

雷达侦察对抗系统

随着电子技术的发展，雷达工作体制变得复杂多样，电子对抗（ECM）所面临的电磁环境也越来越复杂，战场环境中脉冲密度已达到了每秒几百万甚至上千万。因此，现代电子对抗需要雷达侦察系统在复杂的电磁环境中实时地分离出各雷达辐射源的信息，以便后续电子对抗系统进行分析、决策和反制。雷达侦察对抗系统由雷达侦察系统和雷达干扰系统组成：雷达侦察系统的功能组成包含雷达信号测频、信号测向、信号分选和信号脉内分析；雷达对抗系统可以实现压制干扰和欺骗干扰。雷达侦察对抗系统高度集成且数字化，同时为了适应迅速变化和演进的电子战环境，系统能够提供用户自定义的能力，满足用户研发、生产和实训中的各种需求。

系统优势

- 基于 PXIe 总线的高集成度平台，模块化搭建，结构紧凑、坚固耐用、便于扩展、易于升级，支持软件二次开发。
- 基于宽带数字接收技术和数字干涉仪测向体制。
- 基于聚类分析的实时信号分选，最多可同时检测 16 部辐射源。
- 基于时频分析算法实现信号脉内特征分析和参数估计。
- 基于 DRFM（数字储频）技术，支持模拟多种雷达目标信号和多种类型干扰样式。

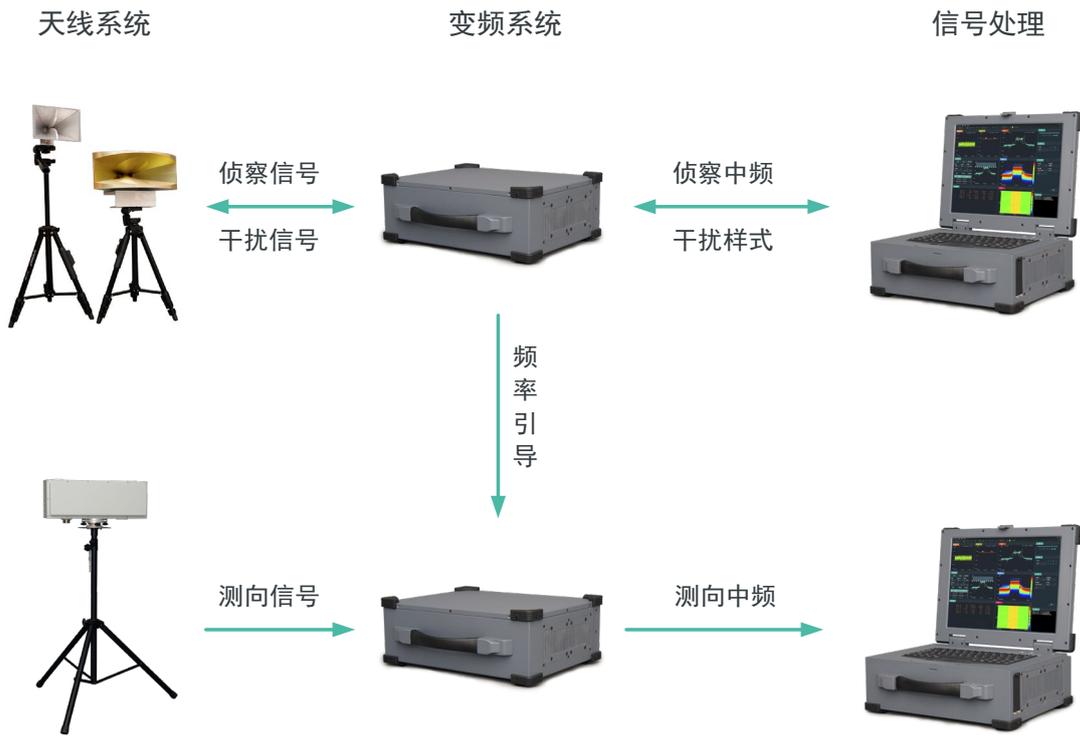
应用需求

- 便携性 - 雷达侦察对抗系统的发展趋向于模块化、小型化、低功耗等，便携式的系统成为必然的需求。
- 多功能 - 日益密集的电磁环境需要雷达分选系统同时检测、识别与分选多部目标雷达信息。能够实现复杂电磁环境的构造，实现多种干扰方式和干扰样式的模拟，并同时模拟多种干扰目标信号、多种类型干扰设备的干扰样式。
- 可扩展 - 作为通用的测试平台，可扩展和灵活配置应该着重考虑。系统基于 PXIe 总线平台，支持模块级软件和硬件插入可实现无缝、高成本效益的升级和功能提升。

解决方案

- 雷达侦察对抗系统基于便携式、加固的 PXIe 机箱，体积小、重量轻，为外场复杂电磁环境的构建提供便利，广泛应用于机载、舰载、车载等各种平台电子战设备的现场性能检测、评估，战术演练和培训等。既可应用于实验室复杂电磁环境构建，也可以兼顾外场雷达系统维护维修的使用。
- 系统支持实时的目标侦察和分选，最多同时识别 16 部辐射源信息。为战略情报分析提供依据或为警戒干扰系统提供识别高威胁信号的特征参数。
- 基于侦察结果，得到辐射源参数以及方位信息，根据策略产生欺骗干扰信号或者压制干扰信号，可广泛应用于雷达半实物仿真、雷达对抗训练、电子战训练以及雷达对抗试验等。
- 具有灵活的扩展能力，支持软件二次开发，实现较强的雷达干扰能力，为日益严峻的电子战环境提供强有力的技术支撑，可应用于雷达抗干扰试验、新体制雷达研究，也可作为辅助训练和测试设备等。

系统架构



系统硬件结构

关键特性/指标

侦察系统指标

系统指标	频率范围	0.35~18GHz
	瞬时带宽	1GHz (可扩展至 1.4GHz)
	信号接收能力	抗烧毁功率: +20dBm 输入功率范围: -80dBm~0dBm IF 输出功率范围: -45dBm~0dBm (45dBm 动态) 杂散抑制: ≤ -45dBc
	工作温度范围	-10~55°C
信号测频	接收机灵敏度	≤ -70dBm
	瞬时动态范围	>40dB
	脉宽测量范围	0.2μs ~ 2ms
	PRI 测量范围	5μs ~ 20ms
	测频精度	<1MHz (r.m.s.)
	特征参数	脉冲到达时间 (TOA)、脉冲宽度 (PW)、脉冲重复间隔 (PRI) /脉冲重复频率 (PRF)、载频频率 (RF)、脉冲幅度 (PA) 等
信号测向	方位瞬时覆盖范围	-45° ~ 45°

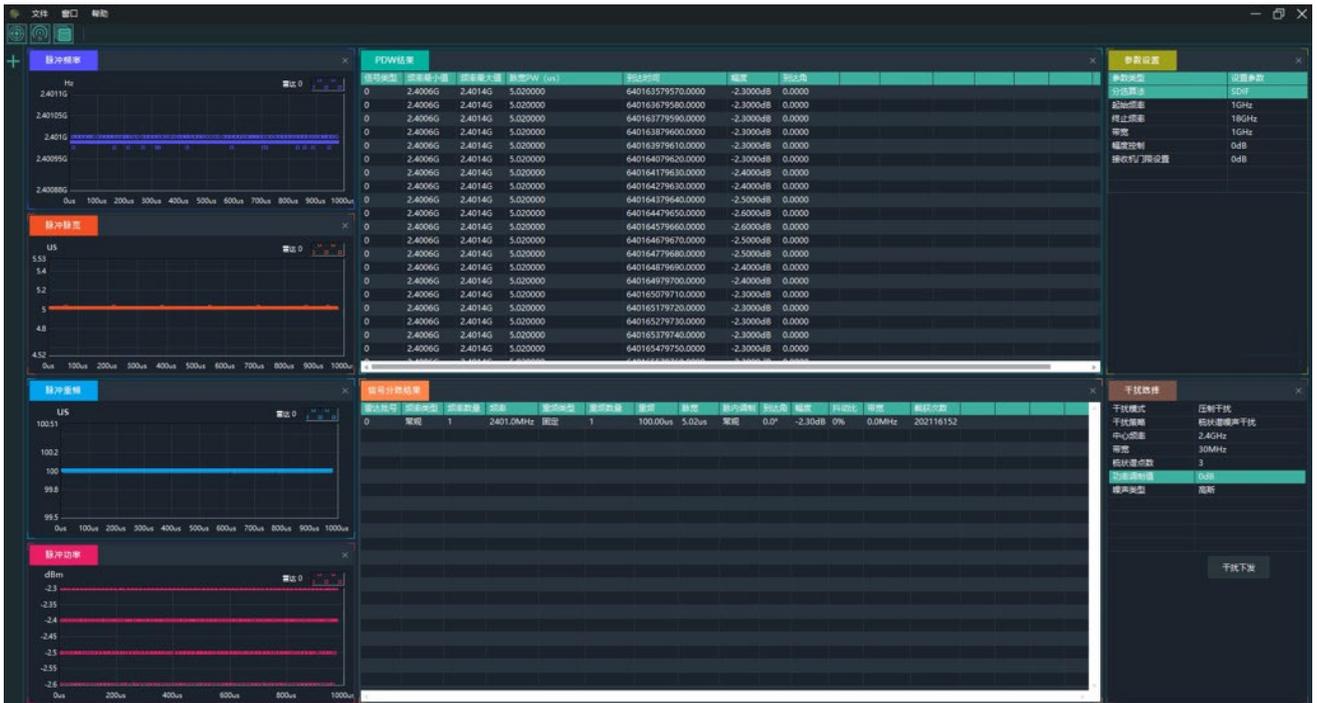
	测向范围	0° ~ 360°
	测向精度	5° (r.m.s.)
	特征参数	信号到达方向 (DOA)、脉冲到达时间 (TOA)、脉冲宽度 (PW)、脉冲重复间隔 (PRI) / 脉冲重复频率 (PRF)、载频频率 (RF)、脉冲幅度 (PA) 等
信号分选	适应信号数量	同时检测多至 16 部辐射源
	适应环境信号密度	200 万脉冲/秒
	适应脉冲体制	常规脉冲、连续波、频率捷变、重频参差、重频抖动、线性调频、非线性调频、相位编码、脉冲多普勒等雷达目标信号
信号脉内分析	调制类型和参数	<p>常规雷达信号：调制类型、载波频率、脉冲宽度等</p> <p>线性调频信号：调制类型、中心频率、调制带宽、脉冲宽度等</p> <p>非线性调频信号：调制类型、中心频率、调频带宽、脉冲宽度等</p> <p>相位编码信号：调制类型、中心频率、码元宽度、码长、相位调制码、载波频率和脉冲宽度等</p> <p>频率编码信号：调制类型、中心频率、码元宽度、码长、相位调制码、载波频率和脉冲宽度等</p> <p>频率调制连续波信号：调制类型、中心频率、调制带宽、调制周期等</p>
	常规雷达信号	输入脉宽范围：0.5 ~ 2000us
	线性调频信号	输入信号带宽范围：10 ~ 800MHz 输入信号脉宽范围：10 ~ 200us 输入信号调频斜率范围：0.1 ~ 30MHz/us
	非线性调频信号	输入信号带宽范围：10 ~ 800MHz 输入信号脉宽范围：10 ~ 200us
	相位编码信号	输入信号类型：BPSK、QPSK 信号脉宽范围：10 ~ 2000us 信号码元宽度：不小于 1us 信号编码长度：不小于 2
	频率编码信号	输入信号类型：2FSK、4FSK、STEP 信号带宽范围：10 ~ 200MHz 信号脉宽范围：10 ~ 1000us 信号频率步进：不小于 5MHz 信号码元宽度：不小于 1us 信号编码长度：不小于 2
	频率调制连续波信号	输入信号类型：STLMCW、TRILFCW 信号调制周期范围：10us ~ 2ms 信号带宽：200MHz

干扰系统指标

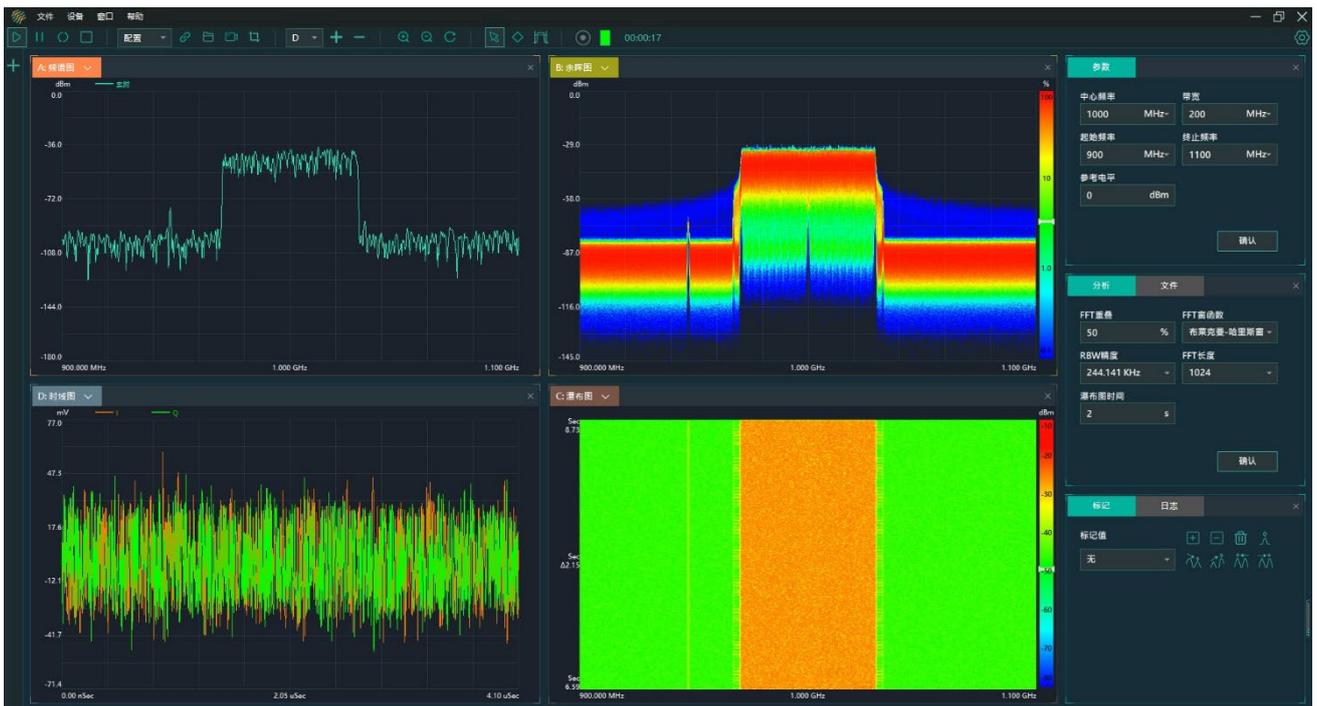
通用指标	工作频段	0.35~18GHz (可扩展至 0.1~18GHz)
------	------	-----------------------------

	瞬时带宽	1GHz (可扩展至 1.4GHz)
	信号发射能力	IF 功率: $-10\text{dBm} \pm 1.5\text{dBm}$ 输出功率范围: $-20\text{dBm} \sim 30\text{dBm}$ (未考虑天线) 谐波电平: -40dBc 镜频及中频抑制: -45dBc
	信号接收能力	抗烧毁功率: $+20\text{dBm}$ 输入功率范围: $-80\text{dBm} \sim 0\text{dBm}$ IF 输出功率范围: $-45\text{dBm} \sim 0\text{dBm}$ (45dBm 动态) 杂散抑制: $\leq -45\text{dBc}$
	工作温度范围	$-10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$
压制干扰指标	窄带瞄准干扰	1) 噪声类型: 高斯、均匀、伪随机 2) 瞬时带宽: 1 MHz ~ 30MHz 3) 调制类型: 调幅 4) 调制深度: 最大 100%
	宽带阻塞干扰	1) 噪声类型: 高斯、均匀、伪随机 2) 瞬时带宽: 30 MHz ~ 500 MHz 3) 调制类型: 调频
	扫频噪声干扰	1) 噪声类型: 高斯、均匀、伪随机 2) 扫频周期: $20\mu\text{s} \sim 20\text{ms}$ 3) 调制类型: 调频 4) 调制深度: 最大 100%
	梳状谱噪声干扰	1) 频点数量: 1 ~ 100 2) 带宽: 最大 500 MHz
	杂乱脉冲干扰	1) 变化规律: 高斯、均匀、伪随机 2) 脉宽范围: $0.1\mu\text{s} \sim 2\text{ms}$ 3) PRI: $1\mu\text{s} \sim 20\text{ms}$
欺骗干扰	干扰类型	1) 常规速度、距离干扰 2) 多重假目标、多普勒闪烁、脉冲首位相接 3) 瞬时带宽: 800 MHz
	距离、速度拖引干扰	1) 类型: 前拖、后拖 2) 规律: 线性、双曲线、抛物线、指数、自定义 3) 速度拖引相参性: 与距离相参、非相参
	独立可控假目标	1) 12 个 (距离、多普勒可设定) 2) 每个独立目标可距离上复制 6 个
	密集复制干扰	1) 两个雷达脉冲间, 按固定间隔调制转发雷达信号, 产生多个假目标 2) 密集复制数量范围: 8 ~ 1024 3) 假目标时间间隔: $3\mu\text{s} \sim 10\mu\text{s}$
关键特性	目标回波	能够逼真模拟雷达回波信号特性, 包括幅度、距离延迟、多普勒频率等
	压制干扰	窄带瞄准干扰、宽带阻塞干扰、扫频噪声干扰、梳状谱噪声干扰、杂乱脉冲干扰
	欺骗干扰	常规速度、距离干扰、多重假目标干扰、距离托引干扰、速度托引干扰、独立可控假目标干扰、密集复制干扰
	适应雷达体制	脉冲多普勒、频率捷变、常规脉冲、连续波、线性调频、非线性调频、相位编码等

软件界面



侦察对抗界面



频谱分析界面

立思方

成都立思方信息技术有限公司是专注于雷达、通信、对抗及通用电子测试测量和仿真产品及解决方案的高新技术企业。立思方汇集了测控、微波、雷达、通信、对抗领域的多位行业专家，以技术和创新为立足之本，根植于西部地区，面向全国测试、验证和仿真市场，为用户提供一流的产品服务和行业解决方案。

联系

电话或者邮件联系了解更多立思方提供的产品和解决方案，为您的测试测量和仿真应用提供支持和帮助。

028-85432566
info@intellicube.tech

