

EVM User's Guide: TPS4800Q1EVM TPS4800-Q1

TPS4800-Q1 智能高侧驱动器评估模块



说明

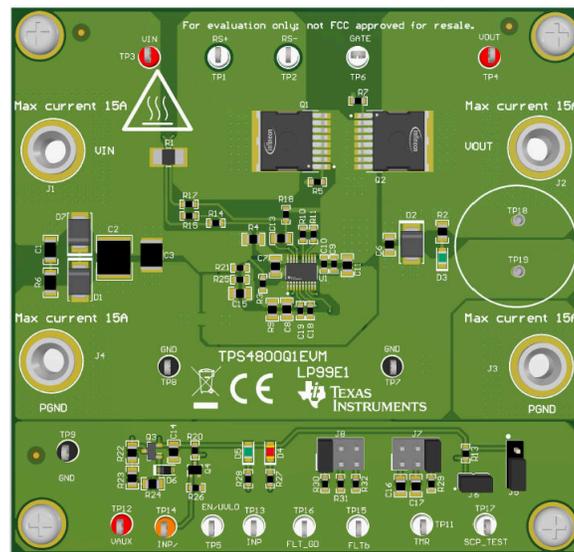
TPS4800Q1EVM 可对 TI 的 TPS4800-Q1 智能高侧驱动器进行参考电路评估。TPS4800-Q1 是一款 3.5V 至 80V 智能高侧控制器，具有强大的 (2A) 栅极驱动器，可在高电流系统设计中与并联 MOSFET 实现电源开关。TPS4800-Q1 提供可调节短路保护以及可配置的自动重试和锁存故障行为。

特性

- 工作电压范围为 3.5V 至 80V
- 5A 至 15A 可调短路保护 (使用板载跳线)
- 可选高侧或低侧电流检测配置
- 可编程短路保护延迟
- 可编程自动重试和锁存选项
- 故障和 GATE 良好状态的 LED 状态指示

应用

- [断路器和安全断开开关](#)
- [直流/直流转换器](#)
- [电动工具](#)



1 评估模块概述

1.1 引言

通过将 TPS4800QDGXRQ1 (U1) 替换为 TPS12000QDGXRQ1 并将 EN/UVLO (TP5) 连接到 VAUX (TP12)，也可在此 EVM 上评估 TPS12000-Q1 器件

本用户指南旨在介绍 TPS4800-Q1 评估模块 (EVM)。本指南提供了配置信息、测试设置详细信息，并包含 EVM 原理图、物料清单、装配图以及顶部和底部电路板布局布线。



小心
表面高温。接触会导致烫伤。请勿触摸。

1.2 套件内容

表 1-1. TPS4800Q1EVM 套件内容

条目	说明	数量
TPS4800Q1EVM	PCB	1

1.3 规格

- 工作电压为 24V 至 60V (典型值)
- 电流检测选项：
 - 使用外部检测电阻的低侧和高侧 (可使用 CS_SEL 引脚进行选择)
 - MOSFET VDS

1.4 器件信息

TPS48000-Q1 是一款具有保护和诊断功能的 100V 低 IQ 智能高侧驱动器。该器件的宽工作电压范围为 3.5 V 至 80V，非常适合 12V、24V 和 48V 系统设计。该器件可以承受低至 -65V 的负电源电压并保护负载免受这些电压的影响。该器件具有强大的 (2A) 栅极驱动器，可在高电流系统设计中与 MOSFET 实现电源开关。

该器件提供可调节的短路保护功能。可以配置自动重试和锁存故障行为。使用 CS+ 和 CS- 引脚，可通过外部检测电阻或 MOSFET VDS 检测完成电流检测。可通过使用 CS_SEL 引脚输入实现高侧或低侧电流检测电阻配置。该器件还通过对 SCP_TEST 输入的外部控制来诊断内部短路比较器。

2 硬件

2.1 设置

TPS4800Q1EVM 评估板可用于评估 TPS48000-Q1 驱动器。输入电源施加在连接器 J1 和 J4 之间，而 J2 和 T3 为负载提供输出连接。请参阅图 4-1 中的原理图和图 3-1 中的 EVM 测试设置。

D4 为欠压故障、短路故障和 SCP 比较器诊断期间提供故障指示输出，而 D5 为栅极驱动 UVLO 提供故障指示输出。

表 2-1. TPS4800Q1EVM 评估板选项和设置

器件型号	EVM 功能	Vin 范围	Vin UVLO	Vin OVP	ENABLE (EN/UVLO)	短路保护		特性
						低设置	高设置	
TPS4800Q1EVM	具有反极性保护、短路保护和诊断功能的智能高侧驱动器	24V 至 60V	24V	58V	高电平有效	5A	15A	使用外部检测电阻的低侧和高侧 MOSFET VDS 感应 通过自动重试/锁存响应实现短路保护

2.2 一般配置

2.2.1 物理访问

表 2-2 列出了 TPS4800Q1EVM 评估板输入和输出连接器功能。表 2-3 和表 2-4 介绍了测试点可用性和跳线功能。

表 2-2. 输入和输出连接器功能

连接器	标签	说明
J1	VIN	输入电源正电源轨的电源输入连接器
J4	PGND	电源的接地连接
J2	VOUT	负载正极侧的电源输出连接器
J3	PGND	负载的接地连接

表 2-3. 测试点说明

测试点	标签	说明
TP1	RS+	电流检测输入的正极端子
TP2	RS-	电流检测输入的负极端子
TP3	VIN	EVM 的输入电源
TP4	VOUT	EVM 的输出
TP5	EN/UVLO	使能控制 (高电平有效) 和欠压输入
TP6	GATE	外部主 MOSFET 的栅极
TP7、TP8	PGND	电源地
TP9	GND	接地
TP11	TMR	故障计时器电压
TP12	VAUX	偏置 LED 的辅助电源
TP13	INP	主 MOSFET 的控制输入
TP14	INP/	主 MOSFET 的控制输入反转
TP15	FLTb	故障输出
TP16	FLT_GD	栅极驱动 UVLO 的故障输出
TP17	SCP_TEST	内部短路比较器 (SCP) 诊断输入。
TP18、TP19	CAP_INS	用于插入输出电容器的连接器

表 2-4. 跳线和 LED 说明

跳线	标签	说明
J5	CS_SEL	电流检测输入选择。 1-2 位置选择低侧电流检测。 2-3 位置选择高侧电流检测。
J6	SCP_TEST	内部短路比较器 (SCP) 诊断输入。 1-2 位置禁用诊断功能
J7	TMR	短路保护延迟设置。 1-2 位置设置 1ms 延迟。 3-4 位置设置 10ms 延迟。 5-6 位置将控制器设置为闭锁模式。
J8	ISCP	短路保护阈值设置。 1-2 位置设置 5 A。 3-4 位置设置 10 A。 5-6 位置设置 15 A。
D4 (红色 - LED)	D4	故障指示器。LED 在欠压故障、短路故障和 SCP 比较器诊断期间亮起
D5 (绿色 - LED)	D5	LED 在 GATE 状态良好时亮起

2.2.2 测试设备和设置

2.2.2.1 电源

一个具有 0V 至 60V 输出电压和 0A 至 20A 输出电流限制的可调电源。

2.2.2.2 仪表

最少需要一个 DMM。

2.2.2.3 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。

2.2.2.4 负载

一个电阻负载或等效负载，可以在 60V 电压下承受高达 20A 的直流负载，并且能够实现输出短路保护。

3 实现结果

3.1 测试设置和过程

确保评估板具有如表 3-1 所示的默认跳线设置。

表 3-1. TPS4800Q1EVM 评估板的默认跳线设置

J5	J6	J7	J8
2-3	安装	5-6	1-2

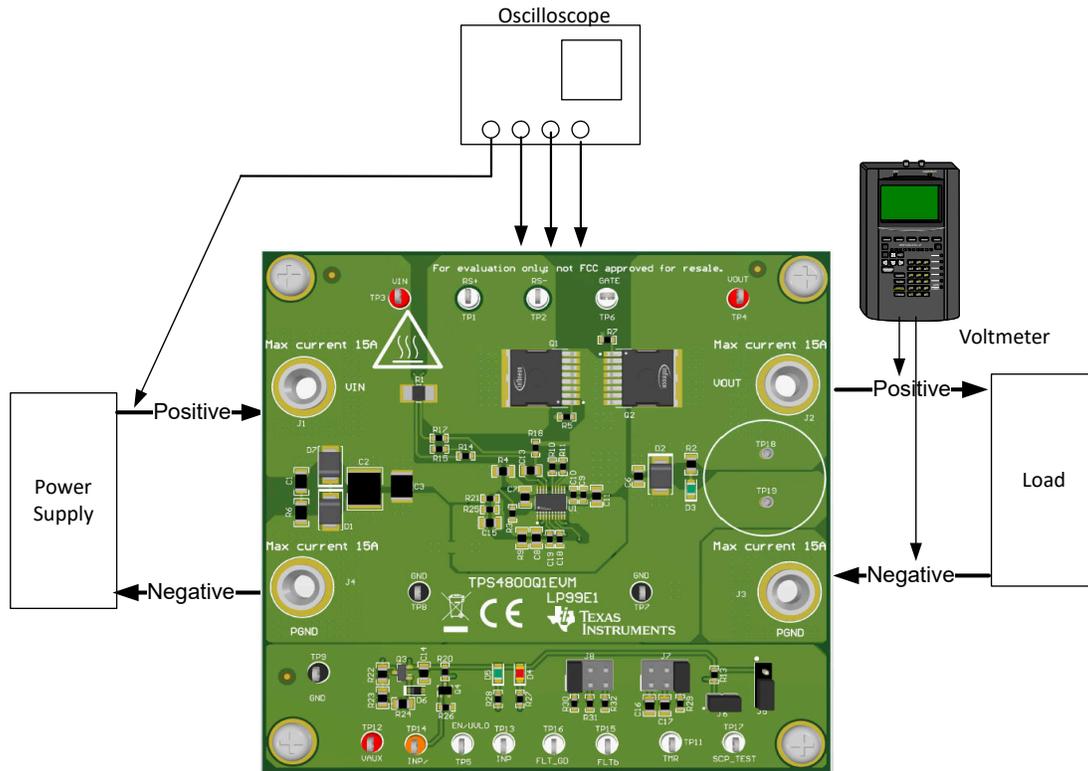


图 3-1. 带测试设备的 TPS4800Q1EVM 设置

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 20 A。
- 关闭电源。
- 将 EVM 上的跳线设置到默认位置，如表 3-1 所示。

3.1.1 通过 EN 控制实现上电

按照以下说明验证 TPS48000-Q1 的上电曲线：

1. 将 EN/UVLO 引脚 (TP5) 接地
2. 现在，启用 EN/UVLO 为高电平，以验证 BST、GATE 和 SRC 的启动曲线

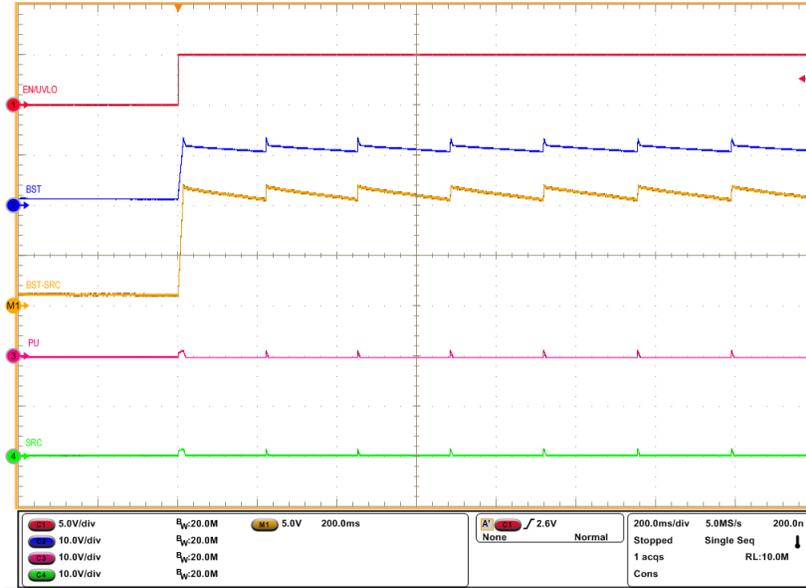


图 3-2. INP = GND、CBST = 470nF 时自举电压的启动曲线

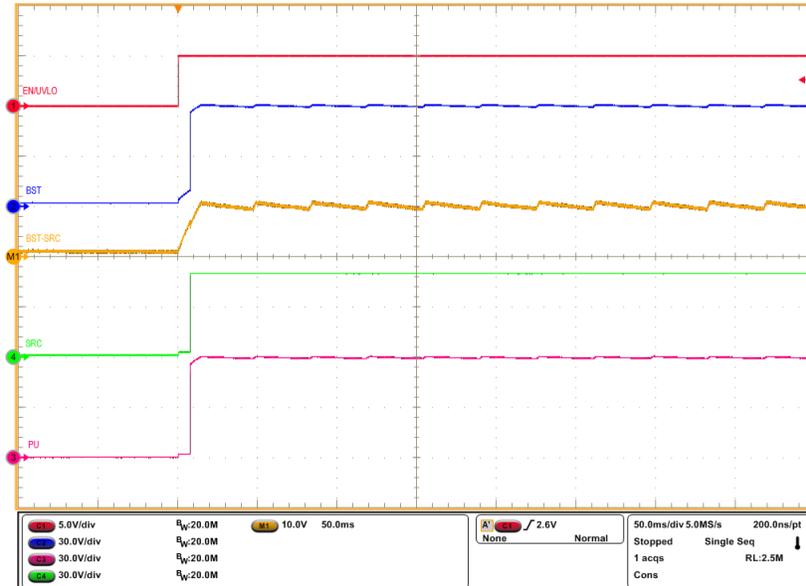


图 3-3. INP = 高电平、CBST = 470nF 时的启动曲线

3.1.2 通过 INP 输入进行导通和关断控制

按照以下说明验证 TPS48000-Q1 的导通和关断控制：

1. 将 INP (TP13) 接地。
2. 将 INP 先切换为高电平，然后再切换为低电平，验证 TPS48000-Q1 的 PU/PD 的导通和关断响应。

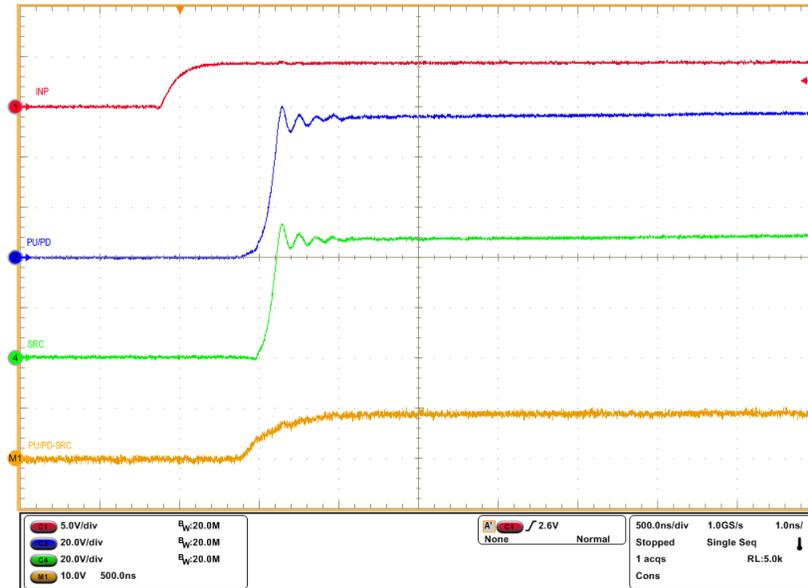


图 3-4. INP 由低电平到高电平时 TPS48000-Q1 的导通响应

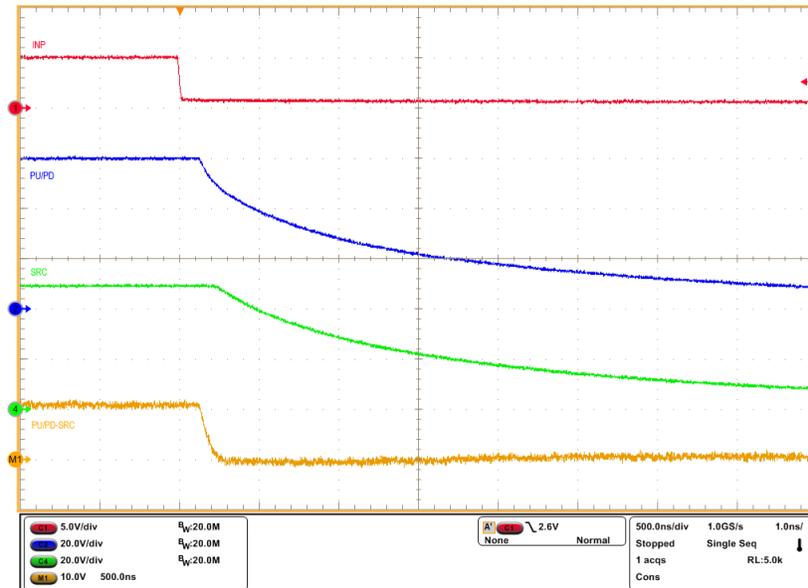


图 3-5. INP 由高电平到低电平时 TPS48000-Q1 的关断响应

3.1.3 过载保护和短路保护测试

按照以下说明在 TPS4800Q1EVM 上执行过流测试：

1. 打开电源并将电源输出 VIN 设置为 48V，电流限值设置为 20 A。
2. 通过将跳线 J8 安装在 5-6 位置，将短路保护 (SCP) 阈值设置为 15A，并将跳线 J7 安装在 1-2 位置以设置 1ms 延迟。
3. 启用控制输入 (INP)。
4. 现在，使用电子负载将输出加载至 12A，并应用 6A 的阶跃来观察 TPS4800-Q1 的过载行为。
5. 将负载断开连接。
6. 要进行短路测试，请卸载 J7 以设置最短的 SCP 延迟。
7. 现在，执行输出短路以捕获 TPS4800-Q1 的短路行为。

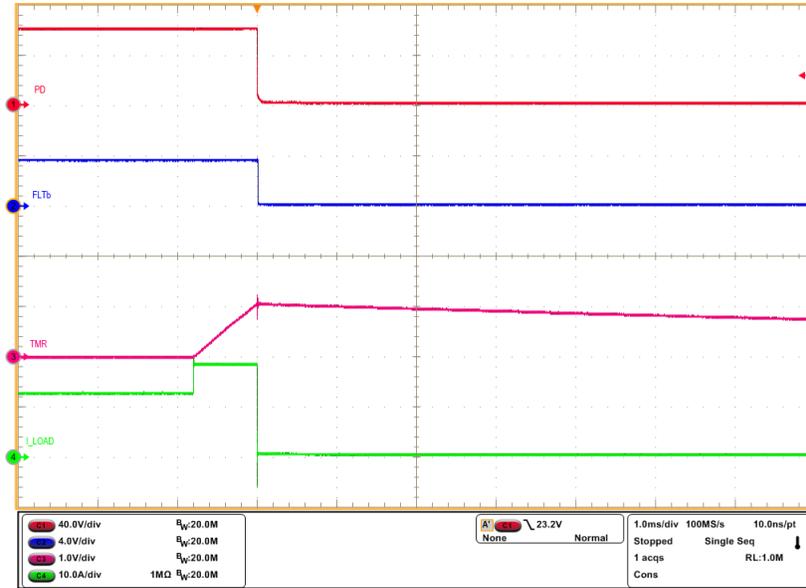


图 3-6. TPS4800Q1EVM 在 12A 至 18A 负载阶跃下的过流响应

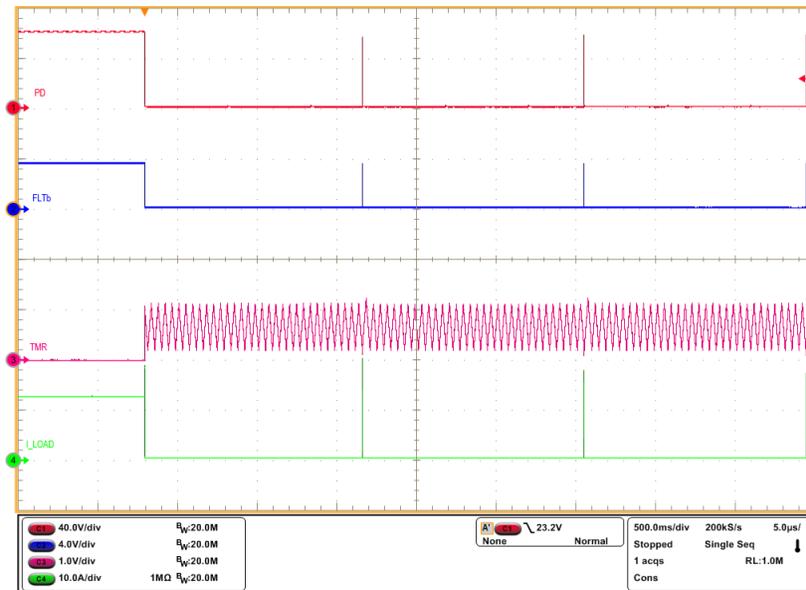


图 3-7. TPS4800-Q1 针对过流故障的自动重试响应

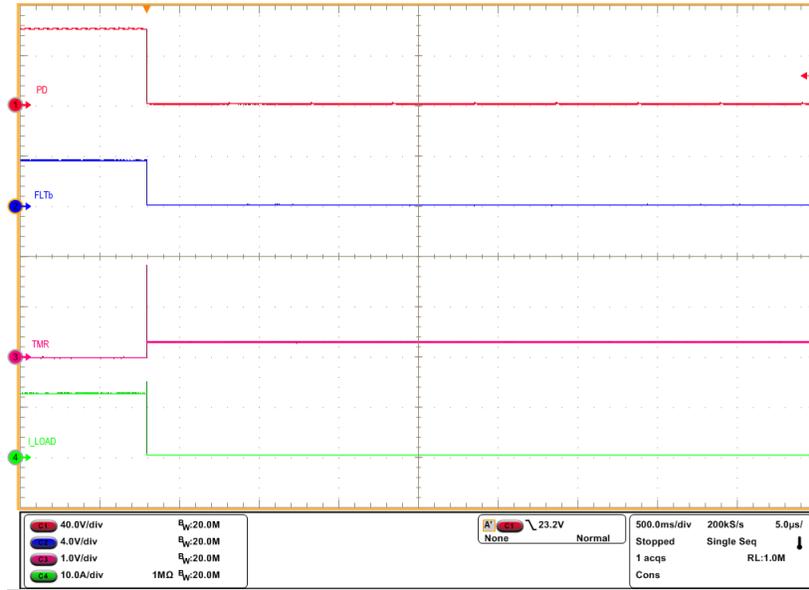


图 3-8. TPS48000-Q1 针对过流故障的闭锁响应

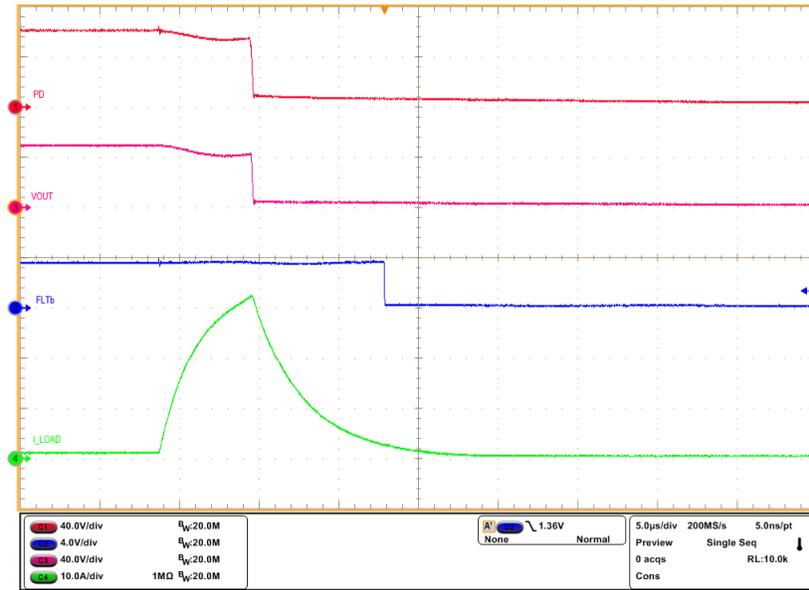


图 3-9. TPS48000-Q1 的输出短路响应

3.1.4 过压保护测试

按照以下说明执行过压测试：

1. 将输入电源电压 VIN 设置为 48V，将电流限制设置为 10A
2. 启用电源。
3. 现在，逐渐增加 VIN 电压，使用示波器观察 TPS48000-Q1 的过压截止响应。

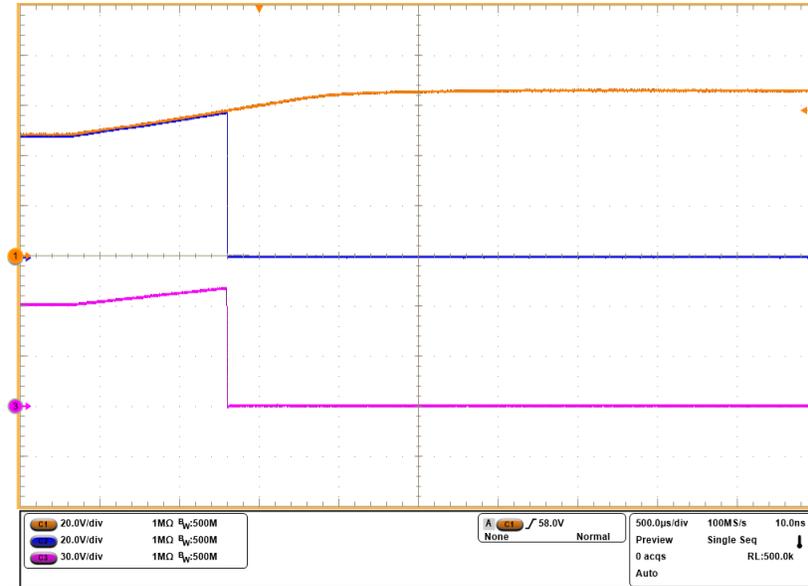


图 3-10. TPS48000-Q1 在 58V 电平下的过压截止响应

3.1.5 短路保护诊断测试

按照以下说明执行短路保护诊断测试

1. 将输入电源电压 VIN 设置为 48V，将电流限制设置为 10A。
2. 启用电源。
3. 现在，切换 SCP_TEST (TP17) 并观察短路比较器 (SCP) 诊断期间 PU/PD 和 FLTb 引脚的响应。

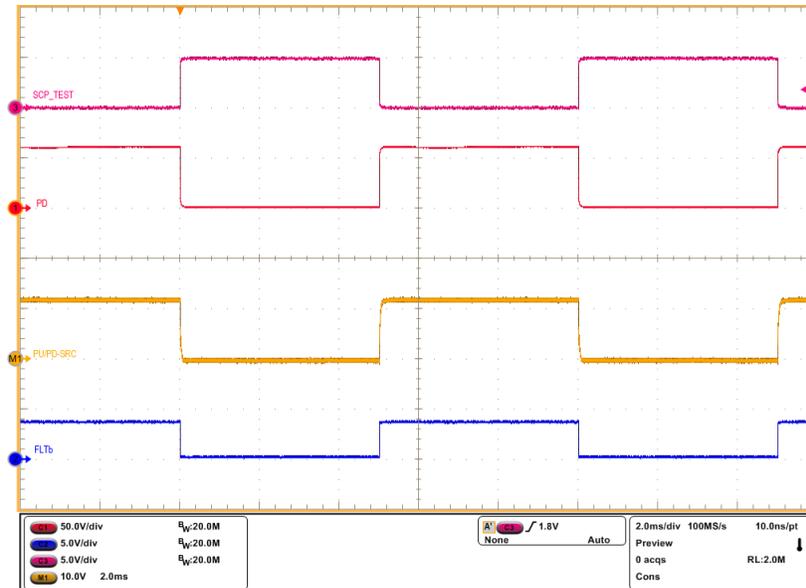


图 3-11. TPS4800-Q1 的 SCP_TEST 响应

3.1.6 输入反极性测试

按照以下说明测试输入反极性保护：

1. 将 EVM 上的跳线设置到默认位置，如表 3-1 所示。
2. 将输入电源电压 V_{IN} 设置为 60 V，将电流限制设置为 10 A。
3. 将电源正极连接到 J4 并将电源负极连接到 J1。电源现在以反极性方式连接到 TPS48000-Q1 的输入端
4. 启用电源。
5. 使用示波器观察 V_{OUT} (TP4) 处的波形。

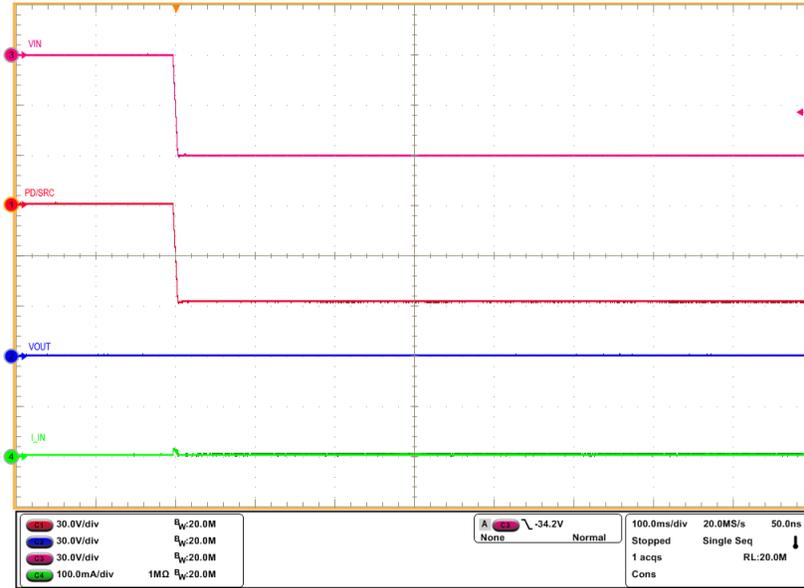


图 3-12. TPS48000-Q1 器件的输入反极性保护

4 硬件设计文件

4.1 原理图

图 4-1 展示了 EVM 原理图。

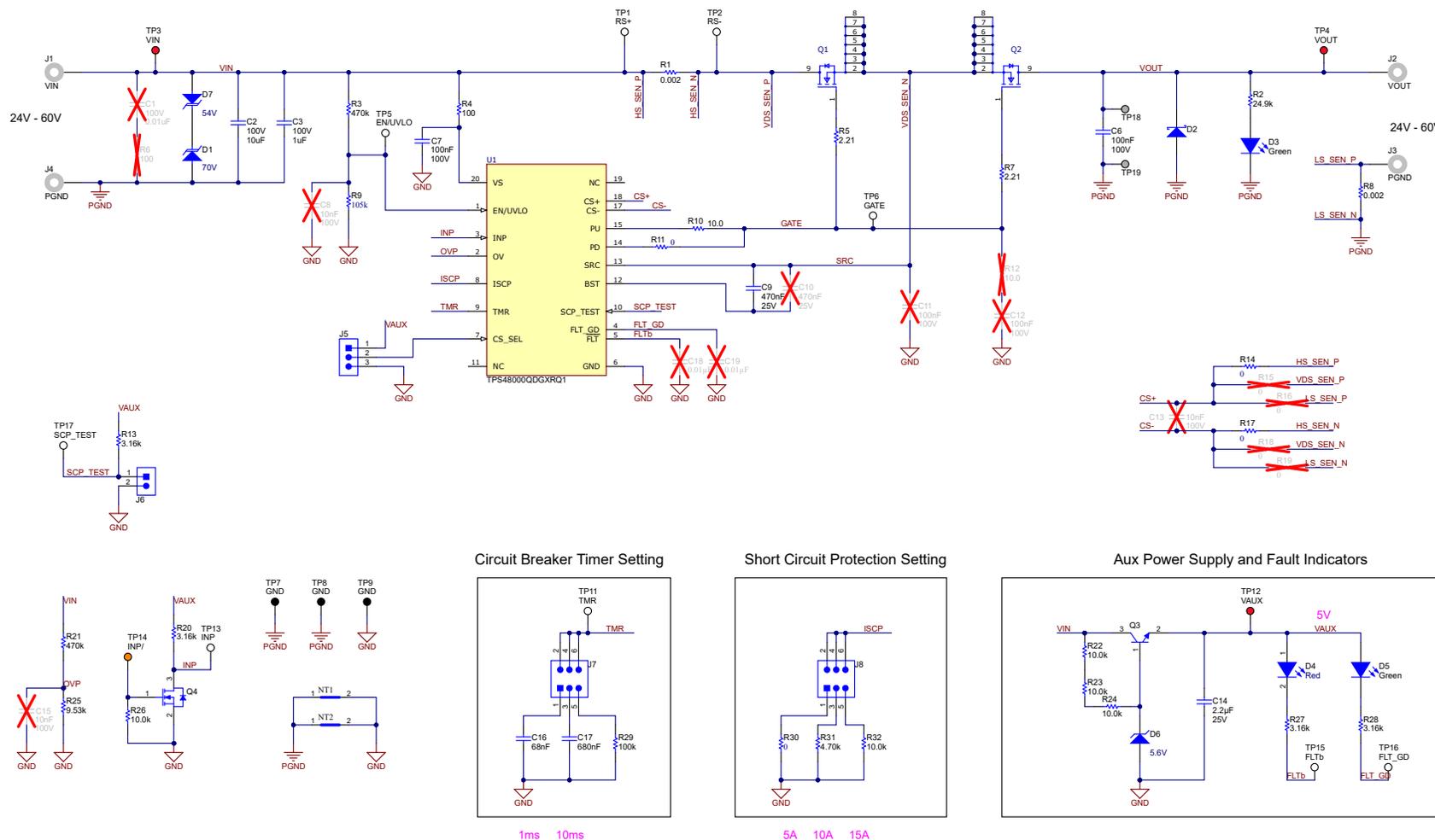


图 4-1. TPS4800Q1EVM : 评估模块原理图

4.2 PCB 布局

图 4-2 展示了评估板的元件放置，图 4-4 和图 4-6 展示了 PCB 布局图。

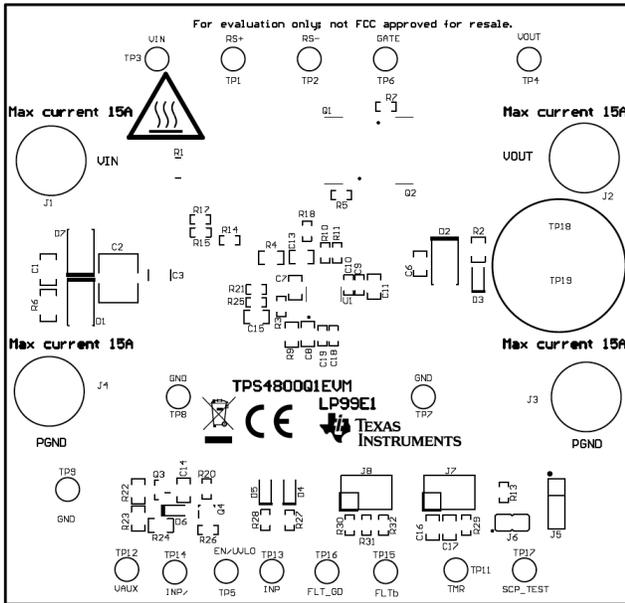


图 4-2. TPS4800Q1EVM 电路板顶部覆盖层

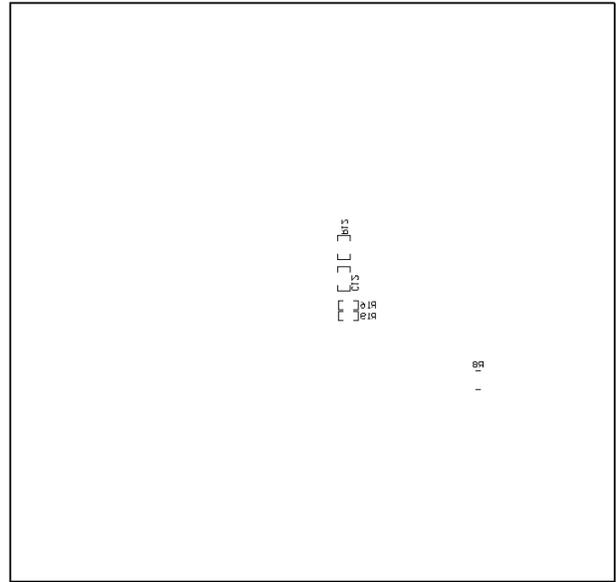


图 4-3. TPS4800Q1EVM 电路板底部覆盖层

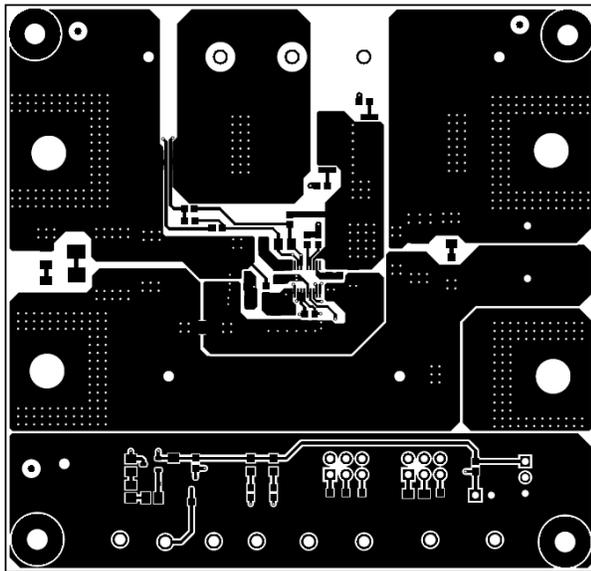


图 4-4. TPS4800Q1EVM 电路板顶层

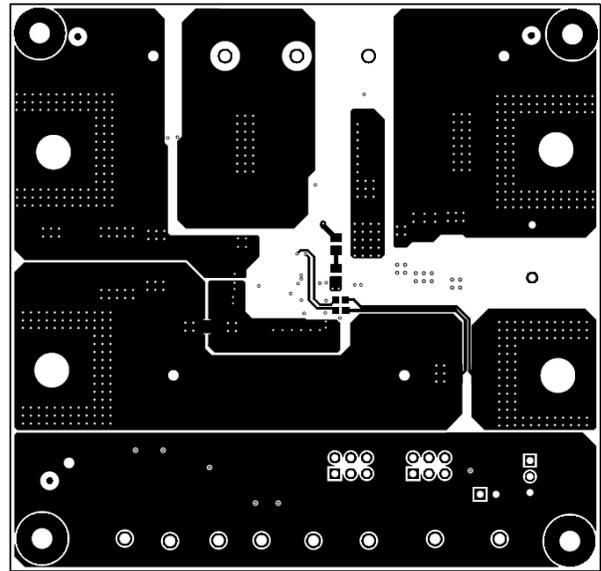


图 4-5. TPS4800Q1EVM 电路板底层

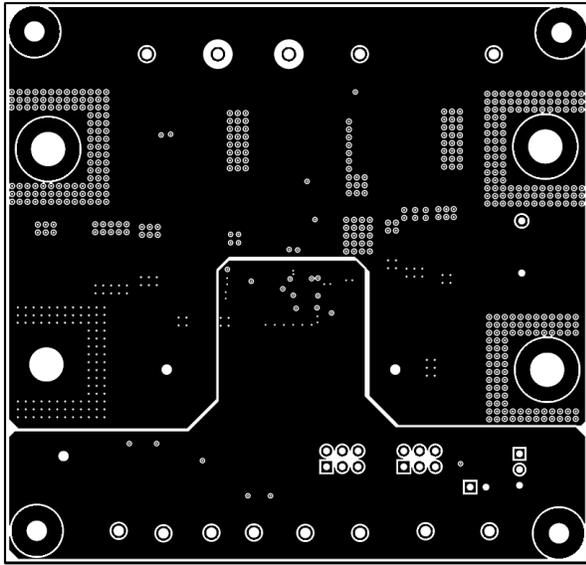


图 4-6. TPS4800Q1EVM 电路板内部信号层

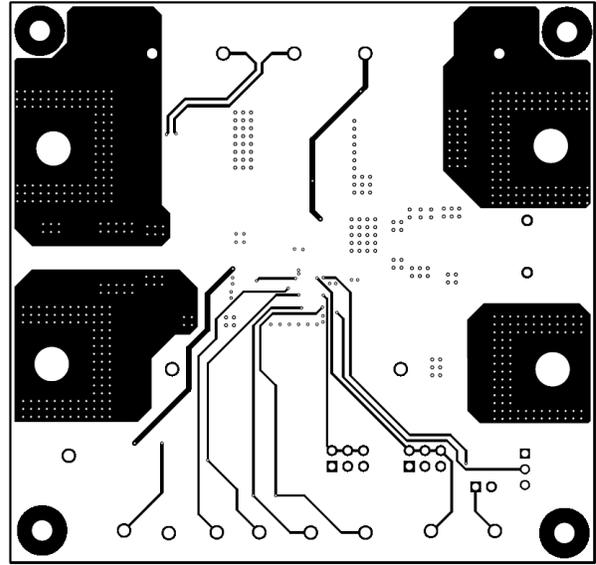


图 4-7. TPS4800Q1EVM 电路板内部布线层

4.3 物料清单 (BoM)

表 4-1 列出了 EVM 物料清单。

表 4-1. TPS4800Q1EVM 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
IPCB1	1		印刷电路板		LP99	不限
C2	1	10uF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 100V, +/-20%, X7R, 2220	2220	22201C106MAT2A	AVX
C3	1	1uF	电容, 陶瓷, 1 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 1812	1812	C4532X7R2A105K230KA	TDK
C6, C7	2	0.1uF	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	805	CGA4J2X7R2A104K125AA	TDK
C9	1	0.47uF	电容, 陶瓷, 0.47 μ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E3X7R1E474K080A B	TDK
C14	1	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	805	GCM21BR71E225KA73L	MuRata
C16	1	0.068uF	电容, 陶瓷, 0.068 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 0805	805	C0805C683K1RACTU	Kemet
C17	1	0.68uF	电容, 陶瓷, 0.68 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0805	805	C0805C684K5RACTU	Kemet
D1	1	70V	二极管, TVS, 单向, 70V, 113Vc, SMB	SMB	SMBJ70A-13-F	Diodes Inc.
D2	1	100 V	二极管, 肖特基, 100V, 2A, SMB	SMB	SS2H10-E3/5BT	Vishay-Semiconductor
D3, D5	2	绿色	LED, 绿色, SMD	LED_0805	LTST-C170KGKT	Lite-On
D4	1	红色	LED, 红色, SMD	红色 0805 LED	LTST-C170KRKT	Lite-On
D6	1	5.6V	二极管, 齐纳, 5.6V, 300mW, AEC-Q101, SOD-323	SOD-323	SZMM3Z5V6ST1G	ON Semiconductor
D7	1	54 V	二极管, TVS, 单向, 54V, 87.1Vc, SMB	SMB	SMBJ54A-13-F	Diodes Inc.
H1、H2、H3、H4	4		机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	螺钉	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8	4			螺柱	1902C	Keystone
J1、J2、J3、J4	4		标准香蕉插头, 非绝缘, 8.9mm	Keystone575-8	575-8	Keystone
J5	1		接头, 100mil, 3x1, 锡, TH	接头, 3 引脚, 100mil, 锡	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
J6	1		接头, 100mil, 2x1, 镀金, TH	Sullins 100mil, 1x2, 绝缘体上方 230mil	PBC02SAAN	Sullins Connector Solutions
J7、J8	2		接头, 100mil, 3x2, 锡, TH	3x2 接头	PEC03DAAN	Sullins Connector Solutions
Q1、Q2	2		MOSFET N 沟道 80V 200A (Tc) 200W (Tc) 表面贴装 PG-HSOG-8-1	PG-HSOG-8	IAUS200N08S5N023ATMA 1	英飞凌 (Infineon)
Q3	1	160 V	晶体管, NPN, 160V, 0.3A, SOT-23	SOT-23	PMBT5551, 215	Nexperia

表 4-1. TPS4800Q1EVM 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
Q4	1	60V	MOSFET, N 沟道, 60V, 0.115A, SOT-323	SOT-323	2N7002W-7-F	Diodes Inc.
R1、R8	2	0.002	电阻, 0.002, 1%, 2W, AEC-Q200 0 级, 2010	2010	WSLP20102L000FEA	Vishay-Dale
R2	1	24.9k	电阻, 24.9k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	CRCW080524K9FKEA	Vishay-Dale
R3、R21	2	470k	电阻, 470k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07470KL	Yageo
R4	1	100	电阻, 100, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	CRCW0805100RFKEA	Vishay-Dale
R5、R7	2	2.21	电阻, 2.21, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-072R21L	Yageo
R9	1	105k	电阻, 105k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	CRCW0805105KFKEA	Vishay-Dale
R10	1	10	电阻, 10.0, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060310R0FKEAHP	Vishay-Dale
R11、R14、R17、R30	4	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R13、R20、R27、R28	4	3.16k	电阻, 3.16k Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06033K16FKEA	Vishay-Dale
R22、R23、R24	3	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	ERJ-6ENF1002V	Panasonic
R25	1	9.53k	电阻, 9.53k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-079K53L	Yageo
R26、R32	2	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060310K0FKEA	Vishay-Dale
R29	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R31	1	4.70k	电阻, 4.70k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-074K7L	Yageo
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4	4	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	顶部闭合 100mil 分流器	SPC02SYAN	Sullins Connector Solutions
TP1、TP2、TP5、TP6、TP11、TP13、TP15、TP16、TP17	9		测试点, 多用途, 白色, TH	白色通用测试点	5012	Keystone
TP3、TP4、TP12	3		测试点, 通用, 红色, TH	红色多用途测试点	5010	Keystone
TP7、TP8、TP9	3		测试点, 通用, 黑色, TH	黑色多用途测试点	5011	Keystone
TP14	1		测试点, 通用, 橙色, TH	橙色通用测试点	5013	Keystone
TP18、TP19	2		连接器, 插座, 引脚, TH	PCB 引脚	0300-2-15-01-47-01-10-0	Mill-Max
U1	1		具有 SCP 和诊断功能的低 IQ 智能高侧栅极驱动器	VSSOP19	TPS4800QDGXRQ1	德州仪器 (TI)

表 4-1. TPS4800Q1EVM 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1	0	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01μF, 100V, +/-10%, X7R, 1206	1206	12061C103KAT2A	AVX
C8、C13、C15	0	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01 μF, 100V, +/-5%, X7R, 0805	805	08051C103JAT2A	AVX
C10	0	0.47μF	电容, 陶瓷, 0.47uF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E3X7R1E474K080A B	TDK
C11、C12	0	0.1μF	电容器, 陶瓷, 0.1μF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	805	CGA4J2X7R2A104K125AA	TDK
C18、C19	0	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	GCM188R71H103KA37D	MuRata
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	不适用
R6	0	100	电阻, 100, 1%, 0.5W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW1206100RFKEAHP	Vishay-Dale
R12	0	10	电阻, 10.0, 1%, 0.125W, 0805	805	RC0805FR-0710RL	Yageo America
R15、R16、R18、 R19	0	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale

5 其他信息

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

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