



直播大讲堂—宽带射频测试案例解析

主讲人：苏水金——泰克高级应用工程师

2020/10/25

泰克直播大讲堂系列?

第二季

热门主题! ? 前沿方案! ? 资深专家! ?

每周五, 与您相约泰克直播间!

精彩直播, 等您解锁!

主题	时间
实测直播: 利用真实DUT 进行PCIe Gen4实测	5.8
MIPI/LVDS物理层测试解决方案	5.15
DDR3/4的原理及信号完整性测试	5.22
新能源汽车电源及电机驱动测试分享	6.5
基于GaN的最新快充测试方案分享	6.19
高速电路设计中的电源完整性测试	7.10
它来了, 它来了, 最新DDR5来了	7.24
消费类电子产品常用测试实战	8.7
GaN/SiC的应用-新能源车充电桩测试	9.4
HDMI 2.1 FRL 测试自动化解决方案	9.18
计算机常用接口测试实战	10.16
宽带射频测试案例解析	10.23
多通道信号仿真与采集分析测试解决方案	10.30



关注“泰克科技”服务号



议程

AGENDA

- 宽带应用背景和需求
- 宽带测试挑战和宽带射频系统测试内容
- 泰克宽带基带/中频/射频信号产生与分析测试方案
- 宽带射频信号测试案例分析
 - 信号链路的预失真校准
 - 复杂电磁环境信号产生和分析
 - 多载波数字调制信号的产生与分析
 - 宽带跳频信号的产生与解调分析
 - 毫米波雷达产生和分析
- 小结



宽带应用与日俱增



宽带测试有哪些挑战？

➤ 当前宽带测试对测试仪表提出了哪些更高要求？

挑战一：高载频、高带宽信号产生与分析，以验证系统性能。

挑战二：波形日趋复杂化，宽带波形模拟传统测试仪表很难支持。

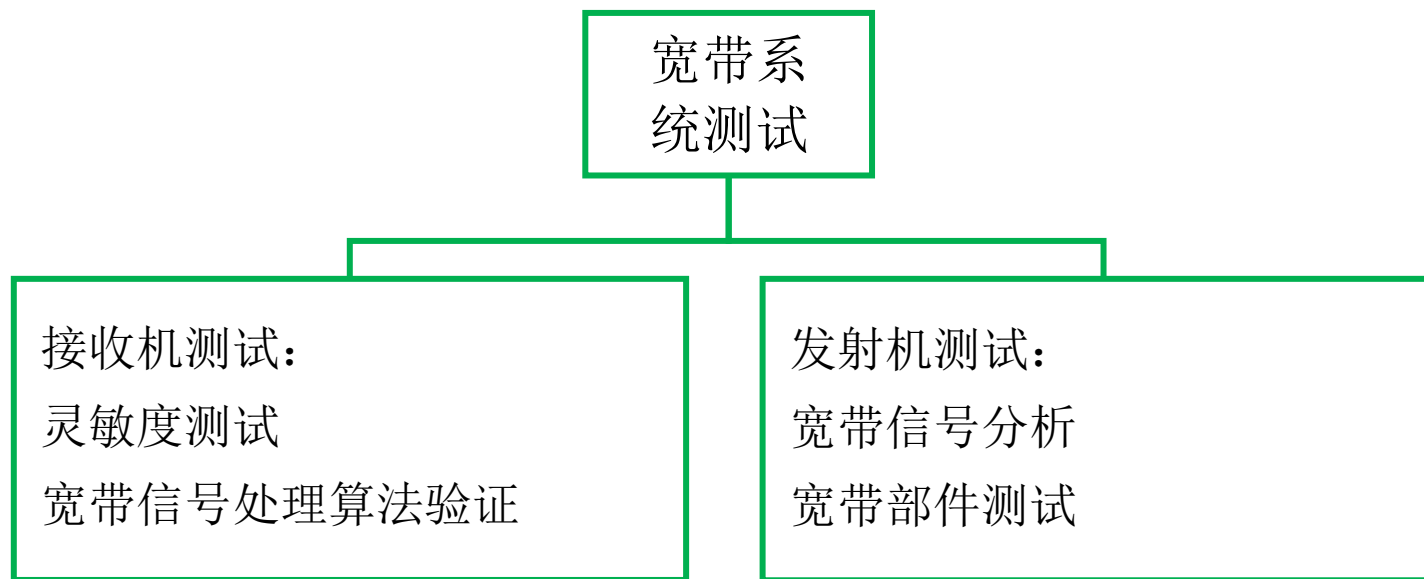


挑战三：外部电磁环境日益复杂，这对于设备正常工作的影响不容忽视。如何使用测试仪表模拟复杂环境？

挑战四：如何模拟多路相参或同步信号，以验证接收机的性能？

25-OCT-20

宽带系统测试包含哪些内容？



议程

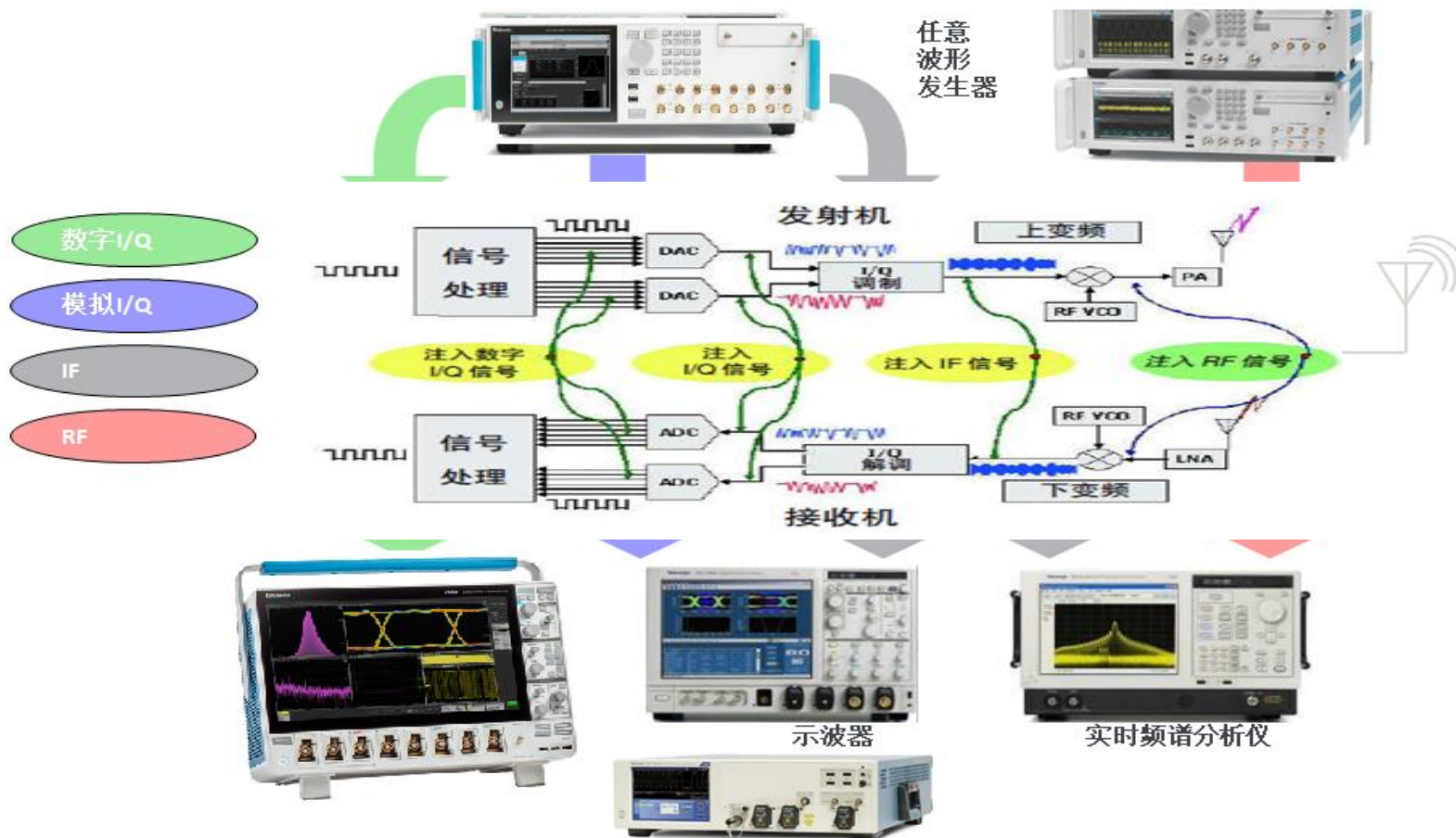
AGENDA

- 宽带应用背景和需求
- 宽带测试挑战和宽带射频系统测试内容
- 泰克宽带基带/中频/射频信号产生与分析测试方案
- 宽带射频信号测试案例分析
 - 信号链路的预失真校准
 - 复杂电磁环境信号产生和分析
 - 多载波数字调制信号的产生与分析
 - 宽带跳频信号的产生与解调分析
 - 毫米波雷达产生和分析
- 小结

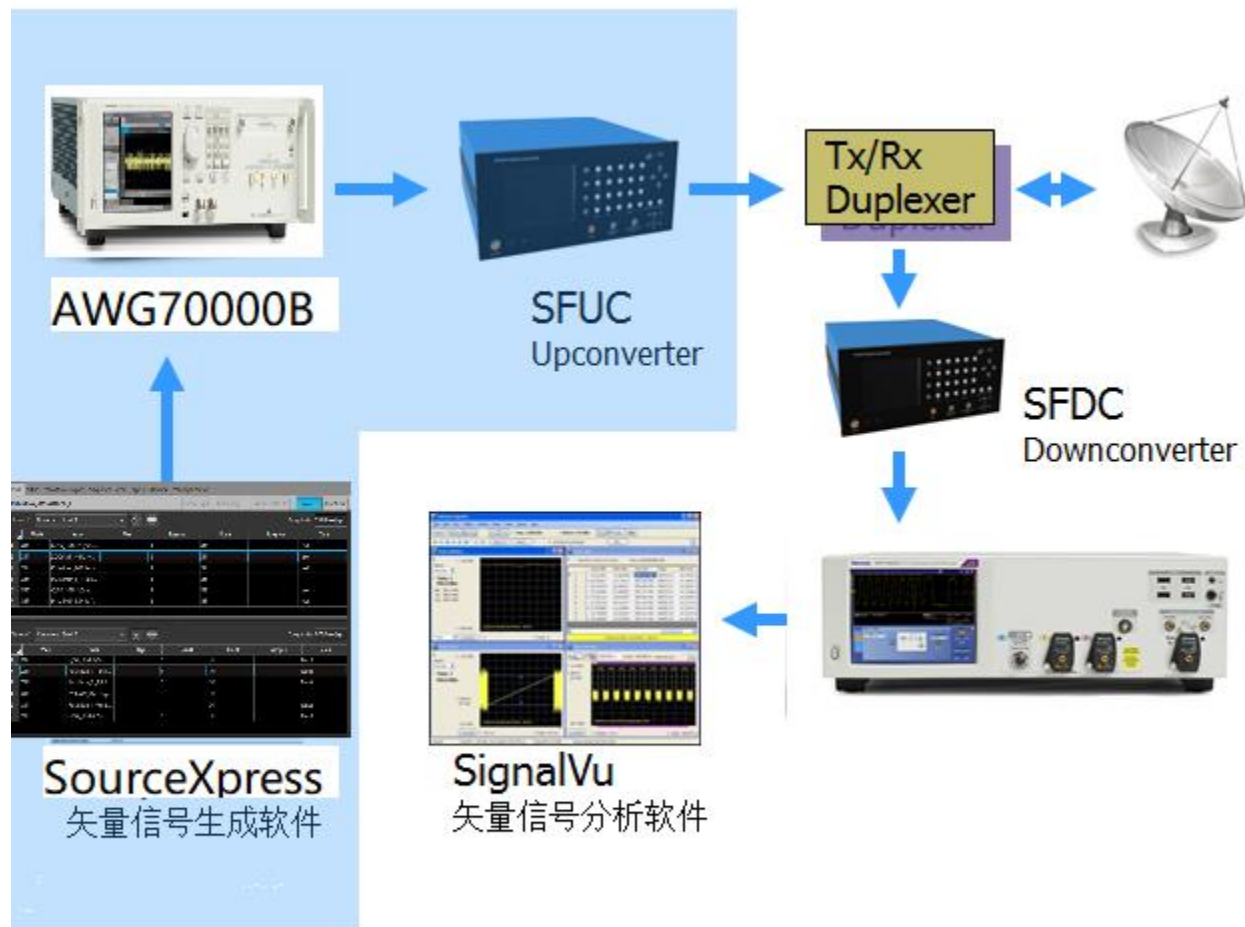


无线技术无处不在, 数字RF测试

泰克数字基带/中频/射频信号整体解决方案



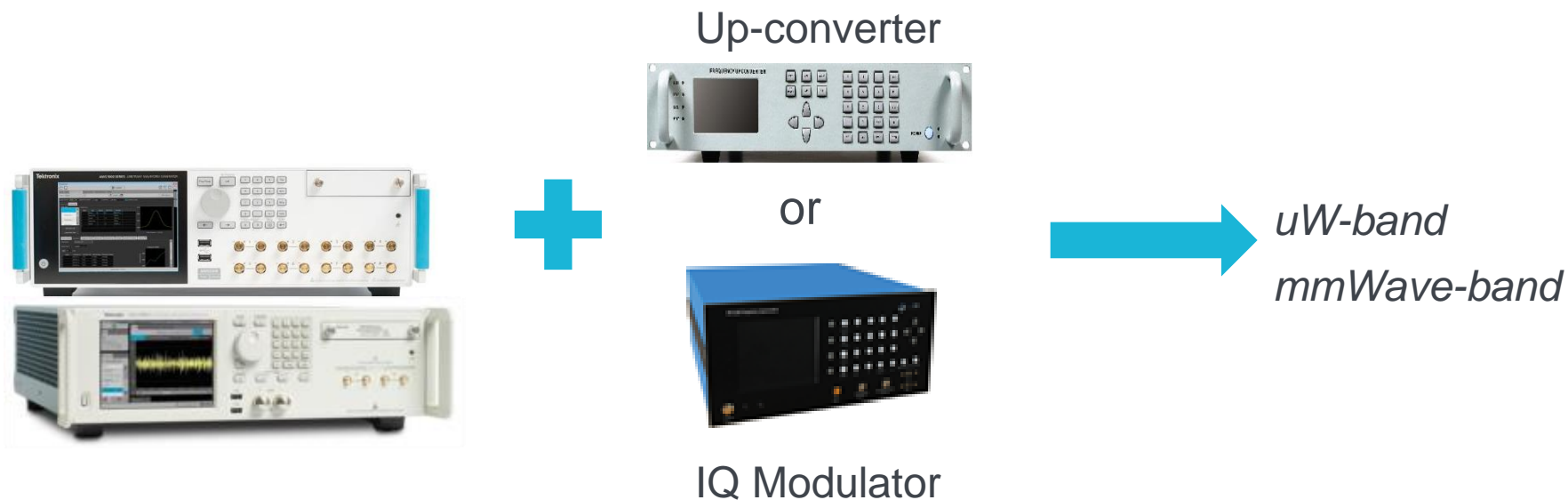
Tektronix宽带射频系统应用框图



- 完整闭环测试系统
- 支持全环路幅相一致性自动校准
- 支持双通道
- 支持各种现代体制通信及雷达信号产生及分析
- 系统组成简单，使用方便快捷，易于维护

泰克高性能uW / mmWave-band 宽带信号产生方案

高性能AWG保证了信号模拟的准确性

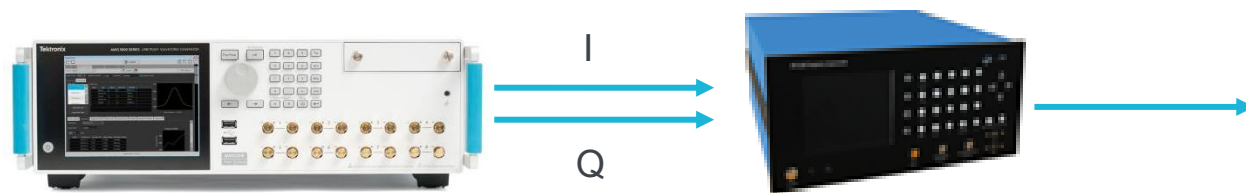


载波: up to 67GHz

带宽: up to 4GHz

AWG or VSG ?

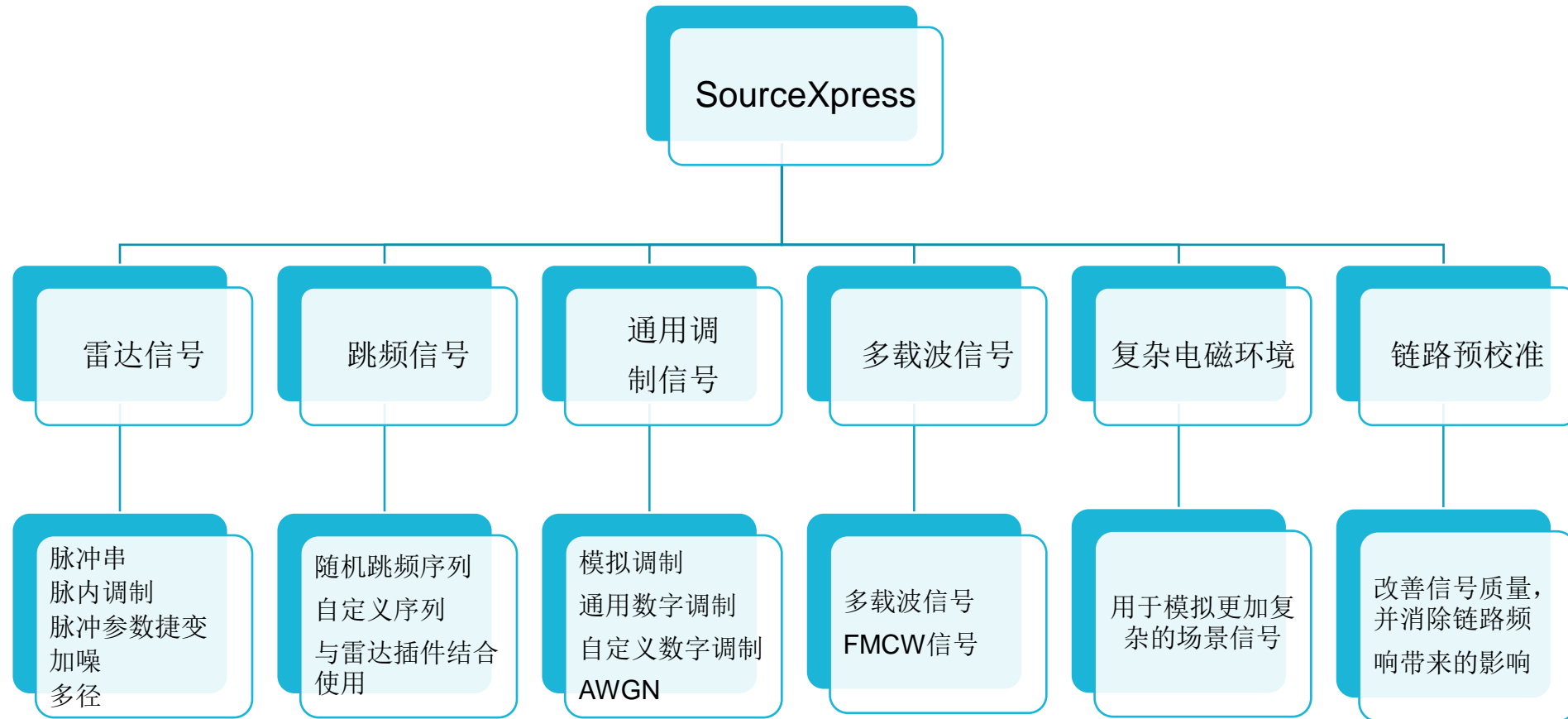
AWG	VSG
高采样率	载波频率高
高带宽	低采样率
多通道	低带宽
外触发延迟小	通道少
ADC采样数据可直接播放	外触发延迟大(几十us)
	ADC数据无法可直接播放



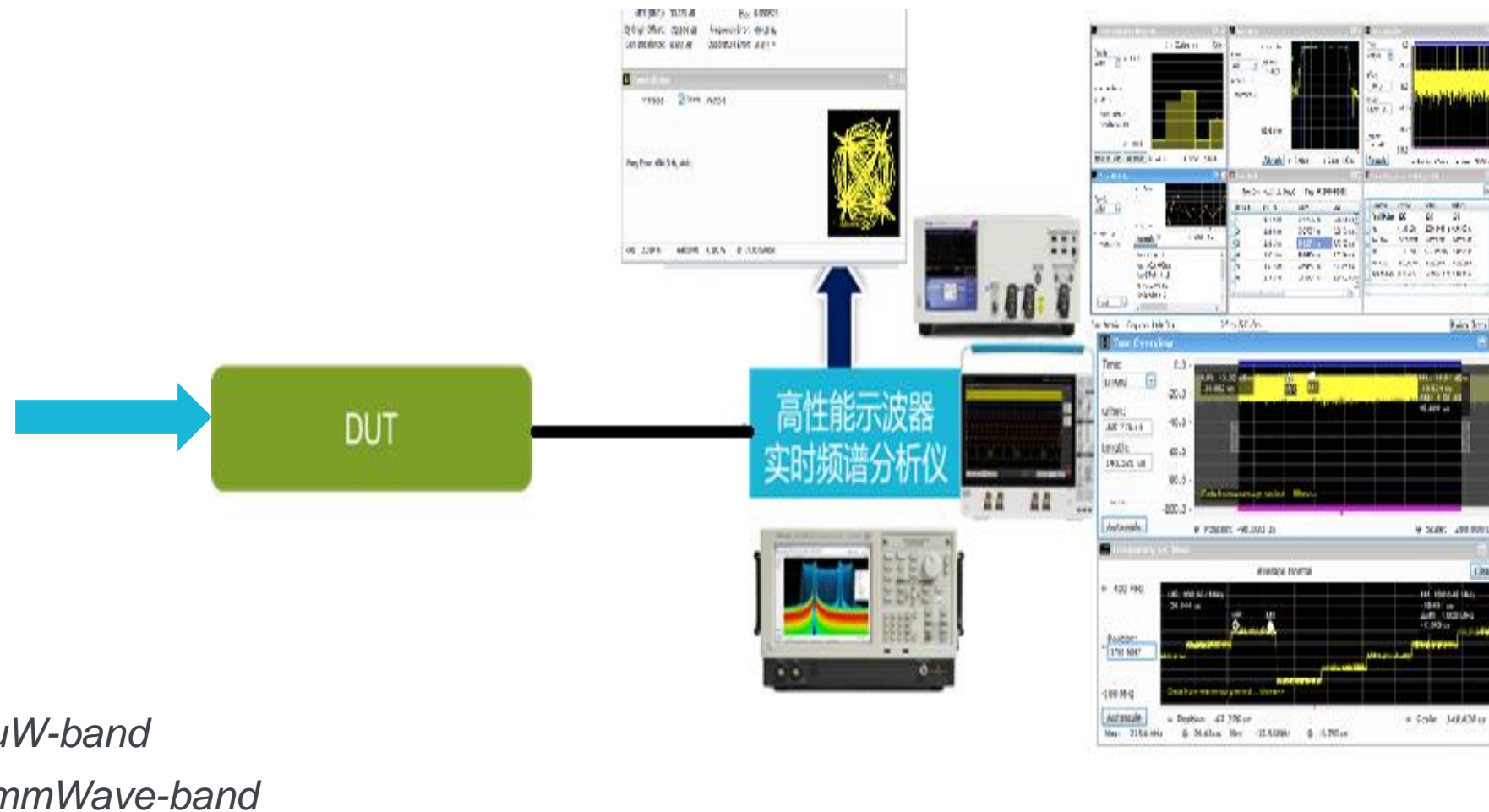
基带-中频-射频信号产生软件

SourceXpress使得复杂场景模拟更加简单

➤ 新一代波形制作软件SourceXpress可提供丰富的场景模拟功能

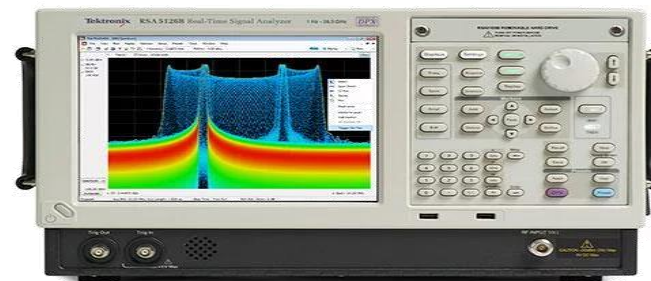


泰克uW / mmWave-band 宽带信号采集分析方案



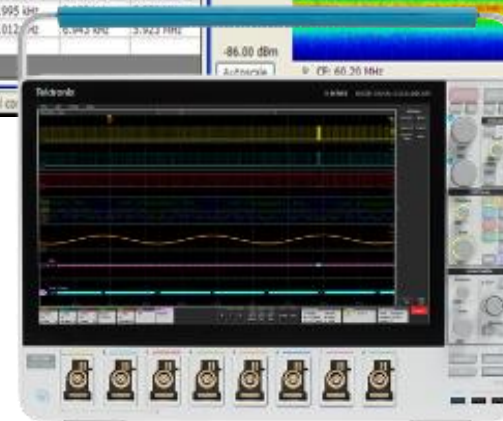
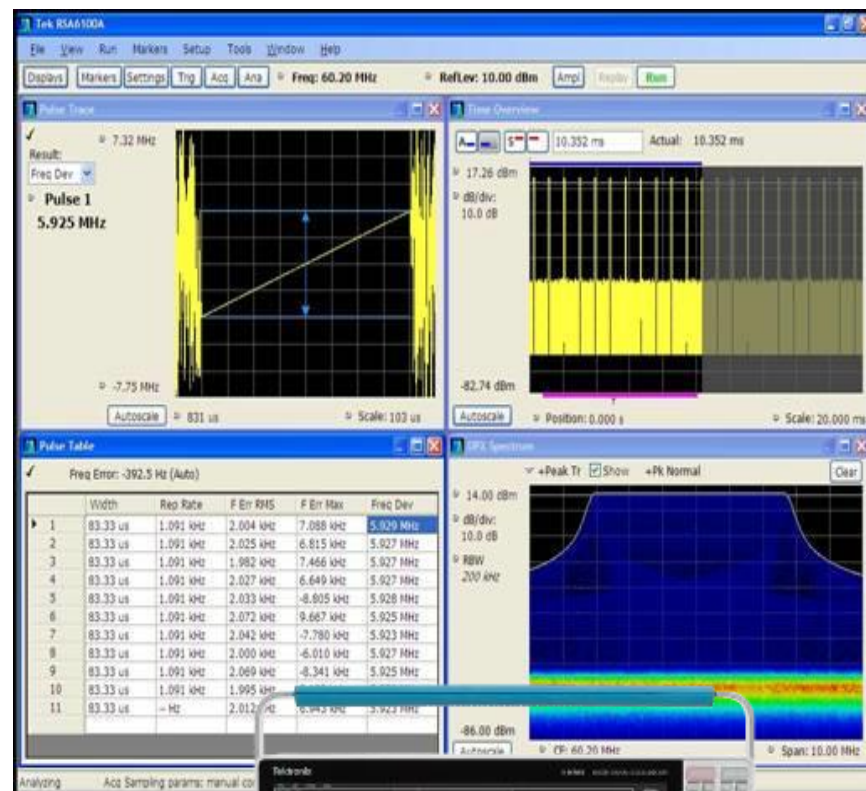
RTSA or Real -Time Scope?

RT Scope	RTSA
高采样率	低采样率
高带宽	低带宽
多通道	通道少
低动态范围	高精度
时域/频域波形	小信号
	高动态范围



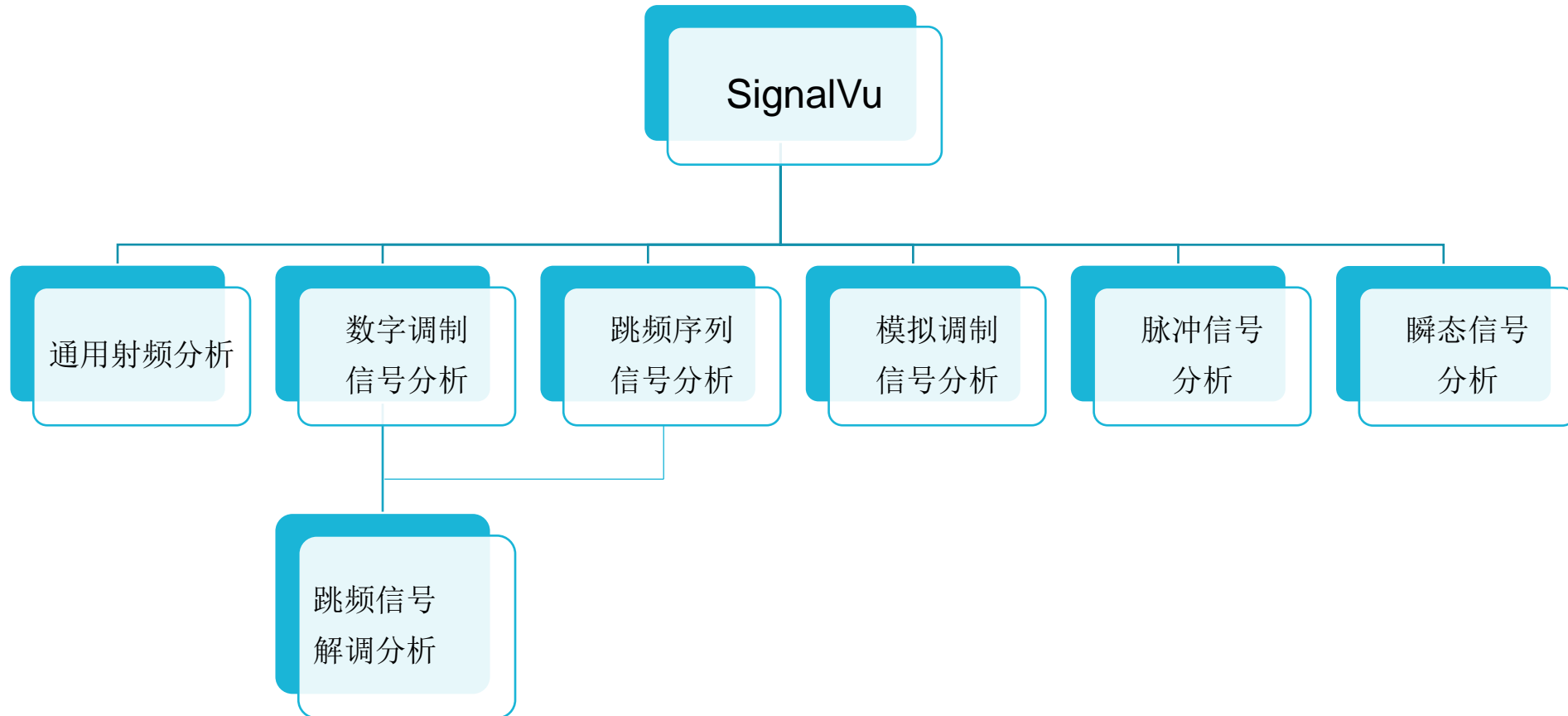
实时示波器作为宽带、超宽带信号采集和分析工具

- 800M以上的调制信号，如何分析？
 - 频谱仪是窄带接收机
 - VSA、RTSA动态范围高，但是800M以上的调制信号无法分析
 - 专用接收机
- 示波器——最通用的宽带接收机
 - 泰克示波器，可以提供最高达70GHz带宽，可直接采集分析射频信号
 - 配合各种分析软件，对调制参数进行测量



泰克丰富的宽带信号分析方案

考虑因素：分析功能，分析带宽，载波频率



议程

AGENDA

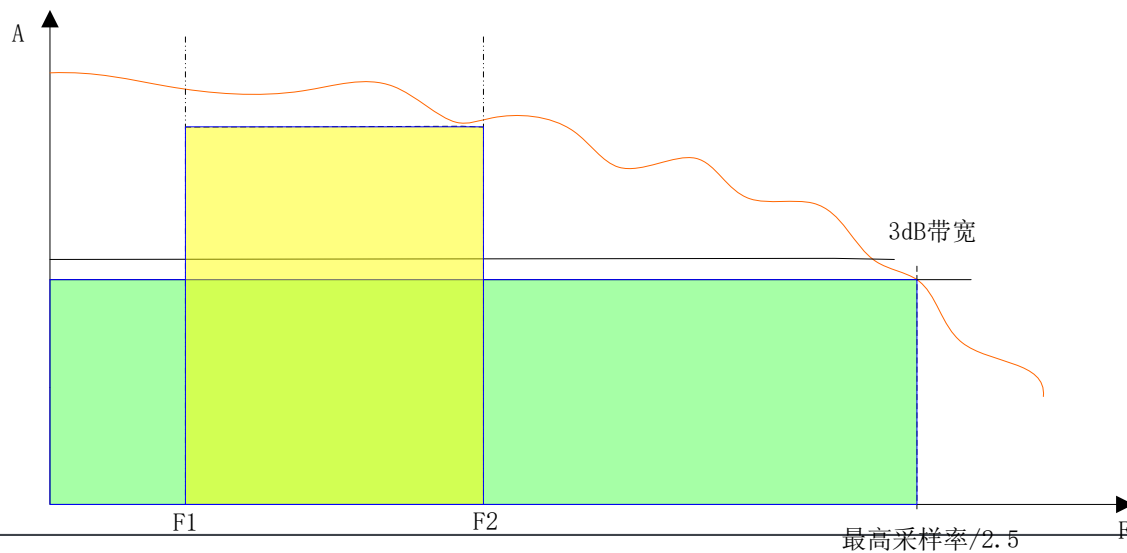
- 宽带应用背景和需求
- 宽带测试挑战和宽带射频系统测试内容
- 泰克宽带基带/中频/射频信号产生与实时分析测试方案
- **宽带射频信号测试案例**
 - **信号预失真校准**
 - 多载波数字调制信号的产生与分析
 - 宽带跳频信号的产生与解调分析
 - 复杂电磁环境信号产生和分析
 - 毫米波雷达产生和分析

小结

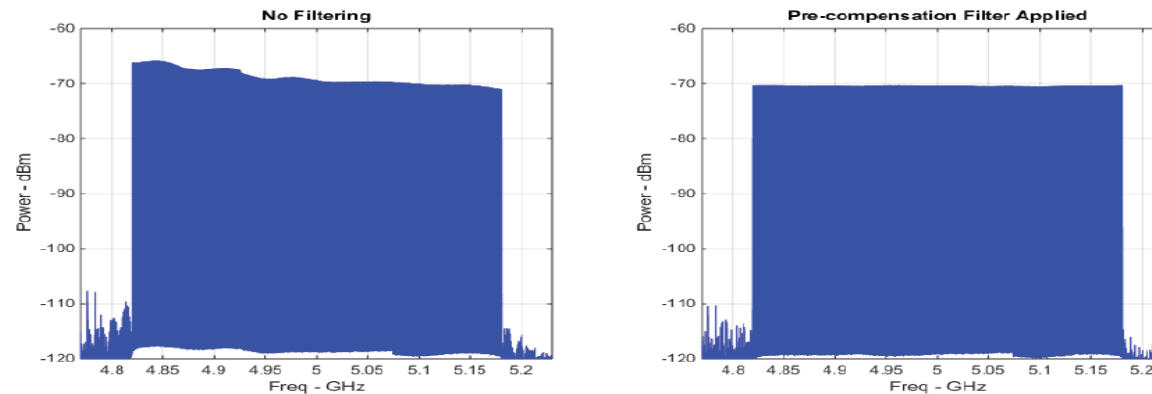
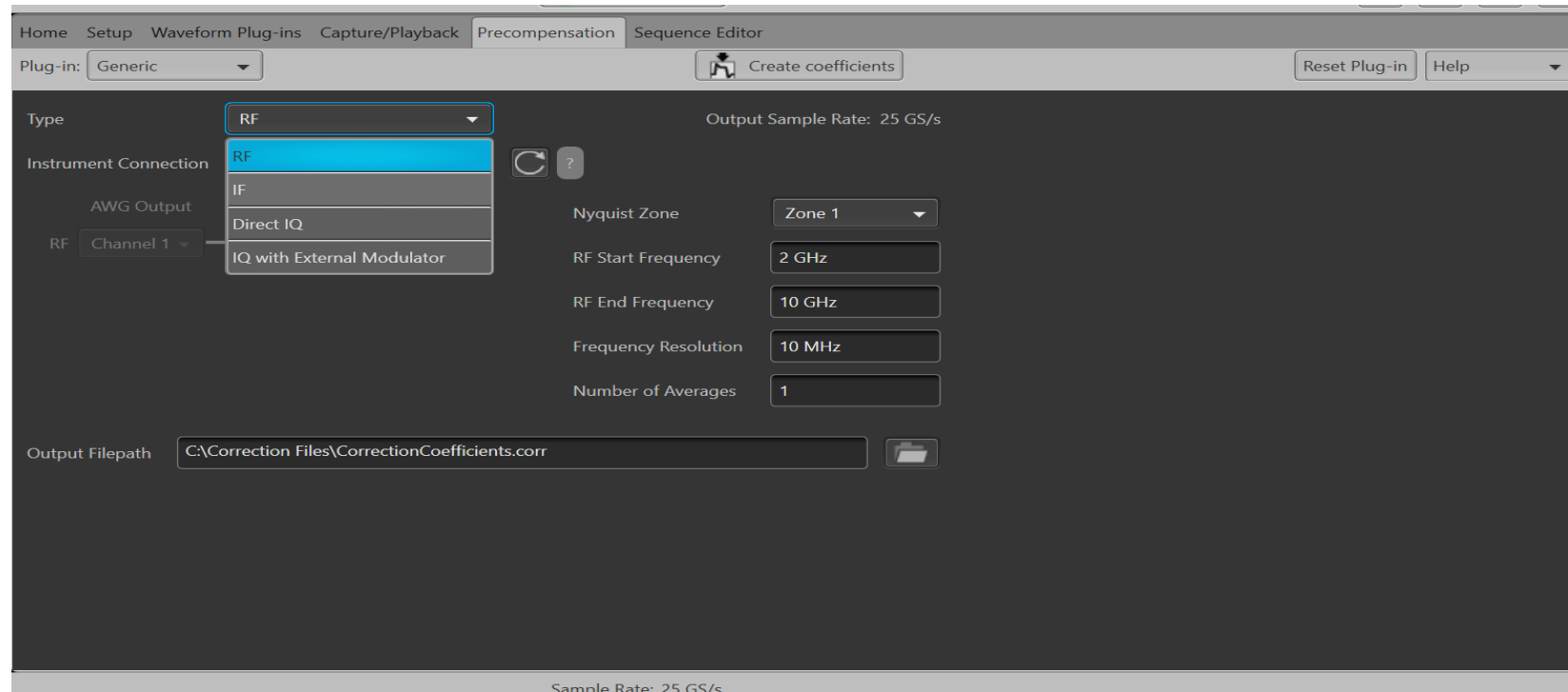


信号链路的预失真校准

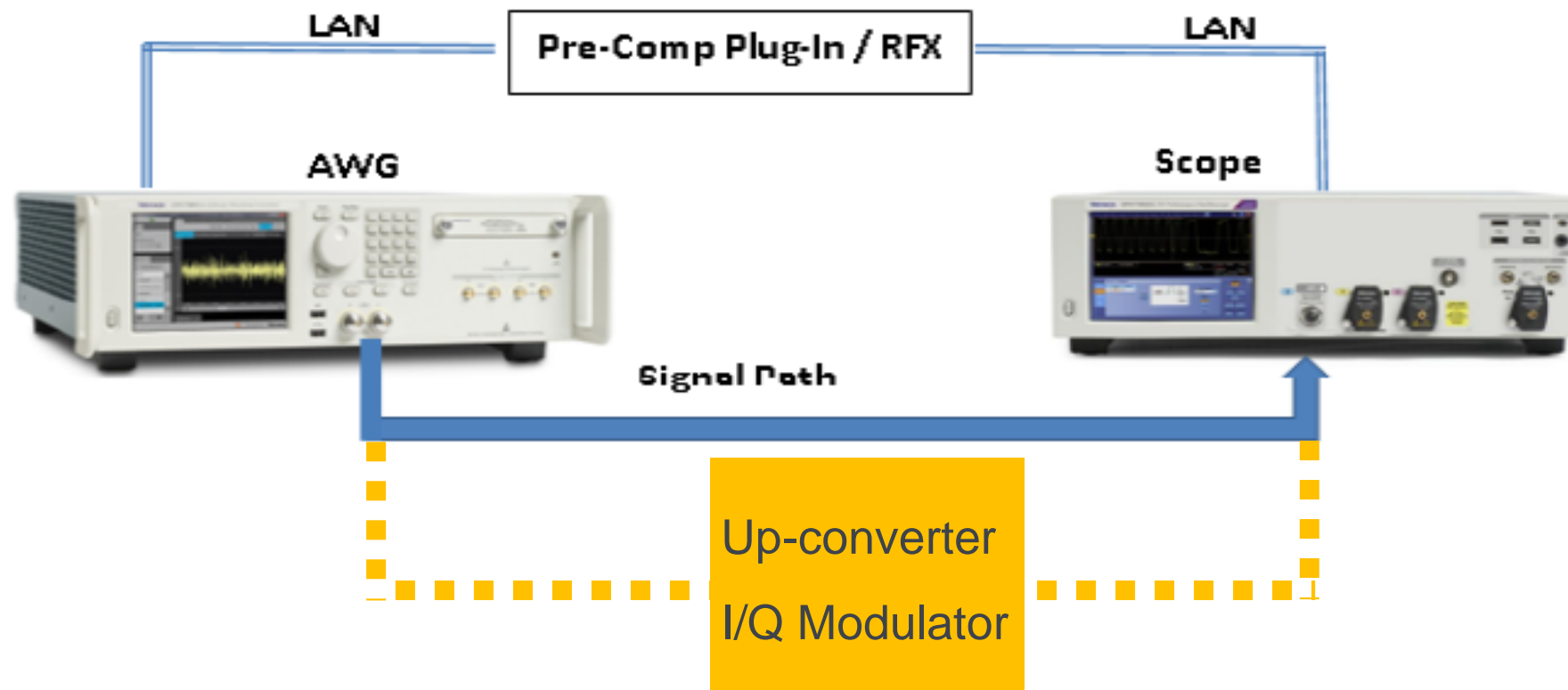
- 宽带通滤波器——幅频特性可能不太理想
 - 平缓的滚降曲线
 - 需要校准
- 两种校准方式
 - 全带宽内预失真（或预校正predistortion）
 - 幅度
 - 数据处理
 - 可选范围的预失真——泰克使用的方式



SourceXpress支持链路预失真校准改善信号质量



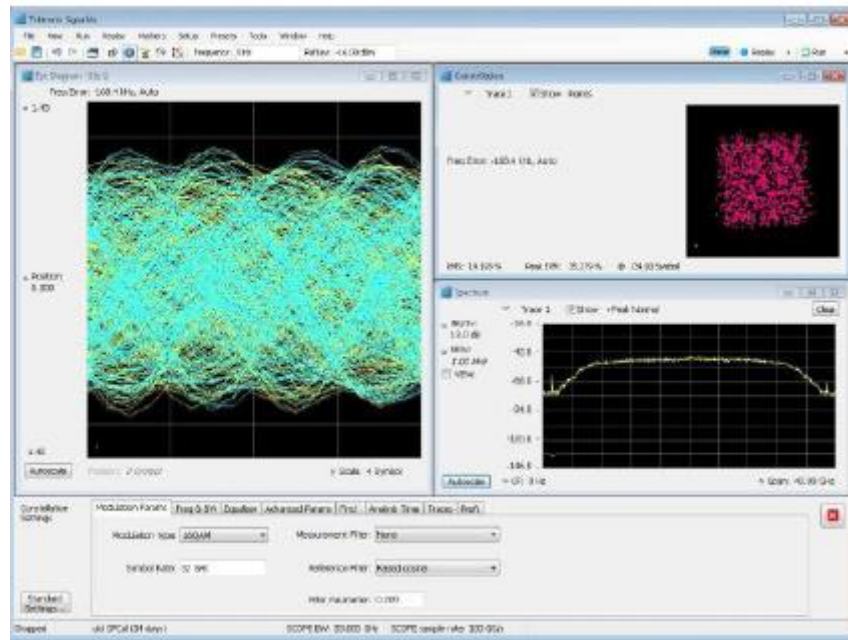
SourceXpress支持链路预校准改善信号质量



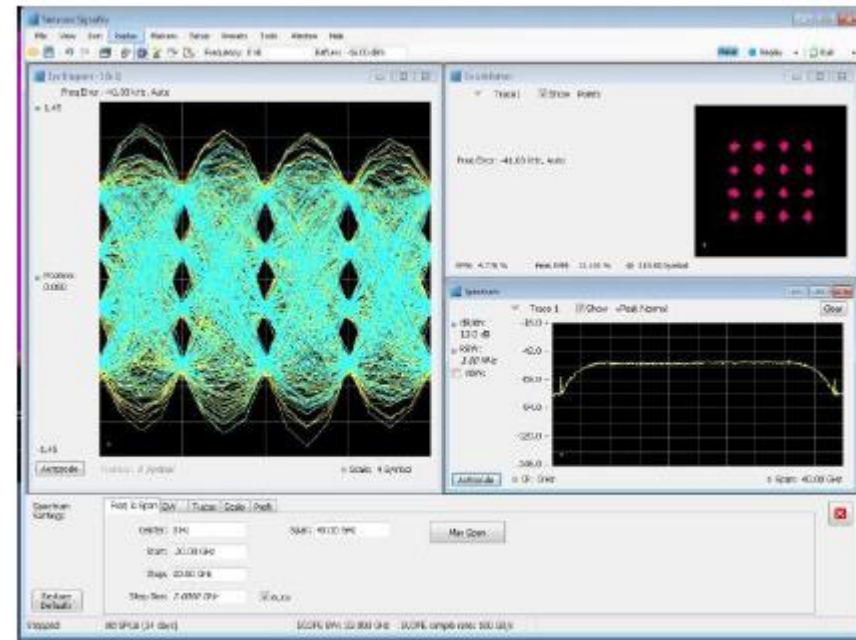
SourceXpress支持链路预失真校准改善信号质量

16QAM, 2G波特率

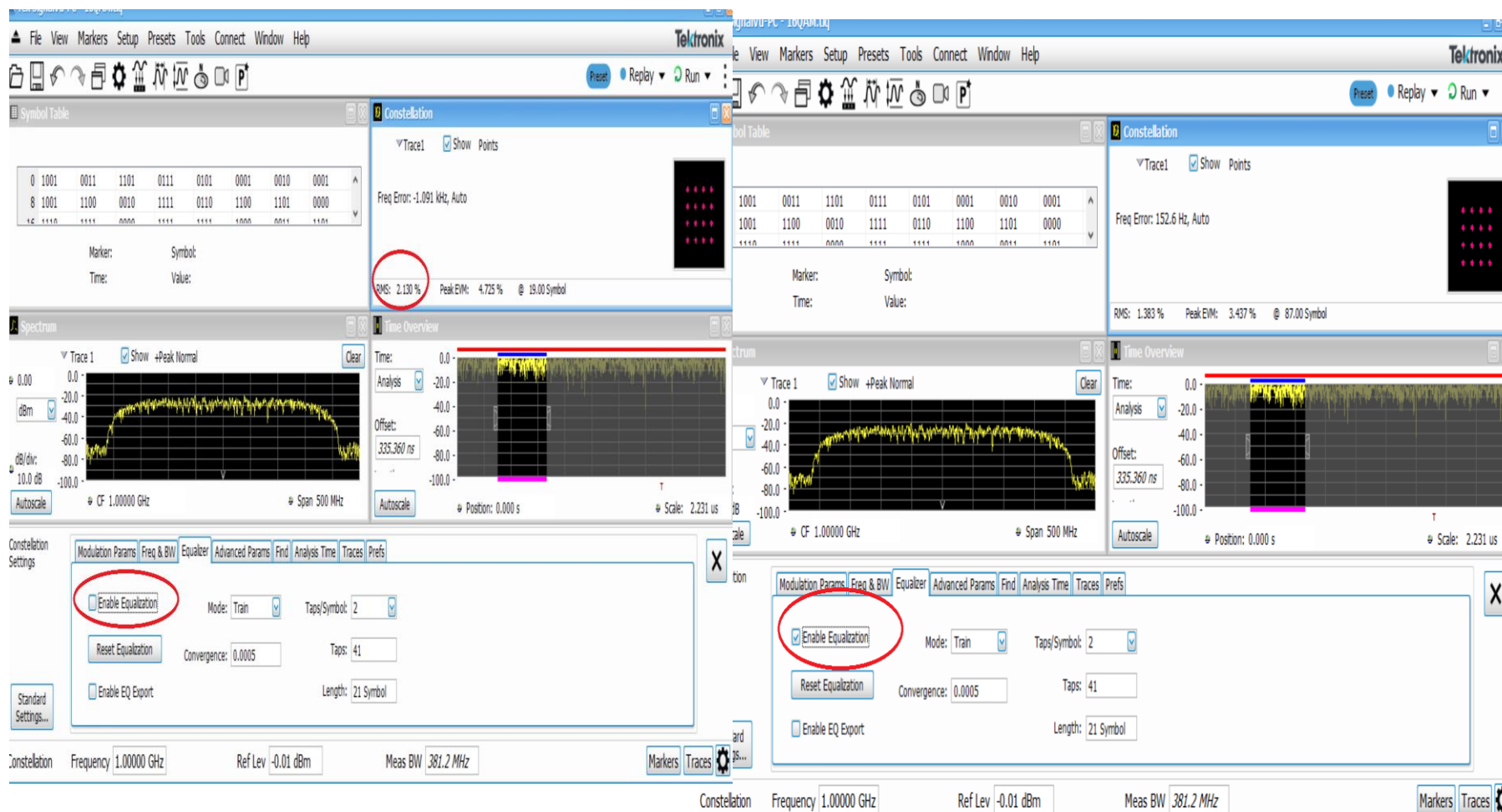
校准前



校准后



Scope+SignalVu 软件对接收信号进行接收端的均衡



均衡前

均衡后

议程

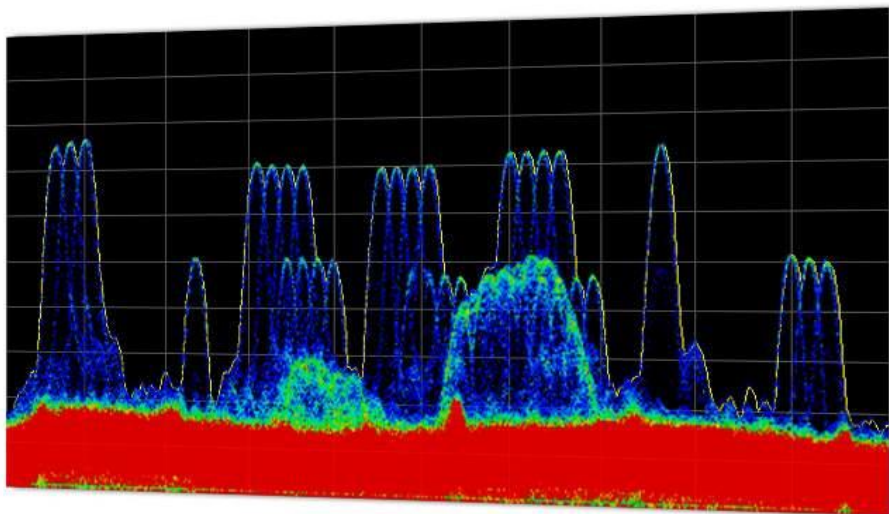
AGENDA

- 宽带应用背景和需求
- 宽带测试挑战和宽带射频系统测试内容
- 泰克宽带基带/中频/射频信号产生与分析测试方案
- 宽带射频信号测试案例分析
 - 信号链路的预失真校准
 - 复杂电磁环境信号产生和分析
 - 多载波数字调制信号的产生与分析
 - 宽带跳频信号的产生与解调分析
 - 毫米波雷达产生和分析
- 小结



复杂电磁环境的定义

时间上突发多变
频率上拥挤重叠
能量上高低分布
方向上纵横交错



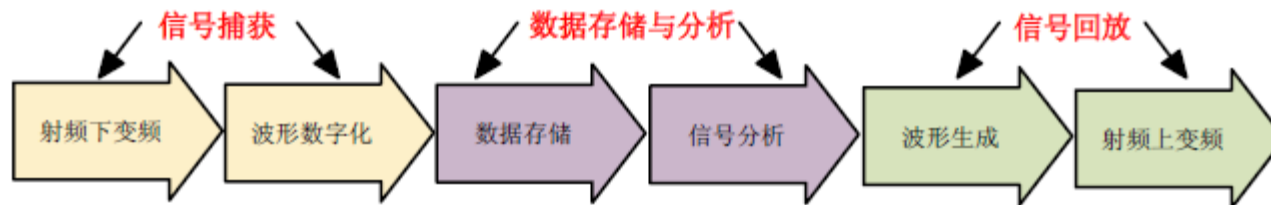
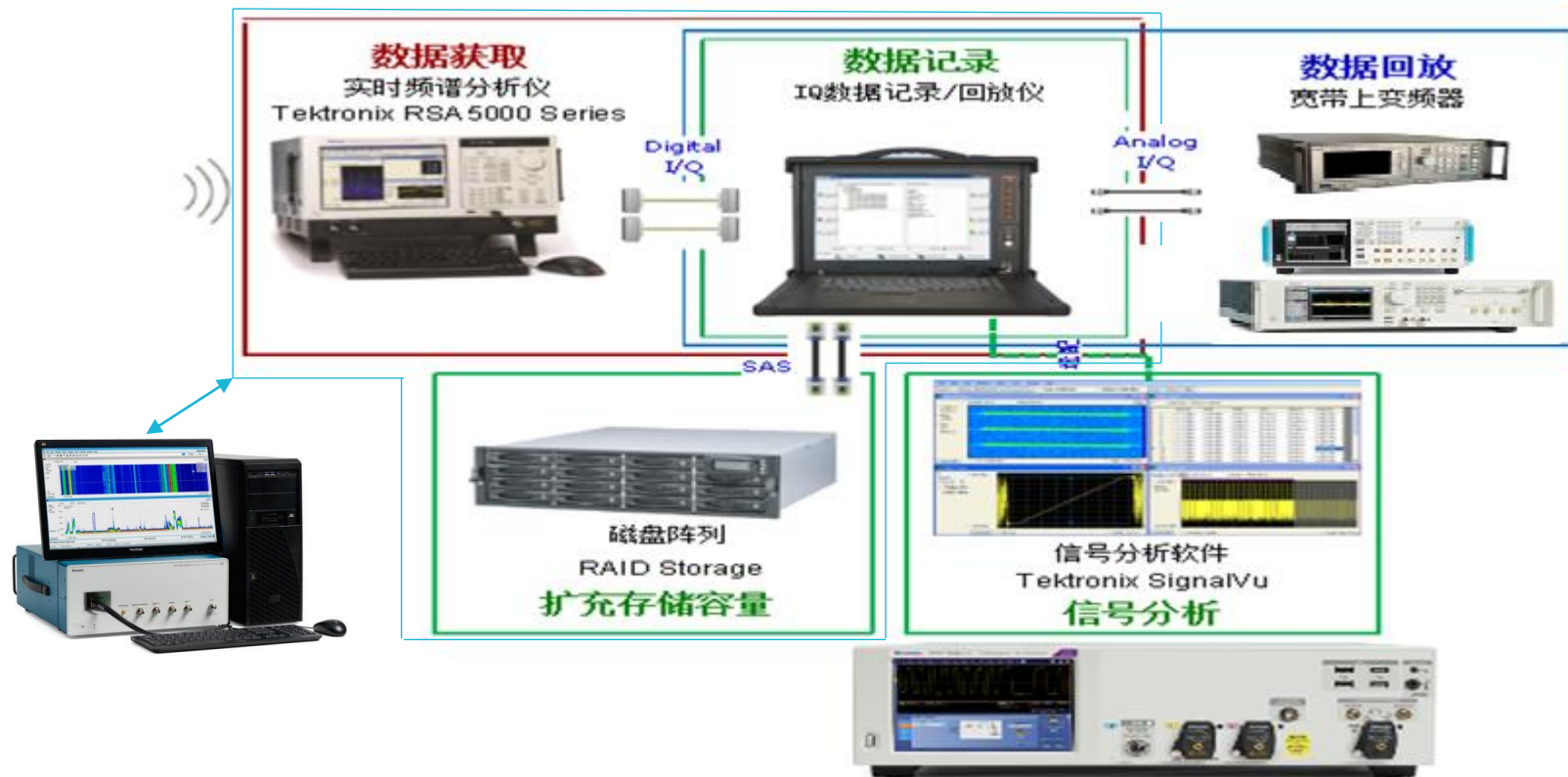
复杂电磁环境测试挑战

- 必须动态监测频谱活动
- 猝发信号，突发干扰的发现和定位
- 实时记录并回放复杂背景下的信号
- 复杂电磁环境的定量分析
- 复杂电磁环境的产生和加扰



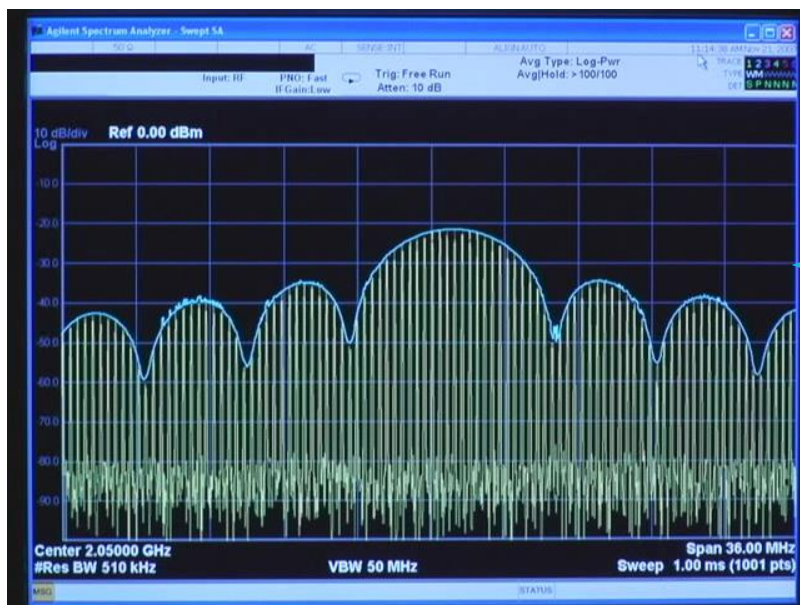
泰克复杂电磁环境测试系统的构成

实时频谱仪，任意波形发生器，宽带示波器，实时信号记录和回放系统



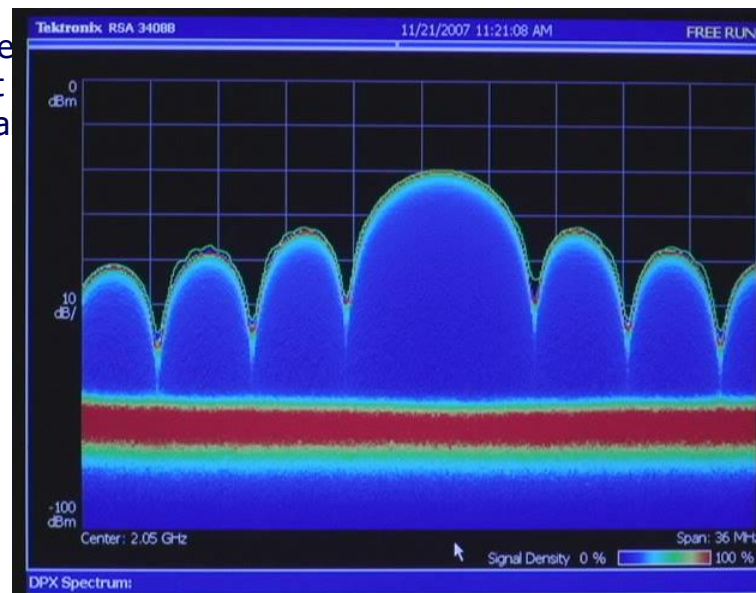
传统测量手段难以发现故障和未知的信号特性

Swept Spectrum Analyzer



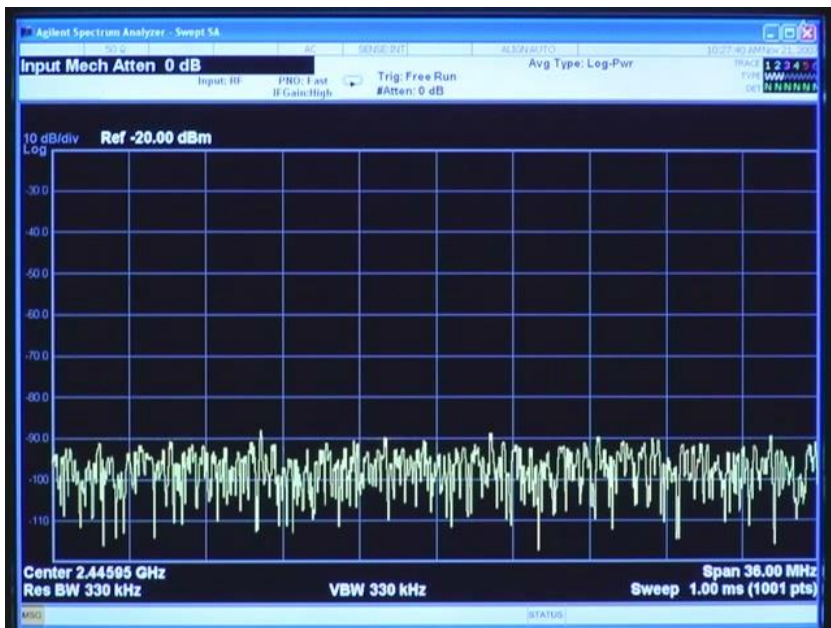
Same Test Signal

RSA5100B/RSA7100B with DPX™ Spectral



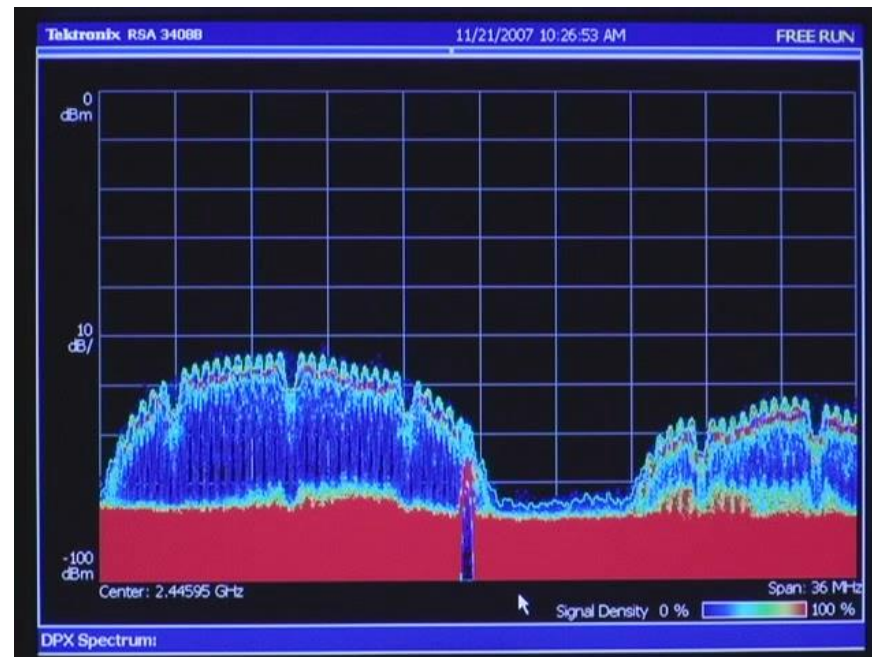
Low Level Signal

通信信号的同频出现



挑战

- ▶ 监测非法信号
- ▶ 发现干扰源
- ▶ 识别, 分类



传统方案

- ▶ 低的监测概览
- ▶ 低的POI 截获概率
- ▶ 分析功能有限

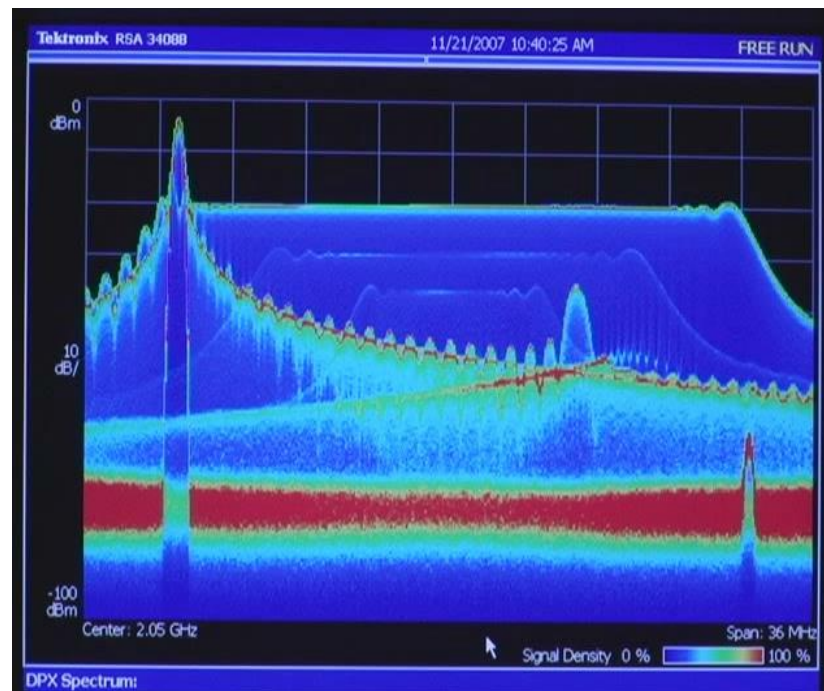
泰克优势

- ▶ DPX: 100%发现信号
- ▶ FMT: 精确定位故障
- ▶ Analyze: 超强分析功能

复杂电磁环境实例

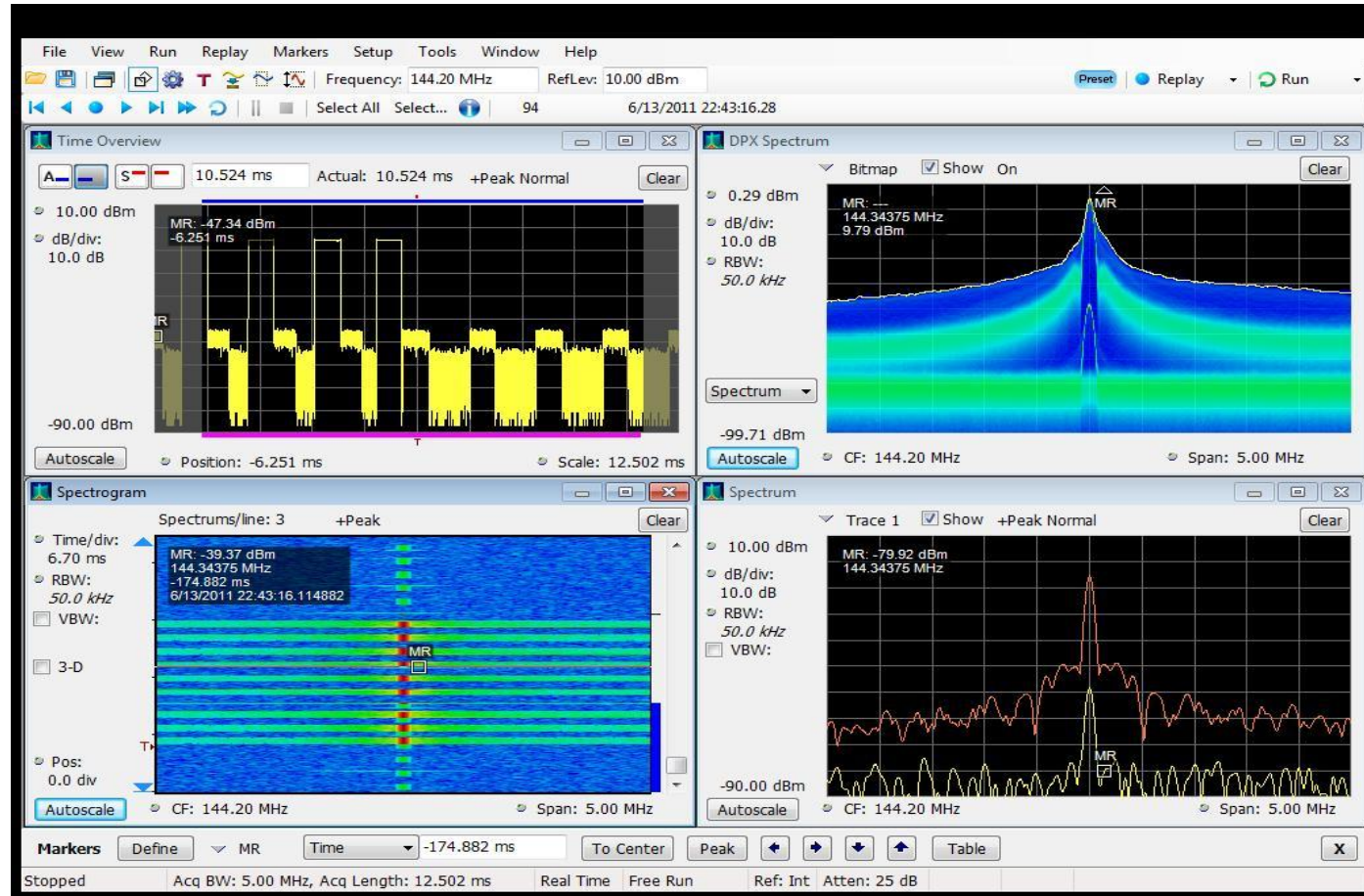
DPX频谱观测

频率上拥挤重叠
雷达信号共用同一频点

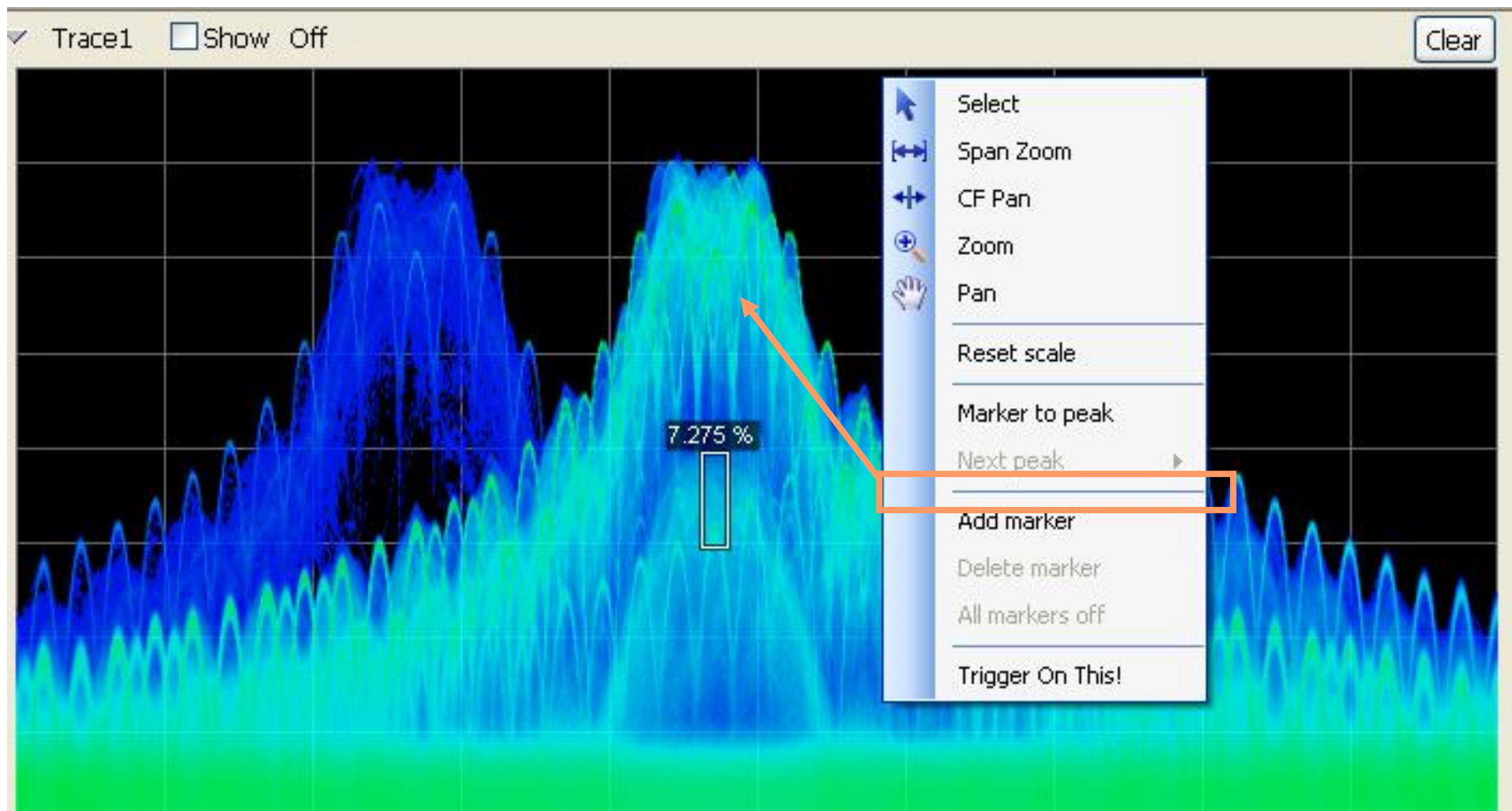


复杂电磁环境实例

- 能量上高低分布
 - 两个同频点信标

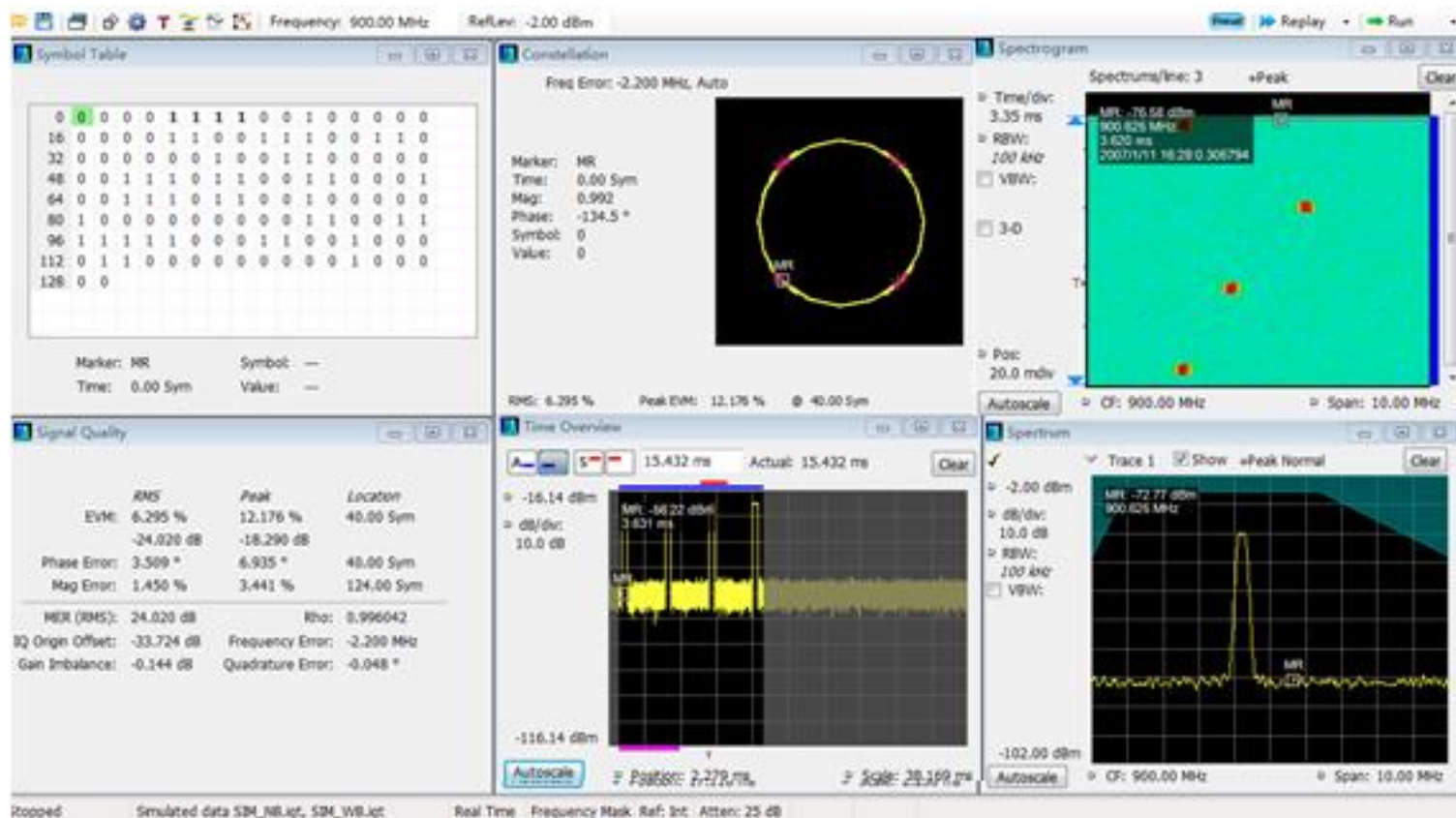


创新的频谱概率密度统计



对时变信号进行矢量分析

- “指哪打哪” -RTSA
 - 先触发、选时间窗、再分析
- “打哪指哪” -VSA
 - 先采集、再分析



AWG+SourceXpress可以提供强大的复杂电磁环境模拟功能

ENV选件用于模拟更加复杂的测试场景，可以将任意波形作为背景发射机，以模拟当今复杂的电磁环境，验证接收机的抗干扰能力。

The screenshot displays the configuration interface for a test scenario. At the top, it shows 'Scenario_1' with 'Magnitude (Peak)' set to '-2.05 dBm' and 'Scenario Duration' set to '10 ms'. Below this is a table of emitters with the following columns: Emitter Type, Name, Color, Center Frequency, Power Ratio, Phase Offset, Start Time, and Configured Duration.

Emitter Type	Name	Color	Center Frequency	Power Ratio	Phase Offset	Start Time	Configured Duration
User Defined	User	User	1 GHz	0 dB	0 °	0 s	0 s
Analog Modulation	OFDM		2 GHz	0 dB	0 °	500 us	10 us
Bluetooth	P25		4 GHz	-3 dB	0 °	1 ms	500 us
CDMA	Pulse		8 GHz	0 dB	0 °	2 ms	500 us
Digital Modulation	Radar		12 GHz	0 dB	0 °	4 ms	1 ms
DVB-T	Tones						
GSM	User Defined						
LTE	W-CDMA						
Noise	WiFi						

A yellow starburst callout with the text 'Max. 100 Emitters' is overlaid on the bottom right of the table.

WiMAX

议程

AGENDA

- 宽带应用背景和需求
- 宽带测试挑战和宽带射频系统测试内容
- 泰克宽带基带/中频/射频信号产生与分析测试方案
- 宽带射频信号测试案例分析
 - 信号链路的预失真校准
 - 复杂电磁环境信号产生和分析
 - 多载波数字调制信号的产生与分析
 - 宽带跳频信号的产生与解调分析
 - 毫米波雷达产生和分析
- 小结



多载波宽带数字调制信号测试

- 主要应用
 - 通信/THz
- 挑战
 - 传统信号源应用于这一领域时，无论是调制还是脉冲无线电，用户常常难以得到所需的带宽。用户一般需要庞大昂贵的信号源系统或定制的专用激励源才能得到部分宽带性能
 - 传统上，矢量调制信号是基带源和矢量调制器配合产生的，在通用仪器的解决方案中，这种方式可以实现的最高调制带宽在2GHz以内，而且仍然需要一台高性能（采样率2.5GS/s以上）任意波形发生器作为基带源。泰克的任意波形型发生器可以直接输出最高瞬时带宽超过6GHz的调制信号而不需要基带源和调制器，是通用仪器中最高的性能。
- AWG优势
 - 极高的瞬时带宽(最高达20GHz)
 - 灵活的波形生成能力，根据用户需求，可以方便地输出各类信号
 - 简便的仪器配置，无需模拟信号源、基带源和调制器，直接生成所需信号。调制信号的基带、中频甚至是射频直接输出，任意波形发生器都能提供**all in one**的完备激励性能。
- Scope+SignalVu
 - 宽带数字调制信号分析

SourceXpress可以生成多载波宽带数字调制信号

Plug-in: RF Generic Signal

Signal Format: RF/IF

Carriers: S-Parameter

Index	Frequency	Amplitude	Phase	Carrier Type
1	1 GHz	-50 dBm	0 °	Digital Modulation
2	500 MHz	-6.24 dBm	-64.9 °	Analog Modulation
3	520.408163 MHz	-6.24 dBm	-79.9 °	Noise
4	540.816327 MHz	-6.24 dBm	-7.8 °	Custom Modulation
5	561.22449 MHz	-6.24 dBm	93.4 °	Digital Modulation
6	581.632653 MHz	-6.24 dBm	-85.7 °	Noise

Add Carrier Add Multiple Carriers..

Setup: Hopping (checked), IQ Impairments, Power Ramp, Interference Addition, Distortion, MultiPath

Amplitude: -50 dBm Phase: 0 °

Data: Pattern: PRBS 7, Coding: None

Digital Modulation: Modulation: QPSK

单个通道输出多个载波
最多支持1024个载波
不同频率、幅度、相位及调制方式
每个载波均可引入损伤、AWGN、失真等

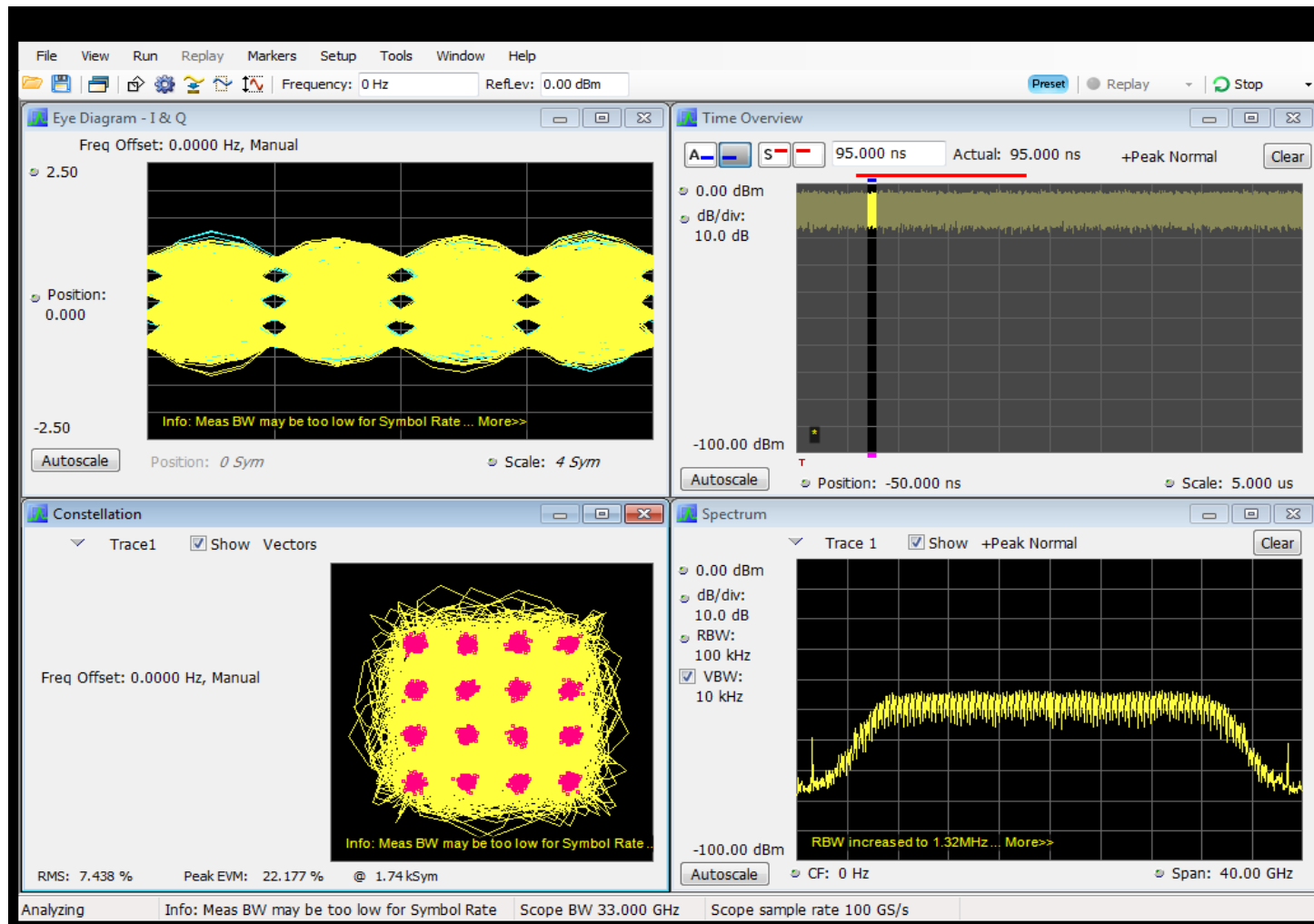
Scope+SignalVu对宽带调制信号的分析功能

■ 同时进行
模拟数字解
调

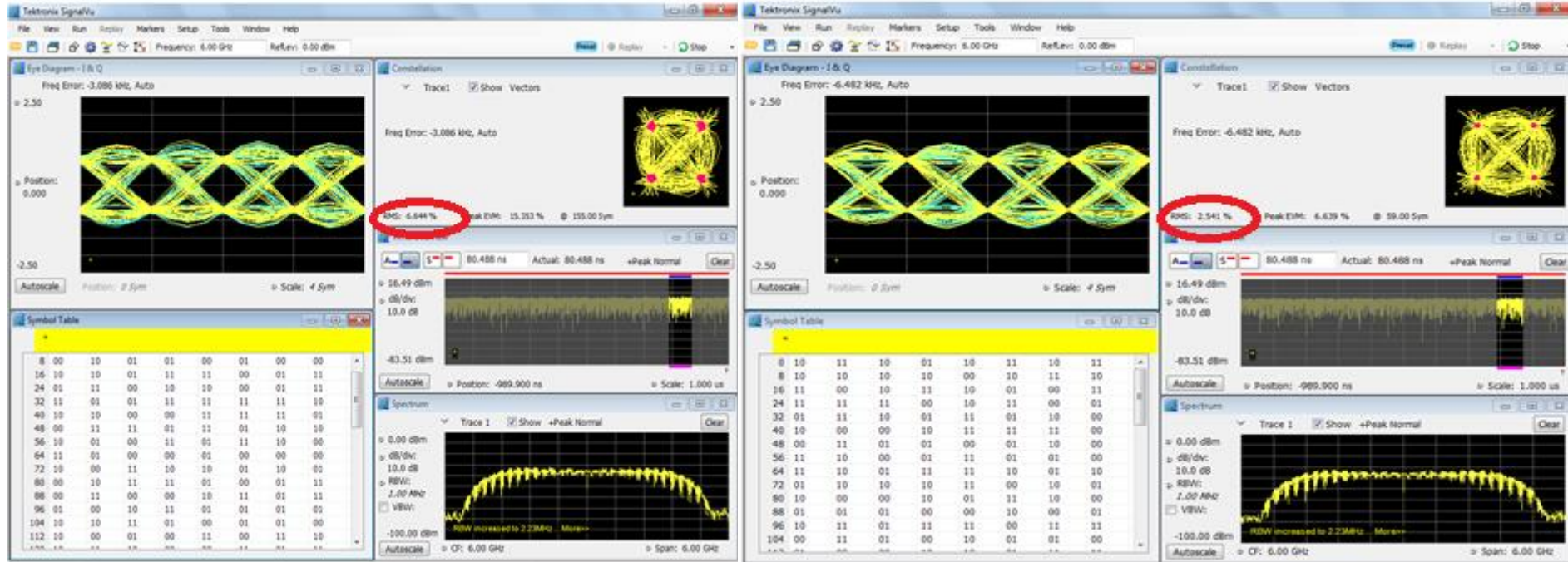
■ “指哪打
哪”

■ 分析窗和
频谱窗个
子独立

■ 可变分析
窗，矢量分
析和频谱分
析各不耽误



QPSK 4GBaud 校准前后对比



议程

AGENDA

- 宽带应用背景和需求
 - 宽带测试挑战和宽带射频系统测试内容
 - 泰克宽带基带/中频/射频信号产生与分析测试方案
 - 宽带射频信号测试案例分析
 - 信号链路的预失真校准
 - 复杂电磁环境信号产生和分析
 - 多载波数字调制信号的产生与分析
 - 宽带跳频信号的产生与解调分析
 - 毫米波雷达产生和分析
- 小结

跳频信号测试挑战

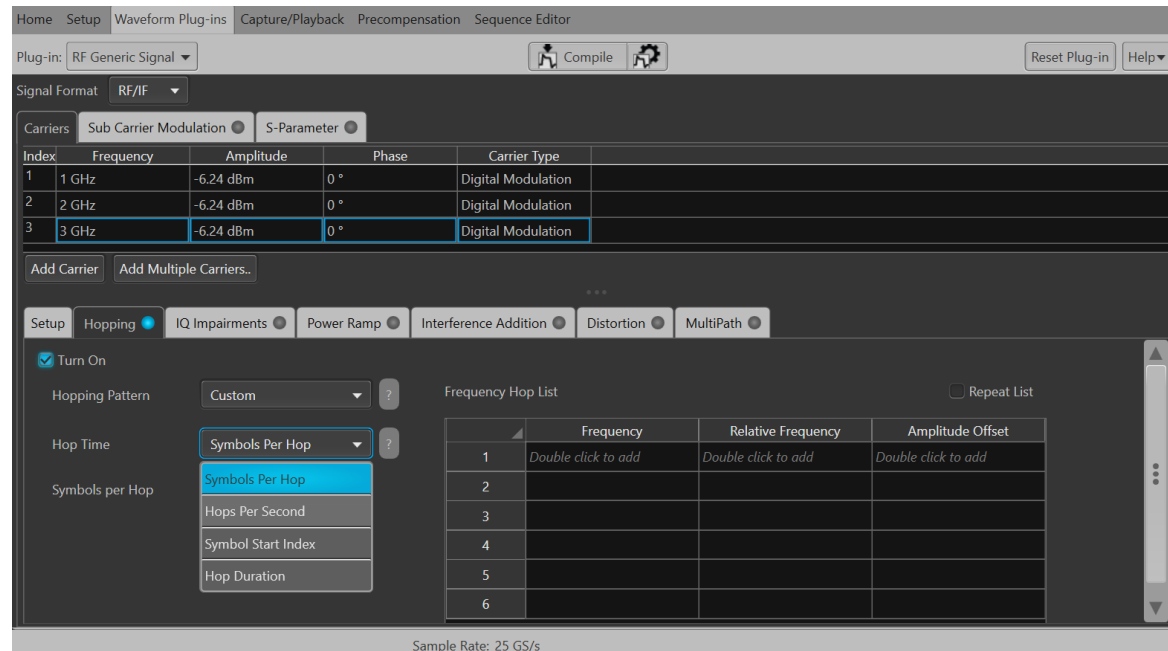
- 主要应用
 - 跳频电台一带宽达到几百MHz
 - 跳频通信系统
 - 雷达脉间跳频
- 挑战
 - 传统上，宽带跳频
 - 跳频速度快
- AWG优势
 - 由于AWG信号输出无锁相环路，采用DAC直接将数字信号转换成模拟信号，不存在锁相环路需要稳定的问题，因此AWG频率转换非常快，它与DAC的上升、下降时间（输出带宽）和时钟速度有关。
- Scope+SignalVU
 - 测试快速宽带跳频信号

跳频通信信号的测试和模拟

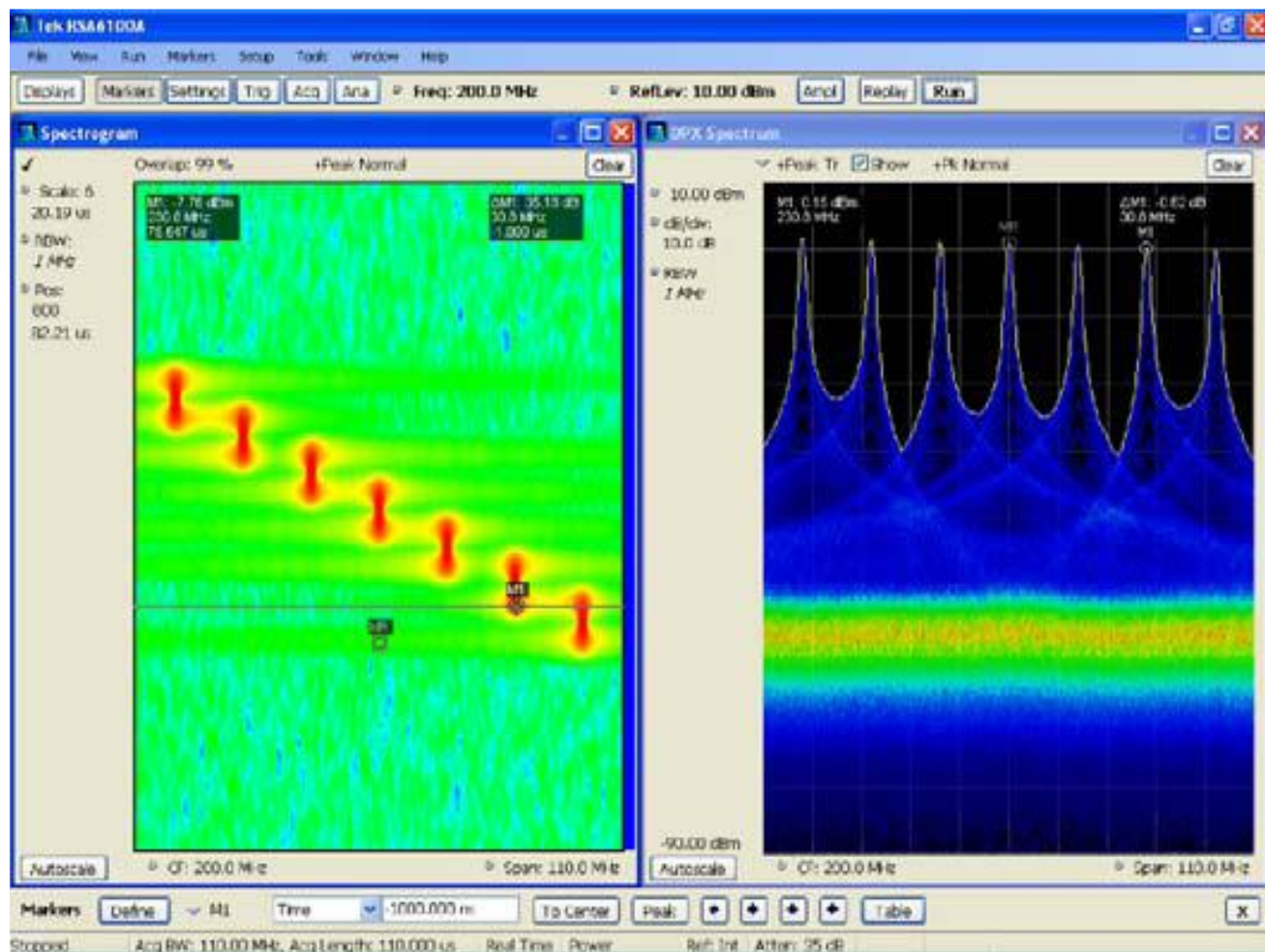
- 基于AWG70000系列超宽带特性
 - 调频范围可达20GHz
 - 换频时间可缩短至几十皮秒
 - 跳速几乎没有限制
 - 超长模拟信号输出时间
 - 同时模拟信号中的多路跳频信号
- 基于RSA或示波器宽带采集的能力，配合独一无二的跳频信号在线分析能力
 - SignalVu独有的分析能力，采集带宽内，无需中心频率和载波对齐
 - 一次捕获，多次分析
 - 用户可控制捕获和分析范围
 - 多域联合分析
 - 结合AWG和SourXpresss软件，复现复杂信道

AWG70k 利用SourceXpress软件宽带快速跳频信号

- 频率转换（捷变）速度=1/采样率。
 - AWG不像频率合成源那样需要比较长的时间去调整锁相环参数和硬件结构来重新锁定一个频率或者输出一种波形，AWG仅需要输出一个样点的时间就可以完成从一个频率到另一个频率的跳转或者一个波形到另一个波形的转换

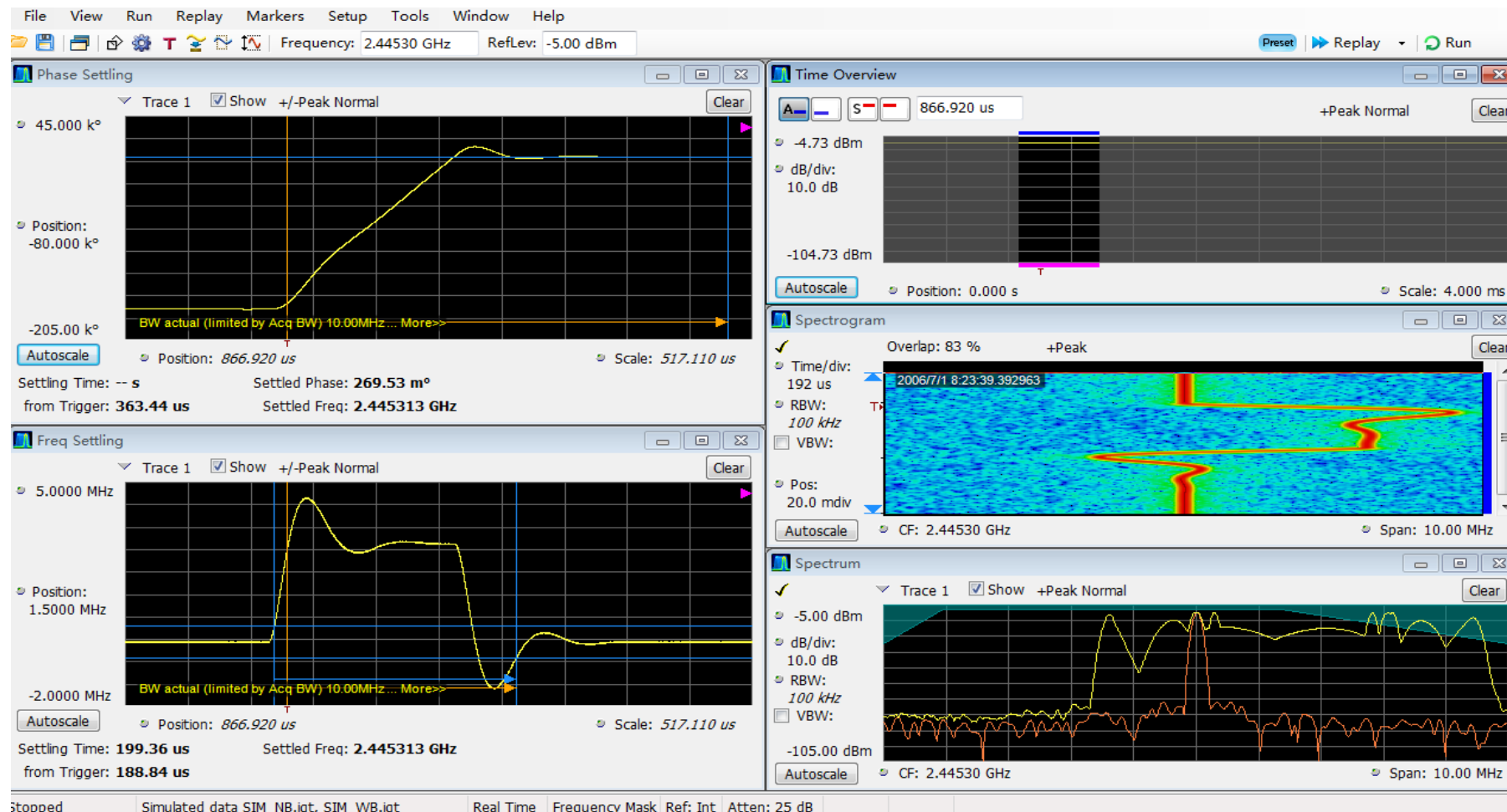


跳频信号监测



时间关联多域分析 – 跳频信号换频时间的测量

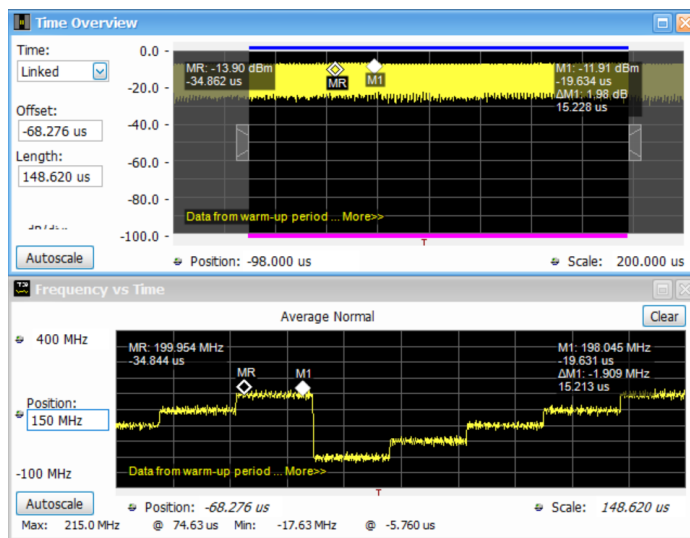
- 自动测试换频时间及相位稳定时间



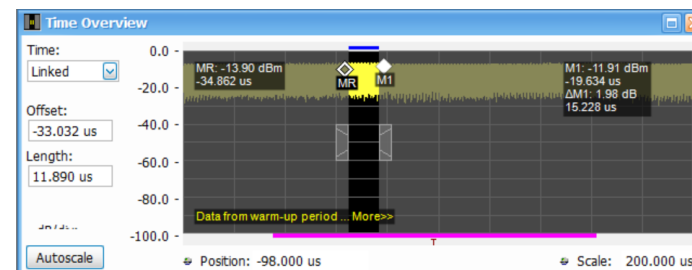
泰克可提供丰富的宽带信号分析方案

➤ SignalVu可以很方便地完成跳频信号解调

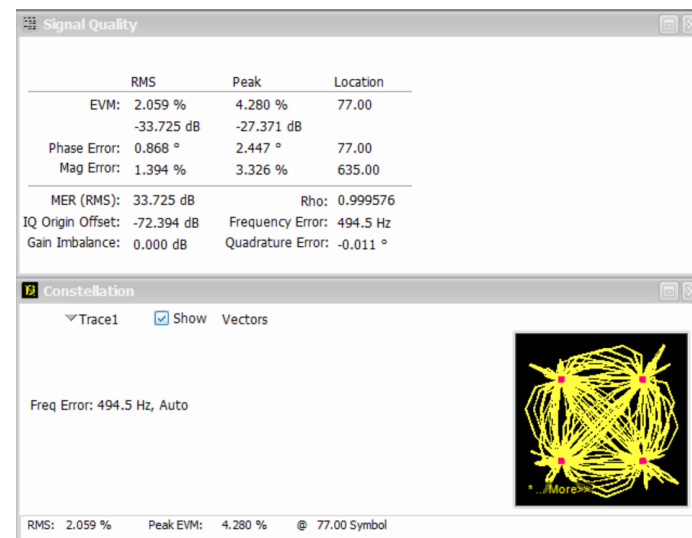
Step 1: 确定跳频序列



Step 2: 确定某个跳频点分析范围



Step 3: 对某个跳频点进行解调



Hopping demodulation.wrf

议程

AGENDA

- 宽带应用背景和需求
 - 宽带测试挑战和宽带射频系统测试内容
 - 泰克宽带基带/中频/射频信号产生与分析测试方案
 - 宽带射频信号测试案例分析
 - 信号链路的预失真校准
 - 复杂电磁环境信号产生和分析
 - 多载波数字调制信号的产生与分析
 - 宽带跳频信号的产生与解调分析
 - 毫米波雷达产生和分析
- 小结

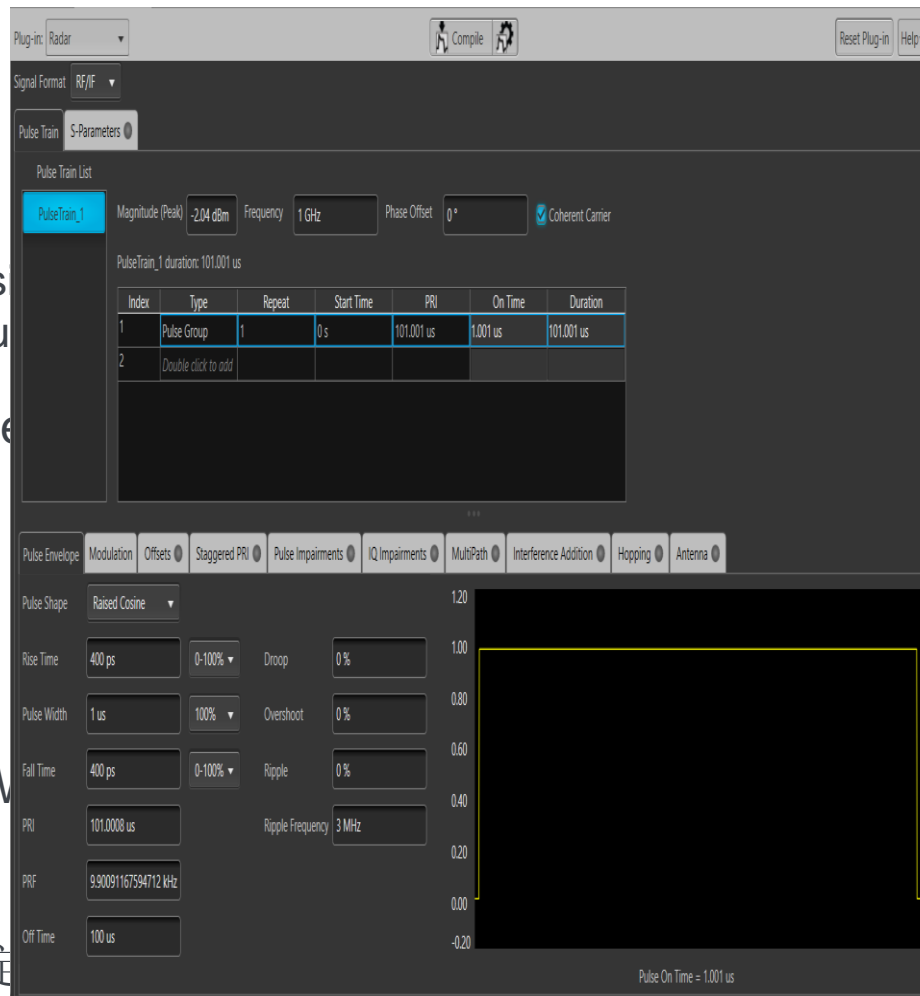
毫米波雷达信号测试挑战

- 挑战
 - 随着先进雷达体制不断涌现，在雷达测试信号仿真方面，提出了更高的要求。新体制雷达对信号源的主要要求有：足够的带宽，特别是在合成孔径雷达等超宽带系统中，对输出带宽要求可达**4GHz**以上；严格的时序关系，以模拟确定的**PRI**、相位和频率随时间变化的特性；灵活的操作，可根据实际的信号要求方便地配置输出信号参数，包括理想信号、环境信号、信道情况的模拟；等等
- AWG优势
 - 极高的带宽性能(最高达**20GHz**)
 - 可在时域、频域和调制域等个视角编辑波形，同时保证信号的时序、频率和相位等的特性
 - 配合适当的波形仿真软件，可以输出各种不同体制的雷达信号
- 示波器——最通用的宽带接收机
 - 泰克示波器，可以提供最高达**70GHz**带宽，可直接采集分析射频信号
 - 配合各种雷达信号分析软件，对调制参数进行测量

AWG+SourceXpress软件雷达回波信号产生

➤ 复杂场景雷达回波模拟软件

- 支持丰富的脉冲包络类型
Rectangular, Trapezoidal, Raised Cosine, Exponential, Sawtooth, Gaussian, Custom
- 可引入 Droop、Overshoot 和 Ripple
- 支持多个脉冲的叠加及序列组合
- 支持丰富的脉内调制方式
- 支持幅度/频率/相位的偏移(offset)
- 支持引入 Staggered PRI、Jitter 及 AV
- 支持 Hopping 脉冲序列的模拟
- 支持天线扫描方式及方向图模式的定义

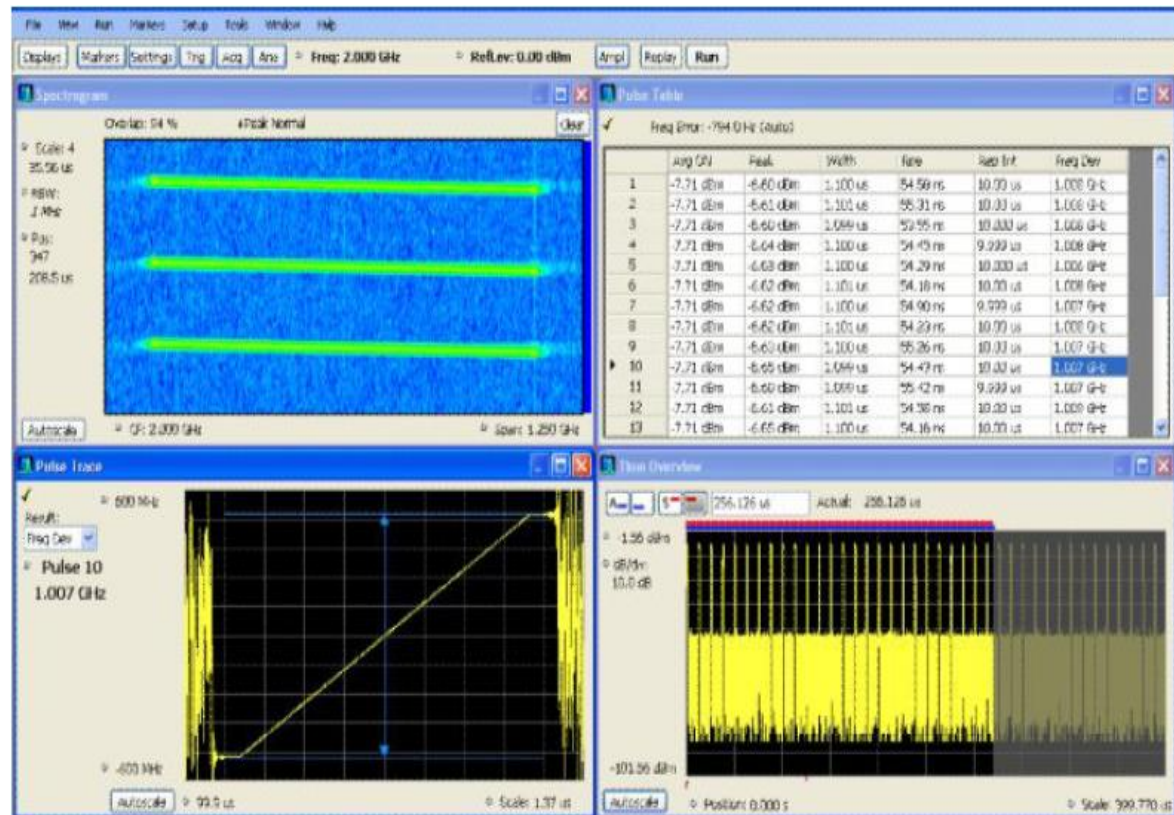


Droop + Overshoot + Ripple

泰克可提供丰富的宽带信号分析方案

➤ SignalVu 具有丰富的信号分析功能

- 多种模式同步分析
- “指哪打哪”
- 分析窗和频谱窗相互独立，矢量分析和频谱分析两不误



雷达自动分析软件

■ 频域

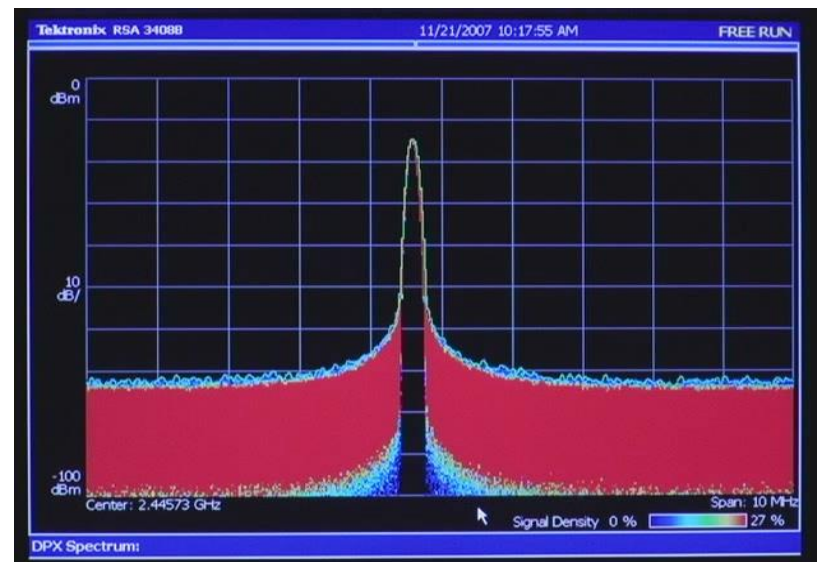
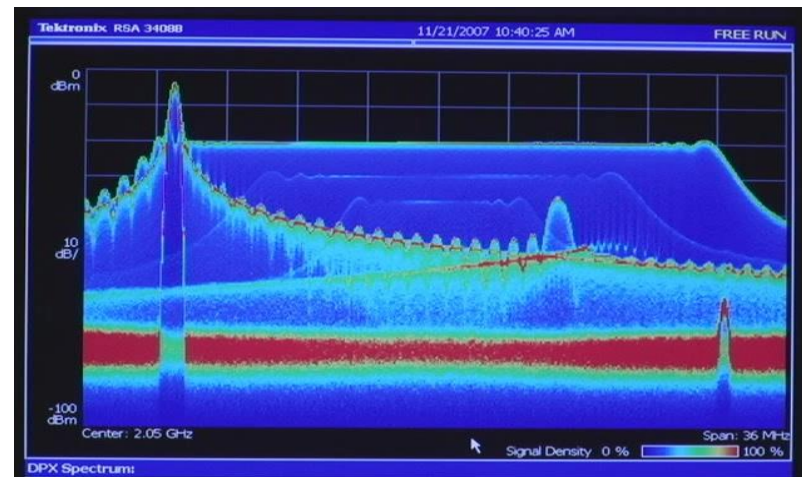
- 杂散问题
 - SW 问题
 - 瞬态问题
- 占用带宽
- 发射带宽
- 通道功率
- 相邻信号功率

■ 时域

- 单脉冲测试
 - 脉冲定时特性
 - 脉冲包络测试
 - 模拟解调- FM Linear Chirp
 - 数字解调
- 多脉冲测试
 - 脉冲到脉冲的参数分析
 - 参数趋势分析
 - 系统性能整体评估

实时频谱显示技术(DPX)用于频谱监测

- 实时信号分析仪
- 发现复杂电磁环境下的同频信号



功能强大的雷达信号自动分析套件

雷达自动分析套件 —29项测试参数

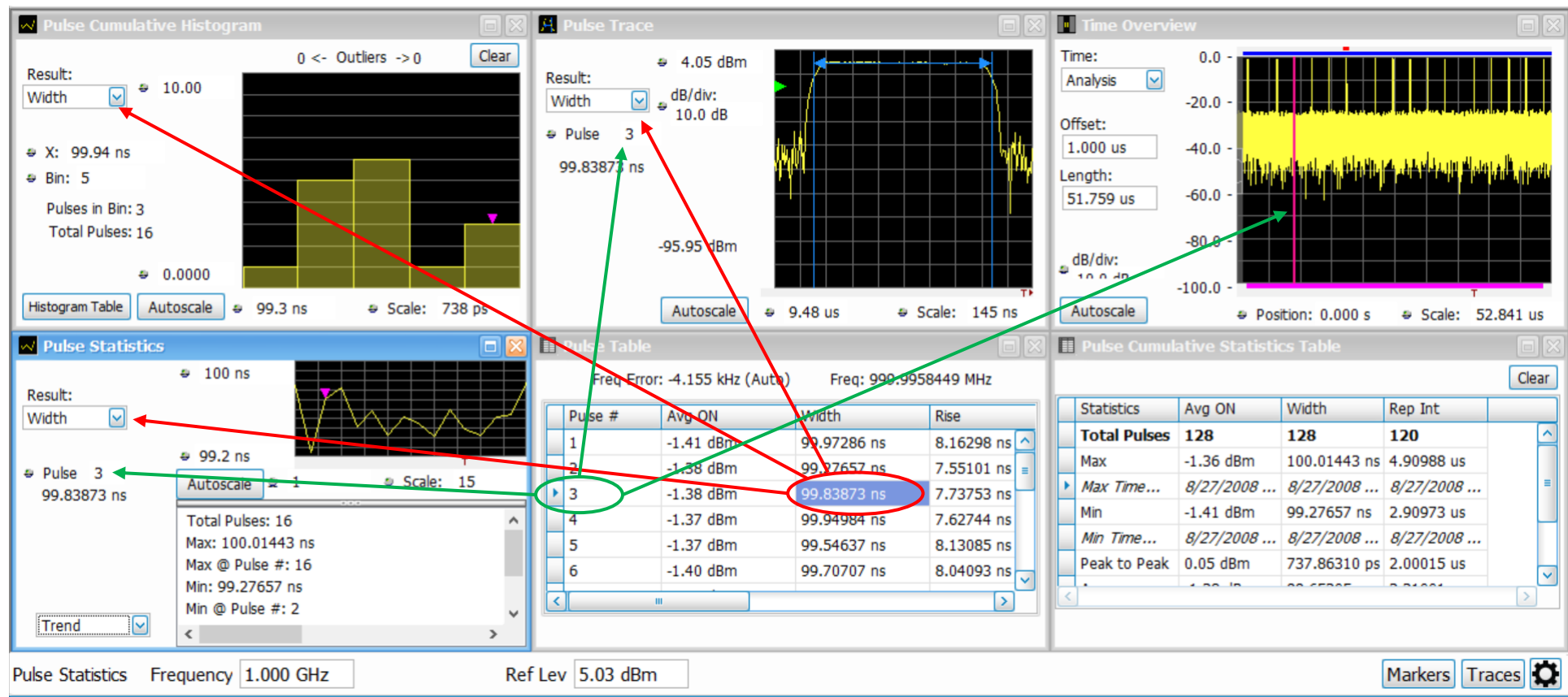
- ▶ **Average ON Power** :平均开功率
- ▶ **Peak Power**: 峰值功率, 针对脉冲方式
- ▶ **Average Transmitted Power** : 平均发射功率
- ▶ **Duty Factor (Ratio)** : 占空比
- ▶ **Duty Factor (%)** : 展空比 (百分比显示)
- ▶ **Pulse Width** : 脉冲宽度
- ▶ **Repetition Rate (Hz)** : 脉冲重复频率
- ▶ **Repetition Interval (Sec)** : 脉冲重复间隔
- ▶ **Rise Time** : 脉冲边沿的上升时间
- ▶ **Fall Time** : 脉冲后沿的下降时间
- ▶ **Ripple** : 纹波 (脉冲顶部的不平坦)
- ▶ **Droop** : 脉冲顶部的衰落
- ▶ **Pulse-Pulse Phase Difference** : 脉冲到脉冲之间的相位差 (脉冲的固定位置)
- ▶ **Pulse-Pulse Freq Difference** : 脉冲到脉冲的频率偏差
- ▶ **RMS Freq Error** : 频率误差的有效值
- ▶ **Max Freq Error** : 频率误差最大值 (脉冲内部频率差的最大值)
- ▶ **RMS Phase Error** : 相位误差的有效值
- ▶ **Max Phase Error** : 相位误差的最大值
- ▶ **Freq Deviation** : 频率偏差
- ▶ **Phase Deviation** : 相位偏差(调制带宽内的相位变化)
- ▶ **Time** : 每个脉冲的精确时刻

不需要时
钟捆绑!

功能强大的雷达信号自动分析套件

➤ SignalVu 具有丰富的信号分析功能

Pulse Para. / Pulse No. Coupled



背景——汽车为啥需要雷达？

- 汽车保有量迅速增加，汽车安全问题则被普遍的关注，高科技带来的安全与便捷，结合信号处理技术实现汽车自主智能巡航、辅助泊车、汽车防撞雷达等功能，毫米波雷达在汽车电子的典型应用有毫米波防撞雷达、自适应巡航、盲区检测、辅助变道等功能。

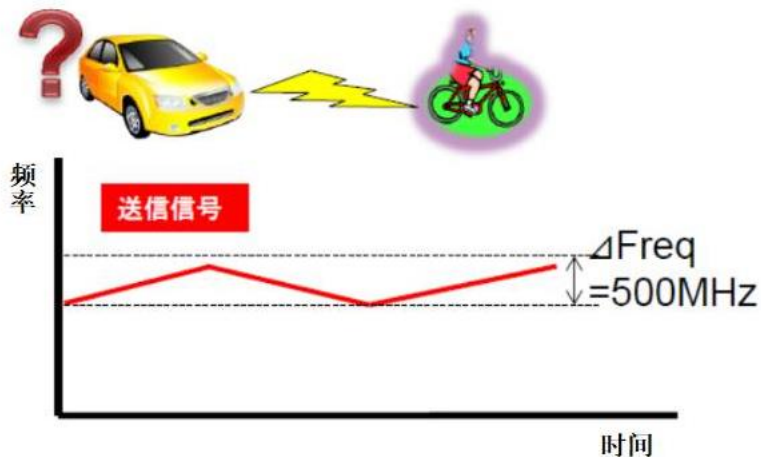


汽车雷达概述

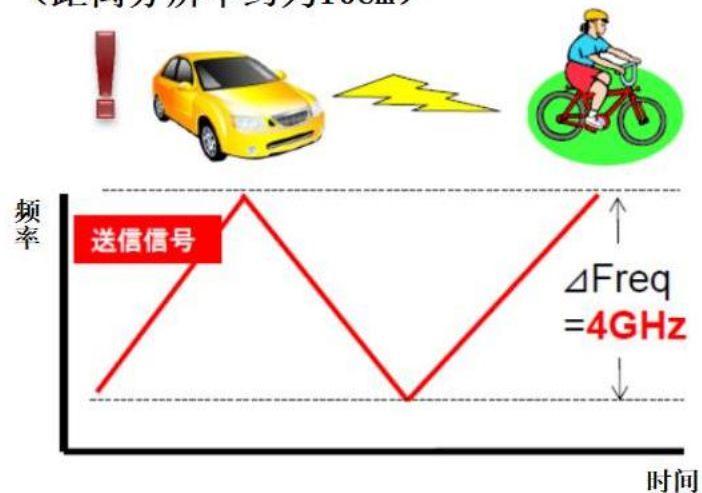
- 汽车防撞雷达主要有**超声波**雷达、激光雷达、毫米波雷达等类型
- 超声波雷达是利用传感器内的超声波产生器发出40kHz的超声波，然后探测经过障碍物反射回来的超声波，根据超声波反射接收的时间差来计算汽车与障碍物的距离。超声波雷达成本低，但探测的距离只有几米，用于泊车系统，而且受天气的影响。
- 激光雷达是根据激光遇到障碍物后的折返时间，计算目标与自己的相对距离。激光雷达具有分辨率高、精度高、抗干扰能力强的优势，主要用于无人驾驶系统，但是激光雷达受天气的影响，在大雪、大雾时功能受到限制，并且价格昂贵。
- 毫米波雷达是ADAS系统的主要传感器，毫米波雷达频率范围30GHz-300GHz，波长从1mm-10mm，毫米波雷达测距可达200多米，可以对目标进行有无检测、测距、测速以及方位测量。它具有良好的角度分辨能力，可以检测较小的物体。同时，毫米波雷达有极强的穿透率，能够穿过光照、降雨、扬尘、大雾等来准确探测物体，可全天候工作。

汽车毫米波雷达：为啥77-81GHz频率？

至今的FMCW方式
(距离分辨能0.9m程度)



79GHz下一代雷达
(距离分辨率约为10cm)

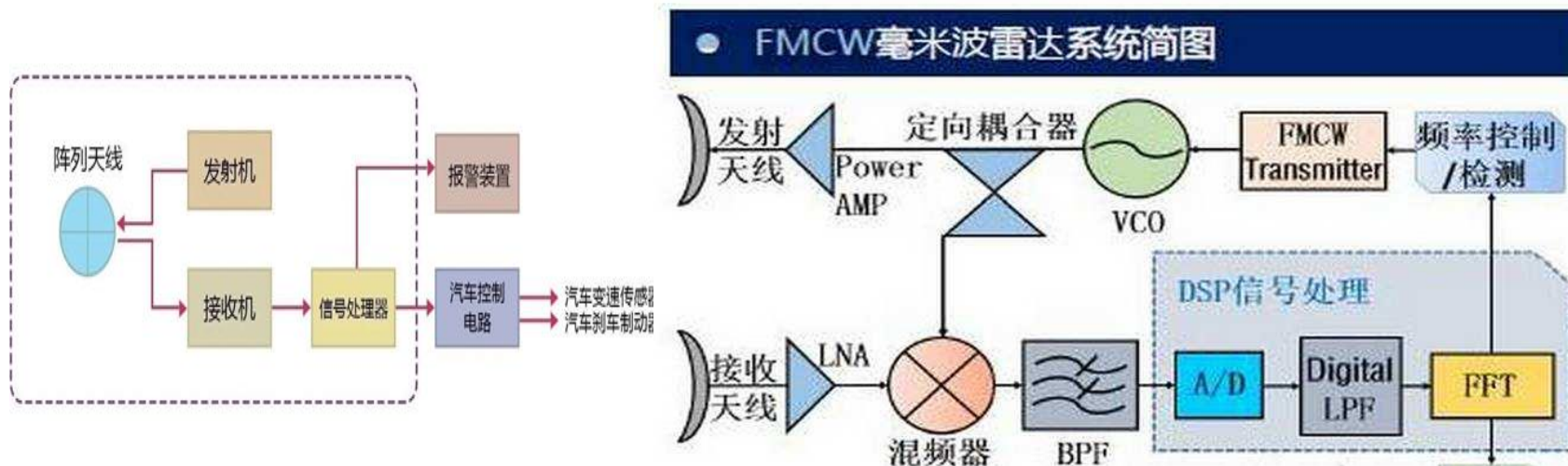


$$\text{距离分辨率} = \frac{\text{光速}}{2 \times \Delta Freq}$$

$\Delta freq$ 越大, 距离分辨能力越高

毫米波雷达工作原理

毫米波雷达通过微带阵列天线向外发射调频连续波（FMCW），经目标反射后接收到的回波与发射波存在一个频率差，通过信号处理器分析发射与反射信号的频率差异，基于多普勒原理，可以精确测量目标相对于雷达的运动速度和距离，进一步通过多目标检测与跟踪算法，实现多目标分离与跟踪。进而结合车身动态信息进行数据处理。经合理决策后，以声、光及触觉等多种方式警告驾驶员，或及时对汽车做出主动干预，减少事故发生几率。

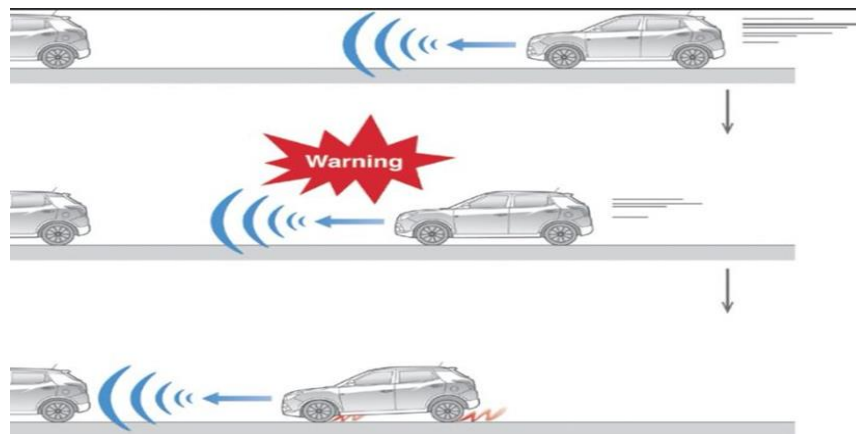


毫米波雷达测试内容

由于车载雷达关系到驾驶者的生命安全，为了确保汽车防撞雷达的工作稳定、正常、可靠，需要对毫米波雷达进行功能和性能测试。从毫米波雷达的研发、调试、优化、生产、以及安装校准，都需要对雷达性能进行规范化、标准化的检测及诊断，实现对毫米波雷达的发射机性能、回波接收性能以及抗扰能力的测试。

主要包括三个方面测试

- 雷达发射机性能测试
- 雷达接收机性能测试
- 雷达抗干扰能力测试

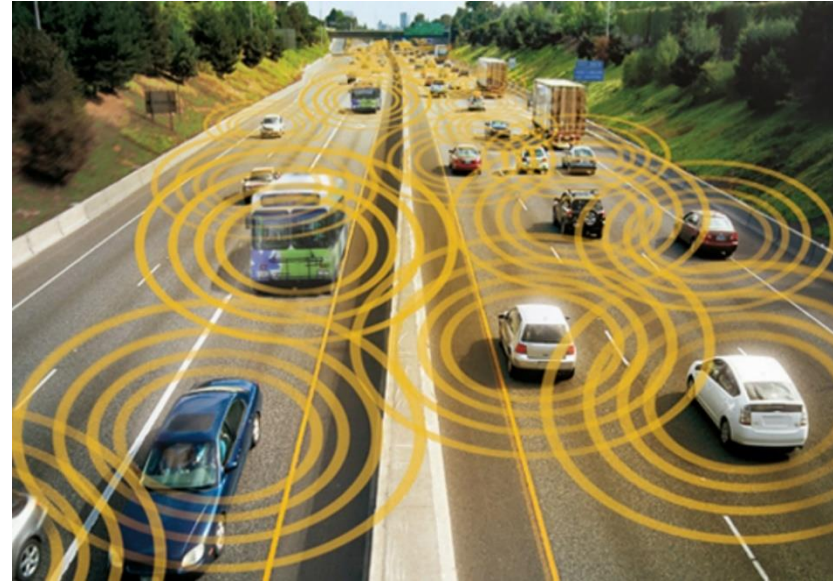


毫米波雷达测试挑战

汽车雷达提供商或毫米波芯片/器件/组件研制的过程中，要对发射系统、接收系统、雷达组件、芯片、器件、以及单元电路进行测试验证。由于77GHz提供了4GHz的超高带宽，对信号的产生和测试提供了相当大的挑战。

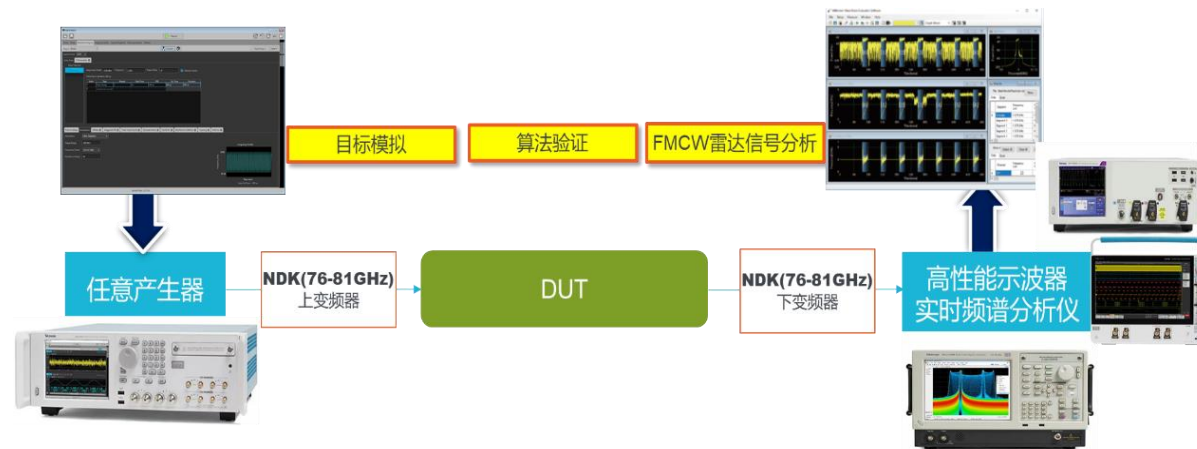
挑战：

- 频率高达77~81GHz、
- 超宽带最高达4GHz
- 模拟干扰和噪声信号



泰克毫米波汽车雷达测试解决方案

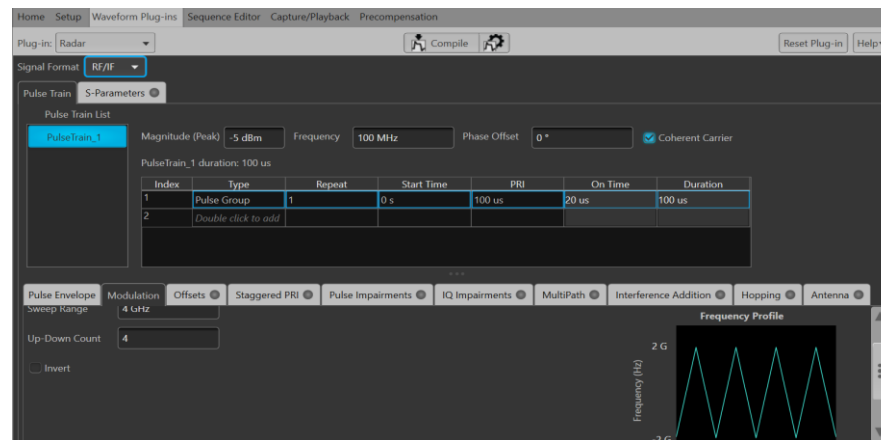
- 泰克汽车毫米波雷达信号测试方案包括雷达信号产生、雷达信号分析和抗干扰测试。
- 测试系统包括高性能任意波形发生器AWG70000B系列、内置本振的上变频器、内置本振的下变频器、高性能示波器MSO64或DPO70000C\DX\SX系列、实时频谱分析仪、以及相关软件。



泰克毫米波汽车雷达信号产生系统指标

- 泰克毫米波雷达信号生成系统由任意波形产生器和内置本振的上变频器以及SourceXpress软件组成，主要性能指标如下：

- 频率范围：76GHz ~81GHz
- 调制带宽：>4 GHz
- 垂直分辨率：10位
- 产生雷达FMCW等复杂信号产生软件
- 多目标雷达信号和干扰信号生成软件
- 对2通道以上配置，可以扩充多个设置
- 上变频器内置本振



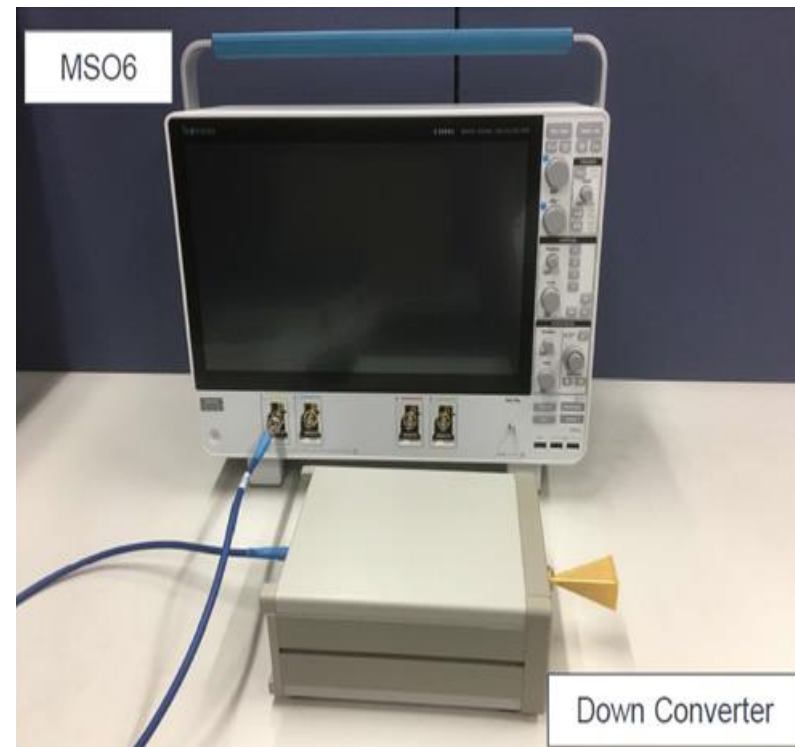
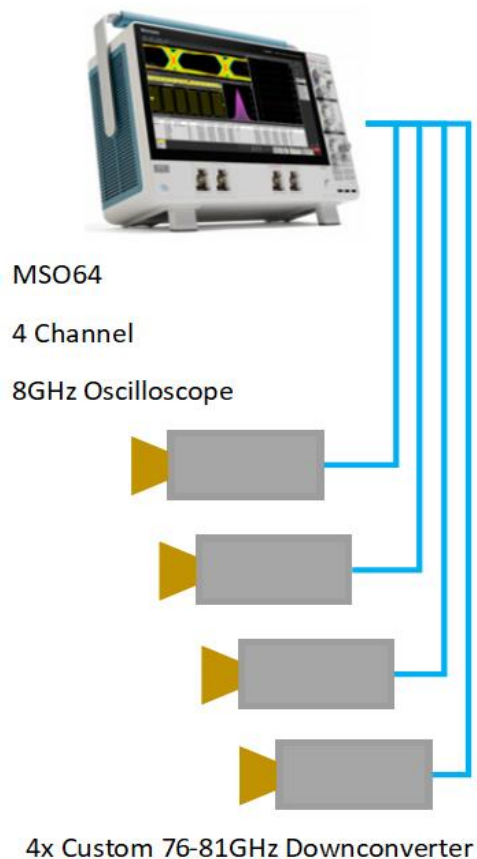
AWG70000任意波形发生器

泰克毫米波汽车雷达信号分析系统指标

泰克毫米波雷达信号分析系统由内置本振的下变频器、实时频谱分析仪、高性能实时示波器以及FMCW信号分析软件组成。

主要性能指标如下：

- 接收频率范围：76GHz ~81GHz
- 分析带宽：>4 GHz
- ADC硬件垂直分辨率：12位
- 实时采样率：25GS/s
- 专业的雷达FMCW信号分析软件
- 支持4通道同时测试
- 下变频器内置本振

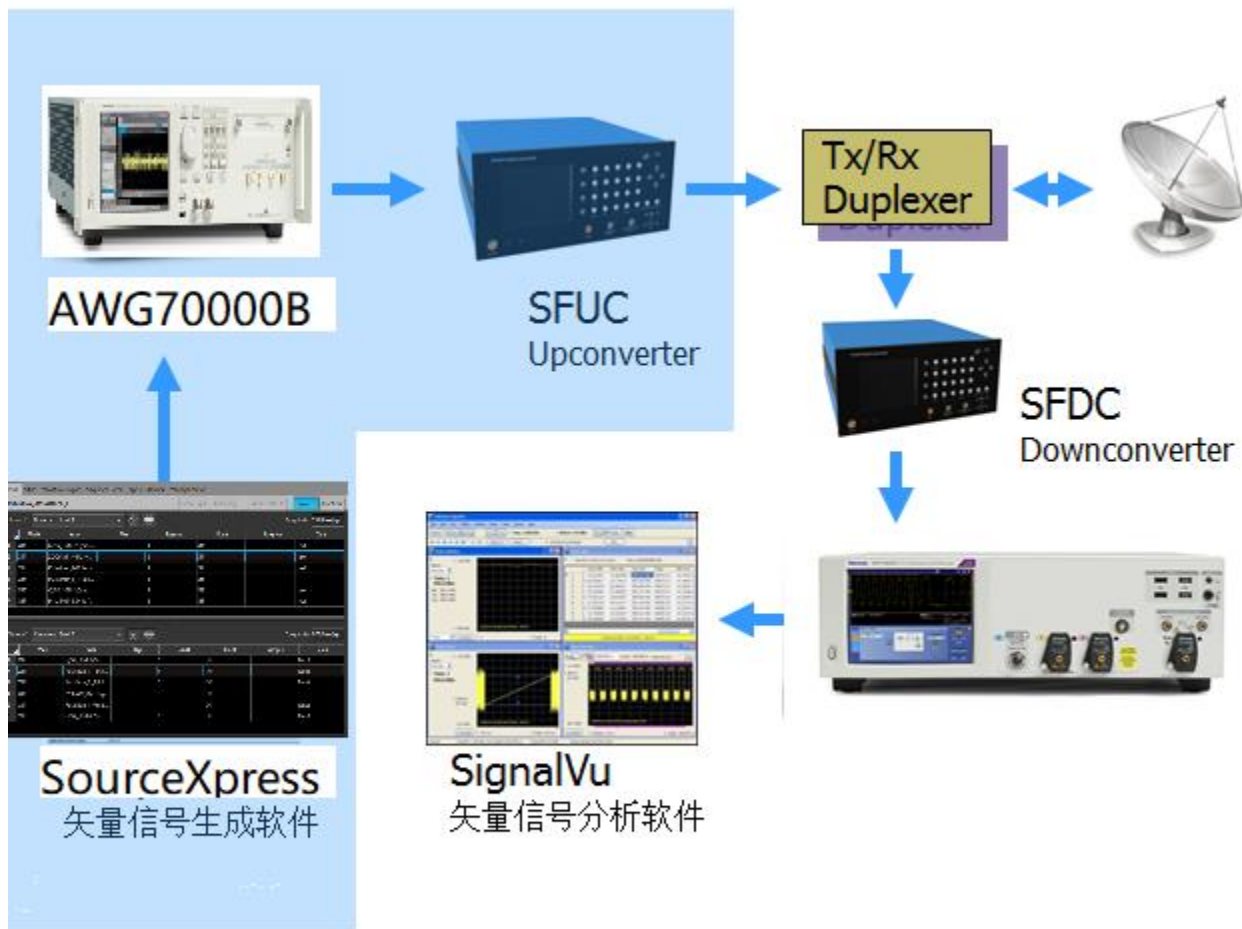


总结

- 当前宽带测试面临的新挑战有哪些？
- 泰克可以提供哪些宽带信号产生方案？
- 泰克可以提供哪些宽带信号分析方案？



总结- Tektronix宽带射频系统应用框图



- 完整闭环测试系统
- 支持全环路幅相一致性自动校准
- 支持双通道
- 支持各种现代体制通信及雷达信号产生及分析
- 系统组成简单，使用方便快捷，易于维护