

# TPS51113 降压控制器评估模块用户指南



## 内容

1 引言.....	2
2 说明.....	2
3 典型应用.....	2
4 特性.....	2
5 电气性能规格.....	2
6 原理图.....	3
7 测试设置.....	4
8 测试步骤.....	6
9 性能数据和典型特性曲线.....	7
10 EVM 装配图和 PCB 布局.....	10
11 物料清单.....	11
12 参考文献.....	11
13 修订历史记录.....	11

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

TPS51113-EVM 评估模块 (EVM) 是一款高效的单相同步降压转换器，通过 12V 输入总线在高达 25A 的电流下提供 1.2V 固定输出。该 EVM 用于评估 TPS51113 同步降压控制器。

## 2 说明

TPS51113-EVM 旨在使用 12V ( 8V 至 14V ) 稳压总线，在高达 25A 的负载电流下产生大电流、1.2V 稳压输出。TPS51113-EVM 旨在演示 TPS51113 在典型低电压应用中的工作原理，同时提供许多测试点来评估 TPS51113 的性能。

## 3 典型应用

- 用于服务器和台式机电源的大电流系统转换器
- 用于电信和数据通信应用的负载点非隔离式直流/直流转换器

## 4 特性

TPS51113-EVM 的特性包括：

- 25A 直流稳态电流
- 启动至预偏置输出
- 300kHz 开关频率
- 用于实现使能功能的 JP1
- 用于探测关键波形和环路响应测试的便捷测试点
- 四层 PCB，镀有 2 盎司铜
- 所有元件均位于顶层

## 5 电气性能规格

表 5-1 给出了 EVM 性能规格。

表 5-1. 性能规格汇总

规格	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入特性</b>					
$V_{IN}$ 输入电压范围		8	12	14	V
$I_{IN(max)}$ 最大输入电流	$V_{IN} = 8V, I_O = 25A$			4.3	A
$I_{IN}$ 空载输入电流	$V_{IN} = 14V, I_O = 0A$			100	mA
<b>输出特性</b>					
$V_{OUT}$ 输出电压			1.2		V
$V_{REG}$ 输出电压调节	线路调整率			0.1%	
	负载调整率			0.3%	
$V_{RIPPLE}$ 输出电压纹波	$V_{IN} = 12V, I_O = 25A$			40	mVpp
输出负载电流		0		25	A
输出过流阈值			33		A
<b>系统特性</b>					
$f_{SW}$ 开关频率			300		kHz
$\eta$ 峰值效率	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 1.2V, I_O = 18A$		89.19%		
$\eta$ 满负载效率	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 1.2V, I_O = 25A$		88.57%		
$T_A$ 工作环境温度			25		°C

## 6 原理图

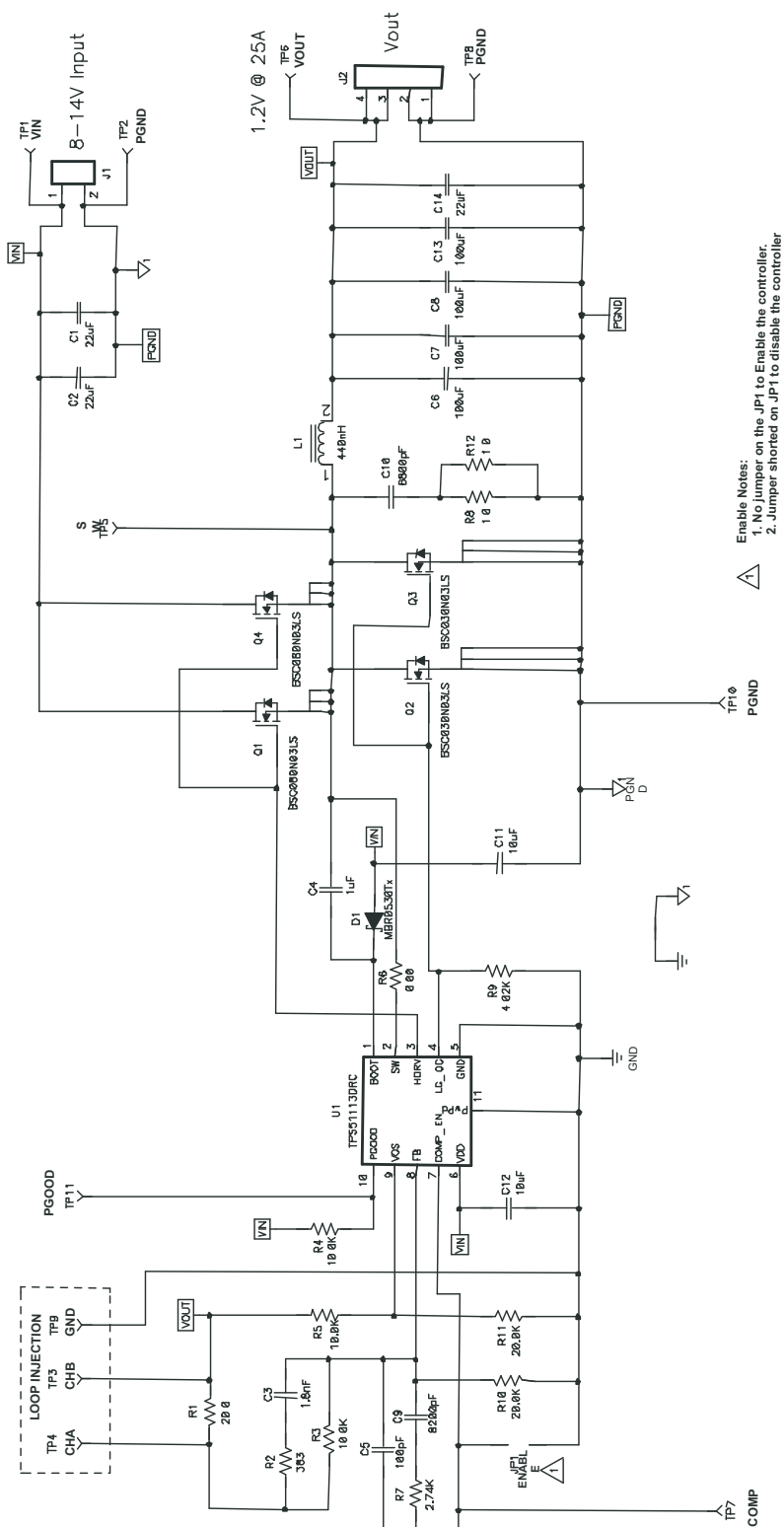


图 6-1. TPS51113-EVM 原理图

## 7 测试设置

### 7.1 测试设备

#### 7.1.1 电压源

输入电压源  $V_{IN}$  应是能够提供  $10A_{DC}$  的 0V 至 14V 可变直流电源。将  $V_{IN}$  连接到 J1，如图 7-2 所示。

#### 7.1.2 万用表

应使用 0V 至 15V 的电压表在 TP1 ( $V_{IN}$ ) 和 TP2 (GND) 上测量  $V_{IN}$ 。量程为 0V 至 5V 的电压表用于在 TP6 ( $V_{OUT}$ ) 和 TP8 (GND) 上测量输出电压。图 7-2 中所示的量程为 0A 至 10A 的电流表 (A1) 用于测量输入电流。

#### 7.1.3 输出负载

输出负载应该是一个恒定电阻模式的电子负载，在 1.2V 电压下支持  $0A_{DC}$  至  $30A_{DC}$  电流。

#### 7.1.4 示波器

可以使用数字或模拟示波器来测量输出纹波。应针对以下条件来设置示波器：

- 1M $\Omega$  阻抗
- 20MHz 带宽
- 交流耦合
- 2  $\mu$ s/div 水平分辨率
- 50mV/div 垂直分辨率

可以使用测试点 TP6 和 TP8 来测量输出纹波电压。将示波器探头尖端穿过 TP6 并将接地筒靠在 TP8 上，如图 7-1 所示。由于接地环路较大，使用引线接地可能会产生额外的噪声。

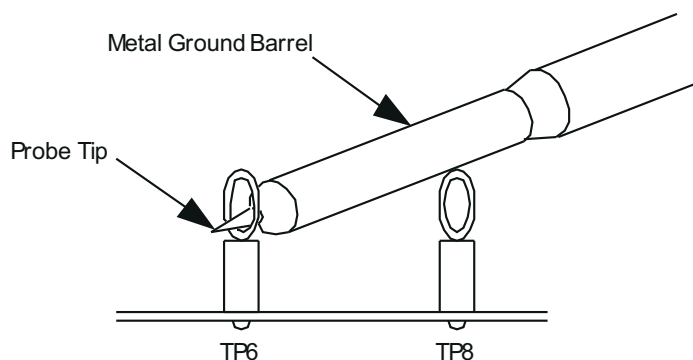


图 7-1.  $V_{OUT}$  纹波的尖端和接地筒测量

#### 7.1.5 风扇

在运行过程中，此 EVM 上的某些元件可能会达到 60°C 的温度。建议使用一个 200 – 400 LFM 的小型风扇来降低 EVM 运行时的元件温度。风扇未运行时不应探测 EVM。

#### 7.1.6 建议线规

对于  $V_{IN}$  到 J1 (12V 输入)，每个输入连接的建议线规是 1 × AWG #14，导线总长度小于 4 英尺 (2 英尺用于输入，2 英尺用于返回)。对于 J2 到负载，建议的最低线规为 2 × AWG #14，导线总长度小于 4 英尺 (2 英尺用于输出，2 英尺用于返回)。

## 7.2 建议的测试设置

图 7-2 是建议用于评估 TPS51113-EVM 的测试设置。在 ESD 工作站上工作时，请确保在为 EVM 加电之前已连接所有腕带、靴带或垫子以使用户接地。

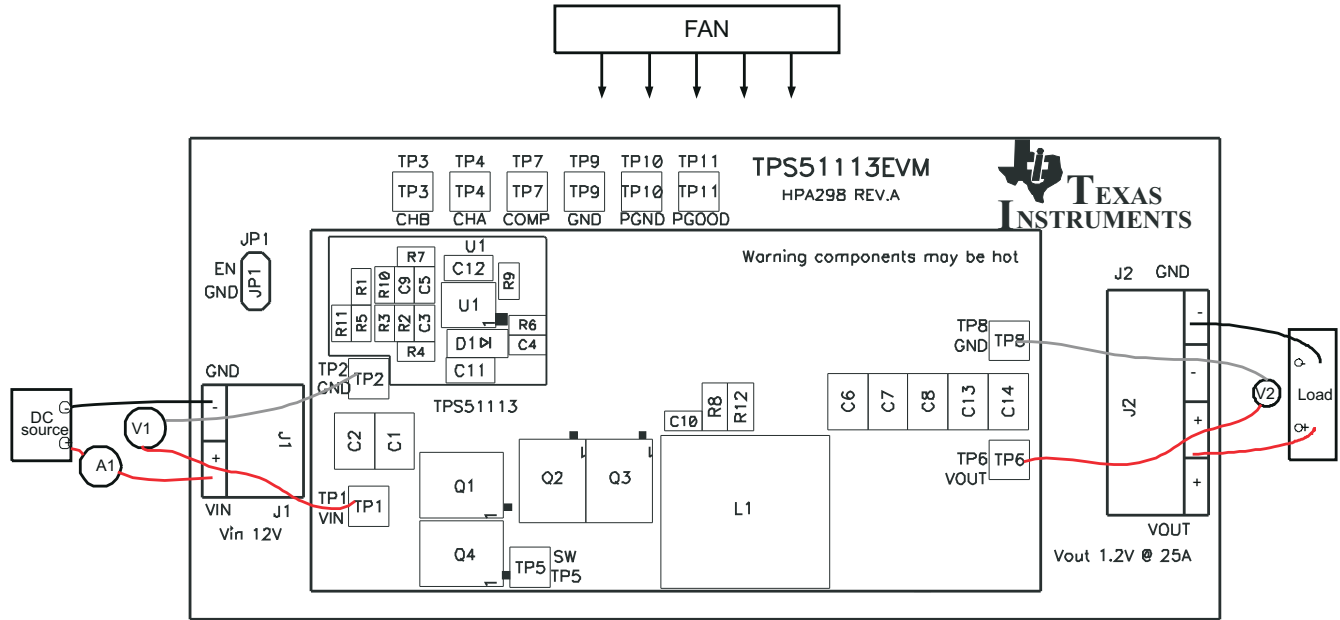


图 7-2. 建议用于 TPS51113-EVM 的测试设置

### 7.2.1 输入连接

1. 在连接直流输入源  $V_{IN}$  之前，建议将来自  $V_{IN}$  的源电流限制为最大 10A。确保  $V_{IN}$  初始设置为 0V 并按图 7-2 所示进行连接。
2. 在 TP1 ( $V_{IN}$ ) 和 TP2 (GND) 上连接电压表 V1 以测量输入电压。

### 7.2.2 输出连接

1. 在施加  $V_{IN}$  之前，将负载连接到 J2 并将负载设置为恒定电阻模式，使灌电流为  $0A_{DC}$ 。
2. 在 TP6 ( $V_{OUT}$ ) 和 TP8 (GND) 上连接电压表 V2 以测量输出电压。

### 7.2.3 其他连接

如图 7-2 所示放置风扇并将其打开，确保空气流经 EVM。

## 8 测试步骤

### 8.1 线路/负载调节和效率测量步骤

1. 确保将负载设置为恒定电阻模式并且灌电流为  $0A_{DC}$ 。
2. 确保在施加  $V_{IN}$  之前，EVM 中提供的跳线短接 JP1。
3. 将  $V_{IN}$  从 0V 增至 12V；使用 V1 测量输入电压。
4. 移除 JP1 上的跳线以启用控制器。
5. 在  $0A_{DC}$  和  $25A_{DC}$  之间改变负载。 $V_{OUT}$  应保持在负载调节范围内。
6. 将  $V_{IN}$  从 8V 改为 14V。 $V_{OUT}$  应保持在线路调节范围内。
7. 将跳线接到 JP1 上以禁用控制器。
8. 将负载降至 0A。
9. 将  $V_{IN}$  降至 0V。

### 8.2 控制环路增益和相位测量步骤

TPS51113-EVM 的反馈环路中包含一个  $20\Omega$  串联电阻，用于进行环路响应分析。

1. 按照节 8.1 和图 7-2 中所述设置 EVM。
2. 将隔离变压器连接到标有 TP4 和 TP3 的测试点。
3. 将输入信号幅度测量探头（通道 A）连接到 TP4。
4. 将输出信号幅度测量探头（通道 B）连接到 TP3。将通道 A 和通道 B 的接地引线连接到 TP9 和 TP10。
5. 通过隔离变压器注入 40mV 左右或更低的信号。
6. 使用 10Hz 或更低的后置滤波器在 100 Hz 至 1MHz 范围内扫频。可以测量控制环路增益和相位裕度。
7. 在进行其他测量之前，从波特图测试点断开隔离变压器（信号注入反馈可能会干扰其他测量的准确性）。

### 8.3 测试点

表 8-1. 测试点功能

测试点	名称	说明
TP1	$V_{IN+}$	12V 输入测试点
TP2	GND	$V_{IN}$ 的 PGND 测试点
TP3	CHB	用于环路注入的输入 B 测试点
TP4	CHA	用于环路注入的输入 A 测试点
TP5	SW	监控开关节点电压测试点
TP6	$V_{OUT}$	$V_{OUT}$ 测试点
TP7	COMP	使能/COMP 测试点
TP8	GND	$V_{OUT}$ 的 PGND 测试点
TP9	GND	用于环路测量的 GND 测试点
TP10	PGND	PGND 测试点
TP11	PGOOD	电源正常指示测试点

### 8.4 设备关断步骤

1. 关断负载。
2. 关断  $V_{IN}$ 。
3. 关闭风扇。

## 9 性能数据和典型特性曲线

图 9-1 至图 9-8 显示了 TPS51113-EVM 的典型性能曲线。

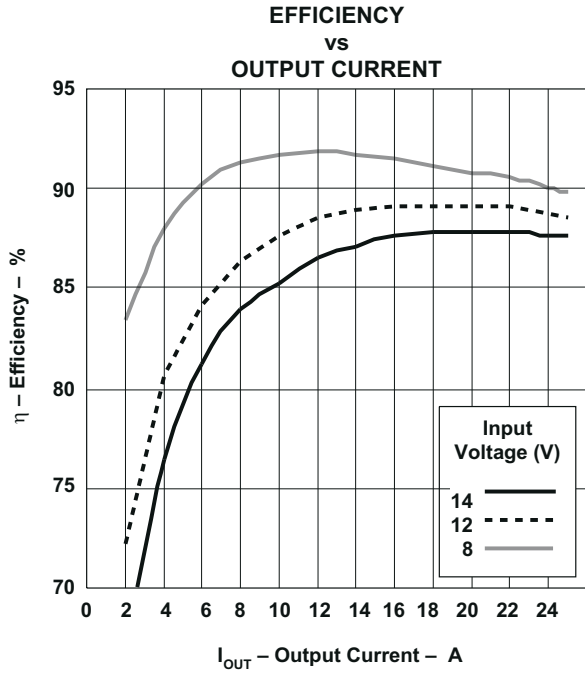


图 9-1. 效率

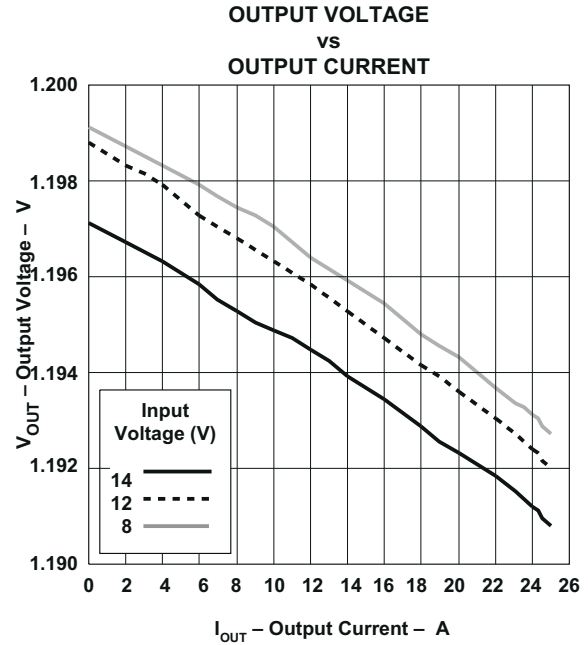


图 9-2. 负载调节

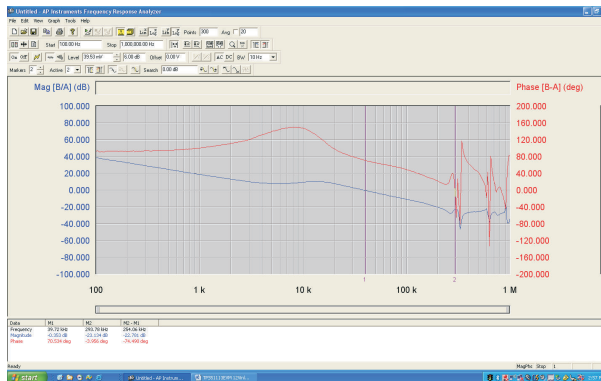


图 9-3. 波特图

图 9-3 显示了波特图，其中：

- $V_{IN} = 12V$
- $V_{OUT} = 1.2 V$
- $I_{OUT} = 25A$
- 交叉频率 = 39.72kHz
- 相位裕度 = 70.53°
- 增益裕度 = 23.13dB

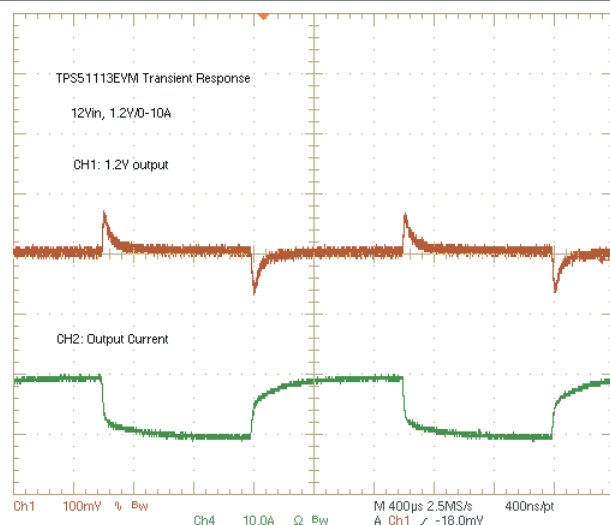


图 9-4. 0A 至 10A 负载瞬态

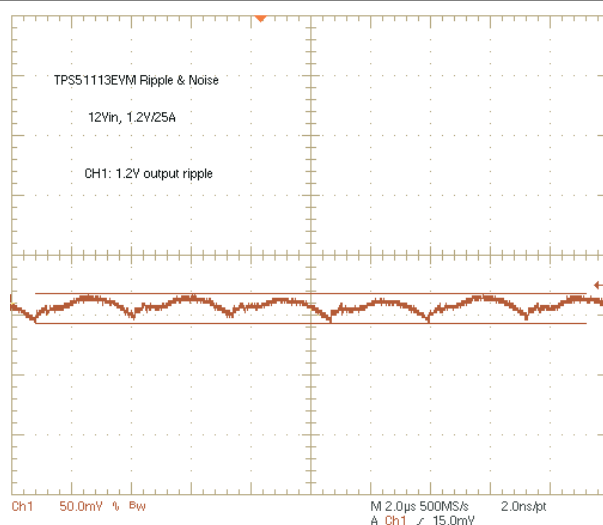


图 9-5. 输出纹波

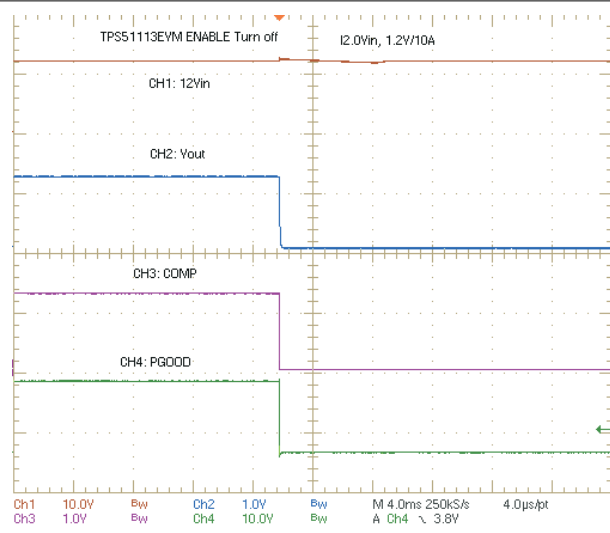


图 9-6. 启用关断

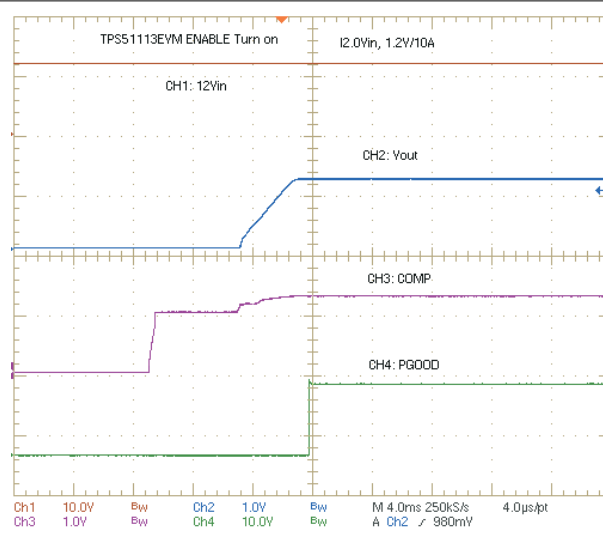


图 9-7. 启用导通

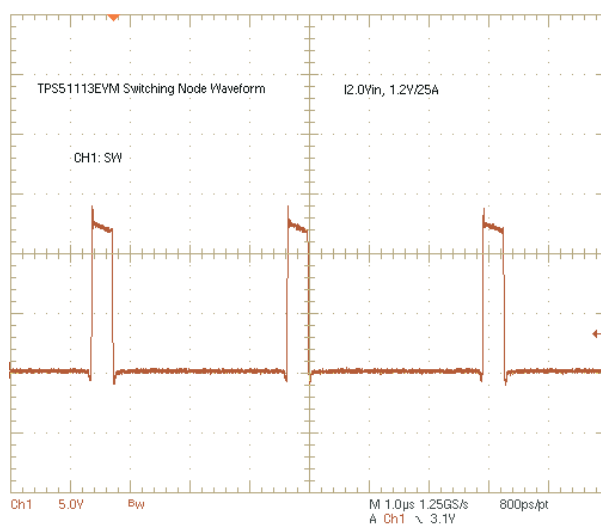


图 9-8. 开关节点



## 10 EVM 装配图和 PCB 布局

图 10-1 至图 10-6 展示了 TPS51113-EVM 印刷电路板的设计。该 EVM 采用四层 2 盎司铜电路板设计。

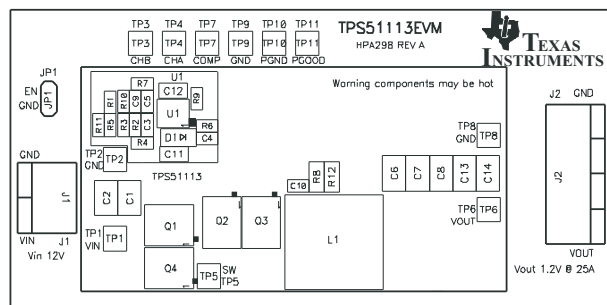


图 10-1. 顶层装配图 (顶视图)



图 10-2. 底层装配图 (底视图)

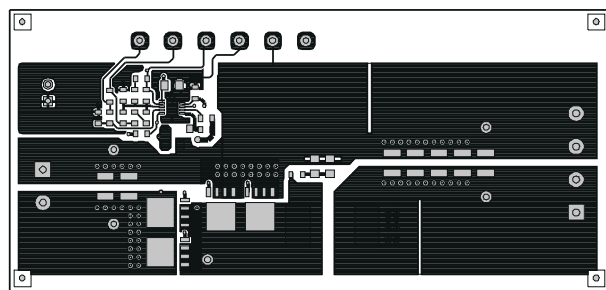


图 10-3. 顶层铜 (顶视图)

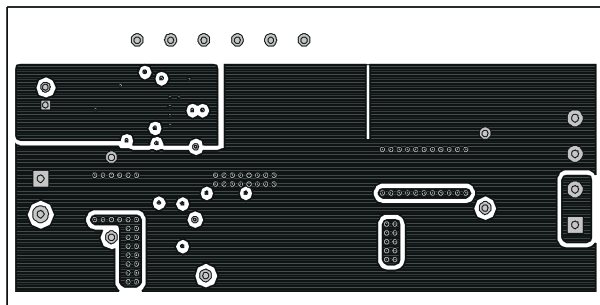


图 10-4. 内层 1 (顶视图)

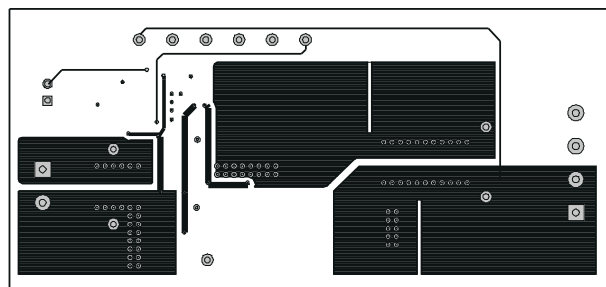


图 10-5. 内层 2 (顶视图)

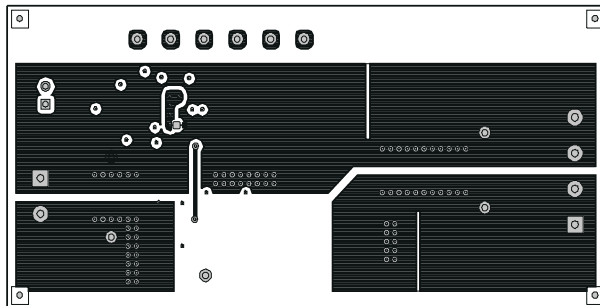


图 10-6. 底层铜 (顶视图)

## 11 物料清单

TPS51113-EVM 的物料清单

**表 11-1. TPS51113 物料清单**

参考标识符	数量	说明	制造商	器件型号
C1、C2、C14	3	电容器, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 16V, X5R, 20%, 1210	MuRata (村田)	GRM32ER61C226KE20L
C10	1	电容器, 陶瓷, 6800pF, 50V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
C11、C12	2	电容器, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 16V, X5R, 10%, 0805	STD	STD
C3	1	电容器, 陶瓷, 1800pF, 50V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
C4	1	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 25V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
C5	1	电容器, 陶瓷, 100pF, 50V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
C9	1	电容器, 陶瓷, 8200pF, 50V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
C6、C7、C8、C13	4	电容器, 陶瓷, 100 $\mu$ F, 6.3V, X5R, 20%, 1210	Murata (村田)	GRM32ER60J107ME20L
L1	1	电感器, 环形线圈, 440nH, 30A, 0.530" x 0.510"	Pulse	PA0513-441NLT
			E & E Magnetic	831-02990F
R1	1	电阻器, 贴片, 20 $\Omega$ , 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
R10, R11	2	电阻器, 贴片, 20k $\Omega$ , 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
R2	1	电阻器, 贴片, 383, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
R3、R4、R5	3	电阻器, 贴片, 10k $\Omega$ , 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
R6	1	电阻器, 贴片, 0 $\Omega$ , 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
R7	1	电阻器, 贴片, 2.74k $\Omega$ , 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
R8、R12	2	电阻器, 贴片, 1 $\Omega$ , 1/8W, 1%, 0805	STD	STD
R9	1	电阻器, 贴片, 4.02k $\Omega$ , 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
D1	1	二极管, 肖特基, 0.5A, 30V	Onsemi (安森美)	MBR0530TX
Q1、Q4	2	MOSFET, N 沟道, 30V, 50A, 8.0m $\Omega$ , TDSO-8	Infineon (英飞凌)	BSC080N03LS
Q2、Q3	2	MOSFET, N 沟道, 30V, 50A, 3.0m $\Omega$ , TDSO-8	Infineon (英飞凌)	BSC030N03LS
U1	1	IC, 4.5V-15V 同步降压控制器, SON-10	TI	TPS51113

## 12 参考文献

德州仪器 (TI), [TPS51113 同步降压控制器](#) 数据表

## 13 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 * (April 2009) to Revision A (February 2022)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。.....	2
• 更新了用户指南标题.....	2

## 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