

EVM User's Guide: TPS544B28EVM

TPS544B28VAN 降压转换器评估模块



说明

TPS544B28EVM 设计为提供快速设置来评估 TPS544B28 (VAN 封装) 器件并熟悉该器件。TPS544B28EVM 针对 12V 标称电压总线而设计, 可在高达 20A 负载电流下产生 1V 的稳压输出。TPS544B28EVM 旨在借助不同的连接器和跳线来演示 TPS544B28 的 PMBus® 功能和不同的引脚配置设置, 同时提供多个测试点和连接器来评估器件的性能。

开始使用

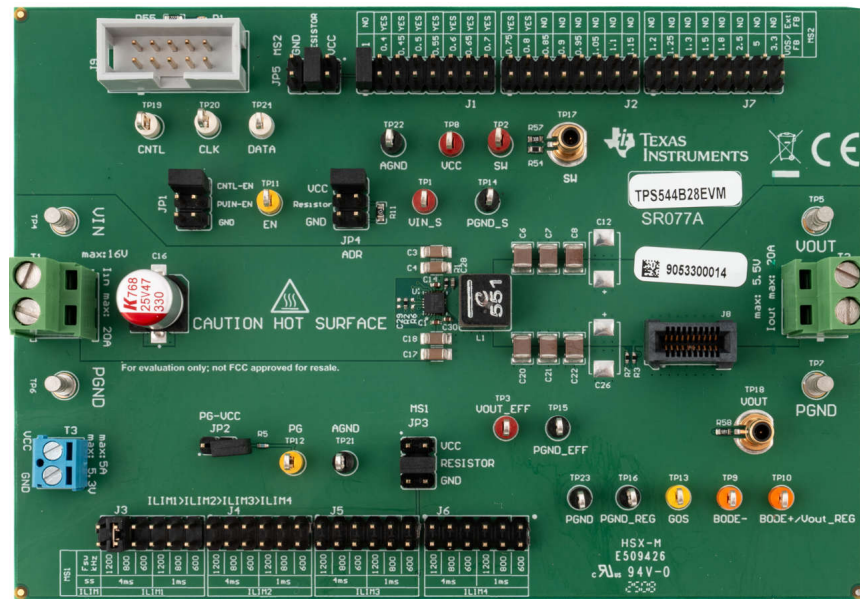
1. 在 [ti.com](https://www.ti.com) 上订购 TPS544B28EVM。
2. 在 [FUSION_DIGITAL_POWER_DESIGNER](#) 上下载 Fusion GUI 软件。
3. 可在 [ti.com](https://www.ti.com) 下载 TPS544B28 器件数据表。

特性

- EVM 支持对采用 VAN 封装的 TPS544B28 进行评估
- 使用 PMBus 和 Fusion GUI 评估 TPS544B28 器件配置和监控
- 输入电压范围: 4V 至 16V, 标称值为 12V
- 输出电压范围: 0.4V 至 5.5V, 标称值为 1V
- 输出电流: 0A 至 20A
- 可编程开关频率、软启动、过流限制、补偿、故障恢复、输出电压、PFM/FCCM
- 支持内部和外部反馈配置
- 便捷的测试点, 用于探测关键波形
- 轻松评估设计包括 PMBus 连接器, 并且在 MS1、MS2 和 ADR 引脚处可选择跳线, 以评估 TPS544B28 上的不同设置

应用

- 机架式服务器和刀片式服务器
- 数据中心交换机
- 硬件加速卡和插件卡
- 工业 PC
- 基带单元 (BBU)



TPS544B28EVM (顶视图)

1 评估模块概述

1.1 简介

TPS544B28EVM 评估模块 (EVM) 是基于采用 VAN 封装的 TPS544B28 器件的降压转换器。该 EVM 通过跳线选项支持多种设置，器件可通过 PMBus 接口进行编程与监控，因此该设计并未针对某一特定条件进行优化。除非另有说明，否则本用户指南中的测试数据均是在 12V 输入电压、1V 输出电压、800kHz 开关频率和高达 20A 输出电流的条件下收集。

1.1.1 准备工作

为确保使用 TPS544B28EVM 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。



警告

TPS544B28EVM 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安全规程。



注意

请勿在无人照看的情况下使该 EVM 通电。

警告

该电路模块在电路板底部有信号布线、元件和元件引线，这可能会导致电压、高温表面或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。

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，并根据需要使系统环境冷却。

小心

某些电源会因施加外部电压而损坏。如果使用多个电源，请检查设备要求，并根据需要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 之间不存在接地电位。请注意计算机以 EVM 的电池电位为基准。

1.2 套件内容

表 1-1 列出了 EVM 套件的内容。如果缺少任何元件，请与离您最近的德州仪器 (TI) 产品信息中心联系。TI 强烈建议用户查看 TI 网站 <https://www.ti.com>，以验证是否使用了 Fusion GUI 软件的最新版本

表 1-1. 套件内容

条目	数量
TPS544B28EVM	1

1.3 规格

表 1-2 列出了室温 (20°C 至 25°C) 下的电气性能规格。除非另有说明, 给出的特性适用于输入电压 $V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 1V$ 、 $F_{SW} = 800kHz$ 、FCCM 的情况。

表 1-2. TPS544B28EVM 电气性能规格

参数 ⁽¹⁾	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}		8	12	16	V
满载输入电流	$I_{OUT} = 20A$		1.99		A
	$V_{IN} = 8V, I_{OUT} = 20A$		2.95		A
空载输入电流	$I_{OUT} = 0A$, 开关启用		22.3		mA
输出特性					
输出电压, V_{OUT}			1		V
输出负载电流, I_{OUT}		0		20	A
输出电压调节	线性调整率: $V_{IN} = 8V$ 至 $16V, I_{OUT} = 20A$		0.6		mV
	负载调整率: $I_{OUT} = 0A$ 至 $20A$		0.78		mV
输出电压纹波	$I_{OUT} = 20A$		5.6		mV
VOUT 输出过流故障阈值	由 MS1/PMBus 编程		21		A
系统特性					
开关频率	由 MS1/PMBus 编程		800		kHz
满负载效率	$I_{OUT} = 20A$		84.6		%
峰值效率	$I_{OUT} = 7A$		90.1		%
工作外壳温度	$I_{OUT} = 20A$, 浸泡 15 分钟		81		°C
PMBus 接口和引脚配置 (Strap) 功能					
PMBus 地址	通过 ADR JP4 短接的引脚 1-2 进行编程		2E		十六进制
电压基准	由 MS2/PMBus 编程		1		V
软启动时间 (TON_RISE)	由 MS1/PMBus 编程		4		ms

(1) 效率是使用表 4-1 中所列的测试点进行测量的, 以最大限度减小板载铜布线引起的直流压降的影响。

1.4 器件信息

TPS544B28 是一款具有自适应导通时间 D-CAP4 控制模式的高效率、小尺寸同步降压转换器。该控制方法无需外部补偿网络, 即可在整个输出电压范围内提供较小的最短导通时间和快速负载瞬态响应。TPS544B28 具有差分遥感与高性能集成 MOSFET。该器件具有精确的负载和线路调节以及 PFM 或 FCCM 运行模式。PMBus 接口具有 1MHz 时钟支持, 为器件配置提供了便捷和标准化的数字接口, 并且实现了输出电压、输出电流和内部芯片温度遥测。引脚搭接选项可用于配置器件地址、故障响应、软启动、过流限制、开关频率和输出电压选择。内部 NVM 还可用于存储各种 PMBus 参数。

2 硬件

2.1 测试设备

2.1.1 电压源

输入电压源 V_{IN} 必须是 0V 至 16V 可变直流电源，能够在输出的整个额定输出范围内提供满额定负载电流。需将一台输出能力大于 10A 的电源，连接至 VIN 与 PGND 端子块 (T1)。如果 EVM 的输出电压升高，电源需要提供更大电流。

2.1.2 示波器

使用示波器来测量开关节点电压或电压纹波时，请使用尖端和接地筒方法，以便更好地测量。图 2-1 展示了尖端和接地筒测量方法。

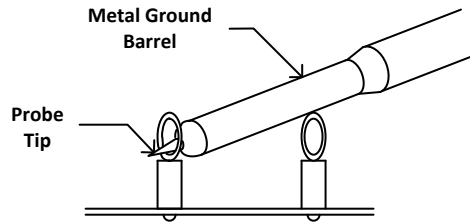


图 2-1. 尖端和接地筒测量

2.1.3 万用表

TI 建议使用两个独立的万用表：一个用于测量 V_{IN} ，另一个用于测量 V_{OUT} 。

2.1.4 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 20A 电流。

2.1.5 风扇

在高负载下长时间运行期间，需要通过一个针对 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。

2.1.6 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 设计旨在使用 TI 的 USB 转 GPIO 适配器。此适配器可通过 [USB-TO-GPIO2](#) 购买。

2.1.7 推荐的线规

- 与 VIN 和 PGND 端子块的输入连接 (T1)——建议线规是 AWG #12，导线总长度不超过 2 英尺 (1 英尺用于输入，1 英尺用于返回)。
- 与 VOUT 和 PGND 端子块的输出负载连接 (T2)——建议的最小线规是 AWG #10，导线总长度不超过 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限度地减小导线中的压降。

2.1.8 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	名称	说明
TP1	VIN_S	VIN 测试点。使用此测试点来测量效率。
TP2	SW	SW 节点测试点
TP3	VOUT_EFF	VOUT 测试点。使用此测试点进行效率测量。
TP4	VIN	输入端子 (T1) 上的 VIN 测试点
TP5	VOUT	输出端子 (T2) 上的 VOUT 测试点
TP6、TP7	PGND	输入端子 (T1) 和输出端子 (T2) 上的 PGND 测试点
TP8	VCC	VCC 测试点
TP9	BODE -	使用此测试点进行波德图测量。
TP10	BODE+/Vout_REG	VOUT 测试点。使用此测试点进行遥感输出调节和波德图测量。
TP11	EN	EN 测试点
TP12	PG	PG 测试点
TP13	GOS	GOS 测试点
TP14	PGND_S	PGND 测试点。使用此测试点通过 VIN_S (TP1) 测试点进行效率测量
TP15	PGND_EFF	PGND 测试点。使用此测试点通过 VOUT_EFF (TP3) 测试点进行效率测量
TP16	PGND_REG	PGND 测试点。使用此测试点进行遥感输出调节
TP17	SW	用于测量 SW 节点的 SMB 连接器。使用此测试点时，将示波器设置为 50 Ω 端接电阻。50 Ω 端接电阻和 450 Ω 串联电阻的组合产生了 10:1 的衰减。
TP18	VOUT	用于测量输出电压的 SMB 连接器。使用此测试点时，将示波器设置为 1M Ω 端接电阻。使用 50 Ω 端接电阻时，会创建一个 2:1 分压器。
TP19	CNTL	测试点连接到 J10 接头上的 CNTL 引脚
TP20	CLK	CLK 测试点
TP21/TP22	AGND	AGND 测试点
TP23	PGND	PGND 测试点
TP24	DATA	DATA 测试点

表 2-2 列出了 EVM 跳线。

表 2-2. 跳线

跳线	名称	说明
JP1	EN	EN 引脚选择，默认：引脚 3 和引脚 4 上跳线短接
JP2	PG-VCC 上拉	短接以通过 10k Ω 电阻器将 PG 引脚上拉至 VCC 引脚。如果未使用跳线，则移除跳线，默认：短接
JP3	MS1	MS1 选择接头。使用分流器选择 MS1 连接至 VCC、GND 或电阻器，默认：引脚 3 和引脚 4 上短接跳线以选择电阻器
JP4	ADR	ADR 选择接头。使用分流器选择 ADR 连接到 VCC、GND 或电阻器，默认：引脚 1 和引脚 2 上短接跳线
JP5	MS2	MS2 选择接头。使用分流器选择 MS2 连接至 VCC、GND 或电阻器，默认：引脚 3 和引脚 4 上短接跳线

表 2-3 列出了 JP1 上的 EN 引脚选择选项。

表 2-3. JP1 选择

分流位置	选择
CNTL-EN	PMBus 适配器控制信号
PVIN-EN	将电阻分压器连接到 PVIN
GND	EN 接地短路

表 2-4 列出了 JP3 上的 MS1 引脚选择选项。

表 2-4. JP3 选择

分流位置	选择
VCC	MS1 引脚连接到 VCC
电阻器	MS1 引脚通过连接器 J3、J4、J5 和 J6 选择电阻器连接至 GND 选项
GND	MS1 引脚连接到 GND

表 2-5 列出了 JP4 上的 ADR 引脚选择选项

表 2-5. JP4 选择

分流位置	选择
VCC	ADR 引脚连接到 VCC
电阻器	ADR 引脚选择连接到 GND 的电阻器
GND	ADR 引脚连接到 GND

表 2-6 列出了 JP5 上的 MS2 引脚选择选项

表 2-6. JP5 选择

分流位置	选择
VCC	MS2 引脚连接到 VCC
电阻器	可通过连接器 J1、J2 和 J7 提供 MS2 引脚选择电阻器至 GND 选项
GND	MS2 引脚连接到 GND

表 2-7 列出了 EVM 连接器特性。

表 2-7. 连接器特性

连接器	名称	说明
J1/J2	MS2 电阻器至 GND 选择	MS2 电阻器至 GND 连接器，引脚搭接选项
J3/J4/J5/J6	MS1 电阻器至 GND 选择	MS1 电阻器至 GND 连接器，引脚搭接选项
J7	MS2 电阻器至 GND 选择	MS2 电阻器至 GND 连接器，引脚搭接选项
J8	VOUT	输出电流微型快速插接连接器
J9	USB2GPIO	用于数字通信的 USB 转 GPIO 连接器
T1	输入电压源 VIN	输入电压源的连接
T2	输出，VOUT	负载的连接
T3	外部偏置电压，VCC	外部辅助电源的连接

2.2 测试设置

2.2.1 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。

2.2.1.1 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) TPS544B28 电源转换器。此应用程序使用 PMBus 协议通过节 2.1.6 中所述的 TI USB 适配器经由串行总线与控制器进行通信。

2.2.1.2 特性

用户可以使用 GUI 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} 设置、软启动时间、故障响应、导通和关断模式、PFM/FCCM、补偿和开关频率。

此软件可通过 [FUSION_DIGITAL_POWER_DESIGNER](#) 下载。

3 软件

3.1 采用 Fusion GUI 配置 EVM

TPS544B28 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。如果要为 EVM 配置为出厂默认设置以外的设置，请使用节 2.2.1 中所述的软件。在启动软件之前，确保为 EVM 施加输入电压，这样 TPS544B28 才能对 GUI 做出响应，GUI 才能识别器件。使 EVM 启动或停止转换的默认配置由 EN 设置。

3.1.1 配置步骤

1. 调整输入电源以提供 $5V_{DC}$ 。电流限定为 1A。
2. 将 EN 跳线 JP1 引脚 4 至引脚 6 短接至 GND，以在配置期间禁用转换器工作。
3. 对 EVM 施加输入电压。有关连接和测试设置，请参阅节 2.1。
4. 启动 Fusion GUI 软件。更多信息，请参阅节 3.2 中的屏幕截图。
5. 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 必须在扫描模式下包含 `IC_DEVICE_ID`，以便查找 TPS544B28。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。

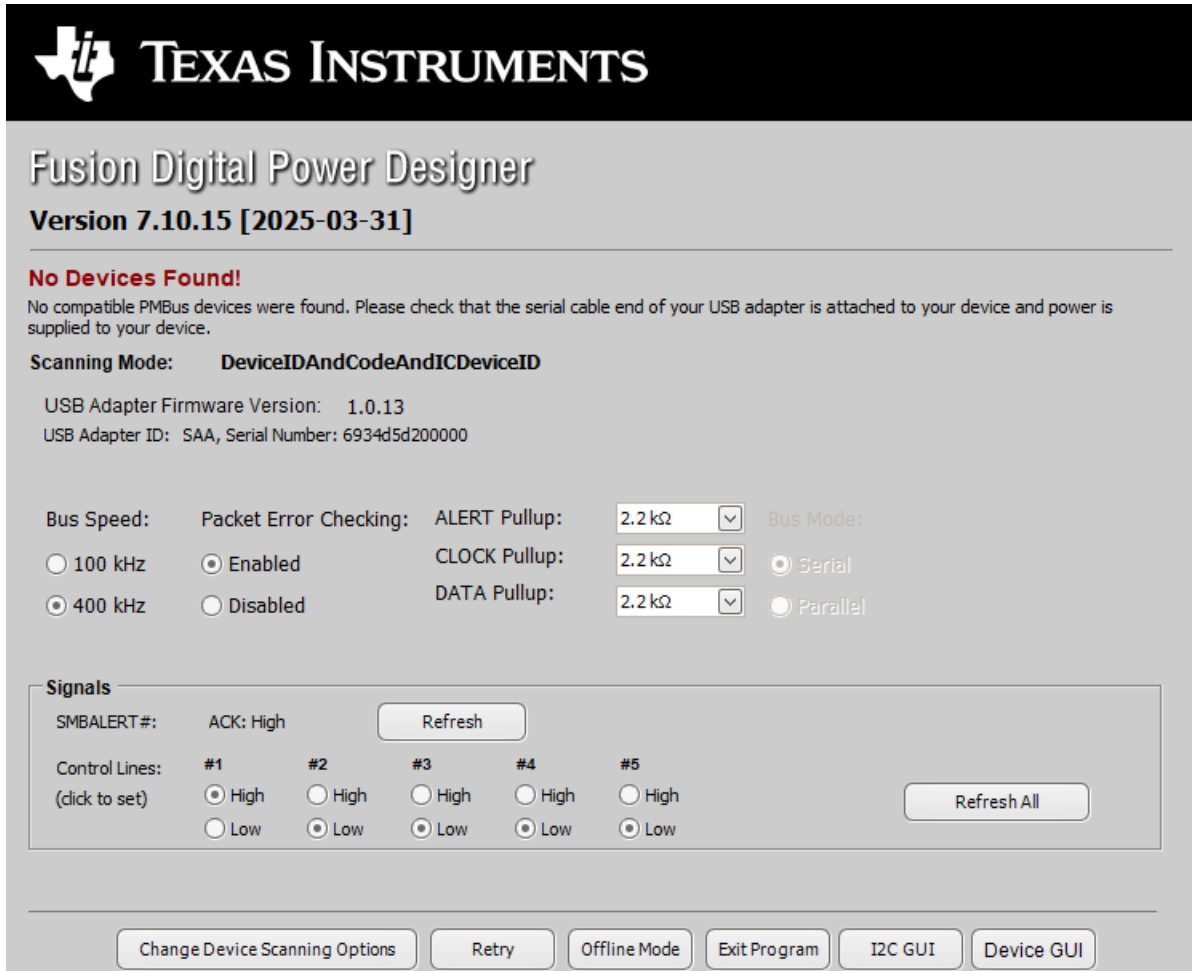


图 3-1. 选择器件扫描模式

3.2.2 更改 ON_OFF_CONFIG

更改 On/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。此弹出窗口提供多个打开和关闭电源转换的选项。默认情况下，TPS544B28 配置为 CONTROL Pin Only，即 EN 引脚。

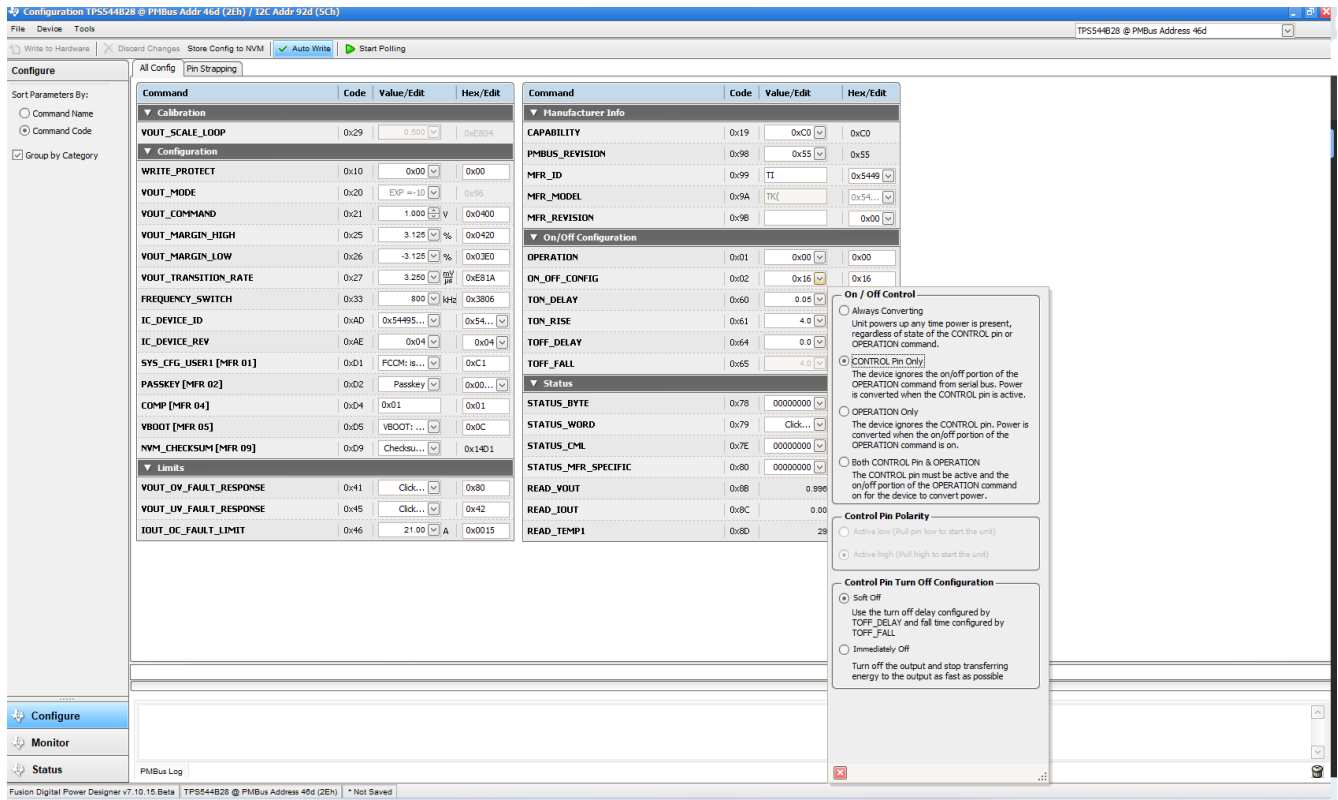


图 3-2. 配置 - ON_OFF_CONFIG

3.2.3 引脚配置

使用 *Pin Strapping* 选项卡 (图 3-3) 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。

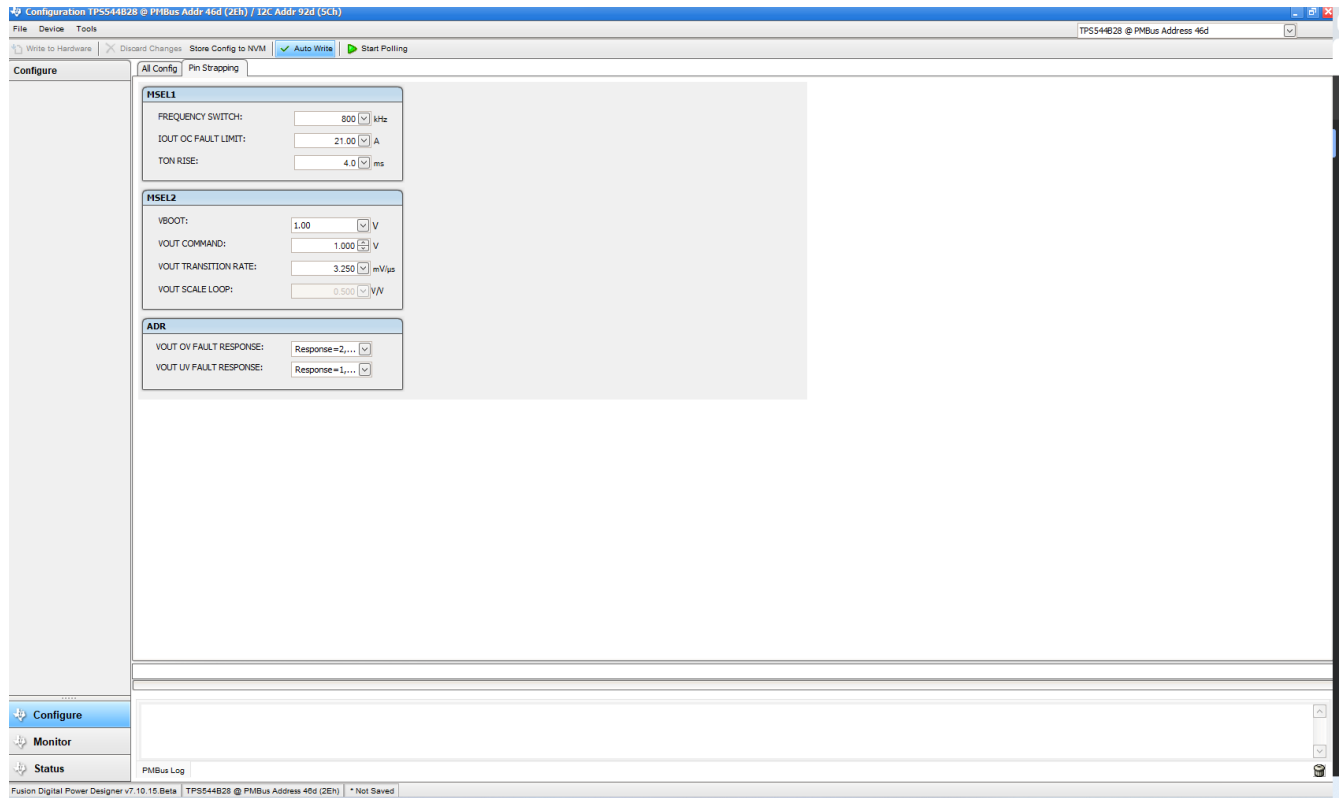


图 3-3. 配置 - 引脚配置 (Strap) 功能

3.2.4 全部配置

使用 *All Config* 选项卡 (图 3-4) 配置所有可配置参数，该选项卡中还会显示其他详细信息，例如十六进制编码。

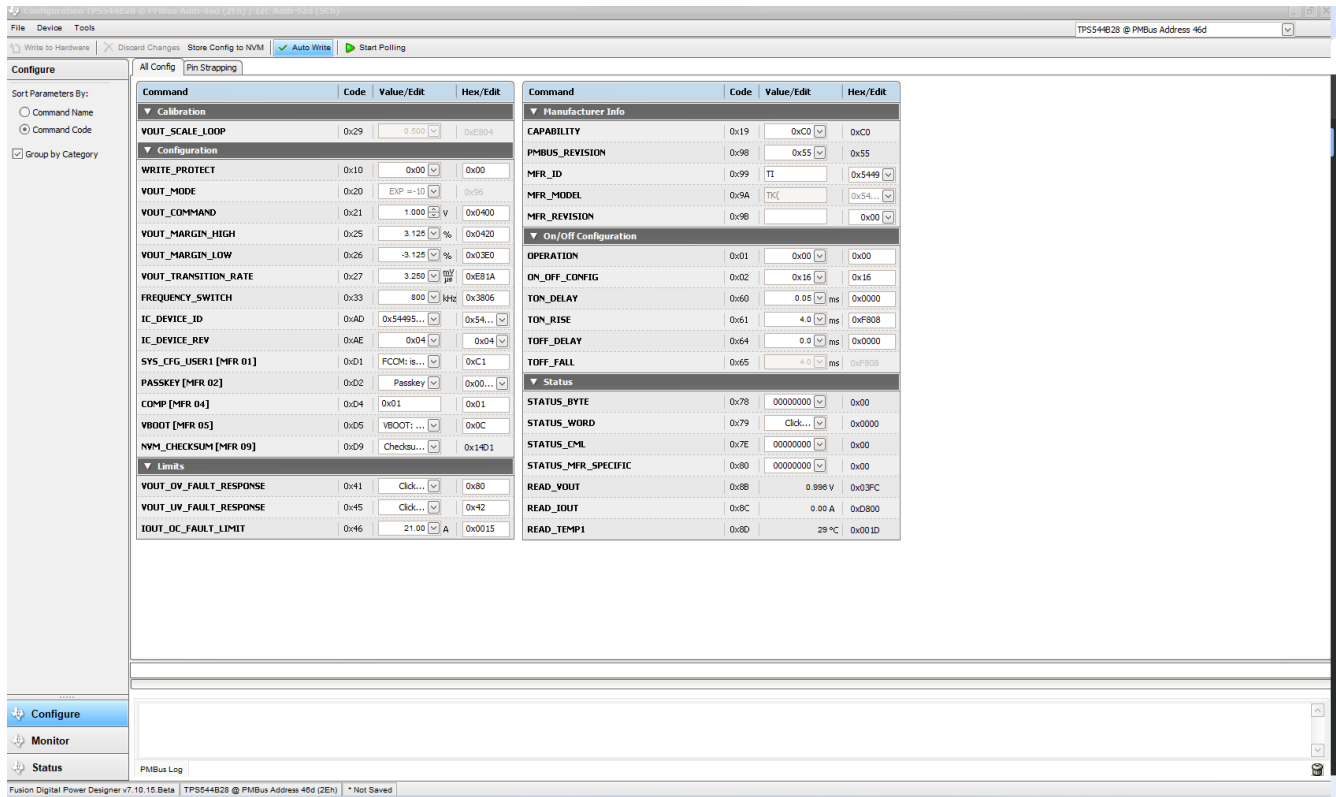


图 3-4. 配置 - 全部配置

3.2.5 监控

选择 **Monitor** 屏幕 (图 3-5) 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:

- *Vout*、*Iout* 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/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。

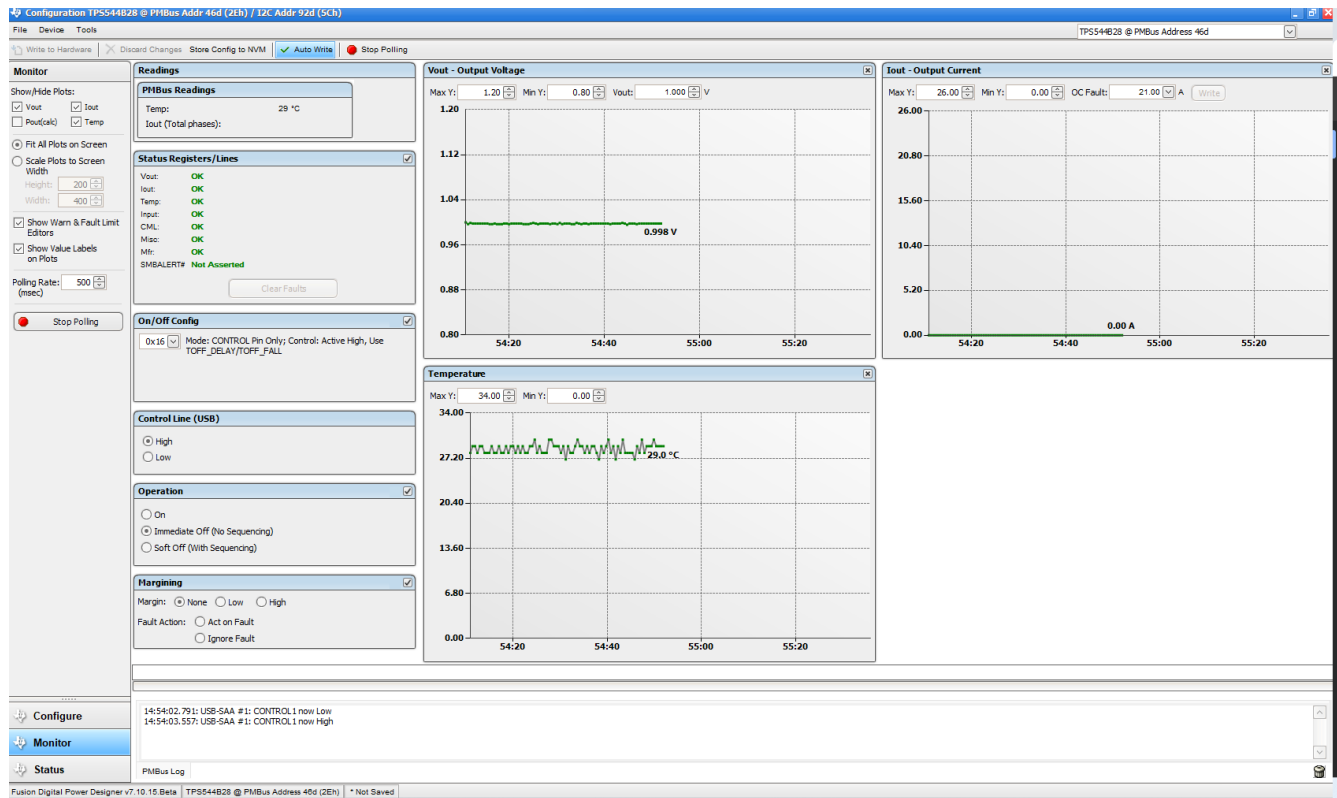


图 3-5. 监视器屏幕

3.2.6 状态

在左下角选择 **Status** 屏幕 (图 3-6) 即可显示器件的状态。

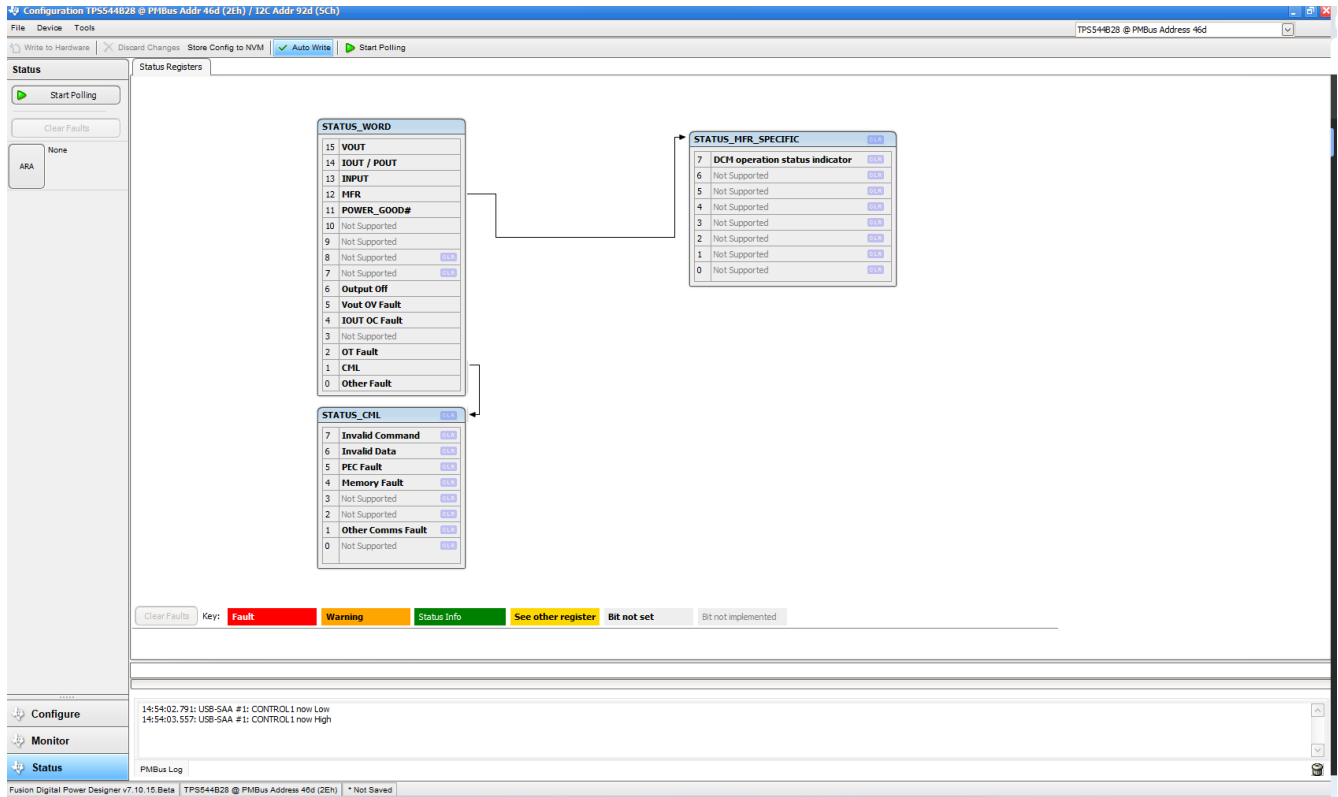


图 3-6. 状态屏幕

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 和节 4.1.2 中所述设置 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 $20A_{DC}$ 。 V_{OUT} 必须保持在图 4-2 中规定的范围内。
6. 将 V_{IN} 从 4V 改为 16V。 V_{OUT} 必须保持在图 4-3 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

评估动力总成（器件和电感器）的效率并在正确的位置测量电压十分重要。否则测量结果会包含与动力总成无关的损耗。覆铜迹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。

可以在输入线的任何点测量输入电流。可以在被测输出的输出线的任何位置测量输出电流。

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} 来计算效率。采用这些测量点时，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
TP1	PVIN_S	V_{IN} 的输入电压测量点	这对测试点与 U1 的 $V_{IN}/PGND$ 引脚相连。输入端子到器件引脚的压降不包含在效率测量内。
TP14	PGND_S	PGND 的输入电压测量点	
TP3	VOUT_EFF	V_{OUT} 的输出电压测量点	这对测试点连接在输出动力总成的输出端附近。从电感器的输出点到输出端子的压降不包含在效率测量内。
TP15	PGND_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

TPS544B28EVM 在 V_{OUT} 的反馈环路中包含一个 $10\ \Omega$ 串联电阻。该电阻可在测试点 TP9/TP10 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 4-2 中的说明。

表 4-2. 环路响应测量的测试点列表

测试点	节点名称	注释
TP9	Bode -	通过测试点注入适当的扰动幅度。可以通过网络分析器测量波德。
TP10	Bode+/Vout_REG	

4.2 性能数据和典型特性曲线

图 4-1 至图 4-10 展示了 TPS544B28 在 12V 输入电压、1V、800kHz、FCCM 条件下的典型性能曲线，并且示波器测量使用 20MHz 带宽限制（除非另有说明）。

4.2.1 效率

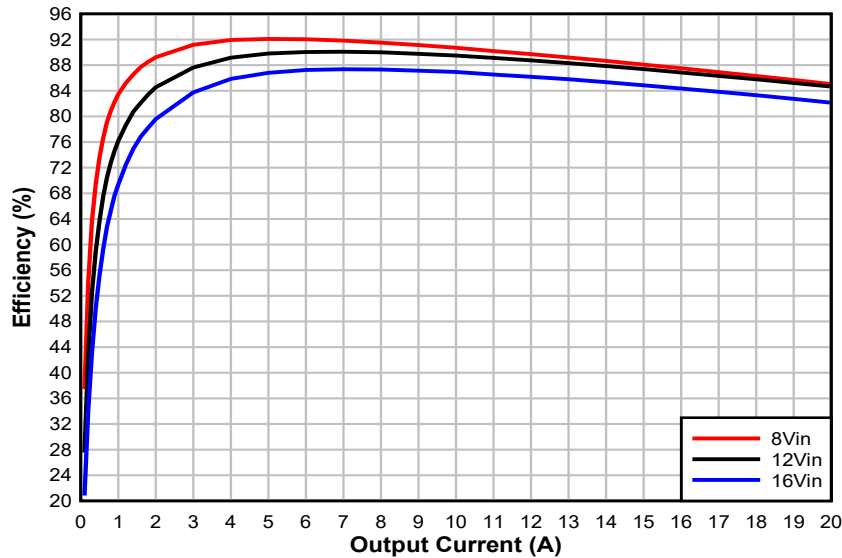


图 4-1. VOUT 效率

4.2.2 负载调整率

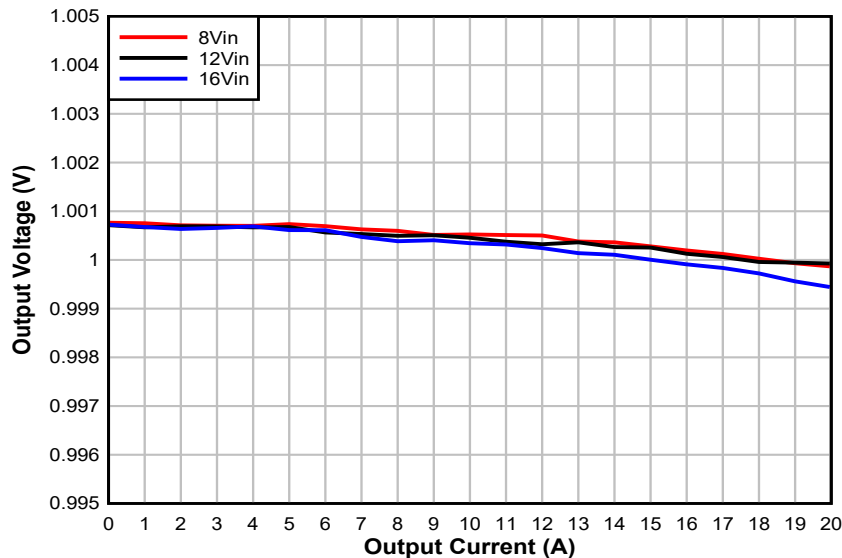


图 4-2. VOUT 负载调节

4.2.3 线性调整率

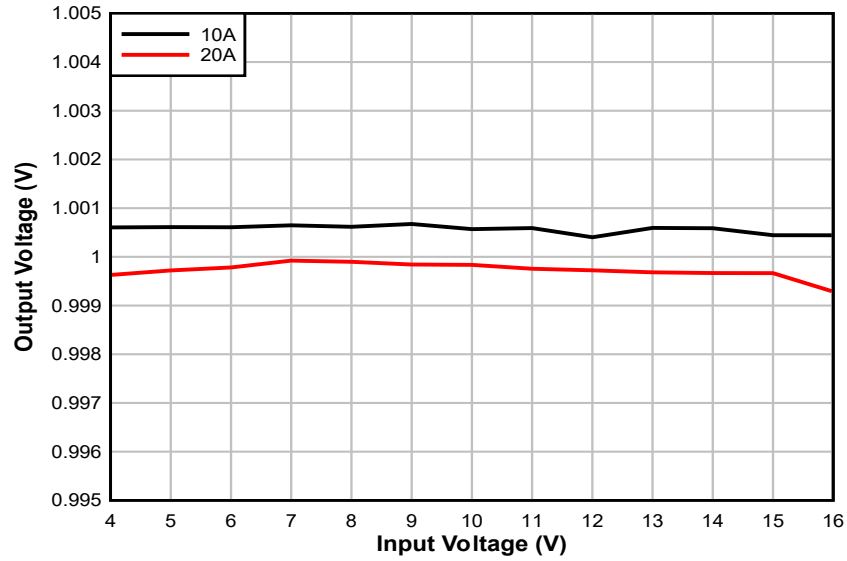


图 4-3. VOUT 线性调整率

4.2.4 输出纹波

图 4-4 至图 4-7 显示了 10mA 和 20A 负载时的输出纹波波形。

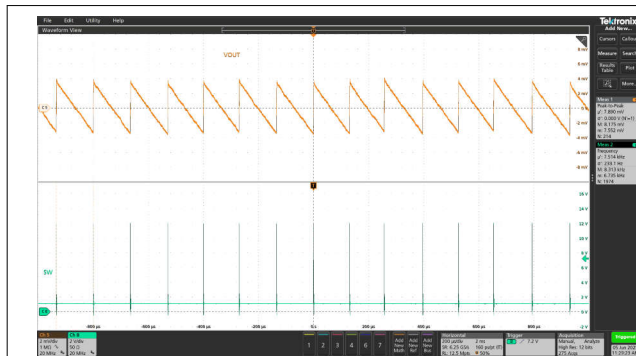


图 4-4. 输出纹波, 10mA 负载, PFM 模式

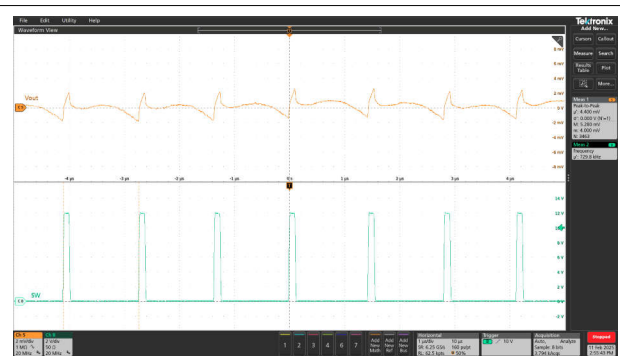


图 4-5. 输出纹波, 10mA 负载, FCCM 模式

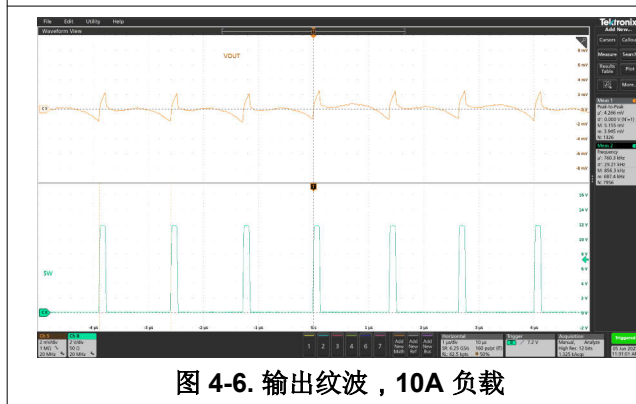


图 4-6. 输出纹波, 10A 负载

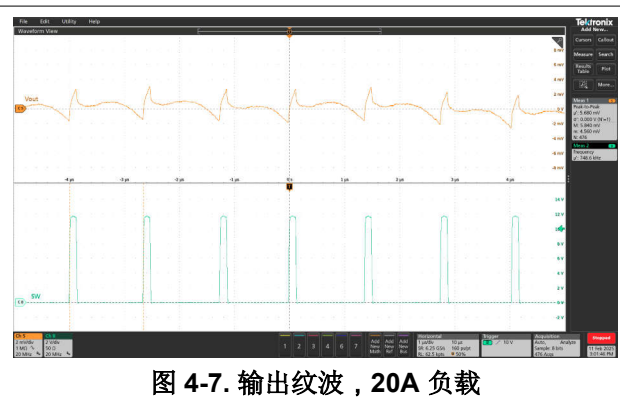


图 4-7. 输出纹波, 20A 负载

4.2.5 控制开启

图 4-8 显示了 0A 输出时由控制端触发启动的波形。

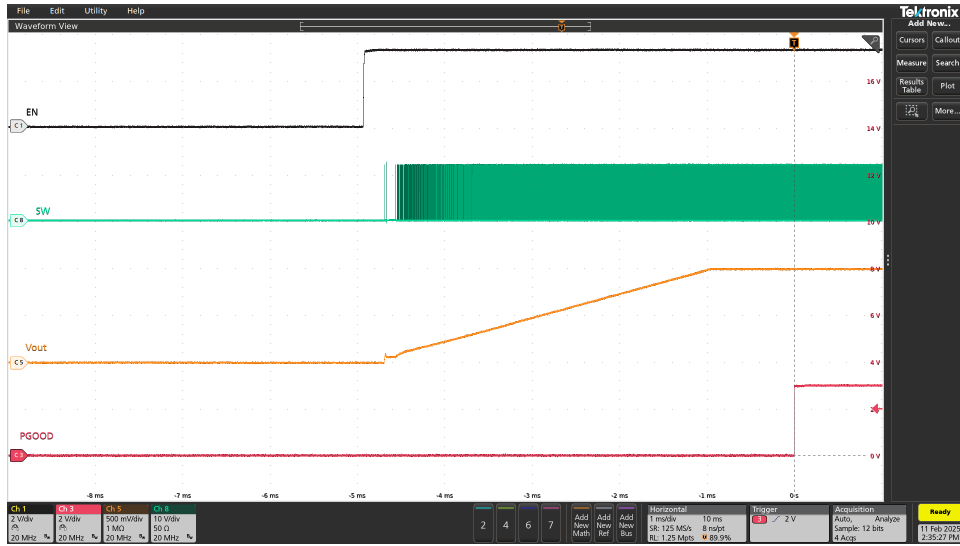


图 4-8. 由使能端控制的 VOUT 启动

4.2.6 控制关闭

图 4-9 显示了 0A 输出时由控制端触发关断的波形。

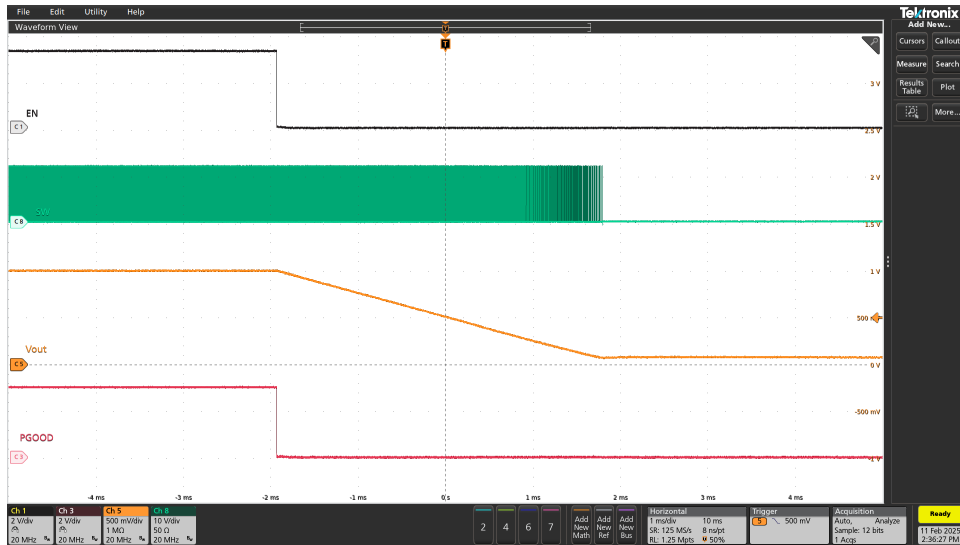


图 4-9. 由使能端控制的 VOUT 关断

4.2.7 热像图

图 4-10 展示了 TPS544B28EVM 热性能图像。V_{IN} = 12V、V_{OUT} = 1V、F_{sw} = 800kHz、I_{OUT} = 20A、15 分钟恒温浸泡。

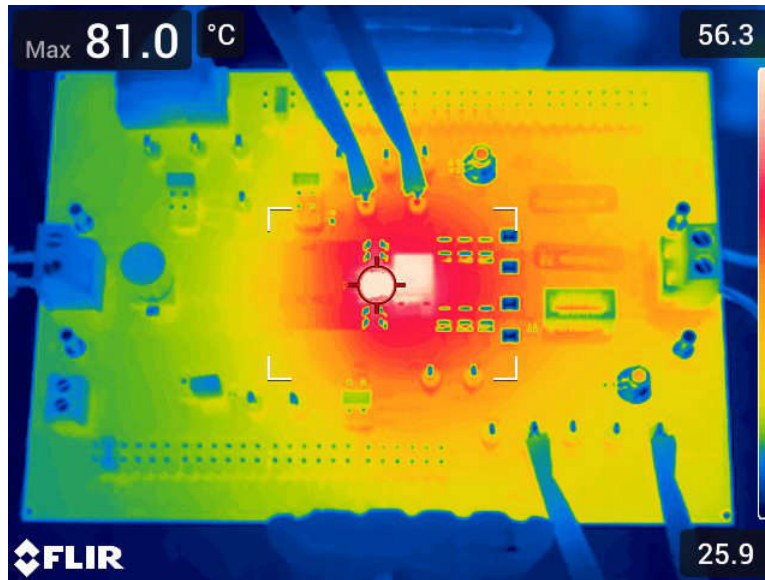


图 4-10. 热像图

5 硬件设计文件

5.1 原理图

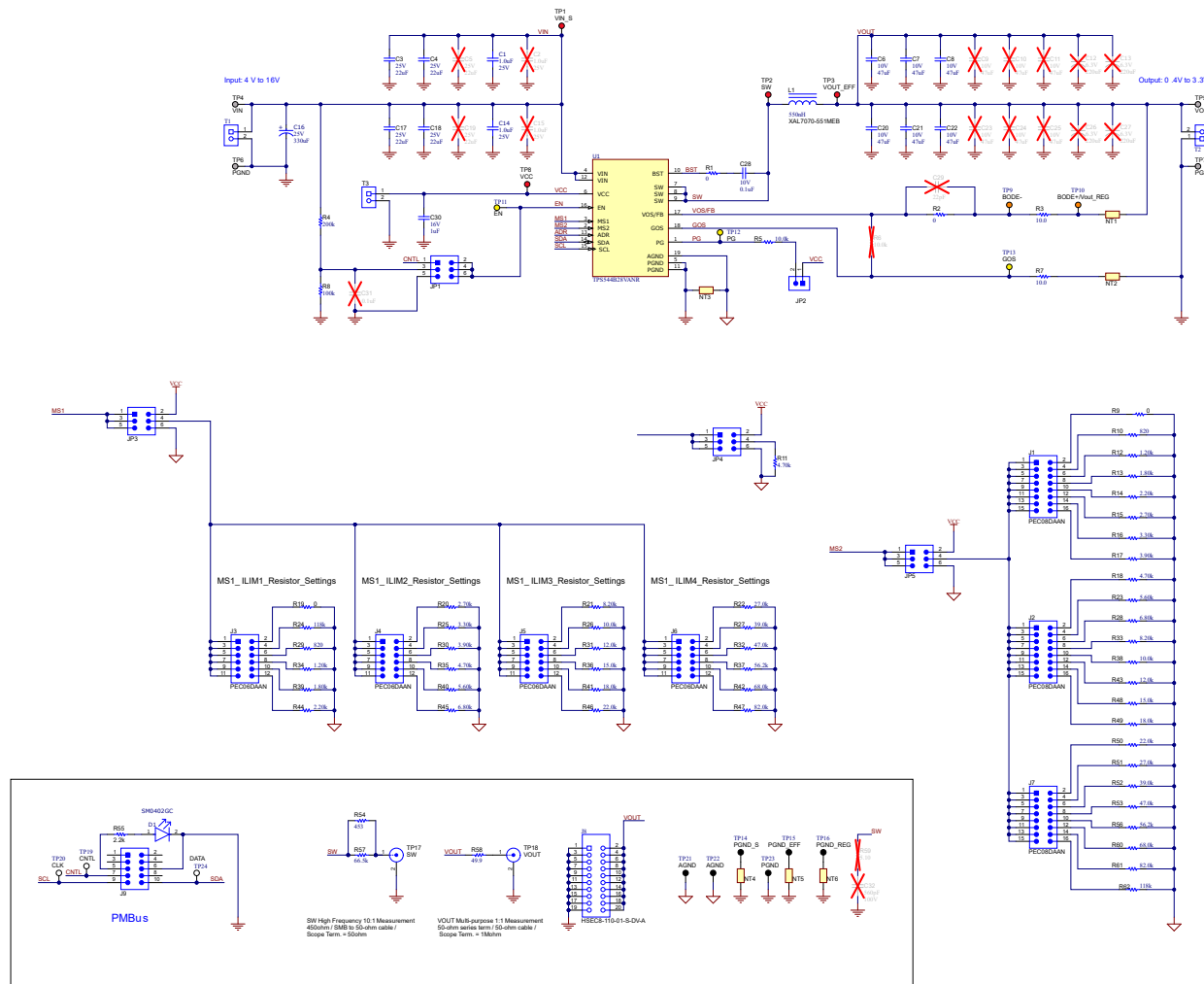


图 5-1. TPS544B28EVM 原理图

5.2 EVM 装配图和 PCB 布局

图 5-2 至图 5-9 展示了 TPS544B28EVM 印刷电路板的设计。

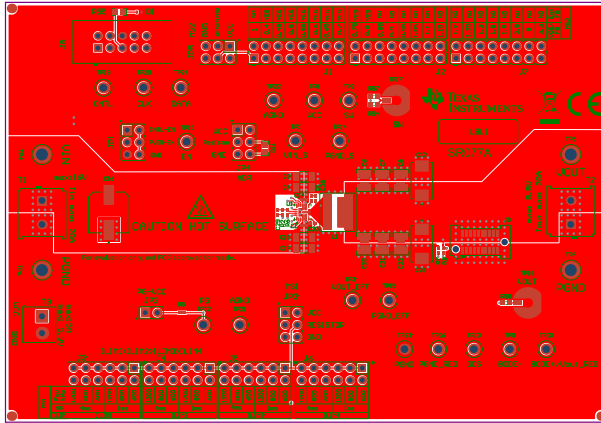


图 5-2. TPS544B28EVM 顶面元件视图 (顶视图)

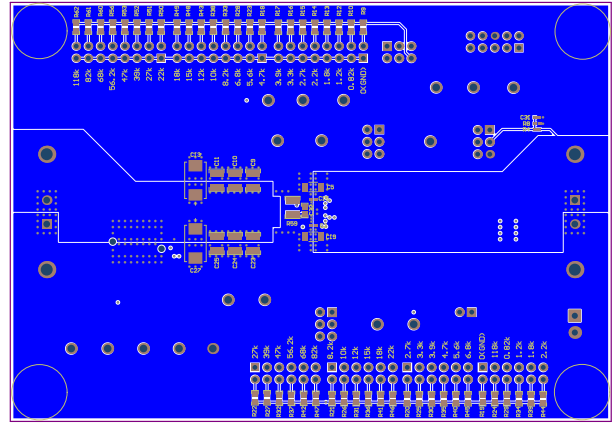


图 5-3. TPS544B28EVM 底面元件视图 (底视图)

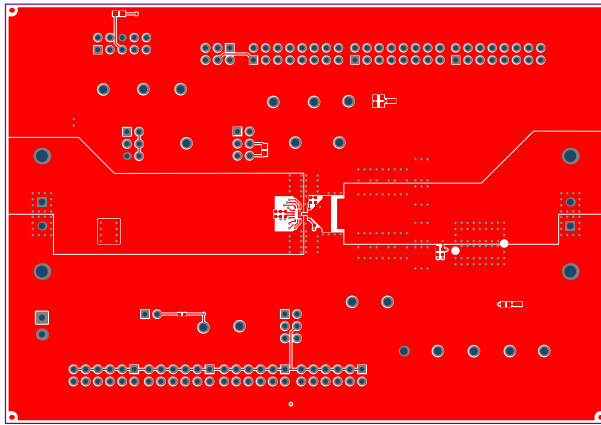


图 5-4. TPS544B28EVM 顶层铜 (顶视图)

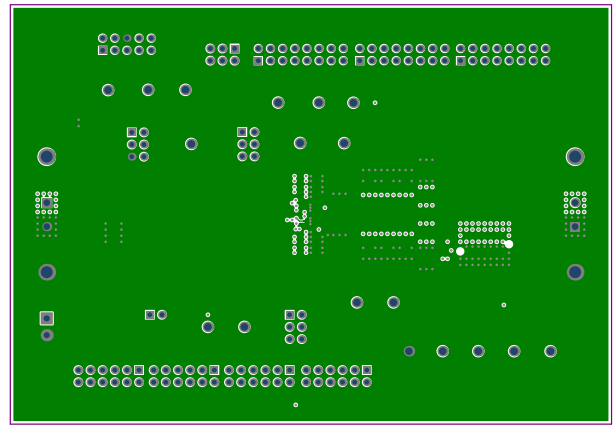


图 5-5. TPS544B28EVM 内层 1 (顶视图)

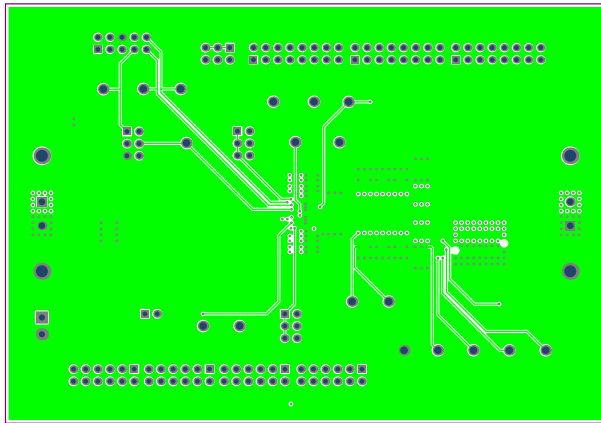


图 5-6. TPS544B28EVM 内层 2 (顶视图)

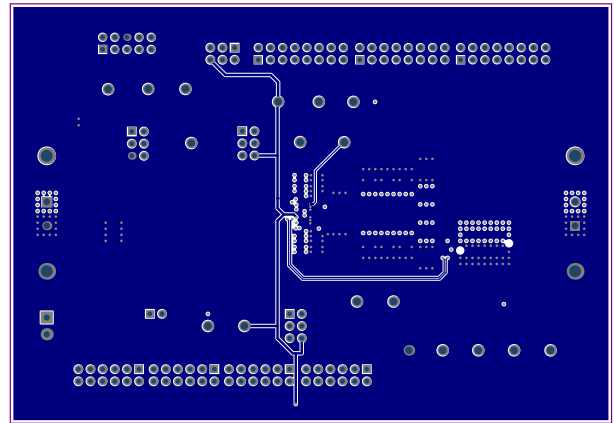


图 5-7. TPS544B28EVM 内层 3 (顶视图)

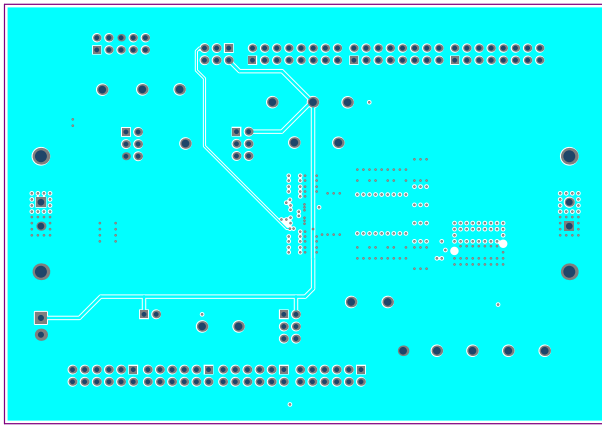


图 5-8. TPS544B28EVM 内层 4 (顶视图)

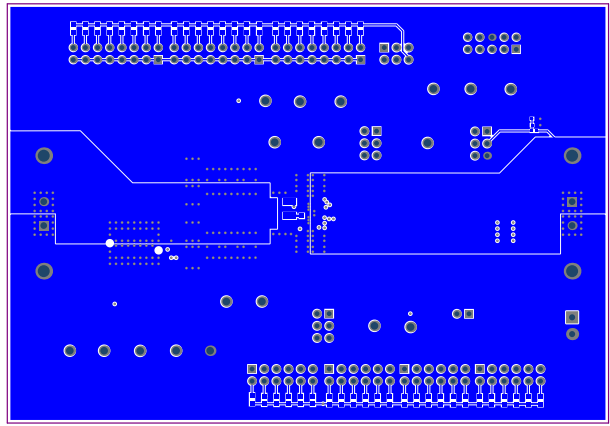


图 5-9. TPS544B28EVM 底层铜 (底视图)

5.3 物料清单

表 5-1 列出了 TPS544B28EVM 的物料清单 (BOM)。

表 5-1. TPS544B28EVM 物料清单

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
!PCB1	1		印刷电路板	SR077	不限	
C1, C14	2	1 μ F	通用片状多层陶瓷电容器, 0402, 1.0 μ F, X6S, 22%, 10%, 25V	GRM155C81E105KE11D	Murata	0402
C3、C4、C17、C18	4	22 μ F	电容器, 陶瓷, 22 μ F, 25V, +/-20%, X6S, 1206_190	GRM31CC81E226ME11L	MuRata	1206_190
C6、C7、C8、C20、C21、C22	6	47 μ F	电容器, 陶瓷, 47 μ F, 10V, +/-20%, X7R, 1210	GRM32ER71A476ME15L	MuRata	1210
C16	1	330 μ F	电容铝制聚合物 330 μ F 25V 20% 焊接圆柱形 19m Ω 2325mA 2000 小时 125°C T/R	A768KS337M1ELAE019	KEMET	SMT_CAP_8MM3_8MM3
C28	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 10V, +/-10%, X5R, 0402	C1005X5R1A104K050BA	TDK	0402
C30	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 16V, +/-10%, X6S, 0402	C1005X6S1C105K050BC	TDK	0402
D1	1		LED 绿色 CLEAR 0402 SMD	SM0402GC	Bivar	0402
H1、H2、H3、H4	4		Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	SJ-5303 (CLEAR)	3M	透明 Bumpon
J1、J2、J7	3		接头, 2.54mm, 8x2, 锡, 垂直, TH	PEC08DAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 2.54mm, 8x2, TH
J3、J4、J5、J6	4		接头, 100mil, 6x2, 锡, TH	PEC06DAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 6x2, 100mil, 锡
J8	1		卡边缘插座, 0.8mm, 10x2, SMT	HSEC8-110-01-S-DV-A	Samtec	卡边缘插座, 0.8mm, 10x2, SMT
J9	1		接头 (有罩), 2.54mm, 5x2, 金, TH	AWHW-10G-0202-T	Assman WSW	接头, 2.54mm, 5x2, TH
JP1、JP3、JP4、JP5	4		接头, 100mil, 3x2, 金, TH	PBC03DAAN	Sullins Connector Solutions	Sullins 100mil, 2x3, 绝缘体上方 230mil
JP2	1		接头, 100mil, 2x1, 金, TH	PBC02SAAN	Sullins Connector Solutions	Sullins 100mil, 1x2, 绝缘体上方 230mil
L1	1	550nH	电感器, 屏蔽, 复合, 550nH, 29A, 0.00142ohm, SMD	XAL7070-551MEB	Coilcraft	7.2x7x7.5mm
LBL1	1		热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	THT-14-423-10	Brady	PCB 标签, 0.650 x 0.200 英寸
R1、R2	2	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale	0402
R3、R7	2	10.0	电阻, 10.0, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW040210R0FKED	Vishay-Dale	0402

表 5-1. TPS544B28EVM 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
R4	1	200k	电阻, 200k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW0402200KFKED	Vishay-Dale	0402
R5	1	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.2W, AEC-Q200 0级, 0402	ERJPA2F1002X	Panasonic	0402
R8	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0402	ERJ-2RKF1003X	Panasonic	0402
R9、R19	2	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale	0603
R10、R29	2	820	电阻, 820, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07820RL	Yageo	0603
R11、R18、R35	3	4.70k	电阻, 4.70k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-074K7L	Yageo	0603
R12、R34	2	1.20k	电阻, 1.20k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-071K2L	Yageo	0603
R13、R39	2	1.80k	电阻, 1.80k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-071K8L	Yageo	0603
R14、R44	2	2.20k	电阻, 2.20k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072K2L	Yageo	0603
R15、R20	2	2.70k	电阻, 2.70k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072K7L	Yageo	0603
R16、R25	2	3.30k	电阻, 3.30k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-073K3L	Yageo	0603
R17、R30	2	3.90k	电阻, 3.90k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-073K9L	Yageo	0603
R21、R33	2	8.20k	电阻, 8.20k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-078K2L	Yageo	0603
R22、R51	2	27.0k	电阻, 27.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0727KL	Yageo	0603
R23、R40	2	5.60k	电阻, 5.60k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-075K6L	Yageo	0603
R24、R62	2	118k	电阻, 118k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	CRCW0603118KFKEA	Vishay-Dale	0603
R26、R38	2	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0710KL	Yageo	0603
R27、R52	2	39.0k	电阻, 39.0k Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0739KL	Yageo	0603
R28、R45	2	6.80k	电阻, 6.80k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-076K8L	Yageo	0603
R31、R43	2	12.0k	电阻, 12.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0712KL	Yageo	0603
R32、R53	2	47.0k	电阻, 47.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0747KL	Yageo	0603
R36、R48	2	15.0k	电阻, 15.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0715KL	Yageo	0603
R37、R56	2	56.2k	电阻, 56.2k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0756K2L	Yageo	0603
R41、R49	2	18.0k	电阻, 18.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0718KL	Yageo	0603
R42、R60	2	68.0k	电阻, 68.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0768KL	Yageo	0603
R46、R50	2	22.0k	电阻, 22.0k Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0722KL	Yageo	0603
R47、R61	2	82.0k	电阻, 82.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0782KL	Yageo	0603
R54	1	453	电阻, 453, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07453RL	Yageo	0603
R55	1	2.2k	电阻, 2.2k, 5%, 0.1W, 0603	RC0603JR-072K2L	Yageo	0603

表 5-1. TPS544B28EVM 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
R57	1	66.5k	电阻, 66.5k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0766K5L	Yageo	0603
R58	1	49.9	电阻, 49.9, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0749R9L	Yageo	0603
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7	7	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SNT-100-BK-G	Samtec	分流器
T1、T2	2		端子块, 5mm, 2 极点, 锡, TH	282856-2	TE Connectivity	TH, 2 引线, 接头体 10mm × 10mm, 间距 5mm
T3	1		端子块, 3.5mm 间距, 2x1, TH	ED555/2DS	On-Shore Technology	7.0x8.2x6.5mm
TP1、TP2、TP3、TP8	4		测试点, 多用途, 红色, TH	5010	Keystone	红色通用测试点
TP4、TP5、TP6、TP7	4		端子, 调整钮, TH, 三联	1598-2	Keystone	Keystone1598-2
TP9、TP10	2		测试点, 通用, 橙色, TH	5013	Keystone Electronics	橙色通用测试点
TP11、TP12、TP13	3		测试点, 通用, 黄色, TH	5014	Keystone Electronics	黄色通用测试点
TP14、TP15、TP16、TP21、TP22、TP23	6		测试点, 多用途, 黑色, TH	5011	Keystone Electronics	黑色通用测试点
TP17、TP18	2		连接器, 插座, 50Ω, TH	SMBR004D00	JAE Electronics	SMB 连接器
TP19、TP20、TP24	3		测试点, 通用, 白色, TH	5012	Keystone Electronics	白色通用测试点
U1	1		具有遥感功能和 PMBus 的 4V 至 16V 输入、20A、D-CAP4 同步降压转换器	TPS544B28VANR	德州仪器 (TI)	WQFN-HR19
C2、C15	0	1μF	通用片状多层陶瓷电容器, 0402, 1.0μF, X6S, 22%, 10%, 25V	GRM155C81E105KE11D	Murata	0402
C5、C19	0	22uF	电容器, 陶瓷, 22μF, 25V, +/-20%, X6S, 1206_190	GRM31CC81E226ME11L	MuRata	1206_190
C9、C10、C11、C23、C24、C25	0	47μF	电容器, 陶瓷, 47μF, 10V, +/-20%, X7R, 1210	GRM32ER71A476ME15L	MuRata	1210
C12、C13、C26、C27	0	220μF	模制钽聚合物电容器 220μF 20% 6.3V 寿命 1000 小时 SMD 2917	6TCF220M5L	Panasonic	2917.0
C29	0	22pF	电容, 陶瓷, 22pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0402	CGA2B2NP01H220J050BA	TDK	0402
C31	0	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	CGA2B3X7R1H104K050BB	TDK	0402
C32	0	560pF	电容, 陶瓷, 560pF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	GRM188R72A561KA01D	MuRata	0603
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	不适用
R6	0	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW040210K0FKED	Vishay-Dale	0402

表 5-1. TPS544B28EVM 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
R59	0	5.10	电阻, 5.10, 1%, 0.5W, 1210	RC1210FR-075R1L	Yageo	1210

6 其他信息

6.1 商标

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。

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 semiconductor 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 DEGRADATION 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/lstds/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/lstds/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, INDEMNITY 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