

特性

- 6-pin SOT23 小封装
- 初级侧电流检测和调整，无需光耦合器
- 宽 AC 输入电压范围：85V_{AC} ~ 265V_{AC}
- 高功率因数 (>0.9)，无需额外电路
- 精确的恒定电流 (<±3%)
- 低启动电流可降低启动功耗
- 多重保护功能以确保安全：
 - ◆ 门极驱动输出钳位电压
 - ◆ VCC 过压保护 (VCC OVP)
 - ◆ 带迟滞的 VCC 欠压锁定 (VCC UVLO)
 - ◆ LED 串输出过流保护
 - ◆ LED 串输出短路 / 开路保护
 - ◆ 芯片过温保护 (OTP)

应用领域

- 一般照明
- E26/27, T5/T8 LED 灯
- 其它 LED 照明应用

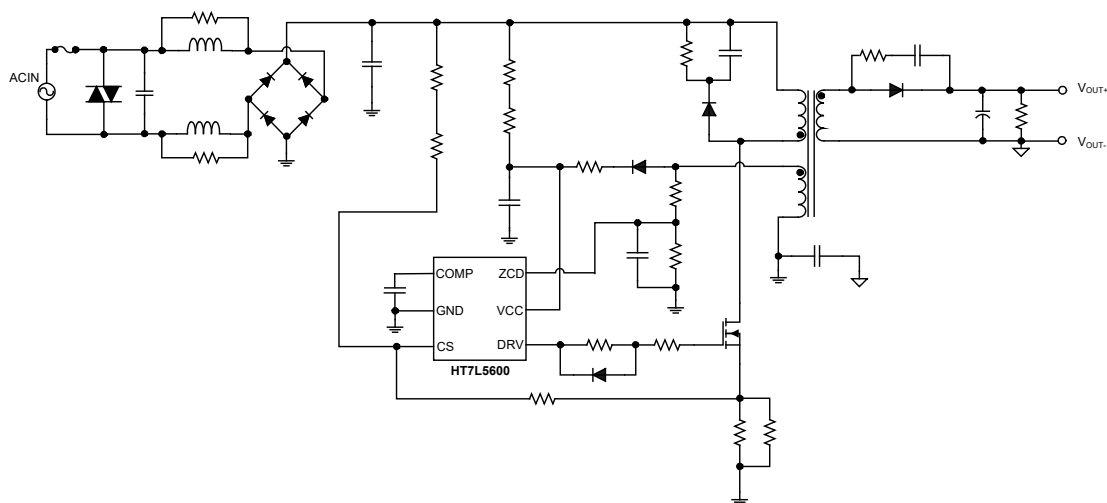
概述

HT7L5600 是一款专为隔离型 LED 照明应用设计的一次初级侧离线式 LED 驱动芯片，具有高功率因数。该芯片通过控制外部 MOSFET 和来自初级侧精确的 LED 恒流调节可实现功率控制。少了次级侧反馈元件和对光耦合器的正常需求可较大地简化 LED 照明系统设计。超低的启动电流和静态电流可降低总功耗，为照明应用提供一种高效的解决方案。

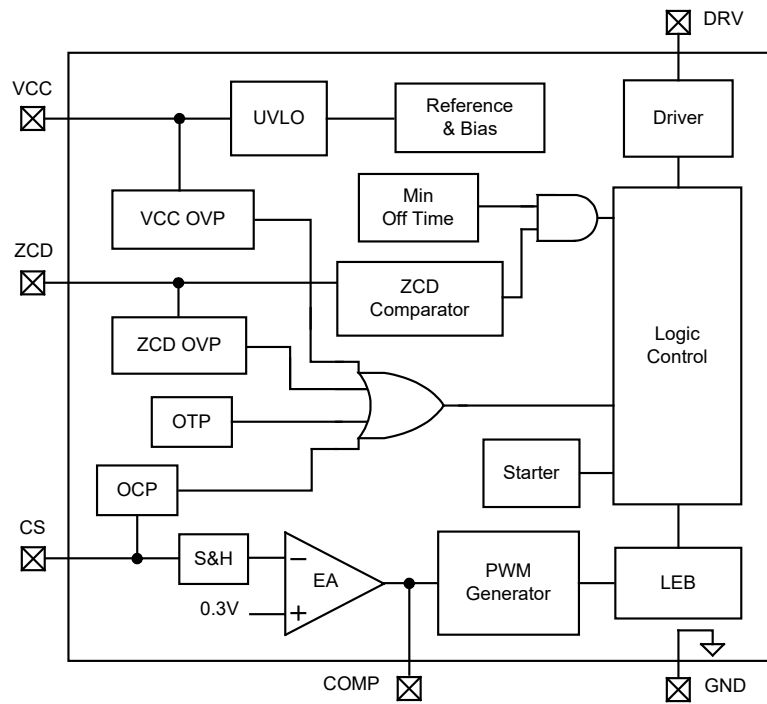
HT7L5600 提供几种保护功能，包括 VCC 欠压锁定 (UVLO)，过流保护 (OCP)，LED 串输出开路保护，LED 串输出短路保护，VCC 过压保护 (OVP) 和电流检测前沿消隐 (LEB)。此外，为确保系统可靠性，HT7L5600 中还内建热保护功能。为保护外部功率 MOSFET 不受电源过压损害，HT7L5600 DRV 引脚的电压被钳制到约 16V。

芯片功能集成度高，使外部零件尽可能少，这使其在成本和电路板面积等方面占有很大优势。该芯片提供 6-pin SOT23 封装。

应用电路

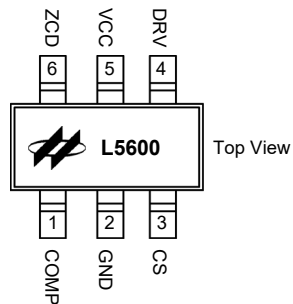


方框图



引脚图

SOT23-6



引脚描述

引脚编号	符号	说明
1	COMP	环路补偿引脚。COMP 和 GND 引脚之间需连接一个对地电容。
2	GND	接地引脚
3	CS	电流检测引脚。需连接一个电阻用于检测 MOSFET 的电流。
4	DRV	门极输出，用于驱动外部功率 MOSFET
5	VCC	电源引脚
6	ZCD	连接到一个辅助绕组的电阻分压器，用来检测输出电压

极限参数

参数	范围
VCC 电源电压	-0.3V ~ 27V
CS 引脚输入电压	-0.3V ~ 6V
COMP 引脚输出电压	-0.3V ~ 6V
ZCD 引脚最大电流	3mA (源电流), 3mA (灌电流)
最大工作结温	150°C
存储温度	-55°C ~ 150°C

推荐工作条件

参数	范围
VCC 电源电压	10V ~ 20V
工作结温	-40°C ~ 125°C

电气特性

 $V_{CC}=12V, T_a=25^{\circ}C$

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
电源电压 (VCC 引脚)						
$V_{CC_{ON}}$	$UVLO_{ON}$	—	—	18	—	V
$V_{CC_{OFF}}$	$UVLO_{OFF}$	—	—	7.5	—	V
$V_{CC_{HYS}}$	UVLO 迟滞	—	10	—	—	V
V_{OVP1}	VCC 过压保护阈值	—	21.5	24	26.5	V
I_{START}	启动电流	开启前, @ $V_{CC}=UVLO_{ON} - 1V$	—	10	20	μA
I_Q	静态电流	未切换	—	0.7	1	mA
I_{CC}	工作电流	@ 70kHz, $C_o=1nF$	—	1.3	2	mA
误差信号放大器						
V_{FB}	反馈参考电压	$T_a=25^{\circ}C$	291	300	309	mV
电流检测比较器						
T_{LEB}	前沿消隐时间	—	—	400	—	ns
V_{OCPH}	高 OCP 电压的 V_{CS} 阈值电压	$V_{ZCD} \geq 0.4V$	—	1.55	—	V
V_{OCPL}	低 OCP 电压的 V_{CS} 阈值电压	$V_{ZCD} < 0.4V$	—	0.4	—	V
零电流检测器						
V_{ZCDH}	上钳位电压	$I_{ZCD}=2.5mA$	—	6.1	—	V
V_{ZCDL}	下钳位电压	$I_{ZCD}=-2.5mA$	—	-0.7	—	V
V_{ZCDA}	上升沿	—	—	150	—	mV
V_{ZCDT}	下降沿	—	—	50	—	mV
V_{OVP2}	ZCD 引脚过压保护电压	—	2.88	3.2	3.52	V
T_{B_OVP}	过压保护检测消隐时间	—	—	1	—	μs
启动						
T_{START}	启动定时器周期	—	—	40	—	μs
T_{OFF}	最小关断时间	—	—	6.4	—	μs
过温保护						
OTP	过温保护阈值	—	—	150	—	$^{\circ}C$
门驱动器						
t_R	上升时间	$C_{LOAD}=1nF, 10\% \sim 90\%$	—	50	—	ns
t_F	下降时间	$C_{LOAD}=1nF, 10\% \sim 90\%$	—	50	—	ns
I_{Source}	源电流	—	—	300	—	mA
I_{Sink}	灌电流	—	—	300	—	mA
V_{G_CLAMP}	门极钳位电压	@ $V_{CC}=20V$	—	16	19.5	V

典型性能特性

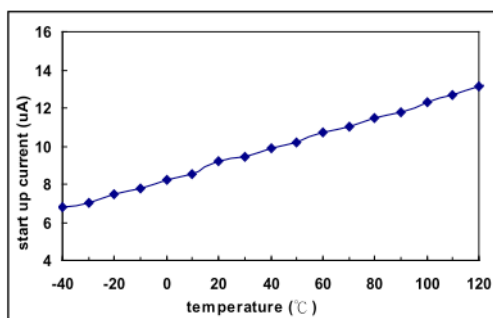


图 1. 启动电流 vs. 温度

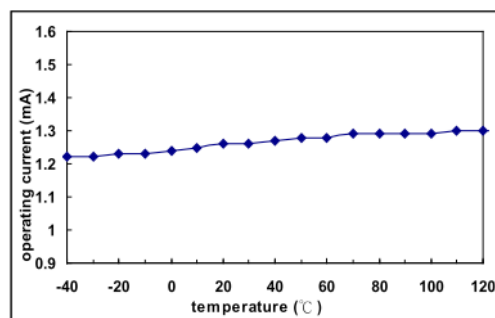


图 2. 工作电流 vs. 温度

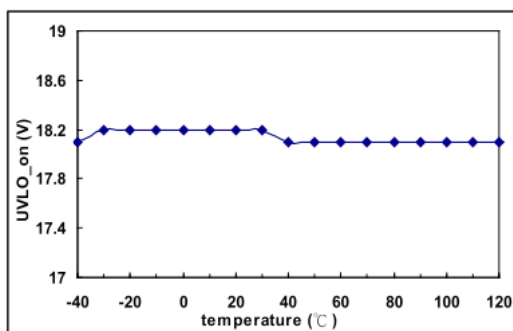


图 3. UVLO_on vs. 温度

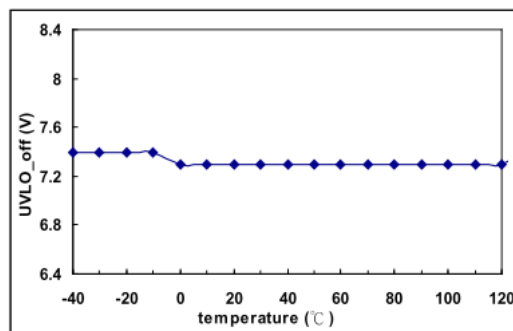


图 4. UVLO_off vs. 温度

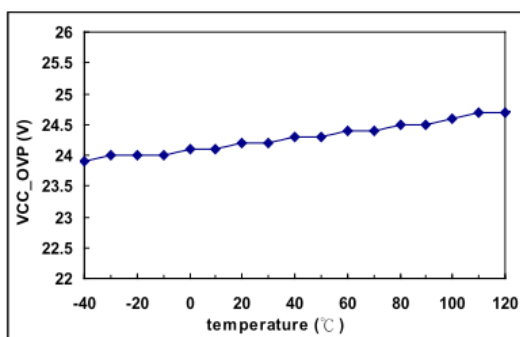


图 5. VCC_OVP vs. 温度

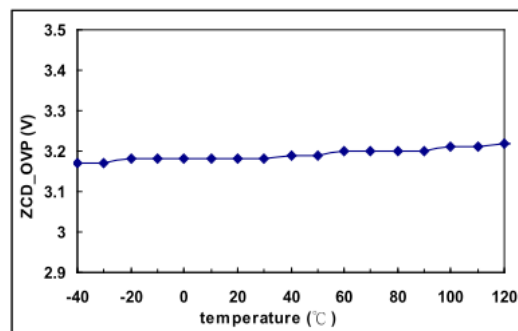


图 6. ZCD_OVP vs. 温度

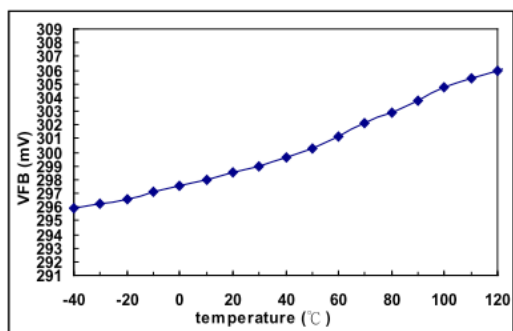


图 7. V_{FB} vs. 温度

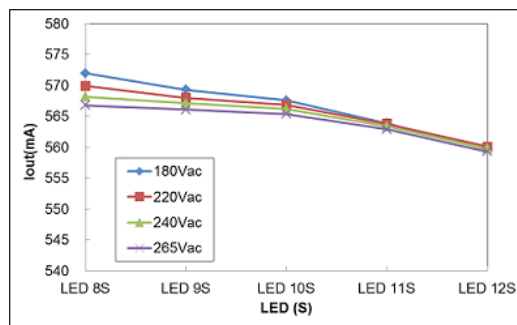


图 8. I_{OUT} vs. LED 串电压调整

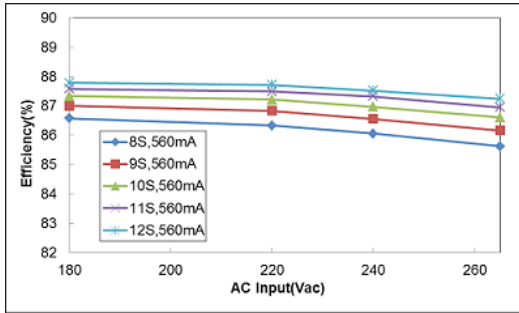


图 9. 效率 vs. AC 电压范围

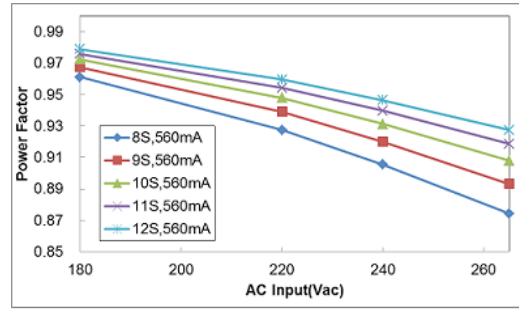


图 10. 功率因数 (PF) vs. AC 电压范围

功能描述

HT7L5600 是一款专为隔离型 LED 照明应用设计的一次初级侧离线式 LED 驱动芯片，无需额外电路即可实现高功率因数和低 THD 值，仅需少量外部元件便可达到高 LED 电流精度。

启动电流

该芯片具有较低的启动电流 I_{START} ，用户可以选择一个阻值较大的启动电阻以降低功耗，提高效率。

功率因数校正

高功率因数可通过固定的导通时间获得。为了实现固定导通时间的控制，可在 COMP 引脚和 GND 引脚间连接一个 $0.47\mu F$ 的电容。

恒流控制

HT7L5600 通过检测初级侧信息可精确的调整 LED 电流。LED 电流 I_{OUT} 通过下面程式设置：

$$I_{OUT} \approx \frac{1}{2} \times \frac{V_{FB}}{R_{CS}} \times \frac{N_P}{N_S}$$

此处 N_P 为初级绕组， N_S 为次级绕组； $V_{FB}(=300mV)$ 为内部参考电压， R_{CS} 为外部电流检测电阻。

VCC 欠压锁定 (UVLO)

该芯片具有 10V 迟滞的电压锁存功能。当 VCC 高于 18V 时 PWM 控制器开启，VCC 低于 7.5V 时 PWM 控制器关闭。迟滞特性可确保芯片在启动过程中通过输入电容器积累的电荷上电。启动后，当输出电压升

高到一定值时，VCC 将通过辅助绕组由输出供电。

临界导通模式 (BCM)

功率 MOSFET 通过电感电流零点检测开启。可通过 ZCD 电压检测零点电流。当电感电流过零点时，ZCD 引脚的电压迅速下降。HT7L5600 检测到下降沿后开启功率 MOSFET。临界导通模式提供低导通开关损耗和高转换效率。

前沿消隐 (LEB on CS)

每次外部功率 MOSFET 开启时，不可避免使得在检测电阻处产生一个前沿尖峰电压。为防止误触发，此芯片内建了前沿消隐电路将产生 400ns 的前沿消隐时间。在此消隐期间，限流比较器除能，无法关掉门极驱动。

门极驱动钳位

DRV 引脚连接外部 MOSFET 的门极，用于控制其 ON/OFF。为保护外部功率 MOSFET 免于受到过压破坏，门极驱动输出钳位值为 16V。

过压保护 (OVP on VCC)

为避免 PWM 控制器损坏，该芯片在 VCC 引脚上提供了一个过压保护功能。当 VCC 电压大于 OVP 阈值电压 24V 时，PWM 控制器将立即停止工作。当 VCC 电压降至 UVLO off 以下的电平，控制器再次复位。

LED 开路保护 (ZCD OVP)

ZCD 引脚电压通过 R_{TOP} (顶端电阻)， R_{BOT} (底端电阻) 和辅助绕组共同设置。此处辅助绕组是由辅助绕组和变压器的次级

绕组之间耦合极性引起的。在大约 $1\mu\text{s}$ 的前沿消隐时间后，当 ZCD 引脚上的电压高于 3.2V 时，漏电感响应完全停止，此时 ZCD OVP 功能开始工作。接着芯片将停止转换，但芯片可通过重新启动 VCC 引脚上的电压而复位。OVP 电压 $V_{\text{OUT_OVP}}$ 可通过下面公式设置：

$$V_{\text{OUT_OVP}} = 3.2 \times \left(1 + \frac{R_{\text{TOP}}}{R_{\text{BOT}}}\right) \times \frac{N_S}{N_A} + V_D$$

此处的 N_S 是次级绕组， N_A 是辅助绕组， V_D 是次级二极管正向偏置电压。

过流保护 (OCP)

HT7L5600 在 CS 引脚具有过流保护功能。内建的过流保护电路用于检测电流值，当电流值大于 OCP 阈值时，门极输出将保持在低电平状态。

LED 短路保护 (SCP)

当 LED 短路发生时，SCP 功能可避免功率元件流过大电流造成烧毁。如图 11 所示，IC 通过侦测 ZCD 引脚在 DRV 输出为低时的电压 V_{ZCD} 是否小于 0.4V 来判断 LED 是否处于短路状态；若是，则设定 CS 引脚较低 OCP 侦测电压为 V_{OCPL} (0.4V)，此将限制流过一次侧 MOSFET 的峰值电流为 $V_{\text{OCPL}}/R_{\text{CS}}$ ，达成保护元件维持在较低电流的目的；若否，则设定 OCP 侦测电压为 V_{OCPH} (1.55V)，此时峰值电流限制为 $V_{\text{OCPH}}/R_{\text{CS}}$ ，需高于正常操作下的峰值电流，避免正常操作下 LED 电流低于设定值。

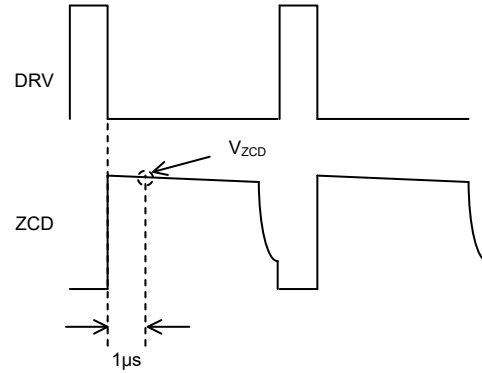


图 11. ZCD 信号感测

如图 12 所示，正常操作下 AC 电源开启后 V_{CC} 电压通过启动电阻充电至 UVLO on，IC 启动， V_{ZCD} 初始值低于 0.4V ，CS 引脚侦测 OCP 电压为 V_{OCPL} ，需等待 V_{ZCD} 电压上升至大于等于 0.4V ，IC 判断 LED 不处于短路状态，OCP 侦测电压切换为 V_{OCPH} ；当系统稳态正常工作后 LED 短路发生， V_{LED} 趋近于 0V ， V_{CC} 电压下降， V_{ZCD} 电压虽小于 0.4V ，但 OCP 侦测电压已设定为 V_{OCPH} 不再改变，直到 UVLO On/Off 发生重新启动， V_{ZCD} 维持低于 0.4V ，IC 判断 LED 处于短路状态，OCP 侦测电压维持初始设定为 V_{OCPL} ，此时峰值电流为 $V_{\text{OCPL}}/R_{\text{CS}}$ ，低于正常操作电流，IC 不断进入 UVLO On/Off 重启状态，以保护组件不会持续流过较高的电流造成元件烧毁。直到 LED 短路状态解除， V_{ZCD} 电压上升至大于等于 0.4V ，此时 IC 判断 LED 不处于短路状态，CS 引脚侦测 OCP 电压恢复正常工作的 V_{OCPH} 。

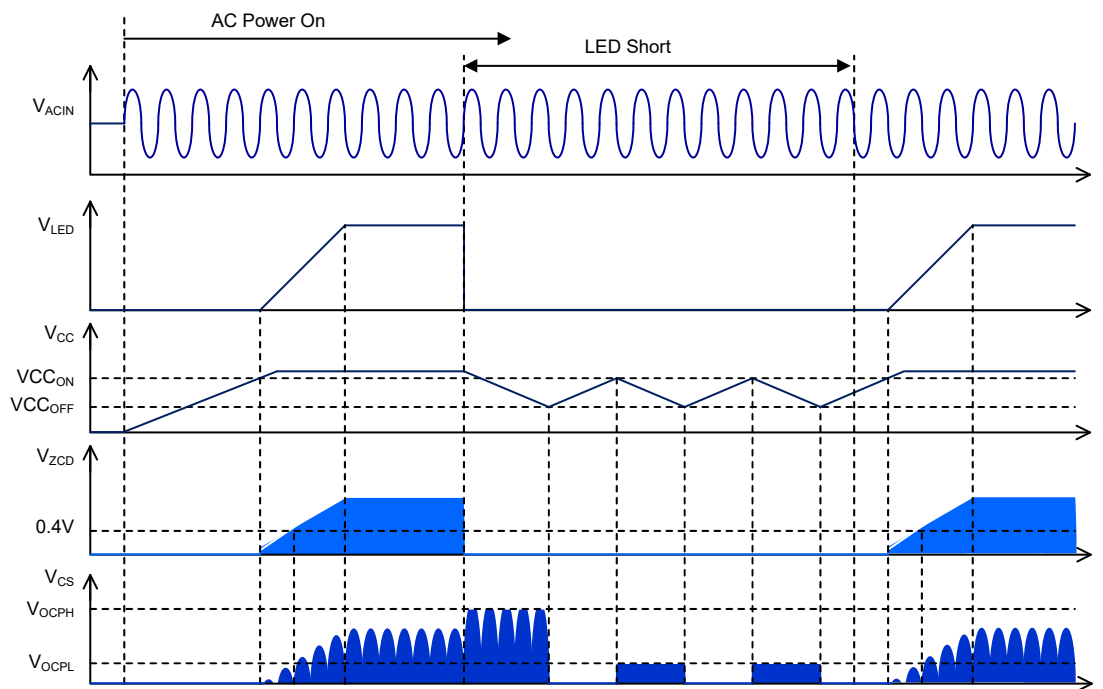


图 12. LED 短路状态下的波形

热保护

HT7L5600 内具有热保护功能，避免芯片受过热破坏。当结温超过 150°C 阈值时，热保护功能会立即关闭 DRV 终端设备。当 VCC 降低至 UVLO off 电平以下，控制器再次复位。

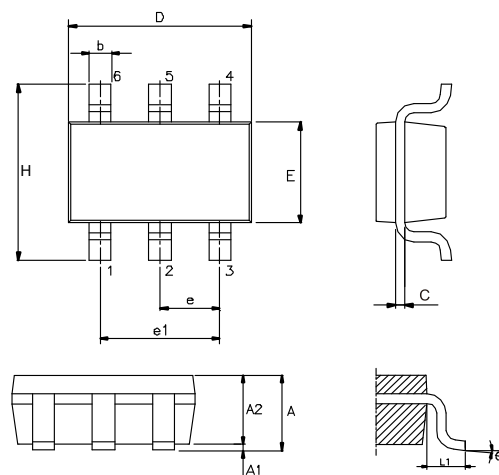
封装信息

请注意，这里提供的封装信息仅作为参考。由于这个信息经常更新，提醒用户咨询 [Holtek 网站](#) 以获取最新版本的 [封装信息](#)。

封装信息的相关内容如下所示，点击可链接至 Holtek 网站相关信息页面。

- 封装信息（包括外形尺寸、包装带和卷轴规格）
- 封装材料信息
- 纸箱信息

6-pin SOT23 外形尺寸



符号	尺寸 (单位: inch)		
	最小	正常	最大
A	—	—	0.057
A1	—	—	0.006
A2	0.035	0.045	0.051
b	0.012	—	0.020
C	0.003	—	0.009
D	—	0.114 BSC	—
E	—	0.063 BSC	—
e	—	0.037 BSC	—
e1	—	0.075 BSC	—
H	—	0.110 BSC	—
L1	—	0.024 BSC	—
θ	0°	—	8°

符号	尺寸 (单位: mm)		
	最小	正常	最大
A	—	—	1.45
A1	—	—	0.15
A2	0.90	1.15	1.30
b	0.30	—	0.50
C	0.08	—	0.22
D	—	2.90 BSC	—
E	—	1.60 BSC	—
e	—	0.95 BSC	—
e1	—	1.90 BSC	—
H	—	2.80 BSC	—
L1	—	0.60 BSC	—
θ	0°	—	8°

Copyright® 2018 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出现的信息在出版当时相信是正确的，然而 **Holtek** 对于说明书的使用不负任何责任。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明，**Holtek** 不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。**Holtek** 产品不授权使用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。**Holtek** 拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考我们的网址 <http://www.holtek.com.tw/zh>.