

## 产品概述

SS8102 是一款高效率、恒电流、降压型同步半桥 DC/DC 转换器驱动芯片，最大输出电流能力达 25A，PWM 调光分辨率超过 100K:1。

SS8102 采用迟滞式恒定关断时间的工作模式，无需外部补偿设计。最大简化外部器件，其输出电流能力既可以通过不同阻值的外接电阻（Rcs）调整，也可以通过调节模拟调光控制引脚 IADJ 上的电压来实现。电流能力可达 25A。通过 DIM 管脚输入 PWM 信号来灵活实现对 LED 的调光控制。

SS8102 有同步模式和异步模式两种工作模式可供选择，客户可以根据自己的需求来灵活设计。

SS8102 具有良好的线性度和稳定的恒流特性，可以精确调光并在恶劣供电条件下稳定工作。

针对低灰度调光特性进行系统运算优化，实现低灰调光无抖动及闪烁问题，使 LED 有更好的线性度调光特性。

PWM 及线性调光双重控制并存，可执行独立调光电流控制

SS8102 提供一系列保护功能，包括欠压锁定保护（UVLO）、过热保护（OTP）、LED 开路与短路保护，输出欠压保护功能等。SS8102 使用具有散热片的封装，因此系统可以在大电流通过时稳定工作。

## 特征

- 最大输出 25A 驱动电流
- 100K:1 以上高 PWM 调光分辨率
- 模拟调光比 250:1
- 输入电压范围: 8V~45V
- 开关电源频率可调整
- 封装: eTSSOP16
- 良好的调光线性度
- 稳定的恒流特性
- 保护特征
  - VCC 欠压锁定
  - 过流保护
  - 过热保护
  - 输出欠压保护
  - LED 开路保护

## 应用

- 舞台照明
- 影视灯光
- 投影仪
- 工业照明 LED 驱动
- 工业激光
- 汽车照明

## 封装

| 产品编号          | 封装类型     | 数量         |
|---------------|----------|------------|
| SS8102T-ET-TP | eTSSOP16 | 3000/Reels |

典型应用电路

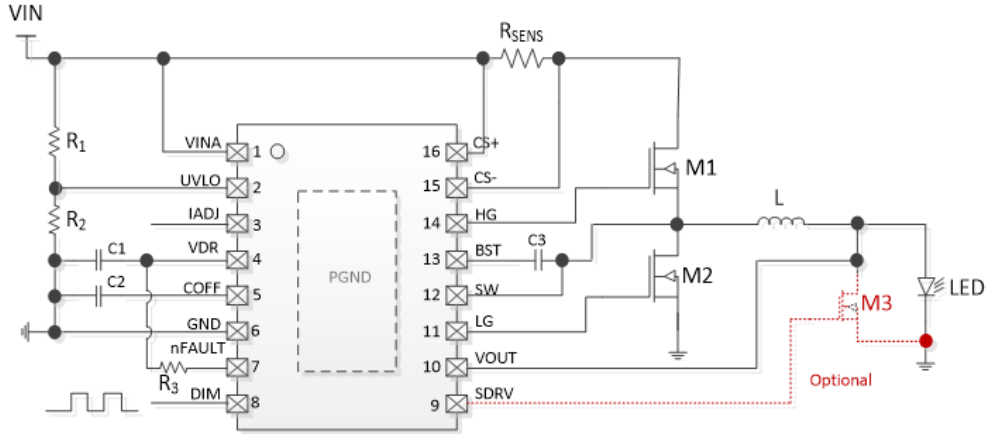


图 1 应用原理图（同步整流架构）

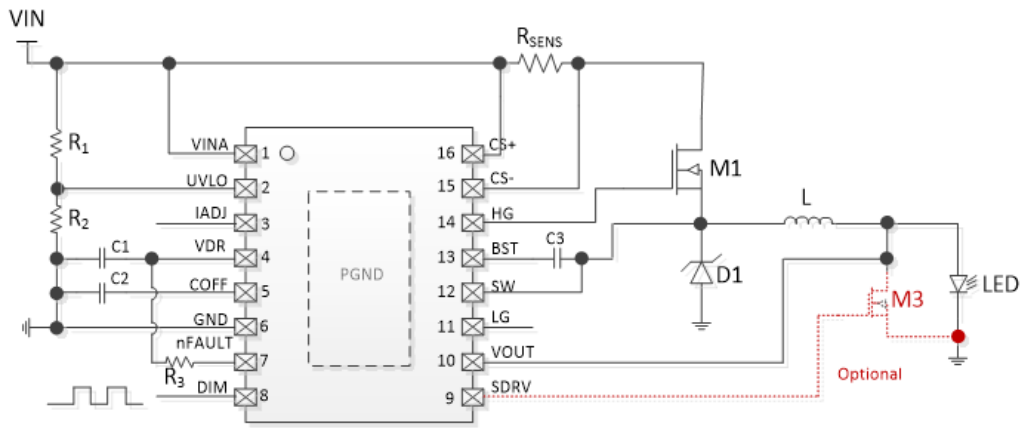


图 2 应用原理图（异步整流架构）

框图

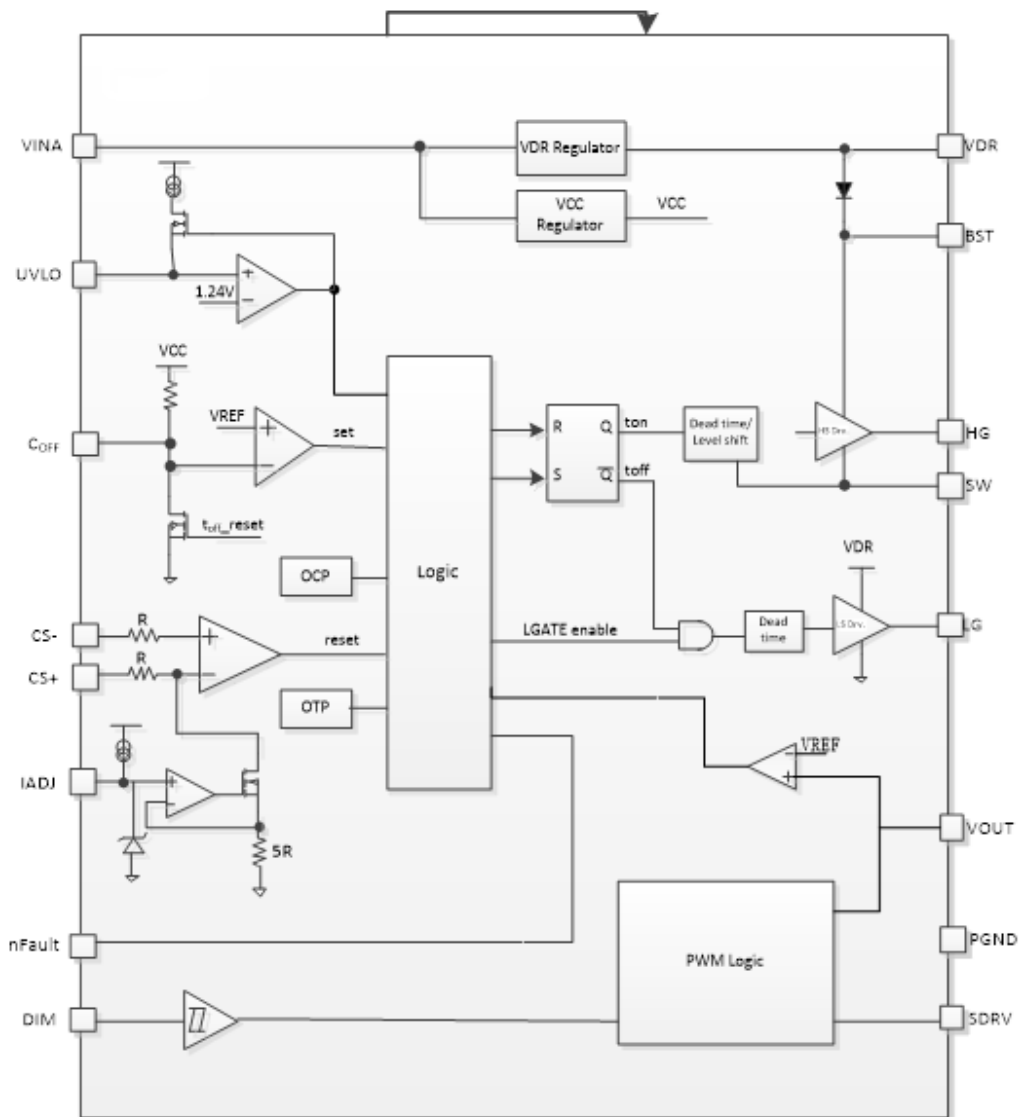


图 3 模块框图

### 封装引脚描述

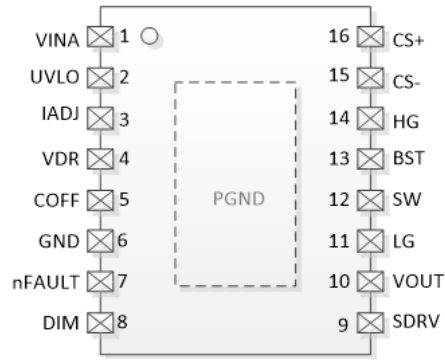


图 4 脚位图（正面）

**引脚功能描述**

| 引脚编号 | 名称     | 输入/输出 | 描述  |
|------|--------|-------|---|
| 1    | VINA   | 电源    | 芯片的输入电源，连接 22uF 以上滤波电容至 GND   |
| 2    | UVLO   | 输入    | 欠压保护，置电阻对地设置输入电压  |
| 3    | IADJ   | 输入    | 模拟调光控制的脚位，可通过外接模拟电位改变限流值和 OCP 阈值，模拟调光精度由外接 DAC 决定，悬空为默认值 1.2V                       |
| 4    | VDR    | 输出    | 5V LDO 输出，连接 2.2uF 电容至 GND，LDO 输出滤波电容   |
| 5    | COFF   | 输出    | Toff 的放电时间设置，改变 Roff 和 Coff 值，可以改变 Toff 的工作时间，以实现工作频率的调整，Roff*Coff 越大，频率下降，反之，频率上升。 |
| 6    | GND    | 地     | IC 地，模拟信号地  |
| 7    | nFAULT | 输出    | 电源保护反馈输出信号端口，高电平输出正常，低电平输出信号异常  |
| 8    | DIM    | 输入    | PWM 调光输入端，高电平驱动输出工作，低电平信号输出关闭。  |
| 9    | SDRV   | 输出    | PWM 调光输出，DIM 为高时 SDRV 为低  |
| 10   | VOUT   | 输入    | 欠压保护检测端口，内置并联调光 MOS；接到负载的正极，不可悬空，悬空的话会触发压保护。  |
| 11   | LG     | 输出    | 低边驱动 MOS 的驱动输出  |
| 12   | SW     | 输出    | 功率管输出端，连接到功率电感  |
| 13   | BST    | 输入    | 自举电源，接 100nF/220nF 电容到 SW   |
| 14   | HG     | 输出    | 高边驱动 MOS 的驱动输出  |
| 15   | CS-    | 输入    | 电流检测电阻负极采样端   |
| 16   | CS+    | 输入    | 电流检测电阻正极采样端   |
| EPAD | EPAD   | NC    | 接至 Power GND，用于散热   |

### 绝对最大额定值

| 参数  | 最小   | 最大   | 单位 |
|---|------|------|----|
| V <sub>INA</sub> , CS <sub>+</sub> , CS <sub>-</sub> , SW, V <sub>OUT</sub> | -0.3 | 45   | V  |
| BST, HG   | -0.3 | 45   | V  |
| Mode  | -0.3 | 5    | V  |
| DIM, VDR, COFF, nFAULT, SDRV, LG  | -0.3 | 5    | V  |
| IADJ  | -0.3 | 5    | V  |
| T <sub>OPR</sub> (芯片工作时的环境温度)   | -40  | +125 | °C |
| T <sub>STG</sub> (存储温度)   | -40  | +150 | °C |
| T <sub>J</sub> (结温)   |      | +150 | °C |
| Soldering Temperature (reflow)  |      | +260 | °C |

### 推荐工作条件

| 参数                                 |        | 最小  | 最大  | 单位 |
|------------------------------------|--------|-----|-----|----|
| V <sub>INA</sub> /V <sub>INP</sub> | 工作电压   | 8   | 40  | V  |
| T <sub>a</sub>                     | 环境工作温度 | -40 | 105 | °C |

### 热阻参数

| 参数      | $\theta_{JA}$ | $\theta_{JC}$ | 单位   |
|---------|---------------|---------------|------|
| TSSOP16 | 45            | 10            | °C/W |

### ESD 防护等级

| SS8102                         | 测试种类 | 数值    | 单位 |
|--------------------------------|------|-------|----|
| V(ESD) Electrostatic discharge | HBM  | ±2000 | V  |
|                                | MM   | ±400  | V  |
|                                | CDM  | ±1500 | V  |

\*CDM 测试是基于 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2014

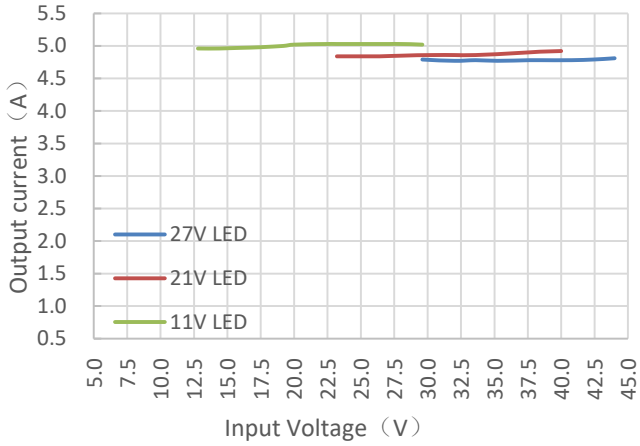
## 电特性参数

V<sub>IN</sub>=24V, T<sub>A</sub>=-25°C to 85°C. Typical values are at T<sub>A</sub>=25°C (Unless otherwise specified).

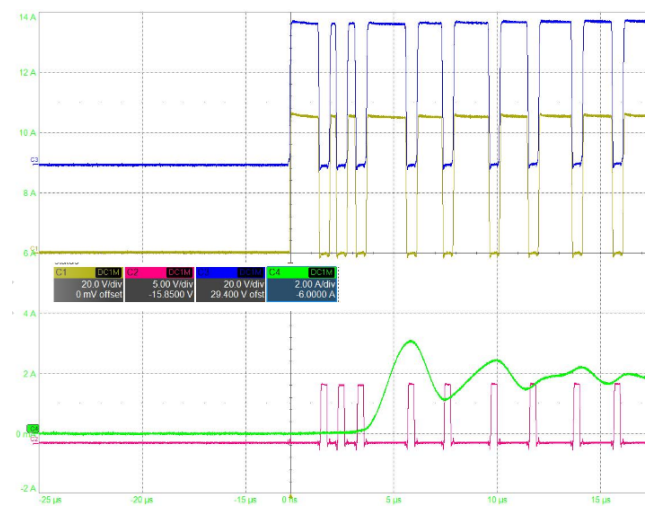
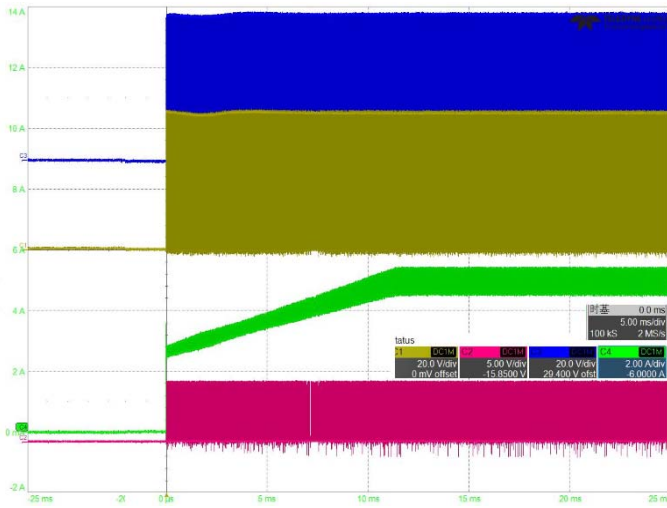
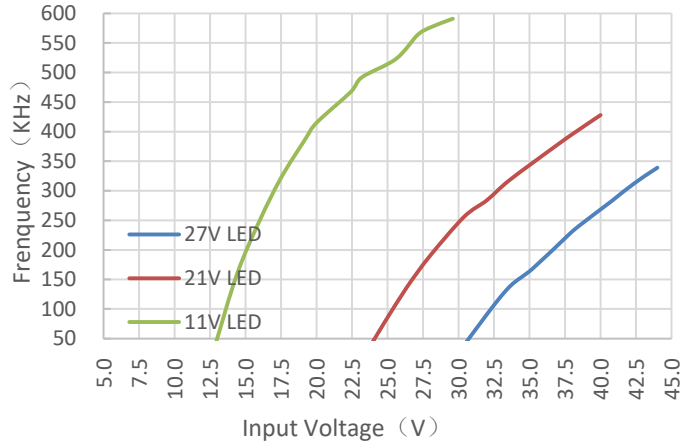
| 符号                    | 参数             | 测试条件   | 最小   | 典型    | 最大    | 单位 |
|-----------------------|----------------|--|------|-------|-------|----|
| <b>工作电流</b>           |                |  |      |       |       |    |
| I <sub>IN</sub>       | 工作电流           | DIM=0V, changeVIN  | 536  | 690   | 1176  | uA |
| <b>VDR 稳压器</b>        |                |  |      |       |       |    |
| V <sub>DR</sub>       | 电压稳压器          | V <sub>IN</sub> >9V, 0<I <sub>CC</sub> <20mA               | 4.9  | 5.0   | 5.1   | V  |
| I <sub>LIM_VDR</sub>  | 最大输出电流限制       | V <sub>IN</sub> >9V  |      |       | 72    | mA |
| <b>调光控制</b>           |                |  |      |       |       |    |
| Viadj                 | 模拟调光脚          |  | 0.1  |       | 1.2   | V  |
| V <sub>DIM-TH</sub>   | EN 管脚开启/关短阈值   | VDIM rising  |      |       | 1.16  | V  |
|                       |                | VDIM falling   | 0.5  |       | 0.87  | V  |
| <b>欠压锁定保护</b>         |                |  |      |       |       |    |
| V <sub>UVLO</sub>     | 欠压保护阈值         | V <sub>IN</sub> rising                                     |      | 6.1   |       | V  |
| V <sub>ULVO-HYS</sub> | 欠压保护迟滞变量       |  |      | 0.3   |       | V  |
| <b>关闭时间</b>           |                |  |      |       |       |    |
| V <sub>OFF</sub>      | 关断时间计时器的阈      |  | 1.21 | 1.216 | 1.364 | V  |
| R <sub>OFF</sub>      | 关断时间计时器内部      | T <sub>off</sub> =0.286*T <sub>off</sub> *C <sub>off</sub> |      | 12    |       | KΩ |
| t <sub>on-min</sub>   | 最短开启时间         |  |      | 10    |       | ns |
| t <sub>OFF-Max</sub>  | 最长关闭时间         |  |      | --    |       | us |
| <b>MOS驱动</b>          |                |  |      |       |       |    |
| R <sub>LG</sub>       | 低边MOS驱动电路的驱动能力 | Source 50mA  |      | 1.71  |       | Ω  |
|                       |                | Sink 50mA  |      | 1.05  |       | Ω  |
| R <sub>HG</sub>       | 高边MOS驱动电路的驱动能力 | Source 50mA  |      | 3.72  |       | Ω  |
|                       |                | Sink 50mA  |      | 1.168 |       | Ω  |
| <b>电流检测</b>           |                |  |      |       |       |    |
| V <sub>SEN</sub>      | CS+-CS-脚平均电压   | IADJ floating  | 95   | 100   | 105   | mV |

参数特性

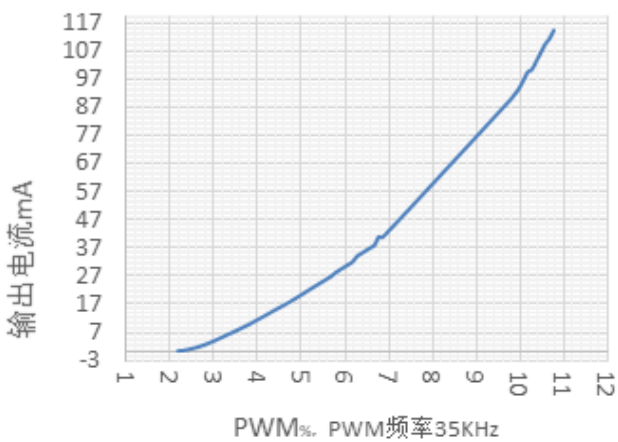
input Voltage vs output current



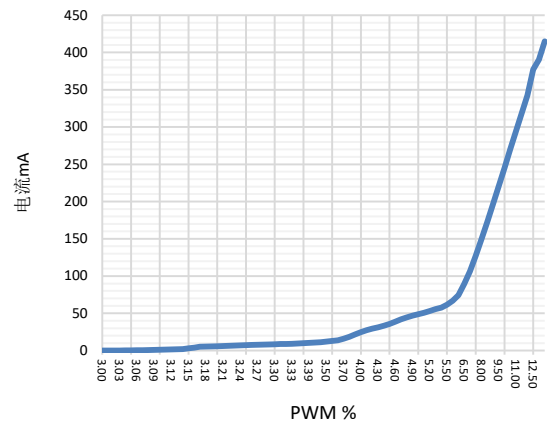
input Voltage vs Frequency



0%~12%线性度:Iout 4.7A



调光特征曲线





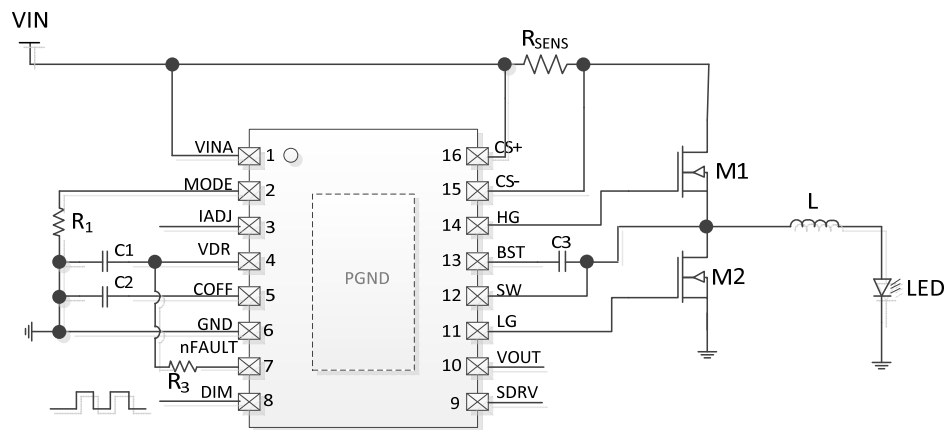
## 详细描述和设计

SS8102 是外围应用简单并且高效率的降压控制器，可以驱动 25A 的电流负载。SS8102 采用了迟滞式恒定关断时间控制技术，无需环路补偿并具有快速负载瞬时响应的特性。SS8102 支持同步整流和异步整流电路拓扑，可以根据设计需要选择合适架构。

## 工作原理

同步架构：

在 DIM 为高电平的时候，通过 HG 脚驱动高边 MOSFET M1 导通，M2 关断，给电感充电并使负载 LED 工作，在电流峰值  $I_{peak}$  达到设定限流值的时候，M1 截止，停止充电，同时低边 MOSFET 导通给电感续流。在经过一定时间的下降后，重新开始给电感充电，在 DIM 为高的时候一直重复此过程。当 DIM 由高变低的时候，上下功率 MOS 全部关闭，关断 LED 灯上的电流。



异步架构：

在 DIM 为高电平的时候，通过 HG 管脚驱动高边 MOSFET M1 导通，给电感充电并使 LED 灯工作，在电流峰值  $I_{peak}$  达到设定限流值的时候，M1 截止，暂停为电感充电，同时 D1 给电感续流，在经过一定时间的下降后，电流达到谷值，重新开始给电感充电，在 DIM 为高的时候一直重复此过程。当 DIM 由高变低的时候，高边 MOS 截止，关断 LED 灯上的电流，电感电流由二极管 D1 和 M3 进行续流。

## 恒定关断时间设置

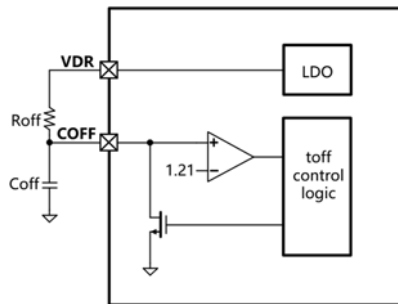
当电感电流达到限流值  $I_{peak}$  时，M1 关断，恒定关断时间计时电路开始工作，该电路由接在 VDR 和 COFF 引脚之间的  $R_{off}$  电阻和连接在 COFF 引脚和 GND 之间的  $C_{off}$  电容组成。

$T_{off}$  计算公式：

$$T_{off} = R_{off} \times C_{off} \times 0.287$$

$$f_{sw} = \frac{V_{IN} - V_{LED}}{V_{IN}} \times \frac{1}{T_{off}} = \frac{V_{IN} - V_{LED}}{V_{IN}} \times \frac{1}{0.287 \times R_{off} \times C_{off}}$$

其中  $R_{off}$  是外置充电电阻， $C_{off}$  是外置充电电容， $V_{DR}$  是 LDO 输出电压值。



## 电流纹波

SS8102 工作在 CCM（连续电流模式），根据  $T_{off}$  参数可得到输出电流纹波值，参考以下公式。建议 LED 纹波电流为被设定 LED 输出电流的 5% 到 20%，一旦 LED 输出电流设定好，就可以确定纹波电流大小，根据以下公式就可以选取合适的电感值和  $C_{off}$  电容值。

$$I_{pp} = \frac{V_{LED}}{L} \times T_{off}$$

其中， $V_{LED}$  是输出 LED 上的电压

## 设定输出电流

### （1）设定峰值电流

输出电流的峰值 ( $I_{peak}$ ) 是通过外接电阻 ( $R_{CS}$ ) 和 IADJ 引脚的电压来进行设定。 $I_{peak}$  与  $R_{CS}$  关系如下所示：

$$I_{peak} = \frac{V_{sen}}{R_{CS}}$$

其中， $R_{CS}$  为与 CS+ 和 CS- 端之间连接的电阻阻值，而  $V_{SEN}$  在 IADJ 引脚悬空时为内部比较电压，当 IADJ 引脚接电压时， $V_{sen}=V_{iadj}$

### （2）根据峰值电流和纹波电流，计算平均输出电流：

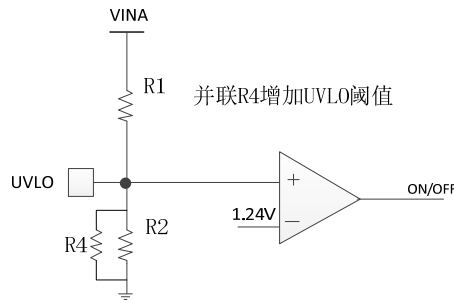
$$I_{LED} = I_{peak} - \frac{I_{pp}}{2}$$

## 设置欠压锁定保护

UVLO 管脚可以设置欠压锁定保护的开启阈值，当 UVLO 管脚悬浮时，UVLO 的阈值是默认内嵌阈值，VINA 管脚电压低于 5.8V（典型值）时，芯片将会关闭输出电流；当 VINA 管脚电压回到 6.1V（典型值）时，芯片重新工作。

芯片内部集成了分压电阻，通过在外部分并联不同阻值的电阻可以调节欠压锁定保护阈值，同样欠压保护的迟滞电压也可以设定。

在 VINA 和 UVLO 之间并联电阻可以减小 UVLO 的阈值电压，即更小的输入电压即可使芯片工作；在 UVLO 和 GND 之间并联电阻可以加大 UVLO 的阈值，即需要更大的输入电压芯片才能工作。实例如下图。



并联 R4 后的 UVLO 阈值： $R4 = 250 / \left( \frac{V_{UVLO}}{1.24} - 6 \right)$

## 调光控制

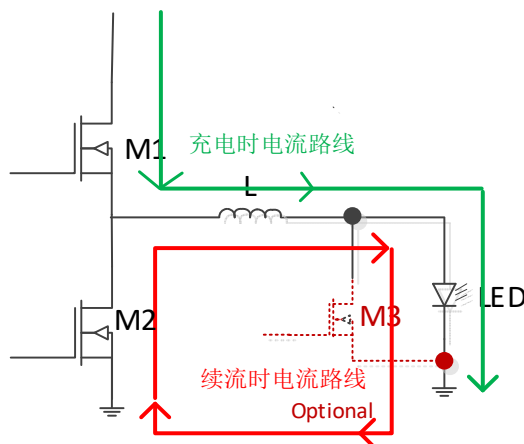
SS8102 具有两种调光模式，既可以用 DIM 引脚通过输入 PWM 信号进行调光也可以通过 IADJ 引脚用模拟信号进行调光。

IADJ 引脚调光是线性模拟调光，调光的分辨率精度只和输入的模拟信号精度有关。IADJ 默认值为 1.2V，灯的亮度随着 IADJ 的电压值线性变化，最小值为 0.1V

LED 的亮度也可以通过连接至 SS8102 的 DIM 引脚用 PWM 信号进行调光。当 PWM 信号为 high（高于 1.16V）时，外置功率管开启给外部电感充电蓄能；当 PWM 信号为 low（低于 0.87V）时，外置功率管关闭，并联调光 MOS 打开，停止给 Led 灯输出电流，将灯上的电流拉至为 0。

SS8102 的具有非常好的线性度，流过灯的电流和 PWM 信号的占空比呈正相关且斜率稳定。

SS8102 具有稳定的恒流特性，在供电电源不稳定的情况下也能输出相对稳定的设计电流以保证 LED 灯按照设计的工况稳定运行。



满载时电流波形解析: DIM 一直为高电平时, 芯片工作在满载模式, 此时并联调光 MOS 不介入, 芯片一直在充放电之间循环。在电流到达限流值  $I_{peak}$  后, 上管关断, 下管打开, SW 降为 0, 电感电流慢慢下降。到达  $T_{off}$  时间后, 停止放电, 改为充电, 电流又开始上升。

调光时电流波形解析: 调光时因为有并联调光 MOS 的介入, 所以电流波形会相对满载时发生变化。当 DIM 信号变为 0 时, 关闭上、下管, SDRV 输出高电平, 打开并联调光 MOS, 将灯上的电流短路, 电感电流通过下管的寄生二极管、电感和 M3 进行续流, 此时电感电流下降的比较缓慢。在 DIM 变为高的时候, SDRV 变低, M3 关闭, 上管打开, 所以灯上的电流快速由 0 变为此时电感上的电流值。然后再随着斜率增加至限流值, 在充放电之间循环, 直到 DIM 变低。

## 相关被动元器件的选择

### 选择电感

当频率决定以后, 根据用户应用来决定可以接受的电流迟滞范围  $\Delta HYS$ , 可根据以下公式确定电感值。选择电感时, 电感值并非唯一的考虑, 还必须考虑饱和电流的大小。建议电感的饱和电流至少需大于电感电流峰值的 1.25 倍。另外, 电感值越大其输出电流的线性及负载调整率会越好, 但在相同体积的情况下, 电感值越大, 其饱和电流越小。同时为了在 EMI 上有较好的表现, 建议选用有屏蔽的电感以降低干扰。

$$L = \frac{V_{LED} \times T_{off}}{I_{pp}}$$

### 选择 MOS 管

功率 MOSFET 和续流作用的 MOSFET 可以根据以下规格选取, 同时关注栅极电气特性和  $R_{DS}$  参数, 该参数影响整体转换效率。

$$V_{MAX} = 1.2 \times V_{IN\_MAX}$$

$$I_{MAX} = 1.5 \times D_{MAX} \times I_{LED}$$

$$I_g = Q_g \times F_{sw}$$

$D_{max}$  为两个功率管各自导通的最大占空比。

### 选择肖特基二极管

当功率 MOSFET 关断后, 如果选择肖特基二极管作为续流通路, 建议使用具有低顺向偏压与反应时间快速的肖特基二极管。选用肖特基二极管有两个因素需要考虑, 一个是其最大的逆向电压, 建议值是最大输入电压的 1.5 倍, 否则有击穿的风险; 另外一个是其最大的正向导通电流, 建议值为电感电流峰值 ( $I_{peak}$ ) 的 1.25 倍, 避免在工作中发热过多导致器件损坏。

## 选择输入电容

当功率 MOSFET 开启时，输入电容  $C_{IN}$  可以提供瞬间的能量给 SS8102 使用，反之当 MOSFET 关闭时，输入电源将会对输入电容充电。为系统的稳定性考虑，输入电容的建议值为 22 $\mu$ F，但可以根据系统的规格进行调整，而输入电容额定电压应为输入电压的 1.5 倍。

## 保护机制

### 负载开路保护

当 LED 开路时，SS8102 的输出电压被钳制在  $V_{IN}$  电压，可以很好保护芯片不被损毁。

### 采样回路开路保护

当  $V_{INA}$  电压高过  $UVLO$  阈值后，SS8102 被使能之前， $R_{CS}$  开路保护检测电路开启并检测  $R_{CS}$  电阻是否开路，如果  $R_{CS}$  电阻开路，SS8102 将被关机，等待下次开机使能信号。

### 采样回路短路保护

当  $R_{CS}$  电阻被短路连接，SS8102 被使能后，LED 输出电流一直增加，直到输出电流触发 OCP 保护阈值，从而触发过流保护功能。OCP 保护电流约  $1.2 \cdot I_{pk}$ 。

### 输出过电流保护

SS8102 LED 过电流保护的功能，以避免芯片因过大的电流流入而遭受毁坏。当大电流流入 SS8102 功率开关时，并达到内部预设的临界值后，SS8102 将关闭功率开关以防止烧毁 LED 灯，关断 6ms 后，SS8102 将会重新启动。

### 过热保护机制

当 IC 温度超过  $T_J$  临界值（170°C）时，过热保护功能会使芯片停止工作，等待芯片温度下降，一旦温度低于 140°C 时，芯片将会重新启动并工作，避免芯片因过热而损毁。

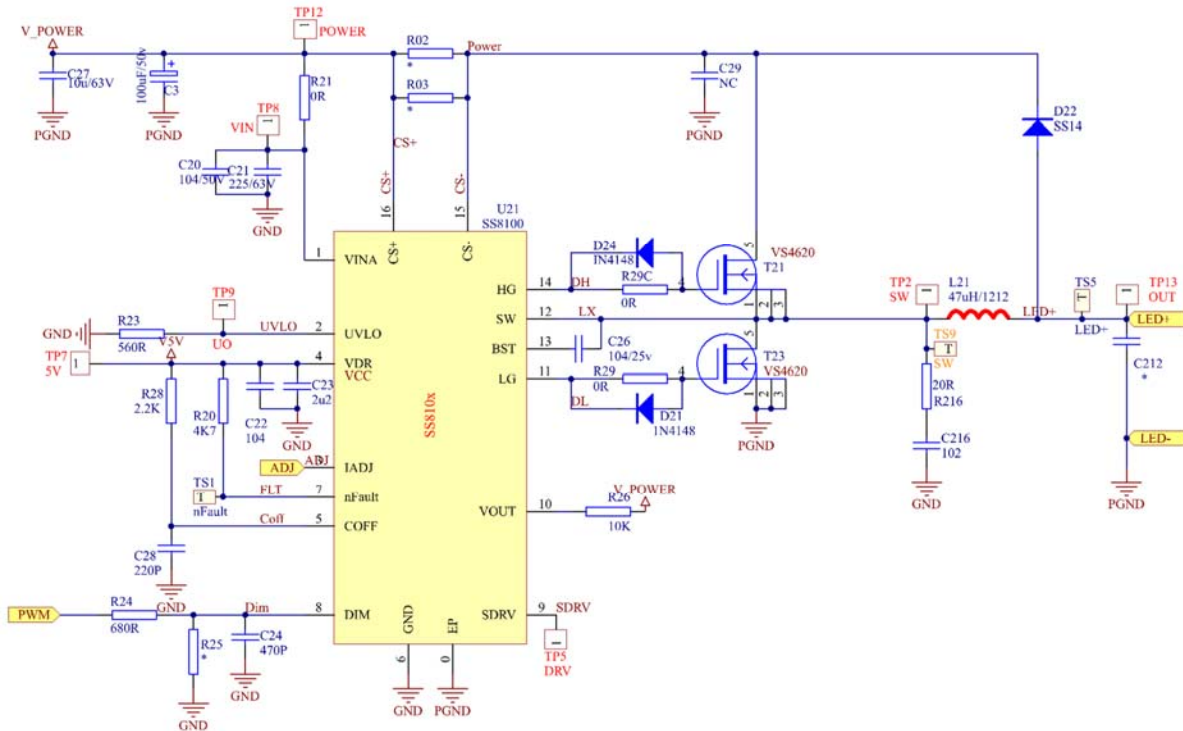
### 输出短接保护机制

当输出负载意外短接时， $V_{OUT}$  引脚检测到输出电压小于内部比较电压，判断输出发生了短接，使芯片停止工作，防止短路出现大电流造成芯片和其他元器件的损坏。

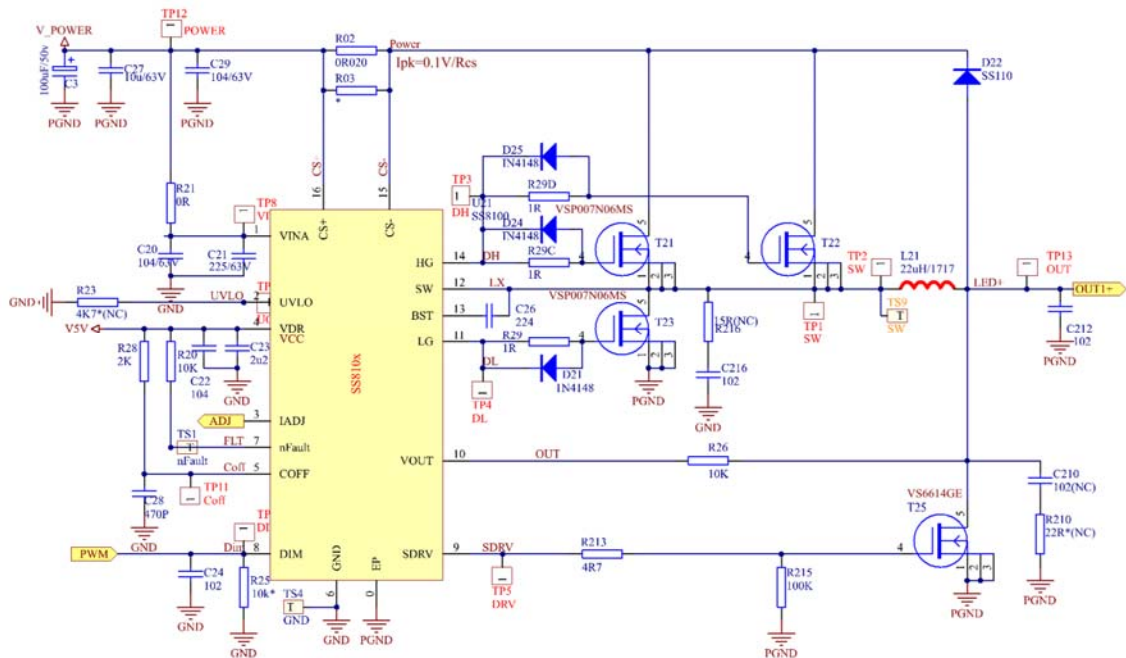
## PCB 设计

1. 芯片的 GND 与 EPAD 直接短路，并以最短路径连接至输入电容负端，并尽可能保持地平面的完整性。
2. 为提高输出电流的精确度，将  $R_{CS}$  尽量放置靠近芯片的 CS+ 与 CS- 脚位。
3. CS+, CS- 走平衡等距线，减少开关干扰采样信号，GND 包围加强抗干扰
4. 输入电容请放置在最靠近芯片 VIN 脚位的地方，若因 PCB 尺寸或布板位置限制，请务必在靠近 VIN 脚位的地方，增加一个旁路电容（建议可用 0.1 $\mu$ F 陶瓷电容）。
5. 为了消除切换时所造成的噪声干扰，芯片的 SW 脚位、电感和肖特基二极管(异步架构)或 MOS M1（同步架构）所构成的金属连线宽度要宽、功率工作回路设计最小环路，以减小开关辐射。
6. 建议将 IC 的散热片焊接在接地平面上。
7. 电路板上的接地层请尽量放大，以增加 IC 的散热能力。
8. 为消除布局接线时所产生的寄生影响，例如寄生电感和寄生电容等，需将流经大电流的路径以短而宽的原则进行布线。
9. 进行多模块并联设计时，各组地平面的连接采用并联单点接地的方式进行，可消除各模块之间的相互干扰问题。

典型应用



24V 输入，15V5A 恒流输出 参考线路(无并联 MOSFET)

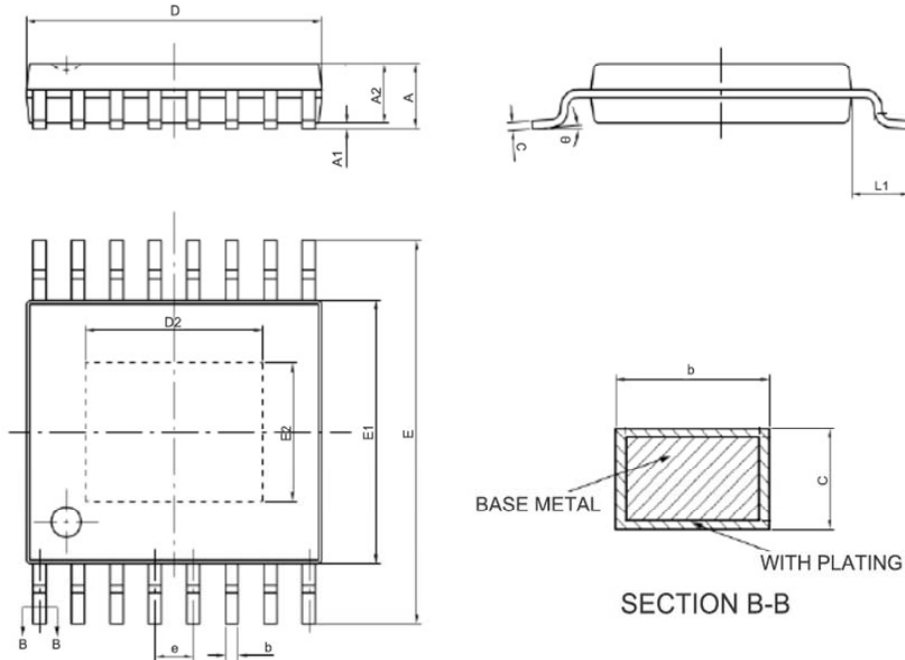


40V 输入，32V10A 恒流输出 参考线路（带并联 MOSFET 控制）



### 13 封装资料

16 Pins, TSSOP



| Symbol | Dimensions |      |      |
|--------|------------|------|------|
|        | Min.       | Nom. | Max. |
| A      | -          | -    | 1.20 |
| A1     | 0.05       | -    | 0.15 |
| A2     | 0.90       | 1.00 | 1.05 |
| b      | 0.20       | -    | 0.30 |
| e      | 0.65 BSC   |      |      |
| c      | 0.13       | -    | 0.19 |
| D      | 4.86       | 4.96 | 5.06 |
| D2     | 2.90       | 3.00 | 3.10 |
| E      | 6.20       | 6.40 | 6.60 |
| E1     | 4.30       | 4.40 | 4.50 |
| E2     | 2.20       | 2.30 | 2.40 |
| L1     | 1.00 REF   |      |      |
| θ      | 0          | -    | 8    |

Notes:

1. Refer to JEDEC MO-153
2. Unit: mm



#### 14. 版本信息

| 版本号    | 版本日期    | 描述                       |
|--------|---------|--------------------------|
| Ver1.0 | 2022.11 | 初始版本                     |
| Ver1.1 | 2023.1  | 增加数据说明                   |
| Ver1.2 | 2023.7  | 增加应用说明，修改最大工作电流值，及部分数据描述 |