

## LED 驱动控制 IC XA9920

### 概述

XA9920 是一款高效率，稳定可靠的高亮度 LED 灯驱动控制 IC，内置高精度比较器，off-time 控制电路，恒流驱动控制电路等，特别适合大功率，多个高亮度 LED 灯串恒流驱动。

XA9920 采用固定 off-time 控制工作方式，其工作频率可高达 2.5MHz，可使外部电感和滤波电容、体积减少，效率提高。

在 EN 端加 PWM 信号，可调节 LED 灯的亮度。

通过调节外置的电阻，能控制高亮度 LED 灯的驱动电流，使 LED 灯亮度达到预期恒定亮度，流过高亮度 LED 灯的电流可从几毫安到 1.5 安培变化。

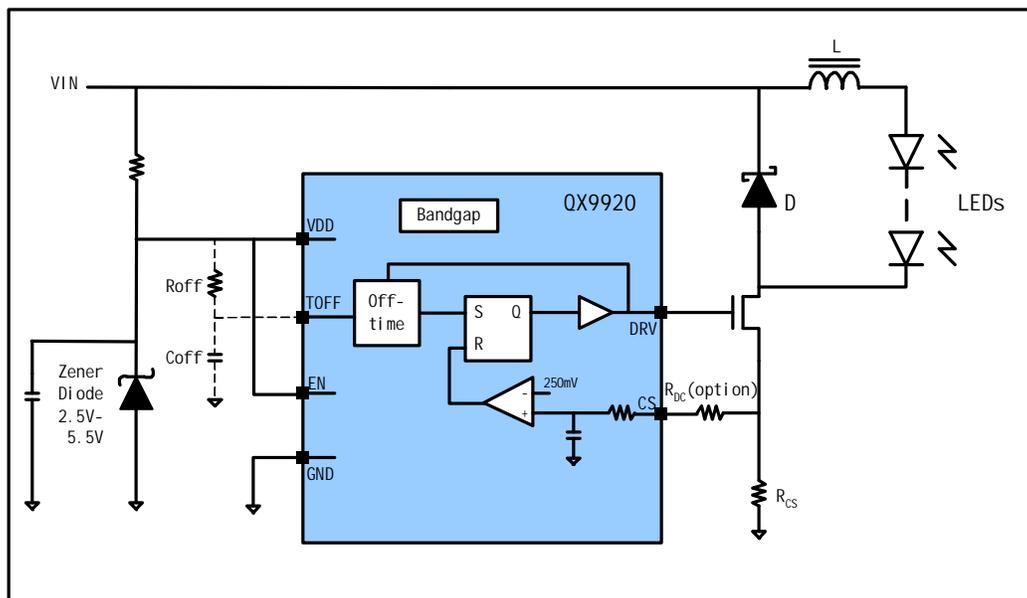
### 特性

- 可编程 LED 驱动电流，编程范围为 10mA 到 1.5 A
- 高效率：90%
- 输入电压范围：2.5V~400V
- 工作频率可调：500KHz~2.5MHz
- 驱动 LED 灯功能强：LED 灯串可从 1 个到几百个 LED 高亮度灯
- 亮度可 PWM 可调：通过 EN 端，调节 LED 灯亮度
- SOT-23-6 封装

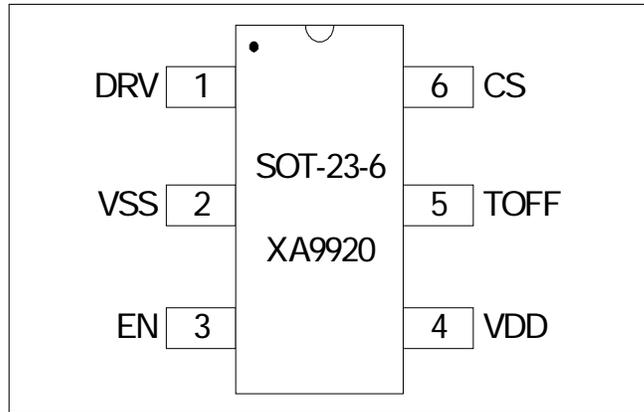
### 应用范围

- +12V/24V 供电汽车 LED 灯杯
- RGB 大显示屏高亮度 LED 灯
- 平板显示器 LED 背光灯
- 交通警示 LED 灯
- 通用恒流源

### 内部框图 (图 1)



## 管脚定义



管脚序号	管脚名	描述
1	DRV	驱动极，接外部 MOS 管的门极
2	VSS	电源地
3	EN	芯片使能端
4	VDD	电源脚(2V-6.5V)
5	TOFF	关断时间设置脚
6	CS	输出电流检测反馈脚

## 管脚功能描述:

- ( 1 ) **DRV** 脚：当不用外接 MOS 管扩流扩压时，此脚悬空；当使用外部 MOS 管扩流扩压时，此脚接外部 MOS 管的门极。DRV 脚给外部的 MOS 管提供门极的驱动控制信号。
- ( 2 ) **VSS** 脚：电源地，接至电源的负极。
- ( 3 ) **EN** 脚：使能脚，高电平有效。
- ( 4 ) **VDD** 脚：内部电路供电脚。
- ( 5 ) **TOFF** 脚：外部 MOS 管的关断时间设置脚，详细设置请参看应用指引。
- ( 6 ) **CS** 脚：此脚用于设定输出电流，在 MOS 管的源极接一个电流设定电阻  $R_{cs}$  到地，在 MOS 管的源极和电阻  $R_{cs}$  连接处接到此脚。CS 内部设定基准电压是 250 毫伏。

## 绝对最大值范围

参数类型	符号	描述	值	单位
电压	V <sub>max</sub>	VOUT 和 VLX 最大电压	8	V
	V <sub>min-max</sub>	EN 脚电压范围	-0.3-VOUT+0.3	V
电流	I <sub>DRVmax</sub>	DRV 脚最大电流	100	mA
功率消耗	P <sub>dip-8</sub>	DIP-8 封装最大功耗	0.8	W
	P <sub>sot-23-5</sub>	SO-8 封装最大功耗	0.6	W
温度	T <sub>min-max</sub>	工作温度	-20-85	°C
	T <sub>storage</sub>	存储温度	-40-165	°C
ESD 抗静电能力	VESD	ESD 抗静电电压 (人体模式)	2000	V

## 电子特性

参数	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
输入电压	VDD		2.5		6	V
启动电压	V <sub>START</sub>	I <sub>LOAD</sub> =1mA, V <sub>IN</sub> :0→2V			2.0	V
CS 脚反馈电压	V <sub>CS</sub>		240	250	260	MV
工作频率	F		500	1200	2500	KHz
转换效率	η			84	95	%
空载电流	I <sub>I<sub>NO</sub></sub>	V <sub>IN</sub> =5V		20		uA
待机电流	I <sub>I<sub>NQ</sub></sub>	无负载, EN 脚低			1	uA
EN 脚逻辑高电平			0.4*V <sub>OUT</sub>			V
EN 脚逻辑低电平					0.3	V
EN 脚输入电流 (逻辑高电平时)					0.1	uA

## 工作原理简述

XA9920 采用峰值电流检测和固定 OFF-TIME 控制方式。它和功率电感 L、LED、肖特基二极管、外部 MOSFET 管以及电流采样电阻  $R_{cs}$  共同构成一个自振荡的，连续电感电流模式的降压型恒流 LED 电路（参见图 1）。

$V_{IN}$  上电时，流过功率电感 L 和 LED 的初始电流为零。这时候，电流采样电阻  $R_{cs}$  的电流和压降  $V_{cs}$  也为零，CS 引脚内比较器的输出使内部触发器输出为高，驱动外部功率 MOSFET 导通。电流以上升的模式从  $V_{IN}$  通过功率电感 L、LED、功率 MOSFET 和电流采样电阻  $R_{cs}$  流到地，与此同时一部分能量储存在功率电感里（参见图 2 中的  $T_{ON}$  部分）；该电流在  $R_{cs}$  上产生一个压降  $V_{cs}$ ，当电流上升到使得  $V_{cs} > 250mV$  时，CS 比较器的输出使内部触发器输出变低，控制外部功率 MOSFET 关断；此时肖特基二极管导通，构成续流回路，储存在功率电感里的能量维持电流又以下降的模式继续流过 LED，功率电感 L 和肖特基二极管（参见图 2 中  $T_{OFF}$  部分）；当预先设置的  $T_{off}$  时间间隔到达时，内部触发器再次输出为高，使功率 MOSFET 重新打开，电流再次以上升的模式流通。依次循环往复，使得 LED 上的电流得以连续而且保持稳定。电流上升、下降的斜率取决于  $V_{IN}$ 、功率电感 L 的感值和 LED 的正向压降。

$R_{cs}$  两端的电压降间接反映了输出电流的大小，XA9920 根据此电压来不断调节外部功率 MOSFET 管导通的时间  $T_{ON}$ ，即输出电流脉冲的宽度（也就是输入到功率电感 L 中的能量）。当输出电流下降时，功率 MOSFET 管导通的时间  $T_{ON}$  会加长，从而使得输入到功率电感 L 中的能量增加，导致流过负载的输出电流变大；反之则反，如此闭环调节使得输出电流能够得到恒定。

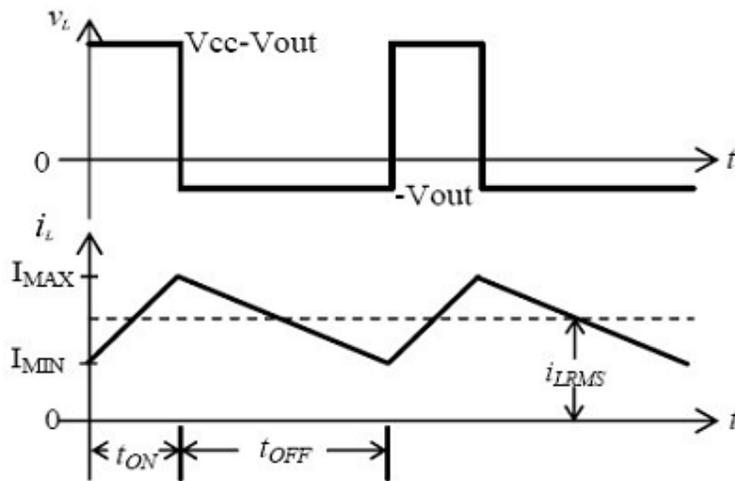


图 2. 连续电流模式下电感上的电压与电流波形

## 应用信息

### 一、LED 电流的设定

正常情况下，电路工作在连续电流模式下，LED 的电流波形如图 2 示。LED 的电流由 Rcs 设定，Rcs 阻值不同，就可以设置不同的 LED 驱动电流。Rcs 的估算公式如下：

$$R_{cs} = \frac{250mV}{I_L + 0.5\Delta I_L}$$

$I_L$  为通过 LED 灯的平均电流；  $\Delta I_L = I_{MAX} - I_{MIN}$

通常，纹波电流  $\Delta I_L$  应小于  $I_L$  的 10%，纹波电流的大小与功率电感的取值和输出驱动 LED 的数量有关。当纹波电流较大时，Rcs 的数值会变小。

例如： $I_L=350mA$ ， $\Delta I_L=0.5*35=17.5mA$ ，则  $R_{cs}=0.68 \Omega$

$I_L=350mA$ ， $\Delta I_L=0.5*70=35 mA$ ，则  $R_{cs}=0.65 \Omega$

### 二、工作频率的设定

工作频率的高低，是要根据实际使用情况来决定的。工作频率越高，功率电感的数值可以越小，电感的体积也趣小，同时有利于选用低容值小体积的输入输出滤波电容。但是较高的工作频率会导致 MOSFET 管和肖特基二极管的开关损耗增加，发热加剧，导致电路的效率下降。这点在高输入电压下工作时较为明显。因此，建议在高于 80V 的工作条件下，XA9920 的工作频率不宜超过 50KHz。

XA9920 采用固定 OFF-TIME 控制工作方式，可通过外部电阻和电容设置 OFF-TIME 最小时间，从而间接设定工作频率，其工作频率可高达 2.5MHz。

OFF-TIME 最小时间由接在  $T_{OFF}$  脚的  $R_{osc}$  和  $C_{osc}$  来设定， $R_{osc}$  上面接到 VDD 端， $C_{osc}$  另一端接地。 $R_{osc}$  阻值越小，频率越高； $C_{osc}$  越大，工作频率越低。计算公式如下：

$$T_{OFF} = 0.51 \cdot \frac{100K\Omega \cdot R_{OFF}}{R_{OFF} + 100K\Omega} \cdot (C_{OFF} + 10pF)$$

上式中， $T_{OFF}$  为 MOSFET 管断开时间（OFF-TIME）

如  $T_{OFF}$  脚不接电阻电容，则

$$T_{OFF} = 0.51 \cdot 100K\Omega \cdot 10pF = 510ns$$

驱动电流的占空比约为： $D = V_{out} / V_{in}$ 。电路工作频率计算公式如下：

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1-D}{T_{OFF}}$$

如  $T_{OFF}$  脚接 1000P 电容， $T_{OFF}=51ms$ ， $D=0.1$ ，则电路工作频率 F 约为 19.6KHz。

### 三、功率电感 L 选择

功率电感 L 的选用原则是确保流过 LED 的纹波电流  $\Delta I_L$  值,远小于流过 LED 的峰值电流值。XA9920 电路在工作时,输入电源仅在 MOSFET 管导通  $T_{ON}$  期间直接对负载和功率电感提供能量,其余时间则由功率电感内储存的能量来维持负载电流。换句话说,功率电感是在 MOSFET 管导通时储能, MOSFET 管关闭时释放能量,负载上的电流方向始终是不变的。功率电感的充放电在输出电流上形成锯齿状纹波电流(如图 2)。纹波电流( $\Delta I_L = I_{MAX} - I_{MIN}$ )的上升下降斜率及幅度直接与电感上的电压和电感量有关,其关系如下:

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{v_L}{L}$$

$T_{ON}$  时:  $V_L = V_{CC} - V_{DP} - V_{CS} - V_{LED}$ ;  $T_{OFF}$  时:  $V_L = -V_{LED} - V_F$

纹波电流  $\Delta I_L$  的大小与功率电感的电感量成反比例,当纹波电流过大时,将导致输出电流的断续(此时可以理解为:  $T_{ON}$  时功率电感内储存的能量不足以在  $T_{OFF}$  时释放来维持负载电流)。

因而,不同的工作电压、负载、不同的电感元件参数,流过负载的电流会出现连续模式和非连续两种模式。

在驱动 LED 的情况下,为保持 LED 电流的恒定,不希望出现非连续模式。因此在工作电压、负载一定的情况下,应该合理地选择功率电感保证电路工作于连续电流模式下。

当功率电感的电感量足够大时,即可保证电路不会出现非连续模式。同时大的电感量也使得流过负载的电流脉动分量较小,有利于延长 LED 的寿命。

通常可根据以下公式估算出保证连续模式工作的最小电感量,然后在条件许可的情况下,尽可能地采用较大的电感量值。

在 OFF-TIME 期,流过 LED 灯  $\Delta I_L$  的计算如下:

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{L} \cdot T_{OFF}$$

为了使流过 LED 灯电流波动小于  $\Delta I_L$ , 电感值应满足:

$$L \geq \frac{V_{OUT}}{\Delta I_L} \cdot T_{OFF}$$

$T_{OFF}$  在上一节中由  $R_{OSC}$  和  $C_{OSC}$  来设定,  $\Delta I_L$  可取  $I_L$  的 10%.

通常,当输入、输出电压的压差较大或者输出功率较大时,需要加大功率电感的值,反之,可以用较小的功率电感值。一般取值约在几百微亨到十几毫亨,视实际应用而定。

另外不可忽视的一个问题是, QX9920 工作时流过功率电感的峰值电流通常可高达安培级以上,所选用的功率电感必须具有足够的 DC 工作电流容量,否则电感会发生磁饱和,造成电路的效率

大大下降，甚至电路不能正常稳定工作。一般情况下，要求功率电感的饱和电流必须大于最大输出电流的 50% 以上。同时在重负载条件下功率电感本身的内阻（ESR）也不可忽视，它会极大地影响转换效率。综合以上考虑，如果要提高 XA9920 驱动器的工作效率，就必需采用高频铁氧体材料，较粗的导线绕制的功率电感（一般来说意味着较大的磁性元件体积）。

#### 四、MOSFET 管的选用

首先要考虑 MOSFET 的耐压，在 220V 交流供电情况下，一般要求 MOSFET 的耐压高于 600V。其次，根据驱动 LED 灯电流的大小，选择 MOSFET 的  $I_{DS}$  最大电流。

通常应选用 MOSFET 的  $I_{DS}$  最大电流是 LED 灯驱动电流的 5 倍以上。另外 MOSFET 的内阻要小； $R_{DS}$  应小于 0.5 欧以下， $R_{DS}$  越小，损耗在 MOSFET 管上的功率越小，电路的工作效率就越高。

另外，高输入电压应用时，由于高耐压的 MOSFET 管完全导通所需的驱动电压  $V_{GS}$  也比较高（可能会高于 XA9920 的输出驱动电平），为了解决这个矛盾，可参照图 3 应用电路图，采用双 MOS 管的源级驱动方式。

#### 五、LED 灯亮度调节

LED 灯的亮度调节，可由以下二种方法：

第一种方法是通过改变 RCS 的电阻，RCS 的电阻越小，LED 灯的亮度越高，RCS 电阻越大，亮度越低。

第二种方法是在 XA9920 的 EN 端加 PWM 信号调光，PWM 信号可由 CPU 产生，也可由其它脉冲信号源产生，改变 PWM 控制信号的占空比可控制 LED 灯的电流从 0 到正常最大电流状态，PWM 控制信号的占空比越大亮度越亮，即可使 LED 灯从全暗变为全亮。利用 PWM 控制 LED 的亮度，非常方便和灵活，是最常用的调光方法，PWM 的频率可从几十 Hz 到几千 KHz。

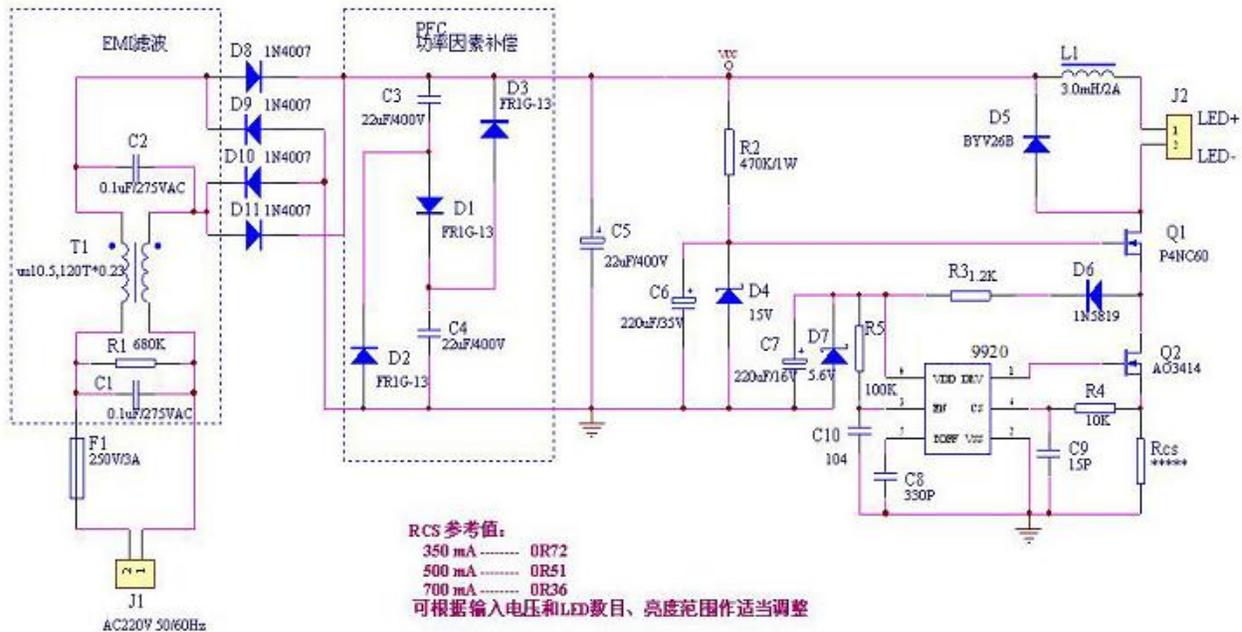
#### 六、EN 使能端

在 EN 端接（低电平）地时，XA9920 处于休眠状态，此时，工作电流小于 10uA，自耗电非常小，当 EN 端为高电平时，XA9920 处于工作状态，此时空载工作电流约为 200uA。

EN 端可接受 PWM 信号调光信号，完成调光功能。

## 典型应用

XA9920 可用于 110V/220V 交流供电的 LED 照明应用，实际电路图如图 3 所示。该电路工作于典型的 BUCK 方式。220V 交流电通过整流桥滤波后，可获得约 310V 的直流电压，作为转换电路的输入。由于高耐压的 MOSFET 管完全导通所需的驱动电压  $V_{GS}$  较高（高于 XA9920 的输出驱动电平），为了解决这个矛盾，电路中采用了双 MOS 管的源级驱动方式。XA9920 的 VDD 供电为 5.6V，直接将 Q1 的源极的脉冲电压整流后，通过一个电阻和一个稳压管给 IC 供电。改变 RCS 可以改变输出电流大小。该电路可用于 LED 路灯，LED 洗墙灯，装饰灯等。



输入：AC220V，输出：2~30颗串联1WLED，输出电流330mA---350mA

图 3 降压模式的典型电路

典型应用二

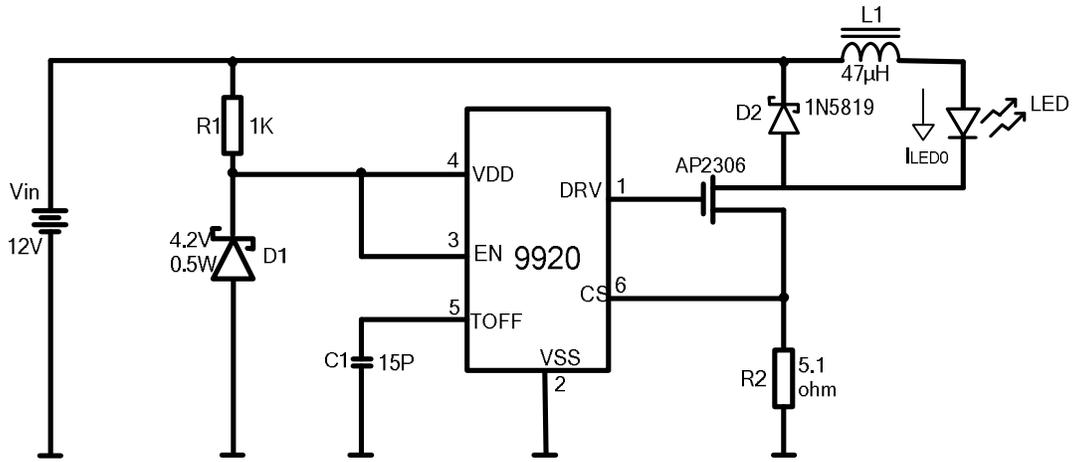
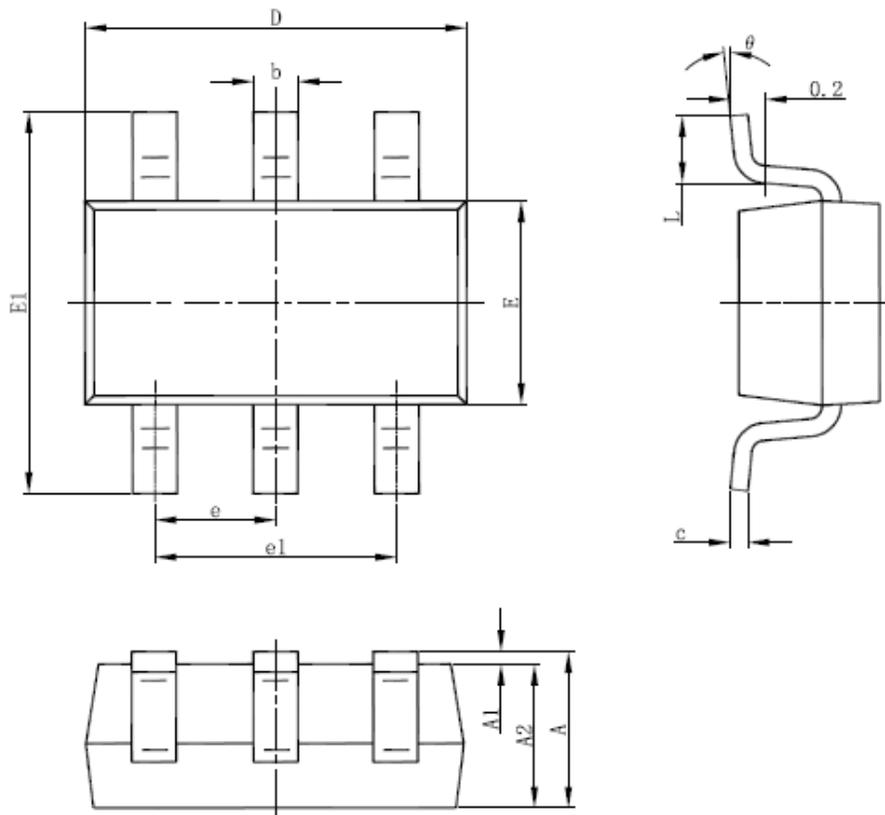


图 4

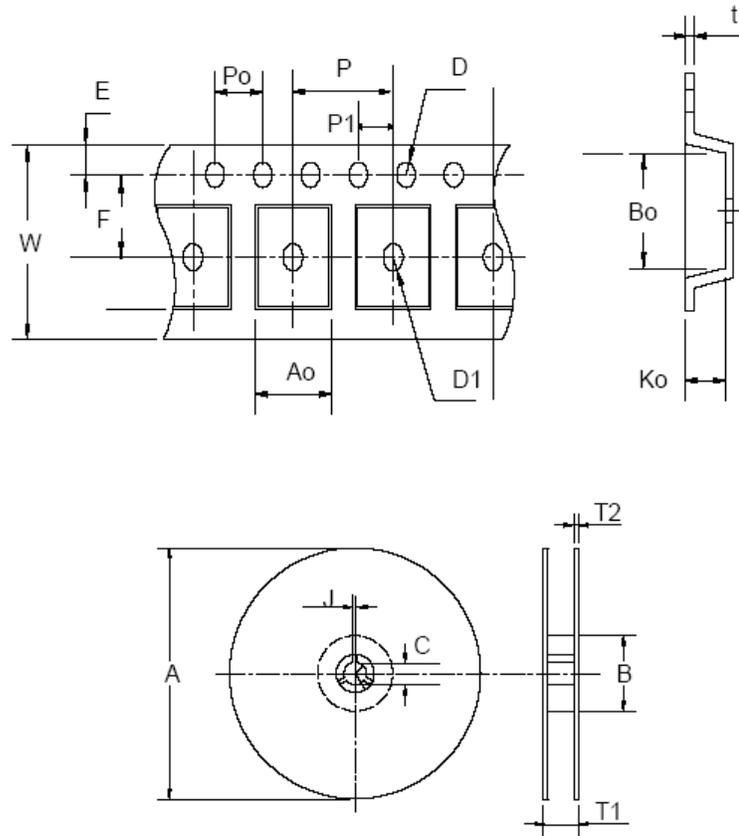
**Package Information**

**SOT-23-6L PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS**



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°

包装尺寸



Application	A	B	C	J	I1	I2	W	P	E
SOT-23-6	178±1	72 ± 1.0	13.0 + 0.2	2.5 ± 0.15	8.4 ± 2	1.5± 0.3	8.0±0.3	4 ± 0.1	1.75± 0.1
	F	D	D1	Po	P1	Ao	Bo	Ko	t
	3.5 ± 0.05	1.5 + 0.1	1.5 + 0.1	4.0 ± 0.1	2.0 ± 0.1	3.15 ± 0.1	3.2± 0.1	1.4± 0.1	0.2±0.03

(mm)

包装

封装类型	包装单位	每卷数量
SOT-23-6	带/卷	3000PCS