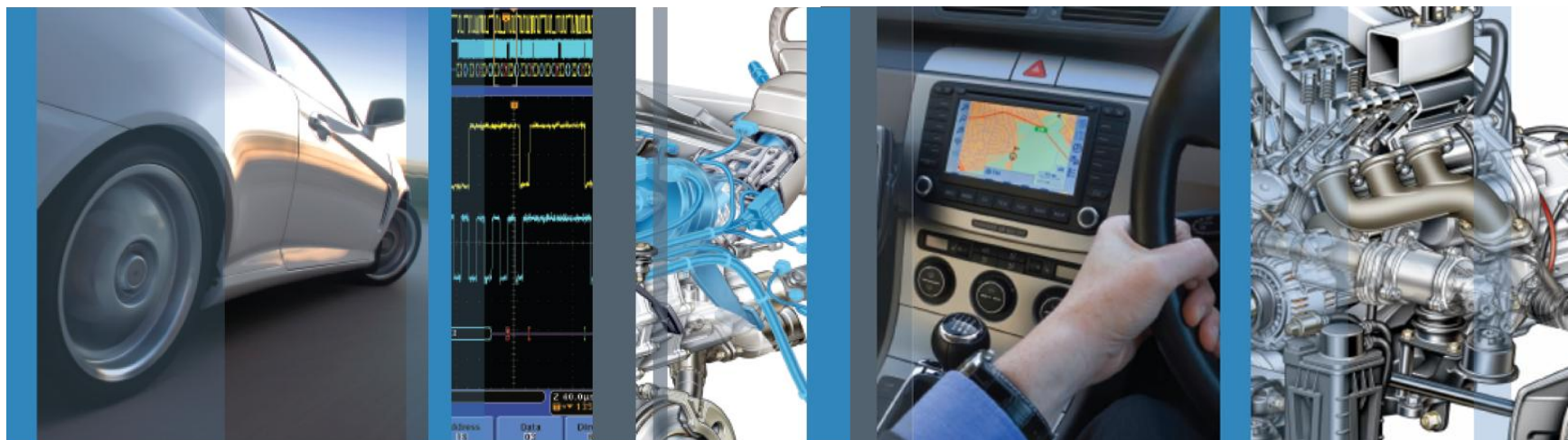
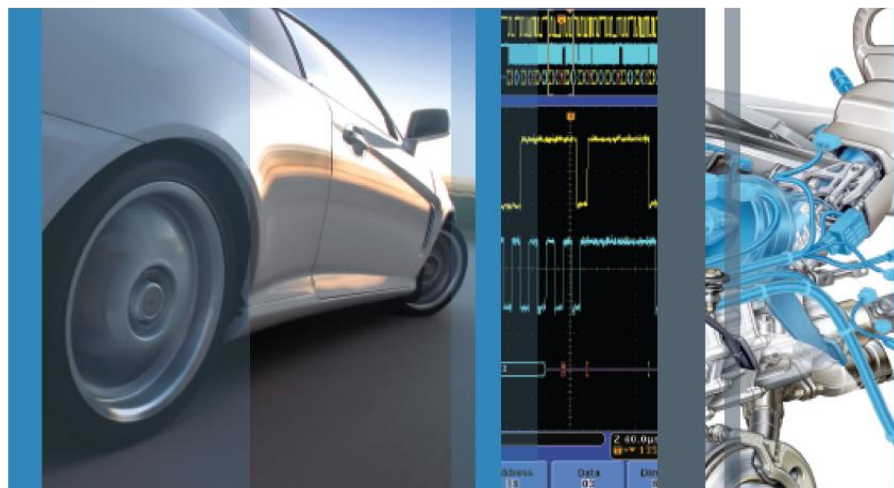


# 创新的汽车电子解决方案



# 大纲

- 概述
  - 汽车电子和电动汽车的特点
  - 设计和测试挑战
- 汽车电子/电动汽车测试测量技术
  - ECU测试
  - 电驱动测试
  - 汽车网络（总线）测试
  - 胎压及无线钥匙检测
- 泰克科技的方案



# 概述



**Tektronix**<sup>®</sup>

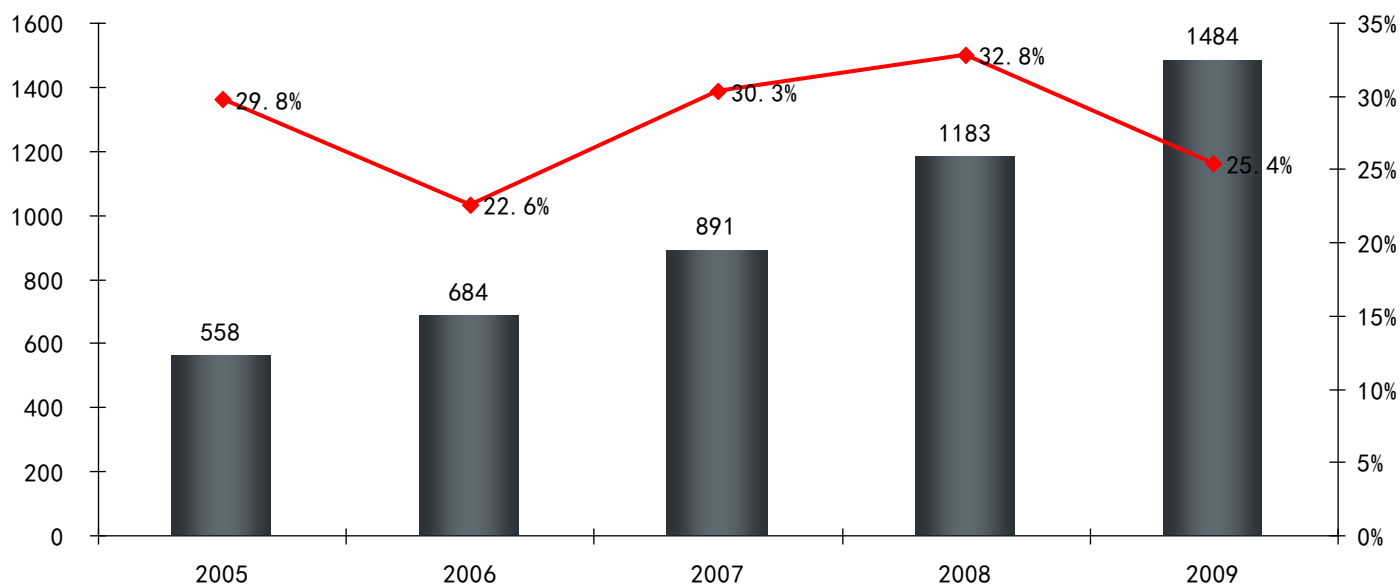
# 汽车电子市场规模

- 2012年中国汽车电子销售额将从2009年的160亿美元增长到206亿美元
- 汽车电子市场规模增长的速度较汽车市场更快，是一个更具发展潜力的市场

## 汽车电子市场规模

单位：亿元

增长率：%



资料来源：CCID

■ 市场规模

◆ 增长率

# 未来汽车电子化将呈现六大趋势

- 功能集成化，如车身控制模块，将取代诸如中控门锁、防盗、雨刮、空调、座椅调节等单项控制系统
  - 数字控制取代模拟控制
  - 多微处理器协同工作，以实现既有独立运行、又有协同功能的数据共享和灵活组成的优势
  - 无线与有线技术相结合，实现车内车外信息传输智能化、高速化
  - 硬件通用化、高速化，软件专业化，以软件功能提升硬件功能
  - 在开发流程上，由“底层向上”模式演变为“由上向下”模式，整车厂将掌握更大的主动权和知识产权
- 
- 中国目前发展前景较大的汽车电子产品市场
    - 汽车车载娱乐
    - 导航信息系统
    - 车身电子系统
    - 汽车安全系统

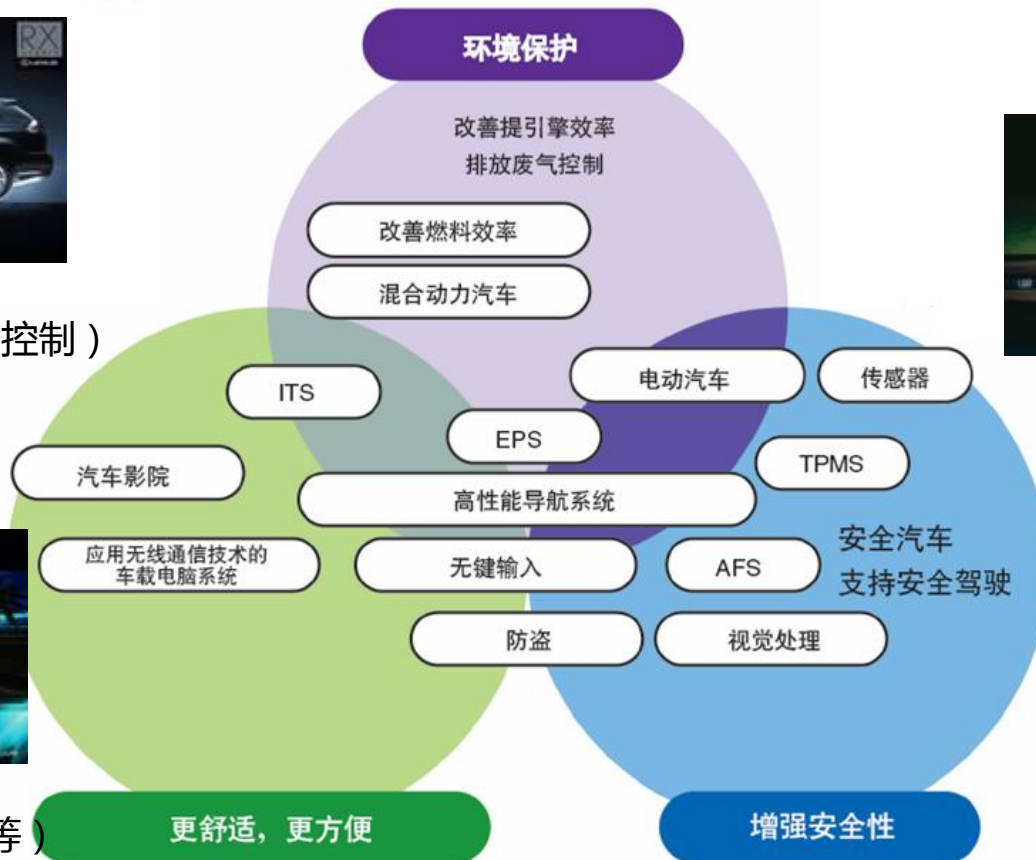
# 主要测试挑战



动力系统（驱动+控制）



车载电器（娱乐系统等）



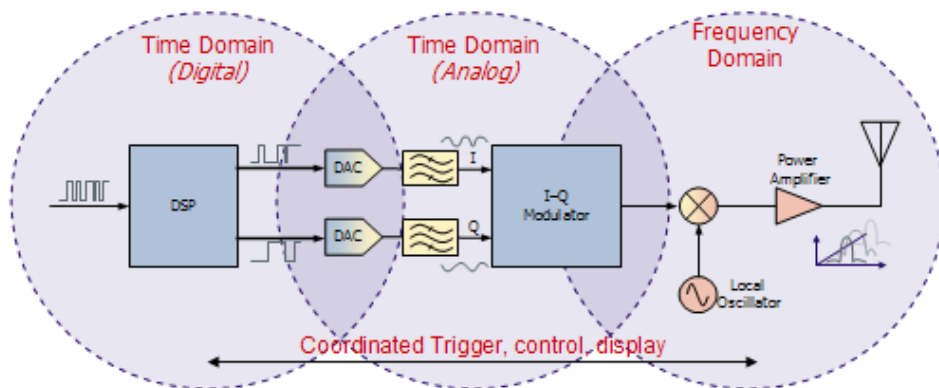
照明+夜视系统

# 嵌入式系统设计调试的挑战

- **混合信号设计**
  - 绝大部分嵌入式系统设计采用混合技术
  - 工程师不能预测将出现哪种漏洞（模拟和数字）
- **多条总线相关**
  - 硬件和软件工程师通常会追踪硬件中的代码执行工作
  - 需要监测微处理器的地址总线和多条串行总线
  - 如果没有通用16个数字通道，解决问题所需的时间很长
- **性能需求**
  - 市面上常用技术的性能不断提高
  - 60MHz和100MHz已无法满足当前需求
- **长捕获时间**
  - 从并行技术转向为串行技术时需要捕获更多的时间来调试设计
  - 典型的并行总线读写操作一般只发生在几个时钟周期内
  - 串行总线上的同一业务则要求长得多的捕获时间窗口
  - 需要充足的定时分辨率才能解码分析
- **定时分析**
  - 定时测量是数字设计工程师进行的最常见的测量
  - 余量测试是检验时间关系最常见的原因
  - 建立/保持时间测量
    - 建立/保持时间违规的原因很多，如系统极限、端接不当或串扰等
    - 很难确定在哪个位上发生违规，工程师需要能够监测整个总线
    - 工程师希望足够的分辨率测量和分析违规
- **毛刺**
  - 毛刺是工程师棘手的一个常见问题
  - 毛刺很难触发采集
  - 工程师希望使用工具简便的找到毛刺
- **连接被测设备DUT**
  - 更高的集成度和小型部件正迫使工程师处理探测问题
  - 通常工程师会在电路板上为关键信号建立接入点
  - 在没有提供接入时，蓝线会焊接起来，使用抓斗夹进行连接

# 无处不在的无线通信

- 无线通信技术在数据传输方面的爆炸式增长，快速进入并取代了传统的有线通信市场
- 这种趋势在商业和个人消费市场同时存在，跨越几乎所有行业
  - 几年以前，我们的调查显示在未来有 >80%的中端用户在工作中涉及随时间变化的射频信号
- 无线通信会涉及数字信号，模拟信号和射频信号测试



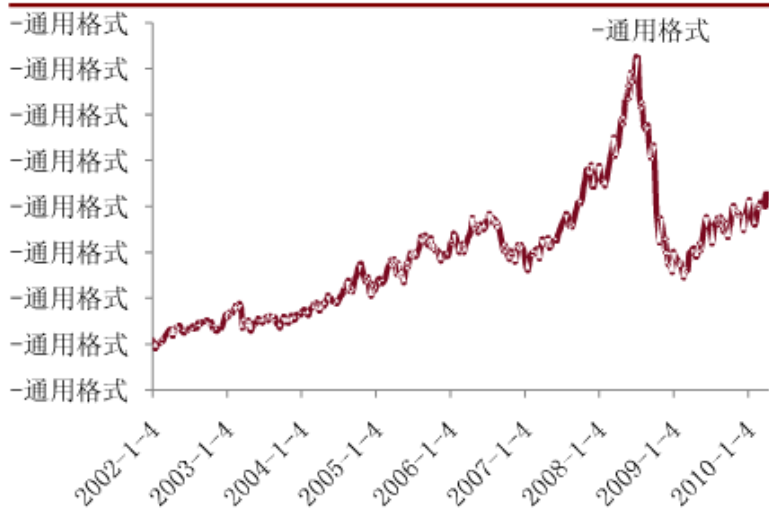
**真正需要的是专门设计的能够同时在三种域中完成测试的工具。**



# 为什么发展新能源汽车

## 资源问题

图1: 国际原油价格 (美元/桶)

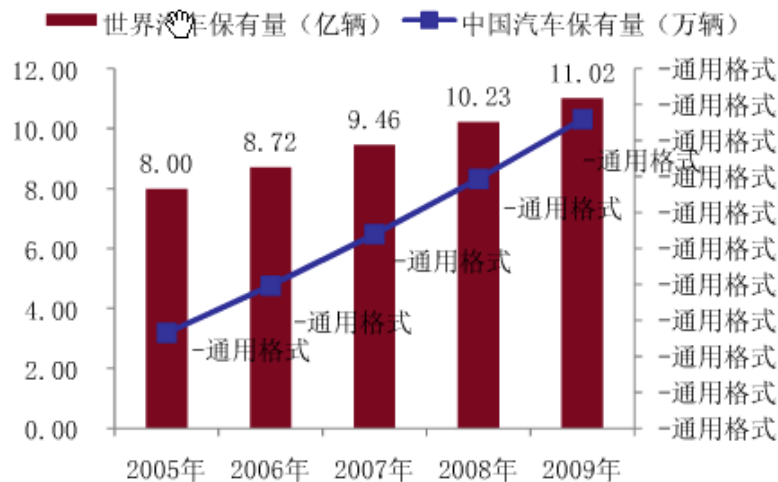


数据来源: NYEMX

石油价格长期上升的趋势明显, 日益高昂的油价已成为经济不能承受之重。

世界和中国汽车保有量迅速攀升, 对石油消耗造成严重负担。

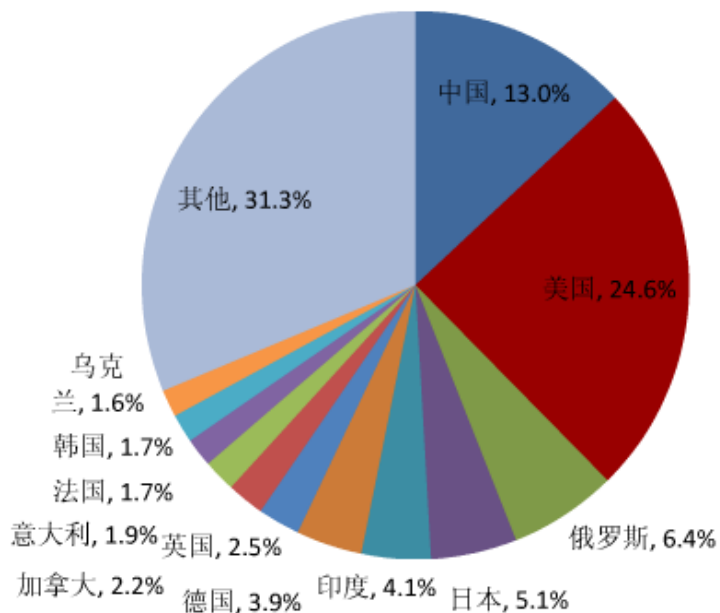
图2: 世界和中国汽车保有量



# 为什么发展新能源汽车

## 环境问题

图3：世界主要国家CO2排放比例

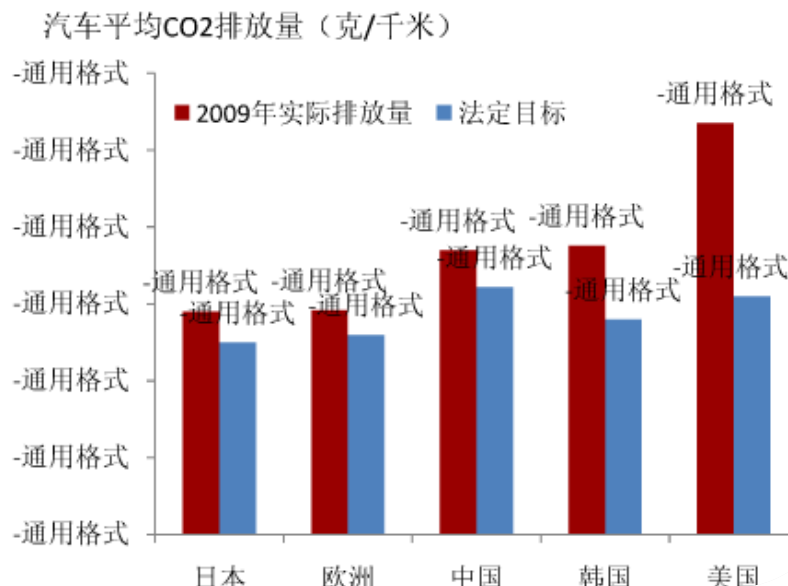


数据来源：EIA

能源的大量消耗带来温室气体排放问题，是造成气候变化的主要原因。

为了减少汽车对全球气候变暖的影响，各国排放标准不断严格。

图4：各国汽车减排目标



# 电动汽车

## 各类新能源汽车比较

	普通混合动力 (HEV)	插电式混合动力 (PHEV)	纯电动汽车 (EV)	燃料电池汽车 (FCV)
驱动方式	内燃机为主, 电机为辅	电机为主, 内燃机为辅	电机驱动	电机驱动
能量系统	内燃机, 蓄电池	内燃机, 蓄电池	蓄电池	燃料电池
蓄电池种类	镍氢、铅酸	锂电	锂电	—— 
基础设施	加油站	充电站	充电站	氢气
排放量	较高排量	低排量	零排量	零排量
优势	技术成熟, 成本低, 无需新增配套设施	节能减排效果好, 续航里程长	节能减排效果好	能源效率高, 节能减排效果好, 续航里程长
不足	混合程度低, 节能减排效果有限	成本高, 蓄电池技术待突破, 需充电站等配套设施	成本高, 蓄电池技术待突破, 续航里程短, 需充电站等配套设施	成本高, 技术尚不成熟
商业化进程	已规模化量产	有销售, 但未规模化	有销售, 但未规模化	仍处于研发阶段

# ECU系统测试

hybrid motor  
electronic power steering  
HID headlight lamps



# 发动机电控单元系统



点火线圈



碳罐控制阀



相位传感器



温度传感器



爆震传感器



空气质量流量计



电子控制器



进气模块总成



电子节气门体 电子油门踏板



喷油器



高压直喷喷油器



压力调节器



油泵支架总成



电动燃油泵



高压油泵



氧传感器



速度传感器



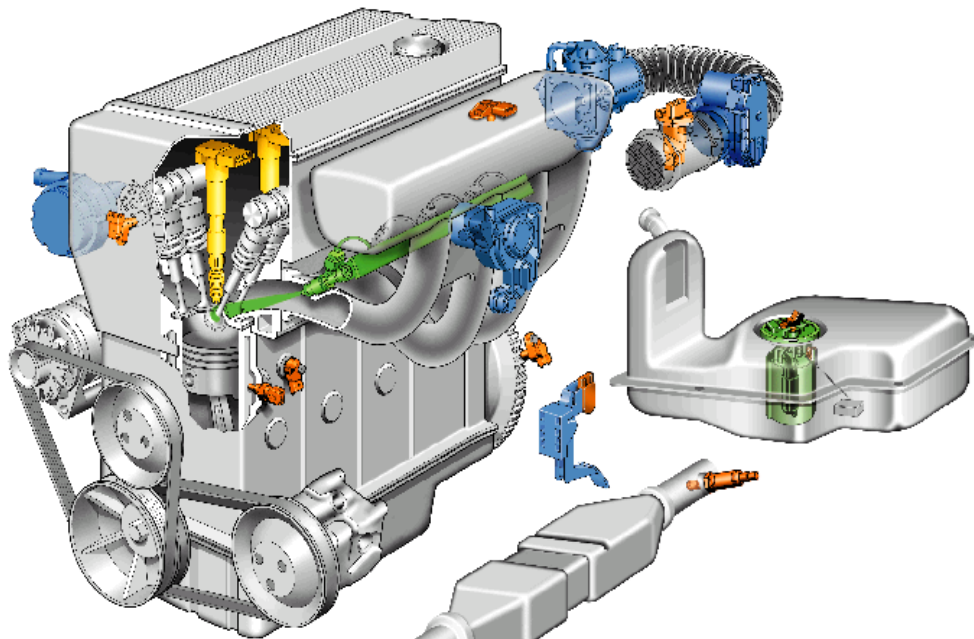
节气门位置传感器



压力传感器

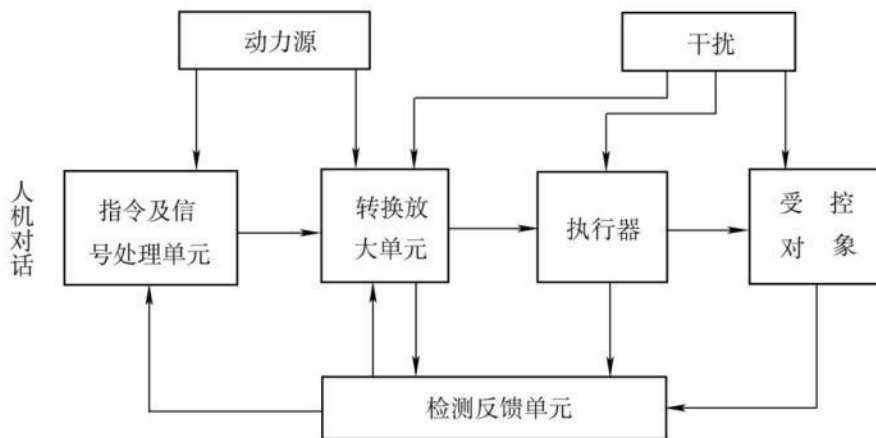
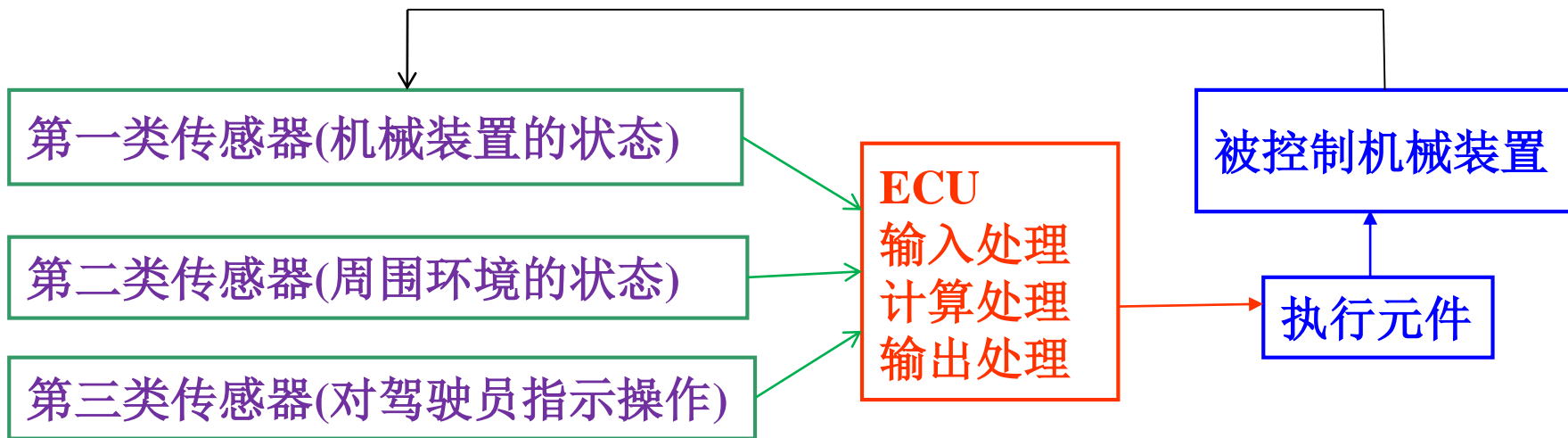


燃油分配管总成



# 汽车电子控制系统基本组成

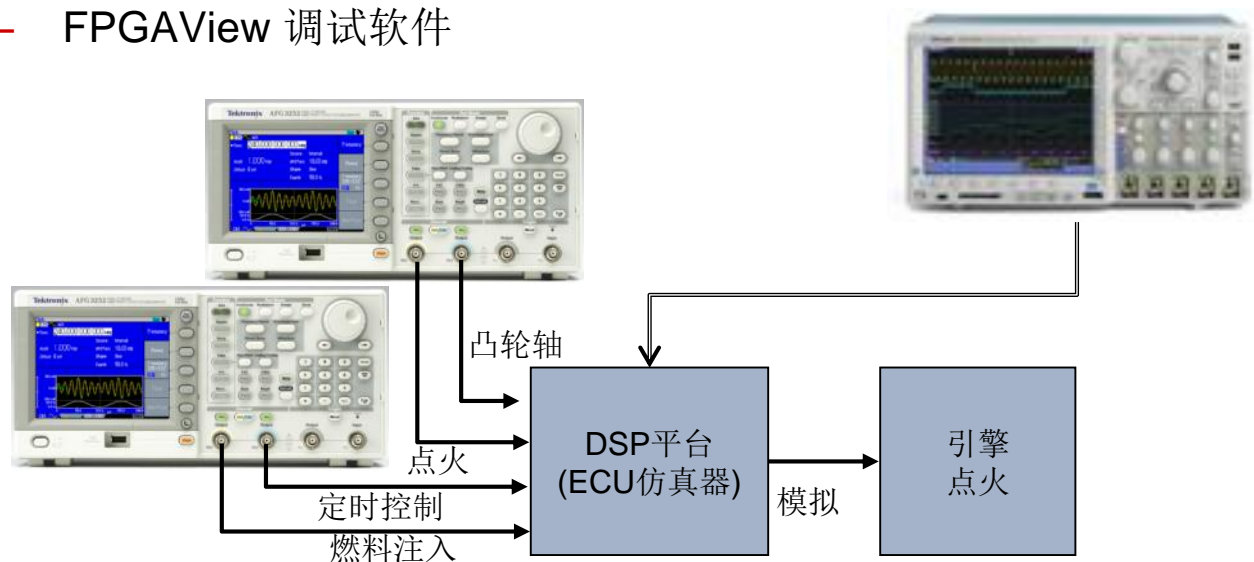
汽车电子控制系统一般由传感器、控制单元和执行元件三大部分组成。



# ECU测试—复杂的测试挑战

## ■ ECU系统设计与调试

- 捕获模拟信号、数字信号和总线信号
- 分析DSP或FPGA内部的逻辑和数字定时问题
  - TLA逻辑分析仪或MSO混合信号示波器
- 传感器、执行器模拟和仿真
  - AFG任意波形发生器
- 系统级的综合调试
  - CAN/LIN总线触发、解码
  - FPGAView 调试软件



# ECU测试----真正的混合信号采集和分析

- 同时采集模拟、数字、总线信号
  - 传感器模拟或数字输入输出
  - ECU输入、输出
  - 对执行器的驱动和控制信号
  - ECU 内部或板上的总线数据
- 调试同一块PCB中包含不同的逻辑类型或家族的电路
  - 成本限制 – 只在需要的地方使用昂贵的高速逻辑
  - 功率限制 – 使用低能耗逻辑，延长电池工作时间
  - 在同一逻辑家族中没有提供专用功能
- 在多条通道中触发建立时间/保持时间违规



MSO4000可以为每条通道单独设置门限

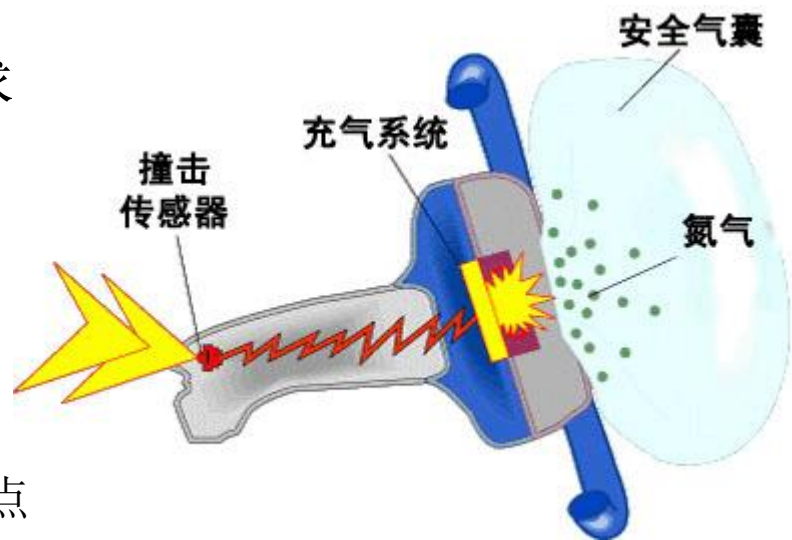


多通道建立时间和保持时间违规



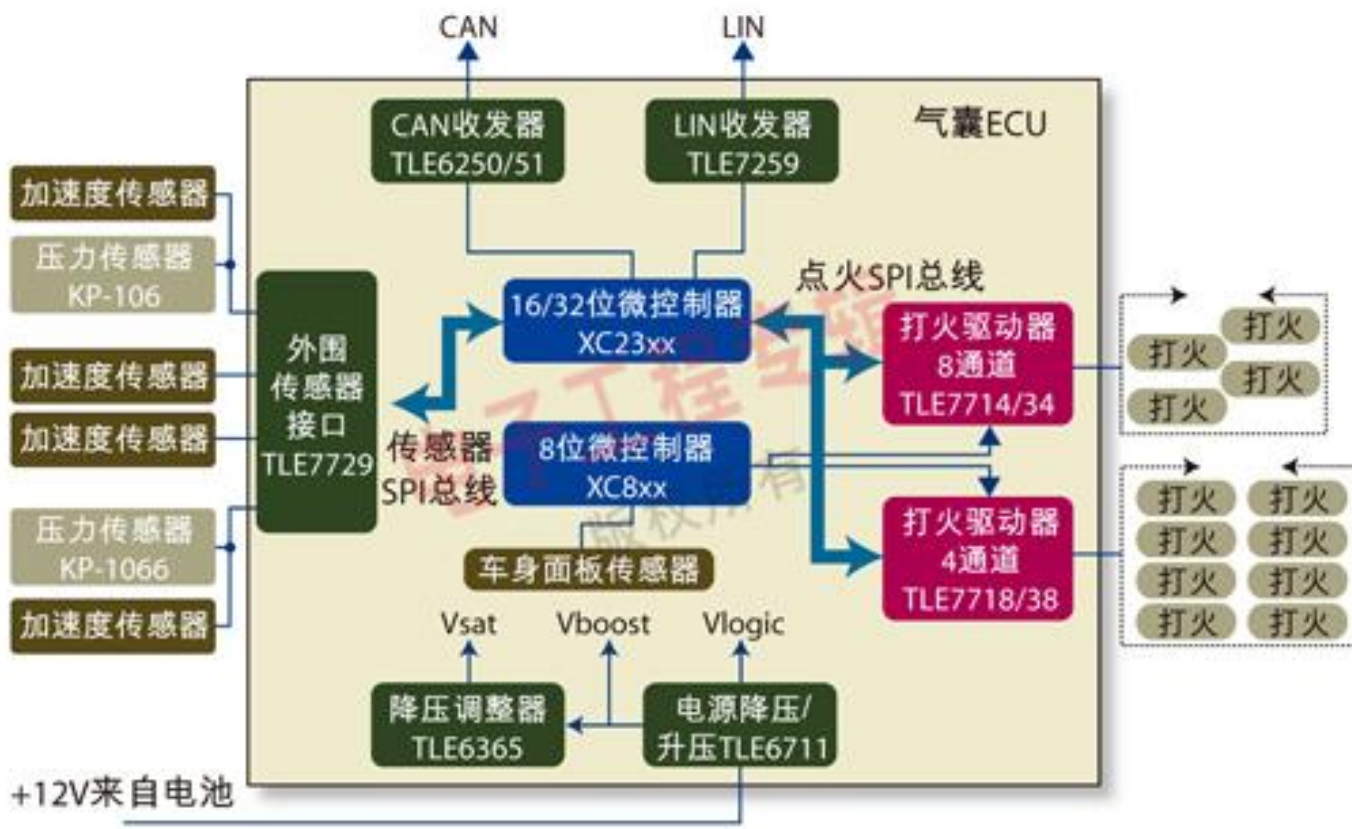
# 安全气囊测试

- 安全气囊系统
  - 属于辅助约束系统（SRS）
- 各国法规要求强制执行
  - 我国2000 年实施了CMVDR 294 《关于正面碰撞乘员保护的设计规则》
  - 欧洲ECER94
- 安全气囊系统中电子设备的特殊要求
  - 高精度
  - 高可靠性
  - 抗干扰能力强
- 安全气囊点火控制要求
  - 准确的点火、防止误点、漏点和迟点
  - 5in-30ms的准确
  - 乘员向前移动5in时刻的前30ms时刻是气囊目标点火时刻



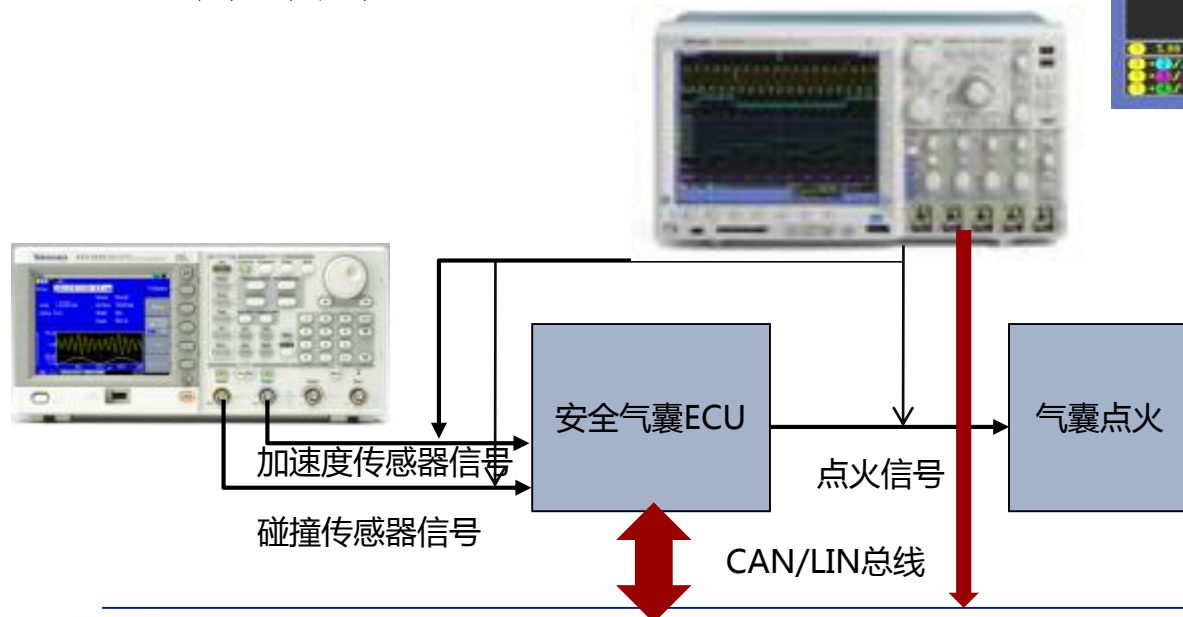
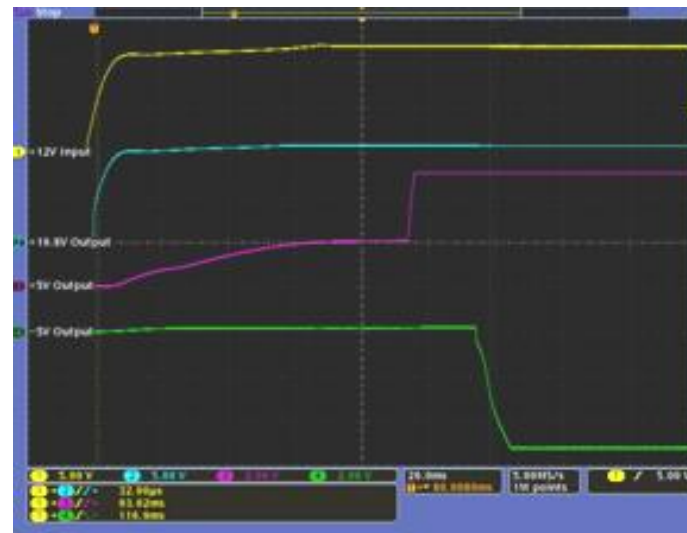
# 安全气囊测试

- 测试挑战
  - 加速度和碰撞传感器模拟
  - 碰撞与气囊触发时间测试
  - ECU工作流程验证，防止误触发和漏触发
  - ECU与其他子系统的系统功能验证



# 安全气囊测试—泰克推荐方案

- 带有CAN/LIN/Flexray总线分析功能的示波器
- AFG3000任意波形发生器
- 差分和电流探头
- PWS4000台式电源
- DMM4000台式万用表
- 2790测试系统

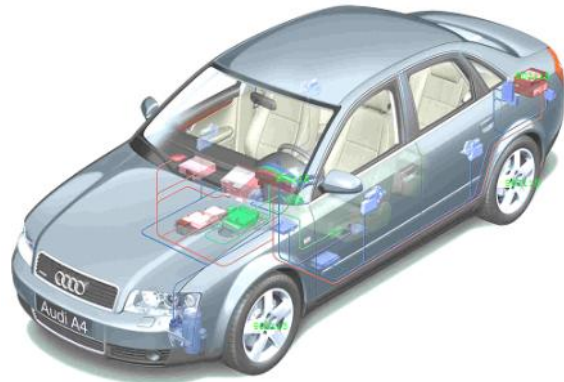


# 汽车网络 (总线)测试

drive train control  
body control  
x-by-wire control



# 汽车网络技术的发展



汽车电子技术的发展粗略划分为四个阶段

## •1965~1980年零部件层次汽车电器时代

- 汽车发电机晶体管电压调节器和晶体管点火装置等开始装备汽车，而且电子控制装置又逐步实现了由分立元件向集成化的过渡

## •1980~1995年子系统层次汽车电脑控制时代

- 单片机（微处理器）在汽车上得到广泛应用，以单片机为控制核心，以实现特定控制内容或功能为基本目的的各种电子控制系统得到了迅速发展。

## •1995~2010年整车联网层次汽车网络化时代

- 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。
- 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

## •以Telematics技术为代表的汽车信息化时代

- 以国际Telematics产业联盟（ITIF）正式成立为标志，2010年成为汽车信息化时代的发轫之年。

# 现场总线与汽车网络

- 现场总线（**Field bus**）
  - 是一种工业数据通信总线，主要用于过程自动化控制（如钢铁冶金、啤酒酿造）、制造自动化控制（如机械加工）、楼宇自动化控制等领域，以解决工业现场的智能化仪器仪表、控制器、执行机构等现场设备间的数字通信以及这些现场控制设备和高级控制系统之间的信息传递问题。
- 汽车上广泛使用的控制局域网络（**Controller Area Network, CAN**）就可以归为现场总线类网络，但同时又有自身的一些特点。
- 汽车网络系统不仅有**CAN**总线和**LIN**总线这样的控制网络，还有多媒体影音娱乐信息网络，如**MOST**、**DDB**等。
- 汽车电子系统控制中应用最广泛的是**CAN**总线。

# 串行总线数据挑战：解码

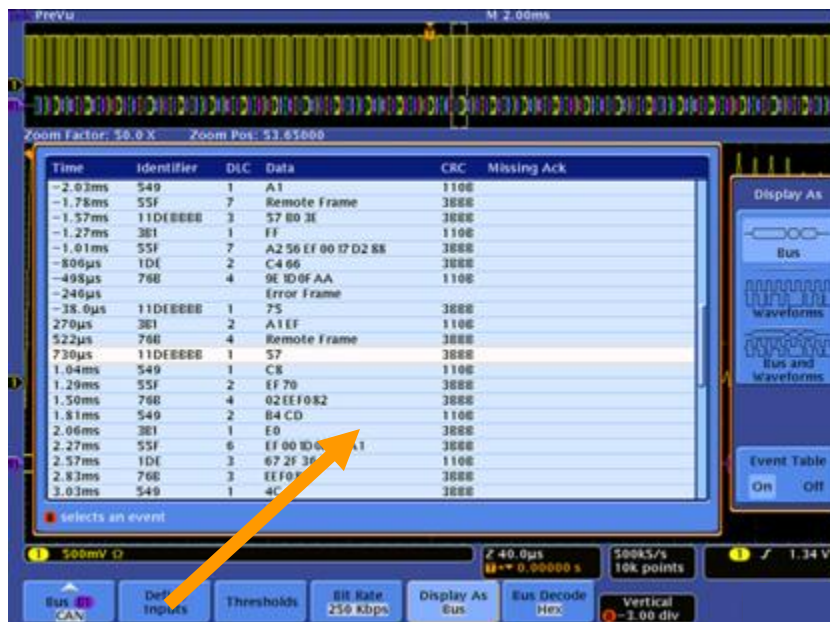
- 可以使用示波器手动解码串行总线波形，但过程繁琐、容易出错
- 硬件工程师需要检验连接和充足的信号完整性，以便总线正确传送数据
- 软件/固件工程师需要检验总线消息的发送方式符合预期
- 系统工程师需要检验系统组件的工作方式符合设计
- 所有工程师都需要简单、易用、完整、经济的解决方案



RS-232解码格式

# 泰克示波器MSO/DPO系列CAN解决方案

搜索和标记功能

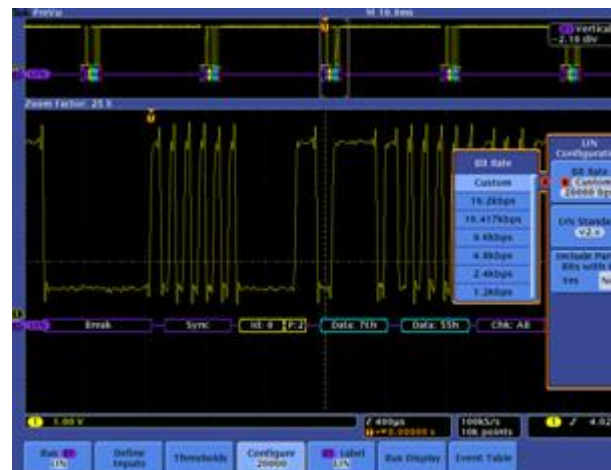


事件表显示解码后的带有时间标记的CAN消息帧



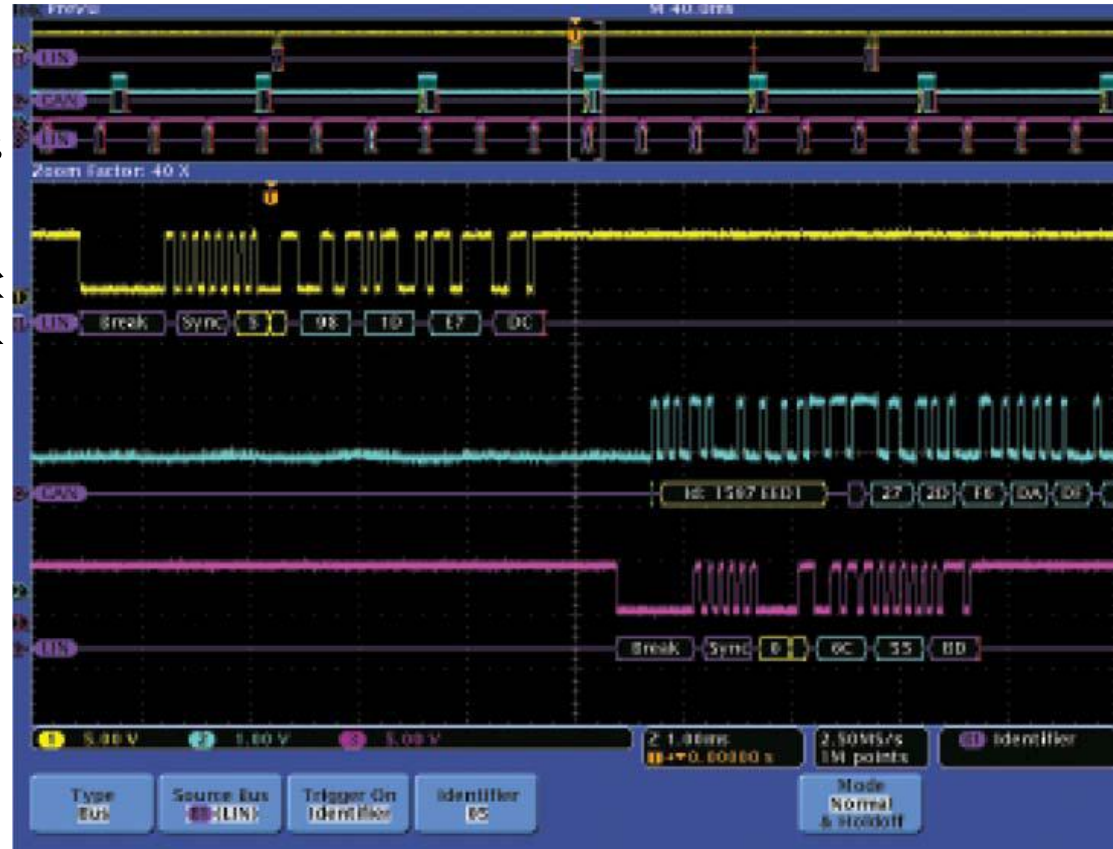
# 泰克示波器MSO/DPO系列LIN解决方案

- LIN触发功能在下述条件下激活：
  - 同步字段 (如图所示)
  - ID
  - 数据和ID/数据
  - 唤醒帧和睡眠帧
  - ID奇偶性错误
  - 校验和错误
- 触发LIN总线(Bus1)，同时捕获和解码Bus2和Bus3
- 在业务通过网关和系统从一条总线传送到另一条总线时，现在可以查看所有总线业务



# 汽车电路中的CAN/LIN调试

- 我们在调试汽车电动车窗系统
- 想知道在司机按下按钮到实际车窗开始动作需要多长时间？
- 还需要同时关注汽车CAN/LIN总线传递的命令是否正常



# FlexRay总线

- FlexRay是一种相对较新的汽车总线，由主要汽车公司和供应商组成的集团(称为FlexRay联盟)目前仍在开发这一标准
- 物理总线可以采用非屏蔽双绞线或屏蔽双绞线，以改善EMC性能
- FlexRay是一种差分串行总线，配置采用三个连续的段: 包头, 净荷, 包尾
- 每个帧包含一个静态和动态段，每个帧最后是总线空闲时间
- 发送数据速率高达10 Mbps

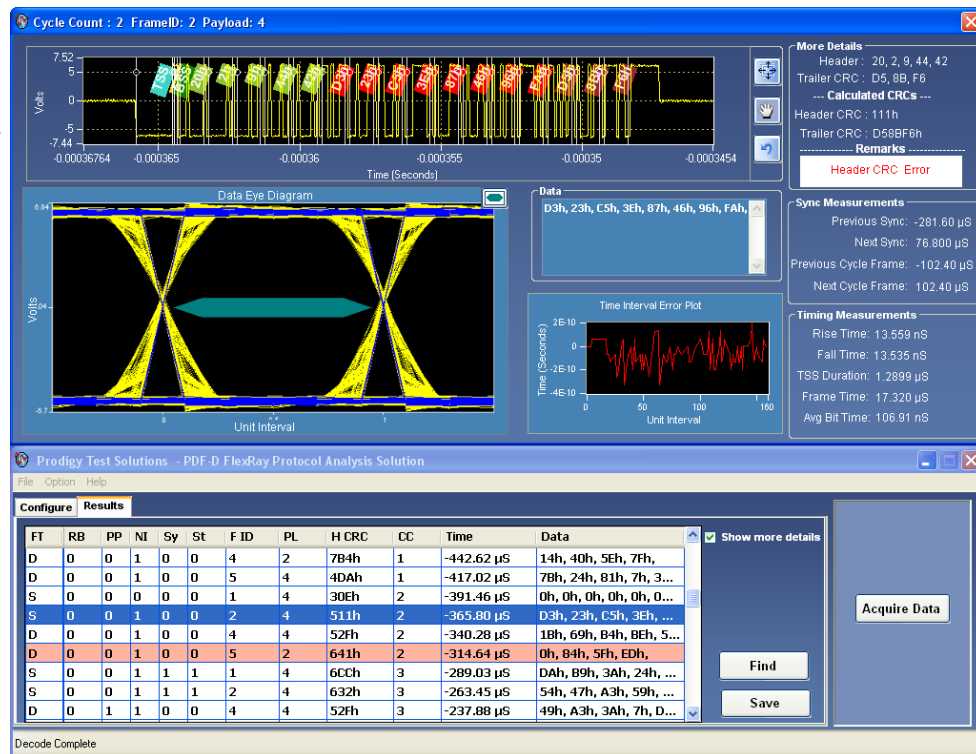
# 泰克示波器MSO/DPO系列FlexRay解决方案

FlexRay总线TSS (传输开始顺序)触发  
DPO/MSO4000系列,  
它发起建立网络连接,  
后面跟着帧号(02)、包头  
CRC和净荷(数据)。



# FlexRay 物理层分析软件

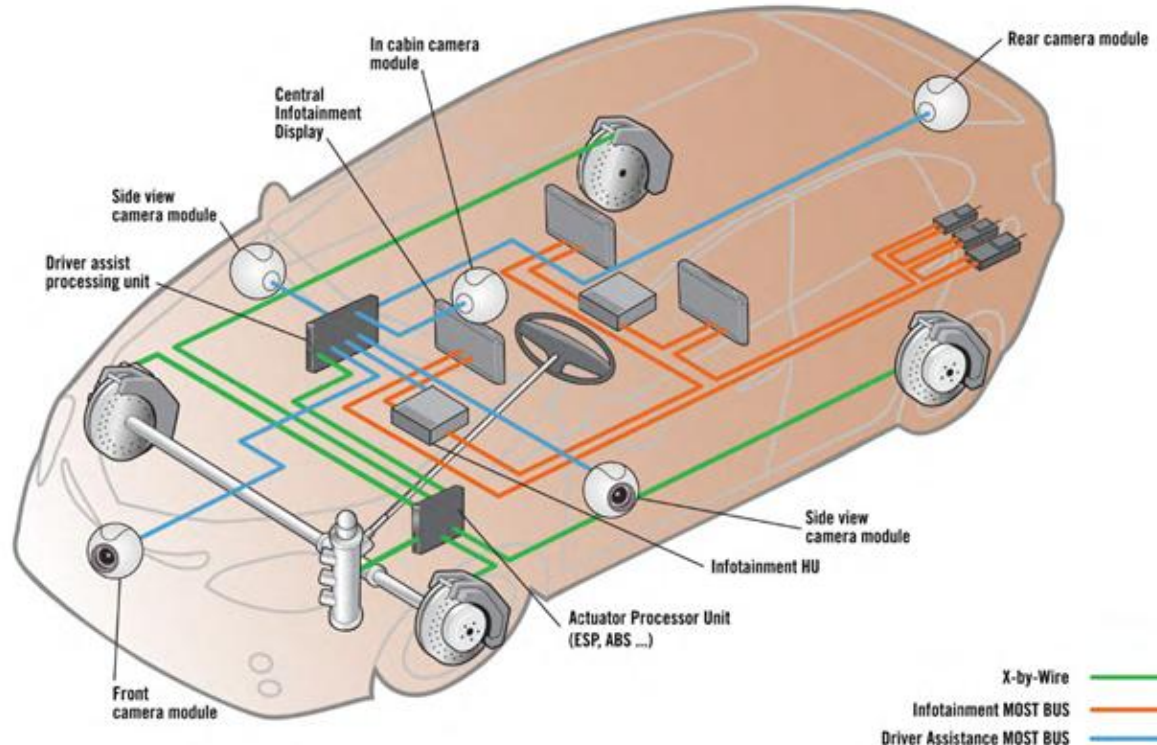
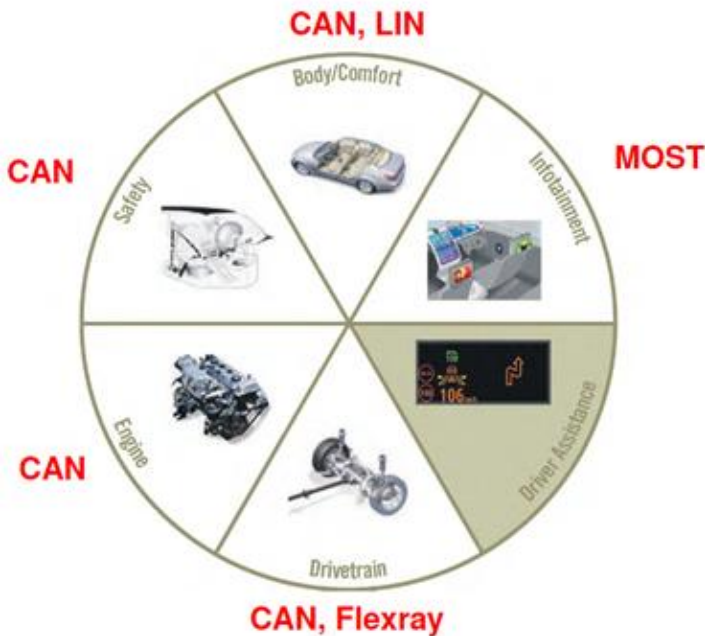
- DPO4AUTOMAX全面支持物理层分析软件
- 通过USB或以太网与外部计算机一起运行
- 提供完整的一套工具评估物理层性能
  - 眼图分析
  - 同步测量
  - 定时测量
  - 时间间隔误差 (TIE)



# MOST (Media Oriented Systems Transport)

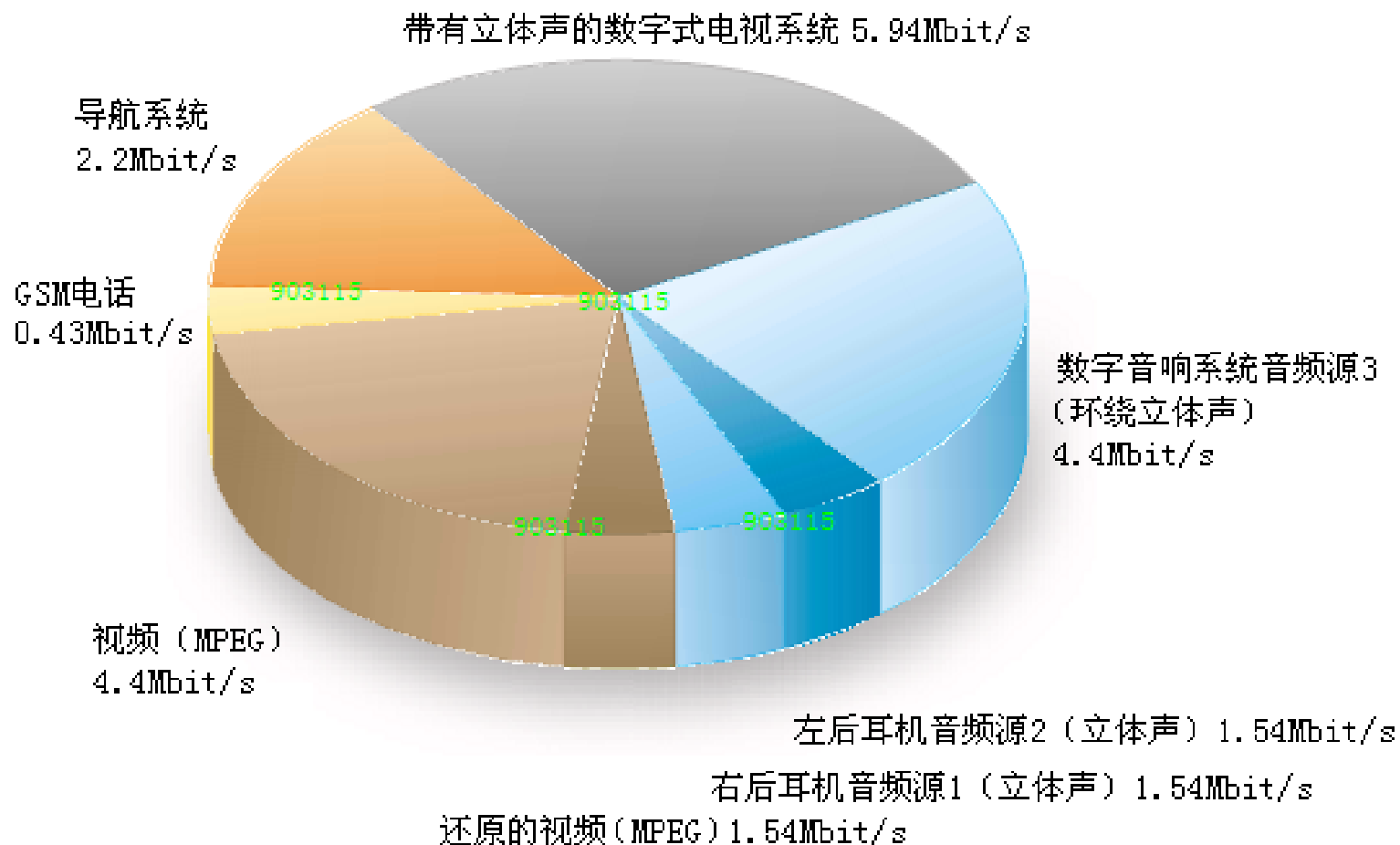
## 多媒体数据传输的网络系统

- ADAS(高级驾驶辅助系统)的数据骨干
- 和其它专用汽车总线(CAN / Flexray) 的数据交换



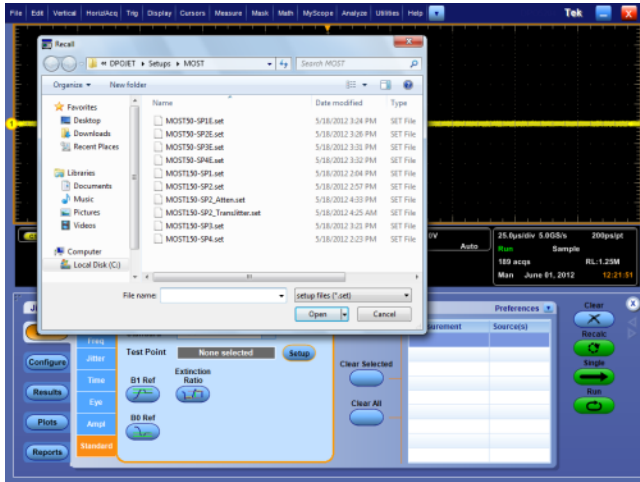
Source: [www.mostcooperation.com](http://www.mostcooperation.com)

# MOST的传输速率



多媒体的数据传输速率

# MOST 测试方案：100% 测试覆盖



100% test coverage of normative tests for both MOST50 and MOST150, and includes informative tests at SP3 test points

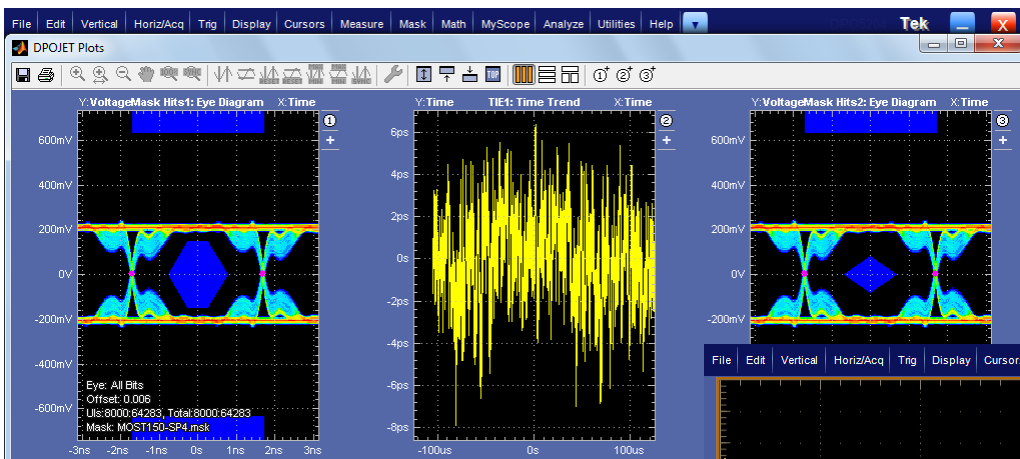
MOST Essentials – Setup File for Test Points on DUT	MOST Specification – Reference Section	MOST Specification – Symbol(s) / Parameter / Test Name
MOST50-SP1E	Table 2.1	Clock Recovery
	Table 2.2	Transferred Jitter
	Section 3.1.1.1	Transmission Quality
MOST50-SP2E	Table 3.1	Eye-Mask
	Table 2.1	Clock Recovery
	Table 2.2	Transferred Jitter
MOST50-SP3E	Section 3.1.2.1	Transmission Quality
	Table 3.2	Eye-Mask
	Table 2.1	Clock Recovery
MOST50-SP4E	Table 2.2	Transferred Jitter
	Table 3.3	Eye-Mask
	Table 2.1	Clock Recovery
	Table 2.2	Transferred Jitter
MOST150-SP1	Table 2.1	Clock Recovery
	Table 2.2	Transferred Jitter
	Table 3.4	Eye-Mask

MOST Essentials – Setup File for Test Points on DUT	MOST Specification – Reference Section	MOST Specification – Symbol(s) / Parameter / Test Name
MOST150-SP1	Table 5.1	Clock Recovery
	Table 5.2	Jtr1, Transferred Jitter
	Table 6.1	A <sub>1</sub> to H <sub>1</sub> , Eye-Mask
	Table 6.2	Jtr2, Transferred Jitter
MOST150-SP2	Table 5.1	Clock Recovery
	Table 6.2	t <sub>2</sub> , Transition Times
	Table 6.2	r <sub>e2</sub> , Extinction ratio
	Table 6.2	A <sub>2</sub> to H <sub>2</sub> , Eye-Mask
	Table 6.2	Alignment Jitter
	Table 6.3	Overshoot
	Table 6.4	Undershoot
MOST150-SP2_Atten	Table 5.1	Clock Recovery
	Table 6.2	Jtr2, Transferred Jitter
	Table 6.2	t <sub>2</sub> , Transition Times
	Table 6.2	r <sub>e2</sub> , Extinction ratio
	Table 6.2	A <sub>2</sub> to H <sub>2</sub> , Eye-Mask
MOST150-SP3	Table 6.3	Alignment Jitter
	Table 6.3	Overshoot
MOST150-SP4	Table 6.4	Undershoot
	Table 6.4	Undershoot
MOST150-TransJitter		Transferred Jitter
MOST150-SP3 (Informative Only)		Transferred Jitter
MOST150-SP4	Table 5.1	Clock Recovery
	Table 6.7	Transferred Jitter
	Table 8.1	A <sub>4T</sub> to H <sub>4T</sub> , Receiver Tolerance



# MOST 测试方案

## 测试结果

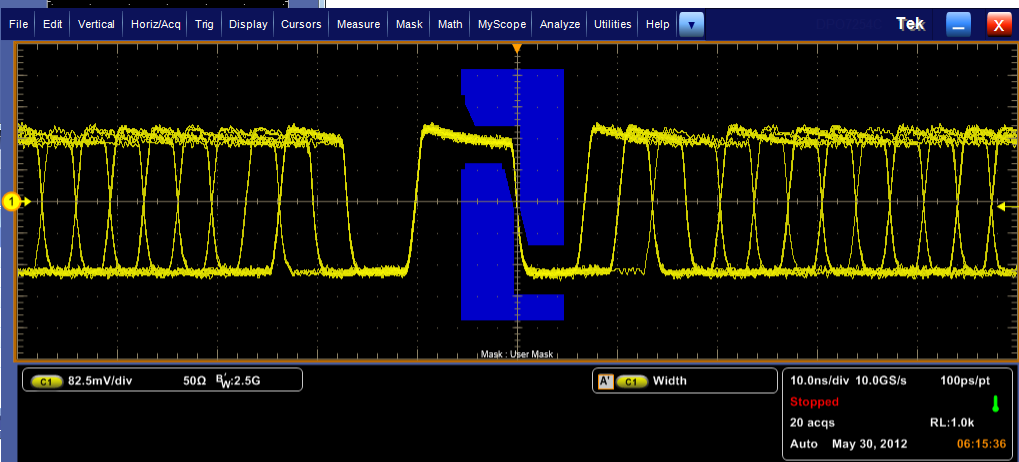


**Jitter and Eye Diagram Analysis Tools**

Overall Test Result: ✔ Pass

Description	Pass/Fail	Mean	Std Dev	Max	Min
Unit Interval_MOST150...		7.4290ns	1.2016ns	10.281ns	6.6745ns
Bit Rate_MOST150...		137.51MHz	17.981MHz	149.82MHz	97.267MHz
Rise Time_MOST15...		788.85ps	285.46ps	1.2500ns	274.00ps
Fall Time_MOST15...		794.25ps	283.08ps	1.2166ns	277.70ps
Transfer Jitter_MO...		49.543fs	2.0807ps	6.3436ps	-7.8695ps
Mask Hits_MOST1...	✔ Pass	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mask Hits Rx Toler...	✔ Pass	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Results for MOST50 and MOST150



**Jitter and Eye Diagram Analysis Tools**

Standard Options

View: Details Expand

Description	Mean	Std Dev	Max	Min	p-p	Population	Max-cc	Min-cc
Period1, Ch1	7.8444ns	1.8329ns	10.431ns	6.4662ns	3.9652ns	284988	3.8739ns	-3.8826ns
B1 Ref1, Ch1	149.90mV	5.2787mV	169.40mV	132.00mV	37.400mV	20562	30.800mV	-26.400mV
B0 Ref1, Ch1	-177.10mV	5.1027mV	-158.40mV	-195.80mV	37.400mV	20271	28.600mV	-30.800mV

Results for MOST150 Overshoot and Undershoot

# MOST 测试方案

## 测试报告

**Jitter and Eye Diagram Analysis Tools : Measurement Report**

June 01, 2012 3:37:45 PM

► Configuration

► Setup Configuration

Oscilloscope Version 6.4.0 devBuild 7  
 DPOJET Version 3.6.0 Build 25  
 Status **Pass**

► Measurement Configuration

Index	Measurement	Source (s)	Others
1	<a href="#">Unit Interval_MOST150-SP4</a>	Ch1	Edges => Signal Ty Measurement Rang
2	<a href="#">Bit Rate_MOST150-SP4</a>	Ch1	Edges => Signal Ty Measurement Rang
3	<a href="#">Rise Time_MOST150-SP4</a>	Ch1	Clock Recovery => Rate: On, Bit Rate: C:\TekApplications\ Measurement Rang
4	<a href="#">Fall Time_MOST150-SP4</a>	Ch1	Clock Recovery => Rate: On, Bit Rate: C:\TekApplications\ Measurement Rang
5	<a href="#">Transfer Jitter_MOST150-SP4</a>	Ch1	Edges => Signal Ty Acq, Nominal Data: C:\TekApplications\ RampTime/F: 10us, Source Name: ... Bit Config => Bit Ty

**Jitter and Eye Diagram Analysis Tools : OS and US Measurement**

May 30, 2012 6:15:57 AM

► Configuration

► Setup Configuration

Oscilloscope Version 6.4.0 devBuild 7  
 DPOJET Version "3.6.0 Build 25"

Pass/Fail Summary

Index	Measurements	Mask Hits	Pass/Fail
1	Overshoot	0	Pass
2	Undershoot_2ui	0	Pass
3	Undershoot_3ui	0	Pass
4	Undershoot_4ui	0	Pass
5	Undershoot_5ui	0	Pass
6	Undershoot_6ui	0	Pass

Mask Images

► Overshoot

**Measurement Results**

Description	Mean	Std Dev	Max	Min	p-p	Population	Max-cc	Min-cc
Unit Interval, Ref1	7.6423ns	1.5253ns	10.225ns	6.7255ns	3.4991ns	63756	3.4757ns	-3.4669ns
Current Acquisition	7.6423ns	1.5253ns	10.225ns	6.7255ns	3.4991ns	63756	3.4757ns	-3.4669ns
Bit Rate, Ref1	131.83MHz	22.243MHz	148.69MHz	97.803MHz	50.885MHz	63756	50.768MHz	-50.535MHz
Current Acquisition	131.83MHz	22.243MHz	148.69MHz	97.803MHz	50.885MHz	63756	50.768MHz	-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	21.264ps	783.26ps	601.18ps	182.08ps	24398	118.78ps	-116.55ps
Current Acquisition	685.33ps	21.264ps	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		

Reports with pass/fail status

Report for MOST150 with Overshoot and Undershoot measurement  
 Pass/Fail with oscilloscope Waveform Screenshot captures

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)

# MOST 方案推荐配置

示波器	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x DPO/DSA70000C/D, MSO70000C, DPO7104C, DPO/MSO5104, or higher, for MOST50/150.</li> <li>• Mimimum bandwidth is 1GHz.</li> </ul>
探头	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x P6248 Differential probe – For both MOST50 and MOST150</li> <li>• 1x Graviton O/E probe and optical 80/20 POF 1mm Splitter</li> </ul> <p>Note: P6248 probe requires a TPA-BNC for MSO/DPO5000s and DPO7000Cs, and a TCA-BNC for MSO/DSA/DPO70000C/Ds.</p>
软件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>1x Opt.MOST - MOST Essentials Electrical Compliance and Debug Test Solution for MOST50 and MOST150 (requires DJA).</b></li> <li>• 1x Option DJA (DPOPJET Advanced Jitter &amp;Timing Analysis Software) v3.6.0 build 32 onwards, installed on Tekscope firmware v6.4.0 onwards on a Win 7 scope.</li> <li>• 1x AWG7122C Arbitrary Waveform Generator, with MOST co-operation official compliance patterns</li> </ul>
治具	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 无</li> </ul>
信号源	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AWG7122C/ AWG610 Arbitrary Waveform Generator.</li> <li>• AWG-to-ePHY Adapter (SMSC EB0803PCB2A), and SMA adapters</li> </ul>

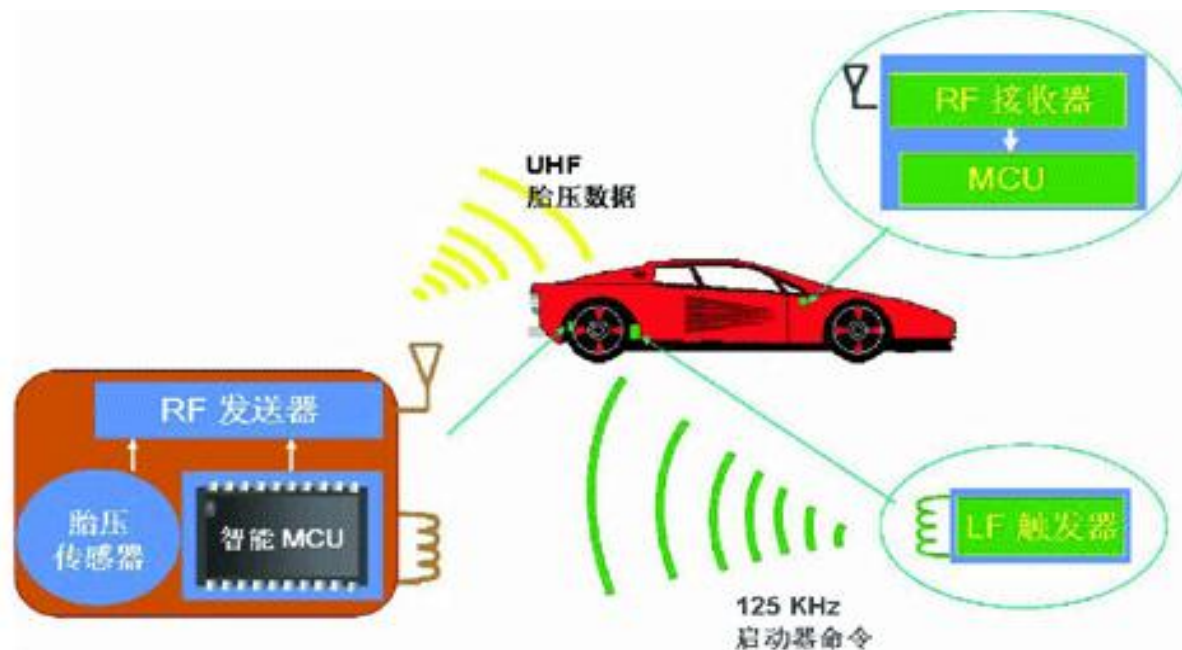
# 胎压检测及无线钥匙测试



# TPMS测试

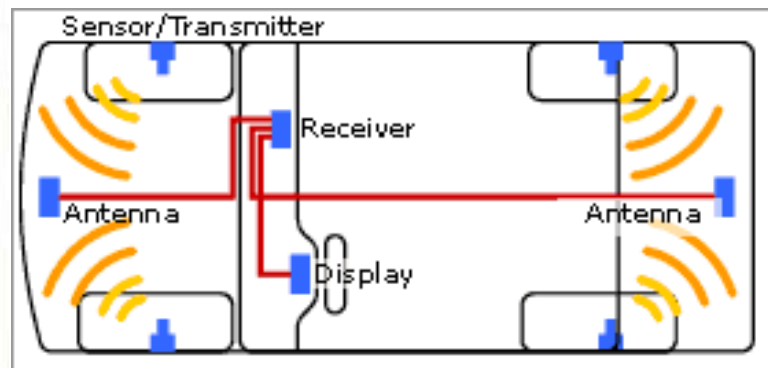
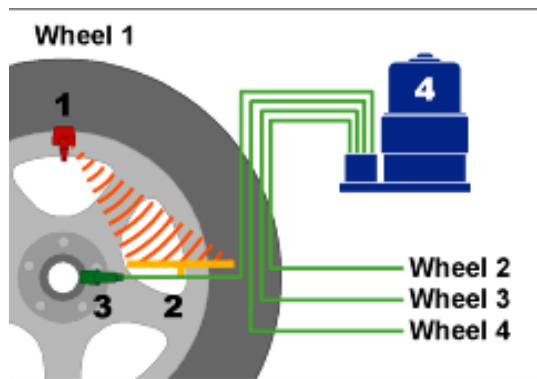
## TPMS测试要点:

1. 胎压监测信号频谱分析
2. 胎压监测信号FSK导码及数据码定时关系
3. 基带控制信号间时序关系



# TPMS 胎压检测系统测试

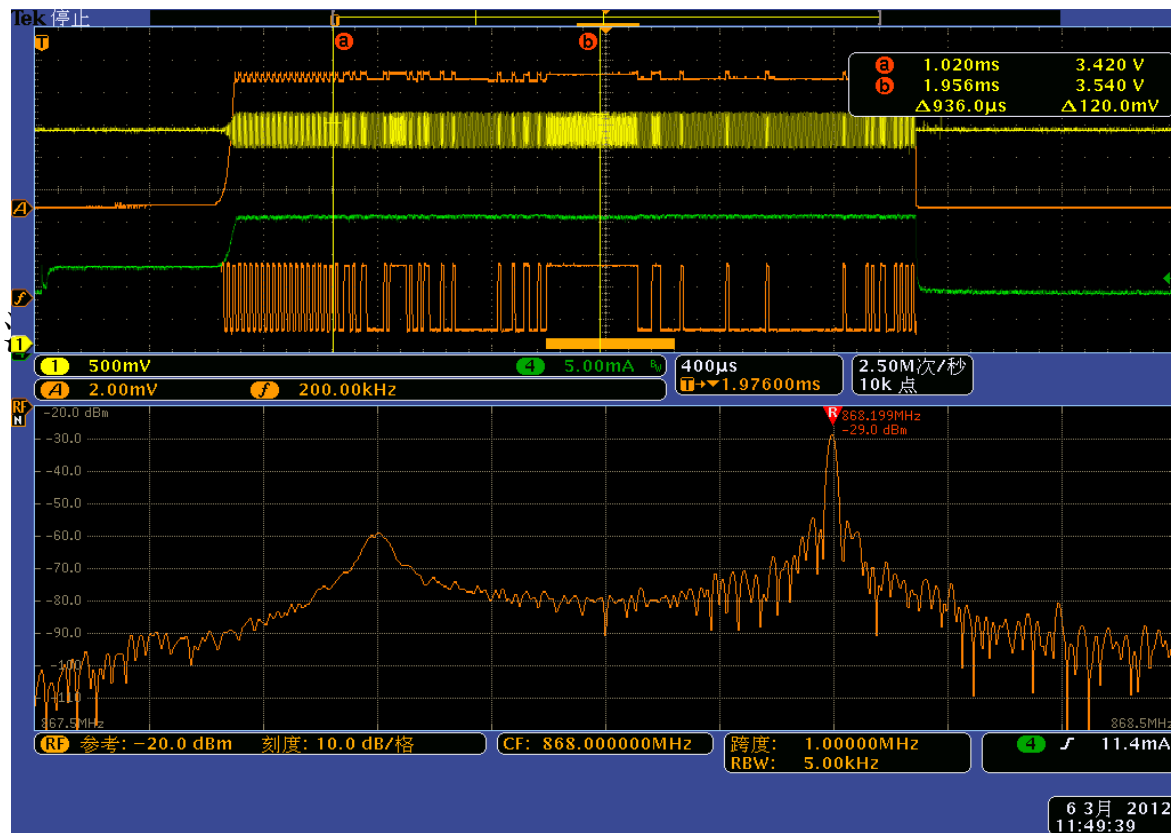
- 轮胎压力监测系统 - Tire Pressure Monitoring System



- 目前测试手段的不足：
  1. 多台仪表成本高，占地大
  2. 无法测试射频信号与控制信号时间关系
  3. 无法测试FSK 导码与数据码定时关系

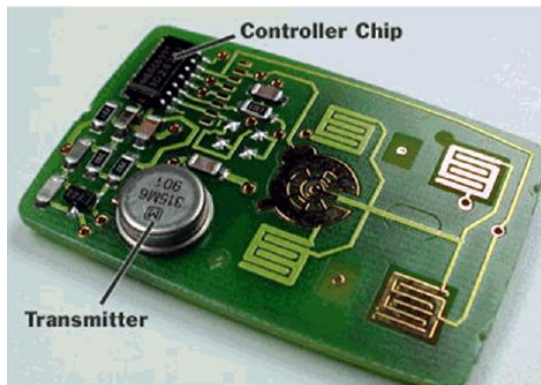
# TPMS 胎压检测系统测试

- 方案: MDO4014-3
- 特点:
  - 五合一
  - 跨域分析
  - 导码与数据码定时关系



MDO 测试胎压 FSK 信号

# 遥控钥匙的测试



应用行业：遥控钥匙系统设计、研发、调测

应用技术：嵌入式（SPI/I<sup>2</sup>C及 CAN/LIN总线）、FSK/ASK、PLL

测试需求：

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





# 遥控钥匙的测试

## 测试难点:

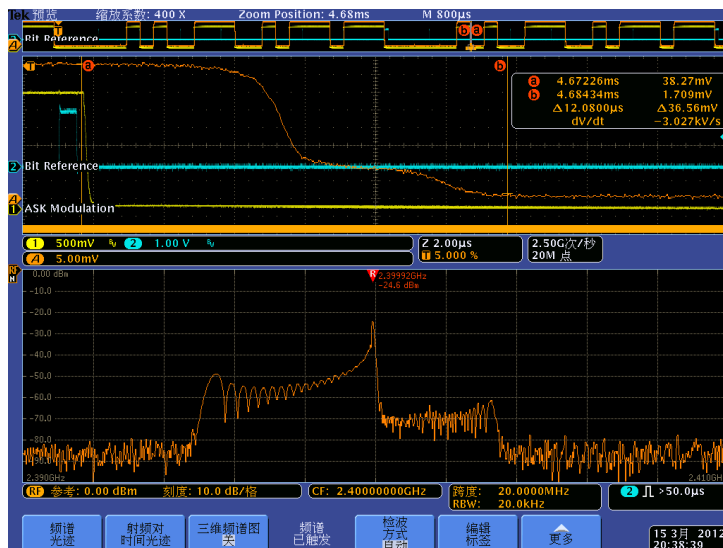
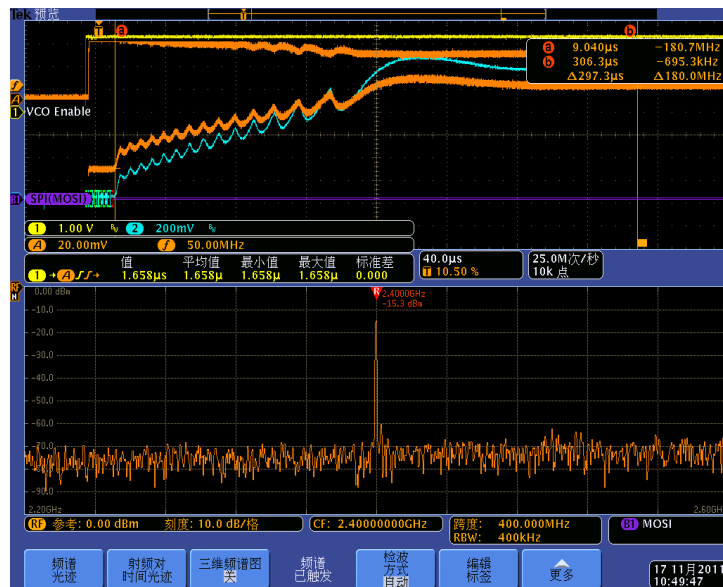
- 1.无法测试射频信号与控制信号时间关系
- 2.无法在射频段测试PLL锁定时间
- 3.无法测试ASK/FSK 导码与数据码定时关系

## 泰克公司的解决方案:

方案: MDO4014-3+EMBD+AUTO

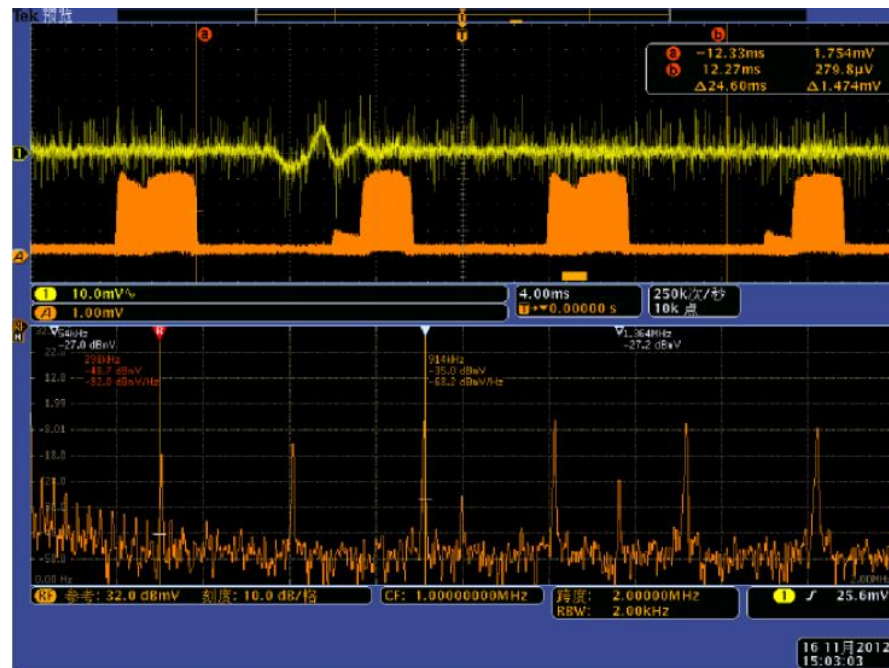
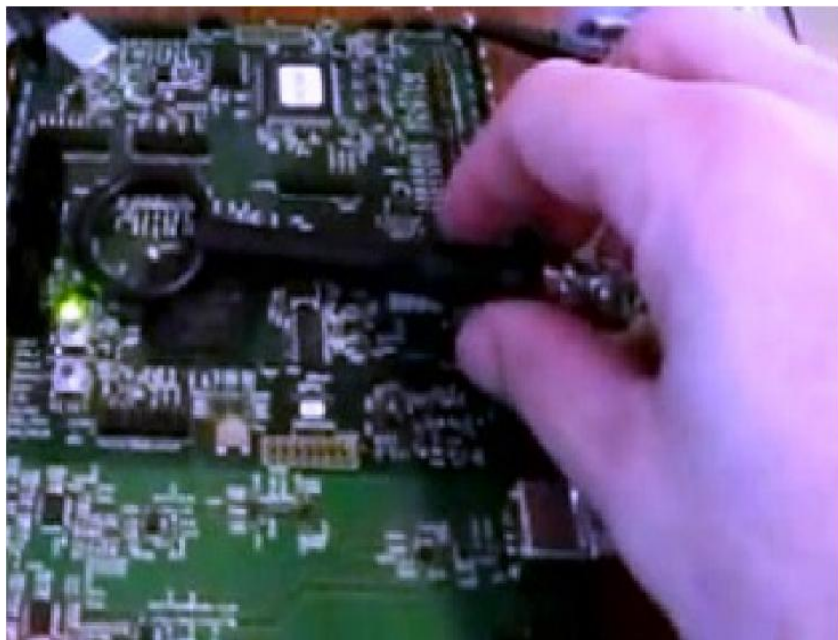
## 特点:

1. 五合一
2. 跨域分析
3. 导码与数据码定时关系测试
4. 射频端PLL锁定时间测试
5. 发现潜在的基带-射频时序关系问题



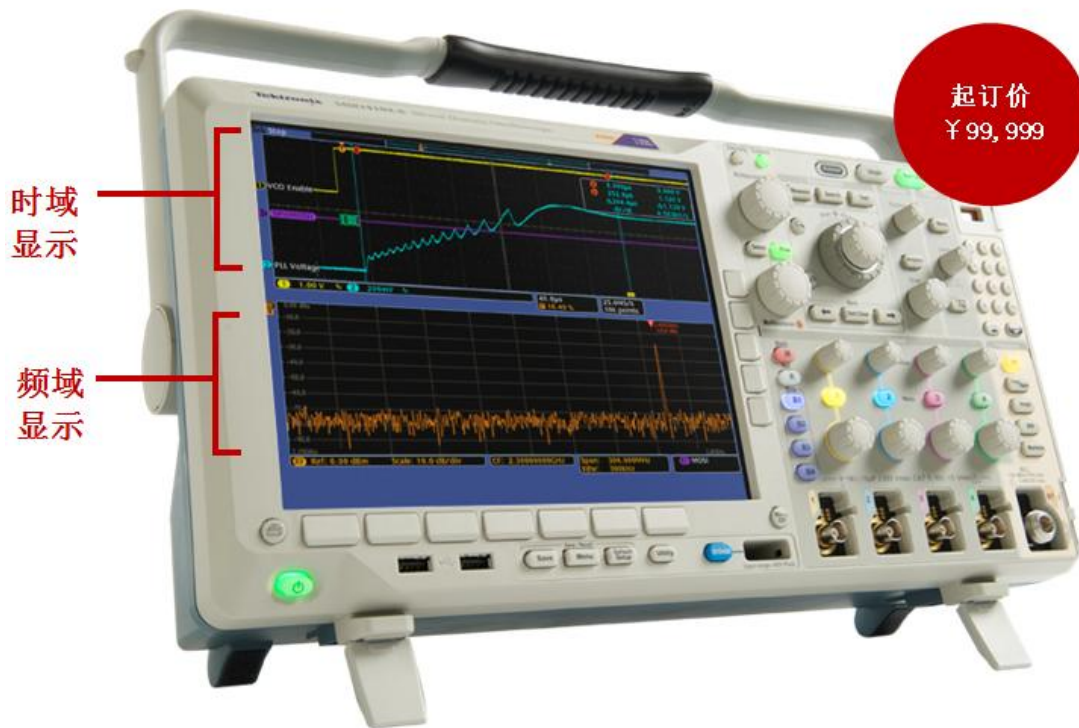
# EMI的预测试

电子部件的EMI测试



配置: MDO4014-3 + 近场天线 + TPA-N-VPI

# MDO 混合域分析仪——示波器、频谱仪的新选择，提供更多价值！



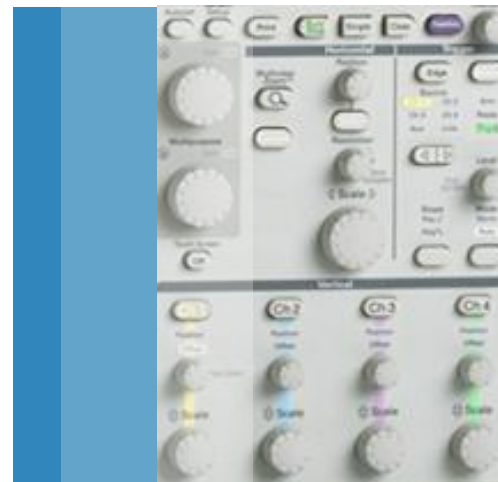
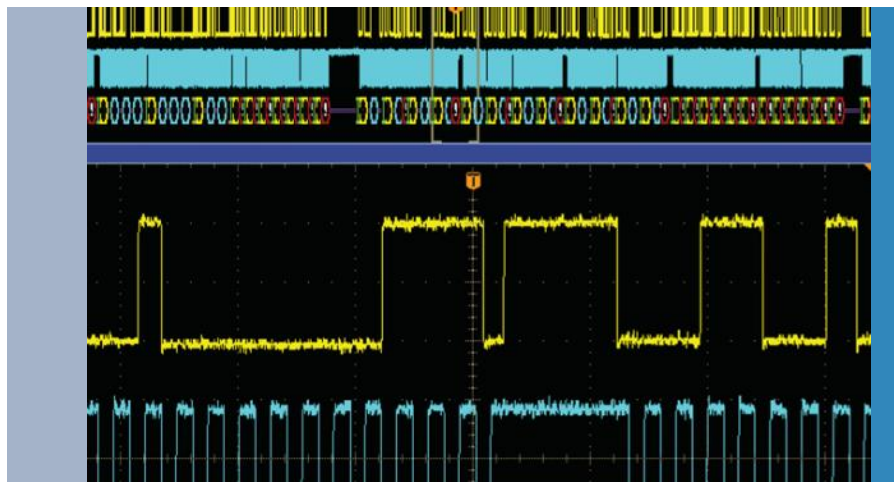
## MDO 3大独创特色

1. 五机一体
2. 混合域联合调测
3. 宽带调制分析

型号	模拟通道	模拟带宽	数字通道	RF通道	RF频率范围
<b>MDO4014-3 (新)</b>	<b>4</b>	<b>100 MHz</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>50 kHz – 3 GHz</b>
<b>MDO4034-3 (新)</b>	<b>4</b>	<b>350 MHz</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>50 kHz – 3 GHz</b>
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

# 泰克科技的方案

完整的汽车电子系统及部件功能测试方案



**Tektronix**<sup>®</sup>

# 泰克汽车电子测试方案

汽车电子	MSO/DPO3000 series	MSO/DPO4000B Series	MDO4000 series	MSO/DPO5000 Series	DPO7000C Series	AFG3000C	2200 power supply	DMM	FCA	KEITHLEY
带宽	100MHz--500MHz	100---1000MHz	100---1000MHz	350--2000MHz	500---3500MHz	10MHz--240MHz	1CH--3CH	5 1/2 6 1/2	400MHz	
采样率	2.5GS/s	5GS/s	5GS/s	10GS/s	20GS/s	250MS/s	0--72V			
存储深度	5M	20M	20M	12.5M/250M	12.5M/250M		0--5A			
逻辑分析通道	16CH	16CH	16CH	16CH	-					
CAN/LIN/FlexRay	Y	Y	Y	Y	Y					
MOST				Y	Y					
I2S	Y	Y	Y	Y	Y					
胎压检测			Y							
FPGA	Y	Y	Y	Y	Y					
电源管理	Y	Y	Y	Y	Y					Y
混合信号ECU 测试 传感器, 执行器	Y	Y	Y	Y						
传感器仿真						Y				
FPGA 动态探头 / 多处理器支持 ECU, CPU, FPGA	Y	Y	Y	Y	Y					
Ethernet, USB 2.0, LVDS				Y	Y					
老化、加电							Y			Y
电子元件的设计、验证和测试								Y	Y	Y
汽车功能测试						Y		Y	Y	Y
数据记录										Y
ASK, FSK, GFSK, ZigBee,AM, FM, DVB, GPS, GSM, 3GPP, 蓝牙, IEEE 802.11b			Y							
调试雷达传感器			Y							
EMI 预兼容			Y							
电池供电的户外测量	Y	Y	Y	Y	Y					

# 其它信息

- 泰克
  - [www.tektronix.com/automotive](http://www.tektronix.com/automotive)

