

# EVM User's Guide: LMKDB1112EVM

## LMKDB1112 评估模块



### 说明

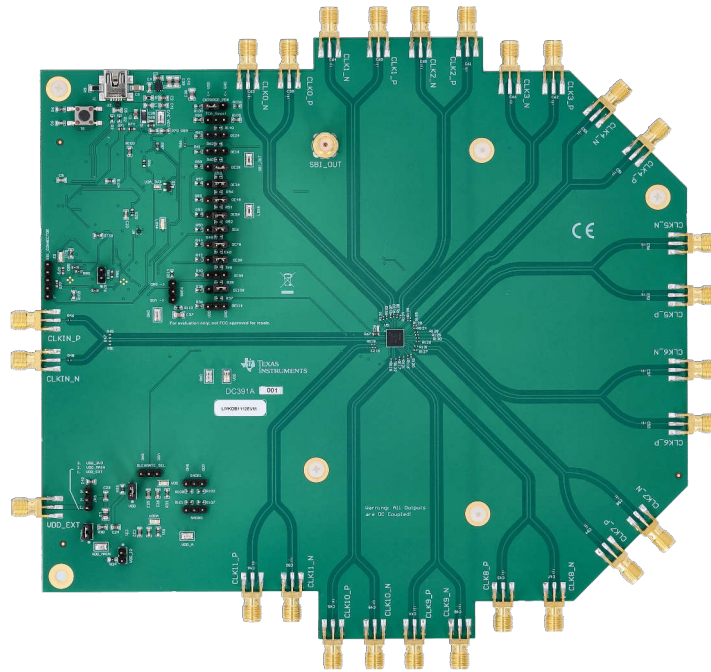
LMKDB1112 评估模块 (EVM) 旨在提供快速设置，用于评估支持 PCIe 第 1 代到第 7 代并且符合 DB2000QL 标准的 LMKDB1112 LP-HCSL 缓冲器。印刷电路板 (PCB) 包含多个跳线和一个 USB 连接，可通过所需的用户编程和设置来启用 LMKDB1112。该评估模块可灵活地对 LMKDB1112 器件进行合规性测试、系统原型设计和性能评估。

### 特性

- PCIe 第 1 代到第 7 代且符合 DB2000QL 标准的缓冲器
- 外部和 USB 电源选项
- 可通过 [TICS Pro 2 软件 GUI](#) 图形用户界面 (GUI) 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](#)



LMKDB1112 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。LMKDB1112 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 LMKDB1112 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 LMKDB1112EVM 板 (DC391A)。
- 3ft mini-USB 电缆 (MPN 3021003-03)。

### 1.3 规格

表 1-1 中列出了 LMKDB1112 器件和 EVM 的一些关键规格。

表 1-1. LMKDB1112 主要参数

参数	值
环境温度	-40°C 至 105°C
电源	1.8V ± 10% , 3.3V ± 10%
工作频率	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

LMKDB1112 是一款高性能 LP-HCSL 缓冲器，支持第 1 代到第 7 代 PCIe 并且符合 DB2000QL 标准。LMKDB1112 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	参考指示符	默认位置	说明
电源	VDD_A	1-2	将 USB 或外部电源连接到器件的 VDDA。
	VDD	1-2	将 USB 或外部电源连接到芯片的输出组和数字电源 (VDD)。
	VDD_IO	1-2	将 USB 或外部电源连接到板载 IO 引脚 (VDD_IO)。
	JP3	1-2	在 USB 电源和外部电源之间进行选择。当前配置用于外部电源。要更改为 USB 电源，请将跳线位置更改为 2-3。
输出使能控制引脚	OE0#、OE#1、OE#2、OE#3、OE#4、OE#5、OE#6、OE#7、OE#8、OE#9、OE#10、OE11#	2-3	下拉至 GND 以通过引脚控制选项启用输出 (OE#0-11)。
SMBus 地址控制引脚	SADR0、SADR1	-	有关如何选择 SMBus 地址，请参阅表 3-6。
数字引脚	TCA_Reset、CKPWRGD_PD#	1-2	TCA 复位且 CLKPWRGD_PD# 被拉至高电平。
	SBEN	2-3	3 引脚接头。要启用 SBI，请将跳线位置更改为 1-2 (连接到 VDD)。
	SBEN	-	SN74LVC125 缓冲器使能控制引脚 (2 引脚接头)。默认下拉至 GND。

## 2.1 硬件设置

**LMKDB1112 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 LMKDB1112EVM，请按照以下步骤操作。

1. 按照表 2-1 和 **LMKDB1112 EVM 默认设置** 所述验证 EVM 默认跳线。
2. 将 USB 电缆连接至 J1 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 LMKDB1112EVM 的标记图。

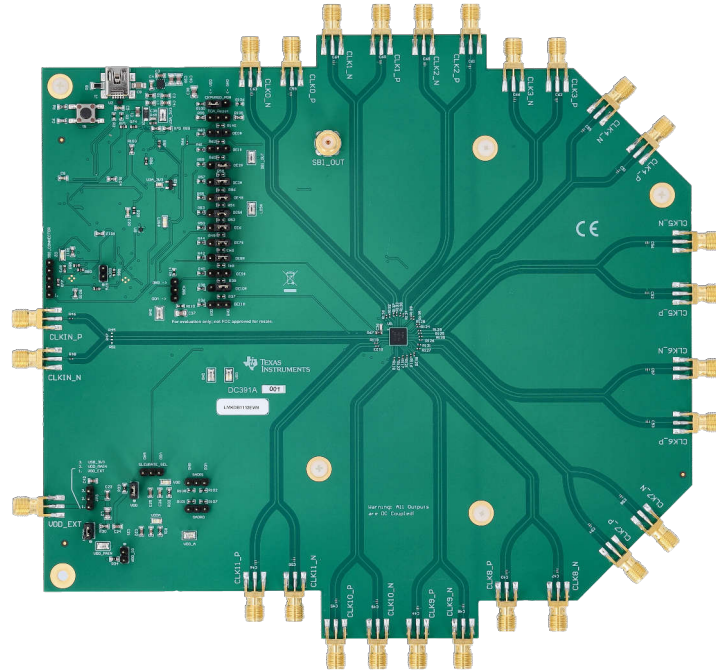


图 2-1. LMKDB1112EVM 标记图

## 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 2 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 LMKDB1112 配置文件：[选择器件](#) → [时钟缓冲器](#) → [LMKDB1112](#)。
4. 通过以下方式确认与电路板的通信：
  - a. 检查连接模式是否为具有绿色背景的 USB2ANY (在 TICS Pro 2 软件的底部)
  - b. 点击 TICS Pro 2 软件左上角的 **Scan SMBus**。应会在指定地址找到该器件。
  - 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。

### 2.2.2 上电序列

默认情况下，LMKDB1112 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加电序列问题，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。
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

LMKDB1112 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 J4、A10 和 K10 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

LMKDB1112EVM 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	LMKDB1112
2A	VDD_EXT	通过 SMA 端口提供外部 VDD 选项。
2B	JP3	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	CLKIN_P、CLKIN_N	用于时钟输入的 SMA 端口
4	CLK0_P、CLK0_N、...、 CLKx_P、CLKx_N、...、 CLK11_P、CLK11_N	用于时钟输出的 SMA 端口 (CLKXX_P、CLKXX_N)。
5	SADR0、SADR1	用于选择表 3-6 中定义的不同地址的 SADR0_tri 和 SADR1_tri 跳线接头选项。
6	SBEN	用于在加电期间启用或禁用 SBI 接口的 3 引脚 SBEN 引脚接头跳线。
7	TCA_Reset	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	CKPWRGD_PD#	用以启用或禁用 LMKDB1120 的 CKPWRGD_PD# 引脚接头跳线。
11A	SBI_CONNECTOR	用于菊花链选项的 SBI 连接器接头跳线。
11B	SBEN	用于禁用 EVM 上的 U3A、U3B、U3C、U3D 缓冲区部分的 2 引脚 SBI_PRIMARY 接头跳线选项。
12	U9	USB 电源选项 LDO。
13	U8A、U8B、U8C、U8D	SBI 线路上用于菊花链配置的 Hi-Z 缓冲区部分。
14	U6	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多路复用器部分。
15	U7	用于所有 OE# 引脚控制的 IO 扩展器。
16	U4	MSP430F5529IPN MCU。

#### 3.2.1 电源

LMKDB1112 具有 VDDA 和 VDD 电源引脚，工作电压为  $1.8V \pm 10\%$  和  $3.3V \pm 10\%$ 。EVM 有两种为器件供电的不同方法，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	VDD_EXT	外部电源	1.8V ± 10%, 3.3V ± 10%	选择外部电源选项。
	JP3	1-2		
USB (默认值)	VDD_EXT	未连接	3.3V ± 10%	选择 USB 3.3V 电源选项。
	JP3	2-3		

### 3.2.2 逻辑输入与输出

LMKDB1112 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 OE11# 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

LMKDB1112 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 LMKDB1112 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 *R47*，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。

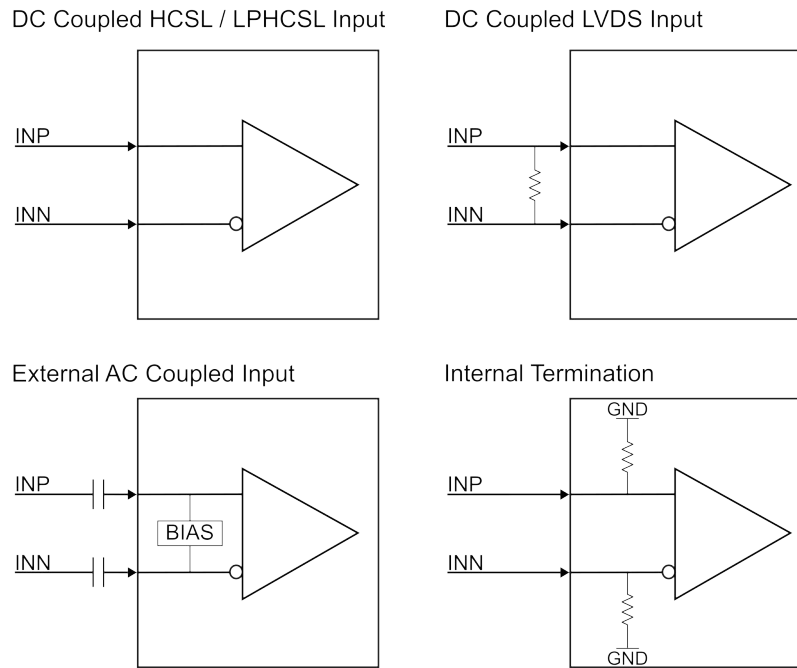


图 3-1. 输入接口

表 3-7 概述了如何设置 LMKDB1112 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。 <i>R46</i> 和 <i>R48</i> 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 <i>R47</i> ，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 <i>R46</i> 和 <i>R48</i> 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

LMKDB1112 有 12 个差分时钟输出 (CLK[11:0]\_P/N)。

所有输出端均为直流耦合，配有 2pF 电容负载，且各输出均配有焊接在板上的 SMA 端口。

**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

LMKDB1112EVM 具有来自 LMKDB1112 的状态输出信号、LED 和测试点，用于监测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	LOS#	用于监控 LOSb 状态的测试点。
	LOS#	用于 LOSb 检测的 LED 状态灯。
SBI OUT	SBI_OUT	SBI OUT 引脚的 SMA 端口。
	SBI_OUT	SBI OUT 引脚的附加测试点。
	SBI_CONNECTOR	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	VDD_A	VDDA 电源引脚的 LED 状态灯。
	VDD_A	VDDA 电源引脚的测试点。
VDD	VDD	VDD 电源引脚的 LED 状态灯。
	VDD	VDD 电源引脚的测试点。
VDD_MAIN	VDD_MAIN	用以测量通过 JP3 从 USB 选项或外部选项中选择 VDD 电源的测试点。
GND	GND、GND	电路板上针对 GND 基准的测试点。
USB LED	D2	用以验证与电路板的 USB2ANY 通信的 USB LED 状态灯。
U2A_3V3	U2A_3V3	USB2ANY LDO 电源状态 LED。
	U2A_3V3	USB2ANY LDO 电源引脚的测试点。

## 4 软件

### 4.1 TICS Pro 2 LMKDB1112 软件

LMKDB1112 TICS Pro 2 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 LMKDB1112EVM 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。

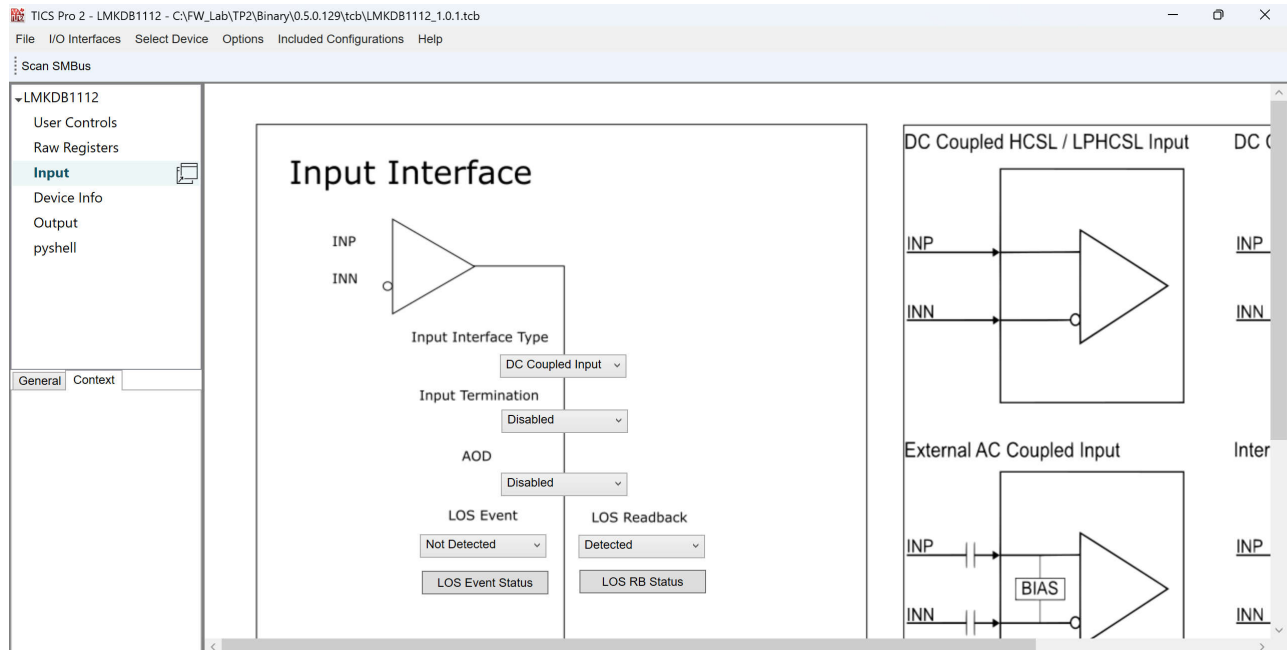


图 4-1. 输入接口

##### 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)。LMKDB1112 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 LMKDB1112EVM 信息。

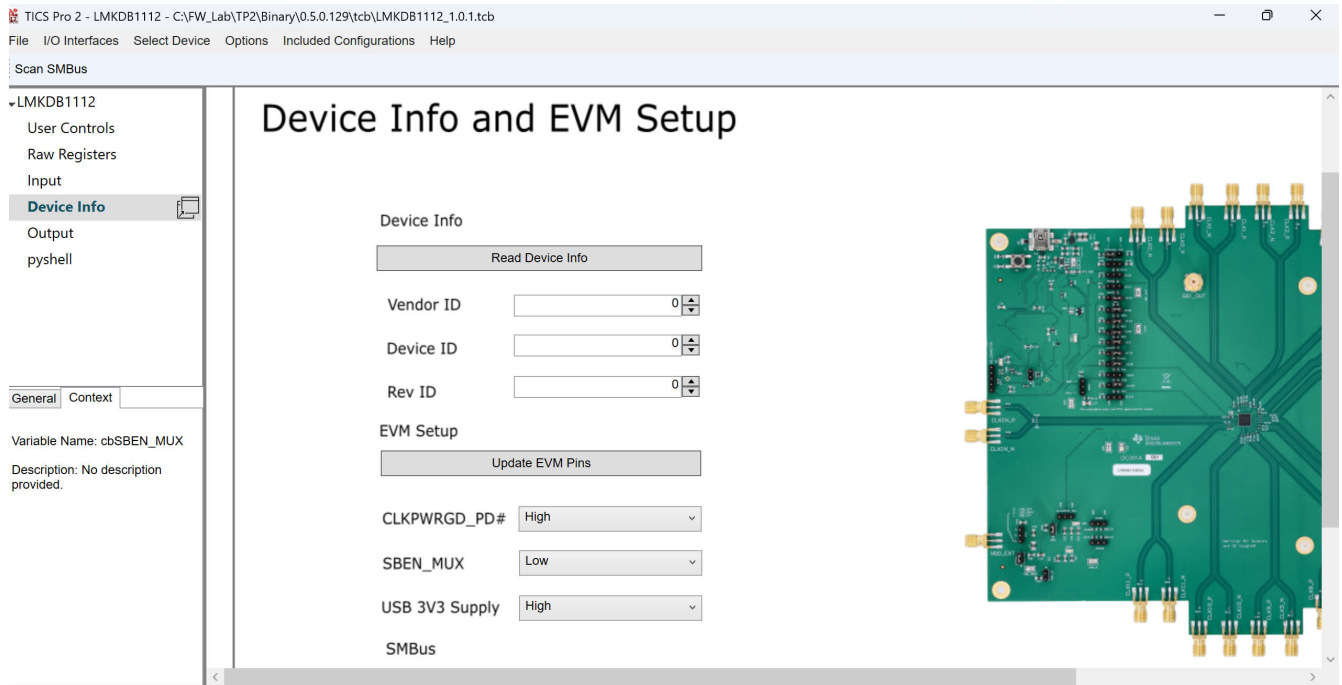


图 4-2. 器件信息

#### 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。表 4-1 和 表 4-2 概述了每个引脚选项的用法。

表 4-1. CLKPWRGD\_PD#

引脚电平	功能
低	LMKDB1112 断电模式。
高	LMKDB1112 正常运行模式 (默认)。
高阻态	选择 Hi-Z 后, 可以使用板载接头跳线 CKPWRGD_PD# 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 (U6) 通过 IO 扩展器配置为引脚 OE4#、OE7# 和 OE10# 的 OE 选项 (默认)。
高	SBEN MUX (U6) 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 2 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。

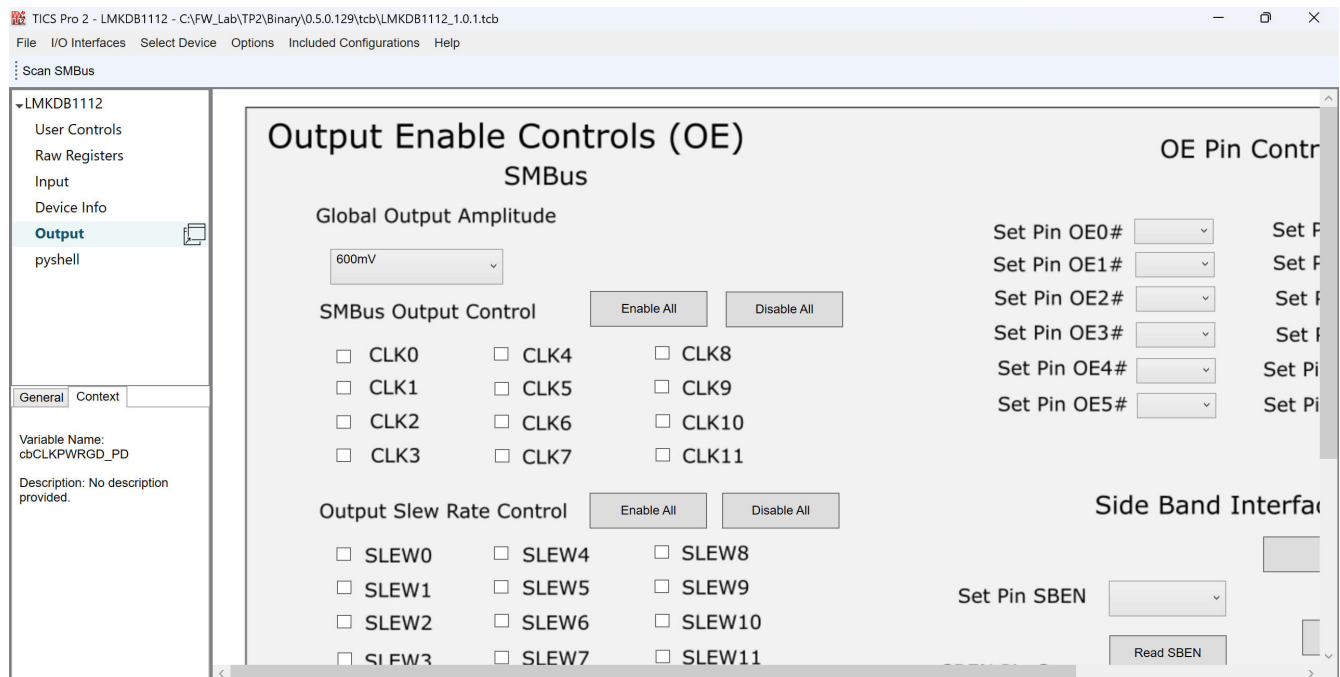


图 4-3. 输出

#### 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 CLK11。
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

LMKDB1112 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。

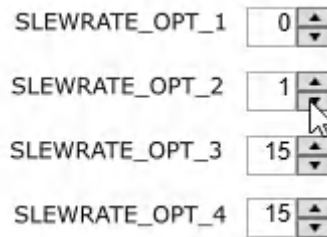


图 4-4. TICS Pro 2 中的 SLEWRATE\_OPT# 分配示例

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 具有最快的转换率，CLK4 和 CLK7 具有最慢的转换率，并且 CLK5 和 CLK6 具有第二快的转换率，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。

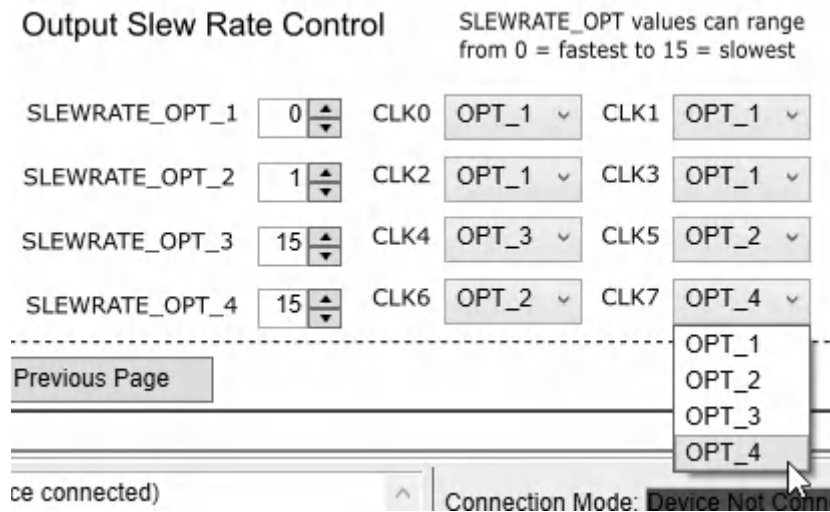


图 4-5. TICS Pro 2 中的输出转换率设置示例

#### 4.1.3.2 OE 引脚控制

LMKDB1112EVM 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 LMKDB1112 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 LMKDB1112 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，LMKDB1112 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 CLK11 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。

LMKDB1112EVM 配置为级联模式以获得以下测量结果：

1. SMA100B → LMKDB1112EVM 输入。然后，从 LMKDB1112EVM 传输到辅助 LMKDB1112 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 LMKDB1112 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，参考抖动为 36.7fs。如图 5-2 所示，在 LMKDB1112 输出端测得的抖动为 43.7fs。经计算，LMKDB1112 的典型附加抖动约为 24fs。

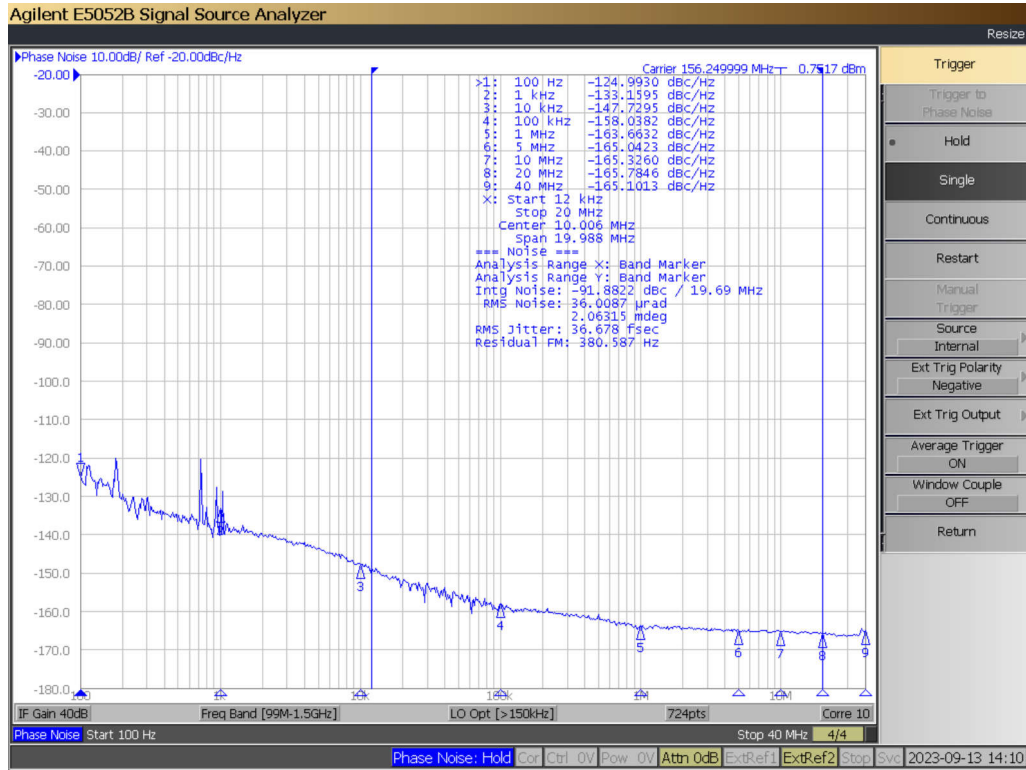


图 5-1. 参考时钟输入相位噪声

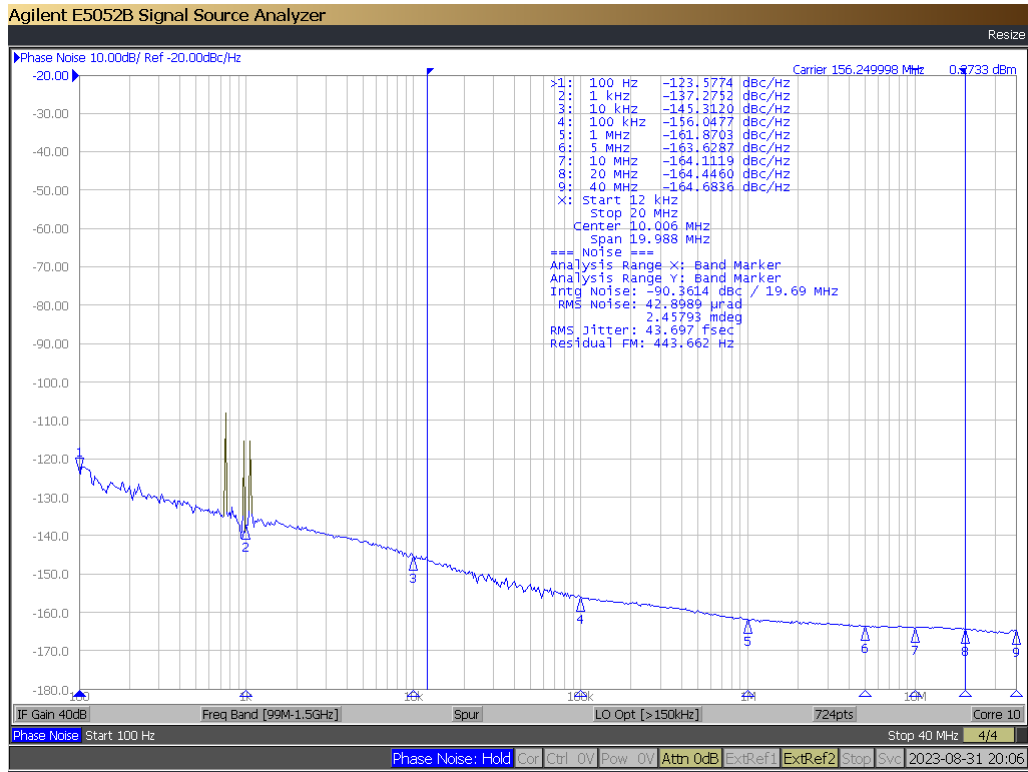


图 5-2. LMKDB1112 输出时钟相位噪声

## 6 硬件设计文件

### 6.1 原理图

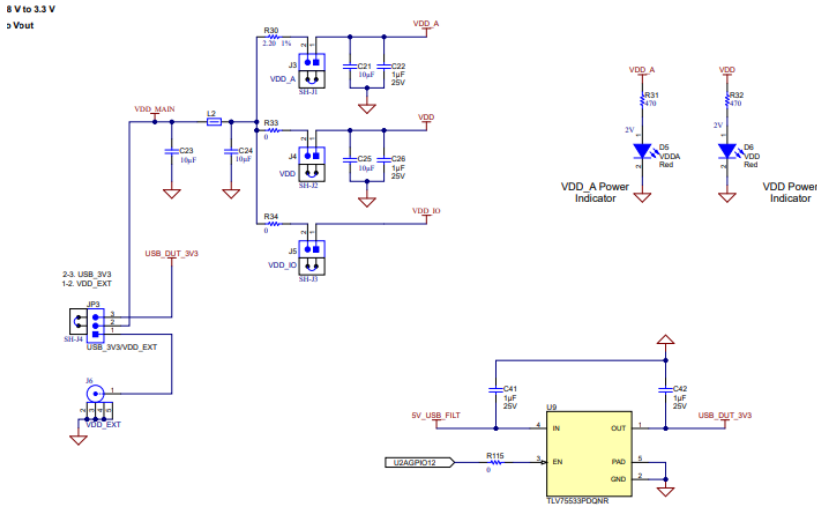
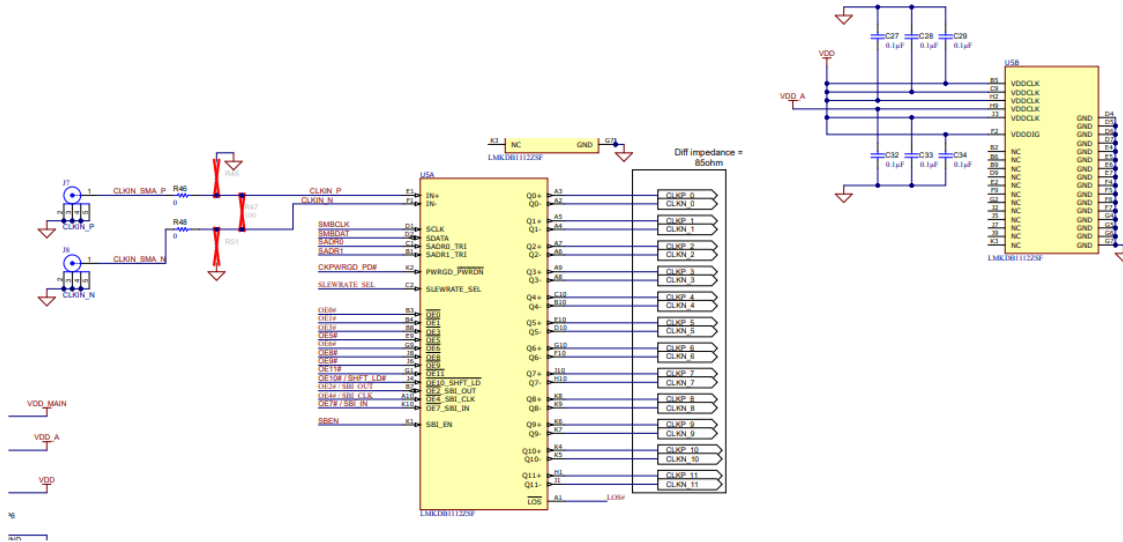


图 6-1. 电源 (外部和 USB 选项)



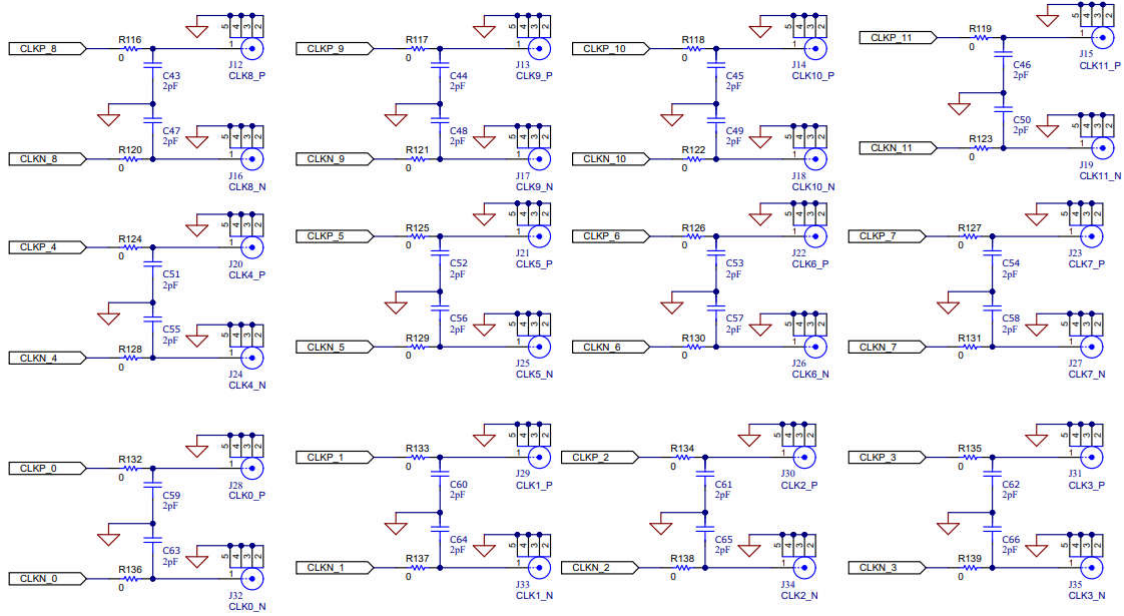


图 6-3. 时钟输出 CLK0 至 CLK11

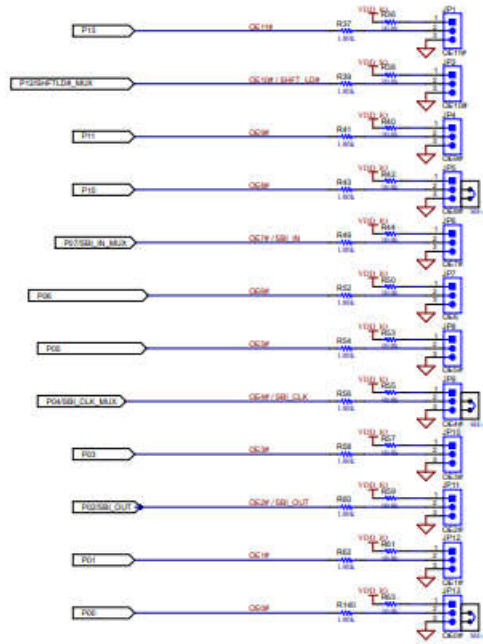


图 6-4. 输出使能引脚 (OE#)

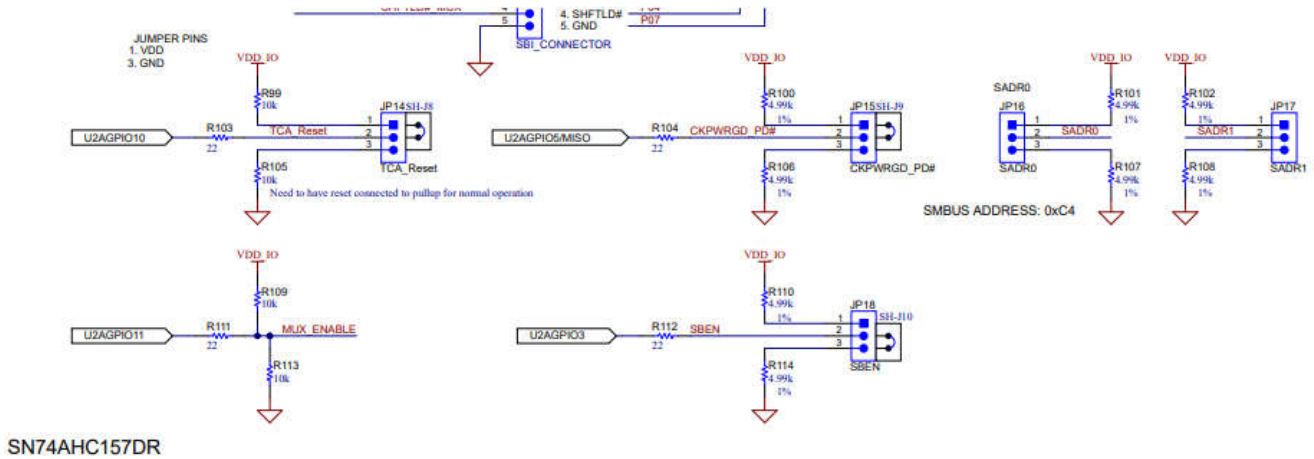


图 6-5. 逻辑 I/O 跳线

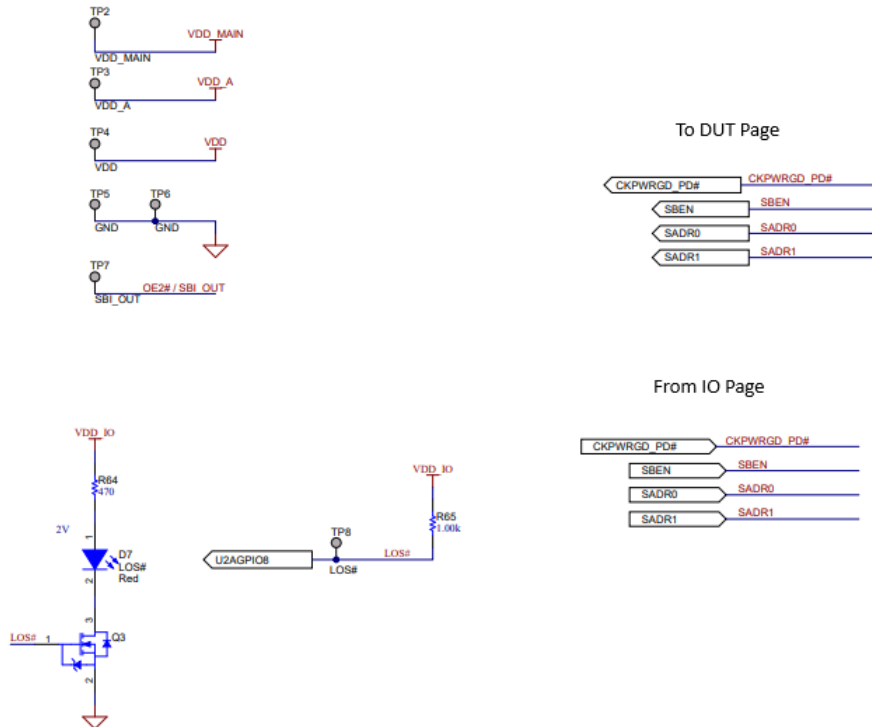


图 6-6. 状态 LED 和测试点

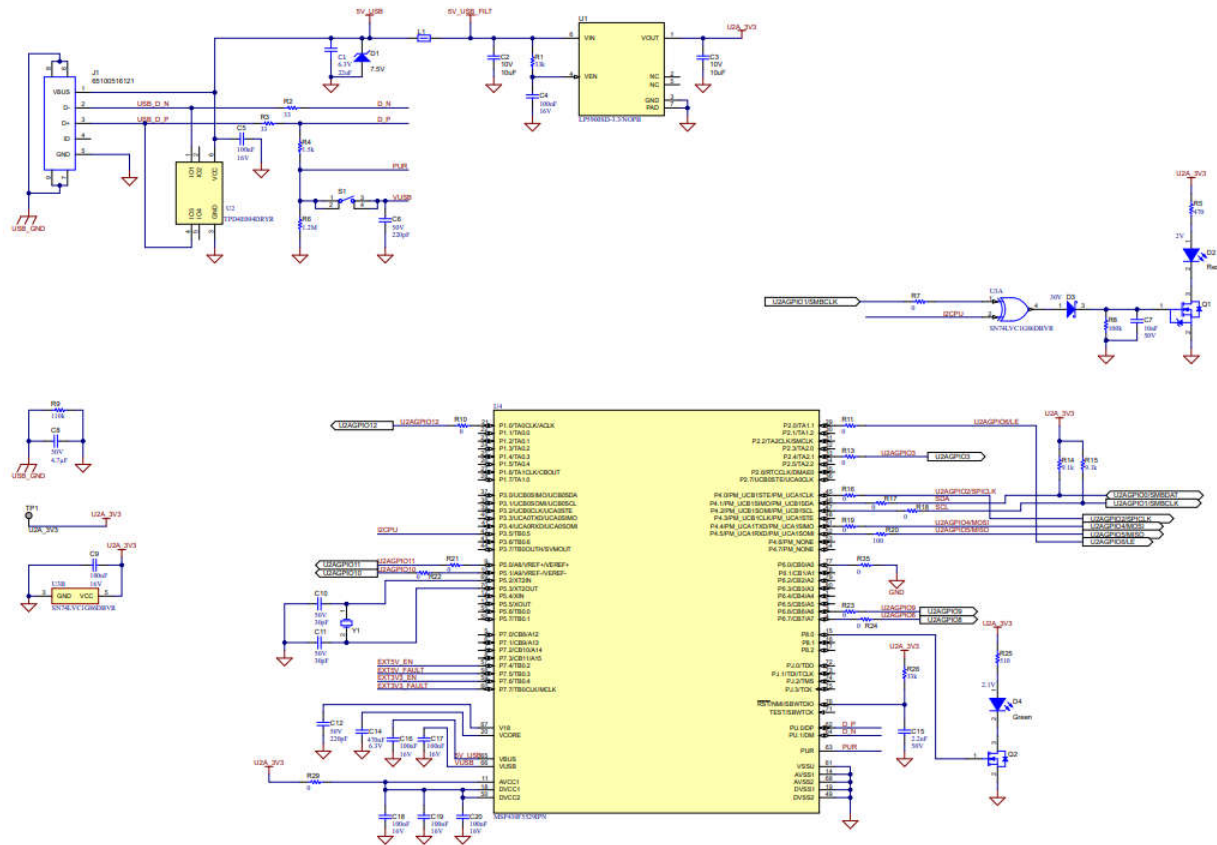


图 6-7. USB 原理图

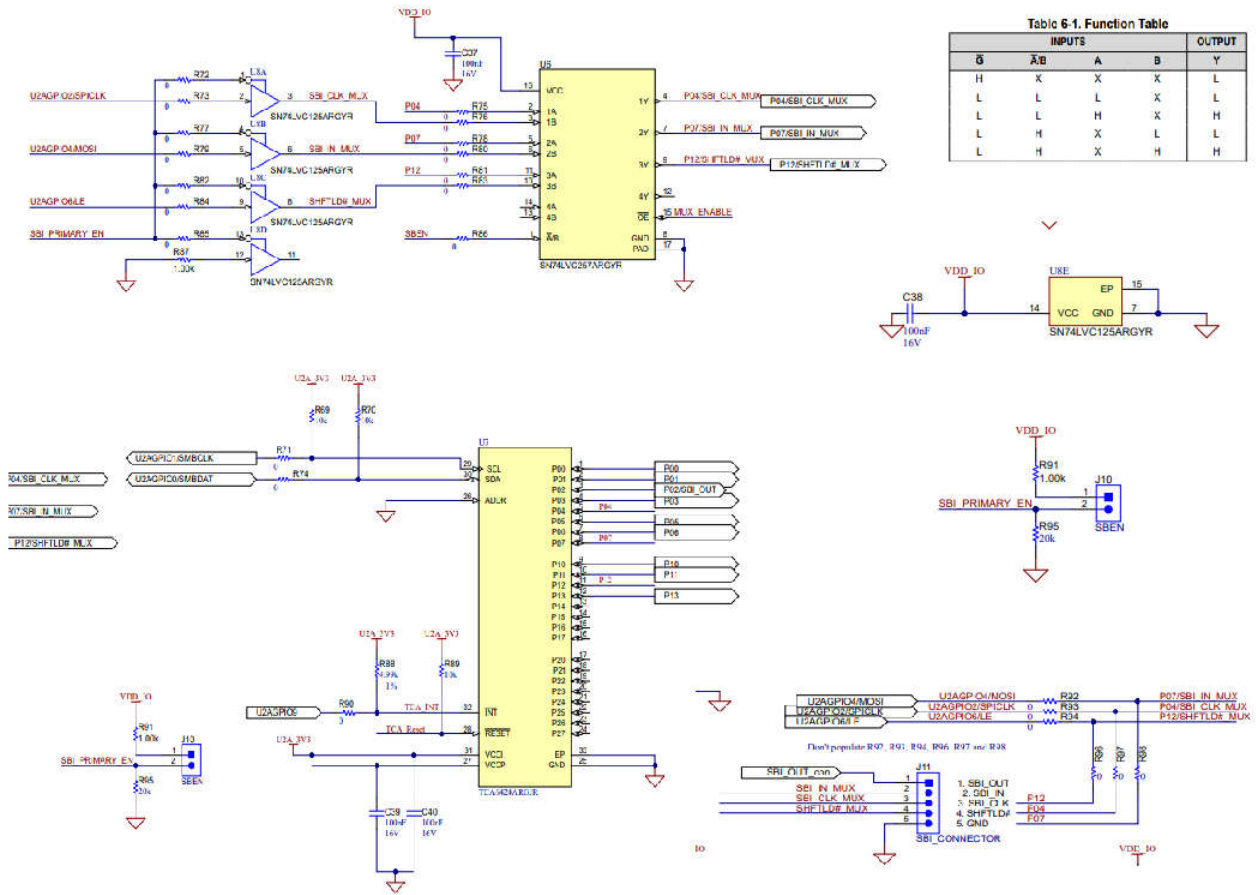


图 6-8. 用于 SBI 和 OE 引脚控制的 I/O 扩展器、多路复用器和缓冲器

## 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	2.80mil		
	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	17.20mil	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	2.80mil		
	Bottom Solder	Solder Resist	0.80mil	3.5	
	Bottom Overlay				

图 6-9. 层堆叠

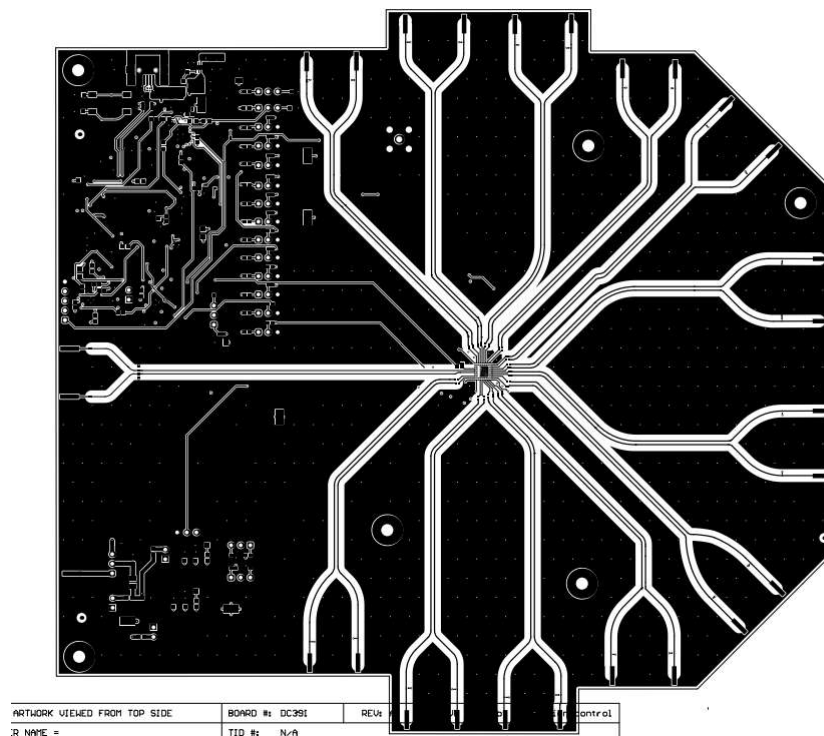


图 6-10. 顶层 ( CLKIN / CLKOUT 信号 )

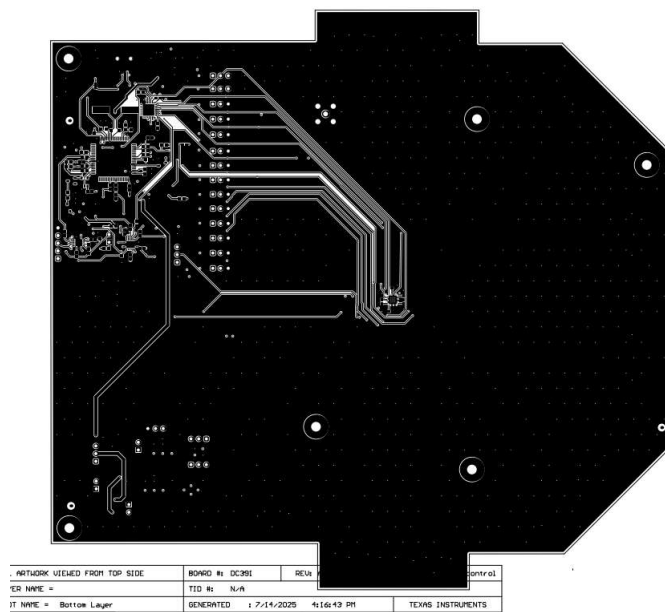


图 6-11. 底层

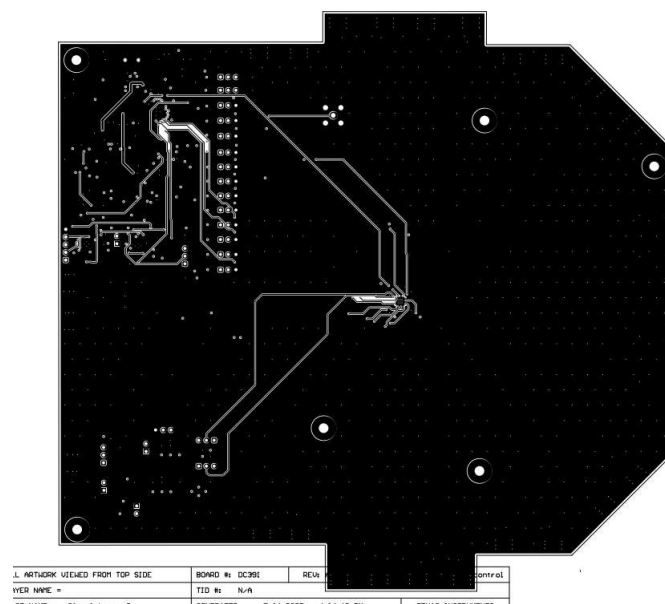


图 6-12. 信号 1 层

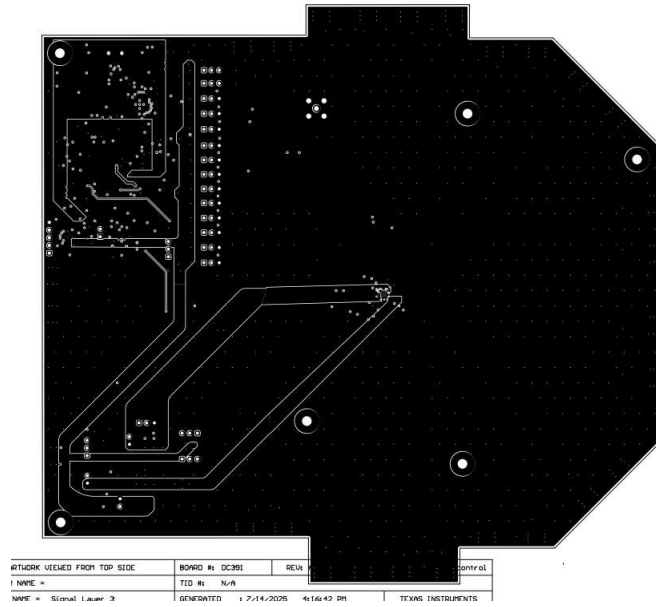


图 6-13. PWR 层

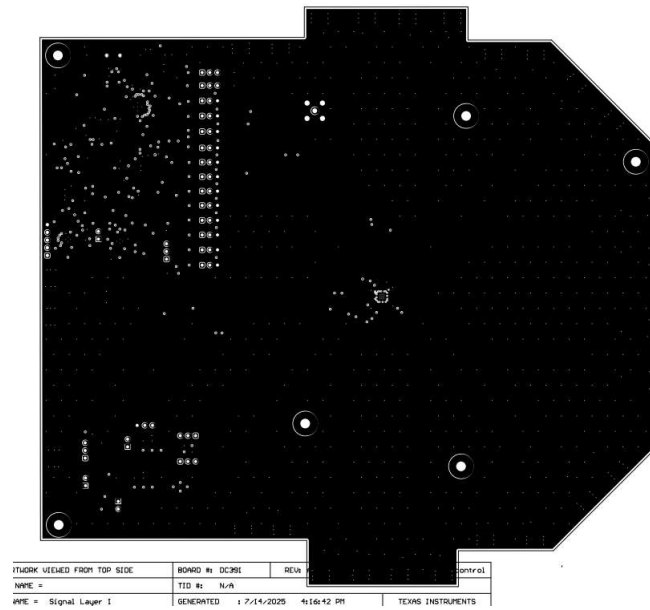


图 6-14. GND 层 1

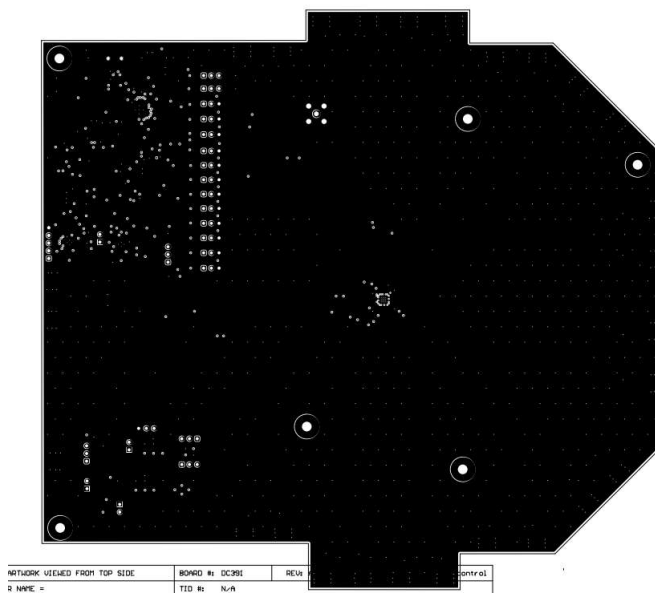


图 6-15. GND 层 2

## 6.3 物料清单 (BOM)

**表 6-1. 物料清单 (BOM)**

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1	1	22 $\mu$ F	多层陶瓷电容器 22 $\mu$ F 6.3V X6S 20% SMD 0805 T/R	0805	JMK212BC6226MG-T	Taiyo Yuden
C2、C3	2	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 10V, +/-20%, X6S, 0603	0603	GRM188C81A106MA73D	MuRata
C4、C5、C9、 C16、C17、C18、 C19、C20	8	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 16V, +/-5%, X7R, 0603	0603	C0603C104J4RACTU	Kemet
C6、C12	2	220pF	电容, 陶瓷, 220pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	0603	GRM1885C1H221JA01D	MuRata
C7	1	0.01 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.01 $\mu$ F, 50V, +/-5%, X7R, 0603	0603	C0603C103J5RACTU	Kemet
C8	1	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 1206	1206	C3216X7R1H475K160AE	TDK
C10、C11	2	30pF	电容, 陶瓷, 30pF, 50V, +/-5%, C0G/ NP0, 0603	0603	GRM1885C1H300JA01D	MuRata
C14	1	0.47 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.47 $\mu$ F, 6.3V, +/-10%, X7R, 0603	0603	0603B474K6R3CT	Walsin
C15	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	C0603C222K5RACTU	Kemet
C21、C23、C24、 C25	4	10 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 16V, +/- 20%, X6S, 0603	0603	GRM188C81C106MA73D	MuRata
C22、C26、C41、 C42	4	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 25V, +/-20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E1X7R1E105M080AC	TDK
C27、C28、C29、 C32、C33、C34	6	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 16V, +/-10%, X7R, 0402	0402	EMK105B7104KV-F	Taiyo Yuden
C35、C36	2	33pF	电容, 陶瓷, 33pF, 100V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	0603	GRM1885C2A330JA01D	MuRata
C37、C38、C39、 C40	4	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 16V, +/-10%, X7R, 0805	0805	C0805C104K4RACTU	Kemet

表 6-1. 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C43、C44、C45、 C46、C47、C48、 C49、C50、C51、 C52、C53、C54、 C55、C56、C57、 C58、C59、C60、 C61、C62、C63、 C64、C65、C66	24	2pF	陶瓷电容器 2pF ±0.1pF 25V C0G 0201 (公制 0603)	0201	GJM0335C1E2R0BB01D	Murata
D1	1	7.5V	二极管, 齐纳, 7.5V, 500mW, SOD-123	SOD-123	MMSZ4693T1G	ON Semiconductor
D2、D5、D6、D7	4	红色	LED, 红色, SMD	红色 0805 LED	LTST-C170KRKT	Lite-On
D3	1	30V	二极管, 肖特基, 30V, 0.2A, SOT-23	SOT-23	BAT54-7-F	Diodes Inc.
D4	1	绿色	LED, 绿色, SMD	1.6x0.8x0.8mm	LTST-C190GKT	Lite-On
FID1、FID2、 FID3、FID4、 FID5、FID6	6		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、H9、H10	6		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、H11、H12	6		六角螺柱, 0.5"L #4-40, 尼龙	螺柱	1902C	Keystone
J1	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	Wurth Elektronik
J3、J4、J5、J10	4		接头, 100mil, 2x1, 金, TH	接头, 2x1, 100mil	5-146261-1	TE Connectivity
J6、J7、J8、J12、 J13、J14、J15、 J16、J17、J18、 J19、J20、J21、 J22、J23、J24、 J25、J26、J27、 J28、J29、J30、 J31、J32、J33、 J34、J35	27		连接器, SMA, 插孔, 直式, 边缘安装	CONN_JACK	CON-SMA-EDGE-S	RF Solutions Ltd.

**表 6-1. 物料清单 (BOM) (续)**

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
J9	1		连接器, SMA, TH	SMA	142-0701-231	Cinch Connectivity
J11	1		接头, 2.54mm, 5x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 5x1, TH	61300511121	Wurth Elektronik
JP1、JP2、JP3、JP4、JP5、JP6、JP7、JP8、JP9、JP10、JP11、JP12、JP13、JP14、JP15、JP16、JP17、JP18、JP19	19		接头, 100mil, 3x1, 金, TH	3x1 接头	TSW-103-07-G-S	Samtec
L1	1	60 Ω	铁氧体磁珠, 60 Ω ( 100MHz 时 ), 3.5A, 0603	0603	MPZ1608S600ATAH0	TDK
L2	1	330 Ω	铁氧体磁珠, 330 Ω ( 100MHz 时 ), 2A, 0805	0805	742792037	Wurth Elektronik
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
R1、R26	2	33k	电阻, 33k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060333K0JNEA	Vishay-Dale
R2、R3	2	33	电阻, 33, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040233R0JNED	Vishay-Dale
R4	1	1.5k	电阻, 1.5k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04021K50JNED	Vishay-Dale
R5、R31、R32、R64	4	470	电阻, 470, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603470RJNEA	Vishay-Dale
R6	1	1.2Meg	电阻, 1.2M, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06031M20JNEA	Vishay-Dale

表 6-1. 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R7、R10、R11、 R13、R16、R17、 R18、R19、R21、 R22、R23、R24、 R29、R67、R68、 R71、R72、R73、 R74、R75、R76、 R77、R78、R79、 R80、R81、R82、 R83、R84、R85、 R86、R90、R92、 R93、R94、R96、 R97、R98	38	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R8	1	100k	电阻, 100k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603100KJNEA	Vishay-Dale
R9	1	110k	电阻, 110k, 1%, 0.25W, 1206	1206	RC1206FR-07110KL	Yageo America
R14、R15	2	9.1k	电阻, 9.1k, 5%, 0.1W, 0603	0603	RC0603JR-079K1L	Yageo
R20	1	100	电阻, 100, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603100RJNEA	Vishay-Dale
R25	1	510	电阻, 510, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603510RJNEA	Vishay-Dale
R30	1	2.2	电阻, 2.20, 1%, 0.1W, 0603	0603	ERJ-3RQF2R2V	Panasonic
R33、R34	2	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
R35	1	0	电阻, 0, 5%, 0.03W, 01005	01005	RC0402J000CS	Samsung
R36、R38、R40、 R42、R44、R50、 R53、R55、R57、 R59、R61、R63	12	10.0k	电阻, 10.0k, 0.5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040210K0DHEDP	Vishay-Dale
R37、R39、R41、 R43、R49、R52、 R54、R56、R58、 R60、R62、R140	12	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.063W, 0402	0402	MCR01MZPF1001	Rohm

表 6-1. 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R46、R48、R66、 R115、R116、 R117、R118、 R119、R120、 R121、R122、 R123、R124、 R125、R126、 R127、R128、 R129、R130、 R131、R132、 R133、R134、 R135、R136、 R137、R138、 R139	28	0	电阻, 0, 5%, 0.05W, AEC-Q200 0 级, 0201	0201	ERJ-1GN0R00C	Panasonic
R65	1	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0402	0402	ERJ-2RKF1001X	Panasonic
R69、R70、R89、 R95、R99、 R105、R109、 R113	8	10k	电阻, 10k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060310K0JNEA	Vishay-Dale
R87、R91	2	1.00k	电阻, 1.00k, 0.5%, 0.1W, 0603	0603	RT0603DRE071KL	Yageo America
R88、R100、 R101、R102、 R106、R107、 R108、R110、 R114	9	4.99k	电阻, 4.99k, 1%, 0.063W, 0402	0402	RC0402FR-074K99L	Yageo America
R103、R104、 R111、R112	4	22	电阻, 22, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060322R0JNEA	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

表 6-1. 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
SH-J1、SH-J2、 SH-J3、SH-J4、 SH-J5、SH-J6、 SH-J7、SH-J8、 SH-J9、SH-J10、 SH-J11	11	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		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)
U2	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)
U3	1		单路 2 输入异或门, DBV0005A (SOT-23-5)	DBV0005A	SN74LVC1G86DBVR	德州仪器 (TI)
U4	1		25MHz 混合信号微控制器, 具有 128KB 闪存、8192 B SRAM 和 63 GPIO, -40 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)
U5	1		LMKDB1112ZSF	LGA80	LMKDB1112ZSF	德州仪器 (TI)
U6	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)
U7	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)
U8	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)
U9	1		500mA 低 IQ 小型低压降稳压器, DQN0004A (X2SON-4)	DQN0004A	TLV75533PDQNR	德州仪器 (TI)

**表 6-1. 物料清单 (BOM) (续)**

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
Y1	1		晶振, 24.000MHz, 20pF, SMD	晶体, 11.4x4.3x3.8mm	ECS-240-20-5PX-TR	ECS Inc.
R45、R51	0	49.9	电阻, 49.9, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	RMCF0402FT49R9	Stackpole Electronics Inc
R47	0	100	电阻, 100, 1%, 0.1W, 0402	0402	ERJ-2RKF1000X	Panasonic

## 7 合规信息

### 7.1 合规性和认证

请参阅 [LMKDB1112EVM EU 符合性声明\(DoC\)](#)。

## 8 参考资料

有关 LMKDB1112 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](#)

## STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an "EVM" or "EVMs") to the User ("User") in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.
  - 1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductor products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM ("Software") shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software
  - 1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.
2. *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers:*
  - 2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.
  - 2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.
  - 2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

### **WARNING**

**Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.**

**User shall operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI's instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.**

**NOTE:**

**EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGRADATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.**

### 3 Regulatory Notices:

#### 3.1 United States

##### 3.1.1 Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:

**FCC NOTICE:** This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

##### 3.1.2 For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:

#### **CAUTION**

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

#### **FCC Interference Statement for Class A EVM devices**

*NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.*

#### **FCC Interference Statement for Class B EVM devices**

*NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:*

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

#### 3.2 Canada

##### 3.2.1 For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247

#### **Concerning EVMs Including Radio Transmitters:**

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

#### **Concernant les EVMs avec appareils radio:**

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

#### **Concerning EVMs Including Detachable Antennas:**

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

### Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

#### 3.3 Japan

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see [http://www.tij.co.jp/lstds/ti\\_ja/general/eStore/notice\\_01.page](http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page) 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

<https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html>

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。技術適合証明を受けていないものご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。日本テキサス・イ

ンスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see [http://www.tij.co.jp/lstds/ti\\_ja/general/eStore/notice\\_02.page](http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page)

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。 <https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html>

#### 3.4 European Union

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive):*

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

- 
- 4 *EVM Use Restrictions and Warnings:*
    - 4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.
    - 4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.
    - 4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*
      - 4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.
      - 4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.
    - 4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.
  5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.
  6. *Disclaimers:*
    - 6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.
    - 6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.
  7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.

8. *Limitations on Damages and Liability:*

8.1 *General Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMNITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated

## 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 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月