



## 摘要

本用户指南包含 TPS54622 的背景信息以及 TPS54622EVM-012 评估模块 (PWR012) 的支持文档。另外还包含 TPS54622EVM-012 的性能规格、原理图和物料清单。

## 内容

1 引言.....	2
2 测试设置和结果.....	4
3 电路板布局.....	11
4 原理图和物料清单.....	13
5 修订历史记录.....	14

## 插图清单

图 2-1. TPS54622EVM-012 效率.....	5
图 2-2. TPS54622EVM-012 低电流效率.....	5
图 2-3. TPS54622EVM-012 负载调整率.....	6
图 2-4. TPS54622EVM-012 线性调整率.....	6
图 2-5. TPS54622EVM-012 瞬态响应.....	7
图 2-6. TPS54622EVM-012 环路响应.....	7
图 2-7. TPS54622EVM-012 输出波纹.....	8
图 2-8. TPS54622EVM-012 输入纹波.....	8
图 2-9. TPS54622EVM-012 相对于 $V_{IN}$ 的启动.....	9
图 2-10. TPS54622EVM-012 相对于使能的启动.....	9
图 2-11. TPS54622EVM-012 启动至预偏置.....	10
图 2-12. TPS54622EVM-012 断续模式电流限制.....	10
图 3-1. TPS54622EVM-012 顶面布局.....	11
图 3-2. TPS54622EVM-012 布局 2.....	11
图 3-3. TPS54622EVM-012 布局 3.....	12
图 3-4. TPS54622EVM-012 底面布局.....	12
图 3-5. TPS54622EVM-012 顶部组装.....	12
图 4-1. TPS54622EVM-012 原理图.....	13

## 表格清单

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总.....	2
表 1-2. TPS54622EVM-012 性能规格汇总.....	2
表 1-3. 可提供的输出电压.....	3
表 2-1. EVM 连接器和测试点.....	4
表 4-1. TPS54622EVM-012 物料清单.....	14

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

### 1.1 背景

TPS54622 直流/直流转换器旨在提供高达 6A 的输出电流。TPS54622 为功率级和控制电路实施具有单独输入电压输入的分立式输入电源轨。功率级输入电压 (PVIN) 的额定值范围为 1.6V 至 17V，而控制输入电压 (VIN) 额定值范围为 4.5V 至 17V。TPS54622EVM-012 能够提供这两种输入，不过它是在 PVIN 连接到 VIN 的情况下进行设计和测试的。表 1-1 列出了评估模块的额定输入电压和输出电流范围。此评估模块旨在演示使用 TPS54622 稳压器进行设计时，可减小印刷电路板面积。开关频率被外部设置为 480kHz 的额定频率。TPS54622 封装内部采用了高侧和低侧 MOSFET 以及栅极驱动电路。MOSFET 的低漏源导通电阻有助于 TPS54622 实现高效率，并在输出电流较高的情况下帮助保持低结温。补偿元件位于集成电路 (IC) 外部，而外部分压器能够实现可调节的输出电压。此外，TPS54622 还提供可调节慢启动、跟踪和欠压锁定输入。TPS54622EVM-012 输入电压的绝对最大值是 20V。

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总

EVM	输入电压范围	输出电流范围
TPS54622EVM-012	VIN = 8V 至 17V ( VIN 启动电压 = 6.521V )	0A 至 6A

### 1.2 性能规格汇总

表 1-2 中提供了 TPS54622EVM-012 性能规格的汇总。除非另有说明，给出的规格适用于 VIN = 12V 输入电压和 3.3V 输出电压。TPS54622EVM-012 在 VIN = 8V 至 17V 的条件下进行设计和测试，并将 VIN 和 PVIN 引脚与 J5 跳线连接在一起。除非另有说明，所有测量的环境温度均为 25°C。

表 1-2. TPS54622EVM-012 性能规格汇总

规格	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN 电压范围 (PVIN=VIN)		8	12	17	V
VIN 启动电压			6.528		V
VIN 停止电压			6.19		V
输出电压设定点			3.3		V
输出电流范围	VIN = 8 V 至 17 V	0		6	A
线性调整率	IO = 3A, VIN = 8V 至 17V		±0.02		%
负载调整率	VIN = 12V, IO = 0A 至 6A		±0.013		%
负载瞬态响应	IO = 1.5A 至 4.5A	电压变化	-150		mV
		恢复时间	200		µs
	IO = 4.5A 至 1.5A	电压变化	150		mV
		恢复时间	200		µs
环路带宽	VIN = 12V, IO = 1.9 A		44.7		kHz
相位裕度	VIN = 12V, IO = 1.9A		54		°
输入纹波电压	IO = 6 A		420		mVPP
输出纹波电压	IO = 6 A		18		mVPP
输出上升时间			6		ms
运行频率			480		kHz
最大效率	TPS54622EVM-012, VIN = 8V, IO = 2A		94.9		%

## 1.3 更改

这些评估模块用于访问 TPS54622 的功能。此模块可能会做出一些修改。

### 1.3.1 输出电压设定

输出电压由 R6 和 R7 的电阻分压器网络设置。R6 固定为 10kΩ。若要改变 EVM 的输出电压，需要改变电阻器 R7 的阻值。更改 R7 阻值可以更改 0.6V 以上的输出电压。特定输出电压下的 R7 阻值可以使用 [方程式 1](#) 计算得出。

$$R7 = \frac{10 \text{ k}\Omega \times 0.6 \text{ V}}{V_{\text{OUT}} - 0.6 \text{ V}} \quad (1)$$

[表 1-3](#) 列出了一些常见输出电压下的 R8 阻值。请注意，V<sub>IN</sub> 必须处于一定范围内，以便最小导通时间大于 120ns，并且最大占空比小于 95%。[表 1-3](#) 中给出的值是标准值，并不是使用 [方程式 1](#) 计算出的准确值。

**表 1-3. 可提供的输出电压**

输出电压 (V)	R7 值 (kΩ)
1.8	4.99
2.5	3.16
3.3	2.21
5	1.37

### 1.3.2 慢启动时间

可以通过更改 C9 容值来调整慢启动时间。使用 [方程式 2](#) 计算理想慢启动时间所需的 C9 容值。

$$C9(\text{nF}) = \frac{T_{\text{ss}}(\text{ms}) \times I_{\text{ss}}(\mu\text{A})}{V_{\text{ref}}(\text{V})} \quad (2)$$

使用 C9 = 0.01μF 将 EVM 设置为约 6ms 的慢启动时间。

### 1.3.3 跟踪

TPS54622 可以在启动期间跟踪外部电压。提供的 J5 连接器允许连接到该外部电压。可使用电阻分压器 R5 和 R6 实现比例式或同步跟踪。有关详细信息，请参阅 TPS54622 数据表 ([SLVSA70](#))。

### 1.3.4 可调节 UVLO

欠压锁定 (UVLO) 可通过 R1 和 R2 从外部进行调节。该 EVM 设置的启动电压为 6.528V，停止电压为 6.190V，使用 R1 = 35.7kΩ、R2 = 8.06kΩ。使用 [方程式 3](#) 和 [方程式 4](#) 计算不同启动和停止电压所需的电阻值。

$$R1 = \frac{V_{\text{START}} \left( \frac{V_{\text{ENFALLING}}}{V_{\text{ENRISING}}} \right) - V_{\text{STOP}}}{I_p \left( 1 - \frac{V_{\text{ENFALLING}}}{V_{\text{ENRISING}}} \right) + I_h} \quad (3)$$

$$R2 = \frac{R1 \times V_{\text{ENFALLING}}}{V_{\text{STOP}} - V_{\text{ENFALLING}} + R1(I_p + I_h)} \quad (4)$$

### 1.3.5 输入电压轨

EVM 旨在适应功率级和控制逻辑的不同输入电压电平。在正常运行期间，通过 J5 上的跳线连接 PVIN 和 VIN 输入。单输入电压由 J1 提供。如果需要，可以通过移除 J5 上的跳线来分离这两个输入电压轨。然后，必须在 J1 和 J4 上提供两个输入电压。

## 2 测试设置和结果

本节介绍了如何正确连接、设置和使用 TPS54622EVM-012 评估模块。另外还包括评估模块的典型测试结果以及效率、输出电压调整率、负载瞬态、环路响应、输出纹波、输入纹波和启动。

### 2.1 输入/输出连接

如表 2-1 中所示，TPS54622EVM-012 附带输入/输出连接器和测试点。必须通过一对 20 AWG 导线将能够提供 4A 电流的电源连接到 J1。J5 上的跳线必须就位。有关分离式输入电压轨运行，请参阅节 1.3.5。必须通过一对 20 AWG 导线将负载连接到 J2。最大负载电流能力必须为 6A。必须尽可能减少导线长度以降低线损。测试点 TP1 提供了一个监测  $V_{IN}$  输入电压的位置，而 TP2 提供了便捷的接地基准。在以 TP5 作为接地基准的情况下，TP3 用于监测输出电压。

**表 2-1. EVM 连接器和测试点**

参考标识符	功能
J1	PVIN 输入电压连接器。(有关 $V_{IN}$ 范围，请参阅表 1-1。)
J2	$V_{OUT}$ , 6A 时为 3.3V (最大值)。
J3	用于实现使能的 2 引脚接头。将 EN 接地可禁用，断开可启用。
J4	VIN 输入电压连接器。通常不使用。
J5	PVIN 至 VIN 跳线。通常闭合，以将 VIN 连接到 PVIN，从而实现共轨电压运行。
J6	用于跟踪电压输入和接地的 2 引脚接头。
J7	用于跟踪输出和接地的 2 引脚接头。
TP1	PVIN 连接器上的 PVIN 测试点。
TP2	GND 连接器上的 PVIN 测试点。
TP3	VOUT 连接器上的输出电压测试点。
TP4	PH 测试点。
TP5	GND 连接器上的 VOUT 测试点。
TP6	分压器网络和输出之间的测试点。用于环路响应测量。在测试点慢启动/跟踪。
TP7	COMP 引脚测试点。
TP8	VIN 连接器上的 VIN 测试点。
TP9	GND 连接器上的 VIN 测试点。

## 2.2 效率

此 EVM 的效率在负载电流约为 2A 时达到峰值，然后随着负载电流向满负载增加而降低。图 2-1 显示了 TPS54622EVM-012 在 25°C 环境温度条件下的效率。

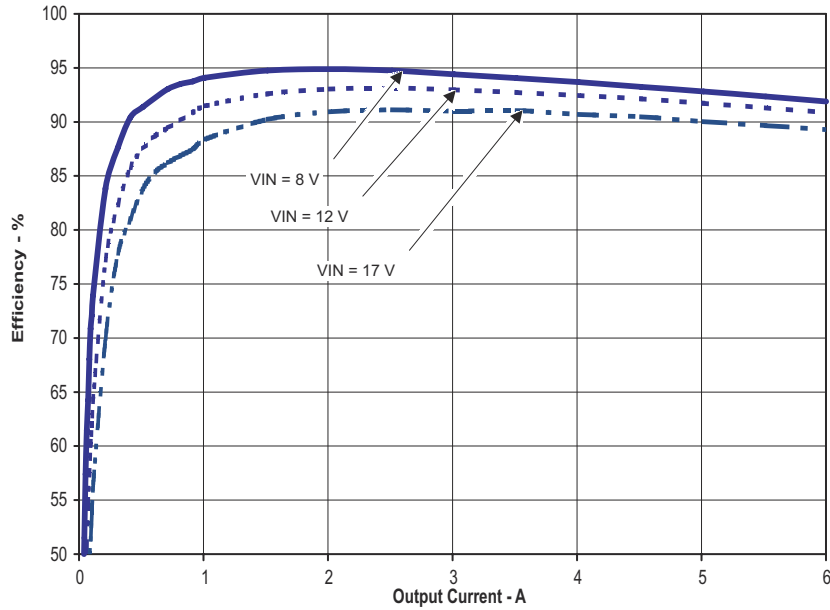


图 2-1. TPS54622EVM-012 效率

图 2-2 显示了 TPS54622EVM-012 的效率；这里使用了半对数标度，以便更轻松地显示较低输出电流条件下的效率。环境温度为 25°C。

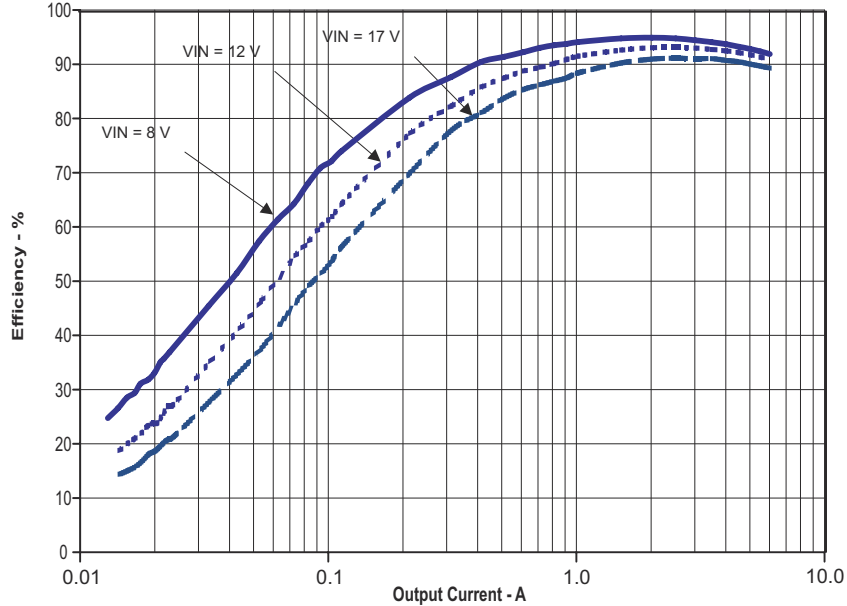


图 2-2. TPS54622EVM-012 低电流效率

由于内部 MOSFET 漏源电阻的温度变化，在较高的环境温度下，效率可能会较低。

## 2.3 输出电压负载调整率

图 2-3 显示了 TPS54622EVM-012 的负载调整率。

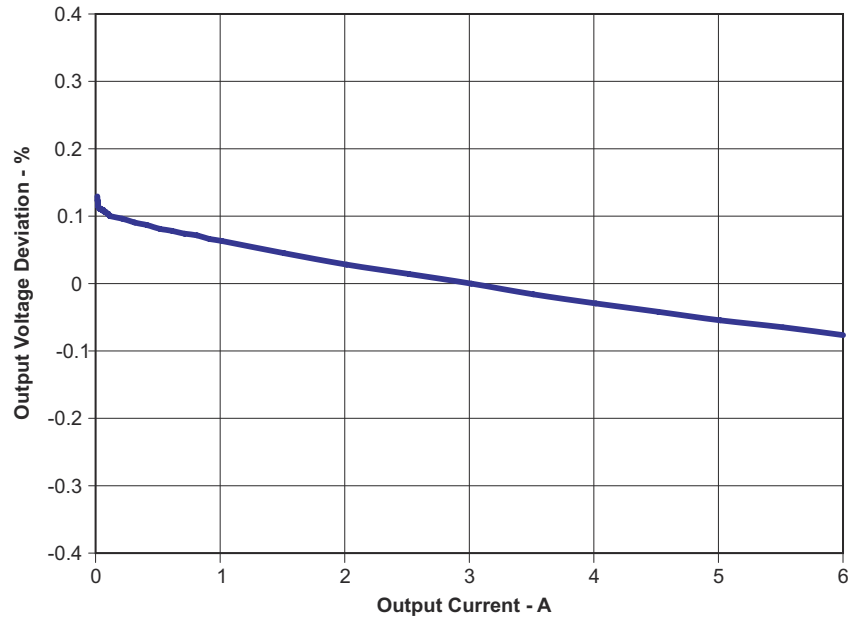


图 2-3. TPS54622EVM-012 负载调整率

测量值为在 25°C 环境温度下的值。

## 2.4 输出电压线性调整率

图 2-4 显示了 TPS54622EVM-012 的线性调整率。

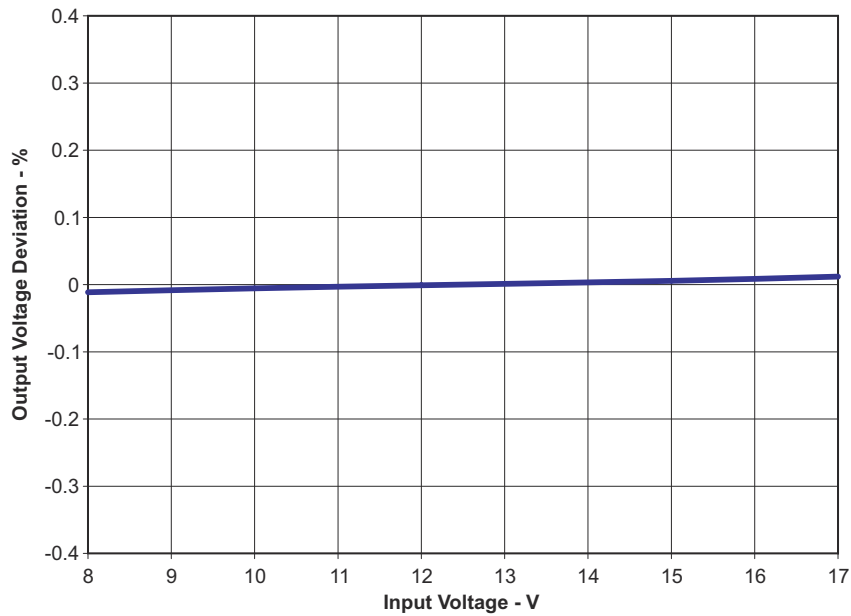


图 2-4. TPS54622EVM-012 线性调整率

## 2.5 负载瞬态

图 2-5 显示了 TPS54622EVM-012 对负载瞬态的响应。输入电压为 12V 时，电流阶跃为最大额定负载的 25% 至 75%。电流阶跃压摆率为  $100\text{mA}/\mu\text{s}$ 。总峰峰值电压变化如图所示，包括输出上的纹波和噪声。

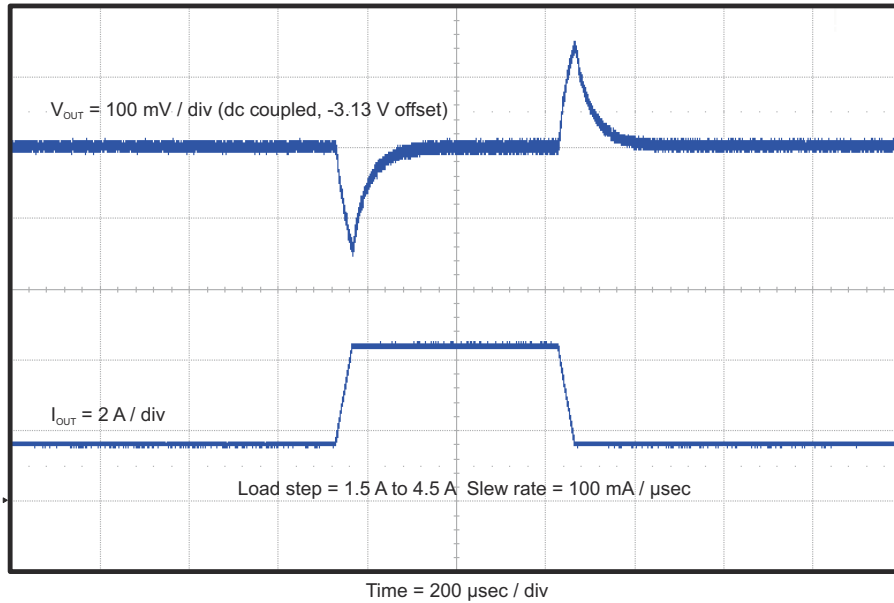


图 2-5. TPS54622EVM-012 瞬态响应

## 2.6 环路特性

图 2-6 显示了 TPS54622EVM-012 环路响应特征。所示为  $V_{IN}$  电压为 12V 时的增益和相位曲线图。测量的负载电流为 1.9A。

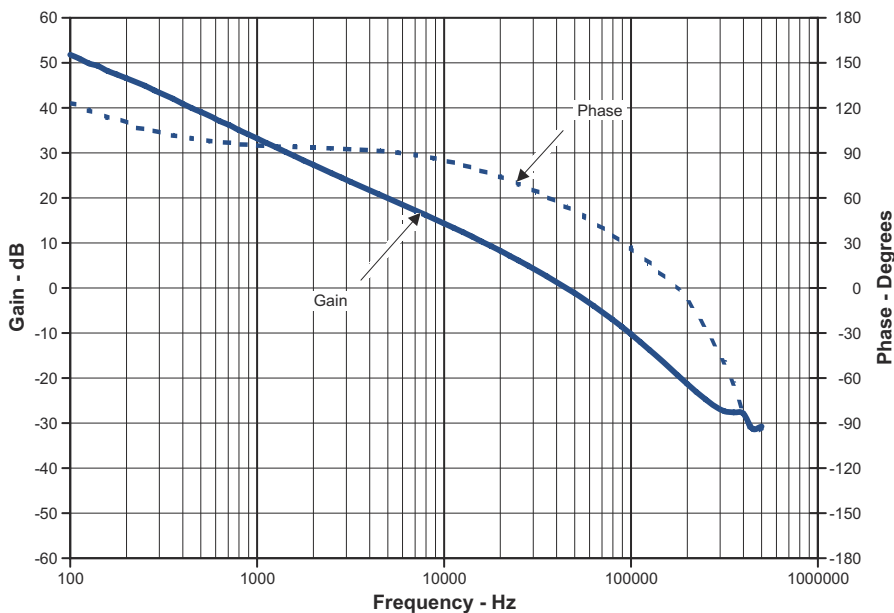


图 2-6. TPS54622EVM-012 环路响应

## 2.7 输出电压纹波

图 2-7 显示了 TPS54622EVM-012 输出电压纹波。输出电流为额定满载 6A、 $V_{IN} = 12V$ 。纹波电压直接在输出电容器两端测量。

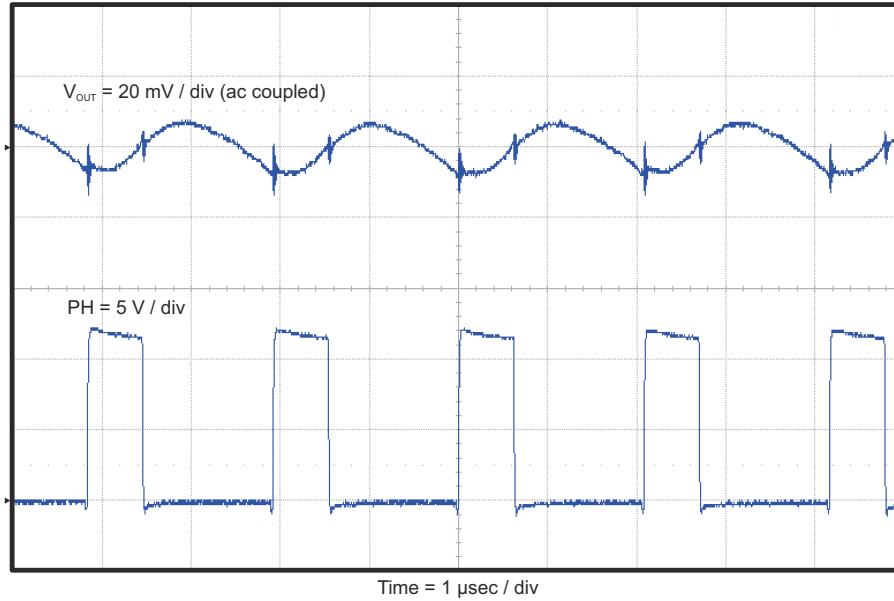


图 2-7. TPS54622EVM-012 输出波纹

## 2.8 输入电压纹波

图 2-8 显示了 TPS54622EVM-012 输入电压。输出电流在满载下的额定值为 6A， $V_{IN} = 12V$ 。纹波电压直接在输入电容器上测量。

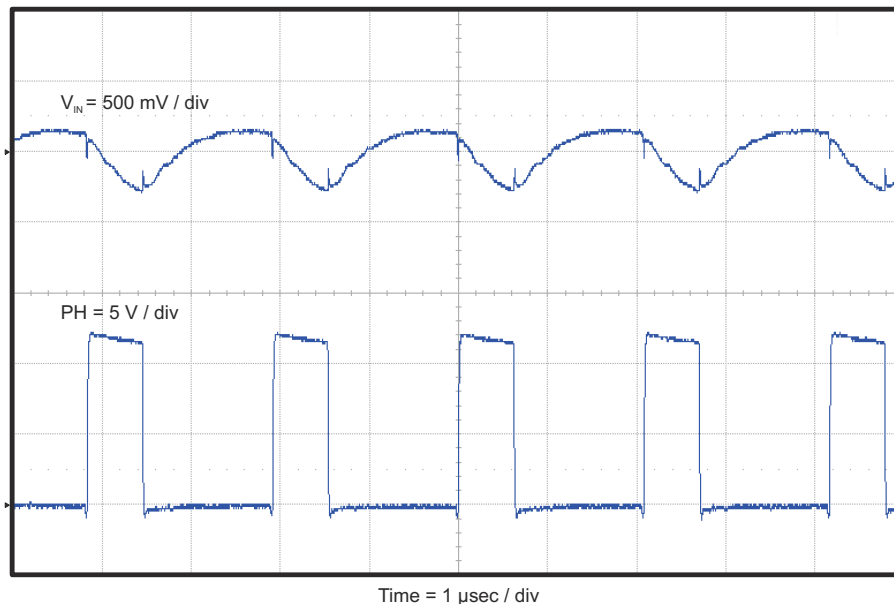


图 2-8. TPS54622EVM-012 输入纹波



## 2.9 上电

图 2-9 和图 2-10 显示了 TPS54622EVM-012 的启动波形。在图 2-9 中，一旦输入电压达到由 R1 和 R2 电阻分压器网络设置的 UVLO 阈值，输出电压就会上升。在图 2-10 中，最初施加输入电压，并通过在 J3 上使用跳线将 EN 连接至 GND 来禁止输出。当跳线被移除时，EN 被释放。当 EN 电压达到使能阈值电压时，启动序列开始，输出电压斜升至 3.3V 的外部设置值。这些图中的输入电压为 12V、负载为 1Ω。

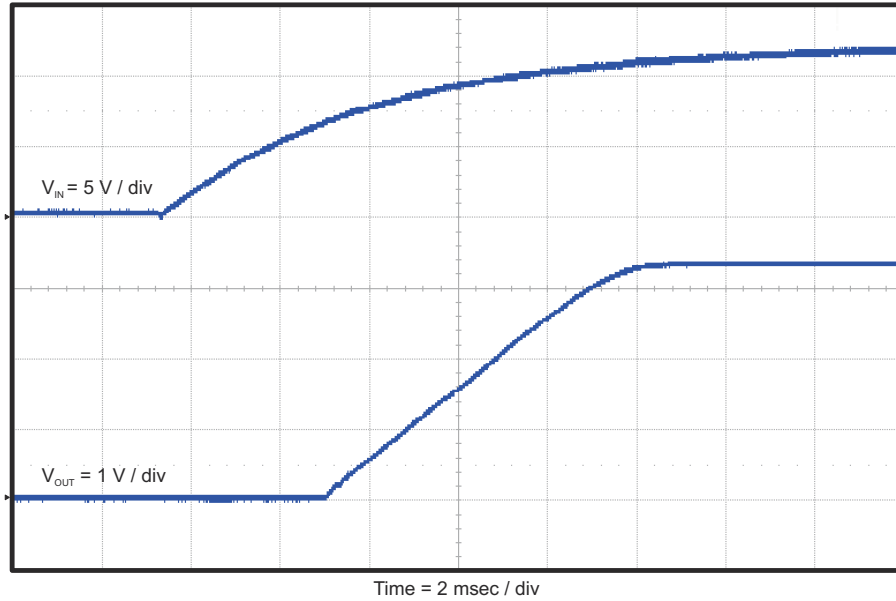


图 2-9. TPS54622EVM-012 相对于  $V_{IN}$  的启动

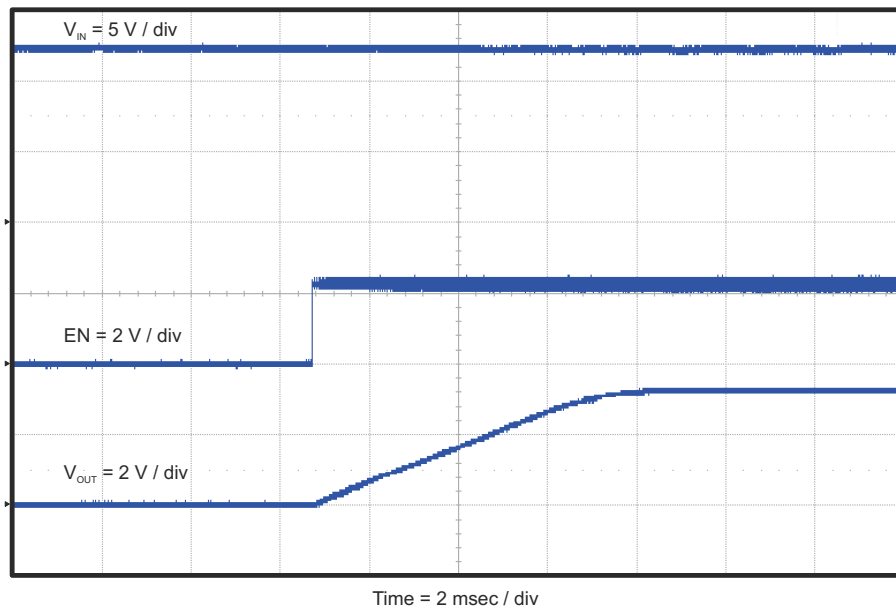


图 2-10. TPS54622EVM-012 相对于使能的启动

## 2.10 预偏置启动

TPS54622 旨在启动至预偏置输出。在慢启动序列开始时，输出电压不会对地放电。图 2-11 显示了输出电压预偏置为 1V 时的启动波形。

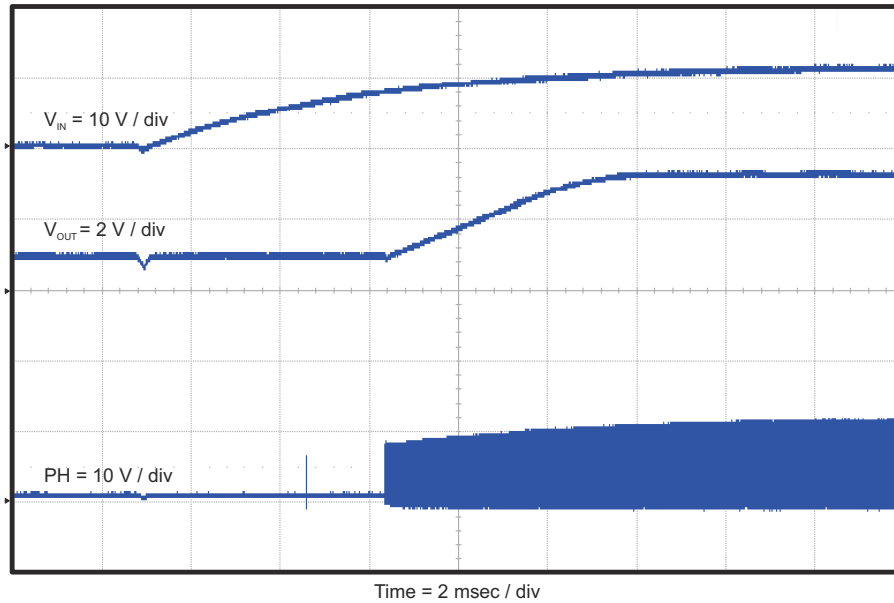


图 2-11. TPS54622EVM-012 启动至预偏置

## 2.11 断续模式电流限制

TPS54622 具有断续模式电流限制。发生过流事件时，TPS54622 会关闭并重新启动。图 2-12 显示了过流情况下的重启序列。

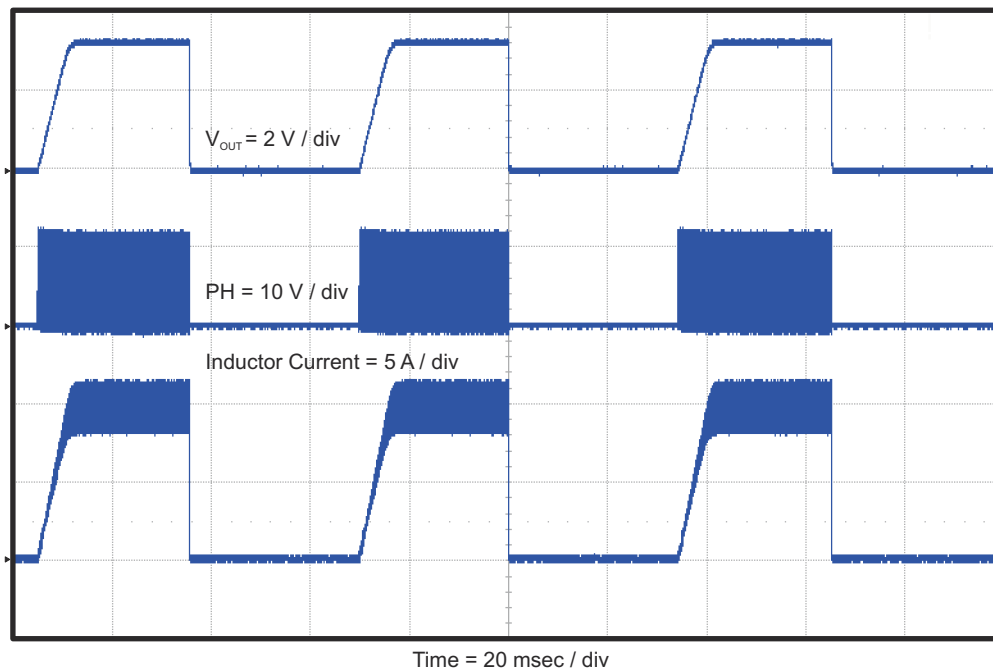


图 2-12. TPS54622EVM-012 断续模式电流限制

### 3 电路板布局

本节提供了 TPS54622EVM-012 电路板布局布线和分层图解说明。

#### 3.1 布局

图 3-1 至图 3-5 显示了 TPS54622EVM-012 的电路板布局布线。EVM 的顶层以用户应用的典型方式布局。顶层、底层和内层为 2oz 覆铜。

顶层包含 PVIN、VIN、V<sub>OUT</sub> 和 VPHASE 的主要电源布线。另外，顶层还有 TPS54622 剩余引脚的接线和一大块接地区域。底部和内部接地层仅包含接地平面。顶部接地布线连接到底部和内部接地层，电路板周围有多个过孔，包括 TPS54622 器件正下方的两个过孔，以提供从顶部接地层到底部接地层的热路径。

输入去耦电容器 ( C1 和 C2 ) 和自举电容器 ( C3 ) 都尽可能靠近 IC。此外，电压设定点电阻分压器元件保持靠近 IC。分压器网络连接到的稳压点的输出电压，即 J2 输出连接器上的 V<sub>OUT</sub> 覆铜线。对于 TPS54622，可能需要一个额外的输入大容量电容，具体取决于与输入电源的 EVM 连接。电压设定点分压器、频率设置电阻器、慢启动电容器和补偿元件等关键模拟电路使用独立于电源地覆铜的宽接地走线端接至地。

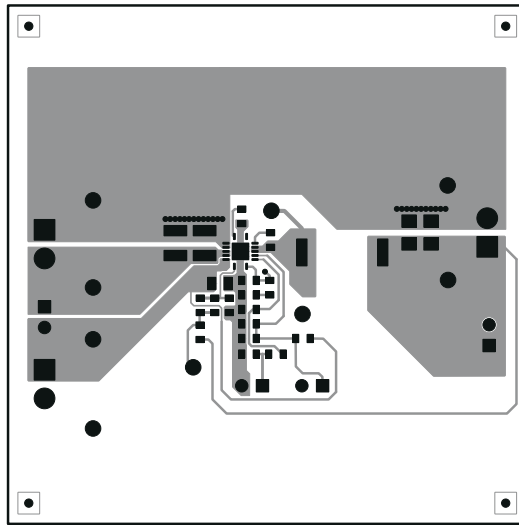


图 3-1. TPS54622EVM-012 顶面布局

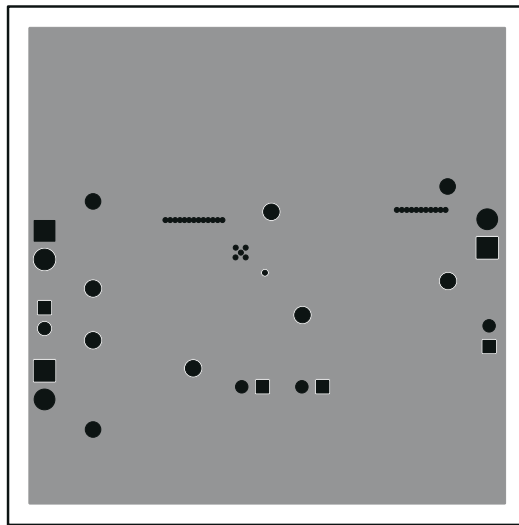


图 3-2. TPS54622EVM-012 布局 2

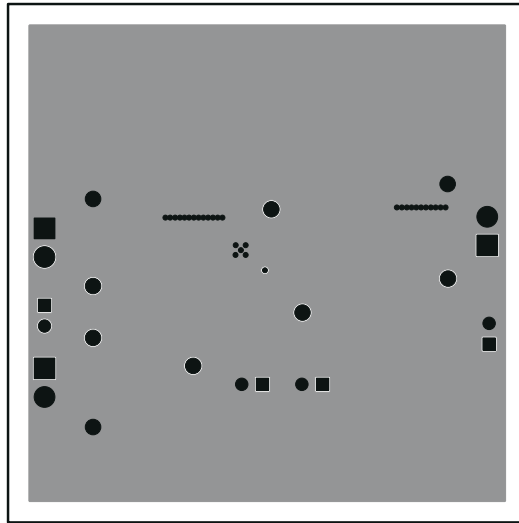


图 3-3. TPS54622EVM-012 布局 3

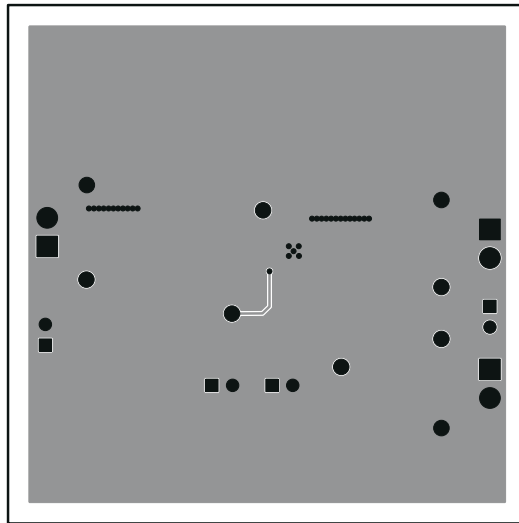


图 3-4. TPS54622EVM-012 底面布局

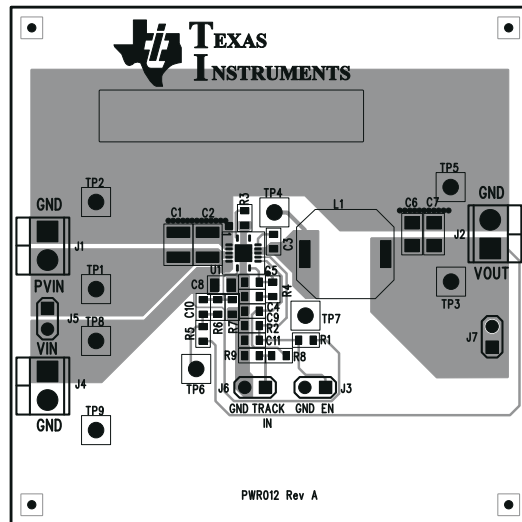


图 3-5. TPS54622EVM-012 顶部组装

## 4 原理图和物料清单

本节提供了 TPS54622EVM-012 原理图和物料清单。

### 4.1 原理图

图 4-1 是 TPS54622EVM-012 的原理图。

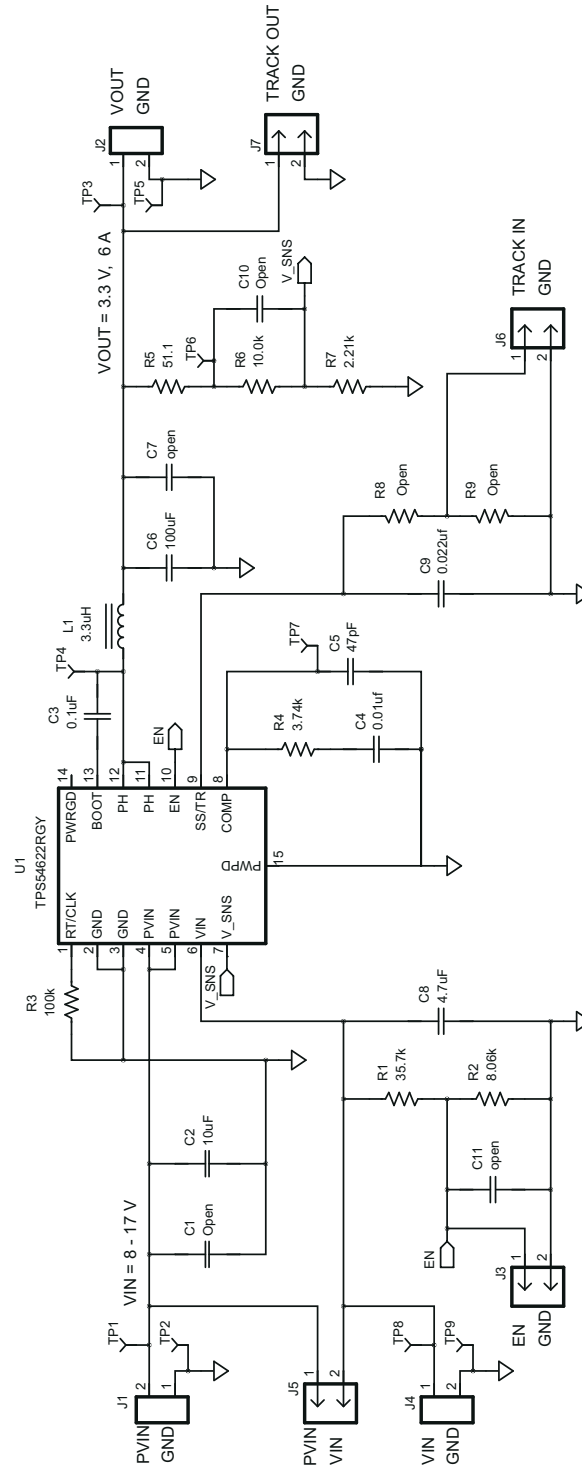


图 4-1. TPS54622EVM-012 原理图

## 4.2 物料清单

表 4-1 列出了 TPS54622EVM-012 的物料清单。

表 4-1. TPS54622EVM-012 物料清单

数量	参考指示符	值	说明	尺寸	产品型号	制造商
0	C1	开路	电容, 陶瓷	1210	Std	Std
1	C2	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 25V, X5R, 20%	1210	Std	Std
1	C3	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 10%	0603	Std	Std
1	C4	0.01 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 10%	0603	Std	Std
1	C5	47pF	电容, 陶瓷, 50V, COG, 10%	0603	Std	Std
1	C6	100 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 6.3V, X5R, 20%	1206	Std	Std
0	C7	开路	电容, 陶瓷	1206	Std	Std
1	C8	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 25V, X5R, 10%	0805	Std	Std
1	C9	0.022 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 25V, X5R, 10%	0603	Std	Std
0	C10、C11	开路	电容, 陶瓷	0603	Std	Std
3	J1、J2、J4	ED555/2DS	引脚块, 2 引脚, 6A, 3.5mm	0.27 x 0.25 英寸	ED555/2DS	OST
4	J3、J5、J6、J7	PEC02SAAN	接头, 公头 2 引脚, 100mil 间距	0.100 英寸 x 2	PEC02SAAN	Sullins
1	L1	3.3 $\mu$ H	电感器, SMT, 7.2A, 10.4 毫欧	0.402 平方英寸	MSS1048-332 NL_	Coilcraft
1	R1	35.7k	电阻器, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R2	8.06k	电阻器, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R3	100k	电阻器, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R4	3.74k $\Omega$	电阻器, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R5	51.1	电阻器, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R6	10.0k	电阻器, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R7	2.21k	电阻器, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
0	R8、R9	开路	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
6	TP1、TP3、TP4、TP6、TP7、TP8	5000	测试点, 红色, 通孔式颜色编码	0.100 x 0.100 英寸	5000	Keystone
3	TP2、TP5、TP9	5001	测试点, 黑色, 通孔式颜色编码	0.100 x 0.100 英寸	5001	Keystone
1	U1	TPS54622RHL	IC, 具有集成 MOSFET 的 1.6V 至 17V 同步降压 PWM 转换器	3.5mm x 3.3mm QFN14	TPS54622RG HL	TI
2	—		分流器, 100mil, 黑色	0.100	929950-00	3M
1	—		标签 ( 见注 5 )	1.25 x 0.25 英寸	THT-13-457-10	Brady
1	—		PCB, 2.5" x 2.5" x 0.062"		PWR012	不限

### 注释

1. 这些组件都对 ESD 敏感, 因此应注意采取 ESD 预防措施。
2. 这些组件都必须干净的且没有焊剂和任何污染物。不允许使用免清洗焊剂。
3. 这些组件都必须符合 IPC-A-610 2 类工艺标准。
4. 标有星号 ( "\*\*\*" ) 的引用标识符无法替换。所有其他元件都可以替换为 MFG 的等效元件。
5. 最终清洗后, 将标签安装在丝印盒中。文本应为 8pt 字体

## 5 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 A (September 2011) to Revision B (August 2021)**

---

**Page**

- 更新了用户指南的标题.....2
  - 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。.....2
-

## 重要声明和免责声明

TI 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、某特定用途方面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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务, TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.ti.com) 上其他适用条款/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。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司



## 重要声明和免责声明

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司