

EVM User's Guide: TPS1213Q1EVM TPS1213-Q1

TPS1213-Q1 智能高侧驱动器评估模块



说明

TPS1213Q1EVM 可对 TI 的 TPS1213-Q1 智能高侧驱动器进行参考电路评估。TPS1213-Q1 器件具有 3.5V 至 40V 的工作电压范围和 1.69A 的主路径栅极驱动强度，可在高电流设计中开关并联的 MOSFET。

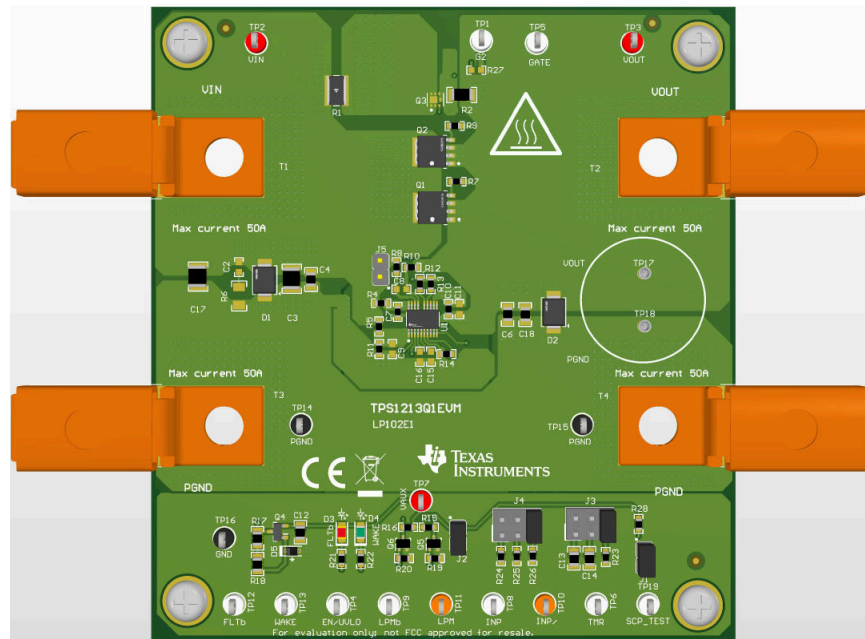
TPS1213-Q1 具有低功耗模式，能够在消耗 28 μ A (典型值) 的情况下支持常开负载。在低功耗模式下，只有低功耗路径 FET 保持导通状态，而主 FET 则关断以节省 IQ。该器件提供可调节短路保护，以及可配置的自动重试和锁存故障行为。

特性

- 工作电压范围为 3.5V 至 40V
- 15A 至 50A 可调短路保护 (使用板载跳线)
- 可编程短路保护延迟
- 可编程负载唤醒阈值
- 可编程自动重试和锁存选项
- 故障和工作模式的 LED 状态指示

应用

- 汽车类 12V BMS
- 配电箱



1 评估模块概述

1.1 引言

本用户指南介绍了 TPS1213-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. TPS1213Q1EVM 套件内容

条目	说明	数量
TPS1213Q1EVM	PCB	1

1.3 规格

- 工作电压为 6V 至 36V (典型值)
- 使用 MOSFET VDS 进行电流检测
- 可编程负载唤醒阈值

1.4 器件信息

TPS1213-Q1 是一款具有保护和诊断功能的 45V 低 IQ 智能高侧驱动器。该器件具有 3.5V 至 40V 的宽工作电压范围，非常适合 12V 系统设计。该器件可耐受低至 -40V 的负电源电压，并提供负载保护。该器件集成两个栅极驱动器，具有用于驱动主路径中 MOSFET 的 1.69A 拉电流/2A 灌电流能力，以及用于驱动低电源路径的 150 μ A 拉电流/2A 灌电流能力。

在 $\overline{\text{LPM}}$ 为低电平的低功耗模式下，低功耗路径 FET 保持导通，而主 FET 关断。该器件在此模式下消耗 35 μ A (典型值) 的低 IQ。可使用 ISCP/LWU 引脚调整进入运行状态的自动负载唤醒阈值。在 EN/UVLO 处于低电平时，IQ 降至 1 μ A (典型值)。

该器件使用 MOSFET VDS 检测或外部 RSNS 电阻器来提供可调节的短路保护。可以配置自动重试和锁存故障行为。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

TPS1213Q1EVM 评估板可用于评估 TPS12130-Q1 驱动器。输入电源施加在连接器 T1 和 T3 之间，而 T2 和 T4 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。

D3 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 D4 指示器件处于工作模式。

表 2-1. TPS1213Q1EVM 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	
TPS1213Q1EVM	具有低功耗模式和可调节负载唤醒触发器的低 Iq 高侧开关控制器	6V 至 36V	6V	高电平有效	15A	50A	MOSFET VDS 感应 通过自动重试/锁存响应实现短路保护

2.1 一般配置

2.1.1 物理访问

表 2-2 列出了 TPS1213Q1EVM 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
T3	PGND	电源的接地连接
T2	VOUT	负载正极侧的电源输出连接器
T4	PGND	负载的接地连接

表 2-3. 测试点说明

测试点	标签	说明
TP1	G2	低功耗路径 MOSFET 的栅极
TP2	VIN	EVM 的输入电源
TP3	VOUT	EVM 的输出
TP4	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	TMR	故障计时器电压
TP7	VAUX	偏置 LED 的辅助电源
TP8	INP	主 MOSFET 的控制输入
TP9	LPMb	低功耗模式控制输入
TP10	INP/	主 MOSFET 的控制输入反转
TP11	LPM	低功耗模式的控制输入反转
TP12	FLTb	故障输出
TP13	WAKE	用于指示工作模式的输出
TP14、TP15	PGND	电源接地
TP16	GND	接地
TP17、TP18	CAP_INS	用于插入输出电容器的连接器
TP19	SCP_TEST	内部短路比较器 (SCP) 诊断输入

表 2-4. 跳线和 LED 说明

跳线	标签	说明
J1	SCP_TEST	内部短路比较器 (SCP) 诊断输入。 1-2 位置禁用诊断功能。
J2	LPM	1-2 位置强制器件进入低功耗模式。
J3	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。
J4	ISCP/LWU	短路保护阈值设置。 1-2 位置将 ISCP 设置为 15A，将 LWU 设置为 11.5mA。 3-4 位置将 ISCP 设置为 25A，将 LWU 设置为 17.5mA。 5-6 位置将 ISCP 设置为 50A，将 LWU 设置为 35mA。
J5	BST	1-2 位置从 VIN 对 BST 电容器充电。
D3 (红色 - LED)	D3	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。
D4 (绿色 - LED)	D4	当器件进入工作模式时，LED 会亮起。

2.1.2 测试设备和设置

2.1.2.1 电源

一个具有 0V 至 40V 输出电压和 0A 至 50A 输出电流限制的可调电源。

2.1.2.2 仪表

最少需要一个 DMM。

2.1.2.3 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。

2.1.2.4 负载

一个电阻负载或等效负载，可以在 40 V 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. TPS1213Q1EVM 评估板的默认跳线设置

J1	J2	J3	J4	J5
安装	安装	5-6	5-6	断开

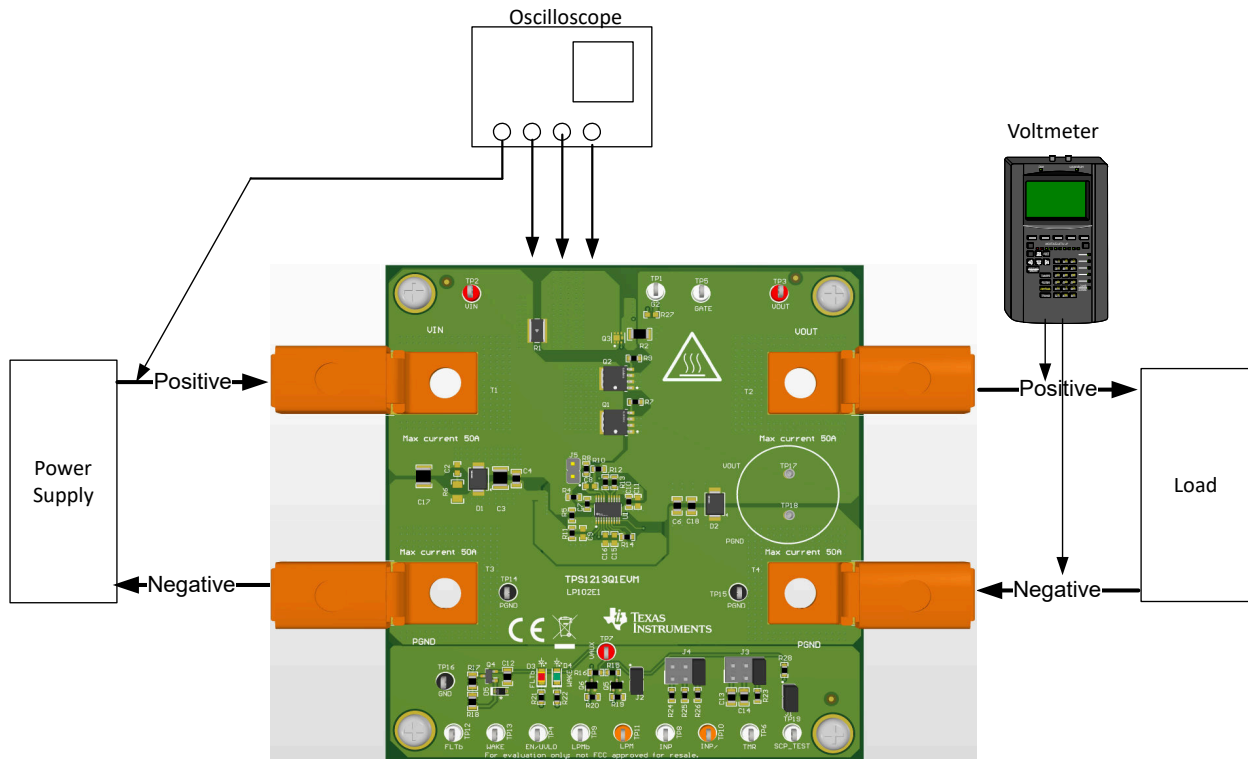


图 3-1. 带测试设备的 TPS1213Q1EVM 设置

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 12 V，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 3-1 所示。

3.1.1 低功耗模式启动

按照以下说明验证 TPS12130-Q1 的上电曲线

1. 将 EN/UVLO 引脚 (TP4) 接地。
2. 现在，启用 EN/UVLO 为高电平，以验证 BST、G2 和 SRC 的启动曲线。

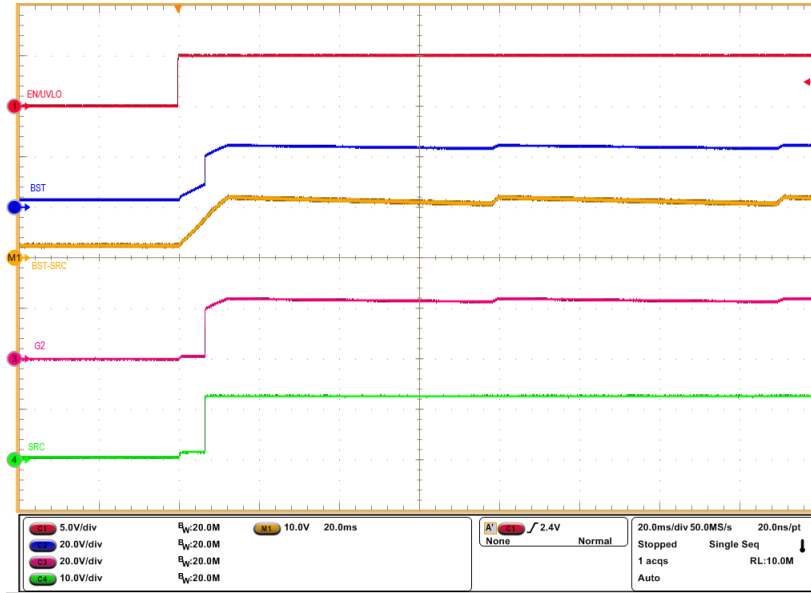


图 3-2. 低功耗路径的启动曲线 (LPMb = 低电平 , VIN= 12V , 无负载 , CBST = 470nF)

3.1.2 状态转换 (使用负载唤醒触发器从 LPM 转换为工作模式)

按照以下说明来使用负载唤醒触发器验证 TPS12130-Q1 的状态转换

1. 空载时在 EVM 的输入端施加 12V 的电压。
2. 启用 EN/UVLO 至高电平。
3. 现在，逐渐将负载电流从 5mA 增加到 200mA，并使用示波器在 G1 (TP5)、G2 (TP1)、WAKE (TP13) 和负载电流引脚处观察从低功耗模式到工作模式的转换。

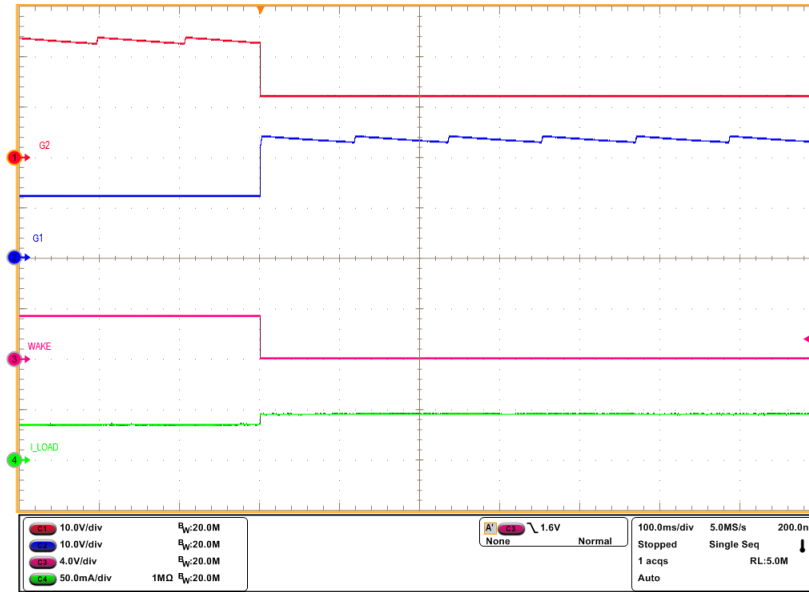


图 3-3. 从 LPM 到工作模式的状态转换 (LPMb = 低电平, VIN = 12V, EN/UVLO = 高电平)

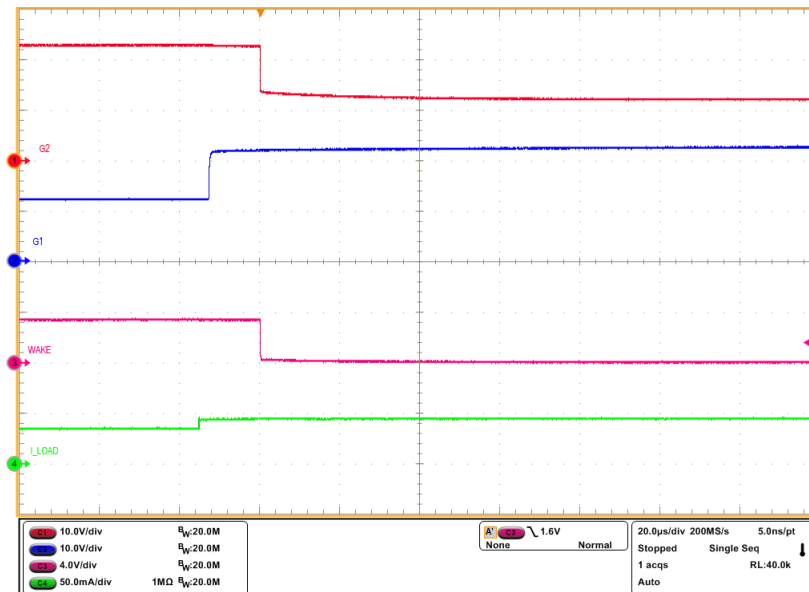


图 3-4. 从 LPM 到工作模式的状态转换放大视图 (LPMb = 低电平, VIN = 12V, EN/UVLO = 高电平)

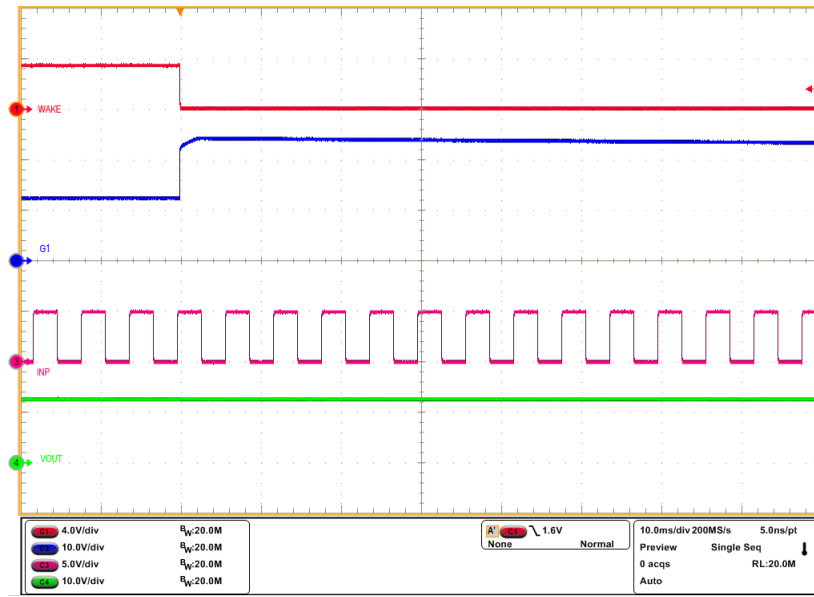


图 3-5. 由于 $LPMb = \text{低电平}$ ，即使在唤醒后，INP 也无法控制 G1

3.1.3 状态转换 (使用 LPMb 触发器从 LPM 转换到工作模式)

按照以下说明使用 LPMb 触发器来验证 TPS12130-Q1 的状态转换。

1. 空载时在 EVM 的输入端施加 12V 的电压。
2. 启用 EN/UVLO 至高电平。
3. 现在，将 LPMb 从低电平变为高电平，以查看从 LPM 到工作模式的状态转换。

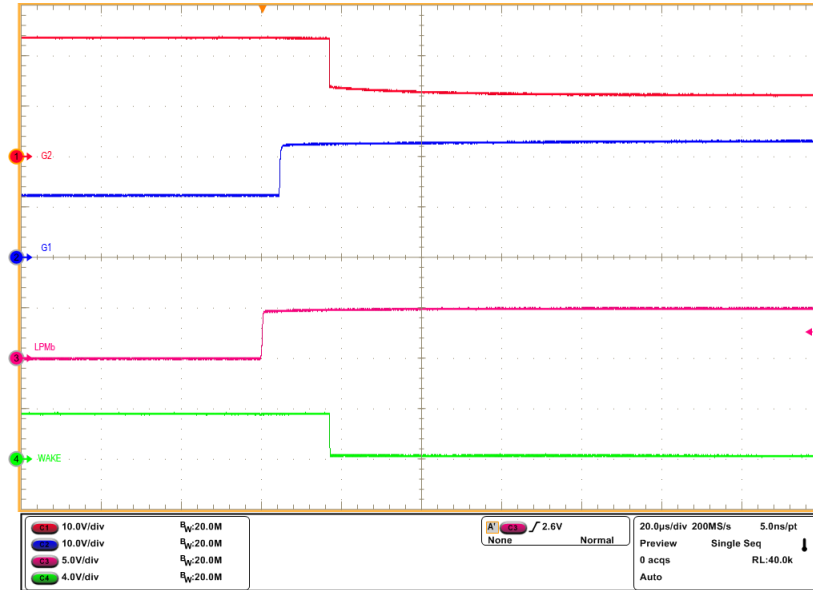


图 3-6. 从 LPM 到工作模式的状态转换 (LPMb = 低电平到高电平, VIN = 12V, 无负载)

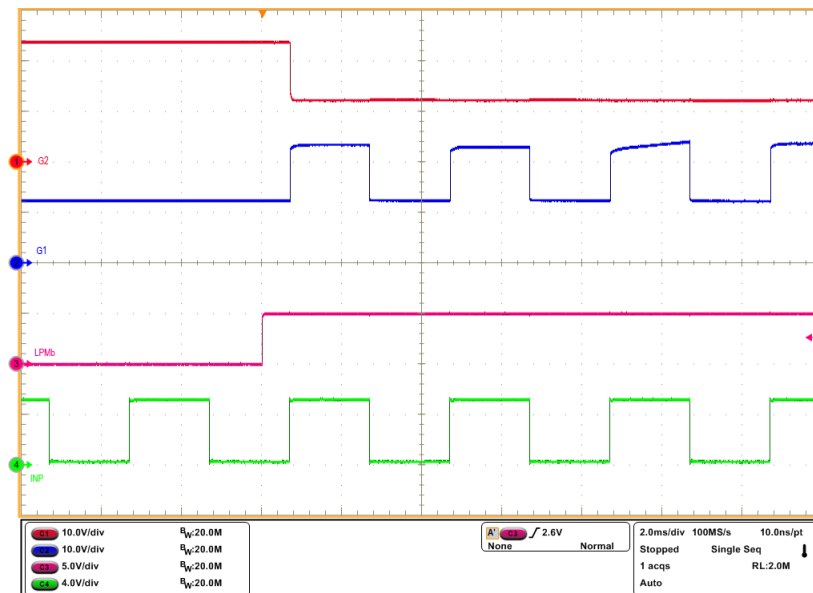


图 3-7. 当 LPMb 从低电平到高电平时, INP 获得对 G1 的控制 (VIN = 12V, 无负载)

3.1.4 浪涌电流限制测试

按照以下说明测量低功耗模式启动期间的浪涌电流。

1. 在 EVM 上填充 $R3 = 10\ \Omega$ 和 $C1 = 15\text{nF}$ 。
2. 在 EVM 的输出端子上连接 $220\ \mu\text{F}$ 。
3. 空载时在 EVM 的输入端施加 12V 的电压。
4. 启用 EN/UVLO 至高电平。
5. 使用示波器观察 VOUT (TP3) 的波形，来测量给定输入电压为 12V 时的压摆率和上升时间。
6. 在输出端连接 0.5A 负载的条件下重复相同的测试，观察从 LPM 到工作模式的状态转换。

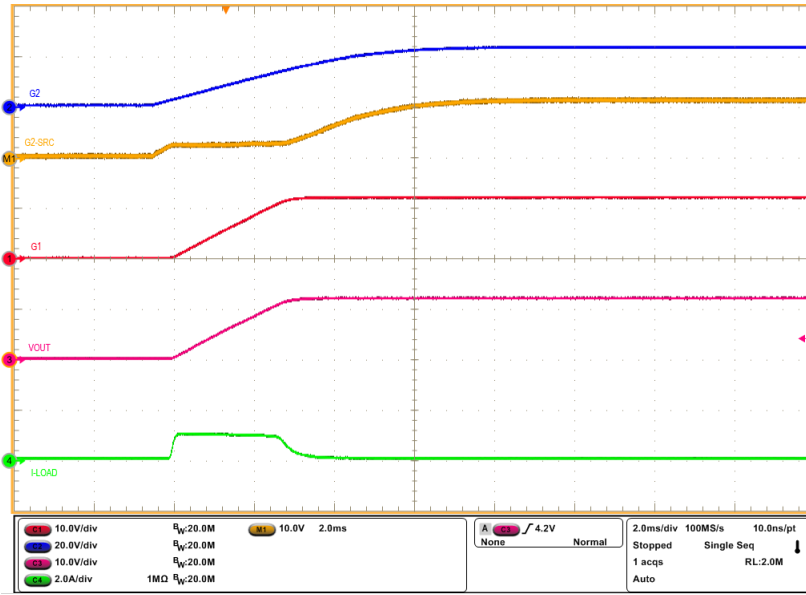


图 3-8. 输出端为 $220\ \mu\text{F}$ 时的浪涌电流曲线 (LPMb = 低电平)

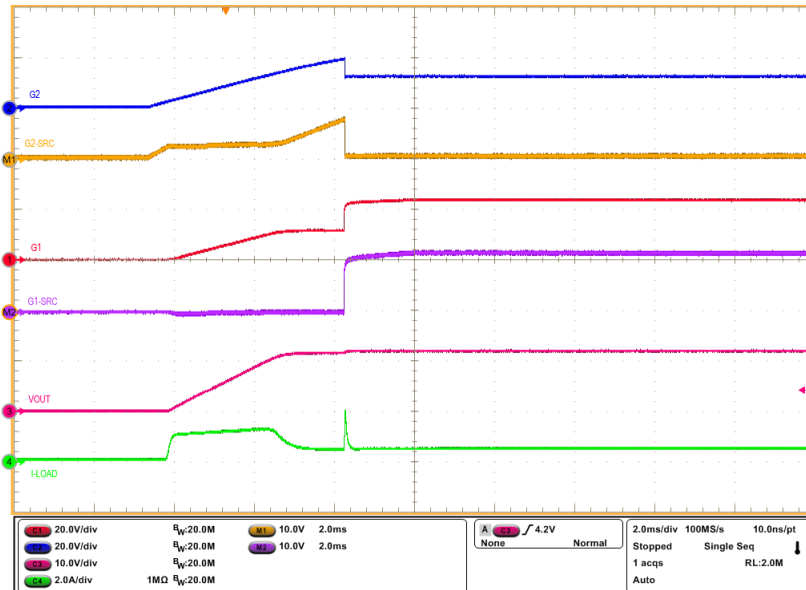


图 3-9. 输出端为 $220\ \mu\text{F}$ 且负载为 0.5A (LPMb = 低电平) 时的浪涌电流曲线

3.1.5 过载保护和短路保护测试

按照以下说明在 TPS1213Q1EVM 上执行过流测试

1. 打开电源并将电源输出 VIN 设置为 12V，电流限值设置为 50A。
2. 通过将跳线 J4 安装在 5-6 位置，将短路保护 (SCP) 阈值设置为 50A，并将跳线 J3 安装在 1-2 位置以设置 1ms 延迟。
3. 卸载 J2 以启用活动运行模式。
4. 现在，使用电子负载将输出加载至 40A，并应用 15A 的阶跃来观察 TPS12130-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 J3 以设置最短的 SCP 延迟。
7. 现在，执行输出短路以捕获 TPS12130-Q1 的短路行为。

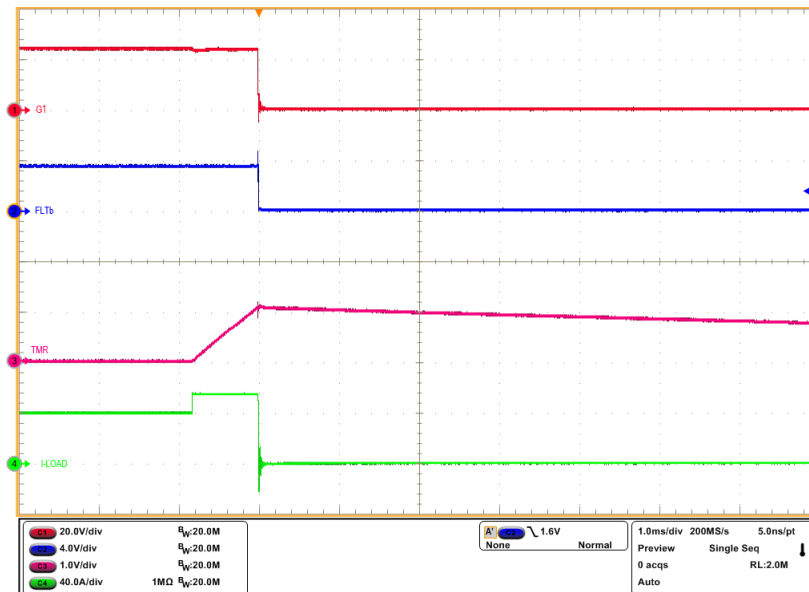


图 3-10. TPS1213Q1EVM 在 40A 至 55A 负载阶跃下的过流响应

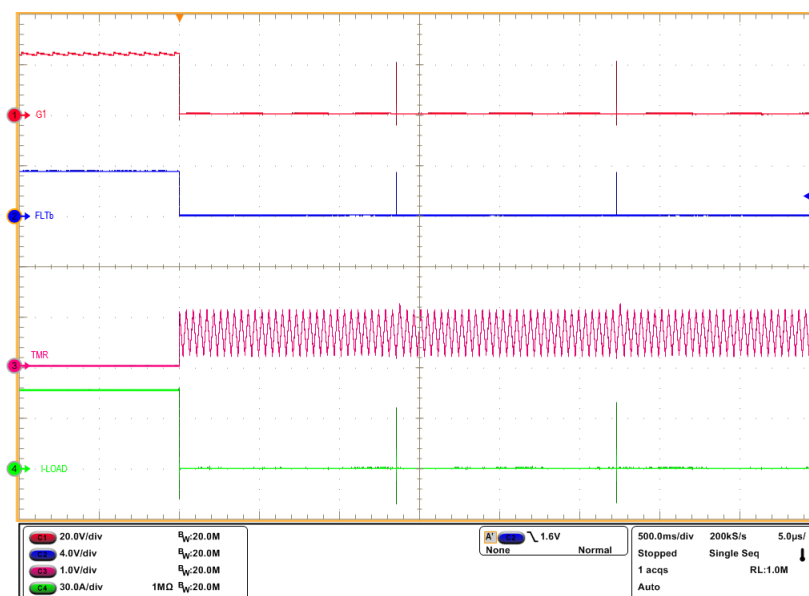


图 3-11. TPS12130-Q1 针对过流故障的自动重试响应

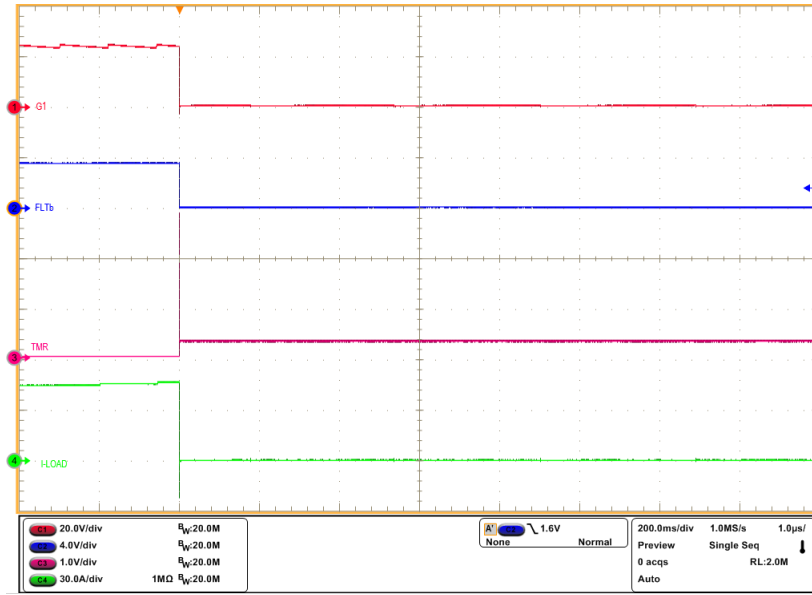


图 3-12. TPS12130-Q1 针对过流故障的闭锁响应

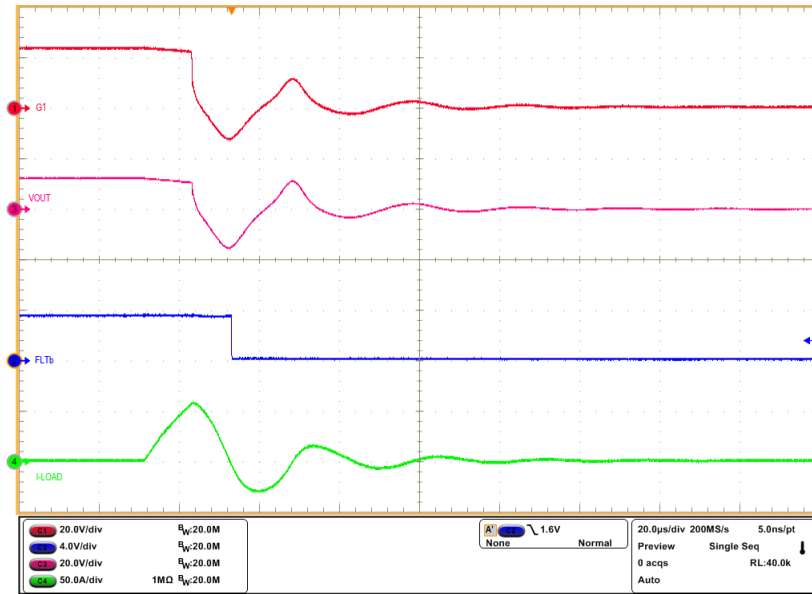


图 3-13. TPS12130-Q1 的输出短路响应

4 硬件设计文件

4.1 原理图

图 4-1 所示为 EVM 原理图。

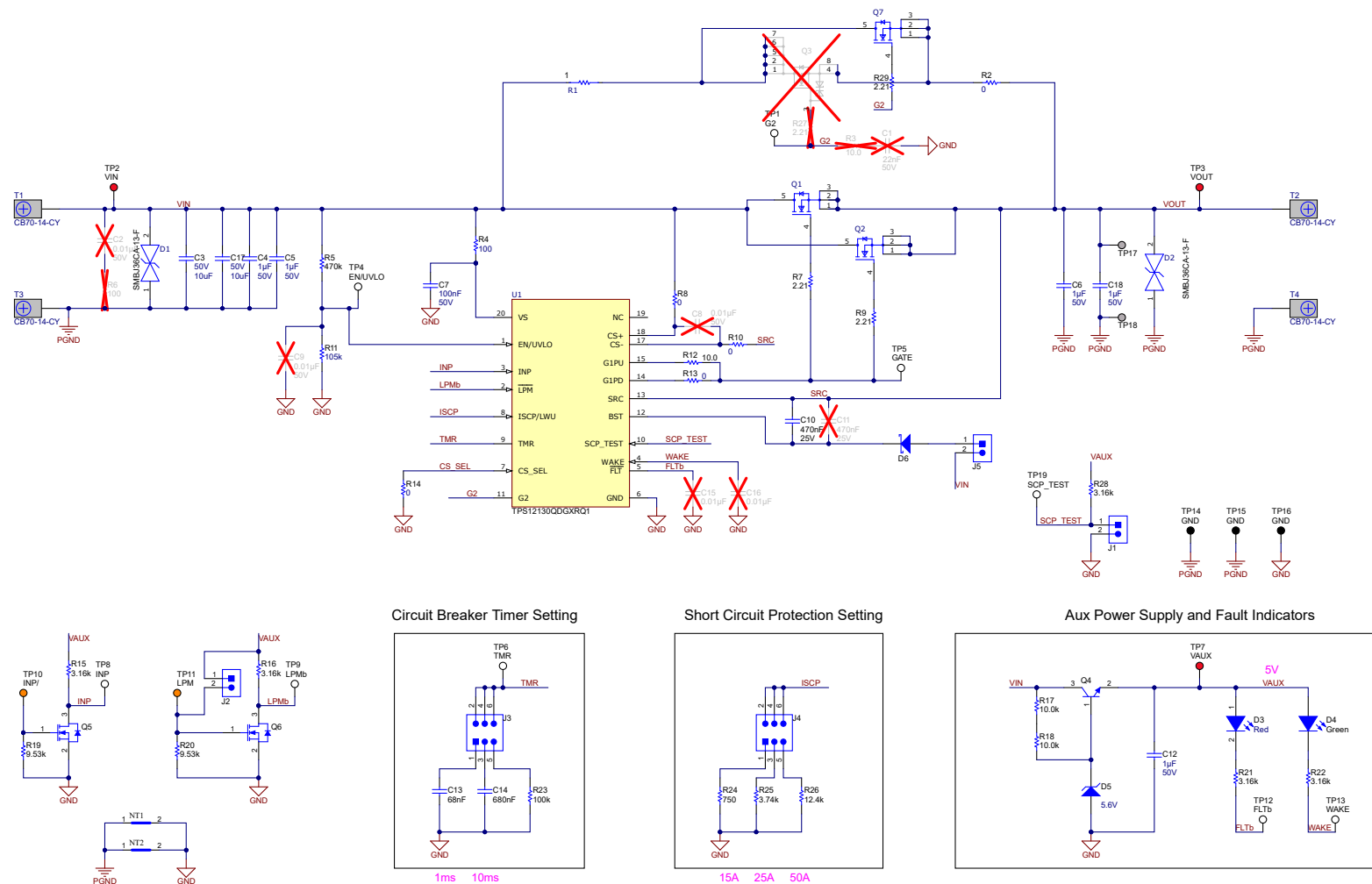


图 4-1. TPS1213Q1EVM : 评估模块原理图

4.2 PCB 布局

图 4-2 和图 4-3 展示了评估板的组件放置，而图 4-4 至图 4-7 展示了 PCB 布局图像。

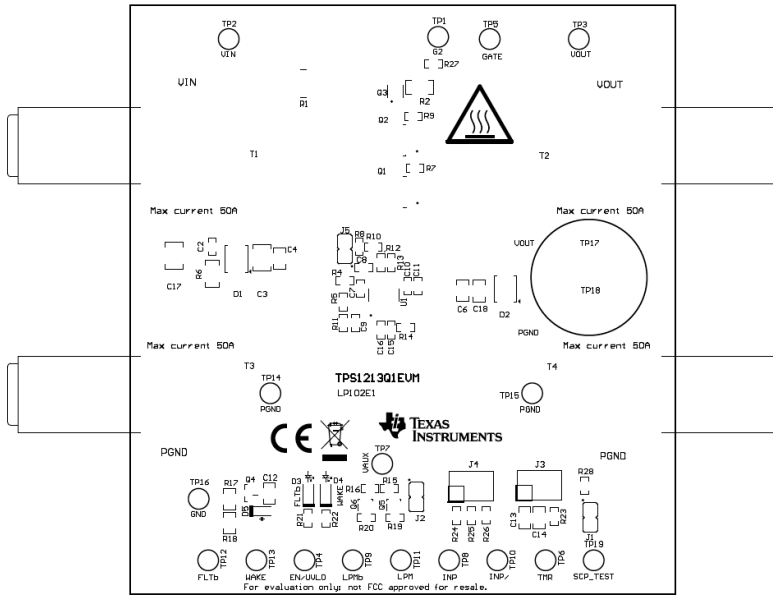


图 4-2. TPS1213Q1EVM 板顶部覆盖层

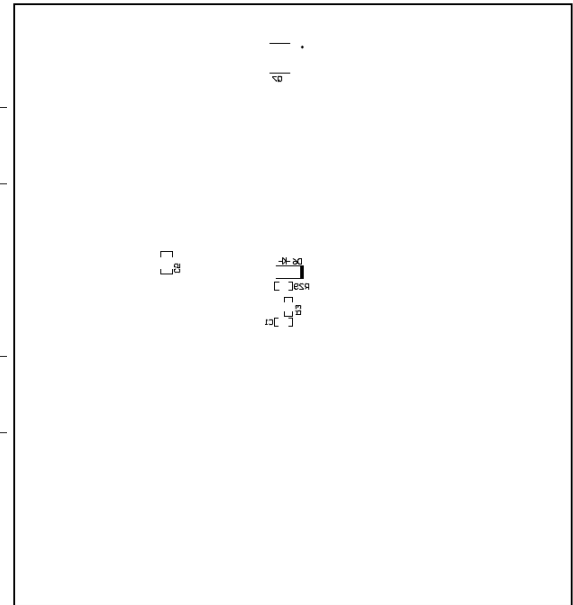


图 4-3. TPS1213Q1EVM 板底部覆盖层

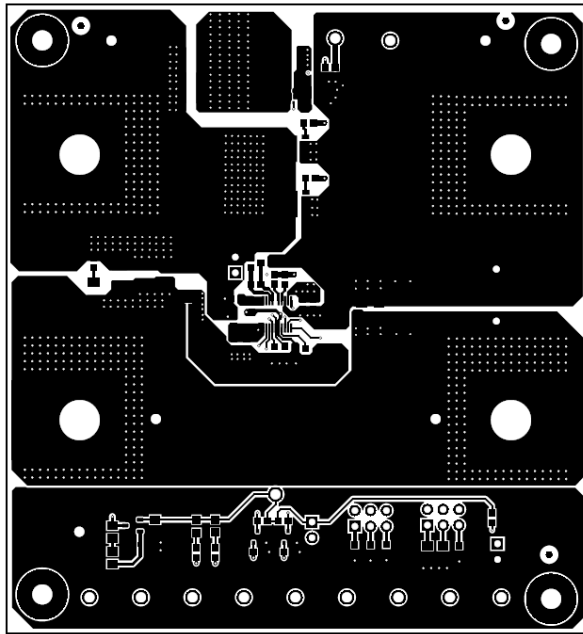


图 4-4. TPS1213Q1EVM 板顶层

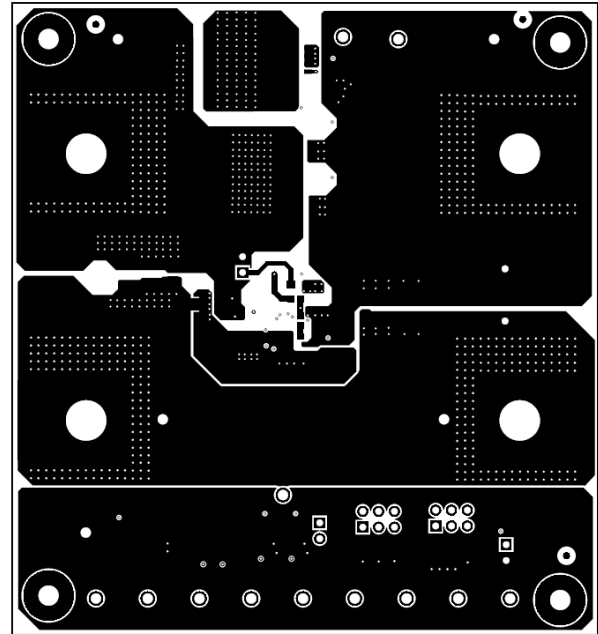


图 4-5. TPS1213Q1EVM 板底层

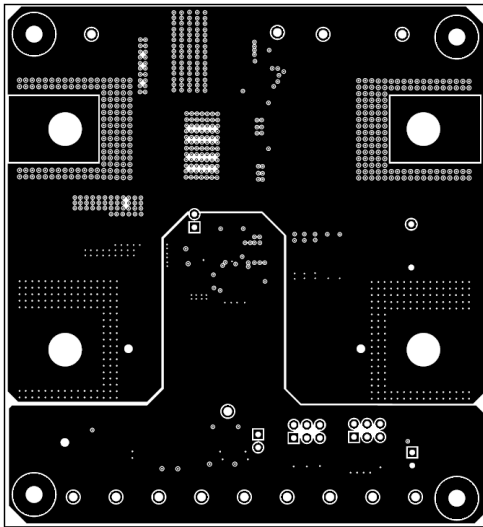


图 4-6. TPS1213Q1EVM 电路板内部信号层

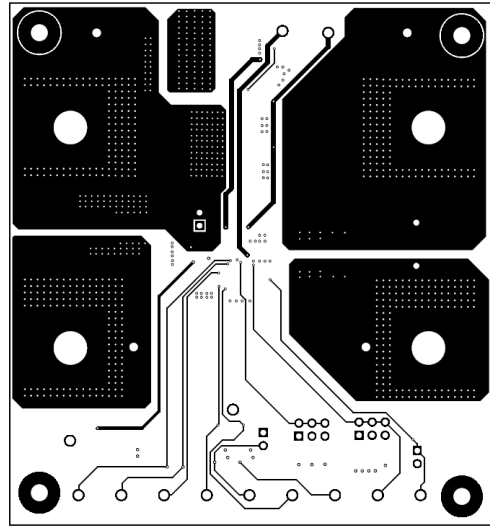


图 4-7. TPS1213Q1EVM 电路板内部布线层

4.3 物料清单 (BoM)

表 4-1 列出了 EVM 物料清单。

表 4-1. TPS1213Q1EVM 物料清单

位号	数量	说明	器件型号	制造商
!PCB1	1	印刷电路板	LP102	不限
C3、C17	2	电容, 陶瓷, 10uF, 50V, +/-20%, X7R, 1210	GRM32ER71H106MA12	MuRata
C4、C5、C6、C12、C18	5	电容, 陶瓷, 1uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	CGA4J3X7R1H105K125AB	TDK
C7	1	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E2X7R1H104K080AA	TDK
C10	1	电容, 陶瓷, 0.47μF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E3X7R1E474K080AB	TDK
C13	1	电容, 陶瓷, 0.068μF, 100V, +/-10%, X7R, 0805	C0805C683K1RACTU	Kemet
C14	1	电容, 陶瓷, 0.68μF, 50V, +/-10%, X7R, 0805	C0805C684K5RACTU	Kemet
D1、D2	2	58.1V 钳位, 10.3A Ipp, Tvs 二极管, 表面贴装, SMB	SMBJ36CA-13-F	Diodes Inc
D3	1	LED, 红色, SMD	LTST-C170KRKT	Lite-On
D4	1	LED, 绿色, SMD	LTST-C170KGKT	Lite-On
D5	1	二极管, 齐纳, 5.6V, 300mW, AEC-Q101, SOD-323	SZMM3Z5V6ST1G	ON Semiconductor
D6	1	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		1902C	Keystone
J1、J2、J5	3	接头, 100mil, 2x1, 镀金, TH	PBC02SAAN	Sullins Connector Solutions
J3、J4	2	接头, 100mil, 3x2, 锡, TH	PEC03DAAN	Sullins Connector Solutions
Q1、Q2	2	转型 MOSFET N 沟道 40V 190A 汽车类 5 引脚 (4+Tab) LFPAK T/R	BUK7J1R4-40HX	Nexperia
Q4	1	晶体管, NPN, 160V, 0.3A, SOT-23	PMBT5551, 215	Nexperia
Q5、Q6	2	MOSFET, N 沟道, 60V, 0.115A, SOT-323	2N7002W-7-F	Diodes Inc
Q7 :	1	转型 MOSFET N 沟道 40V 25A 汽车类 5 引脚 (4+Tab) LFPAK T/R	BUK9Y29-40E, 115	Nexperia

表 4-1. TPS1213Q1EVM 物料清单 (续)

位号	数量	说明	器件型号	制造商
R1	1	电阻, 厚膜, 1Ω, 1%, 1.5W, 100ppm/°C, 1218	CRCW12181R00FKEKHP	Vishay
R2	1	电阻器, 0, 0.75W, AEC-Q200 0 级, 1206	CRCW12060000Z0EAHP	Vishay-Dale
R4	1	电阻, 100, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	ERJ-3EKF1000V	Panasonic
R5	1	电阻, 470k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07470KL	Yageo
R7、R9、R29	3	电阻, 2.21, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072R21L	Yageo
R8、R10、R13、R14	4	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R11	1	电阻, 105k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603105KFKEA	Vishay-Dale
R12	1	电阻, 10.0, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060310R0FKEAHP	Vishay-Dale
R15、R16、R21、R22、R28	5	电阻, 3.16kΩ, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06033K16FKEA	Vishay-Dale
R17、R18	2	电阻, 10.0k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	ERJ-6ENF1002V	Panasonic
R19、R20	2	电阻, 9.53k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-079K53L	Yageo
R23	1	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R24	1	电阻, 750, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603750RFKEA	Vishay-Dale
R25	1	电阻, 3.74k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06033K74FKEA	Vishay-Dale
R26	1	电阻, 12.4k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060312K4FKEA	Vishay-Dale
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4	4	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、TP4、TP5、TP6、TP8、TP9、TP12、TP13、TP19	9	测试点, 多用途, 白色, TH	5012	Keystone
TP2、TP3、TP7	3	测试点, 多用途, 红色, TH	5010	Keystone
TP10、TP11	2	测试点, 通用, 橙色, TH	5013	Keystone
TP14、TP15、TP16	3	测试点, 多用途, 黑色, TH	5011	Keystone
TP17、TP18	2	连接器, 插座, 引脚, TH	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	TPS12130QDQXRQ1	德州仪器 (TI)
C1	0	电容, 陶瓷, 0.022μF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603C223K5RACTU	Kemet

表 4-1. TPS1213Q1EVM 物料清单 (续)

位号	数量	说明	器件型号	制造商
C2、C8、C9、C15、C16	0	电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	GCM188R71H103KA37D	MuRata
C11	0	电容, 陶瓷, 0.47 μ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E3X7R1E474K080AB	TDK
FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	0	基准标记。	不适用	不适用
Q3	0	N 沟道 40V 2.9A (Ta)、5.7A (Tc) 2W (Ta)、7.5W (Tc) 表面贴装 DFN2020MD-6	BUK6D120-40EX	Nexperia
R3	0	电阻, 10.0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060310R0FKEA	Vishay-Dale
R6	0	电阻, 100, 1%, 0.5W, AEC-Q200 0 级, 1206	CRCW1206100RFKEAHP	Vishay-Dale
R27	0	电阻, 2.21, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072R21L	Yageo

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