

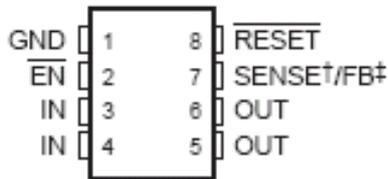
TPS7301Q, TPS7325Q, TPS7330Q, TPS7333Q, TPS7348Q, TPS7350Q

带集成延时复位功能的低压差稳压器

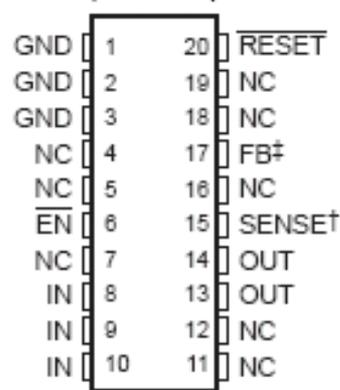
特点

- 有 2.5V、3V、3.3V、4.85V 与 5V 这几种固定输出型与一种可调输出型器件
- 集成的精密电源电压监控器可对稳压器的输出电压进行监控
- 低电平有效的复位信号，脉冲宽度为 200ms
- 极低压差—— $I_O=100\text{mA}$ 时最大值为 35mV (TPS7350)
- 低静态电流——与负载无关——典型值为 $340\mu\text{A}$
- 极低的休眠状态电流——最大值 $0.5\mu\text{A}$
- 在整个负载、电源与温度范围内，固定输出型器件的容限为 2% §
- 输出电流范围为：0mA 至 500 mA
- 在要求严格的应用中 TSSOP 封装可降低元件的高度

D 或 P 封装
(顶视图)



PW 封装
(顶视图)



NC——内部不连接

† SENSE——仅限于固定电压器件 (TPS7325、TPS7330、TPS7333、TPS7348与TPS7350)

‡ FB——仅限于可调输出器件 (TPS7301)

描述

TPS73xx 器件是微功耗低压差 (LDO) 稳压器系列中的成员。它们的集成延时微处理器复位功能将其与 TPS71xx、TPS72xx 系列低压差稳压器区别开来。如果不要求具备精密的延时复位功能，则可考虑使用 TPS71xx 与 TPS72xx。

在欠压条件下，TPS73xx 的 RESET 输出脚会在微型计算机与微处理器系统中启动一次复位操作。TPS73xx 中的内部比较器对稳压器的输出电压进行监控，以检测稳定输出电压中的欠压条件。

如果欠压情况出现，RESET 输出脚 (漏极开路 NMOS 脚) 接通，将 RESET 信号拉低。在欠压条件持续期间，RESET 脚保持低电平。一旦欠压条件消失，即开始一次 200ms 的超时。200ms 的延时过后，RESET 脚变为高电平。

可选器件

T _J	OUTPUT VOLTAGE (V)			NEGATIVE-GOING RESET THRESHOLD VOLTAGE (V)			PACKAGED DEVICES			CHIP FORM (Y)
	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	SMALL OUTLINE (D)	PLASTIC DIP (P)	TSSOP (PW)	
-40°C to 125°C	4.9	5	5.1	4.55	4.65	4.75	TPS7350QD	TPS7350QP	TPS7350QPW	TPS7350Y
	4.75	4.85	4.95	4.5	4.6	4.7	TPS7348QD	TPS7348QP	TPS7348QPW	TPS7348Y
	3.23	3.3	3.37	2.868	2.934	3	TPS7333QD	TPS7333QP	TPS7333QPW	TPS7333Y
	2.94	3	3.06	2.58	2.64	2.7	TPS7330QD	TPS7330QP	TPS7330QPW	TPS7330Y
	2.425	2.5	2.575	2.23	2.32	2.39	TPS7325QD	TPS7325QP	TPS7325QPW	TPS7325Y
	Adjustable 1.2 V to 9.75 V			1.101	1.123	1.145	TPS7301QD	TPS7301QP	TPS7301QPW	TPS7301Y

D 与 PW 封装的器件有盘装与卷装形式。在器件型号后加后缀 R (如 TPS7350QDR)。TPS7301Q 可以通过外部电阻分压器进行编程 (见“应用资料”)。芯片形式在 25°C 时测试。

§ TPS7325 在全温度范围的基础上有 ±3% 的容限。

¶ TPS71xx 与 TPS72xx 分别是 500mA 与 250 mA 输出的稳压器，可进行与 TPS37xx 相似的操作，但是没有延时复位的功能。TPS72xx 系列器件还可以通过其 8 引脚扁平缩小封装 (TSSOP) 来区分，这种封装适合于需要最小封装尺寸的应用。

用 PMOS 器件代替典型的 PNP 旁路晶体管可以使常规 LDO 的下降电压与静态电流逐级下降。

因为 PMOS 器件可用作一个低阻值电阻，而下降电压也非常低 (TPS7350 在输出电流为 100mA 时其最大下降电压为 35mV)，它与输出电流成正比 (见图 1)。此外，因为 PMOS 通路元件是由电压驱动，所以静态电流为低并保持恒定，不受输出负载 (在整个输出电流范围 0mA 至 500mA 内，典型值为 340 μA) 影响。这两项关键指标大大延长了电池供电系统的使用寿命。

休眠模式也是该 LDO 系列的一大特色。在 *EN* (*enable*) 脚上加一个逻辑高电平的信号可关断稳压器，将静态电流减至 0.5 μA (T_J=25°C 时的最大值)。

TPS73xx 系列既包含 2.5V, 3V, 3.3V, 4.85V, 5V 的固定输出电压型器件也有一种可调电压型器件 (输出电压可在 1.2V 到 9.75V 范围内编程)。在电源、负载与温度范围内，规定输出电压的最大容限为 2% (对于 2.5V 器件与可调器件则为 3%)。TPS37xx 系列有 PDIP (8 脚)、SO (8 脚) 与 TSSOP (20 脚) 这几种封装形式。TSSOP 的最大高度为 1.2mm。

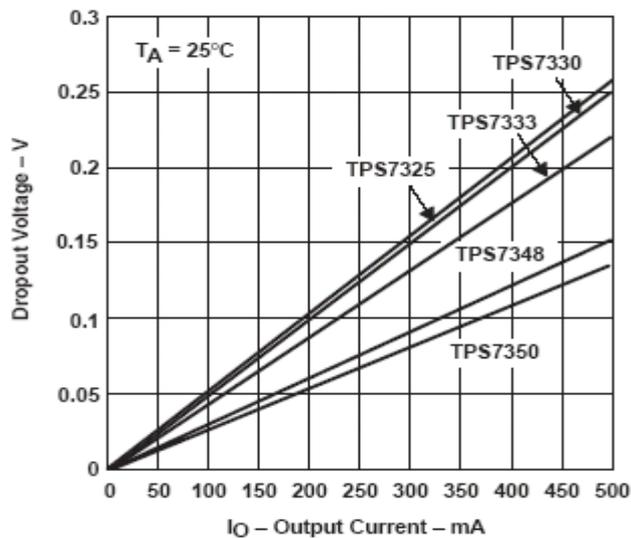
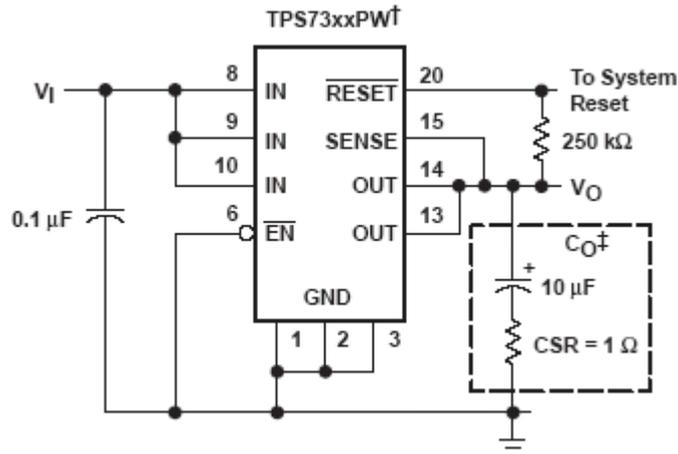


图 1 下降电压与输出电流的关系



† TPS7325, TPS7330, TPS7333, TPS7348, TPS7350 (固定电压型器件)

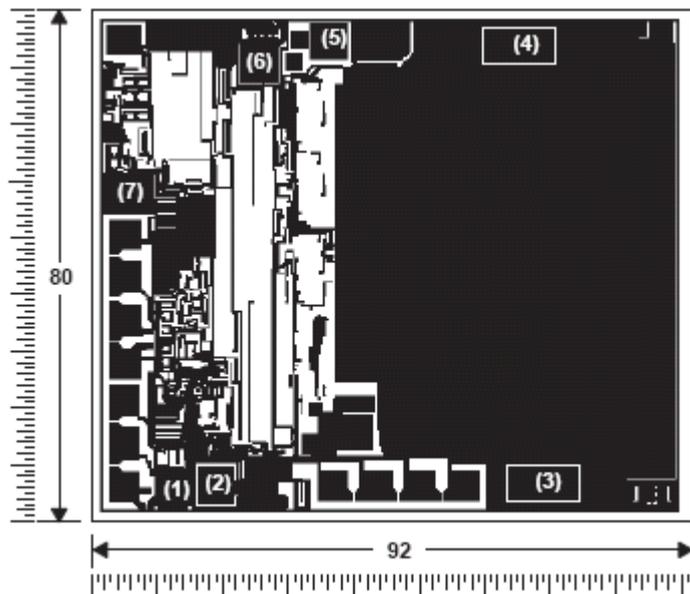
‡ 电容的选择非常重要。详情见“应用资料”一节。

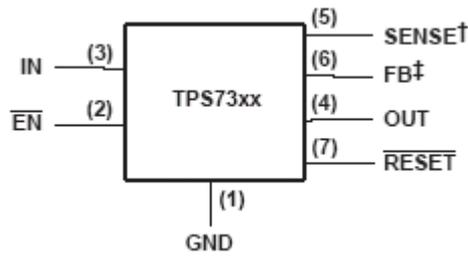
图2 典型应用配置

TPS73xxY 的芯片信息

这些芯片若正确装配则会呈现出与 TPS73xxQ 类似的特性。可对掺杂铝质焊片进行热压缩或超声波焊接。芯片可以用导电环氧树脂或金-硅压片安装。

焊片配置





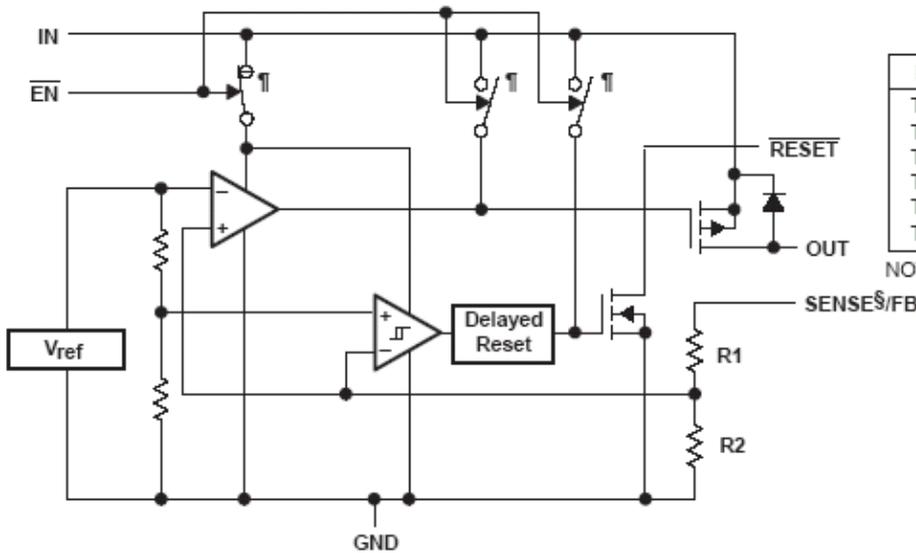
芯片厚度：典型值 15
 焊片：最小 4X4
 $T_{JMAX}=150^{\circ}C$
 容限：±10%
 所有的尺寸均以密耳为单位

† SENSE——仅限于固定电压器件（TPS7325、TPS7330、TPS7333、TPS7348与TPS7350）

‡ FB——仅限于可调输出器件（TPS7301）

注：A、对于多数应用，OUT 与 SENSE 脚应连接在尽可能靠近器件的位置；其它信息请参考本数据手册的“应用资料”一节中有关 SENSE 脚连接法的论述。

功能方框图



RESISTOR DIVIDER OPTIONS

DEVICE	R1	R2	UNIT
TPS7301	0	∞	Ω
TPS7325	260	233	kΩ
TPS7330	358	233	kΩ
TPS7333	420	233	kΩ
TPS7348	726	233	kΩ
TPS7350	756	233	kΩ

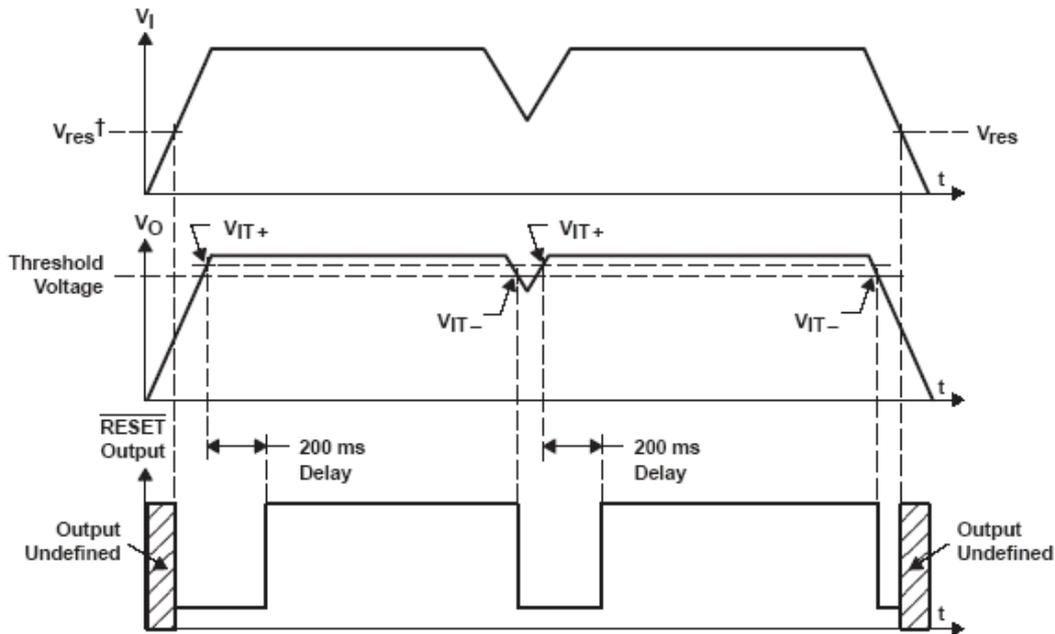
NOTE A. Resistors are nominal values only.

COMPONENT COUNT	
MOS transistors	464
Bilpolar transistors	41
Diodes	4
Capacitors	17
Resistors	76

§ 对于多数应用，SENSE脚应在外部连接到OUT脚，尽可能地靠近器件。其它信息请参考“应用资料”一节中有关SENSE脚连接法的论述。

¶ 开关位置如图所示，EN 脚为低电平（有效）。

时序图



† V_{res} 是有效 *RESET* 要求的最小输入电压。符号 V_{res} 还未列入EIA或JEDE半导体符号体系标准。

在工作温度范围内（自然通风）的极限参数（除非另有说明）‡

输入电压范围§, V_i , <i>RESET</i> , <i>SENSE</i> , <i>EN</i>	—0.3V至11V
输出电流, I_o	·2A
持续总功耗	见额定功耗表1和表2
工作实际结温范围, T_j	—55°C到150°C
贮存温度范围, T_{stg}	—65°C到150°C
引线温度, 距外壳1.6mm (1/16英寸), 10秒	·260°C

‡ 强度超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。这些仅仅是极限参数，并不意味着在极限条件下或在任何其它超出推荐工作条件所示参数的情况下器件能有效工作。延长在极限参数条件下的工作时间会影响器件的可靠性。

§ 所有的电压值均相对于网络端点地（network terminal ground）。

额定功耗表 1——自然通风温度（见图 3）

PACKAGE	$T_A \leq 25^\circ\text{C}$ POWER RATING	DERATING FACTOR ABOVE $T_A = 25^\circ\text{C}$	$T_A = 70^\circ\text{C}$ POWER RATING	$T_A = 125^\circ\text{C}$ POWER RATING
D	725 mW	5.8 mW/°C	464 mW	145 mW
P	1175 mW	9.4 mW/°C	752 mW	235 mW
PWT	700 mW	5.6 mW/°C	448 mW	140 mW

额定功耗表 2——外壳温度（见图 4）

PACKAGE	$T_C \leq 25^\circ\text{C}$ POWER RATING	DERATING FACTOR ABOVE $T_C = 25^\circ\text{C}$	$T_C = 70^\circ\text{C}$ POWER RATING	$T_C = 125^\circ\text{C}$ POWER RATING
D	2188 mW	9.4 mW/°C	1765 mW	1248 mW
P	2738 mW	21.9 mW/°C	1752 mW	548 mW
PWT	4025 mW	32.2 mW/°C	2576 mW	805 mW

† 对于使用TSSOP封装时需考虑的功耗问题, 请参考“热信息”一节。

最大持续功耗与自然通风温度的关系

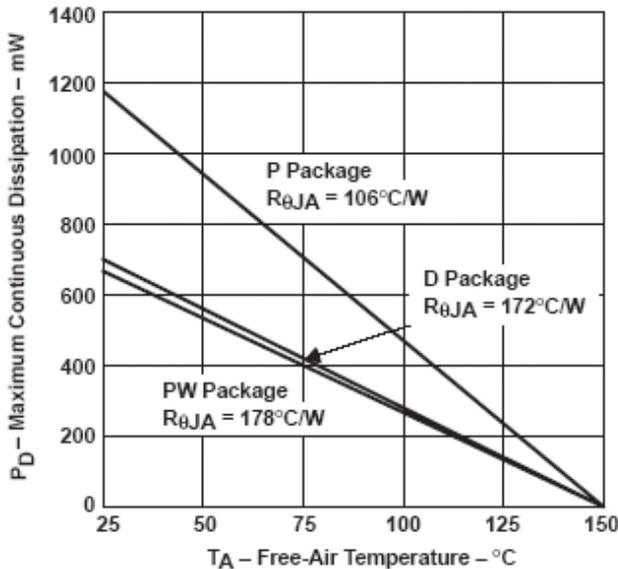


图 3

最大持续功耗与外壳温度的关系

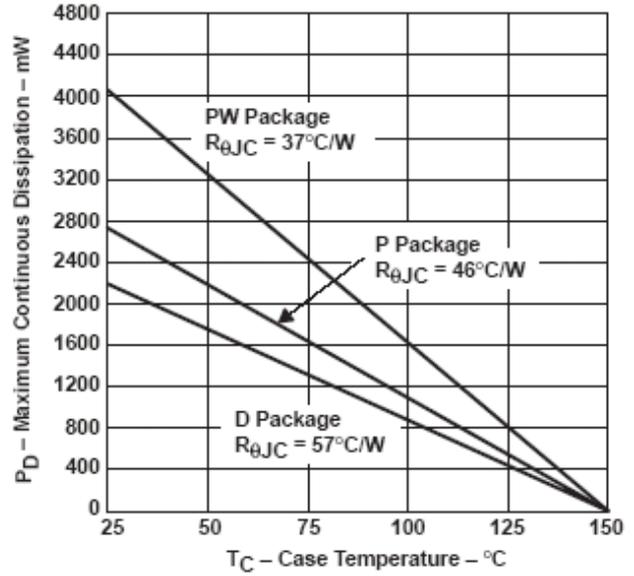


图 4

推荐工作条件

		MIN	MAX	UNIT
Input voltage, V_I †	TPS7301Q	2.47	10	V
	TPS7325Q	3.1	10	
	TPS7330Q	3.5	10	
	TPS7333Q	3.77	10	V
	TPS7348Q	5.2	10	
	TPS7350Q	5.33	10	
High-level input voltage at EN, V_{IH}		2		V
Low-level input voltage at EN, V_{IL}			0.5	V
Output current range, I_O		0	500	mA
Operating virtual junction temperature range, T_J		-40	125	°C

† 推荐工作条件中定义的最小输入电压指规定的最大输出电压加上最大规定负载范围内的下降电压 V_{DO} 。因为下降电压是输出电流的函数, 所以可用范围可扩展到更轻的负载。可用以下公式计算指定应用中最大负载电流情况下的最小输入电压:

$$V_{I(\min)} = V_{O(\max)} + V_{DO(\max \text{ load})}$$

因为 TPS7301 是可编程的, 在应用以上公式之前, 应该用 $r_{DS(on)}$ 来计算 V_{DO} 。用 $r_{DS(on)}$ 计算 V_{DO} 的公式见 TPS7301 电气特性表下的注释 2。最小值 2.97V 适用于 TPS7301 的推荐输入电压范围极限值的下限。

电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ ($\text{CSR}\ddagger=1\ \Omega$), SENSE/FB短接到OUT时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS§	T _J	MIN	TYP	MAX	UNIT
Ground current (active mode)	$\overline{EN} \leq 0.5\ \text{V}$, $0\ \text{mA} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$	$V_I = V_O + 1\ \text{V}$, 25°C		340	400	μA
		-40°C to 125°C			550	
Input current (standby mode)	$EN = V_I$, $2.7\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$	25°C		0.01	0.5	μA
		-40°C to 125°C			2	
Output current limit	$V_O = 0\ \text{V}$, $V_I = 10\ \text{V}$	25°C		1.2	2	A
		-40°C to 125°C			2	
Pass-element leakage current in standby mode	$\overline{EN} = V_I$, $2.7\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$	25°C		0.01	0.5	μA
		-40°C to 125°C			1	
RESET leakage current	Normal operation, V at RESET = 10 V	25°C		0.02	0.5	μA
		-40°C to 125°C			0.5	
Output voltage temperature coefficient		-40°C to 125°C		61	75	ppm/°C
Thermal shutdown junction temperature				165		°C
\overline{EN} logic high (standby mode)	$2.5\ \text{V} \leq V_I \leq 6\ \text{V}$ $6\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$	-40°C to 125°C		2		V
				2.7		
EN logic low (active mode)	$2.7\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$	25°C			0.5	V
		-40°C to 125°C			0.5	
\overline{EN} hysteresis voltage		25°C		50		mV
EN input current	$0\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$	25°C	-0.5	0.001	0.5	μA
		-40°C to 125°C	-0.5		0.5	
Minimum V_I for active pass element		25°C		2.05	2.5	V
		-40°C to 125°C			2.5	
Minimum V_I for valid RESET	$I_O(\text{RESET}) = -300\ \mu\text{A}$	25°C		1	1.5	V
		-40°C to 125°C			1.9	

‡ CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容器的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

§ 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

TPS7301Q的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=3.5\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ (CSR†=1 Ω), FB短接到OUT时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS‡		T _J	MIN	TYP	MAX	UNIT
Reference voltage (measured at FB)			25°C	1.182			V
	2.5 V ≤ V _I ≤ 10 V, See Note 1	5 mA ≤ I _O ≤ 500 mA,	-40°C to 125°C	1.147		1.217	V
Reference voltage temperature coefficient			-40°C to 125°C	61		75	ppm/°C
Pass-element series resistance (See Note 2)	V _I = 2.4 V,	50 μA ≤ I _O ≤ 150 mA	25°C	0.7		1	Ω
			-40°C to 125°C			1	
	V _I = 2.4 V,	150 mA ≤ I _O ≤ 500 mA	25°C	0.83		1.3	
			-40°C to 125°C			1.3	
	V _I = 2.9 V,	50 μA ≤ I _O ≤ 500 mA	25°C	0.52		0.85	
			-40°C to 125°C			0.85	
V _I = 3.9 V,	50 μA ≤ I _O ≤ 500 mA	25°C	0.32				
		-40°C to 125°C					
V _I = 5.9 V,	50 μA ≤ I _O ≤ 500 mA	25°C	0.23				
		-40°C to 125°C					
Input regulation	V _I = 2.5 V to 10 V, See Note 1	50 μA ≤ I _O ≤ 500 mA,	25°C	3		18	mV
			-40°C to 125°C			25	
Output regulation	2.5 V ≤ V _I ≤ 10 V, See Note 1	I _O = 5 mA to 500 mA,	25°C	5		14	mV
			-40°C to 125°C			25	
	2.5 V ≤ V _I ≤ 10 V, See Note 1	I _O = 50 μA to 500 mA,	25°C	7		22	mV
			-40°C to 125°C			54	
Ripple rejection	f = 120 Hz	I _O = 50 μA	25°C	48		59	dB
			-40°C to 125°C			44	
		I _O = 500 mA, See Note 1	25°C	45		54	
			-40°C to 125°C			44	
Output noise-spectral density	f = 120 Hz		25°C	2			μV/√Hz
Output noise voltage	10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz	C _O = 4.7 μF	25°C			95	μVrms
		C _O = 10 μF	25°C			89	
		C _O = 100 μF	25°C			74	
RESET trip-threshold voltage§	V _{O(FB)} decreasing		-40°C to 125°C	1.101		1.145	V
RESET hysteresis voltage§	Measured at V _{O(FB)}		25°C		12		mV
RESET output low voltage§	V _I = 2.13 V,	I _O (RESET) = 400 μA	25°C	0.1		0.4	V
			-40°C to 125°C			0.4	
FB input current			25°C	-10	0.1	10	nA
			-40°C to 125°C	-20		20	

† CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到C_O端的PWB连线电阻。

‡ 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

§ 用闭环配置可将输出电压编程为2.5V (见“应用资料”)。

注:

1. 当V_I<2.9V, 同时I_O>150mA时, 通路元件r_{DS(on)}上升到某值 (见图33), 此时所得的下降电压使稳压器不能保持规定的容限范围。
2. 要计算下降电压, 可用公式: $V_{DO}=I_O \cdot r_{DS(on)}$

r_{DS(on)}是输出电流与输入电压的函数。此参数表列出了V_I=2.4 V, 2.9 V, 3.9 V与5.9 V时的r_{DS(on)}, 它们分别与2.5 V, 3 V, 4 V, 6 V编程输出电压的下降情况对应。其它可编程值, 请参考图33。

TPS7325Q的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=3.5\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=10\mu\text{F}$ ($\text{CSR}\dagger=1\Omega$), SENSE短接到OUT时)
 (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS‡		T _J	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage			25°C	2.45	2.5	2.55	V
	3.5 V ≤ V _I ≤ 10 V, 5 mA ≤ I _O ≤ 500 mA		-40°C to 125°C	2.425		2.575	
Dropout voltage§	I _O = 10 mA, V _I = 2.97 V		25°C	5			mV
			-40°C to 125°C	14			
	I _O = 100 mA, V _I = 2.97 V		25°C	50		80	
			-40°C to 125°C	150			
	I _O = 500 mA, V _I = 2.97 V		25°C	270		400	
			-40°C to 125°C	600			
Pass-element series resistance§	(2.97 V - V _O)/I _O , I _O = 500 mA	V _I = 2.97 V,	25°C	0.5		0.7	Ω
			-40°C to 125°C	1.4			
Input regulation	V _I = 3.5 V to 10 V, 50 μA ≤ I _O ≤ 500 mA		25°C	6		20	mV
			-40°C to 125°C	25			
Output regulation	I _O = 5 mA to 500 mA, 3.5 V ≤ V _I ≤ 10 V		25°C	20		32	mV
			-40°C to 125°C	50			
	I _O = 50 μA to 500 mA, 3.5 V ≤ V _I ≤ 10 V		25°C	28		60	mV
			-40°C to 125°C	100			
Ripple rejection	f = 120 Hz	I _O = 50 μA	25°C	50		53	dB
			-40°C to 125°C	49			
		I _O = 500 mA	25°C	49		53	
			-40°C to 125°C	32			
Output noise-spectral density	f = 120 Hz		25°C	2		μV/√Hz	
Output noise voltage	10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz	C _O = 4.7 μF	25°C	274		μVrms	
		C _O = 10 μF	25°C	228			
		C _O = 100 μF	25°C	159			
RESET trip-threshold voltage	V _O decreasing		-40°C to 125°C	2.23	2.32	2.39	V
RESET output low voltage	V _I = 2.1 V, I _O (RESET) = -0.8 mA		25°C	0.14		0.4	V
			-40°C to 125°C	0.4			

† CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到C_O端的PWB连线电阻。

‡ 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

§ 下降测试与通路元件的串联电阻测试不是生产测试。测试方法要求SENSE端从输出电压端断开。

TPS7330Q 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=4\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ (CSR $\dagger=1\ \Omega$), SENSE 短接到 OUT 时)
 (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS \ddagger		T _J	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage			25°C	3			V
	$4\text{ V} \leq V_I \leq 10\text{ V}$,	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 500\text{ mA}$	-40°C to 125°C	2.94	3.06		
Dropout voltage	$I_O = 10\text{ mA}$,	$V_I = 2.94\text{ V}$	25°C	5.2		7	mV
			-40°C to 125°C			10	
	$I_O = 100\text{ mA}$,	$V_I = 2.94\text{ V}$	25°C	52		75	
			-40°C to 125°C			100	
	$I_O = 500\text{ mA}$,	$V_I = 2.94\text{ V}$	25°C	267		450	
			-40°C to 125°C			500	
Pass-element series resistance	$(2.94\text{ V} - V_O)/I_O$,	$V_I = 2.94\text{ V}$,	25°C	0.5		0.7	Ω
			$I_O = 500\text{ mA}$	-40°C to 125°C			
Input regulation	$V_I = 4\text{ V to }10\text{ V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\text{ mA}$	25°C	6		23	mV
			-40°C to 125°C			29	
Output regulation	$I_O = 5\text{ mA to }500\text{ mA}$,	$4\text{ V} \leq V_I \leq 10\text{ V}$	25°C	20		32	mV
			-40°C to 125°C			60	
	$I_O = 50\ \mu\text{A to }500\text{ mA}$,	$4\text{ V} \leq V_I \leq 10\text{ V}$	25°C	28		60	mV
			-40°C to 125°C			120	
Ripple rejection	$f = 120\text{ Hz}$	$I_O = 50\ \mu\text{A}$	25°C	43		53	dB
			-40°C to 125°C			40	
		$I_O = 500\text{ mA}$	25°C	39		53	
			-40°C to 125°C			36	
Output noise-spectral density	$f = 120\text{ Hz}$		25°C	2		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$	
Output noise voltage	$10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$	$C_O = 4.7\ \mu\text{F}$	25°C	274		μV_{rms}	
		$C_O = 10\ \mu\text{F}$	25°C	228			
		$C_O = 100\ \mu\text{F}$	25°C	159			
RESET trip-threshold voltage	V_O decreasing		-40°C to 125°C	2.58	2.64	2.7	V
RESET output low voltage	$V_I = 2.6\text{ V}$,	$I_O(\text{RESET}) = -0.8\text{ mA}$	25°C	0.14		0.4	V
			-40°C to 125°C			0.4	

\dagger CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

\ddagger 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

TPS7333Q 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=4.3\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\mu\text{F}$ ($\text{CSR}^\dagger=1\Omega$), SENSE 短接到 OUT 时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS [‡]	T _J	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage		25°C		3.3		V
	$4.3\text{V} \leq V_I \leq 10\text{V}$, $5\text{mA} \leq I_O \leq 500\text{mA}$	-40°C to 125°C	3.23		3.37	
Dropout voltage	$I_O = 10\text{mA}$, $V_I = 3.23\text{V}$	25°C		4.5	7	mV
		-40°C to 125°C			8	
	$I_O = 100\text{mA}$, $V_I = 3.23\text{V}$	25°C		44	60	
		-40°C to 125°C			80	
	$I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 3.23\text{V}$	25°C		235	300	
		-40°C to 125°C			400	
Pass-element series resistance	$(3.23\text{V} - V_O)/I_O$, $V_I = 3.23\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	25°C		0.44	0.6	Ω
		-40°C to 125°C			0.8	
Input regulation	$V_I = 4.3\text{V}$ to 10 V, $50\mu\text{A} \leq I_O \leq 500\text{mA}$	25°C		6	23	mV
		-40°C to 125°C			29	
Output regulation	$I_O = 5\text{mA}$ to 500 mA, $4.3\text{V} \leq V_I \leq 10\text{V}$	25°C		21	38	mV
		-40°C to 125°C			75	
	$I_O = 50\mu\text{A}$ to 500 mA, $4.3\text{V} \leq V_I \leq 10\text{V}$	25°C		31	60	mV
		-40°C to 125°C			120	
Ripple rejection	$f = 120\text{Hz}$	$I_O = 50\mu\text{A}$	25°C	43	51	dB
			-40°C to 125°C		40	
		$I_O = 500\text{mA}$	25°C	39	49	
			-40°C to 125°C		36	
Output noise-spectral density	$f = 120\text{Hz}$	25°C		2		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$
Output noise voltage	$10\text{Hz} \leq f \leq 100\text{kHz}$	$C_O = 4.7\mu\text{F}$	25°C		274	μV_{rms}
		$C_O = 10\mu\text{F}$	25°C		228	
		$C_O = 100\mu\text{F}$	25°C		159	
RESET trip-threshold voltage	V_O decreasing	-40°C to 125°C	2.868			V
RESET hysteresis voltage		25°C		18		mV
RESET output low voltage	$V_I = 2.8\text{V}$, $I_O(\text{RESET}) = -1\text{mA}$	25°C		0.17	0.4	V
		-40°C to 125°C			0.4	

† CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

‡ 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

TPS7348Q 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=5.85\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ ($\text{CSR}^\dagger=1\ \Omega$), SENSE 短接到 OUT 时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS [‡]		T _J	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage			25°C		4.85		V
	5.85 V ≤ V _I ≤ 10 V, 5 mA ≤ I _O ≤ 500 mA		-40°C to 125°C	4.75		4.95	
Dropout voltage	I _O = 10 mA, V _I = 4.75 V		25°C		2.9	6	mV
			-40°C to 125°C			8	
	I _O = 100 mA, V _I = 4.75 V		25°C		28	37	
			-40°C to 125°C			54	
	I _O = 500 mA, V _I = 4.75 V		25°C		150	180	
			-40°C to 125°C			250	
Pass-element series resistance	(4.75 V - V _O)/I _O , V _I = 4.75 V, I _O = 500 mA		25°C		0.28	0.37	Ω
			-40°C to 125°C			0.52	
Input regulation	V _I = 5.85 V to 10 V, 50 μA ≤ I _O ≤ 500 mA		25°C		9	35	mV
			-40°C to 125°C			37	
Output regulation	I _O = 5 mA to 500 mA, 5.85 V ≤ V _I ≤ 10 V		25°C		28	42	mV
			-40°C to 125°C			80	
	I _O = 50 μA to 500 mA, 5.85 V ≤ V _I ≤ 10 V		25°C		42	65	mV
			-40°C to 125°C			130	
Ripple rejection	f = 120 Hz	I _O = 50 μA	25°C		42	53	dB
			-40°C to 125°C			39	
		I _O = 500 mA	25°C		39	50	
			-40°C to 125°C			35	
Output noise-spectral density	f = 120 Hz		25°C		2	μV/√Hz	
Output noise voltage	10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz	C _O = 4.7 μF	25°C		410	μVrms	
		C _O = 10 μF	25°C		328		
		C _O = 100 μF	25°C		212		
RESET trip-threshold voltage	V _O decreasing		-40°C to 125°C		4.5	4.7	V
RESET hysteresis voltage			25°C		26		mV
RESET output low voltage	I _O (RESET) = -1.2 mA, V _I = 4.12 V		25°C		0.2	0.4	V
			-40°C to 125°C			0.4	

† CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

‡ 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

TPS7350Q 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=6\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ (CSR†=1 Ω), SENSE 短接到 OUT 时)
 (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS‡		T _J	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage			25°C	5			V
	$6\text{ V} \leq V_I \leq 10\text{ V}$,	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 500\text{ mA}$	-40°C to 125°C	4.9		5.1	
Dropout voltage	$I_O = 10\text{ mA}$,	$V_I = 4.88\text{ V}$	25°C	2.9		6	mV
			-40°C to 125°C			8	
	$I_O = 100\text{ mA}$,	$V_I = 4.88\text{ V}$	25°C		27	35	
			-40°C to 125°C			50	
	$I_O = 500\text{ mA}$,	$V_I = 4.88\text{ V}$	25°C		146	170	
			-40°C to 125°C			230	
Pass-element series resistance	$(4.88\text{ V} - V_O)/I_O$, $I_O = 500\text{ mA}$	$V_I = 4.88\text{ V}$,	25°C	0.27		0.35	Ω
			-40°C to 125°C			0.5	
Input regulation	$V_I = 6\text{ V to } 10\text{ V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\text{ mA}$	25°C	4		25	mV
			-40°C to 125°C			45	
Output regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 500\text{ mA}$,	$6\text{ V} \leq V_I \leq 10\text{ V}$	25°C	30		45	mV
			-40°C to 125°C			86	
	$I_O = 50\ \mu\text{A to } 500\text{ mA}$,	$6\text{ V} \leq V_I \leq 10\text{ V}$	25°C	45		65	mV
			-40°C to 125°C			140	
Ripple rejection	$f = 120\text{ Hz}$	$I_O = 50\ \mu\text{A}$	25°C	43		53	dB
			-40°C to 125°C			38	
		$I_O = 500\text{ mA}$	25°C	41		51	
			-40°C to 125°C			36	
Output noise-spectral density	$f = 120\text{ Hz}$		25°C	2		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$	
Output noise voltage	$10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$	$C_O = 4.7\ \mu\text{F}$	25°C	430		μV_{rms}	
		$C_O = 10\ \mu\text{F}$	25°C	345			
		$C_O = 100\ \mu\text{F}$	25°C	220			
RESET trip-threshold voltage	V_O decreasing		-40°C to 125°C	4.55		4.75	V
RESET hysteresis voltage			25°C	28			mV
RESET output low voltage	$I_O(\text{RESET}) = -1.2\text{ mA}$, $V_I = 4.25\text{ V}$		25°C	0.15		0.4	V
			-40°C to 125°C			0.4	

† CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

‡ 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

开关特性

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T _J	TPS7301Q, TPS7333Q TPS7348Q, TPS7350Q			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
RESET time-out delay	See Figure 5	25°C	140	200	260	ms
		-40°C to 125°C	100		300	

电气特性 (I_O=10mA, \overline{EN} =0V, C_O=4.7 μF(CSR†=1 Ω), T_J=25°C, SENSE/FB 短接到 OUT 时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS‡	TPS7301Y, TPS7333Y TPS7348Y, TPS7350Y			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
Ground current (active mode)	$\overline{EN} \leq 0.5 \text{ V}$, 0 mA ≤ I _O ≤ 500 mA		340		μA
Input current (standby mode)	$\overline{EN} = V_I$, 2.7 V ≤ V _I ≤ 10 V		0.01		μA
Output current limit	V _O = 0 V, V _I = 10 V		1.2		A
Pass-element leakage current in standby mode	$\overline{EN} = V_I$, 2.7 V ≤ V _I ≤ 10 V		0.01		μA
RESET leakage current	Normal operation, V at RESET = 10 V		0.02		μA
Thermal shutdown junction temperature			165		°C
\overline{EN} logic low (active mode)	2.7 V ≤ V _I ≤ 10 V			0.5	V
\overline{EN} hysteresis voltage			50		mV
\overline{EN} input current	0 V ≤ V _I ≤ 10 V		0.001		μA
Minimum V _I for active pass element			2.05		V
Minimum V _I for valid RESET	I _O (RESET) = -300 μA		1		V

† CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

‡ 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

TPS7301Y 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=3.5\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ ($\text{CSR}^\dagger=1\ \Omega$), $T_J=25^\circ\text{C}$, FB 短接到 OUT 时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS [‡]		MIN	TYP	MAX	UNIT
Reference voltage (measured at FB)				1.182		V
Pass-element series resistance (See Note 2)	$V_I = 2.4\ \text{V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 150\ \text{mA}$		0.7		Ω
	$V_I = 2.4\ \text{V}$,	$150\ \text{mA} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$		0.83		
	$V_I = 2.9\ \text{V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$		0.52		
	$V_I = 3.9\ \text{V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$		0.32		
	$V_I = 5.9\ \text{V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$		0.23		
Input regulation	$V_I = 2.5\ \text{V to } 10\ \text{V}$, See Note 1	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$,		3		mV
Output regulation	$2.5\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$, See Note 1	$I_O = 5\ \text{mA to } 500\ \text{mA}$,		5		mV
	$2.5\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$, See Note 1	$I_O = 50\ \mu\text{A to } 500\ \text{mA}$,		7		mV
Ripple rejection	$f = 120\ \text{Hz}$	$I_O = 50\ \mu\text{A}$		59		dB
		$I_O = 500\ \text{mA}$, See Note 1		54		
Output noise-spectral density	$f = 120\ \text{Hz}$			2		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$
Output noise voltage	$10\ \text{Hz} \leq f \leq 100\ \text{kHz}$	$C_O = 4.7\ \mu\text{F}$		95		μV_{rms}
		$C_O = 10\ \mu\text{F}$		89		
		$C_O = 100\ \mu\text{F}$		74		
$\overline{\text{RESET}}$ hysteresis voltage [§]	Measured at $V_O(\text{FB})$			12		mV
$\overline{\text{RESET}}$ output low voltage [§]	$V_I = 2.13\ \text{V}$,	$I_O(\text{RESET}) = 400\ \mu\text{A}$		0.1		V
FB input current				0.1		nA

[†] CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

[‡] 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

[§] 用闭环配置可将输出电压编程为 2.5V (见“应用资料”)。

注:

1. 当 $V_I < 2.9\text{V}$, 同时 $I_O > 150\text{mA}$ 时, 通路元件 $r_{\text{DS(on)}}$ 上升到某值 (见图 33), 此时所得的下降电压将使稳压器不能保持规定的容限范围。
2. 要计算下降电压, 可用公式: $V_{\text{DO}} = I_O \cdot r_{\text{DS(on)}}$

$r_{\text{DS(on)}}$ 是输出电流与输入电压的函数。此参数表列出了 $V_I=2.4\ \text{V}$, $2.9\ \text{V}$, $3.9\ \text{V}$ 与 $5.9\ \text{V}$ 时的 $r_{\text{DS(on)}}$, 它们分别与 $2.5\ \text{V}$, $3\ \text{V}$, $4\ \text{V}$, $6\ \text{V}$ 编程输出电压的下降情况对应。其它可编程值, 请参考图 33。

TPS7325Y 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=3.5\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=10\ \mu\text{F}$ ($\text{CSR}^\dagger=1\ \Omega$), $T_J=25^\circ\text{C}$, SENSE 短接到 OUT 时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS [‡]	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage			2.5		V
Dropout voltage [§]	$I_O = 10\ \text{mA}$, $V_I = 2.97\ \text{V}$		5		mV
	$I_O = 100\ \text{mA}$, $V_I = 2.97\ \text{V}$		50		
	$I_O = 500\ \text{mA}$, $V_I = 2.97\ \text{V}$		270		
Pass-element series resistance [§]	$(2.97\ \text{V} - V_O)/I_O$, $V_I = 2.97\ \text{V}$, $I_O = 500\ \text{mA}$		0.5		Ω
Input regulation	$V_I = 3.5\ \text{V to } 10\ \text{V}$, $50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$		6		mV
Output regulation	$I_O = 5\ \text{mA to } 500\ \text{mA}$, $3.5\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		20		mV
	$I_O = 50\ \mu\text{A to } 500\ \text{mA}$, $3.5\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		28		mV
Ripple rejection	$f = 120\ \text{Hz}$	$I_O = 50\ \mu\text{A}$		53	dB
		$I_O = 500\ \text{mA}$		53	
Output noise-spectral density	$f = 120\ \text{Hz}$		2		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$
Output noise voltage	$10\ \text{Hz} \leq f \leq 100\ \text{kHz}$	$C_O = 4.7\ \mu\text{F}$		274	μV_{rms}
		$C_O = 10\ \mu\text{F}$		228	
		$C_O = 100\ \mu\text{F}$		159	
RESET output low voltage	$V_I = 2.1\ \text{V}$, $I_O(\text{RESET}) = -0.8\ \text{mA}$		0.14		V

[†] CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

[‡] 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

[§] 下降测试与通路元件的串联电阻测试不是生产测试。测试方法要求 SENSE 端从输出电压端断开。

TPS7330Y 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=4\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ ($\text{CSR}\dagger=1\ \Omega$), $T_J=25^\circ\text{C}$, SENSE 短接到 OUT 时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS‡		MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage				3		V
Dropout voltage	$I_O = 10\ \text{mA}$,	$V_I = 2.94\ \text{V}$		5.2		mV
	$I_O = 100\ \text{mA}$,	$V_I = 2.94\ \text{V}$		52		
	$I_O = 500\ \text{mA}$,	$V_I = 2.94\ \text{V}$		267		
Pass-element series resistance	$(2.94\ \text{V} - V_O)/I_O$, $I_O = 500\ \text{mA}$	$V_I = 2.94\ \text{V}$,		0.5		Ω
Input regulation	$V_I = 4\ \text{V to } 10\ \text{V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$		6		mV
Output regulation	$I_O = 5\ \text{mA to } 500\ \text{mA}$,	$4\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		20		mV
	$I_O = 50\ \mu\text{A to } 500\ \text{mA}$,	$4\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		28		mV
Ripple rejection	$f = 120\ \text{Hz}$	$I_O = 50\ \mu\text{A}$		53		dB
		$I_O = 500\ \text{mA}$		53		
Output noise-spectral density	$f = 120\ \text{Hz}$			2		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$
Output noise voltage	$10\ \text{Hz} \leq f \leq 100\ \text{kHz}$	$C_O = 4.7\ \mu\text{F}$		274		μV_{rms}
		$C_O = 10\ \mu\text{F}$		228		
		$C_O = 100\ \mu\text{F}$		159		
RESET output low voltage	$V_I = 2.6\ \text{V}$,	$I_O(\text{RESET}) = -0.8\ \text{mA}$		0.14		V

† CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

‡ 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

TPS7333Y 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=4.3\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ ($\text{CSR}\dagger=1\ \Omega$), $T_J=25^\circ\text{C}$, SENSE 短接到 OUT 时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS‡		MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage				3.3		V
Dropout voltage	$I_O = 10\ \text{mA}$,	$V_I = 3.23\ \text{V}$		4.5		mV
	$I_O = 100\ \text{mA}$,	$V_I = 3.23\ \text{V}$		44		
	$I_O = 500\ \text{mA}$,	$V_I = 3.23\ \text{V}$		235		
Pass-element series resistance	$(3.23\ \text{V} - V_O)/I_O$, $I_O = 500\ \text{mA}$	$V_I = 3.23\ \text{V}$,		0.44		Ω
Input regulation	$V_I = 4.3\ \text{V to } 10\ \text{V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$		6		mV
Output regulation	$I_O = 5\ \text{mA to } 500\ \text{mA}$,	$4.3\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		21		mV
	$I_O = 50\ \mu\text{A to } 500\ \text{mA}$,	$4.3\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		31		mV
Ripple rejection	$f = 120\ \text{Hz}$	$I_O = 50\ \mu\text{A}$		51		dB
		$I_O = 500\ \text{mA}$		49		
Output noise-spectral density	$f = 120\ \text{Hz}$			2		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$
Output noise voltage	$10\ \text{Hz} \leq f \leq 100\ \text{kHz}$	$C_O = 4.7\ \mu\text{F}$		274		μV_{rms}
		$C_O = 10\ \mu\text{F}$		228		
		$C_O = 100\ \mu\text{F}$		159		
RESET hysteresis voltage				18		mV
RESET output low voltage	$V_I = 2.8\ \text{V}$,	$I_O(\text{RESET}) = -1\ \text{mA}$		0.17		V

† CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

‡ 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

TPS7348Y 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=5.85\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ ($\text{CSR}^\dagger=1\ \Omega$), $T_J=25^\circ\text{C}$, SENSE 短接到 OUT 时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS [‡]		MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage				4.85		V
Dropout voltage	$I_O = 10\ \text{mA}$,	$V_I = 4.75\ \text{V}$		2.9		mV
	$I_O = 100\ \text{mA}$,	$V_I = 4.75\ \text{V}$		28		
	$I_O = 500\ \text{mA}$,	$V_I = 4.75\ \text{V}$		150		
Pass-element series resistance	$(4.75\ \text{V} - V_O)/I_O$, $I_O = 500\ \text{mA}$	$V_I = 4.75\ \text{V}$,		0.28		Ω
Input regulation	$V_I = 5.85\ \text{V}$ to $10\ \text{V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$		9		mV
Output regulation	$I_O = 5\ \text{mA}$ to $500\ \text{mA}$,	$5.85\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		28		mV
	$I_O = 50\ \mu\text{A}$ to $500\ \text{mA}$,	$5.85\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		42		mV
Ripple rejection	$f = 120\ \text{Hz}$	$I_O = 50\ \mu\text{A}$		53		dB
		$I_O = 500\ \text{mA}$		50		
Output noise-spectral density	$f = 120\ \text{Hz}$			2		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$
Output noise voltage	$10\ \text{Hz} \leq f \leq 100\ \text{kHz}$	$C_O = 4.7\ \mu\text{F}$		410		μV_{rms}
		$C_O = 10\ \mu\text{F}$		328		
		$C_O = 100\ \mu\text{F}$		212		
RESET hysteresis voltage				26		mV
RESET output low voltage	$I_O(\text{RESET}) = -1.2\ \text{mA}$, $V_I = 4.12\ \text{V}$			0.2		V

[†] CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

[‡] 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

TPS7350Y 的电气特性 ($I_O=10\text{mA}$, $V_I=6\text{V}$, $\overline{EN}=0\text{V}$, $C_O=4.7\ \mu\text{F}$ ($\text{CSR}^\dagger=1\ \Omega$), $T_J=25^\circ\text{C}$, SENSE 短接到 OUT 时) (除非另有说明)

PARAMETER	TEST CONDITIONS [‡]		MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage				5		V
Dropout voltage	$I_O = 10\ \text{mA}$,	$V_I = 4.88\ \text{V}$		2.9	6	mV
	$I_O = 100\ \text{mA}$,	$V_I = 4.88\ \text{V}$		27	35	
	$I_O = 500\ \text{mA}$,	$V_I = 4.88\ \text{V}$		146	170	
Pass-element series resistance	$(4.88\ \text{V} - V_O)/I_O$, $I_O = 500\ \text{mA}$	$V_I = 4.88\ \text{V}$,		0.27	0.35	Ω
Input regulation	$V_I = 6\ \text{V}$ to $10\ \text{V}$,	$50\ \mu\text{A} \leq I_O \leq 500\ \text{mA}$		4	25	mV
Output regulation	$I_O = 5\ \text{mA}$ to $500\ \text{mA}$,	$6\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		28	75	mV
	$I_O = 50\ \mu\text{A}$ to $500\ \text{mA}$,	$6\ \text{V} \leq V_I \leq 10\ \text{V}$		41		
Ripple rejection	$f = 120\ \text{Hz}$	$I_O = 50\ \mu\text{A}$		53		dB
		$I_O = 500\ \text{mA}$		51		
Output noise-spectral density	$f = 120\ \text{Hz}$			2		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$
Output noise voltage	$10\ \text{Hz} \leq f \leq 100\ \text{kHz}$	$C_O = 4.7\ \mu\text{F}$		430		μV_{rms}
		$C_O = 10\ \mu\text{F}$		345		
		$C_O = 100\ \mu\text{F}$		220		
RESET hysteresis voltage				28		mV
RESET output low voltage	$I_O(\text{RESET}) = -1.2\ \text{mA}$, $V_I = 4.25\ \text{V}$			0.15	0.4	V

[†] CSR (补偿串联电阻) 指串联电阻的总阻值, 包括电容的等效串联电阻 (ESR)、任何外部串联电阻与接到 C_O 端的 PWB 连线电阻。

[‡] 采用脉冲测试技术来使实际结温尽可能地接近周围环境温度; 必须单独考虑热效应。

参数测试资料

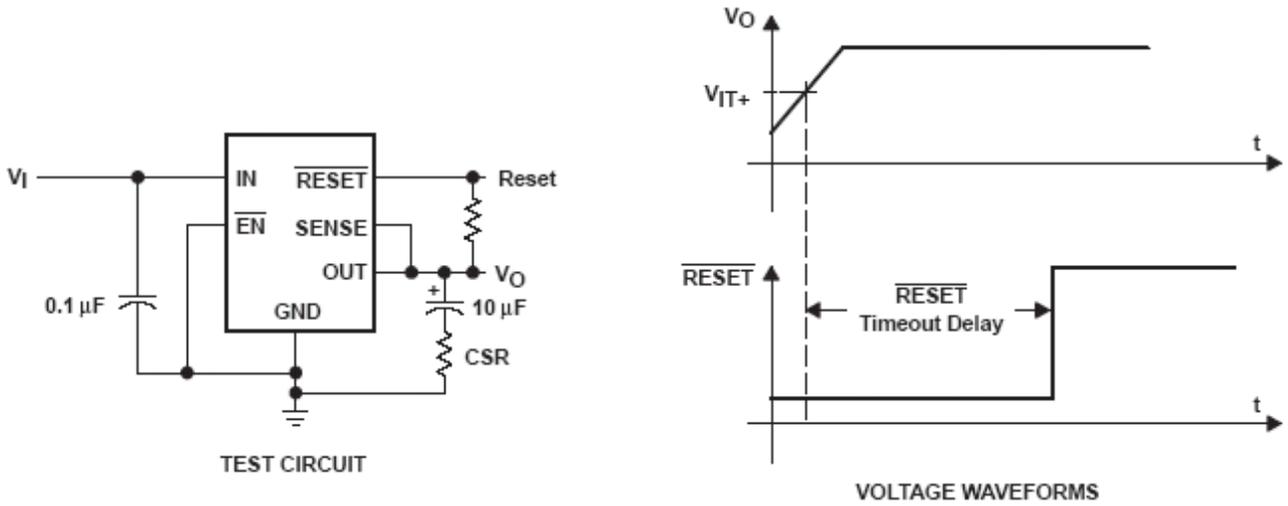
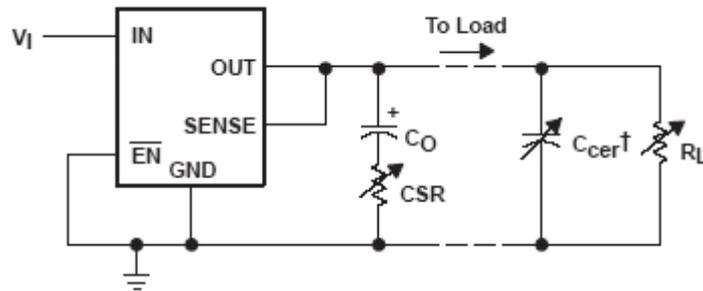


图 5 测试电路与电压波形



† 陶瓷电容

图 6 典型稳定区域的测试电路（参照图 29 至图 32）

典型特性曲线

典型特性图列表

I_Q	Quiescent current		vs Output current	7
			vs Input voltage	8
I_Q	Quiescent current	TPS7348	vs Free-air temperature	9
I_Q	Quiescent current	TPS7325	vs Input voltage	10
			vs Free-air temperature	11
V_{DO}	Dropout voltage		vs Output current	12
ΔV_{DO}	Change in dropout voltage		vs Free-air temperature	13
V_{DO}	Dropout voltage	TPS7301	vs Output current	14
ΔV_O	Change in output voltage		vs Free-air temperature	15
V_O	Output voltage		vs Input voltage	16
V_O	Output voltage	TPS7325	vs Input voltage	17
	Line regulation			18
V_O	Output voltage	TPS7301	vs Output current	19
		TPS7325	vs Output current	20
		TPS7330	vs Output current	21
		TPS7333	vs Output current	22
		TPS7348	vs Output current	23
		TPS7350	vs Output current	24
	Output voltage response from enable (\overline{EN})			25
	Load transient response	TPS7301 or TPS7333		26
		TPS7325		27
		TPS7348 or TPS7350		28
		TPS7301		29
		TPS7333		30
		TPS7348 or TPS7350		31
	Ripple rejection		vs Frequency	32
	Output spectral noise density		vs Frequency	33
	Compensation series resistance (CSR)	$C_O = 4.7 \mu F$	vs Output current	34
			vs Added ceramic capacitance	35
		$C_O = 10 \mu F$	vs Output current	36
			vs Added ceramic capacitance	37
$r_{DS(on)}$	Pass-element resistance		vs Input voltage	38
V_I	Minimum input voltage for valid \overline{RESET}		vs Free-air temperature	39
V_{IT-}	Negative-going reset threshold		vs Free-air temperature	40
$I_{OL(RESET)}$	\overline{RESET} output current		vs Input voltage	41
t_d	Reset time delay		vs Free-air temperature	42
t_d	Distribution for reset delay			43

静态电流与输出电流的关系

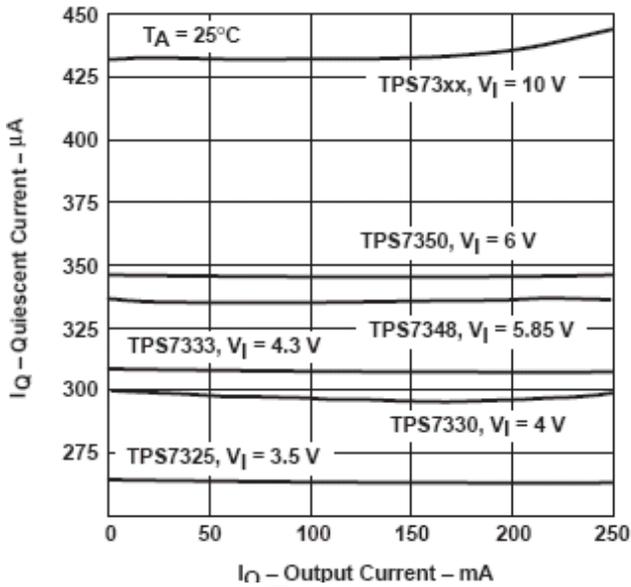


图 7

静态电流与输入电压的关系

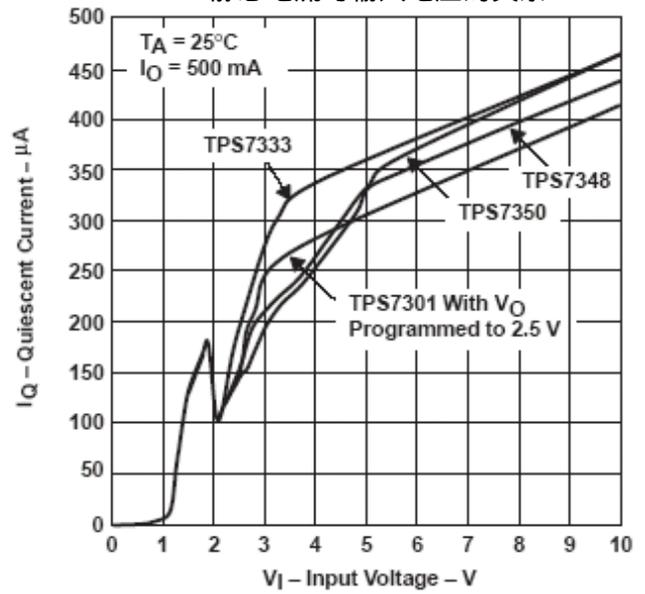


图 8

TPS7348 的静态电流与自然通风温度的关系

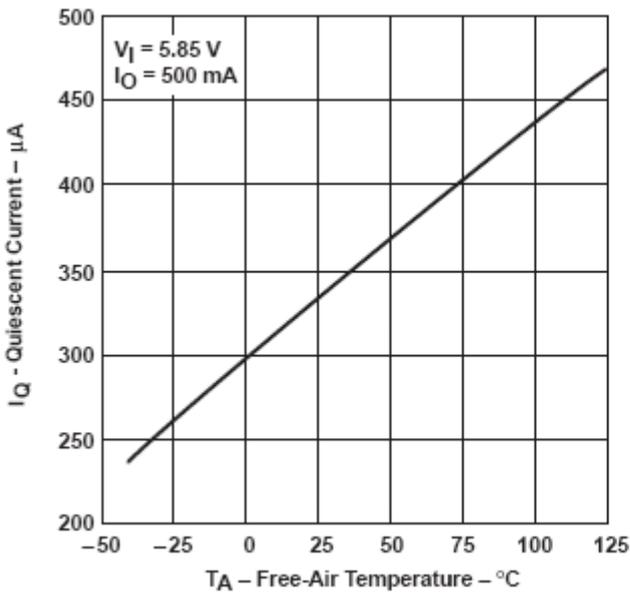


图 9

TPS7325 的静态电流与输入电压的关系

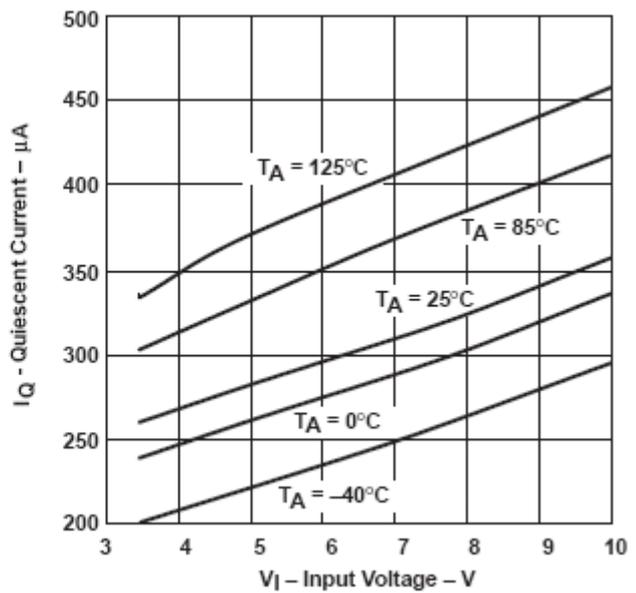


图 10

TPS7325 的静态电流与自然通风温度的关系

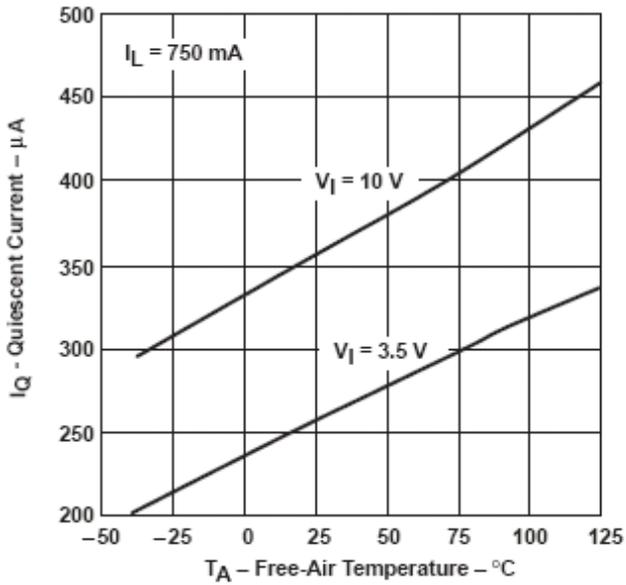


图 11

下降电压与输出电流的关系

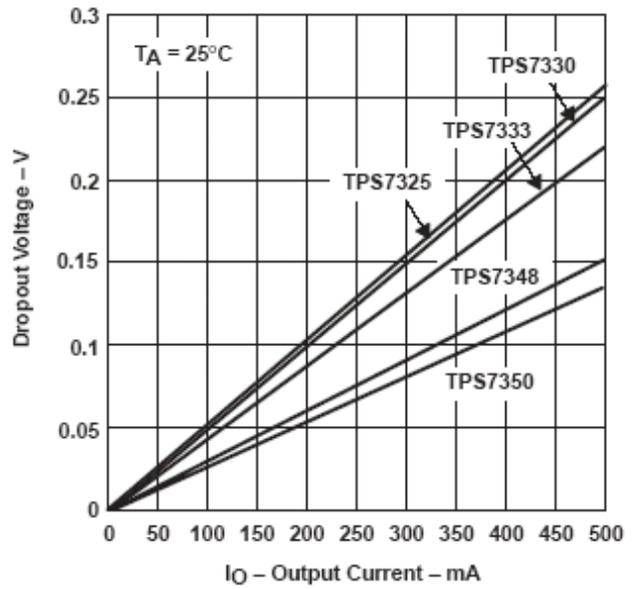


图 12

下降电压的变化量与自然通风温度的关系

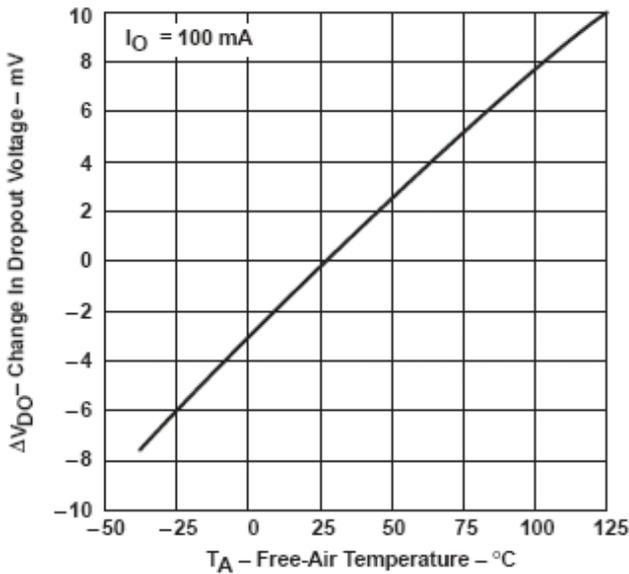


图 13

TPS7301 的下降电压与输出电流的关系

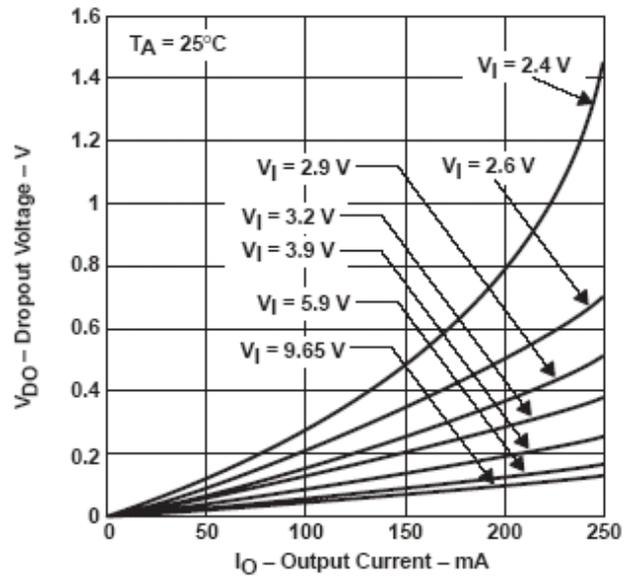


图 14

输出电压的变化量与自然通风温度的关系

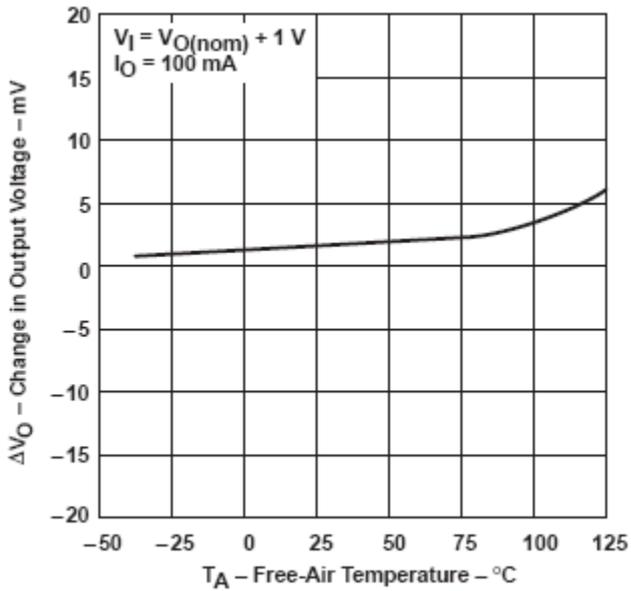


图 15

输出电压与输入电压的关系

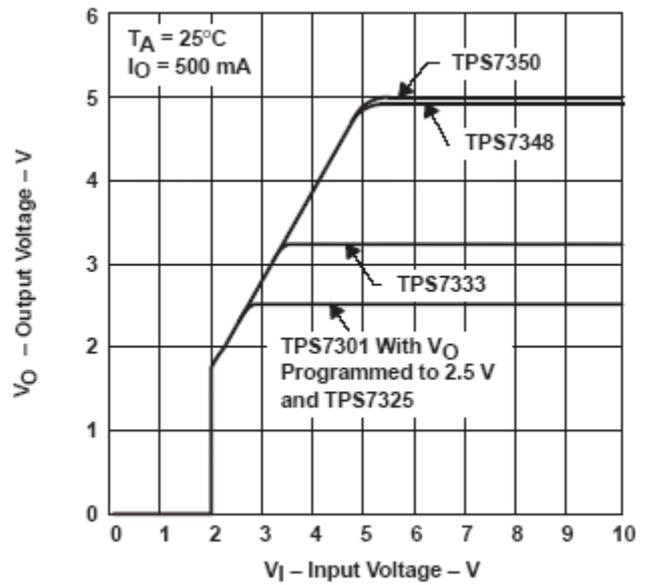


图 16

TPS7325 的输出电压与输入电压的关系

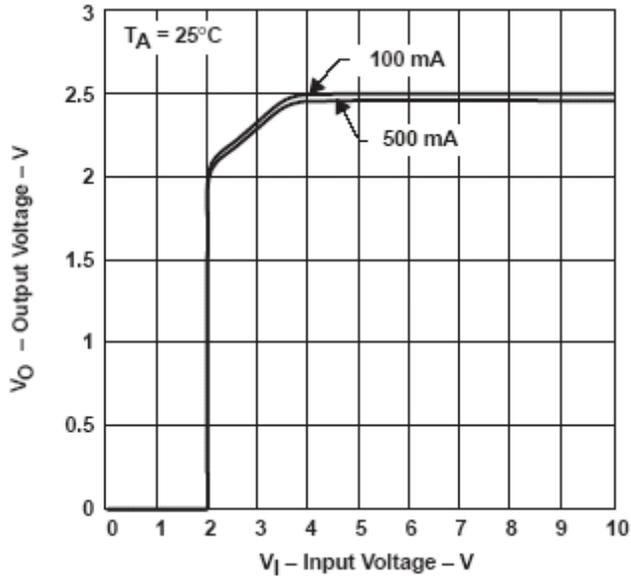


图 17

电源调节

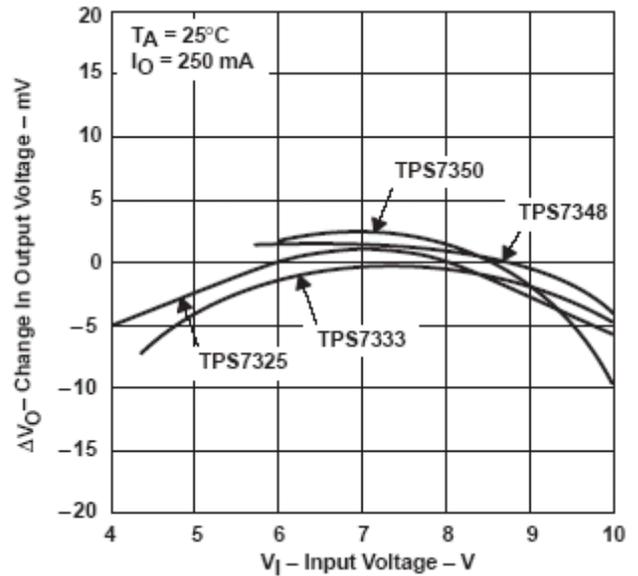


图 18

TPS7301 的输出电压与输出电流的关系

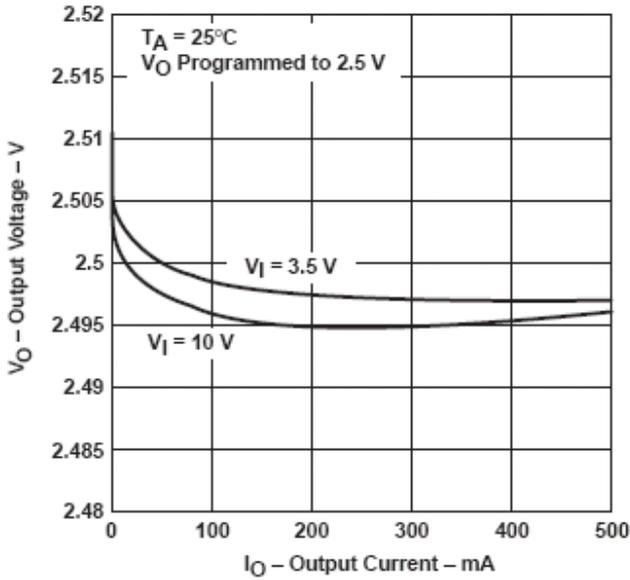


图 19

TPS7325 的输出电压与输出电流的关系

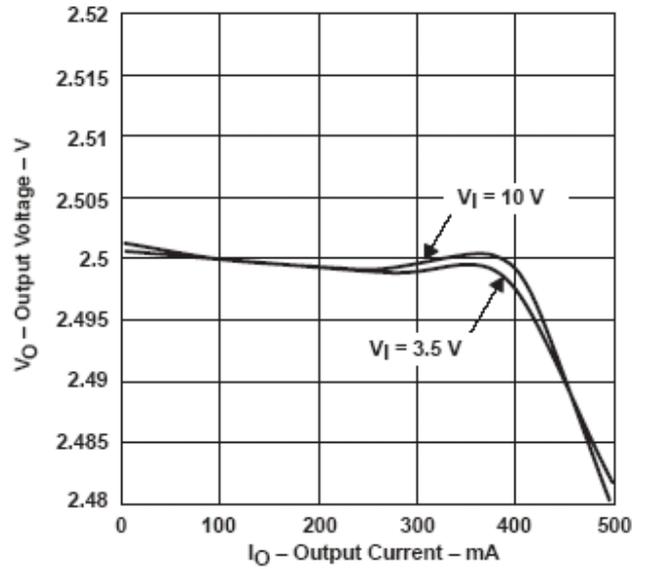


图 20

TPS7330 的输出电压与输出电流的关系

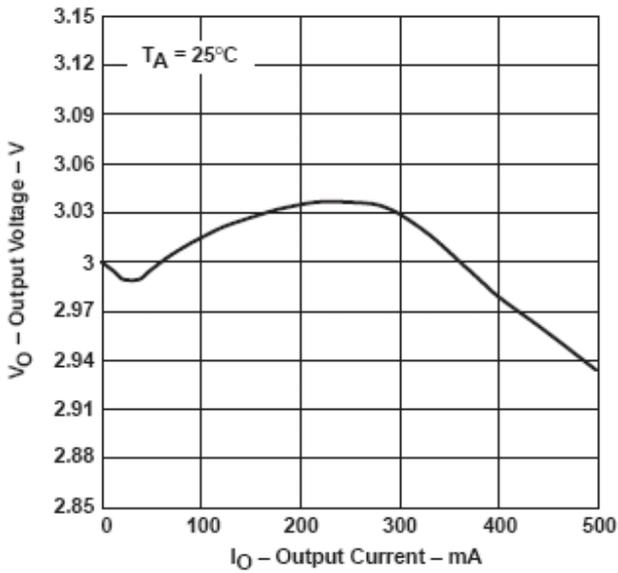


图 21

TPS7333 的输出电压与输出电流的关系

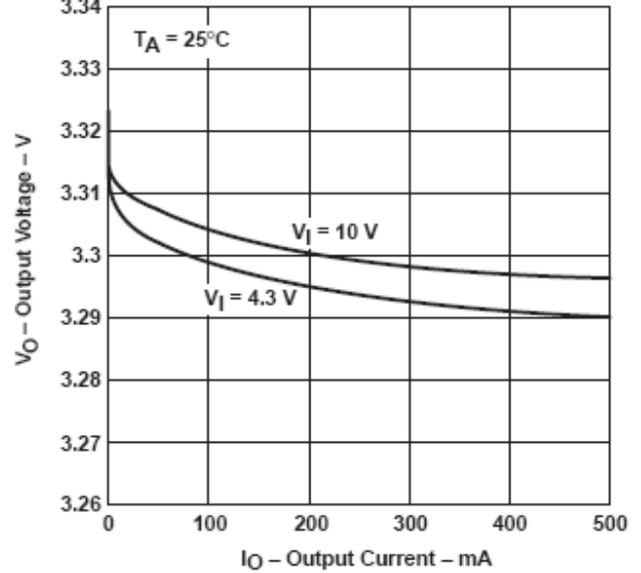


图 22

TPS7348 的输出电压与输出电流的关系

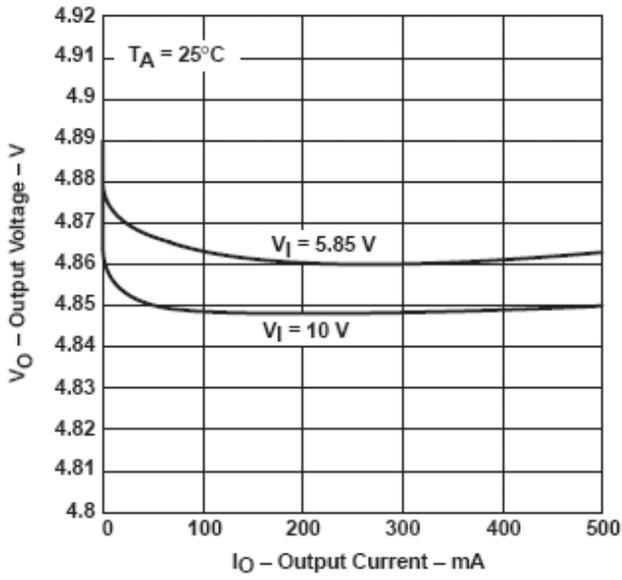


图 23

TPS7350 的输出电压与输出电流的关系

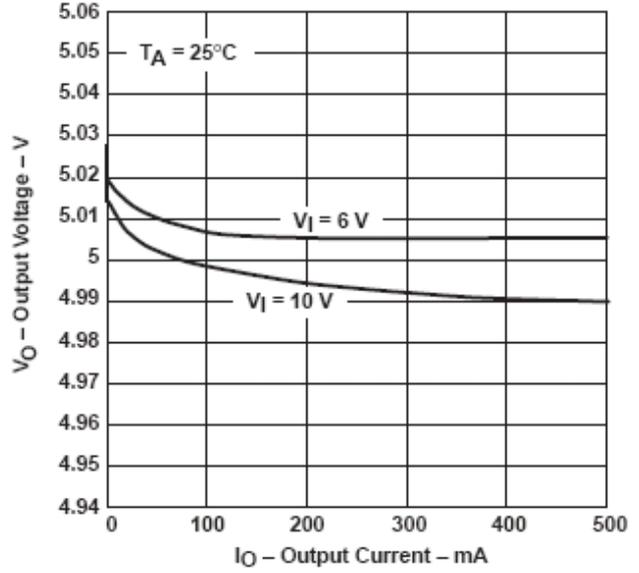


图 24

对使能信号 (\overline{EN}) 的输出电压响应

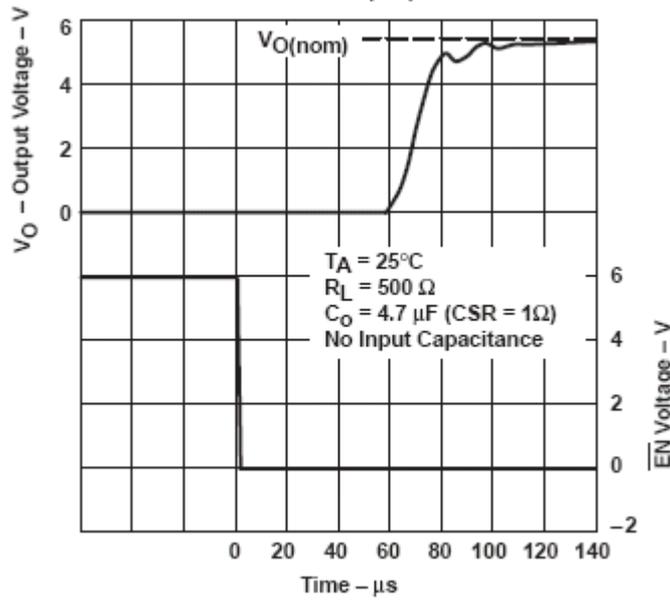


图 25

TPS7301 (V_O 被编程为 2.5V) 或 TPS7333 的负载瞬态响应

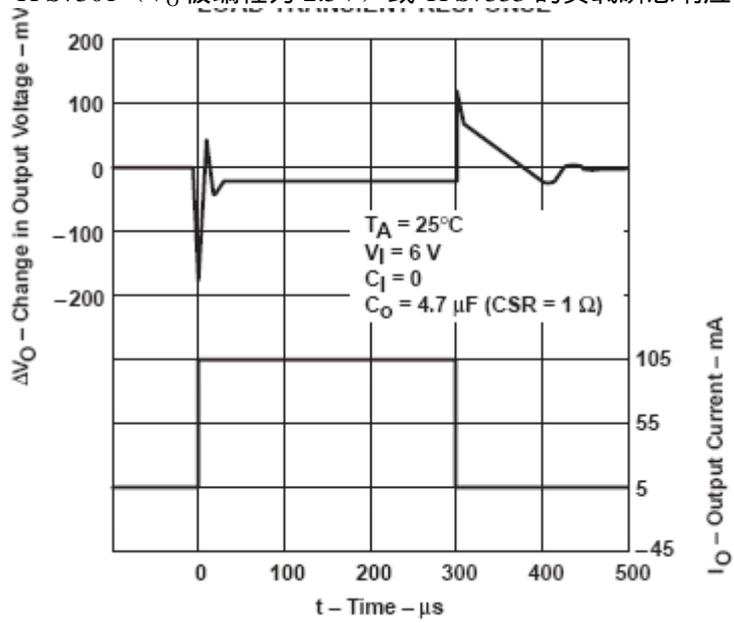


图 26

TPS7325 的负载瞬态响应

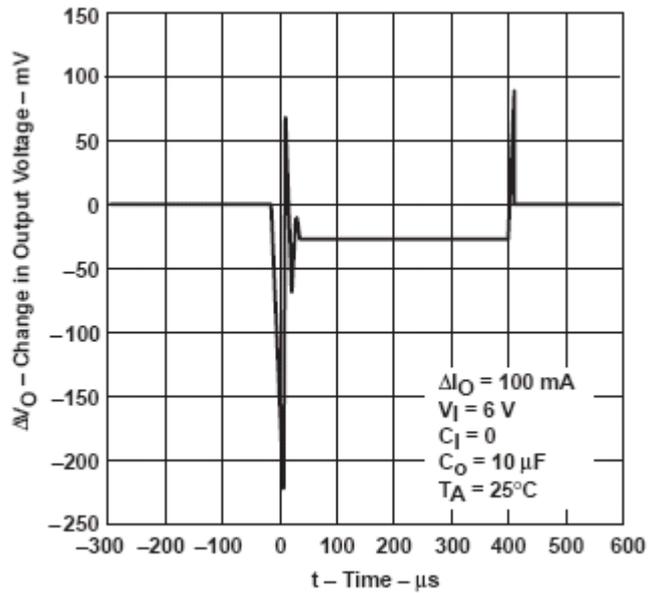


图 27

TPS7348 或 TPS7350 的负载瞬态响应

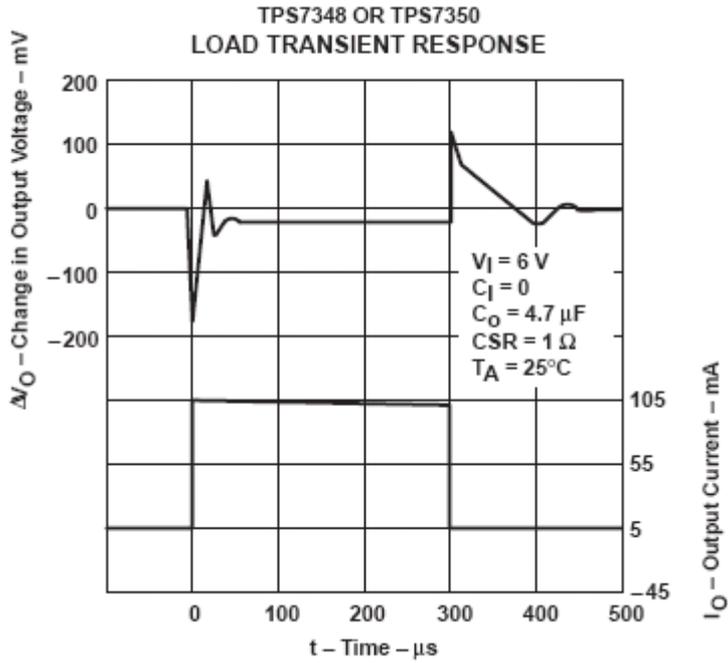


图 28

TPS7301 (V_O 被编程为 2.5V) 的电源瞬态响应

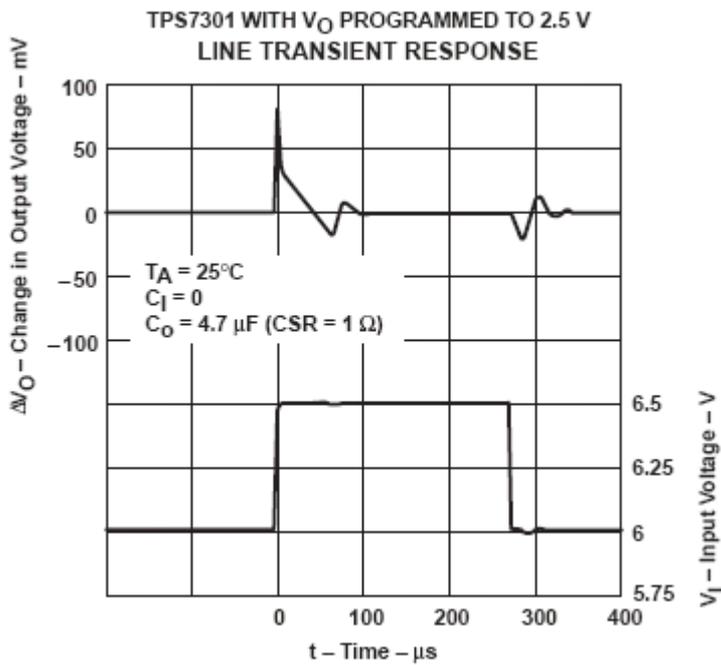


图 29

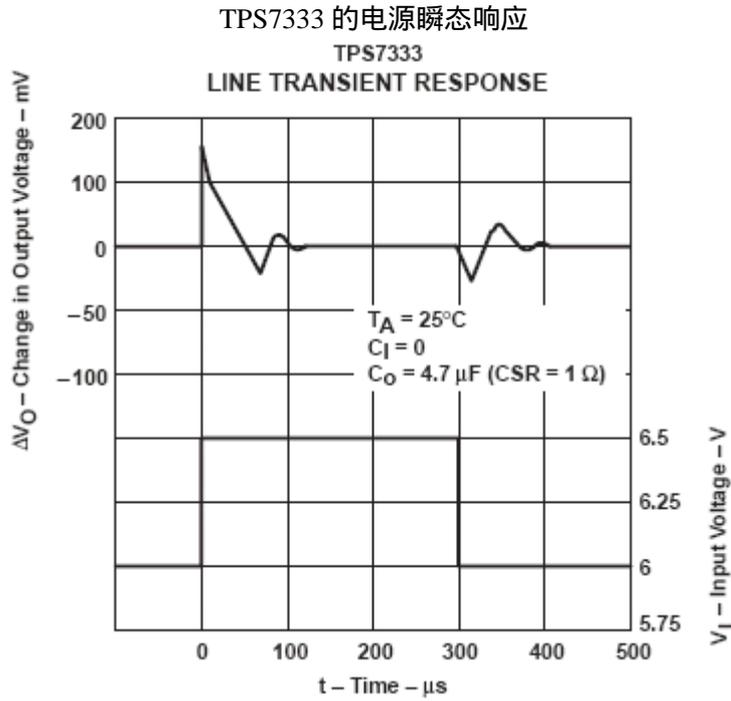


图 30

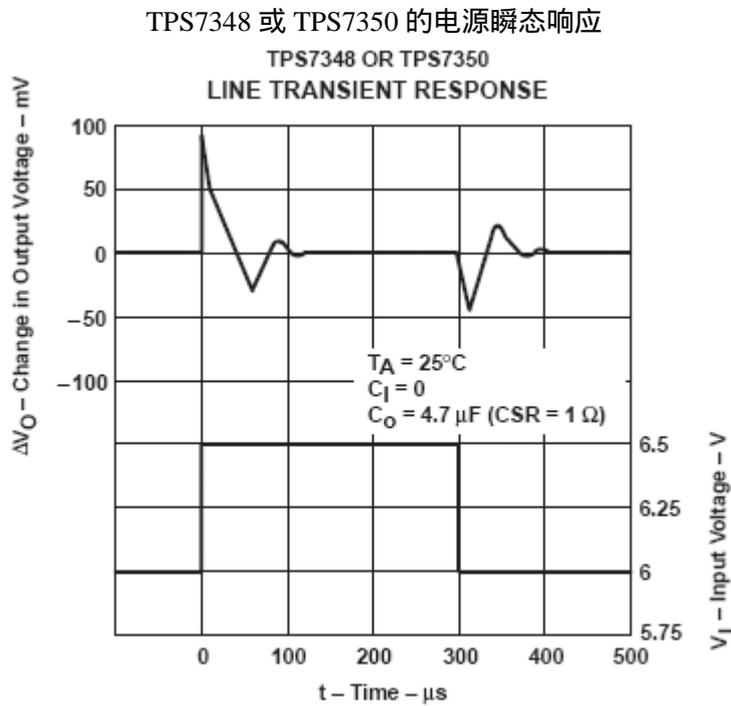


图 31

纹波抑制与频率的关系

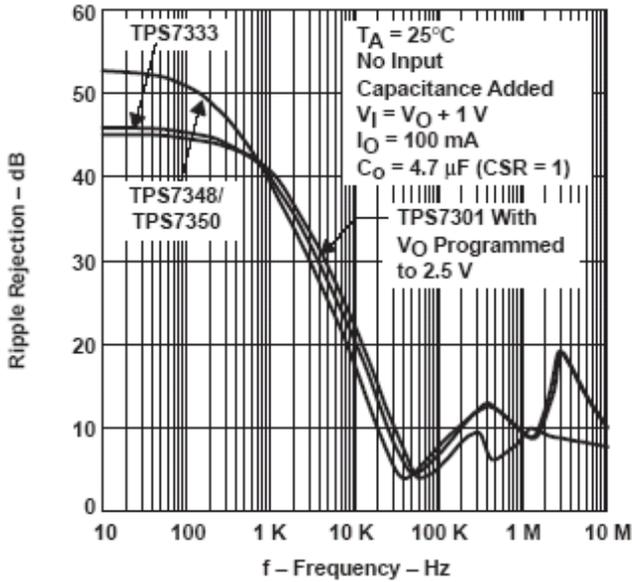


图 32

输出噪声频谱密度与频率的关系

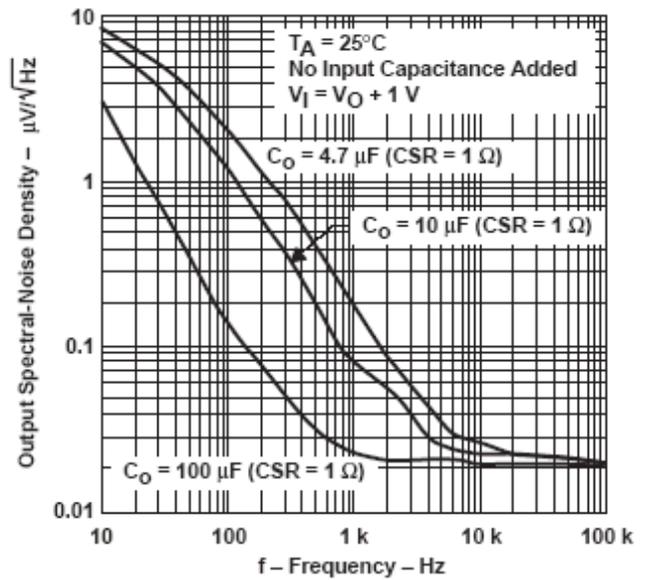


图 33

典型稳定区域补偿串联电阻 (CSR) †与输出电流的关系

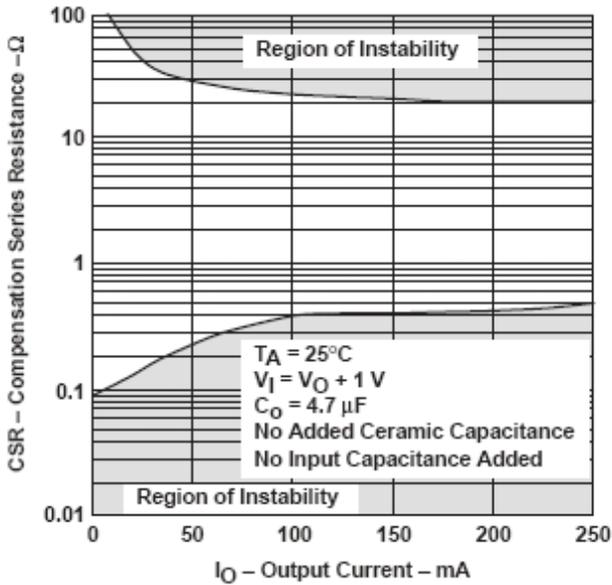


图34

典型稳定区域补偿串联电阻 (CSR) †与外加陶瓷电容的关系

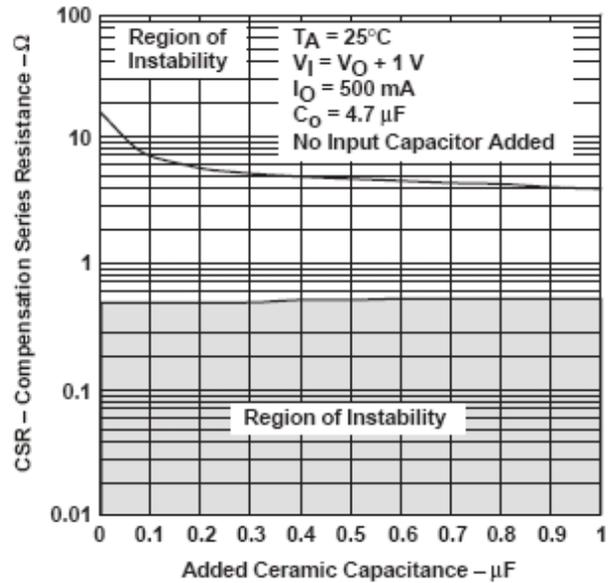


图35

典型稳定区域补偿串联电阻 (CSR) †与输出电流的关系

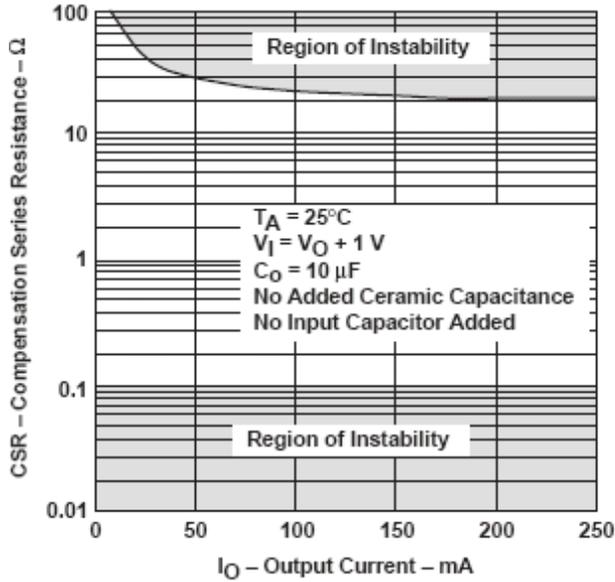


图 36

典型稳定区域补偿串联电阻 (CSR) †与外加陶瓷电容的关系

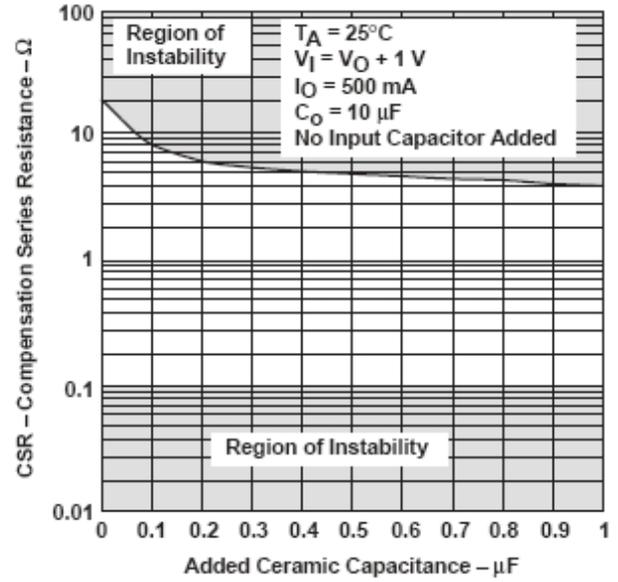


图 37

通路元件电阻与输入电压的关系

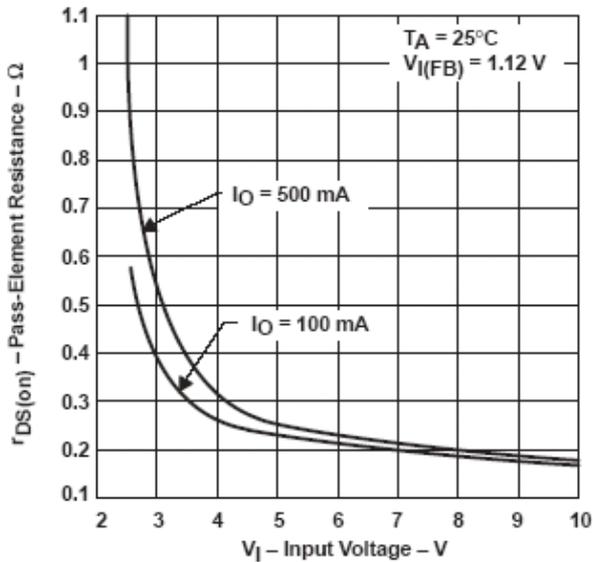


图 38

有效 RESET 最小输入电压与自然通风温度的关系

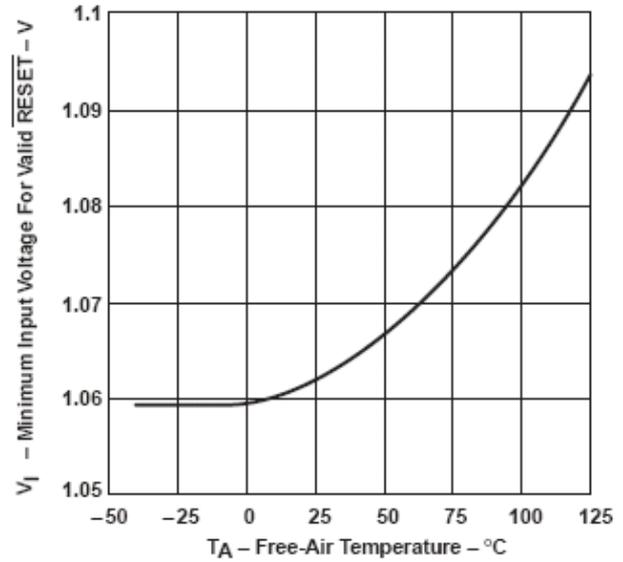


图 39

负向复位门限与自然通风温度的关系

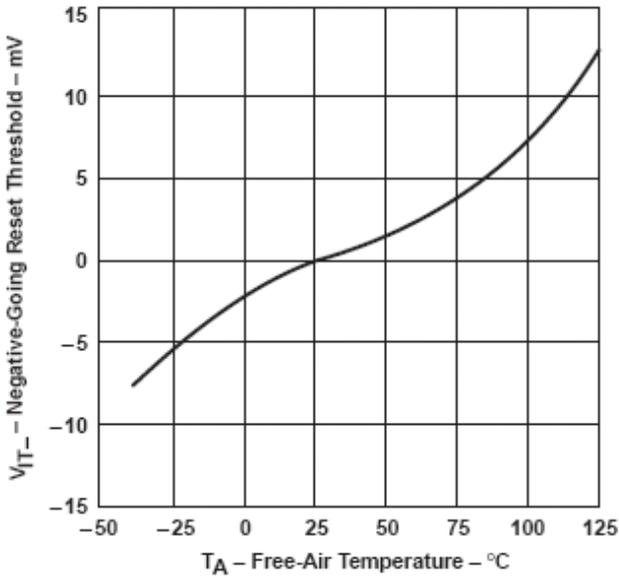


图 40

RESET 输出电流与输入电压的关系

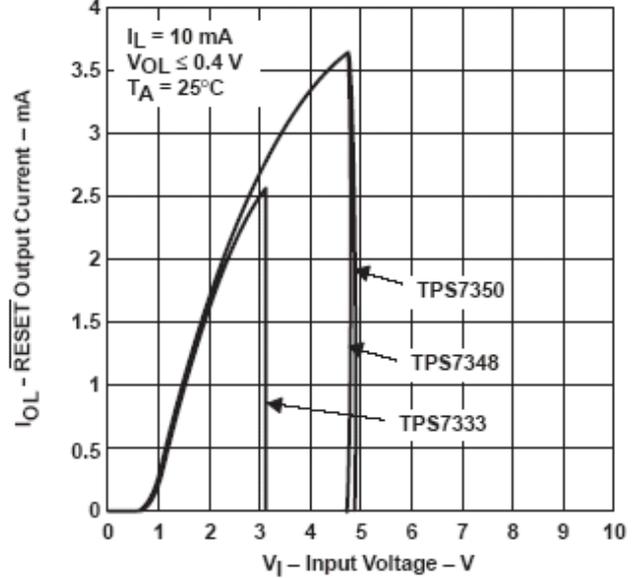


图 41

复位延迟时间与自然通风温度的关系

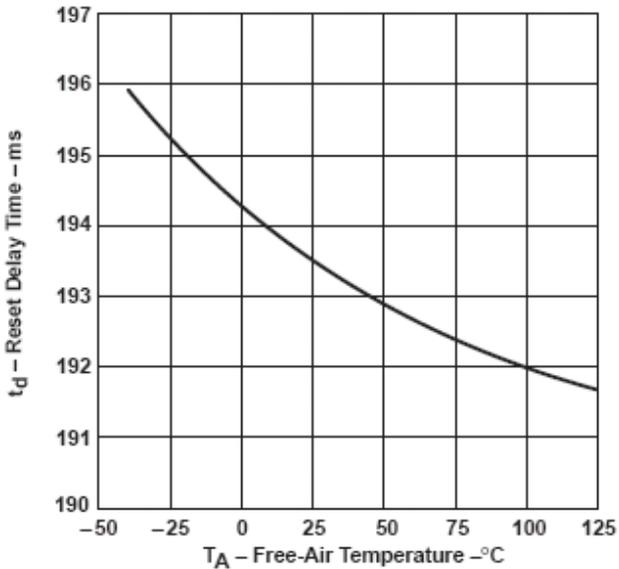


图 42

复位延时的分布

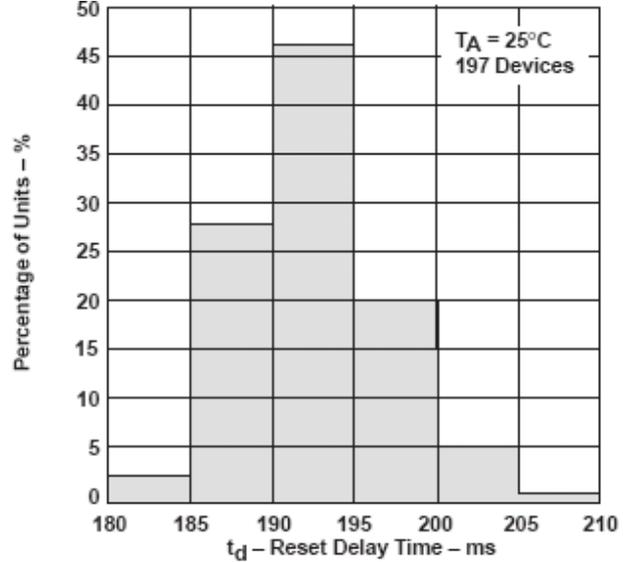


图 43

热信息

为适应系统微型化的潮流，集成电路多采用低剖面、小口距的表面安装封装形式。在使用这种封装形式的高性能器件时，多数要特别注意其功耗。许多由系统决定的问题，例如热耦合、通风、所采用的散热片、对流面以及其它发热元件的使用都会影响指定元件的功耗极限。

以下会讨论可以改善热性能的三种基本方法：

- 改善 PWB 设计的功耗容量
- 改进元件与 PWB 的热耦合
- 将气流引入系统

图 44 是 20 脚 TSSOP 封装的热性能增强型 PWB 布局实例。这种布局方法包括加铜块到 PWB 来将热量导离器件。用于该元件/电路板系统的 $R_{\theta JA}$ （热电阻，结点到周围环境）如图 45 所示。这一系列曲线图显示了扩大铜散热片表面面积所产生的影响。该 PWB 是标准的 FR4 电路板（长 X 宽 X 高=3.2 英寸 X 3.2 英寸 X 0.062 英寸）；电路板的连线与散热片为 1 盎司（每平方英尺）的铜料。

图 46 显示了用于同一系统的热电阻，同时在 TSSOP 封装的主体部分与器件下方的 PWB 铜面之间加置了导热化合物。此例中化合物的导热性为 $0.815\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ 。

根据这些图形来确定系统的 $R_{\theta JA}$ ，最大功耗极限可由以下公式算出：

$$P_{D(\max)} = [T_{J(\max)} - T_A] / R_{\theta JA (\text{system})}$$

其中， $T_{J(\max)}$ 指允许的最高结温； 150°C 的极限参数与 125°C 的最高推荐工作温度用于特定的操作。此极限应该用于 TPS73xx 稳压器的内部功耗限制。计算 TPS73xx 内部总功耗的公式为：

$$P_{D(\text{total})} = (V_I - V_O) \times I_O + V_I \times I_Q$$

因为 TPS73xx 系列产品的静态电流很低，第二部分可以被忽略，可将以上公式进一步简化为：

$$P_{D(\text{total})} = (V_I - V_O) \times I_O$$

对于一个 20 脚的 TSSOP/FR4 电路板系统，若在电路板与器件主体之间带有导热化合物，且 $T_A = 55^{\circ}\text{C}$ ，气流=100 英尺/分钟，铜散热片的面积=1cm²，则可以算出其最大功耗极限。如图 46 所示，系统 $R_{\theta JA}$ 为 $94^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ；因此，最大功耗极限是：

$$P_{D(\max)} = [T_{J(\max)} - T_A] / R_{\theta JA (\text{system})} = (125^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}) / 94^{\circ}\text{C}/\text{W} = 745\text{mW}$$

如果系统采用的是 TPS7348 稳压器，此时 $V_I = 6\text{V}$ ， $I_O = 150\text{mA}$ ，内部功耗则为：

$$P_{D(\text{total})} = (V_I - V_O) \times I_O = (6 - 4.85) \times 0.150 = 173\text{mW}$$

比较 $P_{D(\max)}$ 与 $P_{D(\text{total})}$ ，则可发现此例中的功耗未超出最大极限。在超出最大极限时，有两种校正措施可使用。可通过增加气流或散热片的面积来增加功耗极限值。或者可以通过减少输入电压或负载电流来降低稳压器的内部功耗。无论用哪种方法，都要以新的系统参数来重新进行以上计算过程。

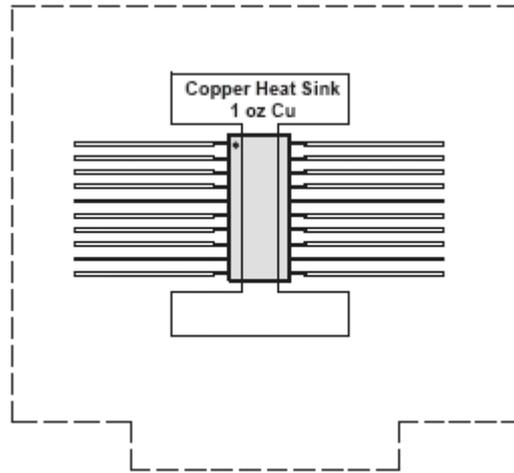


图 44 20 脚 TSSOP 的热性能增强型 PWB 布局（不按比例）

热电阻，结点到周围环境与气流的关系

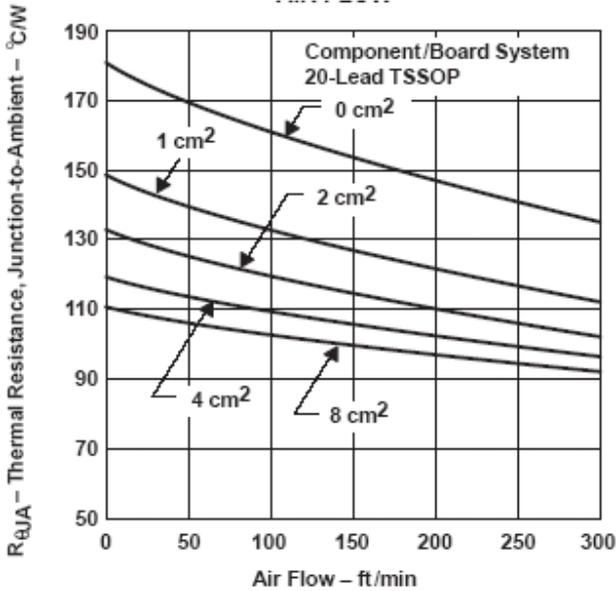


图 45

热电阻，结点到周围环境与气流的关系

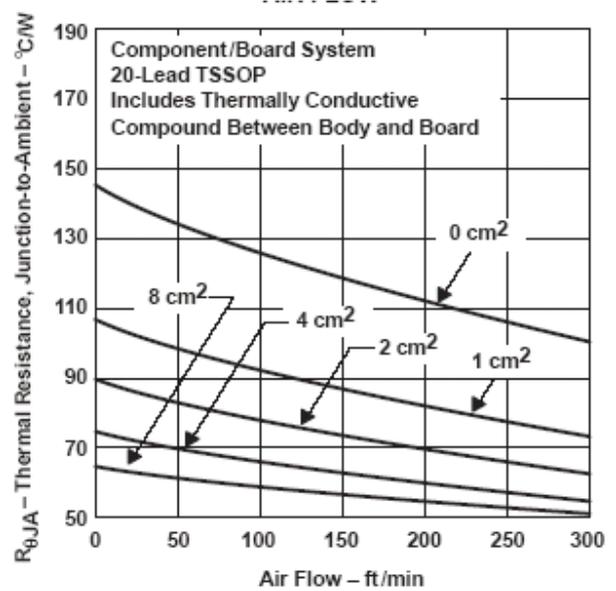


图 46

应用资料

TPS73xx系列低压差稳压器弥补了前一代稳压器的许多不足之处，增加了许多新的特色设计，如节电关断模式与电源电压监控器。TPS73xx系列含有五种固定输出电压的稳压器：TPS7325 (2.5 V), TPS7330 (3 V), TPS7333 (3.3 V), TPS7348 (4.85 V)和TPS7350 (5 V)。该系列还可有一种可调稳压器——TPS7301（可调电压范围：1.2V至9.75V）。

器件的工作

TPS73xx系列产品不像其它的LDO，它们以极低的静态电流为特点，其静态电流即使在变化不定的负载下，也可以保持恒定。传统LDO稳压器使用的是PNP通路元件，其基极电流与流过稳压器的负载电流成正比（ $I_B = I_C / \beta$ ）。仔细审阅数据手册可发现对这些器件的典型规定值是在无负载的条件下的参数；实际

工作电流则要高得多，如“典型静态电流与负载电流的关系曲线图”（图7）所示。TPS73xx用PMOS晶体管来传送电流；因为PMOS元件的栅极是由电压驱动的，所以工作电流低，并且在全负载范围内是不可变的。TPS73xx的规格参数反映了有负载时的实际性能。

PNP通路元件的其它缺陷是在器件下降时，PNP元件易于饱和。 β 的下降迫使 I_B 的增加以维持负载电流。在上电期间，这就被当作是较大的启动电流。限定电源电流的系统可能不能启动。在电池供电的系统中，当电压降低到要求的最小调节电压以下时，则意味着电池被快速放电。而TPS73xx即使是在稳压器下降时，其静态电流也保持为低，因而可以避免这两种问题。

TPS73xx系列还包括一个4.85V的稳压器——TPS7348。它是专为5V的移动电话系统设计，输出电压为4.85V，并且可以在 $\pm 2\%$ 的范围内进行调节，可以在容限为 $\pm 5\%$ 的5V系统的下限工作；因此，在器件下降之前，可以从电池组获得最长的稳定工作寿命，包括每次充电之间的重要通话时间。

TPS73xx系列产品还以关断模式为特点，可以将输出端置于高阻抗状态（实质上等于反馈分压电阻）并将静态电流降低到 $0.5 \mu A$ 。在不使用关断功能时，应将 \overline{EN} 脚接地。器件对使能端的跃变反应很快，重建稳定输出电压的典型时间是 $120 \mu s$ 。

最小负载要求

TPS73xx系列产品即使是在负载为0时也可保持稳定；工作时没有最小负载要求。

SENSE端的连接

为了使稳压器正常工作，固定输出器件的SENSE端必须连接到稳压器的输出端。通常，这种连接应尽可能短；但是，可以在靠近关键回路处（远程检测）进行连接以增强该处的性能。在内部，SENSE端通过电阻分压网络连接到一个高阻抗、宽带放大器，噪声拾取则馈送到稳压器的输出端。按这种方法连接SENSE端是很有必要的，这样可以最小化或避免噪声拾取。不推荐在SENSE与OUT端之间加一个RC网络来滤除噪声，因为这种方法可能会导致稳压器振荡。

外部电容要求

不需要输入电容；但是，当TPS73xx位于离电源几英寸远的地方时，使用陶瓷旁路电容（ $0.047 pF$ 到 $0.1 \mu F$ ）可以改善负载瞬态响应与噪声抑制功能。如果预计在快速上升时间内会出现大负载（几百毫安）瞬变现象，则可能需要一个大电容量的电解电容。

与多数低压差稳压器一样，TPS73xx系列产品也需要一个输出电容来保持稳定。一个连接在稳压器输出端与地线之间的低ESR（等效串联电阻）、 $10 \mu F$ 的固态钽电容就足以保证全负载范围内器件的稳定性（见图42）。使用高频率的陶瓷或薄膜电容（例如用于数字或模拟IC的电源旁路电容）会导致稳压器不稳定，除非钽电容的ESR在温度范围内低于 1.2Ω 。明确标出ESR规格的电容如AVX TPSD106M035R0300与Sprague 593D106X0035D2W就很适合，因为 $25^\circ C$ 时最大ESR为 $300 m\Omega$ （通常，当温度从 $25^\circ C$ 下降到 $-40^\circ C$ 时固态钽电容的ESR则要乘以2或小于2的因数）。在对元件的高度与/或安装面积有要求的应用中，可以使用对ESR进行了筛选的 $10 \mu F$ 或者更小的器件。图29到图32显示了使用不同输出电容与不同陶瓷负载电容时的稳定工作区域。

在带有小旁路电容（ $< 0.2 \mu F$ ）或者不带高频旁路电容的应用中，假如ESR保持在 0.7 至 2.5Ω 之间，输出电容就可减少至 $4.7 \mu F$ 。因为对电容的最小ESR的规定很少，必须加一个与电容串联的 0.5Ω 到 1Ω 的电阻并将ESR的最大值限制在 1.5Ω 以内。如CSR曲线图（图29到图32）所示，在使用 $10 \mu F$ 或更大的输出电容时，可以不用考虑最小ESR。

以下是适合TPS73xx系列产品的部分表面安装的电容列表。这些信息与CSR曲线图均是为了帮助用户选择适合的电容器。若要使器件的高度更低同时需要高输出电流与/或陶瓷高负载电容，可以并联几种较高ESR的电容来达到以上要求。

所有的负载与温度条件下，最大 $1 \mu F$ 的陶瓷负载电容：

器件号	制造商	数值	最大 ESR†	大小 (高×长×宽) †
T421C226M010AS	Kemet	22 μ F, 10 V	0.5	2.8×6×3.2
593D156X0025D2W	Sprague	15 μ F, 25 V	0.3	2.8×7.3×4.3
593D106X0035D2W	Sprague	10 μ F, 35 V	0.3	2.8×7.3×4.3
TPSD106M035R0300	AVX	10 μ F, 35 V	0.3	2.8×7.3×4.3

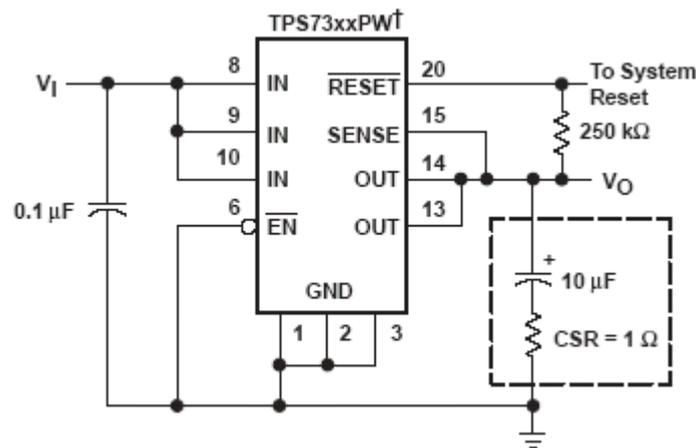
负载<200mA, 陶瓷负载电容<0.2 μ F, 全温度范围:

器件号	制造商	数值	最大 ESR†	大小 (高×长×宽) †
592D156X0020R2T	Sprague	15 μ F, 20 V	1.1	1.2×7.2×6
595D156X0025C2T	Sprague	15 μ F, 25 V	1	2.5×7.1×3.2
595D106X0025C2T	Sprague	10 μ F, 25 V	1.2	2.5×7.1×3.2
293D226X0016D2W	Sprague	22 μ F, 16 V	1.1	2.8×7.3×4.3

负载<100mA, 陶瓷负载电容<0.2 μ F, 全温度范围:

器件号	制造商	数值	最大 ESR†	大小 (高×长×宽) †
195D106X06R3V2T	Sprague	10 μ F, 6.3 V	1.5	1.3×3.5×2.7
195D106X0016X2T	Sprague	10 μ F, 16 V	1.5	1.3×7×2.7
595D156X0016B2T	Sprague	15 μ F, 16 V	1.8	1.6×3.8×2.6
695D226X0015F2T	Sprague	22 μ F, 15 V	1.4	1.8×6.5×3.4
695D156X0020F2T	Sprague	15 μ F, 20 V	1.5	1.8×6.5×3.4
695D106X0035G2T	Sprague	10 μ F, 35 V	1.3	2.5×7.6×2.5

† 尺寸大小以毫米为单位。ESR 是 100kHz, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 时的最大电阻。器件按高度排序。



† TPS7333, TPS7348, TPS7350 (固定电压产品)

图47 典型应用电路

对TPS7301可调低压差稳压器进行编程

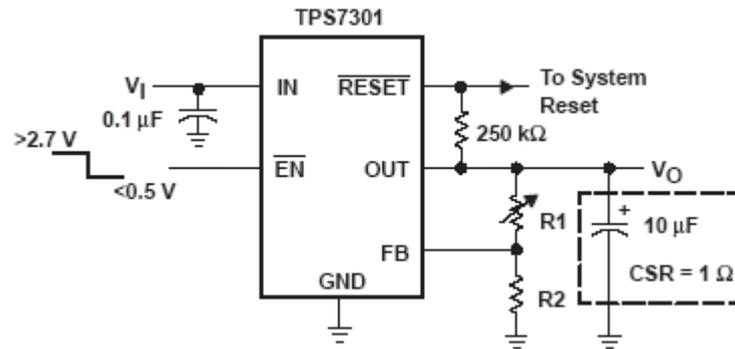
通过图43所示的外部电阻分压器可以对可调稳压器编程。计算输出电压的公式为:

$$V_O = V_{ref} \times (1 + R_1/R_2)$$

其中, V_{ref} 指基准电压, 典型值为1.182V。

电阻 R_1 与 R_2 是为 $7\mu\text{A}$ 左右的分压器电流而选择。推荐的 R_2 阻值为 $169\text{k}\Omega$, 而 R_1 则根据所需的输出电压来调节。也可使用更小的电阻, 但是具备内在优势而且会消耗更多电能。应避免使用较大阻值的 R_1 与 R_2 , 因为FB脚上的漏泄电流会引起误差。为计算 R_1 可推导出一个更有用的公式, 可用于选择恰当的电阻:

$$R_1 = (V_O / V_{ref} - 1) \times R_2$$



输出电压编程指南

OUTPUT VOLTAGE	R1	R2	UNIT
2.5 V	191	169	kΩ
3.3 V	309	169	kΩ
3.6 V	348	169	kΩ
4 V	402	169	kΩ
5 V	549	169	kΩ
6.4 V	750	169	kΩ

图48 对TPS7301可调低压差稳压器进行编程

欠压监控功能

在欠压情况下，TPS73xx 的 \overline{RESET} 输出脚可在微型计算机与微处理器系统中启动一次复位操作。TPS73xx 的内部比较器监控稳压器的输出电压来检测欠压情况。一旦这种情况出现， \overline{RESET} 输出晶体管接通，将 \overline{RESET} 信号拉低。

上电时，输出电压跟踪输入电压。在 V_I 达到有效 \overline{RESET} 信号要求的最小值（25°C时为 1.5V，在推荐的工作温度范围内为 1.9V）时， \overline{RESET} 输出端变为有效（低电平）。在输出电压大约达到正向输入门限电压（ V_{IT+} ）时，一次 200ms（典型值）的延时开始，在此期间 \overline{RESET} 输出端保持低电平。一旦延时终止， \overline{RESET} 输出端变为无效。因为 \overline{RESET} 输出端是漏极开路 NMOS，需要加上拉电阻以确保可以显示逻辑高电平信号。

在掉电期间，该电源电压监控功能也有效。在输入电压衰减，并且达到下降电压时，输出电压与逐步衰减的输入电压成线性比例。当输出电压下降到低于规定的负向输入门限电压（ V_{IT-} ——见“电气特性”表）时， \overline{RESET} 输出端变为有效（低电平）。必须注意，如果输入电压衰减到有效 \overline{RESET} 要求的最小电压以下，则 \overline{RESET} 的状态不确定。

因为该电路监控着稳压器的输出电压， \overline{RESET} 输出端也可以通过禁止稳压器或者通过任何导致输出电压下降到低于 V_{IT-} 的故障条件来触发。这类故障情形包括，例如输出端的短路或输入电压低。一旦输出电压被重新设置，无论是通过重新使能稳压器还是通过排除故障条件，内部定时器就会被启动，这样就会使 \overline{RESET} 信号在 200ms（典型值）的超时周期内处于有效状态。

如果在选择输入与输出电容时不适当地加以注意，瞬变负载或电源线脉冲也有可能导致复位。如果使用的是高 ESR 输出电容（大约大于 7Ω），则 5μs 以下的负载瞬变现象也会导致一次复位。若使用的是 ESR 大于 3.5Ω 的输出电容，则 1μs 的瞬变就会导致复位。注意，瞬变现象中输出电压的峰值会下降到刚好低于复位门限，并且如果瞬变持续的时间短，这一峰值电压还会保持不变。在触发复位电路以前，

$1\ \mu\text{s}$ 的瞬变必须下降到低于门限至少 500mV 。在正好低于门限电压 400mV 时， $2\ \mu\text{s}$ 的瞬变会触发 *RESET*。较低的 ESR 输出电容在瞬变中有助于减少输出电压的下降程度，而且在希望瞬变快速进行时也应该采用较低 ESR 的输出电容。

注： $V_{\text{IT}+} = V_{\text{IT}-} + \text{滞后量}$

输出噪声

TPS73xx 的输出噪声极低，其噪声频谱密度 $< 2\ \mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。在噪声敏感的系统，如音频放大器由稳压器供电时，这一点是非常重要的。

稳压器保护

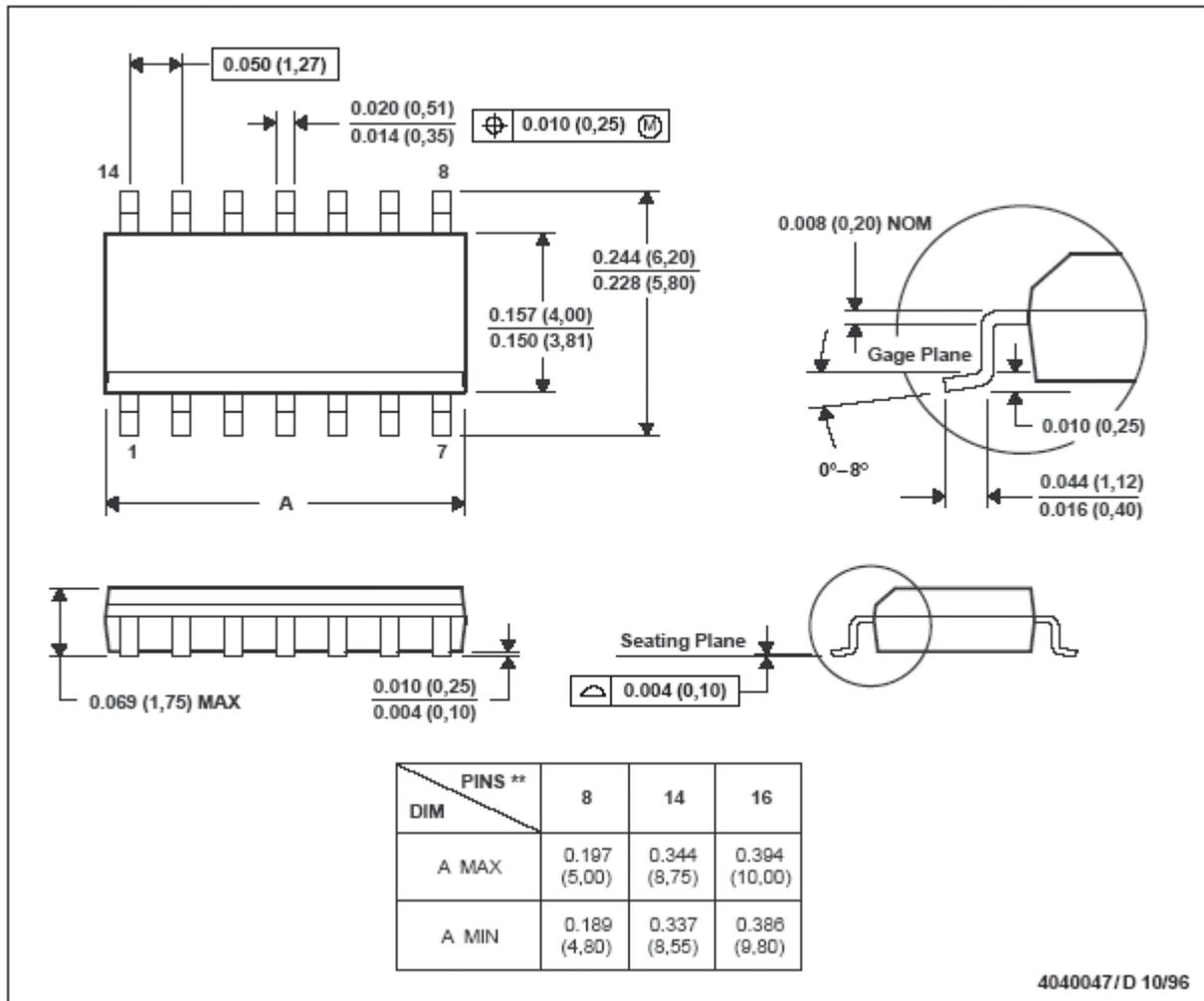
TPS73xx 的 PMOS 通路晶体管有一个内置的反向二极管，在输入电压下降到输出电压以下时（例如，在掉电期间）可以安全地传导反向电流。电流被从输出端导向输入端，并且在内部不受限制。如果预计有较大的反向电压，那么采取外部限制措施可能比较适合。

TPS73xx 还具有内部电流限制与热保护的特点。在正常工作期间，TPS73xx 将输出电流限制在 1A 左右。在电流受到限制时，输出电压按线性规律反比例变化，直到过流情况结束为止。在电流限制功能被设计成防止整个器件出现故障时，必须注意不要超过封装的额定功耗。如果器件的温度超过 165°C ，热保护电路则会将器件关断。一旦器件冷却下来，稳压器就可恢复工作。

机械数据

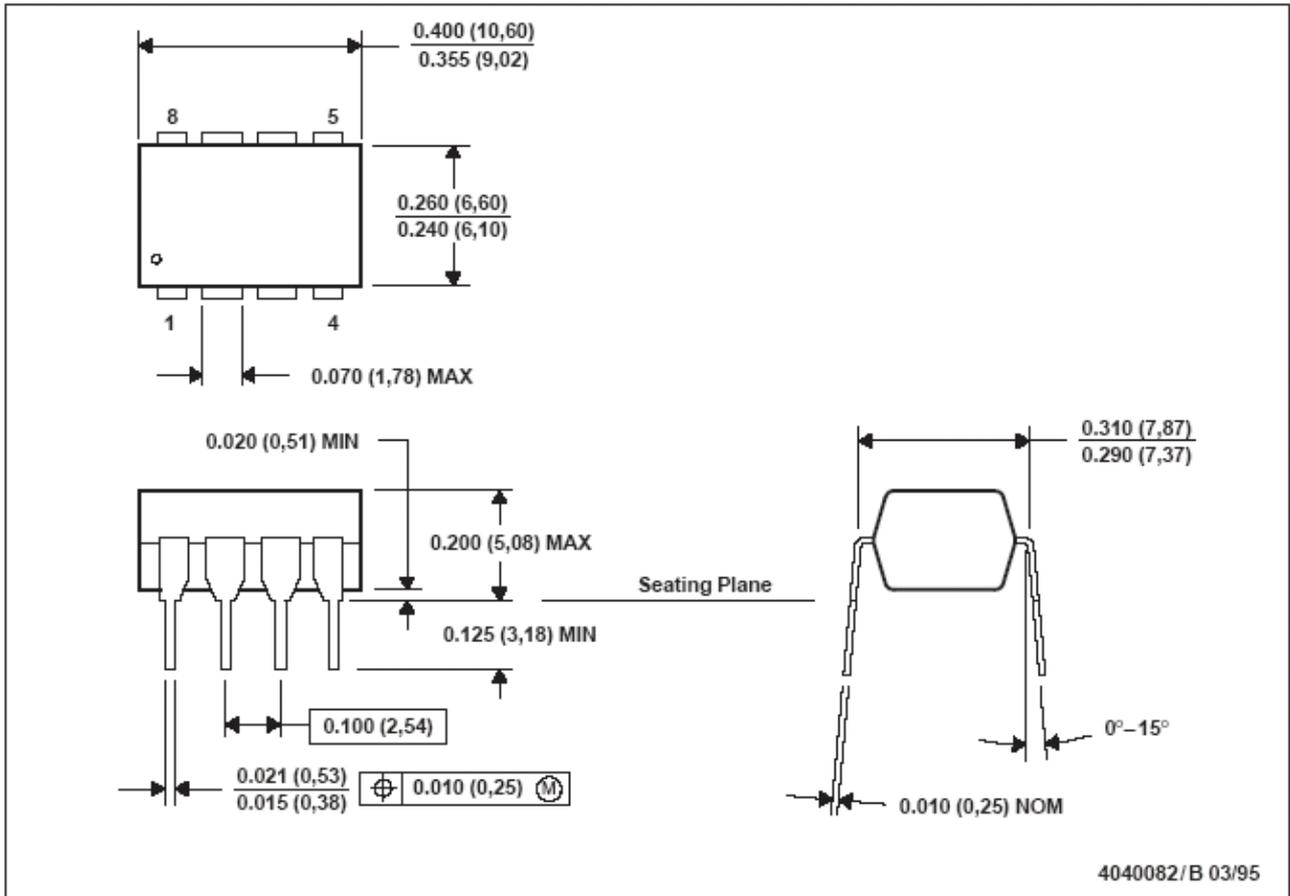
D (R-PDSO-G**)
 14 脚

塑料小型封装



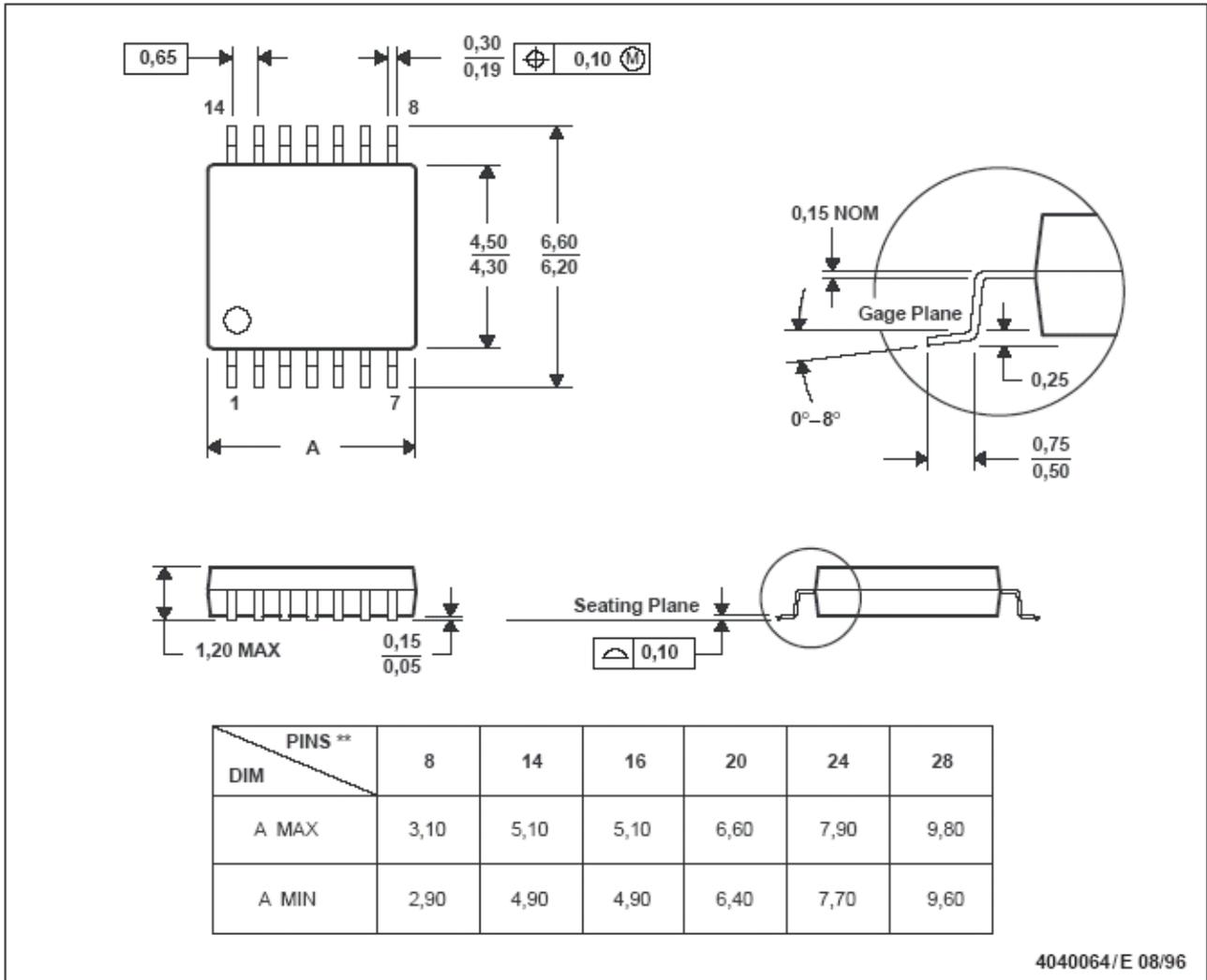
- 注: A、所有的直线尺度均以英寸(毫米)为单位。
 B、对该图的修改不另行通知。
 C、主体尺寸不包括模型薄膜或凸出部分,不超过 0.006 (0.15)。
 D、尺寸的缩小在 JEDEC MS-012 范围内。

P (R-PDIP-T8) 塑料双列直插封装



- 注：A、所有的直线尺度均以英寸（毫米）为单位。
 B、对该图的修改不另行通知。
 C、尺寸的缩小在 JEDEC MS-001 范围内。

PW (R-PDSO-G)** **塑料小型封装**
14脚



- 注：A、所有的直线尺度均以毫米为单位。
 B、对该图的修改不另行通知。
 C、主体尺寸不包括模型薄膜或凸出部分，不超过 0.15。
 D、尺寸的缩小在JEDEC MO-153范围内。

声明：本资料仅供参考，如有疑问，请以相应英文资料为准。