

# SDR-LW 3980 Note

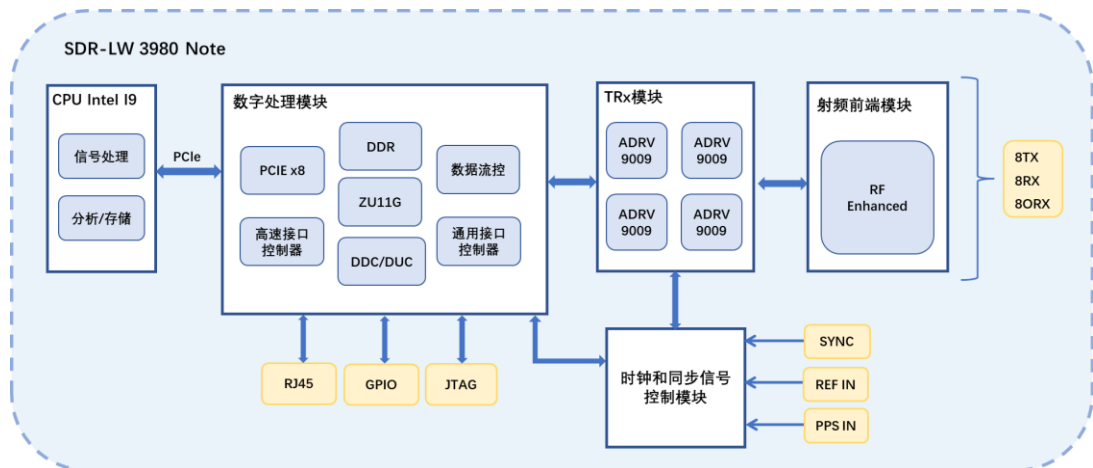
高度集成、相参同步的八通道独立软件无线电设备

## 产品概述

- SDR-LW 3980 Note是珞光电子最新推出的一款8通道高性能SDR独立设备，由板载处理器、FPGA和射频前端组成。FPGA采用资源丰富、用户可编程的Xilinx MPSoC ZU11EG。该设备内置Ubuntu系统，并集成GNU Radio等应用软件。
- SDR-LW 3980 Note具有8个发射通道和8个接收通道，支持单通道200MHz的瞬时带宽，主机与SDR板卡之间采用PCIe Gen3 x8高速互连，构建了全链路高吞吐、低延迟的数据处理通路。设备8通道支持相参同步功能，相位同步精度 $<1^\circ$ ，在实际应用中能提供卓越的相位一致性和协同工作能力，适用于5G通信、雷达信号处理、卫星通信和空间谱测向等多种复杂的无线通信系统。作为SDR-LW 3980的衍生机型，3980 Note做了加固设计并配备了显示屏，显著提升了设备的耐用性和操作便捷性，特别适合野外测试与复杂环境下的应用需求。



## 产品框图



## 产品特性

- 内置I9处理器，预装Linux系统
- 2TB SSD，64G内存
- 八发八收，单通道高达200MHz的瞬时带宽
- 射频范围：75 MHz-6 GHz
- 主机与SDR板卡之间采用PCIe Gen3 x8高速互连
- 具备RJ45千兆网口
- 支持外接时钟参考和PPS时间参考
- 高精度相位同步

## 技术规格

工控机			
处理器	I9 12900	内存	DDR4 64GB
SSD	2TB	显控接口	DP
主芯片 Xilinx Zynq UltraScale+ ZU11EG			
PS	Quad-core ARM® Cortex-A53	PL	653k System Logic Cells
	Dual-core Cortex-R5 real-time processors	Memory	PS 4 GB DDR4(x64) (with ECC)
	Mali-400 MP2 graphics processing		PL 2 GB DDR4(x32)
主芯片 ADRV 9009 x4			
发射通道数量	8	接收最大带宽	200MHz
接收通道数量	8	发射最大带宽	450MHz
观察接收通道数量	8	观察接收最大带宽	450MHz
RX ADC位数	16bits	TX DAC位数	14bits
频率范围	75MHz-6GHz	多片相位同步	支持

产品接口



左侧面板各端口定义：

- ① A通道射频接口；② B通道射频接口；③ C通道射频接口；
- ④ D通道射频接口；⑤ ABCD通道本振（LO）接口；⑥ AB通道及CD通道外部参考输入；

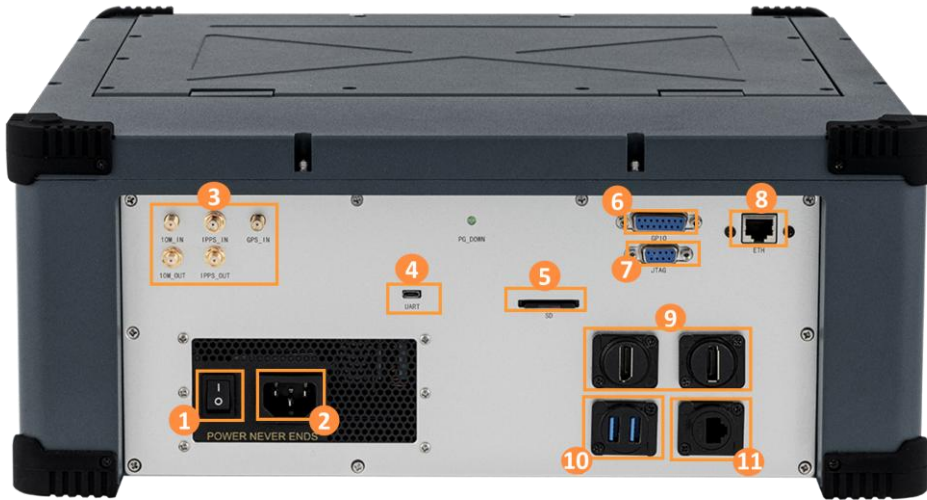
其中① -④：

设备正面板接口名称	说明
RX1, RX2	RF接收
TX1, TX2	RF发射
ORX1, ORX2	观察接收

通道定义：

通道名称	所在通道	输出	输入
通道0	A通道	通道0的输出：A通道TX1	通道0的输入：A通道RX1
通道1		通道1的输出：A通道TX2	通道1的输入：A通道RX2
通道2	B通道	通道2的输出：B通道TX1	通道2的输入：B通道RX1
通道3		通道3的输出：B通道TX2	通道3的输入：B通道RX2
通道4	C通道	通道4的输出：C通道TX1	通道4的输入：C通道RX1
通道5		通道5的输出：C通道TX2	通道5的输入：C通道RX2
通道6	D通道	通道6的输出：D通道TX1	通道6的输入：D通道RX1
通道7		通道7的输出：D通道TX2	通道7的输入：D通道RX2

## 产品接口



设备背面板接口名称	说明
① 电源开关	拨到“—”状态，设备供电；拨到“○”状态，设备关电
② PWR 电源输入口	输入电压：AC220V
③ 同步接口	PPS IN：外部1 PPS输入口 SYNC：外部时钟输入 SYNC+：I路参考同步输入；SYNC-：Q路参考同步输入 CLK+：I路参考时钟输入；CLK-：Q路参考时钟输入
④ USB-UART接口	连接外部串口设备
⑤ SD卡插槽	为设备提供额外的存储和系统功能支持
⑥ GPIO接口	实现外部设备控制、同步触发和状态监测等
⑦ JTAG接口	进行FPGA 配置、固件更新和硬件调试
⑧ SDR RJ45接口	10/100/1000M以太网端口
⑨ 工控机DP接口*2	可接外置DP视频设备
⑩ 工控机USB3.0接口*2	提供USB3.0高速连接
⑪ 工控机ETH接口	10/100/1000M以太网端口

## 高性能基带

SDR-LW 3980 Note采用Xilinx Zynq UltraScale+ MPSoC 系列芯片 ZU11EG。ZU11EG 是一款功能强大的异构计算平台，结合了ARM 处理器的灵活性和 FPGA 的高性能计算能力，具有丰富的接口和内存资源，适合需要高性能、低功耗和实时处理的应用场景。

处理器系统 (PS) 集成了四核 ARM Cortex-A53 处理器 (最高主频 1.5 GHz) 和双核 ARM Cortex-R5 实时处理器，负责运行操作系统、应用程序和实时任务；可编程逻辑部分 (PL) 基于 UltraScale+ 架构，提供高达 653K 逻辑单元 (LUTs) 和 2,928 DSP Slices，支持硬件加速和定制化功能开发。

	ZU11EG
<b>逻辑单元</b>	653,100
<b>Memory (Mb)</b>	52.7
<b>DSP Slices</b>	2,928
<b>16.3 Gb/s Transceivers</b>	32
<b>32.75 Gb/s Transceivers</b>	16
<b>最大 I/O 引脚数</b>	512

在大数据交换场景中，板载的片外内存系统吞吐量至关重要。SDR-LW 3980配备了两组 DDR4 内存模块，其中一组用于可编程逻辑 (PL)，一组用于处理器系统 (PS)。其中，板载PS DDR4为4GB 64bit，PL DDR4为2GB 32bit。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。

## 宽频带&高带宽

射频芯片采用ADI的ADRV9009芯片。ADRV9009 是一款高度集成的射频 (RF) 捷变收发器，提供双发射器和接收器、集成合成器和数字信号处理功能。

该芯片支持75MHz到6GHz的射频范围，覆盖了广泛的无线通信频段，适用于不同类型的无线通信系统设计；接收通道最大 200 MHz 的瞬时带宽，发射通道最大450MHz的瞬时带宽，能够满足高速数据传输和宽带通信的需求，同时具有出色的噪声系数、线性度和动态范围，确保高质量的信号传输和接收。

## 支持频段扩展

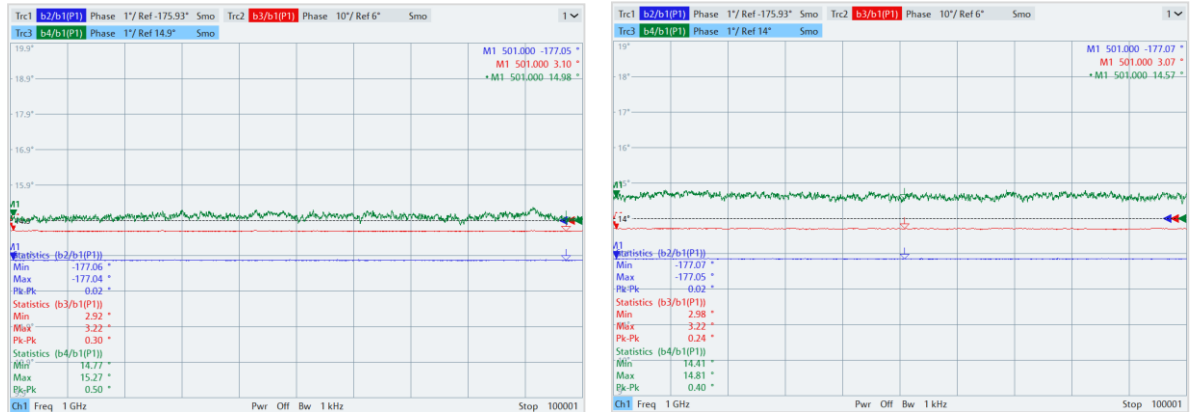
面向NR FR2需求，Luowave为SDR-LW 3980 Note深度定制了毫米波扩展模块，可将中频信号经升频到毫米波频段，从而帮助用户快速组建毫米波系统。通过使用现有的USRP设备升级到毫米波解决方案，毫米波研究人员可以用经济的成本和更短的时间帮助推动和实现毫米波5G通信的全面普及，同时支持面向未来6G标准的技术探索与验证。

可选模块	说明
24G变频模块	SDR-LW 3980 Note扩频选件，6-24GHz，2通道
44G变频模块	SDR-LW 3980 Note扩频选件，24-44GHz，2通道

## 支持多片相位同步

SDR-LW 3980 Note内包含4片ADRV9009，不仅具备多芯片相位同步机制，还集成了数字校准功能，能对内部电路进行相位校准，进一步优化了相位同步性能。

在多芯片协同工作、复杂信号处理场景下，SDR-LW 3980 Note能够稳定、精准地保持相位同步，满足 5G 通信、雷达探测等对相位同步要求严苛的应用需求，有效提升系统整体性能。相位同步一致性偏差可达到 $1^\circ$ 。



### 发射相位同步测试结果：

经过长时间测试，相位差很稳定，相位一致性偏差  $< 1^\circ$ 。

## 调试能力

SDR-LW 3980 Note提供了丰富的调试接口，包括 JTAG、GPIO 和 UART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。

**GPIO 通用接口：**允许用户控制外部组件（如放大器和开关），进一步增强了系统的可扩展性，广泛应用于无线通信研究、雷达系统、自动化测试等场景中。

**JTAG 调试接口：**用于 FPGA 编程、硬件调试、硬件测试和开发。它还在设备的开发、维护和故障排查中发挥着关键作用，从而加快开发进程。

**USB-UART接口：**支持串行通信，适用于调试和数据传输。

## 同步与时钟

支持外部参考时钟和 PPS 同步，可通过共享时钟/触发信号实现多设备同步和控制。

适用于以下场景：

**MIMO 系统：**在 MIMO（多输入多输出）系统中，可以实现频率和时间同步；

**基站应用：**在分布式基站中，可以确保多个设备时钟对齐；

**雷达系统：**在相控阵雷达中，可以确保多个收发通道的相位一致性。

## 开发环境

主机开发工具	 GNU Radio THE FREE & OPEN SOFTWARE RADIO ECOSYSTEM	 MATLAB & SIMULINK	
			
操作系统支持	 Windows	 Linux	 Mac OS
FPGA开发	 VIVADO	 XILINX VITIS	

## 应用场景



## 无线通信研究

- 5G/6G 物理层协议的研究与验证（如毫米波通信）
- LTE、Wi-Fi 等无线协议的开发与测试



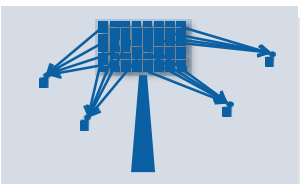
## 雷达与测试测量

- 雷达信号处理和目标检测，如在相控阵雷达中，可以确保多个收发通道的相位一致性
- 多通道测试设备和分布式测量系统



## 卫星通信系统

- 在卫星通信系统中，相位同步功能能够确保地面站和卫星间的信号对齐
- 卫星通信协议的开发和验证



## MIMO与测向

- 在 MIMO（多输入多输出）系统中，可以实现频率和时间同步
- SDR-LW 3980 Note 可以实现高精度的相位同步，特别适合测向应用