

## 描述

MP2456 是一款内置功率 MOSFET 的单片降压开关转换器。在宽输入范围内, 其峰值输出电流可达到 0.5A, 具有极好的负载和线性调整率。电流控制模式提供了快速瞬态响应, 并使环路更易稳定。故障保护包括逐周期限流保护和过温保护。

MP2456 最大限度地减少了现有外部元器件的使用数量。MP2456 采用 TSOT23-6 封装。

## 特性

- 0.5A 峰值输出电流
- 1Ω 内部功率 MOSFET
- 具有输出电容器起动能力
- 采用低 ESR 输出陶瓷电容器可稳定工作
- 效率高达 90%
- 0.1μA 关断模式
- 1.2MHz 固定频率
- 过温关断保护
- 逐周期过流保护
- 4.5V 至 50V 宽输入工作电压范围
- 输出调节范围为 0.81V 至 0.9xV<sub>IN</sub>
- 采用 TSOT23-6 封装

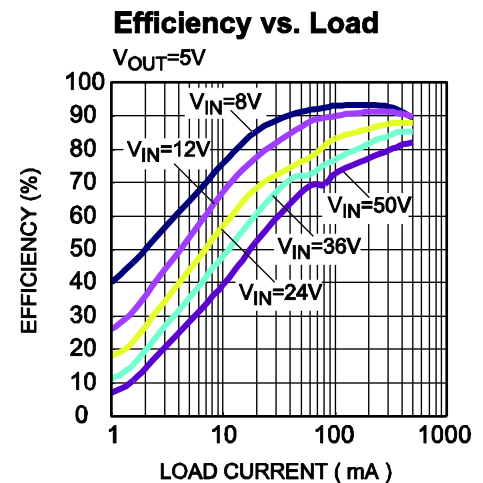
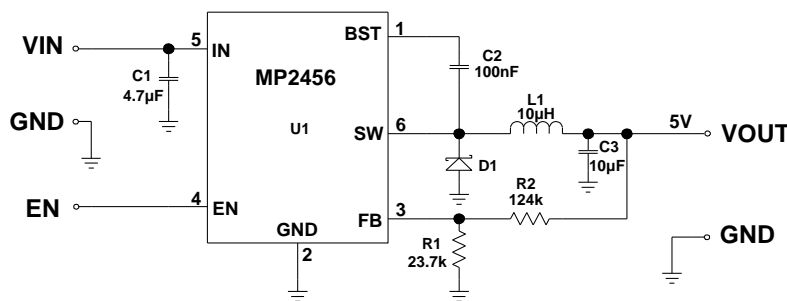
## 应用

- 功率表
- 配电系统
- 电池充电器
- 用于线性稳压器的前置稳压器
- WLED 驱动器

所有 MPS 产品都保证无铅, 并且遵守 RoHS 规范。如需查询具体芯片环保等级, 请访问 MPS 官网之质量保证。

“MPS”和“The Future of Analog IC Technology”均为 MPS 注册商标。

## 典型应用

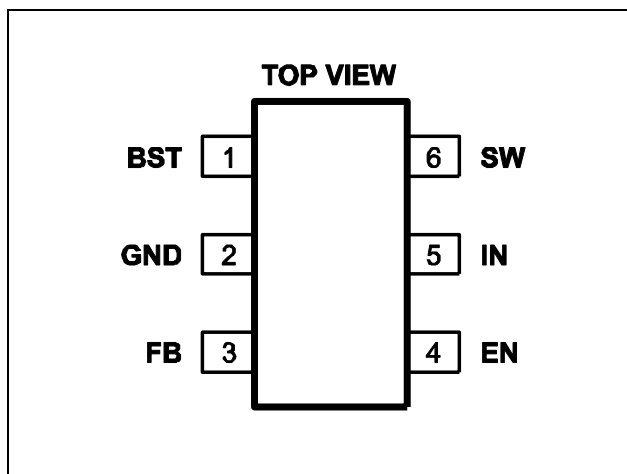


## 订购信息

| 产品型号*    | 封装       | 顶标  |
|----------|----------|-----|
| MP2456GJ | TSOT23-6 | AGV |

\*对于编带和卷盘, 请添加后缀-Z (例如 MP2456GJ-Z);

## 参考封装

最大绝对额定值<sup>(1)</sup>

|   |  |
|---|--|
| 供电电压 $V_{IN}$                                       | -0.3V 至 52V                                  |
| $V_{SW}$  | -0.3V 至 $V_{IN}+0.3V$                        |
| $V_{BS}$  | $V_{SW} + 6V$                                |
| 所有其他引脚  | -0.3V 至 +6V                                  |
| 使能引脚吸收电流  | 100 $\mu$ A                                  |
| 连续耗散功率 ( $T_A = +25^\circ\text{C}$ ) <sup>(2)</sup> |  |
| TSOT23-6  | 0.568W                                       |
| 结温  | 150 $^\circ\text{C}$                         |
| 焊接温度  | 260 $^\circ\text{C}$                         |
| 存储温度  | -65 $^\circ\text{C}$ 至 +150 $^\circ\text{C}$ |

推荐工作条件<sup>(3)</sup>

|                |  |
|----------------|--|
| 供电电压 $V_{IN}$  | 4.5V 至 50V                                   |
| 输出电压 $V_{OUT}$ | 0.81V 至 $0.9 \times V_{IN}$                  |
| 工作结温           | -40 $^\circ\text{C}$ 至 +125 $^\circ\text{C}$ |

热阻<sup>(4)</sup>

|          | $\theta_{JA}$ | $\theta_{JC}$      |
|----------|---------------|--------------------|
| TSOT23-6 | 220 ... 110   | $^\circ\text{C/W}$ |

## 注:

- 1) 超过这些限定值可能会损坏芯片。
- 2) 最大允许耗散功率是最大结温  $T_J(\text{MAX})$ 、结温-环境热阻  $\theta_{JA}$  和环境温度  $T_A$  的函数。任何环境温度下允许的最大连续耗散功率由  $P_D(\text{MAX}) = (T_J(\text{MAX}) - T_A) / \theta_{JA}$  计算得出。超过最大允许耗散功率会使芯片温度过高, 导致稳压器进入热保护状态。内部热保护电路保护芯片免受永久性损坏。
- 3) 设备不能保证在其工作条件之外运行。
- 4) 上述数据是在 JESD51-7 (4-层板) 上测量所得。

## 电气特性

测试条件为  $V_{IN} = 12V$ ,  $T_A = +25^{\circ}C$ , 除非另有注明。

| 参数                    | 符号              | 测试条件                        | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位          |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------------|
| 反馈电压                  | $V_{FB}$        | $4.5V \leq V_{IN} \leq 50V$ | 0.792 | 0.812 | 0.832 | V           |
| 反馈电流                  | $I_{FB}$        | $V_{FB} = 0.85V$            |       |       | 0.1   | $\mu A$     |
| 开关管内阻                 | $R_{DS(ON)}$    |                             |       | 1     |       | $\Omega$    |
| 开关管漏电流                | $I_{SW\_LKG}$   | $V_{EN} = 0V, V_{SW} = 0V$  |       |       | 1     | $\mu A$     |
| 限流                    | $I_{LIM}$       |                             | 1.0   | 1.25  | 1.5   | A           |
| 振荡器频率                 | $f_{SW}$        | $V_{FB} = 0.6V$             | 0.95  | 1.2   | 1.45  | MHz         |
| 折叠频率                  | $f_{SW\_F}$     | $V_{FB} = 0V$               |       | 200   |       | kHz         |
| 最大占空比                 | $D_{MAX}$       | $V_{FB} = 0.6V$             | 89    | 91    |       | %           |
| 最小导通时间 <sup>(5)</sup> | $T_{ON}$        |                             |       | 50    |       | ns          |
| 欠压锁定阈值, 上升            | $V_{UVLO\_R}$   |                             | 2.9   | 3.3   | 3.7   | V           |
| 欠压锁定阈值, 下降            | $V_{UVLO\_F}$   |                             | 2.65  | 3.05  | 3.45  | V           |
| 欠压锁定阈值, 迟滞            | $V_{UVLO\_HYS}$ |                             |       | 250   |       | mV          |
| EN 阈值, 上升             | $V_{EN\_R}$     |                             | 1.2   | 1.35  | 1.5   | V           |
| EN 阈值, 下降             | $V_{EN\_F}$     |                             | 1     | 1.17  | 1.35  | V           |
| EN 阈值, 迟滞             | $V_{EN\_HYS}$   |                             |       | 180   |       | mV          |
| EN 输入电流               | $I_{EN}$        | $V_{EN} = 2V$               |       | 3.1   |       | $\mu A$     |
|                       |                 | $V_{EN} = 0V$               |       | 0.1   |       |             |
| 供电电流 (关机)             | $I_S$           | $V_{EN} = 0V$               |       | 0.1   | 1.0   | $\mu A$     |
| 供电电流 (静态)             | $I_Q$           | $V_{EN} = 2V, V_{FB} = 1V$  |       | 0.73  | 0.85  | mA          |
| 过温保护 <sup>(5)</sup>   | $T_{SD}$        |                             |       | 165   |       | $^{\circ}C$ |
| 过温关断迟滞 <sup>(5)</sup> | $T_{SD\_HYS}$   |                             |       | 20    |       | $^{\circ}C$ |

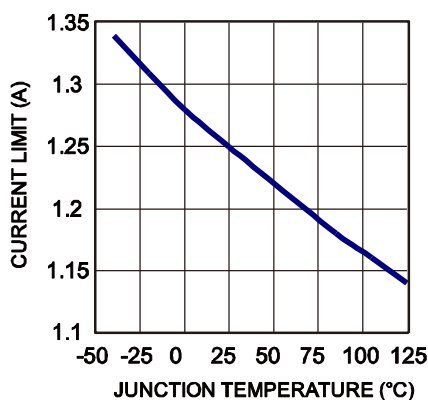
注:

5) 数据由实验特性推断得出。未经生产验证。

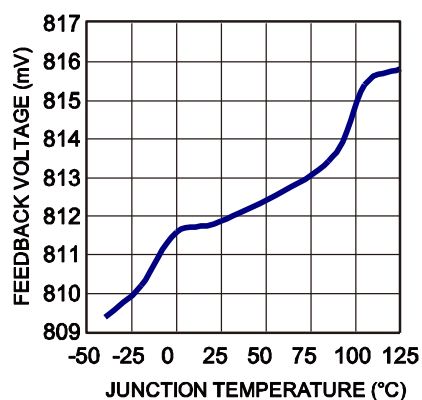
## 典型特性

除非另有说明, 以下皆在  $V_{IN} = 12V$  条件下测试得出。

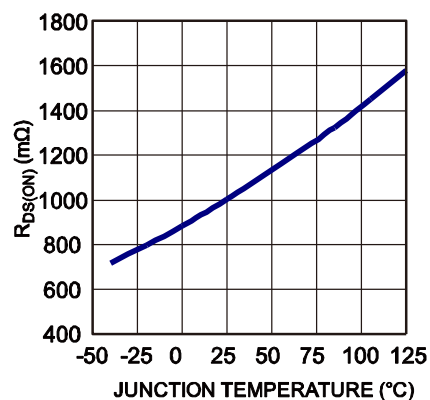
Current Limit vs.  $T_J$



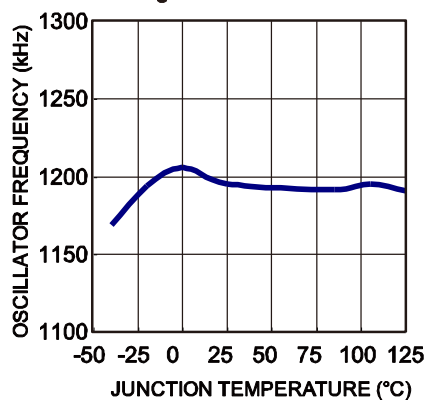
Feedback Voltage vs.  $T_J$



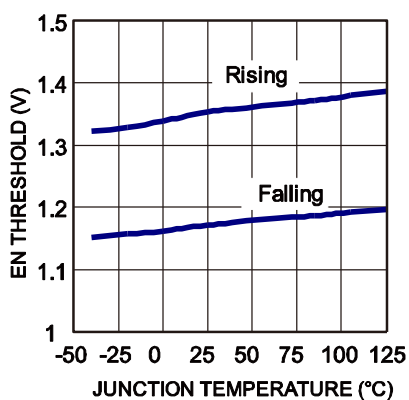
$R_{DS(ON)}$  vs.  $T_J$



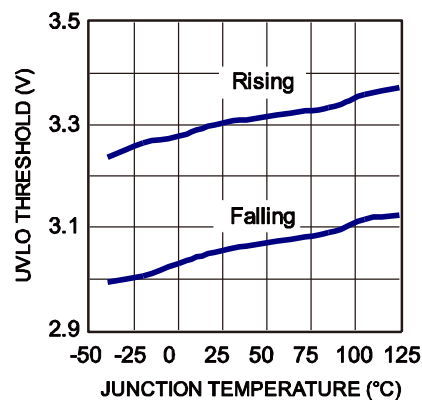
Oscillator Frequency vs.  $T_J$



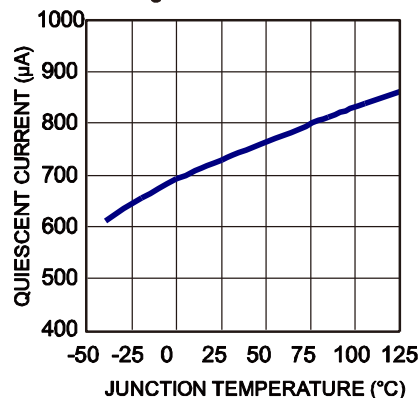
EN Threshold vs.  $T_J$



UVLO Threshold vs.  $T_J$



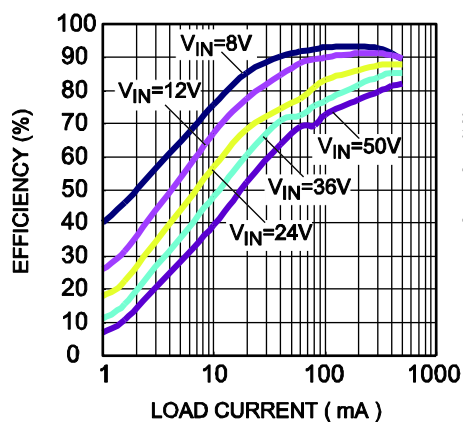
Quiescent Current vs.  $T_J$



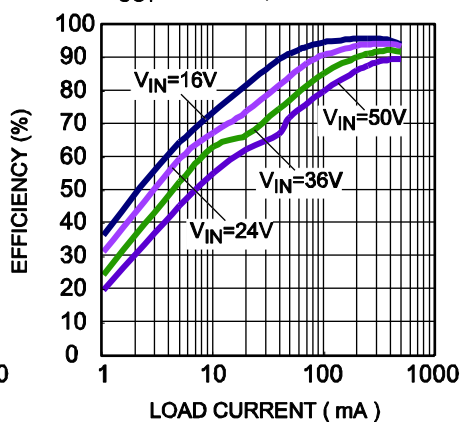
## 典型性能特性 (续表)

除非另有说明, 以下皆在  $V_{IN}=12V$ ,  $V_{OUT}=5V$ ,  $L=10\mu H$ ,  $T_A=25^\circ C$  条件下测试得出。

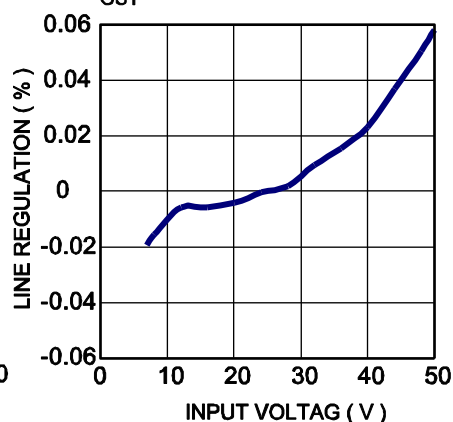
Efficiency vs. Load



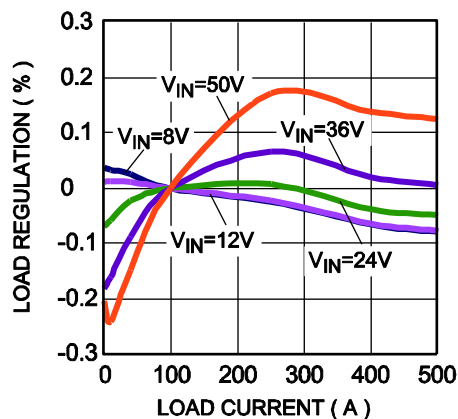
Efficiency vs. Load

 $V_{OUT}=12V$ ,  $L=33\mu H$ 

Line Regulation

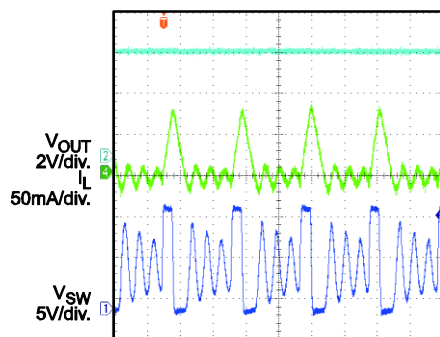
 $I_{OUT}=500mA$ 

Load Regulation

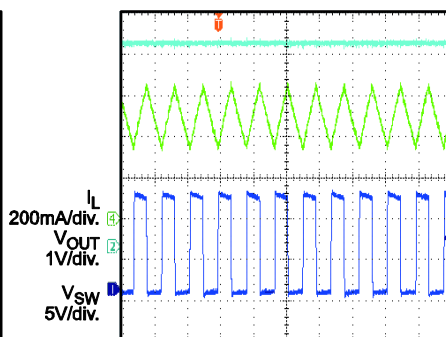


## 典型性能特性 (续表)

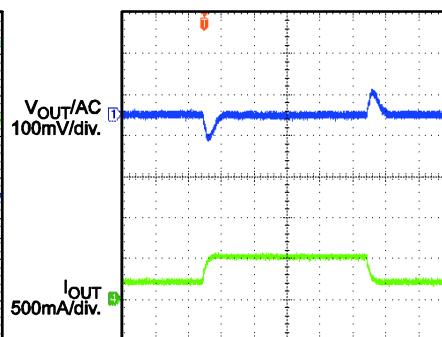
除非另有说明, 以下皆在  $V_{IN}=12V$ ,  $V_{OUT}=5V$ ,  $L=10\mu H$ ,  $T_A=25^\circ C$  条件下测试得出。

**Steady State** $I_{OUT}=10mA$ 

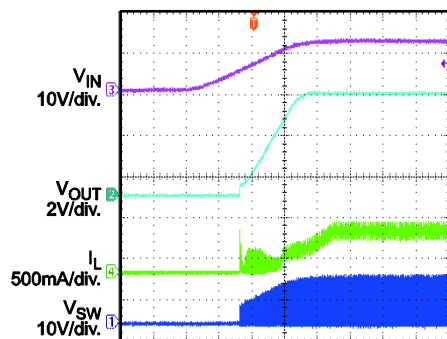
400ns/div.

**Steady State** $I_{OUT}=500mA$ 

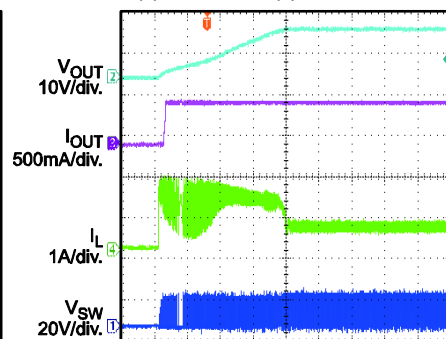
1μs/div.

**Load Transient** $I_{OUT}=200mA \leftrightarrow 500mA @ 1.6A/\mu s$ 

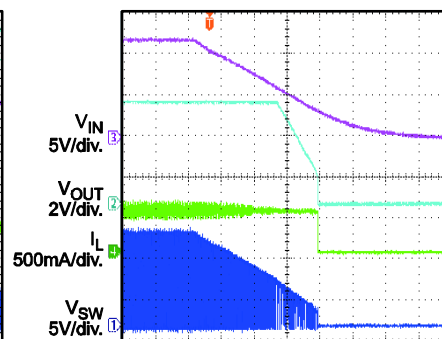
100μs/div.

**Power On** $I_{OUT}=500mA$ 

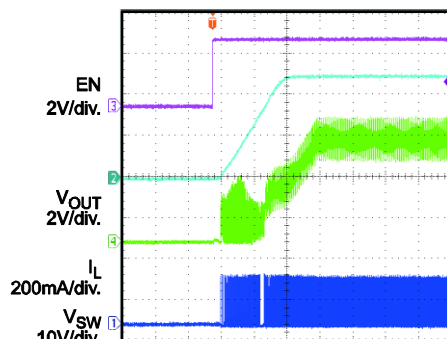
400μs/div.

**Power On** $V_{IN}=16V$ ,  $V_{OUT}=12V$ ,  
 $C_{OUT}=2200\mu F$ ,  $I_{OUT}=500mA$ 

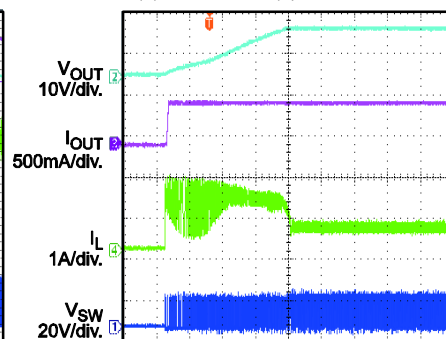
10ms/div.

**Power Off** $I_{OUT}=500mA$ 

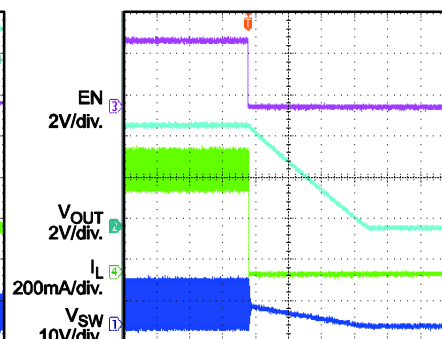
4ms/div.

**EN On** $I_{OUT}=500mA$ 

400μs/div.

**EN On** $V_{IN}=16V$ ,  $V_{OUT}=12V$ ,  
 $C_{OUT}=2200\mu F$ ,  $I_{OUT}=500mA$ 

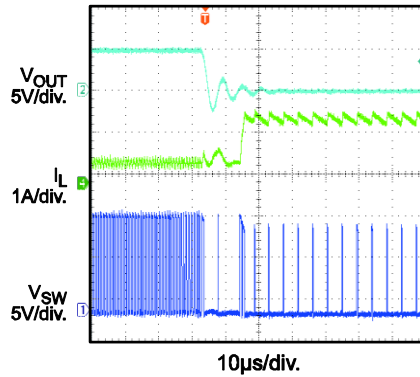
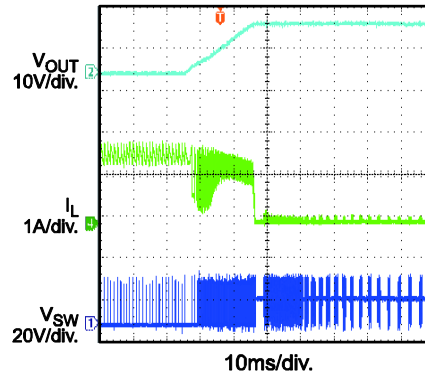
10ms/div.

**EN Off** $I_{OUT}=500mA$ 

40μs/div.

## 典型性能特性 (续表)

除非另有说明, 以下皆在  $V_{IN}=12V$ ,  $V_{OUT}=5V$ ,  $L=10\mu H$ ,  $T_A=25^\circ C$  条件下测试得出。

**Short Circuit Entry** $I_{OUT}=500mA$ **Short Circuit Recovery** $V_{IN}=16V$ ,  $V_{OUT}=12V$ ,  
 $C_{OUT}=2200\mu F$ ,  $I_{OUT}=500mA$ 

## 引脚功能

| 引脚 # | 名称  | 描述  |
|------|-----|---|
| 1    | BST | 自举引脚。在 SW 和 BST 引脚之间接入一个电容器, 给内部上管开关驱动供电。该电容可将栅极电压驱动至供电电压以上。                            |
| 2    | GND | 地。用于调节输出电压的基准电压。需要特殊的布局考虑。将此节点与 D1 和 C1 接地走线隔离开来, 以防止误导通而造成开关电流尖峰。                      |
| 3    | FB  | 反馈引脚。设置输出电压。在输出和 GND 之间连接一个外部电阻分压器。当 FB 电压低于 250mV 时, 频率折叠比较器可降低振荡器频率以防止短路故障时限流失控。      |
| 4    | EN  | 导通/关断。将 EN 上拉至 1.35V 以上, 导通调节器。对于自动使能, 使用一个电阻将其连接至 VIN。注意: 确保使能引脚的吸收电流不得超过 100 $\mu$ A。 |
| 5    | IN  | 供电电压。MP2456 的输入电压范围为 4.5V-至-50V。需要 C1 以防止输入端产生大的电压尖峰。                                   |
| 6    | SW  | 开关输出引脚。   |



## 工作原理

MP2456 是一款绿色节能型调节器。也就是说，EA 输出电压与峰值电感电流成正比。

周期开始时，M1 关断。EA 输出电压高于电流检测放大器输出，且电流比较器的输出较低。使用 1.2MHz CLK 信号的上升沿设置 RS 触发器。它的输出导通 M1，从而将 SW 引脚和电感连接至输入电源。

由电流检测放大器检测和放大增加的电感电流。斜坡补偿被加到电流检测放大器的输出上，并与 PWM 比较器输出的误差放大器进行比较。当电流检测放大器输出和斜坡补偿信号的总和超过 EA 输出电压时，RS 触发器复位，M1 关断。由外部肖特基整流二极管（D1）传导电感电流。

如果电流检测放大器输出和斜坡补偿信号的总和未超过此周期的 EA 输出，则 CLK 下降沿会重启触发器。

误差放大器的输出合并了反馈与 0.8V 带隙基准之间的电压差。如果低于 0.81V 的 FB 引脚电压增加了 EA 输出电压，可称之为极性。由于 EA 输出电压与峰值电感电流成正比，故输出电流会随着电压的增加而增加。

MP2456 具有 0.6ms 的内部软启动。软启动是为了防止启动时变换器输出电压过冲。当芯片启动时，内部电路生成的软启动电压（SS）会按额定率缓慢上升。当 SS 低于内部参考值（REF）时，SS 将覆盖 REF，此时误差放大器使用 SS 作为参考值。当 SS 高于 REF 时，REF 重新作为参考值。

当输出端的电容器非常大时（例如，2200uF 甚至更大），输出电压的上升会慢于 SS，因为给大输出电容器充电的电流需要高于芯片的最大输出电流能力。在 Vo 上升至调节值之前，整个启动期间都会受到电流限制。

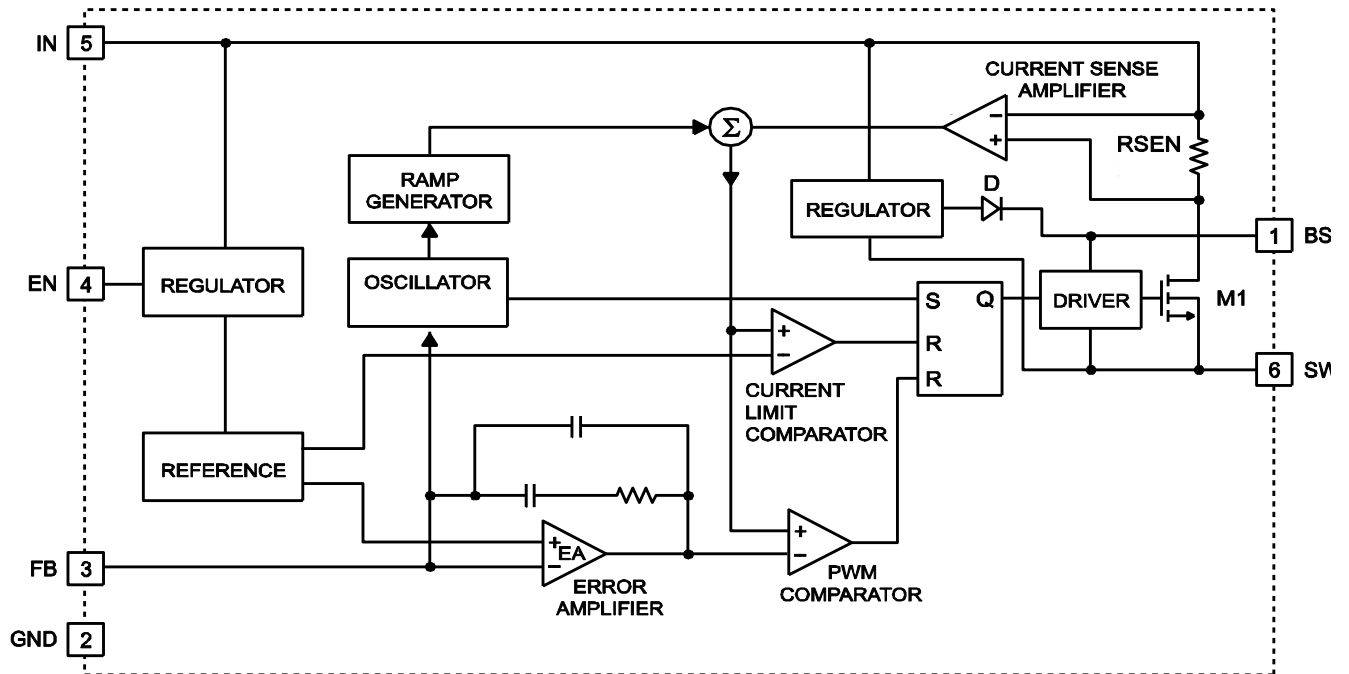


图 1: 功能框图

## 应用信息

### 设置输出电压

输出电压由电阻分压器设置（请见典型应用原理图）。表 1 列出了用于常见输出电压的电阻器。反馈电阻器（R2）还可以通过内部补偿网络设置反馈环路带宽（请见图 1）。R1 是：

$$R1 = \frac{R2}{\frac{V_{OUT}}{0.812V} - 1}$$

表 1: 用于常见输出电压的电阻选项

| V <sub>OUT</sub> (V) | R1 (kΩ)   | R2 (kΩ)  |
|----------------------|-----------|----------|
| 1.8                  | 102 (1%)  | 124 (1%) |
| 2.5                  | 59 (1%)   | 124 (1%) |
| 3.3                  | 40.2 (1%) | 124 (1%) |
| 5                    | 23.7 (1%) | 124 (1%) |
| 12                   | 8.2 (1%)  | 113 (1%) |

### 选择电感

对于大多数应用，选择 DC 电流额定值比其最大负载电流值高出至少 25% 的电感器。选择直流电阻小于 200mΩ 的电感器以获得最佳效率。表面贴装电感，请参考表 2。对于大多数设计而言，电感值可以根据以下公式导出。

$$L = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times \Delta I_L \times f_{SW}}$$

其中  $\Delta I_L$  为电感纹波电流。

选择电感纹波电流大约为最大负载电流 30% 的电感器。最大电感峰值电流为：

$$I_{L(MAX)} = I_{LOAD} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

轻载时（负载小于 100mA），使用较大电感值的电感以提高效率。

### 选择输入电容

输入电容器可降低来自输入电源的浪涌电流和来自元器件的开关噪声。开关频率中的输入电容阻抗应该小于输入源端的阻抗，以防止输入直通产生高频开关电流。最好使用带 X5R 或 X7R 电介质的陶瓷电容器，因为其具有低的 ESR 和小温度系数。对于大多数应用而言，使用 4.7μF 的电容器即可。

### 选择输出电容

输出电容可维持小的输出电压纹波并确保反馈环路稳定。开关频率的输出电容阻抗应较小。最好使用带 X5R 或 X7R 电介质的陶瓷电容器，因为其具有低的 ESR。对于大多数应用而言，使用 22μF 的陶瓷电容即可。

### PCB 布局指南

PCB 布局对于运行的稳定性至关重要。请遵循以下指南，并参考图 2 图2。

- 1) 保持开关电流走线尽可能的短，回路面积控制在最小范围内，其组成包括输入电容器、高端 MOSFET 和肖特基二极管。
- 2) 功率地→肖特基二极管→SW 引脚之间的连接尽量保持短而宽。
- 3) 确保所有反馈连接线短而直。反馈电阻和补偿元件尽可能靠近芯片。
- 4) SW 的走线尽量远离检测模拟区域，如 FB。
- 5) 分别将 IN、SW、尤其是 GND 连接到大面积铺铜位置，以利于冷却芯片，提高散热性能和长期稳定性。对于单层 PCB 板，避免焊接散热焊盘。

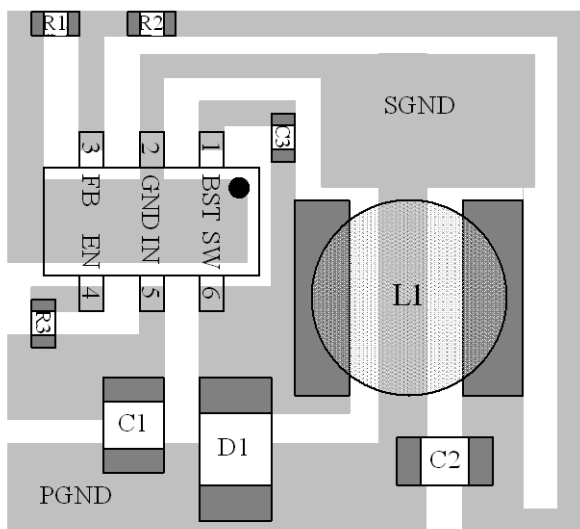


图 2: PCB 布局指南

### 外部自举二极管

以下情况时，外部自举二极管可以提高调节器的效率：

- $V_{OUT}=5V$  或  $3.3V$ ; 且

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

- 高占空比:  $D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} > 65\%$

此时，在电压调节器的输出与 BST 引脚之间添加一个外部 BST 二极管，如图 3 所示。

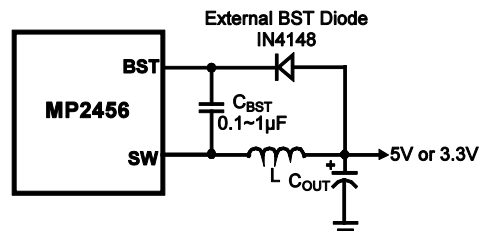


图 3: 用于提高效率的可选自举二极管

建议外部 BST 二极管选用 In4148，且 BST 电容选为  $0.1\mu F$ - $1\mu F$ 。

表 2: 电感器选择指南

| 产品型号                | 电感(uH) | 最大 DCR( ) | 额定电流(A) | 尺寸<br>L×W×H(mm <sup>3</sup> ) |
|---------------------|--------|-----------|---------|-------------------------------|
| <b>Würth</b>        |        |           |         |                               |
| 74408943047         | 4.7    | 0.05      | 2.2     | 4.8×4.8×3.8                   |
| 74408942100         | 10     | 0.125     | 1.38    | 4.8×4.8×2.8                   |
| 744775133           | 33     | 0.13      | 1.35    | 7.8×7×5                       |
| <b>TDK</b>          |        |           |         |                               |
| VLCF4028T-4R7N1R5-2 | 4.7    | 0.06      | 1.5     | 4×4.3×2.8                     |
| CLF5030NIT-100M-D   | 10     | 0.1       | 1.6     | 5×5.3×2.7                     |
| VLS5045EX-330M      | 33     | 0.24      | 1.3     | 5×5×4.5                       |

## 典型应用电路

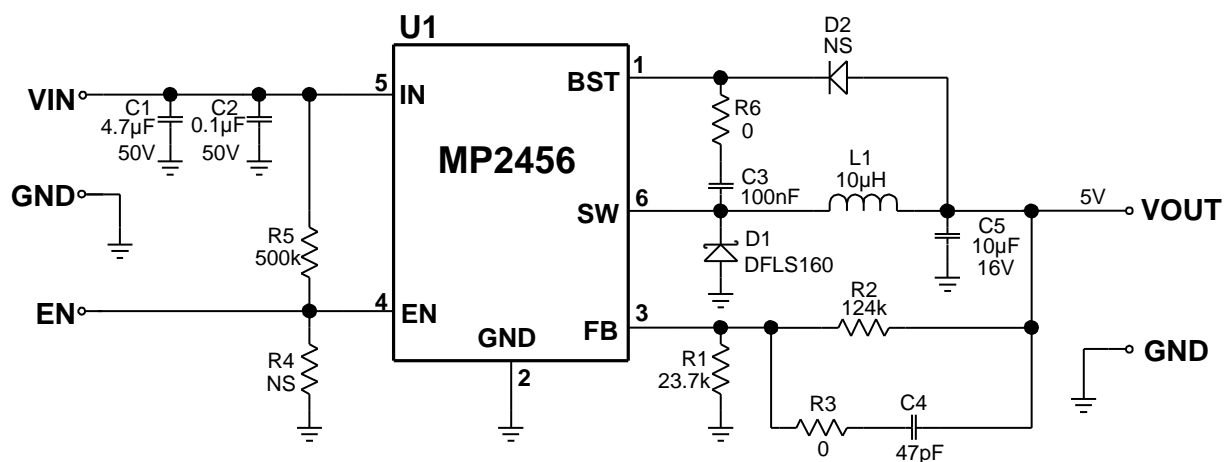


图 4: 5V 输出典型应用电路:

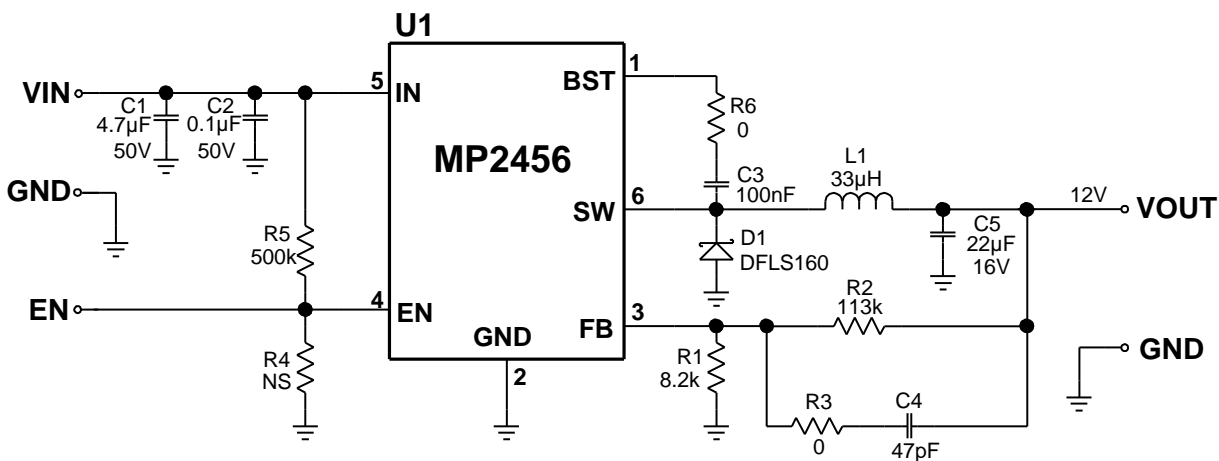
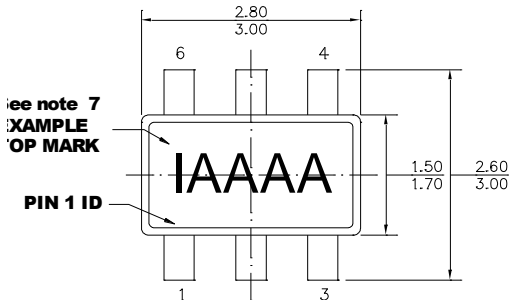


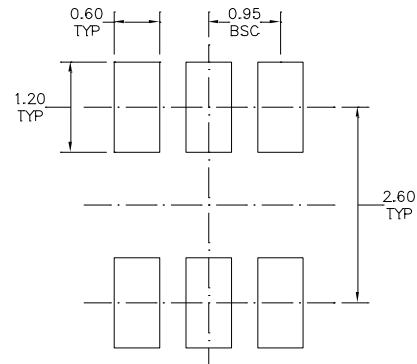
图 5: 12V 输出典型应用电路

## 封装信息

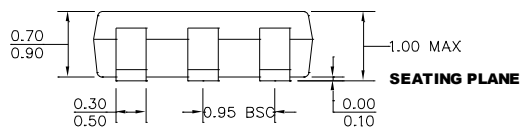
### TSOT23-6



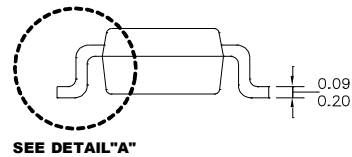
**TOP VIEW**



**RECOMMENDED LAND PATTERN**

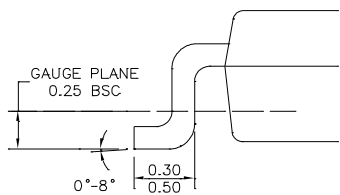


**FRONT VIEW**



**SIDE VIEW**

### NOTE:



**DETAIL "A"**

- 1) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
- 2) PACKAGE LENGTH DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSION OR GATE BURR
- 3) PACKAGE WIDTH DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION.
- 4) LEAD COPLANARITY (BOTTOM OF LEADS AFTER FORMING) SHALL BE 0.10 MILLIMETERS MAX.
- 5) DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO193, VARIATION AB
- 6) DRAWING IS NOT TO SCALE
- 7) PIN 1 IS LOWER LEFT PIN WHEN READING TOP MARK FROM LEFT TO RIGHT, (SEE EXAMPLE TOP MARK)

**注：**本文中信息如有变更，不另通知。用户应确保其对 MPS 产品的具体应用不侵犯他人知识产权。MPS 不对此类应用承担任何法律责任。