

摘要

本用户指南包含 TPS54527 的相关信息以及 TPS54527EVM-052 评估模块的支持文档，还包含 TPS54527EVM-052 的性能规格、原理图和物料清单。

内容

1 引言.....	3
2 性能规格汇总.....	4
3 更改.....	5
3.1 输出电压设定.....	5
3.2 输出滤波器和闭环响应.....	5
4 测试设置和结果.....	6
4.1 输入/输出连接.....	6
4.2 启动步骤.....	6
4.3 效率.....	7
4.4 负载调整率.....	8
4.5 线性调整率.....	8
4.6 负载瞬态响应.....	9
4.7 输出电压纹波.....	9
4.8 输入电压纹波.....	10
4.9 启动.....	10
5 电路板布局.....	13
5.1 布局.....	13
6 原理图、物料清单和参考文献.....	16
6.1 原理图.....	16
6.2 物料清单.....	17
6.3 参考文献.....	17
7 修订历史记录.....	17

插图清单

图 4-1. TPS54527EVM-052 效率.....	7
图 4-2. TPS54527EVM-052 轻负载效率.....	7
图 4-3. TPS54527EVM-052 负载调整率, $V_{IN} = 5V$, $V_{IN} = 12V$	8
图 4-4. TPS54527EVM-052 线性调整率.....	8
图 4-5. TPS54527EVM-052 负载瞬态响应.....	9
图 4-6. TPS54527EVM-052 输出电压纹波.....	9
图 4-7. TPS54527EVM-052 输入电压纹波.....	10
图 4-8. TPS54527EVM-052 相对于 V_{IN} 的启动波形 (具有 SS).....	10
图 4-9. TPS54527EVM-052 相对于 V_{IN} 的启动波形 (具有 VREG5).....	11
图 4-10. TPS54527EVM-052 相对于 EN 的启动波形 (具有 SS).....	11
图 4-11. TPS54527EVM-052 相对于 EN 的启动波形 (具有 VREG5).....	12
图 5-1. 顶层装配图.....	13
图 5-2. 顶层.....	13
图 5-3. 内层 1.....	14
图 5-4. 内层 2.....	14
图 5-5. 底层.....	15
图 6-1. TPS54527EVM-052 原理图.....	16

表格清单

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总.....	3
表 2-1. TPS54527EVM-052 性能规格汇总.....	4
表 3-1. 输出电压.....	5
表 4-1. 连接和测试点.....	6
表 6-1. 物料清单.....	17

商标

D-CAP2™ are trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS54527 是一款单通道、自适应导通时间、D-CAP2™ 模式、同步降压转换器，只需少量的外部元件。D-CAP2™ 控制电路针对低 ESR 输出电容器（如 POSCAP、SP-CAP 或陶瓷型）进行了优化，支持快速瞬态响应，无需外部补偿。开关频率在内部设置为 650 kHz 的标称频率。TPS54527 封装内部采用了高侧和低侧开关 MOSFET 以及栅极驱动电路。MOSFET 的低漏源导通电阻有助于 TPS54527 实现高效率，并在高输出电流下帮助保持低结温。TPS54527 直流/直流同步转换器旨在通过 4.5V 至 18V 的输入电压源，提供高达 5A 的输出。输出电压范围为 0.76V 至 6V。表 1-1 中给出了评估模块的额定输入电压和输出电流范围。

TPS54527EVM-052 评估模块是单通道同步降压转换器，可通过 4.5V 至 18V 的输入，在 5A 电流下提供 1.05V 的电压。本用户指南介绍了 TPS54527EVM-052 的性能。

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
TPS54527EVM-052	$V_{IN} = 4.5V$ 至 18V	0A 至 5A

2 性能规格汇总

表 2-1 中提供了 TPS54527EVM-052 性能规格的汇总。除非另有说明，给出的规格适用于 $V_{IN} = 12V$ 输入电压和 1.05V 输出电压。除非另有说明，所有测量的环境温度均为 25°C。

表 2-1. TPS54527EVM-052 性能规格汇总

规格	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围 (V_{IN})		4.5	12	18	V
输出电压			1.05		V
工作频率	$V_{IN} = 12V, I_O = 5A$		650		kHz
输出电流范围		0		5	A
线性调整率	$I_O = 2.5A$		± 0.33		%
负载调节	$V_{IN} = 12V$		± 0.15		%
过流限值	$V_{IN} = 12V, L_O = 1.5\mu H$	5.6	6.4	7.9	A
输出纹波电压	$V_{IN} = 12V, I_O = 5A$		15		mV _{PP}
最大效率	$V_{IN} = 5V, I_O = 0.7A$		88		%

3 更改

这些评估模块旨在帮助了解 TPS54527 的特性。此模块可能会做出一些修改。

3.1 输出电压设定

要更改 EVM 的输出电压，需要更改电阻器 R1 的值。更改 R1 的值可以更改 0.765V 以上的输出电压。特定输出电压的 R1 值可以使用 [方程式 1](#) 计算得出。

对于 0.76V 至 7V 的输出电压：

$$V_O = 0.765 \times \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \quad (1)$$

[表 3-1](#) 列出了一些常见输出电压下的 R1 阻值。对于 1.8V 或以上的更高输出电压，可能需要前馈电容器 (C4) 来提高相位裕度。印刷电路板上提供了此元件 (C4) 的焊盘。请注意，[表 3-1](#) 中给出的电阻值是标准值，并不是使用 [方程式 1](#) 计算出的准确值。

表 3-1. 输出电压

输出电压 (V)	R1 (kΩ)	R2 (kΩ)	C4 (pF)	L1 (μH)	C9、C10、C11 总电容 (μF)
1	6.81	22.1		1-1.5	22-68
1.05	8.25	22.1		1-1.5	22-68
1.2	12.7	22.1		1-1.5	22-68
1.5	21.5	22.1		1.5	22-68
1.8	30.1	22.1	5-22	1.5	22-68
2.5	49.9	22.1	5-22	2.2	22-68
3.3	73.2	22.1	5-22	2.2	22-68
5	124	22.1	5-22	3.3	22-68

3.2 输出滤波器和闭环响应

TPS54527 依靠输出滤波器特性来确保控制环路的稳定性。[表 3-1](#) 中给出了常见输出电压下的建议输出滤波器元件。其他输出滤波器元件值可能会提供可接受的闭环特性。提供 R3 和 TP4 是为了方便断开控制环路并测量闭环响应。

4 测试设置和结果

本部分介绍如何正确连接、设置和使用 TPS54527EVM-052。它还包括以下各项的典型测试结果：

- 评估模块和效率
- 输出负载调节
- 输出线路调节
- 负载瞬态响应
- 输出电压纹波
- 输入电压纹波
- 启动
- 开关频率

4.1 输入/输出连接

表 4-1 显示了 TPS54527EVM-052 的输入/输出连接器和测试点。通过一对 20 AWG 导线，将能够提供 2A 电流的电源连接到 J1。通过一对 20 AWG 导线，将负载连接到 J2。最大负载电流能力为 5A。尽可能减少线长，以降低导线中的损耗。测试点 TP1 可监测 V_{IN} 输入电压，而 TP2 提供了便捷的接地基准。以 TP9 为接地基准，使用 TP8 监测输出电压。

表 4-1. 连接和测试点

参考标识符	功能
J1	V_{IN} (请参阅表 1-1, 了解 V_{IN} 范围。)
J2	V_{OUT} , 5A 时为 1.05V (最大值)
JP1	EN 控制。将 EN 连接至 OFF 可禁用, 将 EN 连接至 ON 可启用。
TP1	V_{IN} 连接器上的 V_{IN} 测试点
TP2	V_{IN} 处的 GND 测试点
TP3	EN 测试点
TP4	环路响应测量测试点
TP5	VREG5 测试点
TP6	开关节点测试点
TP7	模拟地测试点
TP8	输出电压测试点
TP9	输出连接器处的接地测试点

4.2 启动步骤

1. 确保将 JP1 (使能控制) 处的跳线从 EN 设置为 OFF。
2. 向 J1 处的 V_{IN} 和 PGND 端子施加适当的 V_{IN} 电压。
3. 移动 JP1 (使能控制) 处的跳线以覆盖 EN 和 ON。EVM 会启用输出电压。

4.3 效率

图 4-1 显示了 TPS54527EVM-052 在 25°C 环境温度条件下的效率。

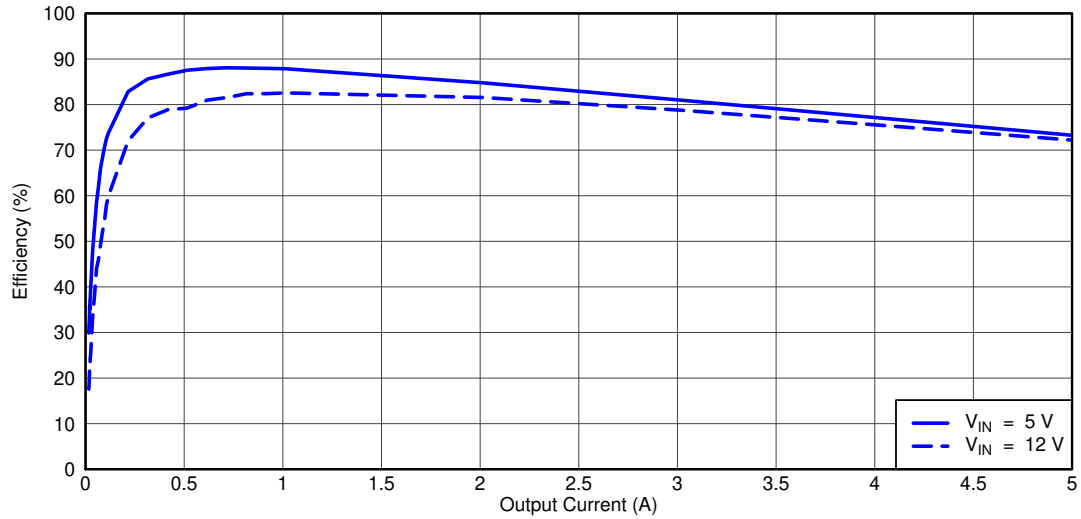


图 4-1. TPS54527EVM-052 效率

图 4-2 显示了 TPS54527EVM-052 在 25°C 环境温度条件下的轻负载效率。

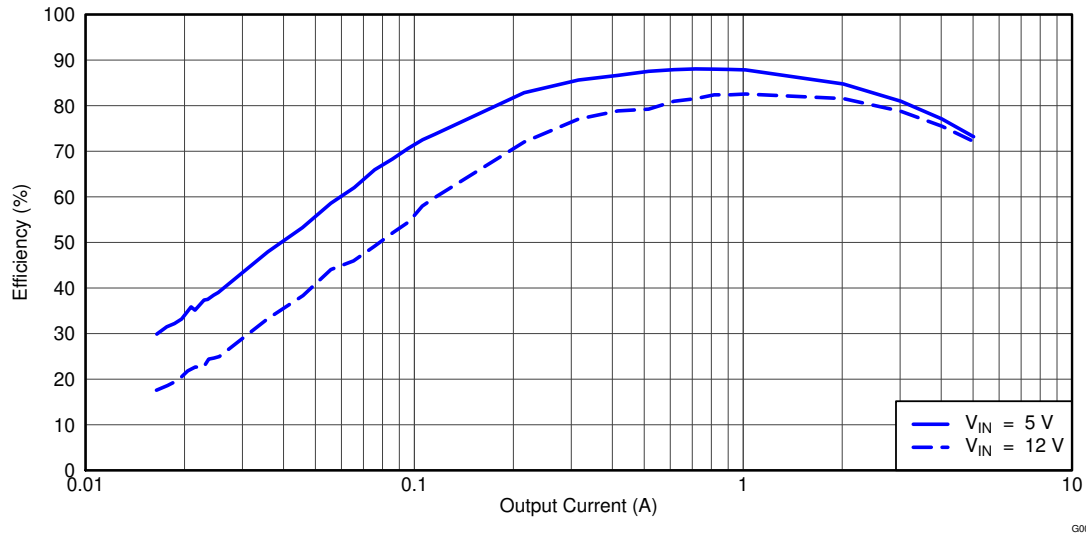


图 4-2. TPS54527EVM-052 轻负载效率

4.4 负载调整率

图 4-3 中显示了 TPS54527EVM-052 的负载调整率。

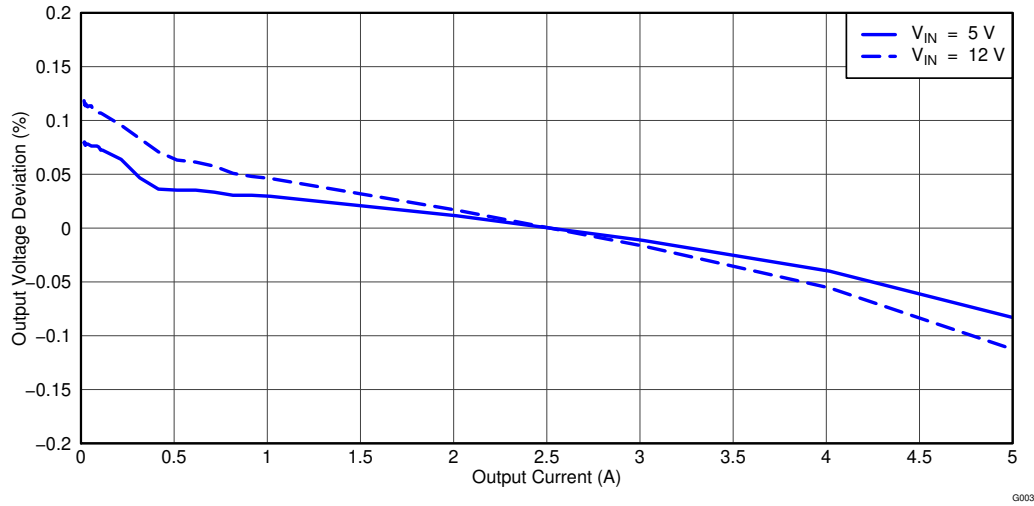


图 4-3. TPS54527EVM-052 负载调整率, $V_{IN} = 5V$, $V_{IN} = 12V$

4.5 线性调整率

图 4-4 显示了 TPS54527EVM-052 的线性调整率。

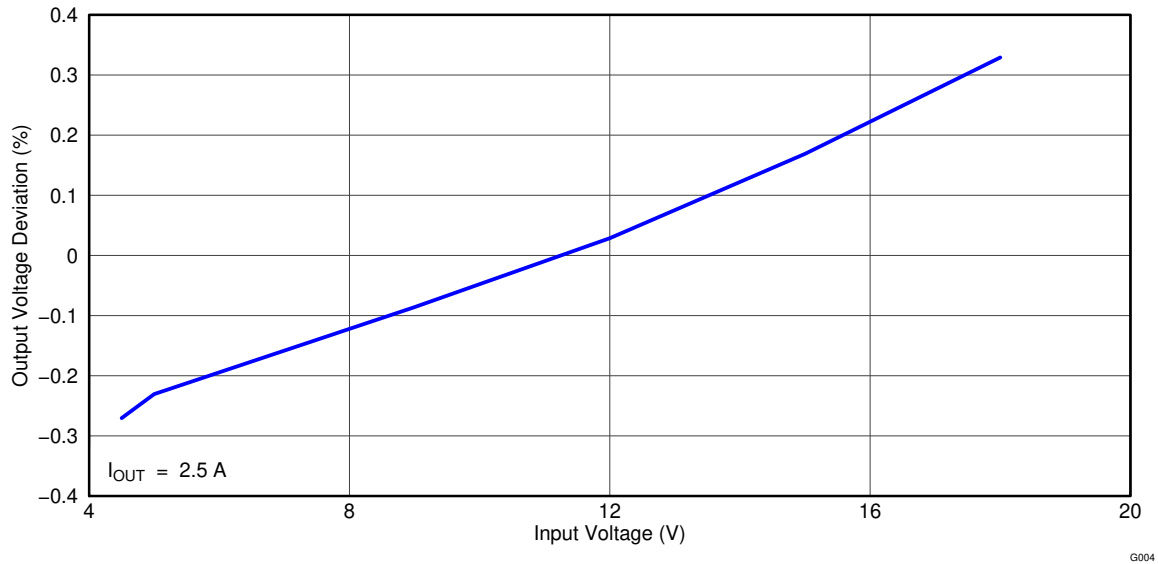


图 4-4. TPS54527EVM-052 线性调整率

4.6 负载瞬态响应

图 4-5 显示了 TPS54527EVM-052 对负载瞬态的响应。电流阶跃为 1.25A 至 3.75A。总峰峰值电压变化如图所示。

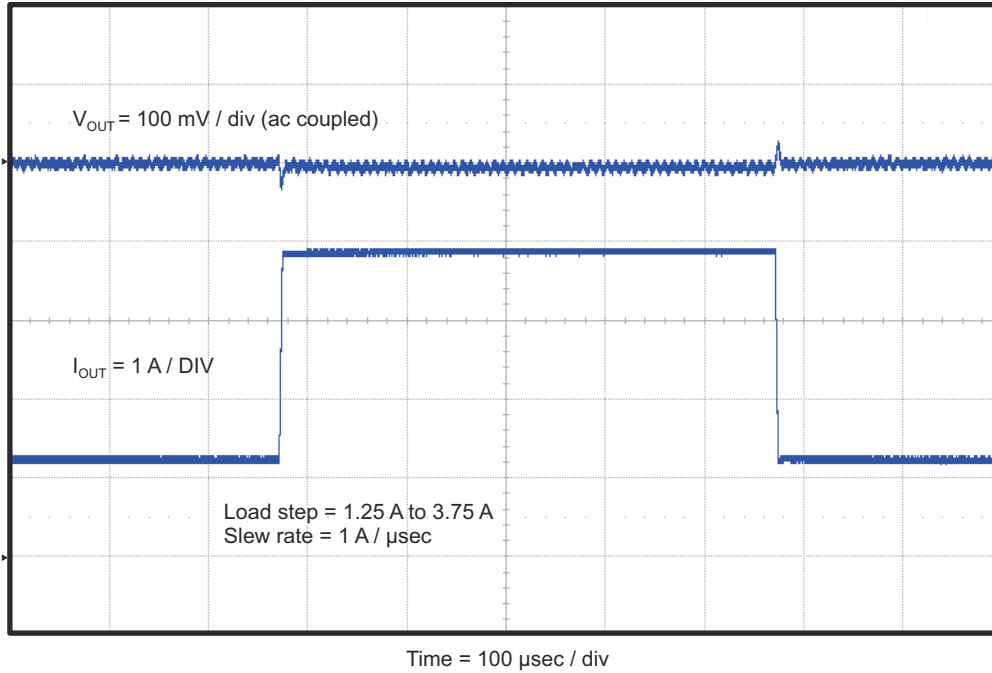


图 4-5. TPS54527EVM-052 负载瞬态响应

4.7 输出电压纹波

图 4-6 显示了 TPS54527EVM-052 的输出电压纹波。输出电流为额定满载 5A。

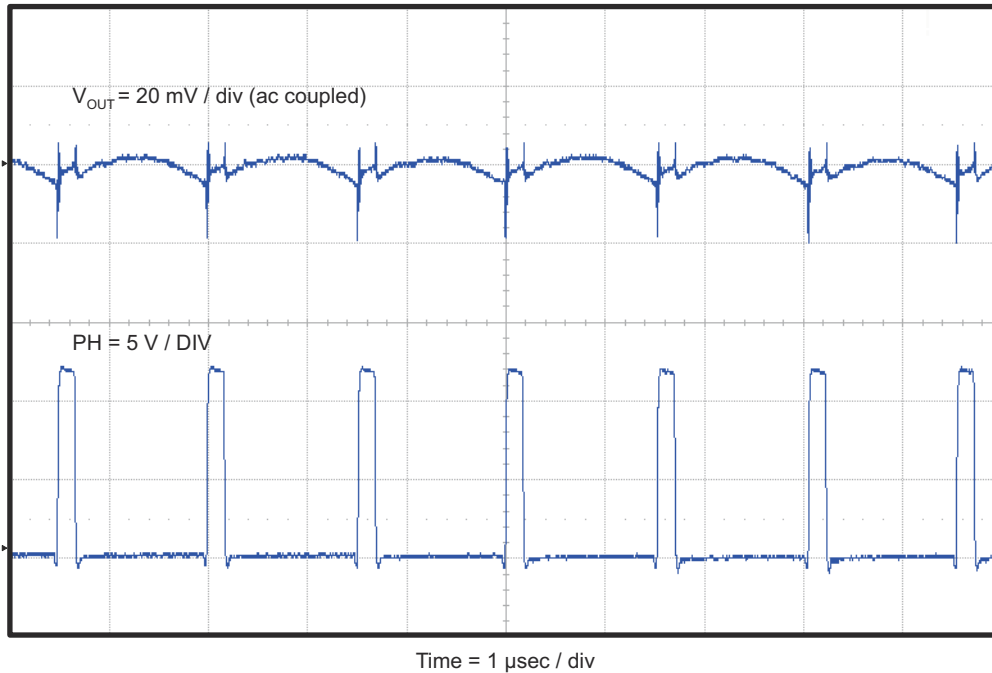


图 4-6. TPS54527EVM-052 输出电压纹波

4.8 输入电压纹波

图 4-7 显示了 TPS54527EVM-052 的输入电压纹波。输出电流为额定满载 5A。

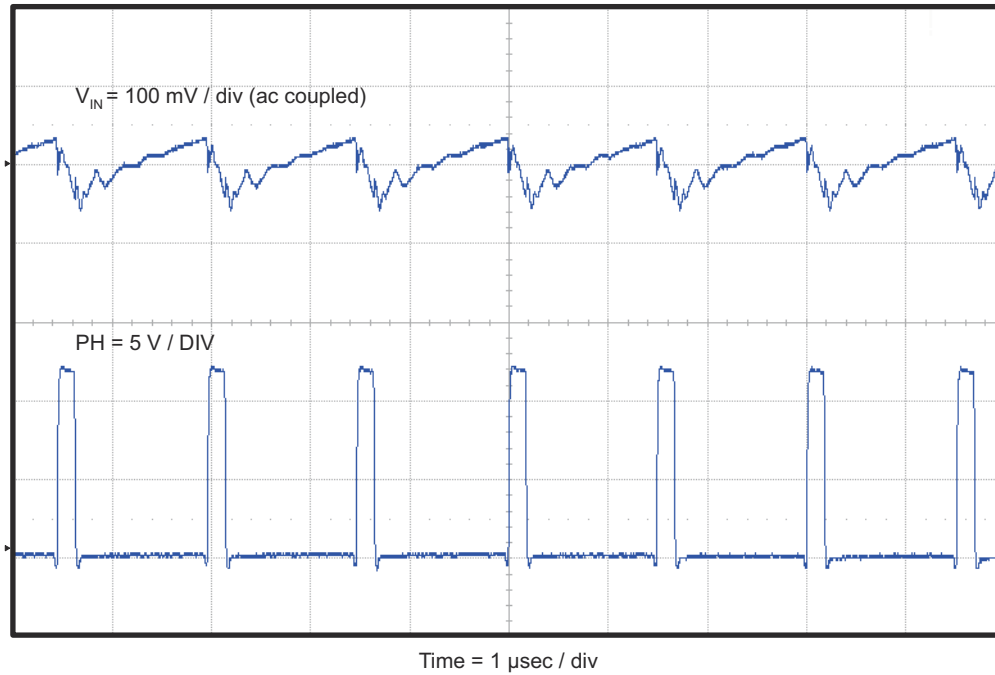


图 4-7. TPS54527EVM-052 输入电压纹波

4.9 启动

图 4-8 和图 4-9 中显示了 TPS54527EVM-052 相对于 V_{IN} 的启动波形。

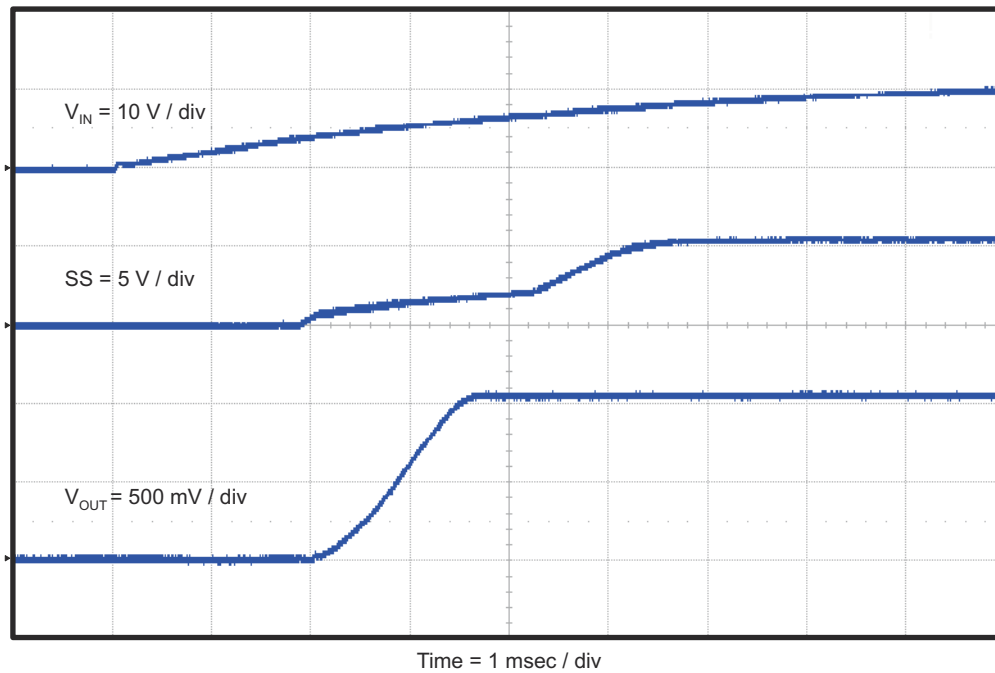


图 4-8. TPS54527EVM-052 相对于 V_{IN} 的启动波形 (具有 SS)

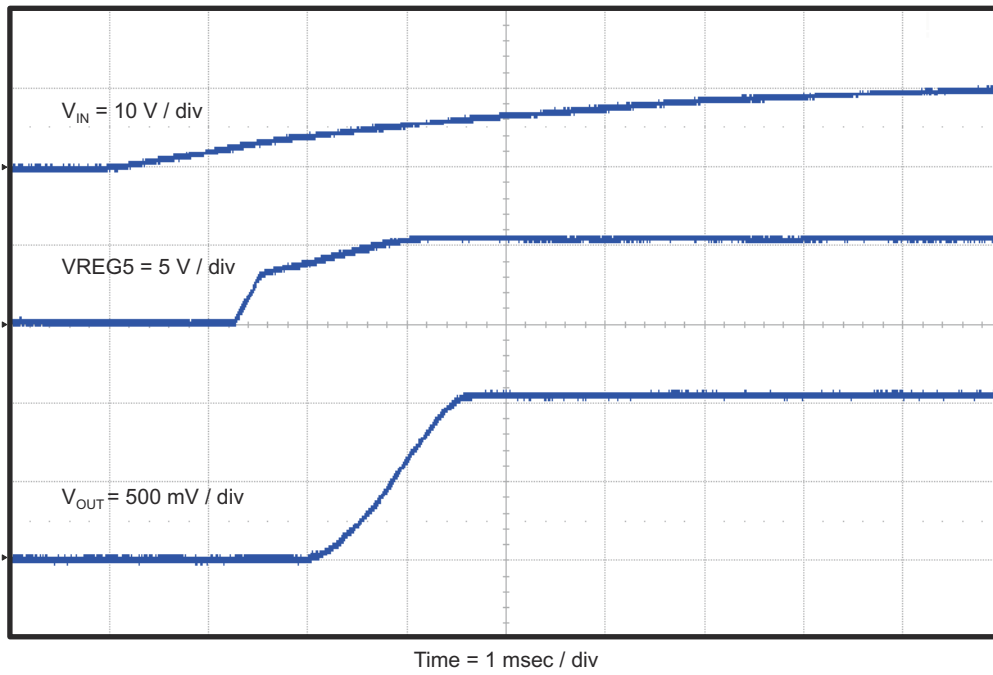


图 4-9. TPS54527EVM-052 相对于 V_{IN} 的启动波形 (具有 VREG5)

图 4-10 和图 4-11 中显示了 TPS54527EVM-052 相对于使能 (EN) 的启动波形。

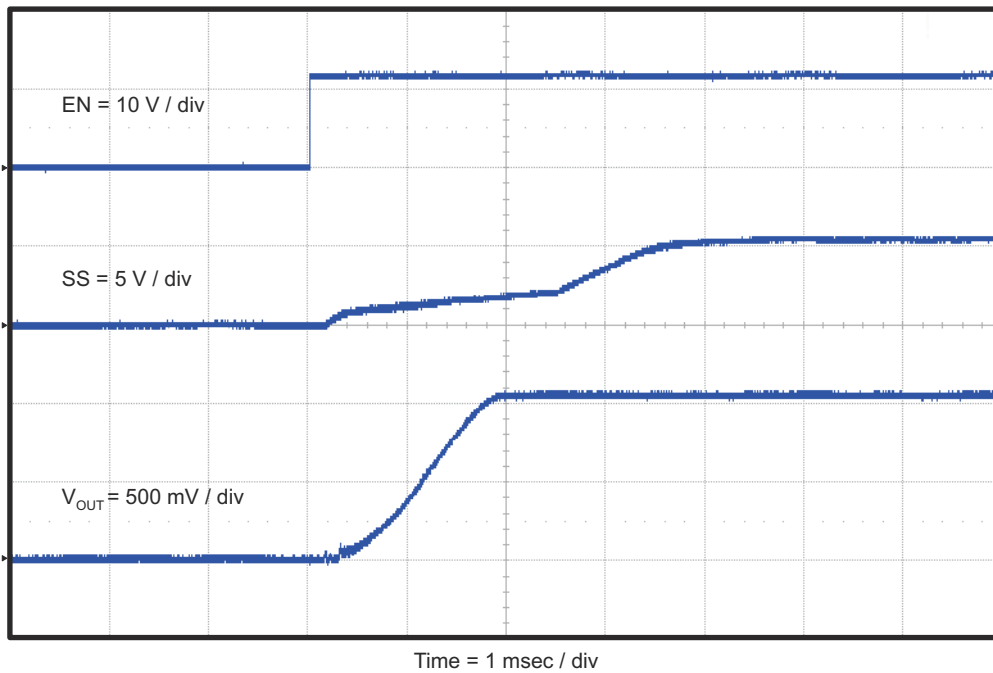


图 4-10. TPS54527EVM-052 相对于 EN 的启动波形 (具有 SS)

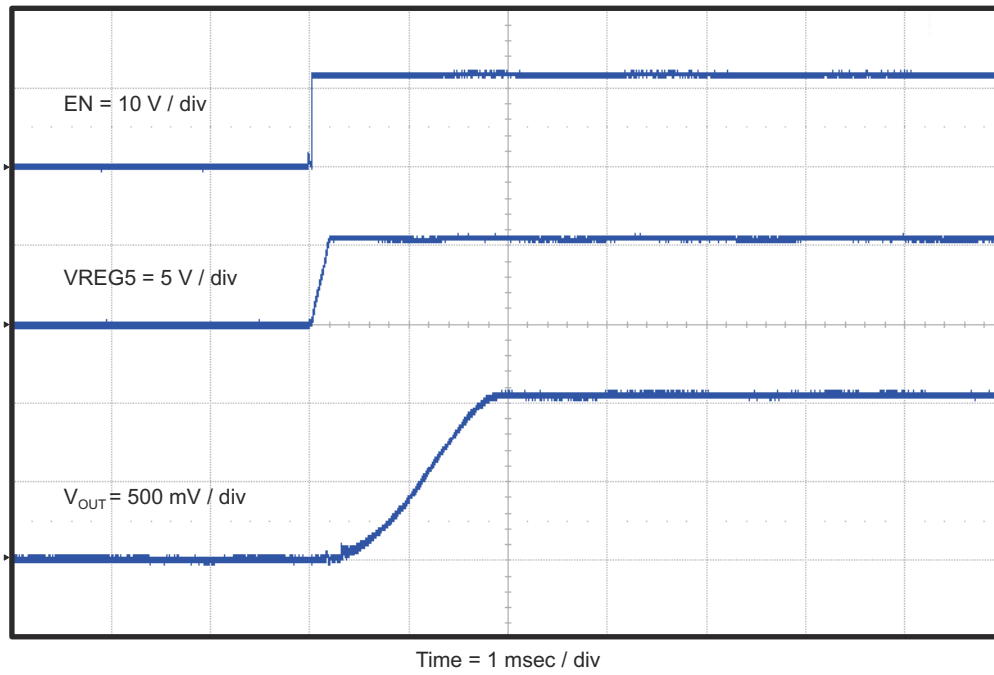


图 4-11. TPS54527EVM-052 相对于 EN 的启动波形 (具有 VREG5)

5 电路板布局

本部分提供 TPS54527EVM-052 的说明，以及电路板布局布线和分层图解。

5.1 布局

图 5-1 至图 5-5 显示了 TPS54527EVM-052 的电路板布局布线。顶层包含 VIN、VO 和接地端的主要电源布线。另外，顶层还有 TPS54527 引脚的接线和一大块接地区域。许多信号布线也位于顶部。输入去耦电容器尽可能位于 IC 附近。输入和输出连接器、测试点和所有元件都位于顶部。顶部提供了模拟地 (GND) 区域。模拟地 (GND) 和电源地 (PGND) 在顶层 C6 附近的单点处连接。底层主要是电源地，但也有用于将 VIN 连接到启用跳线的布线、用于将 VREG5 连接到 TP5 的布线，以及从 VOUT 到电压设定点分压器网络的反馈布线。

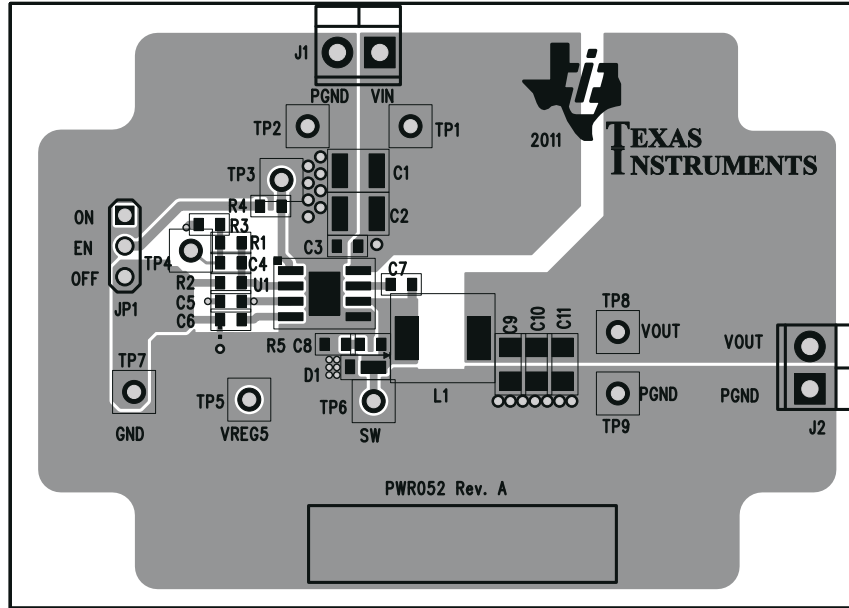


图 5-1. 顶层装配图

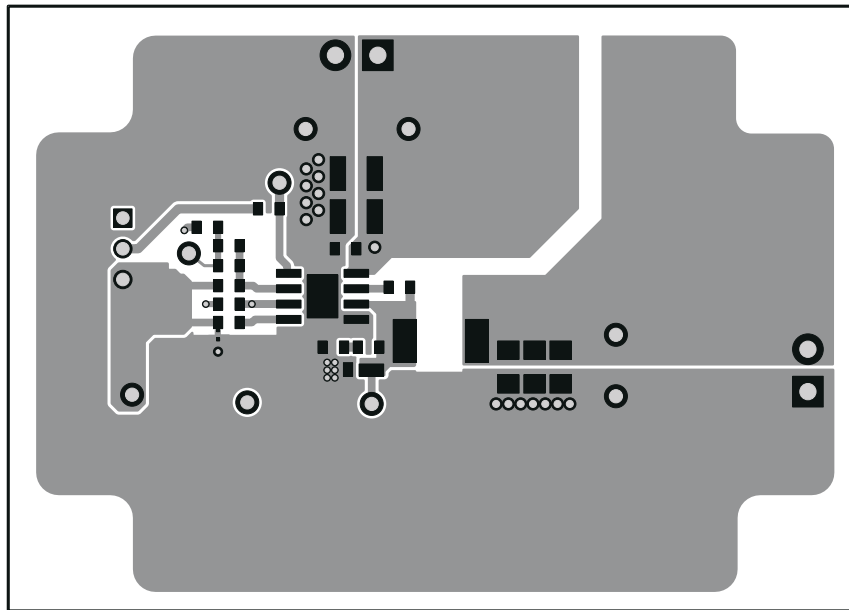


图 5-2. 顶层

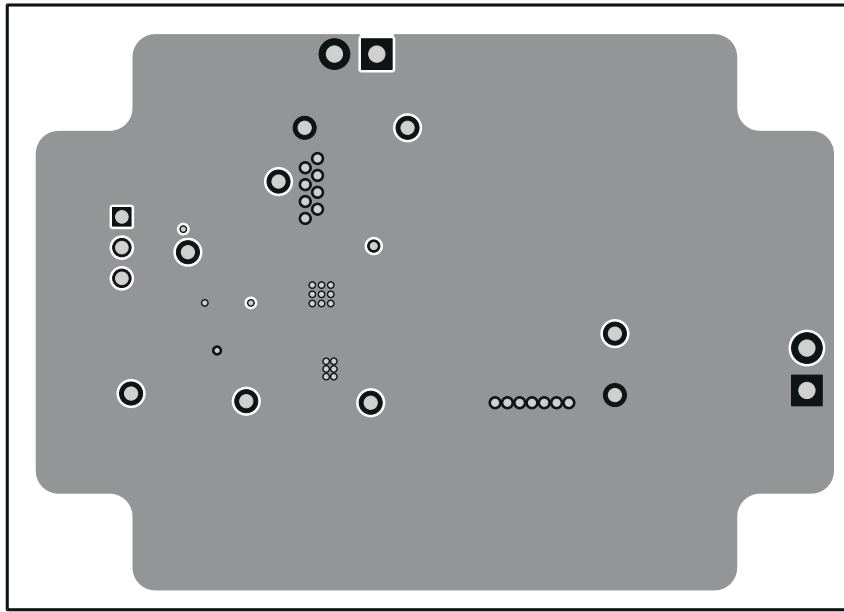


图 5-3. 内层 1

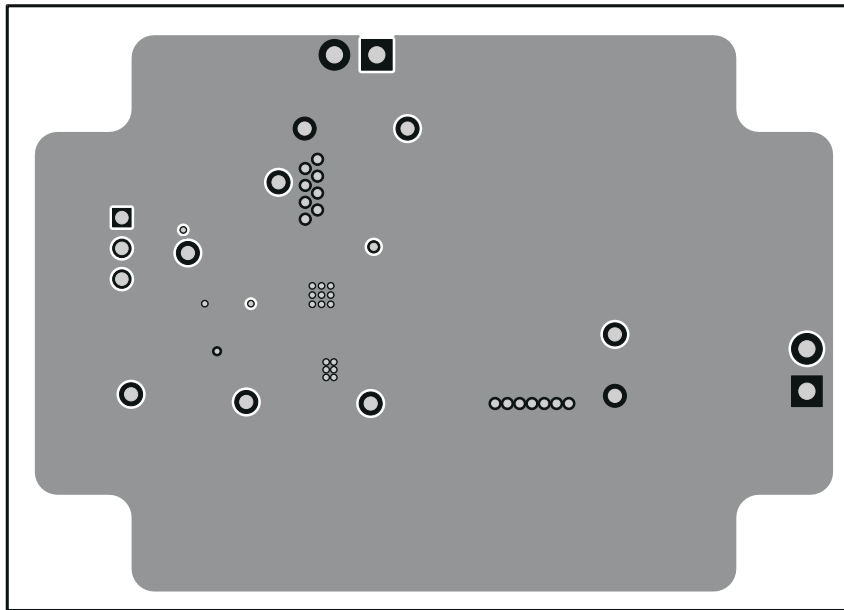


图 5-4. 内层 2

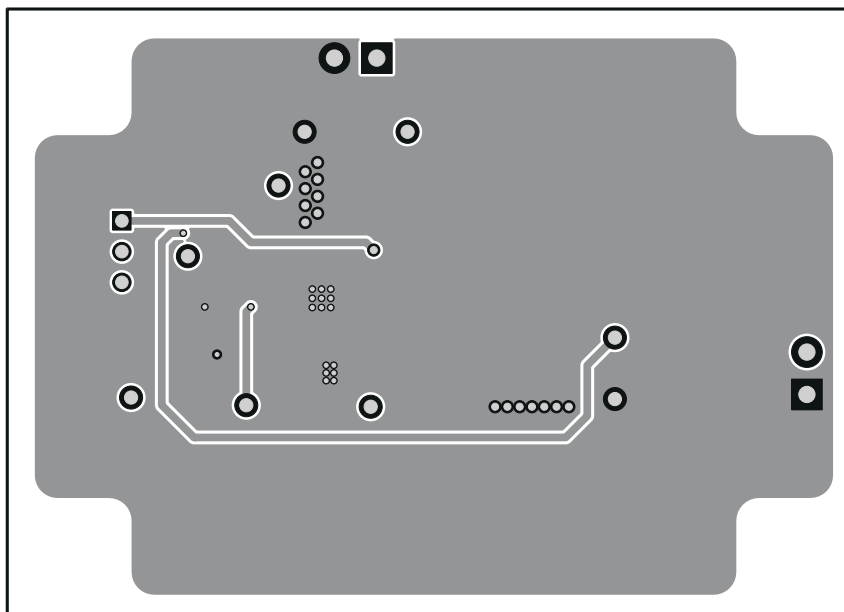


图 5-5. 底层

6 原理图、物料清单和参考文献

6.1 原理图

图 6-1 是 TPS54527EVM-052 的原理图。

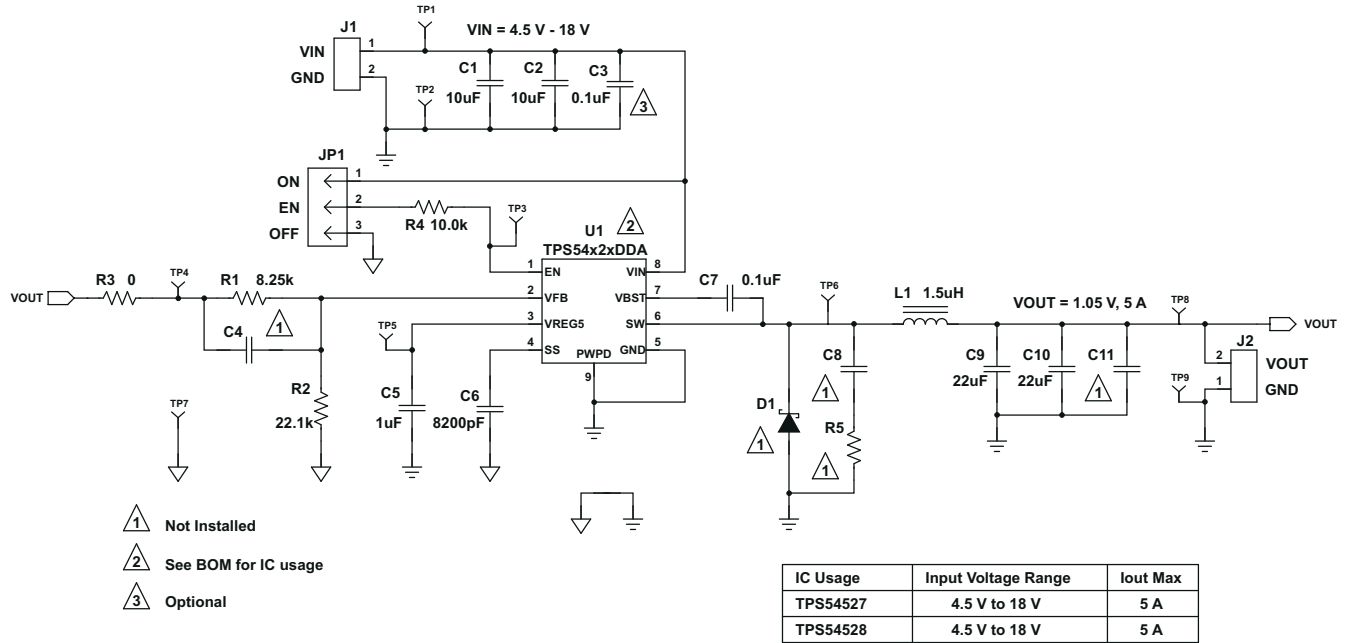


图 6-1. TPS54527EVM-052 原理图

6.2 物料清单

表 6-1. 物料清单

参考指示符	数量	值	说明	尺寸	器件型号	制造商
C1, C2	2	10 μ F	电容, 陶瓷, 25V, X5R, 20%	1210	Std	Std
C11	0	开路	电容, 陶瓷	1206	Std	Std
C3, C7	2	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 50V, X7R, 10%	0603	Std	Std
C4, C8	1	开路	电容, 陶瓷	0603	Std	Std
C5	1	1.0 μ F	电容, 陶瓷, 16V, X7R, 10%	0603	Std	Std
C6	1	8200pF	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 10%	0603	Std	Std
C9, C10	2	22 μ F	电容, 陶瓷, 6.3V, X5R, 20%	1206	C3216X5R0J226M	TDK
J1, J2	2	ED555/2DS	端子块, 2 引脚, 6A, 3.5mm	0.27 × 0.25 英寸	ED555/2DS	Sullins
JP1	1	PEC03SAAN	插头, 公头 3 引脚, 100mil 间距	0.100 英寸 × 3	PEC03SAAN	Sullins
L1	1	1.5 μ H	电感器, SMT, 11A, 9.7m Ω	0.256 英寸 × 0.280 英寸	SPM6530T-1R5M100	TDK
R1	1	8.25k	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
R2	1	22.1k	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
R3	1	0	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
R4	1	10.0k Ω	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
R5	0	开路	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
TP1, TP3, TP4, TP5, TP6, TP8	3	5000	测试点, 红色, 通孔式颜色编码	0.100 × 0.100 英寸	5000	Keystone
TP2, TP7, TP9	3	5001	测试点, 黑色, 通孔式颜色编码	0.100 × 0.100 英寸	5001	Keystone
U1	1	TPS54527DDA	IC, 5A 输出单同步降压	SO8[DDA]	TPS54527DDA	TI
-	1		分流器, 100mil, 黑色	0.100	929950-00	3M
-	1		PCB, 2.76 英寸 x 1.97 英寸 x 0.062 英寸		PWR052	不限

6.3 参考文献

德州仪器 (TI), [TPS54527 具有集成式高侧和低侧 MOSFET 的单通道同步转换器数据表](#)

7 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 * (July 2011) to Revision A (August 2021)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	3
• 更新了用户指南标题.....	3
• 编辑了用户指南, 使之更清晰.....	3

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