

EVM User's Guide: TPS546E25EVM-1PH

TPS546E25EVM-1PH SWIFT™ 降压转换器评估模块



说明

TPS546E25EVM-1PH 是一款采用 TPS546E25 的单相降压设计。TPS546E25EVM-1PH 针对 12V 标称电压总线而设计，可在高达 50A 负载电流下产生 1.2V 的稳压输出。TPS546E25EVM-1PH 旨在演示 TPS546E25 在单相低输出电压应用中的堆叠运行情况，同时提供许多测试点来评估器件的性能。更多有关单相配置的信息，请参阅[尖端和接地简测量](#)。

开始使用

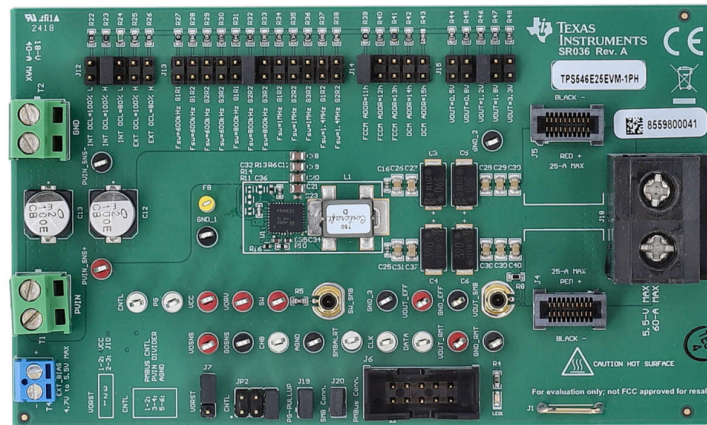
1. 在 [ti.com](https://www.ti.com) 上订购 TPS546E25EVM-1PH。
2. 在 [FUSION_DIGITAL_POWER_DESIGNER](#) 上下载 Fusion 图形用户界面 (GUI) 软件。
3. 下载 [TPS546E25 具有 PMBus® 和遥测功能且可堆叠 4 个的 4V 至 18V 输入、50A 同步降压转换器数据表](#)。

特性

- 1.2V 稳压输出，高达 50A_{DC} 稳态输出电流
- 输出电压有裕量，可使用 PMBus® 接口修整
 - 可通过电源管理总线 (PMBus) 接口实现可编程欠压锁定 (UVLO)、软启动和启用
 - 通过 PMBus 接口实现可编程的过流警告和故障限制以及对故障响应进行编程
 - 可通过 PMBus 接口实现可编程过压和欠压警告、故障限制以及故障响应
 - 可编程导通和关断延迟
- 便捷的测试点，用于探测关键波形

应用

- 服务器和云计算负载点 (POL) 产品
- 硬件加速器
- 网络接口卡
- 远程无线电单元
- 有源天线系统
- 数据中心交换机



TPS546E25EVM-1PH (顶视图)

1 评估模块概述

1.1 简介

TPS546E25EVM-1PH 评估模块 (EVM) 是一款采用 TPS546E25 器件的单相降压转换器。TPS546E25 器件是一款具有 PMBus 接口的可堆叠同步降压器件，由额定电压为 2.7V 至 18V 的电源供电，带有外部辅助电源。该器件可通过 PMBus 接口进行编程和监控。

在出厂默认设置中，可以将 TPS546E25 器件配置为单相降压转换器。

1.2 套件内容

该套件包括 TPS546E25EVM-1PH。

1.3 规格

表 1-1 列出了室温 (20°C 至 25°C) 下的电气性能规格。除非另有说明，否则这些特性针对 VIN = 12V 输入电压。

表 1-1. TPS546E25EVM-1PH 电气性能规格

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性					
输入电压范围, V _{IN}		10.8	12	13.2	V
满载输入电流	I _{OUT} = 50A		6.18		A
空载输入电流	I _{OUT} = 0A, 开关启用		65.2		mA
启用开关阈值	默认由电阻分压器设置, JP2 引脚 3 和 4 短接		1.2		V
禁用开关阈值	默认由电阻分压器设置, JP2 引脚 3 和 4 短接		1		V
输出特性					
输出电压, V _{OUT}			1.2		V
输出负载电流, I _{OUT}		0		50	A
输出电压纹波	I _{OUT} = 25A		5.04		mVpp
输出过流故障阈值	电流限制设置, 通过 MSEL1 J12 短接的引脚 3-4 进行编程		100		%
系统特性					
开关频率	通过 MSEL2 J13 引脚 11-12 进行编程		800		kHz
满载效率, V _{OUT} = 1.2V	I _{OUT} = 50A		81.6		%
工作外壳温度	I _{OUT} = 50A, 浸泡 10 分钟		118		°C
环路带宽	I _{OUT} = 50A		45.4		kHz
相位裕度			40.4		°
PMBus 接口和引脚配置 (Strap) 功能					
PMBus 地址	通过 PMB_ADDR J14 短接的引脚 1-2 进行编程		11		h
电压基准	默认设置, 通过 VSEL J15 引脚 5-6 进行编程		1.2		V
软启动时间 (TON_RISE)	TON_RISE 的默认设置, 通过 MSEL1 J12 短接的引脚 7-8 进行编程		2		ms

1.4 器件信息

TPS546E25 器件是一款高度集成的降压转换器，采用 D-CAP4 控制拓扑，可实现快速瞬态响应。PMBus 接口可配置所有可编程参数，并将它们作为新的默认值存储在非易失性存储器 (NVM) 中，以尽可能减少外部元件数量。引脚配置选项支持以下配置：主要或次要、堆叠位置和堆叠数量、DCM (仅限单相) 或 FCCM、过流限制、故障响应、内部或外部反馈电阻器、输出电压选择或范围、开关频率和补偿。

PMBus 接口具有 1MHz 时钟支持，为配置提供了便捷且标准化的数字接口，并且实现了对输出电压、输出电流和内部裸片温度等关键参数的遥测。对故障状况的响应可设置为重新启动、锁存或忽略，具体取决于系统要求。可将两个、三个或四个 TPS546E25 器件互连，在单个输出上提供最高 200A 的电流。

一个器件选项是利用外部 5V 电源通过 VDRV 和 VCC 引脚使内部 5V LDO 过驱，以提高效率、降低功率耗散并实现在较低输入电压下启动。TPS546E25 是一款无铅器件，符合有害物质限制 (RoHS) 标准，无需豁免。

2 硬件

2.1 测试设置

2.1.1 测试和配置软件

若要通过 PMBus 更改 EVM 上的任何默认配置参数，请获取 [TI Fusion Digital Power Designer](#) 软件。

2.1.1.1 说明

TI Fusion Digital Power Designer 是图形用户界面 (GUI)，用于配置和监测安装在此评估模块上的德州仪器 (TI) TPS546E25 电源转换器。TPS546E25 器件正在对 GUI 进行早期采样，该 GUI 可从产品线获取。如需 GUI 副本，请联系本地支持。此应用程序使用 PMBus 协议通过 [节 2.1.2.6](#) 中所述的 TI USB 适配器经由串行总线与控制器进行通信。

2.1.1.2 特性

通过 GUI 可以执行的一些任务包括：

- 通过硬件控制线路或 PMBus 操作命令打开或关闭电源输出。
- 监测实时数据。通过 GUI 持续监控和显示输入电压、输出电压、输出电流、芯片温度和警告及故障等项目。
- 配置常见的工作特性，例如 V_{OUT} 修整和裕度、UVLO、软启动时间、警告和故障阈值、故障响应以及开/关模式。

2.1.2 测试设备

2.1.2.1 电压源

输入电压源 V_{IN} 必须是 0V 至 18V 可变直流电源，能够提供至少 16ADC 电流，以支持具有 12V 输入的 50A 负载。将输入 V_{IN} 和 GND 连接到 T1 和 T2。如果 EVM 的输出电压升高，电源必须能够提供更大电流。

2.1.2.2 万用表

TI 建议使用两个万用表：一个用于测量 V_{IN} ，另一个用于测量 V_{OUT} 。

2.1.2.3 输出负载

TI 建议在测试设置中使用可变电子负载。要测试此 EVM 支持的满载电流，负载必须能够灌入至少 50A 电流。

2.1.2.4 示波器

使用示波器来测量开关节点电压或电压纹波时，请使用 [图 2-1](#) 所示的尖端和接地筒方法，以便更好地测量纹波。

2.1.2.5 风扇

在高负载下长时间运行期间，通过一个针对 EVM 的小风扇实现强制空气冷却。请让 EVM 上器件的表面温度保持在其额定温度以下。

2.1.2.6 USB 转 GPIO 接口适配器：

EVM 和主计算机之间需要用到通信适配器。此 EVM 旨在使用 TI 的 USB 转 GPIO 或 USB 转 GPIO2 适配器。此适配器可通过 [USB-TO-GPIO2](#) 购买。

2.1.2.7 推荐的线规

- 输入 V_{IN} 和 GND 到 T1 和 T2 (12V 输入) - 推荐的线规为 AWG #12，导线总长度小于 2 英尺 (1 英尺用于输入，1 英尺用于返回)。使用标记为 $PVIN_SNS+$ 和 $PVIN_SNS-$ 的测试点以开尔文连接电压源。
- 输出 J18 (1.2V 输出) - 最小推荐的线规为 AWG #10，导线总长度小于 2 英尺 (1 英尺用于输出，1 英尺用于返回)。可能需要更粗的线规以更大程度地减小导线上的压降。

2.1.3 尖端和接地筒测量

[图 2-1](#) 显示了 SW 测试点上开关节点波形的尖端和接地筒测量。

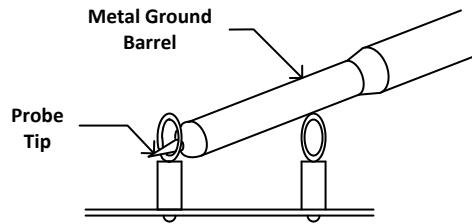


图 2-1. 尖端和接地筒测量

2.1.4 测试点、跳线和连接器列表

表 2-1 列出了测试点特性。

表 2-1. 测试点功能

测试点	类型	名称	说明
AGND	T-H 环路	AGND	与 AGND 覆铜和 AGND 引脚的连接
CHB	T-H 环路	CHB	BODE-CH2
CLK	T-H 环路	CLK	连接至 CLK
CNTL	T-H 环路	CNTL	测试点与 CNTL 引脚的连接
DATA	T-H 环路	DATA	连接至 DATA
FB	T-H 环路	FB	测试点与 VSEL/FB 引脚的连接
GND_EFF	T-H 环路	GND_EFF	开尔文与 GND 的连接，用于效率测量
GND_RMT	T-H 环路	GND_RMT	用于测量调整的连接
GND_1	T-H 环路	GND_1	与 PGND 1 的连接
GND_2	T-H 环路	GND_2	与 PGND 2 的连接
GND_3	T-H 环路	GND_3	与 PGND 3 的连接
GOSNS	T-H 环路	GOSNS	连接到 GOSNS 引脚
PG	T-H 环路	PG	测试点与 PGOOD 引脚的连接
PVIN_SNS+	T-H 环路	PVIN_SNS	开尔文检测与 PVIN 的连接
PVIN_SNS-	T-H 环路	PGND_SNS	开尔文检测与 PGND 的连接
SMBALRT	T-H 环路	ALERT	与 SMB_ALERT 的连接
SW	T-H 环路	SW	测试点与 SW 引脚的连接
SW_SMB	SMB	SW	SMB 与 SW 节点的连接
VCC	T-H 环路	VCC	VCC 的测量点
VDRV	T-H 环路	VDRV	连接到 VDRV 引脚
VOSNS	T-H 环路	VOSNS	与 VOSNS 引脚和 BODE-CH1 的连接
VOUT_EFF	T-H 环路	VO_EFF	用于测量效率的连接
VOUT_RMT	T-H 环路	VOUT_RMT	用于测量调整的连接
VOUT_SMB	SMB	VOUT	SMB 与 Vout 节点的连接

表 2-2 列出了 EVM 跳线。

表 2-2. 跳线

跳线	类型	名称	说明
J6	接头 (有罩), 100mil, 5x2, 金, TH	PMBus 连接	PMBus 适配器控制信号
J7	接头, 2.54mm, 3x1, 锡, TH	VDRST	用于设置 VDRST 短接的默认引脚 1-2 的跳线
J12、J14、J15	接头, 2.54mm, 5x2, 金, TH	MSEL1、ADDR、VSEL	用于设置 MSEL1、ADDR、VSEL 短接的默认引脚 7-8、1-2、5-6 的跳线
J13	接头, 2.54mm, 12x2, 金, TH	MSEL2	用于设置 MSEL2 短接的默认引脚 11-12 的跳线
J19	接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	PG_PULLUP	将 RESET 连接到上拉电阻器短接的默认引脚 1-2
J20	接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	SMB 连接	用于设置 SMB 连接短接的默认引脚 1-2 的跳线
JP2	接头, 100mil, 3x2, 金, TH	CNTL	用于设置 CNTL 短接的默认引脚 3-4 的跳线

表 2-3 列出了 J6 上的 CNTL/UVLO 引脚选择选项。

表 2-3. J6 选择

分流位置	选择
引脚 1 到引脚 2 短接	PMBus 适配器控制信号
引脚 3 到引脚 4 短接	将电阻分压器连接到 PVIN 短接的默认引脚 3-4

表 2-4 列出了 EVM 连接器特性。

表 2-4. 连接器特性

连接器	类型	名称	说明
J1	1mm 非绝缘短路插头, 10.16mm 间距, TH	PGND	接地连接
J4	卡边缘插座, 0.8mm, 10x2, SMT	VOUT	miniSlammer 的连接
J5	卡边缘插座, 0.8mm, 10x2, SMT	VOUT	miniSlammer 的连接
J6	接头 (有罩), 100mil, 5x2, 金, TH	USB2GPIO	USB2GPIO2 的连接
J18	端子块, 60A, 10.16mm 间距, 2 位, TH	VOUT	负载的连接
T1	端子块, 5mm, 2 极点, 锡, TH	VIN	输入电压源的连接
T2	端子块, 5mm, 2 极点, 锡, TH	GND	输入 GND 源的连接
T4	端子块, 3.5mm 间距, 2x1, TH	EXTBIAS	外部辅助电源的连接

2.1.5 配置 EVM 以使 VDRV 过驱

EVM 有一个端子连接器 T4, 用于使 VDRV 过驱。内部稳压器的输出默认设置为 4.5V。在高开关频率下运行时, 使用外部电源有助于更大限度地降低 TPS546E25 IC 中的功率耗散。使 VDRV 过驱可将 TPS546E25 内部稳压器的损耗转移到外部电源。要使用外部电源, 请在 EVM 上按照以下步骤操作:

1. 将外部电源连接到 T4 并将外部电源设置在 4.5V 至 5.5V 之间。
2. 给外部电源加电以使 VDRV 过驱, 然后给 PVIN 加电。

2.2 最佳实践

为确保使用 TPS546E25EVM-1PH 或在其附近工作的任何人的安全，请注意以下警告和注意事项。请遵循所有安全防护措施。



注意

表面高温。接触会导致烫伤。请勿触摸！TPS546E25EVM-1PH 电路模块在运行期间可能会因散热而变烫。切勿接触电路板。请遵守适用于相关实验室的所有适用安全规程。



注意

请勿在无人照看的情况下使该 EVM 通电。

警告

电路模块的板底上有信号迹线、元件和元件引线。这可能会导致电压、高温表面和尖锐的边缘暴露在外面。操作过程中请勿触摸电路板的底部。

警告

外部连接：对于系统中连接的所有硬件/元件，与硬件的所有外部连接必须保持在建议的工作条件和预期用途范围内。

小心

电路模块可能会因过热而损坏。为避免损坏，请在评估期间监控温度并提供冷却。

小心

某些电源会因施加外部电压而损坏。如果使用 1 个以上的电源，请检查您的设备要求并使用阻断二极管或其他隔离技术，以防止设备损坏。

小心

EVM 上的通信接口未进行隔离。请确保计算机和 EVM 之间没有接地电位。请注意计算机以 EVM 的电池电位为基准。

3 软件

3.1 采用 Fusion GUI 配置 EVM

TPS546E25 IC 在出厂时已预配置好。可以在数据表中找到参数的出厂默认设置。使用[测试和配置软件](#)中的软件将 EVM 配置为出厂默认设置以外的其他设置。在启动软件之前，确保为 EVM 施加输入电压，以便 TPS546E25 能够响应 GUI，并且 GUI 可识别器件。要使 EVM 停止转换，默认配置是通过 EN/UVLO 电阻分压器设置为 4.75V 的标称输入电压，因此，如果有必要在配置期间避免发生任何转换器活动，必须施加低于 4.75V 的输入电压。TI 建议施加 3.3V 的输入电压。

3.1.1 配置步骤

1. 调整输入电源以提供 3.3VDC，将电流限制为 1A。
2. 对 EVM 施加输入电压。有关连接和测试设置，请参阅[节 2.1.2](#)。
3. 启动 Fusion GUI 软件。更多信息，请参阅[节 3.2](#)中的屏幕截图。
4. 根据需要配置 EVM 运行参数。

3.2 使用 Fusion GUI

3.2.1 打开 Fusion GUI

Fusion GUI 必须在扫描模式中包含 `IC_DEVICE_ID`，以便查找 TPS546E25。EVM 需要上电才能被 Fusion GUI 识别。有关推荐的步骤，请参阅[节 3.1](#)。Fusion GUI 7.10.5 及后续版本支持 TPS546E25。本节中的图使用显示其他 TPS546E25 系列器件的屏幕截图，来说明当这些功能相似时如何将 FUSION GUI 与 TPS546E25EVM-1PH 一起使用。

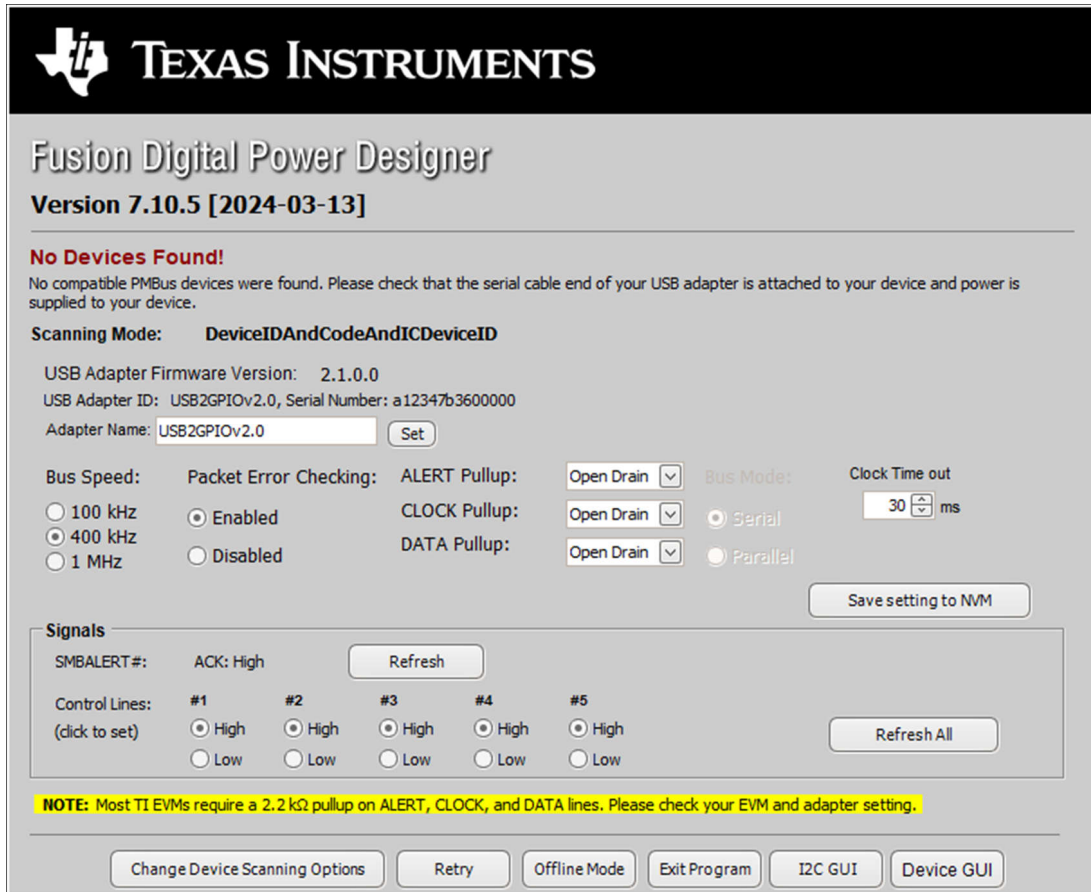


图 3-1. 选择器件扫描模式

3.2.2 更改 ON_OFF_CONFIG

更改 *On and Off Config* 时，系统会弹出窗口，展示各个选项的详细信息，如图 3-2 所示。此弹出窗口显示多个打开和关闭电源转换的选项。默认情况下，TPS546E25 配置为 *CONTROL Pin Only*。此引脚与电阻器一起充当 EN/UVLO 引脚。

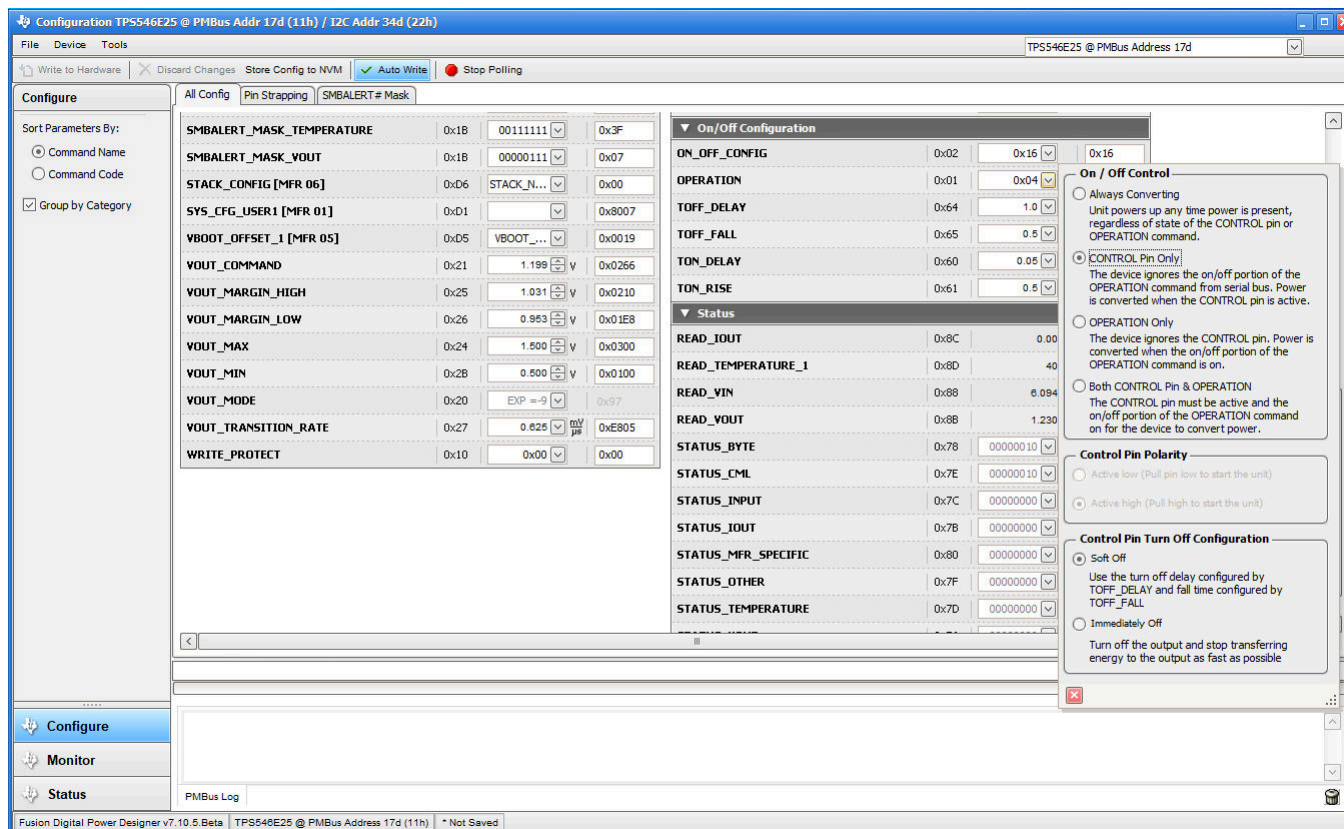


图 3-2. 配置 - ON_OFF_CONFIG

3.2.3 SMBALERT# 屏蔽

可以在 **SMBALERT # Mask** 选项卡 (图 3-3) 中找到和配置 SMBALERT 源。

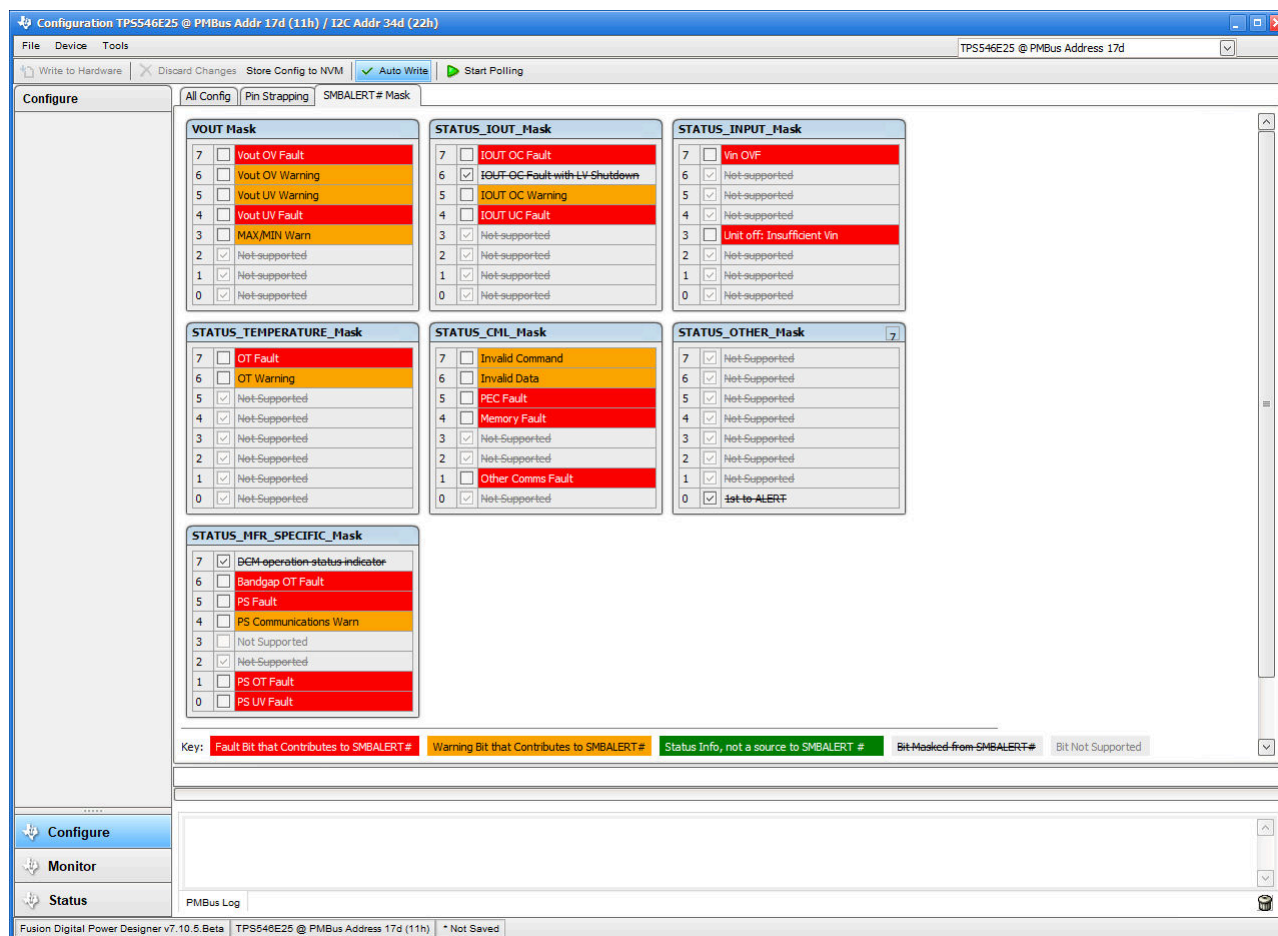


图 3-3. 配置 - SMBALERT # 屏蔽

3.2.4 全部配置

要设置可配置的参数，请选择 *All Config* 选项卡 (图 3-4)，该选项卡还会显示其他详细信息，例如十六进制编码。

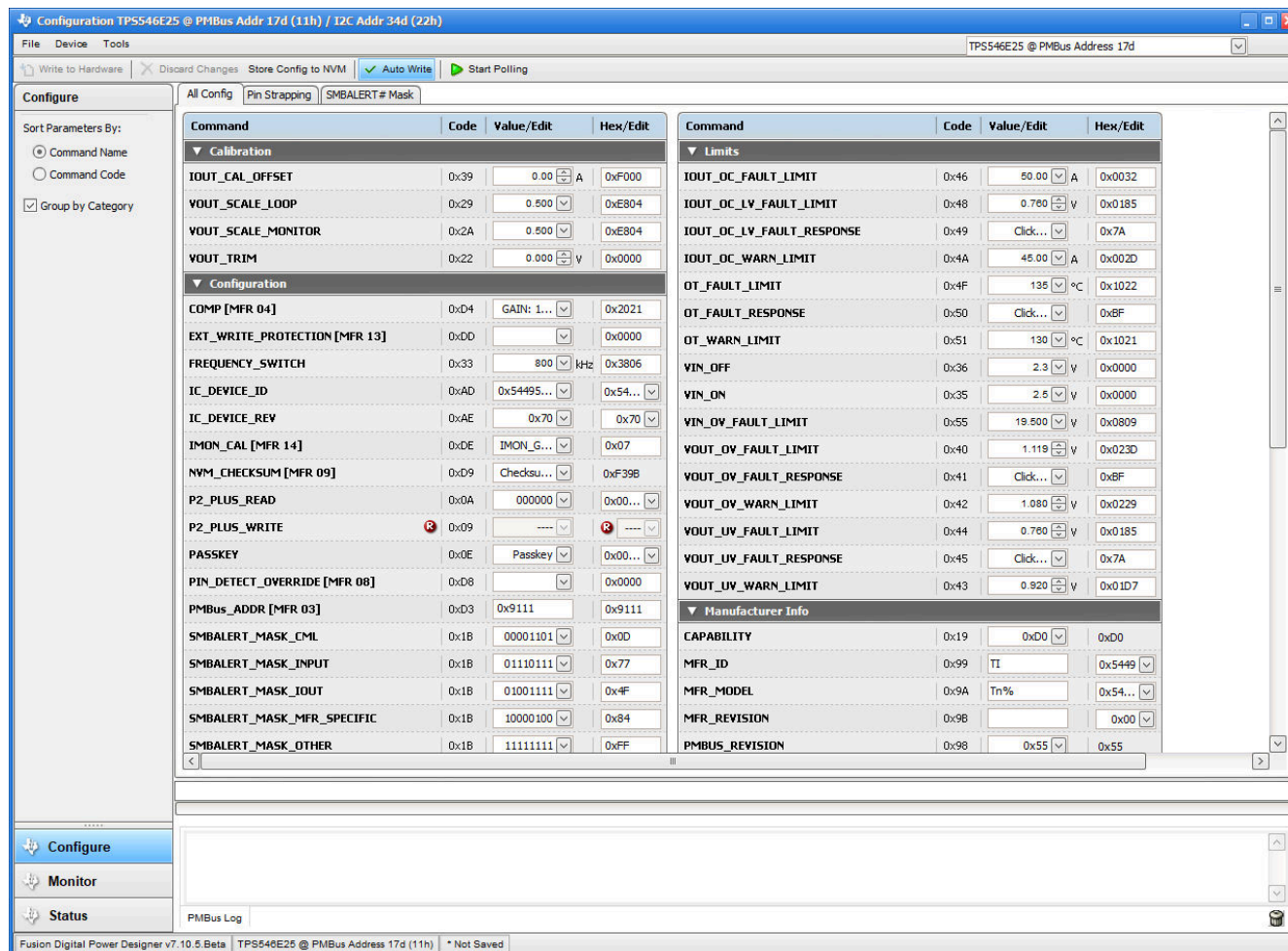


图 3-4. 配置 - 全部配置

3.2.5 引脚配置

使用 *Pin Strapping* 选项卡 (图 3-5) 以帮助选择用于在上电时对某些 PMBus 命令进行编程的配置 (strap) 功能引脚外部电阻器。

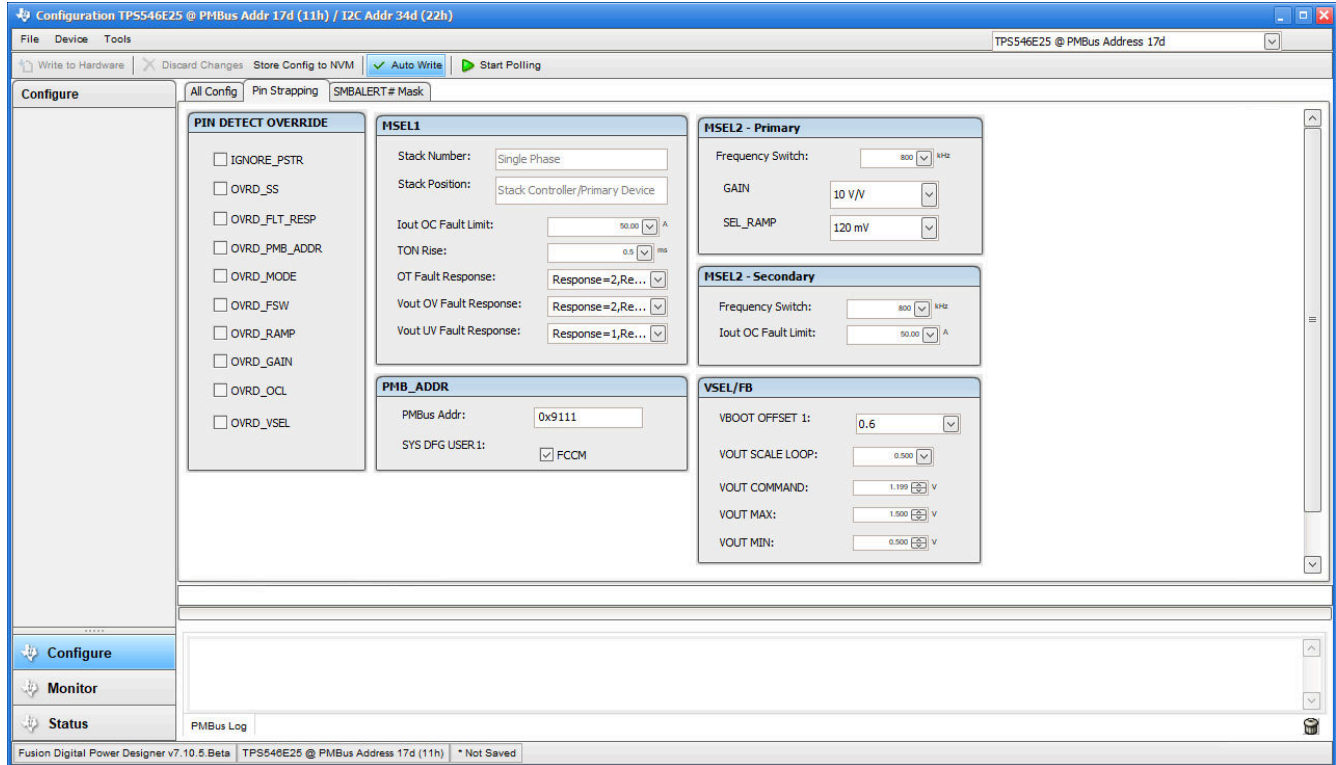


图 3-5. 配置 - 引脚配置 (Strap) 功能

3.2.6 监控

选择 **Monitor** 屏幕 (图 3-6) 后, 屏幕会改为显示由器件测量的参数的实时数据。此屏幕提供对下述内容的访问:

- V_{OUT} 、 I_{OUT} 、 V_{IN} 、 P_{OUT} 和 *Temperature* 的图表
- *Start and Stop Polling* 可以打开或关闭数据的实时显示
- 快速访问 *On and Off Config*
- 控制引脚激活和 *OPERATION* 命令
- 裕度控制
- 清除故障: 选择 **Clear Faults** 即可清除之前的所有故障标志

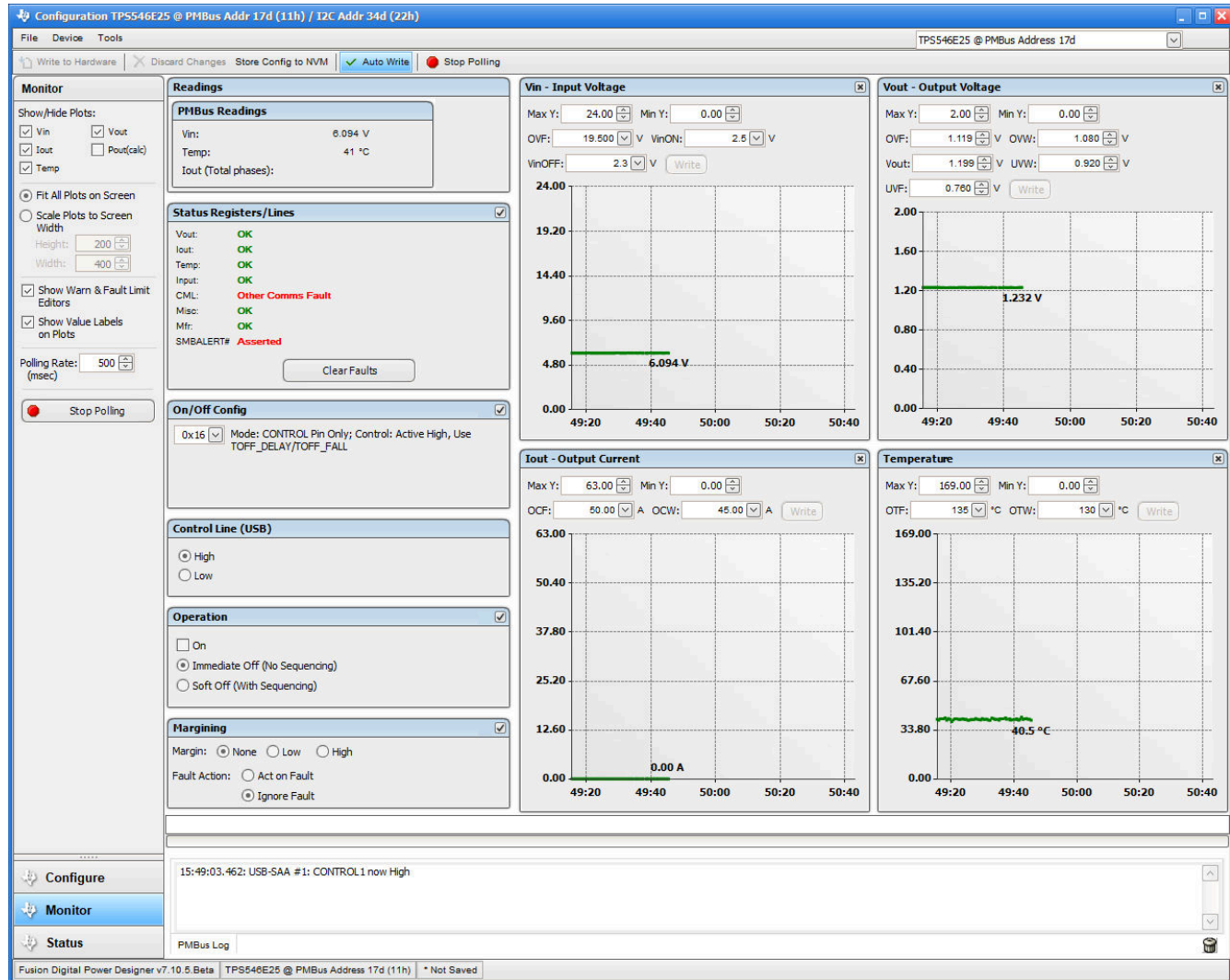


图 3-6. 监视器屏幕

3.2.7 状态

在左下角选择 **Status** 屏幕 (图 3-7) 来显示器件的状态。

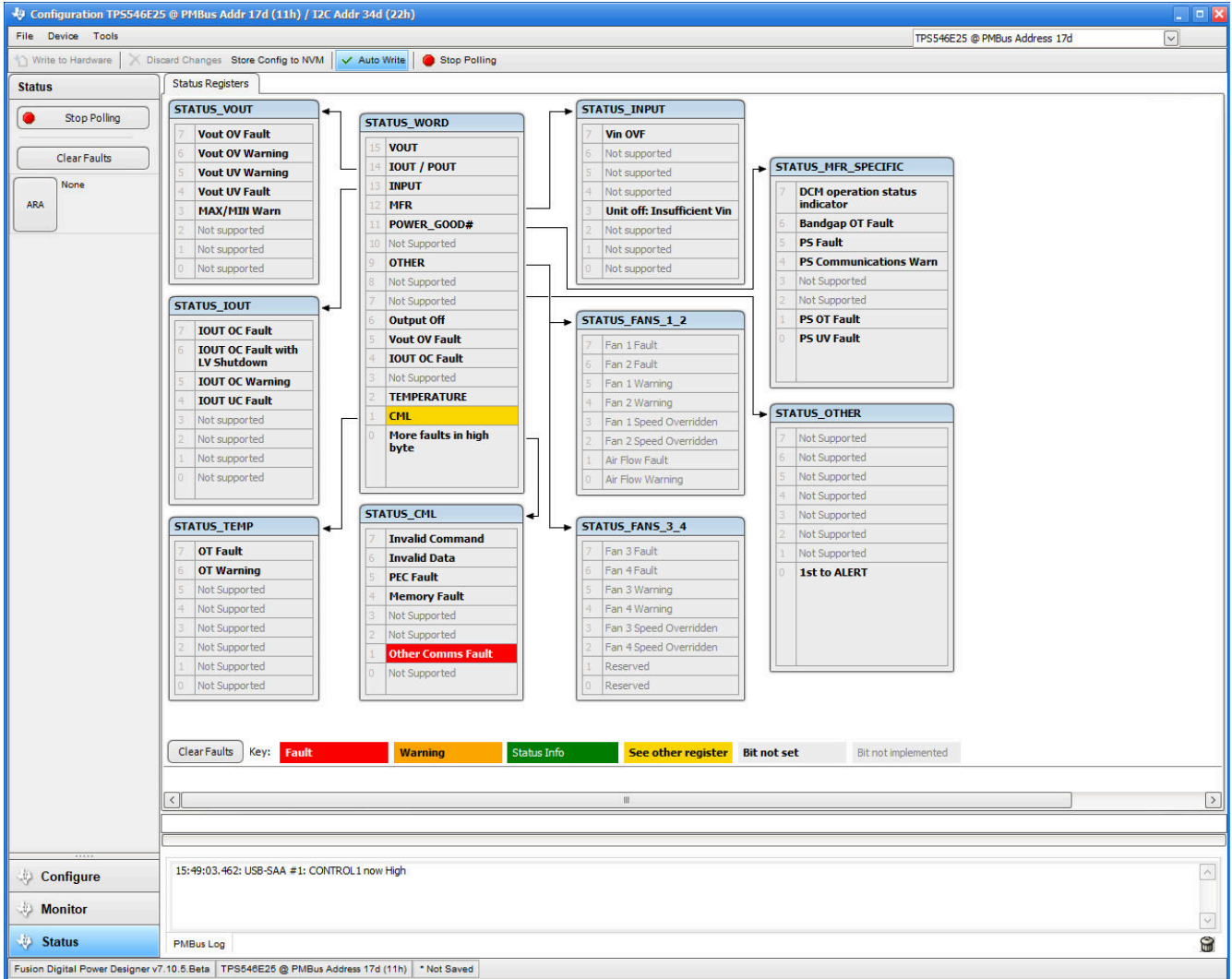


图 3-7. 状态屏幕

4 实现结果

4.1 测试过程

4.1.1 线性调整率和负载调整率以及效率测量步骤

- 按照节 2.1.2 和节 4.1.2 所述设置 EVM。
- 将电子负载设置为消耗 $0A_{DC}$ 电流。
- 将 V_{IN} 从 0V 增至 12V；使用电压表测量输入电压。
- 使用其他电压表测量输出电压 V_{OUT} 。
- 将负载从 $0A_{DC}$ 改为 $50A_{DC}$ 。 V_{OUT} 必须保持在表 1-1 中规定的范围内。
- 将 V_{IN} 从 5V 改为 18V。 V_{OUT} 必须保持在表 1-1 中规定的范围内。
- 将负载降至 0A。
- 将 V_{IN} 降至 0V。

4.1.2 效率测量测试点

在正确的位置测量电压以评估动力总成（器件和电感器）的效率。此操作很有必要，否则效率测量结果会包含与动力总成无关的损耗。覆铜布线以及输入和输出连接器上的压降所产生的损耗与动力总成效率无关，不得包含在效率测量的范围之内。

输入电流在输入线中的输入电源和 EVM 输入之间测量，输出电流在输出线中的 EVM 和负载之间测量。

表 4-1 展示了输入电压和输出电压的测量点。通过测量 V_{IN} 和 V_{OUT} 来计算直流/直流转换器效率。采用 V_{IN} 和 V_{OUT} 测量点时，效率测量结果不包含导线和连接器产生的损耗。

表 4-1. 效率测量的测试点

测试点	节点名称	说明	注释
PVIN_SNS+	PVIN_SNS	PVIN 的输入电压测量点	这对测试点与 U1 的 PVIN/PGND 引脚相连。输入端子到器件引脚的压降被包含在效率测量内。
PVIN_SNS-	PGND_SNS	PGND 的输入电压测量点	
VOUT_RMT	VOUT_RMT	VOUT 的输出电压测量点	这对测试点连接在输出端子附近。从电感器的输出点到输出端子的压降被包含在效率测量内。
GND_RMT	GND_RMT	PGND 的输出电压测量点	

为了更准确的测量动力总成的效率，请从测量中去除动力总成与端子之间的压降。使用表 4-2 中的测试点会降低这些损耗。

表 4-2. 用于更好的效率测量的测试点

测试点	节点名称	说明	注释
PVIN_SNS+	PVIN_SNS	PVIN 的输入电压测量点	这对测试点与 U1 的 PVIN/PGND 引脚相连。输入端子到器件引脚的压降被包含在效率测量内。
PVIN_SNS-	PGND_SNS	PGND 的输入电压测量点	
VOUT_EFF	VOUT_EFF	VOUT 的输出电压测量点	这对测试点与 U1 和 U1 PGND 的输出电感器附近的 VOUT 和 GND 相连。
GND_EFF	GND_EFF	PGND 的输出电压测量点	

4.1.3 控制环路增益和相位测量步骤

TPS546E25EVM-1PH 在 V_{OUT} 的反馈环路中包含一个 10Ω 串联电阻。该电阻可在测试点 VOSNS 和 CHB 处访问，以进行环路响应分析。在环路响应测量中将这些测试点用作环路的扰动注入点。请参阅表 4-3 中的说明。

表 4-3. 环路响应测量的测试点列表

测试点	节点名称	说明	注释
CHB	CH2	输入到 V_{OUT} 的反馈分压器	此节点的扰动幅度必须小于 30mV。
VOSNS	CH1	V_{OUT} 的结果输出	可以采用网络分析器通过 CH2/CH1 配置测量波特。

按照下面的步骤测量环路响应：

1. 按照节 2.1.2 中的描述设置 EVM。
2. 对于 V_{OUT} ，将网络分析器的隔离变压器从 CHB 连接到 VOSNS。
3. 将 CH1 的输入信号测量探头连接到 VOSNS。将 CH2 的输出信号测量探头连接到 CHB。
4. 将两个探头通道的接地导线连接到 AGND。
5. 在网络分析器上通过 CHB/VOSNS (CH2/CH1) 测量波特图。

4.2 性能数据和典型特性曲线

数据（见下文）了 TPS546E25EVM-1PH 的典型性能曲线。除非另有说明，否则输入电压为 12V，示波器测量使用 20MHz 带宽限制。

4.2.1 效率

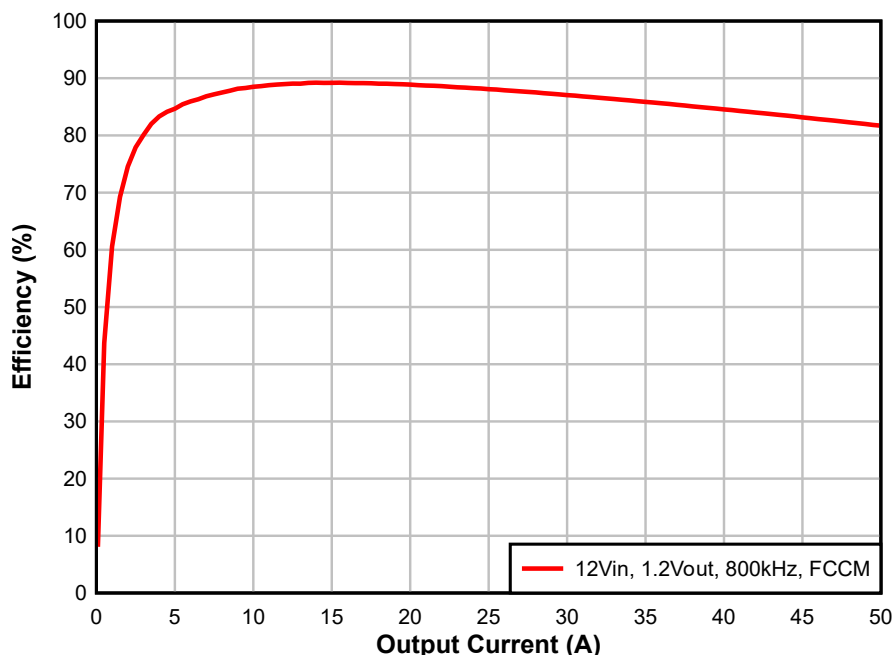


图 4-1. 效率， V_{OUT} 使用 VO_EFF、GND_EFF、PVIN_SNS 和 PGND_SNS 测试点测量

4.2.2 瞬态响应

图 4-2 显示了以 $20\text{A}/\mu\text{s}$ 的速率从 0A 瞬变为 20A 时的瞬态响应波形。

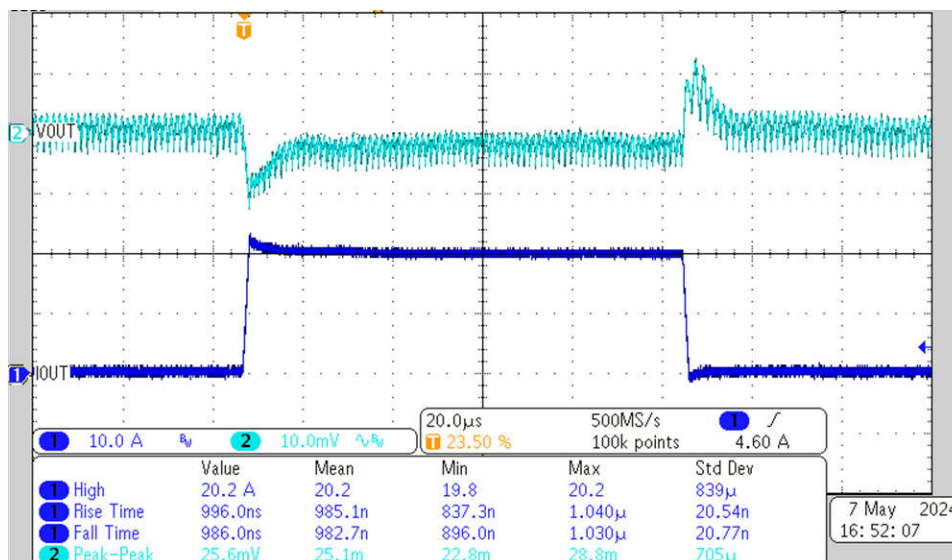


图 4-2. 瞬态响应

4.2.3 控制环路波特图

图 4-3 是控制环路波特图。

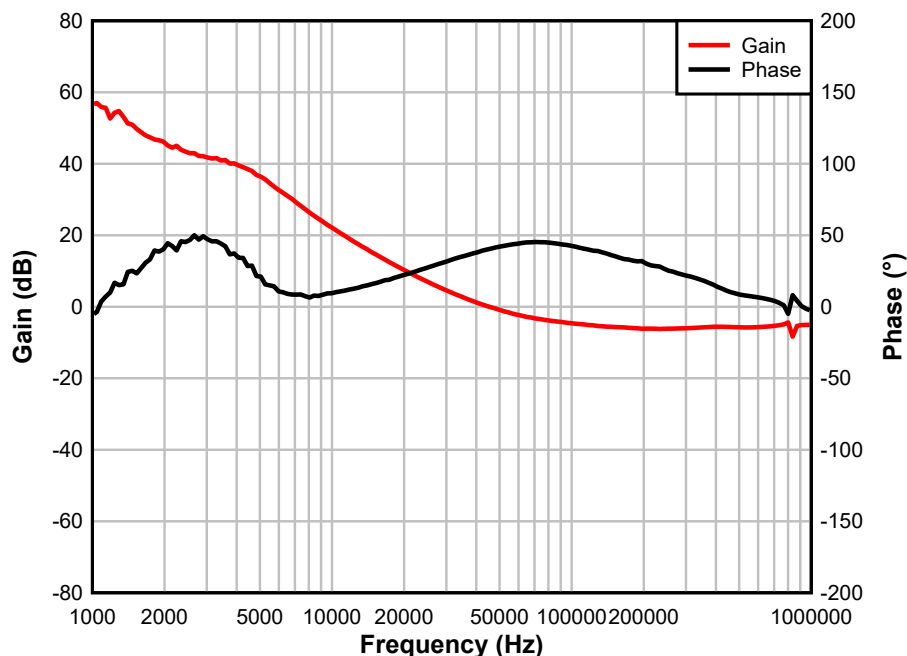


图 4-3. 12V 输入、50A 负载、800kHz 条件下 1.2V 输出时的波特图

4.2.4 输出纹波

图 4-4 和图 4-5 显示了 0A 和 25A 负载时的输出纹波波形。

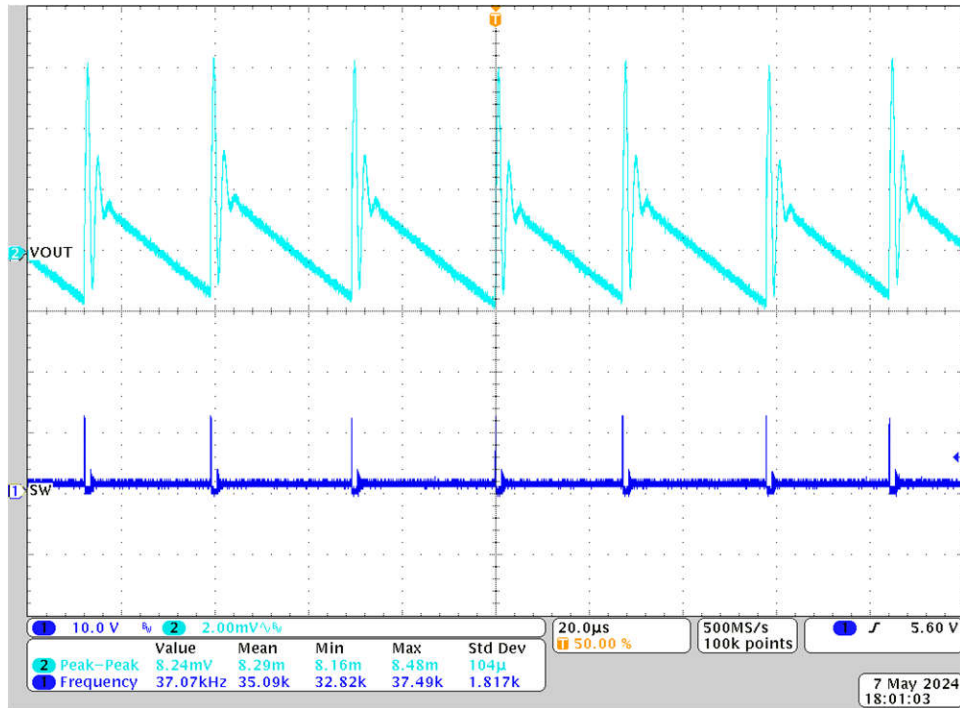


图 4-4. 0A 负载时的输出纹波

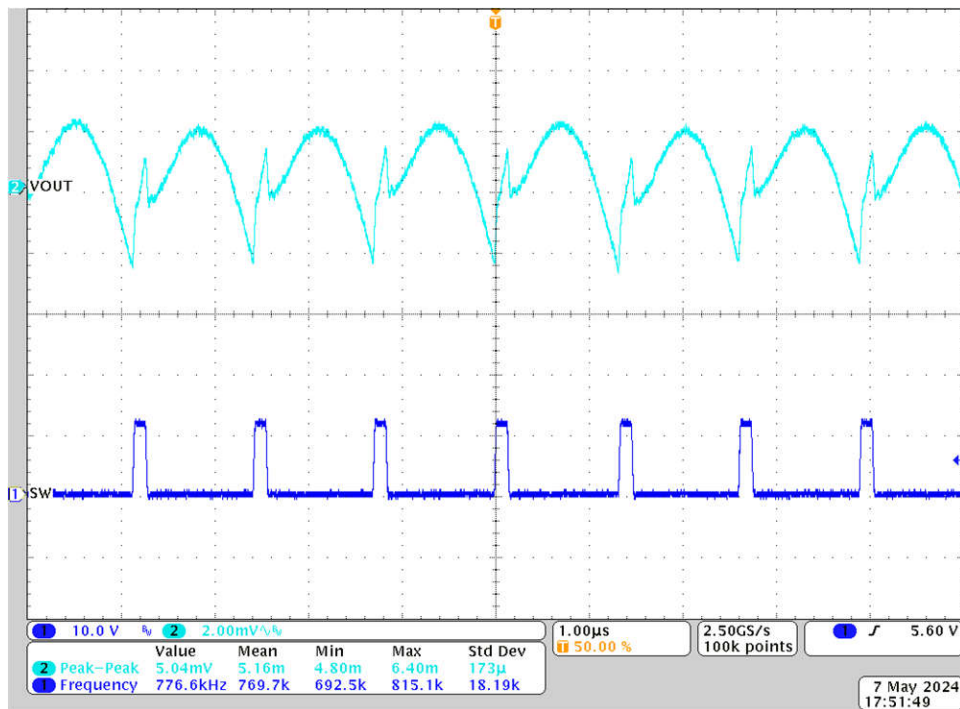


图 4-5. 25A 负载时的输出纹波

4.2.5 控制开启

下图显示了在 0A 输出电流下控制开启时的启动波形。

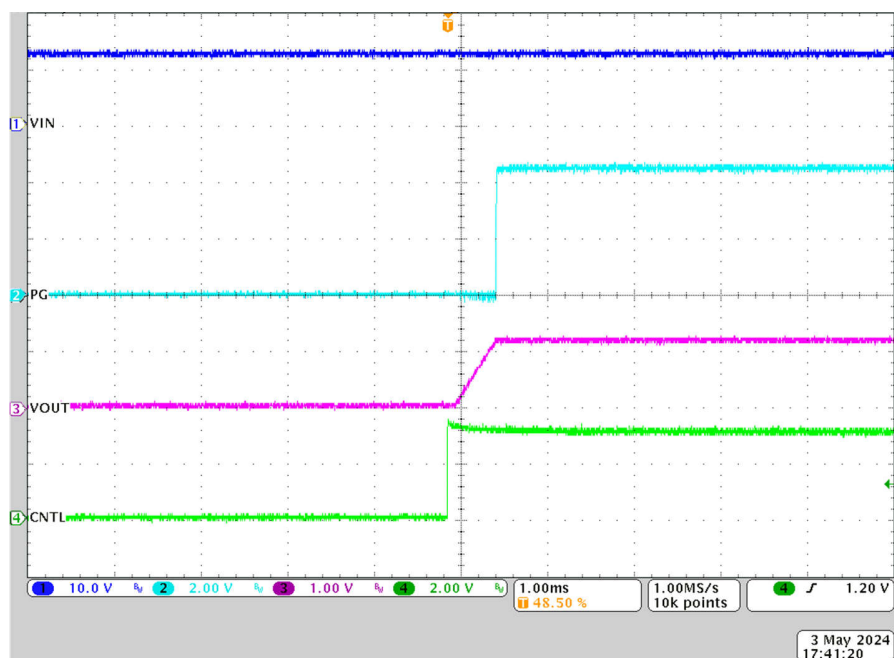


图 4-6. 控制开启时的启动，0A 负载

4.2.6 控制关闭

图 4-7 显示了在 0A 时的控制关闭波形。

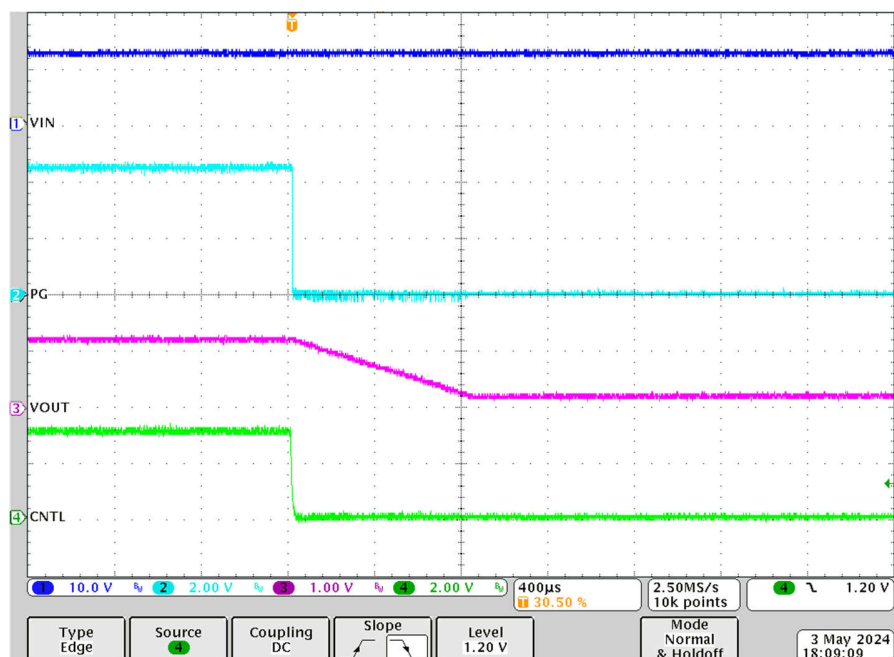


图 4-7. 控制关闭时的关断，0A 负载

4.2.7 具有预偏置输出的控制开启

图 4-8 显示了具有预偏置输出电压的控制开启时的波形。

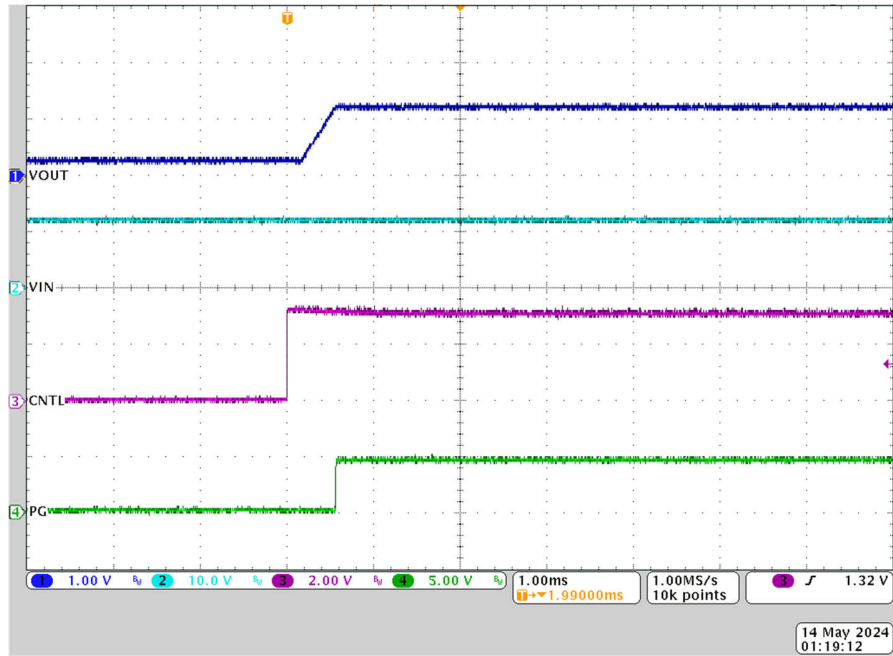
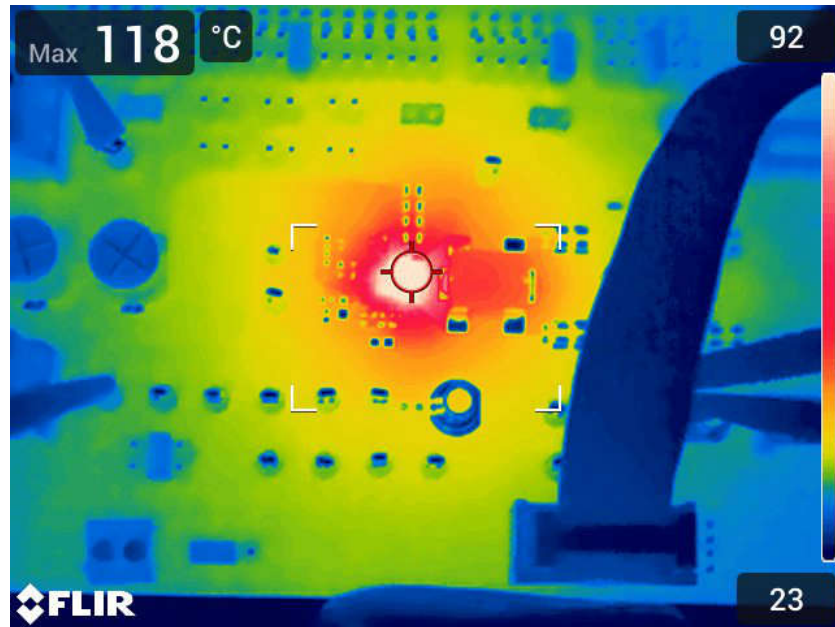


图 4-8. 具有预偏置输出的控制开启时启动波形

4.2.8 热像图

图 4-9 展示了 TPS546E25EVM-1PH 热性能图像。



$V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 1.2V$, $I_{OUT} = 50A$

图 4-9. 热像图

5 硬件设计文件

5.1 原理图

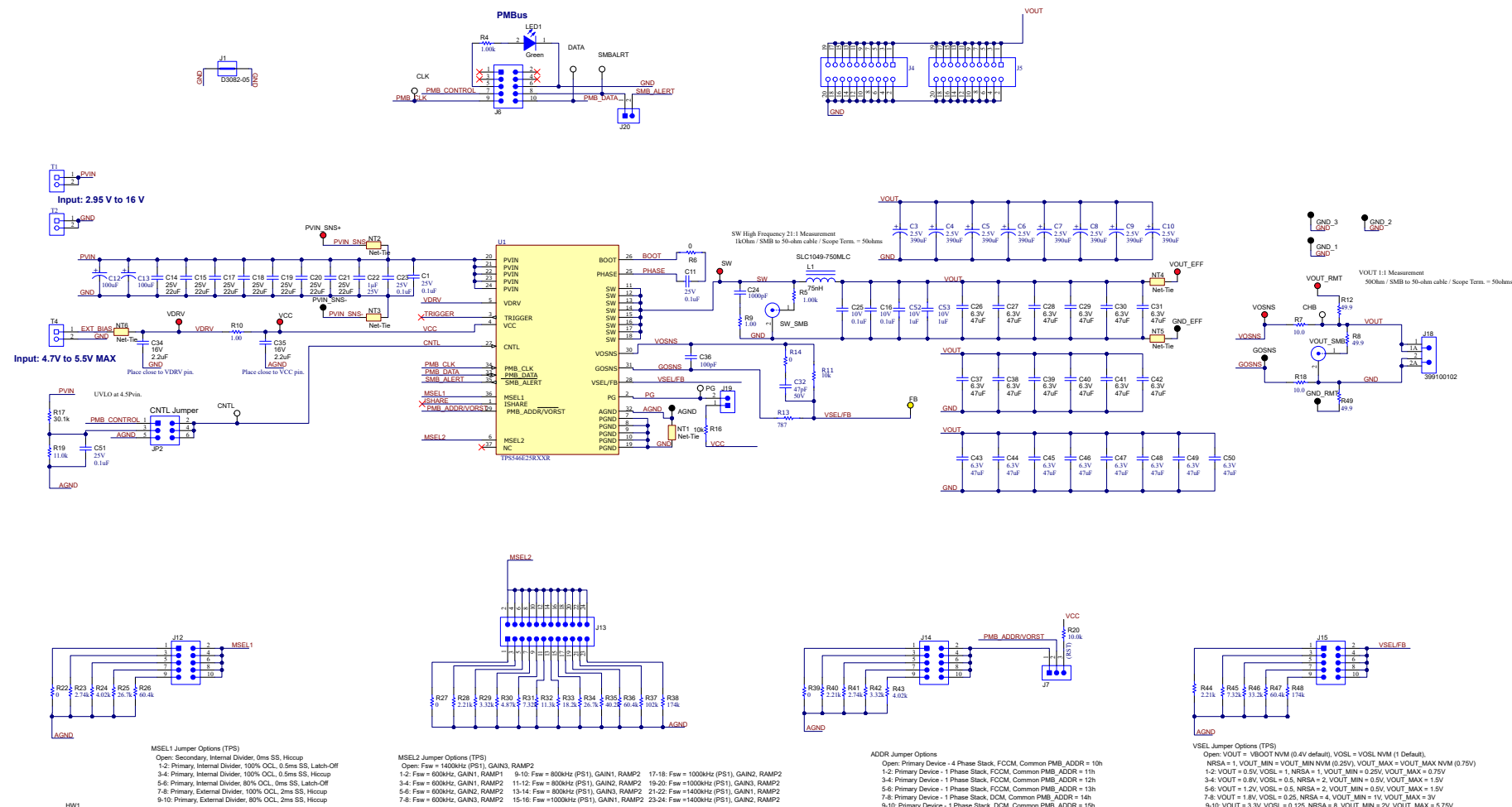


图 5-1. TPS546E25EVM-1PH 原理图

5.2 EVM 装配图和 PCB 布局

图 5-2 至图 5-8 展示了 TPS546E25EVM-1PH 印刷电路板的设计。

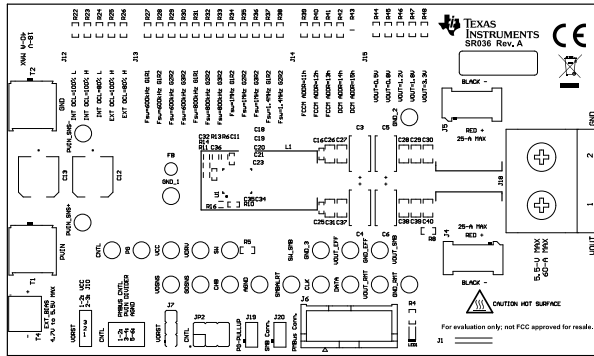


图 5-2. TPS546E25EVM-1PH 顶层覆盖层视图 (顶视图)

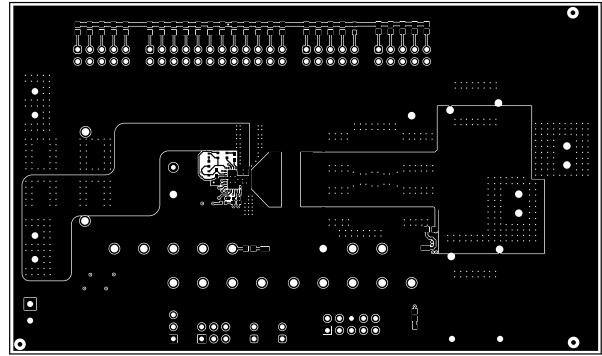


图 5-3. TPS546E25EVM-1PH 顶层铜 (顶视图)

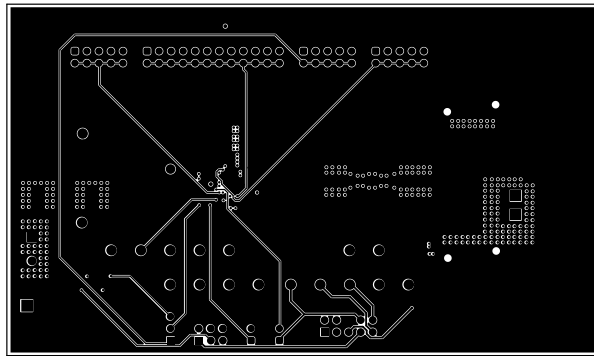


图 5-4. TPS546E25EVM-1PH 内层 1 (顶视图)

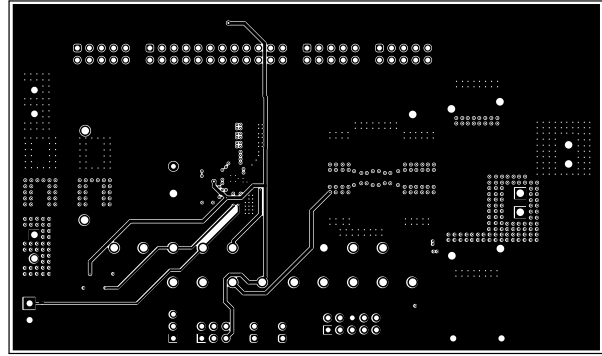


图 5-5. TPS546E25EVM-1PH 内层 2 (顶视图)

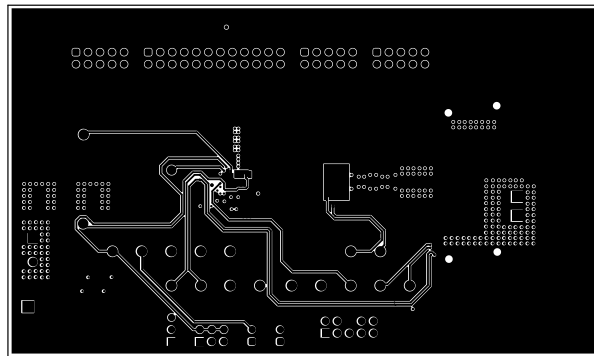


图 5-6. TPS546E25EVM-1PH 内层 3 (顶视图)

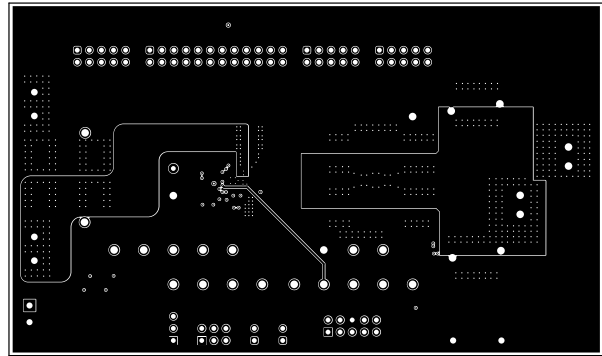


图 5-7. TPS546E25EVM-1PH 内层 4 (顶视图)

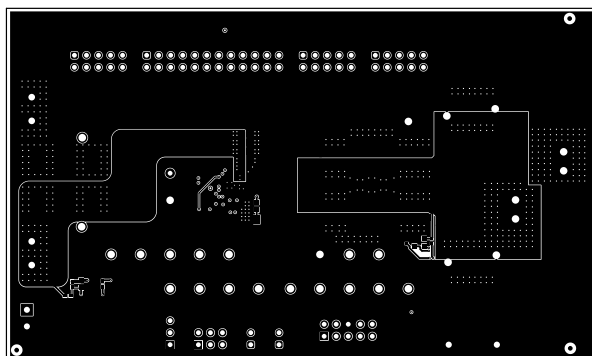


图 5-8. TPS546E25EVM-1PH 底部铜层 (顶视图)

5.3 物料清单

表 5-1 列出了 TPS546E25EVM-1PH 的物料清单 (BOM)。

表 5-1. TPS546E25EVM-1PH 物料清单

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
IPCB1	1		印刷电路板		SR036	不限
AGND、GND_1、GND_2、GND_3、 GND_EFF、GND_RMT、GOSNS、 PVIN_SNS-	8		测试点, 通用, 黑色, TH	黑色通用测试点	5011	Keystone
C1、C11、C23、C51	4	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 25V, ±10%, X7R, 0402	402	GRM155R71E104KE14D	MuRata
C3、C4、C5、C6、C7、C8、C9、C10	8	390μF	390μF 2.5V 铝聚合物电容器 2917 (公制 7343) 3mΩ, 5500 小时, 135°C	2917	EEF-TX0E391RB	Panasonic
C12、C13	2	100μF	100μF 25V 铝制电解电容器, 径向, Can - SMD - 7000 小时, 105°C	径向	UCB1E101MNL1GS	Nichicon
C14、C15、C17、C18、C19、C20、 C21	7	22μF	电容, 陶瓷, 22 μ F, 25V, ±20%, X5R, 0805	805	GRM21BR61E226ME44L	MuRata
C16、C25	2	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 10V, ±10%, X7R, 0402	402	CL05B104KP5NNNC	Samsung Electro-Mechanics
C22	1	1μF	电容, 陶瓷, 1 μ F, 25V, ±10%, X7R, 0603	603	06033C105KAT2A	AVX
C24	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 10V, ±10%, X7R, 0603	603	0603ZC102KAT2A	AVX
C26、C27、C28、C29、C30、C31、 C37、C38、C39、C40、C41、C42、 C43、C44、C45、C46、C47、C48、 C49、C50	20	47uF	电容, 陶瓷, 47 μ F, 6.3V, ±20%, X5R, 0805	805	GRM219R60J476ME44D	MuRata
C34、C35	2	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 16V, ±10%, X6S, 0402	402	C1005X6S1C225K050BC	TDK
C36	1	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 16V, ±10%, X7R, 0402	402	0402YC101KAT2A	AVX
C52、C53	2	1μF	1μF ±10% 10V 陶瓷电容器 X7S 0402 (公制 1005)	402	GRM155C71A105KE11D	Murata
CHB、CLK、CNTL、DATA、PG、 SMBALRT	6		测试点, 通用, 白色, TH	白色通用测试点	5012	Keystone
FB	1		测试点, 微型, 黄色, TH	黄色微型测试点	5004	Keystone Electronics
FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	6		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
H5、H6、H7、H8	4		缓冲垫, 圆柱形, 0.312 X 0.200, 黑色	黑色缓冲垫	SJ61A1	3M
J1	1		1mm 非绝缘短路插头, 10.16mm 间距, TH	短路插头, 10.16mm 间距, TH	D3082-05	Harwin
J4、J5	2		卡边缘插座, 0.8mm, 10x2, SMT	卡边缘插座, 0.8mm, 10x2, SMT	HSEC8-110-01-S-DV-A	Samtec
J6	1		接头 (有罩), 100mil, 5x2, 金, TH	5x2 有罩接头	5103308-1	TE Connectivity
J7	1		接头, 2.54mm, 3x1, 锡, TH	接头, 2.54mm, 3x1, TH	22284033	Molex
J12、J14、J15	3		接头, 2.54mm, 5x2, 金, TH	接头, 2.54mm, 5x2, TH	TSW-105-08-G-D	Samtec
J13	1		接头, 2.54mm, 12x2, 金, TH	接头, 2.54mm, 12x2, TH	TSW-112-08-G-D	Samtec

表 5-1. TPS546E25EVM-1PH 物料清单 (续)

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
J18	1		端子块, 60A, 10.16mm 间距, 2 位, TH	21.8x30x19mm	399100102	Molex
J19、J20	2		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	TSW-102-08-G-S	Samtec
JP2	1		接头, 100mil, 3x2, 金, TH	Sullins 100mil, 2x3, 绝缘体上方 230mil	PBC03DAAN	Sullins Connector Solutions
L1	1	75nH	电感, 屏蔽, 铁氧体, 75nH, 43A, 0.000273Ω, SMD	10.2x5.16x6.88mm	SLC1049-750MLC	Coilcraft
LBL1	1		热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/ 卷	PCB 标签, 0.650 x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady
LED1	1	绿色	LED, 绿色, SMD	LED_0603	150060GS75000	Würth Elektronik
PVIN_SNS+、SW、VCC、VDRV、VOSNS、VOUT_EFF、VOUT_RMT	7		测试点, 通用, 红色, TH	红色通用测试点	5010	KeyStone Electronics , Keystone
R4	1	1.00k	电阻, 1.00k, 0.1%, 0.1W, 0603	603	RG1608P-102-B-T5	Susumu Co Ltd
R5	1	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-071KL	Yageo
R6	1	0	跳线 0.063W, 1/16W 片上电阻 0402 (公制 1005) , 防潮厚膜	402	RC0402FR-070RL	Yageo
R7、R18	2	10	电阻, 10.0, 0.1%, 0.063W, 0402	402	CPF0402B10RE1	TE Connectivity
R8、R12、R49	3	49.9	电阻, 49.9, 0.1%, 0.1W, 0603	603	RT0603BRD0749R9L	Yageo America
R9	1	1	电阻, 1.00, 1%, 0.5W, 1206	1206	CSR1206FK1R00	Stackpole Electronics Inc
R10	1	1	电阻, 1.00, 1%, 0.125W, 0402	402	CSR0402FK1R00	Stackpole Electronics Inc
R16	1	10k	10kΩ ±1% 0.063W, 1/16W 片上电阻 0402 (公制 1005) , 防潮厚膜	402	RC0402FR-0710KL	Yageo
R17	1	30.1k	电阻, 30.1k, 1%, 0.063W, 0402	402	RC0402FR-0730K1L	Yageo America
R19	1	11.0k	电阻, 11.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	603	RT0603BRD0711KL	Yageo America
R20	1	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0402	402	ERJ-2RKF1002X	Panasonic
R22、R27、R39	3	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	603	RC0603JR-070RL	Yageo
R23、R41	2	2.74k	电阻, 2.74k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-072K74L	Yageo
R24	1	4.02k	电阻, 4.02k, 0.1%, 0.1W, 0603	603	RG1608P-4021-B-T5	Susumu Co Ltd
R25、R34	2	26.7k	电阻, 26.7k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0726K7L	Yageo
R26、R47	2	60.4k	电阻, 60.4kΩ, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0760K4L	Yageo
R28、R40、R44	3	2.21k	电阻, 2.21k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-072K21L	Yageo
R29、R42	2	33.2k	电阻, 3.32k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-073K32L	Yageo
R30	1	4.87k	电阻, 4.87k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-074K87L	Yageo
R31、R45	2	7.32k	电阻, 7.32k, 0.1%, 0.1W, 0603	603	RT0603BRD077K32L	Yageo America
R32	1	11.3k	电阻, 11.3k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0711K3L	Yageo
R33	1	18.2k	电阻, 18.2k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0718K2L	Yageo
R35	1	40.2k	电阻, 40.2k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0740K2L	Yageo
R36	1	60.4k	电阻, 60.4kΩ, 0.1%, 0.1W, 0603	603	RT0603BRD0760K4L	Yageo America
R37	1	102k	电阻, 102k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07102KL	Yageo

表 5-1. TPS546E25EVM-1PH 物料清单 (续)

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
R38、R48	2	174k	电阻, 174k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07174KL	Yageo
R43	1	4.02k	4.02k Ω $\pm$ 1% 0.1W, 1/10W 片上电阻 0603 (公制 1608), 防潮厚膜	603	RC0603FR-074K02L	Yageo
R46	1	33.2k	电阻, 33.2k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0733K2L	Yageo
SH-JP1、SH-JP2、SH-JP3、SH-JP4、SH-JP5、SH-JP6、SH-JP8、SH-JP11	8	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
SW_SMB、VOUT_SMB	2		连接器, 插座, 50 Ω , TH	SMB 连接器	SMBR004D00	JAE Electronics
T1、T2	2		热力学块, 5mm, 2 极点, 锡, TH	TH, 2 引线, 接头体 10mm $\times$ 10mm, 间距 5mm	282856-2	TE Connectivity
T4	1		端子块, 3.5mm 间距, 2x1, TH	7.0x8.2x6.5mm	ED555/2DS	On-Shore Technology
U1	1		4V 至 18V 输入、50A、四倍可堆叠同步降压转换器, 支持 PMBus 和遥测功能	WQFN-FCRL37	TPS546E25RXX	德州仪器 (TI)
C32	0	47pF	多层陶瓷电容器, 47pF, C0G, $\pm$ 5%, 0402, 纸质 T/R	402	GJM1555C1H470JB01D	MuRata
R11	0	10k	10k Ω , $\pm$ 1%, 0.063W, 1/16W, 片上电阻, 0402 (1005 公制), 厚膜	402	CRCW040210K0FKEDC	Vishay
R13	0	787	电阻, 厚膜, SMD, 787 Ω 1%, 1/16W, 0402, 100ppm/ $^{\circ}$ C	402	RC0402FR-07787RL	Yageo
R14	0	0	电阻厚膜, 0 Ω , 0.2W, 0402	402	CRCW04020000Z0EDHP	Vishay Dale

(1) 除非另有说明, 否则所有器件都可以替换为等效产品。

6 其他信息

6.1 商标

SWIFT™ is a trademark of Texas Instruments.

PMBus® is a registered trademark of System Management Interface Forum.

所有商标均为其各自所有者的财产。

7 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 * (July 2024) to Revision A (March 2025)	Page
• 更新了 说明部分中的语法错误.....	1
• 更新了 入门指南部分，明确了缩略语定义.....	1
• 在 应用部分中添加了应用的链接.....	1
• 将硬件 EVM 图像从设计图更改为实物照片.....	1
• 更新了 表 1-1 中数值，使其中心对齐.....	2
• 按照字母顺序更新了 表 2-1 和 表 2-4 表.....	4
• 新增一条说明支持该器件的 Fusion GUI 版本的语句.....	7
• 更新了 线路和负载调节以及效率测量程序部分项目 1 中的语法错误.....	14
• 更新了表格列宽.....	14
• 将 表 4-3 中的 "TBDmV" 更改为 "30mV".....	15
• 更新了原理图以反映电感器 p/n 更改.....	20
• 添加了两个缺失的内层.....	21

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