

## 摘要

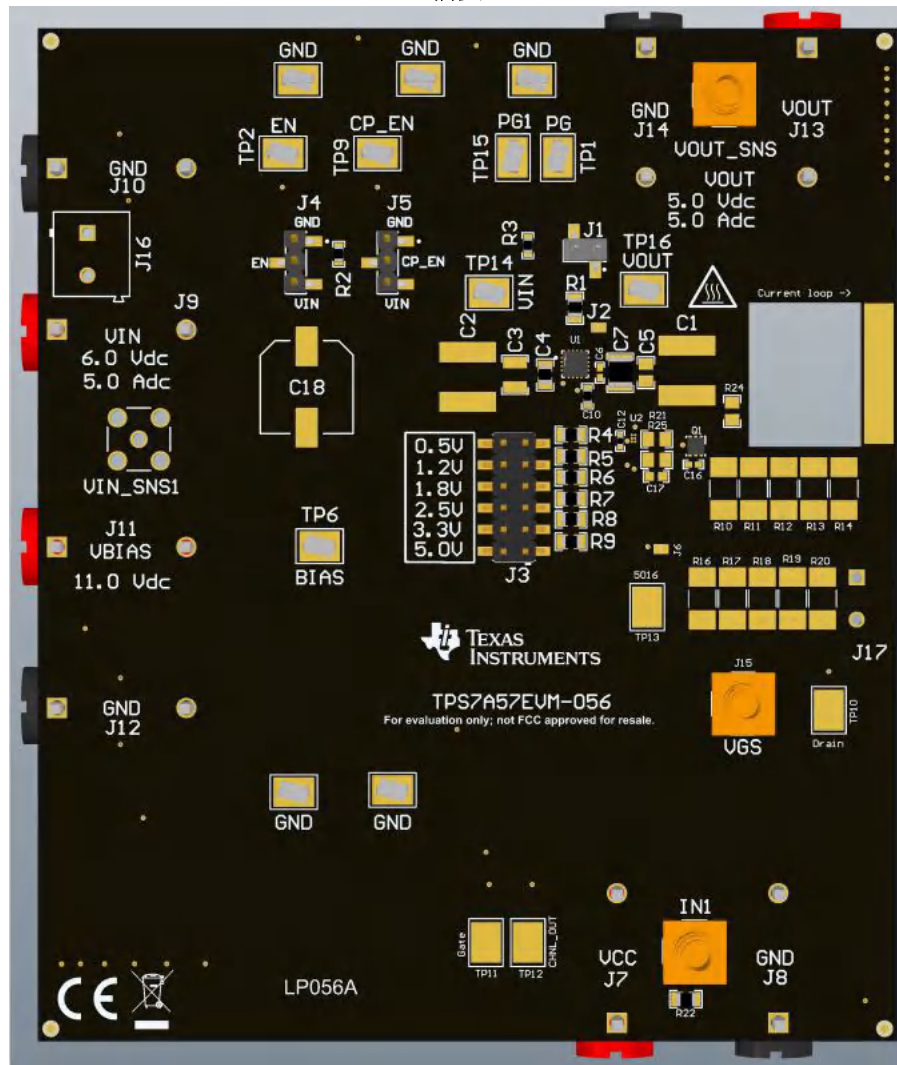


图 1-1. TPS7A57EVM-056 评估模块

本用户指南介绍了 TPS7A57EVM-056 评估模块 (EVM) 的操作使用，该 EVM 可作为对 TPS7A57 低压降线性稳压器 (LDO) 进行工程演示和评估的参考设计。本用户指南包含设置和操作说明、散热和布局指南、印刷电路板 (PCB) 布局、原理图和物料清单 (BOM)。

在整个文档中，术语 *评估板*、*评估模块* 和 *EVM* 与 TPS7A57EVM-056 具有相同的含义。

## 内容

1 引言.....	3
2 设置.....	3
2.1 LDO 输入和输出连接器说明.....	3
2.2 可选负载瞬态输入和输出连接器说明.....	4
2.3 TPS7A57 LDO 运行.....	5
2.4 可选负载瞬态电路工作原理.....	7
3 电路板布局.....	9
4 TPS7A57EVM-056 原理图.....	11
5 物料清单.....	14

## 插图清单

图 1-1. TPS7A57EVM-056 评估模块.....	1
图 2-1. TPS7A57EVM-056 导通.....	5
图 2-2. 连接了电流探头的 TPS7A57EVM-056.....	6
图 2-3. TPS7A57EVM-056 负载瞬态结果.....	8
图 2-4. 使用 Q1 MOSFET 时的 TPS7A57EVM-056 负载瞬态结果.....	8
图 3-1. 顶层装配层和丝印层.....	9
图 3-2. 顶层布线.....	9
图 3-3. 第 2 层.....	9
图 3-4. 第 3 层.....	9
图 3-5. 第 4 层.....	10
图 3-6. 第 5 层.....	10
图 3-7. 底层布线.....	10
图 3-8. 底层装配层和丝印层.....	10
图 4-1. 原理图.....	12
图 4-2. 负载瞬态原理图.....	13

## 商标

LeCroy™ is a trademark of Teledyne LeCroy.

Kapton® is a registered trademark of DuPont.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

德州仪器 (TI) TPS7A57EVM-056 评估模块 (EVM) 可帮助设计人员评估 TPS7A57 LDO 稳压器的运行情况 and 性能。如表 1-1 所示, TPS7A57EVM-056 采用 RTE 封装并包含一个 TPS7A57 LDO 稳压器。此外还包含一个可选的负载瞬态电路, 可帮助用户进行高速负载瞬态测试。

表 1-1. 器件信息

EVM 可订购器件型号	V <sub>OUT</sub>	器件名称	封装
TPS7A57EVM-056	0.5V 至 5.2V	TPS7A5701RTE	16 引脚 RTE

## 2 设置

本节介绍了 EVM 上的跳线和连接器, 并对如何正确地连接、设置和使用 TPS7A57EVM-056 进行了说明。节 2.1 和节 2.3 介绍了 TPS7A57 LDO 的测试设置和运行。节 2.2 和节 2.4 介绍了可选负载瞬态电路的测试设置和运行。

### 2.1 LDO 输入和输出连接器说明

#### 2.1.1 VIN 和 GND

VIN (J9) 和 GND (J10) 是输入电源的连接端子。VIN 端子是正极连接, GND 端子是负极 (即接地) 连接。

#### 2.1.2 VOUT 和 GND

VOUT (J13) 和 GND (J14) 是输出负载的连接端子。VOUT 端子是正极连接, GND 端子是负极 (即接地) 连接。

#### 2.1.3 J3

J3 是用于为 TPS7A57 选择不同输出电压选项的 6 引脚接头。

该接头将 REF 引脚连接到电阻器来设置给定的输出电压值。电压选项包括 0.5V、1.2V、1.8V、2.5V、3.3V、5.0V。

#### 2.1.4 J4 (EN)

J4 (EN) 是用于启用或禁用 TPS7A57 的 3 引脚接头。

3 引脚接头的中心引脚连接到 TPS7A57 EN 输入端。当 2 引脚分流器跨接头底部的两个引脚放置时, VIN 短接至 EN 并启用 TPS7A57。当 2 引脚分流器跨接头顶部的两个引脚放置时, GND 短接至 EN 并禁用 TPS7A57。此外, 3 引脚接头可保持悬空。如果 3 引脚接头悬空, 则 TPS7A57 保持禁用状态。

使用非板载电源或信号发生器驱动 EN 端子时, 施加的电压必须保持在 0V 至 6.0V 之间。

#### 2.1.5 J5 (CP\_EN)

J5 (CP\_EN) 是用于启用或禁用 TPS7A57 内部电荷泵的 3 引脚接头。

3 引脚接头的中心引脚连接到 TPS7A57 CP\_EN 输入端。当 2 引脚分流器跨接头底部的两个引脚放置时, VIN 短接至 CP\_EN 并启用内部电荷泵。当 2 引脚分流器跨接头顶部的两个引脚放置时, GND 短接至 CP\_EN 并禁用内部电荷泵。

默认情况下, CP\_EN 短接至 GND。如果施加外部 VBIAS, 则将 CP\_EN 短接至 GND。

有关使用 CP\_EN 和内部电荷泵的详细信息, 请参阅 [TPS7A57 数据表](#)。

### 2.1.6 J1 (PG)

J1 (PG) 是用于实现 TPS7A57 LDO 电源正常 (PG) 功能的 2 引脚接头。

在接头上放置 2 引脚分流器时，PG 引脚使用 100k $\Omega$  电阻器上拉至 VOUT。

有关 PG 功能的详细信息，请参阅 [TPS7A57 数据表](#)。

## 2.2 可选负载瞬态输入和输出连接器说明

### 2.2.1 VCC 和 GND

VCC (J7) 和 GND (J8) 是负载瞬态电路输入电源的连接端子。VCC 端子是正极连接，GND 端子是负极 (即接地) 连接。

### 2.2.2 J17

J17 是一个可选连接，供用户进行测量或向 LDO 的输出端施加直流负载。

### 2.2.3 TP10

TP10 是能够测量负载瞬态 MOSFET 漏极电压的测试点。

### 2.2.4 IN1

IN1 是函数发生器用于驱动栅极驱动器器件的连接。IN1 由 50 $\Omega$  电阻器 R22 端接。

### 2.2.5 J15

J15 是高频开尔文连接，可以准确测量负载瞬态 MOSFET 栅源电压。此外，如果不需要栅极驱动器功能，J15 可用于通过函数发生器打开和关闭负载瞬态 MOSFET。

### 2.2.6 TP11 和 TP12

TP11 和 TP12 使用户能够在 EVM 断电时测量栅极驱动电阻 R21。使用栅极驱动器时，用户还可以测量 R21 前后的电压。

### 2.2.7 J6 和 TP13

TP13 是用于启用栅极驱动器器件的使能引脚。通过在 J6 上创建焊接短接来将此引脚连接到 GND，以便启用栅极驱动器。

## 2.3 TPS7A57 LDO 运行

TPS7A57EVM-056 评估模块包含安装了输入和输出电容器的 TPS7A57 低压降稳压器 (LDO)。除了 EVM 上已安装的电容器之外，还提供了额外焊盘，用于使用额外的输入和输出电容器来测试 LDO。可以使用 J4 3 引脚接头启用或禁用 TPS7A57 LDO。

1. 在接头上放置 2 引脚分流器，将 VIN 连接到 EN 可启用器件
2. 在接头上放置 2 引脚分流器，将 GND 连接到 EN，或使 3 引脚接头悬空，可禁用器件
3. 在接头上放置 2 引脚分流器，将 GND 连接到 CP\_EN，可禁用内部电荷泵

或者，通过将外部函数发生器连接到 TP2 (EN) 和附近的 GND，用户可以在施加 VIN 后启用或禁用 TPS7A57 LDO。图 2-1 展示了 TPS7A57EVM-056 在导通期间的结果。蓝色迹线是使能电压，粉色迹线是输出电压。

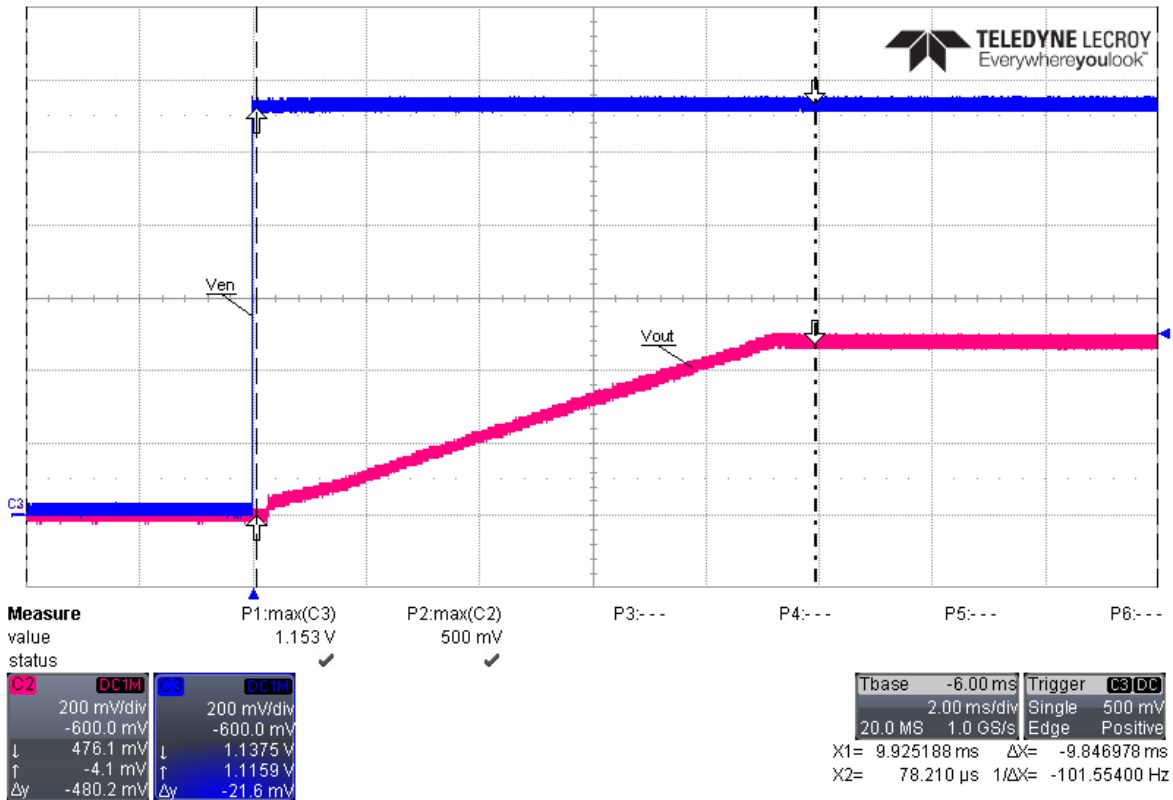


图 2-1. TPS7A57EVM-056 导通

如有需要，可以将电流探头插入 EVM 中（如图 2-2 所示），来测量输出电流。插槽的尺寸适合大多数电流探头，例如 LeCroy™ AP015 或 CP031 电流探头。

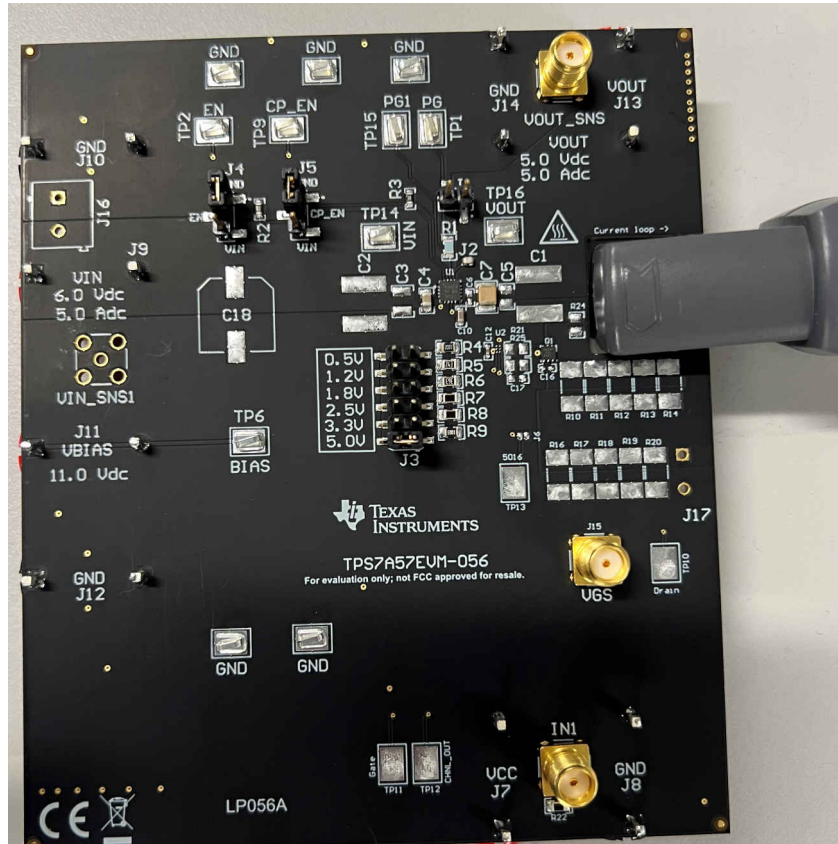


图 2-2. 连接了电流探头的 TPS7A57EVM-056

用户有三个选项用于在 TPS7A57 的输出端提供直流负载。J17 可用于放置流经电流检测路径的直流负载，并使用 IOOUT 环路测量电流。第二个选项是使用 R16、R17、R18、R19 和 R20 封装来放置直流负载并使用 IOOUT 环路来测量此电流。或者，可使用 J13 (VOUT) 和 J14 (GND) 香蕉连接器进行外部测量和加载；但是，IOOUT 环路不会检测流经这些连接器的电流。在执行非常快速的瞬态测试的情况下，由于 EVM 的 PCB 内存在寄生电感，VIN 或 VOUT 上可能会出现振铃。在电流路径中裸露的铜层上放置一条导线有助于减少这种振铃。选择正确尺寸的附加导线来填充当前探头的体积。对于大多数电流探头，可使用 10 AWG 导线。

#### WARNING

一些电流探头的传感器连接到 GND，无法与带电导体接触。有关详细信息，请参阅电流探头的用户手册。如果您的电流探头有此限制，请使用一条薄电工胶带或 Kapton® 胶带将电流检测路径与电流探头相隔离。

使用 SMA 连接器 VIN\_SNS1 和 VOUT\_SNS 能提供可选的开尔文检测点。

## 2.4 可选负载瞬态电路工作原理

TPS7A57EVM-056 评估模块包含一个可选的高性能负载瞬态电路，用于高效测试 TPS7A57 LDO 的负载瞬态性能。要使用该可选的负载瞬态电路，请根据应用安装相应的元件。修改连接到 TPS7A57 LDO 的输入和输出电容，以便匹配预期的运行条件。如方程式 1 所示，确定要测试的峰值电流，并修改 R10、R11、R12、R13 和 R14 的并联电阻器组合。

$$I_{Peak} = \frac{V_{OUT}}{R_{10} \parallel R_{11} \parallel R_{12} \parallel R_{13} \parallel R_{14}} \quad (1)$$

可通过 C11、R15 和 R21 调整负载阶跃的压摆率。在本节中，仅通过调整 R21 来设置压摆率。对于 0mA 至 5A 的负载阶跃，可借助表 2-1 来选择可实现所需上升或下降时间的 R21 值。

表 2-1. 建议的斜坡速率电阻器阻值

R21	上升时间	下降时间
49.9kΩ	11.5μs	31μs
30.9kΩ	7.4μs	19.7μs
24.9kΩ	6μs	15.1μs
21.5kΩ	3.9μs	14.8μs
4.12kΩ	980ns	2.5μs

在修改 EVM ( 如需 ) 且使用 LMG1020 栅极驱动器的情况下，将电源连接到香蕉连接器 J7(VCC) 和 J8 (GND)，直流电源电压限制为 5V，直流电流限制为 1A。如图 2-3 所示，TPS7A57 瞬态响应非常快，输出电压在初始负载瞬态后远低于 1ms 的时间内恢复。因此，使用 1ms 的负载瞬态脉冲持续时间限制可防止脉冲电阻器 ( R10、R11、R12、R13 和 R14 ) 过热。在 0V 直流至 5V 直流方波脉冲中为 50Ω 输出配置一个函数发生器。如有必要，可以在函数发生器中配置突发模式，以进行重复、低占空比、负载瞬态测试。

图 2-3 提供了 R21 = 21.5kΩ 时的示例测试数据。蓝色迹线表示输出电压，绿色迹线表示输出电流。R10、R11、R12、R13 和 R14 提供 5A 脉冲负载。生成的测试数据显示 LDO 的 VOUT 上有一个 0mA 至 5A 的负载阶跃，LDO 输出端只有一个 22 μF 的电容器。

负载瞬态电路还提供了可根据需要安装阻尼网络的封装。如果需要，可安装 R23 和 C15 来创建阻尼网络。

或者，只需使用预安装的 Q1 负载瞬态 MOSFET 即可实现负载瞬态测量。J15 可用于使用函数发生器向 Q1 提供信号。图 2-4 展示了在 5A 负载下使用不带 LMG1020 栅极驱动器的 MOSFET 时的结果。

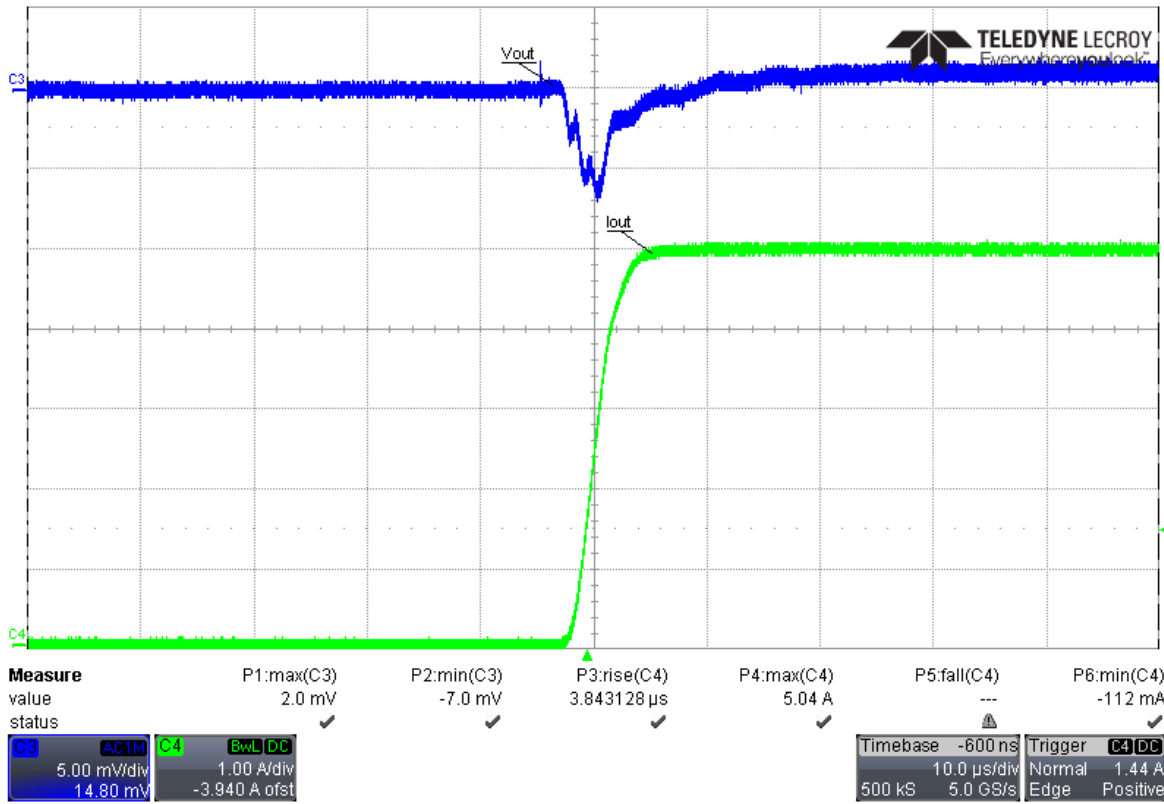


图 2-3. TPS7A57EVM-056 负载瞬态结果

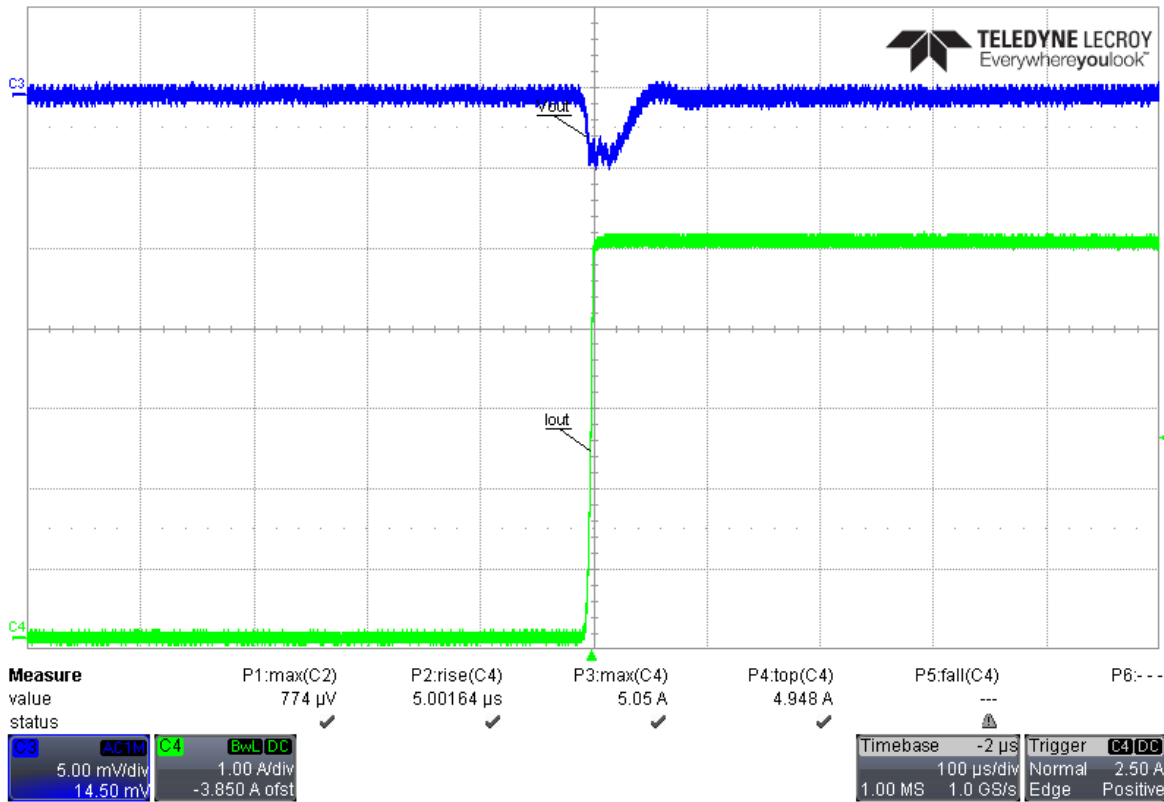


图 2-4. 使用 Q1 MOSFET 时的 TPS7A57EVM-056 负载瞬态结果



### 3 电路板布局

图 3-1 至图 3-8 展示了 TPS7A57EVM-056 PCB 的电路板布局布线。

TPS7A57EVM-056 会耗散功率，这可能会导致某些元件的温度升高。TPS7A57 LDO、LMG1020YFFR 栅极驱动器以及脉冲电阻器 R10、R11、R12、R13 和 R14 在正常运行期间很有可能上升至高温。

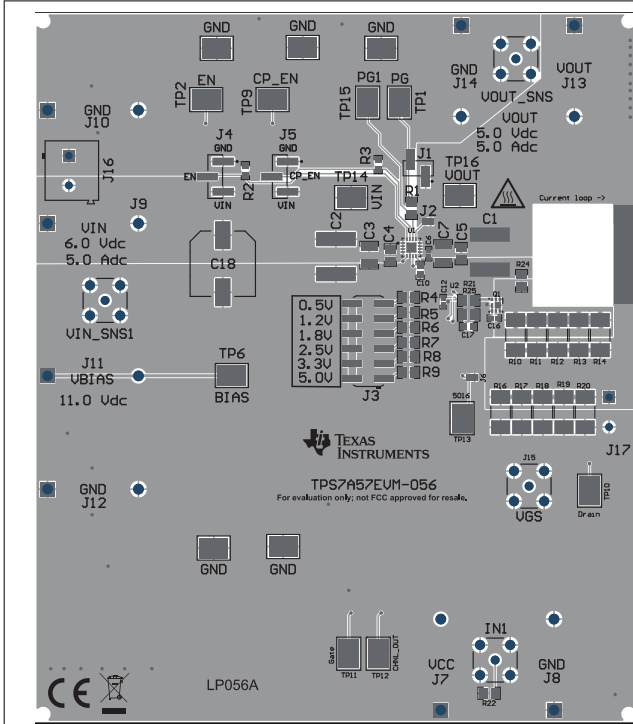


图 3-1. 顶层装配层和丝印层

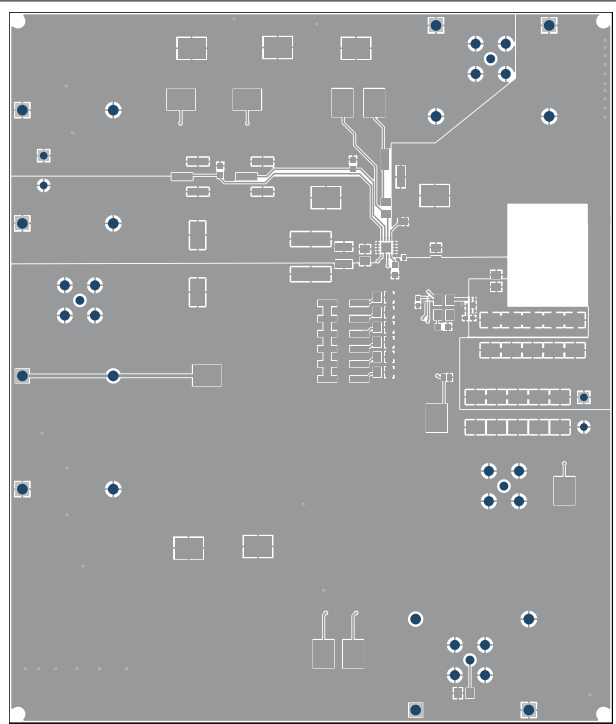


图 3-2. 顶层布线

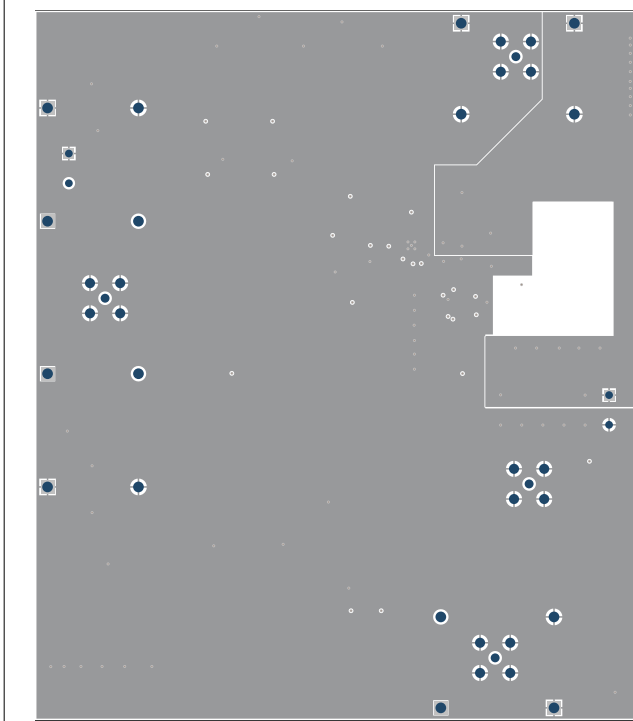


图 3-3. 第 2 层

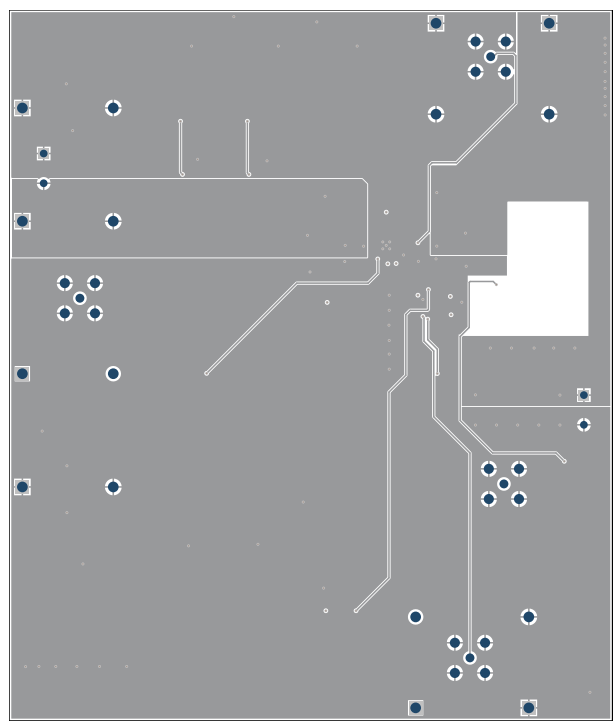


图 3-4. 第 3 层



图 3-5. 第 4 层

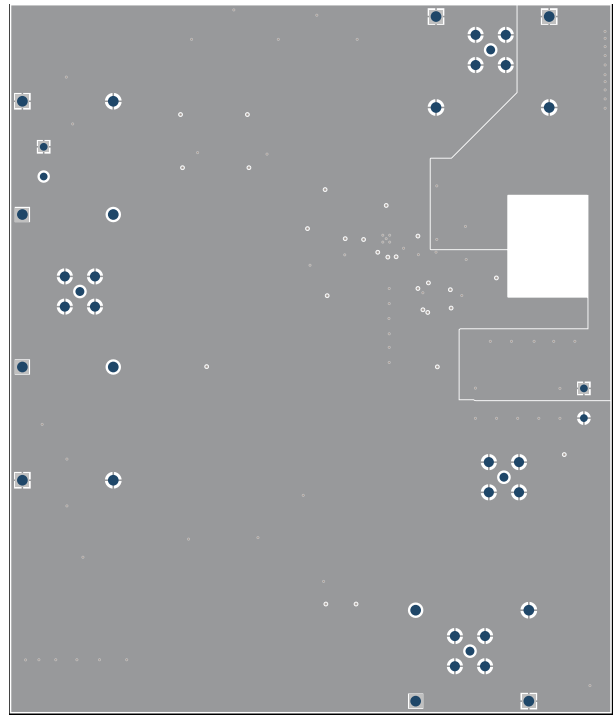


图 3-6. 第 5 层

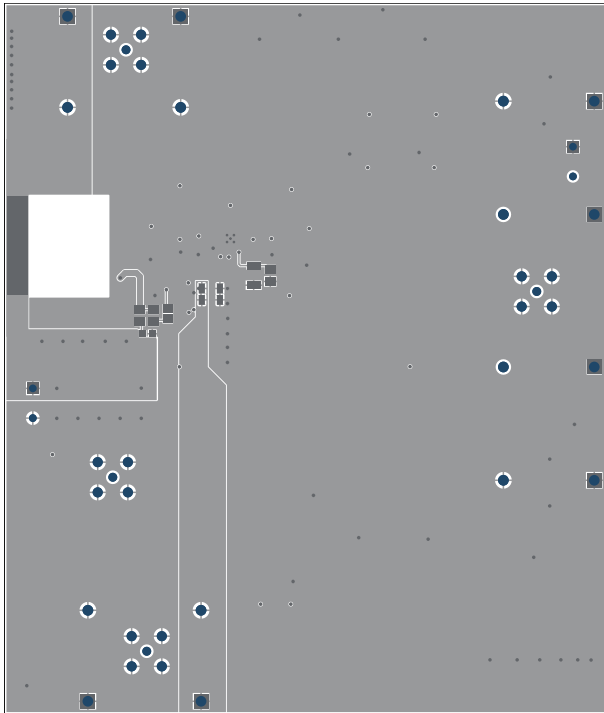


图 3-7. 底层布线

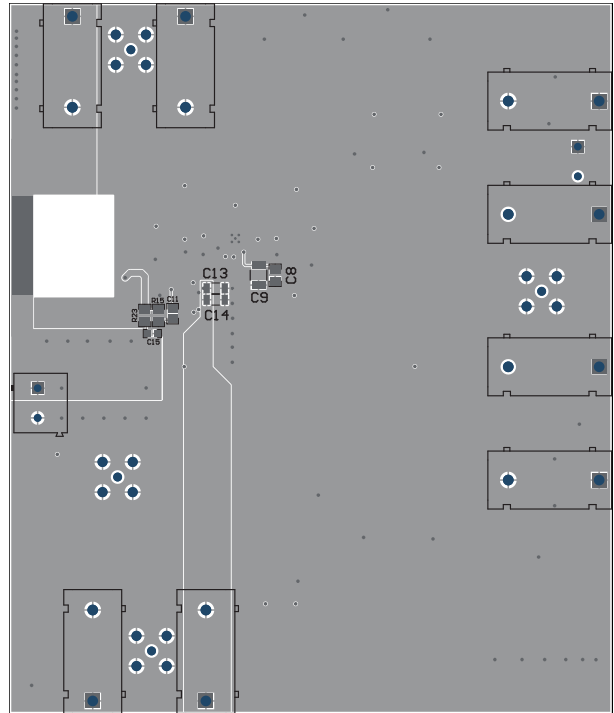


图 3-8. 底层装配层和丝印层

## 4 TPS7A57EVM-056 原理图

图 4-1 和图 4-2 分别展示了 TPS7A57EVM-056 和板载负载瞬态电路的原理图。

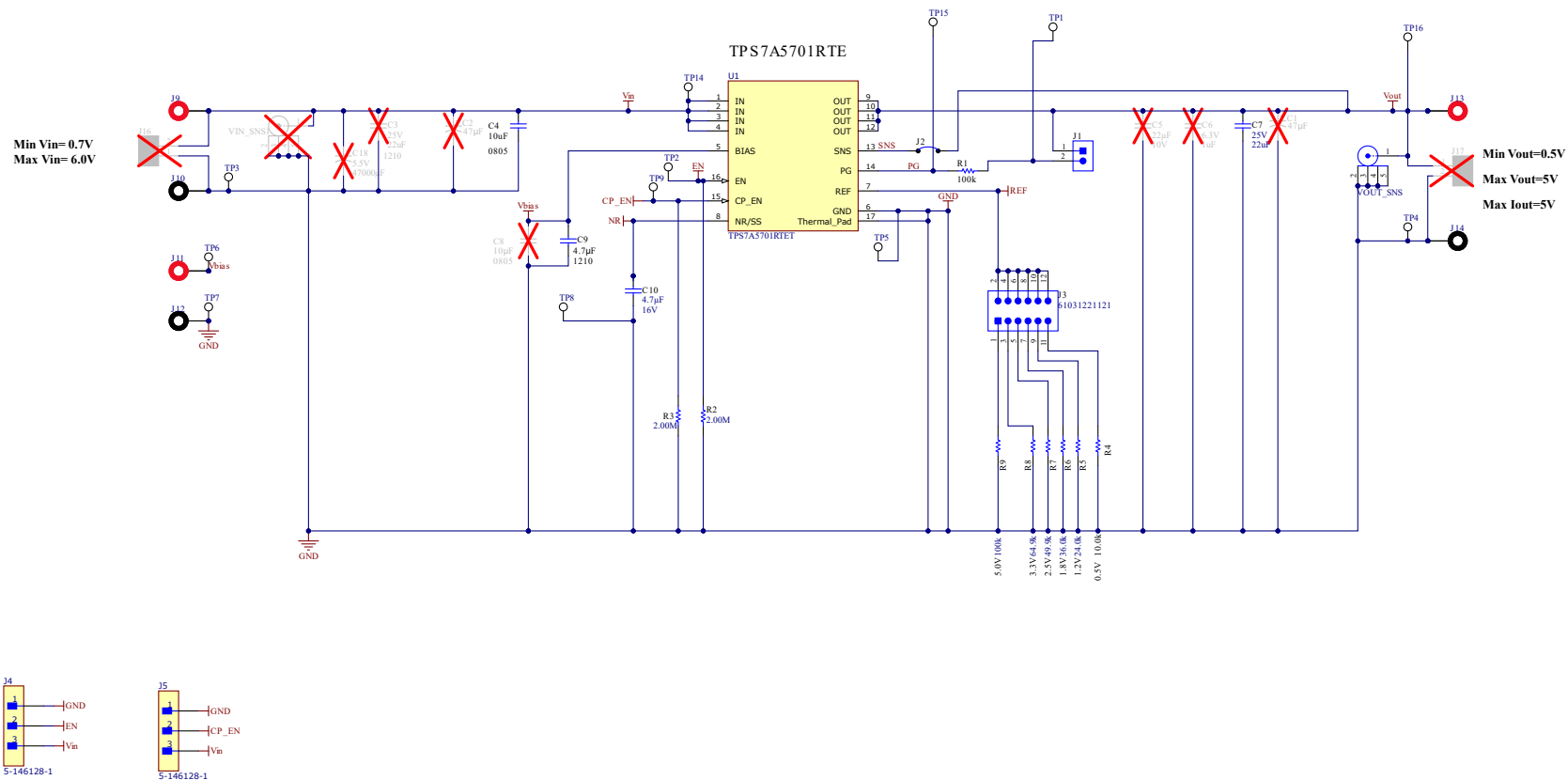


图 4-1. 原理图

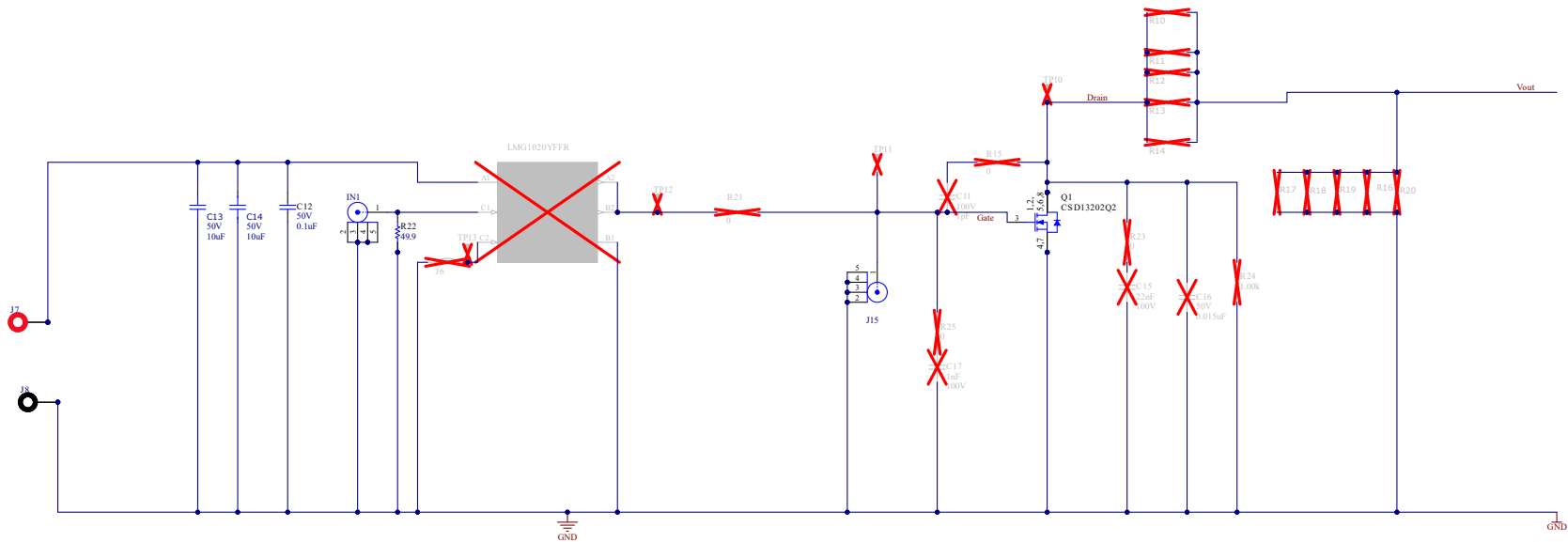


图 4-2. 负载瞬态原理图

## 5 物料清单

表 5-1 展示了 TPS7A57EVM-056 的物料清单。

表 5-1. 物料清单

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
!PCB1	1		印刷电路板		LP056	不限		
C4	1	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X7R, 0805	805	GRM21BZ71E106K E15L	Murata		
C7	1	22 $\mu$ F	CAP、CERM、22 $\mu$ F、25V、+/-10%、X7R、1210	1210	GRM32ER71E226K E15L	MuRata		
C9	1	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X8R, AEC-Q200 0 级, 1210	1210	CGA6P3X8R1E475 K250AB	TDK		
C10	1	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 16V, $\pm$ 10%, X7R, 0603	603	GRM188Z71C475K E21D	MuRata		
C12	1	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 0402	402	C1005X7R1H104K0 50BB	TDK		
C13、C14	2	10 $\mu$ F	10 $\mu$ F $\pm$ 10% 50V 陶瓷电容器 X7R 1206 (公制 3216)	1206	GMC31X7R106K50 NT	Cal-Chip Electronics		
IN1、J15、VOUT_SNS	3		SMA 直式插孔, 金, 50 $\Omega$ , TH	SMA 直式插孔, TH	901-144-8RFX	Amphenol RF		
FID1、FID2、FID3、FID4	4		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		
J1	1		接头, 100mil, 2x1, 锡, SMD	SMD, 2 引线, 主体 200mil x 100mil	TSM-102-01-T-SV-P-TR	Samtec		
J2	1		跳线, SMT	短接跳线, SMT	JMP-36-30X40SMT	不限		
J3	1		接头, 2.54mm, 6x2, 金, SMT	接头, 2.54mm, 6x2, 金, TH	61031221121	Würth Elektronik		
J4、J5	2		接头和电线外壳 1X03P .1 230/SMT HDR VT 30AU	HDR3		TE		
J7、J9、J11、J13	4		标准香蕉插孔, 绝缘, 10A, 红色	571-0500	571-0500	DEM Manufacturing		
J8、J10、J12、J14	4		标准香蕉插孔, 绝缘, 10A, 黑色	571-0100	571-0100	DEM Manufacturing		
Q1	1	12V	MOSFET, N 沟道, 12V, 22A, DQK0006C (WSON-6)	DQK0006C	CSD13202Q2	德州仪器 (TI)		
R1	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.2W, 0805	805	MCU08050C1003F P500	Vishay/Beyschlag		
R2、R3	2	2.00M $\Omega$	电阻, 2.00M, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-072ML	Yageo		
R4	1	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	CRCW080510K0FK EA	Vishay-Dale		
R5	1	24.0k	电阻, 24.0k, 0.5%, 0.1W, 0805	805	RR1220P-243-D	Susumu Co Ltd		
R6	1	36.0k	电阻, 36.0k, 0.5%, 0.1W, 0805	805	RR1220P-363-D	Susumu Co Ltd		
R7	1	49.9k	电阻, 49.9k, 0.5%, 0.1W, 0805	805	RR1220P-4992-D-M	Susumu Co Ltd		

表 5-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
R8	1	64.9k	电阻, 64.9k, 0.1%, 0.125W, 0805	805	RG2012P-6492-B-T5	Susumu Co Ltd		
R9	1	100k	电阻, 100k, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0级, 0805	805	ERJ-6GEYJ104V	Panasonic		
R22	1	49.9Ω	电阻, 49.9, 1%, 0.15W, 0805	805	M55342K06B49D9T	TT Electronics/IRC		
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8、TP9、TP14、TP15、TP16	12		测试点, 紧凑型, SMT	Testpoint_Keystone_Compact	5016	Keystone		
U1	1		5A、低输入电压 (0.7V)、低噪声、高精度、超低压降 (LDO) 稳压器	WQFN16	TPS7A5701RTET	德州仪器 (TI)		
C1, C2	0	47μF	电容, 钽, 47μF, 50V, ±10%, 0.24Ω, SMD	6.2mm x 6mm	597D476X9050Z2T	Vishay-Sprague		
C3	0	22μF	CAP、CERM、22uF、25V、+/-10%、X7R、1210	1210	GRM32ER71E226KE15L	MuRata		
C5	0	22μF	电容, 陶瓷, 22 μ F, 10V, +/-20%, X7R, 0805	805	GRM21BZ71A226ME15L	MuRata		
C6	0	1uF	电容, 陶瓷, 1 μ F, 6.3V, +/-10%, X7R, 0402	402	GRM155R70J105KA12D	MuRata		
C8	0	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 25V, +/-10%, X7R, 0805	805	GRM21BZ71E106KE15L	Murata		
C11	0	1pF	电容, 陶瓷, 1pF, 100V, +/-5%, C0G/NP0, 0805	805	GQM2195C2A1R0CB01D	MuRata		
C15	0	0.022uF	电容器, 陶瓷, 0.022μF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 0603	603	CGA3E2X7R2A223K080AA	TDK		
C16	0	0.015μF	电容, 陶瓷, 0.015μF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	402	GRM155R71H153KA12D	MuRata		
C17	0	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/-5%, X7R, 0603	603	06031C102JAT2A	AVX		
C18	0	47000uF	电容, 双层, 47000 μ F, 5.5V, +80%/-20%, 50 Ω, D10.5xL5.5mm SMD	D10.5xL5.5mm	FC0H473ZFTBR24	Kemet		
J6	0		跳线, SMT	短接跳线, SMT	JMP-36-30X40SMT	不限		
J16、J17	0		端子块, 5mm, 2x1, 锡, TH	端子块, 5mm, 2x1, TH	691 101 710 002	Würth Elektronik		
R10, R11, R12, R13, R14, R16, R17, R18, R19, R20	0	8.2	8.2Ω, ±1%, 6W, 片上电阻, 2512 (公制 6432), 防火, 防潮, 非磁性, 安全薄膜	2512	PCNM2512K8R20FST5	Vishay		
R15、R21、R23、R25	0	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0级, 0805	805	ERJ-6GEY0R00V	Panasonic		
R24	0	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0级, 0805	805	ERJ-6ENF1001V	Panasonic		

**表 5-1. 物料清单 (continued)**

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
TP10、TP11、 TP12、TP13	0		测试点，紧凑型，SMT	Testpoint_Keystone _Compact	5016	Keystone		
U2	0		具有 60MHz/1ns 速度的 5V、7A/5A 低侧 GaN 驱动器，YFF0006AEAE (DSBGA-6)	YFF0006AEAE	LMG1020YFFR	德州仪器 (TI)	LMG1020YFFT	
VIN_SNS1、	0		SMA 直式插孔，金，50 Ω，TH	SMA 直式插孔，TH	901-144-8RFX	Amphenol RF		



## 重要声明和免责声明

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。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

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司