

10GBASE-T/5GBASE-T/2.5GBASE-T/ 1000BASE-T/100BASE-T/10BASE-T 以太网一致性测试与电路分析调试系统方案

系统功能介绍：

以太网技术已经成为当前最广泛应用的数据接口技术之一，各类电子设备大多提供以太网接口接入网络，完成数据通信和控制。为保证设备之间的互操作，以太网接口必须通过一致性测试。但一致性测试项目繁多，流程复杂，高速以太网接口如10GBASE-T，需要向下兼容之前的低速标准，如10BASE-T，这为以太网的一致性测试带来更多挑战。

工程师对于以太网测试，经常面临以下测试难题：

1. 不熟悉一致性测试的规范和流程；
2. 测试项目繁多，需要设备和夹具复杂，涉及到时域和频域测量，测试过程容易出现误差，测试难以通过；
3. 汇总测试数据，生成专业的一致性测试报告，与下游用户或供应商沟通。

以太网一致性测试系统典型配置

10G /5G/2.5G /1000/100/10Base-T Ethernet	Model	QTY	Comments
Scope	MSO64 BW4000	1	10G/5G/2.5G BASE-T 需要带宽 4G 1000/100/10BASE-T 需要带宽 1G 以上
Option	6-CMXGBT	1	10GBASE-T 以太网一致性测试选件
	6-CMNBASET	1	5G/2.5GBASE-T 以太网一致性测试选件
	6-CMENET	1	1000/100/10BASE-T 以太网一致性测试选件
	6-SRENENET*	1	100/10Base-T 以太网解码选件
Probe	TDP3500	2	如不做 return loss 测试，探头数量仅需 1 只； 如果只做 10/100/1000BASE-T，可用 TDP1500 代替 TDP3500
Operation system	MSO64 6-WIN	1	Windows 10 操作系统
Fixture	TF-XGbT	1	10G/5G/2.5GBASE-T 以太网测试夹具
	TF-GBE-BTP	1	1000/100/10BASE-T 以太网测试夹具
Signal Source	AWG5202, with Opt.250, 2DC, 2HV	1	任意波形发生器，用于 Return Loss 测量和 Distortion 测量
	AFG31152C*	1	任意函数发生器，仅支持 10/100/1000BASE-T 的 Return Loss 和 Distortion 测量以及 2.5GBASE-T 的 Distortion 测量
	174142800	3	SMA 线缆，用于测量 Return Loss 和 Distortion； 测量 2.5GBase-T Distortion 时额外需要 3 根 SMA 线缆（共 6 根）
	CS-1247	3	BNC-SMA 转接头
	ZFRSC-42+*	2	功分器，用于测试 2.5GBase-T Distortion（产品链接： https://www.minicircuits.com/WebStore/dashboard.html?model=ZFRSC-42-S%2B ）

备注：*项目为可选配置

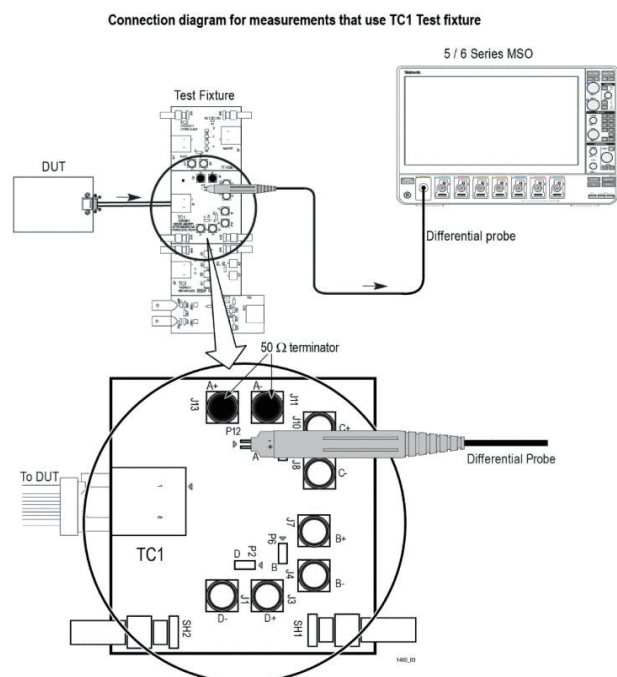
10GBASE-T/5GBASE-T/2.5GBASE-T/ 1000BASE-T/100BASE-T/10BASE-T 以太网一致性测试与电路分析调试系统方案

泰克公司为解决以太网一致性测试中的难题，为贵公司推荐配置了基于MSO64示波器的10G/5G/2.5GBASE-T和1000/100/10BASE-T一致性测试及分析调试系统。

测试原理简介：

系统由高分辨率数字示波器、高带宽差分探头、任意波形发生器、一致性测试专用软件、以太网专用测试夹具和相关线缆附件组成。被测器件通过网线连接到测试夹具，示波器通过差分探头连接测试夹具中不同项目的测试点，获取被测设备(DUT)的输出信号。运行在示波器平台上一致性测试软件采集DUT输出信号，通过内部专用算法，完成相关的标准数据运算、分析和容限判定。在Return Loss和Distortion测试中，任意波形发生器输出特定测试波形，注入测试夹具。示波器采集测试夹具中的入射和反射波形，在一致性软件中做数据运算与分析判定。所有项目测试数据及测量结果图形集中汇总，按照一致性测试规范生成标准的一致性测试报告，标注通过/未通过信息，并提供具体测试结果数据。

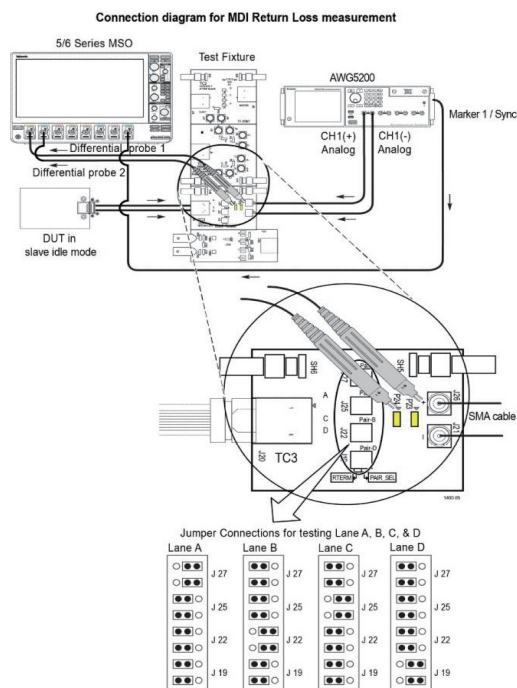
测试系统构成图：



图一 1000BASE-T / 100BASE-T一致性测试系统构成

系统主要功能：

1. 自动完成10G/5G/2.5G BASE-T和1000/100/10BASE-T标准的一致性测试的全部项目；
2. 提供向导式测试流程，每个测试步骤有图形化的连接指导，首次使用也能顺利完成一致性测试任务；
3. 同时兼顾一致性测试和Margin调试，用户可自由设定Margin和眼图模板，确保准确分析和产品互操作性；
4. 测试流程可选择全部或某一特定项目，测试波形可以是实时波形，也可以使用存储的历史波形数据，方便离线和多办公地点协同办公；
5. 选配100BASE-T/10BASE-T以太网解码选件，可以触发、解码和搜索数据帧信息，配合其他模拟通道或总线信号，可以完成带有以太网接口设备的系统级调试；
6. 系统主设备采用MSO64业内最新一代高精度/多通道信号采集与分析设备，12bits高分辨率ADC，uV级的本底噪声，高达50Gs/s采样率，准确捕获和分析各种标准以太网信号
7. 一台仪器同时完成时域和频域参数测试，避免测试过程中设备更换，提升效率，节约投资。

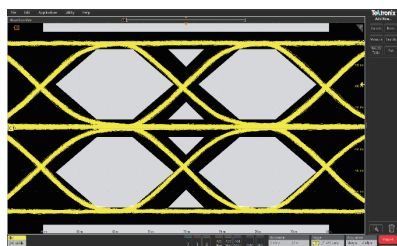


图二 MDI Return Loss测试系统构成与连接设置

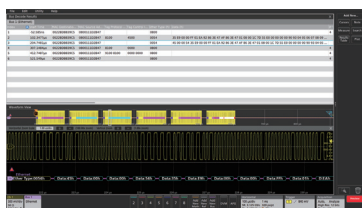
10GBASE-T/5GBASE-T/2.5GBASE-T/ 1000BASE-T/100BASE-T/10BASE-T 以太网一致性测试与电路分析调试系统方案

特点四：参数趋势图

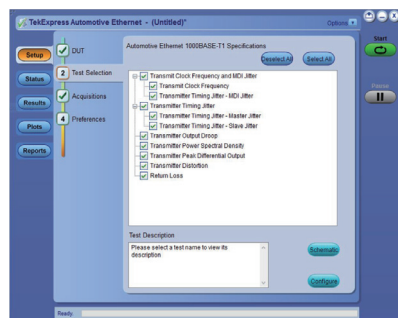
类似于功率分析仪，可以长时间记录并绘制各种分析参数随时间的变化趋势。IMDA软件也采用相同的功能，通过高速采集、多次的、连续的分析参数，最终形成参数趋势图。如下图所示，记录了Vrms、Irms、相位差、总功率、视在功率、无功功率的变化，并最终生成报告输出。整个界面布局可以根据需要自行定制。



图三 100BASE-T以太网信号眼图模板测试



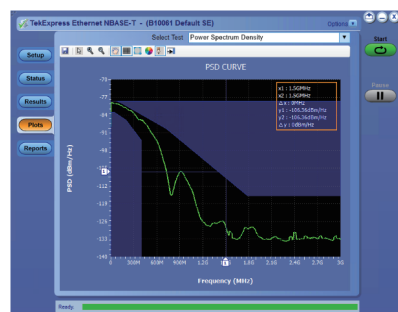
图六 100/10BASE-T 解码功能



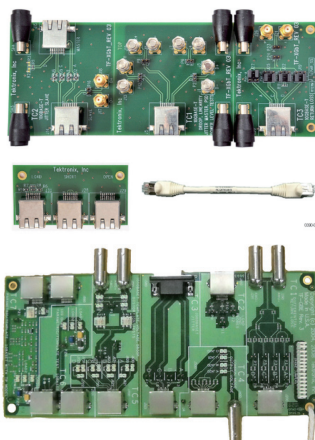
图四 向导式测试流程，用户灵活选择测试项目

Tektronix TekExpress Ethernet Tx 10GBASE-T Test Report									
Device Information					Host Information				
Device ID	047703				Host Name	M504_02705843			
Date/Time	2013-10-29 09:42:21				Device Type	PCI Ethernet Controller			
Device Type	M504_02705843				Device ID	1313-0216			
TekExpress Ethernet Tx Version	10.2.4.212				Channel#	10A-00A			
Measurement Framework Version	2.4.0.0.16.00000000				Report#	10A-00A			
Execution Mode	Auto								
Completion Mode	Single Shot								
Channel Pair Mask	None								
Channel Pair Mask	None								
Device Selection Filter	0x0000								
General comments									
Measurement Results									
Measurement	Units	Pass/Fail	Test Result	Margin	Low Limit	High Limit	Units	Comments	
Transmit Clock Frequency	Hz	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	Hz		
Transmitter Timing	ns	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	ns		
Transmitter Output Coupling	dB	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dB		
Transmitter Power Spectral Density	dBm/Hz	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dBm/Hz		
Transmitter Peak-to-Peak Output	dBm	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dBm		
Transmitter Distortion	dBc	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dBc		
Return Loss	dB	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dB		
Measurement Summary									
Measurement	Units	Pass/Fail	Test Result	Margin	Low Limit	High Limit	Units	Comments	
Transmit Clock Frequency	Hz	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	Hz		
Transmitter Timing	ns	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	ns		
Transmitter Output Coupling	dB	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dB		
Transmitter Power Spectral Density	dBm/Hz	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dBm/Hz		
Transmitter Peak-to-Peak Output	dBm	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dBm		
Transmitter Distortion	dBc	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dBc		
Return Loss	dB	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dB		
Measurement Summary									
Measurement	Units	Pass/Fail	Test Result	Margin	Low Limit	High Limit	Units	Comments	
Transmit Clock Frequency	Hz	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	Hz		
Transmitter Timing	ns	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	ns		
Transmitter Output Coupling	dB	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dB		
Transmitter Power Spectral Density	dBm/Hz	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dBm/Hz		
Transmitter Peak-to-Peak Output	dBm	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dBm		
Transmitter Distortion	dBc	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dBc		
Return Loss	dB	Pass	1.920000	N/A	1.920000	1.920000	dB		

图七 自动生成标准的一致性测试报告



图五 NBASE-T PSD功率谱密度测量



图八 TF-XGBT (上)/TF-GBT-BTP(下)测试夹具

使用泰克以太网一致性测试系统，工程师可以享受到如下便利：

1. 无需参考复杂的一致性测试规范，快速测试关键指标系统参数，缩短研发项目进程；
2. 专用测试软件提供向导式交互界面，指导使用者轻松完成信号连接、仪器设置与全自动或手动测试，大幅减少学习时间和成本；
3. 信号连接方式既可以采用差分探头，也可以使用SMA电缆方式(10G/5G/2.5GBASE-T)，灵活方便，适应不同预算场景；
4. 多Lane测试功能，连线一次，可以完成全部Lane的测试项目，无需重新连线，大幅提高工作效率；
5. 使用AWG完成Return Loss测试，无需购买和学习使用昂贵复杂的矢量网络分析仪；也可使用现有矢量网络分析测试，测试结果导入一致性测试软件，统一生成测试报告，节省设备投资；
6. 自动生成一致性测试报告，汇总测试数据和关键波形截图，方便设计人员总结汇报工作，简化与其他部门或供应商的沟通；提高工作效率；
7. 当测试出现fail时，可以针对fail项目进行多次，循环测试，调整电路参数，迅速反馈测试结果以调整到最佳值，缩短验证时间。

10GBASE-T/5GBASE-T/2.5GBASE-T/ 1000BASE-T/100BASE-T/10BASE-T 以太网一致性测试与电路分析调试系统方案

更多参考信息

1. 泰克公司以太网测试详细功能介绍网站
<https://www.tek.com/ethernet-test>
2. 《10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T Ethernet Application》应用文章
<https://www.tek.com/datasheet/10base-t-100base-tx-1000base-t-ethernet-application>
3. Physical Layer Compliance Testing for 10GBASE-T》应用文章
<https://www.tek.com/document/application-note/physical-layer-compliance-testing-10gbase-t>
4. 《Troubleshooting Ethernet Problems with your Oscilloscope》应用文章
<https://www.tek.com/document/application-note/troubleshooting-ethernet-problems-your-oscilloscope>
5. 《信号完整性分析入门》学习资料
<https://www.tek.com.cn/primer/fundamentals-signal-integrity-primer>
6. 自动化以太网分析演示视频
<https://www.tek.com/how-to/tdset3-automated-ethernet-analysis-video>
7. MSO64高精度多通道示波器介绍
<https://www.tek.com.cn/oscilloscope/6-series-mso-mixed-signal-oscilloscope>
8. AWG5202任意波形发生器介绍
<https://www.tek.com.cn/arbitrary-waveform-generator/awg5200>
9. AFG31152C任意波形发生器介绍
<https://www.tek.com.cn/signal-generator/afg31000-function-generator>
10. TDP3500差分探头介绍
<https://www.tek.com.cn/datasheet/differential-probes>
11. TF-XGBT以太网测试夹具手册
<https://www.tek.com.cn/manual/tf-xgbt>

泰克推荐方案系统核心技术指标（加*指标为优势指标）

1. 模拟通道数：不小于4通道
2. 带宽：不低于4GHz
3. *最高采样率：不小于50GS/s(两通道); 不小于25Gs/s(四通道)
4. *垂直分辨率：不小于12bits(硬件，非软件实现)
5. *数字通道数：可支持32路数字通道
6. *本底噪声(50Ω阻抗，2.5GHz，1mV/div，RMS)：不大于80μV
7. *可视化触发：支持用户自定义绘制区域的软件触发
8. 提供自动10G/5G/2.5G/1000/100/10BASE-T Ethernet一致性测试功能
9. 支持limit极限测试，支持用户自定义极限；支持自定义测试循环次数。
10. 提供4只带宽不小于1GHz，电容不大于4pF无源高阻探头。