EVM User's Guide: TPSM846C26EVM-2PH

TPSM846C26 SWIFT™ 降压转换器评估模块

说明

TPSM846C26EVM-2PH 是一款采用 TPSM846C26 的单相降压电源模块。TPSM846C26EVM-2PH 针对 12V 标称电压总线而设计，可在高达 35A 负载电流下产生 0.8V 的稳压输出。

开始使用

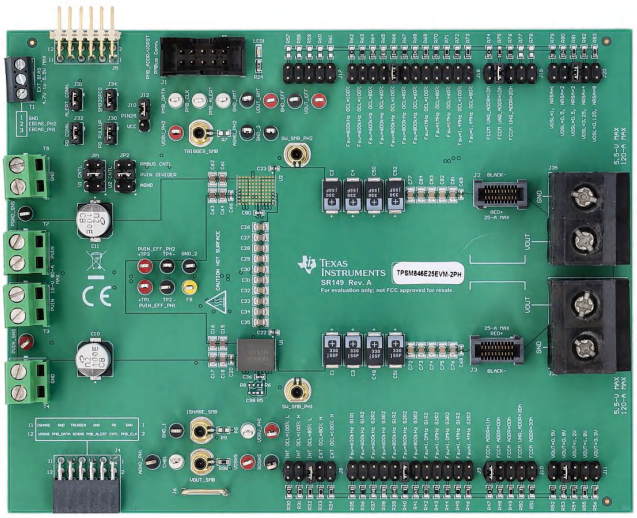
1. 在 ti.com 上订购 TPSM846C26EVM-2PH。
2. 在 FUSION_DIGITAL_POWER_DESIGNER 上下载 Fusion 图形用户界面 (GUI) 软件。
3. 下载 *TPSM846C26 4V 至 18V 输入、50A、4 个可堆叠、带 PMBus® 和遥测功能的同步降压转换器* 数据表。

特性

- 0.8V 稳压输出，高达 35A $_{DC}$ 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
- AI 加速器模块/卡
- 网络接口卡
- 宏远程无线电单元 (RRU)
- 有源天线系统
- 固定数据中心交换机



TPSM846C26EVM-2PH（顶视图）

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

1 评估模块概述

1.1 简介

TPSM846C26EVM-2PH 评估模块 (EVM) 是一款采用 TPSM846C26 器件的单相降压电源模块。TPSM846C26 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 TPSM846C26 器件配置为单相降压模块。

1.2 套件内容

该套件包含 TPSM846C26EVM-2PH。

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. TPSM846C26EVM-2PH 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} = 35A		2.91		A
空载输入电流	I_{OUT} = 0A，开关启用		62.3		mA
启用开关阈值	默认由电阻分压器设置，JP1 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，JP1 引脚 3 和 4 短接		1		V
输出特性					
输出电压，V_{OUT}			0.8		V
输出负载电流，I_{OUT}		0		35	A
输出电压纹波	I_{OUT} = 17.5A		3.36		mVpp
输出过流故障阈值	电流限制设置，通过 MSEL1 J8 短接的引脚 5-6 进行编程		80%		
系统特性					
开关频率	通过 MSEL2 J9 引脚 11-12 进行编程		800		kHz
满载效率，V_{OUT} = 0.8V	I_{OUT} = 35A		81%		
工作外壳温度	I_{OUT} = 35A，浸泡 10 分钟		92.5		°C
环路带宽	I_{OUT} = 35A		28.3		kHz
相位裕度			44.8		°
PMBus 接口和引脚配置 (Strap) 功能					
PMBus 地址	通过 PMB_ADDR J10 短接的引脚 1-2 进行编程		11		h
电压基准	默认设置，通过 VSEL J11 短接的引脚 3-4 进行编程		0.8		V
软启动时间 (TON_RISE)	TON_RISE 的默认设置，通过 MSEL1 J8 短接的引脚 5-6 进行编程		0		ms

1.4 器件信息

TPSM846C26 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、三个和四个 TPSM846C26 器件互连，在单个输出上提供最高 140A 的电流。

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

一个器件选项是利用外部 5V 电源通过 VDRV 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。TPSM846C26 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) TPSM846C26 电源转换器。TPSM846C26 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 12ADC 电流，以支持具有 5V 输入的 35A 负载。将输入 VIN 和 GND 连接到 T3 和 T4 或 T7 和 T9。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。若要测试此 EVM 支持的满载电流，负载必须能够灌入至少 35A 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 VIN 和 GND 到 T3 和 T4（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 PGND_SNS 的测试点以开尔文连接电压源。
- 输出 J33（0.8V 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 显示在 使用 TP1 的尖端和管状测量方法，。

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

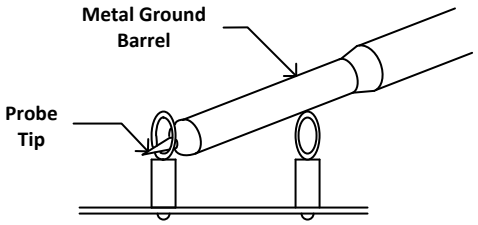


图 2-1. 尖端和接地筒测量

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_PH1	T-H 环路	AGND_PH1	与 AGND 铺铜及第一相 AGND 引脚的连接
AGND_PH2	T-H 环路	AGND_PH2	与 AGND 铺铜及第二相 AGND 引脚的连接
CHB1	T-H 环路	CHB1	BODE-CH2
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
ISHARE_SMB	SMB	ISHARE	SMB 与 ISHARE 的连接（通过安装 1kΩ 0603 电阻到 R9 来启用）
PG	T-H 环路	PG	测试点与 PGOOD 引脚的连接
PGND_SNS	T-H 环路	PGND_SNS	开尔文检测与 PGND 的连接
PMB_ALERT	T-H 环路	ALERT	连接到 PMB_ALERT
PMB_CLK	T-H 环路	CLK	连接至 CLK
PMB_DATA	T-H 环路	PMB_DATA	连接至 DATA
PVIN_SNS	T-H 环路	PVIN_SNS	开尔文检测与 PVIN 的连接
SW_SMB_PH1	SMB	SW	SMB 与第一相 SW 节点的连接
SW_SMB_PH2	SMB	SW	SMB 与第二相 SW 节点的连接
TP1	T-H 环路	PVIN_EFF_PH1	用于测量第一相输入效率（正极）的连接
TP2	T-H 环路	PVIN_EFF_PH1	用于测量第一相输入效率（负极）的连接
TP3	T-H 环路	PVIN_EFF_PH2	用于测量第二相输入效率（正极）的连接
TP4	T-H 环路	PVIN_EFF_PH2	用于测量第二相输入效率（负极）的连接
TRIGGER_SMB	SMB	触发	SMB 与触发器的连接（通过在 R7 中组装 1kΩ 0603 电阻器来启用）
VDRV_PH1	T-H 环路	VDRV_PH1	第一相 VDRV 引脚的连接
VDRV_PH2	T-H 环路	VDRV_PH2	第二相 VDRV 引脚的连接
VOSNS	T-H 环路	VOSNS	连接到 VOSNS 引脚
VOUT_EFF	T-H 环路	VO_EFF	用于测量输出效率的连接
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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 2-2. 跳线

跳线	类型	名称	说明
J1	接头（有罩），100mil，5x2，金，TH	PMBus 连接	PMBus 适配器控制信号
J8、J10、J11、J17、J19、J20	接头，2.54mm，5x2，金，TH	MSEL1_PH1、ADDR_PH1、VSEL_PH1、MSEL1_PH2、ADDR_PH2、VSEL_PH2	用于设置 MSEL1_PH1、ADDR_PH1、VSEL_PH1、MSEL1_PH2、ADDR_PH2、VSEL_PH2 的跳线，其默认引脚短接方式分别为：5-6 短接、3-4 短接、3-4 短接、开路、3-4 短接、5-6 短接
J9、J18	接头，2.54mm，12x2，金，TH	MSEL2_PH1、MSEL2_PH2	用于设置 MSEL2_PH1、MSEL2_PH2 短接的默认引脚 9-10、9-10 的跳线
J12	接头，2.54mm，3x1，锡，TH	VDRV_PH2	设置 VDRV_PH2 的跳线，其默认状态为将引脚 PIN29 与 J10 短接
J30、J31、J32、J34	接头，2.54mm，2x1，金，TH	PG_PULLUP、ALERT_CONN、PG_CONN、SMB2GPIO	连接至上拉电阻的跳线，默认将引脚 1-2 短接；用于设置 ALERT 连接的跳线，默认将引脚 1-2 短接；用于设置 PG 连接的跳线，默认将引脚 1-2 短接；以及用于设置 ALERT 至 GPIO 连接的跳线，默认将引脚 1-2 短接
JP1、JP2	接头，100mil，3x2，金，TH	CNTL_Jumper_PH1、CNTL_Jumper_PH2	用于设置 CNTL_Jumper_PH1 和 CNTL_Jumper_PH2 短接的默认引脚 3-4 的跳线

表 2-3 列出了 JP1 上的 CNTL/UVLO 引脚选择选项。

表 2-3. JP1 选择

分流位置	选择
引脚 1 到引脚 2 短接	CNTL 引脚短接至 AGND：
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
引脚 5 到引脚 6 短接	PMBus 适配器控制信号

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	接头（有罩），100mil，5x2，金，TH	USB2GPIO	USB2GPIO2 的连接
J2	卡边缘插座，0.8mm，10x2，SMT	VOUT	miniSlammer 的连接
J3	卡边缘插座，0.8mm，10x2，SMT	VOUT	miniSlammer 的连接
J4	插座，2.54mm，6x2，金，R/A，TH	EVM2EVM	多相模式下 EVM 之间的连接接口
J5	接头，2.54mm，6x2，金，R/A，TH	EVM2EVM	多相模式下 EVM 之间的连接接口
J6	1mm 非绝缘短路插头，10.16mm 间距，TH	PGND	接地连接
J33	端子块，2 位，10.16mm，TH	VOUT	负载的连接
J35	端子块，2 位，10.16mm，TH	VOUT	负载的连接
T1	端子块，3.5mm 间距，3x1，TH	EXTBIAS	外部辅助电源的连接
T3	端子块，5mm，2 极点，锡，TH	VIN	输入电压源的连接
T4	端子块，5mm，2 极点，锡，TH	GND	输入 GND 源的连接
T7	端子块，5mm，2 极点，锡，TH	VIN	输入电压源的连接
T9	端子块，5mm，2 极点，锡，TH	GND	输入 GND 源的连接

2.1.5 配置 EVM 以使 VDRV 过驱

EVM 有一个端子连接器 T1，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 TPSM846C26 模块中的功率耗散。使 VDRV 过驱可将 TPSM846C26 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 T1 并将外部电源设置在 4.5V 至 5.5V 之间。

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

2. 给外部电源加电以使 VDRV 过驱，然后给 PVIN 加电。

2.1.6 了解过流限制

对于 TPSM846C26 模块，TI 建议将 OCL 配置为 80% 或更低。将 OCL 配置为 100% 相当于 50A，但不建议用于该器件。通过短接 MSEL1 J8 的引脚 5-6，可将电流限制设定为 80%。

2.1.7 单相至两相 EVM 转换

1. 确保外部偏置电源和 PVIN 均已断电。
2. 使用 TPSM846C26APQ 电阻填充 U2。
3. 有关适当的引脚配置连接，请参阅表 2-5 和表 2-6。
4. 将 J31 和 J32 的短跳线连接到引脚 1-2。
5. 将 JP1 和 JP2 的短跳线连接到引脚 3-4。
6. 如果使用数字特性，则请将 USB2GPIO 转接头连接到 J1。
7. 分别向 PVIN 和 PGND 终端 T3/T7 和 T4/T9 施加适当的 PVIN 电压（4V 至 18V）。
8. 如果使用数字特性，请启动 Fusion 图形用户界面 (GUI)。GUI 根据初级相位 J12 和次级相位 J19（ADDR 引脚配置）自动识别器件地址。TPSM846C26 器件由 GUI 读取为 *TPS546E25*。
9. 主相和次相现在开始切换，可通过 VOUT_EFF 和 GND_EFF 测试点测量 VOUT。

表 2-5. 主器件（第一相）

跳线	引脚	默认连接	器件配置
J8	MSEL1_PH1	引脚 5-6 短接	选择 4.02kΩ 电阻器。初级、内部分压器、80% OCL、0ms SS、闭锁
J9	MSEL2_PH1	引脚 9-10 短接	选择 7.32kΩ 电阻器。FSW = 800kHz (PS1)、GAIN1、RAMP2
J10	ADDR_PH1	引脚 3-4 短接	选择 22.1kΩ 电阻器。主器件 - 两相栈、FCCM、通用 PMB_ADDR = 0Dh
J11	VSEL_PH1	引脚 3-4 短接	选择 7.32kΩ 电阻器。VOUT = 0.8V、VOSL = 0.5、NRSA = 2、VOUT_MIN = 0.5V、VOUT_MAX = 1.5V

表 2-6. 第一个次级器件（次相）

跳线	引脚	默认连接	器件配置
J17	MSEL1_PH2	开路	次级、内部分压器、0ms SS、断续
J18	MSEL2_PH2	引脚 11-12 短接	选择 11.3kΩ 电阻器。FSW = 800kHz (PS1)、OCL = 80%
J19	ADDR_PH2	引脚 1-2 短接	选择 0Ω 电阻器。第一个次级器件 - 两相栈、FCCM、通用 PMB_ADDR = 0Dh、唯一的 PMB_ADDR = 1Dh
J20	VSEL_PH2	引脚 5-6 短接	选择 33.2kΩ 电阻器。VOSL = 0.5、NRSA = 2、VOUT_MIN = 0.5V、VOUT_MAX = 1.5V

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

2.2 最佳实践

为确保使用 TPSM846C26EVM-2PH 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！TPSM846C26EVM-2PHT 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和元件，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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

3 软件

3.1 采用 Fusion GUI 配置 EVM

TPSM846C26 IC 在出厂时进行了预配置。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 TPSM846C26 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。另请参阅节 3.2 中的屏幕截图。
4. 根据需要配置 EVM 运行参数。

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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 TPSM846C26。TPSM846C26 的 *IC_DEVICE_ID* 与 TPS546E25 相同。因此，某些版本的 Fusion GUI 可以将器件显示为 *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。TPSM846C26 受 Fusion GUI 版本 7.10.5 及更高版本的支持；但是，对于该模块，我们建议使用 7.10.16 及更高版本。本节中的图可以使用显示其他 TPSM846C26 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 TPSM846C26EVM-2PH 一起使用。

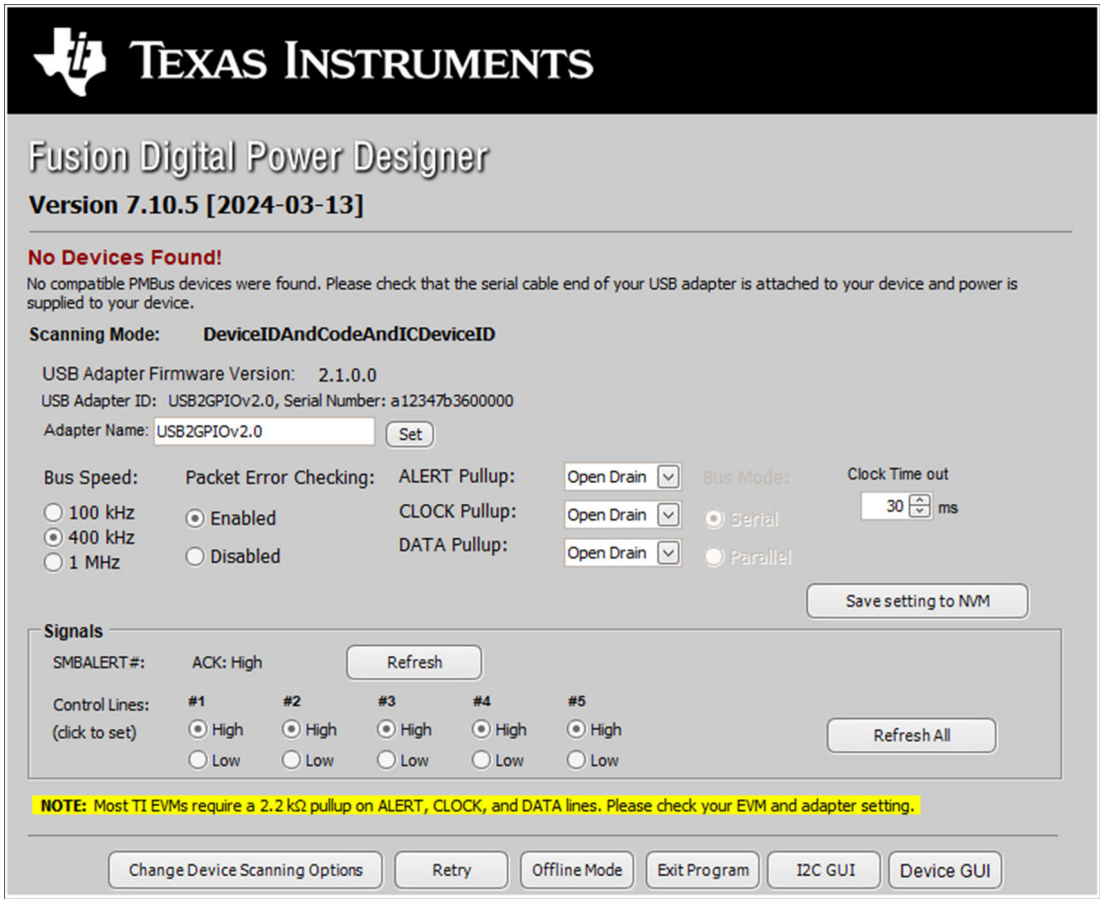


图 3-1. 选择器件扫描模式

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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，TPSM846C26 配置为 *CONTROL Pin Only*。此引脚与电阻器一起充当 EN/UVLO 引脚。

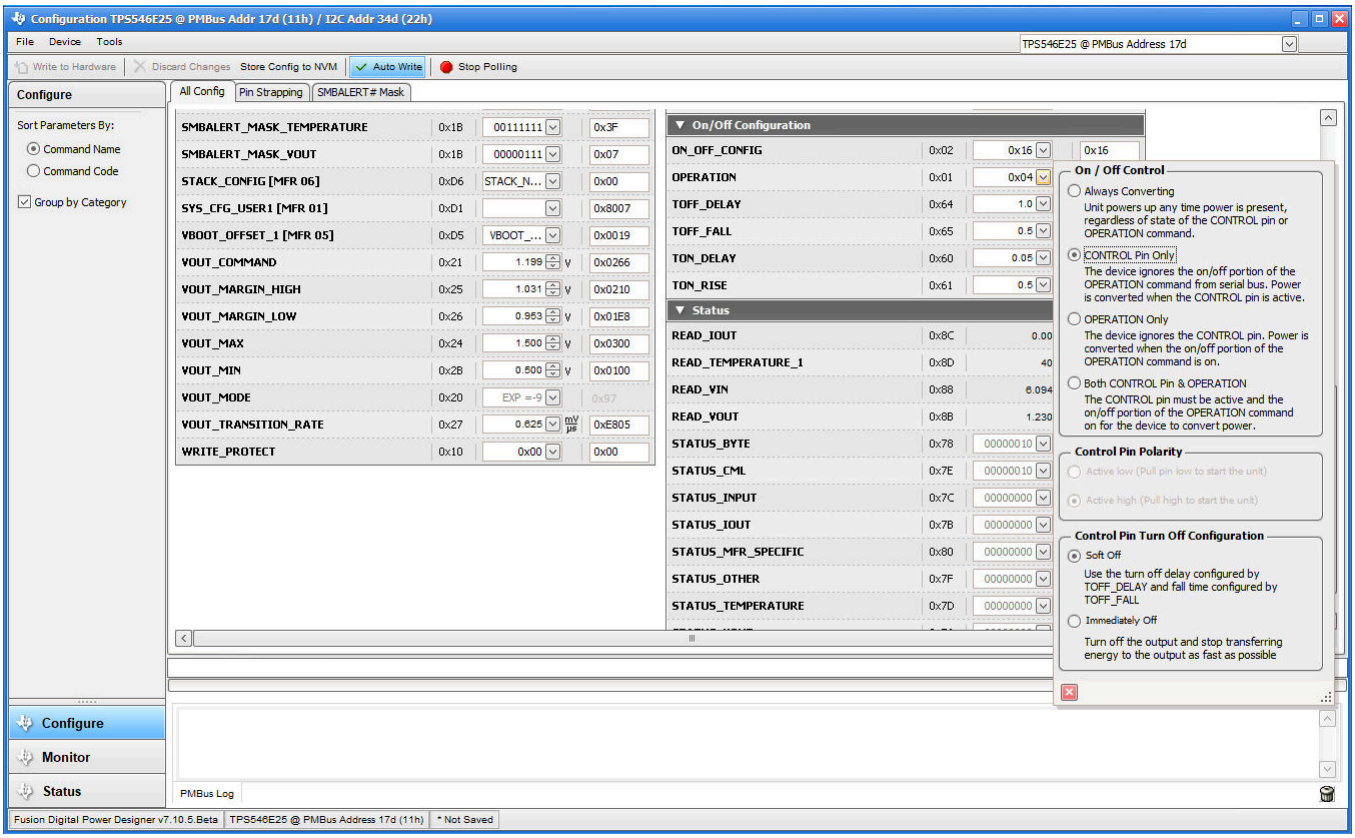


图 3-2. 配置 – ON_OFF_CONFIG

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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。

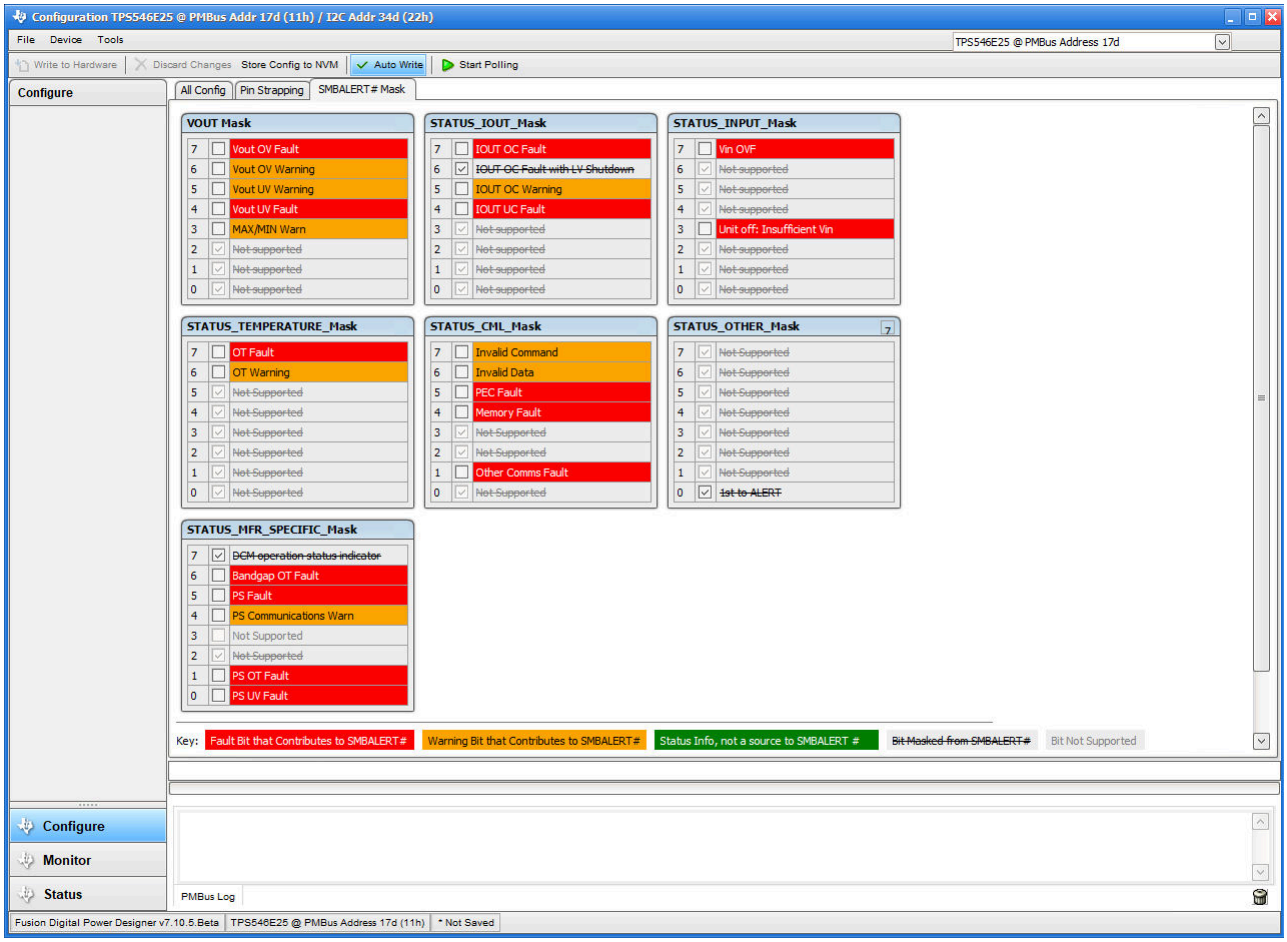


图 3-3. 配置 – SMBALERT # 屏蔽

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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。

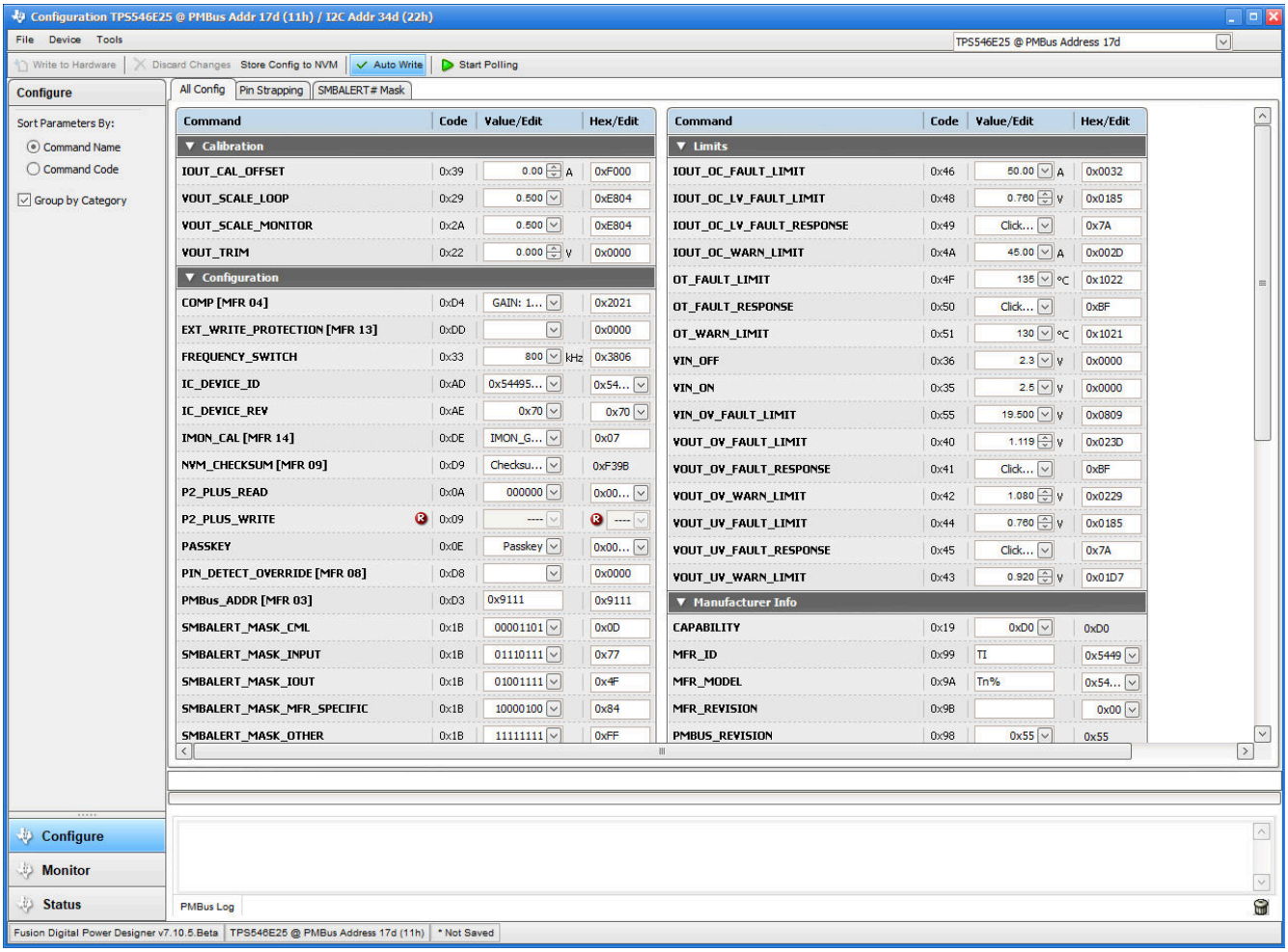


图 3-4. 配置 – 全部配置

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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。

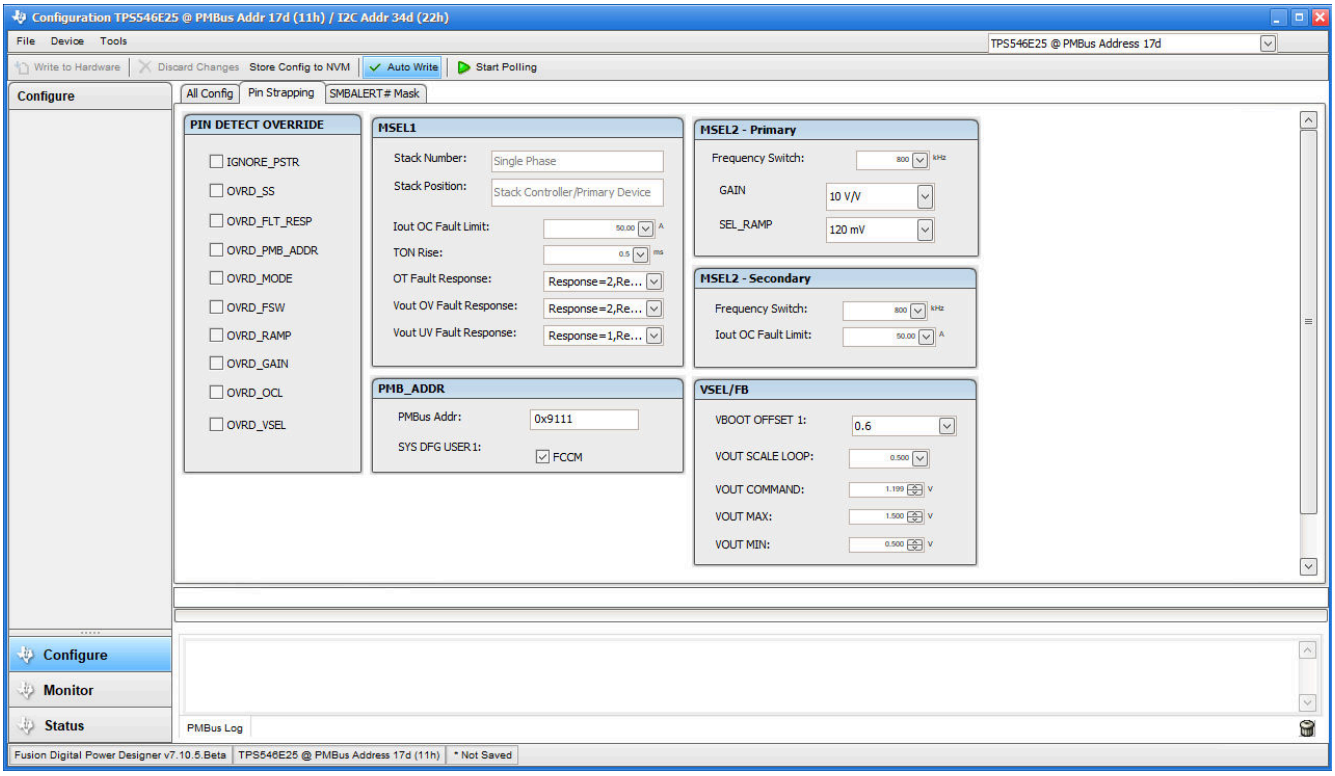


图 3-5. 配置 – 引脚配置 (Strap) 功能

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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

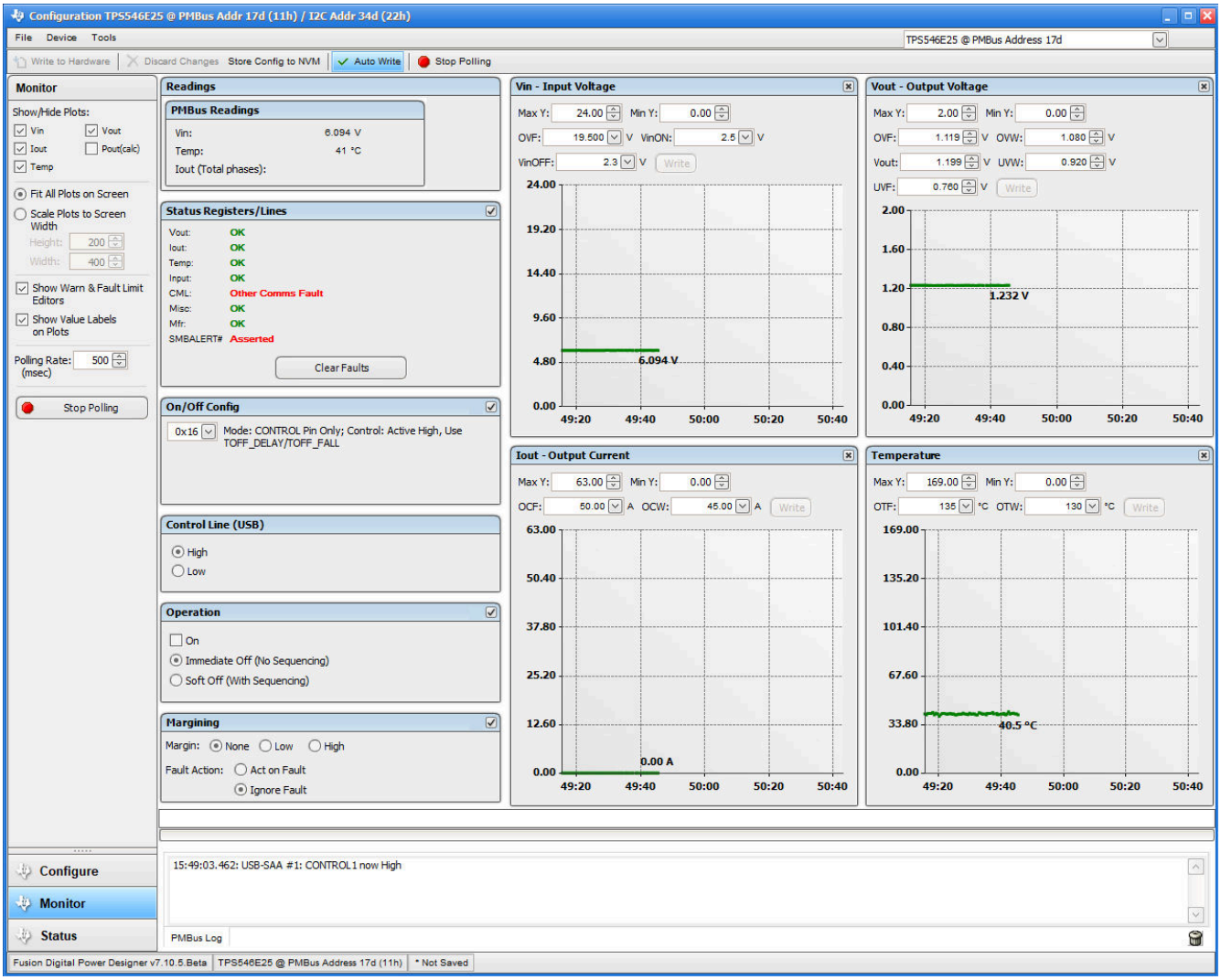


图 3-6. 监视器屏幕

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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。

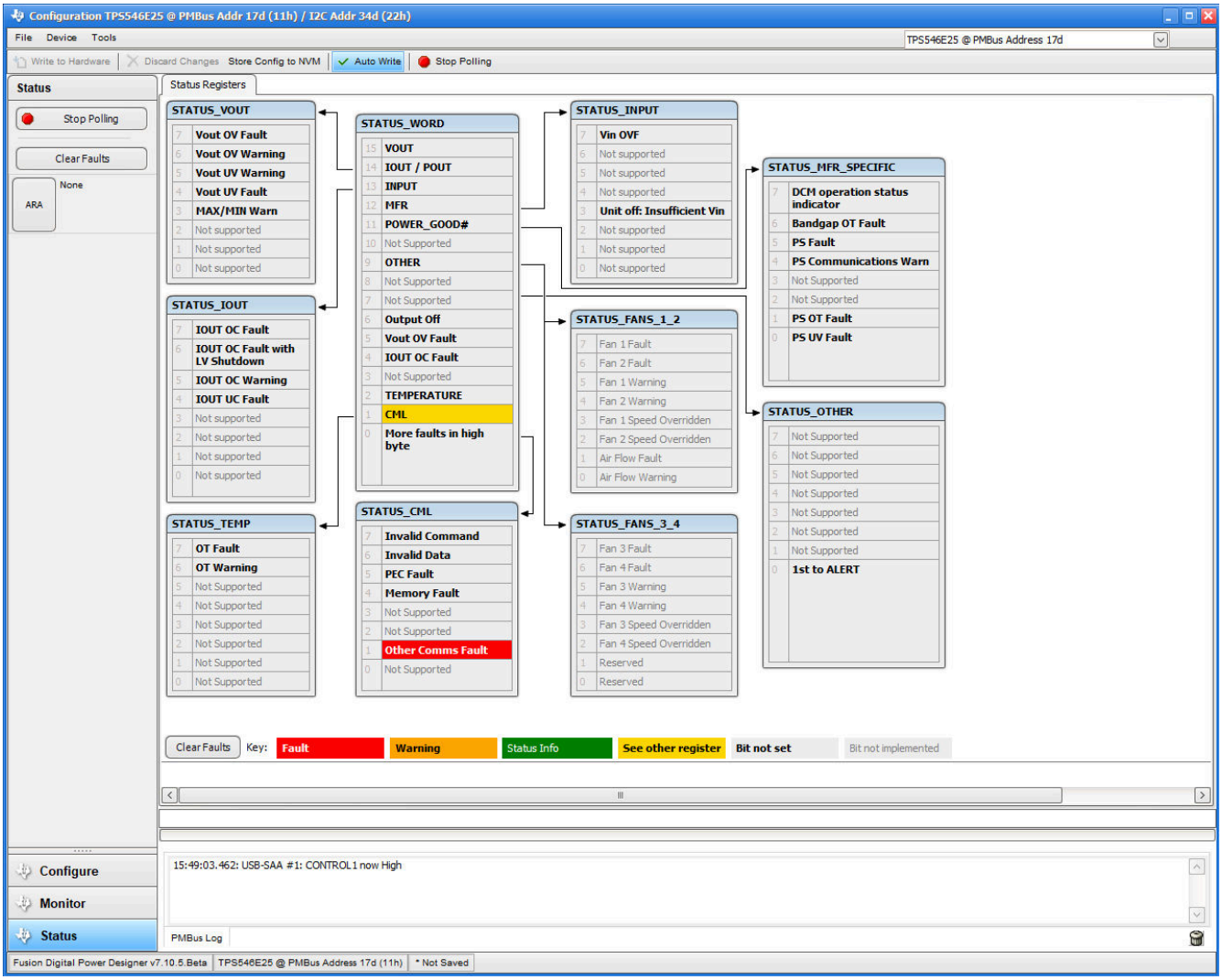


图 3-7. 状态屏幕

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 实现结果

4.1 测试程序

4.1.1 线性调整率和负载调整率以及效率测量步骤

1. 按照节 2.1.2 和节 4.1.2 所述设置 EVM。
2. 将电子负载设置为消耗 $0A_{DC}$ 电流。
3. 将 V_{IN} 从 0V 增至 12V；使用电压表测量输入电压。
4. 使用其他电压表测量输出电压 V_{OUT}。
5. 将负载从 0A 更改为 $35A_{DC}$。V_{OUT} 必须保持在表 1-1 中规定的范围内。
6. 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。
7. 将负载降至 0A。
8. 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 VIN 和 VOUT 来计算直流/直流模块效率。采用 VIN 和 VOUT 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。
PGND_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。从器件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。
PGND_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 的集成式电感器附近的 VOUT 和 GND 相连。
GND_EFF	GND_EFF	PGND 的输出电压测量点	

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4.1.3 控制环路增益和相位测量步骤

TPSM846C26EVM-2PH 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 CHB1 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
CHB1	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 CHB1 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 CHB1。
4. 将两个探头通道的接地导线连接到 AGND_PH1。
5. 在网络分析器上通过 CHB1/VOSNS (CH2/CH1) 测量波特图。

4.2 性能数据和典型特性曲线

以下数据展示了 TPSM846C26EVM-2PH 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

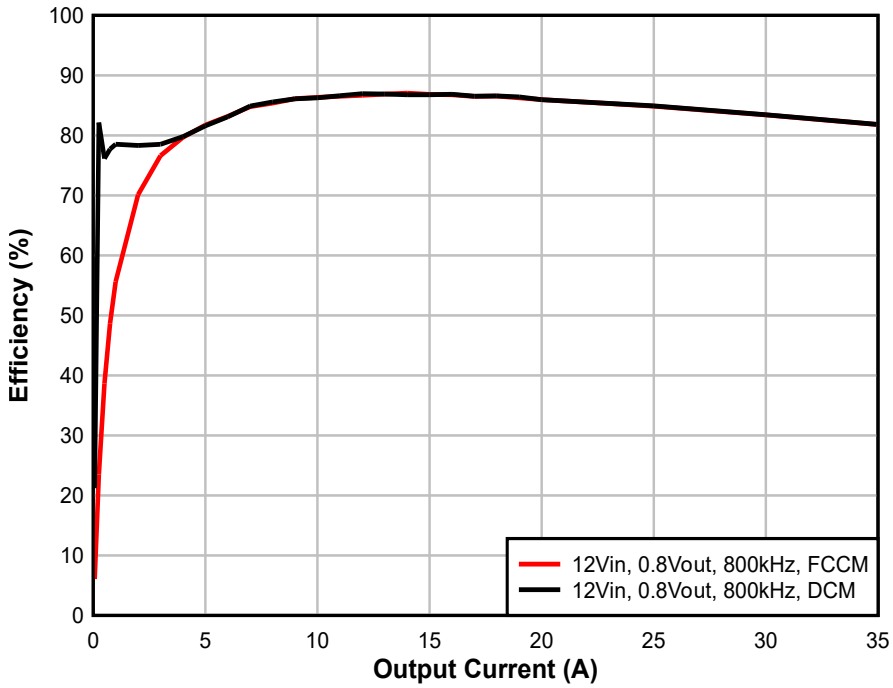


图 4-1. 效率，V_{OUT} 使用 VO_EFF、GND_EFF、PVIN_SNS 和 PGND_SNS 测试点测量

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4.2.2 瞬态响应

图 4-2 显示了 10A/μs 时 0A 至 10A 的瞬态响应波形，以及 的瞬态响应波形。

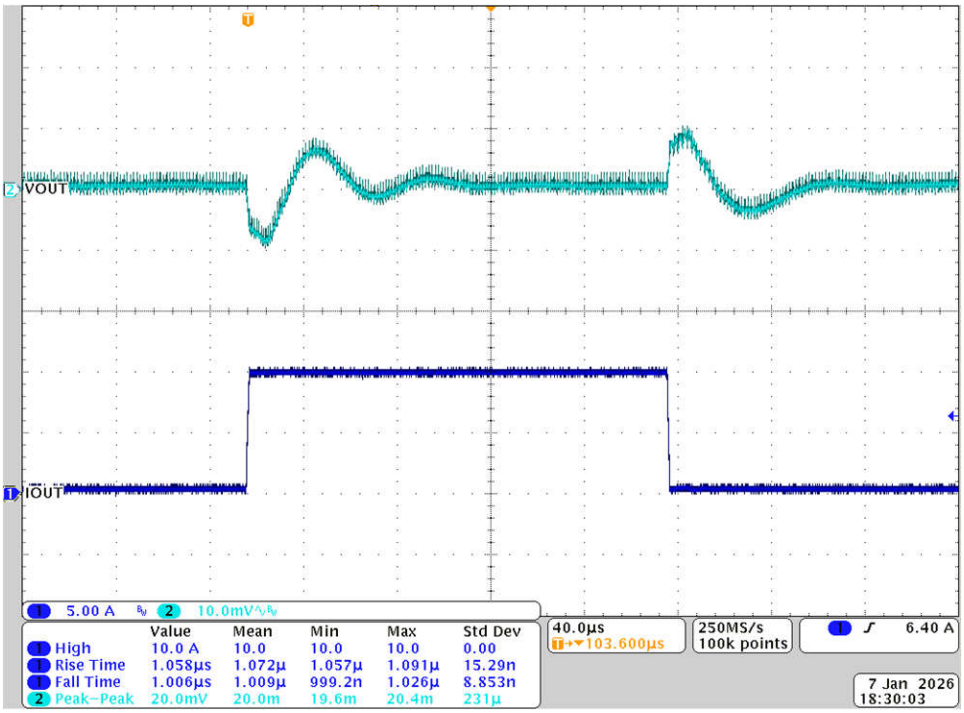


图 4-2. 瞬态响应

4.2.3 控制环路波特图

图 4-3 是控制环路波特图。

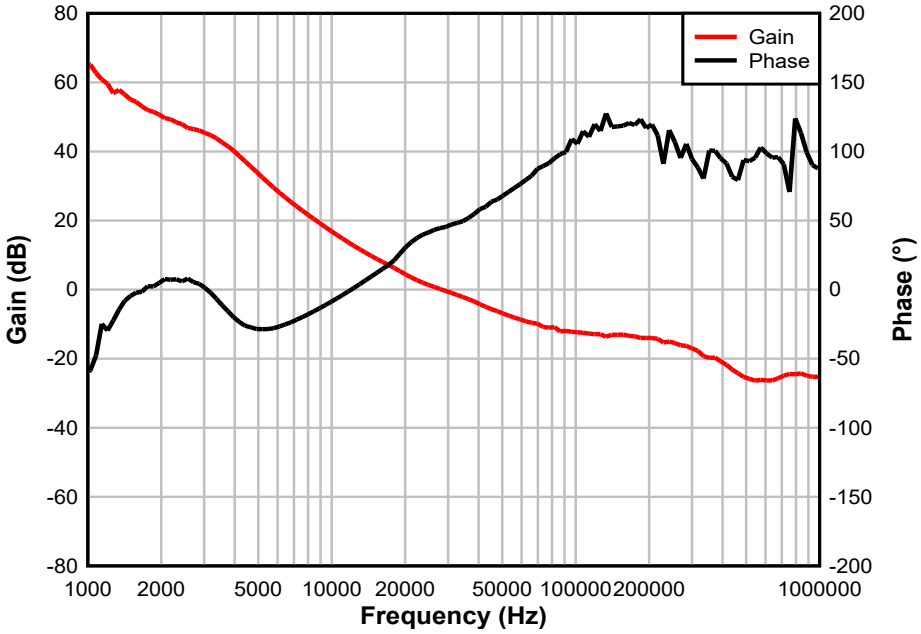


图 4-3. 12V 输入、35A 负载、800kHz 条件下 0.8V 输出时的波特图

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4.2.4 输出纹波

图 4-4 显示了 17.5A 负载时的输出纹波波形。

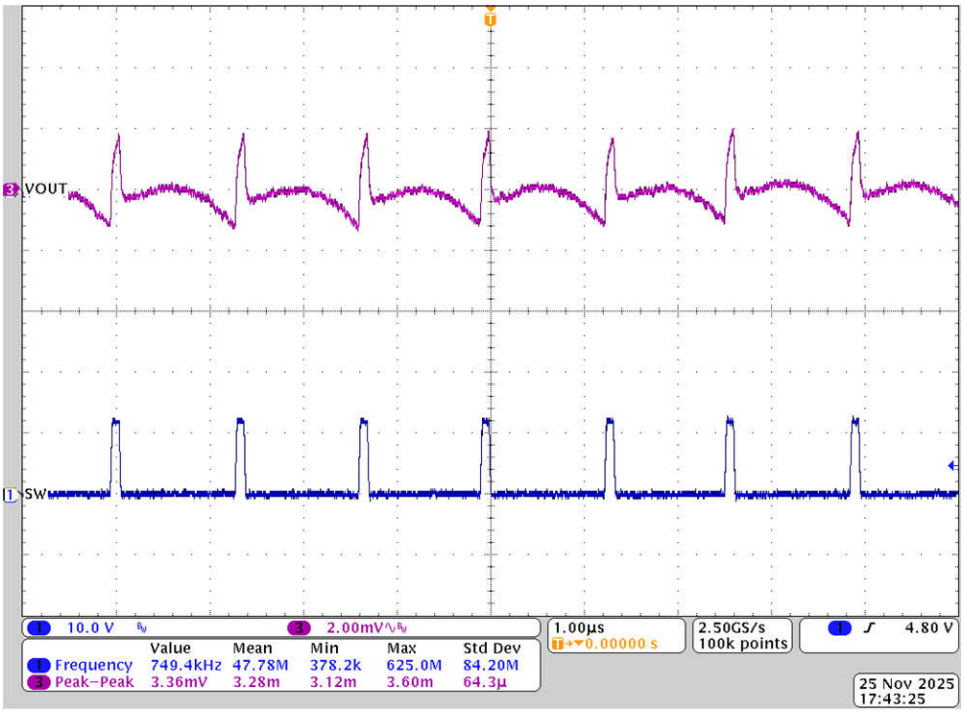


图 4-4. 17.5A 负载时的输出纹波

4.2.5 控制开启

图 4-5 显示了 0A 输出时由控制端触发启动的波形。

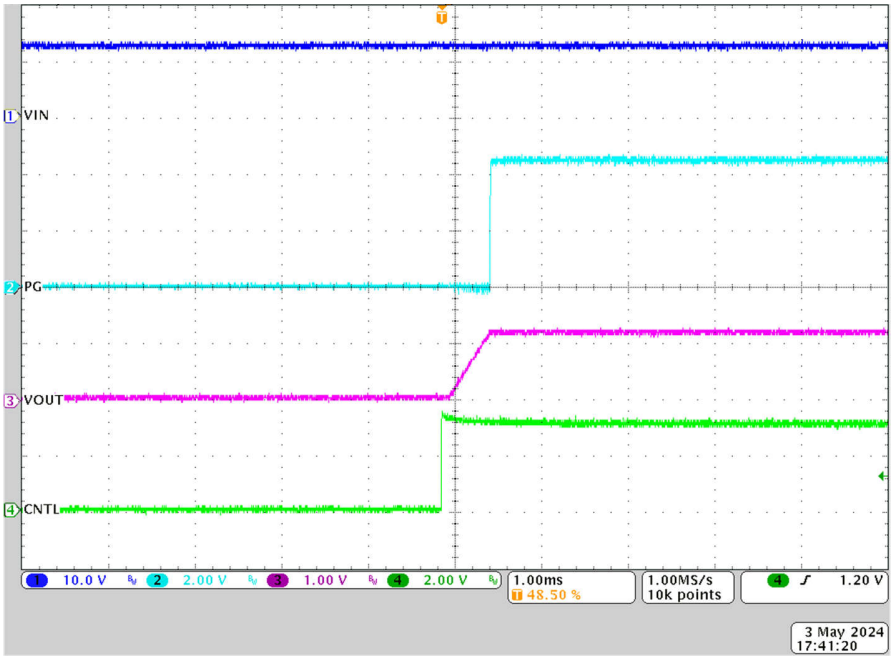


图 4-5. 控制开启时的启动，0A 负载 - 1.2V

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4.2.6 控制关闭

图 4-6 显示了 0A 时的关断控制波形。

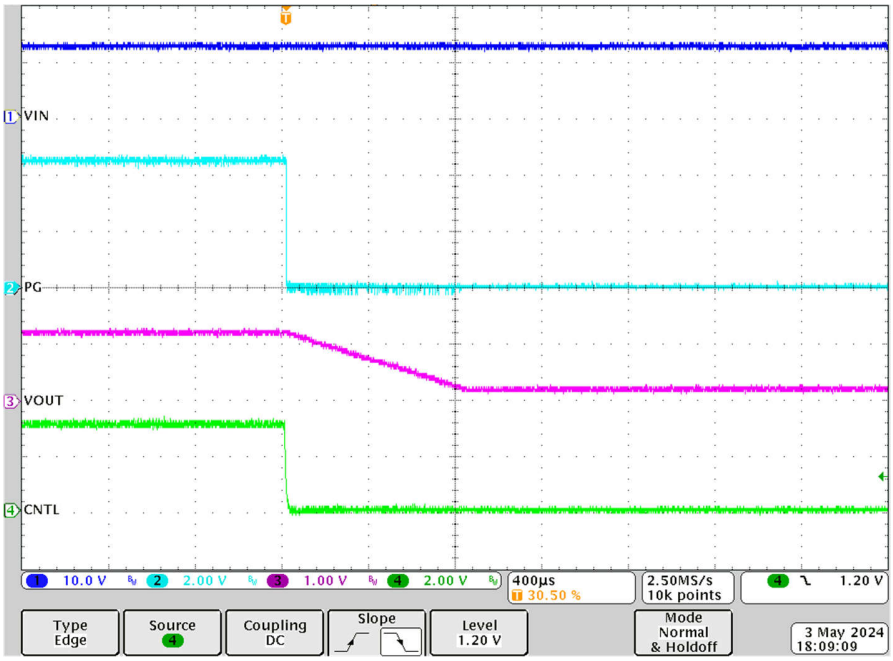


图 4-6. 控制关闭时的关断，0A 负载 - 1.2V

4.2.7 具有预偏置输出的控制开启

图 4-7 显示了具有预偏置输出电压的控制开启时的波形。

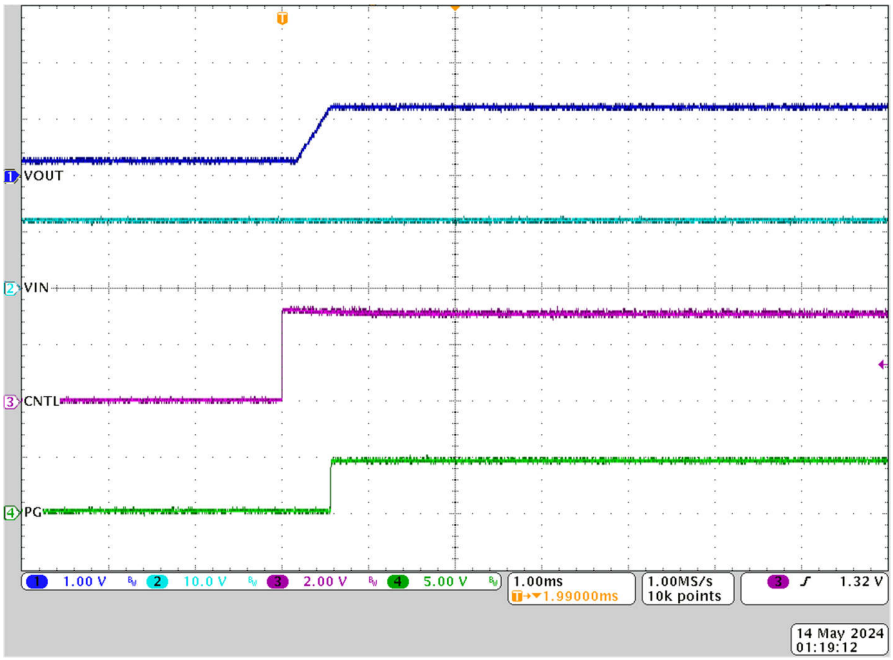
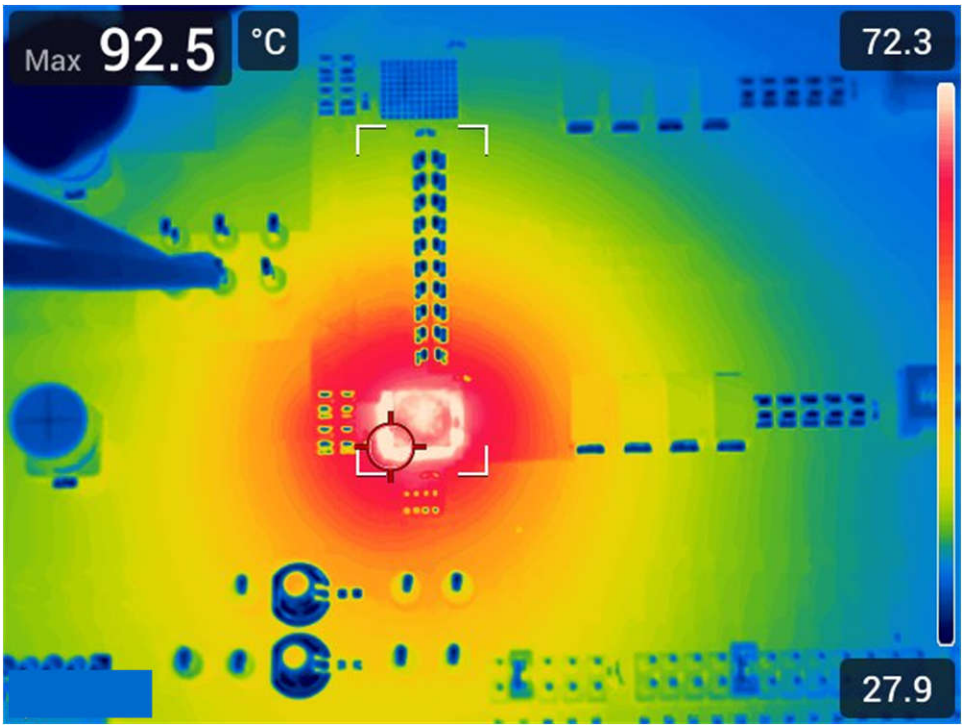


图 4-7. 具有预偏置输出的控制开启时启动波形 - 1.2V

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4.2.8 热像图

图 4-8 展示了 TPSM846C26EVM-2PH 热性能图像。



V_{IN} = 12V，V_{OUT} = 0.8V，I_{OUT} = 35A

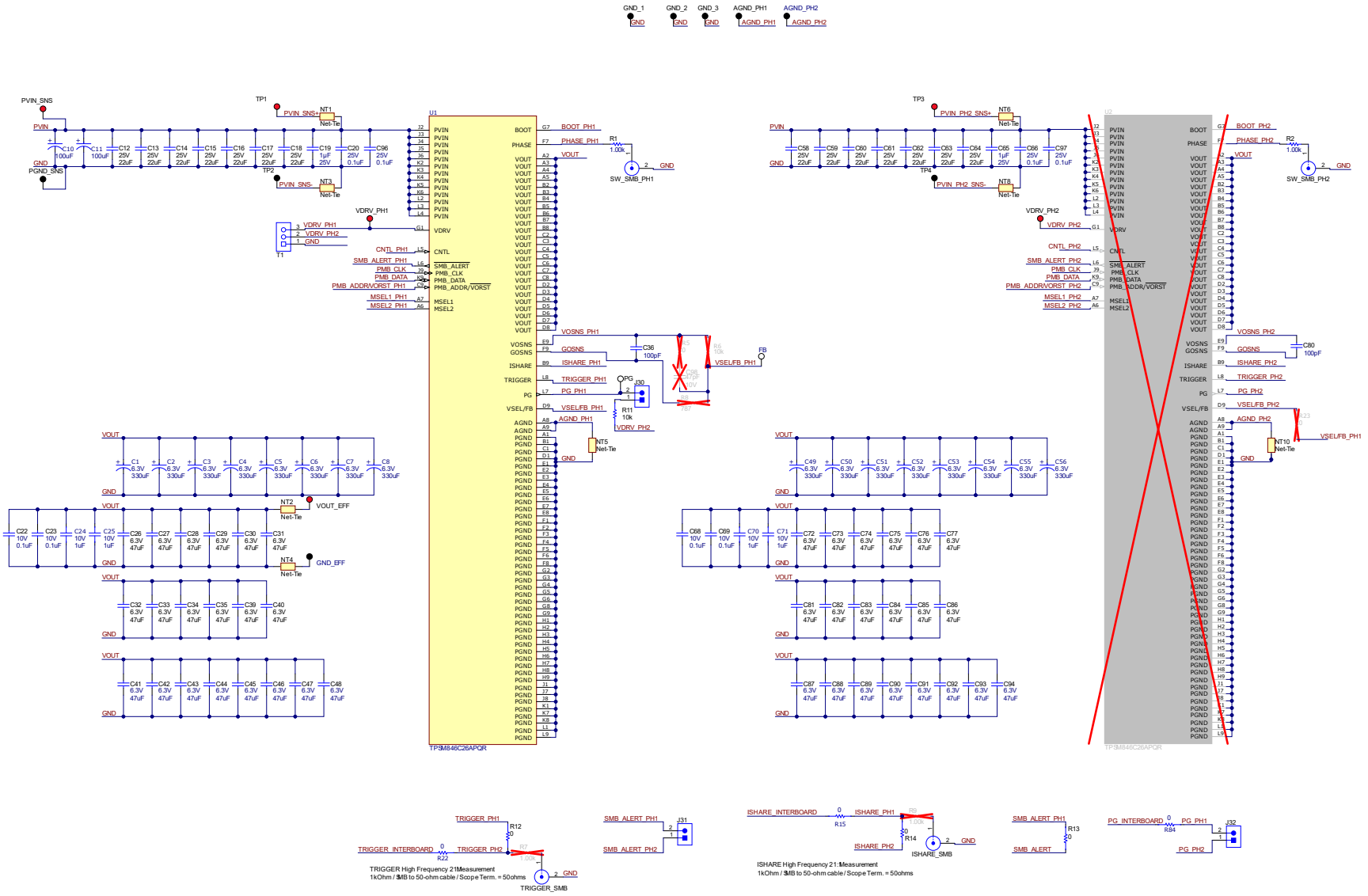
图 4-8. 热像图

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 硬件设计文件

5.1 原理图

图 5-1 展示了 TPSM846C26EVM-2PH 原理图。



English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

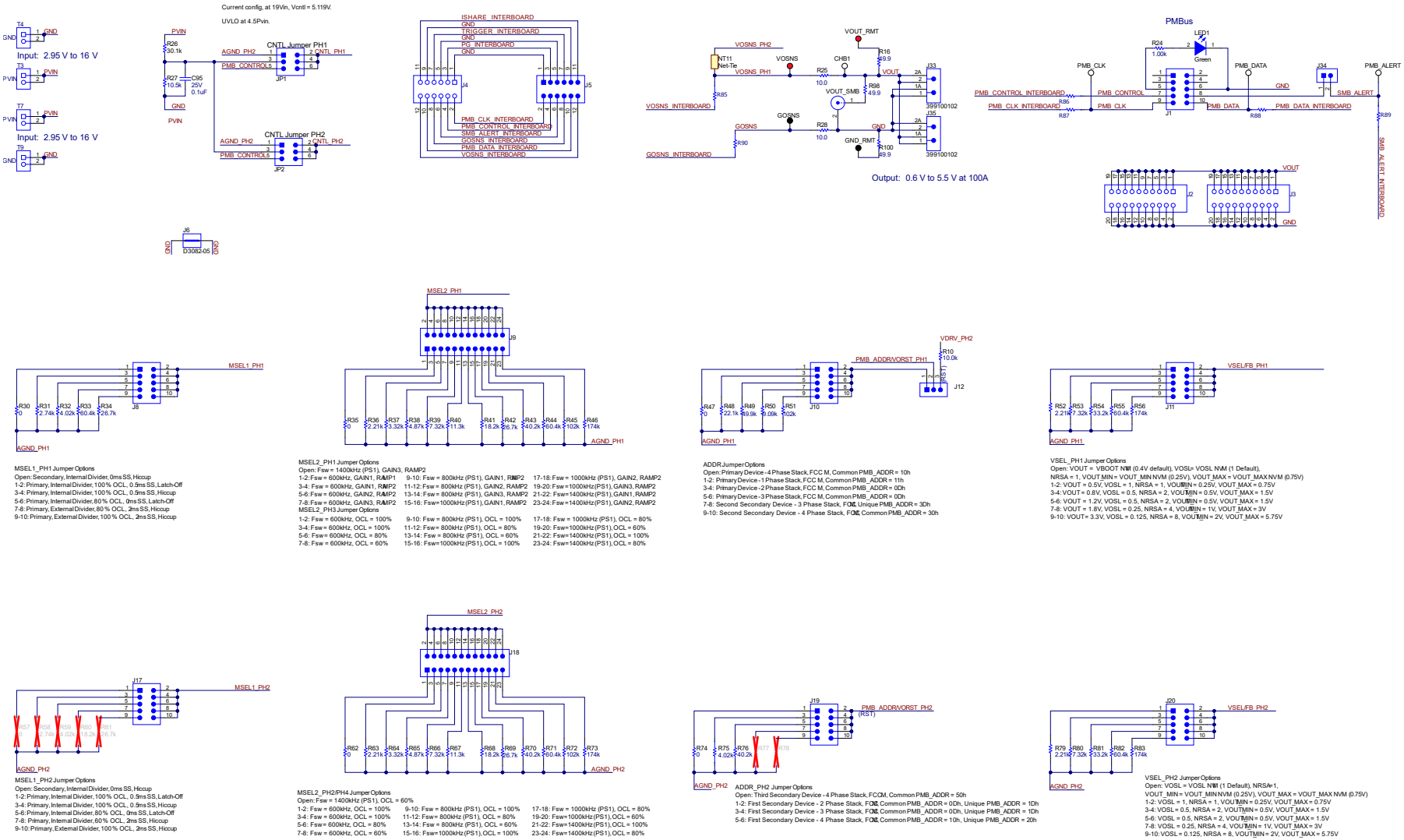


图 5-1. TPSM846C26EVM-2PH 原理图

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.2 EVM 装配图和 PCB 布局

图 5-2 至图 5-9 展示了 TPSM846C26EVM-2PH 印刷电路板的设计。

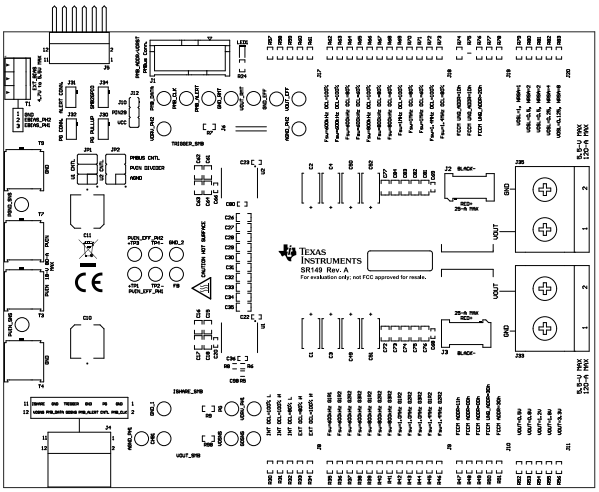


图 5-2. TPSM846C26EVM-2PH 顶面覆盖层视图（顶视图）

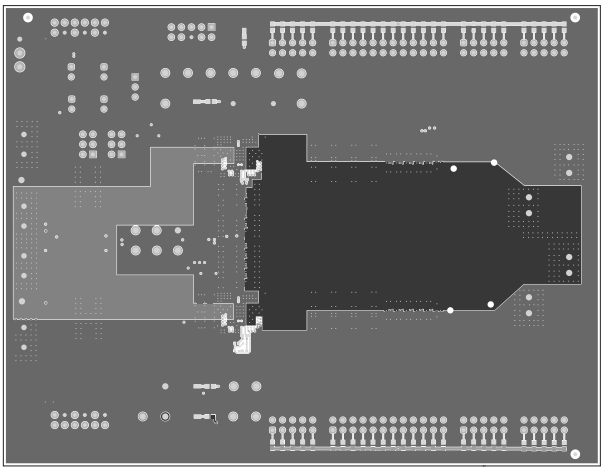


图 5-3. TPSM846C26EVM-2PH 顶层铜（顶视图）

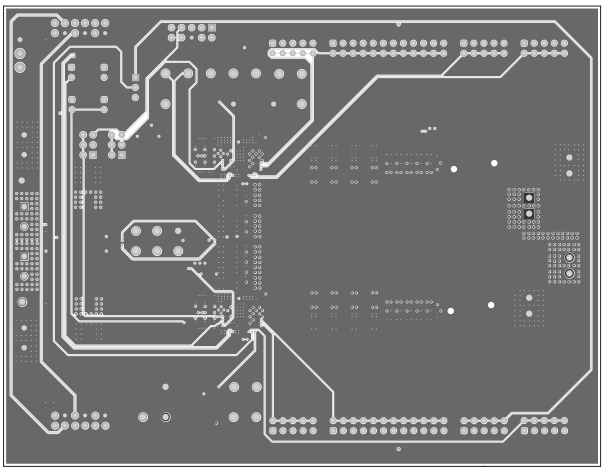


图 5-4. TPSM846C26EVM-2PH 内层 1（顶视图）

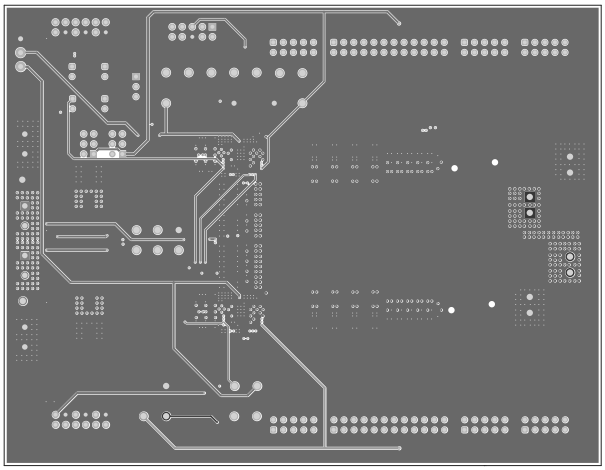


图 5-5. TPSM846C26EVM-2PH 内层 2（顶视图）

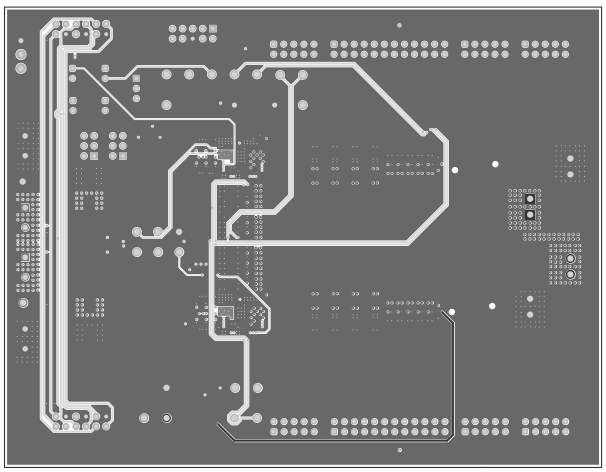


图 5-6. TPSM846C26EVM-2PH 内层 3（顶视图）

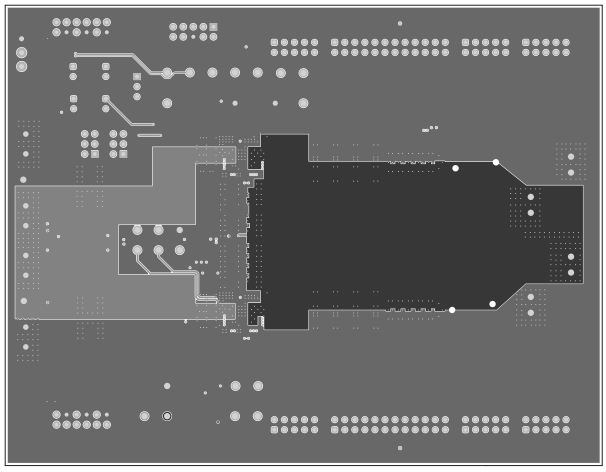


图 5-7. TPSM846C26EVM-2PH 内层 4（顶视图）

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

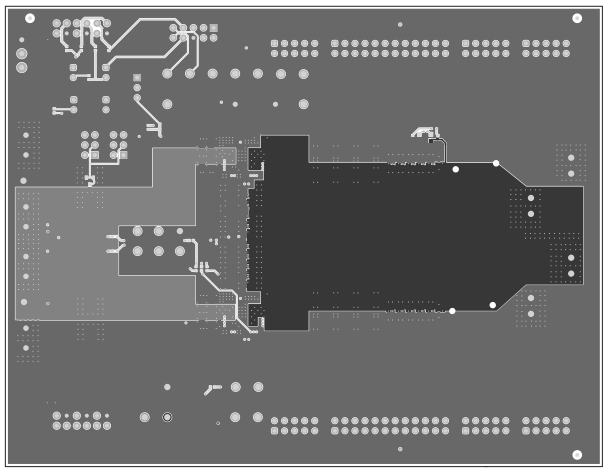


图 5-8. TPSM846C26EVM-2PH 底部铜层（顶视图）

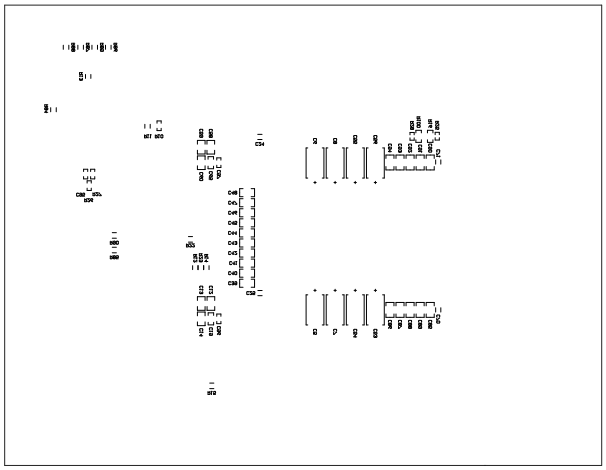


图 5-9. TPSM846C26EVM-2PH 底部覆盖层

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.3 物料清单

表 5-1 列出了 TPSM846C26EVM-2PH 的物料清单 (BOM)。

表 5-1. TPSM846C26EVM-2PH 物料清单

指示符(1)	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
!PCB1	1		印刷电路板		SR149	不限
AGND_PH1、AGND_PH2、GND_1、GND_2、GND_3、GND_EFF、GND_RMT、GOSNS、PGND_SNS、TP2、TP4	11		测试点，多用途，黑色，TH	黑色通用测试点	5011	KeyStone Electronics，Keystone
C1、C2、C3、C4、C5、C6、C7、C8、C49、C50、C51、C52、C53、C54、C55、C56	16	330µF	模制钽聚合物电容器 330µF 20% 6.3V 寿命 1000 小时 SMD 2917	2917.0	6TCF330M9L	Panasonic
C10、C11	2	100µF	100µF 25V 铝制电解电容器，径向，Can - SMD - 7000 小时 @ 105°C	径向	UCB1E101MNL1GS	Nichicon
C12、C13、C14、C15、C16、C17、C18、C58、C59、C60、C61、C62、C63、C64	14	22uF	电容，陶瓷，22 µ F，25V，±20%，X5R，0805	0805	GRM21BR61E226ME44L	MuRata
C19、C65	2	1uF	电容，陶瓷，1uF，25V，+/-10%，X7R，0603	0603	06033C105KAT2A	AVX
C20、C66、C95、C96、C97	5	0.1uF	电容，陶瓷，0.1uF，25V，+/-10%，X7R，0402	0402	GRM155R71E104KE14D	MuRata
C22、C23、C68、C69	4	0.1uF	电容，陶瓷，0.1uF，10V，+/-10%，X7R，0402	0402	CL05B104KP5NNNC	Samsung Electro-Mechanics
C24、C25、C70、C71	4	1µF	1µF ±10% 10V 陶瓷电容器 X7S 0402（公制 1005）	0402	GRM155C71A105KE11D	Murata
C26、C27、C28、C29、C30、C31、C32、C33、C34、C35、C39、C40、C41、C42、C43、C44、C45、C46、C47、C48、C72、C73、C74、C75、C76、C77、C81、C82、C83、C84、C85、C86、C87、C88、C89、C90、C91、C92、C93、C94	40	47µF	电容器，陶瓷，47µF，6.3V，+/-20%，X5R，0805	0805	GRM219R60J476ME44D	MuRata
C36、C80	2	100pF	电容，陶瓷，100pF，16V，+/-10%，X7R，0402	0402	0402YC101KAT2A	AVX
CHB1、PG、PMB_ALERT、PMB_CLK、PMB_DATA	5		测试点，通用，白色，TH	白色通用测试点	5012	Keystone
FB	1		测试点，通用，黄色，TH	黄色通用测试点	5014	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
ISHARE_SMB、SW_SMB_PH1、SW_SMB_PH2、TRIGGER_SMB、VOUT_SMB	5		连接器，插座，50ohm，TH	SMB 连接器	SMBR004D00	JAE Electronics
J1	1		接头（有罩），100mil，5x2，金，TH	5x2 有罩接头	5103308-1	TE Connectivity
J2、J3	2		卡边缘插座，0.8mm，10x2，SMT	卡边缘插座，0.8mm，10x2，SMT	HSEC8-110-01S-DV-A	Samtec
J4	1		插座，2.54mm，6x2，金，R/A，TH	SSQ-106-02G-D-RA	SSQ-106-02T-D-RA	Samtec
J5	1		接头，2.54mm，6x2，金，R/A，TH	6x2R/A 接头	TSW-106-08T-D-RA	Samtec

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 5-1. TPSM846C26EVM-2PH 物料清单（续）

指示符[1]	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
J6	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
J8、J10、J11、J17、J19、J20	6		接头，2.54mm，5x2，金，TH	接头，2.54mm，5x2，TH	TSW-105-08G-D	Samtec
J9、J18	2		接头，2.54mm，12x2，金，TH	接头，2.54mm，12x2，TH	TSW-112-08G-D	Samtec
J12	1		接头，2.54mm，3x1，锡，TH	接头，2.54mm，3x1，TH	22284033	Molex
J30、J31、J32、J34	4		接头，2.54mm，2x1，金，TH	接头，2.54mm，2x1，TH	TSW-102-08G-S	Samtec
J33、J35	2		端子块，2 位，10.16mm，TH	10.16mm	1986660-2	TE Connectivity
JP1、JP2	2		接头，100mil，3x2，金，TH	Sullins 100mil，2x3，绝缘体上方 230mil	PBC03DAAN	Sullins Connector Solutions
LBL1	1		热转印打印标签，0.650"（宽）x 0.200"（高）- 10,000/卷	PCB 标签 0.650x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady
LED1	1	绿色	LED，绿色，SMD	LED_0603	150060GS75000	Wurth Elektronik
PVIN_SNS、TP1、TP3、VDRV_PH1、VDRV_PH2、VOSNS、VOUT_EFF、VOUT_RMT	8		测试点，多用途，红色，TH	红色通用测试点	5010	KeyStone Electronics，Keystone
R1、R2	2	1.00k	电阻，1.00k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-071KL	Yageo
R10	1	10.0k	电阻，10.0k，1%，0.1W，0402	0402	ERJ-2RKF1002X	Panasonic
R11	1	10k	10kΩ ±1% 0.063W，1/16W 片上电阻 0402（公制 1005），防潮厚膜	0402	RC0402FR-0710KL	Yageo
R12、R13、R14	3	0	跳线 0.063W，1/16W 片上电阻 0402（公制 1005），防潮厚膜	0402	RC0402FR-070RL	Yageo
R15、R22、R84、R85、R86、R87、R88、R89、R90	9	0	电阻厚膜，0Ω，0.2W，0402	0402	CRCW04020000Z0EDHP	Vishay Dale
R16、R98、R100	3	49.9	电阻，49.9，0.1%，0.1W，0603	0603	RT0603BRD0749R9L	Yageo America
R24	1	1.00k	电阻，1.00k，0.1%，0.1W，0603	0603	RG1608P-102B-T5	Susumu Co Ltd
R25、R28	2	10.0	电阻，10.0，0.1%，0.063W，0402	0402	CPF0402B10RE1	TE Connectivity
R26	1	30.1k	电阻，30.1k，1%，0.063W，0402	0402	RC0402FR-0730K1L	Yageo America
R27	1	10.5k	电阻，10.5k，1%，0.063W，0402	0402	RC0402FR-0710K5L	Yageo America
R30、R35、R47、R62、R74	5	0	电阻，0，5%，0.1W，0603	0603	RC0603JR-070RL	Yageo
R31	1	2.74k	电阻，2.74k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-072K74L	Yageo
R32	1	4.02k	电阻，4.02k，0.1%，0.1W，0603	0603	RG1608P-4021B-T5	Susumu Co Ltd
R33、R55、R82	3	60.4k	电阻，60.4k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0760K4L	Yageo
R34、R42、R69	3	26.7k	电阻，26.7k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0726K7L	Yageo
R36、R52、R63、R79	4	2.21k	电阻，2.21k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-072K21L	Yageo
R37、R64	2	3.32k	电阻，3.32k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-073K32L	Yageo
R38、R65	2	4.87k	电阻，4.87k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-074K87L	Yageo
R39、R53、R66、R80	4	7.32k	电阻，7.32k，0.1%，0.1W，0603	0603	RT0603BRD077K32L	Yageo America

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 5-1. TPSM846C26EVM-2PH 物料清单（续）

指示符(1)	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
R40、R67	2	11.3k	电阻，11.3k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0711K3L	Yageo
R41、R68	2	18.2k	电阻，18.2k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0718K2L	Yageo
R43、R70、R76	3	40.2k	电阻，40.2k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0740K2L	Yageo
R44、R71	2	60.4k	电阻，60.4k，0.1%，0.1W，0603	0603	RT0603BRD0760K4L	Yageo America
R45、R51、R72	3	102k	电阻，102k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-07102KL	Yageo
R46、R56、R73、R83	4	174k	电阻，174k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-07174KL	Yageo
R48	1	22.1k	电阻，22.1k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0722K1L	Yageo
R49	1	49.9k	电阻，49.9k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0749K9L	Yageo
R50	1	9.09k	电阻，9.09k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-079K09L	Yageo
R54、R81	2	33.2k	电阻，33.2k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0733K2L	Yageo
R75	1	4.02k	4.02kΩ ±1% 0.1W，1/10W 片上电阻 0603（公制 1608），防潮厚膜	0603	RC0603FR-074K02L	Yageo
SH-JP1、SH-JP2、SH-JP3、SH-JP4、SH-JP5、SH-JP6、SH-JP7、SH-JP8、SH-JP9、SH-JP10、SH-JP11、SH-JP12、SH-JP13、SH-JP14	14	1x2	分流器，100mil，镀金，黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
T1	1		端子块，3.5mm 间距，3x1，TH	10.5x8.2x6.5mm	ED555/3DS	On-Shore Technology
T3、T4、T7、T9	4		端子块，5mm，2 极点，锡，TH	TH，2 引线，接头体 10mm × 10mm，间距 5mm	282856-2	TE Connectivity
U1	1		TPSM846C26APQ	FCCSP99	TPSM846C26APQ	德州仪器 (TI)
C98	0		WCAP-CSGP 多层陶瓷贴片电容器，通用，尺寸 0402，NP0，47pF，10VDC			Wurth Elektronik
R5、R23	0	0	电阻厚膜，0Ω，0.2W，0402	0402	CRCW04020000Z0EDHP	Vishay Dale
R6	0	10k	10kΩ，±1%，0.063W，1/16W，片上电阻，0402（1005 公制），厚膜	0402	CRCW040210K0FKEDC	Vishay
R7、R9	0	1.00k	电阻，1.00k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-071KL	Yageo
R8	0	787	电阻，厚膜，SMD，787Ω 1%，1/16W，0402，100ppm/°C	0402	RC0402FR-07787RL	Yageo
R57	0	0	电阻，0，5%，0.1W，0603	0603	RC0603JR-070RL	Yageo
R58、R77	0	2.74k	电阻，2.74k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-072K74L	Yageo
R59	0	4.02k	电阻，4.02k，0.1%，0.1W，0603	0603	RG1608P-4021B-T5	Susumu Co Ltd
R60	0	18.2k	电阻，18.2k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0718K2L	Yageo
R61	0	26.7k	电阻，26.7k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0726K7L	Yageo
R78	0	3.32k	电阻，3.32k，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-073K32L	Yageo
U2	0		TPSM846C26APQ	FCCSP99	TPSM846C26APQ	德州仪器 (TI)

(1) 除非另有说明，否则所有器件都可以替换为等效产品。

English Document: SLUUDB1
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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, Inc..
所有商标均为其各自所有者的财产。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an “EVM” or “EVMs”) to the User (“User”) in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.

   1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductors products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM (“Software”) shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software

   1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.

2 *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers*:

   2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.

   2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.

   2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

WARNING

Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.

User shall operate the Evaluation Kit within TI’s recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI’s recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI’s instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.

NOTE:

EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGREDATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.

3 *Regulatory Notices:*

3.1 *United States*

3.1.1 *Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:*

FCC NOTICE: This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

3.1.2 *For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:*

CAUTION

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

FCC Interference Statement for Class A EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

FCC Interference Statement for Class B EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- *Reorient or relocate the receiving antenna.*
- *Increase the separation between the equipment and receiver.*
- *Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.*
- *Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.*

3.2 *Canada*

3.2.1 *For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247*

Concerning EVMs Including Radio Transmitters:

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

Concernant les EVMs avec appareils radio:

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Concerning EVMs Including Detachable Antennas:

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur

3.3 *Japan*

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see http://www.tij.co.jp/lsds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。 技術適合証明を受けていないもののご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see http://www.tij.co.jp/lsds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html

3.4 *European Union*

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive)*:

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

4 *EVM Use Restrictions and Warnings:*

4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.

4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.

4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*

4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.

4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.

4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.

5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.

6. *Disclaimers:*

6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.

7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.

8. *Limitations on Damages and Liability:*

   8.1 *General Limitations*. IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

   8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated

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出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 销售条款)、TI 通用质量指南 或 ti.com 上其他适用条款或 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。 除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月