

## 4.5V~18V 输入，3A 同步整流降压转换器

### 概述

AP2973 是一种具有快速瞬态响应的高效率同步 DC-DC 降压转换器，在 4.5V 至 18V 的宽输入电压范围内可提供 3A 负载电流。AP2973 集成了低  $R_{DS(ON)}$  主开关管和同步开关管以减少导通损耗又省掉了外部肖特基二极管。

AP2973 采用 Neo-COT 架构可以在大负载跌落应用中实现快速瞬态响应和轻负载时的高效率。此外，在重负载下的工作频率为 500kHz 以减小电感和电容的尺寸。

故障保护包括 OCP、OTP、SCP 和 UVLO。AP2973 采用节约空间的 6 引脚 SOT23-6L 封装。

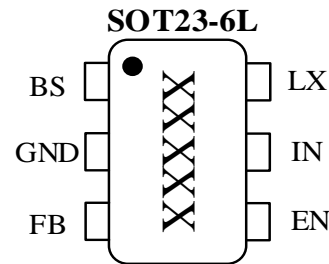
### 应用

- 工业电源
- 通信应用
- 路由器
- 调制解调器
- 液晶电视

### 特性

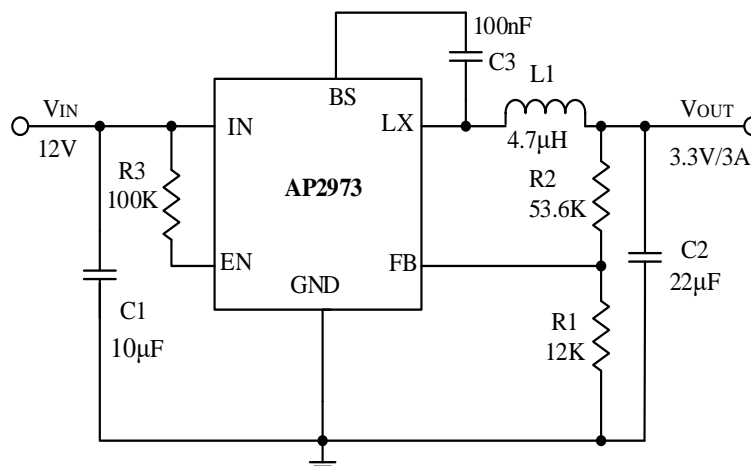
- 4.5V~18V 输入电压范围
- 内置 70mΩ 和 50mΩ 开关管
- 3A 输出电流
- 采用 Neo-COT 架构实现快速瞬态响应
- 内部软启动限制浪涌电流
- 1.5% 0.6V 参考电压
- 输入欠压锁定
- 逐周期电流限制
- 输出短路保护
- 热关断
- 节约空间封装: SOT23-6L

### 封装 / 订购信息



订购代码	封装
AP2973TC-A1	SOT23-6L

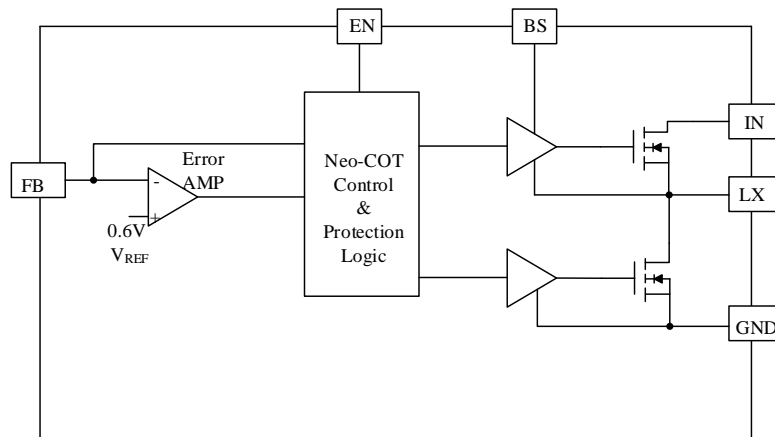
### 典型应用电路



## 引脚描述

引脚序号	引脚名称	引脚功能
1	BS	自举引脚。提供上管 NFET 栅极驱动。在 BS 和 LX 之间连接一个 100nF 电容。
2	GND	电源地。
3	FB	连接反馈输入。连接到输出反馈电阻的中点，编程输出电压。远离 LX 开关节点。
4	EN	使能控制。拉高为开启，不能悬空。
5	IN	输入电压。在 VIN 和 GND 之间用最短距离连接一个去耦电容。
6	LX	上管 NFET 和下管 NFET 之间的开关节点。连接此引脚到电感的开关节点。

## 功能框图



绝对最大额定值<sup>(1)</sup>

电源电压 ( $V_{IN}$ ).....	-0.3V~19V
开关电压 ( $V_{LX}$ ).....	-1V~ $V_{IN}+0.3V$
使能电压( $V_{EN}$ ).....	-1V~ $V_{IN}+0.3V$
自举电压 ( $V_{BS}$ ) .....	( $V_{sw} - 0.3V$ )~ ( $V_{sw} + 5V$ )
反馈电压( $V_{FB}$ ).....	-1V~ $V_{IN}+0.3V$

热阻	
$\theta_{JA}^{(2)}$ .....	160 °C/W
$\theta_{JC}^{(3)}$ .....	40 °C/W
结温 .....	内部限制
引脚温度(焊接, 10s).....	+260 °C
储存温度.....	-65 °C~+150 °C

推荐工作条件<sup>(4)</sup>

输入电压( $V_{IN}$ ) .....	4.5V~18V	工作温度.....	-40 °C~+85 °C
------------------------	----------	-----------	---------------

- (1). 所有电压都是指对GND引脚的电压，除非另有说明；超过这些额定值可能会损坏器件。
- (2). 100mm<sup>2</sup>, 1oz单面铺铜 PCB板测试值。
- (3). PIN6 (LX) 塑封体表面测试值。
- (4). 在超出器件工作范围条件下，该器件不能保证功能。

电气特性<sup>(1)</sup>

( $V_{IN}=12V$ ,  $V_{OUT}=3.3V$ ,  $L=4.7\mu H$ ,  $T_A=25\text{ °C}$ , 除非另有说明)

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		18	V
欠压锁定阈值	$V_{UVLO}$	$V_{IN}$ 上升	3.8	4.2	4.5	V
欠压锁定迟滞	$V_{UVLO\_HYS}$			50		mV
输入电流	$I_Q$	$I_{OUT}=0$ , $V_{FB}=V_{REF}\times 105\%$ , 无开关		410		$\mu A$
关断输入电流	$I_{SD}$	$V_{EN}=0V$			1	$\mu A$
反馈电压	$V_{FB}$	$5V\leq V_{IN}\leq 18V$	591	600	609	mV
FB 输入电流	$I_{FB}$		-0.1		0.1	$\mu A$
上管导通电阻	$R_{DS(ON)H}$			70		m $\Omega$
下管导通电阻	$R_{DS(ON)L}$			50		m $\Omega$
上管漏电流	$I_{LEAK\_H}$	$V_{EN}=0V$ , $V_{LX}=0V$		0	10	$\mu A$
下管漏电流	$I_{LEAK\_L}$	$V_{EN}=0V$ , $V_{LX}=V_{IN}$		0	10	$\mu A$
内部限流	$I_{LIM}$			4.5		A
振荡频率	$F_{SW}$			500		kHz
EN 上升阈值	$V_{EN\_H}$	$V_{EN}$ 上升	1.6			V
EN 下降阈值	$V_{EN\_L}$	$V_{EN}$ 下降			0.4	V
最小开启时间	$t_{ON\_MIN}$			100		ns
软启动时间	$t_{SS}$			1		ms
最大占空比	$D_{MAX}$			90		%
热关断	$T_{SDN}$			160		°C

(1). 此温度范围外的规格由设计以及电路特性保证。

## 功能描述

AP2973 是一款高效同步 DC-DC 降压转换器，在 4.5V 至 18V 的宽输入范围内可提供 3A 负载电流。AP2973 开关频率为 500kHz。

AP2973 内置两个 N 沟道 MOSFET 开关管，采用电流模式控制实现降压并调节输出电压。转换器采用 Neo-COT 架构可在高降压应用中实现快速瞬态响应。

## 应用信息

### 1. 设置输出电压

AP2973 反馈电压基准为 0.6V，输出电压通过反馈电阻 R1 和 R2 编程，R2 是上反馈电阻，R1 是下反馈电阻。输出电压可用如下公式 1 计算得出。

$$V_{OUT} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) = 0.6V \times \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \quad (1)$$

### 2. 电感

由于电感的选择不影响电源工作稳定性，瞬态，环路稳定和整体效率，因此电感是开关电源设计中最重要的重要组成部分。电感三个最重要的参数是电感值，DC 电阻和饱和电流。

AP2973 设计的工作电感值为 4.7μH。电感额定公差范围是 10% ~ 30%。根据不同电感制造商对电感饱和的规定，在零偏置电流时，可能会进一步减少到 20% ~ 35%。选择电感的最基本要求是饱和电流必须大于峰值开关电流和 DC 额定电流大于正常工作的平均电流。在降压转换器中，平均电感电流等于输出电流。电感纹波电流可以通过公式 2 计算。

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times L \times f_{SW}} \quad (2)$$

这里

- $\Delta I_L$ ，电感峰值纹波电流。
- $V_{OUT}$ ，输出电压。
- $V_{IN}$ ，输入电压。
- $f_{SW}$ ，开关频率。
- $L$ ，电感值。

表 1 列出了推荐的电感规格。

表 1. 电感推荐

Vendor	P/N	L (μH)	DCR (mΩ)	I <sub>sat</sub> (A)
Sunlord	MWSA050 3S-4R7MT	4.7	60	4.6

### 3. 输入电容

输入电容可降低输入浪涌电流和芯片开关噪声。输入电容在开关频率时的阻抗必须小于输入源阻抗，以防止高频开关电流传到输入。必须选用满足最大 RMS 电流的低 ESR 电容。推荐使用 X5R 或 X7R 的多层陶瓷电容，它们具有低 ESR，低温度系数和紧凑的尺寸。一个 10μF 的多层陶瓷电容可以满足大多数应用。

在热插拔应用中，输入需并联一个 100μF 以上电解电容，以防止损坏芯片。

### 4. 输出电容

输出电容要求保持输出电压纹波小且确保环路稳定。输出电容必须在开关频率时具有低阻抗。推荐使用 X5R 或 X7R 的多层陶瓷电容，它们具有低 ESR 和紧凑的尺寸。输出纹波  $\Delta V_{OUT}$  通过下式计算：

$$\Delta V_{OUT} \leq \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times f_{SW} \times L} \times \left(ESR + \frac{1}{8 \times f_{SW} \times C_{OUT}}\right) \quad (3)$$

这里

- $\Delta V_{OUT}$ ，输出纹波电压。
- $V_{OUT}$ ，输出电压。
- $V_{IN}$ ，输入电压。
- $f_{SW}$ ，开关频率。
- $L$ ，电感值。
- ESR，输出电容等效串联电阻。
- $C_{OUT}$ ，输出电容值。

表 2. 典型输出电压推荐元件值

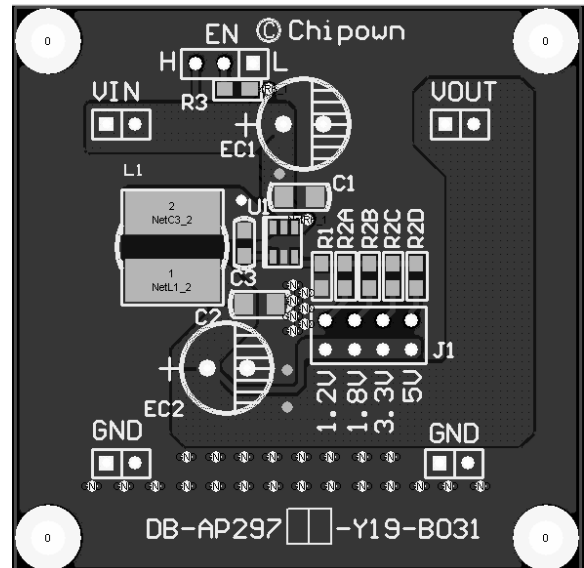
Vout	R1 (kΩ)	R2 (kΩ)	L1 (μH)	C1 (μF)	C2 (μF)	C3 (nF)
5.0V	12	91	4.7	10	22	100
3.3V	12	53.6	4.7	10	22	100
2.5V	12	39	4.7	10	22	100
1.8V	12	24	4.7	10	22	100
1.5V	12	18	4.7	10	22	100
1.2V	12	12	4.7	10	22	100
1.0V	12	8.2	4.7	10	22	100

## 布局建议

在布局 PCB 时，应考虑以下建议以确保 AP2973 正常工作。如下图所示。

1. 功率路径包括 GND, LX 和 IN, 应该尽可能的短, 直和宽。
2. FB 引脚应直接和输出反馈分压电阻中心点连接。
3. 输入电容必须靠近 IN 和 GND 引脚, 并尽可能直接连接到输入电源和地。这个电容给内部功率 MOSFET 提供 AC 电流。
4. 输出多层陶瓷电容和功率电感之间的功率路径应尽可能短, 电容的另一端应直接和大面积地连接以减少噪声。
5. 保持开关节点 LX, 远离敏感的 FB 反馈节点。
6. 保持输入电容和输出电容的负端尽可能靠近。

7. GND 使用大面积铺铜和散热过孔以获得最佳散热和噪声抑制。



## 典型性能特征

所有波形测试条件为  $V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ , 配置见手册中典型应用电路所示。  $T_A = 25^\circ C$ , 除非另有说明。

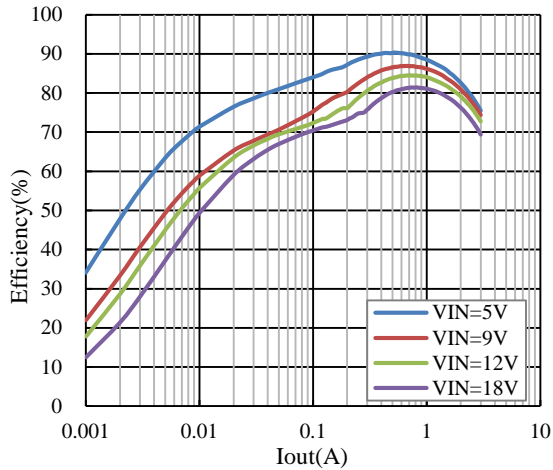


图 1. 效率 vs. 负载电流,  $V_{OUT} = 1.2V$

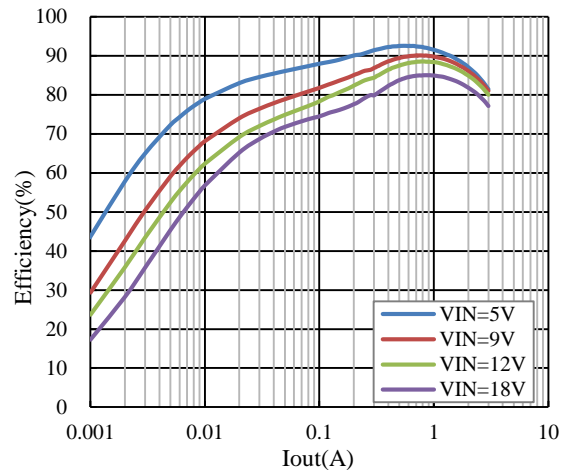


图 2. 效率 vs. 负载电流,  $V_{OUT} = 1.8V$

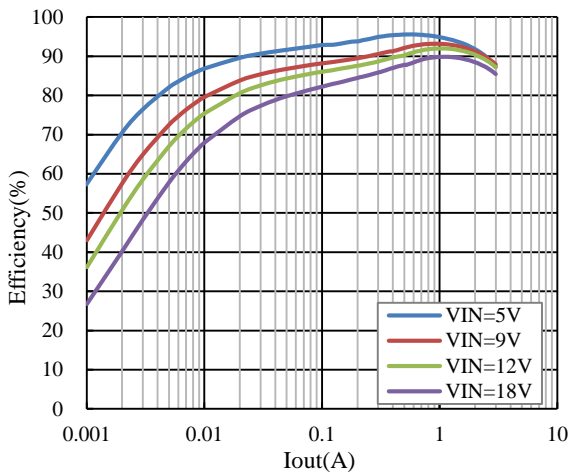


图 3. 效率 vs. 负载电流,  $V_{OUT} = 3.3V$

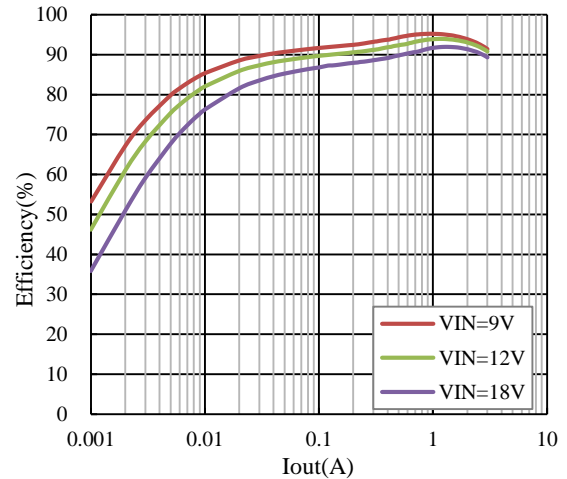


图 4. 效率 vs. 负载电流,  $V_{OUT} = 5V$

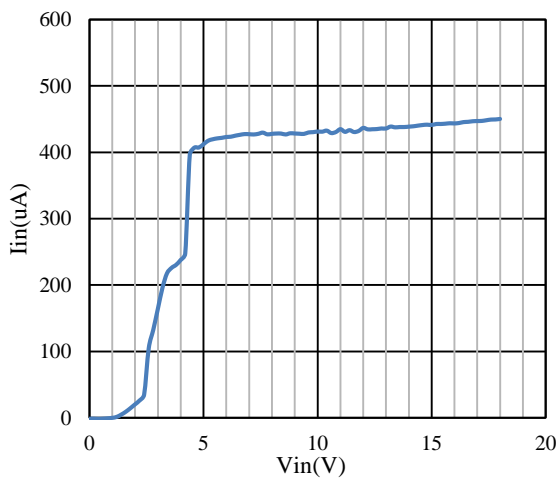


图 5. 输入电流 vs. 输入电压

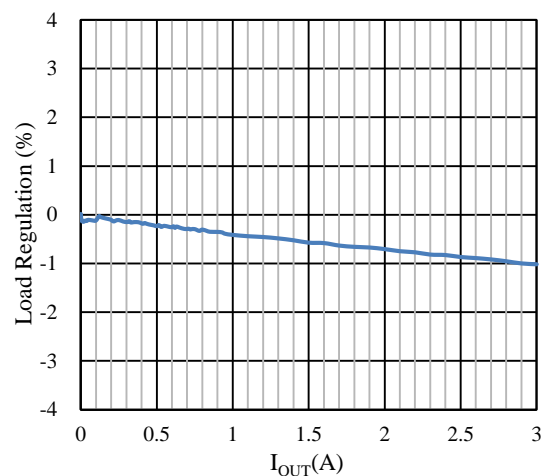


图 6. 负载调整率 vs. 负载电流

## 典型性能特征 (续)

所有波形测试条件为  $V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ , 配置见手册中典型应用电路所示。  $T_A = 25^\circ C$ , 除非另有说明。

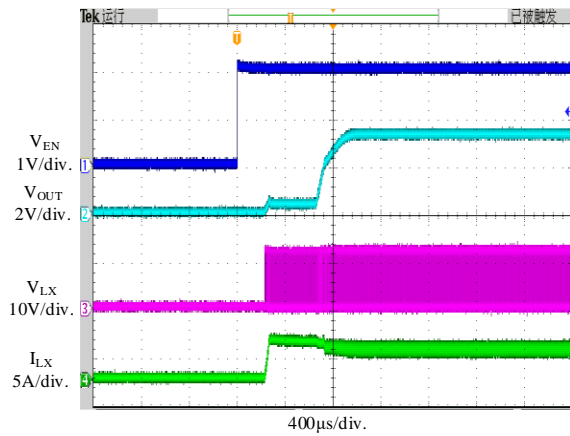


图 7. 启动波形

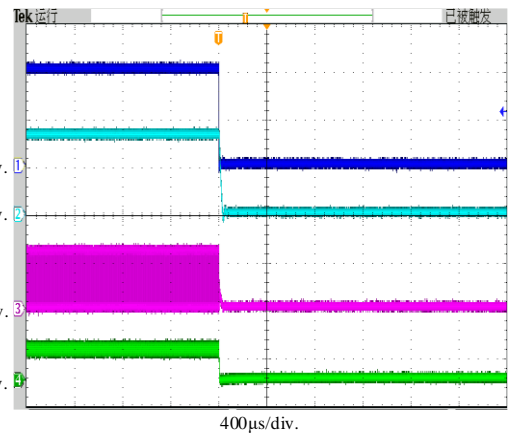


图 8. 关断波形

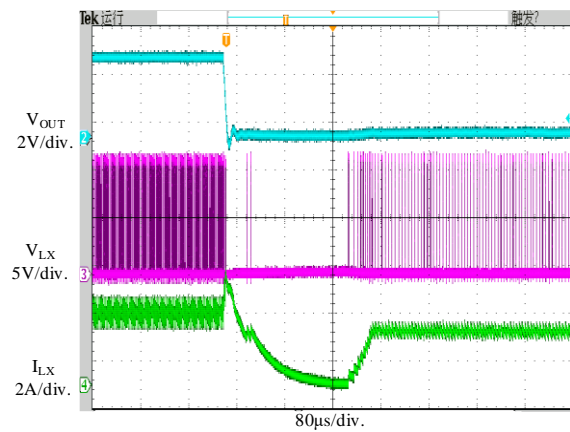


图 9. 短路波形

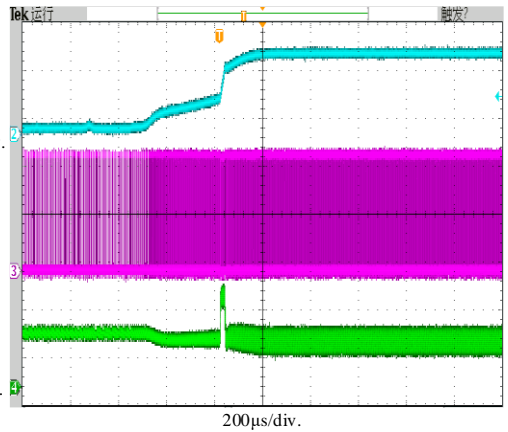


图 10. 短路恢复波形

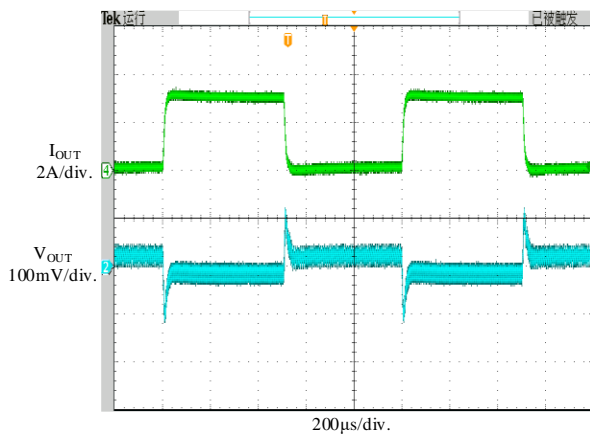


图 11. 负载响应,  
 $V_{OUT}=3.3V, I_{OUT}=0.1A-3A$

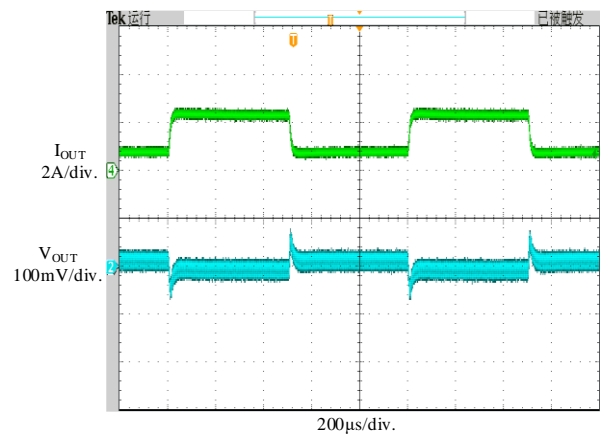
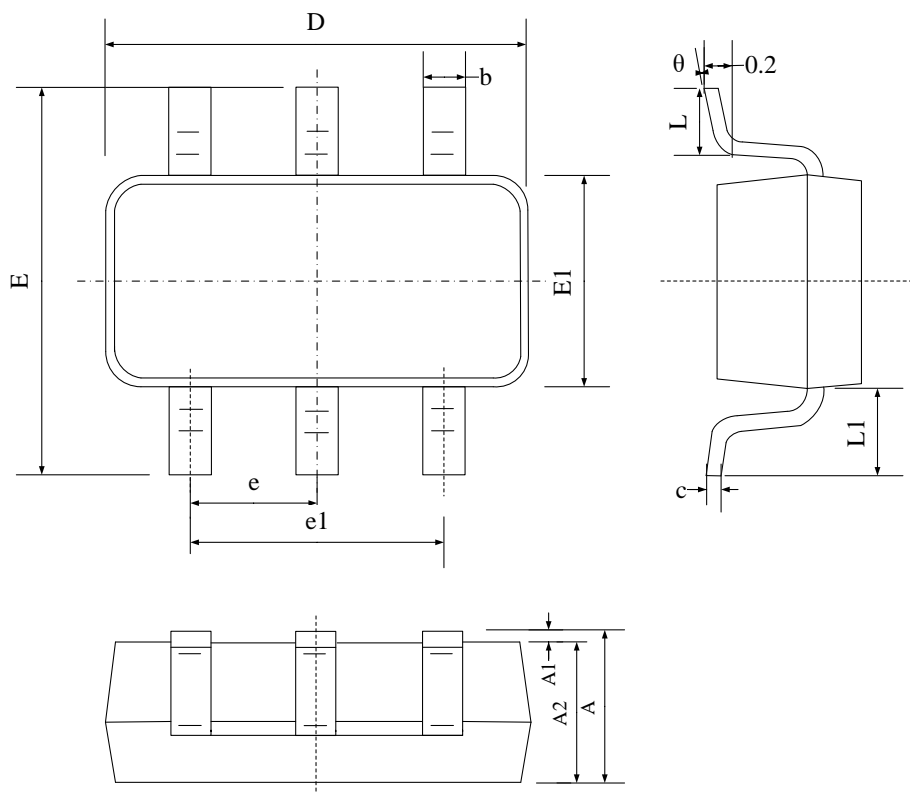


图 12. 负载响应,  
 $V_{OUT}=3.3V, I_{OUT}=0.75A-2.25A$

## 封装信息

### 封装外形尺寸



尺寸 符号	最小 (mm)	最大 (mm)	尺寸 符号	最小 (mm)	最大 (mm)
A	1.050	1.450	E	2.600	3.000
A1	0.000	0.150	e	0.95	
A2	0.900	1.300	e1	1.800	2.000
b	0.300	0.500	L	0.300	0.600
c	0.080	0.220	L1	0.6	
D	2.820	3.050	θ	0°	8°
E1	1.500	1.700			

丝印信息	封装
V3XXX	SOT23-6L

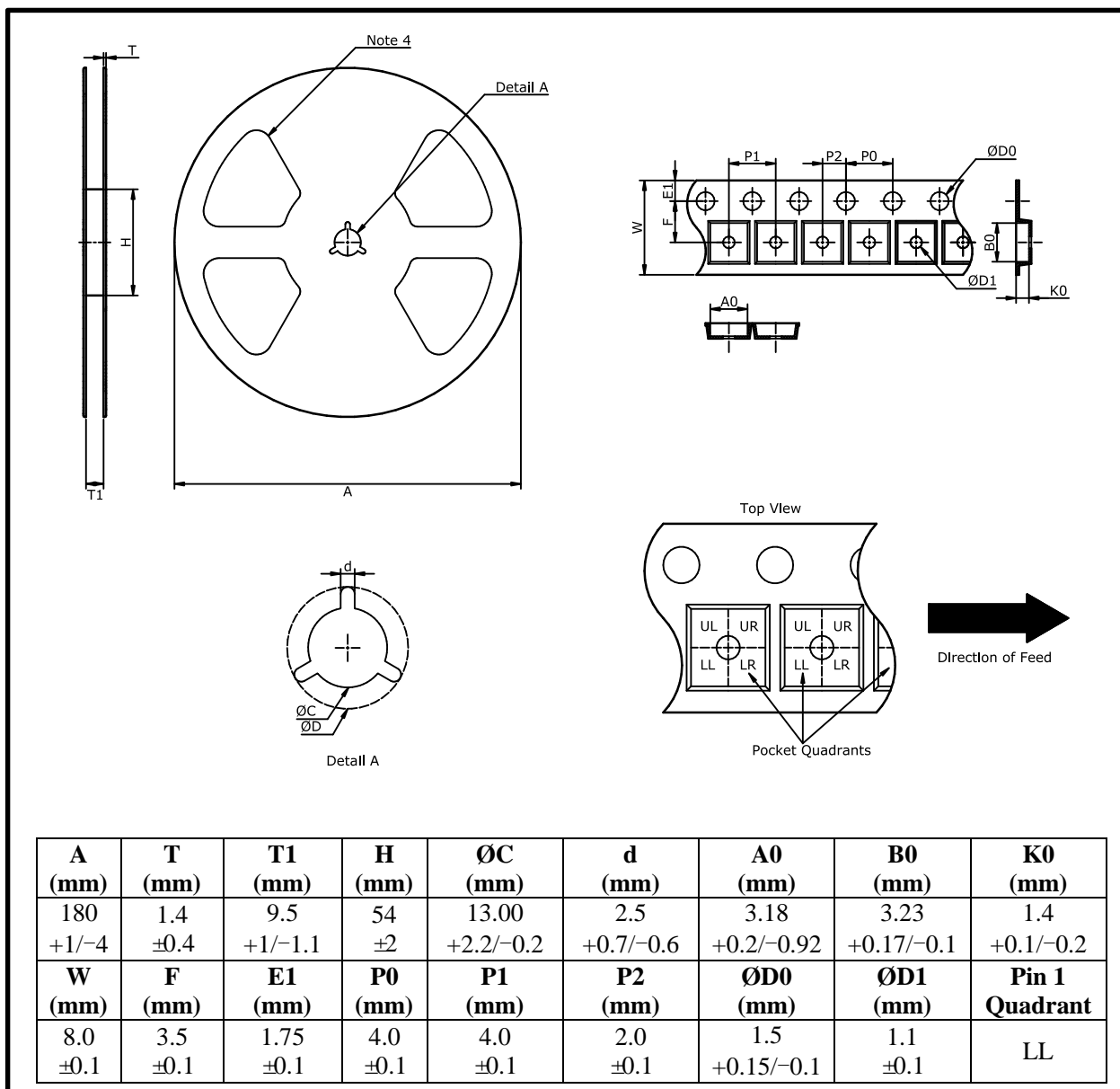
备注: XXX = 内部代码

备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 器件本体尺寸不含模具飞边。



## 编带和卷轴信息



备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 所有尺寸是毫米公制的标称值;
3. 此制图并非按严格比例, 且仅供参考。客户可联系芯朋销售代表获得更多细节;
4. 此处举例仅供参考。

## 重要声明

芯朋微电子股份有限公司保留更改规格的权利，恕不另行通知。芯朋微电子股份有限公司对任何将其产品用于特殊目的的行为不承担任何责任，芯朋微电子股份有限公司没有为用于特定目的的产品提供使用和应用支持的义务。芯朋微电子股份有限公司不会转让其专利许可以及任何其他的相关许可权利。