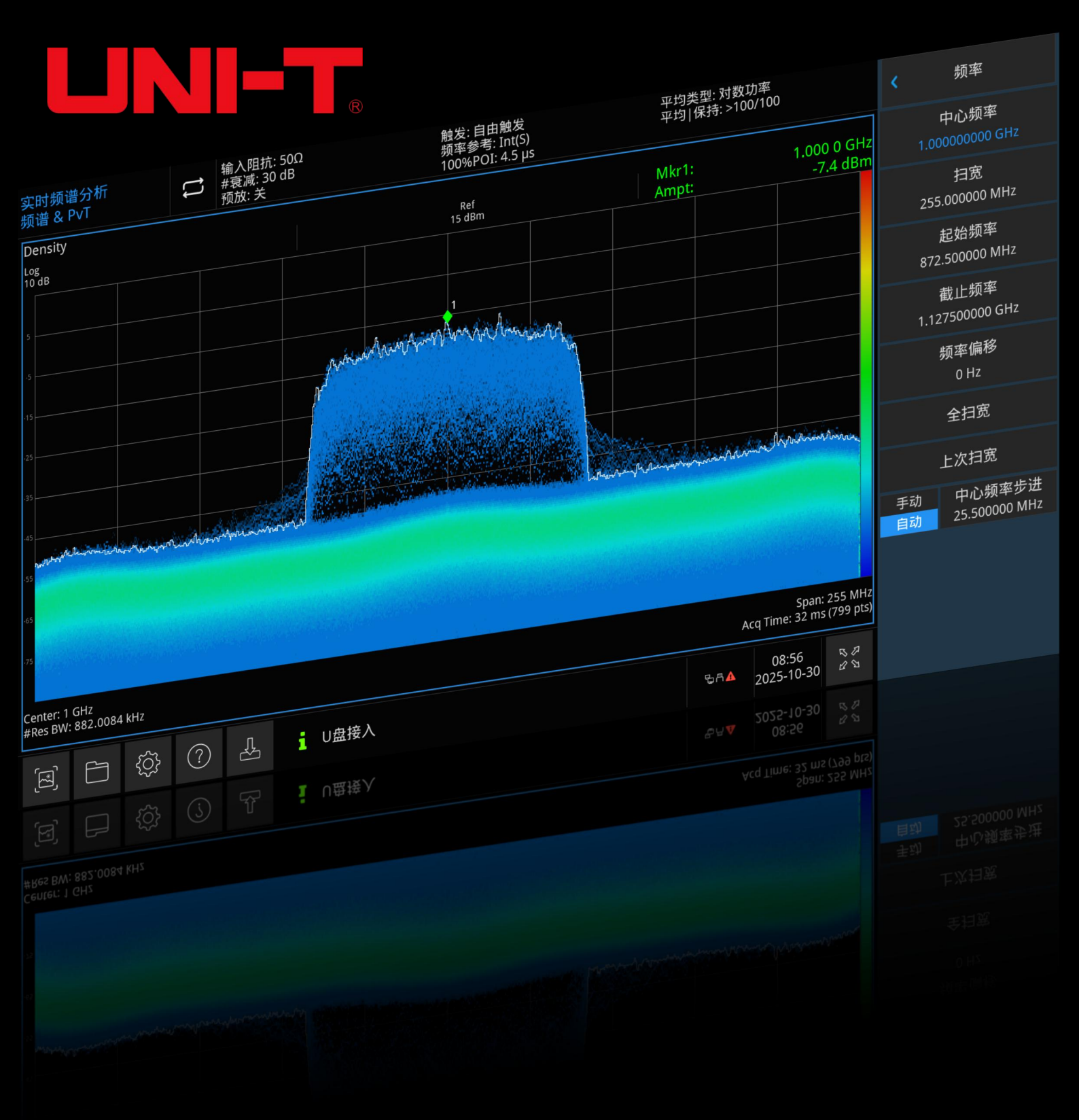


读懂实时频谱分析的两大生命线

—— 实时分析带宽与 100% POI

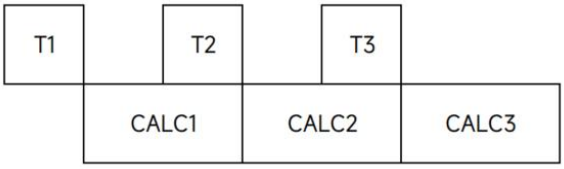
应用文档

对于射频工程师而言，实时频谱分析是捕捉瞬态信号的利器。但其性能高低，取决于两个核心指标：**实时分析带宽** 与 **100% POI** 。本文通过厘清其技术定义、相互关系在实际测试中如何抉择，助您精准选型，应对复杂测量挑战。

引言：为何需要实时频谱分析?

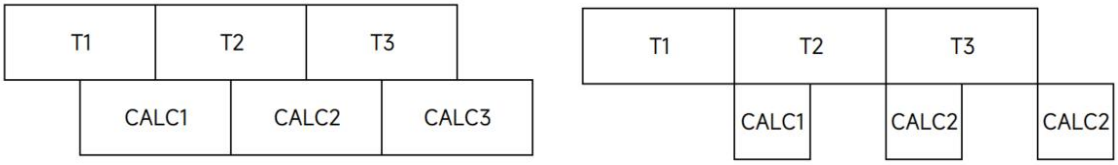
从“拍照”理解实时频谱分析的核心价值：想象一下，现在要记录一个转瞬即逝的动作。

- **传统扫频分析像用单反相机一张张拍照，可能错过动作最精彩的瞬间。**通过在频域上顺序扫描来完成测量，其工作原理决定了它在面对瞬态、突发或概率性信号时存在固有缺陷：在扫描到某个频点时，如果信号未出现，则该信号会被遗漏。



传统扫频分析：时间记录之间存在间隙

- **实时频谱分析则像一台高速摄像机，持续不断地录制，确保记录下所有细节。**通过并行处理一段连续的射频信号，实现了对特定频率范围的“同时”观测。其核心价值在于能够捕获、触发并分析传统扫频分析无法可靠捕捉的瞬态事件。评判 RTSA 性能的关键，便在于其实时分析带宽与在此带宽下的 100%概率截获时间。



实时频谱分析：时间记录之间无间隙

实时频谱分析的核心价值，就在于这种无间隙的捕获能力。当计算速度非常快而能够对采样数据进行无间隙分析时，就是实时频谱分析模式。此时，每个 CALC 都包括 FFT 或功率谱计算，以及平均值计算和显示界面更新等。而评判其能力高低，就看两个参数：实时分析带宽（视野宽度）和 100% POI（捕获速度）。

核心指标一：实时分析带宽 —— 决定“看得全”

1.技术定义

实时分析带宽是指 RTSA 能够一次性采集、数字化并无缝处理的连续频谱宽度，也就是频谱仪能一次性同时看到并处理的频率范围。

2.物理意义

- **“视野宽度”：**实时分析带宽如同一个观测台的窗口大小。如果信号的频率成分分布很广，一个窄的“视野”就无法捕捉其全貌，需要更宽的窗口允许同时看到更广阔的频谱全景。
- **无盲区测量：**在实时分析带宽内，仪器进行无间隙的 FFT 计算，确保在此频率范围内不会因处理间隙而丢失任何信号。

该指标旨在解决信号在宽频带上分布或快速跳变所带来的测量挑战。当信号的频率成分或行为超出仪器的瞬时观测范围时，测试将无法进行。

3.典型测试场景

- ☑ **宽带信号分析：**分析一个频率成分跨越上百 MHz 的信号（如线性调频雷达、超宽带信号）。实时分析带宽必须大于信号带宽，才能一次性捕获其全貌，否则将导致信号失真。
- ☑ **跳频系统观测：**需要观测一个跳频信号在整个跳频序列中的全局行为。宽实时分析带宽可以像一张大网，一次性捕获所有跳频点，直观展示其跳频图案和信道间的关系。
- ☑ **未知干扰搜寻：**在复杂的电磁环境中，干扰源可能出现在任何频点。宽实时分析带宽允许工程师进行大范围的频谱监测，快速定位干扰所在的频段，提升排查效率。

实时分析带宽决定了能否“看得全”。当测试任务关注信号的“频率分布”和“全局行为”时，实时分析带宽是首要考量。它决定了能同时监控的频谱范围，确保不会因为观测窗口太窄，而错过发生在视野之外的信号事件。

核心指标二：100%POI —— 决定“抓得住”

1. 技术定义

100% POI 是指在指定的实时分析带宽下，仪器能够保证 100%无遗漏地检测到信号所需的该信号的最短持续时间。它是衡量 RTSA 捕获瞬态信号能力的确定性指标。这个时间越短，性能越强。

2. 物理意义

- **“处理速度”的体现：**POI 时间并非简单的采样点数量，它综合反映了仪器的采样率、FFT 处理速度、无杂散动态范围以及数字信号处理器的能力。其计算公式可简化为：

  最小可捕获信号时长（T）≈ FFT 帧处理时间 + 信号建立时间
- **确定性与可靠性：**与统计意义上的“高概率”捕获不同，100% POI 提供了一个明确的、可靠的边界。只要信号持续时间等于或长于该 POI 时间，仪器就能保证每次都能捕获到它。这对于调试、诊断和一致性测试至关重要。

此功能旨在解决信号在时域上短暂存在所带来的测量挑战。对于偶发、瞬变等一闪而过的信号，“可能抓到”和“保证抓到”是天壤之别。而 100% POI 提供的正是这种测量的确定

性与可靠性。

3. 典型测试场景

☑ **瞬态信号诊断：**捕获和分析电路中存在的毛刺、振铃、电源开关噪声等。这些信号持续时间极短（可至微秒乃至纳秒级），但却是系统故障的元凶。100% POI 确保了每次异常都能被可靠捕获，为故障定位提供铁证。

☑ **跳频信号质量测量：**需要对跳频信号在单个频点上的调制质量（如 EVM）进行精确测量。这就要求仪器必须在其短暂的驻留时间内，100%地完整捕获整个信号脉冲，从而进行稳定、精确的测量。否则，测量结果将断续且不可信。

☑ **雷达脉冲分析：**完整地捕获一个雷达脉冲，分析其脉冲包络、上升/下降时间等参数。脉冲宽度直接决定了所需的 POI 时间。

100% POI 决定了能否“抓得住”。当测试任务关注信号的“瞬时特性”与“内部质量”时，100% POI 是决定性因素。它保证了测量结果的可靠性与准确性，确保能够清晰地定格最短暂的信号瞬间，为调试和诊断提供确凿的证据。

指标协同与场景化分析

实时分析带宽与 100% POI 并非孤立存在，它们共同定义了 RTSA 的捕获能力。我们通过一个**跳频通信设备测试**的场景来展示其协同作用。

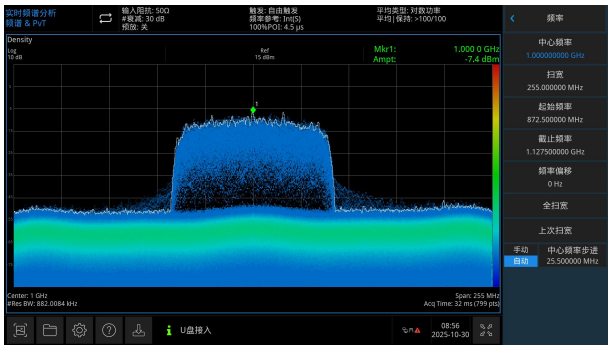
测试任务 A：分析跳频图案与邻道干扰（看全局）

目标：观测信号在所有频点上的跳跃行为，检查是否有能量泄漏到相邻信道。

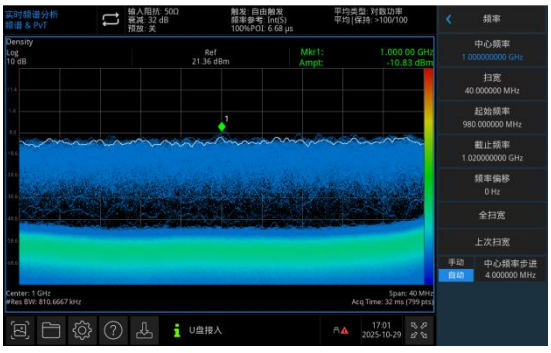
信号特征：中心频率 1GHz，带宽 75MHz，驻留时间 50μs。

核心指标需求：实时分析带宽。

分析：



UTS7000A　4.5μs(255MHz)



UTS3000A　6.68μs(40MHz)

- UTS7000A 系列信号分析仪实时分析带宽标配 20MHz，可选 40MHz、85MHz、160MHz、255MHz，此时整个跳频序列可被一次性观测，全局关系一目了然。
- UTS3000A 系列信号分析仪实时分析带宽标配 10MHz，可选 40MHz，则只能观察到当前信号序列的局部，无法高效完成全局模式分析和邻道干扰检查。

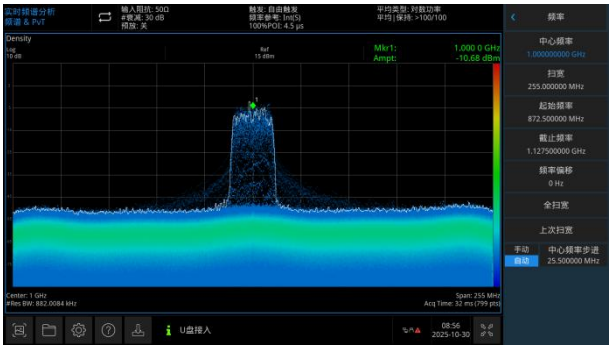
测试任务 B：测量单个频点的信号质量（看瞬态）

目标：对信号在某一特定频点的调制精度进行精确测量（如 EVM）。

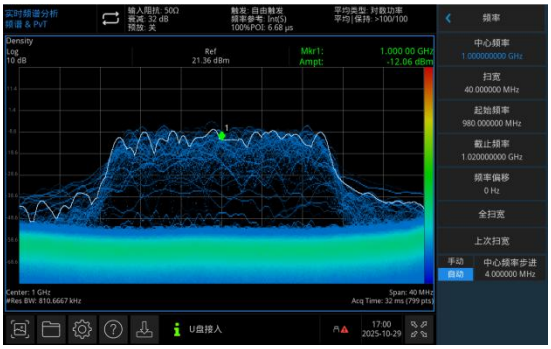
信号特征：中心频率 1GHz，带宽 20MHz，驻留时间 5μs。

核心指标需求：100%POI。

分析：



UTS7000A　4.5μs(255MHz)



UTS3000A　6.68μs(40MHz)

- UTS7000A 系列信号分析仪 100% POI 为 4.5μs，由于 5μs > 4.5μs，仪器能保证完整捕获每一次脉冲，从而进行稳定、可靠的 EVM 测量。
- UTS3000A 系列信号分析仪 100% POI 为 6.68μs，由于 5μs < 6.68μs，信号将无法被可靠捕获，导致 EVM 测量结果断续或不准确，测试置信度极低。

仪器选型策略：三步找到“最佳拍档”

实时分析带宽与 100% POI 是相辅相成的两大指标，它们共同构成了 RTSA 强大的信号捕获能力。在复杂测试中，我们需要识别出当前测试环节的“首要目标”，从而决定哪个指标是当下的“胜负手”，避免陷入“指标越高越好”的简单思维，而应基于应用需求进行匹配分析。

1. 需求匹配分析

核心应用场景	优先考虑指标	说明
宽带信号分析 （宽频、跳频、雷达、卫星通信）	实时分析带宽	确保仪器的实时分析带宽能覆盖信号的全部带宽或关心的主要频谱成分。
瞬态信号诊断 （毛刺、短脉冲、振荡、开关噪声）	100%POI 时间	确保仪器的 POI 时间短于需要捕获的最短信号持续时间。这是捕获能力的硬性门槛。
未知信号搜寻与排查 （EMI/EMC、干扰、深度诊断）	实时分析带宽与 POI 时间并重	宽带宽用于快速定位频域，短 POI 用于捕获随机突发干扰。建议选择两者性能均衡或更优的仪器。
已知的稳态或慢变信号测试	指标要求可放宽	若信号持续稳定或变化缓慢，对实时性的要求不高，可选择性价比更高的型号。

2. 决策流程建议

Step 1：剖析信号特征

- 明确测量信号主要分布在多大的频率范围内 ？

→ 确定对实时分析带宽的基本要求

- 明确需要捕获的最短暂的信号大约持续多长时间 ？

→ 确定对 100% POI 时间的基本要求

Step 2：审视仪器规格

确认在所需实时分析带宽下的 100% POI 时间。寻找仪器在最大实时分析带宽下的 100% POI 时间是多少，这是体现仪器综合处理能力的黄金指标。

Step 3：确认应用场景

- 宽带系统（如雷达、卫星）测试场景 ？

→ 首要确保实时分析带宽满足要求，并在此前提下寻求最佳的 POI 性能。

- 瞬态信号（如数字电路毛刺、脉冲）诊断场景 ？

→ 首要寻求尽可能短的 100% POI 时间，以确保能捕获到所有瞬态异常。

- 未知复杂信号（干扰排查、深度研发）？

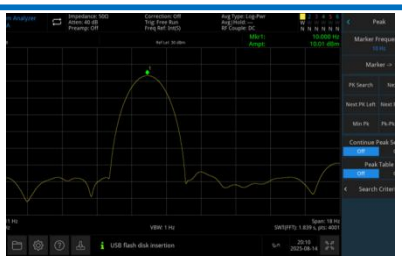
→ 选择两者性能都强的，为确保未来应用的灵活性，选择的仪器其性能应略高于当前需求。

小结

实时频谱分析的核心价值，在于其提供了两种应对不同维度挑战的强大分析，将射频测试带入了“动态捕捉”的时代。把握实时分析带宽与 100% POI 的技术内涵及场景主导性，是实现精准选型的关键。通过信号特征与仪器性能匹配，优选频谱方案，攻克动态射频难题，保障复杂电磁环境中的可靠检测。

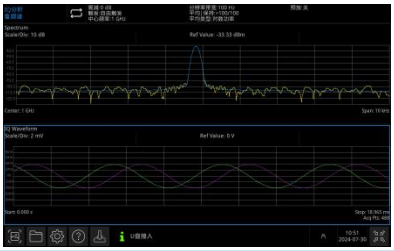
- **实时分析带宽，意味着“频谱视野”，负责解决频率广度问题，决定能否“看得全”。**
- **100% POI 时间，意味着“瞬态快门”，负责解决时间速度问题，决定能否“抓得住”。**

优利德 UTS7000A 系列信号分析仪



2Hz 超低频测量与分析

覆盖 DC - 近零频域，填补超低频/准静态信号分析空白



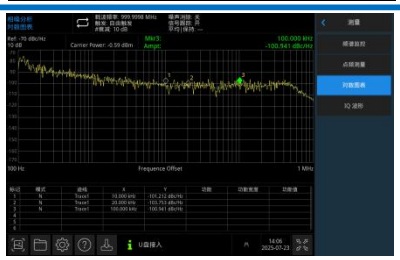
I/Q 分析

深入解析数字调制信号（如 4G/5G 通信信号）的调制质量、相位误差等细节，在通信设备研发和调试中，快速定位信号失真问题



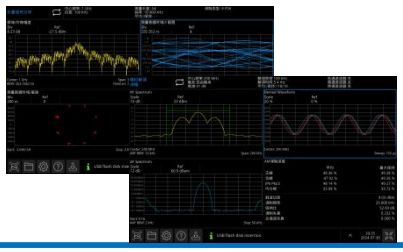
EMI 预兼容测试

严格检测产品设计研发周期中 EMI 微弱辐射避免延误产品上市



一键相噪分析

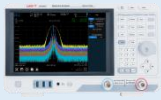
可快速测量信号在不同偏移频率下的相位噪声，对于振荡器、频率合成器等设备的性能进行高效评估，无需复杂操作就能得到精准结果



丰富的**模拟解调**（AM/FM/PM）

矢量信号分析（ASK/FSK/PSK/QAM/MSK/DPSK）

频谱/信号分析仪选型指南

系列	UTS7000A	UTS5000A	UTS3000A	UTS3000B	UTS1000B
图片					
频率范围	2Hz~40/32/26.5/13.6GHz	9kHz~26.5/13.6GHz	9kHz~8.4/6/3.6GHz	9kHz~8.4/3.6/2.1GHz	9kHz~3.2/2.1GHz
相位噪声 1GHz@10kHz	<-110dBc/Hz	<-107dBc/Hz	<-102 dBc/Hz	<-98dBc/Hz	<-98dBc/Hz
显示平均噪声电平	-167dBm	-163dBm	-165dBm	-161dBm	-161dBm
分辨率带宽	1Hz~10MHz	1Hz~8MHz	1Hz~10MHz	1Hz~3MHz	1Hz~1MHz
选择性	4.1:1	4.1:1	4.8:1	4.8:1	4.8:1
扫描点数	100001	100001	40001	40001	10001
矢量网络分析	×	×	√	×	×
实时频谱分析	opt.	×	√	×	×

华东区办事处

苏州： 苏州市苏州大道东 409 号国际金融中心 1 幢 2802 室

南京： 南京市江宁区 富塘街 7 号深蓝中心 4 栋 2201-2202 室

联系电话： 18916111209

销售区域： 上海、江苏、浙江、安徽

华中区办事处

武汉： 湖北省武汉市东湖新技术开发区高新大道 668 号光谷金融中心 A 座 712-713 室

联系电话： 18922986656

销售区域： 湖北、湖南、河南、江西

华西区办事处

成都： 成都市高新区合顺路 2 号 IC 设计产业园 2 栋 1 单元 21 楼

西安： 西安市雁塔区城南南二环西段 88 号老三届世纪星大厦 19 楼 19 号

联系电话： 18922981286

销售区域： 四川、重庆、陕西、贵州、云南、甘肃、青海、宁夏、新疆、西藏

华北区办事处

北京： 北京市海淀区海淀北二街 8 号 中关村 SOHO 1215 室

联系电话： 18922986036

销售区域： 北京、天津、河北、山东、山西、黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古

华南区办事处

东莞： 广东省东莞市松山湖园区工业北一路 6 号

联系电话： 13510557637

销售区域： 广东、广西、福建、海南

优利德科技（中国）股份有限公司

UNI-TREND TECHNOLOGY (CHINA) CO.,LTD.

技术热线 400-8767822

www.instruments.uni-trend.com.cn

优利德测试仪器 微信公众号

优利德测试仪器 微信视频号

优利德官方 微信公众号

优利德官方 微信视频号