2A, 20V同步降压转换器

■ 产品概述

LN3494 是一款全集成、高效率的 2A 同步整流降压转换器。LN3494 在宽输出电流负载范围内均能以高效率运行。

该器件提供两种工作模式，即 PWM 控制模式和 PFM 模式切换控制，从而能够在更宽的负载范围内实现高效率。

LN3494 仅需少量现成的标准外部元件，并采用符合 ROHS 标准的 6 引脚 SOT23 封装。

■ 应用

- 分布式电源系统
- 数字机顶盒
- 平板电视和显示器
- 无线及 DSL 调制解调器
- 笔记本电脑

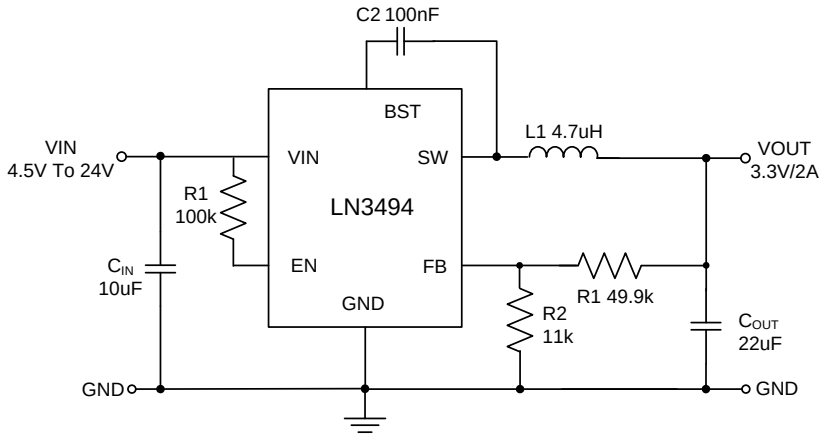
■ 封装

- SOT23-6L

■ 特点

- 高效率：高达 95%
- 500KHz 工作频率
- 2A 输出电流
- 无需肖特基二极管
- 4.5V 至 20V 输入电压范围
- 0.6V 基准电压
- 斜坡补偿电流模式控制，实现优异的线电压和负载瞬态响应
- 集成内部补偿
- 使用低等效串联电阻（ESR）陶瓷输出电容时保持稳定
- 具备打嗝模式（Hiccup-Mode）的过流保护
- 热关断
- 浪涌电流限制和软启动
- 采用 SOT23-6L 封装
- 工作温度范围：-40°C 至+85°C

■ 典型应用电路

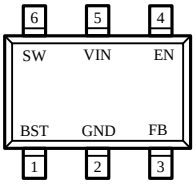


■ 订购信息

LN3494①②-③

数字项目	符号	描述
①	M	封装形式:SOT23-6L
②	R	卷带方向：正向
	L	卷带方向：反向
③	G	绿料

■ 引脚配置

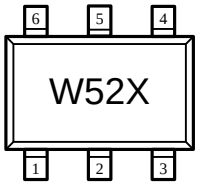


SOT23-6L
(TOP VIEW)

■ 引脚分配

引脚号	引脚名	功能描述
1	BST	自举引脚；从此引脚到 SW 引脚连接一个 100nF 的电容。
2	GND	接地
3	FB	反馈输入；从输出端到 FB 引脚和接地（GND）之间连接一个外部电阻分压器，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；将此引脚拉低以禁用芯片并进入关断模式。
5	VIN	供电电压
6	SW	电感连接；在 SW 引脚和稳压器输出之间连接一个电感。

■ 打印信息

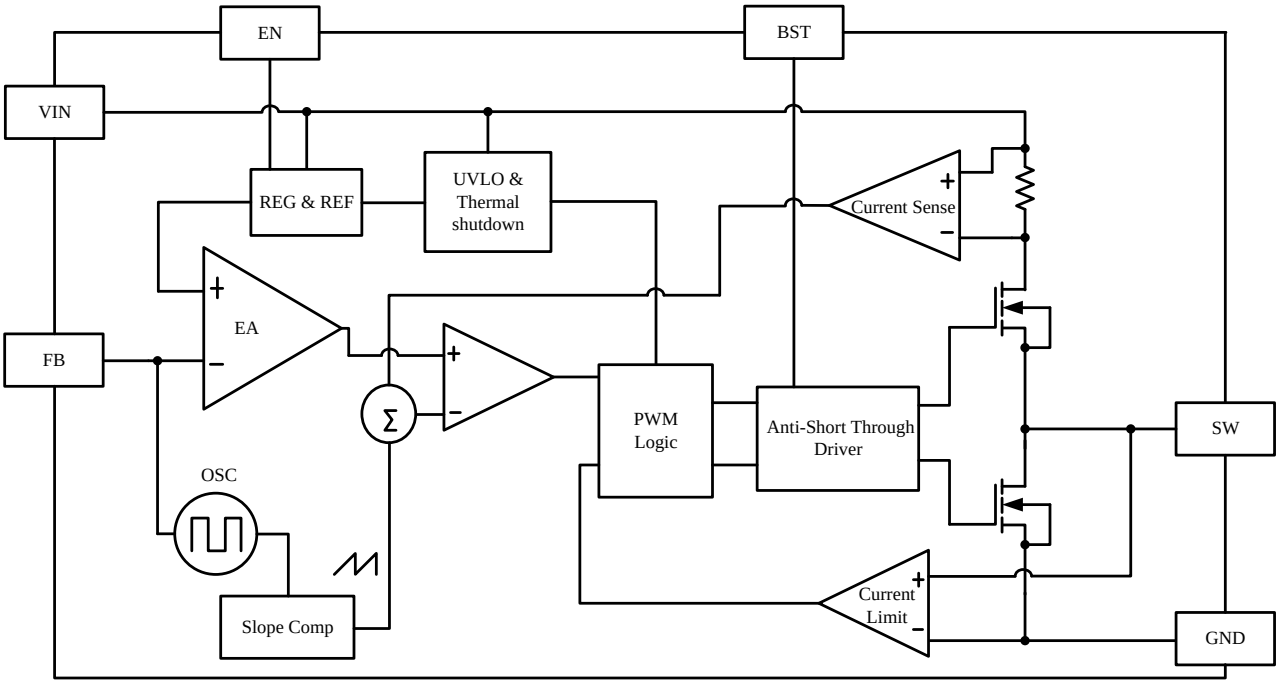


SOT23-6L
(TOP VIEW)

① 代表产品名

符号	产品名
X	生产信息

■ 功能框图



■ 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}+26		V
	$V_{ON/OFF}$	V_{SS}-0.3～V_{IN}+0.3		
SW 电压	-	V_{SS}-0.3～V_{IN}+0.3		
BST 电压	-	V_{SS}-0.3～SW+6		
FB 电压	-	V_{SS}-0.3～V_{SS}+6		
允许功耗	P_D	SOT23-6L	600	mW
工作外围温度	Topr	-40～+85		°C
储存温度	Tstg	-40～+125		
ESD HBM (人体模式)	-	2		KV
ESD HBM (机器模式)	-	200		V

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。

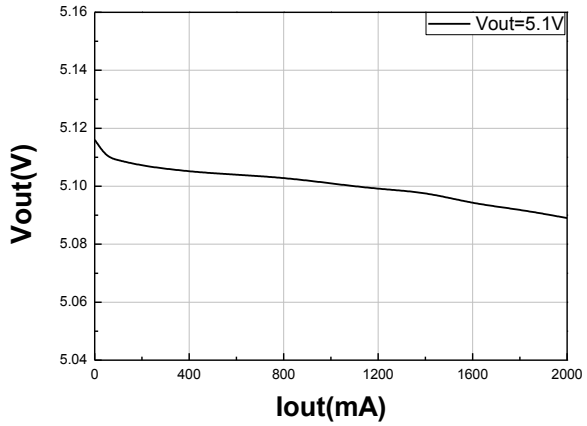
■ 电学特性参数

注意：除非特殊说明，V_{IN}=12V, V_{OUT}=3.3V，典型值条件：T_A=25℃

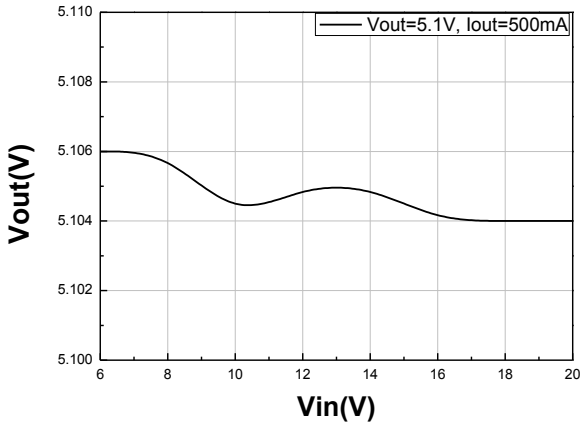
参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	V_{IN}	-	4.5	-	20	V
输入过压保护	Vovp	-	20.5	-	-	V
输入过压保护迟滞	$Vovp_{_H}$	-	-	100	-	mV
输入欠压保护	V_{UVLO}	-	-	4.0	-	V
输入欠压保护迟滞	V_{UVLO_H}	-	-	0.3	-	V
供电电流	I_{SS}	V_{EN}=5V，V_{FB}=1.2V	-	150	-	μA
供电关断电流	I_{SD}	V_{EN}=0V	-5	-	5	μA
反馈电压	V_{FB}	T_A=25°C, 3.7V≤V_{IN}≤20V	0.590	0.6	0.610	V
开关频率	F_{OSC}	-	-	500	-	KHz
最大占空比	D_{MAX}	-	-	95	-	%
FB 打嗝模式阈值	$V_{FB\text{-}HT}$	-	-	0.15	-	V
高端开关导通电阻	R_{DSON_H}	-	-	160	-	mΩ
低端开关导通电阻	R_{DSON_L}	-	-	80	-	mΩ
最小导通时间	T_{ON_MIN}	-	-	100	-	nS
最小关闭时间	T_{OFF_MIN}	-	-	150	-	nS
高端电流限制	I_{LIM}	-	-	3.8	-	A
使能关断阈值	V_{EN}	-	-	1.2	-	V
使能关断迟滞	V_{ENH}	EN Rising	-	100	-	mV
使能输入电流	I_{EN}	V_{EN}=2V	-	1	-	uA
热关断	T_{SHD}	Rising, Hysteresis =40°C	-	145	-	°C
热关断迟滞	T_{SHD_HYS}	-	-	20	-	°C

■ 特性曲线

1. 负载调整度

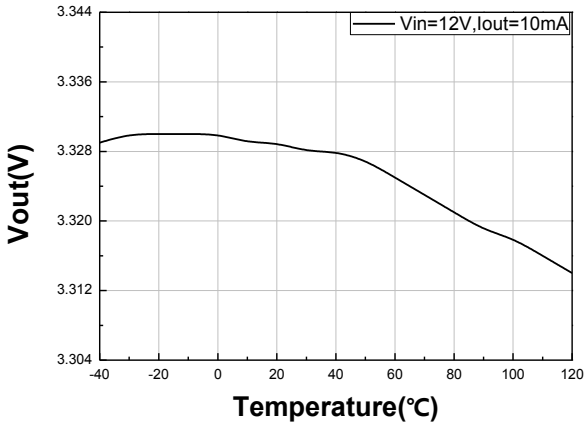


2. 线性调整度

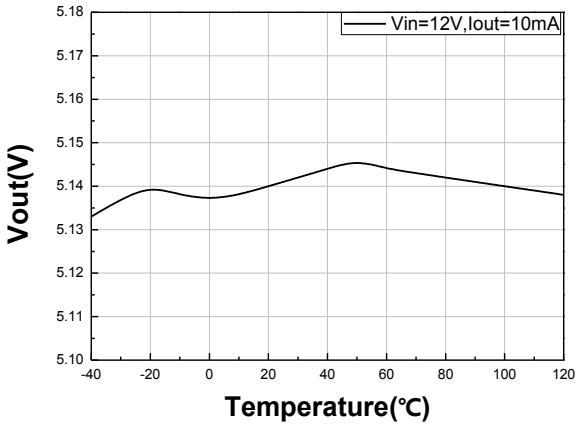


3. 输出温度曲线

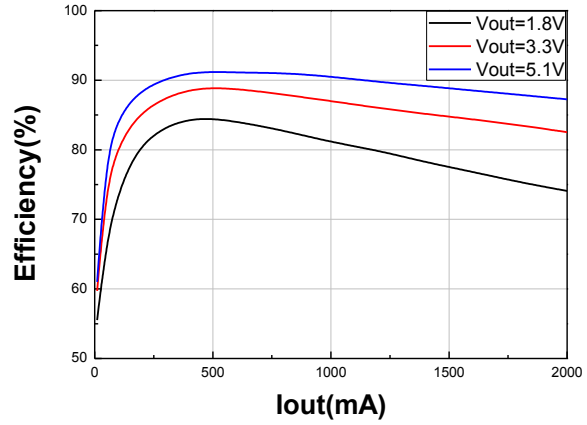
V_{OUT}=3.3V



V_{OUT}=5.1V



4. 效率



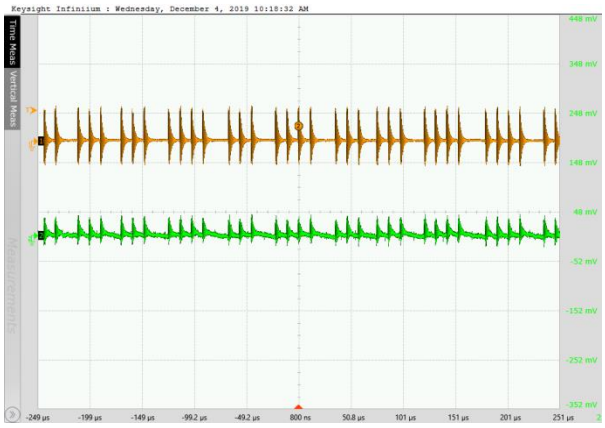
5. 震荡波形和输出波纹

测试条件: V_{IN}=CE=12V, L=22uH，C_{IN}=C_{OUT}=22uF。

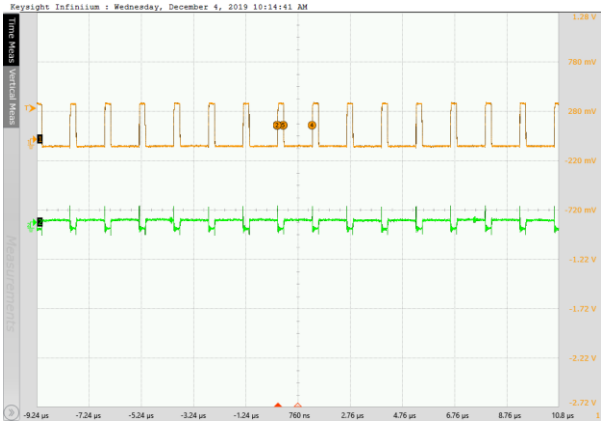
（1）、I_{OUT}=10mA, V_{OUT}=3.3V



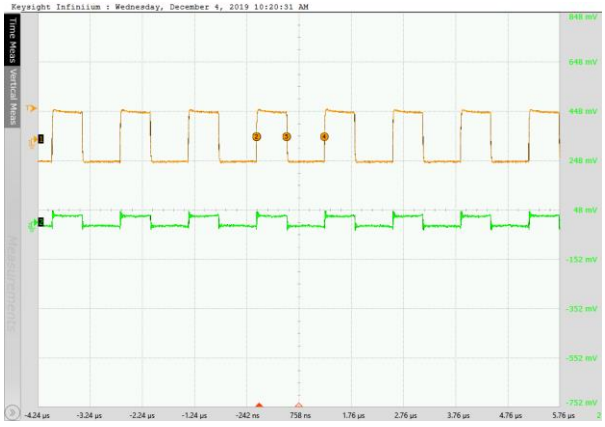
（2）、I_{OUT}=10mA, V_{OUT}=5.1V



（3）、I_{OUT}=1A, V_{OUT}=3.3V：



（4）、I_{OUT}=1A, V_{OUT}=5.1V



■ 功能描述

- **内部稳压器**

LN3494 是一款恒定导通时间模式的降压型 DC/DC 转换器，无需额外的外部补偿元件即可提供出色的瞬态响应。该器件内置一个低电阻、高压功率场效应晶体管（MOSFET），并以高达 500K 的工作频率运行，从而确保设计紧凑、效率高，同时具备出色的交流和直流性能。

- **误差放大器（EA Amplifier）**

误差放大器将反馈引脚（FB）的电压与内部反馈基准电压（VFB）进行比较，并输出一个与两者差值成正比的电流。该输出电流随后被用于对内部补偿网络进行充电或放电，以形成 COMP 电压，该电压用于控制功率 MOSFET 的电流。优化的内部补偿网络减少了外部元件的数量，并简化了控制环路的设计。

- **使能（Enable）**

EN 是一个数字控制引脚，用于开启和关闭 LN3494。将 EN 引脚拉高以开启稳压器，拉低以关闭稳压器。从使能引脚（EN）到接地引脚（GND）的内部 1MΩ 电阻允许 EN 引脚浮空以关闭芯片。若通过上拉电阻将 EN 引脚连接，或将 EN 引脚与输入引脚 VIN 短接，则每当 VIN 引脚接入电源时，芯片将自动开启。

- **内部软启动**

软启动功能用于防止转换器在启动时输出电压过冲。当芯片启动时，内部电路会生成一个从 0V 逐渐上升到 0.6V 的软启动电压（SS）。当 SS 低于内部基准电压（REF）时，SS 会覆盖 REF，因此误差放大器会使用 SS 作为基准。当 SS 高于 REF 时，REF 重新获得控制权。SS 时间在内部为 1 毫秒。

- **过温保护**

当结温上升至约 145°C 时，热保护功能会禁用输出，使器件得以降温。当结温降至约 125°C 时，输出电路将再次启

用。根据功耗、热阻和环境温度的不同，热保护电路可能会循环开启和关闭。这种循环限制了稳压器的功耗，防止器件因过热而损坏。

- **过流保护与打嗝模式**

当电感电流峰值超过设定的电流限制阈值时，LN3494 会进行逐周期过流限制。同时，输出电压开始下降，直至反馈引脚（FB）电压低于欠压（UV）阈值，通常该阈值比参考电压低 30%。一旦触发欠压保护，LN3494 将进入打嗝模式，以周期性地重启器件。这种保护模式在输出端对地短路时尤为有用。平均短路电流大幅降低，从而缓解了热问题并保护了稳压器。一旦过流条件解除，LN3494 将退出打嗝模式。

- **启动与关断**

若 VIN 和 EN 均高于其相应的阈值，芯片则开始启动。首先启动基准模块，生成稳定的基准电压和电流，随后启用内部稳压器。稳压器为剩余电路提供稳定的供电。存在三种情况会导致芯片关断：EN 引脚拉低、VIN 电压降低以及热关断。在关断过程中，首先会阻断信号通路以避免任何故障触发。随后，COMP 电压和内部供电轨会被拉低。浮动驱动器不受此关断命令的影响。

■ 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（请参见第 1 页的典型应用）。反馈电阻 R1 还与内部补偿电容一起设置反馈环路的带宽。为获得最佳的瞬态响应，选择 R1 的值约为 100kΩ。然后，R2 的值由以下公式计算：

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

其中，V_{FB} 通常为 0.6V（内部基准电压），电阻 R2 的阻值必须在 1kΩ 至 20kΩ 之间。

- **电感选择**

对于大多数应用，建议使用电感值为 4.7μH 至 22μH 的电感，其直流电流额定值至少比最大负载电流高 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，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为电感纹波电流。若最大负载电流为 2A，则选择电感纹波电流约为其 30%。最大电感峰值电流为：

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

在低于 100mA 的轻载条件下，建议使用较大电感以提高效率。

- **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来自器件的开关噪声。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。必须使用一个尺寸适合最大 RMS 电流的低等效串联电阻（ESR）输入电容。由于具有低 ESR 和小温度系数，强烈推荐使用 X5R 或 X7R 介电材料的陶瓷电容。对于大多数应用，22μF 的陶瓷电容已足够。为改善输入电压滤波效果，可使用更大容值的电容。

- **输出电容选择**

输出电容（COUT）用于维持直流输出电压的稳定。推荐使用陶瓷电容、钽电容或低等效串联电阻（ESR）的电解电容。为了保持输出电压纹波较低，建议使用低 ESR 电容。输出电压纹波可通过以下公式估算：

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

其中，L 为电感值，R_{ESR} 为输出电容的等效串联电阻（ESR）值。对于陶瓷电容而言，在开关频率下的阻抗主要由电容值决定。输出电压纹波主要由电容引起。为简化计算，输出电压纹波可通过以下公式估算：

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN} \times {f_{OSC}}^2 \times L \times C_{OUT}} \times (1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}})$$

对于钽电容或电解电容而言，等效串联电阻（ESR）在开关频率下的阻抗中起主导作用。为简化计算，输出纹波可近似表示为：

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

输出电容的特性也会影响稳压系统的稳定性。LN3494 可针对广泛的电容值和 ESR（等效串联电阻）值进行优化。

■ 应用信息

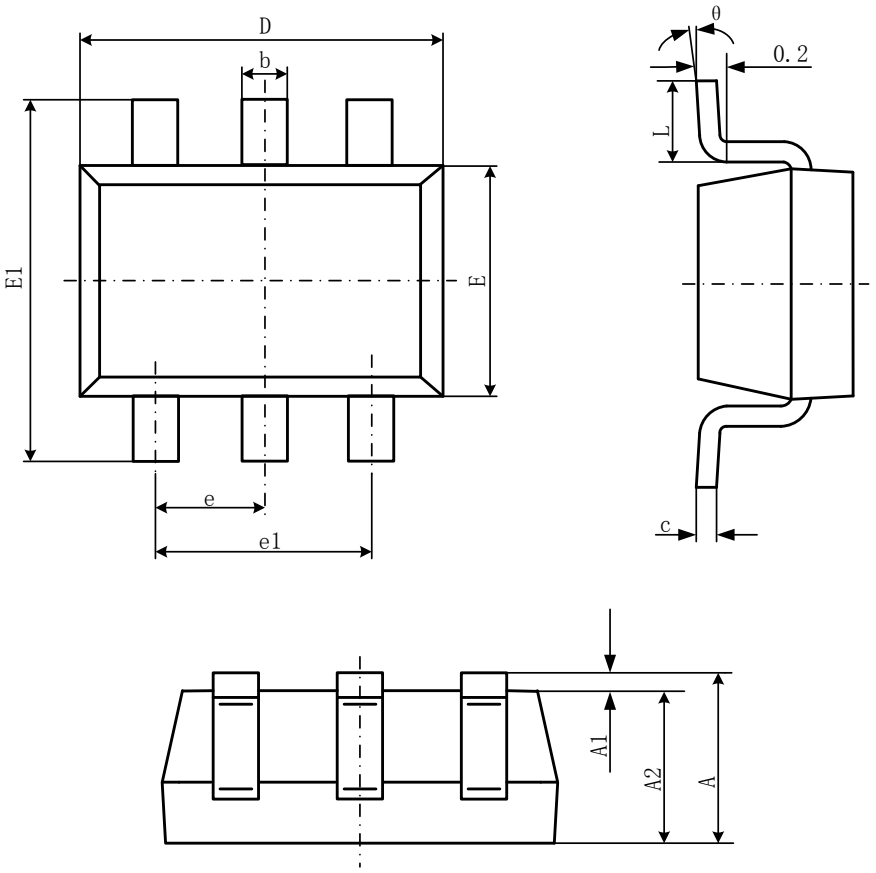
印刷电路板（PCB）布局对于实现稳定运行至关重要。强烈建议复制评估板（EVB）的布局以获得最佳性能。

1. 保持开关电流路径短小，并尽量减小由输入电容、高端场效应晶体管（MOSFET）和低端场效应晶体管（MOSFET）所形成的环路面积。
2. 建议将旁路陶瓷电容靠近输入电压引脚（VIN）放置。

3. 确保所有反馈连接都短且直接。将反馈电阻和补偿元件尽可能靠近芯片放置。
4. 输出电压引脚（VOUT）和开关引脚（SW）应远离敏感的模拟区域，如反馈引脚（FB）所在区域。
5. 将输入电压引脚（VIN）、开关引脚（SW），特别是接地引脚（GND）分别连接到大面积的铜箔区域，以便为芯片散热，从而提高热性能和长期可靠性。

■ 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°