

# EVM User's Guide: LMX1205MSEVM

## LMX1205 多站点评估模块



### 说明

LMX1205 多站点评估模块 (EVM) 旨在评估 LMX1205 的级联性能。LMX1205 是一款四路输出、超低加性抖动射频 (RF) 缓冲器、分频器和倍频器。该器件可缓冲高达 12.8GHz 的 RF 频率，将 RF 输出从 6.4GHz 倍频至 12.8GHz，并将输出分频至 12.8GHz。该电路板由三个 LMX1205 器件 (一个主器件驱动两个次级器件) 和用于连接 USB2ANY 接口 IDC 电缆的垂直接头组成。该多站点电路板还强调使用同步、可编程延迟、器件到器件 SYSREF 接口 (单端/差分端、直流/交流耦合模式) 等功能实现多部分时钟同步。最大器件性能可从两个次级器件中提取，主 LMX1205 的输出驱动时钟和 SYSREF 输入。

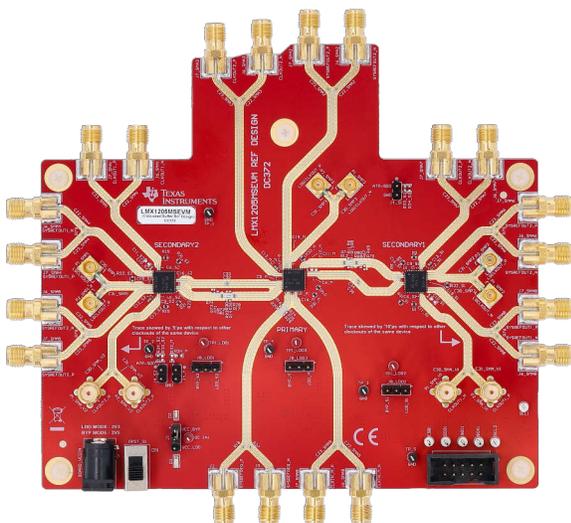
### 特性

- 10MHz 至 12.8GHz 输出频率
- 4 个具有相应 SYSREF 输出的高频时钟
  - 由 2、3、4、5、6、7 和 8 共享分频

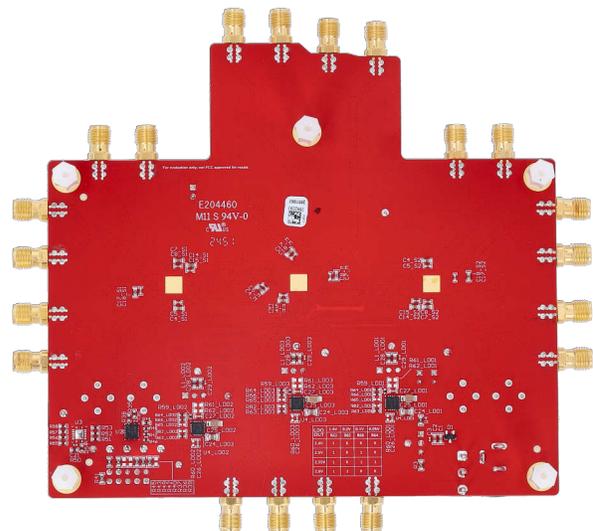
- 由 2、3、4、5、6、7 和 8 共享倍频
- 高达 60ps 的可调节输入延迟，分辨率为 1.1ps
- 高达 55ps 的可调节输出延迟，分辨率为 0.9ps
- 3.3V 电源电压 (每个器件均配有板载 2.5V LDO) 或 2.5V 电源电压 (绕过 LDO)
- 工作温度范围: -40°C 至 +85°C

### 应用

- 测试和测量:
  - 示波器
  - 无线设备测试仪
  - 宽带数字转换器
- 航空航天与国防:
  - 雷达 - 电子战
  - 导引头前端
  - 相控阵天线/波束形成
- 通用:
  - 数据转换器时钟
  - 时钟缓冲器分配和分频



LMX1205MSEVM PCB



LMX1205MSEVM (底视图)

## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

LMX1205 是一款超低附加抖动 RF 缓冲器、分频器和倍频器，具有集成的 SYSREF 生成功能。使用单独的辅助时钟分频器，分频值大的分频器称为逻辑时钟，可用于 FPGA 或其他逻辑 IC。每个 RF 输出都与具有皮秒精度延迟调谐功能的差分 SYSREF 输出配对，并且可以作为发生器（具有跨多个器件的同步功能）或中继器运行。使用板载低压差 (LDO) 稳压器时，EVM 的工作电源电压为 3.3V。当电源电压为 2.5V 时，可实现 LDO 旁路。该 EVM 包含三个 LMX1205、三个 LDO 稳压器和一个用于 USB2ANY 连接的垂直接头。

### 1.2 套件内容

每个评估套件包含：

- 一块 LMX1205 多站点 EVM 板 (DC372)
- USB2ANY 控制器
- 一根 USB 电缆和 IDC 电缆

### 1.3 规格

参数	值	条件	
电源电压	3.0 至 3.4V	板载 LDO 输出为 2.5V	
	2.5V	绕过板载 LDO	
电源电流	最大值为 3.9A (每个器件的最大值为 1.9A)	多种配置	
CLKIN 输入频率	10MHz 至 12.8GHz	缓冲器模式	
	10MHz 至 12.8GHz	分频器模式	
	3.2GHz 至 6.4GHz	倍频器模式	CLK_DIV = × 2
	2.133GHz 至 4.266GHz		CLK_DIV = × 3
	1.6GHz 至 3.2GHz		CLK_DIV = × 4
	1.28GHz 至 2.56GHz		CLK_DIV = × 5
	1.067GHz 至 2.133GHz		CLK_DIV = × 6
	0.914GHz 至 1.828GHz		CLK_DIV = × 7
	800MHz 至 1.6GHz		CLK_DIV = × 8

### 1.4 器件信息

LMX1205 频率范围宽、附加抖动超低，可用作 1:4 扇出缓冲器，为多个高精度、高频率数据转换器提供时钟。4 个高频时钟输出中的每一个输出以及具有更大分频器范围的附加 LOGICLK 输出，都配有一个 SYSREF 输出时钟信号。JESD 接口的 SYSREF 信号可以在内部生成，也可以作为输入缓冲，并重新计时为器件时钟。对于数据转换器时钟应用，请确认时钟抖动小于数据转换器的孔径抖动。在需要为四个以上数据转换器提供时钟的应用中，应使用多个器件来分配所有高频时钟和 SYSREF 信号，以开发多种级联架构。LMX1205MSEVM 凭借其低抖动和低本底噪声，可与超低噪声基准时钟源相结合，专为数据转换器的时钟设计，尤其是以高于 3GHz 的频率采样时。

## 2 硬件

### 2.1 其他图像

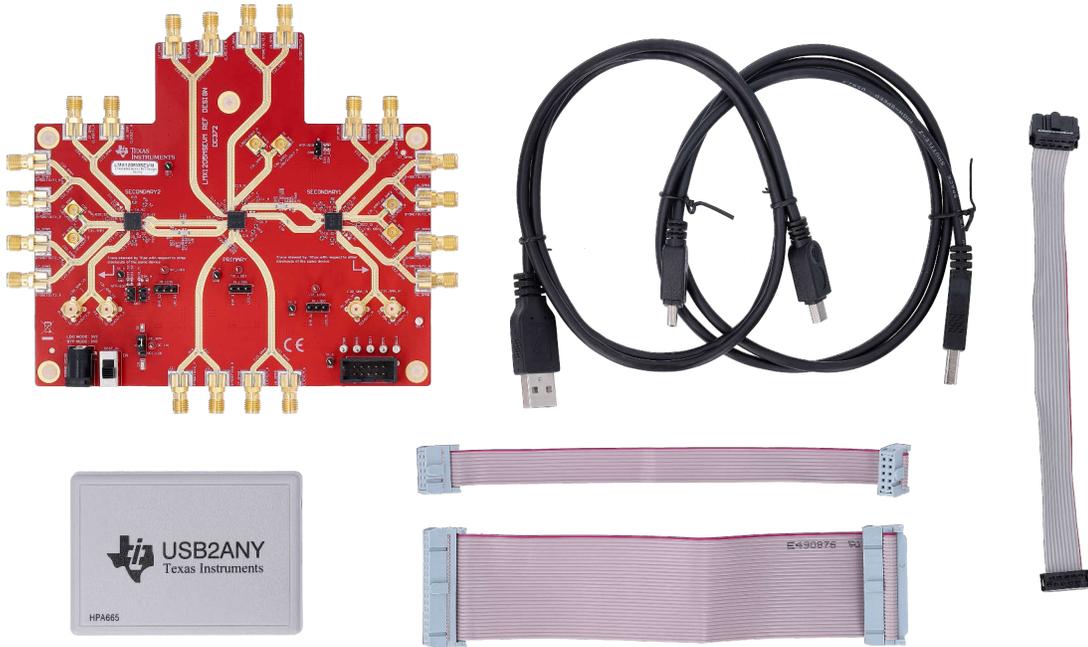


图 2-1. LMX1205MSEVM 包装盒内容

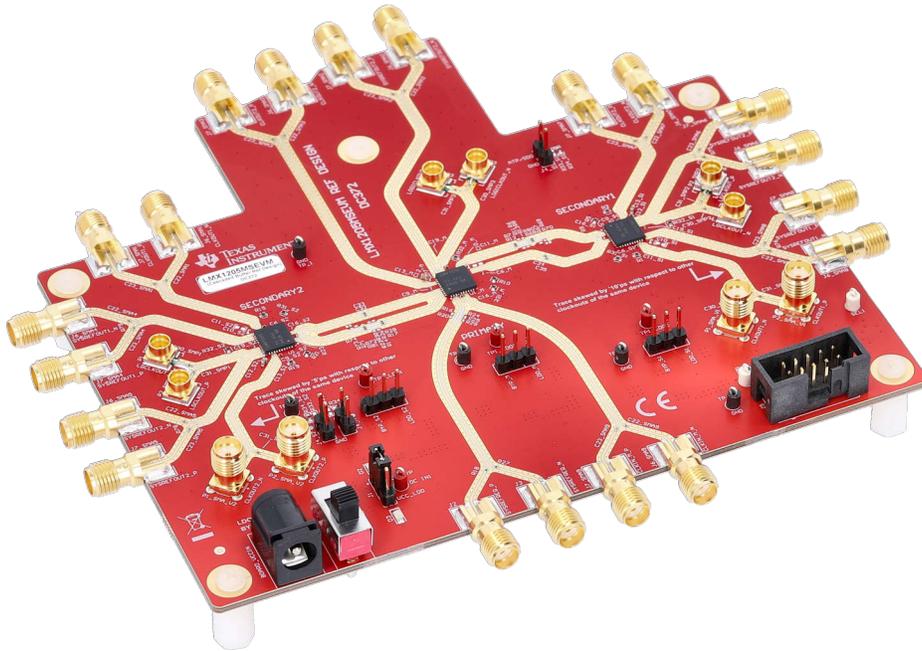


图 2-2. LMX1205MSEVM (角度视图)

## 2.2 跳线信息

跳线 J8\_LDO1、J8\_LDO2、J8\_LDO3 和 J1 确定了电路板的电源电压。使用板载 LDO 时，将这些跳线设置到 LDO 位置。要绕过 LDO，请将这些跳线设置到 BYP 位置。

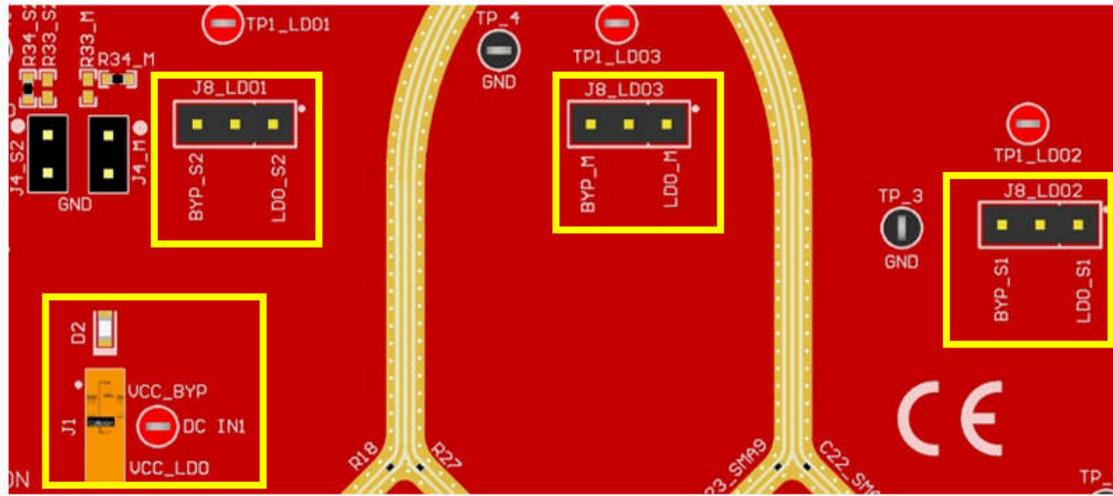


图 2-3. EVM 电源跳线配置

## 2.3 倍频器锁定检测跳线

测量锁定检测模拟测试点的时钟倍频器锁定状态。要启用锁定检测测试点跳线，请在 R33\_M、R33\_S1 和 R33\_S2 处填充 0 Ω 电阻器。

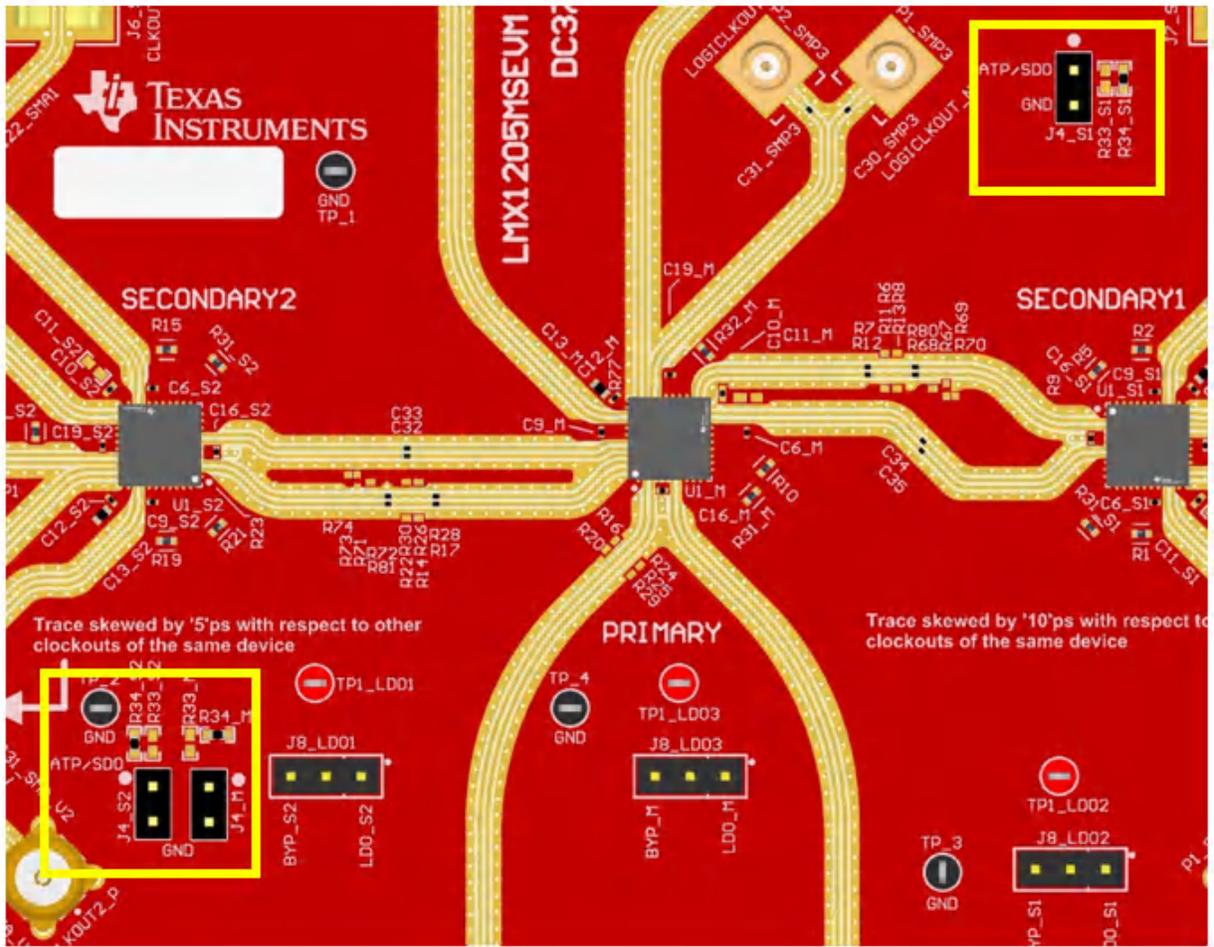


图 2-4. 倍频器锁定检测跳线

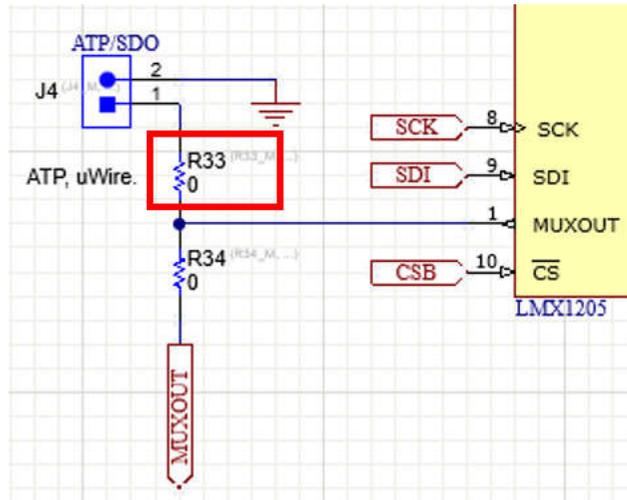


图 2-5. 跳线电阻网络配置

## 2.4 设置

### 2.4.1 评估设置要求

评估所有三种器件的缓冲模式至少需要：

- 至少支持 3.3V、5A ( LDO 模式 ) 或 2.5V、5A ( 旁路模式 ) 的直流电源。
- 高质量的信号源，例如 SMA100B。
- 一个频谱分析仪或相位噪声分析仪。
- 一台运行 Windows 7 或安装有 [TICS Pro 软件](#) 的最新版本的 PC。

全面评估需要一台高速四通道示波器，带宽至少为 16GHz，能够分辨 5ps 步长的 SYSREF 延迟调整。

若要驱动初级 SYSREF 输入，可使用 2-CH 任意函数发生器或其他脉冲源。脉冲源必须能够输出互补 LVDS 脉冲，并能将  $1.25V \pm 0.2V$  差分电压输入  $100\Omega$  直流负载的直流电平。或者，使用初级 LMX1205 触发 SYSREF、同步分频器并确定 SYSREF 窗口值。

### 2.4.2 连接图

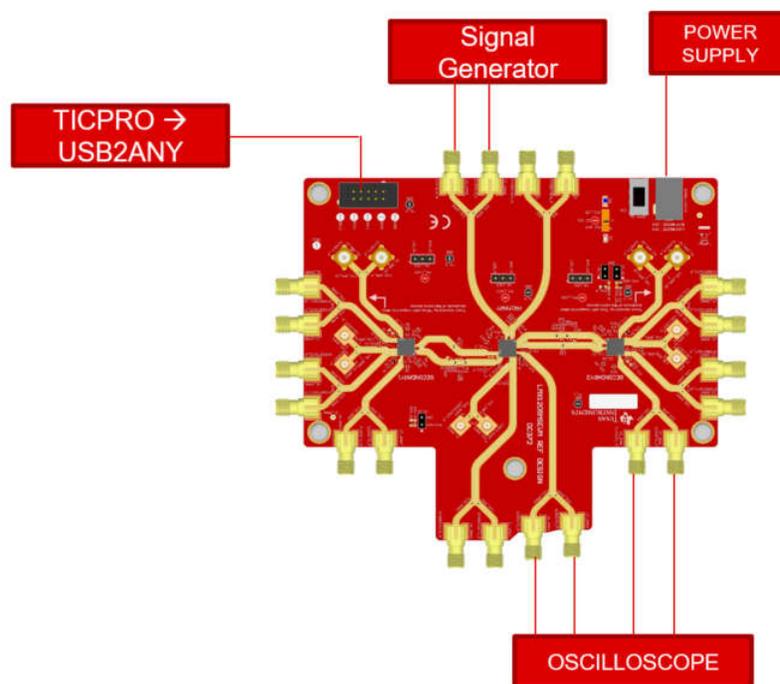


图 2-6. EVM 测试连接

## 2.5 电源要求

使用板载 LDO 时，请向 BOARD\_VCCIN DC 插孔连接器提供 3.3V 电压。适当的电源电压范围为 3.0V 至 3.4V。验证电源电压至少比 2.5V 高 500mV。LDO 的静态 ( $I_Q$ ) 电流约为 5mA。如果 LDO 稳压器被旁路，则向 Board\_VCCIN DC 插孔连接器施加 2.5V 电压；考虑 IR 下降。

电路板在运行过程中的最大电流为 3.9A。启用或禁用系统功能和次级器件可降低电路板电流消耗，降低器件结温和电路板温度。

## 2.6 参考时钟

将 CLKINP SMA 连接器连接到高质量信号源，例如 SMA100B 信号发生器。将信号发生器的输出功率设置为 10dBm。两个 CLKIN 输入均通过  $50\Omega$  内部端接至 AC-GND ( 由内部电容器形成 )，因此不需要使用外部端接。要以差分方式驱动输入，可将 CLKINP 和 CLKINN SMA 连接器连接到平衡-非平衡变压器或差分时钟源。

默认 EVM 配置文件将器件配置为缓冲器模式。可根据每个功能元件的工作范围修改输入频率。本 EVM 设置指南和相关图假设 CLKIN 处的输入为 3200MHz，用于缓冲器模式。

要评估 SYSREF 中继器模式和重定时器模式，请将 SYSREF 输入 SMA 连接到差分输出源，例如任意函数发生器。主 LMX1205 器件驱动主器件或次级器件 SYSREF 输入。主 LMX1205 器件 SYSREF 配置为 SPI 模式或生成模式。

如果使用任意函数发生器驱动主器件 SYSREF 输入，则 SYSREF 输入的 EVM 连接为直流耦合，并提供内部 100Ω 终端。在直流耦合模式下，SYSREFREQ 引脚上的共模偏置必须介于 1V 和 2V 之间。标准 LVDS 输出缓冲器可满足输入共模要求。

配置主器件的 SYSREF 输出和次级器件的 SYSREF 请求输入，以使接口终端兼容。SYSREF 接口端接是差分端接、单端接和交流/直流耦合。生成输出 SYSREF 的共模由主器件设置。

评估次级器件中的 SYNC 模式和 SYSREF 窗口。主器件配置为 SYNC 或 SYSREF 生成模式，并馈送至用户可执行窗口和时钟同步的次级器件。

## 2.7 输出接头

主器件和次级器件只暴露所选的 CLKOUT、SYSREFOUT 和 LOGICLKOUT 通道。

**表 2-1. 主器件和次级器件的时钟和 SYSREF 信号**

流程	输出	注释
主要	CLKOUT0	端接
	CLKOUT1	输入至次级 1
	CLKOUT2	<b>边缘 SMA</b>
	CLKOUT3	输入至次级 2
	SYSREFOUT0	端接
	SYSREFOUT1	输入至次级 1
	SYSREFOUT2	<b>边缘 SMA</b>
	SYSREFOUT3	输入至次级 2
	LOGICLK	<b>垂直 SMP</b>
	LOGISYSREF	端接
次级 1	CLKOUT0	端接
	CLKOUT1	<b>垂直 SMA</b>
	CLKOUT2	<b>边缘 SMA</b>
	CLKOUT3	端接
	SYSREFOUT0	端接
	SYSREFOUT1	<b>边缘 SMA</b>
	SYSREFOUT2	<b>边缘 SMA</b>
	SYSREFOUT3	端接
	LOGICLK	<b>垂直 SMP</b>
	LOGISYSREF	端接

表 2-1. 主器件和次级器件的时钟和 SYSREF 信号 (续)

流程	输出	注释
次级 2	CLKOUT0	端接
	CLKOUT1	边缘 SMA
	CLKOUT2	垂直 SMA
	CLKOUT3	端接
	SYSREFOUT0	端接
	SYSREFOUT1	边缘 SMA
	SYSREFOUT2	边缘 SMA
	SYSREFOUT3	端接
	LOGICLK	垂直 SMP
	LOGISYSREF	端接

端接 - 通过 100 Ω 电阻在板上进行差分端接，时钟路径不可测量。

所有外露的输出接头均使用宽带电容进行交流耦合，并直接连接至 RF 仪器。连接无需额外的直流断路器。使用 50 Ω 负载端接未使用的 CLKOUT SMA 连接器。若有具有理想频率范围的平衡-非平衡变压器，则使用差分连接。由于 LOGICLK 输出也是交流耦合的，因此仅评估了 LVDS 输出格式。

## 2.8 测试点

表 2-2. SPI 信号测试点

测试点名称	信号
CSB1	CSB
SDO1	SDO
SDI1	SDI
SCK1	SCK
SEL1	SEL0
SEL2	SEL1

表 2-3. 电源和接地测试点

测试点名称	信号
TP1、TP2、TP3、TP4	GND
DC IN1	来自外部电源的电压
TP1_LDO1	板载 LDO1 输出电压 (旁路模式下的 DC IN1 = TP1_LDO1)
TP1_LDO2	板载 LDO2 输出电压 (旁路模式下的 DC IN1 = TP1_LDO2)
TP1_LDO3	板载 LDO3 输出电压 (旁路模式下的 DC IN1 = TP1_LDO3)

## 3 软件

### 3.1 软件说明

德州仪器 (TI) 时钟和合成器 (TICS) Pro 软件用于通过板载 USB2ANY 接口对此评估模块 (EVM) 进行编程。

### 3.2 软件安装

从 [TICSPRO-SW 工具文件夹](#) 下载并安装 TICS Pro 软件。

### 3.3 USB2ANY 接口

板载 USB2ANY 接口提供了 TICS Pro 软件和 LMX1205 器件之间的桥梁。当板载 USB2ANY 控制器首次连接到 PC 时，或者如果控制器的固件版本与 TICS Pro 使用的版本不匹配，则需要对控制器进行固件更新。

1. 使用 USB 电缆将 PC 连接到 EVM。USB 接口提供启用板载 USB2ANY 控制器所需的电源。
2. 使用 Windows 设置 USB 器件。在 PC 上运行 TICS Pro。
3. [图 3-1](#) 显示了下一个屏幕。

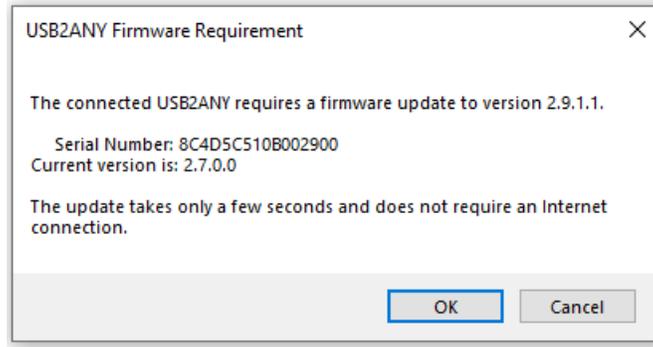


图 3-1. 固件更新请求

4. 点击 OK，随后屏幕如下图所示。选择 *Update Firmware*。

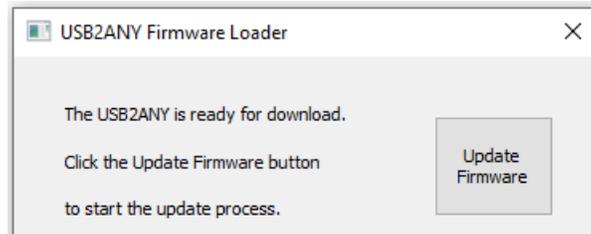


图 3-2. 固件加载程序

5. 下图显示了下一个屏幕。选择 **Close** 按钮以关闭窗口。

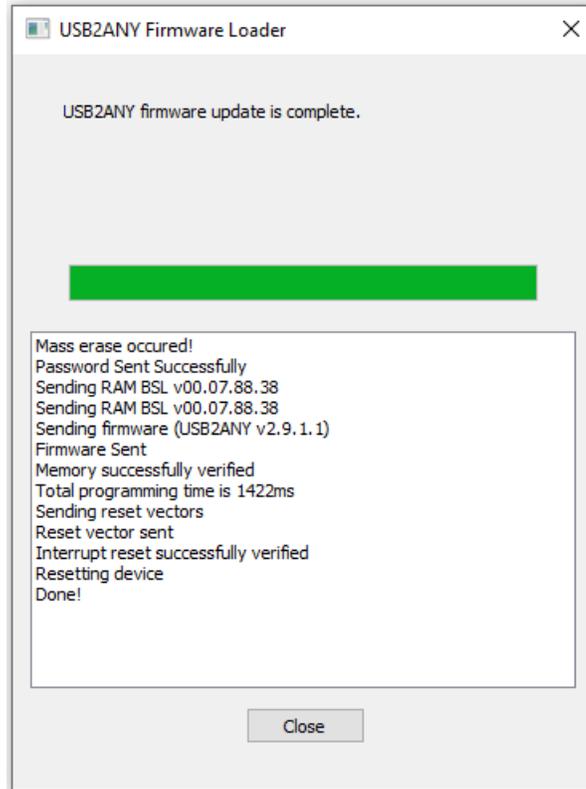


图 3-3. 固件升级完成

6. TICS Pro 默认器件出现。确认 GUI 底部的 Connection Mode 亮起绿灯。

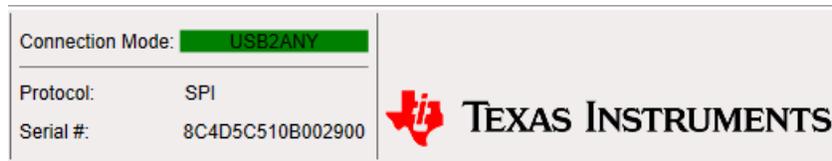


图 3-4. 连接模式

7. 转到菜单栏，选择 **USB Communications**，然后选择 **Interface**。

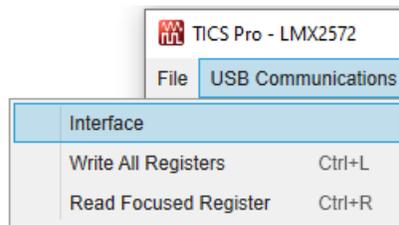


图 3-5. USB 通信

8. 选择 *Identify* 按钮，USB2ANY 接口的 LED 灯闪烁。

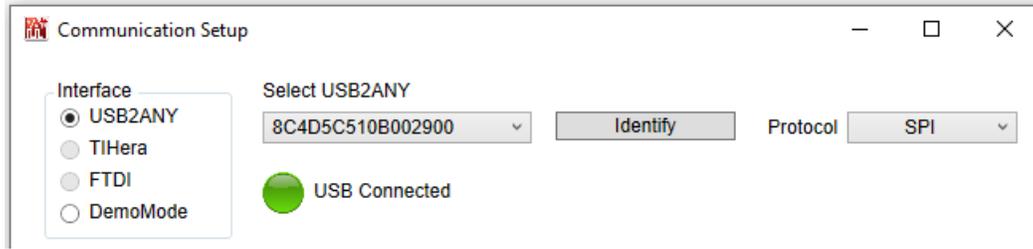


图 3-6. 识别 USB2ANY 控制器

9. 现在，USB2ANY 就可以使用了。选择 *Close* 按钮以关闭窗口。

## 4 实现结果

### 4.1 缓冲器模式

在 POR 或软复位后，LMX1205 将以缓冲模式上电，并以最大输出功率启用所有输出。在此模式下，LOGICLK 也将启用，分频值固定为 64。所有 SYSREF 时钟均禁用。要在不同配置下评估该器件，请使用 TICS Pro。

要指定器件，请选择 *MultisiteBoard* 页面，然后从 *Select Device* 下拉菜单中选择器件。



图 4-1. 器件选择软件配置

从顶部菜单中，选择 *Default Configuration*，随后选择 *Buffer Mode*。选择 *Buffer Mode* 会自动加载缓冲器模式配置文件。

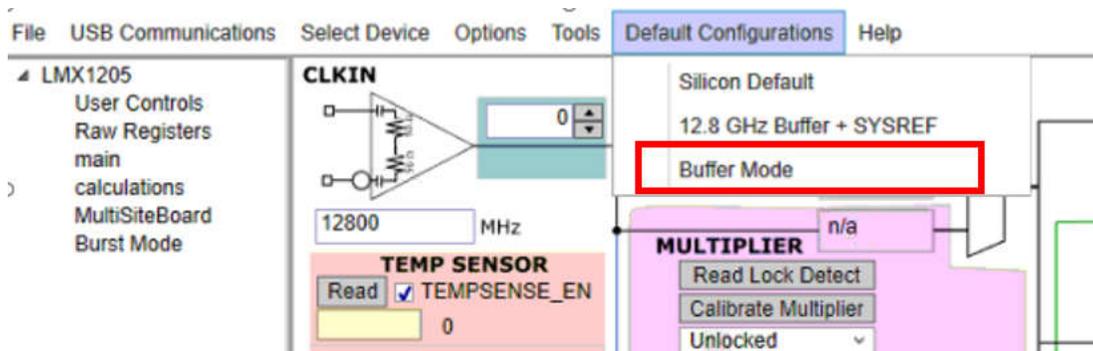


图 4-2. 设置缓冲器模式的软件配置

如果没有在所有输出引脚上应用端接，则手动禁用未使用的输出。使用  $CHx\_EN$  字段完全关闭未使用的通道，或使用  $CLKOUTx\_EN$  字段仅关闭输出缓冲器。关断未使用的通道会降低电流消耗。

加载配置文件并进行所需的更改。选择 *USB Communications*，然后选择 *Write All Registers* 对器件进行编程。

在下图中，黄色轨迹是来自 Crystek RedBox Source CRBSCS-01-1000.000 的 1GHz 源时钟。绿色和橙色迹线表示主、次级 1 和次级 2 的时钟。

下图显示，LMX1205 的叠加远端噪声非常低，约为  $-163\text{dBc}/\text{Hz}$ 。

图 4-3 显示了：

- 源噪声
- 源和主 DUT 噪声
- 源、主 DUT 和次级 2 DUT 噪声 (边缘 SMA)
- 源、主 DUT 和次级 1 DUT 噪声 (垂直 SMA)



图 4-3. 缓冲器模式下的相位噪声

## 4.2 倍频器和分频器模式

LMX1205 采用级联拓扑结构，可在要求的工作频率范围内调整不同的倍频器值和分频器值，以实现自定义频率。

按照以下步骤将 LMX1205 设置为分频器模式：

1. 选择 CLK\_MUX = 分频。
2. 针对各自的 CLKIN 频率，将 CLK\_DIV 选择为相应的分频器值。

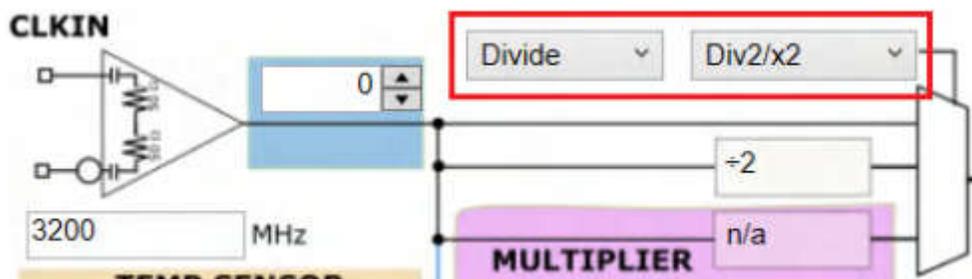


图 4-4. 分频器模式的软件配置

按照以下步骤将 LMX1205 设置为倍频器模式：

1. 选择 CLK\_MUX = 倍频。
2. 针对各自的 CLKIN 频率，将 CLK\_DIV 选择为相应的倍频器值。
3. 选择 Calibrate Multiplier 按钮。

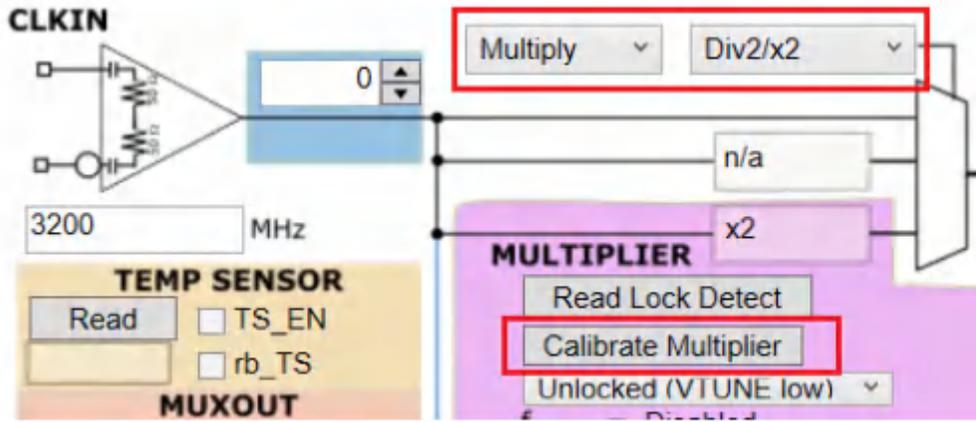


图 4-5. 倍频器模式的软件配置

在图 4-6 中，主器件设置为倍频器模式 ( $\times 8$ )，次级器件设置为分频器模式 ( $\div 4$ )，主器件的参考时钟为 1GHz。



图 4-6. 倍频器模式 ( $\times 8$ )、1GHz 基准和 ( $\div 4$ ) 分频器模式的相位噪声图

在图 4-7 中，主器件设置为分频器模式 ( $\div 3$ )，次级器件设置为倍频器模式 ( $\times 7$ )，主器件的参考时钟为 3GHz。



图 4-7. 3GHz、(÷ 3) 分频器模式和倍频器模式 (× 7) 下基准的相位噪声图

图 4-6 和 图 4-7 展示了 LMX1205 使用倍频器和分频器模式合成级联时钟树中的任何频率。LMX1205 符合器件的工作频率范围。

### 4.3 逻辑时钟

图 4-8 显示了逻辑时钟默认以 LVDS 输出格式启用。

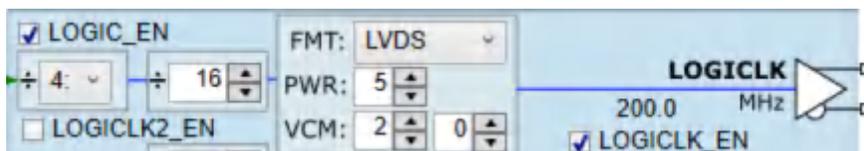


图 4-8. 选择逻辑时钟的软件配置

图 4-9 显示了 2GHz 下的输入时钟频率。分频器在默认设置下运行，以在逻辑时钟输出端生成 31.25MHz。

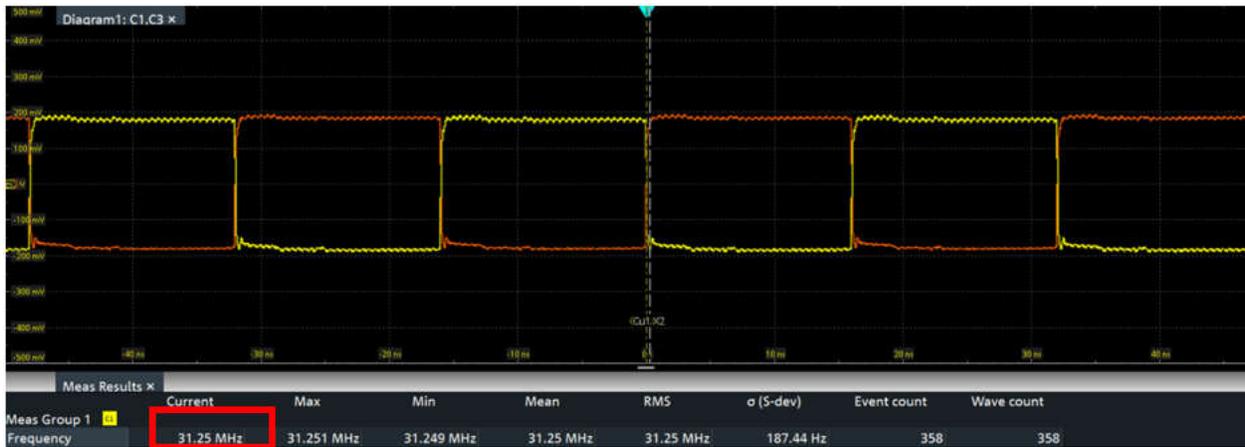


图 4-9. 逻辑时钟的输出波形

#### 4.4 可编程延迟

输入和输出路径时钟具有可单独编程的延迟。输入路径的时钟信号延迟可达 60ps，每个代码的分辨率为 1.1ps；输出路径的时钟信号延迟可达 55ps，每个代码的分辨率为 0.9ps。为突出显示该功能，在次级 1 器件中将输出时钟 (CLKOUT1) 通道轨迹相对于同一设备的 CLKOUT2 偏移约 10ps。次级 2 器件的 CLKOUT2 相对于同一设备的 CLKOUT1 倾斜约 5ps。次级 2 器件偏斜允许用户验证设备提供的可编程延迟功能。

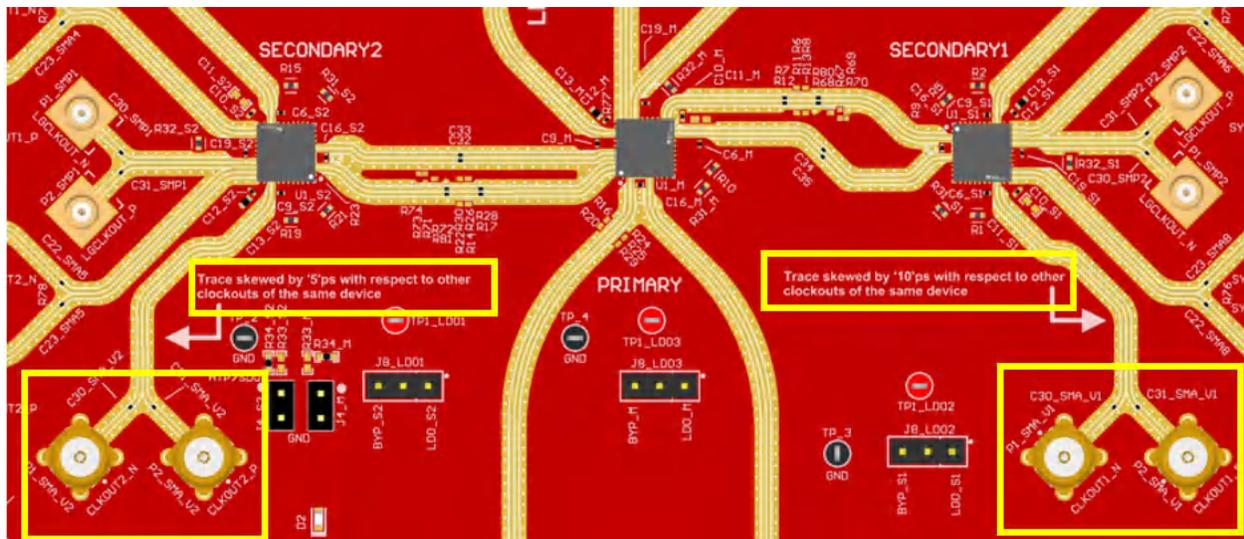


图 4-10. 布线长度偏斜的时钟输出路径

图 4-11 显示了次级 1 器件的波形图。图 4-11 显示与其他通道的偏差为 10.8ps。

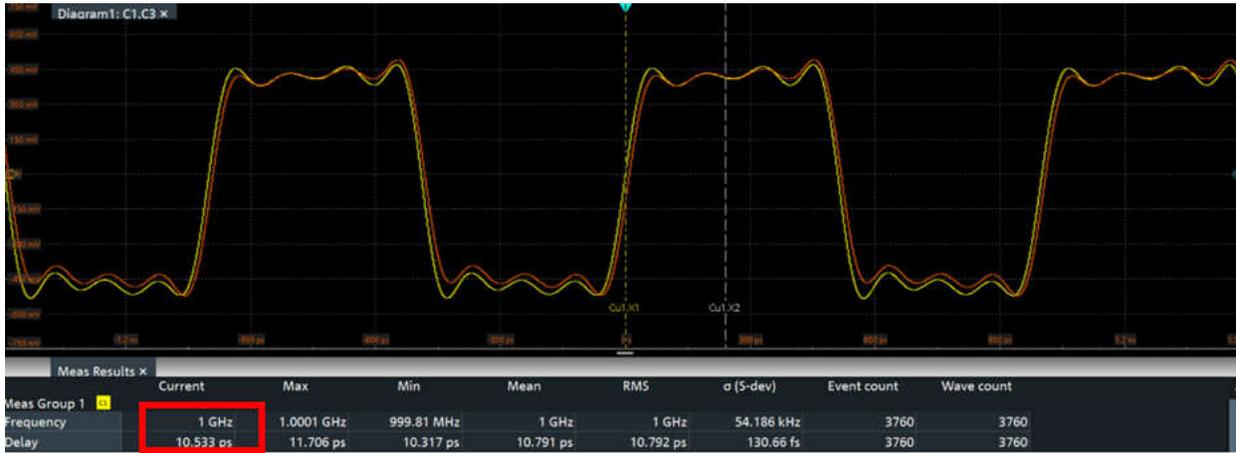


图 4-11. 布线长度不匹配时钟路径的通道间偏斜

要使波形偏斜：

1. 选择器件。
2. 选择 *MultisiteBoard* 页面。
3. 选择 *Select Device* 下拉菜单。
4. 选择器件。

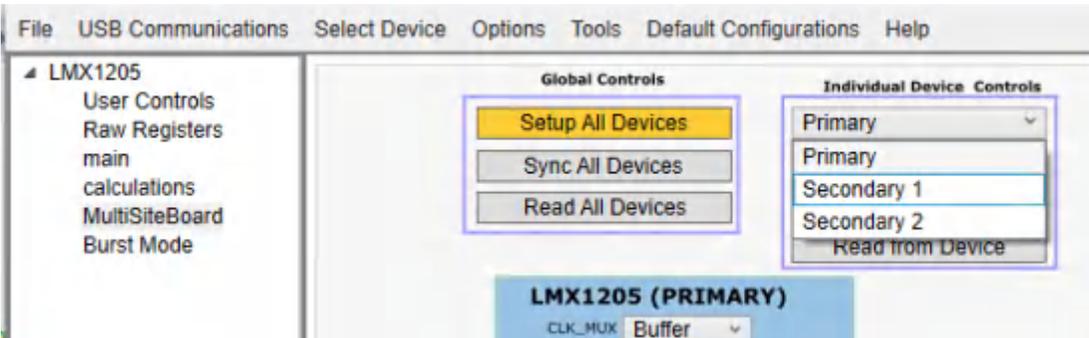


图 4-12. 器件选择软件配置

5. 导航至 *device selected*。
6. 识别电路板上的偏斜迹线，调整偏斜迹线通道的延迟。

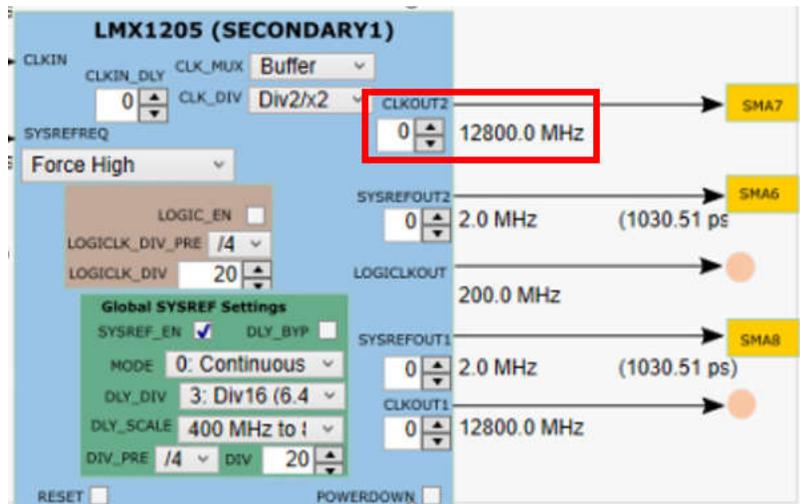


图 4-13. 更改时钟路径输出延迟的软件配置

图 4-14 显示的是调整输出延迟后的波形，调整后通道间偏斜小于 1ps。

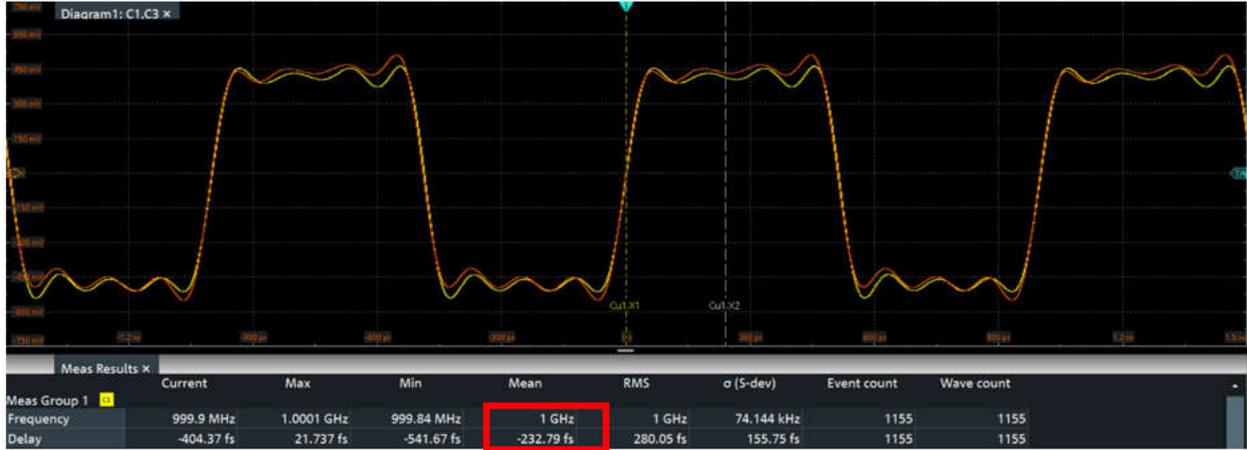


图 4-14. 调整时钟路径输出延迟后的通道间偏斜

该器件的可编程延迟功能应用广泛。延迟功能的一个应用是校准和调整时钟路径的输出延迟，以对齐大型相控阵级联时钟树中的所有时钟输出边沿。另一种应用是抵消以下方面的不匹配：

- 布线长度
- PCB 互连
- 线缆
- 通道间偏斜

延迟功能还使用窗口对齐 SYSREF 边沿和时钟下降沿。

## 5 硬件设计文件

### 5.1 原理图

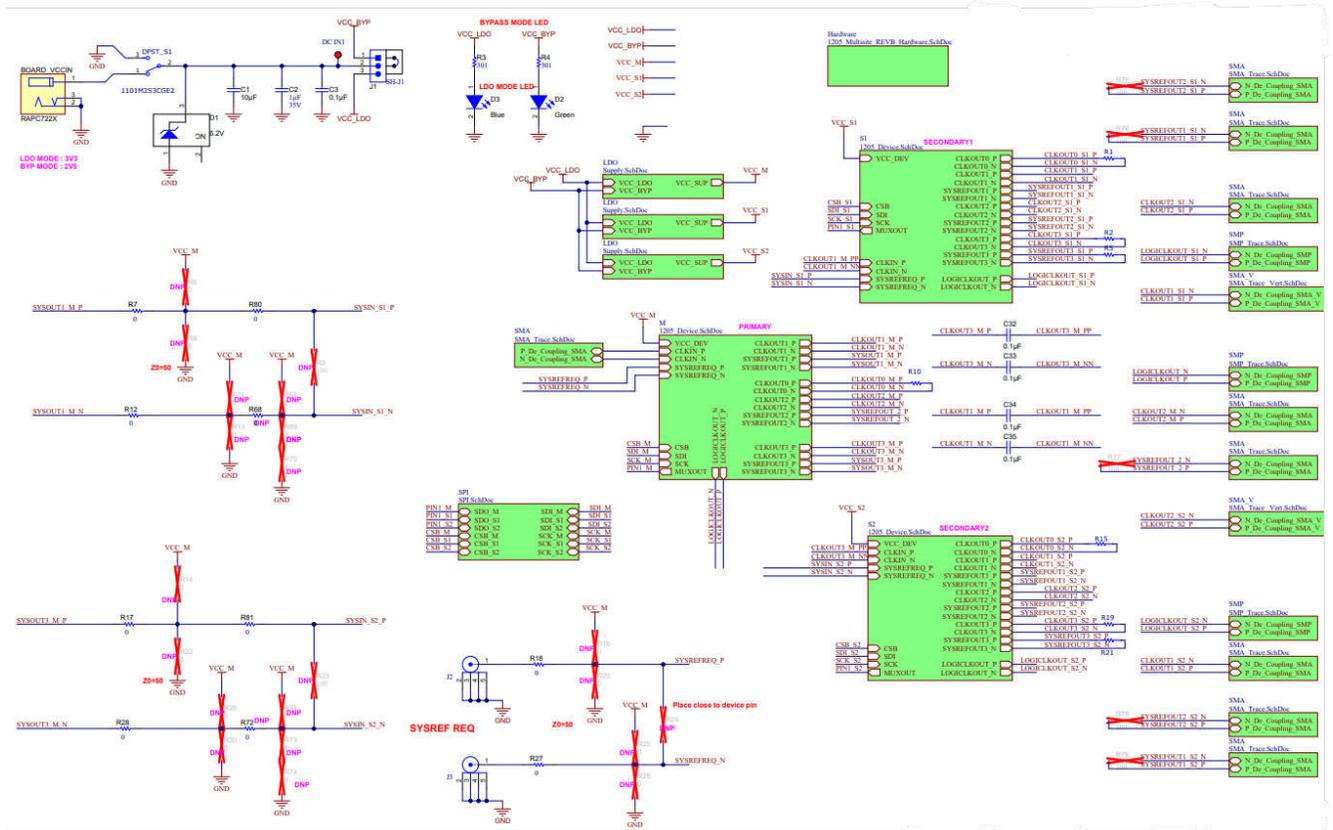


图 5-1. LMX1205 多站点 EVM 原理图

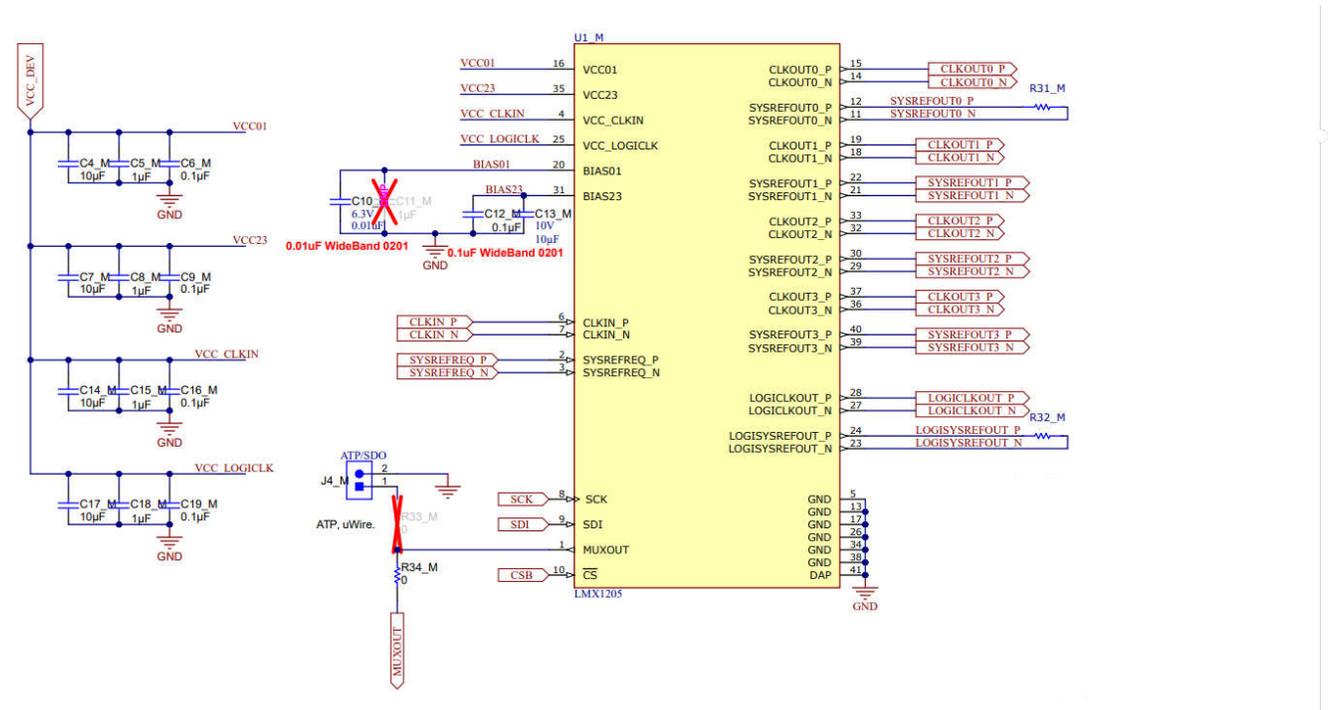


图 5-2. 主器件与次级器件的主要原理图

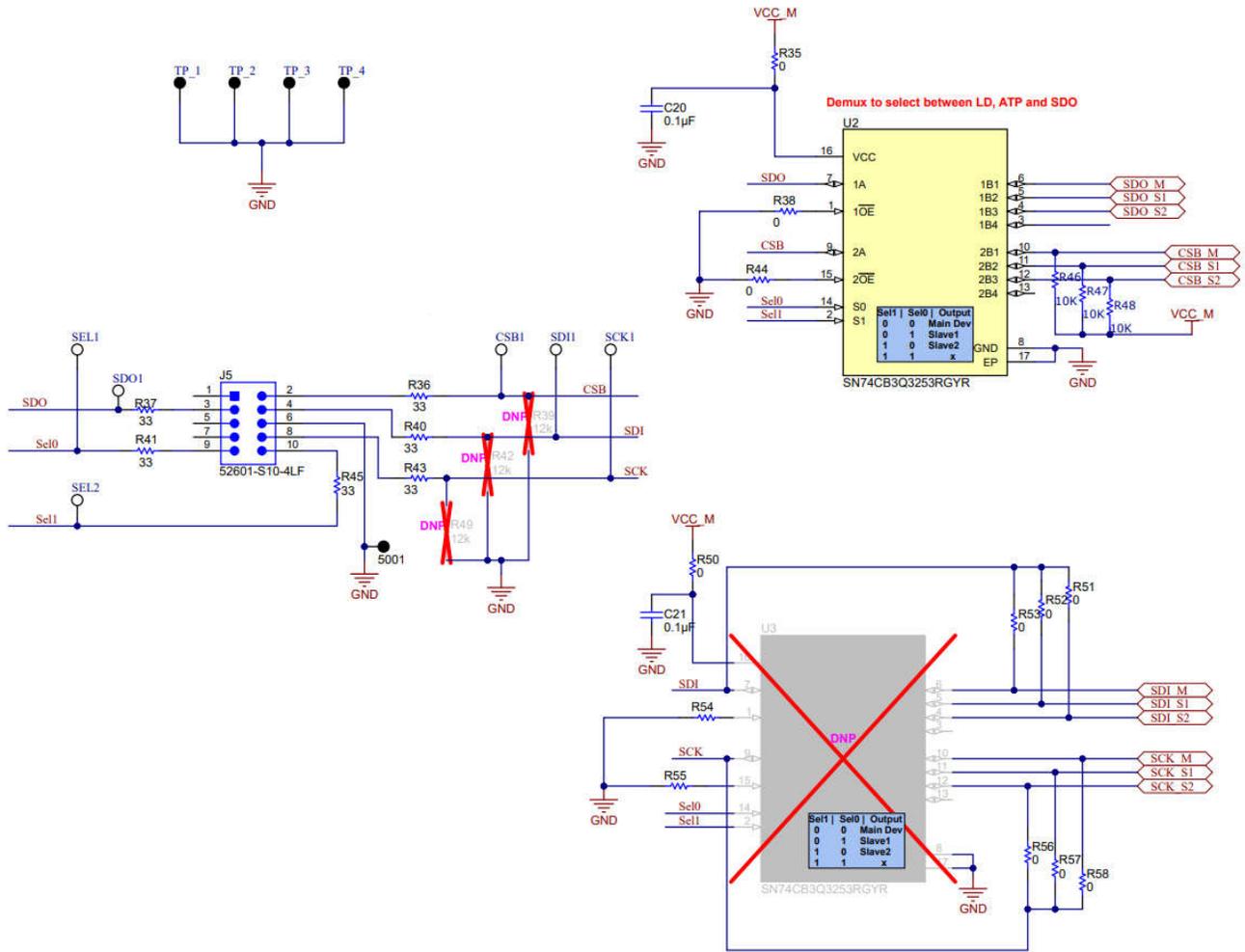
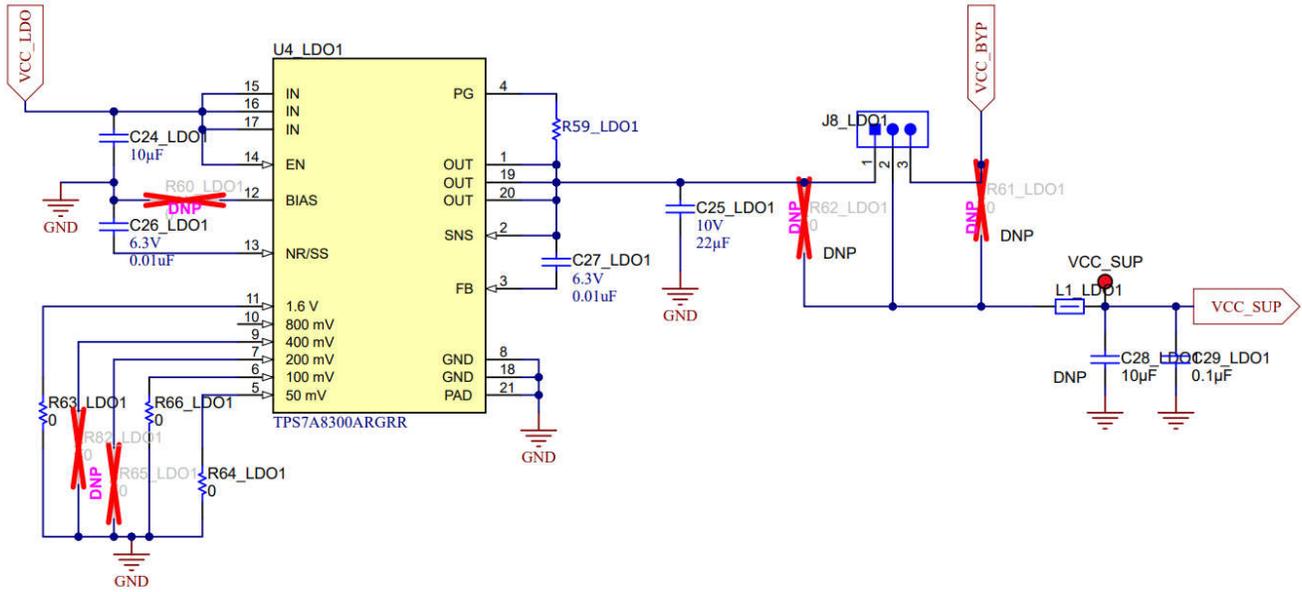


图 5-3. SPI 线路



LDO OUT	1.6V	0.4V	0.2V	0.1V	0.05V
	R63	R82	R65	R66	R64
2.4V	1	X	X	X	X
2.5V	1	X	X	1	X
2.55V	1	X	X	1	1
2.6V	1	X	1	X	X
2.7V	1	X	1	1	X
2.8V	1	1	X	X	X

图 5-4. 器件电源 LDO

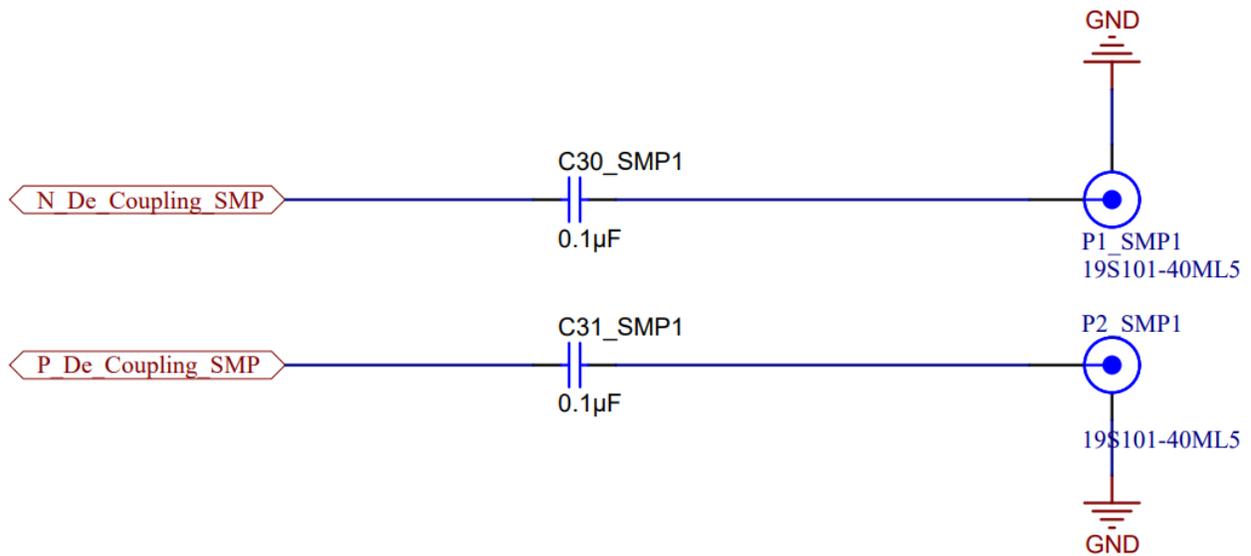


图 5-5. 逻辑时钟 SMP 输出

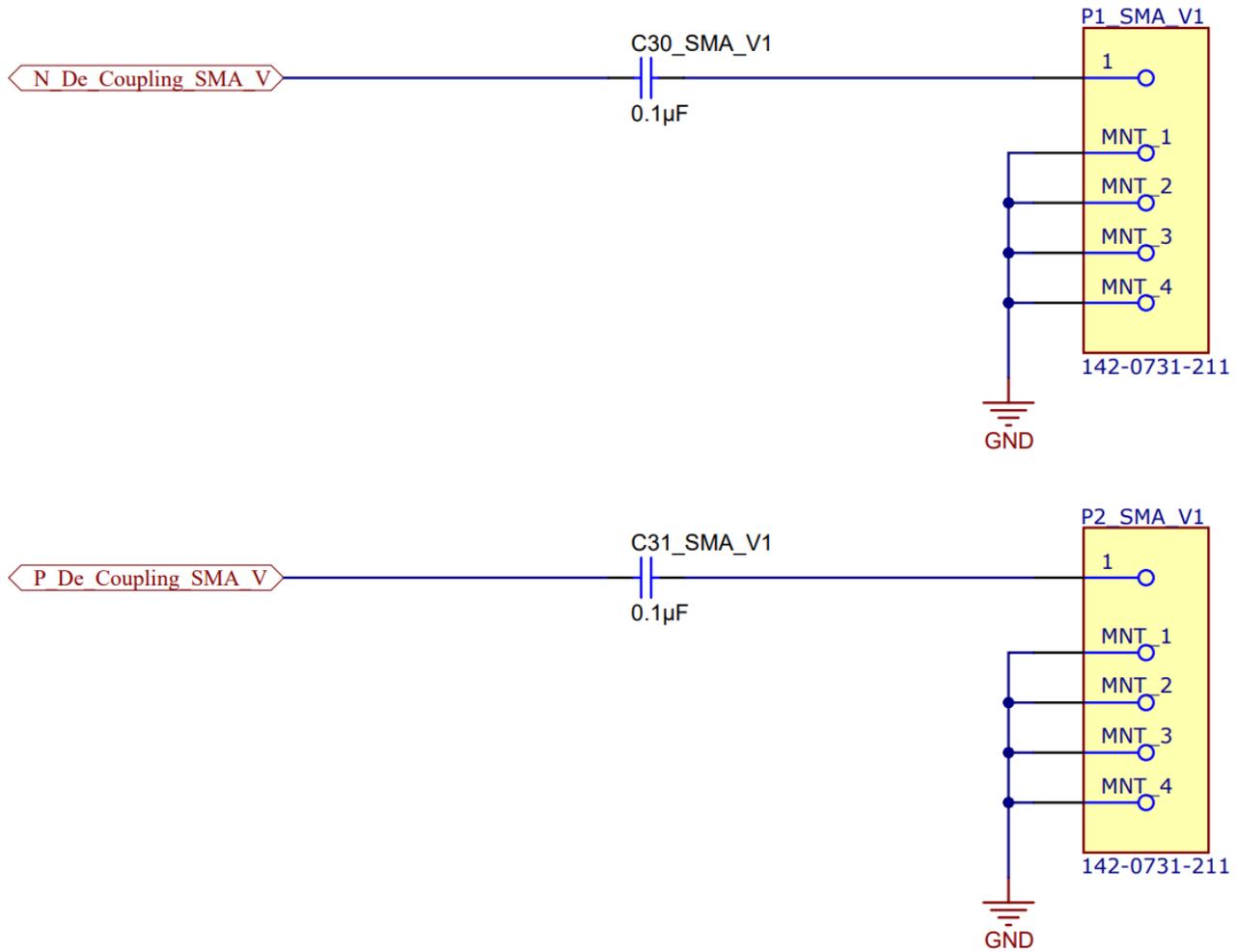


图 5-6. 适用于次级器件的垂直 SMA

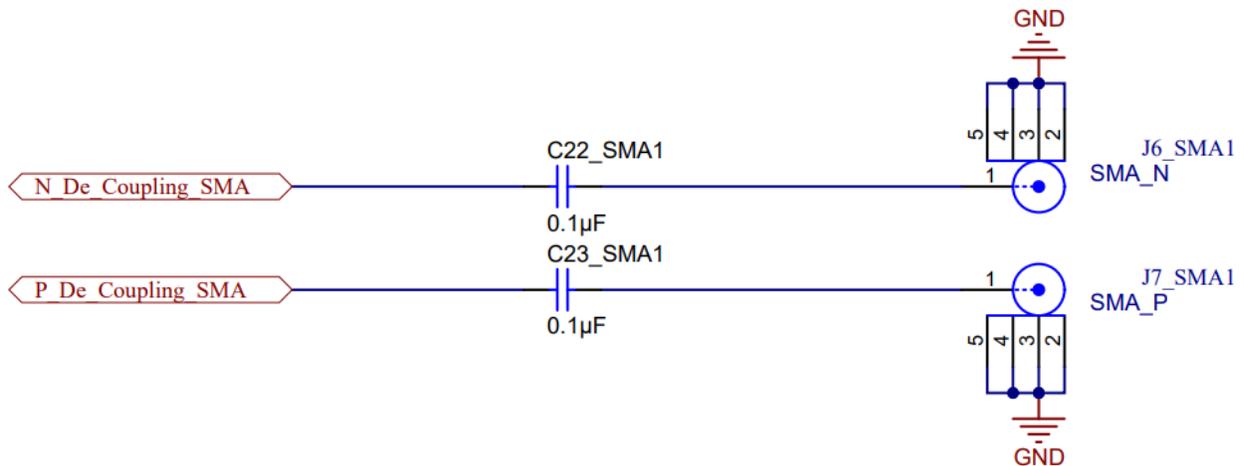


图 5-7. 适用于所有器件的边缘 SMA

## 5.2 PCB 布局

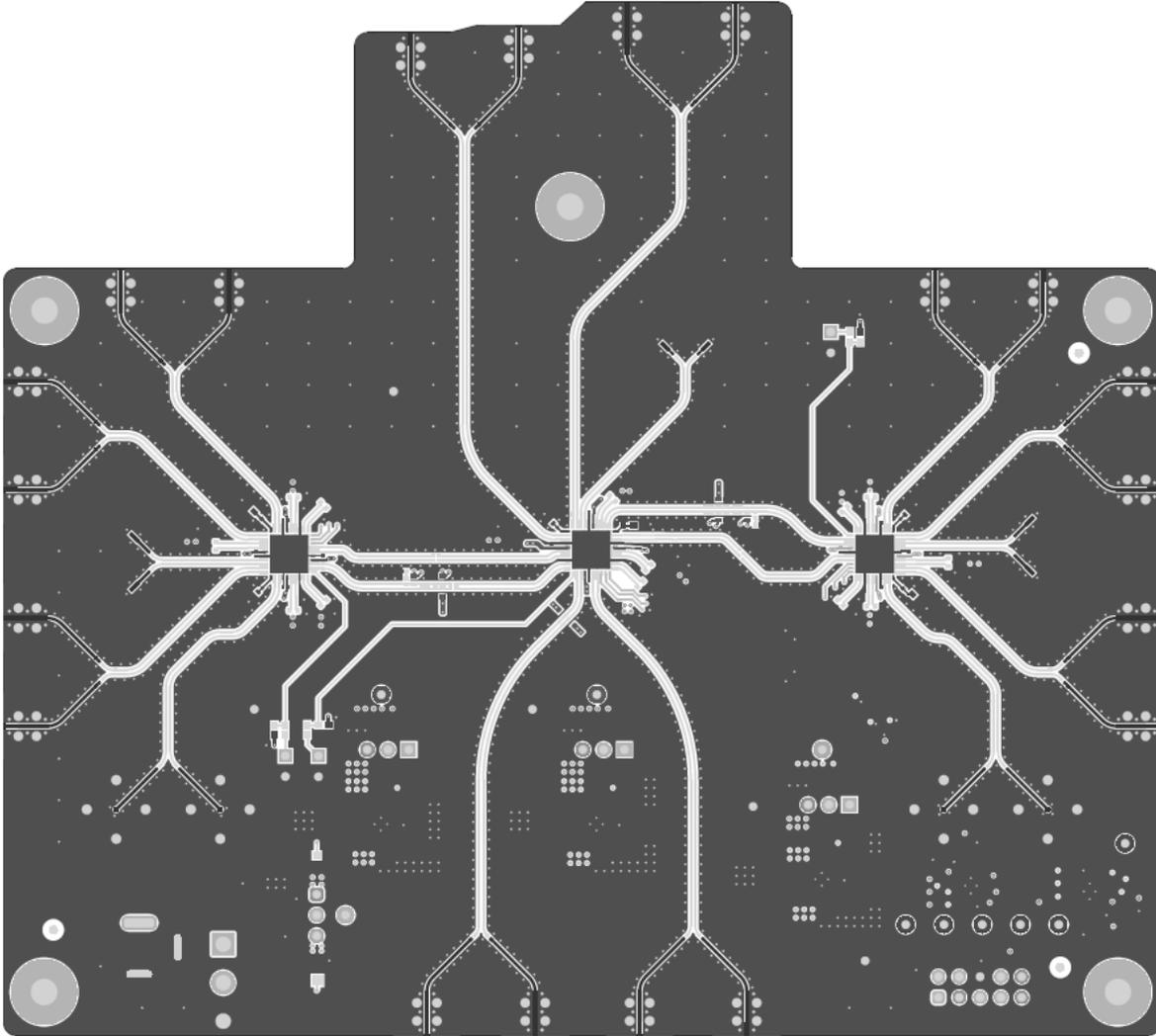


图 5-8. 顶层

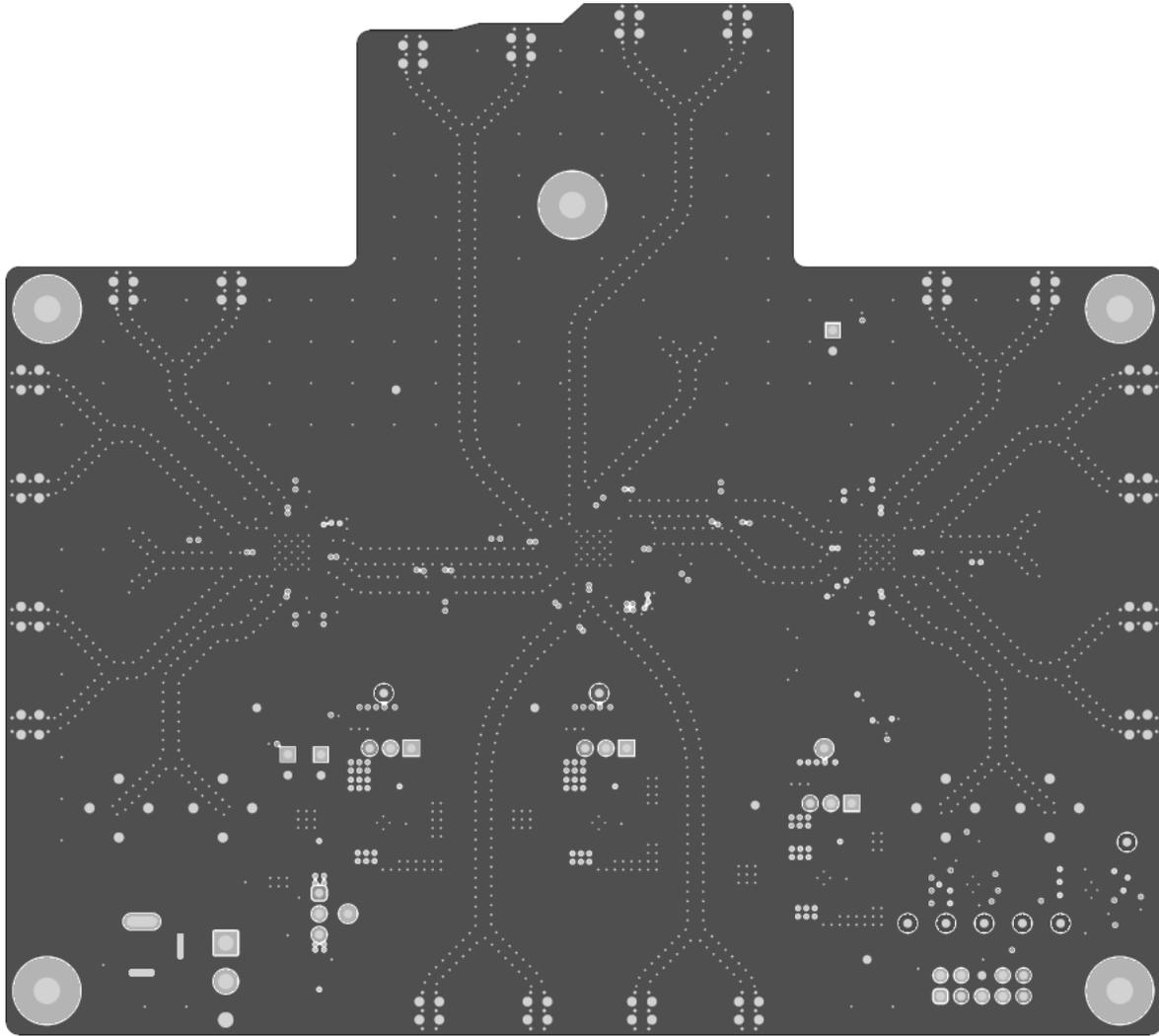


图 5-9. Layer2 GND

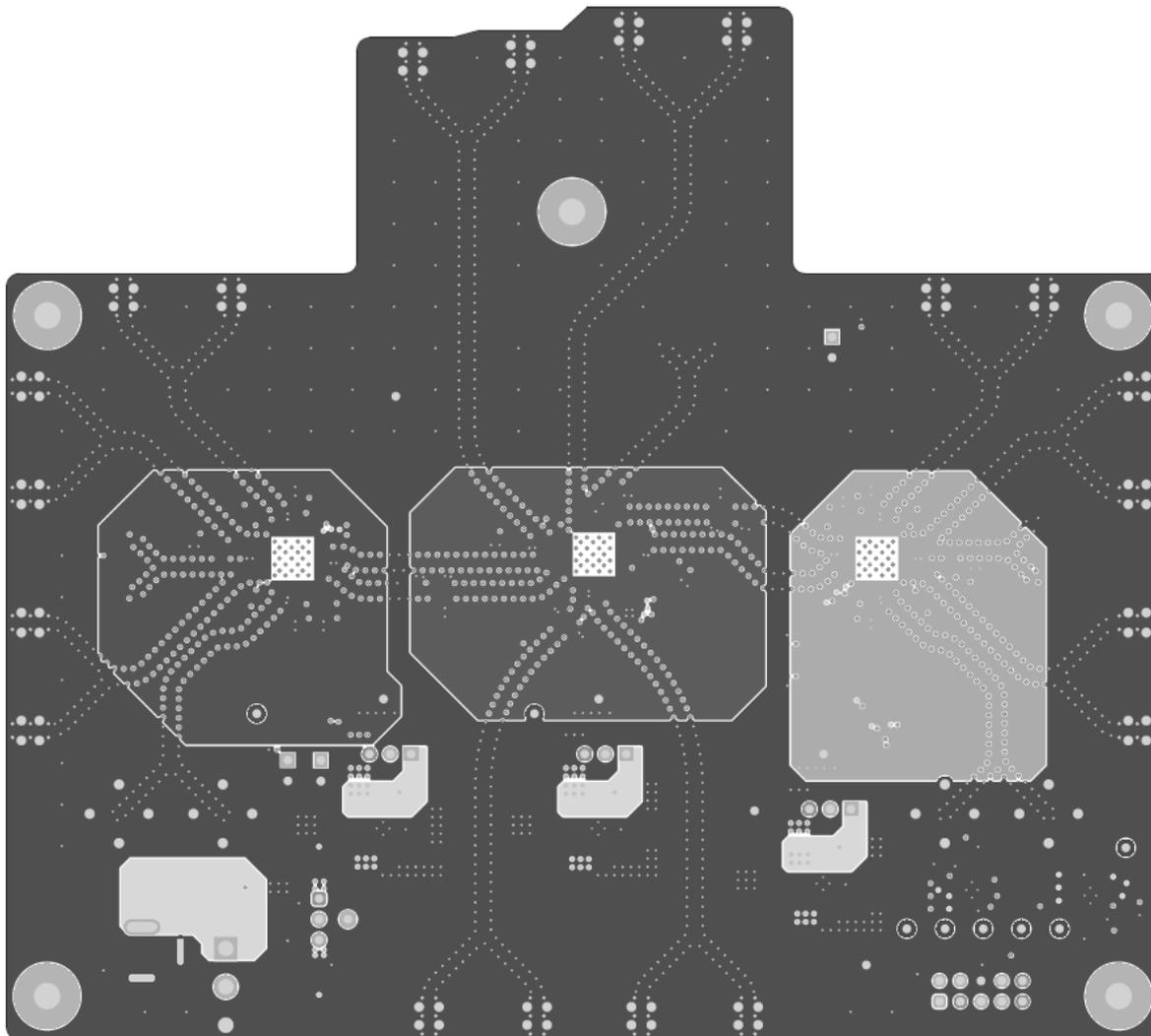


图 5-10. Layer3 功率

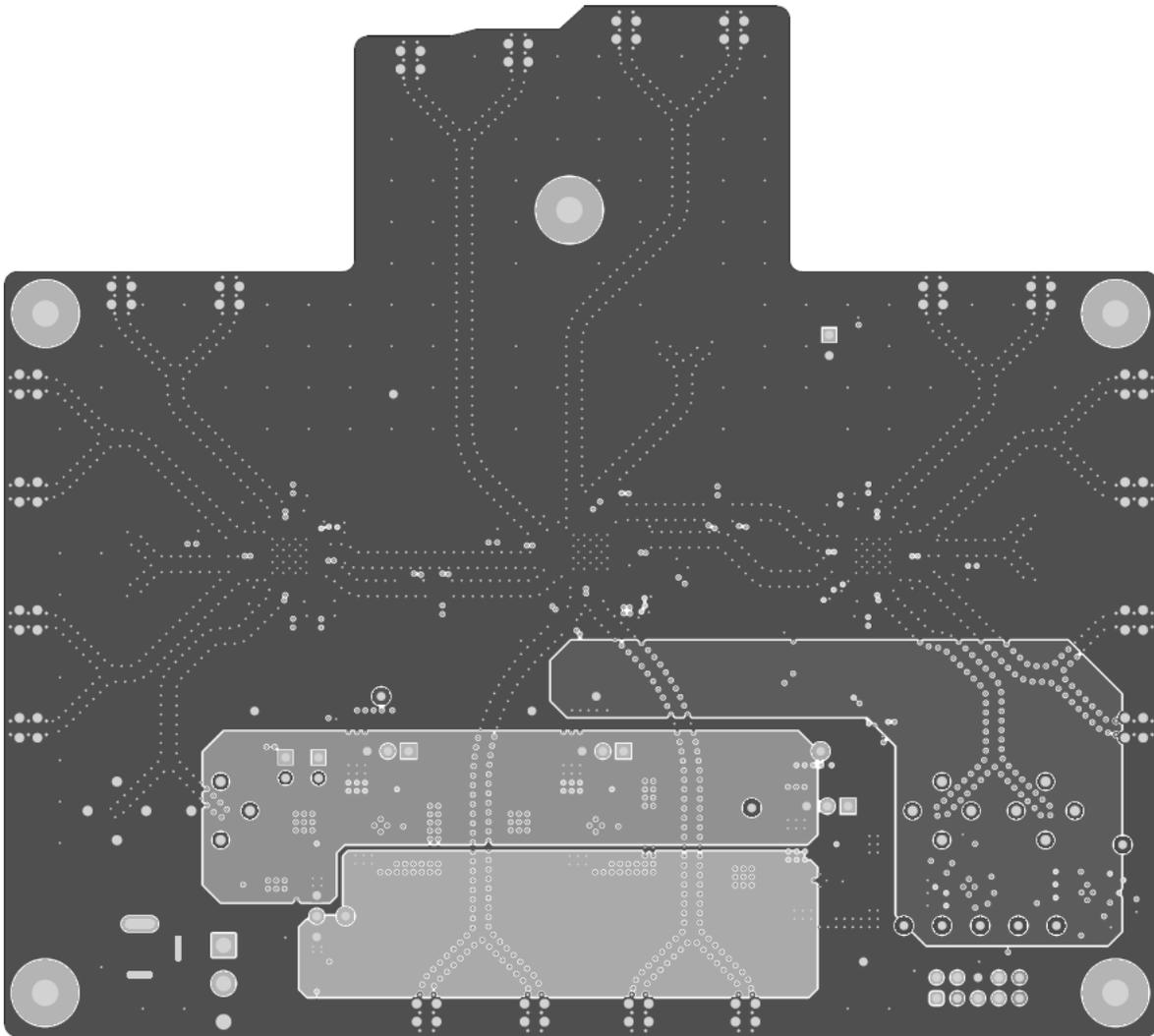


图 5-11. Layer4 功率

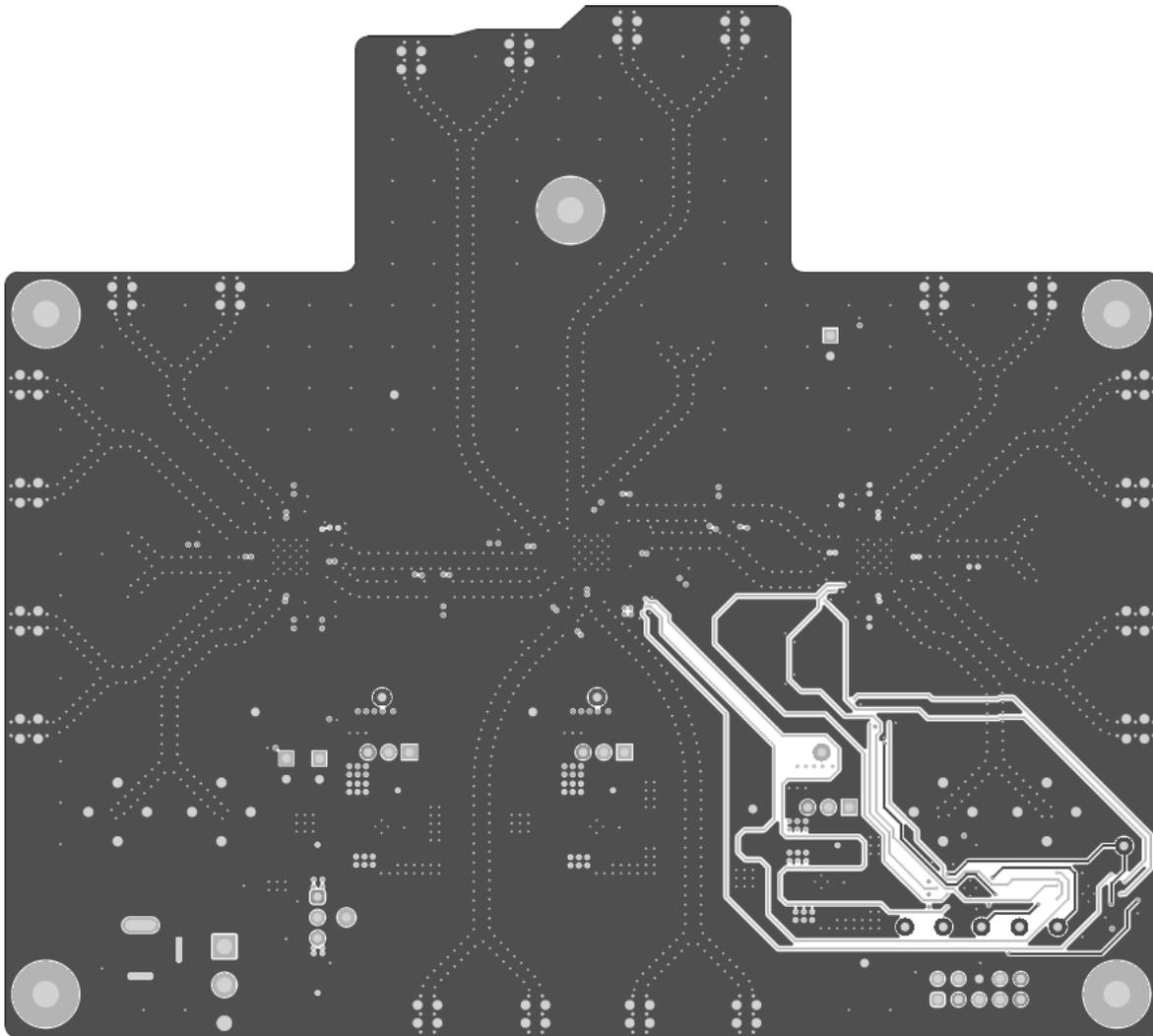


图 5-12. Layer5 GND

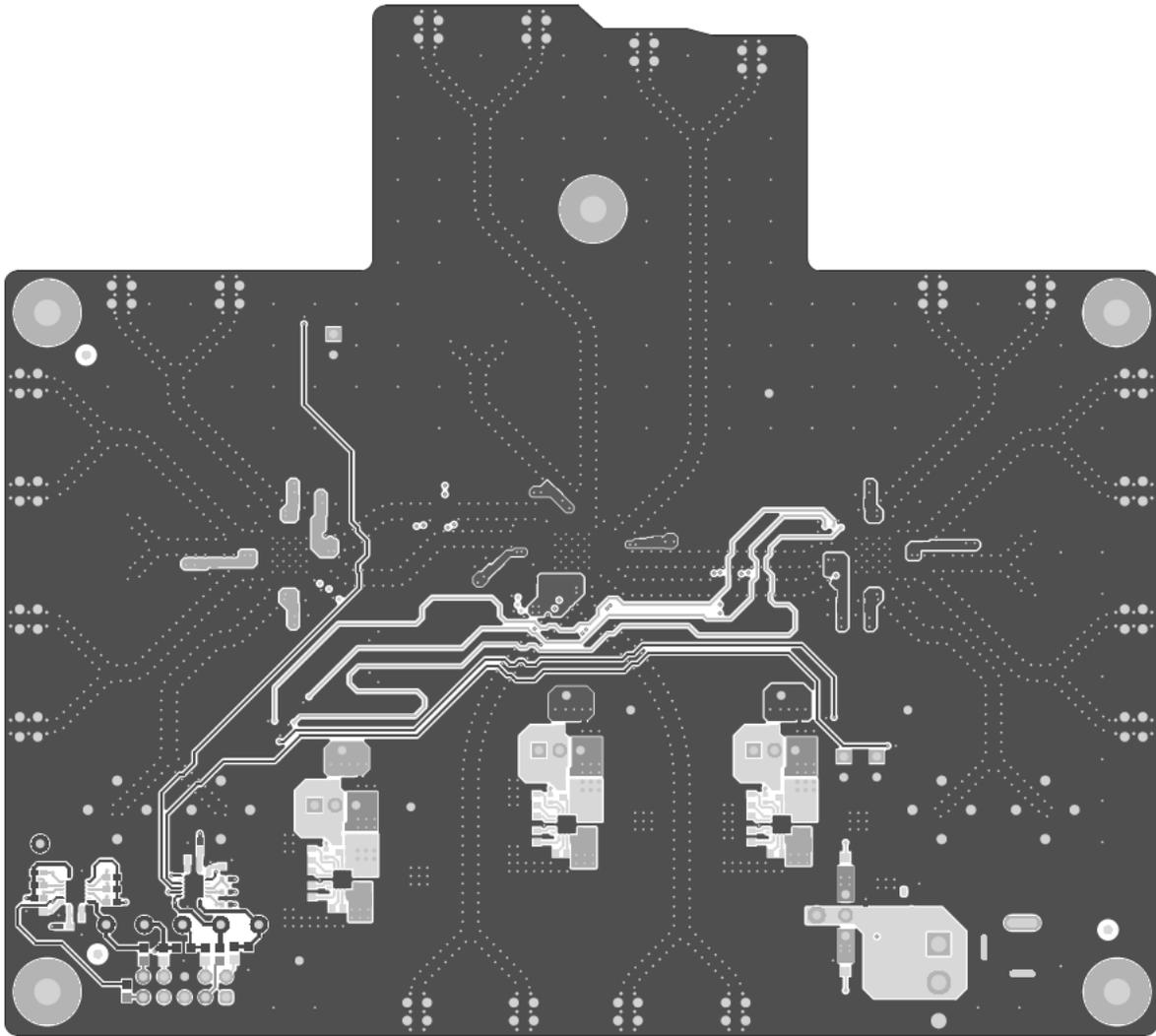


图 5-13. 底层

### 5.3 物料清单 (BOM)

位号	说明	封装	器件型号	制造商
BOARD_VCCIN	电源插孔, 小型, 2.1mm 外径, R/A, TH	插孔, 14.5x11x9mm	RAPC722X	Switchcraft
C1、C4_M、C4_S1、C4_S2、C7_M、C7_S1、C7_S2、C14_M、C14_S1、C14_S2、C17_M、C17_S1、C17_S2、C28_LDO1、C28_LDO2、C28_LDO3	电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 10V, +/- 10%, X5R, 0603	0603	GRM188R61A106KAALD	MuRata
C2	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 35V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E1X7R1V105K080A E	TDK
C3、C20、C21、C29_LDO1、C29_LDO2、C29_LDO3	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 16V, +/-10%, X5R, 0201	0201	GRM033R61C104KE84D	MuRata

位号	说明	封装	器件型号	制造商
C5_M、C5_S1、C5_S2、 C8_M、C8_S1、C8_S2、 C15_M、C15_S1、 C15_S2、C18_M、 C18_S1、C18_S2	电容，陶瓷，1 $\mu$ F， 6.3V，+/-10%，X7R， 0402	0402	GRM155R70J105KA12D	MuRata
C6_M、C6_S1、C6_S2、 C9_M、C9_S1、C9_S2、 C12_M、C12_S1、 C12_S2、C16_M、 C16_S1、C16_S2、 C19_M、C19_S1、 C19_S2、C22_SMA1、 C22_SMA2、 C22_SMA3、 C22_SMA4、 C22_SMA5、 C22_SMA6、 C22_SMA7、 C22_SMA8、 C22_SMA9、 C23_SMA1、 C23_SMA2、 C23_SMA3、 C23_SMA4、 C23_SMA5、 C23_SMA6、 C23_SMA7、 C23_SMA8、 C23_SMA9、 C30_SMA_V1、 C30_SMA_V2、 C30_SMP1、 C30_SMP2、 C30_SMP3、 C31_SMA_V1、 C31_SMA_V2、 C31_SMP1、 C31_SMP2、 C31_SMP3、C32、C33、 C34、C35	电容，陶瓷，0.1 $\mu$ F， 10V，+/-10%，X5R， 0201	0201	530Z104KT10T	American Technical Ceramics
C10_M、C10_S1、 C10_S2	电容，陶瓷，0.01 $\mu$ F， 6.3V，+100/-0%，C0G/ NPO，0201	0201	550Z103PTT	AT Ceramics
C13_M、C13_S1、 C13_S2	电容，陶瓷，10 $\mu$ F， 10V，+/- 20%，X5R， 0402	0402	CC0402MRX5R6BB106	Yageo
C24_LDO1、 C24_LDO2、C24_LDO3	电容，陶瓷，10 $\mu$ F，V， +/-10%，X7R，0805	0805	GRM21BR71A106KA73L	MuRata
C25_LDO1、 C25_LDO2、C25_LDO3	电容，陶瓷，22 $\mu$ F， 10V，+/-10%，X7R， 1206	1206	GRJ31CR71A226KE12L	MuRata
C26_LDO1、 C26_LDO2、 C26_LDO3、 C27_LDO1、 C27_LDO2、C27_LDO3	电容，陶瓷，0.01 $\mu$ F， 6.3V，+/- 10%，X5R， 0402	0402	GRM155R60J103KA01D	MuRata
CSB1、SCK1、SDI1、 SDO1、SEL1、SEL2	测试点，微型，白色，TH	白色微型测试点	5002	Keystone Electronics
D1	二极管，齐纳，6.2V， 225mW，SOT-23	SOT-23	MMBZ5234BLT1G	ON Semiconductor

位号	说明	封装	器件型号	制造商
D2	LED, 绿色, SMD	1.6x0.8x0.8mm	LTST-C190GKT	Lite-On
D3	LED, 蓝色, SMD	LED_0805	LTST-C170TBKT	Lite-On
DC IN1、TP1_LDO1、TP1_LDO2、TP1_LDO3	测试点, 微型, 红色, TH	红色微型测试点	5000	KeyStone Electronics , Keystone
DPST_S1	开关滑动式 SPDT 6A 120V	SIP3	1101M2S3CGE2	C&K Components
FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	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
H1、H2、H3、H4、H14	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、H16	六角螺栓, 0.5"L #4-40, 尼龙	螺柱	1902C	Keystone
J1、J8_LDO1、J8_LDO2、J8_LDO3	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	3x1 接头	TSW-103-07-G-S	Samtec
J2、J3、J6_SMA1、J6_SMA2、J6_SMA3、J6_SMA4、J6_SMA5、J6_SMA6、J6_SMA7、J6_SMA8、J6_SMA9、J7_SMA1、J7_SMA2、J7_SMA3、J7_SMA4、J7_SMA5、J7_SMA6、J7_SMA7、J7_SMA8、J7_SMA9	连接器, 末端发射 SMA, 50Ω, TH	连接器, TH, 末端发射 SMA	142-0761-881	Cinch Connectivity
J4_M、J4_S1、J4_S2	接头, 100mil, 2x1, 金, TH	接头, 2x1, 100mil	5-146261-1	TE Connectivity
J5	接头 (有罩), 2.54mm, 5x2, 金 (带锡尾线), TH	接头 (有罩), 2.54mm, 5x2, TH	52601-S10-4LF	FCI
L1_LDO1、L1_LDO2、L1_LDO3	铁氧体磁珠, 120Ω @ 100MHz, 2A, 0603	0603	742792625	Würth Elektronik
LBL1	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
P1_SMA_V1、P1_SMA_V2、P2_SMA_V1、P2_SMA_V2	SMA 连接器插孔, 母插座, 50Ω, 穿孔焊接	CONN_SMA_JACK	142-0731-211	Cinch Connectivity Solutions
P1_SMP1、P1_SMP2、P1_SMP3、P2_SMP1、P2_SMP2、P2_SMP3	SMP 直插头, 有限制动, 小型, 高达 26.5GHz, -65 至 155 摄氏度	19S101-40ML5	19S101-40ML5	Rosenberger
R1、R2、R5、R10、R15、R19、R21、R31_M、R31_S1、R31_S2、R32_M、R32_S1、R32_S2	100Ω ±1% 0.063W 0402 厚膜片上电阻, 符合 AEC- Q200 标准	0402	RMCF0402FT100R	Stackpole Electronics
R3、R4	电阻, 301, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603301RFKEA	Vishay-Dale
R7、R12、R17、R18、R27、R28、R68、R72、R80、R81	电阻, 0, 5%, 0.05W, AEC-Q200 0 级, 0201	0201	ERJ-1GN0R00C	Panasonic

位号	说明	封装	器件型号	制造商
R34_M、R34_S1、 R34_S2、R35、R38、 R44、R50、R51、R52、 R53、R54、R55、R56、 R57、R58、R63_LDO1、 R63_LDO2、 R63_LDO3、 R64_LDO1、 R64_LDO2、 R64_LDO3、 R66_LDO1、 R66_LDO2、R66_LDO3	电阻，0，5%，0.063W， 0402	0402	RC0402JR-070RL	Yageo America
R36、R37、R40、R41、 R43、R45	电阻，33，5%，0.1W， AEC-Q200 0 级，0603	0603	CRCW060333R0JNEA	Vishay-Dale
R46、R47、R48	10k $\Omega$ $\pm$ 5% 0.063W， 1/16W 片上电阻 0402 (公 制 1005)，防潮厚膜	0402	RC0402JR-1310KL	Yageo
R59_LDO1、 R59_LDO2、R59_LDO3	100k $\Omega$ $\pm$ 5% 0.063W、 1/16W 片上电阻 0402 (公 制 1005)，防潮厚膜	0402	RC0402JR-07100KL	YAGEO
SH-J1	分流器，2.54mm，金，黑 色	分流器，2.54mm，黑色	60900213421	Würth Elektronik
TP_1、TP_2、TP_3、 TP_4、TP_5	测试点，微型，黑色，TH	黑色微型测试点	5001	Keystone Electronics
U1_M、U1_S1、U1_S2	低噪声、高频 JESD 缓冲 器/倍频器/分频器	VQFN40	LMX1205	德州仪器 (TI)
U2	双路 4 选 1 FET 多路复用 器/多路解复用器 2.5V/ 3.3V 低电压高带宽总线开 关，RGY0016A (VQFN-16)	RGY0016A	SN74CB3Q3253RGYR	德州仪器 (TI)
U4_LDO1、U4_LDO2、 U4_LDO3	2A 高精度 (0.75%) 低噪声 (4.4 $\mu$ VRMS) LDO 稳压 器，RGR0020A (VQFN-20)	RGR0020A	TPS7A8300ARGRR	德州仪器 (TI)

## 6 其他信息

### 6.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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