

EVM User's Guide: TPS544B27EVM

TPS544B27EVM 4V 至 18V、20A 降压转换器评估模块



说明

TPS544B27EVM 评估模块用于评估 TPS544B27 具有数字 PMBus® 和串行电压识别 (SVID) 接口 (用于满足 Intel® 处理器) 的直流/直流同步降压转换器。该评估模块接受 8V 至 16V 的输入电压, 并可提供高达 20A 的输出电流。该转换器采用 D-CAP+™ 控制方案实现快速瞬态响应, 可使用更低的输出电容节省布板空间。

开始使用

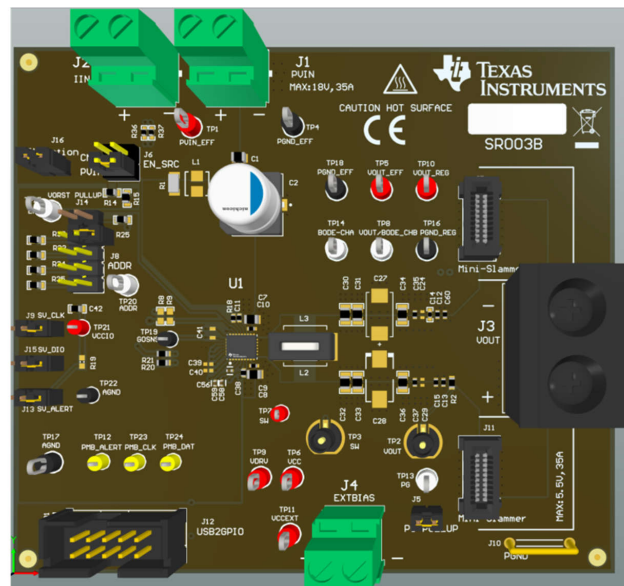
1. 在 ti.com 上订购 TPS544B27EVM。
2. 在 [FUSION_DIGITAL_POWER_DESIGNER](#) 上下载 Fusion GUI 软件。

特性

- 使用 EVM 上提供的测试点评估 TPS544B27
- 使用 Fusion GUI 评估 TPS544B27 配置和监控

应用

- 服务器和云计算 POL
- 硬件加速器
- 网络接口卡
- 宽带、网络和光学模块
- 无线基础设施



EVM 用户接口

1 评估模块概述

1.1 简介

TPS544B27EVM 是一款可配置的单输出降压转换器模块。TPS544B27EVM 使用标称 12V 的总线在高达 20A 的负载电流下产生 1.8V 稳压输出。本用户指南介绍了 TPS544B27EVM 的特性、运行和使用。此外，本用户指南还包含测试信息和结果。本文档还提供了完整的原理图、印刷电路板布局以及物料清单。

1.1.1 准备工作

为确保使用 TPS544B27EVM 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：

TPS544B27EVM 电路板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。

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 1 个以上的电源，请检查您的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

- TPS544B27EVM 电路板
- EVM 免责声明自述文件

1.3 电气性能规格

表 1-1 提供了 TPS544B27EVM 性能特性的汇总。给出的特性适用于输入电压 $V_{IN} = 12V$ 且输出电压为 1.8V 的情况。除非另有说明，否则所有测量的环境温度均为室温 (20°C 至 25°C)。

表 1-1. TPS544B27EVM 电气性能规格

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围		8	12	16	V
满载输入电流	$P_{VIN} = 12V$ ，内部 $VCC/VDRV$ ， $I_O = 20A$ ， $FCCM$ ， $f_{SW} = 800kHz$		3.49		A
空载输入电流	$P_{VIN} = 12V$ ，内部 $VCC/VDRV$ ， $I_O = 0A$ ， DCM ， $f_{SW} = 800kHz$		10.46		mA
$VCC/VDRV$ 输入电流	外部 5V 辅助电源， $f_{SW} = 800kHz$ ， $P_{VIN} = 12V$ ， $I_O = 20A$ ， $FCCM$		27.3		mA
输出电压			1.8		V
输出电流范围		0		20	A
输出纹波电压	$f_{SW} = 800kHz$ ， $I_O = 20A$		3.24		mVPP
输出负载调节	$f_{SW} = 800kHz$ ， $I_O = 0A$ 至 20A， $FCCM$		0.06		%
输出电压下冲	$f_{SW} = 800kHz$ ， $I_O = 0A$ 至 10A，5A/us 转换率， $FCCM$		39.37		mV
输出电压过冲	$f_{SW} = 800kHz$ ， $I_O = 0A$ 至 10A，5A/us 转换率， $FCCM$		40.63		mV
输出上升时间	由 (61h) TON_RISE 设置		1		ms
输出电流限制	由 (46h) $IOUT_OC_FAULT_LIMIT$ 设置		25		A
开关频率 (f_{SW})	由 (33h) $FREQUENCY_SWITCH$ 设置		800		kHz
效率	$V_{IN} = 12V$ ，外部 5V 辅助电源， $f_{SW} = 800kHz$ ， $I_O = 20A$		86.7		%
环路带宽	$V_{IN} = 12V$ ，内部 LDO， $f_{SW} = 800kHz$ ， $I_O = 20A$		61.27		kHz
相位裕度	$V_{IN} = 12V$ ，内部 LDO， $f_{SW} = 800kHz$ ， $I_O = 20A$		63.47		度
IC 外壳温度	$V_{IN} = 12V$ ，外部 5V 辅助电源， $f_{SW} = 800kHz$ ， $I_O = 20A$ ，10 分钟停留时间		49.9		°C

1.4 器件信息

TPS544B27 是一款具有 SVID 和 PMBus 的 4V 至 18V 输入、20A 降压转换器。TPS544B27EVM 在降压设计中使用 TPS544B27 器件。TPS544B27 针对 12V 标称电压总线而设计，并在高达 20A 负载电流下产生 1.8V 的稳压输出。TPS544B27EVM 提供了许多测试点来评估器件的性能。

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 20V 可变直流电源，能够提供至少 $10A_{DC}$ 电流，以支持具有 12V 输入的 20A 负载。将输入 VIN 和 GND 连接到 J1。如果 EVM 的输出电压增大，电源可能需要提供更大的电流。

2.1.2 示波器

TI 建议使用示波器来测量开关节点和输出波纹。可以使用测试点 TP3 (同轴连接器) 或 TP7 来测量开关节点。可以使用 TP2 (同轴连接器) 来测量输出纹波。

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，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 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。

2.1.7 推荐的线规

- J1 处的输入 PVIN (12V 输入) - 建议线规为 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)。
- 输出 J3 (1V 输出) - 最小建议线规为 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。

2.2 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	PVIN_EFF	输入电压检测点的正极侧，用于测量效率
TP2	VOUT	监测输出纹波
TP3	SW	监测开关节点频率
TP4	PGND_EFF	输入电压检测点的 PGND，用于测量效率
TP5	VOUT_EFF	输出电压检测点的正极侧，用于测量效率
TP6	VCC	监测 VCC 引脚上的电压
TP7	SW	监测开关节点频率
TP8	VOUT/ BODE_CHB	频率响应分析器中接收端的测量点
TP9	VDRV	监测 VDRV 引脚上的电压
TP10	VOUT_REG	监测输出电压
TP11	VCCEXT	监测 EXTBIAS 上的电压
TP12	PMB_ALERT	监测 PMBus ALERT 信号
TP13	PG	监测电源正常信号
TP14	BODE_CHA	注入来自频率响应分析器的信号
TP15	EN	监测 EN 引脚信号
TP16	PGND_REG	输出电压 PGND 检测点
TP17	AGND	模拟地测试点
TP18	PGND_EFF	输出电压检测点的 PGND，用于测量效率
TP19	GOSNS	PGND 的遥感基准
TP20	ADDR	监测 PMBus 地址电压
TP21	VCCIO	为 SVID 监测外部 1V 上拉电压
TP22	AGND	监测 SVID 的外部 1V 上拉 AGND
TP23	PMB_CLK	监测 PMBus CLK 信号
TP24	PMB_DAT	监测 PMBus DAT 信号

表 2-2 列出了 EVM 跳线功能

表 2-2. 跳线功能

跳线	名称	说明
J5	PG_PULLUP	通过分流器短接，将 PG 上拉至 VCC
J6	EN_SRC	将引脚 3 和引脚 4 从 PVIN 通过分流器短接至 EN
J16	IIN 选项	通过分流器短接，将 I_IN_P/I_IN_M 连接到 PVIN
所有其他跳线		无分流器短接

表 2-3 列出了 EVM 连接器特性。

表 2-3. 连接器特性

连接器	名称	说明
J1	PVIN	连接输入电压的 VIN 螺丝接线端子
J2	IIN	连接到输入连接器 J1 以进行输入电流测量的螺丝接线端子
J3	VOUT	将负载连接到输出的 VOUT 螺丝接线端子
J4	EXTBIAS	使用外部 5V 辅助电源覆盖内部 LDO，以提高效率
J5	PG PULLUP	PGOOD 上拉。用于将 PGOOD 上拉至 VCC 的 2 引脚接头

表 2-3. 连接器特性 (续)

连接器	名称	说明
J6	EN_SRC	用于实现使能的 2 引脚接头。添加分流器以将 EN 连接至 PVIN 并启用器件。移除分流器以禁用器件。
J7	Mini-Slammer	用于连接 Mini Slammer 的连接器块
J8	ADDR	用于选择默认 PMBus 地址的引脚接头块
J9	SV_CLK	用于 SVID CLK 线路的 2 引脚接头
J10	PGND	电源接地测试点。
J11	Mini-Slammer	用于连接 Mini Slammer 的连接器块
J12	USB2GPIO	PMBus 接口连接器, 用于将 USB 转 GPIO 接口适配器连接到 EVM
J13	SV_ALERT	用于 SVID ALERT 线路的 2 引脚接头
J14	VORST PULLUP	VORST 上拉。用于将 VORST 上拉至 VCC 的 2 引脚接头
J15	SV_DIO	用于 SVID 双向数据线的 2 引脚接头
J16	IIN 选项	用于输入电流测量选项的 2 引脚接头

2.3 效率测量测试点

为了评估动力总成 (器件和电感器) 的效率, 请确保在正确的位置测量电压。此操作很有必要, 否则测量结果会包含与动力总成无关的损耗。铜布线以及输入、输出连接器上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。

可以在输入线的任意点测量输入电流, 并且可以在被测输出线的任何位置测量输出电流。

表 2-4 展示了输入电压和输出电压的测量点。通过测量 PVIN 和 VOUT 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 2-4. 效率测量的测试点

测试点	节点名称	说明	注释
TP1	PVIN_EFF	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不包含在效率测量内。
TP4	PGND_EFF	PVIN - (PGND) 的输入电压测量点	
TP5	VOUT_EFF	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不包含在效率测量内。
TP18	PGND_EFF	VOUT - (GND) 的输出电压测量点	

2.4 控制环路增益和相位测量

TPS544B27EVM 在 V_{OUT} 的反馈环路中包含一个 $R7\ 10\ \Omega$ 串联电阻。该电阻可在测试点 TP14 (BODE_CHA) 和 TP8 (VOUT/BODE_CHB) 处访问, 以进行环路响应分析。这些测试点必须在环路响应测量中作为环路的扰动注入点使用。请参阅表 2-5 中的说明。

表 2-5. 环路响应测量的测试点列表

测试点	节点名称	说明	注释
TP14	BODE_CHA	输入到 V_{OUT} 的反馈	此节点的扰动幅度必须小于 30mV。
TP8	VOUT_BODE_CHB	V_{OUT} 的结果输出	波特图可通过采用 CHB/CHA 配置的网络分析器来测量。

按照下面的步骤测量环路响应：

- 按照节 2 中的描述设置 EVM。
- 对于 V_{OUT} , 将网络分析器的隔离变压器从 TP14 连接到 TP8。
- 将输入信号测量探头连接到 TP14。将输出信号测量探头连接到 TP8。
- 将两个探头通道的接地导线连接到 TP16 (PGND_REG)。
- 在网络分析器上将波特测量为 TP14/TP8 (输入/输出) 。

2.5 利用外部 5V 辅助电源提升效率

范围为 4.75V 至 5.3V 的外部辅助电源可以连接到 VCC/VDRV 引脚并为器件供电。该外部辅助电源提高了转换器的效率，因为 VCC 和 VRDV 电源电流现在从该外部辅助电源流出，而不是从内部 LDO 流出。

以下是在 VCC 和 VDRV 引脚上使用外部辅助电源时的注意事项：

- 将外部辅助电源连接到 VCC/VDRV 引脚。
- 当外部辅助电源比 PVIN 电源轨更早地施加到 VCC/VDRV 引脚时，内部 LDO 将始终被强制关闭，并且内部模拟电路在电源使能端具有稳定的电源轨。
- （不建议）如果在 VCC/VRDV 引脚上延迟施加外部辅助电源（例如在 PVIN 电源轨斜升之后），只要在 VCC/VDRV 引脚上拉出过大电流，便可以应用任何上电和下电时序。请注意，VCC/VDRV 引脚上的外部放电路径可能会拉出高于内部 LDO 电流限值的电流，因此可能会关断 VCC LDO，进而关断转换器输出。
- 一个良好的上电序列是：首先施加外部辅助电源，然后在 PVIN 上应用 12V 总线，然后 EN 信号变为高电平。

2.6 输入电流测量

TPS544B27EVM 默认情况下不使用输入电流测量功能，而 IN_IN_P 和 I_IN_M 短接在一起，然后通过 J16 分流器短接至 PVIN。要测试 I_IN_P 和 I_IN_M 功能，请从 J16 上移除分流器，使用 10-AWG 或更好的短导线将 J2 (IIN) 的引脚 1 连接到 J1 (PVIN) 的引脚 2。将 PVIN+ 施加到 J2 (IIN) 的引脚 2，并将 PGND 施加到 J1 的引脚 1。然后，便可以测量输入电流。

3 软件

TPS544B27 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。如果要将 EVM 设置配置为出厂默认设置以外的设置，请使用 PMBus Fusion GUI 软件。在启动该软件之前，确认为 EVM 施加了输入电压，这样 TPS544B27 才能对 GUI 做出响应，GUI 才能识别器件。要使 EVM 停止转换，默认配置是通过 EN 电阻分压器设置为 4.6V 的标称输入电压，因此，在配置期间有必要避免发生任何转换器活动。施加小于 4.6V 的输入电压。TI 建议施加 3.3V 的输入电压。

用户可以使用 GUI 执行的一些任务包括：

- 配置或更新默认参数
- 打开或关闭器件输出
- 监测实时数据，例如输入电压、输出电压、输出电流、内核温度
- 通过 GUI 持续监测和显示警告和故障

在点击 **Write to Hardware** 对一个或多个可配置参数进行更改后，可以通过点击 **Store to NVM** 将这些更改存储到非易失性存储器。

3.1 打开 PMBus Fusion GUI

打开桌面上的 *PMBus GUI* 快捷方式。

打开 PMBus GUI 后，TPS544B27 系统视图的具体 PMBus 地址如图 3-1 所示。默认情况下，EVM 跳线上的分流器位置会将 TPS544B27 地址设置为 0x70h。点击 *Click to configure device*。

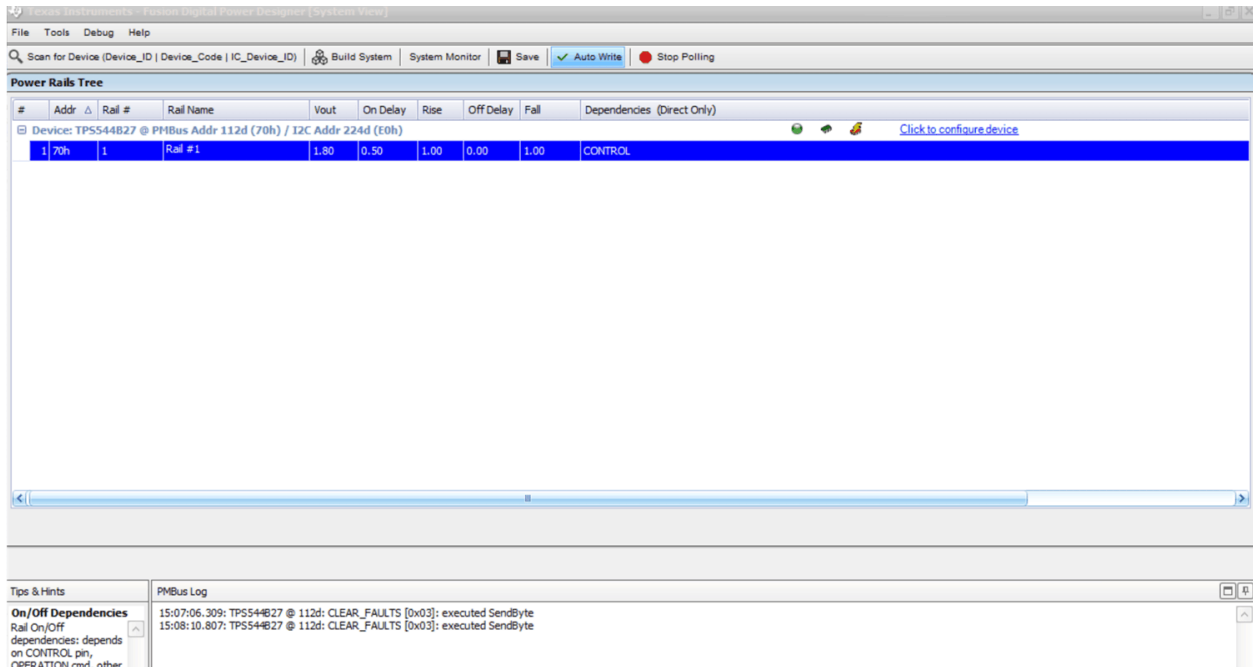


图 3-1. PMBus GUI 系统视图

3.2 监视器页面

选择 “Monitor” 屏幕 (图 3-2) 后，屏幕会显示由器件测量的参数的实时数据。该屏幕提供以下功能：

- 显示 Vout、Iout、Vin、Pout 和内核温度的图表
- Start Polling 和 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

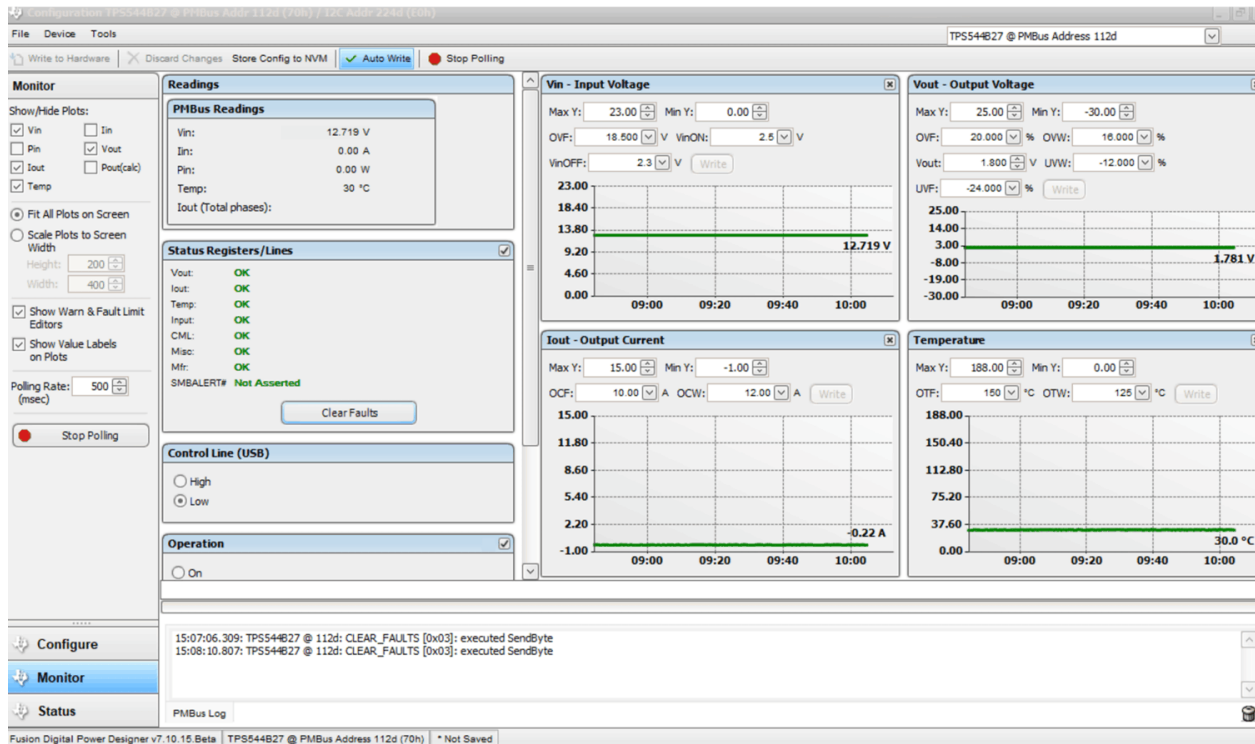


图 3-2. 监视器屏幕

3.3 状态页面

在左下角选择 **Status** (图 3-3) 可显示器件的状态。

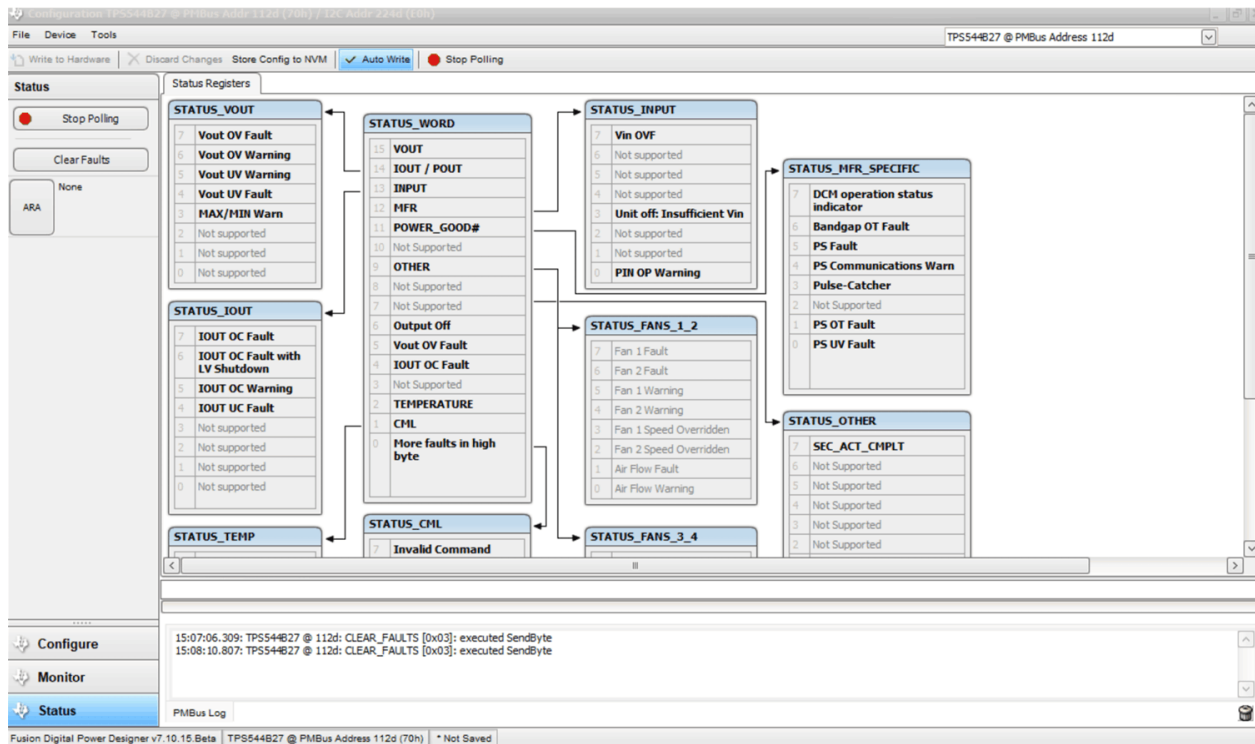


图 3-3. 状态屏幕

4 实现结果

4.1 性能数据和典型特性曲线

图 4-1 至图 4-28 显示了 TPS544B27EVM 的典型性能曲线。除非另有说明，否则输入电压为 12V，输出电压为 1.8V。

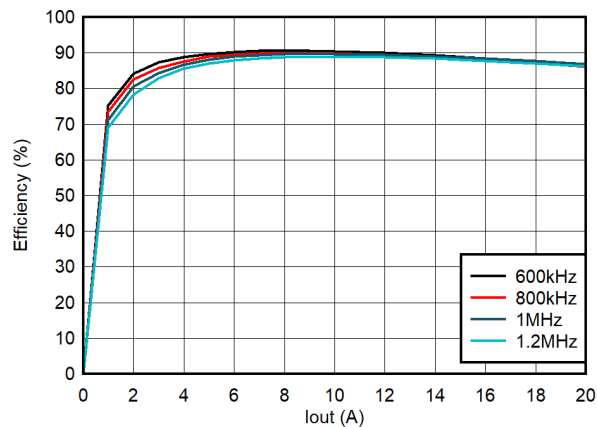


图 4-1. 效率, FCCM, 内部 LDO

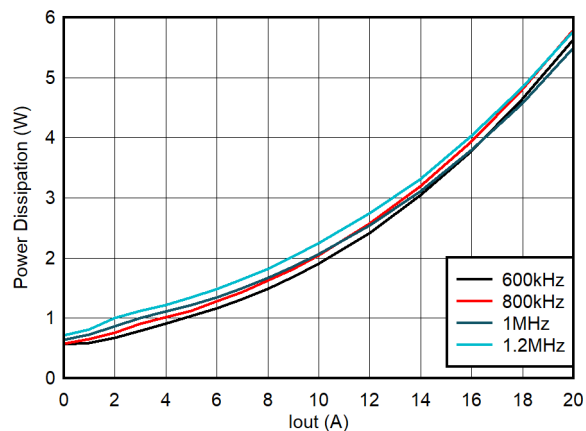


图 4-2. 功率耗散, FCCM, 内部 LDO

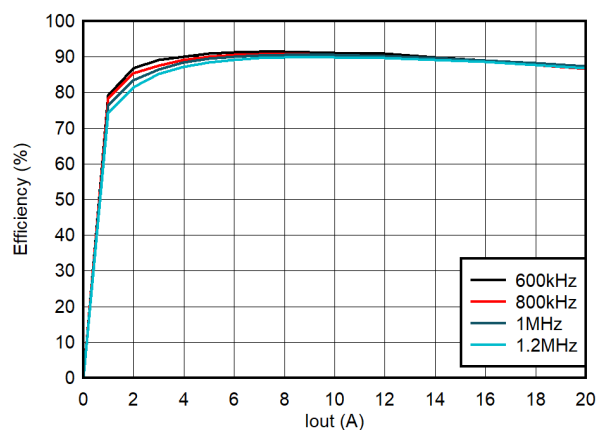


图 4-3. 效率, FCCM, 外部 5V 辅助电源

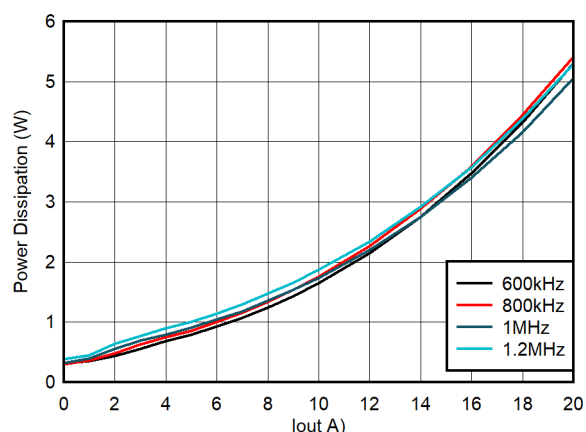


图 4-4. 功率耗散, FCCM, 外部 5V 辅助电源

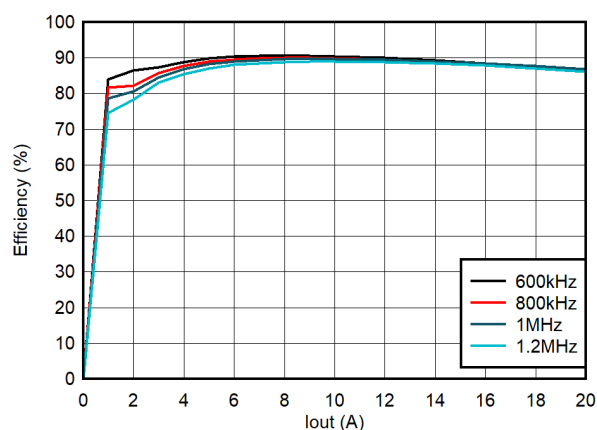


图 4-5. 效率, DCM, 内部 LDO

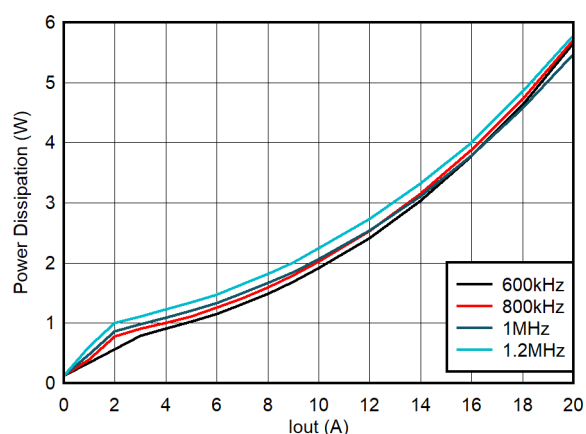


图 4-6. 功率耗散, DCM, 内部 LDO

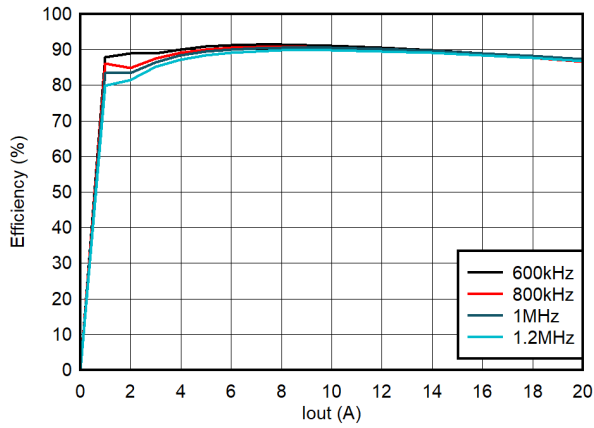


图 4-7. 效率，DCM，外部 5V 辅助电源

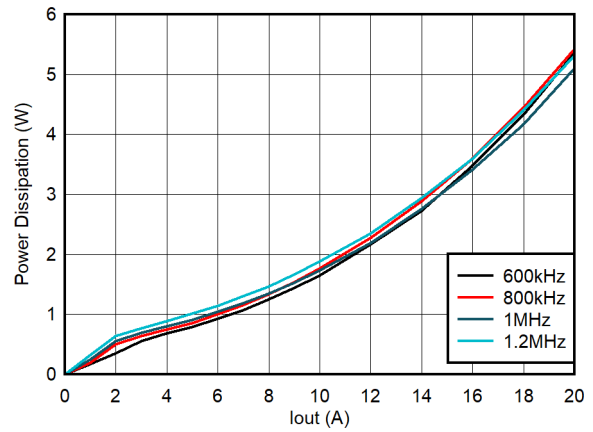


图 4-8. 功率耗散，DCM，外部 5V 辅助电源

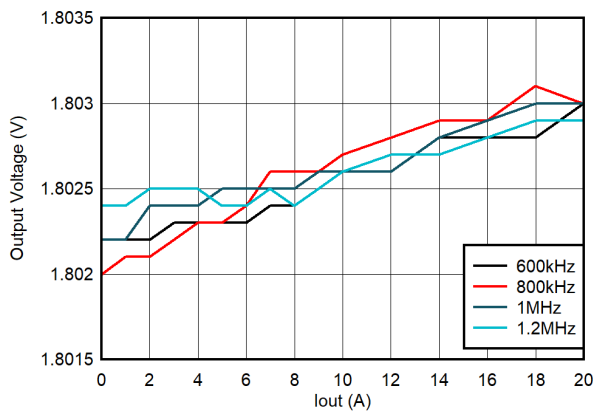


图 4-9. 负载调节，FCCM，内部 LDO

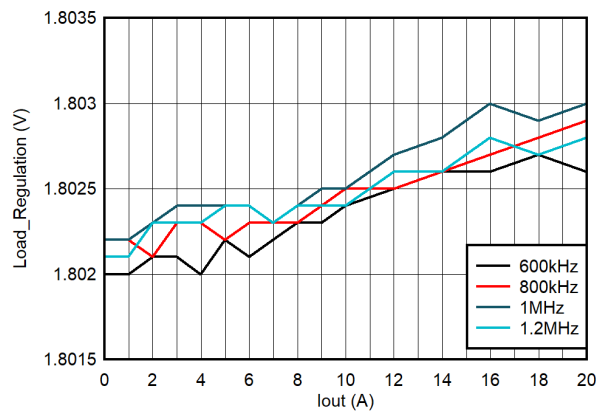


图 4-10. 负载调节，FCCM，外部 5V 辅助电源

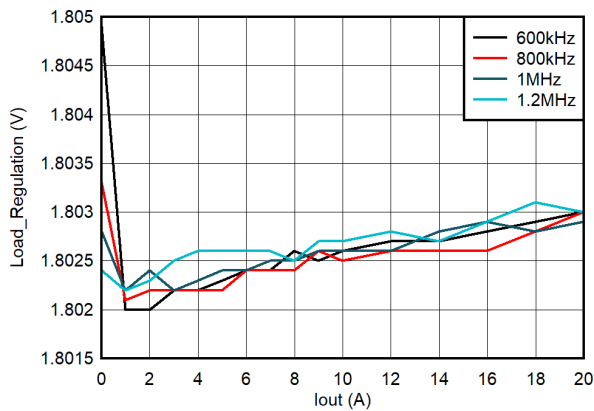


图 4-11. 负载调节，DCM，内部 VCC LDO

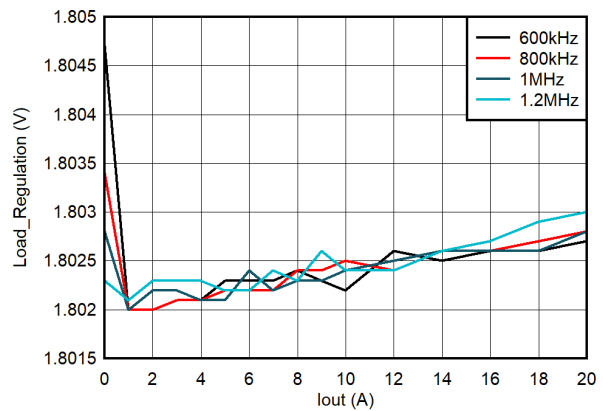
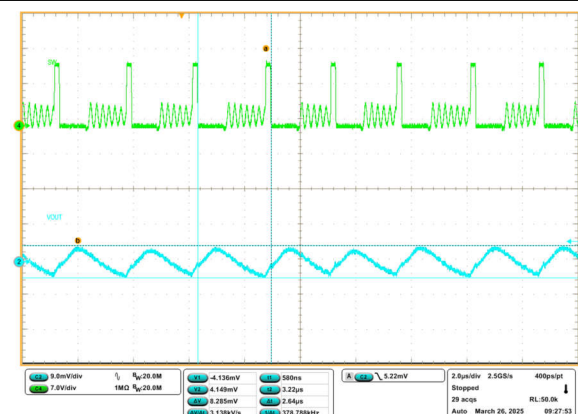
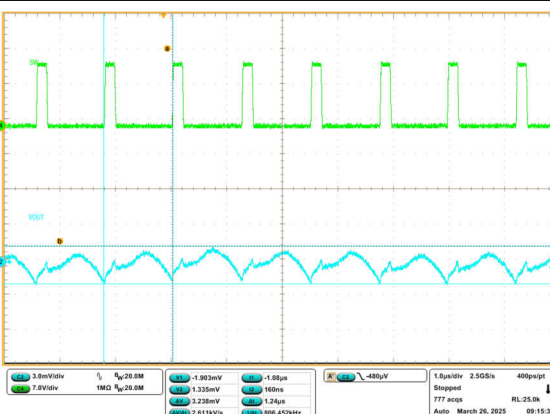
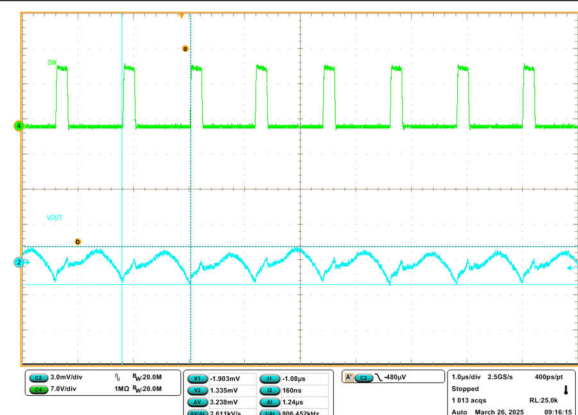
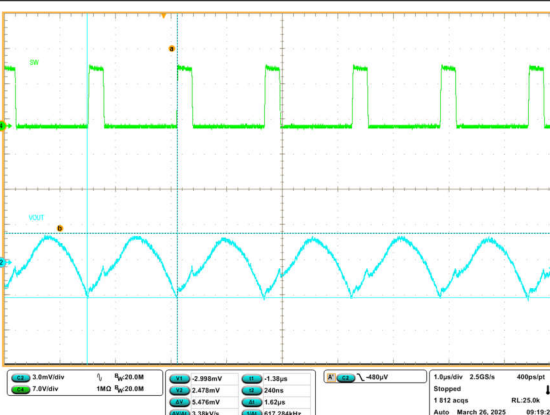
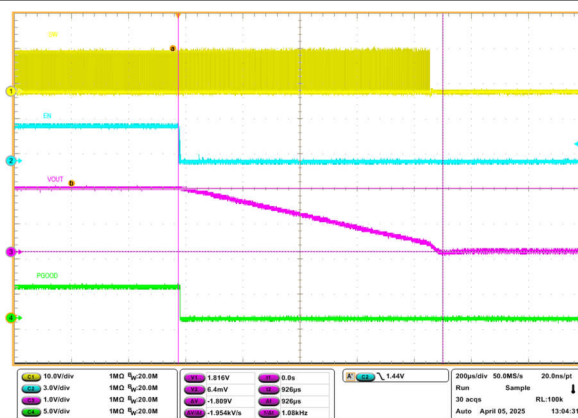
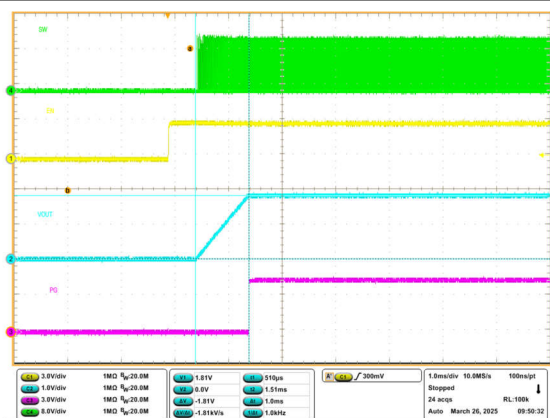
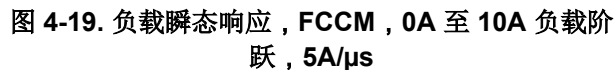


图 4-12. 负载调节，DCM，外部 5V 辅助电源





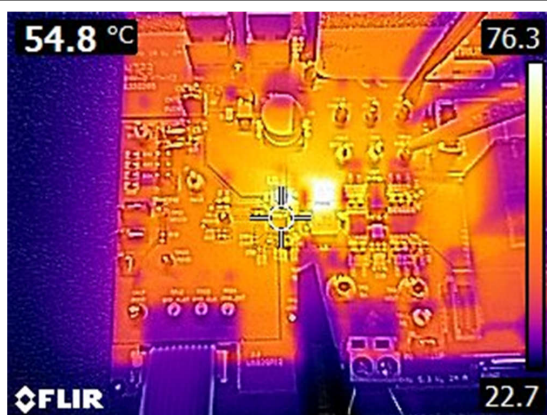


图 4-25. 热特性，1MHz FCCM，内部 LDO，20A 负载，无气流，浸泡 10 分钟

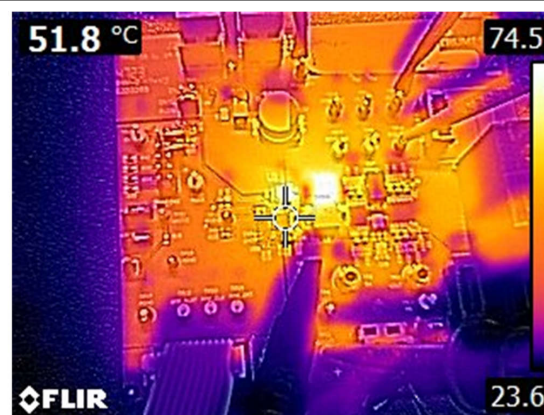


图 4-26. 热特性，1MHz FCCM，外部 5V 辅助电源，20A 负载，无气流，浸泡 10 分钟

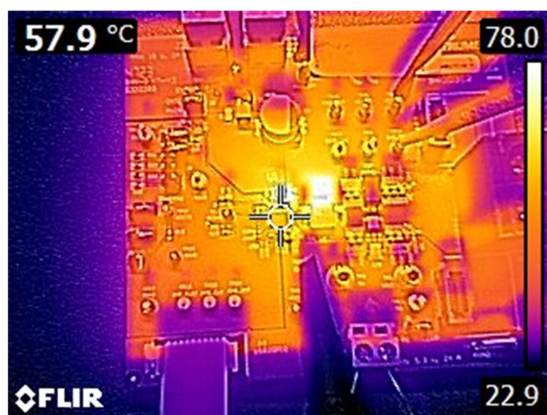


图 4-27. 热特性，1.2MHz，FCCM，内部 LDO，20A 负载，无气流，浸泡 10 分钟

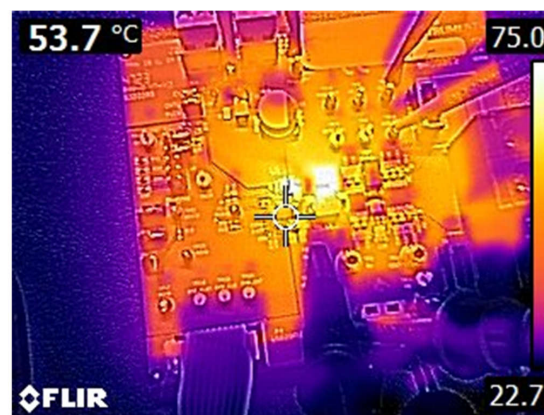


图 4-28. 热特性，1.2MHz，FCCM，外部 5V 辅助电源，20A 负载，无气流，浸泡 10 分钟

5.1 原理图



5.2 PCB 布局

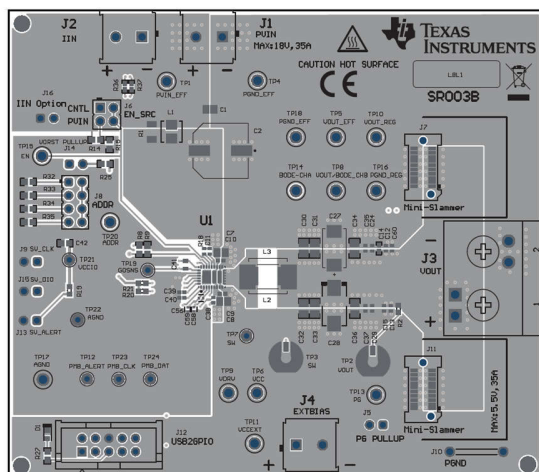


图 5-2. TPS544B27EVM 顶部复合视图

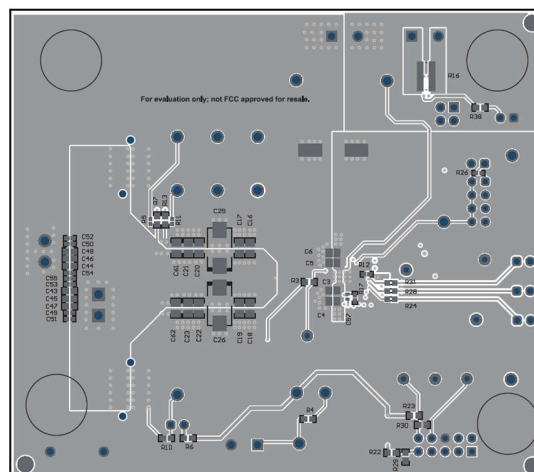


图 5-3. TPS544B27EVM 底部复合视图

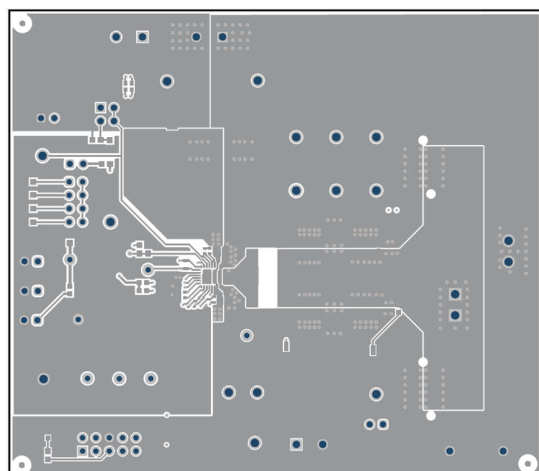


图 5-4. TPS544B27EVM 顶层

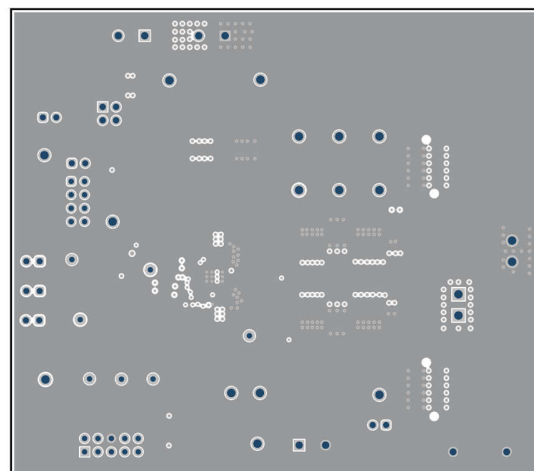


图 5-5. TPS544B27EVM 第 2 层

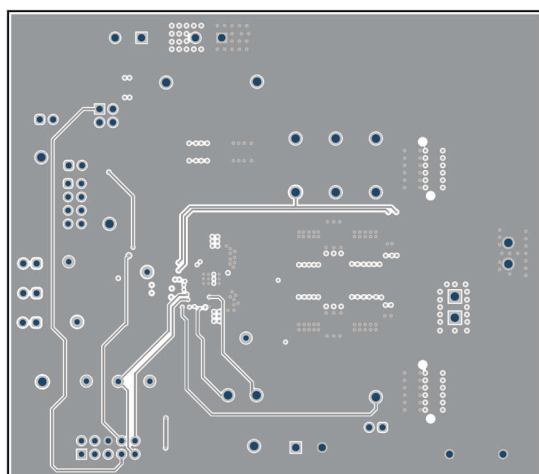


图 5-6. TPS544B27EVM 第 3 层

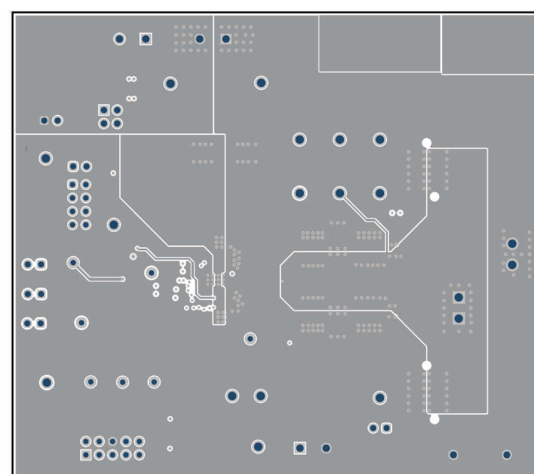


图 5-7. TPS544B27EVM 第 4 层

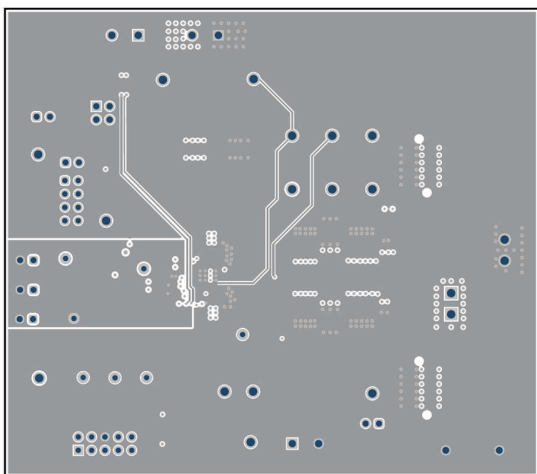


图 5-8. TPS544B27EVM 第 5 层

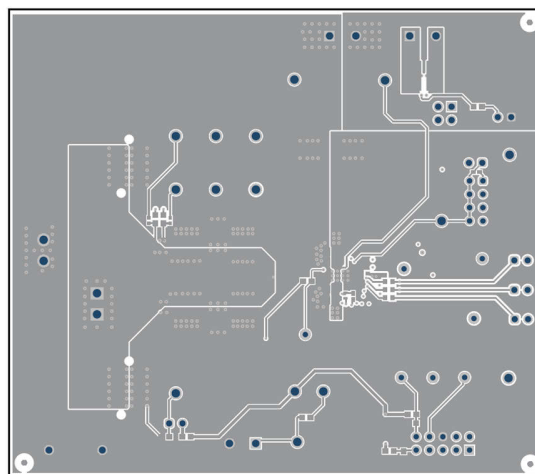


图 5-9. TPS544B27EVM 底层

5.3 物料清单

表 5-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB1	1		印刷电路板		SR003-001	不限
C1、C5、C7、C8	4	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0805	0805	GRM21BZ71E106KE15L	MuRata
C9、C10、C11	3	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0402	0402	GRM155R71E104KE14D	MuRata
C12、C13、C15、C60、C24、C29、C35、C37	8	10 μ F	电容器, 陶瓷, 10 μ F, VAC/4VDC, +/-20%, X5R, 0402	0402	GRM155R60G106ME44J	Murata
C14	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 16V, +/-20%, X5R, 0402	0402	GRM155R61C105MA12D	MuRata
C2	1	270 μ F	270 μ F 35V 聚合物铝制电解电容器, CR 系列 4000h 10.3mm x 10.3mm x 9.9mm	SMT_ECAP_10MM3_10MM3	PCR1V271MCL1GS	Nichicon
C27	1	390 μ F	电容器, 铝聚合物, 390 μ F, 2.5VDC, 20% (7.3mm x 4.3mm x 1.9mm), SMD, 0.003 Ω , 10200mA,	2917	EEFJX0E391RB	Panasonic
C30、C31、C32、C33、C34、C36	6	47 μ F	电容, 陶瓷, 47 μ F, 4V, +/-20%, X6S, 0805	0805	GRM21BC80G476ME15L	MuRata
C38	1	2.2 μ F	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 10V, +/-10%, X7S, AEC-Q200 1 级, 0402	0402	GRT155C71A225KE13	Murata
C42	1	2.2 μ F	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 25V, +/-10%, X7S, 0603	0603	GRM188C71E225KE11D	Murata
C56、C58、C59	3	100pF	电容器 0402 100pF 5% C0G 100V 30ppm	0402	GRT155C2A101JA02D	Murata
C57	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 10V, \pm 10%, X7S, AEC-Q200 1 级, 0402	0402	GCM155C71A105KE38D	Murata
D1	1		LED, 绿色, SMD	LED_0603	150060GS75000	Würth Elektronik
H1、H2、H3、H4	4		Bumpon, 半球形, 0.44 \times 0.20, 透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、J2、J4	3		端子块, 5mm, 2 极点, 锡, TH	TH, 2 引线, 接头体 10mm \times 10mm, 间距 5mm	282856-2	TE Connectivity
J3	1		端子块, 60A, 10.16mm 间距, 2 位, TH	21.8x30x19mm	399100102	Molex
J5、J9、J13、J14、J15、J16	6		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	61300211121	Würth Elektronik
J6	1		接头, 2.54mm, 2x2, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x2, TH	PBC02DAAN	Sullins Connector Solutions

表 5-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
J7、J11	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
J8	1		接头, 2.54mm, 4x2, 金, TH	接头, 2.54mm, 4x2, TH	TSW-104-08-L-D	Samtec
J10	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
J12	1		接头 (有罩), 100mil, 5x2, 金, TH	5x2 有罩接头	5103308-1	TE Connectivity
L3	1	470nH	470nH 屏蔽模压电感器, 17.5A, 4.2mΩ	SMT_IND_7MM0_6MM6	SM2511-R47MHF	ITG Electronics
R1	1	0	电阻, 0, 1%, 0.5W, 1206	1206	5108	Keystone
R2、R20、R21	3	49.9	电阻, 49.9, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0749R9L	Yageo
R3、R38	2	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-071KL	Yageo
R4、R24、R28、R31、R32	5	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	0603	RC0603JR-070RL	Yageo
R5、R11	2	49.9	电阻, 49.9, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF49R9X	Panasonic
R6	1	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	0603	ERJ-3EKF1002V	Panasonic
R7、R13	2	10	电阻, 10, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060310R0JNEA	Vishay-Dale
R12、R17、R18、R36、R37	5	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale
R14	1	120k	电阻, 120k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07120KL	Yageo
R15	1	47.0k	电阻, 47.0k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0747KL	Yageo
R16	1	0.003	电阻, 0.003, 1%, 2W, 1020, 汽车级 AEC-Q200	1020	WSL10203L000FEA	Vishay-Dale
R25	1	71.5k	电阻, 71.5k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0771K5L	Yageo
R27	1	2.2k	电阻, 2.2k, 5%, 0.1W, 0603	0603	RC0603JR-072K2L	Yageo
R33	1	33.2k	电阻, 33.2k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0733K2L	Yageo
R34	1	40.2k	电阻, 40.2k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0740K2L	Yageo
R35	1	243k	电阻, 243k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07243KL	Yageo
TP1、TP5、TP6、TP9、TP10、TP11	6		测试点, 通用, 红色, TH	红色通用测试点	5010	Keystone Electronics
TP2、TP3	2		连接器, 插座, 50Ω, TH	SMB 连接器	SMBR004D00	JAE Electronics
TP4、TP16、TP17、TP18	4		测试点, 通用, 黑色, TH	黑色通用测试点	5011	Keystone Electronics
TP7、TP21	2		测试点, 微型, 红色, TH	红色微型测试点	5000	Keystone Electronics
TP8、TP13、TP14、TP15、TP20	5		测试点, 通用, 白色, TH	白色通用测试点	5012	Keystone Electronics

表 5-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
TP12、TP23、TP24	3		测试点，微型，黄色，TH	黄色微型测试点 0603	5004	Keystone Electronics
TP19、TP22	2		测试点，微型，黑色，TH	黑色微型测试点	5001	Keystone Electronics
U1	1		具有 SVID 和 PMBus 的 4V 至 18V 输入、35A 同步降压转换器，WQFN-FCRLF33	WQFN-FCRLF33	TPS544C27VBDR	德州仪器 (TI)

6 其他信息

6.1 商标

D-CAP+™ is a trademark of Texas Instruments.

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

Intel® is a registered trademark of Intel.

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司