



MatrixRF: 可编程多通道SDR系统

Programmable MIMO SDR System

- 5G MIMO原型 相控阵雷达 信道模拟器 射频记录回放

COMPANY PROFILE

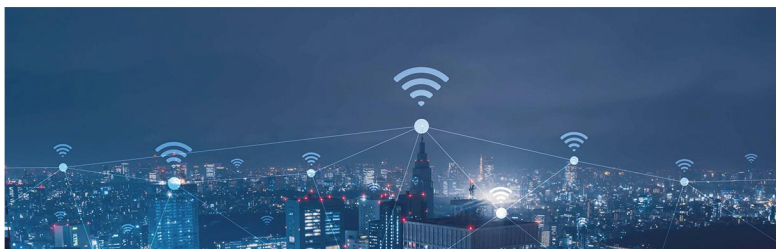
公司简介

公司愿景

通过强大灵活的技术解决方案来帮助工程师和科学家提高生产力，加速创新。

北京威视锐科技有限公司，成立于 2008 年的国家级高新技术企业，专注于提供高性能的可编程解决方案来帮助工程师和科学家加速创新。从教学科研到重大工程挑战，威视锐均可帮助客户应对复杂的问题，特别是在无线系统设计分析与

测试领域。公司产品全部自主研发，拥有二十余项专利和软件著作权，还可以根据客户需求，量身定制解决方案。



团队构成

公司核研发团队拥有通信领域千人计划特聘专家 1 人，博士/博士后以上学历 4 人，平均具备十五年以上科研和产品设计经验。

产品方向

- 开源软件无线电（SDR）
- 5G原型与测试系统
- 多通道大带宽同步系统

2008

成立

公司成立于2008年

国家级高新技术企业

Personnel

人才

特聘专家1人

博士/博士后以上学历4人

Achievement

成就

产品全部自主研发，拥有二十

余项专利和软件著作权

Customer

客户

20多个国家和地区，1000+客户，

涵盖高校、企业和科研院所



行业需求

5G Massive MIMO:

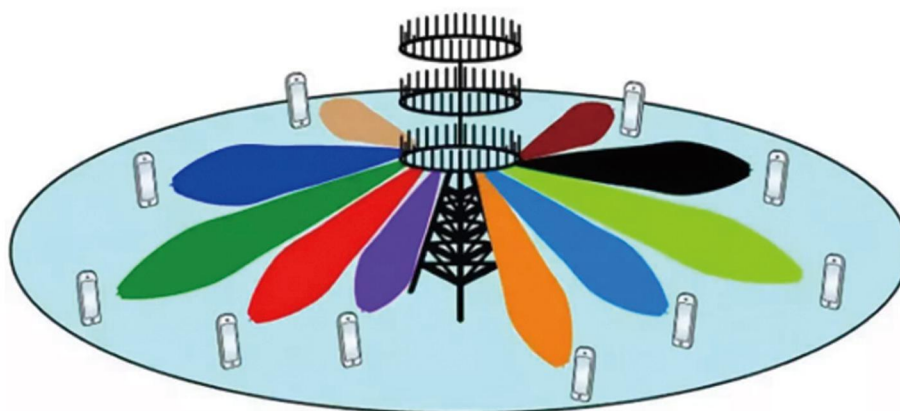
Massive MIMO（大规模天线技术，亦称为 Large Scale MIMO）是第五代移动通信（5G）中提高系统容量和频谱利用率的关键技术。大规模 MIMO 系统的空间分辨率与现有 MIMO 系统相比显著提高，它能深度挖掘空间维度资源，使得基站覆盖范围内的多个用户在同一时频资源上利用大规模 MIMO 提供的空间自由度与基站同时进行通信，提升频谱资源在多个用户之间的复用能力，从而在不需要增加基站密度和带宽的条件下大幅度提高频谱效率。其优势主要在于以下两方面：

- **高能量效率**

大规模 MIMO 系统可形成更窄的波束，集中辐射于更小的空间区域内，从而使基站与 UE 之间的射频传输链路上的能量效率更高，减少基站发射功率损耗，是构建未来高能效绿色宽带无线通信系统的重要技术。

- **高空间分辨率**

大规模 MIMO 系统具有更好的鲁棒性能。由于天线数目远大于 UE 数目，系统具有很高的空间自由度，系统具有很强的抗干扰能力。当基站天线数目趋于无穷时，加性高斯白噪声和瑞利衰落等负面影响全都可以忽略不计。



5G 虽然可以使用低于 6GHz 的低频频段，但是由于低频频段的资源有限，而 5G 对带宽的需求量又很大，因此大部分 5G 网络会部署在高频频段，即毫米波频段（mmWave）。高频段（如毫米波频段）时，只能使用包括了很多天线的天线阵列。使用多天线阵列的结果是，波束变得非常窄。可行的解决方案是：增加发射天线和接收天线的数量，即设计一个多天线阵列。

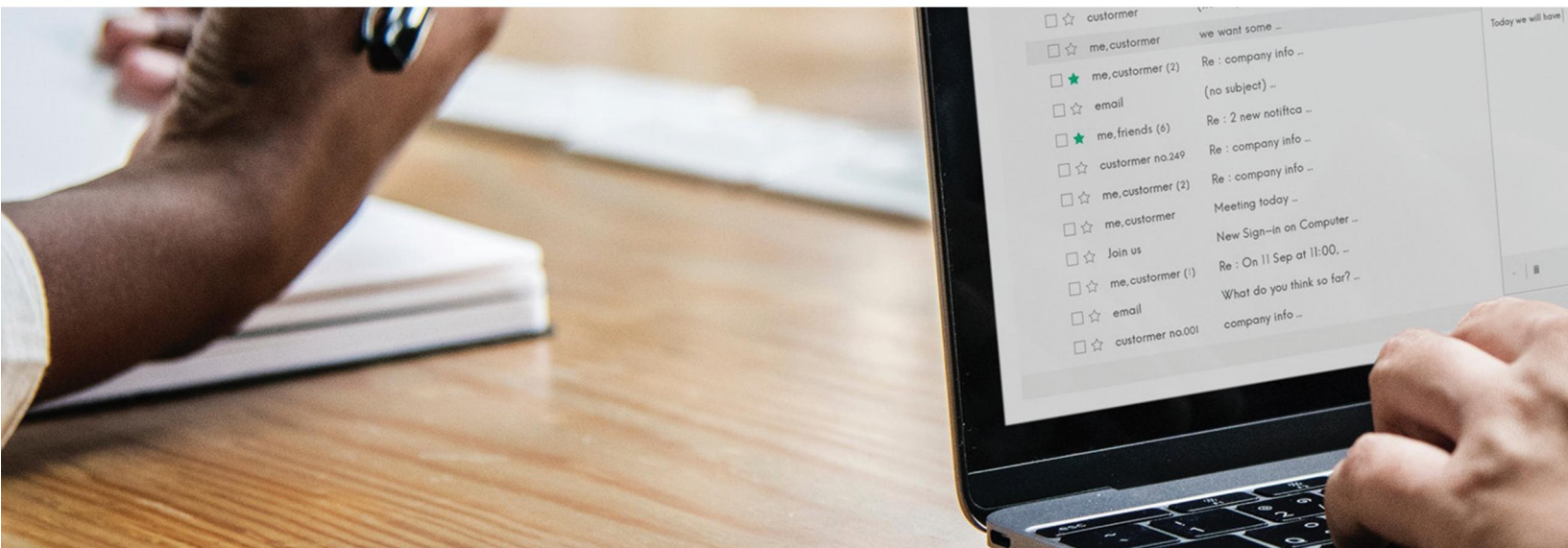
任何具有 RF / mmWave 设计或测试经验的人都会明白，设计/测试的复杂性和难度会随着信号路径的增加呈指数级增长。即使假设设计正确完成，您也必须确保所有信号路径和天线都经过适当校准，以便天线系统按预期工作。校准那些

巨大数量的天线路径绝对是一项具有挑战性的任务。**多通道同步和自动校准技术**是 5G Massive MIMO 系统实现的最主要技术挑战。

Massive MIMO 的最大动力是增加指定目标设备的方向性和增益。另一个动机（或由波束形成引起的要求）是实现 MU-MIMO（多用户MIMO）。然而，随着使用更多天线并且更多用户被瞄准，调度和预编码将变得更复杂。如何处理这种情况将是一个大问题。

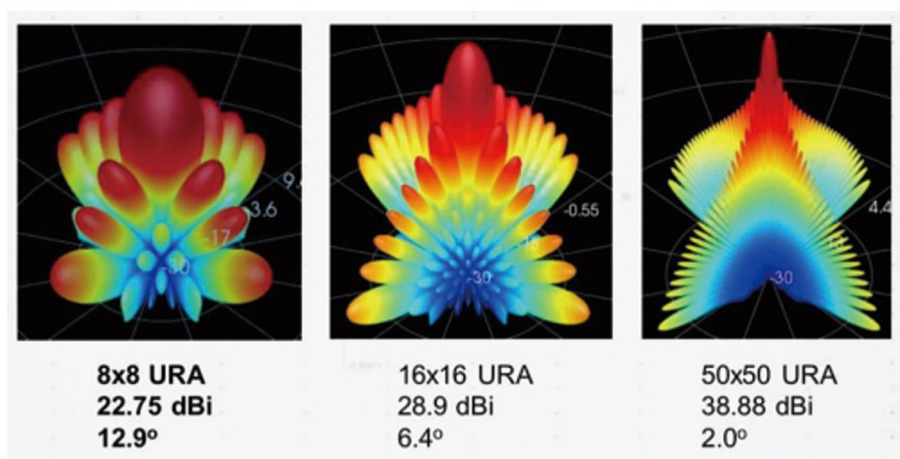
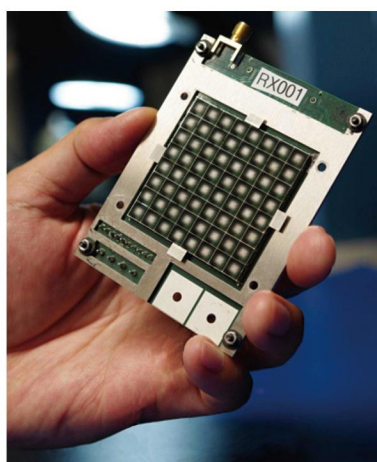
高性能实时信号处理是 5G Massive MIMO 系统性能的瓶颈之一。

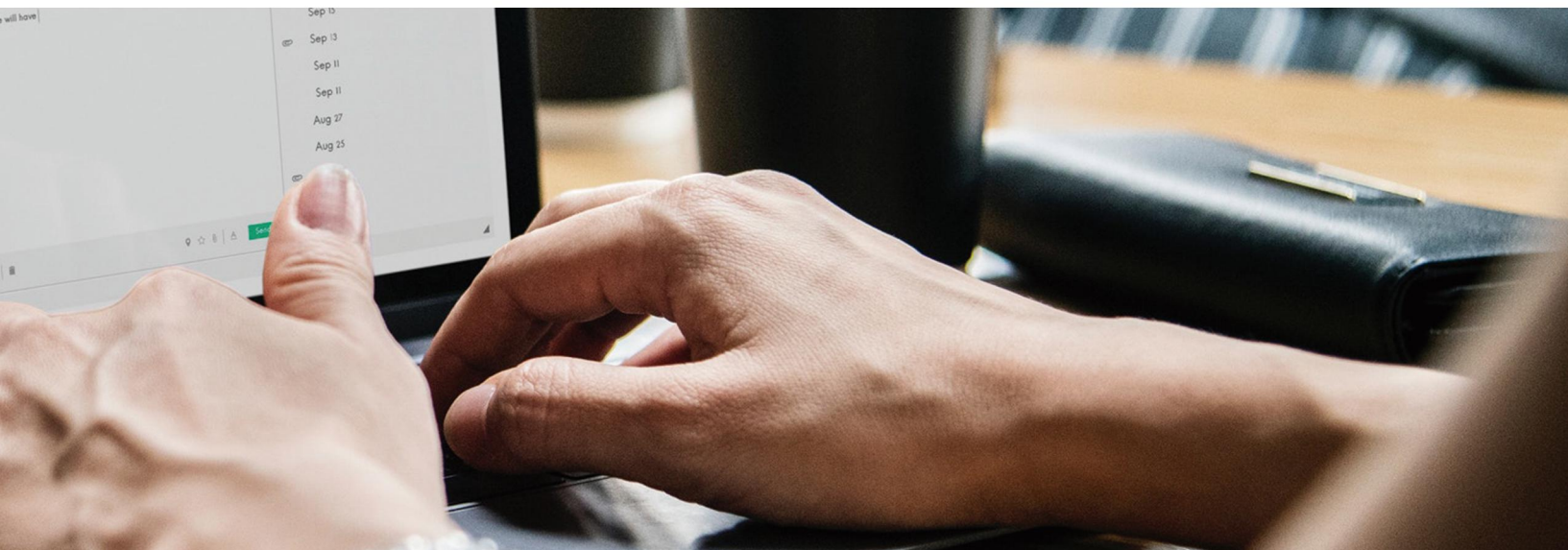
行业需求



相控阵雷达:

相控阵雷达是有望从 5G 毫米波获益最多的现有应用之一。相控阵雷达不仅与 5G 网络共享相同的频段，而且其波束成形技术（如图2）也与 5G 相似。毕竟，天线波束是由每个天线单元接收或辐射信号的相长和相消干涉形成的。无论是尖端的军事防御系统，还是 5G 基站的流视频应用，都是如此，因为形成波束的数学原理是完全一样的。5G 移动应用也将增加实时跟踪特性。业界在 5G 网络的低成本相控阵天线、波束成形算法，以及相位和幅度可调元器件技术方面的大量投资也将为高端军事系统带来成本改善和生产率的提高。另外一个好处是：用于验证波束成形设计的多通道测试设备将可用于民用 5G 和相控阵雷达应用两方面。但是，雷达信号对射频的带宽和频段有一定要求，需要达到 GHz **超大带宽和毫米波频段**。





大规模信道仿真与模拟:

无线频谱的高效利用是包括 5G 在内的移动通信应用的基础性难题，AI 的发展进步为解决这一问题提供了多种可能解决方案，但评估各种方案孰优孰劣，就需要有一个能反映真实应用场景的全面的仿真验证环境来进行验证。始于 2016 年的美国国防部高级研究计划局（DARPA）的为期三年的“频谱协作挑战赛”（Spectrum Collaboration Challenge, 简称 SC2），就是一个面向这一问题的典型项目。

未来无线电频谱资源的需求将会不断飙升。近年来，无线数据传输年增长率达到 50%，这背后主要的驱动力包括：人们在智能手机上随时播放视频和浏览社交媒体需求，5G 所支持的万物互联、虚拟/增强现实、人工智能、自动驾驶等新应用生态迸发的高带宽、低延迟需求。为了满足这些需求，除了不断增加可供 5G 等无线网络使用的频谱资源外，尽可能提高频谱利用效率也是必需探索的路径。

信道仿真系统为大规模军民领域电磁频谱使用和管理方案研究、测试、验证等提供了理想的解决方案。信道仿真系统可以实现包括手机、军用无线电、物联网设备和其他无线通信设备在内的数百种无线通信设备之间的交互，并可实现高保真的无线通信信号穿越、反弹、回声仿真，将真实信号从发射机转发到接收机。

这种信道仿真系统对软件定义无线电（SDR）提出了更高的要求。为了模拟真实信道，系统至少能够提供 64x64 以上通道数，这就要求设备具备**较高的射频通道密度**，并且**支持多台拼接组合**的能力。为了从物理世界的无线电中仿真出电磁波，测试平台需要大量的实时处理，需要**大规模现场可编程门阵列（FPGA）**的支持，每个 FPGA 都可以独立编程和设计，保证系统的灵活性。

信道仿真系统除了拥有足够的计算能力之外，还要具备**灵活友好的开发环境**，支持主流的开发工具和编程语言。系统和算法开发人员更熟悉软件的开发流程，有时候还会用到 GPU 加速算法，因此**异构可扩展的架构**才能满足下一代无线系统开发的需求。

MatrixRF

可编程多通道SDR系统

针对以上的行业需求和挑战，工程师需要灵活的硬件/软件平台以及最先进的开发流程来解决。威视锐因此推出了面向大规模大带宽同步应用的高性能可编程 SDR 平台-MatrixRF。

MatrixRF 可以实现高度可伸缩的射频通道组合，从最少的 2T2R 到最大的 128T128R，实时带宽可达 1GHz，频段覆盖 DC 到 60GHz 毫米波。发射功率和天线阵列可以根据客户需求定制提供。



Wide
Frequency Range
宽频段



Wide
Bandwidth
大带宽



Real Time,
Low Latency Processing
低延迟



Multi
Channel
多通道



Synchronization
全同步



Flexible Software
Tool Flow
含软件

MatrixRF 的信号处理部分基于 FPGA + x86 的架构，可以扩展 GPU 加速卡。采用全开源架构，支持各种开发工具，提供丰富的参考设计和系统框架，加速复杂系统原型的开发验证。

丰富的开发工具支持

支持各种主流的开发工具，可根据客户需求定制 FPGA 底层逻辑，大大加快开发进度，让客户可以专心实现差异化的算法和系统。

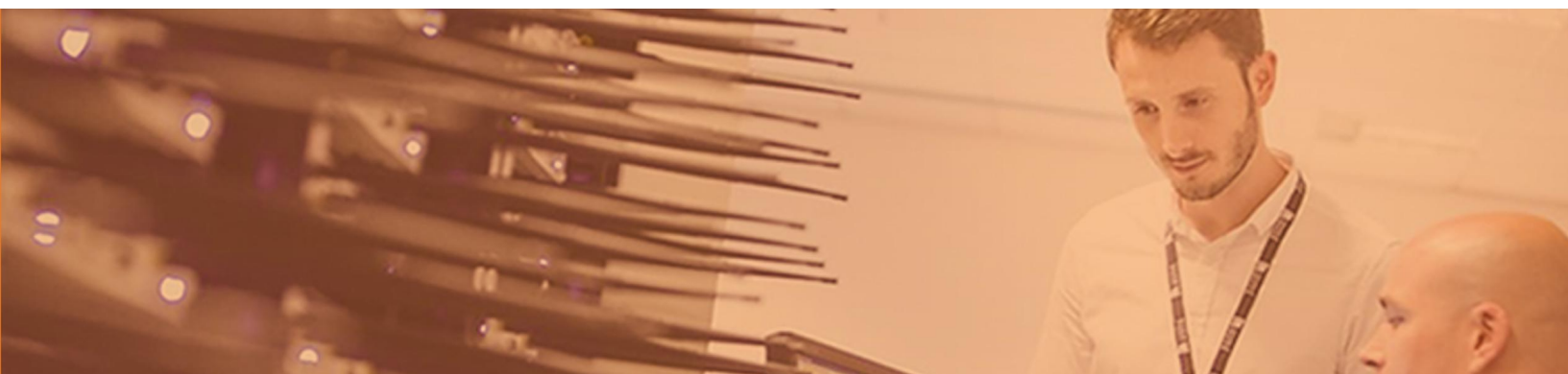
> 算法工程师



> 软件工程师



> 硬件工程师

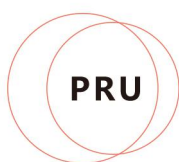


System Framework

系统框架

MatrixRF系统由三部分构成

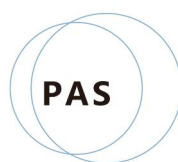
MatrixRF 系统由 PRU 可编程射频前端、PAC 可编程加速卡、PAS 可编程算法服务器三部分构成。



可编程射频前端



可编程加速卡



可编程算法服务器

PRU:

可编程射频前端，主要功能是完成射频的数字化，通过高速光纤接口（40G/100G）与 PAC 通信。



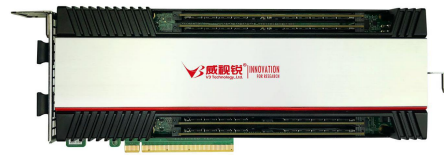
PRU 目前主要有三个型号，分别是 PRU4、PRU6 和 PRU8。

- PRU4: 频谱覆盖30MHz~6GHz，实时带宽200MHz，射频通道4Tx/4Rx，40G光纤接口，PCIe电缆接口；
- PRU6: 频谱覆盖30MHz~6GHz，实时带宽200MHz，射频通道6Tx/6Rx，双40G光纤接口
- PRU8: 频谱覆盖DC ~4GHz，实时带宽1GHz，射频通道8Tx/8Rx，双100G光纤接口

注: 对于高频段的雷达应用，可以通过变频器选件实现频谱扩展，包括X波段选件，Ka波段选件，28GHz毫米波选件和60GHz毫米波选件。

PAC:

可编程加速卡，主要功能是实时信号处理，通过高速光纤接口（40G/100G）与 PRU 通信，同时通过 PCIe 3.0 x16高速接口与 CPU 进行数据交互。



PAC目前主要有两个型号，分别是 PAC-9P 和 PAC-5U。

	PAC-9P	PAC-5U
形态	全高3/4长，双宽	半高半长，单宽
FPGA	Xilinx Ultrascale+ 16nm VU9P	Xilinx Ultrascale+ 16nm VU35P
PCIe	PCIe3.0x16/PCIe4.0x8	PCIe3.0 x 16/PCIe4.0x8/CCIX
内存	4*DDR4 DIMM 16GB/32GB 2133MHz 64-bit SDRAM ECC	HBM2 8GB，最高带宽316GB/s
网络	2*QSFP28 100GE,兼容40GE	1*QSFP 100GE，兼容40GE
电源	· 被动散热 · 最大200W供电能力	· 被动散热 · 最大75W供电能力
温度范围	0℃~45℃	0℃~45℃

PAS:

可编程算法服务器，用于复杂算法的实现，通过PCIe3.0接口与PAC进行数据交互。

PAS 针对不同应用场景，提供两种配置选项，分别是基于酷睿 CPU 的 PAS-5UG 和基于至强 CPU 的 PAS-2US。

- PAS-5UG：5U高度，基于Intel 酷睿i9处理器，最高睿频达5GHz，面向高主频算法需求；
- PAS-2US：2U高度，基于Intel可扩展至强处理器，最高56内核112线程，面向多内核算法需求；

注: 服务器配置更新较快，最终配置以采购时详细报价为准。

key Technology

关键技术

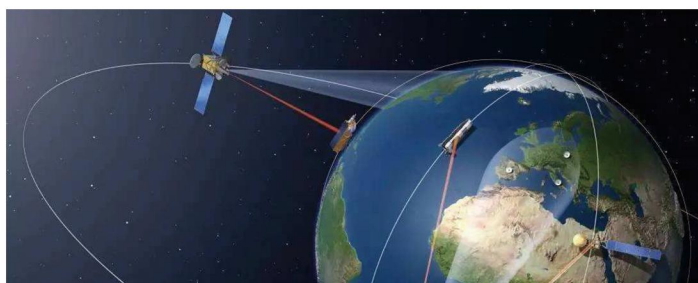
射频通道相位校准：

支持手动和自动校准模式，经过相位校准后，每一路射频相位误差达到 0.05 弧度（3度）以内。



分布式时钟同步：

支持 GPS 授时同步和 White Rabbit 高精度同步两种模式，实现纳秒级同步精度。



高集成度射频前端：

采用 ADI 最新的宽带射频收发器 ADRV9009 和 Xilinx 创新型的 RFSoc，实现大规模、超宽带、高集成度的同步射频单元。



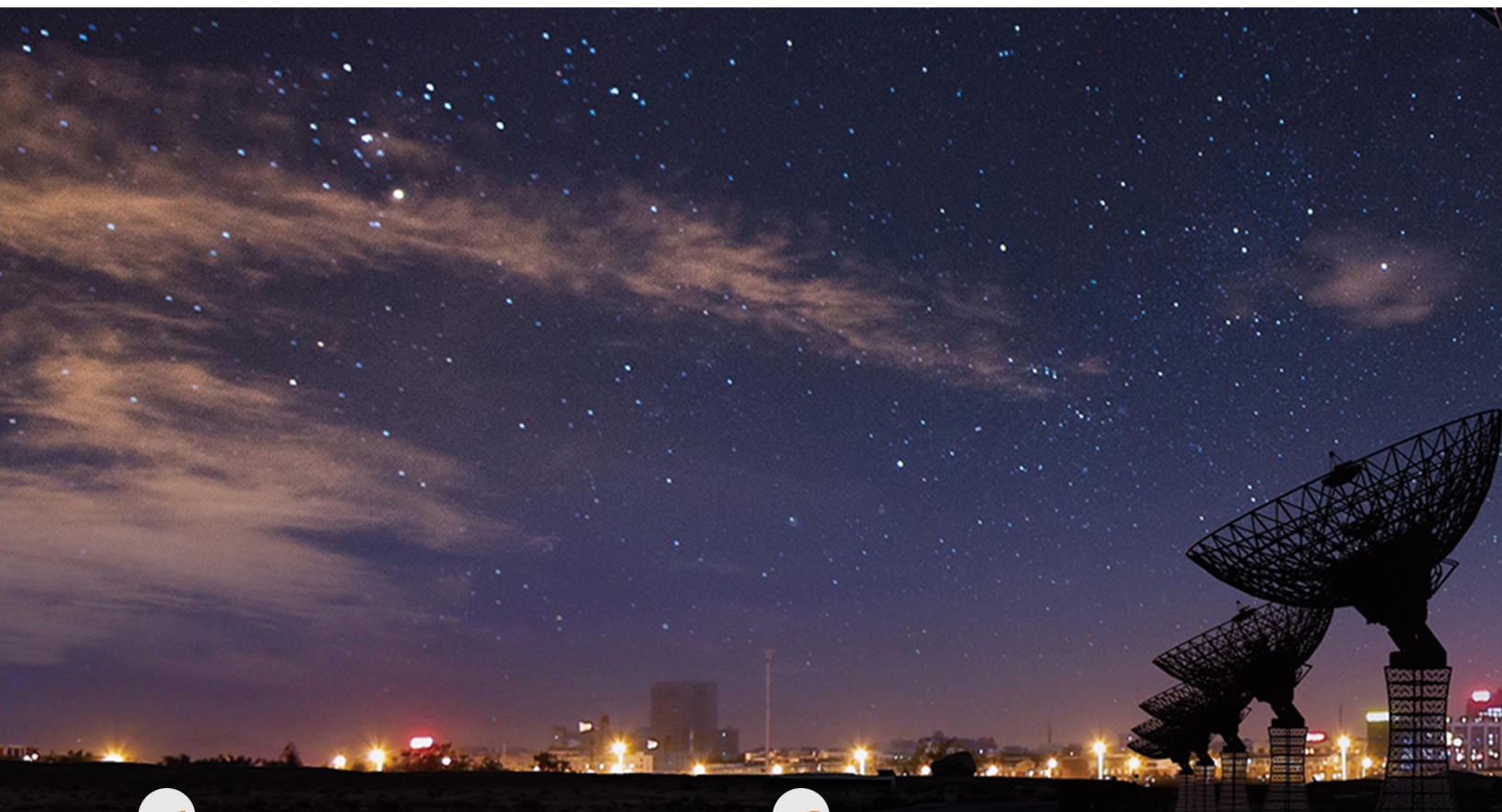
最新架构处理器：

基带处理部分采用 Xilinx 最新 16nm 的 Virtex UltraScale+ 系列 FPGA，可以支持最新的超大带宽 HBM2 片上存储器，通过 PCIe4.0 与 Intel 最新架构的酷睿 i9 或可扩展至强 CPU 实现算法加速。



Typical Scenario

典型场景



1

多通道射频记录回放

面向信号情报（SIGINT）和电子战

需要对环境数据进行长时间不间断记录，满足多通道数据流速率的苛刻要求，现场升级频谱监测和测向需求，提供实时的信号处理和分析能力。特别是多通道分布式的记录回放，MatrixRF 的可编程射频前端 PRU 可以通过光纤拉远，内置的 GPS 或者 White Rabbit 模块实现高精度同步，汇聚到数据中心进行存储。

2

5G Massive MIMO系统

面向宏基站和5G测量测试

最高支持 64Tx/64Rx 通道，每个通道带宽 200MHz，可扩展到 1GHz，具备大规模磁盘阵列提供记录分析功能。支持大容量的 FPGA 加速和算法分析功能，可以安装 5G 开源协议栈和商业版本的 5G 基站和核心网软件系统。

**3**

雷达信号模拟器：

面向超大宽带和毫米波

雷达目标模拟器可以在不同距离多普勒单元中产生多个目标，还具有多个射频源，在存在干扰的情况下(如蜂窝电话或其他移动通信服务)测试雷达。除了测试雷达的功能性能外，模拟器还可以帮助评估雷达中的现代电子对抗措施。针对雷达应用，MatrixRF 的 PRU8 可以提供高达 1GHz 的独立带宽或者 4GHz 的拼接带宽，通过变频器，支持 X 波段，Ka/Ku 波段,适用于超大带宽电磁干扰。

4

信道仿真仪：

面向定制化的信道模型

从便携式的 2×2 到大规模的 64×64 通道，在实验室环境中仿真实际无线信道条件的特性，以便改善无线设备和网络基础设施的质量。仿真无线信道特征，包括路径损耗、多径衰落、时延扩展、多普勒扩展、极化，以及对 MIMO 和多无线系统性能至关重要的相关性和空间参数。适用于多种应用，包括 MIMO、波束赋形、WLAN、航空航天和 MIMO OTA 测试等。



北京威视锐科技有限公司

北京市海淀区东升镇后屯路28号院国际技术转移中心213室

电话: 010-6267 0519

网站: www.v3best.com

