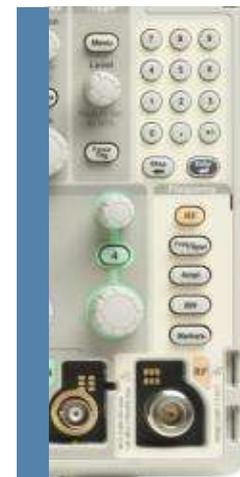


混合域分析技术满足未来的测试挑战



泰克科技 - 王跃伟

Yuewei.wang@tek.com



内容

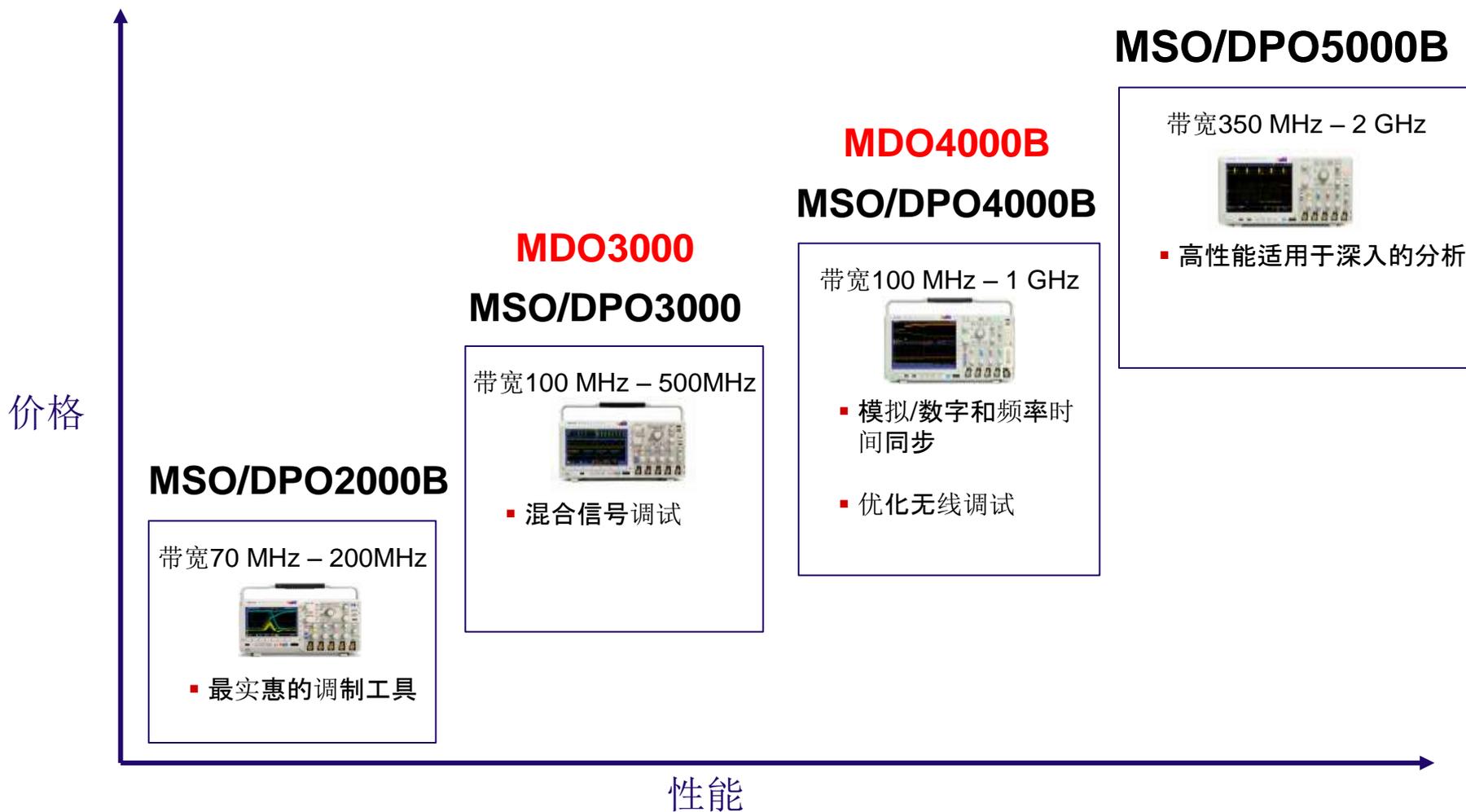
- 泰克公司在主流示波器发展中的创新历程
- 混合域时代的测试需求与挑战
- 泰克推出 **MDO3000** 可定制混合域示波器
 - 产品简介
 - 创新技术
- **MDO4000B**混合域相关分析的创新平台
 - 混合域相关分析的应用
 - 最新的**802.11AC**测试方案
- **MDO**将成为主流产品
 - **MDO3000** 与**MDO4000B**
- **LED**的测试方案



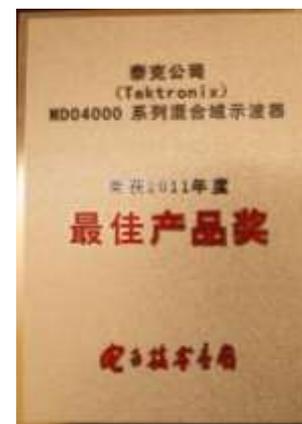
泰克公司在主流示波器发展中的创新历程



泰克公司主流示波器



泰克公司创新推出的MD04000已经获得多个创新大奖



混合域时代的测试需求与挑战

射频无处不在 - 混合域分析的驱动力

- 无线正融入嵌入式设备
 - 2011年，售出超过10亿台使用无线网络的设备
 - 2015年，预计售出20亿台带Wi-Fi功能的设备
 - 40%的嵌入式设计项目包括某种形式的无线功能¹
 - 25%的示波器用户，每周多次使用频谱分析仪²



优胜者能够提供真正的混合信号解决方案

(模拟+数字+射频)

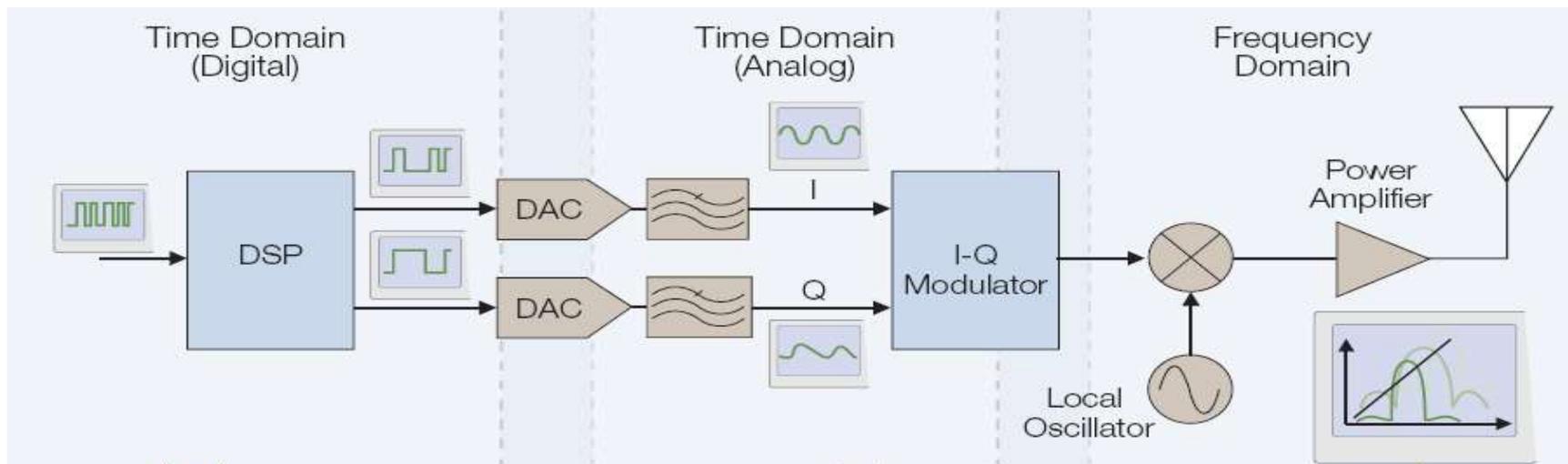
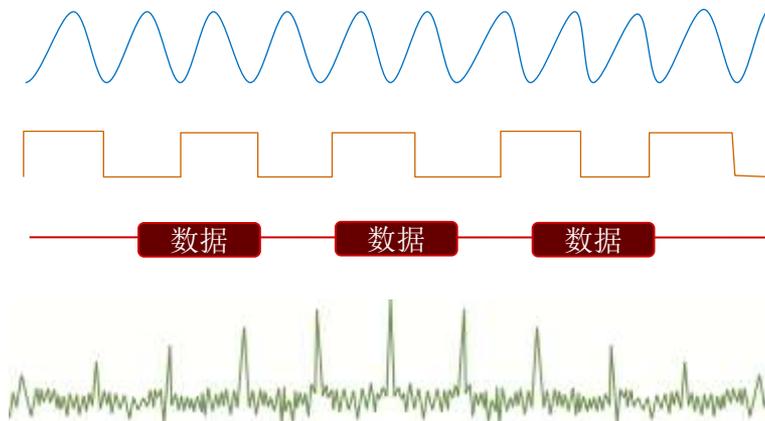
注1：嵌入式市场研究，2013

注2：泰克公司市场调查，2012

今天的嵌入式系统

射频无处不在

模拟、数字、总线与射频信号同时存在，相互关联



今天的嵌入式系统

■ 射频无处不在

- 电脑
- 手机
- 数码相机
- 公交收费系统
- 门禁系统
- ETC
- 传感系统
- 汽车电子
- 安防系统
-
- 物联网
- 通讯系统



■ 射频通信标准繁多

- WLAN, 蓝牙
- WLAN, 蓝牙
- Transfer Jet
- RFID
- RFID
- RFID
- ZigBee, 其它
- 广播, WLAN, 蓝牙
-
- RFID, ZigBee, TD-LTE
- GSM/CDMA/3G/4G/.....

混合域时代的测试需求与挑战

满足无线嵌入式系统调测与设计需求

- 需要考虑射频参数

满足混合信号测试需求

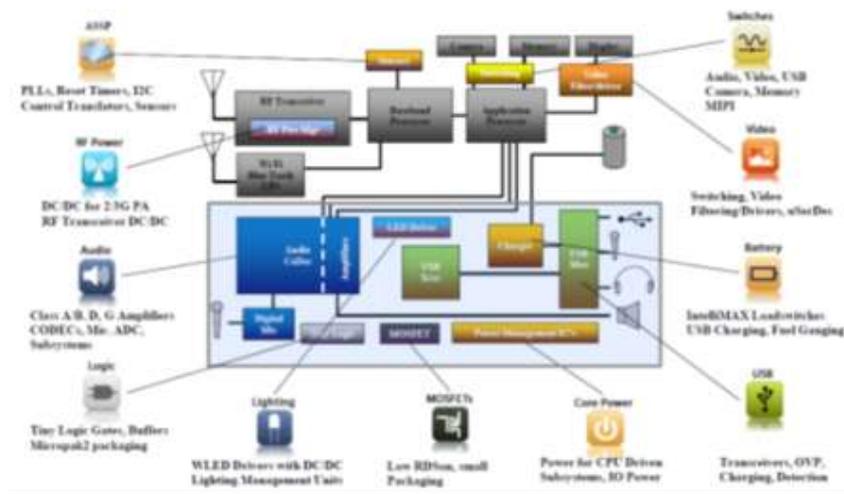
- 需要测试模拟、数字、逻辑、功率、频率.....

简化操作, 方便易用

- 需要测试仪器集成多种功能, 操作界面统一

适应未来需求

- 需要测试仪器可定制, 升级方便

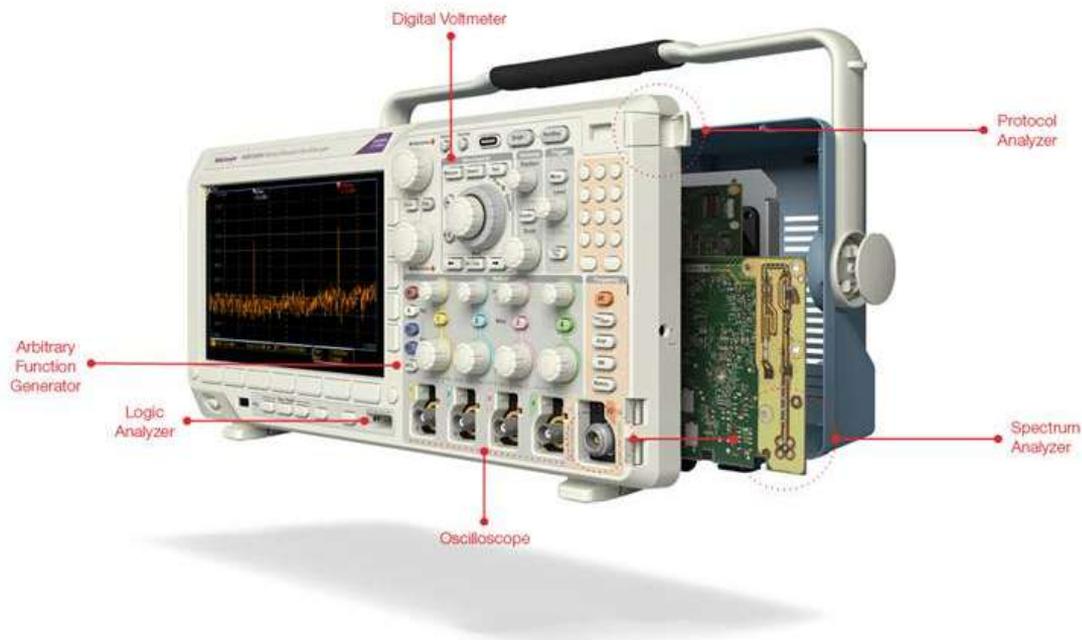


MDO3000 —— 可定制混合域示波器

新! MDO3000 系列可定制混合域示波器

- 六合一便携设计
- 用户可定制
- 混合域分析

1. 示波器
2. 频谱仪
3. 任意函数发生器
4. 逻辑分析仪
5. 协议分析仪
6. 数字电压表/频率计



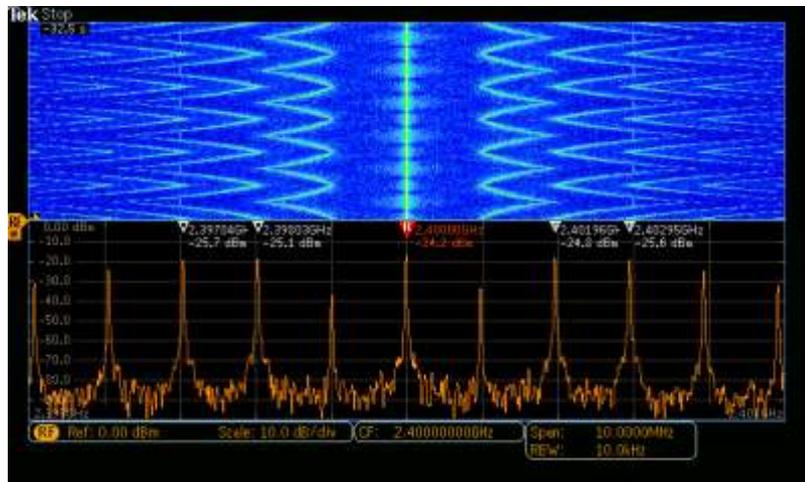
6种仪器, 一台示波器; 多种功能, 无限可能

频谱仪

9KHz~3GHz独立的频谱仪

独立的RF 射频通道

- 标配于各MDO3000型号
 - 频率范围等于该型号示波器模拟带宽
 - 频率范围可升级到 3 GHz
- 频谱仪指标相当于入门级台式频谱仪：
 - -83 dBc/Hz 相位噪声10 kHz 频偏 (2 GHz CW)
 - -138 dBm/Hz (DANL) @ 5 MHz – 1 GHz
- **业内唯一!** 3 GHz 采集带宽

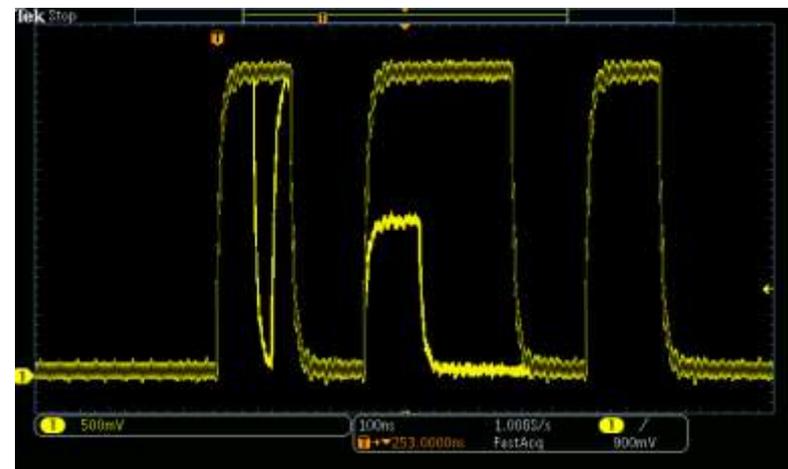
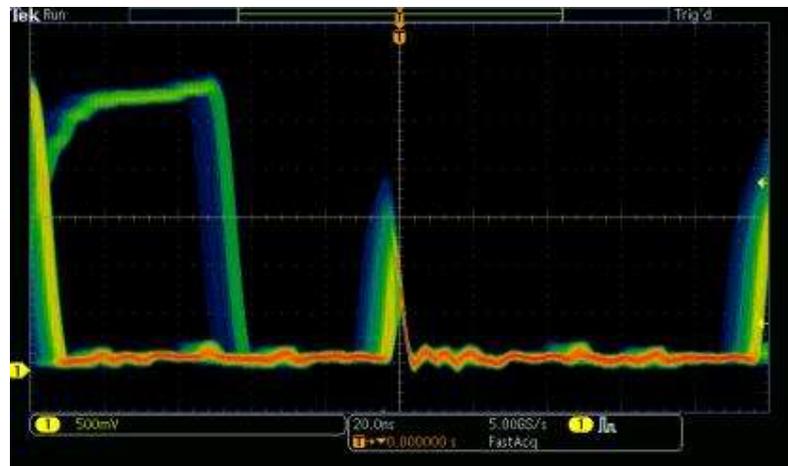


完备的频谱仪

示波器

高性能主流示波器

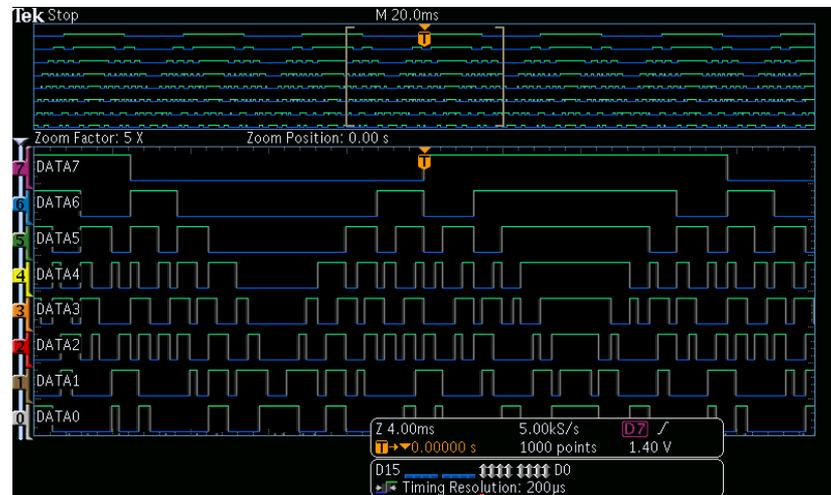
- 100, 200, 350, 500 MHz 以及1 GHz 模拟带宽
- 最高 5 GS/s 采样率
- 2 或 4 模拟通道
- 每通道**10M** 存储深度
- **新!** FastAcq™ 高达 280,000 波形刷新率
- **业内首台** 反色DPX, 方便显示非正常信号
- **业内领先** 仅3.9 pF 输入电容i探头
 - 250 MHz~1 GHz 带宽



快速发现非正常信号

数字通道完全同步于模拟通道

- 可选的16个数字通道
- 500 MS/s 采样率
(2 ns 时间分辨率)
- 专利的 MagniVu, 具有8.25 GS/s 采样率(121.2 ps 时间分辨率)
- 每通道 10M 存储深度



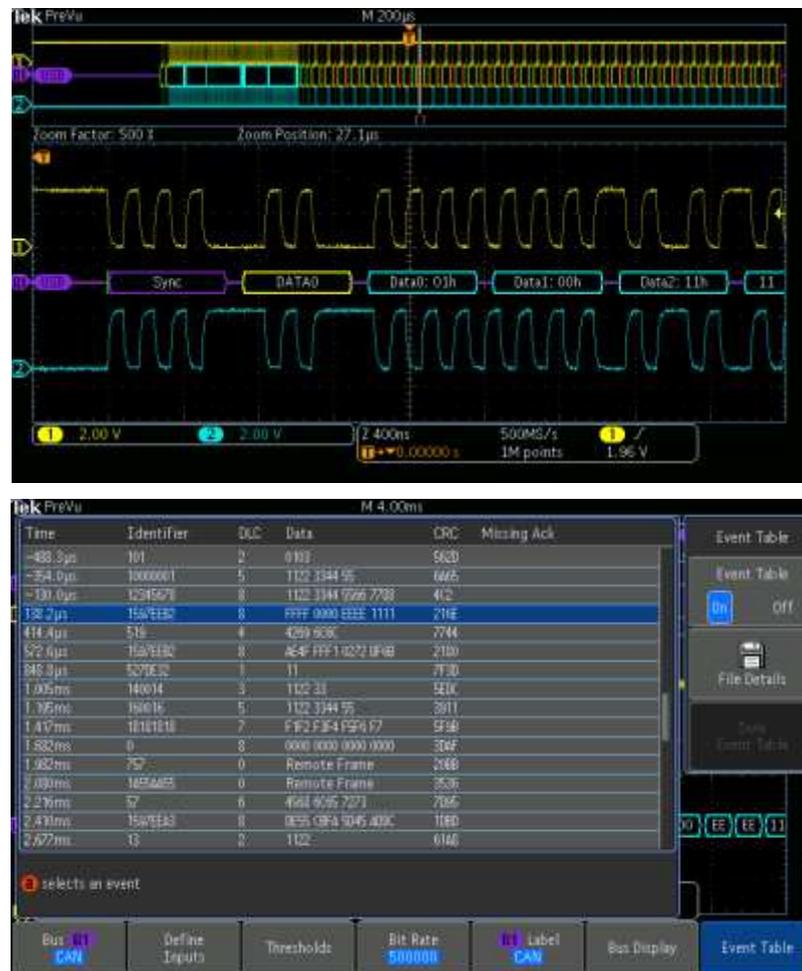
Monitor signal activity window

彩色编码 & 信道分组, 设置及结果

串行数据触发、解码于搜索

可选协议分析软件

- 物理层数据解码
- 事件表
- 特定数据触发
- 总线类型包括：
 - I²C, SPI
 - RS-232/422/485/UART
 - CAN, LIN
 - FlexRay
 - USB2.0
 - MIL-STD-1553
 - I²S, LJ, RJ, TDM



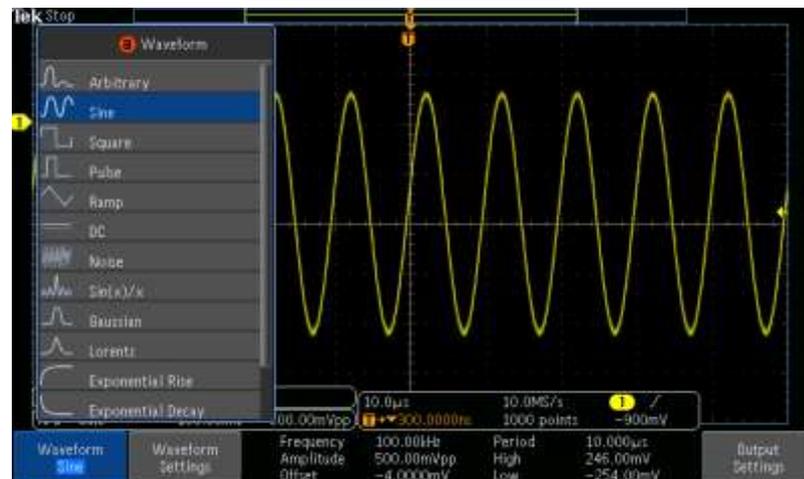
快速捕捉并发现感兴趣的事件

任意函数发生器 模拟异常信号加速设计

带宽高达50MHz的可选任意函数发生器

- **业内最高性能的内置 AFG**
- 任意波形产生
 - 250 MS/s 输出采样率, 比同类产品快 **2倍**
 - 128K 样点波形存储, 比同类产品高 **8倍**
 - 轻松复制示波器通道信号
- 内置波形编辑器或用泰克 ArbExpress® PC波形编辑软件编辑任意波形

Waveform	Maximum Frequency
Sine	50 MHz
Square, Pulse	25 MHz
Gaussian, Lorentz, Haversine, Exponential Rise/Decay	5 MHz
Sin(x)/x	2 MHz
Ramp (Triangle), Cardiac	500 kHz



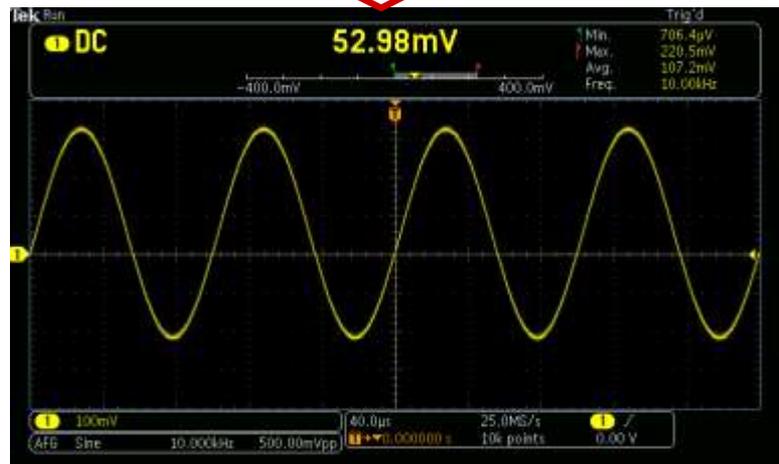
13 种内置波形

轻松产生或复制复杂波形

数字电压表(DVM)/频率计 电压及频率测试

无论示波器是在运行还是停止状态，都可以监测信号

- 4-位 AC RMS, DC, AC+DC RMS 电压测试
- 5-位频率测试
- 自动量程
- 图形化结果显示
 - 最小值
 - 最大值
 - 当前值
 - 5秒滚动量程值
- 利用示波器模拟通道+探头
- 只要注册，即可免费开启



观测主要信号于一瞥

定制您的示波器 – 现在买, 将来买?

- 根据预算定制示波器
- 根据需求的变化升级所需功能
 - 升级带宽, 最高到 1 GHz
 - 扩展频谱仪频段到 3 GHz
 - 增加 16 个数字通道(及数字探头)
 - 增加 AFG 功能
- 扩展所需分析模块
 - 多个功能模块间, 各功能模块可互换



性能与功能

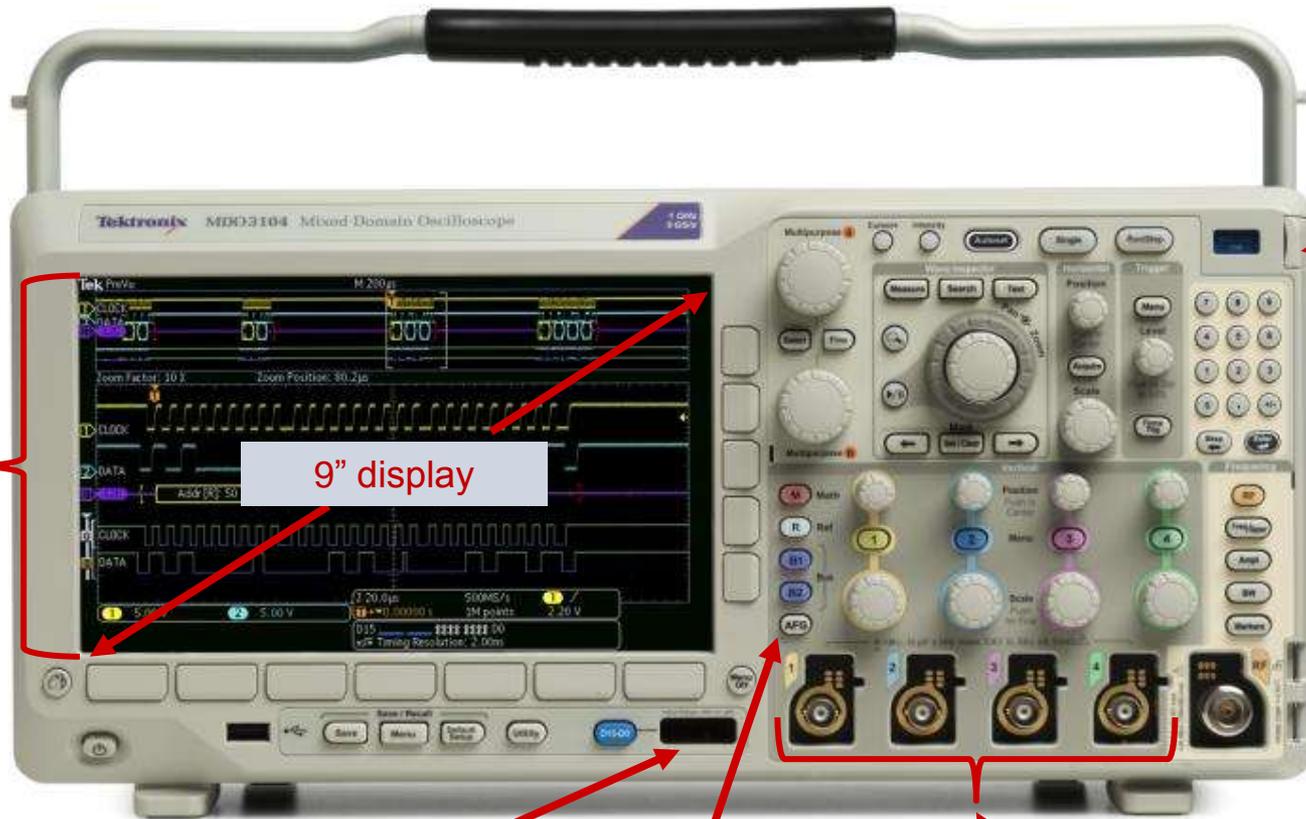


协议解码及应用模块

用示波器按键进行简单配置

便携紧凑

6种仪器，一台示波器；多种功能，无限可能



协议及应用模块

11种语言
用户界面

9" display

专用频谱仪控制
面板及专用的N
型接口

16条数字通道

任意函数发生器

示波器及DVM/频率计输入

MDO3000 系列可定制混合域示波器



无限灵活

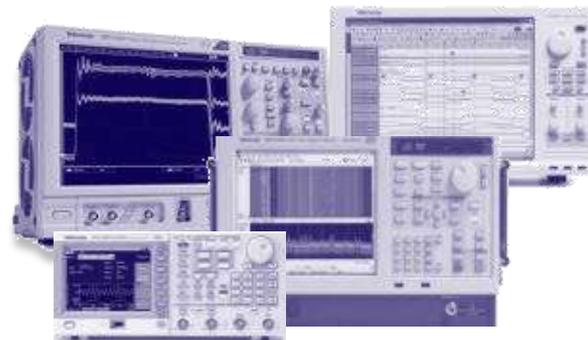
- 六合一
- 完全定制, 完全可升级
- 包含时域和频域

	MDO3104 MDO3102	MDO3054 MDO3052	MDO3034 MDO3032	MDO3024 MDO3022	MDO3014 MDO3012
带宽	1 GHz	500 MHz	350 MHz	200 MHz	100 MHz
模拟通道数	2 or 4				
模拟通道采样率	2.5 GS/s (3 or 4 ch) 5 GS/s (1 or 2 ch)	2.5 GS/s (All ch)			
记录长度	10 M				
波形刷新率	>280,000 wfms/s	>235,000 wfms/s			
频谱分析仪	标配: 9kHz 到示波器模拟带宽 可选: 9kHz to 3GHz				
数字通道	可选: 16 数字通道+ P6316 16-ch 逻辑探头 500 MS/s (2.5 ns 分辨率), 8.25 GS/s (121.2 ps 分辨率), 数字 MagniVu™				
AFG	可选: 1 通道输出, 13 中预置波形, 任意波形				

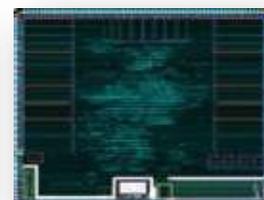
MDO3000 中 不得不提的创新技术

泰克的技术创新使得多合一成为可能

- 泰克公司一向走在创新的前列是
 - 创新历史的传承
 - 业内最高的研发投入
- MDO3000 专用 ASIC 芯片包括
 - 示波器 5 GS/s ADC
 - 逻辑分析仪 8.25 GS/s MagniVu 采样
 - 函数发生器 250 MS/s DAC
 - 频谱分析仪 3 GHz 采集带宽



ADC



DAC



泰克的技术创新使得多合一成为可能

- MDO3000带来的突破
 - 单台仪器包含时域与频域
 - 单台仪器包含全功能 AFG
 - 单台仪器中的各仪器间的交互
 - 单一、熟悉的操作界面



示波器与频谱仪



逻辑分析仪、协议分析仪及DVM



任意函数发生器

9磅结构中集成度最高的示波器

MDO4000B混合域相关分析的创新平台

MDO4000B 混合域相关分析的创新平台



- 21个硬件通道
- 在一台仪器中查看时间相关的模拟信号、数字信号和RF信号
- 多达4种总线的解码

Model	Analog Channels	Analog Bandwidth	Digital Channels	RF Channels	RF Freq. Range
MDO4014B-3	4	100 MHz	16	1	9 kHz – 3 GHz
MDO4034B-3	4	350 MHz	16	1	9 kHz – 3 GHz
MDO4054B-3	4	500 MHz	16	1	9 kHz – 3 GHz
MDO4054B-6	4	500 MHz	16	1	9 kHz – 6 GHz
MDO4104B-3	4	1 GHz	16	1	9 kHz – 3 GHz
MDO4104B-6	4	1 GHz	16	1	9 kHz – 6 GHz

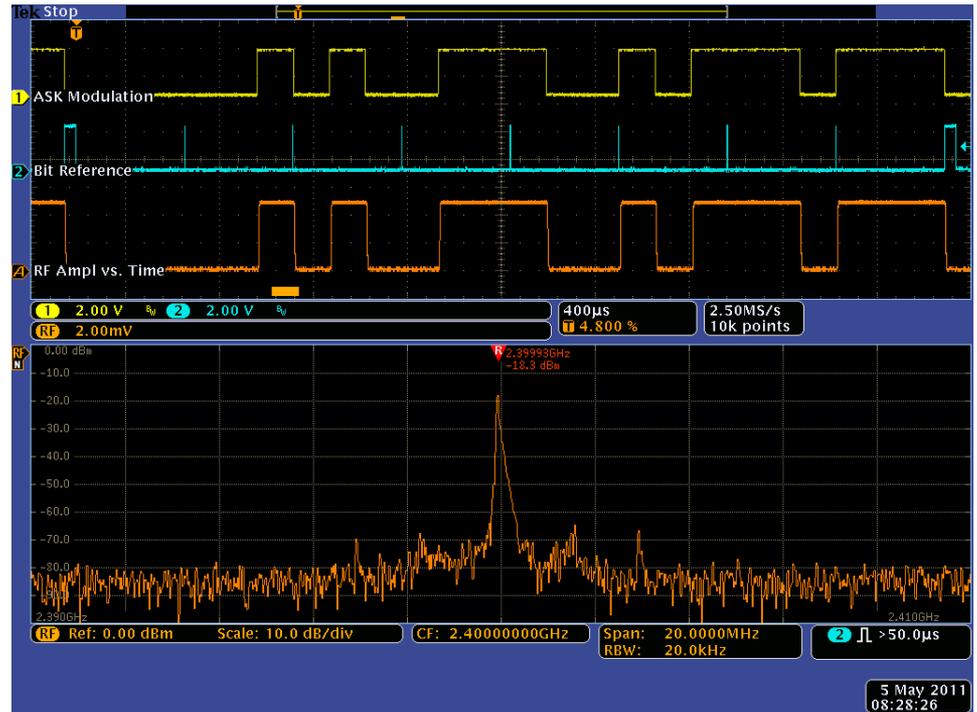
混合域分析能为数字射频系统调测带来什么？

■ 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

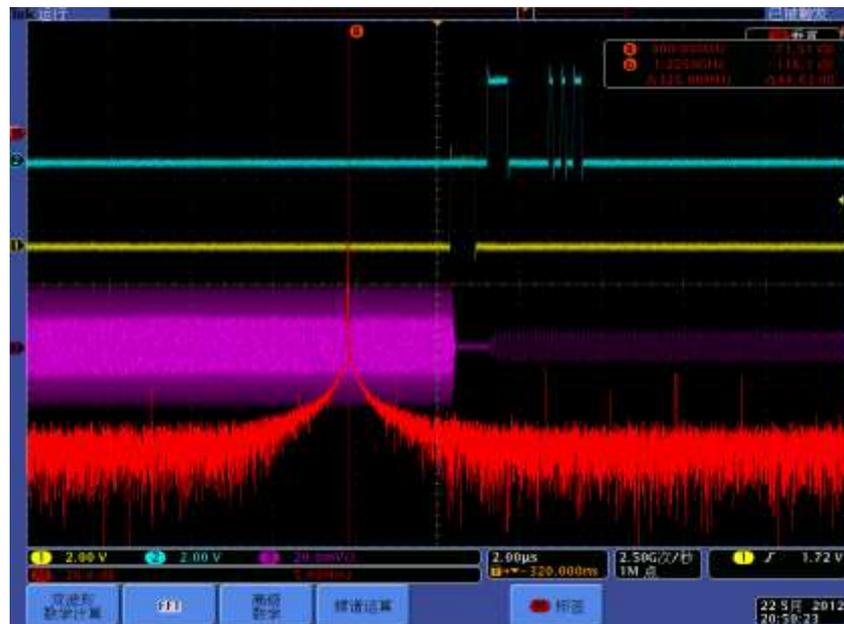
■ 混合域分析可以分析

- 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
-



如何进行混合域分析？

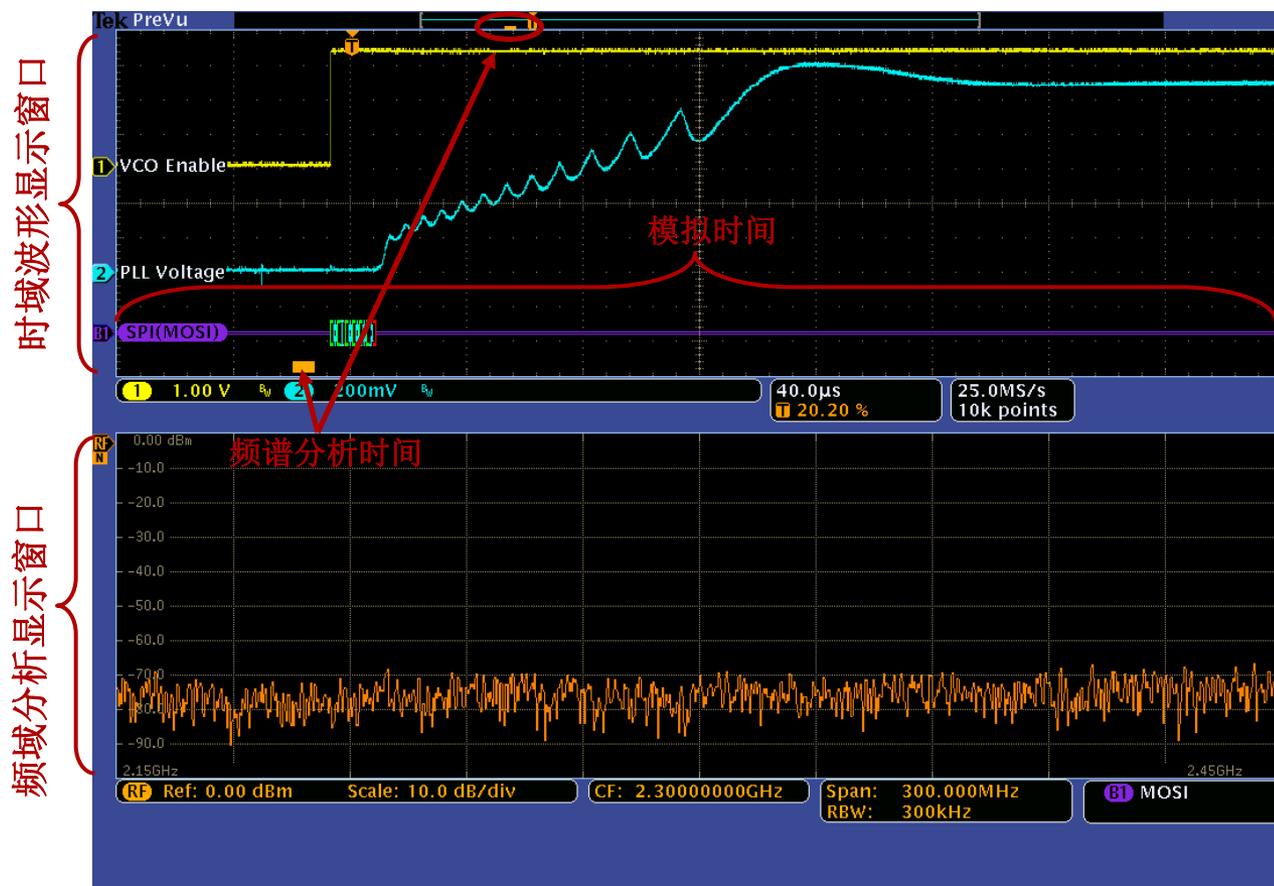
- 频谱仪/矢量信号分析仪/实时频谱分析仪单独无法完成
- 示波器牺牲一个通道用作射频通道可以进行混合域分析
 - 将射频信号接入某通道后进行FFT运算，其它通道接控制信号
 - 受示波器带宽限制
 - 受示波器动态范围限制
 - 示波器FFT频谱是全时间样点频谱，无某时刻频谱信息
 - 对变化的信号，FFT可能有误
- 频谱仪+示波器
 - 完成混合信号与射频信号独立分析
 - 示波器与频谱仪之间时钟不同步
 - 示波器与频谱仪之间触发不同步
 - 无法进行时间相关的混合域分析
- 混合域分析的基本配置
 - MDO4000B



时间相关的混合域显示

通过频谱分析时间观测

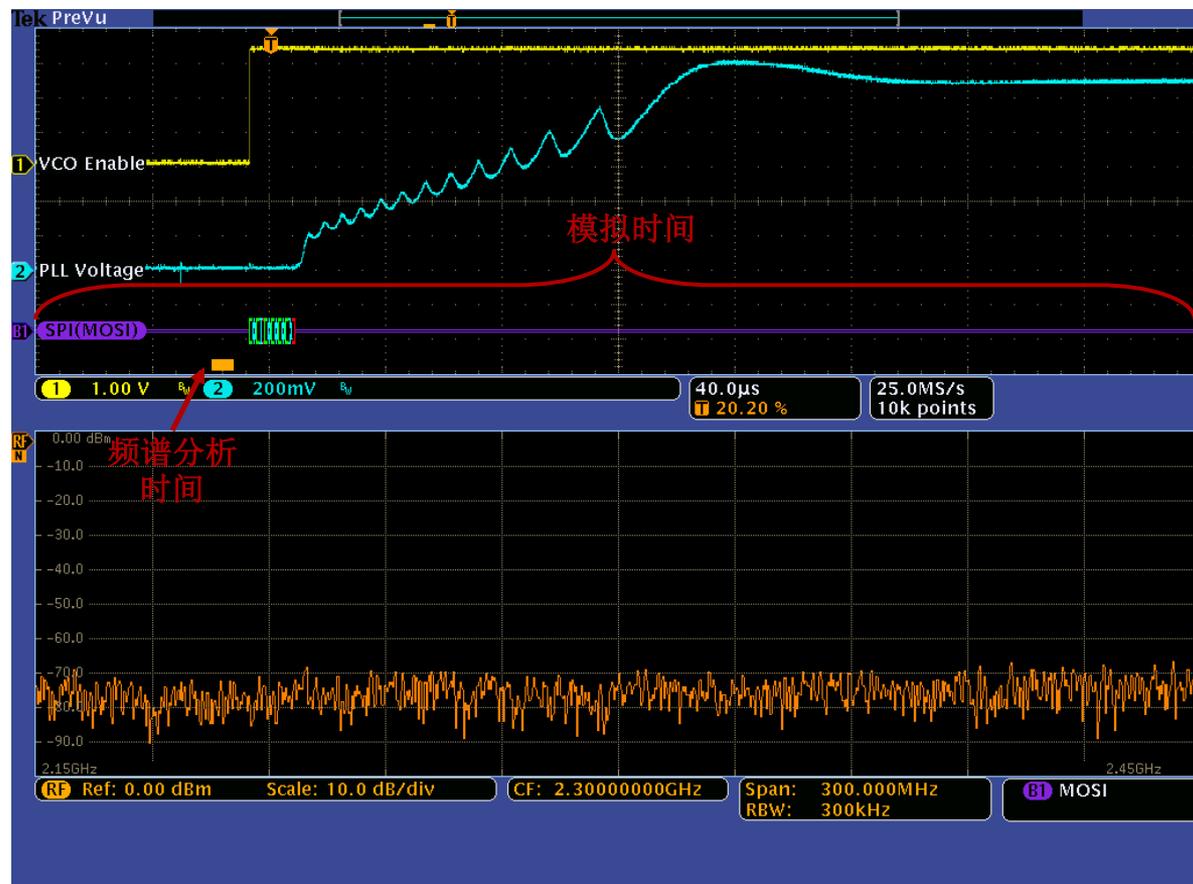
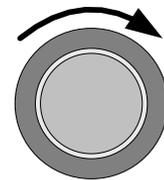
- 当时域和频域信号同时显示时，频谱总是通过触发捕获得到的，在时间上与整个时域波形相关
- 橘黄色的横条指明了频谱来自于什么时刻
- 橘黄色横条被称作 **频谱分析时间**
 - 请注意在全部波形简略图上也有相应标记
- 时域波形的时间称作 **模拟时间**
 - 通过水平刻度旋钮调节



时间相关的混合域显示

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



时间相关的混合域显示

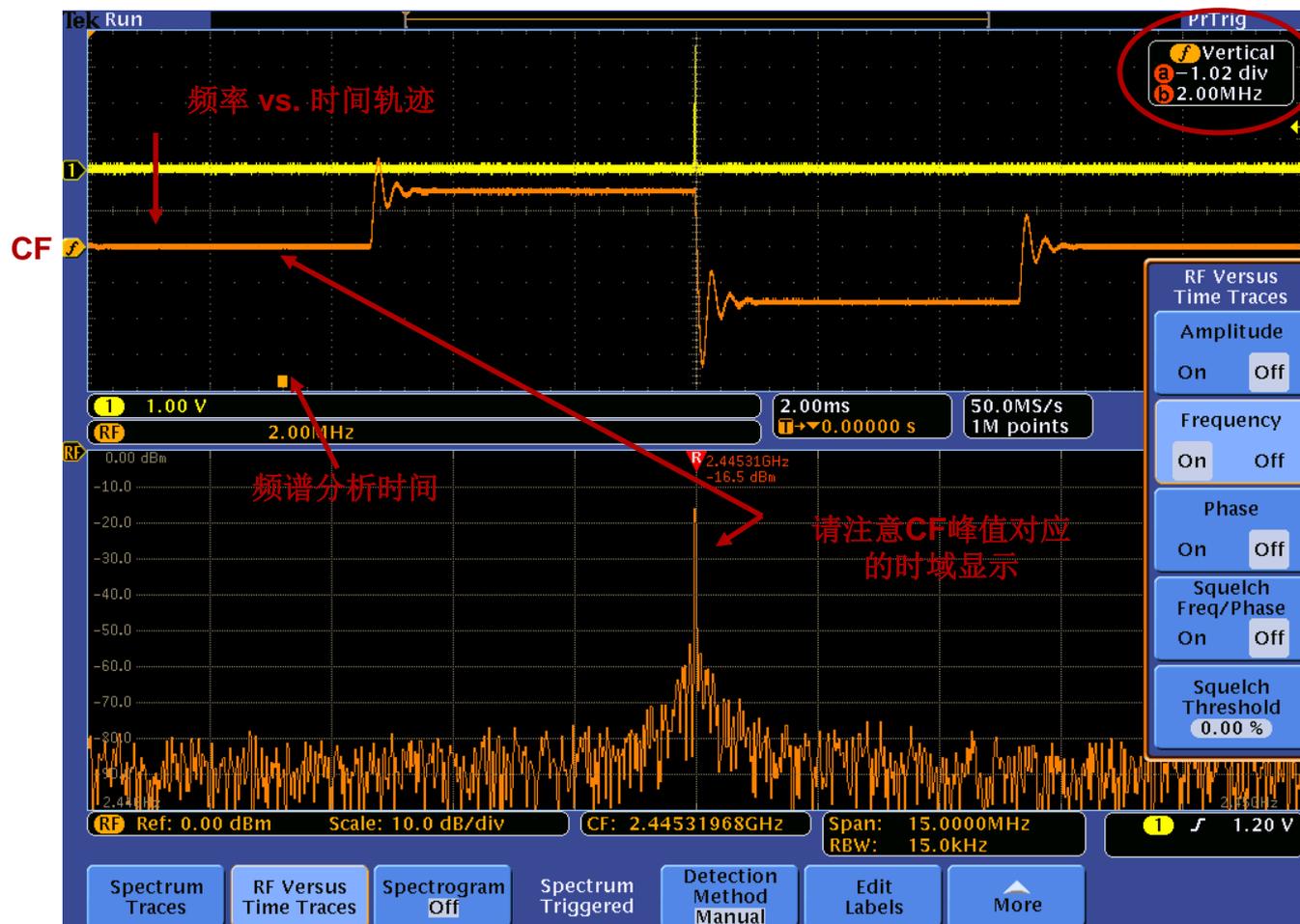
RF vs 时域轨迹(频率随时间的变化)

- 数字下变频过程产生IQ信号，用于生成幅度、频率、相位相对于时间的轨迹，显示在时域窗口

时频轨迹的比例和位置控制

- 时频轨迹显示调频信号的运行情况

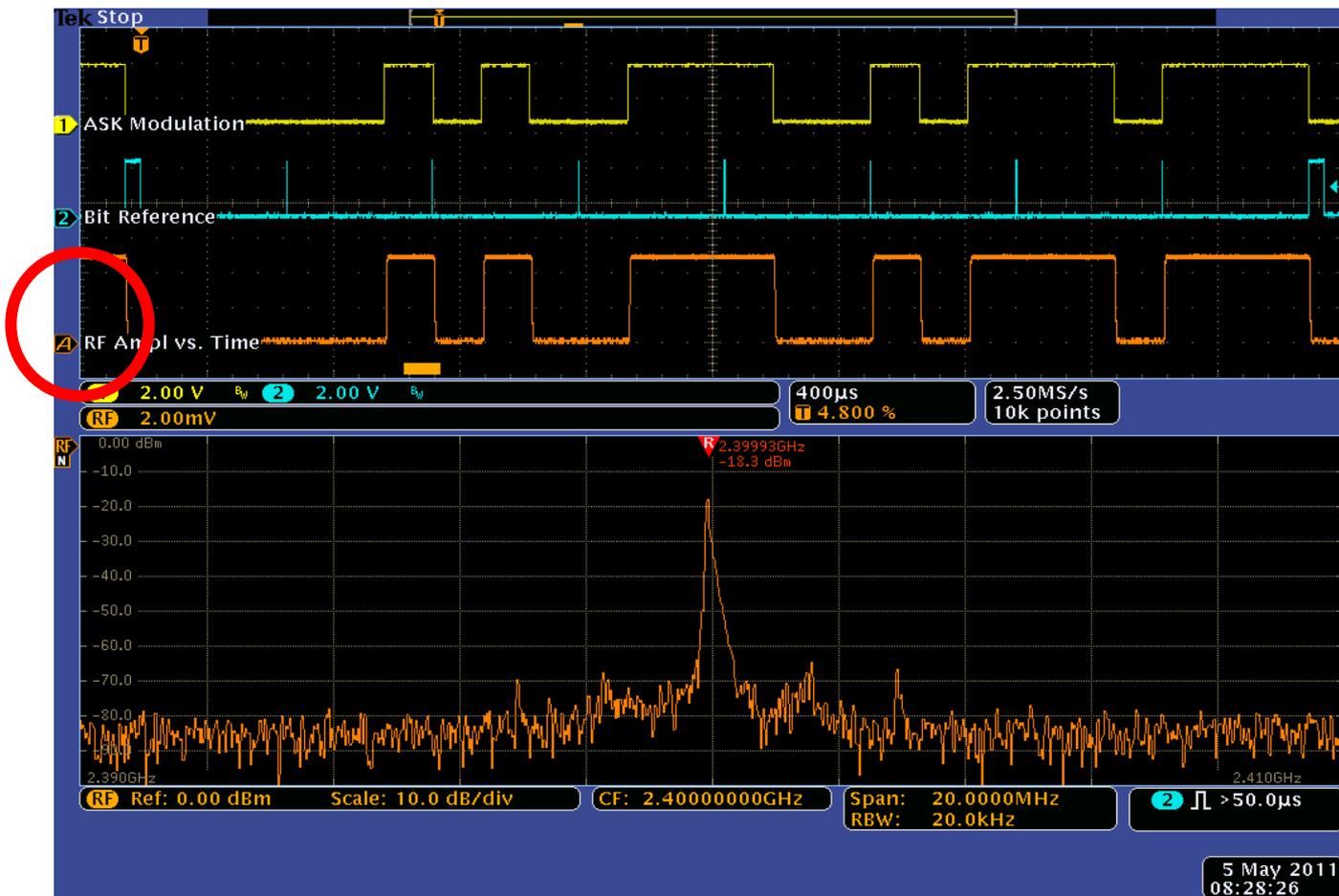
- 时频轨迹的标示位于中心频率处
 - 当轨迹在标示之上代表 频率 > CF
 - 当轨迹在标示之下代表 频率 < CF



时间相关的混合域显示

RF vs 时域轨迹(幅度随时间的变化)

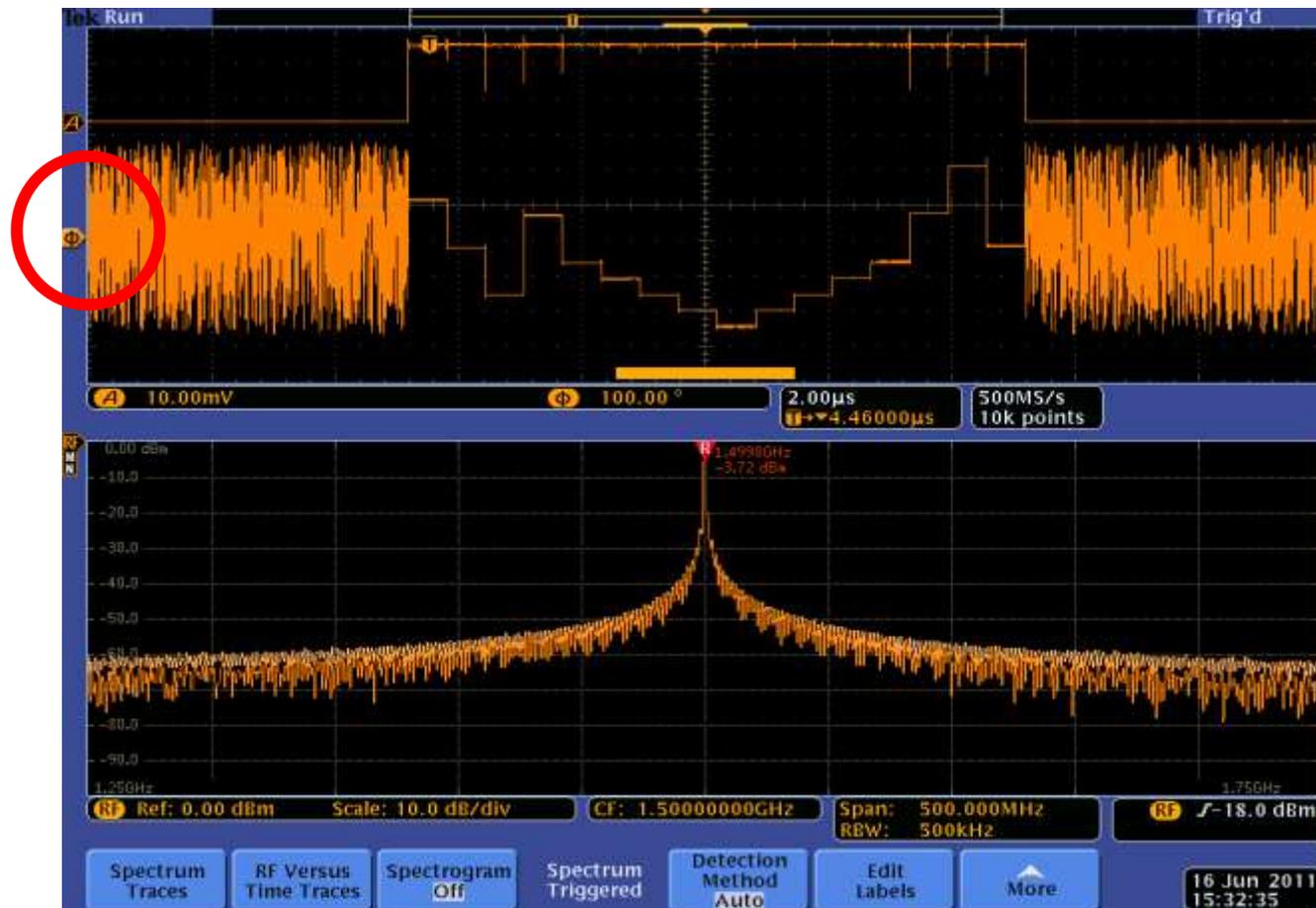
- 数字下变频过程产生IQ信号，用于生成幅度、频率、相位相对于时间的轨迹，显示在时域窗口
- 可以观察射频信号以及其在时域幅度随时间变化的轨迹



时间相关的混合域显示

RF vs 时域轨迹(相位随时间的变化)

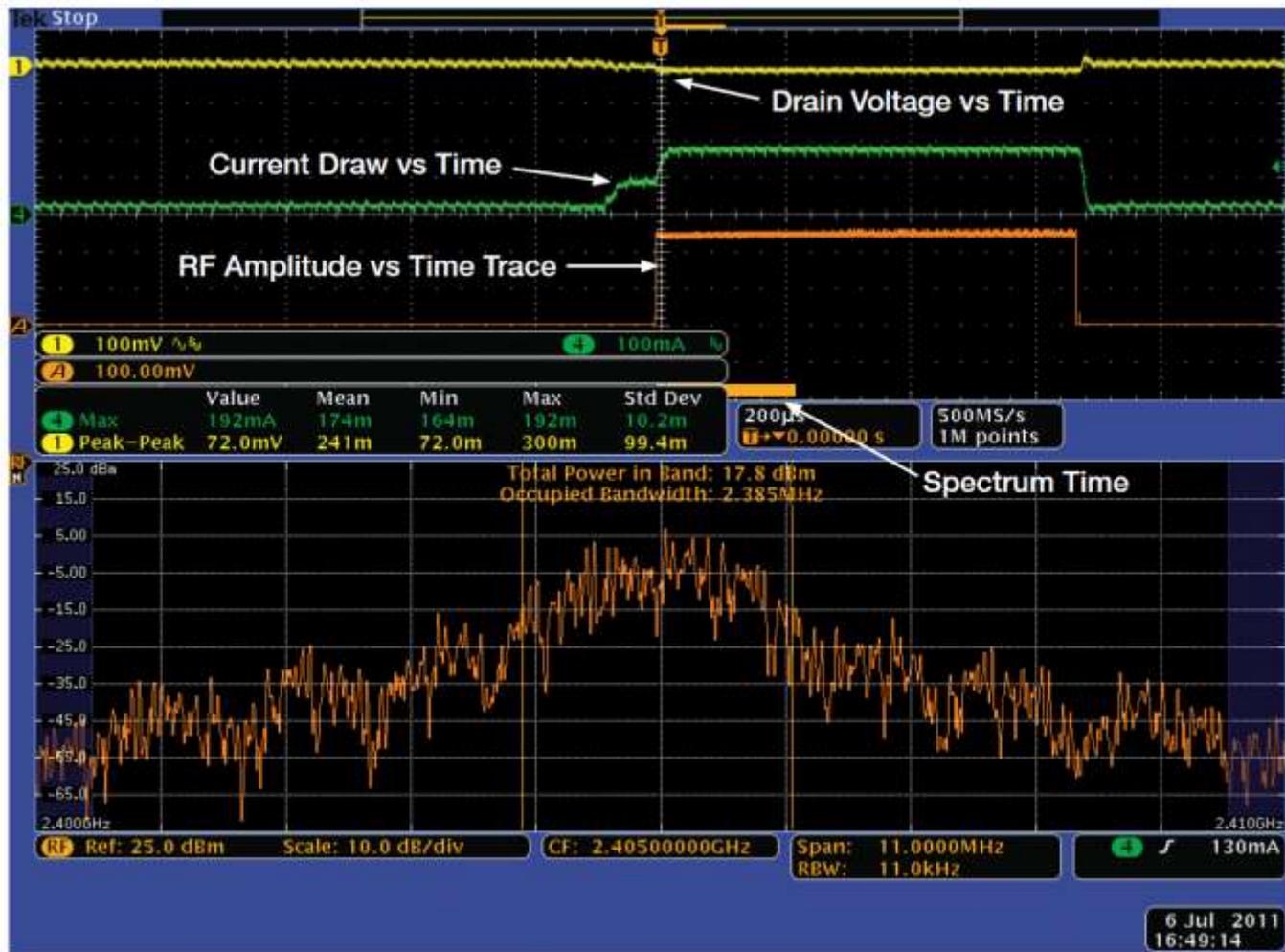
- 数字下变频过程产生IQ信号，用于生成幅度、频率、相位相对于时间的轨迹，显示在时域窗口
- 可以观察射频信号以及其在时域相位随时间变化的轨迹



时域和频域：RF信号幅度vs时间曲线

典型的ZIGBEE的系统分析：

频谱测量了信道功率和占用带宽参数，而RF信号的AvsT曲线，表示在时间上发射机发射信号的脉冲幅度变化



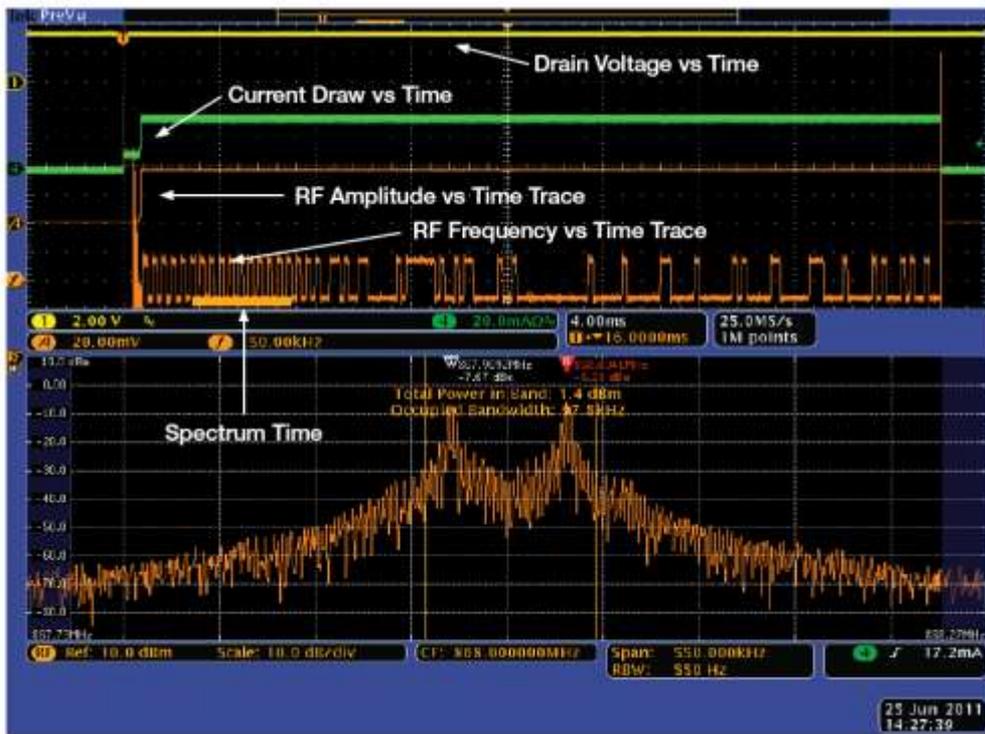
- CH1=电压，CH2=电流
- 测量了射频的功率和OBW

- 射频功率的变化和供电电源的时间相关分析
- 能清晰的分析功率变化和电流变化的关联性

时域和频域： RF信号频率vs时间曲线

典型的ZIGBEE的系统分析：

FvsT轨迹表示RF信号的频率变化，显示了FSK调制规律



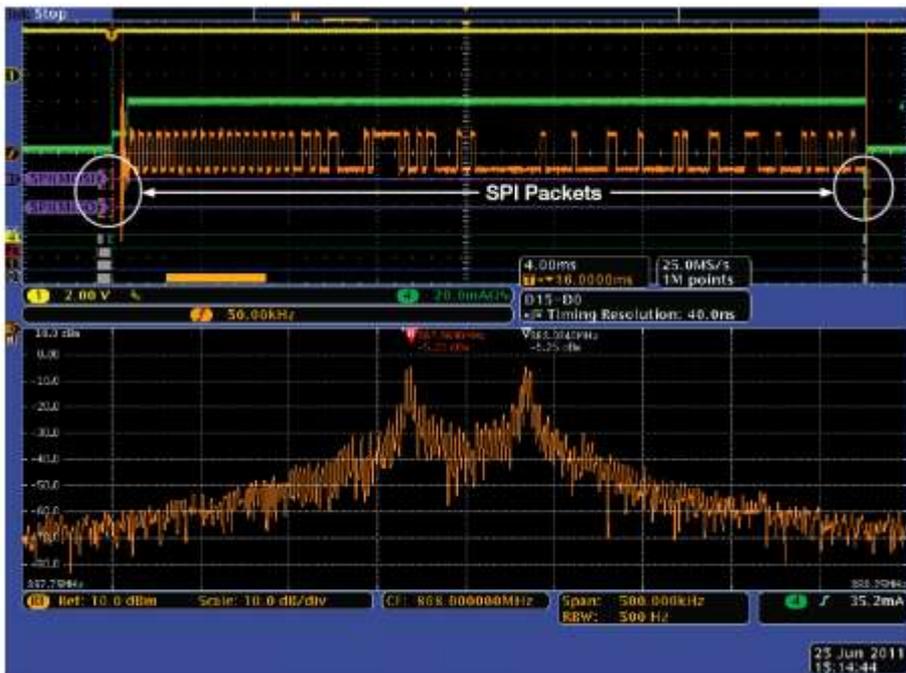
频谱分析时间对应了射频的参数结果



频谱分析时间移动到后面数据包传输时刻

SPI总线命令与RF信号频谱

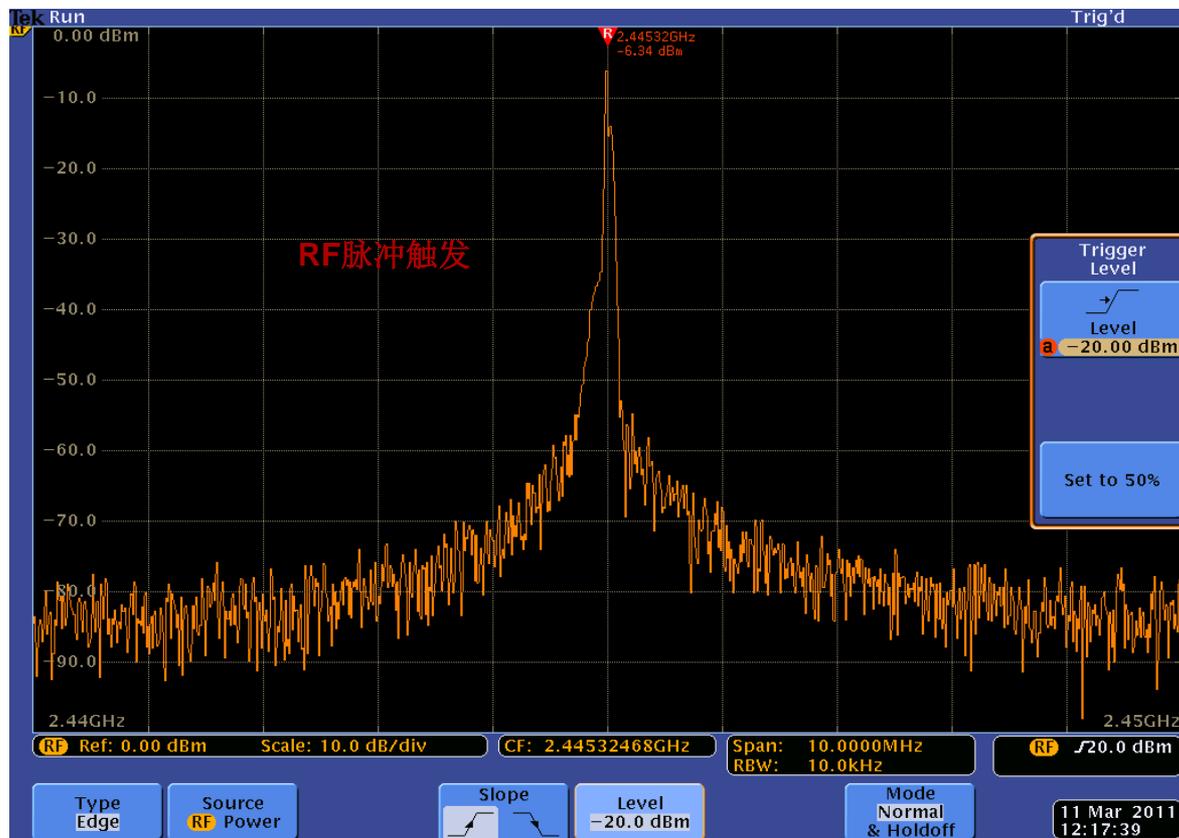
典型的ZIGBEE的系统分析:控制信号及协议的系统分析



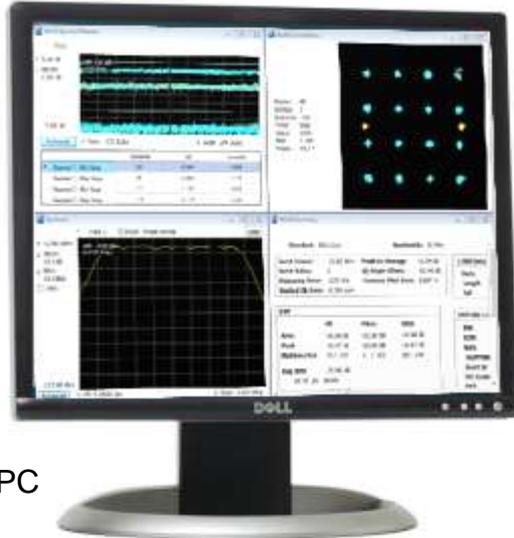
使用MOSI总线数据触发，查看频率随时间变化曲线

时间相关的混合域显示---触发

- 不论来自哪个源，MDO4000的所有触发都是全局性的
 - 这意味着模拟、数字和RF采集都通过同一触发事件触发
- MDO4000拥有一个RF功率电平检波器，它连接到触发系统
 - 测量整个频段的所有RF功率，不仅仅是当前的分析范围
- MDO4000标配：
 - RF Power 边沿触发功能
- MDO4TRIG 应用模块提供RF功率信号作为触发源的高级触发功能：
 - Pulse Width
 - Timeout
 - Runt
 - Logic
 - Sequence



MDO4000B + SignalVu-PC 矢量信号分析软件



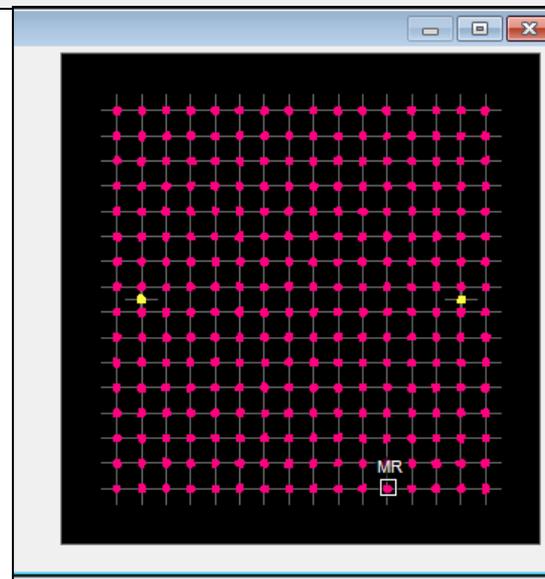
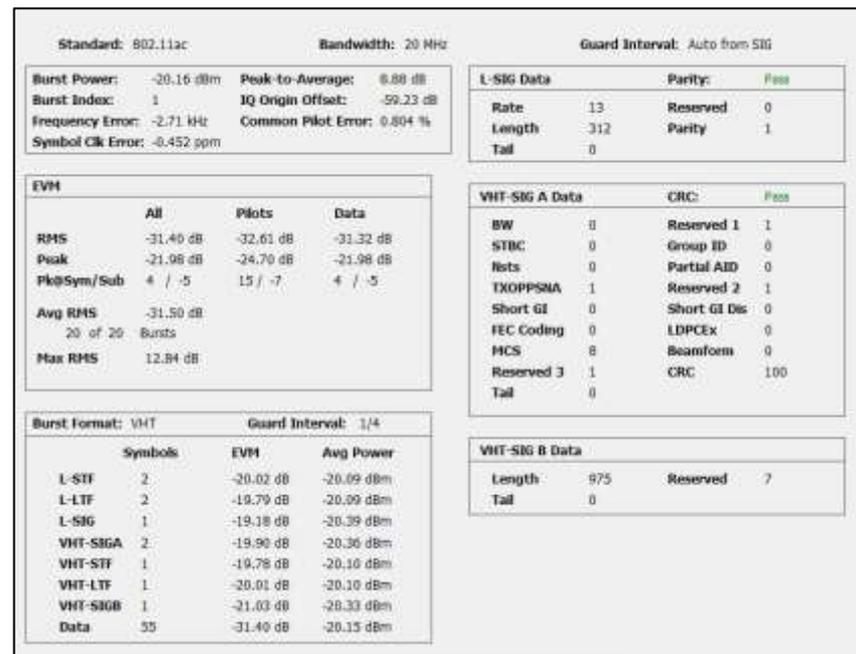
SignalVu-PC



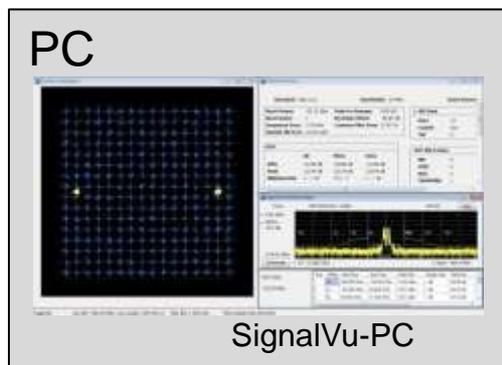
- 构成业内最宽采集带宽的矢量信号分析仪
 - 时间相关的频率, 相位, 幅度, 调制分析
 - 提供附加分析功能
 - RF I&Q, 杂散, ACPR, MCPR, OBW, CCDF
 - AM/FM/PM 调制及音频分析
 - 频率及相位设置时间测试
 - 脉冲分析
 - 通用调制分析 (单载波及OFDM)

新! SignalVu-PC WLAN 发射机测试

- SignalVu-PC 选件支持 Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g/n/ac)
 - 最高 256QAM, 160MHz 分析带宽, 针对 802.11ac
 - 提供完备的标准测试
 - EVM, SEM, frequency error, symbol clock error
 - 显示关键的调制域及射频测试结果
 - 解码 WLAN 字头信息帮助调测
 - 支持 MDO4000B, RSA 和示波器



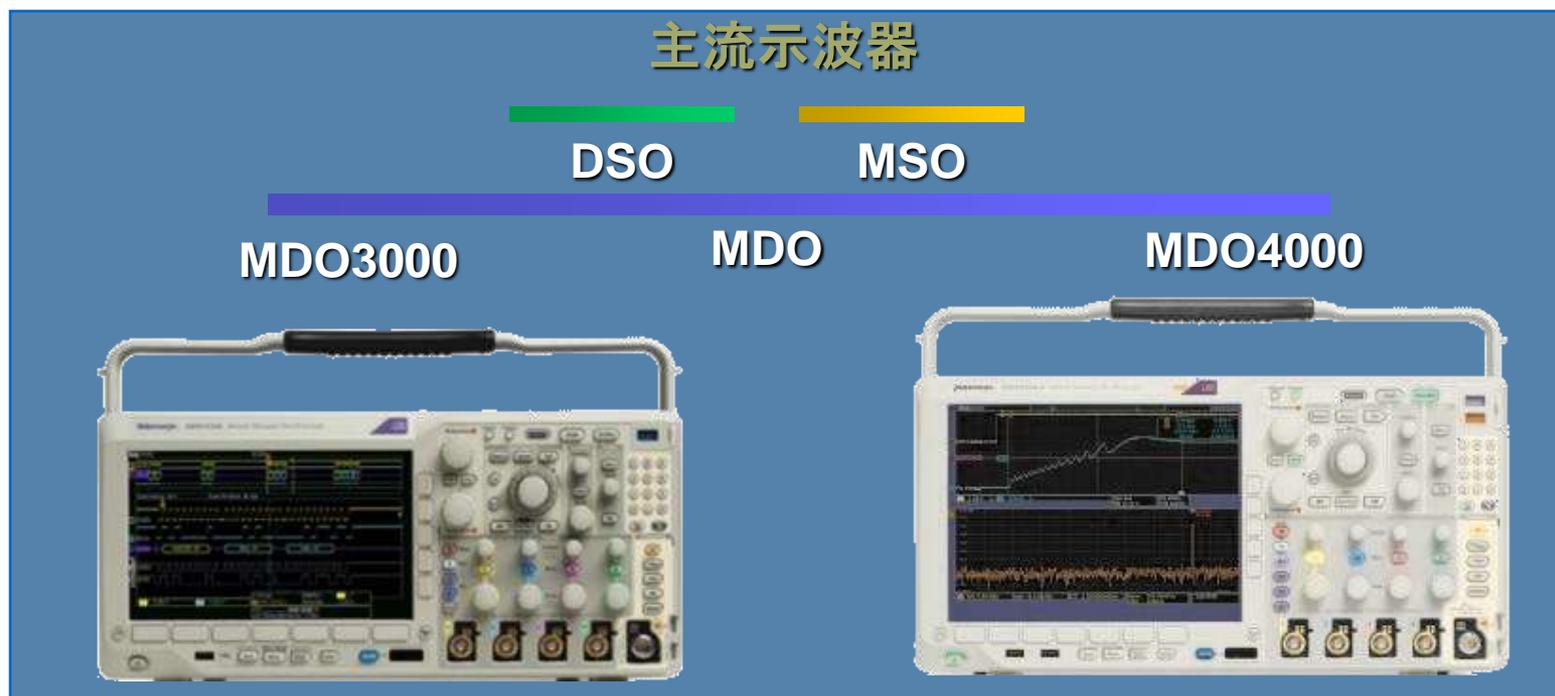
MDO4000B + SignalVu-PC 中端测试方案



- 市场上唯一的带频谱仪的示波器
 - 具有独特的跨域分析功能
 - 新的 B 型号使得频谱指标大大提高, 也可以将MDO说成是带示波器的频谱仪
- 802.11ac 测试方案的价格是通常的中档测试方案的一半
 - SEM 与调制域分析同时进行
 - EVM (256QAM, 160MHz) < -37dB
 - 快速 802.11 SEM 测试 (无需扫描!)
- SignalVu-PC 使得 MDO4000B 成为业内唯一的具有 1 GHz采集带宽的矢量信号分析仪

MDO 成为主流

你所熟悉的主流示波器时代已经终结



- MDO 成为主流
 - 适应混合域分析的时代潮流
 - 在泰克3000 及4000 系列示波器中将没有MSO型号
 - 100 MHz 到 1 GHz 带宽
 - 3 GHz 到 6 GHz 射频频段
 - 16 种 MDO 型号

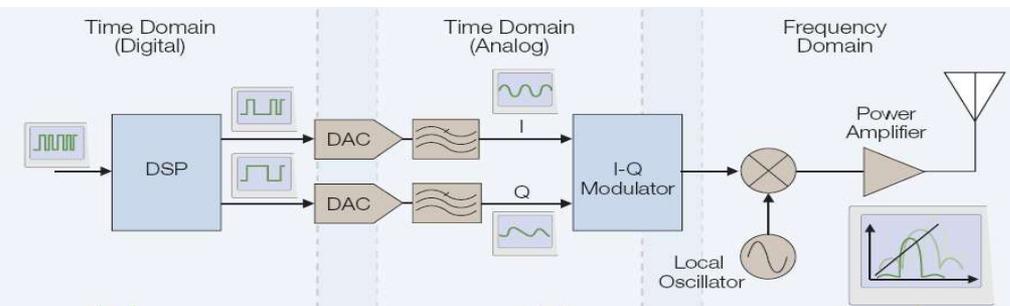
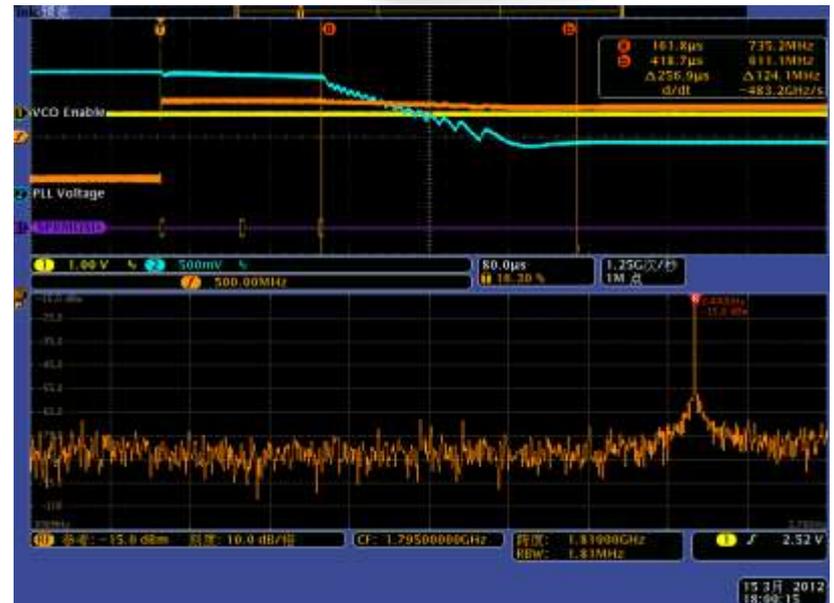
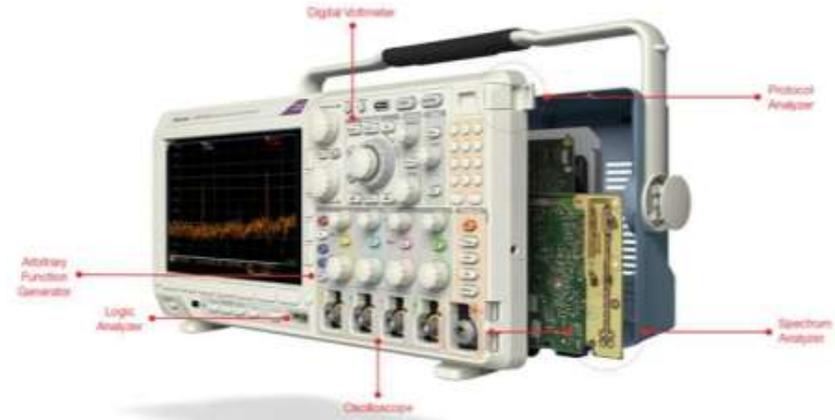
MDO3000 与MDO4000B

■ MDO3000

- 通用性
- 可定制
- 解决通用电子线路设计中的常见问题

■ MDO4000B

- 专业性
- 可联调
- 解决嵌入式射频系统疑难杂症



MDO3000/4000B的产品特点及配置

MDO3000标配:

- 示波器
- 频谱仪 (带宽)
- 数字电压表

选件, 可随时升级:

- 任意波、函数信号源
- 逻辑分析仪
- 协议分析仪(2)
- 3GHz频谱仪



MDO4000B标配:

- 示波器
- 频谱仪 (3/6GHz)
- 逻辑分析仪
- 宽带、调制分析

选件, 可随时升级:

- 协议分析仪(4)
- WIFI解调和分析

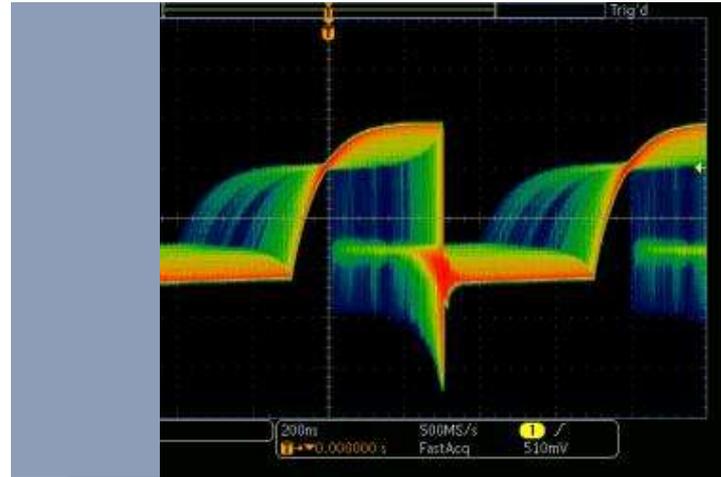


MDO3000和MDO4000B的产品比较

RF Specifications	MDO3000	MDO4000B	
Frequency Range	9 kHz – 3 GHz	9 kHz – 6 GHz	
Capture Bandwidth	3 GHz max.	3.75 GHz max.	
Phase Noise at 1 GHz CF	10 kHz offset 100 kHz offset 1 MHz offset	-81 dBc/Hz, -85 dBc/Hz (typical) -97 dBc/Hz, -101 dBc/Hz (typical) -118 dBc/Hz, -122 dBc/Hz (typical)	-108 dBc/Hz, -111 dBc/Hz (typical) -110 dBc/Hz, -113 dBc/Hz (typical) -120 dBc/Hz, -123 dBc/Hz (typical)
Displayed Average Noise Level (DANL)	9 kHz – 50 kHz 50 kHz – 5 MHz 5 MHz - 400 MHz 400 MHz – 2 GHz 2 GHz – 3 GHz 3 GHz – 4 GHz 4 GHz – 6 GHz	-109 dBm/Hz , -113 dBm/Hz (typical) -128 dBm/Hz , -132 dBm/Hz (typical) -138 dBm/Hz , -142 dBm/Hz (typical) -138 dBm/Hz , -142 dBm/Hz (typical) -130 dBm/Hz , -134 dBm/Hz (typical) -- --	-116 dBm/Hz , -120 dBm/Hz (typical) -130 dBm/Hz , -134 dBm/Hz (typical) -146 dBm/Hz , -148 dBm/Hz (typical) -147 dBm/Hz , -149 dBm/Hz (typical) -147 dBm/Hz , -149 dBm/Hz (typical) -148 dBm/Hz , -152 dBm/Hz (typical) -140 dBm/Hz , -144 dBm/Hz (typical)
2nd Harmonic Distortion at 1 GHz	-55 dBc, -60 dBc (typical)	-60 dBc, -65 dBc (typical)	
3rd Order Intermodulation Distortion at 1 GHz	-55 dBc, -60 dBc (typical)	-62dBc, -65 dBc (typical)	
Residual Response	-78 dBm w/ exceptions to -67 dBm	-85 dBm w/ exceptions to -78 dBm	
Max Input Power (average continuous power)	+20 dBm (0.1W)	+30 dBm (1W)	
View Time and Frequency Domains Simultaneously	--	Std.	
Time Correlation Between Domains	--	Std.	
RF vs. Time Traces (Amplitude, Frequency, Phase)	--	Std.	
RF Power Level Triggering	--	Std.	
Export of .TIQ files for SignalVu-PC / MATLAB	Std.	Std.	
LiveLink w/ SignalVu-PC	--	Opt.	

混合域分析时代已经到来

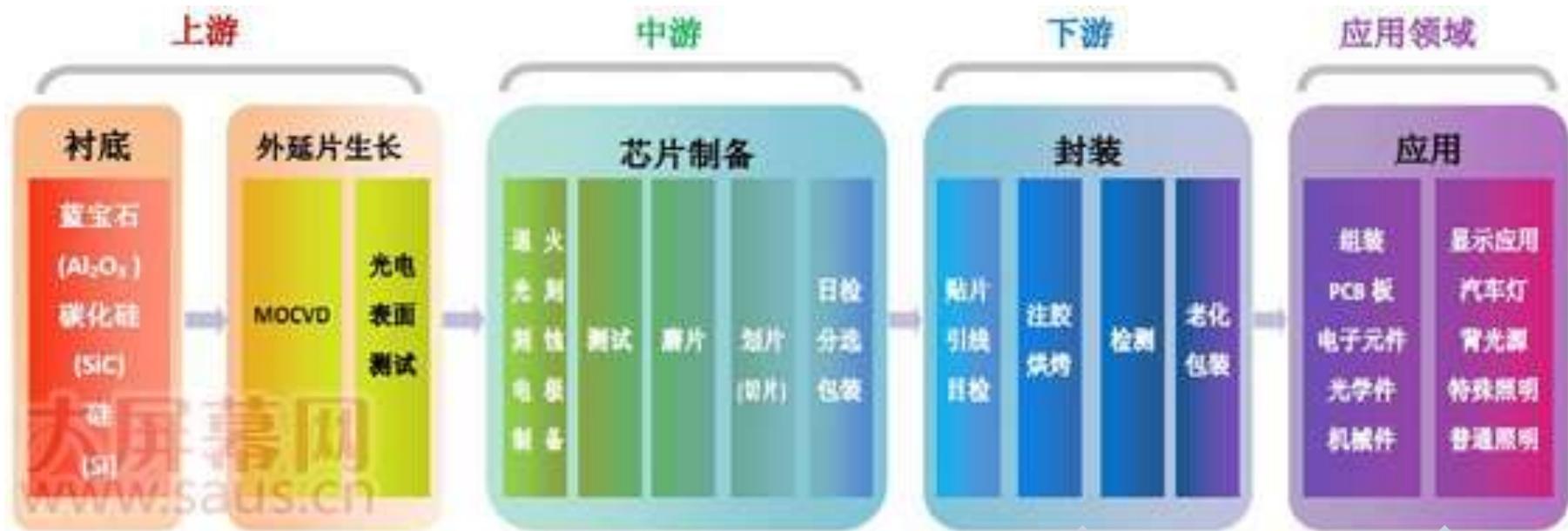
— 您MDO了吗



MD03000 — 泰克最新推出的可定制的混合域示波器
MD04000B 混合域相关分析的创新平台

LED器件及其驱动的方案

LED产业链及泰克方案



Wafer测试
(I-V/C-V)
4200系统

LED器件测试
(I-V)-SMU
2400、2600

驱动电源测试
示波器、万用表、
功率计、SMU

什么是源测量单元 (SMU)?



A Precision DMM

+



A Precision Power Supply

+



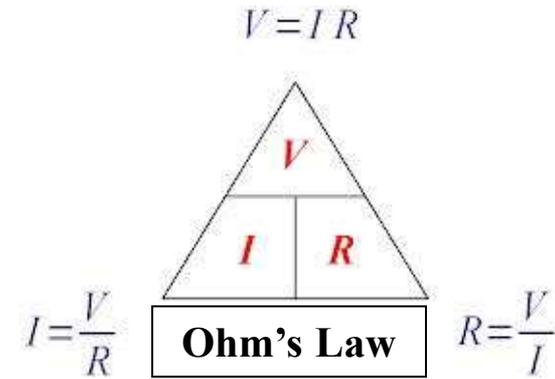
=



SMU

SMUs (源测量单元) 利用欧姆定理提供了更高精度，更加灵活的直流测量方案。该测量方案可以为更多种类的器件，模块和材料提供电压，电流的激励和测量。

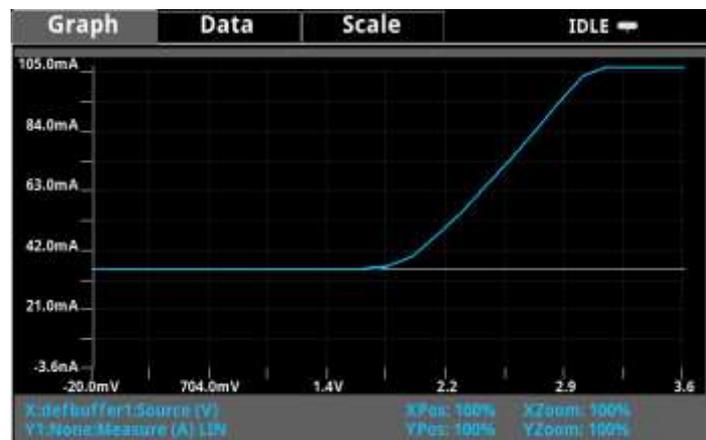
- 能够同时输出电流/电压或测量电流/电压
- 能够精密测量电阻



最新的源表: 2450 对于仪器易用性的又一次突破

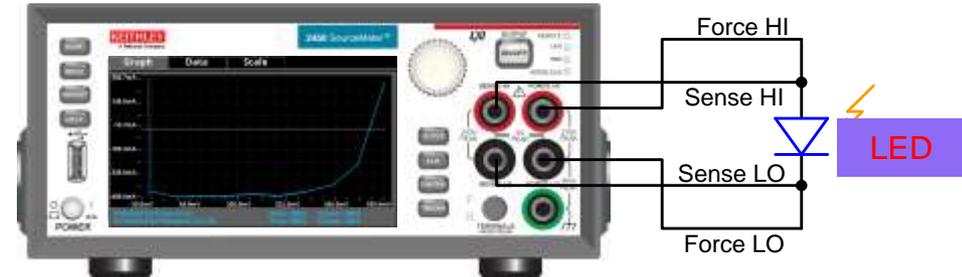
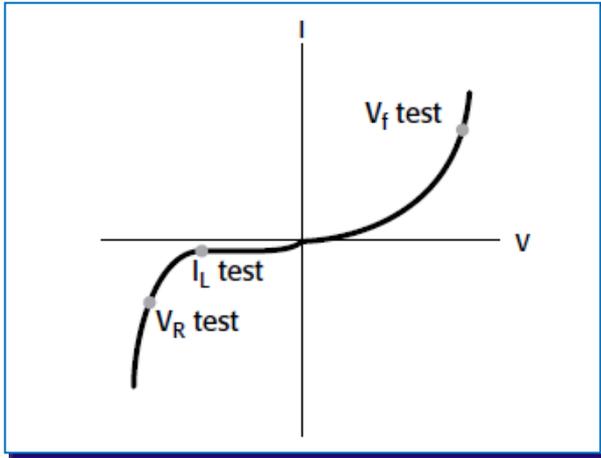


触摸屏式的菜单设计

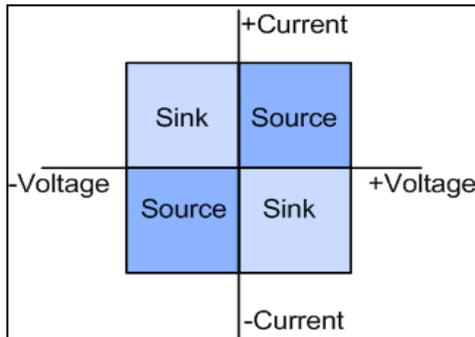


数据作图显示

LED 测试 Model 2450



- 研发工程师需要测试 LED 的整体 IV 曲线，了解其特性
- 生产线只需要测试 IV 曲线上的几个特殊点，判断 LED 的好坏



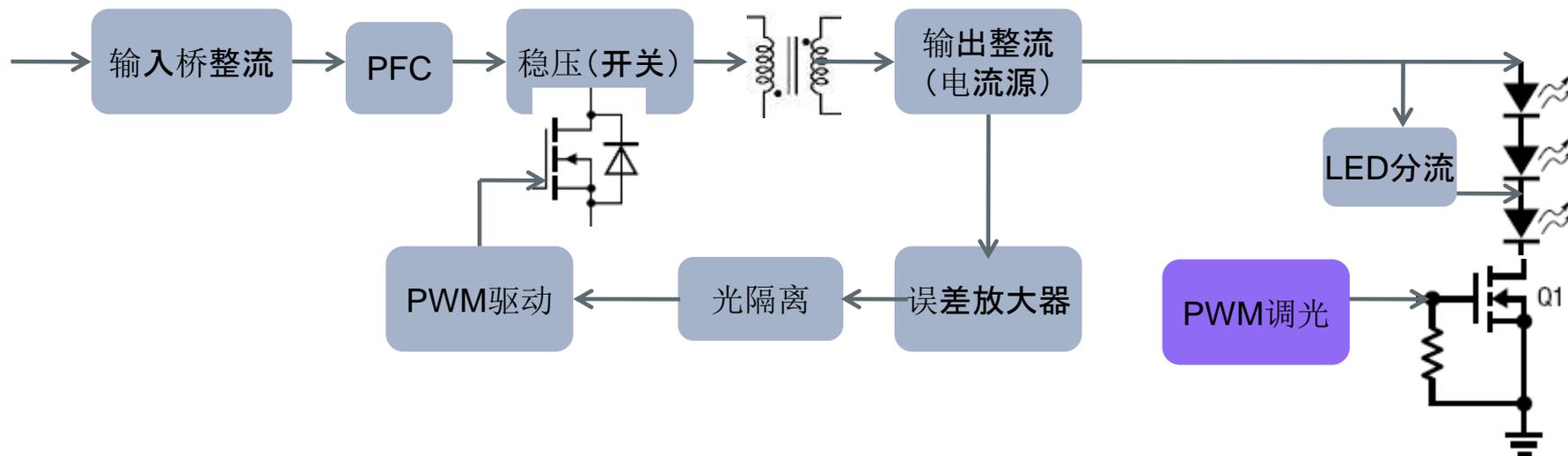
- 输出一个已知电流测试其电压（两点）：
 - 正向电压： V_f
 - 击穿电压： V_R
- 输出电压测量电流（单点）：
 - 漏电流： I_L

LED wafer系统测试-4200-SCS

- 当您需要的不仅仅是I-V
- C-V 测量
- 脉冲I-V 或是瞬态测量
- 器件的端口数大于2
- 碳纳米管
- 纳米线
- 太阳能电池
- 晶圆级测量
- 器件可靠性
- 热载流子注入
- NBTI效应
- 相变/阻变存储器
- 高K 材料
-



LED驱动测试方案

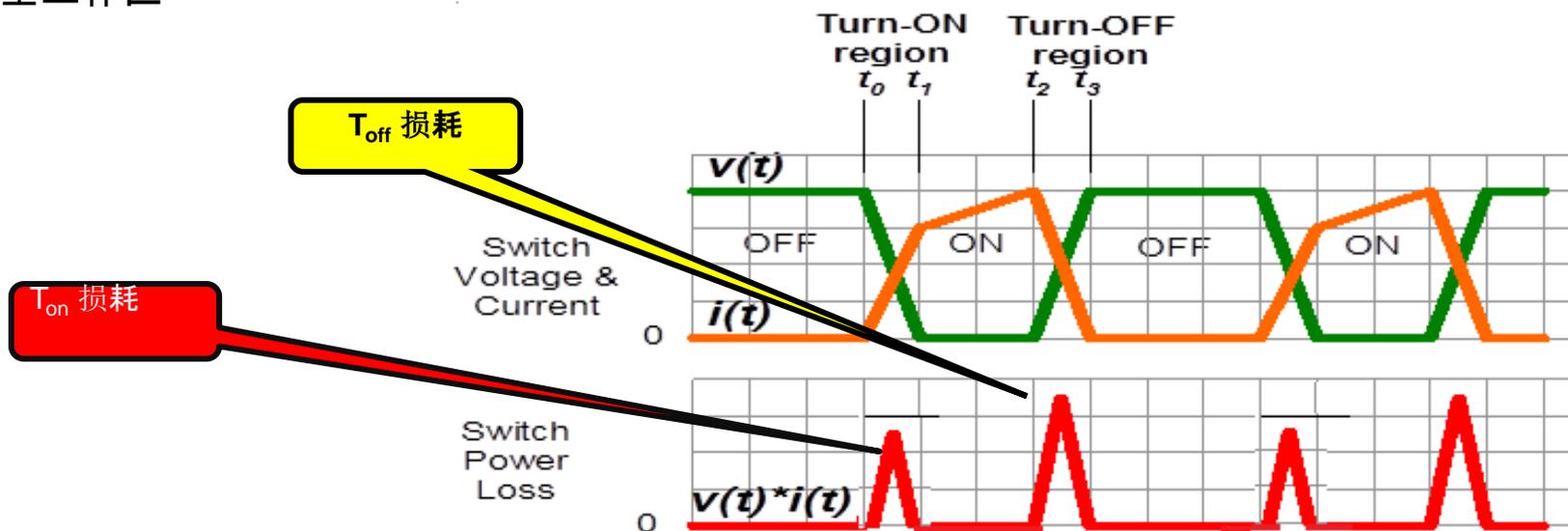
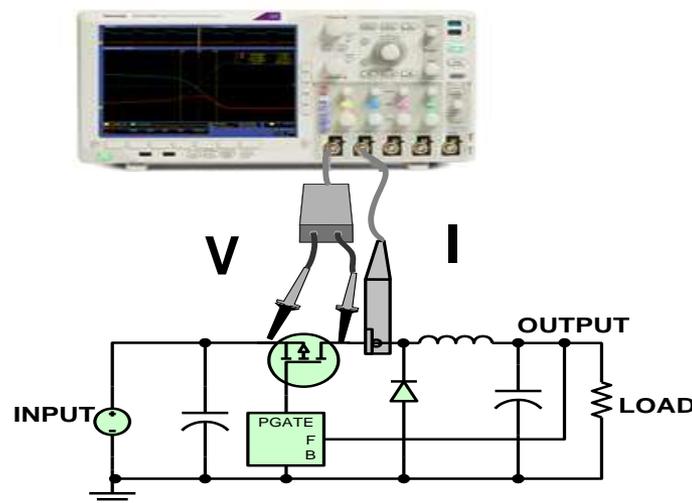


- 输入/ AC功率
 - 电流谐波
 - 电源品质
 - 冲击电流
- 输出 DC电压
 - 频谱分析
 - 纹波

- 有源器件 (开关)
 - 开关损耗
 - SOA
- 无源器件 (变压器)
 - 电感
 - 磁损
 - B-H 特性

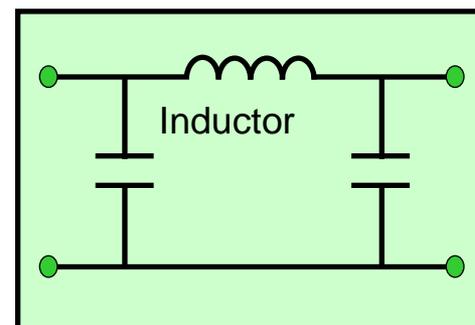
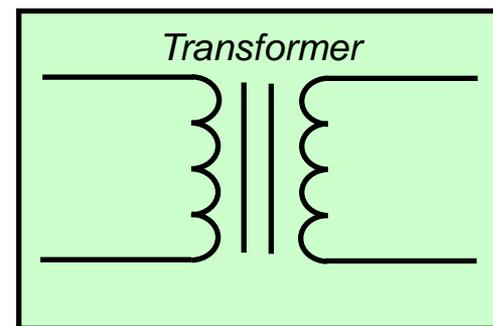
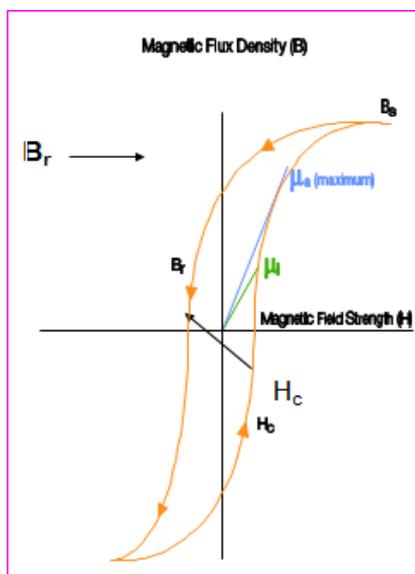
有源器件测量

- 开关电路在变换期间消耗了大部分的能量
- 常规测量:
 - 关断损耗
 - 导通损耗
 - 传导损耗
 - 总损耗
 - 动态导通电阻
 - 转换率 (dv/dt , di/dt)
 - 安全工作区



无源器件—磁性器件测量

- 常规测量：
 - 电感
 - 磁损 (磁芯损耗 + 铜损)
 - 磁特性
- 专注于电感和变压器



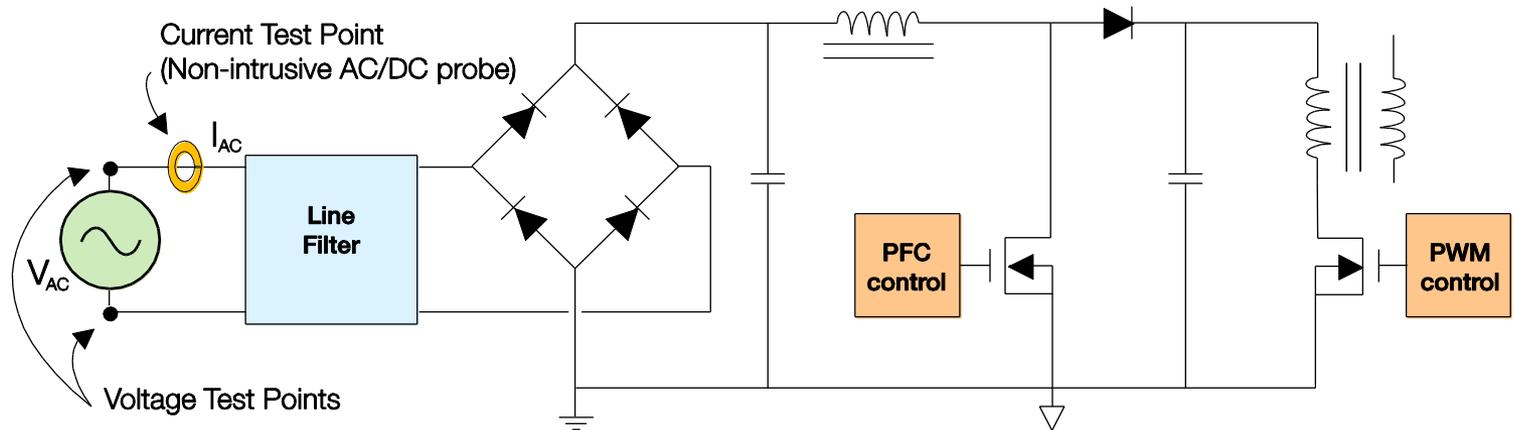
输入输出滤波器

输入和输出分析

- 输出纹波Output Ripple
- 输出噪声Output Noise
- 谐波和失真Power System Harmonics and Distortion
- 功率品质Power Quality

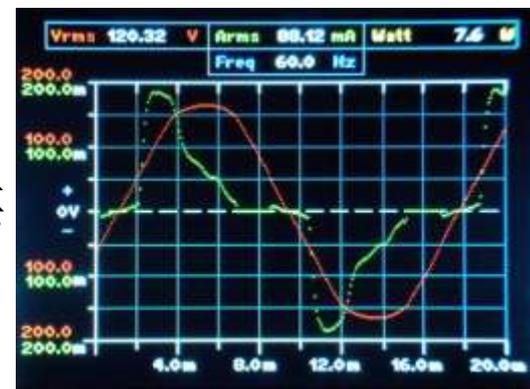
输入端的参数测量

- 电源品质测量:
 - 实际功率
 - 无功功率
 - 视在功率
 - 功率因数
 - 波形因子
 - 电流谐波测量
 - THD



PA4000/1000 –功率分析仪

- 双电流分流器，适用电流范围广
 - **40 μ A - 20A RMS**直接输入
 - 即使再小电流时仍保持很高的精度
 - **EnergyStar™**、**IEC50564**、**IEC62301**及旨在降低能耗的其它标准的全面合规测试
- **0.01% / 0.05%**基本精度，**1MHz**带宽
 - 满足当今测量要求
- 多功能彩色图形显示器，多种应用模式及人性化的用户界面
 - 操作简单，使用便捷
- 前面板**USB**接口，记录数据 + 标配通信端口
 - 数据保存，进行离线分析和报告
- **PWRVIEW**软件，提供设置向导和一致性测试
 - 简化特定应用和法规测试设定工作
- **标配最完整** - 标配功能，竞争对手的分析仪则要额外购买
 - 通信端口，谐波分析，**PC**软件
- **业内最好的5年**保修



泰克科技更广泛的产品，全面支持的产品设计



更多信息请查询：www.tektronix.com.cn
www.keithley.com.cn

