

# EVM User's Guide: TPS7H4011EVM

## TPS7H4011EVM 评估模块

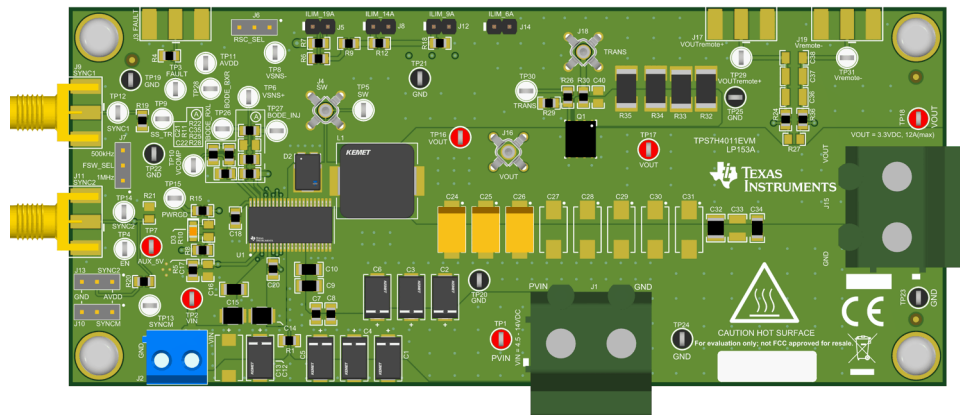


### 说明

TPS7H4011EVM 演示了单个 TPS7H4011-SEP 降压转换器（塑料封装）的运行。该板提供可用于组装额外元件的空间，以便对定制配置进行测试；它还提供了跳线和测试点，以便轻松进行器件配置和性能验证。

### 特性

- 输入电压范围：4.5V 至 14V
- 12A 最大输出电流
- 差分遥感
- 可选电流限制、开关频率和斜率补偿
- 高电流瞬态测试电路
- 在整个线路、温度和辐射范围内提供  $0.6V \pm 0.67\%$  的电压基准



EVM 板

## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

TPS7H4011EVM 是适用于 TPS7H4011 塑料封装版本的评估模块 (EVM)，提供了一个对其特性进行电气评估的平台。本用户指南提供有关 EVM 的详细信息 (包括配置、原理图和 BOM)。

此 EVM 提供在不同条件下配置器件的灵活性，可用于组装额外元件的空间，用于监控器件引脚的多个连接选项以及外部遥感。要在自定义配置下配置器件，请参阅 [TPS7H4011 数据表](#) 来计算需要更改的所有无源器件的值。

### 1.2 套件内容

- TPS7H4011EVM 板 (1)

### 1.3 规格

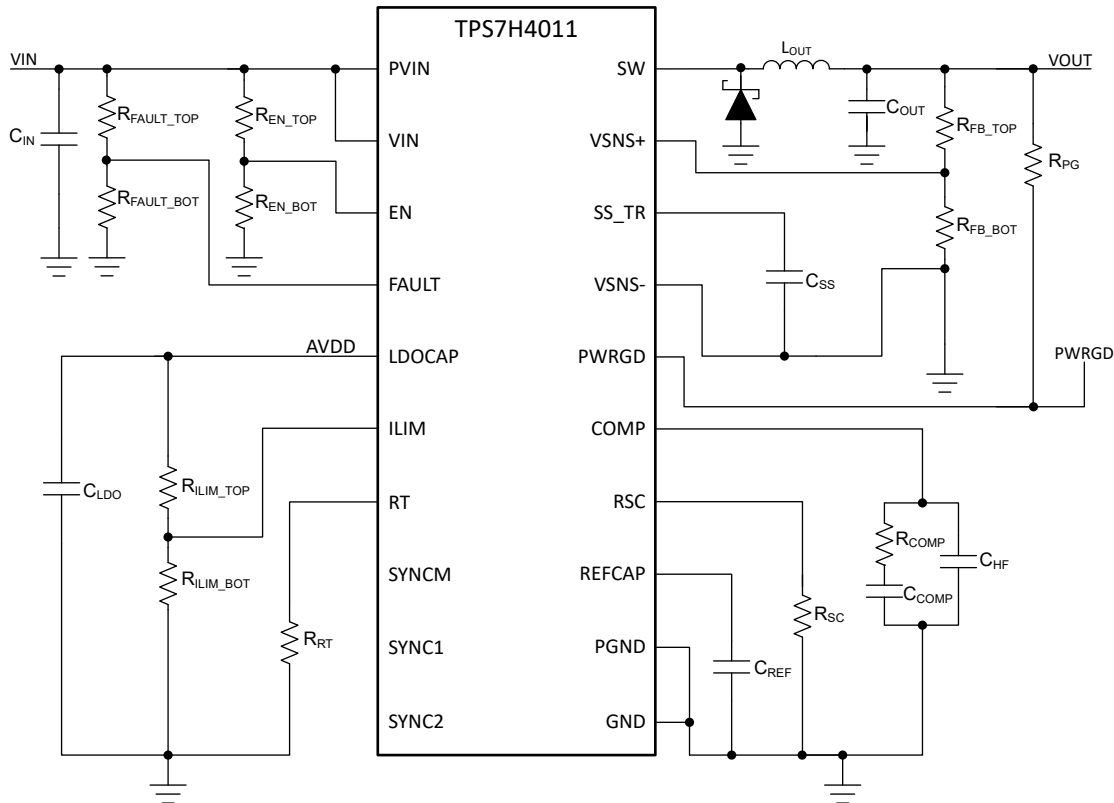


图 1-1. 简化版原理图

表 1-1. 默认配置选项

规格	值	说明
输入电压 VIN	12V	处于建议的器件输入电压范围 4.5V 至 14V 内。
输出电压 VOUT	3.3V	器件输出能力范围内的常见电源轨电压。 可通过更改 R25 或 R28 进行配置。
斜坡补偿电阻器 RSC	511k $\Omega$ 或 267k $\Omega$	可使用 EVM 上的跳线进行配置。
开关频率 FSW	1MHz 或 500kHz	可使用 EVM 上的跳线进行配置。
电流限制 ILIM	5.6A、9A、13.4A 或 18.3A	可使用 EVM 上的跳线进行配置。

## 1.4 器件信息

TPS7H4011 是一款适用于航天环境的 14V、12A 同步降压转换器。通过控制峰值电流模式，可实现高效率并能减少元件数量。TPS7H4011 的宽电压范围使其能够用作负载点稳压器，以直接从 12V 电压轨进行转换。此外，该器件还包含多种特性，例如差分远程感测、可选电流限制、灵活的故障输入引脚和可配置的补偿。

有关 TPS7H4011-SP 的更多信息，请参阅器件[数据表](#)。

## 2 硬件

### 2.1 设置

#### 2.1.1 跳线配置

TPS7H4011EVM 包含 8 个跳线，用于控制 SYNCM、SYNC2、FSW、RSC 和 ILIM。为了使器件在没有外部时钟信号的情况下正常开关，必须在 J7 (FSW\_SEL) 中安装跳线。此外，只要器件运行以使斜率补偿正常工作，就建议在 J6 (RSC\_SEL) 中安装跳线。适当的斜率补偿取决于确切的器件配置。更多信息请参阅 [TPS7H4011 数据表](#)。

TPS7H4011EVM 提供 4 个跳线，用于设置器件的电流限制 (ILIM)。使用跳线设置电流限制时，请确保一次只填充一根电流限制跳线，以获得适当的电流限制配置。建议只要器件正常工作，就组装 ILIM 跳线。

#### 2.1.2 瞬态负载电路

TPS7H4011EVM 使用 CSD16408Q5 N 通道功率 MOSFET 提供瞬态负载电路，以及由 3 个并联的  $1\ \Omega$  芯片电阻器产生的  $333\text{m}\Omega$  负载电阻。虽然 CSD16408Q5 功率 MOSFET 能够传导 TPS7H4011 的 12A 全输出电流，但每个片式电阻器的额定值仅为 2W。当使用 TPS7H4011EVM 上的瞬态电路时，可对通过 TP30 (瞬态) 发送到 MOSFET 栅极的信号进行调制，以将通过负载电阻的平均功率保持在 2W 额定值以下。

有关功率 MOSFET 的信息，请参阅 [CSD16408Q5 数据表](#)。

### 2.2 连接器说明

[表 2-1](#) 提供了 TPS7H4011EVM 的连接器说明。

**表 2-1. 连接器说明**

参考位号	功能	
J1	PVIN	电源输入连接器 默认情况下使用 R1 连接在一起。
J2	VIN	
J15	VOUT	电源输出连接器
J9	SYNC1	SMA 连接器
J11	SYNC2	

表 2-1. 连接器说明 (续)

参考位号	功能		
TP1	PVIN	测试点	
TP2	VIN		
TP3	故障		
TP4	EN		
TP5	SW		
TP6	VSNS+		
TP7	AUX_5V		
TP8	VSNS-		
TP9	SS_TR		
TP10	VCOMP		
TP11	AVDD		
TP12	SYNC1		
TP13	SYNCM		
TP14	SYNC2		
TP15	PWRGD		
TP16、TP17、TP18	VOUT		
TP19、TP20、TP21、TP22、 TP23、TP24、TP25	GND		
TP26	BODE_RXL		
TP27	BODE_INJ		
TP28	BODE_RXR		
TP29	VOUTrmote+		
TP30	TRANS		
TP31	Vremote-		
J4	SW		紧凑型探头尖端连接器
J16	VOUT		
J18	TRANS		
J5	ILIM_19A		用于模式选择的跳线
J6	RSC_SEL		
J7	FSW_SEL		
J8	ILIM_14A		
J10	SYNCM		
J12	ILIM_9A		
J13	SYNC2		
J14	ILIM6A		

## 2.3 最佳实践

以下信息用于传达运行此器件的最佳实践。



### 警告

**表面高温！接触会导致烫伤。请勿触摸！**

电路板上电后，某些元件可能会达到 55°C 以上的高温。在运行过程中或运行刚结束时，不得触摸电路板，因为可能存在高温。

### 3 实现结果

#### 3.1 默认配置结果

使用 TPS7H4011EVM 在默认配置下执行了以下测试，详细设置如 表 3-1 所示。

表 3-1. 测试设置

规格	值
VIN	12V
VOUT	3.3V
FSW	500kHz
ILIM	18.3A
RSC	511k $\Omega$

#### 3.2 软启动

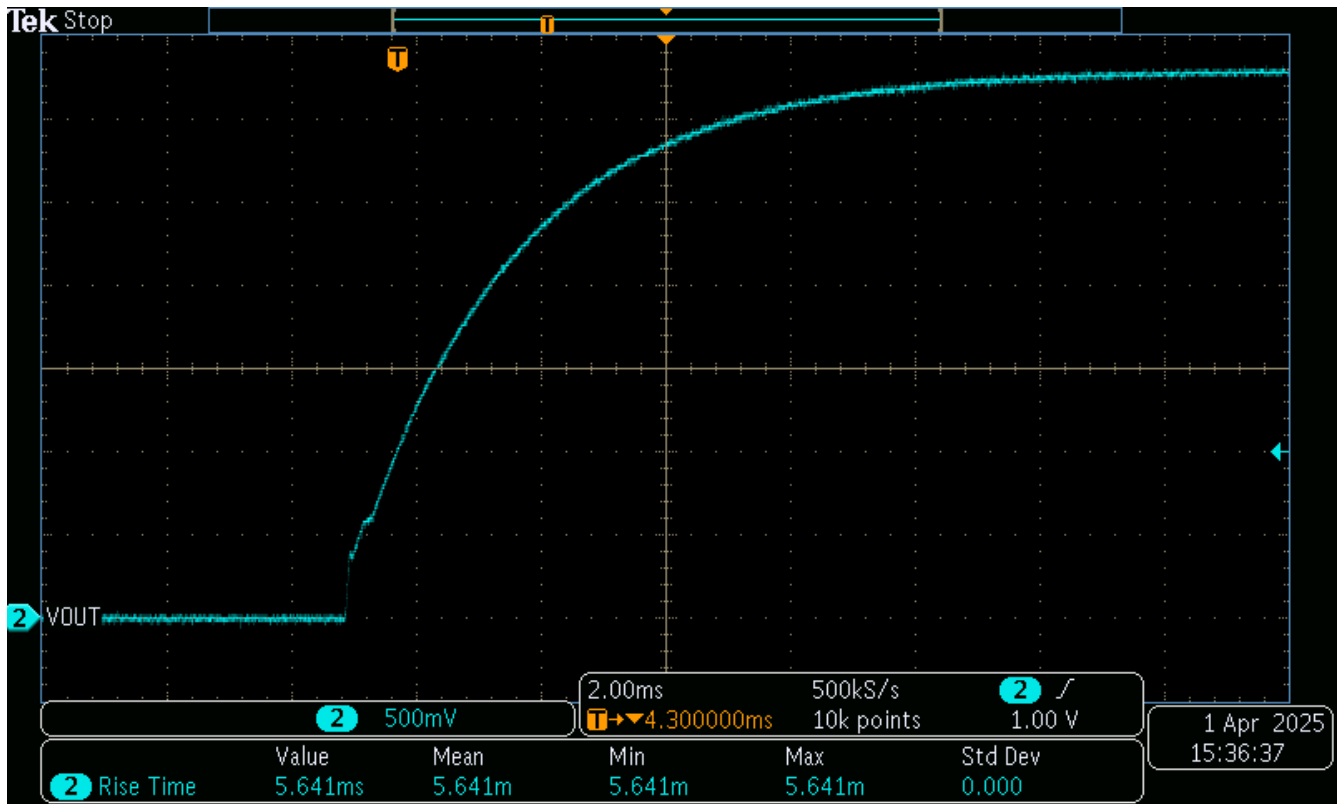


图 3-1. 软启动进入 275m $\Omega$  负载

### 3.3 VOUT 上的电压纹波

#### 备注

为了避免来自开关节点的耦合噪声，使用“尖端和接地筒”方法并借助线圈导线接地来测量 C24 两端的输出电压纹波。

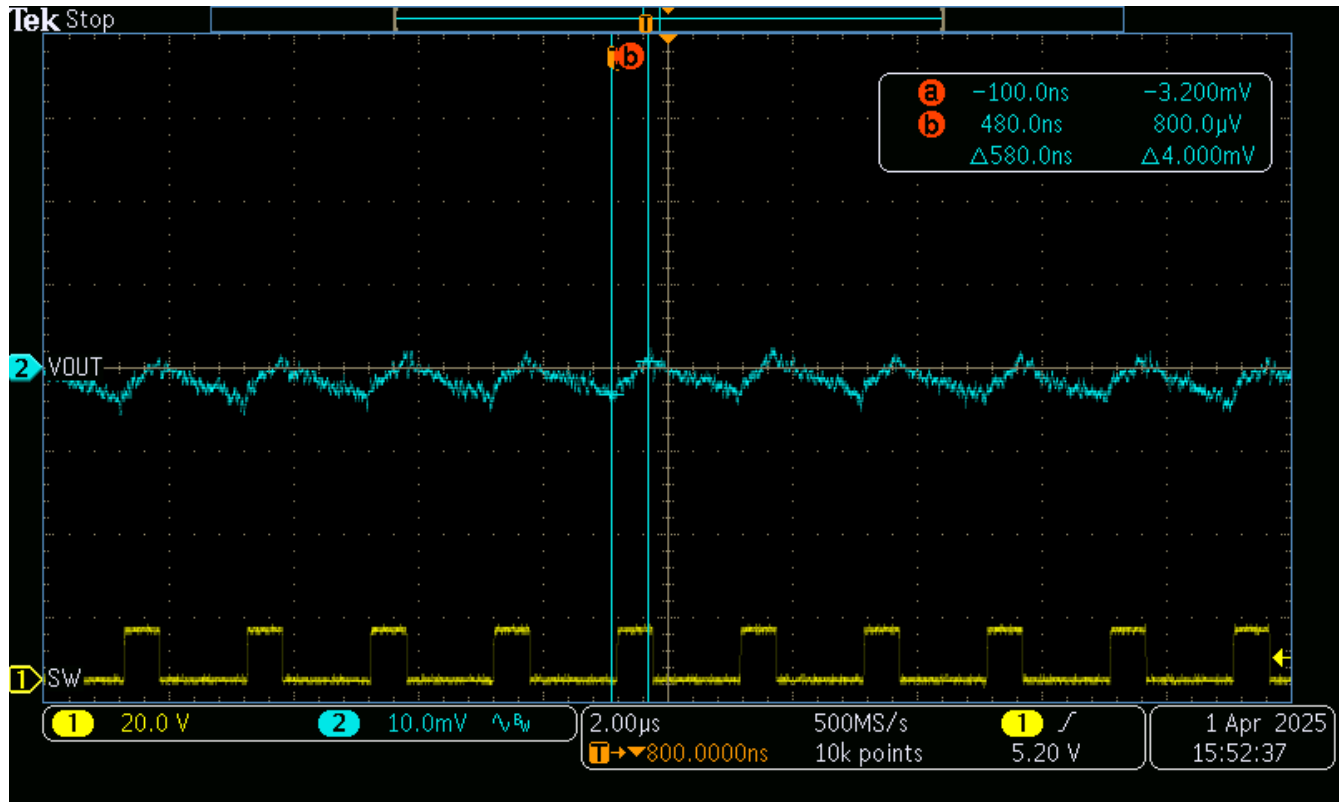


图 3-2. 输出电压纹波



### 3.4 负载阶跃

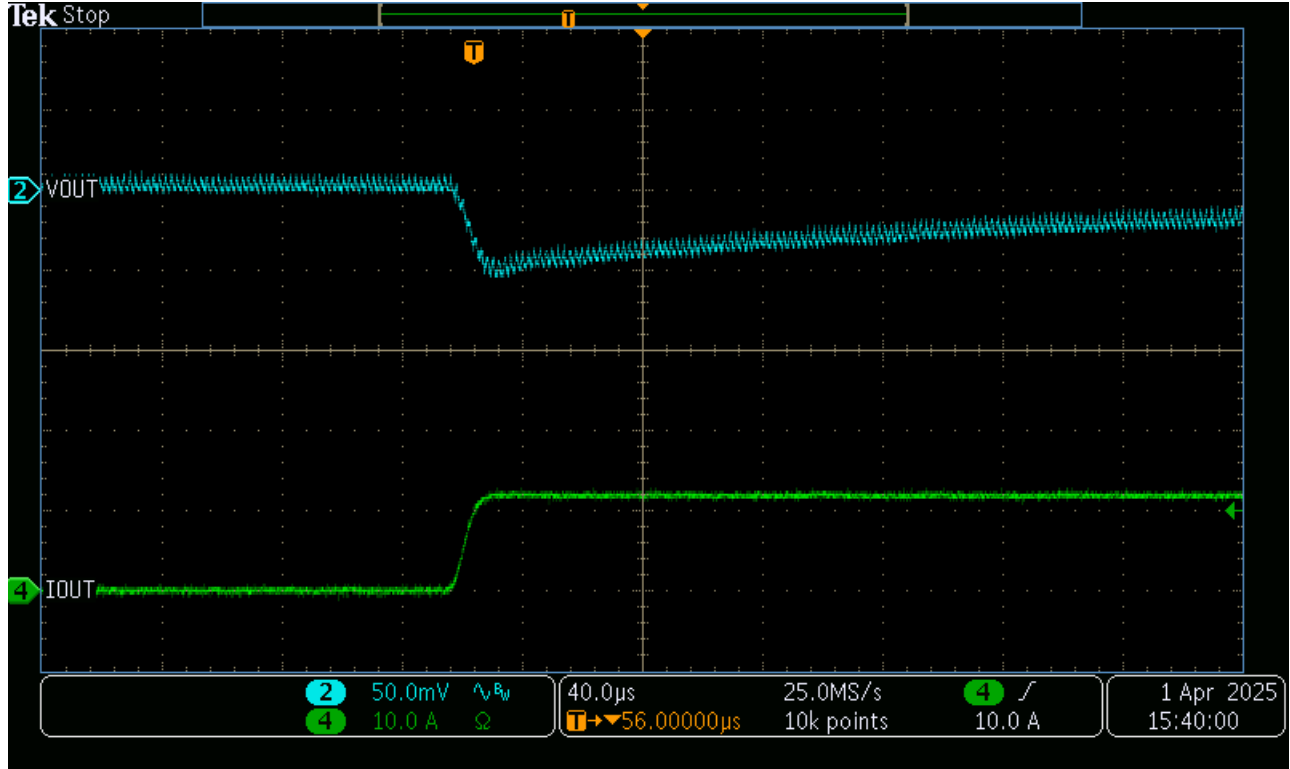


图 3-3. 对 100mA 至 12A 负载阶跃的瞬态响应 (以 8A/µs 的速率)

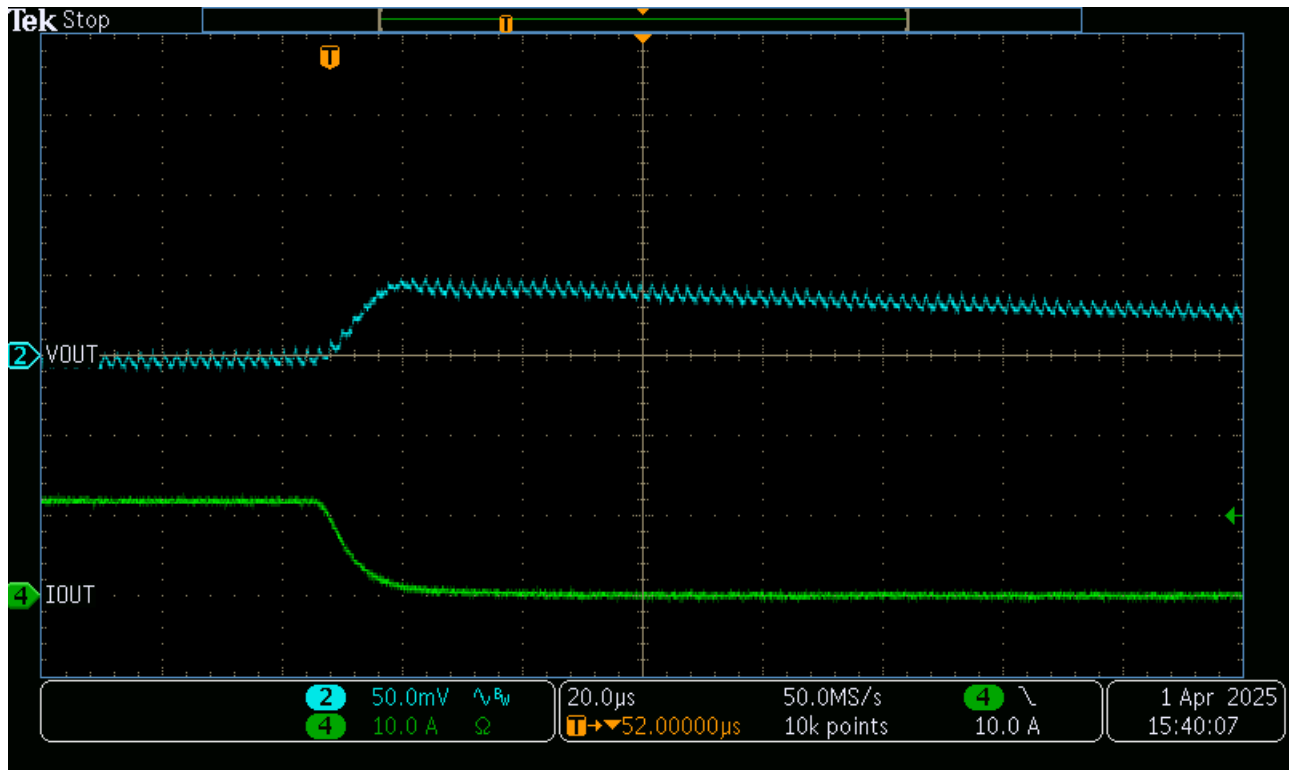


图 3-4. 对 12A 至 100mA 负载阶跃的瞬态响应 (以 8A/µs 的速率)

### 3.5 频率响应

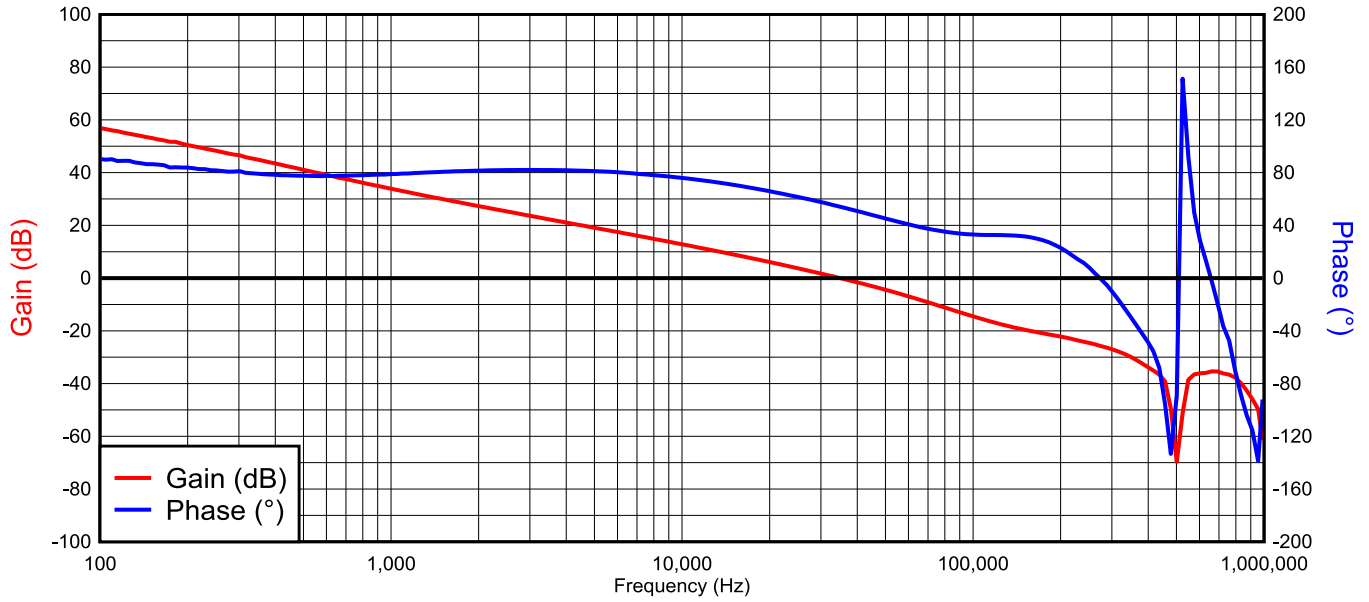


图 3-5. 频率响应 IOUT = 6A

## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

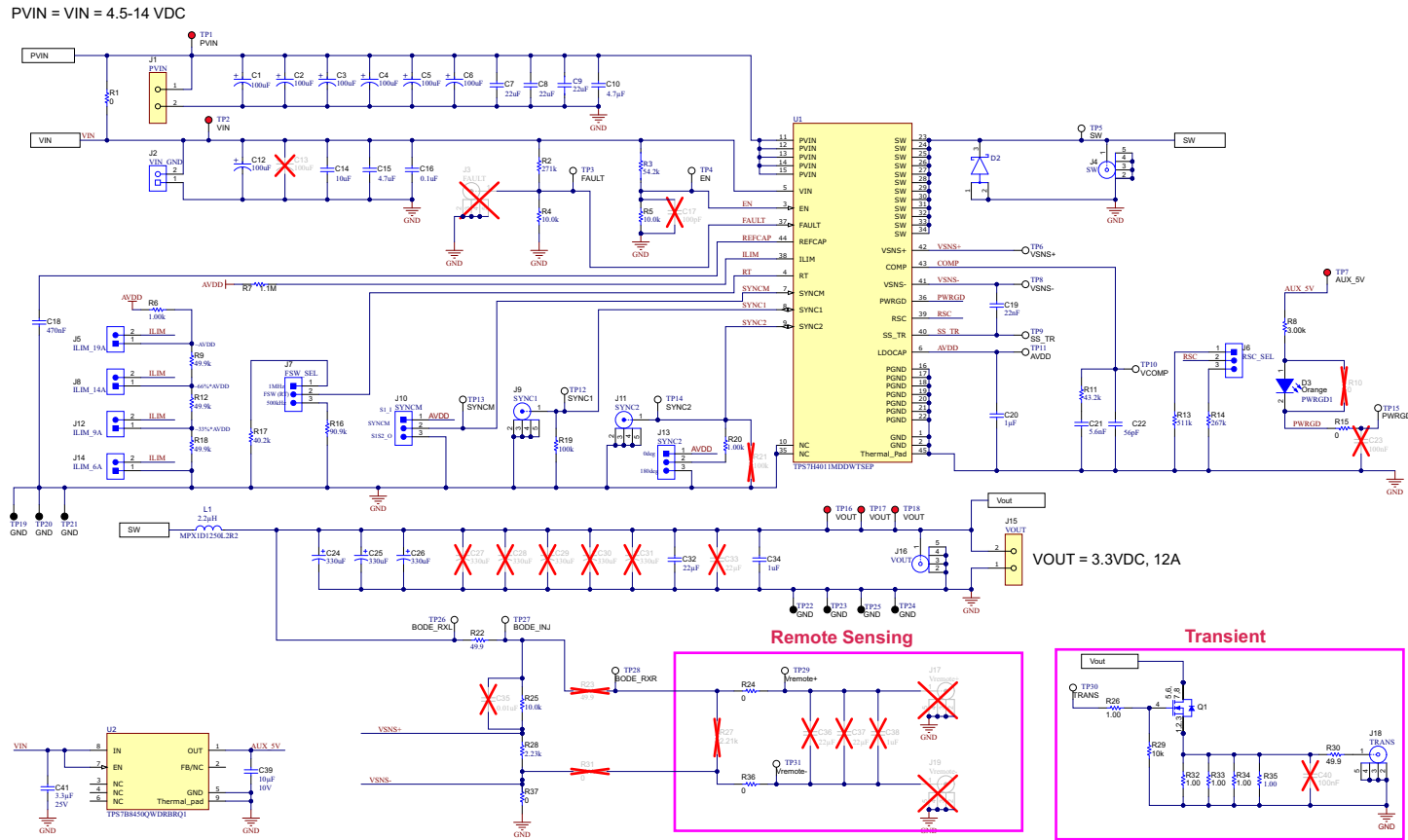


图 4-1. 默认 EVM 原理图

## 4.2 PCB 布局

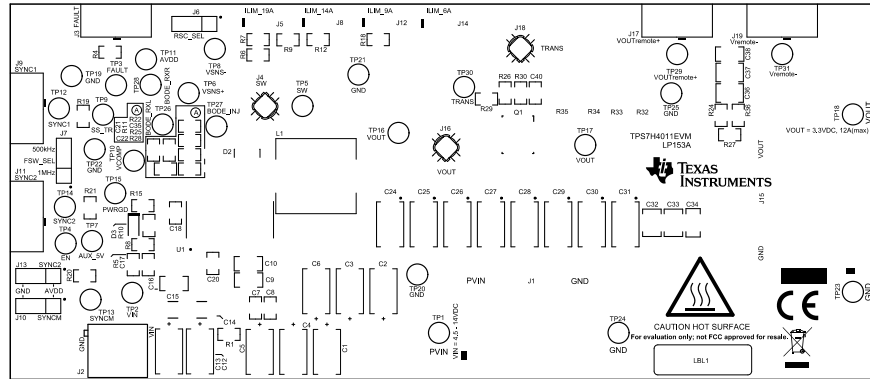


图 4-2. 顶层丝印层

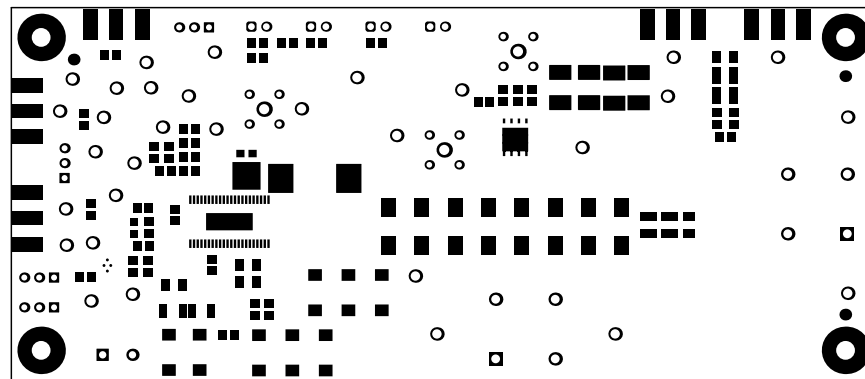


图 4-3. 顶部阻焊层

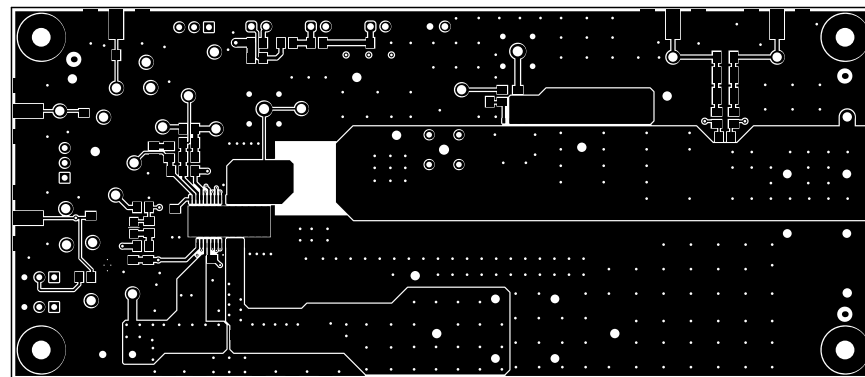


图 4-4. 第 1 层 (顶部)

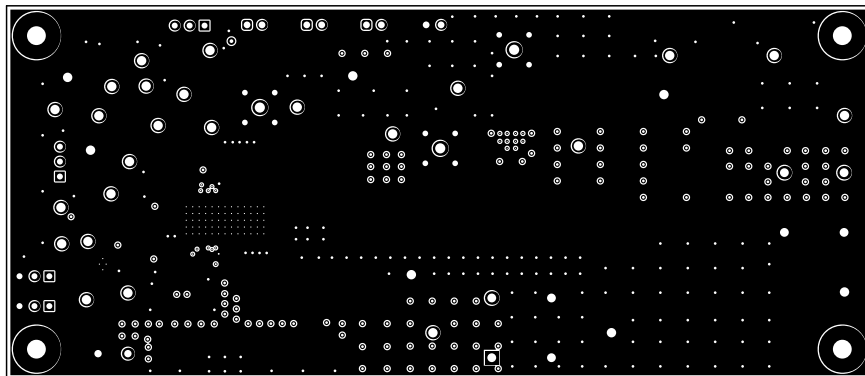


图 4-5. 第 2 层

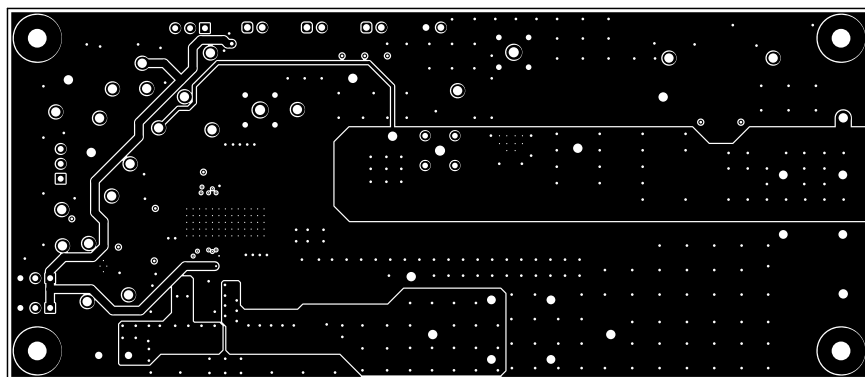


图 4-6. 第 3 层

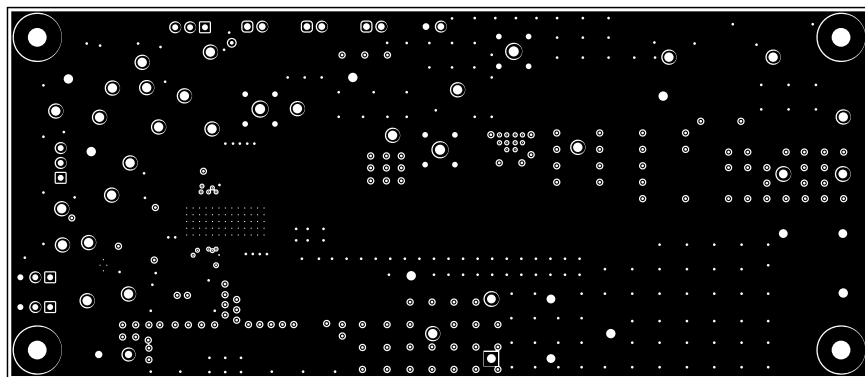


图 4-7. 第 4 层

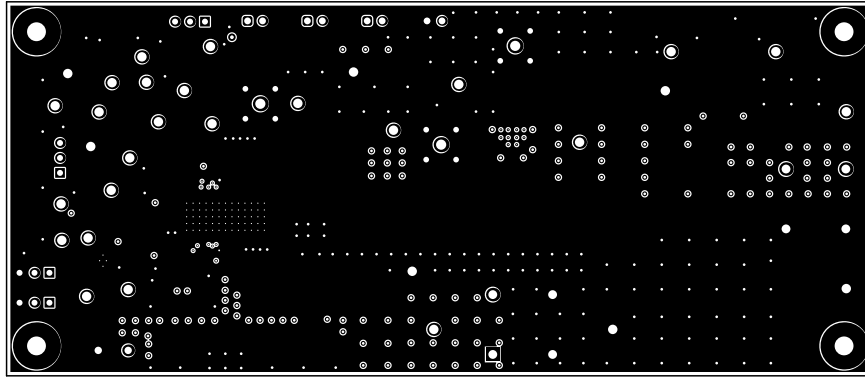


图 4-8. 第 5 层

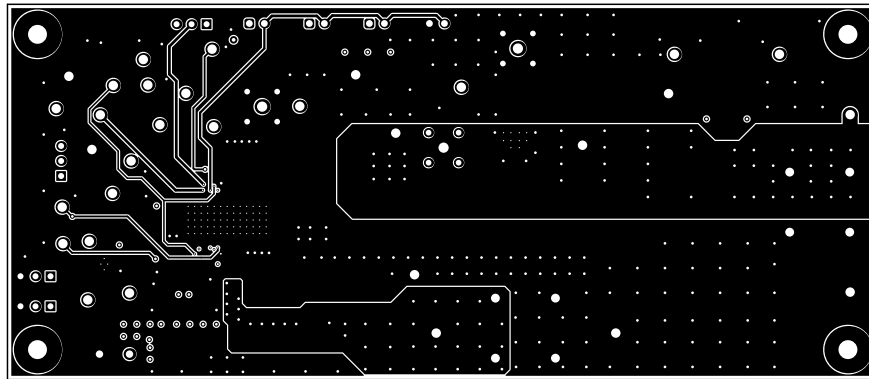


图 4-9. 第 6 层

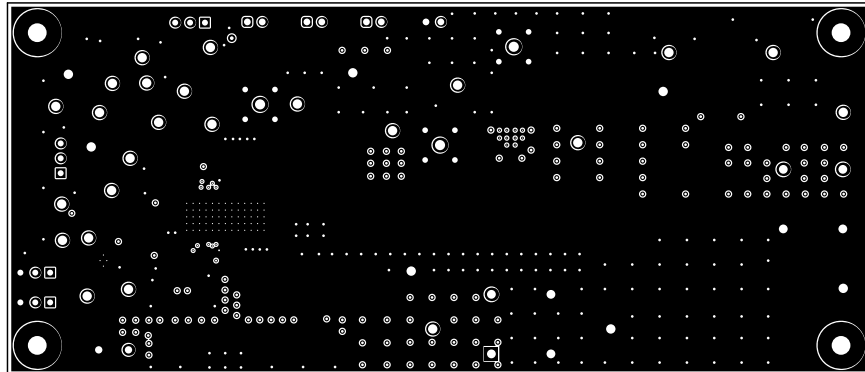
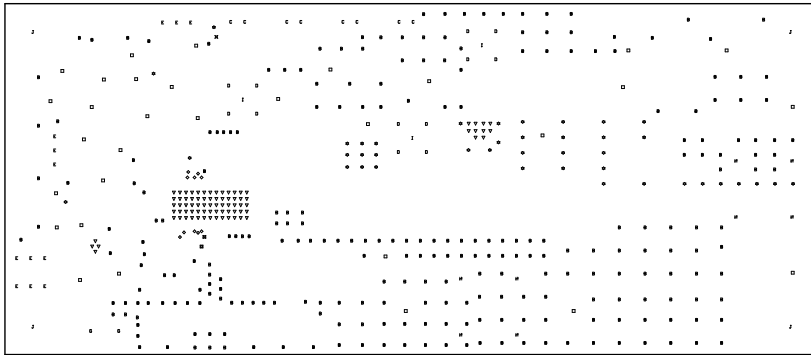


图 4-10. 第 7 层





DRILL TABLE:

Symbol	Quantity	Finished Hole Size	Plated	Hole Type	Drill Layer Pair	Hole Tolerance(mil)
▽	79	7.87mil (0.200mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+0/-7.274
◇	10	10.00mil (0.254mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
⊠	1	12.00mil (0.305mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
■	1	14.00mil (0.356mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
☆	41	18.00mil (0.457mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
B	260	18.00mil (0.457mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+/-3
X	1	25.00mil (0.635mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
D	12	38.00mil (0.965mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+/-3
E	12	40.00mil (1.016mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+/-3
C	8	45.28mil (1.150mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+/-3
G	2	49.21mil (1.250mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+/-3
H	8	59.06mil (1.500mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+/-3
□	31	63.00mil (1.600mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+/-3
I	3	68.00mil (1.727mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+/-3
J	4	125.98mil (3.200mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	+/-3
473 Total						

图 4-14. 钻孔图



### 4.3 物料清单 (BOM)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1、C2、C3、C4、C5、C6、C12	7	100 $\mu$ F	电容, 钽聚合物, 100 $\mu$ F, 25VDC, D CASE, 20%, (7.3mm x 4.3mm x 2.8mm), SMD, 7343-31, 0.04 $\Omega$ , 105°C, T/R	2917	T521D107M025ATE040	KEMET
C7、C8	2	22 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 25V, +/-20%, X5R, 0805	0805	GRM21BR61E226ME44L	MuRata
C9	1	22 $\mu$ F	电容陶瓷 22uF 25V X5R 10% SMD 1206 85C 压纹 T/R	1206	CL31A226KAHNNNE	Samsung
C10	1	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 1206	1206	GCM31CR71E475KA55L	MuRata
C14	1	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 25V, +/-10%, X7R, 1210	1210	12103C106KAT2A	AVX
C15	1	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7uF, 50V, +/-10%, X7R, 1210	1210	C3225X7R1H475K250AB	TDK
C16	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/-5%, X7R, 1206	1206	C1206C104J5RACTU	Kemet
C18	1	0.47 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.47 $\mu$ F, 16V, +/-5%, X7R, 0805	0805	0805YC474JAT2A	AVX
C19	1	0.022uF	电容, 陶瓷, 0.022 $\mu$ F, 100V, +/-5%, X7R, 0805	0805	08051C223JAT2A	AVX
C20	1	1 $\mu$ F	电容、陶瓷、1uF、16V、+/-10%、X7R、0805	0805	C0805C105K4RACTU	Kemet
C21	1	5600pF	电容, 陶瓷, 5600pF, 50V, +/-10%, X7R, 0805	0805	C0805C562K5RACTU	Kemet
C22	1	56pF	电容, 陶瓷, 56pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0805	0805	C0805C560J5GACTU	Kemet
C24、C25、C26	3	330uF	电容, 钽聚合物, 330 $\mu$ F, 10V, +/-20%, 0.006 $\Omega$ , 7343-43 SMD	7343-43	T530X337M010ATE006	Kemet
C32	1	22 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 1210	1210	CL32B226KOJVPNE	Samsung Electro-Mechanics
C34	1	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1uF, 25V, +/-10%, X7R, 1206	1206	C1206C105K3RACTU	Kemet
C39	1	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 10V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 0805	0805	GCJ21BR71A106KE01L	MuRata
C41	1	3.3 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 3.3uF, 25V, +/-10%, X7R, 0805	0805	C2012X7R1E335K125AB	TDK
D2	1		二极管, 40V, 10A, 表面贴装, TO-277A (SMPC)	SMPC	SS10P4-M3/86A	Vishay
D3	1	橙色	LED, 橙色, SMD	LED_0805	LTST-C170KFKT	Lite-On

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
H1、H2、H3、H4	4		机械螺钉，圆头，#4-40 x 1/4，尼龙，飞利浦盘形头	螺钉	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8	4		六角螺柱，0.5"L #4-40，尼龙	螺柱	1902C	Keystone
J1、J15	2		固定端子块 MKDSP 10HV/2-10	HDR2	1929517	Phoenix Contact
J2	1		端子块，5.08mm，2x1，黄铜，TH	2x1 5.08mm 端子块	ED120/2DS	On-Shore Technology
J4、J16、J18	3		紧凑型探头尖端电路板测试点，TH，25 件装	TH 示波器探头	131-5031-00	Tektronix
J5、J8、J12、J14	4		接头，2.54mm，2x1，金，TH	接头，2.54mm，2x1，TH	61300211121	Würth Elektronik
J6、J7、J10、J13	4		接头，100mil，3x1，金，TH	接头，100mil，3x1，TH	HTSW-103-07-G-S	Samtec
J9、J11	2		连接器，末端发射 SMA，50 欧姆，SMT	SMA 末端发射	142-0701-851	Cinch Connectivity
L1	1	2.2uH	2.2μH 屏蔽线绕电感器，21A，4.8mΩ（最大值，非标准）	SMD2	MPX1D1250L2R2	KEMET
LBL1	1		热转印打印标签，0.650"（宽）x 0.200"（高）- 10,000/卷	PCB 标签，0.650 x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady
Q1	1	25V	MOSFET，N 沟道，25V，113A，DQH0008A (VSON-CLIP-8)	DQH0008A	CSD16408Q5	德州仪器 (TI)
R1、R15、R24、R36、R37	5	0	电阻，0，5%，0.125W，AEC-Q200 0 级，0805	0805	CRCW08050000Z0EA	Vishay-Dale
R2	1	271k	电阻，217k，0.1%，0.125W，0805	0805	RT0805BRD07271KL	Yageo America
R3	1	54.2k	54.2kΩ ±0.1% 0.26W，片上电阻 0805（公制 2012），抗硫化，汽车级 AEC-Q200，防潮薄膜	0805	TNPW080554K2BEEN	Vishay
R4、R5、R25	3	10.0k	电阻，10.0k，0.1%，0.125W，0805	0805	RG2012P-103-B-T5	Susumu Co Ltd
R6、R20	2	1.00k	电阻，1.00k，1%，0.125W，AEC-Q200 0 级，0805	0805	ERJ-6ENF1001V	Panasonic
R7	1	1.1Meg	电阻，1.1MΩ，5%，0.125W，AEC-Q200 0 级，0805	0805	ERJ-6GEYJ115V	Panasonic
R8	1	3.00k	电阻，3.00k，1%，0.125W，AEC-Q200 0 级，0805	0805	ERJ-6ENF3001V	Panasonic
R9、R12、R18	3	49.9k	电阻，49.9k，1%，0.125W，AEC-Q200 0 级，0805	0805	ERJ-6ENF4992V	Panasonic
R11	1	43.2k	电阻，43.2k，0.1%，0.125W，0805	0805	RT0805BRD0743K2L	Yageo America
R13	1	511k	电阻，511k，1%，0.125W，AEC-Q200 0 级，0805	0805	ERJ-6ENF5113V	Panasonic
R14	1	267k	电阻，29.4k，1%，0.125W，AEC-Q200 0 级，0805	0805	CRCW0805267KFKEA	Vishay-Dale

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R16	1	90.9k	电阻, 90.9k $\Omega$ , 0.1%, 0.125W, 0805	0805	RG2012P-9092-B-T5	Susumu Co Ltd
R17	1	40.2k	电阻, 40.2k, 0.1%, 0.125W, 0805	0805	RG2012P-4022-B-T5	Susumu Co Ltd
R19	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	ERJ-6ENF1003V	Panasonic
R22、R30	2	49.9	电阻, 49.9, 0.1%, 0.125W, 0805	0805	RT0805BRD0749R9L	Yageo America
R26	1	1	电阻, 1.00, 1%, 0.125W, 0805	0805	RC0805FR-071RL	Yageo America
R28	1	2.23k	电阻, 2.23k, 0.1%, 0.125W, 0805	0805	RT0805BRD072K23L	Yageo America
R29	1	10k	电阻, 10k, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	CRCW080510K0JNEA	Vishay-Dale
R32、R33、R34、R35	4	1	电阻, 1.00, 1%, 2W, 6.3mm x 3.1mm	6.3x3.1mm	CRM2512-FX-1R00ELF	Bourns
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5	5	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	顶部闭合 100mil 分流器	SPC02SYAN	Sullins Connector Solutions
TP1、TP2、TP7、TP16、TP17、TP18	6		测试点, 通用, 红色, TH	红色通用测试点	5010	Keystone Electronics
TP3、TP4、TP5、TP6、TP8、TP9、TP10、TP11、TP12、TP13、TP14、TP15、TP26、TP27、TP28、TP29、TP30、TP31	18		测试点, 通用, 白色, TH	白色通用测试点	5012	Keystone Electronics
TP19、TP20、TP21、TP22、TP23、TP24、TP25	7		测试点, 通用, 黑色, TH	黑色通用测试点	5011	Keystone Electronics
U1	1		4.5V 至 14V 输入、12A 耐辐射同步降压转换器	HTSSOP44	TPS7H4011MDDWTSEP	德州仪器 (TI)
U2	1		线性稳压器 IC, 固定正电压, 1 个输出, 150mA, 8-SON (3x3)	VSON8	TPS7B8450QWDRBRQ1	德州仪器 (TI)
C13	0	100 $\mu$ F	电容, 钽聚合物, 100 $\mu$ F, 25VDC, D CASE, 20%, (7.3mm x 4.3mm x 2.8mm), SMD, 7343-31, 0.04 $\Omega$ , 105 $^{\circ}$ C, T/R	2917	T521D107M025ATE040	KEMET
C17	0	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 100V, +/-5%, X7R, 0805	0805	C0805C101J1RACTU	Kemet
C23	0	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/-5%, X7R, 0805	0805	08055C104JAT2A	AVX
C27、C28、C29、C30、C31	0	330 $\mu$ F	电容, 钽聚合物, 330 $\mu$ F, 10V, +/-20%, 0.006 $\Omega$ , 7343-43 SMD	7343-43	T530X337M010ATE006	Kemet
C33、C36、C37	0	22 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1210	1210	CL32B226KOJVPNE	Samsung Electro-Mechanics
C35	0	0.01 $\mu$ F	电容、陶瓷、0.01 $\mu$ F、100V、+/- 5%、X7R、0805	0805	08051C103JAT2A	AVX
C38	0	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X7R, 1206	1206	C1206C105K3RACTU	Kemet

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C40	0	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-10%, X7R, 0805	0805	C0805C104K5RACTU	Kemet
J3、J17、J19	0		连接器, 末端发射 SMA, 50 欧姆, SMT	SMA 末端发射	142-0701-851	Cinch Connectivity
R10、R31	0	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	CRCW08050000Z0EA	Vishay-Dale
R21	0	100k	电阻, 100k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	ERJ-6ENF1003V	Panasonic
R23	0	49.9	电阻, 49.9, 0.1%, 0.125W, 0805	0805	RT0805BRD0749R9L	Yageo America
R27	0	2.21k	电阻, 2.21k, 0.1%, 0.125W, 0805	0805	RT0805BRD072K21L	Yageo America

## 5 合规信息

### 5.1 合规性和认证

- 德州仪器 (TI) , [TPS7H4011EVM EU RoHS 符合性声明 \(DoC\)](#)

## 6 其他信息

### 6.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 7 相关文档

- 德州仪器 (TI) , [TPS7H4011-SP 和 TPS7H4011-SEP 4.5V 至 14V 输入 12A 耐辐射同步降压转换器 数据表](#)
- 德州仪器 (TI) , [N 沟道 NexFET™ 功率 MOSFET \(CSD16408Q5\) 数据表](#)

## 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