

## EVM User's Guide: TPS4812Q1EVM

## TPS4812-Q1 智能高侧驱动器评估模块



## 说明

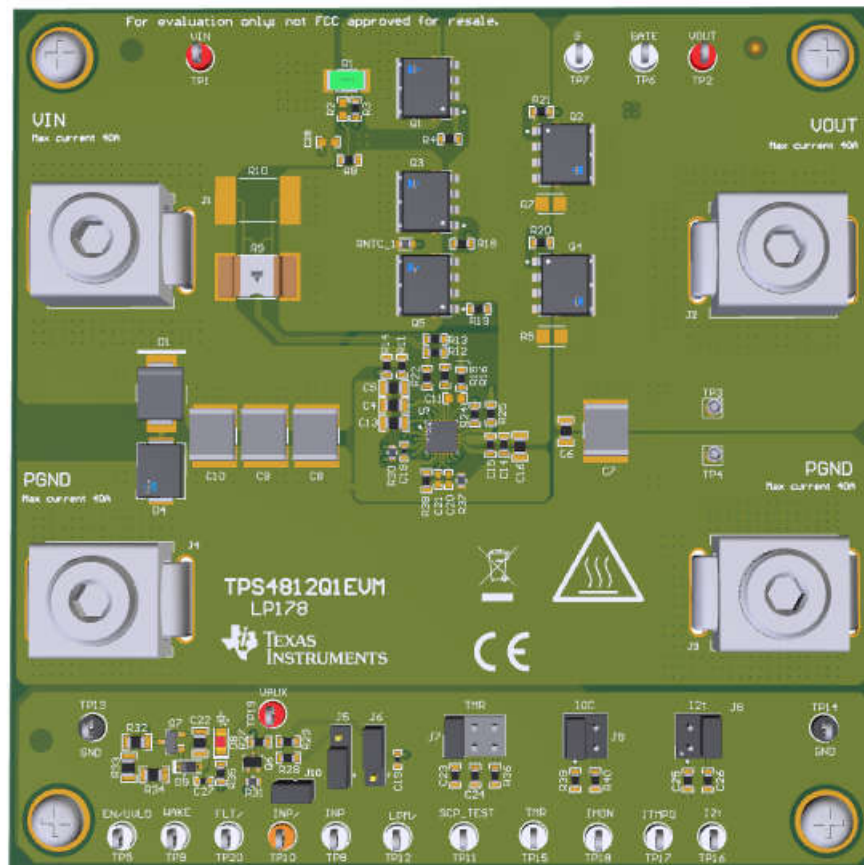
TPS4812Q1EVM 可对 TI 的 TPS4812-Q1 智能高侧驱动器进行参考电路评估。TPS4812-Q1 是一款 3.5V 至 95V 智能高侧控制器，包含两个具有单独控制输入的强大 2A 栅极驱动器，支持多种配置，包括低功耗路径模式以及自动负载唤醒选项。TPS4812-Q1 提供双向电流监测和基于可调节  $I^2t$  的过流和短路保护，以及可配置的自动重试和锁存故障行为。

## 特性

- 工作电压范围为 3V 至 80V
- 16A 至 36A 可调短路保护（使用板载跳线）
- 可编程  $I^2t$  关断时间
- 可编程短路保护延迟
- 可编程自动重试和锁存选项
- 双向电流监测
- 针对故障条件提供 LED 状态指示

## 应用

- 48V 电池管理系统
- 直流/直流转换器
- 汽车类配电箱
- 区域



## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

通过将 TPS48120QDGXRQ1 (U1) 替换为 TPS12120QDGXRQ1 并将 EN/UVLO (TP3) 连接到 VAUX (TP13)，也可在此 EVM 上评估 TPS1212-Q1 器件。

本用户指南旨在介绍 TPS4812-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. TPS4812Q1EVM 套件内容

条目	说明	数量
TPS4812Q1EVM	PCB	1

### 1.3 规格

- 工作电压为 24V 至 54V (典型值)
  - 在测试大于 54V 的输入电压时，移除输入 54V TVS 或使用适当的 TVS

### 1.4 器件信息

TPS4812x-Q1 系列是具有保护和诊断功能的 100V 低  $I_Q$  智能高电平端驱动器。该器件具有 3.5V 至 95V 的宽工作电压范围，适用于 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。此器件具有强大的 (0.5A 拉电流和 2A 灌电流) 主栅级驱动器，配有单独控制的 (100  $\mu$ A 拉电流和 0.39A 灌电流) 低功耗路径栅极。当  $\overline{LPM}$  为低电平时，低功耗路径保持导通，而主 FET 以 20 $\mu$ A (典型值) 的  $I_Q$  被关断。使用  $R_{BYPASS}$  调整自动负载唤醒阈值。在 EN/UVLO 处于低电平时， $I_Q$  降至 1  $\mu$ A (典型值)。

该器件具有精确的双向电流检测 ( $\pm 2\%$ ) 输出 (IMON、I\_DIR)，配备使用外部  $R_{SNS}$  电阻器的基于  $I^2t$  的可调过流和短路保护，并且可以设置  $\overline{FLT}$  指示、可调短路保护、自动重试和闭锁故障行为。该器件还具有基于 NTC 的温度检测 (TMP) 和用于外部 FET 过热检测的监控输出 (ITMPO) 输出。

## 2 硬件

### 2.1 概述

TPS4812Q1EVM 评估板可用于评估 TPS48120-Q1 驱动器。输入电源施加在连接器 J1 和 J4 之间，而 J2 和 J3 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。

D8 为电荷泵 UVLO、主 FET 短路故障、I<sup>2</sup>t 计时器触发器、基于 NTC 的外部 FET 过热故障提供故障指示输出。

**表 2-1. TPS4812Q1EVM 评估板选项和设置**

器件型号	EVM 功能	Vin 范围	Vin UVLO	ENABLE (EN/UVLO)	短路保护		特性
					低设置	高设置	
TPS4812Q1EVM	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 - 54V	24V	高电平有效	16A	36A	高侧感测 双向电流监测 低功耗模式 具有自动重试/闩锁响应的 I <sup>2</sup> t 过流和短路保护

### 2.2 一般配置

#### 2.2.1 物理访问

表 2-2 列出了 TPS4812Q1EVM 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
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 2-3. 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
TP4	GATE	外部主 MOSFET 的栅极
TP5	G2	充电 MOSFET 的栅极
TP6	TP6	用于 FET 诊断的电压检测节点
TP7	INP1	外部放电 FET 的控制输入
TP8	INP2	外部充电 FET 的控制输入
TP9	SCP_TEST	内部短路比较器 (SCP) 诊断输入。
TP10	INP1/	外部放电 FET 的控制输入反转
TP11	INP2/	控制输入外部充电 FET 反转
TP12	TMR	故障计时器电压
TP13	VAUX	偏置 LED 的辅助电源
TP14	RS+	电流检测输入的正极端子
TP15	RS-	电流检测输入的负极端子
TP16、TP17	PGND	电源地
TP18	GND	接地
TP19	FLT	故障输出

表 2-4. 跳线和 LED 说明

跳线	标签	说明
J5	LPM/	1-2 位置强制器件进入低功耗模式
J6	I_DIR	监控以确定 I_DIR 输出。当电流反向流动时置为低电平。 1-2 位置将信号接地。
J7	TMR	重试行为选择。 1-2 位置设置 1.2s 延迟。 3-4 位置设置 12s 延迟。 5-6 位置将控制器设置为闭锁模式。
J8	I2T	I2T 电平选择。 1-2 位置设置 330ms。 3-4 位置设置 1s。
J9	IOC	过流保护选择。 1-2 位置设置限于 16A。 2-3 位置设置限于 36A。
J10		接地二极管旁路。
D8 (红色 - LED)	D8	故障指示器。LED 在基于 NTC 的外部 FET 过热、短路故障、I2T、电荷泵 UVLO 时亮起。

## 2.2.2 测试设备和设置

### 2.2.2.1 电源

一个可调电源，具有 0V 至 60V 输出和 0A 至 50A 输出电流限制。

### 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 50A 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. TPS4812Q1EVM 评估板的默认跳线设置

J5	J6	J7	J8	J9
1-2	3-4	1-2	3-4	1-2

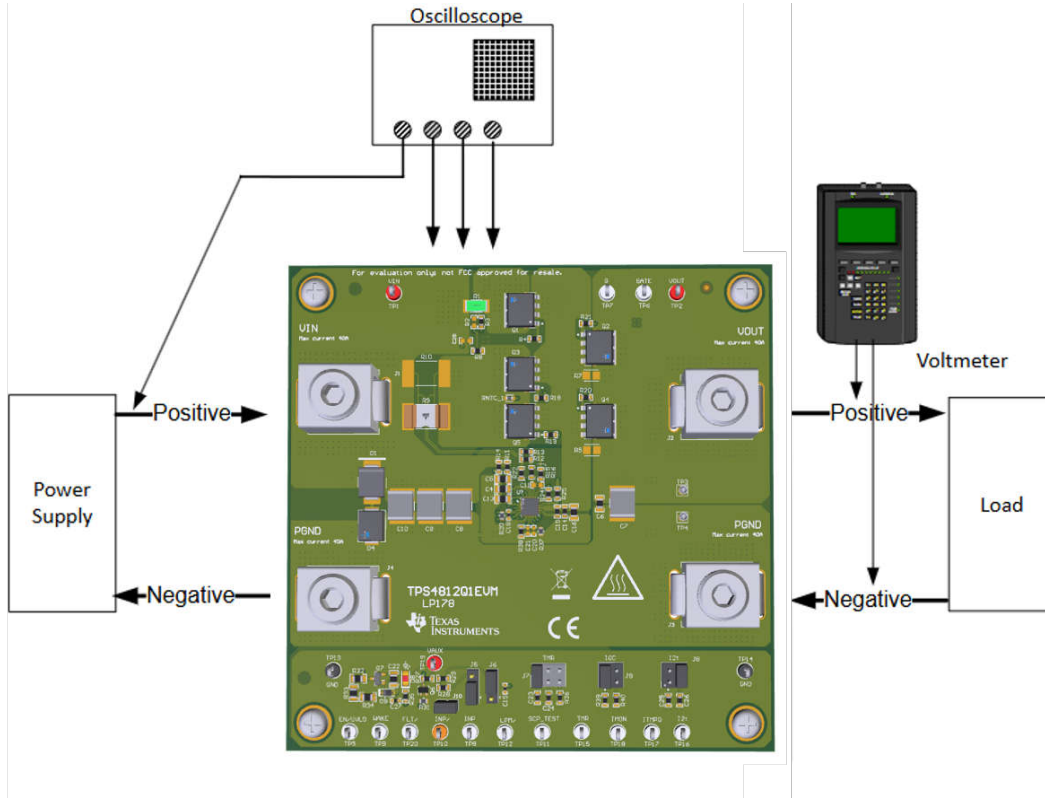


图 3-1. 带测试设备的 TPS4812Q1EVM 设置

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 48 V，电流限值设置为 16A。
- 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 TPS48120-Q1 的上电曲线。

1. 将 EN/UVLO 引脚 (TP5) 接地。
2. 将 J6 置于 1-2 位置以保持低功耗模式。
3. 启用 EN/UVLO 为高电平，以验证 BST、GATE 和 SRC 的启动曲线。
4. 通过将 J6 更改为 2-3 位置转换到工作模式。

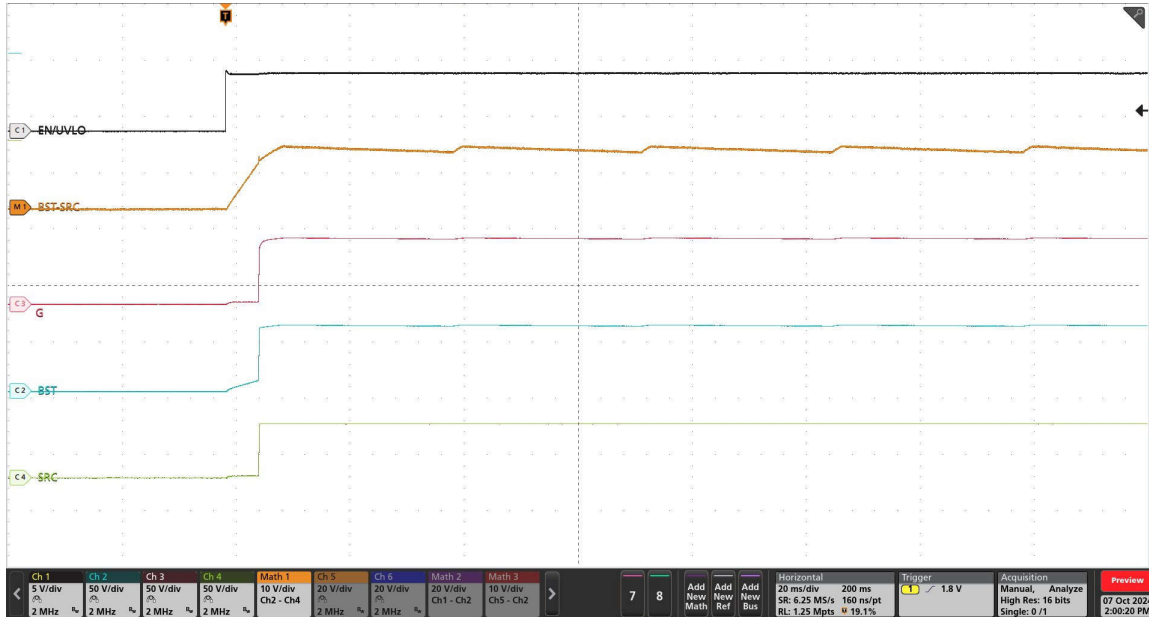


图 3-2. 低功耗路径的启动曲线 ( LPM = 低电平, VIN = 48V, 无负载, C<sub>BST</sub> = 470nF )

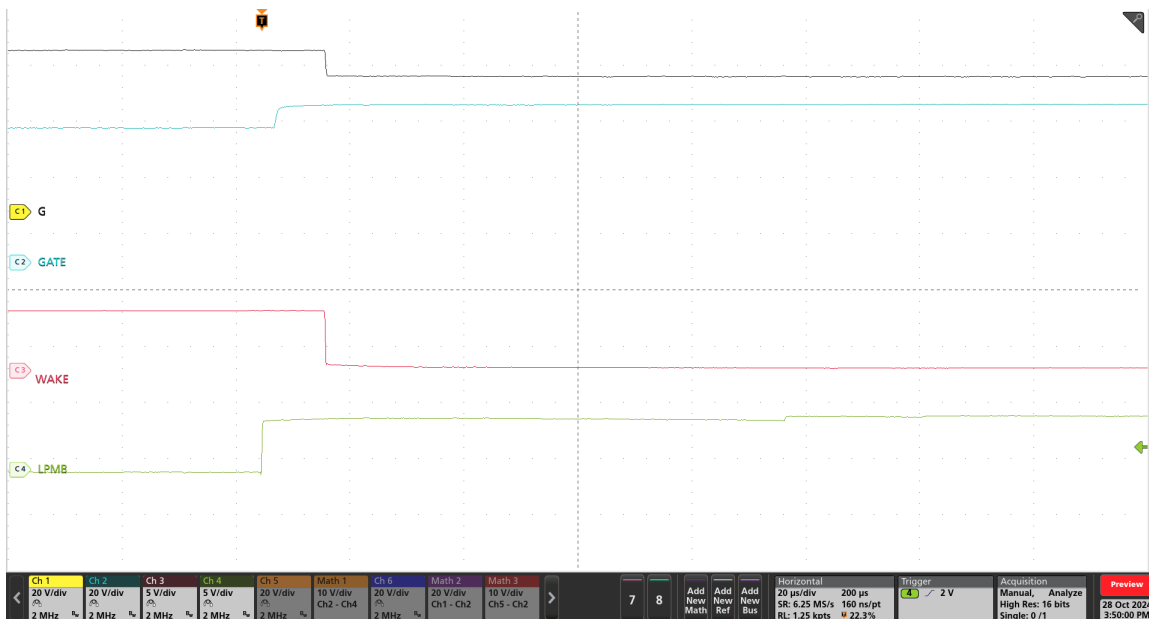


图 3-3. 从 LPM 到工作模式的状态转换 ( LPM = 低电平到高电平, Vin = 48V, 无负载 )

### 3.1.2 过流保护测试

按照以下说明在 TPS4812Q1EVM 上执行基于  $I^2T$  的过流测试：

1. 打开电源并将电源输出 VIN 设置为 48V，电流限值设置为 16A。
2. 通过将跳线 J9 安装在 1-2 位置，将过流保护 (IOC) 阈值设置为 16A，并将跳线 J8 安装在 1-2 位置以设置 330-ms  $I^2T$  触发时间。
3. 启用控制输入 ( INP 和  $\overline{\text{LPM}}$  )。
4. 现在，使用电子负载将输出加载至 16A，并观察 TPS4812Q1 的过载行为。
5. 将负载断开连接

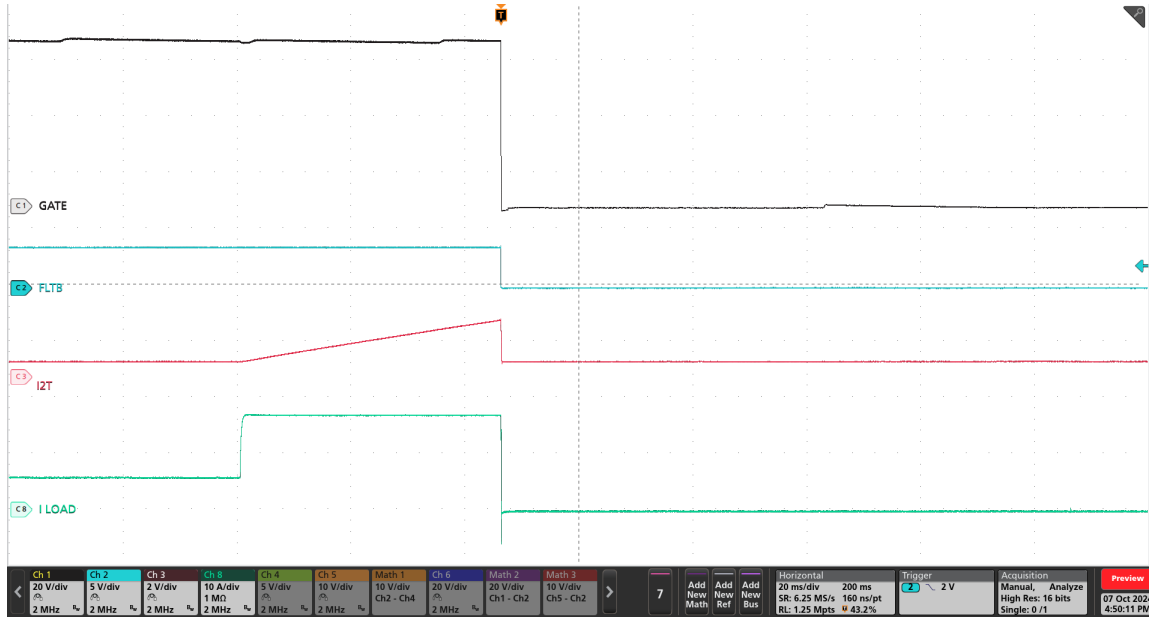


图 3-4. 6A 至 16A 负载阶跃下 TPS4812Q1EVM 基于  $I^2T$  的过流响应

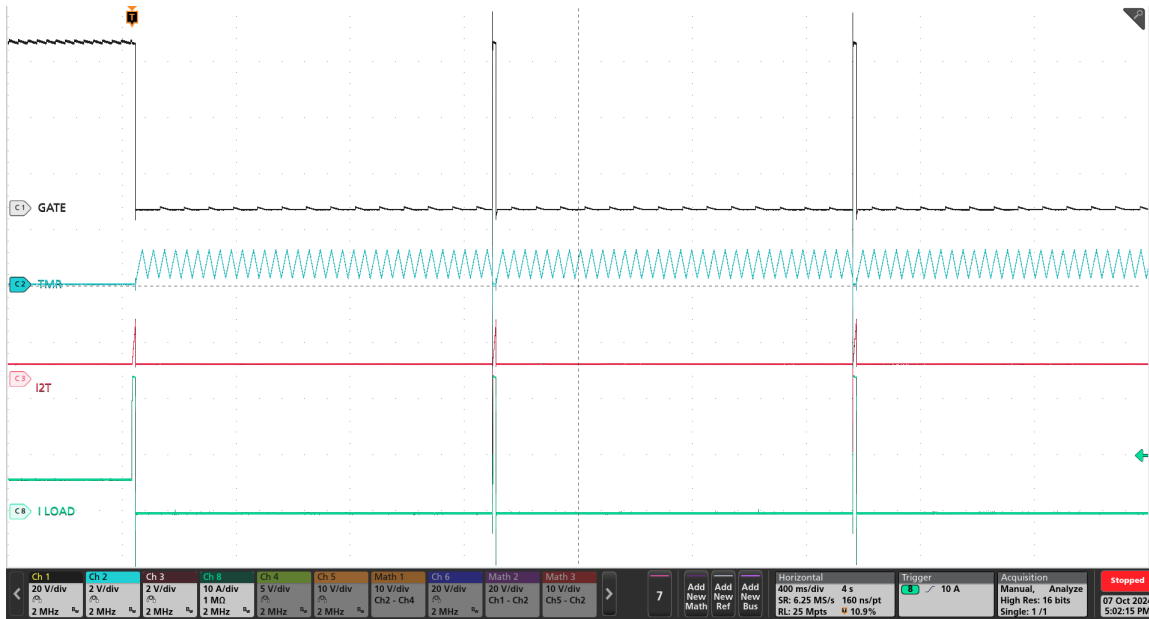


图 3-5. TPS4812Q1 在  $I^2T$  过流故障下的自动重试响应

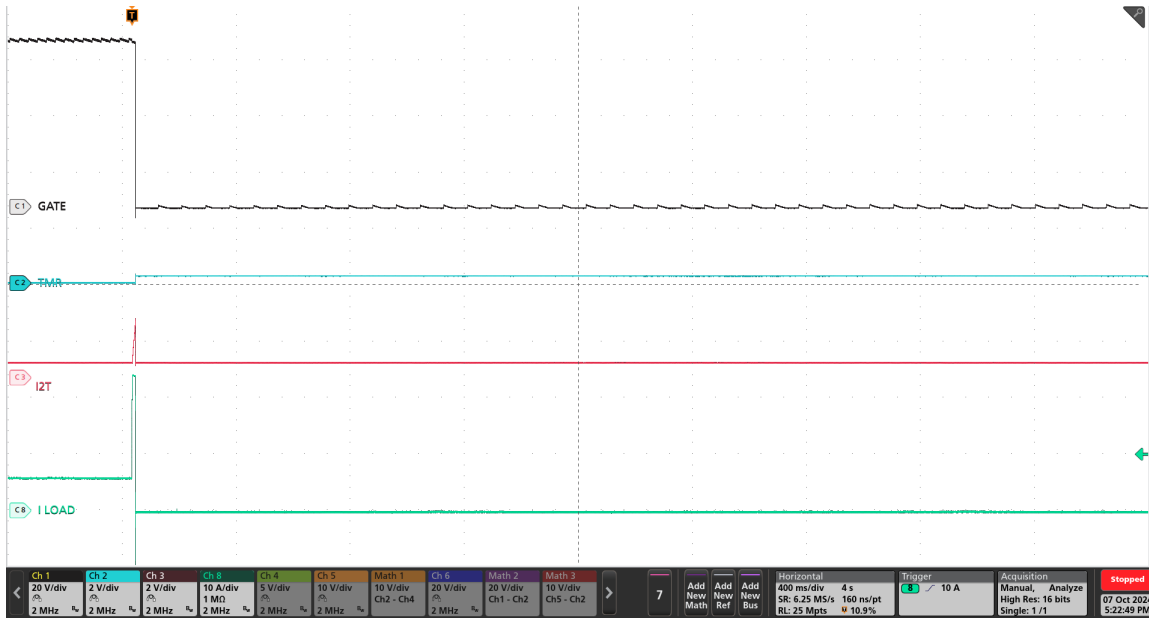


图 3-6. TPS48120-Q1 在 I<sup>2</sup>T 过流故障下的闭锁响应



## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

图 4-1 展示了 EVM 原理图。

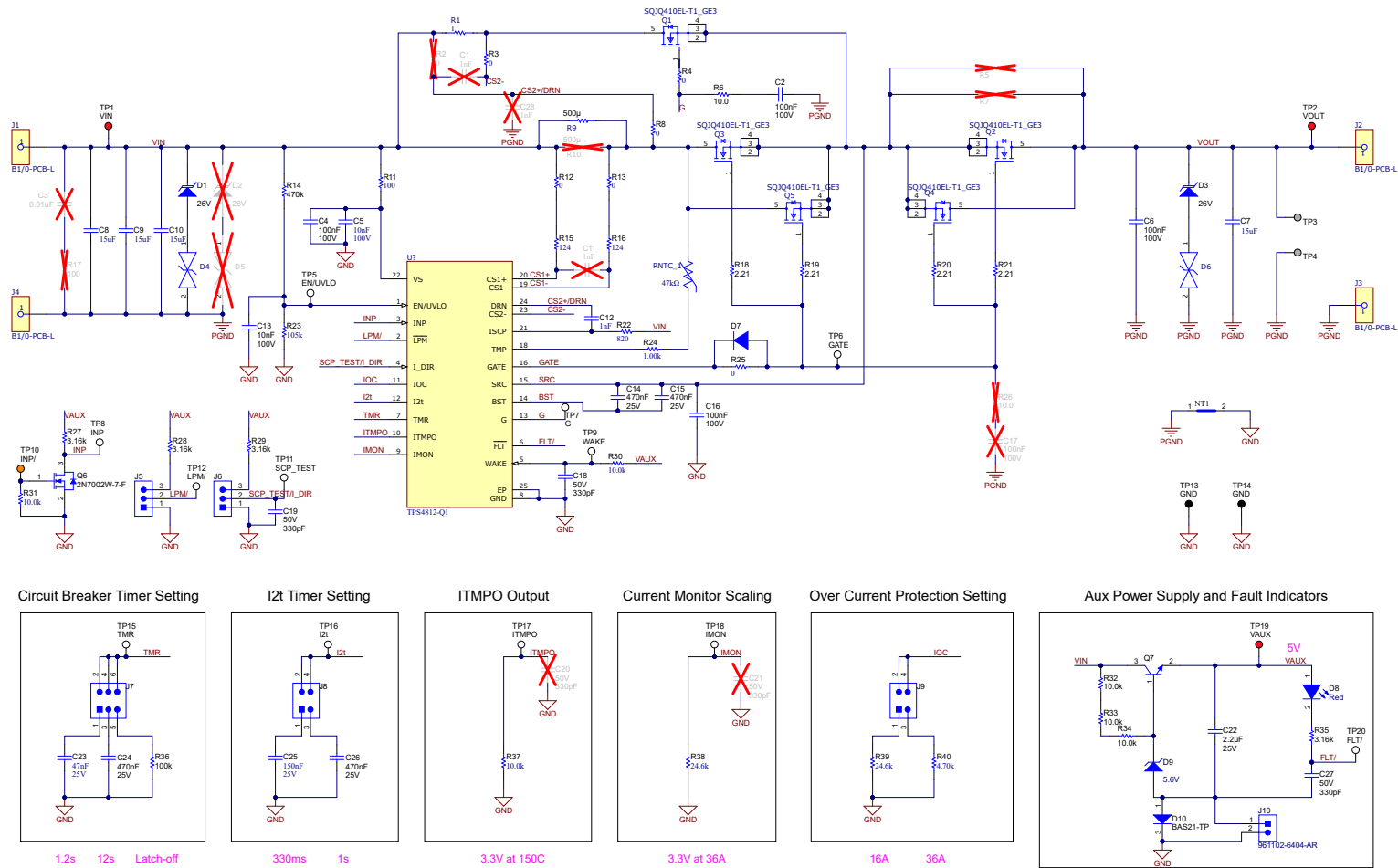


图 4-1. TPS4812Q1EVM : 评估模块原理图

## 4.2 PCB 布局

图 4-2 和 图 4-3 展示了评估板的元件放置。图 4-4 至 图 4-7 展示了剩余 PCB 布局图。

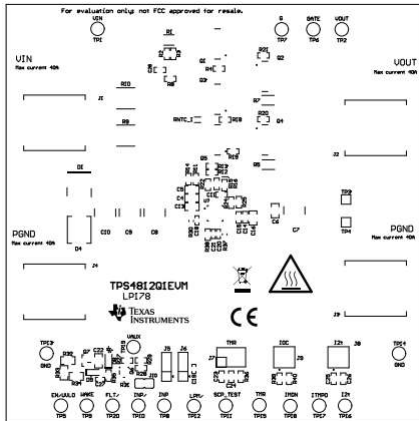


图 4-2. TPS4812Q1EVM 电路板顶部覆盖层

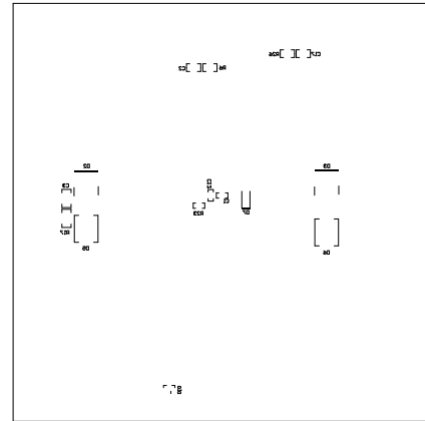


图 4-3. TPS4812Q1EVM 电路板底部覆盖层

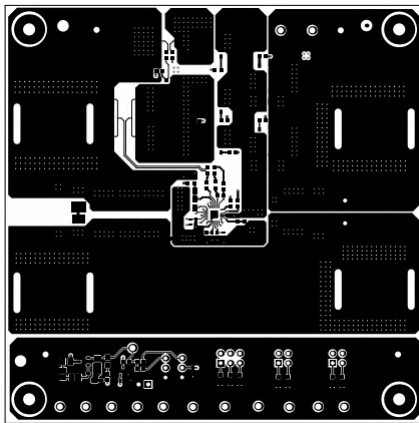


图 4-4. TPS4812Q1EVM 电路板顶层

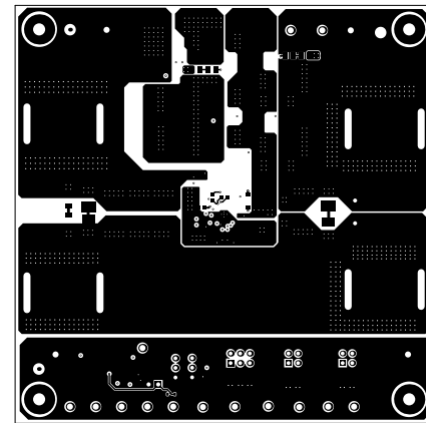


图 4-5. TPS4812Q1EVM 电路板底层

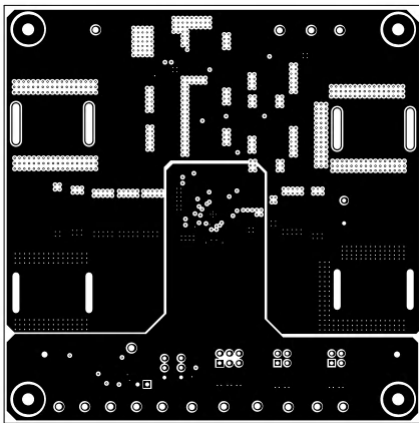


图 4-6. TPS4812Q1EVM 电路板内部信号层

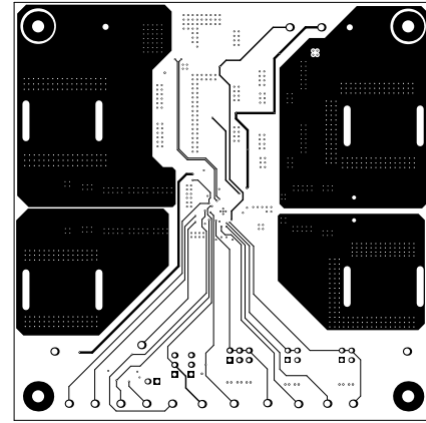


图 4-7. TPS4812Q1EVM 电路板内部布线层

### 4.3 物料清单 (BoM)

下表列出了 EVM 的物料清单。

位号	数量	说明	器件型号	制造商
IPCB	1	印刷电路板	LP178	不限
C2、C4、C6、C16	4	电容, 陶瓷, 0.1 μF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	CGA4J2X7R2A104K125AA	TDK
C5	1	电容, 陶瓷, 0.01μF, 100V, +/- 10%, X7R, 0805	08051C103KAT2A	AVX
C7、C8、C9、C10	4	电容, 陶瓷, 15μF, 100V, +/- 20%, X7R, 堆叠 2220	KCM55WR72A156MH01K	MuRata
C12	1	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603X102K5RACTU	Kemet
C13	1	电容, 陶瓷, 0.01 μF, 100V, +/-5%, X7R, 0805	08051C103JAT2A	AVX
C14、C15、C24、C26	4	电容, 陶瓷, 0.47μF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E3X7R1E474K080AB	TDK
C18、C19、C27	3	电容, 陶瓷, 330pF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71H331KA01D	MuRata
C22	1	电容, 陶瓷, 2.2μF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	GCM21BR71E225KA73L	MuRata
C23	1	电容, 陶瓷, 0.047μF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	GCM188R71E473KA37D	MuRata
C25	1	电容, 陶瓷, 0.15uF, 25V, +/-10%, X7R, 0603	GRM188R71E154KA01D	MuRata
D1、D3	2	二极管, TVS, 单向, 26V, 42.1Vc, 1500W, 37A, SMC	SMCJ26A-TR	STMicroelectronics
D4、D6	2	87.1V 钳位, 17.2A Ipp, Tvs 二极管, 表面贴装, DO-214AB (SMCJ)	SMCJ54CA-E3/9AT	Vishay Semiconductor 二极管部门
D7	1	二极管, 开关, 100V, 0.15A, SOD-123	1N4148W-TP	Micro Commercial Components
D8	1	LED, 红色, SMD	LTST-C170KRKT	Lite-On
D9	1	二极管, 齐纳, 5.6V, 300mW, AEC-Q101, SOD-323	SZMM3Z5V6ST1G	ON Semiconductor
D10	1	二极管, P-N, 200V, 0.2A, SOT-23	BAS21-TP	Micro Commercial Components
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	六角螺柱, 0.5"L #4-40, 尼龙	1902C	Keystone
J1、J2、J3、J4	4	1/0 AWG 高 AMP PCB 接线片 1/0-8 AWG	B1/0-PCB-L	INTERNATIONAL HYDRAULICS
J5、J6	2	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions
J7	1	接头, 100mil, 3x2, 锡, TH	PEC03DAAN	Sullins Connector Solutions
J8、J9	2	接头, 100mil, 2x2, 锡, TH	PEC02DAAN	Sullins Connector Solutions
J10	1	接头, 2.54mm, 2x1, TH	961102-6404-AR	3M

位号	数量	说明	器件型号	制造商
Q1、Q2、Q3、 Q4、Q5	5	N 沟道 100V 135A (Tc) 136W (Tc) 表面贴装 PowerPAK® 8 x 8	SQJQ410EL-T1_GE3	Vishay
Q6	1	MOSFET, N 沟道, 60V, 0.115A, SOT-323	2N7002W-7-F	Diodes Inc.
Q7	1	晶体管, NPN, 160V, 0.3A, SOT-23	PMBT5551,215	Nexperia
R1	1	1Ω ±1% 3W 片上电阻 2010 (公制 5025), 汽车 AEC-Q200, 电流检测, 防潮, 可承受脉冲	VMP-1R00-1.0-U	Isabellenhuette
R3、R4、R8、 R12、R13、R25	6	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R6	1	电阻, 10.0, 1%, 0.125W, 0805	RC0805FR-0710RL	Yageo America
R9	1	电阻, 金属条, 3921, 0.0005Ω, 1%, 3W, ±175ppm/°C, 模制 SMD, 压纹, 塑料 T/R	WSL3921L5000FEA	Vishay Dale
R11	1	电阻, 100, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	ERJ-3EKF1000V	Panasonic
R14	1	电阻, 470k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07470KL	Yageo
R15、R16	2	电阻, 124, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07124RL	Yageo
R18、R19、R20、 R21	4	电阻, 2.21, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072R21L	Yageo
R22	1	电阻, 820, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07820RL	Yageo
R23	1	电阻, 105k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603105KFKEA	Vishay-Dale
R24	1	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-071KL	Yageo
R27、R28、R29、 R35	4	电阻, 3.16kΩ, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06033K16FKEA	Vishay-Dale
R30、R31、R37	3	电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, AEC-Q200 1 级, 0603	TNPW060310K0BEEA	Vishay-Dale
R32、R33、R34	3	电阻, 10.0k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	ERJ-6ENF1002V	Panasonic
R36	1	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R38、R39	2	电阻, 24.6k, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE0724K6L	Yageo America
R40	1	电阻, 4.70k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-074K7L	Yageo
RNTC_1	1	用于温度传感器的 NTC 热敏电阻, 汽车, 0603, 47kΩ, 5%, 0.046mA, 5V	NCU18WB473J6SRB	Murata

位号	数量	说明	器件型号	制造商
SH-J1、SH-J2、 SH-J3、SH-J4、 SH-J5、SH-J6	6	分流器，100mil，镀金，黑色	SPC02SYAN	Sullins Connector Solutions
TP1、TP2、TP19	3	测试点，通用，红色，TH	5010	Keystone
TP3、TP4	2	连接器，插座，引脚，TH	0300-2-15-01-47-01-10-0	Mill-Max
TP5、TP6、TP7、 TP8、TP9、 TP11、TP12、 TP15、TP16、 TP17、TP18、 TP20	12	测试点，通用，白色，TH	5012	Keystone
TP10	1	测试点，通用，橙色，TH	5013	Keystone
TP13、TP14	2	测试点，通用，黑色，TH	5011	Keystone
U?	1	TPS4812-Q1	TPS4812-Q1	德州仪器 (TI)
C1、C11、C28	0	电容，陶瓷，1000pF，50V，+/-10%，X7R，0603	C0603X102K5RACTU	Kemet
C3	0	电容，陶瓷，0.01μF，100V，+/- 10%，X7R，1206	12061C103KAT2A	AVX
C17	0	电容，陶瓷，0.1 μ F，100V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，0805	CGA4J2X7R2A104K125AA	TDK
C20、C21	0	电容，陶瓷，330pF，50V，+/-10%，X7R，0402	GRM155R71H331KA01D	MuRata
D2	0	二极管，TVS，单向，26V，42.1Vc，1500W，37A，SMC	SMCJ26A-TR	STMicroelectronics
D5	0	87.1V 钳位，17.2A Ipp，TVs 二极管，表面贴装，DO-214AB (SMCJ)	SMCJ54CA-E3/9AT	Vishay Semiconductor 二极管部门
FID1、FID2、FID3	0	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用
R2	0	电阻，0，5%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R5、R7	0	0Ω 跳线 1W 片上电阻 1206 (公制 3216)，汽车级 AEC-Q200，电流检测厚膜	PMR18EZPJ000	Rohm Semiconductor
R10	0	电阻，金属条，3921，0.0005Ω，1%，3W，±175ppm/°C，模制 SMD，压纹，塑料 T/R	WSL3921L5000FEA	Vishay Dale
R17	0	电阻，100，1%，0.5W，AEC-Q200 0 级，1206	CRCW1206100RFKEAHP	Vishay-Dale
R26	0	电阻，10.0，1%，0.125W，0805	RC0805FR-0710RL	Yageo America

## 5 其他信息

### 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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  
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司