极限参数是指超过上表中规定的工作范围可能会导致器件损坏。而工作在以上极限条件下可能会影响器件的可靠性。

### 电特性

除非特别说明,  $V_{IN}=5V$ ,  $C_{CC}=1\mu F$ ,  $C_{DRV}=1nF$ ,  $T_A=25^{\circ}C$

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>电源电压</b>						
最大输入电压	$V_{IN\_MAX}$				60	V
欠压保护电压	$V_{UVLO}$	$V_{IN}=V_{CS}$ , $V_{DIM}=V_{CC}$ , $V_{IN}$ 电压从 0V 上升		5	5.5	V
欠压保护 滞回电压	$V_{HYS}$			0.5		V
电源工作电流	$I_{IN}$				5	mA
电源待机电流	$I_{ST}$				400	$\mu A$
<b>开关频率</b>						
最大开关频率	$F_{SW\_MAX}$				1	MHz
<b>电流检测比较器</b>						
检测电压高值	$V_{CSH}$	$(V_{IN}-V_{CS})$ 从 0.1V 上升, 直至 DRV 输出低电平		220		mV
检测电压低值	$V_{CSL}$	$(V_{IN}-V_{CS})$ 从 0.3V 下降, 直至 DRV 输出高电平		180		mV
比较器输入电流	$I_{CS}$			5		$\mu A$
高电平输出延迟	$T_{DPDH}$			80		ns
低电平输出延迟	$T_{DPL}$			80		ns
<b>调光控制</b>						
ADJ 模拟调光范围	$V_{ADJ}$		0.5		2.5	V
ADJ 输入高电平	$V_{IH}$		2.5			V
ADJ 输入低电平	$V_{IL}$				0.3	V

ADJ 上拉电阻	$R_{ADJ}$			250		$k\Omega$
<b>LDO 特性</b>						
LDO 输出电压	$V_{CC}$	$V_{IN}=5.5V\sim60V$ $I_{CC}=0.1mA\sim5mA$		5.5		V
负载调整率		$I_{CC}=0.1mA\sim5mA$ $V_{IN}=12V$		4		$\Omega$
线性调整率		$V_{IN}=6V\sim60V$ , $I_{CC}=5mA$		11		mV
电源抑制比	PSRR	$V_{IN}=12V$ , $I_{CC}=5mA$ , $F_{IN}=10KHz$		-35		dB
启动时间	$T_{START}$	$V_{CC}$ 电压从 0V 到 4.5V		350		us
<b>内置 MOS</b>						
MOS 导通电阻	$R_{DS(on)}$	$V_{IN}=6V\sim60V$		30		$m\Omega$
<b>过温保护</b>						
过温调节	OTP_TH			140		$^{\circ}C$

### 应用指南

#### 工作原理

HM4116A是一款内置 60V 功率开关的高端电流检测降压型高精度高亮度 LED 恒流驱动控制器。系统通过一个外接电阻设定输出电流，最大输出电流可达 2.5A；电流检测精度高达  $\pm 3\%$ ；外围仅需很少的元件。

系统上电后，定义差值：

$$\Delta v = V_{IN} - V_{CSN} \quad (1)$$

通过典型应用可以看到，负载 LED 上的电流与电感 L 电流以及电阻  $R_{CS}$  上的电流相等。上电后，电感电流不能突变，故电阻  $R_{CS}$  上的电流为零，于是差值  $\Delta v$  亦为零；此差值输入到芯片内部，与基准电压（220mV）比较后，使得功率开关管开启。于是  $V_{IN}$  通过电阻  $R_{CS}$ ，电感 L，负载 LED 以及功率开关管到地形成通路，电感 L 储存能量，其电流逐渐升高。

当电感电流达到：

$$I_L = \frac{220mV}{R_{CS}} \quad (2)$$

此时，功率开关管关断；之后，差值  $\Delta v$  输入到芯片内部，与基准电压（180mV）比较后，使得功率开关管保持关断状态。由于电感电流的持续性，电感电流便通过负载 LED 及续流二极管 D，电阻  $R_{CS}$  释放能量，其电流逐渐下降。

当电感电流达到：

$$I_L = \frac{180mV}{R_{CS}} \quad (3)$$

此时，功率管开启；系统进入下一个周期循环。

此系统对于电感电流的控制模式称为电感电流滞环控制模式，其对负载瞬变具有非常快的响应，对输入电压具有高的抑制比，其电感电流纹波为 20%。

#### 电流取样电阻选择

系统稳定后，可假设负载 LED 上的电压稳定，于是可近似认为电感电流呈线性变化。

故由前面叙述可知，电流取样电阻  $R_{CS}$  上的电流与负载 LED 上电流相等，于是电阻  $R_{CS}$  的取值决定了负载电流的大小。

$$I_{LED} = \frac{0.22 + 0.18}{2 * R_{CS}} = \frac{0.2}{R_{CS}} \quad (4)$$

#### 电感选择

电感值的大小决定系统工作频率。稳定时，假设负载 LED 电压为  $V_{LED}$ ，输入电压  $V_{IN}$ ，

电感电流纹波  $0.2 \cdot I_{LED}$ ，则功率管导通时间：

$$T_{ON} = \frac{0.2 \cdot I_{LED} \cdot L}{V_{IN} - V_{LED}} \quad (5)$$

功率管关断时间：

$$T_{OFF} = \frac{0.2 \cdot I_{LED} \cdot L}{V_{LED}} \quad (6)$$

由（5）（6）可得系统工作频率

$$F_{SW} = \frac{(V_{IN} - V_{LED}) \cdot V_{LED}}{0.2 \cdot V_{IN} \cdot I_{LED} \cdot L} \quad (7)$$

为保证芯片可靠稳定工作，建议其工作频率低于系统最大工作频率 1MHz。

### 调光控制

调光脚 ADJ 同时兼容数字 PWM 调光和模拟调光的调光功能。用作模拟输入时，其输入电压范围可以是 0~5V。当 ADJ 输入电压大于 2.5V 即达到最大调光电压；当 ADJ 脚电压低于 0.3V 时输出关断，进入待机状态。如果不需要 ADJ 调光功能，则将 ADJ 接到 VCC。

### 续流二极管选择

续流二极管 D 的耐压值应高过最大输入工作电压。选择正向导通压降小的肖特基二极管有助于提高转换效率。

### LDO 输出端

LDO 的输出端 VCC 需接一个大于等于 1uF 的电容。LDO 可提供最大 5mA 的输出电流。

### 输入电容

电源输入端  $V_{IN}$  需接 47uF 至 100uF 的滤波电容，电容的耐压值应高于最大输入电压。

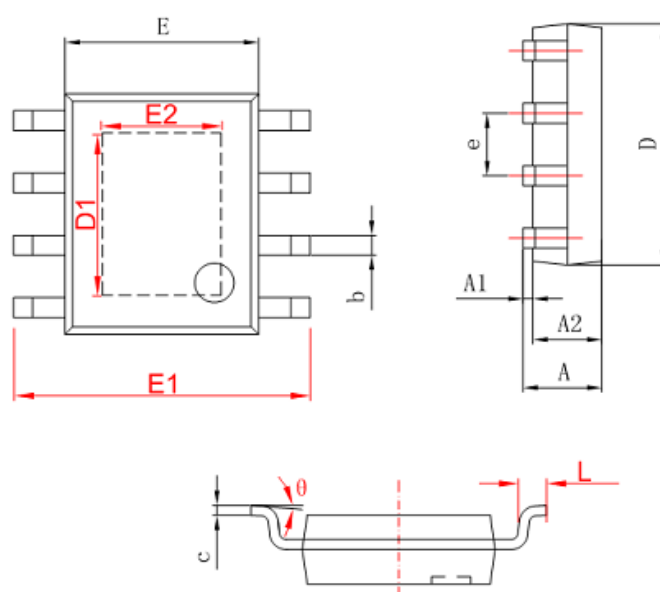
### 过温保护

当芯片温度过高时，典型情况下当芯片内部温度超过 140 度以上时，过温调节开始起作用：随温度升高输入电流逐渐减小，从而限制输入功率，增强系统可靠性。

### 封装信息

#### ESOP8 封装参数

- SOP-8/PP



字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	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
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°