

# EVM User's Guide: TPS51375EVM

## TPS51375 降压转换器评估模块



### 说明

TPS51375EVM 是一个经全面组装和测试的电路，用于评估 TPS51375 转换器。此 EVM 的典型工作输入电压为 19.5V，并在 12A 电流下提供 0.77V 的输出。该器件集成了低  $R_{DS(ON)}$  功率 MOSFET，因此简单易用且高效，具有极少的外部元件，适用于空间受限的电源系统。

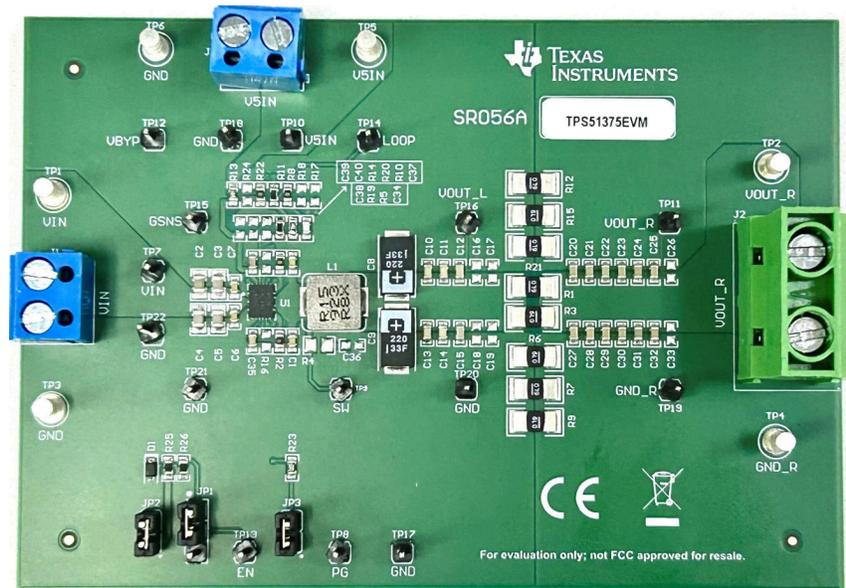
### 特性

- 输入电压范围为 4.5V 至 24V

- 0.6V 至 5.5V 可调节输出电压范围
- 支持 12A 的连续输出电流
- 轻负载条件下的 PSM 模式
- 针对 Intel MTL/ARL 中的 VNN-AON 轨优化的快速负载瞬态响应

### 应用

- 笔记本电脑和台式机
- 超极本、平板电脑
- 电视、STB
- 分布式电源系统



## 1 评估模块概述

### 1.1 引言

本用户指南介绍了德州仪器 (TI) TPS51375 评估模块 (EVM) 的特性、操作、性能和使用情况。TPS51375EVM 用于帮助用户轻松评估和测试 TPS51375 的操作和功能。本用户指南包含以下内容：

- 硬件设置说明
- EVM 的印刷电路板布局布线
- 原理图
- 物料清单
- EVM 的测试结果

TPS51375 是一款单通道 D-CAP3™ 控制模式同步降压转换器，只需使用少量外部元件，该器件具有以下特性：

- 输入电压范围为 4.5V 至 24V
- 可调节输出电压 ( 0.6V 至 5.5V )
- 集成型 10mΩ / 5mΩ MOSFET
- 支持 12A 的连续输出电流
- 270uA 低静态电流
- 25°C 时基准电压精度为 ±1.0%
- 可实现快速瞬态响应的 D-CAP3™
- 固定开关频率为 600kHz
- 在轻负载条件下以 Eco-mode™ 运行

### 1.2 套件内容

- TPS51375EVM 电路板
- EVM 免责声明自述文件
- 原型设计 EVM 免责声明自述文件

### 1.3 规格

表 1-1 对 TPS51375EVM 性能规格进行了汇总。除非另有说明，提供的规格适用于 19.5V 输入电压和 0.77V 输出电压。除非另有说明，所有测量的环境温度均为 25°C。

表 1-1. TPS51375EVM 性能规格汇总

规格		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>IN</sub>	输入电压		4.5	19.5	24	V
CH1	输出电压			0.77		V
	输出电压纹波	0-12A 负载		10		mV <sub>p-p</sub>
	最小输出电压	0A-10A 负载, 10A/μs	720			mV
	最大输出电压	7A-17A 负载, 10A/μs			827.5	mV
	运行频率	V <sub>IN</sub> = 12V, I <sub>OUT</sub> = 12A		600		kHz
	输出电流范围		0		12	A
	过流限值	V <sub>IN</sub> = 12V, L <sub>OUT</sub> = 150nH	22	26	30	A

图 1-1 展示了基于 TPS51375 的同步降压转换器的原理图。

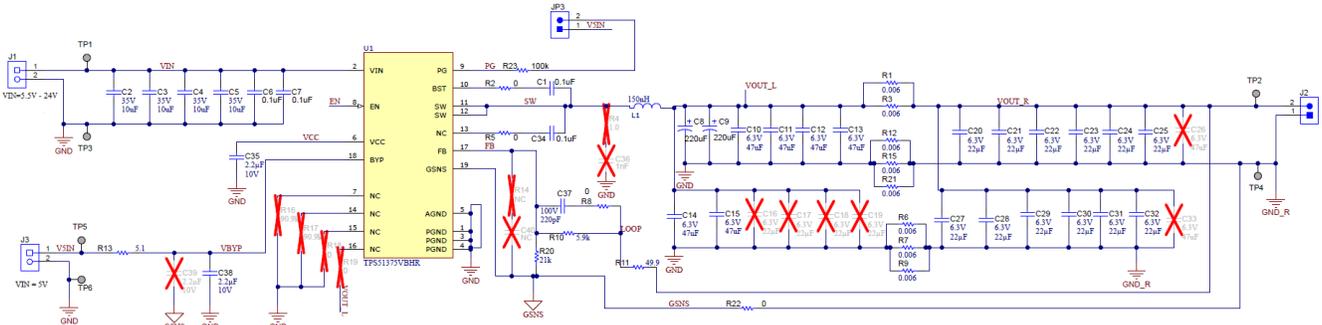


图 1-1. TPS51375 同步降压稳压器简化原理图

## 1.4 器件信息

TPS51375 评估模块 (EVM) 是一款单通道同步降压转换器，可在 4.5V 至 24V 输入范围内以 12A 电流提供 0.77V 的输出。为了仿真从降压转换器到负载的导线电阻，在输出路径上放置了额外的电阻器。客户可以根据实际的 PCB 导线电阻进行调整，或者当负载刚好在转换器附近时将其移除。

表 1-2. 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
TPS51375EVM	4.5V 至 24V	0A 至 12A

## 2 硬件

### 2.1 测试装置和过程

#### 2.1.1 EVM 连接

参考表 2-1 所述的 EVM 连接，建议用于评估 TPS51375 的测试装置如图 2-1 所示。在提供 ESD 保护的工作站上工作时，请确保在处理 EVM 之前已连接所有腕带、靴带或垫子以使用户接地。

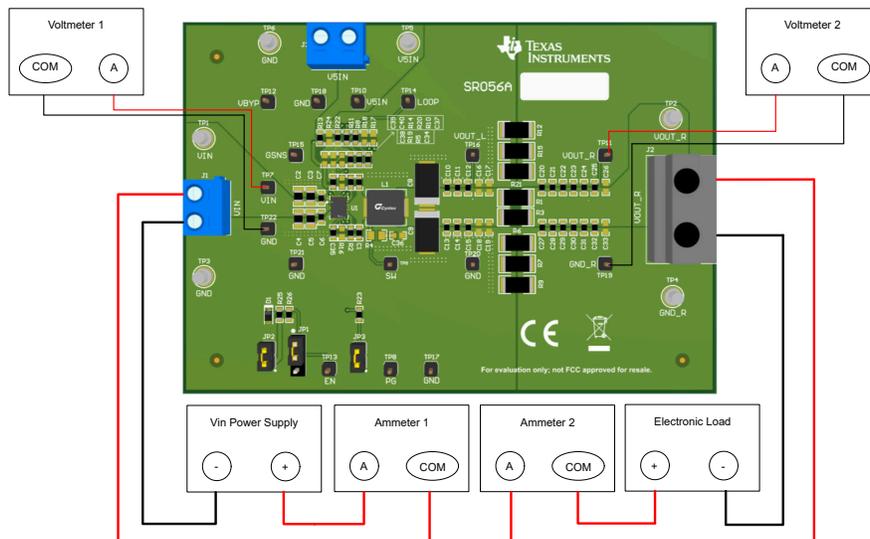


图 2-1. EVM 测试设置

表 2-1. EVM 电源接头

标签	说明
VIN	正输入电压电源和检测连接
GND	负输入电压电源和检测连接
VOUT_R	负载侧的正输出电压电源和检测连接
GND_R	负载侧的负输出电压电源和检测连接
V5IN	正旁路电压电源和检测连接
GND	负旁路电压电源和检测连接

表 2-2. EVM 信号接头

标签	说明
SW	连接到电感器和自举电容器以进行降压的开关节点
PG	电源正常状态指示器
EN	降压转换器的使能输入
VOUT_R	负载侧的输出电压检测连接
GND_R	负载侧的接地检测连接
BODE	环路响应的注入点

### 2.1.2 测试设备

**电压源：**使用能够提供 0V 至 24V 电压和 2A 电流的输入电压源。使用能够提供 0V 至 5V 电压和 0.1A 电流的可选旁路电压源。

**万用表：**

- **电压表 1：** VIN\_SNS 与 GND\_SNS 之间的输入电压。将电压表设置为具有 100M $\Omega$  的输入阻抗。
- **电压表 2：** VOUT\_SNS 与 GND\_SNS 之间的输出电压。将电压表设置为具有 100M $\Omega$  的输入阻抗。
- **电流表 1：** 输入电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。
- **电流表 2：** 输出电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。

**电子负载：**负载必须是电子恒阻 (CR) 或恒流 (CC) 模式负载，能够在 0.77V 电压下支持 0A<sub>DC</sub> 至 12A<sub>DC</sub> 电流。对于空载输入电流测量，请断开电子负载，因为它会消耗少量剩余电流。

**示波器：**将示波器带宽设置为 20MHz 并采用交流耦合模式，使用示波器探头通常提供的短接地引线直接测量输出电容器两端的输出电压纹波。将示波器探头尖端放在输出电容器的正极端子上，通过接地引线将探头的接地筒形连接器固定到电容器的负极端子。TI 不建议使用长引线接地，因为这会在接地回路很大时引起额外的噪声。若要测量其他波形，请根据需要调整示波器。

**安全性：**在接触任何可能带电或通电的电路时，请务必小心。

### 2.1.3 建议的测试设置

#### 2.1.3.1 输入接头

1. 在连接直流输入源之前，将输入电源的电流限值设置为最大 0.1A。确认输入源最初设置为 0V 并连接到 VIN\_SNS 和 GND\_SNS 连接点，如图 2-1 所示。
2. 连接旁路直流源并将输入电源的电流限值设置为最大 0.1A。确认输入源最初设置为 0V 并连接到 V5IN 和 GND 连接点，如图 2-1 所示。
3. 在 VIN\_SNS 和 GND\_SNS 连接点上连接电压表 1 以测量输入电压。
4. 连接电流表 1 以测量输入电流并设置为具有至少 1 秒的孔径时间。

#### 2.1.3.2 输出接头

1. 将电子负载连接至 VOUT 接头。在施加输入电压之前，将负载设置为恒阻模式或恒流模式，电流为 0A。
2. 在 VOUT\_SNS 和 GND\_SNS 接头连接电压表 2 以测量输出电压。

3. 连接电流表 2，以测量输出电流。

#### 2.1.4 测试过程

##### 2.1.4.1 线路和负载调节，效率

1. 如前所述设置 EVM。
2. 将负载设置为恒阻或恒流模式并具有 0A 的灌电流。
3. 将输入源从 0V 增加到 24V；使用电压表 1 测量输入电压。
4. 将旁路源从 0V 增大到 5V。
5. 将输入电源的电流限值增加到 2A。
6. 使用电压表 2 测量输出电压  $V_{OUT}$ ，将负载电流从 0A 更改为 12A<sub>DC</sub>； $V_{OUT}$  必须保持在负载调节规格之内。
7. 将负载电流设置为 6A ( 50% 额定负载 ) 并将输入源电压从 4.5V 更改为 24V； $V_{OUT}$  必须保持在线路调节规格之内。
8. 将负载降至 0A。将输入源电压降至 0V。将旁路源电压降至 0V。

### 3 实现结果

#### 3.1 性能数据和结果

图 3-1 至图 3-12 展示了 TPS51375EVM 的典型性能曲线。实际性能数据可能会受到测量技术和环境变量的影响，因此这些曲线仅供参考，并可能与实际现场测量结果有所不同。

##### 3.1.1 EVM 特性

表 3-1 列出了电气特性。

表 3-1. 电气性能特性

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入特性</b>					
输入电压范围, $V_{IN}$	工作	4.5	19.5	24	V
非开关输入电流 $I_{VIN}$	无负载, $V_{EN} = 5V$ , 非开关 $V_{IN} = 12V$		270		$\mu A$
关断时的输入电流 $I_{VINSDN}$	无负载, $V_{EN} = 0V$ , PG 断开 $V_{IN} = 12V$		3		$\mu A$
EN 阈值高电平, $V_{EN(ON)}$	$T_J = 25^\circ C$	1			V
EN 阈值低电平, $V_{EN(OFF)}$	$T_J = 25^\circ C$			0.4	V
<b>输出特性</b>					
输出电压, $V_{OUT}$	$T_J = 25^\circ C$		0.77		V
输出电流 $I_{OUT}$	$V_{IN} = 4.5V$ 至 $24V$	0		12	A
软启动时间, $t_{SS}$	内部固定软启动时间		1		ms
<b>系统特性</b>					
开关频率, $F_{SW}$	CCM 运行		600		kHz
TPS51375 运行结温, $T_J$		-40		125	$^\circ C$

##### 3.1.2 转换效率

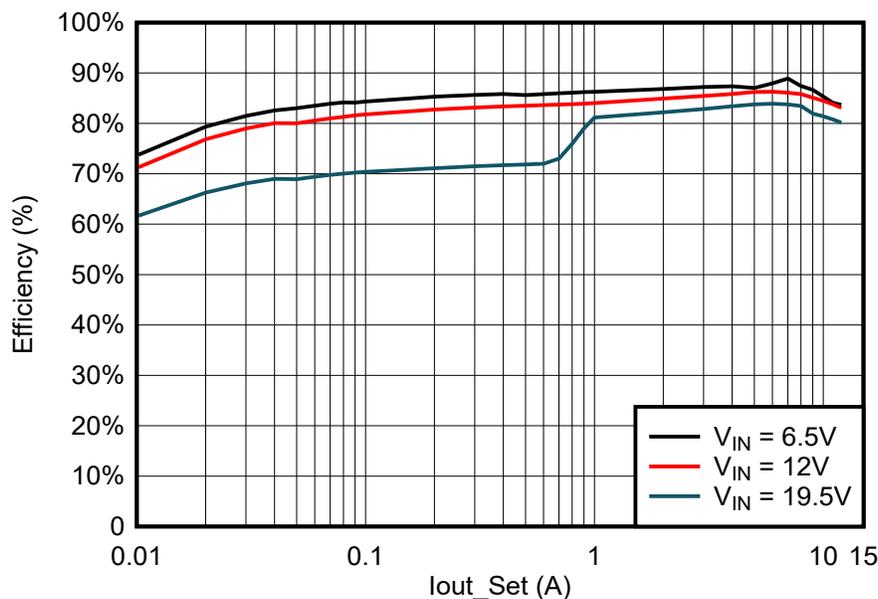


图 3-1. 效率,  $V_{BYP} = 5V$ ,  $V_{OUT} = 0.77V$

### 3.1.3 工作波形

#### 3.1.3.1 通过 EN 启动和关断

下图显示了相对于 EN 的 TPS51375EVM 启动和关断波形。

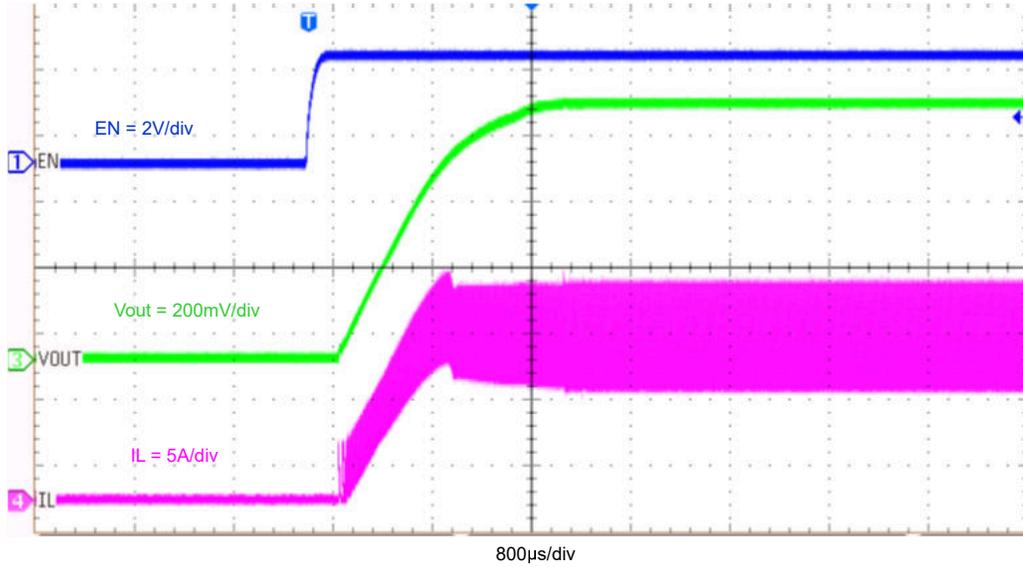


图 3-2. 相对于 EN 的启动， $V_{IN} = 19.5V$ ， $I_{OUT} = 12A$

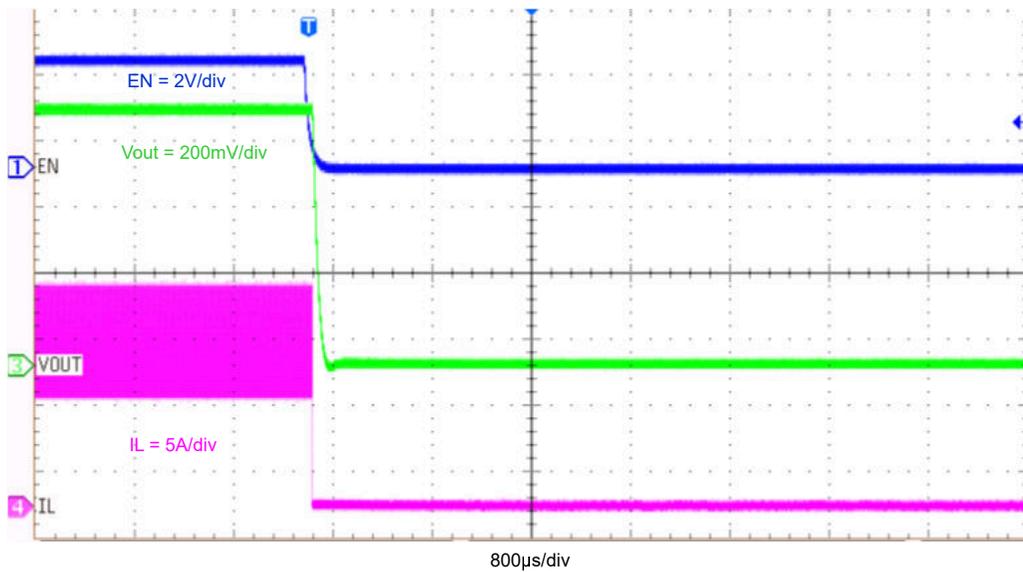


图 3-3. 相对于 EN 的关断， $V_{IN} = 19.5V$ ， $I_{OUT} = 12A$

### 3.1.3.2 通过 VIN 启动

图 3-4 展示了 TPS51375EVM 相对于 VIN 的启动波形。

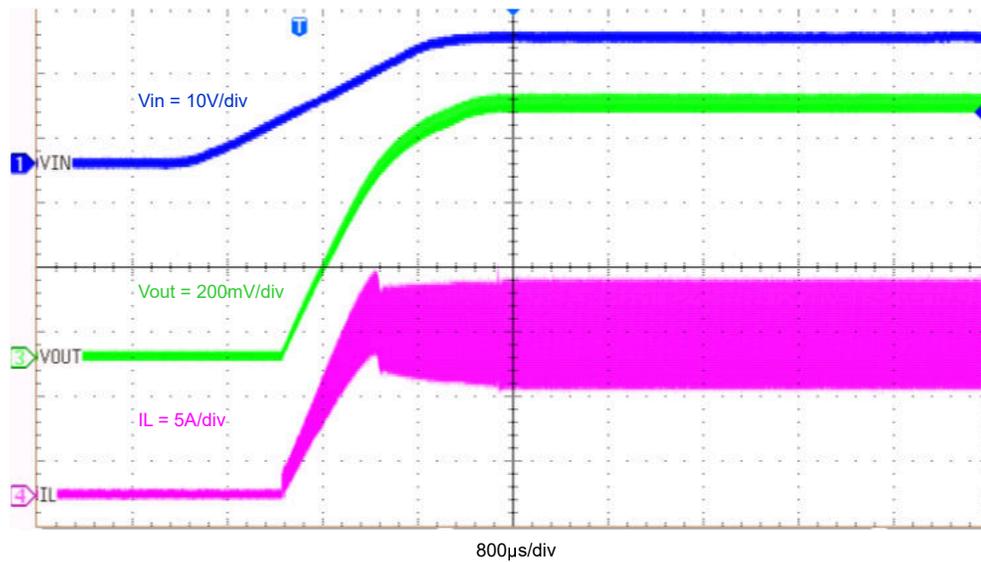


图 3-4. 相对于 VIN 的启动， $V_{EN} = 3.3V$ ， $I_{OUT} = 12A$

### 3.1.3.3 负载瞬态响应

图 3-5、图 3-6、图 3-7 和图 3-8 展示了 TPS51375EVM 负载瞬态响应。

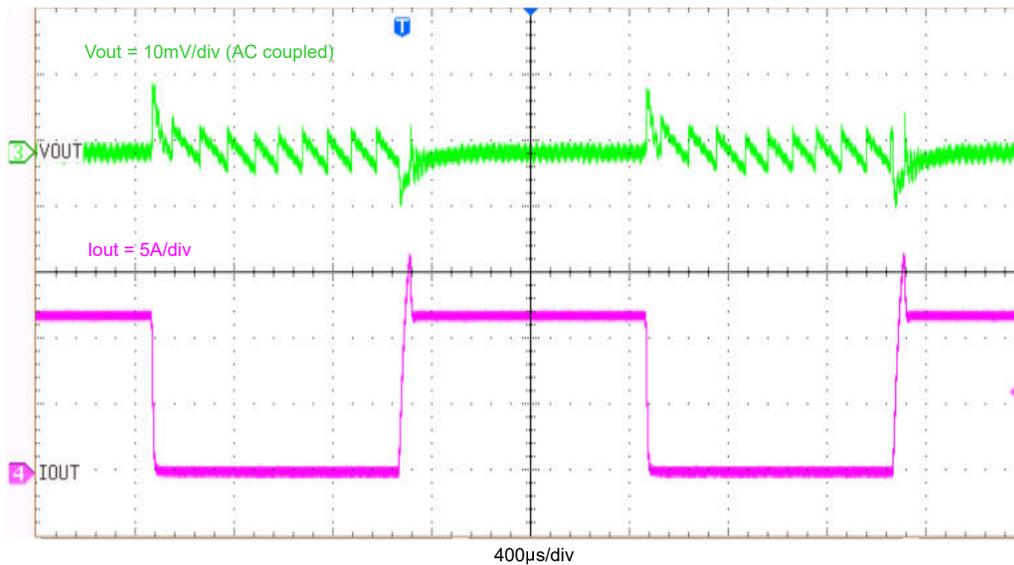


图 3-5.  $V_{IN} = 19.5V$ 、 $V_{EN} = 3.3V$ 、以  $1.6A/\mu s$  的速度从  $0A$  变为  $12A$  时的负载瞬态响应

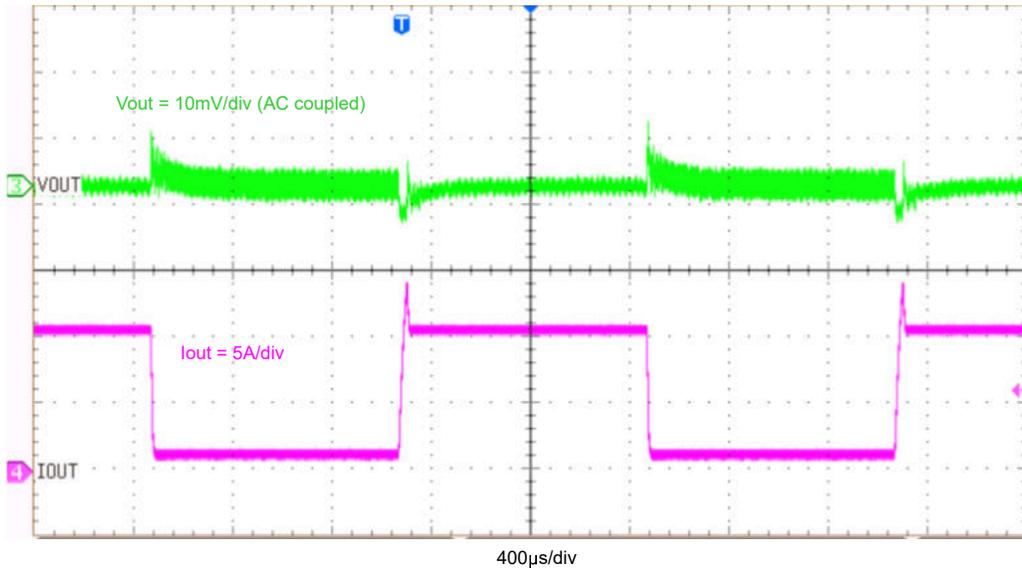


图 3-6.  $V_{IN} = 19.5V$ 、 $V_{EN} = 3.3V$ 、以  $1.6A/\mu s$  的速度从  $1.2A$  变为  $10.8A$  时的负载瞬态响应

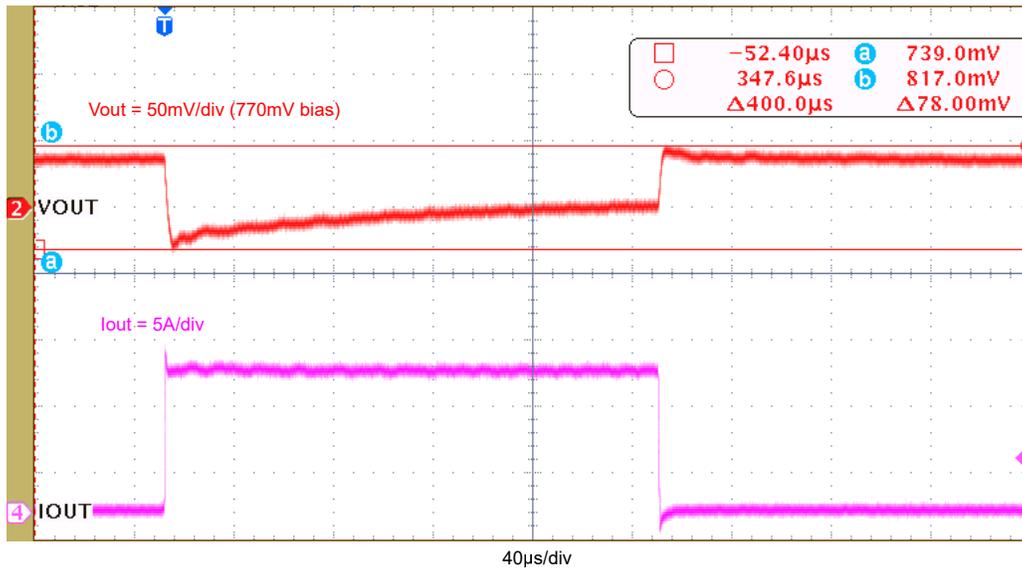


图 3-7.  $V_{IN} = 19.5V$ 、 $V_{EN} = 3.3V$ 、以  $9.5A/\mu s$  的速度从  $0A$  变为  $10A$  时的负载瞬态响应

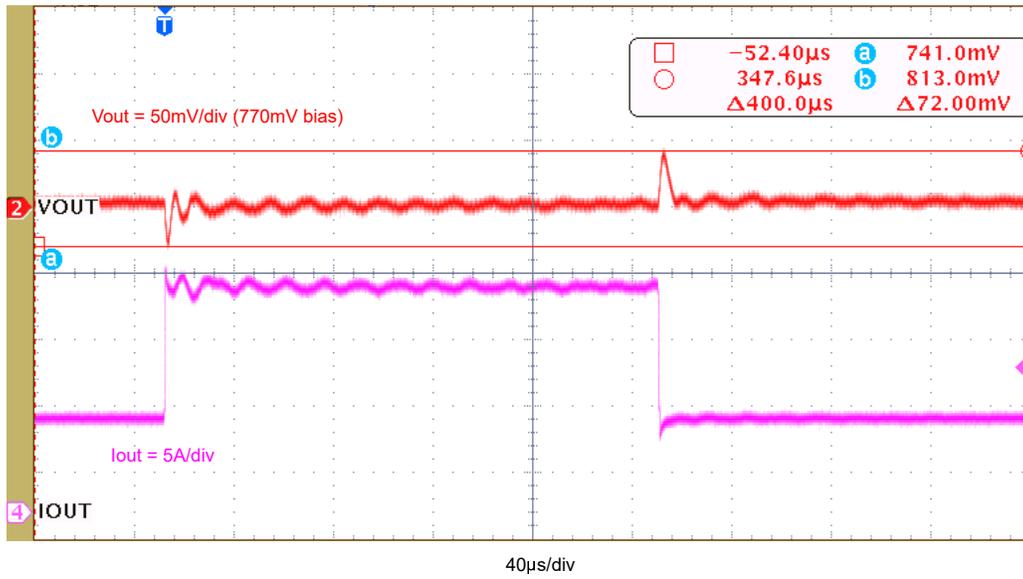


图 3-8.  $V_{IN} = 19.5V$ 、 $V_{EN} = 3.3V$ 、以  $9.5A/\mu s$  的速度从 7A 变为 17A 时的负载瞬态响应

### 3.1.3.4 输出电压纹波

图 3-9 和图 3-10 展示了 TPS51375EVM 的输出电压纹波。

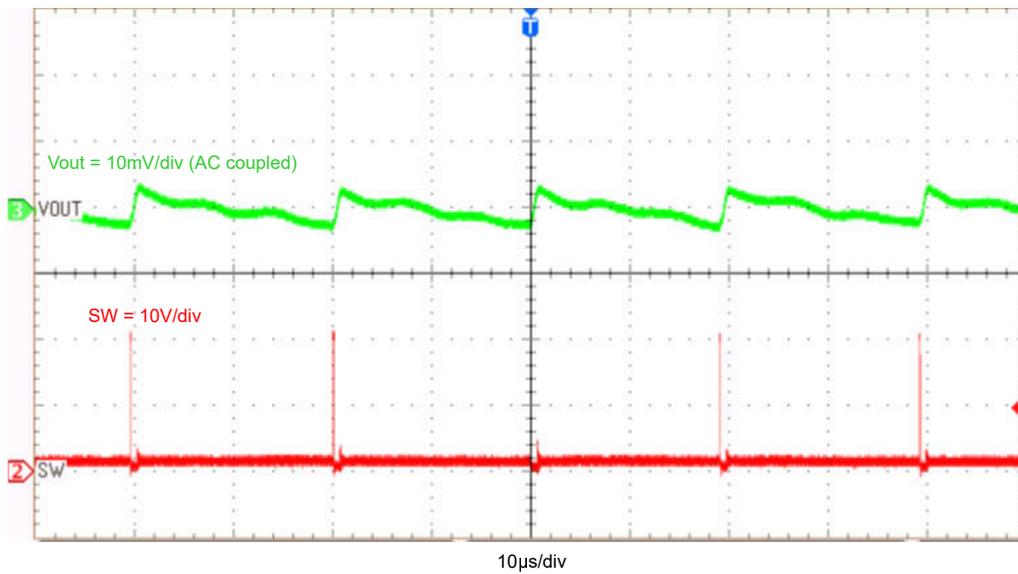


图 3-9. TPS51375EVM 输出电压纹波， $I_{OUT} = 0.1A$ ，PSM 模式

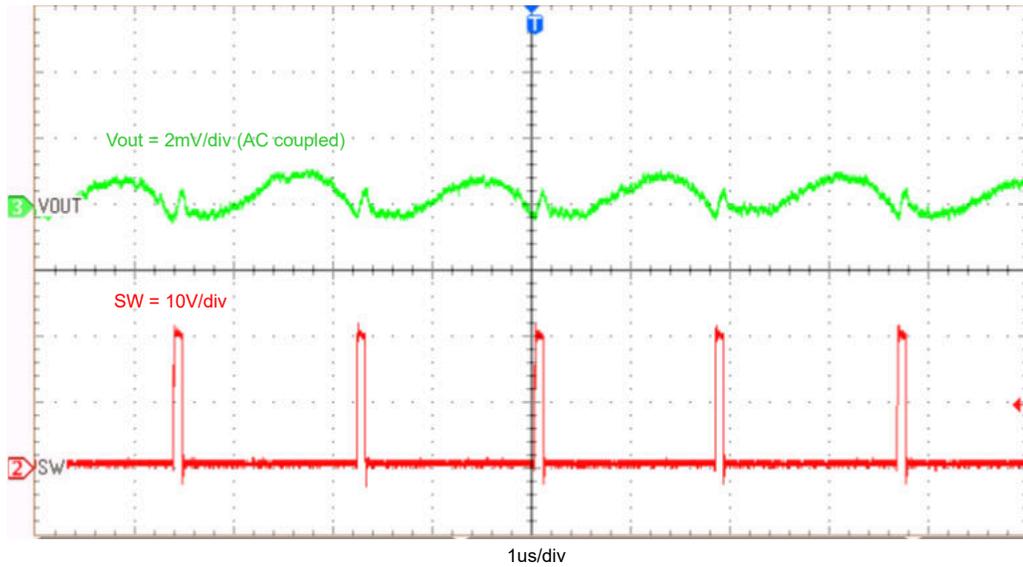


图 3-10. TPS51375EVM 输出电压纹波,  $I_{OUT} = 12A$

### 3.1.4 热性能

图 3-11 和图 3-12 所示为热性能图像。

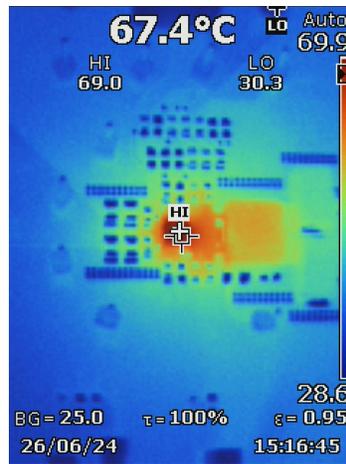


图 3-11. 热性能,  $V_{IN} = 12V$ ,  $I_{OUT} = 12A$ ,  $T_{amb} = 25^\circ C$ , 无气流

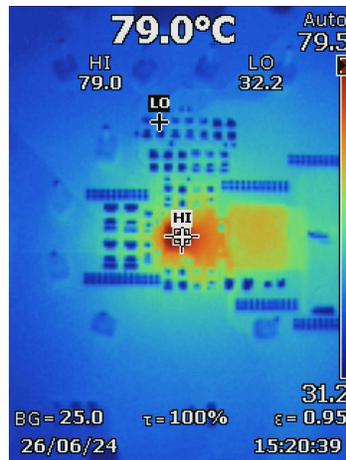


图 3-12. 热性能,  $V_{IN} = 19.5V$ ,  $I_{OUT} = 12A$ ,  $T_{amb} = 25^\circ C$ , 无气流

## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

下图显示了 TPS51375EVM 的原理图。

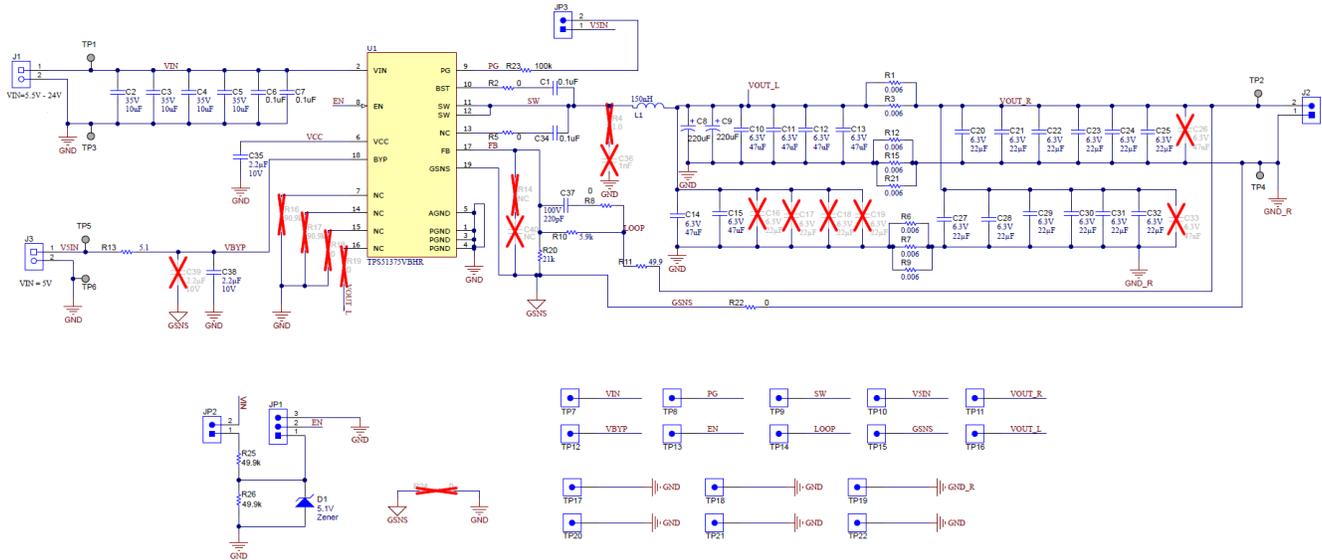


图 4-1. TPS51375EVM 原理图

### 4.2 PCB 布局

图 4-2 至图 4-5 展示了使用铜厚度为 2oz 的四层 PCB 的 TPS51375EVM 设计。

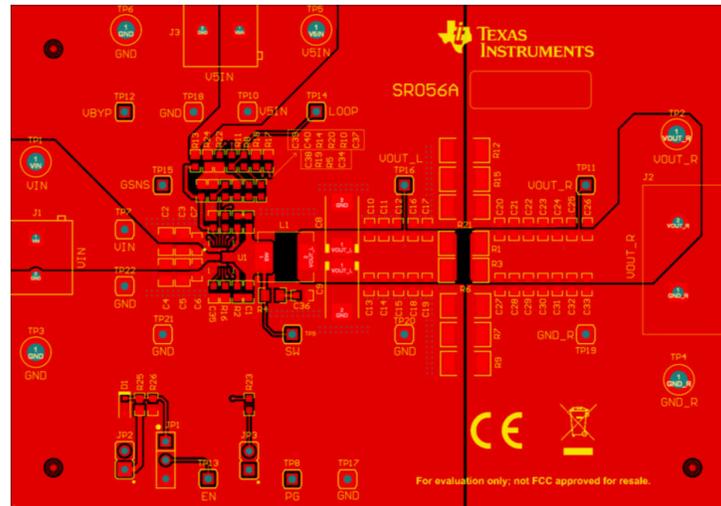


图 4-2. 顶层铜 (顶视图)

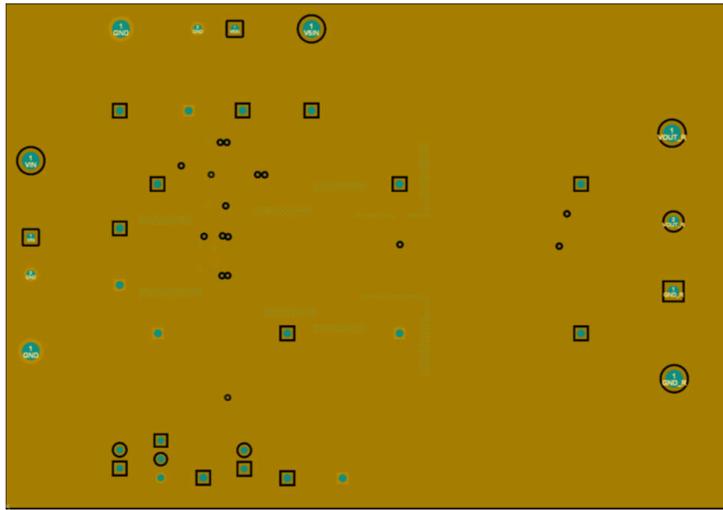


图 4-3. 第 2 层铜 ( 顶视图 )

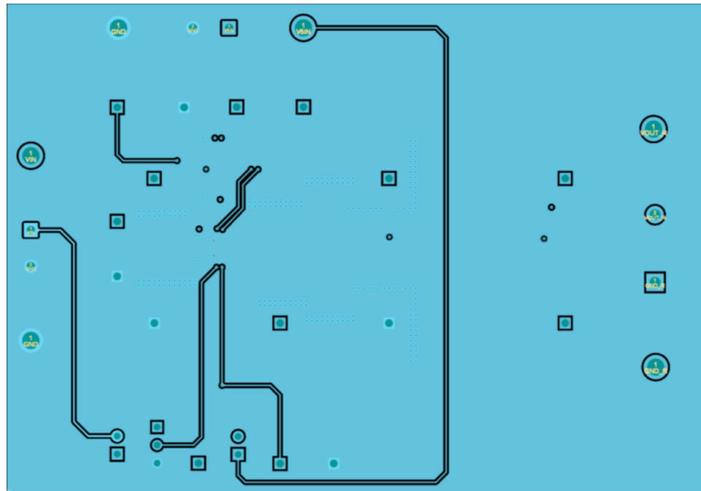


图 4-4. 第 3 层铜 ( 顶视图 )

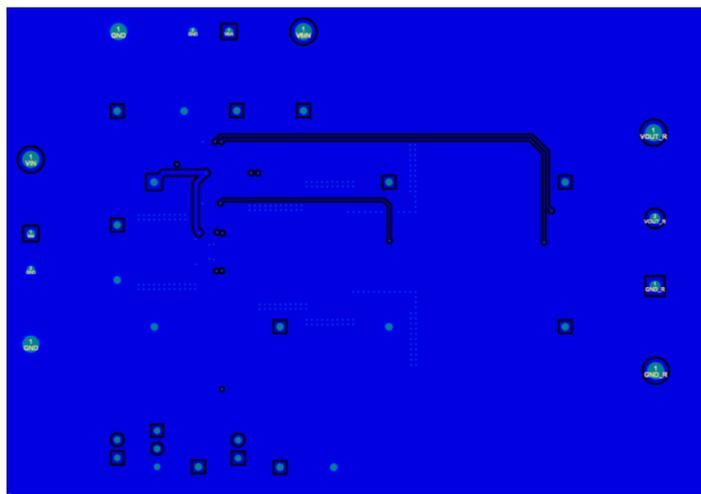


图 4-5. 底层铜 ( 顶视图 )

### 4.2.1 多层叠

#	Name	Material	Type	Weight	Thickness	Dk
	Top Overlay		Overlay			
	Top Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5
1	Top Layer	CF-005	Signal	2oz	2.756mil	
	Dielectric 1	PP-006	Prepreg		2.8mil	4.1
2	Layer 1	CF-004	Signal	1oz	1.378mil	
	Dielectric1	FR-4 High Tg	Core		59.2mil	4.8
3	Layer 2	CF-004	Signal	1oz	1.378mil	
	Dielectric 2	PP-006	Prepreg		2.8mil	4.1
4	Bottom Layer	CF-005	Signal	2oz	2.756mil	
	Bottom Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5
	Bottom Overlay		Overlay			

图 4-6. 层堆叠

### 4.2.2 元件图

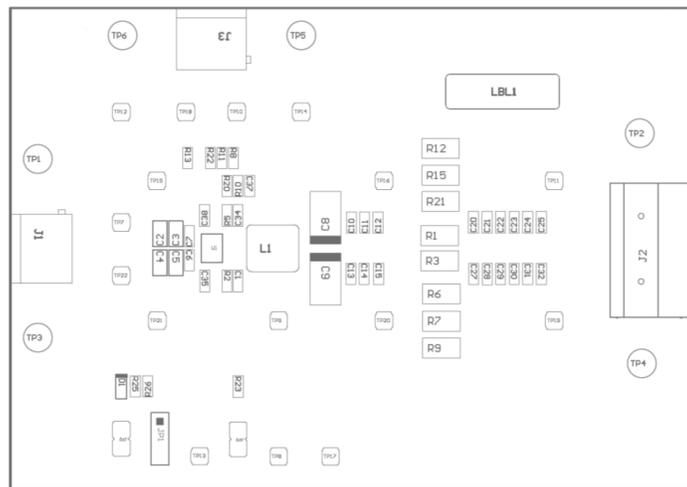


图 4-7. 顶层元件图

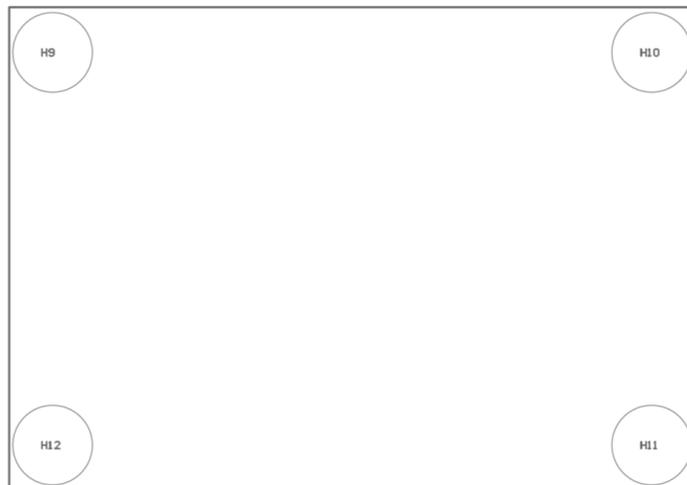


图 4-8. 底层元件图

### 4.3 物料清单

表 4-1 显示了 TPS51375EVM 物料清单。

表 4-1. 物料清单

位号	数量	说明	器件型号	制造商 <sup>(1)</sup>
!PCB1	1	印刷电路板	SR056	不限
C1、C6、C7、C34	4	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, $\pm$ 10%, X7R, 0603	C1608X7R1H104K080AA	TDK
C2、C3、C4、C5	4	电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 35V, $\pm$ 20%, X5R, 0805	GRM21BR6YA106KE43L	MuRata
C8、C9	2	电容, 钽聚合物, 220 $\mu$ F, 6.3V, $\pm$ 20%, 0.005 $\Omega$ , 7.3 $\times$ 4.3mm, SMD	6TPF220M5L	Panasonic
C10、C11、C12、C13、C14、C15	6	电容, 陶瓷, 47 $\mu$ F, 6.3V, $\pm$ 20%, X5R, 0603	GRM188R60J476ME15D	MuRata
C20、C21、C22、C23、C24、C25、C27、C28、C29、C30、C31、C32	12	电容, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 6.3V, $\pm$ 20%, X5R, 0603	GRM188R60J226ME15D	MuRata
C35、C38	2	电容, 陶瓷, 2.2 $\mu$ F, 10V, $\pm$ 10%, X7R, 0603	GRM188R71A225KE15D	MuRata
C37	1	电容, 陶瓷, 220pF, 100V, $\pm$ 5%, C0G/NP0, 0603	GCM1885C2A221JA16D	MuRata
D1	1	二极管, 齐纳, 5.1V, 200mW, SOD-323	MMSZ5231BS-7-F	Diodes Inc.
H9、H10、H11、H12	4	Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、J3	2	端子块, 5.08mm, 2x1, 黄铜, TH	ED120/2DS	On-Shore Technology
J2	1	端子块, 30A, 9.52mm, 2 位, TH	OSTT7022150	On-Shore Technology
JP1	1	接头, 100mil 3x1, 锡, TH	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
JP2、JP3	2	接头, 100mil, 2x1, 镀金, TH	PBC02SAAN	Sullins Connector Solutions
L1	1	电感, 150nH, 20A, 0.00098 $\Omega$ , SMD	CMLE063T-R15MS0R987	Cyntec
LBL1	1	热转印打印标签, 0.650" (宽) $\times$ 0.200" (高) - 10,000/卷	THT-14-423-10	Brady
R1、R3、R6、R7、R9、R12、R15、R21	8	电阻, 0.006, 1%, 1W, 2010	WSL20106L000FEA18	Vishay-Dale
R2、R5	2	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R8、R22	2	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	RC0603JR-070RL	Yageo
R10	1	电阻, 5.9k $\Omega$ , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD075K9L	Yageo America

**表 4-1. 物料清单 (续)**

位号	数量	说明	器件型号	制造商 <sup>(1)</sup>
R11	1	电阻, 49.9, 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD0749R9L	Yageo America
R13	1	电阻, 5.1, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06035R10JNEA	Vishay-Dale
R20	1	电阻, 21.0k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0721KL	Yageo
R23	1	电阻, 100k $\Omega$ , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R25、R26	2	电阻, 49.9k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0749k9L	Yageo
SH-J1、SH-J2、SH-J3	3	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6	6	端子, 调整钮, TH, 三联	1598-2	Keystone
TP7、TP8、TP9、TP10、TP11、TP12、TP13、TP14、TP15、TP16、TP17、TP18、TP19、TP20、TP21、TP22	16	插头, 2.54mm, 1 $\times$ 1, 镀金, TH	61300111121	Würth Elektronik
U1	1	4.5V 至 24V 输入, 12A 同步降压转换器, WQFN-FCRLF	TPS51375VBHR	德州仪器 (TI)
C16、C17、C18、C19	0	电容, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 6.3V, +/-20%, X5R, 0603	GRM186R60J226ME15D	MuRata
C26、C33	0	电容, 陶瓷, 47 $\mu$ F, 6.3V, $\pm$ 20%, X5R, 0603	GRM188R60J476ME15D	MuRata
C36、C40	0	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, $\pm$ 5%, X7R, 0603	CL10C102JB8NNNC	Samsung Electro-Mechanics
C39	0	电容, 陶瓷, 2.2 $\mu$ F, 10V, $\pm$ 10%, X7R, 0603	GRM188R71A225KE15D	MuRata
R4	0	电阻, 1.0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW08051R00JNEA	Vishay-Dale
R14、R18、R19、R24	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R16、R17	0	电阻, 90.9k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0790K9L	Yageo

(1) 除非备选器件型号或备选制造商栏中另有说明, 否则所有器件均可替换为等效产品。

## 5 合规信息

### 5.1 合规性和认证

- [TPS51375EVM 欧盟关于限制有害物质 \(RoHS\) 使用的符合性声明 \(DoC\)](#)

## 6 其他信息

### 6.1 商标

D-CAP3™ and Eco-mode™ are trademarks of Texas Instruments.  
所有商标均为其各自所有者的财产。

## 7 相关文档

请参阅以下相关文档：

- [TPS51375 4.5V 至 24V、12A 同步降压转换器数据表](#)

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司