



## 摘要

本用户指南包含 TPS56339 的背景信息以及 TPS56339EVM 评估模块的支持文档。包括 TPS56339EVM 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 输出电压设定点	5
3.2 可调节 UVLO	6
4 EVM 照片	7
5 测试设置和结果	8
5.1 输入/输出连接	8
5.2 启动步骤	8
5.3 效率	8
5.4 输出电压负载调整率	9
5.5 输出电压线性调整率	10
5.6 负载瞬态	10
5.7 电压纹波	11
5.8 上电	12
5.9 关断	13
5.10 输出短路保护和恢复	14
5.11 热性能	14
6 电路板布局	16
6.1 布局	16
7 原理图和物料清单	18
7.1 原理图	18
7.2 物料清单	19
8 修订历史记录	20

## 插图清单

图 4-1. TPS56339EVM 正面照片	7
图 4-2. TPS56339EVM 背面照片	7
图 5-1. TPS56339EVM 效率	9
图 5-2. TPS56339EVM 低电流效率	9
图 5-3. TPS56339EVM 负载调整率	10
图 5-4. TPS56339EVM 线性调整率	10
图 5-5. TPS56339EVM 瞬态响应 1.5A 至 3A	11
图 5-6. TPS56339EVM 瞬态响应 0.3A 至 2.7A	11
图 5-7. TPS56339EVM 输出纹波, $I_{OUT} = 3A$	11
图 5-8. TPS56339EVM 输出纹波, $I_{OUT} = 0.3A$	12
图 5-9. TPS56339EVM 输出纹波, $I_{OUT} = 0A$	12
图 5-10. TPS56339EVM 相对于 $V_{IN}$ 的启动	12
图 5-11. TPS56339EVM 相对于使能的启动	13
图 5-12. TPS56339EVM 相对于 $V_{IN}$ 的关断	13
图 5-13. TPS56339EVM 相对于 EN 的关断	13

图 5-14. TPS56339EVM 短路保护.....	14
图 5-15. TPS56339EVM 短路恢复.....	14
图 5-16. TPS56339EVM 热性能.....	15
图 6-1. 顶层装配图.....	16
图 6-2. 顶层.....	16
图 6-3. 底层.....	17
图 7-1. TPS56339EVM 原理图.....	18

## 表格清单

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总.....	3
表 2-1. TPS56339EVM 性能规格汇总.....	4
表 3-1. 建议的元件值.....	6
表 5-1. EVM 连接器和测试点.....	8
表 7-1. TPS56339EVM 物料清单.....	19

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

TPS56339 是一款单通道、高级仿真电流模式 (AECM) 控制、同步直流/直流降压转换器，能够提供 3A 的连续输出电流，且具有先进的 Eco-mode，可保持较高的轻负载效率。TPS56339 集成了可承受 26V 电压的 MOSFET，适用于由 19V 总线电源线供电的应用。该器件实施 AECM 控制，从而可获得具有固定频率的快速瞬态响应。快速瞬态响应可实现低压降，而固定频率可为 EMI 设计带来更好的抖动持久性和可预测的频率。优化的内部补偿网络可更大限度地减少外部元件数量，并在宽电压输出范围内简化控制环路设计。表 1-1 显示了评估模块的额定输入电压和输出电流范围。

TPS56339EVM 是单通道、同步降压转换器，可在 5.5V 至 24V 输入范围内以 3A 电流提供 5V 的输出。本用户指南介绍了 TPS56339EVM 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
TPS56339EVM	$V_{IN} = 5.5V$ 至 24V	0A 至 3A

## 2 性能规格汇总

表 2-1 中提供了 TPS56339EVM 性能规格的汇总。除非另有说明，给出的规格适用于  $V_{IN} = 19V$  输入电压和 5.0V 输出电压。TPS56339EVM 的设计和测试条件是， $V_{IN} = 5.5V$  至 24V。除非另有说明，所有测量的环境温度均为 25°C。

表 2-1. TPS56339EVM 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		5.5	19	24	V
$V_{START}$ 输入启动电压			6.6		V
$V_{STOP}$ 输入停止电压			5.7		V
输出电压设定点			5		V
输出电流范围	$V_{IN} = 6V$ 至 24 V	0		3	A
线性调整率	$I_O = 3A$		±0.5%		
负载调整率	$V_{IN} = 19V$		±0.5%		
输出纹波电压	$V_{IN} = 19V, I_O = 3A$		<30		mV <sub>PP</sub>
中心工作频率			500		kHz
最大效率	$V_{IN} = 19V, I_O = 3A$		94.0%		

### 3 更改

这些评估模块用于访问 TPS56339 的功能。此模块可能会做出一些修改。

#### 3.1 输出电压设定

分压器 R6 和 R7 用于设置输出电压。若要改变 EVM 的输出电压，需要改变电阻器 R6 的阻值。更改 R6 的值可以更改 0.8V 以上的输出电压。特定输出电压下的 R6 阻值可以使用 [方程式 1](#) 计算得出。R7 使用 10kΩ。

$$R_6 = \left( \frac{V_{OUT}}{0.8} - 1 \right) \cdot R_7 \quad (1)$$

[表 3-1](#) 列出了一些常见输出电压下的 R6 和 R7 阻值。请注意， $V_{IN}$  必须处于一定范围内，以使最小导通时间大于 55ns。[表 3-1](#) 中的值是标准值，并不是使用 [方程式 1](#) 计算出的准确值。

请注意，输出电容器的额定电压仅为 16VDC，当配置的输出电压等于或大于 12V 时，应使用具有较高额定电压的电容器。

表 3-1. 建议的元件值

输出电压 <sup>(1)</sup> (V)	R6 <sup>(2)</sup> (kΩ)	R7 (kΩ)	L1 <sup>(3)</sup> (μH)	C <sub>OUT</sub> <sup>(4)</sup> (μF)	L1·C <sub>OUT_E</sub> <sup>(5)</sup> 的范围 (μH×μF)
1.05	3.16	10.0	1.5	2×22	48 至 188
1.8	12.4	10.0	2.2	2×22	64 至 250
2.5	21.5	10.0	3.3	2×22	87 至 334
3.3	31.6	10.0	4.7	2×22	107 至 404
5	52.3	10.0	5.6	2×22	93 至 334
12	140	10.0	6.8	3×22	45 至 137

- (1) 对于未列出的输出轨，请使用最接近较高输出轨的建议 L1 和 C<sub>OUT</sub> 组合。
- (2) 在 V<sub>OUT</sub> = 0.8V 时，R6 = 0Ω。
- (3) 电感值是根据 V<sub>IN</sub> = 19V 计算的，但也可用于其他输入电压。用户可根据 TPS56339 数据表计算其首选电感值。
- (4) C<sub>OUT</sub> 是标称输出电容的和。对于 V<sub>OUT</sub> ≤ 5V 的情况，建议使用两个 22μF、0805、16VDC 电容器；对于 V<sub>OUT</sub> > 5V 的情况，建议使用三个 22μF、0805、25VDC 电容器。
- (5) C<sub>OUT\_E</sub> 是降额后的有效值，L1·C<sub>OUT\_E</sub> 的值应在范围内。

### 3.2 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 6.6V，停止电压为 5.7V，使用 R1 = 174kΩ 和 R2 = 36.5kΩ。使用 [方程式 2](#) 和 [方程式 3](#) 计算不同启动和停止电压所需的电阻值。要获得更高的轻负载效率，请考虑选择阻值更大的 R1 和 R2。针对适当的 R1 调整 V<sub>start</sub> 或 V<sub>stop</sub>。R1、R2 稳定下来之后，需要通过 [方程式 4](#) 计算 V<sub>EN</sub> 电压，以确保最大 V<sub>IN</sub>、最大 I<sub>p</sub> 和最大 I<sub>h</sub> 均低于 5.5V。

$$R_1 = \frac{V_{SATART} \frac{V_{EN\_FALL}}{V_{EN\_RISE}} - V_{STOP}}{I_p \left( 1 - \frac{V_{EN\_FALL}}{V_{EN\_RISE}} \right) + I_h} \quad (2)$$

$$R_2 = \frac{R_1 \cdot V_{EN\_FALL}}{V_{STOP} - V_{EN\_FALL} + R_1 \cdot (I_p + I_h)} \quad (3)$$

$$V_{EN} = \frac{R_2 \cdot V_{IN} + R_1 R_2 (I_p + I_h)}{R_1 + R_2} \quad (4)$$

其中

- I<sub>p</sub> = 1.2μA
- I<sub>h</sub> = 3.1μA
- V<sub>ENfalling</sub> = 1.12V
- V<sub>ENrising</sub> = 1.18V

## 4 EVM 照片

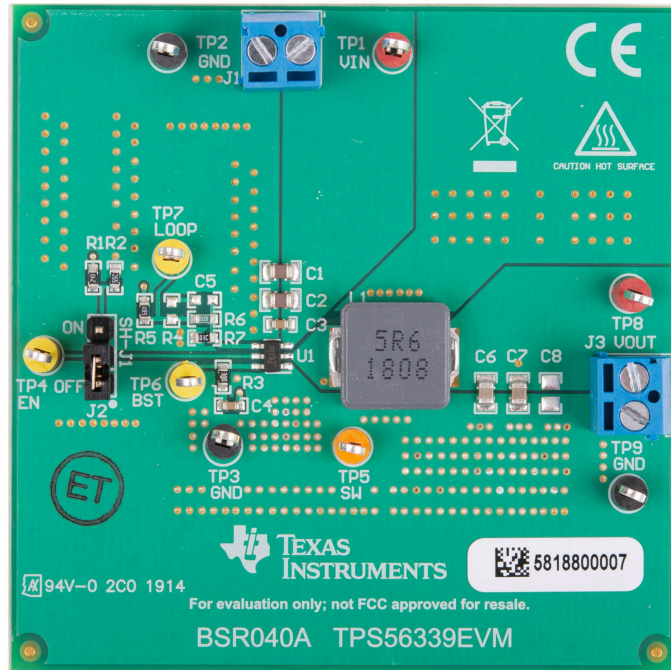


图 4-1. TPS56339EVM 正面照片

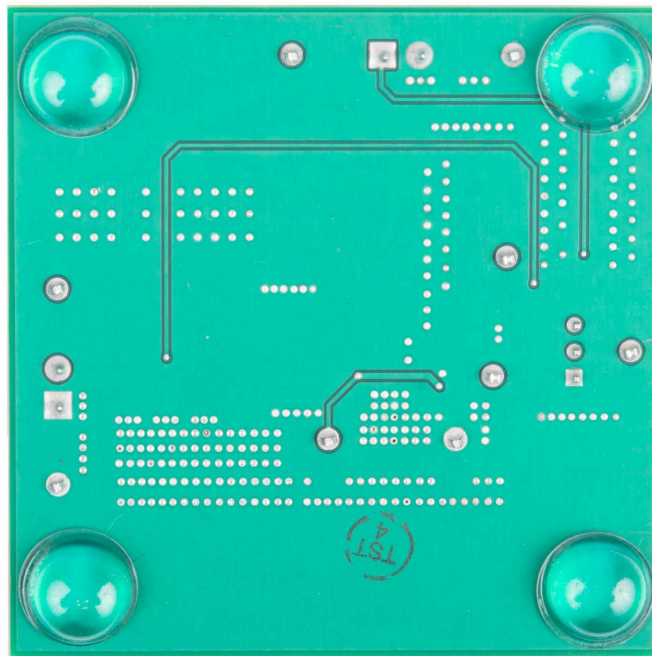


图 4-2. TPS56339EVM 背面照片

## 5 测试设置和结果

本节介绍了如何正确连接、设置和使用 TPS56339EVM 评估模块。另外还包括评估模块的典型测试结果，还介绍了效率、输出电压调节、输出线性调整率、负载瞬态响应、输出纹波、输入纹波、启动、输出短路和热性能。除非另有说明，否则所有数据和波形均在  $V_{IN} = 19V$  下进行测试。

### 5.1 输入/输出连接

如表 5-1 中所示，TPS56339EVM 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 3A 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 J3。最大负载电流能力必须至少为 3A 才能使用此 EVM 的全部功能。必须尽可能缩短导线长度，从而减少导线中的损耗。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 TP9 作为接地基准的情况下，TP8 用于监测输出电压。

**表 5-1. EVM 连接器和测试点**

参考标识符	功能
J1	$V_{IN}$ (请参阅表 1-1, 了解 $V_{IN}$ 范围)
J3	$V_{OUT}$ , 在最大值 3A 下为 5V
J2	用于实现使能的 3 引脚接头。将引脚 2 连接到引脚 1 以禁用, 将引脚 2 连接到引脚 3 以通过电阻器网络来启用, 保持断开以通过 EN 悬空来启用。
TP1	$V_{IN}$ 连接器上的 $V_{IN}$ 测试点
TP2	$V_{IN}$ 连接器上的 GND 测试点
TP3	GND 测试点
TP4	EN 测试点
TP5	软件测试点
TP6	引导测试点
TP7	分压器网络和输出之间的测试点。用于环路响应测量。
TP8	$V_{OUT}$ 连接器上的输出电压测试点
TP9	$V_{OUT}$ 连接器上的 GND 测试点

### 5.2 启动步骤

1. 确保覆盖 J2 (使能控制) 引脚 1 和 2 处的跳线, 以将 EN 分流至 GND, 从而禁用输出。
2. 向  $V_{IN}$  (J1-1) 和 GND (J1-2) 施加适当的  $V_{IN}$  电压。
3. 将 J2 (使能控制) 的跳线从引脚 1 和 2 (EN 和 GND) 移开, 或将 J2 上的跳线从引脚 1 和引脚 2 移至引脚 2 和引脚 3 以启用输出。

### 5.3 效率

此 EVM 的效率在负载电流约为 0.5A 至 1A 时达到峰值, 然后随着负载电流向满负载增加而降低。图 5-1 显示了 TPS56339EVM 在 25°C 环境温度下的效率。图 5-2 显示了 TPS56339EVM 在半对数标度下的效率, 以便更好地显示轻负载效率。

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。



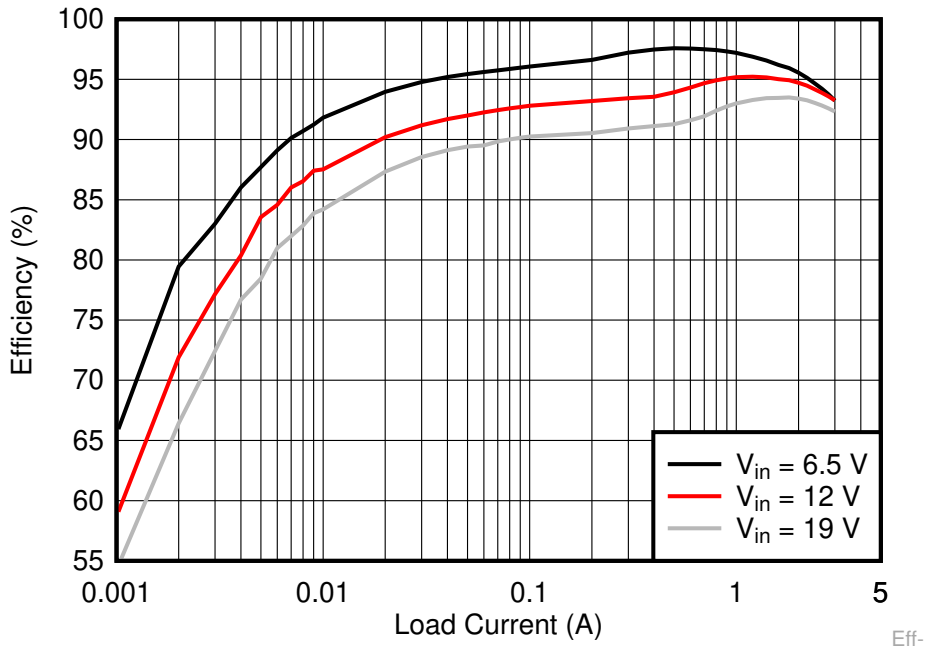


图 5-1. TPS56339EVM 效率

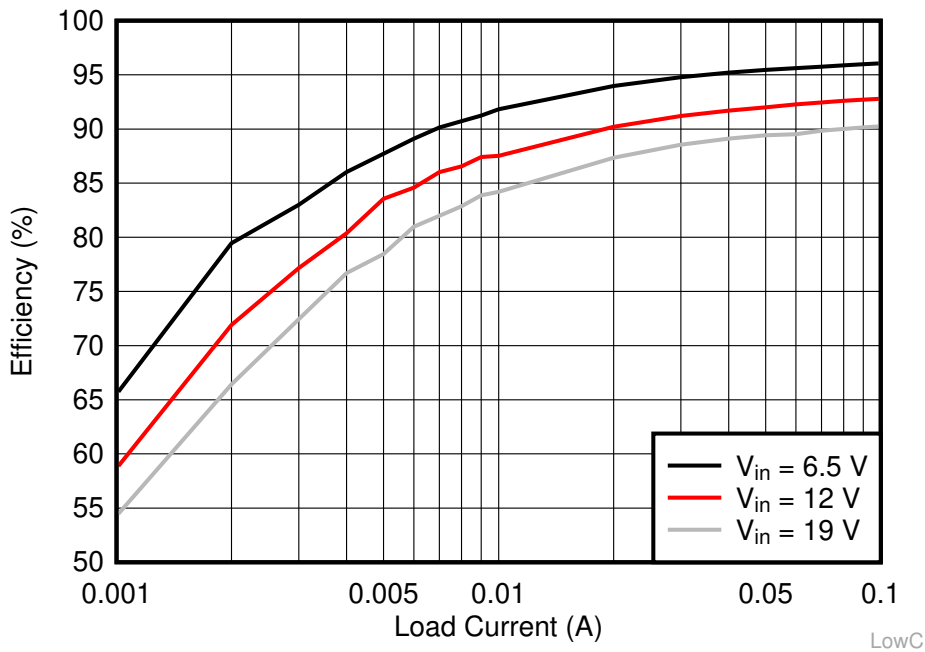


图 5-2. TPS56339EVM 低电流效率

## 5.4 输出电压负载调整率

图 5-3 显示了 TPS56339EVM 的负载调整率。测量值为在 25°C 环境温度下的值。

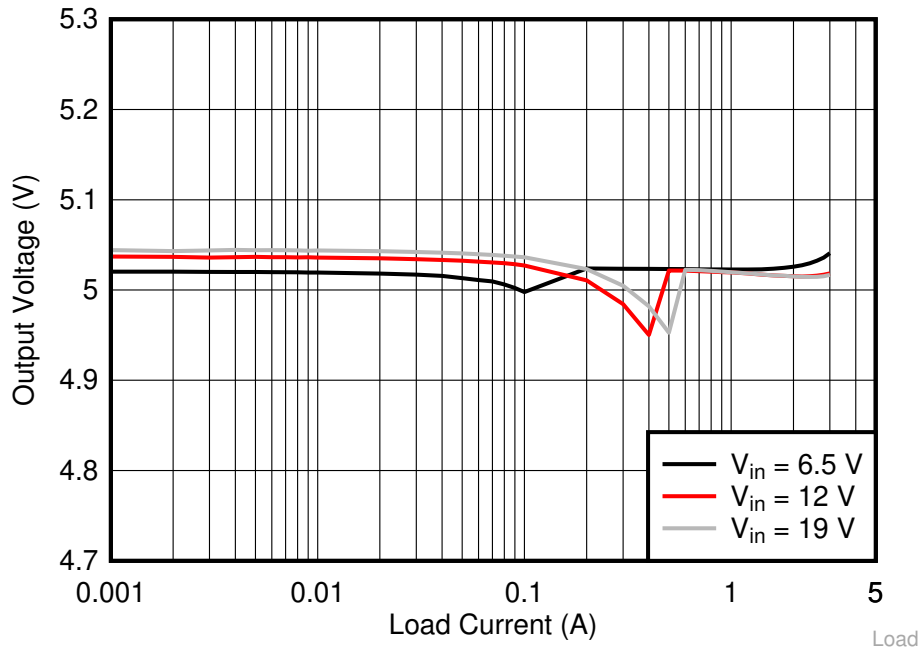


图 5-3. TPS56339EVM 负载调整率

### 5.5 输出电压线性调整率

图 5-4 显示了 TPS56339EVM 的线性调整率。

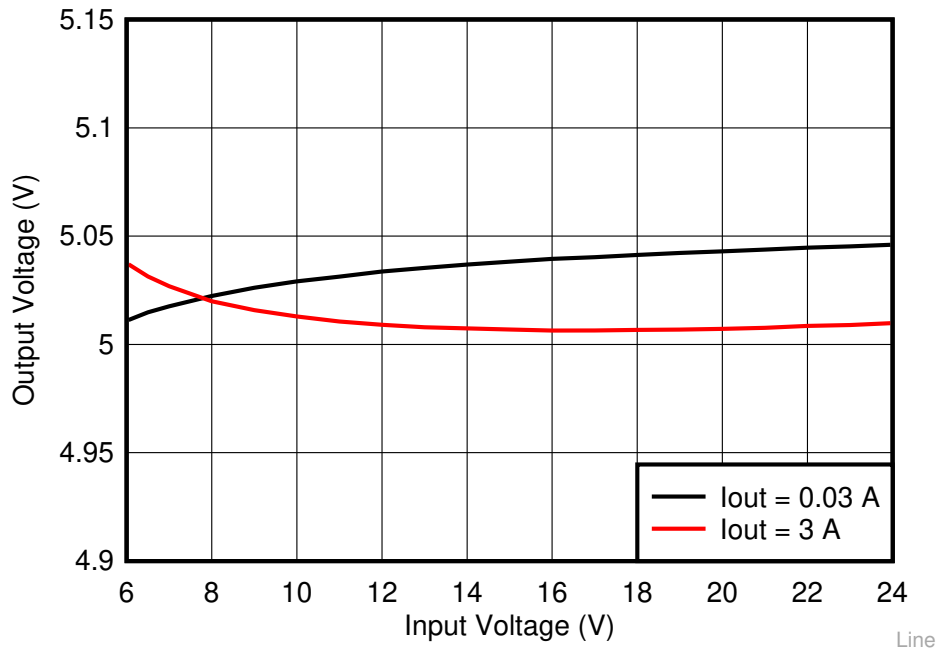


图 5-4. TPS56339EVM 线性调整率

### 5.6 负载瞬态

图 5-5 和图 5-6 显示了 TPS56339EVM 对负载瞬态的响应。总峰峰值电压变化如图所示，包括输出上的纹波和噪声。

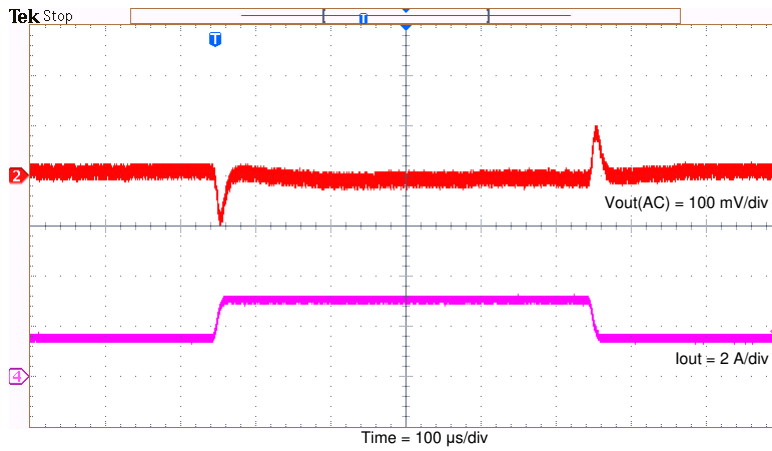


图 5-5. TPS56339EVM 瞬态响应 1.5A 至 3A

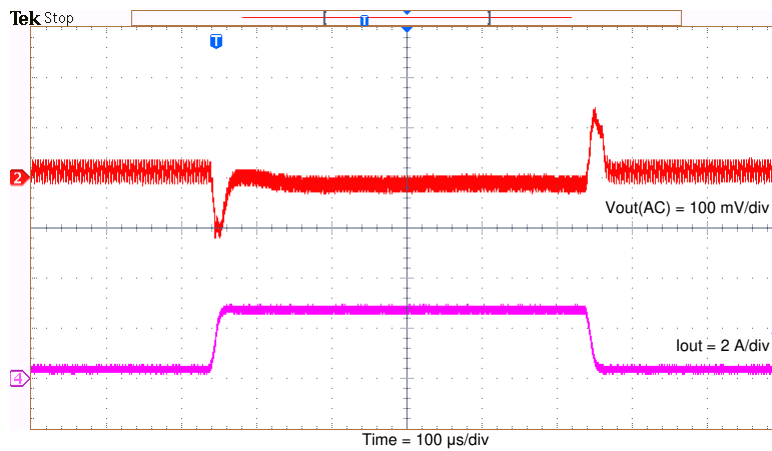


图 5-6. TPS56339EVM 瞬态响应 0.3A 至 2.7A

### 5.7 电压纹波

图 5-7、图 5-8 和图 5-9 显示了满载、跳跃模式、轻负载和无负载运行条件下的 TPS56339EVM 输出电压纹波。 $V_{IN} = 19V$ 。直接在输出电容器两端测量输出纹波电压。

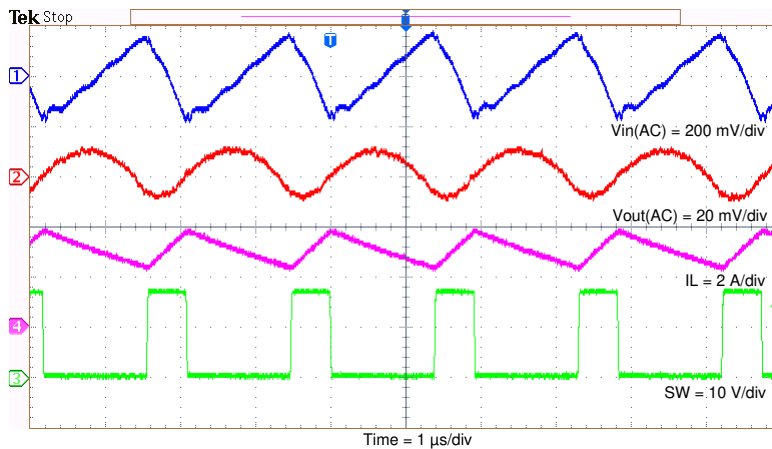


图 5-7. TPS56339EVM 输出纹波， $I_{OUT} = 3A$

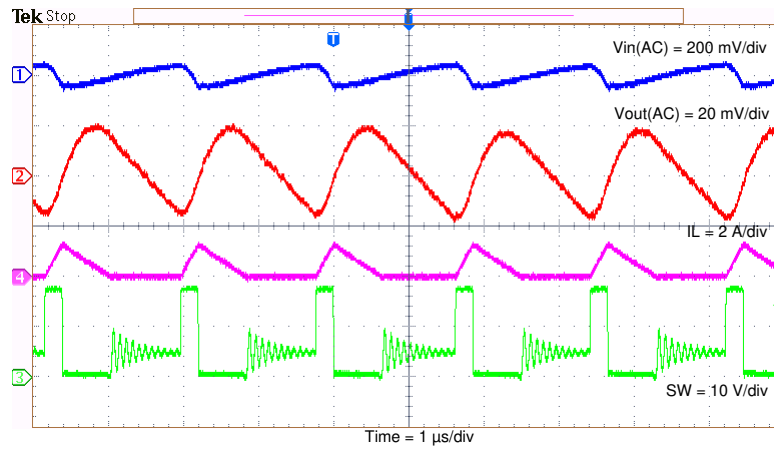


图 5-8. TPS56339EVM 输出纹波,  $I_{OUT} = 0.3A$

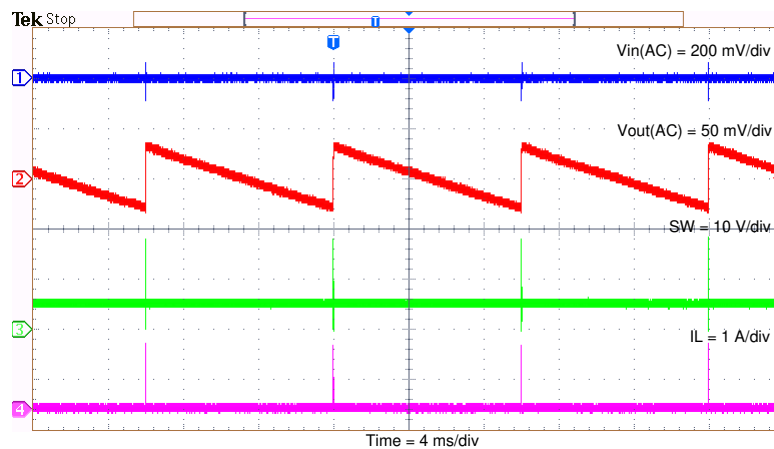


图 5-9. TPS56339EVM 输出纹波,  $I_{OUT} = 0A$

## 5.8 上电

图 5-10 和图 5-11 显示了 TPS56339EVM 的启动波形。在图 5-10 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 5-11 中，最初施加了输入电压，然后通过 EN 和 GND 之间使用 3.3V 逻辑信号来抑制输出。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 19V，负载电流为 3A。

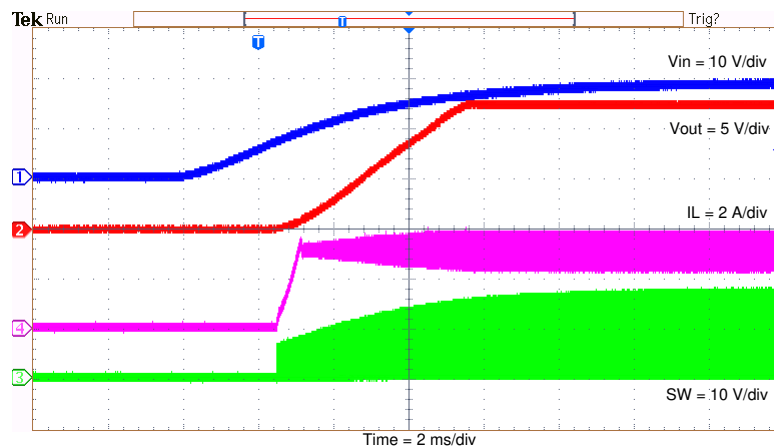


图 5-10. TPS56339EVM 相对于  $V_{IN}$  的启动

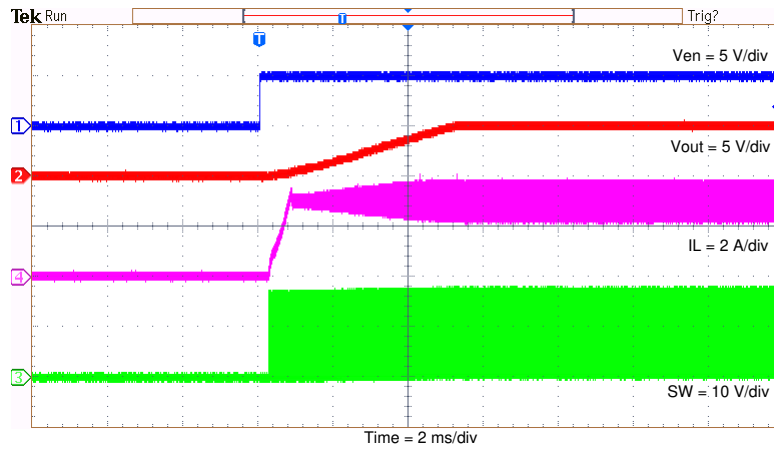


图 5-11. TPS56339EVM 相对于使能的启动

## 5.9 关断

图 5-12 和图 5-13 显示了 TPS56339EVM 的启动波形。在图 5-12 中，一旦输入电压降至由 R1 和 R2 电阻分压器网络设置的 UVLO 停止阈值，输出电压就会降低。在图 5-13 中，通过在 EN 和 GND 之间使用 5V 逻辑信号来抑制输出。在这些图中，输入电压为 19V，负载电流为 3A。

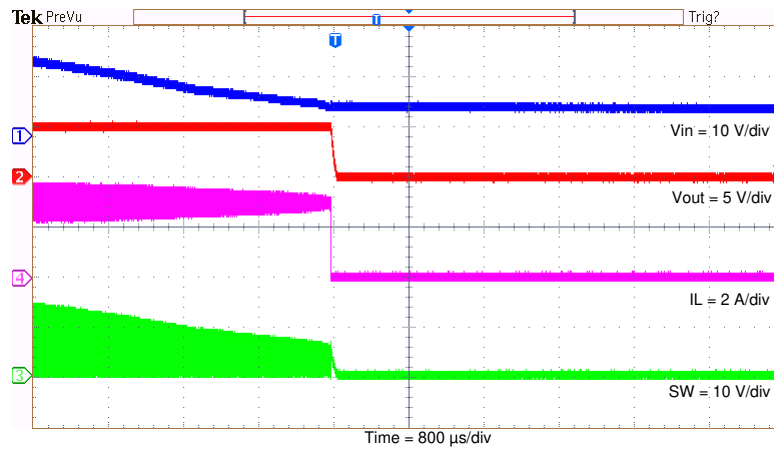


图 5-12. TPS56339EVM 相对于  $V_{IN}$  的关断

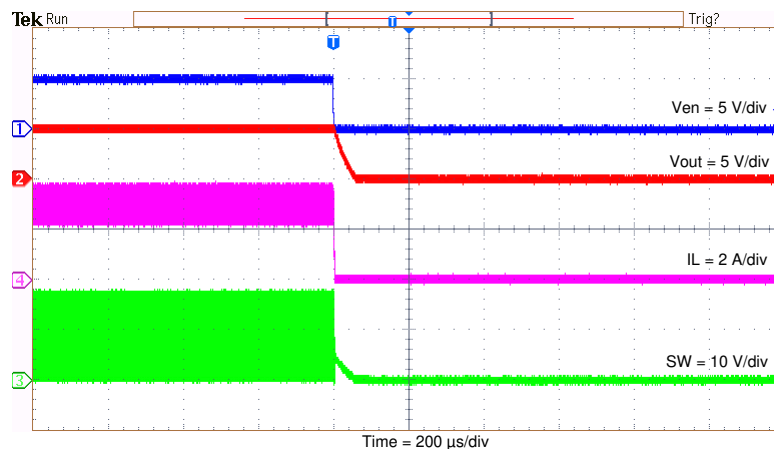


图 5-13. TPS56339EVM 相对于 EN 的关断

## 5.10 输出短路保护和恢复

图 5-14 和图 5-15 显示了输出短路保护和恢复的波形。

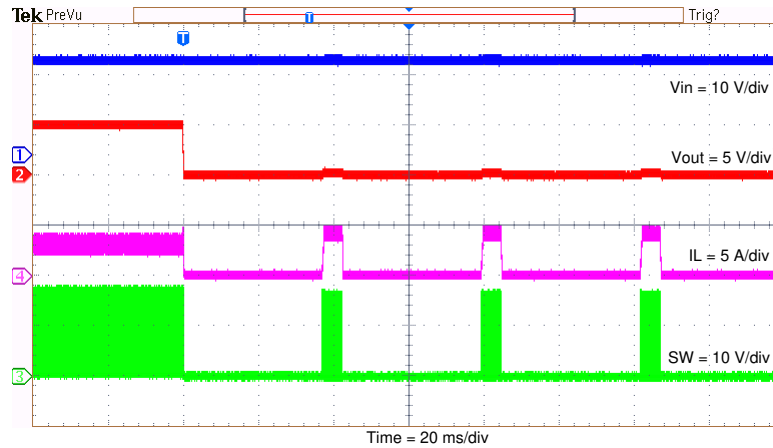


图 5-14. TPS56339EVM 短路保护

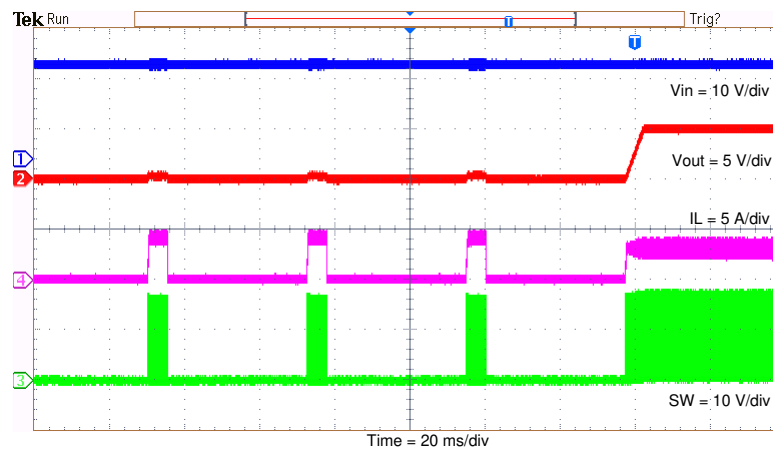


图 5-15. TPS56339EVM 短路恢复

## 5.11 热性能

图 5-16 显示了 TPS56339EVM 在  $V_{IN} = 19V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $I_{OUT} = 3A$  时的热性能。

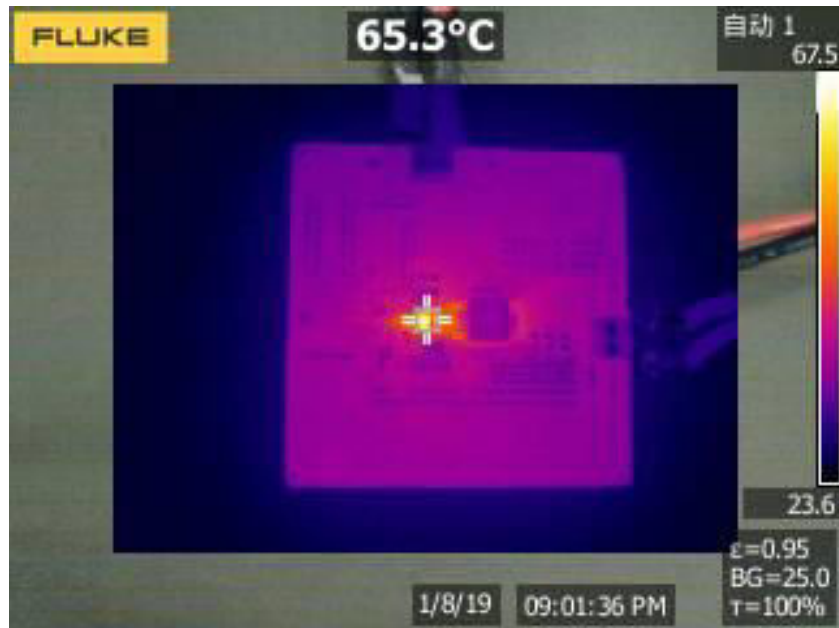


图 5-16. TPS56339EVM 热性能

## 6 电路板布局

本节提供了 TPS56339EVM, 的说明、电路板布局布线和分层图解。

### 6.1 布局

图 6-1、图 6-2 和 图 6-3 显示了 TPS56339EVM 的电路板布局布线。EVM 的顶层以用户应用的典型方式布局。顶层和底层为 2oz 覆铜。

顶层包含  $V_{IN}$ 、 $V_{OUT}$  和 SW 的主要电源布线。另外，顶层还有 TPS56339 剩余引脚的接线和一大块接地区域。为了方便将主输入旁路电容器尽可能靠近  $V_{IN}$  和 GND 引脚放置。输入去耦电容器 (C2 和 C3) 和自举电容器 (C4) 都尽可能靠近 IC。此外，电压设定点电阻分压器组件也保持靠近 IC。对于 TPS56339，可能需要一个额外的输入大容量电容器，具体取决于与输入电源的 EVM 连接。

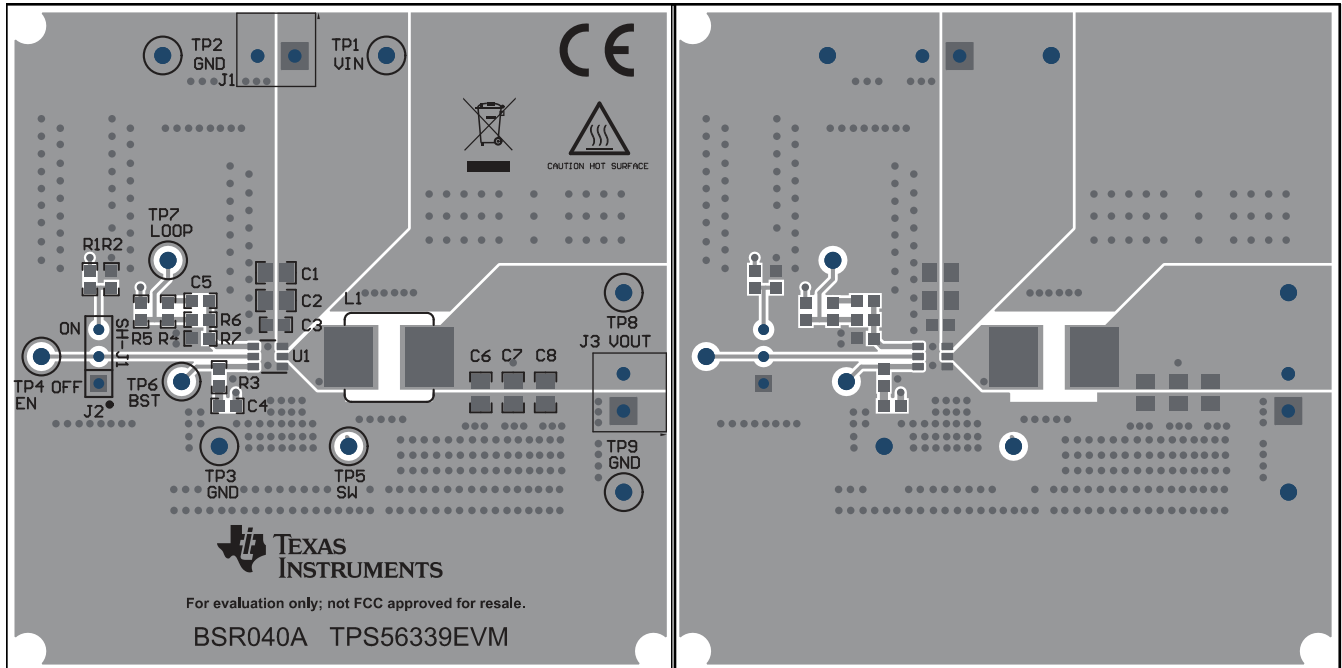


图 6-1. 顶层装配图

图 6-2. 顶层



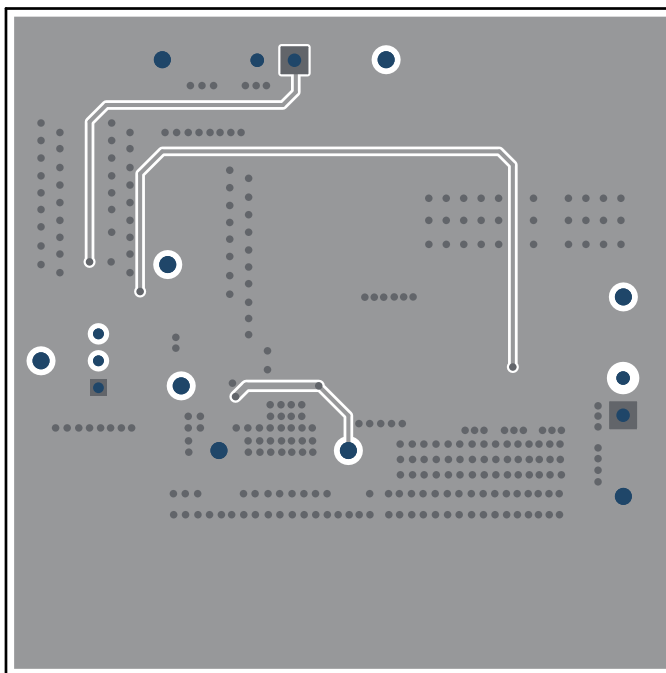


图 6-3. 底层

## 7 原理图和物料清单

本节提供了 TPS56339EVM 原理图和物料清单。

### 7.1 原理图

图 7-1 是 TPS56339EVM 的原理图。

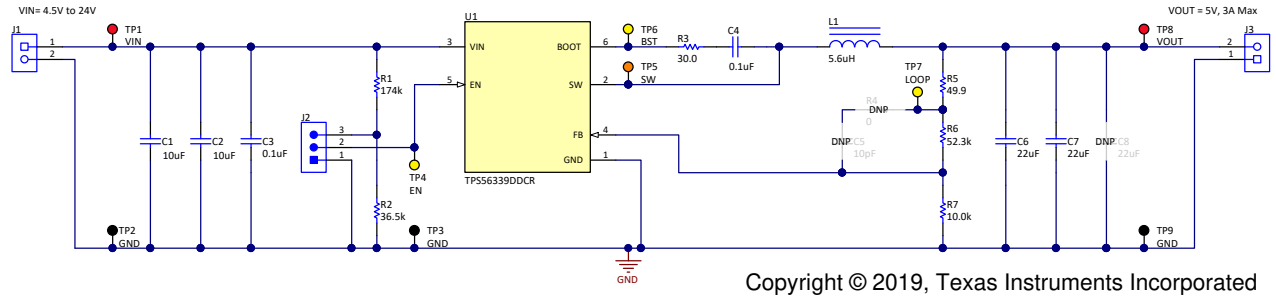


图 7-1. TPS56339EVM 原理图

## 7.2 物料清单

表 7-1 列出了 TPS56339EVM 的物料清单。

表 7-1. TPS56339EVM 物料清单

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
C1, C2	2	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 35V, +/- 10%, X5R, 0805	0805	GRM21BR6YA106KE43L	Murata		
C3、C4	2	0.1uF	电容器, 陶瓷, 0.1uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	885012206095	Murata		
C6、C7	2	22μF	电容, 陶瓷, 22 μF, 16V, +/-20%, X5R, 0805	0805	GRM21BR61C226ME44	Murata		
J1、J3	2		端子块, 3.5mm 间距, 2x1, TH	7.0x8.2x6.5mm	ED555/2DS	On-Shore Technology		
J2	1		接头, 100mil, 3x1, 锡, TH	接头, 3 引脚, 100mil, 锡	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions		
L1	1	5.6uH	电感器, 屏蔽, 铁粉, 5.6μH, 7.4A, 0.0268 Ω, SMD	322x158x322mil	SRP1038A-5R6M	Vishay-Dale	SRP1038A-5R6M	Bourns
R1	1	174k	电阻, 174k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RT0603BRD07174KL	Yageo America		
R2	1	36.5k	电阻, 36.5k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	'RT0603BRD0736K5L	Yageo America		
R3	1	30.0	电阻, 30.0Ω, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0730RL	Panasonic		
R5	1	49.9	电阻, 49.9, 0.5%, 0.1W, 0603	0603	RT0603DRE0749R9L	Yageo America		
R6	1	52.3k	电阻, 52.3k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	'RT0603BRD0752K3L	Susumu Co Ltd		
R7	1	10.0k	电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	'RT0603BRD0710KL	Yageo America		
SH-JP1	1	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	969102-0000-DA	3M		
TP1、TP8	2		测试点, 通用, 红色, TH	红色多用途测试点	5010	Keystone		
TP2、TP3、TP9	3		测试点, 通用, 黑色, TH	黑色多用途测试点	5011	Keystone		
TP4、TP6、TP7	3		测试点, 通用, 黄色, TH	黄色多用途测试点	5014	Keystone		
TP5	1		测试点, 通用, 橙色, TH	橙色通用测试点	5013	Keystone		
U1	1		4.5V 至 24V 输入、3A 同步降压稳压器, DDC0006A	DDC0006A	TPS56339DDCR	德州仪器 (TI)	TPS56339DDCT	德州仪器 (TI)

## 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

<b>Changes from Revision B (May 2019) to Revision C (July 2021)</b>	<b>Page</b>
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	<a href="#">3</a>
• 更新了用户指南的标题.....	<a href="#">3</a>
<b>Changes from Revision A (November 2018 May 2019) to Revision B ()</b>	<b>Page</b>
• 添加了 <a href="#">图 4-1</a> TPS56339EVM 正面和背面图像。 .....	<a href="#">7</a>

## 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