

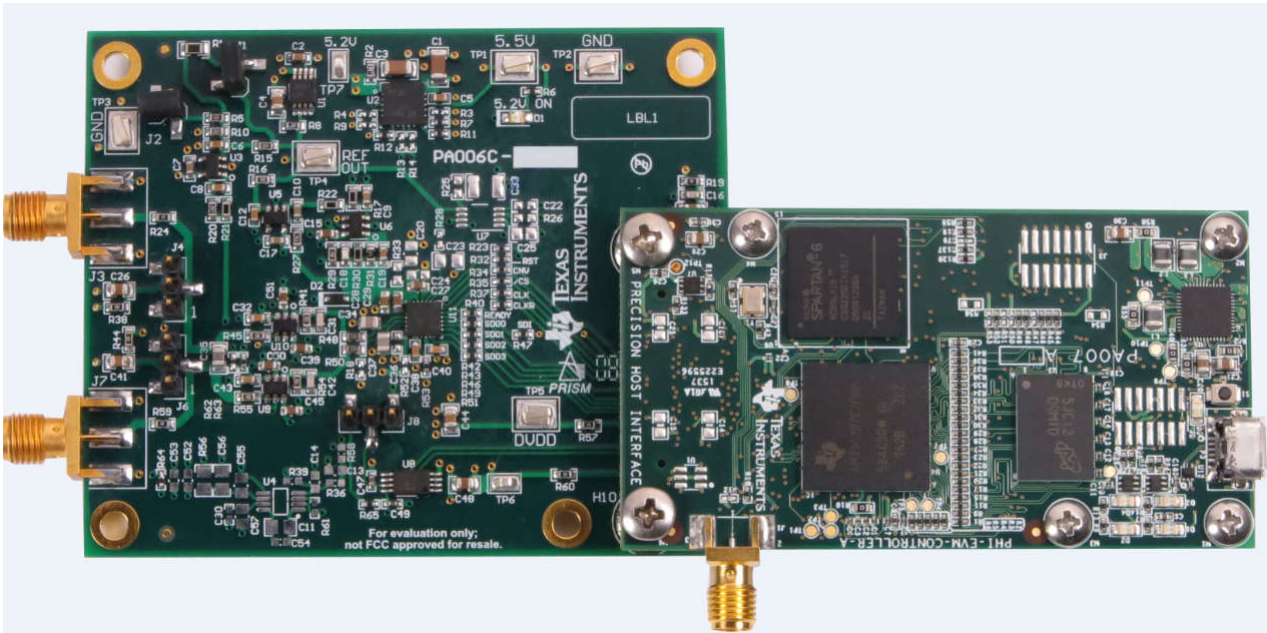
User's Guide

ADS9110EVM-PDK 用户指南



摘要

本用户指南介绍了 ADS9110 评估模块 (EVM) 性能演示套件 (PDK) 的特性、操作和使用。该套件是 [ADS9110](#) 的评估平台，后者是一款 18 位 2MSPS 全差分输入、逐次逼近寄存器 (SAR) 模数转换器 (ADC)，该转换器具有增强型串行 multiSPI® 数字接口 增强型串行 multiSPI® 数字接口。借助硬件、软件以及通过通用串行总线 (USB) 接口连接计算机，EVM-PDK 可以简化对 ADS9110 器件的评估。本用户指南包括完整的电路说明、原理图和物料清单。



以下相关文档可从德州仪器 (TI) 网站 (www.ti.com) 获取。

相关文档

器件	文献编号
ADS9110	SBAS629
OPA625	SBOS688
OPA376	SBOS406
OPA378	SBOS417
REF5050	SBOS410
TPS7A4700	SBVS204

内容

1 评估模块概述	4
1.1 ADS9110EVM-PDK 特性	4
1.2 ADS9110EVM 特性	4
2 模拟接口	5
2.1 差分信号源连接器	5
2.2 ADC 差分输入信号驱动器	5
2.3 板载 ADC 基准	8
3 数字接口	8
3.1 适用于 ADC 数字 IO 的 multiSPI®	8
4 电源	9
5 ADS9110EVM-PDK 初始设置	10
5.1 默认跳线设置	10
5.2 EVM 图形用户界面 (GUI) 软件安装	10
6 ADS9110EVM-PDK 运行	14
6.1 用于 ADC 控制的 EVM GUI 全局设置	15
6.2 寄存器映射配置工具	17
6.3 时域显示工具	18
6.4 频谱分析工具	19
6.5 直方图工具	21
6.6 线性分析工具	22
7 硬件设计文件	24
7.1 原理图	24
7.2 PCB 布局	26
7.3 物料清单	30
8 修订历史记录	33

插图清单

图 2-1. OPA625 差分输入驱动路径	6
图 2-2. 共模选择跳线	7
图 2-3. 板载基准信号路径	8
图 5-1. ADS9110 软件安装提示	10
图 5-2. 器件驱动程序安装向导提示	11
图 5-3. LabVIEW Run-Time Engine 安装	12
图 5-4. ADS9110EVM-PDK 文件夹 (安装后)	13
图 6-1. EVM-PDK 硬件设置和 LED 指示灯	14
图 6-2. EVM GUI 全局输入参数	15
图 6-3. 寄存器映射配置	17
图 6-4. 时域显示工具选项	18
图 6-5. 频谱分析工具	20
图 6-6. 直方图分析工具	21
图 6-7. 线性分析工具	23
图 7-1. ADS9110EVM PCB 的原理图 (第 1 页)	24
图 7-2. ADS9110EVM PCB 的原理图 (第 2 页)	25
图 7-3. ADS9110EVM PCB 层 1 : 顶层	26
图 7-4. ADS9110EVM PCB 层 2 : GND 层	27
图 7-5. ADS9110EVM PCB 层 3 : 电源平面	28
图 7-6. ADS9110EVM PCB 层 4 : 底层	29

表格清单

表 2-1. J7 和 J3 SMA 连接器说明	5
表 2-2. J4 和 J6 接头说明	5
表 2-3. 每个输入共模的 J1 和 J2 配置	7
表 6-1. ADS9110 评估的外部源要求	19
表 6-2. ADS9110 评估的外部源要求	22
表 7-1. ADS9110EVM 物料清单	30

商标

LabVIEW™ is a trademark of National Instruments.

multiSPI® is a registered trademark of Texas Instruments.

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

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 评估模块概述

ADS9110EVM-PDK 是一个用于评估 ADS9110 SAR ADC 性能的平台，后者是一款 全差分输入、18 位 2MSPS 器件。此评估套件包括 ADS9110EVM 电路板和 精密主机接口 (PHI) 控制器板，借助此套件可使随附的计算机软件通过 USB 与 ADC 进行通信，实现数据采集和分析。

ADS9110EVM 电路板包含 ADS9110 SAR ADC 以及使 ADC 实现卓越性能所需的所有外设模拟电路和元件。

PHI 电路板主要提供三个功能：

- 通过 USB 端口提供从 EVM 到计算机的通信接口
- 提供与 ADS9110 进行通信所需的数字输入和输出信号
- 为 ADS9110EVM 电路板上的所有有源电路供电

除了 ADS9110EVM 和 PHI 控制器板之外，该评估套件还包括用于连接计算机的 A 转 Micro-B USB 电缆。

1.1 ADS9110EVM-PDK 特性

ADS9110EVM-PDK 具有以下特性：

- 对 ADS9110 ADC 进行诊断测试以及准确的性能评估所需的软硬件
- USB 供电 - 无需外部电源
- PHI 控制器提供可通过 USB 2.0 (或更高版本) 方便地连接至 ADS9110 ADC 的通信接口，实现电力输送以及数字输入和输出
- 适用于 Microsoft® Windows® 7、Windows 8 64 位操作系统的易用评估软件
- 此软件套件包括用于数据采集、直方图分析、频谱分析和线性分析的图形工具。该套件还具有将数据导出至文本文件以便进行后期处理的配置。

1.2 ADS9110EVM 特性

ADS9110EVM 具有以下特性：

- 板载低噪声和低失真 ADC 输入驱动器经过优化，可满足 ADC 性能要求
- 板载精密 5.0V 电压基准经滤波，后接低噪声、低失调电压和低阻抗缓冲器。基准驱动器电路经过优化，可在最大负载条件下以 2MSPS 的完整器件吞吐量进行 1LSB 电压调节。
- 可通过跳线选择的 0V 和 2.5V 输入共模选项支持单极和双极输入
- 板载超低噪声、低压降 (LDO) 稳压器，可为所有运算放大器和电压基准提供出色的 5.2V 单电源稳压

2 模拟接口

作为模拟接口，评估板使用采用各种配置的运算放大器来驱动 **ADS9110** 输入信号和基准输入。本节介绍驱动器详细信息，包括不同输入信号共模的跳线配置和差分信号源的电路板连接器。

2.1 差分信号源连接器

ADS9110EVM 旨在通过超小型 **A** 版 (SMA) 连接器或 100mil 接头便利地连接到外部模拟差分源。**J7** 和 **J3** 是 SMA 连接器，允许通过同轴电缆连接模拟源。100mil 跳线电缆或微型捕捉器也可用于将模拟源连接到 **J4:2** 和 **J6:2** 引脚。

备注

输入不支持单端信号。外部源必须是差分源或平衡源，使电路板的负输入和正输入保持对称，从而在任何给定时间 $V_s(+) = -V_s(-)$ 。

表 2-1. J7 和 J3 SMA 连接器说明

引脚编号	信号	说明
J3	$V_s(-)$	负差分板输入， 1k Ω 输入阻抗
J7	$V_s(+)$	正差分板输入， 1k Ω 输入阻抗

表 2-2. J4 和 J6 接头说明

引脚编号	信号	说明
J4:3	TEST 0.23V	请勿使用：仅用于诊断
J4:2	$V_s(-)$	负差分板输入， 1k Ω 输入阻抗
J4:1	AGND	模拟接地
J6:3	AGND	模拟接地
J6:2	$V_s(+)$	正差分板输入， 1k Ω 输入阻抗
J6:1	TEST 4.77V	请勿使用：仅用于诊断

2.2 ADC 差分输入信号驱动器

ADS9110 的差分信号输入不是动态高阻抗。**SAR ADC** 输入端接在开关电容器网络中，这些网络在开关关闭时会产生较大的瞬时电流负载，从而有效地使 **ADC** 输入动态地处于低阻抗。因此，该评估板具有低阻抗板载驱动器，可在信号的最大器件吞吐量 **2MSPS** 下保持 **ADC** 性能和最大负载。

2.2.1 输入信号路径

图 2-1 示出了施加在板输入端的差分信号的信号路径。电路板输入阻抗为具有 10nF 差分滤波的 1k Ω ，可将外部布线中的噪声保持在一般水平。1k Ω 电阻器和放大器反馈端 1nF 电容器构成的抗混叠滤波器将总体信号路径带宽限制为 160kHz。最后，两个 OPA625 运算放大器将 2.2 Ω 阻抗高达 7MHz 的 ADS9110 差分输入驱动，从而正确驱动 2MSPS 下 ADC 输入的低动态阻抗。

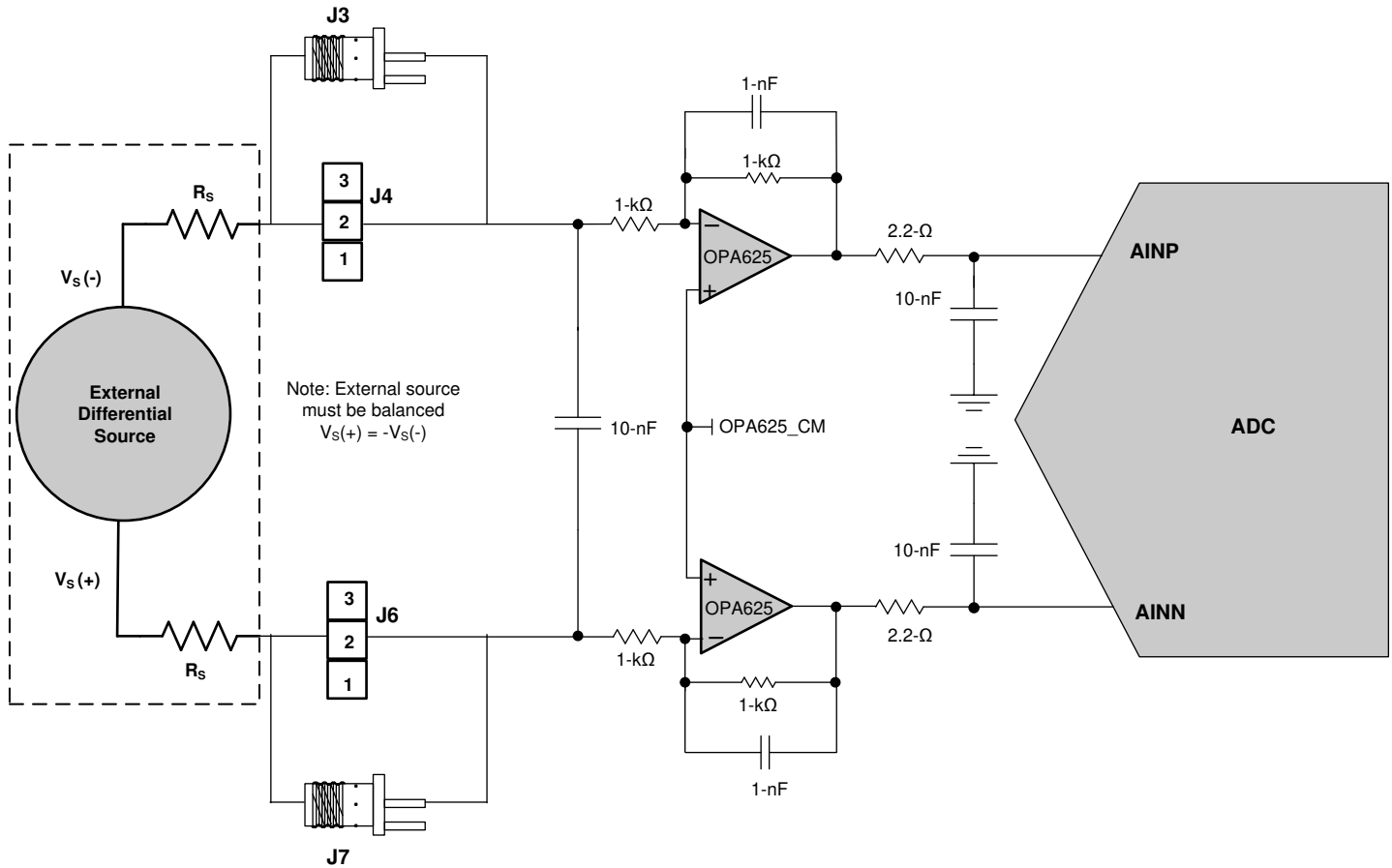


图 2-1. OPA625 差分输入驱动路径

2.2.2 输入共模跳线配置

ADS9110EVM 板可适应三个外部源共模选项：0V、2.5V 和悬空，使用跳线 J1 和 J2；请参阅图 2-2 和表 2-3。

J2 将 OPA625 共模电压选择为 2.5V (J2:OPEN) 或 1.25V (J2:CLOSED)。J1 将 OPA625 共模增加几乎 100mV，以避免放大器输出以满量程外部源信号振幅饱和。R1 以 280k Ω 安装，允许为 0 Ω 和 32 Ω 之间的外部源阻抗 (R_S) 提供满量程外部源信号，共模电压为 0V。必须更改 R1 以补偿更大的外部源阻抗 (R_S) 值或 2.5V 外部源共模，如节 2.2.3 中所述。

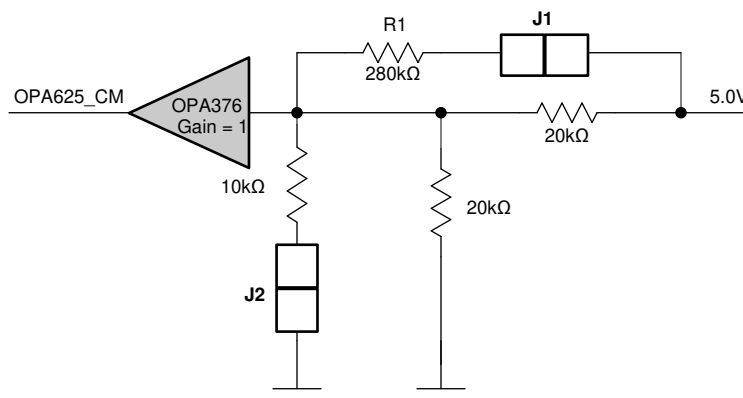


图 2-2. 共模选择跳线

表 2-3. 每个输入共模的 J1 和 J2 配置

J1 设置 (R1 Comp)	J2 设置	外部信号共模	差分源类型
闭合	闭合	0V	双极性：如果 R1 = 280kΩ，则 R _S 范围为 0Ω 至 32Ω
闭合	断开	2.5V	单极性：必须更改 R1 以匹配 R _S
闭合	断开	悬空	交流耦合双极：如果 R1 = 280kΩ，则没有 R _S 限制

2.2.3 R1 设置与源阻抗间的关系

外部源阻抗 (R_S) 会增加到 1kΩ 输入电阻，从而使 OPA625 放大器的输出共模发生变化。为了补偿输出共模的这种变化，可以根据与评估板一起使用的特定外部源阻抗值来修改 R1，从而在不使 OPA625 放大器饱和的情况下允许满量程输入范围。

该电路板随附 280kΩ 的 R1，允许在 0Ω 和 32Ω 之间的

外部源阻抗 (R_S) 范围，以实现 0V 共模配置 (J1：闭合，J2：闭合)。对于悬空或交流耦合信号，输入共模由 OPA625 放大器本身设置，R1 必须在任何给定源阻抗下保持为 280kΩ。0V 输入共模设置的 ADC 共模使用 [方程式 1](#) 计算。

$$ADC_V_{CM} = \frac{5 \times (10k\Omega // 20k\Omega)}{(10k\Omega // 20k\Omega) + (R_1 // 20k\Omega)} \times \left(1 + \frac{1k\Omega}{1k\Omega + R_S}\right) \quad (1)$$

如果单极输入信号的共模电压为 2.5V，则使用 [方程式 2](#) 计算 ADC 共模电压。

$$ADC_V_{CM} = \frac{5 \times 20k\Omega}{20k\Omega + (R_1 // 20k\Omega)} \times \left(1 + \frac{1k\Omega}{1k\Omega + R_S}\right) - \left(\frac{2.5 \times 1k\Omega}{1k\Omega + R_S}\right) \quad (2)$$

对于 [方程式 1](#) 和 [方程式 2](#)，必须计算 R1 的值以满足 [方程式 3](#)：

$$2.5\text{ V} \leq ADC_V_{CM} \leq 2.6\text{ V} \quad (3)$$

2.3 板载 ADC 基准

EVM 不包括用于从外部源驱动 ADS9110 的基准输入的配置。基准输入信号路径完全自包含在 ADS9110EVM 上,并由 REF5050 (一个 5.0V 精密电压基准) 组成。REF5050 的输出由两个放大器 (OPA625 和 OPA378) 构成的基准驱动器进行滤波和缓冲。该基准驱动器提供零偏移、低噪声,并针对 2MSPS 完整器件吞吐量下最大负载条件下的 1LSB 电压调节进行了优化。基准驱动器电路的原理图如图 2-3 所示。

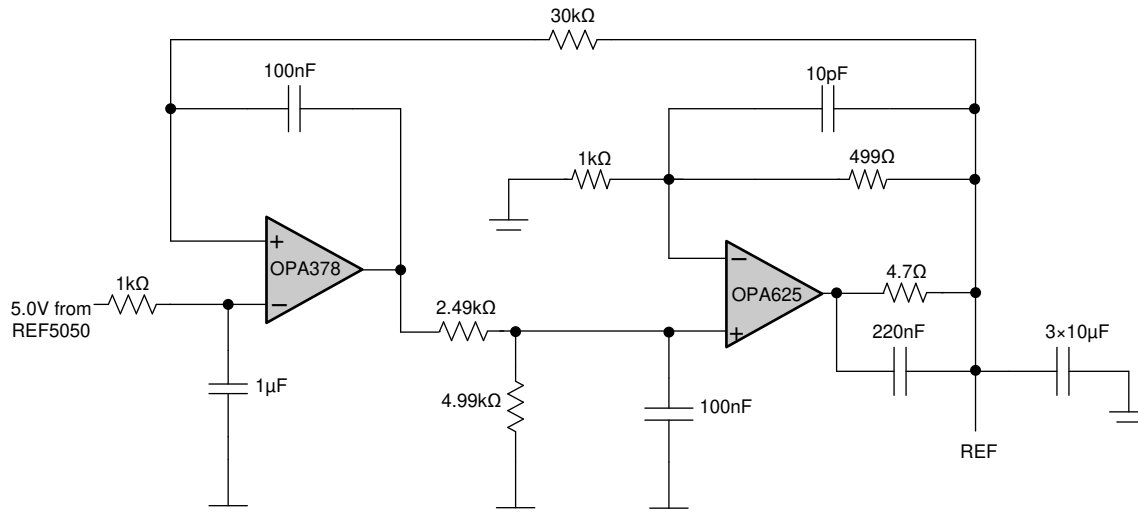


图 2-3. 板载基准信号路径

3 数字接口

如节 1 所述, EVM 与 PHI 进行连接, 而 PHI 通过 USB 与计算机进行通信。EVM 上有两个与 PHI 通信的器件: ADS9110 ADC (通过 SPI 或 multiSPI) 和 EEPROM (通过 I²C)。EEPROM 带有配置和初始化 ADS9110EVM-PDK 平台所需的预编程信息。将硬件初始化后, 不再使用 EEPROM。

3.1 适用于 ADC 数字 IO 的 multiSPI®

ADS9110EVM-PDK 支持以下数据表中详述的所有接口模式: [ADS9110 具有增强性能特性的 18 位 2MSPS 15mW SAR ADC 数据表](#)。除了标准 SPI 模式 (具有单、双和四 SDO 通道) 之外, multiSPI 模式还支持单和双数据输出速率以及四种可能的时钟源设置。PHI 能够在 1.8V 逻辑电平下运行, 并直接连接到 ADC 的数字 I/O 线路。

4 电源

PHI 为 EVM 提供了多个电源选项，源自计算机的 USB 电源。

ADS9110EVM 上的 EEPROM 使用由 PHI 直接产生的 3.3V 电源。ADC 和模拟输入驱动电路由 EVM 板载的 TPS7A4700 供电，EVM 是一种低噪声线性稳压器，使用 PHI 上开关稳压器的 5.5V 电源产生更干净的 5.2V 输出。ADC 数字部分的 1.8V 电源由 PHI 上的 LDO 直接提供。

EVM 上每个有源元件的电源将通过该元件旁边的陶瓷电容器进行旁路。此外，EVM 布局使用宽迹线或大面积铺铜（尽量铺在旁路电容器与负载之间），从而尽可能减少负载电流路径上的电感。

5 ADS9110EVM-PDK 初始设置

本节介绍了为正确操作 ADS9110EVM-PDK 所必须完成的初始硬件和软件设置过程。

5.1 默认跳线设置

跳线设置通过向电路板提供差分信号的外部源的共模和源阻抗确定。从 J4 和 J6 移除分流器，并根据 节 2 中所述的外部源设置 J2 和 J1。

5.2 EVM 图形用户界面 (GUI) 软件安装

从 ADS9110 的 *Tools and Software* 文件夹下载最新版本的 EVM GUI 安装程序，然后运行 GUI 安装程序以在用户计算机上安装 EVM GUI 软件。

小心

在将 EVM GUI 安装程序下载到本地硬盘之前，请手动禁用计算机上运行的任何防病毒软件。否则，根据防病毒设置的不同，系统可能会显示错误消息或可能删除 *installer.exe* 文件。

接受许可协议，并按照屏幕说明进行操作，以完成安装。

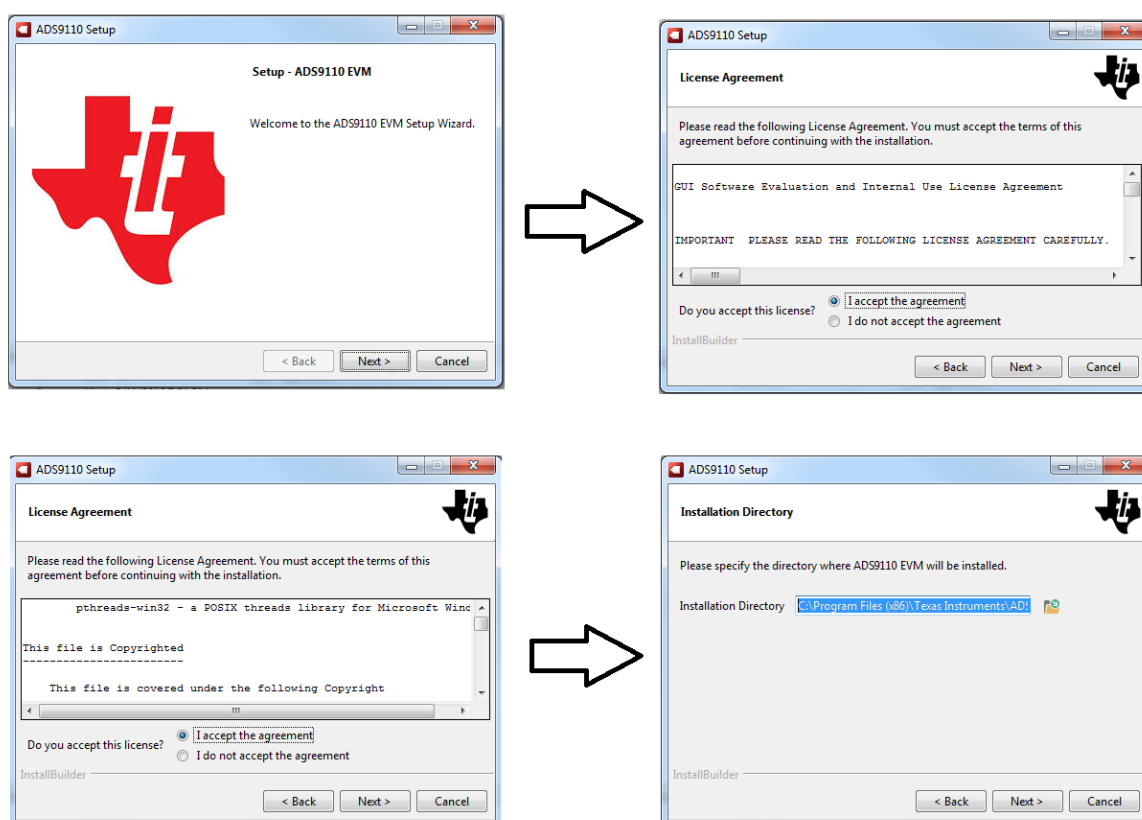


图 5-1. ADS9110 软件安装提示

在 ADS9110EVM GUI 安装过程中，屏幕上会对 器件驱动程序安装 显示提示。点击 **Next** 继续。

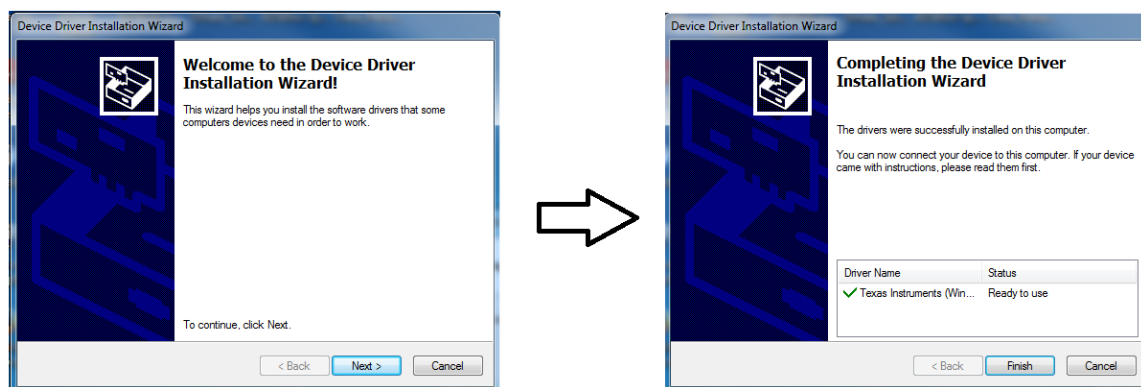


图 5-2. 器件驱动程序安装向导提示

备注

屏幕上可能会出现一条通知，表示 Windows 无法验证此驱动程序软件的发布者。选择 *Install this driver software anyway*。

ADS9110EVM-PDK 需要 LabVIEW™ 运行时引擎，如果尚未安装，则系统可能会提示您安装此软件。

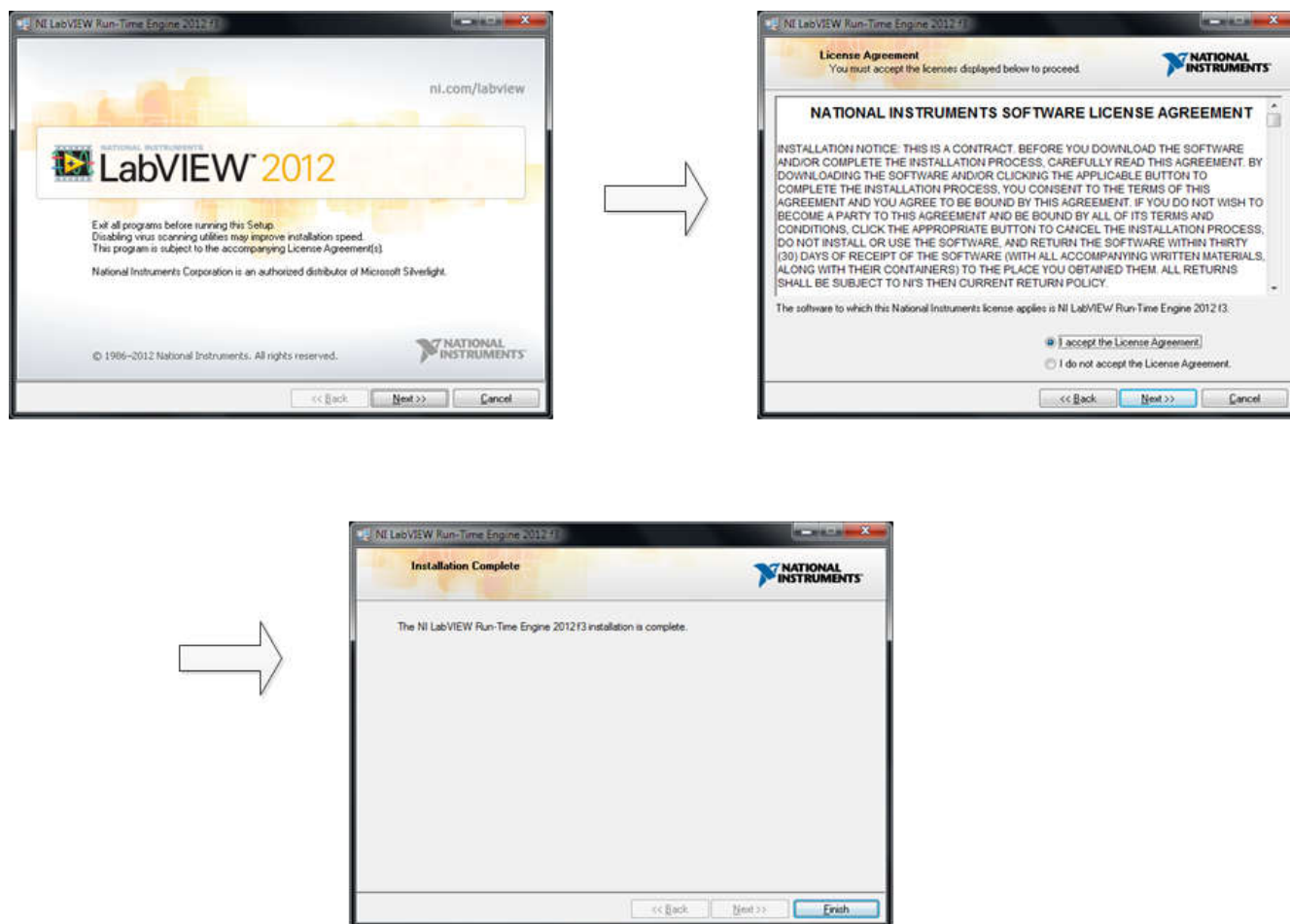


图 5-3. LabVIEW Run-Time Engine 安装

完成这些安装后，验证 C:\Program Files (x86)\Texas Instruments\ADS9110EVM 如 图 5-4 中所示。

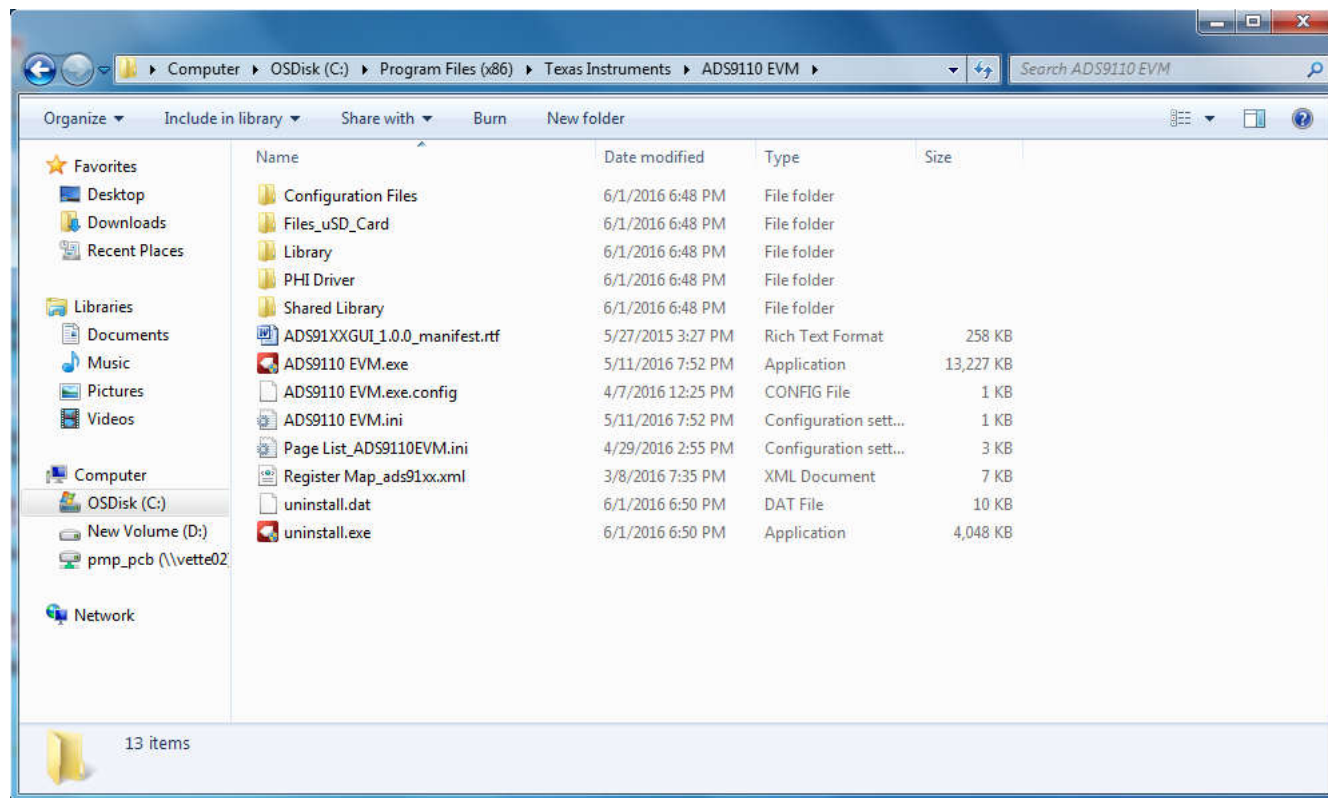


图 5-4. ADS9110EVM-PDK 文件夹 (安装后)

6 ADS9110EVM-PDK 运行

以下说明是将 ADS9110EVM-PDK 连接到计算机和评估 ADS9110 性能的分步指南：

1. 将 ADS9110EVM 连接到 PHI。按图 6-1 中所示安装两个螺钉。
2. 使用提供的 USB 电缆将 PHI 连接到计算机。
 - PHI 上的 LED D5 亮起，表示 PHI 已通电。
 - PHI 上的 LED D1 和 D2 开始闪烁，表示 PHI 已启动且正在与 PC 通信。图 6-1 显示了相应的 LED 指示灯。

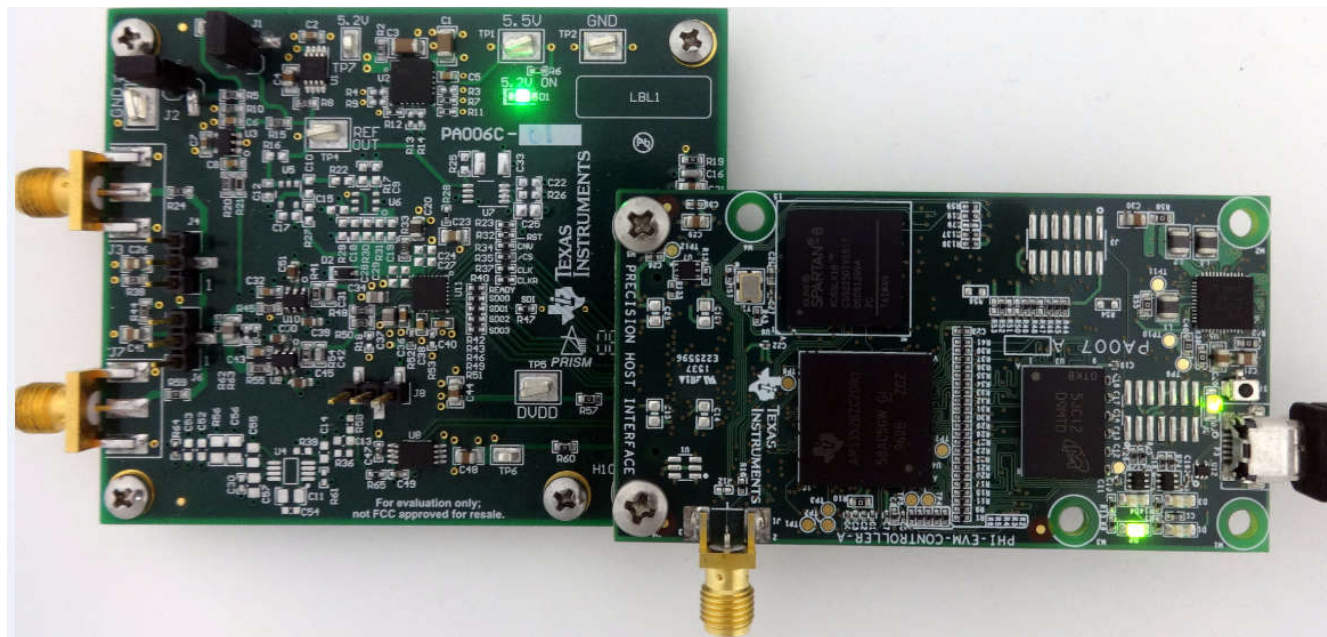


图 6-1. EVM-PDK 硬件设置和 LED 指示灯

3. 启动 ADS9110EVM GUI 软件。

6.1 用于 ADC 控制的 EVM GUI 全局设置

尽管 EVM GUI 不允许直接访问 ADC 数字接口的电平和时序配置，但用户实际可通过 EVM GUI 整体控制 ADS9110 的几乎所有功能，包括接口模式、采样率和采样数。

图 6-2 标出了 GUI 的输入参数（以及默认值），通过这些参数可以应用 ADS9110 的各种功能。这些设置是全局设置，因为它们一直存在于左上窗格（或从一页到另一页）列出的 GUI 工具中。

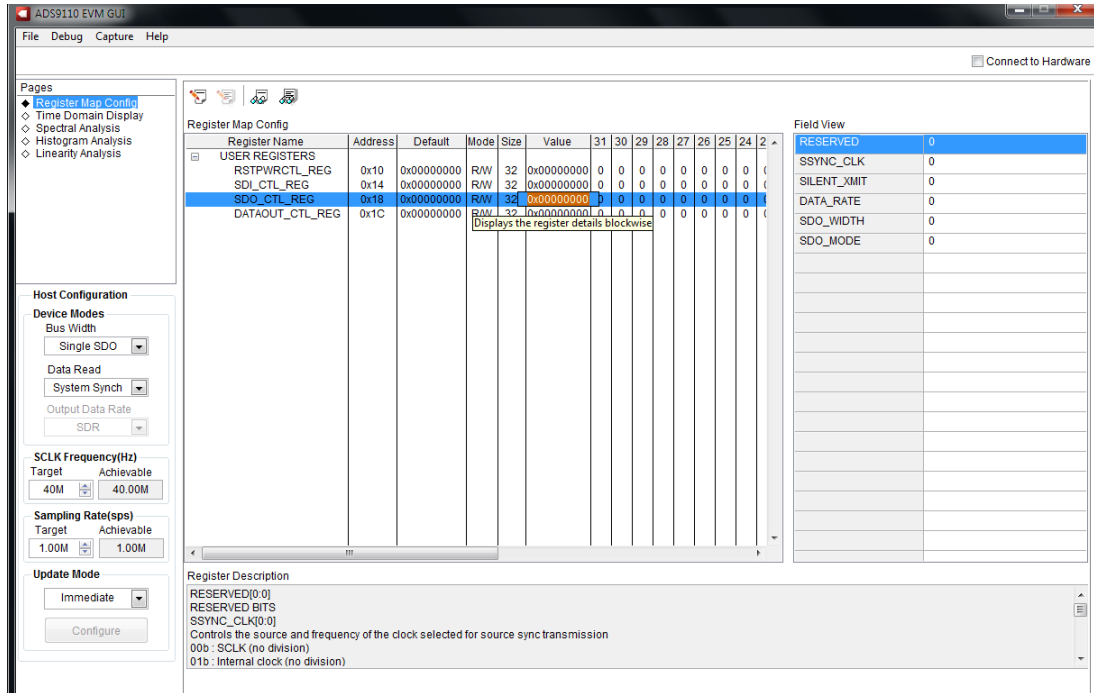


图 6-2. EVM GUI 全局输入参数

借助此窗格中的主机配置选项，用户可以从 ADS9110 上提供的各种 SPI 和 multiSPI 主机接口选项中进行选择。主机始终使用标准 SPI 协议通过单个 SDI 通道与 ADS9110 通信，而与选择的数据采集模式无关。

接口配置子菜单下的下拉框可让用户选择数据采集协议。通过 SDO Width 下拉菜单，可以在单、双和四 SDO 通道之间进行选择。通过 SDO Mode 下拉菜单，可以在标准 SPI 和 multiSPI 模式之间进行选择。

在 SPI 模式下，SDI Mode 下拉菜单允许在 CPOL 和 CPHA 的四种 SPI 协议组合之间进行选择。

在 multiSPI 模式下，时钟源 下拉菜单允许在源和系统同步模式之间进行选择，并且数据速率 下拉菜单允许在 SDR 和 DDR 模式之间进行选择。有关每种模式的详细说明，请参见 [ADS9110 具有增强性能特性的 18 位、2MSPS、15mW SAR ADC 数据表](#)。所选数据采集协议的摘要显示在已选择协议指示框中。

用户可以在此窗格中选择 **SCLK Frequency** 和 **Sampling Rate**，具体取决于所选的协议。GUI 可让用户为这两个参数输入目标值，并且 GUI 在考虑 所选器件协议 的时序限制后计算可实现的更佳值。

用户可以指定目标 SCLK 频率 (Hz)，GUI 会尝试更改 PHI PLL 设置来尽可能匹配此频率，而可实现的频率可能与所输入的目标值不同。同样，可以通过修改 Target Sampling Rate 参数（也以 Hz 为单位）来调节 ADC 的采样率。可实现的 ADC 采样率可能与目标采样率不同，具体取决于所应用的 SCLK 频率 和所选的 **Device Mode**。显示的是可实现的最接近匹配值。因此，此窗格允许用户以迭代方式尝试 ADS9110 上的各种可用设置，直到用户收敛到相应测试场景的最佳设置。

此窗格中的最后一个选项是选择 Update Mode。默认值为 **Immediate**，这表示将立即应用用户选择的接口设置以配置主机和 ADS9110。**Manual** 表示所应用的选择仅在用户完成选择并准备好配置器件时才应用。

Device Reset 按钮用作 ADS9110EVM 和 GUI 的主复位。有关按下按钮之后 ADC 复位为复位配置的信息，请参见 [ADS9110 具有增强性能特性的 18 位、2MSPS、15mW SAR ADC 数据表](#)。GUI 还会更新接口配置设置和寄存器映射，以反映器件复位状态。

6.2 寄存器映射配置工具

用户可以通过寄存器映射配置工具查看和修改 ADS9110 的寄存器。可以通过单击左侧窗格 Pages 部分的 Register Map Config 单选按钮来选择此工具，如 图 6-3 所示。上电后，此页面上的值对应于 Host Configuration Settings，这些值使 ADC 能够按照为 ADC 指定的最大采样率进行采样。可以通过双击相应的值字段来编辑寄存器值。如果接口模式设置受到寄存器值更改的影响，此更改会立即反映在左侧窗格上。根据 Update Mode 选择，寄存器值变化的作用会反映在 ADS9110EVM-PDK 上的 ADS9110 器件上，如 节 6.1 所述。

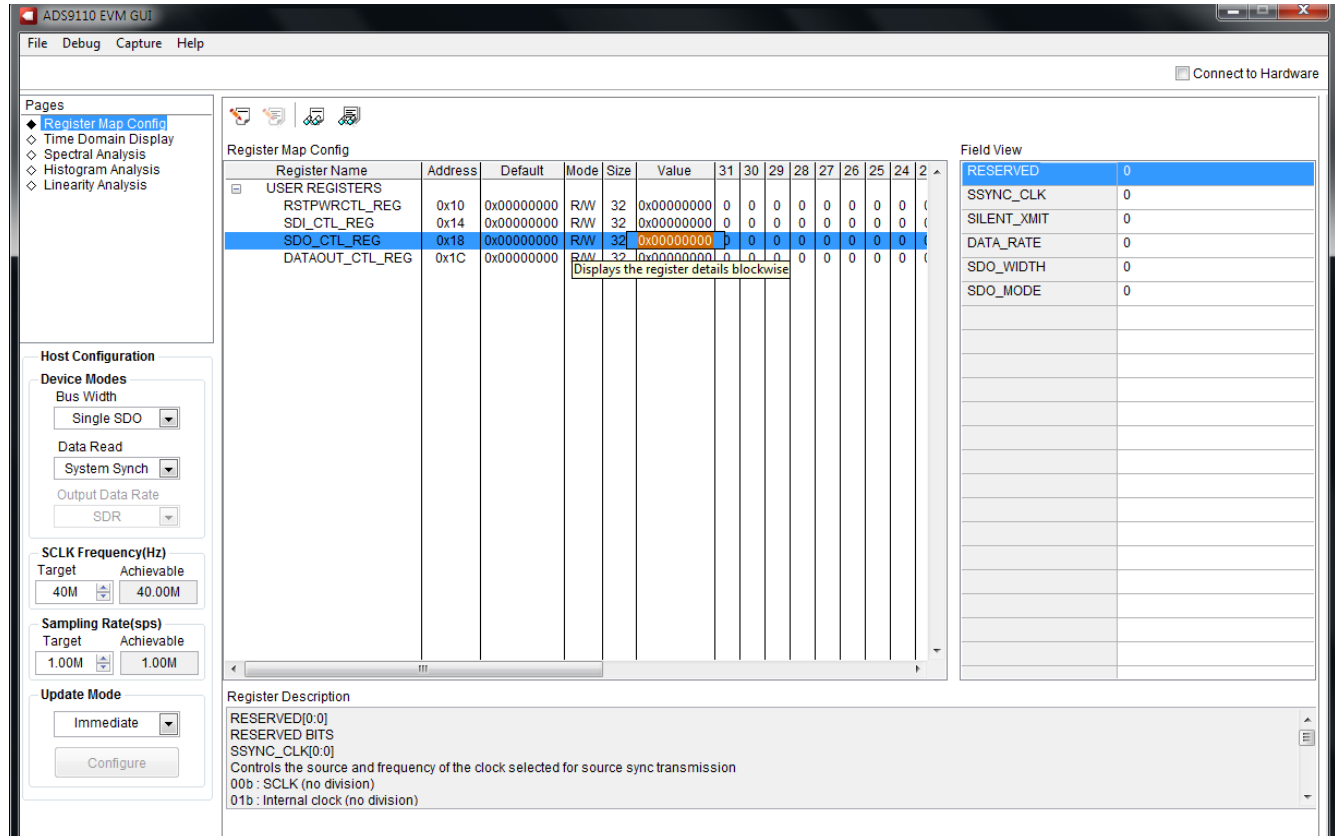


图 6-3. 寄存器映射配置

节 6.3 至 节 6.6 介绍了 ADS9110EVM-PDK GUI 的数据收集和分析功能。

6.3 时域显示工具

时域显示工具能够显示 ADC 对给定输入信号的响应。此工具用于研究 ADC 或驱动电路的行为和解决任何严重问题。

用户可以按照当前接口模式设置，使用 **Capture** 按钮触发从 ADS9110 采集所选样本数目的数据，如 图 6-4 所示。样本指标位于 x 轴上，有两个 y 轴显示相应的输出代码，以及基于指定参考电压的等效模拟电压。将页面切换到后续部分中描述的任何分析工具都会触发对同一组数据执行计算。

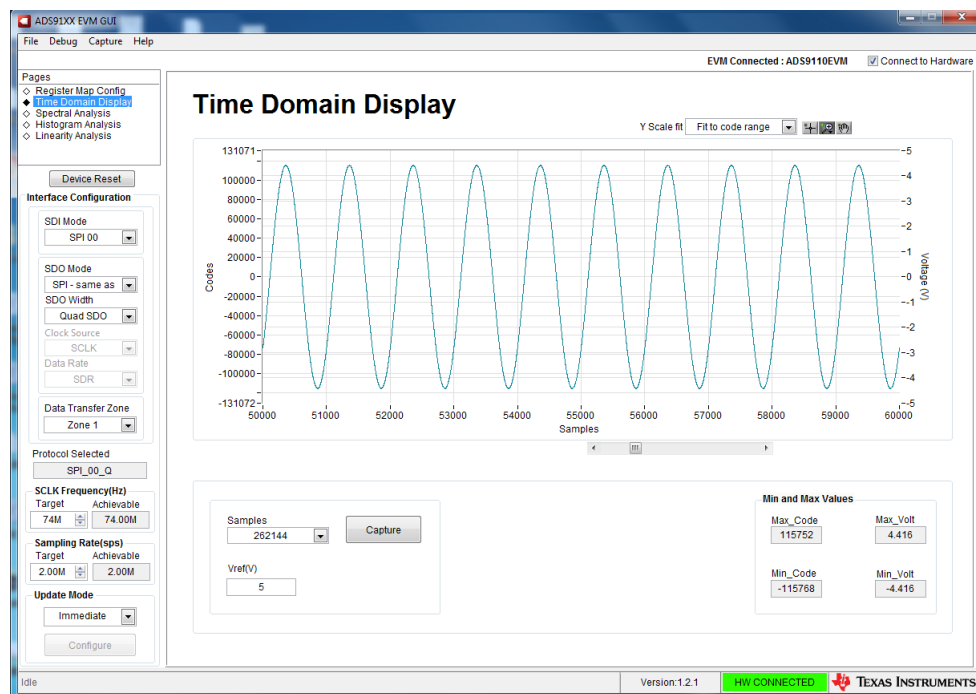


图 6-4. 时域显示工具选项

6.4 频谱分析工具

频谱分析工具旨在通过使用“7-Term Blackman-Harris”窗口设置的单音正弦信号 FFT 分析来评估 ADS9110 SAR ADC 的动态性能 (SNR、THD、SFDR、SINAD 和 ENOB)。另外，窗口设置为 *None* 可用于搜索直流输入中频率范围内的噪声杂散。

要进行动态性能评估，外部差分单端源必须具有比 ADC 更好的规格，以确保测量的系统性能不受信号源性能的限制。因此，外部基准源必须满足表 6-1 中提到的源要求。

表 6-1. ADS9110 评估的外部源要求

规格说明	规格值
信号频率	2kHz
外部源类型	平衡差分
外部源共模	0V 或悬空 (请参阅 节 2.2.2 了解跳线设置)
外部源阻抗 (R_S)	10 Ω – 30 Ω
外部源差分阻抗 ($R_{S_DIFF} = 2 \times R_S$)	20 Ω – 60 Ω
源差分信号 (-0.1dBFS 时的 V_{PP} 幅度)	$(2 \times R_S \times 4.45 \times 10^{-3}) + 8.9V$ 或 $(R_{S_DIFF} \times 4.45 \times 10^{-3}) + 8.9V$
最大噪声	10 μV_{RMS}
最大 SNR	110dB
最大 THD	- 130dB

要在 2MSPS 的最大吞吐量下进行 2kHz SNR 和 ENOB 评估，样本数必须为 32768 或 65536。更多的样本会使本底噪声较低，以致外部源相位噪声会影响到 SNR 和 ENOB 计算。相反，要进行 THD 和 SFDR 评估，必须使用数量大得多样本来将本底噪声降至低于 - 140dBc，以分析 - 120dBc 量级的无噪声谐波和杂散。此类分析至少需要 262144 个样本。

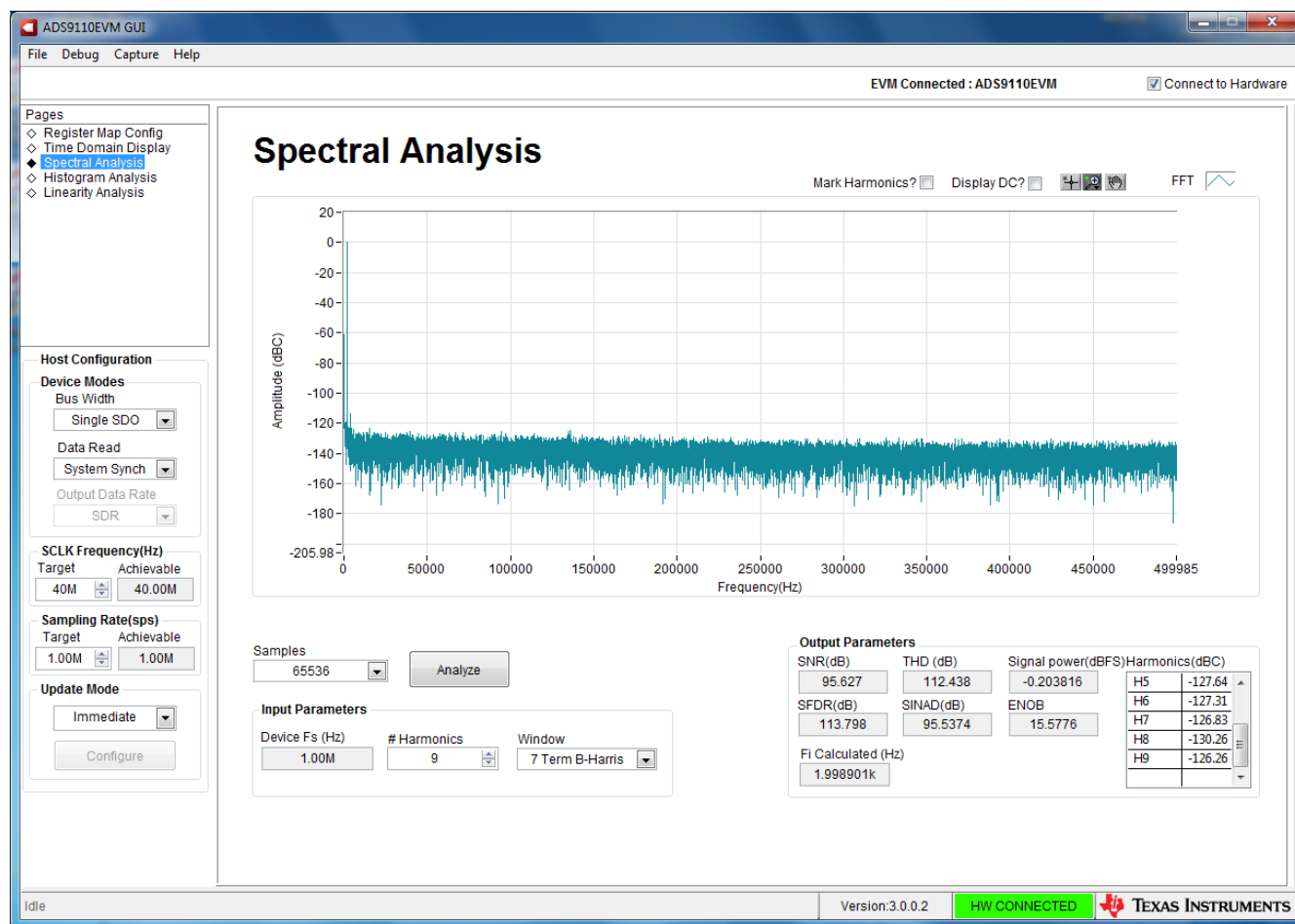


图 6-5. 频谱分析工具

最后，FFT 工具包括用于减轻非相干采样影响的窗口选项（此讨论超出了本文档的范围）。“7-Term Blackman Harris”窗口是默认选项，具有足够的动态范围来解析高达 24 位 ADC 的频率分量。请注意，*None* 选项对应于不使用窗口（或使用矩形窗口），因此不推荐使用。

6.5 直方图工具

噪声会降低 ADC 分辨率，直方图工具可用于估算有效分辨率，有效分辨率是 ADC 分辨率损失位数的指示器，分辨率损失是在测量直流信号时由连接到 ADC 的各种源产生的噪声导致的。从诸如输入驱动电路、基准驱动电路、ADC 电源和 ADC 等来源耦合到 ADC 输出的噪声累积效应反映在 ADC 输出代码直方图的标准偏差中，该直方图是通过对应用于给定通道的直流输入执行多次转换而获得的。

点击 **Capture** 按钮后，将显示与直流输入相对应的直方图，如图 6-6 所示。

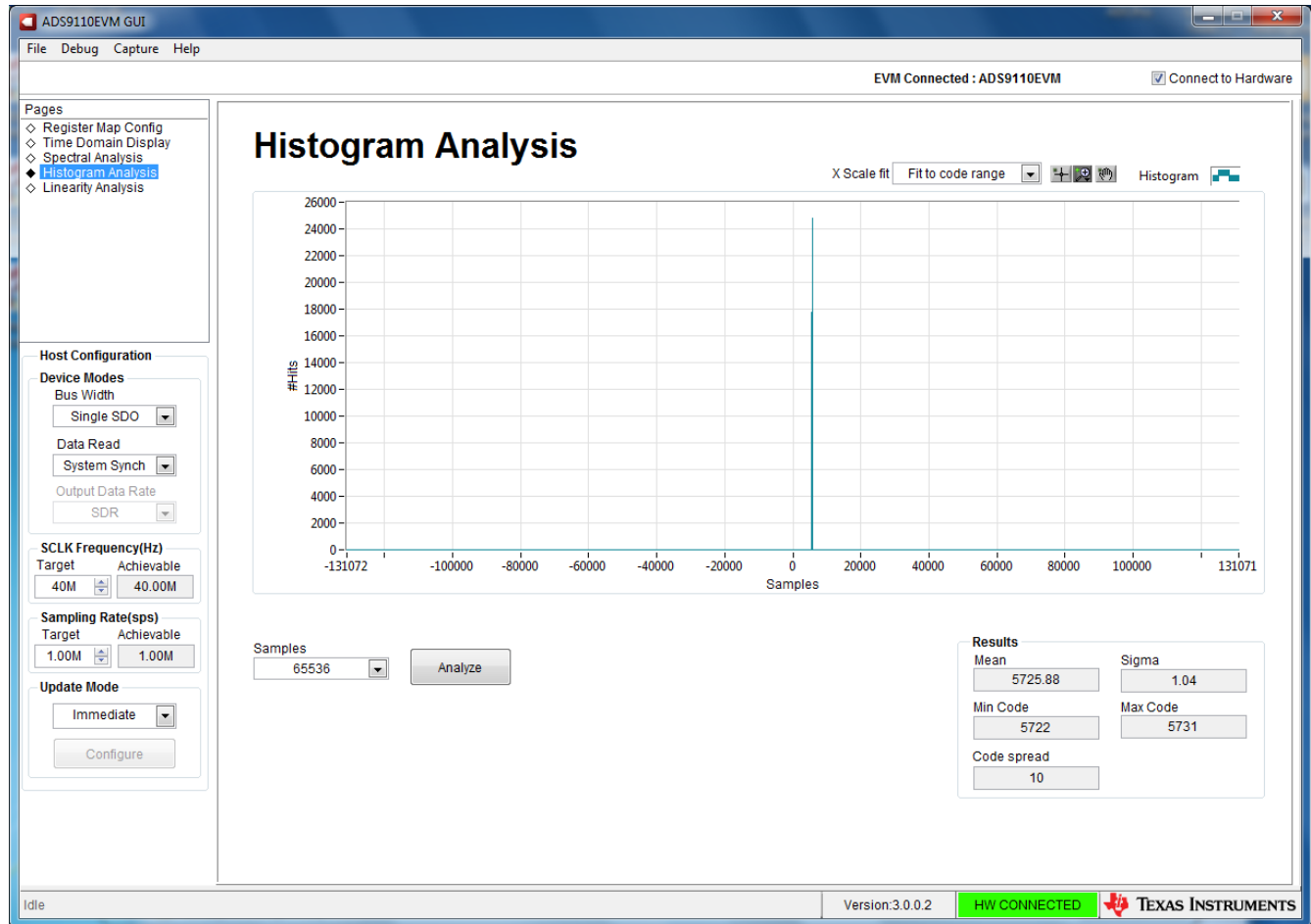


图 6-6. 直方图分析工具

6.6 线性分析工具

线性分析工具测量并生成评估板中安装的特定 ADS9110 的 DNL 和 INL 代码图。需要 2kHz 正弦输入信号，该信号在输入端略微饱和（每个输入或 0.13dBFS 时超出满量程范围 35mV）且失真非常低。外部源线性度必须优于 ADC 线性度。测得的系统性能必须反映 ADC 的线性误差，并且不得受信号源性能的限制。为确保正确地测量 ADC 的 DNL 和 INL，外部源必须满足表 6-2 中的要求。

表 6-2. ADS9110 评估的外部源要求

规格说明	规格值
信号频率	2kHz
外部源类型	平衡差分
外部源共模	0V 或悬空 (请参阅 节 2.2.2 了解跳线设置)
外部源阻抗 (R_S)	$10\ \Omega - 30\ \Omega$
外部源差分阻抗 ($R_{S_DIFF} = 2 \times R_S$)	$20\ \Omega - 60\ \Omega$
源差分信号 (-0.1dBFS 时的 V_{PP} 幅度)	$(2 \times R_S \times 4.57 \times 10^{-3}) + 9.14\text{V}$ 或 $(R_{S_DIFF} \times 4.57 \times 10^{-3}) + 9.14\text{V}$
最大噪声	$30\ \mu\text{V}_{\text{RMS}}$
最大 SNR	100dB
最大 THD	-130dB

命中数设置取决于外部噪声源。对于噪声大概为 $10\ \mu\text{V}_{\text{rms}}$ 的 110dB SNR 外部源，总命中数必须为 512。对于 SNR 为 100dB 的源，建议的命中数为 1024。

备注

运行此分析可能需要数分钟时间，并且评估板在整个分析期间必须保持不受干扰。

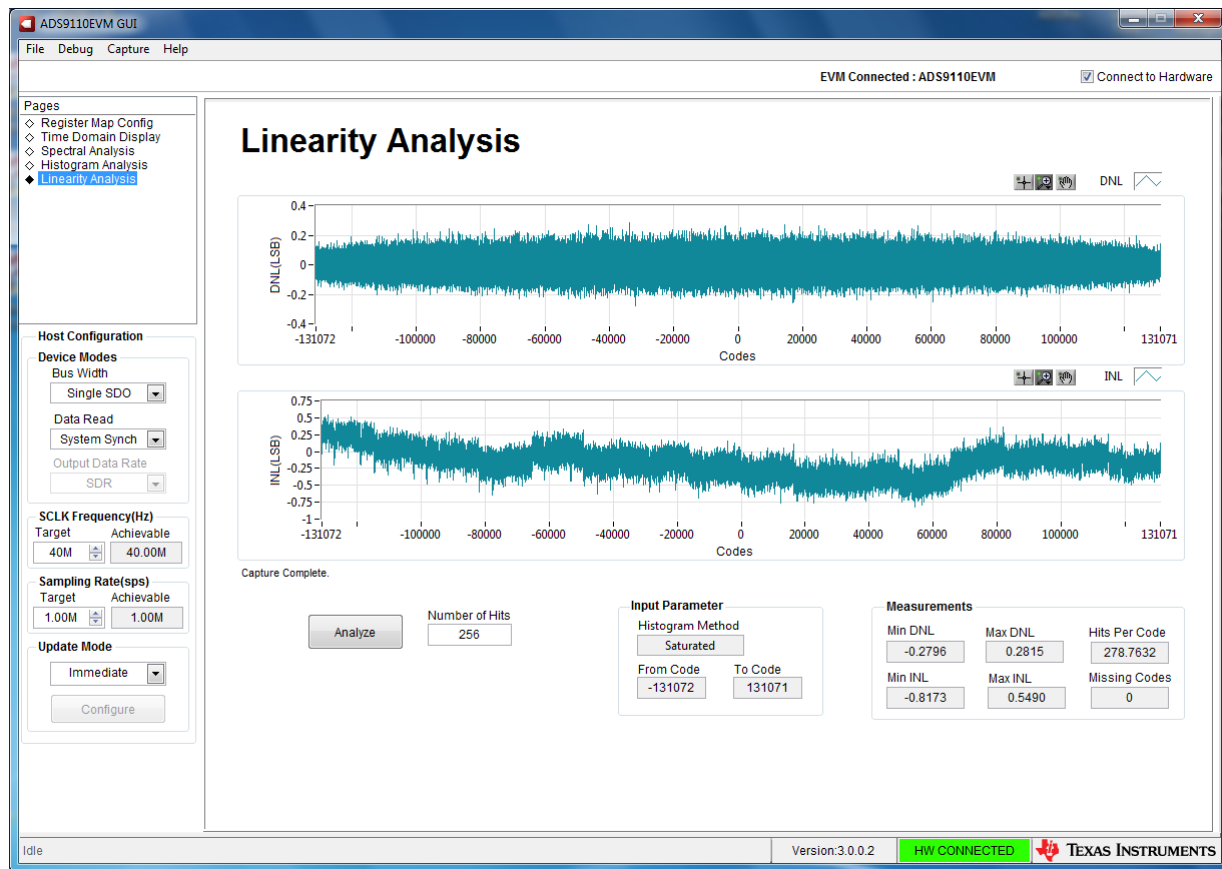


图 6-7. 线性分析工具

7 硬件设计文件

本节包含 ADS9110EVM 物料清单、PCB 布局 和 EVM 原理图。

7.1 原理图

EVM 原理图如下所示。

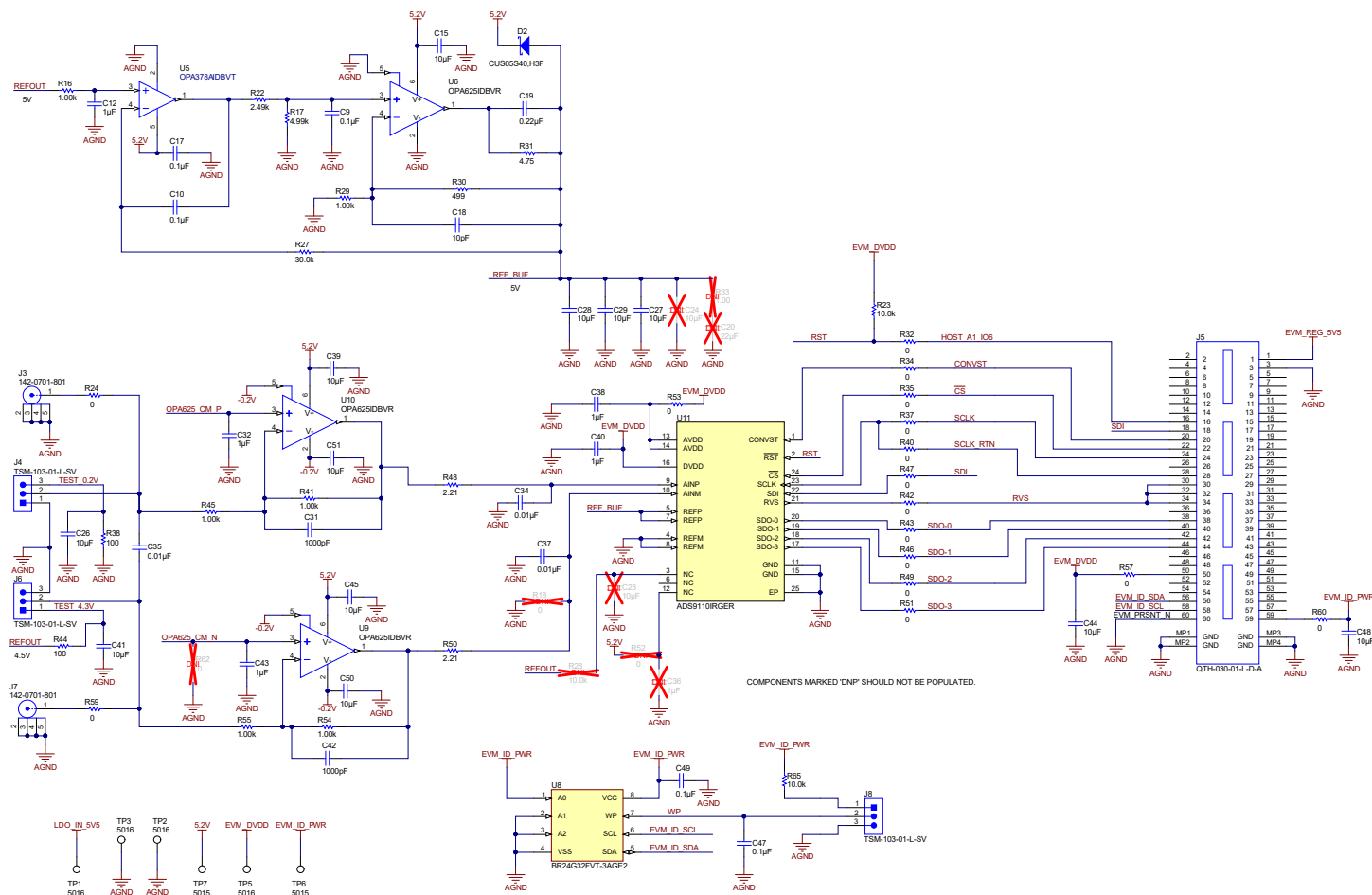


图 7-1. ADS9110EVM PCB 的原理图 (第 1 页)

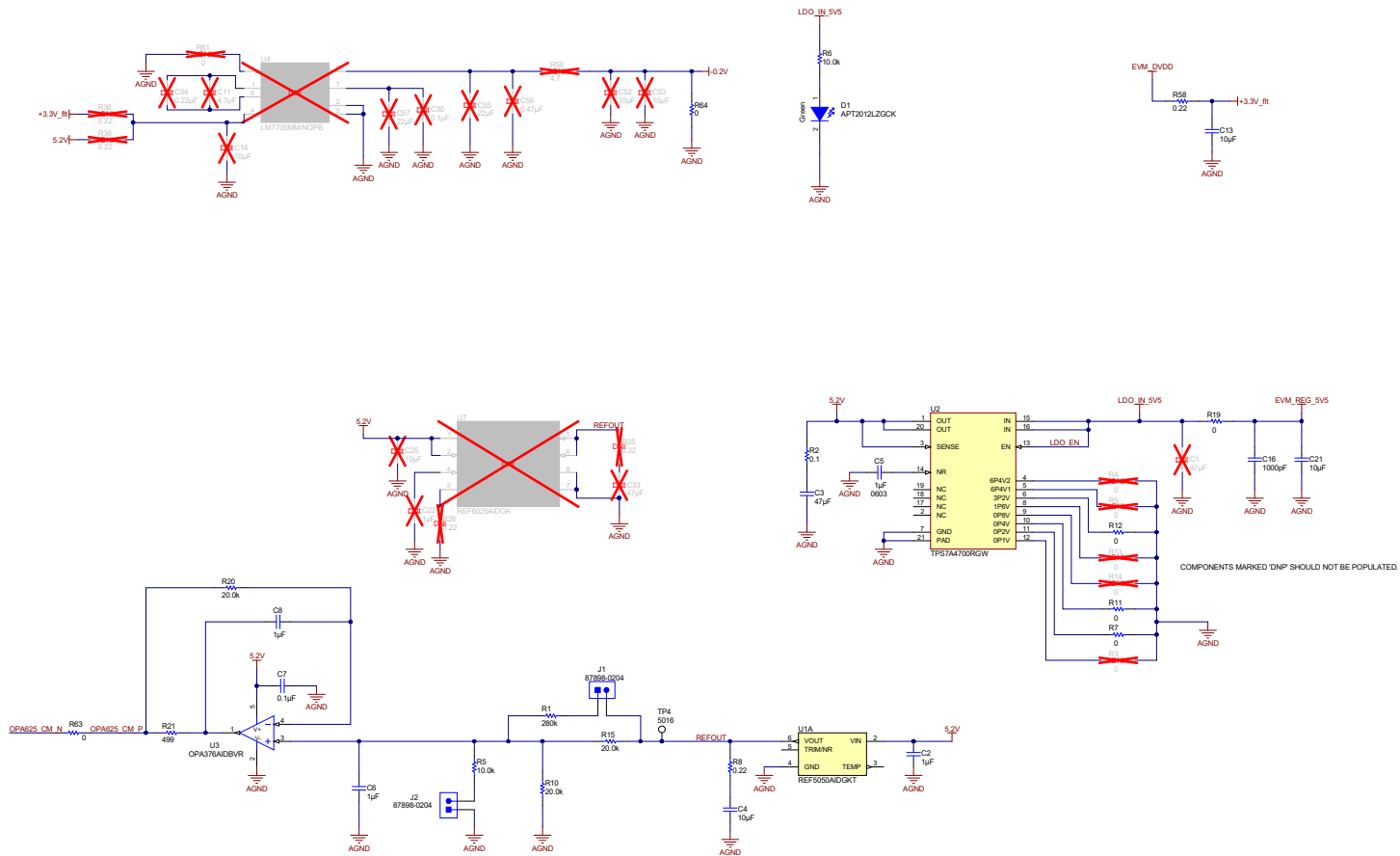


图 7-2. ADS9110EVM PCB 的原理图 (第 2 页)

7.2 PCB 布局

图 7-3 至图 7-6 展示了 EVM PCB 布局。

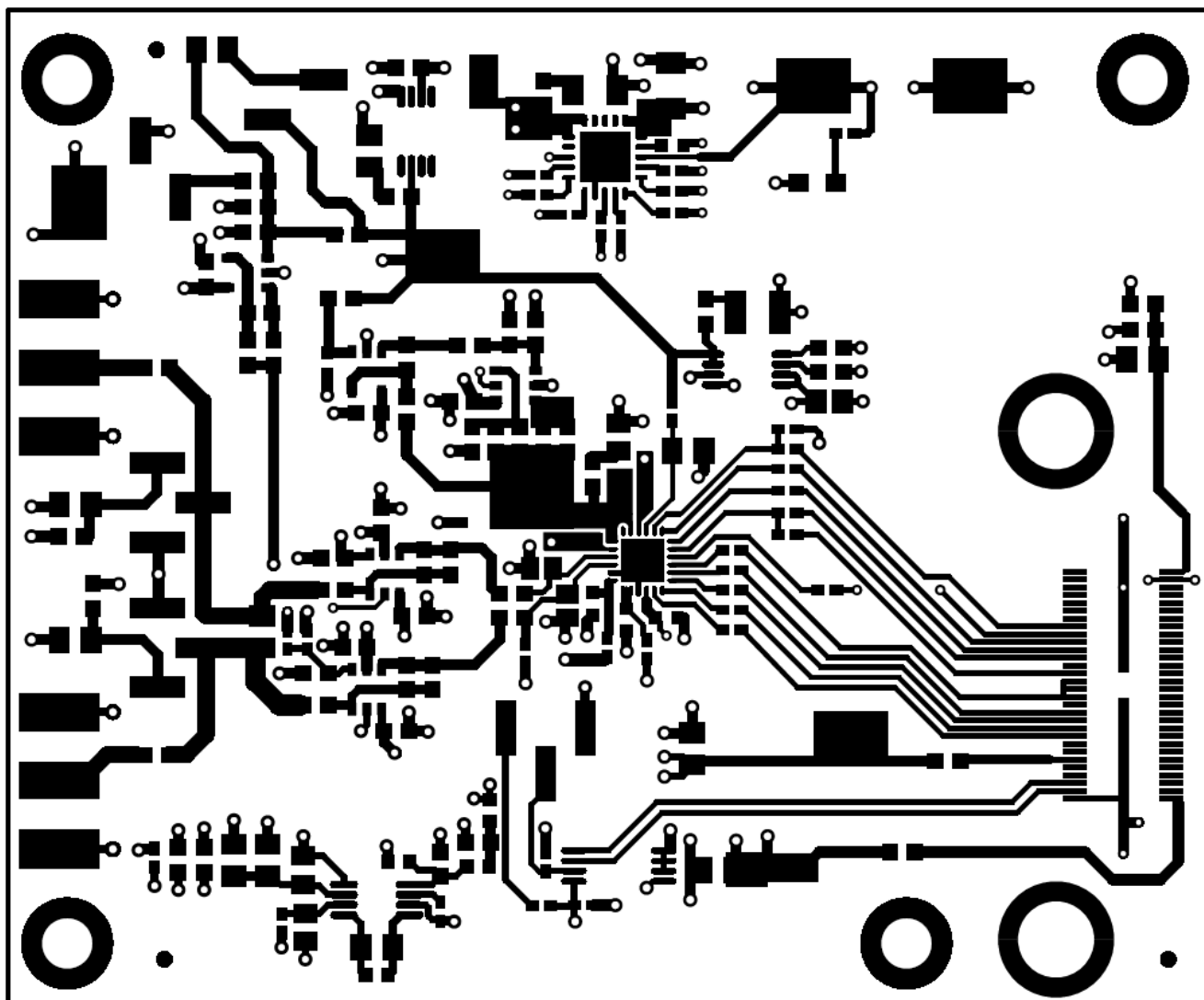


图 7-3. ADS9110EVM PCB 层 1 : 顶层

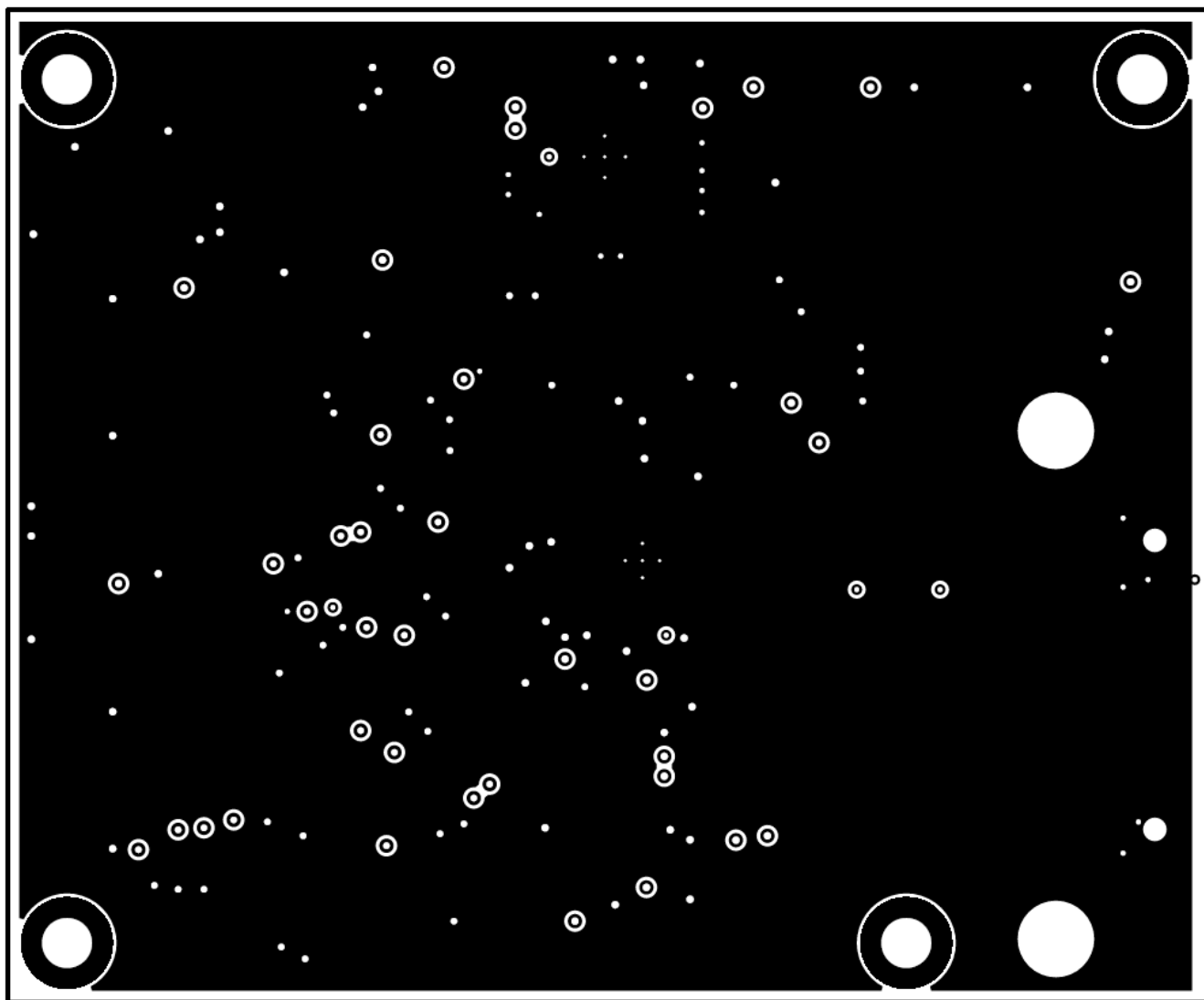


图 7-4. ADS9110EVM PCB 层 2 : GND 层

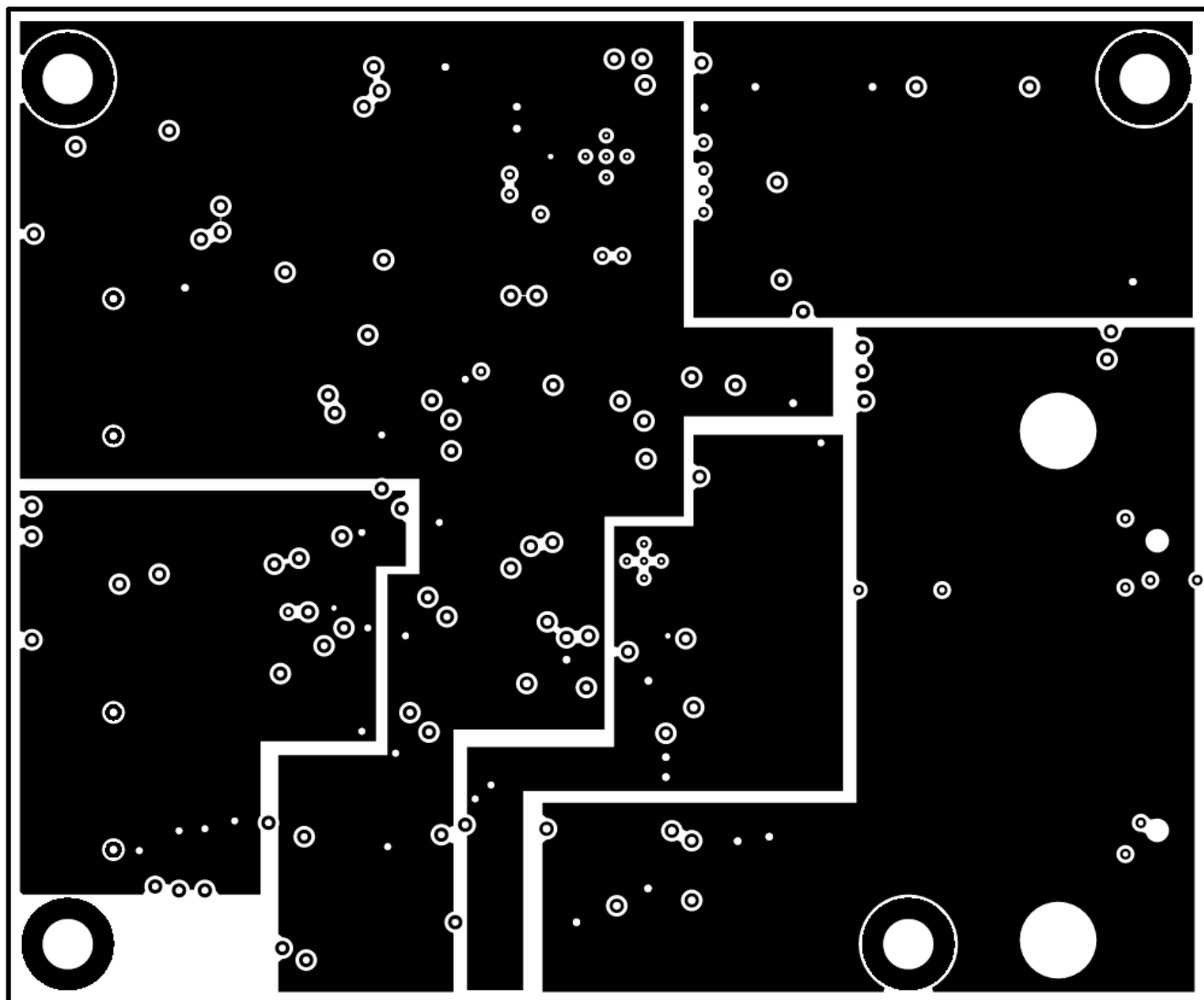


图 7-5. ADS9110EVM PCB 层 3 : 电源平面

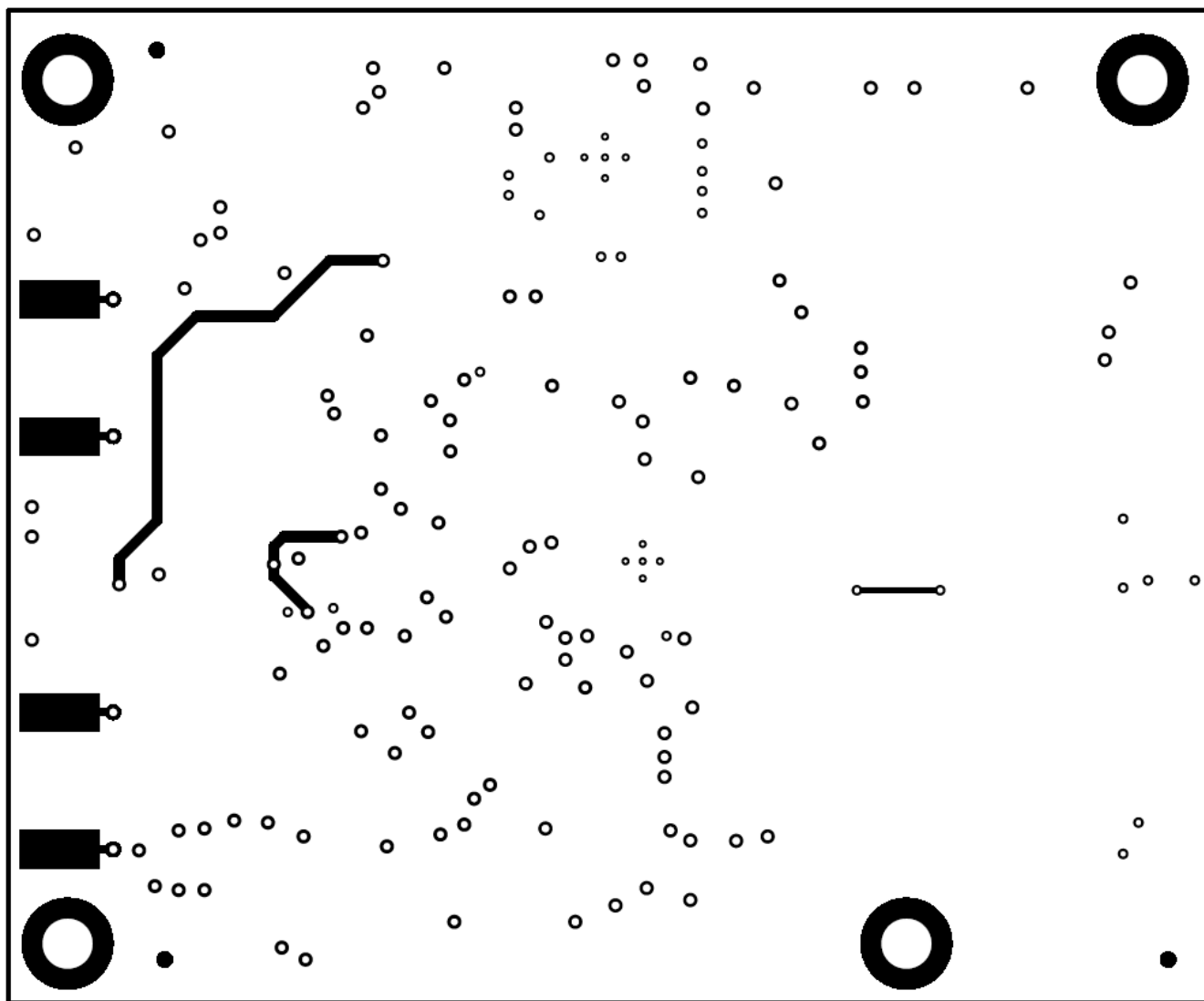


图 7-6. ADS9110EVM PCB 层 4 : 底层

7.3 物料清单

表 7-1 列出了 ADS9110EVM BOM.

表 7-1. ADS9110EVM 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1、C3	2	47μF	电容, 陶瓷, 47μF, 25V, +/-20%, X5R, 1206	1206	C3216X5R1E476M160AC	TDK
C2、C5、C6、C8、C12、C32、C38、C40、C43	9	1μF	电容, 陶瓷, 1 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71E105KA12D	MuRata
C4、C21、C26、C41、C44、C48	6	10μF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 10V, +/-10%, X7R, 0805	0805	GRM21BR71A106KE51L	MuRata
C7、C9、C10、C17	4	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 25V, +/-5%, X7R, 0603	0603	C0603C104J3RACTU	Kemet
C13、C15、C27、C28、C29、C39、C45、C50、C51	9	10μF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 10V, +/-10%, X7T, 0603	0603	ZRB18AD71A106KE01L	MuRata
C16、C31、C42	3	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-1%, C0G/NP0, 0603	0603	GRM1885C1H102FA01J	MuRata
C18	1	10pF	电容, 陶瓷, 10pF, 50V, +/-1%, C0G/NP0, 0603	0603	C0603C100F5GAC7867	Kemet
C19	1	0.22μF	电容, 陶瓷, 0.22μF, 25V, +/-5%, X7R, 0603	0603	C0603C224J3RAC7867	Kemet
C34、C35、C37	3	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01μF, 100V, +/-1%, C0G/NP0, 0805	0805	C0805C103F1GACTU	Kemet
C47、C49	2	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 16V, +/-10%, X7R, 0402	0402	GRM155R71C104KA88D	MuRata
D1	1	绿色	LED, 绿色, SMD	LED_0805	APT2012LZGCK	KINGBRIGHT
D2	1	40V	二极管, 肖特基, 40V, 0.5A, SOD-323	SOD-323	CUS05S40、H3F	Toshiba
H1、H2、H3、H4	4		机械螺丝, 飞利浦盘形头 4-40		PMSSS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8	4		3/16 六角内螺纹螺柱		1891	Keystone
H9、H10	2		圆形电路板衬垫 M3 钢制 5MM		9774050360R	Wurth Elektronik
H14、H15	2		机械螺钉盘 PHILLIPS M3		RM3X4MM 2701	APM HEXSEAL
J1、J2	2		插头, 2.54mm, 2x1, 镀金, R/A, SMT		87898-0204	Molex
J3、J7	2		连接器, 末端发射 SMA, 50 欧姆, SMT		142-0701-801	Johnson
J4、J6、J8	3		接头, 100mil, 3x1, 金, SMT		TSM-103-01-L-SV	Samtec
J5	1		接头 (带护罩), 19.7mil, 30x2, 金, SMT		QTH-030-01-L-D-A	Samtec
R1	1	280k	电阻, 280k, 0.1%, 0.125W, 0805	0805	RG2012P-2803-B-T5	Susumu Co Ltd
R2	1	0.1	电阻, 0.1, 1%, 0.1W, 0603	0603	ERJ-3RSFR10V	Panasonic
R5	1	10.0k	电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-103-B-T5	Susumu Co Ltd
R6、R23、R65	3	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0402	0402	ERJ-2RKF1002X	Panasonic

表 7-1. ADS9110EVM 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R7、R11、R12、 R32、R34、R35、 R37、R40、R42、 R43、R46、R47、 R49、R51、R53、 R63、R64	17	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	0402	ERJ-2GE0R00X	Panasonic
R8、R58	2	0.22	电阻, 0.22, 1%, 0.1W, 0603	0603	ERJ-3RQFR22V	Panasonic
R10、R15、R20	3	20.0k	电阻, 20.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-203-B-T5	Susumu Co Ltd
R16、R29、R41、 R45、R54、R55	6	1.00k	电阻, 1.00k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-102-B-T5	Susumu Co Ltd
R17	1	4.99k Ω	电阻, 4.99k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-4991-B-T5	Susumu Co Ltd
R19、R24、R57、 R59、R60	5	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
R21、R30	2	499	电阻, 499, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-4990-B-T5	Susumu Co Ltd
R22	1	2.49k	电阻, 2.49k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-2491-B-T5	Susumu Co Ltd
R27	1	30.0k	电阻, 30.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-303-B-T5	Susumu Co Ltd
R31	1	4.75	电阻, 4.75, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06034R75FKEA	Vishay-Dale
R38、R44	2	100	电阻, 100, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-101-B-T5	Susumu Co Ltd
R48、R50	2	2.21	电阻, 2.21, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06032R21FKEA	Vishay-Dale
SH-J1、SH-J2、SH-J3	3		分流器, 100mil, 镀金, 黑色		881545-2	TE Connectivity
TP1、TP2、TP3、 TP4、TP5	5	SMT	测试点, 紧凑型, SMT		5016	Keystone
TP6、TP7	2	SMT	测试点, 微型, SMT		5015	Keystone
U1	1		低噪声, 极低温漂, 精密电压基准, -40°C 至 125°C, 8 引脚 VSSOP (DGK), 绿色 (RoHS, 无镉/溴)	DGK0008A	REF5050AIDGKT	德州仪器 (TI)
U2	1		36V、1A、4.17 μ V RMS RF LDO 稳压器, RGW0020A	RGW0020A	TPS7A4700RGW	德州仪器 (TI)
U3	1		低噪声、低静态电流精密运算放大器电子微调系列, DBV0005A	DBV0005A	OPA376AIDBVR	德州仪器 (TI)
U5	1		低噪声、900kHz、RRIO 精密运算放大器零漂移系列, 2.2V 至 5.5V, -40°C 至 125°C, 5 引脚 SOT23 (DBV0005A), 绿色环保 (符合 RoHS 标准, 无镉/溴)	DBV0005A	OPA378AIDBVT	德州仪器 (TI)
U6、U9、U10	3		高带宽、高精度、低 THD+N、16 位和 18 位模数转换器 (ADC) 驱动器, DBV0006A	DBV0006A	OPA625IDBVR	德州仪器 (TI)
U8	1		I2C BUS EEPROM (2 线), TSSOP-B8	TSSOP-8	BR24G32FVT-3AGE2	Rohm
U11	1		具有增强型串行接口的 18 位、2MSPS、20mW SAR ADC, RGE0024H	RGE0024H	ADS9110IRGER	德州仪器 (TI)
C11	0	4.7 μ F	电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 16V, +/-10%, X5R, 0805	0805	EMK212BJ475KG-T	Taiyo Yuden
C14、C24、C52、C53	0	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 10V, +/-10%, X7T, 0603	0603	ZRB18AD71A106KE01L	MuRata
C20、C55、C57	0	22 μ F	电容, 陶瓷, 22 μ F, 10V, +/-20%, X7S, 0805	0805	C2012X7S1A226M125AC	TDK
C22	0	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 10V, +/-10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71A105KA61D	MuRata

表 7-1. ADS9110EVM 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C23	0	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 10V, +/-10%, X7R, 0805	0805	GRM21BR71A106KE51L	MuRata
C25	0	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 10V, +/-10%, X7R, 0805	0805	GRM21BR71A106KE51L	MuRata
C30	0	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0402	0402	GRM155R71C104KA88D	MuRata
C33	0	47 μ F	电容, 陶瓷, 47 μ F, 10V, +/-10%, X7R, 1210	1210	GRM32ER71A476KE15L	MuRata
C36	0	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71E105KA12D	MuRata
C54	0	0.22 μ F	电容, 陶瓷, 0.22 μ F, 25V, +/-5%, X7R, 0603	0603	C0603C224J3RAC7867	Kemet
C56	0	0.47 μ F	电容, 陶瓷, 0.47 μ F, 35V, +/-10%, X5R, 0805	0805	GMK212BJ474KG-T	Taiyo Yuden
FID1、FID2、FID3、 FID4、FID5、FID6	0		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
H12	0		电缆 USB A 公型转 B Micro 公型 1M (套件物品)	USB 电缆	102-1092-BL-00100	CNC Tech
R3、R4、R9、R13、 R14、R18、R52、 R61、R62	0	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	0402	ERJ-2GE0R00X	Panasonic
R25、R26	0	0.22	电阻, 0.22 Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	ERJ-3RQFR22V	Panasonic
R28	0	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0402	0402	ERJ-2RK1002X	Panasonic
R33	0	1.00	电阻, 1.00, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-071RL	Yageo America
R36、R39	0	0.22	电阻, 0.22, 1%, 0.1W, 0603	0603	ERJ-3RQFR22V	Panasonic
R56	0	4.7	电阻, 4.7, 5%, 0.125W, 0805	0805	ERJ-6GEYJ4R7V	Panasonic
U4	0		低噪声负偏置发生器, 8 引脚小型 SOIC, 无铅	MUA08A	LM7705MM/NOPB	德州仪器 (TI)
U7	0		具有集成高带宽缓冲器的高精度电压基准, DGK0008A	DGK0008A	REF6025AIDGK	德州仪器 (TI)

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 OCTOBER 7, 2015 to JANUARY 30, 2025 (from Revision * (October 2015) to Revision A (July 2025))

	Page
• 更新了原理图.....	24
• 更新了 物料清单 表.....	30

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