

TPS631000 1.5A 输出电流高功率密度降压/升压转换器

1 特性

- 输入电压范围为 1.6V 至 5.5V
 - 器件启动时输入电压大于 1.65V
- 1.2V 至 5.3V 输出电压范围 (可调节)
- 高输出电流能力, 3A 峰值开关电流
 - $V_{IN} \geq 3V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 时, 输出电流为 2A
 - $V_{IN} \geq 2.7V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 时, 输出电流为 1.5A
- 在整个负载范围内具有高效率
 - 8 μA 静态电流 (典型值)
 - 省电模式
- 1A 电流阶跃时具有 150mV 的负载阶跃响应
- 峰值电流降压/升压模式架构
 - 无缝切换模式, 输出波纹 < 20mV
 - 正向和反向电流运行
 - 启动至预偏置输出
 - 固定频率运行, 2MHz 开关频率
- 安全、可靠运行的特性
 - 过流保护和短路保护
 - 采用有源斜坡的集成软启动
 - 过热保护和过压保护
 - 带负载断开功能的真正关断功能
 - 正向和反向电流限制
- 设计尺寸小
 - 小型 1 μH 电感器
 - 在整个 V_{OUT} 范围内支持一个 0805 输出电容器
- 使用 TPS631000 和 **WEBENCH® Power Designer** 创建定制设计方案

2 应用

- 系统预稳压器 (智能手机、平板电脑、终端、远程信息处理)
- 负载点调节 (有线传感器、端口/电缆适配器和加密狗)
- 指纹、摄像头传感器 (电子智能锁、IP 网络摄像机)
- 射频放大器电源 (智能传感器)
- 稳压器 (数据通信、光学模块、制冷和加热)

3 说明

TPS631000 是一款采用恒定频率峰值电流模式控制的降压/升压转换器。该器件具有 3A 峰值电流限制 (典型值) 和 1.6V 至 5.5V 输入电压范围。TPS631000 为系统预稳压器和稳压器提供了一种电源设计方案。

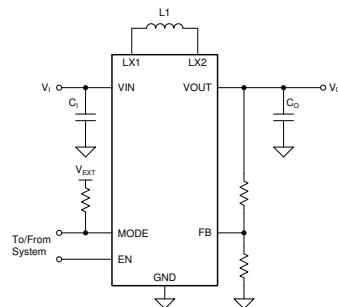
根据输入电压不同, 当输入电压近似等于输出电压时, TPS631000 会自动以升压、降压或 3 周期降压/升压模式运行。模式切换采用定义的占空比进行, 避免了不必要的模式内切换, 从而减少输出电压纹波。8 μA 静态电流和省电模式电源可在轻负载甚至空载条件下实现超高效率。

TPS631000 具有非常小的设计尺寸, 采用 1.2mm × 2.1mm SOT-583 封装、一个 1 μH 电感器和一个 0805 输出电容器。

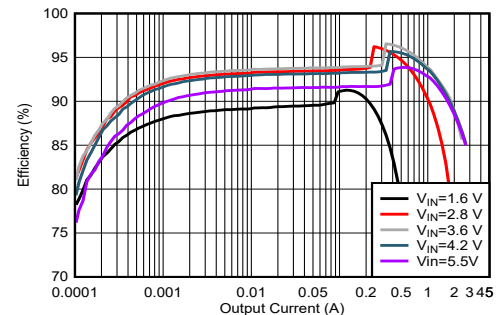
封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
TPS631000	DRL (SOT-5X3, 8)	2.1mm × 1.6mm

- 有关更多信息, 请参阅节 10。
- 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值, 并包括引脚 (如适用)。



典型应用



效率目标与输出电流间的关系 ($V_{OUT} = 3.3V$)



内容

1 特性	1	7 应用和实施	10
2 应用	1	7.1 应用信息.....	10
3 说明	1	7.2 典型应用.....	10
4 引脚配置和功能	3	7.3 电源相关建议.....	17
5 规格	4	7.4 布局.....	18
5.1 绝对最大额定值.....	4	8 器件和文档支持	19
5.2 ESD 等级.....	4	8.1 器件支持.....	19
5.3 建议运行条件.....	4	8.2 接收文档更新通知.....	19
5.4 热性能信息.....	4	8.3 支持资源.....	19
5.5 电气特性.....	5	8.4 商标.....	19
6 详细说明	6	8.5 静电放电警告.....	19
6.1 概述.....	6	8.6 术语表.....	19
6.2 功能方框图.....	6	9 修订历史记录	20
6.3 特性说明.....	6	10 机械、封装和可订购信息	21
6.4 器件功能模式.....	9		

4 引脚配置和功能

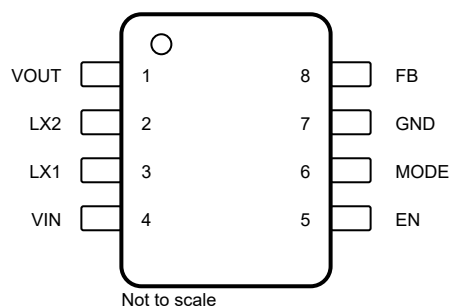


图 4-1. 8 引脚 DRL SOT-5X3 封装 (俯视图)

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	编号		
VOUT	1	PWR	功率级输出
LX2	2	PWR	升压级的电感器开关节点
LX1	3	PWR	降压级的电感器开关节点
VIN	4	PWR	电源输入电压
EN	5	I	器件使能。设置为高电平进行启用，设置为低电平进行禁用。该引脚不得悬空。
模式	6	I	PFM/PWM 选择。对于省电模式设置为低电平，对于强制 PWM 设置为高电平。该引脚不得悬空。
GND	7	PWR	电源地
FB	8	I	电压反馈。检测引脚

(1) PWR = 电源, I = 输入

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在工作结温范围内测得 (除非另有说明) ⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
V_I	输入电压 (VIN、LX1、LX2、VOUT、EN、FB、MODE) ⁽²⁾	-0.3	6	V
	小于 10ns 的输入电压 (LX1、LX2) ⁽²⁾	-2.0	7	V
T_J	工作结温	-40	150	°C
T_{stg}	贮存温度	-65	150	°C

- (1) 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) 除非另有说明，否则所有电压值都是以网络接地端为基准。

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⁾	±1000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准，所有引脚 ⁽²⁾	±500	

(1) JEDEC 文件 JEP155 指出：500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

(2) JEDEC 文件 JEP157 指出：250V CDM 可实现在标准 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_I	电源电压		1.6		5.5	V
V_O	输出电压		1.2		5.3	V
C_I	输入电容	$V_I = 1.6V$ 至 $5.5V$	4.2			μF
C_O	输出电容	$1.2V \leq V_O \leq 3.6V$ ， $V_O = 3.3V$ 时的标称值	10.4	16.9	330	μF
		$3.6V < V_O \leq 5.3V$ ， $V_O = 5V$ 时的标称值	7.95	10.6	330	μF
L	电感		0.7	1	1.3	μH
T_J	工作结温范围		-40		125	°C

5.4 热性能信息

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

热指标 ⁽¹⁾		TPS631000	单位
		DRL	
		8 引脚	
R _{θJA}	结至环境热阻	132.7	°C/W
R _{θJC(top)}	结至外壳（顶部）热阻	43.8	°C/W
R _{θJB}	结至电路板热阻	27.3	°C/W
Ψ _{JT}	结至顶部特征参数	1.2	°C/W
Ψ _{JB}	结至电路板特征参数	26.6	°C/W
R _{θJC(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](#) 应用报告。

5.5 电气特性

在工作结温范围和建议的电源电压范围内测得（除非另有说明）。典型值是在 $V_I = 3.8V$ 、 $V_O = 3.3V$ 和 $T_J = 25^\circ C$ 条件下测得（除非另有说明）。

参数			测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
电源								
I _{SD}	流入 VIN 的关断电流		V _I = 3.8V , V _(EN) = 0V	T _J = 25°C	0.5	0.9		μ A
I _Q	流入 VIN 的静态电流		V _I = 2.2V , V _O = 3.3V , V _(EN) = 2.2V , 无开关		0.15	6.1		μ A
	流入 VOUT 的静态电流		V _I = 2.2V , V _O = 3.3V , V _(EN) = 2.2V , 无开关		8			μ A
V _{IT+}	正向 UVLO 阈值电压				1.5	1.55	1.599	V
V _{IT-}	负向 UVLO 阈值电压		在启动期间		1.4	1.45	1.499	V
V _{hys}	UVLO 阈值电压迟滞				99			mV
V _{I(POR)T+}	正向 POR 阈值电压		V _I 或 V _O 的最大值		1.25	1.45	1.65	V
V _{I(POR)T-}	负向 POR 阈值电压				1.22	1.43	1.6	V
I/O 信号								
V _{T+}	正向阈值电压	EN、MODE			0.77	0.98	1.2	V
V _{T-}	负向阈值电压	EN、MODE			0.5	0.66	0.76	V
V _{hys}	迟滞电压	EN、MODE			300			mV
I _{IH}	高电平输入电流	(EN、MODE)	V _(EN) = V _(MODE) = 1.5V , 无上拉电阻		±0.01	±0.25		μA
I _{IL}	低电平输入电流	(EN、MODE)	V _(EN) = V _(MODE) = 0V ,		±0.01	±0.1		μA
I _{Bais}	输入偏置电流	(EN、MODE)	V _(EN) = 5.5V		±0.01	±0.3		μA
电源开关								
r _{DS(on)}	导通状态电阻	Q1	V _I = 3.8V , V _O = 3.3V , 测试电流 = 0.2A		45			mΩ
		Q2			50			mΩ
		Q3			50			mΩ
		Q4			85			mΩ
I _{Reverse}	流入 VOUT 的反向电流		V _I = 0V , V _O = 3.3V , V _(EN) = 0V	T _J = 25°C	0.8	2		μA
				T _J = -40°C 至 125°C		12		μA
电流限值								
I _{L(PEAK)}	开关峰值电流限制 ⁽¹⁾	Q1	V _O = 3.3V	输出拉电流	2.6	3	3.35	A
				输出灌电流, V _I = 3.3V	-0.7	-0.55	-0.45	A
I _{PFM_entry}	PFM 模式进入阈值 (峰值) 电流时的输出电流 ⁽¹⁾	I _O 下降			145			mA
输出								
控制 [反馈引脚]								
V _{FB}	反馈引脚上的基准电压				495	500	505	mV
保护特性								
V _{T+(OVP)}	正向 OVP 阈值电压				5.55	5.75	5.95	V
V _{T+(IVP)}	正向 IVP 阈值电压				5.55	5.75	5.95	V
时序参数								
t _{d(EN)}	EN 引脚上的上升沿与输出电压斜坡开始之间的延迟				0.87	1.5		ms
t _{d(ramp)}	软启动斜坡时间				6.42	7.55	8.68	ms
f _{SW}	开关频率				1.8	2	2.2	MHz

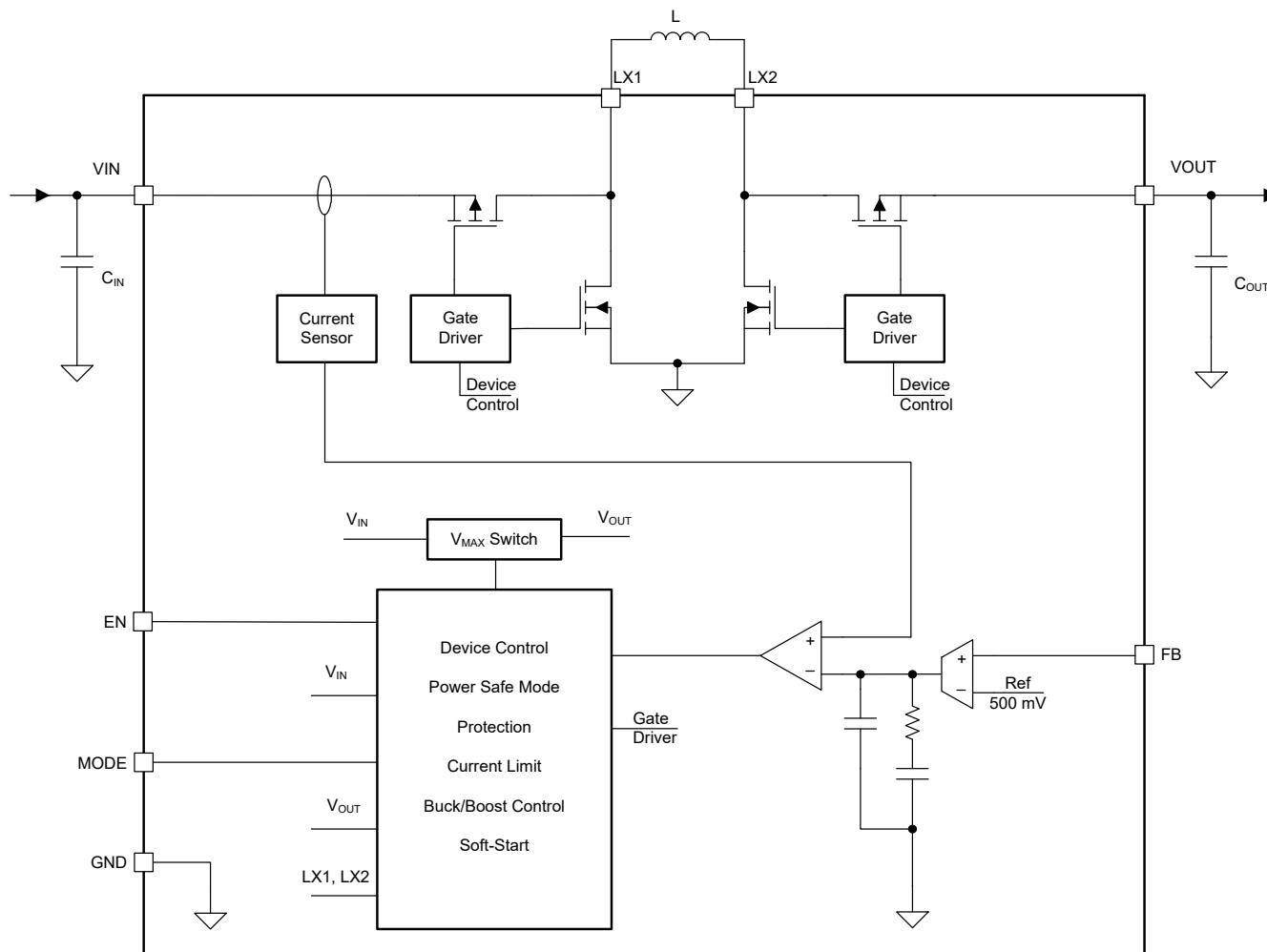
(1) 在直流条件下执行电流限制生产测试。运行中的电流限制稍高，具体取决于传播延迟和应用的外部元件

6 详细说明

6.1 概述

TPS631000 是一款采用恒定频率峰值电流模式控制的降压/升压转换器。该转换器使用开关频率约为 2MHz 的固定频率拓扑。调制方案有三种明确定义的运行模式；该转换器在 V_{IN} 和 V_{OUT} 的整个工作范围内以定义的阈值进入这些模式。最大输出电流由 Q1 峰值电流限制（通常为 3A）所决定。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

6.3.1 欠压锁定 (UVLO)

如果器件未处于关断模式，则会持续监控 V_{IN} 引脚的输入电压。UVLO 只停止或启动转换器运行。UVLO 不会影响器件的核心逻辑。UVLO 可在器件运行期间避免器件欠压。如果 V_{IN} 引脚上的电源电压低于 UVLO 的负向阈值，转换器将停止运行。为避免电源转换产生假干扰，UVLO 下降阈值逻辑信号以数字方式进行抗尖峰脉冲。

如果 V_{IN} 引脚上的电源电压恢复到高于 UVLO 上升阈值，转换器将恢复运行。在这种情况下，软启动过程的重启速度快于启动过程，没有预偏置输出。

6.3.2 使能和软启动

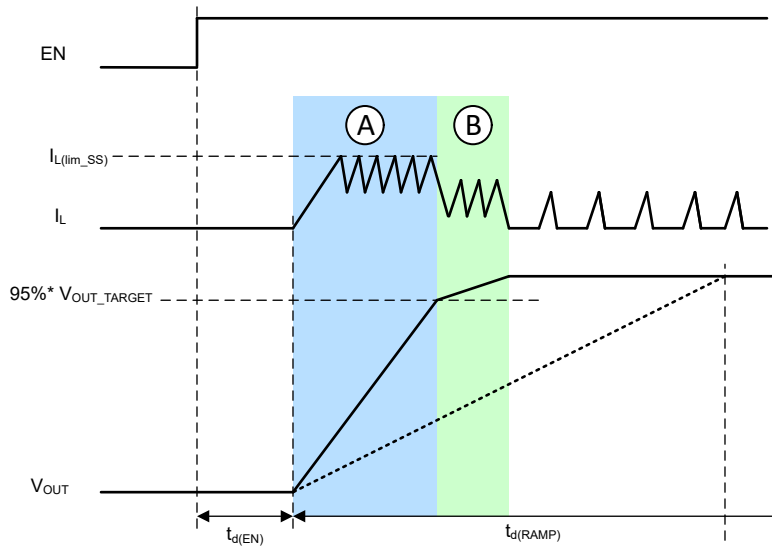


图 6-1. 典型的软启动行为

当输入电压高于 UVLO 上升阈值且 EN 引脚被拉至高于 1.2V 的电压时，TPS631000 将使能，并在短暂的延迟时间 $t_{d(EN)}$ 后启动。

TPS631000 具有电感器峰值电流钳位功能，可限制启动期间的浪涌电流。当最小电流钳位 ($I_{L(lim_SS)}$) 低于跟随电压斜坡所需的电流时，电流会自动增加以跟随电压斜坡。如果选择的电容低于所选斜坡时间 $t_{d(RAMP)}$ 适用的电容，则最小电流限制可确保尽可能快速软启动。

在图 6-1 所示的典型启动情况下（低输出负载、典型输出电容），最小电流钳位会限制浪涌电流并为输出电容器充电。然后，输出电压上升速度快于基准电压斜坡（请参阅图 6-1 中的 A 相）。为了避免输出过冲，当输出接近目标电压并遵循即将完成启动的电压斜坡所给出的基准电压斜坡压摆率值时，电流钳位将停用（请参阅图 6-1 中的 B 相）。使用阈值 $95\% \times V_{OUT_TARGET}$ 可检测从最小电流钳位状态的切换。在 B 相之后，输出电压将很好地调节至标称目标电压。电流波形取决于输出负载和运行模式。

6.3.3 可调节输出电压

输出电压由外部电阻分压器进行设置。必须在 VOUT、FB 和 GND 之间连接电阻分压器。反馈电压由 V_{FB} 指定。低侧电阻器 R2（在 FB 和 GND 之间）不得超过 100kΩ。方程式 1 计算高侧电阻器 R1（在 FB 和 VOUT 之间）。

$$R1 = R2 \times (V_{OUT} / V_{FB} - 1) \quad (1)$$

典型的 V_{FB} 电压为 0.5V。

6.3.4 模式选择 (PFM/FPWM)

MODE 引脚是用于启用 PFM/FPWM 的数字输入。

当 MODE 引脚连接至逻辑低电平时，该器件在自动 PFM 模式下工作。该器件具有省电模式，可在整个工作输出电流范围内保持高效率。PFM 自动将转换器运行模式从 CCM 更改为脉冲频率调制。

当 MODE 引脚连接至逻辑高电平时，为尽可能降低输出纹波，无论输出电流如何，该器件都在强制 PWM 模式下工作。

6.3.5 反向电流运行

该器件可支持反向电流运行（电流从 V_{OUT} 引脚流向 V_{IN} 引脚）。如果 FB 引脚上的输出反馈电压高于基准电压，则转换器调节会强制电流流入输入电容器。反向电流运行与 V_{IN} 电压或 V_{OUT} 电压比无关，因此在所有器件运行模式（升压、降压或降压/升压）下均可行。

6.3.6 保护特性

以下各节将介绍该器件的保护特性。

6.3.6.1 输入过压保护

TPS631000 提供了输入过压保护。借助输入过压保护，可在电流从输出端流向输入端且输入源无法灌入电流（例如，电源路径中的二极管）的情况下避免对器件造成任何损坏。

如果强制 PWM 模式处于激活状态，电流可能变为负值，直至电流达到灌电流限制。 V_{IN} 引脚上达到输入电压阈值 $V_{T+(IVP)}$ 后，保护功能将禁用强制 PWM 模式，只允许电流从 V_{IN} 流向 V_{OUT} 。输入电压降至低于输入电压保护阈值后，可再次激活强制 PWM 模式。

6.3.6.2 输出过压保护

TPS631000 提供了输出过压保护。借助输出过压保护，可避免在外部反馈引脚无法正常工作时对器件造成任何损坏。

如果在 V_{OUT} 引脚上达到输出电压阈值 $V_{T+(OVP)}$ ，则保护功能会禁用转换器功率级并在开关节点处进入高阻抗状态。

6.3.6.3 短路保护

该器件在短路保护下具有峰值电流限制性能。图 6-2 展示了发生短路保护的短路/过载事件时的典型器件行为。

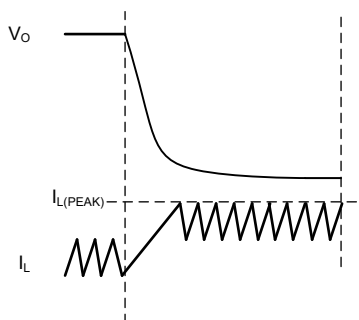


图 6-2. 短路保护期间的典型器件行为

6.3.6.4 热关断

为了避免器件遭到热损坏，需要监控裸片的温度。一旦检测到温度上升到超过热阈值，该器件便会停止运行。在温度降至低于热关断迟滞温度后，模块将恢复正常运行。

6.4 器件功能模式

该器件有两种功能模式：关闭和开启。当 VIN 引脚上的电压高于 UVLO 阈值并且向 EN 引脚应用逻辑高电平时，该器件进入开启模式。当 VIN 引脚上的电压低于 UVLO 阈值或向 EN 引脚应用逻辑低电平时，该器件进入关闭模式。

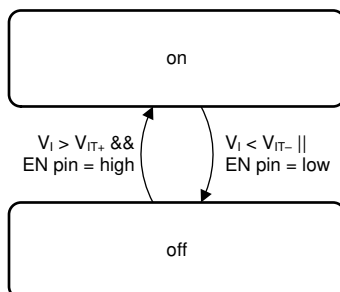


图 6-3. 器件功能模式

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

7.1 应用信息

TPS631000 是具有低静态电流的高效率降压/升压转换器。该器件设计用于需要稳定输出电压并且输入电源电压可能高于或低于输出电压的应用。

7.2 典型应用

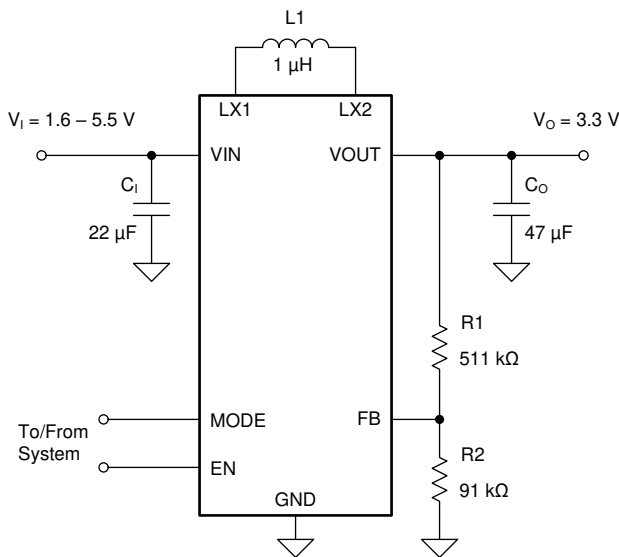


图 7-1. 3.3V_{OUT} 典型应用

7.2.1 设计要求

表 7-1 列出了设计参数。

表 7-1. 设计参数

参数	值
输入电压	2.7V 至 4.3V
输出电压	3.3V
输出电流	1.5A

7.2.2 详细设计过程

第一步是选择输出滤波器元件。为了简化此过程，节 5.3 中概述了电感和电容的最小值和最大值。在选择标称电感和电容时，必须考虑容差和降额。

7.2.2.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

[点击此处](#)，使用 TPS631000 器件并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 (V_{IN})、输出电压 (V_{OUT}) 和输出电流 (I_{OUT}) 要求。
2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的解决方案进行比较。

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图并罗列了实时价格和组件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出
- 打印 PDF 格式的设计报告并与同事共享

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 www.ti.com/WEBENCH。

7.2.2.2 电感器选型

电感器的选择受如下几个参数的影响：

- 电感纹波电流
- 输出电压纹波
- 进入省电模式的转换点
- 效率

请参阅表 7-2，了解典型的电感器。

为了实现高效率，电感器必须具有低直流电阻以最大程度地减小导通损耗。尤其是在高开关频率下，磁芯材料对效率的影响很大。在使用小型片式电感器时，效率降低的主要原因是电感器磁芯损耗更高。在选择合适的电感器时必须考虑这一行为。电感器值决定了电感器纹波电流。电感器值越大，电感器纹波电流就越小，转换器的导通损耗也就越小。相反，电感器值越大，负载瞬态响应越慢。为了避免电感器饱和，可使用方程式 3 计算稳定状态运行时电感器的峰值电流。此处仅给出了定义升压模式下开关电流的公式，因为这提供了最高电流值并代表了用于选择合适电感器的临界电流值。

$$\text{Duty Cycle Boost} \quad D = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}} \quad (2)$$

$$I_{PEAK} = \frac{I_{out}}{\eta \times (1 - D)} + \frac{V_{in} \times D}{2 \times f \times L} \quad (3)$$

其中：

- D = 升压模式下的占空比
- f = 转换器开关频率 (典型值为 2.2MHz)
- L = 电感器值
- η = 估算的转换器效率 (假设使用效率曲线中的数字或 0.9)

备注

必须针对升压模式下的最小输入电压进行计算。

使用实际运行条件计算最大电感器电流可得出所需的最小电感器饱和电流。TI 建议选择饱和电流比使用方程式 3 计算得出的值高 20% 的电感器。表 7-2 列出了可能的电感器。

表 7-2. 推荐电感器列表

电感器值 [μH]	饱和电流 [A]	DCR [$\text{m}\Omega$]	器件型号	制造商 ⁽¹⁾	尺寸 (L × W × H mm)
1	4.3	42	DFE252012P-1R0M=P2	MuRata	2.5 × 2.0 × 1.2
1	4.2	43	HTEK20161T-1R0MSR	Cyntec	2.0 × 1.6 × 1.0
1	2.2	75	MAKK2016T1R0M ⁽²⁾	Taiyo Yuden	2.0 × 1.6 × 1.0
1	2.0	144	DFE18SAN1R0ME0 ⁽²⁾	Murata	1.6 × 0.8 × 0.8

(1) 请参阅 [第三方产品免责声明](#)。

(2) 该电感器不支持完整的输出电流范围。

7.2.2.3 输出电容器选型

对于输出电容器，应使用尽可能靠近 IC 的 VOUT 和 PGND 引脚放置的小型陶瓷电容器。建议使用的标称输出电容器容值为单个电容器 47 μF 。如果出于任何原因，应用需要使用不能靠近 IC 放置的大电容器，可与大电容器并联使用一个更小的陶瓷电容器。必须将这个电容器放置在尽可能靠近 IC 的 VOUT 和 PGND 引脚的位置。

确保根据 [节 5.3](#) 中的建议值给出有效电容值。一般而言，应考虑会导致有效电容降低的直流偏置效应。输出电容的选择主要是在尺寸和瞬态行为之间进行权衡，因为较高的电容会降低瞬态响应过冲/下冲并增加瞬态响应时间。[表 7-3](#) 列出了可能的输出电容器。

输出电容值没有上限。

表 7-3. 推荐电容器列表

电容器值 [μF]	额定电压 [V]	ESR [$\text{m}\Omega$]	器件型号	制造商 ⁽¹⁾	尺寸 (公制)
47	6.3	10	GRM219R60J476ME44	Murata	0805 (2012)
47	10	40	CL10A476MQ8QRN	Semco	0603 (1608)

(1) 请参阅 [第三方产品免责声明](#)。

7.2.2.4 输入电容器选型

TI 建议使用一个 22 μF 的输入电容器来改善稳压器的瞬态行为和整个电源电路的 EMI 行为。建议将一个 X5R 或 X7R 陶瓷电容器放置在尽可能靠近 IC 的 VIN 和 PGND 引脚的位置。此电容可以无限制地增加。如果输入电源距离 TPS631000 超过几英寸，那么除了陶瓷旁路电容器之外，还可能额外的大容量电容。通常，选择容值为 47 μF 的电解电容器或钽电容器。

表 7-4. 推荐电容器列表

电容器值 [μF]	额定电压 [V]	ESR [$\text{m}\Omega$]	器件型号	制造商 ⁽¹⁾	尺寸 (公制)
22	6.3	43	GRM187R61A226ME15	Murata	0603 (1608)
10	10	40	GRM188R61A106ME69	Murata	0603 (1608)

(1) 请参阅 [第三方产品免责声明](#)。

7.2.2.5 设置输出电压

输出电压由外部电阻分压器进行设置。必须在 VOUT、FB 和 GND 之间连接电阻分压器。反馈电压标称值为 500mV。

低侧电阻器 R2 (在 FB 和 GND 之间) 不得超过 100kΩ。方程式 4 计算高侧电阻器 (在 FB 和 VOUT 之间) R1。

$$R1 = R2 \times \left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right) \quad (4)$$

其中

- $V_{FB} = 500\text{mV}$

表 7-5. 典型输出电压的电阻选择

V _{OUT}	R1	R2
2.5V	365	91
3.3V	511	91
3.6V	562	91
5V	806	91

7.2.3 应用曲线

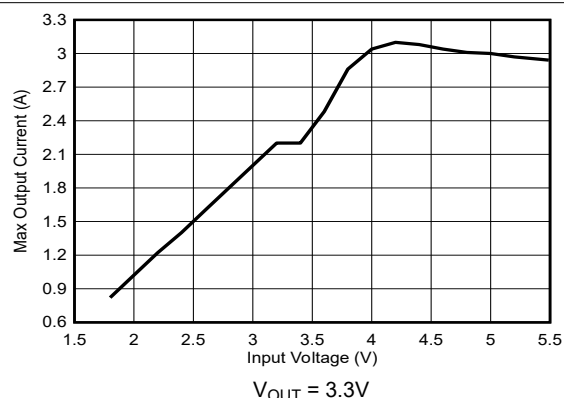


图 7-2. 典型输出电流能力与输入电压间的关系

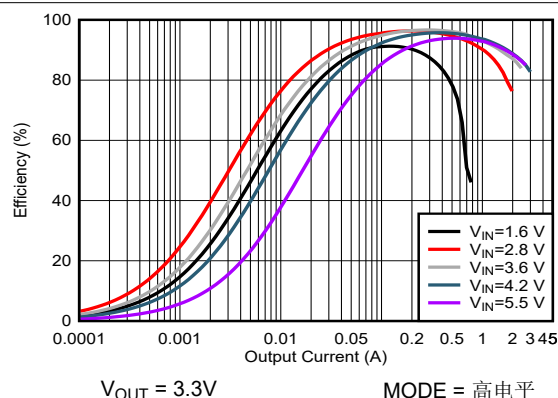


图 7-3. 效率与输出电流间的关系 (FPWM)

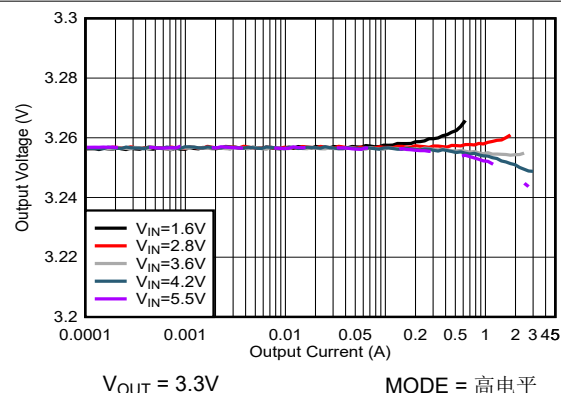


图 7-4. 负载调节 (FPWM)

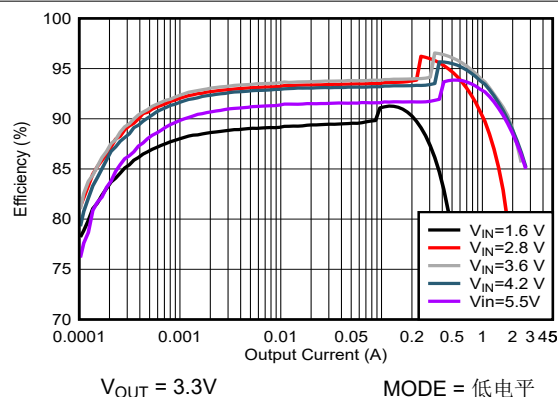


图 7-5. 效率与输入电压间的关系 (PFM)

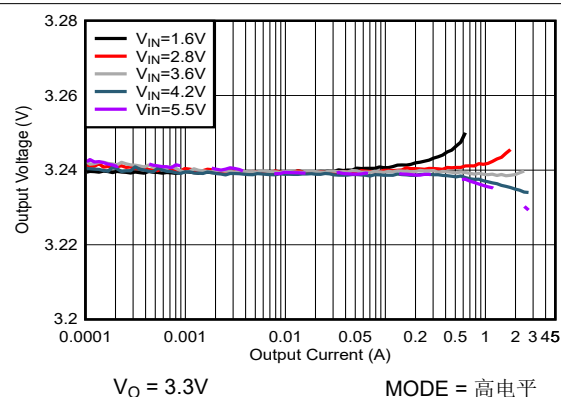
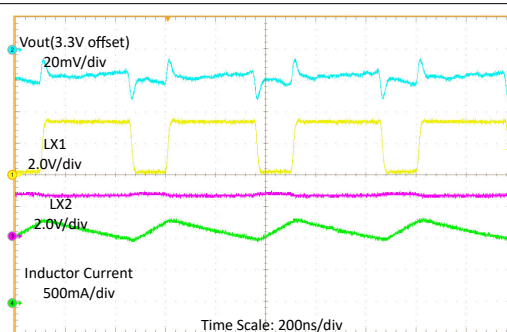


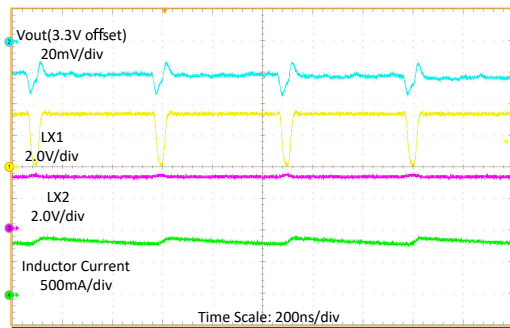
图 7-6. 负载调节 (PFM)



VIN = 2.7V, VOUT = 3.3V IOUT = 1A, MODE = 低电平

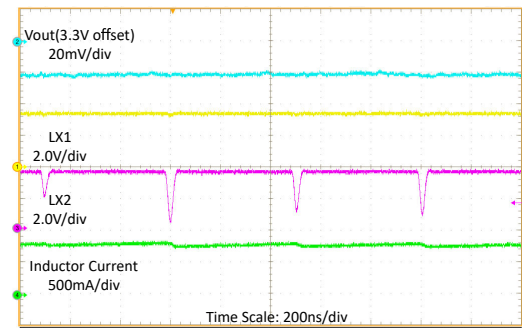
图 7-7. 负载为 1A 并采用升压运行模式时的开关波形

7.2.3 应用曲线 (续)



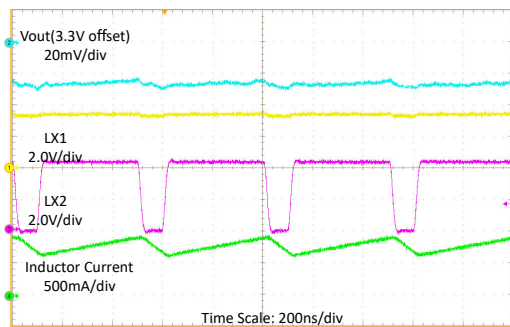
$V_{IN} = 3.3V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 1A$, MODE = 低电平

图 7-8. 1A 负载时的开关波形



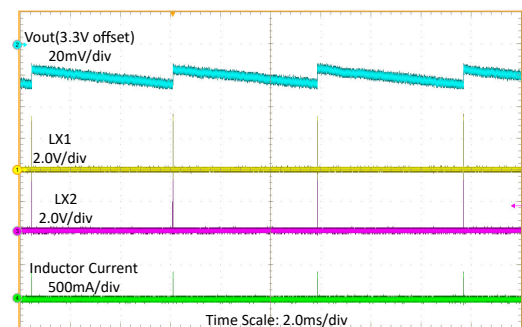
$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 1A$, MODE = 低电平

图 7-9. 1A 负载时的开关波形



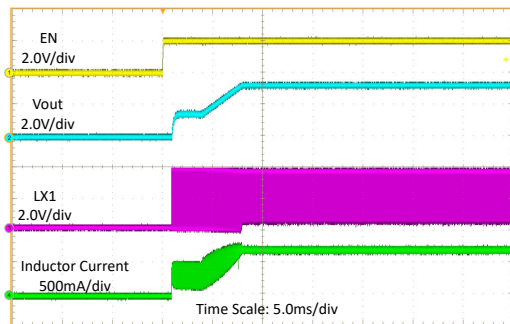
$V_{IN} = 4.3V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 1A$, MODE = 低电平

图 7-10. 负载为 1A 并采用降压运行模式时的开关波形



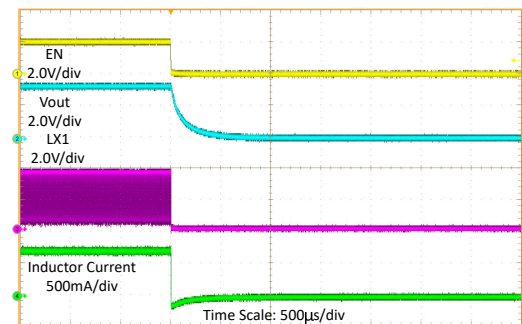
$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 1mA$, MODE = 低电平

图 7-11. 负载为 1mA 时的开关波形



$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $R_{load} = 4\Omega$, MODE = 低电平

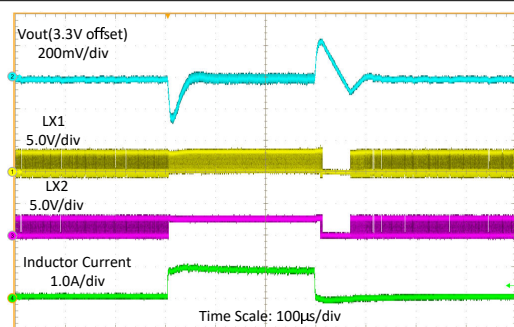
图 7-12. 由 EN 启动



$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $R_{load} = 4\Omega$, MODE = 低电平

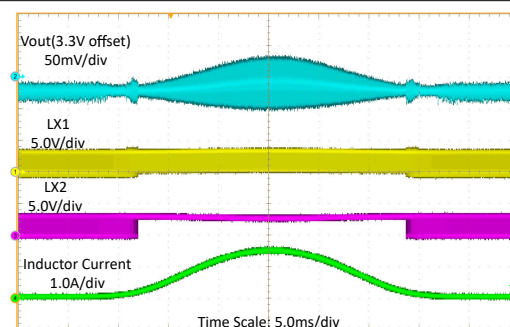
图 7-13. 由 EN 关断

7.2.3 应用曲线 (续)



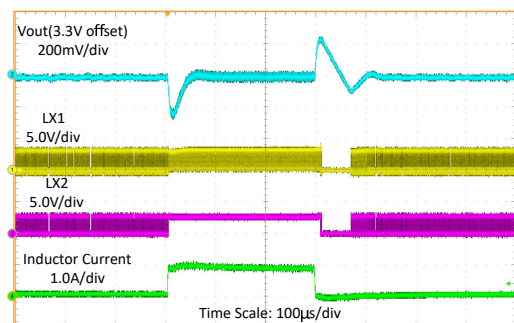
$V_{IN} = 2.7V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$, $20\mu s$ 压摆率

图 7-14. 输入电压为 2.7V 时的负载瞬态



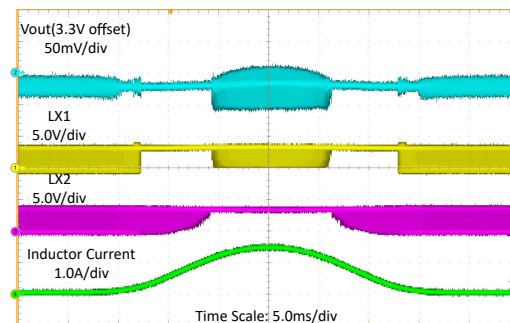
$V_{IN} = 2.7V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$ 扫描

图 7-15. 输入电压为 2.7V 时的负载扫描



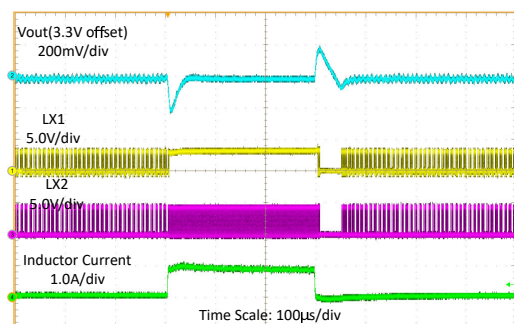
$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$, $20\mu s$ 压摆率

图 7-16. 输入电压为 3.6V 时的负载瞬态



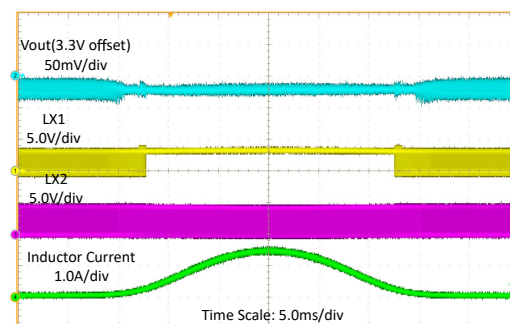
$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$ 扫描

图 7-17. 输入电压为 3.6V 时的负载扫描



$V_{IN} = 4.3V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$, $20\mu s$ 压摆率

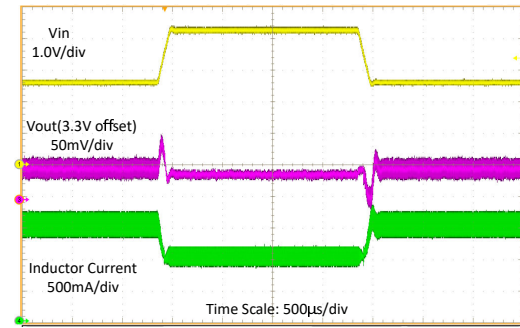
图 7-18. 输入电压为 4.3V 时的负载瞬态



$V_{IN} = 4.3V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$ 扫描

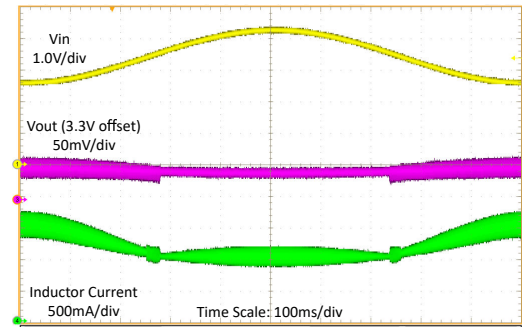
图 7-19. 输入电压为 4.3V 时的负载扫描

7.2.3 应用曲线 (续)



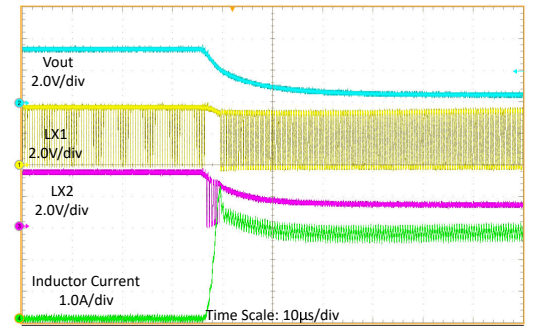
$V_{IN} = 2.7V$ 至 $4.3V$, $20\mu s$ 压摆率, $V_{OUT} = 3.3V$
 $I_{OUT} = 1A$

图 7-20. 负载电流为 1A 时的线路瞬态



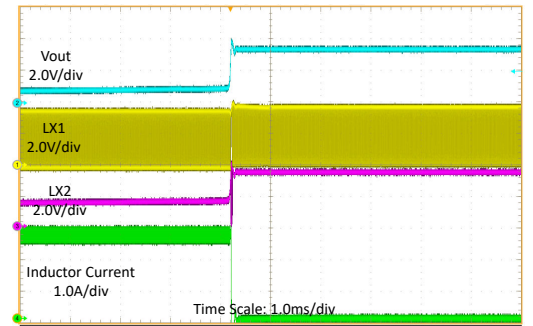
$V_{IN} = 2.7V$ 至 $4.3V$ 扫描, $V_{OUT} = 3.3V$
 $I_{OUT} = 1A$

图 7-21. 负载电流为 1A 时的线路扫描



$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 1A$, FPWM

图 7-22. 输出短路保护 (进入)



$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 1A$, FPWM

图 7-23. 输出短路保护 (恢复)

表 7-6. $V_{OUT} = 3.3V$ 时应用特性曲线的元件

基准	说明 ⁽²⁾	器件型号	制造商 ⁽¹⁾
U1	高功率密度 1.5A 降压/升压转换器	TPS631000	德州仪器 (TI)
L1	1.0µH, 2.5mm × 2.0mm, 4.3A, 42mΩ	DFE252012P-1R0M=P2	MuRata
C1	22µF, 0603, 陶瓷电容器, ±20%, 6.3V	GRM187R61A226ME15	Murata
C2	47µF, 0805, 陶瓷电容器, ±20%, 6.3V	GRM219R60J476ME44	Murata
R1	511kΩ, 0603 电阻器, 1%, 100mW	标准	标准
R2	91kΩ, 0603 电阻器, 1%, 100mW	标准	标准

(1) 请参阅 [第三方产品免责声明](#)。

(2) 对于其他输出电压, 请查阅表 7-5 了解电阻值。

7.3 电源相关建议

TPS631000 器件对输入电源没有特殊要求。必须根据 TPS631000 的电源电压、输出电压和输出电流来确定输入电源输出电流的额定值。

7.4 布局

7.4.1 布局指南

PCB 布局是保持 TPS631000 高性能的重要一步。

- 将输入和输出电容器尽可能靠近 IC 放置。布线必须较短。尽可能使输入和输出电容器的布线宽而直会降低布线电阻和寄生电感。
- 连接到 FB 的检测布线是信号布线。让这些布线远离 LX1 和 LX2 节点。

7.4.2 布局示例

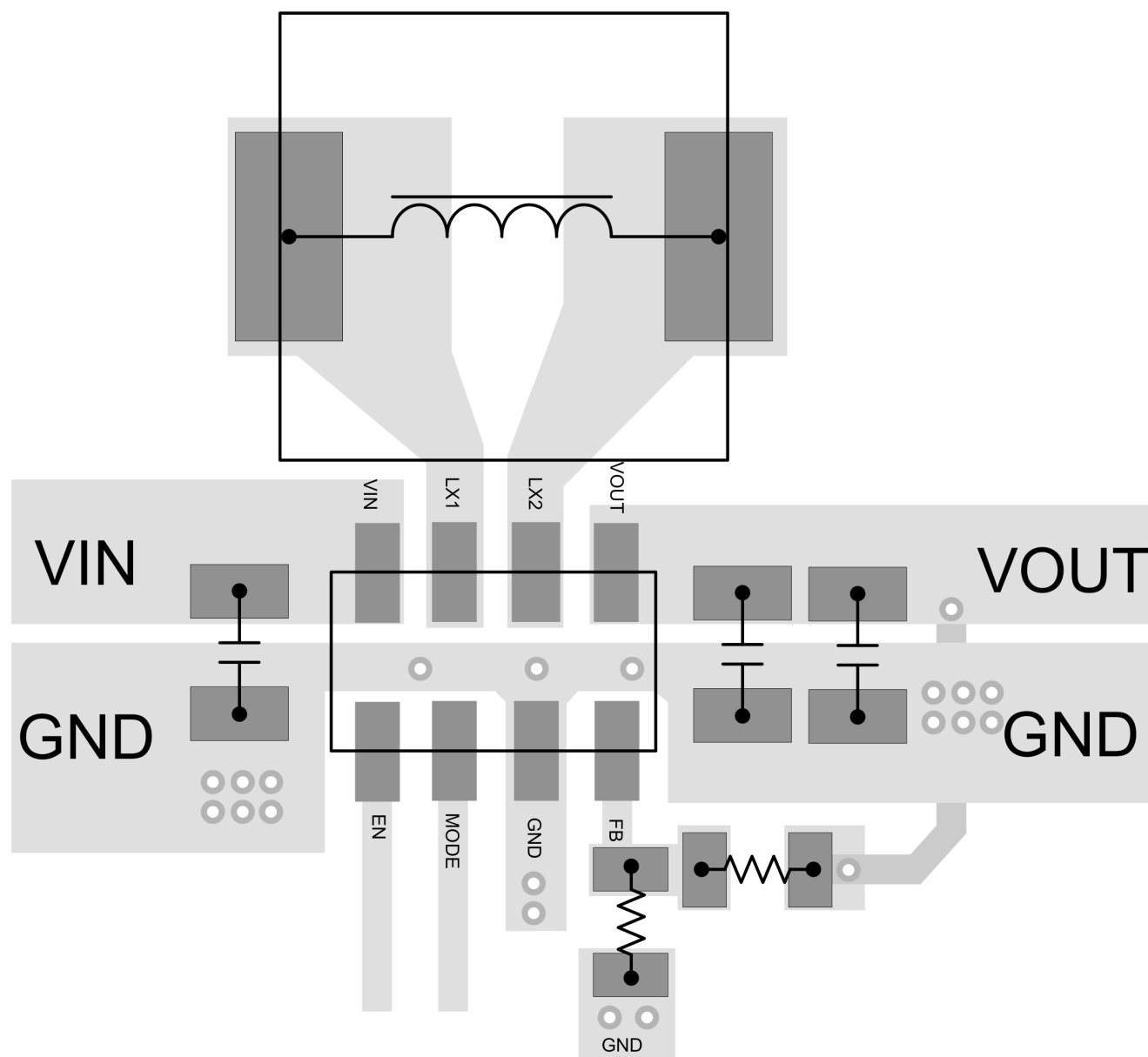


图 7-24. 布局示例

8 器件和文档支持

8.1 器件支持

8.1.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

8.1.2 开发支持

8.1.2.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

[点击此处](#)，使用 TPS631000 器件并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 (V_{IN})、输出电压 (V_{OUT}) 和输出电流 (I_{OUT}) 要求。
2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的解决方案进行比较。

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图并罗列了实时价格和组件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出
- 打印 PDF 格式的设计报告并与同事共享

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 www.ti.com/WEBENCH。

8.2 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。

8.3 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](#)。

8.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

WEBENCH® is a registered trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

8.5 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。

8.6 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

Changes from Revision B (June 2022) to Revision C (August 2026)	Page
---	------

- | | |
|---|---|
| • 将绝对最大额定值表中的“小于 10ns 的输入电压 (LX1、LX2) ”最小值从 -0.3 更改为 - 2..... | 4 |
| • 将 CDM 标准从“JEDEC 规范 JESD22C101”更改为“ANSI/ESDA/JEDEC JS-002”。..... | 4 |
-

Changes from Revision A (January 2022) to Revision B (June 2022)	Page
--	------

- | | |
|---------------------|----|
| • 删除了对“PSM”的引用..... | 7 |
| • 更新了表 7-2 | 11 |
| • 更新了表 7-6 | 14 |
-

Changes from Revision * (October 2021) to Revision A (January 2022)	Page
---	------

- | | |
|-------------------------------|---|
| • 将文档状态从“预告信息”更改为“量产数据” | 1 |
|-------------------------------|---|
-

10 机械、封装和可订购信息

The following pages include mechanical, packaging, and orderable information. This information is the most current data available for the designated devices. This data is subject to change without notice and revision of this document. For browser-based versions of this datasheet, see also the left-hand navigation.

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)
TPS631000DRLR	Active	Production	SOT-5X3 (DRL) 8	4000 LARGE T&R	Yes	Call TI Sn	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2N4W
TPS631000DRLR.A	Active	Production	SOT-5X3 (DRL) 8	4000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2N4W

⁽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.

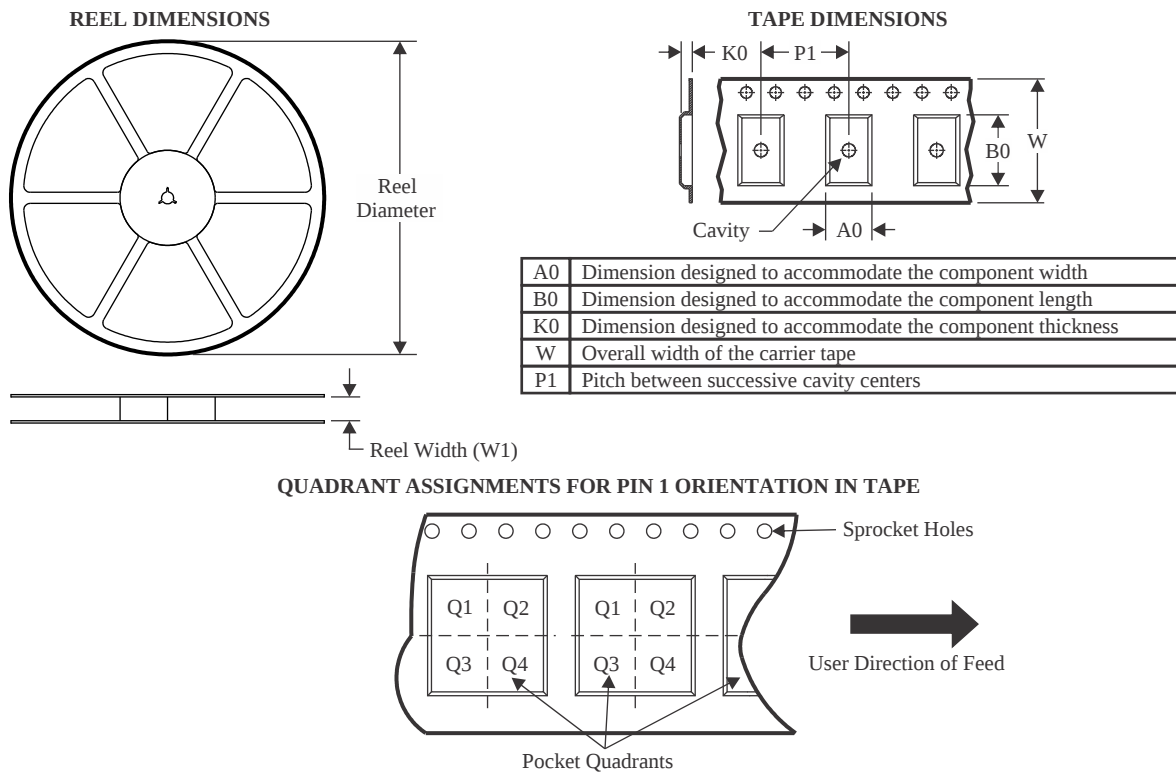
⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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.

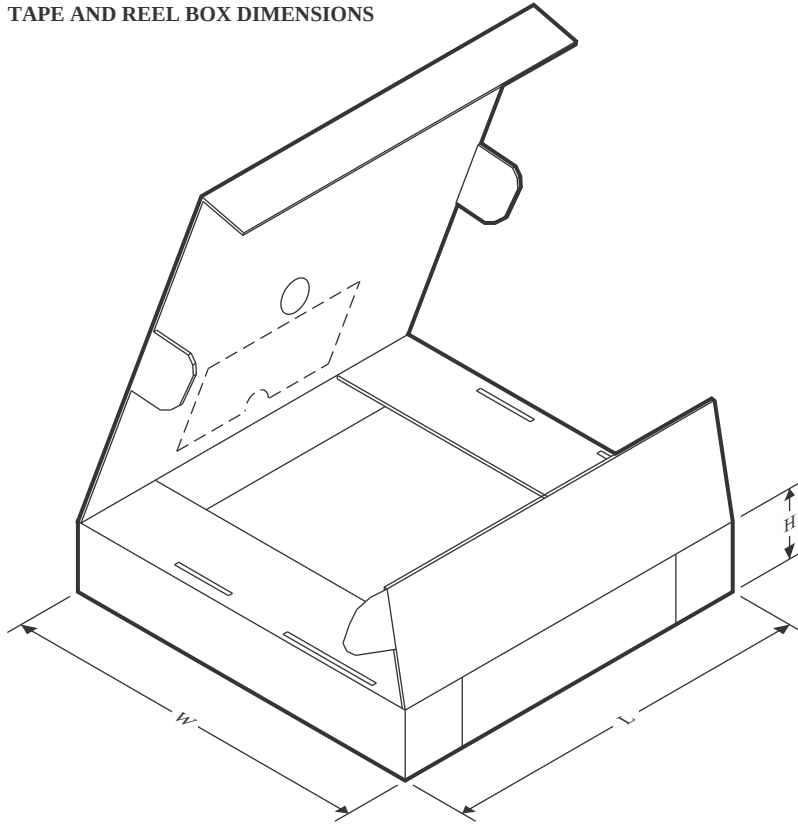
TAPE AND REEL INFORMATION



*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
TPS631000DRLR	SOT-5X3	DRL	8	4000	180.0	8.4	2.75	1.9	0.8	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

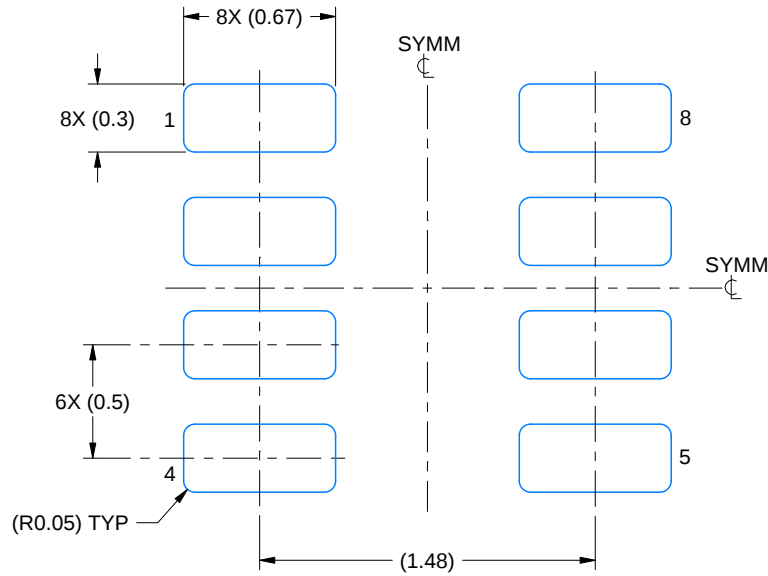
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS631000DRLR	SOT-5X3	DRL	8	4000	210.0	185.0	35.0

EXAMPLE BOARD LAYOUT

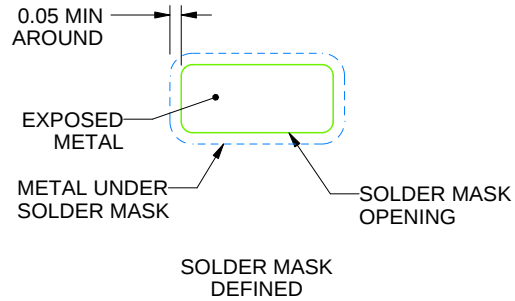
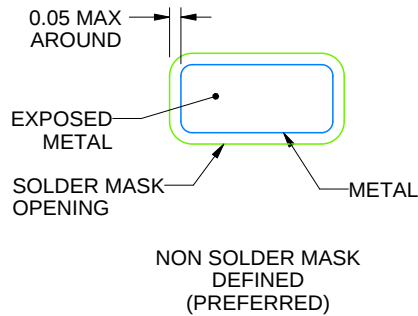
DRL0008A

SOT-5X3 - 0.6 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:30X



SOLDERMASK DETAILS

4224486/G 11/2024

NOTES: (continued)

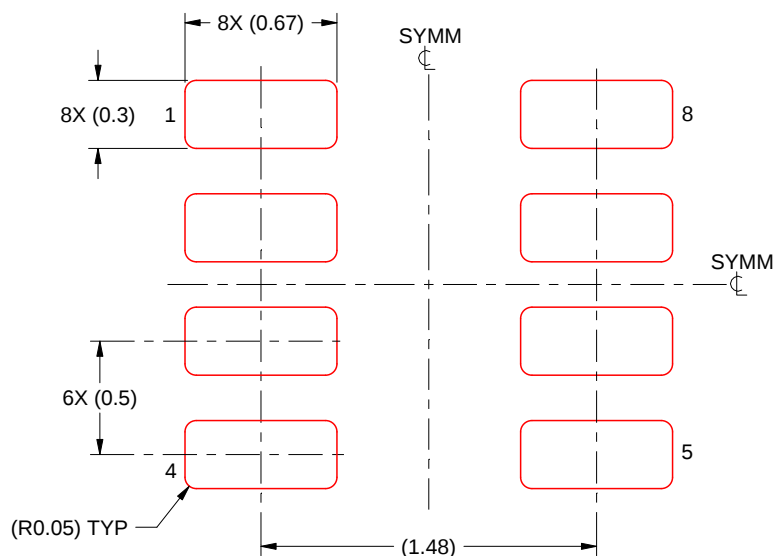
5. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
6. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
7. Land pattern design aligns to IPC-610, Bottom Termination Component (BTC) solder joint inspection criteria.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DRL0008A

SOT-5X3 - 0.6 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL
SCALE:30X

4224486/G 11/2024

NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

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