



泰克科技新能源汽车的测试 验证方案

REVOLUTION ENGINEERING



电动汽车

• 电动汽车用电机未来预测（全球及中国市场）

图1、2012-2016全球电动汽车(PHEV+BEV)市场发展趋势



Source: 拓璞产业研究所, Nov., 2015

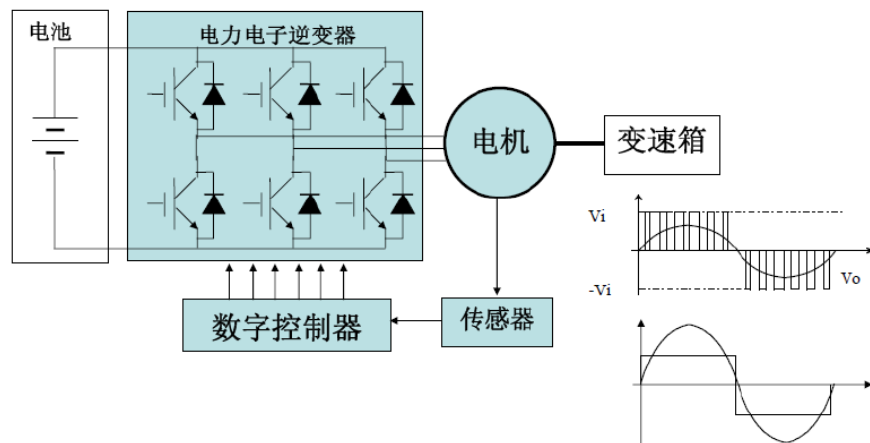
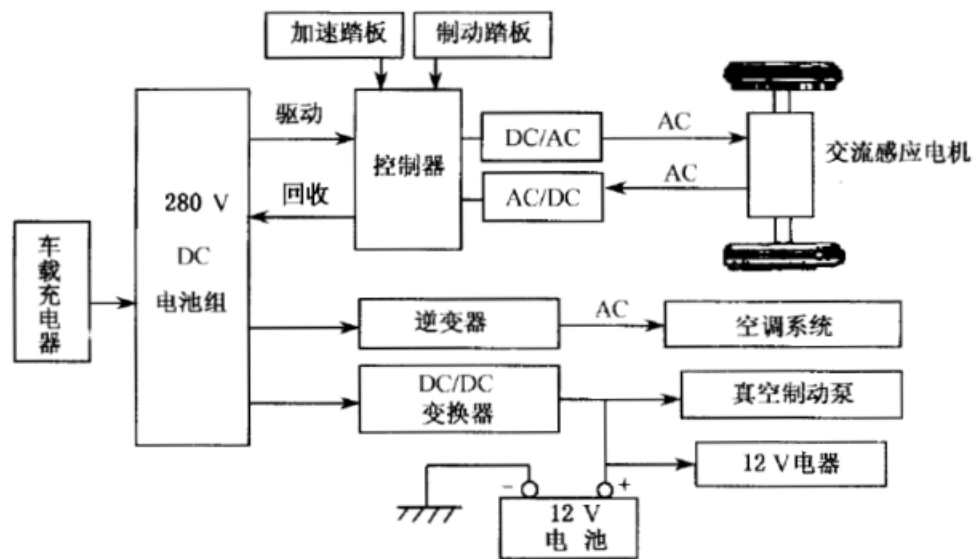
全球电动汽车市场趋势



2016年电动汽车行业预测会比2015年增涨56%。

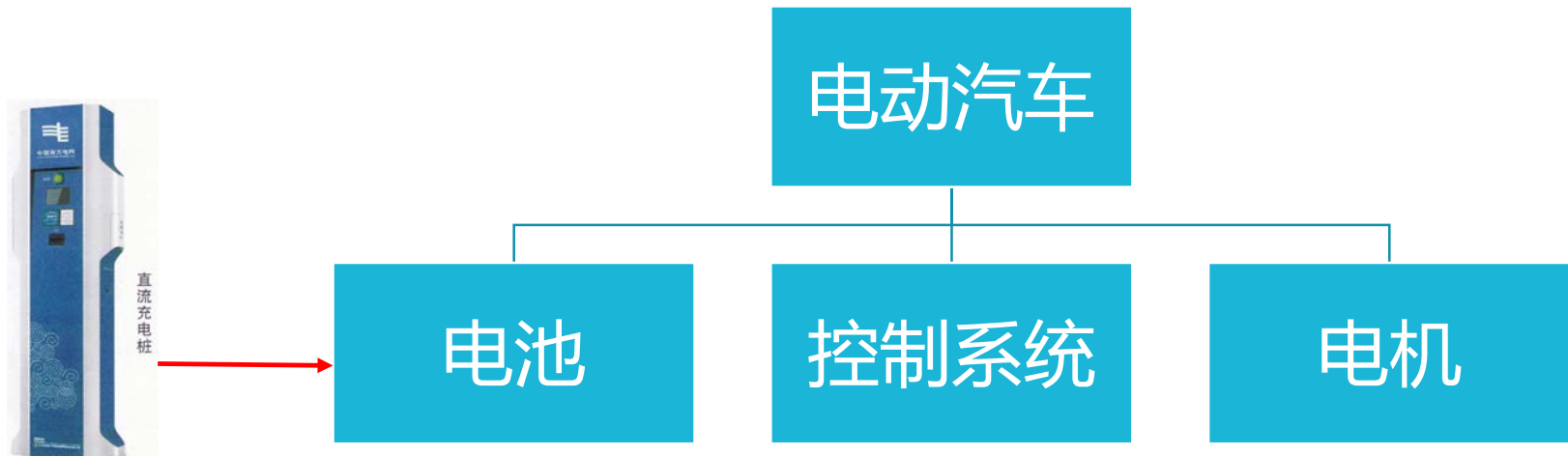
电动汽车系统原理框图

- 电动汽车的组成包括**电力驱动及控制系统**、**驱动力传动等机械系统**、完成既定任务的工作装置等。
- 电力驱动及控制系统是电动汽车的核心，也是区别于内燃机汽车的最大不同点。电力驱动及控制系统由驱动电动机、电源和电动机的调速控制装置等组成
- 电动汽车**驱动电机**是所有电动汽车必不可少的关键部件。目前使用较多的有直流有刷、永磁无刷、交流感应和开关磁阻等四种电机
- 电动汽车上广泛采用直流串激电动机，这种电机具有“软”的机械特性，与汽车的行驶特性非常相符。但直流电动机由于存在换向火花，比功率较小、效率较低，维护保养工作量大，随着电机技术和电机控制技术的发展，势必逐渐被直流无刷电动机（BCDM）、开关磁阻电动机（SRM）和交流异步电动机代替
- 电动机调速控制装置是为电动汽车的变速和方向变换等设置的，其作用是控制电动机的电压或电流，完成电动机的驱动转矩和旋转方向的控制。电动汽车的调速控制转变为**直流逆变技术**的应用，将成为必然的趋势
- 电动汽车传动装置的作用是将电动机的驱动转矩传给汽车的驱动轴



电动汽车电气系统组成与测试需求

- 电动汽车电气系统主要由逆变系统、电源系统和电机系统等三部分组成。
- 汽车行驶时，由蓄电池输出电能（电流）通过控制器驱动电动机运转，电动机输出的转矩经传动系统带动车轮前进或后退。
- 电动汽车续驶里程与蓄电池容量有关，蓄电池容量受诸多因素限制。要提高一次充电续驶里程，必须尽可能地节省蓄电池的能量。
- 电动汽车的系统测试就是主要的电池、逆变和电机的电气参数测试。



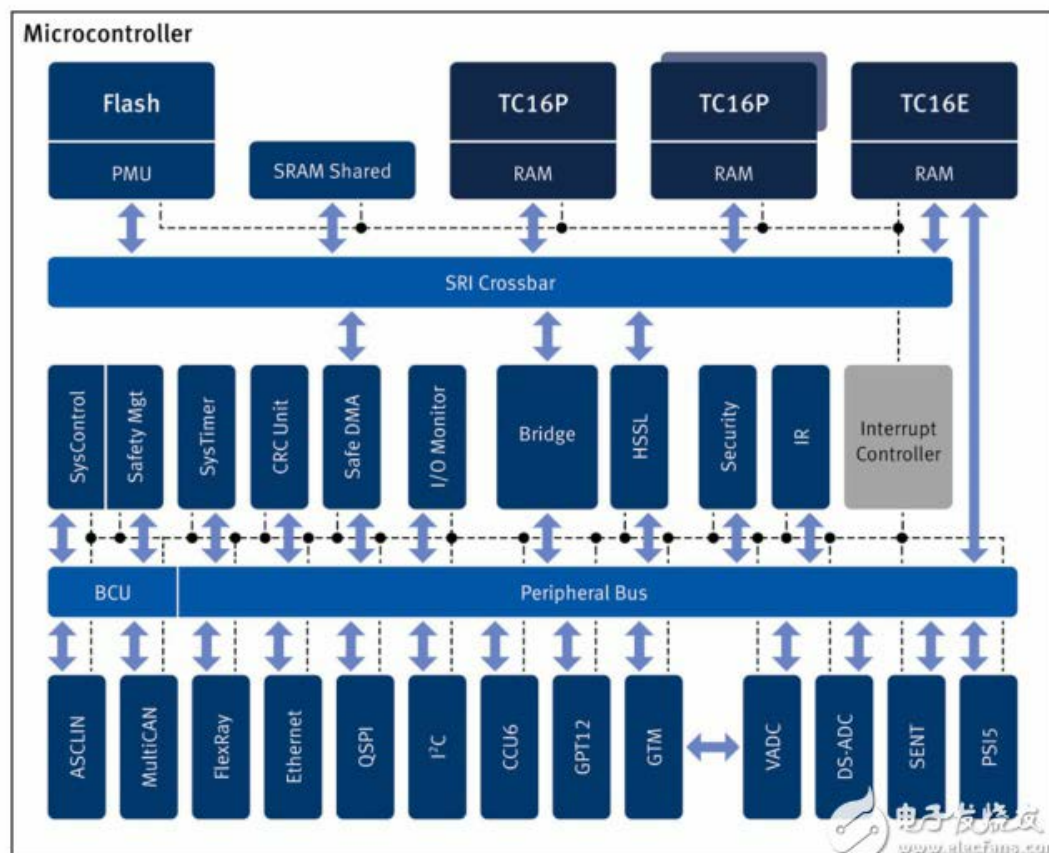
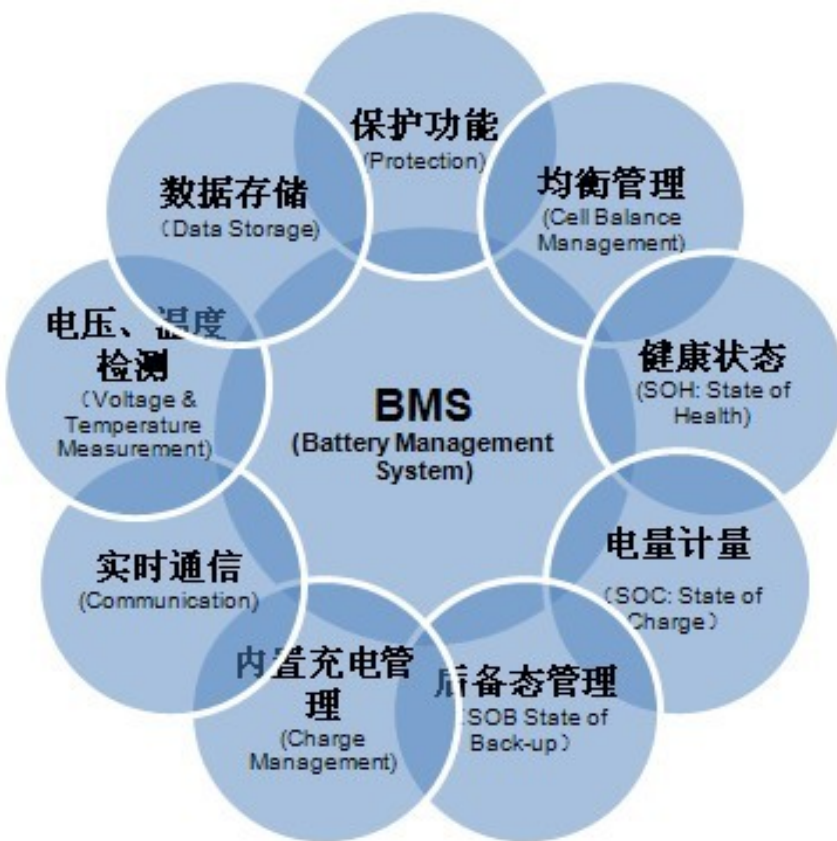
BMS及电池



Tektronix[®]

电池及BMS系统的测试

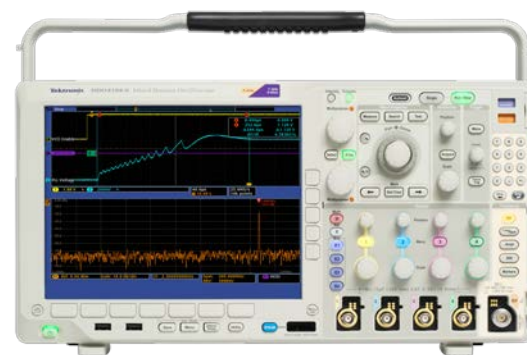
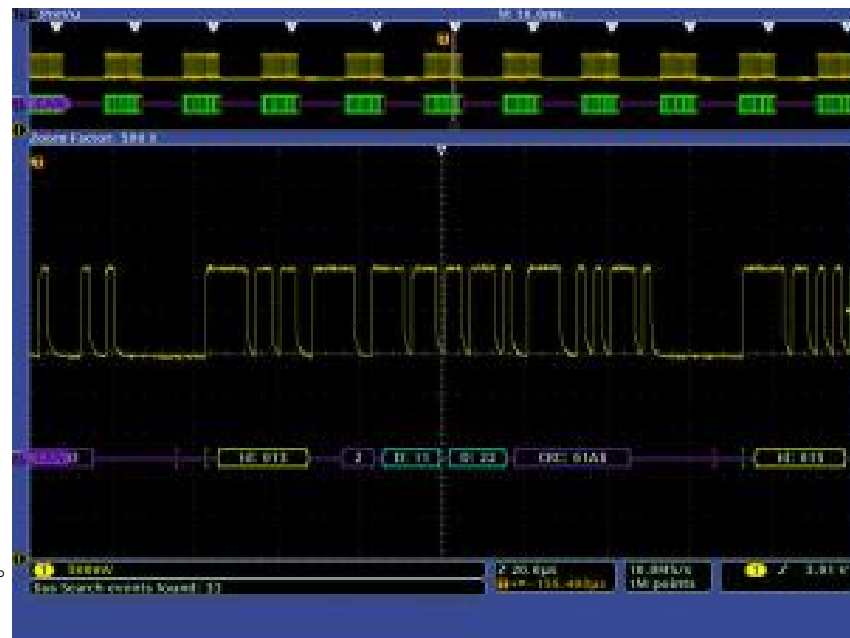
BMS，常被称为新能源汽车电池的“大脑”，与动力电池组、整车控制系统共同构成新能源汽车的三大核心技术



带 2.45MB 至 4MB 闪存 TriCore 多核架构
AURIX 微控制器框图

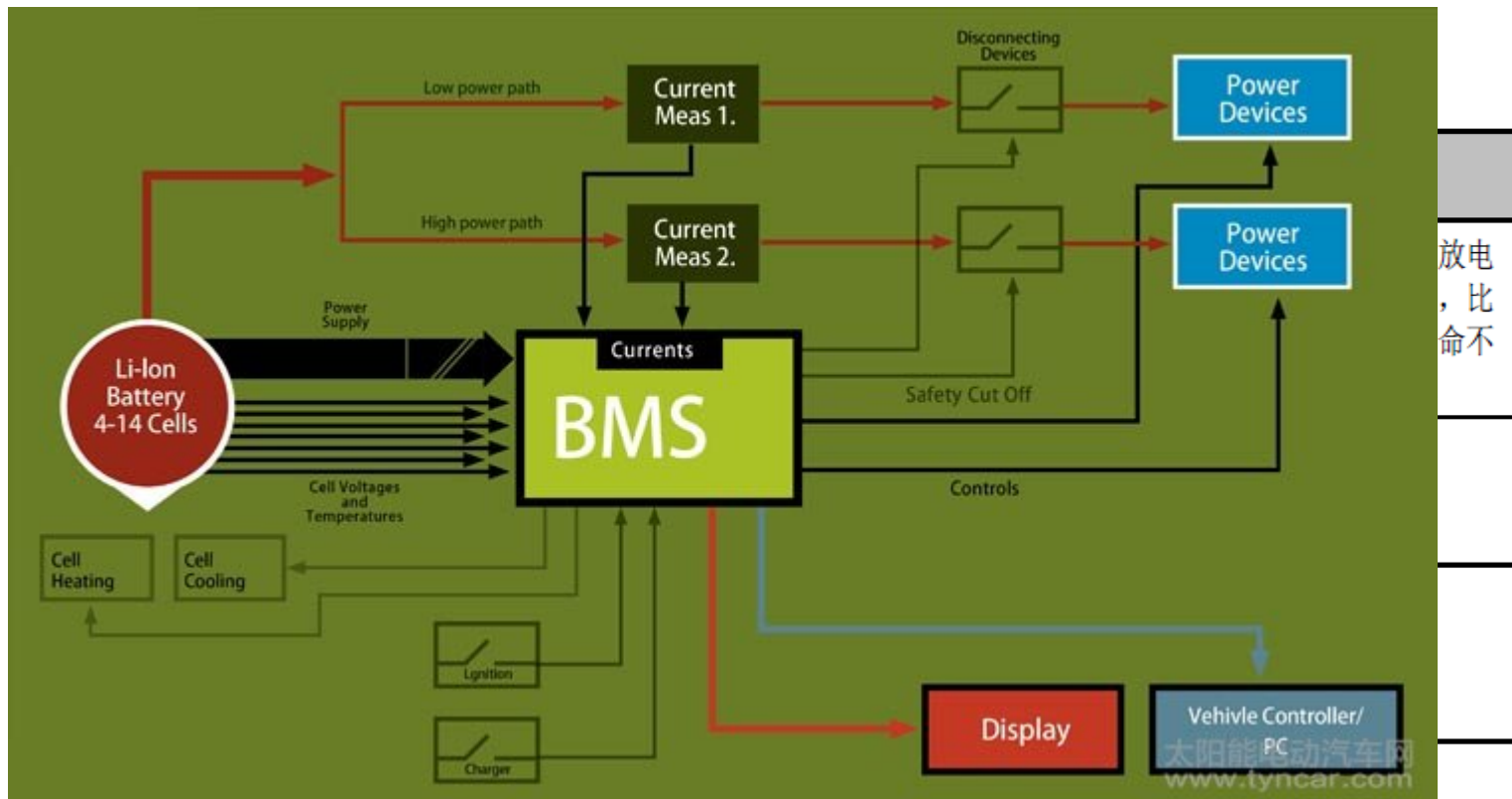
电池及BMS系统的测试—混合信号

- 泰克在最常用的台式和实验室示波器上为 CAN、LIN 和 FlexRay 串行总线提供内置分析，现在您可以就在示波器上自动触发、解码和搜索串行数据包内容（如帧开头、标识符、数据，等等），复杂设计调试从未如此简单快捷
- 快速且功能强大的[示波器](#)用于调试混合信号设计，让您事半功倍。可选的 DPOxAUTO 模块增加了对 CAN 和 LIN 的内置触发、解码和搜索
- MDO3000 混合域示波器拥有六种仪器，包括频谱分析仪、函数发生器、等等，让您通过一台示波器就能捕获模拟信号、数字信号和 RF 信号。[随着设计挑战不断变化，您甚至可以添加仪器、分析功能并升级带宽](#)
- **MDO4000C 附带逻辑分析仪、频谱分析仪和协议分析仪的示波器 - 全部实现同步，可提供一个集成视图。**你可作为混合信号示波器或频谱分析仪使用MDO4000B系列，但真正的力量来自于两者的整合。您第一次可以在任何时刻在一台仪器上同时查看设计在时域和频域中的性能状况。使用功能强大的触发工具、搜索工具和分析工具，消除模拟异常和数字异常。解码波形旁边的串行总线。并可观察任何时点上的射频频谱
- 当前设计的数据速率越来越快，定时裕量越来越小，需要示波器拥有杰出的信号采集性能和分析功能。泰克 MSO/DPO5000B 系列提供了优异的信号保真度、2 GHz 和 10 GS/s 采样速率、以及高级分析和数学功能。示波器上可以运行基于 Windows® 的分析软件。MSO 型号包括 16 条数字定时通道，所有型号可以配备为解码常用的串行协议，为您的系统提供全面视图



电池及BMS系统的测试

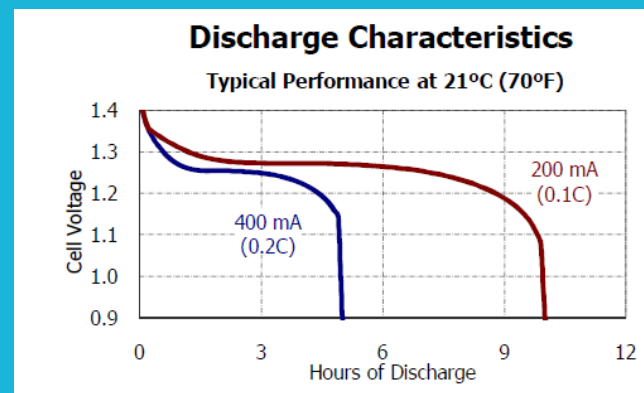
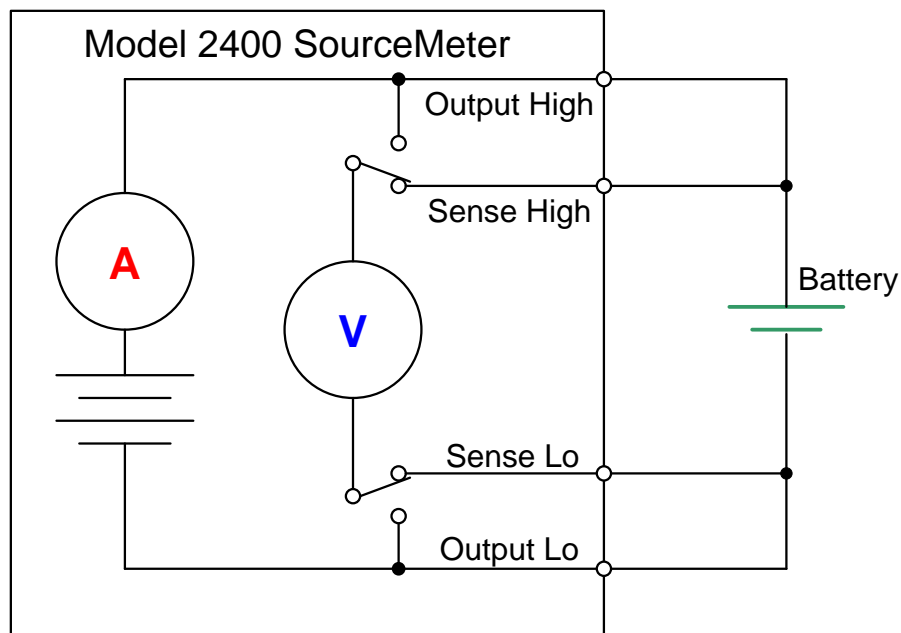
- 电动汽车电池分两大类，[蓄电池](#)和[燃料电池](#)。
- 蓄电池适用于纯电动汽车，包括[铅酸蓄电池](#)、镍基电池、钠硫电池、二次锂电池、空气电池。
- 燃料电池专用于[燃料电池电动汽车](#)，包括[碱性燃料电池](#)(AFC)、[磷酸燃料电池](#)(PAFC)、[熔融碳酸盐燃料电池](#)(MCFC)、[固体氧化物燃料电池](#)(SOFC)、[质子交换膜燃料电池](#)(PEMFC)、[直接甲醇燃料电池](#)(DMFC)。



电池的测试-单体 SMU的测量方法

放电: **SMU** 提供了吸收电源和电压的测量

充电: **SMU** 提供了恒流或者恒压源



电池的测试-单体

怎样测试充电电池？

•充电循环

电池通常使用恒流进行充电。这可以利用源测量单元(SMU)作为电压源来完成，将其设置为电池电压额定值，利用期望的充电电流作为电流限幅。开始测试时，电池电压低于源测量单元(SMU) 的电压输出。因此，这个电压差驱动电流立刻达到用户定义的电流限幅。此时，源测量单元(SMU)作为恒流源，直到达到设置的电压电平。随着电池完全充电，电流将下降，直到电流达到零或者接近零。

➢ 测试标准(参见图2)

- ✓ 在源模式工作的源测量单元(SMU)
- ✓ $V_S > V_B$
- ✓ 源测量单元(SMU) 功能作为电源
- ✓ 充电电流(I)为正

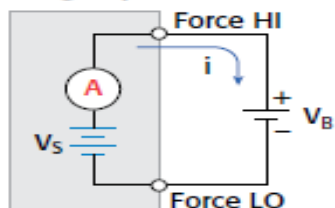
•放电循环

当电池放电时，源测量单元(SMU)作为阱或电流负载，因为它消耗功率而不是为其提供电源。源测量单元(SMU) 的电压源设置为低于电池电压。电流限幅设定放电速率。当输出启用后，电池电流流入源测量单元(SMU) 的HI端。因此，电流读数为负值。放电电流应当保持恒定，直到电池电压下降至源测量单元(SMU)电压源设定值。

➢ 测试标准(参见图2)

- ✓ 在灌模式工作的源测量单元(SMU)
- ✓ $V_S < V_B$
- ✓ 源测量单元(SMU)功能为电子负载
- ✓ 放电电流(I)为负

Charge Cycle



Discharge Cycle

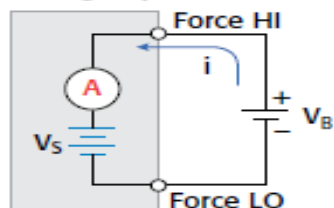


图2: 充电和放电电路图

可绘图的源测量单元（SMU）显示测试数据

可绘图的源测量单元（SMU）可以显示前面板结果(图3)，也可以显示输出至Excel用于绘图的数据 (图4)



图3 可绘图源测量单元（SMU）可以显示负载电流、电池电压以及充电或放电经过的时间

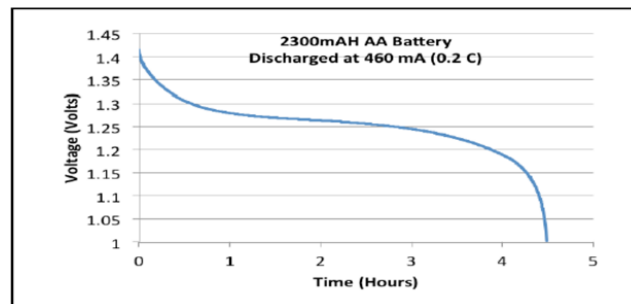


图4 2500mAh D充电电池放电特性

什么是数字源表源测量单元？

数字源表也称作源测量单元(SMU)，是一种能够对待测器件(DUT)同时进行源和测量的测试设备。典型的源测量单元(SMU)具有以下5种功能：源电压、源电流、测量电流、测量电压、测量电阻。这些仪器可以在宽电流和电压范围进行源和测量。在大多数情况下，这些功能是组合使用的：同时源电压并测量电流或者同时源电流并测量电压。

电池的测试-电池组—电源、负载方法



应用于电池芯/模组的内阻与容量特性

充电模式：CC/CV

放电模式：CV, CC, CR, CP

2268系列电源

电源电压：0~150V

电源电流：0~42A

电源功率：0~850W

2380-500-30负载

负载电压：0-500V

负载电流：0-30A

负载功率：750W

超级电容-单电容

- 电池电量，超级电容电容量测试
 - 利用data logging功能和电流积分功能，记录电池充放电工程，并计算电池充电/放电总电量

Welcome Page

IP Configuration

Set Password

Virtual Front Panel

SCPI Command

Data Logging

ID

LXI - Data Logging

Points	Mode	Voltage	Unit	Current	Unit	Math	Relative	EXP	Overflow	Time
14796	CV			1.4238647E-4	A	0	0	0	0	2014-11-12 16:31:28.8768
14797	CV			1.4137456E-4	A	0	0	0	0	2014-11-12 16:31:28.8772
14798	CV			1.2956894E-4	A	0	0	0	0	2014-11-12 16:31:28.8775
14799	CV			2.1119638E-4	A	0	0	0	0	2014-11-12 16:31:28.8779
14800	CV			1.261959E-4	A	0	0	0	0	2014-11-12 16:31:28.8782
14801	CV			1.353031E-4	A	0				
14802	CV			1.2855702E-4	A	0				
14803	CV			1.2788242E-4	A	0				
14804	CV			1.6687221E-4	A	0				

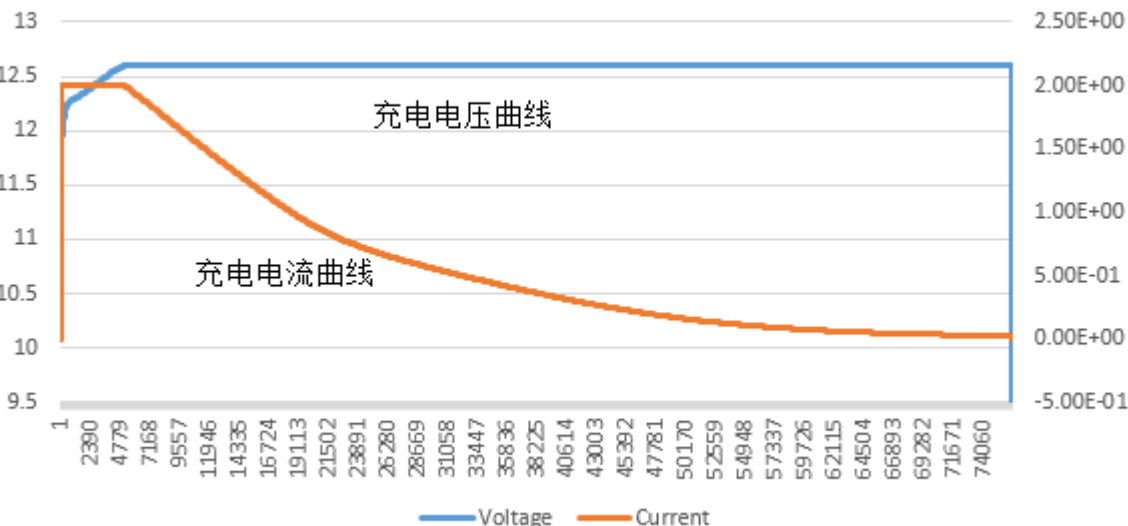
MODE
Manual



超级电容属于物理电池的一种，其功率密度极高，可达300W/kg-500W/kg，是普通电池的5-10倍，不过其内阻较大，不能用于交流电路。

汽车之家 AUTOHOME.COM.CN

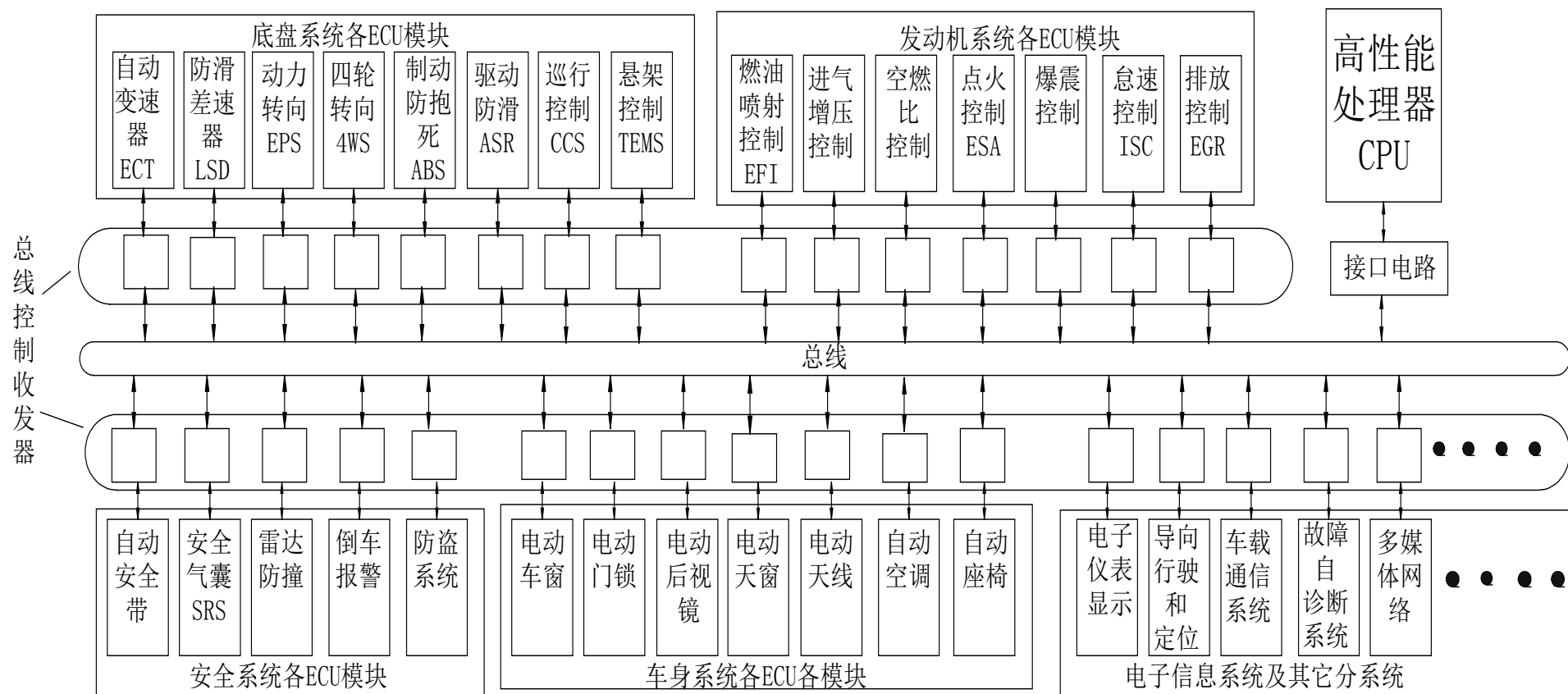
2280S 电池充电曲线



新能源汽车控制系统

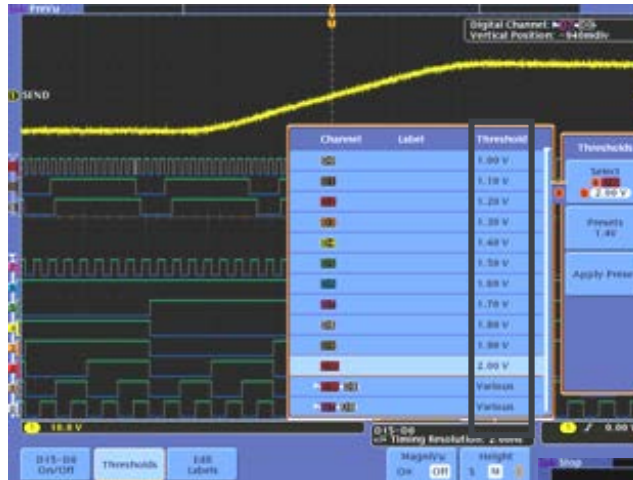


基于CAN总线的汽车内各模块的联接图



驱动控制系统——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



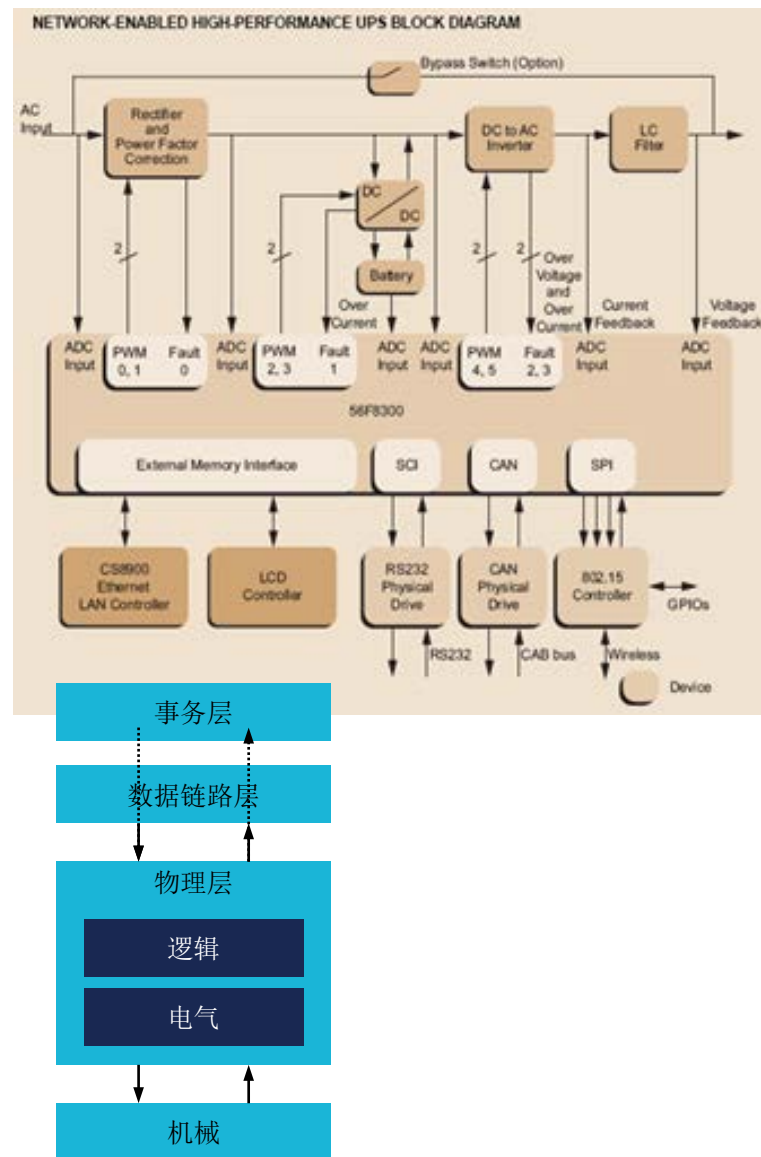
MD04000B可以为每条通道单独设置门限

多通道建立时间和保持时间违规



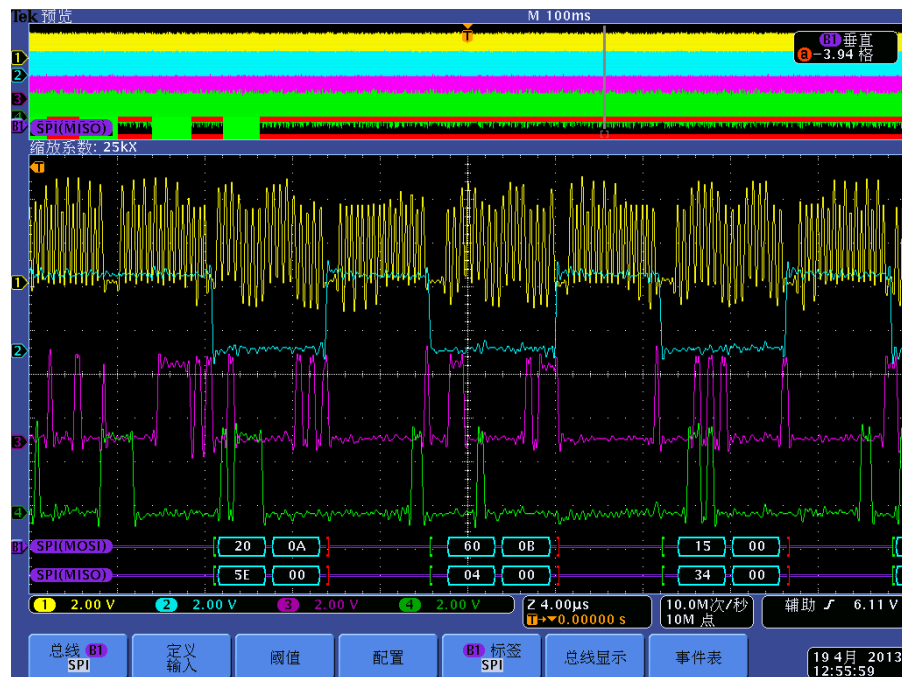
串行总线数据挑战：设计

- 串行通信改善电路板设计：
 - 串行接口集成到处理器、ASIC、FPGA等器件中
 - 连接数量减少
 - 元件总成本下降
- 低速串行标准的要求低于高速串行标准：
 - 信号之间的定时和信号完整性对总线操作的关键性较低
 - 一般没有必要进行一致性测试
 - 总线拓扑不限于点到点网络
- 最终用户产品通常包含多个串行标准、混合信号、混合数据速率、单端信号和差分信号、以及RF信号



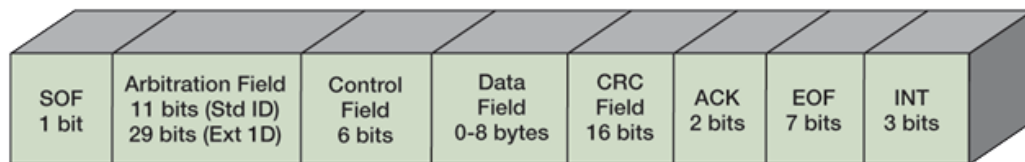
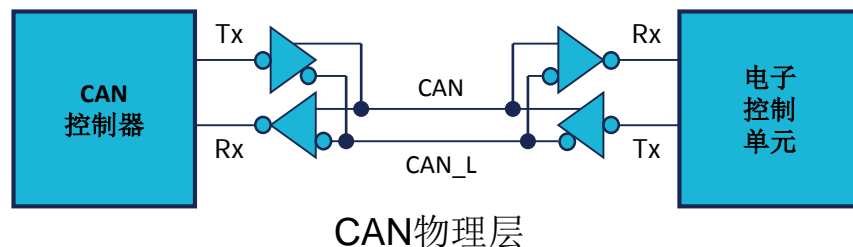
串行总线数据挑战：测试、解码

- 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



CAN (控制器局域网) 总线

- 用于汽车、工业自动化和医疗器械中的系统到系统通信
- 串行异步、多主设备、分层通信网络
- 10 kbps - 1 Mbps的数据速率
- 完善的错误检测和错误处理机械
- 灵活的信令支持，低成本实现方案
- 物理总线采用单线和双线拓扑，具有容错

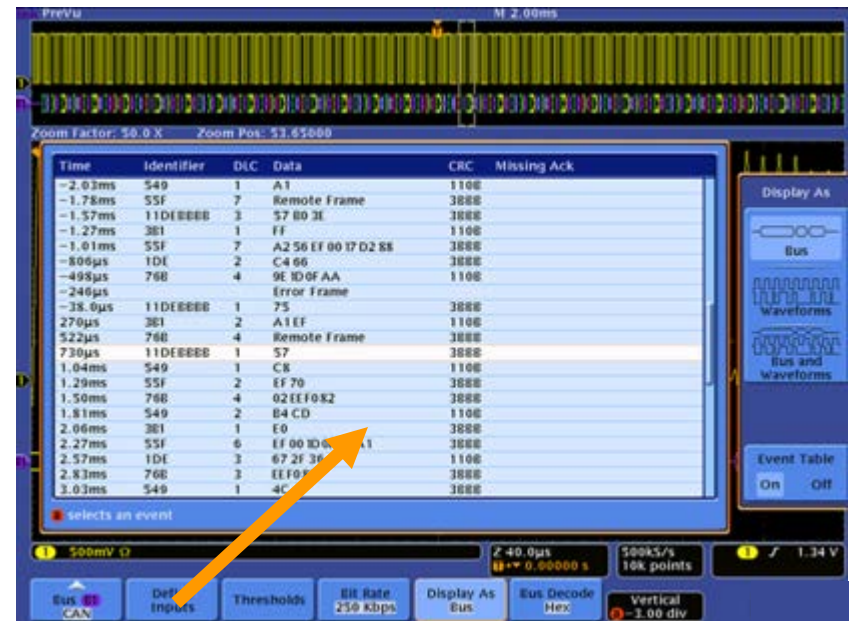


CAN 帧结构定义

- **SOF** – 开头是一个帧头(SOF)位
- **仲裁** – 包括标识符(地址)和远程传输请求(RTR)位
 - 标识符可以采用标准格式 (11位 - 2.0A版)或扩展格式 (29位 - 2.0B版)
 - RTR用来区分数据帧和数据请求帧，也称为远程帧
- **控制** – 6位，包括标识符扩展(IDE)位和数据长度代码(DLC)
 - IDE区分CAN 2.0A (11位标识符)标准帧和CAN 2.0B (29位标识符)扩展帧
 - DLC是一个4位指示符，表明数据帧数据字段中的字节数或远程帧请求的字节数
- **数据** – 由0-8字节数据组成
- **CRC** – 一个15位循环冗余校验代码和一个隐性分隔符位
- **ACK** – 确认字段长两位
 - 第一个位是时隙位，作为隐性位传送，但之后会被成功接收发送消息的任何节点发送的显性位覆盖
 - 第二个位是隐性分隔符位
- **EOF** – 7个隐性位，指明帧尾(Eof)
- **INT** – 由3个隐性位组成的间断字段，表明总线空闲
 - 总线空闲时间可以是任意长度，包括0

泰克示波器MSO/DPO系列CAN解决方案

搜索和标记功能

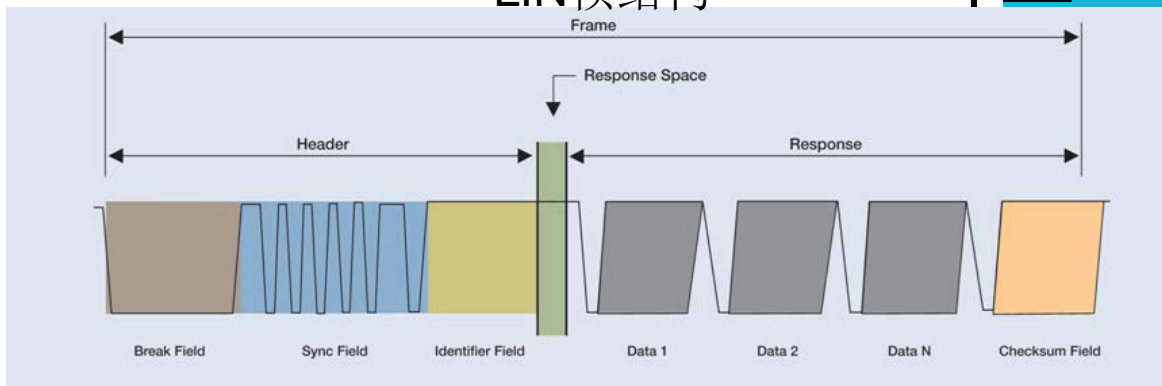


事件表显示解码后的带有时间标记的CAN消息帧

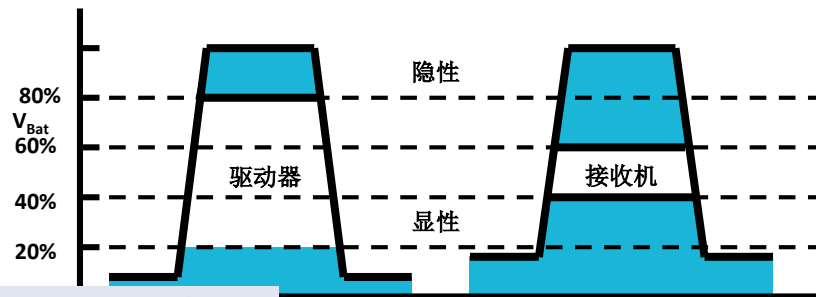
LIN (本地互连网络) 总线

- LIN通信基于UART/SCI，数据使用8位字节发送，其中带有开始位、结束位和无奇偶性。
- 数据速率范围为1kbps - 20kbps
- LIN帧由两个主要部分组成：**包头和响应**。包头由主设备发送，响应则由从设备发送

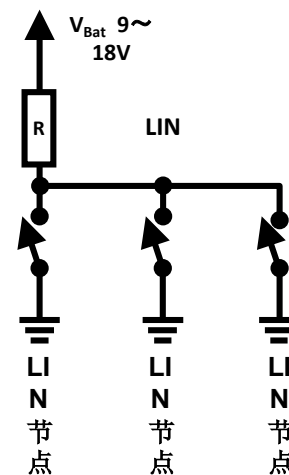
LIN帧结构



- 包头组成部分
 - 中断字段: 用来表明新帧开始
 - 同步字段: 从设备用来确定主节点使用的波特率及用来相应地进行自身同步
 - 标识符字段: 指明哪个从设备采取行动
- 响应组成部分
 - 数据: 指定从设备会应答 1 – 8字节的数据
 - 校验和: 计算得出的字段，用来检测数据传输中的错误

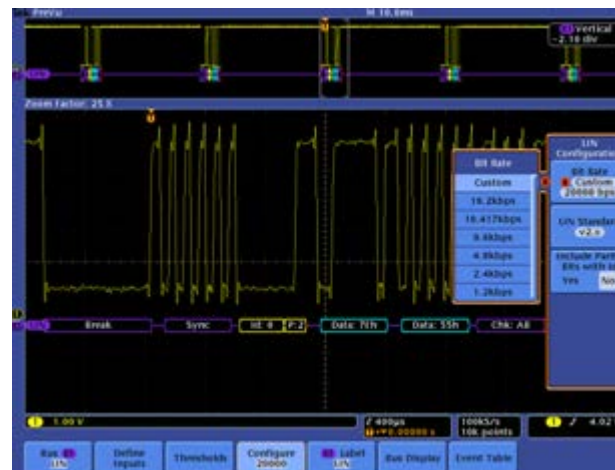


LIN物理层



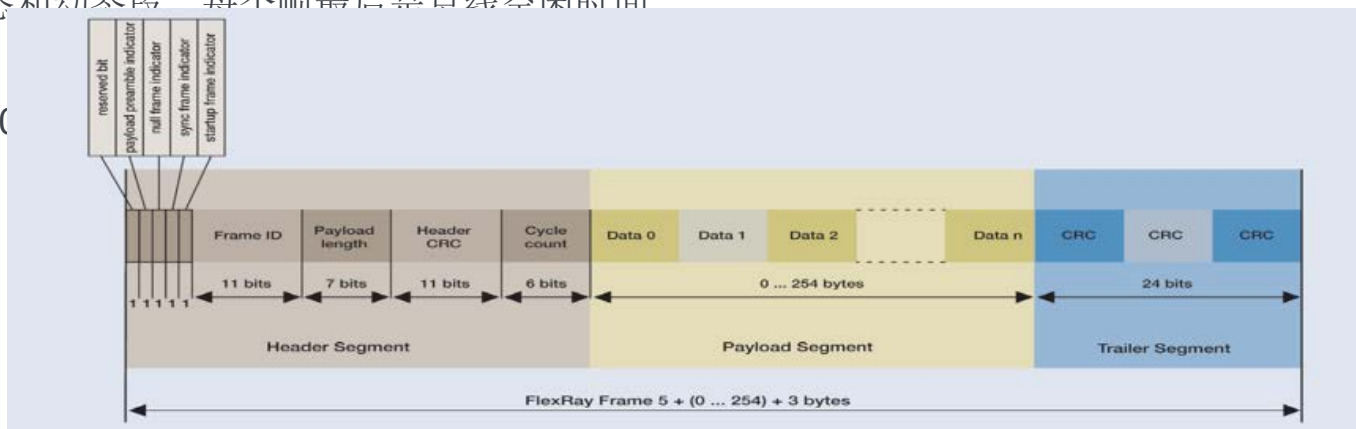
泰克示波器MSO/DPO系列LIN解决方案

- 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



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
- FlexRay帧结构
- 发送数据速率高达10Mbit/s



- **包头段:** 包含指示位, 帧号, 净荷长度 (单位为字), 包头CRC和周期数
- **净荷段:** 包含帧传送的数据。最大净荷长度是127个字(254字节)
- **包尾段:** 包含一个24位字段 [三个8位CRC寄存器], 保护包头和净荷

泰克FlexRay解决方案-1 协议测试

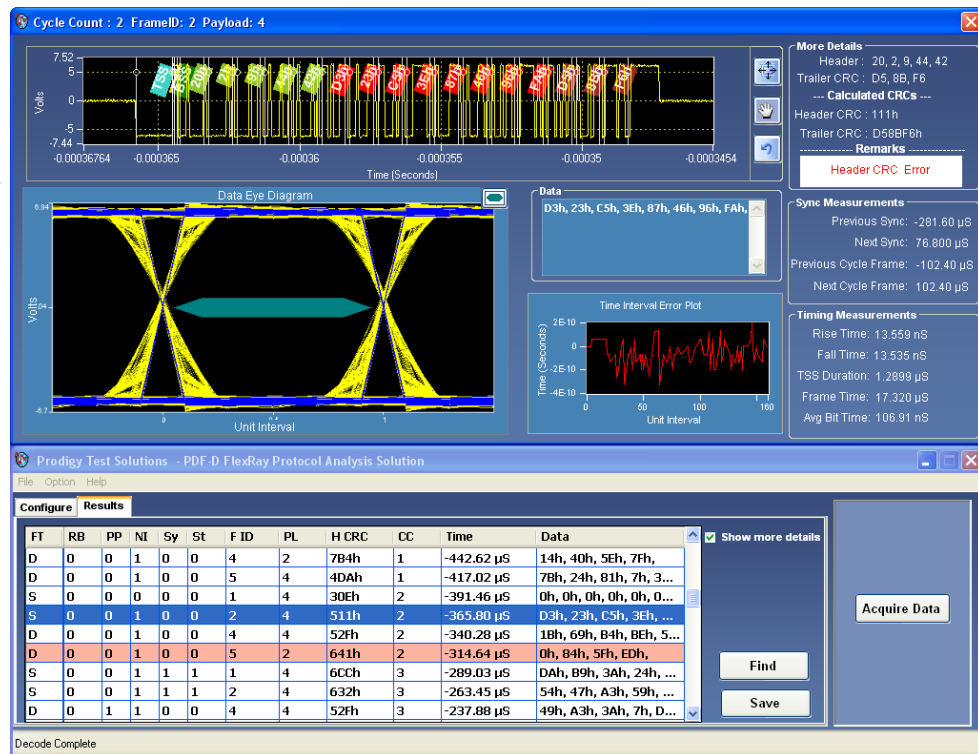
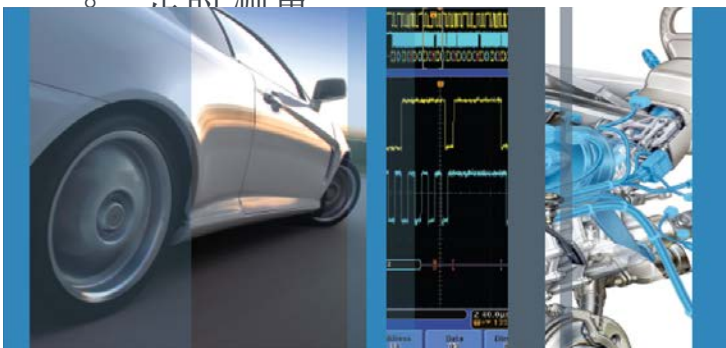
FlexRay总线TSS (传输开始顺序)触发

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)。



泰克FlexRay解决方案—2 物理层分析软件

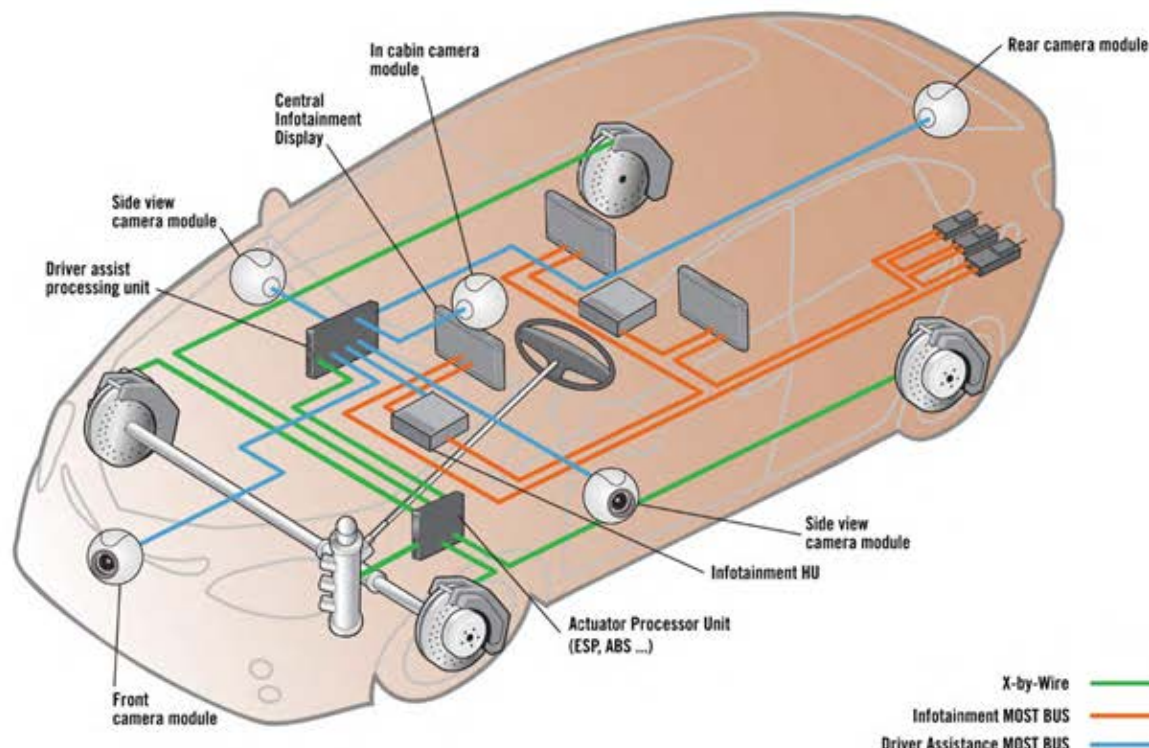
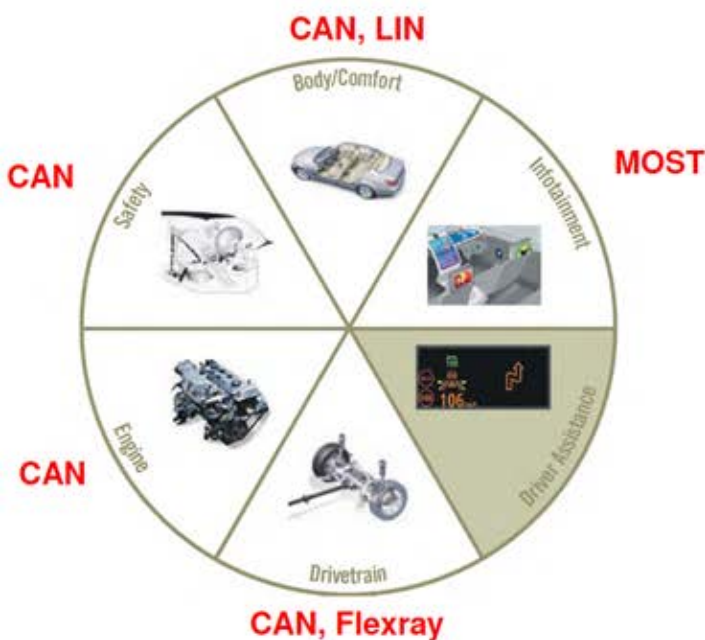
- DPO4AUTOMAX全面支持物理层分析软件
- 通过USB或以太网与外部计算机一起运行
- 提供完整的一套工具评估物理层性能
 - 眼图分析
 - 同步测量
 - 定时测量



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

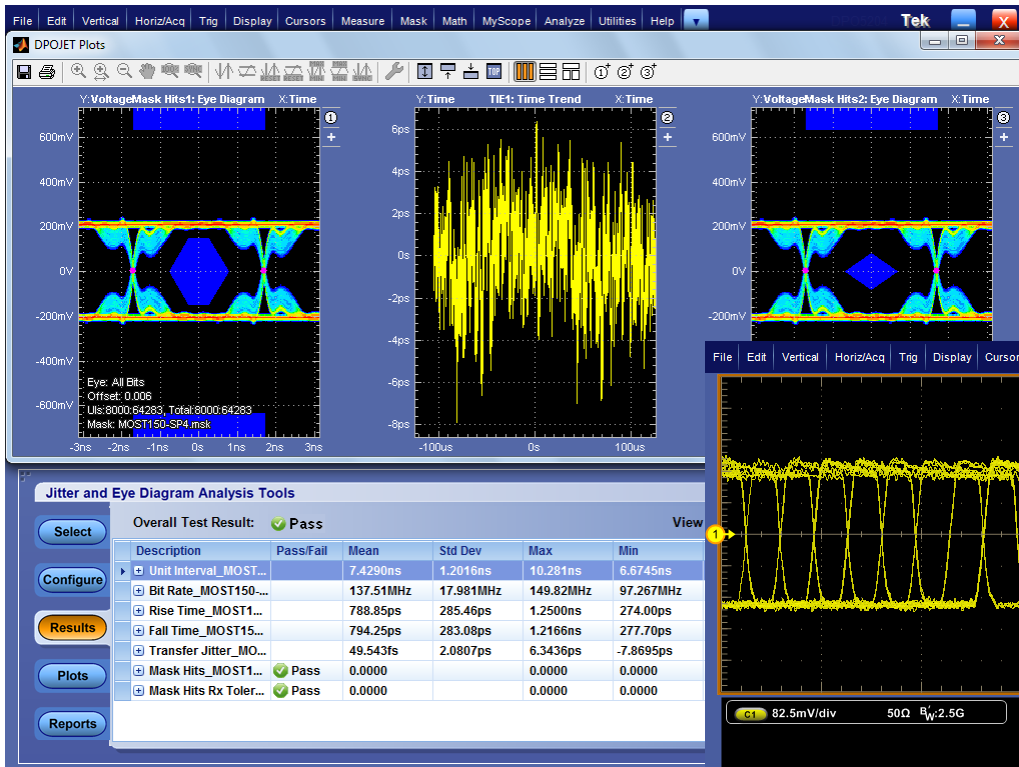


Source: www.mostcooperation.com

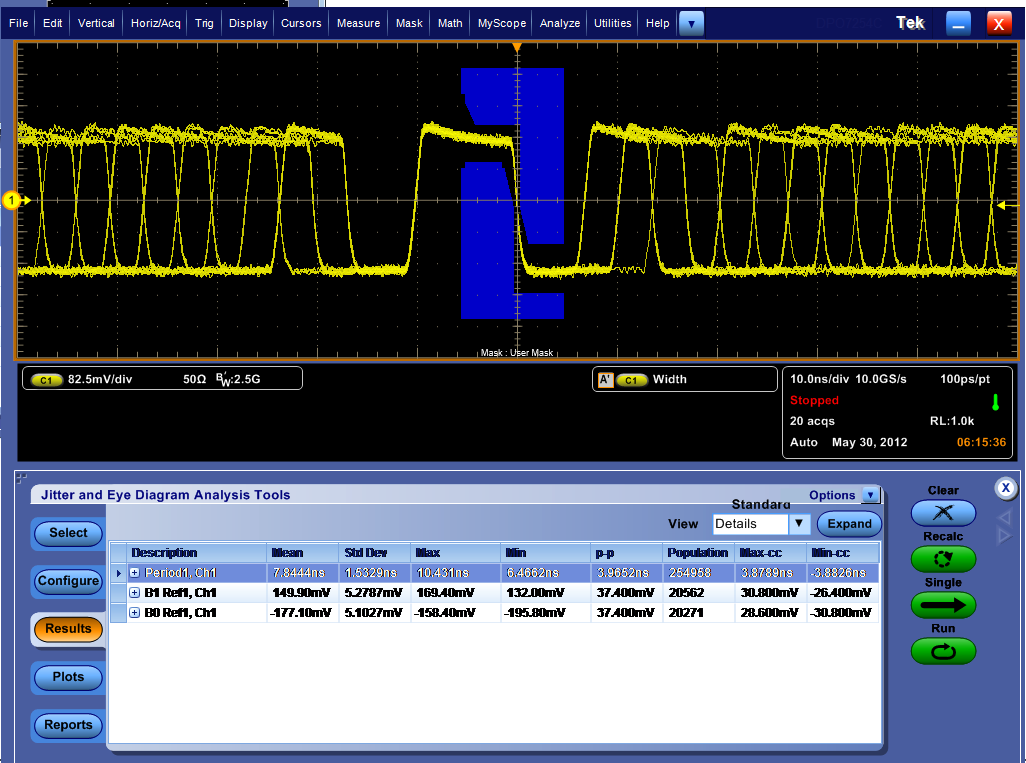
MOST Essentials – Setup File for Test Points on DUT	MOST Specification – Reference Section	MOST Specification – Symbol(s) / Parameter / Test Name
MOST50-SP1E	Table 2.1	Clock Recovery
	Table 2.2	Transferred Jitter
	Section 3.1.1.1	Transmission Quality
	Table 3.1	Eye-Mask
MOST50-SP2E	Table 2.1	Clock Recovery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



泰克的MOST 测试方案--测试结果

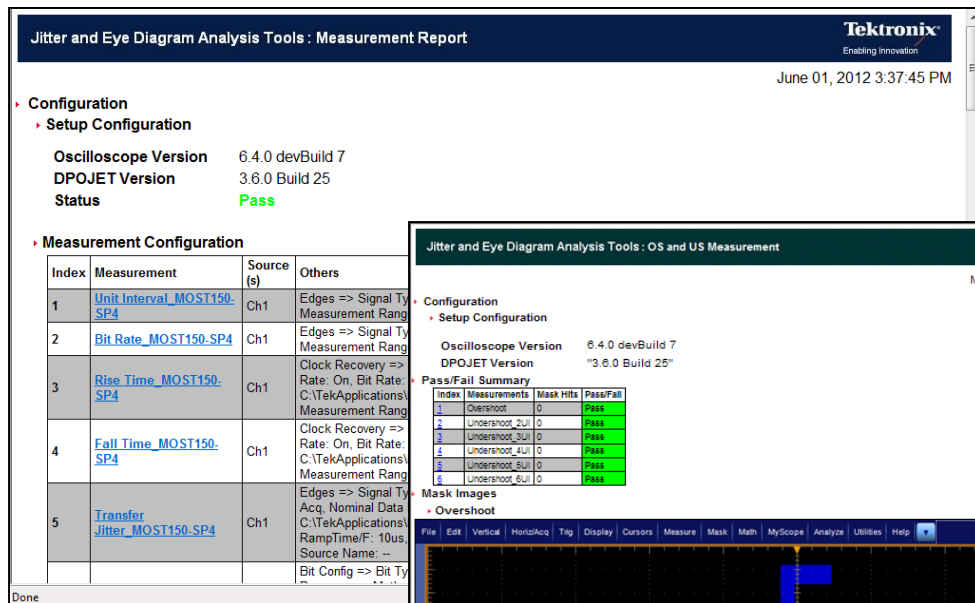


Results for MOST50 and MOST150

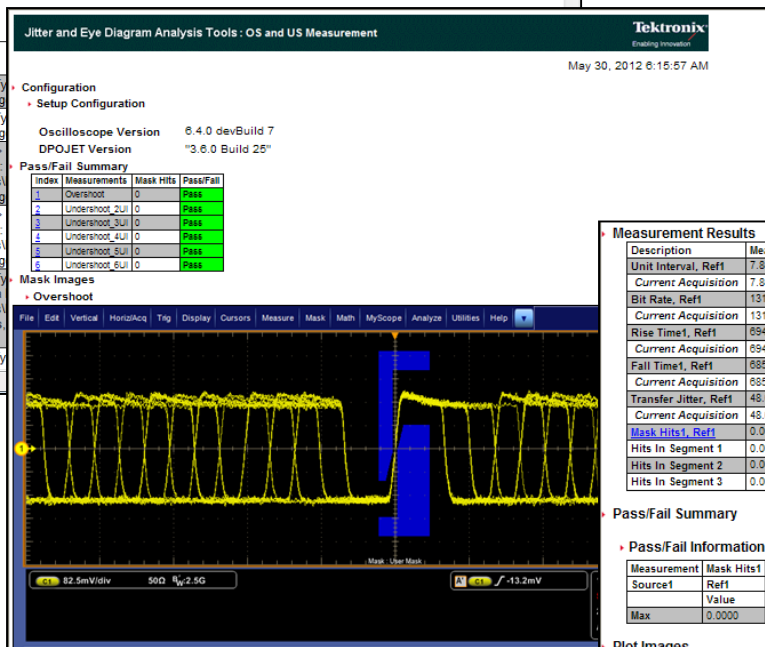


Results for MOST150 Overshoot and Undershoot

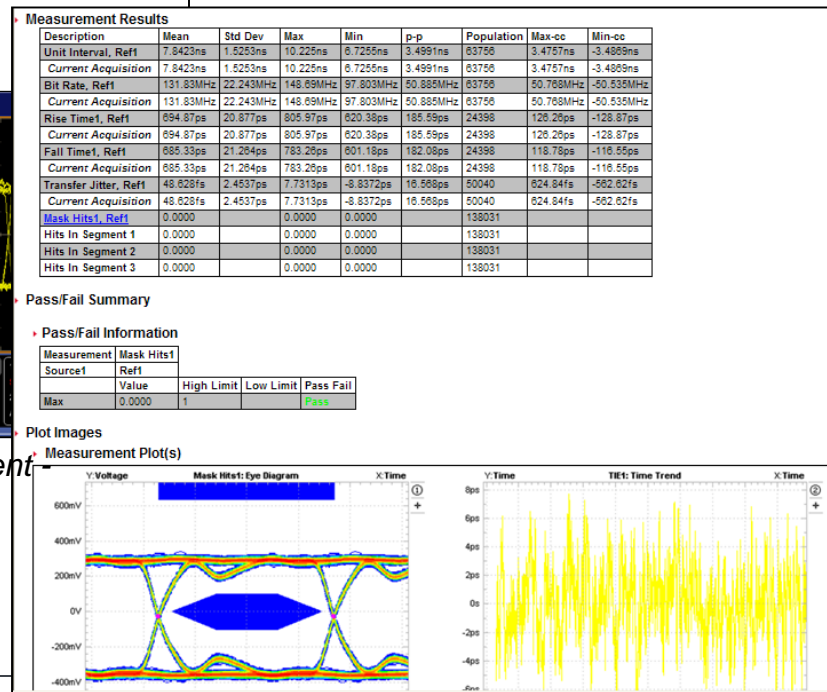
泰克的MOST 测试方案--测试报告



Reports with pass/fail status



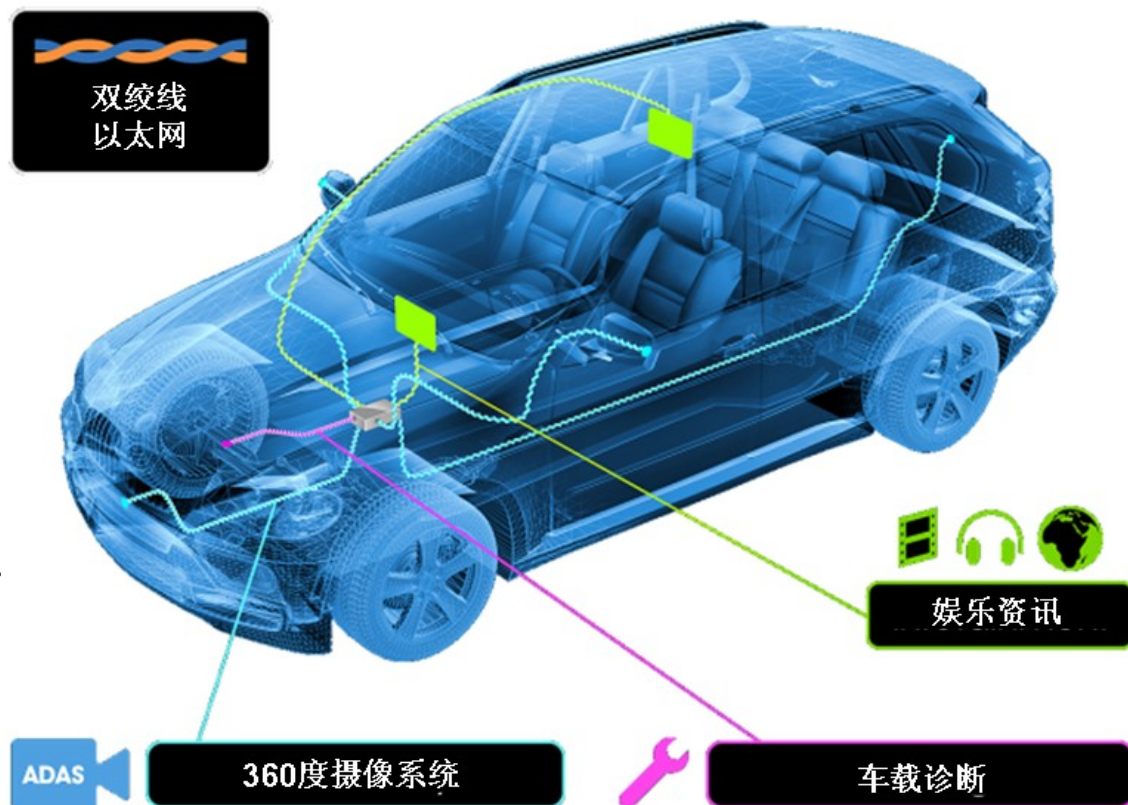
Report for MOST150 with Overshoot and Undershoot measurement Pass/Fail with oscilloscope Waveform Scree captures



Report with margin details, Eye diagram, and other statistics.

泰克的BroadR-Reach 自动化一致性解决方案

- 车载网络CAN、LIN、LVDS、FLexaRay,以及MOST技术，博通提供以太网技术。
- BroadR-Reach技术提供100 Mbps及更高的宽带性能，同时将互连成本显著降低多达80%，并使电缆重量减轻多达30%。
- BroadR-Reach以太网能够支持车载应有几个关键性要求：专属的端口带宽、每个端口的速度灵活可调、每条链路都具有先进的电缆诊断功能、具有故障切换的冗余机制以及娱乐音频/视频处理采用IEEE 标准（AVB）



泰克的BroadR-Reach 自动化一致性解决方案

关键性能指标

- 自动完成 BroadR-Reach 1.2 技术规范的所有一致性测量
- 单台仪器完成时域和频域测量分析
- 选件 BRR 夹具提供一种添加扰动信号的机制，这是执行失真测量以及规范所推荐的最重要测量之一所必需的
- Windows 7 型示波器（包括 MSO/DPO5K、DPO7K 和 MSO/DPO70K）上使用软件解决方案，为从事该技术的工程师提供灵活选择

主要功能

- BRR 为一体化解决方案，简化设置并提供经济实惠的解决方案
 - 在执行 BroadR-Reach PHY 层测试时，工程师可以使用示波器代替频谱分析仪或 VNA（比如用于 PSD 或回波损耗）
- 用户定义模式实现对鉴定和裕量分析的灵活参数控制
 - 按照最适合测量的信号类型对测量进行分组，减少用户干预
- 设计工程师可使用许多内建报告功能，比如报告追加、报告自动增量，或者包含用户评论等等
- 选件 BRR 可在执行测试之前进行自动信号验证，如果信号不满足可接受的限制则抛出错误

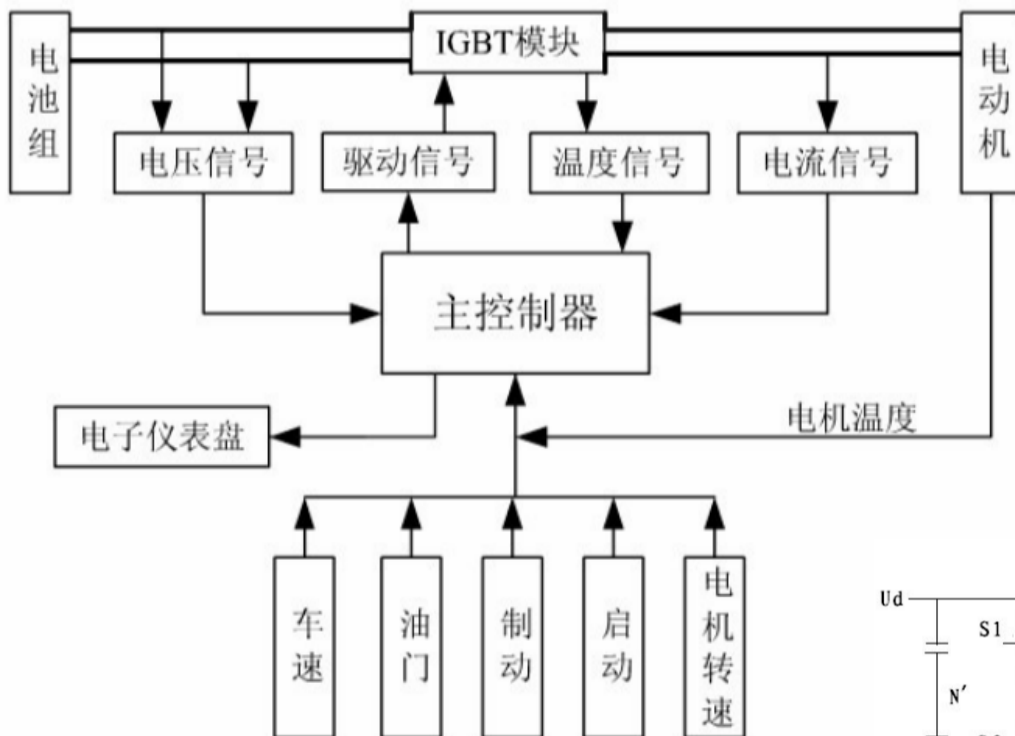


电机及驱动

electronic control units
entertainment subsystems
safety subsystems

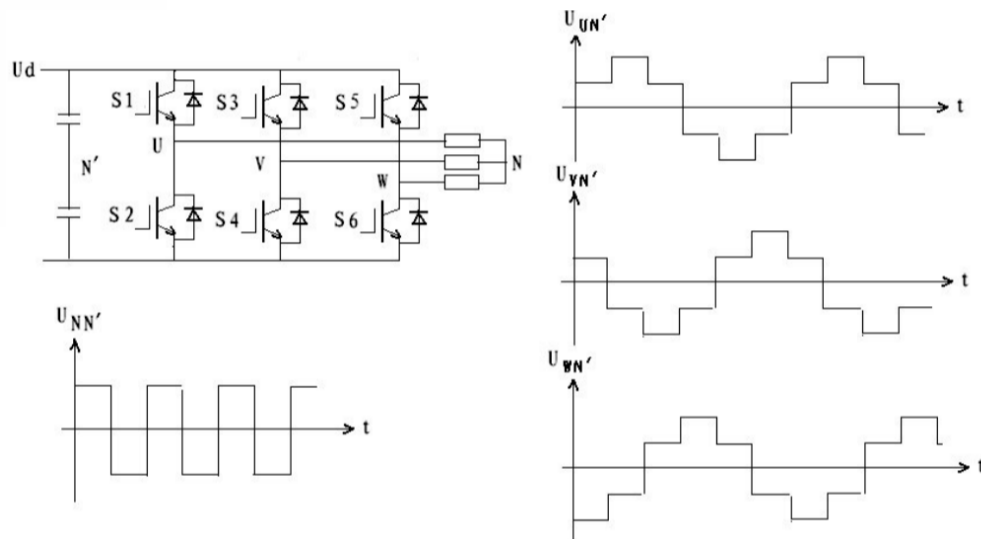


电动汽车的功率驱动测量系统



电动汽车的功率驱动测试

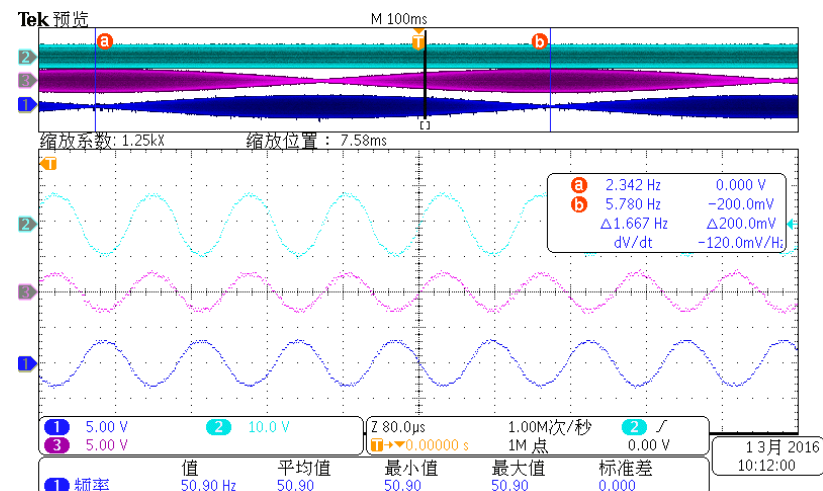
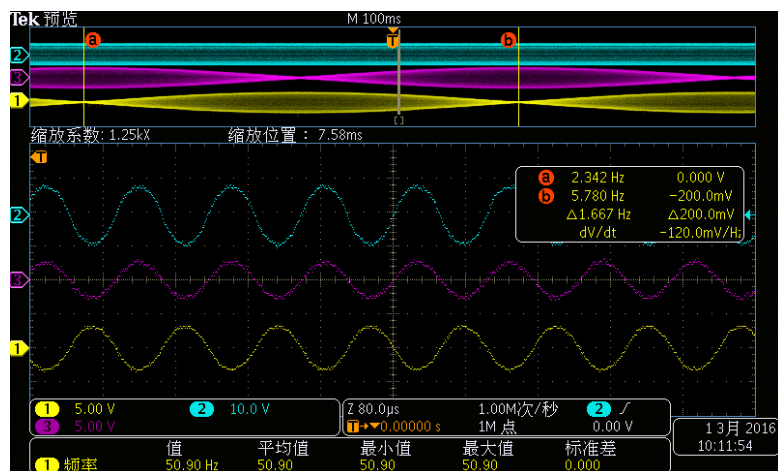
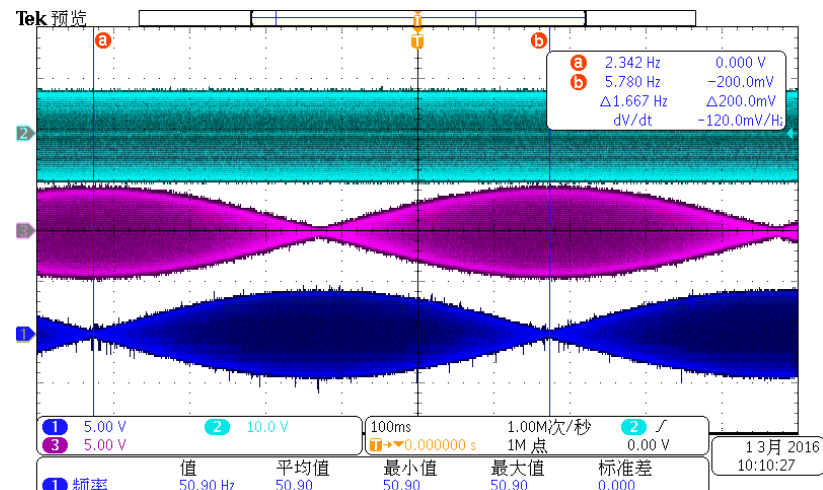
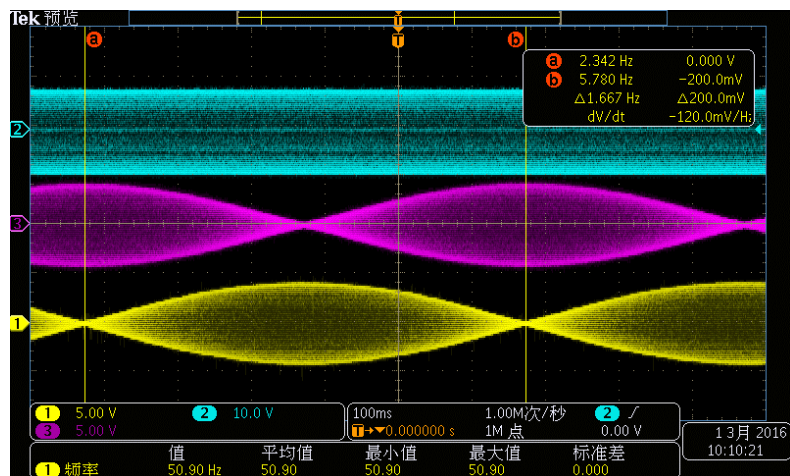
- 功率逆变
- 功率控制



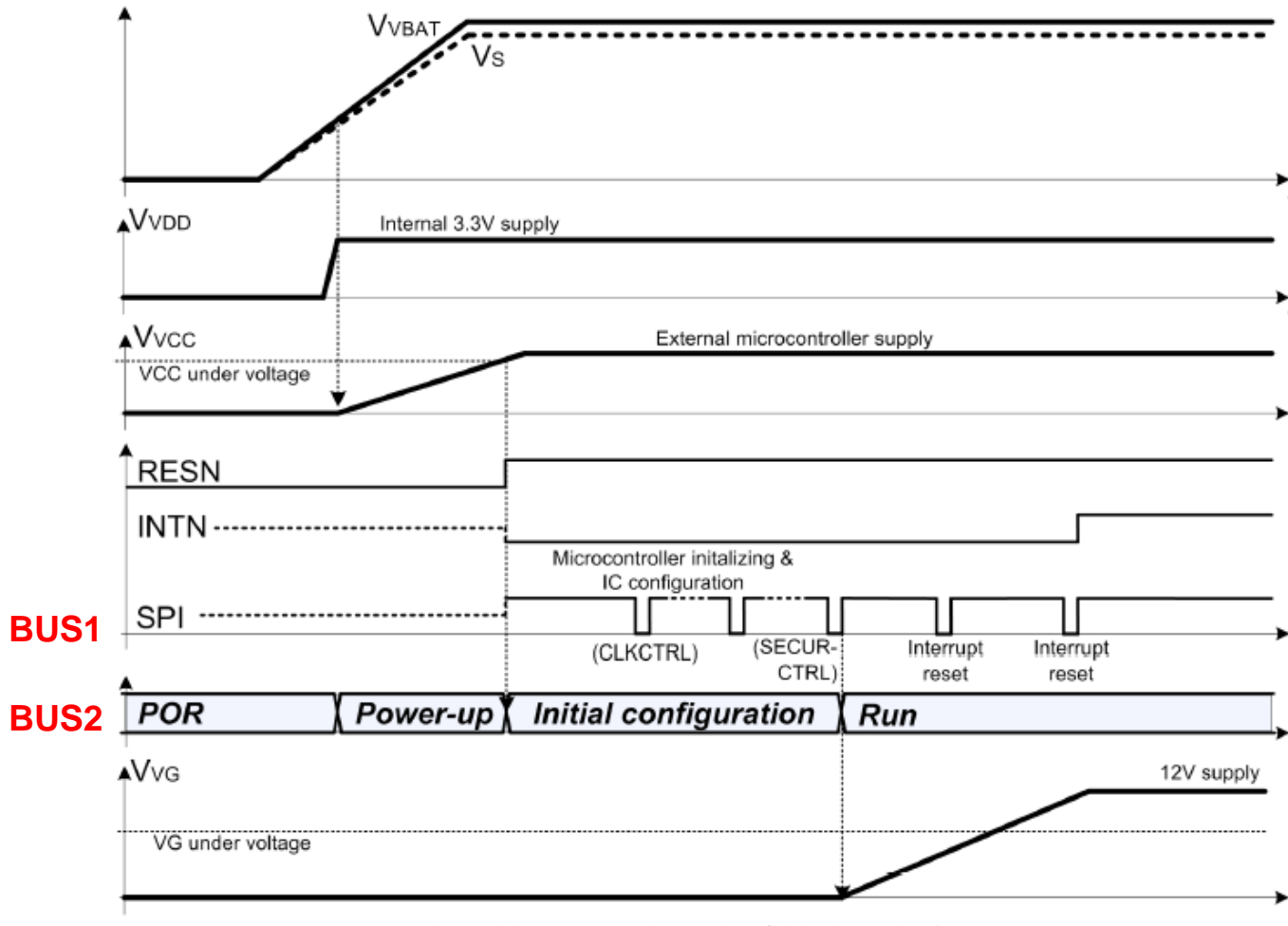
电动汽车的功率驱动测量系统

电动汽车的功率驱动测试

- 功率逆变
- 功率控制



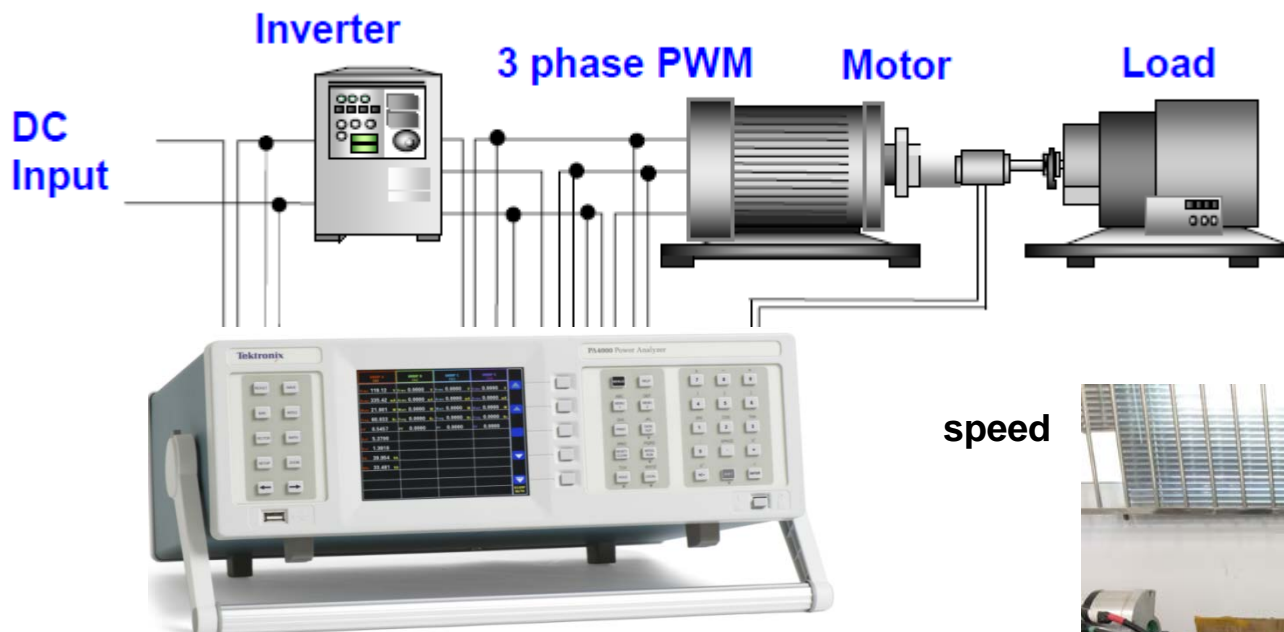
电动汽车驱动系统的波形分析



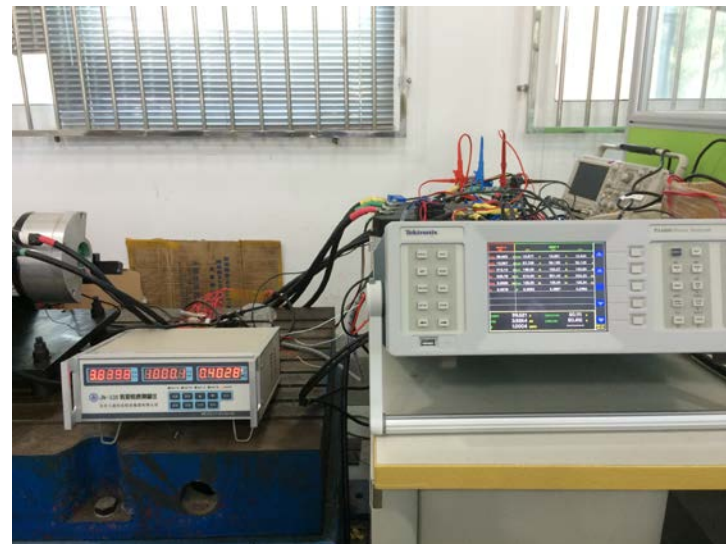
- 必须使用的测量方案
 - 4个模拟通道
 - 16个逻辑通道（并行总线）
 - 至少2/4条协议解码
 - 准确的时序测量

典型的驱动控制系统的时序
(上电)

电动汽车的驱动和电机参数测量



speed



- 电机基本测试
 - 电压、电流谐波。
 - 电压，电流有效值，有功功率，功率因数、频率、效率等电参数。
 - 机械功率包括扭矩，转速测试。

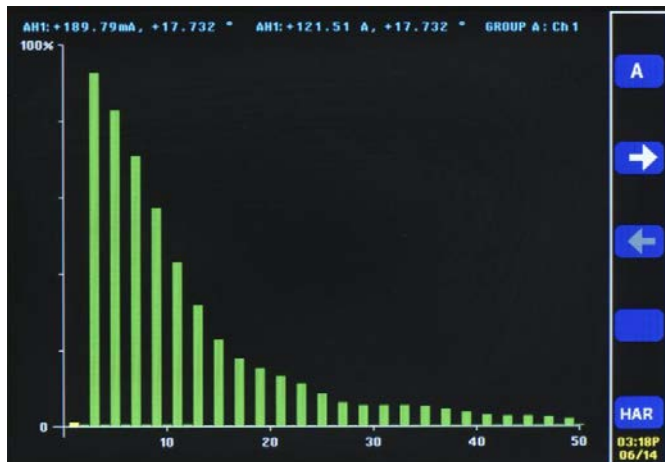
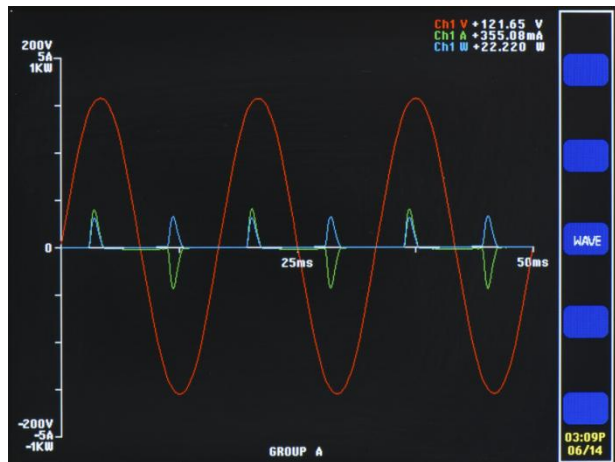
PWM 马达—测试的挑战及解决方法

客户遇到的测试难点	Tektronix PA3000 如何解决
市面上功率分析仪，在测试工频信号时没有问题，但是 PWM 等高频信号测试效果差。	PA3000测试精度 Vrms 45-850Hz 精度： ±0.04% 读数 ±0.04% 范围 850Hz - 1MHz 精度： ±(0.05 + 1×10 ⁻⁵ × f)% 读数 ±0.05% 范围 ±20 mV
仪器设定复杂	专用的 PWM 测试模式，设定简单。 标配软件 PWRVIEW 可以控制 PA3000，实现设定，数据监控，数据记录等功能
CT 需要外接供电电力，接线复杂	仪器标配 CT 的供电电源，简化接线、使用简单安全。
需要同时测试机械功率及电功率。	标配 4 个模拟信号输入，2 个脉冲信号输入功能，以符合目前市面上全部扭矩转速传感器的信号输出。

电动汽车的驱动和电机参数测量

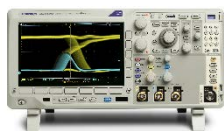
——PA系列功率分析仪

- 精准的测量精度: **0.04%** 电压电流的基本精度
- 峰值因数高达10 的高精度测量结果
- 电流30A/1A 双shunt 标配
- PWM驱动, 镇流器, 待机功耗等多种测量模式
- 谐波测试功能标配, 有间谐波测量
- V_{RMS} , A_{RMS} , W, VA, VAR, CF, 频率, 相位角。。
- 谐波最高 100th (标配)
- 转换效率
- 浪涌电流
- 波形, 数据列表和能量积分模式



GROUP A Ch1		
Vrms	121.65	V
Arms	355.09	mA
Watt	22.220	W
Freq	60.015	Hz
PF	0.5144	
Acf	3.6499	

混合示波器---从混合信号到混和域分析



	MDO3000	MDO4000C	MSO/DPO5000B	DPO7000C
带宽	1 GHz, 500 MHz, 350 MHz, 200 MHz, 100 MHz	1 GHz, 500 MHz, 350 MHz, 200 MHz	2 GHz, 1 GHz, 500 MHz, 350 MHz	3.5 GHz, 2.5 GHz, 1 GHz, 500 MHz
通道	2, 4	4	4	4
记录长度	10 M	20 M	25 M, 250 M (opt.)	25 M, 500 M (opt.)
MSO	Yes (optional)	Yes (optional)	Yes (MSO Series)	N/A
AFG	Yes (optional)	Yes (optional)	N/A	N/A
DVM	Yes (optional)	Yes (optional)	N/A	N/A
Spec An	Yes	Yes (optional)	N/A	N/A
串行总线触发和 解码	I ² C, SPI, USB 2.0, RS-232/422/485/UART, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553, I ² S, LJ, RJ, TDM	I ² C, SPI, USB 2.0, Ethernet, RS-232/422/485/UART, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553, I ² S, LJ, RJ, TDM	I ² C, SPI, USB 2.0, Ethernet, RS-232/422/485/UART, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553	I ² C, SPI, USB 2.0, RS-232/422/485/UART, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553, NRZ Serial pattern trigger
仅解码			MIPI DSI-1/CSI-2, 8b/10b, PCI Express	Ethernet, MIPI DSI-1/CSI-2, 8b/10b, PCI Express
分析	Power measurements Limit/mask test	Power measurements Limit/mask test	Jitter/Eye diagram analysis Serial compliance testing Power measurements RF analysis Limit/Mask test	Jitter/Eye diagram analysis Serial compliance testing Power measurements RF analysis Limit/Mask test
标配探头	TPP0250, TPP0500B, or TPP1000 – 1GHz , 3.9pF, 10X	TPP0500B – 500 MHz or TPP1000 – 1GHz , 3.9pF, 10X	TPP0500B – 500 MHz or TPP1000 – 1GHz , 3.9pF, 10X	P6139B – 500 MHz, 8pF, 10X passive probes



MDO3000 系列可定制混合域示波器



无限灵活

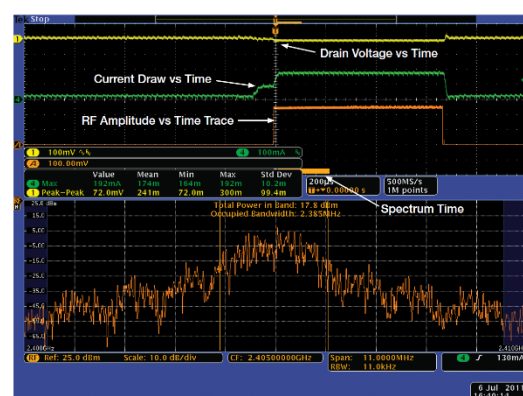
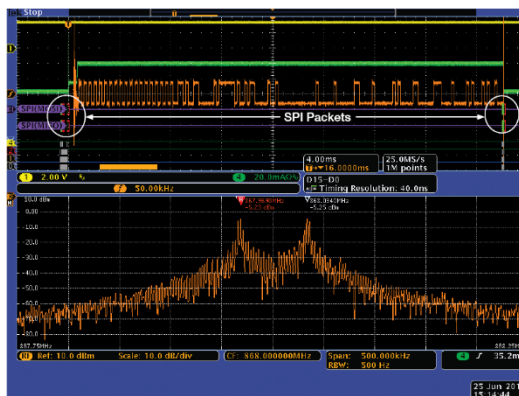
- 六合一
- 完全定制，完全可升级
- 包含时域和频域

	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				

泰克测量方案—混合域分析仪



- 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



型号	模拟通道	模拟带宽	频谱分析仪通道 (选项SA3或SA6)	数字通道 (选项MDO4MS O)	AFG通道 (选项MDO4AF G)	数字电压表 频率计数器 (免费注册)
MDO4024C	4	200 MHz	1 @ 9 kHz – 3 GHz 1 @ 9 kHz – 6 GHz	16 @ 16.5 GS/s 最大值	1 @ 50 MHz 最大值	4位AC _{rms} , DC, AC+DC _{rms} 5位频率
MDO4034C	4	350 MHz	1 @ 9 kHz – 3 GHz 1 @ 9 kHz – 6 GHz			
MDO4054C	4	500 MHz	1 @ 9 kHz – 3 GHz 1 @ 9 kHz – 6 GHz			
MDO4104C	4	1 GHz	1 @ 9 kHz – 3 GHz 1 @ 9 kHz – 6 GHz			



MSO/DPO5000B系列示波器



	MSO/DPO5034B	MSO/DPO5034B	MSO/DPO5104B	MSO/DPO5204B
带宽	350 MHz	500 MHz	1 GHz	2 GHz
采样率	5 GS/s (2通道和 4通道)		10 GS/s (2通道), 5 GS/s (4通道)	
数字通道	MSO型号有16条通道, DPO型号提供客户升级选项			
波形捕获速率	250,000波形/秒 (所有通道上>200,000)			
记录长度	25 M点 (所有通道) 125 M点 (选配)		25 M点 (所有通道), 50 M (2通道) 125 M点, 250 M 2通道 (选配)	
FastFrame	多达290,000个内存段及>310,000捕获速率			
捕获和搜索	可视触发和Wave Inspector®及智能搜索和标记			
显示器	10.4”(264mm)彩色显示器, XGA分辨率, 触摸屏			
协议触发和解码	I²C, SPI, RS232, RS4xx, UART, CAN, LIN, FlexRay, 以太网, PCI-Express¹, USB 2.0, USB HSIC (选项)			
通过/失败测试	极限测试 (标配), 模板和串行数据一致性测试 (选项)			
PC存储器	Windows 7, 480 GB固态硬盘			
探头 注: 仅解码	2 GHz和1 GHz型号标配TPP1000 1 GHz, <4pF探头 500和350 MHz型号标配TPP0500 500 MHz, <4pF探头			

泰克的测量方案—模拟和矢量信号源

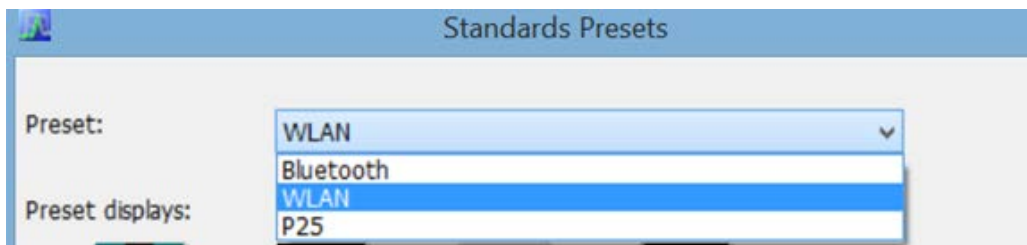
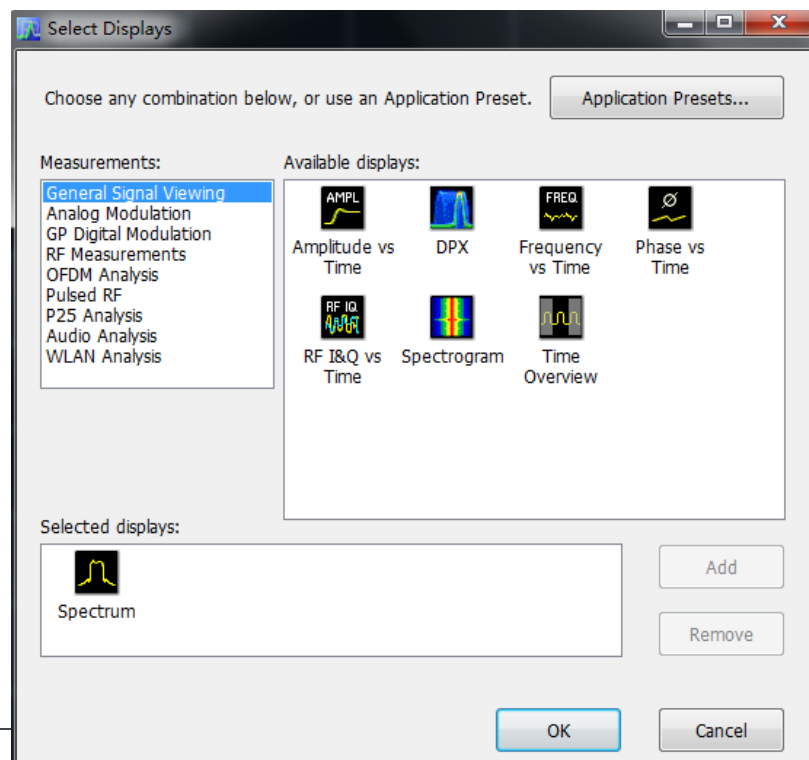
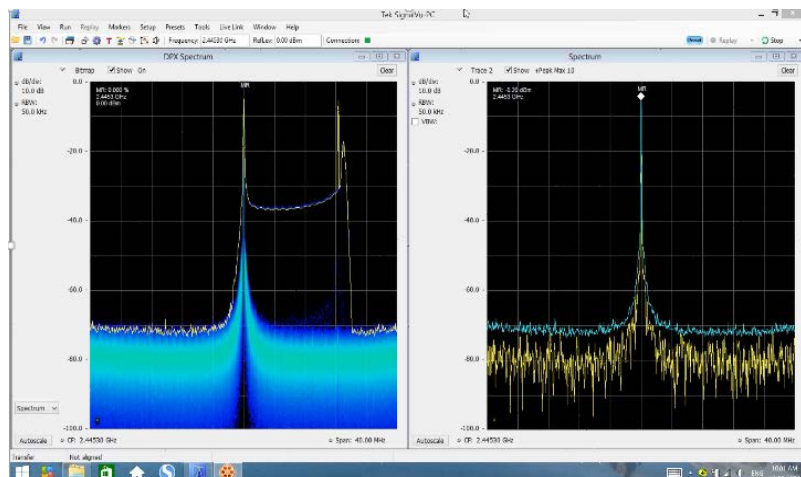
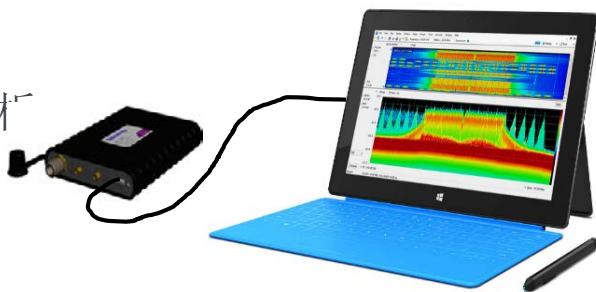


- 频率: True DC to 6GHz
- 幅度精度: $< \pm 0.4\text{dB}$ (TYP), 1GHz CW from +16 to -100dBm
- 最高200MHz的调制带宽 (最大RF调制带宽 400M, $F_c < 2.5\text{ GHz}$)
- 模拟和数字调制能力
- 高稳时基 OCXO ($< \pm 0.05\text{ppm/year}$)

型号	频率 (GHz)	频率精度 ($F_c=1\text{GHz}$)	相噪 (0dBm, 1GHz @20KHz offset)	输出电平 (dBm)		矢量调制带宽 (内/外)	调制
				Min	Max		
TSG4102A	0 to 2	$\pm 52\text{Hz}$	-113dBc/Hz	-110	+16	6/200MHz	AM/FM/PM/Pulse ASK/FSK/PSK/Q AM/CPM/MSK/V SB/GSM/EDGE/T ETRA/NADC/W- CDMA/P- 25/DECT
TSG4104A	0 to 4			-110	+16	6/200MHz	
TSG4106A	0 to 6			-110	+16*	6/200MHz	

RSA306B高性价比频谱分析仪

- 频谱仪
 - 通用频谱仪:9KHz—6.2GHz
 - 模拟调制分析
 - 音频分析
 - 实时频谱仪DPX
- 矢量信号分析仪
 - 通用数字调制分析
 - 脉冲分析
 - OFDM。。。
- 射频一致性测试（标准测试）
 - WLAN
 - BLUETOOTH
 - LTE



供电、老化、寿命测试---DC程控型电源



特点	PWS4000 和 2200 系列	2220/G	2230/G	2260B	2268	2280S
通道	1	2	3	1	1	1
电压	20V/30V/32V/60V/72V	Ch 1&Ch 2:30V	Ch1&Ch 2: 30V, Ch 3: 6V	30/80	20V, 40V, 60V, 80V, 100V和 150V	30/80
电流	5A/5A/3A/2.5A/1.2A	Ch1&Ch 2: 1.5A	Ch1&Ch 2: 1.5A, Ch 3: 5A	26/72/13.5/27	42A, 21A, 14A, 10.5A, 8.5A和 5.6A	26/72/13.5/27
功率	80--150W	45W/channel; 90W total	Ch 1 and CH 2: 45W Ch 3: 30W, 120W total	360W/720W	850W	360W/720W
纹波、噪声	<1mV _{RMS} , <4mV _{P-P}	<1mV _{RMS} , <3mV _{P-P}		<1mV _{RMS} , <3mV _{P-P}	50mV--100mVp-p	<1mV _{RMS} , <3mV _{P-P}
分辨率	1mV, 0.1mA	1mV, 1mA		1mV, 1mA	2.4mV,5.04mA	1mV, 1mA
电压精度	0.03%	0.03%		0.03%	0.5% of output voltage or current ± 1 count	0.03%
电流精度	0.05%	0.1		0.1		0.1
接口	USB (PWS4000) USB, GPIB (2200)	USB/GPIB		USB,LAN	LAN, USB, GPIB, RS-232,RS-485	USB,LAN

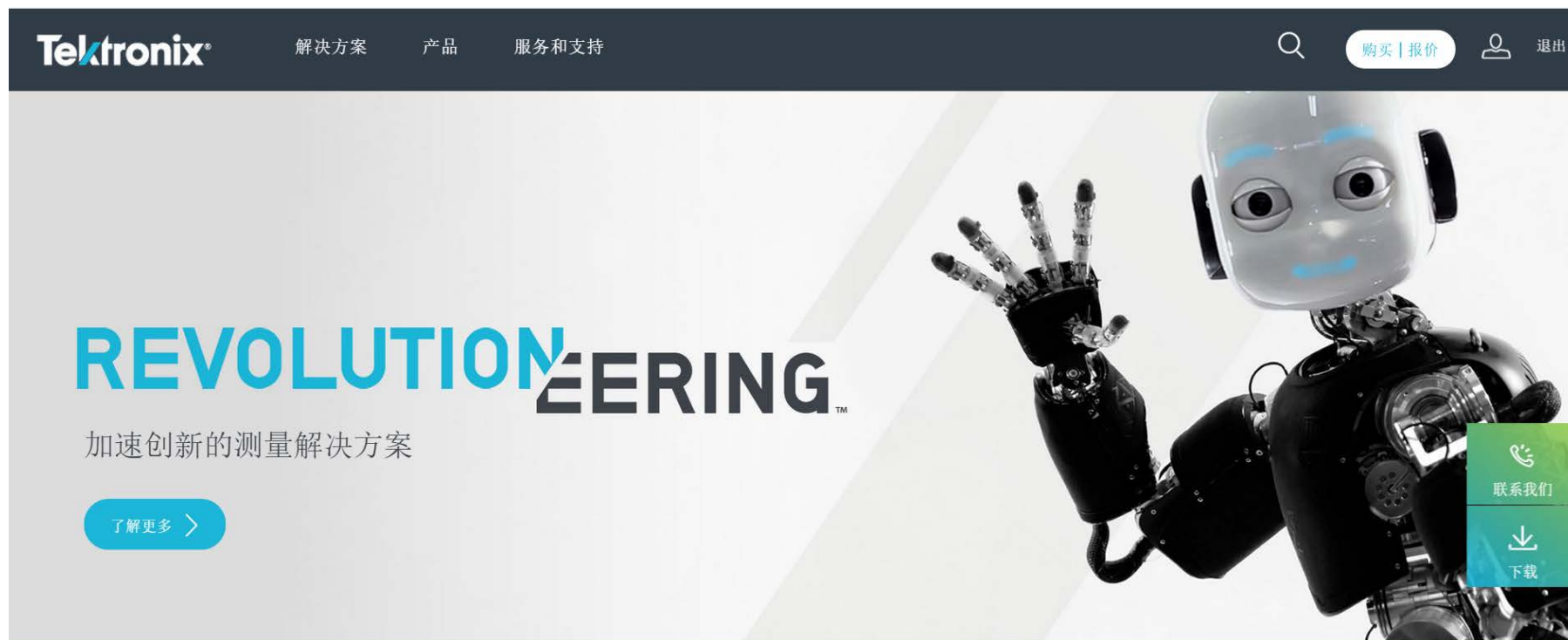
器件、电池、传感器的最新方案--数字源表 (SMU) 仪器



	高功率源表 (2657A, 2651A)	低电流源表 (2635A/ 36A, 237, 6430)	2600B 系列源表	2400 系列源表	2450/2460 触摸源表
#通道数	1 (可扩展至32)	1 – 2 (可扩展至64)	1 – 2 (可扩展至64)	1	1 (可扩展至32)
电流 最大/最小	50A pulse / 1pA 100A (并联)	10A pulse / 10aA	10A pulse / 1pA	5A / 10pA	7A/1A/0.5fA
电压 最大/最小	3000V / 1uV	1100V / 1uV	200V / 1uV	1100V / 1uV	200V / 1uV
功率	180W(2657A) 200W,(2561A) 脉冲2000W (2651A)	2W- 30W/通道	30W – 40W/通道	20W – 110W	100W/20W
最大读数/秒	38500 1uSec / pt., 18-bit Digitizer	20,000	20,000	2,000	>250,000
接口类型	GPIB, LAN (LXI), RS-232, Digital I/O, TSP-Link®	GPIB, LAN (LXI), RS-232, Digital I/O, TSP-Link®	GPIB, LAN (LXI), RS-232, Digital I/O, TSP-Link®	GPIB, RS-232, Digital I/O	GPIB, LAN (LXI), USB, Digital I/O, TSP-Link®

■ 感谢！

- 更多信息请联系我们：400-820-5835. 或搜索
- <http://cn.tek.com/>



The screenshot shows the top navigation bar of the Tektronix website. The left side contains the Tektronix logo and three menu items: 解决方案 (Solutions), 产品 (Products), and 服务和支持 (Service and Support). The right side features a search icon, a button labeled 购买 | 报价 (Buy | Quote), and a user profile icon with the text 退出 (Logout). Below the navigation bar is a large banner for 'REVOLUTION ENGINEERING'. The banner includes the text '加速创新的测量解决方案' (Accelerate innovative measurement solutions) and a button labeled 了解更多 > (Learn more >). On the right side of the banner is a friendly-looking robot character. In the bottom right corner of the banner area, there are two green buttons: 联系我们 (Contact us) with a phone icon and 下载 (Download) with a download icon.

Tektronix® 解决方案 产品 服务和支持

Q 购买 | 报价 退出

REVOLUTION ENGINEERING™

加速创新的测量解决方案

了解更多 >

联系我们 下载



REVOLUTION ENGINEERING™