# 具有限流控制和过压反向阻断保护的低电阻负载开关

## ■ 产品概述

LN9781是一款具有斜率控制功能的68mΩ（典型值）低阻MOSFET开关，设计用于在电源和负载之间插入，以隔离并保护电路免受异常电压和电流条件的影响。LN9781具备斜率开启控制功能，可防止因涌入电流过大而导致的输入电压过高或电池电压下降。此外，LN9781还具有多种其他保护功能，如输出过压保护、输入欠压保护、过流（带故障标志）保护和过热保护。

LN9781可在2.5V至5.5V的宽输入电压范围内工作，在关闭状态下可阻断高达28V的OUT引脚电压。CE输入为高电平有效，包括电阻下拉功能。

## ■ 应用

- 智能手机和平板电脑
- 移动互联网设备
- 外围设备
- 存储设备、DSLR 和便携式设备
- PC 卡热插拔应用

## ■ 特点

- 宽输入电压范围：2.5V 至 5.5V
- $V_{OUT}$ 的绝对额定值为 28V
- 可调电流限制至 3.1A
- 集成 MOSFET，在 5V $V_{IN}$ 和 1A $I_{OUT}$ 时电阻为 68mΩ
- 输出 OVP 5.8V
- 开路漏极过电流故障标志
- 集成保护

  --------热关断

  --------欠压锁定（UVLO）

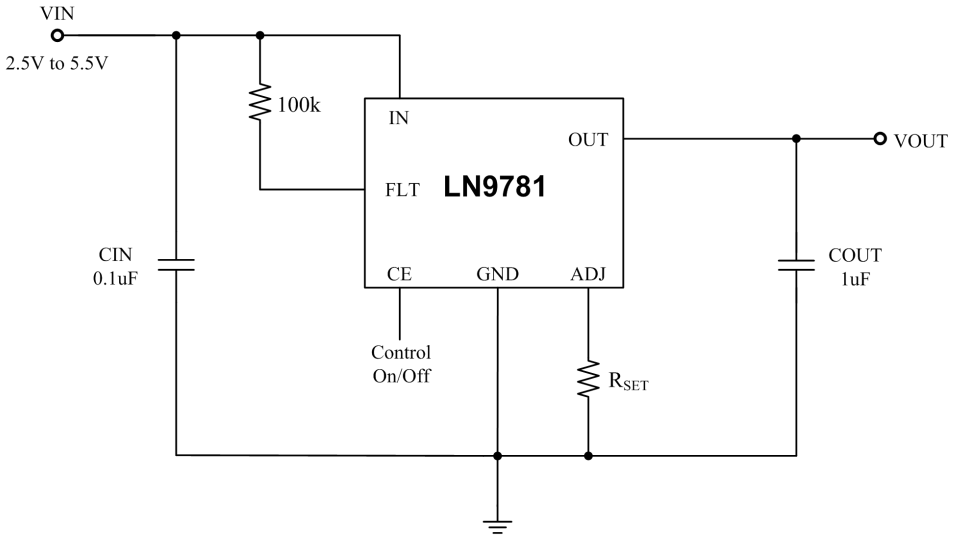
  --------软启动

  --------OUT 至 IN 反向阻塞
- 温度范围：-40°C 至+85°C
- 带快速放电功能的输出

## ■ 封装

- SOT23-6L
- DFN2x2-8L
- ESOP8

## ■ 典型应用电路




基本应用电路

**注意：**电流限制：$I_{LIMSET}(A)=\frac{1050}{R_{SET}(\Omega)}+0.5$

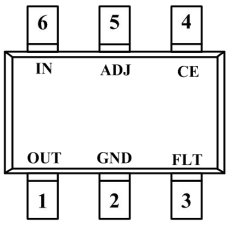
## ■ 订购信息

**LN9781①②-③**

| 项目 | 符号 | 描述 |
|---|---|---|
| ① | M | SOT23-6L |
| | D | DFN2x2-8L |
| | S | ESOP8 |
| ② | R | 卷带方向：正向 |
| | L | 卷带方向：反向 |
| ③ | G | 绿料 |

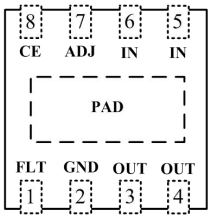
## ■ 引脚配置

LN9781MR(Top View)



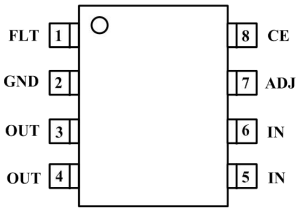

SOT23-6L

LN9781DR(Top View)




DFN2x2-8L

LN9781SR(Top View)



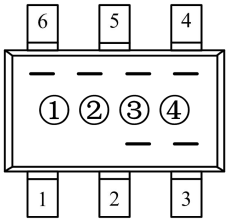

ESOP8

## ■ 引脚功能描述

| 引脚名 | 引脚功能 |
|---|---|
| IN | 电源输入电压 |
| OUT | 开关输出端 |
| GND | 地 |
| CE | 芯片使能，高有效。 |
| ADJ | 电流限制编程输入端 |
| FLT | 开漏故障标志输出，低有效。 |

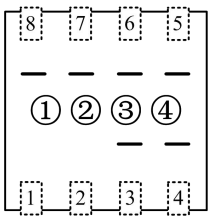
## ■ 订购信息

LN9781MR(Top View)




SOT23-6L

LN9781DR(Top View)




DFN2x2-8L

①② 代表产品系列。

| Symbol | Description |
|---|---|
| 81 | 81 represents LN9781. |

③ 代表芯片编号。

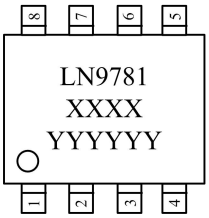
A-Z（G,I,J,O,Q,W不包括），用于质量追溯。

④ 代表流程代码。

0-9，A-Z（G,I,J,O,Q,W不包括），用于质量追溯。

“—”：由公司内部定义，作为质量追踪信息。

**LN9781SR(Top View)**




**ESOP8**

XXXX 代表芯片信息；

YYYYYY 代表生产信息。

## ■ 绝对最大额定值

| 符号 | 项目 | 值 | 单位 |
|---|---|---|---|
| $V_{IN}$ | 输入电压 | 6 | V |
| $V_{OUT}$ | 输出电压 | 28 | V |
| CE | 芯片使能 | 6 | V |
| FLT | 开漏故障标志输出 | 6 | V |
| ADJ | 电流限制编程输入 | 6 | V |
| $I_{OUT}$ | 最大连续开关电流 | 3.5 | A |
| $T_J$ | 结温 | -40~+150 | ℃ |
| $T_{STG}$ | 储存温度 | -65~+150 | ℃ |
| $P_d$ | 总功耗@$T_A$=25℃ | 1.0 | W |

## ■ 电学参数

典型值参考 $V_{IN}$ = 5V，$T_A$ = +25℃ (除非另外说明)。

| 符号 | 参数 | 条件 | Min. | Typ. | Max. | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **基本操作** | | | | | | |
| $V_{IN}$ | 输入电压范围 | -45℃≤$T_A$≤+125℃ | 2.5 | - | 5.5 | V |
| $R_{CE}$ | CE 引脚下拉电阻 | $V_{IN}$=5V,$I_{OUT}$ = 1A | - | 4 | - | mΩ |
| $R_{DS(ON)}$ | 开启电阻 | $V_{IN}$=5V,$I_{OUT}$ = 1A | - | 68 | 95 | mΩ |
| | | $V_{IN}$=3.7V,$I_{OUT}$ = 1A | - | 75 | 105 | mΩ |
| $T_R$ | 输出上升时间 | $V_{IN}$=5V, $C_L$=1μF, $R_L$=100Ω, | - | 0.6 | - | ms |
| $T_F$ | 输出下降时间 | $R_{ADJ}$=2040Ω (如图 1) | - | 0.22 | - | ms |
| **电流限制** | | | | | | |
| $I_{LIM}$ | 电流限制 $R_{ADJ}$ = 420Ω | $V_{IN}$ = 5V,$V_{OUT}$ = 1.68V to 5V | 2.8 | 3 | 3.3 | A |

| 符号 | 参数 | 条件 | Min. | Typ. | Max. | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 电流限制 $R_{ADJ}$ = 510Ω | $V_{IN}$ = 5V,$V_{OUT}$ = 1.68V to 5V | 2.3 | 2.5 | 2.8 | A |
| | 电流限制 $R_{ADJ}$ = 1kΩ | $V_{IN}$ = 5V,$V_{OUT}$ = 1.68V to 5V | 1.35 | 1.5 | 1.75 | A |
| | 电流限制 $R_{ADJ}$ = 2kΩ | $V_{IN}$ = 5V,$V_{OUT}$ = 1.68V to 5V | 0.8 | 1 | 1.2 | A |
| $T_{OCP}$ | 过流响应时间 | 中等过流条件,$I_{OUT} \geq I_{LIM}$ $V_{OUT} \leq V_{IN}$ | - | 7 | - | us |
| $T_{OC_FLAG}$ | 过流标志响应时间 | 当发生过流到 Flag 拉低 | - | 9 | - | ms |
| **使能输入 CE** | | | | | | |
| $V_{CEH}$ | CE 阈值逻辑高电压 | $V_{IN}$=2.5V to 5.5V | 1.25 | - | - | V |
| $V_{CEL}$ | CE 阈值逻辑低电压 | $V_{IN}$=2.5V to 5.5V | - | - | 0.55 | V |
| $I_{DIS}$ | CE=0 | $V_{IN}$=2.5V to 5.5V,$V_{OUT}$=10V | 20 | 30 | 40 | mA |
| **供电电流** | | | | | | |
| $I_{SD}$ | 供电电流，低电平输出 | $V_{IN}$ = 5.5 V,$V_{CE}$=0V | - | 1 | 4 | μA |
| $I_Q$ | 供电电流，高电平输出 | $V_{IN}$=$V_{CE}$=5V ,$I_{OUT}$=0mA | - | 120 | 250 | μA |
| $I_{REV}$ | 反向漏电流 | $V_{OUT}$ =5 V, $V_{IN}$ = $V_{CE}$ =0 V | - | 0.5 | 1 | μA |
| **FLT 引脚** | | | | | | |
| $V_{OL_FLAG}$ | FLAG 输出逻辑低电压 | $V_{IN}$ = 5V, $I_{SINK}$ = 1mA | - | 0.1 | 0.2 | V |
| | | $V_{IN}$ = 2.5V, $I_{SINK}$ = 1mA | - | 0.15 | 0.3 | V |
| $I_{FLAG_LK}$ | FLAG 输出高漏电流 | $V_{IN}$ = 5V, Switch On | - | - | 1 | uA |
| **热关断** | | | | | | |
| $T_{SD}$ | 热关断 | - | - | 150 | - | ℃ |
| $T_{HYST}$ | 热滞回 | - | - | 20 | - | ℃ |
| **欠压锁定** | | | | | | |
| $V_{UVLO}$ | IN 引脚低电平输入电压 | $V_{IN}$ 上升, $V_{CE}$=5.0V | - | 2.4 | - | V |
| $V_{HYST_UVLO}$ | IN 引脚滞回 | - | - | 200 | - | mV |
| **过压保护** | | | | | | |
| $V_{OVP}$ | OUT 引脚高电平输入电压 | $V_{OUT}$ 上升, $V_{CE}$=5.0V | 5.5 | 5.8 | 6.0 | V |
| $V_{HYST_OVP}$ | OUT 引脚滞回 | - | - | 100 | - | mV |
| $T_{OVP}$ | OVP 响应时间 | $I_{OUT}$ = 0.5A, $C_L$ = 1μF, $T_A$ = 25°C, $V_{OUT}$ from 5.5V to 6.0V | - | 0.2 | - | us |
| **反压保护** | | | | | | |
| $V_{REV}$ | $V_{OUT}$ – $V_{IN}$ | - | - | 50 | - | mv |
| $T_{REV}$ | 从反压条件到 MOSFET 关断的时间 | $V_{IN}$=5.0V | - | 3.5 | - | ms |

## ■ 参数测量信息

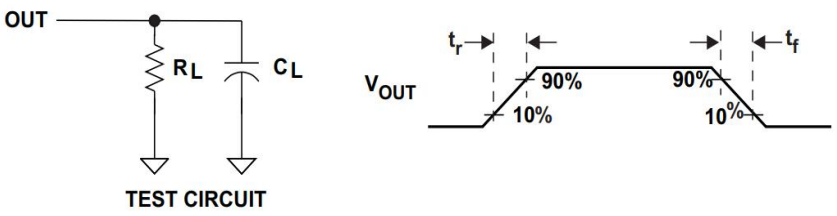
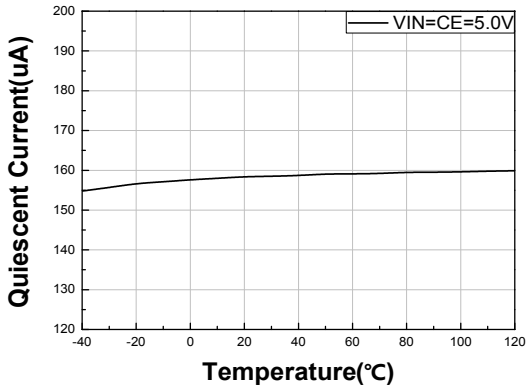


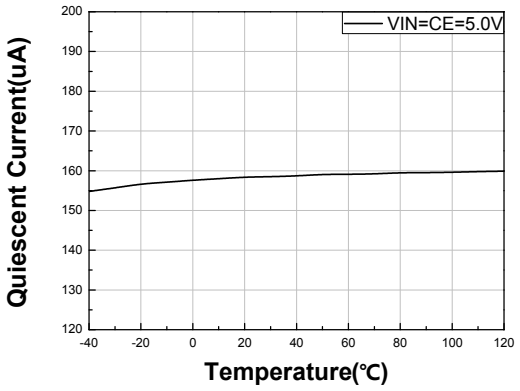

图 1. 测试电路和电压波形图

## ■ 特性曲线

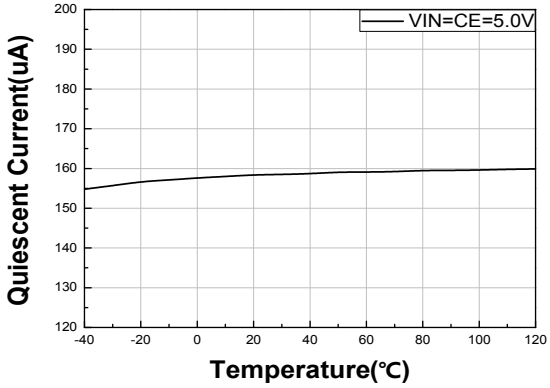
1、 静态电流 VS 输入电压



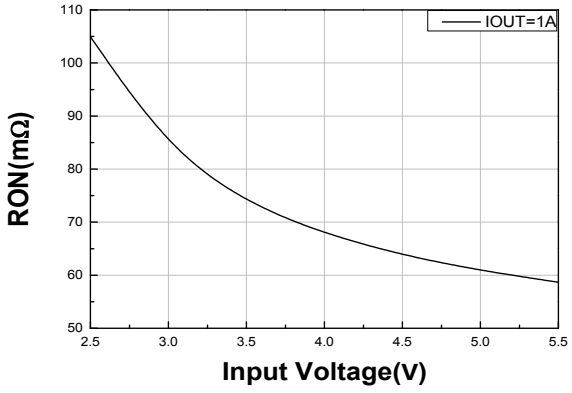

2、 电流限制 VS 输入电压



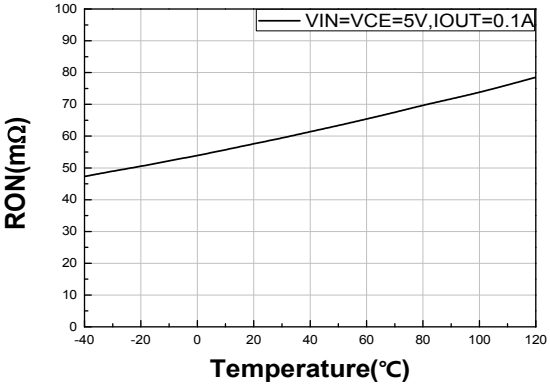

3、 静态电流 VS 温度



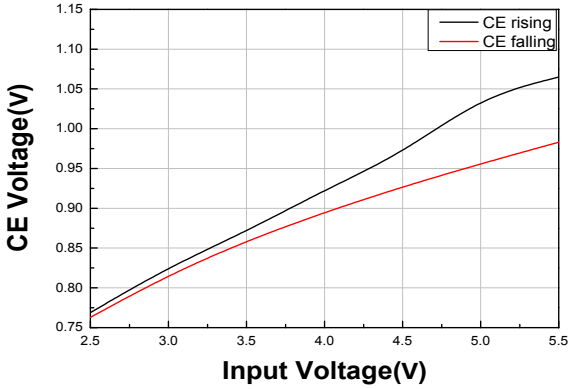

4、 导通电阻 VS 输入电压



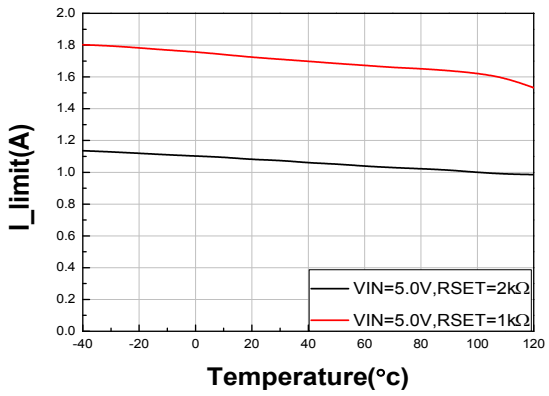

5、 导通电阻 VS 温度




6、 CE 阈值 VS 输入电压

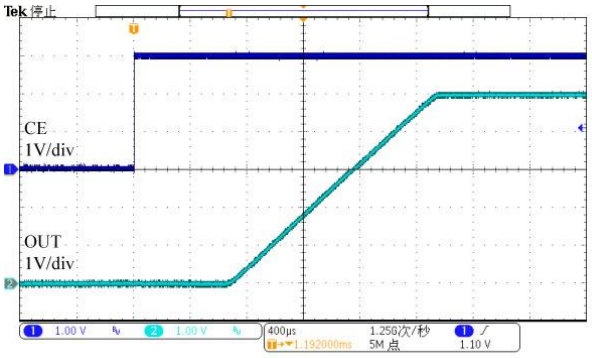


7、 电流限制 VS 温度& Rset



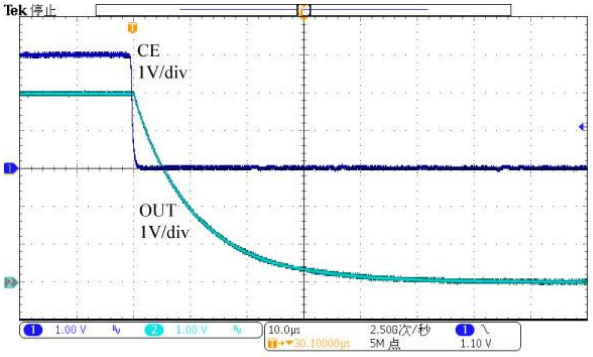

8、 开启响应

$V_{IN}$=5V, $V_{CE}$=3V, $C_{IN}$=0.1uF, $C_{OUT}$=1uF



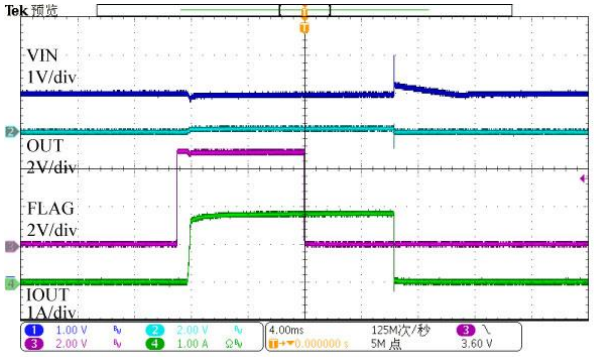

9、 关闭响应

$V_{IN}$=5V, $V_{CE}$=3V, $C_{IN}$=0.1uF, $C_{OUT}$=1uF

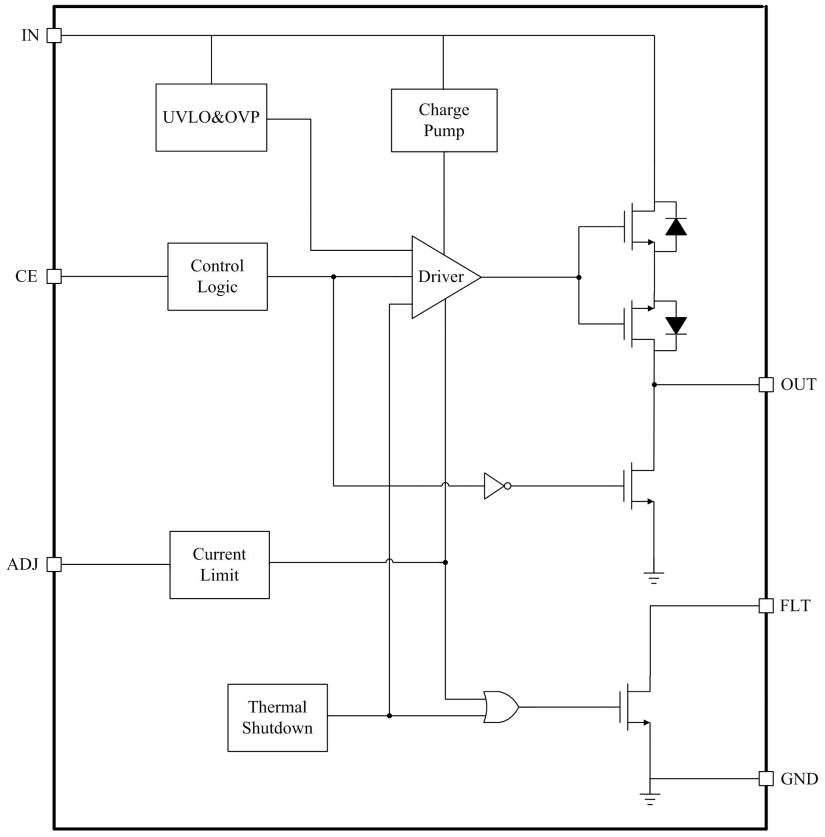



10、 FLAG 响应时间($R_{ADJ}$=1kΩ)

$V_{IN}$=5V, $V_{CE}$=3V, $C_{IN}$=0.1uF, $C_{OUT}$=1uF




## ■ 功能框图



## ■ 应用信息

LN9781 是一款压摆率控制、68mΩ低阻 MOSFET 开关，旨在插入电源与负载之间，以隔离和保护设备免受异常电压和电流状况的影响。LN9781 具有压摆率开启控制功能，可防止因大涌入电流导致的过度电压下降，同时它还具有多种其他保护功能，例如输出过压和输入欠压保护，以及过流和过热保护。

LN9781 在 2.5V 至 5.5V 的宽输入电压范围内工作，在关闭状态下可阻止高达 28V 的 OUT 引脚电压。

### ● 芯片使能输入

当 CE 引脚处于逻辑低电平时，开关将被禁用。在此状态下，内部电路和 MOSFET 被关闭，通常将供电电流降低至 0.1μA。CE 引脚处逻辑低电平的最大保证电压为 0.55V。CE 引脚处至少保证 1.25V 的电压将重新开启 LN9781。输入浮空可能会导致不可预测的操作。不允许 CE 相对于 GND 为负值。可以将 CE 引脚直接连接到 VIN 以保持部件开启。

### ● 热插拔应用的软启动

为了消除热插拔事件期间由大涌入电流引起的上游电压下降，“软启动”功能有效地将电源与极大的电容性负载隔离开来。

### ● 故障标志

当出现过流、过压和过热情况时，FLAG 开漏输出会被激活（低电平有效）。FAULT 信号将保持激活状态，直到故障状态被消除且设备恢复正常工作。LN9781 设计时采用了一个内部消抖动电路来消除虚假的过流故障报告。

将 FLAG 与上拉电阻连接至 VIN。当 FLAG 未被使用时，可以悬空或接地。

### ● 反向电压保护

反向电压保护功能在输出电压超过输入电压 50 毫伏时关闭 N 通道 MOSFET。当这种情况发生时，会出现一个反向电流（$V_{OUT}$-$V_{IN}$）/$R_{DS(on)}$。这可以防止大量电流流入输入电容，从而防止 LN9781 输入侧的设备受损。一旦输出电压在相同的 9 毫秒消抖动时间内降至输入电压以下，LN9781 设备允许 N 通道 MOSFET 开启。反向电压比较器也会在 6 毫秒后断言 FLAG。

### ● 欠压锁定

欠压锁定（UVLO）功能可防止 MOSFET 开关开启，直到输入电压超过约 2.4V。如果输入电压降至约 2.2V 以下，UVLO 将关闭 MOSFET 开关，FLAG 也将相应地被断言。欠压检测仅在芯片使能输入启用时起作用。

### ● 过压保护

过压保护（OVP）可防止 MOSFET 开关开启，直到输入电压降至约 5.7V 以下。如果输入电压超过约 5.8V，OVP 将关闭 MOSFET 开关，FLAG 也将相应地被断言。欠压检测仅在芯片使能输入启用时起作用。

### ● 电流限制

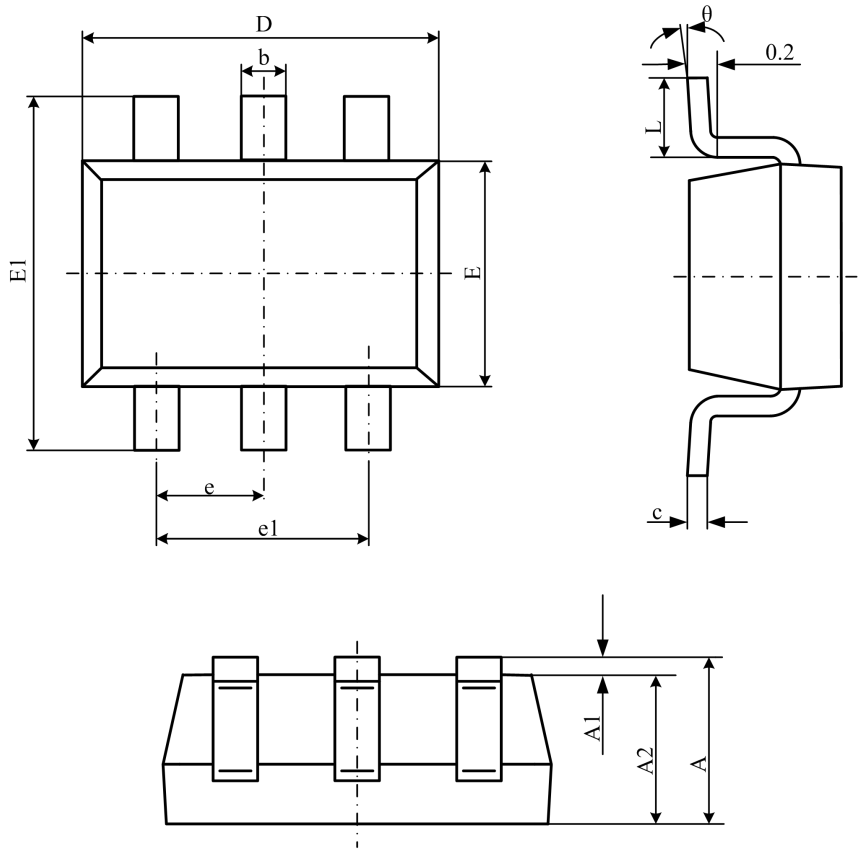
电流限制电路可防止 MOSFET 开关和外部负载受损。它可通过外部设置电阻 RSET 进行调整，$I_{LIMIT}$ =0.5+ 1050/$R_{SET}$，电流范围在 500mA 至 3.5A 之间。

### ● 热关机

热关机功能用于在芯片温度超过约 150°C 时保护设备免受损坏。如果启用，当芯片温度下降 30°C 时，开关将自动重新启动。输出和 FLAG 信号将继续循环开启和关闭，直到设备被禁用或故障被消除。

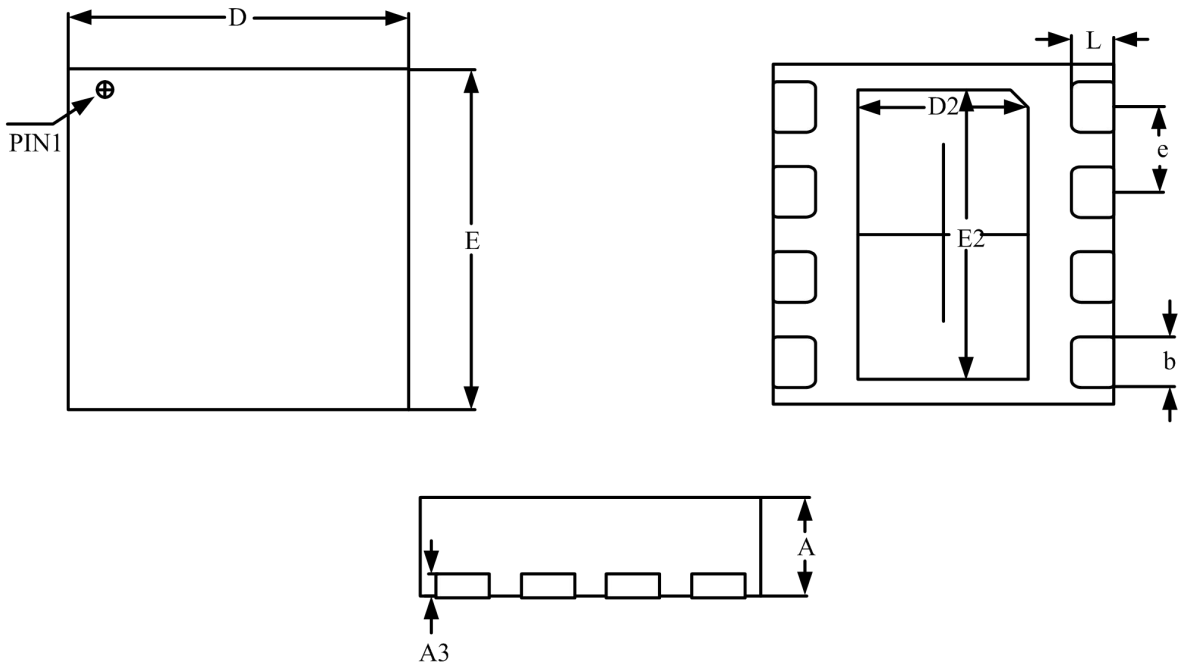
## ■ 封装信息

- **SOT23-6L**



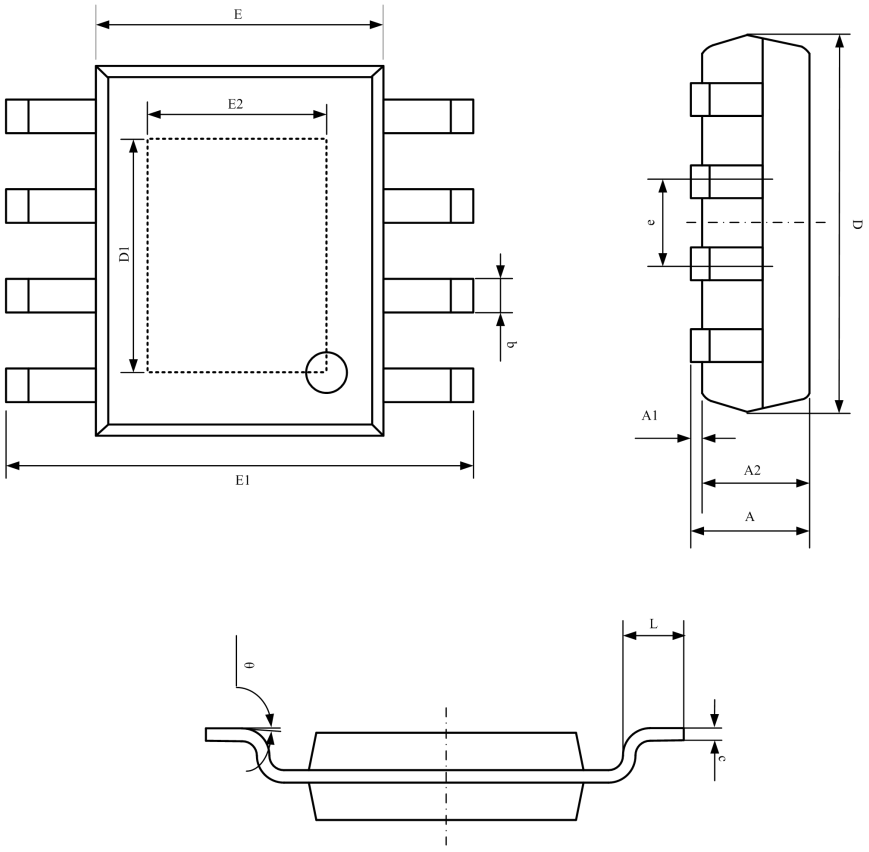

| Symbol | Dimensions In Millimeters | | Dimensions In Inches | |
|---|---|---|---|---|
| | Min | Max | Min | Max |
| A | 1.050 | 1.250 | 0.041 | 0.049 |
| A1 | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.004 |
| A2 | 1.050 | 1.150 | 0.041 | 0.045 |
| b | 0.300 | 0.500 | 0.012 | 0.020 |
| c | 0.100 | 0.200 | 0.004 | 0.008 |
| D | 2.820 | 3.020 | 0.111 | 0.119 |
| E | 1.500 | 1.700 | 0.059 | 0.067 |
| E1 | 2.650 | 2.950 | 0.104 | 0.116 |
| e | 0.950(BSC) | | 0.037(BSC) | |
| e1 | 1.800 | 2.000 | 0.071 | 0.079 |
| L | 0.300 | 0.600 | 0.012 | 0.024 |
| θ | 0° | 8° | 0° | 8° |

- **DFN2*2-8L**




| Symbol | Dimensions In Millimeters | | Dimensions In Inches | |
|---|---|---|---|---|
| | Min | Max | Min | Max |
| A | 0.527 | 0.577 | 0.021 | 0.023 |
| A3 | 0.127REF | | 0.005REF | |
| b | 0.200 | 0.300 | 0.008 | 0.012 |
| D | 1.950 | 2.050 | 0.078 | 0.082 |
| E | 1.950 | 2.050 | 0.078 | 0.082 |
| D2 | 0.475 | 0.575 | 0.019 | 0.023 |
| E2 | 1.150 | 1.250 | 0.046 | 0.050 |
| e | 0.50TYP | | 0.02TYP | |
| L | 0.25 | 0.35 | 0.010 | 0.014 |

- **ESOP8**




| Symbol | Dimensions In Millimeters | | Dimensions In Inches | |
|---|---|---|---|---|
| | Min | Max | Min | Max |
| A | 1.350 | 1.750 | 0.053 | 0.069 |
| A1 | 0.050 | 0.150 | 0.002 | 0.006 |
| A2 | 1.350 | 1.550 | 0.053 | 0.061 |
| b | 0.330 | 0.510 | 0.013 | 0.020 |
| c | 0.170 | 0.250 | 0.007 | 0.010 |
| D | 4.700 | 5.100 | 0.185 | 0.200 |
| D1 | 3.202 | 3.420 | 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° |