

## EVM User's Guide: TRF1108-DAC39RFEVM

### TRF1108-DAC39RF 评估模块



#### 说明

TRF1108-DAC39RFEVM 是一款评估板，用于评估 DAC39RF10 数模转换器 (DAC)，该转换器与 Texas Instruments 的 TRF1108 差分转单端射频放大器配对。评估模块 (EVM) 提供通过 USB 连接器和 FTDI USB 转 SPI 总线转换器进行器件寄存器编程的功能，还可以选择通过 FMC+ 连接器使用 SPI 从 FPGA 进行编程。

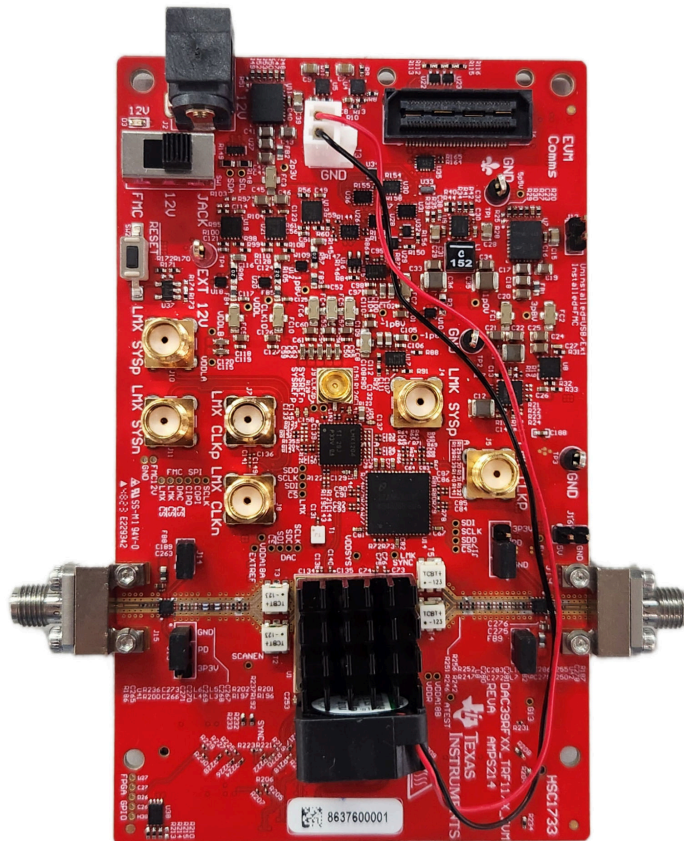
#### 特性

- 一个通道采用 TI 的高速差分转单端放大器 (TRF1108)，允许单端信号输出，以及一个带宽从近直流到 4 GHz 的镜像抑制滤波器。

- 一个通道采用 TI 的高速差分转单端放大器 (TRF1108)，配置用于多奈奎斯特操作，允许单端信号输出，带宽从近直流到 12 GHz。
- DAC39RF10 是一款数模转换器，具有 16 位分辨率和 20.48GSPS 的最大输入数据速率。

#### 应用

- 卫星通信 (SATCOM)
- 相控阵天线系统
- 合成孔径雷达 (SAR) 励磁
- 无线通信测试仪
- 任意波形发生器 (AWG)



EVM

## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

此评估板还包括以下重要特性：

- LMX1204 时钟芯片分配 DAC 采样时钟
- LMK04828 时钟发生器为高速串行接口生成 SYSREF 和 FPGA 参考时钟
- 变压器耦合时钟输入网络，用于通过外部低噪声时钟源测试 DAC 性能
- 通过高引脚数 FMC+ 接口连接器进行高速串行数据输出

#### 备注

为了提高信号路由质量，串行通道极性会与标准 FMC VITA-57 信号映射相反。信号映射和极性如表 2-6 所示。

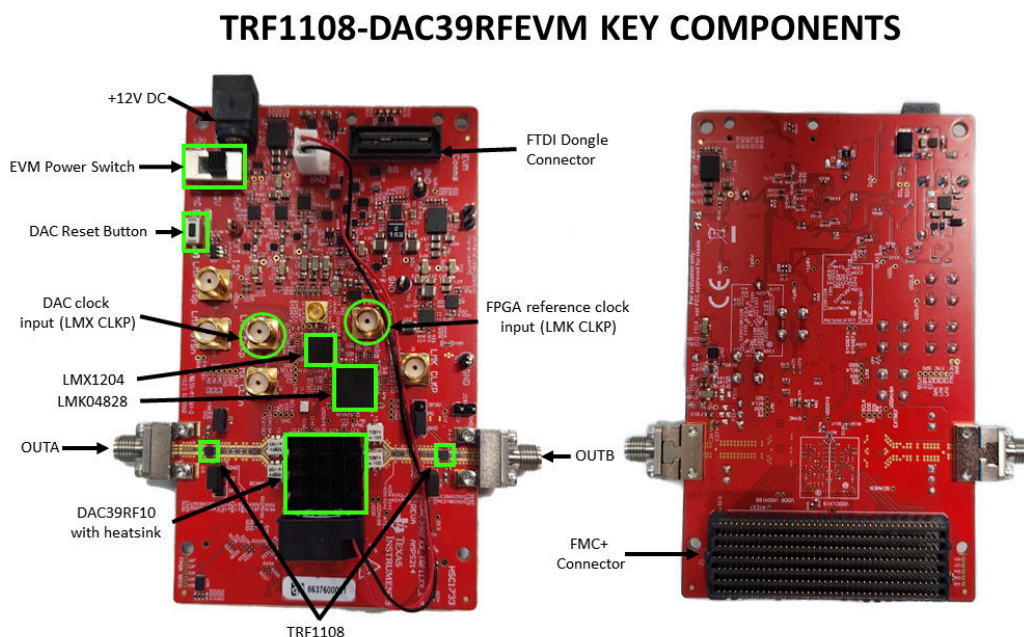


图 1-1. EVM 方向

TRF1108-DAC39RFEVM 可与 TSW14J59EVM 板（图形发生器板）一起使用。TSW14J59EVM 可以快速轻松地与 TRF1108-DAC39RFEVM 连接。

#### 备注

目前，TSW14J59EVM 仅支持串行器/解串器 (SerDes) 数据速率从 6Gbps 到 12.8Gbps 的 64b/66b 编码模式。对 8b/10b 模式和较低 SerDes 速率的支持将添加到 HSDC pro 软件的未来版本中。

High-Speed Data Converter Pro (HSDC Pro) 软件用于与 TSW14J59EVM 进行通信，并用于为 DAC39RF10 生成数据模式。

TSW14J59EVM 采用生成的数据模式，对数据进行编码，将数据存储在存储器中，然后通过高速串行数据链路（JESD 接口）发送到 TRF1108-DAC39RFEVM。

通过在 HSDC Pro 软件中选择适当的硬件，TSW14J59EVM 板自动配置为支持 TRF1108-DAC39RFEVM 的各种工作速度，但 TSW14J59EVM 板可能不会覆盖 DAC 器件的整个工作范围。



## 1.2 套件内容

- 评估板
- Mini-USB 电缆
- 电源线
- USB Type-C® 电缆
- FTDI 软件狗，用于通过 FTDI 对 TRF1108-DAC39RFEVM 进行编程

## 1.3 规格

TRF1108 是一款超高性能差分转单端 (D2S) 放大器，专门针对射频 (RF) 应用进行了优化。当由高性能 DAC39RF10 或 AFE7950 等数模转换器 (DAC) 驱动时，该器件非常适合需要 D2S 转换的应用。

## 1.4 器件信息

DAC39RF10 是具有 16 位分辨率的单通道和双通道数模转换器 (DAC) 系列。该器件可用作单通道或双通道非插值 DAC。该器件还可用作采用直接射频采样模式或基带模式的内插 DAC。单通道模式下的最大输入数据速率为 20.48GSPS，双通道模式或基带模式下的最大输入数据速率为 10.24GSPS。该器件可在超过 8GHz 的载波频率下生成高达 10GHz、7.5GHz 和 5GHz 的信号带宽（8、12 和 16 位输入分辨率），从而支持对 C 带至 X 带进行直接采样。TRF1108 实现这种极高的带宽，提供从近直流到 8GHz 的宽频率范围。

## 2 硬件

### 2.1 所需设备

TRF1108-DAC39RFEVM 套件中不包含以下设备，但评估此产品时需要使用这些设备：

- TSW14J59EVM 数据采集板和相关项目
- High-Speed Data Converter Pro 软件。
- 运行 Microsoft® Windows® 10 的 PC 计算机
- 用于 DEVCLK (采样时钟) 的低噪声信号发生器。TI 建议使用以下发生器：
  - Rohde & Schwarz® SMA100B
- 信号路径电缆、SMA 或 BNC (或 SMA 和 BNC)

默认情况下，TRF1108-DAC39RFEVM 使用 LMX1204 时钟芯片将外部时钟信号分配给 DAC39RF10 以及 LMK04828，以生成 TSW14J59EVM 所需的必要时钟。通过对电路板进行一些修改，用户能够使用其他时钟选项测试 DAC39RF10。

### 2.2 设置过程

本节描述如何在工作台上使用适当的设备设置 TRF1108-DAC39RFEVM 和 TSW14J59EVM，以评估 DAC39RF10 和 TRF1108 组合的性能。

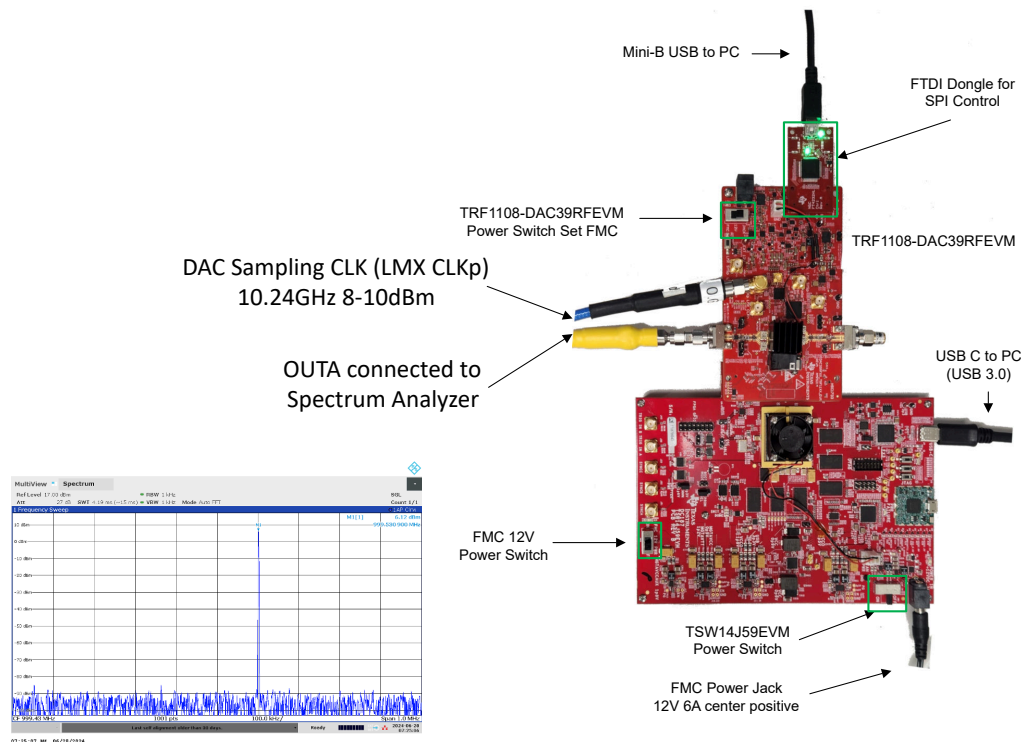


图 2-1. TRF1108-DAC39RFEVM 测试设置

#### 备注

必须在第一次将 TSW14J59EVM 连接到 PC 之前，安装 HSDC Pro 软件。

#### 2.2.1 安装 High Speed Data Converter (HSDC) Pro 软件

1. 从 [DATA CONVERTER PRO-SW](#) 下载 HSDC Pro 软件的最新版本。按照安装说明安装软件。



## 2.2.2 安装 DAC39RF10EVM 配置 GUI 软件

1. 如果是第一次安装 DAC GUI，请从 [FTDI 网站](#) 下载并安装 FTDI 驱动程序。安装驱动程序后，需要重新启动 PC。
2. 从 [DAC39RF10EVM 工具文件夹](#) 下载 配置 GUI。
3. 解压缩 .zip 文件。
4. 运行可执行文件 (DAC39RF1xEVMxxx.exe)。

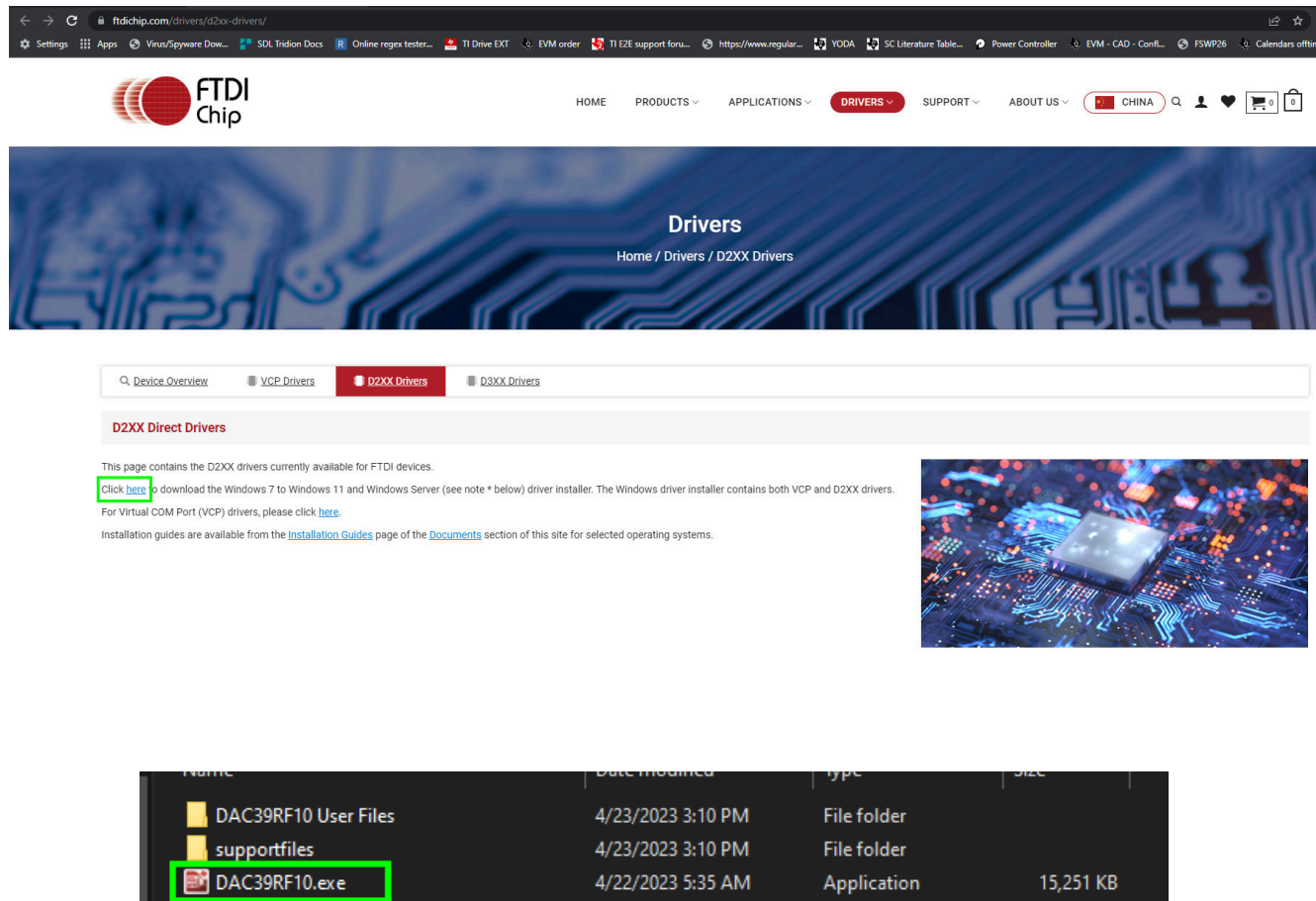


图 2-2. 用于下载并安装驱动程序的 FTDI 网站

## 2.2.3 连接 TRF1108-DAC39RFEVM 和 TSW14J59EVM

1. 关闭电源，通过 FMC 连接器将 TRF1108-DAC39RFEVM 连接到 TSW14J59EVM，如 [节 2.2](#) 所示。确保支柱可达到连接器可靠连接所需的正确高度。

## 2.2.4 将电源连接到电路板 (关闭)

1. 确认 TSW14J59EVM 上的电源开关处于关闭位置。将电源线连接到 12V 直流 (最小 6A 电流) 电源。确认桶形连接器的外表面已接地, 连接器内部的电压为 12V, 从而确保电源极性正确。将电源线连接到 TSW14J59EVM 电源连接器。
2. TRF1108-DAC39RFEVM 可通过 TRF1108-DAC39RFEVM 上的连接器插孔 (J2) 使用 12V 直流 (最小 2A) 供电, 也可通过 FMC+ 连接器从 TSW14J59EVM 供电。有一个开关 (SW1) 可用于从 DAC EVM 上的桶形插孔或通过 FMC+ 连接器从 TSW14J59EVM 选择电源。确认 TRF1108-DAC39RFEVM 电源的电源开关设置在电源流经位置的相反位置 (插孔)。如果使用桶形插孔选项, 请将电源线连接到 12V 直流 (最小 2A) 电源。确认桶形连接器的外表面已接地, 连接器内部的电压为 12V, 从而确保电源极性正确。将电源线连接到 EVM 电源连接器。要为 DAC EVM 供电, 请参见 表 2-1。

表 2-1. 为 TRF1108-DAC39RFEVM 供电

TRF1108-DAC39RFEVM 电源来自	TRF1108-DAC39RFEVM 电源开关位置	TSW14J59EVM FMC 开关位置	需要的电源
TSW14J59EVM (通过 FMC+ 连接器)	FMC (默认选项)	打开	对于 TSW14J59EVM 为 12V 6A
TRF1108-DAC39RFEVM 上带插孔的外部电源	插孔	关闭	对于 TSW14J59EVM 为 12V 5A, 对于 TRF1108-DAC39RFEVM 为 12V 2A

### 小心

确保 EVM 的电源连接极性正确。否则, 可能会立即导致 EVM 损坏。将电源开关保持在关闭位置, 直至稍后指示。

## 2.2.5 将频谱分析仪连接到 EVM

将频谱分析仪连接到 TRF1108-DAC39RFEVM 的 OUTA SMA 连接器。

使用 LMX->DACCLK | LMX/LMK->FPGA 时钟选项时 (默认) 时, 请按以下步骤操作:

1. 将信号发生器连接到 EVM 的 LMX CLKp 输入。此信号发生器必须使用低噪声信号发生器。将信号发生器配置为 0.8GHz 至 10.24GHz 范围内所需的时钟频率 (本例使用 10.24GHz)。为了在使用射频信号发生器时获得更佳性能, LMX CLKp SMA 连接器的电源输入必须为 8-10dBm (50Ω 时为 2Vpp)。
2. 仅当使用第三个时钟选项 (EXT-> DACCLK | LMK->FPGA) 时, 才需要执行此步骤, 否则请跳至下一步。将信号发生器连接到 EVM 的 SMA 标记过的 LMK CLKp 输入。该信号用于生成必要的 FPGA 时钟信号。将信号发生器配置为所需的 (160 MHz) 时钟频率。将输出功率设置为约 5-7dBm。

### 备注

- a. FPGA REF 时钟频率可从 DAC39RF10EVM GUI 获取。将 DAC39RF10EVM GUI 配置为所需的 JMODE 模式和时钟速率后, EVM 所需的参考时钟频率会显示在 GUI 的第一页上, 如 图 2-3 中所示。
- b. 确保使用通用 10MHz 基准对 DEVCLK 和参考时钟源进行频率锁定, 以确保功能正常。
- c. 此时请勿打开任何信号发生器的射频输出。

### 2.2.6 打开 TSW14J59EVM 的电源并连接到 PC

1. 打开 TSW14J59EVM 的电源开关。
2. 使用 USB-C® 电缆将 PC 连接到 TSW14J59EVM。
3. 如果这是第一次将 TSW14J59EVM 连接到 PC，请按照屏幕上的说明自动安装器件驱动程序。有关具体说明、请参阅 [TSW14J59EVM JESD204C 数据采集和图形发生器卡用户指南](#)。

### 2.2.7 打开 TRF1108-DAC39RFEVM 的电源并连接到 PC

1. 默认选项使用来自 TSW14J59EVM 上的 FMC+ 连接器的电源。对于此选项，TSW14J59EVM 上的 FMC 电源开关需要设置为 ON 位置，TRF1108-DAC39RFEVM 上的电源开关需要设置为 FMC (默认) 位置。如果使用外部电源为 DAC EVM 供电，则打开连接到 DAC EVM 桶形插孔的 12 V 电源，并将 TRF1108-DAC39RFEVM 上的电源开关位置设置为 JACK 位置。

DAC EVM 上的绿色 LED (D3) 亮起，表示 DAC EVM 正在通电。

2. 使用 mini-USB 电缆，通过 EVM 随附的 FTDI 软件狗将 DAC EVM 连接到 PC。

### 2.2.8 打开信号发生器射频输出

打开连接到 LMX CLKp 的信号发生器的射频信号输出。如果使用外部时钟选项，则打开连接到 LMK CLKp (FPGA 参考时钟) 的射频信号输出。

### 2.2.9 启动 DAC39RF10EVM GUI 并对 DAC EVM 进行编程

DAC39RF10EVM 配置 GUI 与 HSDC Pro 分开安装，是独立的 GUI。

#### 备注

TRF1108-DAC39RFEVM 支持的最大时钟速率为 10240MHz

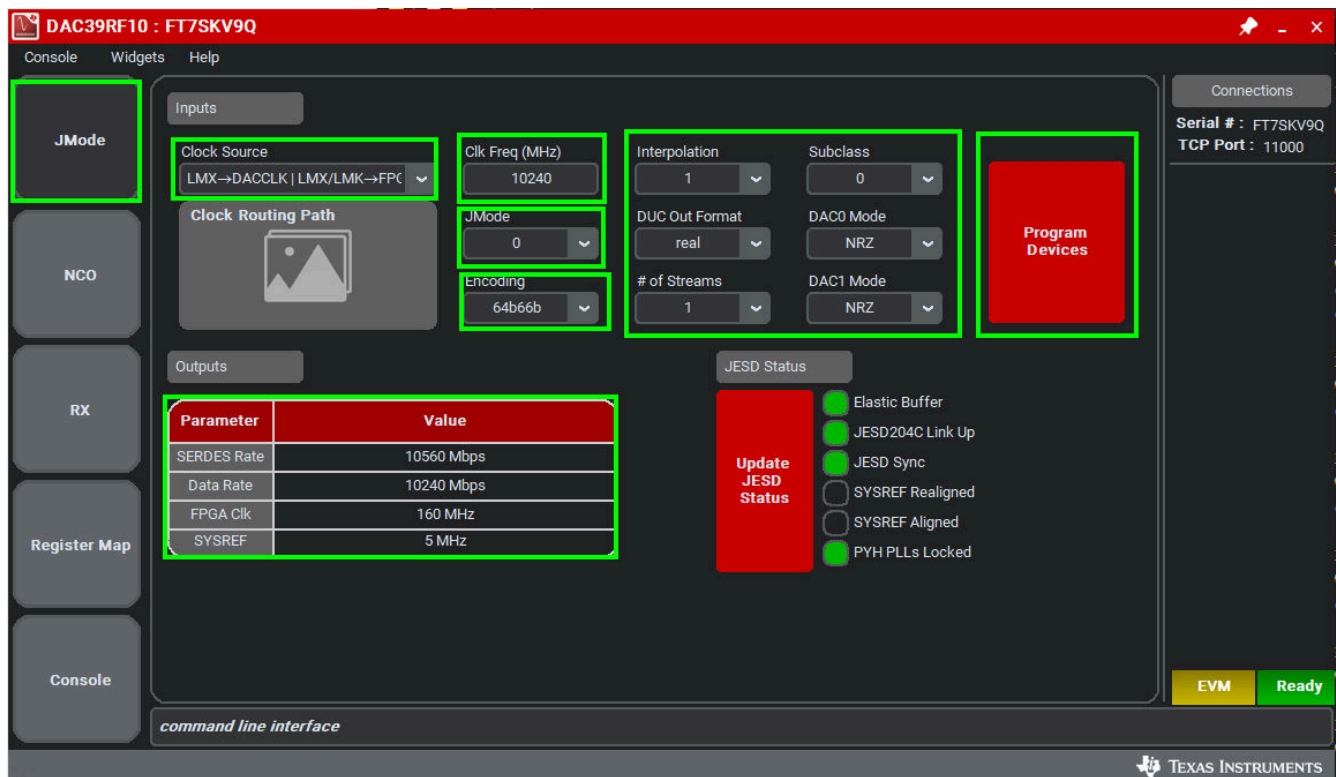


图 2-3. DAC39RF10EVM GUI 的配置

分别打开到 **JMODE** 选项卡和 **NCO** 选项卡的 GUI，如 图 2-3 和 图 2-5 所示。面板左侧的各个选项卡将配置整理为器件和 EVM 特性，其中用户友好型控件和一个低级选项卡可用于直接配置寄存器。EVM 具有三个可配置器件，即 DAC39RF10、LMX1204 和 LMK04828。每个器件的寄存器映射都在器件数据手册中提供；请参阅 节 5.1。

1. 启动 DAC39RF10EVM GUI。
2. 选择 LMX->DACCLK | LMX/LMK->FPGA 作为时钟源。
3. 输入时钟频率 10240MHz。
4. 为 JMODE 选项选择 JMODE0。
5. 为编码选项选择 64b66b。
6. 另一个选项可保留为默认设置。
7. 单击 **Program Devices**。

#### 备注

此操作会覆盖任何之前的器件寄存器设置。

### 2.2.10 对 NCO 进行编程

仅当 DAC 编程为 JMODE 1 至 7 时，才需要执行以下步骤。对于 JMODE0，可以跳过 NCO 配置到达 节 2.2.11。对于 JMODE 1 至 7，当流数量 M 大于或等于 2 且内插因子也设置为大于或等于 2 时，NCO ( 数控振荡器 ) 可用于混合 I/Q 基带信号，以从 DAC 的输出生成更高输出频率信号。

#### 备注

#### 混频器扩展

数字上转换器 (DUC) 混频器支持通过 NCO 频率对复数内插输入信号进行复数到复数或复数到实数的混合。混频器中的缩放比例恰好为 1:1，因此满量程 16 位 ( 绝对幅度 = 32767 ) 复数音调会在输出端产生满量程实音或复音。如果复数振幅的输入绝对值超过 32767，混频器将饱和，从而导致波形损坏。白色的有效圆形区域和灰色的无效角如 图 2-4 所示。

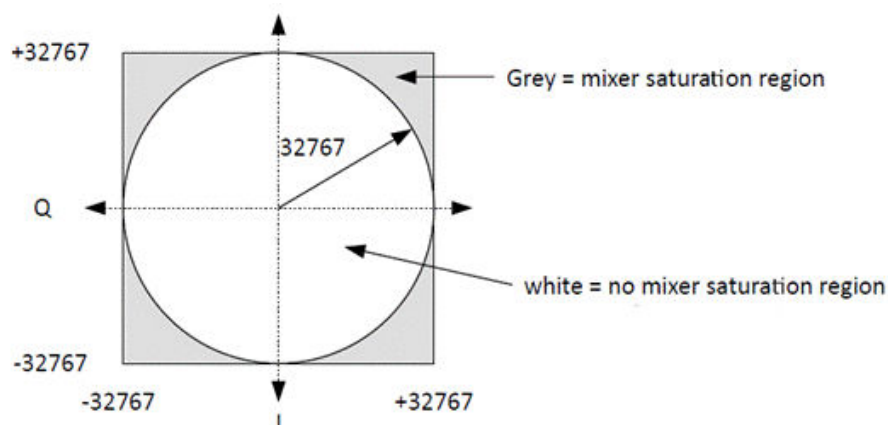


图 2-4. 16 位复数输入的混频器饱和区域

插值因子和数据流数量与 DUC 数量的关系如 表 2-2 所

表 2-2. 支持的内插因子与启用的 DUC 数间的关系

流数量	内插因子	已启用 DUC
2	2-256x	DUC0
4	4-256x	DUC0、DUC1
6	8-256x	DUC0、DUC1、DUC2



表 2-2. 支持的内插因子与启用的 DUC 数间的关系 (续)

流数量	内插因子	已启用 DUC
8	8-256x	DUC0、DUC1、DUC2、DUC3

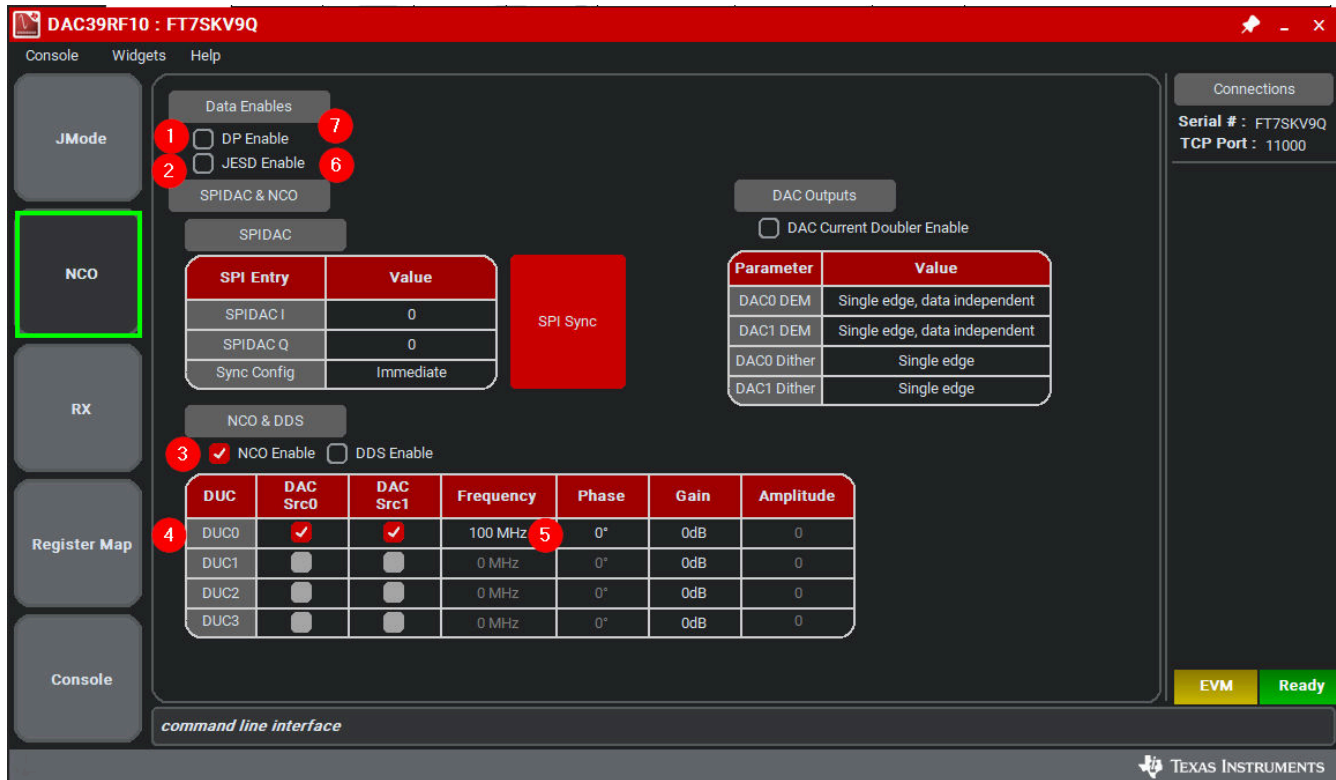


图 2-5. NCO 选项卡控件

在 PC 上打开 EVM GUI 后，导航到 GUI 左上角的“NCO”选项卡。

1. 要设置 NCO，请取消选中“DP Enable”框。
2. 取消选中“JESD Enable”框。
3. 选中“NCO Enable”框。
4. 在此示例中，JMODE 设置为 1，流数量设置为 2。内插因子设置为 2。只能使用 DUC0，其他 DUC 已灰显，如表 2-2 所示。来自 DUC0 的数据路由到 DAC0 和 DAC1。
5. 输入频率（以 MHz 为单位）。
6. 选中“JESD Enable”框。
7. 选中“DP Enable”框。

### 2.2.10.1 SPIDAC ( 仅 NCO ) 运行

DAC 也可以配置为 SPIDAC 运行 ( 仅 NCO 模式 )。在“仅 NCO”模式下，将忽略从 JESD 流入的数据，并且 DUC 输入由 SPIDAC I 和 SPIDAC Q 驱动。当“JESD Enable”设置为 0、内插因子大于或等于 2 且“DP Enable”设置为 1 时，可以启用此模式。DAC 配置为“仅 NCO”模式。应选择流数量和内插因子的正确组合，以启用所需数量的 DUC 并设置来自各个 DAC 的所需输出，如 表 2-2 所示。

在示例中，所有四个 DUC 都已启用。DUC0 和 DUC1 路由到 DAC0。DUC2 和 DUC3 路由到 DAC1。如果每个 DAC 路由多个 DUC，则必须衰减进入 DAC 的 DUC 数据，以防止 DAC 饱和。

可以通过 GUI 按照以下步骤配置“仅 NCO”模式。

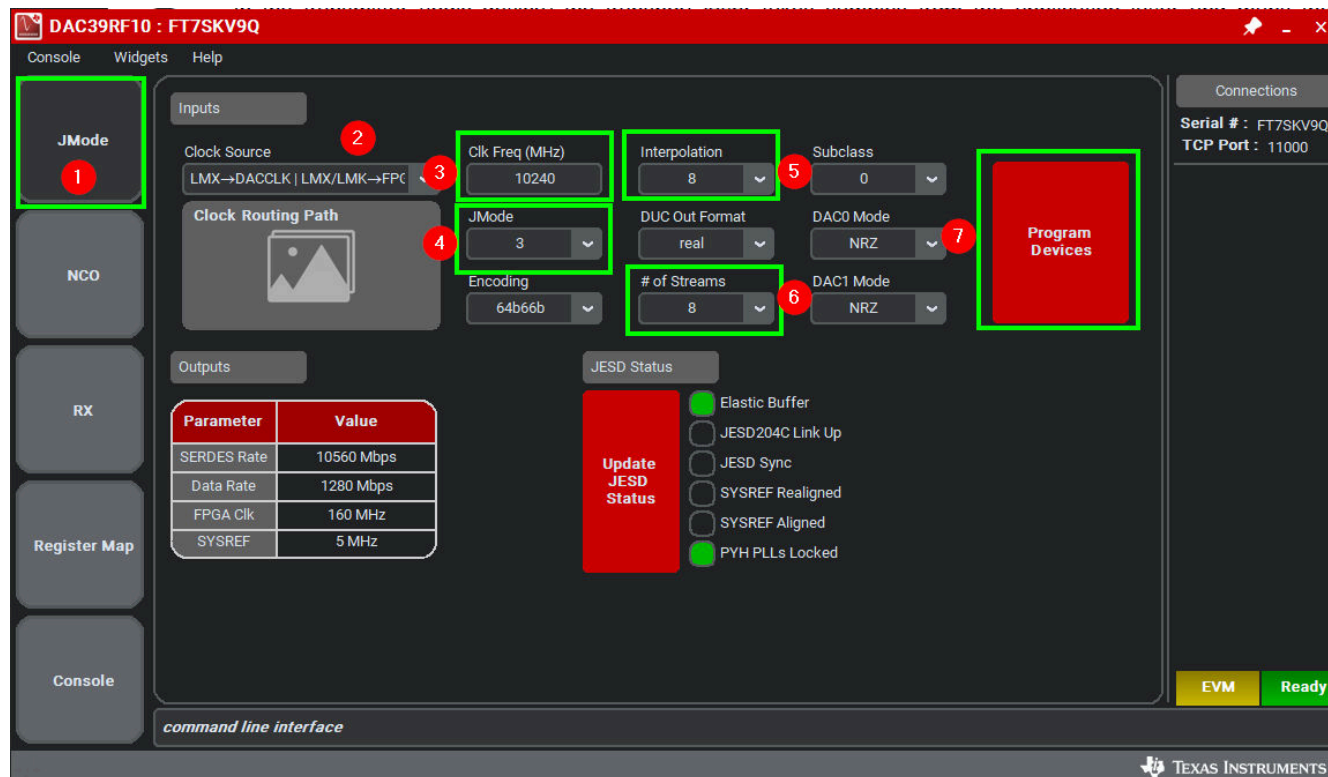


图 2-6. GUI 的“仅 NCO”JMODE 设置。

1. 启动 DAC39RF10EVM GUI。
2. 选择 LMX->DACCLK | LMX/LMK->FPGA 作为时钟源。
3. 输入时钟频率 10240MHz。
4. 为 JMODE 选项选择 JMODE3。
5. 对于“Interpolation”，选择 8。
6. 对于流数量，选择 8。
7. 点击 **Program Devices** 按钮。
8. 在“NCO”选项卡上，取消选中“DP Enable”框。
9. 取消选中“JESD Enable”框。
10. 对于“SPIDAC I”，输入值 32767 作为满标度输出功率。
11. 选中“NCO Enable”框。
12. 选择正确的 DUC 路由 ( DUC0 和 DUC1 路由到 DAC0，DUC2 和 DUC3 路由到 DAC1 )。由于将两个 DUC 路由到单个 DAC，因此需要将增益值调整为 -6dB 以防止 DAC 饱和。
13. 输入所需的频率
14. 选中“DP Enable”。
15. DAC 上的两个通道都有输出。

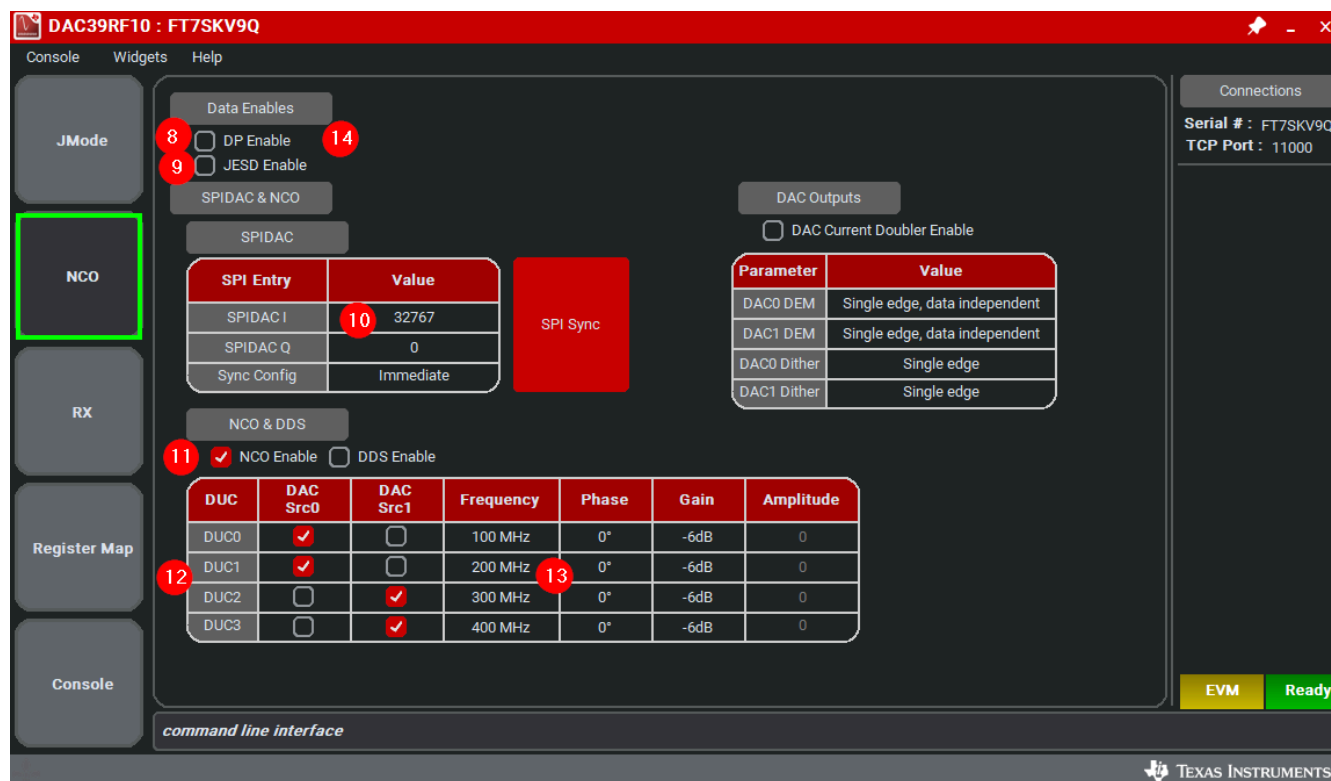


图 2-7. “仅 NCO” 模式 GUI 设置

与 SPI DAC 模式类似，DDS 模式可用作低功耗选项。要启用 DDS 模式，请执行以下步骤。

1. 按照上面的步骤 1-9 进行操作。
2. 跳过步骤 10。
3. 有关 11 步骤、请选中“NCO DDS Enable”框。
4. 按照步骤 12 进行操作。
5. 按照步骤 13 进行操作。
6. 对于“Amplitude”（两个 DUC 路由到单个 DAC，振幅从最大值 32767 减少 6dB 至 16384），设定 16384。
7. 按照步骤 14 进行操作。
8. DAC 上的两个通道都有输出。

### 2.2.11 启动 HSDC pro 软件并将 FPGA 镜像加载到 TSW14J59EVM

1. 启动 HSDC pro 5.303 或更高版本的软件。
2. 点击 **OK** 以确认 TSW14J59EVM 的序列号器件。如果连接了多个 TSWxxxxx 板，请选择连接到 TRF1108-DAC39RFEVM 的电路板的型号和序列号。
3. 对于 **Device**，从下拉菜单中选择 **DAC**。

#### 备注

如果弹出窗口显示 **No Firmware**，则选择一个设备将固件加载到电路板中，然后单击 **OK** 以继续下一步。

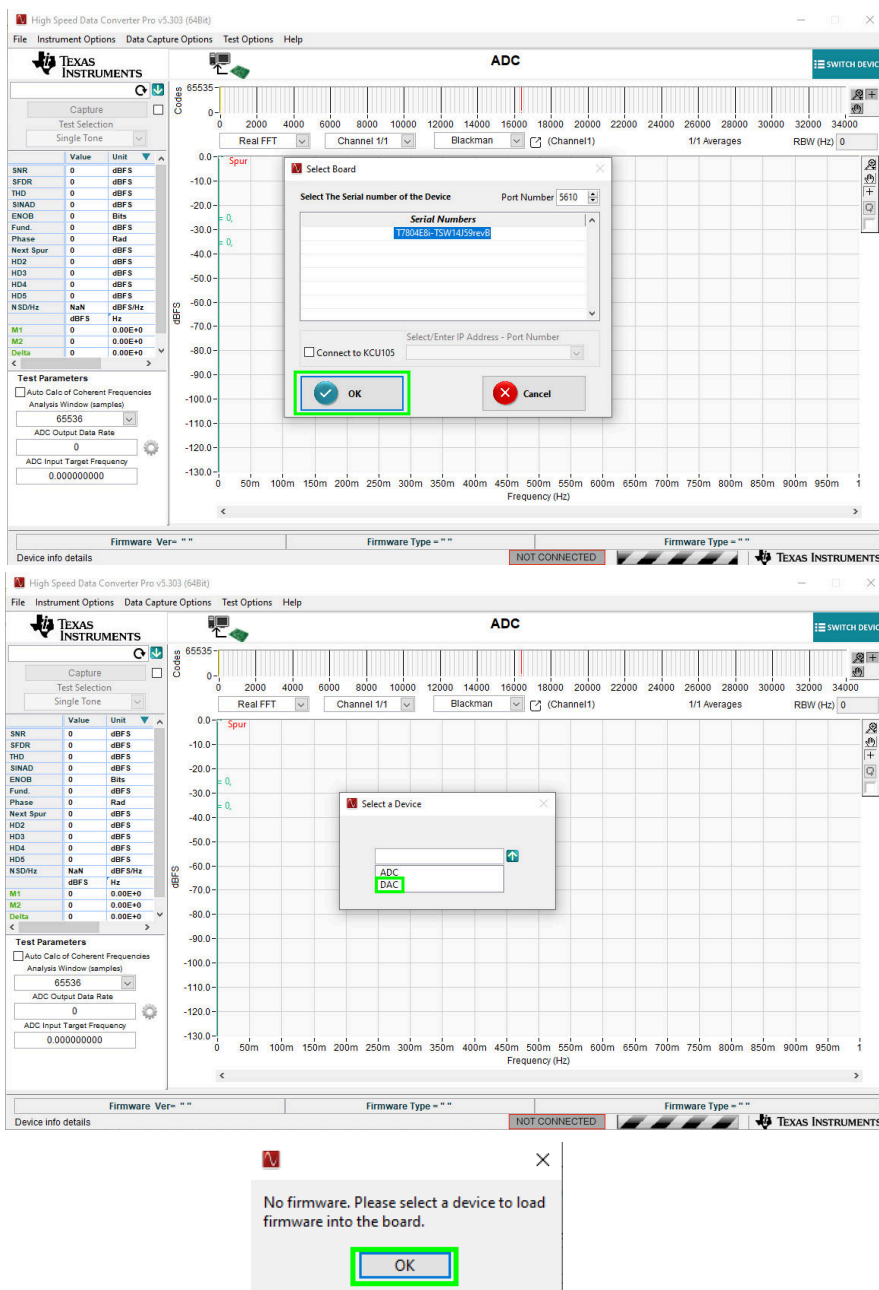


图 2-8. 启动 HSDC pro 和设置

4. 从左上角的 DAC 选择下拉列表中选择 DAC39RF1x\_JMODE0 器件。
5. 出现提示时，点击 “Yes” 以更新固件（等待固件下载）。

### 备注

如果用户使用默认寄存器值以外的其他选项配置 EVM，则在 HSDC Pro 中选择器件时可能需要不同的指令。如需了解更多详情，请参阅节 2.5。



图 2-9. HSDC Pro 设置

- 输入数据速率 **10.24G** 或所需的输入数据速率。数据速率值可以从 DAC39RF10EVM GUI 引用，并显示在输出参数上，如 图 2-3 所示。
- 对于“DAC Option”下拉菜单、选择“**Offset Bin**”选项。DAC39RF10EVM GUI 始终默认为偏移二进制。
- 导航到 HSDC pro GUI 左下方的“**I/Q Multitone Generator**”部分。对于“**# of tones**”，输入 1。对于“**Tone Center**”，输入 1G (1 GHz 或所需频率)；“**# of samples**”可以保留为 65536。
- “**Tone selection**”应该为 **Real**，因为这是 JMODE0，所以将绕过 DUC/NCO。如果配置了另一个 JMODE，以便使用 DUC/NCO，则“**Tone selection**”应为 **Complex**。
- 点击 **Create Tones** 按钮，然后点击 HSDC pro GUI 左上角的 **Send**。如果出现提及 SERDES 速率的弹出窗口，则点击 **OK**。DAC 会将编程的频率发送到输出端。





图 2-10. HSDC pro 生成“Tone”并将其发送到 DAC

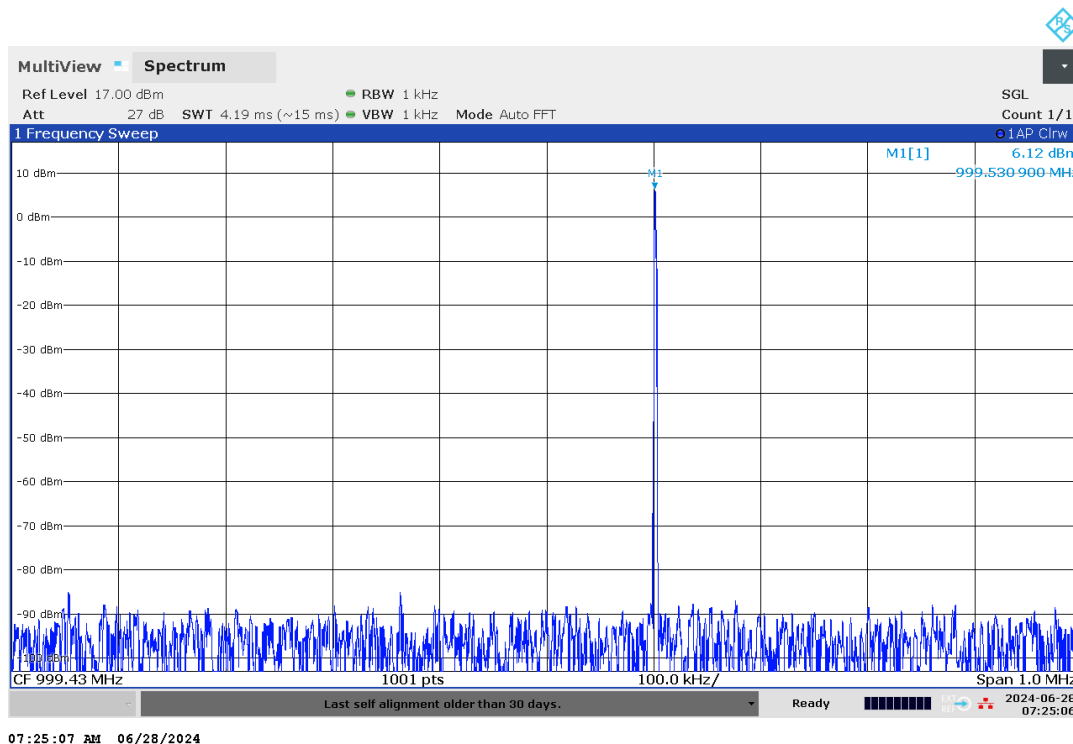


图 2-11. 频谱分析仪上显示的 DAC 输出

## 2.3 器件配置

DAC 器件可通过串行编程接口 (SPI) 总线进行编程，该总线可通过位于 FTDI 软件狗上的 FTDI USB 转 SPI 转换器进行访问。GUI 用于在总线上写入指令，并对 DAC 器件的寄存器进行编程。

有关 DAC 器件中寄存器的更多信息，请参阅 [DAC39RF10](#)、[DAC39RFS10 10.24、20.48-GSPS、16 位，双通道和单通道，具有 JESD204B C 接口的多奈奎斯特数模转换器 \(DAC\)](#) 数据表。

### 2.3.1 支持的 JESD204C 器件特性

DAC 器件支持 JESD204C 接口的某些配置。由于 TSW14J59EVM 固件中的限制，并非 DAC 器件的所有 JESD204C 链路特性都受支持。表 2-3 列出了支持和不支持的特性。

**表 2-3. JESD204C 器件支持和不支持的特性**

JESD204C 特性	受 DAC 器件支持	受 TSW14J59EVM 支持
每个链路的通道数 (L)	L = 1、2、3、4、6、8、12、16 <sup>(1)</sup>	L = 1、2、3、4、6、8、12、16 受支持
扰频	支持	支持
测试图形	PRBS7、PRBS9、PRBS15、PRBS31	不支持
速度	通道速率为 0.75Gbps 至 12.8Gbps	通道速率为 2Gbps 至 17.16Gbps 必须在 HSDC Pro GUI 中正确地设置 $f_{\text{SAMPLE}}$ 参数。

(1) 取决于旁路或抽取模式以及输出速率选择。在更改任何 JESD204C 设置之前，请始终禁用 JESD204 块。更改设置后，请重新启用 JESD204 块。

### 2.3.2 选项卡结构

“JMODE”、“NCO”和“RX”选项卡中提供了对 DAC 器件特性的控制。

### 2.3.3 寄存器映射和控制台控件

使用图 2-12 中所示的 *Register Map* 选项卡，可在位字段级配置器件。用户可以随时使用表 2-4 中的控件来配置器件或从器件中读取数据。

“Console”选项卡记录了在 DAC EVM 上对各种器件进行编程时执行的所有 SPI 读取和写入。可以从“Console”选项卡保存和加载配置文件。

**表 2-4. 寄存器映射和控制台控件**

控制	说明
寄存器映射摘要	显示 EVM 上的器件、这些器件的寄存器和寄存器的状态。 <ul style="list-style-type: none"> <li>点击寄存器字段可对寄存器数据组进行独立的位操作</li> <li>“Value”列显示了上次更新 GUI 时的寄存器值</li> <li>“LR”列显示了上次读取寄存器时的寄存器值</li> </ul>
“Write Register”按钮	将 <i>Write Data</i> 字段中的值写入寄存器映射摘要中突出显示的寄存器
“Write all”按钮	使用 <i>Register Map</i> 摘要中所示的值来更新寄存器映射摘要中所示的所有寄存器
“Read register”按钮	从 <i>Register Map</i> 摘要中突出显示的寄存器中读取数据，并在 <i>Read Data</i> 字段中显示结果 可用于将 GUI 与硬件状态重新同步
“Read-all”按钮	从 <i>Register Map</i> 摘要中的所有寄存器中读取，并显示硬件的当前状态
<i>Load Configuration</i> 按钮	加载磁盘中的配置文件以及文件中的寄存器地址/数据值
<i>Save Configuration</i> 按钮	将配置文件保存至磁盘，磁盘中包含配置寄存器的当前状态
<i>Register Data</i> 组	对寄存器映射摘要中突出显示的寄存器中可访问的各个位进行操作
具有读取或写入寄存器按钮的独立寄存器组	通过地址对 <i>Block</i> 下拉框中所示的器件执行通用的读或写命令，并写入数据信息

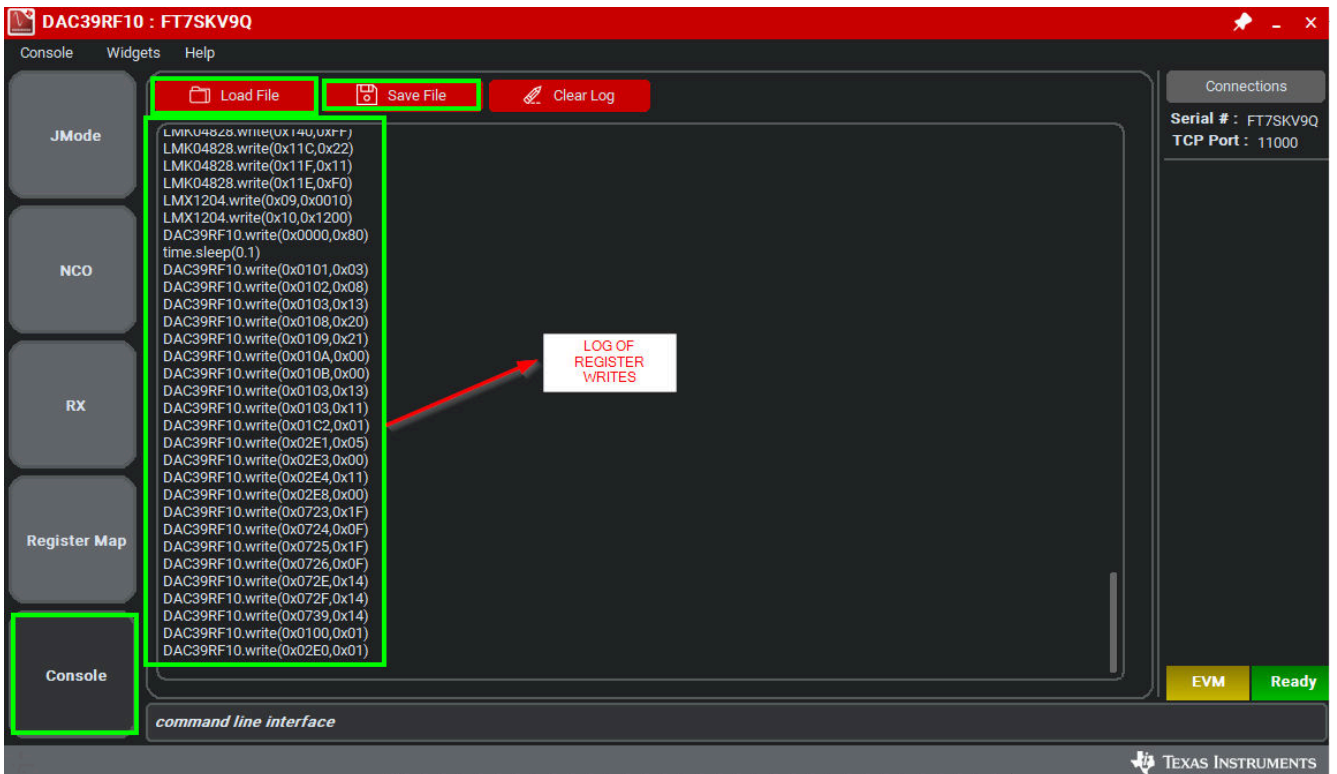
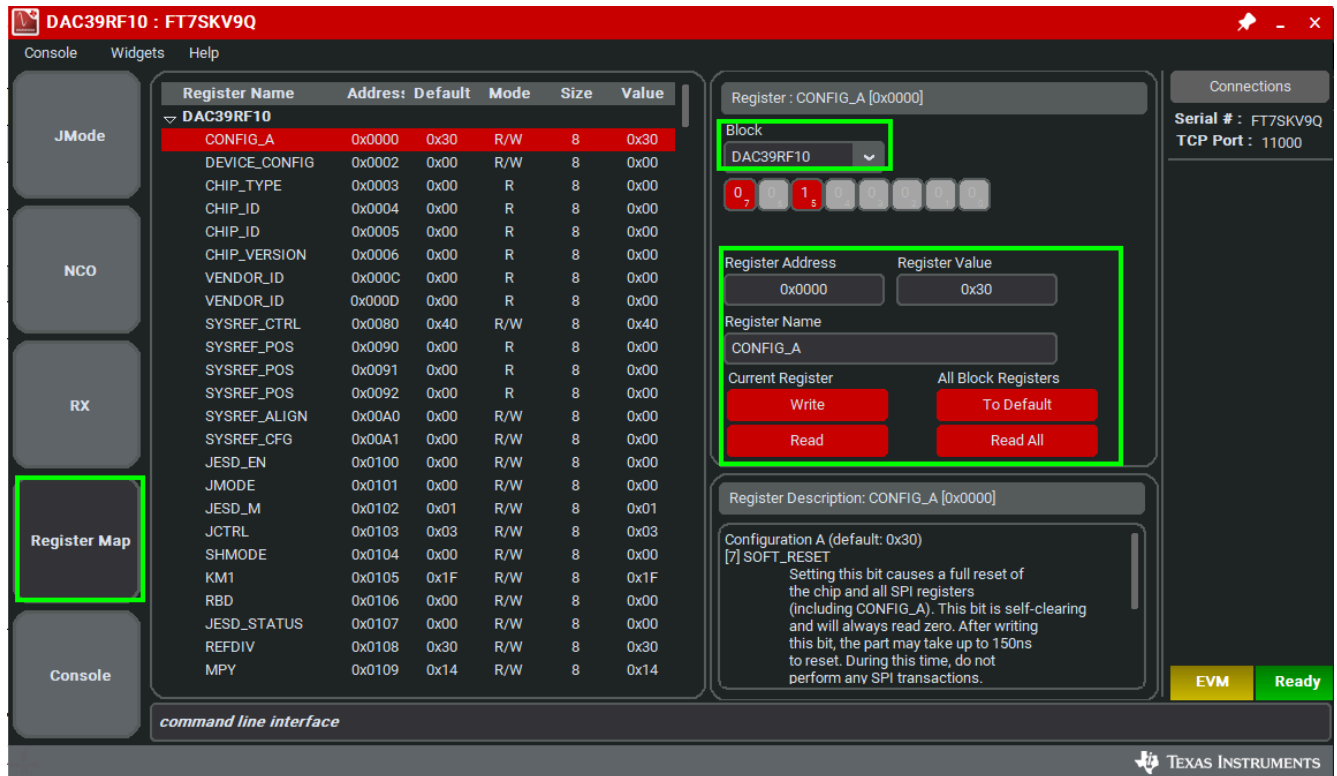


图 2-12. 寄存器映射选项卡

## 2.4 TRF1108-DAC39RFEVM 疑难解答

部分故障排除过程如 表 2-5 所

表 2-5. 排查

问题	疑难解答
常规问题	<ul style="list-style-type: none"> <li>验证测试设置是否与 图 2-1 类似。重复本文档中所述的设置过程。</li> <li>检查 EVM 和 TSW14J59EVM 的电源。验证电源开关是否处于打开位置。</li> <li>检查 EVM 的信号和时钟连接。</li> <li>目视检查电路板的正面和底面，核实没有元件褪色或损坏。</li> <li>确保板对板 FMC+ 连接安全牢固。</li> <li>尝试按 TSW14J59EVM 上的 <i>CPU_RESET</i> 按钮。在更改 DAC 配置后，尝试点击 <i>Instrument Options</i> → <i>Reset Board</i>。</li> <li>尝试对 EVM 的外部电源进行下电上电，并对 DAC、LMX 和 LMK 器件重新编程。</li> </ul>
TSW14J59EVM LED 不正确	<ul style="list-style-type: none"> <li>验证 TSW14J59EVM 上配置开关的设置。</li> <li>确认 CLK 输入的时钟已连接并且相应的 LED 正在闪烁。</li> <li>确认 DAC 器件内部寄存器配置正确。</li> <li>如果 LED 未在闪烁，对 DAC EVM 器件重新编程。</li> <li>尝试按 TSW14J59EVM 上的 <i>CPU_RESET</i> 按钮。</li> <li>再次尝试点击 HSDC Pro 中的 <i>SEND</i> 按钮。</li> </ul>
配置 GUI 无法正常工作	<ul style="list-style-type: none"> <li>验证 USB 电缆是否已插入 EVM 和 PC。</li> <li>检查计算机设备管理器，并验证当 EVM 连接至 PC 时是否能够识别 <i>USB 串行设备</i>。</li> <li>验证 GUI 右下角的黄色 EVM 状态 LED 灯是否亮起。如果未亮起，尝试重新启动 GUI 并重新配置器件。</li> </ul>
配置 GUI 无法连接到 EVM	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用 FTDI 芯片中的免费 <i>FT_PROG</i> 软件并验证是否使用产品描述 <i>ADC12DJxx00RF</i> 对板载 FTDI 芯片进行了编程。</li> </ul>
DAC 输出看起来不正确、失真或没有输出	<ul style="list-style-type: none"> <li>验证 TSW14J59EVM 是否已通过 USB-C 电缆正确连接到 PC，以及 HSDC 软件能否正确识别电路板序列号。</li> <li>检查是否选择了正确的 DAC 器件模式。该模式必须与 HSDC Pro 和 DAC GUI 中的模式匹配。</li> <li>检查配置参数是否配置正确。</li> <li>依次选择 <i>Instrument Options</i> → <i>Download Firmware</i> 并下载 “TSW14J59REVB_DAC_64B66B_FIRMWARE.bit”。再次尝试发送。</li> <li>验证 J13、J17、J14、J18 是否已正确安装。</li> </ul>
输出功率看起来很低	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查频谱分析仪是否设置正确。</li> <li>SMA 连接器正确连接到 DAC 输出和频谱分析仪。</li> <li>验证 J13、J17、J14、J18 是否已正确安装。</li> </ul>

## 2.5 定制 EVM 实现可选的时钟支持

可以使用 3 种不同的方法为 TRF1108-DAC39RFEVM 计时：LMX->DACCLK | LMX/LMK-> FPGA 选项、EXT->DACCLK | LMX/LMK-> FPGA 选项和 EXT->DACCLK | LMK-> FPGA 选项。

### 2.5.1 LMX->DACCLK | LMX/LMK->FPGA 选项 (默认)

默认情况下，EVM 配置为使用 LMX->DACCLK | LMX/LMK->FPGA 时钟选项。用户向带有 SMA 标记的 LMX CLKp 提供单个高频 (8 - 10dBm) 信号。该信号路由到 LMX1204，而后者生成缓冲的 DACCLK 信号、低频 DAC SYSREF 信号、FPGA 参考时钟和 FPGA SYSREF 信号。FPGA 参考时钟和 FPGA SYSREF 信号馈入 LMK04828 的 CLKIN1 和 CLKIN0。LMK04828 用于时钟分配模式，可提供 FPGA 参考时钟和 FPGA SYSREF 信号的多个副本/分频版本。

EVM 可配置为使用 LMX->DACCLK | LMX/LMK->FPGA 时钟选项，步骤如下：

1. 修改硬件：
  - a. 移除 C136 和 C139，组装 C141 和 C142。
  - b. 移除 C134 和 C135，组装 C138 和 C140。
  - c. 移除 C75 和 C76，组装 C73 和 C74。

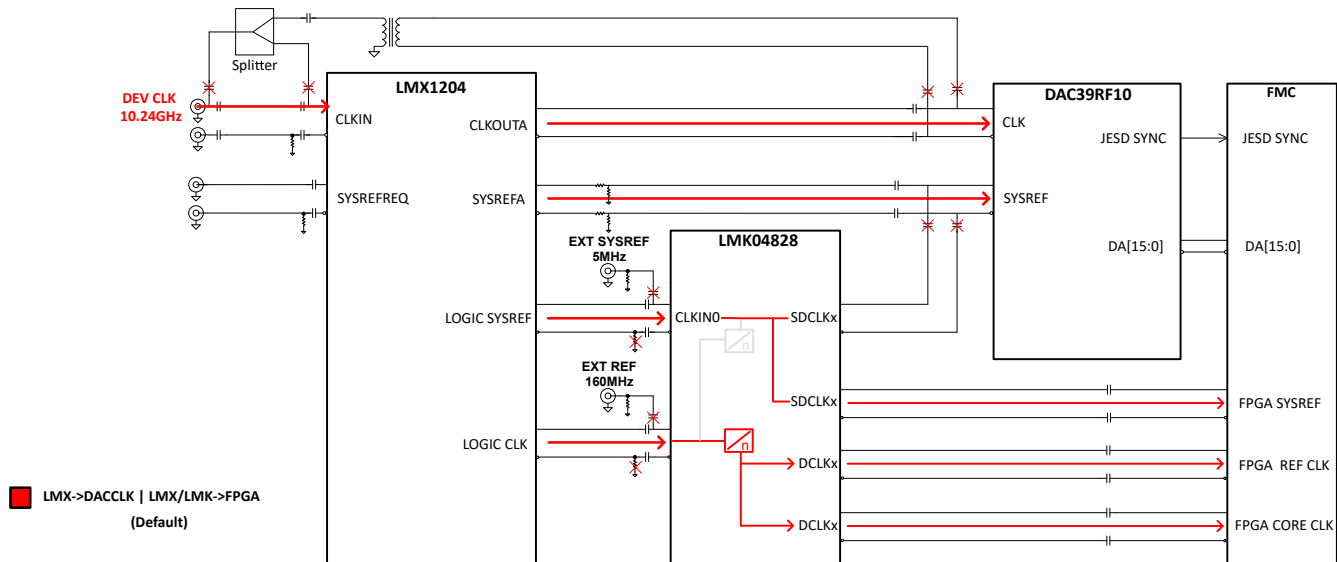


图 2-13. LMX->DACCLK | LMX/LMK->FPGA 时钟系统方框图



## 2.5.2 EXT->DACCLK | LMX/LMK-> FPGA 时钟选项

TRF1108-DAC39RFEVM 可以配置为使用 EXT->DACCLK | LMX/LMK-> FPGA 时钟选项。与上述用例类似，用户为带有 SMA 标记的 LMX CLKp 提供单个高频 (10dBm - 15dBm) 信号。该信号通过分离器路由到平衡-非平衡变压器和 LMX1204。平衡-非平衡变压器将单端信号转换为差分信号，并用于对 DAC 进行计时。来自分离器的第二个输出由 LMX1204 使用，后者生成低频 DAC SYSREF 信号、FPGA 参考时钟和 FPGA SYSREF 信号。FPGA 参考时钟和 FPGA SYSREF 信号馈入 LMK04828 的 CLKIN1 和 CLKIN0。LMK04828 用于时钟分配模式，可提供 FPGA 参考时钟和 FPGA SYSREF 信号的多个副本/分频版本。时钟选项的方框图如图 2-14 所示。

EVM 可配置为使用板载时钟选项，步骤如下：

- 移除 C141 和 C142 并安装 C136 和 C139
- 移除 C138 和 C140 并安装 C134 和 C135
- 移除 C75 和 C76 并安装 C73 和 C74

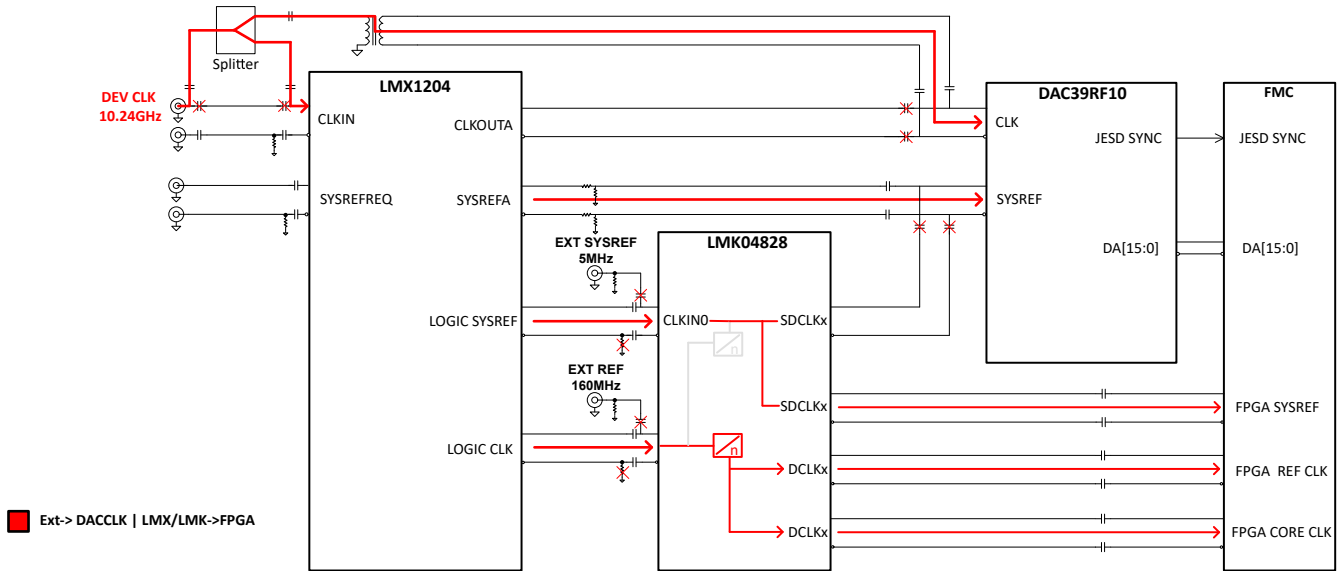


图 2-14. EXT->DACCLK | LMX/LMK->FPGA 时钟系统方框图

### 2.5.3 EXT->DACCLK | LMK-> FPGA 时钟选项

TRF1108-DAC39RFEVM 可以配置为使用 EXT->DACCLK | LMK-> FPGA 时钟选项。在这种用例中，用户提供两个时钟信号；一个高频 (10-15dBm) 信号连接到标有 LMX CLKp 的 SMA 接口。该信号通过分离器路由到平衡-非平衡变压器和 LMX1204。平衡-非平衡变压器将单端信号转换为差分信号，并用于对 DAC 进行计时。第二个低频信号是 LMK04828 的 CLKIN1 输入。LMK04828 用于生成低频 DAC SYSREF 信号、FPGA 参考时钟和 FPGA SYSREF 信号。LMK04828 用于时钟分配模式，可提供 FPGA 参考时钟和 FPGA SYSREF 信号的多个副本或分频版本。外部参考时钟选项的框图如图 2-15 所示。

EVM 可配置为使用外部参考时钟选项，步骤如下：

- 移除 C141 和 C142 并安装 C136 和 C139
- 移除 C138 和 C140 并安装 C134 和 C135
- 移除 C65 和 R64 并安装 C64 和 R66
- 移除 C73 和 C74 并安装 C75 和 C76
- 移除 C88 和 R69 并安装 C83 和 R71

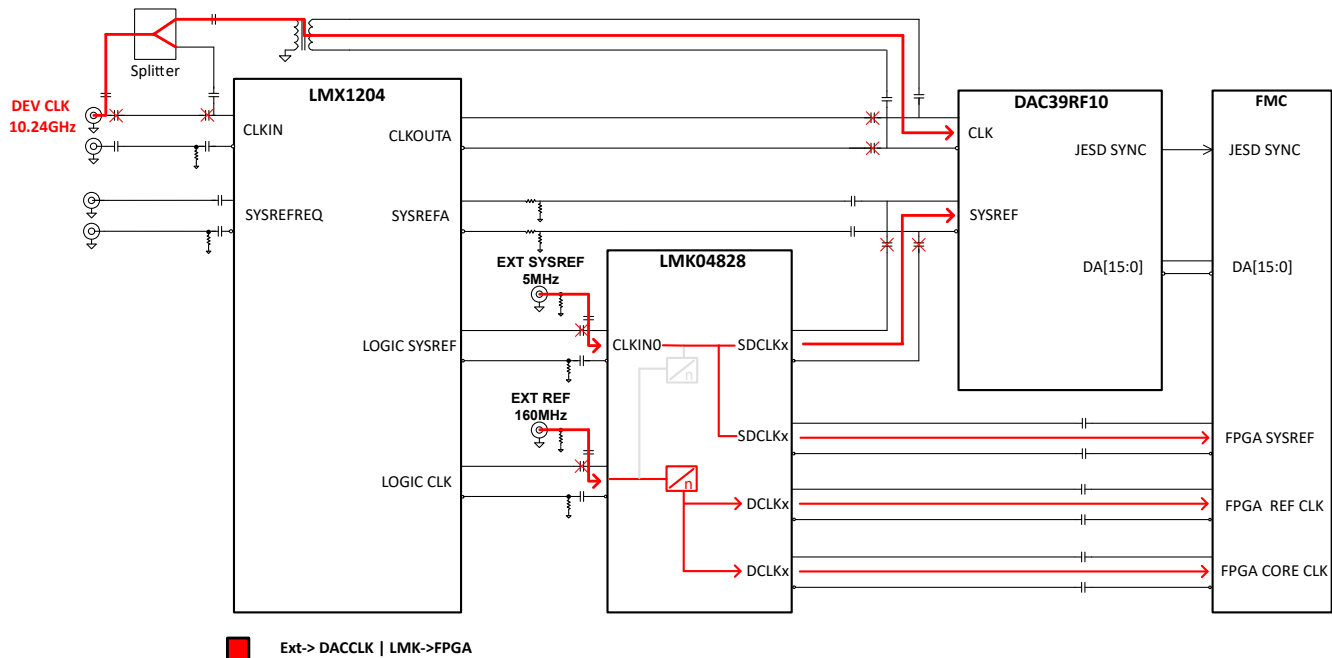


图 2-15. 外部参考时钟系统方框图

## 2.6 信号路由

TRF1108-DAC39RFEVM 的信号路由详细信息如 表 2-6 所示。

**表 2-6. TRF1108-DAC39RFEVM 信号路由**

JESD204C 输入	FMC(+) Pi	FMC(+) 信号名称 <sup>(1)</sup>
Lane0	A38、A39	DP5_C2M_INV
Lane1	B36、B37	DP6_C2M_INV
Lane2	B32、B33	DP7_C2M_INV
Lane3	A34、A35	DP4_C2M_INV
Lane4	Y30、Y31	DP13_C2M_INV
Lane5	A30、A31	DP3_C2M_INV
Lane6	Z28、Z29	DP12_C2M_INV
Lane7	B28、B29	DP8_C2M_INV
Lane8	Y6、Y7	DP21_C2M_INV
Lane9	C2、C3	DP0_C2M_INV
Lane10	Z8、Z9	DP20_C2M_INV
Lane11	A22、A23	DP1_C2M_INV
Lane12	Z24、Z25	DP10_C2M_INV
Lane13	B25、B26	DP9_C2M_INV
Lane14	Y26、Y27	DP11_C2M_INV
Lane15	A26、A27	DP2_C2M_INV

(1) 信号名称中带有 \_INV 的红色项目与标准 FMC 极性相反。

## 2.7 跳线和 LED

跳线设置如 表 2-7 所示。LED 功能如 表 2-8 所示。

**表 2-7. 跳线设置**

标签	说明	功能
J12	选择 SPI 信号源	已卸载 (默认) : 发送到 EVM 上各种器件的 SPI 信号由 FTDI 软件狗板控制。已安装 : 来自 FMC+ 连接器的 SPI 信号控制 EVM 上的器件 (该功能在电路板的下一个版本中支持)。
J13	为 CHA 上的 TRF1108 断电	已安装 (默认) : 将 TRF1108 上的掉电引脚拉低, 启用放大器。
J14	CHA 上 TRF1108 的测试引脚	已安装 (默认) : 将测试引脚拉低。
J16	TRF1108 放大器的外部电源连接	未安装 (默认) : 用于 TRF1108 放大器调试目的电源轨连接。
J17	为 CHB 上的 TRF1108 断电	已安装 (默认) : 将 TRF1108 上的掉电引脚拉低, 启用放大器。
J18	CHB 上 TRF1108 的测试引脚	已安装 (默认) : 将测试引脚拉低。

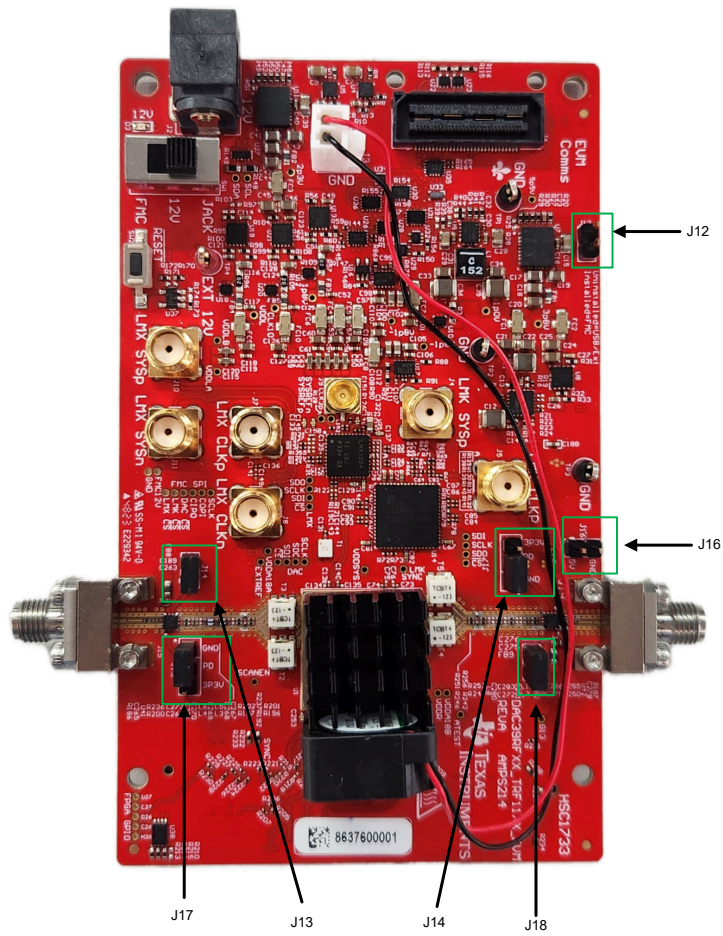


图 2-16. 跳线位置

表 2-8. LED

标签	功能
D3	12V 电源指示灯





### 3.2 PCB 布局

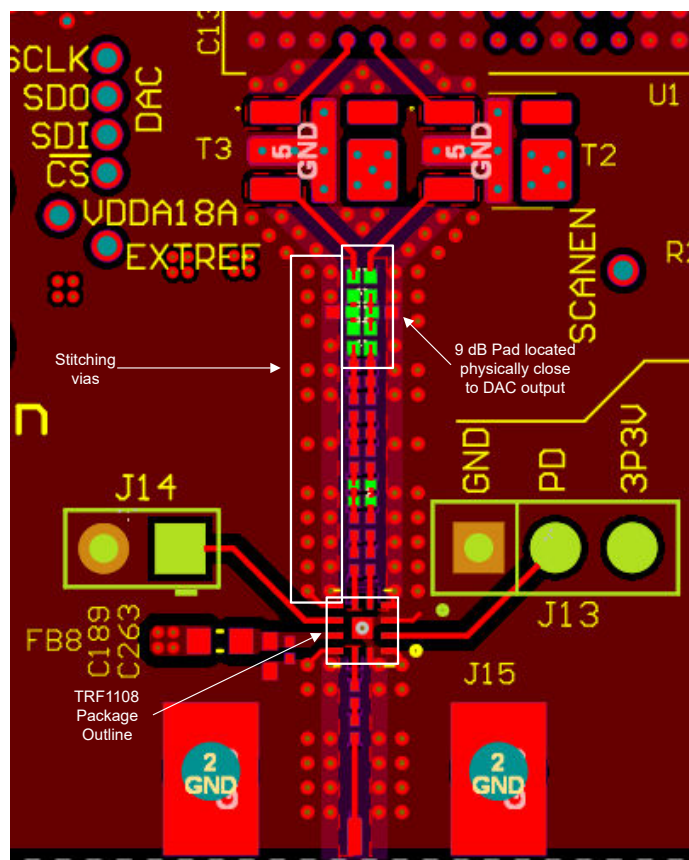


图 3-2. 布局建议

任何高频电路板都带来独特的实现挑战。DAC39RF10 的最大采样率为 20.48GSPS。因此，该器件的第一个奈奎斯特频率是 10.24 GHz。布局此设计时必须小心。

在 TRF1108-DAC39RFEVM 上，模拟前端就是一个示例。首先，必须仔细选择走线宽度以及与顶部接地层的距离，以呈现为  $50\Omega$  传输线。建议以小于八分之一波长的距离布置缝合过孔，以将顶部接地层连接到相邻的接地层。9 dB 衰减器也尽可能靠近 DAC 输出放置。

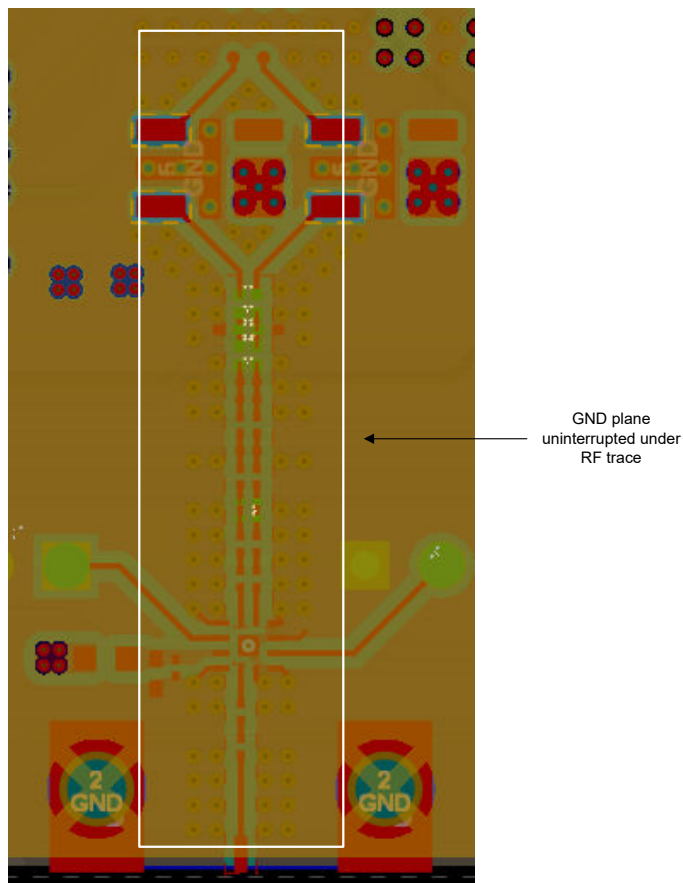


图 3-3. 射频接地层。

直接与顶层相邻的接地层在 射频 走线下方是不中断的。这可以防止过多的电感，从而避免 射频 走线阻抗不正确。

Layer	Name	Material	Thickness	Constant	Board Layer Stack
	Top Overlay				
	Top Solder	Solder Resist	0.40mil	3.5	
1	Top Layer		1.40mil		
	Dielectric 1	Megtron6	4.90mil	3.34	
2	L2 GND1	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 2	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
3	L3 PWR1	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 3	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
4	L4 GND2	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 4	FR4-370HR	3.00mil	3.86	
5	L5 PWR2	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 5	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
6	L6 GND3	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 6	FR4-370HR	3.00mil	3.86	
7	L7 Ctrl Signal 1	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 8	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
	Dielectric 7	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
8	L8 GND4	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 9	FR4-370HR	6.00mil	3.86	
9	L9 GND5	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 11	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
	Dielectric 10	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
10	L10 Ctrl Signal 2	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 12	FR4-370HR	3.00mil	3.86	
11	L11 GND6	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 13	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
12	L12 PWR3	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 14	FR4-370HR	3.00mil	3.86	
13	L13 GND7	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 15	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
14	L14 PWR4	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 16	FR4-370HR	3.00mil	3.72	
15	L15 GND8	CF-004	1.40mil		
	Dielectric 17	Megtron6	4.90mil	3.34	
16	Bottom Layer		1.40mil		
	Bottom Solder	Solder Resist	0.40mil	3.5	
	Bottom Overlay				
Total board thickness:			81.00mil		

图 3-4. 层堆叠

层叠结构，特别是 射频 和 射频 接地层之间的电介质，必须针对受控介电常数进行优化。这里，电介质选择为 Panasonic Megtron 6，具有高度受控的介电常数 3.6。

此外，阻焊层已射频走线的顶部和紧邻处省略。这是因为该层通常包含不受控制的属性，因此通常不建议直接包含在高频线上。

### 3.3 物料清单 (BOM)

表 3-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
C1	1	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 50V, $\pm$ 10%, X7R, 0805	C0805C105K5RAC7800	Kemet	0805
C2、C3	2	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1UF, 50V, X7R, 0805	C2012X7R1H105K125AB	TDK Corporation	0805
C4、C37、C48、 C67、C68、C69、 C70、C71、C72、 C77、C78、C79、 C80、C81、C82、 C95、C96、C113、 C122、C159、 C160、C161、 C162、C163、 C164、C165、 C166、C167、 C168、C169、 C170、C171、 C172、C262	34	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 25V, $\pm$ 10%, X5R, 0402	GRM155R61E104KA87D	MuRata	0402
C5、C6	2	0.001 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1000PF, 50V, X7R, 0603	CGA3E2X7R1H102K080AA	TDK Corporation	0603
C7、C9、C15、 C28、C29、C39、 C174	7	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10UF, 25V, X5R, 0805	KGM21AR51E106KU	KYOCERA AVX	0805
C8、C10、C26	3	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7UF, 10V, X5R, 0402	C1005X5R1A475K050BE	TDK Corporation	0402
C11、C12、C35、 C36	4	47 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 47UF, 16V, X5R, 1210	1210YD476KAT2A	KYOCERA AVX	1210
C13、C14、C27、 C146	4	0.01 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10000PF, 10V, X7R, 0402	KGM05AR71A103MH	KYOCERA AVX	0402
C16、C40、C175	3	2200pF	电容, 陶瓷, 2200PF, 25V, X7R, 0402	KGM05AR71E222JH	KYOCERA AVX	0402

表 3-1. 物料清单 ( 续 )

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
C17、C18、C19、 C20、C21、C22、 C24、C25、C33、 C34、C41、C42、 C43、C44、C45、 C46、C176、 C177、C178、C179	20	22 $\mu$ F	电容，陶瓷，22UF，10V，X7S，0805	C2012X7S1A226M125AC	TDK Corporation	0805
C23、C47、C180	3	0.022 $\mu$ F	电容，陶瓷，0.022UF，25V，X7R，0402	CGA2B2X7R1E223M050BA	TDK Corporation	0402
C30、C31	2	0.1 $\mu$ F	电容，陶瓷，0.1UF，25V，X5R，0402	KGM05AR51E104KH	KYOCERA AVX	0402



表 3-1. 物料清单 ( 续 )

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
C32, C65, C66, C73, C74, C84, C85, C86, C87, C88, C89, C90, C91, C92, C93, C131, C138, C140, C141, C142, C143, C144, C148, C149, C150, C151, C152, C153, C155, C156, C157, C173, C190, C191, C192, C193, C194, C195, C196, C197, C198, C199, C200, C201, C202, C203, C204, C205, C206, C207, C208, C209, C210, C211, C212, C213, C214, C215, C216, C217, C218, C219, C220, C221, C222, C223, C224, C225, C226, C227, C228, C229, C230, C231, C232, C233, C234, C235, C236, C237, C238, C240, C241, C242,	102	0.1 $\mu$ F	宽带电容器	0201BB104KW160	Passive Plus	0201

表 3-1. 物料清单 ( 续 )

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
C243、C244、 C246、C247、 C249、C251、 C256、C257、 C258、C259、 C260、C261、 C265、C266、 C273、C278、 C279、C286						
C38、C98、C106	3	2.2 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 2.2UF, 10V, X5R, 0402	C1005X5R1A225K050BC	TDK Corporation	0402
C49、C114、C123	3	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1UF, 6.3V, X5R, 0402	04026D104KAT4A	KYOCERA AVX	0402
C50、C55、C59、 C62、C63、C115、 C120	7	1 $\mu$ F	CAP FEEDTHRU 1UF 20% 6.3V 0603	NFM18PC105R0J3D	Murata Electronics	0603
C51、C97、C100、 C104、C105、 C108、C112、 C116、C124、C147	10	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10UF, 10V, X5R, 0603	0603ZD106KAT2A	KYOCERA AVX	0603
C52、C56、C117、 C121、C125、C128	6	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1UF, 25V, X5R, 0402	C1005X5R1E105K050BC	TDK Corporation	0402
C53、C57、C60、 C101、C109、 C118、C126	7	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10UF, 25V, X5R, 0603	GRM188R61E106KA73J	Murata	0603
C54、C58、C61、 C102、C110、 C119、C127	7	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1UF, 25V, X7R, 0402	GRT155R71E104KE01J	Murata	0402
C94	1	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10UF, 10V, X5R, 0603	C1608X5R1A106K080AC	TDK Corporation	0603
C99、C103、 C107、C111	4	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1UF, 10V, X5R, 0201	GRM033R61A105ME44D	Murata Electronics	0201
C129、C132、 C133、C137、 C145、C252、 C253、C254、C255	9	0.47 $\mu$ F	CAP FEEDTHRU 0.47UF 6.3V 0402	NFM15PC474R0J3D	Murata	0402

表 3-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
C154、C158	2	100pF	CAP CER SMD	KGM03AR71H101KH	KYOCERA AVX	0201
C181、C184、 C186、C264	4	22 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 10V, $\pm$ 20%, X5R, 0603	CL10A226MP8NUNE	Samsung Electro-Mechanics	0603
C182、C185、 C187、C189、 C274、C275	6	2.2 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 2.2 $\mu$ F, 10V, $\pm$ 10%, X7S, 0402	C1005X7S1A225K050BC	TDK	0402
C183、C188	2	0.01 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.01 $\mu$ F, 16V, $\pm$ 10%, X7R, 0402	C0402C103K4RACTU	Kemet	0402
C263、C276	2	0.22 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.22 $\mu$ F, 10V, $\pm$ 20%, X5R, 0201	LMK063BJ224MP-F	Taiyo Yuden	0201
C268、C270	2		02013J0R5PBSTR\500	02013J0R5PBSTR\500	AVX 互连/Elco	
C269	1		02015J0R8PBSTR	02015J0R8PBSTR	AVX 互连/Elco	
C272、C283	2		0 Ohm Jumper	P15979CT-ND	Panasonic Electronic Components	
D1	1	30V	二极管, 肖特基, 30V, 1A, SOD-123	MBR130T1G	ON Semiconductor	SOD-123
D2	1	15V	二极管, TVS, 双向, 15V, 24.4Vc, SMB	SMBJ15CA-13-F	Diodes Incorporated	SMB
D3	1		LED GREEN CLEAR CHIP SMD	LTST-C191TGKT	Lite-On Inc.	-
FB1、FB2、FB6、 FB7、FB8、FB9、 FB10	7	-	在 100 MHz 时为 8.5Ohm 1 电源线铁氧体磁珠 0603 (1608 公制) 8 A 4mOhm	BLE18PS080SN1D	Murata	0603
FB3、FB4、FB5	3	-	铁氧体磁珠 30 OHM 0603 1LN	BLM18PG300SN1D	Murata Electronics	0603
FC1、FC2、FC3、 FC4、FC5、FC6、 FC7、FC8、FC9、 FC10、FC12、FC13	12	27 $\mu$ F	馈通电容器 27 $\mu$ F	NFM31PC276B0J3L	Murata	1206
H1、H2	2		机械螺丝, 飞利浦盘形头 4-40	PMSSS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply	-
H3、H4	2		六角螺柱螺纹 #4-40 不锈钢 11.250" (31.75mm) 1 1/4	2069-440-SS	RAF Electronic Hardware	-
J1	1		连接器, 1.27mm, 40x10, 黑色, SMT	ASP-184330-01	Samtec	-
J2	1		电源插孔, 小型, 2.1mm 外径, R/A, TH	RAPC722X	Switchcraft	-
J3	1		接头, 2.54mm, 2x1, 垂直, 通孔	22232021	Molex	-

表 3-1. 物料清单 ( 续 )

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
J4、J5、J7、J8、J10、J11	6		SMA 连接器插孔，母插座，50Ohm，表面贴装，穿孔焊接	132134-15	Amphenol RF	-
J6	1		FTDI Dongle EVM 配对连接器和隔离柱孔	QSH-030-01-L-D-A	Samtec	-
J9	1		SMA 连接器插孔，公引脚 50Ohm 表面贴装焊接	853050232	Molex	-
J12、J14、J16、J18	4		接头，100mil，2x1，金，TH	PBC02SAAN	Sullins Connector Solutions	-
J13、J17	2		接头，100mil，3x1，金，TH	TSW-103-07-G-S	Samtec	3x1 接头
J15、J19	2		50Ω 插孔，SMT	145-0701-802	Cinch Connectivity	50Ω 插孔，SMT
L1	1	1.5μH	固定 IND 1.5UH 11.1A 14.3 MOHM	XGL4020-152MEC	COILCRAFT ( 线艺 )	XGL4020
L3、L4、L5、L6	4		薄膜型射频指示器 2nH ±0.05nH 600mA 0.12 Ω 0201 (0603)。LQP03HQ2N0W02D	LQP03HQ2N0W02D	Murata Electronics、 [NoParam]	
L7、L10	2		薄膜型射频指示器 2nH ±0.05nH 600mA 0.12 Ω 0201 (0603)。LQP03HQ2N0W02D	P15979CT-ND		
LBL1	1		热转印打印标签，0.650" ( 宽 ) x 0.200" ( 高 ) - 10,000/卷	THT-14-423-10	Brady	-
Logo1	1		FDL	FDL	-	-
MP1	1		散热器被动 BGA 直式粘合 9.3°C/W 黑色阳极氧化	ATS-54170R-C1-R0	Advanced Thermal Solutions	-
MP2、MP4	2		CONN 22-30AWG CRIMP TIN	8500113	Molex	-
MP3	1		CONN RCPT HSG 2POS 2.54MM	22013027	Molex	-
MP5	1		风扇管装式轴流 5VDC 方形 - 17mm 长 x 17mm 高 d 筒 0.636 CFM (0.018m³/min) 2 线引线	F17HA-05HC	Nidec Copal	-
MP6、MP7	2		机械螺丝，飞利浦盘形头 2-56 0.5"	PMSSS 256 0050 PH	B&F Fastener Supply	-
Q1	1	20V	MOSFET，N 沟道，20V，10A，DQK0006C (WSON-6)	CSD15571Q2	德州仪器 (TI)	DQK0006C
R1、R36、R57	3	2m Ω	电阻分流器、0603、0.002 OHM、1%，	CSS0603FT2L00	Stackpole Electronics Inc	0603
R2	1	1M Ω	电阻 SMD 1M Ω 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF1004X	Panasonic Electronic Components	0402

表 3-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
R3	1	45.3k $\Omega$	电阻 SMD 45.3K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF4532X	Panasonic Electronic Components	0402
R5	1	2.2k $\Omega$	电阻 SMD 2.2K OHM 1% 1/8W 0805	ERJ-6ENF2201V	Panasonic Electronic Components	0805
R6	1	0 $\Omega$	电阻 0 $\Omega$ 跳线 1206 SMD	RCA12060000ZSEA	Vishay Dale	1206
R8、R9、R11、 R15、R17、R20、 R25、R31、R34、 R35、R48、R49、 R84、R86、R88、 R91、R111、 R112、R114、 R115、R150、 R151、R156、 R161、R163、 R178、R183、 R189、R213、 R214、R215	31	4.7k $\Omega$	电阻 SMD 4.7K $\Omega$ 5% 1/10W 0402	ERJ-2GEJ472X	Panasonic Electronic Components	0402
R10	1	2M $\Omega$	电阻 SMD 2M $\Omega$ 5% 1/10W 0402	ERJ-2GEJ205X	Panasonic Electronic Components	0402
R12	1	3.6M $\Omega$	电阻 SMD 3.6M OHM 5% 1/10W 0402	ERJ-2GEJ365X	Panasonic Electronic Components	0402
R13、R14	2	1.2M $\Omega$	电阻 SMD 1.2M OHM 5% 1/10W 0402	ERJ-2GEJ125X	Panasonic Electronic Components	0402
R18、R37、R38、 R54、R55、R93、 R94、R101、 R102、R107、 R113、R116、 R172、R173、R204	15	0 $\Omega$	电阻, SMD, 0 $\Omega$ , 跳线, 1/10W, 0402	ERJ-2GE0R00X	Panasonic Electronic Components	0402

表 3-1. 物料清单 ( 续 )

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
R19、R24、R46、 R63、R65、R68、 R70、R119、 R120、R121、 R133、R136、 R142、R143、 R144、R145、 R147、R152、 R153、R154、 R155、R158、 R160、R162、 R164、R165、 R166、R167、 R169、R175、 R186、R187、 R200、R205、 R206、R207、 R209、R211、 R212、R216、 R217、R222、 R223、R224、 R225、R226、 R227、R228、 R229、R230、 R231、R236、 R250、R255	54	0 $\Omega$	电阻，SMD，0 $\Omega$ ，跳线，1/20W，0201	ERJ-1GN0R00C	Panasonic Electronic Components	0201
R27、R29、R182	3	18.2k $\Omega$	电阻 SMD 18.2K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF1822X	Panasonic Electronic Components	0402
R30、R41、R53、 R180	4	4.87k $\Omega$	电阻 SMD 4.87K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF4871X	Panasonic Electronic Components	0402
R32	1	30.9k $\Omega$	电阻 SMD 30.9K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF3092X	Panasonic Electronic Components	0402



表 3-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
R33、R40、R44、 R45、R47、R56、 R82、R83、R95、 R104	10	10k $\Omega$	电阻, 10K $\Omega$ , 1%, 1/10W, 0402	ERJ-H2RF1002X	Panasonic Electronic Components	0402
R42	1	17.4k $\Omega$	电阻 SMD 17.4K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF1742X	Panasonic Electronic Components	0402
R50	1	9.31k $\Omega$	电阻 SMD 9.31K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF9311X	Panasonic Electronic Components	0402
R52	1	52.3k $\Omega$	电阻 SMD 52.3K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF5232X	Panasonic Electronic Components	0402
R59	1	88.7k $\Omega$	电阻 SMD 88.7K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF8872X	Panasonic Electronic Components	0402
R60	1	12.4k $\Omega$	电阻 SMD 12.4K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF1242X	Panasonic Electronic Components	0402
R61	1	12k $\Omega$	RES 12K OHM 0.5% 1/10W 0402 SMD	ERJ-U2RD1202X	Panasonic Electronic Components	0402
R62、R67、R125、 R126	4	49.9 $\Omega$	电阻 SMD 49.9 OHM 1% 1/20W 0201	ERJ-1GNF49R9C	Panasonic Electronic Components	0201
R64、R69、R123、 R128	4	100 $\Omega$	电阻, SMD, 100 $\Omega$ , 1%, 1/20W, 0201	ERJ-1GNF1000C	Panasonic Electronic Components	0201
R72、R73、R74、 R75、R76、R77、 R78、R79、R80、 R81	10	120 $\Omega$	电阻 SMD 120 OHM 1% 1/20W 0201	ERJ-1GNF1200C	Panasonic Electronic Components	0201
R85、R90	2	255k $\Omega$	电阻 SMD 255K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF2553X	Panasonic Electronic Components	0402
R87、R92	2	499k $\Omega$	电阻 SMD 499K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF4993X	Panasonic Electronic Components	0402
R96、R105	2	20m $\Omega$	RES SHUNT, 0603, 0.02 OHM, 1%, 0	CSS0603FT20L0	Stackpole Electronics Inc	0603
R98、R108	2	115k $\Omega$	电阻 SMD 115K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF1153X	Panasonic Electronic Components	0402
R99、R109	2	33k $\Omega$	电阻 SMD 33K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF3302X	Panasonic Electronic Components	0402

表 3-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
R100、R110	2	6.65k $\Omega$	电阻 SMD 6.65K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF6651X	Panasonic Electronic Components	0402
R148、R149	2	2.2k $\Omega$	电阻 SMD 2.2K OHM 5% 1/10W 0603	ERJ-3GEYJ222V	Panasonic Electronic Components	0603
R170	1	100k $\Omega$	电阻 SMD 100K $\Omega$ 5% 1/10W 0402	ERJ-2GEJ104X	Panasonic Electronic Components	0402
R176	1	1k $\Omega$	电阻 SMD 1K $\Omega$ 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF1001X	Panasonic Electronic Components	0402
R177	1	3.6k $\Omega$	电阻 SMD 3.6K OHM 1% 1/10W 0402	ERJ-2RKF3601X	Panasonic Electronic Components	0402
R179	1	28.7k	电阻, 28.7k $\Omega$ , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW040228K7FKED	Vishay-Dale	0402
R184	1	10.5k	电阻, 10.5k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0710K5L	Yageo	0603
R185	1	2.00k	电阻, 2.00k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072KL	Yageo	0603
R192、R237、R242、R256	4	47	电阻, 47.0, 1%, 0.05W, 0201	ERJ-U01F47R0C	Panasonic Electronic Components	0201
R196、R197、R201、R202、R246、R247、R251、R252	8	22	电阻, 22.0, 1%, 0.05W, 0201	ERJ-U01F22R0C	Panasonic Electronic Components	0201
R208、R232、R233、R234	4	100 $\Omega$	电阻 SMD 100 OHM 5% 1/10W 0402	ERJ-2GEJ101X	Panasonic Electronic Components	0402
SH-J13、SH-J14、SH-J17、SH-J18	4		分流器, 2.54mm, 金, 黑色	60900213421	Würth Elektronik	分流器, 2.54mm, 黑色
SW1	1		开关滑动式 SPDT 120V, 6A	1101M2S3CGE2	C&K Components	-
SW2	1		触控式开关, 单刀单掷-常开 0.05A/24V	FSMSM	TE Connectivity	-
T1	1		1:2 LTCC 变压器, 4700 - 12000MHz50 $\Omega$	NCR2-123+	迷你电路	-
T2、T3、T4、T5	4		信号调节偏置三通表面贴装	TCBT-123+	迷你电路	-
TP1、TP2、TP3	3		测试点, 通用, 黑色, TH	5011	Keystone	-
TP4	1		测试点, 通用, 红色, TH	5010	Keystone	-
U1	1			DAC39RF10ACK	德州仪器 (TI)	

表 3-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
U2	1		具有可调节 +/-15% 精确电流限制的 12V、5A 30mΩ 电子保险丝、DRC0010J (VSON-10)	TPS259261DRC	德州仪器 (TI)	VSON-10
U3、U10、U12、U18、U20	5		具有警报功能、采用 WCSP 封装的 28V 16 位 I2C 输出电流、电压和功率监控器	INA231AIYFFR	德州仪器 (TI)	WCSP
U4、U5	2		具有电源正常指示功能的 300mA、18V、超低 IQ、低压差线性稳压器	TPS7A2501DRV	德州仪器 (TI)	WSO
U6	1		具有电源正常指示功能的 2A、低输入电压 (1.1V)、低噪声、高精度、超低压降稳压器	TPS7A8300ARGR	德州仪器 (TI)	VQFN-20
U7、U11	2		具有集成式铁氧体磁珠滤波器补偿功能的 3V 至 17V、2A/3A 低噪声和低纹波降压电源模块	TPSM82913RDU	德州仪器 (TI)	模块
U8	1		具有低 IQ 和使能功能的 1A、高 PSRR、超低压降稳压器	TPS7A8001DRB	德州仪器 (TI)	VSON-8
U9	1		具有内部补偿高级电流模式控制功能的 4V 至 18V 输入、6A SWIFT™ 同步降压转换器	TPS543620RPYR	德州仪器 (TI)	VQFN-14
U13、U19、U21	3		1A 超低噪声、超高 PSRR 射频稳压器	TPS7A9401DSC	德州仪器 (TI)	WSO
U14	1		具有集成式 2370 至 2630MHz VCO0 且符合 JESD204B 标准的超低噪声时钟抖动消除器	LMK04828BISQ/NOPB	德州仪器 (TI)	WQGN
U15、U17	2		带有集成 LDO 的低噪声正负输出电荷泵	LM27762DSS	德州仪器 (TI)	WSO
U16	1		单总线反向缓冲门	SN74AUP1G04DCK	德州仪器 (TI)	SC70
U22、U23、U29、U32、U34	5		具有三态输出的单路总线缓冲器/门	SN74AUP1G125DRL	德州仪器 (TI)	SOT-5
U24	1		信号调节 50 ohm 2 端子电源分配器	PS1608GT2-R50-T1	Susumu	-
U25	1		高频 SYSREF 缓冲器/倍频器/分频器	LMX1204RHAT	德州仪器 (TI)	SOT-23
U26、U30、U35	3		转换 - 具有三态输出和独立方向控制输入的电压水平 4 位双电源总线收发器	SN74AVC4T774RSV	德州仪器 (TI)	UQFN-16
U27	1		5V 低泄漏电流、2 : 1、2 通道精密模拟开关	TMUX1136DQA	德州仪器 (TI)	USO
U28、U31、U36	3		低压 4 位 2:1 FET 多路复用器/多路解复用器	SN74CBTLV3257RSV	德州仪器 (TI)	UQFN
U33	1		具有可配置电压转换和三态输出的双位双电源总线收发器	SN74AVC2T45YZPR	德州仪器 (TI)	DSBGA-8
U37	1		具有手动复位功能的推挽式、电源电压监控器	TPS3125J18DBV	德州仪器 (TI)	SOT-23

表 3-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
U38	1		EEPROM 64K 8KX8 1.8V SER EE IND 1/4AWP RPO	24LC64FT-I/MNY	Microchip	TDFN-8
U39	1		具有集成式铁氧体磁珠滤波器补偿的 3V 至 17V、2AA 低噪声和低纹波降压转换器模块	TPSM82912RDUR	德州仪器 (TI)	B0QFN28
U40	1		2A 高精度、低噪声、低压降 (LDO) 稳压器, DSK0010A (WSON-10)	TPS7A9201DSKR	德州仪器 (TI)	DSK0010A
U41、U42	1		超高性能差分转单端 (D2S) 放大器, 用于优化射频 (RF) 应用。	TRF1108RPVR	德州仪器 (TI)	WQFN-FCRLF12
C64、C75、C76、C83、C130、C134、C135、C136、C139、C239、C245、C248、C250	0	0.1 $\mu$ F	宽带电容器	0201BB104KW160	Passive Plus	0201
C267、C271	0		02013J0R5PBSTR\500	02013J0R5PBSTR\500	AVX 互连/Elco	
C280、C282	0		02013J0R5PBSTR\500		AVX 互连/Elco	
C281	0		02015J0R8PBSTR	02015J0R8PBSTR	AVX 互连/Elco	
F1	0		FUSE BOARD MOUNT 2.5A 32VDC 1206	SF-1206FP250-2	Bourns Inc.	1206
FC11、FC14	0	27 $\mu$ F	馈通电容器 27 $\mu$ F	NFM31PC276B0J3L	Murata	1206
L8、L9	0		薄膜型射频指示器 2nH $\pm$ 0.05nH 600mA 0.12 $\Omega$ 0201 (0603)。LQP03HQ2N0W02D	LQP03HQ2N0W02D		
R4、R28、R39、R51、R58、R89、R97、R106、R181、R210	0	4.7k $\Omega$	电阻 SMD 4.7K $\Omega$ 5% 1/10W 0402	ERJ-2GEJ472X	Panasonic Electronic Components	0402
R7	0	0 $\Omega$	电阻 0 $\Omega$ 跳线 1206 SMD	RCA12060000ZSEA	Vishay Dale	1206
R16	0	100k $\Omega$	电阻 SMD 100K $\Omega$ 5% 1/10W 0402	ERJ-2GEJ104X	Panasonic Electronic Components	0402

表 3-1. 物料清单 ( 续 )

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
R21、R22、R23、 R26、R124、 R146、R157、 R159、R168、 R218、R219、 R220、R221	0	0 $\Omega$	电阻, SMD, 0 $\Omega$ , 跳线, 1/20W, 0201	ERJ-1GN0R00C	Panasonic Electronic Components	0201
R43、R103、 R171、R174	0	0 $\Omega$	电阻, SMD, 0 $\Omega$ , 跳线, 1/10W, 0402	ERJ-2GE0R00X	Panasonic Electronic Components	0402
R66、R71、R129、 R130、R131、 R132、R138、 R139、R140、R141	0	49.9 $\Omega$	电阻 SMD 49.9 OHM 1% 1/20W 0201	ERJ-1GNF49R9C	Panasonic Electronic Components	0201
R117、R118	0	66.5 $\Omega$	电阻, SMD, 66.5 $\Omega$ , 1%, 1/20W, 0201	ERJ-1GNF66R5C	Panasonic Electronic Components	0201
R122	0	100 $\Omega$	电阻, SMD, 100 $\Omega$ , 1%, 1/20W, 0201	ERJ-1GNF1000C	Panasonic Electronic Components	0201
R127、R135	0	82.5 $\Omega$	电阻 SMD 82.5 OHM 1% 1/20W 0201	ERJ-1GNF82R5C	Panasonic Electronic Components	0201
R134、R137	0	130 $\Omega$	电阻 SMD 130 OHM 1% 1/20W 0201	ERJ-1GNF1300C	Panasonic Electronic Components	0201

## 4 其他信息

### 4.1 商标

SWIFT™ is a trademark of Texas Instruments.

USB Type-C® and USB-C® are registered trademarks of USB Implementers Forum.

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

Rohde & Schwarz® is a registered trademark of Rohde & Schwarz GmbH & Co.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 5 参考资料

本节提供了技术文档和用户指南相关内容。

### 5.1 技术参考文档

- 德州仪器 (TI), [DAC39RF10、DAC39RFS10 具有 JESD204B 和 C 接口的 10.24、20.48GSPS 16 位双通道和单通道多奈奎斯特数模转换器 \(DAC\) 数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [TRF1108 直流至 12GHz 带宽、差分转单端射频放大器数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [TSW14J59EVM JESD204C 高速数据采集和图形发生器卡, 用户指南](#)
- 德州仪器 (TI), [高带数据转换器专业版 GUI 用户指南 \( 也可以在软件的帮助菜单中找到 \)](#)
- 德州仪器 (TI), [具有双环路 PLL 且符合 JESD204B 标准的 LMK0482x 超低噪声时钟抖动消除器, 数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [LMX1204 低噪声、高频 JESD 缓冲器/乘法器/除法器, 数据表](#)
- FTD 芯片 [FTDI USB 转串行驱动程序安装手册](#)

### 5.2 TSW14J59EVM 操作

有关配置和状态信息, 请参阅 [高速数据转换器专业版 GUI 用户指南](#)。

## 6 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 A (January 2025) to Revision B (October 2025)	Page
• 更正了整个文档中的拼写错误和引用内容。.....	1
• 将 12V 直流电源的连接器的插孔参考标识从 J1 更改为 J2.....	6



## 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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月