

MDO 跨域分析在EMI诊断中的应用



泰克分销SPM

孙勇

13501124062

Yong.sun@tek.com

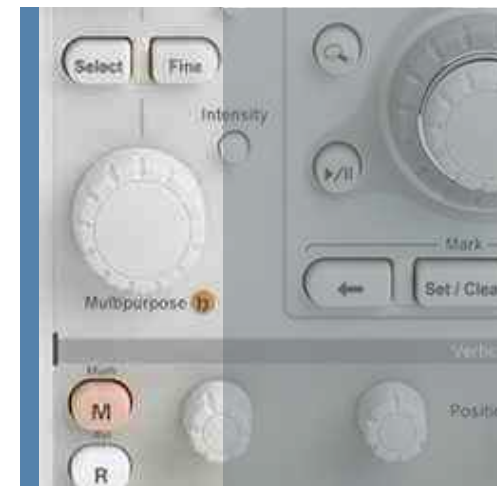
Tektron

内容

- 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
- 跨域分析在数字射频领域中的应用
 - 验证数字射频系统性能
 - 提高数字射频系统效率
 - 排查数字射频系统潜在问题
 - 跨域的调制域分析
- 跨域分析在**EMI**诊断中的应用
 - 开关电源**EMI**诊断
 - 接地**EMI**问题
 - 时钟与数据**EMI**问题
 - 嵌入式射频**EMI**问题

MDO4000混合域分析仪

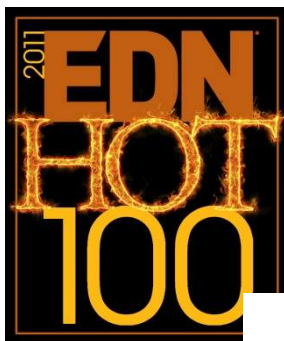
开创跨域分析新时代



Tektron

MDO4000嶺

梳 丩 亩



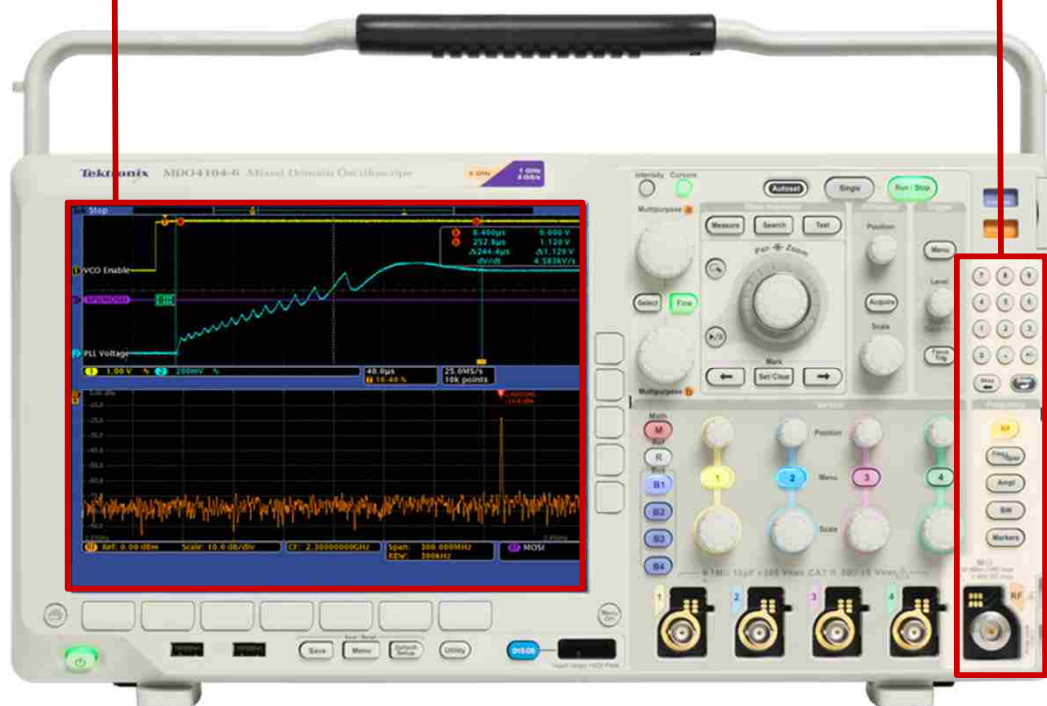
Tektron

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



100



泰克 MDO4000系列混合域分析仪



价格
115,000

	通道数	带宽	采样率	分辨率	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

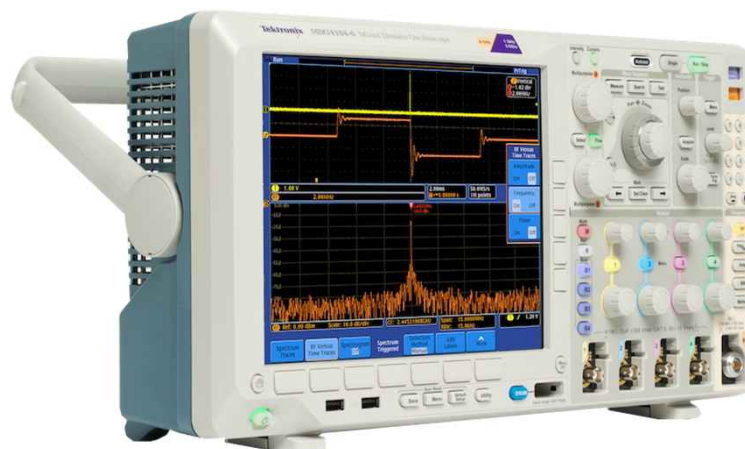
Tektronix

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

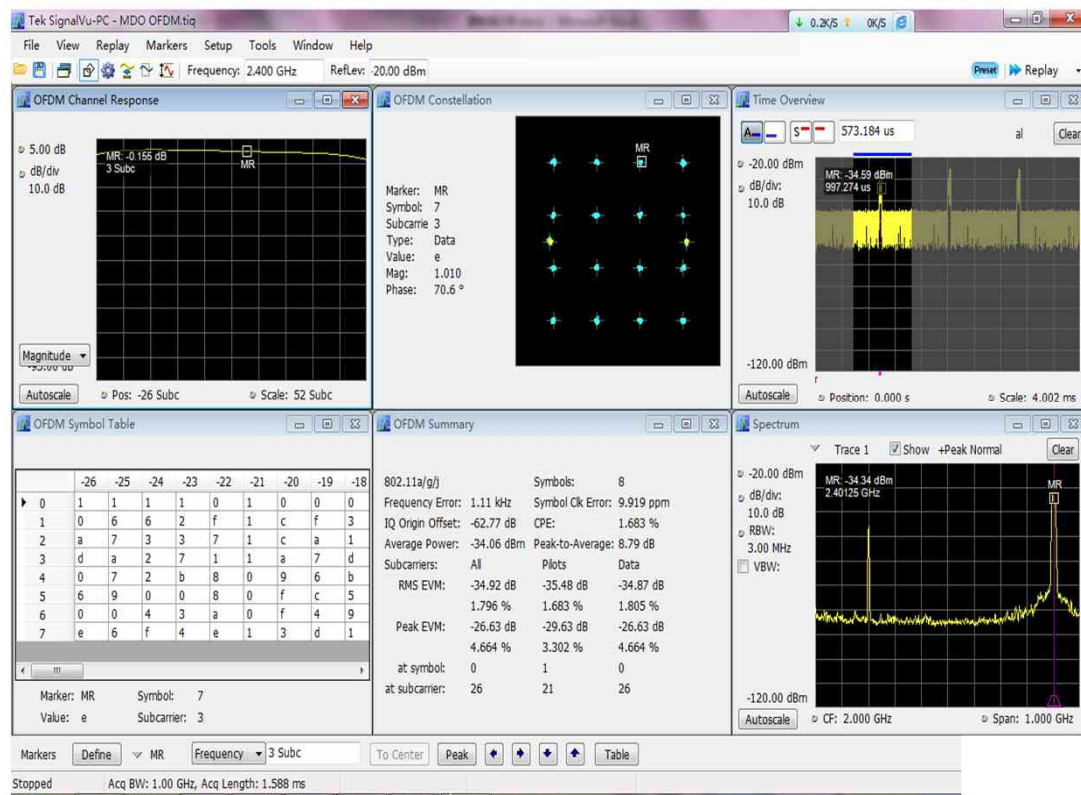
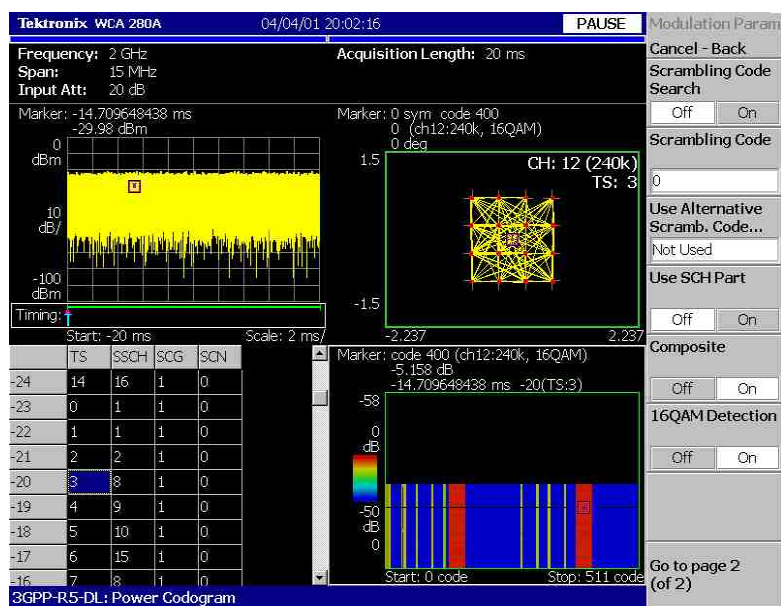
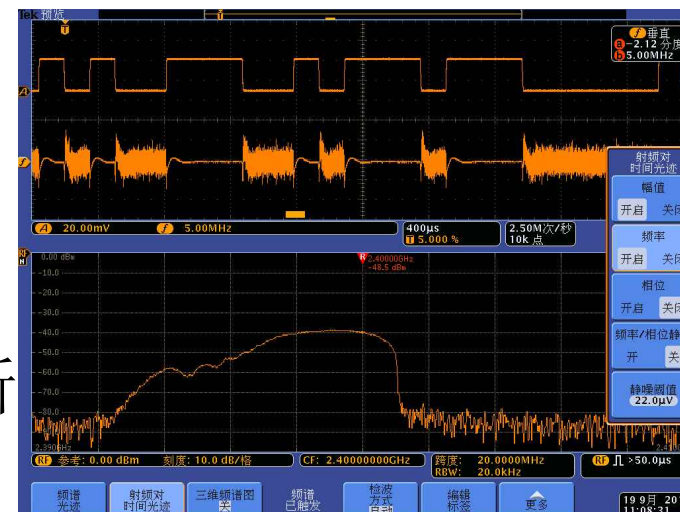
5.8例 !



Tektron

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

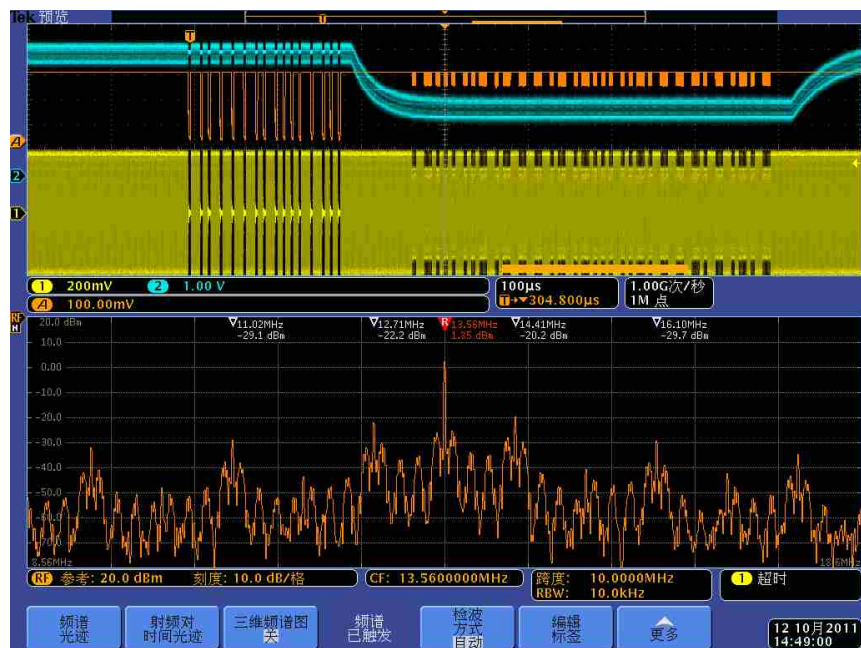
MDO 3	弊		獠 𐄂	署 MDO	
1. 魏 H 寔	暖	捕获时间相关的模拟、数字和RF信号，了解频谱随时间变化	物联网、安防、无线抄表、ETC、消费电子、汽车电子、TPMS、近场通信、2G / 3G / 4G、医疗电子	新开普(RFID)、信大捷安(安防)、长春明菱（汽车电子）、博世汽车（汽车电子）、西安交大医学院（医疗电子）、深圳华云通达（RFID).....	
2. 儋 纂	嫫	1. AvT/ FvT / PvT 调制域分析 2. 分析带宽远高于频谱仪或矢量信号分析仪 3. ¥10,000矢量分析软件	跳频通信、雷达、宽带通信系统、研究所	多所院校及研究所	
3. a 翻		（示波器 + 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 上海交通大学

MDO YTD 飴 聪蟥500

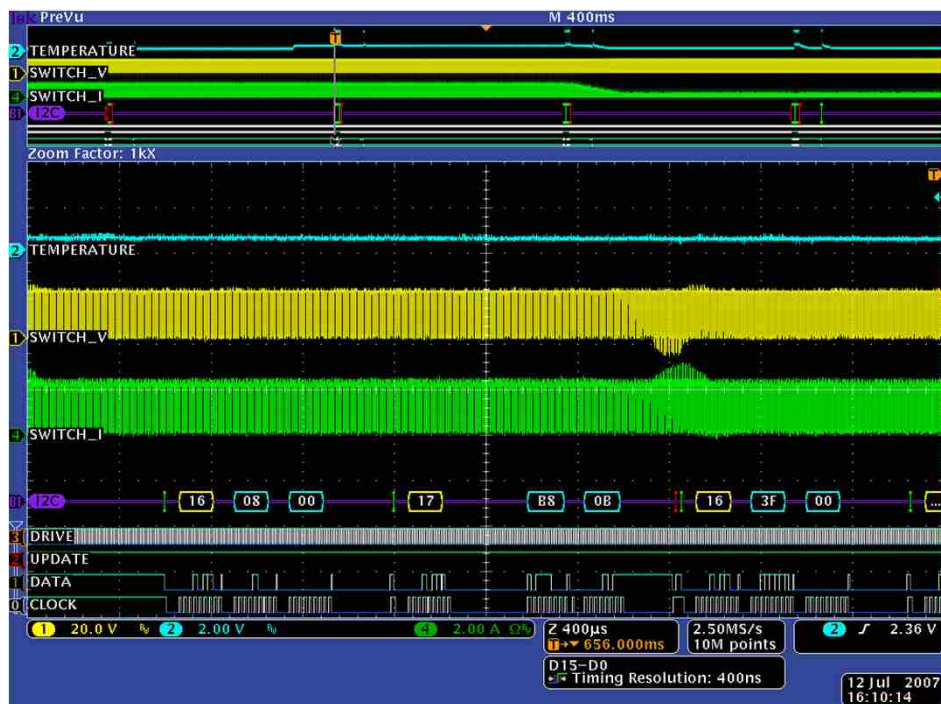
Tektron

MDO 弊 – a 翻

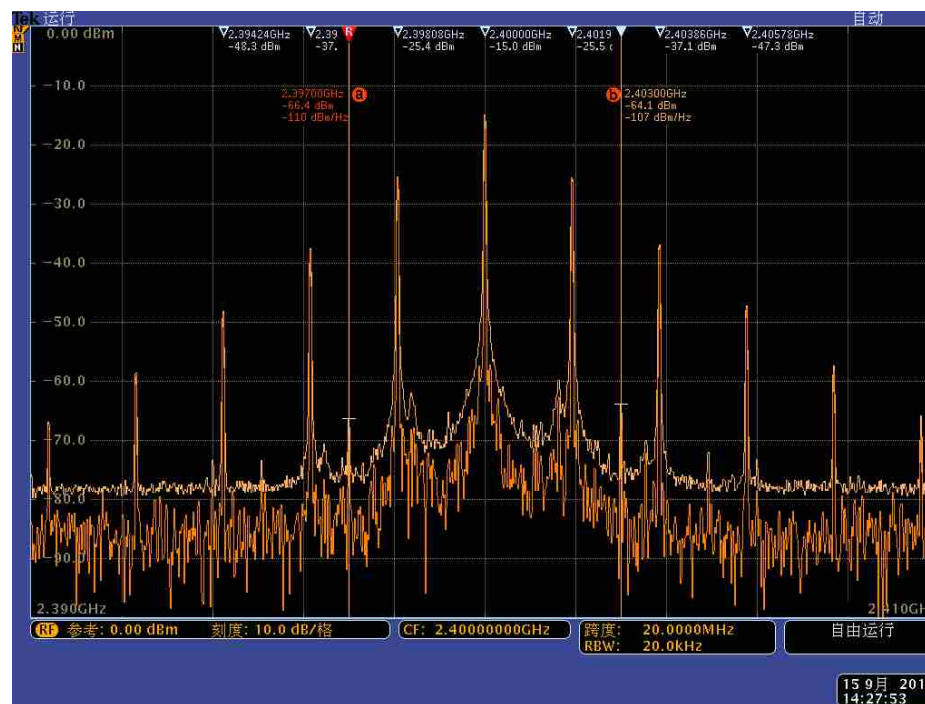
- 对任何既需要示波器，又需要频谱仪的客户，MDO 将体现性价比优势
 - 相当于MSO4000B 示波器 + 中档频谱仪（指标优于入门级频谱仪）
 - 价格优于分别购买同档次两台仪表
 - 即使客户不需要混合域分析，此功能也可作为亮点
 - 用500M带宽示波器可分析3GHZ载频的调制信号
 - 选配TPA-N-VPI 适配器可以把任何有源50Ω TekVPI 探头连接到RF 输入上
 - TekVPI 预放



MDO混合域分析仪 ——更低价格，应对更多更广泛的应用



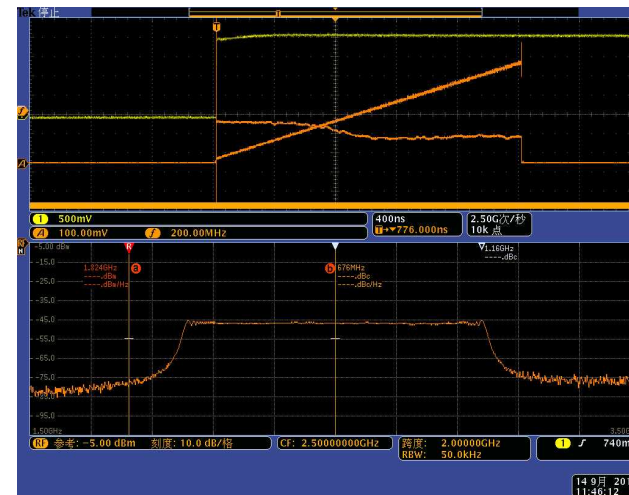
完备的 MSO 示波器



通用频谱仪

MDO 弊 - 儉 嫻 算

- 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 媛 算 嫻

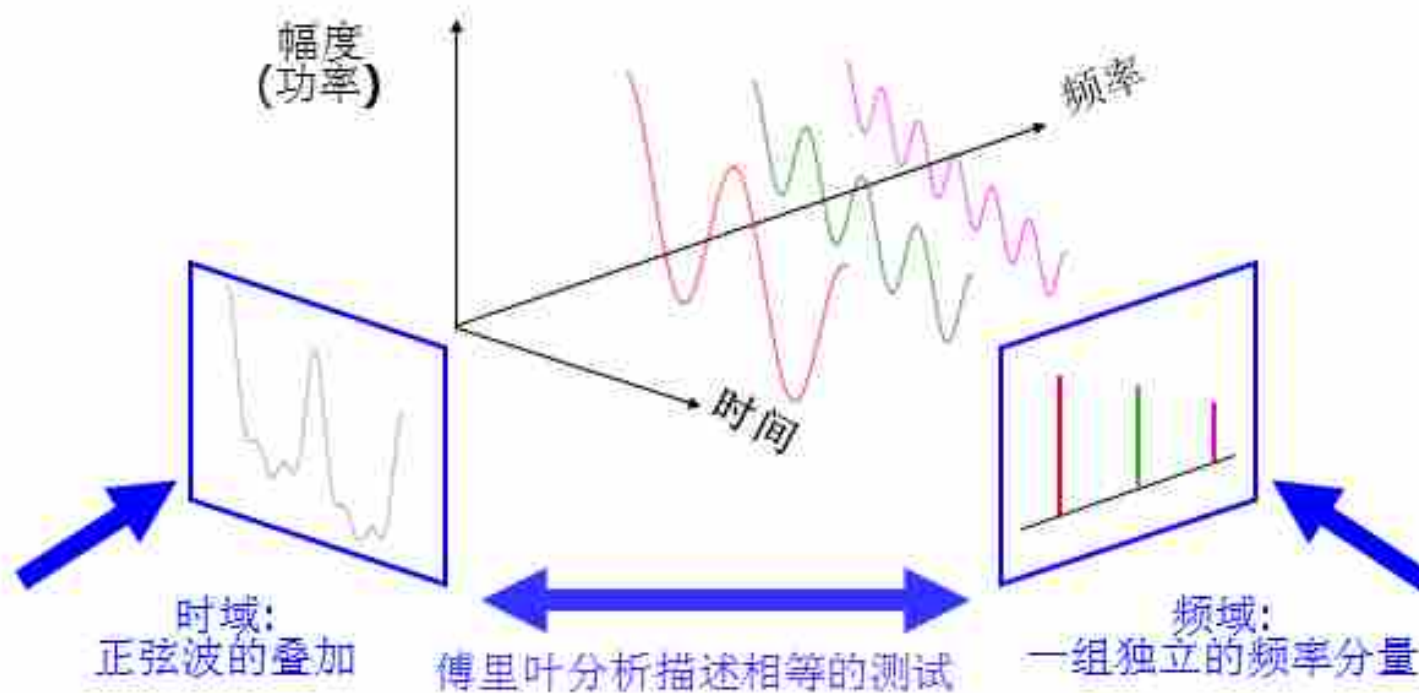


跨域分析概述



信号分析概述

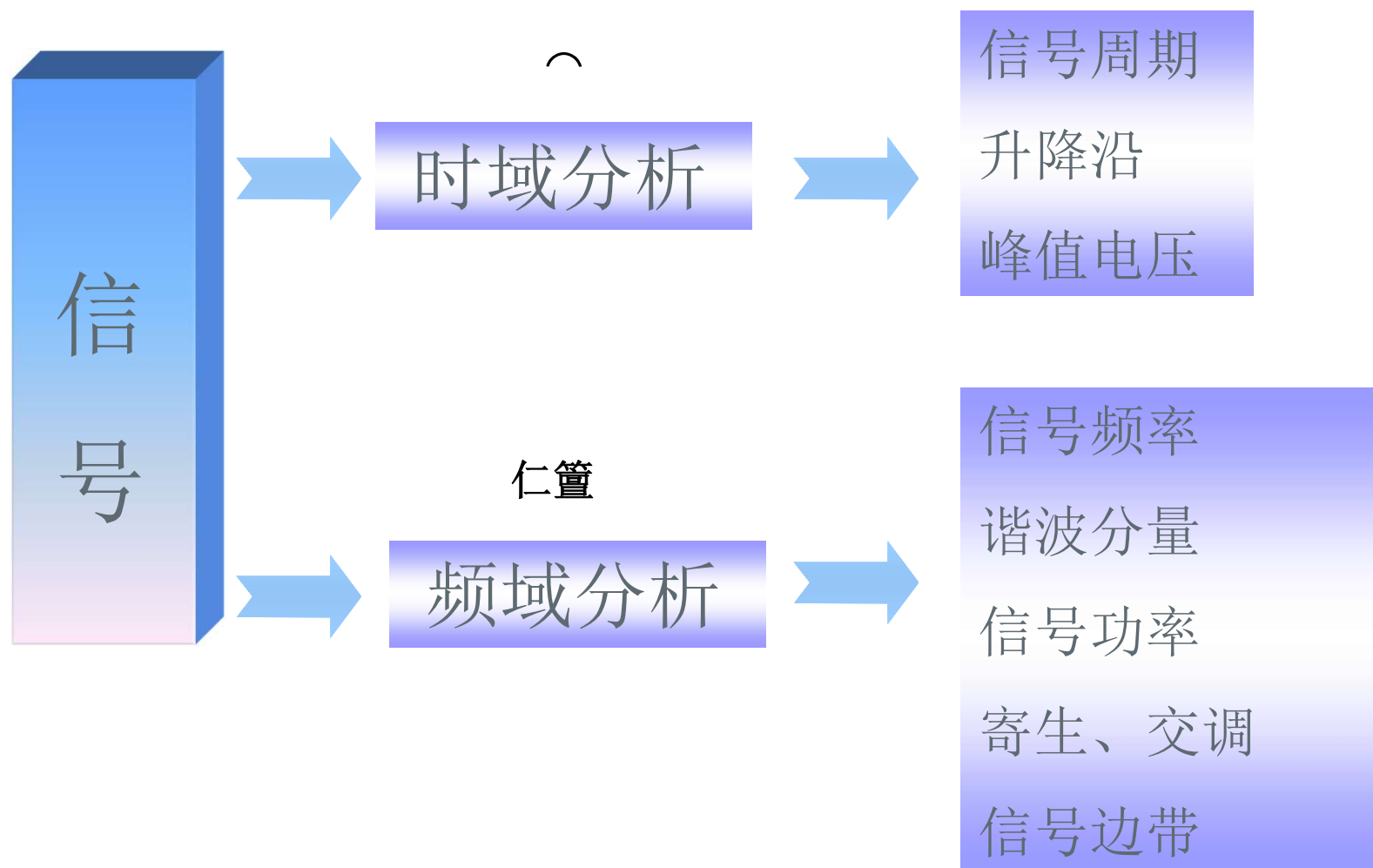
- 任何信号都可以从时域或频域来表达
 - 傅里叶变换是连接两者的纽带



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

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

信号分析概述



信号分析概述

■ 调制信号

仁簋

— 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

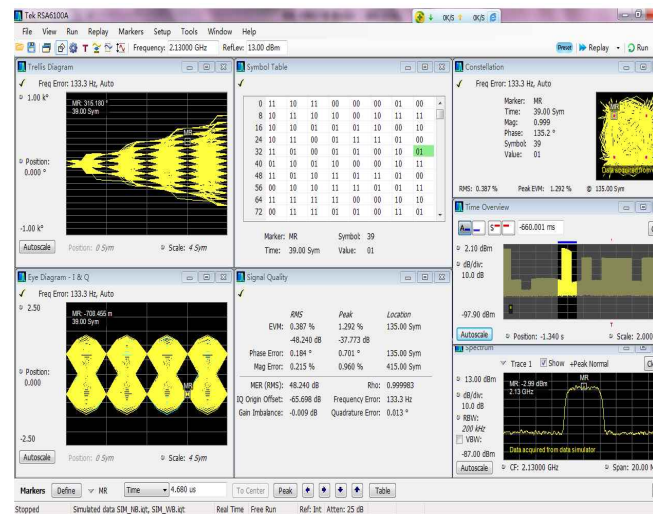
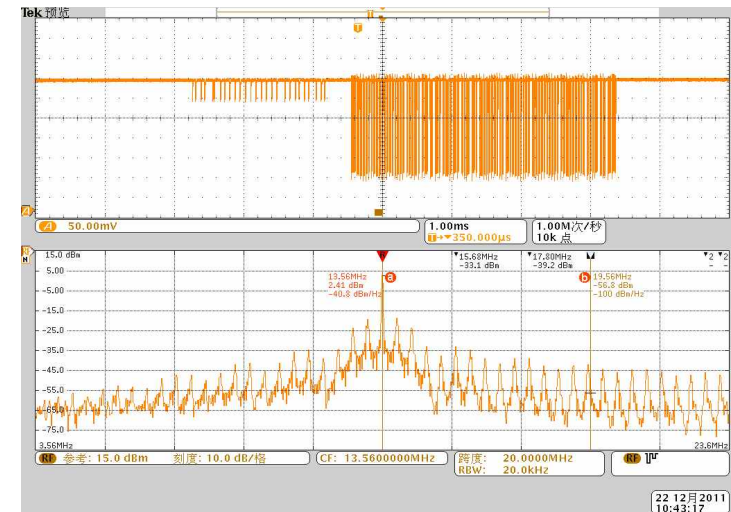
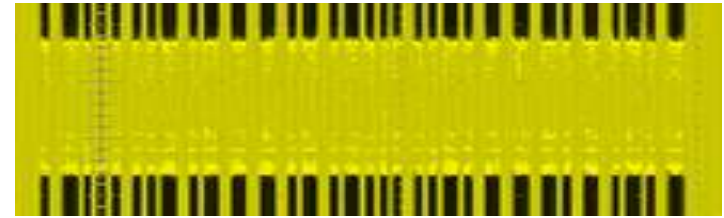
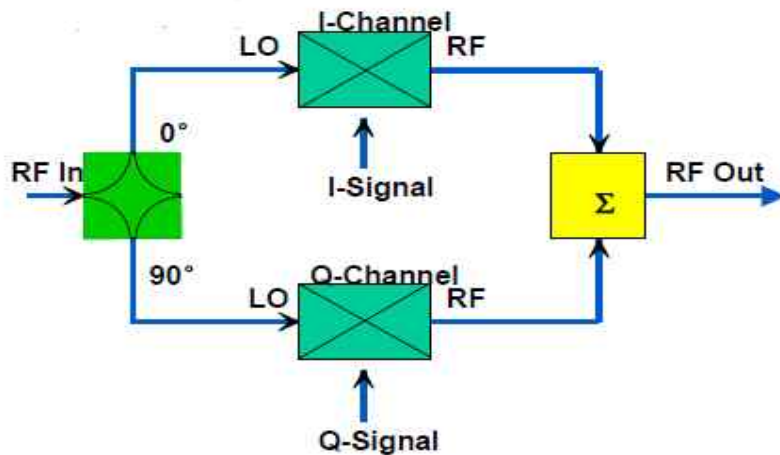
— 星座图

— 眼图

— 符号表

—

踪

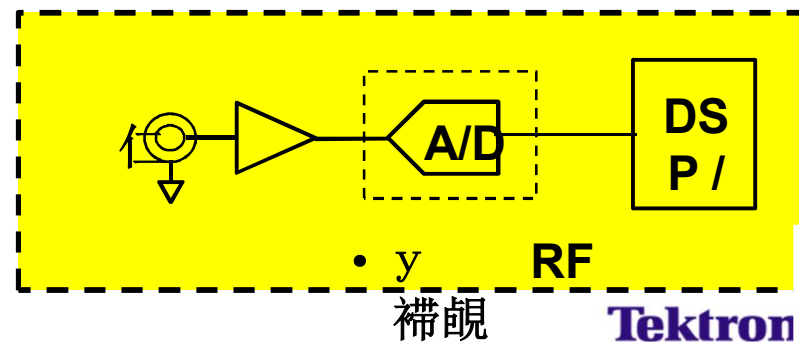
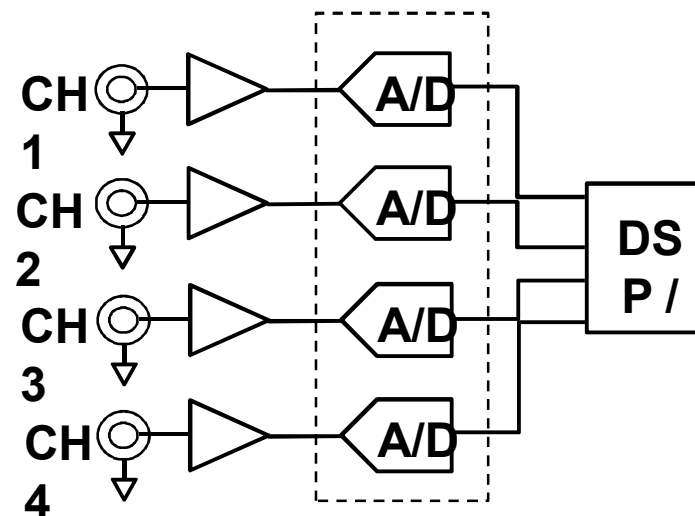
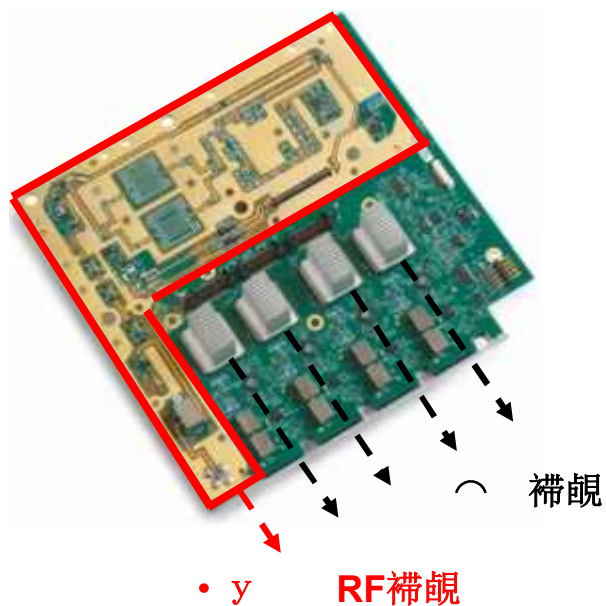
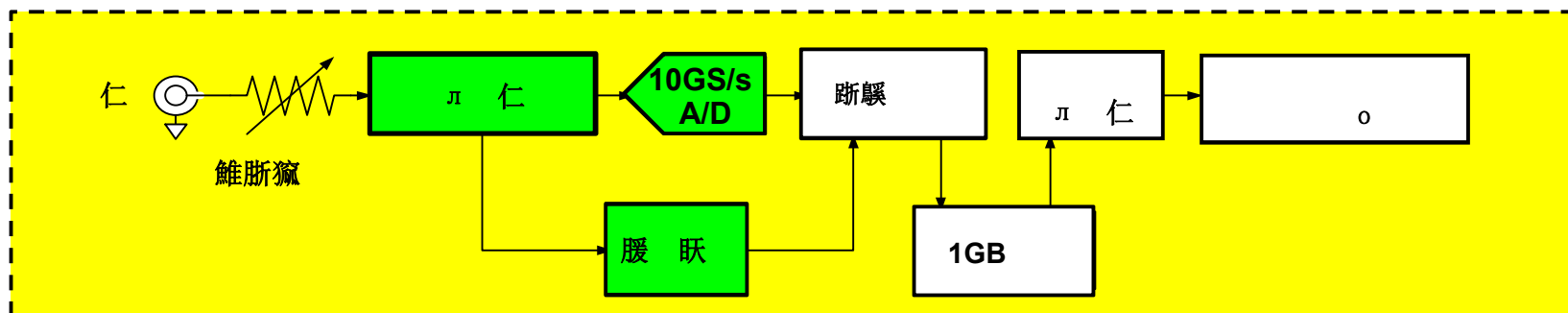


Tektron

MDO4000 开创跨域分析新时代

- 跨域分析是不同的时域信号和射频信号在同一时间坐标内进行分析
- 频谱仪/矢量信号分析仪无法进行跨域分析
 - 仅一个射频输入端
- 示波器只能测试时域不同通道的时序关系，无法测试射频信号
 - 仅模拟通道和数字通道
- 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
- **MDO4000** **暖**

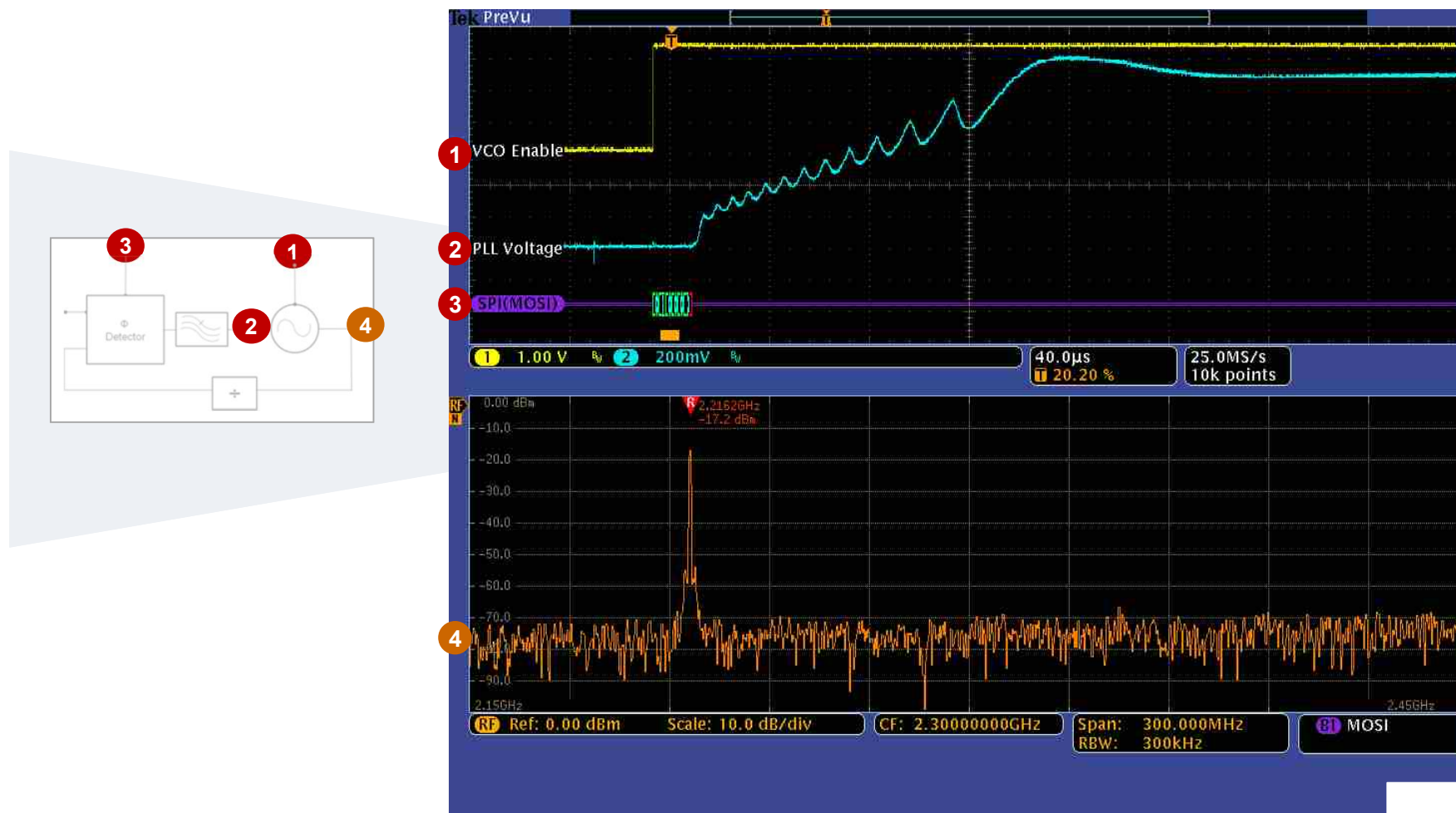
MDO 4000 结构框图 —— 独立专用的RF射频通道硬件



Tektron

MDO 弊 — 魏 H 暖 毫

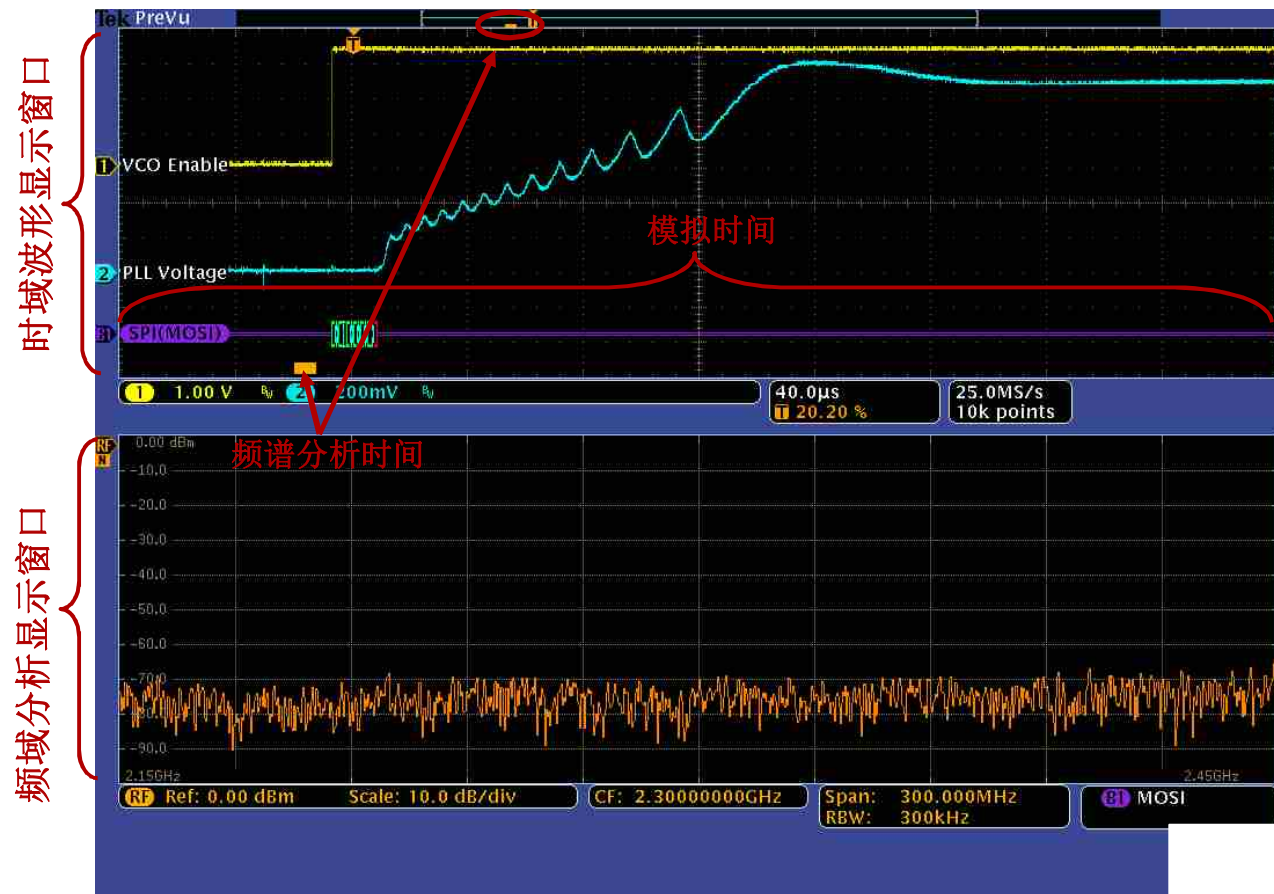
捕获时间相关的模拟、数字和RF信号



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

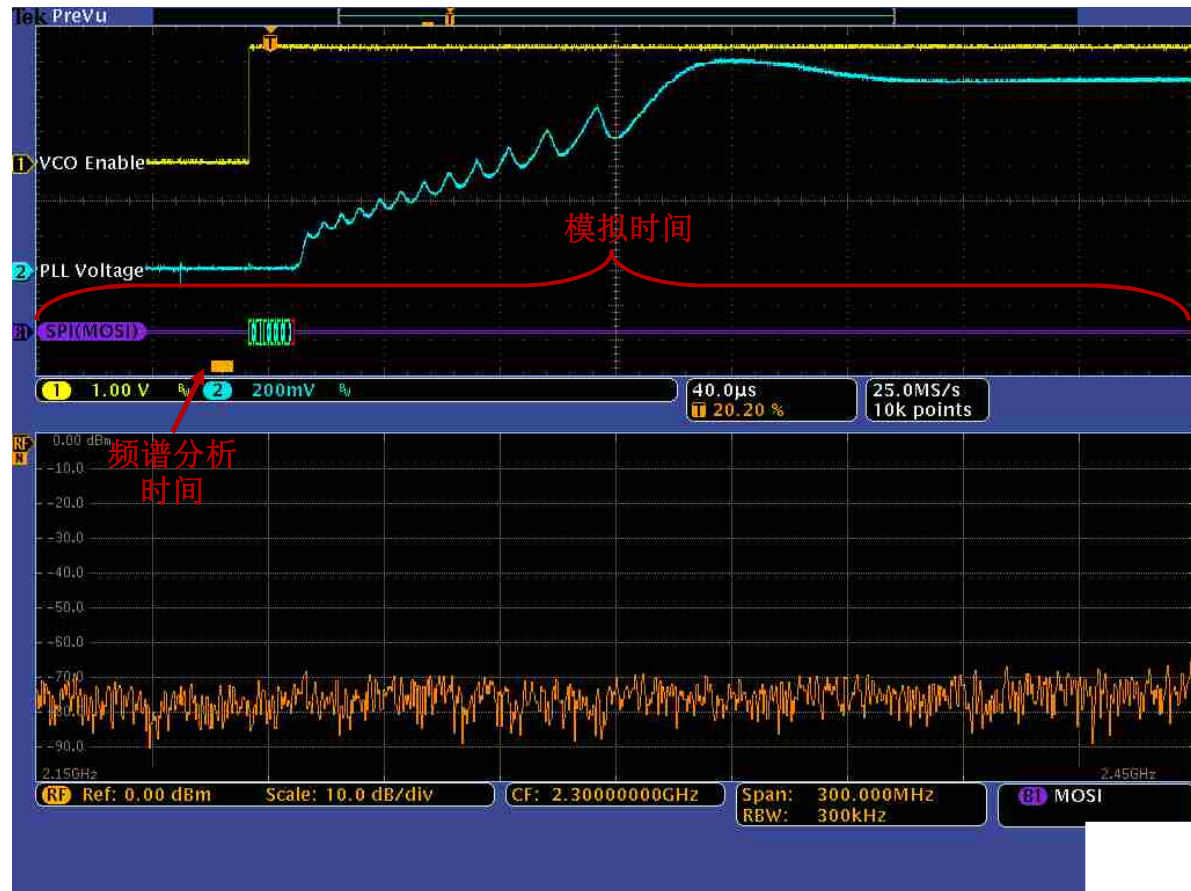
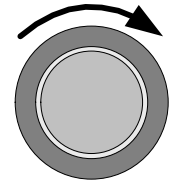
- 当时域和频域信号同时显示时，频谱总是通过触发捕获得到的，在时间上与整个时域波形相关
- 橘黄色的横条指明了频谱来自于什么时刻
- 橘黄色横条被称作频谱分析时间
 - 请注意在全部波形简略图上也有相应标记
- 时域波形的时间称作模拟时间
 - 通过水平刻度旋钮调节



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

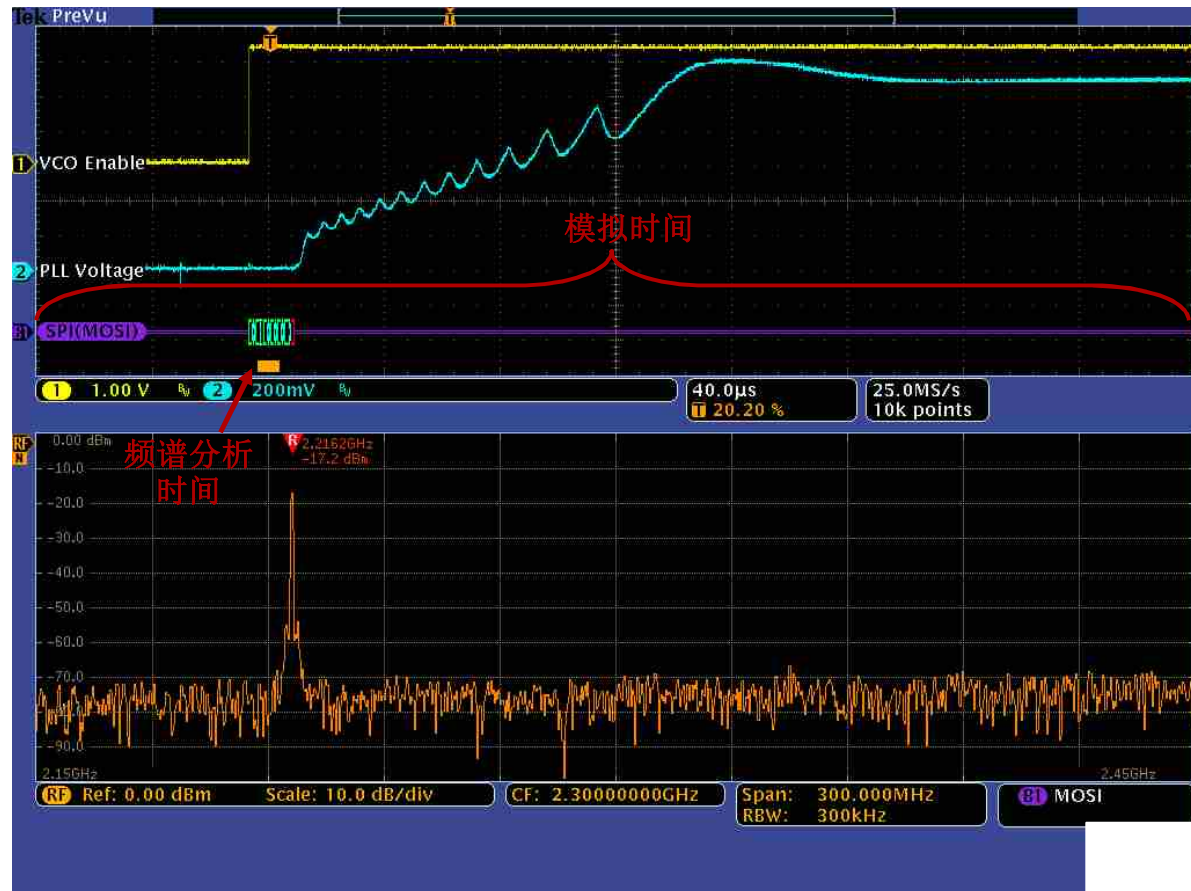
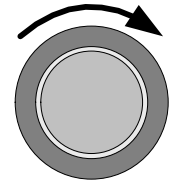
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

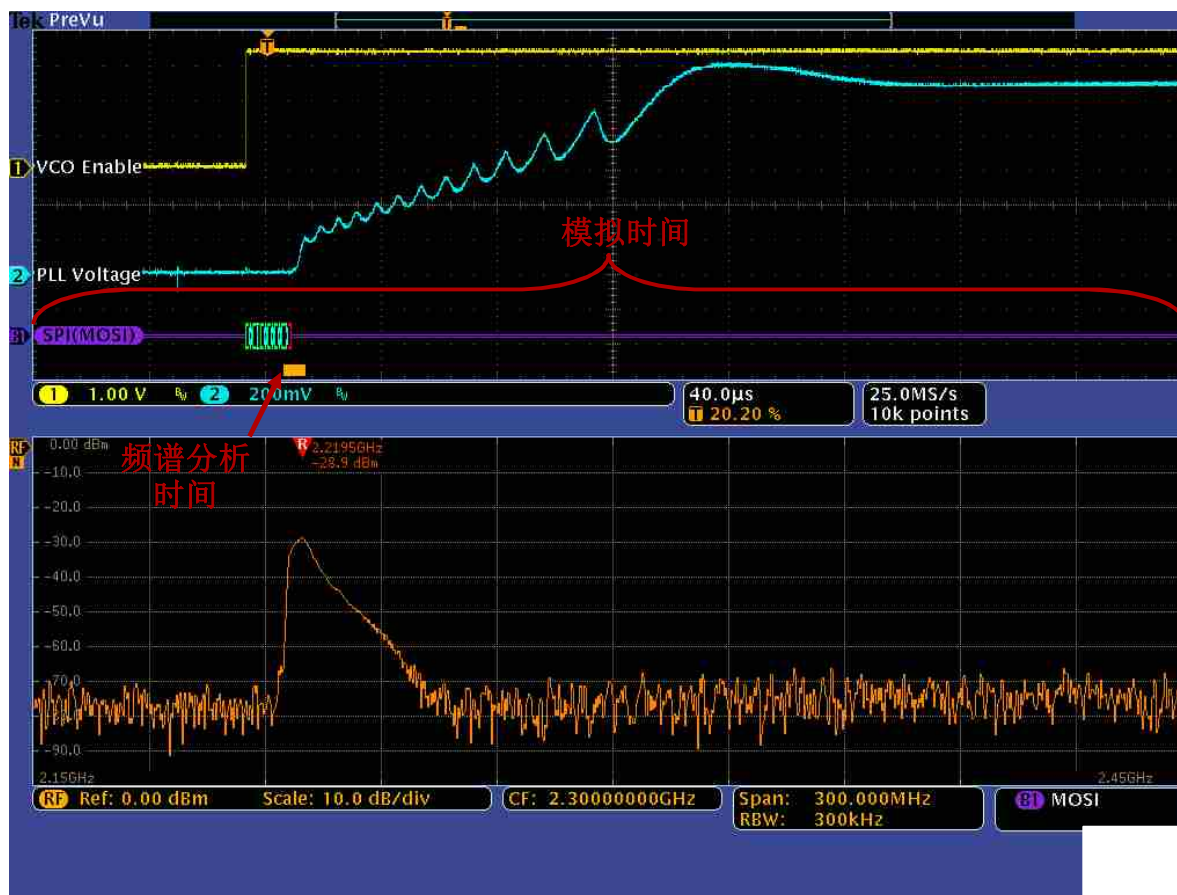
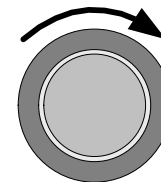
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

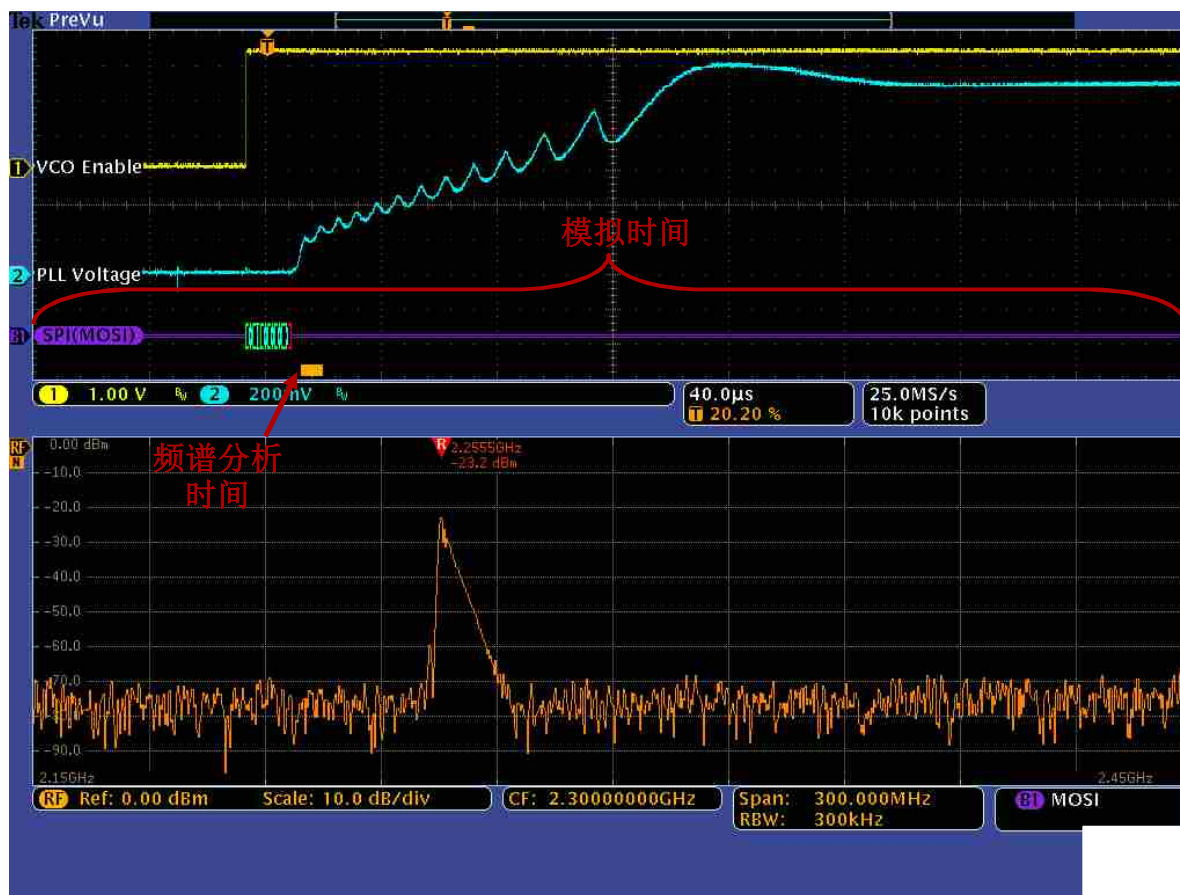
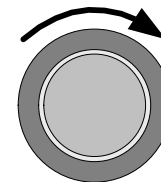
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

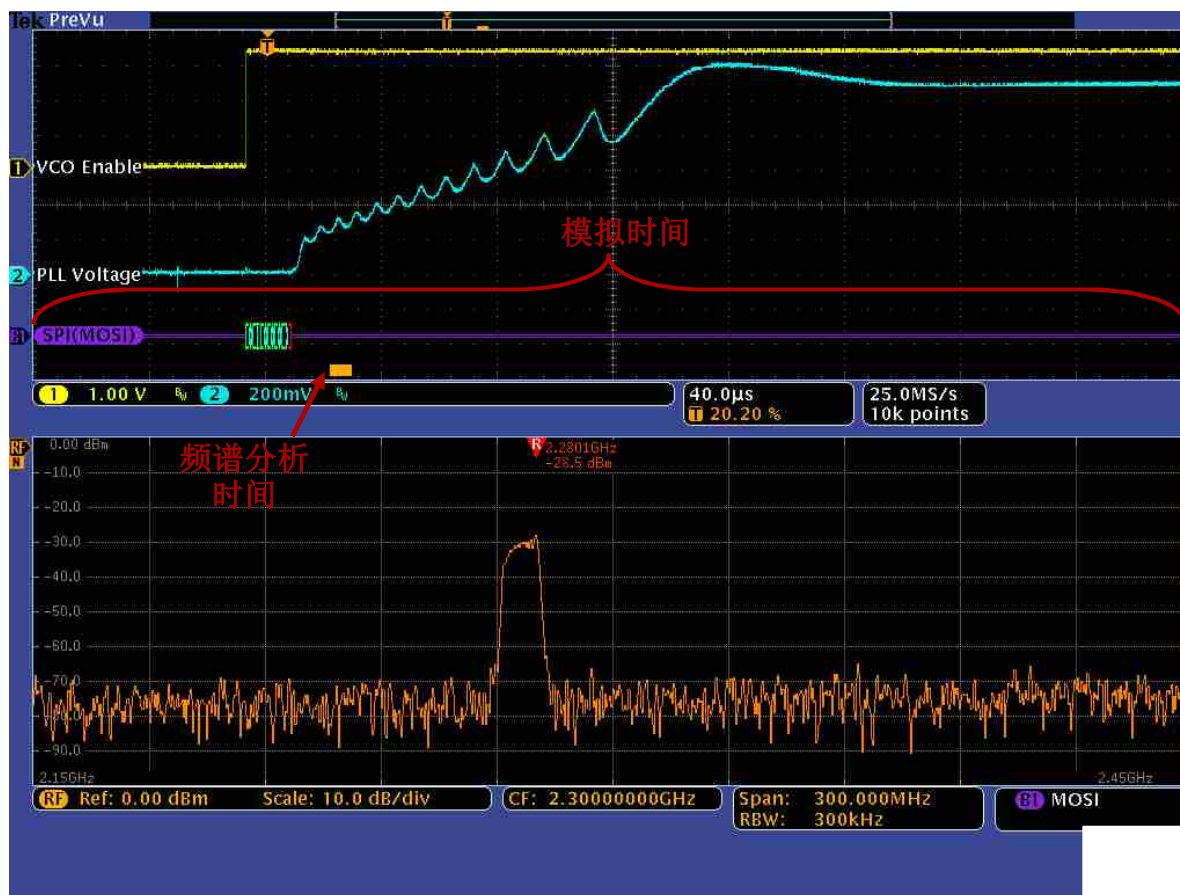
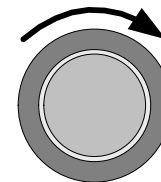
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

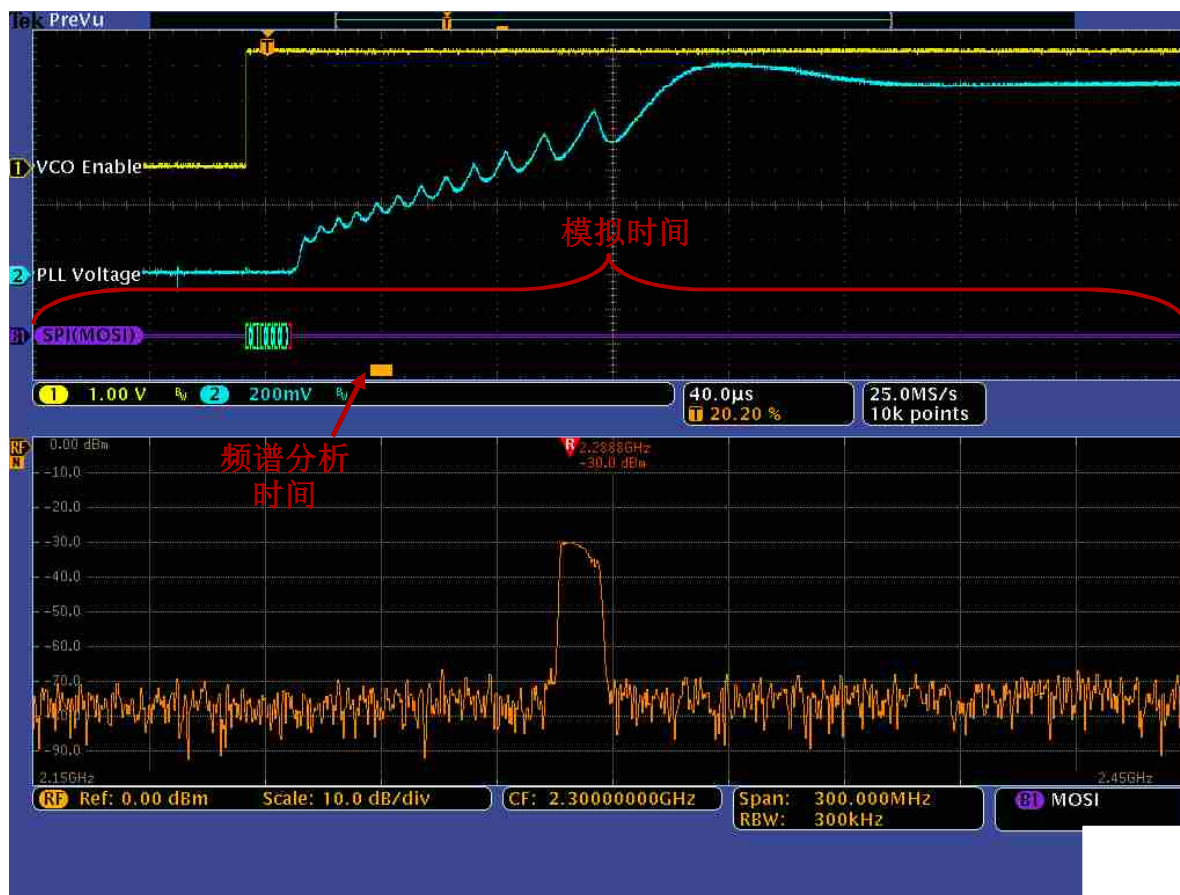
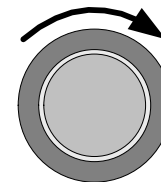
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示：
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

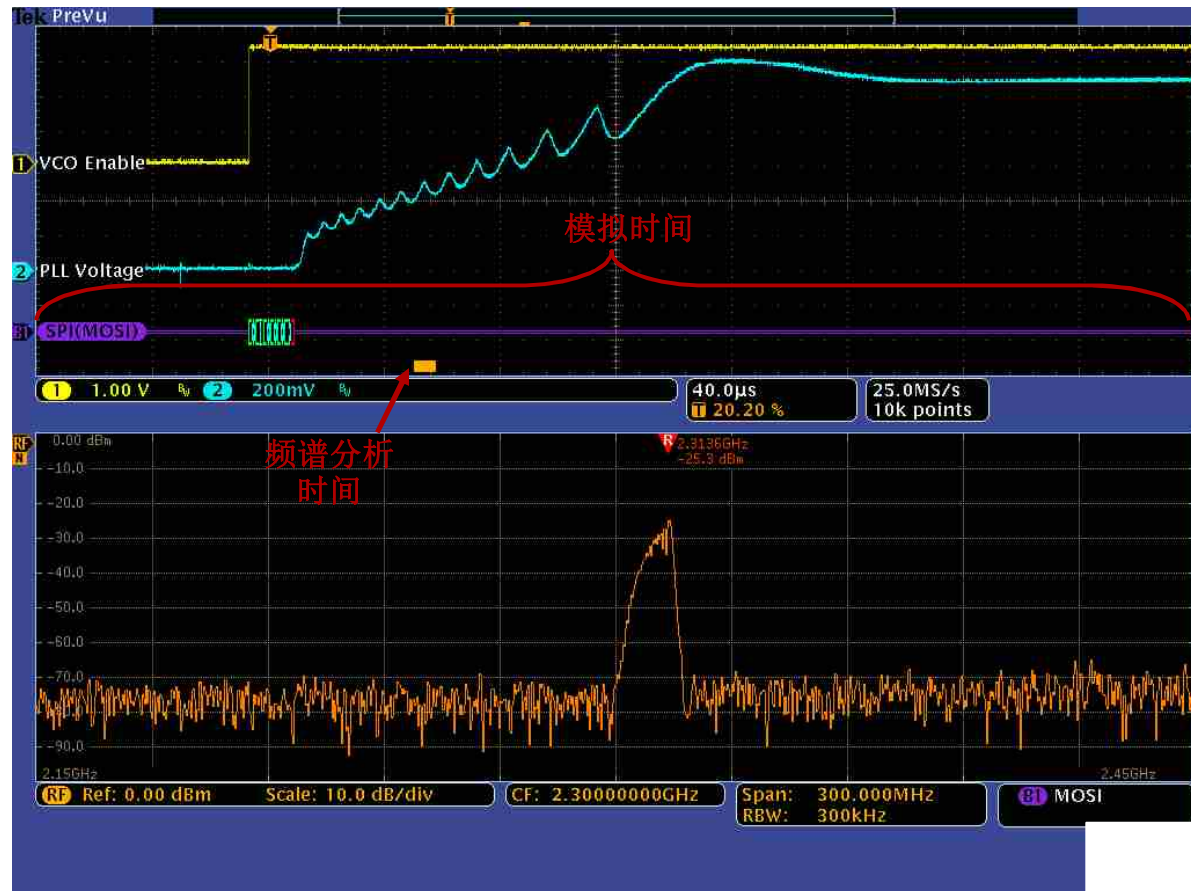
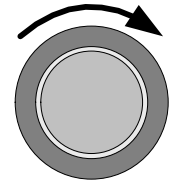
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

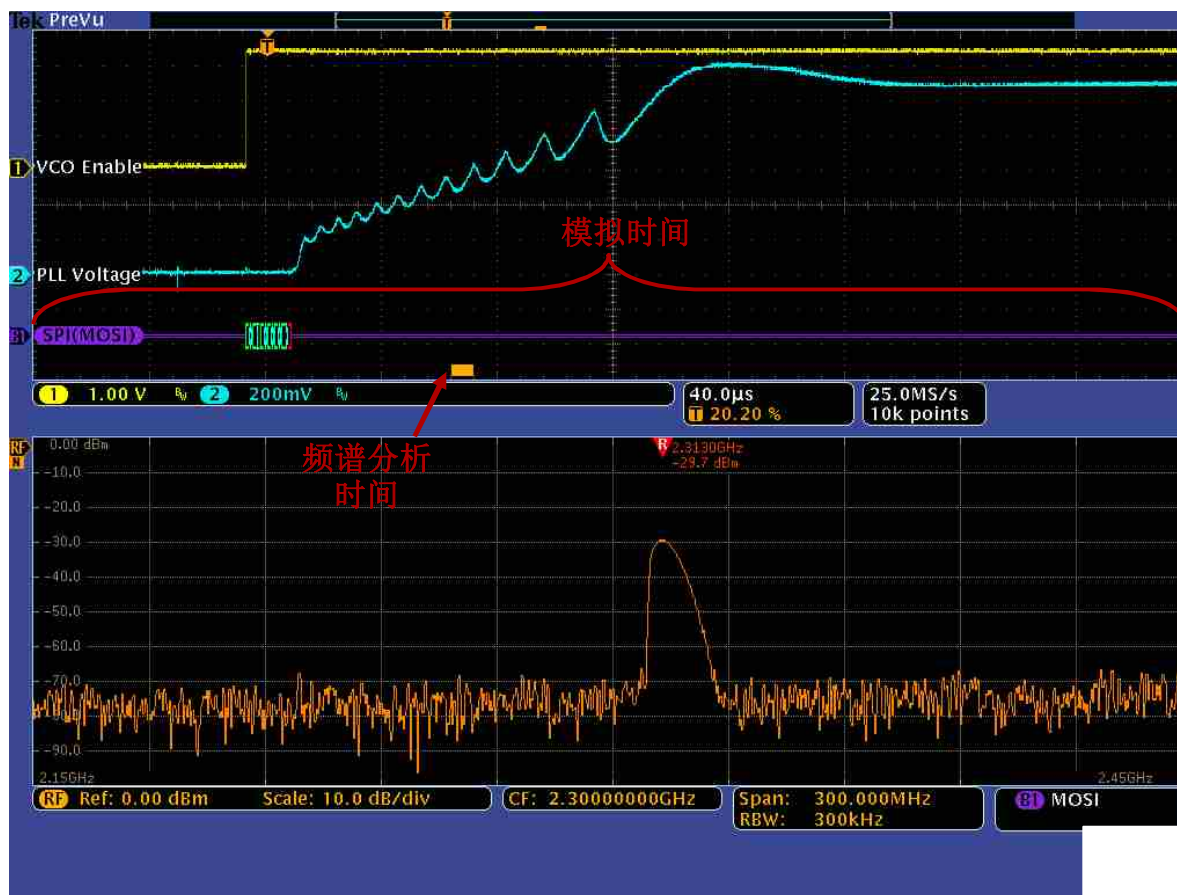
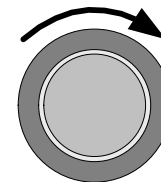
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



通过频谱分析时间观测

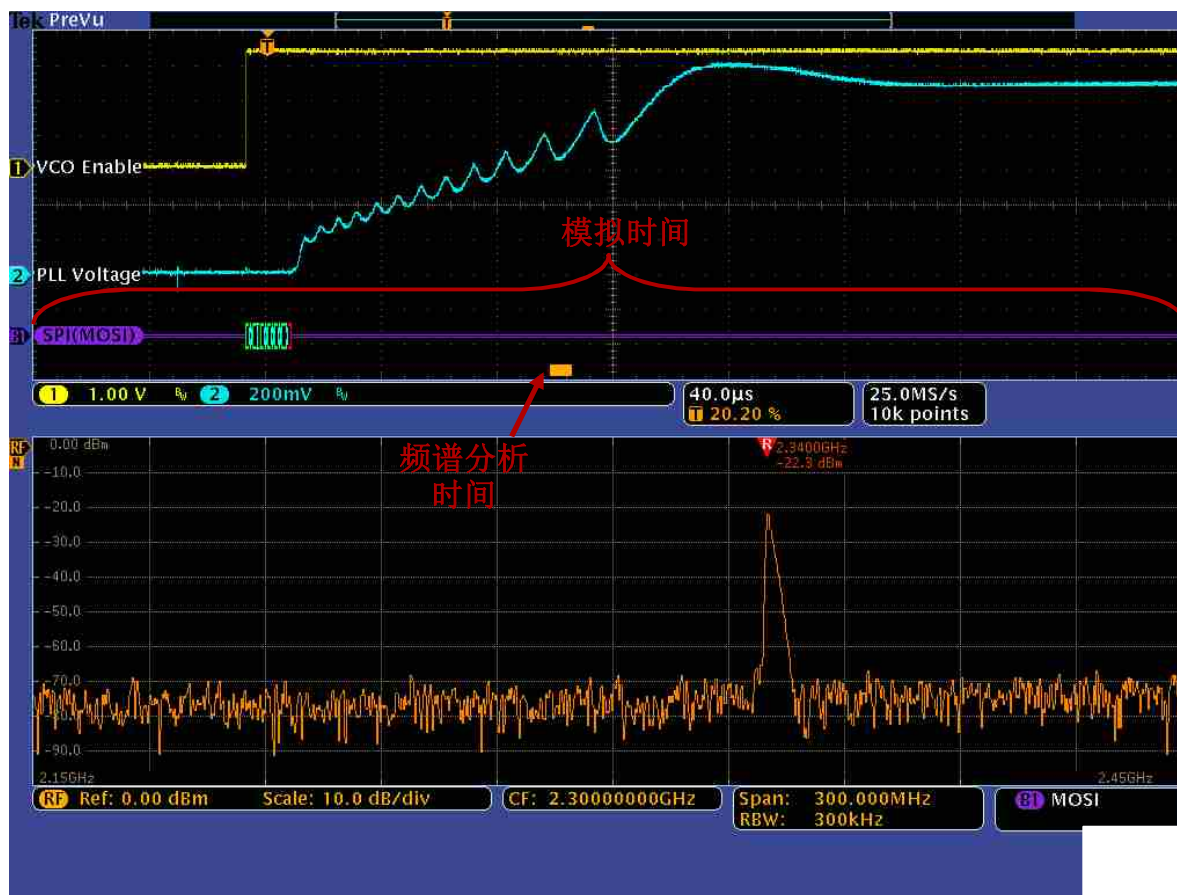
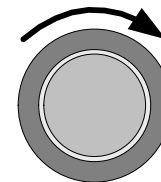
-



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

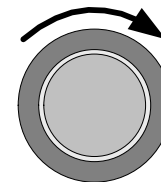
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

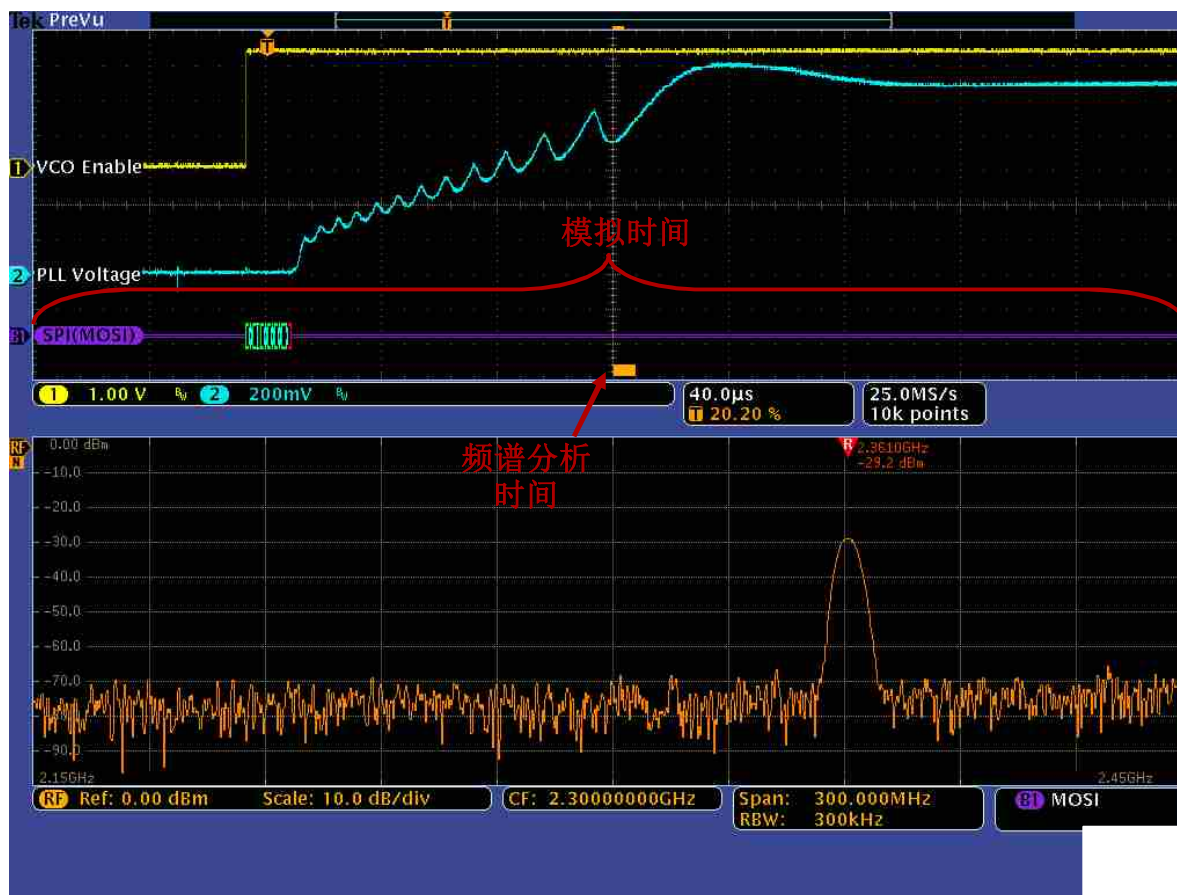
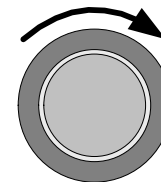
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示：
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

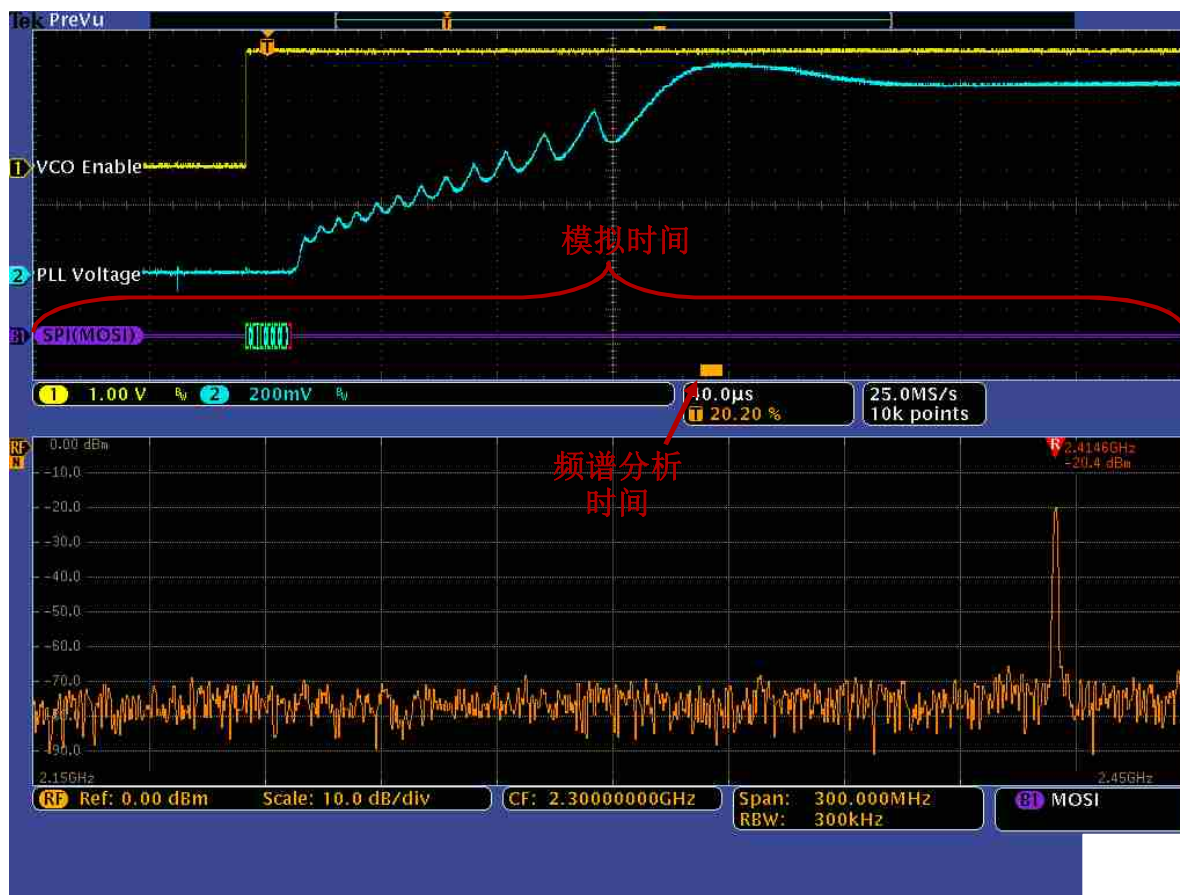
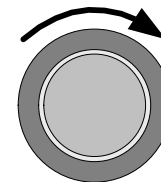
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

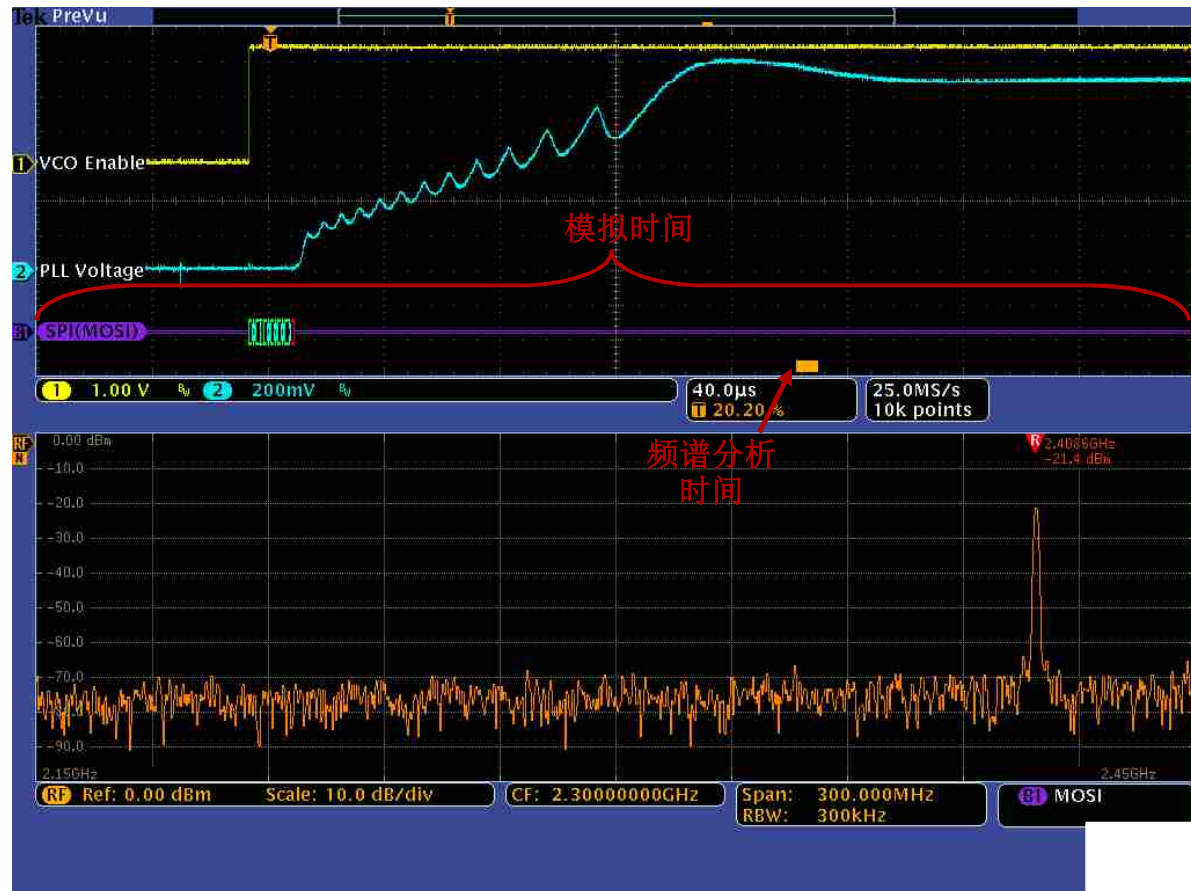
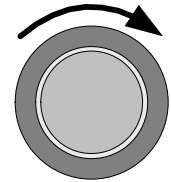
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

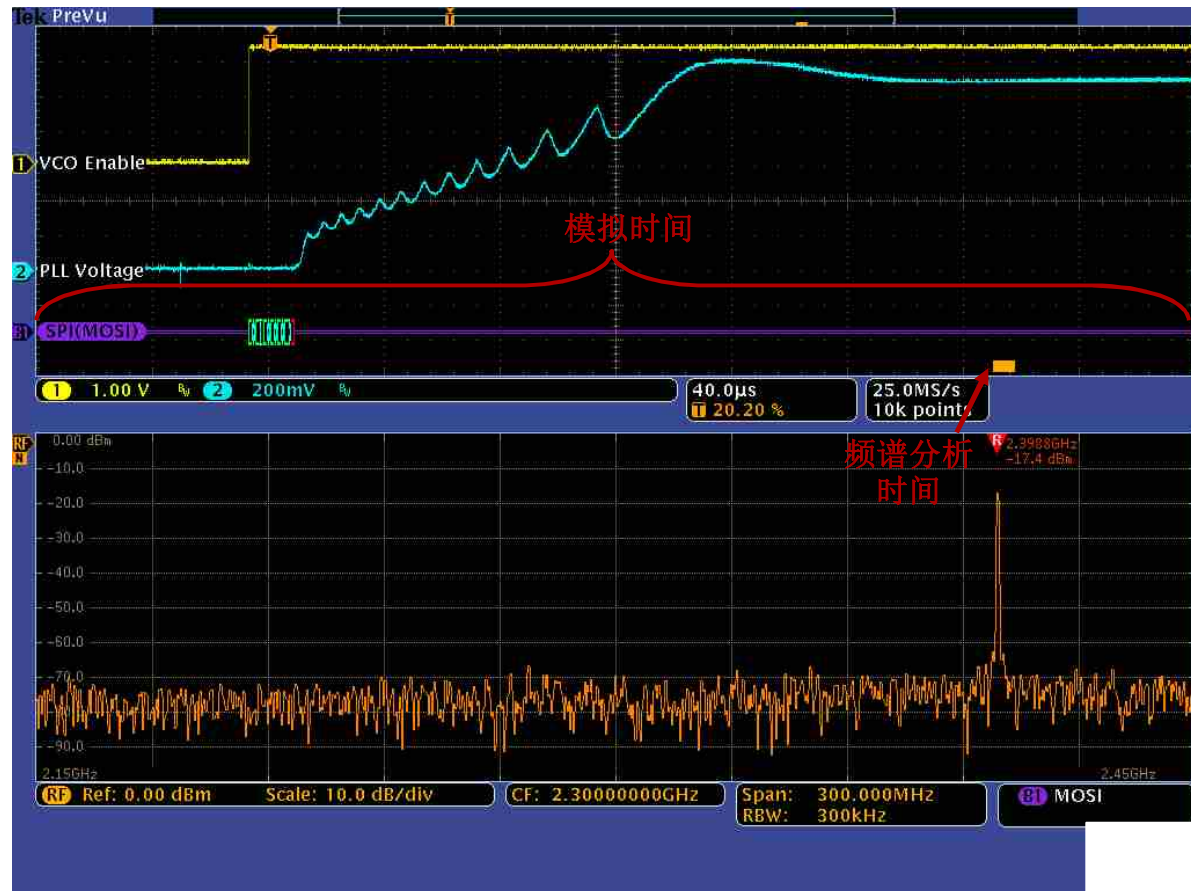
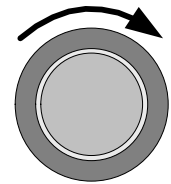
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

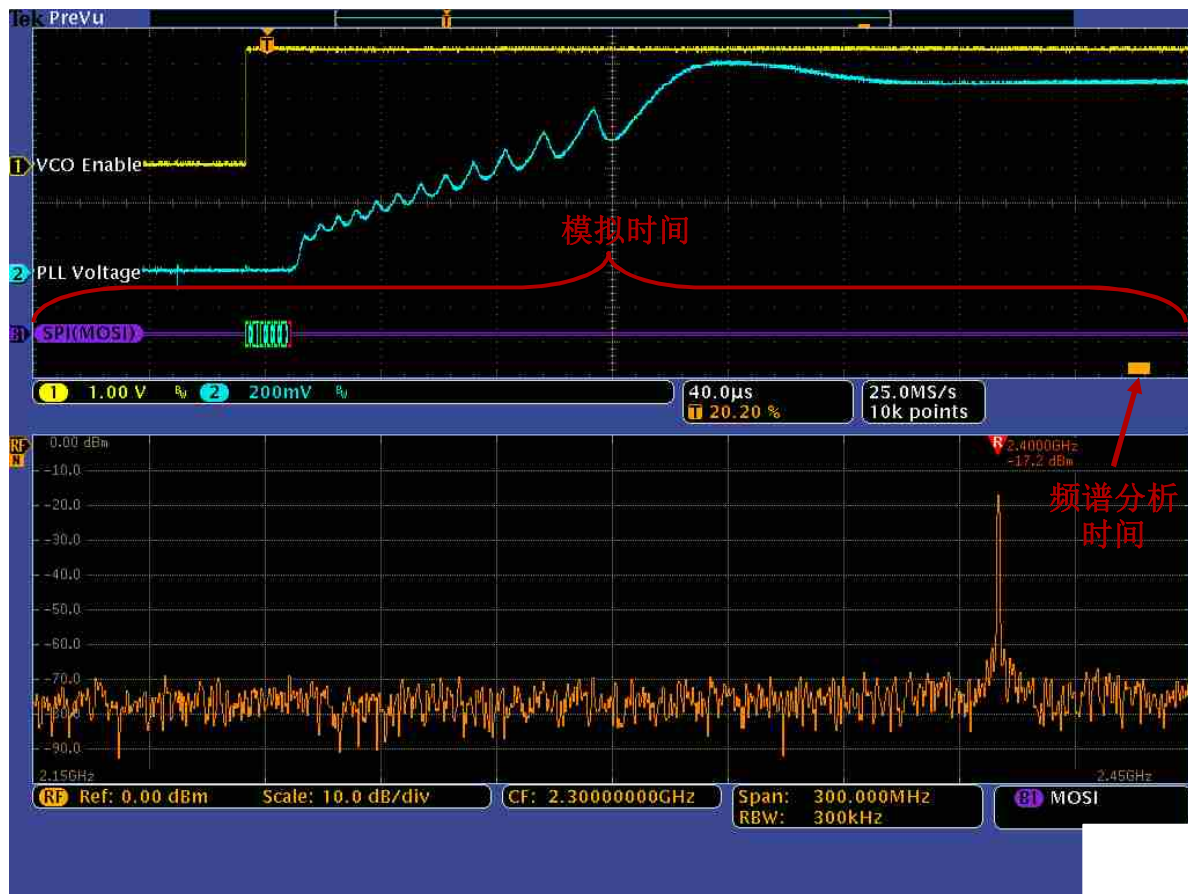
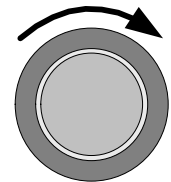
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示:
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

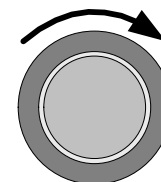
- 频谱分析时间 = 窗口参数 / 分辨率带宽RBW
 - 在本例中: 频谱分析时间 = $2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- 频谱分析时间可以使用Wave Inspector Pan（波形导航平移工具）控制，沿模拟时间移动
- 用户可以在一次采集后观测整个过程的频域变化
- 如屏幕显示：
 - 我们捕获了VCO/PLL启动过程
 - SPI 总线信号命令设定VCO频率值
- 让我们看看频谱分析时间沿模拟时间移动时会发生什么



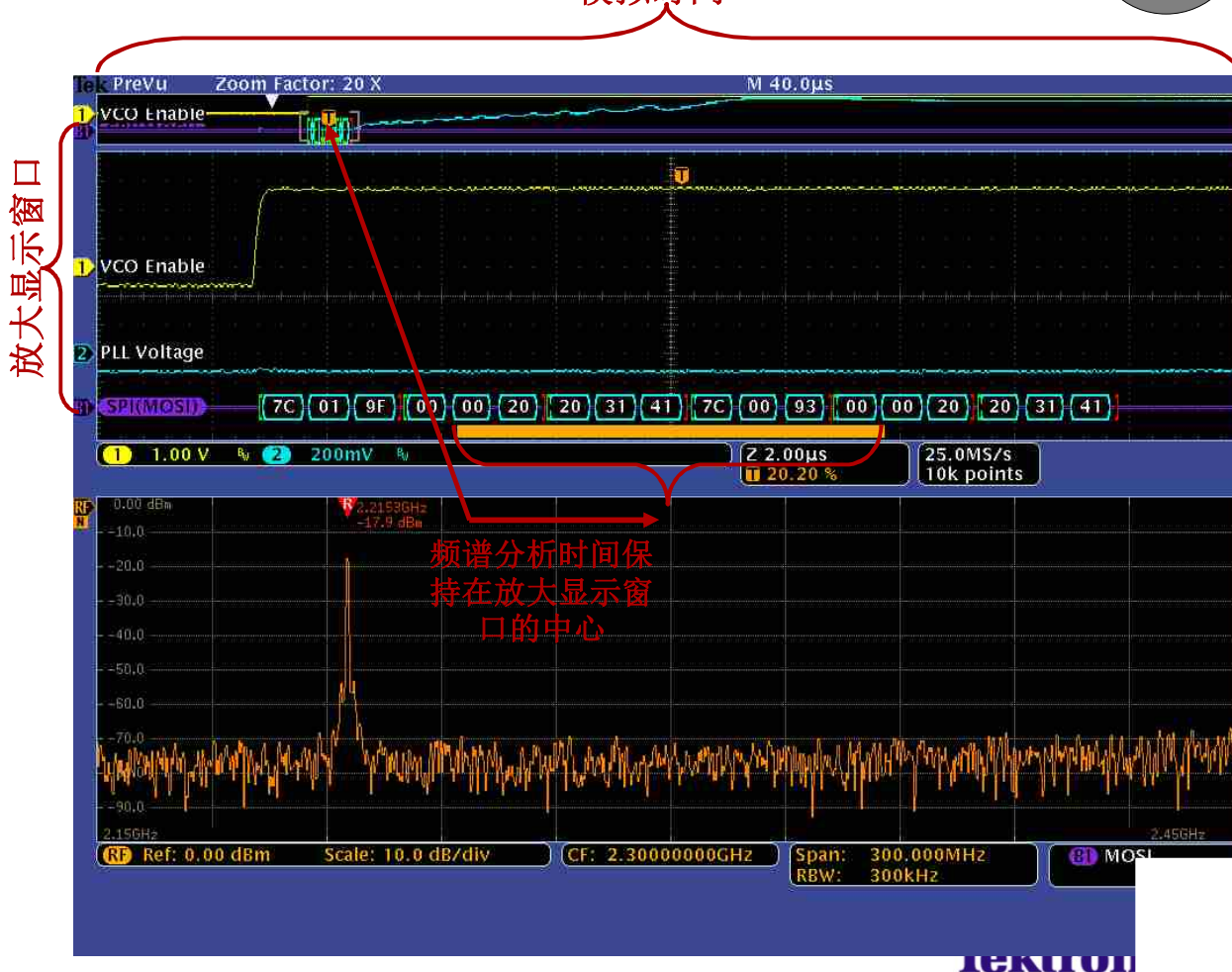
时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

- 现在打开波形导航的放大功能
- 频谱分析时间的中心被锁定在放大窗口的中心



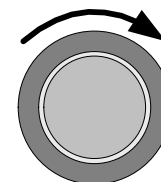
- 由于放大窗口可以在整个模拟时间内平移, 频域窗口可以完全连续显示和放大窗口时间相关频谱的情况
- 让我们看看放大窗口在模拟时间内平移会发生什么



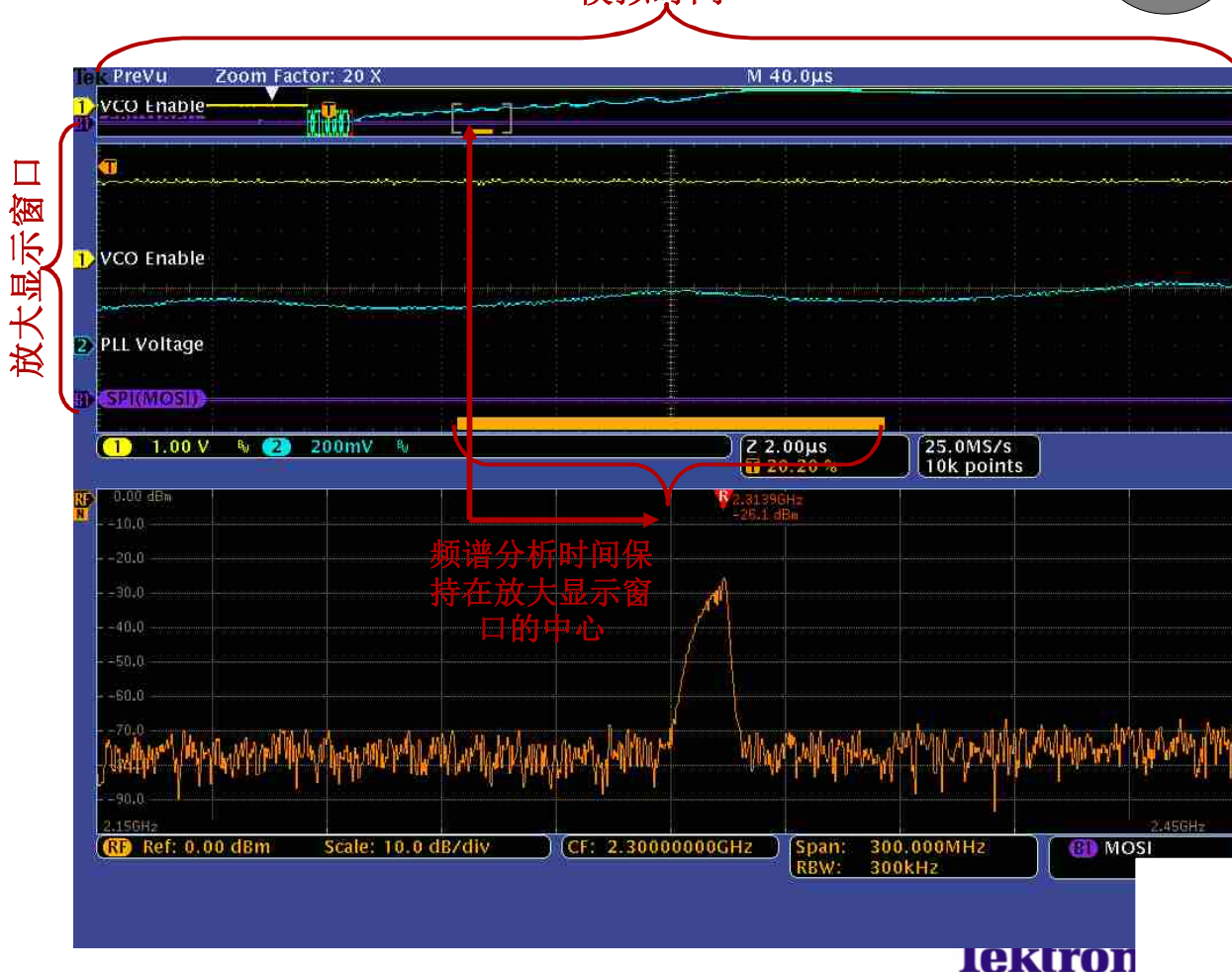
时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

- 现在打开波形导航的放大功能
- 频谱分析时间的中心被锁定在放大窗口的中心



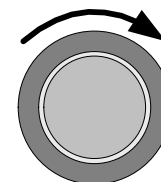
- 由于放大窗口可以在整个模拟时间内平移, 频域窗口可以完全连续显示和放大窗口时间相关频谱的情况
- 让我们看看放大窗口在模拟时间内平移会发生什么



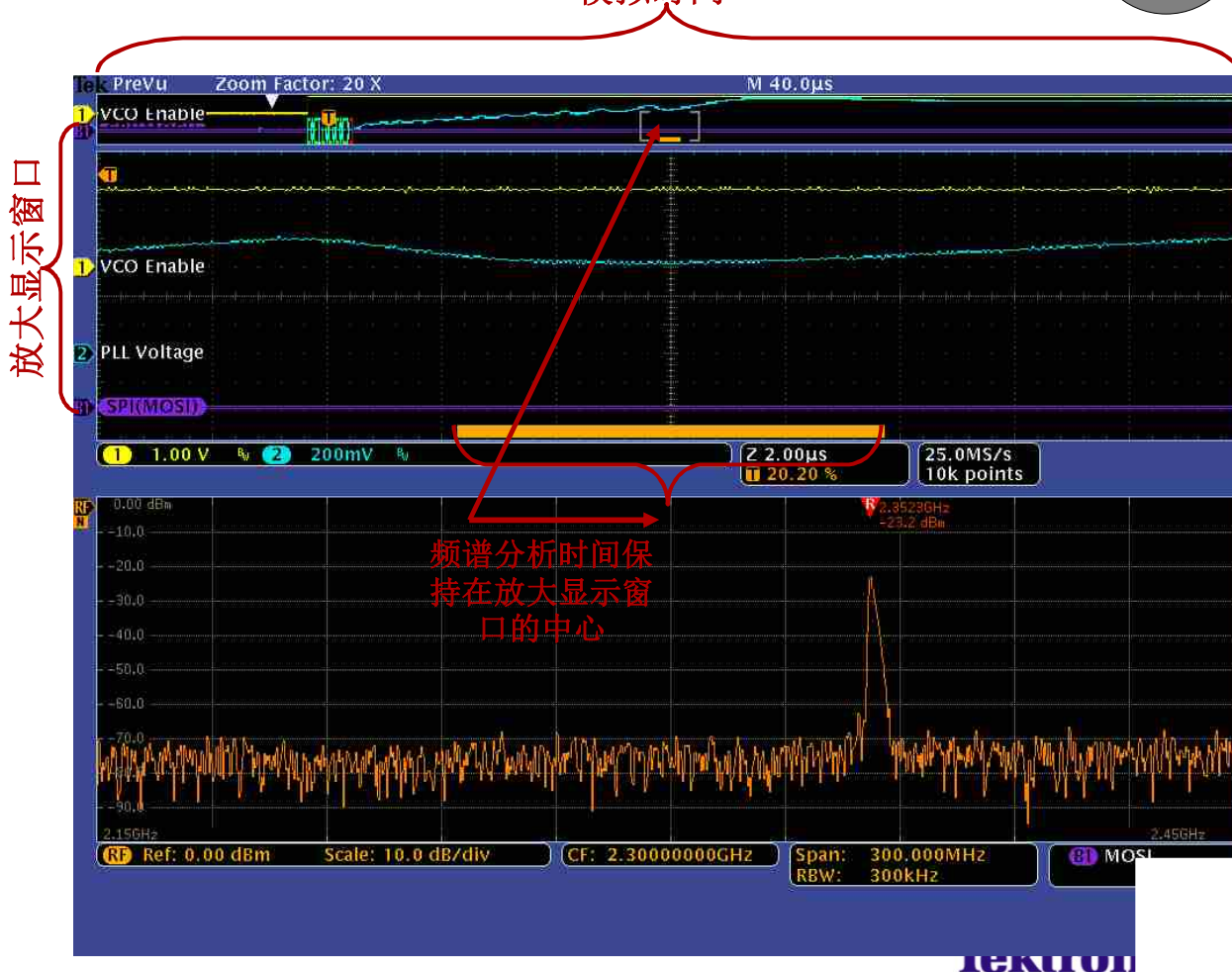
时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

- 现在打开波形导航的放大功能
- 频谱分析时间的中心被锁定在放大窗口的中心



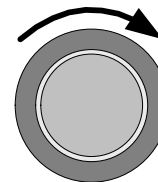
- 由于放大窗口可以在整个模拟时间内平移, 频域窗口可以完全连续显示和放大窗口时间相关频谱的情况
- 让我们看看放大窗口在模拟时间内平移会发生什么



时间相关的多域显示

通过频谱分析时间观测

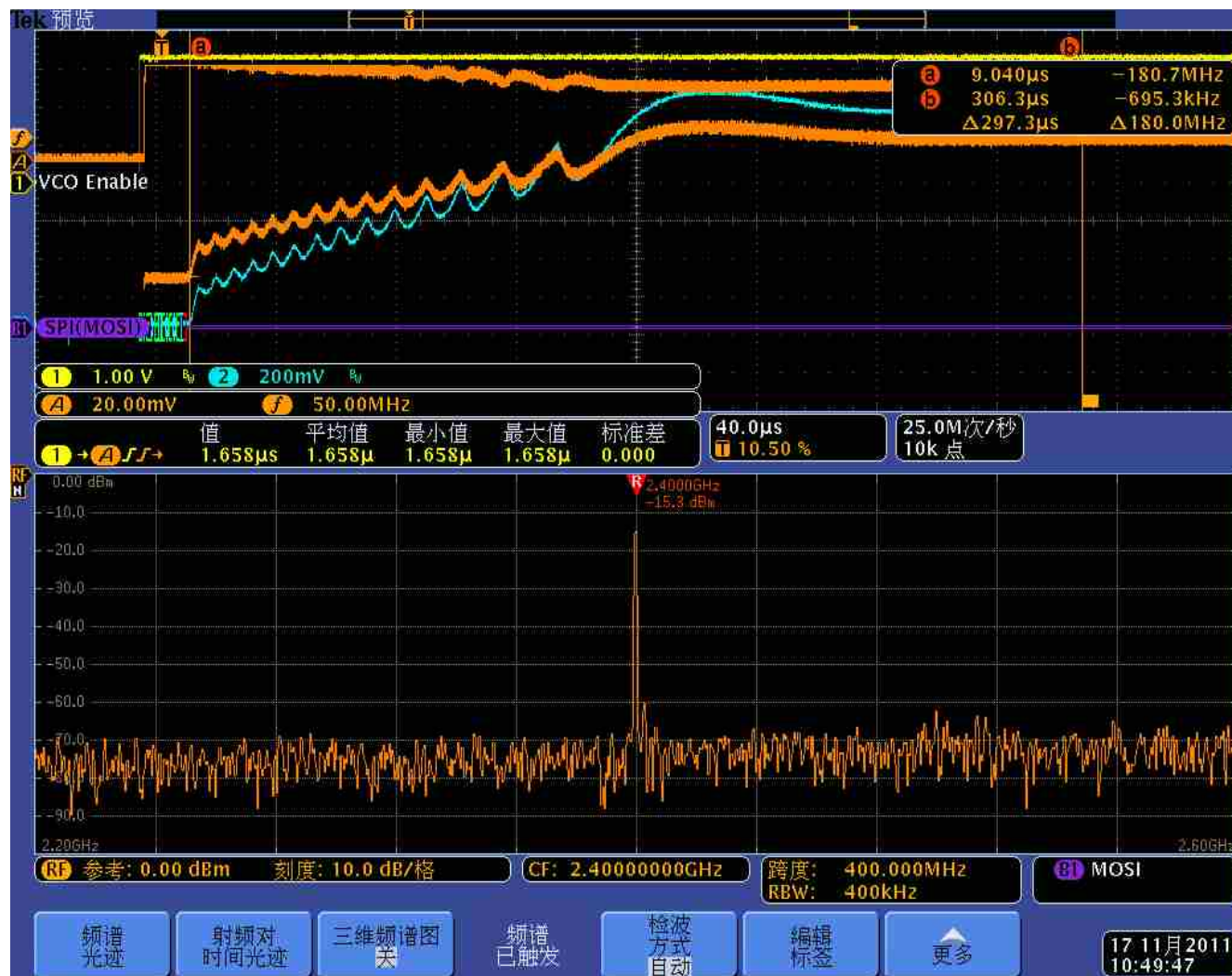
- 现在打开波形导航的放大功能
- 频谱分析时间的中心被锁定在放大窗口的中心



- 由于放大窗口可以在整个模拟时间内平移, 频域窗口可以完全连续显示和放大窗口时间相关频谱的情况
- 让我们看看放大窗口在模拟时间内平移会发生什么

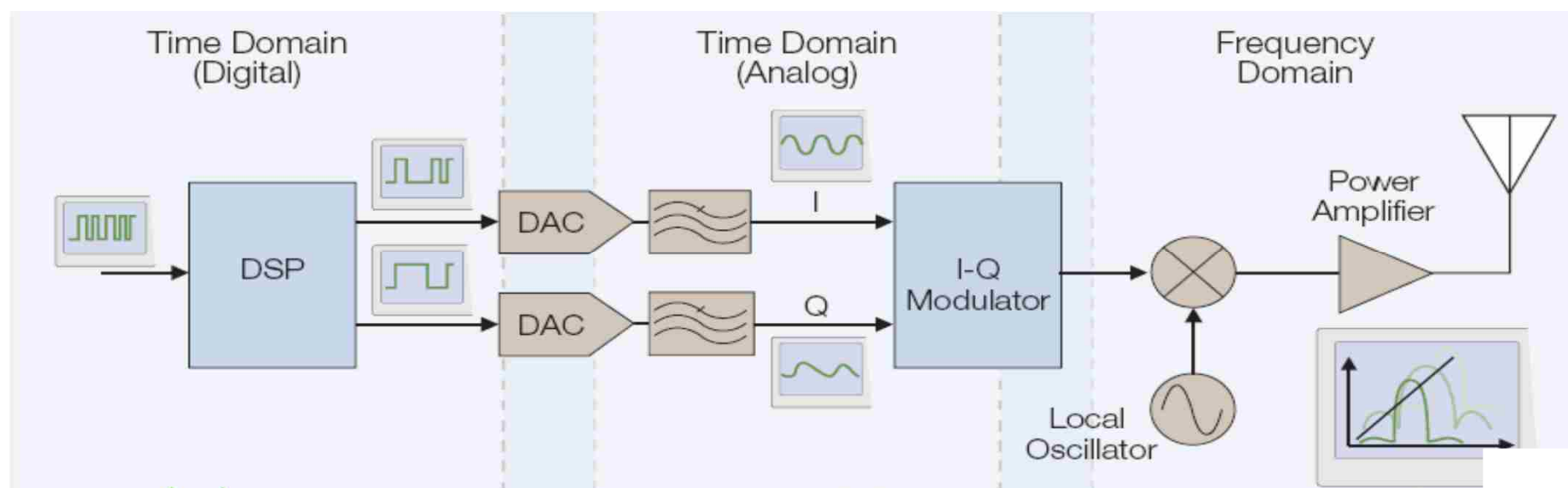


时间相关的多域显示



跨域分析的必要性

- 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



跨域分析的应用

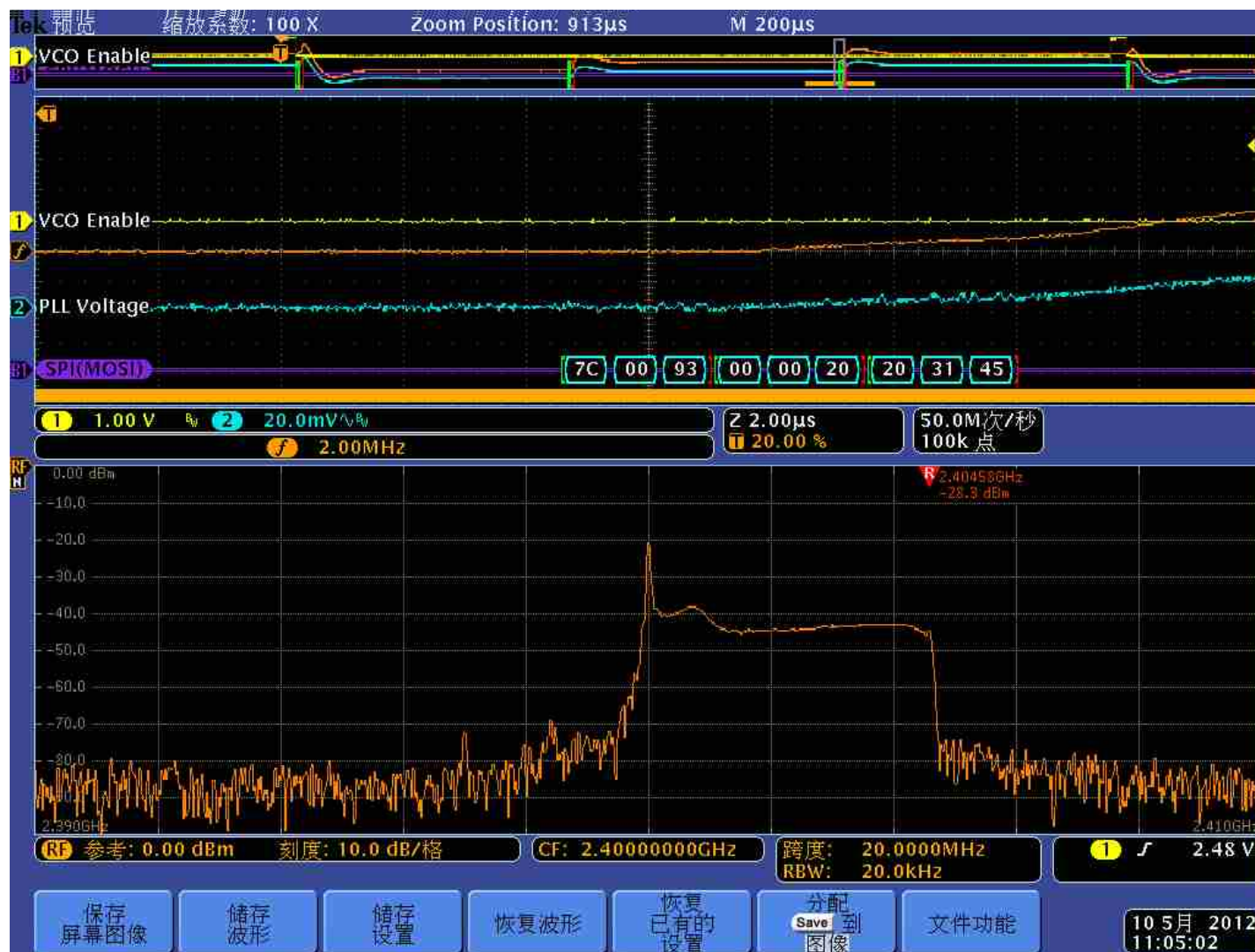


MDO混合域分析仪 ——更低价格，应对更多更广泛的应用

应用（低速案例）	MDO混合域分析仪的卖点与价值（配搭SignalVu与RSAVu）
RFID读写器	跟踪与验证整个读写过程，波形、频谱、调制、码型的交互
汽车钥匙	量测ASK频谱，进行解调解码，对比SPI命令，查看编程控制
无线POS机	量测POS机射频，对应通信标准进行解调解码，对比SPI命令
手机功放控制	查找功放系数亚稳态是否与控制线的传输时延相关
RFFE射频前端	查找射频前端在标准设换时的不稳定性，诊断电路间EMI干扰
无线功率开关	跟踪近、远端射频与功率开、关的过程，量测开关时间
NFC近场通信	跟踪13.56MHz的通信交易，波形、频谱、调制、码型的交互
无线充电	量测无线发射与接收机的交互，远端电源的稳压与充电过程
射频模块	各种WLAN、Zigbee、蓝牙模块与基带电路的交互，查找故障
机顶盒STB	跟踪TUNER IC锁定频道的过程，查找电路间EMI导致的不稳定
数码对讲机	量测开、关时刻的瞬态ACPR邻道功率比
ETC电子道路收费	跟踪发射与接收的过程，解调解码，对比SPI命令
红外激光驱动开关	检测光电转换驱动RF的过程，量测驱动时间

MDO混合域分析仪——更低价格，应对更多更广泛的应用

■ 验证各信号是否同步工作



MDO混合域分析仪——更低价格，应对更多更广泛的应用

- 提高数字射频系统编程及控制效率



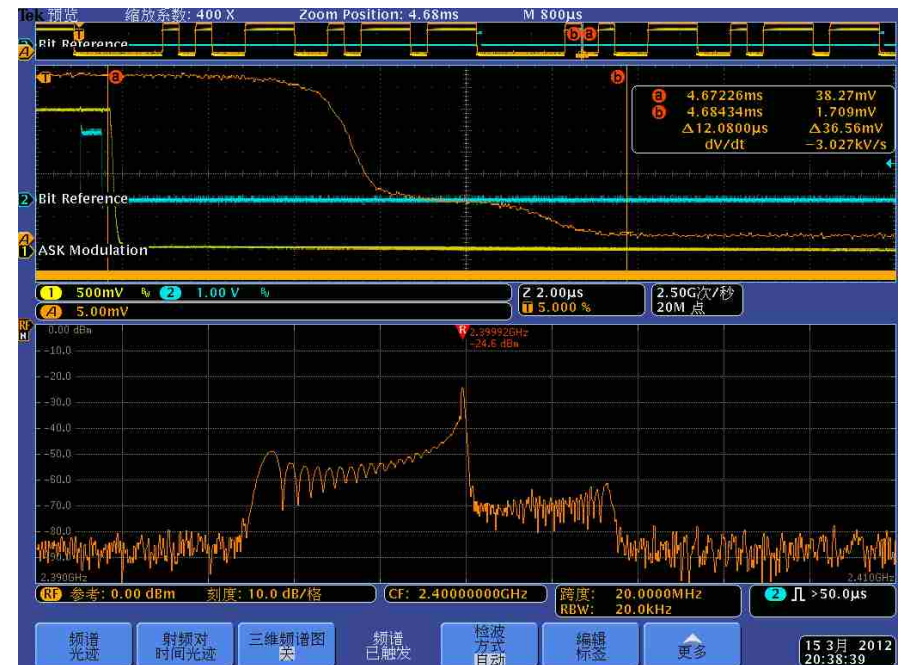
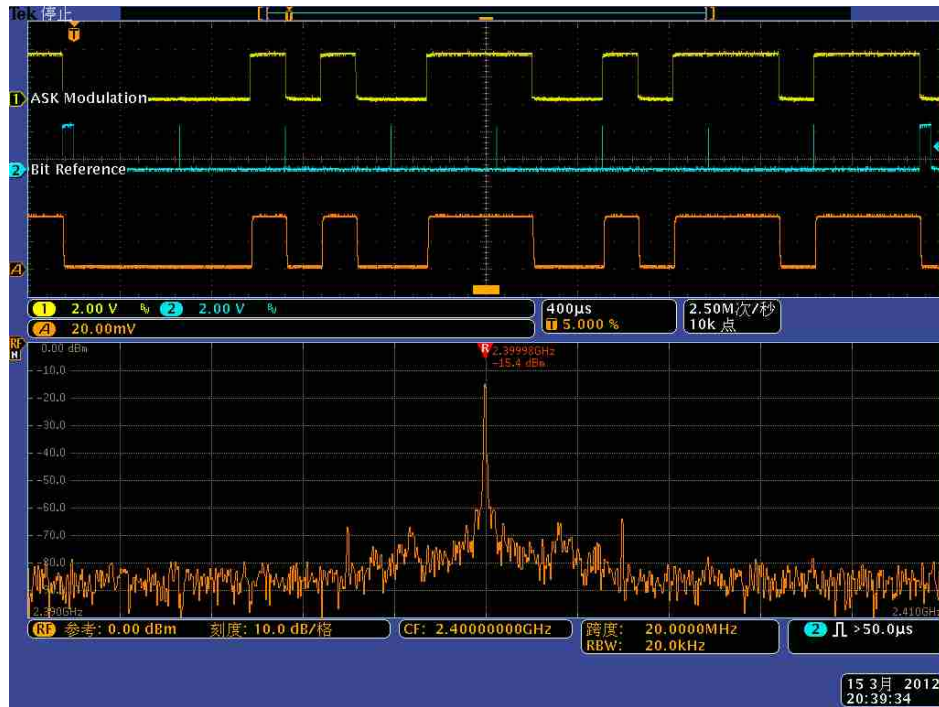
MDO混合域分析仪——更低价格，应对更多更广泛的应用

- 提高数字射频系统编程及控制效率



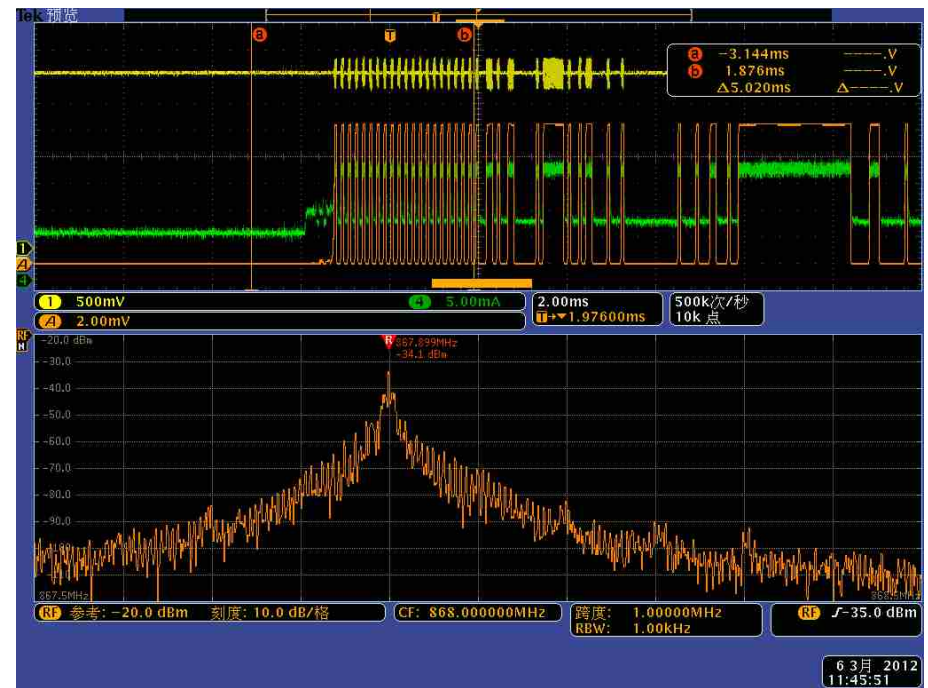
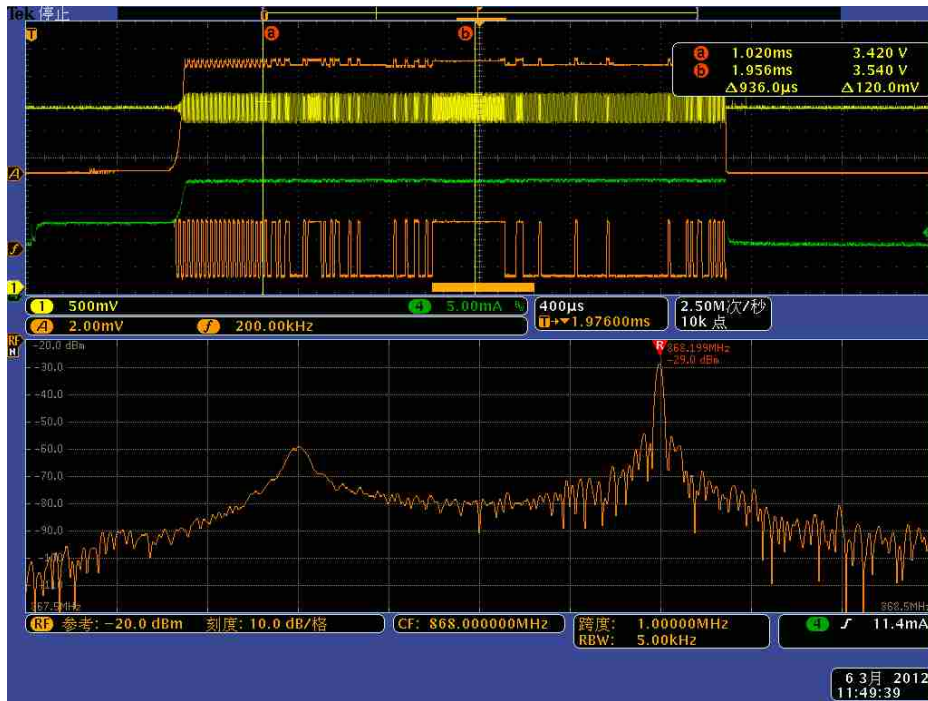
MDO混合域分析仪——更低价格，应对更多更广泛的应用

■ 查找系统潜在的问题

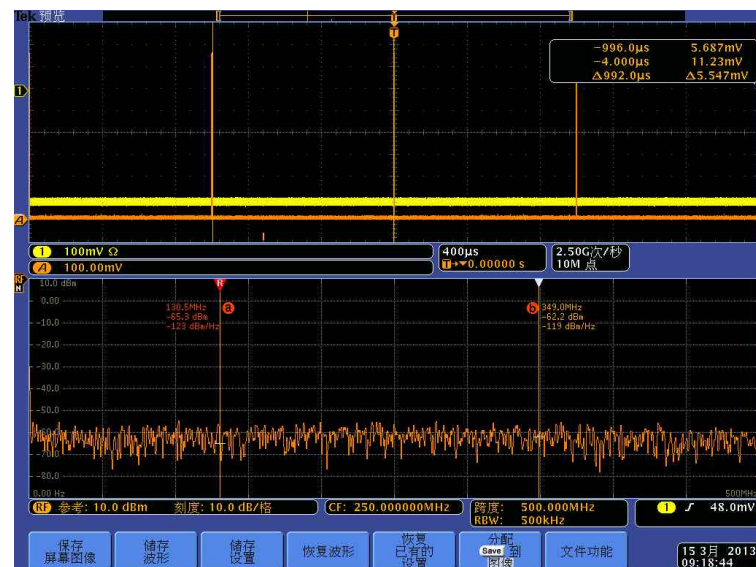
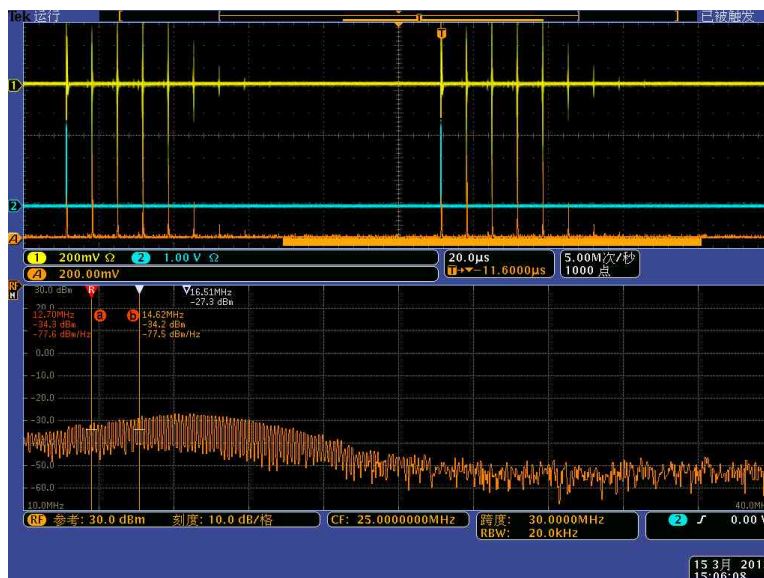
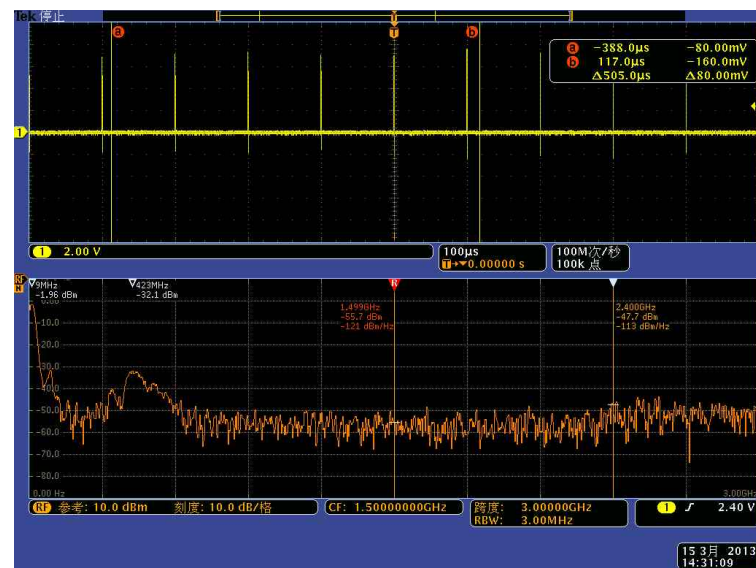
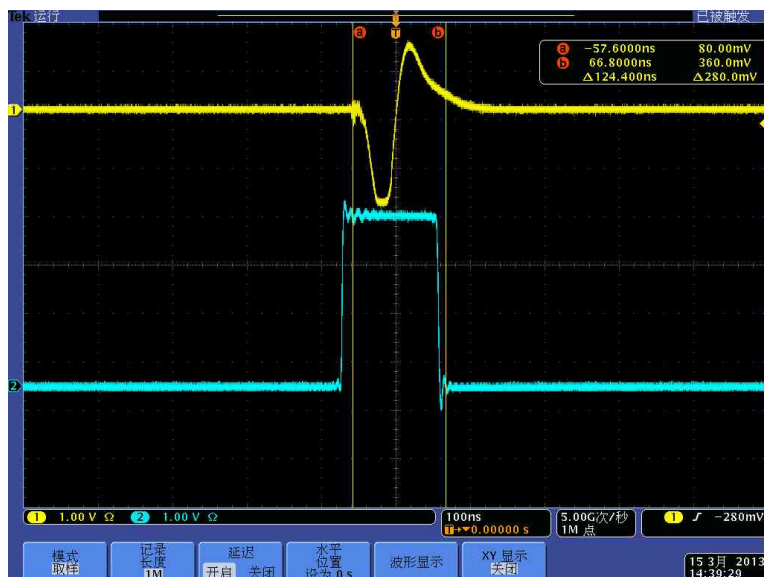


MDO混合域分析仪 ——更低价格，应对更多更广泛的应用

■ 查找数字射频系统中的噪声



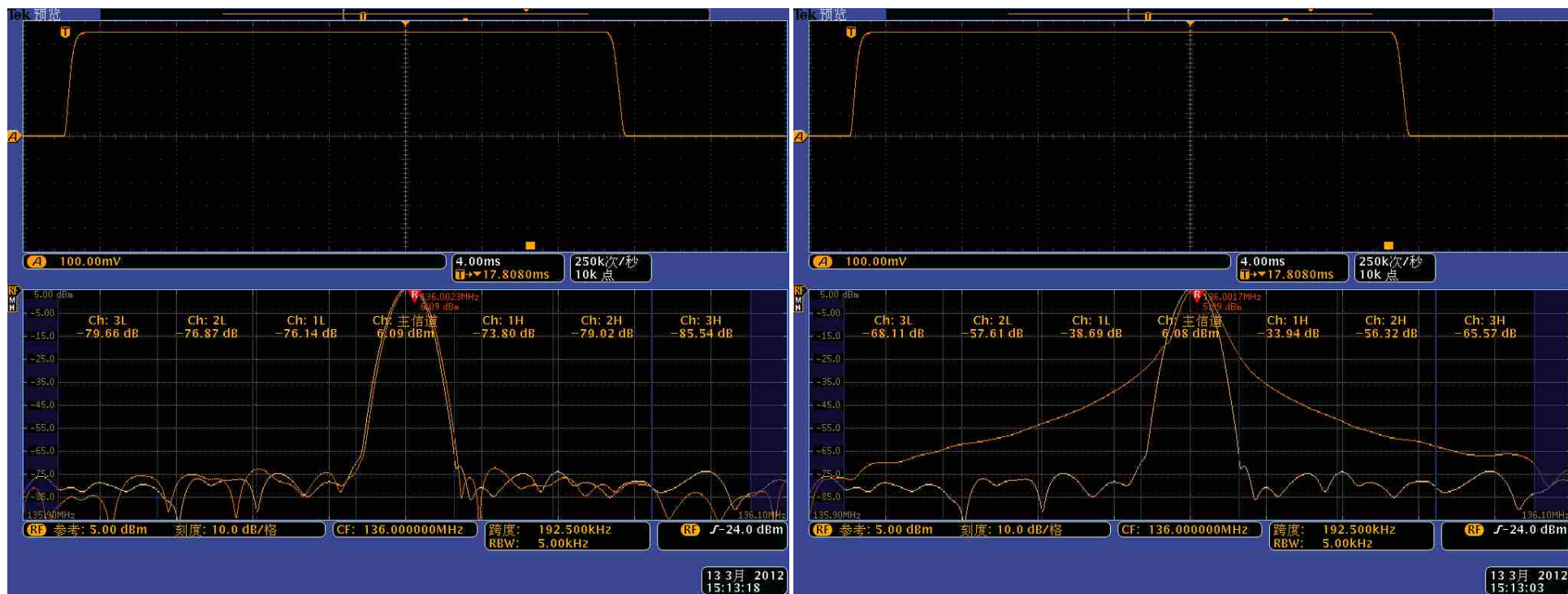
MDO混合域分析仪——更低价格，应对更多更广泛的应用



超声波测试应用

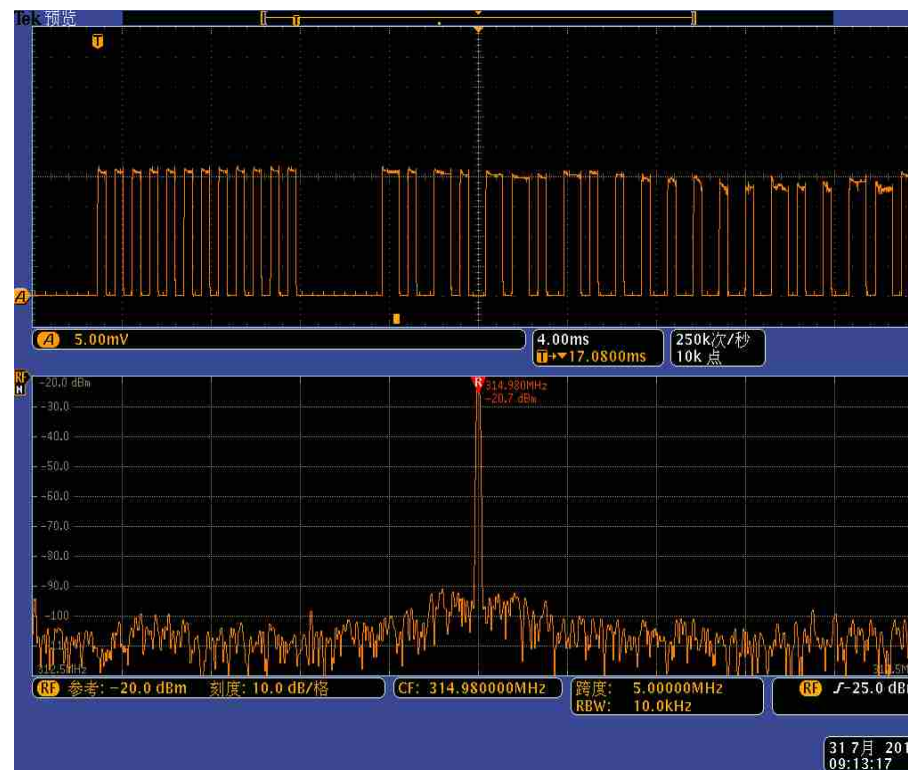
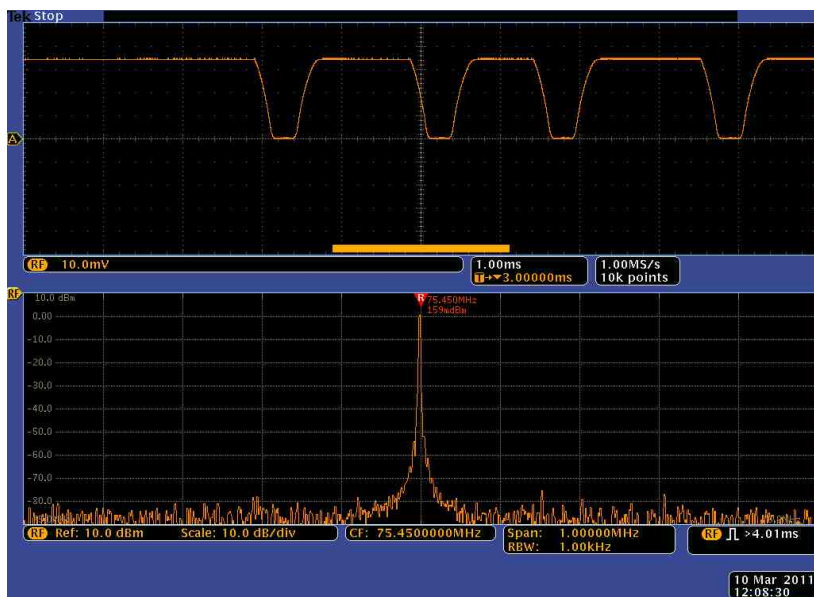
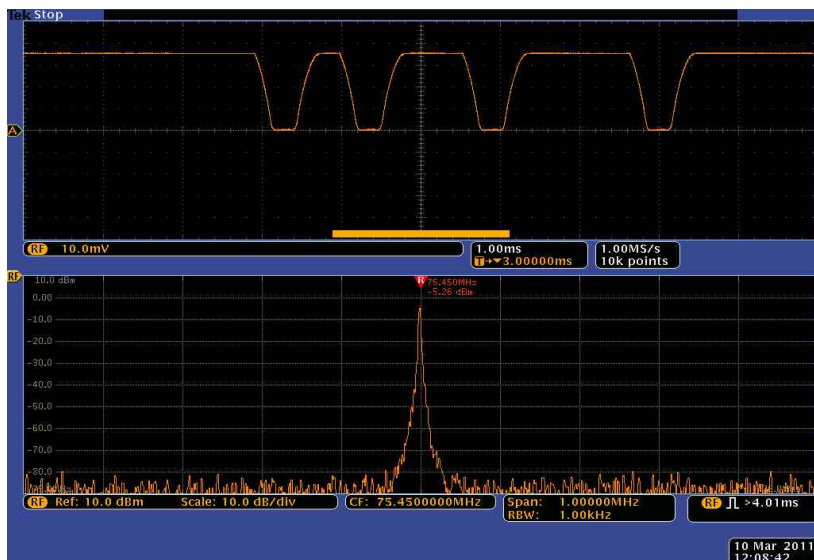
Tektron

MDO混合域分析仪——更低价格，应对更多更广泛的应用



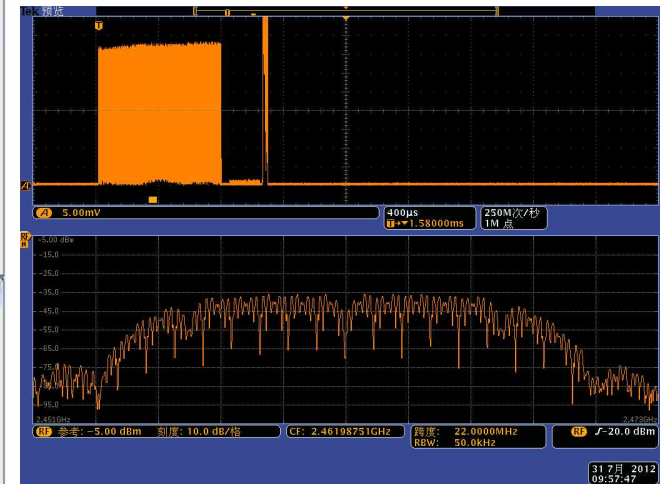
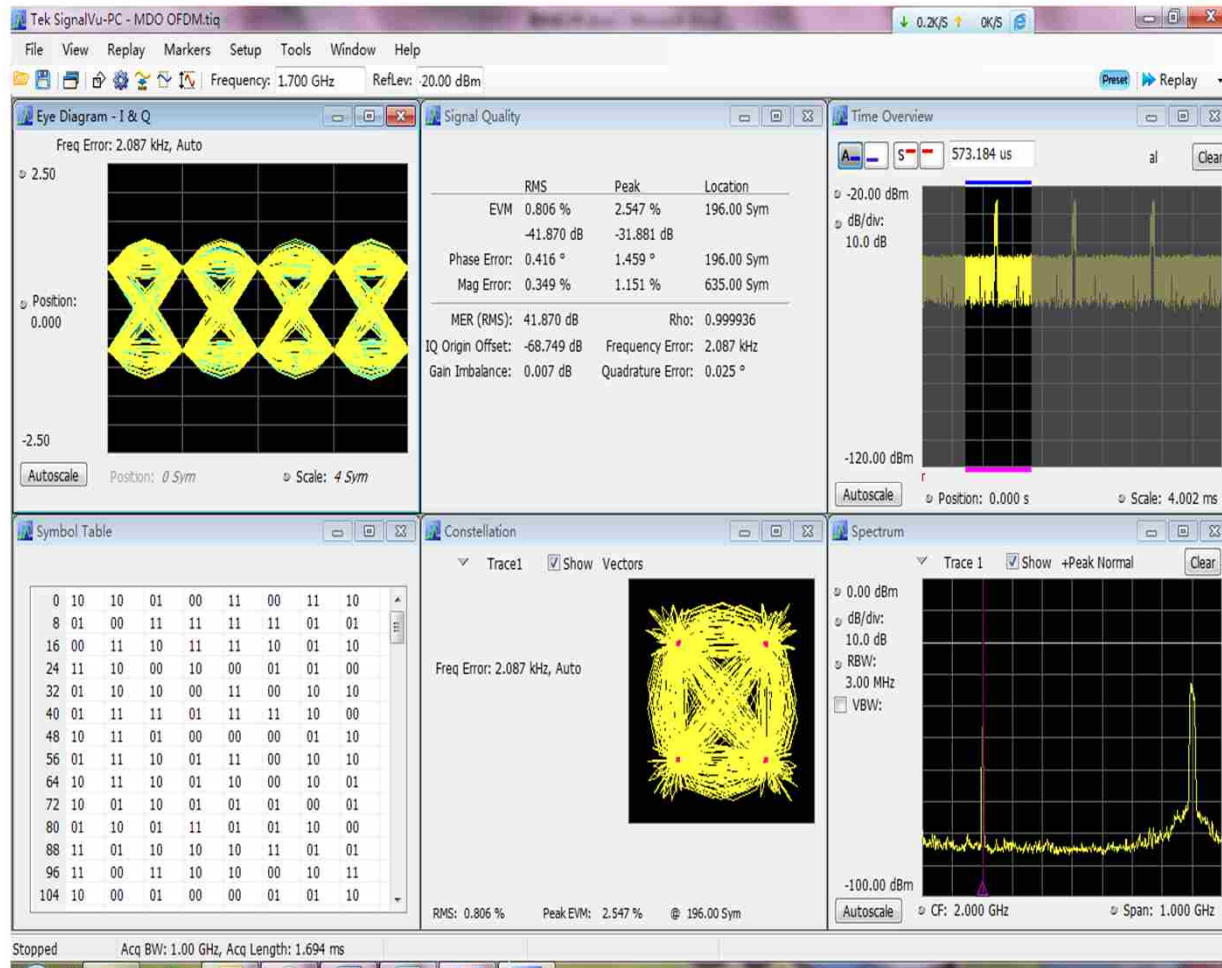
TDMA 瞬态 RF 指标测试

MDO混合域分析仪 ——更低价格，应对更多更广泛的应用



遥控设备、胎压监测、安防、起搏器

MDO混合域分析仪——更低价格，应对更多更广泛的应用

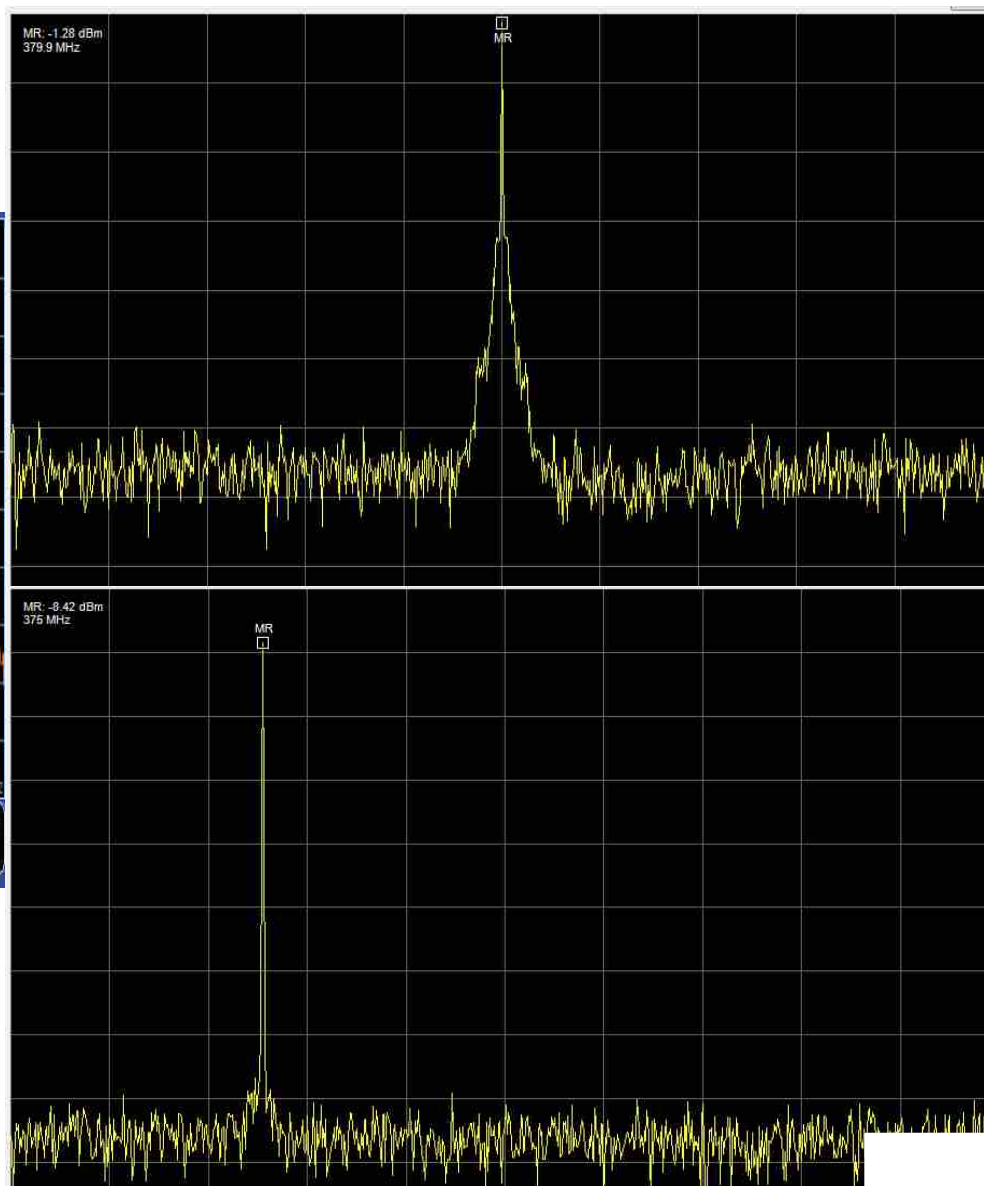
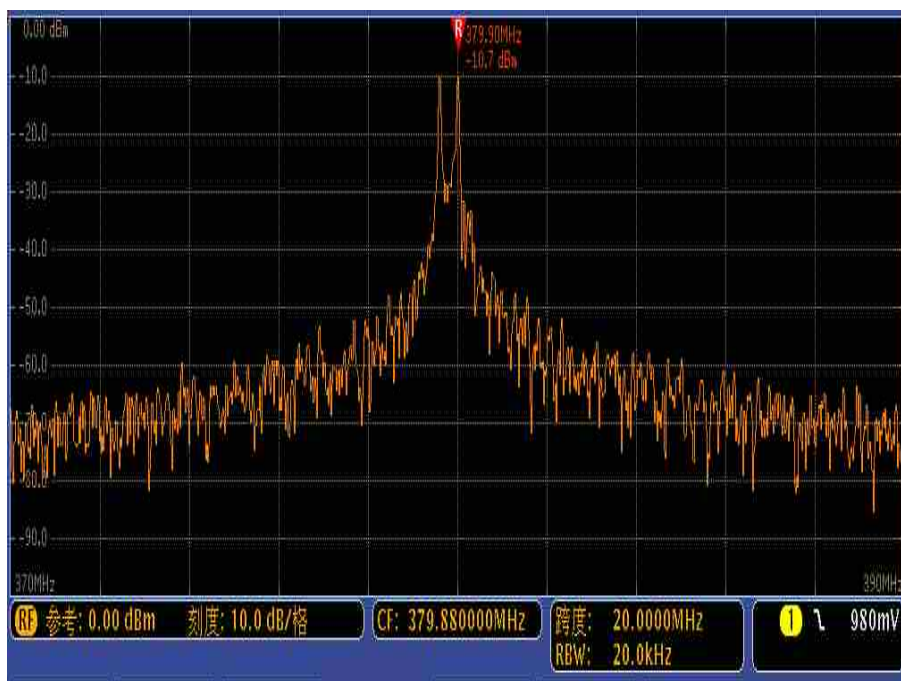


WIFI 测试

Tektron

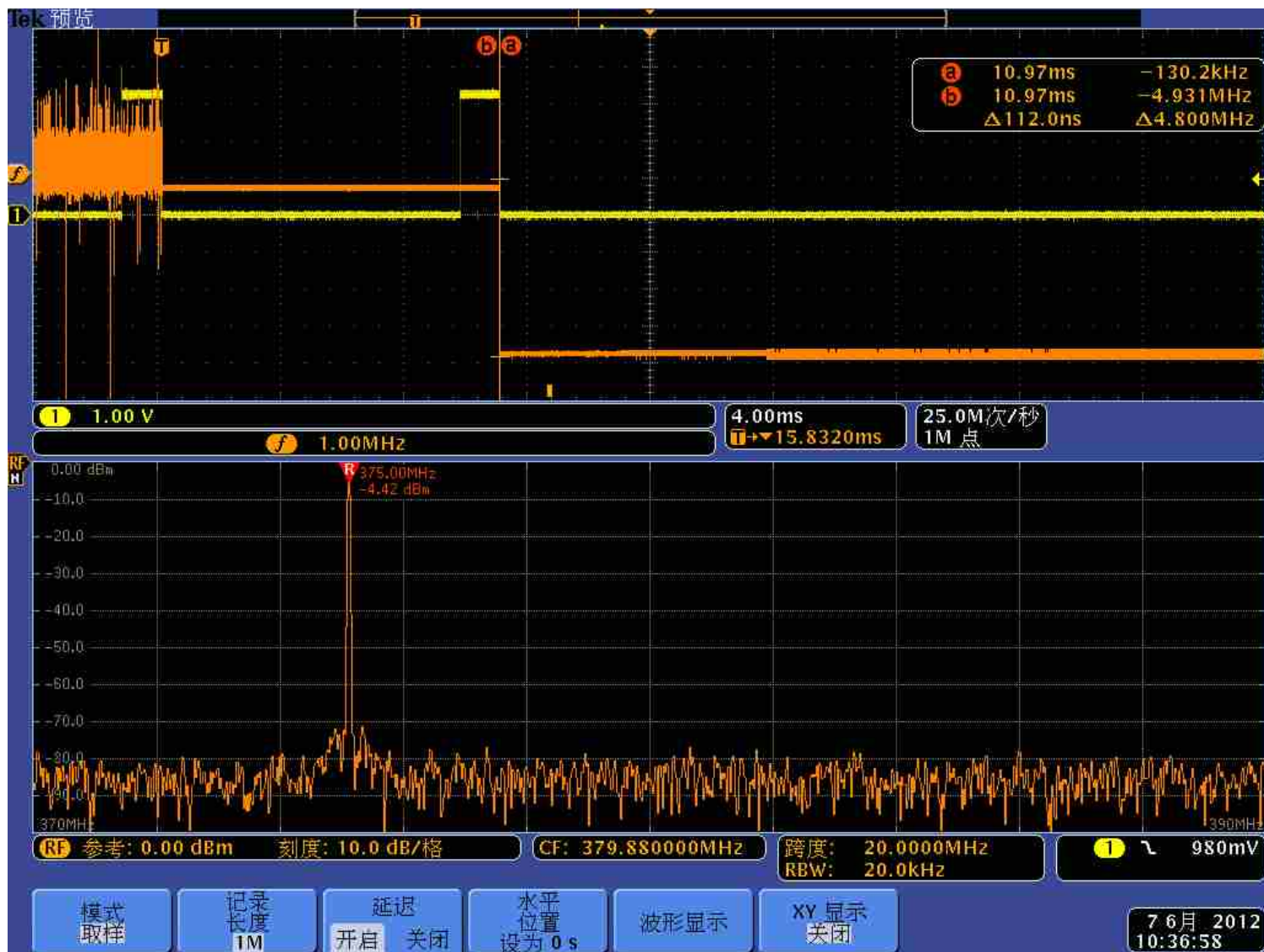
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 跨域的调制域分析



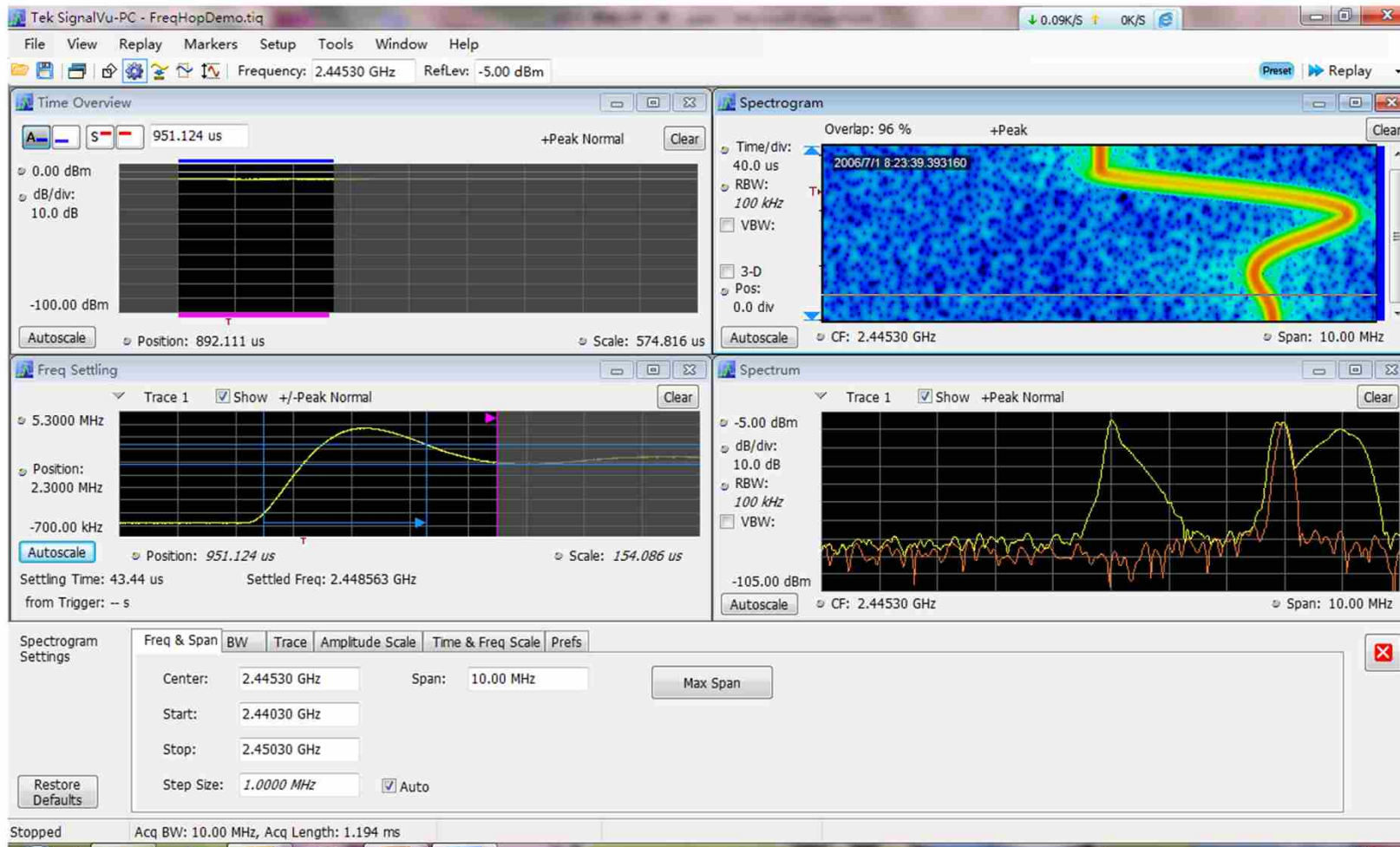
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

■ 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



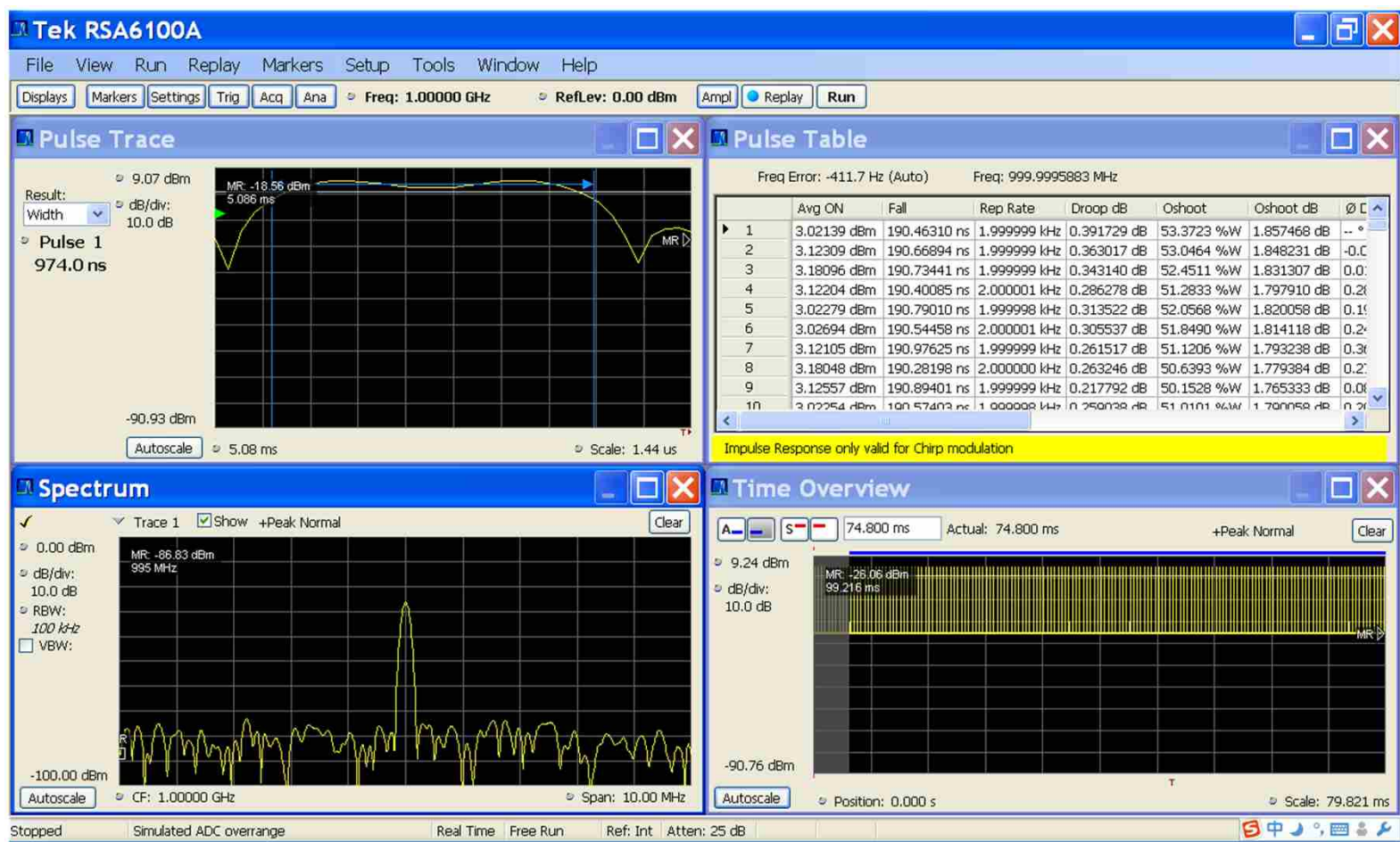
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

■ 跨域的调制域分析



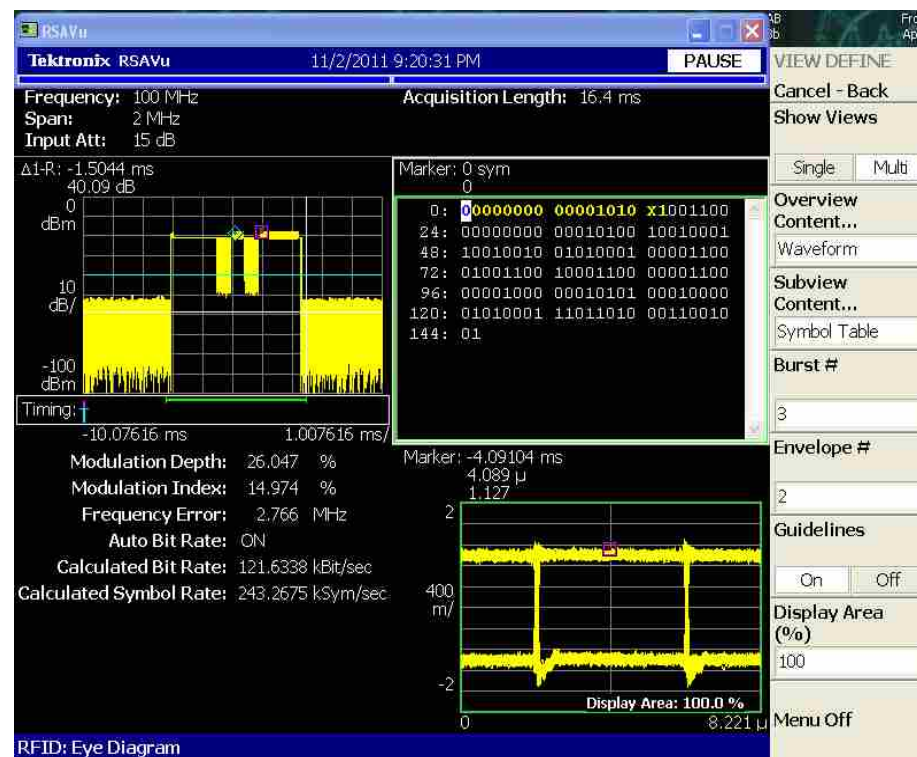
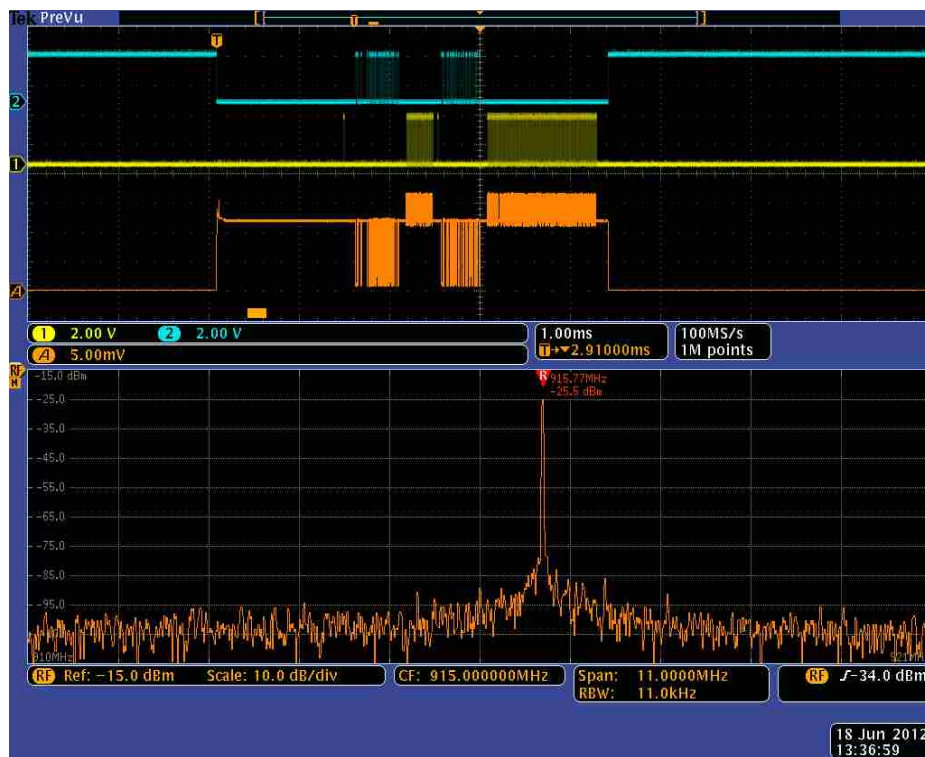
跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 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

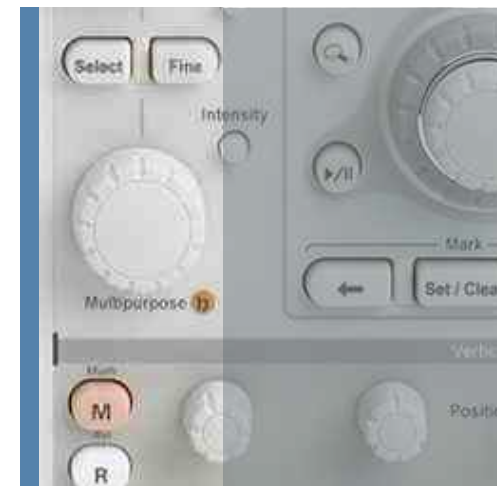


跨域分析能为数字射频系统调测带来什么？

- 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

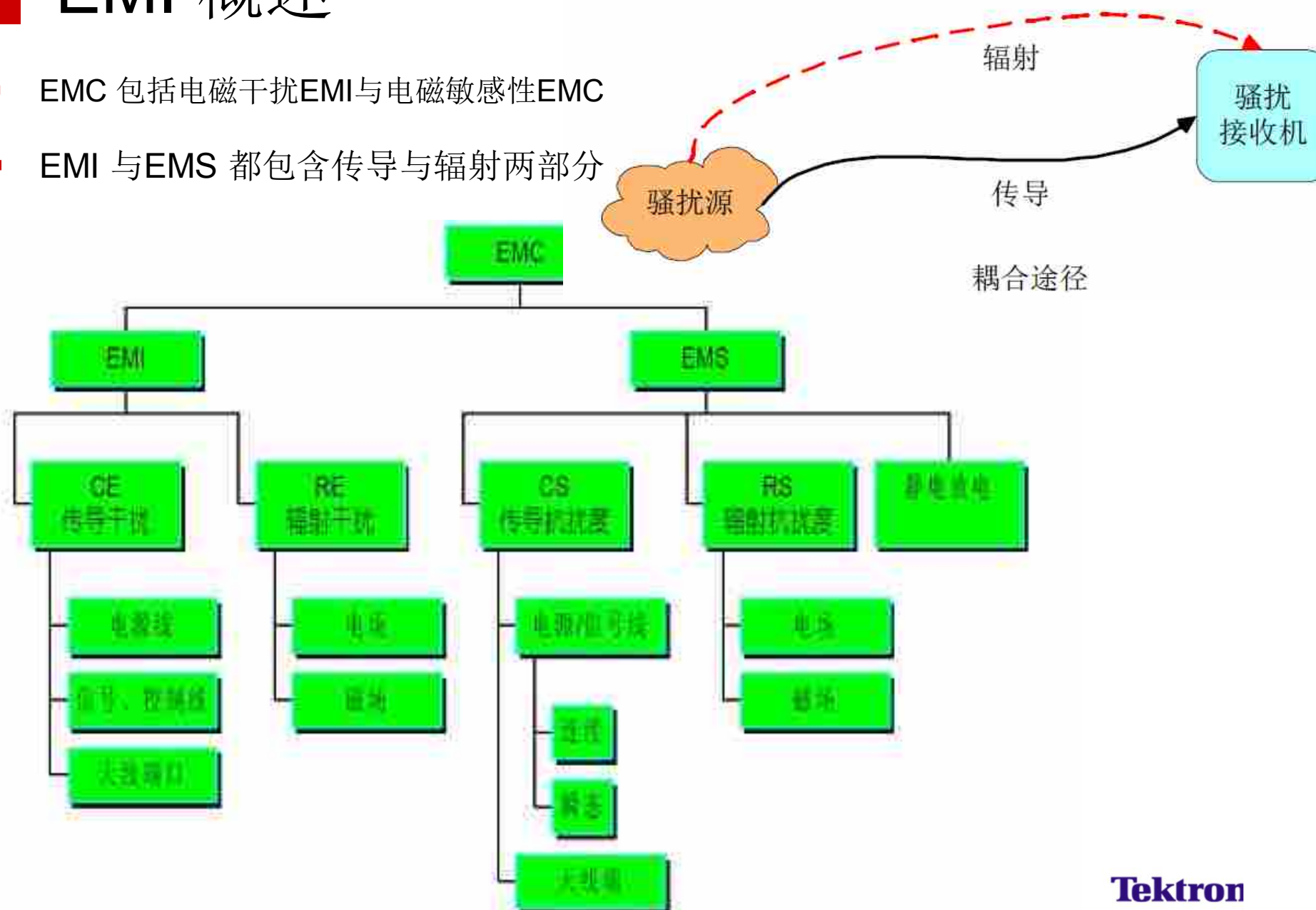


跨域分析在EMI诊断中的应用



EMI 概述

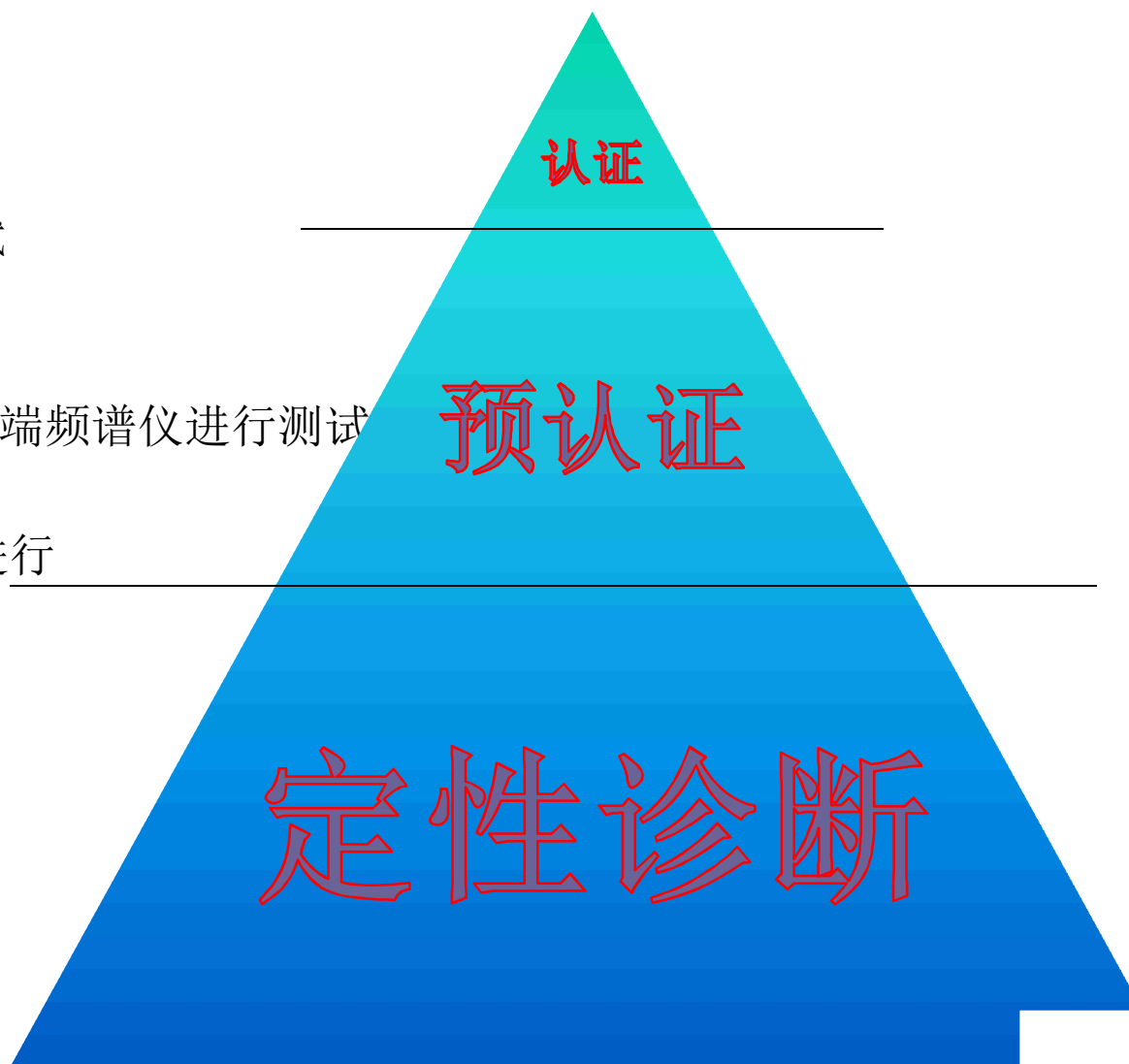
- EMC 包括电磁干扰EMI与电磁敏感性EMC
- EMI 与EMS 都包含传导与辐射两部分



EMI 概述

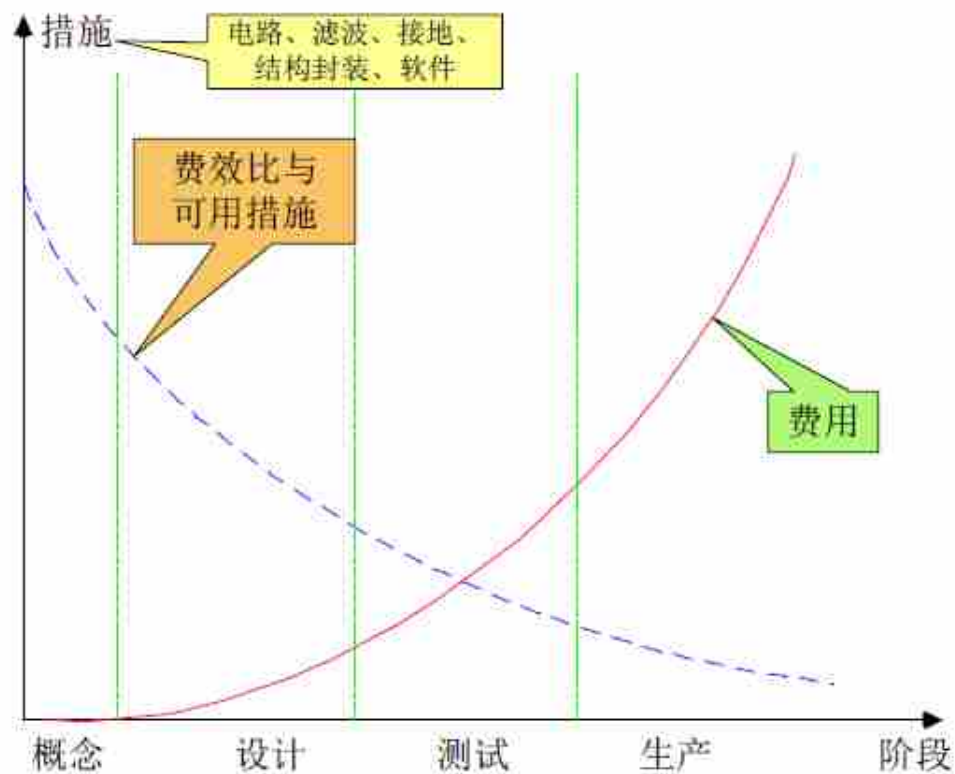
EMI 测试分类

- 定性诊断
 - 应用场合最多
 - 通常用一般频谱仪测试
- 预认证测试
 - 验证前进行
 - 专用EMI接收机或高端频谱仪进行测试
- 认证
 - 在专业认证实验室进行



EMI 概述

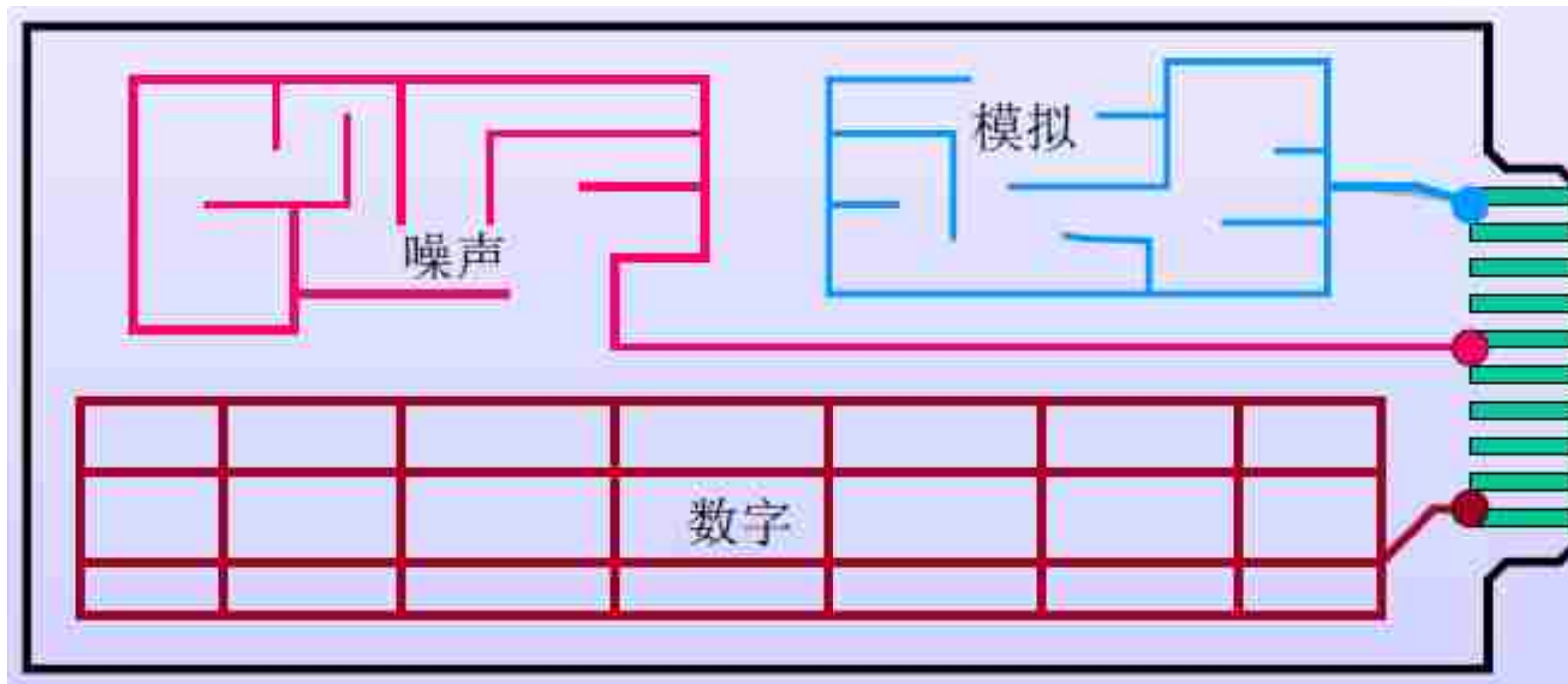
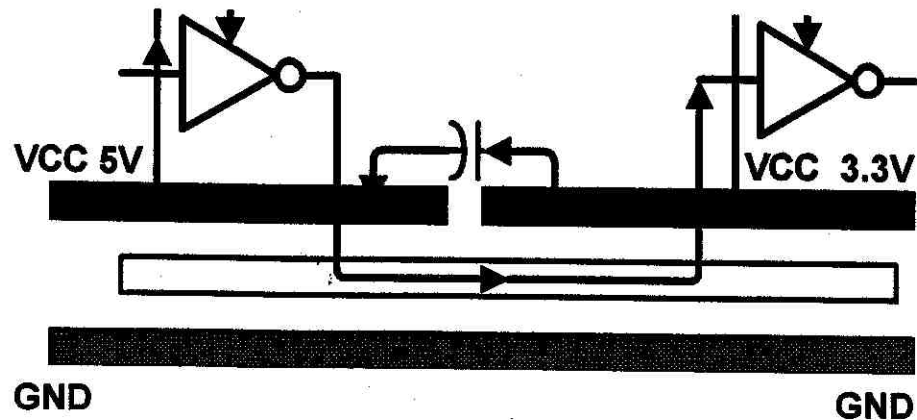
- EMI 诊断测试频率最高
 - EMC 验证不合格时需检查问题所在
 - 设备出现自身干扰，影响整机性能
 - 设计、开发过程需多次试验
 - 单板EMI诊断
 - 整机EMI诊断



EMI 概述

■ EMC 设计

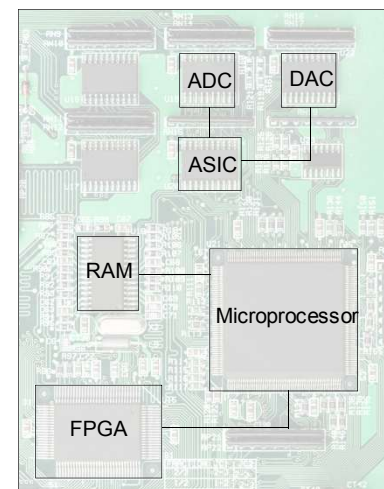
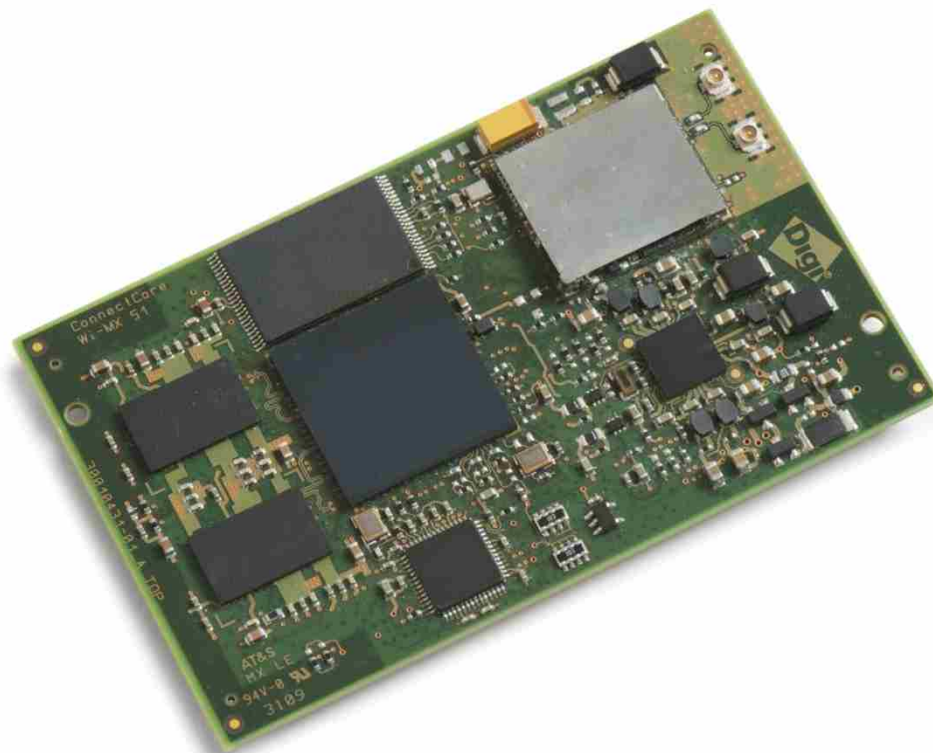
- 接地 (Grounding)
- 屏蔽(Shielding)
- 滤波(Filtering)
- 内部设计 (PCB板)



EMI 概述

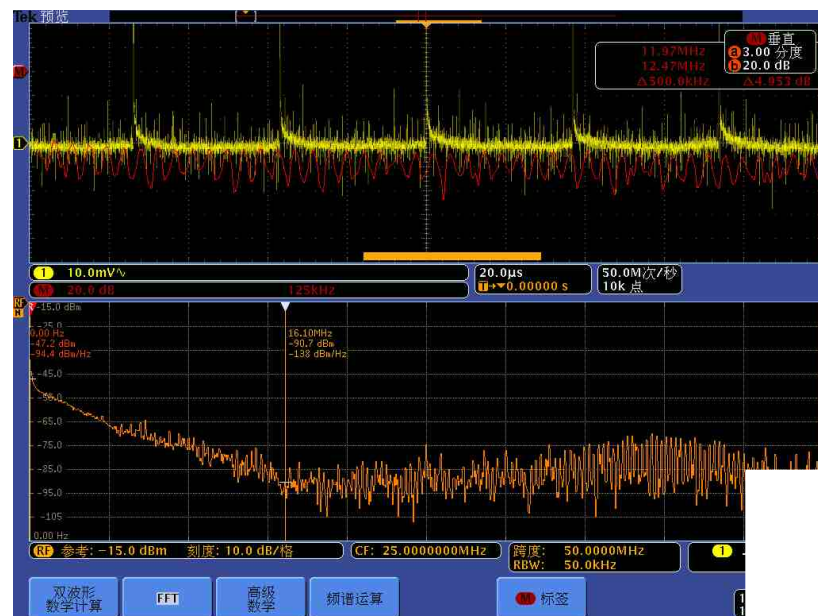
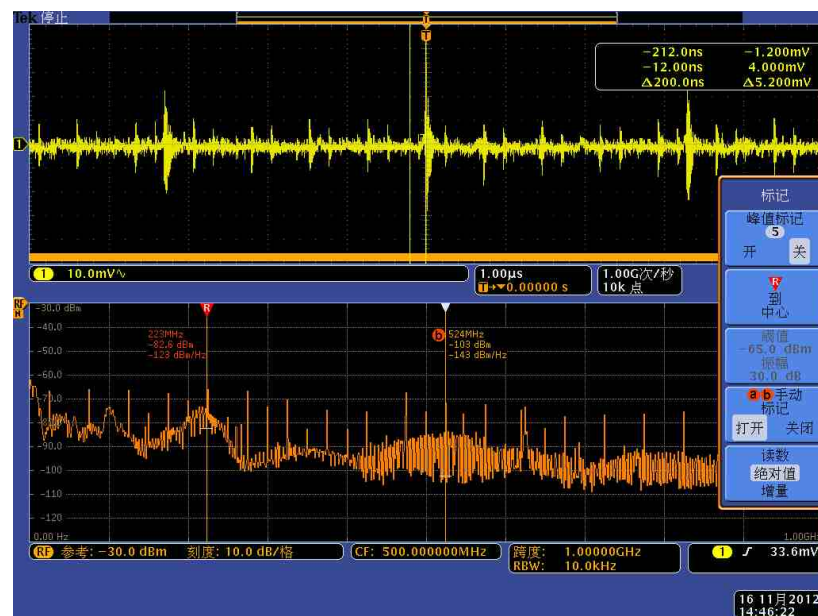
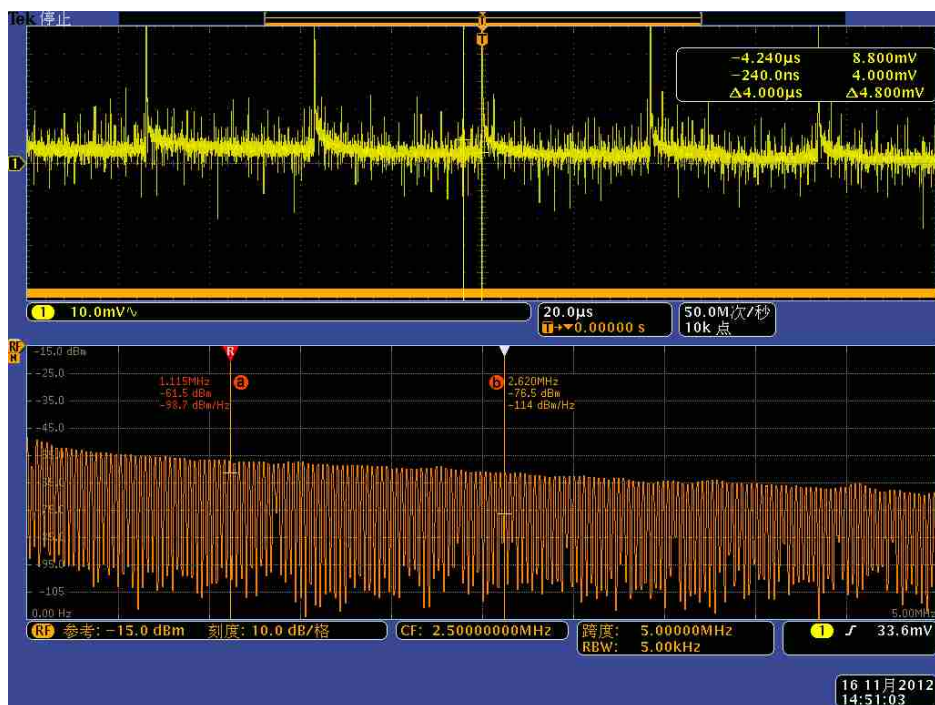
■ PCB板中EMI主要问题

- 开关电源
 - 开关频率与谐波
 - 负载相关辐射
 - 越来越普遍
- 接地
 - 集成度越来越高
 - 各种地交错
- 时钟与数据
 - 速率高、边沿陡
 - 接口高频辐射增加
 - 频谱展宽
 - 传输线辐射增加
 - 数据突发
 - EMI大小随时间突发
- 谐振
 - 插接件
 - 布线
 - 屏蔽
- 嵌入式射频
 - 射频信号对控制信号的干扰增多



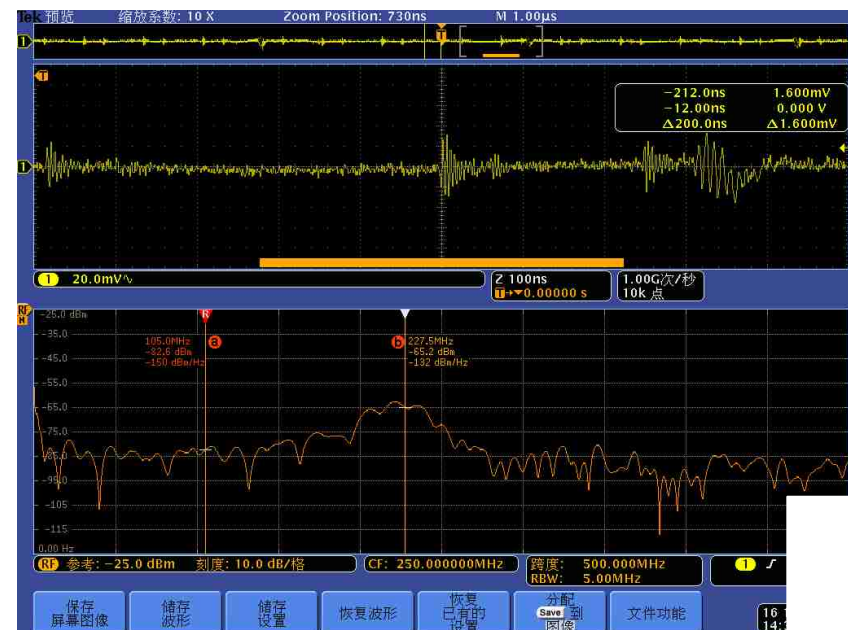
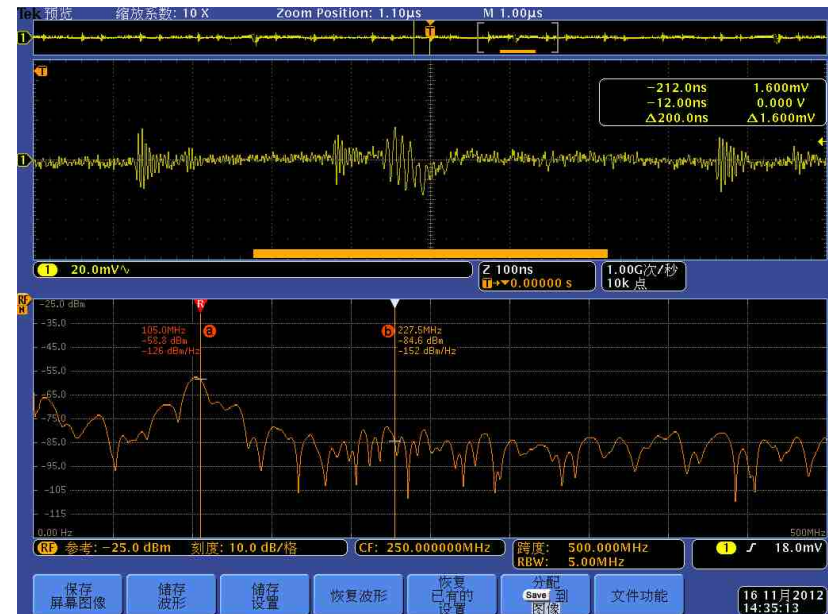
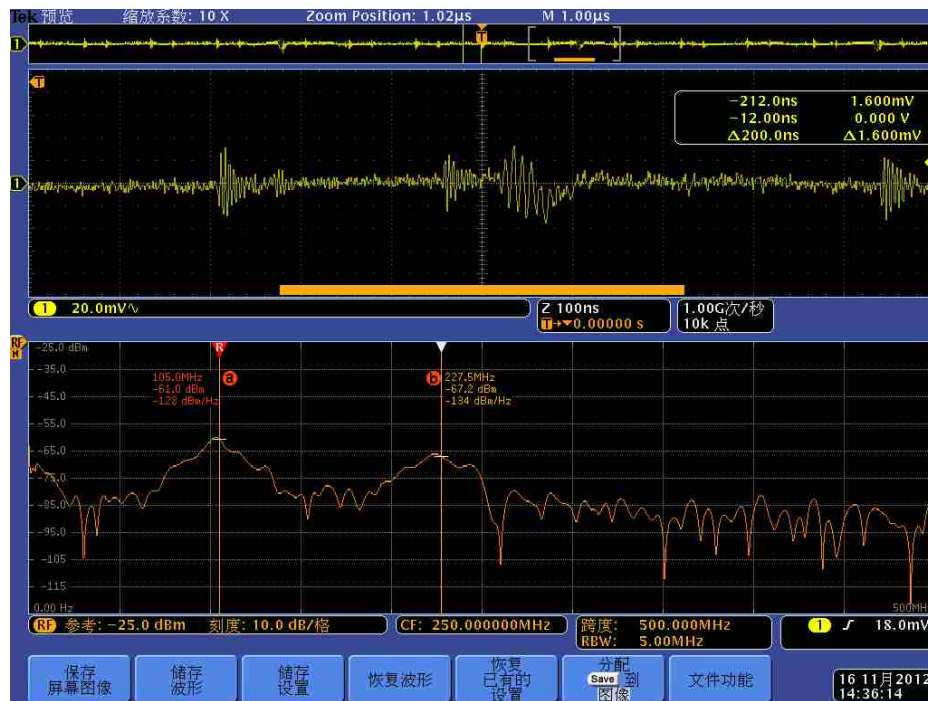
跨域分析在PCB板EMI诊断中的应用

- 开关电源造成的EMI
 - 传统用示波器FFT进行分析
 - 跨度受限
 - 为采样率的一半
 - 频谱仪更直观，跨度随意调整



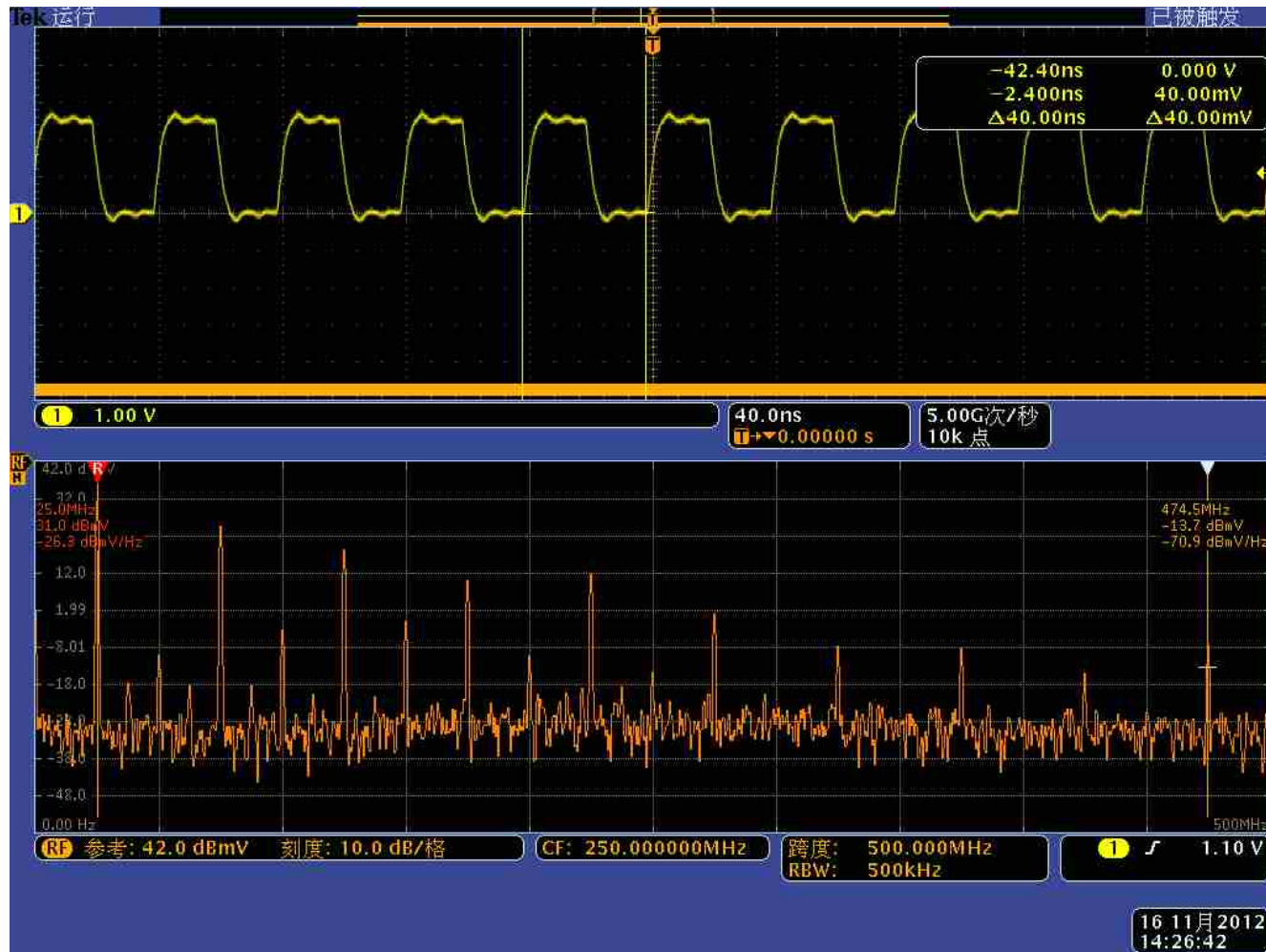
跨域分析在PCB板EMI诊断中的应用

■ 地线上的EMI诊断



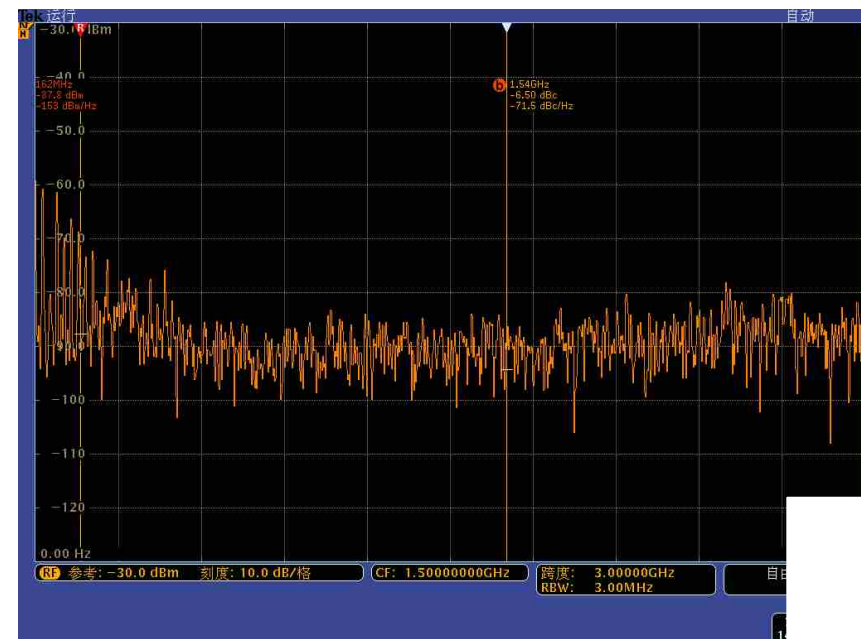
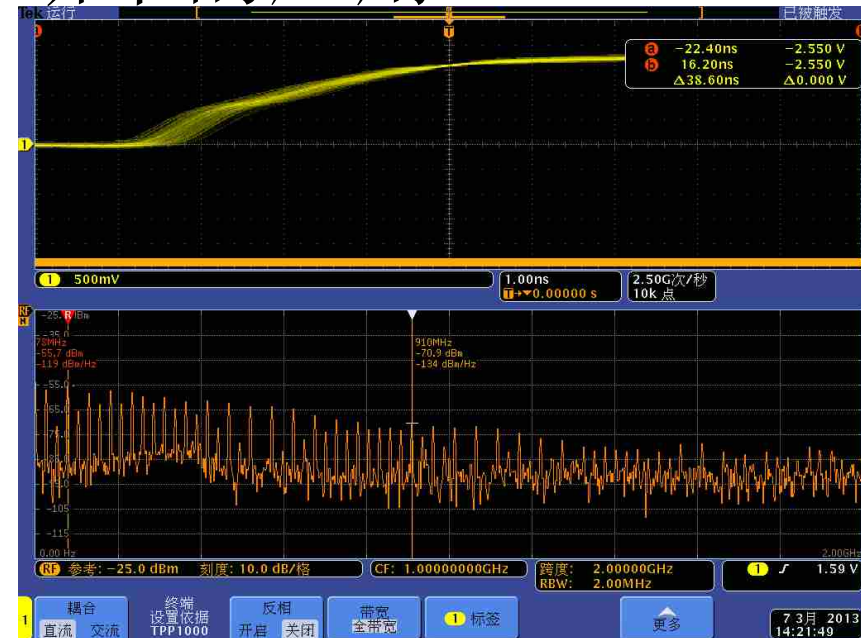
跨域分析在PCB板EMI诊断中的应用

■ 时钟的谐振引起的EMI问题



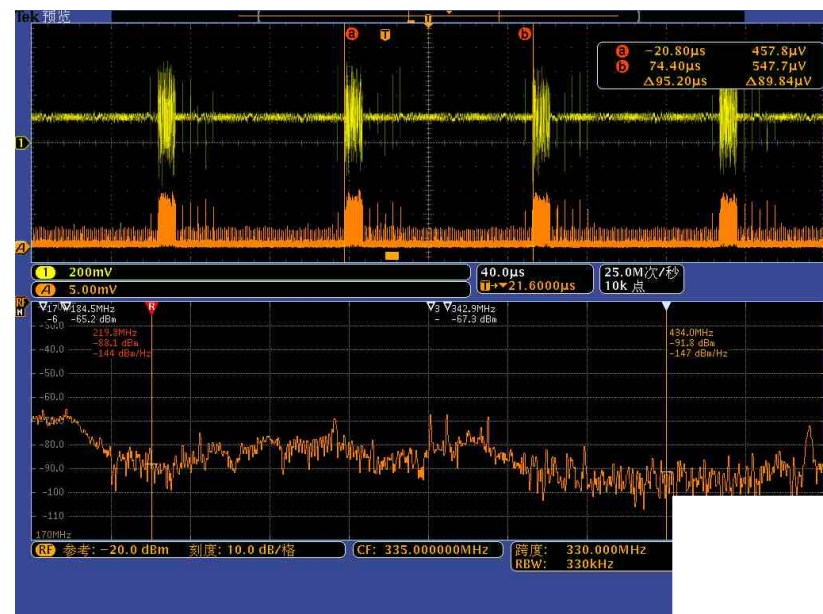
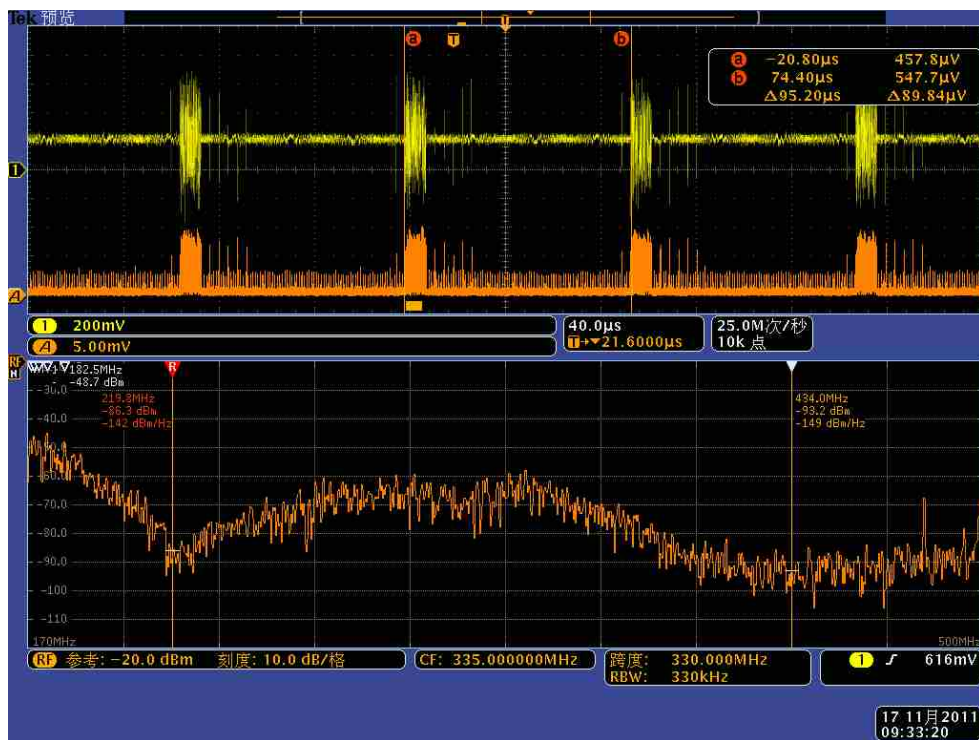
跨域分析在PCB板EMI诊断中的应用

■ 时钟抖动引起的EMI问题



跨域分析在PCB板EMI诊断中的应用

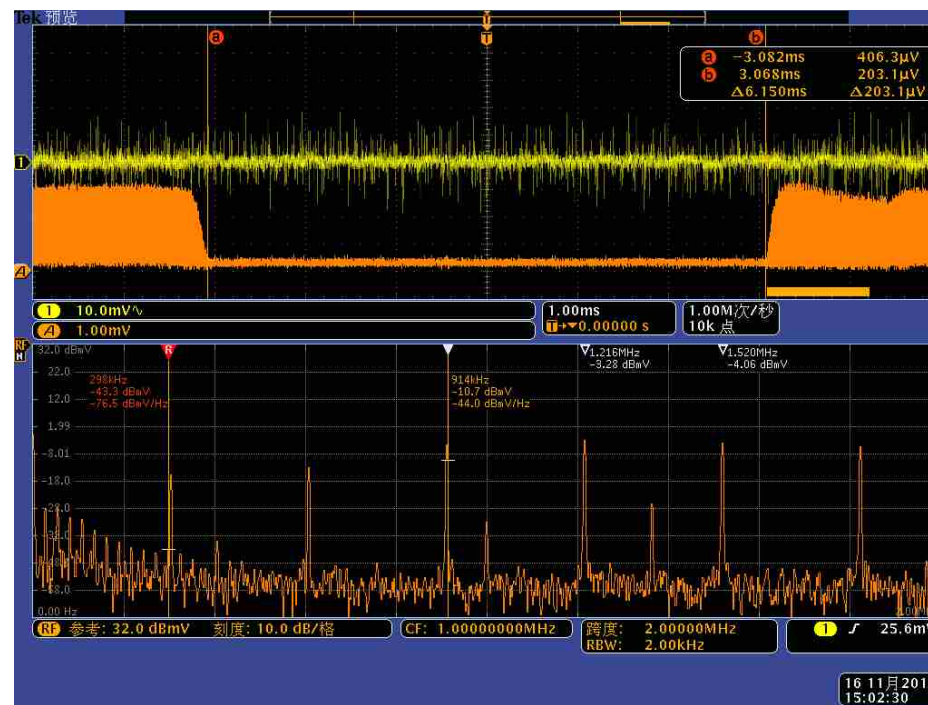
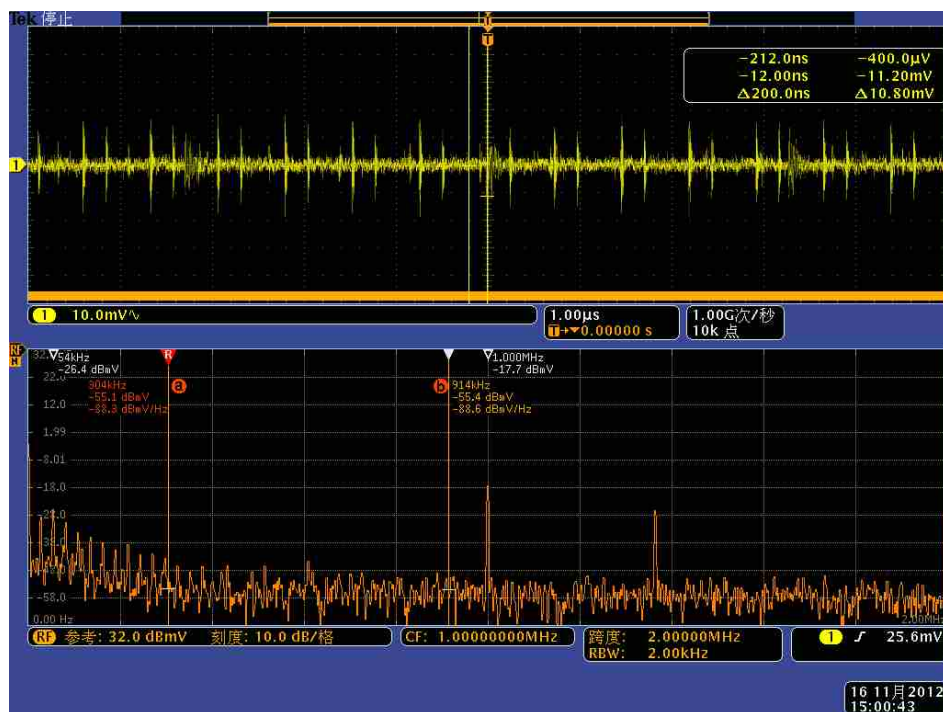
■ 高速数据引起的EMI



跨域分析在PCB板EMI诊断中的应用

■ 混合EMI

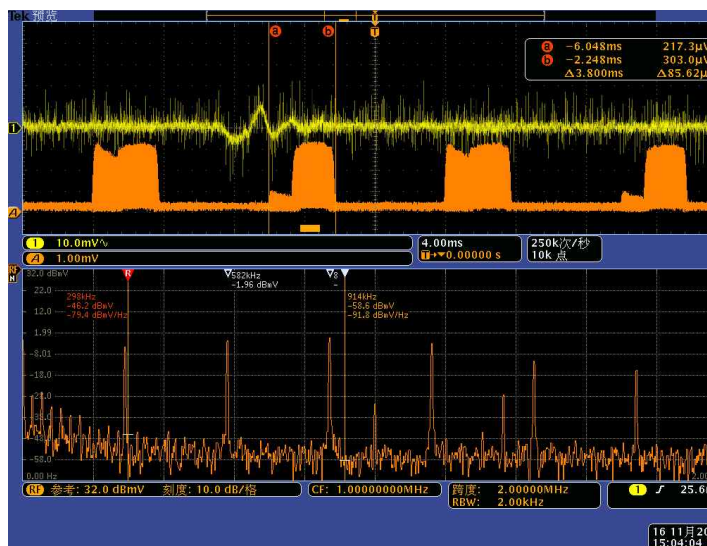
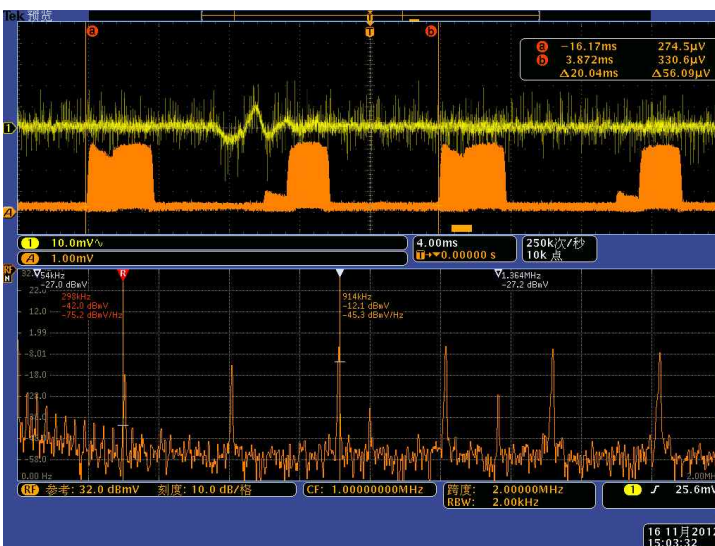
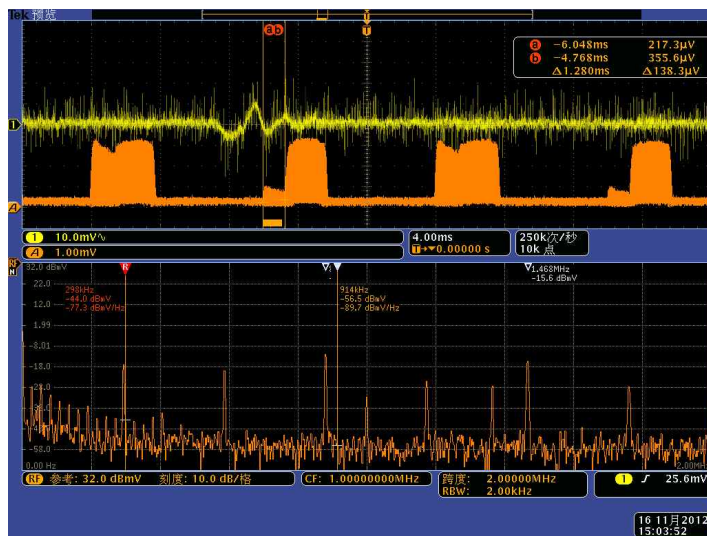
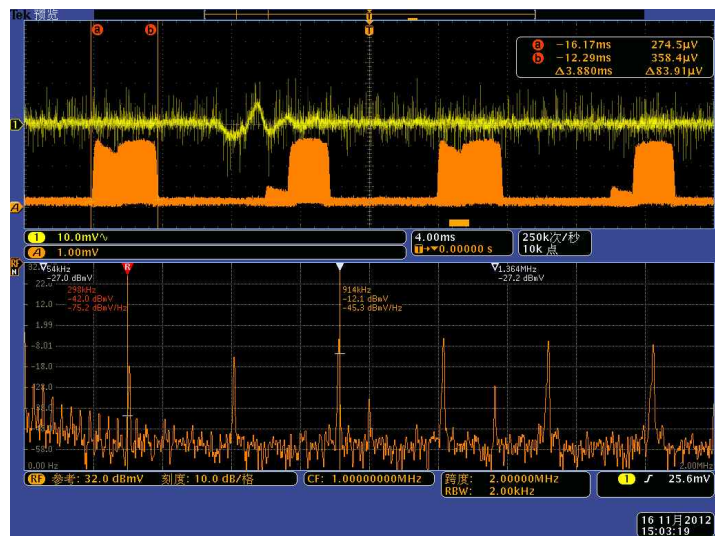
— 由开关电源及高速数据串扰共同引起



跨域分析在PCB板EMI诊断中的应用

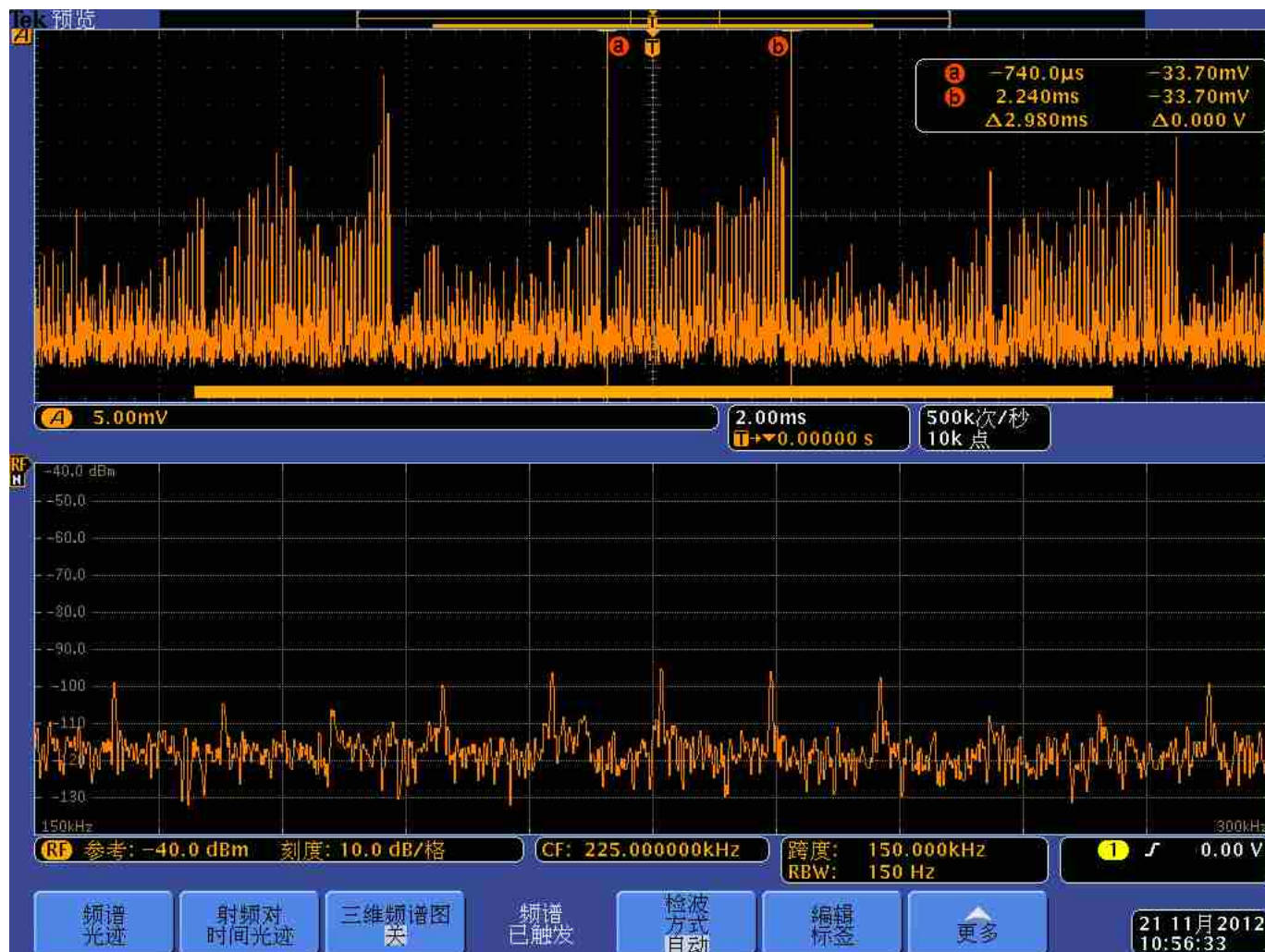
■ 混合EMI

— 由开关电源及高速数据串扰共同引起



跨域分析在PCB板EMI诊断中的应用

- 其它射频信号的串扰



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

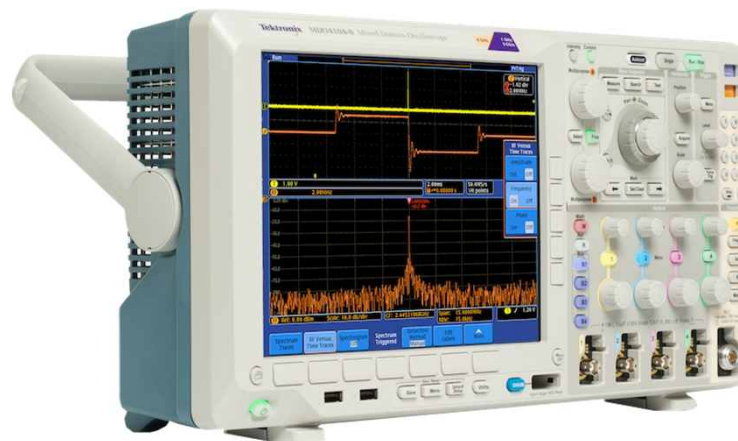
- MSO4000B 示波器为核心
- 基本通用频谱分析仪为扩展



Ъ

a

- 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



The Tektronix logo is displayed in a large, dark blue, serif font. A red diagonal line is positioned below the 'x'.