

## 内容

<b>1 引言</b> .....	2
1.1 说明.....	2
1.2 应用.....	2
1.3 特性.....	2
<b>2 TPS40075EVM-001 电气性能规格</b> .....	3
<b>3 原理图</b> .....	4
3.1 调节输出电压 ( R5 和 R6 ) .....	5
3.2 使用遥感 (J3).....	5
3.3 5V 输入工作电压 ( R10 和 R15 ) .....	5
3.4 启用.....	6
<b>4 测试设置</b> .....	6
4.1 设备.....	6
4.2 设备设置.....	7
4.3 启动/关断步骤.....	8
4.4 设备停机.....	8
<b>5 TPS40075EVM 典型性能数据和特性曲线</b> .....	9
<b>6 EVM 装配图和布局</b> .....	10
<b>7 物料清单</b> .....	14
<b>8 修订历史记录</b> .....	15

## 插图清单

图 3-1. TPS40075EVM-001 功率级/控制原理图, 仅供参考, 请参阅表格 3 以了解具体值.....	4
图 4-1. 建议用于 TPS40075EVM-001 的测试装置.....	7
图 4-2. 输出纹波测量 - 使用 TP15 和 TP16 的尖端和接地筒.....	8
图 5-1. TPS40075EVM-001 效率曲线.....	9
图 5-2. 线路和负载调节.....	9
图 6-1. TPS40075EVM-001 元件放置 ( 顶视图 ) .....	10
图 6-2. TPS40075EVM-001 丝网 ( 顶视图 ) .....	11
图 6-3. TPS40075EVM-001 顶部铜层 ( 顶视图 ) .....	11
图 6-4. TPS40075EVM-001 第 2 层 ( X 射线顶视图 ) .....	12
图 6-5. TPS40075EVM-001 第 3 层 ( X 射线顶视图 ) .....	12
图 6-6. TPS40075EVM-001 底部铜层 ( X 射线顶视图 ) .....	13

## 表格清单

表 2-1. TPS40075EVM-001 电气和性能规格.....	3
表 3-1. 利用 R14 调节 $V_{1V5\_OUT}$ .....	5
表 7-1. TPS40075EVM-001 物料清单.....	14

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

TPS40075EVM-001 评估模块 (EVM) 是一款同步降压转换器，在高达 15A 电流下从 12V 输入总线提供固定的 1.5V 输出。该 EVM 设计为使用单电源启动，因此不需要额外的偏置电压即可启动。该模块使用具有遥感功能的 TPS40075 高频控制器。该模块使用具有遥感和使能功能的 TPS40075 高频同步降压控制器。

### 1.1 说明

TPS40075EVM-001 设计成使用 12V ( 10V 至 14V ) 稳压总线在高达 15A 负载电流下产生大电流、1.5V 稳压输出。TPS40075EVM-001 旨在演示典型稳压总线到低压应用中的 TPS40075，同时提供多个测试点来评估 TPS40075 在给定应用中的性能。通过更换单个电阻，可将该 EVM 修改为支持 0.9V 至 3.3V 的输出电压。TPS40075EVM-001 构建为 [TPS40075 具有电压前馈功能的中端输入同步降压控制器数据表](#)中的示例应用，不同之处是开关频率已降至 400kHz，以降低功率 FET 上的开关损耗，而  $R_{KFF}$  电阻器 (R10) 有所增加，以便维持 UVLO 电平。

### 1.2 应用

- 非隔离型中等强度电流负载点和低压总线转换器
- 商用电源模块
- 网络设备
- 电信设备
- 直流电源分布式系统

### 1.3 特性

- 输入范围为 10V 至 14V
- 1.5V 固定输出电压，可通过单个电阻器进行调节
- 15A<sub>DC</sub> 稳态输出电流
- 400kHz 开关频率
- 单个主开关 MOSFET 和单个同步整流器 MOSFET
- 元件侧、表面贴装设计并采用 3 英寸 × 3 英寸评估板
- 四层 PCB，所有元件都位于顶端
- 便捷的测试点，用于探测关键波形和非侵入式环路响应测试

## 2 TPS40075EVM-001 电气性能规格

表 2-1. TPS40075EVM-001 电气和性能规格

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入特性</b>					
输入电压范围		10		14	V
最大输入电流	$V_{IN} = 10V, I_{OUT} = 15A$		2.75		A
空载输入电流	$V_{IN} = 14V, I_{OUT} = 0A$		45		mA
<b>输出特性</b>					
输出电压	$R6 = 9.53k\Omega, R5 = 105k\Omega$	1.45	1.50	1.55	V
输出电压调节	线路调节 ( $10V < V_{IN} < 14V, I_{OUT} = 5A$ )			1%	
	负载调节 ( $10V < I_{OUT} < 15A, V_{IN} = 12V$ )			1%	
输出电压纹波	$V_{IN} = 14V, I_{OUT} = 15A$		25	50	mVpp
输出负载电流		0		15	A
输出过流			23		A
<b>系统特性</b>					
开关频率		360	400	440	kHz
峰值效率	$V_{OUT} = 1.5V, 8A < I_{OUT} < 12A$	$V_{12V\_IN} = 10V$		87%	
		$V_{12V\_IN} = 12V$		85%	
		$V_{12V\_IN} = 14V$		83%	
满负载效率	$V_{OUT} = 1.5V, I_{OUT} = 15A$	$V_{12V\_IN} = 10V$		84%	
		$V_{12V\_IN} = 12V$		83%	
		$V_{12V\_IN} = 14V$		81%	



### 3.1 调节输出电压 ( R5 和 R6 )

通过改变反馈电阻分压器 ( R6 和 R5 ) 中的接地电阻，可以在有限范围内调节稳压输出电压。输出电压可由 [方程式 1](#) 计算得出。

$$V_{\text{VOUT}} = V_{\text{REF}} = \left[ 1 + \frac{R3}{\frac{R5 \times R6}{R5 + R6}} \right] \quad (1)$$

其中

- $V_{\text{VREF}} = 0.700\text{V}$
- $R3 = 10.0\text{k}\Omega$

[表 3-1](#) 包含在 R5 开路情况下用于生成常见输出电压的 R6 常见值。R5 可用于提高精度，这样就无需使用价格更高的电阻器，即可获得所需的精度。The TPS40075EVM-001 在这些输出电压下保持稳定，但效率可能会受到影响，因为功率级针对 1.5V 输出进行了优化。

表 3-1. 利用 R14 调节  $V_{1V5\_OUT}$

$V_{\text{OUT}} \text{ (V)}$	$R16 \text{ (k}\Omega\text{)}$
3.3 <sup>(1)</sup>	2.67
2.5 <sup>(1)</sup>	3.83
2.2 <sup>(1)</sup>	4.64
2.0 <sup>(1)</sup>	8.36
1.8	6.34
1.5	8.66
1.2	14.0

- (1) 与较高输出电压或较低输入电压关联的占空比较高，因此当工作输出电压大于 2.0V 或工作输入电压低于 6V 时，输出电流应限制为 10A，以降低主开关 FET (Q1) 上的导通损耗。在这些条件下，通常会选择较小的  $R_{\text{DS(on)}}$  FET。

### 3.2 使用遥感 (J3)

TPS40075EVM-001 通过连接器 J3 为用户提供遥感功能。使用遥感功能时，J3 应连接到负载处，以便对端子连接和负载线连接上的损耗进行补偿，从而提供更加准确的负载调节。连接遥感时，TP15 和 TP16 之间测得的输出电压可能表现出正负载调节特性 ( 通过增加负载增加输出电压 )。这是控制器对本地感测电压 ( TP15 和 TP16 ) 与遥感连接 (J3) 之间的电阻损耗进行补偿的结果。TP17 和 TP18 连接到遥感线路，因此会在连接遥感时显示负载处的电压。

如果不采取措施来最大限度地减少遥感线路中的这些寄生效应，负载或遥感连接中电感分量导致的过大相移可能会导致不稳定。最好使用双绞绝缘线对将负载与 J3 相连，从而最大限度地减少遥感线路上的噪声注入和电感。在器件布局中，应注意使遥感线路免受高噪声、高电流或数字信号的影响，以限制噪声注入反馈路径并提供尽可能准确的调节。

### 3.3 5V 输入工作电压 ( R10 和 R15 )

与较高输出电压或较低输入电压关联的占空比较高，因此当工作输出电压大于 2.0V 或工作输入电压低于 6V 时，输出电流应限制为 10A，以降低主开关 FET (Q1) 上的导通损耗。在这些条件下，通常会选择较小的  $R_{\text{DS(on)}}$  MOSFET。

若要采用 5V 输入工作电压，需要更改两个电阻器。R10 ( $R_{\text{KFF}}$ ) 设置电压斜坡幅度，并在采用 5V 工作电压时需要减少至 53.6k $\Omega$  以将 UVLO 降低至 3.9V。此外，应当在 R15 处添加一个 330k $\Omega$  电阻器来防止软启动期间出现内部竞态条件。

### 3.4 启用

若要禁用输出并强制功率 MOSFET 进入高阻抗三态，需将 TP21 连接到 TP19。这会驱动 Q3 的基极并对软启动电容器放电，同时关断 TPS40075 控制器。

## 4 测试设置

### 4.1 设备

#### 4.1.1 电压源

$V_{12V\_IN}$

输入电压源 ( $V_{12V\_IN}$ ) 应是能够提供  $5A_{DC}$  的 0V 至 15V 可变直流电源。将  $V_{12V\_IN}$  连接到 J1，如图 4-2 所示。

#### 4.1.2 仪表

- 答 1 :  $0A$  至  $5A_{DC}$ ，电流表
- V1 :  $V_{12V\_IN}$ ，0V 至 15V 电压表
- V2 :  $V_{1V5\_OUT}$ ，0V 至 5V 电压表

#### 4.1.3 负载

##### 4.1.3.1 LOAD1

输出负载 (LOAD1) 应该是一个电子恒流模式负载，在 1.5V 下支持  $0A_{DC}$  至  $15A_{DC}$  电流。

#### 4.1.4 建议线规

##### 4.1.4.1 $V_{12V\_IN}$ 连接到 J1

HPA187 的源极电压、 $V_{12V\_IN}$  和 J1 之间的连接最多可以承载  $3A_{DC}$  电流。最低建议线规是 AWG #16，导线总长度小于 4 英尺 (2 英尺用于输入，2 英尺用于返回)。

##### 4.1.4.2 J2 到 LOAD1 (电源)

HPA187 的 J2 和 LOAD1 之间的电源连接可承载高达  $15A_{DC}$  的电流。最低建议线规是  $2 \times$  AWG #16，导线总长度小于 4 英尺 (2 英尺用于输出，2 英尺用于返回)。

##### 4.1.4.3 J3 到 LOAD1 (遥感)

如果使用遥感功能，则 HPA187 的 J3 与 LOAD1 之间的遥感连接可承载不到  $1A_{DC}$  的电流。最低建议线规是 AWG #22，导线总长度小于 4 英尺 (2 英尺用于输出，2 英尺用于返回)。

#### 4.1.5 其他

##### 4.1.5.1 风扇

本评估模块包含会发烫的元件，因此 EVM 未封闭 (以能够探测电路节点)，因此需要一个 200LFM 至 400LFM 的小型风扇来降低元件表面温度，以防止用户受伤。此 EVM 在通电时应有人看管，在风扇未运行时不得进行探测。

##### 4.1.5.2 示波器

可以使用 60MHz 或更快的示波器来确定  $1V5\_OUT$  上的纹波电压。应按如下方式设置示波器以进行输出纹波测量：

- $1M\Omega$  阻抗
- 交流耦合
- $1 \mu s/div$  水平分辨率
- $20mV/div$  垂直分辨率

TP15 和 TP16 可用于测量输出纹波电压，方法是将示波器探头尖端穿过 TP15 并将接地筒固定在 TP16 上，如图 4-2 所示。对于免提方法，可以切割并打开 TP16 中的环路以支撑探头筒。由于接地环路较大，使用引线接地可能会产生额外的噪声。

## 4.2 设备设置

图 4-2 显示了推荐用于评估 TPS40075EVM-001 的基本测试设置。请注意，虽然 J1 和 J2 的回路相同，但连接应保持独立，如图 4-1 所示。

### 4.2.1 过程

1. 在 ESD 工作站上工作时，请确保在为 EVM 加电之前已连接所有腕带、靴带或垫子以使用户接地。还应穿戴防静电工作服和护目镜。
2. 在连接直流输入源  $V_{12V\_IN}$  之前，建议将来自  $V_{12V\_IN}$  的源电流限制为最大 5.0A。确保  $V_{12V\_IN}$  初始设置为 0V 并按图 4-1 所示进行连接。
3. 在  $V_{12V\_IN}$  和 J1 之间连接电流表 A1 (量程为 0A 到 5A)，如图 4-1 中所示。
4. 将电压表 V1 连接到 TP1 和 TP2，如图 4-1 中所示。
5. 将 LOAD1 连接到 J2，如图 3-1 所示。在施加  $V_{12V\_IN}$  之前，确保将 LOAD1 设置为恒流模式并具有 0A<sub>DC</sub> 灌电流。
6. 将电压表 V2 连接到 TP17 和 TP18，如图 4-1 中所示。
7. 将示波器探头连接到 TP16 和 TP15，如图 4-2 所示。
8. 按图 4-1 中所示放置风扇。将风扇打开，确保空气流经 EVM。

### 4.2.2 图

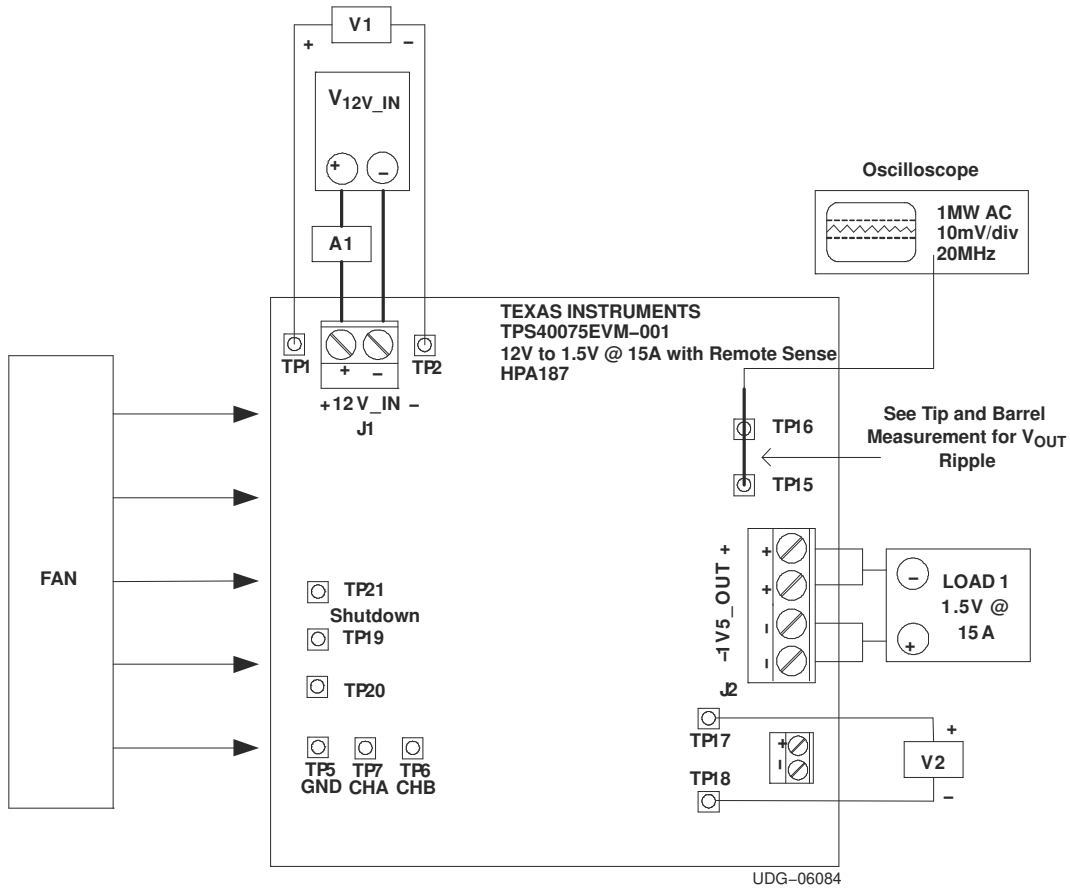


图 4-1. 建议用于 TPS40075EVM-001 的测试装置

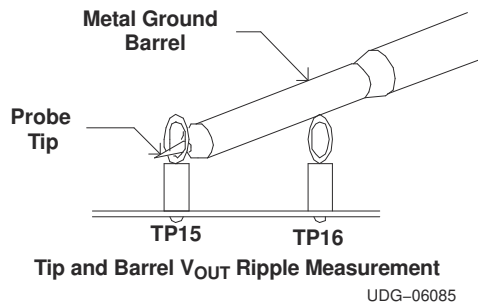


图 4-2. 输出纹波测量 - 使用 TP15 和 TP16 的尖端和接地筒

### 4.3 启动/关断步骤

1. 将  $V_{12V\_IN}$  (V1) 从 0V 增大至  $10V_{DC}$ 。
2. 将 LOAD1 从 0A 改为  $10A_{DC}$ 。
3. 将  $V_{12V\_IN}$  (V1) 从  $10V_{DC}$  改为  $14V_{DC}$ 。
4. 将 TP21 短接至 TP19 以禁用开关和三态输出。
5. 移除 TP21 至 TP19 短接来启用输出。
6. 将 LOAD1 降至 0A。
7. 将  $V_{12V\_IN}$  降至 0V。

### 4.4 设备停机

1. 关闭示波器。
2. 关断 LOAD1。
3. 关断  $V_{12V\_IN}$ 。
4. 关闭风扇。



## 5 TPS40075EVM 典型性能数据和特性曲线

图 5-1 和图 5-2 显示了 TPS40075EVM-001 的典型性能曲线。实际性能数据可能会受到测量技术和环境变量的影响，因此这些曲线仅供参考，并可能与实际现场测量结果有所不同。

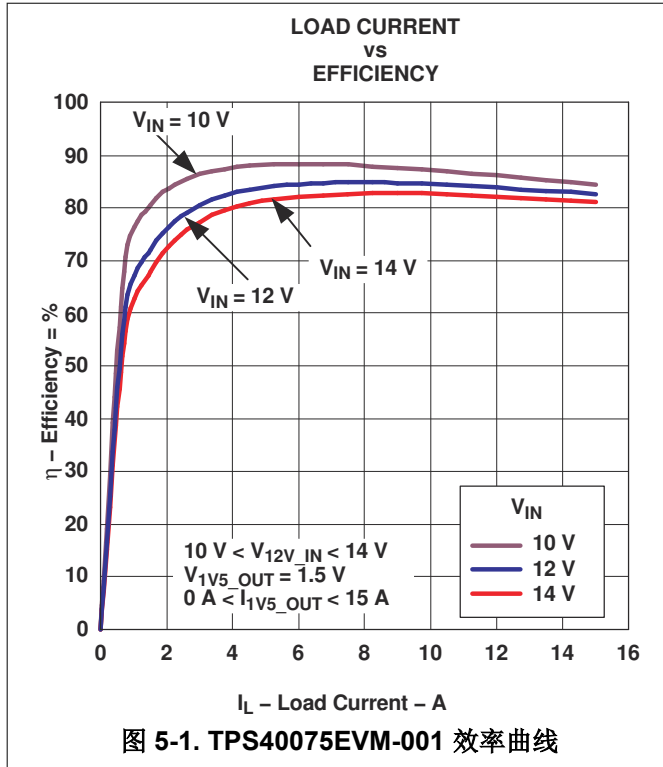


图 5-1. TPS40075EVM-001 效率曲线

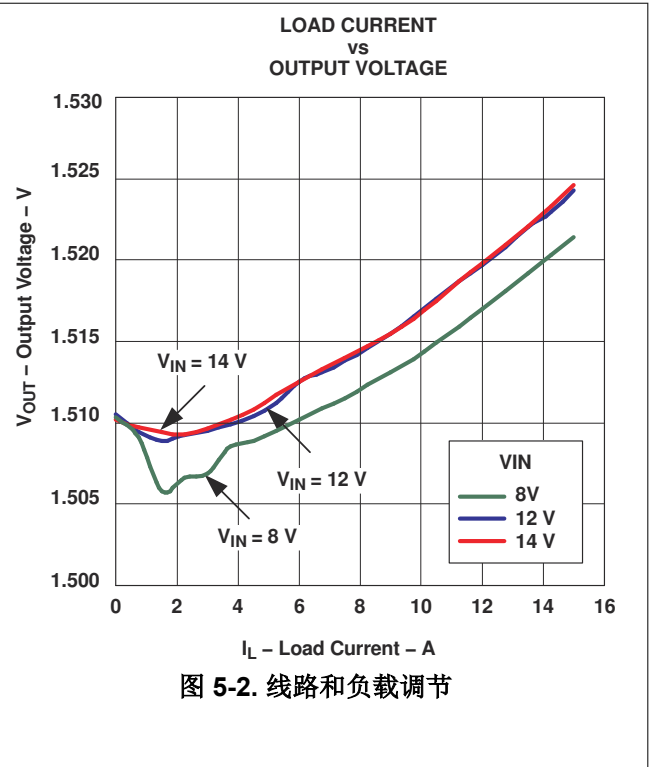
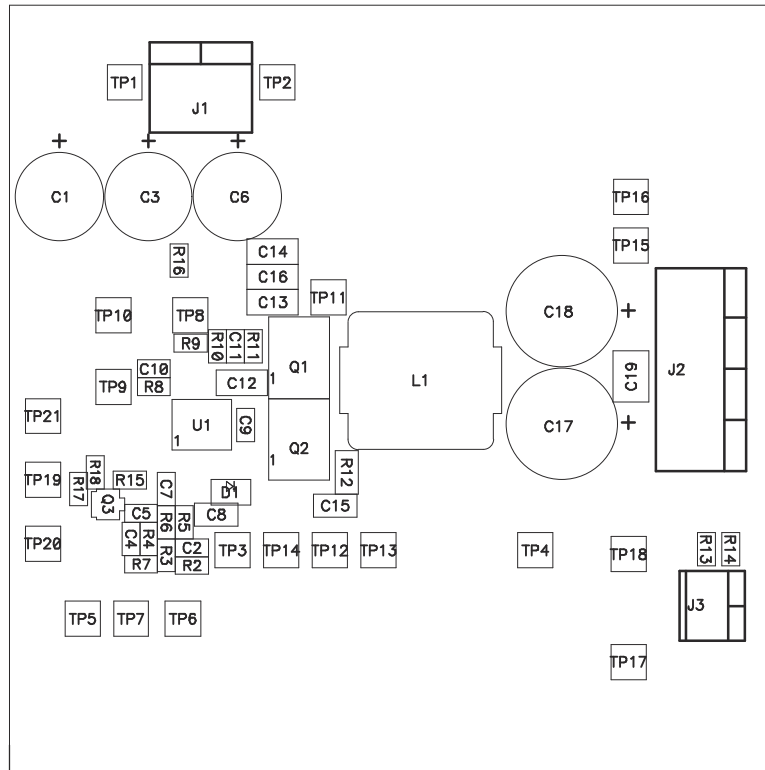


图 5-2. 线路和负载调节

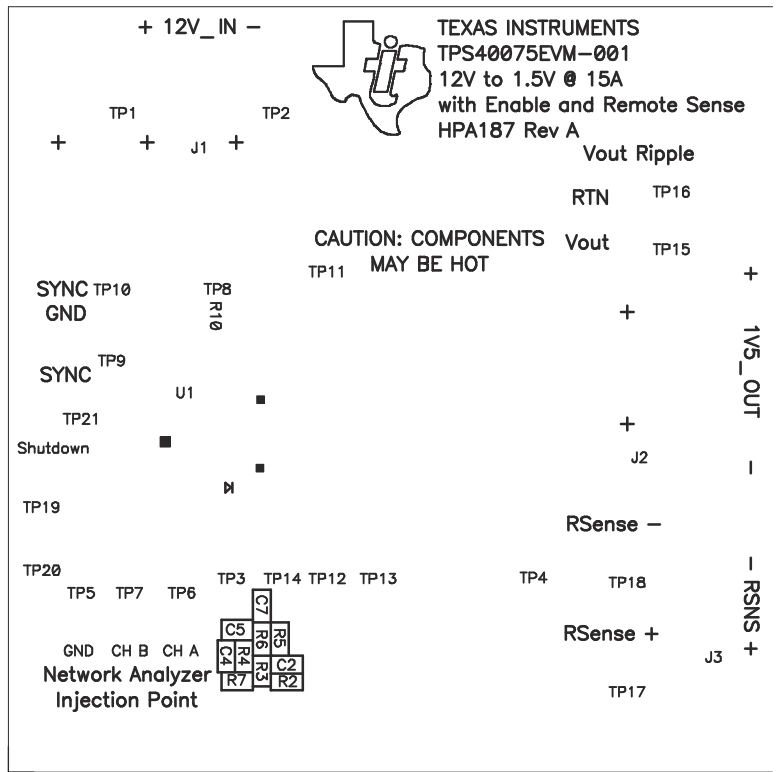
## 6 EVM 装配图和布局

图 6-1 至图 6-6 显示了 TPS40075EVM-001 印刷电路板的设计。该 EVM 采用 4 层 2 盎司覆铜 3.0 英寸 × 3.0 英寸电路板设计，所有元件均焊接在顶层，可让用户在实际应用中轻松地查看、探测和评估 TPS40075 控制器件。将组件移动到 PCB 的两侧或使用额外的内部层可以为空间受限的系统进一步缩小尺寸。



UDG-06087

图 6-1. TPS40075EVM-001 元件放置 (顶视图)



UDG-06088

图 6-2. TPS40075EVM-001 丝网 (顶视图)

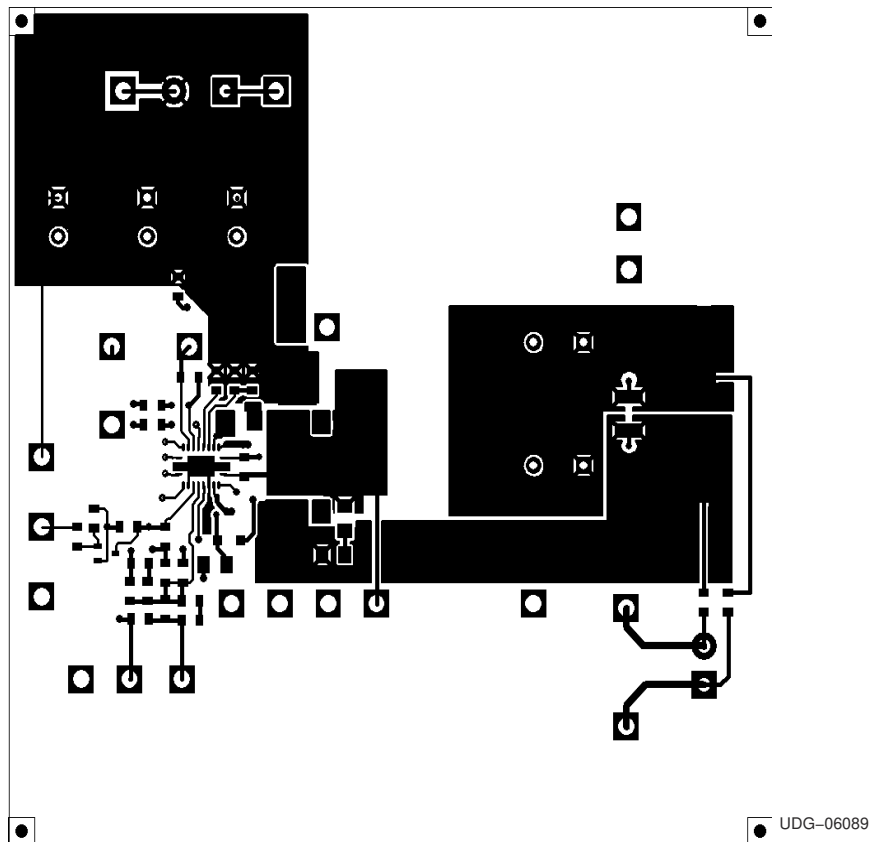


图 6-3. TPS40075EVM-001 顶部铜层 (顶视图)

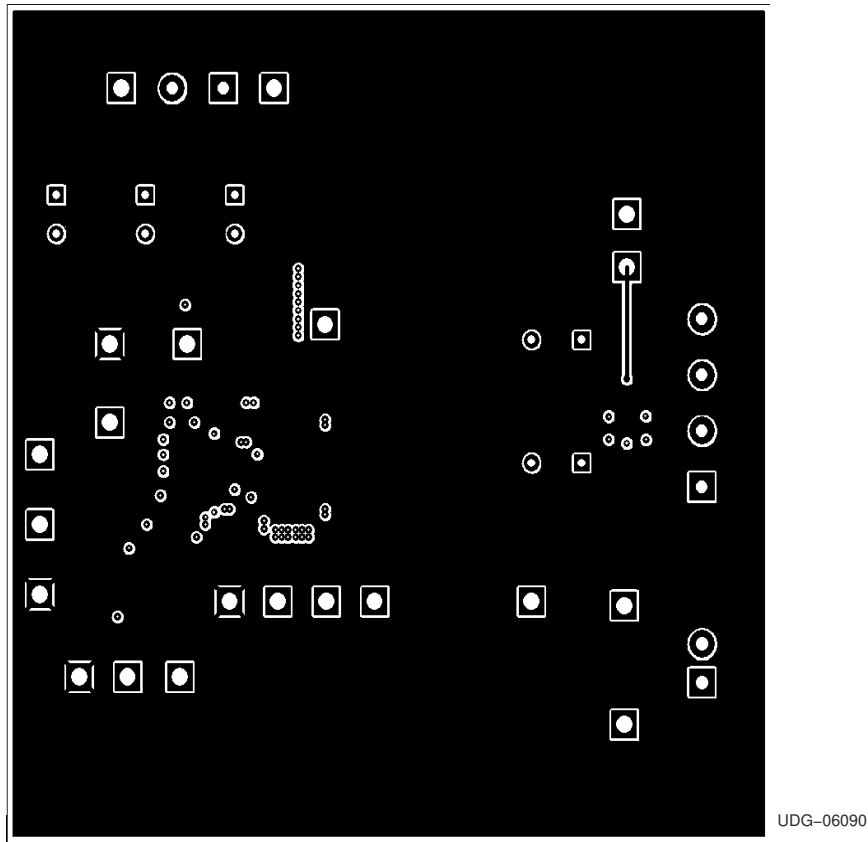


图 6-4. TPS40075EVM-001 第 2 层 ( X 射线顶视图 )

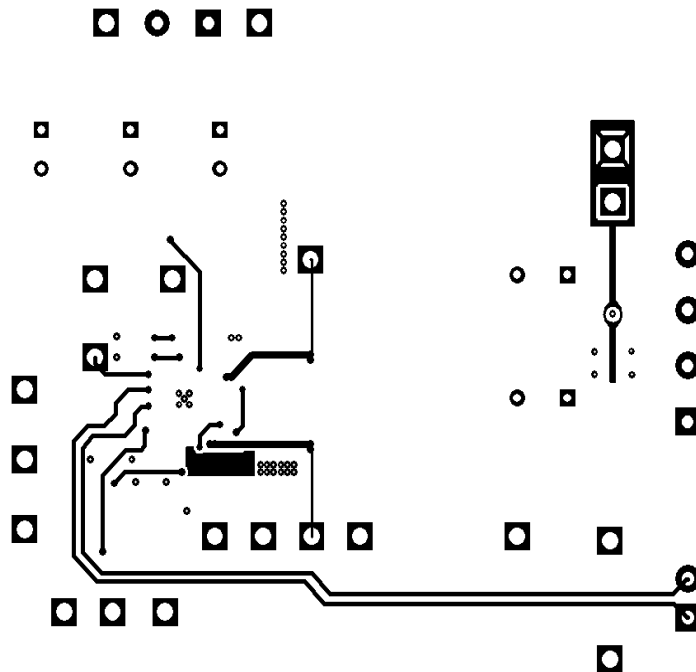
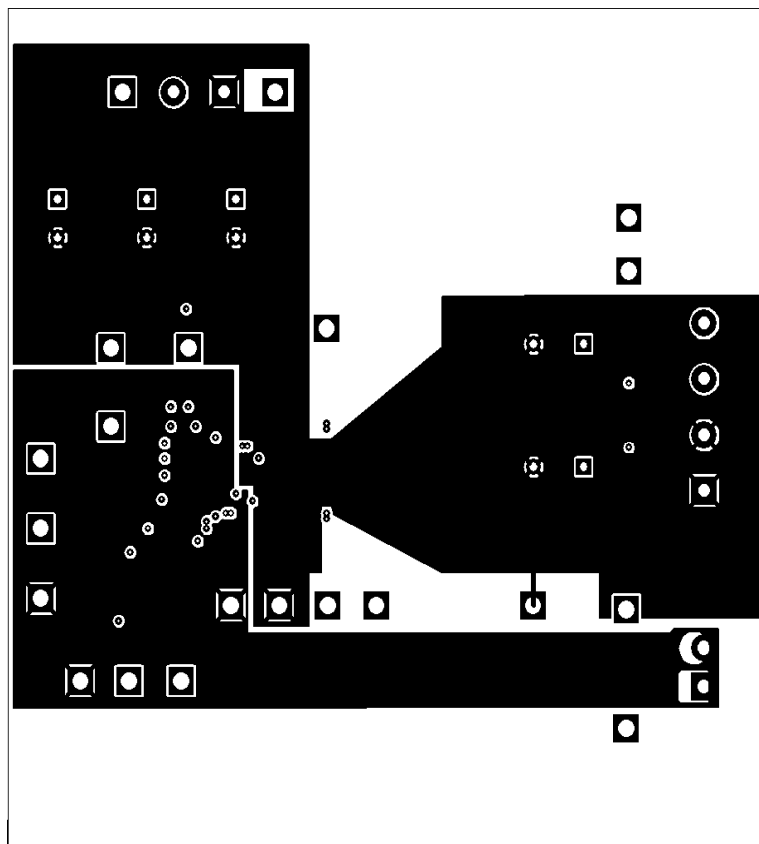


图 6-5. TPS40075EVM-001 第 3 层 ( X 射线顶视图 )



UDG-06092

图 6-6. TPS40075EVM-001 底部铜层 ( X 射线顶视图 )

## 7 物料清单

表 7-1 列出了按照图 3-1 和图 4-1 中所示原理图进行配置的 EVM 元件。

**表 7-1. TPS40075EVM-001 物料清单**

数量	参考标识符	说明	尺寸	制造商	器件型号
0	C1、C6	电容器, 470 $\mu$ F, 16V, 38m $\Omega$ , 25%	8mm	Panasonic (松下)	EEUFM1C471L
1	C2	电容器, 陶瓷, 10nF, 25V, X7R, 10%	0603	Std	Std
1	C3	电容器, 470 $\mu$ F, 16V, 38m $\Omega$ , 25%	8mm	Panasonic (松下)	EEUFM1C471L
1	C4	电容器, 陶瓷, 150pF, 25V, X7R, 10%	0603	Std	Std
1	C5	电容器, 陶瓷, 12nF, 25V, X7R, 10%	0603	Std	Std
1	C7	电容器, 陶瓷, 47nF, 25V, X7R, 10%	0603	Std	Std
1	C8	电容器, 陶瓷, 1.5 $\mu$ F, 16V, X7R, 20%	0805	TDK	C2012X7R1C115M
2	C9、C10	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 25V, X7R, 20%	0603	Std	Std
1	C11	电容器, 陶瓷, 22pF, 50V, NPO, 10%	0603	Std	Std
1	C12	电容器, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 16V, X7R, 20%	1206	TDK	C3216X7R1C106M
2	C13、C16	电容器, 陶瓷, 2.2 $\mu$ F, 16V, X7R, 10%	1206	Std	Std
0	C14	电容器, 陶瓷, 2.2 $\mu$ F, 16V, X7R, 10%	1206	Std	Std
0	C15	电容器, 陶瓷, 1000pF, 25V, X7R, 20%	0805	Std	Std
2	C17、C18	电容器, 1000 $\mu$ F, 10V, 26m $\Omega$ , 25%	10mm	Panasonic (松下)	EEUFM1A102
1	C19	电容器, 陶瓷, 100 $\mu$ F, 6.3V, X5R, 20%	1206	Std	Std
1	D1	二极管, 肖特基, 200mA, 30V	SOD323	On-Semi	BAT54HT1
1	J1	端子块, 2 引脚, 15A, 5.1mm	0.40 $\times$ 0.35	OST	ED1609
1	J2	端子块, 4 引脚, 15A, 5.1mm	0.80 $\times$ 0.35	OST	ED2227
1	J3	端子块, 2 引脚, 6A, 3.5mm	0.27 $\times$ 0.25	OST	ED1514
1	L1	电感器, SMT, 1.3 $\mu$ H, 26A, 2m $\Omega$	0.51 $\times$ 0.51	Pulse (普思)	PG0077.142
1	Q1	MOSFET, N 沟道, 25V, 81.4A, 8.9m $\Omega$	LFPAK	Philips (飞利浦)	PH6325L
1	Q2	MOSFET, N 沟道, 25V, 118A, 4.1m $\Omega$	LFPAK	Philips (飞利浦)	PH2625L
1	Q3	MOSFET, N 沟道, 25V, 118A, 4.1m $\Omega$			
1	R1	电阻器, 贴片, 0 $\Omega$ 跳线, 1/10W, 5%	0805	Std	Std
1	R2	电阻器, 贴片, 806 $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
2	R3、R9、R17	电阻器, 贴片, 10k $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R4	电阻器, 贴片, 4.42k $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R5、R18	电阻器, 贴片, 105k $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R6	电阻器, 贴片, 9.53k $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R7	电阻器, 贴片, 49.9 $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R8	电阻器, 贴片, 118k $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R10	电阻器, 贴片, 133k $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R11	电阻器, 贴片, 1.13k $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
0	R12、R15	电阻器, 贴片, 3.3 $\Omega$ , 1/10W, 1%	0805	Std	Std
2	R13、R14	电阻器, 贴片, 1 $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R16	电阻器, 贴片, 1.0 $\Omega$ , 1/16W, 1%	0603	Std	Std
3	TP1、TP15、TP17、TP21	测试点, 红色, 通孔封装	0.125 $\times$ 0.125	Keystone	5010
8	TP2、TP3、TP4、TP5、TP10、TP14、TP16、TP18、TP20	测试点, 黑色, 通孔封装	0.125 $\times$ 0.125	Keystone	5011
7	TP6、TP7、TP8、TP9、TP11、TP12、TP13	测试点, 白色, 通孔封装	0.125 $\times$ 0.125	Keystone	5012

**表 7-1. TPS40075EVM-001 物料清单 (continued)**

数量	参考标识符	说明	尺寸	制造商	器件型号
1	U1*	IC	QFN-20	Ti	TPS40075RHL
1	—	PCB, 4 层 FR4, 3.0 英寸 × 3.0 英寸 × 0.063 英寸	2.4" × 2.1"	不限	HPA187A
4	—	Bumpon, 透明	0.44" × 0.2"	3M	SJ5303
<p>注：1. 这些组件都对 ESD 敏感，因此应注意采取 ESD 预防措施。</p> <p>2. 这些组件都必须是干净的且没有焊剂和任何污染物。不允许使用免清洗焊剂。</p> <p>3. 这些组件都必须符合 IPC-A-610 2 类工艺标准。</p> <p>4. 将 Bumpon 安装在 PCB 的背面（空白侧）。清洁后在每个角落安装一个。</p> <p>5. 标有 * 的引用标识符无法替换。所有其他元件都可以替换为 MFG 的等效元件。</p>					

## 8 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (December 2006) to Revision A (January 2022)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。.....	2
• 更新了用户指南标题.....	2

## 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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司