



泰克行业应用解决方案 | 论文集

为您的**今天，明天和未来**提供全方位的行业解决方案

KEITHLEY
A Tektronix Company

Tektronix®



目录

- 1. 无线通信
 - MDO 近场通信(NFC)及 RFID 调测方案.....3
 - MDO EMI 诊断方案.....5
 - MDO 在 EMI 测试中的应用.....6
 - MDO 跳频测试方案.....7
 - MDO 数字锁相环 PLL 调测方案.....8
- 2. 电力电子
 - 泰克示波器电源测试技巧.....9
 - 泰克新能源逆变器测试解决方案.....11
 - 泰克LED照明驱动测试解决方案.....13
 - 泰克变频器测试解决方案.....15
 - 泰克开关电源测试解决方案.....17
- 3. 元器件与半导体
 - 克服高亮度LED电学测量的挑战19
 - 碳纳米管纳米器件电气特征测量.....20
- 4. 汽车电子
 - MDO汽车胎压监测系统(TPMS)调测方案.....22
 - 汽车网络(多总线)的测试方案.....23
 - MDO汽车遥控钥匙系统调测方案.....27
- 5. 安防
 - 泰克科技安防监控的测试方案.....29

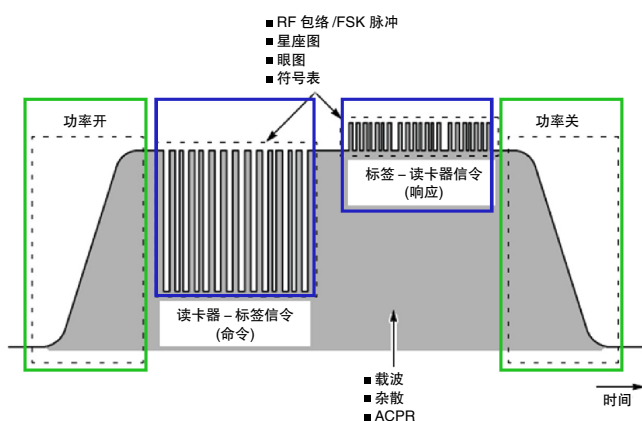
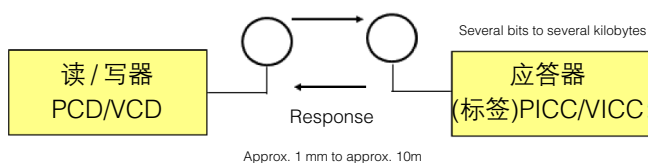
1 无线通信

MDO 近场通信(NFC)及 RFID 调测方案

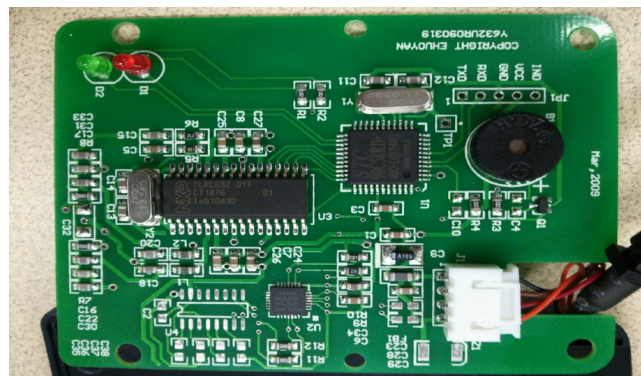
应用产业：物联网、移动支付、ETC

应用行业：NFC、RFID、ETC

应用技术：射频、RFID



应用	标准编号	名称
用于动物	ISO 11784	代码结构
	ISO 11785	技术概念
	ISO 14223	扩展代码结构和编码
	ISO 10374	自动标识
货运集装箱	ISO 18185	安全电子封印
	ISO/IEC 18000-1	参考结构
	ISO/IEC 18000-2	135kHz 以下的空中接口
	ISO/IEC 18000-3	13.56MHz 时的空中接口
货运集装箱	ISO/IEC 18000-4	2.45GHz 时的空中接口
	ISO/IEC 18000-6	860MHz~960MHz 时的空中接口
	ISO/IEC 18000-7	433MHz 时的空中接口
	ISO/IEC 15961	数据协议：应用接口
	ISO/IEC 15962	数据协议：数据编码规则
	ISO/IEC 15963	唯一标识符
	TR 18001	应用要求
	TR 18046	性能测试方法
标识“接近”卡	TR 18047	一致性测试方法
	ISO/IEC 14443-1	物理特点
	ISO/IEC 14443-2	射频和功率
	ISO/IEC 14443-3	初始化和防碰撞
标识“邻近”卡	ISO/IEC 14443-4	传输协议
	ISO/IEC 15693-1	物理特点
	ISO/IEC 15693-2	空中接口和初始化
	ISO/IEC 15693-3	防碰撞和协议
近场通信	ISO/IEC 18092	近场通信接口和协议



测试需求：

- 按照不同的标准进行标准符合测试
- 时域波形测试
- 频域指标测试
- 调制域数据解码

传统测试手段：

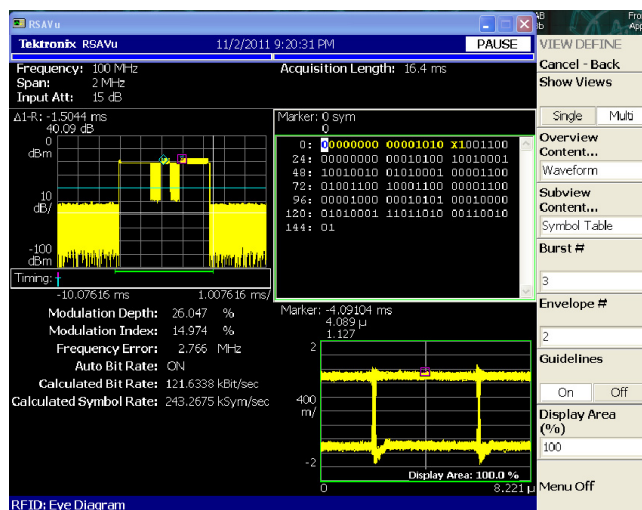
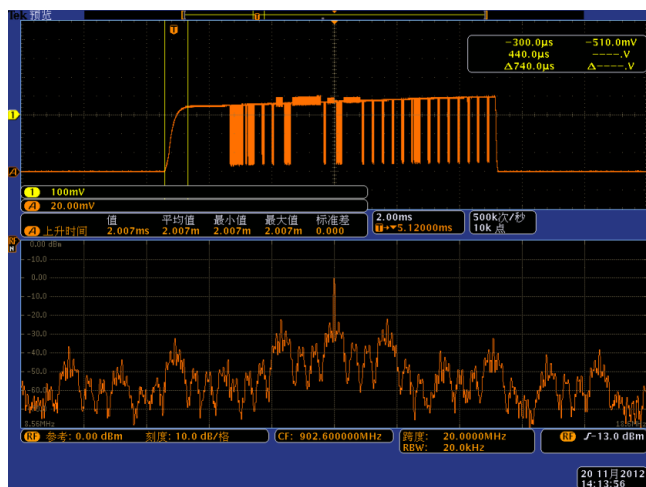
- AT4 等 RFID 测试系统
- 低端示波器测试 13.56M
- RSA3408 进行标准符合性测试

客户痛点：

- 示波器仅能测试 13.56M
- 测试系统通常限于标准验证机构
- RSA3408 已经停产，需替代产品

泰克测试方案及优势：

- 方案：MDO4014-3(NFC)/MDO4104-6(高频 RFID) + RSAVu
- 特点：
 - a) 替代 RSA3408，功能完全相同
 - b) 五合一
 - c) 跨域分析
 - d) 时域及调制波形测试快捷明了

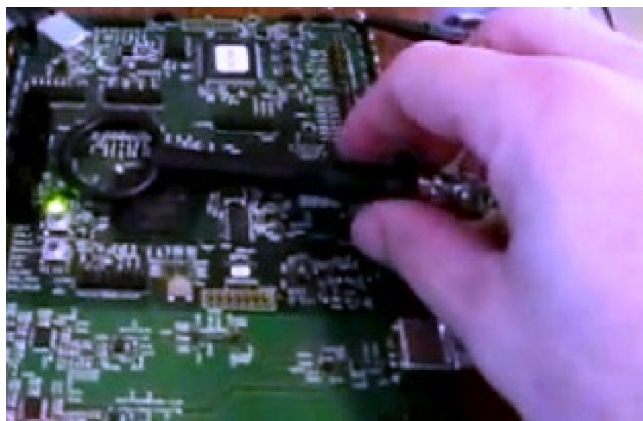


MDO EMI 诊断方案

应用产业：任何与电信号相关产业

应用行业：任何电子设备、电路板设计

应用技术：时域分析、频域分析



测试需求：

- 发现 EMI 问题
- 找出 EMI 根源

传统测试手段：

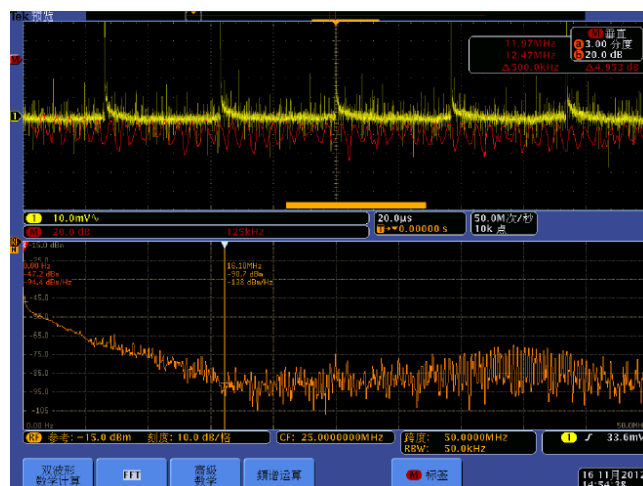
- EMI 接收机进行 EMI 预认证
- 频谱仪发现 EMI 问题
- 用近场天线找出 EMI 位置
- 用示波器对低频 EMI 进行分析

客户痛点：

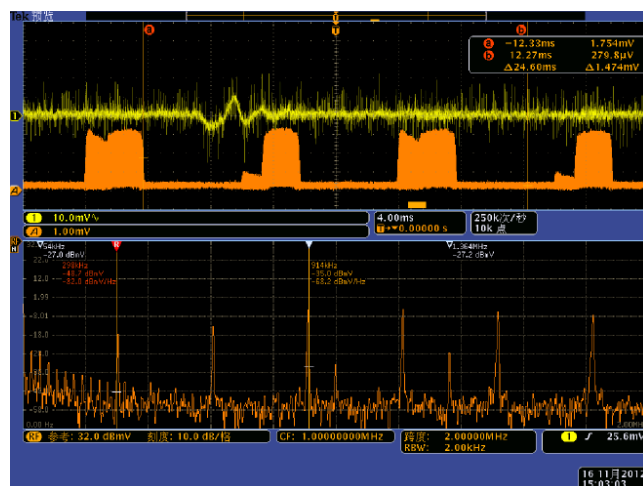
- 认证机构给出不合格报告后不知原因
- 某些设备受环境制约无法进行屏蔽，需找出根源从设计上解决
- 传导类干扰可能无法用天线测出
- 用示波器分析低频干扰局限性较大

泰克测试方案及优势：

- 方案：MDO4014-3 + 近场天线 + TPA-N-VPI
- 特点：
 - a) 五合一
 - b) 跨域分析
 - c) 频谱高灵敏度、分析带宽宽
 - d) 可测试射频幅度随时间的变化，分析 EMI 产生的根源
 - e) TPA-N-VPI 可将示波器探头直接连接到射频输入端进行传导类 EMI 测试



MDO 时频对应测试电源上的 EMI



MDO AvT 功能分析 EMI 产生的时间周期，从而分析 EMI 的根源

MDO在EMI测试中的应用

时间：2012年11月21日

地点：上海浦西某客户实验室

待测试设备：客户产品

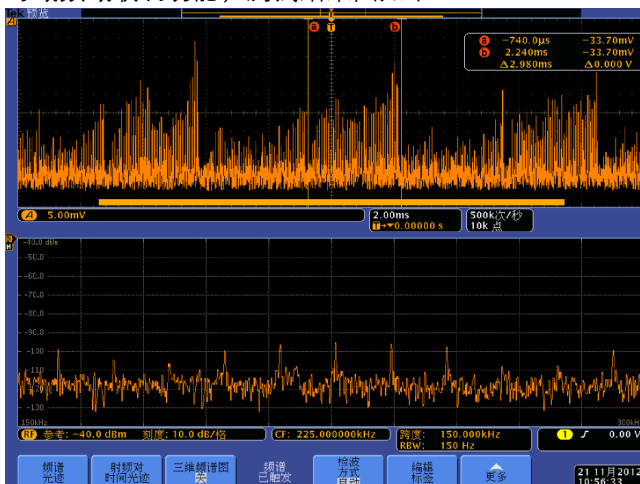
测试目的：验证客户产品的EMI，并找出超标原因

测试仪器：泰克MDO4104-3

该客户的产品是某型号小的电机(风扇)。该型号产品研发成功后，需通过EMI标准测试。之前该客户已经将产品送出去测试了3次，每次测试的花费都在1万人民币，却始终没有通过。检测机构给出的报告也只告知了超差的频点，没有给出超差的原因。

在MDO上连接好近场探头后，测试电机的射频辐射，发现在150KHz至20M频率范围内辐射很大，特别是在500KHz附近。经过和客户的沟通后，了解到该型号产品使用的是PWN调制，调制频率为固定20KHz，通过改变占空比来改变转速。了解到该情况后，使用了MDO的

时域频域联调功能，测试结果图如下



通过MDO的时域频域联调功能，做幅值随时间变化的曲线，可以发现辐射功率基本上以3ms为一个大周期。在每一个周期内，射频辐射功率逐渐增大，在周期结束时到达最大值。客户在看到测试结果后，确认了和PWN调制相关。因为在3ms周期内辐射功率的变化基本和PWM波的占空比变化成正比。

客户对测试结果表示满意。

MDO 跳频测试方案

应用产业：政府

应用行业：跳频电台、模块研发、设计、调测、现场测试

应用技术：射频、嵌入式(SPI)、频率瞬态分析、PLL

序号	仪器仪表	性能项目	要求	备注
1	示波器	频率范围 跟踪数	大于被测频率50MHz 双踪 可储存	
2	射频频谱分析仪	频率范围 滤波器带宽 动态范围 频率特性	1~500MHz 100Hz~50kHz 100dB $\leq \pm 1\text{dB}$	
10	调制域分析仪	频率范围 时间间隔分辨	200MHz <200ps	

测试需求：

- 按照国军标 GJB3434-98 进行验收
- 跳频稳定时间
- 锁相建立时间
- SPI 总线命令与 VCO 输出电压之间的对应关系

传统测试手段：

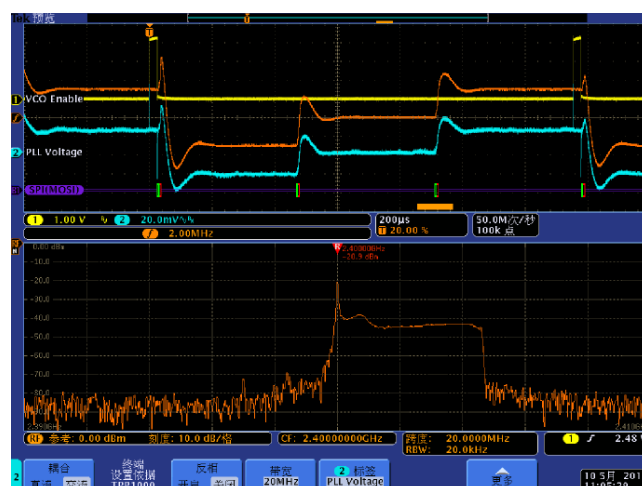
- 国军标规定示波器、频谱仪、调制域分析仪为基本测试仪器
- 调制域分析仪测试频率稳定时间
- 示波器显示 VCO 输出波形测试锁相建立时间
- 频谱仪测试输出射频信号杂散
- 某些客户购买了 RSA

客户痛点：

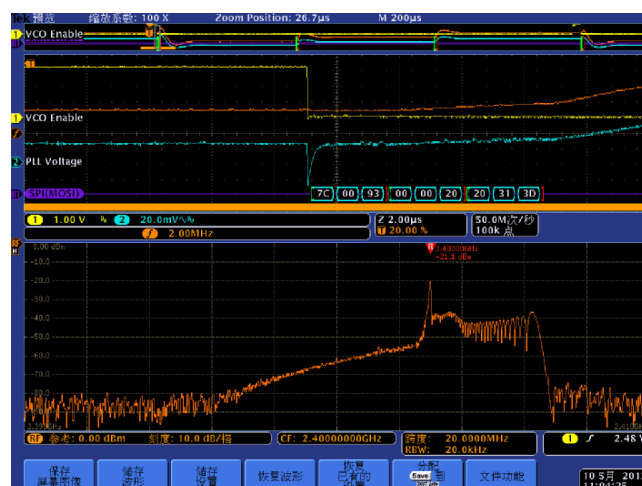
- 多台仪表成本高，占地大，国军标为 98 年版本，测试仪器已经有飞跃性发展
- 无法测试射频信号与控制信号时间关系
- 无法测试射频信号瞬态特性
- 无法得到跳频图案
- RSA 带宽窄，价格高

泰克测试方案及优势：

- 方案：MDO4014-3
- 特点：
 - a) 五合一
 - b) 跨域分析测试 SPI 与 VCO 及射频信号时序对应关系
 - c) 既可以通过 VCO 波形，也可以通过射频信号频率解调功能测试锁相时间
 - d) 可直接测试跳频稳定时间
 - e) 可测试跳频图案



MDO 跳频图案测试



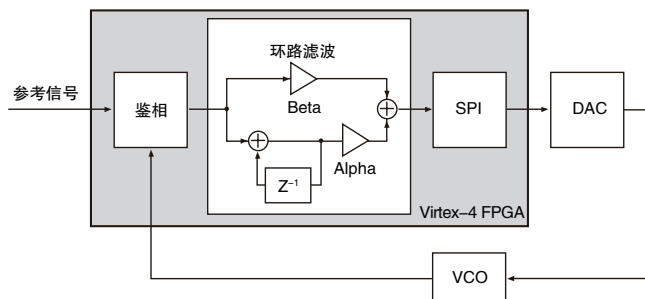
MDO 跨域分析测试 SPI 命令与控制信号及射频信号的对应关系

MDO 数字锁相环 PLL 调测方案

应用产业：电子

应用行业：数字锁相环设计、研发、调测、生产
应用数字锁相环的电子设备的设计、研发、
调测

应用技术： 射频、嵌入式(SPI)、瞬态分析



测试需求:

- 锁相频率稳定度
- 锁相建立时间
- SPI 总线命令与 VCO 输出电压之间的对应关系

传统测试手段:

- MSO 示波器调测 SPI 总线及 VCO 电压对应关系
- 频率计测试锁定频率及稳定度
- 示波器显示 VCO 输出波形测试锁相建立时间
- 频谱仪测试输出射频信号杂散

客户痛点:

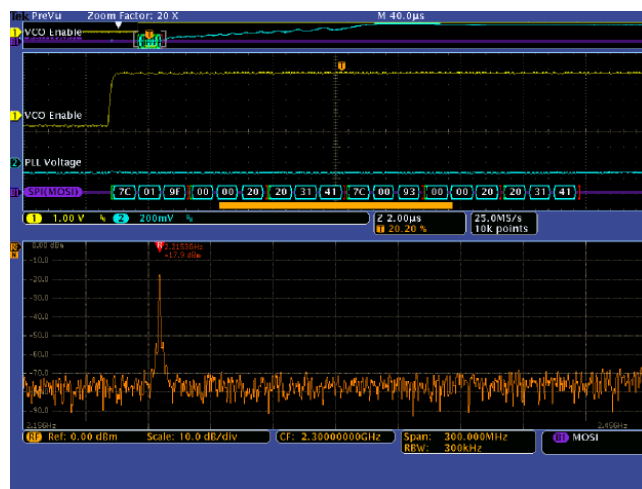
- 多台仪表成本高，占地大
- 无法测试射频信号与控制信号时间关系
- 无法测试射频信号瞬态特性

泰克测试方案及优势:

- 方案：MDO4014-3/6(根据射频信号频率而定)
+ FCA3000(测试长期稳定度，依射频频率确定型号)
- 特点：
 - a) 五合一
 - b) 跨域分析测试 SPI 与 VCO 及射频信号时序对应关系
 - c) 既可以通过 VCO 波形，也可以通过射频信号频率解调功能测试锁相时间



MDO 射频解调功能比较射频频率瞬态变化趋势与VCO电压的变化



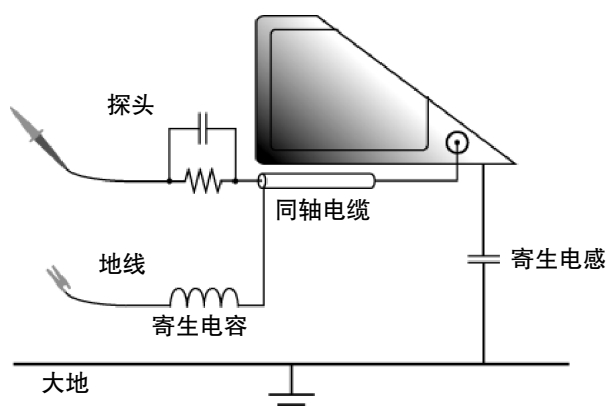
MDO 跨域分析测试 SPI 命令与控制信号及射频信号的对应关系

② 电力电子

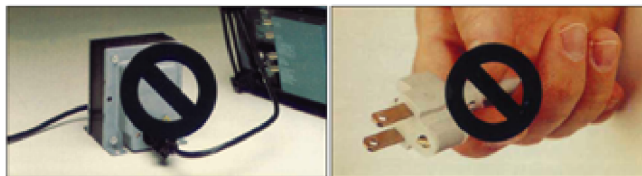
泰克示波器电源测试技巧

一、伏地电压信号测试

- 交流供电的普通示波器是以“地为参考点的测量”
- 示波器探头的地线与示波器的机壳和所有通道输入端电气相连
- 剪断示波器地线或使用隔离变压器将示波器从保护地线浮动起来的危险：
 - 操作人员触电
 - 示波器损毁
 - 测试结果不准确



所以以下这两种方法都不提倡的



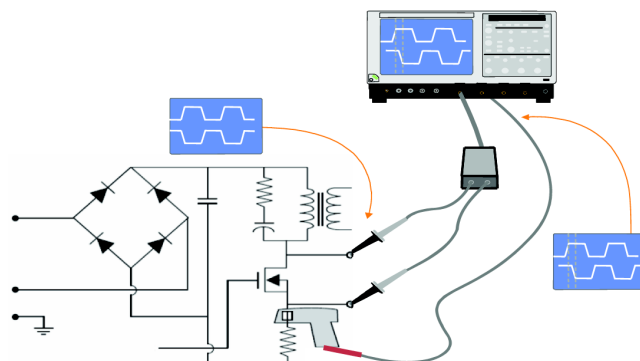
■ 正确方法：

采用差分探头或采用隔离通道、电池供电示波器进行安全测量。

二、探头延迟影响测量结果

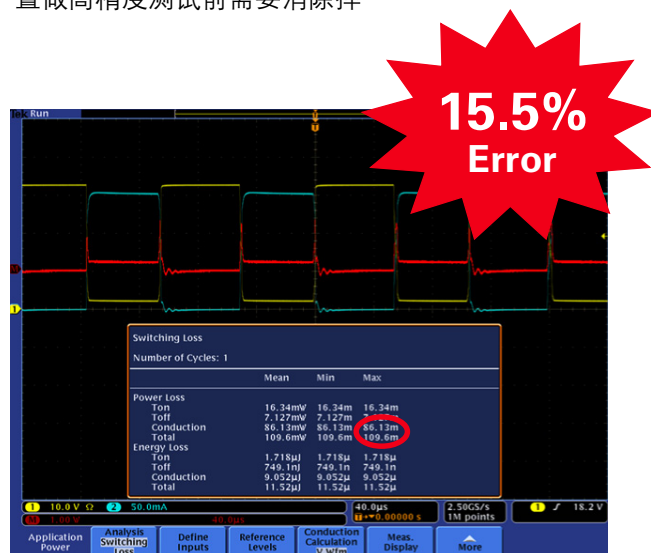
对电力电子器件做功率测量，必须同时测量器件上的电压和电流

- 需要两个独立的探头：电压和电流
- 每个探头有自己的延迟特性
- 延迟的差值就是时间延迟



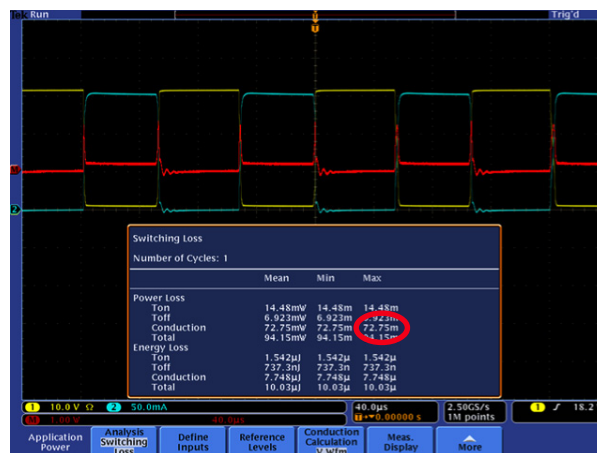
三、直流偏置对测量数据的影响

示波器，差分探头和电流探头可能有轻微的直流(DC)偏置做高精度测试前需要消除掉



With DC offset,

Conduction Loss=86.13 mW.

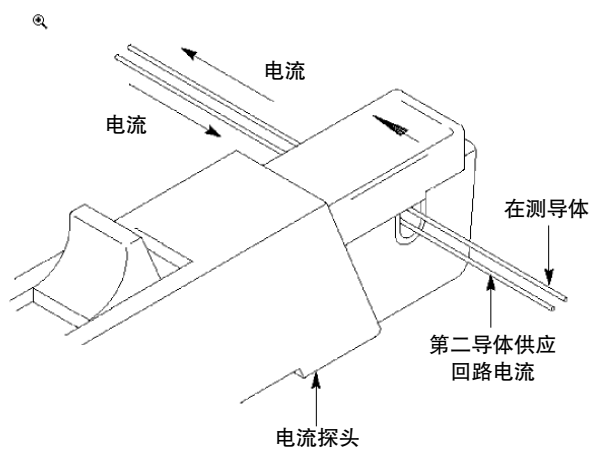


With DC offset removed,

Conduction Loss=72.75 mW.

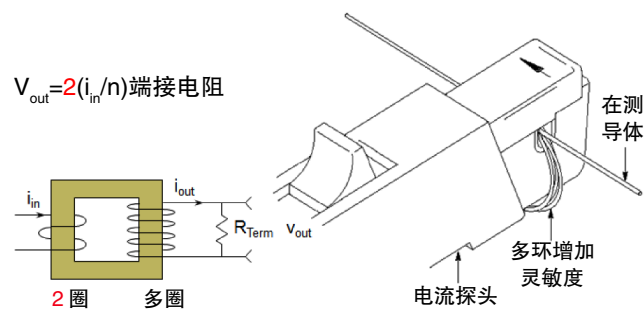
四、大直流电流测试

■ 通过直流偏置方法测试



五、小电流测试

■ 通过增加绕组的方法



泰克新能源逆变器测试解决方案

行业背景：

随着传统能源大量消耗和不可再生性，越来越多的国家关注新能源的开发和使用，新能源一般是指在新技术基础上加以开发利用的可再生能源，包括太阳能、生物质能、水能、风能、地热能、波浪能、洋流能和潮汐能，以及海洋表面与深层之间的热循环等

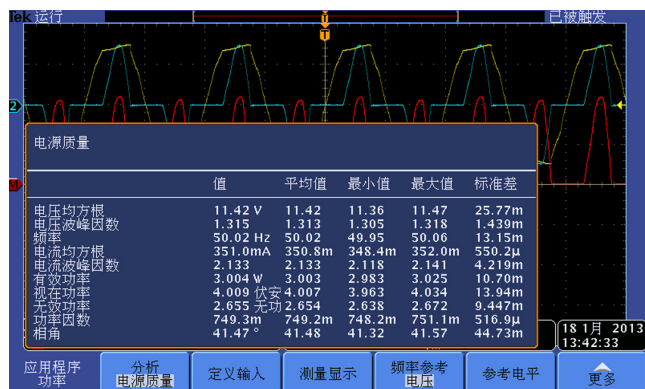
设计要点：

新能源需要通过新技术来使用，例如风能，太阳能将能源转换成电能，所发的直流电要投入日常使用或者是进入国家电网需要将其转换为工频交流电，所以逆变器就变得非常重要，为降低新能源发电的成本，逆变器的效率是非常重要的环节，关系发电的成本，逆变后电源的谐波及稳定性是设计中的重点。

设计测试要点：

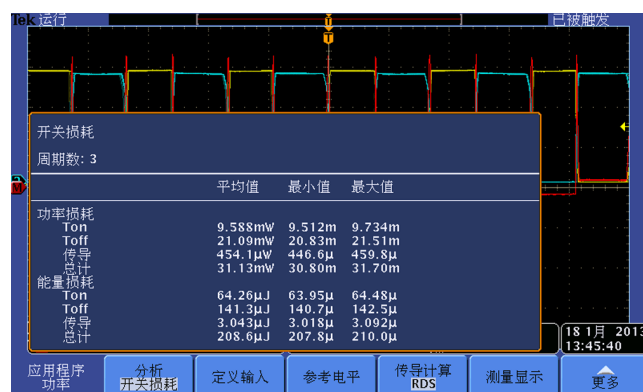
1. 输入电能质量测试

逆变器是能量转换效率非常重要，对逆变器功率测量是不可缺少的。使用1路通道测量输入电压，1路通道测量输入电流，配合示波器内置的电源分析软件，所有的电能质量相关参数可以直接显示在屏幕中，计算出DC输入的功率。



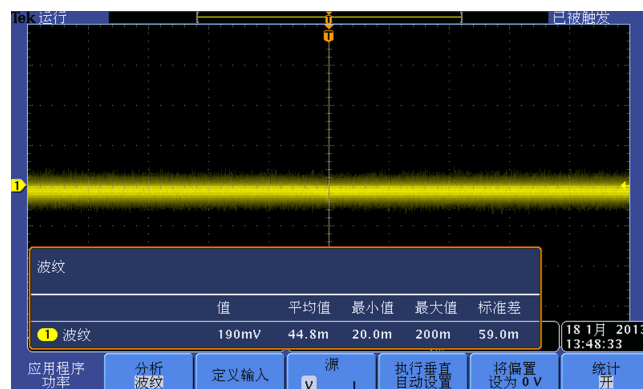
2. 功率器件的开关损耗

在电气效率方面，一个重要的影响因素是 IGBT 本身的损耗影响，泰克功率分析软件可以直接给出开启、关断、导通等各时间段的功率和能量损耗值。独特的波形搜索功能更可以轻松找到电源或负载变化时最大损耗的发生时刻。(详见相关介绍应用文章)



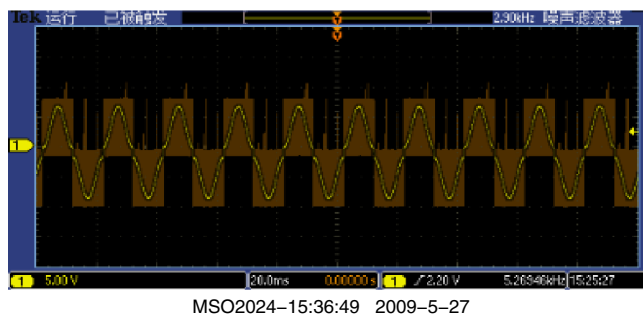
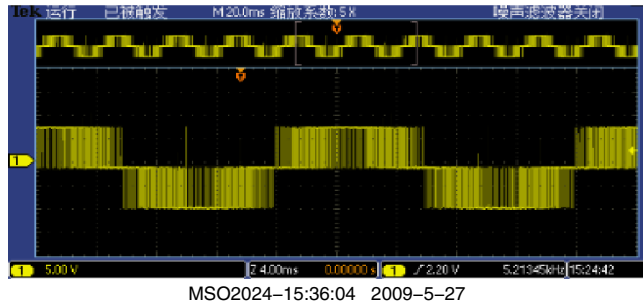
3. 纹波测试

输出纹波会影响整个逆变器的转换效率，泰克示波器电源测试方案中具有纹波测量功能，可以一键完成纹波参数的测量



4. PWM 信号测试

PWM 调制信号是设计人员必须观测的信号，工程师们需要检测实际输出的 PWM 电压信号的基波的频率、波形和有效值是否正确。



泰克提供的测试方案：

示波器 MSO/DPO4000B/3000 数字荧光示波器
+DPOxPWR 功率分析模块

+COMP/EMBD/AUTO 总线分析模块(视使用的总线类型而定)

探头 TMDP0200 高压差分探头 +TCP0030 电流探头(低压 690V 以下小功率系统)

THDP0100 高压差分探头 +TCP0150 电流探头(中压 690V–1500V 系统)

THDP0200 高压差分探头 +TCPA400+404XL 电流探头(高压大功率系统)

任意波形发生器 AFG3022B 任意波形发生器 产生 PWM 门极驱动信号

基本测试方案

示波器 MSO/DPO2000 示波器

探头 P5201 高压差分探头 +A622 电路探头

泰克 LED 照明驱动测试解决方案

行业背景:

LED(发光二极管)照明是目前高速发展的新型行业,众多国家已经制定政策,计划在数年内采用LED 照明技术替代白炽灯。

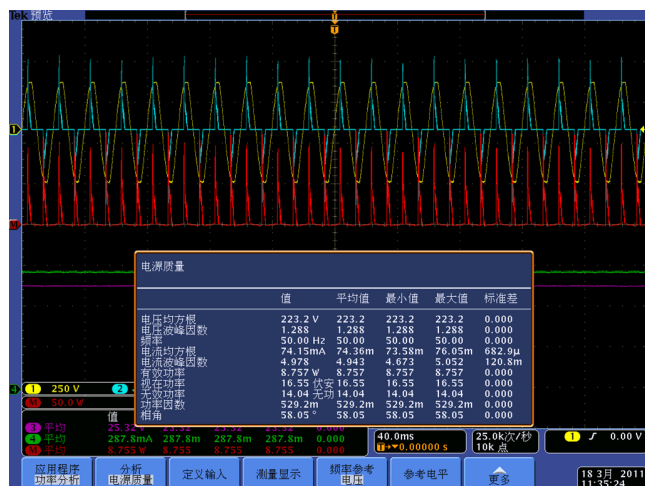
设计要点:

恒流驱动电源是理想的LED 驱动电源,也使用部分恒压驱动电源。LED 的光电转换效率很高,所以驱动电源的效率在整体上制约着LED 照明系统的整体效率,难以发挥其节能高效的特点。随着社会对供电质量的要求不断提高,人们越来越关注用电设备带来的电能质量和谐波问题。

测试要点:

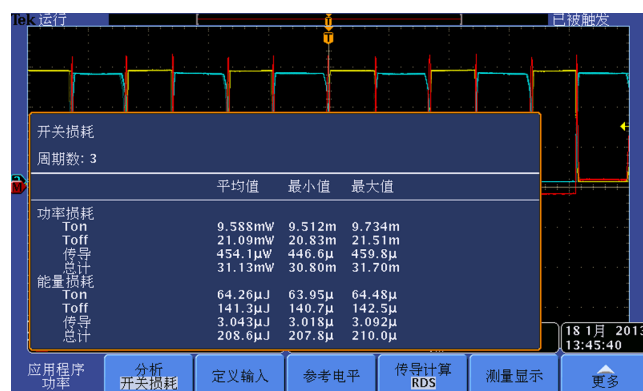
1. 输入电能质量测试

使用一路通道测量输入电压,一路通道测量输入电流,配合示波器内置的电源分析软件,所有的电能质量相关参数可以直接显示在屏幕中。



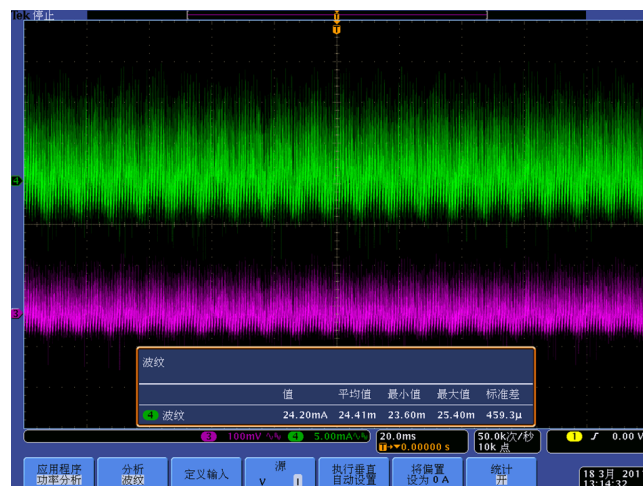
2. 功率器件的开关损耗

评估LED 照明系统效率的关键在驱动电源,而驱动电源效率和电源内部的开关损耗直接相关,功率器件的开关损耗测量不易实现,对于高速切换的功率器件,只能通过电压和电流相乘得到瞬态功率的办法计算功率。泰克功率分析软件可以直接给出开启、关断、导通等各时间段的功率和能量损耗值。独特的波形搜索功能更可以轻松找到电源或负载变化时最大损耗的发生时刻。(详见相关介绍应用文章)



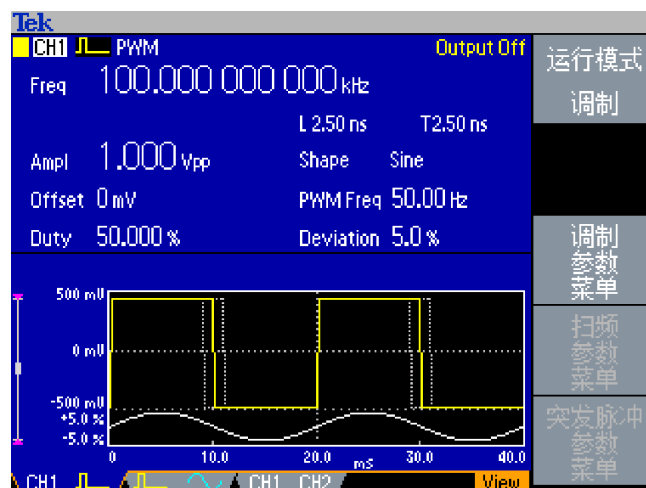
3. 输出纹波测试

输出纹波会影响LED 的光输出效果及LED的寿命,泰克示波器电源测试方案中具有纹波测量功能,可以一键完成纹波参数的测量



4. 调光电路的设计与测试

调光功能是高档LED 照明产品需要的功能，LED调光的最新技术是PWM调光技术。通过产生不同脉宽的PWM信号，控制功率器件的开启和关断的比例，从而达到调节输出光通量的目的。泰克的AFG3000 任意波形发生器可以轻松实现 PWM 信号的输出，使用者可以任意改变 PWM 变化的形式，脉宽输出的比例以及变化规律。



泰克提供的测试方案：

示波器 DPO4000B/3000 数字荧光示波器 +DPOxPWR 功率分析模块

探头 TMDP0200 高压差分探头 +TCP0030 电流探头

任意波形发生器 AFG3022B 任意波形发生器

特点：电源质量, 开关损耗, 谐波, 安全工作区, 调制, 纹波和转换速率的自动测量；自动校准探头偏差，保证测试精度。

轻松产生 PWM 信号，实现调光电路设计

基本测试方案

示波器 TPS2012B

探头 P5122 高压差分探头 +A622 电路探头

信号发生器 AFG2021

台式电源 PWS2323 台式电源

特点：实现基本测试，全部任务手动实现，成本低

泰克变频器测试解决方案

行业背景：

随着节能减排要求的不断提高，市场要求变频驱动设备厂商生产出更加高效节能、调速性能更优秀、更加智能的产品。大容量、高效率、高可靠和智能化已经成为变频器市场的发展方向。

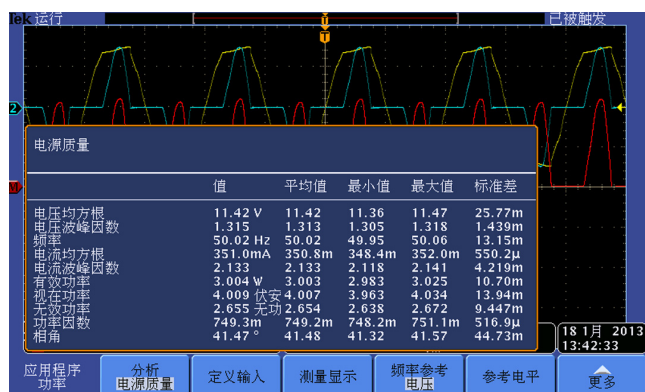
设计要点：

作为变频驱动设备的开发设计人员，工程师们需要一套完善的工具，在设计开发的各个阶段，调试和验证电路。如控制总线的技术，快速响应，转换效率等测试。示波器成为了非常重要的测试设备。

设计测试要点：

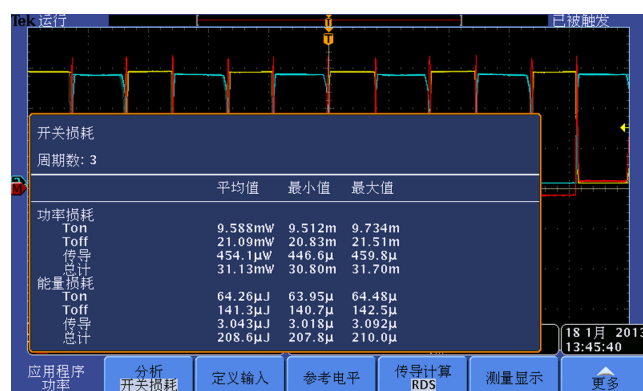
1. 输入电能质量测试

变频器是能量转换和驱动设备，对变频器功率和效率测量是不可缺少的。使用一路通道测量输入电压，一路通道测量输入电流，配合示波器内置的电源分析软件，所有的电能质量相关参数可以直接显示在屏幕中。



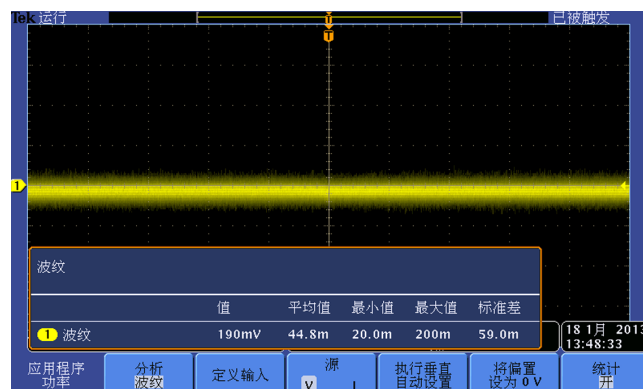
2. 功率器件的开关损耗

在电气效率方面，一个重要的影响因素是IGBT本身的损耗影响，泰克功率分析软件可以直接给出开启、关断、导通等各时间段的功率和能量损耗值。独特的波形搜索功能更可以轻松找到电源或负载变化时最大损耗的发生时刻。(详见相关介绍应用文章)



3. 纹波测试

输出纹波会影响变频器的转换效率，泰克示波器电源测试方案中具有纹波测量功能，可以一键完成纹波参数的测量

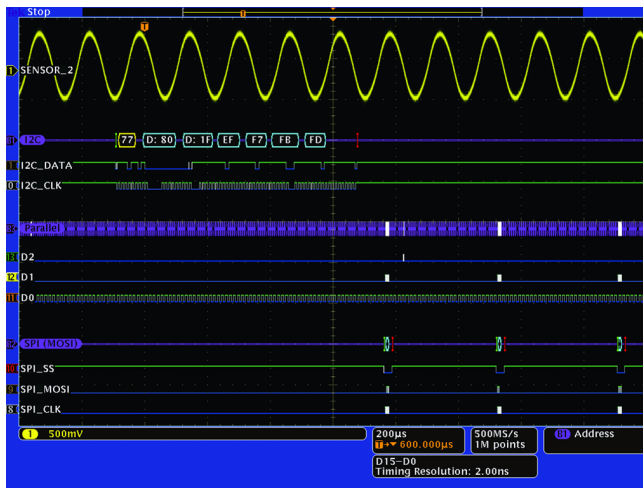


4. SPWM 信号测试

SPWM 调制信号是设计人员必须观测的信号，工程师们需要检测实际输出的 PWM 电压信号的基波的频率、波形和有效值是否正确。

5. 控制总线信号测试

工程师需要在系统层面上全面地观测整个系统的工作状态。如当上位机发送一个速度设定指令后，设备是如何反应的？经过多长的时间，输出信号达到了设定条件？当变频器中的某一个温度传感器发出报警后，系统如何判断实际发生了什么问题？系统如何响应？泰克提供了总线测试的方案。



泰克提供的测试方案：

示波器 MSO/DPO4000B/3000 数字荧光示波器
+DPOxPWR 功率分析模块

+COMP/EMBD/AUTO 总线分析模块(视使用的总线类型而定)

探头 TMDP0200 高压差分探头 +TCP0030 电流探头(低压 690V 以下小功率系统)

THDP0100 高压差分探头 +TCP0150 电流探头(中压 690V-1500V 系统)

THDP0200 高压差分探头 +TCPA400+404XL 电流探头(高压大功率系统)

任意波形发生器 AFG3022B 任意波形发生器 产生 PWM 门极驱动信号

基本测试方案

示波器 MSO/DPO2000 示波器

探头 P5201 高压差分探头 +A622 电路探头

信号发生器 AFG3021B

特点：实现基本测试，全部任务手动实现，成本低
现场测试方案

示波器 THS3000 手持示波器

探头 P5122 单端高压探头，A622/A621 电流探头

特点：电池供电 7 小时，直接进行现场浮地测试

泰克开关电源测试解决方案

行业背景:

开关电源是利用现代电力电子技术,控制开关管开通和关断的时间比率,维持稳定输出电压的一种电源,开关电源一般由脉冲宽度调制(PWM)控制IC和MOSFET构成。随着技术的发展,开关电源以小型、轻量和高效率的特点被广泛应用几乎所有的电子设备,是当今电子信息产业飞速发展不可缺少的一种电源方式。

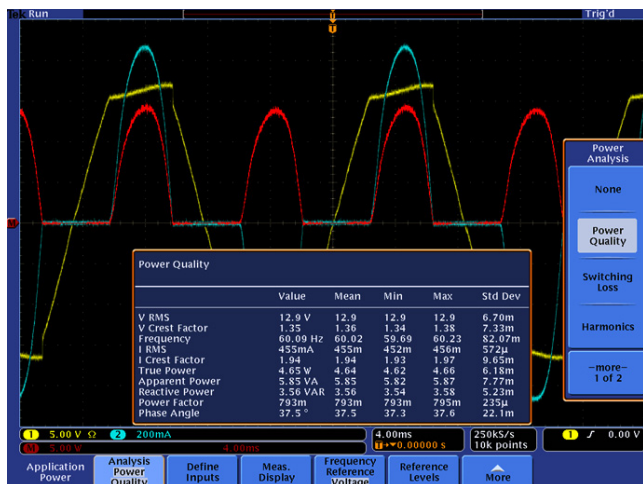
设计要点:

开关电源的发展方向是高频,高可靠性,低耗,低噪声,抗干扰和模块化其中关键技术是高频化,改善二次整流器件的损耗,提高在高频率和较大磁通密度(Bs)下获得高的磁性能。开关电源中应用的电力电子器件主要为二极管、IGBT和MOSFET、变压器。

设计测试要点:

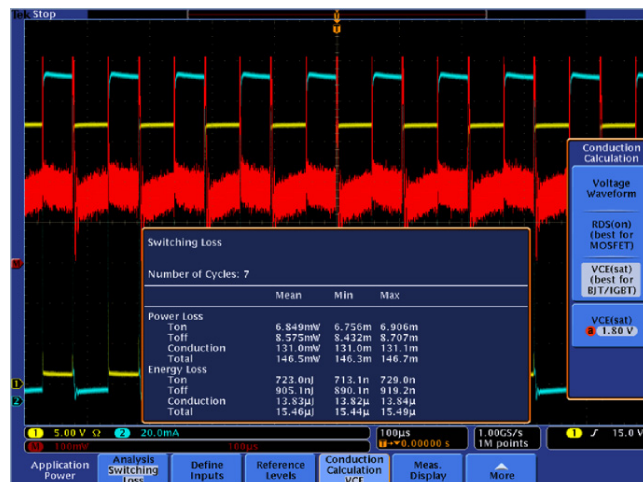
1. 输入电能质量测试

现实电路不可能提供理想的正弦波,线路中中有一些失真和杂波,所以确定电源的功率损失和失真是不可缺少的。示波器1路通道测量输入电压,1路通道测量输入电流,配合示波器内置的电源分析软件,所有的电能质量相关参数可以直接显示在屏幕上。



2. 有源器件测量: 开关元件(MOSFET, IGBT)

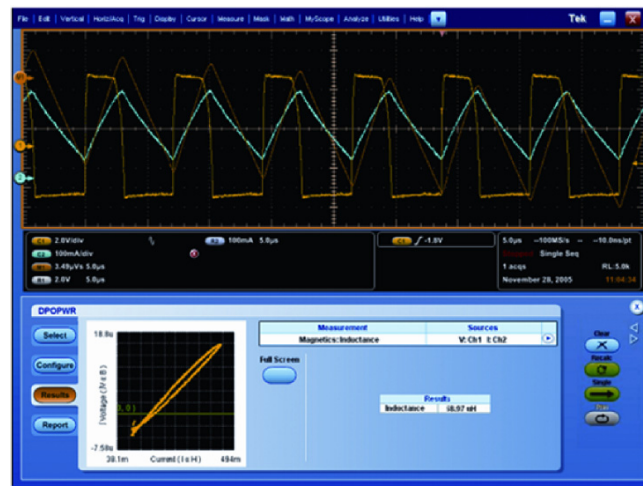
开关器件的损耗测试对开关电源非常重要,泰克功率分析软件可以直接给出开启、关断、导通等各时间段的功率和能量损耗值。独特的波形搜索功能更可以轻松找到电源或负载变化时最大损耗的发生时刻。(详见相关介绍应用文章)



3. 无源器件测量: 磁性元件

电源使用了各种各样的无源器件,如电阻和电容,但从测量的角度来说,主要着重于磁性元件,特别是电感和变压器。下面的测量结果有助于确定电源性能:

- A. 电感
- B. 功率损耗 (磁性)
- C. 磁性元件特性



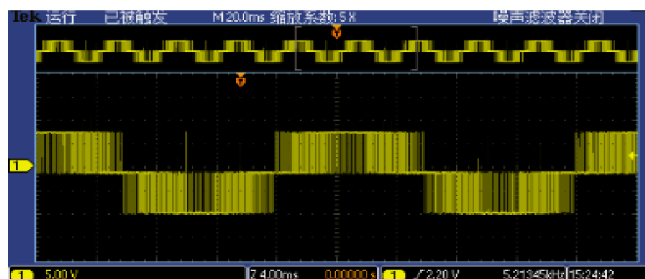
电感测试



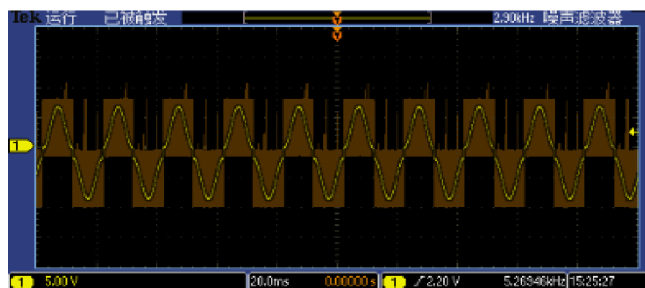
B-H 曲线测试

4. PWM 信号测试

PWM 调制信号是设计人员必须观测的信号,工程师们需要检测实际输出的 PWM 电压信号的基波的频率、波形和有效值是否正确。



MSO2024-15:36:04 2009-5-27



MSO2024-15:36:49 2009-5-27

泰克提供的测试方案:

示波器 MSO/DPO4000B/5000 数字荧光示波器 +DPOxPWR 功率分析模块

探头 TMDP0200 高压差分探头 +TCP0030 电流探头(低压 690V 以下小功率系统)

THDP0100 高压差分探头 +TCP0150 电流探头(中压 690V-1500V 系统)

THDP0200 高压差分探头 +TCPA400+404XL 电流探头(高压大功率系统)

③ 元器件与半导体

克服高亮度 LED 电学测量的挑战

应用产业：LED 芯片研发 生产 LED 发光材料研发

应用行业：LED 芯片 研发 生产 LED 材料研发



测试需求：

1. 前向电压 V_f ：前向电压值的大小接影响 LED 发光的色彩。需要单点或多点测量。
2. 反向击穿电压 V_r ：反向电压测量的是在反向偏置电流的加载情况下完成的。通过比较最低 limit 值决定 LED 是否合格或不合格
3. 反向泄露电流 I_L ：反向泄露电流测量是在反向偏置电压的加载情况下完成的通过与最高 limit 的值比较决定 LED 是否合格或不合格
4. LED 结温

传统测试手段：

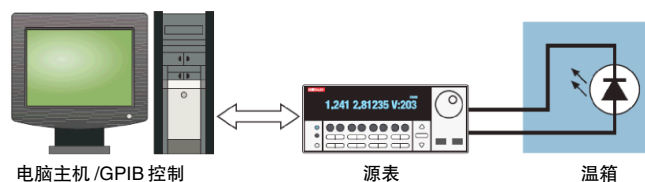
1. 普通的仪表组合如(高精度数字多用表 + 精密直流电源)只能完成单点测量，如需多点扫描则很难设置，大多需要额外编程完成。
2. 源带来的噪声注入问题
3. LED 本身的自热效应会导致 V_f 发生变化 温度上升 前向电压下降
4. 结温测量困难 热电偶无法直接放置 升降温速度缓慢
5. 无法实现交流激励 即 AC LED

客户痛点：

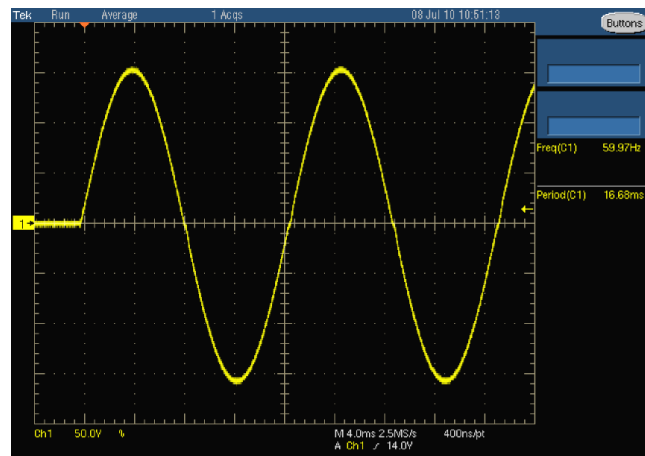
1. 多台仪表成本高，编程困难
2. 噪声过大带来的测量精度下降
3. LED 在测量过程中发热导致测量结果不可靠
4. 关注结温，但无法直接测量
5. 关注交流电压激励工作式 LED 的测量

Keithley(吉时利)测试方案及优势：

1. 方案：2520/2400 系列 2600 系列源表(SMU) + 3700 系列高精度开关
2. 特点：
 - a) 通过脉冲激励可以大大降低LED的自热效应导致更准确地测量
 - b) 源表与其他通用仪表比输出端噪声更低，性能更优越
 - c) 通过计算快速找到 $V/\text{°C}$ 斜率 M 以及 T_0
 - d) 高精度 SMU 不但可以产生直流激励而且可以发出低频的交流信号



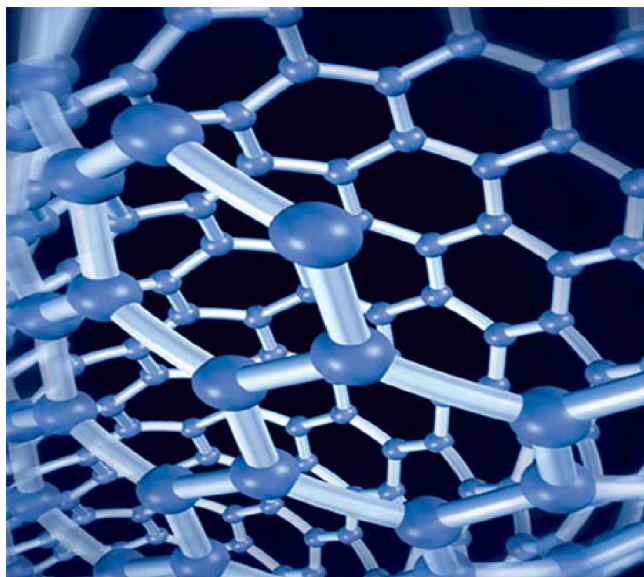
2612A 产生的 60HZ 交流信号



碳纳米管及低功耗纳米器件电气特征分析

应用产业：纳米

应用行业：纳米材料 纳米器件



测试需求：

1. 直流 I-V 特性
2. 交流 C-V 特性
3. 瞬态特征
4. 阻抗测量
5. 微弱电信号测量 如：小电压，小电流信号测量

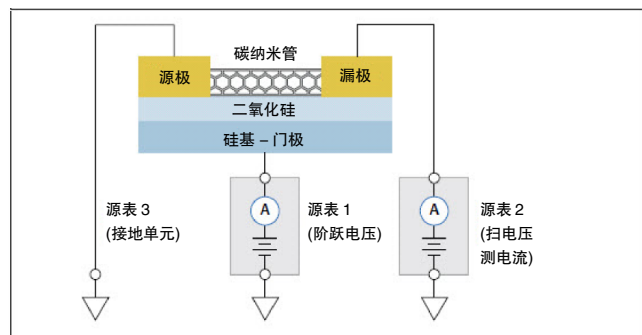
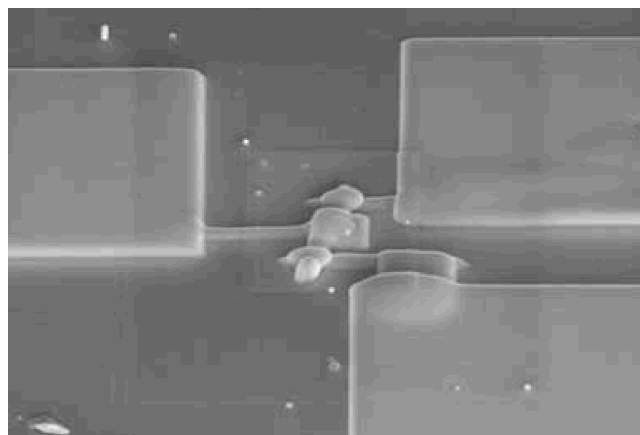


Figure 3. Circuit diagram for measuring the DC I-V characteristics of a CNT FET

客户面临的挑战：

1. 器件尺寸不断减小，连接与探测越发的困难
2. 精密的电流测量能力从pA向fA级迈进 且量程需要覆盖安培级至飞安级。
3. 精密的电压驱动能力，且驱动能力从几百伏到几十个微伏
4. 微尺寸下偏移电压、射频干扰、热电电压，器件的焦耳效应的控制
5. 精密的阻抗测量
6. 更宽幅度的偏置电压以及精密的电容(C-V)测量
7. 器件的瞬态特性测量即脉冲激励下的响应
8. 精密且复杂的系统连接，静态(DC)、动态 (AC)、瞬态 (脉冲) 等不同激励下的系统响应。



TiO₂ 纳米管 (德州大学 Dallas 分校)

Keithley 吉时利测试方案及优势:

1. 方案:

a) 4200-SCS/F 配置 SMU CVU PMU 模块 + 交直流前置放大器 + 通道切换开关 + 纳米探针台用于 I-V/C-V/pulse 测量

b) 6221+2182A 用于精密电阻测量

c) 6430 用于电荷数量和极低电流测量分辨率可达 10^{-17} 级

2. 特点:

a) 与纳米探针台完美连接保障您对纳米尺寸的器件的测量，配有 Guard 技术的三同轴超低噪声电缆以及转接头

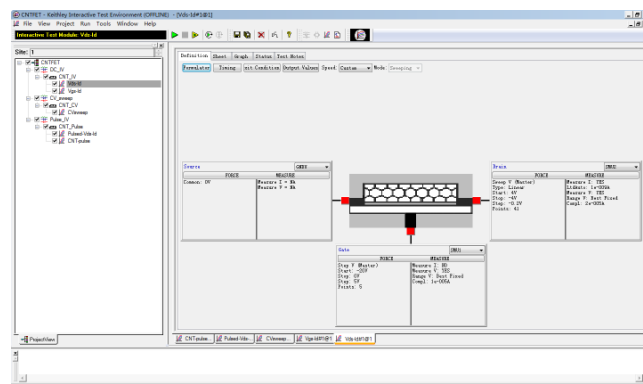
b) 世界顶级的微弱电压，电流测量能力助您轻松完成飞安级测试。

c) 简易的开路，短路校准，德尔塔方式测量，以及脉冲激励方式帮助您轻松客户系统主要的误差来源

d) 更宽幅度的偏置电压允许您测量更多的材料种类(Si ZnO CNT etc.)

e) 通过交直流前置放大器不但可以进一步提升仪器测量精度，前置开关更可以是您在静态、动态、瞬态测量时，无序重新连线，通过KITE 控制软件轻松完成任何一种指定的测量。

4200SCS/F 系统 KITE 软件纳米器件库纳米管调试截图



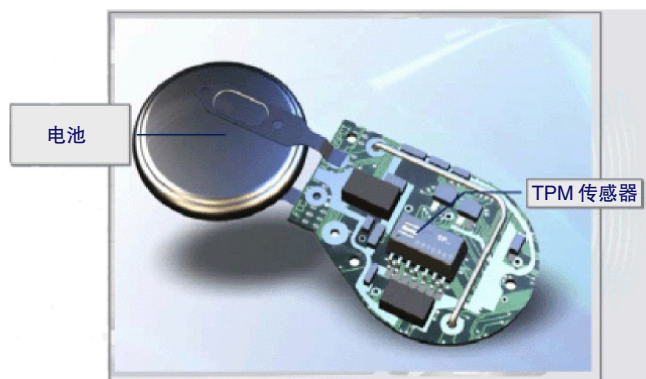
4 汽车电子

MDO 汽车胎压监测系统(TPMS)调测方案

应用产业：汽车电子

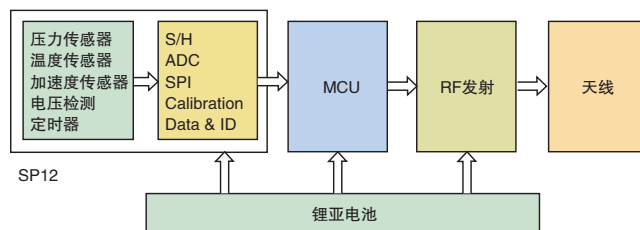
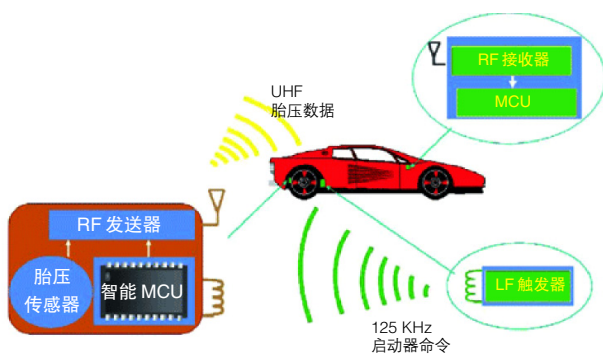
应用行业：胎压监测系统(TPMS)设计、研发、调测

应用技术：射频、FSK



测试需求：

- 胎压监测信号频谱
- 胎压监测信号 FSK 导码及数据码定时关系
- 基带控制信号间时序关系



传统测试手段：

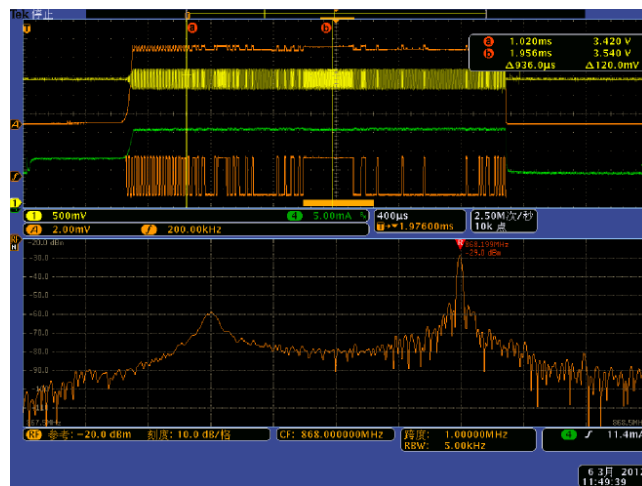
- MSO 示波器调测总线及基带信号
- 频谱仪测试射频频谱
- 用调制域分析仪或频谱仪加选件测试 FSK 波形

客户痛点：

- 多台仪表成本高，占地大
- 无法测试射频信号与控制信号时间关系
- 无法测试 FSK 导码与数据码定时关系

泰克测试方案及优势：

- 方案：MDO4014-3
- 特点：
 - a) 五合一
 - b) 跨域分析
 - c) 导码与数据码定时关系测试



MDO 测试胎压 FSK 信号

汽车网络(多总线)的测试方案

1、汽车网络测试方案概述

汽车电子技术在经历了零部件层次汽车电器时代、子系统层次的单片机(汽车电脑)控制时代之后,已经开始进入汽车网络化时代,并向汽车信息化时代迈进。采用先进的单片机技术和车载网络技术,形成了车上的分布式、网络化的电子控制系统。整车电气系统被连成一个多ECU、多节点的有机的整体,使得其性能也更加完善。

目前,世界主要汽车制造商生产的多数汽车上均采用了以CAN、LIN、MOST、DDB 等为代表的网络控制技术,将车辆控制系统简化为节点模块化。

如下图,汽车各个部分都具有了电子化的应用,那么网络控制技术就成为汽车电子的基础。



2、汽车网络的测试要求

汽车网络技术是现代汽车电子技术的重要组成部分,也是现代汽车通信与控制的基础。所以对于汽车系统来说,安全、可靠的网络系统是整个行车过程的有效保证,对于汽车电子的研发、测试工程师来说,能够快速、高效率的对汽车网络进行全面的分析就尤为重要,而各个网络总线的协调工作、系统定时成为测试的必要。

泰克科技针对汽车电子网络总线的发展要求,提供了CAN/LIN/FLEXRAY以及MOST总线的解码分析能力,并且按照相关标准可以测试和分析汽车网络总线的参数、功能,所具有的解码能力能够让工程师清楚汽车电子系统的细节。

汽车系统中包含的网络总线参数如下:

总线名称	数据传输速率	总线拓扑结构	传输介质	控制对象
CAN	100 kbit/s–500 kbit/s	线形, 双线	铜质电线	整车系统和网关
LIN 总线	9.6~19.2 kbit/s	线形, 单线	铜质电线	空调系统、防盗报警系统、轮胎压力监控系统、安全气囊系统的座椅占用识别
MOST	22.5Mbit/s	环形	光纤	语音和图象数据
FlexRay	10MBit/s	线形、星形	双绞线	整车系统和网关

3、汽车网络的难点

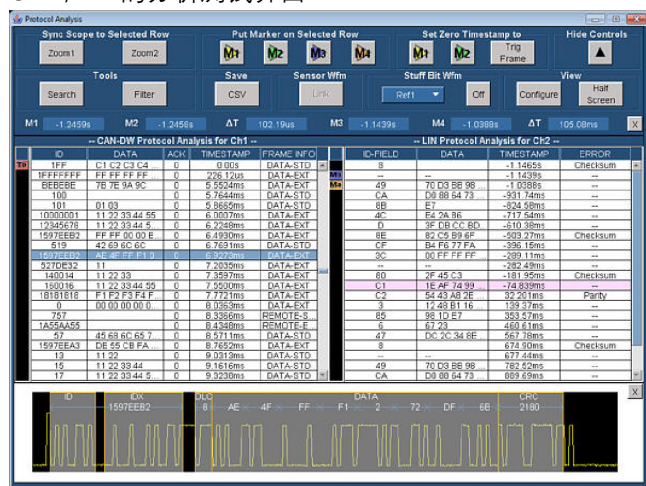
- (1) 同时进行多总线分析能力
- (2) 支持各总线的测试标准
- (3) 必须具有的测试附件如各种探头、治具。

4、泰克科技的汽车网络总线测试方案

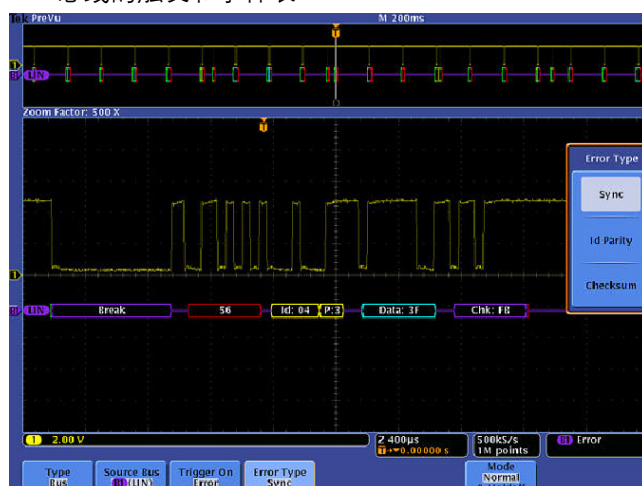
泰克科技的汽车电子网络总线测试方案可以对CAN/LIN/FLEXRAY以及MOST进行触发和解码,并能利用导航和搜索功能快速、高效的定位分析的数据。

- (1) CAN/LIN 的网络总线测试

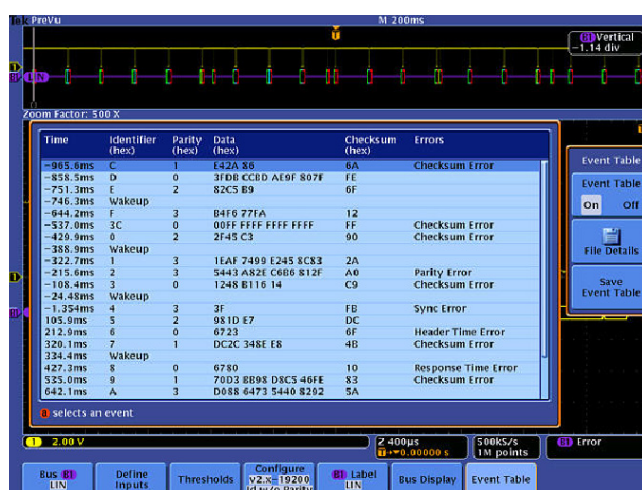
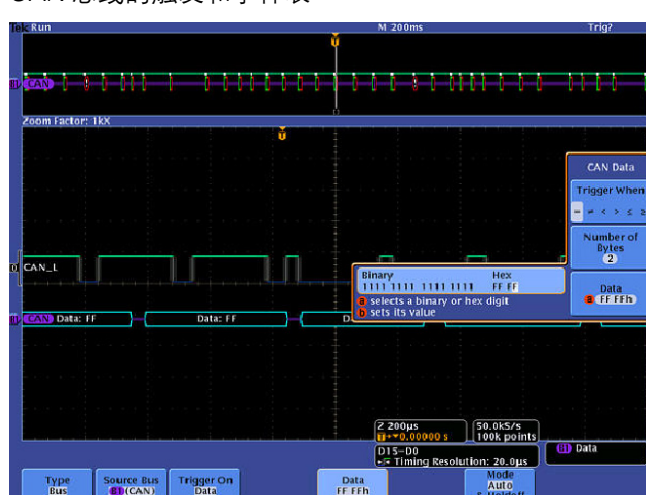
CAN/LIN 的分析测试界面



LIN 总线的触发和事件表

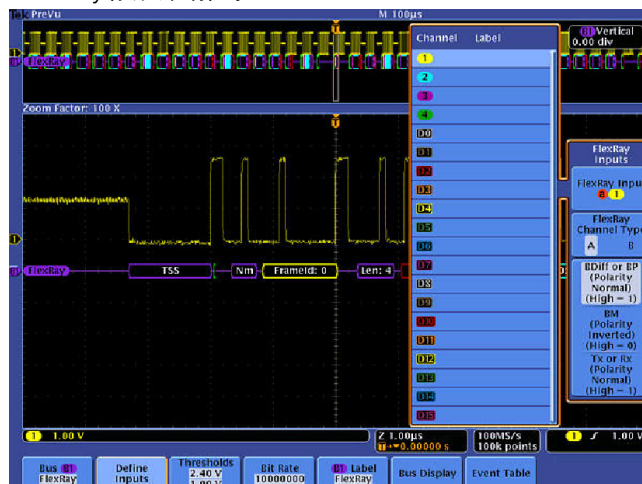


CAN 总线的触发和事件表

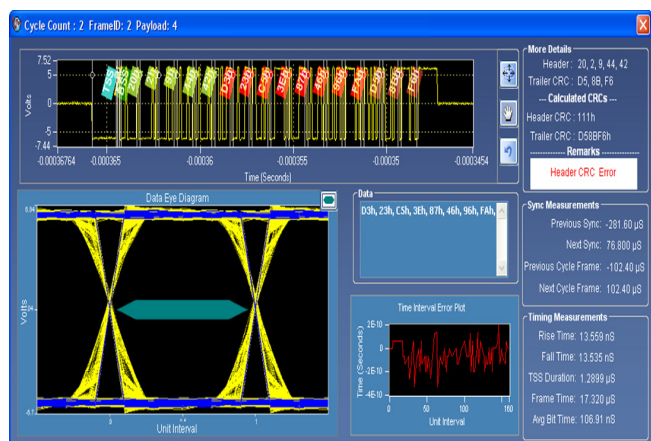


(2) FlexRay 的网络总线测试

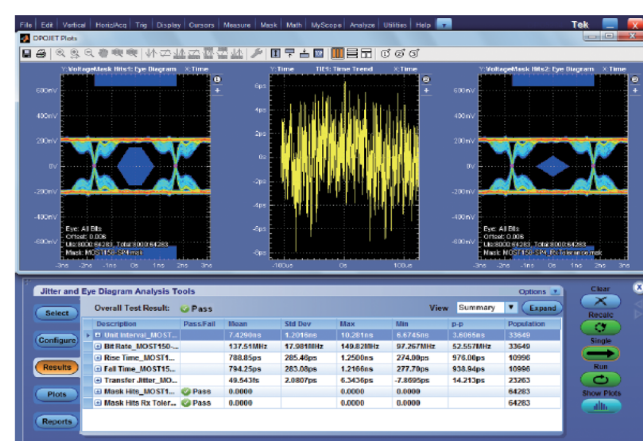
FlexRay 触发和解码



FlexRay 眼图测试、TIE 图、定时和同步测量

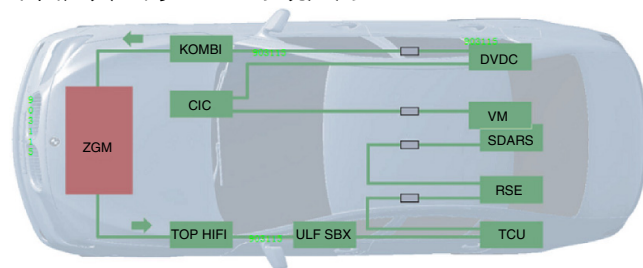


MOST50/150 的测试结果



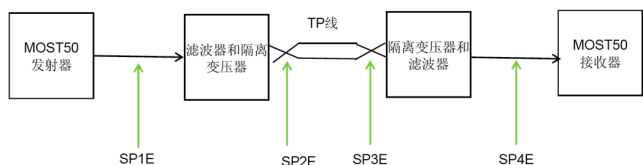
(3) MOST 的总线测试

下图是典型的 MOST 系统应用

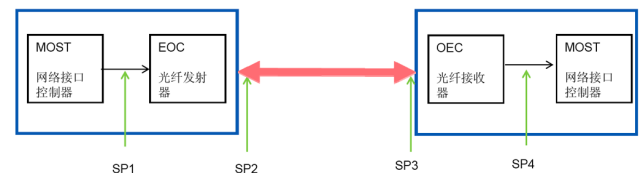


对于MOST总线，泰克科技提供了可以支持MOST50和MOST150的测试要求。

MOST50/150 的测试点



MOST50 测试点的位置



MOST150 测试点的位置

MOST50/150 的测试报告

Measurement Resulstns

Description	Mean	Std Dev	Max	Min	p-p	Population	Max-cc	Min-cc
Current Interval, Ref1	7.8423ns	1.5253ns	10.225ns	6.7255ns	3.4991ns	63756	3.4757ns	-3.4869ns
Current Acquisition	7.8423ns	1.5253ns	10.225ns	6.7255ns	3.4551ns	63755	3.4757ns	-3.4869ns
Bit Rate, Ref1	131.83MHz	22.243MHz	148.69MHz	97.803MHz	50.885MHz	63756	50.788MHz	-50.535MHz
Current Acquisition	131.83MHz	22.243MHz	148.69MHz	97.803MHz	50.885MHz	63756	50.788MHz	-50.535MHz
Rise Time1, Ref1	694.87ps	20.877ps	805.97ps	620.38ps	185.59ps	24398	126.26ps	-128.87ps
Current Acquisition	694.87ps	20.877ps	805.97ps	620.38ps	185.59ps	24398	126.26ps	-128.87ps
Fall Time1, Ref1	685.33ps	21.284ps	783.26ps	601.18ps	182.08ps	24398	118.78ps	-116.55ps
Current Acquisition	685.33ps	21.284ps	783.26ps	601.18ps	182.08ps	24398	118.78ps	-116.55ps
Transfer Jitter, Ref1	48.628fs	2.4537ps	7.7313ps	-8.8372ps	16.568ps	50040	624.84fs	-562.62fs
Current Acquisition	48.628fs	2.4537ps	7.7313ps	-8.8372ps	16.568ps	50040	624.84fs	-562.62fs
Mask Hits1, Ref1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	138031		
Hits In Segment 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	138031		
Hits In Segment 2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	138031		
Hits In Segment 3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	138031		

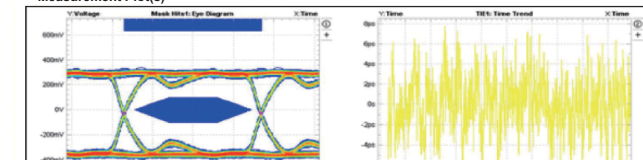
Pass/Fail Summary

Pass/Fail Information

Measurement	Mask Hits1	Source1	Ref1	Value	High Limit	Low Limit	Pass Fail
Max	0.0000	1					Pass

Plot Images

Measurement Plot(s)



5、方案配置及特点

(1) 泰克科技的汽车网络总线的测试配置如下：

总线	说明	仪器配置	附件
CAN/LIN	可以提供触发、定时测量、解码、事件表、搜索功能	DPO5034 +VNM DPO4000B +AUTO	TDP0500
FlexRay	可以提供触发、解码、事件表、搜索功能 提供完整的一套工具 评估物理层性能 * 眼图分析、 * 同步测量、 * 定时测量、 * 时间间隔误差 (TIE)	DPO4000B +AUTOMAX	TDP0500
MOST	能完成 MOST50 和 MOST150 电气兼容测试和诊断	DPO5104+ MOST+DJA AWG7122C +OPTION	P6248 ^{*1} 、 SPD-2 ^{*1} 其它附件

(2) 泰克科技的方案特点

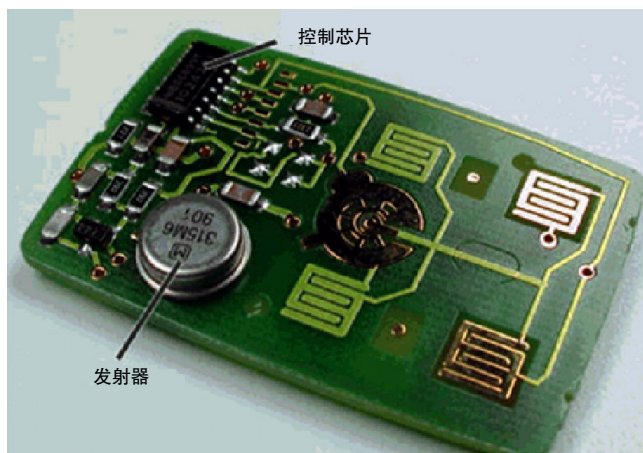
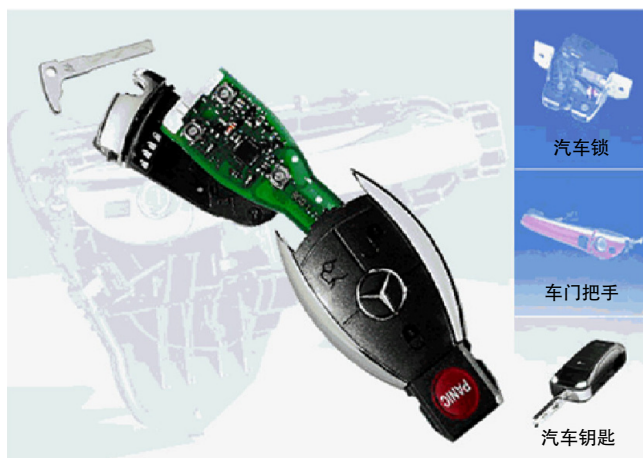
- 支持至少 4 条 / 种的总线测试和分析
- 对每种总线都可以解码、触发、搜索，提高测试效率
- 支持事件表，方便数据记录
- 总线测试符合相关标准要求
- 方案配置灵活，方便各级工程师选择

MDO 汽车遥控钥匙系统调测方案

应用产业：汽车电子

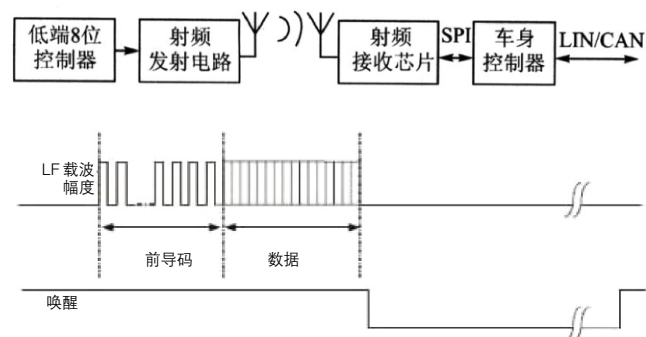
应用行业：遥控钥匙系统设计、研发、调测

应用技术：嵌入式(SPI/I2C 及 CAN/LIN 总线)、FSK/ASK、PLL



测试需求：

- 数字锁相环 PLL 锁定时间测试
- 遥控射频信号频谱
- 遥控射频信号 ASK/FSK 导码及数据码定时关系
- 总线与控制信号间时序关系



传统测试手段：

- MSO 示波器调测总线及基带信号
- 监测 VCO 电压测试 PLL 锁定时间
- 频谱仪测试射频频谱及 ASK 波形
- 用调制域分析仪或频谱仪加选件测试 FSK 波形

客户痛点：

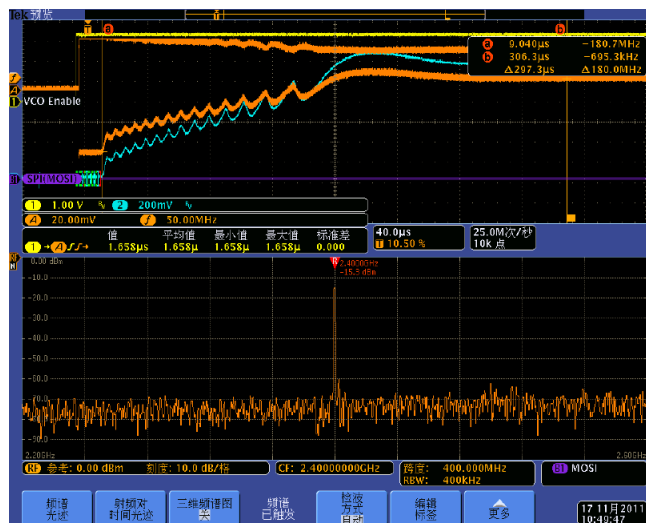
- 多台仪表成本高，占地大
- 无法测试射频信号与控制信号时间关系
- 无法在射频段测试 PLL 锁定时间
- 无法测试 ASK/FSK 导码与数据码定时关系

泰克测试方案及优势：

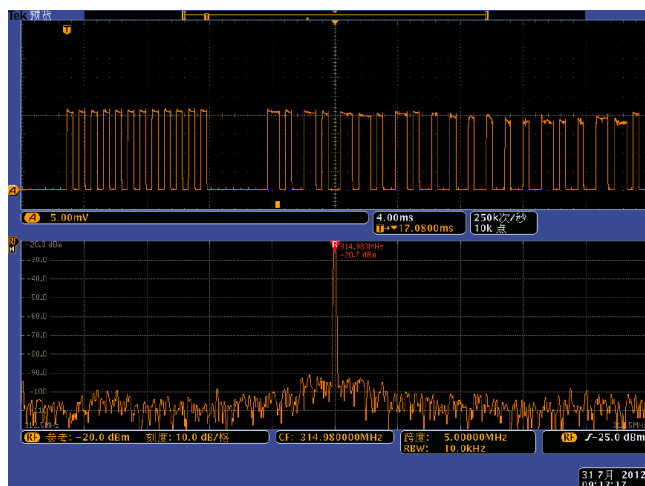
■ 方案：MDO4014-3+EMBD+AUTO

■ 特点：

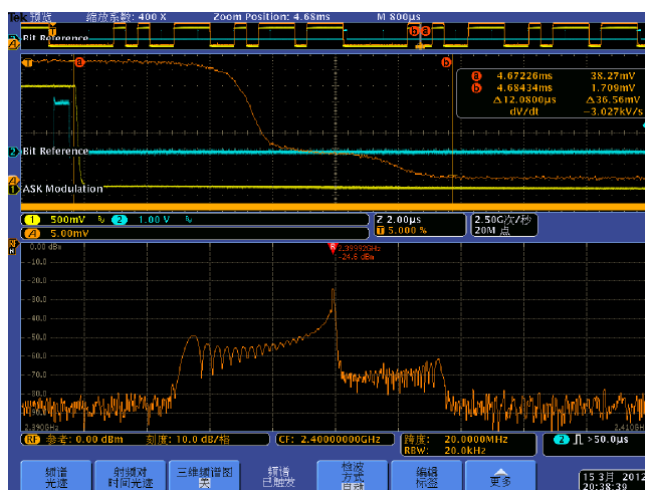
- a) 五合一
- b) 跨域分析
- c) 导码与数据码定时关系测试
- d) 射频端 PLL 锁定时间测试
- e) 发现潜在的基带 - 射频时序关系问题



MDO 五合一跨域分析测试射频端 PLL 锁定时间



MDO 测试 ASK 导码及数据码定时



MDO 发现 ASK 射频调制信号与基带信号时延超标

5 安防

泰克科技安防监控的测试方案

1、行业特点

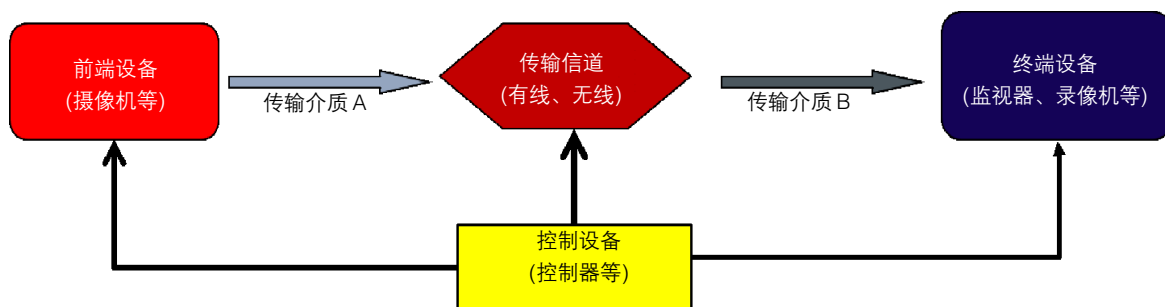
安防电子行业从上世纪的80年代开始发展,到目前经历了技术和市场的巨大变化。其中的视频监控占据了超过50%的市场份额。视频监控从开始的模拟到数字再到目前的IP网络及HD-SDI监控,朝着高清智能化的方向发展。2011年平安城市建设项目总投资1000亿,视频监控28%;单2011年摄像机107亿(中国共2300个城县,潜力巨大)。09-16年轨道交通、智能交通系统总投资1000亿,视频监控占400亿,年平均50亿。

主要涉及的产品有:摄像机、光端机、视频矩阵、解码器、数字硬盘录像机

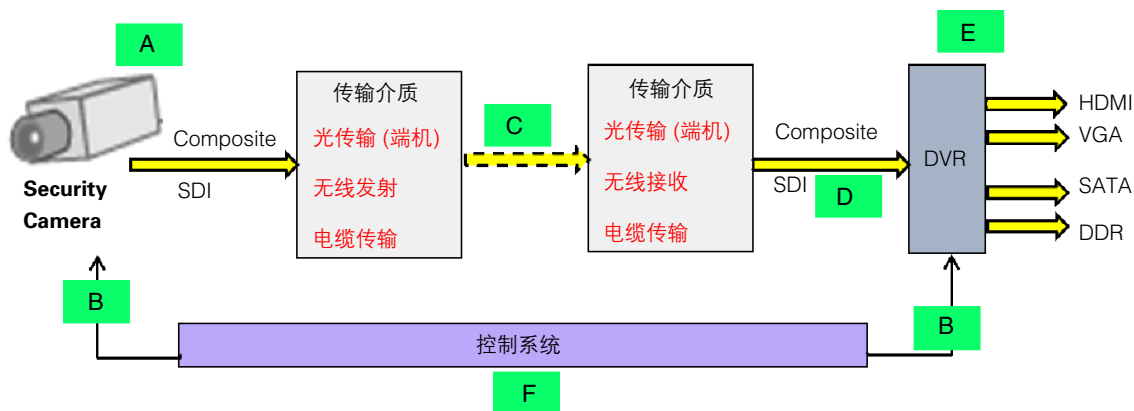
产品制造商主要集中在珠三角(广州、深圳)及长三角(杭州、上海、苏州)

2、监控原理及技术

视频监控的基本原理如下:



视频监控的数据流原理如下:



从技术角度出发,视频监控系统发展划分为第一代模拟闭路视频监控系统(CCTV)、第二代基于“模拟-数字”的监控系统(DVR)、到目前快速发展的第三代基于IP网络或HD-SDI的高清视频监控系统。

3、泰克视频监控测试方案

泰克科技具有超过60多年的产品测试经验,能够提供专业、可靠、先进的测试方案,帮助工程师完成视频监控产品研发和生产测试。现有方案已广泛应用于业内各大专业检测机构:公安三所,公安一所

根据视频监控的数据流以及相关的信息处理设备，泰克科技的测试方案如下：

被测点	测试项目或类型	测试目的	测试仪器
A	Camera	模拟摄像机性能	混合信号和协议：MSO4000B/5000+EMBD+COMP 电源管理：DPO3000/4000B/5000+PWR+Probes 音频分析：2015、2016 音频产生：AFG3000C/2000
		数字摄像机性能	混合信号和协议：MSO4000B/5000+EMBD+COMP 电源管理：DPO3000/4000B/5000+PWR+Probes 音频分析：2015、2016 音频产生：AFG3000C/2000 高速信号一致性：DPO71254C+USB+ET3+DDR PCBA 布线：TDR(DSA8300)
	模拟视频或	检测摄像机的分辨率，最低	模拟视频信号 1741C
	SDI 信号	照度，信噪比，传输特性	SDI 信号: WFM8300
B	视频系统控制和同步	控制系统的系统特性	RS232/UART 协议分析：DPO3000+COMP 系统时基稳定性：DPO5000+DJA 系统时基的精度：FCA3100
C	光传输	检测光端机的传输特性	模拟视频信号 1741C SDI 信号: WFM8300 信号源：TG8000+ 选件 光传输特性：DSA8300+ 选件
	电缆传输	电缆和适配器的传输特性 (损耗、阻抗、匹配)	TDR(DSA8300)
		LAN 传输一致性和协议测试	一致性：DPO5104+ET3 协议：DPO4104+ENET
	无线发射	发射机的性能、 GPRS\CDMA\OFDM\ COFDM 特性	MDO4000、RSA5000
D	模拟视频或 SDI 信号	检测摄像机的分辨率，最低 照度，信噪比，传输特性	模拟视频信号 1741C SDI 信号: WFM8300
E	DVR 及输出	检测高速数据传输的一致性： HDMI\SATA\DDR 视频信号的质量：VGA 图像压缩性能、客观图像 质量打分	一致性 DPO72054C+HT3+DDRA+SATA+PCIe+USB 视频信号：DPO3000+VID 高清视频测量：VM6000/DPO7000+VM6UP HDMI 图形特性、格式、误差：WFM5250 客观图像质量打分：PQA600A 图像压缩：MTS4000 信号源：TG8000+ 选件
F	系统控制器	控制系统的性能	接口协议：DPO3000/4000B/5000+COMP 以太网矩阵：DPO5000+ET3 多通道定时分析：MSO4000/5000/TLA6000 FPGA 分析：MSO4000/5000/TLA6000+FPGA VIEW PCBA 布线：TDR(DSA8300)

4、泰克视频监控方案优势

对于视频监控系统的研发和生产，泰克科技提供了视频信号产生、监视、视频质量分析、视频评价等全面的方案，还提供了更强大的高速信号完整性分析、低速总线、接口的协议分析，更具有器件级的方案测试如FPGADSPMCU等。泰克科技测试方案集合了通用性和专业性，是产品、系统研发、生产的最佳选择。



图. WFM8300 关于 SDI 信号的规范性及眼图测试

泰克中国客户服务中心全国热线：400-820-5835

泰克科技(中国)有限公司

上海市浦东新区川桥路1227号
邮编：201206
电话：(8621)50312000
传真：(8621)58993156

泰克北京办事处

北京市海淀区花园路4号
通恒大厦1楼101室
邮编：100088
电话：(8610)57950700
传真：(8610)62351236

泰克上海办事处

上海市徐汇区宜山路900号
科技大楼C楼7楼
邮编：200233
电话：(8621)33970800
传真：(8621)62897267

泰克深圳办事处

深圳市福田区南园路68号
上步大厦21层G/H/I/J室
邮编：518031
电话：(86755)82460909
传真：(86755)82461539

泰克成都办事处

成都市锦江区三色路38号
博瑞创意成都B座1604
邮编：610063
电话：(8628)86304900
传真：(8628)85270053

泰克西安办事处

西安市二环南路西段88号
老三届世纪星大厦20层K座
邮编：710065
电话：(8629)87231794
传真：(8629)87218549

泰克武汉办事处

武汉市解放大道686号
世贸广场1806室
邮编：430022
电话：(8627)87812760/2831

泰克香港办事处

香港九龙尖沙咀弥敦道132号
美丽华大厦808-809室
电话：(852)25856688
传真：(852)25986260

如需进一步信息

泰克维护着一套完善的不断扩大的应用指南、技术简介和其它资源，帮助工程师处理尖端技术。请访问 www.tektronix.com.cn



© 2013 年泰克公司版权所有，保留所有权利。泰克产品受到美国国外已经签发和正在申请的专利保护。本文中的信息代替以前出版的所有材料中的信息。技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克公司的注册商标。本文提到的所有其它商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。

2013年1月

Tektronix®