

# EVM User's Guide: TPS7H4012EVM

## TPS7H4012EVM 评估模块

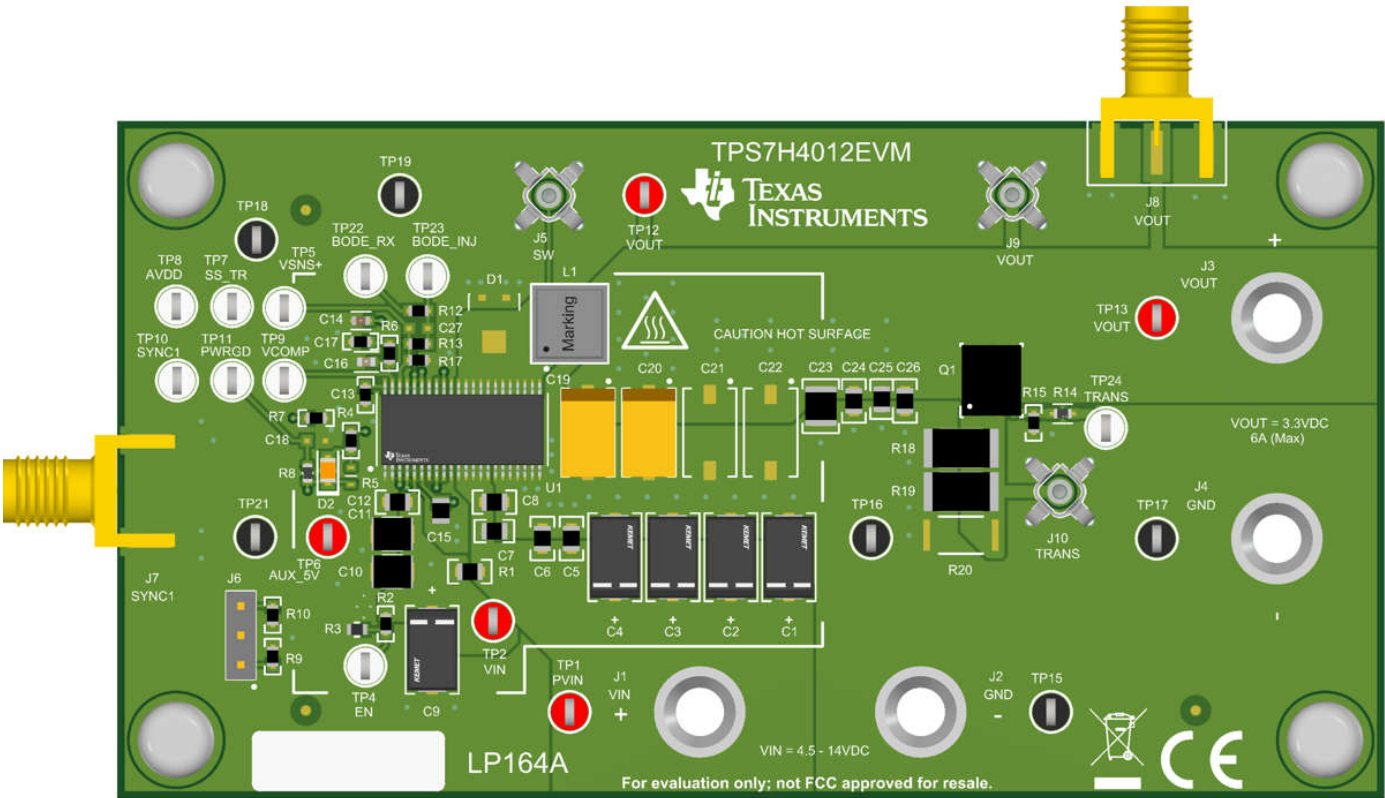


### 说明

TPS7H4012EVM 演示了单个 TPS7H4012-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
- 6A 最大输出电流
- 可选开关频率
- 高电流瞬态测试电路
- 在整个线路、温度和辐射范围内提供  $0.6V \pm 0.83\%$  的电压基准



EVM 板

## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

TPS7H4012EVM 是适用于 TPS7H4012 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，并提供可用于组装额外元件的空间以及用于监控器件引脚的多个连接选项。要在自定义配置下配置器件，请参阅 [TPS7H401x 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

- TPS7H4012EVM 板 (1)

### 1.3 规格

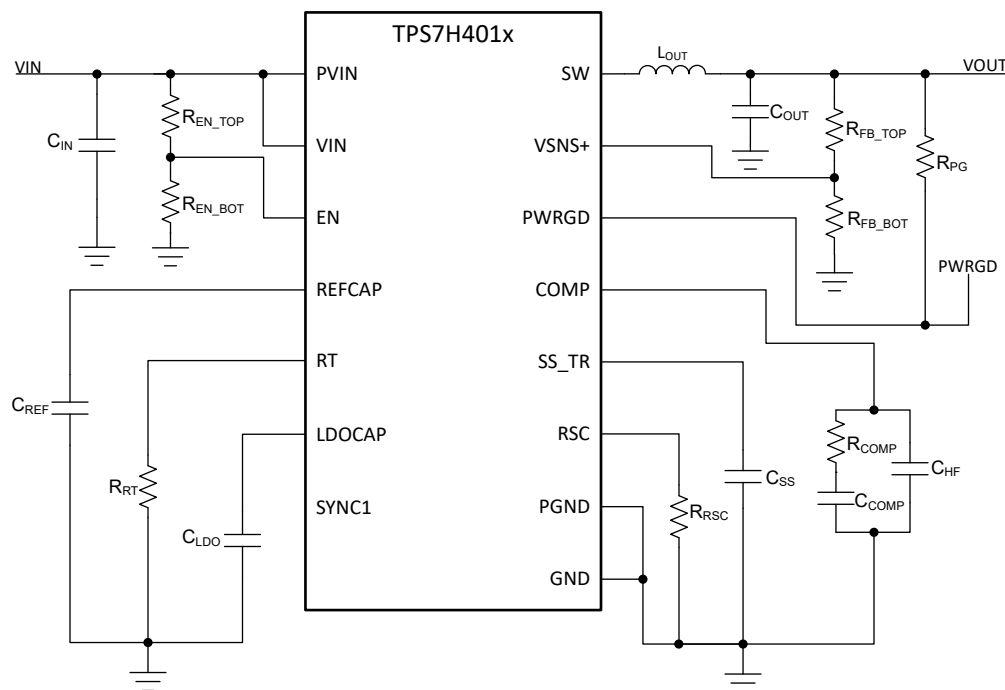


图 1-1. 简化版原理图

表 1-1. 默认配置选项

| 规格             | 值             | 说明                                      |
|----------------|---------------|-----------------------------------------|
| 输入电压<br>VIN    | 12V           | 处于建议的器件输入电压范围 4.5V 至 14V 内。             |
| 输出电压<br>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 R13 或 R17 进行配置。 |
| 斜坡补偿电阻器<br>RSC | 200k $\Omega$ | 可通过更改 R7 进行配置。                          |
| 开关频率<br>FSW    | 1MHz 或 500kHz | 可使用 EVM 上的跳线进行配置。                       |

## 1.4 器件信息

[TPS7H4012](#) 是一款适用于航天环境的 14V、6A 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。TPS7H4012 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。

有关 TPS7H4012 的更多信息，请参阅器件[数据表](#)。

## 2 硬件

### 2.1 设置

#### 2.1.1 瞬态负载电路

TPS7H4012EVM 使用 CSD16408Q5 N 通道功率 MOSFET 提供瞬态负载电路，以及由 2 个并联的  $1.2\Omega$  芯片电阻器产生的  $600m\Omega$  负载电阻。虽然 CSD16408Q5 功率 MOSFET 能够传导 TPS7H4012 的 6A 全输出电流，但每个片式电阻器的额定值仅为 1W。当使用 TPS7H4012EVM 上的瞬态电路时，可对通过 TP24 (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 1W 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 TPS7H4012EVM 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    |
| J2                                | GND      |            |
| J3                                | VOUT     | 电源输出连接器    |
| J4                                | GND      |            |
| J7                                | SYNC1    | SMA 连接器    |
| J8                                | VOUT     |            |
| TP1                               | PVIN     | 测试点        |
| TP2                               | VIN      |            |
| TP4                               | EN       |            |
| TP6                               | AUX_5V   |            |
| TP7                               | SS_TR    |            |
| TP8                               | AVDD     |            |
| TP9                               | VCOMP    |            |
| TP10                              | SYNC1    |            |
| TP11                              | PWRGD    |            |
| TP12、<br>TP13                     | VOUT     |            |
| TP15、TP16、TP17、TP18、<br>TP19、TP21 | GND      |            |
| TP22                              | BODE_RX  |            |
| TP23                              | BODE_INJ |            |
| TP24                              | TRANS    |            |
| J5                                | SW       | 紧凑型探头尖端连接器 |
| J9                                | VOUT     |            |
| J10                               | TRANS    |            |
| J6                                | FSW_SEL  | 用于模式选择的跳线  |

## 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 TPS7H4012EVM 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 |
| IOUT | 6A     |

#### 3.2 软启动

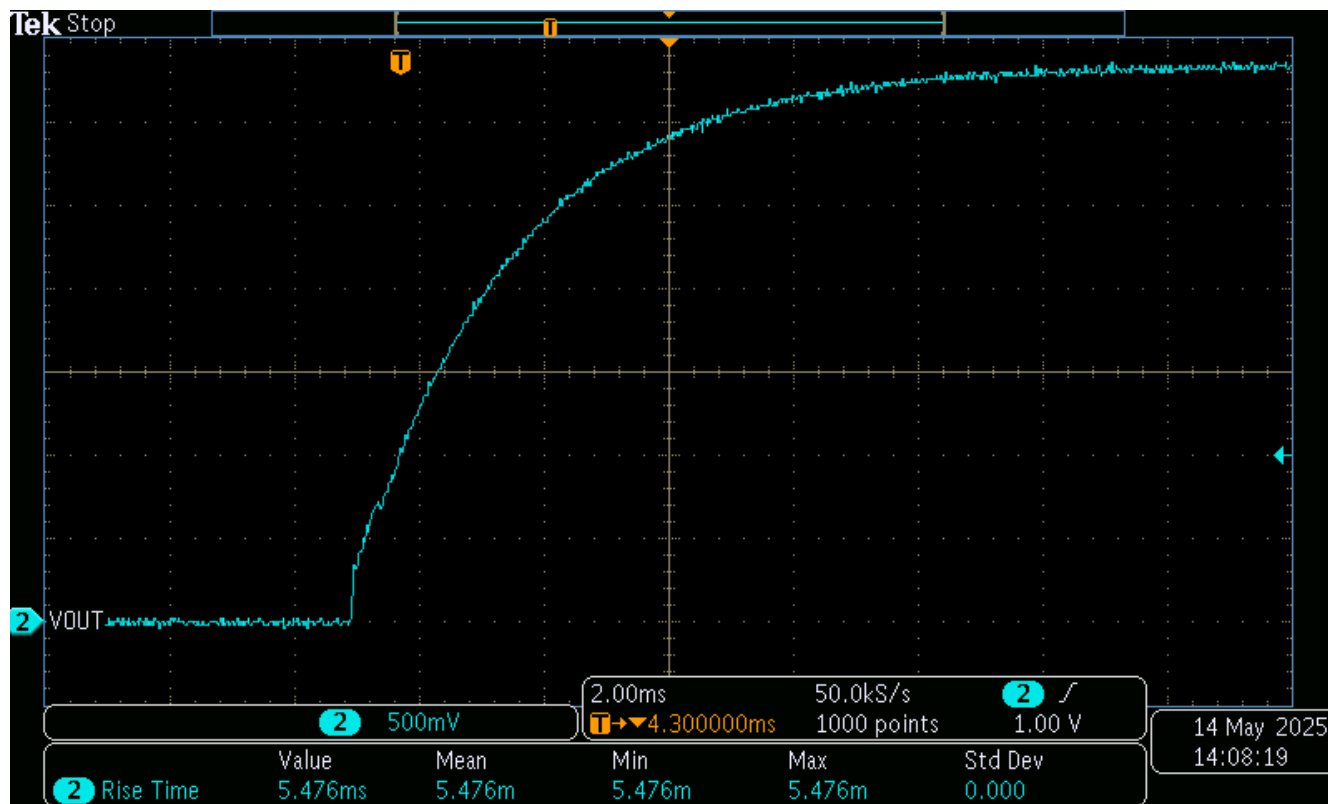


图 3-1. 软启动进入 550mΩ 负载

### 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 C20 两端的输出电压纹波。

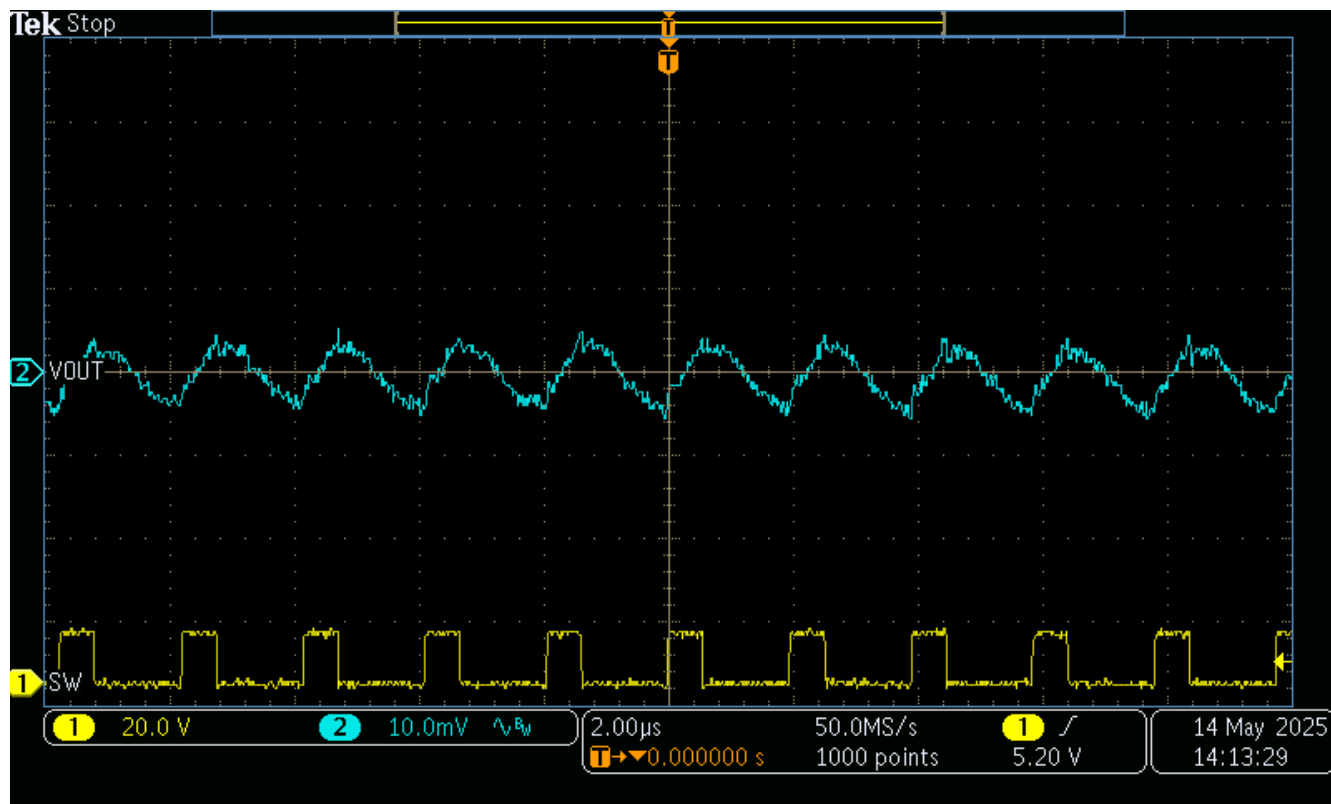


图 3-2. 输出电压纹波

### 3.4 负载阶跃

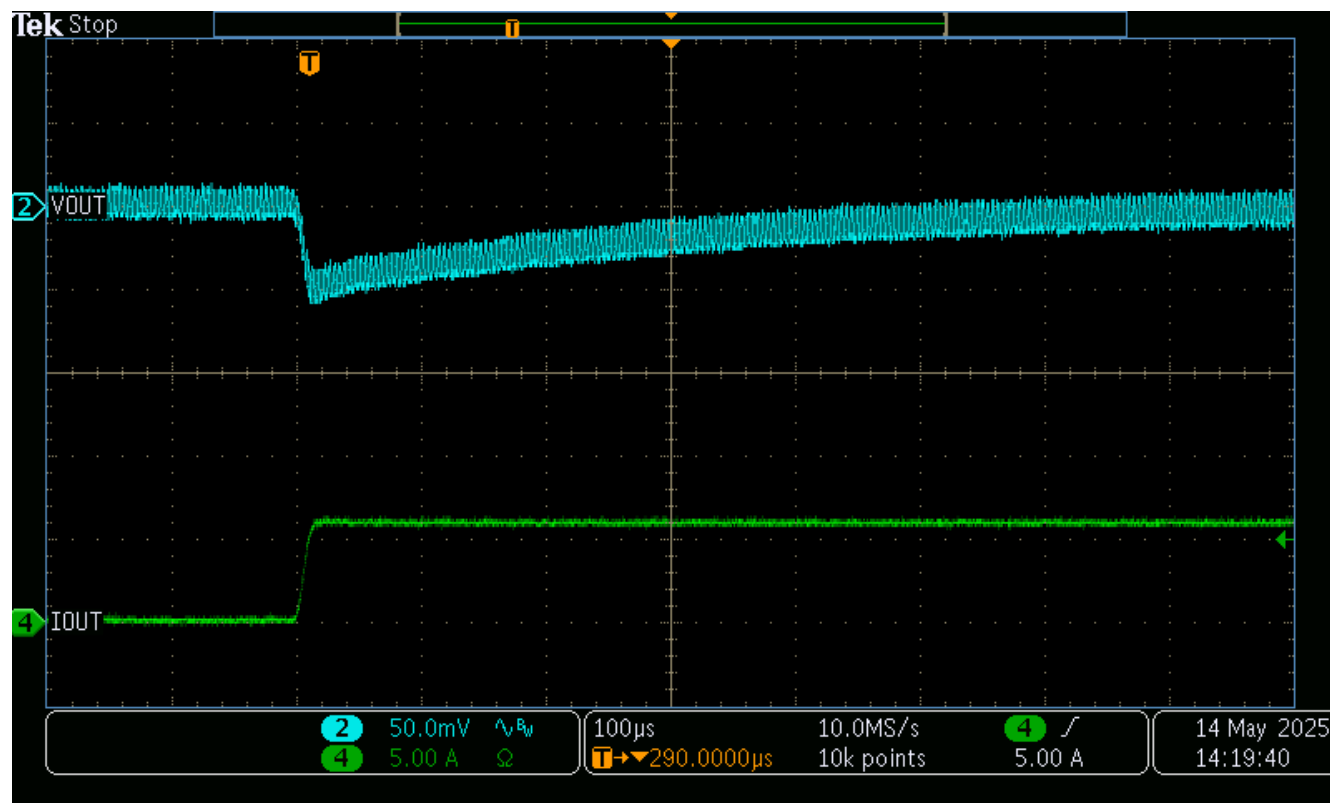


图 3-3. 对 100mA 至 6A 负载阶跃的瞬态响应 (以 8A/µs 的速率)



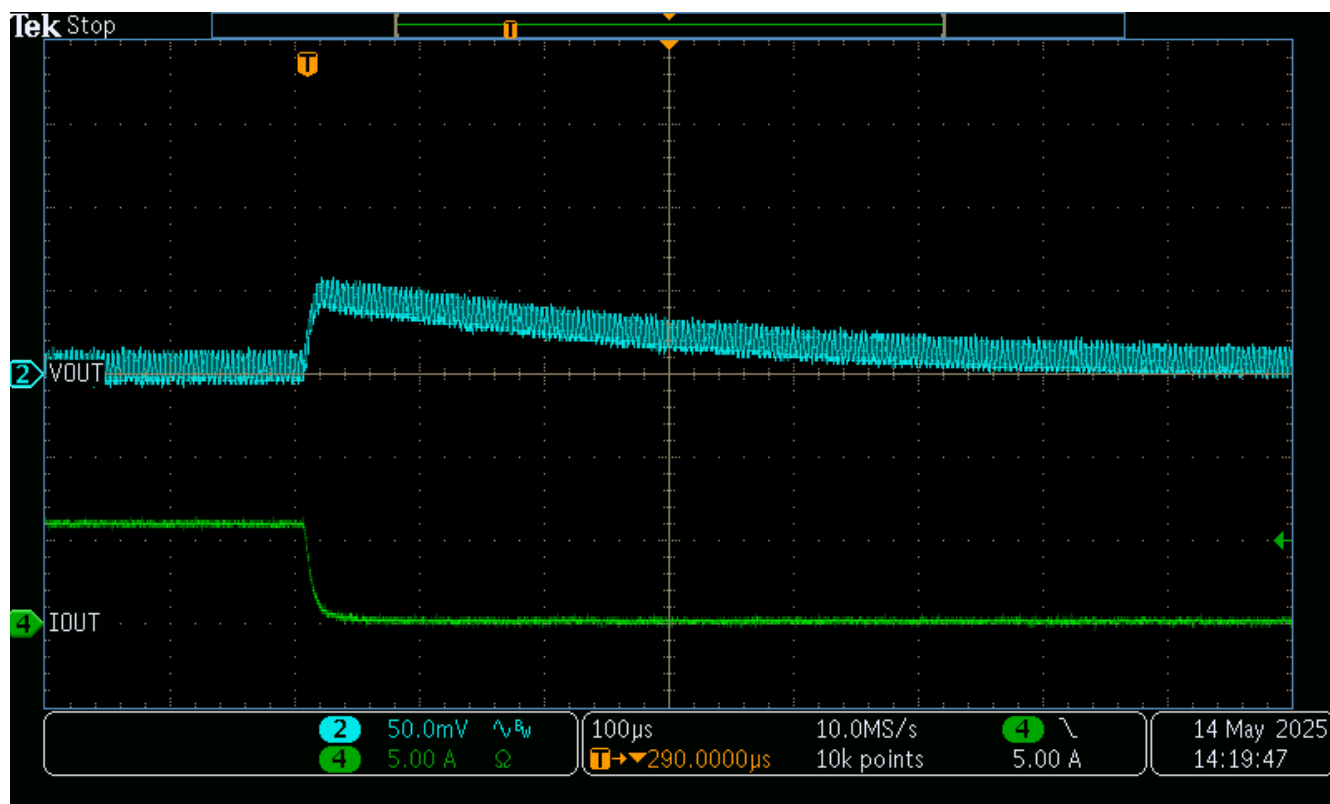


图 3-4. 对 6A 至 100mA 负载阶跃的瞬态响应 (以 8A/µs 的速率)

### 3.5 频率响应

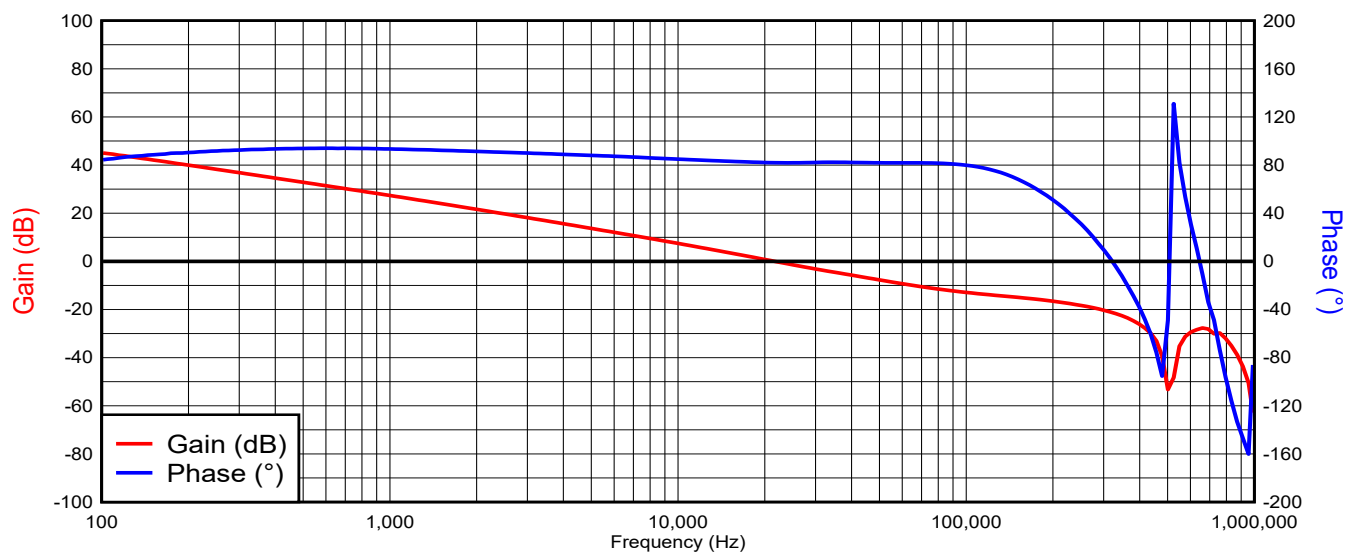


图 3-5. 频率响应 IOUT = 6A

## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

PVIN = VIN = 4.5-14 VDC

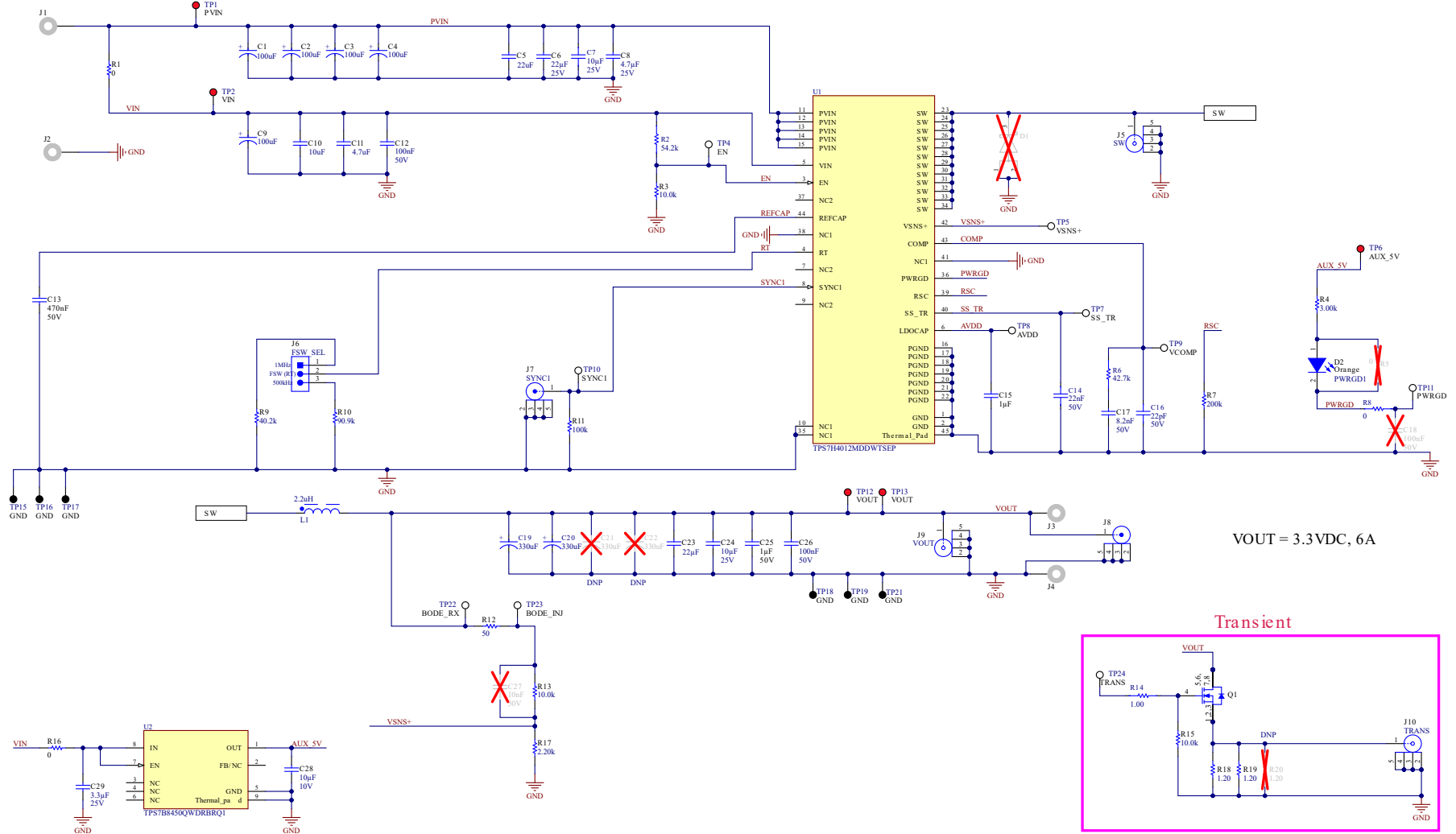


图 4-1. 默认 EVM 原理图

## 4.2 PCB 布局

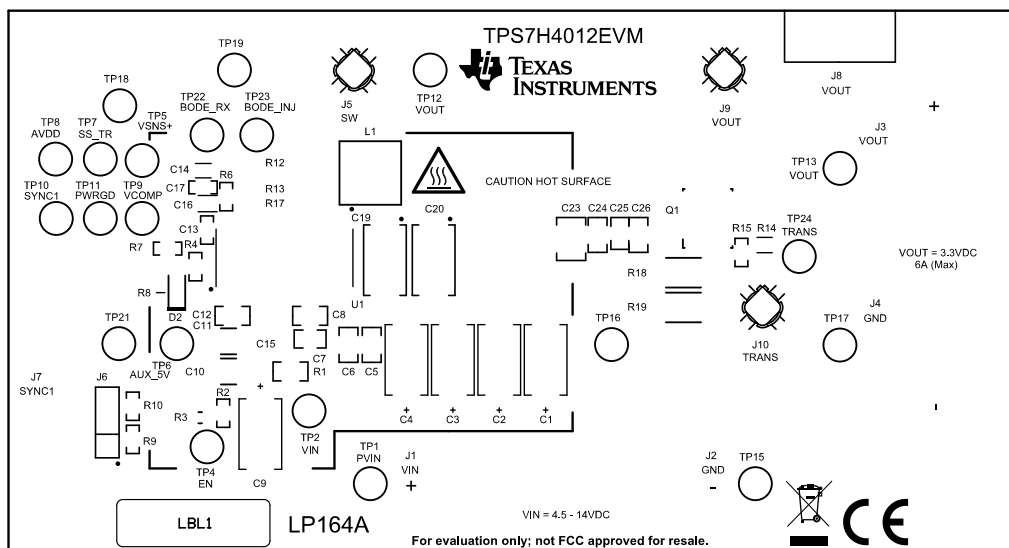


图 4-2. 顶层丝印层

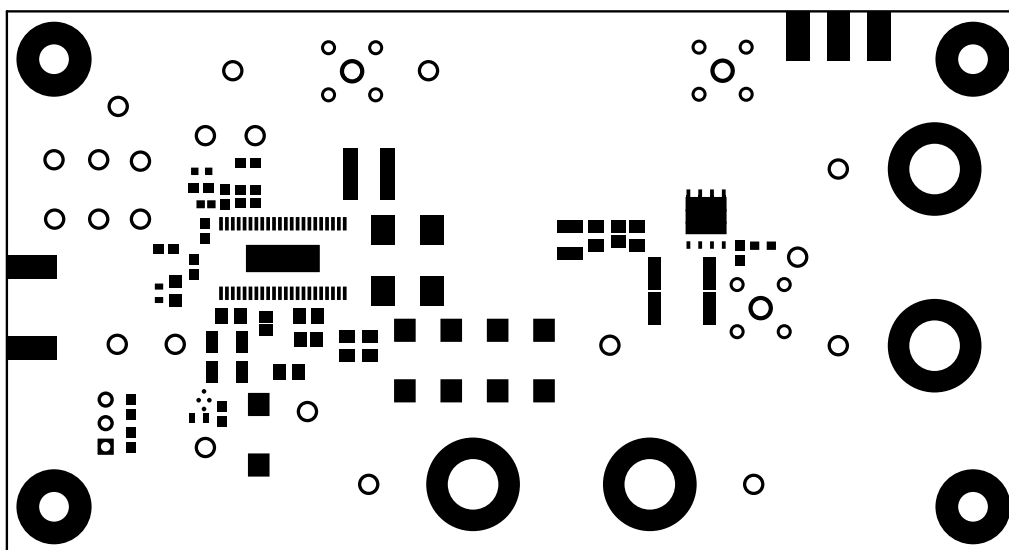


图 4-3. 顶部阻焊层

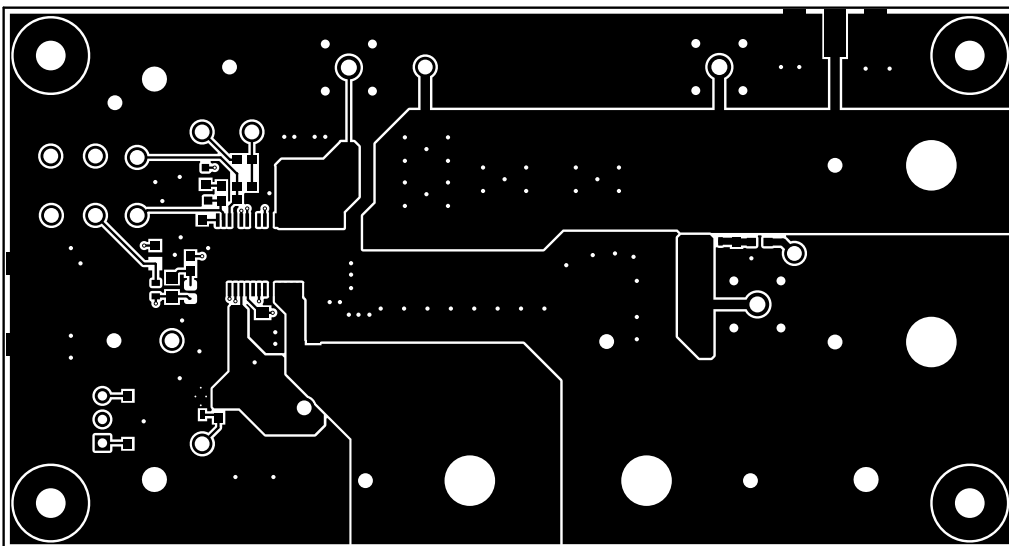


图 4-4. 第 1 层 ( 顶部 )

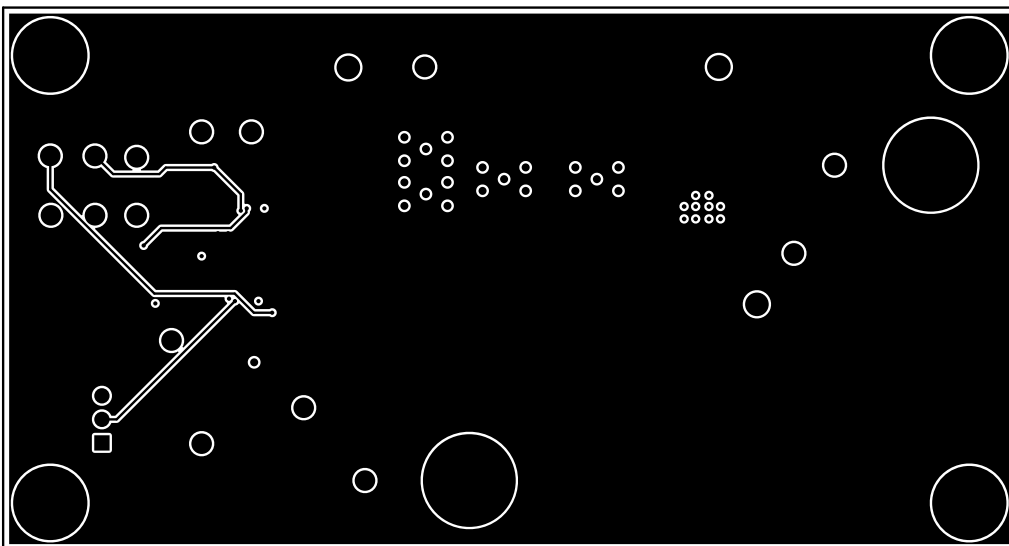


图 4-5. 第 2 层

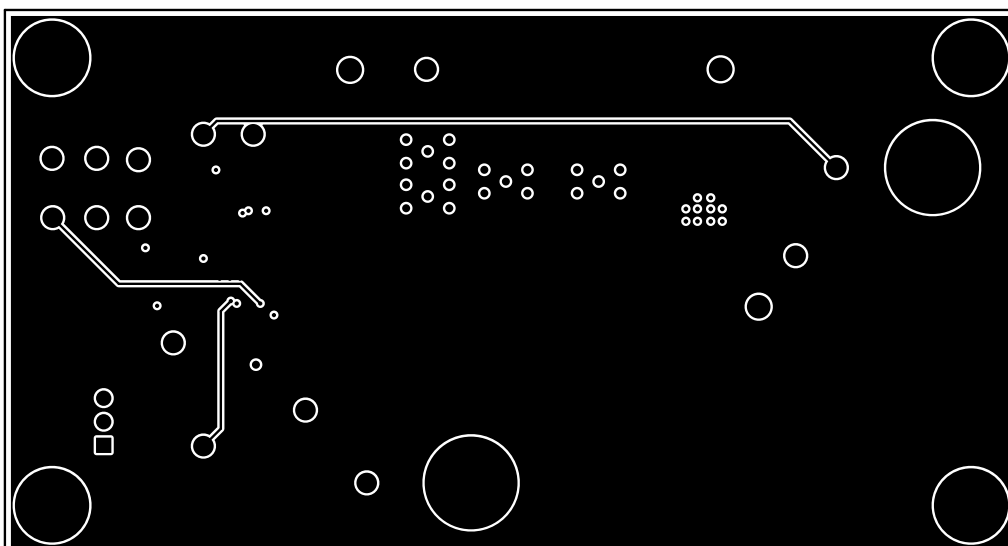


图 4-6. 第 3 层

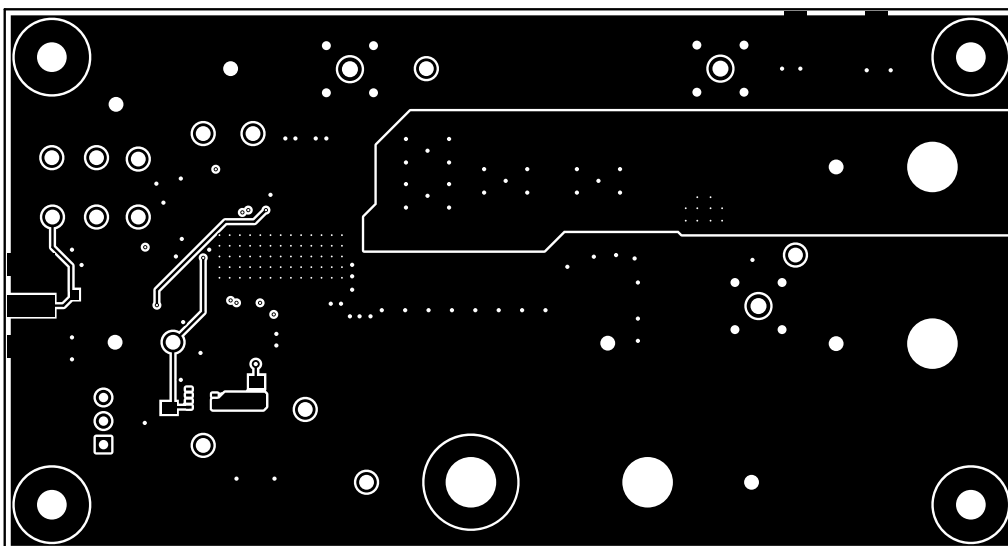


图 4-7. 第 4 层 (底部)

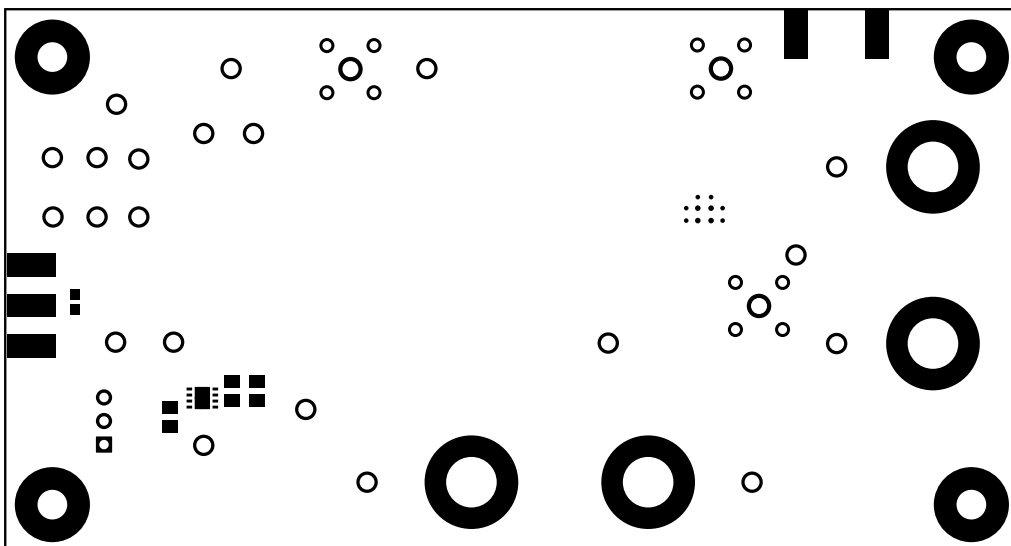


图 4-8. 底部阻焊层



图 4-9. 底层丝印层

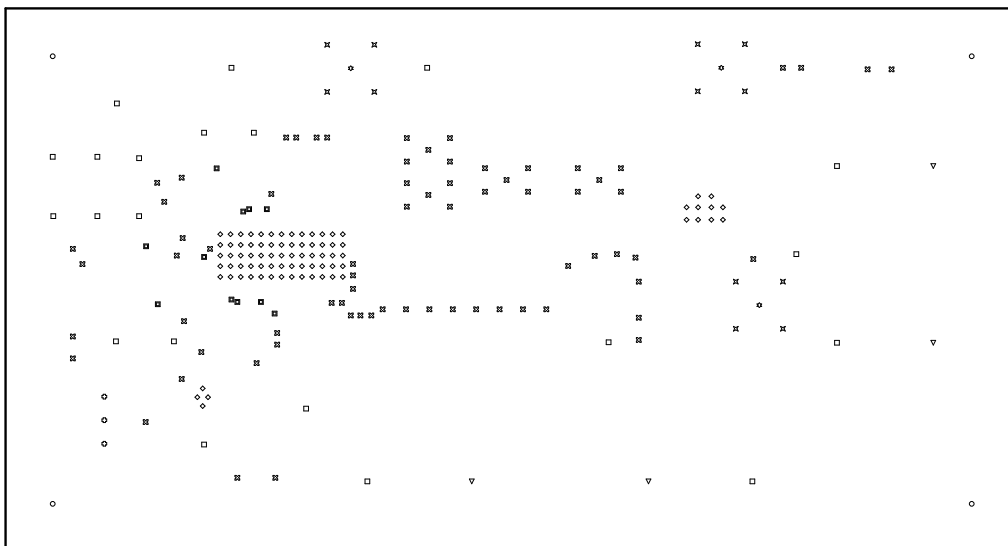


图 4-10. 钻孔图



### 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、C9 | 5  | 100μF  | 电容, 钽聚合物, 100 μF, 25VDC, D CASE, 20%, (7.3mm x 4.3mm x 2.8mm), SMD, 7343-31, 0.04 Ω, 105°C, T/R | 2917 | T521D107M025ATE040   | KEMET                     |
| C5、C6          | 2  | 22μF   | 电容, 陶瓷, 22μF, 25V, +/-20%, X5R, 0805                                                            | 0805 | GRM21BR61E226ME44L   | MuRata                    |
| C7             | 1  | 10μF   | CAP0805 X7R 10UF 10% 25V                                                                        | 0805 | GMC21X7R106K25NT     | Cal-Chip Electronics      |
| C8             | 1  | 4.7μF  | 电容, 陶瓷, 4.7μF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805                                             | 0805 | CGA4J1X7R1E475K125AC | TDK                       |
| C10            | 1  | 10uF   | 电容, 陶瓷, 10uF, 25V, +/-10%, X7R, 1210                                                            | 1210 | 12103C106KAT2A       | AVX                       |
| C11            | 1  | 4.7μF  | 电容, 陶瓷, 4.7uF, 50V, +/-10%, X7R, 1210                                                           | 1210 | C3225X7R1H475K250AB  | TDK                       |
| C12、C26        | 2  | 0.1uF  | 电容, 陶瓷, 0.1 μF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 0 级, 0805                                            | 0805 | C0805C104K5RACAUTO   | Kemet                     |
| C13            | 1  | 0.47uF | 电容, 陶瓷, 0.47 μF, 50V, +/-10%, X7R, 0603                                                         | 0603 | C1608X7R1H474K080AC  | TDK                       |
| C14            | 1  | 22nF   | 0.022μF ±10% 50V 陶瓷电容器 X7R 0603 ( 公制 1608 )                                                     | 0603 | 8.85012E+11          | Würth Electronics         |
| C15、C25        | 2  | 1μF    | 电容, 陶瓷, 1μF, 50V, +/-10%, X7R, 0805                                                             | 0805 | CL21B105KBFNFNE      | Samsung                   |
| C16            | 1  | 22pF   | 电容, 陶瓷, 22pF, 50V, NP0, 5%, 焊盘 SMD, 0603, +150°C, 汽车 T/R                                        | 0603 | CGA3E2NP01H220J080AA | TDK                       |
| C17            | 1  | 8200pF | 电容, 陶瓷, 8200pF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603                                            | 0603 | GCD188R71H822KA01D   | MuRata                    |
| C19、C20        | 2  | 330μF  | 电容, 钽聚合物, 330uF, 10VDC, X Case, 20%, (7.3 X 4.3 X 4Mm), SMD, 7343-43, 0.005 Ω, 125°C, T/R       | 2917 | T530X337M010ATE005   | Kemet                     |
| C23            | 1  | 22μF   | 电容, 陶瓷, 22μF, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1210                                              | 1210 | CL32B226KOJVPNE      | Samsung Electro-Mechanics |
| C24            | 1  | 10uF   | 电容, 陶瓷, 10uF, 25V, +/-10%, X7R, 0805                                                            | 0805 | GRM21BZ71E106KE15L   | MuRata                    |

| 位号          | 数量 | 值     | 说明                                                               | 封装参考                     | 器件型号                | 制造商                 |
|-------------|----|-------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| C28         | 1  | 10uF  | 电容, 陶瓷, 10μF, 10V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805               | 0805                     | GCJ21BR71A106KE01L  | MuRata              |
| C29         | 1  | 3.3μF | 电容, 陶瓷, 3.3uF, 25V, +/-10%, X7R, 0805                            | 0805                     | C2012X7R1E335K125AB | TDK                 |
| D2          | 1  | 橙色    | LED, 橙色, SMD                                                     | LED_0805                 | LTST-C170KFKT       | Lite-On             |
| 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、J2、J3、J4 | 4  |       | 标准香蕉插头, 非绝缘, 5.5mm                                               | Keystone_575-4           | 575-4               | Keystone            |
| J5、J9、J10   | 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           |
| J6          | 1  |       | 接头, 100mil, 3x1, 金, TH                                           | 接头, 100mil, 3x1, TH      | HTSW-103-07-G-S     | Samtec              |
| J7、J8       | 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 | WE-XHMI SMT 功率电感器, 尺寸 6060, 2.2uH, 10.6A, 5.58mΩ                 | 6060                     | 74439346022         | Würth Elektronik    |
| 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、R16      | 2  | 0     | 电阻, 0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805                            | 0805                     | CRCW08050000Z0EA    | Vishay-Dale         |
| R2          | 1  | 54.2k | 54.2kΩ ±0.1% 0.21W, 片上电阻 0603 (公制 1608), 抗硫化, 汽车级 AEC-Q200, 防潮薄膜 | 0603                     | TNPW060354K2BEEN    | Vishay              |
| R3          | 1  | 10.0k | 电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, AEC-Q200 1 级, 0603                        | 0603                     | TNPW060310K0BEEA    | Vishay-Dale         |
| R4          | 1  | 3.00k | 电阻, 3.00k, 0.1%, 0.1W, 0603                                      | 0603                     | RG1608P-302-B-T5    | Susumu Co Ltd       |
| R6          | 1  | 42.7k | 42.7kΩ ±0.1% 0.21W, 片上电阻 0603 (公制 1608), 抗硫化, 汽车级 AEC-Q200, 防潮薄膜 | 0603                     | TNPW060342K7BEEA    | Vishay              |
| R7          | 1  | 200k  | 电阻, 200k, 0.1%, 0.1W, 0603                                       | 0603                     | RT0603BRD07200KL    | Yageo America       |

| 位号                                           | 数量 | 值           | 说明                                                                                                | 封装参考     | 器件型号                | 制造商                  |
|----------------------------------------------|----|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|----------------------|
| R8                                           | 1  | 0           | 0 $\Omega$ $\pm 1\%$ 0.1W, 1/10W 片上电阻 0603 ( 公制 1608 ), 抗硫化, 薄膜                                   | 0603     | D1TFAS0603WJUMPF-T5 | 薄膜技术                 |
| R9                                           | 1  | 40.2k       | 电阻, 40.2k, 0.1%, 0.1W, 0603                                                                       | 0603     | RT0603BRD0740K2L    | Yageo America        |
| R10                                          | 1  | 90.9k       | 电阻, 90.9k $\Omega$ , 0.1%, 0.1W, 0603                                                             | 0603     | RT0603BRD0790K9L    | Yageo America        |
| R11                                          | 1  | 100k        | 电阻, 100k, 0.1%, 0.1W, 0603                                                                        | 0603     | RT0603BRD07100KL    | Yageo America        |
| R12                                          | 1  | 50          | 电阻, 50, 0.1%, 0.125W, 0603                                                                        | 0603     | FC0603E50R0BTBST1   | Vishay 薄膜            |
| R13、R15                                      | 2  | 10.0k       | 电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, 0603                                                                       | 0603     | RT0603BRD0710KL     | Yageo America        |
| R14                                          | 1  | 1           | 1 $\Omega$ $\pm 0.1\%$ 0.063W, 1/16W 片式电阻器 0603 ( 公制 1608 ) 薄膜                                    | 0603     | CPF0603B1R0E1       | TE Connectivity      |
| R17                                          | 1  | 2.20k       | 电阻, 2.20k, 0.1%, 0.1W, 0603                                                                       | 0603     | RG1608P-222-B-T5    | Susumu Co Ltd        |
| R18、R19                                      | 2  | 1.2         | 电阻, 1.20, 1%, 1W, AEC-Q200 0 级, 2512                                                              | 2512     | CRCW25121R20FKEG    | Vishay-Dale          |
| TP1、TP2、TP6、TP12、TP13                        | 5  |             | 测试点, 通用, 红色, TH                                                                                   | 红色通用测试点  | 5010                | Keystone Electronics |
| TP4、TP5、TP7、TP8、TP9、TP10、TP11、TP22、TP23、TP24 | 10 |             | 测试点, 通用, 白色, TH                                                                                   | 白色通用测试点  | 5012                | Keystone Electronics |
| TP15、TP16、TP17、TP18、TP19、TP21                | 6  |             | 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、6A 耐辐射同步降压转换器                                                                       | HTSSOP44 | TPS7H4012MDDWTSEP   | 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)            |
| C18                                          | 0  | 0.1uF       | 电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603                                         | 0603     | C0603C104K5RACAUTO  | Kemet                |
| C21、C22                                      | 0  | 330 $\mu$ F | 电容, 钽聚合物, 330uF, 10VDC, X Case, 20%, (7.3 X 4.3 X 4Mm), SMD, 7343-43, 0.005 $\Omega$ , 125°C, T/R | 2917     | T530X337M010ATE005  | Kemet                |
| C27                                          | 0  | 0.01uF      | 电容、陶瓷、0.01 $\mu$ F、50V、+/- 10%、X7R、0603                                                           | 0603     | C0603X103K5RACTU    | Kemet                |
| D1                                           | 0  |             | 二极管, 40V, 10A, 表面贴装, TO-277A (SMPC)                                                               | SMPC     | SS10P4-M3/86A       | Vishay               |
| R5                                           | 0  | 0           | 0 欧姆 $\pm 1\%$ 片式电阻器 0603 ( 公制 1608 ) 薄膜                                                          | 0603     | CR160000F           | Meritek Electronics  |

| 位号  | 数量 | 值   | 说明                              | 封装参考 | 器件型号             | 制造商         |
|-----|----|-----|---------------------------------|------|------------------|-------------|
| R20 | 0  | 1.2 | 电阻，1.20，1%，1W，AEC-Q200 0 级，2512 | 2512 | CRCW25121R20FKEG | Vishay-Dale |

## 5 其他信息

### 5.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 6 相关文档

- 德州仪器 (TI), [TPS7H401x-SP 和 TPS7H401x-SEP 4.5V 至 14V 输入, 3A 和 6A 耐辐射同步降压转换器](#)
- 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