

EVM User's Guide: IWRL6432AOPEVM, AWRL6432AOPEVM

低功耗 60GHz 毫米波传感器评估模块



说明

xWRL6432AOPEVM 是一款基于 FR4 的易用型低成本评估板，适用于 xWRL6432AOP 毫米波传感器器件，可独立运行并直接连接到 DCA1000EVM 以进行原始 ADC 采集和信号处理开发。此 EVM 包含开始为片上硬件加速器和低功耗 ARM® Cortex®-M4F 处理器开发软件所需的一切资源。

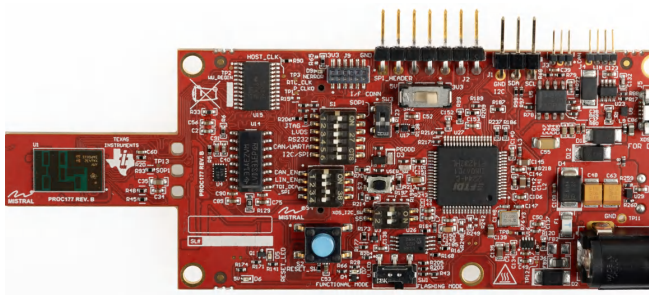
特性

- 宽视野天线，专用于壁挂式、吸顶式和车内感应应用
- 基于 FR4 的 PCB 基板
- XDS110 JTAG 接口具有 USB 连接功能，可用于代码开发和调试
- 低功耗分立式直流/直流电源管理设计
- 串行端口支持板载 QSPI 闪存编程
- 60 引脚高密度 (HD) 连接器可以传输原始模数转换器 (ADC) 数据
- 板载 CAN-FD 收发器

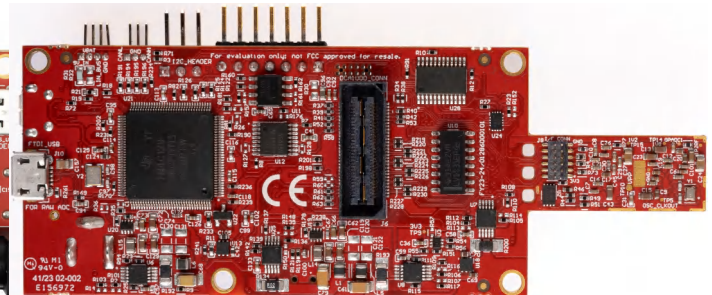
- 为车用器件型号提供板载 LIN PHY 收发器
- 用于超精密数字电源监控的板载 INA228
- USB 供电的独立运行模式

应用

- 工业:
 - 自动门
 - 运动检测器
 - 占位检测 (人员跟踪、人数统计)
 - 可视门铃
 - IP 网络摄像头
 - 空调
 - 冰箱和冷冻柜
 - 割草机
 - 便携式电子产品
 - 电视
 - 家庭影院和娱乐系统
- 汽车:
 - 入侵者检测
 - 一排生命体存在检测
 - 外部入侵监控和雷达 DVR



xWRL6432AOPEVM (顶视图)



xWRL6432AOPEVM (底视图)

1 评估模块概述

1.1 简介

德州仪器 (TI) 提供的 xWRL6432AOP 评估模块 (EVM) 提供了一个易于导航且具有成本效益的平台，用于评估 xWRL6432AOP 毫米波传感器器件的功能。该评估板使用基于 FR4 的 PCB 基板进行设计，可与 DCA1000EVM 无缝集成以实现直接连接，有助于原始 ADC 采集和信号处理开发。此 EVM 注重用户友好性和多功能性，可在独立模式下运行，并包含可简化片上硬件加速器和低功耗 ARM® Cortex® M4F 处理器软件开发的启动的所有功能。

此 EVM 的关键属性包括宽视野 AOP (封装天线)，该设计专为车厢内、壁挂式和吸顶式感应应用而打造。为了进行高效的代码开发和调试，此 EVM 配备了一个通过 USB 连接的 XDS110 JTAG 接口。包含高能效分立式直流/直流稳压器可提高整体能效。此外，此 EVM 包含一个串行端口，用于对板载 QSPI 闪存进行编程，并具有一个 60 引脚高密度 (HD) 连接器，用于从毫米波雷达器件捕获原始 ADC 数据。

为了方便代码调试和数据采集，此 EVM 包含针对基于 SPI 的原始数据采集配置的 FTDI 芯片。此 EVM 包括 CAN-FD 收发器和适用于汽车型号的板载 LIN PHY 收发器。此 EVM 采用精度超高的 INA228 高精度电流传感器，可精确测量精度高达微安的电流。此 EVM 采用通过 USB 供电的独立模式运行，并具有板载 16MB QSPI 闪存，可为热衷于探索 xWRL6432AOP 毫米波传感器器件潜力的开发人员提供全面的设计。

1.2 套件内容

xWRL6432AOPEVM 套件包括：

- XWRL6432AOP 评估板
- Micro USB 电缆
- 快速入门指南
- 保修卡 (免责声明)
- 头螺钉
- 六角垫片
- 平垫圈

1.3 规格

xWRL6432AOPEVM 包含两个发送器和三个接收器封装天线，具有宽视野天线。IWRL6432AOP 和 AWRL6432AOP 毫米波传感器是此评估模块的重要部分，在 57GHz 和 64GHz 之间的 7GHz 带宽下运行。xWRL6432AOP 评估模块专为 xWRL6432AOP 毫米波传感器器件而设计，具有独立功能并可无缝连接到 DCA1000EVM，用于直接采集原始 ADC 数据

xWRL6432AOPEVM 具有各种工业应用，包括自动门系统、IP 网络摄像头、温控器、空调、扫地机器人、冷冻柜、冰箱、人员跟踪、人数统计、可视门铃、PC/笔记本电脑、便携式电子产品、电视、平板电脑、耳机、智能手表、游戏设备、家庭影院和娱乐系统。

在汽车行业中，xWRL6432AOPEVM 可用于入侵检测、一排生命体存在检测和外部入侵监控/雷达 DVR 应用。该评估模块的多功能性凸显了其在各种工业和汽车场景中的适用性。

1.3.1 方框图

图 1-1 给出了功能方框图。任务电路板 (传感器区域) 侧包含 TI 雷达系统的基本元件，即晶体振荡器、串行闪存和 TI 毫米波雷达芯片。可扩展区域包括配电网络、板载 XDS110 USB 转 UART 转换器、FTDI 芯片、用于连接 DCA1000EVM 的 60 引脚连接器。

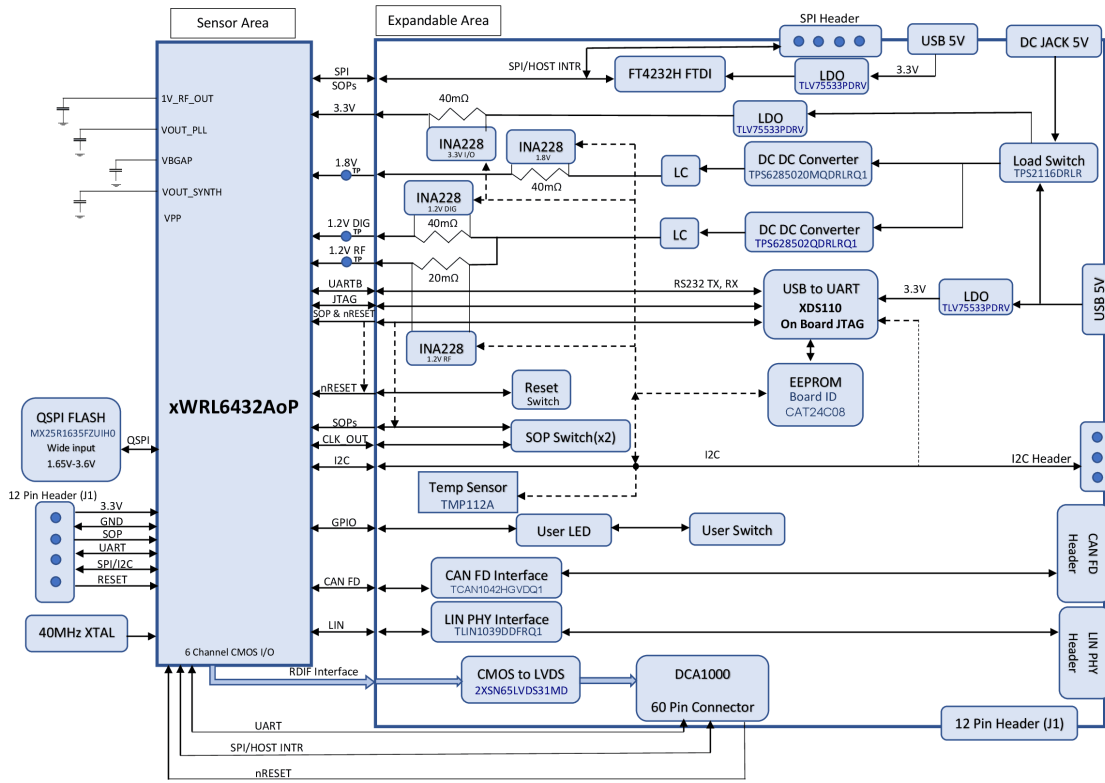


图 1-1. xWRL6432AoPEVM 的方框图

1.3.2 EVM 多路复用器方框图

图 1-2 展示了数字信号的不同多路复用选项。该器件通过引脚限制来同时支持不同的特性；因此，各种内部 IP 和信号都会进行引脚多路复用。EVM 使用各种模拟多路复用器和滑动开关选项来提供多路信号分离选项。图 1-2 展示了不同多路复用开关位置，支持通过不同的多路复用选项连接到不同的外设。

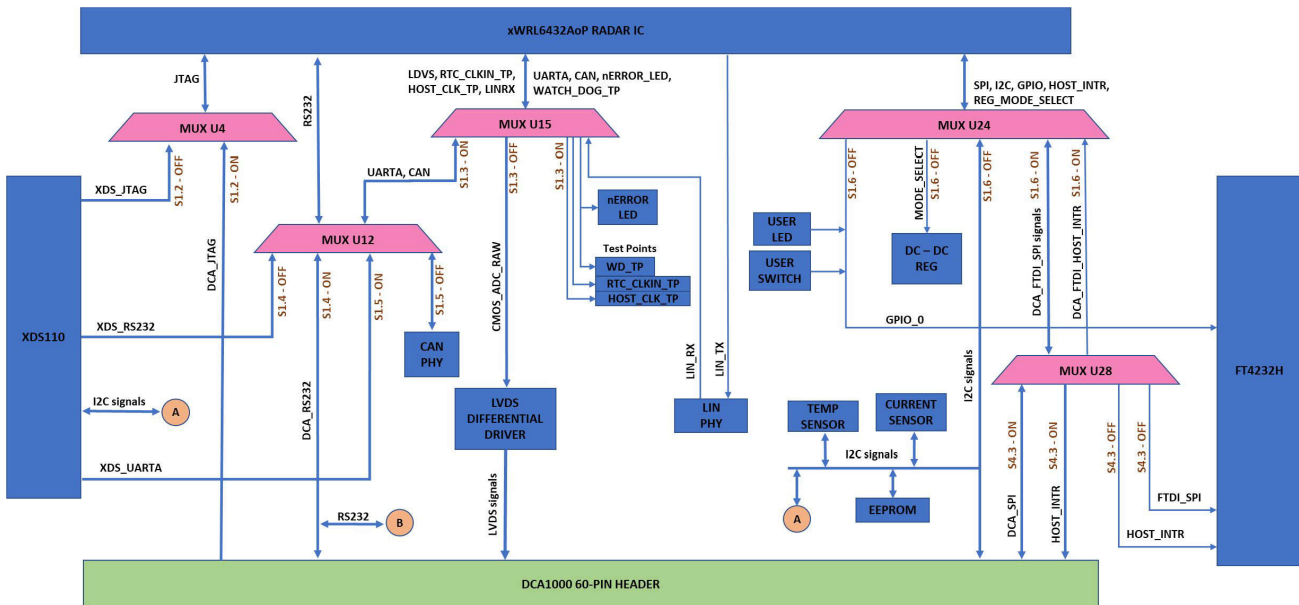


图 1-2. EVM 的多路复用选项

1.4 器件信息

xWRL6432AOP 毫米波传感器是一款封装天线 (AOP) 器件，是基于 FMCW 雷达技术的集成式单芯片毫米波传感器的升级版。该器件能够在 57GHz 至 64GHz 频段内运行，主要分为四个电源域：

- **射频/模拟子系统**：该块包含发送和接收射频信号所需的所有射频和模拟元件。
- **前端控制器子系统 (FECSS)**：FECSS 包含 ARM Cortex M3 处理器，负责雷达前端配置、控制和校准。
- **应用子系统 (APPSS)**：在 APPSS 中，该器件实现了一个用户可编程的 ARM Cortex M4，允许自定义控制和汽车接口应用。顶部子系统 (TOPSS) 是 APPSS 电源域的一部分，包含时钟和电源管理子块。
- **硬件加速器 (HWA)**：HWA 块通过卸载通用雷达处理（例如 FFT、恒定误报率 (CFAR)、缩放和压缩）来对 APPSS 进行补充。

xWRL6432AOP 专为上述每个电源域配备单独的旋钮，可根据用例要求控制其状态（上电或断电）。该器件还具有运行各种低功耗状态（如睡眠和深度睡眠）的功能，其中低功耗睡眠模式是通过时钟门控和关闭器件的某些内部 IP 块来实现的。该器件还提供了保留器件某些内容的选项，例如在此类情况下保留的应用图像或射频配置文件。

此外，该器件采用 TI 的低功耗 45nm RF CMOS 工艺打造，并且在极小的封装中实现了出色的集成度。xWRL6432AOP 专为工业应用中的低功耗、自监控、超精确雷达系统而设计。

1.5 xWRL6432AOPEVM 天线

xWRL6432AOPEVM 的芯片封装中包含三个接收器和两个发送器短程天线。图 1-3 显示了封装天线。

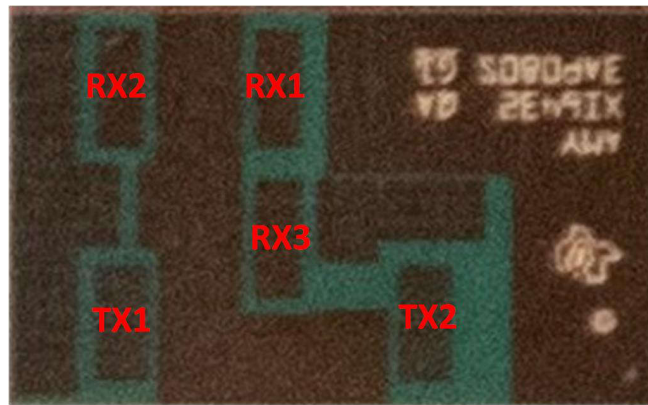
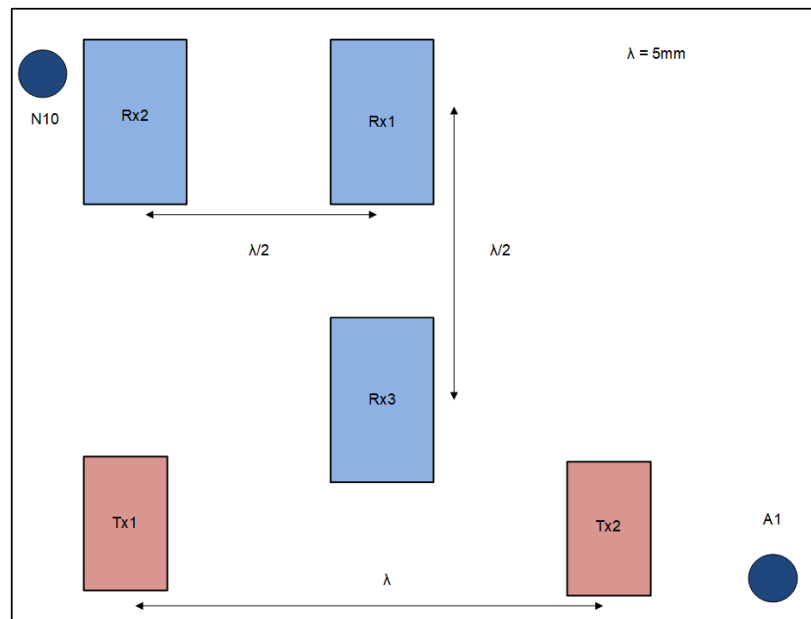


图 1-3. AOP 天线



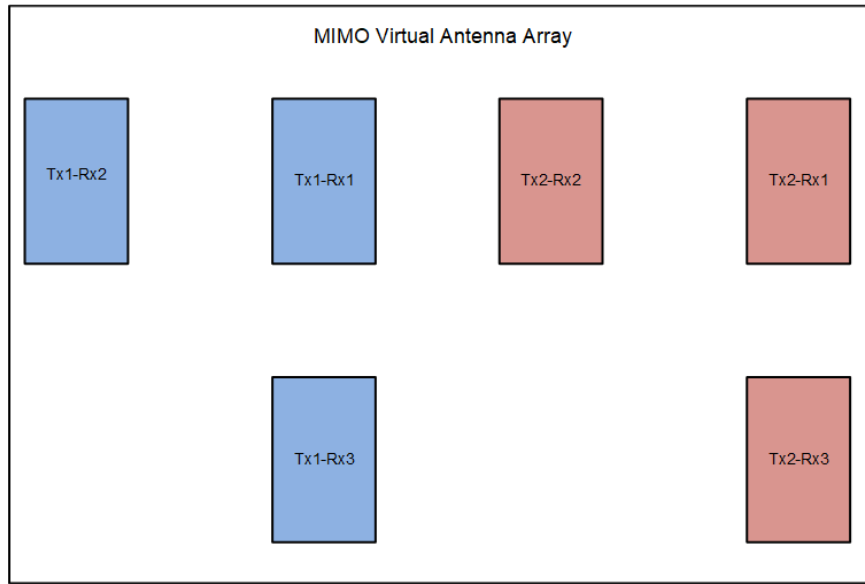
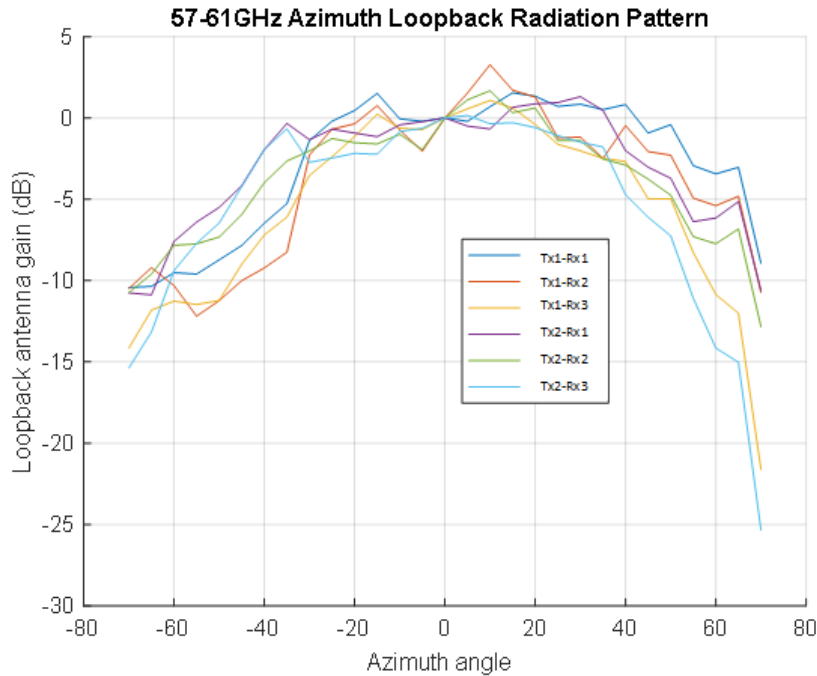


图 1-4. xWRL6432AOP 天线放置 MIMO 阵列

图 1-5 所示为随方位角变化的天线辐射图。图 1-5 所示为随 TX1 和 TX2 的仰角变化的天线辐射图。这两个图展示了 TX1 和 TX2 以及 RX1、RX2 和 RX3 的辐射图。



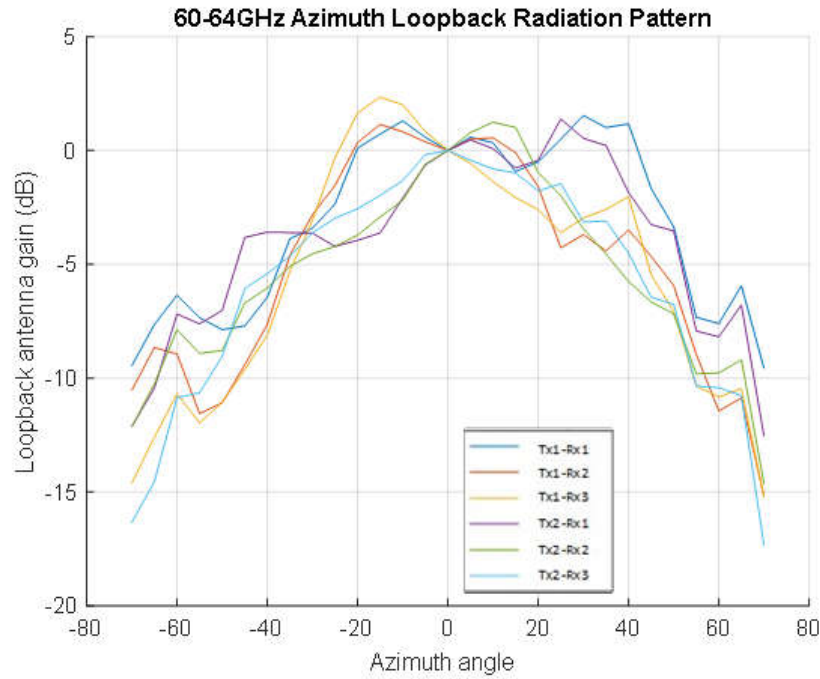
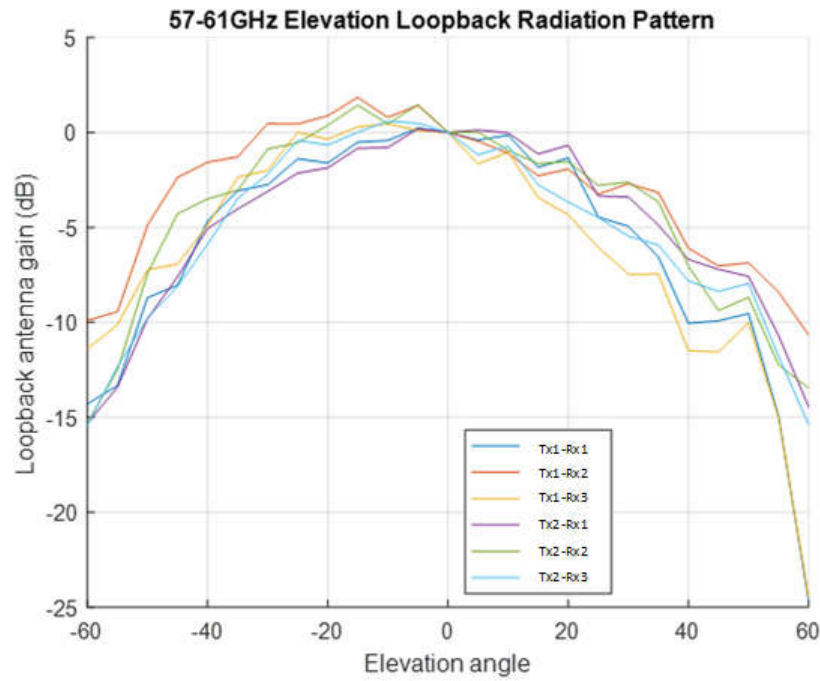


图 1-5. 针对所有 Tx 到 Rx 信号对测量的方位角辐射图 (包含全部 6 个虚拟天线对)



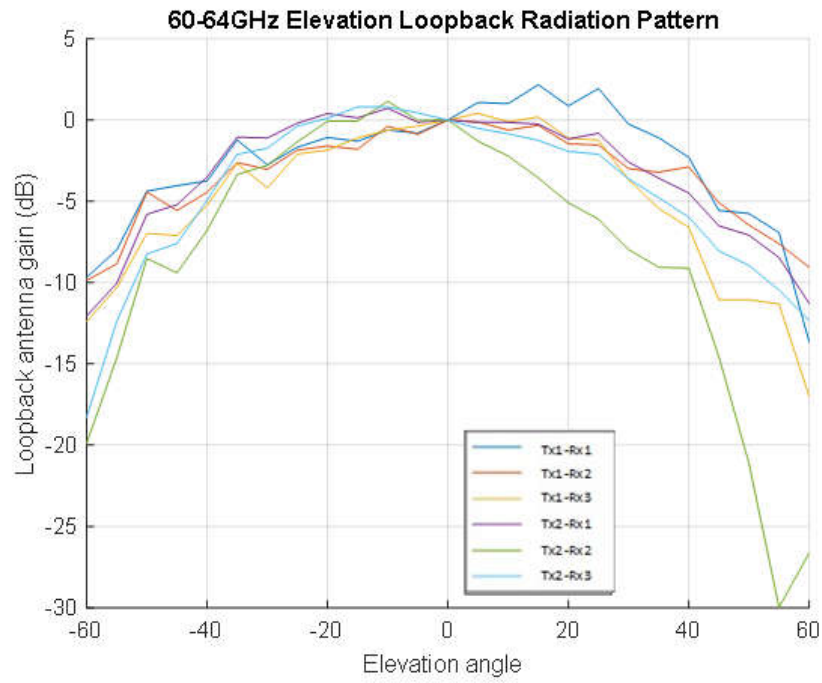


图 1-6. 针对所有 Tx 到 Rx 信号对测量的仰角辐射图 (包含全部 6 个虚拟天线对)

2 硬件

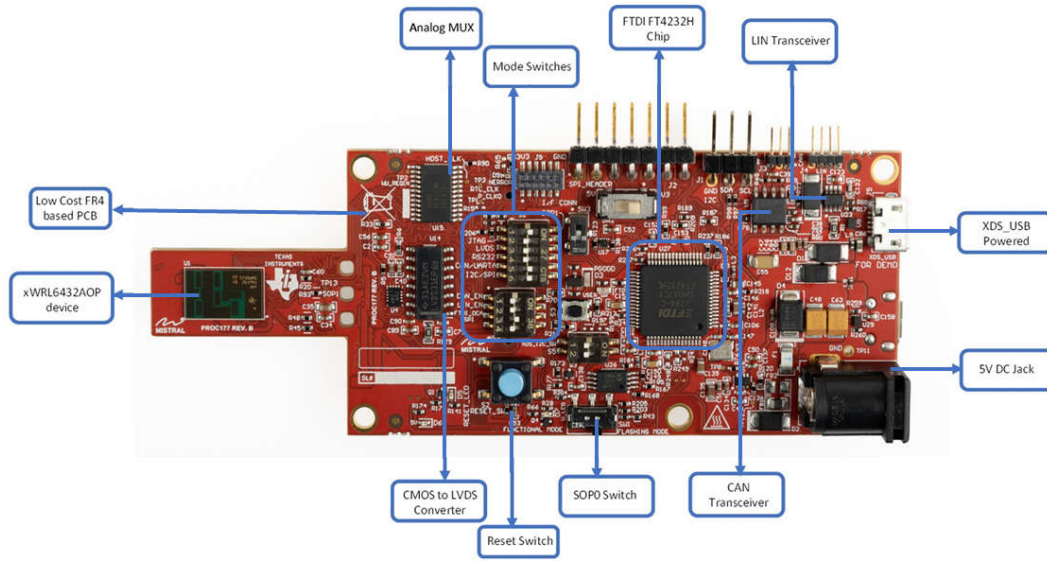


图 2-1. EVM 的显著特性 (顶面)

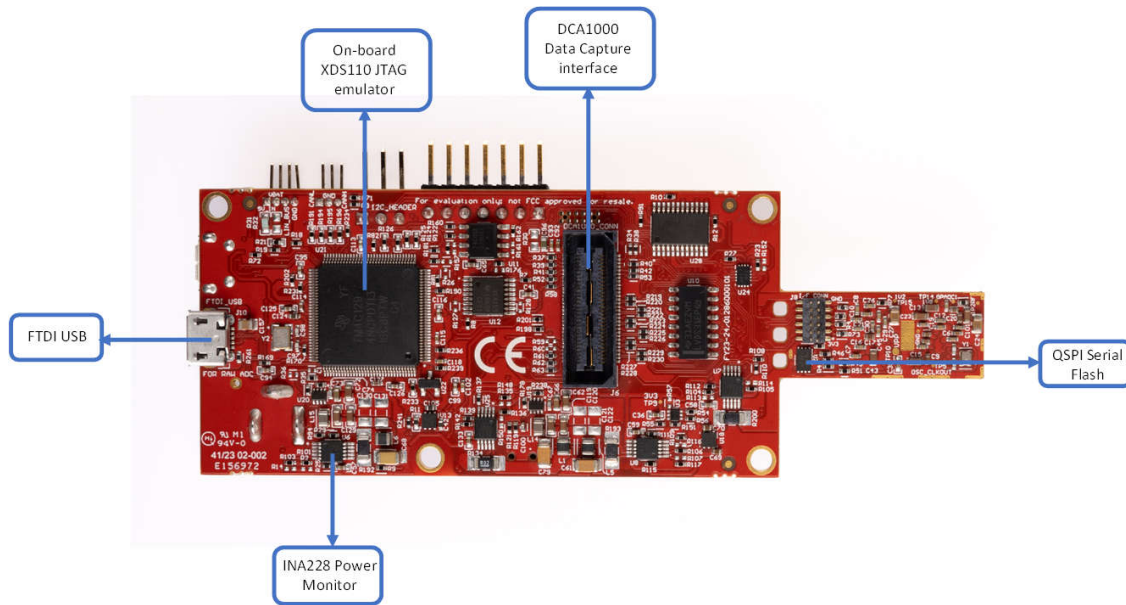



图 2-2. EVM 的显著特性 (底面)

2.1 PCB 材料

此 PCB 使用的材料是用于 PCB 层的基于常规 FR4 的 Iteq IT180A 半固化 1080 RC65。

Layer	Stack up	Description	Processed Thickness	Isolation Distance (Summed)	Copper Coverage	ϵ_r	Impedance ID	Supplier Description	T _g
1		ELECTRA EMP 110/5410- RED	1.000			4.000		EMP 110/5410	
		Copper Foil 12 microns	1.850		100.000			HI-Q Foil	
2		Iteq IT180A Prepreg 1080 RC65-NEW	2.328	4.656		3.860		IPC-4101E / 99/ 101/ 126	170.000
		Iteq IT180A Prepreg 1080 RC65-NEW	2.328	-		3.860		IPC-4101E / 99/ 101/ 126	170.000
		Iteq IT180A 47 mil core 2/2	2.638		52.000				
		Iteq IT180A 47 mil core 2/2	41.600	41.600		3.770		IPC-4101E / 99/ 101/ 126	170.000
3			2.638		43.000				
		Iteq IT180A Prepreg 1080 RC65-NEW	2.209	4.419		3.860		IPC-4101E / 99/ 101/ 126	170.000
4		Iteq IT180A Prepreg 1080 RC65-NEW	2.209	-		3.860		IPC-4101E / 99/ 101/ 126	170.000
		Copper Foil 12 microns	1.850		100.000			HI-Q Foil	
		ELECTRA EMP 110/5410- RED	1.000			4.000		EMP 110/5410	

2.2 开关和 LED

2.2.1 SOP 配置

表 2-1. SOP 配置

	SOP0(SW1)	SOP1(S1.1)
刷写模式	关闭	关闭
功能	开启	关闭
调试	开启	开启

备注

调试模式选择用于绕过引导加载程序的 xWRL6432AOP 器件调试，而不用于代码调试。若要进行代码调试，必须使用功能模式。

2.2.2 开关

表 2-2 展示了按钮及其用法的列表。

表 2-2. 开关信息

参考位号	使用	说明	图像
SW1	SOP0	在功能模式和刷写模式之间切换	
S1.1	SOP1	关闭：刷写/功能模式 打开：调试模式	
S1.2	JTAG	关闭：XDS_JTAG 打开：DCA_JTAG	
S1.3	RDIF	关闭：RDIF 打开： LIN_RX、XDS_UARTA/CAN、NERROR_LED、 WATCH_DOG_TP、HOST_CLK_TP	
S1.4	RS232	关闭：XDS_RS232 打开：DCA_RS232	
S1.5	CAN/UARTA	关闭：CAN 打开：XDS_UARTA	
S1.6	I2C/SPI	关闭：I2C、REG_MODE、LED_SW_GPIO 打开：SPI	

图 2-3. SW1 开关

图 2-4. S1 开关

表 2-2. 开关信息 (续)

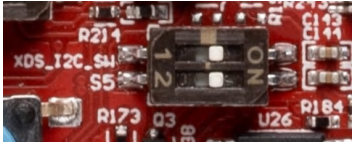
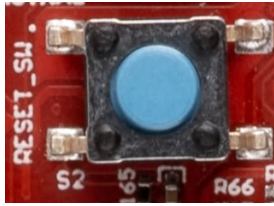
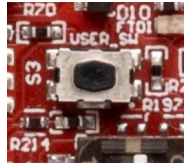

参考位号	使用	说明	图像
S4.1	CAN 使能	关闭：CAN PHY：待机模式禁用 打开：CAN PHY：待机模式启用	 <p>图 2-5. S4 开关</p>
S4.2	LIN 使能	关闭：LIN PHY：使能 打开：LIN PHY：禁用	
S4.3	FTDI/DCA SPI	关闭：FTDI_SPI 打开：DCA_SPI	
S5.1	XDS SDA	关闭：禁用 XDS_SDA 打开：XDS_SDA 启用	 <p>图 2-6. S5 开关</p>
S5.2	XDS SCL	关闭：XDS_SCL 禁用 打开：XDS_SCL 启用	
S2	RESET 开关	反跳开关	 <p>图 2-7. S2 开关</p>
S3	USER 开关	反跳开关	 <p>图 2-8. S3 开关</p>
SW2	参考设计连接开关	5V 至 3.3V 之间的开关：为参考设计提供 5V 电源 (仅当参考设计连接到 EVM 上时才需要)	 <p>图 2-9. SW2 开关</p>
SW3	参考设计连接开关	关闭：切换为低电平可将参考设计置于刷写模式 (如图所示) (仅当参考设计连接到 EVM 上时才需要)	 <p>图 2-10. SW3 开关</p>

表 2-3 提供了 LED 及其用法的列表。

表 2-3. LED 信息

参考位号	颜色	使用	说明	图像
D3	黄色	PGOOD	3V 电源指示	 <p>图 2-11. D3</p>
D5	绿色	nRESET	此 LED 用于指示 nRESET 引脚的状态。如果此 LED 亮起，表明器件未复位。只有提供 5V 电源后，此 LED 才会亮起。	 <p>图 2-12. D5</p>
D6	绿色	电源	此 LED 表示存在 5V 电源。	 <p>图 2-13. D6</p>
D7	绿色	用户 LED	客户可编程的用户 LED。注意：需要通过开关 S3 设置来启用此功能。	 <p>图 2-14. D7</p>
D9	红色	NERROUT	如果毫米波传感器器件存在任何硬件错误，此 LED 将亮起。	 <p>图 2-15. D9</p>
D10	黄色	FTDI	如果 USB 处于挂起模式，此 LED 将亮起	 <p>图 2-16. D10</p>

2.3 DC 插孔

支持更大电流：当 EVM 与外部电源适配器搭配使用时，外部电源适配器提供 5V 电源。对于大多数用例，不使用这种外部电源选项，因为是从 USB 接口获取电源。



备注

向 EVM 提供 5V 电源后，TI 建议按一次 NRST 开关，以确认引导状态可靠。

备注

器件的所有数字 IO 引脚 (NRESET 除外) 都是非失效防护的；因此，需要注意的是，如果器件没有 VIO 电源，则不能从外部驱动这些引脚。

2.4 DCA1000 HD 连接器

图 2-17 中所示的 60 引脚 HD 连接器向 DCA1000 提供高速数据和控制信号 (SPI、UART、I2C、NRST、NERROR 和 SOP)。

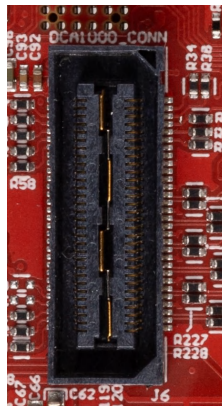


图 2-17. DCA1000 HD 连接器

2.5 CANFD 连接器

通过 CAN FD 连接器可从板载 CAND-FD 收发器访问 CAN_FD 接口 (CAN_L 和 CAN_H 信号)。这些信号可直接连接到 CAN 总线。

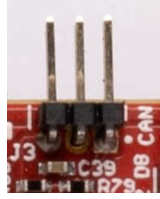


图 2-18. CANFD 连接器

图 2-18 中显示的 J3 连接器提供来自板载 CAND-FD 收发器 (TCAN1042HGVDRQ1) 的 CAN_L 和 CAN_H 信号。与 SPI 接口信号多路复用后, 这些信号将连接到 CAN 总线; 必须选择两条路径中的一条。通过将开关 S1.5 更改为关闭位置, 可以选择将 CAN 信号连接到 PHY。

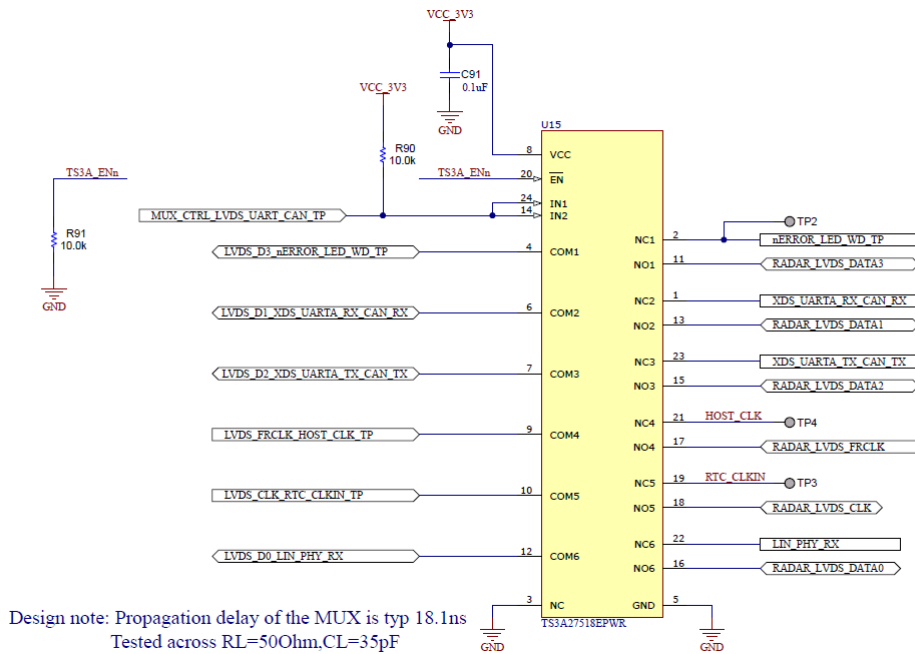


图 2-19. CAN PHY 开关的模拟多路复用器

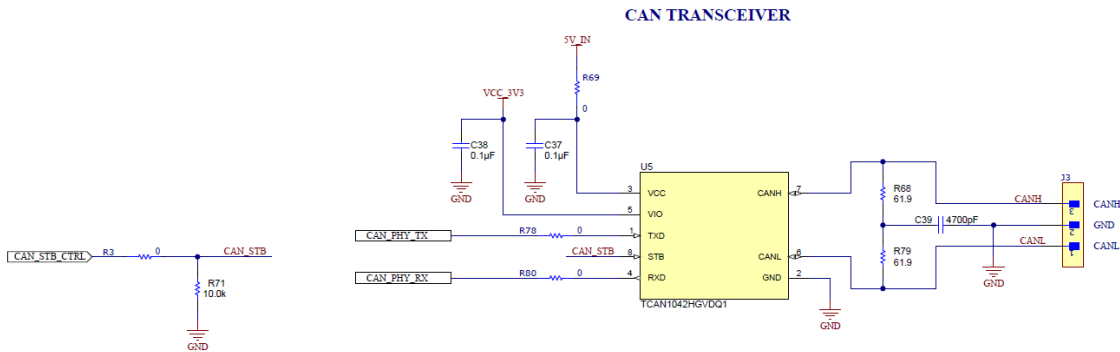


图 2-20. EVM 中使用的 CAN FD PHY

2.6 LIN PHY 连接

图 2-21 展示了用于连接器件的 LIN PHY (TLIN1039DDFRQ1) 接口。LIN PHY 接口没有开关。LIN PHY 可以使用与毫米波传感器不同的电源电压运行，因此为 LIN VDD 电源提供了外部 VBAT 选项，默认情况下提供 5V_IN 电源。为了启用外部 VBAT 电源，需要安装 R32 电阻并移除 R31 电阻。

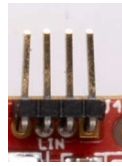


图 2-21. LIN 接头和 PHY 接口

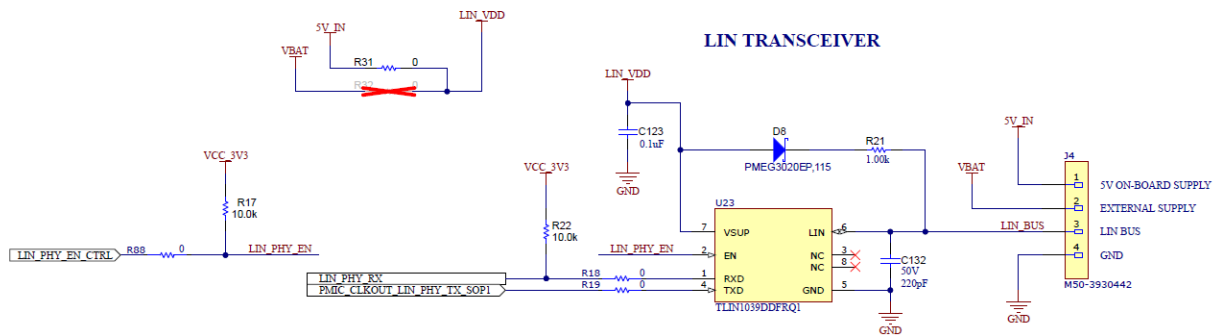


图 2-22. LIN PHY 接口

2.7 I2C 连接

该板采用 EEPROM、电流传感器和温度传感器来测量板上的温度。这些元件连接到 I2C 总线上，并可通过硬件上提供的 0Ω 电阻相互隔离。此外，还提供了外部 I2C 接头以便于与 I2C 总线连接。

2.7.1 EEPROM

该板采用 EEPROM 来存储特定于该板的 ID (用于通过 XDS110 接口识别 EVM)。请参阅 EVM 原理图以了解 I2C 地址。

2.7.2 板载传感器

xWRL6432AOPEVM 提供对板载温度传感器 (TMP112AQDRLRQ1) 和四个板载电流传感器 (INA228AIDGST) 的访问。这些传感器可由雷达通过 I2C 进行控制。

电流传感器旨在测量提供给 xWRL6432AOP 器件各种电源轨的电流。有关可使用电流传感器测量的电源轨的详细信息，请参阅表 2-4。

表 2-4. 电流传感器电源详细信息

参考位号	电源节点	PCB 网络名称
U6	1.8V 电源	REG_1V8
U7	3.3V 电源	VCC_3V3
U8	1.2V 电源	REG_1V2
U25	1.2V RF 电源	REG_RF_1V2

2.8 XDS110 接口

通过 J5 可访问板载 XDS110 (TM4C1294NCPDT) 仿真器。此连接提供以下 PC 接口：

- JTAG，用于 CCS 连接

- 应用/用户 UART (与 PC 进行配置和数据通信)

在独立运行模式下使用时 (如图 2-25 所示), 通过单个 USB 连接器供电; 还会使用同一 USB 连接器 J5 通过 XDS110 USB 转 UART 转换器传输配置和数据。正确枚举后, XDS110 的 2 个 UART 端口在设备管理器上显示为虚拟 COM 端口, 类似于图 2-24 中所示。

如果 PC 无法识别上述 COM 端口, 请安装最新的 EMUpack。与图 2-23 中显示的类似。

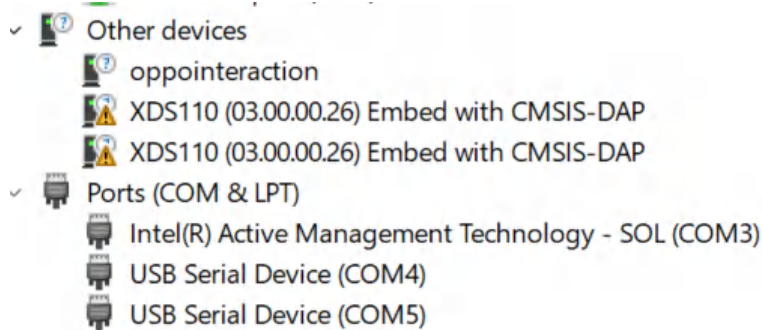


图 2-23. 安装 XDS 驱动程序前的虚拟 COM 端口

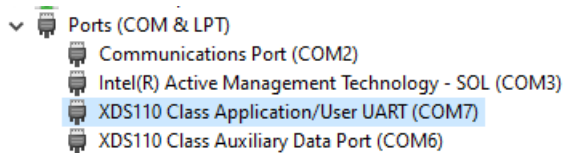


图 2-24. 安装 XDS 驱动程序后的虚拟 COM 端口

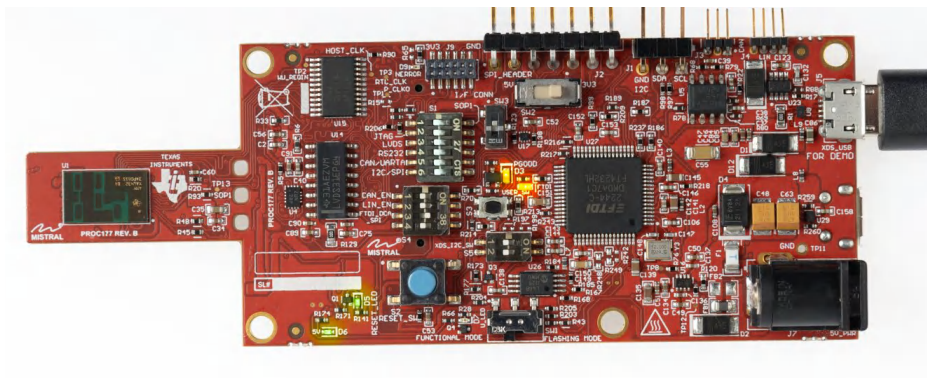


图 2-25. 在功能模式下独立运行的 EVM

EVM 使用单个 UART 端口向 PC 发送器件配置和处理的数据。

2.9 FTDI 接口

J10 提供对板载 FTDI 端口的访问。这将提供以下 PC 接口：

- FTDI 端口 A -> SPI 接口
- FTDI 端口 B -> 主机 INTR 信号。
- FTDI 端口 C -> NRESET 控制信号。
- FTDI 端口 D -> SOP0、SOP1 控制信号

第一次将 USB 连接到 PC 时，Windows® 可能无法识别设备。器件管理器中用黄色感叹号表示这种情况，如图 2-26 所示。

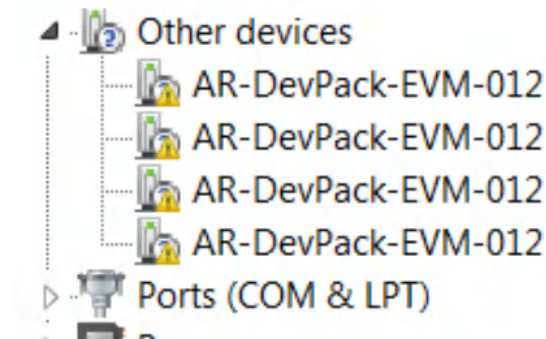


图 2-26. 未安装 FTDI 驱动程序

要安装器件，请下载节 3.3 中提供的最新 FTDI 驱动程序。右键单击这些器件，然后通过指向 FTDI 驱动程序的安装位置 (C:\ti\mmwave_sdk_<version_number>\tools\ftdi) 来更新驱动程序。必须对所有四个 COM 端口都执行此操作。安装完所有四个 COM 端口后，器件管理器将能够识别这些器件，并指示 COM 端口号，如图 2-27 所示。

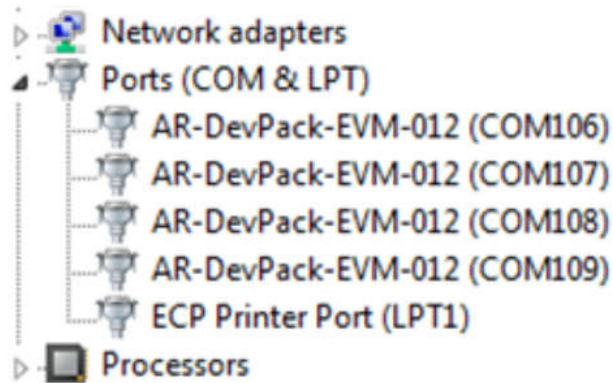


图 2-27. 已安装 FTDI 驱动程序

3 软件

3.1 软件说明

为了能够在 xWRL6432AOP 中的 ARM Cortex-M4F 内核上快速开发终端应用，TI 提供了软件开发套件 (SDK)，其中包含演示代码、软件驱动程序和用于调试的仿真包等。

如需更多信息，请参阅毫米波低功耗 SDK 用户指南：[MMWAVE-L-SDK](#)。

3.2 刷写电路板

1. 确保已成功安装驱动程序并枚举 COM 端口。请参考[节 2.8](#)。
2. 将 SOP 配置为[节 2.2.1](#)。
3. 按压复位开关 ([节 2.2.2](#))，以确保电路板在正确的模式下启动。
4. 运行 mmWave-L-SDK 工具文件夹内的毫米波可视化工具，使用刷写选项卡，按照说明操作，或使用 Uniflash 工具。与[图 3-1](#)中显示的类似。
5. 输入刷写接口的应用程序端口号。
6. 在 *Image Flash* 菜单中选择要刷写到 EVM 的映像，或直接从毫米波 SDK (C:\ti\MMWAVE_L_SDK\examples\mmw_demo\motion_and_presence_detection\prebuilt_binaries\xwrl64xx) 中上传映像。将应用映像加载到串行闪存中。与[图 3-2](#)中显示的类似。请参阅毫米波 SDK，了解用于运行开箱即用演示的闪存二进制文件。

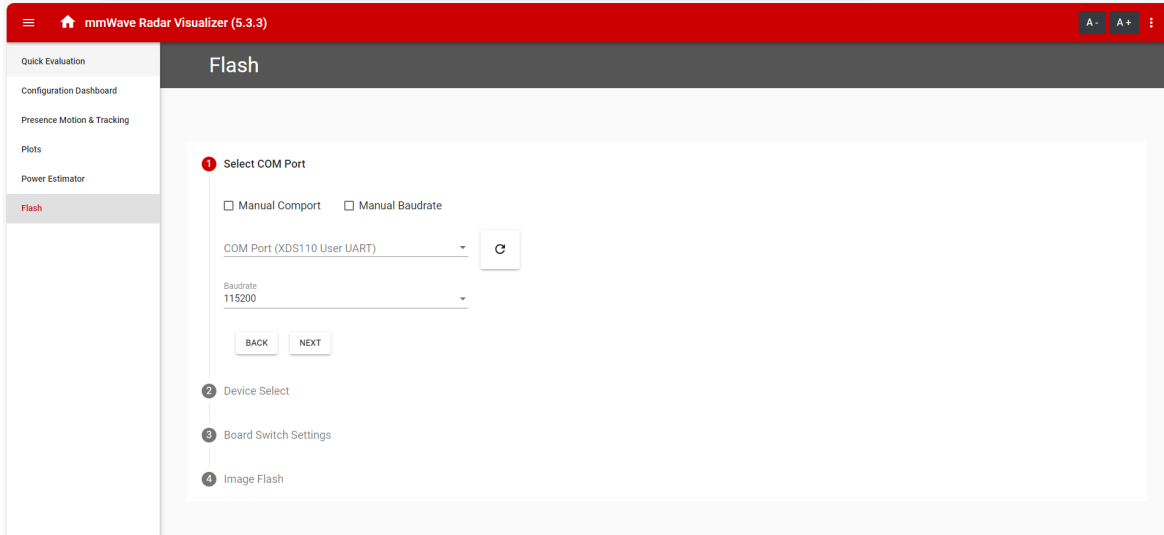


图 3-1. 可视化工具中的“Flash”选项卡

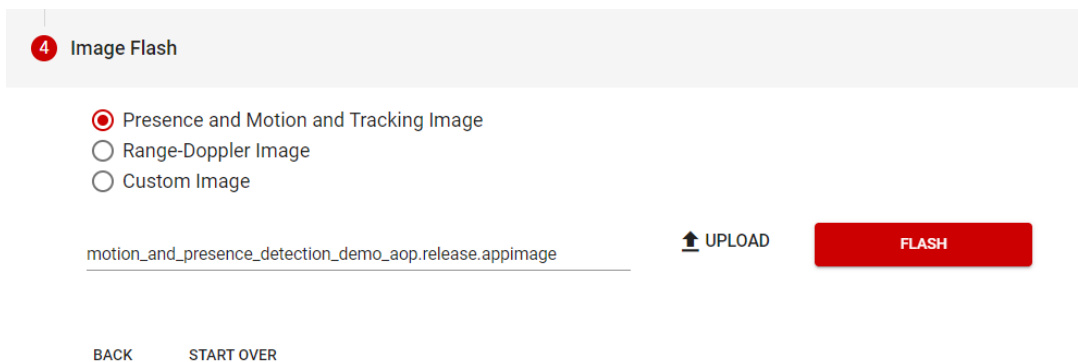


图 3-2. 开箱即用演示二进制应用程序

3.3 毫米波开箱即用演示

TI 提供示例演示代码，以便轻松开始使用 xWRL6432AOP 评估模块 (EVM) 并体验 xWRL6432AOP 毫米波传感器的功能。有关如何开始使用这些演示的详细信息，请访问 TI.com 页面上的毫米波 SDK。

3.3.1 XWRL6432AOP 演示可视化入门

请按照以下分步过程运行 OOB 演示。

1. 通过 USB 将 EVM 连接到 PC。
2. 打开 MMWAVE-L-SDK 工具内的 mmWave Visualizer 并选择器件。检查节 2.2.1 的 SOP 设置。
3. 导航至可视化工具的 *Configuration Dashboard* 选项卡。等待系统自动检测 COM 端口 (否则按刷新) 。或者，手动选择器件 COM 端口 (如果尚未选择) 。选择 *Configuration Selection* 下拉列表下的预配置。与图 3-3 中显示的类似。
4. 点击 *Send Config to Device* 。
5. 成功发送配置后，*Plots* 选项卡会通过雷达点云信息显示距离图。与图 3-4 中显示的类似。

本分步式教程介绍了如何运行开箱即用演示和直观地显示输出，观看本教程了解如何开始使用 xWRLx432 毫米波雷达传感器。请参阅 [xWRL6432AOP 评估模块的开箱即用演示教程](#)。

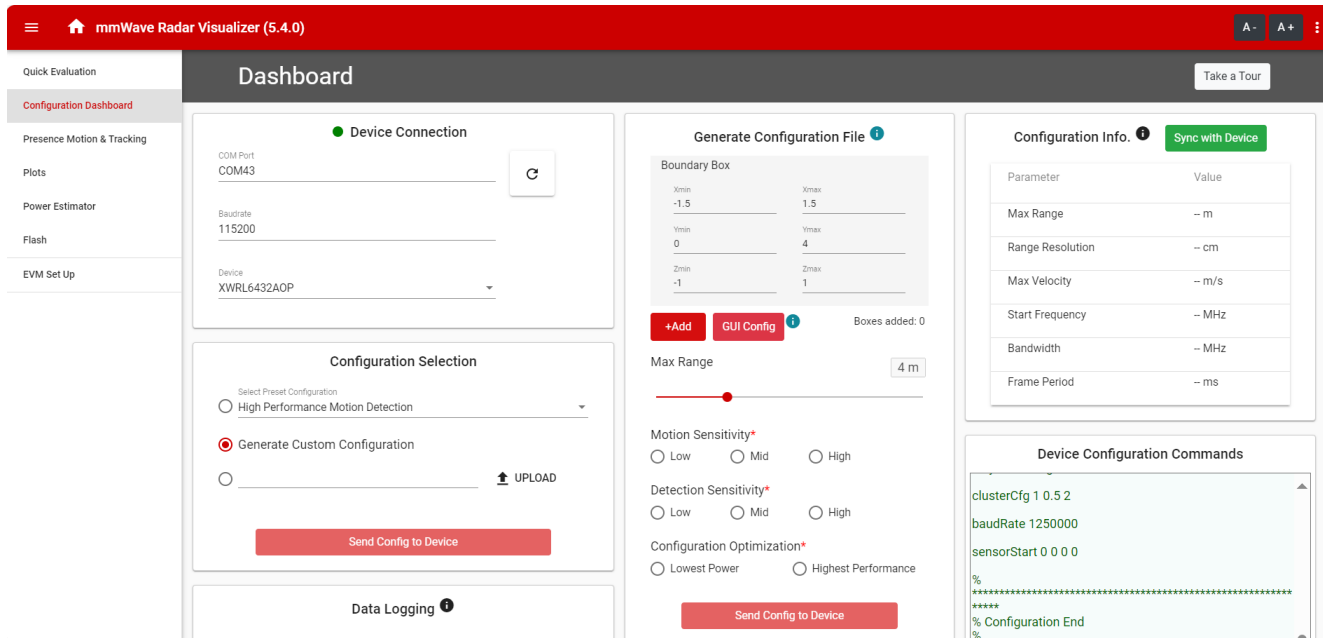


图 3-3. 配置仪表板

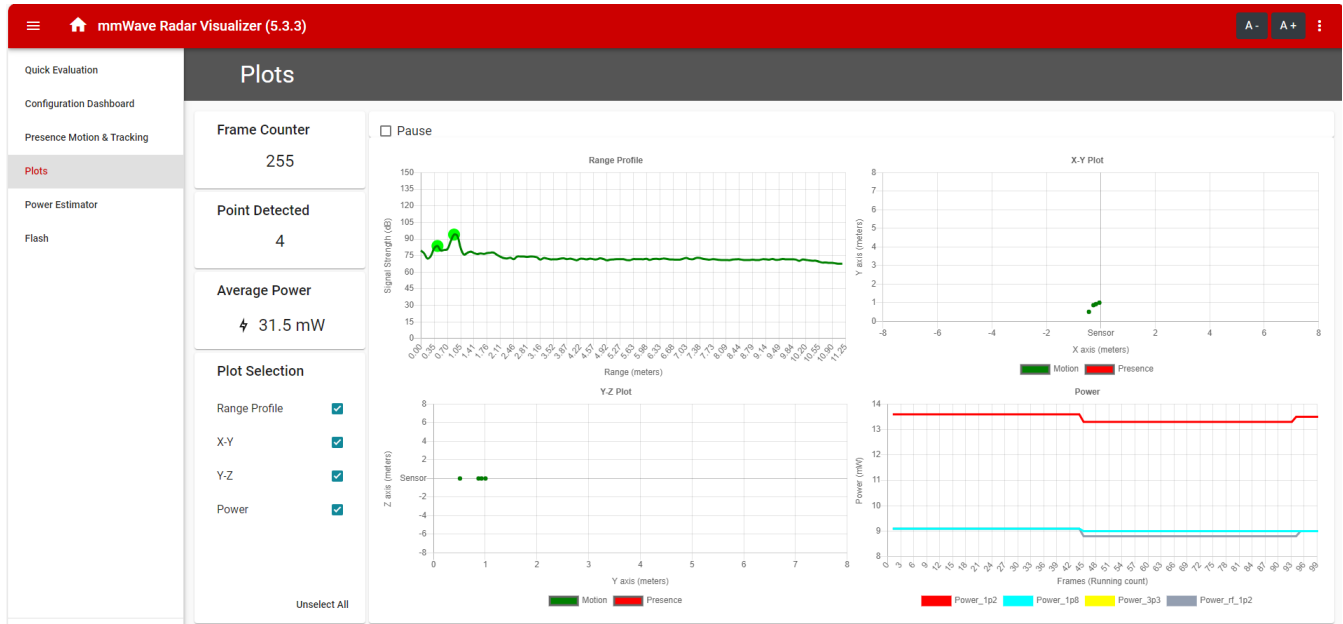


图 3-4. 可视化工具中的“Plots”选项卡

3.4 DCA1000EVM 模式

使用 DCA1000EVM 进行原始数据采集的设置如图 3-5 所示。

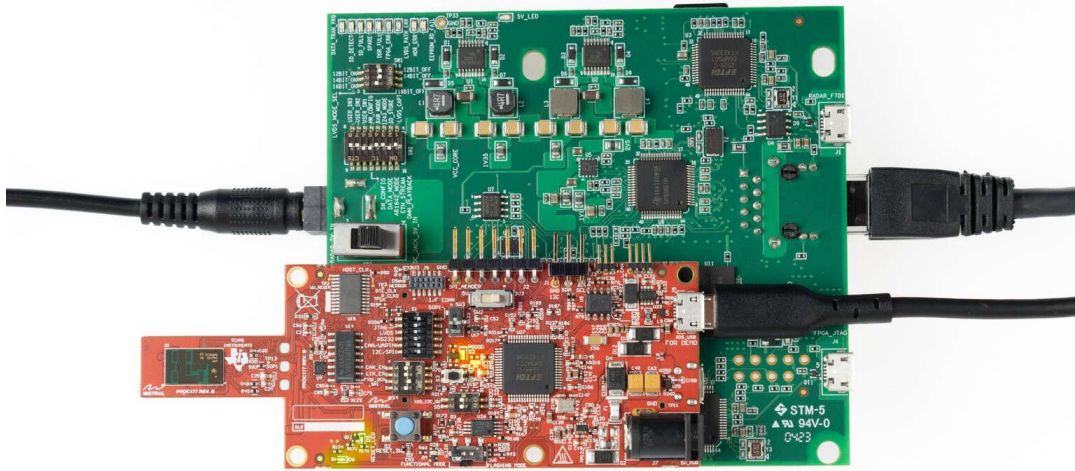


图 3-5. DCA1000EVM 模式 (顶视图)

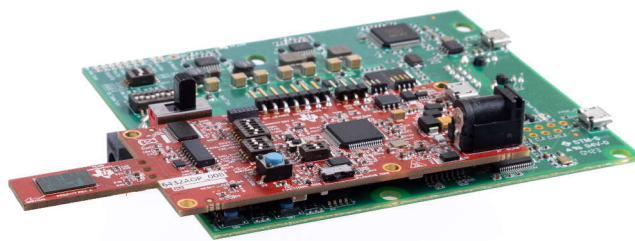


图 3-6. DCA1000EVM 模式 (侧视图)

请参阅节 2.2.2，了解 DCA1000 原始 ADC 采集卡的开关设置。

4 硬件设计文件

4.1 原理图

要查看原理图和装配图，请参阅 [xWRL6432AOPEVM 原理图](#)、[装配文件](#)和 [BOM](#)。

4.2 PCB 布局

要查看设计数据库和布局详细信息，请参阅 [xWRL6432AOPEVM 数据库](#)和 [布局文件](#)。

4.2.1 PCB 贮存和搬运建议：

此 EVM 包含可能因静电放电而受损的元件。不使用时，请务必将 EVM 置于随附的 ESD 袋中进行运输和贮存。搬运时使用防静电腕带并在防静电工作台面上操作。有关正确搬运的更多信息，请参阅 [SSYA010](#)。

4.2.1.1 PCB 贮存和搬运建议：

为了防止氧化，必须将 PCB 存放在 ESD 保护套中，并置于低湿度条件的受控室温下。使用和搬运 EVM 时，必须采取所有 ESD 预防措施。

4.2.1.2 需要更高功率的应用

大多数 EVM 都可以使用单根 USB 电缆来实现自身运行。对于单个 USB 端口无法提供所需功率的高功耗应用，请使用外部 5V/2A 或更高功率的适配器。

4.3 物料清单 (BOM)

要查看物料清单 (BOM)，请参阅 [xWRL6432AOPEVM 原理图](#)、[装配文件](#)和 [BOM](#)。

5 其他信息

5.1 商标

ARM® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.

Windows® is a registered trademark of Microsoft.

所有商标均为其各自所有者的财产。

6 相关文档

1. [xWRL6432BOOST 用户指南](#)
2. [IWRL6432AOP 数据表和勘误表](#)
3. [AWRL6432AOP 数据表和勘误表](#)

7 TI E2E 社区

请在 e2e.ti.com 上搜索论坛。如果用户找不到问题的答案，可以将问题发布到社区。

8 参考资料

1. [DCA1000EVM 数据采集卡用户指南](#)
2. [MMWAVE-L-SDK](#)

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