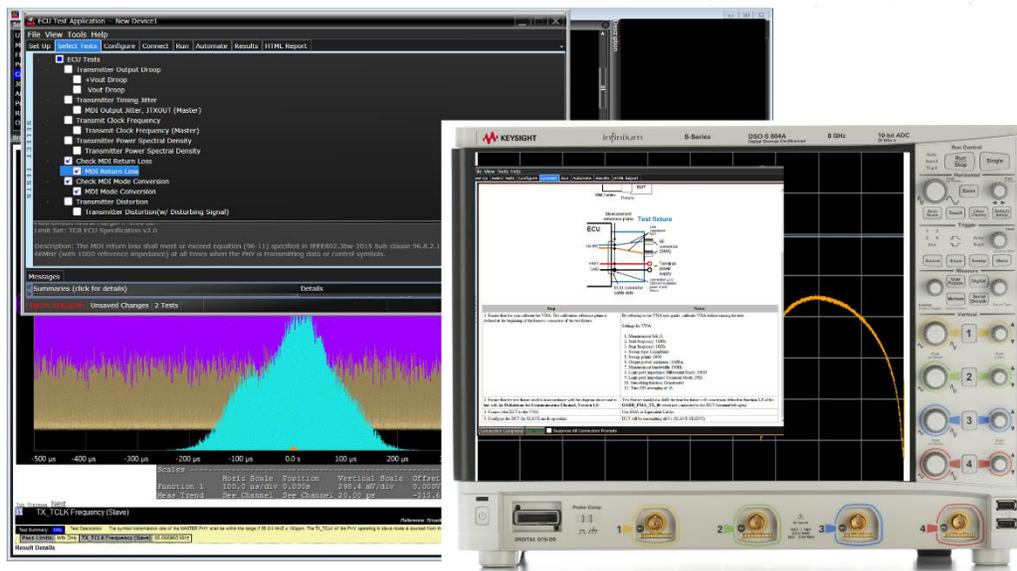


车载以太网发射机一致性测试 应用软件

100 Mb 和 1000 Mb 一致性测试

Keysight AE6910T 车载以太网一致性测试应用软件提供了一种简单、准确验证和调试车载以太网设计的方法。



目录

- 目录 3
- 功能特性 3
- 测试定义 4
- 软件为您节省宝贵的测试时间 9
- 可配置性和引导式连接 10
- 包括裕量分析的测试报告 12
- 仪器和附件要求 14
- 订货信息 16

引言

无人驾驶汽车预计将会从实质上改变道路上的商业运输和客运交通。新车型对数据速率和带宽的要求越来越高。车载以太网支持更快速的数据通信，以便满足当前汽车和未来互联汽车的需求。与 CAN 和 LIN 1000BASE-T1 采用速度较慢的背板不同，车载以太网需要进行严格的一致性测试。是德科技的全套车载以太网解决方案能够对 100 Mb/s 和 1000 Mb/s 的车载以太网自动执行发射机、接收机和针对链路的测试与验证。

AE6910T 以太网电气测试软件可以让您自动执行以太网物理层 (PHY) 电气测试，验证使用 IEEE 802.3bp 的发射机的一致性。AE6910T 应用软件还能以灵活的报告格式显示结果。除了测量数据之外，该报告还提供裕量分析，显示您的器件通过或未通过每次测试时距离合格标准的裕量。

AE6910T 以太网电气测试应用软件能够按照 1000BASE-T1 规范的要求执行广泛的电气测试。为了使信号达到质量要求，您的产品必须按照这些标准成功通过一致性测试。通过执行这些测试，可以让您在设计过程中充满信心。Keysight AE6910T 1000BASE-T1 发射机一致性测试应用软件能够帮助您利用各种是德科技测试设备执行广泛的一致性测试。

AE6910T 1000BASE-T1 发射机一致性测试应用软件包含以下一致性测试应用软件：

- 1000BASE-T1 一致性测试应用软件；
- 100BASE-T1 一致性测试应用软件；
- 100BASE-T1 TC8 ECU 测试应用软件

注意：软件已经安装在 Keysight Infiniium 示波器上并开始运行，可提供节点锁定许可证、可转移许可证、浮动许可证和 USB 加密狗等类型的许可证。购买每个许可证时可附带购买 6、12、24 或 36 个月的支持。

功能特性

使用 Keysight AE6910T 一致性测试应用软件可极大地简化一致性测试。该软件可以自动配置所需的全部测试设备，降低了整体测试时间。车载以太网电气性能验证和一致性测试软件拥有十分丰富的功能特性，可以有效地简化车载以太网设计的验证：

- 使用设置向导，快速进行设置、配置和测试
- 众多测试确保设计同时符合 100BASE-T1 和 1000BASE-T1 标准
- 使用 Keysight Infiniium 示波器可以获得准确、可重复的测试结果
- 为运行的每个测试提供详细信息
- 具有自动报告功能，可以生成全面的 HTML 格式的合格/不合格报告，包括裕量分析

AE6910T 测试定义

AE6910T 电气测试软件可以通过设置自动执行电气测试，节省宝贵的测试时间。在执行车载以太网电气测试时，需要正确连接示波器，加载正确的设置文件，然后通过与测试规范中的极限值进行对比来分析测量结果，这些都是难题。AE6910T 电气测试软件能够帮您完成其中大部分操作。

AE6910T 测试软件可为每项测试自动配置示波器，并且报告详细的测量结果，包括裕量分析结果，让您清楚地知道自己的产品在多大程度上符合或不符合标准。

这里列出了三个不同的管理机构及其设定的一致性测试。在下表当中，我们对这些测试用例的不同测试要求进行了比较。

测试名称	IEEE 100BASE-T1	OPEN 联盟 ECU	IEEE 1000BASE-T1
发射机输出压降	96.5.4.1	2.2 OABR_PMA_TX_01	97.5.3.1
发射机失真	96.5.4.2	2.2 OABR_PMA_TX_08	97.5.3.1
发射机计时抖动 (主和从)	96.5.4.3/ 96.5.4.5	2.2 OABR_PMA_TX_02	97.5.3.3
发射机功率谱密度	96.5.4.4	2.2 OABR_PMA_TX_04	97.5.3.4
发射机差分峰值	96.5.6 (仅限 IEEE 测试)	不适用	97.5.3.5
发射时钟频率	96.5.4.5	2.2 OABR_PMA_TX_03	97.5.3.6 97.5.2
MDI 回波损耗	96.8.2.2	2.2 OABR_PMA_TX_05	97.7.2.1
MDI 模式转换	不适用	2.2 OABR_PMA_TX_06	不适用
MDI 共模发射	不适用	2.2 OABR_PMA_TX_07	不适用

示波器是上述测试采用的主要测试工具。测量 MDI 回波损耗和功率谱密度需要另外的仪器。下表列出了与推荐配置之间的差异。AE6910T 安装在 Infiniium 系列示波器上。所有测试都需要使用示波器，MDI 回波损耗测试则需要使用网络分析仪。此外，发射机失真测试需要使用任意波形发生器

测试名称	100BASE-T1	OABR ECU	1000BASE-T1	测量设备
发射机输出压降	96.5.4.1	2.2 _01	97.5.3.1	2.5 GHz 或更高带宽的示波器
发射机失真	96.5.4.2	2.2 _08	97.5.3.1	示波器 + 函数发生器 ²
发射机计时抖动 (主和从)	96.5.4.3/ 96.5.4.5	2.2 _02	97.5.3.3	2.5 GHz 或更高带宽的示波器
发射机功率谱密度	96.5.4.4	2.2 _04	97.5.3.4	2.5 GHz 或更高带宽的示波器

¹ 2.5 GHz 示波器可满足所有规范的要求。如果只需要 100 Mb，那么 1 GHz 示波器就已足够。

² 1G 干扰信号需要函数发生器生成的 125 Mhz 信号。仅用于 100 Mb

发射机差分峰值	96.5.6 (仅限 IEEE 测试)	不适用	97.5.3.5	2.5 GHz 或更高带宽的示波器
发射时钟频率	96.5.4.5	2.2 _03	97.5.3.6 97.5.2	2.5 GHz 或更高带宽的示波器
MDI 回波损耗	96.8.2.2	2.2 _05	97.7.2.1	示波器 + 网络分析仪
MDI 模式转换	不适用	2.2 _06	不适用	2.5 GHz 或更高带宽的示波器
MDI 共模发射	不适用	2.2 _07	不适用	2.5 GHz 或更高带宽的示波器

不同的标准在测试描述命名上会略有差异。如需明确这些信息，可以在下表中进行比较，并查看测试软件按照 1000BASE-T1、100BASE-T1 和 Open Alliance TC8 标准所进行的测量的完整列表。所有这些标准均可通过 AE6910T 中的一个应用软件访问。

1000BASE-T1 物理层收发信机规范 IEEE 规范，1000Mb 数据速率

标准测试编号	描述
97.5.3.1	发射机输出正压降
97.5.3.1	发射机输出负压降
97.5.3.2	发射机失真
97.5.3.3	发射机时序抖动（主和从）
97.5.3.3	发射机 MDI 抖动
97.5.3.4	发射机功率谱密度（PSD）
97.7.2.1	MDI 回波损耗
97.5.3.6	发射时钟（TX_TCLK125）频率

AE6910T 一致性测试应用软件按照 IEEE 802.3bp 规范执行的 1000BASE-T1 电气测试。

100BASE-T1 车载以太网收发信机技术指标

标准测试编号	描述
5.4.1	发射机输出压降
5.1.1	发射机输出负压降
5.4.2	发射机失真
5.4.3	发射机时序抖动（主和从）
5.4.4	发射机功率谱密度
5.4.5	发射时钟频率（主和从）
96.5.6	发射机差分输出峰值

AE6910T 一致性测试应用软件按照 IEEE 802.3bw 规范执行的 100BASE-T1 电气测试。

按照 Open Alliance TC8 ECU 规范执行的 100BASE-T1 车载以太网收发信机技术指标测试

标准测试编号	描述
IEEE 96.5.4.1 & 2.2 OABR_PMA_TX_01	发射机输出压降
IEEE 96.5.4.2 & 2.2 OABR_PMA_TX_08	发射机失真
IEEE 96.5.4.3/ 96.5.4.5 & 2.2 OABR_PMA_TX_02	发射机计时抖动（主和从）
IEEE 96.5.4.4 & 2.2 OABR_PMA_TX_04	发射机功率谱密度
IEEE 96.5.4.5 & 2.2 OABR_PMA_TX_03	发射时钟频率
IEEE 96.8.2.2 & 2.2 OABR_PMA_TX_05	MDI 回波损耗
2.2 OABR_PMA_TX_06	MDI 模式转换
2.2 OABR_PMA_TX_07	MDI 共模发射

AE6910T 一致性测试应用软件按照 OABR TC8 ECU 测试规范执行的 100BASE-T1 电气测试

轻松定义测试

AE6910T 1000BASE-T1 电气测试软件将 Keysight Infiniium 示波器的易用性优势扩展到车载以太网设计测试。针对您想要执行的测试，是德科技自动测试引擎能够帮助快速完成需要定义的测试步骤，让您轻松地设置测试、执行测试和查看测试结果。从一开始，您就可以利用设置页快速选择测试项目和要执行的测试功能，

随后，软件会自动执行您在设置页中设定的测试内容。选择测试时，您可以一次性选择一个测试类别，或者分别指定具体类型的测试。您可以将测试和配置保存为项目文件供以后重新调用，这样即加快了测试速度，也便于审查先前的测试结果。简明快捷的菜单可在测试过程中最大限度减少点击鼠标的次数。

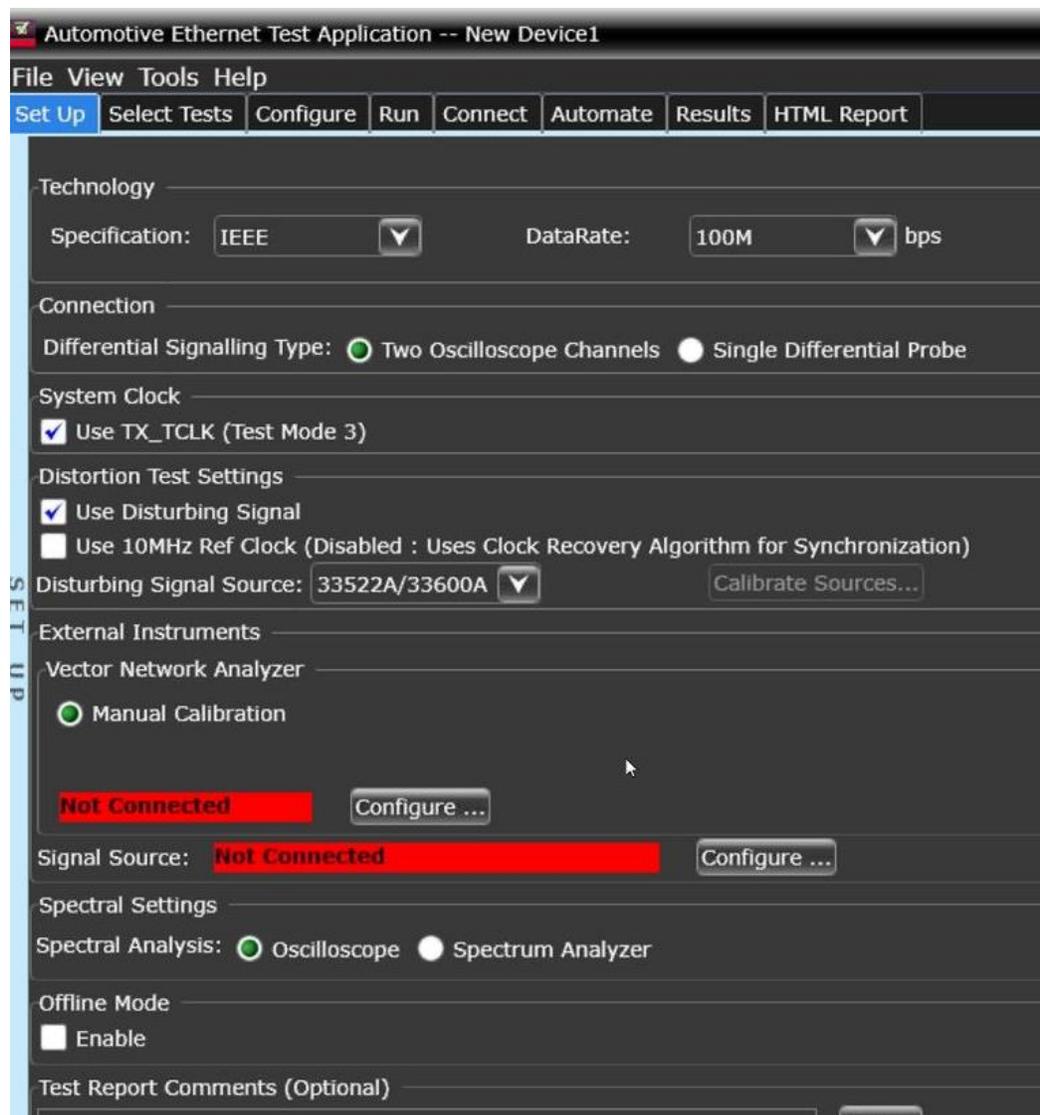


图 1. 清晰明了的界面让您可以方便地选择 1000BASE-T1 测试

如需选择技术指标和数据速率，可以使用前两个选项中的下拉菜单，如下所示。

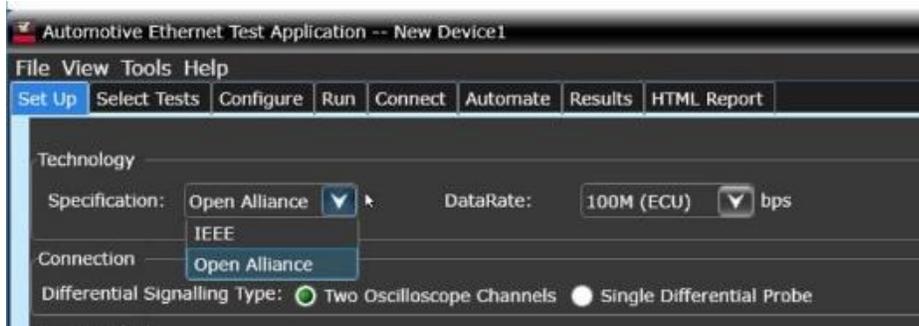


图 2. 打开下拉菜单选择要测试的技术指标

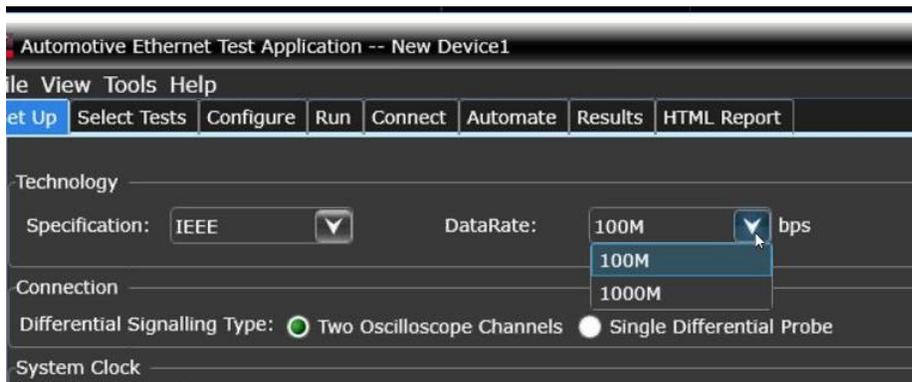


图 3 通过下拉菜单可以选择您有意测试的数据速率

AE6910T 软件为您节省宝贵的测试时间

使用图形用户界面查看所有选定的测试

- 使用设置向导，快速进行设置、配置和测试
- 按照需求运行一项或多项测试
- 勾选某项测试之后，下方会显示其具体描述和合格标准
- 使用 Keysight Infiniium 示波器可以获得准确、可重复的测试结果
- 自动报告功能能够生成内容翔实的 HTML 格式报告，包括裕量分析结果

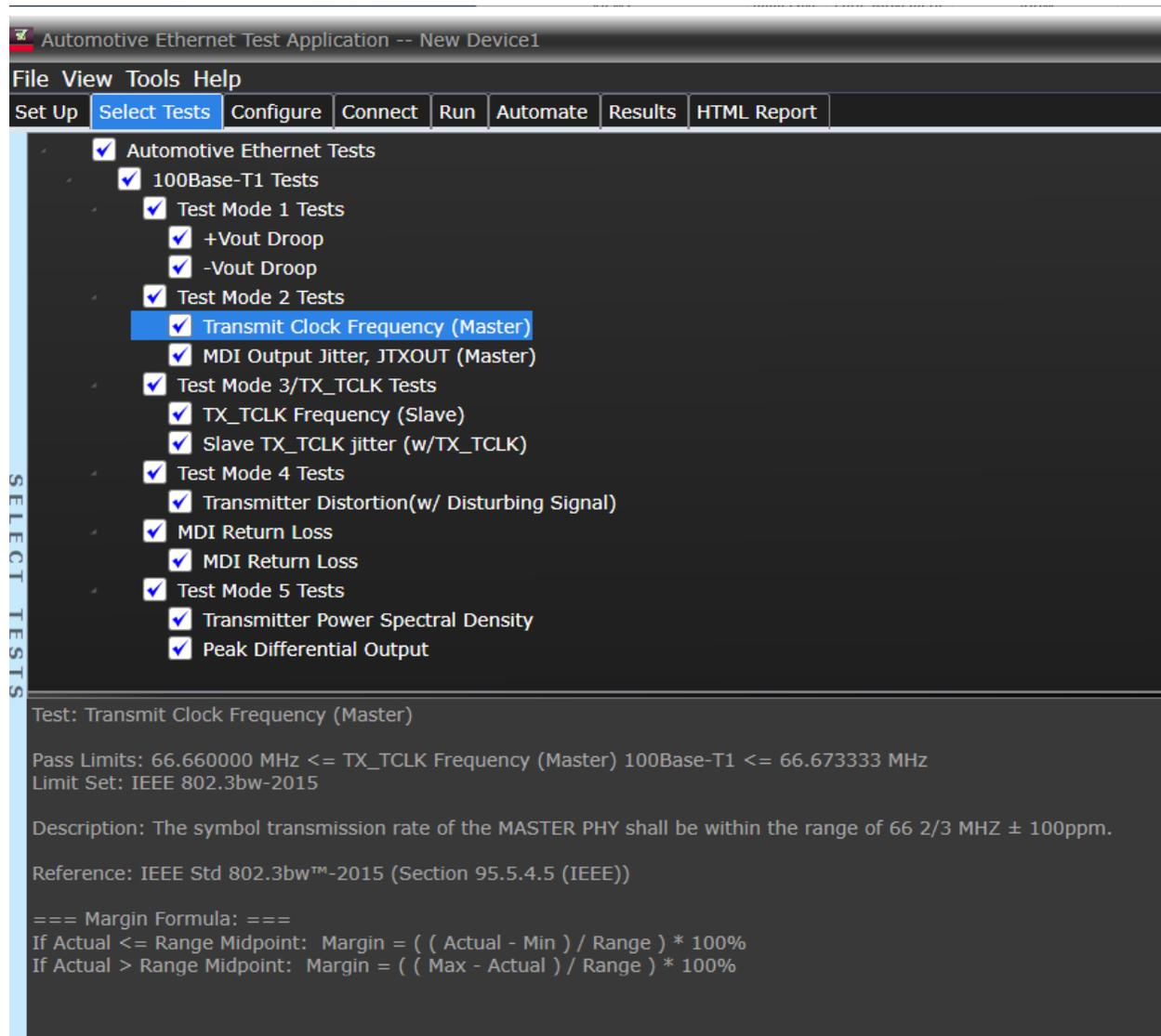
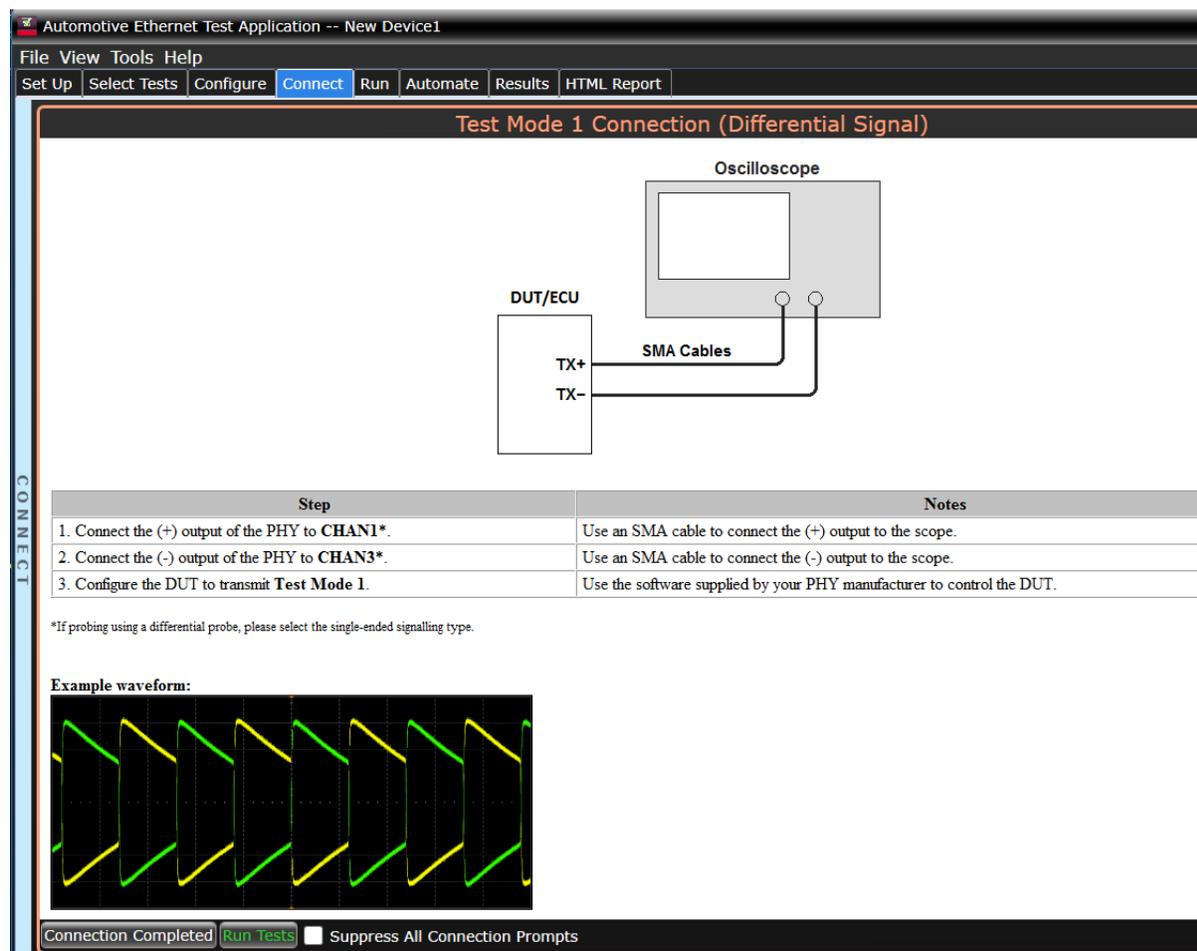


图 4. 是德科技自动测试引擎引导您快速选择和配置测试、设置连接、运行测试以及查看结果。您只需点击一下鼠标，即可轻松地选择单个测试或成组测试。

可配置性和引导式连接

使用 AE6910T 测试软件可以非常灵活地完成测试设置。如果您所选择的测试有需要，它可以引导您在接线图中更改连接。在大多数情况下，被测器件与示波器将通过 SMA 电缆和 Keysight AE6941A 车载以太网测试夹具建立连接。测试连接清晰可见，包括附加硬件和电缆。如果您需要进行多项测试，为此必须更改连接时，该软件会通过适当的连接图提示您如何实施更改。此外，连接设置中会显示分步说明和预期的信号，确保您获得预期的测量结果。

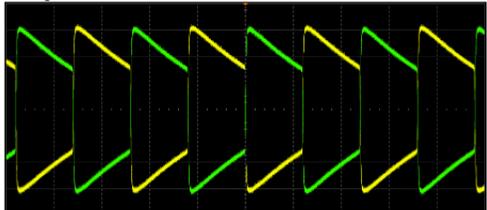


The screenshot shows the 'Automotive Ethernet Test Application -- New Device1' interface. The 'Connect' tab is active, displaying 'Test Mode 1 Connection (Differential Signal)'. A diagram shows a 'DUT/ECU' with 'TX+' and 'TX-' outputs connected to an 'Oscilloscope' via 'SMA Cables'. Below the diagram is a table with the following content:

Step	Notes
1. Connect the (+) output of the PHY to CHAN1*.	Use an SMA cable to connect the (+) output to the scope.
2. Connect the (-) output of the PHY to CHAN3*.	Use an SMA cable to connect the (-) output to the scope.
3. Configure the DUT to transmit Test Mode 1.	Use the software supplied by your PHY manufacturer to control the DUT.

*If probing using a differential probe, please select the single-ended signalling type.

Example waveform:



Connection Completed Run Tests Suppress All Connection Prompts

图 5. 软件可以引导您完成测试设置，定义要测试的器件及其配置，并连接好示波器

Automotive Ethernet Test Application -- New Device1

File View Tools Help

Set Up Select Tests Configure **Connect** Run Automate Results HTML Report

Test Mode 4 Connection w/Disturbing Signal

Step	Notes
1. Connect the DUT to the Ethernet Test Fixture, Section 11 using a pair of SMA cables.	Connect the DUT to the SMA connectors labeled " DUT "
2. Connect the Function Generator(s) to the Ethernet Test Fixture, Section 11 using of BNC cable(s).	Please calibrate the Function Generator(s) before running the test.
3. Connect the output of the Ethernet Test Fixture, Section 11 to the oscilloscope.	Connect the oscilloscope to the SMA connectors labeled " Scope "
4. If frequency/clock divider available, connect the 10 MHz output(s) of the clock/frequency divider to the 10 MHz Ref In Input(s) of the oscilloscope and function gen for clock synchronization.	Please ensure the 10 MHz output(s) are identical and phase locked to the input clock.
5. Configure the DUT to transmit Test Mode 4 .	Use the software supplied by your PHY manufacturer to control the DUT.

Example waveform:

Connection Completed **Run Tests** Suppress All Connection Prompts

图 6. 如果您需要进行多项测试，为此必须更改连接，该软件会通过连接图提示您如何实施更改 连接设置中会显示分步骤说明和预期的信号，帮助您完成测试设置。

包括裕量分析的测试报告

除了提供测量结果之外，AE6910T 1000BASE-T1 电气测试软件还提供了一种报告格式，它不仅显示您的产品在哪些指标上合格或不合格，还可以报告该产品的性能与特殊测试规定的极限值之间的差距。您可以选择裕量测试报告参数，从而能指定在电气测试中发布警报的级别，在产品的工作状态接近 1000BASE-T1 规范定义的正式测试极限时向您发出警告。在裕量字段中，器件合格/不合格的程度以百分比 (%) 形式示出。如果测试结果显示为黄色或红色，则表示您的器件已经达到报警或不合格的裕量阈值。

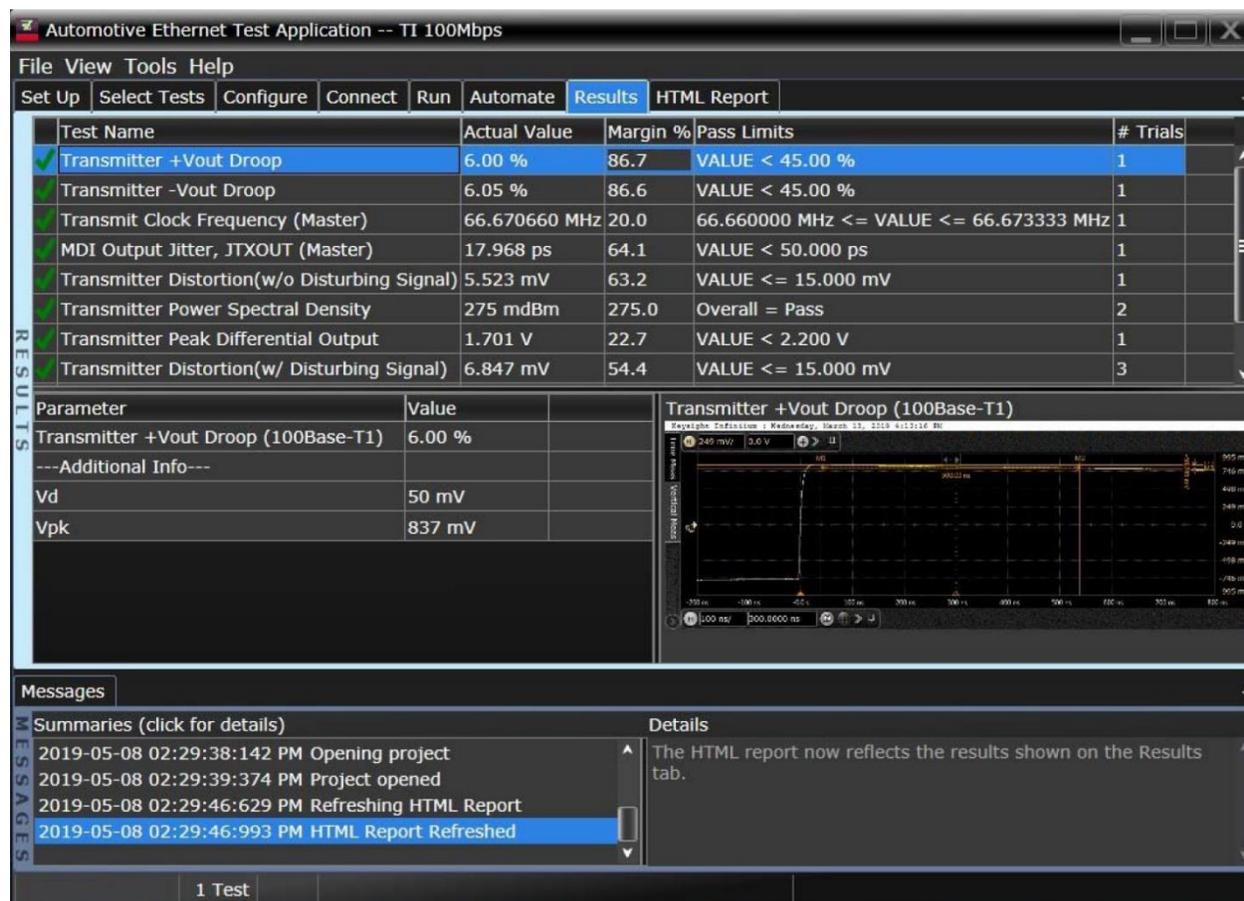


图 7. 测试软件结果页面汇总显示已完成的测试、合格/不合格状态和裕量。点击具体测试还可以显示测试规范和测量波形（在适用的情况下）。

Test Report

Overall Result: **FAIL**

Test Configuration Details	
Device Description	
Disturbing Signal Source	81150A/60A
Spectral Analysis	Oscilloscope
Test Session Details	
Infiniium SW Version	06.10.00538
Infiniium Model Number	DSO90804A
Infiniium Serial Number	No Serial
Application SW Version	0.00.6450
Debug Mode Used	No
Compliance Limits (official)	802.3bp-2016 Specification - Amendment 4
Last Test Date	2017-08-28 18:47:52 UTC -06:00

Summary of Results

Test Statistics	
Failed	1
Passed	3
Total	4

Margin Thresholds	
Warning	< 2 %
Critical	< 0 %

Pass #	Failed #	# Trials	Test Name	Worst Actual	Worst Margin	Pass Limits
X	2	2	Transmitter Peak Differential Output	2.144 V	-64.9 %	VALUE < 1.300 V
✓	0	2	Transmit Clock Frequency (Master)	124.997300 MHz	39.2 %	124.987500 MHz <= VALUE <= 125.012500 MHz
✓	0	1	MDI Output Jitter, RMS (Master)	2.272 ps	54.6 %	VALUE < 5.000 ps
✓	0	1	MDI Output Jitter, Peak-to-Peak (Master)	32.754 ps	34.5 %	VALUE < 50.000 ps

Report Detail

Next

Transmitter Peak Differential Output
 Reference: Physical Layer Transceiver 802.3bp-2016 Specification - Amendment 4 (Section 97.5.3.5)
 Test Summary: **Fail** Test Description: The Peak Differential Voltage obtained must conform to the requirements specified in IEEE802.3bp-2016 Sub-clause 97.5.3.5
 Pass Limits: < 1.300 V | Transmitter Peak Differential Output (Worst of 2 Trials) 2.144 V | #Trials Run: 2 | Worst Trial: Trial 2

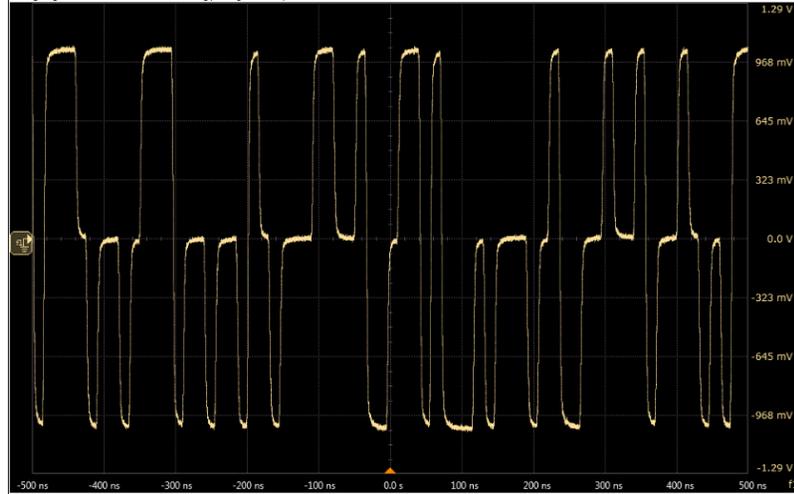
Overall Summary + details of 1 worst trials

Pass	Trial	Actual Value	Margin
	Avg	2.144 V	-64.88 %
	StdDev	636.4 μV	54.39 m%
	Range	900.0 μV	76.92 m%
	Min	2.143 V	-64.92 %
	Max	2.144 V	-64.85 %
	Sum	4.287 V	-129.8 %
X	Trial 2 (Worst)	2.144 V	-64.9 %

Trial 2

Trial 2: Transmitter Peak Differential Output

Keysight Infiniium : Thursday, August 24, 2017 12:54:36 PM



Top Previous Next

Transmit Clock Frequency (Master)
 Reference: Physical Layer Transceiver 802.3bp-2016 Specification - Amendment 4 (Section 97.5.3.6 / Section 97.5.2)
 Test Summary: **Pass** Test Description: PHY shall transmit a continuous pattern of three (+) symbols followed by three (-) symbols, with the transmitted symbols timed from its local clock source of 750 MHz. The transmitter output is a 125 MHz signal. Hence the accuracy of the transmit clock frequency is also within 125 MHz ±100 ppm.
 Pass Limits: [124.987500 MHz to 125.012500 MHz] | Transmit Clock Frequency (Master) (Worst of 2 Trials) 124.997300 MHz | #Trials Run: 2
 Worst Trial: Trial 1

Overall Summary + details of 1 worst trials

Pass	Trial	Actual Value	Margin
✓	Trial 1	124.997300 MHz	39.2 %

图 8. 测试软件 HTML 报告会记录您的测试，并显示合格/不合格状态、测试的技术指标范围、测量值和裕量。报告还提供每项测试的其他细节，包括测试极限值、测试描述和测试结果（适当情况下还包括波形）。

仪器和附件要求

硬件

AE6910T 软件直接安装在 Keysight Infiniium 示波器上。如需全面测试与任一规范的一致性，还需要运行其他硬件。

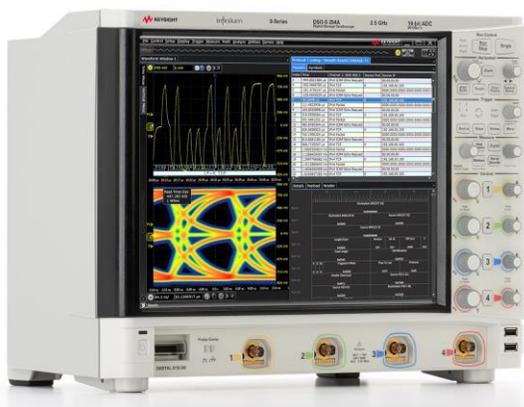
选件名称	描述	支持的测试
AE6900T-150	81150A 脉冲函数任意噪声发生器，双通道	发射机失真测试
AE6900T-622	33622A 函数任意波形发生器，	发射机失真测试
AE6900T-80B	E5080B ENA 矢量网络分析仪，选件 440、181、182	MDI S 参数
AE6900T-254	DSOS254A 示波器：2.5 GHz，4 个模拟通道	基础一致性测试设置需要用到的最小示波器



81150A 脉冲函数任意噪声发生器



33622A 函数任意噪声发生器



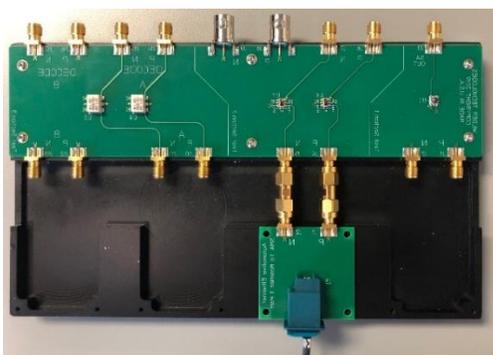
DSOS254A 高清示波器：2.5 GHz，4 个模拟通道



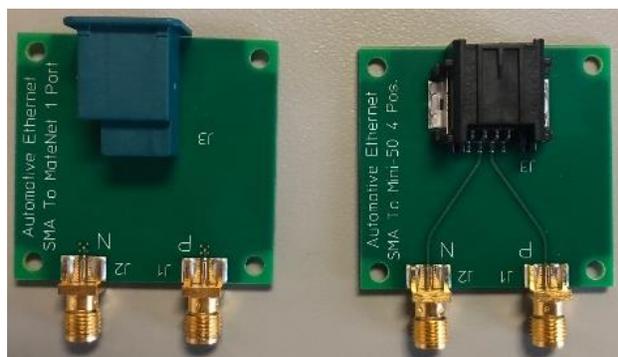
E5080B ENA 矢量网络分析仪

附件

选件名称	描述	用于什么测试
AE6900T-104	2 条 SMA 电缆，SMA（阳头）至 SMA（阳头）	
AE6900T-102	2 个适配器，BNC（阳头）至 SMA（阴头）	
AE6900T-FXT	车载以太网测试夹具 AE6941A	执行基本一致性测试时需要
AE6900T-MOL	SMA 至 Molex/Mini-50 适配器板 AE6942A	
AE6900T-MAT	SMA 至 MATEnet 适配器板 AE6943A	
AE6900T-FDB	分频器板 PCB AE6950A	发射机失真测试
AE6900T-103	射频电子校准件，N4431B（ECal），9 kHz 至 13.5 GHz，N4431-010	网络分析仪的校准
AE6900T-101	电缆，N 型（阳头）至 3.5 mm（阳头）	连接网络分析仪



Keysight AE6941A 车载以太网测试夹具用于多项测试。



适配器板可与车载以太网测试夹具配合使用。AE6942A SMA 至 Molex/Mini-50 和 AE6943A SMA 至 MATEnet 适配器板。



Keysight AE6950A 分频器板用于包含干扰信号的失真测试。

订货信息

单个序列号中包括了所有适用的硬件和软件

备注	描述	通过 AE6900T 的 选件编号	独立部件号
	车载以太网发射机一致性测试软件		AE6910T
可选	变频器板	AE6900T-FDB	AE6950A
	车载以太网一致性测试夹具	AE6900T-FXT	AE6941A
选择的适配器 订单 2	SMA 至 Molex/Mini-50 适配器板	AE6900T-MOL	AE6942A
	SMA 至 MATEnet 适配器板	AE6900T-MAT	AE6943A
Qty 2	SMA 电缆, SMA (阳头) 至 SMA (阳头)	AE6900T-104	8121-3118
Qty 2	BNC 至 SMA 适配器	AE6900T-102	54855-67604
Qty 2	电缆, N 型 (阳头) 至 3.5 mm (阳头)	AE6900T-101	N4417AK20
可选择校准 ENA	电子校准 4 端口和连接器用于校准 ENA	AE6900T-103	配有选件 010 的 N4431B
	Infiniium S 系列高清示波器, 2.5 GHz, 4 个模拟通道 (或更好的配置)	AE6900T-254	DSOS254A
用于失真测试 订单 1	双通道, 函数任意波形发生器 33622A	AE6900T-622	33622A
	脉冲函数任意噪声发生器, 双通道 81150	AE6900T-150	81150A
	双通道, 任意波形发生器 81160A	AE6900T-160	81160A
MDI 回波损耗	ENA 矢量网络分析仪, 带选件 TDR, 4 端口 测试套件, 9 kHz 至 4.5 GHz, 无 T 型偏置器	AE6900T-80B	E5080B 选件 440、181、182

AE6910T 的软件许可证类型

是德科技提供丰富的许可证选择，能够最恰当地满足您的需求和预算要求。选择您的许可证期限、许可证类型以及 KeysightCare 软件支持预订。提供多种许可证任由选择，包括节点锁定许可证、可转移许可证、USB 便携式许可证或浮动许可证，并可以购买 6 个月、12 个月、24 个月或 36 个月的技术支持。

许可证期限

永久——永久许可证允许您无限期地使用软件。

限时——限时许可证只允许您在其有效期（6、12、24 或 36 个月）内使用软件。

许可证类型

节点锁定——节点锁定许可证允许您在指定仪器/计算机上使用软件。

可转移许可证——一次只能在一台仪器/计算机上使用，但是可以使用是德科技软件管理器（需要连接互联网）转移到另一台仪器/计算机。

USB 可转移许可证——一次只能在一台仪器/计算机上使用，但可以使用经过认证的 USB 加密狗（可以使用是德科技部件编号 E8900-D10 另行购买）转移到另一台仪器/计算机。

浮动（单点）许可证——每次只允许一台联网的仪器/计算机访问服务器上的许可证。要想同时使用，需要购买多个许可证。

KeysightCare 软件支持预订

永久许可证在出售时自带 12（默认值）、24、36 或 60 个月的软件支持预订服务。此后，支持预订服务可以免费续约。

限时许可证在其有效期内包括软件支持预订服务。

KeysightCare 软件支持预订服务让您在不断发展的技术潮流中高枕无忧。

- 确保您的软件始终拥有最新的增强功能，支持最新的测量标准。
- 您可以随时联系我们的技术专家团队，为您排忧解难。
- 一旦您需要支持，我们快速的周转时间和按优先级上报策略可以保证您的工作进度不受影响。

完全符合一个部件号的完整配置订单示例

发射机测试所需的主要元器件：

- 1 个 AE6910T 车载以太网一致性测试软件
- 1 个 AE6900T-FXT 车载以太网测试夹具
 - 2 个精选的适配器板 AE6900T-MOL 或 AE6900T-MAT
- 1 个 AE6900T-FDB 分频器板
- 2 个 AE6900T-104 SMA 电缆
- 2 个 AE6900T-102 BNC 至 SMA 适配器
- 1 个 AE6900T-254 S 系列示波器
- 1 个 AE6900T-622，或 AE6900T-150，或 AE6900T-160——用于发射机失真测试
- 1 个 AE6900T-80B——用于 MDI 回波损耗测量
 - 1 个 AE6900T-103，用于校准 ENA
 - 2 个 AE6900T-101 N 型至 3.5mm 电缆，用于连接 ENA

完全符合独立部件号的完整配置订单示例

- 1 个 DSOS254A 2.5GHz S 系列 Infiniium 示波器
- 1 个 AE6910T 车载以太网一致性测试应用软件
- 1 个 AE6941A 车载以太网测试夹具
 - 2 个精选的适配器板 AE6942A 或 AE6943A
- 2 个 8121-3118 SMA 电缆，SMA（阳头）
- 1 个 AE6950A 时钟分频器夹具
- 1 个 33622A 或 81150A 或 81160A 双通道波形发生器，用于测试发射机失真
- 2 个 54855-67604 BNC（阳头）至 SMA（阴头）
- 1 个 E5080BC 矢量网络分析仪，用于 MDI 回波损耗测量
 - 1 个选件 240
 - 1 个选件 181
 - 1 个选件 181
- 1 个 用于 VNA 的 N4431B 电子校准件
 - 1 个选件 010，4 端口
- 2 个 用于连接 ENA 的 N4417 AK20 N 型至 3.5mm 电缆

请注意以下内容：

推荐的硬件

Keysight Infiniium 系列示波器，操作软件版本为 6.30 或更高版本。

早期版本的示波器可通过以下网址获取升级软件：
www.keysight.com/find/scope-apps-sw

Keysight N9010B EXA 分析仪，仪器软件版本为 A.21.04 或更高版。

早期版本的 N9010B 可通过以下网址获取升级软件：
www.keysight.com/find/EXA_software

Keysight E5080 ENA 分析仪，固化软件版本为 A.13.70.02 或更高版本

早期版本的 E5080B 可通过以下网址获取升级软件：
[E5080B 固化软件](#)

如欲了解更多信息，请访问：www.keysight.com

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息，请与是德科技联系。

如需完整的联系方式，请访问：www.keysight.com/find/contactus

