

LW-X410

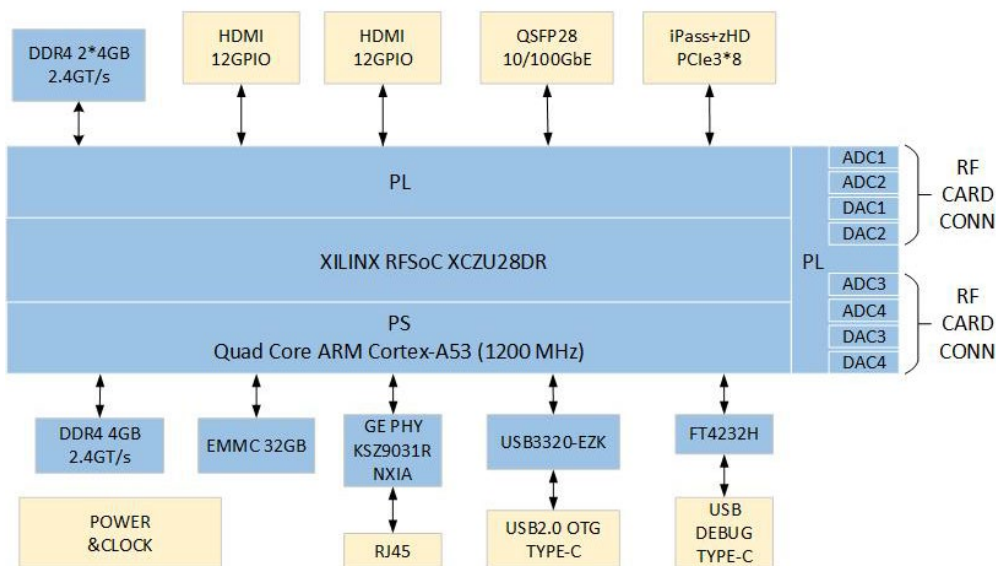
宽频段、大带宽、多通道的4X4 MIMO高性能软件无线电设备

产品概述

- LW-X410是武汉珞光电子推出的新一代四通道软件无线电平台，基于Xilinx Zynq UltraScale+ RFSoc芯片设计，集成四核ARM处理器及12位ADC/14位DAC。该设备具有1MHz-7.2GHz(可调谐至8GHz)的宽频段覆盖能力，采用两级超外差架构，提供4个独立收发通道，每个通道支持400MHz瞬时带宽。
- 设备配备双100GbE QSFP28接口高速数据接口，以及USB JTAG、USB串口、千兆以太网等调试接口，支持GPSDO、10MHz参考时钟和PPS信号等多种同步方式。可支持LabVIEW、GNU Radio等多种开发环境，凭借其宽频段、大带宽、多通道、高集成度等优势，成为无线通信、雷达、电子战等领域的理想研发平台。



产品框图



产品特性

内置 Xilinx Zynq Ultrascale+ ZU28DR RFSoc, 配备四核 ARM处理器

2个QSFP28接口 (10/100 GbE)

1个PCIe Gen3x8 接口

1个千兆以太网电口

1个Type C USB主机接口

1个Type C USB接口 (串口,JTAG)

2个HDMI (2*12个GPIO)

支持外接时钟参考和 PPS 时间参考(内置GPSDO)

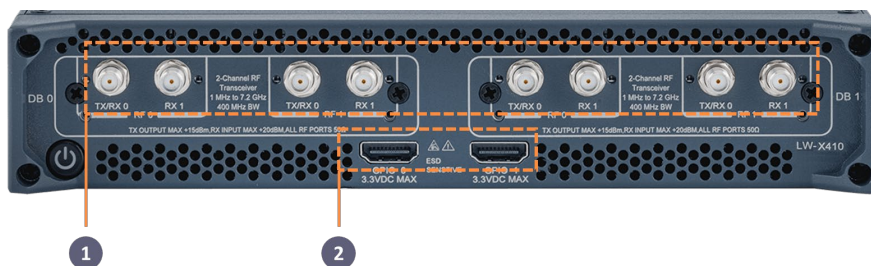
RFSoc FPGA 开发框架

IQ采样率高达 500MS/s

技术规格

发 射		接 收	
通道数	4	通道数	4
频率范围	1MHz-7.2GHz, 可调谐至8GHz	频率范围	1MHz-7.2GHz, 可调谐至8GHz
频率步进	< 1Hz	频率步进	< 1Hz
最大输出功率	< 21dBm	最大输入功率	< 0dBm
增益范围	60dB	增益范围	≤500 MHz 38dB > 500 MHz 60dB
增益步进	1dB	增益步进	1dB
最大实时带宽	400MHz	最大实时带宽	400MHz
平均噪声	-146 dBm/Hz	噪声系数	500MHz-3.1GHz: 8dB 3.1GHz-6GHz: 6.5dB 6GHz-8GHz: 9dB
FPGA和基带		电源	
FPGA	Xilinx RFSoc XCZU28DR	电压	12V DC
DRAM	PL:2x4GB DDR4 2.4Gbps	电流	最大16A
	PS: 4GB DDR4 2.4Gbps	物理属性	
ADC分辨率	12 bits	尺寸	22.2x28.7x4.4 cm
DAC分辨率	14 bits	重量	2.74 kg

产品接口



设备正面板接口名称			说明	
①	DB 0, DB 1射频接口	RF 0	TX/RX 0	RF 0 发射/接收通道。50Ω阻抗的SMA（母头）接口
			RX 1	RF 0 接收通道。50Ω阻抗的SMA（母头）接口
		RF 1	TX/RX 0	RF 1 发射/接收通道。50Ω阻抗的SMA（母头）接口
			RX 1	RF 1 接收通道。50Ω阻抗的SMA（母头）接口
②	GPIO 0, GPIO 1		采用HDMI 接口，每个接口可独立配置1.8V（默认）/2.5V/3.3V输出电压	



设备背面板接口名称		说明
①	iPass+zHD	PCIe Gen3x8接口, 提供与主机PC的PCIe连接, 该接口仅支持二次开发
②	QSFP28	2个QSFP28接口 (10/100 GbE) ; 每个接口包含4通道, 单通道速率最高25 Gbps, 单接口总带宽最高100 Gbps
③	SMA接口	GPS ANT:GPS天线接口; REF IN: 参考时钟输入端口, 最大输入功率15dBm; PPS IN: PPS输入端口; TRIG IN/OUT: 触发输入/输出端口
④	POWER	外部直流电源接口, 支持12V、16A输入
⑤	CONSOLE JTAG	CONSOLE JTAG USB Type-C接口, 用于连接主机与设备FPGA进行开发和调试
⑥	USB to PS	USB to PS USB Type-C 2.0接口, 可将外设 (如USB大容量存储设备) 连接至处理系统 (PS)
⑦	ETHERNET	10/100/1000M RJ45以太网接口, 与板载PS系统连接。支持SSH方式连接PS
⑧	指示灯	设备配备四组指示灯: LED 0 (处理器运行状态)、LED 1 (FPGA程序加载状态)、LED 2 (存储活动状态) 和PWR电源指示灯 (含正常/错误/待机三种供电状态)

高性能基带

LW-X410基于 Xilinx Zynq UltraScale+ ZU28DR RFSoc芯片构建，它采用异构处理架构，集成了ARM Cortex - A53四核处理器和Cortex-R5双核实时处理器，搭配UltraScale+可编程逻辑资源，能实现高效多线程处理与定制化功能。

ZU28DR RFSoc的FPGA资源在逻辑密度、DSP 算力、存储带宽方面均针对高性能RF应用优化，尤其适合需要低延迟、高吞吐量的实时信号处理场景。

FPGA	Xilinx Zynq Ultrascale+ ZU28DR RFSoc
系统逻辑单元	930k
可编程逻辑单元 (LUTs)	425,280
DSP切片	4,272
Block Ram	38Mb
UltraRam	22.5Mb
分布式RAM	13.0Mb

LW-X410配备了三组DDR4 内存模块，其中两组用于可编程逻辑（PL），一组用于处理器系统（PS）。其中，板载PS DDR4为4GB 64bit，PL DDR4为2*4GB 64bit，工作速率为2400MT/s。DDR4内存模块能够充分满足高带宽、低延迟的数据吞吐需求，为复杂的数据处理任务提供强有力的支持。

高性能射频

宽频段覆盖

LW-X410的频率范围从1MHz-7.2GHz（可调谐至8GHz），这一宽广的覆盖范围使得设备能够支持从低频到高频的多种无线通信标准和应用场景。

大瞬时带宽

每个通道高达400MHz的瞬时带宽，LW-X410能够处理大量数据流，适合于宽带信号处理。用户可以利用更宽的通道，实现通道绑定和载波聚合，获得更高的数据吞吐量。

高精度 ADC/DAC

XCZU28DR内部集成4个的RF-ADC和RF-DAC的子系统，其中RF-ADC为12位的4GSPS采样率的高精度高速ADC，RF-DAC为14位的6.5GSPS采样率的高精度DAC，确保了在高速数据处理和转换过程中的高精度和低失真表现。

超外差架构

射频前端架构采用3GHz以下的超外差两级转换（提高信号质量）和3GHz以上的单级转换（优化高频性能），配合滤波和功率电平控制，提供高保真信号发射和接收。

高速数据传输与接口

大数据传输能力

随着5G+，6G海量数据研究的需求增加，其仿真验证平台的大量数据传输成为了一个挑战，为了解决这个问题，LW-X410提供了两个支持100 GbE的QSFP28接口，可以通过它们来实现高速数据流传输。

丰富的调试接口

LW-X410提供了丰富的调试接口，包括GPIO接口、JTAG、1GbE以太网口和Type C USB to PS 主机接口，适用于不同的应用场景和调试需求。用户可以根据具体需求选择合适的接口和工具进行设备调试和开发。

同步与时钟

LW-X410带有一个板载 GPS 驯服振荡器 (GPSDO)、一个 PPS 接口和 10 MHz 参考时钟，可以实现多设备的时钟和定时同步操作。

全独立多通道设计

独立调谐能力

LW-X410具有 4 个独立的 TX 和 RX 通道，每个通道支持1MHz~7.2GHz独立频点设置，各通道可同时工作在完全不同的频段，实现频分双工(FDD)应用或同时模拟多个信号。

多通道并行收发

借助于热门的开源工具链（如 GNU Radio 和 UHD），用户可通过软件设置每个通道的中心频率、带宽、增益等参数，灵活控制各通道的信号发射和接收，实现多通道并行收发，该特性在电子战、频谱监测等需要多信号并行处理的场景中具有显著优势。

通道数扩展

对于大规模MIMO等需要大量通道且对通道间相位一致性要求极高的应用，可通过GPSDO或统一的外部参考时钟，来同步多个设备，实现所有收发通道的精确时间与相位对齐。

支持频率扩展

Luowave 为 LW-X410 深度定制了 6-24 GHz&24-44 GHz 频段扩展模块，可将中频信号经升频到 6-44G 频段，从而帮助用户快速组建该频段系统。通过使用现有的 USRP 设备升级到 6-44G 频段解决方案，该频段研究人员可以用经济的成本和更短的时间帮助推动和实现 6-44G 频段 5G 通信的全面普及，同时支持面向未来 6G 标准的技术探索与验证。

可选模块	说明
24G变频模块	LW-X410扩频选件，6-24GHz，2通道
44G变频模块	LW-X410扩频选件，24-44GHz，2通道

开发环境

主机开发工具			
			
操作系统支持			
FPGA开发			

应用场景



5G/6G 通信研究

- Massive MIMO原型验证
- 5G FR2 频段研究--配合毫米波扩展模块，可扩展至5G FR2频段



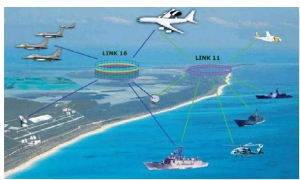
雷达系统设计

- 雷达原型研究以及试验--频段覆盖L、S、C波段
- 多目标探测--多通道并行处理，能够实现多目标探测、跟踪以及复杂环境下的信号处理



频谱监测与流盘

- 宽频段实时频谱分析--1MHz~7.2GHz 覆盖（可扩展至 44GHz）
- 数据流盘--通过两个可配置的QSFP28端口，可实现高吞吐率数据交换和数据流盘回放



电子战（EW）与复杂电磁环境仿真

- 多辐射源模拟--模拟复杂战场电磁环境
- 干扰信号生成--高动态范围 DAC可生成 高保真欺骗干扰信号