1.5A/40V输入，800kHz同步降压转换器

■ 产品概述

LN5016 是一款电流模式单片降压型开关稳压器。其工作输入电压范围为 4.5V 至 40V，借助两个集成的 N 沟道 MOSFET，LN5016 可提供 1.5A 的连续输出电流。内部同步功率开关无需使用外部肖特基二极管即可实现高效率。在轻载条件下，该稳压器以低频率运行，以保持高效率和低输出纹波。电流模式控制可提供快速的负载瞬态响应和逐周期电流限制。

LN5016 通过短路保护、热保护、电流失控保护和输入欠压锁定功能，确保了其高度的可靠性和稳定性。

LN5016 采用 6 引脚 SOT23-6L 封装，提供了紧凑的解决方案，且外部元件极少。

■ 应用

- 分布式电源系统
- 汽车电子系统
- 高压电源转换
- 工业电源系统
- 电池供电系统

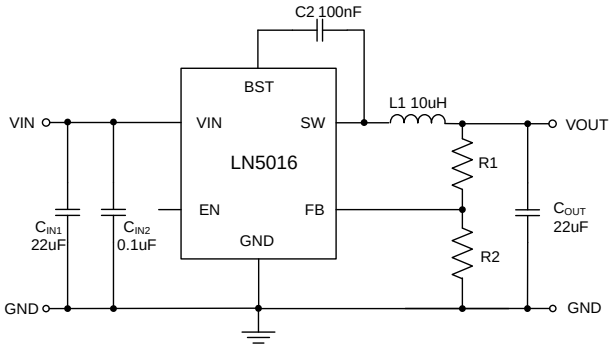
■ 特点

- 4.5V 至 40V 输入电压范围
- 1.5A 输出电流
- 高效率：高达 95%
- 无需肖特基二极管
- 0.8V 基准电压
- 采用斜坡补偿电流模式控制，实现卓越的线电压和负载瞬态响应
- 集成内部补偿
- 配合低等效串联电阻（ESR）陶瓷输出电容可保持稳定
- 输入欠压锁定
- 短路保护
- 热关断
- 浪涌电流限制与软启动
- -40°C 至+125°C 工作温度范围

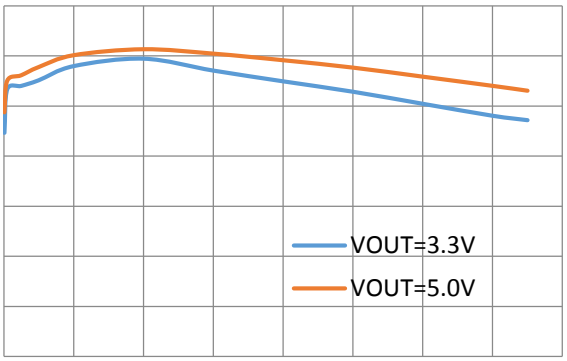
■ 封装

- SOT23-6L

■ 典型应用电路



Efficiency@V_{IN}=12V



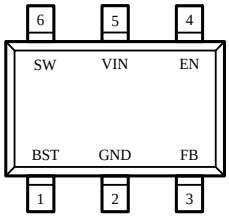
注：对于 CIN1，推荐使用电解电容；若 CIN1 采用陶瓷电容，则必须串联一个 3.3 欧姆的电阻。

■ 订购信息

LN5016P①②③-④

数字项目	符号	描述
①	H	外部反馈，反馈电压 0.8V
②	M	封装形式:SOT-23-6L
③	R	卷带方向：正向
	L	卷带方向：反向
④	G	绿料

■ 引脚配置

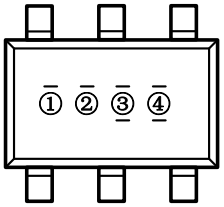


SOT-23-6L
(TOP VIEW)

■ 引脚分配

引脚号 SOT-23-6L	引脚名	功能描述
1	BST	自举引脚。从此引脚连接一个 100nF 的电容至 SW 引脚。
2	GND	地
3	FB	反馈输入。从输出端连接一个外部电阻分压器至 FB 引脚和 GND，以设置输出电压 VOUT。
4	EN	芯片的使能引脚。将此引脚拉高以启用芯片，拉低以禁用。
5	VIN	供电电压。使用一个 22μF 的陶瓷电容旁路至 GND。
6	SW	电感连接。在 SW 引脚和稳压器输出端之间连接一个电感。

■ 打印信息



SOT-23-6L
(TOP VIEW)

① 代表产品名

符号	产品名
6	LN5016P***

② 代表反馈电压

符号	描述
H	反馈电压 0.8V

③ 代表封装形式

符号	封装形式
M	SOT23-6L

④ 代表生产批次号

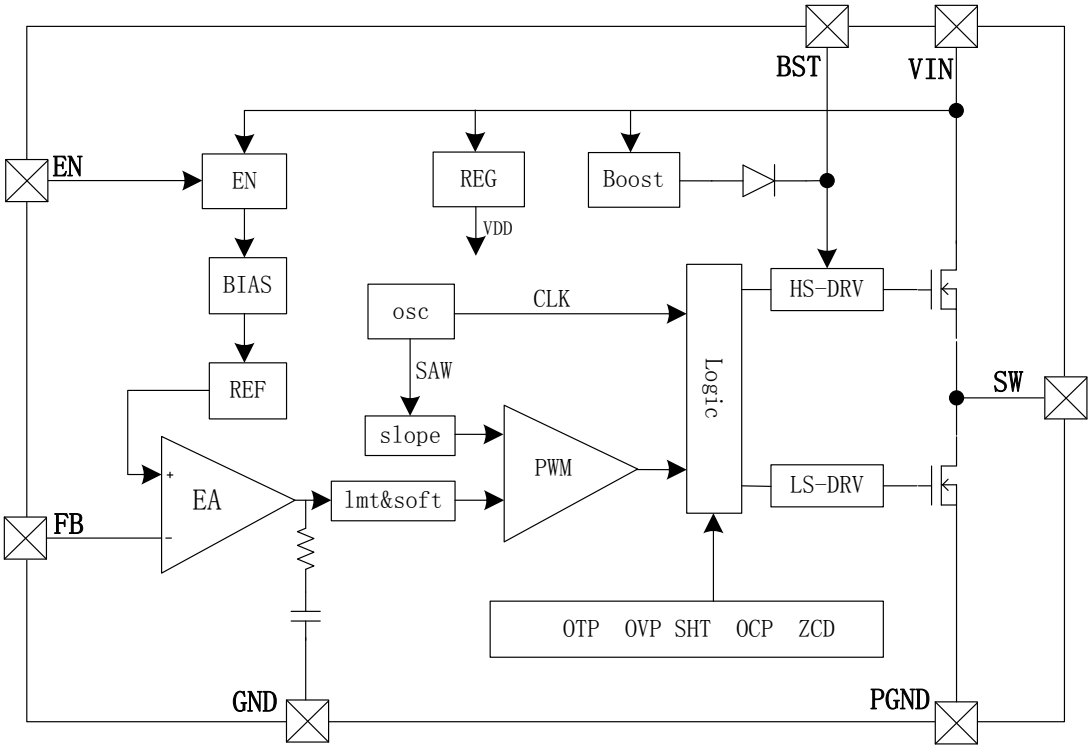
0-9，A-Z; 0-9，A-Z 反写，再重复（G，I，J，O，Q，W 除外）

■ 绝对最大额定值

参数	符号	最大额定值		单位
输入电压	V_{IN}	V_{SS}-0.3～V_{SS}+45		V
SW 电压	V_{SW}	V_{SS}-0.3～V_{IN}+0.3		
BST 电压	V_{BST}	V_{SW}-0.3～V_{SW} +6		
FB 电压	V_{FB}	V_{SS}-0.3～V_{SS}+6		
EN 电压	V_{EN}	V_{SS}-0.3～V_{SS}+45		
允许功耗	P_D	SOT-23-6L	600	mW
热阻 θ_{JC}	θ_{JC}	130		°C/W
热阻 θ_{JA}	θ_{JA}	170		°C/W
工作外围温度	Topr	-40～125		°C
储存温度	Tstg	-40～+150		
ESD HBM (人体模式)	-	2		KV

注意: 超过绝对最大额定值的产品可能遭受物理损坏。因此，在任何条件下，均不得超过这些数值。

■ 功能框图



■ 电学特性参数

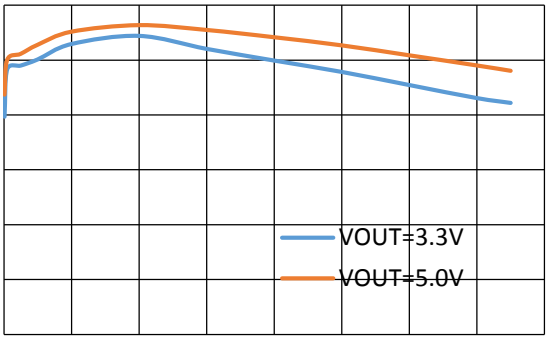
注意：除非特殊说明，V_{IN}=12V，V_{OUT}=5.0V。典型值条件：TA = 25℃

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	V_{IN}		4.5		40	V
输入欠压保护	V_{UV}			4.3		V
输入欠压保护迟滞	V_{UV_hys}			0.2		V
供电电流	I_{Q1}	V_{EN}=2V，V_{FB}=0.85V		40	60	μA
供电关断电流	I_{SD}		-1		1	μA
反馈电压	V_{FB}	T_A=25°C，4.5V≤V_{IN}≤40V	0.776	0.8	0.824	V
开关频率	F_{OSC}			800		kHz
最小导通时间	T_{ON_MIN}			200		ns
最大占空比	D_{MAX}			90		%
高端开关导通电阻	R_{DSON_H}			450		mΩ
低端开关导通电阻	R_{DSON_L}			270		mΩ
高端电流限制	I_{LIM}			2.5		A
使能信号上升阈值	V_{ENH}			1.3		V
使能信号下降阈值	V_{ENL}			1.2		V
使能信号输入电流	I_{EN}	V_{EN}=5V		2		uA
热关断	T_{SHD}			160		°C
热关断迟滞	T_{SHD_Hys}			20		°C

■ 特性曲线 (V_{IN}=12V,V_{OUT}=5.0V,L=10uH,C_{OUT}=22uF,TA=+25℃)

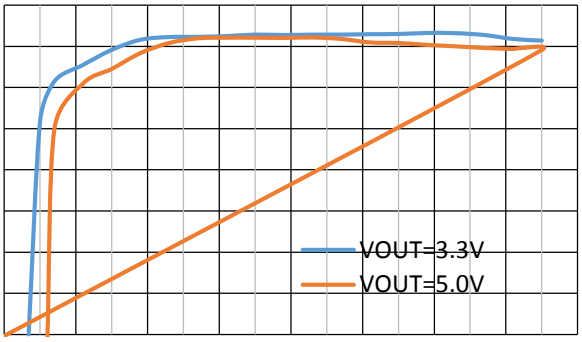
效率 @V_{OUT}=5.0V 和 3.3V

C_{VIN}=22uF，C_{OUT}=22uF，C_{BST}=0.1uF, L_{IND}=10uH



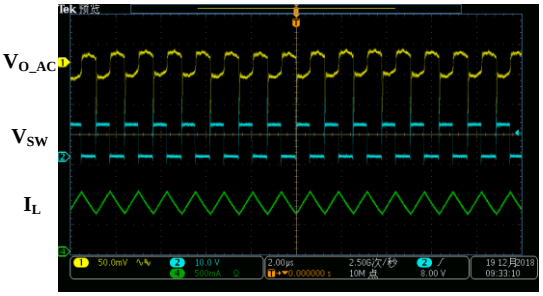
最大负载 @V_{OUT}=3.3V 和 5.0V

C_{VIN}=22uF，C_{OUT}=22uF，C_{BST}=0.1uF, L_{IND}=10uH



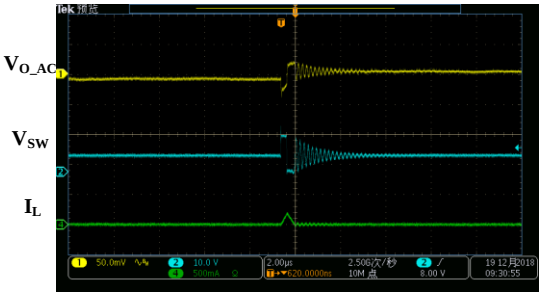
稳态测试

V_{IN}=12V, V_{OUT}=5.0V, Lout=800mA



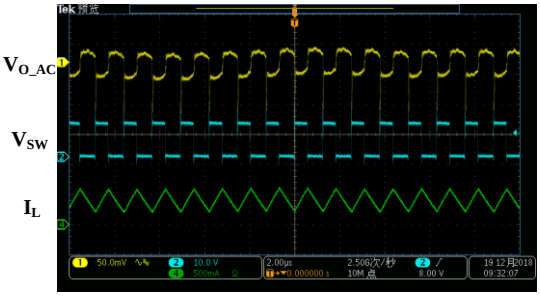
轻载运行

V_{IN}=12V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0A



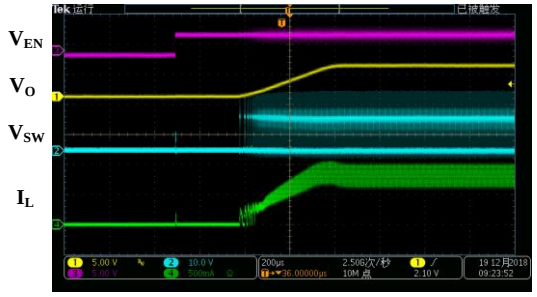
中载运行

V_{IN}=12V，V_{OUT}=5.0V，I_{OUT}=400mA



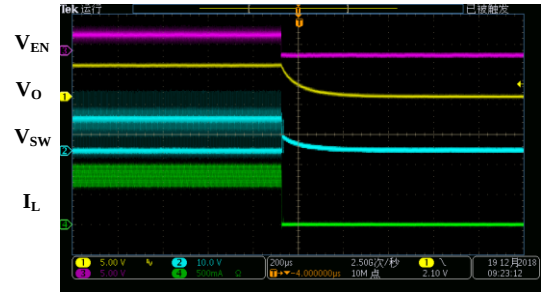
使能启动

V_{IN}=12V，V_{OUT}=5.0V，I_{OUT}=800mA（电阻性负载）



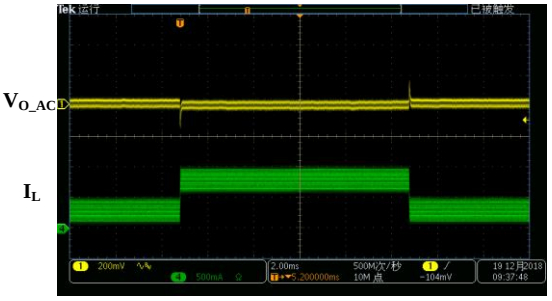
使能关闭

V_{IN}=12V，V_{OUT}=5.0V，I_{OUT}=800mA（电阻性负载）



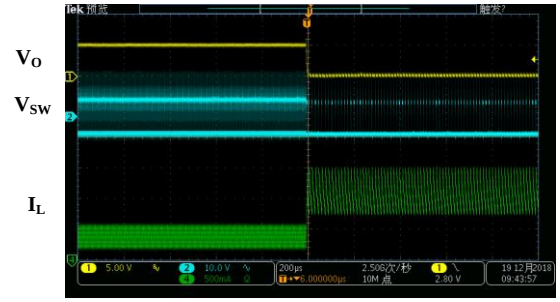
负载瞬态

Load：300mA ->1200mA ->300mA



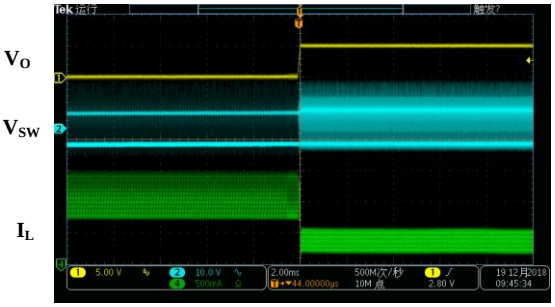
短路保护

V_{IN}=12V，V_{OUT}=5.0V，I_{OUT}=800mA - Short



短路保护

V_{IN}=12V，V_{OUT}=5.0V，I_{OUT}= Short - 800mA



■ 功能描述

LN5016 是一款同步电流模式降压型稳压器，支持 4.5V 至 40V 的输入电压调节，并能够提供高达 1.5A 的负载电流。

- **电流模式控制**

LN5016 采用电流模式控制来调节输出电压。输出电压通过电阻分压器在 FB 引脚处进行测量，误差由内部跨导误差放大器进行放大。内部误差放大器的输出与内部测量的开关电流进行比较，以控制输出电流。

- **脉冲频率调制（PFM）模式**

LN5016 在轻负载条件下以 PFM 模式运行。在 PFM 模式下，当负载电流减小时，开关频率降低，通过减少开关损耗来提升轻负载时的电源效率；而当负载电流增大时，开关频率提高，从而将输出电压纹波降至最低。

- **关断模式**

当 EN 引脚上的电压低于 0.3V 时，LN5016 将进入关断模式。此时，整个稳压器将关闭，且 LN5016 消耗的供电电流将降至 0.1uA 以下。

- **功率开关**

LN5016 内部集成了 N 沟道 MOSFET 开关，用于将输入电压降压至受控的输出电压。由于上管 MOSFET 栅极电压需高于输入电压，因此需要在 BST 引脚和 SW 引脚之间连接一个自举电容，以驱动上管开关的栅极。当 SW 引脚为低电平时，自举电容由内部的 4.0V 电源充电。

- **输入电压欠压保护**

可在 VIN 和地之间连接一个电阻分压器，并将中间抽头连接到 EN 引脚，这样当 VIN 降至预设值时，EN 引脚电压会降至 1.2V 以下，从而触发输入欠压锁定保护。

- **过流保护与打嗝模式**

在启动时，由于输入端电压高而输出端电压低，输出电感的电流惯性很容易积累，从而导致较大的启动输出电流。在 LN5016 中，利用低端功率 MOSFET 的电流限制功能来控制启动时的输出电流。

- **输出短路保护**

当输出端对地短路时，输出电流会迅速达到其峰值电流限制，此时上管功率开关将被关闭。随后，下管功率开关将被开启并保持开启状态，直至输出电流降至电流限制值以下。当输出电流低于电流限制值时，上管功率开关将再次被开启；如果此时输出短路仍然存在，则在达到峰值电流限制时，上管功率开关将被关闭，同时下管功率开关将被开启。这一循环将持续进行，直至输出短路被移除，且稳压器恢复正常运行。

- **热保护**

当 LN5016 的温度上升至 160°C 以上时，其将被迫进入热关断状态。只有当芯片核心温度降至 140°C 以下时，稳压器才会重新恢复工作。

■ 应用信息

- **设置输出电压**

使用外部电阻分压器来设置输出电压。选择 R1 和 R2 时，可参照下表或通过以下公式进行计算，其中内部参考电压 V_{REF}=0.8V。

$$\frac{R1}{R2}=\frac{V_{OUT}-V_{REF}}{V_{REF}}$$

V_{OUT}(V)	R2(kΩ)	R1(kΩ)
2.5	24	51
3.3	24	75
5.0	24	126

- **电感选择**

对于大多数应用，建议选用电感值为 4.7μH 至 22μH 的电感，其直流额定电流至少应比最大负载电流高 25%。为实现最高效率，电感的直流电阻应小于 15mΩ。对于大多数设计而言，电感值可通过以下公式计算得出。

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

其中，ΔI_L 是电感波纹电流。

选择电感电流纹波ΔI_L约为最大负载电流的 30%。

在低于 100mA 的轻载条件下，建议选用更大电感值以提高效率。

注：若输出电压小于 2.5V，建议使用更大电感值，并在 R1 上并联一个小电容（10nF）。

- **输入电容选择**

输入电容用于减少从输入端抽取的浪涌电流以及器件产生的开关噪声。在开关频率下，输入电容的阻抗应小于输入源阻抗，以防止高频开关电流传递到输入端。必须使用额定最大均方根（RMS）电流的低等效串联电阻（ESR）输入电容。强烈推荐使用 X5R 或 X7R 介电材料的陶瓷电容，因为它们具有低 ESR 和小温度系数。对于大多数应用，22μF 的电解电容已足够。此外，还需并联一个 0.1μF 的电容用于高频滤波，并将其尽可能靠近器件引脚放置。

- **输出电容选择**

输出电容（COUT）用于维持直流输出电压，其电容值决定了输出纹波电压。输出电压纹波可通过以下公式计算：

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times f_{OSC} \times L} \times (R_{ESR} + \frac{1}{8 \times f_{OSC} \times C_{OUT}})$$

其中，L 为电感值，R_{ESR} 为输出电容的等效串联电阻（ESR）值。

输出电容可采用低 ESR 的电解电容、钽电容或陶瓷电容，ESR 值较低的电容可获得更低的输出纹波电压。

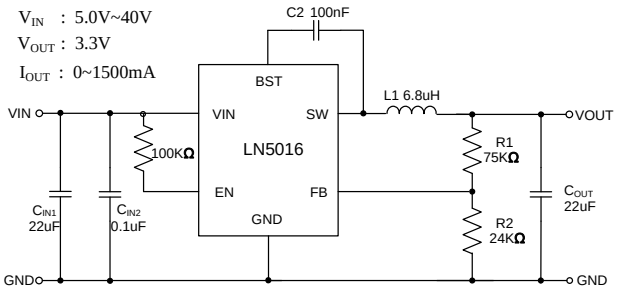
输出电容的特性也会影响稳压系统的稳定性，在典型应用中建议采用 10uF 的陶瓷电容。LN5016 可针对广泛的电容和 ESR 值进行优化。

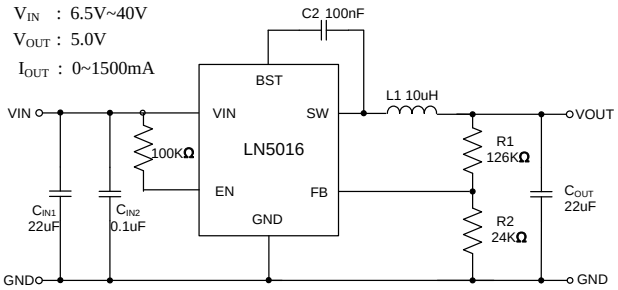
■ 应用信息

为最小化噪声问题并获得最佳工作性能，建议 PCB 设计遵循以下指南作为参考。

1. 将输入去耦电容尽可能靠近 LN5016（VIN 引脚和 GND）放置，以消除输入引脚处的噪声。必须最小化由输入电容和 GND 形成的环路面积。
2. 将反馈走线尽可能远离电感和噪声较大的电源走线。
3. PCB 上的接地层应尽可能大，以改善散热性能。

■ 参考设计

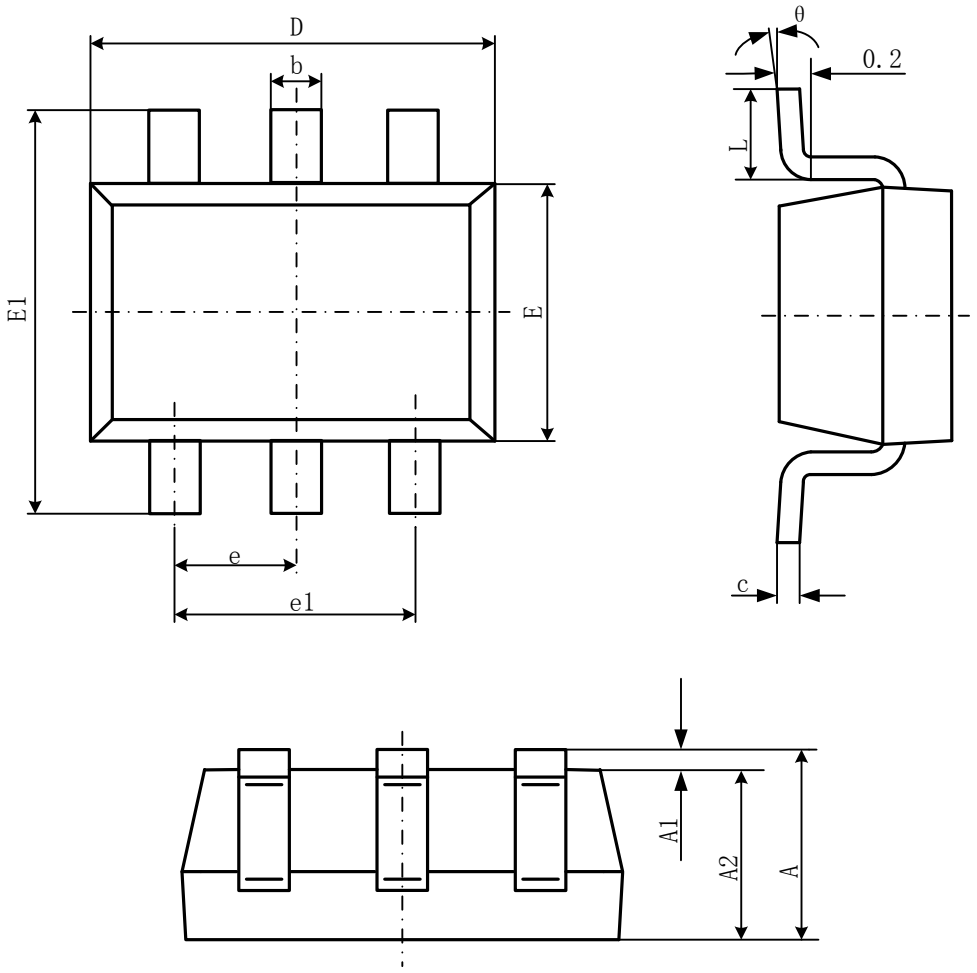




注：建议 CIN1 使用电解电容。

■ 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°