

EVM User's Guide: LMKDB1120EVM

LMKDB1120 评估模块



说明

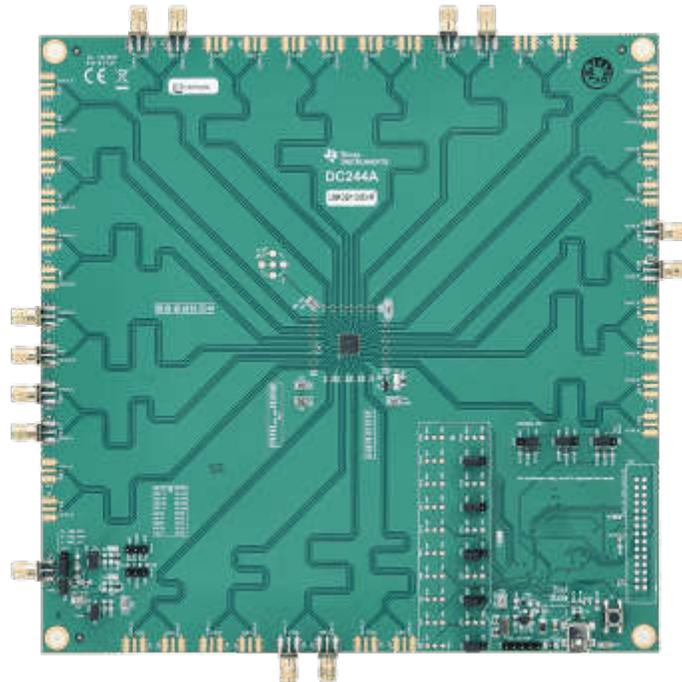
LMKDB1120 评估模块 (EVM) 旨在提供快速设置，用于评估支持 PCIe 第 1 代到第 6 代并且符合 DB2000QL 标准的 LMKDB1120 LP-HCSL 缓冲器。印刷电路板 (PCB) 包含多个跳线和一个 USB 连接，可通过所需的用户编程和设置来启用 LMKDB1120。该评估模块可灵活地对 LMKDB1120 器件进行合规性测试、系统原型设计和性能评估。

特性

- PCIe 第 1 代到第 6 代且符合 DB2000QL 标准的缓冲器
- 外部和 USB 电源选项
- 通过 [TICS Pro 软件 GUI](#) 图形用户界面 (GUI) 可编程
- 用于通过引脚控制启用或禁用输出的板载输入和输出扩展器

应用

- 高性能计算
- [服务器主板](#)
- [NIC/SmartNIC](#)
- [硬件加速器](#)



LMKDB1120 EVM 默认设置

1 评估模块概述

1.1 简介

通过板载 USB 微控制器 (MCU) 接口，可在 PC 上使用 TI 的 TICS Pro 软件 GUI 来配置该 EVM。TICS Pro 还可用于导入和导出寄存器数据，以便对器件进行灵活编程。LMKDB1120 的输入和输出可与外部系统连接，用于通过同轴电缆评估兼容性和性能。板载 LDO 为用户提供了使用 USB 作为电源的选项，从而最大限度减少所需的测试设备数量。边带接口 (SBI) 接头引脚可用于菊花链或控制 LMKDB1120 的输出，以实现快速开关。

1.2 套件内容

LMKDB1120EVM 包装箱内包含：

- 一个 LMKDB1120EVM 板 (DC244A)。
- 3 英尺微型 USB 电缆 (MPN 3021003-03)。

1.3 规格

表 1-1 中列出了 LMKDB1120 器件和 EVM 的一些关键规格。

表 1-1. LMKDB1120 主要参数

参数	值
环境温度	-40°C 至 105°C
电源	1.8V ± 10% , 3.3V ± 10%
运行频率	1MHz 至 400MHz。(自动输出禁用 (AOD) 禁用)
	25MHz 至 400MHz。(自动输出禁用 (AOD) 启用)
输出格式	LP-HCSL

1.4 器件信息

LMKDB1120 是一款高性能 LP-HCSL 缓冲器，支持第 1 代到第 6 代 PCIe 并且符合 DB2000QL 标准。LMKDB1120 具有超低的附加抖动、失效防护输入、灵活的上电序列、单个输出使能引脚 (OE#)、输入信号丢失检测 (LOS) 以及 3 线或 4 线 SBI 和 SMBus 接口。该 EVM 具有集成的 LDO，可在 3.3V 的工作电源电压下实现出色的电源噪声抑制。

2 EVM 快速入门

表 2-1 中展示了 EVM 通过具有 USB 电源选项的板载 3.3V LDO 为器件供电时的默认跳线配置。按照表 2-1 中的说明，为初始启动配置 EVM。也可以通过更改跳线 JP17 的位置将 EVM 配置为外部电源，如表 2-1 所述。

表 2-1. 默认跳线配置

类别	参考位号	默认位置	说明
电源	J5	1-2	将 USB 或外部电源连接到器件的 VDDA。
	J6	1-2	将 USB 或外部电源连接到芯片的输出组和数字电源 (VDD)。
	J7	1-2	将 USB 或外部电源连接到板载 IO 引脚 (VDD_IO)。
	JP17	2-3	在 USB 电源和外部电源之间进行选择。当前配置适用于 USB 选项。要更改为外部电源，请将跳线位置更改为 1-2。
输出使能控制引脚	JP1、JP5、JP9、JP13、JP18	2-3	下拉至 GND 以通过引脚控制选项启用输出 (OE#0、OE#4、OE#8、OE#12、OE#16)。
	JP2、JP3、JP4、JP6、JP7、JP8、JP10、JP11、JP11、JP12、JP14、JP15、JP16、JP19、JP20、JP21	-	未组装在 EVM 上。如果需要额外的输出，则需要将这些跳线及其各自的输出边缘 SMA 连接器焊接到 EVM 上。
SMBus 地址控制引脚	JP25、JP26	-	有关如何选择 SMBus 地址，请参阅表 3-6。
数字引脚	JP23、JP24	1-2	TCA 复位且 CLKPWRGD_PD# 被拉至高电平。
	JP22	1-3	SBEN 引脚 = GND
	J49	-	SN74LVC125 缓冲器使能控制引脚。默认下拉至 GND。

2.1 硬件设置

LMKDB1120 EVM 默认设置 展示了 EVM 的默认跳线配置。确保如图所示调整跳线以使用 USB 电源选项进行初始启动。

要开始使用 LMKDB1120EVM，请按照以下步骤操作。

1. 按照表 2-1 和 LMKDB1120 EVM 默认设置 所述验证 EVM 默认跳线。
2. 将 USB 电缆连接至 J51 上的 USB 端口。
3. 将 100MHz 参考时钟连接到 CLKIN_P/N。请参阅图 3-1，了解不同的输入基准配置。

图 2-1 中展示了 LMKDB1120EVM 的标记图。

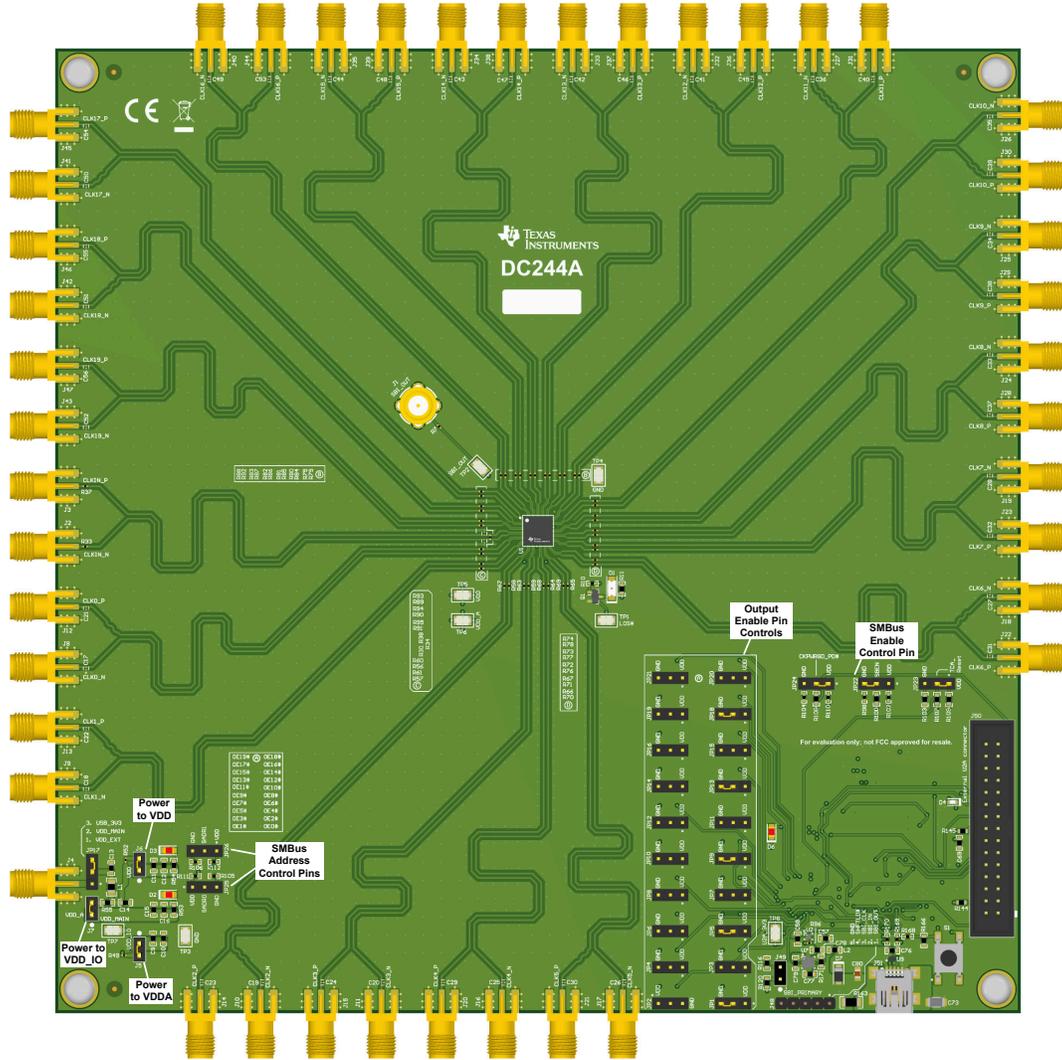


图 2-1. LMKDB1120EVM 标记图

2.2 软件设置

2.2.1 TICS Pro GUI 设置

1. 如果尚未安装，请从 TI 网站安装 TICS Pro 软件：[TICS Pro 软件 GUI](#)。
2. 启动 TICS Pro 软件。
3. 在执行此步骤之前，确保已完成节 2.1 中的步骤。选择 LMKDB1108 配置文件：*Select Device* → *Clock Distribution with Divider* → *LMKDB1108*。
4. 通过以下方式确认与电路板的通信：
 - a. 点击菜单栏中的 *USB Communication*。
 - b. 点击 *Interface* 以启动 *Communication Setup* 弹出窗口。
 - c. 确认 *Communication Setup* 弹出窗口中的以下字段：
 - i. 确保 *USB2ANY* 被选为接口。
 - ii. 如果有多个 *USB2ANY*，请选择所需的接口。如果 *USB2ANY* 当前正在另一个 TICS Pro 中使用，用户必须将接口设置更改为 *DemoMode*，从而释放该接口。
 - iii. 点击 *Identify* 使 LED 闪烁，如图 2-2 所示。点击 *Identify* 按钮后，LED 会以约 0.5 秒亮、0.5 秒灭的频率快速闪烁约 5 秒钟。这样可确认与电路板的连接。但请注意，已连接到 PC 但未通过 TICS Pro 实例连接的 *USB2ANY* 器件，可能会持续以亮 1 秒、灭 1 秒的慢速闪烁。
 - d. 确认所有字段都与图 2-3 中显示的字段匹配。

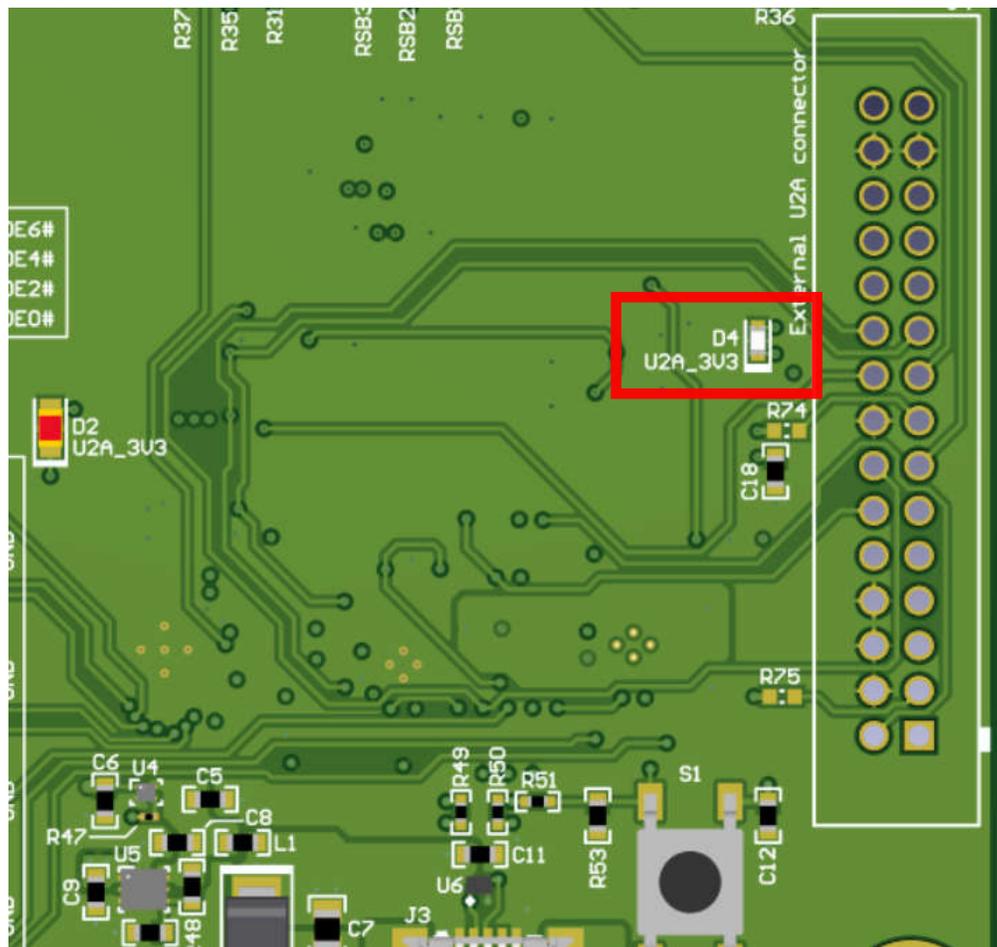


图 2-2. USB LED

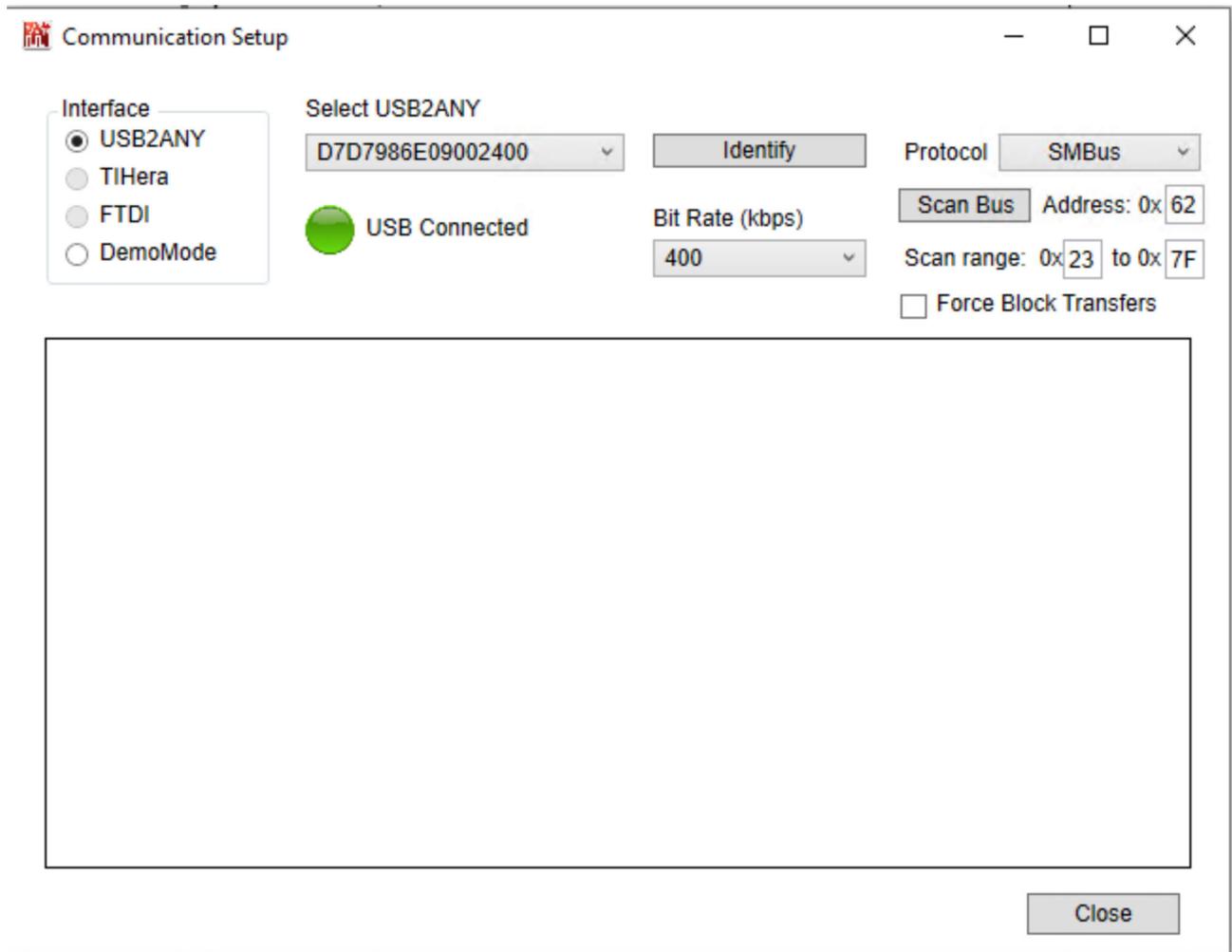


图 2-3. 通信设置

2.2.2 上电序列

默认情况下，LMKDB1120 和 GUI 以默认配置启动。使用板载 USB 电源选项时，为了避免在将 USB 电缆插入 EVM 时出现任何不正确的上电序列问题，可以执行以下步骤。

1. 完成上述所有步骤后，将 **USB 3V3** 电源引脚从低电平切换为高电平以进行电源复位。此步骤不是必需的，但如果 EVM 上的读回存在任何问题或启动不当，建议您执行此步骤。
2. 点击 *Communication Setup* 窗口中的 **Scan Bus**，可查找并更新器件地址。
3. 点击 **Read All Regs**，可更新来自器件的寄存器回读。

2.3 EVM 测量

现在可以使用示波器或相位噪声分析仪对时钟输出进行测量。

3 硬件

3.1 器件运行模式

LMKDB1120 可配置为在上电/复位 (POR) 期间以两种模式之一启动。SBEN 使能引脚决定了电源斜升期间的运行模式。以下是该器件的两种模式：

1. **仅 SMBus 模式 (EVM 默认)**：当 SBEN 引脚在上电期间设置为低电平时，SBI 接口禁用，并且输出使能 (OE) 控制只能通过 SMBus 和 OE 控制引脚访问。
2. **SBI 模式和 SMBus 模式**：当 SBEN 引脚在上电期间设置为高电平时，SBI 接口启用，并且可以通过 SBI 接口以及 SMBus 和 OE 控制引脚控制输出。引脚 L8、L10 和 E11 无法进行 OE 引脚控制，因为这些引脚用于 SBI 通信。

3.2 EVM 配置

LMKDB1120EVM 可以使用板载 MCU 配置为多种模式，并可以通过 USB 或外部电源供电。以下各节介绍了 EVM 上的电源、逻辑、时钟输入和输出接口，以及如何相应地配置 EVM。

表 3-1 中列出了一些关键元件及其参考位号。

表 3-1. 关键元件参考位号和说明

项目编号	参考位号	说明
1	U1A	LMKDB1120
2A	J4	通过 SMA 端口提供外部 VDD 选项。
2B	JP17	用以在外部或板载 3.3V USB 电源选项之间进行选择的跳线接头。
3	J2、J3	用于时钟输入的 SMA 端口 (CLKIN_P、CLKIN_N)。
4	J8 至 J47	用于时钟输出的 SMA 端口 (CLKXX_P、CLKXX_N)。
5	JP25、JP26	用以选择表 3-6 中定义的不同地址的 SADR0_tri 和 SADR1_tri 跳线接头选项。
6	JP22	用以在上电期间启用或禁用 SBI 接口的 SBEN 引脚接头跳线。
7	JP23	用于输入/输出 (IO) 扩展器的 TCA_RESET 引脚接头跳线。为了正常运行，TCA_RESET 引脚接头跳线需要连接到上拉电阻。默认配置设置为上拉。
8	JP24	用以启用或禁用 LMKDB1120 的 CLKPWRGD_PD# 引脚接头跳线。
11A	J48	用于菊花链选项的 SBI 连接器接头跳线。
11B	J49	用以禁用 EVM 上的 U3A、U3B、U3C、U3D 缓冲区部分的 SBI_PRIMARY 接头跳线选项。
12	U2	USB 电源选项 LDO。
13	U3A、U3B、U3C、U3D	SBI 线路上用于菊花链配置的 Hi-Z 缓冲区部分。
14	U4	用以在 OE#5、OE#6 和 OE#10 引脚上的 MCU 和 IO 扩展器选项之间进行选择的三路复用器部分。
15	U5	用于所有 OE# 引脚控制的 IO 扩展器。
16	U8	MSP430F5529IPN MCU。

3.2.1 电源

LMKDB1120 具有 VDDA 和 VDD 电源引脚，工作电压为 $1.8V \pm 10\%$ 和 $3.3V \pm 10\%$ 。EVM 有两种不同的方法为器件供电，如表 3-2 所示。

对于 3.3V 电源选项，EVM 具有默认选择的板载 LDO，以减少对外部电源的需求，并通过 PC 使用 USB 电缆操作 EVM。

要在 EVM 上使用 $1.8V \pm 10\%$ 电源，可使用 J4 强制施加外部电源电压。

表 3-2. EVM 电源模式

EVM 电源模式	位号	位置	电源电压	说明
外部	J4	外部电源	1.8V ± 10% , 3.3V ± 10%	选择外部电源选项。
	JP17	1-2		
USB (默认值)	J4	未连接	3.3V ± 10%	选择 USB 3.3V 电源选项。
	JP17	2-3		

3.2.2 逻辑输入与输出

LMKDB1120 上的逻辑输入和输出引脚提供了用于选择器件功能模式、输出启用和禁用控制、信号丢失 (LOS) 检测和各種器件地址选择的不同选项。以下部分介绍了不同输入和输出逻辑引脚的功能。输入引脚的电压电平可以通过 TICS Pro GUI 或使用表 3-1 中指定的板载跳线进行设置。

表 3-3. 器件启动模式

SBEN_EN 输入电平	启动模式
低电平 (默认)	SBI 处于无效状态
高	SBI 有效

表 3-4. 输出使能引脚控制

OE0# 至 OE19# 输入电平	输出状态
低电平 (默认)	有效
高	无效

表 3-5. 信号丢失检测 (LOS)

LOSb 输出电平 (状态引脚)	LOS 状态
低	检测到
高	未检测到

表 3-6. SMBus 地址解码

地址选择		二进制值								十六进制值	
SADR1_t ri	SADR0_t ri	7	6	5	4	3	2	1	Rd/Wrt	不含 Rd/wrt	含 Rd/wrt
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	6C	D8
	M	1	1	0	1	1	0	1	0	6D	DA
	1	1	1	0	1	1	1	1	0	6F	DE
M	0	1	1	0	0	0	0	1	0	61	C2
	M	1	1	0	0	0	1	0	0	62	C4
	1	1	1	0	0	0	1	1	0	63	C6
1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	65	CA
	M	1	1	0	0	1	1	0	0	66	CC
	1	1	1	0	0	1	1	1	0	67	CE

备注

器件的 SMBus 地址为 Bits[7:1]。十六进制值中通常包含 Rd/Wrt 位，具体取决于不同的供应商。含 **Rd/Wrt** 列显示了 Rd/Wrt 值被视为 0 时的十六进制值，而不含 **Rd/Wrt** 是 SMBus 地址。

3.2.3 时钟输入

LMKDB1120 可根据输入摆幅和共模电压支持不同的输入接口。有四种输入接口类型，可以使用外部元件和内部端接方案在 LMKDB1120 上进行配置，如图 3-1 所示。如果使用信号发生器，请确保使用 $100\ \Omega$ 电阻器填充 $R34$ ，或者使用内部或外部 $50\ \Omega$ 终端接地。

1. 直流耦合 HCSL/LP HCSL 输入。
2. 直流耦合 LVDS 输入。
3. 外部交流耦合输入。
4. 内部 $50\ \Omega$ 接地端子。

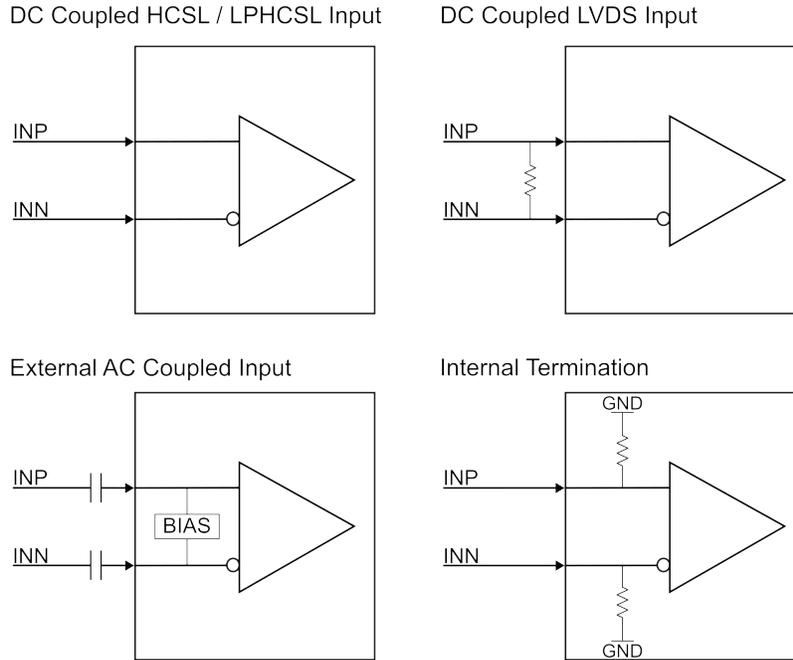


图 3-1. 输入接口

表 3-7 概述了如何设置 LMKDB1120 支持的所有不同接口。

表 3-7. 输入接口

输入接口	配置
直流耦合 HCSL 或 LP-HCSL	这是默认 EVM 和器件配置。 $R33$ 和 $R37$ 值为 $0\ \Omega$ ， <i>Input</i> 页面上的 <i>Input Interface Type</i> 选为 <i>DC Coupled</i> 。
直流耦合 LVDS 输入	使用 $100\ \Omega$ 电阻器填充 $R34$ ，并将 <i>Input</i> 页面上的 <i>Input Interface Type</i> 设置为 <i>DC Coupled</i> 。
外部交流耦合输入	将 $R33$ 和 $R37$ 替换为 $0.1\ \mu\text{F}$ 电容器，并将 <i>Input</i> 页面上的 <i>Input Interface Type</i> 设置为 <i>AC Coupled</i> 。
内部端接	要启用内部 $50\ \Omega$ 接地端接，请将 <i>Input</i> 页面上的 <i>Input Termination</i> 设置为 <i>Enabled</i> 。

3.2.4 时钟输出

LMKDB1120 有 20 个差分时钟输出 (CLK[19:0]_P/N)。

所有输出都与 2pF 的容性负载直流耦合。CLK0_P/N、CLK4_P/N、CLK8_P/N、CLK12_P/N 和 CLK16_P/N 在 EVM 上组装了用于测量的 SMA 端口。为了评估所有其他输出，需要焊接 SMA 端口，以便将输出连接到测量仪器。

警告

不得将直流耦合时钟直接连接到无法接受 0V 以上直流电压的射频设备，例如频谱分析仪和相位噪声分析仪。

3.2.5 状态输出、LED 和测试点

LMKDB1120EVM 具有来自 LMKDB1120 的状态输出信号、LED 和测试点，用于监控电路板上的信号电压和电源电压。表 3-8 汇总了电路板上的所有状态信号和测试点。

表 3-8. 状态输出、LED 和测试点

功能或测试信号	状态引脚/LED 位号	说明
LOSb	TP1	用于监控 LOSb 状态的测试点。
	D1	用于 LOSb 检测的 LED 状态灯。
SBI OUT	J1	SBI OUT 引脚的 SMA 端口。
	TP2	SBI OUT 引脚的附加测试点。
	J48	用于 SBI OUT、SBI_IN、SBI_DATA 和 SHFT_LD# 引脚的跳线接头，可将菊花链所需的所有信号连接到一处。
VDDA	D2	VDDA 电源引脚的 LED 状态灯。
	TP6	VDDA 电源引脚的测试点。
VDD	D3	VDD 电源引脚的 LED 状态灯。
	TP5	VDD 电源引脚的测试点。
VDD_MAIN	TP7	用以测量通过 JP17 从 USB 选项或外部选项中选择 VDD 电源的测试点。
GND	TP3、TP4	电路板上针对 GND 基准的测试点。
USB LED	D6	用以验证与电路板的 USB2ANY 通信的 USB LED 状态灯。
U2A_3V3	D4	USB2ANY LDO 电源状态 LED。
	TP8	USB2ANY LDO 电源引脚的测试点。

4 软件

4.1 TICS Pro LMKDB1120 软件

LMKDB1120 TICS Pro GUI 提供了通过 SMBus、SBI 和 OE 引脚选项与器件交互的完整功能。TI 建议在评估 LMKDB1120EVM 时使用 GUI 界面，以充分利用 EVM 的所有功能。GUI 界面包含 *User Controls* 和 *Raw Register* 页面，可直接写入每个寄存器位或字段值。GUI 界面还包含 *Input*、*Device Info* 和 *Output* 页面，可用于评估器件上可用的功能。以下各节介绍了每个页面的详细信息。

4.1.1 输入

“Input” 页面用于配置不同输入模式和回读信号丢失 (LOSb) 的实时状态，如图 4-1 所示。

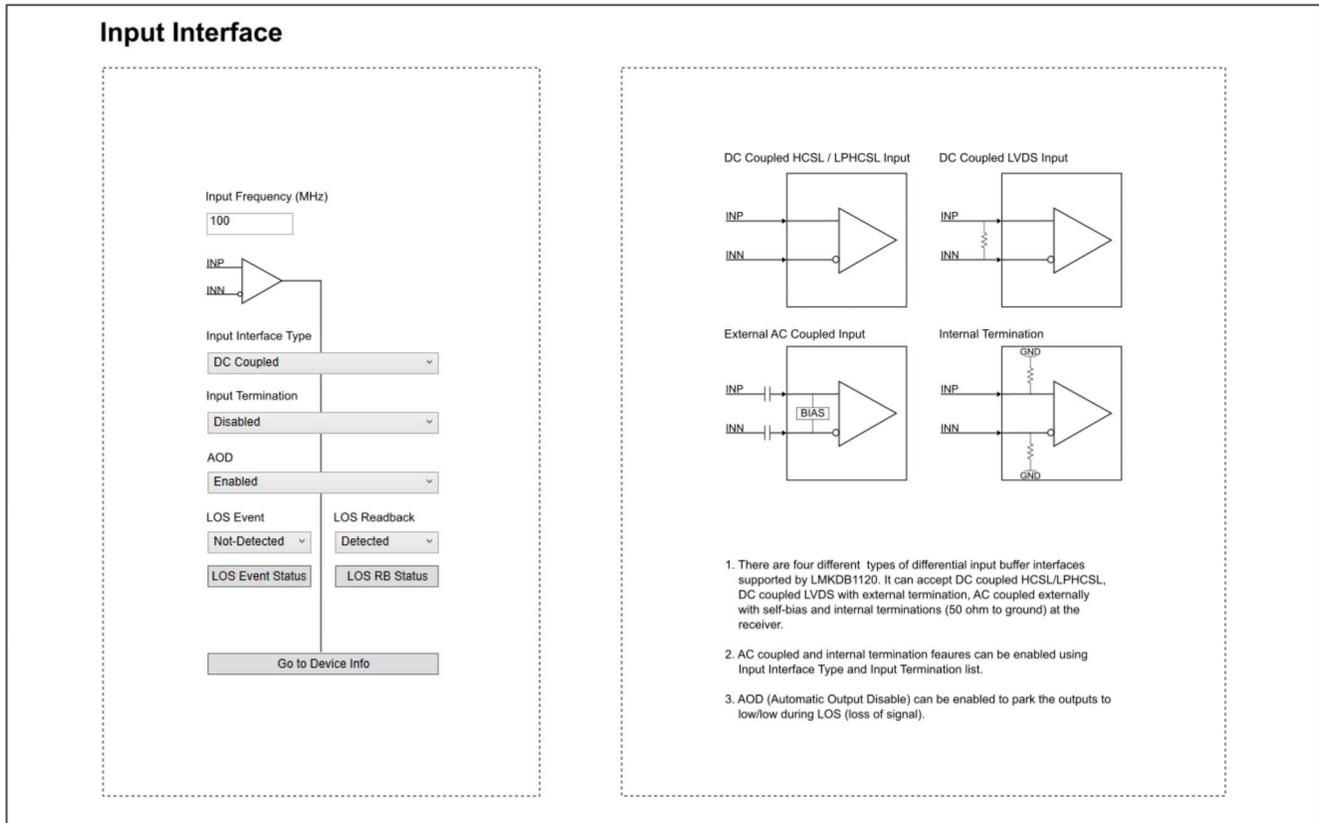


图 4-1. 输入接口

4.1.1.1 输入接口类型

“Input Interface Type” 可以配置为交流耦合或直流耦合。交流耦合选项为所连接的时钟输入提供内部偏置。

4.1.1.2 输入端接

可以使用 *Input Termination* 下拉菜单启用或禁用内部 50 至接地端接。

4.1.1.3 自动输出禁用 (AOD)

可以使用此控制来启用或禁用自动输出禁用 (AOD)。LMKDB1120 上默认启用 AOD。当在输入上检测到信号丢失 (LOS) 时，AOD 会在低电平时禁用输出。当 AOD 被禁用时，在直流状态下输出会跟随输入时钟。

4.1.1.4 LOS 事件

LOS 事件状态提供了发生信号丢失 (LOS) 事件的信息。确保通过写入 1 或从 *LOS Event* 下拉菜单中选择 *Detected* 来清除 LOS 事件。

4.1.1.5 LOS 读回

LOS 读回提供信号丢失检测的实时状态。

4.1.2 器件信息和 EVM 设置

Device Info 页面包含三个不同部分和 LMKDB1120EVM 信息。

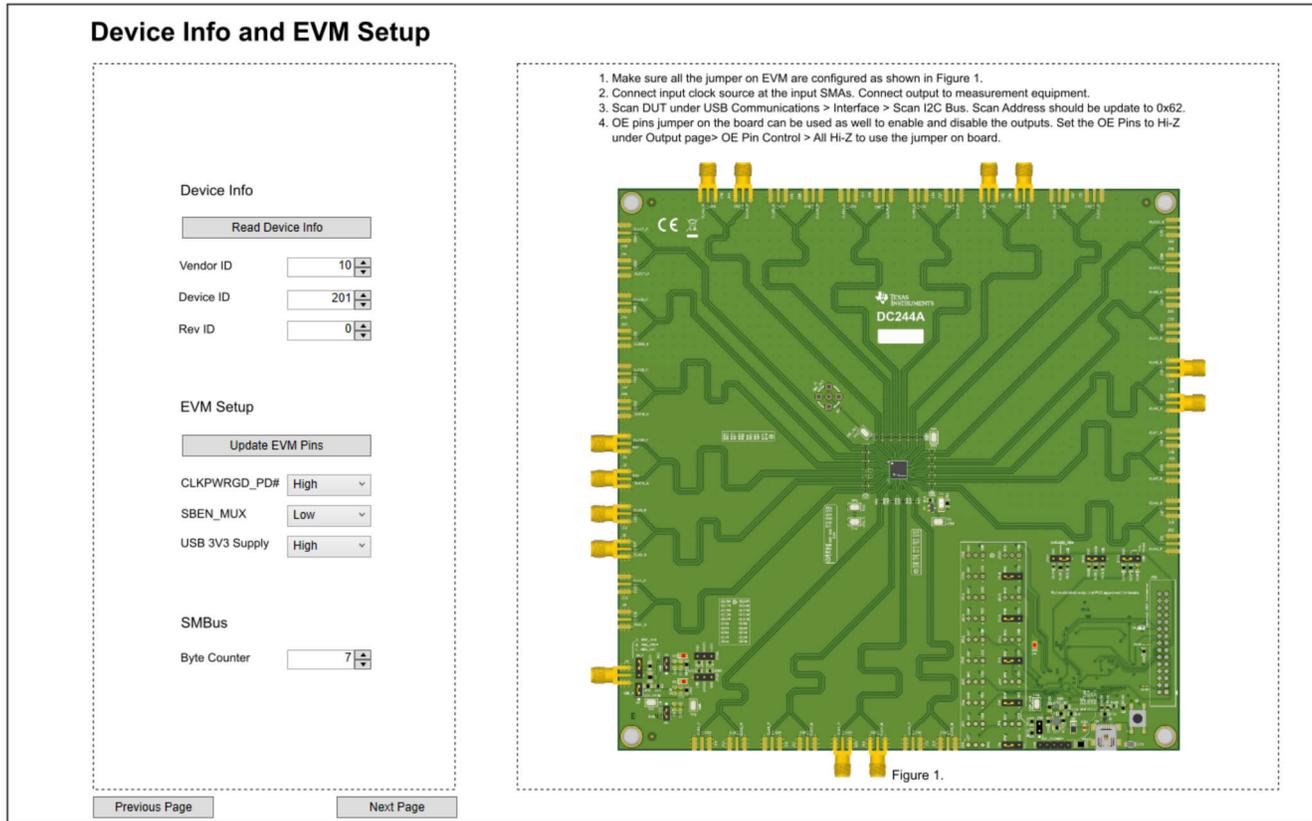


图 4-2. 器件信息

4.1.2.1 器件信息

本节包含以下与器件相关的信息，可以使用 *Read Device Info* 按钮读回这些信息。

1. 供应商 ID
2. 器件 ID
3. 版本 ID

4.1.2.2 EVM 设置

EVM 设置具有用于配置器件的关键引脚。下表概述了每个引脚选项的用法。

表 4-1. CLKPWRGD_PD#

引脚电平	功能
低	LMKDB1120 断电模式。
高	LMKDB1120 正常运行模式 (默认)。
高阻态	选择高阻态后，可以使用板载接头跳线 JP24 来在引脚上强制施加外部电压。

表 4-2. SBEN_MUX

引脚电平	功能
低	SBEN MUX (U4) 通过 IO 扩展器配置为引脚 OE5#、OE6# 和 OE10# 的 OE 选项 (默认)。

表 4-2. SBEN_MUX (续)

引脚电平	功能
高	SBEN_MUX (U4) 针对 SBI_IN、SBI_DATA 和 SHFT_LD# 切换到 USB2ANY MCU。在器件上以该设置复位电源后，SBI 变为可用。输出页面上有 <i>Enable SBI Control</i> 按钮，可自动配置所有设置。
高阻态	选择高阻态后，可以使用板载接头跳线在引脚上强制施加外部电压。

4.1.2.3 SMBus

字节计数器值决定块读取操作期间寄存器读回的次数。

4.1.3 输出

TICS Pro 中的输出页面包含通过 SMBus、OE 引脚和 SBI 实现的时钟输出控件。

Output Enable Controls (OE)

The screenshot displays three main sections of the GUI:

- SMBus:** Includes Global Output Amplitude (750 mV), SMBus Output Control (checkboxes for CLK0-19), SBI Mask Registers (checkboxes for MASK0-19), OE Pin Readback (checkboxes for RB_OEb_5-12), and Output Slew Rate Control (sliders for SLEWRATE_OPT_1-4 and dropdowns for CLK0-19).
- OE Pin Control:** Features an 'Update All Pins' button, 'All Low', 'All High', and 'All Hi-Z' buttons, and a grid of 'Set Pin OE#' dropdowns (OE0#-OE19#) all set to 'Low'. A note explains that OE pins are externally controlled and that Low means output enabled, while High means output disabled.
- Side Band Interface (SBI):** Shows 'Set Pin SBEN' set to 'Low', an 'Enable SBI Control' button, 'SBI Pin Status' (Read SBEN, RB_SBI_ENQ), 'SBI Output Control' (checkboxes for ckCLK0-19), 'SBI Clock Freq' (2 KHz), and an 'SBI Latch Enable' button. A note states that SBI output control requires the SBEN pin to be high during power-up and provides manual and automated methods for enabling SBI mode.

A 'Previous Page' button is located at the bottom left of the screenshot.

图 4-3. 输出

4.1.3.1 SMBus

SMBus 可用于控制输出端上的以下参数：

1. 全局输出振幅：将输出 VOD (单端摆幅) 设置为 600mV 至 975mV，步长大小为 25mV。
2. SMBus 输出控制：通过寄存器位启用或禁用 CLK0 至 CLK19。
3. 输出压摆率控制：对特定输出的压摆率值进行编程。
4. SBI 屏蔽寄存器：启用或禁用 SBI 屏蔽位。当屏蔽位使能时，通过 SMBus 控制输出，SBI 控制对输出没有任何影响。当关键输出需要保持开启时，可使用此参数。
5. OE# 引脚读回：读取 OE# 引脚的状态。

4.1.3.1.1 可编程输出压摆率控制

LMKDB1120 具有 16 个不同的压摆率选项，可供分配给输出。0x0 是最快的压摆率设置，0xF 是最慢的压摆率设置。要设置每个输出的压摆率，请执行以下步骤：

1. 共有四个不同的寄存器 SLEWRATE_OPT#，可存储多达四个不同的压摆率。通过向每个 SLEWRATE_OPT# 寄存器分配从 0x0 (最快) 到 0xF (最慢) 的值来选择所需的压摆率。为每个 SLEWRATE_OPT# 寄存器设置的默认值可在表 4-3 中找到。
 - a. 例如，如果需要最快、第二快和最慢的压摆率，请将 0x0、0x1 和 0xF 分别赋值给寄存器 SLEWRATE_OPT#。SLEWRATE_OPT1 = 0x0 (最快)，SLEWRATE_OPT2 = 0x1 (第二快)，SLEWRATE_OPT3 = 0xF (最慢)。不必对 SLEWRATE_OPT4 赋值，但如果您希望将多个寄存器设置为相同的压摆率，则可以将 SLEWRATE_OPT4 分配给之前三种设置中的任何一个。在本示例中，SLEWRATE_OPT4 = 0xF (最慢) 如图 4-4 所示。

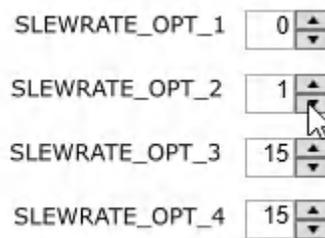


图 4-4. TICS Pro 中的 SLEWRATE_OPT# 分配示例

表 4-3. 默认 SLEWRATE_OPT_# 值

寄存器字段名称	默认值	默认压摆率
SLEWRATE_OPT_1	0x0	最快
SLEWRATE_OPT_2	0x6	快
SLEWRATE_OPT_3	0xA	慢
SLEWRATE_OPT_4	0xF	最慢

2. 使用 *Output Slew Rate Control* 部分下的下拉菜单为每个输出设置压摆率。所有输出的默认 SLEWRATE_OPT# 寄存器赋值为 SLEWRATE_OPT2，其默认压摆率为 0x6。
 - a. 按照步骤 1a 中的示例，如果希望 CLK0、CLK1、CLK2 和 CLK3 具有最快的压摆率，CLK4 和 CLK7 具有最慢的压摆率，并且 CLK5 和 CLK6 具有第二快的压摆率，请将 CLK0、CLK1、CLK2 和 CLK3 的下拉菜单设置为 OPT_1，将 CLK4 和 CLK7 设置为 OPT_3 或 OPT_4，并将 CLK5 和 CLK6 设置为 OPT_2，如图 4-5 所示。重复该步骤，设置其他 12 个输出的压摆率。

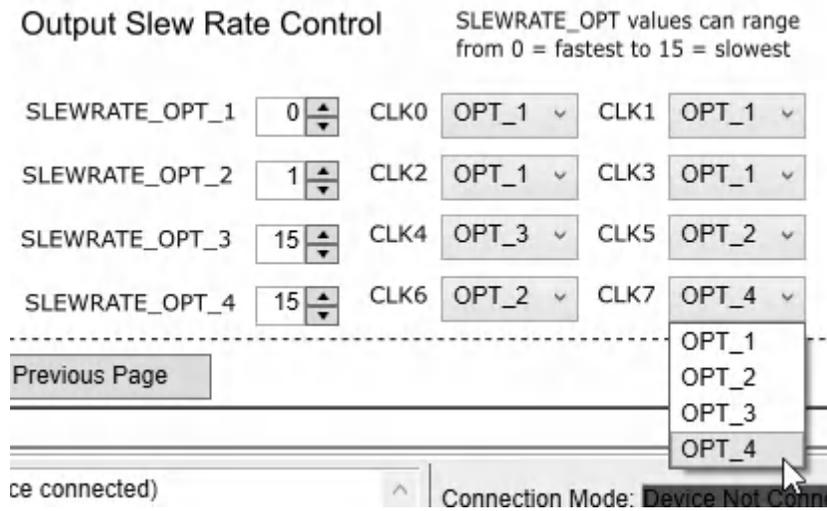


图 4-5. TICS Pro 中的输出压摆率设置示例

4.1.3.2 OE 引脚控制

LMKDB1120EVM 具有板载 IO 扩展器，可为 OE# 引脚提供输出使能和禁用控制。无需板载接头，即可使用 GUI 在所有引脚上设置低电压和高电压电平。如果使用了板载接头，则使用输出页面上 OE 引脚控制下的 *All Hi-Z* 按钮将所有 OE# 引脚设置为 Hi-Z。

4.1.3.3 边带接口 (SBI)

可以使用输出页面上提供的控件来评估边带接口。有两种方法可用于在 LMKDB1120 上启用 SBI。

1. 自动：当在 EVM 上使用板载 USB 电源选项时，点击 *Enable SBI Control* 按钮会将 LMKDB1120 配置为 SBI 模式。
2. 手动：此方法需要将引脚 *SBEN* 设置为高电平，然后在电路板上进行下电上电。当使用外部电源选项或不使用 *Enable SBI Control* 按钮时，需要执行此操作。重新启动后，LMKDB1120 上将启用 SBI。

使用上述任何方法后，按 *Read SBEN* 以验证器件上 SBI 模式的状态。使用 CLK0 至 CLK19 的复选框来启用 (选中) 或禁用 (未选中) 所需的输出。选中后，点击 *SBI Latch Enable* 将数据加载到移位寄存器中。

5 实现结果

5.1 典型相位噪声特性

图 5-1 展示了由 SMA100B 生成的 156.25MHz 基准时钟输入的典型相位噪声性能。

LMKDB1120EVM 配置为级联模式以获得以下测量结果：

1. SMA100B → LMKDB1120EVM 输入。然后，从 LMKDB1120EVM 传输到辅助 LMKDB1120 EVM。这样做是为了在输入端获得良好的转换率。也可以使用诸如削波电路之类的其他方法从 SMA100B 获取所需的转换率和方波形式。
2. 通过平衡-非平衡变压器测量输出相位噪声，以将 LMKDB1120 的差分波形转换为相位噪声分析仪的单端波形。

如下面的图 5-1 中所示，基准输入抖动为 36.7fs。如图 5-2 所示，在 LMKDB1120 输出端测得的抖动为 43.7fs。经计算，LMKDB1120 的典型附加抖动约为 24fs。

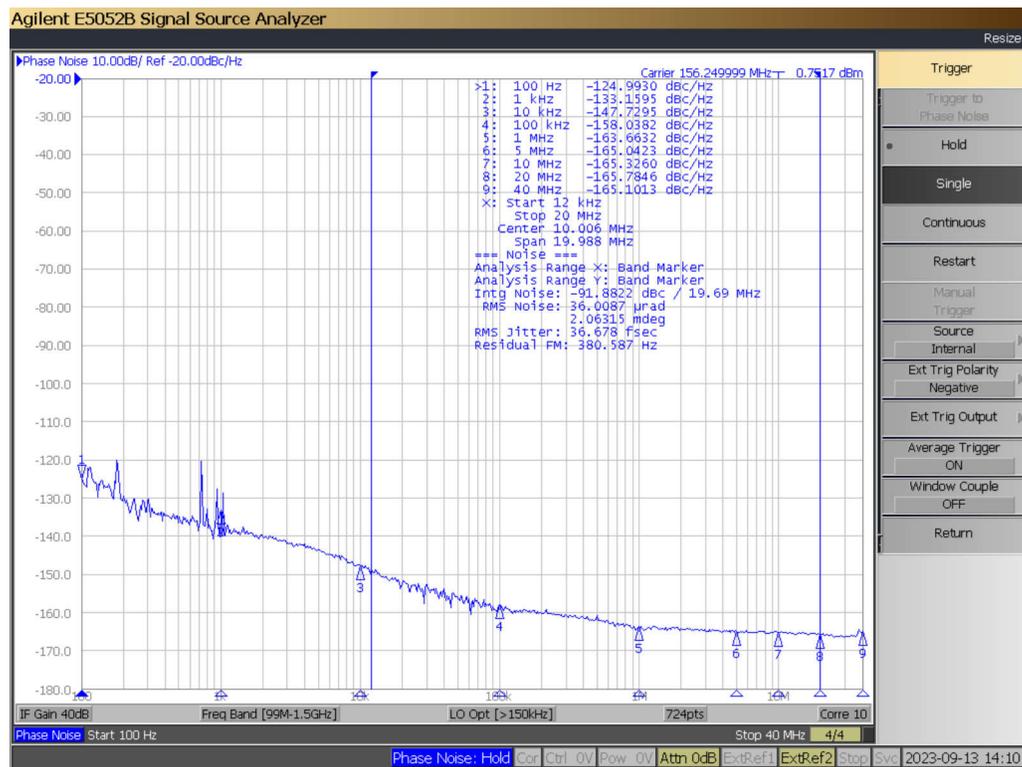


图 5-1. 参考时钟输入相位噪声

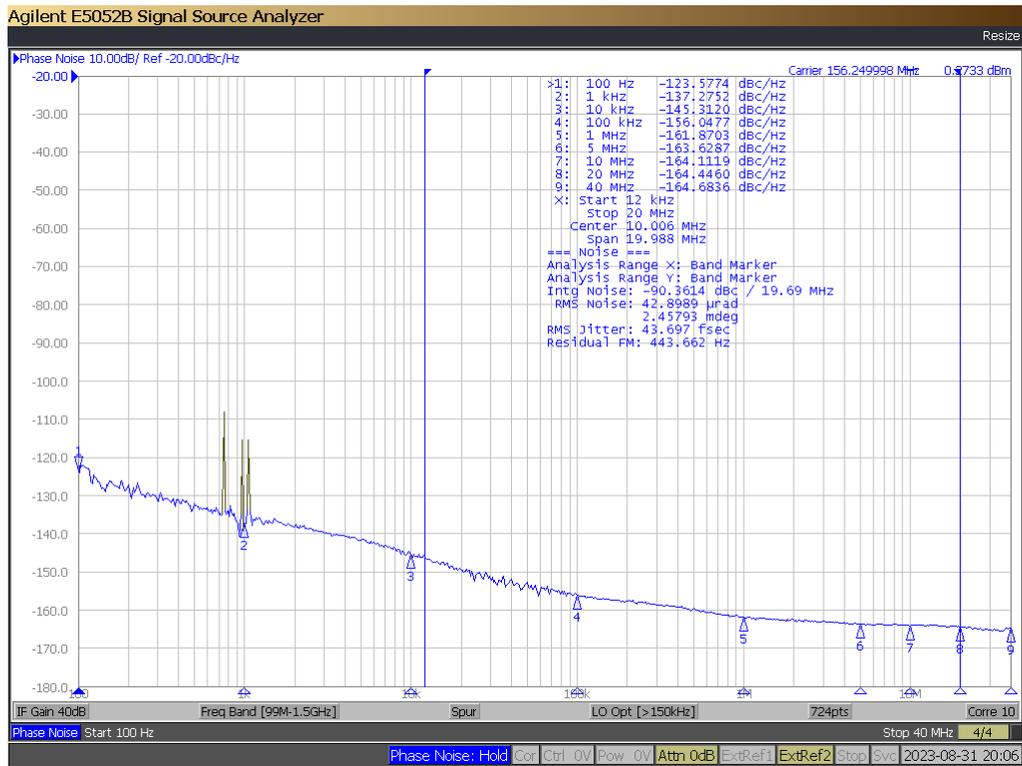


图 5-2. LMKDB1120 输出时钟相位噪声

6 硬件设计文件

6.1 原理图

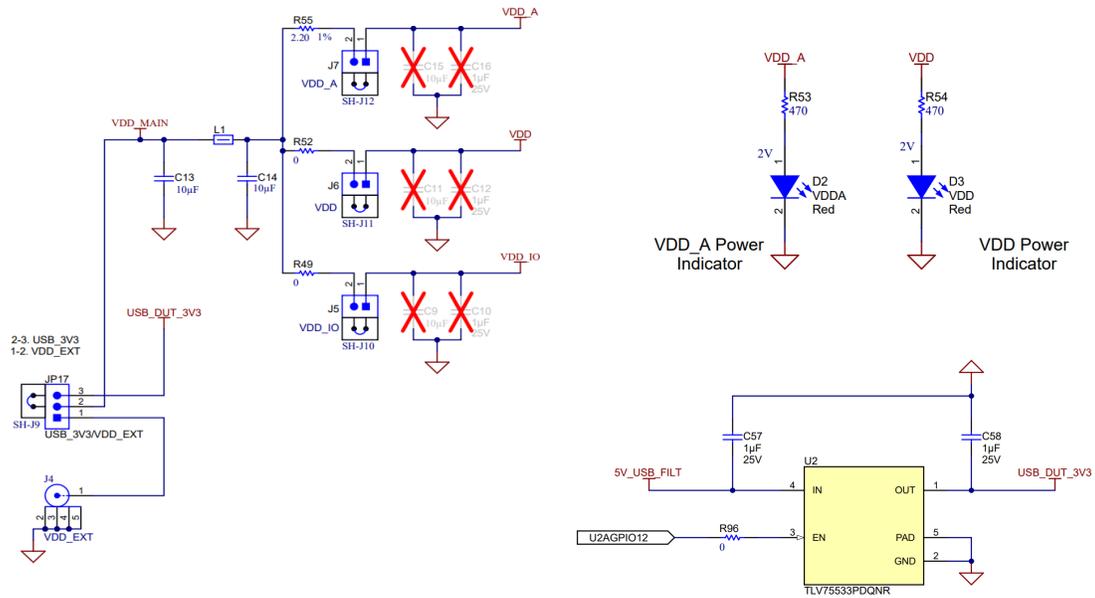


图 6-1. 电源 (外部和 USB 选项)

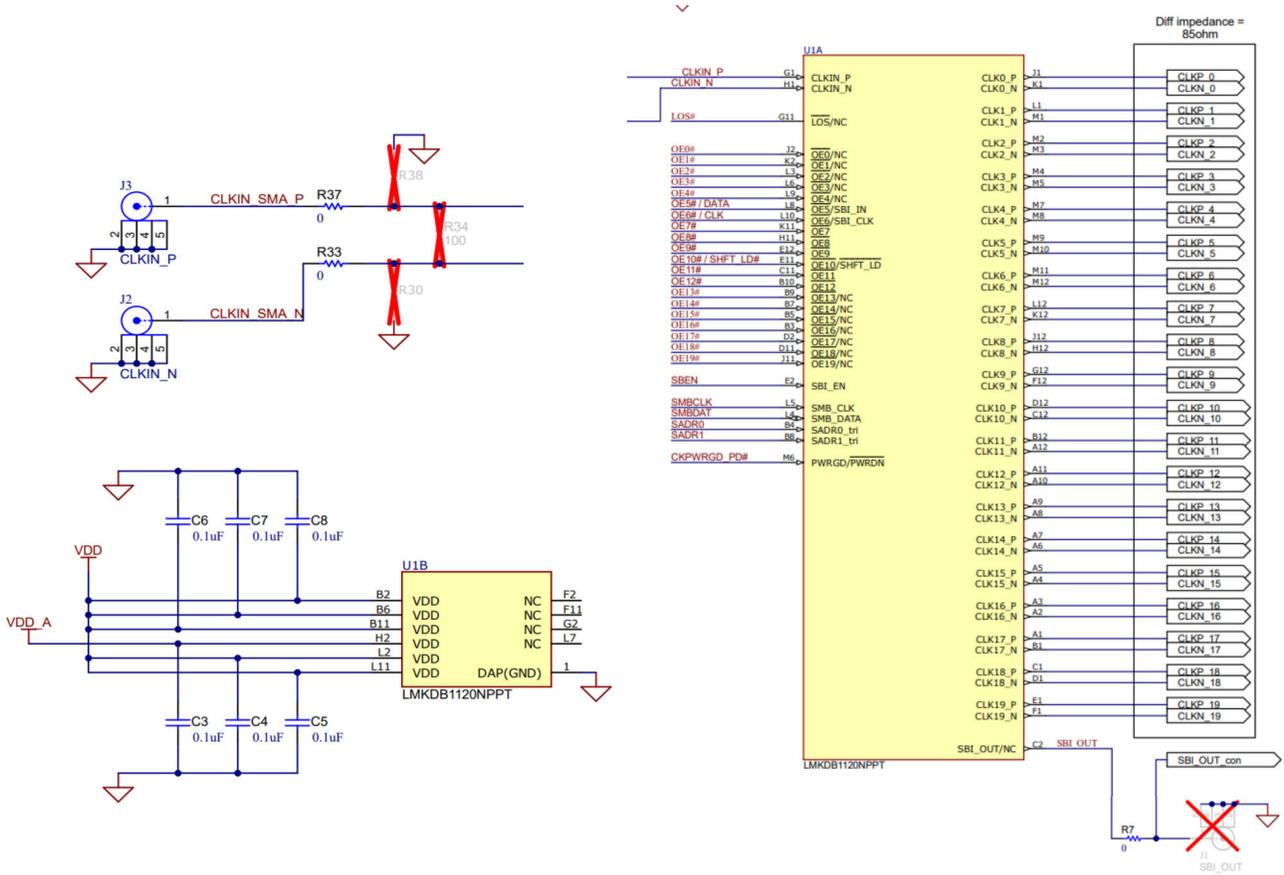


图 6-2. LMKDB1120 器件和 CLKIN_P/N 参考

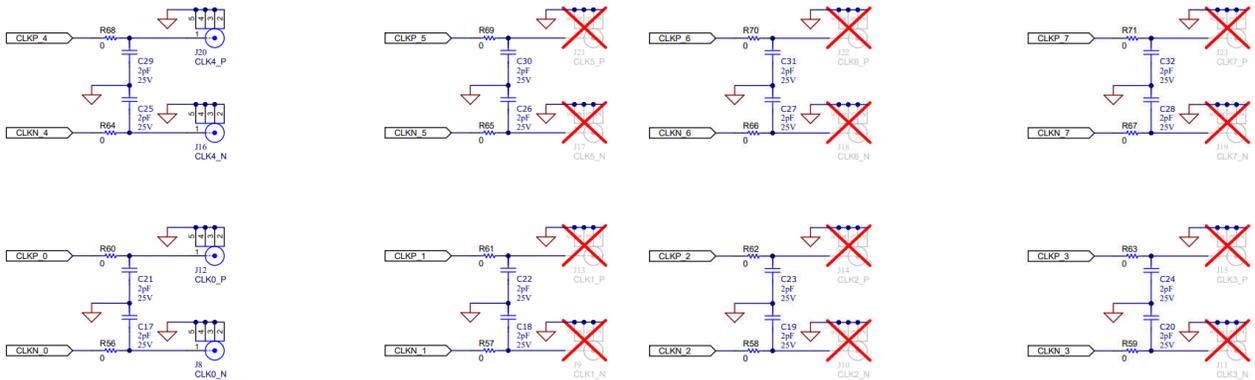


图 6-3. 时钟输出 CLK0 至 CLK7

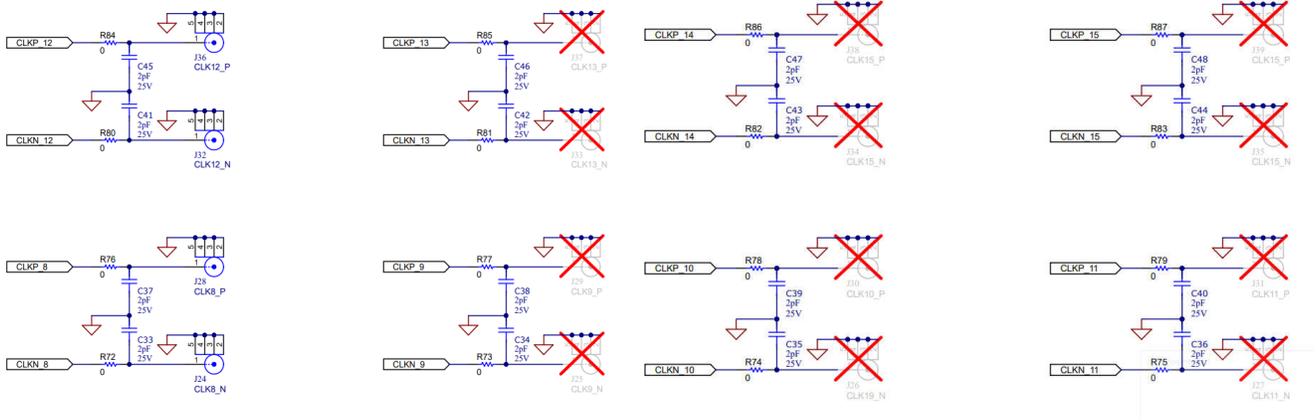


图 6-4. 时钟输出 CLK8 至 CLK15

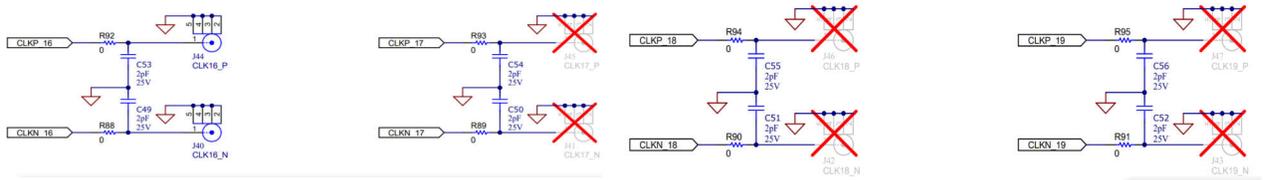


图 6-5. 时钟输出 CLK16 至 CLK19

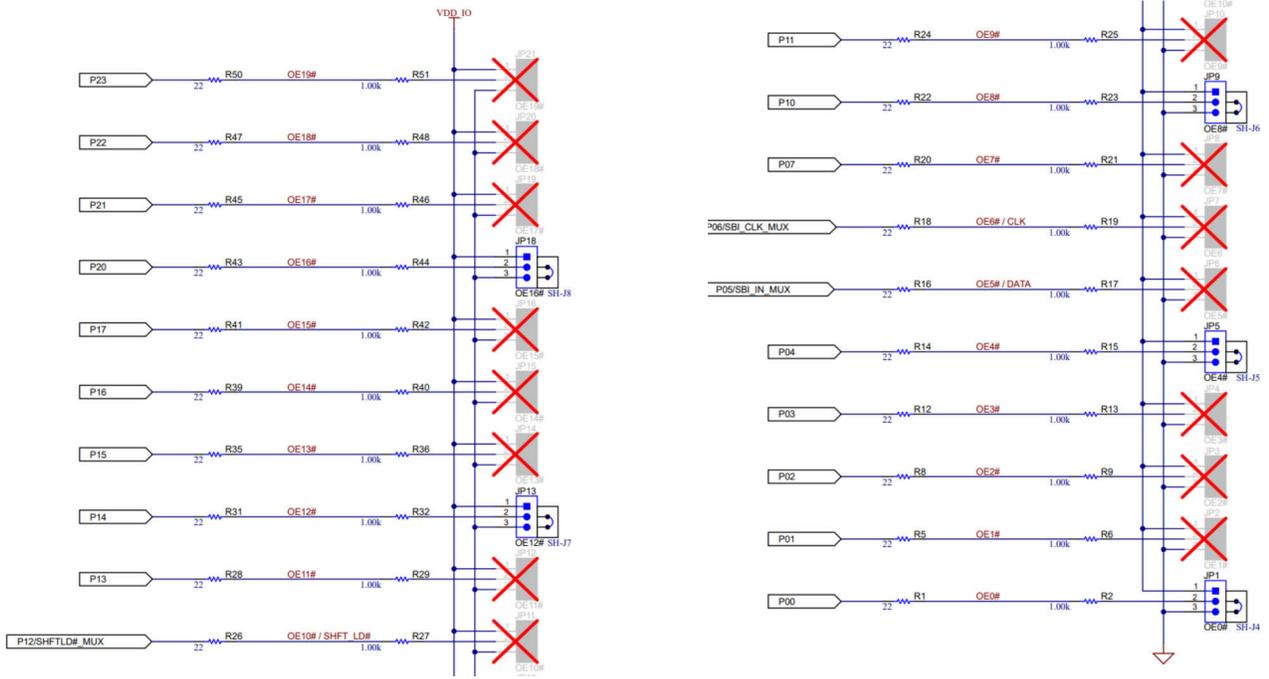


图 6-6. 输出使能引脚 (OE#)

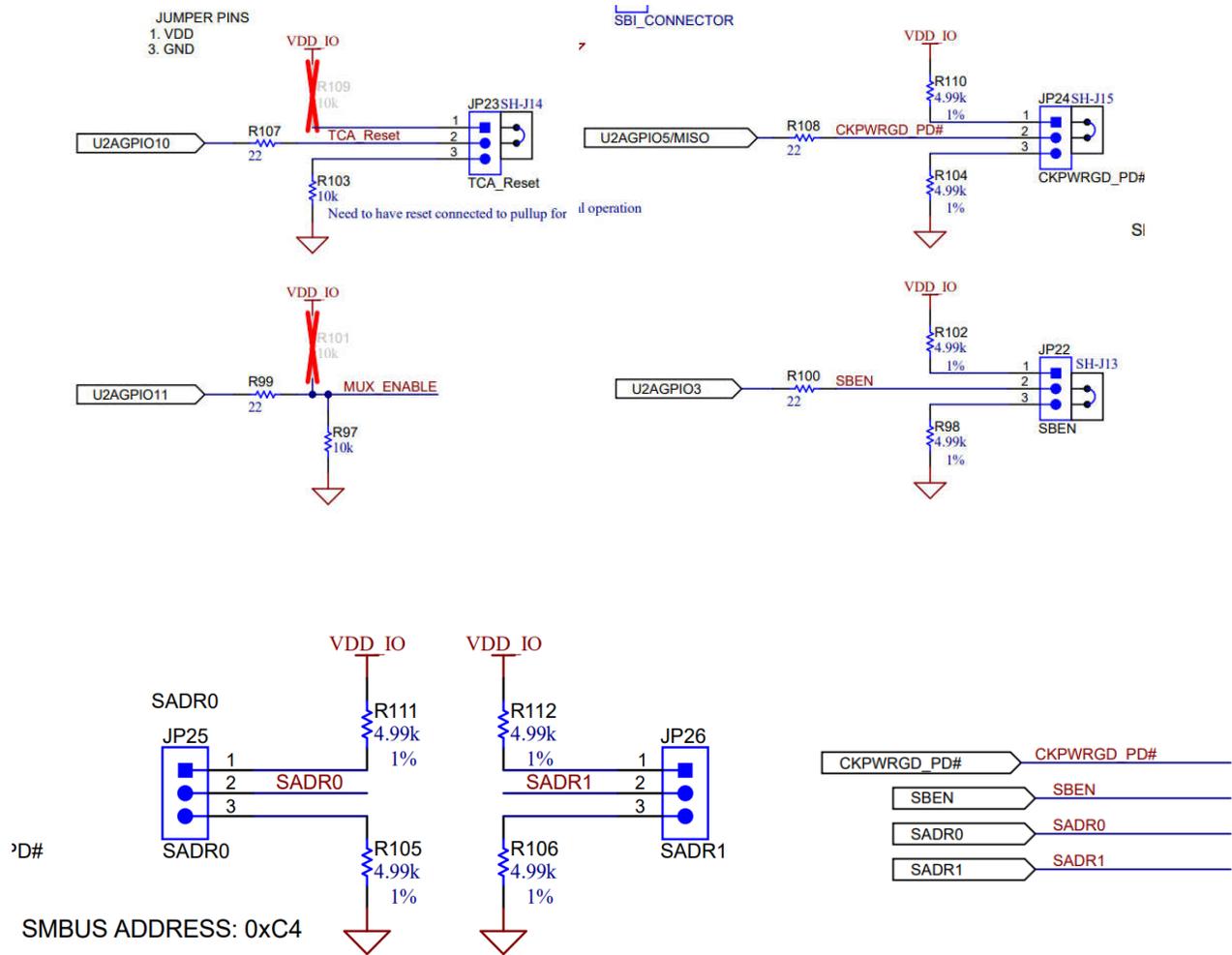


图 6-7. 逻辑 I/O 跳线

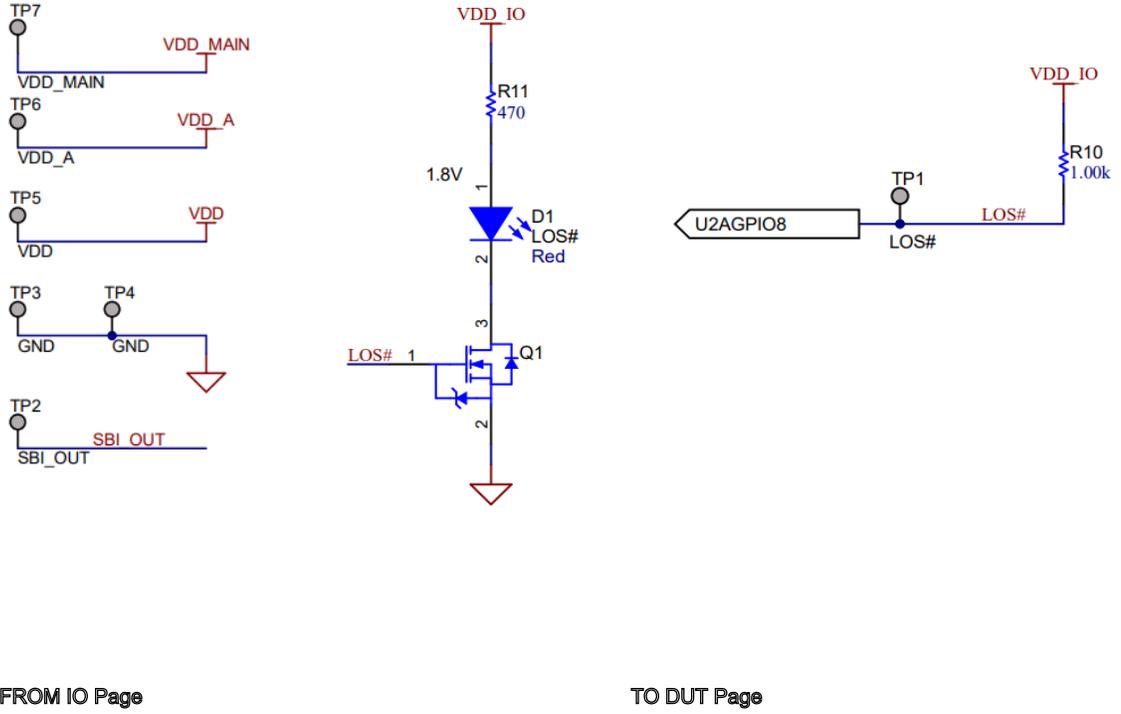


图 6-8. 状态 LED 和测试点

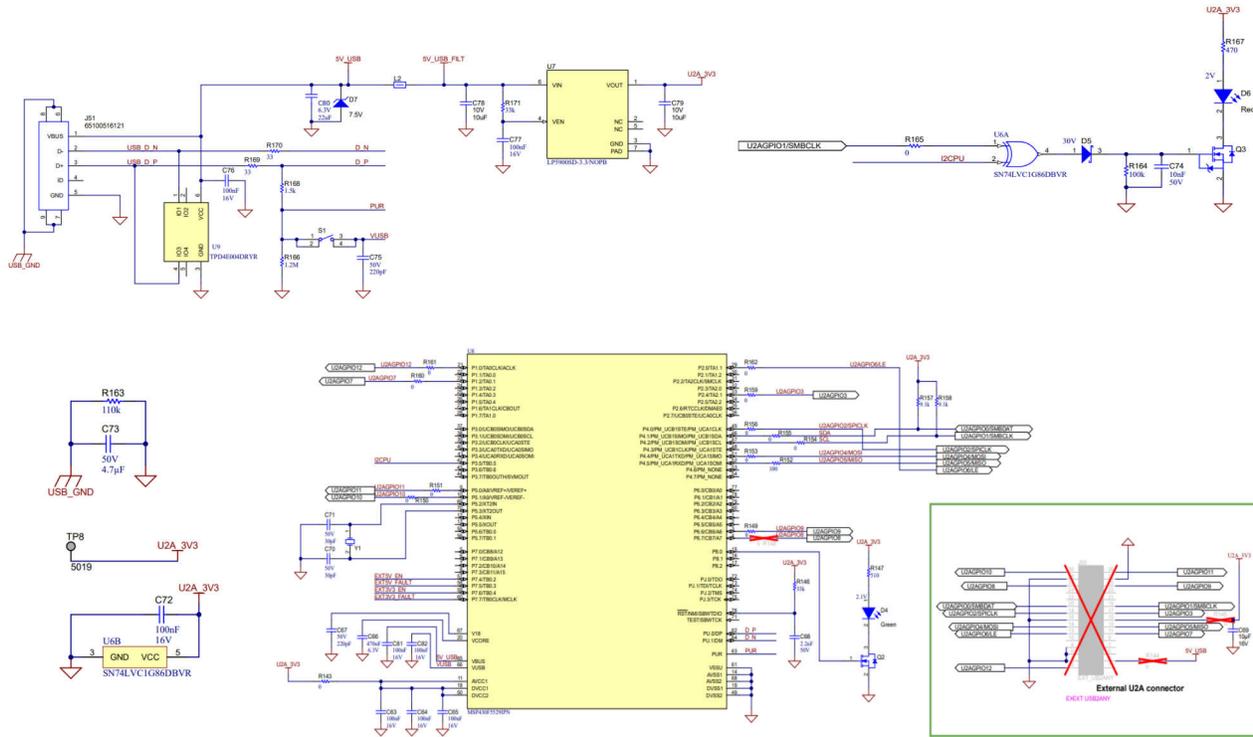


图 6-9. USB 原理图

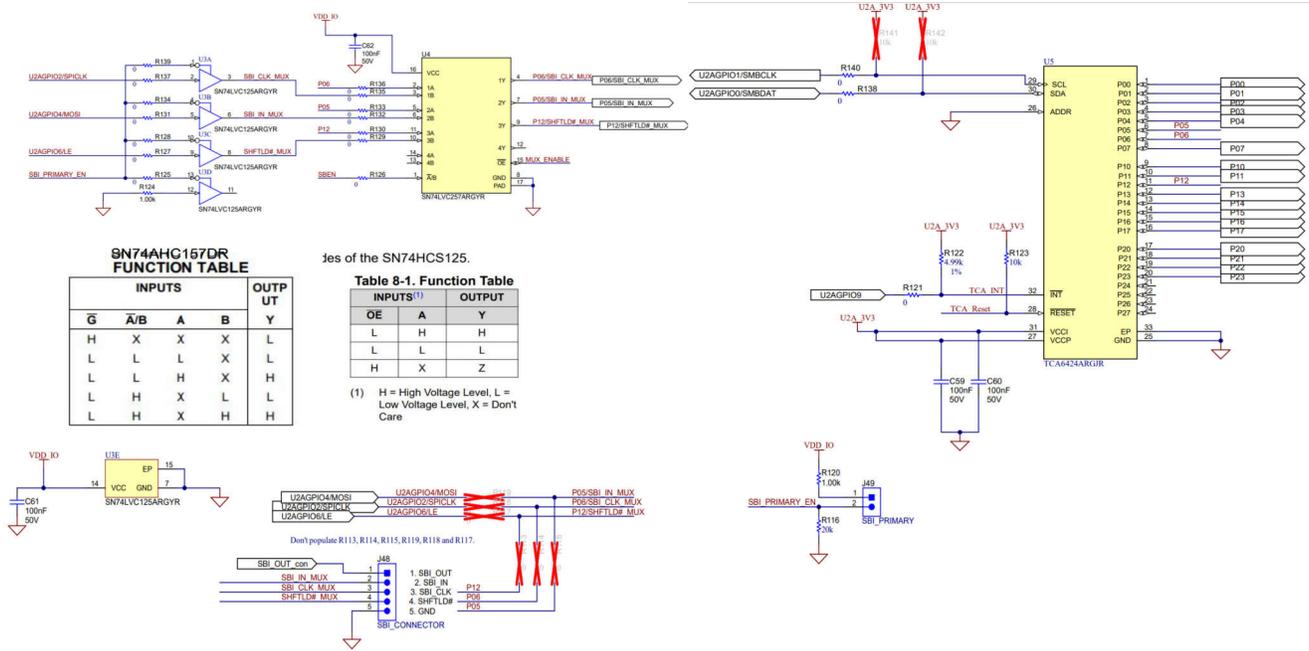


图 6-10. 用于 SBI 和 OE 引脚控制的 I/O 扩展器、多路复用器和缓冲器

6.2 PCB 布局

Layer Stackup :

Layer	Name	Material	Thickness	Constant	Board Layer Stack
	Top Overlay				
	Top Solder	Solder Resist	0.80mil	3.5	
1	Top Layer	Copper	2.10mil		
	Dielectric 1	FR-4 High Tg	6.00mil	4.2	
2	GND 1	Copper	1.40mil		
	Dielectric 2	FR-4 High Tg	10.00mil	4.2	
3	Signal 1	Copper	1.40mil		
	Dielectric 3	FR-4 High Tg	18.60mil	4.2	
4	PWR	Copper	1.40mil		
	Dielectric 4	FR-4 High Tg	10.00mil	4.2	
5	GND 2	Copper	1.40mil		
	Dielectric 5	FR-4 High Tg	6.00mil	4.2	
6	Bottom Layer	Copper	2.10mil		
	Bottom Solder	Solder Resist	0.80mil	3.5	
	Bottom Overlay				

图 6-11. 层堆叠

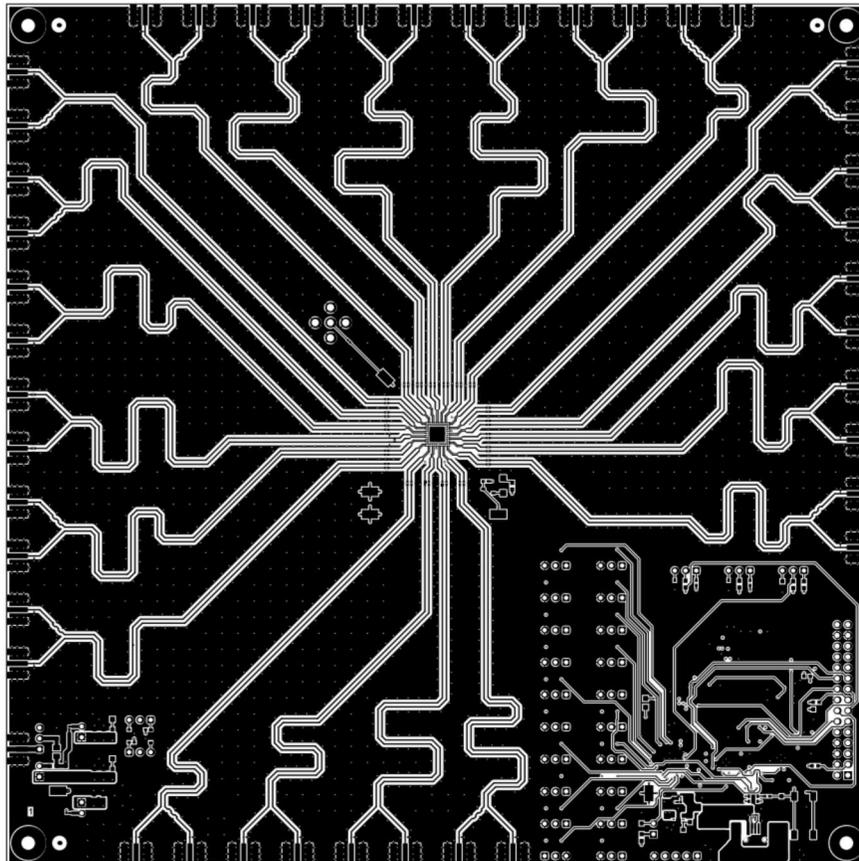


图 6-12. 顶层 (CLKIN / CLKOUT 信号)

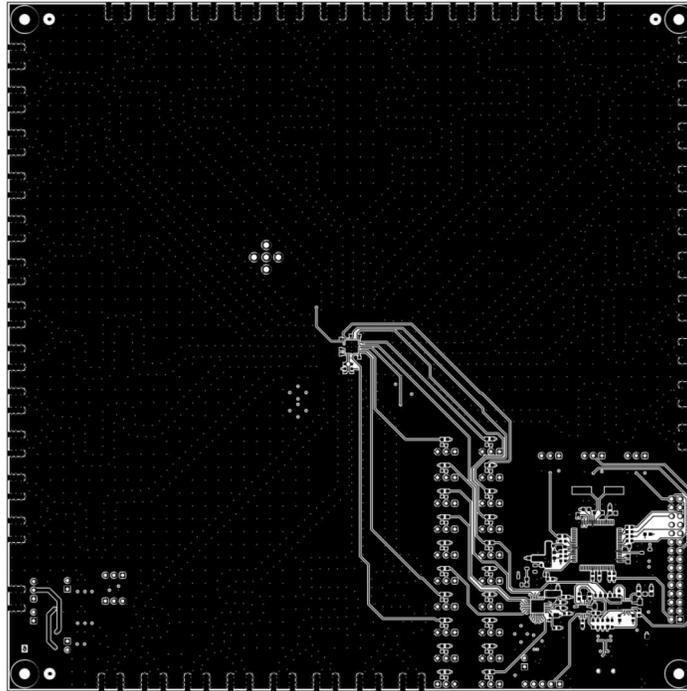


图 6-13. 底层

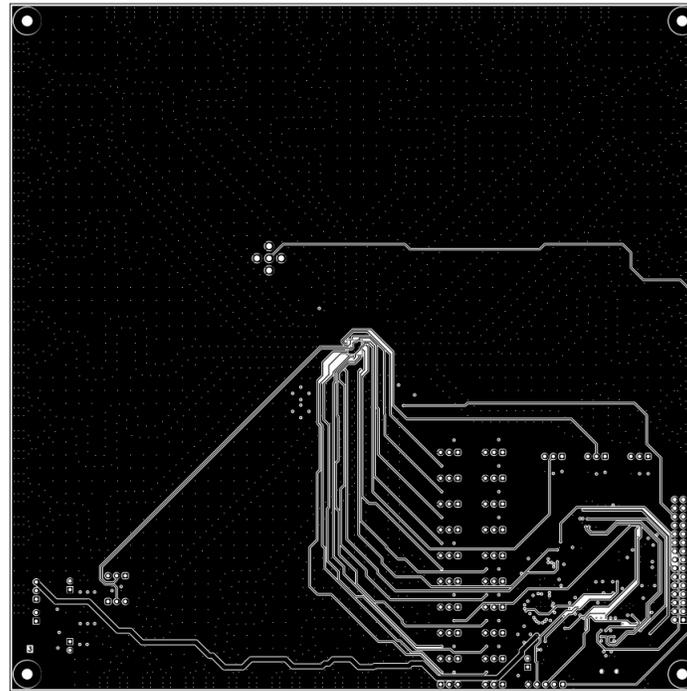


图 6-14. 信号 1 层

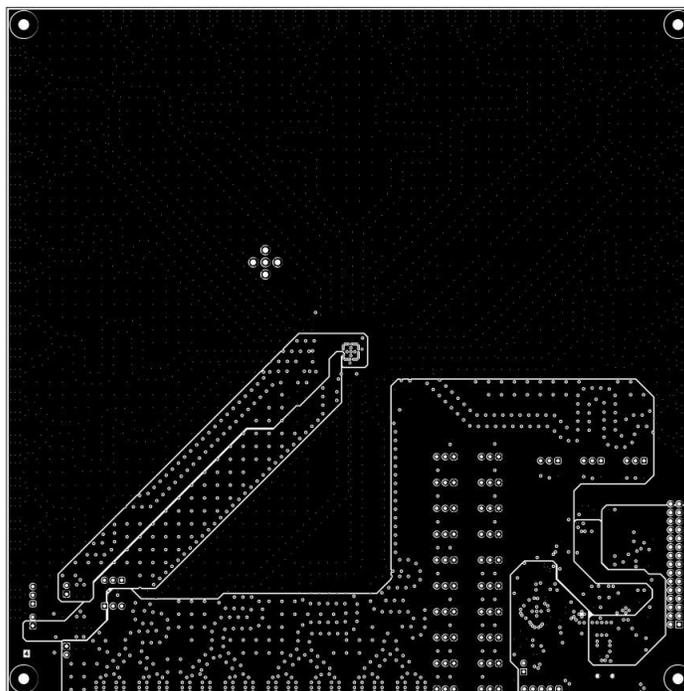


图 6-15. PWR 层

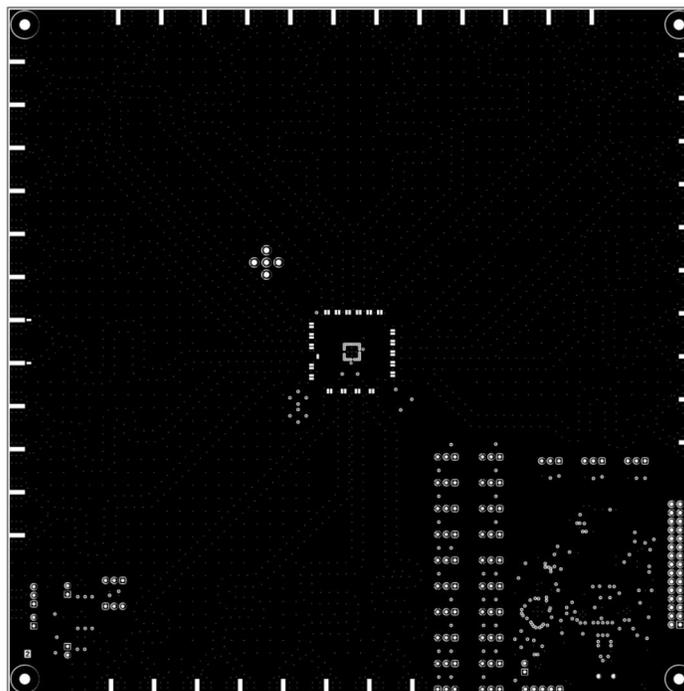


图 6-16. GND 层 1

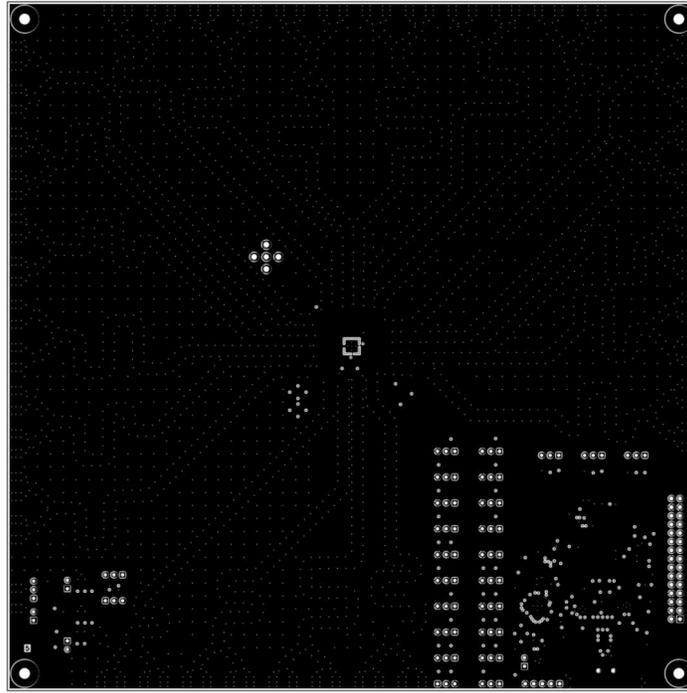


图 6-17. GND 层 2

6.3 物料清单 (BOM)

表 6-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1、C2	2	33pF	电容, 陶瓷, 33pF, 100V, +/- 5%, C0G/ NP0, 0603	603	06031A330JAT2A	AVX
C3、C4、C5、C6、 C7、C8	6	0.1 μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 16V, +/- 10%, X7R, 0402	402	0402YC104KAT2A	AVX
C13、C14、C69	3	10μF	电容, 陶瓷, 10μF, 16V, +/- 20%, X6S, 0603	603	GRM188C81C106MA73D	MuRata
C17、C18、C19、 C20、C21、C22、 C23、C24、C25、 C26、C27、C28、 C29、C30、C31、 C32、C33、C34、 C35、C36、C37、 C38、C39、C40、 C41、C42、C43、 C44、C45、C46、 C47、C48、C49、 C50、C51、C52、 C53、C54、C55、C56	40	2pF	陶瓷电容器 2pF ±0.1pF 25V C0G 0201 (公制 0603)	201	GJM0335C1E2R0BB01D	Murata
C57、C58	2	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 25V, +/-20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E1X7R1E105M080AC	TDK
C59、C60、C61、C62	4	0.1 μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-20%, X7R, 0805	805	08055C104MAT2A	AVX
C63、C64、C65、 C72、C76、C77、 C81、C82	8	0.1 μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 16V, +/-5%, X7R, 0603	603	C0603C104J4RACTU	Kemet
C66	1	0.47 μF	电容, 陶瓷, 0.47μF, 6.3V, +/-10%, X7R, 0603	603	0603B474K6R3CT	Walsin
C67、C75	2	220pF	电容, 陶瓷, 220pF, 50V, +/-1%, C0G/ NP0, 0603	603	06035A221FAT2A	AVX
C68	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	603	C0603C222K5RACTU	Kemet
C70、C71	2	30pF	电容, 陶瓷, 30pF, 50V, +/- 5%, C0G/ NP0, 0603	603	06035A300JAT2A	AVX
C73	1	4.7μF	电容, 陶瓷, 4.7μF, 50V, +/-10%, X7R, 1206	1206	C3216X7R1H475K160AE	TDK
C74	1	0.01μF	电容, 陶瓷, 0.01 μF, 50V, +/-5%, X7R, 0603	603	C0603C103J5RACTU	Kemet

表 6-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C78、C79	2	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 10V, +/-20%, X6S, 0603	603	GRM188C81A106MA73D	MuRata
C80	1	22 μ F	多层陶瓷电容器 22uF 6.3V X6S 20% SMD 0805 T/R	805	JMK212BC6226MG-T	Taiyo Yuden
D1	1	绿色	LED, 绿色, SMD	1206	CTL1206FGR2T	Venkel
D2、D3、D6	3	红色	LED, 红色, SMD	红色 0805 LED	LTST-C170KRKT	Lite-On
D4	1	绿色	LED, 绿色, SMD	1.6mm x 0.8mm x 0.8mm	LTST-C190GKT	Lite-On
D5	1	30V	二极管, 肖特基, 30V, 0.2A, SOT-23	SOT-23	BAT54-7-F	Diodes Inc.
D7	1	7.5V	二极管, 齐纳, 7.5V, 500mW, SOD-123	SOD-123	MMSZ4693T1G	ON Semiconductor
H1、H2、H3、H4	4		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	4		六角螺柱, 0.5"L #4-40 尼龙	螺柱	1902C	Keystone
J2、J3、J4、J8、J12、J16、J20、J24、J28、J32、J36、J40、J44	13		连接器, SMA, 插孔, 直式, 边缘安装	CONN_JACK	CON-SMA-EDGE-S	RF Solutions Ltd.
J5、J6、J7、J49	4		接头, 100mil, 2x1, 金, TH	接头, 2x1, 100mil	5-146261-1	TE Connectivity
J48	1		接头, 2.54mm, 5x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 5x1, TH	61300511121	Würth Elektronik
J51	1		连接器, 插座, USB Mini B 2.0, SMT	连接器, 插座, USB Mini B 2.0, 5 个位置, SMT	65100516121	Würth Elektronik
JP1、JP5、JP9、JP13、JP17、JP18、JP22、JP23、JP24、JP25、JP26	11		接头, 100mil, 3x1, 金, TH	3x1 接头	TSW-103-07-G-S	Samtec
L1	1	330 Ω	铁氧体磁珠, 330 Ω (100MHz 时), 2A, 0805	805	742792037	Würth Elektronik
L2	1	60 Ω	铁氧体磁珠, 60 Ω (100MHz 时), 3.5A, 0603	603	MPZ1608S600ATAH0	TDK
LBL1	1		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
Q1、Q3	2	25V	MOSFET, N 沟道, 25V, 0.22A, SOT-23	SOT-23	FDV301N	Fairchild Semiconductor
Q2	1	50V	MOSFET, N 沟道, 50V, 0.22A, SOT-23	SOT-23	BSS138	Fairchild Semiconductor

表 6-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R1、R5、R8、R12、 R14、R16、R18、 R20、R22、R24、 R26、R28、R31、 R35、R39、R41、 R43、R45、R47、 R50、R99、R100、 R107、R108	24	22	电阻, 22, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060322R0JNEA	Vishay-Dale
R2、R6、R9、R10、 R13、R15、R17、 R19、R21、R23、 R25、R27、R29、 R32、R36、R40、 R42、R44、R46、 R48、R51	21	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0402	402	ERJ-2RKF1001X	Panasonic
R3、R4、R121、 R125、R126、R127、 R128、R129、R130、 R131、R132、R133、 R134、R135、R136、 R137、R138、R139、 R140、R143、R149、 R150、R151、R153、 R154、R155、R156、 R159、R160、R161、 R162、R165	32	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R7、R33、R37、R49、 R52、R56、R57、 R58、R59、R60、 R61、R62、R63、 R64、R65、R66、 R67、R68、R69、 R70、R71、R72、 R73、R74、R75、 R76、R77、R78、 R79、R80、R81、 R82、R83、R84、 R85、R86、R87、 R88、R89、R90、 R91、R92、R93、 R94、R95、R96	46	0	电阻, 0, 5%, 0.05W, AEC-Q200 0 级, 0201	201	ERJ-1GN0R00C	Panasonic
R11、R53、R54、R167	4	470	电阻, 470, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW0603470RJNEA	Vishay-Dale

表 6-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R55	1	2.2	电阻, 2.20, 1%, 0.1W, 0603	603	ERJ-3RQF2R2V	Panasonic
R97、R103、R116、R123	4	10k	电阻, 10k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW060310K0JNEA	Vishay-Dale
R98、R102、R104、R105、R106、R110、R111、R112、R122	9	4.99k	电阻, 4.99k, 1%, 0.063W, 0402	402	RC0402FR-074K99L	Yageo America
R120、R124	2	1.00k	电阻, 1.00k, 0.5%, 0.1W, 0603	603	RT0603DRE071KL	Yageo America
R146、R171	2	33k	电阻, 33k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW060333K0JNEA	Vishay-Dale
R147	1	510	电阻, 510, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW0603510RJNEA	Vishay-Dale
R152	1	100	电阻, 100, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW0603100RJNEA	Vishay-Dale
R157、R158	2	9.1k	电阻, 9.1k, 5%, 0.1W, 0603	603	RC0603JR-079K1L	Yageo
R163	1	110k	电阻, 110k, 1%, 0.25W, 1206	1206	RC1206FR-07110KL	Yageo America
R164	1	100k	电阻, 100k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW0603100KJNEA	Vishay-Dale
R166	1	1.2Meg	电阻, 1.2M, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW06031M20JNEA	Vishay-Dale
R168	1	1.5k	电阻, 1.5k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	402	CRCW04021K50JNED	Vishay-Dale
R169、R170	2	33	电阻, 33, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	402	CRCW040233R0JNED	Vishay-Dale
S1	1		开关, 触控式, 单刀单掷-常开, 0.05A, 12V, SMT	SW, SPST 6x6mm	FSM4JSMA	TE Connectivity
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7、SH-J8、SH-J9、SH-J10、SH-J11、SH-J12、SH-J13、SH-J14、SH-J15	15	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8	8		测试点, 微型, SMT	测试点, 微型, SMT	5019	Keystone
U1	1		PCIe 第 1 代到第 6 代超低抖动 1:20、LP-HCSL 时钟缓冲器和时钟多路复用器, TLGA80	TLGA80	LMKDB1120NPPT	德州仪器 (TI)

表 6-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
U2	1		500mA、低 IQ、小型低压降稳压器， DQN0004A (X2SON-4)	DQN0004A	TLV75533PDQNR	德州仪器 (TI)
U3	1		具有三态输出的四路总线缓冲门， RGY0014A, LARGE T&R	RGY0014A	SN74LVC125ARGYR	德州仪器 (TI)
U4	1		具有三态输出的四通道 2 线至 1 线数据选择器/多路复用器，RGY0016A (VQFN-16)	RGY0016A	SN74LVC257ARGYR	德州仪器 (TI)
U5	1		低电压 24 位 I2C 和 SMBus I/O 扩展器， 24 路输出，1.65V 至 5.5V，-40°C 至 85°C，32 引脚 UQFN (RGJ)，绿色 (RoHS，无镉/溴)	RGJ0032A	TCA6424ARGJR	德州仪器 (TI)
U6	1		单路 2 输入异或门，DBV0005A (SOT-23-5)	DBV0005A	SN74LVC1G86DBVR	德州仪器 (TI)
U7	1		适用于 RF 和模拟电路的 150mA 超低噪声 LDO (无需旁路电容)，NGF0006A (WSON-6)	NGF0006A	LP5900SD-3.3/NOPB	德州仪器 (TI)
U8	1		25MHz 混合信号微控制器，具有 128KB 闪存、 8192 B SRAM 和 63 GPIO，-40°C 至 85°C，80 引脚 QFP (PN)，绿色 (符合 RoHS 标准，无镉/溴)	PN0080A	MSP430F5529IPN	德州仪器 (TI)
U9	1		适用于高速数据接口的 4 通道 ESD 保护阵列， DRY0006A (USON-6)	DRY0006A	TPD4E004DRYR	德州仪器 (TI)
Y1	1		晶振，24.000MHz，20pF，SMD	晶体，11.4x4.3x3.8mm	ECS-240-20-5PX-TR	ECS Inc.
C9、C11、C15	0	10μF	电容，陶瓷，10μF，16V，+/- 20%， X6S，0603	603	GRM188C81C106MA73D	MuRata
C10、C12、C16	0	1μF	电容，陶瓷，1μF，25V，+/-20%，X7R， AEC-Q200 1 级，0603	603	CGA3E1X7R1E105M080AC	TDK
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
J1	0		连接器，SMA，TH	SMA	142-0701-231	Cinch Connectivity
J9、J10、J11、J13、 J14、J15、J17、J18、 J19、J21、J22、J23、 J25、J26、J27、J29、 J30、J31、J33、J34、 J35、J37、J38、J39、 J41、J42、J43、J45、 J46、J47	0		连接器，SMA，插孔，直式，边缘安装	CONN_JACK	CON-SMA-EDGE-S	RF Solutions Ltd.
J50	0		接头 (有罩)，2.54mm，15x2，金，TH	接头 (有罩)，2.54mm， 15x2，TH	302-S301	On-Shore Technology

表 6-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
JP2、JP3、JP4、JP6、 JP7、JP8、JP10、 JP11、JP12、JP14、 JP15、JP16、JP19、 JP20、JP21	0		接头, 100mil, 3x1, 金, TH	3x1 接头	TSW-103-07-G-S	Samtec
R30、R38	0	49.9	49.9Ω ±1% 0.05W, 1/20W 片上电阻 0201 (0603 公制), 汽车 AEC-Q200 厚膜	201	ERJ-1GNF49R9C	Panasonic Electronic Components
R34	0	100	电阻, 100, 5%, 0.05W, 0201	201	RC0201JR-07100RL	Yageo America
R101、R109、R141、 R142	0	10k	电阻, 10k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060310K0JNEA	Vishay-Dale
R113、R114、R115、 R117、R118、R119、 R144、R145、R148	0	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale

7 合规信息

7.1 合规性和认证

请参阅 [LMKDB1120EVM EU 符合性声明\(DoC\)](#)。

8 参考资料

有关 LMKDB1120 的更多信息，请参阅 [LMKDB1120/1108/1104/1102/1204/1202 PCIe 第 1 代至第 6 代超低抖动 1:20、1:8、1:4、1:2、2:4、2:2 LP-HCSL 时钟缓冲器和时钟多路复用器](#)

9 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 * (October 2023) to Revision A (October 2024)	Page
• 添加了说明来介绍启用 SBI 模式时的引脚功能.....	7
• 更新了使用信号发生器作为 EVM 的时钟输入时需要安装的电阻器.....	9
• 添加了 <i>器件信息</i> 部分.....	12
• 添加了新披露的寄存器并解释了用于控制输出压摆率控制的设置.....	14

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司