

摘要

本用户指南介绍了 TPS7H1111EVM 评估模块 (EVM) 的操作使用方法，该 EVM 可用作 TPS7H1111-SEP 和 TPS7H1111-SP (QMLP) 的工程演示和评估的参考设计，QMLP 是 1.5A 超低噪声、高 PSRR 的增强型航天塑料低压降 (LDO) 稳压器。本用户指南提供了关于 EVM、其配置、原理图和物料清单 (BOM) 的详细信息。

内容

1 引言	2
1.1 相关信息.....	3
1.2 TPS7H1111-SEP 的特性.....	3
1.3 应用.....	3
2 设置	4
2.1 输入/输出连接器和跳线说明.....	4
2.2 设备设置.....	6
3 操作	6
4 可调节运行	7
5 测试结果	8
5.1 使能和软启动计时.....	8
5.2 PSRR.....	9
5.3 稳定性.....	10
5.4 噪声频谱密度.....	11
6 电路板布局	12
7 原理图	15
8 物料清单	16

插图清单

图 1-1. TPS7H1111EVM (LP086A).....	2
图 4-1. 配置输出电压的简化示意图.....	7
图 5-1. TPS7H1111 使能和软启动计时.....	8
图 5-2. TPS7H1111EVM PSRR.....	9
图 5-3. TPS7H1111EVM 增益和相位与频率间的关系 (波特图).....	10
图 5-4. 输出噪声与频率间的关系 (噪声频谱密度).....	11
图 6-1. 顶部覆盖丝印.....	12
图 6-2. 顶部阻焊层.....	12
图 6-3. 顶端信号层.....	13
图 6-4. 信号 1 层.....	13
图 6-5. 信号 2 层.....	14
图 6-6. 底部焊料层.....	14
图 7-1. TPS7H1111EVM (LP086A) 原理图.....	15

表格清单

表 2-1. 跳线.....	4
表 2-2. 测试点.....	5
表 8-1. 物料清单 (LP086A).....	16

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS7H1111-SEP 是一款超低噪声、高 PSRR、低压降线性稳压器 (LDO)，针对为航天环境中的 RF (射频) 器件供电进行了优化。它能够在 0.85V 至 7V 输入范围内提供高达 1.5A 的电流，并由 2.2V 至 14V 的辅助电源供电。

该 EVM 配置有一个默认输出电阻器，该电阻器可调节至 1.8V V_{OUT} ，可用 V_{IN} 范围为 (1.8V + V_{DO}) 至 7V， V_{BIAS} 范围为 ($V_{OUT} + 1.6V$ 至 14V)。最坏情况下 V_{DO} 的范围为 430mV ($V_{BIAS} \geq (V_{OUT} + 1.6V)$) 至 1.4V， $V_{BIAS} = V_{IN}$ (1.5A 负载下)。此 EVM 旨在帮助工程师评估 TPS7H1111-SEP 线性稳压器的运行情况和性能。TPS7H1111-SEP 低压降稳压器支持 0.85V 至 7V 的输入电压，并且能够通过更改 V_{OUT} 电流设置电阻器 R8 来调节 0.4V 至高达 5.5V 之间的任何输出电压。此 EVM 能够为负载提供最高 1.5A 的电流。实现最大负载取决于多个变量，包括输入输出功耗、电路板散热和散热。

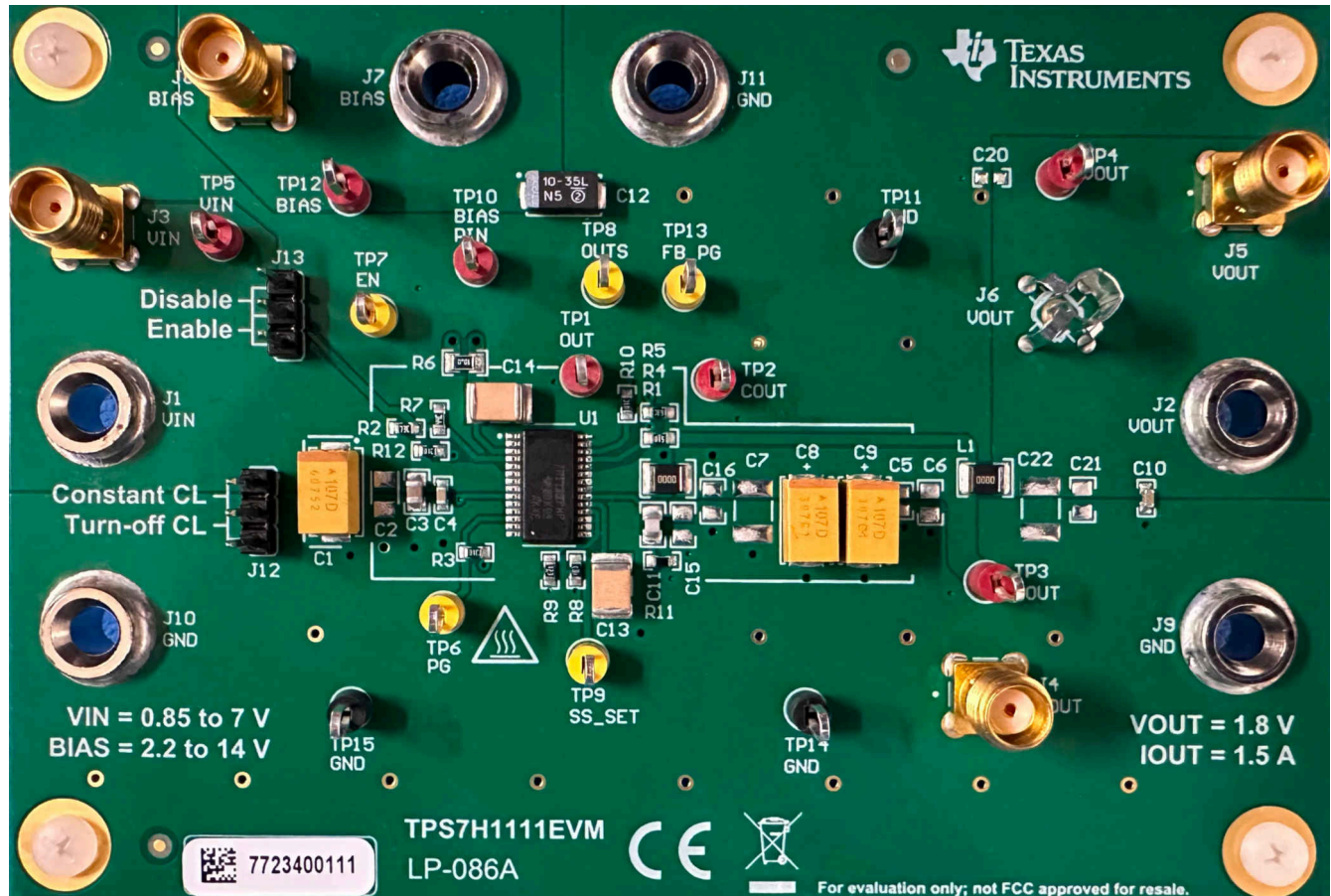


图 1-1. TPS7H1111EVM (LP086A)

1.1 相关信息

- TPS7H1111-SEP 和 TPS7H1111-SP 数据表 ([SLVSFT8](#))

1.2 TPS7H1111-SEP 的特性

- 器件辐射表征
 - 辐射特征是电离辐射总剂量 (TID) 为 50krad(Si)
 - 单粒子锁定 (SEL)、单粒子烧毁 (SEB) 和单粒子栅穿 (SEGR) 对于线性能量传递 (LET) 的抗扰度 = 43MeV-cm²/mg
 - 单粒子功能中断 (SEFI) 和单粒子瞬变 (SET) 对于 LET 的额定值 = 43MeV-cm²/mg
 - 超低噪声：1.71 μ V_{RMS} (典型值) 10Hz - 100kHz
- 高电源抑制比, PSRR (典型值) :
 - 100 Hz 时为 109dB
 - 100 kHz 时为 71dB
 - 在 1MHz 时为 66dB
- 输入电压范围：0.85 V 至 7 V
- 2.2V 至 14V 的辅助电源, 可更大程度降低功率耗散
- 输出电压低至 0.4 V
- 高达 1.5A 输出电流
- 在线路和负载范围内出色的输出精度 :
 - 整个温度范围内 +1.1%/-1.3%
 - 25°C 时为 +0.9%/-0.7%
- 低压降：1.5A 时为 215mV (典型值)
- 可编程软启动控制 (SS_SET)
- 开漏电源正常状态 (PG) 指示器
- 可配置电源正常阈值 (FB_PG)
- 带有外部补偿 STAB 引脚的外露控制环路
- 具有可配置行为的内部电流限制
- 能够共享电流以实现更高的电流

1.3 应用

- [卫星电力系统 \(EPS\)](#)
- 适用于高速和高精度模拟电路的电源
 - 数据转换器：ADC 和 DAC (模数转换器和数模转换器)
 - VCO (压控振荡器)
 - PLL (锁相环)
 - SerDes (串行器和解串器)
 - 图像传感器
- 为 FPGA (现场可编程门阵列) 和 DSP (数字信号处理器) 提供精确电源
- 用于空间受限区域的耐辐射超洁净模拟电源

2 设置

本节介绍该 EVM 上的跳线和连接器，以及如何正确连接、设置和使用 TPS7H1111EVM。

2.1 输入/输出连接器和跳线说明

2.1.1 跳线

表 2-1 中包含跳线列表及其功能说明。

表 2-1. 跳线

原理图参考	说明
J1	V_{IN} 输入电源香蕉插头。0.85 至 7 V。
J2	V_{OUT} 输出稳压电源香蕉插头。按配置 $V_{OUT} = 1.8V$ 。
J3	V_{IN} 香蕉插孔的 GND。
J4	V_{COUT} 输出稳压电源 SMA。
J5	V_{OUT} 输出稳压电源 SMA。
J6	V_{OUT} 输出稳压电源冷端探头连接器。
J7	V_{BIAS} 偏置输入电源香蕉插孔。2.2 至 14 V。
J8	V_{BIAS} 偏置输入电源 SMA。
J9	V_{OUT} 香蕉插孔的 GND。
J10	V_{IN} 香蕉插孔的 GND。
J11	V_{BIAS} 香蕉插孔的 GND。
J12	三引脚电流限制模式跳线选择器。选择“恒流”或“关断”限流模式。
J13	三引脚启用/禁用跳线选择器。将 EN 信号拉至 V_{IN} “启用”或 GND “禁用”。任何跳线都不会基于 V_{IN} R2/R7 分压器达到 600mV 使能阈值而使能 LDO。

2.1.2 测试点

表 2-2 中包含测试点列表及其功能说明。

表 2-2. 测试点

原理图参考	说明
TP1	V _{OUT} 测试点。此测试点在 0Ω R1 之前，直接连接到 LDO 的 OUT 引脚。
TP2、TP3	V _{COU} 测试点。这些测试点在 0Ω R1 之后。它们位于 COU 平面上。TP2 与 TP8 一起用于 Bode 信号注入。
TP4	V _{OUT} 测试点。此测试点位于输出路径中的 L1 (填充 0Ω) 之后。此测试点位于反馈回路之外。
TP5	V _{IN} 测试点。
TP6	PG 电源正常测试点。
TP7	EN 启用测试点。
TP8	反馈 O _{UTS} 测试点。与 TP2 一起用于 Bode 信号注入。
TP9	SS_SET 测试点。此节点定义 V _{OUT} 调节和软启动。
TP10	偏置测试点，位于由 R6 和 C14 定义的偏置滤波器的器件侧。
TP11	GND 测试点。
TP12	偏置测试点，位于由 R6 和 C14 定义的偏置滤波器的源极侧。
TP13	FB_PG 测试点。
TP14、TP15	GND 测试点。

2.2 设备设置

以下过程可指导 TPS7H1111EVM 的设置和测试。

此测试需要用到以下设备：

1. 电源 PS1 能够提供高达 7V 和 1.5A 的电源，以提供 V_{IN} 。
 - 如果测试电流限制功能，PS1 应该能够承受 3A。
2. 电源 PS2 最高可承受 14V 和 100mA。
3. 电子负载或电阻负载可承受大于 1.5A 的电流（或所需的测试负载）。
4. 用于监测 V_{OUT} 的电压表和/或示波器。

以下过程介绍了连接、电源和负载设置：

1. 禁用 PS1 时，设置 2.5V 和 1.5A 电流限制。
2. 用香蕉电缆将 PS1 正极电源连接至 V_{IN} + 跳线 J1。
3. 用香蕉电缆将 PS1 负极电源连接到 V_{IN} 接地跳线 J10。
 - 或者，可与 SMA J3 一起提供 V_{IN} 。观察 SMA 电缆的额定电流。
4. 禁用 PS2 时，设置 5V 和 100mA 电流限制。
5. 用香蕉电缆将 PS2 正极电源连接至 V_{BIAS} + 跳线 J7。
6. 用香蕉电缆将 PS2 负极电源连接到 V_{BIAS} 接地跳线 J11。
 - 或者，也可以与 SMA J8 一起提供 V_{BIAS} 。
7. 如果需要监控 V_{OUT} ，将示波器连接到 SMA 插孔 J5。
 - 或者，可以将冷端连接器 J6 或 TP4 用于监测 V_{OUT} 。
8. 如果需要，使用 TP4、J6、J5 或 J2 将电压表连接到 V_{OUT} 。
9. 在 V_{OUT} 连接器 J2 和连接器 J9 处的 GND 之间连接所需 ($\leq 1.5A$) 负载。

备注

当在较高的 I_{LOAD} 电流下运行时，较大的 $V_{IN} - V_{OUT}$ 差会导致内部功耗过大。内部功耗可通过 $V_{IN} - V_{OUT} \times I_{LOAD}$ 进行估算。请参阅 [SLVSFT8](#)，以了解有关功率计算的更多信息。

3 操作

1. 将跳线 J13 设置为启用位置。
 - J13 也可以保持开路，因为电阻分压器与 V_{IN} 一起用于向上拉动使能引脚。使能阈值约为 600mV。可以更改电阻分压器 R2/R7，以实现 V_{IN} 的不同导通电压。默认情况下，当默认 EVM 的 $V_{IN} >$ 约 1.8V 时，器件将启用。还可以通过 J13 从主机对器件进行数字控制。
2. 启用 PS1 和 PS2。顺序不重要。
3. V_{OUT} 现在读数应为约 1.8V。
 - 当施加负载时，负载下的 V_{OUT} 可能低于 1.8V。用于反馈调节的 OUTS 连接位于靠近 U1 的 C_{OUT} 平面上。
4. PG 输出 (TP6) 现在也应上拉至 V_{OUT} ，读数为 1.8V。
5. 根据需要改变负载以进行测试。

4 可调节运行

TPS7H1111-SEP 的标称输出电压是使用等式 $V_{SS_SET} = V_{OUT} = I_{SET} \times R_{SET}$ 配置的。因此, $R_{SET} = V_{SS_SET} / I_{SET} = 1.8V / 100 \mu A = 18k\Omega$ 。 I_{SET} 由 R_{REF} 决定, 并使用精密 $12k\Omega$ 电阻器设计为 $100\mu A$ 。 请参阅图 4-1 以查看方框图。 请参阅图 7-1, 以了解 R_{SET} (R8) 和 R_{REF} (R9) 的连接情况。 请参阅 SLVSFT8, 以了解更多详细信息。

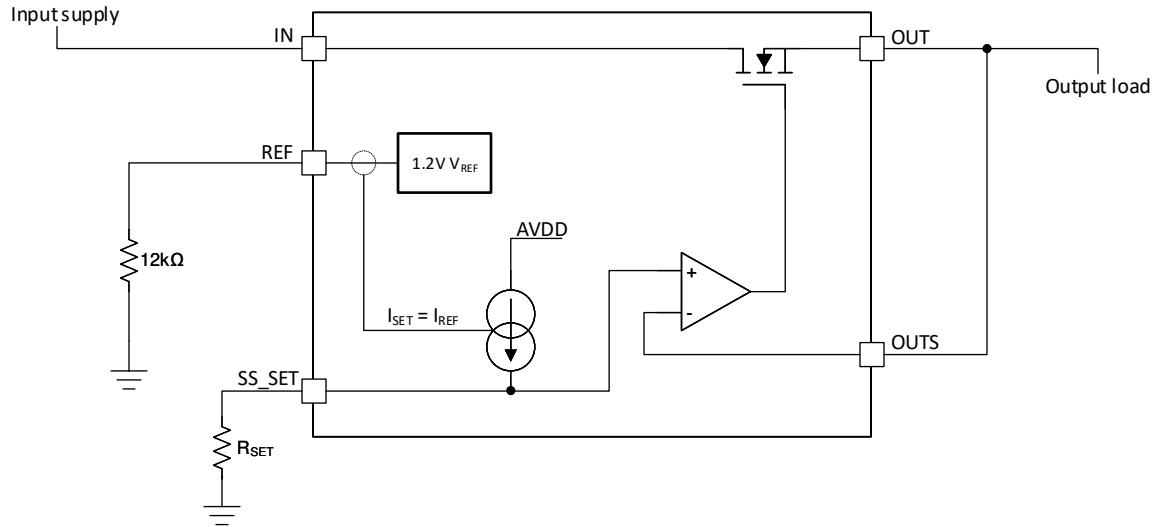


图 4-1. 配置输出电压的简化示意图

还需要注意的是, TPS7H1111-SEP 使用可调电源正常 PG 输出阈值 FB_PG。更改输出电压时, 需要在 FB_PG 引脚上设置合适的分压器, 以便 LDO 在达到适当的阈值时断言 PG。此外, 当 PG 被断言时, 这将关闭作为软启动一部分的内部快速充电电路。因此, 设置适当的分压器对于正确启动至关重要。请参阅 SLVSFT8, 以了解更多详细信息。

5 测试结果

本节提供 TPS7H1111EVM 在稳定性、噪声频谱密度 (NSD) 和 PSRR 方面的典型性能波形。所有性能数据显示均采用 EVM 的标准配置。标准配置基于以下条件： $V_{IN} = 2.5V$ ， $V_{BIAS} = 5V$ ， $V_{OUT} = 1.8V$

备注

TPS7H1111-SEP LDO 的数据表中包含各种不同输入和输出条件下的各种其他性能数据。请参阅 [SLVSFT8](#)

5.1 使能和软启动计时

图 5-1 显示了使能和软启动特性，其中 V_{IN} 为 2.5V， V_{BIAS} 为 5V，EN 从接地切换至约 800mV，而输出驱动约 1.5A 电阻负载。显示 EN、 V_{OUT} 、SS_SET 和 IOOUT 的波形以供参考。4.7 μ F 的 C_{SS} 导致软启动时间约为 3.7ms。

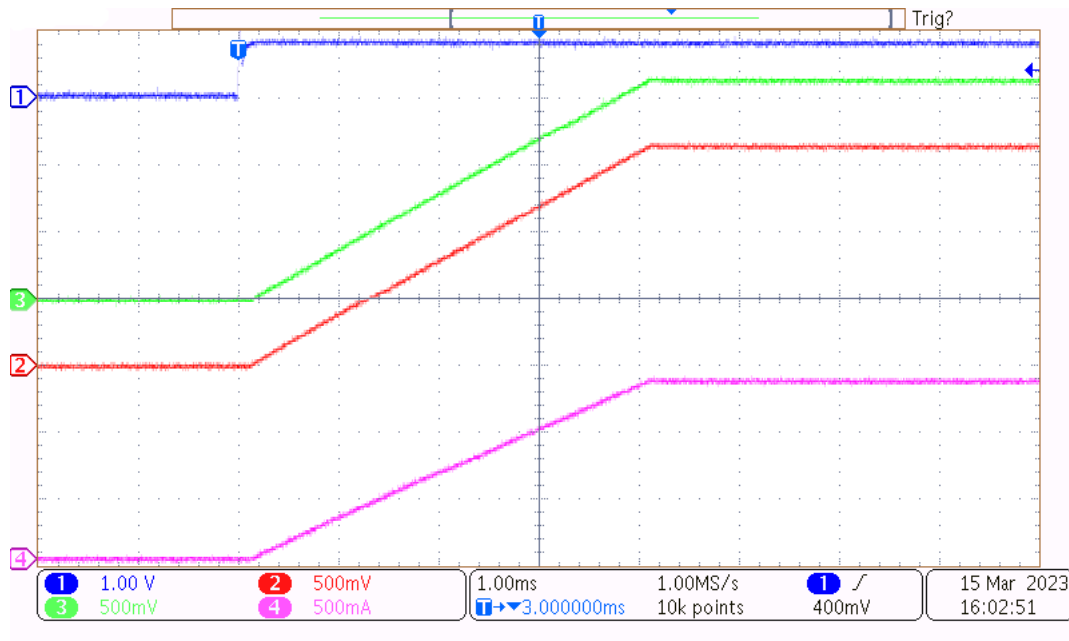


图 5-1. TPS7H1111 使能和软启动计时

5.2 PSRR

图 5-2 显示了 TPS7H1111EVM 在 $I_{OUT} = 1A$ 和以下条件下运行时的典型 PSRR 性能： $V_{IN} = 2.5V$ ， $V_{BIAS} = 5V$ ， $V_{OUT} = 1.8V$ ， C_{IN} 已移除。

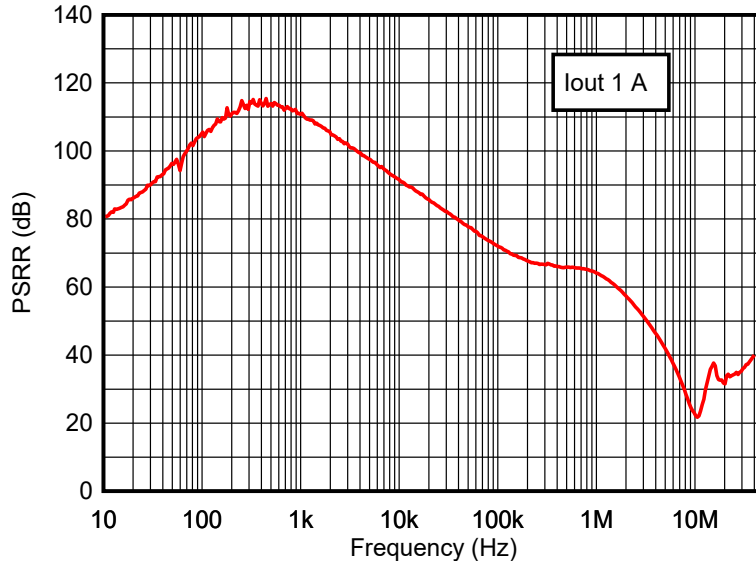


图 5-2. TPS7H1111EVM PSRR

在器件上测量超高 PSRR 可能具有挑战性。为了获得足够的结果，LDO 的输出被馈送至具有大约 50dB 增益的宽带放大器。放大输出可有效降低测量仪器的本底噪声。获得结果后，将以 dB 为单位的放大器增益曲线添加到整个频率范围的结果中。

V_{IN} 上的注入信号在 50Ω 负载中为 $-10dBm$ 。这会产生 200mV 的峰间信号。此外，从 100kHz 开始使用少量可变的注入信号衰减，以更大限度地减少较高频率下的信号失真。使用的最终注入信号功率为 $-17dBm$ ，频率约为 2MHz。

5.3 稳定性

图 5-3 显示了 1A 负载下的典型波特增益和相位图与频率间的关系。TPS7H1111EVM 在以下条件下运行时进行的稳定性测试： $V_{IN} = 2.5V$ ， $V_{BIAS} = 5V$ ， $V_{OUT} = 1.8V$ 。

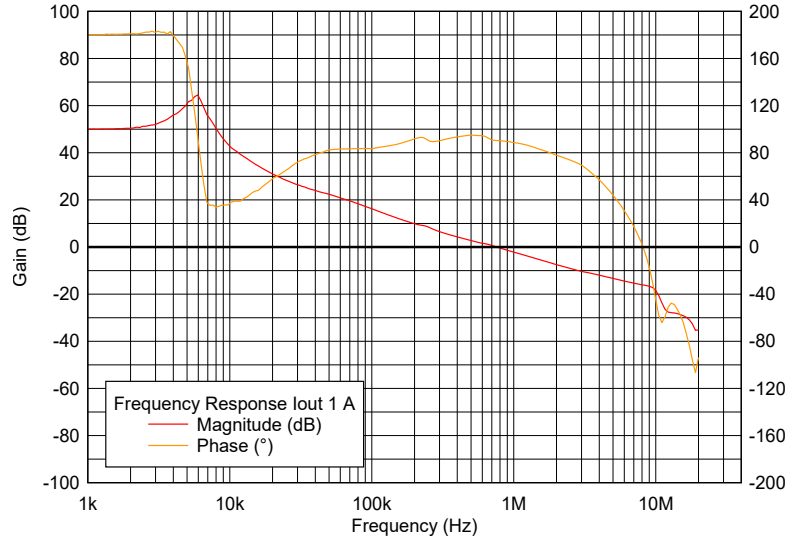


图 5-3. TPS7H1111EVM 增益和相位与频率间的关系 (波特图)

使用高带宽高增益 LDO 测量精确的波特响应需要使用非常小的注入信号。注入的信号使用注入电平的形状，注入的信号参考电平为 -7dBm。频率从 10kHz 增至 200kHz 时，该参考电平降至 -27dBm。此外，整个注入信号通过内联衰减器从外部衰减 26dB。这是为了防止将信号过驱到反馈回路中，并将响应保持在小信号行为范围内。

5.4 噪声频谱密度

图 5-4 显示了 TPS7H1111EVM 在 1A 负载和以下条件下运行时的典型噪声频谱密度 (NSD) 性能： $V_{IN} = 2.5V$ ， $V_{BIAS} = 5V$ ， $V_{OUT} = 1.8V$ 。

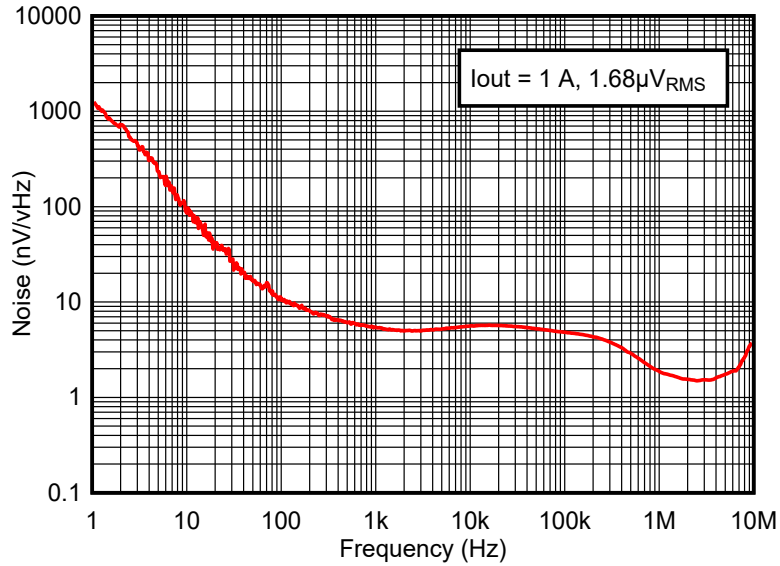


图 5-4. 输出噪声与频率间的关系 (噪声频谱密度)

6 电路板布局

下图表示电路板设计层。

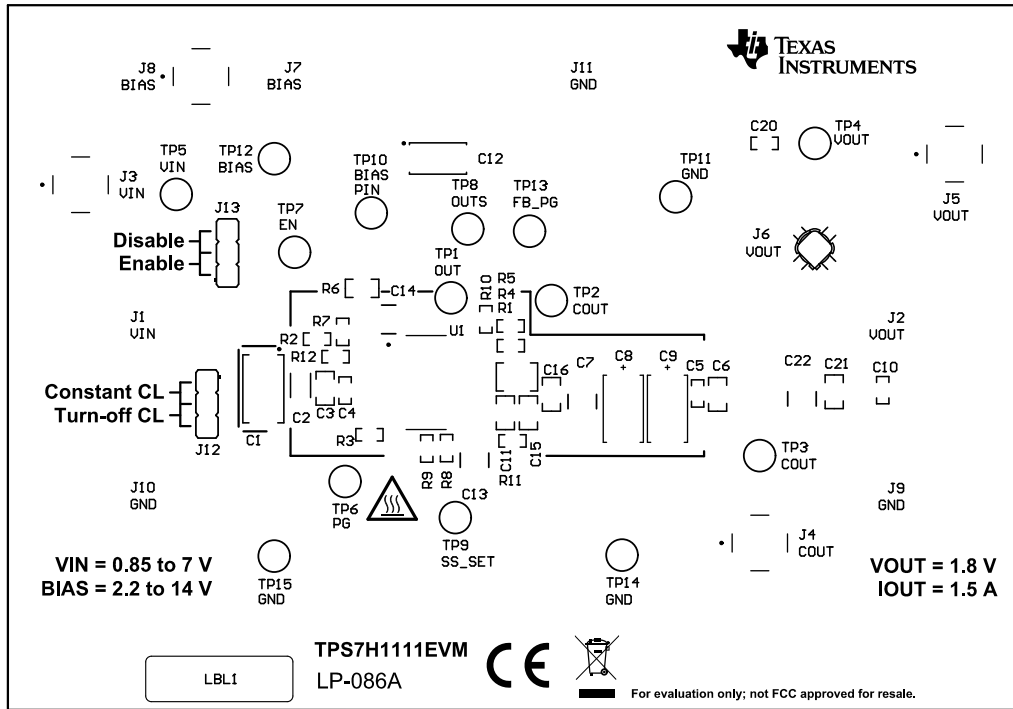


图 6-1. 顶部覆盖丝印

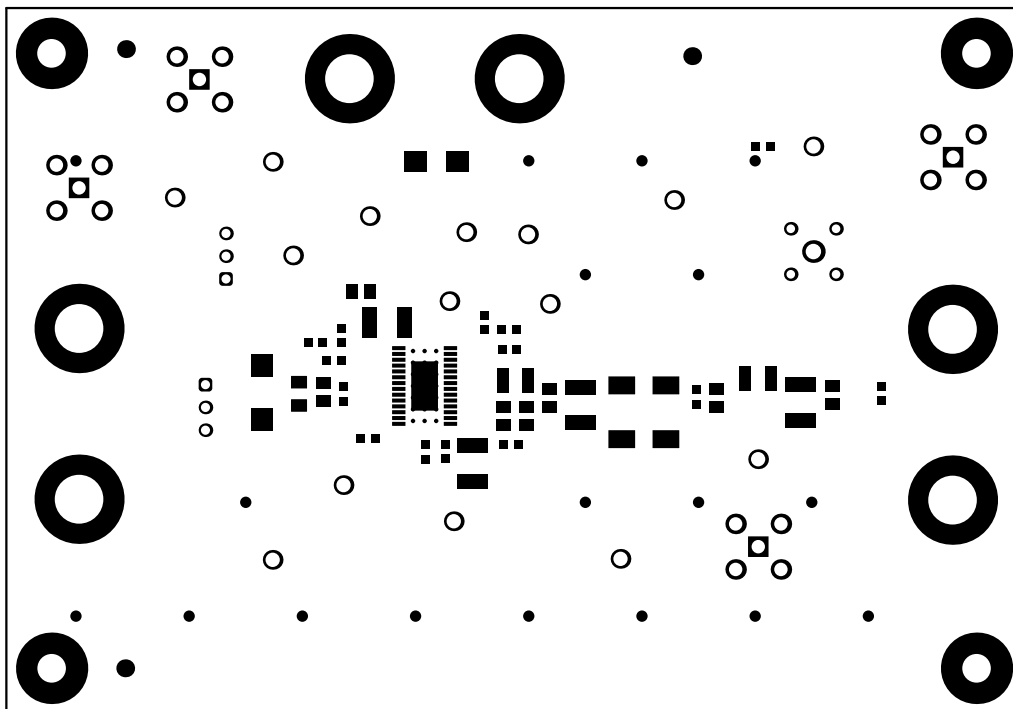


图 6-2. 顶部阻焊层

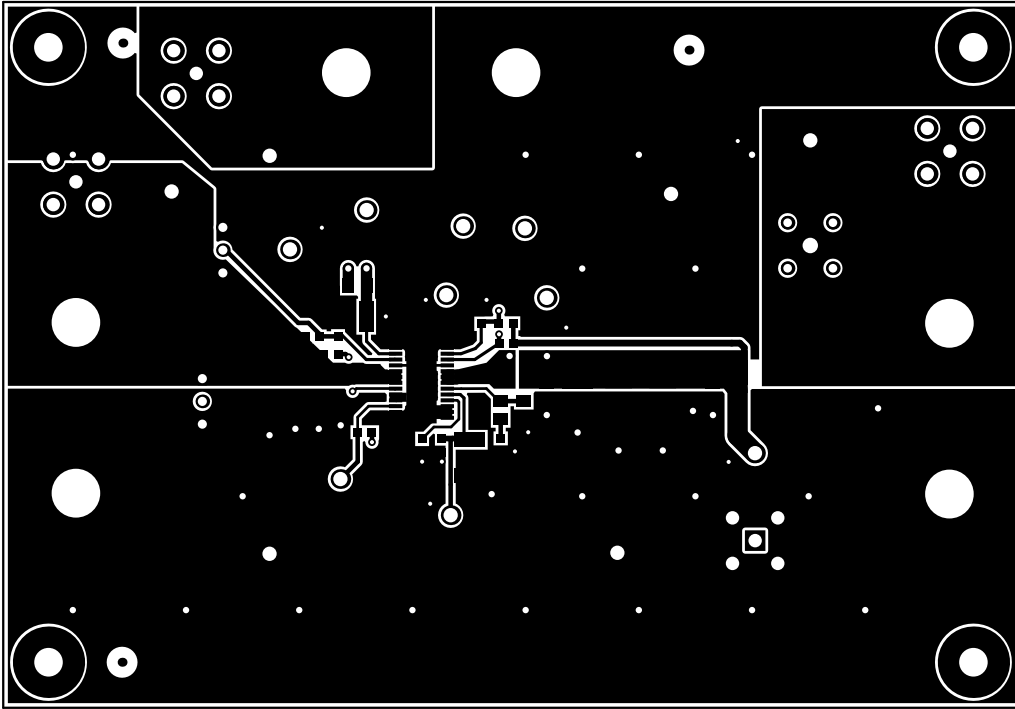


图 6-3. 顶端信号层

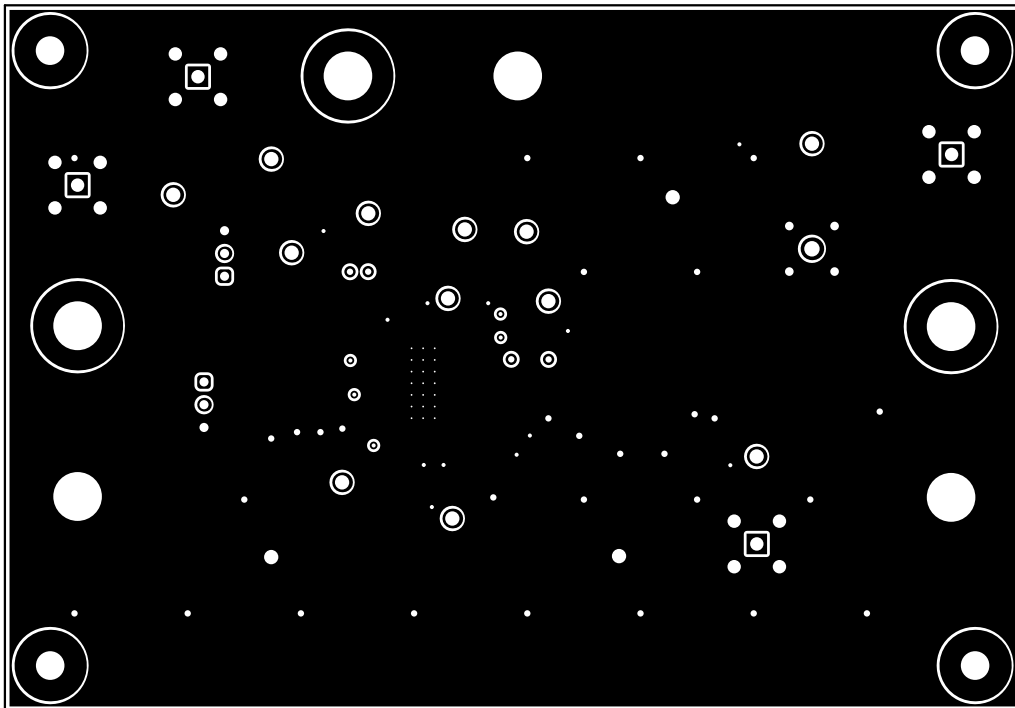


图 6-4. 信号 1 层

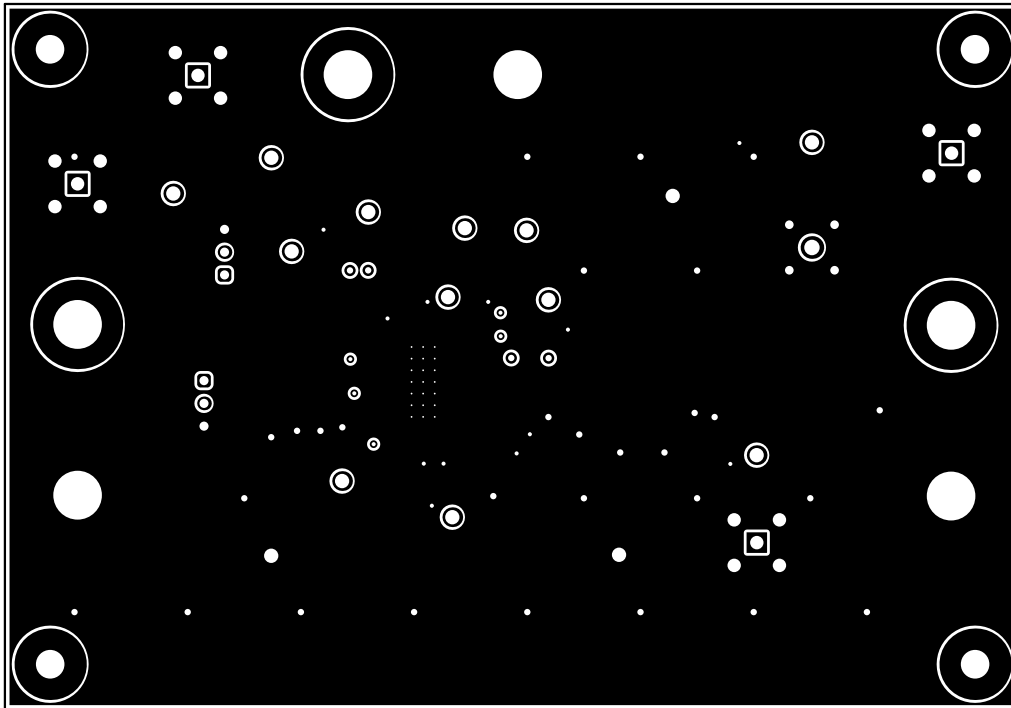


图 6-5. 信号 2 层

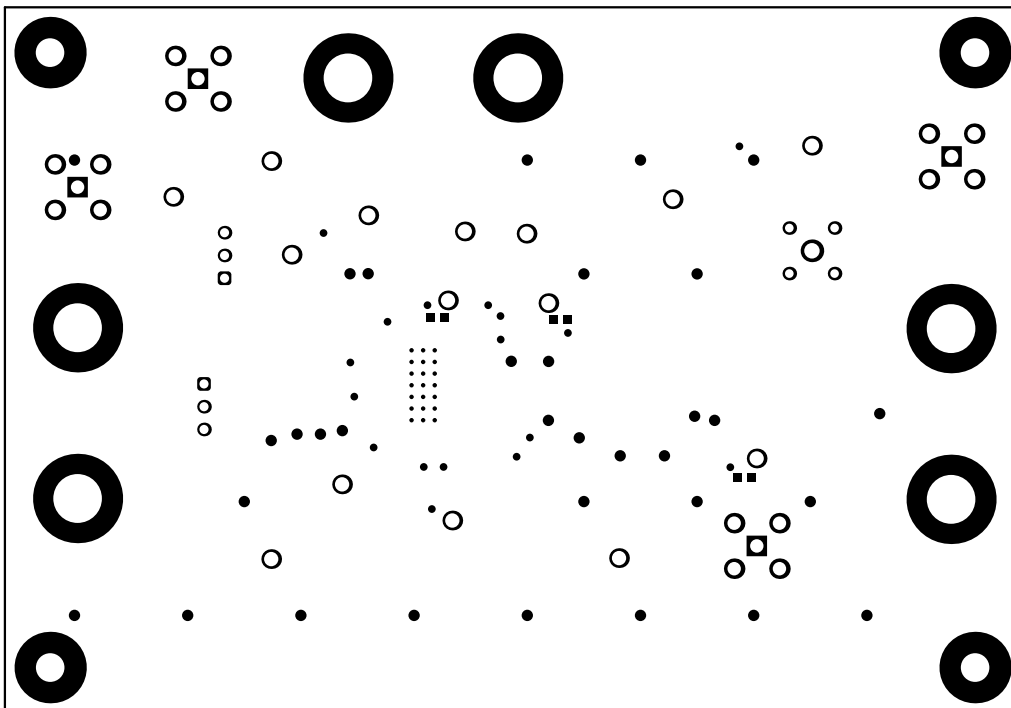


图 6-6. 底部焊料层

7 原理图

TPS7H1111-SEP EVM - Schematic

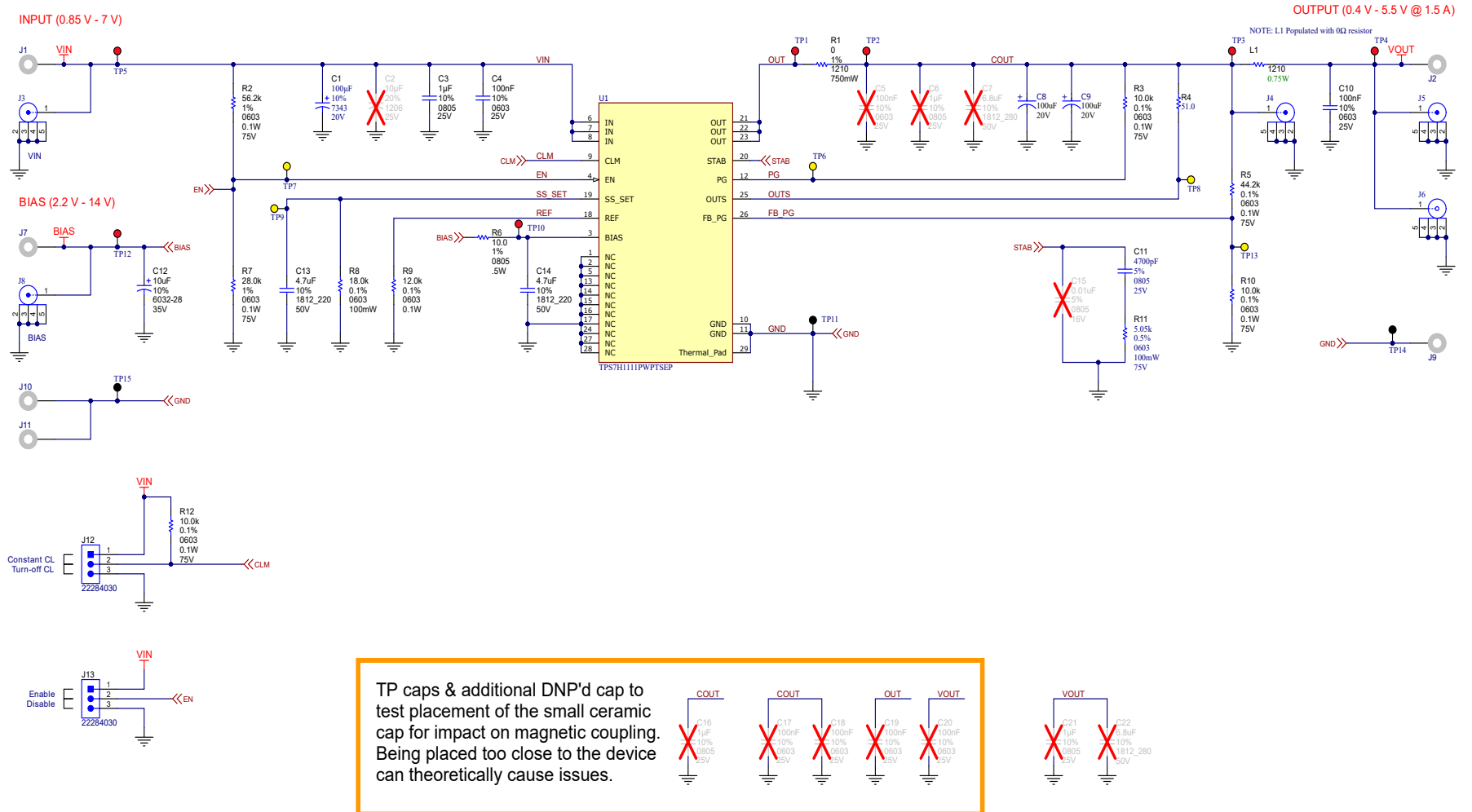


图 7-1. TPS7H1111EVM (LP086A) 原理图

8 物料清单

表 8-1. 物料清单 (LP086A)

位号	数量	描述	器件型号	制造商
C1	1	电容器, 钽, 100 μ F, 20V, \pm 10%, 0.4 Ω , AEC-Q200 1级, SMD, 7343-43	TAJE107K020TNJV	AVX
C3	1	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 25V, \pm 10%, X7R, 0805	TMK212B7105KG-T	Taiyo Yuden
C4	1	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, \pm 10%, X7R, 0603	8.85012E+11	Würth Elektronik
C8、C9	2	电容器, 固体钽, 100 μ F, 20V, E CASE, 10%, (7.3mm x 4.1mm x 4.3mm), SMD, 7343-43, 0.035 Ω , 125°C, T/R	TRME107K020R0035	KYOCERA AVX
C11	1	电容器, 陶瓷, 4700pF, 25V, \pm 5%, C0G/NP0, 0805	08053A472JAT2A	AVX
C12	1	电容器, 钽, 10 μ F, 35V, \pm 10%, 1.6 Ω , SMD, 6032-28	293D106X9035C2TE3	Vishay-Sprague
C13、C14	2	电容器, 陶瓷, 4.7 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1级,	CGA8M3X7R1H475K200KB	TDK
J1、J2、J7、J9、J10、J11	6	标准香蕉插孔, 非绝缘, 5.5mm	575-4	Keystone
J3、J4、J5、J8	4	SMA 连接器插座, 母插座, 50 Ω , 通孔焊接, PTH_RF_CONN	733910060	Molex
J6	1	小型探头尖端电路板测试点, TH, 25%, TH 示波器探头	131-5031-00	Tektronix
J12、J13	2	接头, 2.54mm, 3x1, 锡, TH	22284030	Molex
L1、R1	2	电阻器, 0 Ω , 1%, 0.75W, AEC-Q200 0级, 1210	CRCW12100000Z0EAHP	Vishay-Dale
R2	1	电阻器, 56.2k Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0756K2L	Yageo
R3、R10、R12	3	电阻器, 10.0k Ω , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD0710KL	Yageo America
R4	1	电阻, 51.0 Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0751RL	Yageo
R5	1	电阻器, 44.2k Ω , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD0744K2L	Yageo America
R6	1	电阻器, 10.0 Ω , 1%, 0.5W, AEC-Q200 0级, 0805	ERJ-P6WF10R0V	Panasonic
R7	1	电阻器, 28.0k Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0728KL	Yageo
R8	1	电阻器, 18.0k Ω , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD0718KL	Yageo America
R9	1	电阻器, 12.0k Ω , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD0712KL	Yageo America
R11	1	电阻器, 5.05k Ω , 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE075K05L	Yageo America
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP10、TP12	7	测试点, 通用, 红色, TH	5010	Keystone Electronics
TP6、TP7、TP8、TP9、TP13	5	测试点, 通用, 黄色, TH	5014	Keystone Electronics
TP11、TP14、TP15	3	测试点, 通用, 黑色, TH	5011	Keystone Electronics
U1	1	1.5A 超低噪声、高 PSRR 耐辐射 LDO (SOP28)	TPS7H1111PWPTSEP	德州仪器 (TI)
C2	0	电容器, 钽聚合物, 10 μ F, 25V, \pm 20%, 0.15 Ω , 3216-18 SMD	TCJA106M025R0150	AVX
C5、C10、C17、C18、C19、C20	0	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, \pm 10%, X7R, 0603	C1608X7R1E104K080AA	TDK
C6、C16、C21	0	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 25V, \pm 10%, X7R, 0805	TMK212B7105KG-T	Taiyo Yuden

表 8-1. 物料清单 (LP086A) (continued)

位号	数量	描述	器件型号	制造商
C7、C22	0	电容器，陶瓷，6.8 μ F，50V， \pm 10%，X7R，AEC-Q200 1级，	CGA8P3X7R1H685K250KB	TDK
C15	0	电容器，陶瓷，0.01 μ F，16V， \pm 5%，C0G/NP0，0805	B37947K9103J62	TDK

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