

TPS48111Q1EVM : TPS48111-Q1 智能高侧驱动器评估模块



摘要

本用户指南介绍了 TPS48111-Q1 智能高侧驱动器评估模块 (EVM)。本文档提供了用于评估 TPS48111-Q1 器件的 EVM 配置信息和测试设置详细信息，还包括 EVM 原理图、电路板布局布线和物料清单 (BOM)。

	Caution	Caution Hot surface. Contact may cause burns. Do not touch!
--	---------	---

内容

1 引言.....	2
2 说明.....	2
3 原理图.....	3
4 一般配置.....	4
5 测试设置和过程.....	5
6 评估板装配图.....	12
7 物料清单 (BoM).....	14
8 修订历史记录.....	18

插图清单

图 3-1. TPS48111Q1EVM : 评估模块原理图.....	3
图 5-1. TPS48111Q1EVM 设置和测试设备.....	5
图 5-2. 输出电容的预充电曲线 (VIN = 48V , COUT = 440μF , 无负载)	7
图 5-3. INP 接地时自举电压的启动曲线.....	8
图 5-4. INP 为高电平时自举电压的启动曲线.....	8
图 5-5. INP 由低电平到高电平时 TPS48111-Q1 的导通响应.....	9
图 5-6. INP 由高电平到低电平时 TPS48111-Q1 的关断响应.....	9
图 5-7. TPS48111-Q1 在 5A 过流保护设置下针对 2A 至 8A 负载阶跃的过流响应.....	10
图 5-8. TPS48111-Q1 针对过流故障的自动重试响应.....	10
图 5-9. TPS48111-Q1 器件的输出热短路响应.....	11
图 6-1. TPS48111Q1EVM 电路板 (a) 顶层装配图 (b) 底层装配图.....	12
图 6-2. TPS48111Q1EVM 电路板 (a) 顶层 (b) 底层.....	12
图 6-3. TPS48111Q1EVM 电路板 (a) 内部信号层 (b) 内部布线层.....	13

表格清单

表 2-1. TPS48111Q1EVM 评估板选项和设置.....	2
表 4-1. 输入和输出连接器功能.....	4
表 4-2. 测试点说明.....	4
表 4-3. 跳线和 LED 说明.....	4
表 5-1. TPS48111Q1EVM 评估板的默认跳线设置.....	5
表 7-1. TPS48111Q1EVM 物料清单.....	14

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS48111Q1EVM 可对 TI 的 TPS48111-Q1 智能高侧驱动器进行参考电路评估。TPS48111-Q1 的工作电压范围为 3.5V 至 80V，具有 4A 的强大栅极驱动强度，可在高电流设计中实现开关并联 MOSFET。控制器 TPS48111-Q1 可驱动背对背 N 沟道 MOSFET 并具有一个单独的预充电驱动器 (G)，该驱动器具有独立的控制输入 (INP_G)，可驱动大容性负载。该器件提供配有可调断路器计时器的两级可调过流保护、快速短路保护、准确的模拟电流监视器输出和远程过热保护功能。

1.1 EVM 特性

TPS48111Q1EVM 的一般特性包括：

- 24V 至 60V (典型值) 的工作电压
- 5A 至 50A 可调过流保护 (使用板载跳线)
- 可编程断路器计时器
- 双向电流能力
- 负载电流监测输出
- 可编程自动重试和锁存选项
- 过流和过热故障的 LED 状态指示

1.2 EVM 应用

该 EVM 可用于以下应用：

- 断路器和安全断开开关
- 配电单元
- 电子继电器
- HVAC 压缩机模块

2 说明

TPS48111Q1EVM 评估板可评估 TPS4811x-Q1 系列中的 TPS48111-Q1 驱动器。输入电源施加在连接器 T1 和 T4 之间，而 T2 和 T3 为负载提供输出连接。请参阅图 3-1 中的原理图和图 5-1 中的 EVM 测试设置。

D4 可为过流故障提供故障指示输出，D5 可为过热故障提供故障指示输出。可在 TP10 上监控负载的调节电流。

表 2-1. TPS48111Q1EVM 评估板选项和设置

产品型号	EVM 功能	Vin 范围	Vin UVLO	ENABLE (EN/UVLO)	过流 保护		特性
					低设置	高设置	
TPS48111Q1EVM	具有保护和诊断功能的智能高侧驱动器	24V 至 60V	24V	高电平有效	5A	50A	对输出进行预充电，通过自动重试和锁存响应实现过载保护

3 原理图

图 3-1 展示了 EVM 原理图。

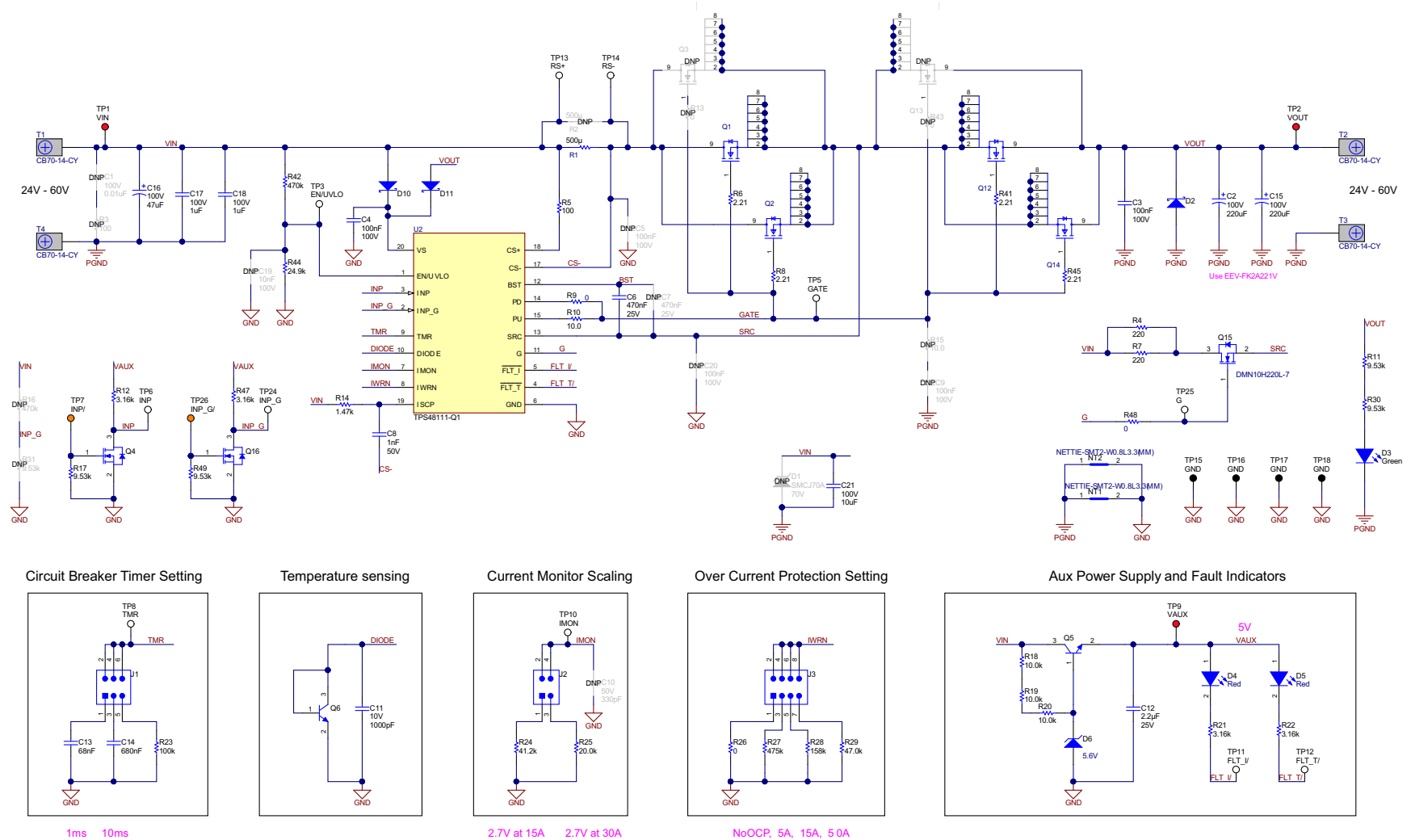


图 3-1. TPS48111Q1EVM : 评估模块原理图

4 一般配置

4.1 物理访问

表 4-1 列出了 TPS48111Q1EVM 评估板输入和输出连接器功能。表 4-2 和表 4-3 介绍了测试点可用性和跳线功能。

表 4-1. 输入和输出连接器功能

连接器	标签	说明
T1	VIN	输入电源正电源轨的电源输入连接器
T4	PGND	电源的接地连接
T2	VOUT	负载正极侧的电源输出连接器
T3	PGND	负载的接地连接

表 4-2. 测试点说明

测试点	标签	说明
TP1	VIN	EVM 的输入电源
TP2	VOUT	EVM 的输出
TP3	EN/UVLO	使能控制 (高电平有效) 和欠压输入
TP5	GATE	外部主 MOSFET 的栅极
TP6	INP	主 MOSFET 的控制输入
TP7	INP/	主 MOSFET 的控制输入反转
TP8	TMR	故障计时器电压
TP9	VAUX	偏置故障 LED 的辅助电源
TP10	IMON	负载电流监测器
TP11	FLT_I/	过流故障输出
TP12	FLT_T/	过热故障输出
TP13	RS+	电流检测输入的正极端子
TP14	RS -	电流检测输入的负极端子
TP15、 TP16、TP17、TP18	GND	GND
TP24	INP_G	预充电 MOSFET 的控制输入
TP25	G	预充电 MOSFET 的栅极
TP26	INP_G/	预充电 MOSFET 的控制输入反转

表 4-3. 跳线和 LED 说明

跳线	标签	说明
J1	TMR	故障计时器设置 1-2 位置设置 15ms 延迟 3-4 位置设置 150ms 延迟 5-6 位置将控制器设置为闭锁模式
J2	IMON	电流量程设置 1-2 位置设置 0.09V/A 3-4 位置设置 0.034V/A
J3	IWRN	过流保护阈值设置 1-2 位置将 R_{IWRN} 设置为短路并禁用过流保护 3-4 位置设置 5A 5-6 位置设置 15A 7-8 位置设置 50A
D4 (红色 - LED)	D4	故障指示器。LED 因过流故障亮起。

表 4-3. 跳线和 LED 说明 (continued)

跳线	标签	说明
D5 (红色 - LED)	D5	故障指示器。LED 因过热故障亮起。

4.2 测试设备和设置

4.2.1 电源

一个具有 0V 至 60V 输出电压和 0A 至 50A 输出电流限制的可调电源。

4.2.2 仪表

最少需要一个 DMM。

4.2.3 示波器

DPO2024 或等效器件，具有三个 10 倍电压探头和一个直流电流探头。

4.2.4 负载

一个电阻负载或等效负载，可以在 60V 电压下承受高达 50A 的直流负载，并且能够实现输出短路保护。

5 测试设置和过程

确保评估板具有如表 5-1 所示的默认跳线设置。

表 5-1. TPS48111Q1EVM 评估板的默认跳线设置

J1	J2	J3
1-2	1-2	3-4

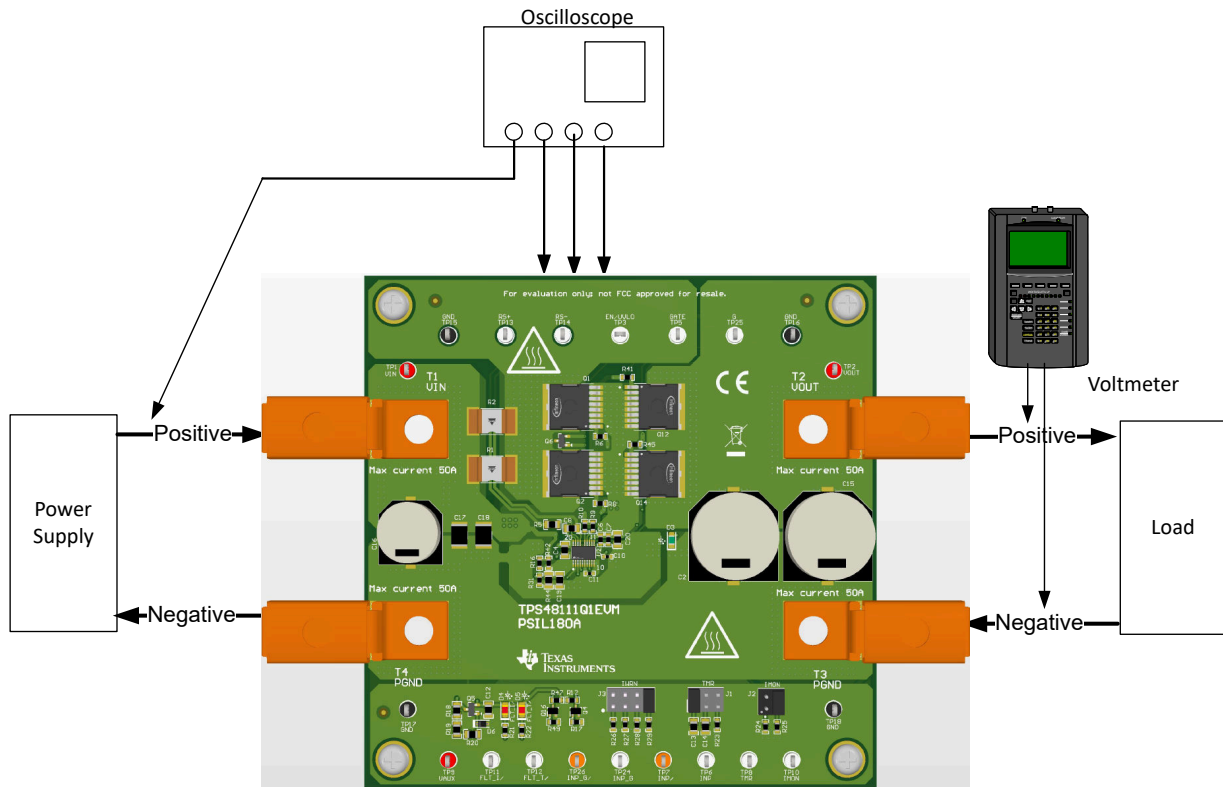


图 5-1. TPS48111Q1EVM 设置和测试设备

在开始任何测试之前，请按以下说明进行操作，并在进行下一个测试之前再次重复以下操作。

- 将电源输出 (VIN) 设置为零伏。

- 打开电源并将电源输出 (VIN) 设置为 48V，电流限值设置为 50A。
- 关闭电源。
- 将 EVM 上的跳线设置到默认位置，如表 5-1 所示。

5.1 预充电功能测试

按照以下说明捕获预充电电流曲线：

1. 首先，通过将 INP (TP6) 和 INP_G (TP24) 接地来禁用主 MOSFET 和预充电 FET。
2. 将 EVM 上的跳线设置到默认位置，如表 5-1 所示。
3. 将输入电源电压 VIN 设置为 48V，将电流限制设置为 10A。
4. 启用电源。
5. 通过释放接地连接来启用预充电 MOSFET 的控制输入 (TP24 上的 INP_G)。
6. 观察 SRC 的波形，即示波器显示的 VOUT (TP2)。

图 5-2 展示了在 TPS48111Q1EVM 评估板上捕获的预充电电流曲线的示例。

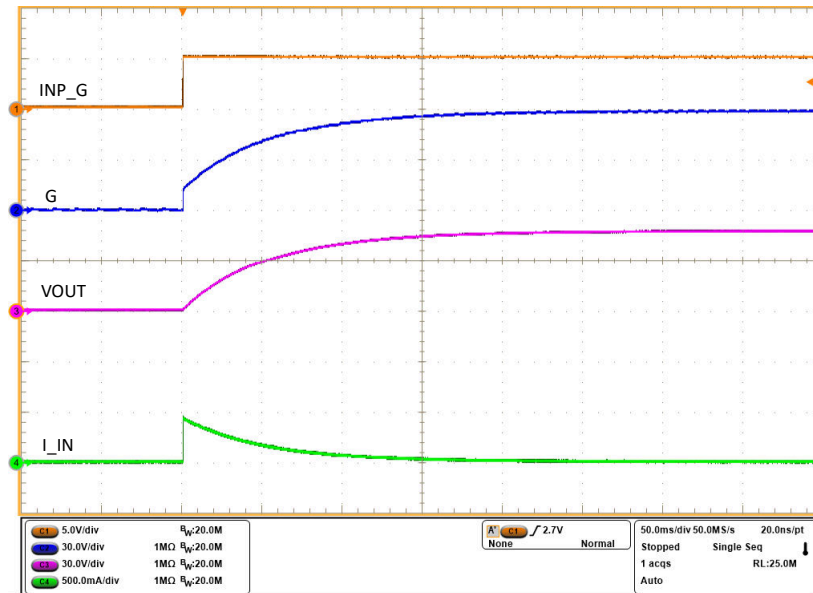


图 5-2. 输出电容的预充电曲线 (VIN = 48V , COUT = 440μF , 无负载)

5.2 通过 EN 控制实现上电

按照以下说明验证 TPS48111-Q1 的上电曲线：

1. 从电路板上拆下 440 μ F 的输出电容器。
2. 通过将 INP_G (TP24) 接地来禁用预充电路径。
3. 将 EN/UVLO 引脚 (TP3) 和 INP (TP6) 接地。
4. 将输入电源电压 VIN 设置为 48V，将电流限制设置为 10A。
5. 启用电源。
6. 然后，启用 EN/UVLO 为高电平，以便在 INP 接地时观察 BST、GATE 和 SRC 的启动曲线，如图 5-3 所示。
7. 然后，通过设置 EN/UVLO 为低电平来禁用控制器。
8. 将 INP (TP6) 连接到 VAUX，从而将 INP 设置为高电平。
9. 再次启用 EN/UVLO 为高电平，以便在 INP 为高电平时观察 BST、GATE 和 SRC 的启动曲线，如图 5-4 所示。

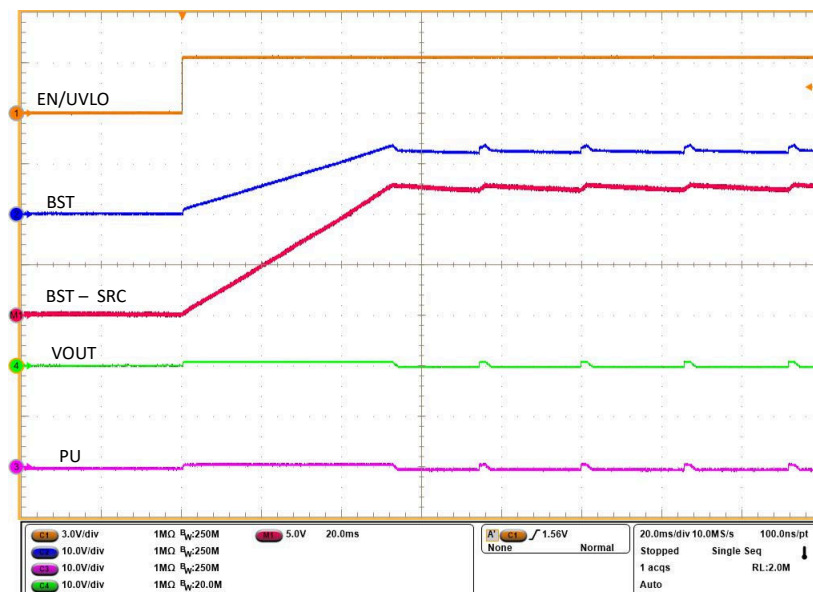


图 5-3. INP 接地时自举电压的启动曲线

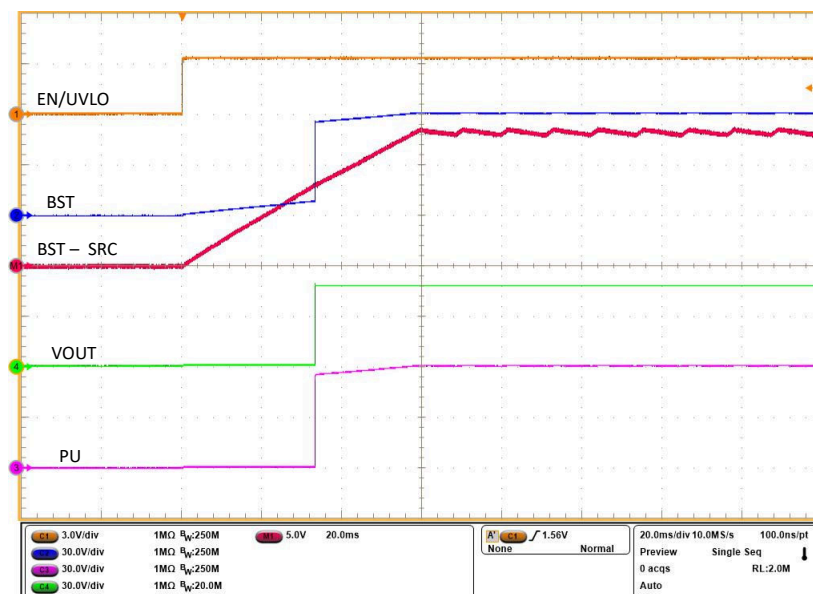


图 5-4. INP 为高电平时自举电压的启动曲线

5.3 通过 INP 输入进行导通和关断控制

按照以下说明验证 TPS48111-Q1 的导通和关断控制：

1. 从电路板上拆下 440 μ F 的输出电容器。
2. 通过将 INP_G (TP24) 接地来禁用预充电路径。
3. 将 INP (TP6) 接地。
4. 将输入电源电压 VIN 设置为 48V，将电流限制设置为 10A。
5. 启用电源。
6. 将 INP 先切换为高电平，然后再切换为低电平，验证 TPS48111-Q1 的 PU/PD 的导通和关断响应。

图 5-5 和 图 5-6 展示了 TPS48111Q1EVM 评估板的导通和关断响应。

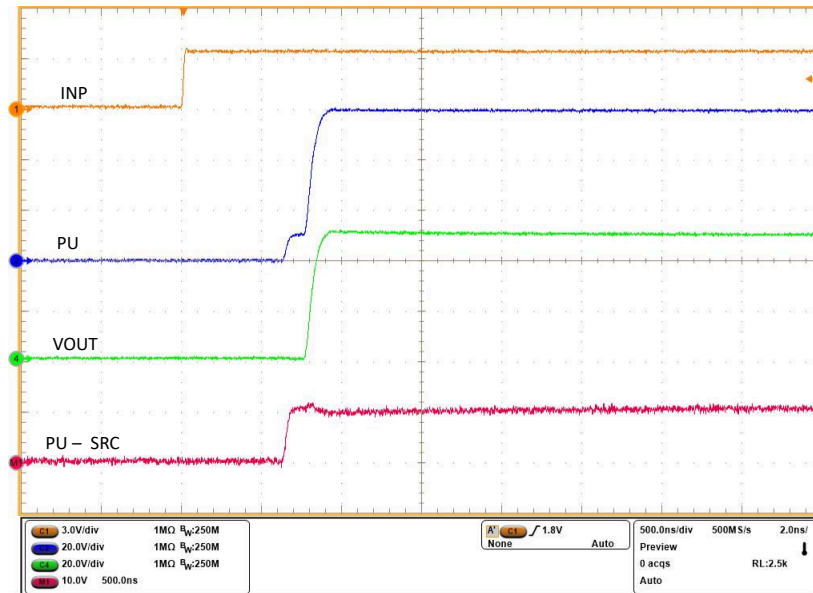


图 5-5. INP 由低电平到高电平时 TPS48111-Q1 的导通响应

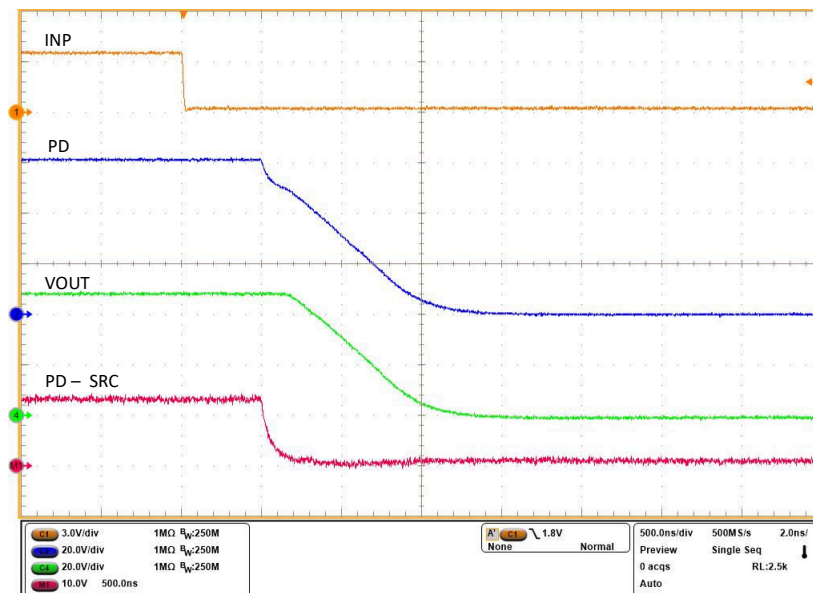


图 5-6. INP 由高电平到低电平时 TPS48111-Q1 的关断响应

5.4 过流保护测试

按照以下说明在 TPS48111Q1EVM 上执行过流测试：

1. 按照 [预充电功能测试](#) 中的步骤对输出电压进行预充电。
2. 然后，启用主 MOSFET 的控制输入 INP (TP6)。
3. 通过将 INP_G (TP24) 接地来禁用预充电 FET。
4. 默认情况下，此 EVM 配置为 5A 过流保护。
5. 使用变阻器或电子负载加载输出并逐渐增大负载电流，观察 TPS48111-Q1 的过载行为。
6. 将跳线 J3 置于其他设置，从而在多个过流限值下进行测试。

图 5-7 和图 5-8 展示了过流故障情况下的测试波形。

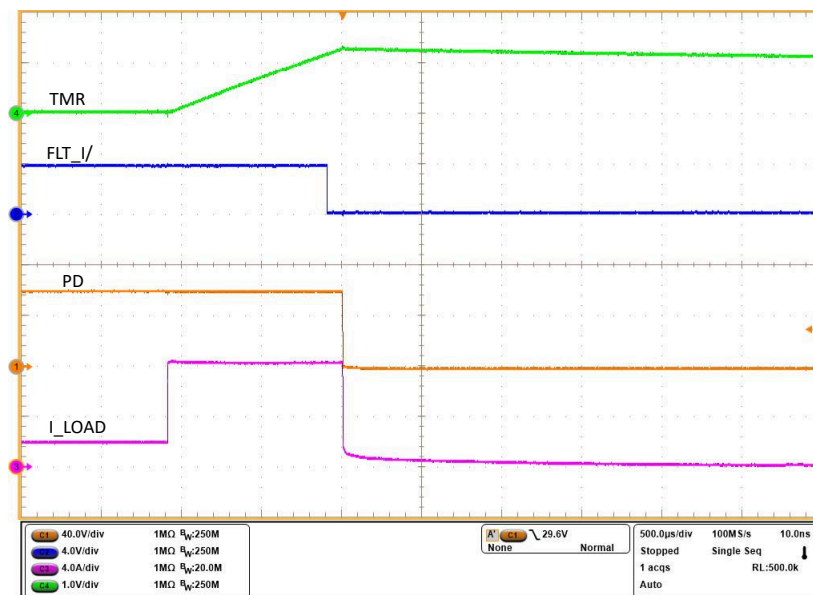


图 5-7. TPS48111-Q1 在 5A 过流保护设置下针对 2A 至 8A 负载阶跃的过流响应

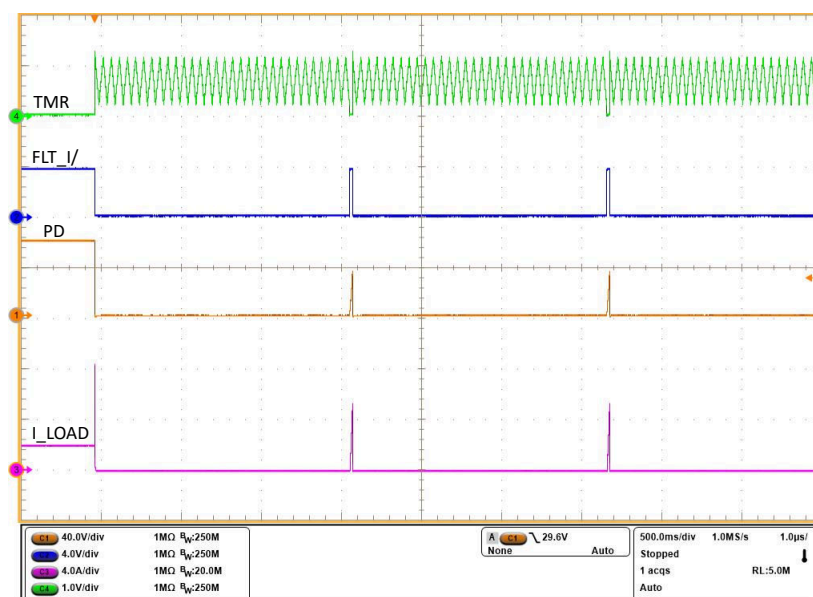


图 5-8. TPS48111-Q1 针对过流故障的自动重试响应

5.5 输出热短路测试

按照以下说明执行输出热短路测试：

1. 按照 [预充电功能测试](#) 中的步骤对输出电压进行预充电。
2. 然后，启用主 MOSFET 的控制输入 INP (TP6)。
3. 通过将 INP_G (TP24) 接地来禁用预充电 FET。
4. 将输出端短路，即用较短的电缆将 VOUT 连接至 GND，然后使用示波器观察 TPS48111-Q1 的短路响应。

图 5-9 展示了 TPS48111Q1EVM 评估板上 TPS48111-Q1 的热短路响应。

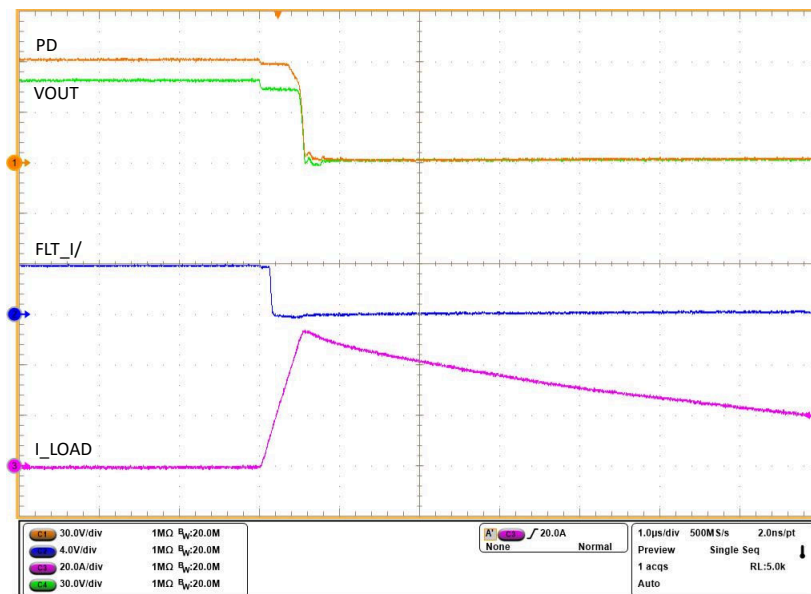


图 5-9. TPS48111-Q1 器件的输出热短路响应

6 评估板装配图

6.1 PCB 图

图 6-1 展示了评估板的元件放置，图 6-2 和图 6-3 展示了 PCB 布局图。

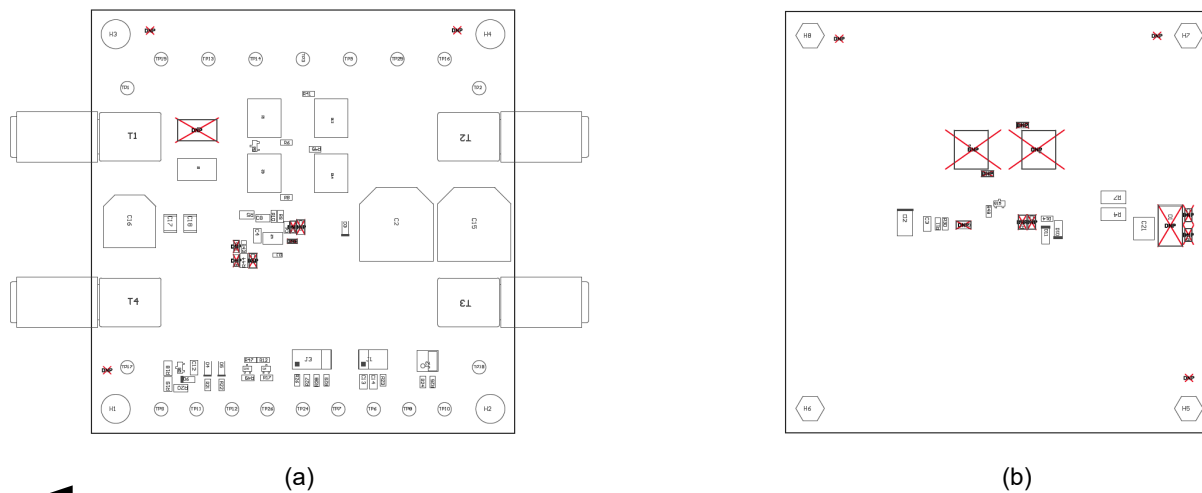


图 6-1. TPS48111Q1EVM 电路板 (a) 顶层装配图 (b) 底层装配图

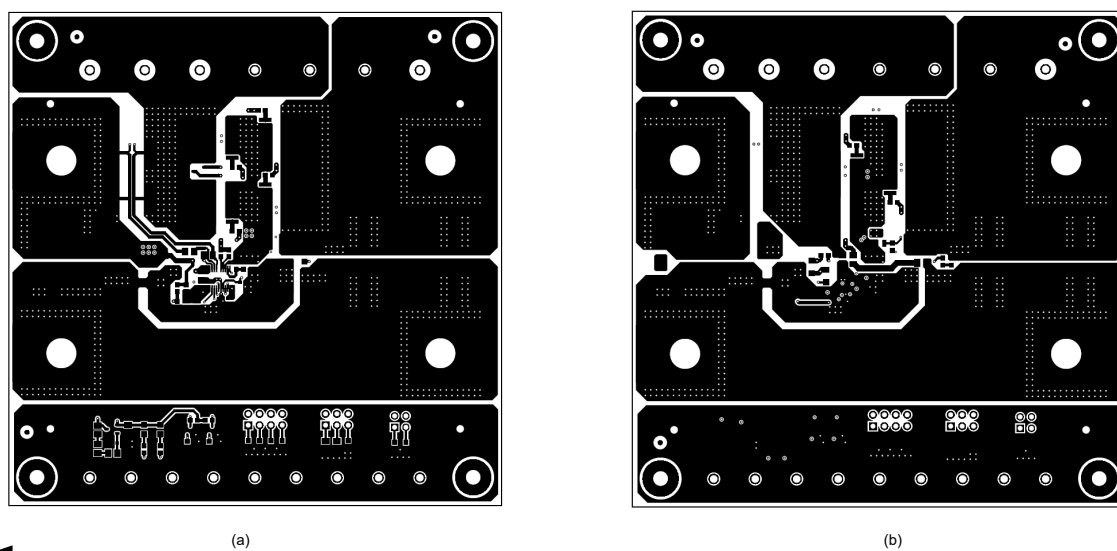


图 6-2. TPS48111Q1EVM 电路板 (a) 顶层 (b) 底层

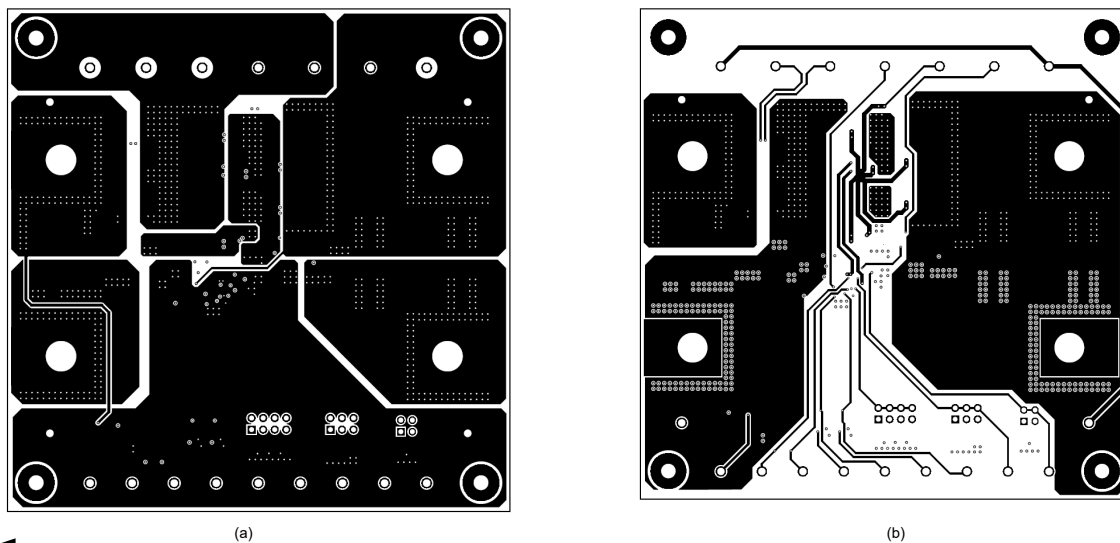


图 6-3. TPS48111Q1EVM 电路板 (a) 内部信号层 (b) 内部布线层

7 物料清单 (BoM)

表 7-1 列出了 EVM BoM。

表 7-1. TPS48111Q1EVM 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	PSIL180	不限
C2、C15	2	电容, 铝, 220 μ F, 100V, +/-20%, 0.153 Ω , AEC-Q200 2 级, SMD	EEV-FK2A221M	Panasonic
C3、C4	2	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	CGA4J2X7R2A104K125AA	TDK
C6	1	电容, 陶瓷, 0.47 μ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E3X7R1E474K080AB	TDK
C8	1	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-5%, X7R, 0805	C0805C102J5RACTU	Kemet
C11	1	电容, 陶瓷, 1000pF, 10V, +/-10%, X7R, 0402	0402ZC102KAT2A	AVX
C12	1	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	GCM21BR71E225KA73L	MuRata
C13	1	电容, 陶瓷, 0.068 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 0805	C0805C683K1RACTU	Kemet
C14	1	电容, 陶瓷, 0.68 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0805	C0805C684K5RACTU	Kemet
C16	1	电容, 铝, 47 μ F, 100V, +/-20%, 0.32 Ω , AEC-Q200 2 级, SMD, SMT 径向引线 H13	EEV-FK2A470Q	松下 (Panasonic)
C17, C18	2	电容, 陶瓷, 1 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 1812	C4532X7R2A105K230KA	TDK
C21	1	电容, 陶瓷, 10 μ F, 100V, +/-20%, X7R, 2220	22201C106MAT2A	AVX
D2	1	二极管, 肖特基, 100V, 2A, SMB	SS2H10-E3/5BT	Vishay-Semiconductor
D3	1	LED, 0805, 绿色, SMD	LTST-C170KGKT	Lite-On
D4、D5	2	LED, 红色, 0805, SMD	LTST-C170KRKT	Lite-On
D6	1	二极管, 齐纳, 5.6V, 300mW, AEC-Q101, SOD-323	SZMM3Z5V6ST1G	ON Semiconductor
D10, D11	2	二极管, 肖特基, 100V, 0.25A, SOD-123F	BAT46WH, 115	Nexperia
H1、H2、H3、H4	4	机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8	4	螺柱	1902C	Keystone
J1	1	接头, 100mil, 3x2 3x2, 锡, TH	PEC03DAAN	Sullins Connector Solutions

表 7-1. TPS48111Q1EVM 物料清单 (continued)

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
J2	1	接头, 100mil, 2x2, 锡, TH	PEC02DAAN	Sullins Connector Solutions
J3	1	接头, 100mil, 4x2, 锡, TH	PEC04DAAN	Sullins Connector Solutions
Q1、Q2、Q12、Q14	4	N 沟道 80V 300A (Tc) 375W (Tc) 表面贴装 PG-HSOG-8-1	IAUS300N08S5N012ATMA1	Infineon
Q4、Q16	2	MOSFET, N 沟道, 60V, 0.115A, SOT-323	2N7002W-7-F	Diodes Inc.
Q5	1	晶体管, NPN, 160V, 0.3A, SOT-23	PMBT5551, 215	Nexperia
Q6	1	晶体管, NPN, 40V, 0.2A, SOT-23	MMBT3904	Fairchild Semiconductor
Q15	1	MOSFET, N 沟道, 100V, 1.4A, SOT-23	DMN10H220L-7	Diodes Inc.
R1	1	电阻, 金属条, 3921, 0.0005 Ω , 1%, 3W, ± 175 ppm/ $^{\circ}$ C, 模制 SMD, 压纹, 3921 塑料 T/R	WSL3921L5000FEA	Vishay Dale
R4、R7	2	电阻, 220, 1%, 1W, AEC-Q200 0 级, 2512	CRCW2512220RFKEG	Vishay-Dale
R5	1	电阻, 100, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW0805100RFKEA	Vishay-Dale
R6、R8、R41、R45	4	电阻, 2.21, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072R21L	Yageo
R9	1	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R10	1	电阻, 10.0, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060310R0FKEAHP	Vishay-Dale
R11、R17、R30、R49	4	电阻, 9.53k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-079K53L	Yageo
R12、R21、R22、R47	4	电阻, 3.16k Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06033K16FKEA	Vishay-Dale
R14	1	电阻, 1.47k, 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD071K47L	Yageo America
R18、R19、R20	3	电阻, 10.0k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	ERJ-6ENF1002V	Panasonic
R23	1	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R24	1	电阻, 41.2k Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0741K2L	Yageo
R25	1	电阻, 20.0k, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE0720KL	Yageo America
R26、R48	2	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
R27	1	电阻, 475k Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07475KL	Yageo
R28	1	电阻, 158k Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603158KFKEA	Vishay-Dale
R29	1	电阻, 47.0k Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060347K0FKEA	Vishay-Dale
R42	1	电阻, 470k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07470KL	Yageo
R44	1	电阻, 24.9k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW080524K9FKEA	Vishay-Dale

表 7-1. TPS48111Q1EVM 物料清单 (continued)

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
SH-J1、SH-J2、SH-J3	3	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SPC02SYAN	Sullins Connector Solutions
T1、T2、T3、T4	4	端子 90A 接线片	CB70-14-CY	Panduit
TP1、TP2、TP9	3	测试点, 多用途, 红色, TH	5010	Keystone
TP3、TP5、TP6、TP8、 TP10、TP11、TP12、 TP13、TP14、TP24、 TP25	11	测试点, 多用途, 白色, TH	5012	Keystone
TP7、TP26	2	测试点, 通用, 橙色, TH	5013	Keystone
TP15、TP16、TP17、 TP18	4	测试点, 多用途, 黑色, TH	5011	Keystone
U2	1	具有保护和诊断功能的 100V 智能高侧控制器	PTPS48111-Q1	德州仪器 (TI)
C1	0	电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 1206	12061C103KAT2A	AVX
C5、C9、C20	0	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	CGA4J2X7R2A104K125AA	TDK
C7	0	电容, 陶瓷, 0.47 μ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E3X7R1E474K080AB	TDK
C10	0	电容, 陶瓷, 330pF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71H331KA01D	MuRata
C19	0	电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 100V, +/-5%, X7R, 0805	08051C103JAT2A	AVX
D1	0	二极管, TVS, 单向, 70V, 113Vc, SMC	SMCJ70A	Littelfuse
FID1、FID2、FID3、 FID4、FID5、FID6	0	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用
Q3、Q13	0	N 沟道 80V 300A (Tc) 375W (Tc) 表面贴装 PG-HSOG-8-1	IAUS300N08S5N012ATMA1	Infineon
R2	0	电阻, 金属条, 3921, 0.0005 Ω , 1%, 3W, $\pm$ 175ppm/ $^{\circ}$ C, 模制 SMD, 压纹, 塑料 T/R	WSL3921L5000FEA	Vishay Dale
R3	0	电阻, 100, 1%, 0.5W, AEC-Q200 0 级, 1206	CRCW1206100RFKEAHP	Vishay-Dale
R13、R43	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R15	0	电阻, 10.0, 1%, 0.125W, 0805	RC0805FR-0710RL	Yageo America
R16	0	电阻, 470k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07470KL	Yageo

表 7-1. TPS48111Q1EVM 物料清单 (continued)

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
R31	0	电阻 , 9.53k , 1% , 0.1W , 0603	RC0603FR-079K53L	Yageo

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 * (June 2022) to Revision A (December 2022)	Page
• 更新了 TPS48111Q1EVM：评估模块原理图.....	3
• 更新了 TPS48111Q1EVM 设置和测试设备.....	5

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