

TPS7N41Q1 低噪声，高 PSRR 1A LDO

1 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准：
 - 温度等级 1：-40°C 至 +125°C
 - 结温：-40°C 至 +150°C
- 可调节的输出电压：0.8V 至 5.5V
- 输入电压范围：1.9V 至 6.0V
- 高 PSRR：
 - 1kHz 时为 75dB
 - 100kHz 时为 50dB
 - 1MHz 时为 50dB
- 低噪声：8 μ V_{RMS}，无需 NR 电容器
- 低压降电压：250mV (1A)
- 负载、线路和温度范围内的精度为 2%
- 与 4.7 μ F 输出电容器一起工作时保持稳定
- 出色的负载和线路瞬态响应
- 过流和过热保护
- 封装：
 - 3mm \times 3mm 可湿性侧面 SON-8

2 应用

- 汽车音响主机
- 仪表组
- 汽车雷达
- 远程信息处理

3 说明

TPS7N41Q1 低压降线性稳压器 (LDO) 具有极佳的噪声抑制和电源抑制比 (PSRR) 性能。此 LDO 使用先进的 BiCMOS 工艺和 PMOSFET 导通器件，可实现出色的噪声、瞬态响应和 PSRR 性能。

TPS7N41Q1 在输出电容器为 4.7 μ F 时可保持稳定。精密电压基准和反馈环路可在全部负载、线路、过程和温度变化范围内帮助 LDO 实现 $\pm 2\%$ 的精度。

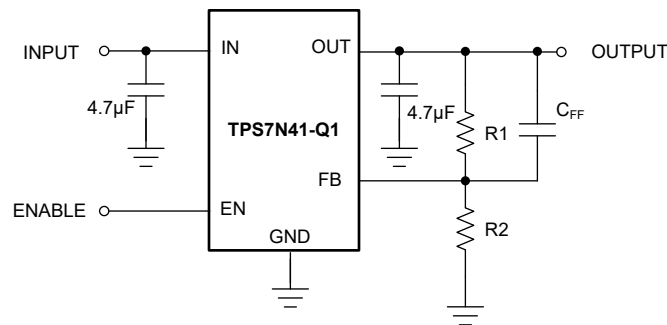
LDO 的额定工作结温范围为 -40°C 至 +150°C。器件采用 3mm \times 3mm SON-8 封装，具有可润湿侧面。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
TPS7N41Q1	DRB (SON, 8)	3mm \times 3mm

(1) 如需更多信息，请参阅 [机械、封装和可订购信息](#)。

(2) 封装尺寸 (长 \times 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



典型应用电路



内容

1 特性	1	7 应用和实施	13
2 应用	1	7.1 应用信息.....	13
3 说明	1	7.2 典型应用.....	15
4 引脚配置和功能	3	7.3 电源相关建议.....	15
5 规格	4	7.4 布局.....	16
5.1 绝对最大额定值.....	4	8 器件和文档支持	17
5.2 ESD 等级.....	4	8.1 器件支持.....	17
5.3 建议运行条件.....	4	8.2 文档支持.....	17
5.4 热性能信息.....	5	8.3 接收文档更新通知.....	17
5.5 电气特性.....	5	8.4 支持资源.....	17
5.6 典型特性.....	7	8.5 商标.....	17
6 详细说明	10	8.6 静电放电警告.....	17
6.1 概述.....	10	8.7 术语表.....	17
6.2 功能方框图.....	10	9 修订历史记录	18
6.3 特性说明.....	10	10 机械、封装和可订购信息	18
6.4 器件功能模式.....	11		

4 引脚配置和功能

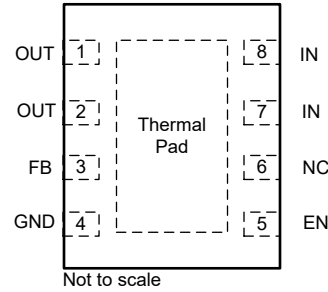


图 4-1. DRB 封装，3mm × 3mm，8 引脚 SON（顶视图）

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	DRB		
EN	5	I	使能输入。该引脚上的低电压 ($< V_{IL(EN)}$) 将关闭稳压器并将输出引脚放电至 GND。该引脚上的高电压 ($> V_{IH(EN)}$) 会启用稳压器输出。
FB	3	I	反馈输入。将外部反馈电阻分压器的中点连接到此输入端。
GND	4	G	接地。
IN	7、8	I	输入电压电源。为获得最佳的瞬态响应并尽可能减小输入阻抗，请在 IN 到接地端之间使用标称值或更大的电容器；请参阅 建议运行条件 。将输入电容器放置在尽可能靠近器件的 IN 引脚和 GND 引脚的位置上。
NC	6	—	无内部电气连接。连接至 GND 以提高热性能。
OUT	1、2	O	经稳压调节的输出电压。从 OUT 到接地端需要一个低等效串联电阻 (ESR) 电容器以确保稳定性。为获得最佳的瞬态响应，请使用 建议运行条件 中列出的标称推荐值或更大的电容器。将输出电容器放置在尽可能靠近器件的 OUT 引脚和 GND 引脚的位置上。
散热焊盘	5	—	DRB 封装的散热焊盘。将散热焊盘连接到大面积接地平面，以获得出色的热性能。如果未连接到 GND，则可以断开散热焊盘。请勿连接到 GND 以外的任何电位。

(1) I = 输入、O = 输出、I/O = 输入或输出、G = 地。

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明) (1)

		最小值	最大值	单位
电压	IN、EN	-0.3	6.5	V
电压	OUT	-0.3	$V_{IN} + 0.3$ (2)	V
电压	FB	-0.3	3.6	V
电流	OUT	受内部限制	受内部限制	A
T_J	工作结温	-55	150	°C
T_{stg}	贮存温度	-65	150	°C

- (1) 超出绝对最大额定值范围操作可能会导致器件永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用, 器件可能不会完全正常运行, 这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。
- (2) 绝对最大额定值为 $V_{IN} + 0.3V$ 或 $6.5V$ (以较小者为准) 。

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准, 所有引脚(1)	± 2000	V
		充电器件模型 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22C101, 所有引脚(2)	± 750	

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出: 500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。[以下句子为可选; 请参阅 Wiki。]若部署必要的预防措施, 不足 500V HBM 时也能进行生产。
- (2) JEDEC 文档 JEP157 指出: 250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

5.3 建议运行条件

在工作结温范围内测得 (除非另有说明)

		最小值	标称值	最大值	单位
V_{IN}	输入电源电压范围	1.9		6.0	V
V_{OUT}	输出电压范围(1)	0.8		5.5	V
V_{EN}	使能电压范围	0		6.0	V
V_{FB}	反馈引脚电压		0.8		V
R_2	可调工作模式下反馈网络中的下侧电阻阻值		10	15(2)	k Ω
I_{OUT}	输出电流	0		1	A
C_{IN}	输入电容器	4.7(3)			μF
C_{OUT}	输出电容器	4.7(4)		100	μF
C_{FF}	前馈电容器	10	470		nF
ESR	输出电容器的有效电阻			50	m Ω
T_J	工作结温	-40		150	°C

- (1) 此输出电压范围不包括器件精度或反馈电阻器的精度。
- (2) R_2 电阻的上限旨在通过使流经反馈网络的电流远大于进入反馈节点的漏电流来验证精度。
- (3) 不需要输入电容器即可实现 LDO 稳定性。不过, 建议使用容量至少与输出电容值相当的输入电容, 以抵消源极电阻和电感的影响, 在某些情况下, 这些因素会导致系统级不稳定现象, 例如振铃或振荡, 尤其是在存在负载瞬变时。
- (4) 为确保稳定性, 在所有温度和电压条件下, 有效输出电容需在 $2.2 \mu F$ (最小) 至 $100 \mu F$ (最大) 之间。假设典型电容器的降额为 50%, C_{OUT} 的标称值为 $4.7 \mu F$ 或更大。

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		器件		
		DRB (VSON)		
		8 引脚		
				单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	53.8		°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	72.4		°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	26.5		°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	4.7		°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	26.4		°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	7.9		°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息, 请参阅[半导体和 IC 封装热指标](#)应用手册。

5.5 电气特性

在工作结温范围 ($T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$)、 $V_{IN} = 1.9\text{V}$ 或 $V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.5\text{V}$ (以较大者为准)、 $V_{OUT(NOM)} = 0.8\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.0\text{V}$ 、 $C_{IN} = 4.7\mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 4.7\mu\text{F}$ 和 $C_{FF} = 10\text{nF}$, 除非另有说明。典型值为 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 条件下的值。

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
V_{FB}	反馈电压			0.8			V
ΔV_{OUT}	输出电压容差 ⁽¹⁾	$V_{OUT(NOM)} + 0.5\text{V} \leq V_{IN} \leq 6.0\text{V}$	$V_{IN} \geq 1.9\text{V}, 1\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 500\text{mA}$	-2	2		%
			$V_{IN} \geq 2.2\text{V}, 1\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 1\text{A}$	-2	2		%
$\Delta V_{OUT} / \Delta V_{IN}$	线性调整率	$V_{OUT(NOM)} + 0.5\text{V} \leq V_{IN} \leq 6.0\text{V}$	$V_{IN} \geq 1.9\text{V}, I_{OUT} = 1\text{mA}$	460			$\mu\text{V/V}$
$\Delta V_{OUT} / \Delta I_{OUT}$	负载调整率	$1\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 1\text{A}, V_{IN} \geq 1.9\text{V}$		4			mV/A
V_{DO}	压降电压	$V_{FB} = \text{GND}, I_{OUT} = 1\text{A}$	$1.9\text{V} \leq V_{IN} < 2.5\text{V}$	500	1000		mV
			$2.5\text{V} \leq V_{IN} < 3.0\text{V}$	260	500		mV
			$V_{IN} \geq 3.0\text{V}$	250	400		mV
I_{CL}	输出电流限制	$V_{OUT} = 0.85 \times V_{OUT(NOM)}, V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.5\text{V}$ 或 2.2V (以较大者为准)。		1.1	2.0	2.7	A
I_{SC}	短路电流限制	$R_{LOAD} = 20\text{m}\Omega$		0.95			
I_{GND}	GND 引脚电流	$I_{OUT} = 0\text{mA}, V_{IN} = V_{EN} = 6.0\text{V}$		30	59		μA
I_{GND}	GND 引脚电流	$I_{OUT} = 1\text{A}$		3000	4700		
I_{SD}	关断时的 GND 引脚电流	$V_{IN} = 6.0\text{V}, V_{EN} = 0\text{V}, R_L = 1\text{k}\Omega$		0.8	19		
I_{FB}	FB 引脚漏电流	$V_{IN} = 6.0\text{V}, V_{FB} = 0.8\text{V}$		100			nA
PSRR	电源抑制比	$V_{IN} = 4.3\text{V}, V_{OUT} = 3.3\text{V}, C_{FF} = 470\text{nF}, C_{OUT} = 10\mu\text{F}, I_{OUT} = 750\text{mA}$	$f = 1\text{kHz}$	75			dB
			$f = 10\text{kHz}$	70			
			$f = 100\text{kHz}$	50			
			$f = 1\text{MHz}$	50			
V_n	输出噪声电压	带宽 = 10Hz 至 100kHz 、 $I_{OUT} = 750\text{mA}$ 、 $C_{FF} = 470\text{nF}$ 、 $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$	$V_{IN} = 2.2\text{V}, V_{OUT} = 0.8\text{V}$	8			μV_{RMS}
			$V_{IN} = 4.3\text{V}, V_{OUT} = 3.3\text{V}$	9			
$V_{IH(EN)}$	EN 引脚高电平输入电压 (使能器件)			0.95	6.0		V

5.5 电气特性 (续)

在工作结温范围 ($T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$)、 $V_{IN} = 1.9\text{V}$ 或 $V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.5\text{V}$ (以较大者为准)、 $V_{OUT(NOM)} = 0.8\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.0\text{V}$ 、 $C_{IN} = 4.7\mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 4.7\mu\text{F}$ 和 $C_{FF} = 10\text{nF}$ ，除非另有说明。典型值为 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 条件下的值。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{IL(EN)}$	EN 引脚低电平输入电压 (禁用器件)		0	0.23		V
I_{EN}	EN 引脚电流	$V_{IN} = 6.0\text{V}$, $V_{EN} = 0\text{V}$ 和 6.0V			1	μA
V_{UVLO+}	欠压锁定阈值	V_{IN} 上升	0.99	1.39	1.81	V
V_{UVLO-}		V_{IN} 下降	0.96	1.34	1.75	
$V_{UVLO(HYST)}$	欠压锁定迟滞			45		mV
T_{sd+}	热关断升温	关断, 温度升高		165		$^{\circ}\text{C}$
T_{sd-}	热关断降温	复位, 温度降低		140		$^{\circ}\text{C}$
t_{ST}	启动时间	$V_{OUT(nom)} = 3.3\text{V}$ 、 $C_{FF} = 10\text{nF}$ 、从 $EN > V_{IL}$ 至 $V_{OUT} = 90\% V_{OUT(nom)}$ 所用的时间		800		μs

(1) 不包括外部电阻公差。由于功率耗散大于封装的最大额定值，因此未测试 $V_{OUT} = 0.8\text{V}$ 、 $4.5\text{V} \leq V_I \leq 6.0\text{V}$ 和 $750\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 1\text{A}$ 。

5.6 典型特性

$V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.5V$ 或 $1.9V$ (以较大者为准), $V_{OUT(NOM)} = 0.8V$ 、 $V_{EN} = 1V$ 、 $I_{OUT} = 1mA$ 、 $C_{IN} = 4.7\mu F$ 、 $C_{OUT} = 4.7\mu F$ 、 $C_{FF} = 10nF$ 和 $T_A = 25^\circ C$ (除非另有说明)

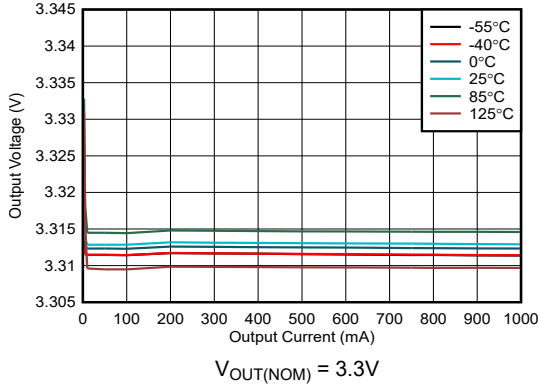


图 5-1. 负载调整率

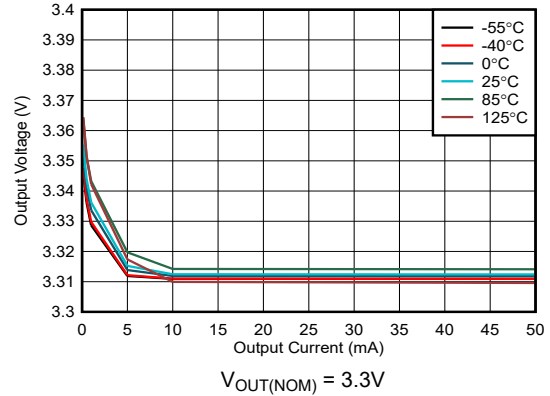


图 5-2. 轻负载下的负载调整率

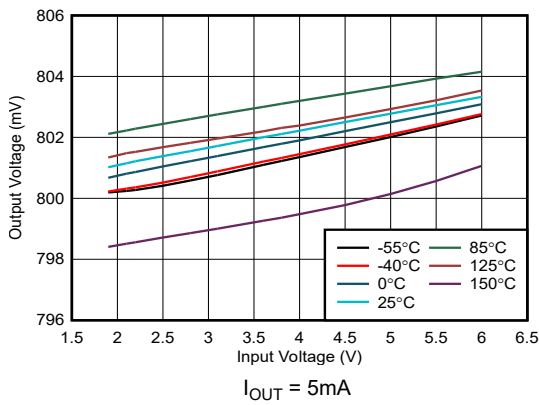


图 5-3. 线性调整率

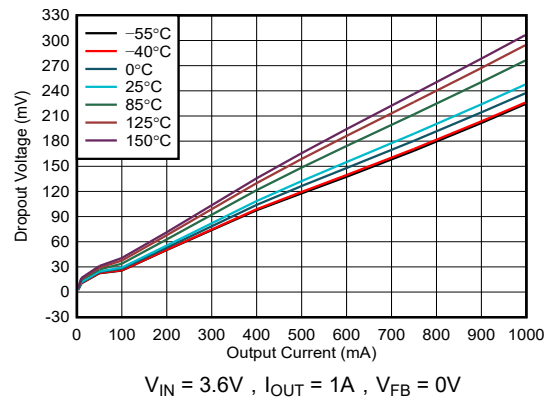


图 5-4. 压降电压与负载电流间的关系

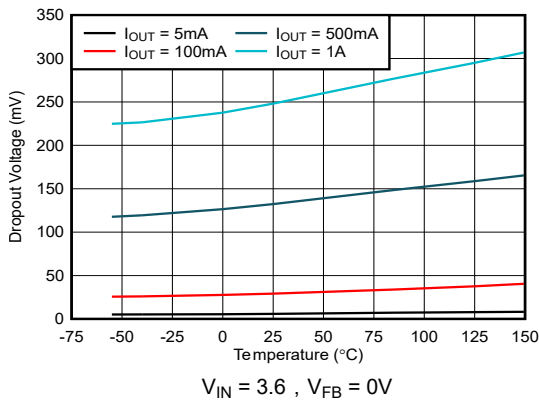


图 5-5. 压降电压与温度间的关系

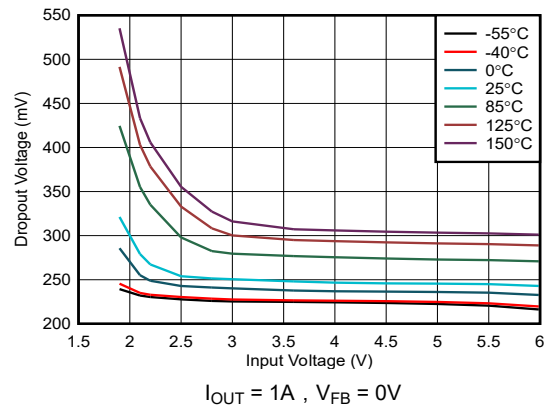
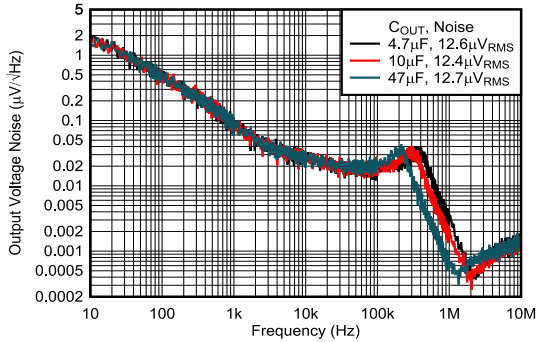


图 5-6. 压降电压与输入电压间的关系

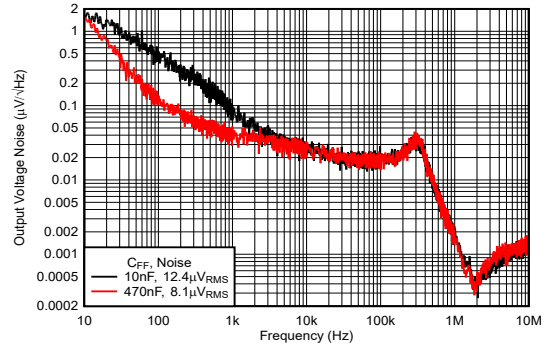
5.6 典型特性 (续)

$V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.5V$ 或 $1.9V$ (以较大者为准), $V_{OUT(NOM)} = 0.8V$ 、 $V_{EN} = 1V$ 、 $I_{OUT} = 1mA$ 、 $C_{IN} = 4.7\mu F$ 、 $C_{OUT} = 4.7\mu F$ 、 $C_{FF} = 10nF$ 和 $T_A = 25^\circ C$ (除非另有说明)



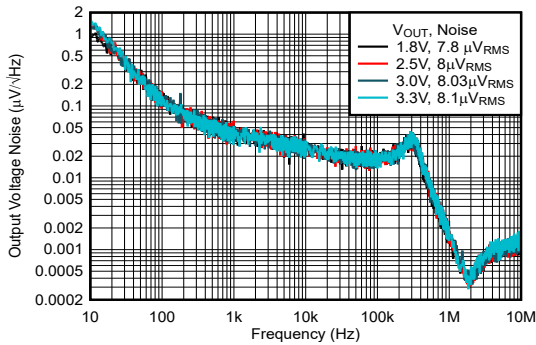
$C_{IN} = 10 \mu F$ 、 $I_{OUT} = 100mA$ 、 $V_{OUT(NOM)} = 3.3V$

图 5-7. 输出噪声谱密度与频率间的关系



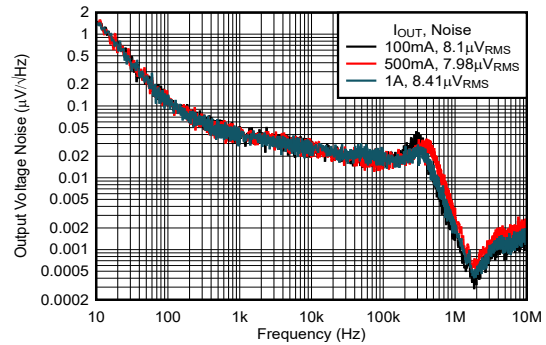
$C_{IN} = C_{OUT} = 10 \mu F$ 、 $I_{OUT} = 100mA$ 、 $V_{OUT(NOM)} = 3.3V$

图 5-8. 输出噪声谱密度与频率间的关系



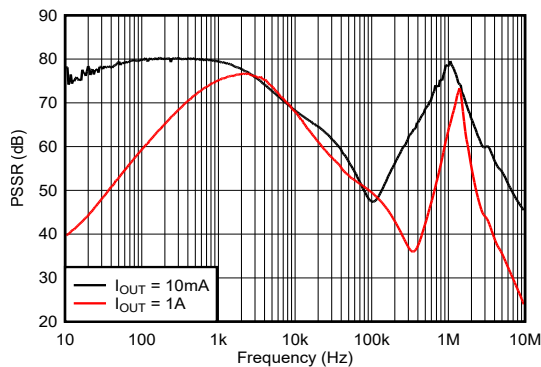
$C_{IN} = C_{OUT} = 10 \mu F$ 、 $C_{FF} = 470nF$ 、 $I_{OUT} = 100mA$

图 5-9. 输出噪声谱密度与频率间的关系



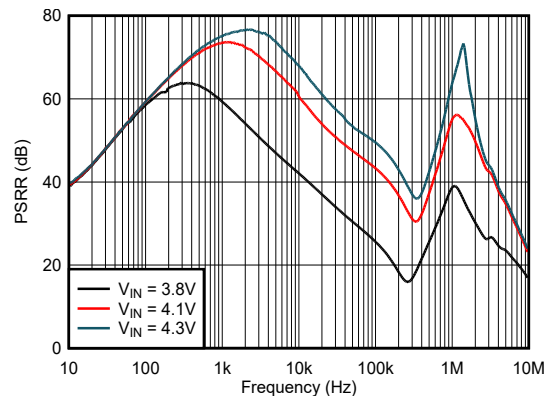
$C_{IN} = C_{OUT} = 10 \mu F$ 、 $C_{FF} = 470nF$ 、 $V_{OUT(NOM)} = 3.3V$

图 5-10. 输出噪声谱密度与频率间的关系



$C_{OUT} = 10 \mu F$ 、 $C_{FF} = 470nF$ 、 $V_{IN} = 4.3V$ 、 $V_{OUT(NOM)} = 3.3V$

图 5-11. PSRR 与频率间的关系

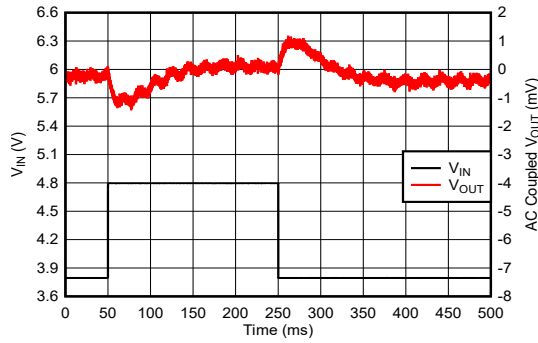


$C_{OUT} = 10 \mu F$ 、 $C_{FF} = 470nF$ 、 $I_{OUT} = 1A$ 、 $V_{OUT(NOM)} = 3.3V$

图 5-12. PSRR 与频率间的关系

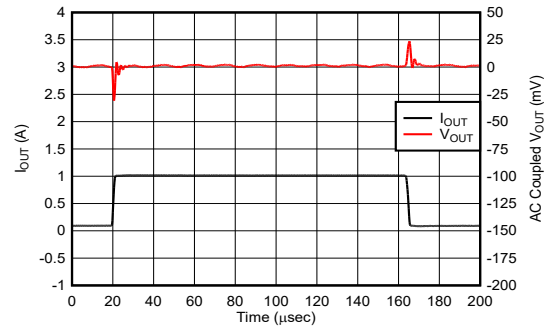
5.6 典型特性 (续)

$V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.5V$ 或 $1.9V$ (以较大者为准), $V_{OUT(NOM)} = 0.8V$ 、 $V_{EN} = 1V$ 、 $I_{OUT} = 1mA$ 、 $C_{IN} = 4.7\mu F$ 、 $C_{OUT} = 4.7\mu F$ 、 $C_{FF} = 10nF$ 和 $T_A = 25^\circ C$ (除非另有说明)



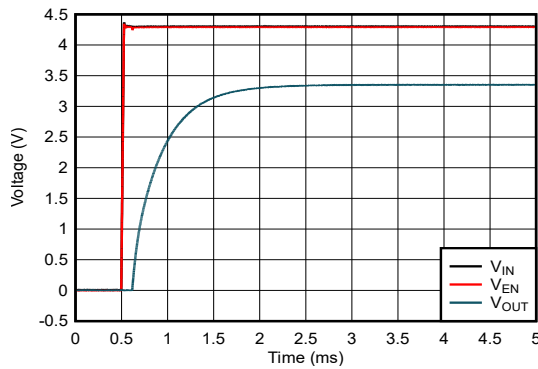
$V_{OUT(NOM)} = 3.3V$, $I_{OUT} = 500mA$, $C_{FF} = 470nF$, $T_R = T_F = 5\mu s$

图 5-13. 线路瞬态响应



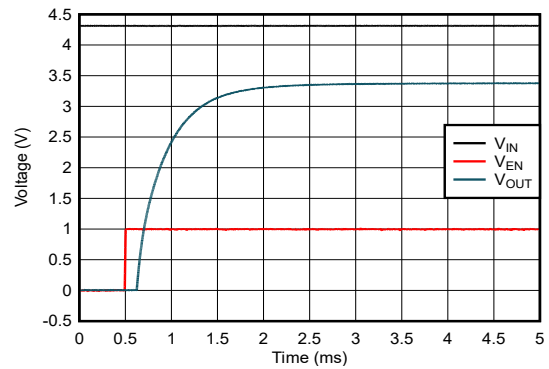
$V_{OUT(NOM)} = 3.3V$ 、 $I_{OUT} = 100mA \rightarrow 1A \rightarrow 100mA$ 、 $C_{FF} = 470nF$ 、 $T_R = T_F = 1\mu s$

图 5-14. 负载瞬态响应



$V_{OUT(NOM)} = 3.3V$

图 5-15. 通过将 Enable 连接到 VIN 来启动



$V_{OUT(NOM)} = 3.3V$

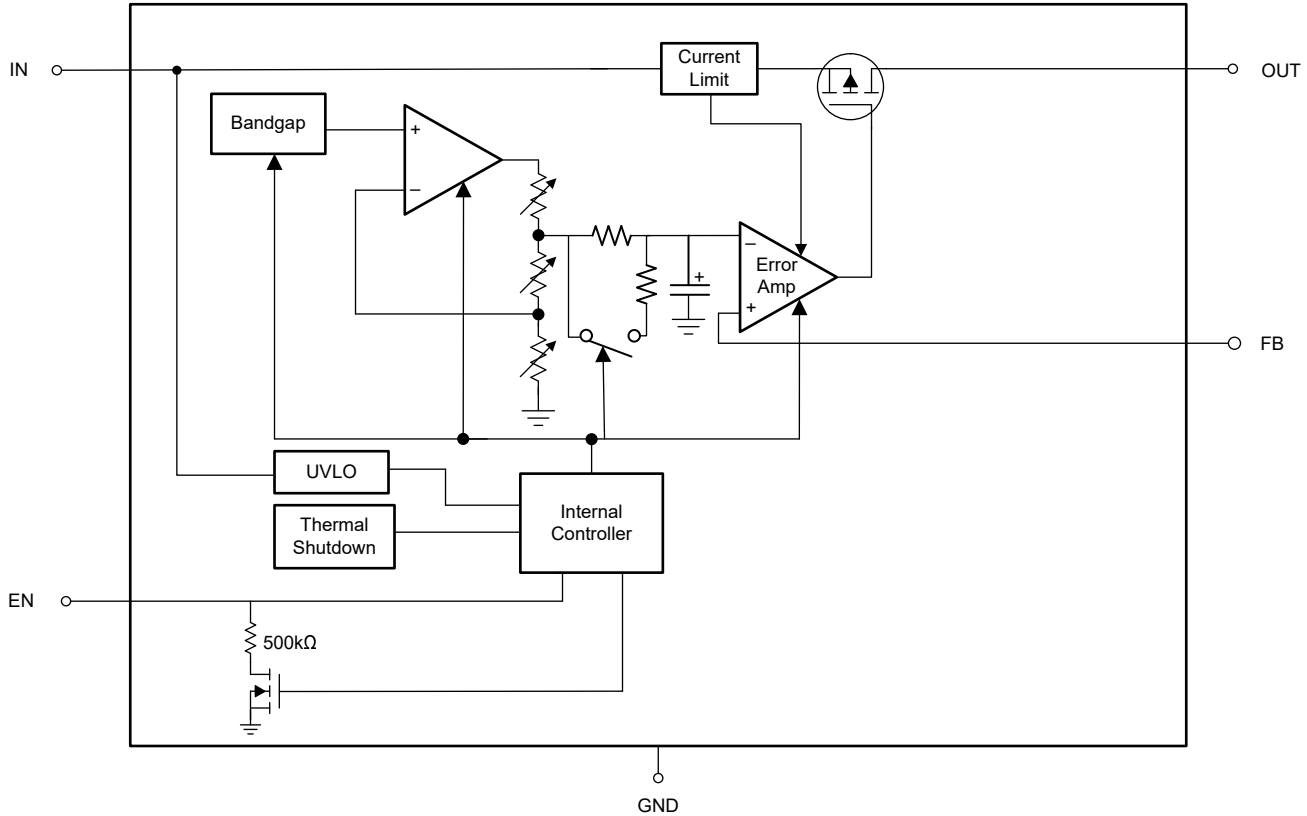
图 5-16. 通过使能启动

6 详细说明

6.1 概述

TPS7N41Q1 可提供高达 1A 的输出电流，同时具有高 PSRR 和低静态电流。无需降噪电容器即可实现低噪声。该系列稳压器提供亚带隙输出电压、限流和热保护功能，额定工作温度范围为 -40°C 至 150°C 。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

6.3.1 压降电压

压降电压 (V_{DO}) 定义为额定输出电流 (I_{RATED}) 下的 $V_{IN} - V_{OUT}$ 之差，此时，导通晶体管完全导通。 V_{IN} 是输入电压、 V_{OUT} 是输出电压、 I_{RATED} 是 [建议运行条件](#) 表中列出的最大 I_{OUT} 。在该运行点，导通晶体管驱动为完全导通。压降电压间接指定了一个最小输入电压，该电压大于输出电压预计保持稳定的标称编程输出电压。如果输入电压降至低于标称输出调节，输出电压也会下降。

对于 CMOS 稳压器，压降电压由导通晶体管的漏源导通状态电阻 ($R_{DS(ON)}$) 决定。因此，如果线性稳压器的工作电流小于额定电流，该电流的压降电压会相应地变化。以下公式用于计算器件的 $R_{DS(ON)}$ 。

$$R_{DS(ON)} = \frac{V_{DO}}{I_{RATED}} \quad (1)$$

6.3.2 折返电流限制

该器件具有内部电流限制电路，可在瞬态高负载电流故障或短路事件期间保护稳压器。电流限制采用混合砖墙式折返方案。电流限制在折返电压 ($V_{FOLDBACK}$) 下从砖墙式方案转换为折返方案。在输出电压高于 $V_{FOLDBACK}$ 的高负载电流故障中，砖墙式方案将输出电流限制为电流限值 (I_{CL})。当电压降至 $V_{FOLDBACK}$ 以下时，将激活折返电流

限制，在输出电压接近 GND 时按比例缩小电流。当输出短路时，该器件会提供一个被称为**短路电流限制** (I_{SC}) 的典型电流。 [电气特性](#) 表中列出了 I_{CL} 和 I_{SC} 。

当器件处于限流状态时，不会调节输出电压。当发生电流限制事件时，由于功率耗散增加，器件开始发热。当器件处于**砖墙式电流限制**时，导通晶体管会耗散功率 $[(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{CL}]$ 。当器件输出短路且输出低于 $V_{FOLDBACK}$ 时，导通晶体管将耗散功率 $[(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{SC}]$ 。如果触发热关断，器件将关闭。器件冷却后，内部热关断电路将器件重新接通。如果输出电流故障条件持续存在，器件会在电流限制状态和热关断状态之间循环。更多有关电流限制的信息，请参阅 [了解限制应用手册](#)。

图 6-1 显示了折返电流限制图。

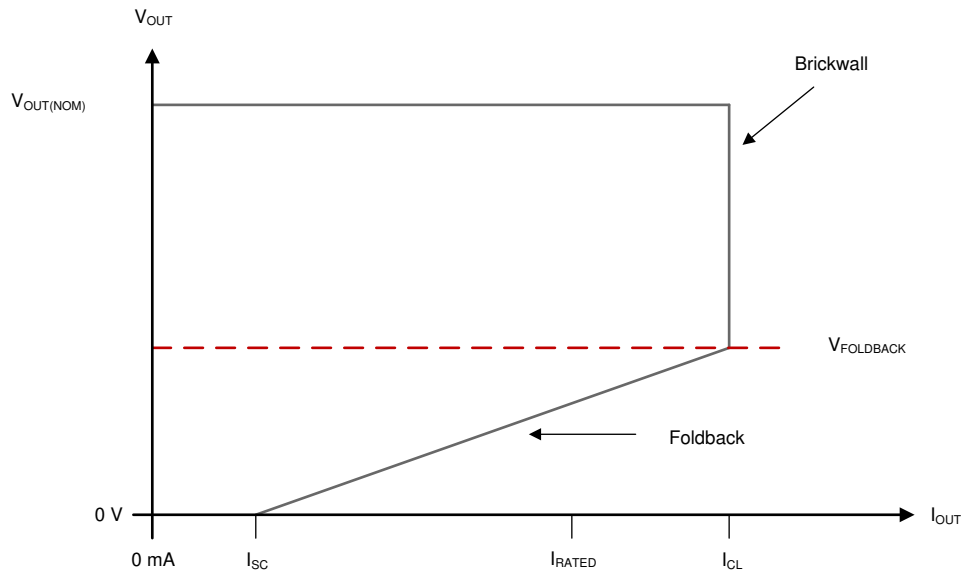


图 6-1. 折返电流限制

6.3.3 热关断

该器件包含一个热关断保护电路，用于在导通晶体管的结温 (T_J) 上升到 T_{SD+} (典型值) 时禁用器件。热关断迟滞可确保在温度降至 T_{SD-} (典型值) 时器件复位 (导通)。

半导体芯片的热时间常数相当短，因此当达到热关断时，器件可以上电下电，直到功率耗散降低。由于器件上的 $V_{IN} - V_{OUT}$ 压降较大，或为大型输出电容器充电的浪涌电流较高，启动期间的功率耗散较高。在某些情况下，热关断保护功能会在启动完成之前禁用器件。

为了实现可靠运行，请将结温限制在 [建议运行条件](#) 表中列出的最大值。在超过这个最高温度的情况下运行会导致器件超出运行规格。虽然器件的内部保护电路旨在防止热过载情况，但此电路并不用于替代适当的散热。使器件持续进入热关断状态或在超过建议的最高结温下运行会降低长期可靠性。

6.4 器件功能模式

表 6-1 给出了不同工作模式的参数条件。有关参数值，请参阅 [电气特性](#) 表。

表 6-1. 器件功能模式比较

工作模式	参数			
	V_{IN}	V_{EN}	I_{OUT}	T_J
正常运行	$V_{IN} > V_{OUT(nom)} + V_{DO}$ 和 $V_{IN} > V_{IN(min)}$	$V_{EN} > V_{IH(EN)}$	$I_{OUT} < I_{OUT(max)}$	$T_J < T_{SD(shutdown)}$

表 6-1. 器件功能模式比较 (续)

工作模式	参数			
	V_{IN}	V_{EN}	I_{OUT}	T_J
压降运行	$V_{IN(min)} < V_{IN} < V_{OUT(nom)} + V_{DO}$	$V_{EN} > V_{IH(EN)}$	$I_{OUT} < I_{OUT(max)}$	$T_J < T_{SD(shutdown)}$
禁用 (任何真条件都会禁用该器件)	$V_{IN} < V_{UVLO}$	$V_{EN} < V_{IL(EN)}$	不适用	$T_J > T_{SD(shutdown)}$

6.4.1 正常运行

当满足下列条件时，器件的输出电压会稳定在标称值：

- 输入电压大于标称输出电压加上压降电压 ($V_{OUT(nom)} + V_{DO}$)
- 输出电流小于电流限制 ($I_{OUT} < I_{CL}$)
- 器件结温低于热关断温度 ($T_J < T_{SD}$)
- 使能电压先前已超过使能上升阈值电压，但尚未降至低于使能下降阈值

6.4.2 压降运行

如果输入电压低于标称输出电压与指定压降电压之和，则器件在压降模式下运行。在此模式下，输出电压会跟踪输入电压。在此模式下，器件的瞬态性能会显著下降。在此模式下，导通晶体管驱动为完全导通。压降过程中的线路或负载瞬态可能会导致输出电压偏差较大。

当器件处于稳定压降状态时，导通晶体管驱动为完全导通。此状态定义为器件直接在正常稳压状态后，而并非启动期间处于压降状态。当 $V_{IN} < V_{OUT(NOM)} + V_{DO}$ 时，发生压降。当稳压器退出压降状态时，输入电压恢复为 $\geq V_{OUT(NOM)} + V_{DO}$ 的值。在此期间，输出电压可能会在短时间内过冲。 $V_{OUT(NOM)}$ 是标称输出电压， V_{DO} 是压降电压。在退出压降状态期间，该器件使导通晶体管从完全导通状态恢复。

6.4.3 禁用

通过将 EN 输入电压强制降至最大 EN 低电平输入电压以下，可关闭 LDO。禁用时，导通晶体管关断，内部电路关断。

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

7.1 应用信息

7.1.1 建议的电容器类型

该器件设计为在输入和输出端使用低等效串联电阻 (ESR) 陶瓷电容器实现稳定。多层陶瓷电容器已成为这类应用的业界标准并推荐使用，但要经过良好的判断后使用。采用 X7R、X5R 和 C0G 额定电介质材料的陶瓷电容器可在整个温度范围内提供相对良好的电容稳定性。但是，由于电容变化较大，因此不建议使用 Y5V 额定电容器。

无论选择哪种陶瓷电容器类型，有效电容都会随工作电压和温度的变化而变化。通常，预计有效电容会降低多达 50%。[建议运行条件](#) 表中列出的输入和输出电容器的有效电容大约为标称值的 50%。

7.1.2 输入和输出电容器要求

尽管不需要输入电容器来实现稳定性，但良好的模拟设计实践是将电容器从 IN 连接到 GND。该电容可抵消电抗性输入源，并改善瞬态响应、输入纹波和 PSRR。如果源阻抗大于 $0.5\ \Omega$ ，请使用输入电容器。对于 TPS7N41-Q1 的典型运行，请将 $4.7\ \mu\text{F}$ 电容器连接到输入。如果预计会有较大且快速的上升时间负载或线路瞬变，请使用更高容值的电容。此外，如果器件距离输入电源几英寸，请使用容值更高的电容器。

通过使用输出电容器来提升器件的动态性能。为确保稳定性，请使用 [建议运行条件](#) 表中指定范围内的输出电容器。确保最小降额输出电容等于或大于 $2.2\ \mu\text{F}$ ($4.7\ \mu\text{F}$ 标称值)。当输出电压升高时，浪涌电流取决于输出电容的大小。在启动期间，输出电流可能会与较大输出电容器的电流限制值一样高。

7.1.3 反向电流

与大多数 LDO 一样，反向电流过大会损坏该器件。

反向电流流经导通元件上的体二极管，而不是正常的传导通道。如量级较大，该电流在以下一种情况发生时，会降低器件的长期可靠性：

- 由电迁移引起的退化
- 过度散热
- 可能导致闩锁

本节概述了会发生反向电流的条件，所有这些条件都可能超过 $V_{\text{OUT}} > V_{\text{IN}} + 0.3\text{V}$ 的绝对最大额定值：

- 如果器件具有较大的 C_{OUT} 且输入电源崩溃，则负载电流极小或无负载电流
- 当输入电源未建立时，输出被偏置
- 输出偏置为高于输入电源

如果应用中需要反向电流，则必须使用外部保护来保护器件。[图 7-1](#) 展示了保护器件的一种方法。

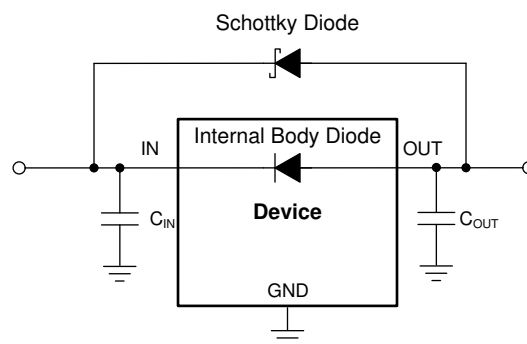


图 7-1. 使用肖特基二极管的反向电流保护示例电路

7.1.4 压降电压

TPS7N41Q1 使用一个 PMOS 导通晶体管来实现低压降。当 $(V_{IN} - V_{OUT})$ 低于压降电压 (V_{DO}) 时，PMOS 导通器件处于其运行的线性区域并且输入到输出电阻是 PMOS 导通元件的 R_{DS-ON} 。 V_{DO} 大致与输出电流成比例，因为 PMOS 器件在压降模式下的行为类似于电阻器。与任何线性稳压器一样，当 $(V_{IN} - V_{OUT})$ 接近压降时，PSRR 和瞬态响应性能下降。

7.2 典型应用

7.2.1 应用

图 7-2 显示了 TPS7N41-Q1 的典型应用电路。

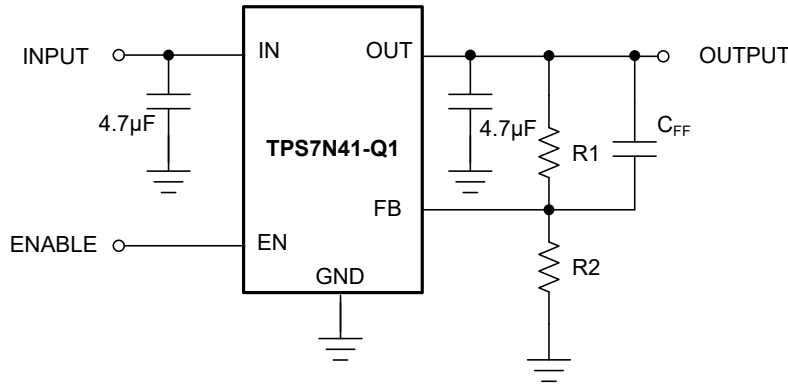


图 7-2. TPS7N41-Q1 典型应用

输出电压由反馈节点电压以及电阻器 R1 和 R2 的值决定。使用此公式，根据 R1 和 R2 的值计算输出电压。

$$V_O = \frac{(R1 + R2)}{R2} \times 0.8 \quad (2)$$

反馈电阻器的值会影响输出电压精度，因此，请使用具有适当容差值的电阻器。FB 引脚的输入电流由反馈网络提供，因此，请验证电阻值是否足够低，以确保 FB 引脚的输入电流不会引起明显的输出电压误差。为此，建议 R2 使用 10kΩ 的数值。

7.2.2 设计要求

表 7-1 总结了图 7-2 的设计要求。

表 7-1. 设计参数

参数	值
输入电压范围	4.0V ±5%
输出电压	3.3V
输出电流	600mA
最高环境温度	100°C

7.2.3 详细设计过程

在此设计示例中，假设输入电源的标称电压为 4.0V。使用最小 4.7 µF 输入电容器，尽可能减小 4.0V 电源和 LDO 输入之间的电阻和电感的影响。为确保系统稳定性和良好的负载瞬态响应，请使用标称值 4.7 µF (最小 2.2 µF) 的输出电容。将 R2 的阻值设为 10kΩ，R1 的阻值设为 31.2kΩ，即可获得 3.3V 的标称输出电压。在输出电压为 3.3V、输出电流为 600mA 时，压降电压 (V_{DO}) 低于 300mV 最大值，因此无压降问题。

7.3 电源相关建议

该器件设计为可在 1.9V 至 6.0V 的输入电源电压范围内运行。确保输入经过良好调节且没有寄生噪声，则稳压器可提供经过良好调节且具有卓越动态性能的输出。将输入电源设置为至少 V_{OUT(nom)} + 0.5V 或 1.9V，以较大者为准。

使用 4.7 µF 或更大的输入电容器来降低输入电源的阻抗，尤其是在瞬态期间。

7.4 布局

7.4.1 布局指南

- 输入电容和输出电容尽可能靠近器件放置。
- 使用铜平面进行器件连接以优化热性能。
- 在器件周围布置散热过孔以散发热量。

7.4.2 布局示例

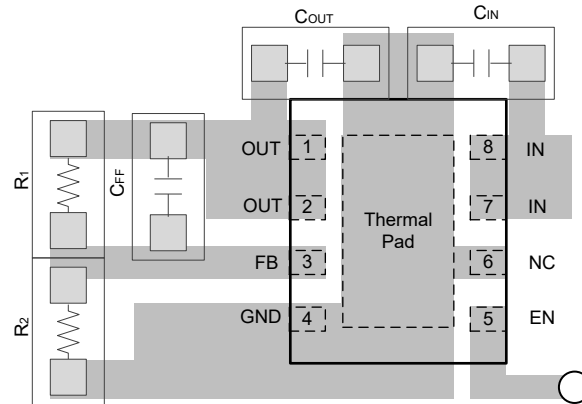


图 7-3. 典型布局

8 器件和文档支持

TI 提供广泛的开发工具。此部分列出了用于评估器件性能、生成代码和开发解决方案的工具和软件。

8.1 器件支持

8.1.1 器件命名规则

表 8-1. 器件命名规则

产品 ⁽¹⁾	说明
TPS7N4101Q(W)yyyzQ1	<p>01 表示 LDO 的输出电压是可调节的。</p> <p>Q 表示此器件是一款符合 AEC-Q100 标准的 1 级器件。</p> <p>W (若存在) 表示该封装具有可湿性侧面。</p> <p>yyy 为封装标识符。</p> <p>z 为封装数量。R 表示卷带 (3000 片)。</p> <p>Q1 表示这是一款汽车级 (AEC-Q100) 器件。</p>

(1) 如需获得最新的封装和订购信息，请参阅本文档末尾的“封装选项附录”，或者访问 www.ti.com 中的器件产品文件夹。

8.2 文档支持

8.2.1 相关文档

如要查看相关文件，请参阅以下内容：

- 德州仪器 (TI)，《[了解限制](#)》，[应用手册](#)。

8.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

8.4 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的[使用条款](#)。

8.5 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

8.6 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

8.7 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	注释
March 2026	*	初始发行版

10 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TPS7N4101QWDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	5000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	7N4101

(1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

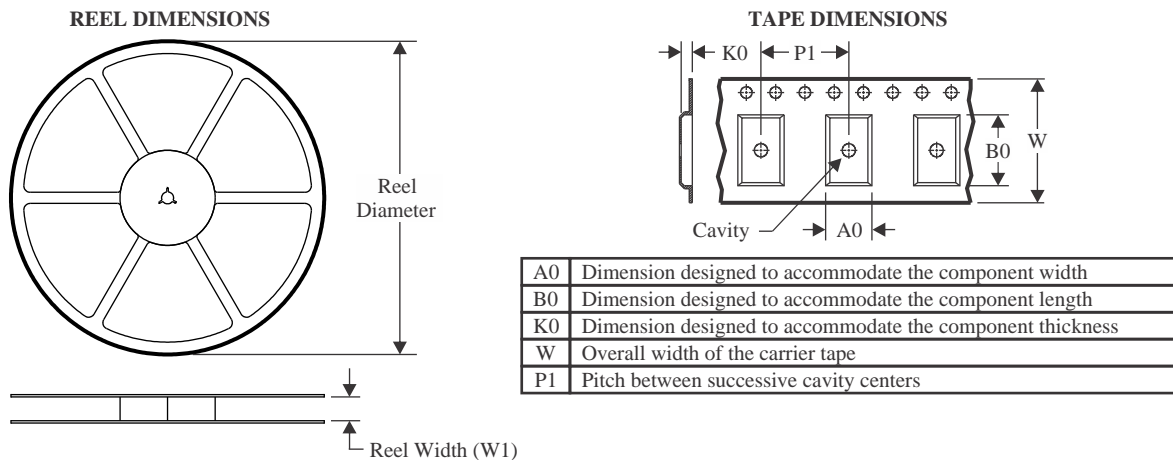
(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS7N4101QWDRBRQ1	SON	DRB	8	5000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS7N4101QWDRBRQ1	SON	DRB	8	5000	360.0	360.0	36.0

DRB 8

GENERIC PACKAGE VIEW

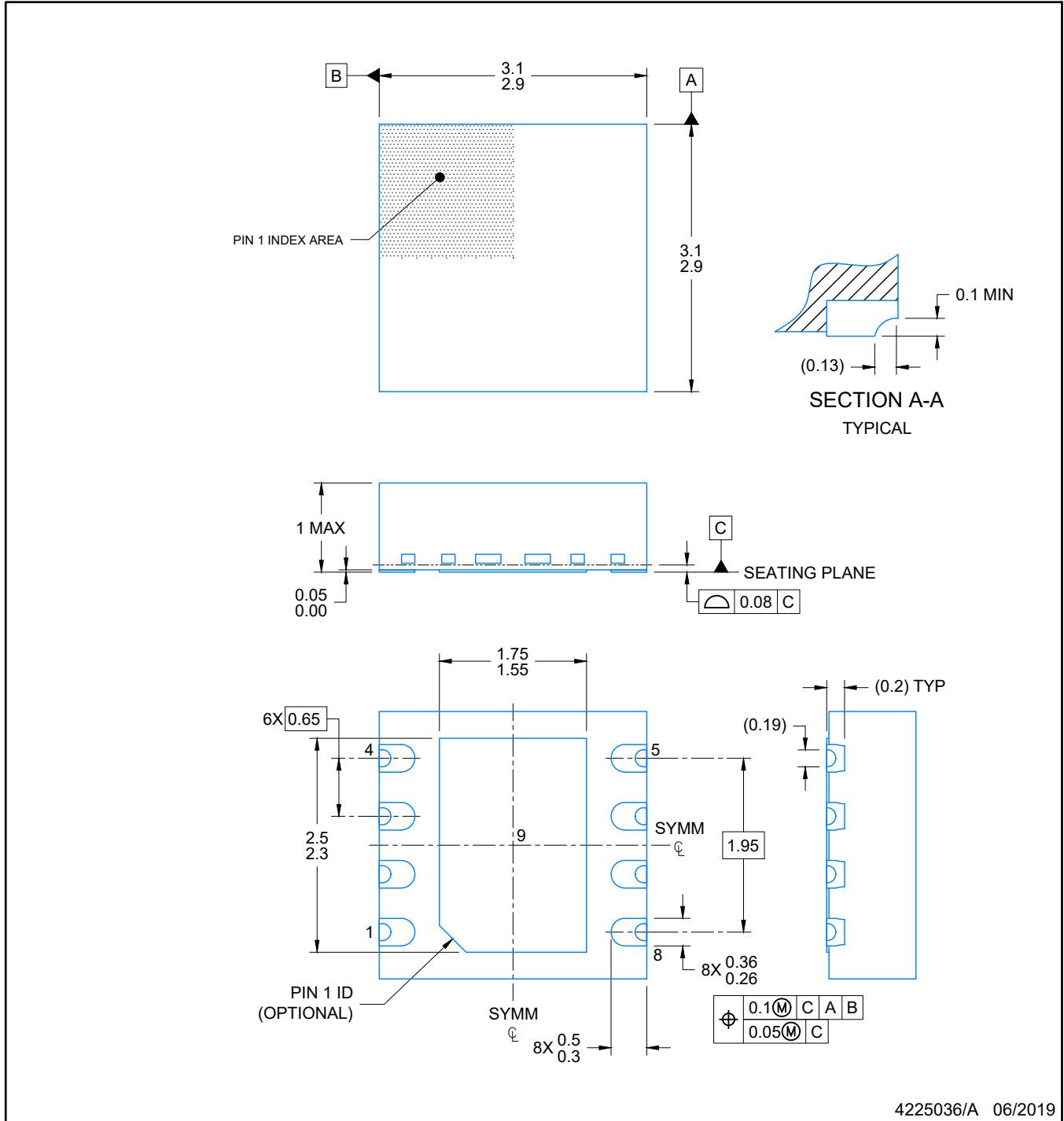
VSON - 1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.

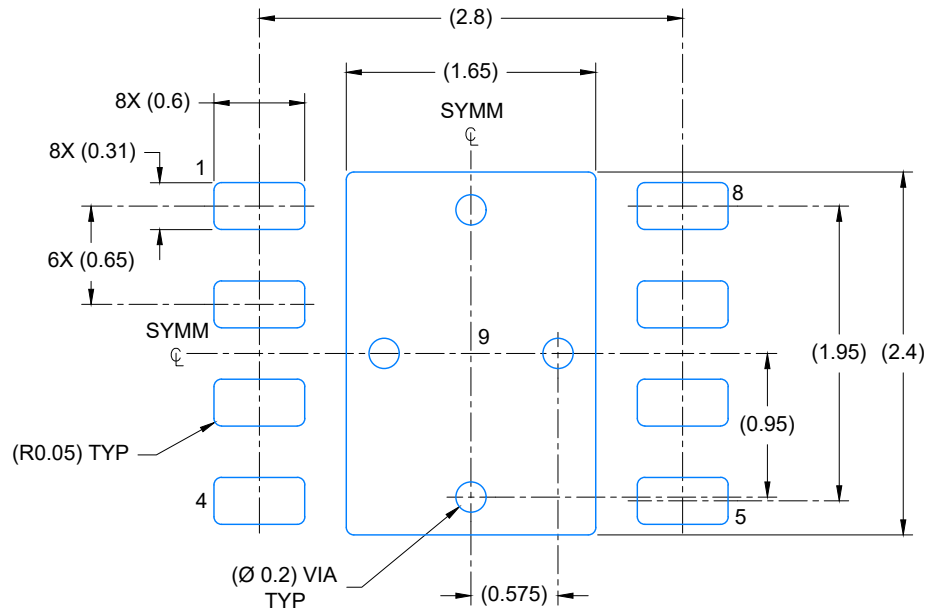
4203482/L



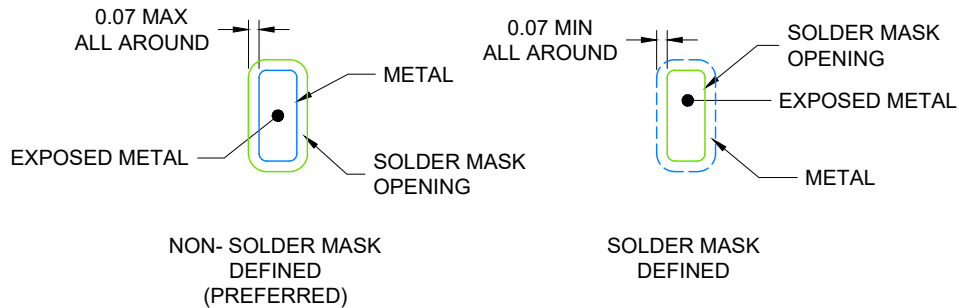
4225036/A 06/2019

NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for optimal thermal and mechanical performance.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 20X

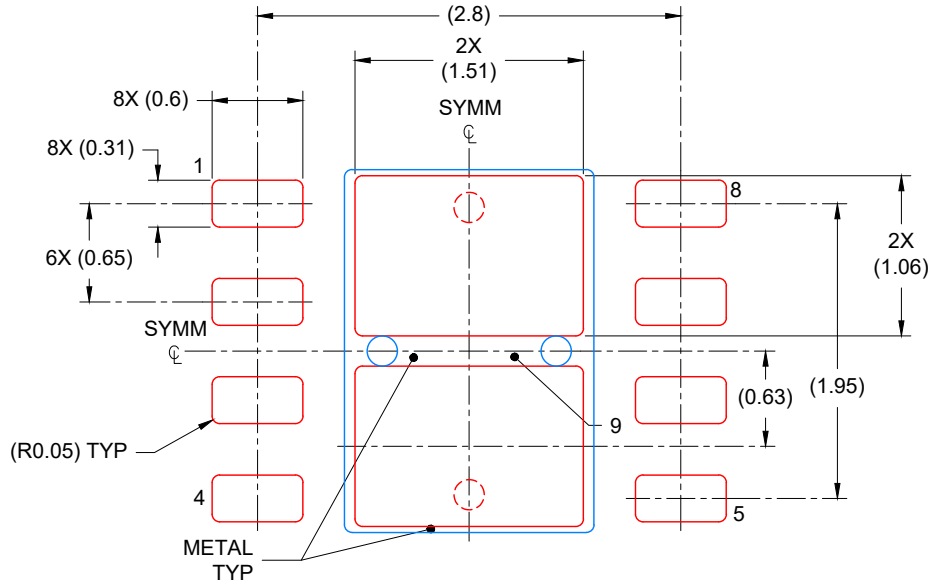


SOLDER MASK DETAILS

4225036/A 06/2019

NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



SOLDER PASTE EXAMPLE
 BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
 81% PRINTED COVERAGE BY AREA
 SCALE: 20X

4225036/A 06/2019

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月