

## 带复位功能的双输出 LDO

### 特性

- 具备复位监控功能的双输出 LDO:
  - $V_{OUT1} = 1.5V$  至  $3.3V @ 300 mA$
  - $V_{OUT2} = 1.5V$  至  $3.3V @ 150 mA$
  - $V_{RESET} = 2.20V$  至  $3.20V$
- 可选输出电压和  $\overline{RESET}$  阈值电压 (见表 8-1)
- 低压差电压:
  - $V_{OUT1} = 104 mV @ 300 mA$  (典型值)
  - $V_{OUT2} = 150 mV @ 150 mA$  (典型值)
- 低供电电流:  $116 \mu A$  (典型值)  
TC1301A/B 具备两个输出电压
- 用于低噪声工作的参考旁路输入
- 利用最小为  $1 \mu F$  的陶瓷输出电容, 可获得两个稳定的输出电压
- 用于  $\overline{RESET}$  检测电压的单独输入 (TC1301A)
- 单独的  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$   $\overline{SHDN}$  引脚 (TC1301B)
- $\overline{RESET}$  输出时间:  $300 ms$  (典型值)
- 省电关断工作模式
- 从  $\overline{SHDN}$  唤醒:  $5.3 \mu s$  (典型值)
- 小型 8 引脚 DFN 和 MSOP 封装可供选择
- 工作结温范围:
  - $-40^{\circ}C$  至  $+125^{\circ}C$
- 过温和过流保护

### 应用

- 蜂窝 /GSM/PHS 电话
- 电池供电的系统
- 手持医疗仪器
- 便携式电脑 /PDA
- 用于 SMPS 的线性后置稳压器
- 寻呼机

### 相关文献

- AN765, "Using Microchip's Micropower LDOs", DS00765, Microchip Technology Inc., 2002
- AN766, "Pin-Compatible CMOS Upgrades to BiPolar LDOs", DS00766, Microchip Technology Inc., 2002
- AN792, "A Method to Determine How Much Power a SOT23 Can Dissipate in an Application", DS00792, Microchip Technology Inc., 2001

### 概述

TC1301A/B 把两个低压差 (Low Dropout, LDO) 稳压器以及复位功能组合在一个 8 引脚 MSOP 或 DFN 封装中。两个稳压器输出都具有以下特性: 低压差电压 (对于  $V_{OUT1}$  为  $104 mV @ 300 mA$ , 对于  $V_{OUT2}$  为  $150 mV @ 150 mA$ ), 低静态电流消耗 (每个均为  $58 \mu A$ ) 以及典型值为  $0.5\%$  的稳压精度。器件提供了一些固定输出电压和检测电压组合。提供参考旁路引脚, 用来进一步降低输出噪声和改善两个 LDO 的电源抑制比。

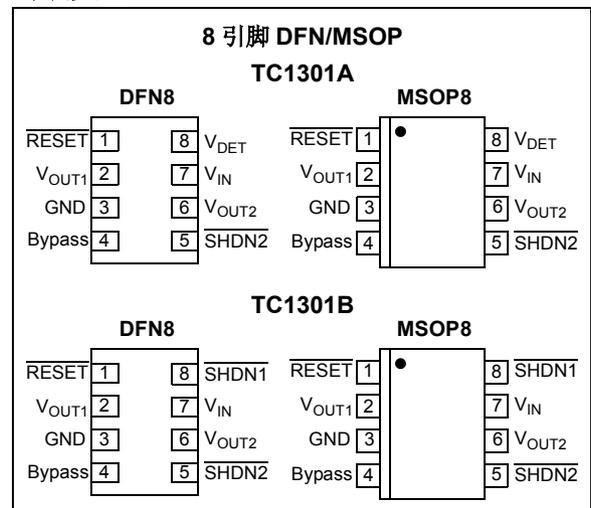
使用最小为  $1 \mu F$  的陶瓷输出电容, TC1301A/B 在任何线路和负载条件下提供稳定输出; TC1301A/B 采用独特的补偿机制, 对线路电压和负载电流的瞬时变化作出快速动态响应。

对于 TC1301A, 复位功能的工作与  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  无关。复位功能的输入连接到  $V_{DET}$  引脚。  $\overline{SHDN2}$  引脚只是用来控制  $V_{OUT2}$  的输出。  $V_{OUT1}$  接通 / 关断只受  $V_{IN}$  的影响。

对于 TC1301B, 复位功能的检测电压输入在内部与  $V_{OUT1}$  相连。  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  都具有独立的关断能力。

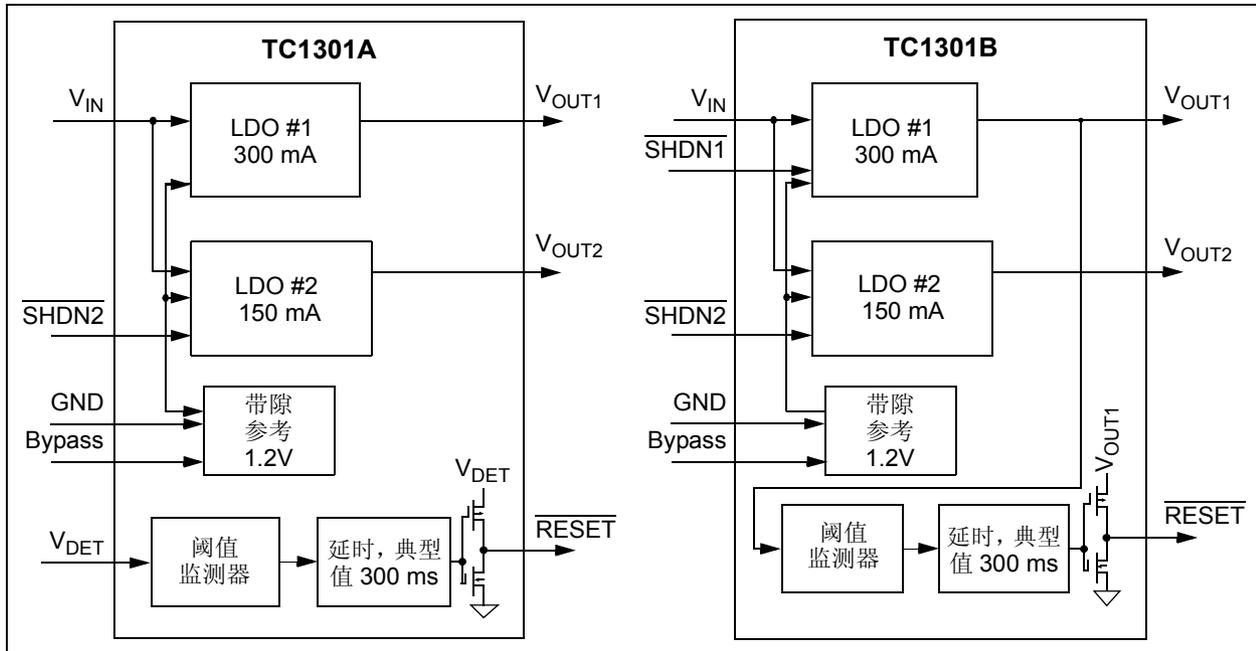
其他功能包括过流限制和过温保护, 综合使用这些保护功能, 针对所有的负载故障情况实现稳健的设计。

### 封装类型

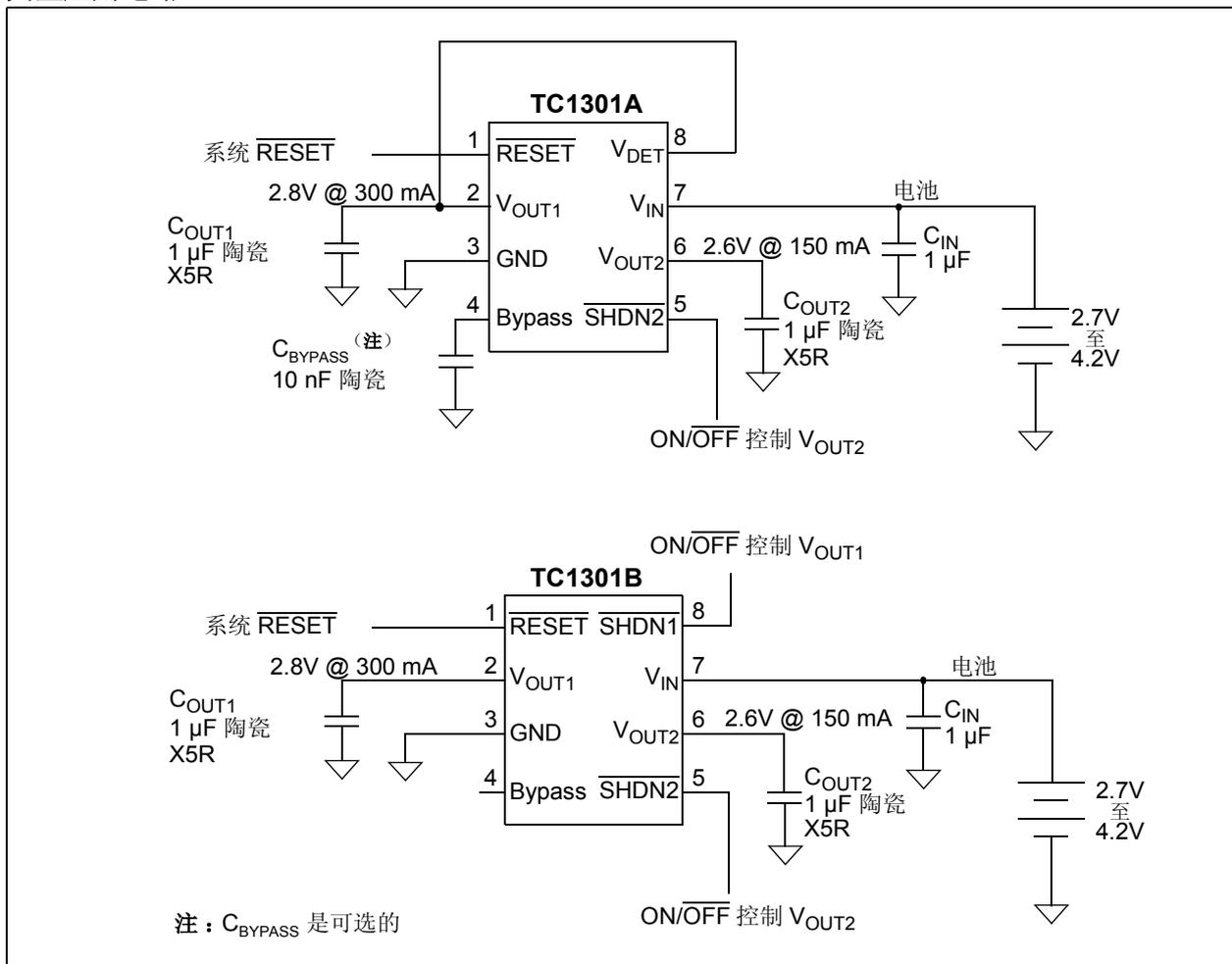


# TC1301A/B

## 功能框图



## 典型应用电路



## 1.0 电气特性

### 绝对最大额定值 †

V <sub>DD</sub> .....	6.5V
任一引脚上的最大电压 .....	(V <sub>SS</sub> - 0.3) 至 (V <sub>IN</sub> + 0.3) V
功耗 .....	内部限制 (注 7)
储存温度.....	-65°C 至 +150°C
最大结温 T <sub>J</sub> .....	+150°C
连续工作温度范围 .....	-40°C 至 +125°C
所有引脚上的 ESD 保护, HBM, MM .....	4 kV, 400V

† **注意:** 如果器件工作条件超过上述“绝对最大额定值”，可能会对器件造成永久性损坏。上述值仅为运行条件的极大值，我们不建议器件在该规范规定的范围以外运行。器件长时间工作在绝对最大极限条件下，其稳定性会受到影响。

### 直流特性

**电气规范:** 除非另有说明, 否则 V<sub>IN</sub> = V<sub>R</sub> + 1V, I<sub>OUT1</sub> = I<sub>OUT2</sub> = 100 μA, C<sub>IN</sub> = 4.7 μF, C<sub>OUT1</sub> = C<sub>OUT2</sub> = 1 μF, C<sub>BYPASS</sub> = 10 nF, SHDN > V<sub>IH</sub>, T<sub>A</sub> = +25°C。  
**粗体**参数值适用于结温为 -40°C 至 +125°C 的情况。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输入工作电压	V <sub>IN</sub>	<b>2.7</b>	—	<b>6.0</b>	V	注 1
最大输出电流	I <sub>OUT1Max</sub>	<b>300</b>	—	—	mA	V <sub>IN</sub> = 2.7V 至 6.0V (注 1)
最大输出电流	I <sub>OUT2Max</sub>	<b>150</b>	—	—	mA	V <sub>IN</sub> = 2.7V 至 6.0V (注 1)
输出电压容差 (V <sub>OUT1</sub> 和 V <sub>OUT2</sub> )	V <sub>OUT</sub>	<b>V<sub>R</sub> - 2.5</b>	V <sub>R</sub> ±0.5	<b>V<sub>R</sub> + 2.5</b>	%	注 2
温度系数 (V <sub>OUT1</sub> 和 V <sub>OUT2</sub> )	TCV <sub>OUT</sub>	—	25	—	ppm/°C	注 3
线路调节度 (V <sub>OUT1</sub> 和 V <sub>OUT2</sub> )	ΔV <sub>OUT</sub> /ΔV <sub>IN</sub>	—	0.02	<b>0.2</b>	%/V	(V <sub>R</sub> +1V) ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 6V
负载调节度, V <sub>OUT</sub> ≥ 2.5V (V <sub>OUT1</sub> 和 V <sub>OUT2</sub> )	ΔV <sub>OUT</sub> /V <sub>OUT</sub>	<b>-1</b>	0.1	<b>+1</b>	%	I <sub>OUTX</sub> = 0.1 mA 至 I <sub>OUTMax</sub> (注 4)
负载调节度, V <sub>OUT</sub> < 2.5V (V <sub>OUT1</sub> 和 V <sub>OUT2</sub> )	ΔV <sub>OUT</sub> /V <sub>OUT</sub>	<b>-1.5</b>	0.1	<b>+1.5</b>	%	I <sub>OUTX</sub> = 0.1 mA 至 I <sub>OUTMax</sub> (注 4)
温度调节度	ΔV <sub>OUT</sub> /ΔP <sub>D</sub>	—	0.04	—	%/W	注 5
<b>电压差 (注 6)</b>						
V <sub>OUT1</sub> ≥ 2.7V	V <sub>IN</sub> - V <sub>OUT</sub>	—	104	<b>180</b>	mV	I <sub>OUT1</sub> = 300 mA
V <sub>OUT2</sub> ≥ 2.6V	V <sub>IN</sub> - V <sub>OUT</sub>	—	150	<b>250</b>	mV	I <sub>OUT2</sub> = 150 mA
<b>供电电流</b>						
TC1301A	I <sub>IN(A)</sub>	—	103	<b>180</b>	μA	SHDN2 = V <sub>IN</sub> , V <sub>DET</sub> = OPEN, I <sub>OUT1</sub> = I <sub>OUT2</sub> = 0 mA
TC1301B	I <sub>IN(B)</sub>	—	114	<b>180</b>	μA	SHDN1 = SHDN2 = V <sub>IN</sub> , I <sub>OUT1</sub> = I <sub>OUT2</sub> = 0 mA

- 注 1: 最小 V<sub>IN</sub> 必须满足两个条件: V<sub>IN</sub> ≥ 2.7V 且 V<sub>IN</sub> ≥ V<sub>R</sub> + V<sub>DROPOUT</sub>。  
 2: V<sub>R</sub> 是两个稳压器标称输出电压 (V<sub>OUT1</sub> 或 V<sub>OUT2</sub>) 的较大者。  
 3: TCV<sub>OUT</sub> = ((V<sub>OUTmax</sub> - V<sub>OUTmin</sub>) \* 10<sup>6</sup>)/(V<sub>OUT</sub> \* ΔT)。  
 4: 调节度是在器件结温恒定时通过低占空比脉冲测试进行测量的。负载调节度是在 0.1 mA 至规定的最大输出电流的范围内测得的。热效应引起的输出电压变化在温度调节度规范中述及。  
 5: 温度调节度定义为: 在功耗发生变化后的一段时间 t 内输出电压的变化, 但排除了负载或线路调节作用。该特性参数是在 V<sub>IN</sub> = 6V 时, 电流脉冲幅值为 I<sub>LMAX</sub> 以及持续时间 t = 10 ms 条件下测得的。  
 6: 电压差定义为在输出电压比标称值 (在压差为 1V 时测得) 低 2% 时输入与输出电压的差值。  
 7: 最大允许功耗是环境温度、最大允许结温和结点与空气间热阻 (即, T<sub>A</sub>、T<sub>J</sub> 和 θ<sub>JA</sub>) 的函数。超过最大允许功耗会导致器件触发热关断操作。

# TC1301A/B

## 直流特性 (续)

电气规范: 除非另有说明, 否则  $V_{IN} = V_R + 1V$ ,  $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 100 \mu A$ ,  $C_{IN} = 4.7 \mu F$ ,  $C_{OUT1} = C_{OUT2} = 1 \mu F$ ,  $C_{BYPASS} = 10 nF$ ,  $\overline{SHDN} > V_{IH}$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。  
粗体参数值适用于结温为  $-40^\circ C$  至  $+125^\circ C$  的情况。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
关断时供电电流 <b>TC1301A</b>	$I_{IN\_SHDNA}$	—	58	<b>90</b>	$\mu A$	$\overline{SHDN2} = GND$ , $V_{DET} = OPEN$
关断时供电电流 <b>TC1301B</b>	$I_{IN\_SHDNB}$	—	0.1	1	$\mu A$	$\overline{SHDN1} = \overline{SHDN2} = GND$
电源抑制比	PSRR	—	58	—	dB	$f \leq 100 Hz$ , $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 50 mA$ , $C_{IN} = 0 \mu F$
输出噪声	eN	—	830	—	$nV/(Hz)^{1/2}$	$f \leq 1 kHz$ , $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 50 mA$ , $C_{IN} = 0 \mu F$
<b>输出短路电流 (平均值)</b>						
$V_{OUT1}$	$I_{OUTsc}$	—	200	—	mA	$R_{LOAD1} \leq 1\Omega$
$V_{OUT2}$	$I_{OUTsc}$	—	140	—	mA	$R_{LOAD2} \leq 1\Omega$
SHDN 输入高电平阈值	$V_{IH}$	<b>45</b>	—	—	% $V_{IN}$	$V_{IN} = 2.7V$ 至 $6.0V$
SHDN 输入低电平阈值	$V_{IL}$	—	—	<b>15</b>	% $V_{IN}$	$V_{IN} = 2.7V$ 至 $6.0V$
唤醒时间 (从 $\overline{SHDN}$ 模式中唤醒), ( $V_{OUT2}$ )	$t_{WK}$	—	5.3	20	$\mu s$	$V_{IN} = 5V$ , $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 30 mA$ , 见图 5-1
建立时间 (从 $\overline{SHDN}$ 模式), ( $V_{OUT2}$ )	$t_S$	—	50	—	$\mu s$	$V_{IN} = 5V$ , $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 50 mA$ , 见图 5-2
热关断管芯温度	$T_{SD}$	—	150	—	$^\circ C$	$V_{IN} = 5V$ , $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 100 \mu A$
热关断迟滞	$T_{HYS}$	—	10	—	$^\circ C$	$V_{IN} = 5V$
电压范围	$V_{DET}$	1.0 <b>1.2</b>	—	6.0 <b>6.0</b>	V	$T_A = 0^\circ C$ 至 $+70^\circ C$ $T_A = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$
$\overline{RESET}$ 阈值	$V_{TH}$	-1.4 <b>-2.8</b>	—	+1.4 <b>+2.8</b>	%	$T_A = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$
RESET 阈值温度系数	$\Delta V_{TH}/\Delta T$	—	<b>30</b>	—	ppm/ $^\circ C$	
$V_{DET}$ $\overline{RESET}$ 延时	$t_{RPD}$	—	180	—	$\mu s$	$V_{DET} = V_{TH}$ 至 $(V_{TH} - 100 mV)$ , 见图 5-3
$\overline{RESET}$ 有效延时周期	$t_{RPU}$	<b>140</b>	300	<b>560</b>	ms	$V_{DET} = V_{TH} - 100 mV$ 至 $V_{TH} + 100 mV$ , $I_{SINK} = 1.2 mA$ , 见图 5-3.
$\overline{RESET}$ 输出电压低电平	$V_{OL}$	—	—	<b>0.2</b>	V	$V_{DET} = V_{THmin}$ , $I_{SINK} = 1.2 mA$ , $V_{DET} < 1.8V$ 时 $I_{SINK} = 100 \mu A$ , 见图 5-3
$\overline{RESET}$ 输出电压高电平	$V_{OH}$	<b>0.9</b> <b><math>V_{DET}</math></b>	—	—	V	$V_{DET} > V_{THmax}$ , $I_{SOURCE} = 500 \mu A$ , 见图 5-3

- 注
- 1: 最小  $V_{IN}$  必须满足两个条件:  $V_{IN} \geq 2.7V$  且  $V_{IN} \geq V_R + V_{DROPOUT}$ 。
  - 2:  $V_R$  是两个稳压器标称输出电压 ( $V_{OUT1}$  或  $V_{OUT2}$ ) 的较大者。
  - 3:  $TCV_{OUT} = ((V_{OUTmax} - V_{OUTmin}) * 10^6) / (V_{OUT} * \Delta T)$ 。
  - 4: 调节度是在器件结温恒定时通过低占空比脉冲测试进行测量的。负载调节度是在  $0.1 mA$  至规定的最大输出电流的范围内测得的。热效应引起的输出电压变化在温度调节度规范中提及。
  - 5: 温度调节度定义为: 在功耗发生变化后的一段时间  $t$  内输出电压的变化, 但排除了负载或线路调节作用。该特性参数是在  $V_{IN} = 6V$  时, 电流脉冲幅值为  $I_{LMAX}$  以及持续时间  $t = 10 ms$  条件下测得的。
  - 6: 电压差定义为在输出电压比标称值 (在压差为  $1V$  时测得) 低 2% 时输入与输出电压的差值。
  - 7: 最大允许功耗是环境温度、最大允许结温和结点与空气间热阻 (即,  $T_A$ 、 $T_J$  和  $\theta_{JA}$ ) 的函数。超过最大允许功耗会导致器件触发热关断操作。

## 温度规范

电气规范: 除非另有说明, 所有参数适用于 $V_{IN} = +2.7V$ 至 $+6.0V$ 。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
<b>温度范围</b>						
工作结温范围	$T_A$	-40	—	+125	°C	稳态
储存温度范围	$T_A$	-65	—	+150	°C	
最大结温	$T_J$	—	—	+150	°C	暂态
<b>封装热阻</b>						
热阻, MSOP8	$\theta_{JA}$	—	208	—	°C/W	典型的 4 层板
热阻, DFN8	$\theta_{JA}$	—	41	—	°C/W	典型的 4 层板, 有过孔

# TC1301A/B

## 2.0 典型性能曲线

**注：** 以下图表来自有限数量样本的统计结果，仅供参考。所列出的性能特性未经测试，不做任何保证。一些图表中列出的数据可能超出规定的工作范围（如：超出了规定的电源范围），因此不在担保范围内。

**注：** 除非另有说明，否则  $V_{IN} = V_R + 1V$ ,  $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 100 \mu A$ ,  $C_{IN} = 4.7 \mu F$ ,  $C_{OUT1} = C_{OUT2} = 1 \mu F$  (X5R 或 X7R),  $C_{BYPASS} = 0 pF$ ,  $SHDN1 = SHDN2 > V_{IH}$ 。对于 TC1301A,  $V_{DET} = V_{OUT1}$ ,  $RESET = OPEN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。

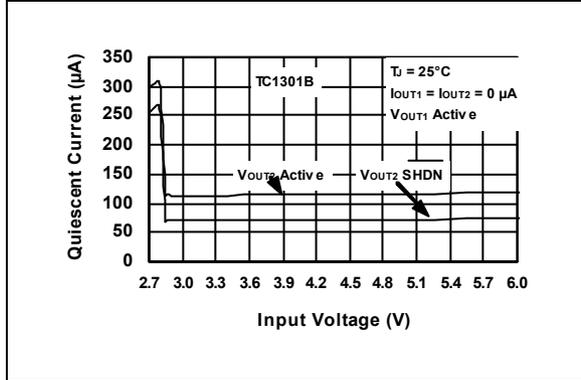


图 2-1: 静态电流—输入电压

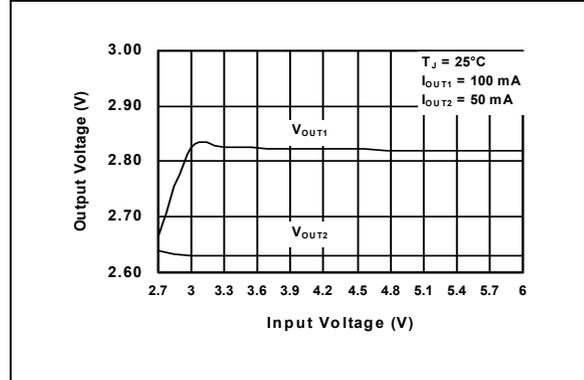


图 2-4: 输出电压—输入电压

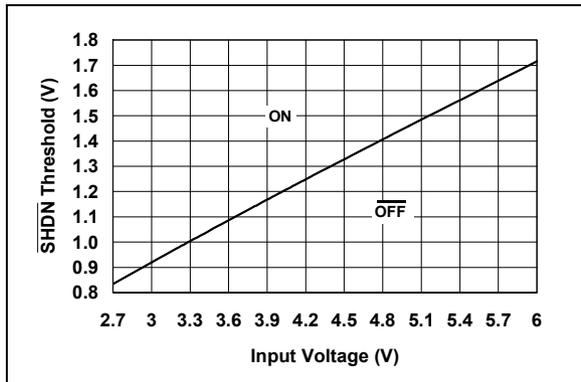


图 2-2: SHDN 电压阈值—输入电压

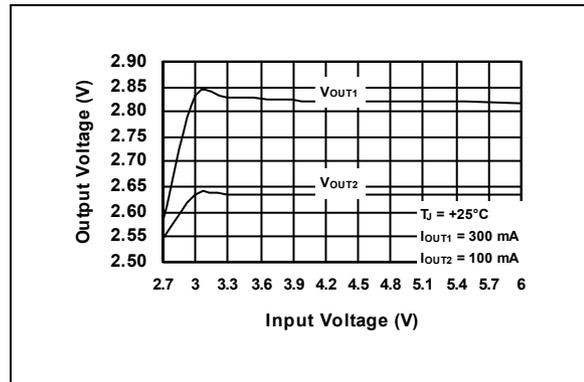


图 2-5: 输出电压—输入电压

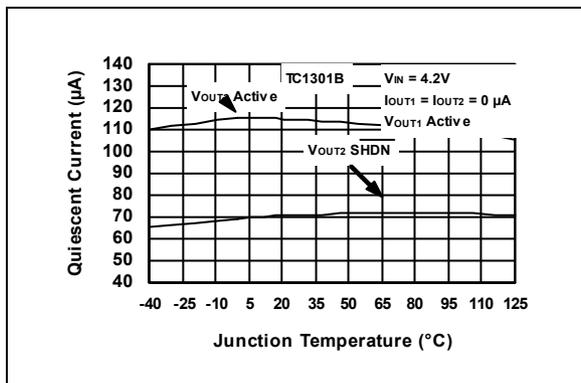


图 2-3: 静态电流—结温

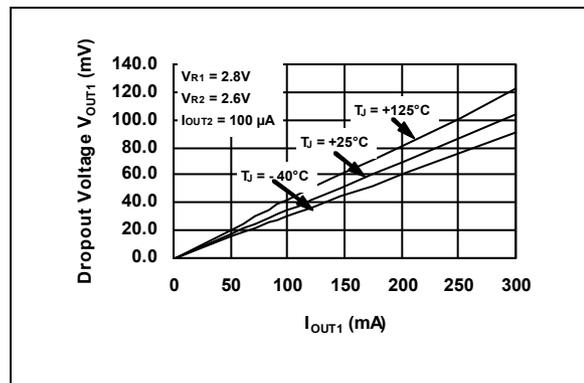


图 2-6: 电压差—输出电流 ( $V_{OUT1}$ )

注：除非另有说明，否则  $V_{IN} = V_R + 1V$ ,  $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 100 \mu A$ ,  $C_{IN} = 4.7 \mu F$ ,  $C_{OUT1} = C_{OUT2} = 1 \mu F$  (X5R 或 X7R),  $C_{BYPASS} = 0 \mu F$ ,  $SHDN1 = SHDN2 > V_{IH}$ 。对于 TC1301A,  $V_{DET} = V_{OUT1}$ ,  $RESET = OPEN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。

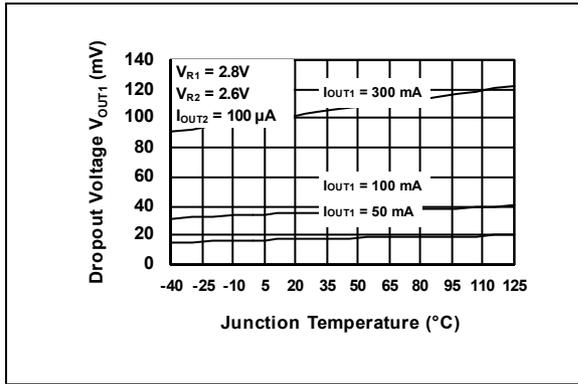


图 2-7: 电压差—结温 ( $V_{OUT1}$ )

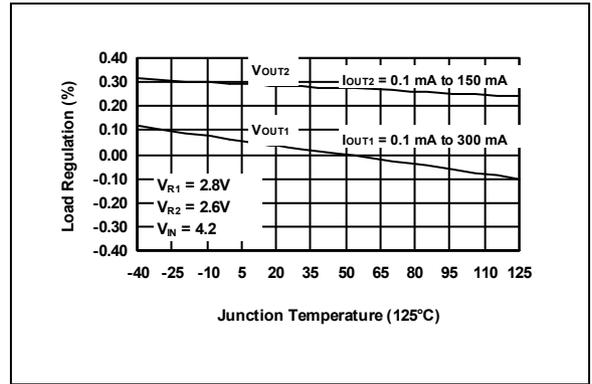


图 2-10:  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  负载调节度—结温

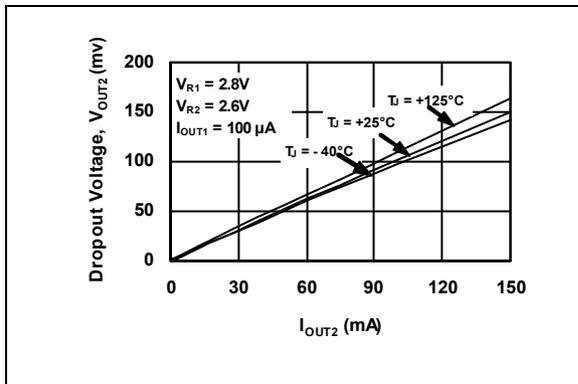


图 2-8: 电压差—输出电流 ( $V_{OUT2}$ )

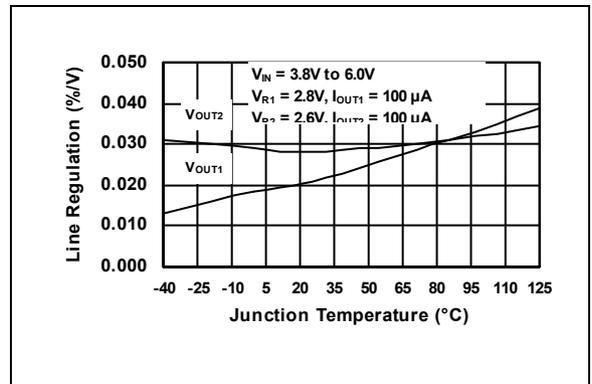


图 2-11:  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  线路调节度—结温

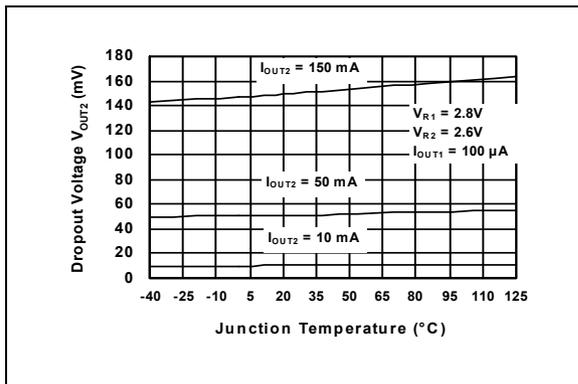


图 2-9: 电压差—结温 ( $V_{OUT2}$ )

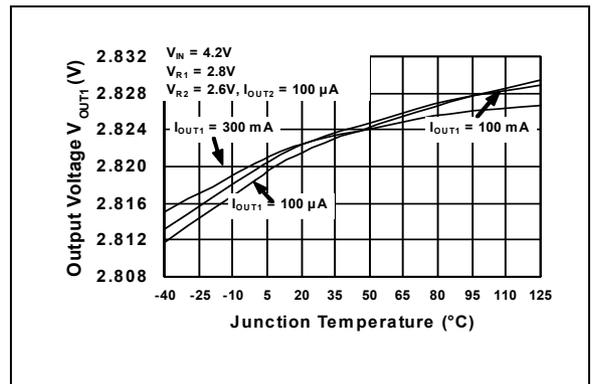


图 2-12:  $V_{OUT1}$ —结温

# TC1301A/B

注：除非另有说明，否则  $V_{IN} = V_R + 1V$ ,  $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 100 \mu A$ ,  $C_{IN} = 4.7 \mu F$ ,  $C_{OUT1} = C_{OUT2} = 1 \mu F$  (X5R 或 X7R),  $C_{BYPASS} = 0 pF$ ,  $SHDN1 = SHDN2 > V_{IH}$ 。对于 TC1301A,  $V_{DET} = V_{OUT1}$ ,  $RESET = OPEN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。

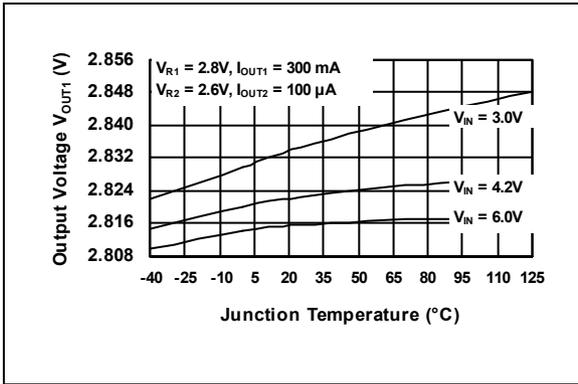


图 2-13:  $V_{OUT1}$ —结温

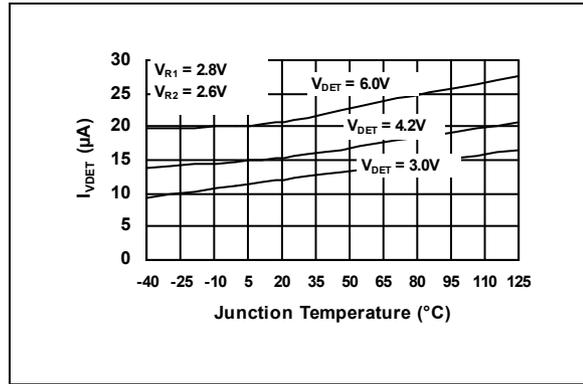


图 2-16:  $I_{DET}$  电流—结温

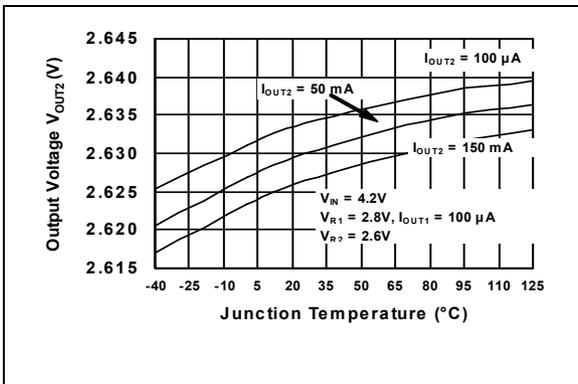


图 2-14:  $V_{OUT2}$ —结温

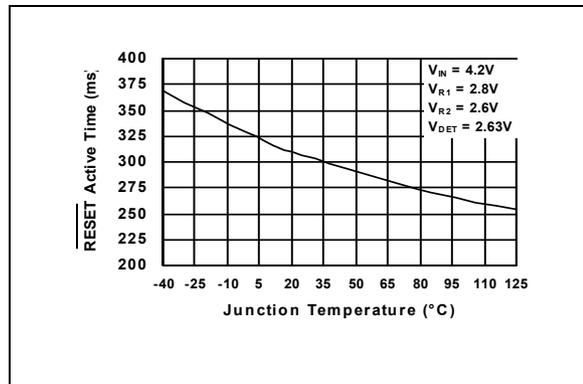


图 2-17:  $RESET$  有效时间—结温

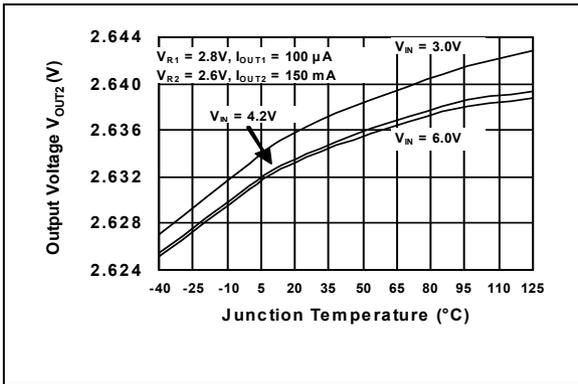


图 2-15:  $V_{OUT2}$ —结温

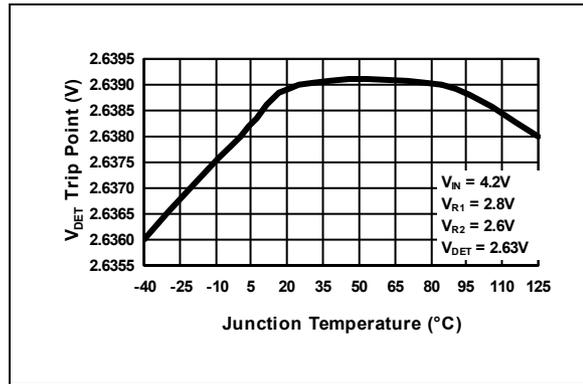


图 2-18:  $V_{DET}$  跳变点—结温

注：除非另有说明，否则  $V_{IN} = V_R + 1V$ ,  $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 100 \mu A$ ,  $C_{IN} = 4.7 \mu F$ ,  $C_{OUT1} = C_{OUT2} = 1 \mu F$  (X5R 或 X7R),  $C_{BYPASS} = 0 pF$ ,  $SHDN1 = SHDN2 > V_{IH}$ 。对于 TC1301A,  $V_{DET} = V_{OUT1}$ ,  $RESET = OPEN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。

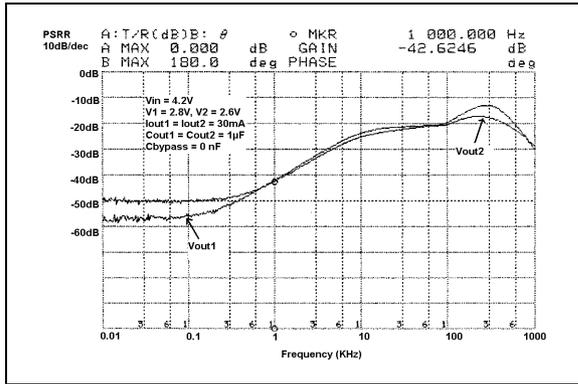


图 2-19: 电源抑制比—频率 (无旁路电容)

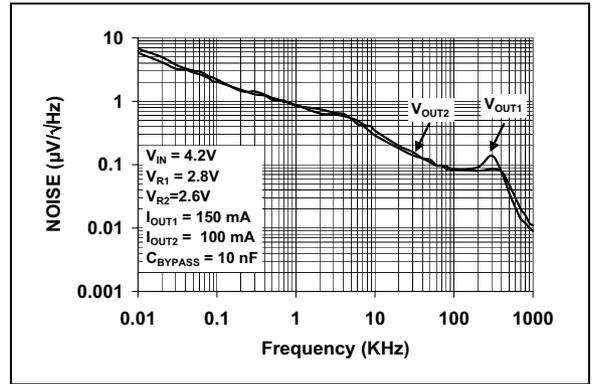


图 2-22:  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  噪声—频率 (有旁路电容)

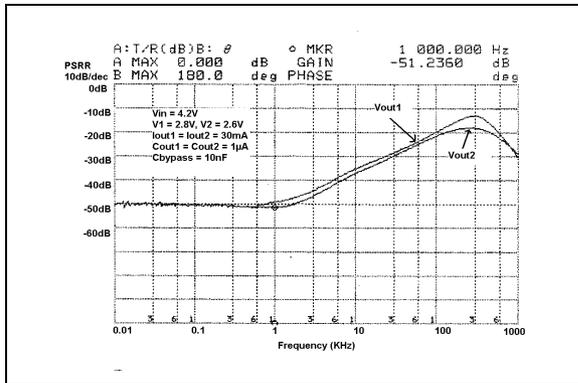


图 2-20: 电源抑制比—频率 (有旁路电容)

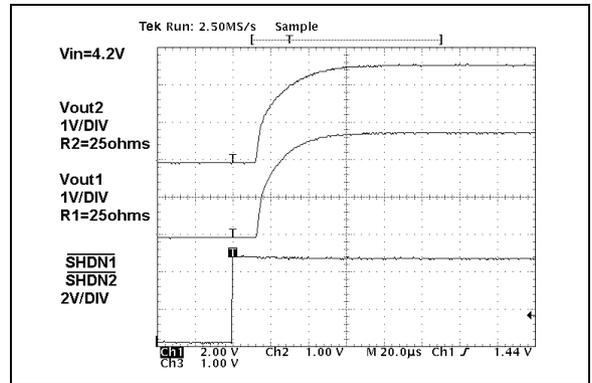


图 2-23: TC1301B 的  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  从关断状态到产生有效输出的波形曲线

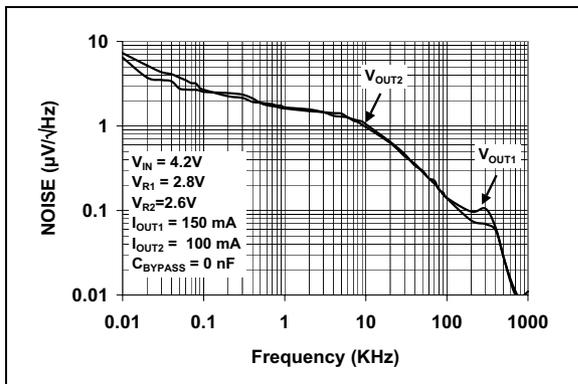


图 2-21:  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  噪声—频率 (无旁路电容)

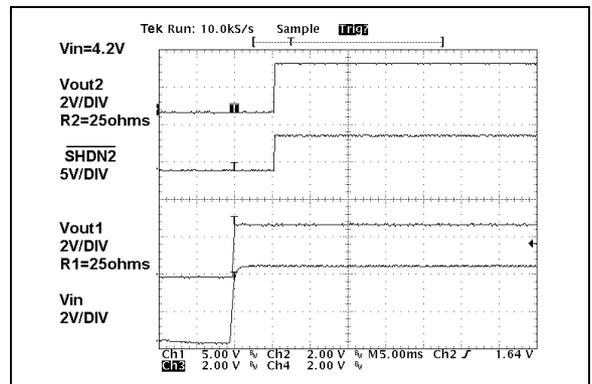


图 2-24: TC1301A 的  $V_{OUT2}$  从关断输入到产生有效输出的波形曲线

# TC1301A/B

注：除非另有说明，否则  $V_{IN} = V_R + 1V$ ,  $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 100 \mu A$ ,  $C_{IN} = 4.7 \mu F$ ,  $C_{OUT1} = C_{OUT2} = 1 \mu F$  (X5R 或 X7R),  $C_{BYPASS} = 0 pF$ ,  $SHDN1 = SHDN2 > V_{IH}$ 。对于 TC1301A,  $V_{DET} = V_{OUT1}$ ,  $RESET = OPEN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。

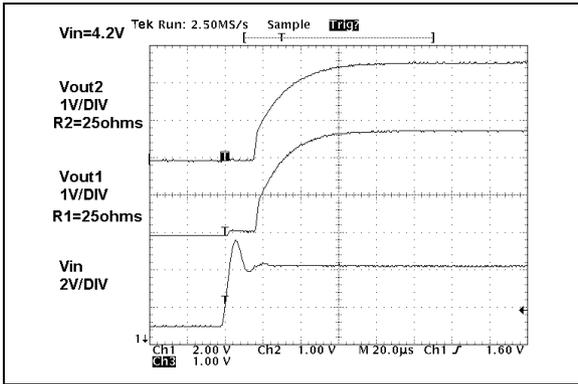


图 2-25: TC1301B 的  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  对输入电压的阶跃响应

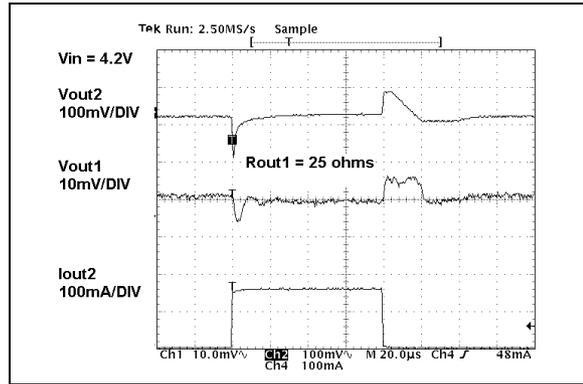


图 2-28:  $V_{OUT2}$  上出现 150 mA 动态负载阶跃响应

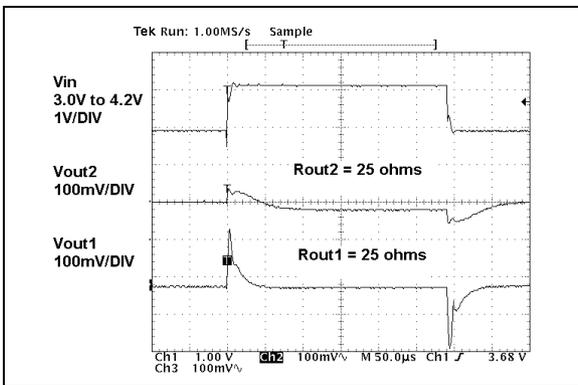


图 2-26: 动态线路响应

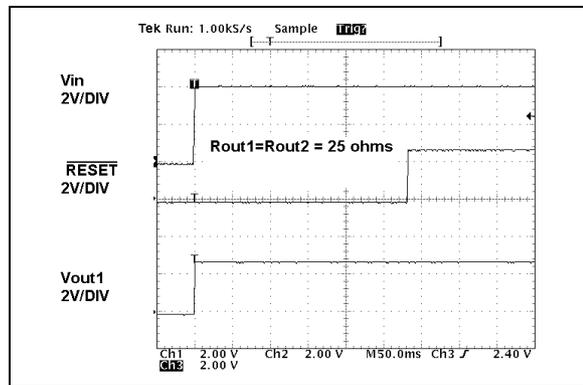


图 2-29: TC1301B 的  $\overline{RESET}$  对  $V_{IN}$  的阶跃响应

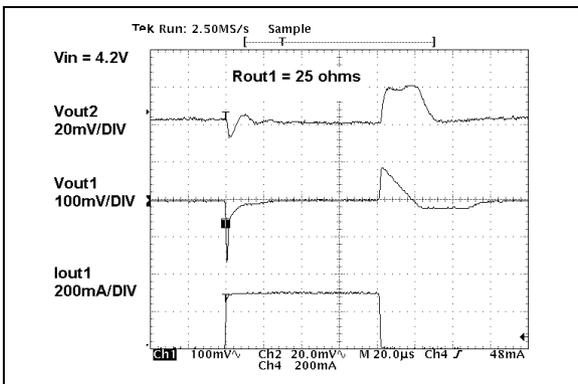


图 2-27:  $V_{OUT1}$  上出现 300 mA 动态负载阶跃响应

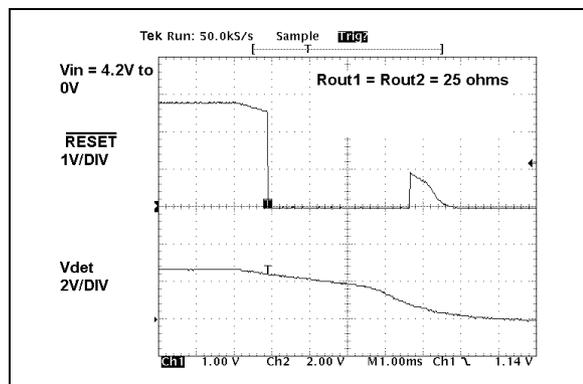


图 2-30: TC1301A  $\overline{RESET}$  掉电时序

注：除非另有说明，否则  $V_{IN} = V_R + 1V$ ， $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 100 \mu A$ ， $C_{IN} = 4.7 \mu F$ ， $C_{OUT1} = C_{OUT2} = 1 \mu F$  (X5R 或 X7R)， $C_{BYPASS} = 0 pF$ ， $SHDN1 = SHDN2 > V_{IH}$ 。对于 TC1301A， $V_{DET} = V_{OUT1}$ ， $RESET = OPEN$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

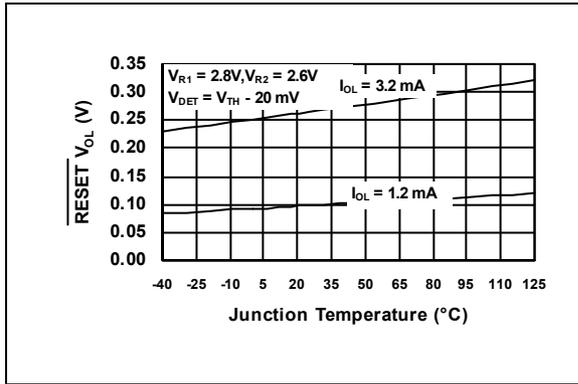


图 2-31:  $RESET$  输出电压低电平—结温

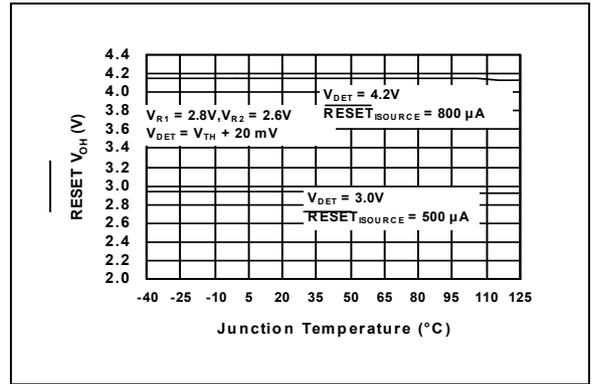


图 2-32:  $RESET$  输出电压高电平—结温

# TC1301A/B

## 3.0 TC1301A 引脚说明

表 3-1 中列出了引脚的说明。

表 3-1: TC1301A 引脚功能表

引脚编号	名称	功能
1	$\overline{\text{RESET}}$	推挽式输出引脚，当 $V_{\text{DET}}$ 低于复位阈值电压时保持为低电平，在 $V_{\text{DET}}$ 上升超过复位阈值之后的 300 ms 内也将保持为低电平
2	$V_{\text{OUT1}}$	稳定输出电压 #1，输出电流可达 300 mA
3	GND	电路接地引脚
4	Bypass	内部参考旁路引脚。可以使用 10 nF 的外部电容，进一步降低输出噪声，改善 PSRR 性能
5	$\overline{\text{SHDN2}}$	输出 #2 关断控制输入
6	$V_{\text{OUT2}}$	稳定输出电压 #2，输出电流可达 150 mA
7	$V_{\text{IN}}$	非稳压的输入电压引脚
8	$V_{\text{DET}}$	电压检测器的输入引脚

### 3.1 $\overline{\text{RESET}}$ 输出引脚

推挽式输出引脚用来监测  $V_{\text{DET}}$  引脚上的电压。如果  $V_{\text{DET}}$  电压低于阈值电压， $\overline{\text{RESET}}$  输出将保持在低电平状态。一旦  $V_{\text{DET}}$  引脚电压上升超过阈值，在 300 ms 内  $\overline{\text{RESET}}$  输出仍将停留在低电平状态，然后改变至高电平状态，表明  $V_{\text{DET}}$  引脚上的电压已经超过阈值。

### 3.2 稳定输出电压 #1 ( $V_{\text{OUT1}}$ )

把  $V_{\text{OUT1}}$  连接到  $V_{\text{OUT1}}$  电容的正极和负载。输出电流最大可达 300 mA。当有  $V_{\text{IN}}$  时，就存在  $V_{\text{OUT1}}$ 。没有用来关断 ( $\overline{\text{OFF}}$ )  $V_{\text{OUT1}}$  的引脚。如果需要控制  $V_{\text{OUT1}}$  的接通/关断 (ON/ $\overline{\text{OFF}}$ )，请见 TC1301B 的对应部分。

### 3.3 电路接地引脚 (GND)

把 GND 连接到输入和输出电容的负极。只有 LDO 内部电路偏置电流从此引脚流出 (最大 200  $\mu\text{A}$ )。

### 3.4 参考旁路输入

通过把一个 10 nF (典型值) 的外部电容连接到旁路输入引脚，两个输出 ( $V_{\text{OUT1}}$  和  $V_{\text{OUT2}}$ ) 的噪声都将减小，电源纹波抑制比 (PSRR) 将得到改善。如果增加了外部旁路电容，LDO 输出电压的启动时间将延长。如果让此引脚悬空 (不连接) 的话，则启动时间最短。

### 3.5 输出电压 #2 关断 ( $\overline{\text{SHDN2}}$ )

ON/ $\overline{\text{OFF}}$  的控制是通过把  $\overline{\text{SHDN2}}$  连接到恰当的电平来进行的。当此引脚的输入连接到小于  $V_{\text{IN}}$  15% 的电压时， $V_{\text{OUT2}}$  将被关断 ( $\overline{\text{OFF}}$ )。如果此引脚连接到大于  $V_{\text{IN}}$  45% 的电压， $V_{\text{OUT2}}$  将被接通 (ON)。

### 3.6 稳定输出电压 #2 ( $V_{\text{OUT2}}$ )

把  $V_{\text{OUT2}}$  连接到  $V_{\text{OUT2}}$  电容的正极和负载。此引脚的输出电流最大可达 150 mA。使用  $\overline{\text{SHDN2}}$  可以接通 (ON) 或关断 ( $\overline{\text{OFF}}$ )  $V_{\text{OUT2}}$ 。

### 3.7 非稳压的输入电压引脚 ( $V_{\text{IN}}$ )

把非稳压的输入电压源连接到  $V_{\text{IN}}$  引脚。如果输入电压源的位置在几英寸之外，或者是电池，则建议使用 1  $\mu\text{F}$  到 4.7  $\mu\text{F}$  之间的典型输入电容。

### 3.8 电压监测器输入引脚 ( $V_{\text{DET}}$ )

$V_{\text{DET}}$  输入上的电压将与预设的  $V_{\text{DET}}$  阈值电压进行比较。如果电压低于阈值， $\overline{\text{RESET}}$  输出将是低电平。如果电压大于  $V_{\text{DET}}$  阈值， $\overline{\text{RESET}}$  输出将在  $\overline{\text{RESET}}$  时间之后变为高电平。当  $V_{\text{DET}} = 3.8\text{V}$  时，室温下  $I_{\text{DET}}$  供电电流的典型值时 9  $\mu\text{A}$ 。

## 4.0 TC1301B 引脚说明

表 4-1 中列出了引脚的说明。

表 4-1: TC1301B 引脚功能表

引脚编号	名称	功能
1	$\overline{\text{RESET}}$	推挽式输出引脚，当 $V_{\text{DET}}$ 低于复位阈值电压时保持为低电平，在 $V_{\text{DET}}$ 上升超过复位阈值之后的 300 ms 内也将保持为低电平
2	$V_{\text{OUT1}}$	稳定输出电压 #1，输出电流可达 300 mA
3	GND	电路接地引脚
4	Bypass	内部参考旁路引脚。可以使用 10 nF 的外部电容，进一步降低输出噪声，改善 PSRR 性能
5	$\overline{\text{SHDN2}}$	输出 #2 关断控制输入
6	$V_{\text{OUT2}}$	稳定输出电压 #2，输出电流可达 150 mA
7	$V_{\text{IN}}$	非稳压的输入电压引脚
8	$\overline{\text{SHDN1}}$	输出 #1 关断控制输入

### 4.1 $\overline{\text{RESET}}$ 输出引脚

推挽式输出引脚，用来监测输出电压 ( $V_{\text{OUT1}}$ )。如果  $V_{\text{OUT1}}$  电压低于阈值电压， $\overline{\text{RESET}}$  输出将保持在低电平状态。一旦  $V_{\text{OUT1}}$  引脚电压上升超过阈值，在 300 ms 内  $\overline{\text{RESET}}$  输出仍将停留在低电平状态，然后改变至高电平状态，表明  $V_{\text{OUT1}}$  引脚上的电压已经超过阈值。

### 4.2 稳定输出电压 #1 ( $V_{\text{OUT1}}$ )

把  $V_{\text{OUT1}}$  连接到  $V_{\text{OUT1}}$  电容的正极和负载。输出电流最大可达 300 mA。对于 TC1301B，可以使用  $\overline{\text{SHDN1}}$  输入引脚接通 (ON) 或关断 ( $\overline{\text{OFF}}$ )  $V_{\text{OUT1}}$ 。

### 4.3 电路接地引脚 (GND)

把 GND 连接到输入和输出电容的负极。只有 LDO 内部电路偏置电流从此引脚流出 (最大 200  $\mu\text{A}$ )。

### 4.4 参考旁路输入

通过把一个 10 nF (典型值) 的外部电容连接到旁路输入引脚，两个输出 ( $V_{\text{OUT1}}$  和  $V_{\text{OUT2}}$ ) 的噪声都将减小，电源纹波抑制比 (PSRR) 将得到改善。如果增加了外部旁路电容，LDO 输出电压的启动时间将延长。如果让此引脚悬空 (不连接) 的话，则启动时间最短。

### 4.5 输出电压 #2 关断 ( $\overline{\text{SHDN2}}$ )

ON/ $\overline{\text{OFF}}$  的控制是通过把  $\overline{\text{SHDN2}}$  连接到恰当的电平来进行的。当此引脚的输入连接到小于  $V_{\text{IN}}$  15% 的电压时， $V_{\text{OUT2}}$  将被关断 ( $\overline{\text{OFF}}$ )。如果此引脚连接到大于  $V_{\text{IN}}$  45% 的电压， $V_{\text{OUT2}}$  将被接通 (ON)。

### 4.6 稳定输出电压 #2 ( $V_{\text{OUT2}}$ )

把  $V_{\text{OUT2}}$  连接到  $V_{\text{OUT2}}$  电容的正极和负载。此引脚的输出电流最大可达 150 mA。使用  $\overline{\text{SHDN2}}$  可以接通 (ON) 或关断 ( $\overline{\text{OFF}}$ )  $V_{\text{OUT2}}$ 。

### 4.7 非稳压的输入电压引脚 ( $V_{\text{IN}}$ )

把非稳压的输入电压源连接到  $V_{\text{IN}}$  引脚。如果输入电压源的位置在几英寸之外，或者是电池，则推荐使用 1  $\mu\text{F}$  到 4.7  $\mu\text{F}$  之间的典型输入电容。

### 4.8 输出电压 #1 关断 ( $\overline{\text{SHDN1}}$ )

ON/ $\overline{\text{OFF}}$  的控制是通过把  $\overline{\text{SHDN1}}$  连接到恰当的电平来进行的。当此引脚的输入连接到小于  $V_{\text{IN}}$  15% 的电压时， $V_{\text{OUT1}}$  将被关断 ( $\overline{\text{OFF}}$ )。如果此引脚连接到大于  $V_{\text{IN}}$  45% 的电压， $V_{\text{OUT1}}$  将被接通 (ON)。

# TC1301A/B

## 5.0 详细说明

### 5.1 器件概述

TC1301A/B 是组合器件，其组成包含：一个具有固定输出电压  $V_{OUT1}$  (1.5V – 3.3V) 的 300 mA LDO 稳压器，一个具有固定输出电压  $V_{OUT2}$  (1.5V – 3.3V) 的 150 mA LDO 稳压器，以及一个电压监控器  $\overline{RESET}$  (2.2V 至 3.2V)。

对于 TC1301A，始终存在 300 mA 输出 ( $V_{OUT1}$ )，与  $\overline{SHDN2}$  的电平无关。通过控制  $\overline{SHDN2}$  的电平，可以接通/关断 (ON/OFF) 150 mA 输出 ( $V_{OUT2}$ )。

对于 TC1301B， $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$  各有独立的关断输入引脚 ( $\overline{SHDN1}$  和  $\overline{SHDN2}$ )，分别控制其输出。对于 TC1301B，复位功能的电压检测输入在内部连接到器件的  $V_{OUT1}$  输出。

### 5.2 LDO 输出 #1

LDO 输出 #1 额定为 300 mA 的输出电流。 $V_{OUT1}$  的典型电压差 = 104 mV @ 300 mA。为了稳定起见，需要一个 1  $\mu$ F (最小值) 的输出电容，输出电容应尽可能地靠近  $V_{OUT1}$  引脚和地。

### 5.3 LDO 输出 #2

LDO 输出 #2 额定为 150 mA 的输出电流。 $V_{OUT2}$  的典型电压差 = 150 mV。为了稳定起见，需要一个 1  $\mu$ F (最小值) 的输出电容，电容应尽可能地靠近  $V_{OUT2}$  引脚和地。

### 5.4 $\overline{RESET}$ 输出

$\overline{RESET}$  输出用来检测  $V_{DET}$  输入 (TC1301A) 或  $V_{OUT1}$  (TC1301B) 上的电平是高于还是低于预设的阈值。如果检测到的电压低于预设的阈值， $\overline{RESET}$  输出引脚上的灌电流可达 1.2 mA ( $V_{\overline{RESET}} < 0.2V$  最大值)。一旦检测到电压超过预设的阈值， $\overline{RESET}$  输出引脚将在延时 300 ms 后从逻辑低电平转变至逻辑高电平。 $\overline{RESET}$  输出是推挽式输出，如果  $\overline{RESET}$  不是低电平，则  $\overline{RESET}$  输出将被上拉至  $V_{DET}$ 。

### 5.5 输入电容

要使两个 LDO 输出工作正常，必须输入源具有低阻抗。当由电池供电工作时，或者在应用中输入源与 LDO 之间存在很长的引线 (> 10 英寸)，建议使用输入电容。对于大多数应用，推荐的最小值是从 1.0  $\mu$ F 至 4.7  $\mu$ F。在 LDO 输出上使用大电容时，建议在 LDO 输入上使用较大的电容。电容应尽可能地靠近 LDO 的输入。较大的输入电容将有助于降低输入阻抗，从而减少 LDO 输入和输出上的高频噪声。

### 5.6 输出电容

出于稳定性的考虑，每个 TC1301A/B LDO 的输出都需要 1  $\mu$ F 的最小输出电容。考虑到陶瓷电容的尺寸、成本 and 环境保护等因素，推荐使用陶瓷电容。在 LDO 输出上，也可以使用钽或铝电解电容。对输出电解电容的等效串联阻抗 (Equivalent Series Resistance, ESR) 要求在 0 到 2 欧姆之间。输出电容应尽可能地靠近 LDO 输出。陶瓷材料 (X7R 和 X5R) 的温度系数低，也可达到 ESR 要求范围。一个典型的 1  $\mu$ F X5R 0805 电容的 ESR 为 50 毫欧。对于 TC1301A/B，也可使用较大的 LDO 输出电容，以便改善动态性能和电源纹波抑制性能。最大推荐值是 10  $\mu$ F。对于 < -25°C 的低温应用，不建议使用铝电解电容。

### 5.7 旁路输入

旁路引脚连接到内部 LDO 参考。通过为此引脚添加一个电容，LDO 纹波抑制比、输入电压暂态响应以及输出噪声性能都将改善。推荐使用的典型旁路电容在 470 pF 到 10 nF 之间。也可使用较大的旁路电容，但当从  $\overline{SHDN}$  或  $V_{IN}$  启动时，会导致 LDO 输出要用较长的时间才能达到其额定输出电压。

### 5.8 GND

为了获得最优噪声和 PSRR 性能，TC1301A/B 的 GND 引脚应该连接到安静的电路地。对于具有开关或噪声输入的应用，把 GND 引脚连接到输出电容的返回地。地平面对将有助于降低由快速暂态负载电流导致的感抗和电压毛刺，因此，对于受到快速负载暂态影响的应用，建议要接地。

### 5.9 $\overline{SHDN1}/\overline{SHDN2}$ 操作

TC1301A  $\overline{SHDN2}$  引脚用来接通或关断 (ON/OFF)  $V_{OUT2}$ 。 $\overline{SHDN2}$  上的逻辑高电平将使能  $V_{OUT2}$  输出，而  $\overline{SHDN2}$  引脚上的逻辑低电平将禁止  $V_{OUT2}$  输出。对于 TC1301A， $V_{OUT1}$  不受  $\overline{SHDN2}$  的影响，只要有输入电压存在就被使能。

TC1301B  $\overline{SHDN1}$  和  $\overline{SHDN2}$  引脚用来接通或关断 (ON/OFF)  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$ 。它们的操作是相互独立的。

## 5.10 TC1301A $\overline{\text{SHDN2}}$ 时序

对于 TC1301A,  $V_{\text{OUT1}}$  的上升与  $\overline{\text{SHDN2}}$  上的电平无关。图 5-1 用来定义从关断中唤醒的唤醒时间 ( $t_{\text{WK}}$ ) 以及建立时间 ( $t_{\text{S}}$ )。唤醒时间取决于工作频率。 $\overline{\text{SHDN}}$  引脚上的脉冲越快, 唤醒时间就越短。

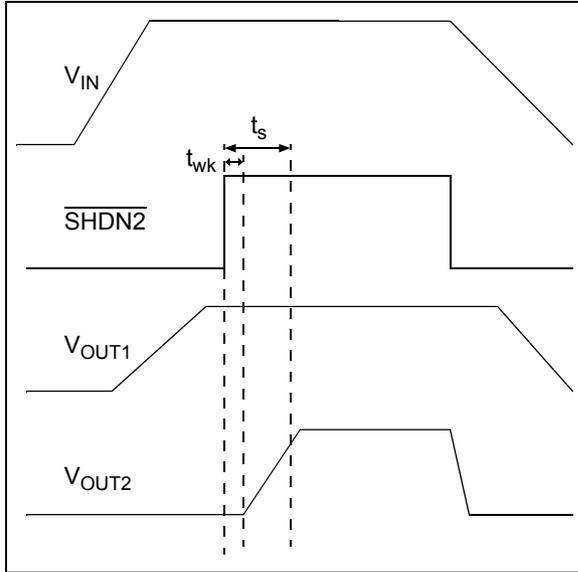


图 5-1: TC1301A 时序

## 5.11 TC1301B $\overline{\text{SHDN1}}$ / $\overline{\text{SHDN2}}$ 时序

对于 TC1301B,  $\overline{\text{SHDN1}}$  输入引脚用来控制  $V_{\text{OUT1}}$ 。  $\overline{\text{SHDN2}}$  输入引脚用来控制  $V_{\text{OUT2}}$ , 与  $\overline{\text{SHDN1}}$  上的逻辑输入无关。

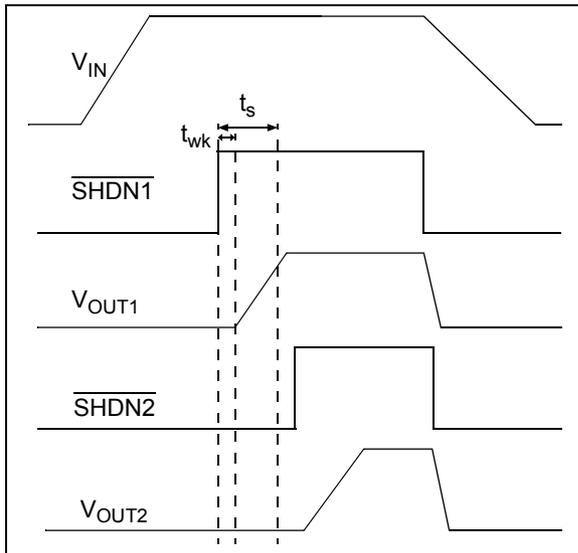


图 5-2: TC1301B 时序

## 5.12 $V_{\text{DET}}$ 和 $\overline{\text{RESET}}$ 的操作

TC1301A/B 集成了一个独立的电压复位监控器, 可以用于低电池输入电压检测或单片机上电复位 (Power-On Reset, POR) 功能。检测器的输入电压, 对于 TC1301A 和 TC1301B 而言, 并不相同。对于 TC1301A, 检测器的输入电压是引脚 8 ( $V_{\text{DET}}$ )。对于 TC1301B, 检测器的输入电压在内部连接到 LDO #1 的输出 ( $V_{\text{OUT1}}$ )。检测的电压与内部阈值进行比较。当  $V_{\text{DET}}$  引脚上的电压低于阈值电压时,  $\overline{\text{RESET}}$  输出引脚为低。当  $V_{\text{DET}}$  引脚上的电压上升超过电压阈值时,  $\overline{\text{RESET}}$  输出在 300 ms (典型值,  $\overline{\text{RESET}}$  延时周期) 内仍保持为低。 $\overline{\text{RESET}}$  延时周期结束后, 如果检测到的引脚电压仍然高于阈值电压的话,  $\overline{\text{RESET}}$  输出电压将从低输出状态转换至高输出状态。

当  $V_{\text{DET}}$  变低且低于  $\overline{\text{RESET}}$  电压阈值时, 在 180  $\mu\text{s}$  内,  $\overline{\text{RESET}}$  输出将被驱动为低电平。在整个温度范围内, 当检测到的电压大于 1.2V 时,  $\overline{\text{RESET}}$  输出仍将保持有效。

## 5.13 TC1301A $\overline{\text{RESET}}$ 时序

图 5-3 所示为 TC1301A 的  $\overline{\text{RESET}}$  时序波形。该图也定义了  $\overline{\text{RESET}}$  有效延时周期 ( $t_{\text{RPU}}$ ) 以及  $V_{\text{DET}}$   $\overline{\text{RESET}}$  延时时间 ( $t_{\text{RPD}}$ )。

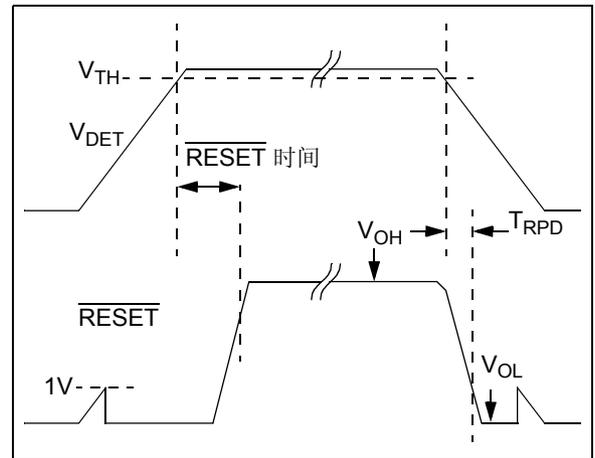


图 5-3: TC1301A  $\overline{\text{RESET}}$  时序

# TC1301A/B

## 5.14 TC1301B $\overline{\text{RESET}}$ 时序

图 5-4 所示为 TC1301B 的时序波形。注意，TC1301B 的  $\overline{\text{RESET}}$  阈值输出是  $V_{\text{OUT1}}$ 。对于 TC1301B， $V_{\text{OUT1}}$  在内部与  $\overline{\text{RESET}}$  阈值检测器相连。

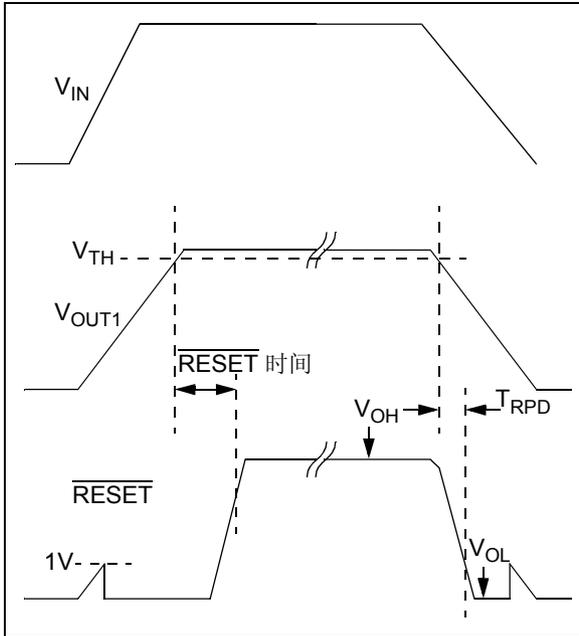


图 5-4: TC1301B  $\overline{\text{RESET}}$  时序

## 5.15 器件保护

### 5.15.1 过流限制

当输出负载出现问题时，对于每个 TC1301A/B 输出，将从内部限制允许流经 LDO 输出的最大电流。 $V_{\text{OUT1}}$  的峰值电流限制通常为 1.1A，而  $V_{\text{OUT2}}$  的峰值电流限制通常为 0.5A。在短路工作期间， $V_{\text{OUT1}}$  的平均电流限制在 200 mA， $V_{\text{OUT2}}$  的为 140 mA。TC1301A 的任一输出出现过流时， $V_{\text{DET}}$  和  $\overline{\text{RESET}}$  电路都将继续工作。对于 TC1301B， $V_{\text{OUT1}}$ （或  $V_{\text{OUT2}}$ ）上出现过流，电压检测和  $\overline{\text{RESET}}$  电路仍将继续工作。对于  $V_{\text{OUT1}}$  上出现过流的情形， $\overline{\text{RESET}}$  将检测是否有  $V_{\text{OUT1}}$ 。

### 5.15.2 过温保护

如果由于负载故障或线路电压高于规定范围，导致 TC1301A/B 内部功耗过大，则内部温度检测元件将防止结温超过 150°C。如果结温达到 150°C，则两个输出都将被禁止，直到结温冷却至 140°C 左右为止，而后器件将继续正常的工作。如果内部功耗仍然过大，则器件将再次关断。对于 TC1301A 和 TC1301B，在过温故障状况期间， $V_{\text{DET}}$  和  $\overline{\text{RESET}}$  电路将继续正常工作。

## 6.0 应用电路 / 问题

### 6.1 典型应用

TC1301A/B 用于那些需要集成两个 LDO 和复位功能的应用。

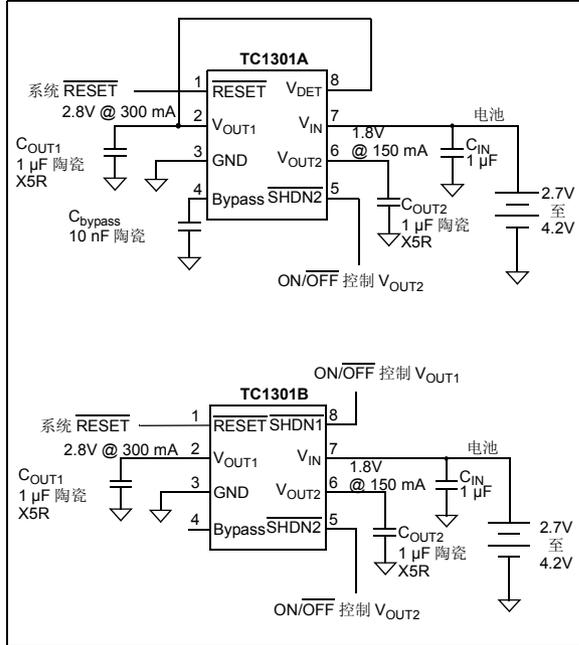


图 6-1: TC1301A/B 典型应用电路

#### 6.1.1 应用输入条件

- 封装类型 = 3X3DFN8
- 输入电压范围 = 2.7V to 4.2V
- $V_{IN}$  最大值 = 4.2V
- $V_{IN}$  典型值 = 3.6V
- $V_{OUT1}$  = 300 mA 最大值
- $V_{OUT2}$  = 150 mA 最大值
- 系统 RESET 负载 = 10 k $\Omega$

### 6.2 功耗计算

#### 6.2.1 功耗

TC1301A/B 内部功耗是输入电压、输出电压、输出电流以及静态电流的函数。下面的公式可以用来计算每个 LDO 的内部功耗:

#### 公式 6-1:

$$P_{LDO} = (V_{IN(MAX)} - V_{OUT(MIN)}) \times I_{OUT(MAX)}$$

- $P_{LDO}$  = LDO 通路器件内部功耗
- $V_{IN(MAX)}$  = 最大输入电压
- $V_{OUT(MIN)}$  = LDO 最小输出电压

除 LDO 通路元件功耗之外, TC1301A/B 内部功耗还包括静态或接地电流引起的功耗。接地电流引起的功耗, 可以使用下面的公式计算。同时考虑了  $V_{IN}$  引脚静态电流和  $V_{DET}$  引脚电流。  $V_{IN}$  电流由 LDO 静态电流引起, 而  $V_{DET}$  电流则由电压检测器电流产生。

#### 公式 6-2:

$$P_{I(GND)} = V_{IN(MAX)} \times (I_{VIN} + I_{VDET})$$

- $P_{I(GND)}$  = 接地引脚上的总电流
- $V_{IN(MAX)}$  = 最大输入电压
- $I_{VIN}$  = 流入  $V_{IN}$  引脚的电流 (当两个 LDO 输出上没有输出电流时)
- $I_{VDET}$  = 有 RESET 负载时  $V_{DET}$  引脚上的电流

TC1301A/B 内的总功耗是两个 LDO 功耗和  $P_{I(GND)}$  之和。由于是 CMOS 器件, TC1301A/B 的典型  $I_{GND}$  是 116  $\mu$ A。工作在 4.2V 最大电压时, 功耗将为 0.5 mW。对于大多数应用而言,  $P_{I(GND)}$  与 LDO 通路器件功耗相比很小, 可以忽略不计。

对于 TC1301A/B, 规定的最大连续工作结温是 +125°C。把内部总功耗乘以器件的结点与空气间热阻 ( $R_{\theta JA}$ ), 可估计 TC1301A/B 的内部结温。对于 3x3DFN8 引脚封装, 结点与空气间热阻估计为 41°C/W。

#### 公式 6-3:

$$T_{J(MAX)} = P_{TOTAL} \times R_{\theta JA} + T_{AMAX}$$

- $T_{J(MAX)}$  = 最大连续结温
- $P_{TOTAL}$  = 器件总功耗
- $R_{\theta JA}$  = 结点与空气间热阻
- $T_{AMAX}$  = 最大环境温度

# TC1301A/B

给定了应用的结点与空气间热阻和最大环境温度，可以计算出封装的最大功耗。下面的公式可以用来确定封装最大内部功耗：

## 公式 6-4:

$$P_{D(MAX)} = \frac{(T_{J(MAX)} - T_{A(MAX)})}{R\theta_{JA}}$$

$P_{D(MAX)}$  = 器件最大功耗  
 $T_{J(MAX)}$  = 最大连续结温  
 $T_{A(MAX)}$  = 最大环境温度  
 $R\theta_{JA}$  = 结点与空气间热阻

## 公式 6-5:

$$T_{J(RISE)} = P_{D(MAX)} \times R\theta_{JA}$$

$T_{J(RISE)}$  = 器件中结温超过环境温度的差值  
 $P_{D(MAX)}$  = 器件最大功耗  
 $R\theta_{JA}$  = 结点与空气间热阻

## 公式 6-6:

$$T_J = T_{J(RISE)} + T_A$$

$T_J$  = 结温  
 $T_{J(RISE)}$  = 器件中结温超过环境温度的差值  
 $T_A$  = 环境温度

## 6.3 典型应用

在下面的示例中，将计算内部功耗、结温上升差值、结温以及最大功耗。接地电流导致的功耗很小，可以忽略不计。

### 6.3.1 功耗计算示例

#### 封装

封装类型 = 3X3DFN8

输入电压

$$V_{IN} = 2.7V \text{ 至 } 4.2V$$

#### LDO 输出电压和电流

$$V_{OUT1} = 2.8V$$

$$I_{OUT1} = 300 \text{ mA}$$

$$V_{OUT2} = 1.8V$$

$$I_{OUT2} = 150 \text{ mA}$$

#### 最大环境温度

$$T_{A(MAX)} = 50^\circ\text{C}$$

#### 内部功耗

内部功耗是两个 LDO 通路器件功耗之和。

$$P_{LDO1(MAX)} = (V_{IN(MAX)} - V_{OUT1(MIN)}) \times I_{OUT1(MAX)}$$

$$P_{LDO1} = (4.2V - (0.975 \times 2.8V)) \times 300 \text{ mA}$$

$$P_{LDO1} = 441.0 \text{ mW}$$

$$P_{LDO2} = (4.2V - (0.975 \times 1.8V)) \times 150 \text{ mA}$$

$$P_{LDO2} = 366.8 \text{ mW}$$

$$P_{TOTAL} = P_{LDO1} + P_{LDO2}$$

$$P_{TOTAL} = 807.8 \text{ mW}$$

#### 器件结温上升差值

内部结温上升的幅度，是内部功耗和结点至应用环境热阻的函数。结点与空气间热阻 ( $R\theta_{JA}$ ) 是从 EIA/JEDEC 标准引出的，该标准用来测量小表面安装封装的热阻。EIA/JEDEC 规范是 JESD51-7 “High Effective Thermal Conductivity Test Board for Leaded Surface Mount Packages” (有脚表面贴装封装的高效热传导测试板)。该标准说明了测量结点与空气间热阻的测试方法和板子规范。对于具体的应用，实际的热阻与许多因素有关，诸如铜面积和厚度等。关于这个主题的更多信息，请参阅 AN792, “A Method to Determine How Much Power a SOT23 Can Dissipate in an Application” (DS00792)。

$$T_{J(RISE)} = P_{TOTAL} \times R\theta_{JA}$$

$$T_{J(RISE)} = 807.8 \text{ 毫瓦} \times 41.0^\circ\text{C/W}$$

$$T_{J(RISE)} = 33.1^\circ\text{C}$$

#### 结温估计

要估计内部结温，要把求得的温度上升差值加到环境或偏移温度上去。对于本例，最坏情况下的结温估计如下：

$$T_J = T_{J(RISE)} + T_{A(MAX)}$$

$$T_J = 83.1^\circ\text{C}$$

#### 环境温度为 50°C 的最大封装功耗

3X3DFN8 (41° C/W  $R\theta_{JA}$ )

$$P_{D(MAX)} = (125^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}) / 41^\circ\text{C/W}$$

$$P_{D(MAX)} = 1.83 \text{ W}$$

MSOP8 (208° C/W  $R\theta_{JA}$ )

$$P_{D(MAX)} = (125^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}) / 208^\circ\text{C/W}$$

$$P_{D(MAX)} = 0.360 \text{ W}$$

## 7.0 TC1301A 的典型布局

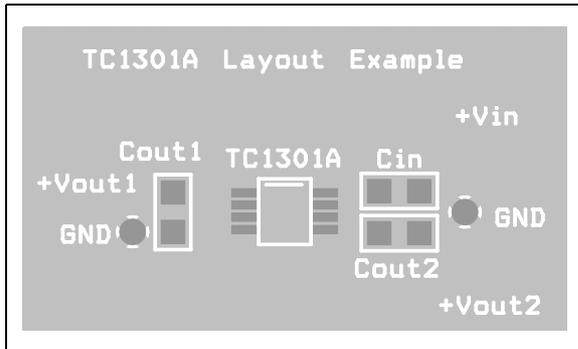


图 7-1: MSOP8 丝印层

在设计 TC1301A/B 的物理布局时，首先考虑的是要把输入输出电容尽可能地靠近器件引脚。图 7-1 所示为使用 SMT0805 电容时的典型元件布置。

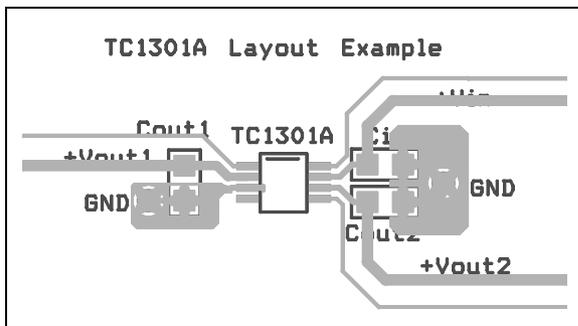


图 7-2: MSOP8 布线层

上图是 TC1301A 的布线示例。过孔表示至地平面的连接，地平面在布线层之下。

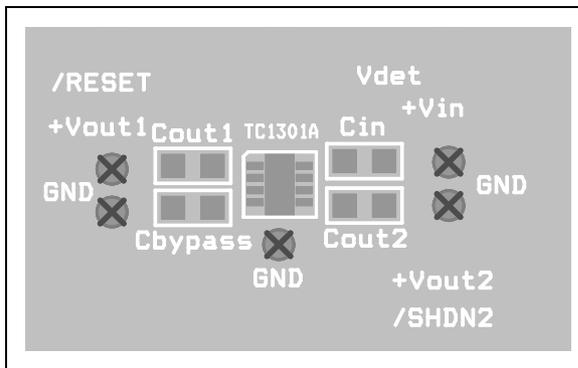


图 7-3: DFN3X3 丝印层示例

上图是使用旁路电容的 8 引脚 3X3 DFN 物理布局示例。

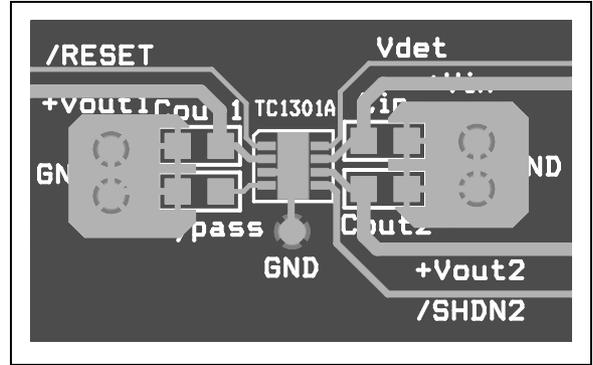


图 7-4: DFN3X3 顶部金属层示例

过孔表示至地平面的连接，地平面在布线层之下。

## 8.0 其他输出电压和阈值电压选项

### 8.1 输出电压和阈值电压范围

表 8-1 给出了 TC1301A/B 可提供的输出电压范围。出厂时可预先设定从 1.5V 到 3.3V 的  $V_{OUT1}$  和  $V_{OUT2}$ ，以 100 mV 为单位递增。 $V_{DET}$  (TC1301A) 或阈值电压 (TC1301B) 也可从 2.2V 至 3.2V 预先设定，以 10 mV 为单位递增。

表 8-1: 定制输出电压和阈值电压范围

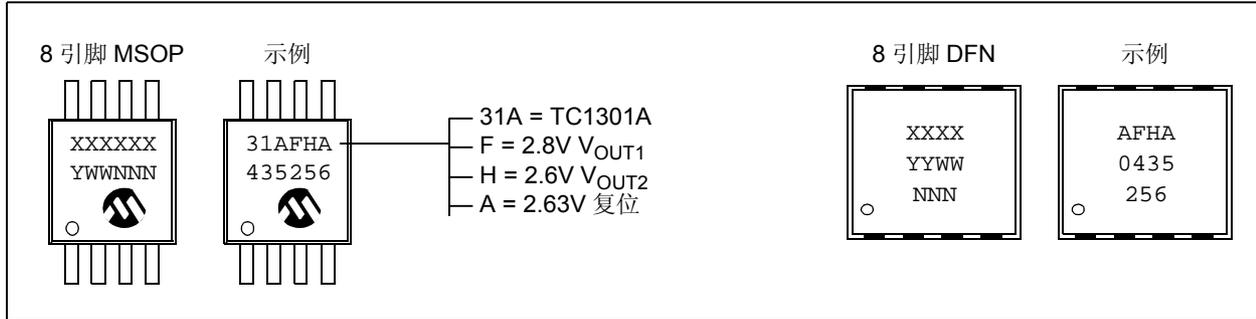
$V_{OUT1}$	$V_{OUT2}$	$V_{DET}$ 阈值
1.5V 至 3.3V	1.5V 至 3.3V	2.2V 至 3.2V

TC1301A/B 标准器件的列表，请见第 23 页上的产品标识体系。

# TC1301A/B

## 9.0 封装信息

### 9.1 封装标识信息



X1 代表  $V_{OUT1}$  配置:

代码	$V_{OUT1}$	代码	$V_{OUT1}$	代码	$V_{OUT1}$
A	3.3V	J	2.4V	S	1.5V
B	3.2V	K	2.3V	T	1.65V
C	3.1V	L	2.2V	U	2.85V
D	3.0V	M	2.1V	V	2.65V
E	2.9V	N	2.0V	W	1.85V
F	2.8V	O	1.9V	X	—
G	2.7V	P	1.8V	Y	—
H	2.6V	Q	1.7V	Z	—
I	2.5V	R	1.6V		

Xr 代表复位电压范围:

代码	电压	代码	电压
A	2.63V	J	—
B	2.2V	K	—
C	2.32V	L	—
D	2.5V	M	—
E	2.4V	N	—
F	2.6V	O	—
G	—	P	—
H	—	Q	—
I	—	R	—

X2 代表  $V_{OUT2}$  配置:

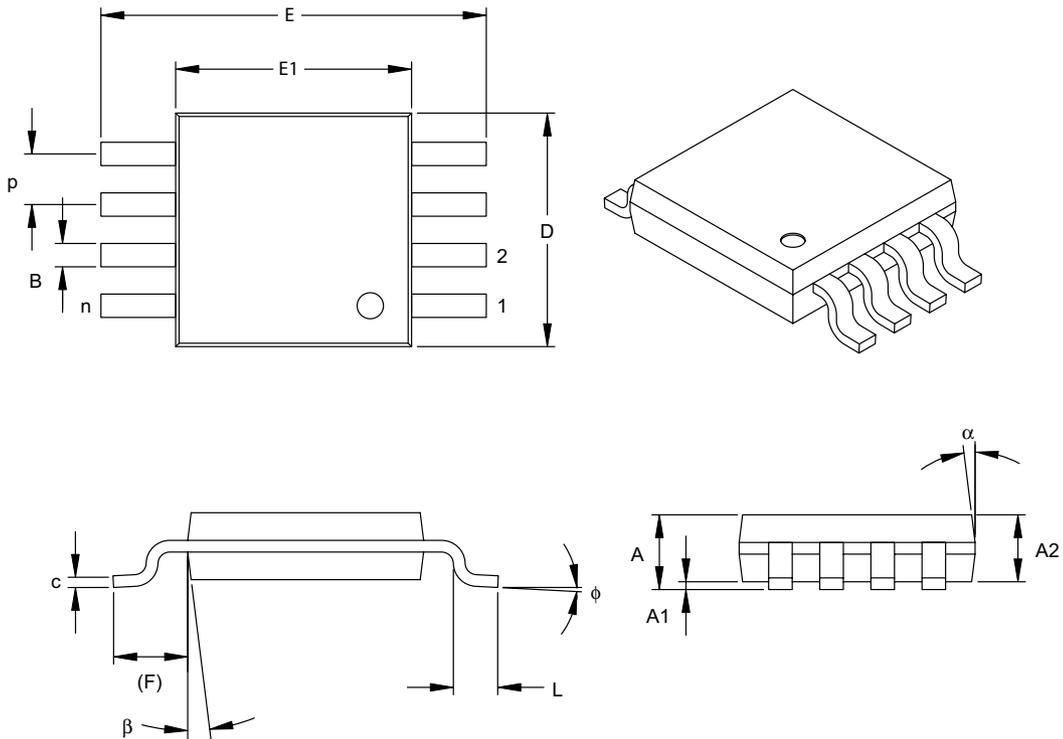
代码	$V_{OUT2}$	代码	$V_{OUT1}$	代码	$V_{OUT2}$
A	3.3V	J	2.4V	S	1.5V
B	3.2V	K	2.3V	T	1.65V
C	3.1V	L	2.2V	U	2.85V
D	3.0V	M	2.1V	V	2.65V
E	2.9V	N	2.0V	W	1.85V
F	2.8V	O	1.9V	X	—
G	2.7V	P	1.8V	Y	—
H	2.6V	Q	1.7V	Z	—
I	2.5V	R	1.6V		

TC1301A/B 标准器件的列表, 请见第 23 页上的产品标识体系。

**图注:** XX...X 客户指定信息  
 Y 年份代码 (日历年的最后一位数字)  
 YY 年份代码 (日历年的最后两位数字)  
 WW 星期代码 (一月一日的星期代码为 01)  
 NNN 字母数字的追踪代码  
 (e3) 雾锡 (Sn) 的 JEDEC 无铅标志。  
 \* 本封装为无铅封装。JEDEC 无铅标志 (e3) 标示于此种封装的外包装上。

**注:** 如果 Microchip 芯片器件编号不能在一行中完全标出, 它将换行继续标出。因此限制了客户指定信息的可用字符数。

## 8 引脚塑封微型封装 (UA) (MSOP)



尺寸范围	单位	英寸			毫米*		
		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n	8			8		
引脚间距	p	.026 BSC			0.65 BSC		
总高度	A	-	-	.043	-	-	1.10
塑模封装厚度	A2	.030	.033	.037	0.75	0.85	0.95
悬空间隙	A1	.000	-	.006	0.00	-	0.15
总宽度	E	.193 TYP.			4.90 BSC		
塑模封装宽度	E1	.118 BSC			3.00 BSC		
总长度	D	.118 BSC			3.00 BSC		
底足长度	L	.016	.024	.031	0.40	0.60	0.80
引脚占位长度 (参考)	F	.037 REF			0.95 REF		
底足倾斜角	$\phi$	0°	-	8°	0°	-	8°
引脚厚度	c	.003	.006	.009	0.08	-	0.23
引脚宽度	B	.009	.012	.016	0.22	-	0.40
塑模上半部锥度	$\alpha$	5°	-	15°	5°	-	15°
塑模下半部锥度	$\beta$	5°	-	15°	5°	-	15°

\*控制参数

注:

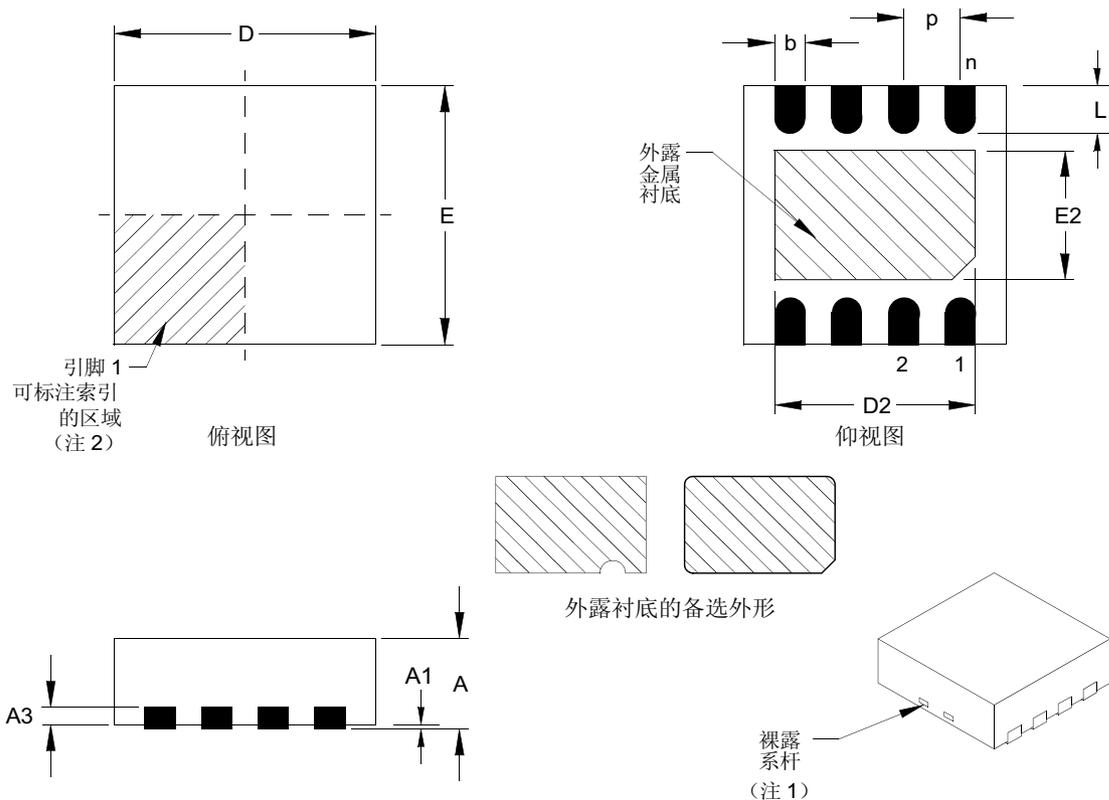
尺寸D和E1不包括塑模的毛边或突起。塑模的毛边或突起不得超过每侧0.010英寸 (0.254毫米)。

等同于JEDEC号: MO-187

图号C04-111

# TC1301A/B

## 8 引脚塑封双列扁平无引线封装 (MF) 3x3x0.9 mm 主体 (DFN)



尺寸范围	单位	英寸			毫米*		
		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n		8			8	
引脚间距	p	.026 BSC			0.65 BSC		
总高度	A	.031	.035	.039	0.80	0.90	1.00
悬空间隙	A1	.000	.001	.002	0.00	0.02	0.05
触点厚度	A3	.008 REF.			0.20 REF.		
总长度	E	.118 BSC			3.00 BSC		
外露衬底宽度 (注3)	E2	.055	-	.069	1.40	-	1.75
总宽度	D	.118 BSC			3.00 BSC		
外露衬底长度 (注3)	D2	.085	-	.096	2.15	-	2.45
触点宽度	b	.009	.012	.015	0.23	0.30	0.37
触点长度	L	.008	.016	.020	0.20	0.40	0.50

\* 控制参数

注

1. 封装两端可能有一个以上的裸露系杆。
2. 引脚 1 的可视索引特性可能会有所不同, 但必须位于阴影区域。
3. 外露衬底尺寸随管芯叶片大小而变化。
4. 等同于 JEDEC 号: MO-229

图号: C04-062

修订于 03/11/05

## 附录 A： 版本历史

### 版本 B（2005 年 1 月）

修改内容如下：

1. 改正了产品标识体系页上不正确的器件编号选项，修改了“标准”输出电压和复位电压组合。
2. 增加了附录 A： 版本历史。

### 版本 A（2003 年 9 月）

本数据手册的初始版本。

# TC1301A/B

---

注:

## 产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

器件编号	X-	X	X	X	X	XX	XX																																												
TC1301	Type A/B	V <sub>OUT1</sub>	V <sub>OUT2</sub>	复位 电压	温度 范围	封装	管式 或 卷带式																																												
		} 标准配置																																																	
<p>器件: TC1301A: 双输出 LDO, 具有复位功能和一个关断输入 TC1301B: 双输出 LDO, 具有复位功能和两个关断输入</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>标准配置: *</th> <th>V<sub>OUT1</sub>/V<sub>OUT2</sub>/ 复位</th> <th>配置码</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">TC1301A</td> <td>3.3 / 3.0 / 2.63</td> <td>ADA</td> </tr> <tr> <td>3.3 / 1.8 / 2.63</td> <td>APA</td> </tr> <tr> <td>3.0 / 2.8 / 2.63</td> <td>DFA</td> </tr> <tr> <td>3.0 / 1.8 / 2.63</td> <td>DPA</td> </tr> <tr> <td>2.8 / 3.0 / 2.63</td> <td>FDA</td> </tr> <tr> <td>2.8 / 2.6 / 2.63</td> <td>FHA</td> </tr> <tr> <td>1.8 / 2.8 / 2.32</td> <td>PFC</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">TC1301B</td> <td>1.5 / 2.8 / 2.32</td> <td>SFC</td> </tr> <tr> <td>2.85 / 1.85 / 2.63</td> <td>UWA</td> </tr> <tr> <td>3.3 / 3.0 / 2.63</td> <td>ADA</td> </tr> <tr> <td>3.3 / 1.8 / 2.63</td> <td>APA</td> </tr> <tr> <td>3.0 / 2.8 / 2.63</td> <td>DFA</td> </tr> <tr> <td>3.0 / 1.8 / 2.63</td> <td>DPA</td> </tr> <tr> <td>2.8 / 3.0 / 2.63</td> <td>FDA</td> </tr> <tr> <td>2.8 / 2.6 / 2.63</td> <td>FHA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.7 / 2.8 / 2.5</td> <td>GFD</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.7 / 3.0 / 2.50</td> <td>GDD</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.85 / 1.85 / 2.63</td> <td>UWA</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 其他输出电压和复位电压设置，请联系生产厂。</p> <p>温度范围: V = -40°C 至 +125°C</p> <p>封装: MF = 双列扁平无引线 (主体 3x3 mm), 8 引脚 UA = 塑封微型 (MSOP), 8 引脚</p> <p>管式或卷带式: 空白 = 管式 TR = 卷带式</p>								标准配置: *	V <sub>OUT1</sub> /V <sub>OUT2</sub> / 复位	配置码	TC1301A	3.3 / 3.0 / 2.63	ADA	3.3 / 1.8 / 2.63	APA	3.0 / 2.8 / 2.63	DFA	3.0 / 1.8 / 2.63	DPA	2.8 / 3.0 / 2.63	FDA	2.8 / 2.6 / 2.63	FHA	1.8 / 2.8 / 2.32	PFC	TC1301B	1.5 / 2.8 / 2.32	SFC	2.85 / 1.85 / 2.63	UWA	3.3 / 3.0 / 2.63	ADA	3.3 / 1.8 / 2.63	APA	3.0 / 2.8 / 2.63	DFA	3.0 / 1.8 / 2.63	DPA	2.8 / 3.0 / 2.63	FDA	2.8 / 2.6 / 2.63	FHA		2.7 / 2.8 / 2.5	GFD		2.7 / 3.0 / 2.50	GDD		2.85 / 1.85 / 2.63	UWA
标准配置: *	V <sub>OUT1</sub> /V <sub>OUT2</sub> / 复位	配置码																																																	
TC1301A	3.3 / 3.0 / 2.63	ADA																																																	
	3.3 / 1.8 / 2.63	APA																																																	
	3.0 / 2.8 / 2.63	DFA																																																	
	3.0 / 1.8 / 2.63	DPA																																																	
	2.8 / 3.0 / 2.63	FDA																																																	
	2.8 / 2.6 / 2.63	FHA																																																	
	1.8 / 2.8 / 2.32	PFC																																																	
TC1301B	1.5 / 2.8 / 2.32	SFC																																																	
	2.85 / 1.85 / 2.63	UWA																																																	
	3.3 / 3.0 / 2.63	ADA																																																	
	3.3 / 1.8 / 2.63	APA																																																	
	3.0 / 2.8 / 2.63	DFA																																																	
	3.0 / 1.8 / 2.63	DPA																																																	
	2.8 / 3.0 / 2.63	FDA																																																	
2.8 / 2.6 / 2.63	FHA																																																		
	2.7 / 2.8 / 2.5	GFD																																																	
	2.7 / 3.0 / 2.50	GDD																																																	
	2.85 / 1.85 / 2.63	UWA																																																	
<p>示例:</p> <table> <tbody> <tr> <td>a) TC1301A-ADAVUA:</td> <td>3.3, 3.0, 2.63, MSOP 封装</td> </tr> <tr> <td>b) TC1301A-APAVMFTR:</td> <td>3.3, 1.8, 2.63, 8 引脚 DFN 封装, 卷带式</td> </tr> <tr> <td>c) TC1301A-DFAVUATR:</td> <td>3.0, 2.8, 2.63, MSOP 封装, 卷带式</td> </tr> <tr> <td>d) TC1301A-DPAVMF:</td> <td>3.0, 1.8, 2.63, 8 引脚 DFN 封装</td> </tr> <tr> <td>e) TC1301A-FDAVMF:</td> <td>2.8, 3.0, 2.63, 8 引脚 DFN 封装</td> </tr> <tr> <td>f) TC1301A-FHVMF:</td> <td>2.8, 2.6, 2.63, DFN 封装</td> </tr> <tr> <td>g) TC1301A-PFCVUA:</td> <td>1.8, 2.8, 2.32, MSOP 封装</td> </tr> <tr> <td>h) TC1301A-SFCVMFTR:</td> <td>1.5, 2.8, 2.32, DFN 封装, 卷带式</td> </tr> <tr> <td>i) TC1301A-UWAVUATR:</td> <td>2.85, 1.85, 2.63, MSOP 封装, 卷带式</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>a) TC1301B-ADAVMF:</td> <td>3.3, 3.0, 2.63, 8 引脚 DFN 封装</td> </tr> <tr> <td>b) TC1301B-APAVMFTR:</td> <td>3.3, 1.8, 2.63, 8 引脚 DFN 封装, 卷带式</td> </tr> <tr> <td>c) TC1301B-DFAVUA:</td> <td>3.0, 2.8, 2.63, MSOP 封装</td> </tr> <tr> <td>d) TC1301B-DPAVUATR:</td> <td>3.0, 1.8, 2.63, MSOP 封装, 卷带式</td> </tr> <tr> <td>e) TC1301B-FDAVMF:</td> <td>2.8, 3.0, 2.63, 8 引脚 DFN 封装</td> </tr> <tr> <td>f) TC1301B-FHVMFTR:</td> <td>2.8, 2.6, 2.63, 8 引脚 DFN 封装, 卷带式</td> </tr> <tr> <td>g) TC1301B-GDDVUA:</td> <td>2.7, 3.0, 2.50, MSOP 封装</td> </tr> <tr> <td>h) TC1301B-GFDVMF:</td> <td>2.7, 2.8, 2.5, 8 引脚 DFN 封装</td> </tr> <tr> <td>i) TC1301B-UWAVUATR:</td> <td>2.85, 1.85, 2.63, MSOP 封装, 卷带式</td> </tr> </tbody> </table>								a) TC1301A-ADAVUA:	3.3, 3.0, 2.63, MSOP 封装	b) TC1301A-APAVMFTR:	3.3, 1.8, 2.63, 8 引脚 DFN 封装, 卷带式	c) TC1301A-DFAVUATR:	3.0, 2.8, 2.63, MSOP 封装, 卷带式	d) TC1301A-DPAVMF:	3.0, 1.8, 2.63, 8 引脚 DFN 封装	e) TC1301A-FDAVMF:	2.8, 3.0, 2.63, 8 引脚 DFN 封装	f) TC1301A-FHVMF:	2.8, 2.6, 2.63, DFN 封装	g) TC1301A-PFCVUA:	1.8, 2.8, 2.32, MSOP 封装	h) TC1301A-SFCVMFTR:	1.5, 2.8, 2.32, DFN 封装, 卷带式	i) TC1301A-UWAVUATR:	2.85, 1.85, 2.63, MSOP 封装, 卷带式			a) TC1301B-ADAVMF:	3.3, 3.0, 2.63, 8 引脚 DFN 封装	b) TC1301B-APAVMFTR:	3.3, 1.8, 2.63, 8 引脚 DFN 封装, 卷带式	c) TC1301B-DFAVUA:	3.0, 2.8, 2.63, MSOP 封装	d) TC1301B-DPAVUATR:	3.0, 1.8, 2.63, MSOP 封装, 卷带式	e) TC1301B-FDAVMF:	2.8, 3.0, 2.63, 8 引脚 DFN 封装	f) TC1301B-FHVMFTR:	2.8, 2.6, 2.63, 8 引脚 DFN 封装, 卷带式	g) TC1301B-GDDVUA:	2.7, 3.0, 2.50, MSOP 封装	h) TC1301B-GFDVMF:	2.7, 2.8, 2.5, 8 引脚 DFN 封装	i) TC1301B-UWAVUATR:	2.85, 1.85, 2.63, MSOP 封装, 卷带式						
a) TC1301A-ADAVUA:	3.3, 3.0, 2.63, MSOP 封装																																																		
b) TC1301A-APAVMFTR:	3.3, 1.8, 2.63, 8 引脚 DFN 封装, 卷带式																																																		
c) TC1301A-DFAVUATR:	3.0, 2.8, 2.63, MSOP 封装, 卷带式																																																		
d) TC1301A-DPAVMF:	3.0, 1.8, 2.63, 8 引脚 DFN 封装																																																		
e) TC1301A-FDAVMF:	2.8, 3.0, 2.63, 8 引脚 DFN 封装																																																		
f) TC1301A-FHVMF:	2.8, 2.6, 2.63, DFN 封装																																																		
g) TC1301A-PFCVUA:	1.8, 2.8, 2.32, MSOP 封装																																																		
h) TC1301A-SFCVMFTR:	1.5, 2.8, 2.32, DFN 封装, 卷带式																																																		
i) TC1301A-UWAVUATR:	2.85, 1.85, 2.63, MSOP 封装, 卷带式																																																		
a) TC1301B-ADAVMF:	3.3, 3.0, 2.63, 8 引脚 DFN 封装																																																		
b) TC1301B-APAVMFTR:	3.3, 1.8, 2.63, 8 引脚 DFN 封装, 卷带式																																																		
c) TC1301B-DFAVUA:	3.0, 2.8, 2.63, MSOP 封装																																																		
d) TC1301B-DPAVUATR:	3.0, 1.8, 2.63, MSOP 封装, 卷带式																																																		
e) TC1301B-FDAVMF:	2.8, 3.0, 2.63, 8 引脚 DFN 封装																																																		
f) TC1301B-FHVMFTR:	2.8, 2.6, 2.63, 8 引脚 DFN 封装, 卷带式																																																		
g) TC1301B-GDDVUA:	2.7, 3.0, 2.50, MSOP 封装																																																		
h) TC1301B-GFDVMF:	2.7, 2.8, 2.5, 8 引脚 DFN 封装																																																		
i) TC1301B-UWAVUATR:	2.85, 1.85, 2.63, MSOP 封装, 卷带式																																																		

# TC1301A/B

---

注:

---

---

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前, 仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知, 所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下, 能访问您的软件或其他受版权保护的成果, 您有权依据该法案提起诉讼, 从而制止这种行为。

---

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利, 它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范, 是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保, 包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适用性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用, 一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时, 会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任, 并加以赔偿。在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗或以其他方式转让任何许可证。

#### 商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Accuron、dsPIC、KEELOQ、microID、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、PowerSmart、rfPIC 和 SmartShunt 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

AmpLab、FilterLab、Migratable Memory、MXDEV、MXLAB、SEEVAL、SmartSensor 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzylab、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Linear Active Thermistor、Mindi、MiWi、MPASM、MPLIB、MPLINK、PICKit、PICDEM、PICDEM.net、PICLAB、PICTail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rfLAB、rfPICDEM、Select Mode、Smart Serial、SmartTel、Total Endurance、UNI/O、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2006, Microchip Technology Inc. 版权所有。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
== ISO/TS 16949:2002 ==

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe、位于俄勒冈州 Gresham 及位于加利福尼亚州 Mountain View 的全球总部、设计中心和晶圆生产厂均于通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PICmicro® 8 位单片机、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外, Microchip 在开发系统的设计和和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

## 全球销售及服务中心

### 美洲

**公司总部 Corporate Office**  
2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel: 1-480-792-7200  
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:  
<http://support.microchip.com>  
网址: [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

**亚特兰大 Atlanta**  
Alpharetta, GA  
Tel: 1-770-640-0034  
Fax: 1-770-640-0307

**波士顿 Boston**  
Westborough, MA  
Tel: 1-774-760-0087  
Fax: 1-774-760-0088

**芝加哥 Chicago**  
Itasca, IL  
Tel: 1-630-285-0071  
Fax: 1-630-285-0075

**达拉斯 Dallas**  
Addison, TX  
Tel: 1-972-818-7423  
Fax: 1-972-818-2924

**底特律 Detroit**  
Farmington Hills, MI  
Tel: 1-248-538-2250  
Fax: 1-248-538-2260

**科科莫 Kokomo**  
Kokomo, IN  
Tel: 1-765-864-8360  
Fax: 1-765-864-8387

**洛杉矶 Los Angeles**  
Mission Viejo, CA  
Tel: 1-949-462-9523  
Fax: 1-949-462-9608

**圣何塞 San Jose**  
Mountain View, CA  
Tel: 1-650-215-1444  
Fax: 1-650-961-0286

**加拿大多伦多 Toronto**  
Mississauga, Ontario,  
Canada  
Tel: 1-905-673-0699  
Fax: 1-905-673-6509

### 亚太地区

**中国 - 北京**  
Tel: 86-10-8528-2100  
Fax: 86-10-8528-2104

**中国 - 成都**  
Tel: 86-28-8676-6200  
Fax: 86-28-8676-6599

**中国 - 福州**  
Tel: 86-591-8750-3506  
Fax: 86-591-8750-3521

**中国 - 香港特别行政区**  
Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

**中国 - 青岛**  
Tel: 86-532-8502-7355  
Fax: 86-532-8502-7205

**中国 - 上海**  
Tel: 86-21-5407-5533  
Fax: 86-21-5407-5066

**中国 - 沈阳**  
Tel: 86-24-2334-2829  
Fax: 86-24-2334-2393

**中国 - 深圳**  
Tel: 86-755-8203-2660  
Fax: 86-755-8203-1760

**中国 - 顺德**  
Tel: 86-757-2839-5507  
Fax: 86-757-2839-5571

**中国 - 武汉**  
Tel: 86-27-5980-5300  
Fax: 86-27-5980-5118

**中国 - 西安**  
Tel: 86-29-8833-7250  
Fax: 86-29-8833-7256

**台湾地区 - 高雄**  
Tel: 886-7-536-4818  
Fax: 886-7-536-4803

**台湾地区 - 台北**  
Tel: 886-2-2500-6610  
Fax: 886-2-2508-0102

**台湾地区 - 新竹**  
Tel: 886-3-572-9526  
Fax: 886-3-572-6459

### 亚太地区

**澳大利亚 Australia - Sydney**  
Tel: 61-2-9868-6733  
Fax: 61-2-9868-6755

**印度 India - Bangalore**  
Tel: 91-80-4182-8400  
Fax: 91-80-4182-8422

**印度 India - New Delhi**  
Tel: 91-11-5160-8631  
Fax: 91-11-5160-8632

**印度 India - Pune**  
Tel: 91-20-2566-1512  
Fax: 91-20-2566-1513

**日本 Japan - Yokohama**  
Tel: 81-45-471-6166  
Fax: 81-45-471-6122

**韩国 Korea - Gumi**  
Tel: 82-54-473-4301  
Fax: 82-54-473-4302

**韩国 Korea - Seoul**  
Tel: 82-2-554-7200  
Fax: 82-2-558-5932 或  
82-2-558-5934

**马来西亚 Malaysia - Penang**  
Tel: 60-4-646-8870  
Fax: 60-4-646-5086

**菲律宾 Philippines - Manila**  
Tel: 63-2-634-9065  
Fax: 63-2-634-9069

**新加坡 Singapore**  
Tel: 65-6334-8870  
Fax: 65-6334-8850

**泰国 Thailand - Bangkok**  
Tel: 66-2-694-1351  
Fax: 66-2-694-1350

### 欧洲

**奥地利 Austria - Wels**  
Tel: 43-7242-2244-399  
Fax: 43-7242-2244-393

**丹麦 Denmark-Copenhagen**  
Tel: 45-4450-2828  
Fax: 45-4485-2829

**法国 France - Paris**  
Tel: 33-1-69-53-63-20  
Fax: 33-1-69-30-90-79

**德国 Germany - Munich**  
Tel: 49-89-627-144-0  
Fax: 49-89-627-144-44

**意大利 Italy - Milan**  
Tel: 39-0331-742611  
Fax: 39-0331-466781

**荷兰 Netherlands - Drunen**  
Tel: 31-416-690399  
Fax: 31-416-690340

**西班牙 Spain - Madrid**  
Tel: 34-91-708-08-90  
Fax: 34-91-708-08-91

**英国 UK - Wokingham**  
Tel: 44-118-921-5869  
Fax: 44-118-921-5820