

## TPS7A15C 400mA、低 $V_{IN}$ 、低 $V_{OUT}$ 、快速趋稳、超低压降稳压器

### 1 特性

- 超低输入电压范围：0.7V 至 2.2V
- 高效率：
  - 400 mA 时的压降：80mV (最大值)
  - 适用于  $V_{IN} = V_{OUT} + 100\text{mV}$
- 出色的负载瞬态响应
- 高 PSRR：1kHz 时为 84dB
- 可提供固定输出电压：
  - 0.5V 至 2.0V (为 25mV)
- $V_{BIAS}$  范围：
  - 2.2V 至 5.5V
- 封装：
  - 6 引脚 1mm × 0.71mm DSBGA
- 有源输出放电

### 2 应用

- 摄像头模块
- 无线耳机和耳塞
- 智能手表、健身追踪器
- 智能手机和平板电脑
- 便携式医疗设备
- 固态硬盘 (SSD)

### 3 说明

TPS7A15C 是一款具有出色瞬态响应的小型低压差稳压器 (LDO)。该器件可提供 400mA 电流，并具有出色的交流性能 (负载和线路瞬态响应)。输入电压范围为 0.7V 至 2.2V，输出范围为 0.5V 至 2.0V。

主电源路径通过 IN 引脚，可连接至电压至少高于输出电压 50mV 的电源。所有电气特性 (包括出色的输出电压容差、瞬态响应和 PSRR) 均针对输入电压 (比输出电压高 100mV) 进行规定，因此可实现高效率。该稳压器使用一个为 LDO 内部电路供电的外部较高  $V_{BIAS}$  电压轨，支持很低的输入电压。例如，IN 引脚的电源电压可以是高效直流/直流降压稳压器的输出，而 BIAS 引脚电源电压可来自可再充电电池。

此 LDO 配备了一个有源下拉电路，用于在器件被禁用时快速对输出放电，并提供已知的启动状态。

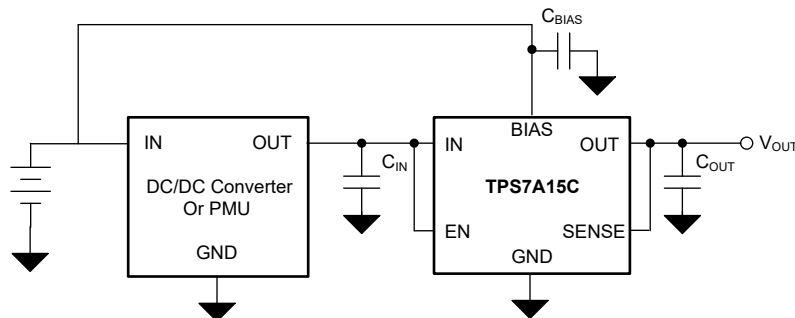
TPS7A15C 采用超小型 0.71mm × 1.0mm、6 凸点 WCSP 封装。

#### 封装信息

器件型号	封装 <sup>(1)</sup>	封装尺寸 <sup>(2)</sup>
TPS7A15C	YCK (WCSP, 6)	0.71mm × 1mm

(1) 有关更多信息，请参阅 [机械、封装和可订购信息](#)。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



典型应用电路



## 内容

<b>1 特性</b> .....	<b>1</b>	<b>7 应用和实施</b> .....	<b>13</b>
<b>2 应用</b> .....	<b>1</b>	7.1 应用信息.....	13
<b>3 说明</b> .....	<b>1</b>	7.2 典型应用.....	17
<b>4 引脚配置和功能</b> .....	<b>3</b>	7.3 电源相关建议.....	19
<b>5 规格</b> .....	<b>4</b>	7.4 布局.....	19
5.1 绝对最大额定值.....	4	<b>8 器件和文档支持</b> .....	<b>20</b>
5.2 ESD 等级.....	4	8.1 器件支持.....	20
5.3 建议运行条件.....	4	8.2 文档支持.....	20
5.4 热性能信息.....	5	8.3 接收文档更新通知.....	20
5.5 电气特性.....	5	8.4 支持资源.....	20
5.6 典型特性.....	7	8.5 商标.....	20
<b>6 详细说明</b> .....	<b>10</b>	8.6 静电放电警告.....	20
6.1 概述.....	10	8.7 术语表.....	20
6.2 功能方框图.....	10	<b>9 修订历史记录</b> .....	<b>21</b>
6.3 特性说明.....	11	<b>10 机械、封装和可订购信息</b> .....	<b>22</b>
6.4 器件功能模式.....	12	10.1 机械数据.....	23

## 4 引脚配置和功能

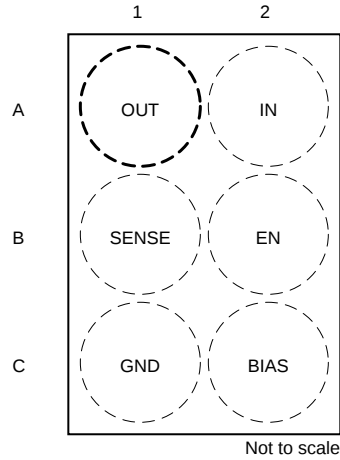


图 4-1. YCK 封装，6 引脚 WCSP，0.35mm 间距（顶视图）

表 4-1. 引脚功能：YCK 封装

引脚		类型	说明
编号	名称		
A1	OUT	输出	稳压输出引脚。在 OUT 和 GND 之间连接一个具有“建议运行条件”表中所建议有效电容的电容器。将输出电容器尽可能靠近 OUT 放置。
A2	IN	输入	输入引脚。为了获得理想的结果，请使用电容值至少等于输出电容器的电容器。将输入电容器尽可能靠近器件的输入端放置。
B1	SENSE	输入	SENSE 输入。该引脚是稳压器的反馈输入端，用于建立 SENSE 连接。将 SENSE 连接到负载有助于消除由 OUT 和负载之间的走线电阻导致的电压误差。
B2	EN	输入	使能引脚。将该引脚驱动为逻辑高电平会使能低压降稳压器 (LDO)。将引脚驱动为逻辑低电平会禁用 LDO。如果不需要使能功能，则此引脚必须连接至 IN 或 BIAS。
C1	GND	—	接地引脚。此引脚必须接地。
C2	BIAS	输入	BIAS 引脚。该引脚支持在低输入电压、低输出电压 (LILO) 条件下使用。为获得理想的性能，请在 BIAS 与 GND 之间使用 0.1μF 或更大的陶瓷电容器。将偏置电容器尽可能靠近 BIAS 引脚放置。

## 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（另有说明者除外）。<sup>(1)</sup>

		最小值	最大值	单位
电压	输入, $V_{IN}$	-0.3	2.4	V
	使能, $V_{EN}$	-0.3	6.0	
	偏置, $V_{BIAS}$	-0.3	6.0	
	传感, $V_{SENSE}$	-0.3	$V_{IN} + 0.3$ <sup>(2)</sup>	
	输出, $V_{OUT}$	-0.3	$V_{IN} + 0.3$ <sup>(2)</sup>	
电流	最大输出	受内部限制		A
温度	工作结温, $T_J$	-40	150	°C
	贮存温度, $T_{stg}$	-65	150	

- 超出“绝对最大额定值”运行可能会对器件造成永久损坏。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。如果在建议运行条件之外但在绝对最大额定值范围内短暂运行，器件可能不会受到损坏，但可能无法完全正常工作。以这种方式运行器件可能会影响器件的可靠性、功能和性能，并缩短器件寿命。
- 绝对最大额定值为 2.4V 或 ( $V_{IN} + 0.3V$ )，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 <sup>(1)</sup>	±3000	V
		充电器件模型 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 <sup>(2)</sup>	±750	

- JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 可通过标准 ESD 控制流程实现安全生产。
- JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 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）。<sup>(1)</sup>

		最小值	标称值	最大值	单位
$V_{IN}$	输入电压	0.7		2.2	V
$V_{BIAS}$	偏置电压	2.2 或 $V_{OUT} + 1.4$ 中的较大值		5.5	V
$V_{OUT}$	输出电压	0.5		2.0	V
$I_{OUT}$	峰值输出电流	0		400	mA
$C_{IN}$	输入电容 <sup>(2)</sup>	0.75			µF
$C_{BIAS}$	偏置电容 <sup>(3)</sup>		0.1		µF
$C_{OUT}$	输出电容 <sup>(4)</sup>	1.0		47	µF
ESL	OUT 和 $C_{OUT}$ 之间的走线电感			1.5	nH
ESR	输出电容器 ESR + 走线 ESR (新芯片)	11		50	mΩ
$T_J$	工作结温	-10		85	°C

- 所有电压均以 GND 为基准。
- 需要一个输入电容器来抵消源电阻和电感的影响，在某些情况下，这可能会导致系统级别的不稳定症状（例如响铃或振荡），尤其是在存在负载瞬态的情况下。根据源阻抗和系统要求，可能需要更大的输入电容器。
- 建议使用降额值至少为 0.1µF 的 BIAS 电容器，以保持瞬态、PSRR 和噪声性能。
- 考虑因施加的交流和直流电压、温度和容差引起的所有变化后，使用其有效电容处于该范围内的输出电容器。

## 5.4 热性能信息

热指标 <sup>(1)</sup>		TPS7A15C	
		YCK (DSBGA)	
		6 引脚	
			单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	148.5	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	1.3	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	42.1	°C/W
$\psi_{JT}$	结至顶部特征参数	0.5	°C/W
$\psi_{JB}$	结至电路板特征参数	42.1	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	不适用	°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

指定条件:  $T_J = -10^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{IN} = 0.7\text{V}$  或  $V_{OUT(NOM)} + 0.1\text{V}$  中的较大值,  $V_{BIAS} = 2.2\text{V}$  或  $V_{OUT(NOM)} + 1.4\text{V}$  中的较大值,  $I_{OUT} = 1\text{mA}$ ,  $V_{EN} = 1.0\text{V}$ ,  $C_{IN} = 1.0\ \mu\text{F}$ ,  $C_{OUT} = 1.0\ \mu\text{F}$ ,  $C_{BIAS} = 0.1\ \mu\text{F}$  (除非另有说明); 所有典型值均在  $T_J = 25^{\circ}\text{C}$  下测得

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{OUT}$	在温度范围内的精度	$0.7\text{V}$ 或 $V_{OUT(NOM)} + 0.1\text{V}$ 中的较大值 $\leq V_{IN} \leq 2.2\text{V}$ , $2.2\text{V}$ 或 $V_{OUT(NOM)} + 1.4\text{V}$ 中的较大值 $\leq V_{BIAS} \leq 5.5\text{V}$ , $1\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 400\text{mA}$	-32		8	mV
$\Delta V_{OUT}$	$V_{IN}$ 线路调整	$0.7\text{V}$ 或 $V_{OUT(NOM)} + 0.1\text{V}$ 中的较大值 $\leq V_{IN} \leq 2.2\text{V}$	-2.5	0.22	2.5	mV
$\Delta V_{OUT}$	$V_{BIAS}$ 线路调整	$2.2\text{V}$ 或 $V_{OUT(NOM)} + 1.4\text{V}$ 中的较大值 $\leq V_{BIAS} \leq 5.5\text{V}$	-2.5	0.02	2.5	mV
$\Delta V_{OUT}$	负载调整率	$1\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 400\text{mA}$		18		mV
$I_{Q(BIAS)}$	偏置引脚电流	$I_{OUT} = 0\text{mA}$			60	$\mu\text{A}$
$I_{Q(BIAS)}$	偏置引脚电流	$I_{OUT} = 400\text{mA}$			6.5	mA
$I_{Q(IN)}$	输入引脚电流 <sup>(1)</sup>	$I_{OUT} = 0\text{mA}$			5	$\mu\text{A}$
$I_{GND}$	接地引脚电流 <sup>(1)</sup>	$I_{OUT} = 400\text{mA}$		380	525	$\mu\text{A}$
$I_{SHDN(BIAS)}$	$V_{BIAS}$ 关断电流	$V_{IN} = 2.2\text{V}$ , $V_{BIAS} = 5.5\text{V}$ , $V_{EN} \leq 0.2\text{V}$		0.264	12	$\mu\text{A}$
$I_{SHDN(IN)}$	$V_{IN}$ 关断电流	$V_{IN} = 1.8\text{V}$ , $V_{BIAS} = 5.5\text{V}$ , $V_{EN} \leq 0.2\text{V}$		0.05	5.7	$\mu\text{A}$
$I_{CL}$	输出电流限制	$V_{OUT} = 0.95 \times V_{OUT(NOM)}$	440	650	1100	mA
$I_{SC}$	短路电流限制	$V_{OUT} = 0\text{V}$		240		mA
$V_{DO(IN)}$	$V_{IN}$ 压降电压 <sup>(2)</sup>	$V_{IN} = 0.95 \times V_{OUT(nom)}$ , $I_{OUT} = 400\text{mA}$ , $V_{OUT} \geq 0.8\text{V}$ ,		31	80	mV
$V_{DO(BIAS)}$	$V_{BIAS}$ 压降电压 <sup>(3)</sup>	$V_{BIAS} = 1.7\text{V}$ 或 $V_{OUT(nom)} + 0.6\text{V}$ 中的较大值, $I_{OUT} = 400\text{mA}$			1	V
$V_{IN}$ PSRR	$V_{IN}$ 电源抑制比	$f = 100\text{Hz}$ , $V_{IN} = 1.05\text{V}$ , $V_{OUT} = 0.8\text{V}$ , $C_{OUT} = 9\ \mu\text{F}$	$I_{OUT} = 3\text{mA}$		90	dB
			$I_{OUT} = 400\text{mA}$		59	
		$f = 1\text{kHz}$ , $V_{IN} = 1.05\text{V}$ , $V_{OUT} = 0.8\text{V}$ , $C_{OUT} = 9\ \mu\text{F}$	$I_{OUT} = 3\text{mA}$		90	
			$I_{OUT} = 400\text{mA}$		60	
		$f = 10\text{kHz}$ , $V_{IN} = 1.05\text{V}$ , $V_{OUT} = 0.8\text{V}$ , $C_{OUT} = 9\ \mu\text{F}$	$I_{OUT} = 3\text{mA}$		80	
			$I_{OUT} = 400\text{mA}$		61	
		$f = 100\text{kHz}$ , $V_{IN} = 1.05\text{V}$ , $V_{OUT} = 0.8\text{V}$ , $C_{OUT} = 9\ \mu\text{F}$	$I_{OUT} = 3\text{mA}$		70	
	$I_{OUT} = 400\text{mA}$		65			
$V_{BIAS}$ PSRR	$V_{BIAS}$ 电源抑制比	$f = 1\text{MHz}$ , $V_{IN} = V_{OUT} + 150\text{mV}$	$I_{OUT} = 3\text{mA}$		61	dB
			$I_{OUT} = 400\text{mA}$		72	
		$f = 1\text{kHz}$ , $f = 100\text{kHz}$ $f = 1\text{MHz}$	$I_{OUT} = 400\text{mA}$		72 47 31	

指定条件： $T_J = -10^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$ ， $V_{IN} = 0.7\text{V}$  或  $V_{OUT(NOM)} + 0.1\text{V}$  中的较大值， $V_{BIAS} = 2.2\text{V}$  或  $V_{OUT(NOM)} + 1.4\text{V}$  中的较大值， $I_{OUT} = 1\text{mA}$ ， $V_{EN} = 1.0\text{V}$ ， $C_{IN} = 1.0\ \mu\text{F}$ ， $C_{OUT} = 1.0\ \mu\text{F}$ ， $C_{BIAS} = 0.1\ \mu\text{F}$ （除非另有说明）；所有典型值均在  $T_J = 25^{\circ}\text{C}$  下测得

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_n$	输出电压噪声	带宽 = 10Hz 至 100kHz， $V_{OUT} = 0.8\text{V}$ ， $I_{OUT} = 400\text{mA}$	8.5			$\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
$V_{UVLO(BIAS)}$	偏置电源 UVLO	$V_{BIAS}$ 上升	1.15	1.42	1.7	V
		$V_{BIAS}$ 下降	1.0	1.3	1.64	
$V_{UVLO\_HYST(BIAS)}$	偏置电源迟滞	$V_{BIAS}$ 迟滞	103			mV
$V_{UVLO(IN)}$	输入电源 UVLO	$V_{IN}$ 上升	584	603	623	mV
		$V_{IN}$ 下降	530	552	566	
$V_{UVLO\_HYST(IN)}$	输入电源磁滞	$V_{IN}$ 迟滞	55			mV
$t_{STR}$	启动时间 <sup>(4)</sup>		200			$\mu\text{s}$
$V_{HI(EN)}$	EN 引脚逻辑高电平电压		0.6			V
$V_{LO(EN)}$	EN 引脚逻辑低电平电压		0.25			
$I_{EN}$	EN 引脚电流	EN = 5.5V	-20	10	30	nA
$R_{PULLDOWN}$	下拉电阻器	$V_{IN} = 0.9\text{V}$ ， $V_{OUT(nom)} = 0.8\text{V}$ ， $V_{BIAS} = 3.3\text{V}$ ， $V_{EN} = 0\text{V}$ ，仅限 P 版本	36			$\Omega$
$T_{SD}$	热关断温度	关断，温度上升	165			$^{\circ}\text{C}$
		复位，温度下降	140			

- (1) 此电流从  $V_{IN}$  流向 GND。
- (2) 由于  $V_{UVLO(IN)}$  阈值， $V_{OUT} < 0.8\text{V}$  时不测量压降。
- (3) 由于  $V_{UVLO(BIAS)}$  阈值， $V_{OUT} < 1.1\text{V}$  时不测量压降。
- (4) 启动时间 = 从 EN 置为有效到  $0.95 \times V_{OUT(NOM)}$  的时间。

## 5.6 典型特性

条件为：工作温度  $T_J = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{\text{OUT(NOM)}} = 0.8\text{V}$ ， $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT(NOM)}} + 0.1\text{V}$ ， $V_{\text{BIAS}} = V_{\text{OUT(NOM)}} + 1.4\text{V}$ ， $I_{\text{OUT}} = 1\text{mA}$ ， $V_{\text{EN}} = V_{\text{IN}}$ ， $C_{\text{IN}} = 4.7\mu\text{F}$ ， $C_{\text{OUT}} = 4.7\mu\text{F}$  且  $C_{\text{BIAS}} = 0.47\mu\text{F}$ （另有说明者除外）

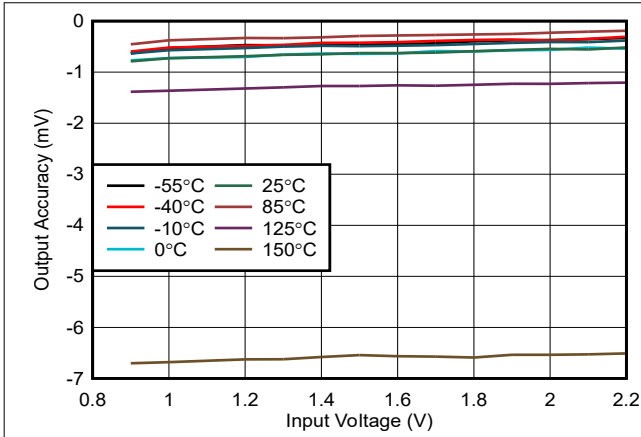


图 5-1. 输出电压精度与  $V_{\text{IN}}$  间的关系

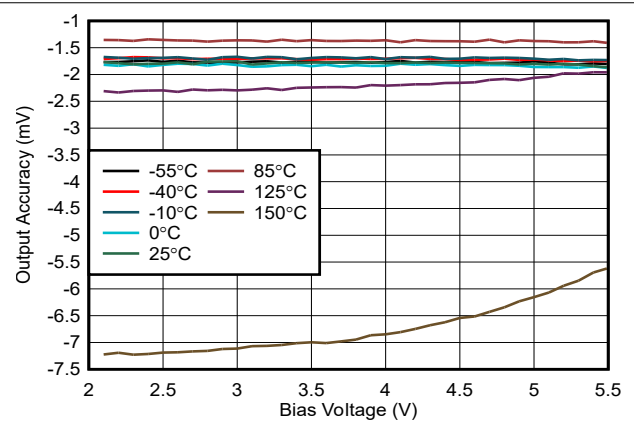


图 5-2. 输出电压精度与  $V_{\text{BIAS}}$  间的关系

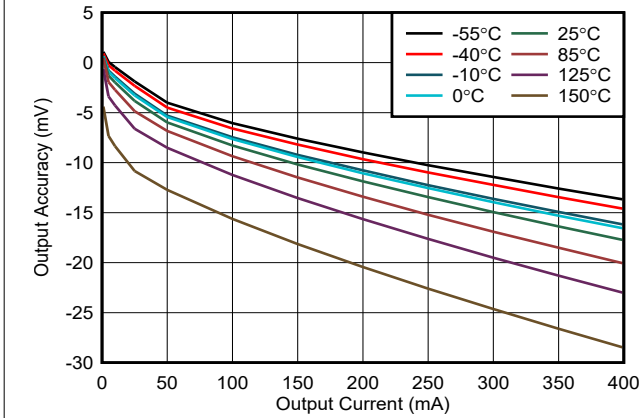


图 5-3. 输出电压精度与  $I_{\text{OUT}}$  间的关系

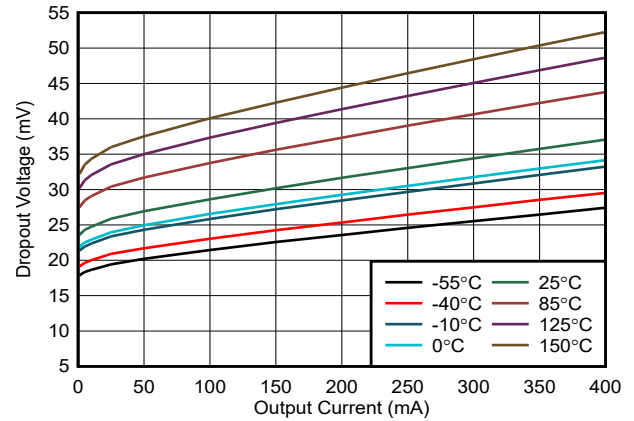


图 5-4.  $V_{\text{IN}}$  压降电压与  $I_{\text{OUT}}$  间的关系

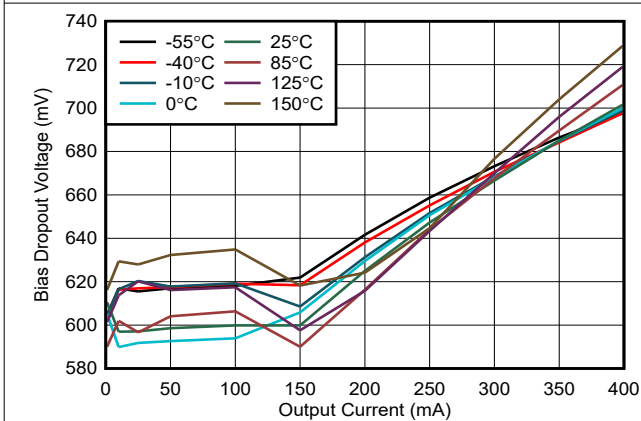


图 5-5.  $V_{\text{BIAS}}$  压降电压与  $I_{\text{OUT}}$  间的关系

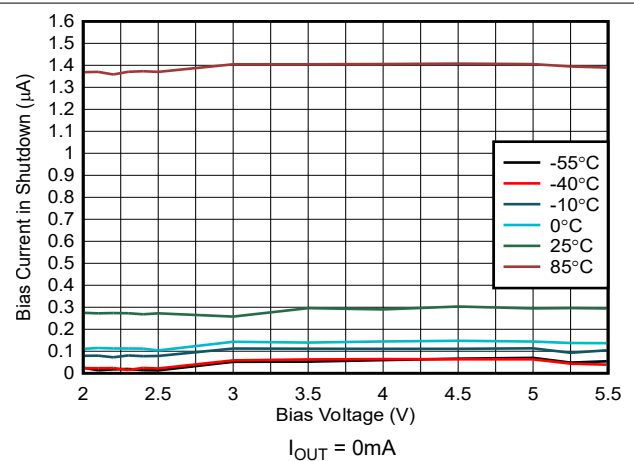


图 5-6.  $V_{\text{BIAS}}$  输入电流与  $V_{\text{BIAS}}$  间的关系

### 5.6 典型特性 (续)

条件为：工作温度  $T_J = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{OUT(NOM)} = 0.8\text{V}$ ， $V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.1\text{V}$ ， $V_{BIAS} = V_{OUT(NOM)} + 1.4\text{V}$ ， $I_{OUT} = 1\text{mA}$ ， $V_{EN} = V_{IN}$ ， $C_{IN} = 4.7\mu\text{F}$ ， $C_{OUT} = 4.7\mu\text{F}$  且  $C_{BIAS} = 0.47\mu\text{F}$  (另有说明者除外)

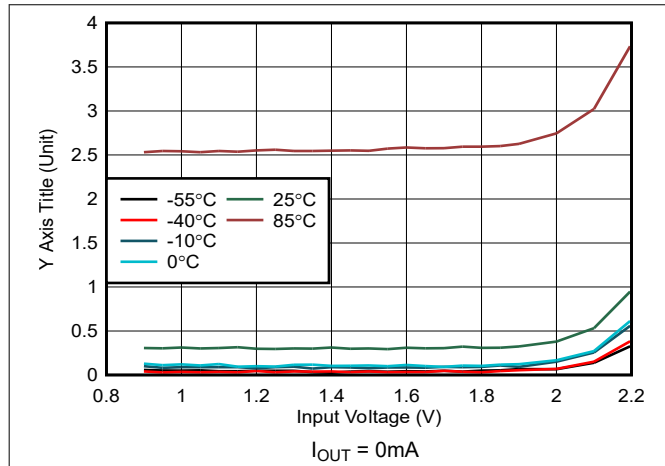


图 5-7. 关断时  $V_{IN}$  输入电流与  $V_{IN}$  间的关系

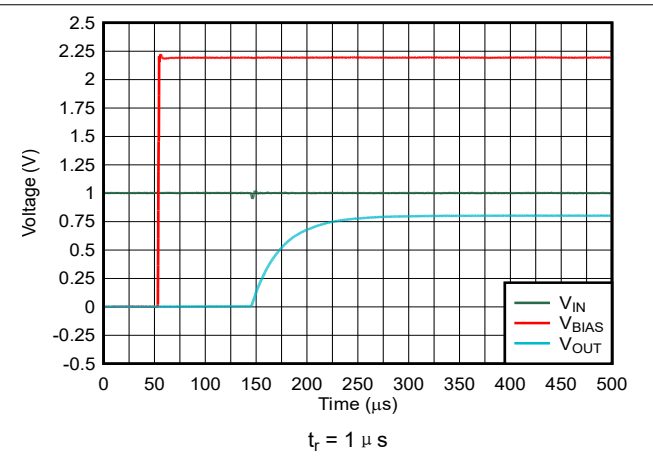


图 5-8. 在先施加  $V_{IN}$  和使能后施加  $V_{BIAS}$  的情况下启动

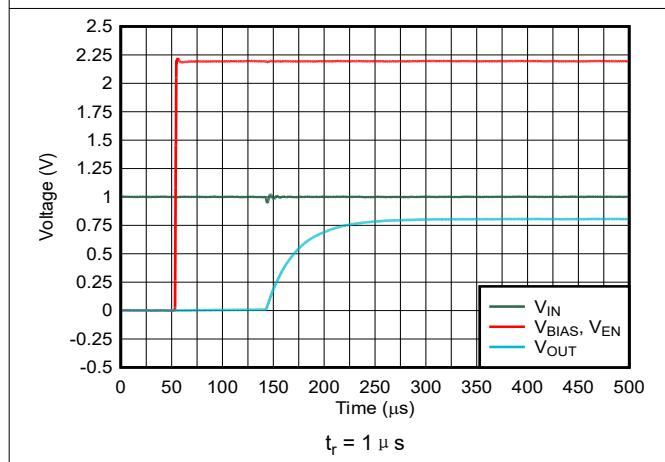


图 5-9. 在先施加  $V_{IN}$  后施加  $V_{BIAS}$  和  $V_{EN}$  的情况下启动

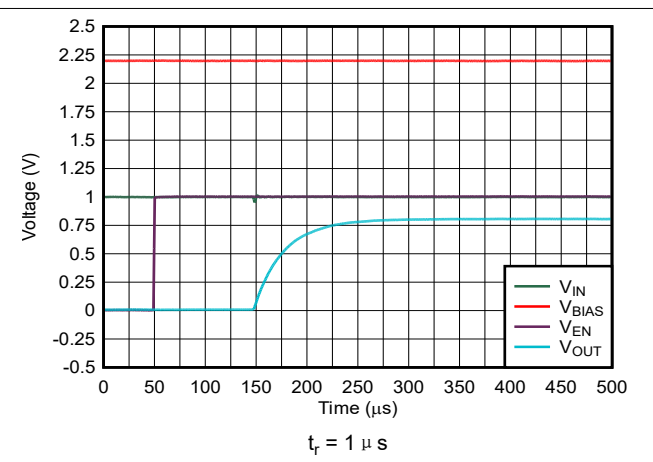


图 5-10. 在先施加  $V_{IN}$  后和  $V_{BIAS}$  后施加  $V_{EN}$  的情况下启动

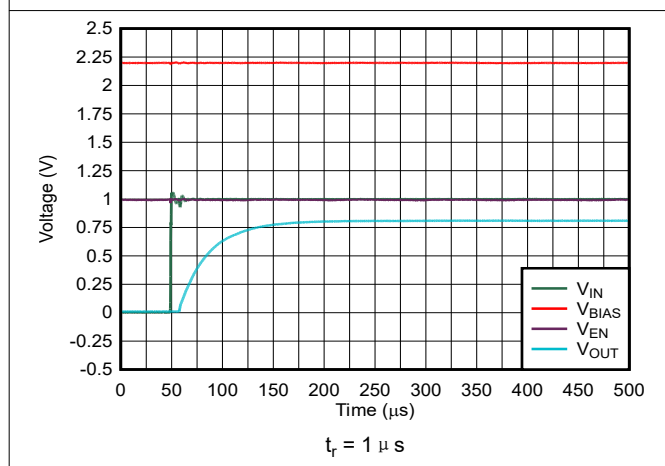


图 5-11. 在先施加  $V_{BIAS}$  后和  $V_{EN}$  后施加  $V_{IN}$  的情况下启动

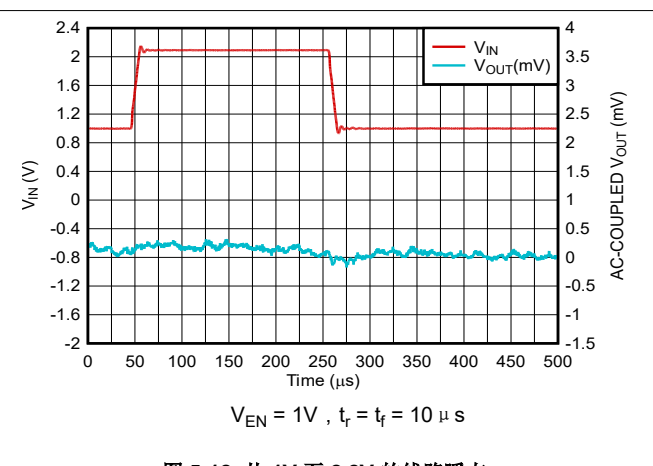


图 5-12. 从 1V 至 2.2V 的线路瞬态

## 5.6 典型特性 (续)

条件为：工作温度  $T_J = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{\text{OUT(NOM)}} = 0.8\text{V}$ ， $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT(NOM)}} + 0.1\text{V}$ ， $V_{\text{BIAS}} = V_{\text{OUT(NOM)}} + 1.4\text{V}$ ， $I_{\text{OUT}} = 1\text{mA}$ ， $V_{\text{EN}} = V_{\text{IN}}$ ， $C_{\text{IN}} = 4.7\mu\text{F}$ ， $C_{\text{OUT}} = 4.7\mu\text{F}$  且  $C_{\text{BIAS}} = 0.47\mu\text{F}$  (另有说明者除外)

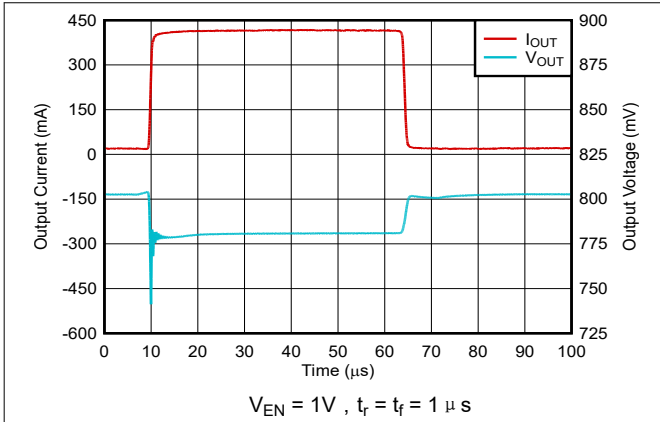


图 5-13. 从 100  $\mu\text{A}$  至 400mA 的负载瞬态

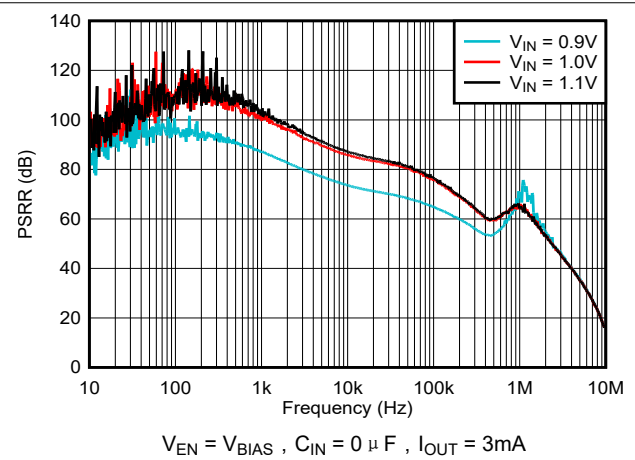


图 5-14.  $V_{\text{IN}}$  PSRR 与频率和  $V_{\text{IN}}$  间的关系

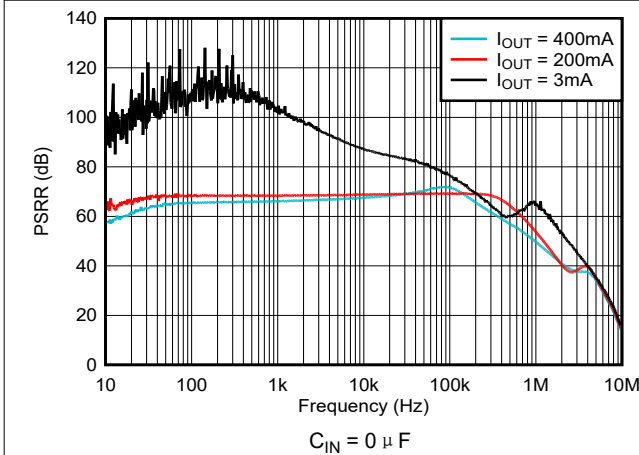


图 5-15.  $V_{\text{IN}}$  PSRR 与频率和  $I_{\text{OUT}}$  间的关系

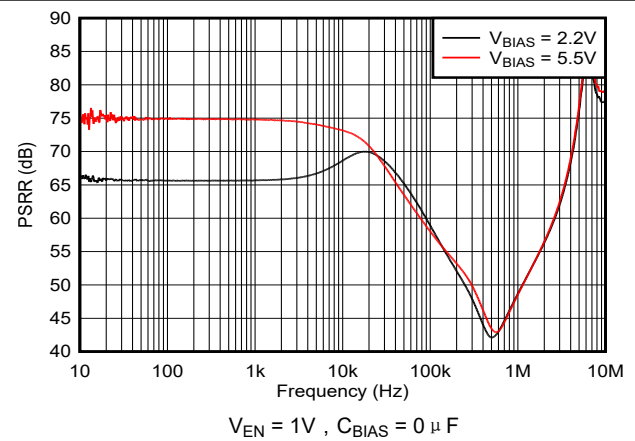


图 5-16.  $V_{\text{BIAS}}$  PSRR 与频率和  $V_{\text{BIAS}} - V_{\text{OUT}}$  间的关系

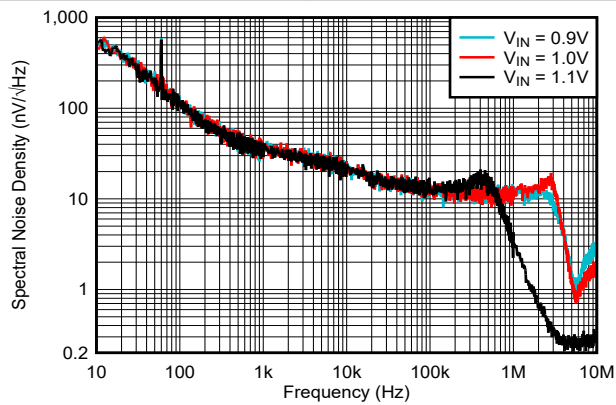


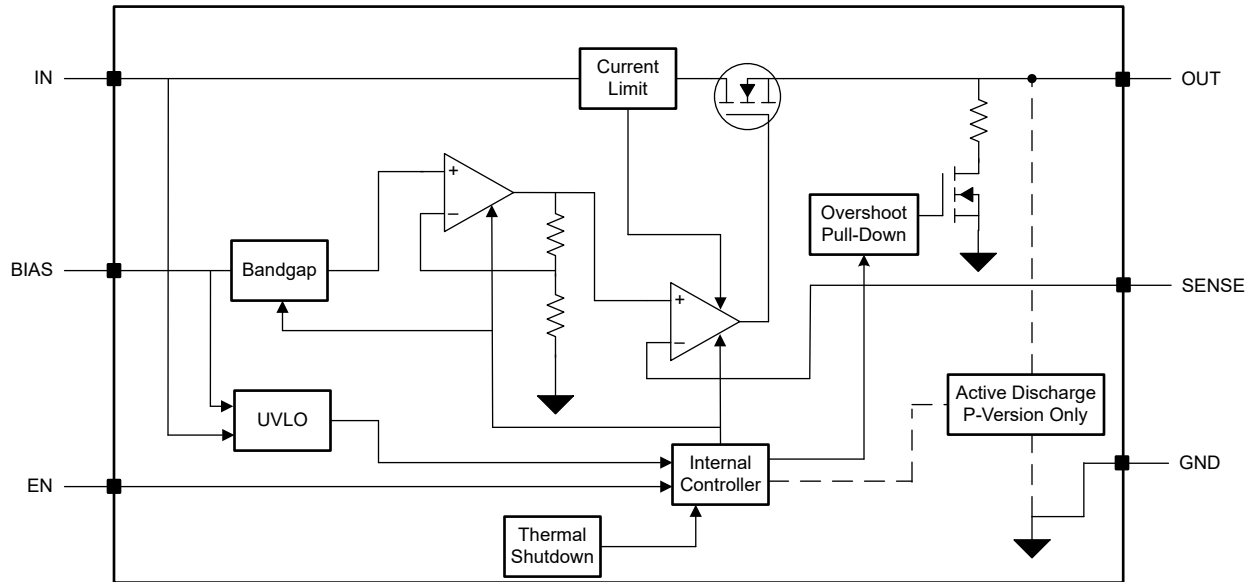
图 5-17. 输出噪声与频率和  $I_{\text{OUT}}$  间的关系

## 6 详细说明

### 6.1 概述

TPS7A15C 是一款低输入、超低压降、低静态电流线性稳压器，经优化，具备出色的瞬态性能。这些特性使得该器件成为众多电池供电应用的理想选择。低工作电压  $V_{IN} - V_{OUT}$  与 BIAS 引脚相结合，通过 BIAS 引脚为电压基准和控制电路供电，并允许对主电源路径使用预调节的低电压输入电源 (IN)，从而显著提升低压输出应用的效率。该低压降稳压器 (LDO) 提供了折返电流限制、关断、热保护和有源放电功能。

### 6.2 功能方框图



## 6.3 特性说明

### 6.3.1 出色的瞬态响应

由于 TPS7A15C 在整个频率范围内具有高输入阻抗和低输出阻抗，因此能快速响应输入电源变化（线路瞬态）或输出电流变化（负载瞬态）。这一相同的能力也意味着该 LDO 具有高电源抑制比（PSRR），当与低内部本底噪声（ $e_n$ ）结合使用时，LDO 近似于理想电源，具有出色的线路和负载瞬态性能。

外部元件值的选择可优化瞬态响应；有关正确选择电容器的信息，请参阅 [输入、输出和偏置电容器要求](#) 一节。

### 6.3.2 有源过冲下拉电路

当 LDO 处于活动状态（ $V_{EN} \geq V_{HIGH(EN)}$ ）且输出电压上升到高于标称电压时，将使能与连接到  $V_{OUT}$  的电阻器串联的灌电流器件，并且输出将下拉，直到接近标称电压。该特性有助于在从瞬态恢复时减少过冲。

### 6.3.3 全局欠压锁定 (UVLO)

TPS7A15C 使用两个欠压锁定电路：一个位于 BIAS 引脚，一个位于 IN 引脚，可防止器件在  $V_{BIAS}$  和  $V_{IN}$  均上升到高于锁定电压之前导通。如图 6-1 所示，两个 UVLO 信号通过与与门在内部连接，当任一输入端的电压低于各自的 UVLO 阈值时，将关断器件。

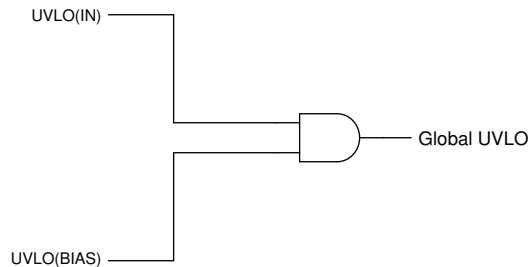


图 6-1. 全局 UVLO 电路

### 6.3.4 使能输入

使能输入 (EN) 为高电平有效。向 EN 施加大于  $V_{HI(EN)}$  的电压可启用稳压器输出电压，向 EN 施加小于  $V_{LO(EN)}$  的电压可禁用稳压器输出。如果不需要独立控制输出电压，则将 EN 连接至 IN 或 BIAS。

### 6.3.5 内部折返电流限制

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。电流限制是混合砖墙折返方案。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。当输出短接至 GND 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  $I_{SC}$ 。

对于此器件， $V_{FOLDBACK} = 60\% \times V_{OUT(nom)}$ 。

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](#)。

[折返电流限制](#) 显示了折返电流限制图。

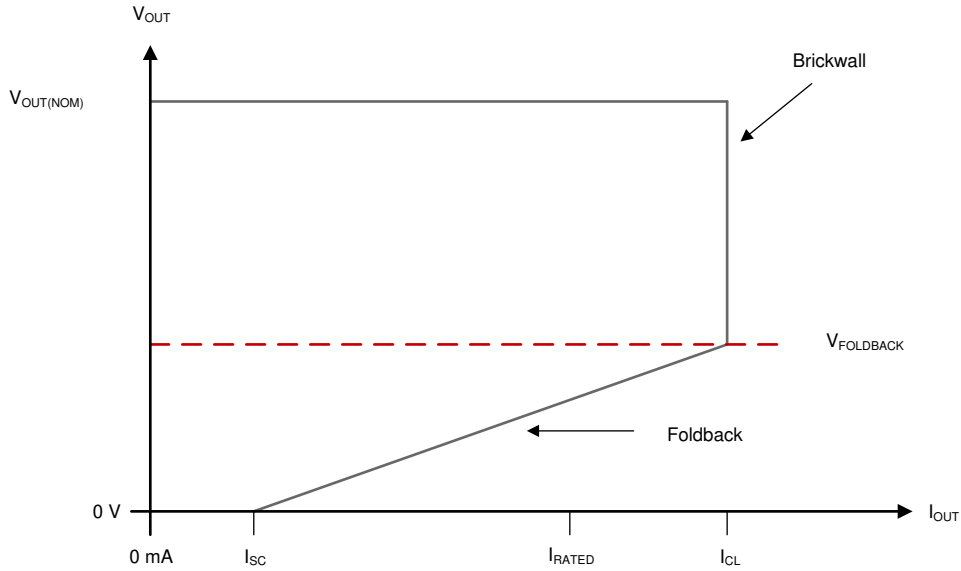


图 6-2. 折返电流限制

### 6.3.6 有源放电

有源放电功能使用内部 MOSFET，当 LDO 被禁用时将电阻器 ( $R_{PULLDOWN}$ ) 接地以主动对输出电压放电。通过将 EN 驱动至逻辑低电平以禁用器件、IN 或 BIAS 处的电压低于 UVLO 阈值或稳压器处于热关断状态时，将会激活有源放电电路。当 IN 和 BIAS 均关闭时，有源放电不会运行，因为此功能需要足够的输入电压来导通内部 MOSFET。

禁用器件后的放电时间取决于与下拉电阻器并联的输出电容 ( $C_{OUT}$ ) 和负载电阻 ( $R_L$ )。

请勿依赖有源放电电路在输入电源崩溃后对大量输出电容进行放电，因为反向电流可能会从输出端流向输入端。这种反向电流会导致器件损坏。将反向电流限制为不超过器件额定电流的 5%。

### 6.3.7 热关断

当导通晶体管的结温 ( $T_J$ ) 升至热关断温度阈值  $T_{SD(shutdown)}$  (典型值) 时，内部热关断保护电路会禁用输出。热关断电路的迟滞特性可确保在温度降至  $T_{SD(reset)}$  (典型值) 时，LDO 能够复位 (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，器件可以循环开关，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可能较高。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](#) 表格。

表 6-1. 器件功能模式比较

工作模式	参数				
	$V_{IN}$	$V_{BIAS}$	$V_{EN}$	$I_{OUT}$	$T_J$
正常模式	$V_{IN} \geq V_{OUT(nom)} + V_{DO(IN)}$ 和 $V_{IN} \geq V_{IN(min)}$	$V_{BIAS} \geq V_{OUT} + V_{DO(BIAS)}$ 且 $V_{BIAS} \geq V_{BIAS(min)}$	$V_{EN} \geq V_{HI(EN)}$	$I_{OUT} < I_{CL}$	关断时 $T_J < T_{SD}$
压降模式	$V_{IN(min)} < V_{IN} < V_{OUT(nom)} + V_{DO(IN)}$	$V_{BIAS(min)} < V_{BIAS} < V_{OUT} + V_{DO(BIAS)}$	$V_{EN} > V_{HI(EN)}$	$I_{OUT} < I_{CL}$	关断时 $T_J < T_{SD}$
禁用模式 (任何真条件都会禁用该器件)	$V_{IN} < V_{UVLO(IN)}$	$V_{BIAS} < V_{BIAS(UVLO)}$	$V_{EN} < V_{LO(EN)}$	—	关断时 $T_J \geq T_{SD}$

#### 6.4.1 正常模式

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 ( $V_{OUT(nom)} + V_{DO}$ )，且大于  $V_{IN(MIN)}$
- 偏置电压大于标称输出电压加上压降电压 ( $V_{OUT(nom)} + V_{DO}$ )，且大于  $V_{BIAS(MIN)}$
- 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 压差模式

如果输入电压低于标称输出电压与指定压降电压之和，但仍满足正常工作模式的所有其他条件，则器件将工作在压降模式。同样，如果偏置电压低于标称输出电压与指定压降电压之和，但仍满足正常工作模式的所有其他条件，器件也会进入压降模式。在此模式下，输出电压会跟踪输入电压。在此模式下，由于导通晶体管位于欧姆或三极管区域并充当开关，因此器件的瞬态性能会显著降低。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（是指器件处于压降状态时， $V_{IN} < V_{OUT(NOM)} + V_{DO(IN)}$  或  $V_{BIAS} < V_{OUT(NOM)} + V_{DO(BIAS)}$ ，紧随正常稳压状态，但不在启动期间）时，导通晶体管将被驱动到欧姆区或三极管区域。当输入电压恢复到大于或等于标称输出电压加上压降电压 ( $V_{OUT(NOM)} + V_{DO(IN)}$ ) 和 ( $V_{OUT(NOM)} + V_{DO(BIAS)}$ ) 的值时，输出电压可能过冲很短的时间，此时器件会将导通晶体管拉回到线性区域。

#### 6.4.3 禁用模式

通过强制使能引脚的电压低于最大 EN 引脚低电平电压，可以关断器件的输出（请参阅 [电气特性表](#)）。当被禁用时，导通晶体管被关闭，内部电路被关断，并且输出电压由一个从输出到接地的内部放电电路主动放电至接地。

## 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

能否在应用中成功实现 LDO 取决于应用要求。本部分将讨论主要器件特性，以及如何出色地实现这些特性，从而实现可靠的设计。

#### 7.1.1 建议的电容器类型

该稳压器设计为在输入、输出和偏置引脚使用低等效串联电阻 (ESR) 陶瓷电容器来实现稳定。尽管多层陶瓷电容器是与 LDO 配套使用的行业标准，但必须合理选用。采用 X7R、X5R 和 COG 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，而由于电容变化较大，因此建议不要使用 Y5V 额定电容器。无论

选择何种陶瓷电容器类型，陶瓷电容都会随着工作电压的升高以及交流偏置电压趋近于 0 而减小，并且还受到温度的显著影响。根据运行条件的不同，通常假设最坏情况下的有效电容降低 50% 至 75%。

### 7.1.2 输入、输出和偏置电容器要求

为确保稳定性，必须配置最小容量的输入陶瓷电容器。为确保稳定性，还需要配置最输出陶瓷电容器，请参阅 [建议运行条件](#) 表了解最小电容值。

该输入电容器可抵消电抗性输入源，并改善瞬态响应、输入纹波和 PSRR。如果预计会发生较大、快速上升时间的负载或线路瞬变，或者器件距离输入电源几英寸，则可能需要一个更大电容值的输入电容器。

一个适当值的输出电容器有助于提供稳定性并改进动态性能。请在 [建议运行条件](#) 表中指定的范围内使用输出电容器。尽量将 OUT 与输出电容之间的任何电感（包括电容器内的任何有效电感）减至小于表中所示的值，以避免降低稳定性。

在 BIAS 和 GND 之间连接一个 0.1  $\mu$ F 或更大的陶瓷电容器。如果源阻抗不够低，该电容器会抵消电抗性偏置源的影响。如果当 LDO 负载电流接近最大值时 BIAS 源容易出现快速压降（例如，小于 1  $\mu$ s 时压降为 2V），则 BIAS 压降可能会导致输出电压短暂下降。在此类情况下，应使用足够大的 BIAS 电容器，将电压变化速率降至 0.5V/ $\mu$ s 以下。对于较小或较慢的 BIAS 瞬态，输出电压下降必须小于标称电压的 5%。

为更大限度减轻走线寄生阻抗的影响，应将输入、输出及偏置电容器尽可能靠近器件放置。

### 7.1.3 压降电压

压降电压 ( $V_{DO}$ ) 被定义为在额定输出电流 ( $I_{RATED}$ ) 下输入电压减去输出电压 ( $V_{IN} - V_{OUT}$ )，在这种情形下，导通晶体管完全导通。 $I_{RATED}$  是 [建议运行条件](#) 表中列出的最大  $I_{OUT}$ 。导通晶体管处于欧姆区域或三极管区域并充当开关。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。使用 [方程式 1](#) 计算器件的  $R_{DS(ON)}$ 。

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

使用偏置轨可使 TPS7A15C 在 IN 和 OUT 之间实现较低的压降电压。但是，最小偏置电压必须保持高于标称编程输出电压。

### 7.1.4 从压差转换为稳压期间的行为

一些应用可能存在会使该器件进入压降状态的瞬态，尤其是当该器件可以由 ESR 相对较高的电池供电时。当导通晶体管被驱动为完全导通时，负载瞬态会使误差放大器的输出级饱和，从而使导通晶体管发挥类似于  $V_{IN}$  到  $V_{OUT}$  间的电阻器的作用。误差放大器对此负载瞬态的响应时间将受到限制，因为误差放大器必须首先从饱和状态恢复，然后将导通晶体管重新置回有源模式。在此期间， $V_{OUT}$  将会过冲，因为导通晶体管充当从  $V_{IN}$  到  $V_{OUT}$  的电阻器。

当  $V_{IN}$  在启动期间缓慢斜升时，缓慢斜升电压可能将器件置于压降状态。与许多其他 LDO 一样，从此情况恢复时，输出可能会过冲。不过，使用使能信号可以轻松避免此情况。

如果在这些情况下运行，施加更高的直流负载或增大输出电容可以减少过冲。这些解决方案提供了一条消耗多余电荷的路径。

### 7.1.5 器件使能时序要求

IN、BIAS 和 EN 引脚电压可以按任何顺序进行定序，而不会损坏器件。无论 IN、BIAS 和 EN 引脚的时序顺序或斜升速率如何，启动始终具有单调性。有关 IN、BIAS 和 EN 引脚的适当电压范围，请参阅 [建议运行条件](#) 表。

### 7.1.6 负载瞬态响应

负载阶跃瞬态响应是指在维持输出电压调节的情况下，LDO 对负载电流阶跃变化的输出电压响应。有关典型负载瞬态响应，请参阅 [典型特性](#) 一节。负载瞬态响应期间有两个关键的转换：从轻负载向重负载的转换以及从重负载向轻负载的转换。本节将对 [负载瞬态波形](#) 中的各个区域进行分解说明。区域 A、E 和 H 是输出电压处于稳态运行的区域。

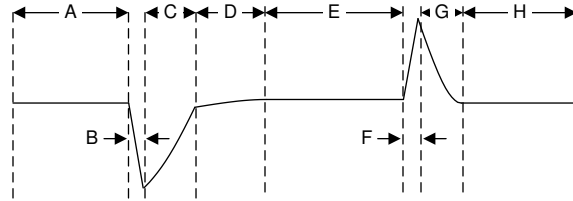


图 7-1. 负载瞬态波形

在从轻负载切换到重负载期间，可以观察到以下行为：

- 初始电压骤降是输出电容器电荷耗尽和输出电容器寄生阻抗所致 ( 区域 B )
- 从骤降中恢复是由于 LDO 增加了拉电流，并实现输出电压调节 ( 区域 C )

在从重负载转换到轻负载期间：

- LDO 提供大电流导致初始电压上升，并导致输出电容器电荷增加 ( 区域 F )
- 从上升中恢复是由于 LDO 降低了拉电流，同时负载使输出电容放电 ( 区域 G )

较大的输出电容可降低负载瞬态期间的峰值，但会减慢器件的响应速度。更大的直流负载也会降低峰值，因为转换振幅降低，并且为输出电容器提供了更高的电流放电路径。

### 7.1.7 欠压锁定电路运行

$V_{IN}$  UVLO 电路可确保在输入电源达到最小工作电压范围之前器件保持禁用状态。 $V_{IN}$  UVLO 电路还可确保在输入电源崩溃时器件关断。同样， $V_{BIAS}$  UVLO 电路可确保在偏置电源达到最小工作电压范围之前器件保持禁用状态。 $V_{BIAS}$  UVLO 电路还可确保在偏置电源崩溃时器件关断。

[典型  \$V\_{IN}\$  或  \$V\_{BIAS}\$  UVLO 电路运行情况](#) 描述了 UVLO 电路对各种输入或偏置电压事件的响应。该图可以分为以下几个部分：

- 区域 A：当输入或偏置电压低于 UVLO 上升阈值时，输出保持关断状态。
- 区域 B：正常运行，调节器件。
- 区域 C：高于 UVLO 下降阈值 ( UVLO 上升阈值 - UVLO 迟滞 ) 的欠压事件。输出可能会超出稳压范围，但器件仍保持启用状态。
- 区域 D：正常运行，调节器件。
- 区域 E：低于 UVLO 下降阈值的欠压事件。由于存在负载和有源放电电路，该器件在大多数情况下会被禁用，并且输出会下降。当达到 UVLO 上升阈值时，器件将重新启用，随后会正常启动。
- 区域 F：正常运行，然后输入或偏置下降至 UVLO 下降阈值。
- 区域 G：当输入或偏置电压降至低于 UVLO 下降阈值至 0V 时，该器件会被禁用。输出会因为负载和有源放电电路而下降。

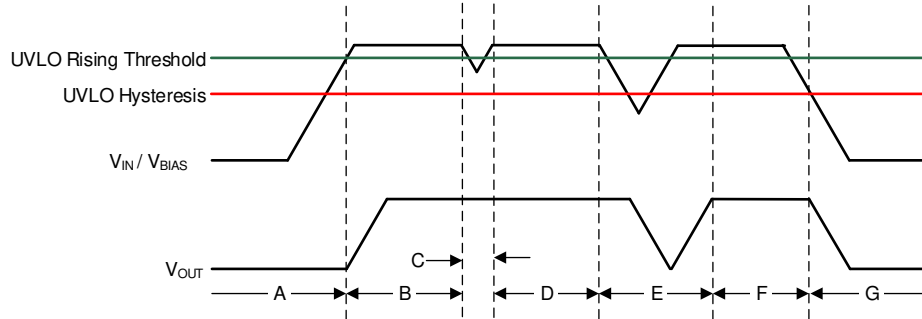


图 7-2. 典型  $V_{IN}$  或  $V_{BIAS}$  UVLO 电路运行情况

### 7.1.8 功率耗散 ( $P_D$ )

电路可靠性需要适当考虑器件功率耗散、印刷电路板 (PCB) 上的电路位置以及正确的热平面尺寸。稳压器周围的 PCB 区域必须尽量消除其他会导致热应力增加的发热器件。

方程式 2 可计算器件在给定封装中允许的最大功率耗散：

$$P_{D-MAX} = [(T_J - T_A) / R_{\theta JA}] \quad (2)$$

方程式 3 表示器件中耗散的实际功率：

$$P_D = [(I_{GND(IN)} + I_{IN}) \times V_{IN} + I_{GND(BIAS)} \times V_{BIAS}] - (I_{OUT} \times V_{OUT}) \quad (3)$$

如果负载电流远大于  $I_{GND(IN)}$  和  $I_{GND(BIAS)}$ ，方程式 3 可简化为：

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT} \quad (4)$$

通过适当选择系统电压轨，可更大限度地降低功率耗散，从而实现更高的效率。通过适当的选择，可以获得最小的输入到输出电压差。TPS7A15 的低压降可在宽输出电压范围内实现出色效率。

器件的主要热传导路径取决于环境温度以及芯片结与环境空气之间各种接口上的热阻。

最大功耗决定了该器件允许的最高结温 ( $T_J$ )。根据方程式 5，最大功率耗散和结温通常与 PCB 和器件封装组合的结温至环境热阻 ( $R_{\theta JA}$ ) 和环境空气温度 ( $T_A$ ) 相关。方程式 6 是针对输出电流对该公式的重新排列。

$$T_J = T_A + (R_{\theta JA} \times P_D) \quad (5)$$

$$I_{OUT} = (T_J - T_A) / [R_{\theta JA} \times (V_{IN} - V_{OUT})] \quad (6)$$

遗憾的是，此热阻 ( $R_{\theta JA}$ ) 在很大程度上取决于特定 PCB 设计中内置的散热能力，因此会因铜总面积、铜重量和平面位置而异。热性能信息表中记录的  $R_{\theta JA}$  由 JEDEC 标准 PCB 和铜扩散面积决定，仅用作封装热性能的相对测量。对于精心设计的热布局， $R_{\theta JA}$  实际上是 YCK 封装结至外壳 (底部) 热阻 ( $R_{\theta JC(bot)}$ ) 加 PCB 覆铜所产生热阻的总和。

### 7.1.9 估算结温

JEDEC 标准现在建议使用 psi ( $\Psi$ ) 热指标来估算 LDO 在典型 PCB 板应用电路中的结温。严格来说，此类指标不是热阻参数，但提供了一种估算结温的相对实用方法。已确定这些 psi 指标与覆铜面积明显无关。关键热指标 ( $\Psi_{JT}$  和  $\Psi_{JB}$ ) 的使用符合方程式 7 并在电气特性表中给出。

$$\begin{aligned} \Psi_{JT}: T_J &= T_T + \Psi_{JT} \times P_D \text{ and} \\ \Psi_{JB}: T_J &= T_B + \Psi_{JB} \times P_D \end{aligned} \quad (7)$$

其中：

- $P_D$  是耗散功率，如方程式 3 和 功率耗散 ( $P_D$ ) 部分中所述
- $T_T$  器件封装顶部中间位置的温度
- $T_B$  是在距器件封装 1mm 且位于封装边缘中心位置测得的 PCB 表面温度

### 7.1.10 建议的连续运行区域

LDO 的工作区域受压降电压、输出电流、结温和输入电压的限制。线性稳压器连续运行的建议区域如图 7-3 所示，可分为以下几个分区：

- 压降电压会限制给定输出电流电平下输入和输出之间的最小差分电压 ( $V_{IN} - V_{OUT}$ )；请参阅 压差模式 部分了解更多详情。
- 额定输出电流会限制最大建议输出电流电平。超过此额定值会导致器件超出规格。
- 额定结温会限制器件的最高结温。超过此额定值会导致器件超出规格并降低长期可靠性。
  - 图 7-3 提供了斜率的形状。斜率是非线性的，因为 LDO 的最大额定结温由 LDO 两端的功率耗散控制；因此，当  $V_{IN} - V_{OUT}$  增加时，输出电流必然降低。
- 额定输入电压范围决定了  $V_{IN} - V_{OUT}$  的最小值和最大值。

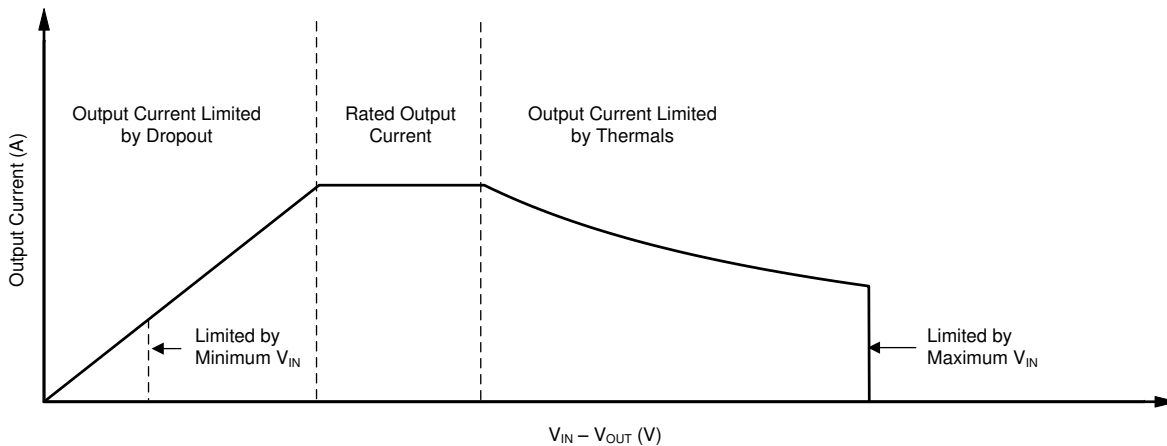


图 7-3. 连续运行图及分区说明

## 7.2 典型应用

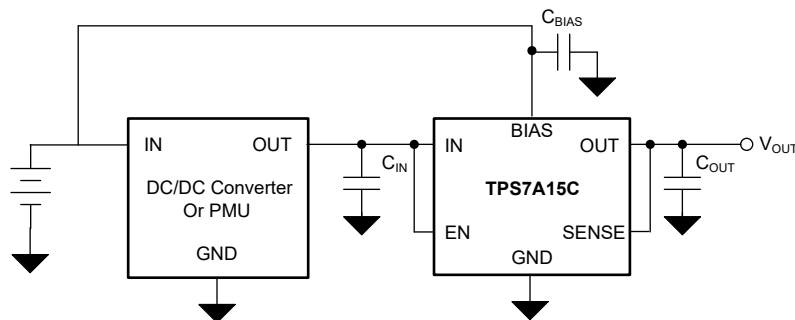


图 7-4. 可充电电池提供高效电源

### 7.2.1 设计要求

表 7-1 列出了此设计示例的参数。

表 7-1. 设计参数

设计参数	示例值
$V_{IN}$	1.05V
$V_{BIAS}$	2.4V 至 5.5V
$V_{OUT}$	0.9V
$I_{OUT}$	350mA

### 7.2.2 详细设计过程

此设计示例由可充电电池供电，这种电池可作为众多便携式应用的基本组成部分。噪声敏感型便携式电子产品需要高效的小尺寸电源设计。与 TPS7A15C 等低输入、低输出电压 (LILO) LDO 相比，传统 LDO 的效率低下而闻名。在 TPS7A15C 中使用偏置轨可使器件在较低的输入电压下运行，从而降低导通晶体管两端的压降并更大幅度地提升器件效率。低压降使 LDO 的效率接近直流/直流转换器的效率。可使用方程式 8 计算此设计的效率。

$$\text{Efficiency} = \eta = P_{OUT} / P_{IN} \times 100\% = (V_{OUT} \times I_{OUT}) / (V_{IN} \times I_{IN} + V_{BIAS} \times I_{BIAS}) \times 100\% \quad (8)$$

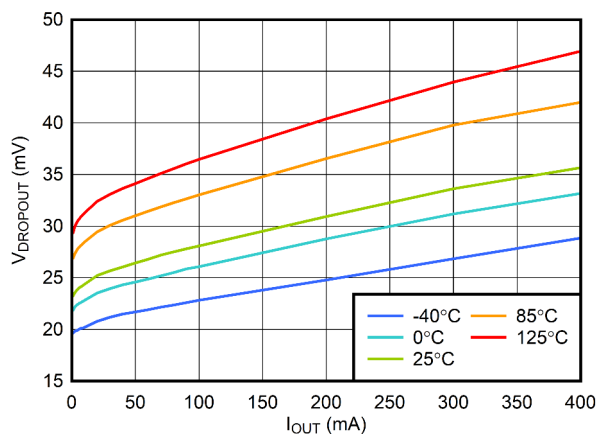
方程式 8 可简化为方程式 9，因为设计示例负载电流远大于偏置轨的静态电流。

$$\text{Efficiency} = \eta = (V_{OUT} \times I_{OUT}) / (V_{IN} \times I_{IN}) \times 100\% \quad (9)$$

对于本设计示例，选择 0.9V 输出版本 (TPS7A15C09)。标称 1.05V 输入电源来自连接到电池的直流/直流转换器。使用最小 1.0  $\mu\text{F}$  输入电容器，尽可能减小 1.05V 电源和 LDO 输入之间的电阻和电感的影响。使用最小的 2.2  $\mu\text{F}$  输出电容可实现稳定性和良好的负载瞬态响应。

当输出电压为 0.9V 且输出电流为 400mA 时，压降电压 ( $V_{DO}$ ) 小于最大值 80mV，因此当输入电压为 1.0V 且最大输出电流为 200mA 时，不会出现压降问题。此外，只要输入电压比输出电压高出至少 100mV，TPS7A15C 即可满足主要规格要求。

### 7.2.3 应用曲线



$$V_{BIAS} = V_{OUT(NOM)} + 1.4V, V_{EN} = V_{IN}, C_{IN} = 1\mu\text{F}, C_{OUT} = 1\mu\text{F}, C_{BIAS} = 0.1\mu\text{F}$$

图 7-5.  $V_{IN}$  压降电压与  $I_{OUT}$  间的关系

### 7.3 电源相关建议

此 LDO 设计为可在 0.7V 至 2.2V 的输入电源电压和 2.2V 至 5.5V 的偏置电源电压范围内运行。输入和偏置电源必须经过良好调节且没有寄生噪声。为确保输出电压得到良好调节且动态性能处于理想状态，输入电源必须至少为  $V_{OUT(nom)} + V_{DO}$  且  $V_{BIAS} = V_{OUT(nom)} + V_{DO(BIAS)}$ 。

### 7.4 布局

#### 7.4.1 布局指南

要实现正确的印刷电路板 (PCB) 布局，请遵循以下准则：

- 将输入、输出和偏置电容器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

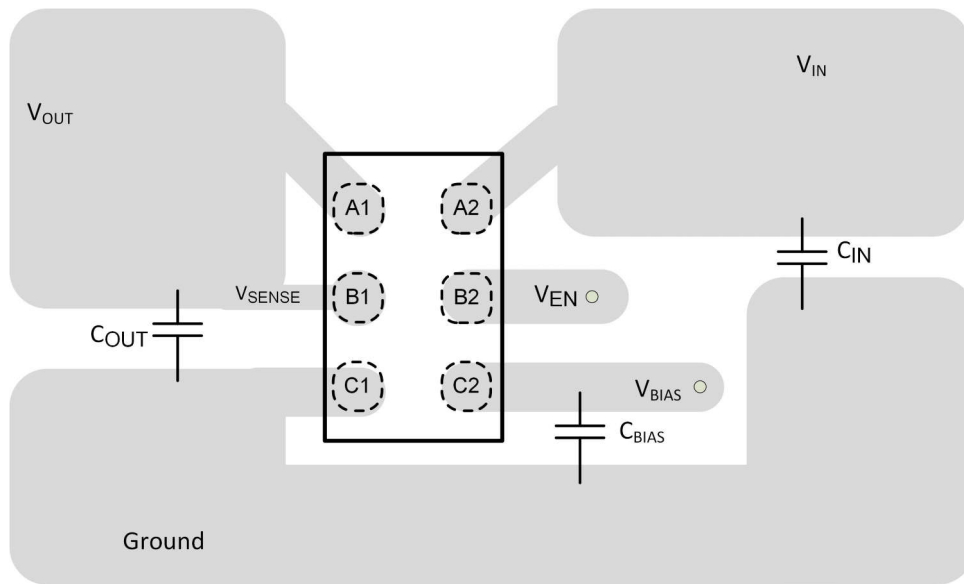


图 7-6. 建议布局 (YCK 封装)

## 8 器件和文档支持

### 8.1 器件支持

#### 8.1.1 开发支持

##### 8.1.1.1 评估模块

评估模块 (EVM) 可与 TPS7A15 或 TPS7A15C 配套使用，帮助评估初始电路性能。该 EVM 可从德州仪器 (TI) 网站上的 [产品文件夹](#) 获取，也可直接从 TI 网上商店购买。

##### 8.1.2 器件命名规则

表 8-1. 器件命名规则 (1) (2)

产品	说明
TPS7A15Cxx(x)(P)yyyz	<p><b>xx(x)</b> 为标称输出电压。订购号中使用了两位或多位数字 (例如, 09 = 0.9V ; 95 = 0.95V ; 125 = 1.25V) 。</p> <p><b>P</b> 表示有源下拉；如果没有 P，则器件不含有源下拉功能。</p> <p><b>yyy</b> 是封装位号，</p> <p><b>z</b> 是封装数量。R 表示卷 (YBK 封装为 12000 片)。</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](http://www.ti.com) 上的器件产品文件夹。

(2) 可提供 0.5V 至 2.0V 范围内的输出电压 (以 25mV 为单位增量)。请与 TI 联系以了解详情和可用性。

### 8.2 文档支持

#### 8.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，[使用新的热指标应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[AN-1112 DSBGA 晶圆级芯片级封装应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[TPS7A15EVM-096 评估模块用户指南](#)

### 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](http://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。

10.1 机械数据

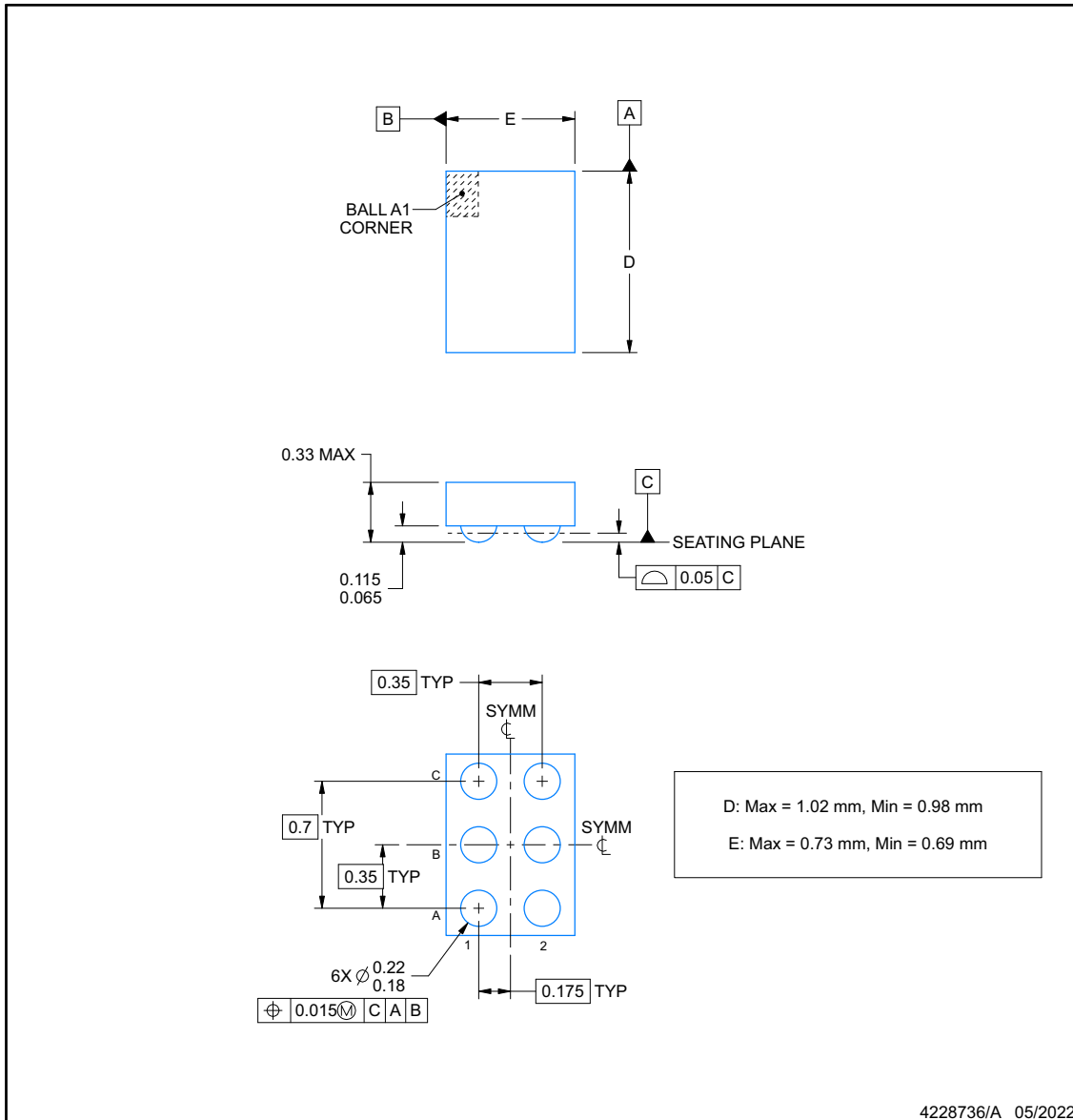


**PACKAGE OUTLINE**

**YCK0006-C02**

**DSBGA - 0.33 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES:

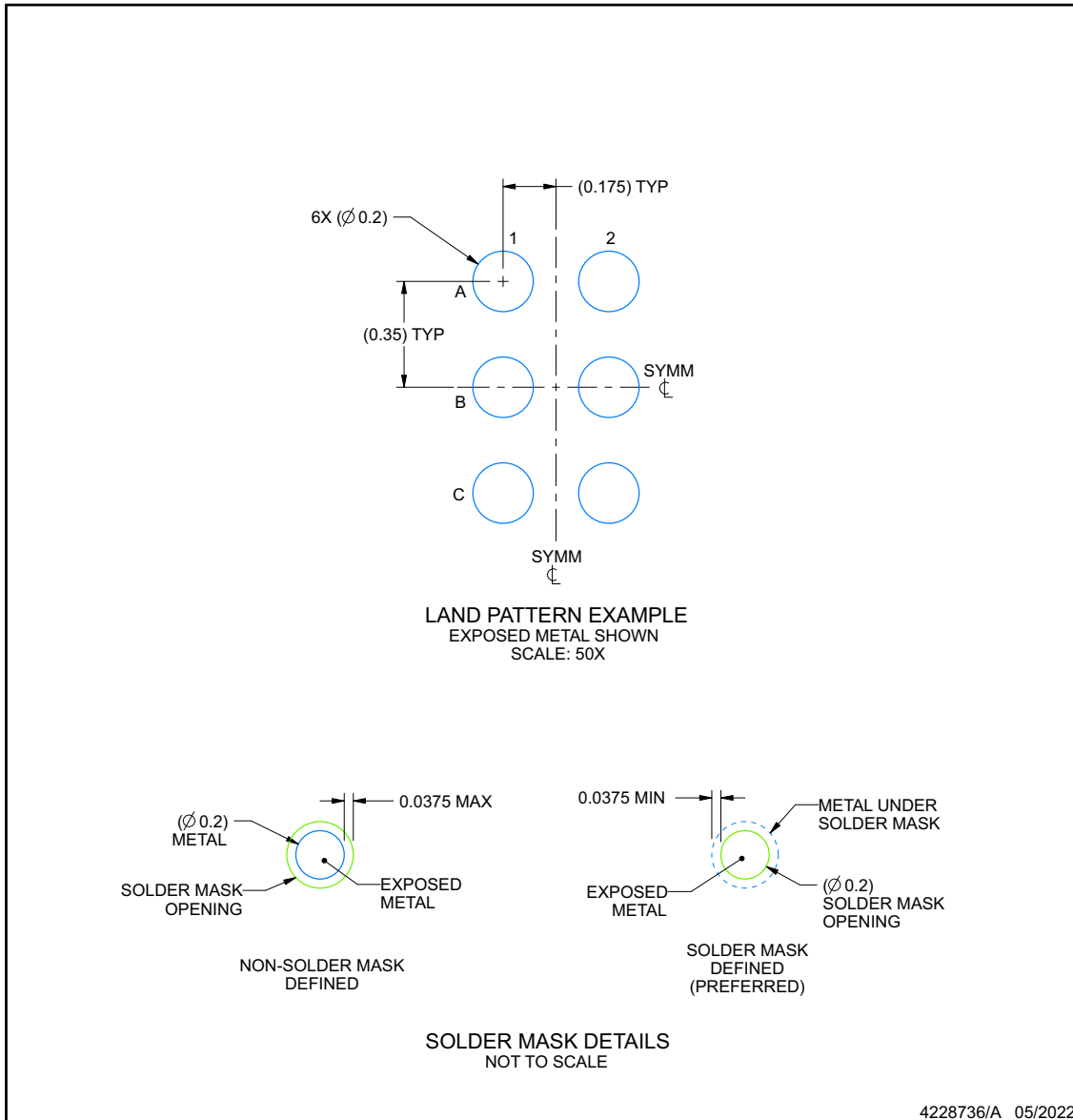
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

**EXAMPLE BOARD LAYOUT**

**YCK0006-C02**

**DSBGA - 0.33 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

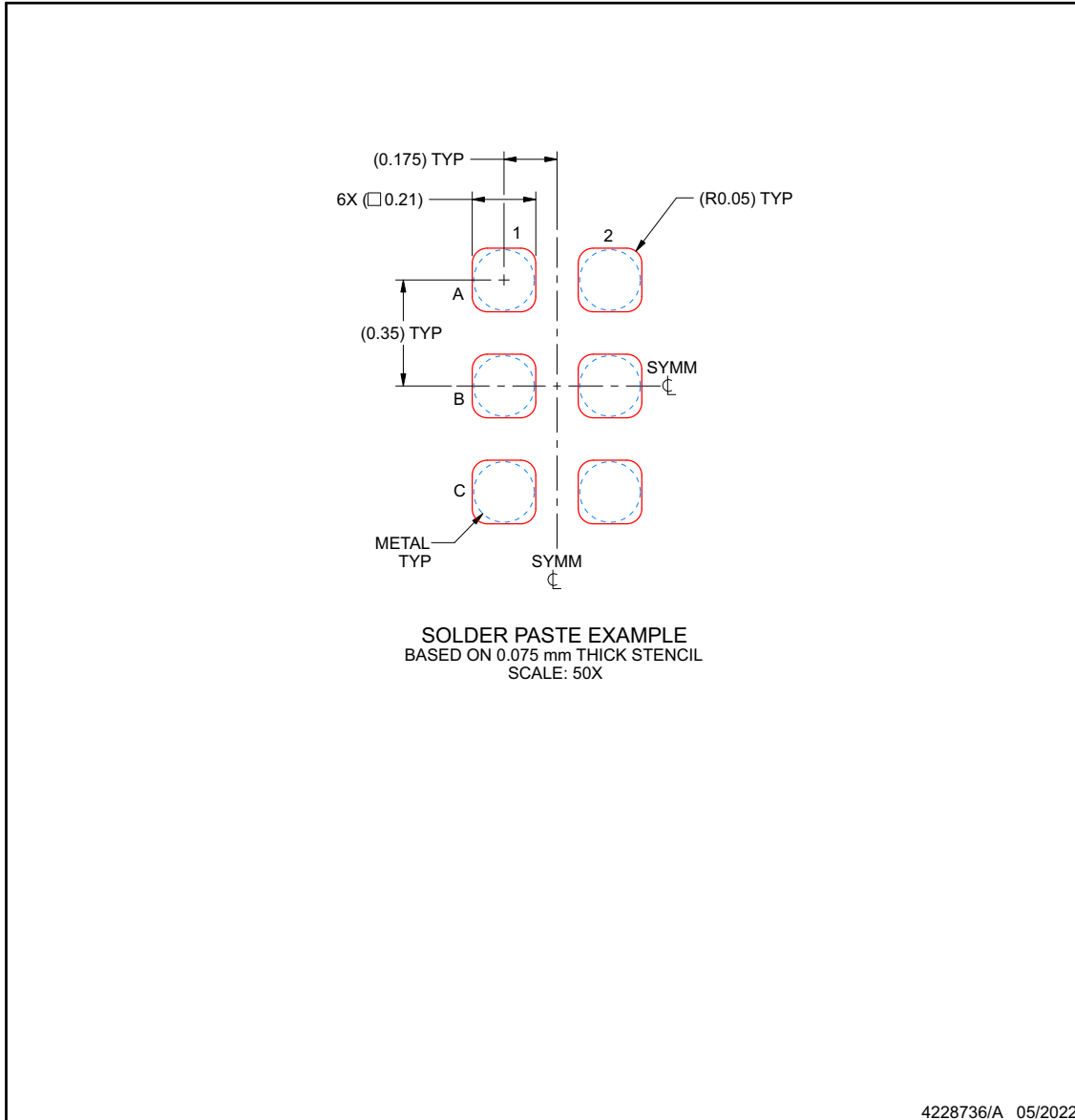
- 3. Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. See Texas Instruments Literature No. SNVA009 ([www.ti.com/lit/snva009](http://www.ti.com/lit/snva009)).

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

**YCK0006-C02**

**DSBGA - 0.33 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

## 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)
<a href="#">TPS7A15C08PYCKR</a>	Active	Production	DSBGA (YCK)   6	12000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TU
<a href="#">TPS7A15C09PYCKR</a>	Active	Production	DSBGA (YCK)   6	12000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	TV

(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.

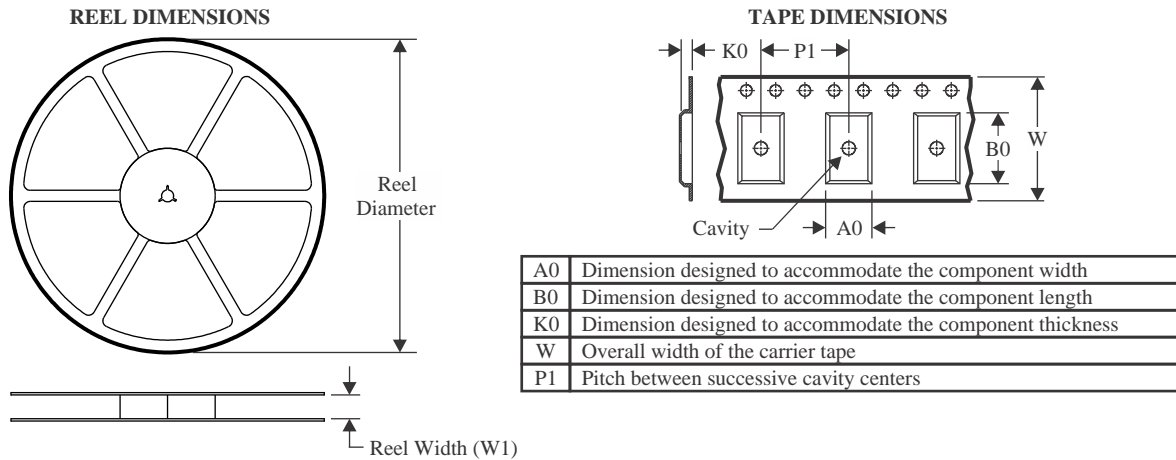
(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will 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
TPS7A15C08PYCKR	DSBGA	YCK	6	12000	180.0	8.4	0.8	1.1	0.34	2.0	8.0	Q1
TPS7A15C09PYCKR	DSBGA	YCK	6	12000	180.0	8.4	0.8	1.1	0.34	2.0	8.0	Q1

**TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS**


\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS7A15C08PYCKR	DSBGA	YCK	6	12000	182.0	182.0	20.0
TPS7A15C09PYCKR	DSBGA	YCK	6	12000	182.0	182.0	20.0

## 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