



摘要

本用户指南包含 TPS51397A 评估模块 (EVM) 以及 TPS51397A 直流/直流转换器的信息，它还包含 TPS51397AEVM 的性能规格、原理图、布局和物料清单。

内容

1 引言.....	2
2 性能规格汇总.....	2
3 更改.....	2
3.1 输出电压设定点.....	2
3.2 模式选择.....	2
4 测试设置和结果.....	3
4.1 输入/输出连接.....	3
4.2 启动.....	4
4.3 关断.....	5
4.4 负载瞬态响应.....	6
4.5 输出电压纹波.....	7
5 电路板布局.....	8
5.1 布局.....	8
6 原理图和物料清单.....	12
6.1 原理图.....	12
6.2 物料清单.....	13
7 参考文献.....	14
8 修订历史记录.....	14

商标

D-CAP3™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS51397A 同步降压转换器可提供高达 10A 的输出电流。额定输入电压为 4.5V 至 24V。TPS51397A 采用专有 D-CAP3™ 控制模式。该器件无需外部补偿即可实现快速瞬态响应，而且支持低 ESR 输出电容器。可使用 MODE 引脚来设置 Eco-mode 或 OOA 模式，以实现轻负载运行以及 500kHz 或 800kHz 的开关频率。表 1-1 列出了评估模块的额定输入电压和输出电流范围。TPS51397A 封装内部集成了高侧和低侧开关 MOSFET 以及栅极驱动器电路。MOSFET 的低漏源导通电阻有助于 TPS51397A 实现高效率，并在输出电流较高的情况下帮助保持低结温。外部分压器能实现可调节的输出电压。此外，TPS51397A 还提供可调节软启动、欠压锁定输入以及开漏电源正常输出。

本用户指南介绍了 TPS51397AEVM 的性能。

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总

EVM	输入电压 (V _{IN}) 范围	输出电流 (I _{OUT}) 范围
TPS51397AEVM	4.5V 至 24V	0A 至 10A

2 性能规格汇总

TPS51397AEVM 是单通道、同步降压转换器，可在 5.5V 至 24V 输入范围内以 10A 电流提供 5V 的输出。对于 5V 输出应用，它可以支持 5.5V 的 V_{IN}。而对于较低输出的应用（例如，1.05V 的输出），它可以支持 4.5V 的 V_{IN}。

表 2-1 中提供了 TPS51397AEVM 性能规格的汇总。除非另有说明，提供的规格适用于 12V 输入电压和 5V 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. TPS51397AEVM 性能规格汇总

规格	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IN} 输入电压		5.5	12	24	V
输出电压设定点		5			V
输出电流范围	V _{IN} = 5.5 V 至 24 V	0		10	A
输出纹波电压	V _{IN} = 12V, I _{OUT} = 10 A	30			mVPP
输出上升时间	软启动引脚悬空	1.2			ms

3 更改

该评估模块用于访问 TPS51397A 的功能。此模块可能会做出一些修改。

3.1 输出电压设定点

输出电压由 R4 (R_(TOP)) 和 R6 (R_(BOT)) 构成的电阻分压器网络进行设置。R6 固定为 15.0kΩ。若要改变 EVM 的输出电压，需要改变电阻器 R4 的阻值。更改 R4 的值可以更改高于 0.6V 基准电压 (V_{REF}) 的输出电压。特定输出电压的 R4 值可以使用方程式 1 计算。

$$R_{(TOP)} = \frac{R_{(BOT)} \cdot (V_{OUT} - V_{REF})}{V_{REF}} \quad (1)$$

3.2 模式选择

TPS51397A 有一个 MODE 引脚来选择运行模式。该器件在启动期间读取 MODE 引脚上的电压，并锁存至表 3-1 中列出的以下 MODE 选项之一。

表 3-1. 模式引脚电阻设置

MODE 上的电压	R9/10/11/12 (kΩ)	R13/14/15/16 (kΩ)	操作	频率 (kHz)
(0~10%)*VCC	330	15	Eco-mode	500
(10~20%)*VCC	180	33	OOA	500

表 3-1. 模式引脚电阻设置 (continued)

MODE 上的电压	R9/10/11/12 (k Ω)	R13/14/15/16 (k Ω)	操作	频率 (kHz)
(20~30%)*VCC	160	51	Eco-mode	800
(30~50%)*VCC	75	51	OOA	800

启动前更改 J4 上的跳线位置以修改 MODE 配置。

4 测试设置和结果

本节介绍了如何正确连接、设置和使用 TPS51397AEVM 评估模块，另外还包括评估模块的典型测试结果，并涵盖启动、关断、负载瞬态响应和输出电压纹波。

4.1 输入/输出连接

如表 4-1 中所示，TPS51397AEVM 附带输入/输出连接器和测试点。必须通过一对 20 AWG 导线或更好的导线将能够提供 10 A 以上电流的电源连接到 J1。必须通过一对 20 AWG 导线将负载连接到 J2。最大负载电流能力为 10 A。必须最大限度地减少导线长度以降低导线中的损耗。测试点 TP3 提供了一个监测 V_{IN} 输入电压的位置，而 TP8 提供了便捷的接地基准。在以 TP11 作为接地基准的情况下，TP5 用于监测输出电压。

在本用户指南中，通过使用 J4-1 和 J4-2 上的跳线将器件设置为 Eco-mode、频率为 500KHz。

表 4-1. 连接和测试点

参考标识符	功能
J1	V_{IN} 输入连接器 (请参阅表 1-1 了解 V_{IN} 范围。)
J2	V_{OUT} 输出连接器。在最大值 10A 下为 5V
J3	软启动选择。移除分流器，将软启动时间设置为内部默认值。
J4	MODE 选择。请参见 节 3.2。
J5	EN 控制。短接 pin2 和 pin3 以禁用。短接 pin1 和 pin2 以启用。
TP1	VCC
TP2	V_{IN} 端接
TP3	V_{IN} 测试点
TP4	V_{OUT} 端接
TP5	V_{OUT} 测试点
TP6	SW 节点测试点
TP7	波特图测试点
TP8—11	GND 测试点
TP12	PGOOD 测试点
TP13—15	GND 测试点
TP16	EN 测试点

4.2 启动

图 4-1 和图 4-2 显示了 TPS51397AEVM 的启动波形。在图 4-1 中，一旦输入电压达到 UVLO 阈值，输出电压就会上升。在图 4-2 中，最初施加输入电压，并通过在 J5 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 5V 的外部设置值。这些图中的输入电压为 12V、负载为 1Ω。

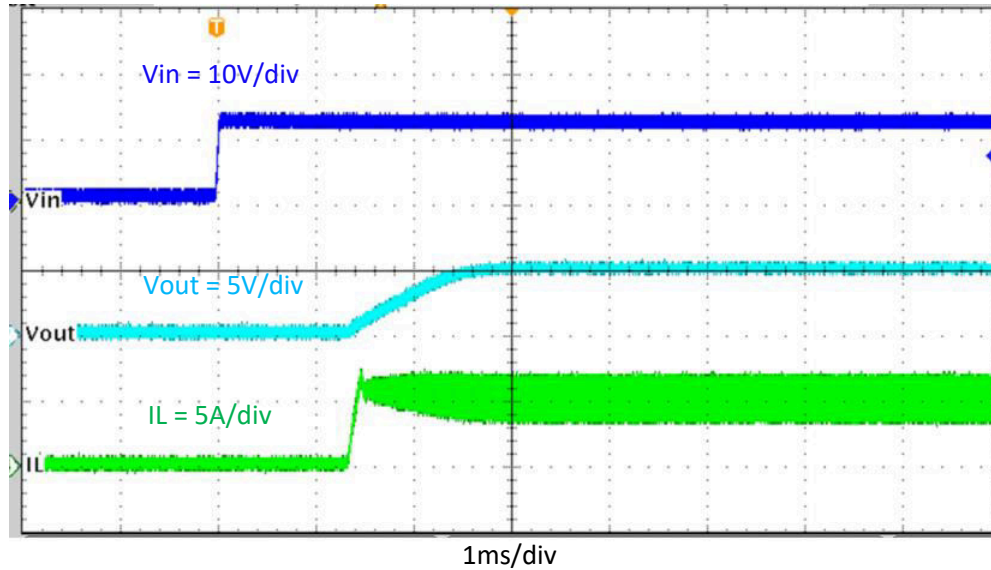


图 4-1. 相对于 V_{IN} 的启动波形， $I_{out} = 5A$

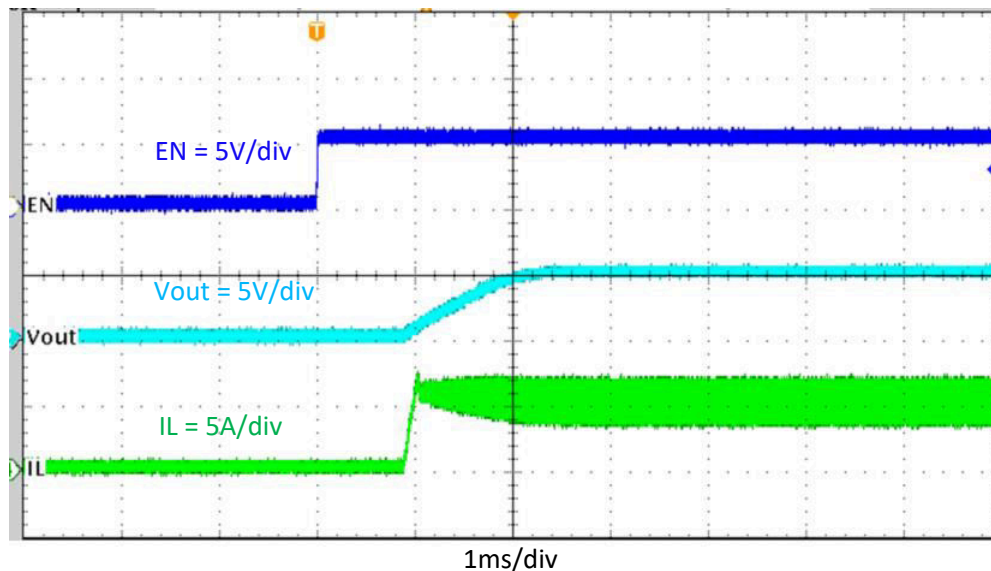


图 4-2. 相对于使能的启动波形， $I_{out} = 5A$

4.3 关断

图 4-3 和图 4-4 显示了 TPS51397AEVM 的关断波形。在这些图中，输入电压为 12V，负载为 1Ω。

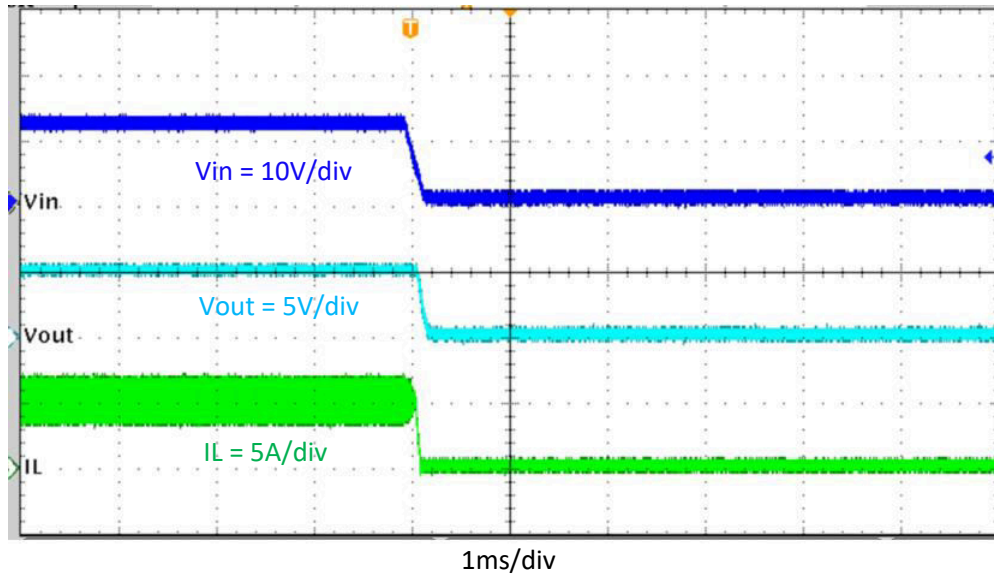


图 4-3. 相对于 V_{IN} 、 $I_{out} = 5A$ 的关断

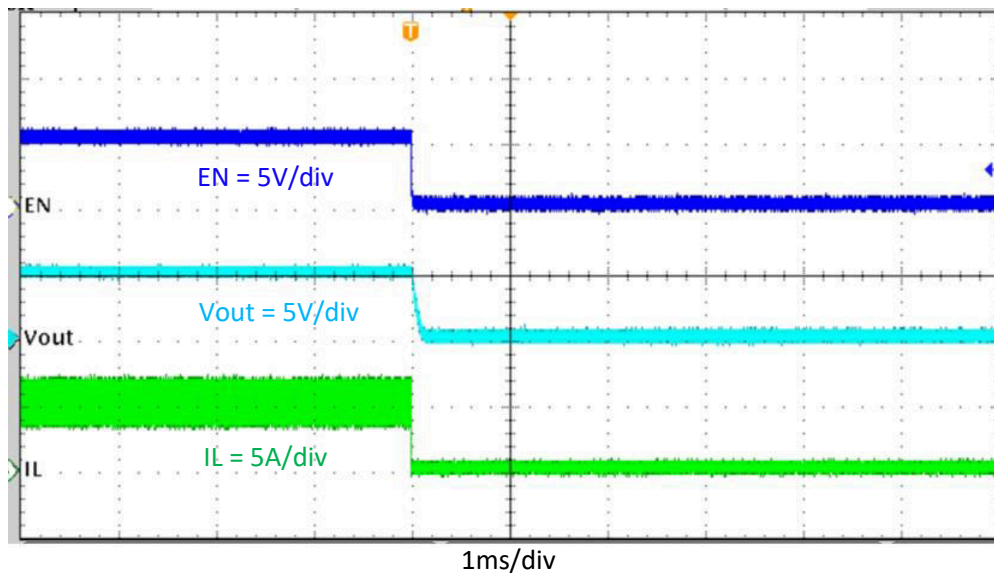


图 4-4. 相对于使能、 $I_{out} = 5A$ 的关断

4.4 负载瞬态响应

图 4-5 和图 4-6 中展示了 TPS51397AEVM 对负载瞬态的响应。

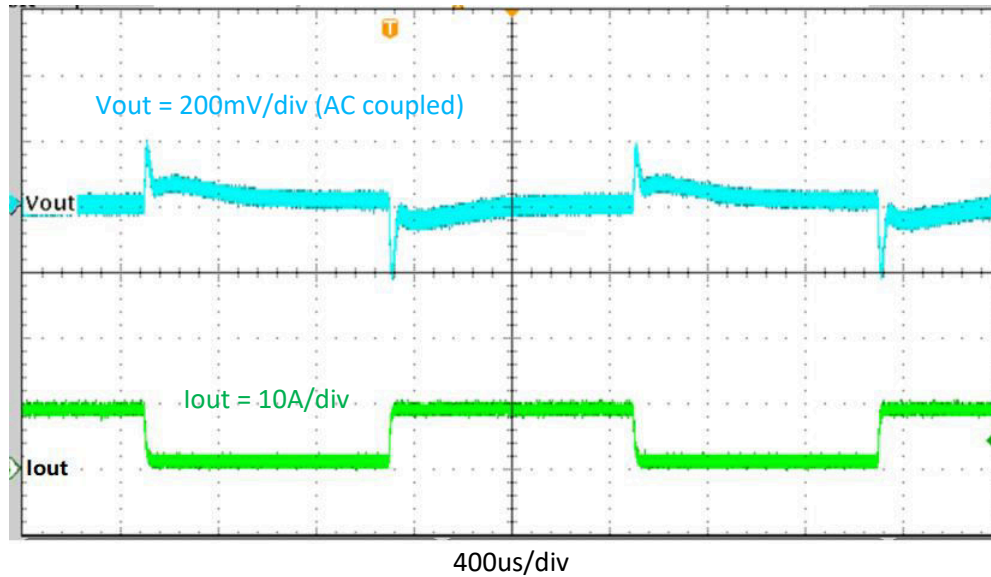


图 4-5. 负载瞬态响应，1A 至 9A

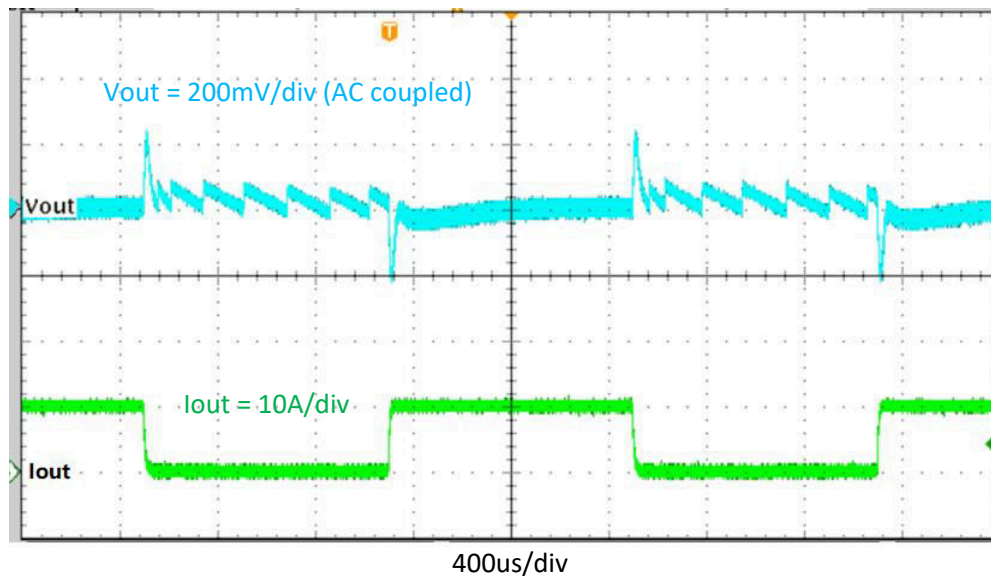


图 4-6. 负载瞬态响应，0A 至 10A

4.5 输出电压纹波

图 4-7 和图 4-8 显示了 TPS51397AEVM 输出电压纹波。

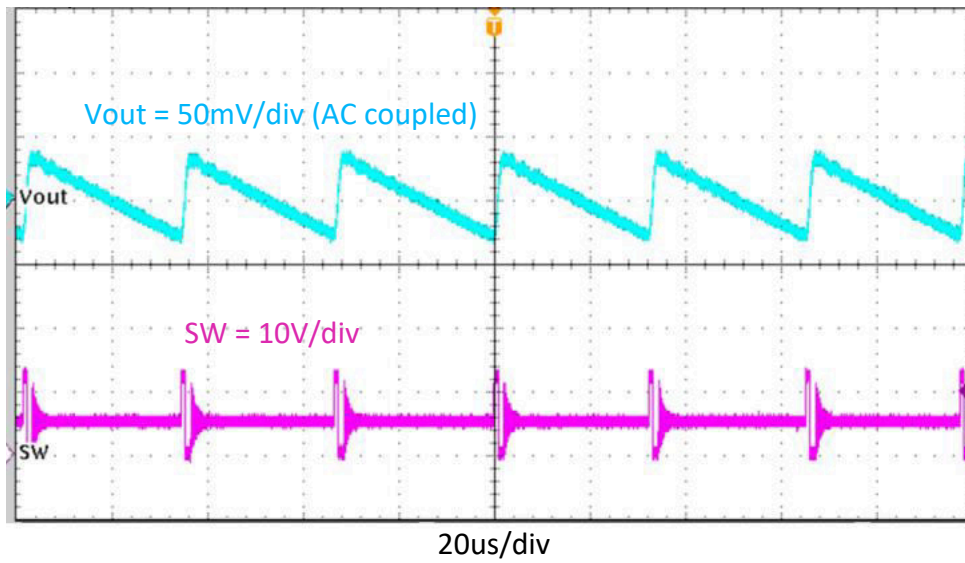


图 4-7. 输出纹波，100mA 负载

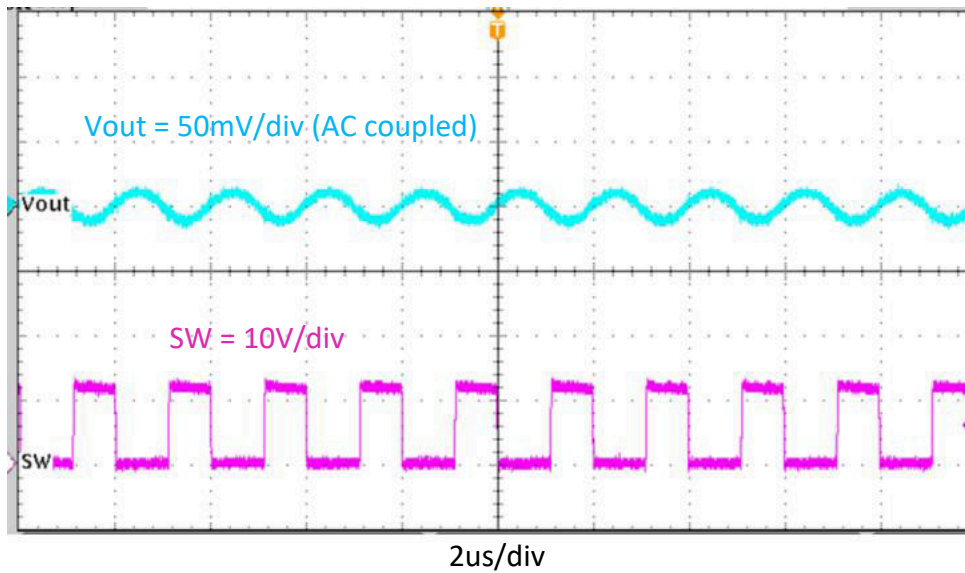


图 4-8. 输出纹波，10A 负载

5 电路板布局

本节提供了 TPS51397AEVM 的说明、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 TPS51397AEVM 的电路板组装和布局。顶层和底层有 2oz 厚度的覆铜。内层有 1oz 厚度的覆铜。

顶层包含 VIN、VOUT 和接地端的主要电源布线。另外顶层还有 TPS51397A 引脚的接线和一大块接地区域。大多数信号布线位于左下侧，周围环绕着一个接地层，该接地层上有一个用于安静模拟地的孤岛，该岛单点连接至主电源地。内层 1 和内层 2 是专用接地层。底层是另一个接地覆铜区，SW、VIN 和 VOUT 额外覆铜。不同层上的接地布线通过在电路板上放置多个过孔相互连接。

输入去耦电容器尽可能位于 IC 附近。电压设定分压器、EN 电阻器、SS 电容器、模式电阻器、VCC 和 AGND 引脚等关键模拟电路均端接至顶层上的安静模拟接地岛。输入和输出连接器、测试点和所有元件都位于顶部。底层是接地层以及开关节点覆铜、VIN 和 VOUT 覆铜以及从调节点到电阻分压器网络顶部的反馈布线。

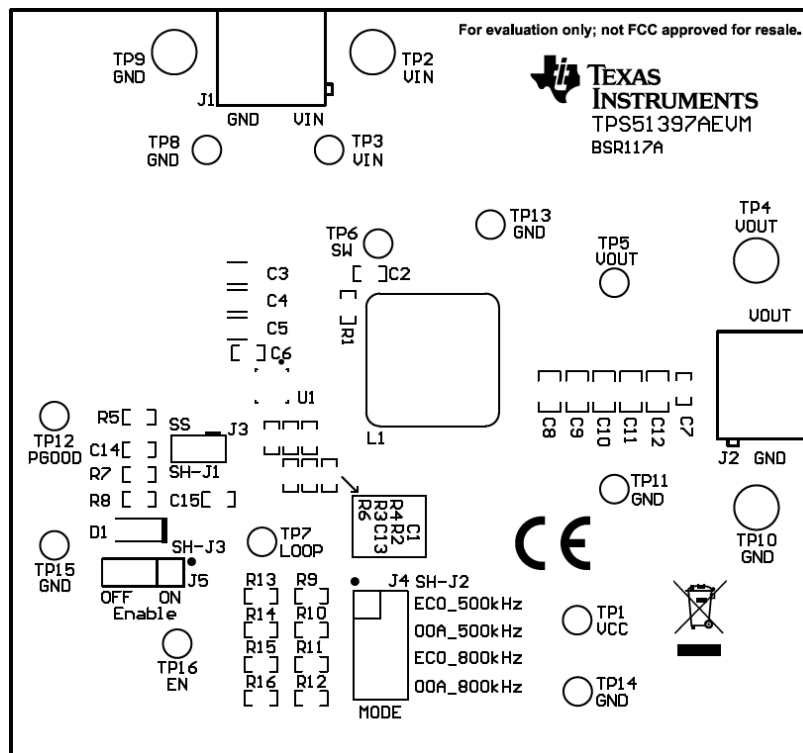


图 5-1. 顶层装配图

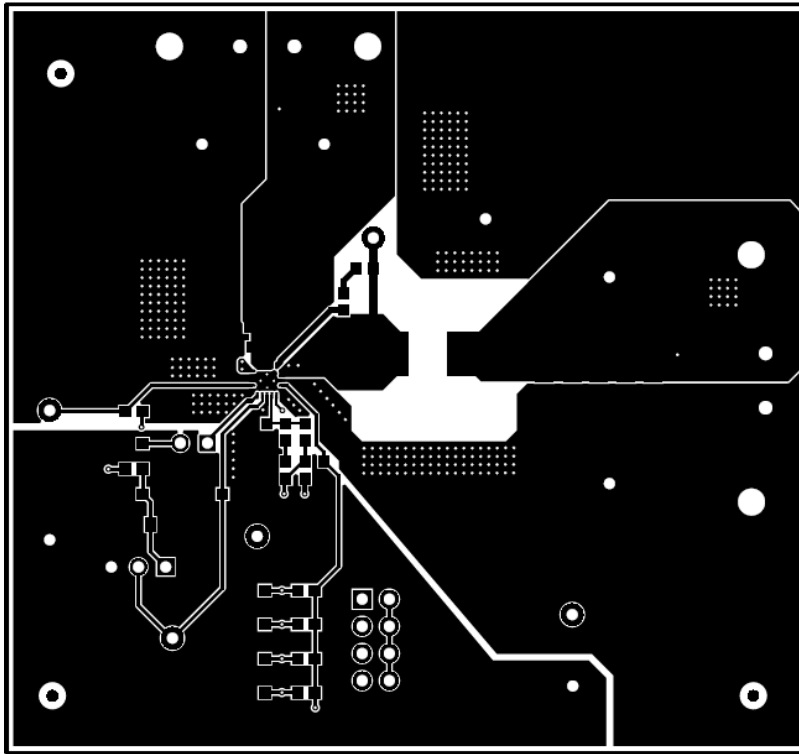


图 5-2. 顶层布局

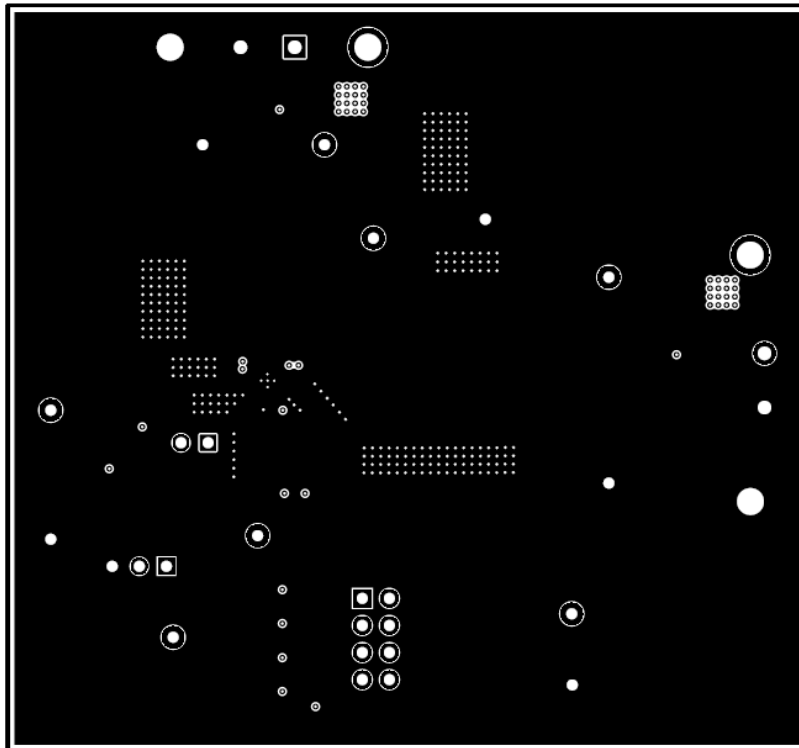


图 5-3. 内层 1 布局

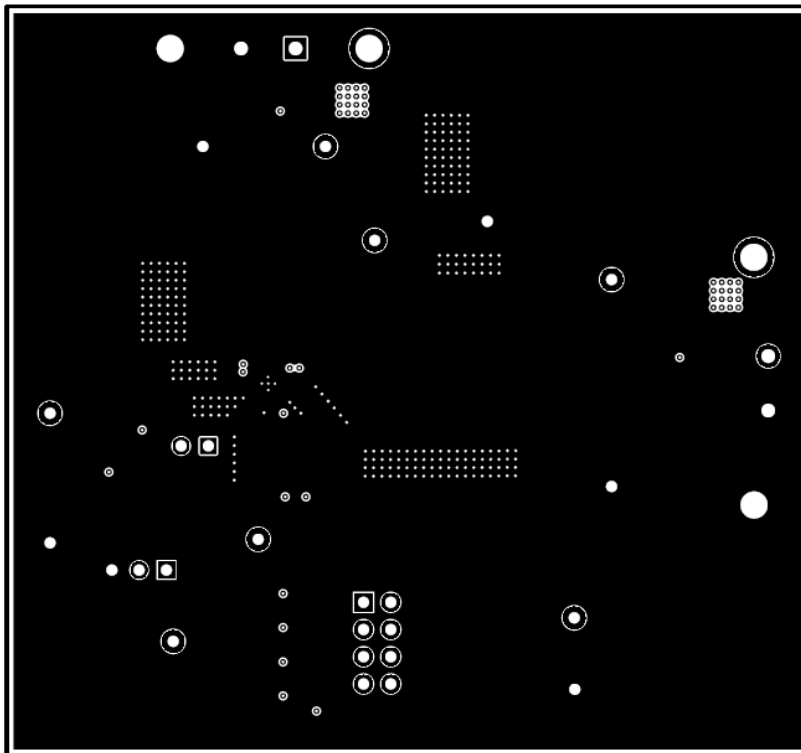


图 5-4. 内层 2 布局

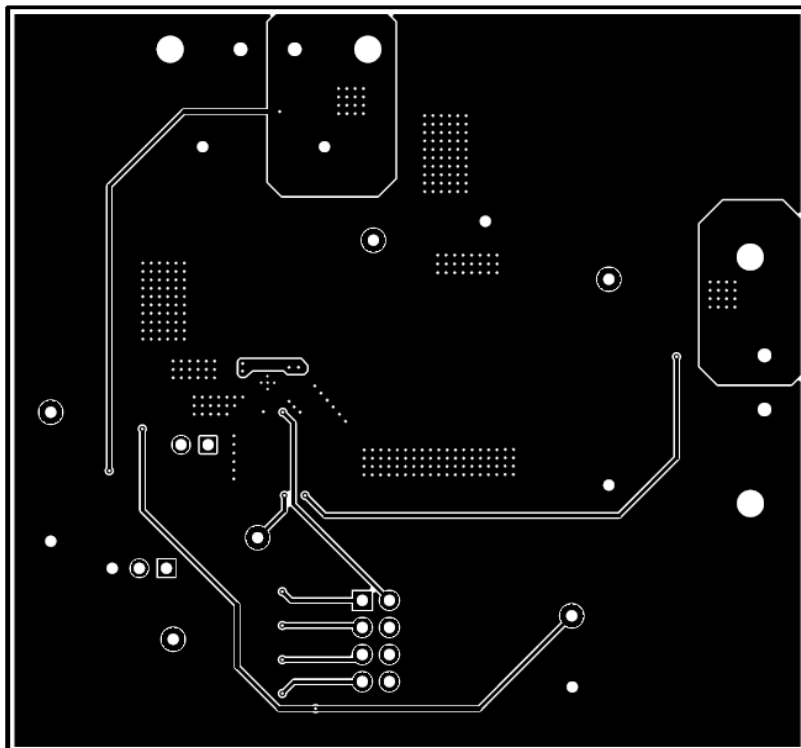


图 5-5. 底层布局

图 5-6 和图 5-7 显示了 TPS51397AEVM 的电路板顶视图和底视图。

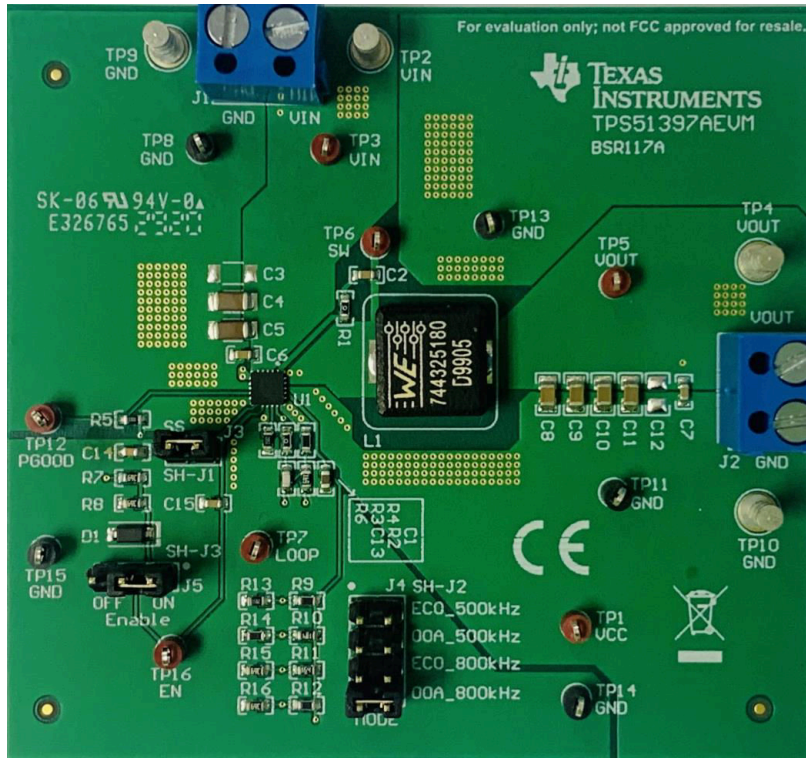


图 5-6. 评估板顶视图

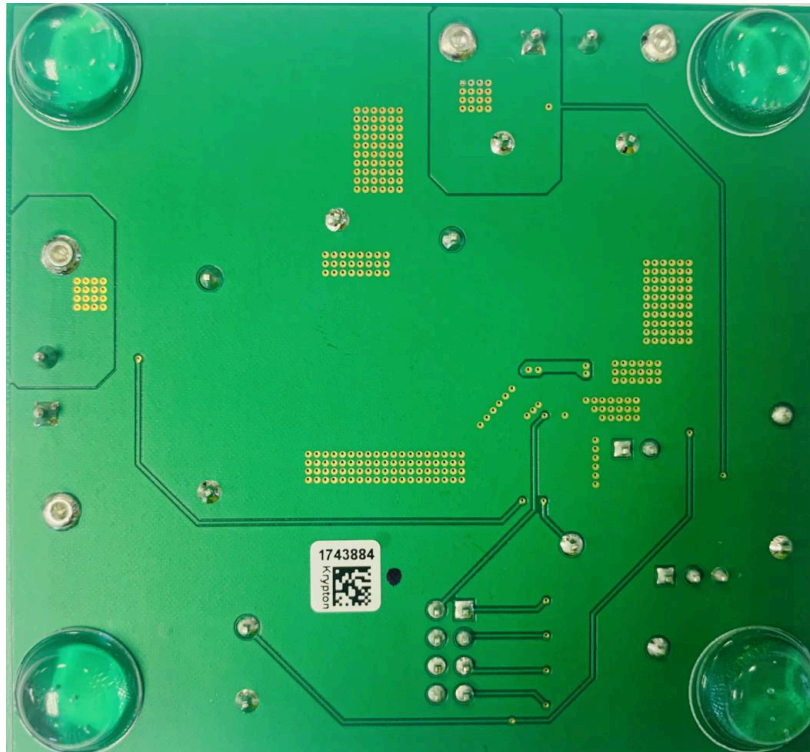


图 5-7. 板底视图

6 原理图和物料清单

6.1 原理图

图 6-1 显示了 TPS51397AEVM 的原理图。

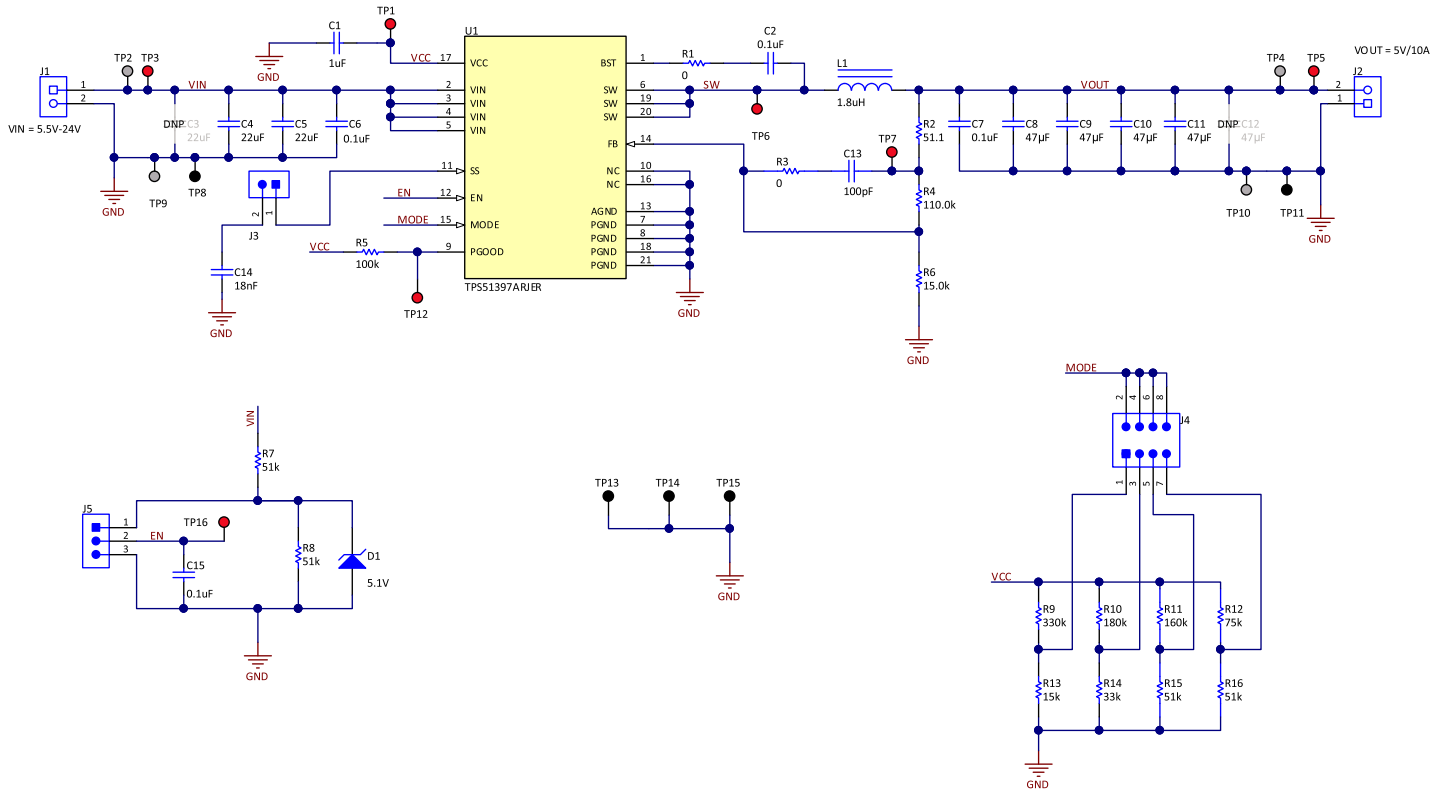


图 6-1. TPS51397AEVM 原理图

6.2 物料清单

表 6-1 列出了 TPS51397AEVM 的物料清单。

表 6-1. TPS51397AEVM 物料清单

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
!PCB1	1	印刷电路板	BSR117	不限
C1	1	电容, 陶瓷, 1 μ F, 25V, \pm 10%, X5R, 0603	C1608X5R1E105K080AC	TDK
C2、C6、C7、C15	4	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, 0603	C1608X7R1H104K080AA	TDK
C4、C5	2	电容, 陶瓷, 22 μ F, 35V, \pm 20%, X5R, 1206	C3216X5R1V226M160AC	TDK
C8、C9、C10、C11	4	电容, 陶瓷, 47 μ F, 10V, \pm 20%, X5R, 0805	GRM21BR61A476ME15L	MuRata
C13	1	电容, 陶瓷, 100pF, 100V, \pm 1%, C0G/NP0, 0603	C1608C0G2A101F080AA	TDK
C14	1	电容, 陶瓷, 0.018 μ F, 100V, \pm 10%, X7R, 0603	C0603C183K1RACTU	Kemet
D1	1	二极管, 齐纳, 5.1V, 500mW, SOD-123	MMSZ5231B-7-F	Diodes Inc.
H1、H2、H3、H4	4	Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、J2	2	端子块, 5.08mm, 2x1, 黄铜, TH	ED120/2DS	On-Shore Technology
J3	1	接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions
J4	1	接头, 100mil, 4x2, 锡, TH	PEC04DAAN	Sullins Connector Solutions
J5	1	接头, 100mil, 3x1, 锡, TH	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
L1	1	电感器, 屏蔽鼓芯, 超通量, 1.8 μ H, 16A, 0.0035 Ω , SMD	744325180	Würth Elektronik
R1、R3	2	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R2	1	电阻, 51.1 Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060351R1FKEA	Vishay-Dale
R4	1	电阻, 110k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603110KFKEA	Vishay-Dale
R5	1	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R6	1	电阻, 15.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060315K0FKEA	Vishay-Dale
R7、R8、R15、R16	4	电阻, 51k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060351K0JNEA	Vishay-Dale
R9	1	电阻, 330k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603330KJNEA	Vishay-Dale
R10	1	电阻, 180k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603180KJNEA	Vishay-Dale
R11	1	电阻, 160k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603160KJNEA	Vishay-Dale
R12	1	电阻, 75k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060375K0JNEA	Vishay-Dale
R13	1	电阻, 15k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060315K0JNEA	Vishay-Dale
R14	1	电阻, 33k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060333K0JNEA	Vishay-Dale
SH-J1、SH-J2、SH-J3	3	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP3、TP5、TP6、TP7、TP12、TP16	7	测试点, 微型, 红色, TH	5000	Keystone
TP2、TP4、TP9、TP10	4	端子, 三转塔, TH	1598-2	Keystone
TP8、TP11、TP13、TP14、TP15	5	测试点, 微型, 黑色, TH	5001	Keystone
U1	1	4.5V 至 24V、10A 同步降压稳压器	TPS51397ARJER	德州仪器 (TI)

表 6-1. TPS51397AEVM 物料清单 (continued)

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
C3	0	电容, 陶瓷, 22 μ F, 35V, \pm 20%, X5R, 1206	C3216X5R1V226M160AC	TDK
C12	0	电容, 陶瓷, 47 μ F, 10V, \pm 20%, X5R, 0805	GRM21BR61A476ME15L	MuRata
FID1、FID2、 FID3	0	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用

7 参考文献

1. [TPS51397A 4.3V 至 24V 输入、10A 同步降压转换器数据表](#)

8 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 * (August 2020) to Revision A (April 2021)	Page
• 更改了用户指南的标题.....	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