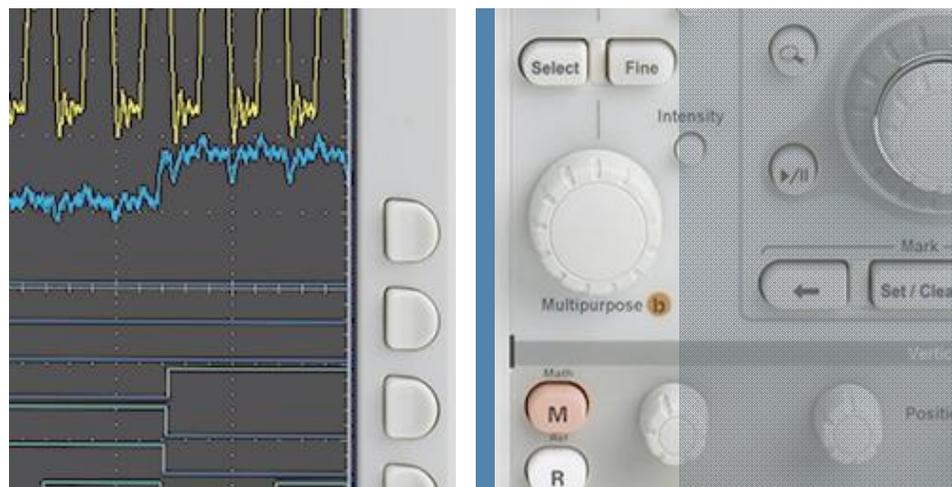
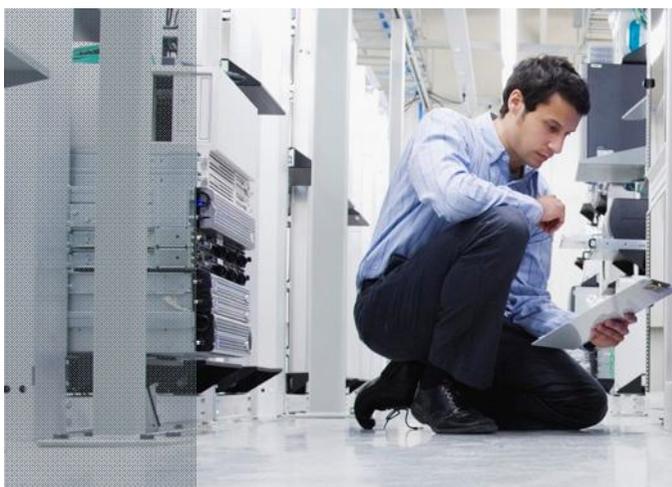


MDO 跨域分析

— 解决嵌入式射频系统疑难杂症的创新测试手段



泰克分销SPM

孙勇

13501124062

Yong.sun@tek.com

内容

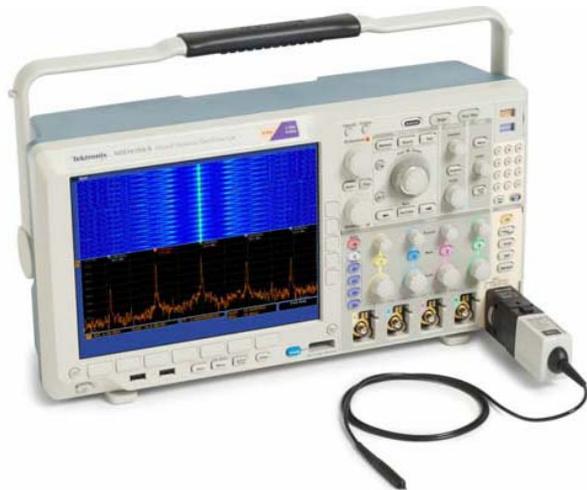
- 泰克基础测试产品概述
- 泰克公司开创跨域分析新时代
 - MDO4000 混合域分析仪概述
 - MDO4000 混合域分析仪的特色
- 跨域分析概述
 - 信号分析概述
 - 射频信号多域分析
 - 混合信号时域分析
 - 混合信号与射频信号跨域分析
- 跨域分析在数字射频领域中的应用
 - 验证数字射频系统性能
 - 通过数字射频系统效率
 - 排查数字射频系统潜在问题
 - 跨域的调制域分析

泰克基础测试产品概述



泰克基础测试产品— 提供完整解决方案

- AFG3000系列任意波形发生器 – 超大屏幕，直观观测发生的波形
- PWS2000/4000系列直流（可编程）电源
- DMM4000系列数字万用表 – 五位半，六位半台式万用表
- FCA/MCA3000系列频率计，计数器 – 最高可达40G
- 泰克基础示波器



AFG3000 系列任意函数发生器

- 大屏幕显示器，只需一眼就可以看到所有设置
- 熟悉的 Tektronix 外观和感觉
- 创新的 ASIC 技术
 - 性能更高，价格更低
 - 高达 2 Gs/s 的取样速率和 240 MHz 的信号频率
- 七种型号可以满足性价需求
- 任意设置阻抗
- 双通道型号
- ArbExpress™ 软件
 - 轻松创建和编辑任意波形



双通道和单通道 AFG3000

AFG3000 系列任意函数发生器

产品	AFG3011	AFG3021B	AFG3022B	AFG3101	AFG3102	AFG3251	AFG3252
通道数量	1	1	2	1	2	1	2
波形	正弦, 方波, 脉冲, 任意, 锯齿波, Sin(x)/x, 高斯, 洛仑兹, 指数上升 / 衰落, 半正矢, 噪声						
正弦	1 μ Hz – 10 MHz	1 μ Hz – 25 MHz		1 μ Hz – 100 MHz		1 μ Hz – 240 MHz	
方波	1 μ Hz – 5 MHz	1 μ Hz – 12.5 MHz		1 μ Hz – 50 MHz		1 μ Hz – 120 MHz	
脉冲 / 任意	1 mHz – 5 MHz	1 mHz – 12.5 MHz		1 mHz – 50 MHz		1 mHz – 120 MHz	
其它波形	1 μ Hz – 100 kHz	1 μ Hz – 250 kHz		1 μ Hz – 1 MHz		1 μ Hz – 2.4 MHz	
噪声带宽	10 MHz	25 MHz		100 MHz		240 MHz	
任意采样率 (波形长度)	250 MS/s	250 MS/s		1 GS/s (\leq 16K); 250 MS/s ($>$ 16K)		2 GS/s (\leq 16K); 250 MS/s ($>$ 16K)	
波形内存	4 x 2 – 128K						
调制	AM, FM, PM, FSK, PWM						
频率分辨率	1 μ Hz 或 12 位						
时基稳定性	每年 \pm 1 ppm						
垂直分辨率	14 位						
扫描	线性, 对数						
至 50 欧姆幅度	20 mV _{p-p} – 20 V _{p-p}	10 mV _{p-p} – 10 V _{p-p}		20 mV _{p-p} – 10 V _{p-p}		200 MHz: 50 mV _{p-p} – 5 V _{p-p} ; >200 MHz: 50 mV _{p-p} – 4 V _{p-p}	
幅度分辨率	0.1 mV _{p-p} 或 4 位						
增加输入	否	否		是		是	
接口	USB, LAN, GPIB						

DMM4000高精度台式数字表家族



	DMM4020	DMM4040	DMM4050
分辨率	5.5	6.5	6.5
准确度	0.015%	0.0035%	0.0024%
高级测量功能	2x4 wire ohms, 频率	2x4 wire ohms, 频率, 周期	2x4 wire ohms, 频率, 周期, 电容, 温度
分析功能	极限比较	极限比较, TrendPlot™, 柱状图, 统计	
显示	双显: 数字	双显: 数字和图形	
外部存储	N/A	USB	USB
接口	RS232 & USB adap.	LAN, GPIB, RS232 & USB adapter	
传输速度: rdg/sec	100	1000	
保修	3 years		
软件	NI LABVIEW SignalExpress Tek Edition		

PWS2000/4000系列台式电源



	PWS2185-SC	PWS2323-SC	PWS2721-SC	PWS2326-SC
最大功率	90 W	96 W	108 W	192 W
电压	0-18 V	0-32 V	0-72 V	0-32
电流	0-5 A	0-3 A	0-1.5 A	0-6 A

	PWS4205	PWS4305	PWS4323	PWS4602	PWS4721
最大功率	100 W	150 W	96 W	150 W	86 W
电压	0-20 V	0-30 V	0-32 V	0-60 V	0-72 V
电流	0-5 A	0-5 A	0-3 A	0-2.5 A	0-1.2 A
接口	USB				

计时器/频率计/分析仪——FCA和MCA系列

更精更快，超越同齐。



FCA3000 系列

300 MHz、3 GHz 和 20 GHz 型号



FCA3100 系列

300 MHz、3 GHz 和 20 GHz 型号



MCA3000 系列

27 GHz 和 40 GHz 型号

- 更精——业界领先的定时与频率分辨率
- 更快——极快的数据传送速度与吞吐量
- 超越同齐——第4代 计时器/计数器/分析仪
 - 独有的图形化分析模式
 - 更直观的操作方法

频率计关键指标

■ 频率分辨率

- 能够分辨的最小频率变化
- 受时间门设置影响，时间门设置越长，分辨率越高
- 定义为时间门设置为1秒钟时显示的位数，如12位/秒

■ 时间分辨率

- 能够分辨的最小时间变化
- 一般是Picosecond, e.g., 50 ps

■ 时基稳定度

- 时基是仪器内部时间参考，时基越稳定测试越可信
- 频率计的测试精度也受时基的影响。
- 有多种时基可以选择，是频率计重要选件

泰克基础示波器

	混合信号调试示波器			通用示波器		隔离示波器
						
	DPO4000B系列 MSO4000B系列 100 MHz – 1 GHz	DPO3000系列 MSO3000系列 100 – 500 MHz	DPO2000系列 MSO2000系列 100 – 200MHz	TDS3000C系列 100 – 500 MHz	TDS1000B系列 TDS2000C系列 40 – 200 MHz	TPS2000系列 100 – 200 MHz
带宽						
模拟通道数量	2, 4	2, 4	2, 4	2, 4	2, 4	2, 4
数字通道数量	16 (仅MSO)	16 (仅MSO)	16 (仅MSO)	--	--	--
模拟通道采样率	2.5 - 5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	1.25 – 5 GS/s	500 MS/s – 2 GS/s	1 – 2 GS/s
记录长度	20 M	5 M	1M	10 k	2.5 k	2.5 k
输入阻抗	50 Ω, 1 MΩ	50 Ω, 75 Ω, 1 MΩ	1 MΩ	50 Ω, 1 MΩ	1 MΩ	1 MΩ
显示屏尺寸 (分辨率)	10.4" (1024x768) XGA	9" (800x480) WVGA	7" (480x234) WQVGA	6.5" (640x480) VGA	5.6" (320x240) QVGA	5.6" (320x240) QVGA
串行触发和解码	选配: I2C*1, SPI*1, USB*1, 以太网*1, CAN*1, LIN*1, FlexRay*1, RS-232/422/485/UART*1, MIL-STD-1553*1, I2S/LJ/RJ/TDM*1	选配: I2C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART, 并行	选配: I2C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART, 并行	无	无	无
连接和存储	LAN, USB主机, USB设备, CompactFlash, 视频输出 选配: GPIB	LAN, USB主机, USB设备, 视频输出 选配: GPIB	1个USB主机端口, 1个USB设备端口, LAN (10/100 Base-T 以太网)*1, 视频输出*1, GPIB*1	LAN, USB闪存 选配: GPIB, RS-232, 视频输出, 电池	USB闪存, USB设备	RS232, 并行, CompactFlash
电池操作	否	否	否	选配	无	是
保修	3年	3年	3年	3年	终身有条件保修	3年

加快调试的每一个阶段

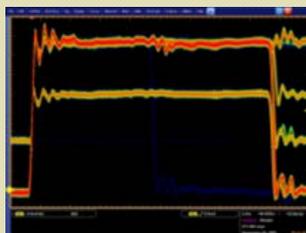
探测、发现、捕获、搜索、分析

探测



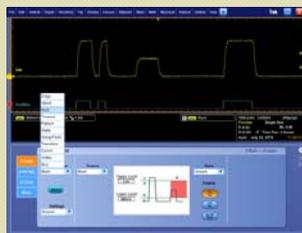
- **突破性TPP探头系列**, 1GHz带宽, 3.9pF输入电容无源探头, 同级2倍带宽, 一半的输入电容。真正有源探头的性能, 无源探头的便利。
- **P6616数字探头**, 100KOhm输入阻抗, 仅3pF输入电容, 容许每通道独立设置阈值, 可以支持多种逻辑系列
- **业界领先1ns脉冲检测**

发现



- **DPX FastAcq 每秒 >250,000 波形更新率**
- 数字荧光示波器, 色温等级显示, 快速响应信号所有动态变化, 巨细无遗
- 同时显示、对比多条总线上的活动, 进行系统级调试

捕获



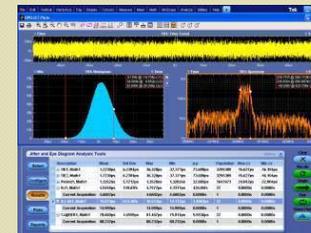
- **MagniVu 60.6ps 16.5GHz 高速数字采样技术**、定时分辨率, 快同类产品8倍, 更快, 更精!
- 最高250MB记录长度, FastFrame分段存储技术
- 完善的触发组合, 包括触发各种串行总线分组包
- 独有建立/保持时间违规触发
- 同级最佳的**1.5%垂直精度**
- 同级最佳的垂直灵敏度**1mV/div**

搜索



- **Wave Inspector® 快速导航与搜索功能**
 - 滚动/缩放
 - 播放/暂停
 - 用户标记
 - 自动搜索和标记模拟数据、数字数据和串行总线数据
- **MultiView Zoom™ 进行多重波形缩放、重叠、对比**

分析



- 超过10种应用软件包
 - **ENET以太网验证**
 - **USB2.0验证**
 - **LIMIT 极限测试**
 - **通讯模板测试**
 - **DDR检验与调试**
 - **SignalVu频域与调制域分析**
 - **功率与电源分析**
 - **低速串行总线**
 - **汽车电子总线**
- **53种自动测量与高级数学运算**
- **Windows 7扩展性、兼容各种软件**

THS3000 系列手持示波器

	THS3014	THS3014-TK	THS3024	THS3024-TK
带宽	100 MHz	100 MHz	200 MHz	200 MHz
通道数	4	4	4	4
最高采样率	2.5 GS/s		5 GS/s	
隔离输入通道	是			
存储长度	10,000 点/每通道(30,000 roll mode)			
连接性	USB Device and Host			
显示	6" Color LCD			
保修	3 years			
旅行套装	No	Yes	No	Yes

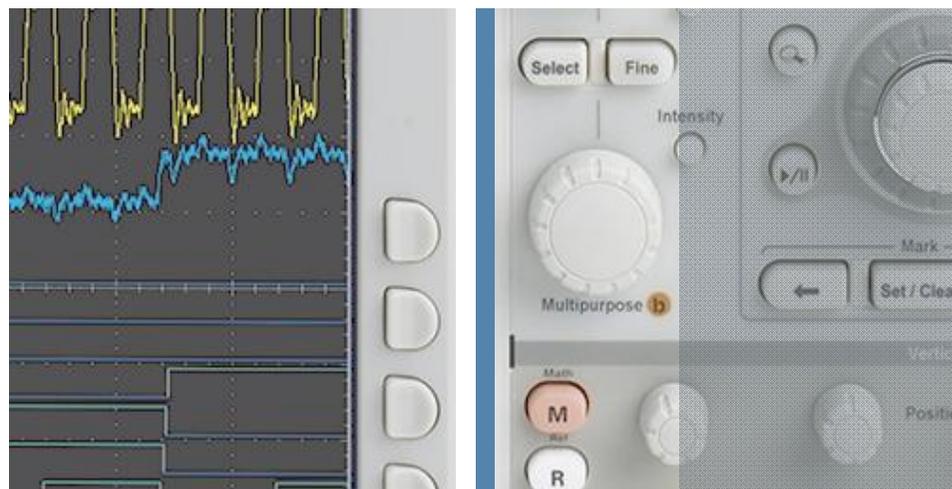
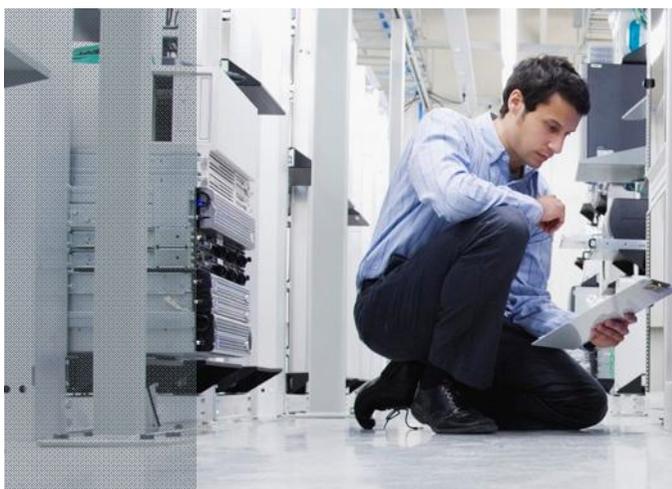
标配附件- 4 支探头，电池，电源适配器及电源线
Open Choice 软件CD, 校准报告, 挂带和软包

TK 旅行套装- 4 支探头，电池，电源适配器及电源线
Open Choice 软件CD, 校准报告, 挂带, 探头包, 探头箱和硬包装箱

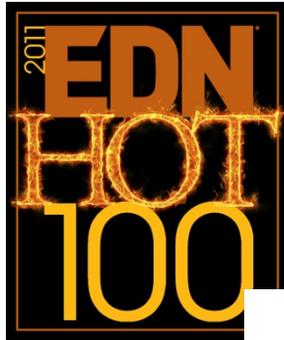


MDO4000混合域分析仪

开创跨域分析新时代



MDO4000 自推出以来获得业内多项创新奖

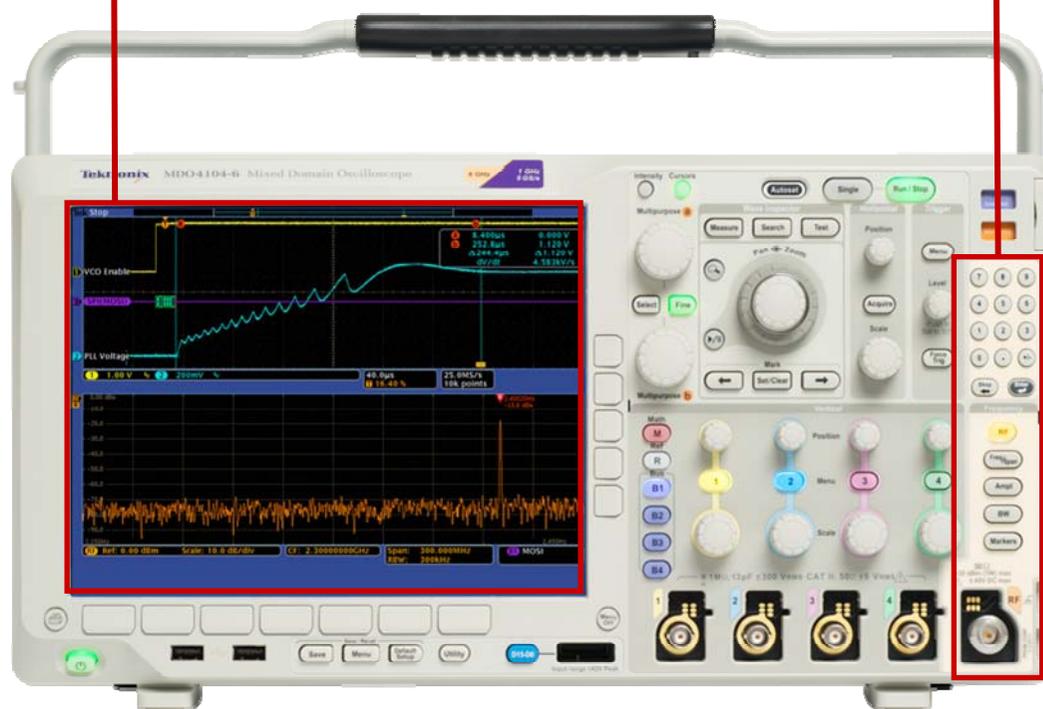


泰克 MDO4000系列混合域分析仪

全球最受欢迎的MSO4000B 混合信号示波器

内置频谱分析仪

- 专用射频路径
- 3或6 GHz输入
- ≥ 1 GHz带宽



泰克 MDO4000系列混合域分析仪

多达21条通道时间相关的测试

混合信号示波器控件

传统时域显示

专用频谱分析控件

创新频域显示

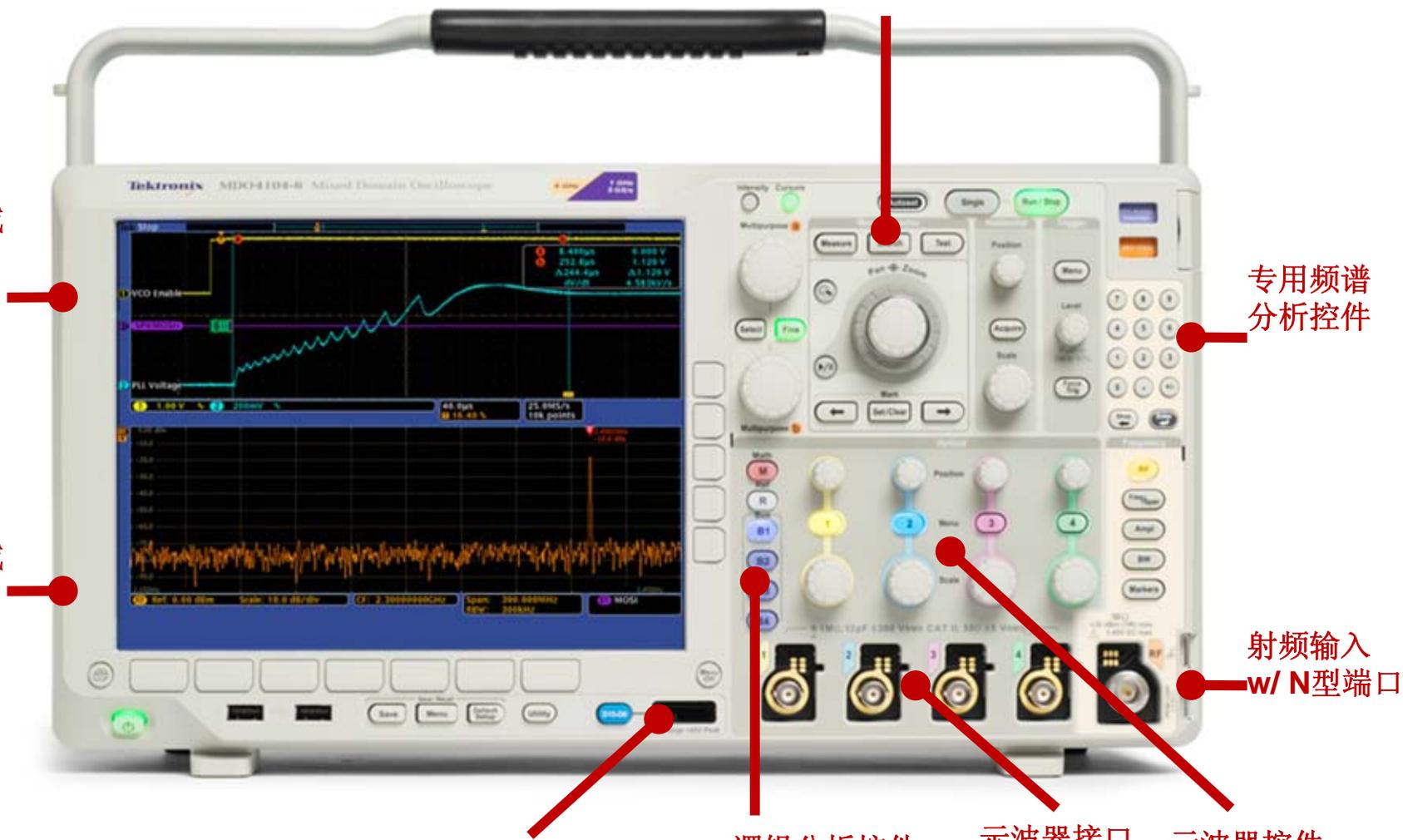
射频输入 w/ N型端口

逻辑分析接口

逻辑分析控件

示波器接口

示波器控件



泰克 MDO4000系列混合域分析仪



起订价
¥115,000

新!

型号	模拟通道	模拟带宽	数字通道	射频通道	射频频率范围
MDO4014-3	4	100 MHz	16	1	50 kHz – 3 GHz
MDO3034-3	4	350 MHz	16	1	50 kHz – 3 GHz
MDO4054-3	4	500 MHz	16	1	50 kHz – 3 GHz
MDO4054-6	4	500 MHz	16	1	50 kHz – 6 GHz
MDO4104-3	4	1 GHz	16	1	50 kHz – 3 GHz
MDO4104-6	4	1 GHz	16	1	50 kHz – 6 GHz

USD33,300

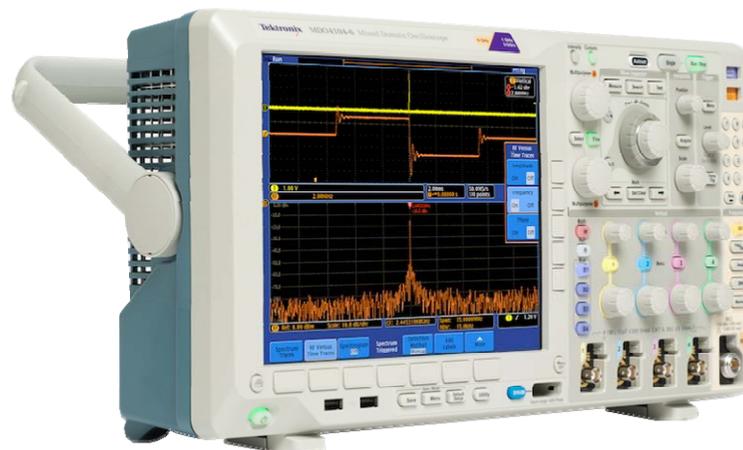
Tektronix

泰克 MDO4000系列混合域示波器

集多种仪器功能于一台示波器

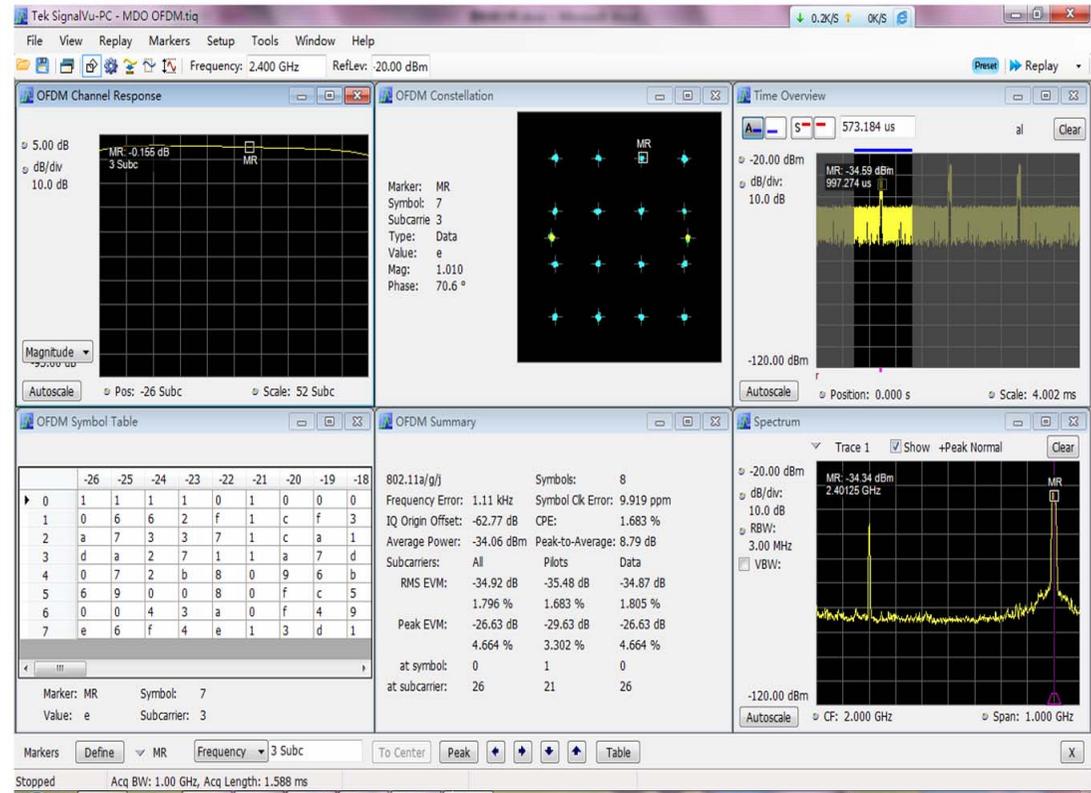
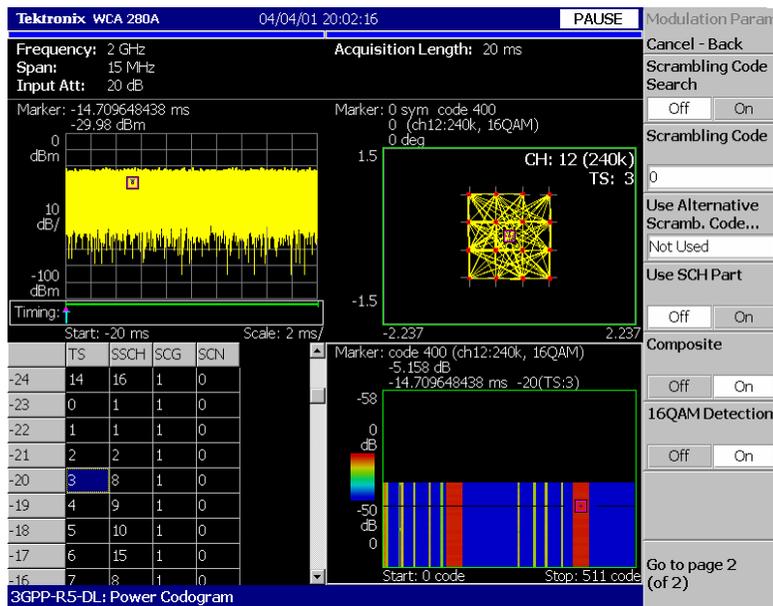
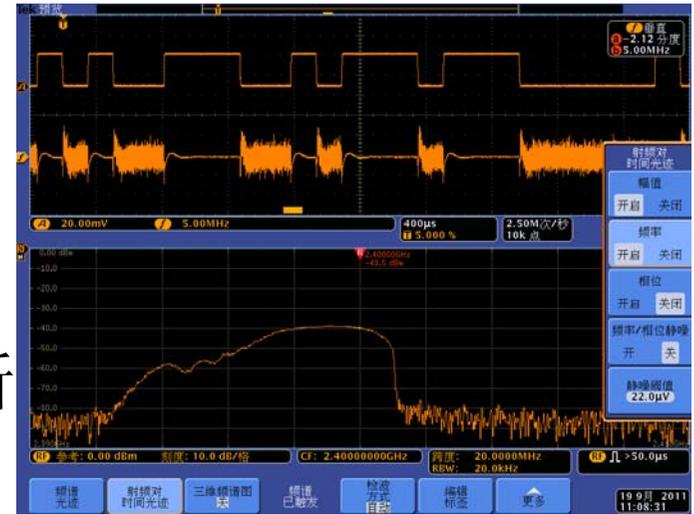
- 示波器
- 逻辑分析仪
 - 协议分析仪
 - 总线解码
 - 总线时序分析
- 频谱分析仪
 - 调制域分析仪

深度仅 5.8英寸！



MDO4000射频调制域分析

- 测试射频信号 AVT、FVT及PVT
- 射频信号转存为TIQ格式进行后台分析



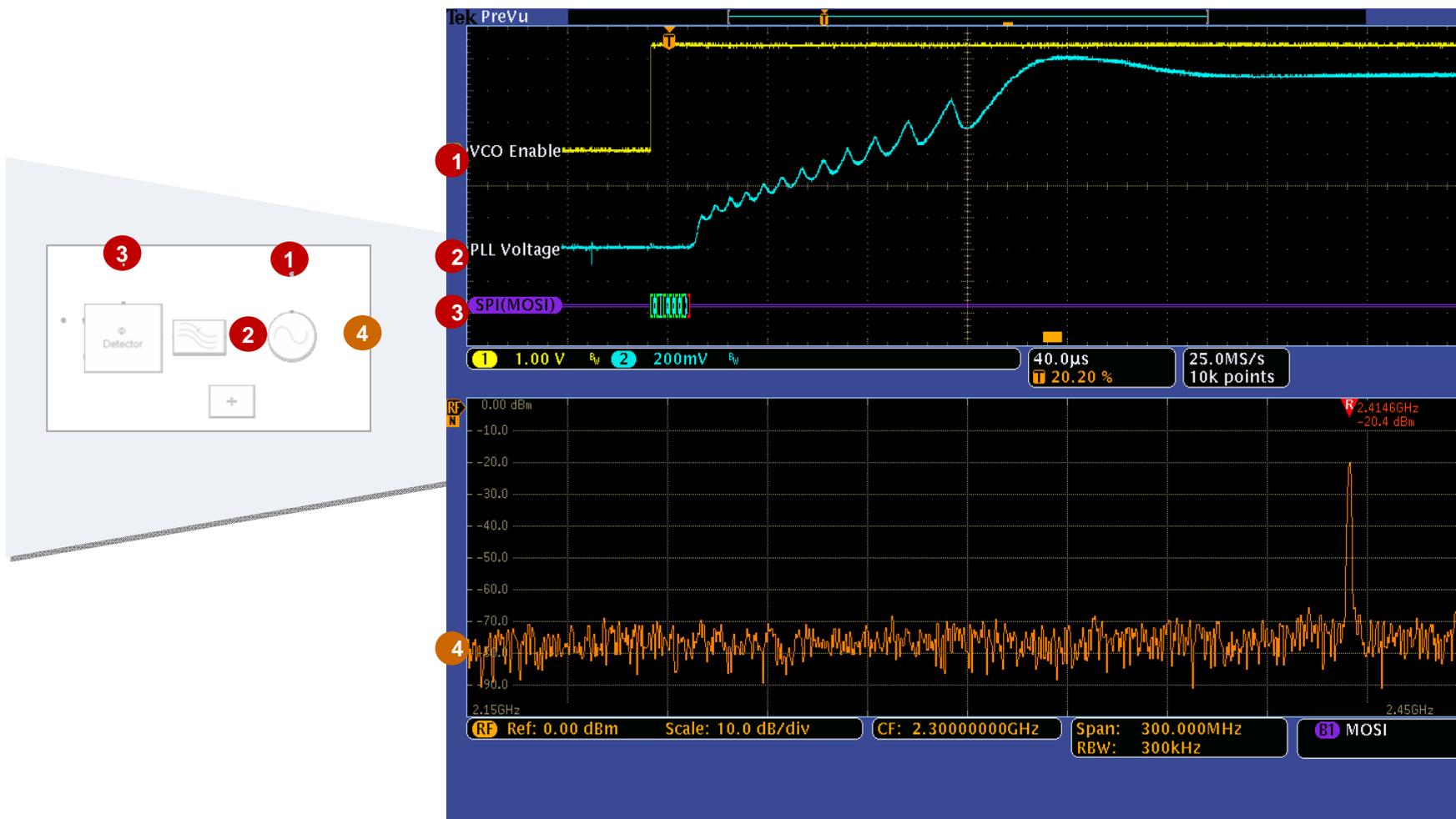
MDO 3大特色

MDO 3大特色	价值	行业	已购买MDO的典型客户
1. 时间相关的不同信号跨域联合显示	捕获时间相关的模拟、数字和RF信号，了解频谱随时间变化	物联网、安防、无线抄表、ETC、消费电子、汽车电子、TPMS、近场通信、2G/3G/4G、医疗电子	新开普(RFID)、信大捷安(安防)、长春明菱(汽车电子)、博世汽车(汽车电子)、西安交大医学院(医疗电子)、深圳华云通达(RFID)
2. 高性能宽带调制域分析	<ol style="list-style-type: none">1. AvT/ FvT / PvT 调制域分析2. 分析带宽远高于频谱仪或矢量信号分析仪3. ¥ 10,000 矢量分析软件	跳频通信、雷达、宽带通信系统、研究所	多所院校及研究所
3. 五合一系统 (示波器 + 频谱仪 + 矢量分析仪 + 逻辑分析仪 + 总线分析仪)	1机价格，5机功能，还有更多!	专业实验室、教育教学、户外检测	北京科技大学计算机通信学院

MDO YTD 销售超过200台!

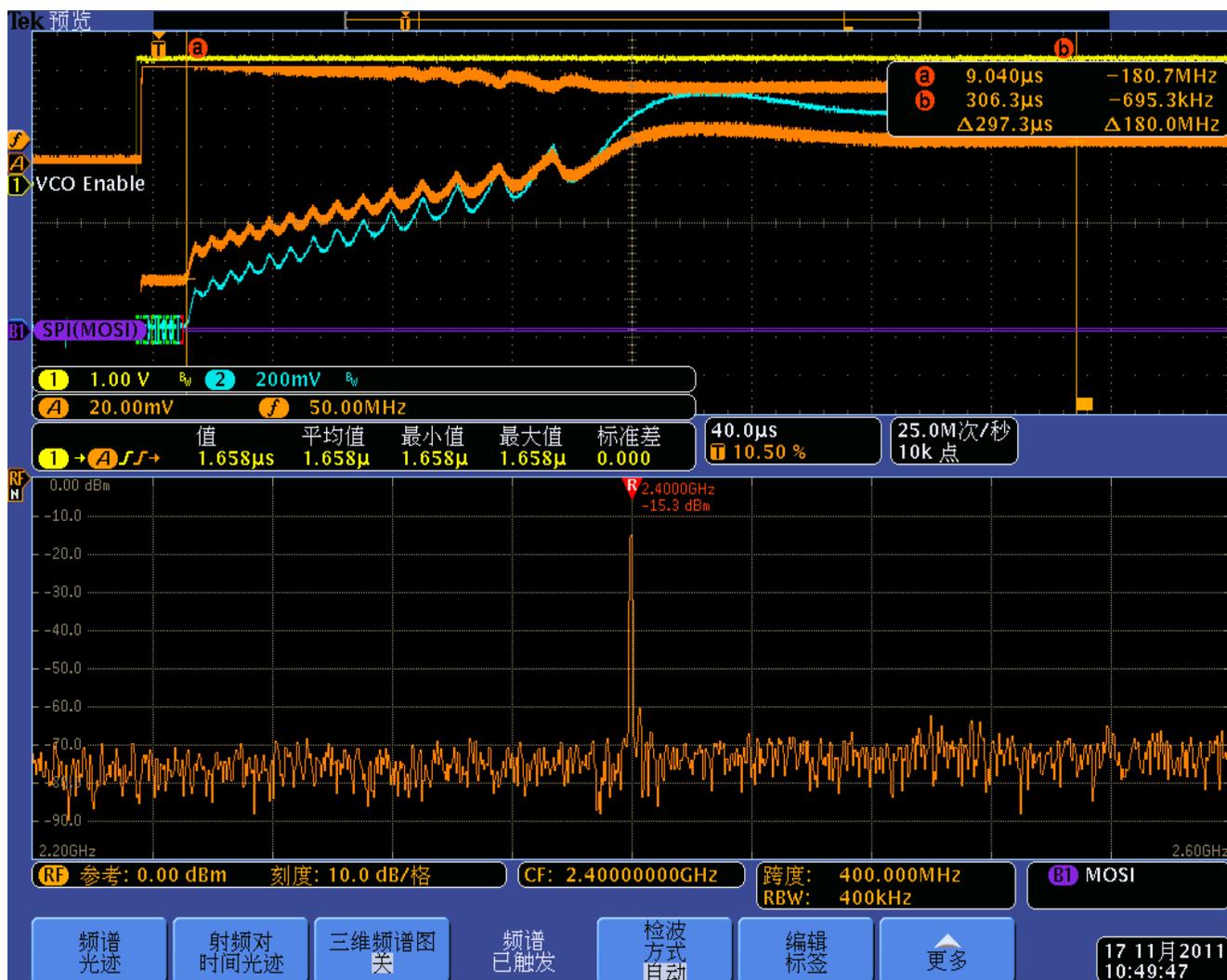
MDO 特色 – 时间相关的不同信号跨域联合显示

捕获RF频谱随时间变化的数字和RF信号



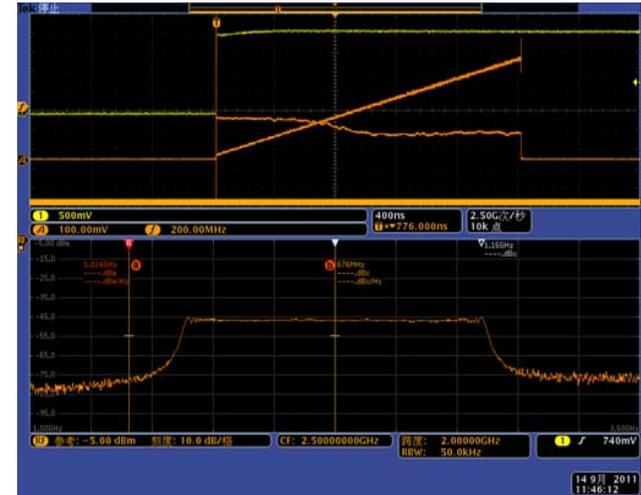
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 验证各信号是否同步工作



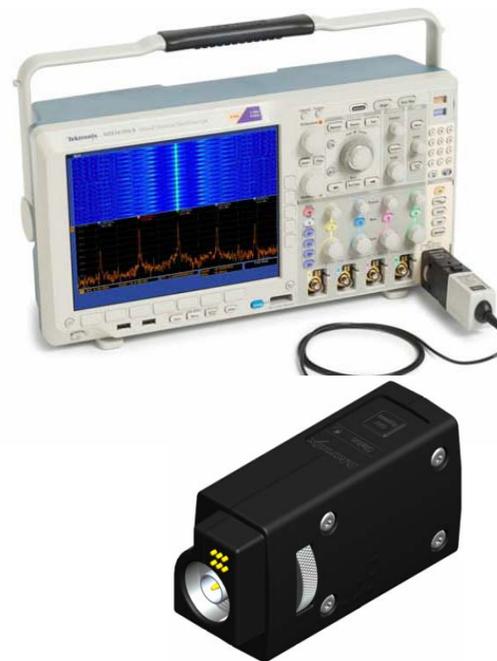
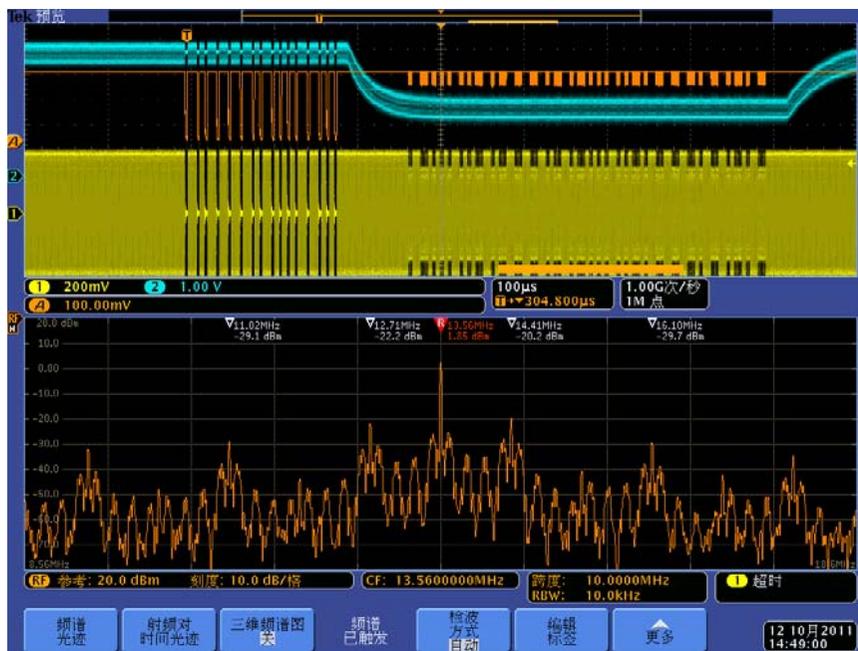
MDO 特色 – 高性能宽带调制域分析

- 具有 RF 信号的调制域分析功能
 - AvT, FvT, PvT
 - 输出 TIQ 后分析
- 动态范围高于宽带示波器
 - 60dB vs 45dB
 - 价格远低于70000示波器
- 分析带宽远高于频谱仪或矢量信号分析仪
 - 保证最小1GHz采集/分析带宽
 - 高速跳频带宽通常大于200MHz
 - 线性调频雷达带宽通常大于500MHz
 - 超宽带通信系统带宽大于1GHz
 - 弥补泰克实时频谱仪的不足
 - 价格远低于RTSA 或VSA
- 10G/S采样率保证皮秒级时间分辨率
- MDO 具有跨域的调制域分析能力



MDO 特色 - 五合一系统

- 对任何既需要示波器，又需要频谱仪的客户，MDO 将体现性价比优势
 - 相当于MSO4000B 示波器 + 中档频谱仪（指标优于入门级频谱仪）
 - 价格优于分别购买同档次两台仪表
 - 即使客户不需要混合域分析，此功能也可作为亮点
 - 用500M带宽示波器可分析3GHZ载频的调制信号
 - 选配TPA-N-VPI 适配器可以把任何有源50Ω TekVPI 探头连接到RF 输入上
 - TekVPI 预放



MDO 特色总结

■ 三大要素

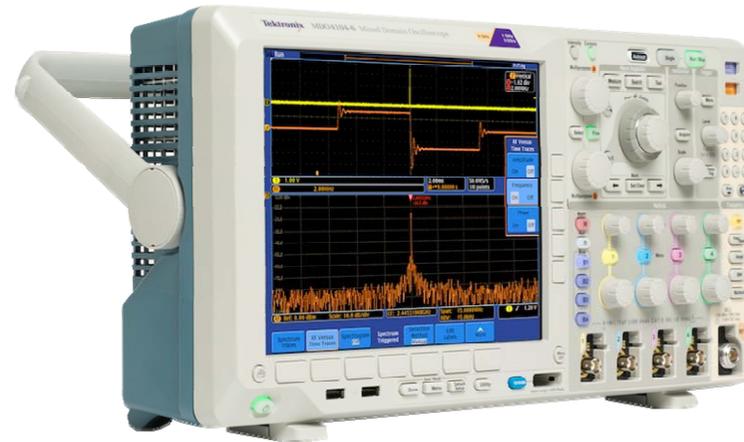
- 时间相关跨域分析
- 宽带、高时间精度调制域分析
- 五合一系统

■ 两个基本点

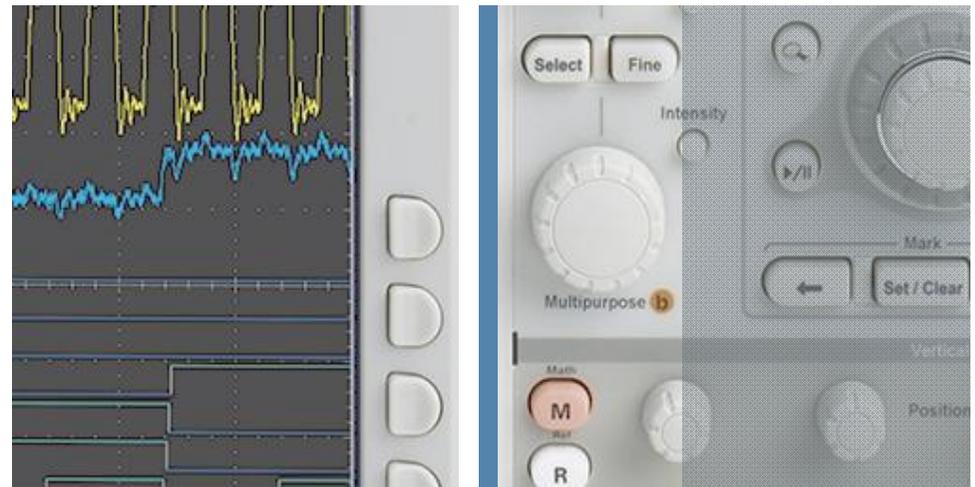
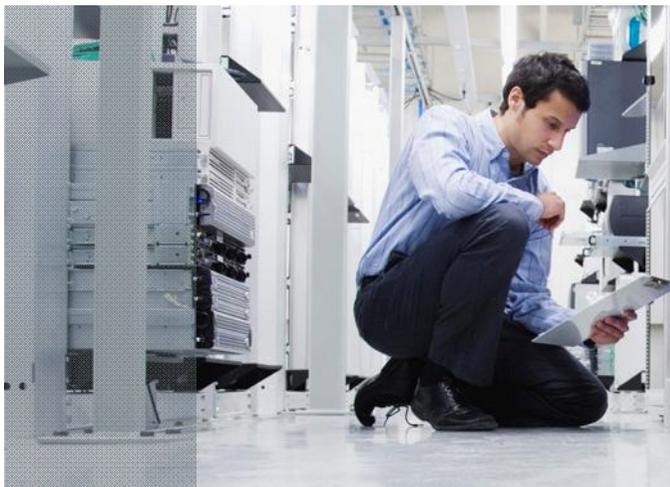
- MSO4000B 示波器为核心
- 基本通用频谱分析仪为扩展

■ 多个真正的业内第一

- 业内第一款 集成频谱分析仪的示波器
- 业内第一款 集成的模拟，数字，射频采集系统
- 业内第一款 实现频谱分析与时域分析时间相关跨域分析
- 业内第一款 实现最高达3 GHz的捕获带宽
- 业内第一款 拥有综合射频触发
- 业内第一款 拥有自动射频标记
- 业内第一款 提供电流、电压、差分射频探头

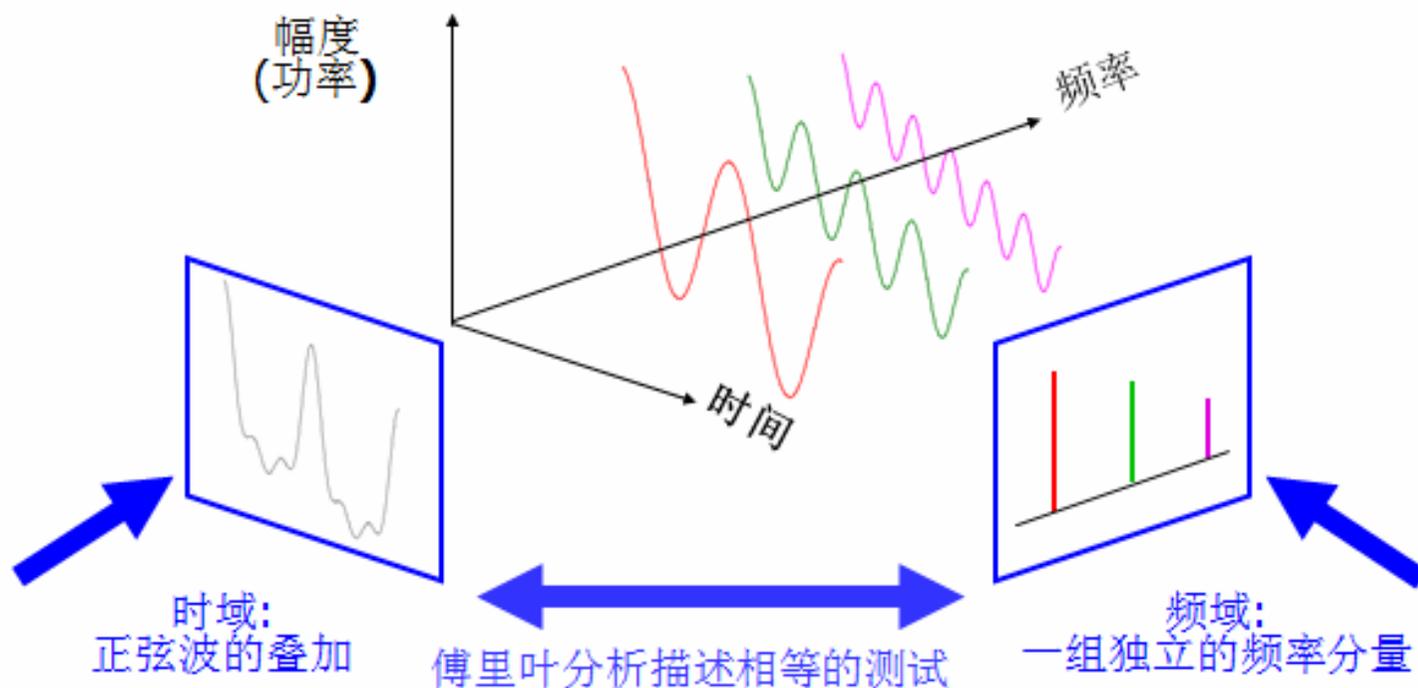


跨域分析概述



信号分析概述

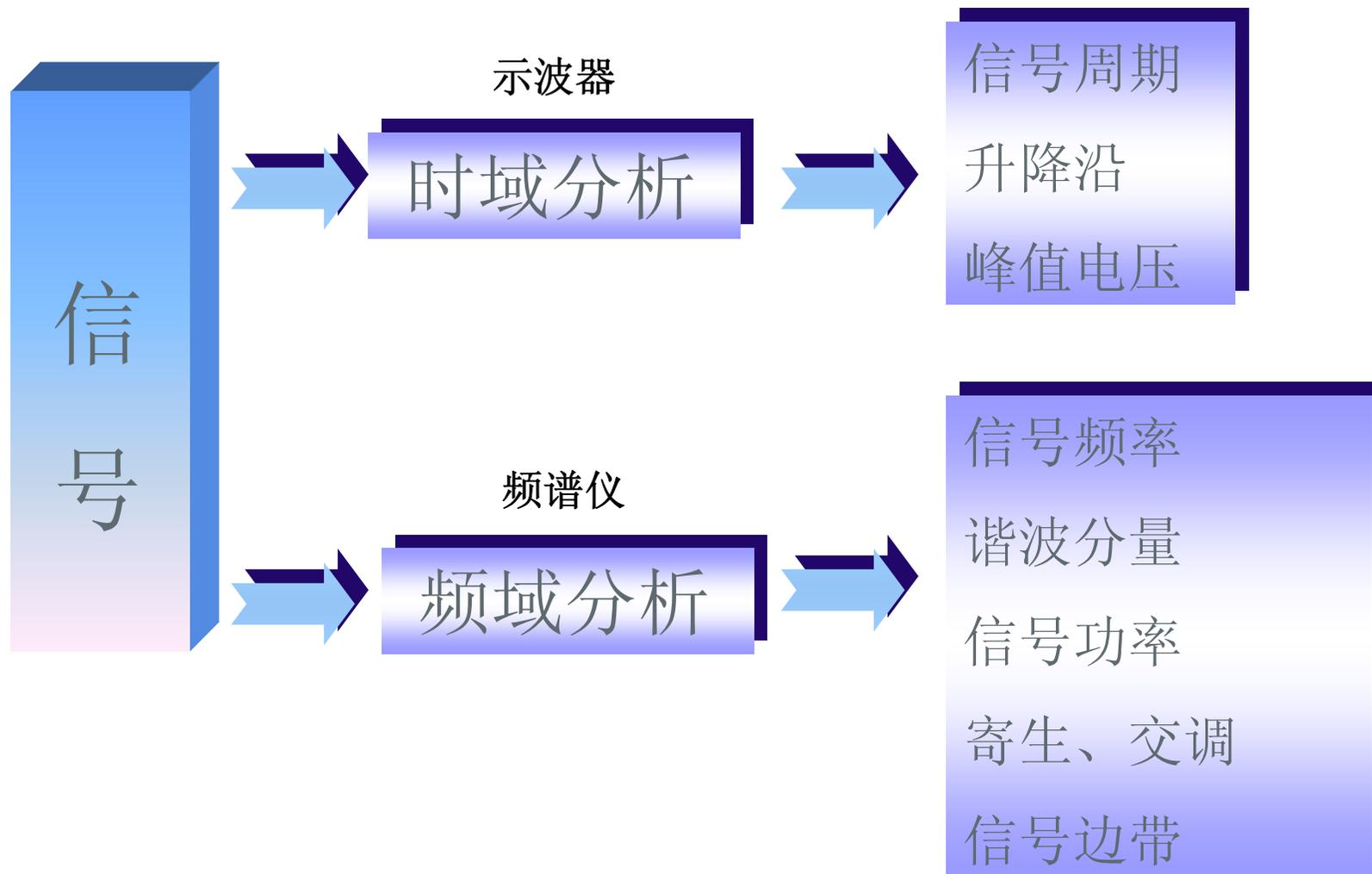
- 任何信号都可以从时域或频域来表达
 - 傅里叶变换是连接两者的纽带



$$X(f) = \mathcal{F}[x(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-i2\pi ft} dt$$

$$x(t) = \mathcal{F}^{-1}[X(f)] = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) e^{i2\pi ft} df.$$

信号分析概述



信号分析概述

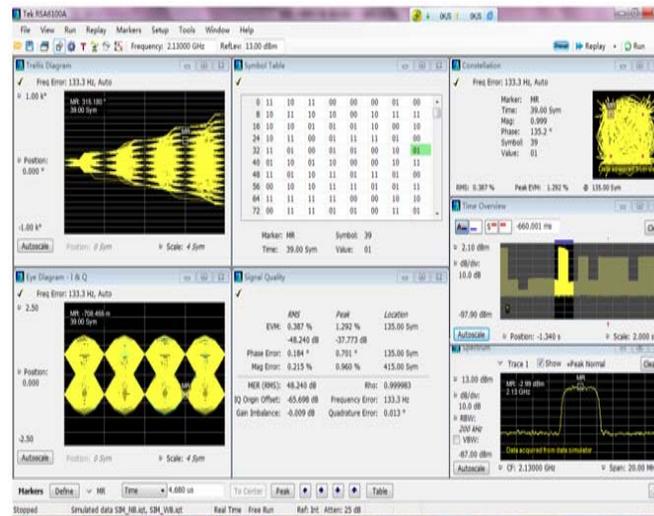
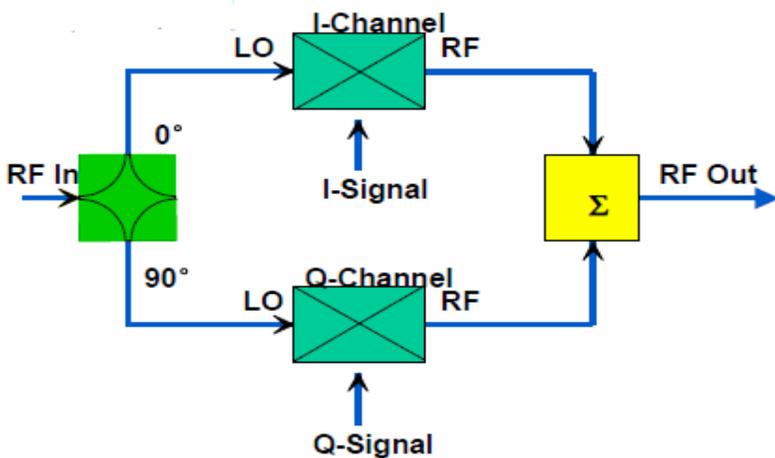
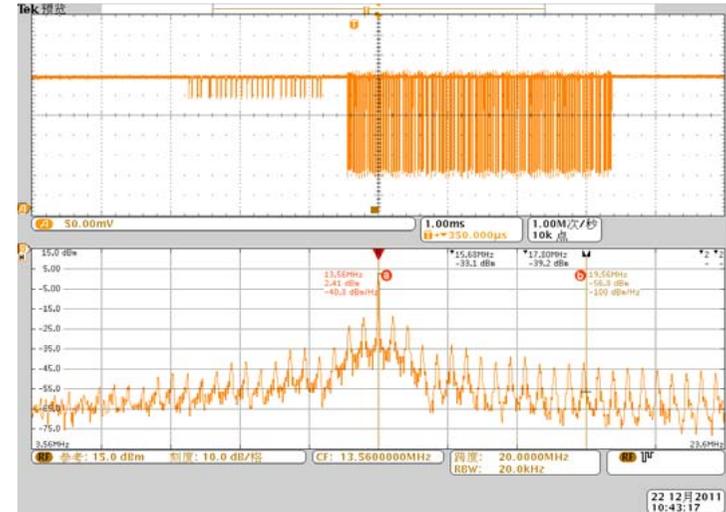
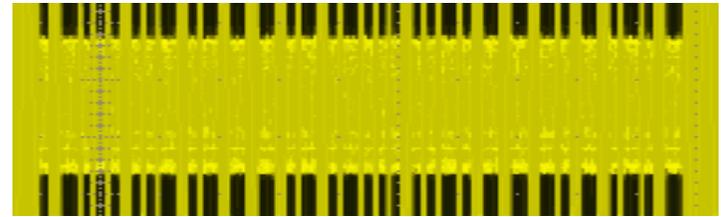
■ 调制信号

示波器或频谱仪

- 简单调制
 - 频域上可以分析
 - 简单数字调制的符号需解调
- 复杂数字调制

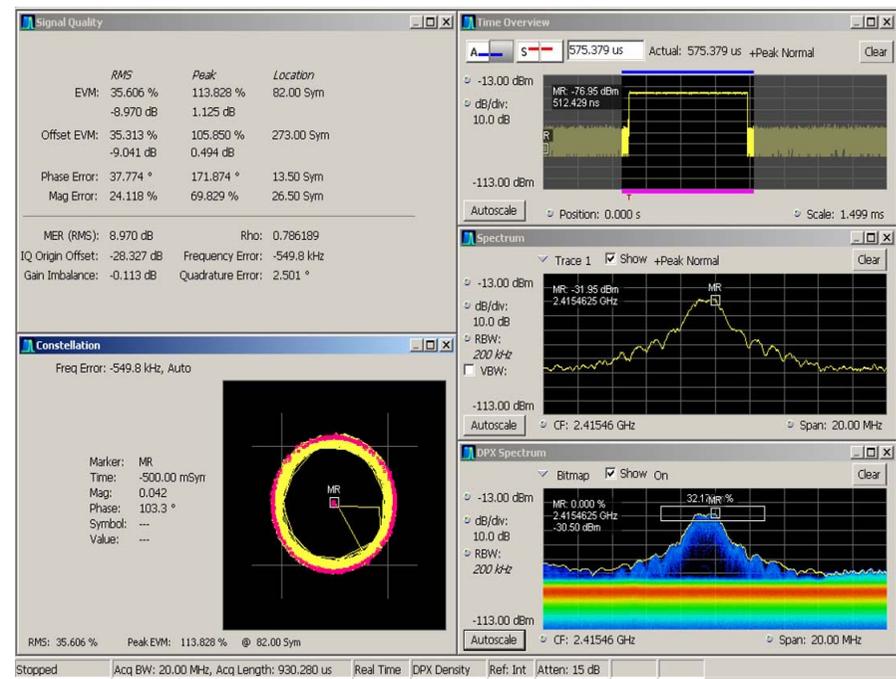
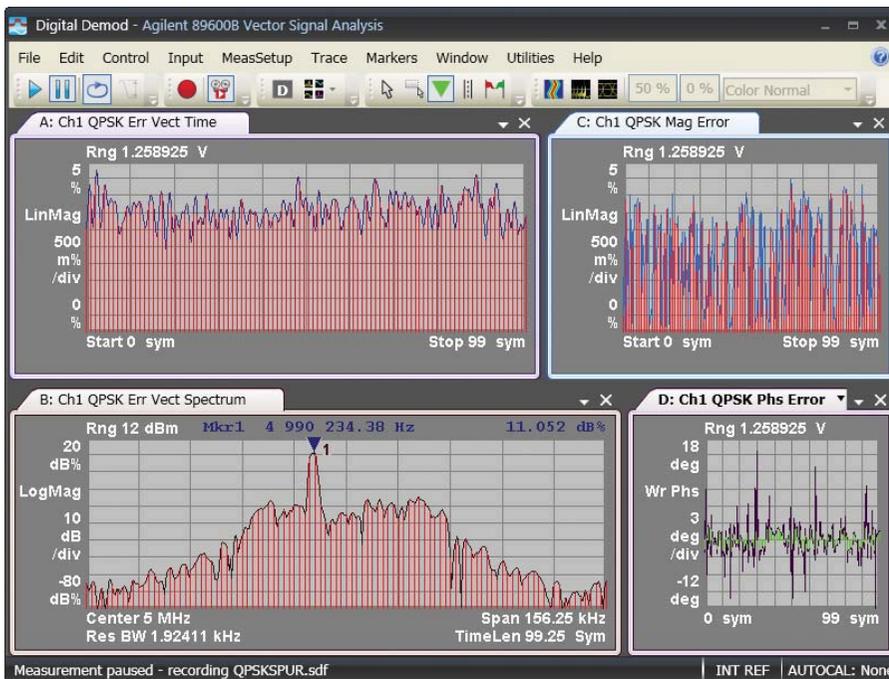
- 需要矢量信号分析
 - EVM测试
 - 星座图
 - 眼图
 - 符号表
 -

矢量信号分析仪



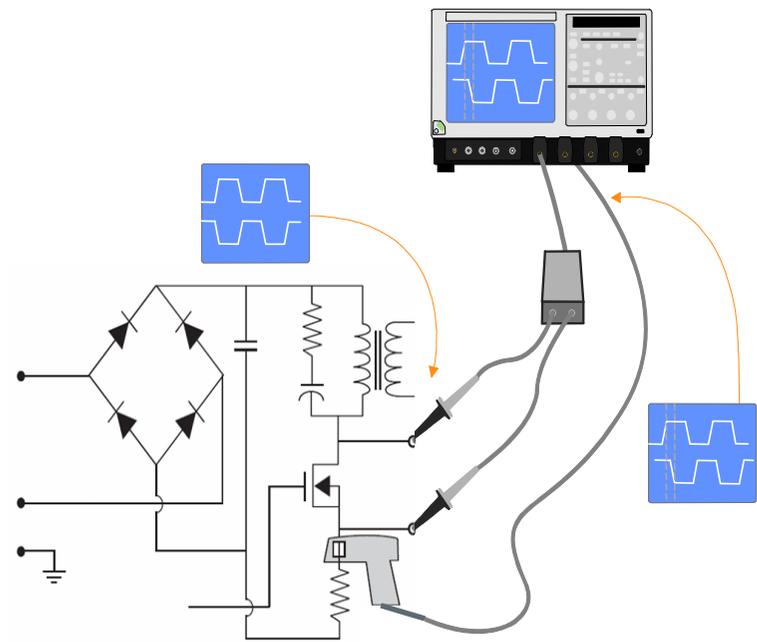
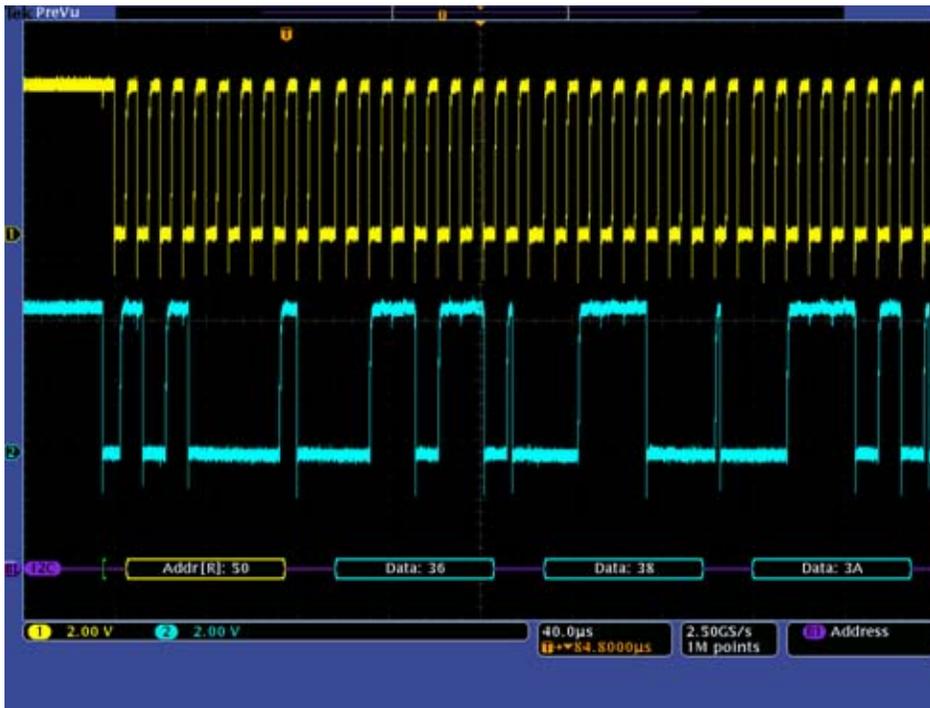
射频信号多域分析

- 频谱仪、矢量信号分析仪及实时频谱分析仪
 - 可以进行频域及调制域多域分析
 - 实时频谱仪可以进行时间相关的射频信号频域与调制域多域分析
- 射频信号多域分析仪针对单一射频信号本身



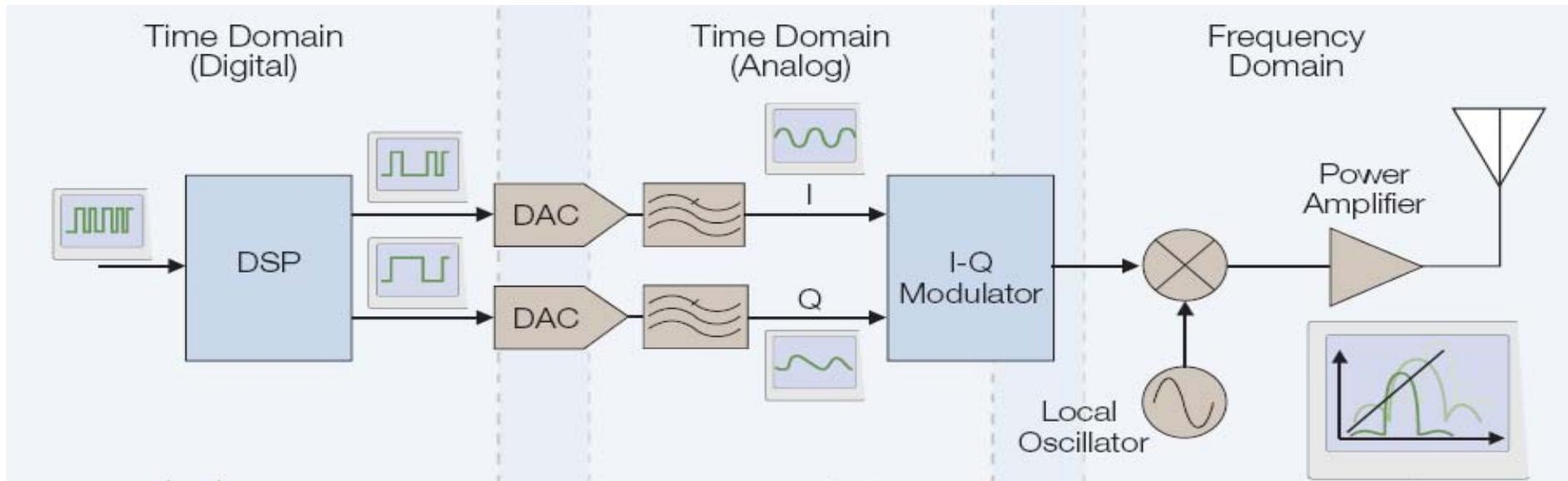
混合信号时域分析

- MSO示波器仅对各模拟通道及数字通道之间进行时域分析
 - 各通道信号是不同的
 - 各通道信号都在时域
 - 各通道信号之间有因果关系



混合信号与射频信号跨域分析

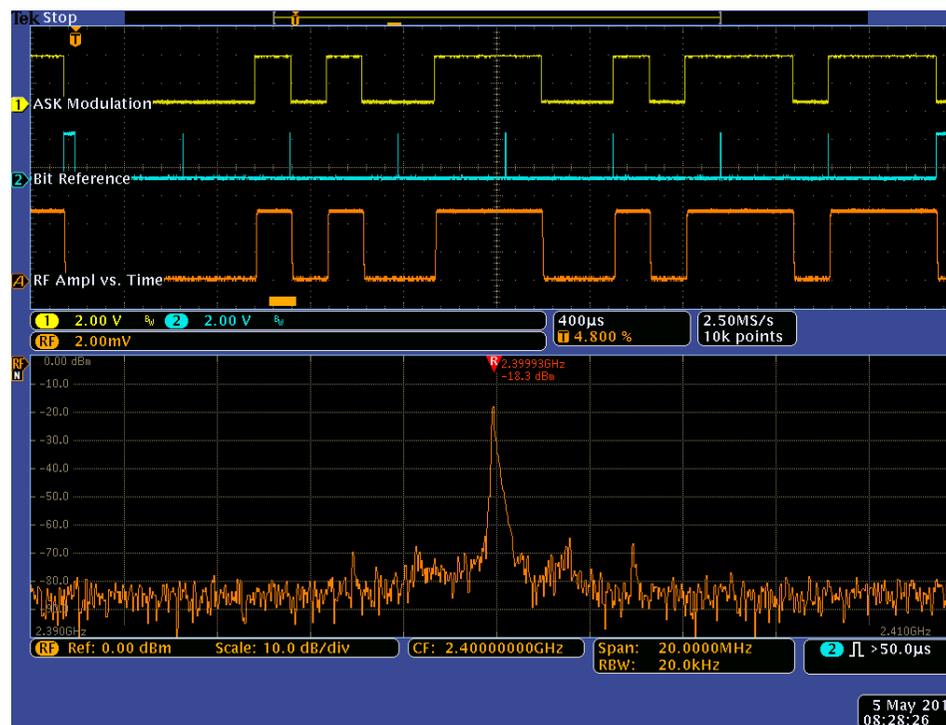
- 射频信号与驱动/控制/基带信号之间同样存在因果关系
 - 现代通信系统几乎都是数字射频系统
 - 软件无线电普遍应用
 - 数字射频系统日益广泛
 - 大量的数字锁相环应用
 -
- 射频信号需要与不同的混合信号进行因果关系分析——跨域分析



跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

■ 数字射频系统需求

- 高效
 - 提高控制效率
 - 提高编程效率
- 同步
 - 保障各模块间同步工作
- 查找潜在问题
 - 噪声源
 - 锁相环
 - EMI

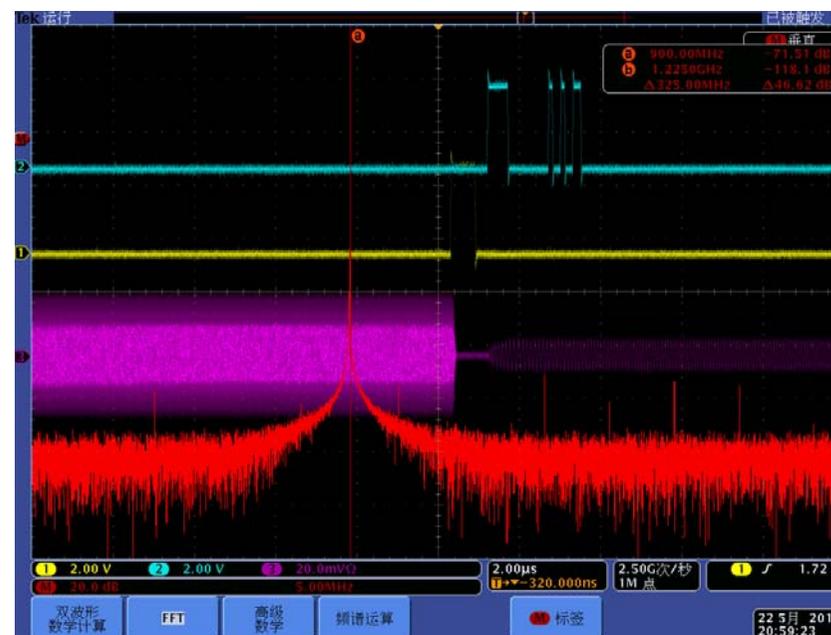


■ 跨域分析可以分析

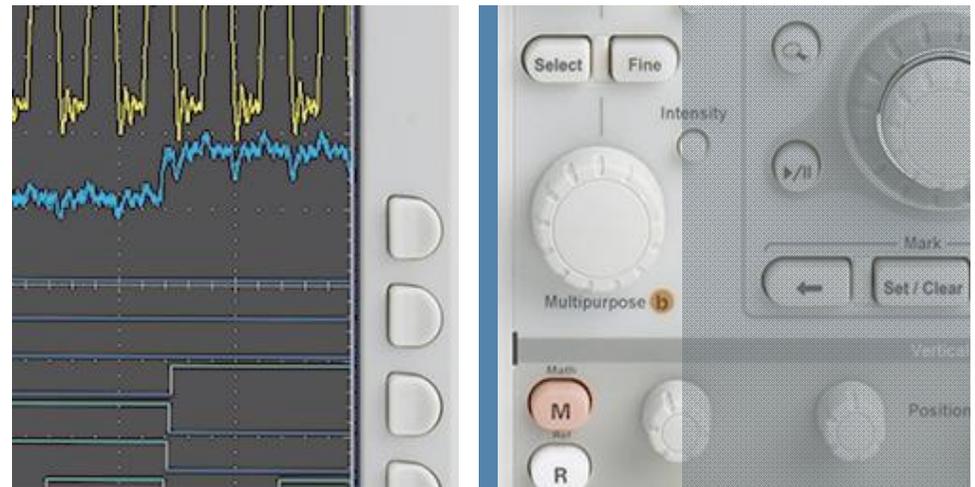
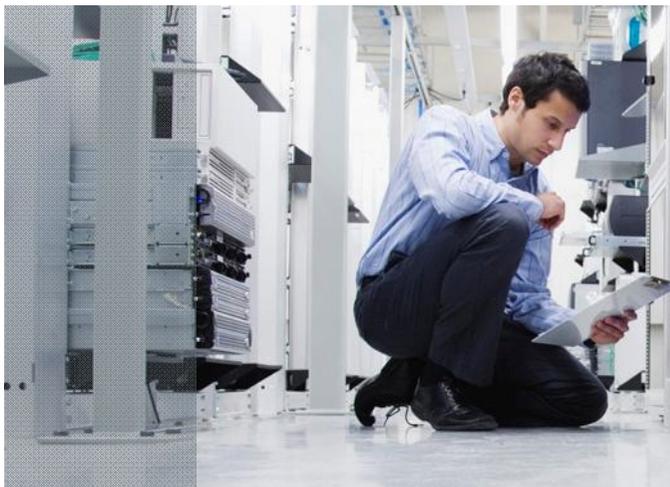
- 控制信号与射频信号的时序关系以提高控制效率
- 总线信号与射频信号的时序关系以提高编程效率
- 电压、电流变化对射频信号的影响查找潜在问题
- 发现数字射频系统锁相环潜在问题
- 确定板内 EMI 与时域信号的关系避免潜在问题的发生
-

如何进行跨域分析？

- 频谱仪/矢量信号分析仪/实时频谱分析仪单独无法完成
- 示波器牺牲一个通道用作射频通道可以进行跨域分析
 - 将射频信号接入某通道后进行FFT运算，其它通道接控制信号
 - 受示波器带宽限制
 - 受示波器动态范围限制
 - 示波器FFT频谱是全时间样点频谱，无某时刻频谱信息
 - 对变化的信号，FFT可能有误
- 频谱仪+示波器
 - 完成混合信号与射频信号独立分析
 - 示波器与频谱仪之间时钟不同步
 - 示波器与频谱仪之间触发不同步
 - 无法进行时间相关的跨域分析

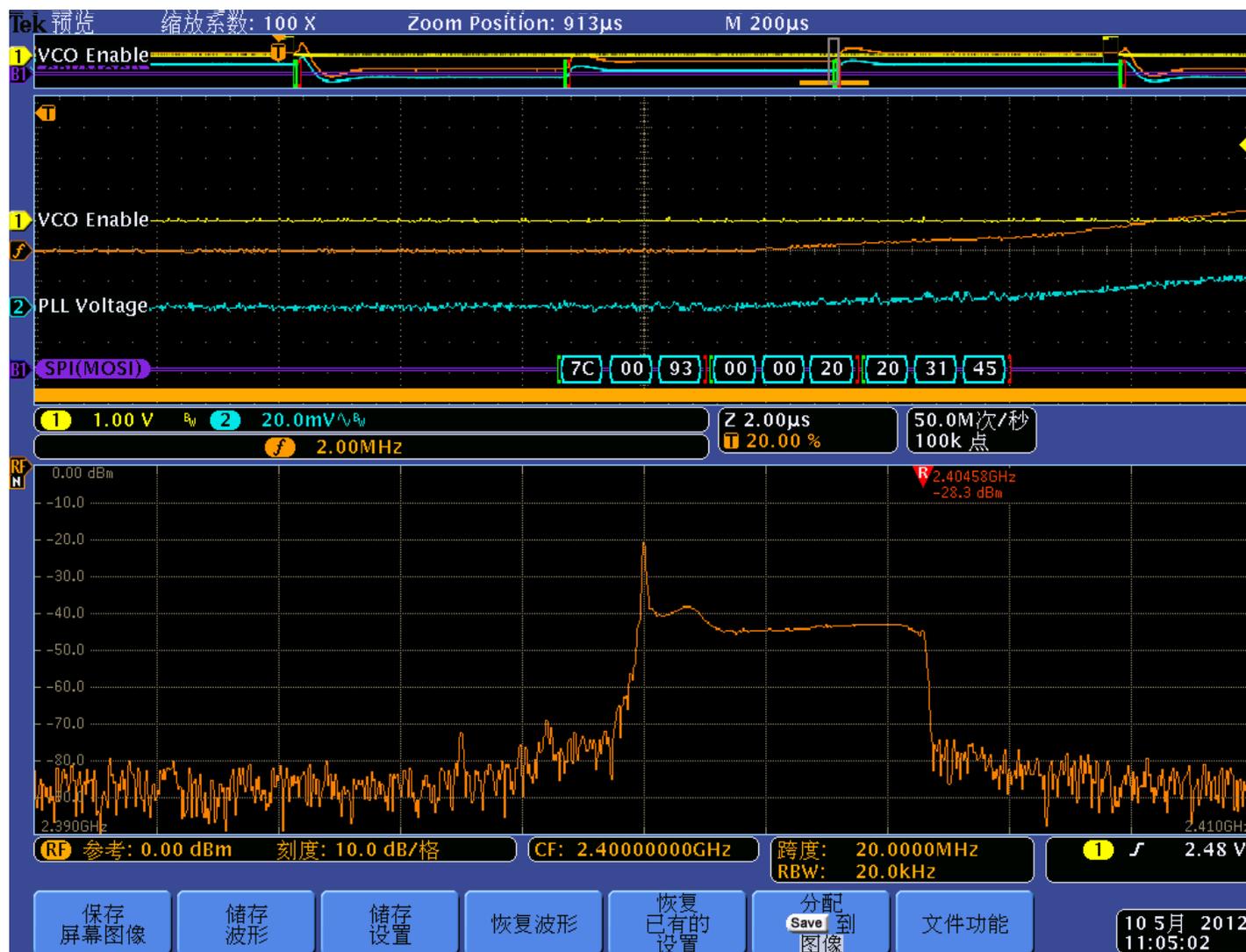


跨域在数字射频系统中的应用



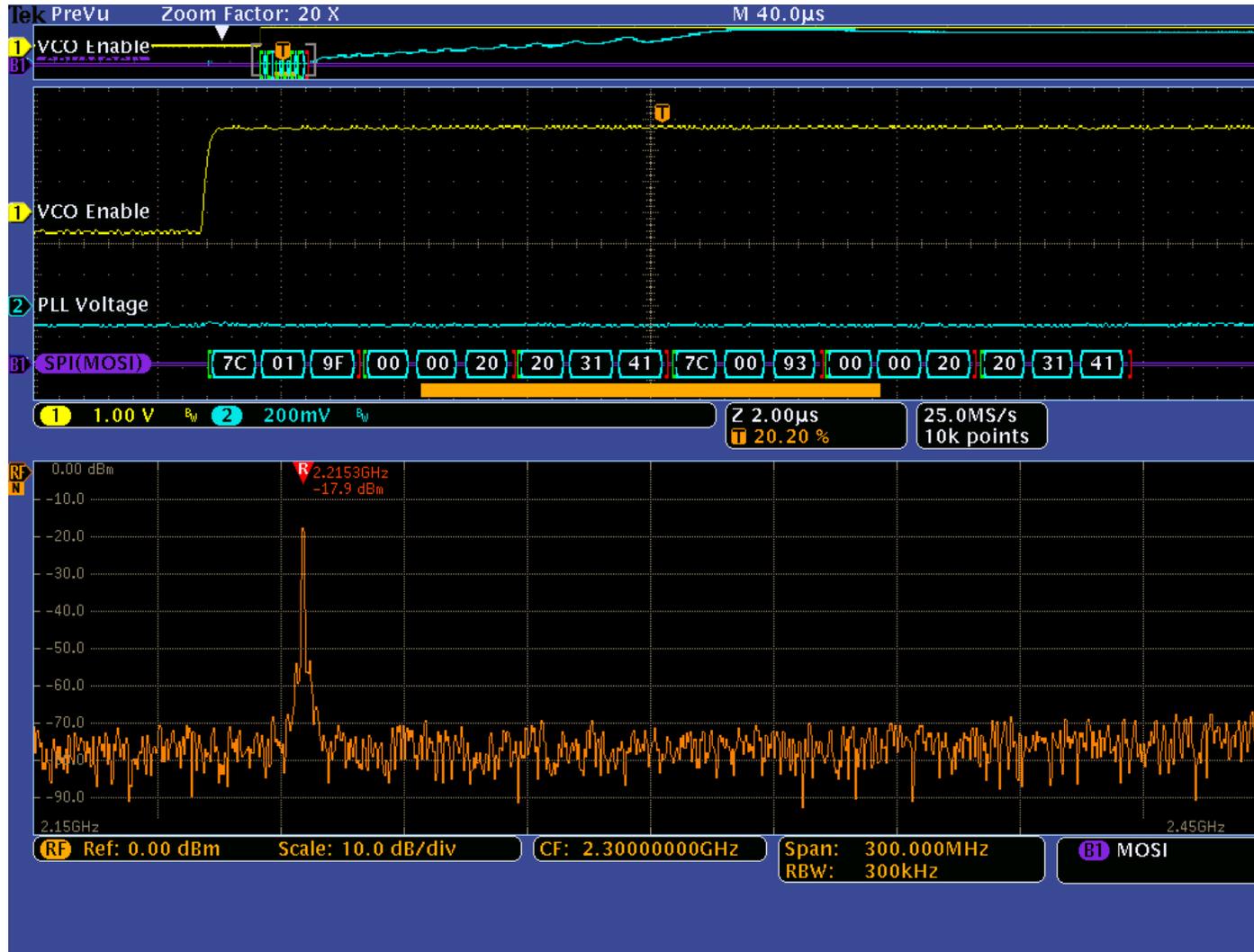
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 验证各信号是否同步工作



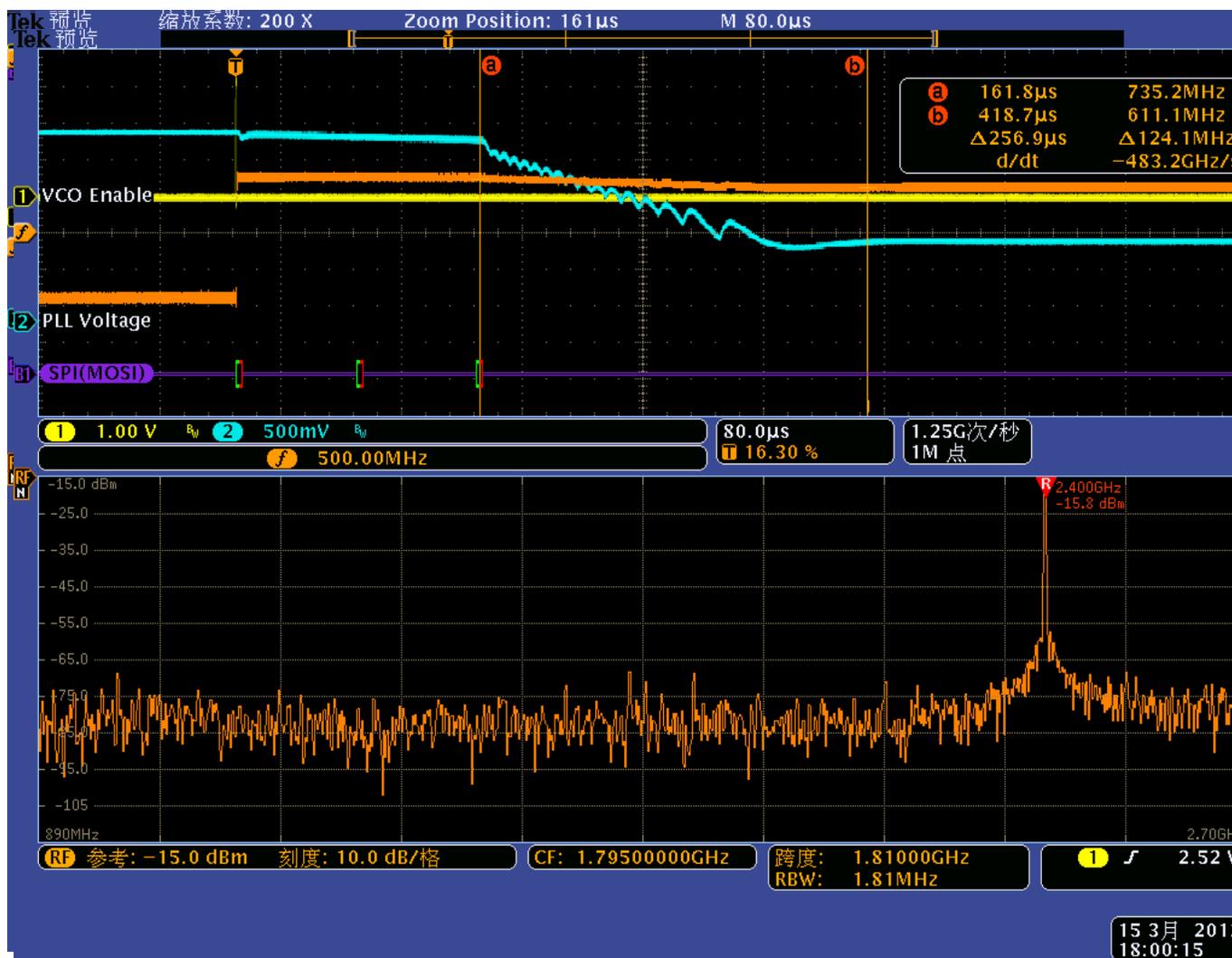
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 提高数字射频系统编程及控制效率



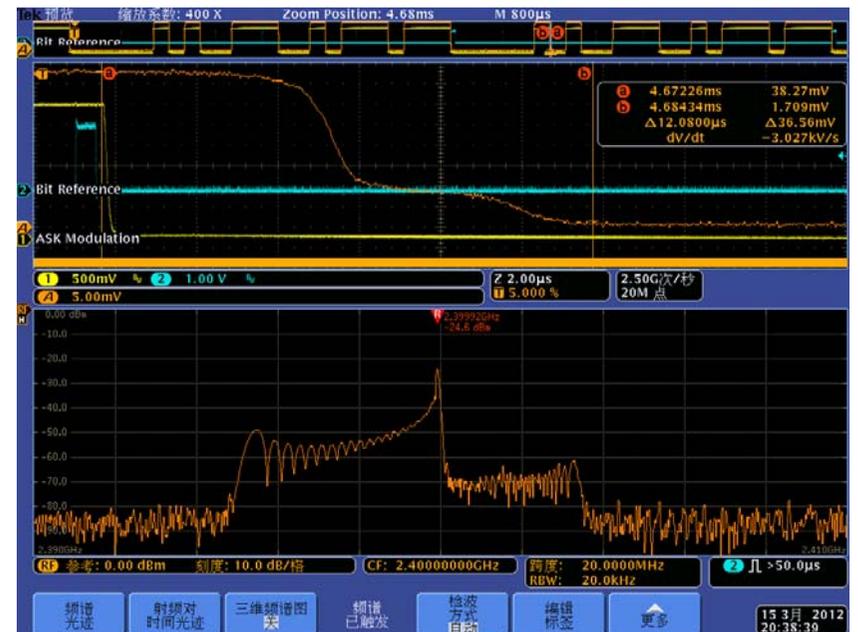
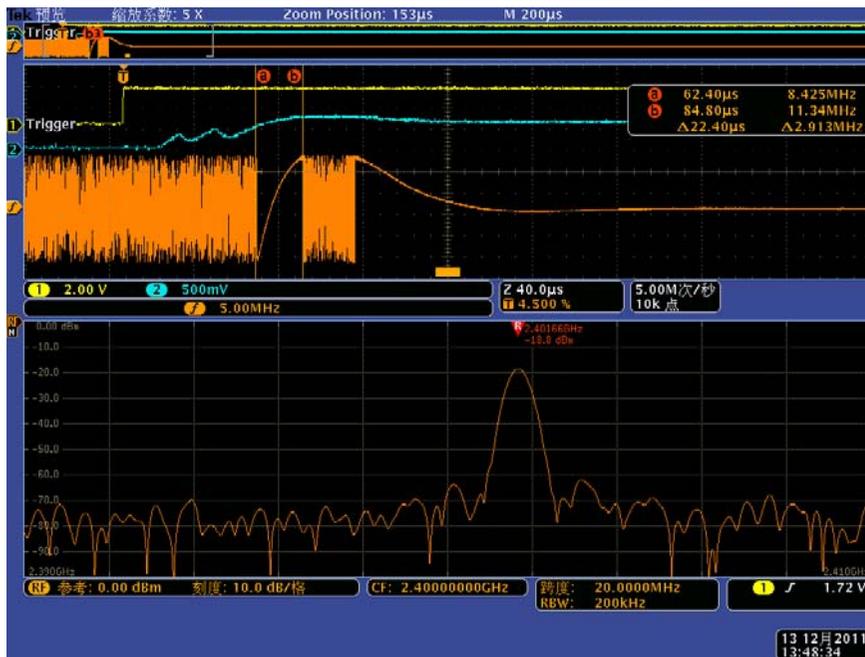
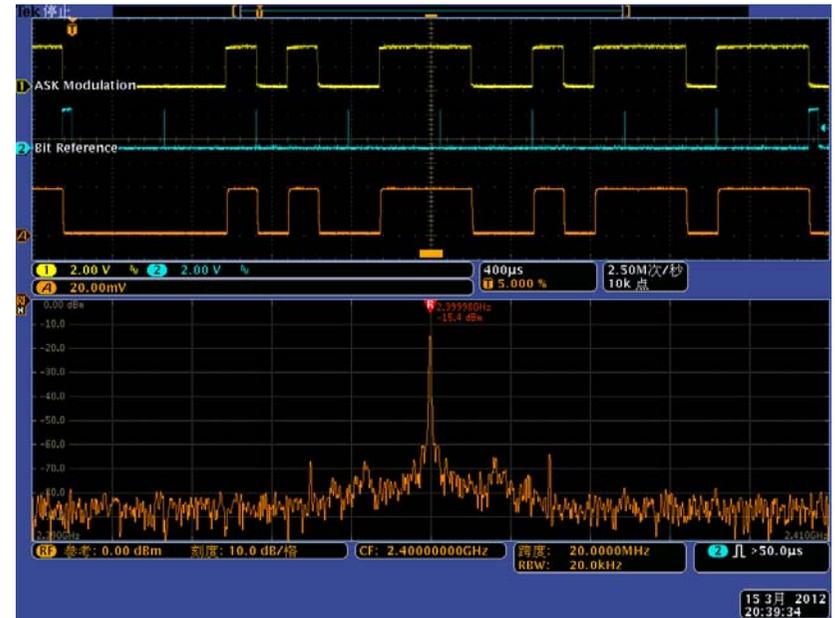
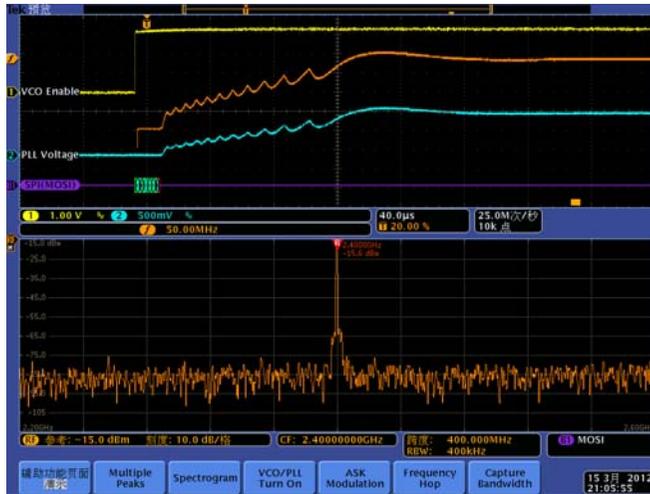
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 提高数字射频系统编程及控制效率



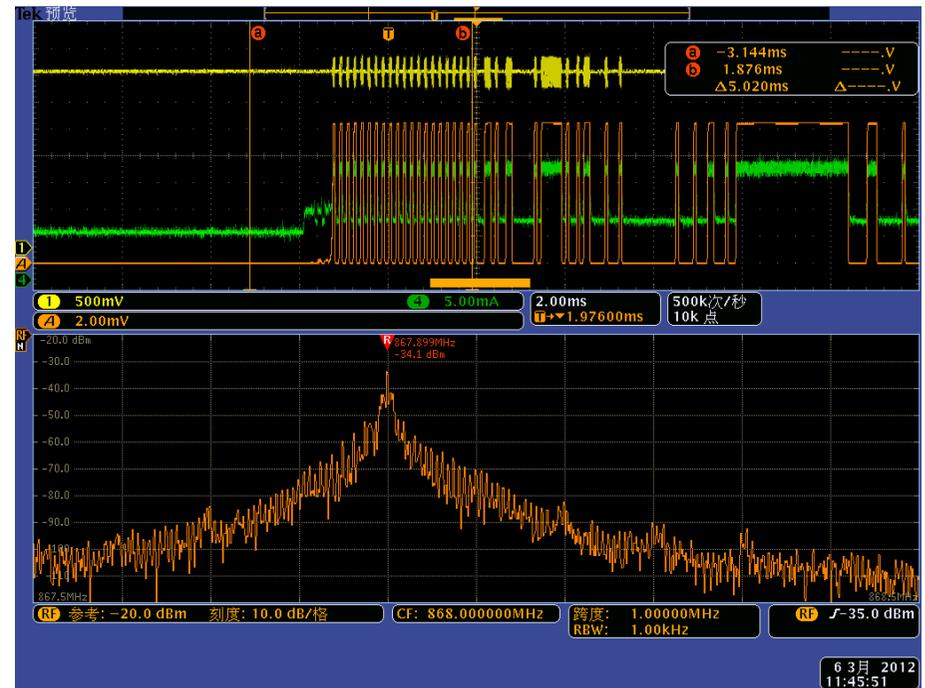
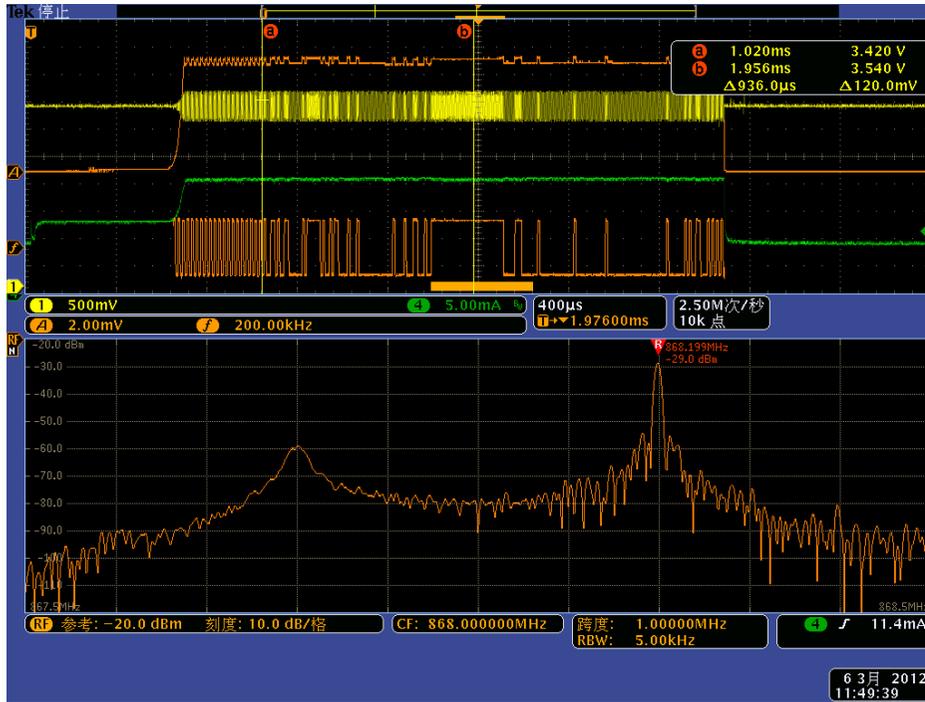
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 查找系统潜在的问题



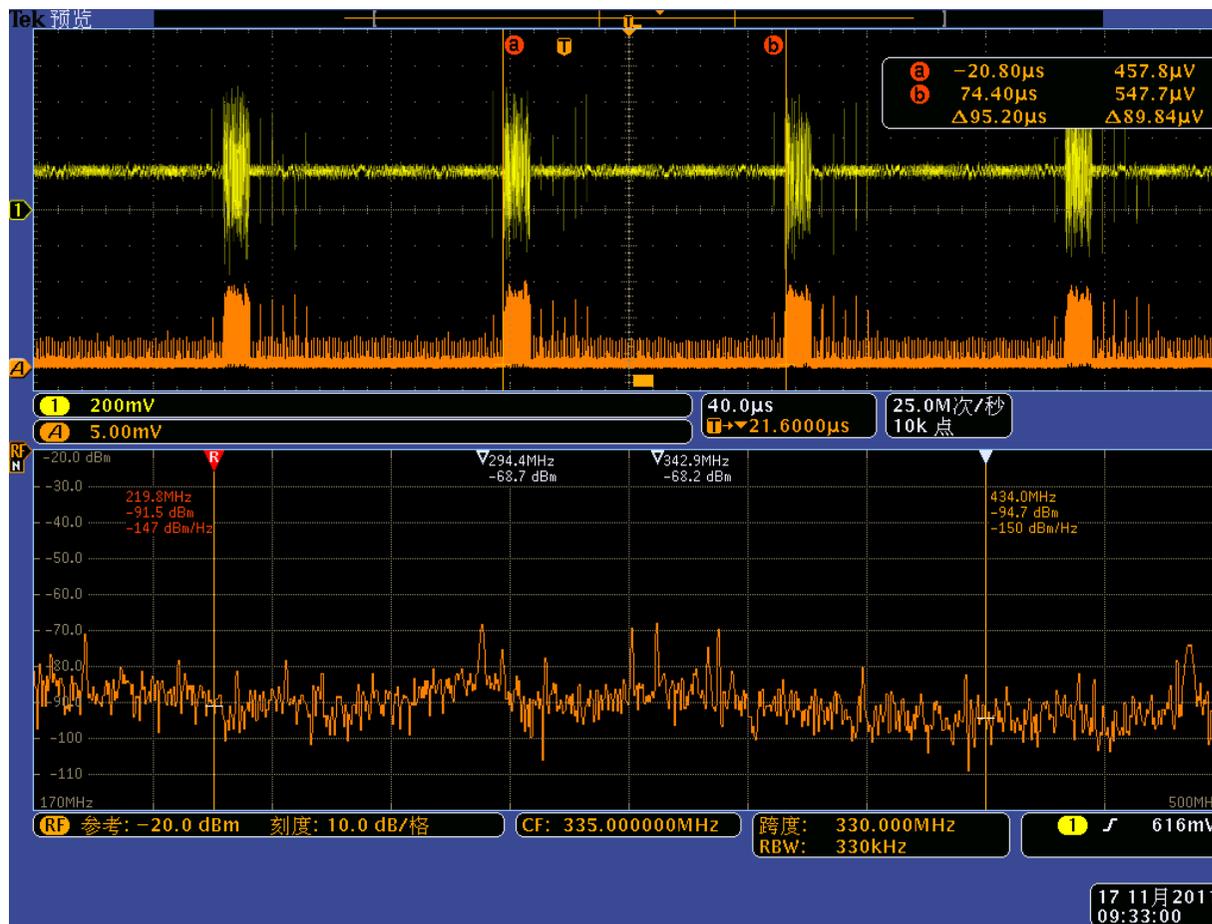
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 查找数字射频系统中的噪声



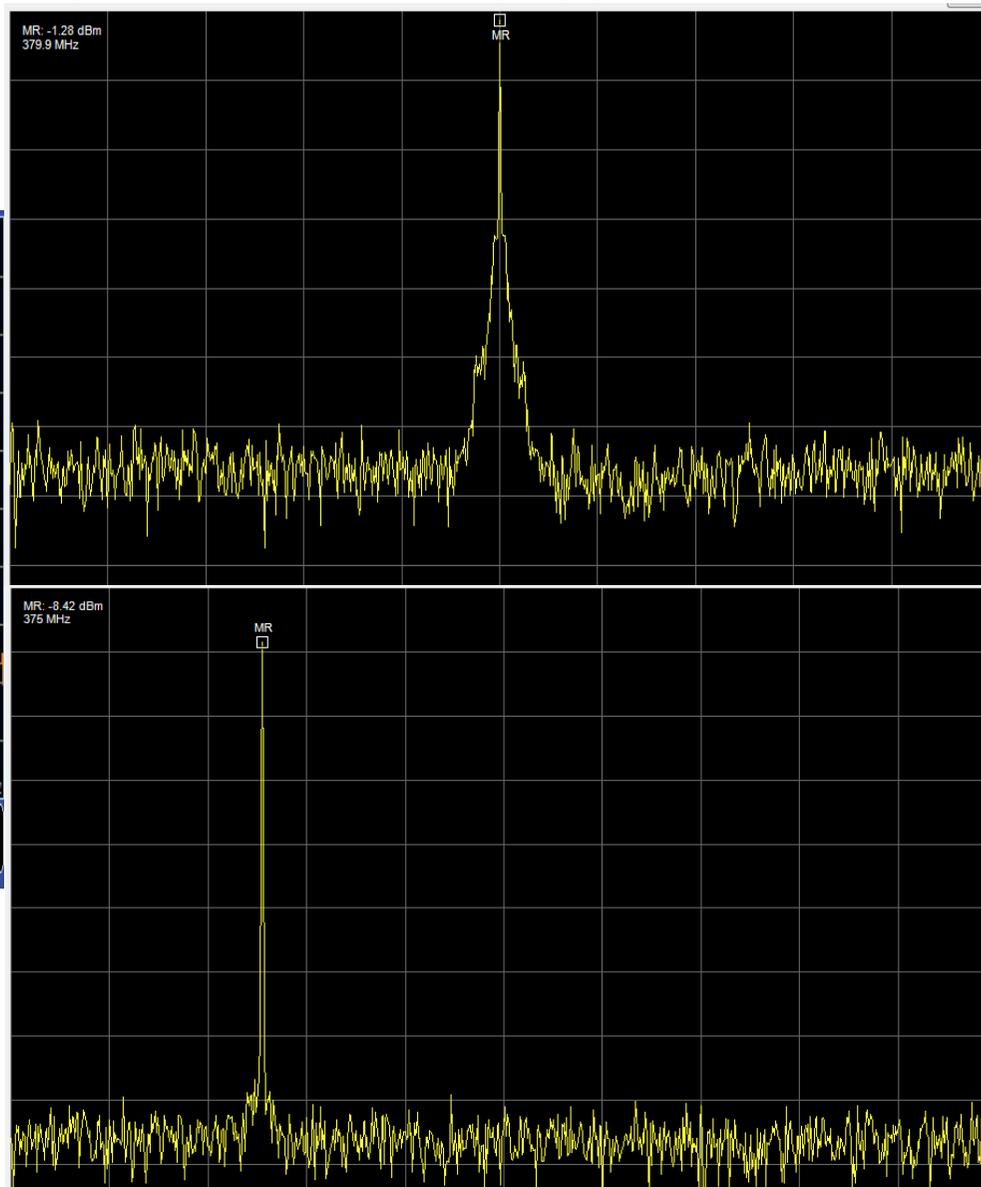
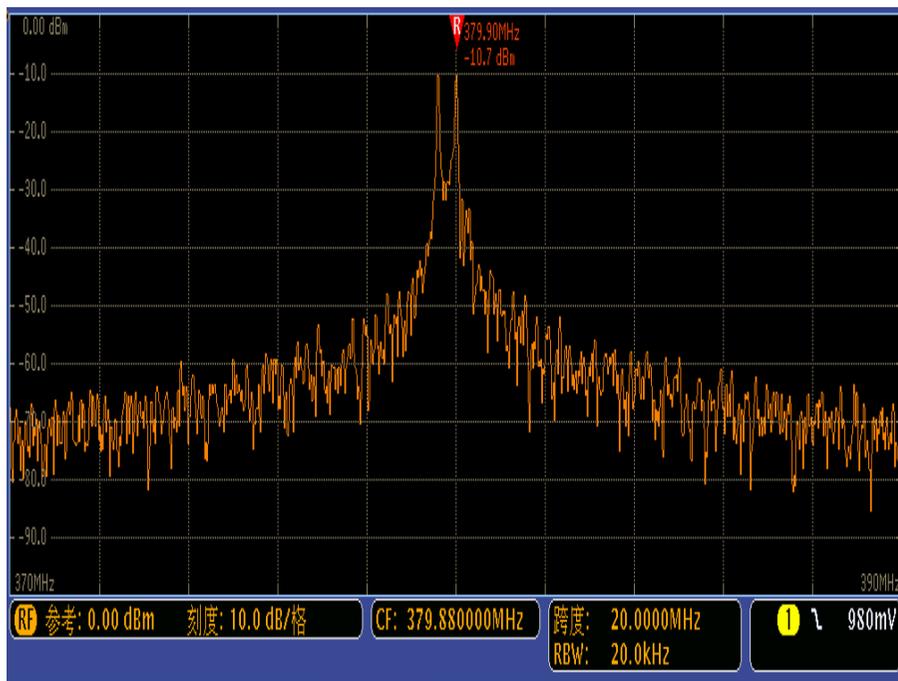
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 查找数字系统中的EMI问题



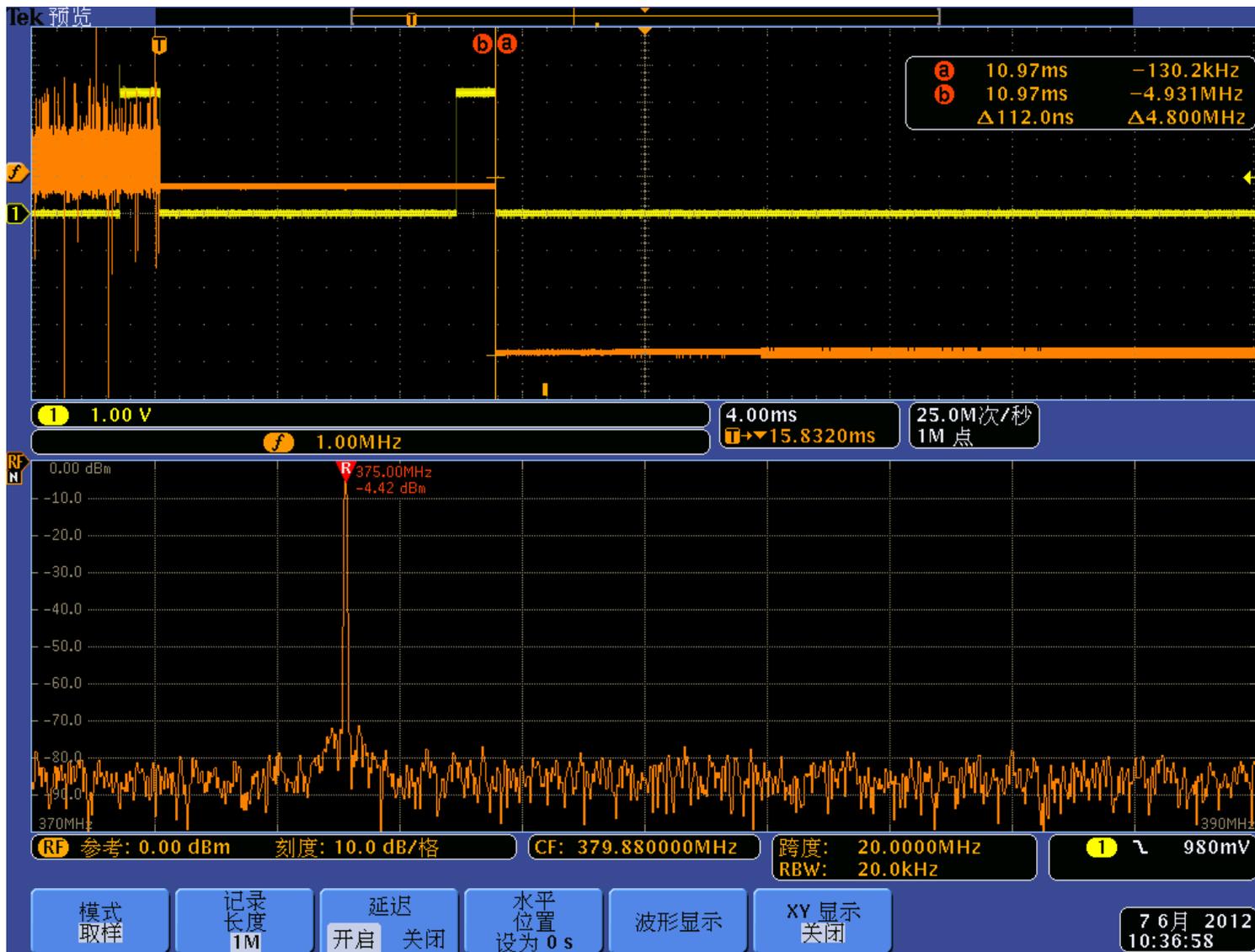
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 跨域的调制域分析



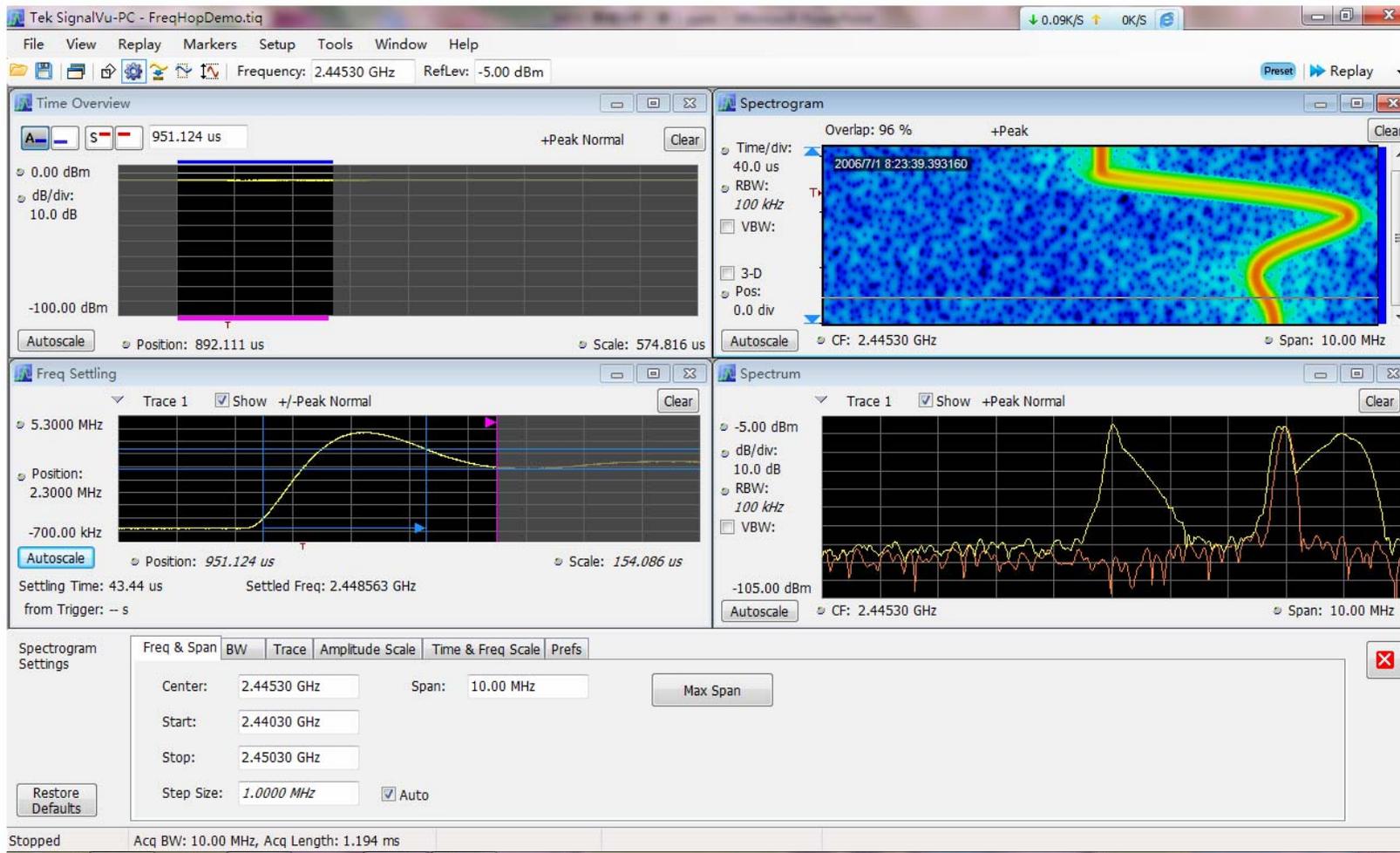
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

■ 跨域的调制域分析



跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 跨域的调制域分析
- 配合SignalVu – PC 可对跳频参数自动测试



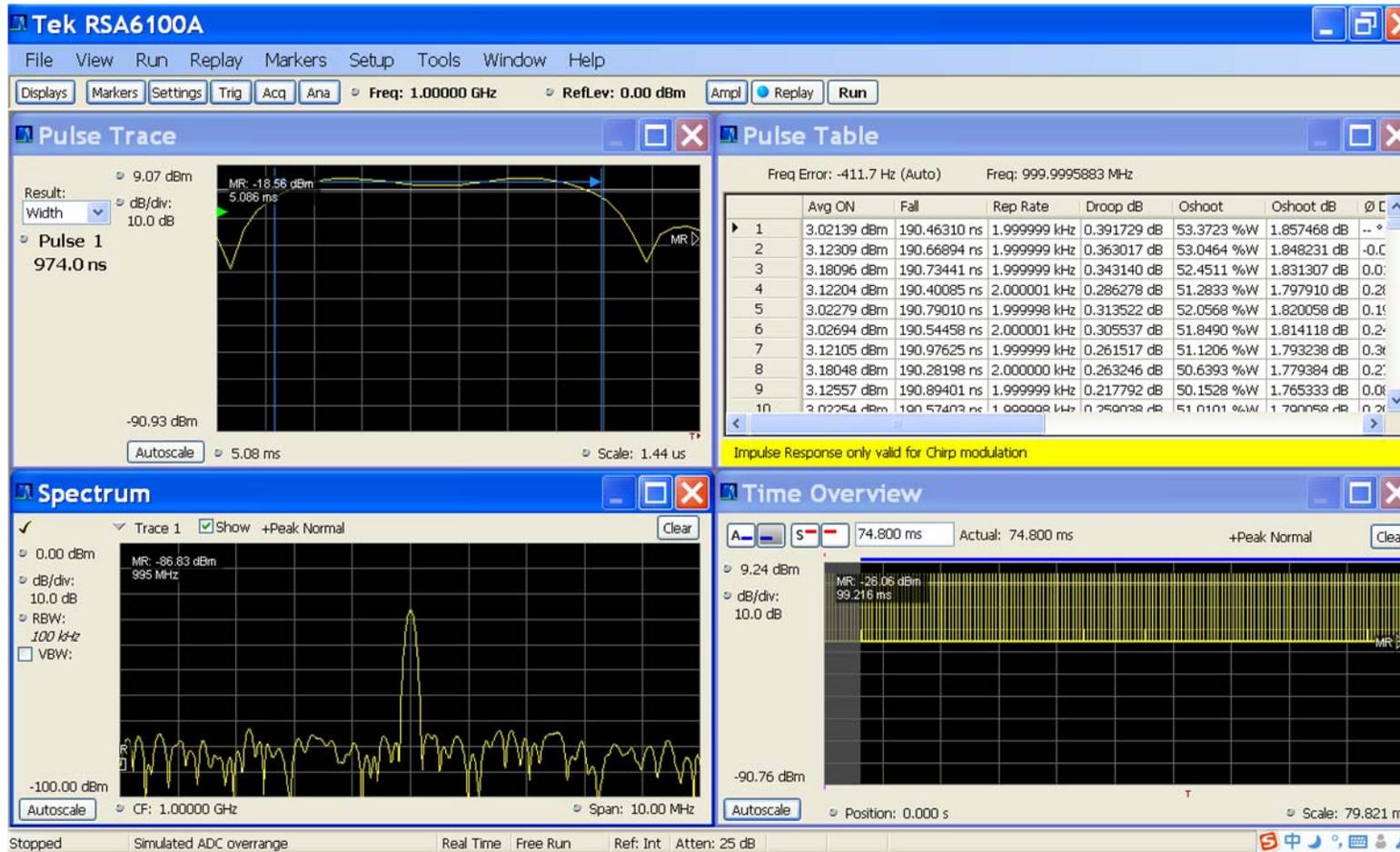
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 跨域的调制域分析



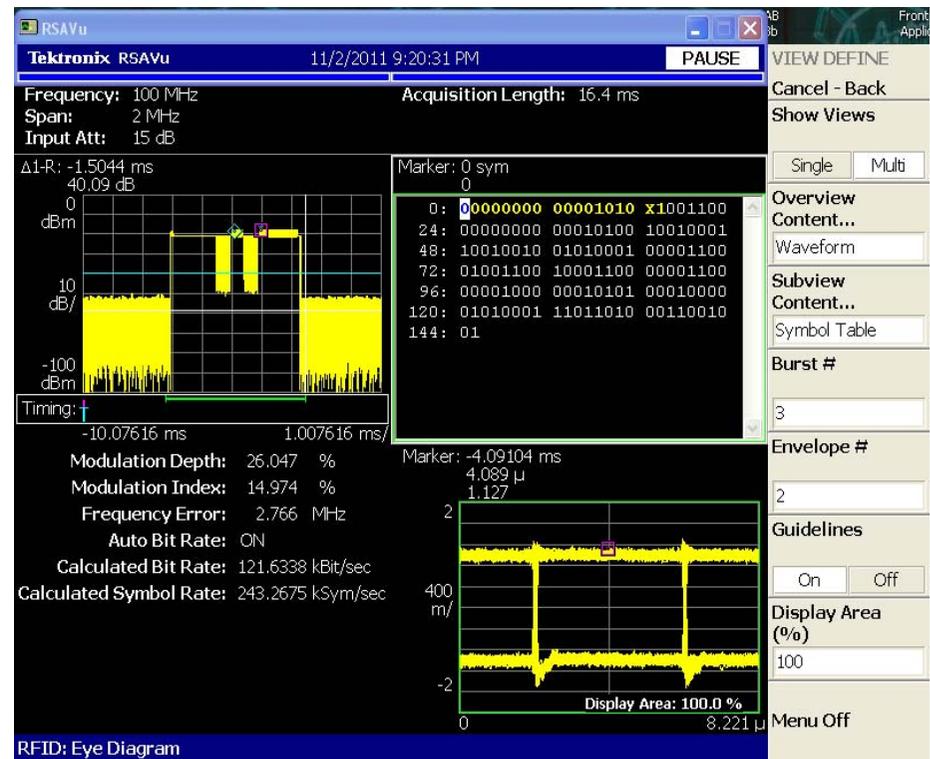
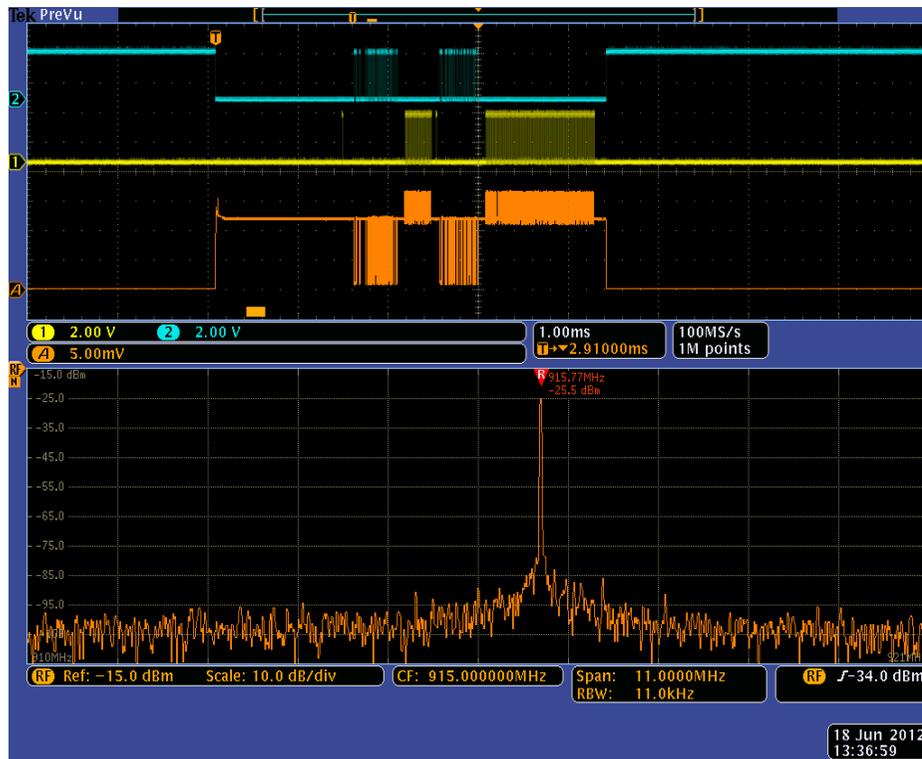
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 跨域的调制域分析
- 配合SignalVu – PC 可对 27 项脉冲项参数进行全面分析



跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 跨域的调制域分析
- 配合RSAVu 可对各种商用通信信号进行矢量信号分析
 - 标准的 RFID 信号分析
 - 2G/3G/OFDM/通用数字调制/模拟调制

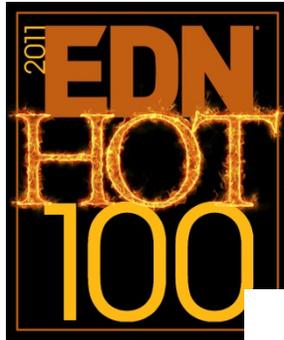


MDO 3大特色

MDO 3大特色	价值	行业	已购买MDO的典型客户
1. 时间相关的不同信号跨域联合显示	捕获时间相关的模拟、数字和RF信号，了解频谱随时间变化	物联网、安防、无线抄表、ETC、消费电子、汽车电子、TPMS、近场通信、2G / 3G / 4G、医疗电子	新开普(RFID)、信大捷安(安防)、长春明菱(汽车电子)、博世汽车(汽车电子)、西安交大医学院(医疗电子)、深圳华云通达(RFID)
2. 高性能宽带调制域分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. AvT/ FvT / PvT 调制域分析 2. 分析带宽远高于频谱仪或矢量信号分析仪 3. ¥ 10,000 矢量分析软件 	跳频通信、雷达、宽带通信系统、研究所	多所院校及研究所
3. 五合一系统 (示波器 + 频谱仪 + 矢量分析仪 + 逻辑分析仪 + 总线分析仪)	1机价格，5机功能，还有更多!	专业实验室、教育教学、户外检测	北京科技大学计算机通信学院

MDO YTD 销售超过200台!

MDO4000 自推出以来获得业内多项创新奖





Tektronix®

