



VPX8800

VPX架构MIMO信号收发仪



产品简介

MIMO信号收发仪(mimoVST)将RF信号发生器、RF信号分析仪和功能强大的FPGA集成在单个VPX模块上。VPX8800 面向大规模MIMO应用场景，可以提供MIMO8x8的信号同步发射和接收。它的可用瞬时带宽可以达到2GHz，并针对误差矢量幅度(EVM)等关键指标，改进了整体的RF性能。

产品规范	说明
频率范围	1 MHz至6 GHz, 可通过变频模块,支持6GHz~20GHz或者24GHz~44GHz
带宽	高达2 GHz
Tx/Rx幅度精度	± 0.5 dB, 典型值
EVM (5G NR)	< -52 dB (100 MHz, 环回, 实测值)
VPX插槽	6U, 5HP, 风冷散热

表1: VPX8800产品参数

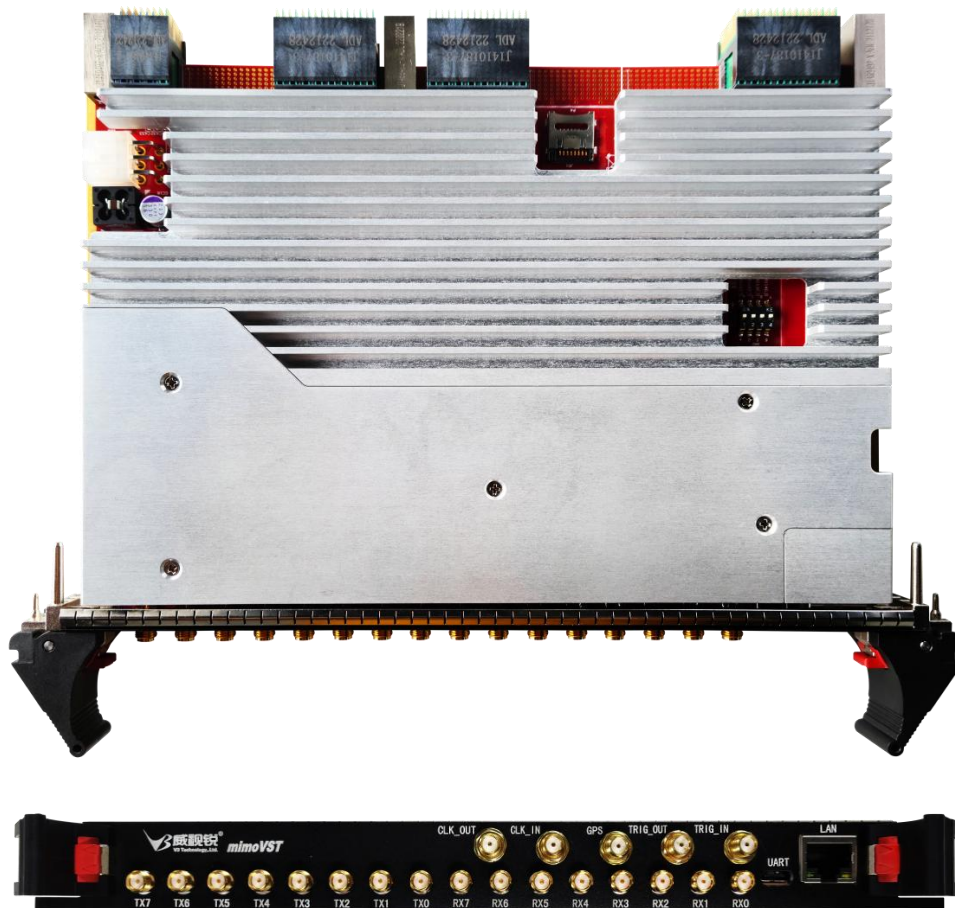


图1：VPX架构MIMO信号收发仪VPX8800

VPX8800 mimoVST的主要特性

VPX8800基于Xilinx第三代RFSoc，提供8个5GSPS采样率的ADCs和8个10GSPS采样率的DACs，采用射频直采模式实现高品质的射频指标，可以作为高性能MIMO信号发生器和MIMO信号分析仪。

主要技术特性：

- 大范围频率覆盖

- 超高瞬时带宽

- 高密度射频通道

- 标准模块化架构

- 高性能FPGA支持

● 大范围频率覆盖

VPX8800在一个模块中实现1 MHz到6 GHz连续频率覆盖，WLAN、超宽带(UWB)、蓝牙、5G NR和无线电原型等应用和标准现可使用一个性能强大的多功能模块进行验证。VPX8800可以与变频单元模块相结合，可用于从VHF到Ku/Ka频段的各种航空航天和关键应用场景，如雷达目标仿真、电子战和卫星通信中的频谱监测，或雷达和卫星通信系统中常用ESA（电子扫描阵列）组件的开发与测试。

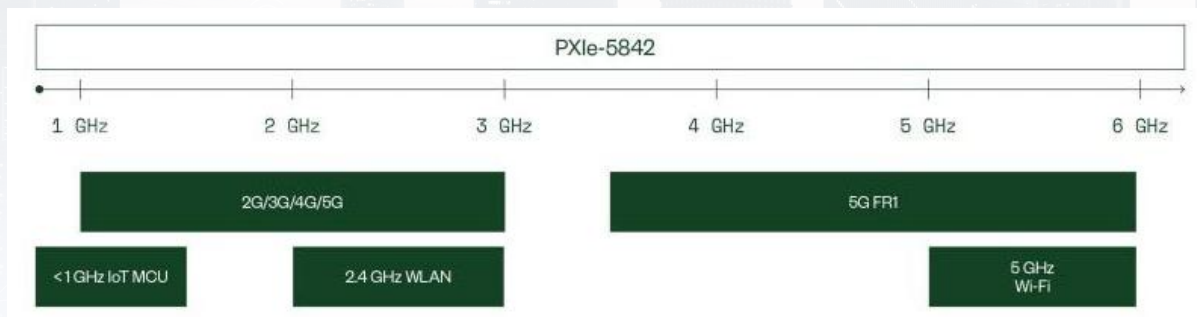


图2：涵盖典型的商业应用频段

● 超高瞬时带宽

当前的无线标准（如Wi-Fi或5G NR）使用越来越宽的信道带宽，用于实现更高的峰值数据速率。最新的802.11be Wi-Fi标准定义的最大信道带宽为320 MHz。5G NR标准在FR1中定义的最大信道带宽为400 MHz。卫星通信的带宽达到960MHz，甚至更高。这些标准会继续演变，未来几年将能够支持更高的信道带宽。

此外，仪器的带宽要求往往会高于无线通信信道的带宽。例如，在数字预失真(DPD)条件下测试RF功率放大器(PA)时，测试设备本身必须提取PA模型，纠正非线性行为，然后生成经修正的波形。高级DPD算法通常需要3到5倍的RF信号带宽。因此，对于5G NR FR1（400 MHz信号），仪器带宽要求可能高达2 GHz，对于802.11be（320 MHz信号）可能达到1.6 GHz。

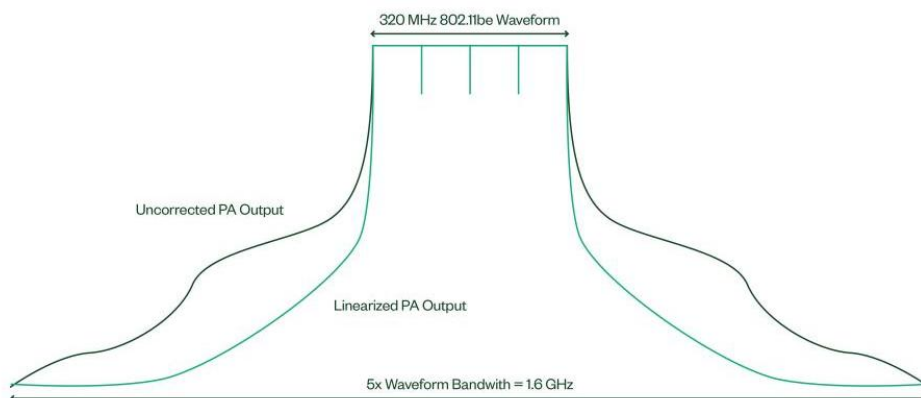


图3：使用5倍信号带宽的DPD算法

测试5G NR设备时，许多5G载波相差几百兆赫。借助VPX8800的宽带宽特性，工程师可以使用一台仪器生成或分析多个5G NR载波，而不必再使用多台仪器。

信道带宽提高					
蜂窝		Wi-Fi		ADG	
LTE-Advanced	100MHz	Wi-Fi 6	80MHz	卫星通信	400MHz
5G NR FR1	400MHz	Wi-Fi 6	160MHz	雷达	1000MHz
5G NR FR2	2000MHz	Wi-Fi 7	320MHz	电子栈	2000MHz

相邻信道功率带宽提高3倍 / 数字预失真带宽提高5倍

表2：无线标准的信道带宽演变

此外，宽带雷达系统通常需要高达2 GHz的信号带宽来准确地捕获脉冲信号。而且，在频谱监测系统中，设备的带宽可显著提高扫描速度。所以，更宽信号带宽是许多先进研究应用的基本要求。

● 高密度射频通道

现代通信标准使用的是复杂的多天线技术。在这些系统中，多输入多输出(MIMO)配置通过更多空间流提供更高的数据速率，或通过波束成形提供更稳定的通信。得益于MIMO的这些优势，802.11be或5G NR等下一代无线技术将采用更复杂的MIMO方案，在单个设备上使用多达128根天线。

不足为奇的是，MIMO技术大大增加了设计和测试的复杂程度。它不仅增加了设备的端口数量，同时也提出了多通道同步要求。为了测试MIMO设备，RF测试设备必须能够同步多个RF信号发生器和分析仪。传统的VST通常只有1个发射和1个接收通道，如果构建一个MIMO4x4的测试环境，就需要4台VST配合时钟和同步模块来级联构成。



图4：18槽PXI机箱搭建MIMO4x4测试环境 Vs VPX8800单模块搭建MIMO8x8测试环境

● 标准模块化架构

现代通信标准使用的是复杂的多天线技术。在这些系统中，多输入多输出(MIMO)配置通过更多空间流提供更高的数据速率，或通过波束成形提供更稳定的通信。得益于MIMO的这些优势，802.11be或5G NR等下一代无线技术将采用更复杂的MIMO方案，在单个设备上使用多达128根天线。

作为一种高带宽、高速率的计算机总线，VPX总线具有以下优点：

- **高速率：**VPX总线突破了PCIe/PXle的速率瓶颈，特别适合高性能和带宽密集型应用，比如无线通信和雷达等。
- **可扩展性：**VPX总线具有可扩展性，能够支持多种不同的应用需求和不同的系统级拓扑结构，同时还能够扩展到多个卡槽。
- **高可靠性：**VPX总线的设计考虑到了高可靠性，能够根据需要支持热插拔和热交换功能，降低维护和操作成本。
- **军用级别的标准化：**VPX总线的标准制定和实施与军用应用有关，使其成为高性能计算、通信、航空航天，国防和安全领域等方面的理想选择。
- **通用性强：**VPX总线的卡槽和组件能够与不同的处理器和系统组合使用，具有兼容性和可扩展性。

总的来说，VPX总线具有高速率、可扩展性、高可靠性、军用级别的标准化和通用性强等优点，能够满足高性能和带宽密集型应用的需求。

得益于VPX架构的优越性，VPX8800可以轻松搭建更大规模的MIMO阵列，工程师可以在一个4槽VPX机箱中同步2个mimoVST或者8槽VPX机箱中同步4个mimoVST，从而构建一个MIMO16x16或者MIMO32x32的系统。



● 高性能FPGA支持

通常的VST会提供FPGA，用来扩展信号处理的能力。mimoVST系列板卡采用了Xilinx 第三代RFSoc，提供了高性能的FPGA资源用于二次开发。具体性能如下表：

FPGA型号			ZU47DR
Quad-core Arm® Cortex®-A53 MPCore™ up to 1.3GHz, Dual-core Arm Cortex-R5F MPCore up to 533MHz			
14-bit RF-ADCw/DDC	# of ADCs		8
	Max Rate (GSPS)		5
14-bit RF-DAC w/DUC	# of ADCs		8
	Max Rate (GSPS)		9.85
Number of DDCs per RF-ADC(1)			1
RF input Freq max. GHz			6
Decimation / Interpolation			1x, 2x, 3x, 4x, 5x, 6x, 8x, 10x, 12x, 16x, 20x, 24x, 40x
System Logic Cells (K)			930
CLB LUTs (K)			425
Max. Dist. RAM (Mb)			13
Total Block RAM (Mb)			38
UltraRAM (Mb)			22.5
DSP Slices			4272
GTy Transceivers			16
PCIe® Gen3 x16			-
PCIe® Gen3 x16/Gen4 x8 / CCIX(2)			2
150G Interlaken			1
100G Ethernet MAC/PCS w/RS-FEC			2
System Monitor			2
Speed Grades			;-2I
Package Footprint	Package Dimensions	Package Dimensions	PSIO, HDIO, HPIOGTR, GTYRF-ADC, RF-DAC
G1517	40x40	40x40	214, 48, 2994, 168, 8

表3：VPX8800芯片开发资源

VPX8800系统框图和技术参数

VPX8800采用射频直接采样结构，带有八个独立的发射器和接收器通道。采用Xilinx 可编程RFSoC FPGA，支持YunSDR 软件无线电开发架构，具备大带宽和大规模运算处理能力，可用于无线通信原型验证、频谱监测、信道仿真、信号智能及宽带记录等应用程序。VPX8800还配备了19.2 MHz恒温晶体振荡器(OCXO)参考时钟，支持背板参考互联与全设备同步。

板卡系统框图如下：

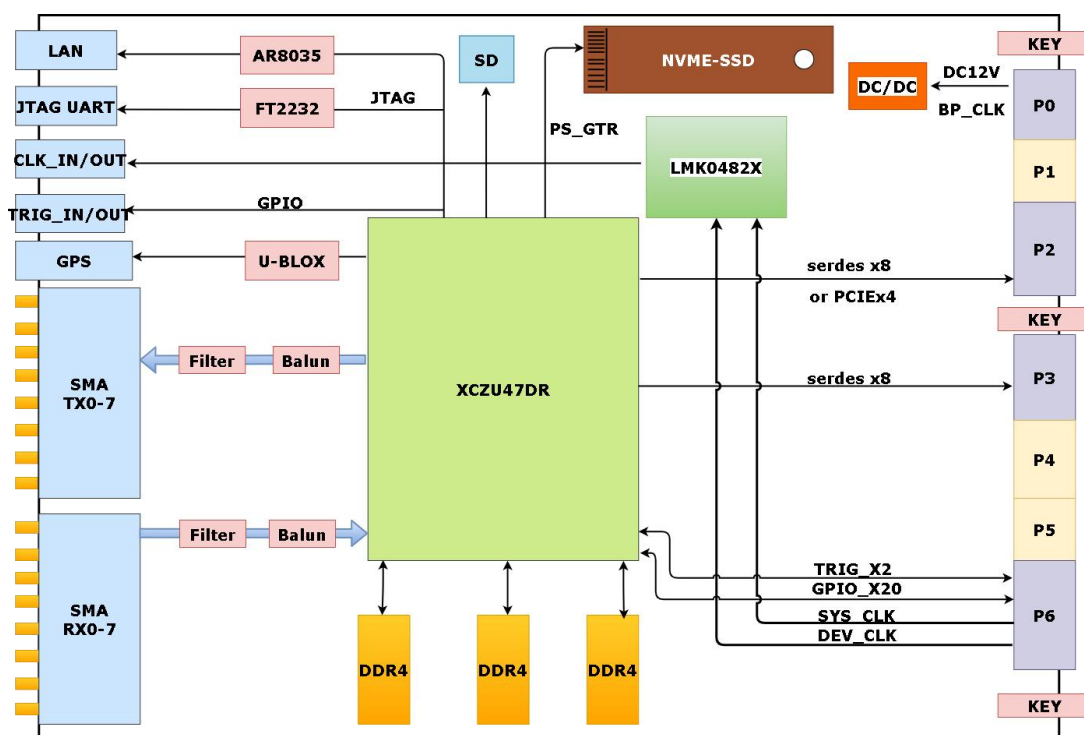


图5：系统框图

技术参数：

核心配置：

- 射频片上系统 (RFSoC) 的一体化器件
- 支持8路发送，8路接收
- 具备内置数字信道化功能
- 支持1MHz~6GHz频点
- DAC支持最大9.8304GHz采样时钟
- ADC支持最大4.9152GHz采样时钟

背板互联

- 汇聚卡交换
 - ① 支持与VPX6130数据交换
 - ② 收发器16个通道
 - ③ 速率9.83Gbps
- 主控卡数据交换
 - ① 支持与主控卡数据交换
 - ② PCIe3.0x8接口

技术参数:

支持RJ45网口:

内部存储:

- PL DDR4
 - ① 双通道
 - ② 每通道64bit位宽
 - ③ 每通道缓存4GB
 - ④ 2600Mbps
- PS DDR4
 - ① 单通道
 - ② 64bit位宽
 - ③ 4GB容量
 - ④ 2133Mbps
- QSPI flash
 - ① 8bit并行模式
 - ② 128MB容量
 - ③ 支持系统启动
- TFCard
 - ① 支持系统启动
- 硬盘
 - ① M.2 NVME接口
 - ② PCIE2.0x4
 - ③ PS侧挂载
 - ④ 最大支持2TB

调试接口:

- 内置JTAG仿真器
- USB-C接口集成UART

参考与触发:

- 参考输入输出
- 触发输入输出
- OCXO高稳晶振
- 内置导航级GPS模组

尺寸与供电:

- P0背板供电
- ATX调试供电
- 标准6U 5HP, 233.3x160mm
- 典型功耗, 运行50%逻辑, 60 Watt

mimoVST VPX8800的相关产品

基带信号加速卡：VPX6130

VPX6130是一款与VPX8800配套使用的基带信号处理加速卡，可以通过PCIe X16的方式与主控卡（CPU卡）进行通信，也可以通过100G光口与外部设备进行通信。VPX6130还是一款时钟分配卡，集成了19.2 MHz恒温晶体振荡器(OCXO)参考时钟，可提供高精度参考，同时该参考从背板连接器提供到其他槽位做源同步，进而实现整个系统的全设备同步。

同系列相关型号还包括VPX6090，其中信号处理单元采用了Xilinx Virtex UltraScale+ FPGA VU9P，其他的配置与VPX6130完全相同。

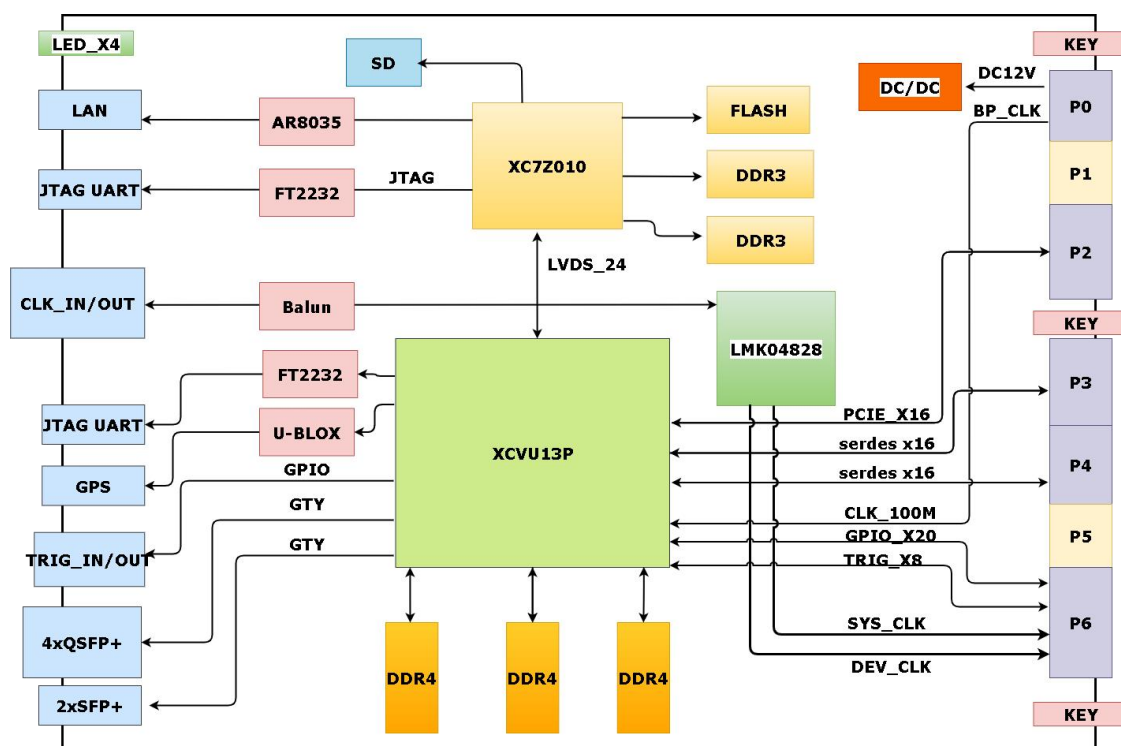


图6：VPX6130系统框图

VU+和ZYNQ系列的FPGA实现大规模逻辑处理能力和系统控制，三组独立的DDR4内存实现高速缓存，四路QSFP+提供400G总线交互能力。

● 技术参数：

核心配置：

- 信号处理单元：Xilinx Virtex UltraScale+ FPGA VU13P
- 时钟控制单：Xilinx ZYNQ 7000 SoC XC7Z010

技术参数:

主机通信接口:

- 100G QSFP+
 - ① 四通道
 - ② 最大400Gbps
- 10G SFP+
 - ① 双通道
 - ② 支持转接1000M RJ45电口
 - ③ 支持MAC/UDP传输
- ZYNQ端网口
 - ① 支持10/100/1000网络
 - ② RJ45电口
- 背板收发器互联
 - ① Lane速率9.83Gbps
 - ② 32条lane
- 主控板互联
 - ① PCIe3.0x16

内部存储:

- DDR4 SDRAM
 - ① 三通道
 - ② 每通道64bit位宽
 - ③ 每通道缓存4GB
 - ④ 2600Mbps
- QSPI flash
 - ① 8bit并行模式
 - ② 128MB容量
 - ③ 支持ZYNQ系统启动
- TFCard
 - ① 支持ZYNQ系统启动

调试接口:

- 内置JTAG仿真器
- USB-C接口集成UART
- ZYNQ和VU+独立调试

参考与触发:

- 参考输入输出
- 触发输入输出
- OCXO高稳晶振
- 内置导航级GPS模组

尺寸与供电:

- P0背板供电
- ATX调试供电
- 标准6U 5HP, 233.3x160mm
- 典型功耗, 运行50%逻辑, 60 Watt

● FPGA主要特性

FPGA芯片资源如下表:

FPGA型号	XCVU13P	
System Logic Cells (K)	3780	
CLB Flip-Flops (K)	3456	
CLB LUTs (K)	1728	
Max. Dist. RAM (Mb)	48.3	
Total Block RAM (Mb)	94.5	
UltraRAM (Mb)	360	
DSP Slices	12288	
Peak INT8 DSP (TOP/s)	38.3	
PCIe® Gen3 x16	4	
PCIe Gen3 x16/Gen4 x8 / CCIX(1	-	
150G Interlaken	8	
100G Ethernet w/ KR4 RS-FEC	12	
Max. Single-Ended HP I/Os	832	
Max. Single-Ended HD I/Os	0	
GTY 32.75Gb/s Transceivers	128	
GTM 58Gb/s PAM4 Transceivers	-	
100G / 50G KP4 FEC	-	
Extended	-2L	
Industrial	-2	
Footprint(3,4, 5)	Dim. (mm)	HP I/O, GTY
H2104	52.5x52.5	702,76

表4: VU13P芯片资源统计

FPGA芯片资源如下表:

SoC型号		XC7Z010
Processor CoreCells (K)		Dual-Core ARM Cortex-A9 MPCore Up to 866MHz
Processor Extensions		NEON™ SIMD Engine and Single/Double Precision Floating Point Unit per processor
L1 Cache		32KB Instruction, 32KB Data per processor
L2 Cache		512KB
On-Chip Memory		256KB
External Memory Support		DDR3L
DMA Channels		8 (4 dedicated to PL)
Peripherals		2x UART, 2x CAN 2.0B, 2x I2C, 2x SPI, 4x 32b GPIO
Peripherals w/ built-in DMA		2x USB 2.0 (OTG), 2x Tri-mode Gigabit Ethernet, 2x SD/SDIO
Security		2x AXI 32b Master, 2x AXI 32b Slave 4x AXI 64b/32b Memory AXI 64b ACP16 Interrupts
Package Footprint	Dimensions(mm)	HR I/O, HP I/O PS I/O(2), GTP Transceivers
CLG400	17x17	100, 0128, 0

表5: XC7Z010芯片资源统计



图7: VPX6130安装散热结构前

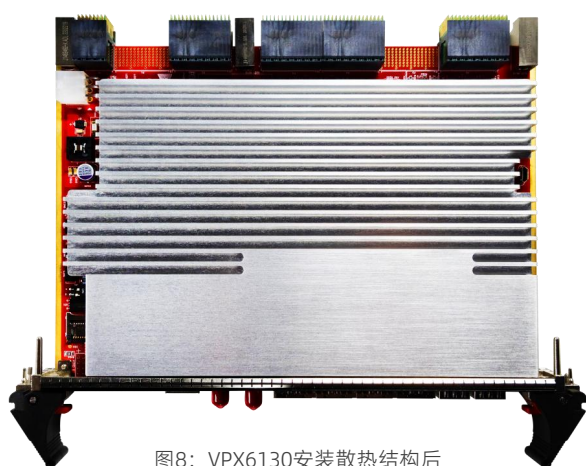
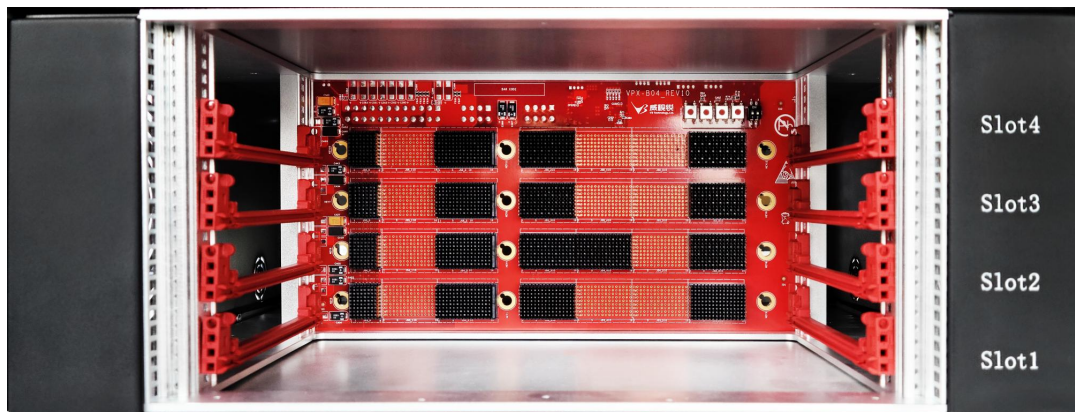


图8: VPX6130安装散热结构后



图9: VPX6130前面板

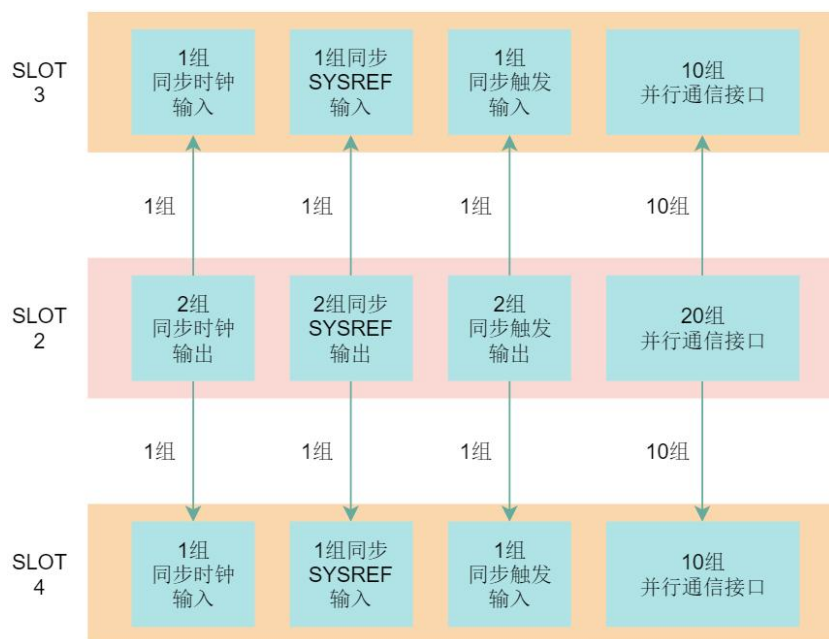
n 4U VPX便携式机箱：VPX-B04



● 背板数据拓扑结构图：



● 背板时钟同步和GPIO拓扑结构图：



● 典型应用系统

MRF8130是一款小型化的8通道MIMO信号收发平台，由VPX8800和VPX6130构成，集成在VPX-B04的小型化机箱内部。另外，可以选配VPX控制器单元，构成单机系统，也可以通过100G光纤接口与服务器系统构成联机系统。



北京威视锐科技有限公司

地址：北京市海淀区后屯路28号院国际技术转移中心213室

电话：010-6267 0519

网站：www.v3best.com



微信公众号
扫码了解更多



威视锐官网
扫码了解更多