



RIGOL

TF-AENET-STP

汽车以太网一致性测试夹具

数据手册

DSM03001-1110

2024.08

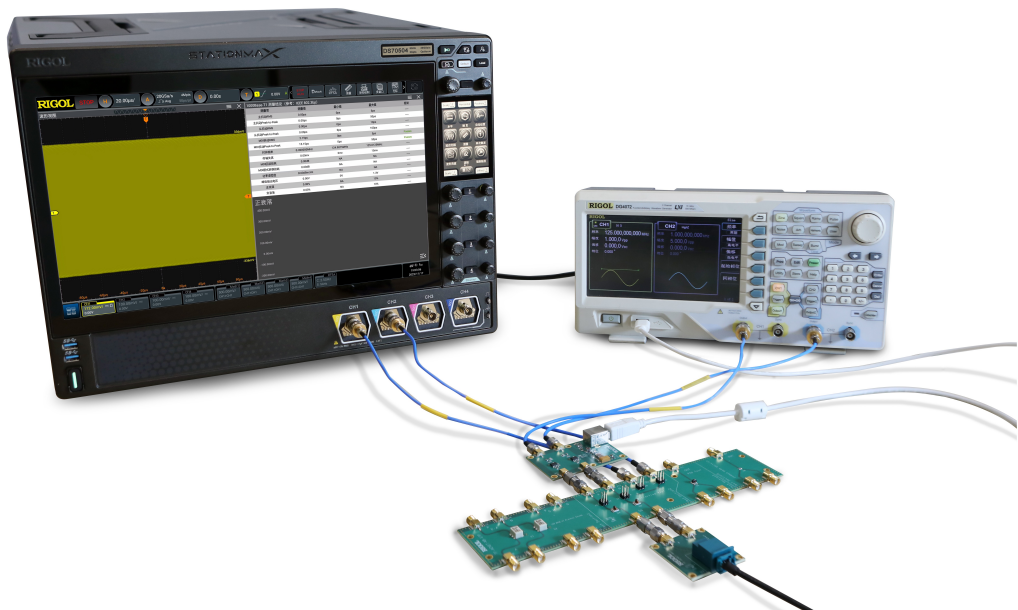
汽车以太网解决方案简介

随着汽车产业逐渐向智能化、网联化方向发展，车载以太网技术越来越被广泛的应用于汽车中，如娱乐、通信、导航和辅助驾驶等。为了保证这些功能的稳定可靠，车载以太网的测试验证成为重要环节。

RIGOL 生产的 DS70000 示波器和汽车以太网一致性分析选件(DS70000-AENETC)，搭配汽车以太网夹具配件(TF-AENET-STP)，为汽车以太网一致性测试提供了配置灵活，操作便捷的测试解决方案。

技术优势

- 支持 IEEE 和 OPEN 联盟的标准化协议，测试覆盖范围广泛。
 - IEEE 802.3bw, 100BASE-T1, 100 Mbps
 - OPEN Alliance TC8, 100BASE-T1, 100 Mbps
 - IEEE 802.3bp, 1000BASE-T1, 1 Gbps
- 支持灵活配置多种测试场景，构造多个测试项目组合，一次完成多项测试。
- 示波器的测试操作界面提供测试设备连接与测试步骤，引导用户完成测试。
- 支持预览测试波形，提前判断测试的准确性和有效性。
- 支持生成自定义的 HTML 测试报告，包含测试结论和具体的测量值。
- 提供全套的测试设备及所需附件，并配套使用说明，全方位指导测试操作。



协议规范

100Base-T1 规范 (IEEE802.3bw)

参考标准	测试项	测试模式
IEEE 802.3bw-2015 96.5.4.1	输出衰落	测试模式一
IEEE 802.3bw-2015 96.5.4.3	MDI 输出抖动(主)	测试模式二
IEEE 802.3bw-2015 96.5.4.5	时钟频率	
IEEE 802.3bw-2015 96.5.4.3	从抖动(TX_TCLK)	测试模式三
IEEE 802.3bw-2015 96.5.4.2	传输失真	测试模式四
IEEE 802.3bw-2015 96.5.4.4	功率谱密度	测试模式五
IEEE 802.3bw-2015 96.5.6	峰值输出电压	
IEEE 802.3bw-2015 96.7.1.3	MDI 回波损耗	
IEEE 802.3bw-2015 96.8.2.2	MDI 模式转换损耗	

100Base-T1 规范 (Open Alliance TC8)

参考标准	测试项
OABR_PMA_TX_01	输出衰落
OABR_PMA_TX_02	MDI 输出抖动(主)
OABR_PMA_TX_03	时钟频率
OABR_PMA_TX_04	功率谱密度(PSD)
OABR_PMA_TX_05	MDI 回波损耗
OABR_PMA_TX_06	MDI 模式转换损耗
OABR_PMA_TX_07	MDI 共模发射
OABR_PMA_TX_08	传输失真

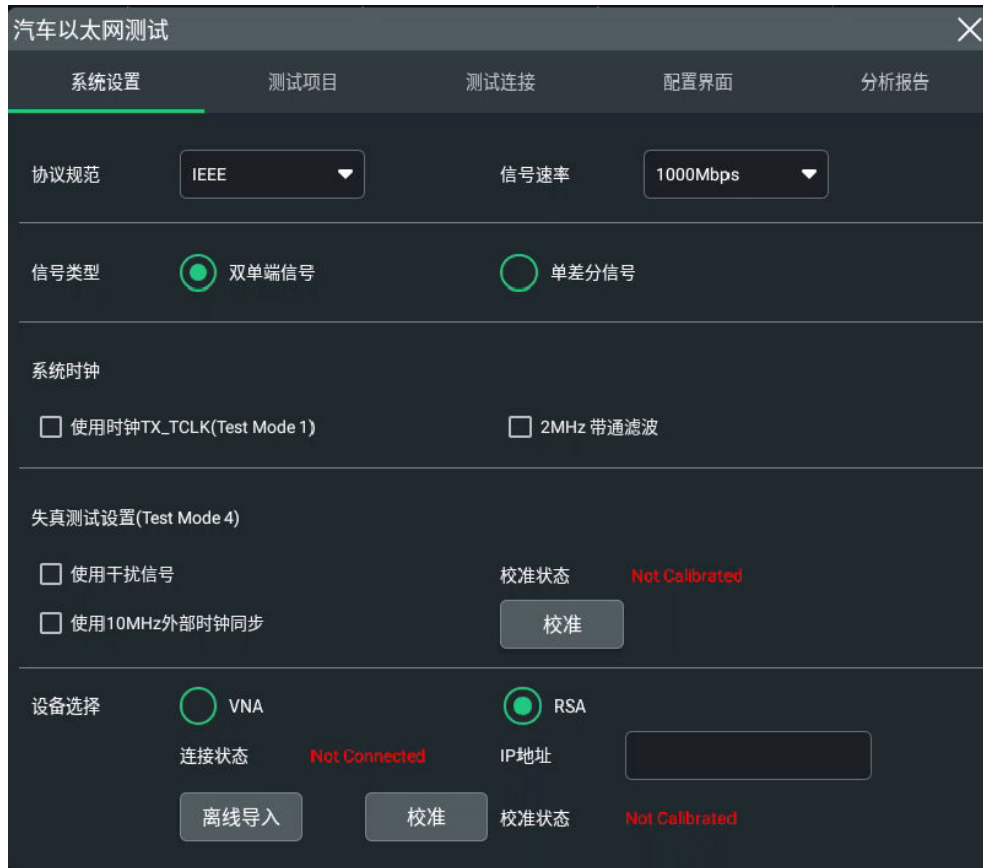
1000Base-T1 规范 (IEEE 802.3bp)

参考标准	测试项	测试模式
IEEE 802.3bp-2016 97.5.3.3	主时序抖动	测试模式一
IEEE 802.3bp-2016 97.5.3.3	从时序抖动	
IEEE 802.3bp-2016 97.5.3.3	MDI 抖动	测试模式二
IEEE 802.3bp-2016 97.5.3.6	时钟频率	
IEEE 802.3bp-2016 97.5.3.2	传输失真	测试模式四
IEEE 802.3bp-2016 97.5.3.4	功率谱密度	测试模式五
IEEE 802.3bp-2016 97.5.3.5	峰值输出电压	
IEEE 802.3bp-2016 97.5.3.1	输出衰落	测试模式六
IEEE 802.3bp-2016 97.7.2.1	MDI 回波损耗	
IEEE 802.3bp-2016 97.7.2.2	MDI 模式转换损耗	

功能特色

DS70000 示波器选配的汽车以太网一致性测试功能，可以帮助您快速完成测试的选择、设置和执行等步骤，并轻松查看结果。

灵活配置多种测试场景



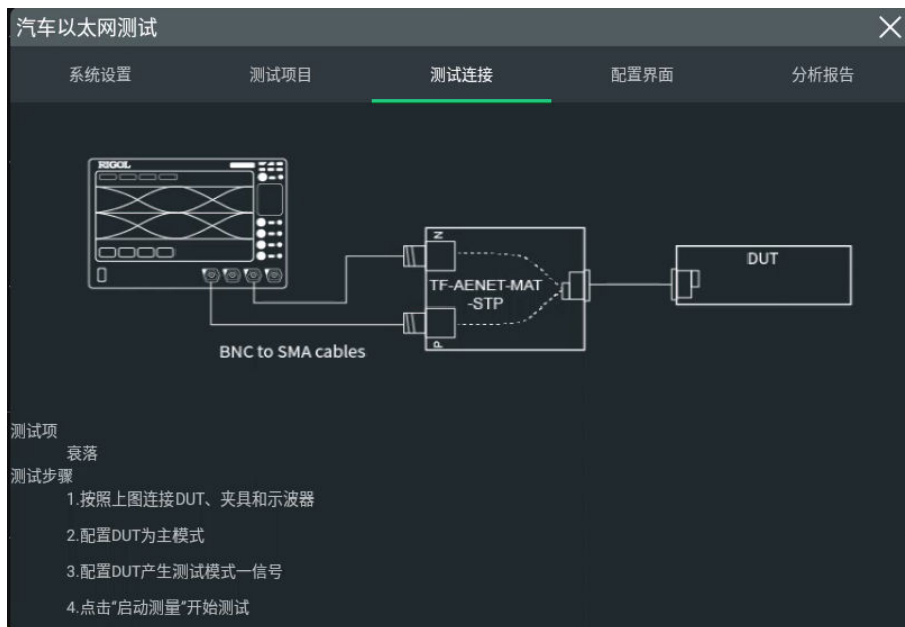
- 通过“协议规范”和“信号速率”下拉菜单，可方便地选择测试所依据的标准和待测信号速率。
- DS70000 示波器支持测试信号以“双单端信号”和“单端差分信号”两种方式接入测试。
- 适配不同的 DUT，可选择时钟信号(TX_TCLK)或 MDI 信号进行抖动测试。
- 根据有无干扰信号和无参考时钟信号，可配置支持四种测试场景，不同测试场景的测试方案不同。
- 除了使用 VNA 设备还可以使用 RIGOL 生产的 RSA3000N 系列频谱分析仪的 VNA 模式进行损耗测试。并支持直接导入 VNA 测试结果到示波器分析，或通过示波器控制 VNA 进行测试两种形式。

一次完成多项测试



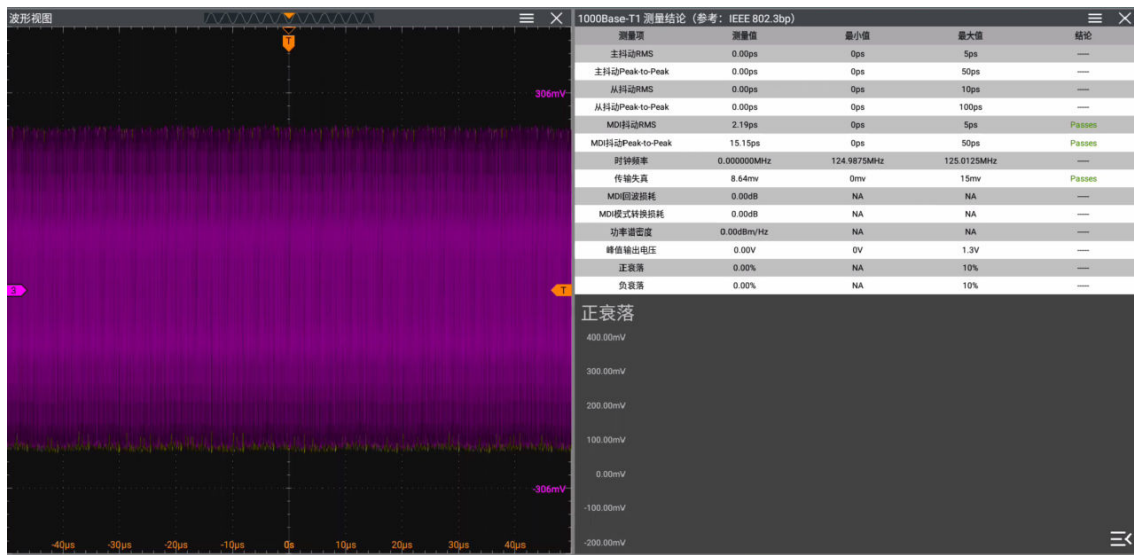
可选择单个项目单独测试或选择多个测试项目进行组合测试。

引导用户顺利完成操作



为每个测试项目都提供了测试设备连接、设备校准和测试步骤的操作制度，帮助用户顺利完成测试。

展示被测波形和测量结果



- 在启动测试前，可预览输入的测试波形，保证测试的有效性。
- 在测试过程中，弹出提示信息框，指导用户切换 DUT 的配置或调整设备连接。
- 在测试结束后，展示测试通过结论、具体的测量值和部分项目的测量结果图。

生成测试报告

The screenshot shows the '汽车以太网测试' (Automotive Ethernet Test) configuration window. The '分析报告' (Analysis Report) tab is selected. The configuration options are as follows:

系统设置	测试项目	测试连接	配置界面	分析报告
文件类型	*.html	分析报告	OFF	ON
文件名	RigolDS	文件覆盖	OFF	ON
设备ID	Ethernet 01			
设备描述	Ethernet			
样件名称	#			
样件序列号	#			
测试人员	#			
文件路径	Local Disk			

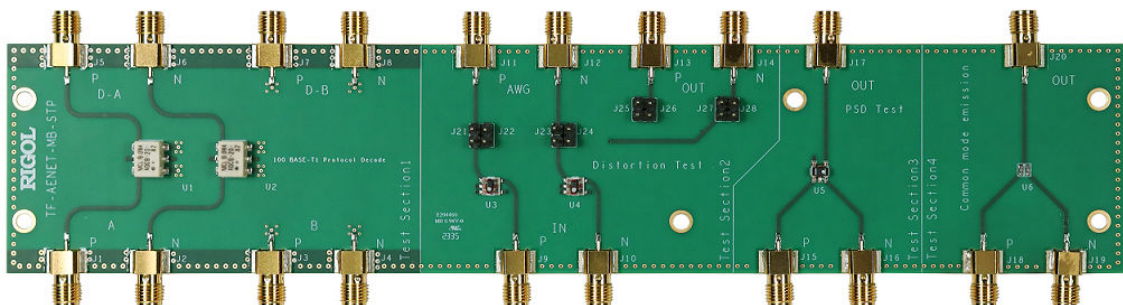
支持生成包含自定义信息的 HTML 格式的测试报告，可将测试报告保存到 PC。

测试夹具

汽车以太网测试夹具包含如下多个测试板，分别用于不同的项目测试。

夹具名称	夹具型号	用途
分线板	TF-AENET-MB-STP	用于：失真测试、功率谱密度测试、峰值输出电压测试和共模测试。
放大器板	TF-AENET-PAB-STP	用于：传输失真测试
变频板	TF-AENET-FDB-STP	用于：传输失真测试
矩阵开关板	TF-AENET-MSB-STP	用于：MDI 回波损耗测试。
转接器 SMA-MATenet	TF-AENET-MAT-STP	用于：输出衰落测试、抖动测试、时钟频率测试、传输失真测试、峰值电压测试、MDI 回波损耗测试、MDI 模式转换测试。
转接器 SMA-H-MTD	TF-AENET-MTD-STP	
焊接型转接器	TF-AENET-PAD-STP	

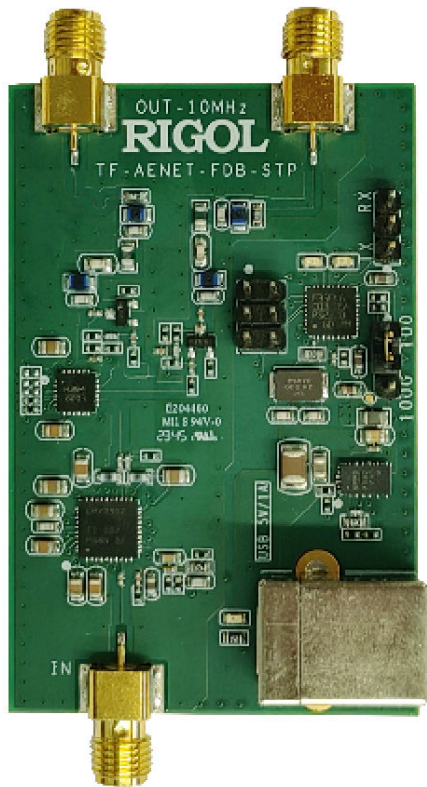
夹具布局图如下。



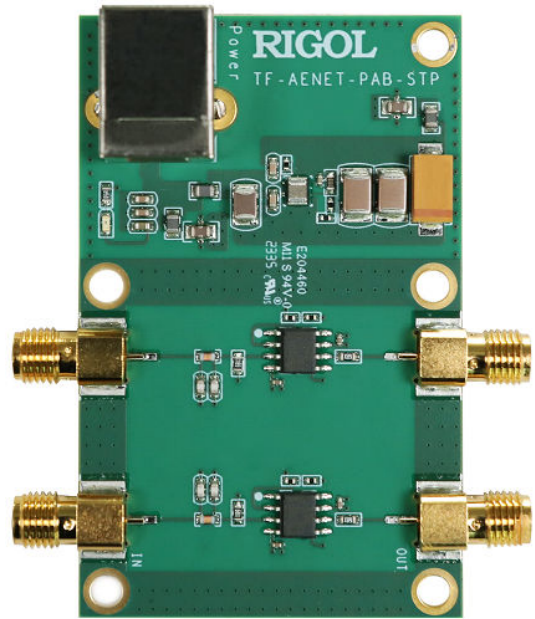
分线板 (TF-AENET-MB-STP)



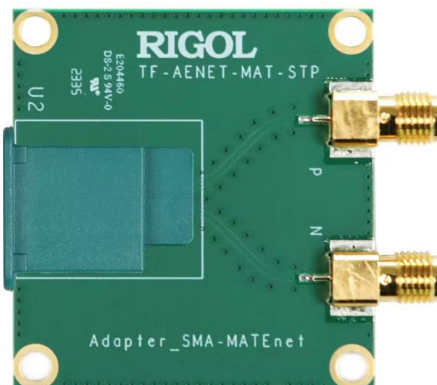
矩阵开关板 (TF-AENET-MSB-STP)



变频板(TF-AENET-FDB-STP)



放大器板(TF-AENET-PAB-STP)



转接器 SMA-MATenet (TF-AENET-MAT-STP)

适配板型号	MDI 接口
TF-AENET-MAT-STP	MATenet 接口
TF-AENET-PAD-STP	焊接式
TF-AENET-MTD-STP	H-MTD 接口

仪器和附件

进行汽车以太网一致性测试需要如下测试设备。

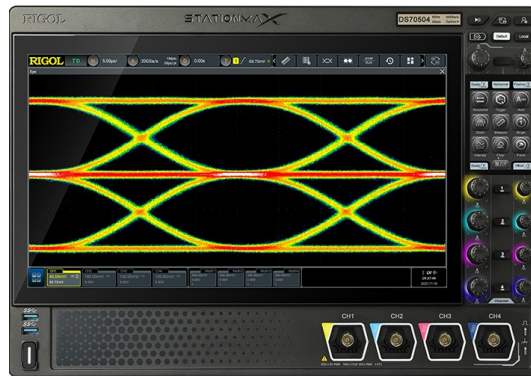
测试仪器与附件

设备	说明
示波器	选配支持车载以太网一致性测试功能
函数/任意波形发生器	满足生成干扰信号的性能要求 推荐：RIGOL DG4000 系列函数/任意波形发生器。
频谱分析仪	支持矢量网络分析仪(VNA)模式 推荐：RIGOL RSA3000N 系列频谱分析仪。
VNA 校准套件	CK106A 和 CK106E 为系统校准套件，包括：开路标准件、短路标准件和负载标准件
低通滤波器	TF-AENET-FB-STP，用于失真测试

测试设备性能要求

仪器	协议	
	100Base-T1	1000Base-T1
示波器	至少 1 GHz 带宽, 2 通道	至少 1 GHz 带宽, 2 通道
差分探头	至少 1 GHz 带宽	至少 2 GHz 带宽
函数/任意波形发生器	至少 12 MHz 带宽, 2 通道 单端 5.4 Vpp, 差分 2.7Vpp	至少 125 MHz 带宽, 2 通道 单端 3.6 Vpp, 差分 1.8 Vpp
矢量网络分析仪	频率范围至少 1 MHz~66 MHz 2 端口配置	频率范围至少 2 MHz~600 MHz 2 端口配置

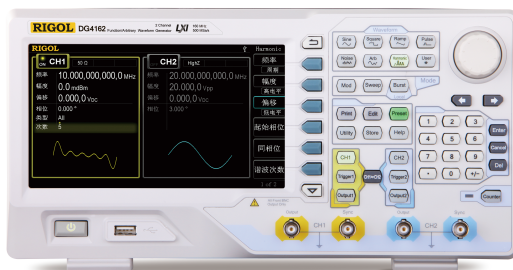
RIGOL 相关产品



DS70000 系列示波器



RSA3000N 系列频谱分析仪



DG4000 系列函数/任意波形发生器



CK106A 校准套件



CK106E 校准套件

技术参数

除标有“典型值”字样的参数以外，所有参数都有保证。

夹具技术指标

分线板		
100 BASE-T1 Protocol Decode	主线损耗 (1 MHz ~ 1 GHz, 典型值)	< 1 dB
	耦合 (1 MHz ~ 1 GHz, 典型值)	19 dB~ 21 dB
	方向性 (1 MHz ~ 1 GHz, 典型值)	> 18.5 dB
	接口	SMA (50Ω, Male)
Distortion Test	主线损耗 (1 MHz ~ 1GHz, 典型值)	< 4 dB
	耦合 (1 MHz ~ 1 GHz, 典型值)	17 dB ~ 32 dB
	接口	SMA (50Ω, Male)
PSD Test	主线损耗 (1 MHz ~ 1GHz, 典型值)	< 3.5 dB
	耦合 (1 MHz ~ 1GHz, 典型值)	4.5 dB ~ 5.5 dB
	接口	SMA (50Ω, Male)
变频器板		
输入	频率	125 MHz 或 66.67 MHz
	幅度	50mV _{pp} ~ 1.4V _{pp} (-22dBm, 6.9dBm)
	接口	SMA (50Ω, Male)
输出		10 MHz 正弦波
	接口	SMA (50Ω, Male)

矩阵开关板

端口驻波比 (1 MHz ~ 800 MHz)	< 1.4
主线损耗 (1 MHz ~ 1 GHz, 典型值)	> 2 dB
接口	SMA (50Ω, Male)

放大器板

输入增益 (<125MHz)	>2 dB
接口	SMA (50Ω, Male)

环境

环境

温度范围	工作	+5°C ~ + 40°C
	非工作	-40°C ~ + 70°C
海拔高度		4,600 米以下

机械规格

机械规格 (宽 × 高 × 长)

分线板	约: 50 mm × 11 mm × 240 mm
放大器板	约: 42 mm × 12 mm × 66mm
变频器板	约: 40mm × 12 mm × 66 mm
矩阵开关板	约: 40mm × 22mm × 130 mm

附录 A：订货信息

订货信息	订货号
DS70000 功能选件	
100M/1000M 汽车以太网一致性测试功能	DS70000-AENETC
套件及夹具	
车载以太网 MATenet 接口夹具套件 (包含：分线板、转接器 SMA-MATenet、焊接型转接器)	TFB-AENET-MAT-STP
车载以太网 H-MTD 接口夹具套件 (包含：分线板、转接器 SMA-H-MTD、焊接型转接器)	TFB-AENET-MTD-STP
车载以太网分线板	TF-AENET-MB-STP
车载以太网变频器板	TF-AENET-FDB-STP
车载以太网放大器板	TF-AENET-PAB-STP
车载以太网矩阵开关板	TF-AENET-MSB-STP
推荐配件	
车载以太网转接器 SMA-H-MTD	TF-AENET-MTD-STP
车载以太网转接器 SMA-MATenet	TF-AENET-MAT-STP
车载以太网焊接型转接器	TF-AENET-PAD-STP
低通滤波器	TF-AENET-FB-STP
射频线缆 SMA(M)-SMA(M)	CB-SMAM-SMAM-100-L-18G
VNA 校准套件	CK106A CK106E

所有型号夹具和推荐附件，请向当地的办事处订购。

全面助力智慧世界和科技创新



- 蜂窝-5G/WIFI
- UWB/RFID/ ZIGBEE
- 数字总线/以太网
- 光通信

- 数字/模拟/射频芯片
- 存储器及MCU芯片
- 第三代半导体
- 太阳能光伏电池

- 新能源汽车
- 光伏/逆变器
- 电源测试
- 汽车电子

为行业客户提供测试测量产品和解决方案

RIGOL开放实验室

地址：北京、苏州、深圳、西安
开放时间：工作日 9:00 am~6:00 pm
预约方式：实验室工程师小源 18061921901
实验室微信号 18061921901
RIGOL客服热线：400-620-0002
官网预约网址：
<https://www.rigol.com/quote/Lab-appoint.html>



RIGOL开放实验室微信号



RIGOL实验室视频号

RIGOL®是普源精电科技股份有限公司的英文名称和商标。
本文档中的产品信息可不经通知而变更，有关RIGOL最新的产品、应用、服务等方面的信息，请访问RIGOL官方网站：

www.rigol.com



RIGOL官方微信



RIGOL官网