RIGOL

DNA 系列

矢量网络分析仪

用户手册

2026.09

保证和声明

版权

© 2026 普源精电科技股份有限公司

商标信息

RIGOL®是普源精电科技股份有限公司的英文名称和商标。

软件版本

软件升级可能更改或增加产品功能，请关注 **RIGOL** 网站获取最新版本手册或联系 **RIGOL** 升级软件。

声明

- 本公司产品受中国及其他国家和地区的专利（包括已取得的和正在申请的专利）保护。
- 本公司保留改变规格及价格的权利。
- 本手册提供的信息取代以往出版的所有资料。
- 本手册提供的信息如有变更，恕不另行通知。
- 对于本手册可能包含的错误，或因手册所提供的信息及演绎的功能以及因使用本手册而导致的任何偶然或继发的损失，RIGOL 概不负责。
- 未经 RIGOL 事先书面许可，不得影印、复制或改编本手册的任何部分。

产品认证

RIGOL 认证本产品符合中国国家产品标准和行业产品标准及 ISO9001:2015 标准和 ISO14001:2015 标准，并进一步认证本产品符合其他国际标准组织成员的相关标准。

联系我们

如您在使用此产品或本手册的过程中有任何问题或需求，可与 **RIGOL** 联系：

电子邮箱：service@rigol.com

网址：http://www.rigol.com

目录

保证和声明 1

1 文档概述 7

2 DNA 系列产品型号 8

2.1 DNA6000 系列 8

2.2 DNA6000-R 系列 8

2.3 DNA5000 系列 9

2.4 DNA800 系列 9

3 安全要求 10

3.1 一般安全概要 10

3.2 安全术语和符号 11

3.3 测量仪器级别 12

3.4 通风要求 12

3.5 工作环境 12

3.6 保养和清洁 13

3.7 环境注意事项 14

4 快速入门 15

4.1 一般性检查 15

4.2 产品简介 15

4.2.1 产品外观 15

4.2.2 用户界面介绍 16

4.3 使用前准备 21

4.3.1 连接电源 21

4.3.2 开机检查 21

4.3.3 设置系统语言 21

4.4 基础操作 22

4.4.1 鼠标/键盘/触摸屏操作规则 22

4.4.2 菜单操作 22

4.4.3 参数设置 24

4.4.4 使用内置帮助系统 24

4.4.5 查看选件信息及选件安装 24

4.5 基本测试流程 25

版权所有©普源精电科技股份有限公司

5 迹线 26
5.1 迹线 1-8/迹线 9-16 27
5.2 迹线设置 28
6 通道 29
6.1 通道 1-9 29
6.2 通道设置 29
6.3 窗口 1-9 30
6.4 窗口设置 31
6.5 工作表设置 32
7 频率 33
8 扫描 33
8.1 常用设置 33
8.2 时间控制 35
8.3 分段控制 36
9 测量 38
9.1 S 参数 38
9.2 平衡 S 参数 39
9.2.1 平衡 S 参数介绍 40
9.2.2 拓扑结构 42
9.2.3 不平衡度/共模抑制比 45
9.3 测量设置 47
9.4 TDR 测量（选件） 47
9.4.1 功能界面介绍 48
9.4.2 设置参数 49
9.4.3 迹线设置 55
9.4.4 眼图/模板功能 58
10 数据格式 67
10.1 直角坐标系显示格式 67
10.2 极坐标 68
10.3 史密斯圆图 69
10.4 反向史密斯圆图 70
11 光标 70

版权所有©普源精电科技股份有限公司

11.1 光标 1-7/光标 8-15 71
11.2 光标设置 72
11.3 光标显示 73
11.4 光标功能 74

12 搜索 75

12.1 常用 75
12.2 峰值 76
12.3 目标 77
12.4 多峰值&目标 78
12.5 带宽带阻 79
12.5.1 带宽搜索 80
12.5.2 带阻搜索 80

13 校准 80

13.1 常用 81
13.1.1 基本校准 82
13.1.2 隔离度校准 84
13.1.3 电子校准 84
13.1.4 校准所有通道 86
13.1.5 校正/校正属性 88
13.1.6 校准件 89
13.1.7 保存/加载校准集文件 95
13.1.8 插值 96
13.2 端口延伸 97
13.3 自动端口延伸 99
13.4 夹具 101
13.4.1 端口匹配 102
13.4.2 端口参考阻抗 103
13.4.3 双端口去嵌 104

14 功率 105

15 平均及带宽 106

15.1 常用 106
15.2 平滑 107

版权所有©普源精电科技股份有限公司

15.3 群延迟孔径 107

16 触发 109

16.1 常用 109

16.2 输入 110

16.3 输出 110

17 刻度 111

17.1 常用 111

17.2 电延时 112

17.3 常量 113

18 数学运算 113

18.1 内存 114

18.2 分析 114

18.3 限值测试 116

18.3.1 功能开关 117

18.3.2 限值表 117

18.3.3 全局测试 118

18.4 DTF（选件） 119

18.5 时域分析（TDA 选件） 121

18.6 时域门控（TDA 选件） 123

18.7 时域设置（TDA 选件） 125

18.8 偏斜测试（TDA 选件） 126

18.9 延迟测试（TDA 选件） 126

18.10 自动化测试（TAS 选件） 127

19 设置 127

19.1 布局 127

19.2 扫描设置 127

19.3 S 参数 128

19.4 显示设置 128

19.5 保存 128

19.6 加载 130

19.7 文件系统 131

20 保存&加载 133

版权所有©普源精电科技股份有限公司

21 系统 133
21.1 接口设置 133
21.2 基本设置 135
21.3 关于此设备 136
21.4 选件列表 137
21.5 SMB 设置 137
22 远程控制 138
23 出厂设置(Preset) 140
24 故障处理 146
25 附录 148
25.1 附录 A：附件和选件 148
25.2 附录 B：保修概要 148

版权所有©普源精电科技股份有限公司

1 文档概述

本文档用于指导用户快速了解 DNA 系列矢量网络分析仪的前后面板、用户界面及基本操作方法等。

提示：

本手册的最新版本可登录RIGOL 网址(http://www.rigol.com)进行下载。

文档编号

UGR05000-1110

软件版本

00.00.11

软件升级可能更改或增加产品功能，请关注RIGOL网站获取最新版本手册或联系RIGOL升级软件。

文档格式的约定

1. **按键**

   用图标表示前面板按键，如 System 表示“System”按键。

2. **菜单**

   用“菜单文字（加粗）+字符底纹”表示一个菜单选项，如 **频率** 表示点击仪器当前操作界面上的“频率”选项，进入“频率”的功能配置菜单。

3. **操作步骤**

   用箭头“**>**”表示下一步操作，如**频率** **>** **中心频率** 表示点击 **频率** 后，再点击 **中心频率** 功能键。

文档内容的约定

DNA系列矢量网络分析仪包含多种产品型号。如无特殊说明，本手册以DNA6264为例说明DNA系列及其基本操作。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

2 DNA 系列产品型号

2.1 DNA6000 系列

型号	频率	端口数	端口连接器
DNA6082	5 kHz ~ 8.5 GHz	2	N 型阴头
DNA6084	5 kHz ~ 8.5 GHz	4	N 型阴头
DNA6142	5 kHz ~ 14 GHz	2	N 型阴头
DNA6144	5 kHz ~ 14 GHz	4	N 型阴头
DNA6202	5 kHz ~ 20 GHz	2	3.5 mm 阳头（紧固型）
DNA6204	5 kHz ~ 20 GHz	4	3.5 mm 阳头（紧固型）
DNA6262	5 kHz ~ 26.5 GHz	2	3.5 mm 阳头（紧固型）
DNA6264	5 kHz ~ 26.5 GHz	4	3.5 mm 阳头（紧固型）

2.2 DNA6000-R 系列

型号	频率	端口数	端口连接器
DNA6082-R	5 kHz ~ 8.5 GHz	2	N 型阴头
DNA6084-R	5 kHz ~ 8.5 GHz	4	N 型阴头
DNA6142-R	5 kHz ~ 14 GHz	2	N 型阴头
DNA6144-R	5 kHz ~ 14 GHz	4	N 型阴头
DNA6202-R	5 kHz ~ 20 GHz	2	3.5 mm 阳头（紧固型）
DNA6204-R	5 kHz ~ 20 GHz	4	3.5 mm 阳头（紧固型）
DNA6262-R	5 kHz ~ 26.5 GHz	2	3.5 mm 阳头（紧固型）
DNA6264-R	5 kHz ~ 26.5 GHz	4	3.5 mm 阳头（紧固型）

版权所有©普源精电科技股份有限公司

2.3 DNA5000 系列

型号	频率	端口数	端口连接器
DNA5042	5 kHz ~ 4.5 GHz	2	N 型阴头
DNA5082	5 kHz ~ 8.5 GHz	2	N 型阴头
DNA5142	5 kHz ~ 14 GHz	2	N 型阴头
DNA5202	5 kHz ~ 20 GHz	2	3.5 mm 阳头（紧固型）
DNA5262	5 kHz ~ 26.5 GHz	2	3.5 mm 阳头（紧固型）

2.4 DNA800 系列

型号	频率	端口数	端口连接器
DNA804	5 kHz ~ 4.5 GHz	2	N 型阴头
DNA808	5 kHz ~ 8.5 GHz	2	N 型阴头
DNA814	5 kHz ~ 14 GHz	2	N 型阴头

版权所有©普源精电科技股份有限公司

3 安全要求

3.1 一般安全概要

了解下列安全性预防措施，以避免受伤，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。

使用正确的电源线。

只允许使用所在国家认可的本产品专用电源线。

将产品接地。

本产品通过电源电缆的保护接地线接地。为避免电击，在连接本产品的任何输入或输出端子之前，请确保本产品电源电缆的接地端子与保护接地端可靠连接。

查看所有终端额定值。

为避免起火和过大电流的冲击，请查看产品上所有的额定值和标记说明，请在连接产品前查阅产品手册以了解额定值的详细信息。

使用合适的过压保护。

确保没有过电压（如由雷电造成的电压）到达该产品。否则操作人员可能有遭受电击的危险。

请勿开盖操作。

请勿在仪器机箱打开时运行本产品。

请勿将异物插入风扇的排风口。

请勿将异物插入风扇的排风口以免损坏仪器。

使用合适的保险丝。

只允许使用本产品指定规格的保险丝。

避免电路外露。

电源接通后，请勿接触外露的接头和元件。

怀疑产品出故障时，请勿进行操作。

如果您怀疑本产品出现故障，请联络RIGOL 授权的维修人员进行检测。任何维护、调整或零件更换必须由RIGOL 授权的维修人员执行。

保持适当的通风。

通风不良会引起仪器温度升高，进而引起仪器损坏。使用时应保持良好的通风，定期检查通风口和风扇。

请勿在潮湿环境下操作。

为避免仪器内部电路短路或发生电击的危险，请勿在潮湿环境下操作仪器。

请勿在易燃易爆的环境下操作。

为避免仪器损坏或人身伤害，请勿在易燃易爆的环境下操作仪器。

请保持产品表面的清洁和干燥。

为避免灰尘或空气中的水分影响仪器性能，请保持产品表面的清洁和干燥。

防静电保护。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

静电会造成仪器损坏，应尽可能在防静电区进行测试。在连接电缆到仪器前，应将其内外导体短暂接地以释放静电。

正确使用电池。

如果仪器提供电池，严禁将电池暴露于高温或火中。要让儿童远离电池。不正确地更换电池可能造成爆炸（警告：锂离子电池）。必须使用RIGOL 指定的电池。

注意搬运安全。

为避免仪器在搬运过程中滑落，造成仪器面板上的按键、旋钮或接口等部件损坏，请注意搬运安全。

警告

符合 A 类要求的设备可能无法对居住环境中的广播服务提供足够的保护。

3.2 安全术语和符号

本手册中的安全术语。

警告

警告性声明指出可能会造成人身伤害或危及生命安全的情况或操作。

注意

注意性声明指出可能导致本产品损坏或数据丢失的情况或操作。

产品上的安全术语:

- DANGER

  表示您如果不进行此操作，可能会立即对您造成危害。

- WARNING

  表示您如果不进行此操作，可能会对您造成潜在的危害。

- CAUTION

  表示您如果不进行此操作，可能会对本产品或连接到本产品的其他设备造成损坏。

产品上的安全符号:



版权所有©普源精电科技股份有限公司

3.3 测量仪器级别

A 级（适用于非家用产品）

注意:

本设备已经过测试，符合美国联邦通信委员会（FCC）规则第 15 部分中对 A 类数字设备的限制要求。这些限制能够为设备提供合理保护，免受有害干扰。 本设备产生、使用并可以辐射射频能量，如果不按照说明书安装和使用，可能会对无线电通信造成有害干扰。若在居民区使用本设备，很可能会造成有害干扰，在此情况下，用户须自行承担费用纠正干扰。

3.4 通风要求

本仪器通过风扇强制冷却。请确保进气和排气区域无阻塞并有自由流动的空气。为保证充分的通风，在工作台或机架中使用仪器时，请确保其两侧、上方、后面应留出至少 10 厘米的间隙。

注意

通风不良会引起仪器温度升高，进而引起仪器损坏。使用时应保持良好的通风，定期检查通风口和风扇。

3.5 工作环境

温度

运行时：0°C 至+40°C

非运行时： -20°C 至+60°C

湿度

- 运行时：

  +30°C 以下：≤95%相对湿度（无冷凝）

  +30°C 至+40°C：≤75%相对湿度（无冷凝）

- 非运行时：

  <+40°C：5% ~ 90%，无冷凝

  +40°C 至 +60°C：5% ~ 80%，无冷凝

警告

为避免仪器内部电路短路或发生电击的危险，请勿在潮湿环境下操作仪器。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

海拔高度

操作高度 2000 米（6561.68 英尺）以下

防静电等级

ESD ±8kV

安装（过电压）类别

本产品由符合安装（过电压）类别 II 的电源适配器供电。

警告

确保没有过电压（如由雷电造成的电压）到达该产品。否则操作人员可能有遭受电击的危险

安装（过电压）类别定义

安装（过电压）类别 I 是指信号电平，其适用于连接到源电路中的设备测量端子，其中已经采取措施，把瞬时电压限定在相应的低水平。

安装（过电压）类别 II 是指本地配电电平，其适用于连接到市电（交流电源）的设备。

污染程度

2 类

污染程度定义

- **污染度 1**：无污染，或仅发生干燥的非传导性污染。此污染级别没有影响。例如：清洁的房间或有空调控制的办公环境。
- **污染度 2**：一般只发生干燥的非传导性污染。有时可能发生由于冷凝而造成的暂时性传导。例如：一般室内环境。
- **污染度 3**：发生传导性污染，或干燥的非传导性污染由于冷凝而变为具有传导性。例如：有遮棚的室外环境。
- **污染度 4**：通过传导性的尘埃、雨水或雪产生永久的可导性污染。例如：户外场所。

安全级别

Class III 类产品

3.6 保养和清洁

保养

请勿将仪器放置在长时间受到日照的地方。

清洁

版权所有©普源精电科技股份有限公司

请根据使用情况定期对仪器进行清洁。方法如下：

1. 断开电源。
2. 用柔和的清洁剂或清水浸湿软布擦拭仪器外部，请注意不要将水或其他异物通过散热孔进入机箱内。清洁带有液晶显示屏的仪器时，请注意不要划伤液晶显示屏。

注意

请勿使任何腐蚀性的液体沾到仪器上，以免损坏仪器。

警告

重新通电之前，请确认仪器已经干透，避免因水分造成电气短路甚至人身伤害。

3.7 环境注意事项

以下符号表明本产品符合 WEEE Directive 2012/19/EU 所制定的要求。



本产品中包含的某些物质可能会对环境或人体健康有害，为避免将有害物质释放到环境中或危害人体健康，建议采用适当的方法回收本产品，以确保大部分材料可正确地重复使用或回收。有关处理或回收的信息，请与当地权威机构联系。

您可以点击 https://www.rigol.com/rigol/services/environmental-protection-statement.html 下载 RoHS&WEEE 认证文件的最新版本。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

4 快速入门

4.1 一般性检查

1. **检查运输包装**

   如运输包装已损坏，请保留被损坏的包装或防震材料，直到货物经过完全检查且仪器通过电性和机械测试。

   因运输造成仪器损坏，由发货方和承运方联系赔偿事宜。RIGOL 公司恕不进行免费维修或更换。

2. **检查整机**

   若存在机械损坏或缺失，或者仪器未通过电性和机械测试，请联系您的 RIGOL 经销商。

3. **检查随机附件**

   请根据装箱单检查随机附件，如有损坏或缺失，请联系您的 RIGOL 经销商。

建议校准间隔

RIGOL建议仪器的校准周期为18 个月。

4.2 产品简介

DNA 系列矢量网络分析仪提供频响、单端口、响应隔离、增强型响应、全双端口、电校准等多种校准方式，内设对数幅度、线性幅度、驻波、相位、群时延、Smith 圆图、极坐标等多种显示格式，外配 USB、LAN、HDMI 等多种标准接口，能精确测量微波网络的幅频特性、相频特性和群时延特性。 该产品可广泛应用于电子、通信、微波等领域，是工业和高校研发、批产过程中常备测试设备。

4.2.1 产品外观

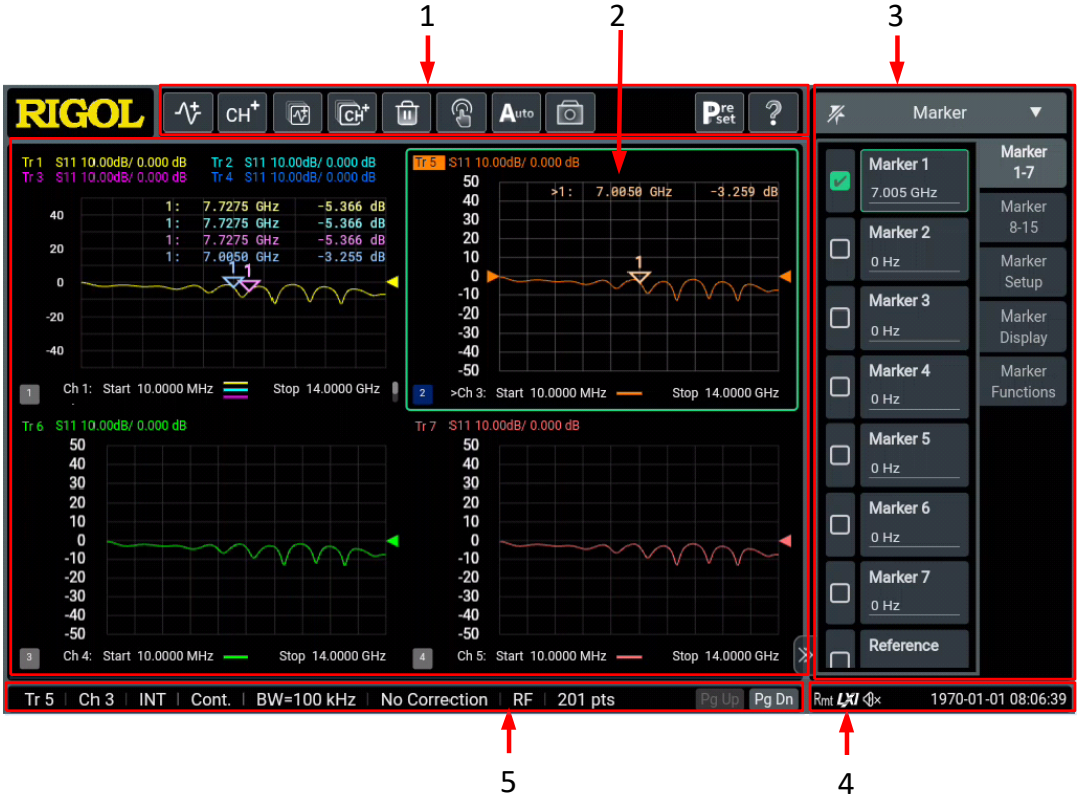
产品外观介绍包括产品前后面板的介绍，请参考产品对应的快速指南手册。

产品系列	快速指南
DNA6000 系列	《DNA6000 快速指南》
DNA5000 系列	《DNA5000 快速指南》
DNA6000-R 系列	《DNA6000-R 快速指南》
DNA800 系列	《DNA800 快速指南》

版权所有©普源精电科技股份有限公司

4.2.2 用户界面介绍

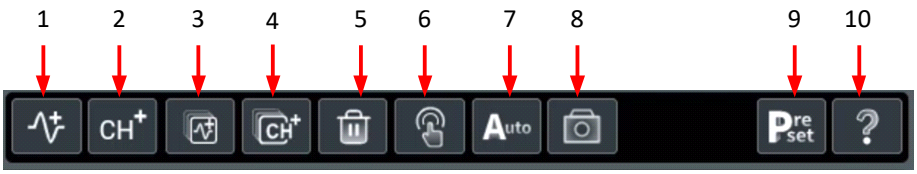
DNA 系列产品用户界面相似，本手册以 DNA6264 为例说明。



序号	描述
1	快捷键区域
2	窗口显示区域
3	功能菜单区域
4	系统通知区域
5	系统状态区域

4.2.2.1 快捷键区域

用户界面上方的快捷键区域的功能如下：



版权所有©普源精电科技股份有限公司

序号	描述
1	新增一个迹线（Trace）
2	新增一个通道（Channel）
3	新增一个窗口（Window）+ 迹线（Trace）
4	新增一个窗口（Window）+ 通道（Channel）
5	• 删除快捷键，默认删除激活迹线； • 若当前窗口为空窗口，则删除当前激活窗口； • 若当前工作表（Sheet）为空，则删除当前激活工作表 • 最后一个工作表不能删除。
6	手动触发快捷键
7	自动设置（Auto Scale）快捷键，将参数调整为显示信号的最佳状态
8	保存当前屏幕的截图
9	将系统设置恢复到预置设置状态，与前面板Preset按键功能相同
10	显示帮助文档

版权所有©普源精电科技股份有限公司

4.2.2.2 窗口显示区域



序号	描述
1	工作表（Sheet）标识。仅有一个工作表时不显示；点击标识可切换或重命名工作表。每个工作表可包含多个窗口。
2	• 窗口，用于显示迹线，横坐标与纵坐标含义与测量参数和格式有关。 • 一个Sheet默认最多显示4个窗口，当超过4个窗口时，可点击屏幕右下角的“上一页”和“下一页”按钮进行切换。支持设置一个Sheet最多显示窗口的数量（1/2/4/6/9）。 • 单击可选中某一窗口为激活状态；双击窗口区域可最大化窗口，再次双击恢复多窗口状态。 • 拖动窗口Y轴，可改变参考电平值
3	迹线，一系列测量数据点的集合，单击可选中某一迹线为激活状态
4	窗口编号（未选中状态）
5	通道编号
6	扫描范围的起始值

版权所有©普源精电科技股份有限公司

7	扫描范围的截止值
8	刻度值/参考电平 (与测量数据显示格式相关)
9	迹线的数据格式，图中 LogM 为对数幅度
10	迹线标题，默认显示为测量的S参数
11	迹线编号 (被选中状态)
12	通道包含的迹线标识，标识颜色与迹线颜色一致
13	窗口编号 (被选中状态)
14	迹线编号(未选中状态)

4.2.2.3 功能菜单区域

进入功能菜单，进行相关配置。



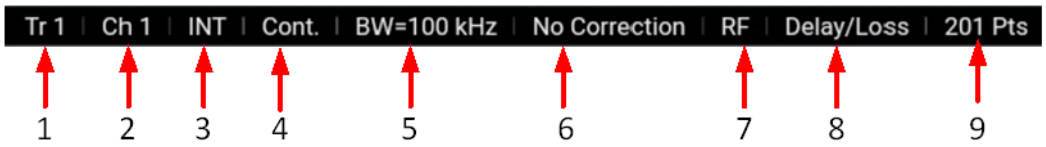
序号	描述
1	功能菜单名称，点击右侧下拉按钮可切换其他功能菜单
2	二级功能菜单(未被选中状态)
3	二级功能菜单 (被选中状态)

版权所有©普源精电科技股份有限公司

4	三级功能菜单，点击按钮中的<可显示下一级菜单
5	四级功能菜单
6	功能菜单的显示/隐藏按钮
7	功能菜单固定（锁定）按钮[1]。默认未锁定；锁定后菜单保持展开，不会自动关闭。

4.2.2.4 系统状态区域

用于展示当前系统的主要配置参数。



1. 当前被选中的迹线编号
2. 当前被选中的通道编号
3. 触发源，此处为内部触发，在触发功能菜单中可配置
4. 触发模式，此处为连续触发，在触发功能菜单中可配置
5. 中频带宽，在平均及带宽功能菜单中可设置
6. 校准状态，校准后显示校准类型，未校准时显示为 NO Correction
7. 内部激励源状态，表示所有通道的 RF 功率使能情况；关闭时图标显示为灰色
8. 端口延伸功能的开启状态，Delay 为时延补偿，Loss 为有损耗补偿，端口延伸功能关闭则不显示
9. 扫描点数，在扫描菜单中可以配置

4.2.2.5 系统通知区域

显示 LAN 接口连接图标、声音图标、远程控制图标和时间，点击此区域可打开辅助设置菜单。



序号	描述
1	远程控制图标：当使用 Web Control 远程控制仪器时，该区域显示 Rmt。

1 仅 DNA800 系列支持此功能。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

序号	描述
	LAN 接口连接图标：当成功连接 LAN 接口时，该区域显示 LXI。
	声音图标：点击 图标可以关闭声音。点击 图标可以打开声音。
	U 盘图标：当仪器检测到 U 盘时，该区域显示 。
	外部时钟图标：当使用外部10MHz 时钟信号时，该区域显示 Ext 。
2	日期：显示系统日期，系统日期可设置。
3	时间：显示系统时间，系统时间可设置。

4.3 使用前准备

4.3.1 连接电源

请参考产品对应的《快速指南手册》。

4.3.2 开机检查

- **开机**：
  - 正确连接电源后，按前面板左下角的电源键 即可启动设备。开机过程中仪器执行初始化过程和自检过程，自检结束后出现开机画面。
  - 点击“系统通知区”，在弹出的“系统”菜单中可设置 **基本设置** > **前电源开关** ，默认为“打开”，仪器在通电后直接开机。
- **关机**：
  - 按下电源键 ，在弹出的“确认关机？”提示框中点击 **确定** ，关闭仪器。
  - 连按两下电源键 关闭仪器。
  - 长按电源键 三秒关闭仪器。

4.3.3 设置系统语言

本产品支持多种系统语言，您可以点击屏幕右下角的系统通知区域，在弹出的“系统”菜单中选择 **基本设置** > **语言** 设置系统语言。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

4.4 基础操作

本章节对仪器的基础操作进行介绍。

4.4.1 鼠标/键盘/触摸屏操作规则

连接显示和控制设备[2]

可以通过外接显示设备和鼠标、键盘或通过 Web Control 远程控制两种方法进行控制。

鼠标操作规则

您可通过USB HOST接口将鼠标连接至本仪器（注意，仅支持鼠标左键操作；不支持滚轮及鼠标右键），执行以下操作：

1. 单击选择菜单及窗口。
2. 长按左键可拖动网格上的显示数据或窗口。
3. 在 Marker 功能下，鼠标只支持移动光标，不支持增加光标。

键盘操作规则

您可通过USB HOST接口将键盘连接至仪器，然后通过键盘快捷键代替仪器功能键执行相应操作。

触摸屏操作规则

本仪器前面板为多点触摸屏，支持如下手势操作。

- **触摸手势**：用单手指轻轻点碰屏幕上的图符或文字。
  - 触摸菜单及功能键，可进行功能设置。
  - 触摸输入框，会弹出虚拟键盘，进行参数设置。
  - 触摸窗口及其标签栏，对窗口进行相关操作。
- **拖动手势**：单手指按住目标并拖动。
  - 可以改变窗口或光标的位置。
  - 可以拖动菜单中的滑块控件，改变功能设置。

4.4.2 菜单操作

菜单功能键分为如下几种操作类型。

1 参数输入型



点击相应的菜单功能键，可直接使用数字键盘输入数字改变参数值。

2 DNA6000-R 系列矢量网络分析仪没有显示屏，只能通过外设进行功能设置和查看测量结果。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

2 参数选择型



点击相应的菜单功能键，弹出所有参数选项，选择参数后返回，会改变当前菜单功能键所带参数的选项。

3 状态切换



点击相应的菜单功能键，可切换菜单项的状态选项。

4 进入下一级菜单



点击相应的菜单功能键，弹出当前菜单的子菜单窗口。

5 直接执行此功能



点击相应的菜单功能键，执行一次对应的功能。

6 勾选使能（不带参数）



勾选菜单功能键前面的复选框，变绿为使能

7 勾选使能（带参数）



点击相应的菜单功能键，可直接使用弹出的键盘输入字符串改变参数值。

勾选菜单功能键前面的复选框，变绿为使能。

8 选中状态



点击相应的菜单功能键，出现绿色边框为选中状态。可通过此方式选中指定的光标、迹线、通道、窗口和工作表为激活状态。

提示：

上述菜单操作均可使用外接鼠标、触摸屏手势操作或通过Web Control远程控制来实现。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

4.4.3 参数设置

参数输入可通过前面板数字键盘、旋钮或方向键完成，也可以使用触摸屏或外接键盘、鼠标设置。可通过如下几种方式完成参数设置。

1. **使用前面板的数字键盘：**

   在选中输入框情况下，通过前面板的数字键盘，可完成参数设置。

2. **使用前面板的旋钮**

   在参数可编辑状态，旋转旋钮将以指定步进增大（顺时针）或减小（逆时针）参数。

3. **使用前面板的方向键**

   在参数可编辑状态下，方向键可用于按一定的步进递增或递减参数值。注意，上/下方向键和左/右方向键各自的步进不同。

4. **使用触摸屏**

   用手指点击触摸屏，选中输入框，通过手指弹出的虚拟键盘，完成参数设置。

5. **使用外接键盘**

   在选中输入框情况下，通过外接键盘，可完成参数设置。

6. **使用外接鼠标**

   用外接鼠标点击选中参数输入框，通过鼠标点击弹出的虚拟键盘，完成参数设置。

4.4.4 使用内置帮助系统

本系列矢量网络分析仪内置的帮助文档对于仪器功能及菜单都提供了相关帮助信息。

点击屏幕右上角的“?”快捷键，打开“帮助”文档，可以通过点击相应章节的链接，获得相应的帮助信息。

4.4.5 查看选件信息及选件安装

本系列矢量网络分析仪提供多种选件，以满足您的测量需求。如需使用选件功能，请首先根据本系列产品*《数据手册》*中提供的订货号订购相应选件，然后按照本节说明进行安装。此外，您还可以查看仪器当前已安装的选件以及激活新购买的选件。

1. **查看已安装选件**

   如果您的仪器当前安装了选件，执行以下操作可以在选件列表中查看当前已安装选件的选件名称和选件具体信息等。

   点击屏幕右下角的系统通知区域，弹出系统菜单。点击 **选件列表** 可查看已安装选件列表。

2. **安装选件**

   选件授权码（License，每台仪器对应一个）是一段长度固定的文本。选件授权文件是满足此特定

版权所有©普源精电科技股份有限公司

格式的文件，其文件扩展名为“.lic”。成功购买所需选件后，您将获得相应的密匙（用于获取选件授权码）。请按照如下步骤安装选件。

a. **获取选件授权码**

登录 **RIGOL** 官网（http://www.rigol.com）后，单击 **服务中心 > 产品授权码注册**，进入软件授权码注册界面；

在软件授权码注册界面中输入正确的密匙、仪器序列号（在仪器的系统菜单中，点击 **关于此设备** 键获取序列号）和验证码，点击 **生成** 按钮即可获取选件授权文件下载链接。

b. **安装选件**

可通过执行 SCPI 命令安装选件，具体操作请参考本系列产品*《编程手册》*；安装完成后，屏幕弹出“选件激活成功”提示。选件安装完成后，建议重启仪器。

提示：

- 选件安装过程中，严禁断电。
- 支持发送 SCPI 命令进行选件安装。不支持手动输入选件授权码安装选件。

4.5 基本测试流程

可参考以下流程进行测量：

1. **设置测量**

重置分析仪，创建测量配置，并调整显示。

a. 预设默认条件：可选择 出厂设置(Preset) 或 加载 用户自定义设置。
b. 创建 通道 和 测量迹线。
c. 选择 测量参数。
d. 设置 扫描类型。
e. 设置 频率范围。
f. 设置 功率电平。
g. 设置 扫描点数等其他参数。
h. 设置 触发。
i. 设置 数据格式。
j. 设置 刻度。
k. 自定义屏幕，包括 窗口设置 和 工作表设置。

2. **优化测量**

一项测量有许多相互关联的设置。您可以修改这些设置，以实现更快的处理速度或更高的测量精度。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

提高测量处理速度

- 实现快速 扫描。

  使用被测量设备所需的扫描频率范围

  使用测量所需的最少扫描点数。

  使用分段扫描：此功能支持仅关注需要频段的测量数据。

  使用自动扫描时间：使用此默认值，以便在当前设置下尽可能快地进行扫描。

- 关闭不必要的功能，包括： 测量迹线、 光标、 平滑、 限值测量 等。
- 通过局域网（LAN）使用 SCPI， 远程控制 VNA 进行自动化测量。

提高测量精度

- 增大动态范围
- 降低噪声，包括：开启 平均或平滑，降低 中频带宽（IFBW）。
- 通过设置 电延时、相位偏移 和 端口延伸 功能提高测量精度。

3. **执行测量校准**

   通过执行校准来减少测量误差。

   - 基本校准：选择 校准类型 和 校准件。可以在默认校准件中选取，或者加载自定义校准件进行校准。也可以加载校准集文件 调用校准数据，但需要使用与当前扫描配置相同的校准集文件。
   - 电子校准：也支持根据测试端口数量与类型选择相应的电子校准件进行校准 ad5e538
   - 高级校准功能： 端口延伸、 端口匹配、 端口阻抗转换 和双端口去嵌。

4. **分析数据**

   使用光标、数学运算和限值测试来分析测量结果。

   - 光标 功能可提供测量数据的数值读数、对特定值的搜索 功能，还能更改激励设置。每条迹线有 15 个常规光标和一个参考光标，可与差值光标配合使用。
   - 使用 数学/内存 功能，可以对激活迹线与内存迹线执行四种类型的数学运算。
   - 通过 限值测量 功能，将测量数据与自定义的条件进行比较。

5. **保存或加载数据**

   可 保存 和 加载 测量数据。包括：

   - 仪器状态和校准数据（*.csa、*.sta、*.cal）
   - 测量数据文件（*.snp、*.csv）

5 迹线

迹线(Trace)是一系列测量数据点，同一测量中的数据点具有相同的迹线编号，存储为一个迹线。

- 每个工作表最多支持 100 条迹线。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 1 个通道支持 16 个迹线。

迹线状态信息在每个窗口的顶部，高亮显示的迹线编号表示活动迹线，参考用户界面介绍 章节。

迹线设置会影响测量数据的呈现和数学运算。以下是迹线相关的设置项：

- 测量参数及参数转换
- 数据格式与显示刻度
- 平均、平滑
- 电延迟
- 相位偏移和幅度偏移
- 迹线的数学运算
- 光标
- 时域测量（TDA、DTF）

5.1 迹线 1-8/迹线 9-16

用于快速创建和选择迹线，点击迹线对应编号的按钮即可选择。取消勾选功能键前方的复选框，会直接删除该迹线。

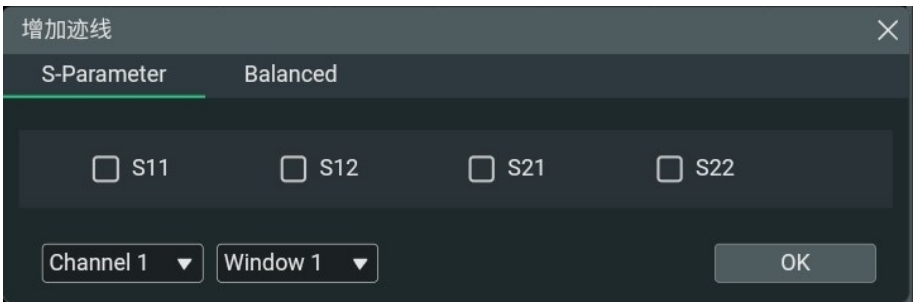
快速创建迹线

点击 **迹线 1-8** 和 **迹线 9-16** 菜单中的功能按钮，可快速创建迹线。当迹线存在时，对应迹线功能按钮前的方形标识变为绿色。

快速创建迹线时，迹线属于当前激活窗口，当前激活通道，默认测量S11参数。

新增迹线

点击 **新增迹线** 按钮，弹出“增加迹线”设置菜单。



在菜单中可选择迹线所属的窗口、通道和测量参数的迹线，如果选择的窗口和通道不存在，可以新增窗口和通道，并创建迹线。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

5.2 迹线设置

迹线设置功能菜单，支持增加、删除和选中迹线，并支持修改迹线标题和设置迹线保持。

选中迹线

选择一个迹线作为当前激活迹线。可通过点击本功能键或在“迹线 1-8 /迹线 9-16”功能菜单中选择迹线，也可以点击窗口左上角的目标迹线的标签，需先选中迹线为激活状态，在对其进行设置修改。

修改迹线标题

支持隐藏、显示和更改任意迹线的标题。

- 默认状态下，不勾选标题项，迹线标题默认为其测量的 S 参数。
- 勾选标题项，点击 **标题** 功能键，可修改迹线标题。

增加迹线

快速添加迹线，有如下选择：

- **新迹线**：快速在当前激活窗口（Active Window）创建迹线，新增迹线被添加到当前激活窗口的激活通道（Active Channel）中，新增迹线属性为默认值。
- **新迹线 + 通道**：在当前激活窗口创建一个新通道，并在该通道上创建一个新的迹线，迹线属性为默认值。
- **新迹线 + 窗口**：创建一个新窗口并在该窗口中，创建新迹线，新增迹线属于激活通道。
- **新迹线 + 通道 + 窗口**：创建一个新窗口并在该窗口中，创建一个新通道 ，在该通道上创建一个新迹线，迹线属性为默认值。
- **新迹线...**：弹出“增加迹线”设置菜单，参考新增迹线。

删除迹线

点击删除迹线，弹出菜单中包含当前所有迹线，点击迹线号即可删除指定迹线。

迹线保持

启用最大保持和最小保持模式时，可保持各激励值下最大/最小的响应值，帮助用户进行极值分析。

- **关闭**：默认关闭保持模式。
- **最大**：迹线将持续更新，如果新的响应值高于当前保持的值，那么该点的值将被更新为新的更高值。显示的迹线代表自启动该模式以来各个频率点的最大响应值。
- **最小**：迹线将持续更新，如果新的响应值低于当前保持的值，那么该点的值将被更新为新的更低值。显示的迹线代表自启动该模式以来各个频率点的最小响应值。
- **重新开始**：重置迹线数据，并重新开始当前选择的迹线保持类型的测量。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

6 通道

在通道菜单中，可对通道、窗口和工作表进行管理和功能配置。

通道在矢量网络分析仪中的作用：

1. 信号传输：每个通道负责将射频信号从测试端口发送到被测器件（DUT）并接收反射信号，以便进行测量和分析。
2. 独立性：每个通道是独立的，可以单独配置和控制，使得仪器可以同时进行多个不同的测量或对不同端口进行校准。
3. 测量灵活性：通过多个通道，支持同时测量不同端口之间的散射参数（S 参数），实现多端口网络的全面分析。
4. 校准和校正：每个通道可以进行独立的校准和校正，确保测量结果的准确性和可靠性。
5. 数据处理：每个通道负责接收和处理从被测器件返回的信号，进行数据采集、分析和显示。

6.1 通道 1-9

通道是指在矢量网络分析仪设备中用于测量和处理信号的独立通道或路径。每个通道通常包括一个发射端口和一个接收端口，用于发送和接收射频信号，并进行信号分析和测量。每个通道都有一个全局唯一的编号[3]。

通道设置决定了迹线数据的测量方式。分配给同一通道的所有迹线共享相同的通道设置。要修改通道设置，必须先选中该通道。

点击 **通道 1-9** 功能键，进入“ 通道 1-9”子菜单，显示1至9个通道功能按钮，如果功能按钮左侧的复选框为绿色，表示对应的通道已经存在，如果功能按钮有绿色边框，表示对应的通道为选中状态。默认通道1为选中通道。

- 如果当前通道不存在，点击对应通道功能按钮，可快捷创建此显示通道。如果当前通道已存在，点击对应通道功能按钮，可删除此通道。
- 删除通道后，此通道内的所有迹线也会全部删除。
- 每创建一条通道都会自动创建一条迹线 （默认 S11 logM），不存在 没有迹线的通道。
- 窗口中可以不包含任何通道和迹线，将通道和迹线全删除，相应的窗口并不会发生变化。

6.2 通道设置

选中通道

3 DNA800 系列最多支持 250 个独立通道，其他系列最多支持 500 个独立通道。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

点击 **选中通道** 功能键，弹出所有已经存在的通道，其中有绿色边框的选项为当前选中的通道， 可选择目标通道作为新的选中通道。如果选中某一迹线，那么此迹线属于的通道也为被选中的通道。

如果需要对某一通道的参数进行修改，需要先选中此通道。

添加通道

点击 **增加通道** 功能键，可进行如下选择：

- **新迹线 + 通道**：创建一个新的通道，并在此通道创建一条新的迹线，此迹线显示在当前的激活窗口中。
- **新迹线 + 通道 + 窗口** ：创建一个新的窗口和一个新的通道，并在此通道创建一条新的迹线，此迹线显示在新建窗口中。

新创建的窗口、通道和迹线，自动为被选中的状态。新创建的窗口、通道和迹线编号为未使用的序号最小的 ID。

删除通道

点击 **删除通道** 功能键，弹出的所有已存在通道，其中左边有绿点的表示当前选中的通道，选择点击其中一个通道将被直接删除。

删除指定通道，则此通道中的包含的所有迹线也会被全部删除。

如果删除的是当前被选中的通道，ID最小的通道成为新的选中通道。

6.3 窗口 1-9

窗口用于查看迹线，每个工作表最大支持 100 条迹线，当前标签页下所有窗口的迹线数之和不大于 100。本仪器支持创建 500 个窗口，每个窗口具有全局唯一编号 ID，显示在对应窗口的左下角。屏幕最多同时显示九个窗口，可通过点击屏幕右下角的 **下一页** 按钮查看更多窗口。

窗口管理

点击 **窗口 1-9** 功能键，进入“ 窗口 1-9”子菜单，显示1至9个窗口功能按钮，如果功能按钮左侧的复选框为绿色，表示对应的窗口已经存在，如果功能按钮有绿色边框，表示对应的窗口为选中状态。

- 如果当前窗口不存在，点击对应窗口功能按钮，可快捷创建此显示窗口。
- 如果当前窗口已存在，点击对应窗口功能按钮，可删除此窗口。
- 删除窗口后，此窗口内的所有迹线也会全部删除。如果这导致某个通道内的所有迹线被删除，这个通道也将一并删除。

窗口显示迹线信息

窗口最重要的功能之一就是显示迹线曲线。一个窗口中最多可容纳100条迹线，窗口包含所有迹线的信息显示在窗口上方，详细信息请参考“用户界面介绍” 章节。

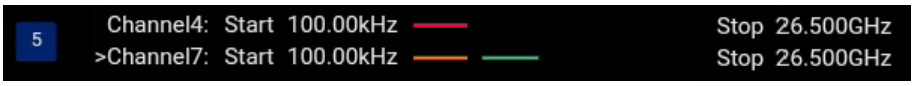
版权所有©普源精电科技股份有限公司



不限制迹线的格式，不同数据格式的迹线可显示在同一窗口中。由于不同迹线格式的横坐标（X轴）和纵坐标（Y轴）含义不同，纵坐标显示的刻度标签含义，为当前激活迹线的纵坐标。

窗口显示通道信息

窗口底部显示此窗口内所有迹线所在的所有通道的信息。



- **">"**表示当前被选中的激活通道，全局只有一个通道是被激活状态。
- Start、Stop 值的含义由通道的扫描类型决定，功率扫描时为功率值，频率扫描时为频率值。
- 当包含多个通道时，从上到下并列显示。
- Start 后面带颜色的横线代表此通道拥有的所有迹线，颜色与窗口显示的迹线相同。若通道包含有多条迹线，从左到右依次排列。

6.4 窗口设置

选中窗口

点击 **选中窗口** 功能键，弹出所有已经存在的窗口，其中有绿色边框的选项为当前选中激活状态窗口，可选择目标窗口作为新的激活窗口。

标题

点击“标题”项，可通过弹出键盘输入当前激活窗口的标题。

增加窗口

点击 **增加窗口** 功能键，可进行如下选择：

- **新窗口**：仅创建一个新窗口页面。
- **新迹线 + 窗口**：创建一个新窗口，并再在当前激活通道上创建一个新迹线，显示在此窗口中。
- **新迹线 + 通道 + 窗口**：创建一个新窗口，并创建新通道 ，在此通道上创建一个新迹线，显示在此窗口中。

新创建的窗口、通道和迹线，自动为激活状态。新创建的窗口、通道和迹线编号为系统自动分配未使用序号中的最小 ID。

删除窗口

点击 **删除窗口** 功能键弹出所有窗口选项，其中左边有绿点的表示当前选中激活状态的窗口，选择某个

版权所有©普源精电科技股份有限公司

窗口项后，可将其删除。

删除指定窗口，则此窗口中的包含的所有迹线也会被全部删除。如果这导致某个通道内的所有迹线被删除，则此通道也被一并删除。

如果删除的是被激活的窗口，当前所有窗口序号ID最小的窗口成为新的激活窗口。

6.5 工作表设置

工作表在仪器显示界面中表示为页面，仪器界面上可以包含多个工作表。仪器开机后默认只有一个工作表。当显示界面中有多个工作表时，会显示标签按钮，点击工作表对应的标签，用户可自由切换工作表。每个工作表可包含若干个窗口，详细信息请参考“用户界面介绍”章节。

选中工作表

有两种方法设置当前激活工作表：

- 点击 **选中工作表** 功能键，弹出当前存在的所有工作表，其中有绿框的选项为当前被选中的工作表，选择目标工作表使其切换为激活状态。
- 点击目标工作表上方的标签按钮，主界面会切换激活的工作表。

标题

点击“标题”项，可通过弹出键盘输入当前激活工作表的标题，并体现在此工作表的标签按钮上。

增加工作表

点击 **增加工作表** 功能键，可进行如下选择：

- **新工作表**：仅创建一个新工作表。
- **新迹线 + 工作表**：创建一个新工作表，并在其中创建一个新窗口。并再在当前激活通道上创建一个新迹线，显示在此窗口中。
- **新迹线 + 通道 + 工作表**：创建一个新工作表，并在其中创建一个新窗口。并创建新通道 ，在此通道上创建一个新迹线，显示在此窗口中。

新创建的工作表、窗口、通道和迹线，自动为激活状态。新创建的工作表、窗口、通道和迹线编号为系统自动分配未使用的序列号最小的 ID。

删除工作表

点击 **删除工作表** 功能键弹出所有工作表选项，其中左侧有绿点的为当前选中的工作表，选择某个工作表项后，可将其删除。

删除指定工作表，则此工作表中的包含的所有窗口，每个窗口内的所有迹线也会被全部删除。如果这导致某个通道内的所有迹线被删除，则此通道也被一并删除。

如果删除的是当前被激活的工作表，序列号最小的工作表将成为新的激活工作表。无法删除最后一个工

版权所有©普源精电科技股份有限公司

作表。

7 频率

频率功能菜单用于设置激励源的频率参数。

频率范围

频率范围是为进行设备测量而指定的频率跨度。仅当扫描类型为“线性频率扫描”和“对数频率扫描”时，可配置频率范围。配置生效后，起始频率(Start 频率值)，截止频率(Stop 频率值)会显示在窗口的正下方。

在 **频率** > **常用** 菜单中，可分别设置：起始频率(Start)，截止频率(Stop)， 中心频率(Center)和频率跨度(Span)，它们之间的存在耦合关系。改变其中一个，会导致其他参数一起变化。可以根据频率跨度计算频率步长(Step)。

- $f_{Center} = (f_{Start} + f_{Stop}) / 2$
- $f_{Span} = (f_{Stop} - f_{Start})$
- $f_{Step} = f_{Span} / (扫描点数 - 1)$

连续波频率

连续波频率和振幅都保持不变的电磁波，仅当扫描类型为“功率扫描”时功能可用。

连续波频率可设置的频率范围为5 kHz 至 仪器支持的最大频率F_{max}（详见DNA系列产品型号章节），默认为1 GHz。连续波频率配置生效后， “CW 频率值”会显示在窗口的正下方。

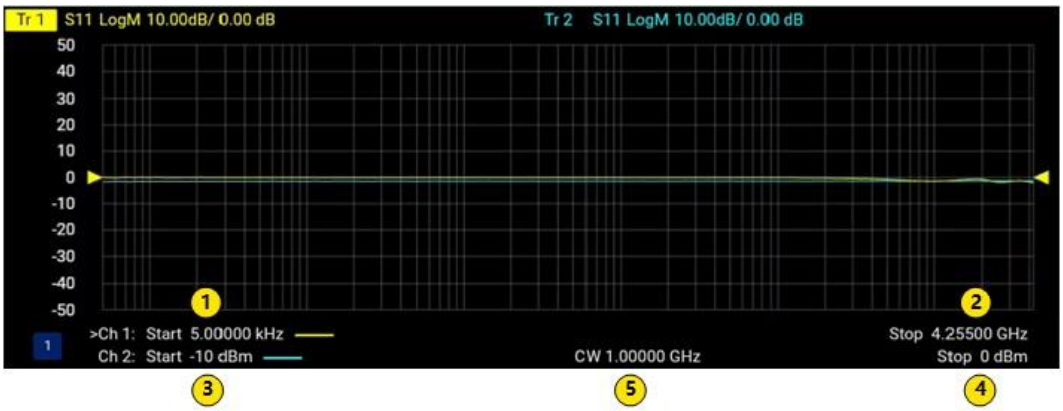
8 扫描

扫描功能是指对一系列指定激励值进行一系列连续数据点的测量。扫描功能的配置，对当前的通道生效，每个通道下的所有测量迹线共享相同的扫描参数。

8.1 常用设置

VNA 支持多种**扫描类型**，窗口下方或显示扫描的相关信息，如下图所示。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



线性频率扫描

X坐标轴是线性增长的频率值，全频段刻度保持等间隔 。线性频率扫描需设置扫描的起始频率、截止频率和扫描点数。

- **起始频率**：为 X 轴的起点，在窗口下方的 Start 标识后面显示，如上图中①所示。本功能键与 **频率** > **常用** > **起始频率** 功能键的作用相同，在任意一处进行配置都生效。
- **截止频率**：为 X 轴的终点，在窗口下方的 Stop 标识后面显示，如上图中②所示。本功能键与 **频率** > **常用** > **截止频率** 功能键的作用相同，在任意一处进行配置都生效。

对数频率扫描

X坐标轴是对数增长的频率值，对数扫描下横坐标频率刻度为对数刻度，以便观察更加宽的频率范围，全频段刻度间隔不均匀，呈周期性变化 。通常比线性频率扫描慢。

对数频率扫描也需设置扫描的起始频率、截止频率和扫描点数，配置和显示方式与“线性频率扫描”相同。

功率扫描

功率扫描是在一个固定不变的频率状态下，按离散步长增加或减小源功率。 X坐标轴是线性增长的功率值。

- 功率扫描需设置扫描的端口起始功率、端口截止功率和扫描点数。其中起始功率和截止功率，分别为 X 轴的起点和终点，在窗口下方的 Start 和 Stop 标识后面显示，如下图中③和④所示。
- 通过**功率** > **常用** > **CW 频率** 设置扫描信号的固定频率值。在窗口下方的 CW 标识后面显示，如下图中⑤所示。
- 功率扫描针对速度进行了优化，配置 **扫描** > **时间控制** > **扫描驻留时间**，让信号源有更多时间稳定，有助于获得较高的测量精度。
- 其中 **端口起始功率** 和 **端口截止功率** 功能键的作用与 **功率** > **常用** 菜单中的 **起始功率** 和 **截止功率** 功能键作用相同，在任意一处进行配置都生效。

分段扫描

版权所有©普源精电科技股份有限公司

分段扫描是指用户定义一个或多个频率范围（称为分段）。对于每个段，可以定义独立的功率电平、IF带宽、每个端口的IF带宽、扫描时间、扫描延迟时间和停留时间。 所有段均按顺序扫描，就像在一次扫描的操作中进行扫描一样。

X坐标轴是线性增长的频率值，窗口坐标的显示方式与“线性频率扫描”相同。分段扫描的具体配置方法请参考分段控制 章节。

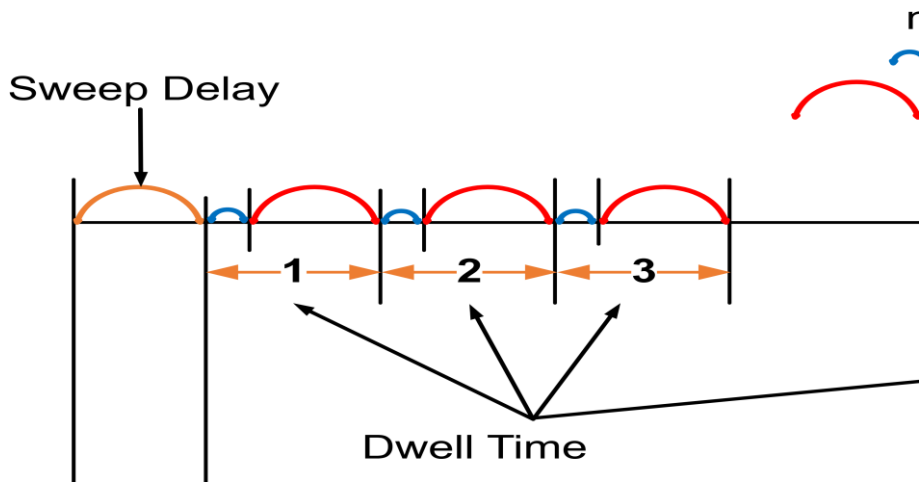
扫描点数

扫描点数是单次扫描中采集的数据项的数目，可配置扫描点数为1至100001，默认扫描点数为201个点。

- 当扫描类型为“分段扫描”时，不能设置扫描点数。
- 修改扫描点数，按照通道号顺序重新扫描所有通道。
- 要实现最佳的迹线分辨率，请使用最大数量的数据点。但扫描时间随着点数的变化而成比例地增加，为了更快的处理速度，使用可接受分辨率的最少数据点数量。
- 为确保准确的测量校准，请保持校准使用的点数与测试使用的点数相同。

8.2 时间控制

下图给出了扫描时间、扫描延迟时间和扫描驻留时间之间的关系。图中的 Point Delay 代表驻留时间。



扫描时间

扫描时间是指矢量网络分析仪完成一次扫描采集测量数据所需的时间。

扫描时间包含扫描驻留时间，但不包含扫描延迟时间

自动扫描时间

- **自动（默认值）**：自动调整扫描时间，扫描驻留时间固定为 0s。如配置扫描驻留时间不为 0，则自动开启手动扫描模式。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- **手动**：可手动配置扫描时间和扫描驻留时间。当配置扫描驻留时间为 0，则自动切换到自动扫描模式。

扫描驻留时间

驻留时间指矢量网络分析仪在每个频率点或测量点上的停留时间，用于完成信号激励、响应采集及数据处理。最长停留时间为 20 秒。

增加扫描驻留时间会使扫描变慢，但在测试电长设备时更精确。

扫描延迟时间

扫描延迟时间指每次扫描开始之前等待的时间，默认0s，可配置范围0至20s。此延迟时间不包括：每个点的扫描驻留时间和外部触发延迟时间。

扫描顺序

- **标准**：默认标准模式，依次扫描每个信号源端口的所有数据点。以两端口仪器为例，先依次完成以端口 1 为源端口的 S11/S21 测量迹线上所有频点的扫描，再依次完成以端口 2 为源端口的 S12/S22 测量迹线上所有频点的扫描。
- **点**：对每个频点的所有 S 参数都完成扫描测量之后，再进行下个频点的 S 参数扫描。(即完成有该测量频点的所有迹线的扫描，再进行下个频点的所有迹线扫描。)点扫描通常会使扫描变慢，仅在极少数情况下有用。

8.3 分段控制

选择分段扫描类型，需要配置分段控制。每个通道最多支持 32 个分段，本仪器最多支持 4096 个段。

添加段

在最后一个扫描频段后面追加扫描段，同时在分段表格的底部增加一行显示此新增扫描段。

- 新增加扫描段的起始频率值为前一扫描段的终止频率值。
- 添加段不会改变当前的激活扫描段。

插入段

在选定扫描段之前添加一个新的扫描段，同时在分段表格的被选段上面增加一行显示此新增扫描段。

- 新增加的段，默认：起始频率= 前一段的终止频率；终止 = 后一段的起始频率。
- 插入完成后，新插入的扫描段为当前被选中的激活扫描段。

删除段

删除选定的段，如果当前只有一个段，删除此段后，扫描类型自动变为线性频率扫描。

删除所有段

删除整个扫描段表中的所有段。删除所有分段后，扫描类型自动变为线性频率扫描。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

段表配置

扫描分段表和段表配置信息如下图所示。



扫描分段表默认显示：表段的编号（#）、表段的使能状态（State）、起始频率（Start）、截止频率（Stop）和扫描点数（Point）。通过勾选段表配置项，可在表段中增加勾选的项目，其中“中频带宽”和 “各端口的中频带宽”互斥，只能选其一。

可点击表中各扫描段项目，可通过弹出的键盘或选项菜单，进行具体配置。配置应遵循如下限制：

- 不同分段的频率范围不可重叠，每个分段的起始频率必须高于前一个段的终止频率。
- 当修改某一分段的起始频率小于前一个段的终止频率时，会提示，并修改前一个段的起始和终止频率为本段的起始频率。
- 至少有一个扫描段必须使能，否则扫描类型会自动设置为线性频率扫描。
- 最大支持 32 个扫描分段。
- 分段扫描时，一次扫描中所有分段扫描的总数据点不能超过每条迹线的最大数据点数量。
- 各分段按照频率在扫描段表中由低到高顺序排列。

显示段表

控制是否在窗口下方中显示扫描分段表。

- **自动**：（默认值）
  - 当选择 **扫描** > **分段控制** 按键时，在当前激活窗口下方显示段表。
  - 当未选择 **扫描** > **分段控制** 按键时，在当前激活窗口下方不显示段表。
- **显示**：

  在当前激活窗口下方始终显示当前激活通道的段表。
- **关闭**：在当前激活窗口下方不显示段表。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

9 测量

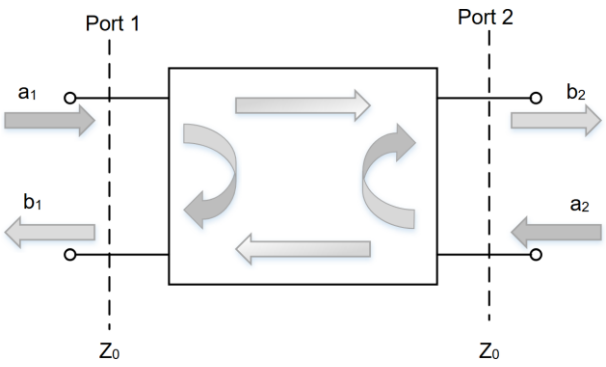
测量菜单用于设置迹线的测量参数。

9.1 S 参数

S 参数用于描述信号经过阻抗不连续处的透射信号和反射信号的程度，S 参数是一个相对参数，定义为两个复数电压之比，包含了相关信号的幅度和相位信息。

- 响应端口：矢量网络分析仪的接收端口，发射信号经过待测设备后进入该端口。
- 激励端口：矢量网络分析仪的发射端口，输出信号提供给待测设备。

对于两端口矢量网络分析仪，共有四个 S 参数（S11，S21，S12，S22），每个 S 参数的具体含义如下图。



当信号源接入端口1时，测量称为正向测量。 当信号源接入端口2时，测量称为反向测量。分析仪会自动切换源和接收机，以进行正向或反向测量。因此，分析仪只需一次连接，就能测量二端口器件的全部四个S 参数。

- S11 – 正向反射（端口 1 反射） $\boldsymbol{S11} = \frac{\boldsymbol{b_1}}{\boldsymbol{a_1}}|_{\boldsymbol{a_2=0}}$
- S21 – 正向传输（1→2 前向传输） $\boldsymbol{S21} = \frac{\boldsymbol{b_2}}{\boldsymbol{a_1}}|_{\boldsymbol{a_2=0}}$
- S12 - 反向传输（2→1 反向传输） $\boldsymbol{S12} = \frac{\boldsymbol{b_1}}{\boldsymbol{a_2}}|_{\boldsymbol{a_1=0}}$
- S22 - 反向反射（端口 2 反射） $\boldsymbol{S22} = \frac{\boldsymbol{b_2}}{\boldsymbol{a_2}}|_{\boldsymbol{a_1=0}}$

点击对应的S参数功能键，可以为当前激活的迹线设置对应的测量参数。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

表 9.1 用 S 参数进行的常见测量

测量类型	测量参数
反射测量	回波损耗 驻波比（SWR） 反射系数 输入阻抗 S11，S22
传输测量	插入损耗 传输系数 增益/损耗 群延迟 线性相位偏差 电延迟 S21，S12

9.2 平衡 S 参数

平衡 S 参数是一种专门用于精确表征差分（平衡）系统与单端系统之间信号行为的测量方法。它不仅能描述信号在不同端口间的传输与反射特性，还能揭示差分模式与共模模式之间的相互转换。

支持三种基本信号模式的组合分析：单端（s）、差分（d）和共模（c）。通过合理配置被测器件（DUT）的端口拓扑结构及其与仪器物理端口的映射关系，用户可直接获取各类模式下的 S 参数、平衡端口的不平衡度，以及关键指标如共模抑制比（CMRR）。

端口类型

- **单端端口（SE）**：

  由 1 条信号线与 1 条地线组成，以地线为参考基准传输信号，是最基础的端口类型，对应参考阻抗通常为 50Ω。点是结构简单，缺点是抗干扰能力弱，适用于低速、短距离信号传输。

- **平衡端口（BAL）**：

  由 2 条相位相反、幅值相等的信号线（正线 / 负线）组成，无需依赖地线，通过差分信号传输抵消外部干扰。对应参考阻抗通常为 100Ω（差分模式）或 25Ω（共模模式），是高速、远距离传输的核心端口形式。

信号模式

- **差分模式**：有效信号模式，定义为两条信号线的信号差值（A-B），是平衡传输的核心有用信号，具

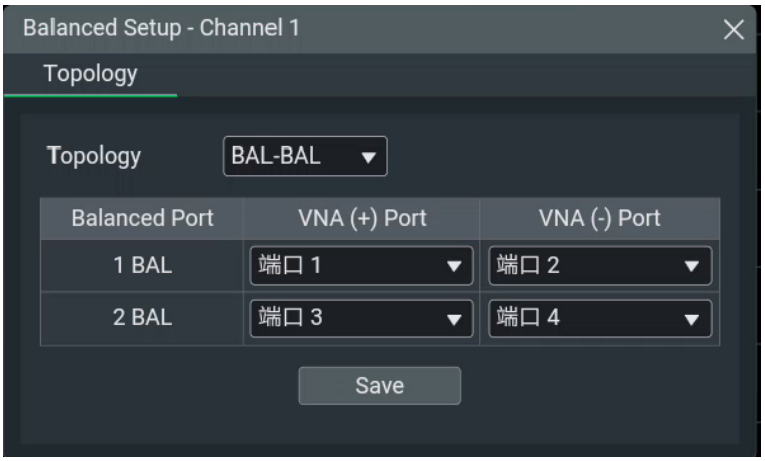
版权所有©普源精电科技股份有限公司

有天然抗干扰特性。

- **共模模式**：干扰信号模式，定义为两条信号线的信号平均值（(A+B)/2），主要由外界电磁干扰、器件结构不对称等因素产生，理想情况下应被器件强烈抑制。
- **混合模式**：实际应用中，平衡端口的信号多为差分模式与共模模式的混合体，平衡 S 参数可量化两种模式的占比及相互转换关系。

功能配置

选择 **测量** > **平衡** > **拓扑**，打开配置窗口。



1. 选择拓扑模型
2. 根据实际的 DUT 硬件连接，配置端口
3. 点击保存配置，菜单中出现常用的不平衡 S 参数，在更多参数菜单中可以看到全部不平衡 S 参数
4. 选中当前迹线后，可为此迹线设置需要测量的不平衡 S 参数

9.2.1 平衡 S 参数介绍[4]

平衡 S 参数表示法：Sabxy，其中：

- a：设备输出模式（d=差分、c=共模、s=单端）
- b：设备输入模式（d=差分、c=共模、s=单端）
- x：设备输出逻辑端口号
- y：设备输入逻辑端口号

例如：

4 两端口型号仪器，仅支持 Sdd11、Scc11、Sdc11 和 Scd11。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

Ssc21表示 “输入逻辑端口1（共模平衡端口）→输出逻辑端口2（单端端口）”的传输参数;

Sdd21表示 “输入逻辑端口1（差分平衡端口）→输出逻辑端口2（差分平衡端口）”的差分传输参数

平衡 S 参数计算公式

平衡 S 参数基于单端 S 参数线性组合计算，计算公式如下:

表 9.2 反射参数（x = y）

参数	含义	公式
Sdd11	端口 1 差分模式反射	$0.5\times(S_{11} - S_{12} - S_{21} + S_{22})$
Scc11	端口 1 共模模式反射	$0.5\times(S_{11} + S_{12} + S_{21} + S_{22})$
Sdc11	端口 1 共模→差分 模式转换反射	$0.5\times(S_{11} + S_{12} - S_{21} - S_{22})$
Scd11	端口 1 差分→共模 模式转换反射	$0.5\times(S_{11} - S_{12} + S_{21} - S_{22})$
Sdd22	端口 2 差分模式反射	$0.5\times(S_{33} - S_{34} - S_{43} + S_{44})$
Scc22	端口 2 共模模式反射	$0.5\times(S_{33} + S_{34} + S_{43} + S_{44})$
Sdc22	端口 2 共模→差分 模式转换反射	$0.5\times(S_{33} + S_{34} - S_{43} - S_{44})$
Scd22	端口 2 差分→共模 模式转换反射	$0.5\times(S_{33} - S_{34} + S_{43} - S_{44})$
Sss11	端口 1（单端→单端）反射	S_{11}
Sss22	端口 2（单端→单端）反射	S_{22}
Sss33	端口 3（单端→单端）反射	S_{33}
Sss44	端口 4（单端→单端）反射	S_{44}

表 9.3 平衡端口间传输（BAL1 ⇄ BAL2）

参数	含义	公式
Sdd12	端口 1 差分 → 端口 2 差分 传输	$0.5\times(S_{13} - S_{14} - S_{23} + S_{24})$
Sdd21	端口 2 差分 → 端口 1 差分 传输	$0.5\times(S_{31} - S_{32} - S_{41} + S_{42})$
Scc12	端口 1 共模 → 端口 2 共模 传输	$0.5\times(S_{13} + S_{14} + S_{23} + S_{24})$
Scc21	端口 2 共模 → 端口 1 共模 传输	$0.5\times(S_{31} + S_{32} + S_{41} + S_{42})$
Sdc12	端口 2 共模 → 端口 1 差分 传输	$0.5\times(S_{13} + S_{14} - S_{23} - S_{24})$
Sdc21	端口 1 共模 → 端口 2 差分 传输	$0.5\times(S_{31} + S_{32} - S_{41} - S_{42})$
Scd12	端口 2 差分 → 端口 1 共模 传输	$0.5\times(S_{13} - S_{14} + S_{23} - S_{24})$
Scd21	端口 1 差分 → 端口 2 共模 传输	$0.5\times(S_{31} - S_{32} + S_{41} - S_{42})$

表 9.4 差分 ⇄ 单端 交叉项（ds：差分输出 / sd：单端输出）

参数	公式	参数	公式
Sds11	$(S_{11} - S_{21})/\sqrt{2}$	Ssd11	$(S_{11} - S_{12})/\sqrt{2}$

版权所有©普源精电科技股份有限公司

Sds21	$(S_{31} - S_{41})/\sqrt{2}$	Ssd21	$(S_{31} - S_{32})/\sqrt{2}$
Sds12	$(S_{12} - S_{22})/\sqrt{2}$	Ssd12	$(S_{13} - S_{14})/\sqrt{2}$
Sds22	$(S_{32} - S_{42})/\sqrt{2}$	Ssd22	$(S_{33} - S_{34})/\sqrt{2}$
Sds13	$(S_{13} - S_{23})/\sqrt{2}$	Ssd13	$(S_{21} - S_{22})/\sqrt{2}$
Sds23	$(S_{33} - S_{43})/\sqrt{2}$	Ssd23	$(S_{23} - S_{24})/\sqrt{2}$
Sds14	$(S_{14} - S_{24})/\sqrt{2}$	Ssd14	$(S_{41} - S_{42})/\sqrt{2}$
Sds24	$(S_{34} - S_{44})/\sqrt{2}$	Ssd24	$(S_{43} - S_{44})/\sqrt{2}$

表 9.5 共模 ⇄ 单端 交叉项（cs：共模输出 / sc：单端输出）

参数	公式	参数	公式
Scs11	$(S_{11} + S_{21})/\sqrt{2}$	Ssc11	$(S_{11} + S_{12})/\sqrt{2}$
Scs21	$(S_{31} + S_{41})/\sqrt{2}$	Ssc21	$(S_{31} + S_{32})/\sqrt{2}$
Scs12	$(S_{12} + S_{22})/\sqrt{2}$	Ssc12	$(S_{13} + S_{14})/\sqrt{2}$
Scs22	$(S_{32} + S_{42})/\sqrt{2}$	Ssc22	$(S_{33} + S_{34})/\sqrt{2}$
Scs13	$(S_{13} + S_{23})/\sqrt{2}$	Ssc13	$(S_{21} + S_{22})/\sqrt{2}$
Scs23	$(S_{33} + S_{43})/\sqrt{2}$	Ssc23	$(S_{23} + S_{24})/\sqrt{2}$
Scs14	$(S_{14} + S_{24})/\sqrt{2}$	Ssc14	$(S_{41} + S_{42})/\sqrt{2}$
Scs24	$(S_{34} + S_{44})/\sqrt{2}$	Ssc24	$(S_{43} + S_{44})/\sqrt{2}$

9.2.2 拓扑结构

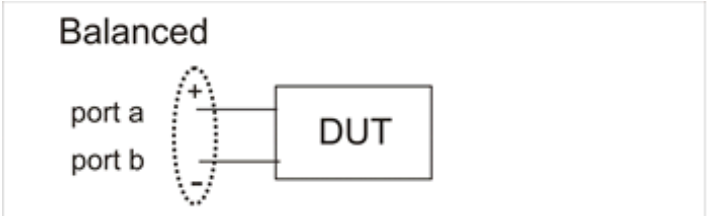
2 端口仪器仅支持 BAL 拓扑，其他类型拓扑需四端口及以上仪器，物理端口不可重复映射（否则配置无效）。拓扑设置为通道级别。

根据拓扑要求关联逻辑端口与端口，物理端口映射规则如下：

- 单端逻辑端口（SE, Single-ended）：映射 1 个物理端口
- 平衡逻辑端口（BAL, Balance）：映射 2 个不重复的物理端口（区分正线 / 负线）
- 禁止物理端口重复映射，否则配置无效

BAL（单平衡端口器件）

仅含1个平衡端口，仅支持反射特性测量，无传输类参数。



- **端口映射：**

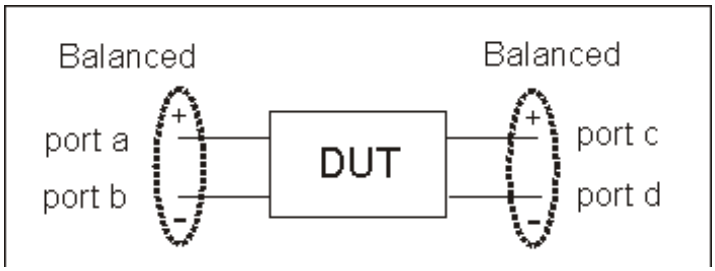
  物理端口 Port a(+)和 Port b(-)，映射为一个平衡逻辑端口 BAL1

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- **测量参数：**Sdd11、Scc11、Sdc11、Scd11 （反射类）

BAL-BAL（平衡 - 平衡器件）

输入、输出均为平衡端口，支持完整的反射、传输及模式转换测量。



- **端口映射：**

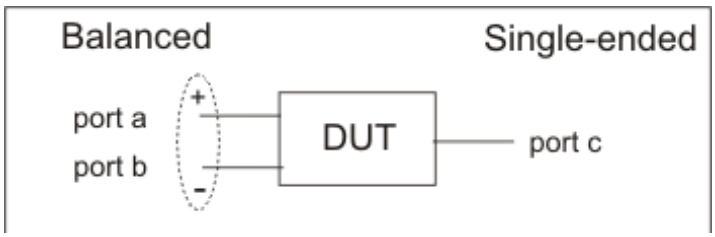
  物理端口 Port a(+)和 Port b(-)，映射为一个平衡逻辑端口 BAL1（输入）

  物理端口 Port c(+)和 Port d(-)，映射为一个平衡逻辑端口 BAL2（输出）

- 测量参数：
  - 反射类：Sdd11、Sdd22、Scc11、Scc22、Sdc11、Sdc22、Scd11、Scd22
  - 传输类：Sdd21、Sdd12、Scc21、Scc12、Sdc21、Sdc12、Scd21、Scd12
  - 不平衡度/共模抑制比：Imbal1、Imbal2、CMRR

BAL-SE（平衡 - 单端器件）

输入为平衡端口，输出为单端端口，支持平衡→单端转换相关测量。



- **端口映射：**

  物理端口 Port a(+)和 Port b(-)，映射为一个平衡逻辑端口 BAL1（输入）

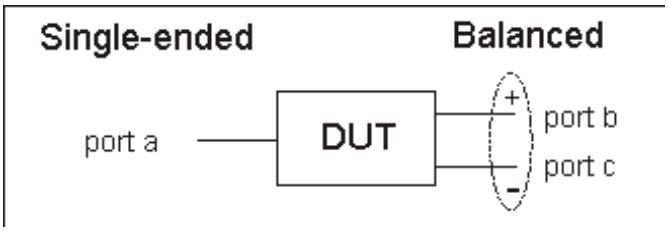
  物理端口 Port c，映射为一个单端逻辑端口 SE2（输出）

- 测量参数：
  - 反射类：Sdd11、Scc11、Sss22
  - 传输类：Sds12、Scs12、Ssd21、Ssc21
  - 不平衡度/共模抑制比：Imbal、CMRR1、CMRR2

版权所有©普源精电科技股份有限公司

SE-BAL（单端 - 平衡器件）

输入为单端端口，输出为平衡端口（默认拓扑），支持单端→平衡转换相关测量。



- **端口映射：**

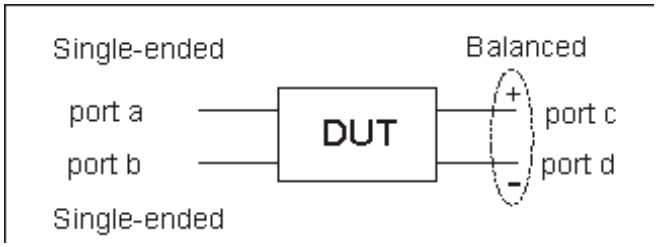
  物理端口 Port a，映射为一个单端逻辑端口 SE1（输入）

  物理端口 Port b(+)和 Port c(-)，映射为一个平衡逻辑端口 BAL2（输入）

- 测量参数：
  - 反射类：Sss11、Sdd22、Scc22、Sdc22、Scd22
  - 传输类：Ssd12、Ssc12、Sds21、Scs21
  - 不平衡度/共模抑制比：Imbal、CMRR1、CMRR2

SE-SE-BAL（单端 - 单端 - 平衡器件）

输入为2个独立单端端口，输出为1个平衡端口，支持双单端→平衡合成测量。



- **端口映射：**

  物理端口 Port a，映射为一个单端逻辑端口 SE1（输入）

  物理端口 Port b，映射为一个单端逻辑端口 SE2（输入）

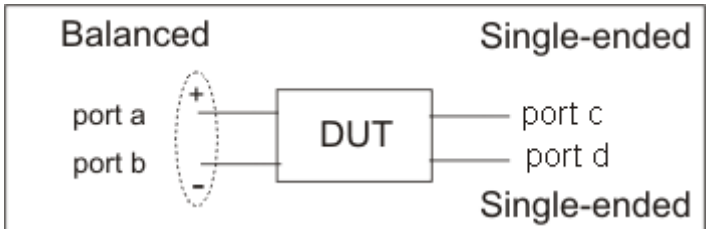
  物理端口 Port c(+)和 Port d(-)，映射为一个平衡逻辑端口 BAL3（输出）

- 测量参数：
  - 反射类：Sss11、Sss22、Sdd33、Scc33、Sdc33、Scd33
  - 传输类：Ssd13、Ssd23、Ssc13、Ssc23、Sds31、Sds32、Scs31、Scs32
  - 不平衡度/共模抑制比：Imbal1、Imbal2、CMRR1、CMRR2

版权所有©普源精电科技股份有限公司

拓扑 BAL-SE-SE（平衡 - 单端 - 单端器件）

输入为1个平衡端口，输出为2个独立单端端口，支持平衡→双单端拆分测量。



- **端口映射：**

  物理端口 Port a(+)和 Port b(-)，映射为一个平衡逻辑端口 BAL1（输入）

  物理端口 Port c，映射为一个单端逻辑端口 SE2（输出）

  物理端口 Port d，映射为一个单端逻辑端口 SE3（输出）

- 测量参数：
  - 反射类：Sdd11、Scc11、Sdc11、Scd11、Sss22、Sss33
  - 传输类：Sds12、Sds13、Scs12、Scs13、Ssd21、Ssd31、Ssc21、Ssc31
  - 不平衡度/共模抑制比：Imbal1、Imbal2、CMRR1、CMRR2

9.2.3 不平衡度/共模抑制比[5]

平衡端口的不平衡度

平衡端口的不平衡度（Imbalance，简称 Imba）是衡量构成平衡端口的两个物理端口匹配程度的指标。可从增益、相位、系统性能三个维度来分析Imba

- **差模增益与共模增益**

  差模增益描述平衡端口在差分模式（A-B）激励下的信号响应，共模增益描述平衡端口在共模模式（(A+B)/2）激励下的信号响应。理想的平衡端口应该具有高差模增益和低共模增益。

- **相位不平衡**

  衡量两个物理端口之间的相位差异。理想情况下，两个端口的相位应该完全相反（180 度相位差）。

- **共模抑制比（CMRR）**

  CMRR 是平衡端口差分模式与共模模式传输特性的比值，CMRR 值越高表示对应的平衡端口不平衡度低（端口匹配性好）；反之不平衡度高（端口失配严重）。

Imba 的计算与被测件（DUT）的平衡拓扑结构强相关，仅适用于 4 端口及以上的矢网测量设备。

5 仅四端口仪器支持。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

表 9.6 不平衡度

拓扑结构	公式	说明
BAL	Imbal = Sba/ Sbb	• a、b 为同一平衡端口的两个物理端口 • Sba = b→a 的单端传输参数 • Sbb = b→b 的单端反射参数 • 同一平衡端口两物理通道的传输 / 反射比值
BAL-SE	Imbal = Sca / Scb	• c 为单端逻辑端口 • a、b 为平衡端口的两个物理端口 • Sca = c→a 的单端传输参数 • Scb = c→b 的单端传输参数
SE-BAL	Imbal = Sba/ Sca	• a 为单端逻辑端口 • b、c 为平衡端口的两个物理端口 • Sba = b→a 的单端传输参数 • Sca = c→a 的单端传输参数
BAL-BAL	Imbal1 = (Sac−Sad) / (Sbc−Sbd) Imbal2 = (Sca−Scb) / (Sda−Sdb)	• a/b 为平衡端口 1 的物理端口 • c/d 为平衡端口 2 的物理端口 • Imbal1 为平衡端口 1→平衡端口 2 的传输路径 • Imbal2 为平衡端口 2→平衡端口 1 的传输路径
SE-SE-BAL	与 BAL-BAL 相同	• a/b 为两个单端逻辑端口 • c/d 为平衡端口的两个物理端口 • 对应单端→平衡端口间的传输路径
BAL-SE-SE	与 BAL-BAL 相同	• a/b 为平衡端口的两个物理端口 • c/d 为两个单端逻辑端口 • 对应平衡→单端端口间的传输路径

共模抑制比

共模抑制比（Common Mode Rejection Ratio，简称 CMRR）是平衡端口差分模式（d）传输特性与共模模式（c）传输特性的比值。CMRR反映设备对共模信号的抑制能力：比值越高，代表差分设备对共模

版权所有©普源精电科技股份有限公司

模式的抑制效果越强，仅能有效传输差分信号；反之则共模抑制能力弱，易受共模噪声干扰。

CMRR与平衡 S 参数且和被测件（DUT）的平衡拓扑结构强相关。

拓扑	CMMR 公式	公式说明
BAL	无	仅存在端口反射特性，无差分 / 共模信号传输，无法计算 CMRR
BAL-BAL	CMRR = Scc21 / Sdd21	Sdd21 为差分模式下的传输类平衡 S 参数，Scc21 为共模模式下的同路径传输类平衡 S 参数，为核心差分 - 共模传输比值
BAL-SE	CMRR1 = Ssc21 / Ssd21 CMRR2 = Scs12 / Sds12	分别对应平衡端口与单端端口之间的双向传输路径，均为同路径的差分模式 / 共模模式传输类平衡 S 参数比值
SE-BAL	CMRR1 = Scs21 / Sds21 CMRR2 = Ssc12 / Ssd12	分别对应单端端口与平衡端口之间的双向传输路径的 CMRR
BAL-SE-SE	CMRR1 = Scs12 / Sds12 CMRR2 = Scs13 / Sds13	分别对应平衡端口与两个单端端口的独立传输路径的 CMRR
SE-SE-BAL	CMRR1 = Scs31 / Sds31 CMRR2 = Scs32 / Sds32	分别对应两个单端端口与平衡端口的独立传输路径的 CMRR

9.3 测量设置

参数转换

请参考 **数学运算** > **分析** 菜单中参数转换 功能的介绍。在任意一个功能菜单中修改参数转换设置，另一处也会同步生效。

校正

请参考 **校准** > **常用** 菜单中校正/校正属性 功能的介绍。在任意一个功能菜单中修改校正状态，另一处也会同步生效。

迹线保持

请参考 **迹线** > **迹线设置**菜单中迹线保持 功能的介绍。在任意一个功能菜单中修改迹线保持设置，另一处也会同步生效。

9.4 TDR 测量（选件）

仅 DNA6000、DNA6000-R 和 DNA5000 系列产品支持此选件。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

ETDR（Enhanced Time Domain Reflectometry，增强型时域反射测量）是一种通过模拟向 DUT 发送阶跃或脉冲激励信号，并观察反射/透射波形来分析 DUT 电气特性的技术。

在高速数字信号完整性领域，ETDR 可以直观地揭示 PCB 走线、连接器、封装及互联网络中的阻抗不连续点、时延、损耗及寄生效应，是信号完整性分析的核心工具之一。

ETDR 功能支持单端/差分多端口配置，可同时输出时域反射/透射波形、S 参数频域响应及眼图分析结果，实现一次测量、多维度表征。

ETDR 主要用于高速数字系统的信号完整性分析，典型应用场景与测试要点如下：

应用场景	主要测量目标	典型 DUT
PCB 走线完整性	特征阻抗、时延、过冲	高速 PCB 差分对、电源层
连接器/封装评估	插入损耗、回波损耗、阻抗突变	SFP/QSFP、BGA 封装、射频接头
高速链路仿真	眼图裕量、抖动、上升时间等	SerDes 通道、背板走线
互联网络诊断	定位断路/短路/阻抗突变位置	线缆、焊点、过孔
差分信号分析	差分阻抗、模式转换（混模 S 参数）	差分对、平衡连接器

在测量菜单中选择 **测量类** > **TDR**，可进入 TDR 模式。

9.4.1 功能界面介绍



1. 默认显示时域分析视图，窗口横轴为时间，纵轴为幅度，可设置范围，具体显示内容与所选拓扑结构相关。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

2. 默认显示频域 S 参数分析，窗口横轴为频率，纵轴为幅度，可设置范围，具体显示内容与所选拓扑结构相关。
3. TDR 功能的快捷设置菜单。

9.4.1.1 设置菜单工具栏



- 迹线下拉列表，快速选择当前迹线
- 自动缩放支持对当前选中的 Trace，自动调整 X/Y 轴的范围，使波形在当前绘图区域内以合理的比例显示。

Type	描述
X	仅在激活的迹线上，自动调整 X 轴范围
Y	仅在激活的迹线上，自动调整 Y 轴范围，
X&Y	仅在激活的迹线上，自动调整 X&Y 轴范围，
All Trace	在所有迹线上，自动调整 X 轴范围

- 连续：设置当前通道的触发方式为连续测量。
- 单次：设置当前通道的触发方式为单次测量。
- 数据&内存：设置选中迹线的显示内容，包含实时数据和内存数据
- 搜索：执行最值搜索或时间搜索。
- 标记：添加、删除或选中光标。
- 文件：选择保存状态、加载状态、保存迹线数据、保存所有数据、保存 SNP 数据或图像存储

9.4.1.2 设置菜单功能键

	TDR 菜单最大化
	TDR 菜单最小化
	点击X按钮，退出TDR模式，回到Standard模式； 点击屏幕右上角 Preset 快捷键，也可以回到Standard模式。

9.4.2 设置参数

设置功菜单于配置 DUT 拓扑类型、激励幅度、DUT 长度等基础测量参数；执行 Deskew、Ecal 校

版权所有©普源精电科技股份有限公司

准；设置参考阻抗、介电常数、速度因子、扫描频率限制等测量的基础配置。

用户可通过导航设置或全手动设置。

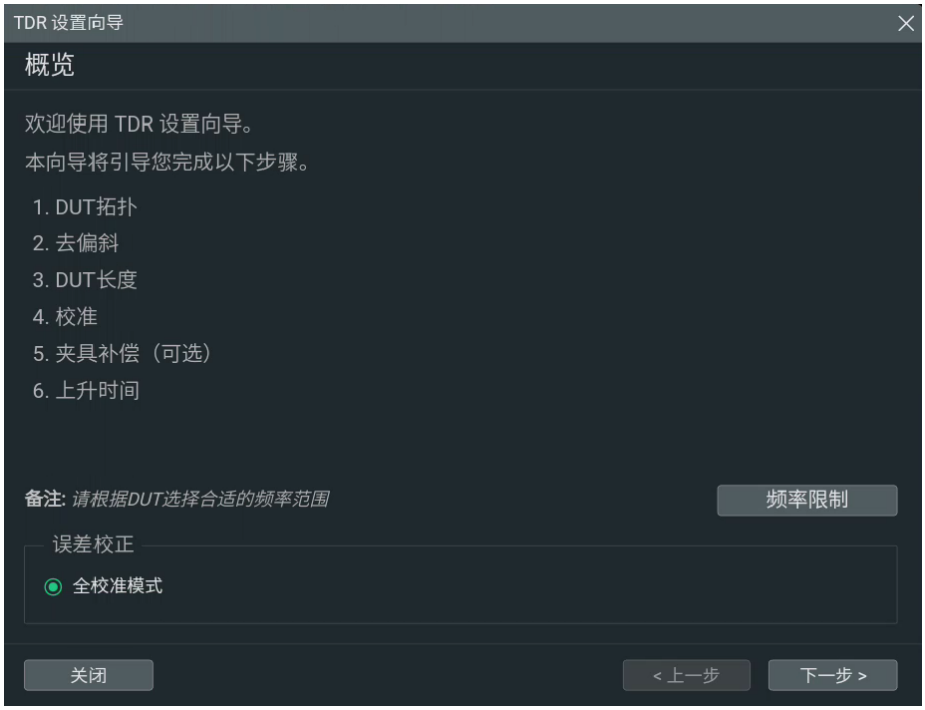
ETDR 测量对校准质量高度敏感。建议在每次测量前完成 Deskew（时延对齐）、Calibration（误差校准），以消除电缆、接头和端口引入的时延与损耗误差。

建议使用向导，按照向导的说明一步步进行校准。



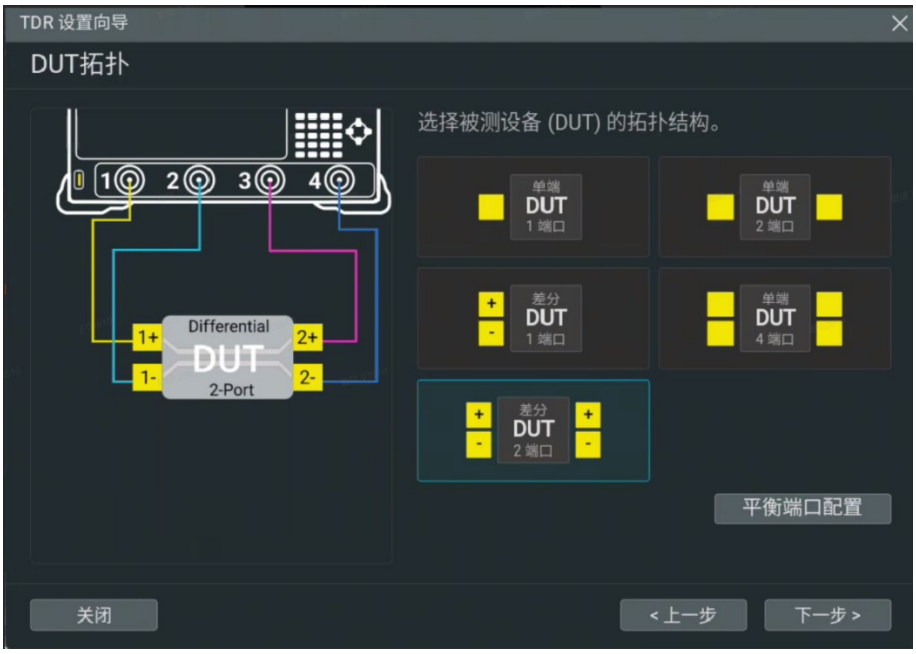
9.4.2.1 设置向导

可按照向导进行校准操作，点击进入导航界面。



1. 设置频率限制，包括起始和终止频率。
2. 根据实际测试场景的物理连接，选择拓扑类型，并配置平衡端口。

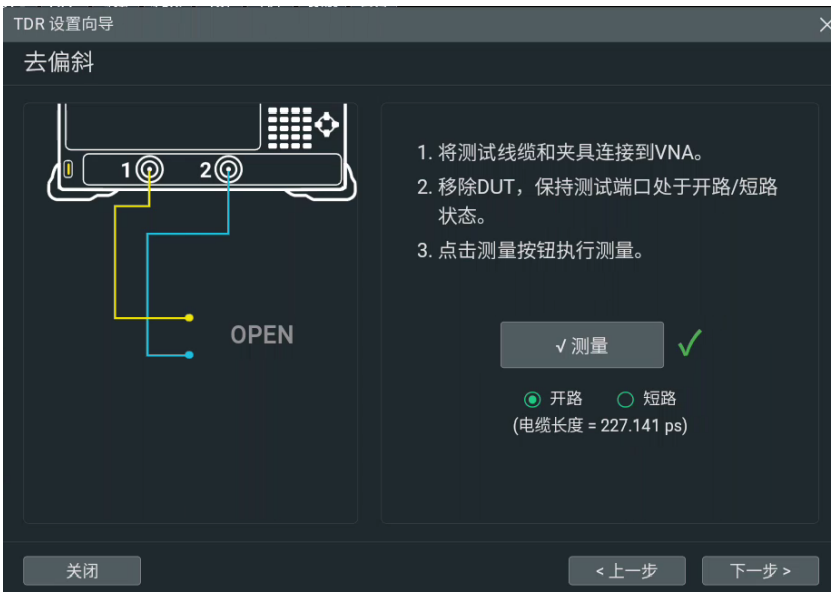
版权所有©普源精电科技股份有限公司





3. 选择校准类型，执行去偏斜（Deskew）。

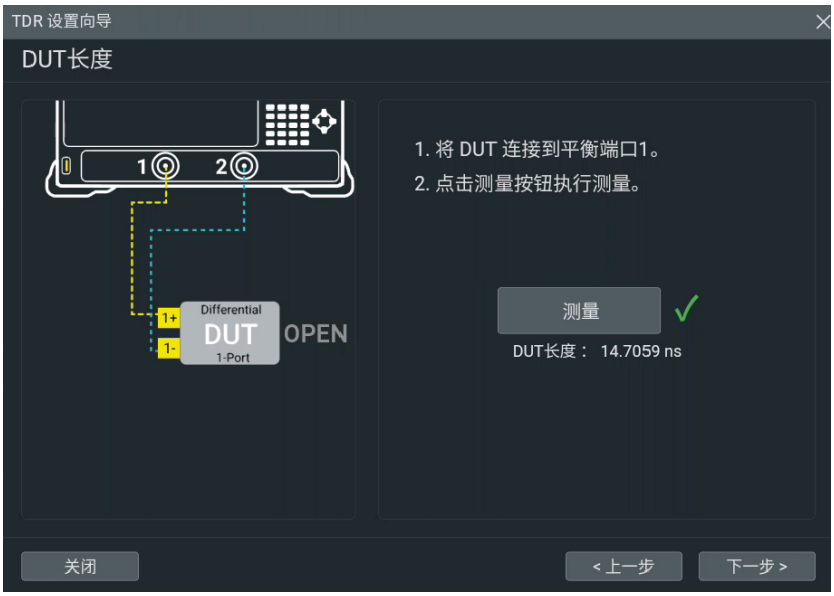
Deskew 测量完成后，显示绿色√，并显示对应的电缆长度（Cable Length）。



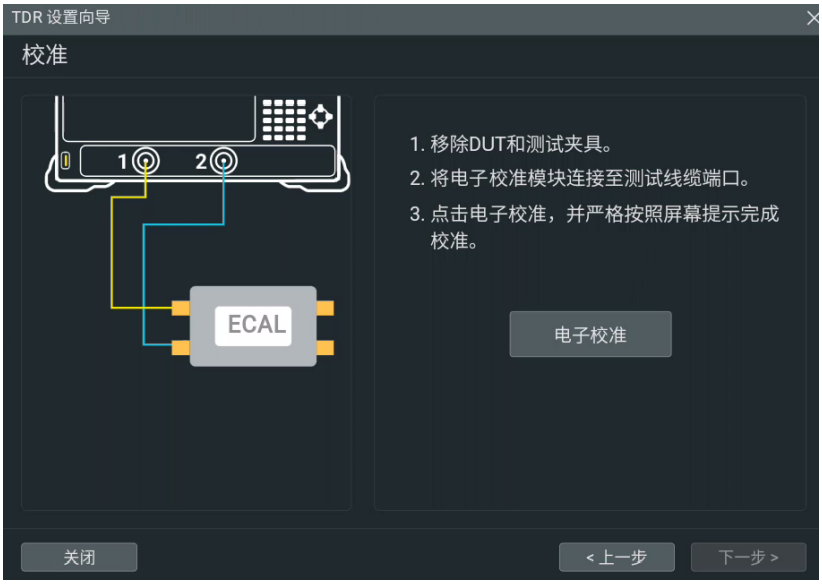
4. 将 DUT 单端连接到端口 1，自动测量 DUT 长度。

DUT 长度测量完成后，显示绿色√，并显示对应的 Cable Length（电缆长度）

版权所有©普源精电科技股份有限公司



5. 校准。

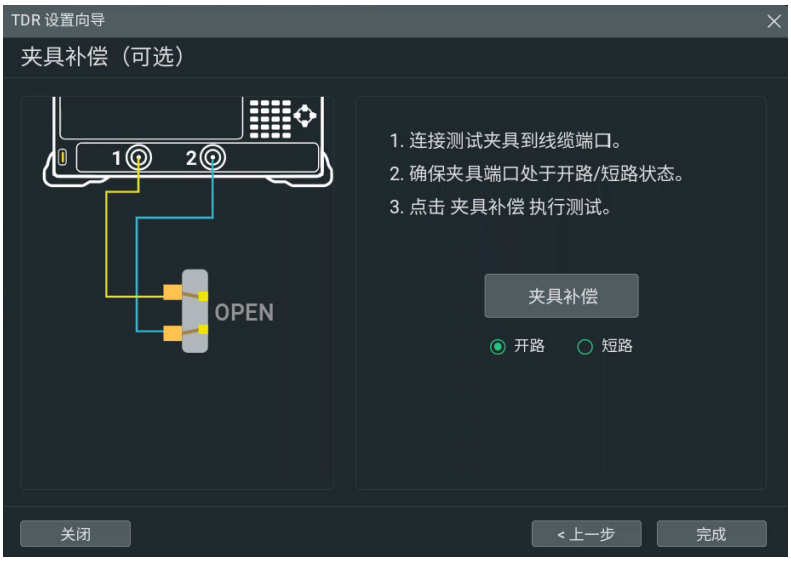


根据实际测试场景执行电子校准件（ECal）校准。详细操作步骤请参考 电子校准 章节。

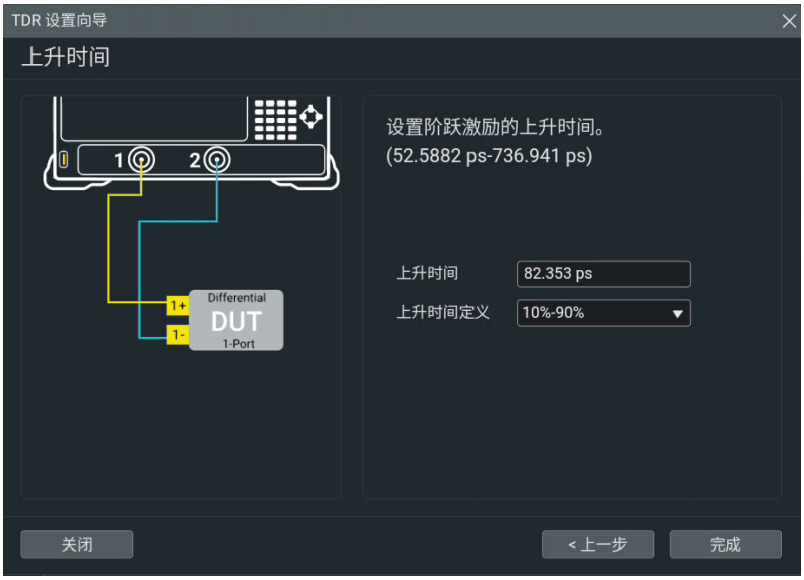
6. 夹具补偿（可选步骤,）

如果需要通过夹具连接 DUT，可以在校准后，只连接夹具，然后操作夹具补偿。详细操作步骤请参考 夹具 章节。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



7. 最后设置好仿真使用的上升时间范围与取值，即可完成整个向导操作。



9.4.2.2 基础设置

9.4.2.2.1 DUT 拓扑类型

选择被测对象拓扑/端口类型。支持如下选项：

- Single-Ended 1-Port：单端单口，仅测反射（如测线缆阻抗
- Single-Ended 2-Port：单端双口，同时测反射与透射
- Single-Ended 4-Port：单端四口，适用于多路并行信号（仅 4 端口机型可用）
- Differential 1-Port：差分单口，测差分反射
- Differential 2-Port：差分双口，同时测差分反射与透射（仅 4 端口机型可用）

Tip：

版权所有©普源精电科技股份有限公司

更改拓扑类型后，校准数据会丢失。

9.4.2.2.2 DUT 长度

支持两种设置方式：

- **自动（Auto）**：仪器根据反射波形自动估算 DUT 长度，适合未知长度的 DUT；
  选择自动模式后，会弹出设置向导菜单，测量完成后显示绿色√和测量结果。
- **手动（Manual）**：根据 DUT 实际物理长度设定，用户自定义。默认值 125/F_{max}（F_{max} 以 GHz 计，结果单位 ns），取值范围 125/F_{max} ~ 416 ns。（F_{max} 为仪器支持的最大频率。）

Tip：仪器会根据 DUT 长度自动调整频域数据配置，以保证时域测量范围足够覆盖 DUT。当 Auto 模式测得的长度小于最小限定值时，将保持最小限定值以确保测量效果。此外，校准必须在修改 DUT Length 之后进行。

9.4.2.2.3 激励幅度

激励幅度（Stim.Ampl）用于设置模拟阶跃激励的幅度，该幅度直接体现在时域 Volt 格式的响应波形中。默认值 200 mv，取值范围 1 mV ~ 5 V。

9.4.2.2.4 执行校准

TDR 提供以去偏斜、去偏斜与损耗、电子校准和基本校准几种误差校正选项来移除测试夹具和电缆的影响，校准状态会显示在底部状态栏。
每次校准只能选择一种校准方式，新的校准结果会覆盖旧的校准结果。
详细操作请参考“设置向导”章节。

9.4.2.2.5 初始化

执行初始化后：

- DUT 拓扑结构保持不变
- 校准和纠偏数据会被删除
- 其他参数恢复默认设置

9.4.2.3 更多设置项

参考阻抗（Ref.Z）

用于设置时域测量中的 参考阻抗 Z0（Port Reference Impedance），默认值 50 Ω，取值范围 0.001 Ω ~ 1000 Ω

版权所有©普源精电科技股份有限公司

介电常数/速度因子

介电常数 *εr 为*电磁波在介质中的传播速度（*100*≥*εr*≥0.01）。介电常数越大，信号在介质中传播越慢。

速度因子（VF)为电磁波在介质中的传播速度（0<*VF*≤1），与真空中光速的比值

电缆的介电常数（εr)和速度因子（VF)，二者互相关联，改动一个，另外一个自动变化

换算公式： $\epsilon r = \frac{1}{VF^2}$

源功率（Source Power)

设置激励源的输出功率电平，取值范围-40 dBm ~ 10 dBm，默认-5 dBm。

平衡端口配置（Bal Port Config)

具体配置指导请参考 平衡 S 参数 章节。

频率限制（Frequency Limits)

设置时域测量的起始和终止频率限制，可以设置的范围比硬件带宽窄。

高级模式

TDR 测量默认处于基础模式，该模式下仅支持通过 TDR 菜单进行参数配置。如需进行更多高级设置，请点击 **高级模式** 按钮切换至高级模式，系统将自动弹出系统菜单以供操作。

9.4.2.4 平均功能

平均功能可减少迹线噪声，默认为关闭状态。

设置扫描的次数，并开启平均功能后，将对指定扫描测量次数的结果进行平均。

在平均模型下，支持设置当前的中频带宽 IF Bandwidth，请参考“平均及带宽”章节设置。

9.4.3 迹线设置

修改迹线的测试参数，刻度，格式等。

配置菜单：

版权所有©普源精电科技股份有限公司



9.4.3.1 设置迹线显示窗口

设置测量迹线在窗口中，显示的范围或刻度与偏移。

- **水平**：当测量类型为时域，可设置 X 轴测量的起始和终止范围，参数的单位会自动切换。
- **垂直**：设置迹线 Y 轴的刻度，参考电平和参考位置。

9.4.3.2 迹线测量参数

支持设置每条 Trace 的测量类型、格式类型、激励源类型等参数。

- **测量类型**

支持设置指定迹线的测量类型如下

测量模式	测量拓扑类型	测量类型	物理含义
S 参数	单端	Sxx（如：S11、S22）	端口反射系数频域
		Sxy（如：S21、S12）	端口传输系数频域
	差分	Sddxx\Sddxy	差分-差分
		Scdxx\Scdxy	共模-->差分
		Sdcxx\Sdcxy	差分--> 共模
时域	单端	Txx（如：T11、T22）	时域反射 TDR
		Txy（如：T21、T12）	时域传输 TDT
	差分	Tddxx / Tddyy	差分反射（TDR）
		Tddyx / Tddxy	差分传输（TDT）
		Tccxx / Tccyy	共模反射
		Tccyx / Tccxy	共模传输
		Tcd / Tdc	模转换时域

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- **格式**

支持设置指定测量类型下的格式化显示。详细信息请参考数据格式章节。

测量类型	数据格式
S 参数	线性幅度、史密斯圆图、对数幅度、导纳圆图、实部、驻波比、相位、群延迟、展开相位、正相位、虚部、极坐标
Time Domain	对数幅度、线性幅度、实部、阻抗、电压

- **激励源**

时域转换使用的模拟信号类型包括：**低通脉冲** 和 **低通阶跃**。

- **上升时间**

仅在时域测量且激励源为低通阶跃情况下，支持设置上升时间。上升时间的取值范围为 10% ~ 90%或 20% ~ 80%，默认值为 $0.7/F_{max}$，其中 F_{max} 为仪器设置的最大频率。

- **平滑**

平滑功能默认为关闭状态，详细信息请参考平均及带宽章节的平滑功能介绍。

9.4.3.3 测量门控

支持在时域波形中执行门控操作，可实现带通门与陷波门，截取想保留的片段进行分析。



- **门控使能**

支持每条迹线单独设置门控，默认为关闭。使能后，在界面上显示**门控标识**。位置由 Start/Stop 的设置决定。

- **门控类型**
  - Band Pass 门控：默认模式，滤除门控范围外的响应信号
  - Notch 门控：滤除门控范围内的响应信号
- **门控起始终止位置设置**

设置门控的起始终止位置。起始位置或终止位置的设置应该考虑其阻抗接近于参考阻抗。

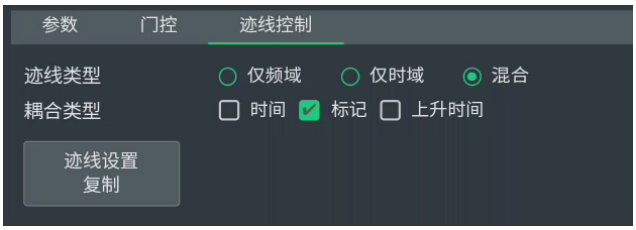
Start 取值范围-Tp~StopTime，其中 Tp 为 TDR 计算周期，StopTime 为结束时间 默认值-10ns

Stop 取值范围-Tp~Tp，其中 Tp 为 TDR 计算周期，默认值 10ns

版权所有©普源精电科技股份有限公司

9.4.3.4 迹线控制

用于设置迹线的测量参数和显示方式。



迹线类型

设置绘制的数据显示，修改配置后迹线会自动更新。

- 混合：（默认）同时显示时域和频域测试数据；
- 仅时域：只显示当前拓扑下的时域数据
- 仅频域：只显示当前拓扑下的频域数据

耦合类型

对所有测量类型相同（时域或频域）的迹线设置耦合参数

- **时间：**仅时域迹线支持，默认不耦合，使能后所有时域迹线共享相同 X 轴显示范围。
- **标记：**默认耦合，所有迹线保持相同的光标点状态和位置。
- **上升时间：**默认不耦合，使能耦合后，其他所有迹线使用同样的上升时间。

迹线设置复制

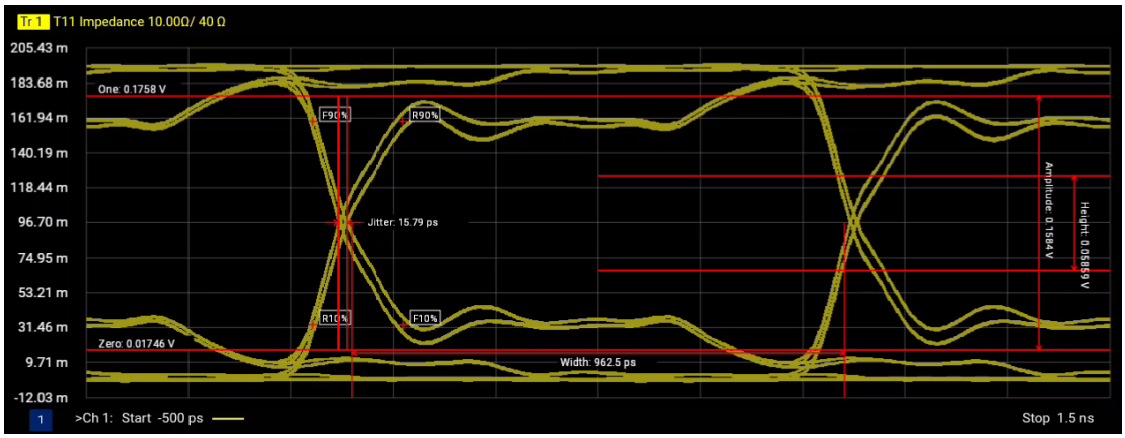
迹线的拷贝功能，支持将指定迹线的配置参数快速应用到指定的目标迹线。

9.4.4 眼图/模板功能

Eye/Mask 仿真眼图分析功能，通过内置的**虚拟码型发生器**定义虚拟比特码型，再将所定义的码型与被测件的冲击响应进行卷积运算，最终生成基于高精度测量数据的眼图。本功能无需额外配置硬件脉冲码型发生器。

眼图部分独占整个界面，不与前面的结果同时显示。

版权所有©普源精电科技股份有限公司





9.4.4.1 模板测试

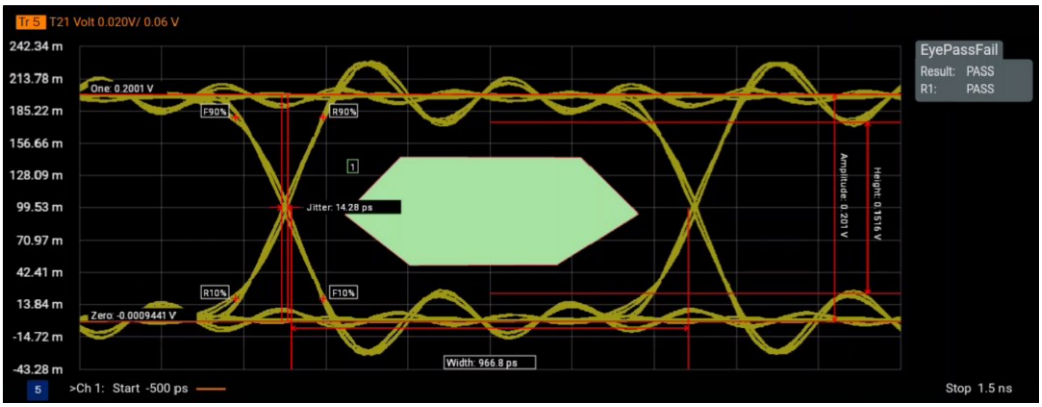
模板测试可用于验证显示波形是否符合电气波形的行业标准定义。若要满足行业标准要求，输入波形必须始终处于模板阴影区域之外。

9.4.4.1.1 模板测试使能

模板测试默认为关闭，打开模板测试功能后，波形视图进入眼图模板测试状态，并显示测试结果。

模板测试指定码型的波形是否和眼图模板有交集，如果没有则测试结果为 pass，否则 Fail。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

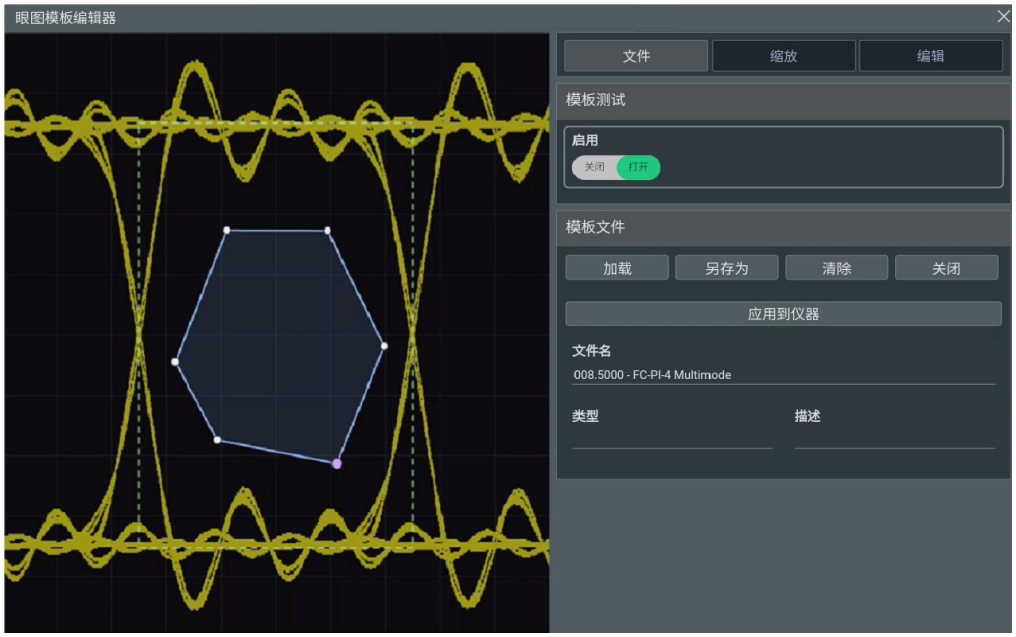


9.4.4.1.2 加载模板

点击进入文件管理窗口，选择预定义的眼图模板文件(*.msk)，点击 **确认**，完成眼图模板加载。

9.4.4.1.3 编辑模板

点击进入“眼图模板编辑器”如下。



左侧加载或绘制区域由两部分组成，第一部分是 10*10 格黑底眼图虚线参考线，代表参考模版范围，第二部分是蓝色半透明掩膜，代表掩膜位置。

参考系：参考系的横轴是时间，纵轴为电压。

蓝色掩膜：绘制区域，按照顶点定义的顺序从上到下依次绘制，最终闭合。

眼图模板文件

查看当前使用的眼图模版文件的文件名、类型和描述信息。

支持重新加载模版文件，另存为当前文件、清除当前文件、关闭模版编辑菜单、将当前文件应用到仪器

版权所有©普源精电科技股份有限公司

和启用/关闭眼图模版测量操作。

缩放眼图模板



- 位置：参考矩形的左边界的 x 坐标。
- Δ时间：参考矩形的横坐标的宽度，也就是时间的长度。
- 逻辑 0 电平：矩形框的下边界的电压位置。
- 逻辑 1 电平：矩形框的上边界的电压位置。
- 对齐：默认自动缩放，选择手动则支持拖拽左侧的眼图模板，使其水平或垂直方向改变形状。

编辑眼图模板



版权所有©普源精电科技股份有限公司

- **选择区域：**支持多个眼图模板，通过选择区域，选中当前编辑的眼图模板。
- **删除模板：**点击对应按钮可删除指定模板，或全部眼图模板。
- **边数：**应先设置多边形的边数，再点击“添加多边形”按钮，添加眼图模板。
- **编辑多边形**
  1. 在添加多边形前，可先进行预设。
  2. 先选择预设区域：眼内菱形、上边带、上边带、外框矩形。
  3. 选中区域包含的多边形顶点会显示在下方的多边形顶点列表中。
  4. 选中顶点列表中的指定顶点，可在下方的 X（时间）和 Y（电平）输入框中，修改该点的坐标。或者直接拖动多边形改变形状。
  5. 也可以直接删除选中顶点，或在选中顶点后添加一个顶点。

保存结果

点击进入文件管理窗口，将眼图模板测试结果数据存储到指定路径。

清除

点击弹出确认提示窗口，选择 **确认** 后，清除眼图模板数据。

9.4.4.2 触发

- 触发绘制指定迹线的眼图。
- 只支持时域传输结果迹线的绘制，如 T21。否则不允许触发
- 每次点击只触发一次绘制，所以此时 Run / Stop 信号不会触发眼图绘制。
- 眼图绘制时间可能较长。

9.4.4.3 激励

9.4.4.3.1 基本参数

码型

支持如下指定类型的码型序列。

PRBS：默认选项，伪随机比特序列，用于眼图、抖动、误码率，常规信号完整性测试；

K28.5：IBM 制定的 8b/10b 标准逗号控制字符码型，20bit 序列为 00111110101100000101，用于高速串行协议的同步与控制信号测试。；

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- USER：用戶自定义；
- STAT：统计型比特模式，通过对抖动指标进行统计计算生成。

长度

仅在码型为 PRBS 支持设置码型长度选择。可选择长度包括：

2^3-1 bits、2^5-1 bits、2^7-1 bits（默认）、2^9-1 bits、2^10-1 bits、2^11-1 bits、2^15-1 bits。

长度越长，测量时间越长。

码流参数

- **位 1 电平：**设置 Logic 1 的电压值。取值范围为 -5 V ~ 5 V，默认值为 200 mV。
- **位 0 电平：**设置 Logic 0 的电压值。取值范围为 -5 V ~ 5 V，默认值为 0 V。
- **数据速率：**取值范围为 1/(2 × DUTLength) ~ (4/5) × F_{max}，默认值为 1 Gb/s。
- **上升时间：**

  10%~90%(默认)，取值范围为 446/F_{max} ~ 1/(20×DUTLength)，默认值为 700/F_{max}（F_{max} 以 GHz 计，结果单位 ps)。

  20%~80%，取值范围为 317/F_{max} ~ 1/(20×DUTLength)，默认值为 700/F_{max}（F_{max} 以 GHz 计，结果单位 ps)。

  F_{max} 为仪器支持的最大频率。

9.4.4.3.2 高级波形



DUT 前显示/DUT 后显示：支持查看经过 DUT 前的原始码型的眼图情况和经过 DUT 后的眼图。

抖动

在激励源信号上的边沿时间添加随机抖动或周期抖动，对输入信号进行恶化，用于评估链路对时钟不确定性的敏感度，从而评估链路的裕量。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

抖动注入功能默认为关闭状态。勾选 **使能** 后，示意图中抖动图标点亮。

支持设置如下两种**类型**的抖动

- **随机抖动**

支持设置抖动幅度，默认值为 0，取值范围为 0 ~ 0.25 UI，UI 为单位间隔。

- **周期抖动**

支持设置抖动幅度，默认值为 0，取值范围为 0 ~ 1 UI，UI 为单位间隔。

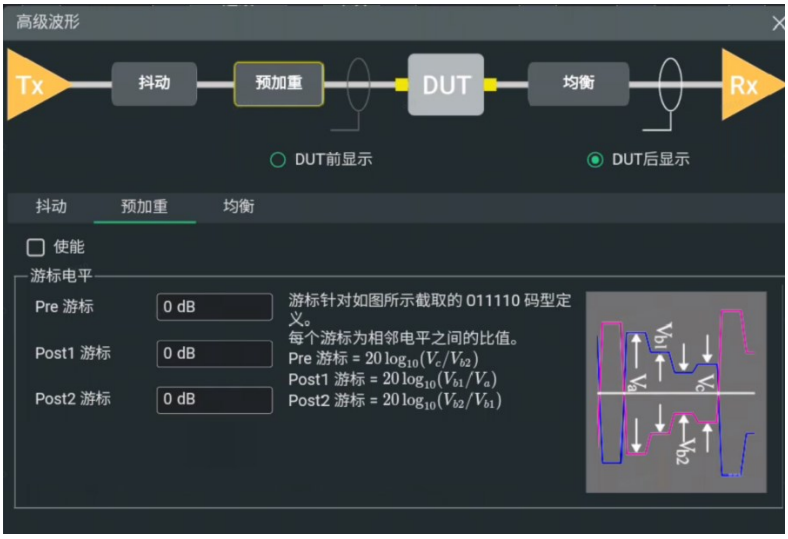
支持设置抖动频率，默认值为 1MHz，取值范围为 0 ~ 数据速率/1 kHz.

支持设置抖动单位：

- 单位间隔（Unit Interval），等于 1/数据速率，将计算结果等效为 1UI；
- 秒，将单位间隔转换为时间显示

预加重

预加重是对发送端 FFE（前馈均衡器）波形做“频率补偿”的一种方式，增强高频分量，以抵消通道的高频损耗，让接收端看到更陡的边沿、更大的眼图开口。



预加重功能默认为关闭状态。勾选 **使能** 后，示意图中预加重图标点亮。改变使能状态后，会触发重绘眼图。

游标电平支持配置 FFE（发送均衡）的抽头（Pre/Post1/Post2）的增益系数，用于控制预加重强度，模拟实际收发器的高频补偿，从而观察均衡后的接收端眼图。

Pre 游标、Post1 游标和 Post2 游标的默认值为 0，取值范围为-20 dB ~20 dB

均衡

当信号经过长距离传输到达 接收端（Rx） 时，可能已经严重畸变（眼图闭合）。

Equalization 是在 接收端（Rx） 进行的信号处理技术（如 CTLE 连续时间线性均衡，或 DFE 判决反馈均衡）。它像一个放大器/滤波器，专门放大高频、抑制噪声，试图恢复原始信号。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



均衡功能默认为关闭状态。勾选 **使能** 后，示意图中预均衡图标点亮。改变使能状态后，会触发重绘眼图。但使能均衡不会影响 S 参数的测量结果

支持以下两种方式配置均衡

- **公式**

均衡计算公式如上图所示，各参数描述如下：

- DC 增益：默认值为 0.667，可设置范围 0 ~ 10
- 零点频率：提供高频峰值，默认值为 650 MHz，可设置范围 0Hz ~ 76GHz
- Pole 1 频率（*fp*1）：第一个极点频率（低频极点），默认值为 1.95GHz，可设置范围 0Hz ~ 76GHz
- Pole 2 频率（*fp*2）：第二个极点频率（高频滚降极点），默认值为 5GHz，可设置范围 0Hz ~ 76GHz
- 要求：*fp*1<*fp*2

- **自定义**

  支持用户手动设置方程或加载文件。

如果文件格式或命名错误那么加载会错误。

9.4.4.3.3 用户模式

当码型为 USER 时可进入如下码流编辑框。



- 支持在码流编辑框中用户手动输入‘0’和‘1’的序列。
- Load：支持用户导入序列文件，没有格式，01 字符即可，UTF-8 编码。
- Save as：支持保存用户编辑的序列为 txt 文本格式。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- UpData：将当前编辑框中的字符串流推入后台数据中
- Clear：支持清空用户编辑内容。
- Close：关闭编辑框后，文件加载成功，建议在主界面显示出来。

9.4.4.4 结果

显示测量结果，包含如下参数

- 1 电平：高电平
- 0 电平：低电平
- 幅度
- 平均电平
- 眼高
- 上升时间
- 下降时间
- 抖动（RMS)
- 抖动峰峰值
- 眼宽
- 占空比失真
- 信噪比
- 开眼因子
- 占空比失真（%)
- 交叉百分比

选择上升时间

可选：10-90%(默认）或 20-80%，更改上升时间，需要点击触发按钮重新绘制眼图，结果才会更新。

参数叠加显示

默认使能，Jitter p-p, Level Zero, Level One, Amplitude, Height (V), Width 等参数在网格区波形上叠加显示，修改参数叠加显示不需要再单独触发眼图绘制。

导出

进入文件管理菜单，将当前测试结果，保存为*.csv 文件到指定目录下。

9.4.4.5 刻度

眼图显示默认为自动模式，自动调整 Y 轴的刻度（Scal/Div ）与 Y 轴的偏移值（Offset)。

也支持手动设置

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- **刻度/格：**可设置范围为(10^{-18})V ~ 5V，默认 200 mV。
- **偏移：可设置范围为 -5 V ~ 5 V，默认 0 V。**

10数据格式

数据格式是分析仪以图形方式呈现测量数据的方式。应选择与需要了解的测试设备信息相匹配的数据格式。在 **数据格式** 菜单中，点击各数据格式对应的功能键，为当前激活迹线设置数据格式。

10.1 直角坐标系显示格式

直角显示格式（又称笛卡尔坐标、XY 或直线显示），特别适用于显示测试设备的频率响应信息。

- **X 轴：**显示激励数据（频率、功率或时间）。
- **Y 轴：** 显示测量数据。

对数幅度

仅显示信号的幅度信息，无相位信息。Y轴使用dB（分贝）作为单位，可以将较大范围的数值进行压缩，便于表示信号的大幅度变化。适用于幅度较大或变化范围广的信号，因为对数尺度可以更好地显示这些信号的细节。

典型应用：测量回波损耗、插入损耗或增益。

线性幅度

Y轴仅显示信号幅度的正值，无单位（U）。适用于瓦特（W）或伏特（V）等单位的已校准测量 。在进行功率、电压等物理量的测量时，如果已经完成校准，使用该格式可以直接获取线性表示的幅度值。

典型测量：反射和传输系数(幅度)、时域变换。

群延时

群时延显示的是信号通过器件的传输时间。Y 轴：时间（单位为秒）。

典型测量：由于信号中各频率分量在介质中的传播速度不同，引起时间延迟，导致各频率分量之间的相位差随频率变化，信号产生失真。如果一个系统的群时延对所有频率都是常数，则称该系统为全通系统，这意味着所有频率成分的传播速度相同，不会引起信号的失真。

相位

- 测量原理：测量信号相对于校准参考平面的相位，其范围被限定在 -180 至 +180 度之间。
- 显示内容：仅显示相位信息，不包含幅度信息。
- Y 轴单位：以度（°）作为相位的度量单位。
- 迹线特点：当相位值超过 180 度或低于 -180 度时，为了方便在有限的显示空间内观察和分析相

版权所有©普源精电科技股份有限公司

位变化，会将超出范围的部分 “缠绕” 回来，重新在 -180 度到 +180 度的范围内显示。

这样可以避免相位值在显示上出现大幅度的跳跃，更便于对相位变化趋势进行观察和缩放操作，以便更细致地分析相位的变化情况。

- 典型测量：主要用于检测信号与线性相位的偏差，描述了信号在系统传输或处理过程中相位随时间或频率的线性变化情况。

展开相位格式

类似于“相位”格式，只是没有180度相位缠绕。相位通过比较相邻数据点的相位差来展开。若两点间相位差大于 180°，或第一个数据点相位与直流相比大于 180°，测量可能不准确。

正相位

显示 0 至 + 360 度范围内环绕的相位（即相位值不会出现负值，超过 360 度时会从 0 度重新开始计数）。

驻波比

显示根据公式(1+ρ) /(1−ρ) 计算的反射测量数据(SWR)，其中ρ 代表反射系数。仅对反射测量有效，用于分析反射信号的相关特性。Y轴无单位（U），因为经过公式计算后，得到的是一个相对比值。

典型测量：驻波比（SWR）用于评估传输线和负载之间的匹配情况，是射频和微波系统中阻抗匹配程度的重要参数。当驻波比的值等于1时表示完全匹配，这是最理想的情况。

实部

仅显示测量复数值（S 参数）的实部，可输出正值或负值，Y 轴：无单位。

典型测量：得到 S 参数复数实部，后续转换获取阻抗的电阻分量，用于匹配网络设计。

虚部

仅显示测量复数值（S 参数）的虚部，可输出正值或负值，Y 轴：无单位。

典型测量：得到 S 参数复数虚部，后续转换获取阻抗的电抗分量，用于匹配网络设计。

10.2 极坐标

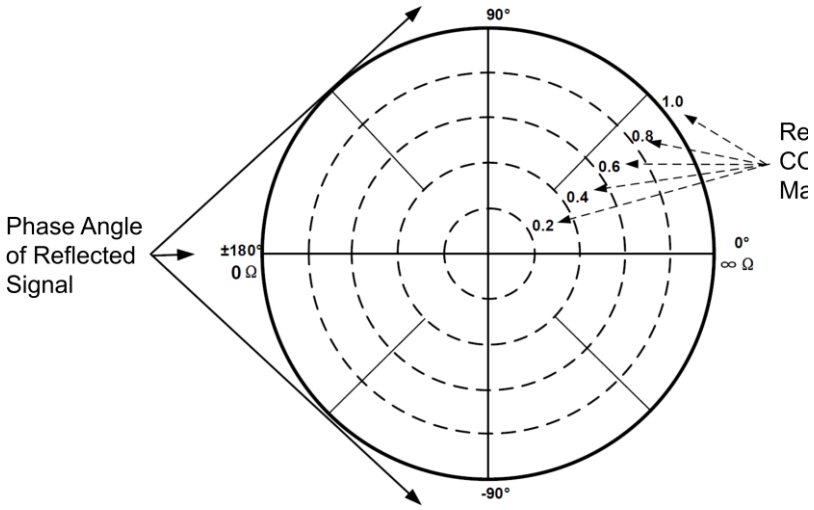
极坐标格式用于查看由 S11 或 S22 测量得到的反射系数(Γ)的幅度与相位。

可使用光标显示以下信息：

- 线性幅度（带单位）或对数幅度（单位：dB）
- 相位（单位：度）

极坐标迹线到极坐标原点的距离代表测量结果的幅度（线性），以与原点的位移表示幅度 （线性）、以偏离正 X 轴逆时针方向的角度表示相位。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



- 虚线圆表示反射系数。最外面的圆表示值为 1 的反射系数。圆心表示值为 0 的反射系数。
- 径线显示反射信号的相位角。最右面的位置对应于零相位角（即反射信号与入射信号的相位相同）。
- 90°、±180°和-90°的相位差分别对应于极坐标显示上的顶部、最左侧和底部。

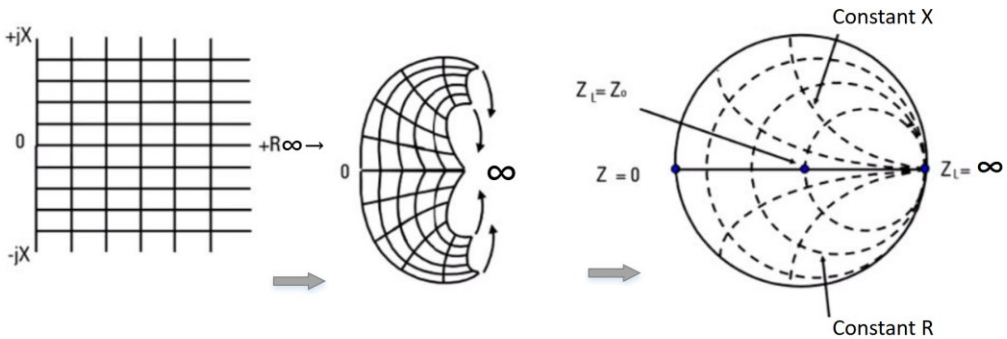
10.3 史密斯圆图

史密斯圆图是矢量网络分析仪中用于阻抗与反射系数分析的图形工具。它将线性阻抗平面重塑为圆形网格，实现将复数反射系数（Γ ）映射到被测设备阻抗。

通过史密斯圆图可读被测设备的电阻（R ）和电抗（X ），即阻抗形式为 *(R + jX)* 。

- 电阻（单位：Ω）
- 作为等效电容（单位为 *F*）或电感（单位为 *H*）的电抗

史密斯圆图广泛应用于射频 / 微波电路的阻抗匹配设计、调试及故障排查。



Rectilinear Impedance Plane　　Smith Chart

- 史密斯圆图上的每个点都表示由：实数电阻（R）和虚数电抗（X），构成的复数阻抗*(R + jX)*。
- 水平轴（实线）表示阻抗与电阻之差的实数部分。水平轴心始终表示系统阻抗。最右面的值为无穷

版权所有©普源精电科技股份有限公司

大欧姆(开路)。最左面的值为零欧姆(短路)。

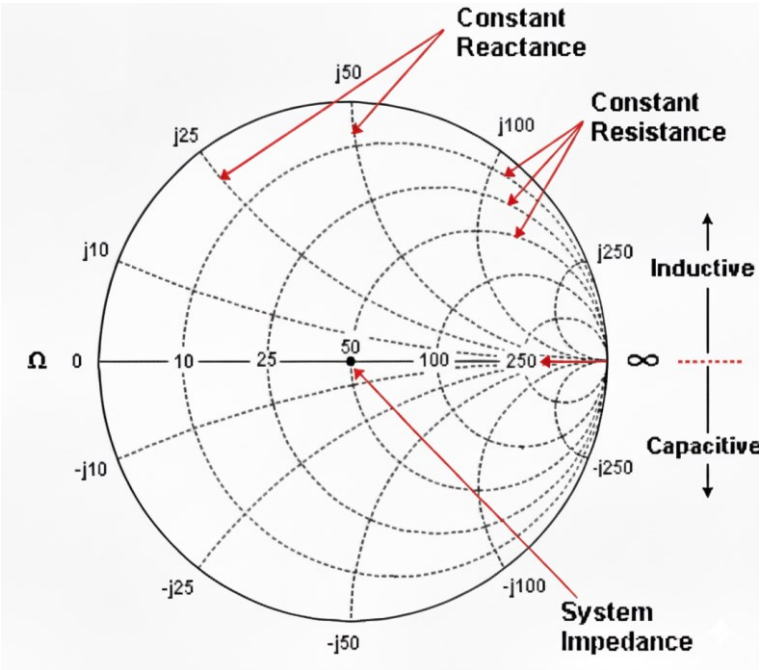
- 与水平轴相交的虚线圆表示恒定电阻。
- 与水平轴相切的虚线弧表示恒定电抗。
- 史密斯圆图的上半部是电抗分量为正并因此产生电感的区域。
- 下半部是电抗分量为负并因此产生电容的区域。

10.4 反向史密斯圆图

反向史密斯图也称作导纳圆图，是一种专门用于导纳分析的工具。它与标准的史密斯类似，但所表示的是导纳而非阻抗。

反向史密斯圆图的核心是将 “阻抗分析” 转换为 “导纳分析”，导纳 Y=G+jB （ G 为电导， B 为电纳）是阻抗的倒数。

- 绘图刻度左右反转
- 显示导纳（单位：西门子）而非电阻



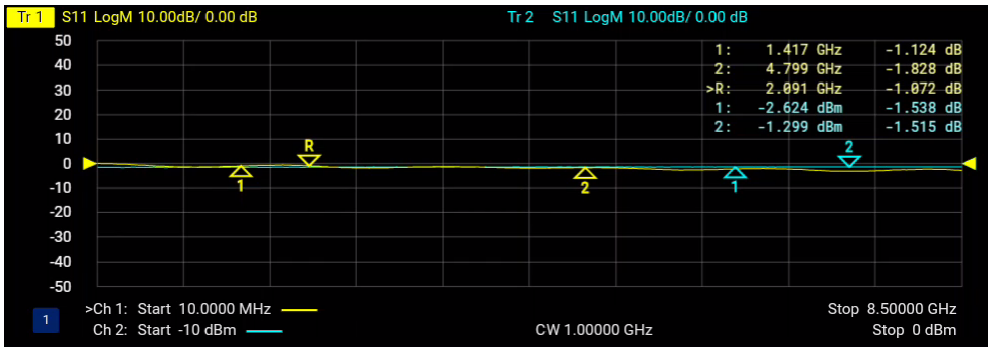
11光标

光标（Marker）是一个三角形的光标，用于光标迹线上的点。通过光标可以读出迹线上各点的频率和测量值（具体值与迹线的测量参数和迹线格式相关）。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

11.1 光标 1-7/光标 8-15

每个迹线最多可创建 15 个常规光标（Marker1 ~ Marker15）和一个参考光标。默认 Marker1 为当前选中光标。



创建/删除光标

勾选“光标 1-7”和“光标 8-15”功能键前侧的方框使其变为绿色，可创建对应的光标。再次点击此方框，绿色消失，则删除对应的光标。

最新创建的光标自动成为当前的活动光标，此光标点会以∇+序号”显示在当前迹线的上方，同一个迹线其他光标点会显示在迹线的下方，形状为“ Δ+序号”。点击窗口中迹线上的三角形光标图标，或屏幕右侧光标对应的功能键，可将其切换为活动光标。

光标数据显示在迹线所在窗口的右侧，一个窗口内最多显示20条光标的数据。光标数据包含如下信息：

- 光标编号，如果编号前有“ > ”，标识此光标为当前活动光标。
- 光标所属迹线，可通过颜色识别，光标显示的颜色会和迹线保持相同。
- 光标的激励数据（X 轴坐标）和响应数据（Y 轴坐标），数据格式与其所在迹线的数据类型相同。

移动光标

可通过如下方法移动光标，移动过程中光标会始终与迹线的贴合，光标点的图标可以重叠。

- 点击光标对应的功能键，通过弹出的虚拟键盘设置此光标的 X 轴坐标，使光标移动到对应的迹线位置。
- 点击选中指定光标后，使用旋钮设置此光标的 X 轴坐标，使光标移动到对应的迹线位置。
- 点击选中指定光标后，使用触摸屏功能，将光标移动到迹线上的指定位置。当迹线的数据格式为“史密斯图”、“反史密斯图”或“极坐标”时，此方式不可用。

光标点的图标可以重叠，左右移动光标点，光标会始终贴合迹线。

参考光标

勾选“参考光标”功能键前侧的方框使其变为绿色，可创建参考光标。再次点击此方框，绿色消失，则

版权所有©普源精电科技股份有限公司

删除参考光标。

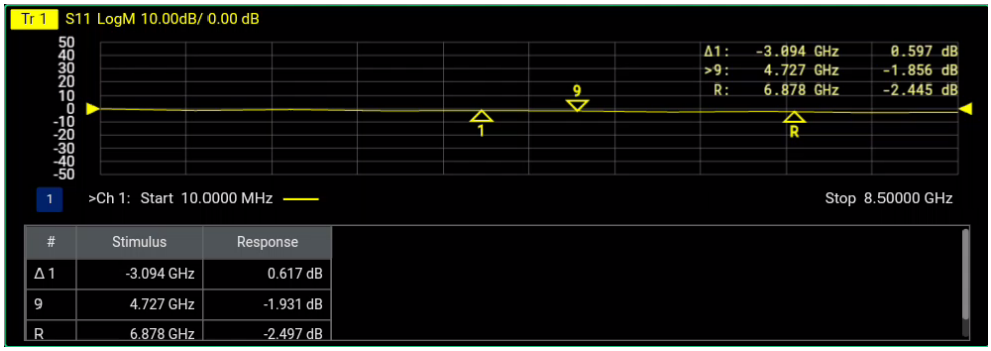
默认在当前普通光标所在位置创建参考光标，若当前迹线上没有设置普通光标，则默认在迹线中心位置创建参考光标，参考光标用“R” 标识。参考光标数据也显示在迹线所在窗口的右侧，编号为R。移动参考光标的方法与普通光标相同。

11.2 光标设置

差值

差值功能用于测量“参考点”与“迹线上某一点”之间的差值，包括激励差值（X轴坐标距离）和响应差值（Y轴坐标距离），差值默认为关闭状态。差值光标也在窗口右上方的光标读数和光标表中显示，以“Δ+序号”标识。

- 如果当前迹线已有参考光标，打开“差值”功能后，计算当前活动光标与参考光标之间的差值，如果参考光标为当前光标，则差值功能不可用。
- 如果当前迹线没有参考光标，打开“差值”功能后，先在迹线中心位置创建参考光标，根据需要调整参考光标和光标位置。



- 改变差值光标位置时，参考光标位置保持不变，两个光标之间的频率（或时间）差随之变化。
- 屏幕上显示两个光标之间的频率（或功率）差和测量值差Δ。

离散

离散光标用于显示迹线上实际测量的数据点读数。

- 关闭：默认情况下迹线上的任意位置都可以显示读数。
- 打开：使能离散状态后，仅显示迹线上离散的测量数据点的光标读数，而通过插值计算得到的数据值，则不显示光标读数。其中离散的测量数据点取决于扫描点数 的配置。

类型

- **普通：** 光标具有固定的激励位置（X 轴坐标），默认情况下光标的响应值位置（Y 轴坐标）将根据

版权所有©普源精电科技股份有限公司

迹线数据更新而变化 。

- **固定**：光标固定 Y 轴位置，不会随着迹线数据的更新而上下移动。

格式

新创建的光标默认使用迹线的数据格式，如需更改光标数据的数据格式，可进行以下选择：

迹线默认、线性幅度、对数幅度、相位、群延迟、实部、虚部、驻波比、对数 / 相位、线性 / 相位、实部 / 虚部、阻抗、导纳。详细信息请参考数据格式 章节。

耦合方法

耦合功能可使不同迹线上的光标与当前激活迹线上的光标对齐。移动指定光标，与其耦合的所有光标都会一起移动。

光标按编号耦合，若不同迹线的X 轴域相同（如频率或功率），则这些迹线上相同编号的光标会发生耦合；不同X轴域的迹线光标不会耦合。

可选择耦合范围如下：

- **关闭**：光标不耦合。
- **通道**：默认同一个通道的所有迹线上指定编号的光标耦合。
- **所有**：在所有窗口中所有通道的所有迹线上指定编号的光标耦合。

光标表

- 关闭：默认不显示光标表
- 打开：在窗口下方显示当前激活迹线上所有光标数据的表格，包括光标编号、激励和响应值。

#	Stimulus	Response
1	1.641 GHz	-0.857 dB
2	2.991 GHz	-1.643 dB
R	5.496 GHz	-2.445 dB

关闭所有

点击 **关闭所有** 功能键，关闭当前激活迹线上的所有光标，与其耦合的光标也被一并关闭。

11.3 光标显示

记号在上

- 关闭：默认活动光标显示在迹线上方，非活动光标显示在迹线下方。
- 打开：所有光标符号在迹线上方显示，其中活动光标的图标是实心的。

记号

版权所有©普源精电科技股份有限公司

更改光标的图标，默认为三角形，也可选择“旗子”或“线”。

- 当迹线的数据格式为“史密斯图”、“反史密斯图”或“极坐标”时，不可选择“线”作为光标图标。
- 可以为每个窗口单独设置光标图标。

只看当前迹线

- 关闭：默认在窗口右上方显示所有迹线的光标读数信息。
- 打开：在窗口右上方仅显示当前激活迹线的光标读数信息。

显示读数

- 打开：默认在窗口右上方显示迹线的光标读数信息。
- 关闭：窗口中不显示光标读数信息。

每条迹线读数

设置每条迹线最多能显示几个光标的读数信息，到窗口的右上方。默认每条迹线最多显示5个光标读数，每个窗口显示最多可显示20个光标读数。

11.4 光标功能

支持使用当前活动光标进行激励设置，支持快速设置以下值：

- **光标 -> 起始**：
  将当前活动光标的位置（X 坐标）设为扫描的起始值。
- **光标 -> 终止**：
  将当前活动光标的位置（X 坐标）设为扫描的终止值。
- **光标 -> 中心**：
  将当前活动光标的位置（X 坐标）设为扫描的中心值（起始值与终止值的中点）。
- **光标 -> 参考电平**：
  将当前活动光标的响应值（Y 坐标）设为当前迹线的参考电平。
- **光标 -> 跨距**：将当前活动光标相对于 参考光标 之间的距离设置为扫描跨度。如果没有参考光标，则本功能不可用。
- **光标 -> 延迟**：
  将活动光标激励位置处的相位斜率，转换为 VNA 的接收器输入的线路长度。此功能有助于平滑当前光标周围的相位迹线。
  对于在测量频率范围内没有恒定群延时 的设备，需要额外进行电延时调整。此功能会给相位随

版权所有©普源精电科技股份有限公司

频率的变化添加相位延迟，因此仅适用于比值测量。

- **光标 -> 连续波频率：**在 X 轴域为频率的情况下，将当前活动光标所在位置设定为连续波频率。通过此操作改变连续波频率后，启用功率扫描 即可应用更改的连续波频率。若当前 X 轴域为非频率，则无效。

12搜索

根据设置条件在当前激活迹线上执行搜索，并用光标搜索结果。使用搜索功能前，应先创建当前激活迹线的光标，否则部分功能键不显示。

12.1 常用

最大值

点击 **最大值** 功能键，使当前活动光标移动到当前激活迹线测量值最大的点。

最小值

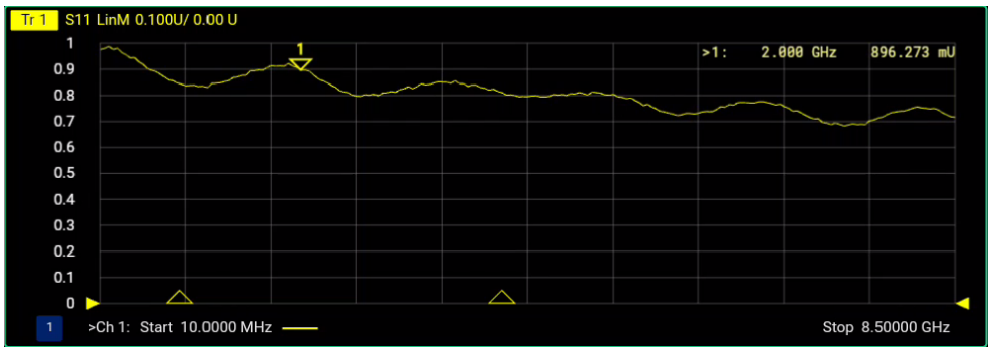
点击 **最小值** 功能键，使当前活动光标移动到当前激活迹线测量值最小的点。

搜索域

搜索域是使用光标在迹线上搜索时的搜索跨距范围，支持为每个光标设置搜索域，允许多个光标共用一个搜索域。

点击 **搜索域** 功能键，通过弹出的子菜单选择搜索范围。

- **全扫宽：**默认是全跨距（整个 X 坐标轴），与迹线本身的扫描范围相同。
- **用户域 1~16：**在用户自定义的跨度范围内搜索，光标的 X 坐标移动范围被限定在其搜索域中。用户可设定最多 16 个自定义搜索域，需为每个搜索域设置起始值和终止值，搜索域之间相互独立，允许重叠。当前活动光标的搜索域不是全跨距时，X 轴上会出现搜索范围指示符“Δ”，以标识当前活动光标的搜索域。



跟踪

为光标设置“跟踪条件”后，VNA将基于当前的搜索条件和搜索域进行搜索操作，找到目标后用光标标识其位置。并且光标的位置会随迹线数据的变化动态更新。

点击 **跟踪** 功能键，可为当前活动光标设置如下跟踪条件。

- **关闭**：默认不使能跟踪功能。
- **最大值**：光标始终定位到搜索域内最大响应数据值（Y 轴坐标）。
- **最小值**：光标始终定位到搜索域内最小响应数据值（Y 轴坐标）。
- **峰值**：与峰值搜索类型有关，详细信息请参考峰值 章节。
- **目标**：与目标搜索类型有关，详细信息请参考目标 章节。
- **多峰值**：光标始终定位到迹线上匹配搜索条件的多峰值搜索结果位置。详细信息请参考多峰值&目标 章节。
- **多目标** ：光标始终定位到迹线上匹配搜索条件的多目标搜索结果位置。详细信息请参考多峰值&目标 章节。

提示：

- 同一迹线不同光标点支持同时设置为最大、最小、峰值和目标跟踪。但如果设置为多峰值或多目标跟踪，则其他跟踪设置失效，所有光标点共用相同跟踪。
- 开启跟踪的光标点不再受光标耦合影响。

12.2 峰值

在“搜索”菜单中点击 **峰值** 功能键，可进入“峰值”子菜单设置峰值搜索功能。在进行峰值搜索前，需先设定搜索条件和搜索类型。

右侧峰值/左侧峰值

- 点击 **左侧峰值** 功能键，查找迹线上处于当前峰值左侧，并且与之距离最近的满足搜索条件的峰值。
- 点击 **右侧峰值** 功能键，查找迹线上处于当前峰值右侧，并且与之距离最近的满足搜索条件的峰值。

下一个峰值

点击 **下一个峰值** 功能键，查找迹线上幅度仅次于当前峰值并且满足搜索条件的峰值，当前活动光标会移动到此处进行标识。

峰值极性

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 正极（默认）：搜索正峰值，是指测量值大于两端测量值的峰值。
- 负极：搜索负峰值，是指测量值小于两端测量值的峰值。
- 正/负极：是指正峰值与负峰值都被视作有效峰值。

峰值阈值

与“峰值极性”的设置有关：

- 对于正峰值（正极），只有测量值大于阈值的峰值被视作有效。
- 而对于负峰值（负极），只有测量值小于阈值的峰值被视作有效。
- 当峰值极性设置为正/负极时，阈值不作为判定峰值有效性的依据。

垂直峰值距离

垂直峰值距离是指峰值测量值与其极性相反的相邻谷值测量值的差值。只有垂直峰值距离值大于设置值的峰值被视作有效。

跟踪

请参考常用 章节的跟踪功能介绍。

峰值搜索

先完成设置有效峰值的搜索条件，点击**峰值搜索** 功能键执行搜索。查找到迹线上的有效峰值，当前活动光标会移动到此处进行标识。如果没有搜索到符合条件的峰值，则光标位置保持不变。

12.3 目标

目标搜索是一种搜索功能，用于查找与预定义目标值和过渡类型（正向、负向或正向和负向兼具 ）相匹配的目标，然后将光标移动到该目标位置。

在“搜索”菜单中点击 **目标** 功能键，可进入“目标”子菜单设置目标搜索功能。在进行目标搜索前，需先设定搜索条件和搜索类型。

右侧目标/左侧目标

- 目标右侧：将从当前光标位置向右搜索最近的有效目标。
- 目标左侧：将从当前光标位置向左搜索最近的有效目标

目标值

目标值是指要搜索的响应值（Y轴坐标）；若迹线上某一点的响应值等于目标值，则该点即为要搜索的目标点。

目标过渡类型

- 正极：指目标点右侧的测量值大于左侧的测量值。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 负极：指目标点右侧的测量值小于左侧的测量值。
- 正/负极：默认设置，指正向与负向目标转换类型都被视作有效目标。

跟踪

请参考常用 章节的跟踪功能介绍。

目标搜索

在确定好搜索的目标值、过渡类型及搜索域后，点击 **目标搜索** 功能键，开始进行目标搜索。找到目标后，当前活动光标会移动到此处进行标识。

12.4 多峰值&目标

多峰值搜索

多峰值搜索是指搜索与多峰值搜索偏差值和多峰值极性值匹配的峰值的功能。在进行多峰值搜索前，需先在该子菜单中的如下项目进行设置，以定义峰值有效性。

- **多峰值阈值**：最小振幅（单位：dB）。要被视为有效峰值，峰值必须高于阈值电平，其两侧的谷值可低于阈值电平。
- **多峰值垂直距离**：峰值与其两侧谷值之间的垂直距离（单位：dB）。要被视为峰值，数据值必须在两侧从峰值处按偏差值 “下降” 。
- **多峰值极性**：正极、负极、正/负极，详细信息请参考“峰值”搜索章节的峰值极性。

设置完以上参数后，点击 **多峰值搜索** 按钮，将从搜索域起点开始向右搜索全部有效峰值，并将搜索到的所有峰值都用光标标识出来。

由于单条迹线上最多支持15个普通光标+1个参考光标，因此当有效峰值较多时，只能搜索出前16个有效峰值。

多目标搜索

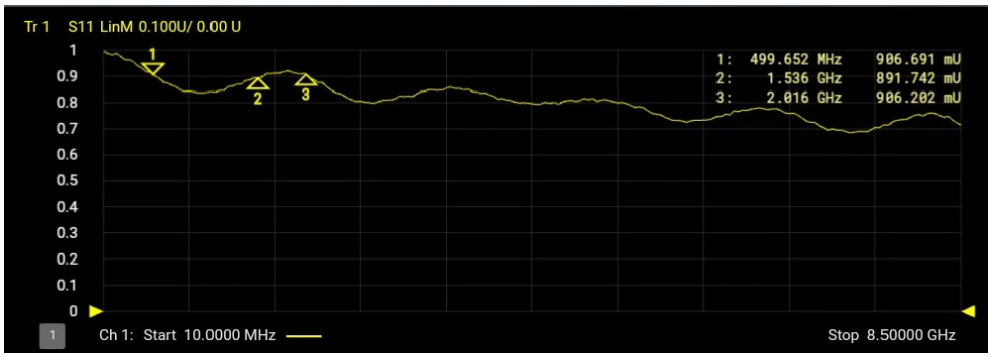
多目标搜索是指搜索与多目标值和多目标转换值匹配的目标的功能。在进行多目标搜索前，需先进行如下参数设置。

- **多目标值**：设置搜索目标的响应值（Y 轴坐标值），目标值的数据格式和单位与当前迹线相同。
- **多目标过渡类型**：正极、负极、正/负极，详细信息请参考“目标”搜索章节的目标过渡类型。

设置完以上参数后，点击 **多目标搜索** ，将从搜索域起点开始向右搜索全部有效目标，并将搜索到的所有目标都用光标标识出来。

由于单条迹线上最多只能有15个普通光标+1个参考光标，因此当有效目标较多时，只能搜索出前16个有效目标。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



跟踪

跟踪功能是让光标在每次新扫描时搜索指定条件。默认为关闭状态。

打开 “跟踪” 功能后，搜索将从第一次扫描开始，基于当前搜索类型和域信息进行。因此，在使用数据前，要确保搜索条件处于所需状态。如果为某个光标选择了 “跟踪”，将无法手动更改该光标的激励设置。

12.5 带宽带阻

带通带阻功能用来自动分析带通滤波器、带阻（陷波）滤波器，自动算出中心频率、带宽、截止点、Q 值、插入损耗等指标。并在窗口中显示搜索结果。



参数	含义
Low	低频截止频率
High	高频截止频率
BW（工作带宽）	BW=High−Low
Center（中心频率）	Center=(Low+High)/ 2 高低截止频率的中心频率，并非谐振峰值本身频率；
Q（品质因数）	Q=Center/BW 表征器件选频能力，Q 越大，选频特性越优秀
Loss（带内插入损耗）	谐振峰值位置的传输损耗

版权所有©普源精电科技股份有限公司

12.5.1 带宽搜索

启用带宽自动测算功能后，仪器自动在迹线上生成 4 组光标，分别计算带宽、中心频率、Q 值、插入损耗；取消勾选则关闭该测量。

带宽标记类型

- 光标：以当前激活光标基准点搜索带宽；
- 峰值：自动搜寻迹线全局最大值谐振峰，以峰值作为基准运算。

带宽滤波器带通值

带宽判定衰减阈值，默认-3dB，也可自定义。表示从通带峰值电平向下衰减该 dB 值，与曲线相交的两个点，就是高低截止频率。

12.5.2 带阻搜索

勾选开启陷波搜索，自动计算阻带带宽、陷波中心频率、阻带 Q 值、陷波损耗；未勾选则关闭。专门用于中间衰减很深、两侧导通的带阻器件。

带阻标记类型

- 光标：以手动标记位置作为谷点基准；
- 峰值：自动定位迹线最小衰减谷点（陷波最低点）作为运算基准。

带阻滤波电平

阻带判定阈值，默认-3dB。代表从陷波谷底向上抬升该 dB 电平，和曲线左右交点，作为阻带高低截止点。

跟踪

- 开启：仪器每一次扫描刷新，就自动重新执行带宽/带阻搜索，参数实时跟随迹线更新。
- 关闭：仅触发搜索时计算一次，后续扫描不会自动更新结果。

13校准

在矢量网络分析中，测试系统（含仪器、电缆、连接器及夹具等）不可避免地会引入系统性误差，导致待测器件（DUT）的原始测量值无法直接表征其真实特性。为此，矢量网络分析仪（VNA）配备了校准补偿、夹具仿真、端口延伸等系列误差校正（Correction）功能，旨在从测量结果中精准剔除这些可复现的误差成分。

针对不同应用场景，VNA提供了多种校准方案。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 校准补偿主要用于消除测试系统固有基础误差，是实现高精度测量的基础；
- 夹具去嵌针对可有效去除测试夹具带来的影响，还原 DUT 本身的性能；
- 端口延伸则适用于补偿测试电缆长度变化所导致的幅度和相位偏移，确保测量的准确性。

以上功能虽针对不同测试需求设计，但其核心原理均是通过 S 参数矩阵与误差补偿矩阵的运算实现误差修正，本质上是对测量信号传输路径中系统误差的数学补偿。

需要注意，当同时启用多种校正功能时，其处理顺序将直接影响最终测量结果的有效性。用户必须确保DUT的物理连接方式、预期构建的测试网络模型与功能处理顺序严格一致，才能获得能够真实反映DUT特性的测量数据。

13.1 常用

下表为本矢量网络分析仪支持的 S 参数校准类型：

表 13.1 VNA 支持的 S 参数校准类型

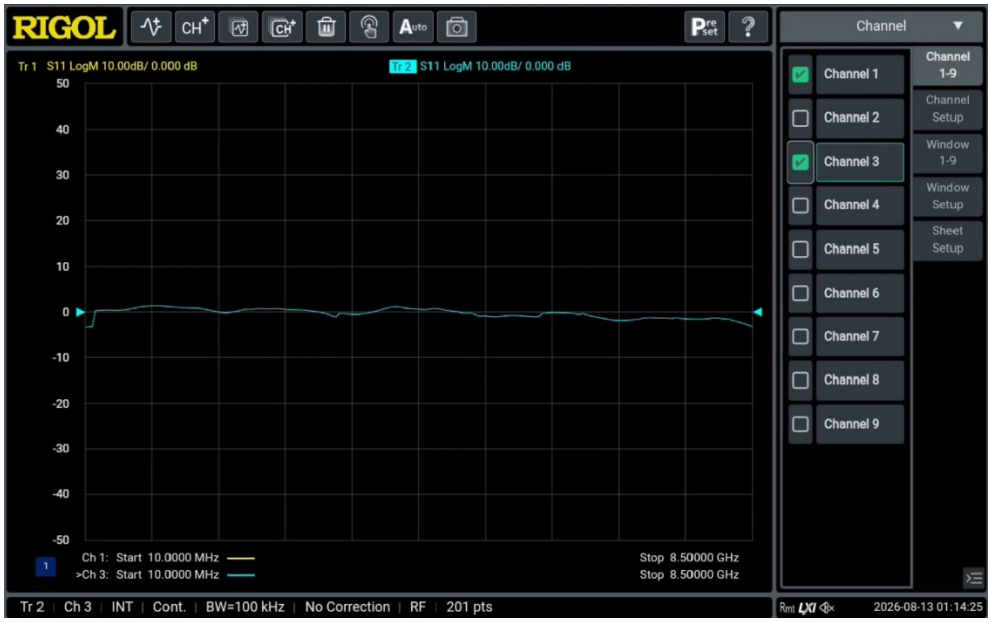
端口数	校准类型	执行校准项
1 个 只校准反射参数	Response Open	开路响应校准
	Response Short	短路响应校准
	OSL	开路，短路，负载响应校准
2 个	Response 1 to 2	端口 1→2 直通响应校准
	Response 2 to 1	端口 2→1 直通响应校准
	Enh Response 1 to 2	增强响应校准 • 端口 1：开路，短路，负载 • 端口 1→2 ： 直通
	Enh Response 2 to 1	增强响应校准 • 端口 2：开路，短路，负载 • 端口 2→1： 直通
	SOLT	全部响应校准 • 端口 1：开路，短路，负载 • 端口 2：开路，短路，负载 • 端口 1⇄2 ： 直通
	SOLR(未知直通校准)	全部响应校准 • 端口 1：开路，短路，负载 • 端口 2：开路，短路，负载

版权所有©普源精电科技股份有限公司

端口数	校准类型	执行校准项
		• 端口 1⇄2 ： 直通
	TRL	全部响应校准 • 端口 1：Reflect 反射(开路或短路) • 端口 2：Reflect 反射(开路或短路) • 端口 1⇄2 ： Thru 直通 • 端口 1⇄2 ： Line 延时线

13.1.1 基本校准

“基本校准”只能校准当前选中的通道，首先在测量界面选择需要校准的通道 Channel（直接点击该通道上的某个 trace 或者 通过通道 channel 菜单来选择）。例如下图所示，对 channel3 校准；



进入“基本校准”菜单。



- **连接器**

  通过下拉菜单选择校准件的接口类型，包括：APC3.5、APC2.4、APC7、7-16、Type F(75)、Type N(75)、Type N(50)。

- **校准件**

版权所有©普源精电科技股份有限公司

通过下拉菜单选择当前已选的“连接器”类型可用的校准件型号。

如果勾选了“显示所有校准件”，则下拉菜单会显示所有校准件型号，不再受选择连接器的约束。

- **端口**

  勾选要校准的测试端口，并设置与端口连接的被测设备(DUT)的端口类型（公头或母头）。可选择校准单个端口（端口 1 或端口 2），也可以选择两个端口都校准。

- **校准类型**

  通过下拉菜单选择当前配置下可选的校准类型，校准件的选择会决定可用的校准类型，如：校准件选择 APC3.5，85052D，2 端口校准，可选的校准类型有 SOLT，SOLR，增强响应校准 Enh Response 1 to 2，增强响应校准 Enh Response 2 to 1，响应校准 Response 1 to 2，响应校准 Response 2 to 1;

  如：校准件选择 APC3.5 自定义的 TRL_Example 校准件 2 端口校准，可选的校准类型 TRL;

  提示：SOLR 为未知直通校准，对于非插入器件(DUT 各端口同为公头或母头)，更推荐使用 SOLR 校准以获得更高的校准准确度。

  通过下拉菜单选择当前配置下可选的校准类型，详见表 13.1。

完成以上配置，点击 **下一步**，进入如下校准过程界面；在如下菜单中点击 **上一步** 可返回。

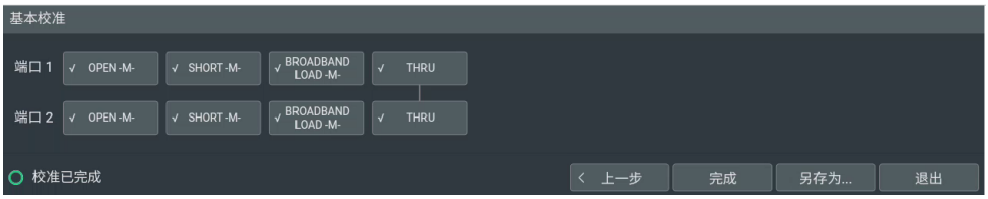


在菜单中可以看到已选择的待校准“端口”和各端口待执行的“校准项目”。包括：OPEN -M-（开路校准测量），SHORT -M-（短路校准测量），BROADBAND LOAD -M-（负载校准测量），THRU（直通校准测量）。请按如下步骤支持基本校准操作。

1. 根据菜单指示，正确连接校准件与 VNA 的测试端口。
2. 点击第一个校准项按钮，屏幕下方显示当前校准测量的迹线窗口，当扫描完成后，按钮上显示“√”，表示此项校准完成。
3. 重复步骤 1 和 2，直到所有选择的校准项目都完成，菜单状态如下图所示。

   提示：标准件的测量无先后顺序。比如第一步可以先在 port2 连接 Load 标准件，测量 port2 的 load 标准件。只要保证全部所需标准件都正确连接并进行了测量即可。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



当所有标准件测量完成后，“完成”，“另存为”按钮变为可用状态。

点击 **另存为** 可进入“文件管理”菜单，将校准数据保存到磁盘中，方便以后测量时直接调用。可选择保存的文件类型如下：

***.csa 文件类型**：包含所有通道 channel 设置及其校准数据信息。后续加载 csa 文件后能直接恢复所有通道配置及校准状态。

***.cal 文件类型**：仅保存当前校准通道的校准数据信息。后续加载 cal 文件时，需要先配置通道激励设置（与之前校准时相同），加载 cal 文件后才能生效。

点击 **完成** 或 **另存为** 完成保存后，将退出校准过程菜单，返回测量界面，此时会在当前通道自动应用校准。点击 **退出** 则取消本次校准。

13.1.2 隔离度校准

系统默认状态下不执行隔离度校准。如需附加执行该操作，请遵循以下步骤：

1. 勾选“隔离度校准”选项，则校准文件中包含此项数据；



2. 依次完成其他常规参数的校准流程；
3. 将负载连接至测试端口；
4. 手动执行隔离度校准。
5. 成校准后，可保存校准数据，结束本次校准。

13.1.3 电子校准

电子校准件(ECal) 是一种电子校准解决方案。每个 ECal 模块都包含电子标准，这些电子标准在测量校准期间会自动切换到相应位置。这些电子标准已在工厂进行测量，数据存储在 ECal 模块的内存中。VNA 使用这些存储的数据以及测量数据来计算测量的误差项。

VNA支持的ECal 模块的型号及操作和连接方法，请参考《电子校准件手册》（ECal 专用）。

将 ECal 模块端口连接到分析仪测试端口，再通过 USB 线为 ECal 模块供电（供电后等待预热完成，

版权所有©普源精电科技股份有限公司

指示灯绿色常亮）在 ECal 校准期间，请佩戴接地腕带，并且勿断开测试端口和USB线缆连接。连接ECal后，等待其预热完成，指示灯绿色常亮，再开始校准。

校准操作步骤如下：

1. 点击 **电子校准** 功能键，进入“选择校准端口和电子校准模块”菜单。



- **选择校准类型**

  支持单端口校准（1-Port）或多端口校准（如 2-Port），根据被测设备（DUT）的校准端口数选择。

- **电子校准端口配置**

  根据校准类型选择校准端口。如果进行双端口校准，则必须选择两个不同的端口。

- **电子校准件属性**

  正确连接后，VNA 能够自动检测并获取 ECal 模块的信息。

2. 点击 **下一步**，进入如下菜单。



根据菜单中的提示信息完成后续校准操作。

3. 测量完成后，界面如下。点击 **另存为** 可将校准配置文件（*.cal）保存到指定路径；点击 **完成** 完成本次校准。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



13.1.4 校准所有通道

校准所有通道（Cal All）功能用于对矢量网络分析仪（VNA）的所有相关测量通道统一执行校准。在多通道测量中，各通道可能具有不同的频率范围、功率电平、带宽、扫描点数及测量参数，若逐个通道分别校准，操作过程较为繁琐，且影响工作效率。

使用 Cal All 功能时，仪器可根据各通道当前配置，集中完成所有通道的校准流程，并将对应的校准结果分别应用到各测量通道。该功能可有效简化多通道校准操作，减少重复设置与人工干预，保证各通道均处于有效校准状态，从而提高多通道测量的一致性、准确性和测试效率。

校准操作步骤如下：

1. 点击 **校准所有通道** 功能键，进入“校准所有通道”菜单。



- **选择校准通道**

  选择需要校准的通道。

- **通道校准端口**

  选择选中通道需要校准的端口，默认选中用户已配置 S 参数相关的端口，也可根据需要

版权所有©普源精电科技股份有限公司

增减。应用到所有通道按钮可以将当前通道的校准端口应用到所有通道。

- **选择校准类型**

  支持电子校准和基本校准。

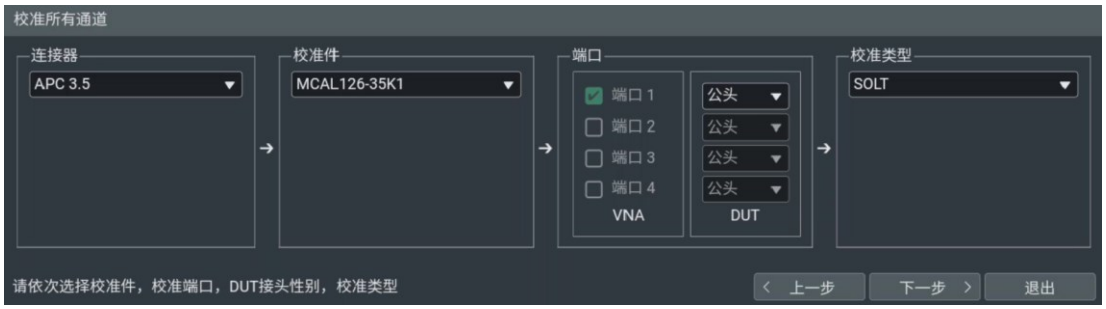
2. 点击 下一步，配置校准件及校准端口。

   - 选择电子校准类型，则进入如下菜单。

   选择需要校准的端口，正确连接电子校准件，VNA 能够自动检测并获取电子校准件模块的信息，并在右侧显示。



   - 选择了基本校准类型，则进入如下菜单。



   连接器：通过下拉菜单选择校准件的接口类型，包括：APC3.5、APC2.4、APC7、7-16、Type F(75)、Type N(75)、Type N(50)。

   校准件：通过下拉菜单选择当前已选的“连接器”类型可用的校准件型号。

   端口：显示所有需要校准的端口，用于确认校准端口。

   校准类型：通过下拉菜单选择当前配置下可选的校准类型，详见表 13.1。

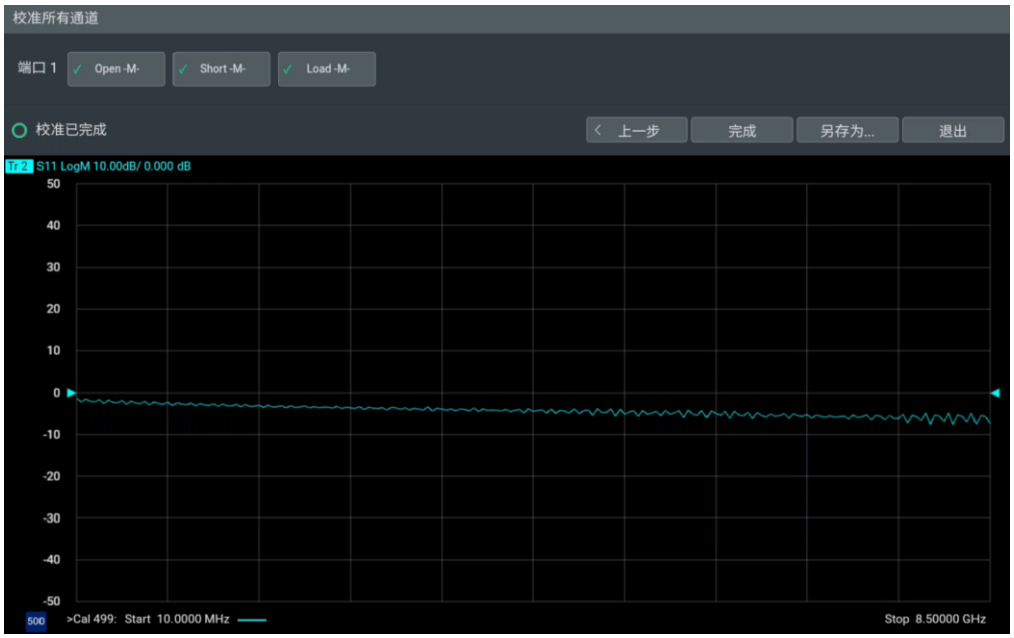
3. 点击 **下一步**，进入如下菜单。



   根据菜单中的提示信息完成后续校准操作。

4. 测量完成后，界面如下。点击 **另存为** 可将校准配置文件（*.cal）保存到指定路径；点击 **完成** 完成本次校准。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



13.1.5 校正/校正属性

初始默认为校正关闭状态，校准完成后，或者加载校准文件成功后，自动执行校正，显示为“开启”状态。如果仪器未校准，则不支持开启校正。

在未校正时，窗口下方的系统状态区域 显示为“No Correction”，校正之后显示校正状态，具体如下表。

端口数	校准类型	校正状态
1 个	OSL	C 1-Port
	Response Open Response Short	C Resp
2 个	Response 1 to 2 Response 2 to 1	
	Enh Response 1 to 2 Enh Response 2 to 1	C Enh Resp
	SOLT	C 2-Port

不同校正状态，对应的校正级别及其测量准确度如下表所示。

校正状态	说明	精度
C N-Port	N为端口数量，完全校准	最高
C Enh Resp	增强响应校准，单端口校准和传输响应校准的集合	次高
C Resp	开路或短路响应校准 校正测量的频率响应，不校正阻抗失配	次低

版权所有©普源精电科技股份有限公司

校正状态	说明	精度
No Correction	未校准	最低
C*	插值校准，详见插值 章节	不确定
CΔ	修改配置校准，详见插值 章节	不确定

校正属性

校准完成后，可点击 **校正属性** 功能件，查看如下校准相关信息。如果仪器未校准，则此功能不可用。



13.1.6 校准件

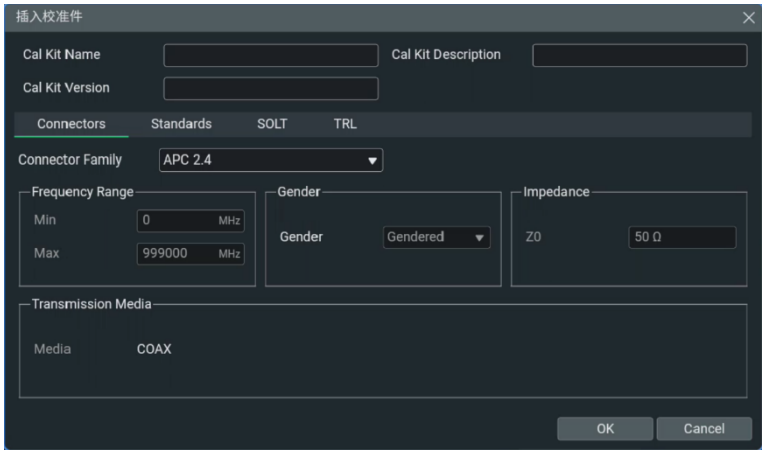
点击 **校准件** 功能键，进入“管理校准件”菜单，设如下所示，VNA内置了多个校准件。



版权所有©普源精电科技股份有限公司

13.1.6.1 标准校准件基本操作

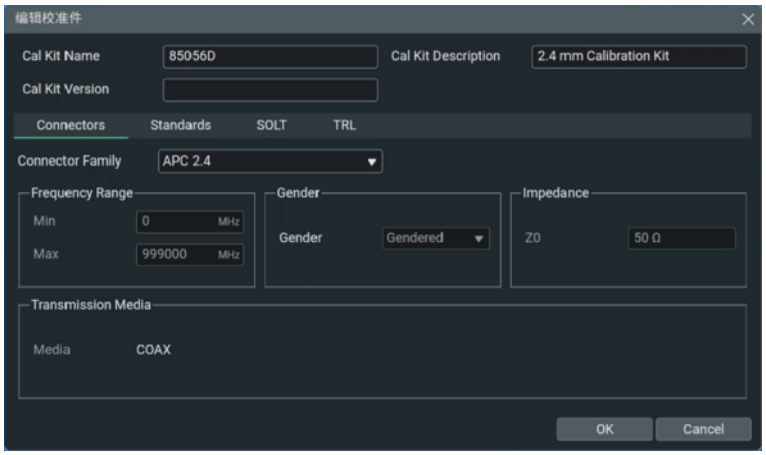
- **编辑**：支持根据需要修改每个校准件的参数，操作请参考 编辑校准件 章节。
- **拷贝**：选中一个校准件后，点击此按钮，弹出此校准件的编辑菜单。在编辑菜单中可根据需要修改相关参数，点击 **OK** 按钮退出。在校准件列表的最后可看到新增的拷贝校准件，其文件名为“原校准件名+下划线+N”，其中 N 为序号，初次拷贝 N=1，N 随同一个校准件的拷贝次数递增。
- **导入**：点击此按钮，进入 文件管理 菜单，选择指定路径下的*.xkt”文件，点击 **确认** 按钮，可将自定义的一个校准件加载到当前校准件列表中，显示在列表最后。后续用户可使用自定义的校准件对 VNA 进行校准。
- **导出**：选中一个校准件后，点击此按钮，进入“文件管理”菜单，可将此校准件及其详细参数，存储为“*.xkt”文件到指定路径。
- **删除**：选中一个校准件后，点击此按钮，并 **确认**，可将此校准件从当前列表中删除。
- **插入**：支持新建校准件，点击此按钮，进入插入校准件菜单，如下图所示。根据需要添写校准件参数，操作请参考 编辑校准件 章节。点击 **OK** 按钮，完成插入新建校准件。



13.1.6.2 编辑校准件

在标准校准件区选中一个校准件，点击 **编辑** 按钮，进入此校准件的编辑菜单，如下图所示。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



13.1.6.2.1 选择连接器类型

点击 Connector Family 右侧的下拉框，可供选择的连接器类型包括：APC 3.5、APC 2.4、APC 7、Type N(50)、Type N(75)、Type F(50)、Type F(75)、Type B、7-16、2.92 mm、1.85 mm、1.0 mm。

13.1.6.2.2 配置标准件

- **添加标准件**

在 Standards 子页面下点击 **Add** 按键可添加 OPEN、SHORT、LOAD 与 THRU 四类标准件。

- **删除标准件**

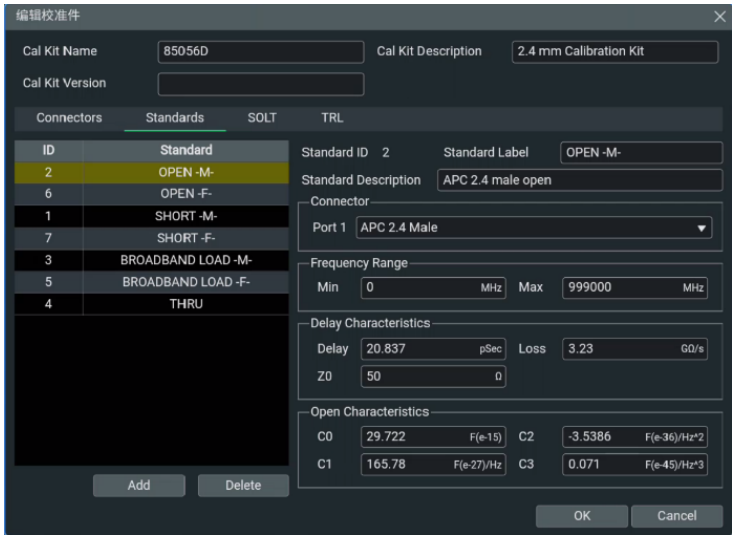
在 Standards 子页面选中待删除的校准件后，点击 **Delete** 按键，在弹出的提示框中点击 **确认**，即可删除该校准件。

- 编辑标准件基本信息
  - Standard ID：标准件序列编号（套件内唯一序号，不可修改）；
  - Standard Label：标准件显示名称（校准弹窗提示文本）；
  - Description：标准件备注说明；
  - Connector：定义标准件接头规格与极性（公头 Male / 母头 Female / 无 None）；
  - Frequency Range：频率范围，Min 为该标准件可参与校准的下限频率，Max 为该标准件可参与校准的上限频率，单位 MHz；
  - Delay Characteristics：延迟特性参数，Delay 为单向传输时延，单位 s；Loss 为导体趋肤损耗，单位 GΩ；Z0：传输线标称特性阻抗。

- **开路标准件**（OPEN）

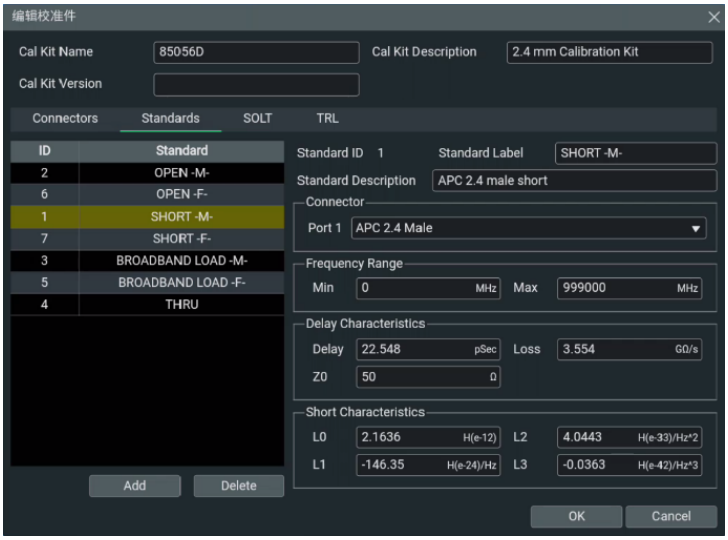
支持独立配置边缘杂散电容系数：C0、C1、C2、C3。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



- **短路标准件**（SHORT）

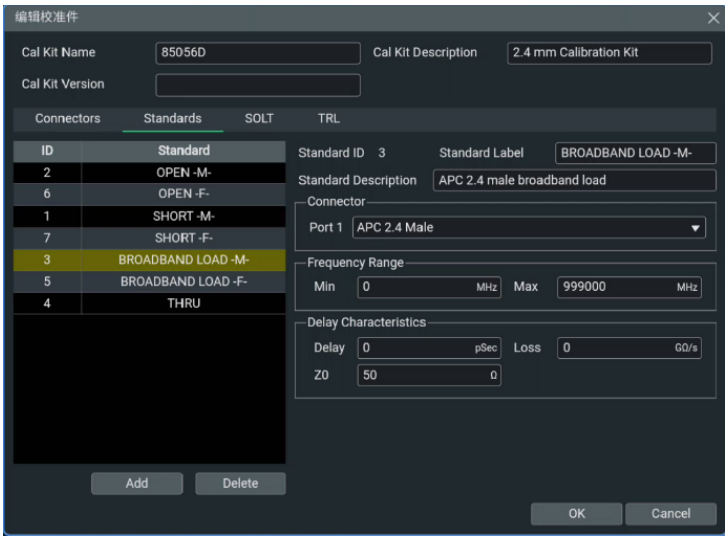
支持独立配置残余电感系数：L0、L1、L2、L3。



- **匹配负载标准件**（LOAD）

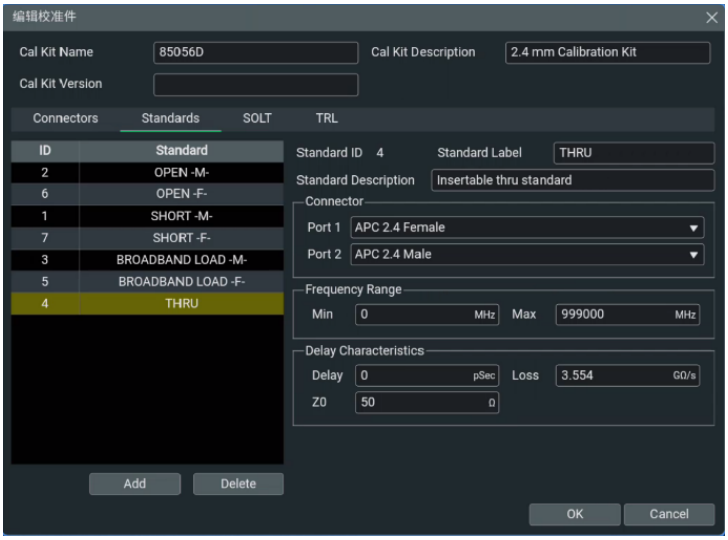
无独立配置项，默认理想无反射终端模型如下图所示。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



- **直通标准件**

直通校准件（THRU）的两端各有一组连接器，共 2 个接头配置，如下图所示。



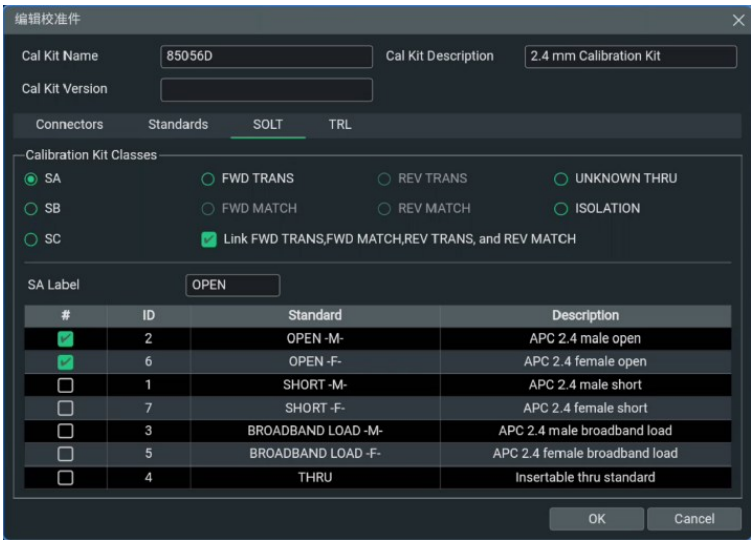
13.1.6.2.3 配置 SOLT 校准件

SOLT校准件分组定义：

1. SA：开路标准件，但不完全局限于开路件；
2. SB：短路标准件；
3. SC：匹配负载标准件；
4. Link FWD TRANS, FWD MATCH, REV TRANS, and REV MATCH：正向传输 / 匹配、反向传输 / 匹配，直通标准件；
5. UNKNOWN THRU：未知直通，适配不可插接型被测器件。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

可以将对应 ID 标准件分配至对应组别，如下图所示。

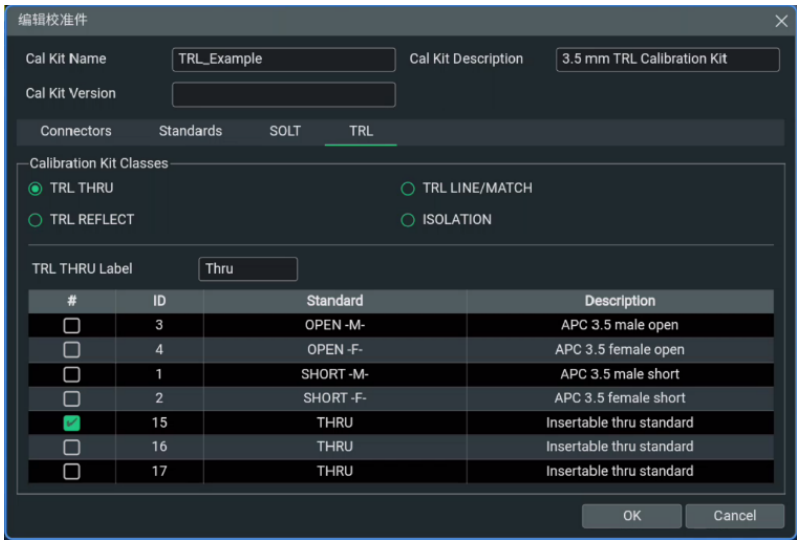


13.1.6.2.4 配置 TRL 校准件

TRL 校准件分组定义：

1. TRL THRU：TRL 直通标准件；
2. TRL REFLECT：TRL 反射标准件；
3. TRL LINE：TRL 传输线标准件，传输线与直通件共同确定校准完成后的测量参考阻抗；
4. TRL MATCH：TRL 匹配标准件，当无法加工出长度、损耗符合要求的传输线时，可用匹配件替代 LINE 传输线完成 TRL 校准。

可以将对应 ID 标准件分配至对应组别，如下图所示。



版权所有©普源精电科技股份有限公司

13.1.6.3 校准件工作区操作

在“管理校准件”菜单中显示的“标准校准件”列表，定义为一个工作区。

- **保存工作区**：点击此按钮，进入“文件管理”菜单，可将当前工作区的所有“校准件”及每个校准件的详细参数，存储为“*.xkw”文件到指定路径。
- **加载工作区**：点击此按钮，进入“文件管理”菜单，选择指定路径下的“*.xkw”文件，点击 **确认** 按钮，可加载自定义的校准件列表替换当前的工作区。后续可在用自定义的工作区中选择需要的校准件对 VNA 进行校准。
- **恢复默认设置**：点击此按钮，将校准件列表及每个校准件的详细参数恢复至初始状态。

13.1.7 保存/加载校准集文件

校准完成后，所有校准数据都会存储到一个校准集中。该校准集后续可应用于任何具有与该校准集相同激励设置的通道，从而节省再次执行校准所需的时间。校准集保存的数据包括：名称和描述、校准集属性（激励设置、校准类型、端口关联等）、标准数据和误差项数据、GUID 等。

当一次校准完成后，数据会自动保存到对应通道的校准寄存器中，覆盖该寄存器中之前存储的校准数据。因此可将其导出为校准集文件（*.cal）存储到指定路径。

对校准集的保存和加载操作在“文件管理”菜单中进行，具体操作请参考文件系统 章节。

保存校准集

点击 **保存校准集** 功能键，弹出“文件管理”窗口，设置保存路径、文件名，文件格式为*.cal，点击 **保存** 按钮，完成保存。

加载校准集

1. 点击 **加载校准集** 功能键，弹出“选择校准集”窗口。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



2. 点击“校准集文件夹” 弹出“文件管理”窗口，进入指定路径，选择指定*.cal格式的校准集文件，点击 **确认** 按钮，退回“选择校准集”窗口。
3. 选中校准集，点击 **属性** 按钮，弹出“校正属性”窗口，显示校准集信息。
4. 选中目标校准集并点击 **确认** 按钮，即可将其加载至当前选中的通道。
   若系统检测到所选校准集与当前通道参数不匹配，将自动弹出提示框，询问是否修改激励参数以适配该校准集。

13.1.8 插值

校准插值是一项动态修正误差的辅助功能，作用是在 “已完成校准（或应用校准集）” 的基础上，应对后续激励参数（如频率、点数）的变更，通过算法调整原校准误差项，尽可能维持测量结果的准确性，避免因设置改动直接导致误差校正失效的方法。

插值校准使能

插值功能默认为关闭状态，设置“开启” 后，当前激活的测量迹线支持插值能力，但不强制触发插值运算。在插值开启状态下，若修改下述激励设置后，系统判定需通过插值维持测量准确性，则自动执行插值；若插值功能关闭状态下修改激励设置，则不会进行插值，误差校正/校正属性 功能自动切换为“关闭”状态。

启用插值功能后，修改以下扫描设置会触发插值：

- 起始频率提高
- 终止频率降低
- 测量点数调整

提示：

降低起始频率 或 提高终止频率时，校正功能会强制关闭。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

插值校准精度

测量插值执行后，无法预测校准精度是否受到明显的影响，需针对具体测量场景评估误差 。

- 通常情况下，矢量网络分析仪（VNA）输出的幅度 / 相位激励信号，与被测器件（DUT）的响应，保持平滑连续特性，可以保障插值准确性 。
- 当测量点间的相移响应变化超 180° ，会必然引入显著测量误差。
- 以下情况，插值引入显著误差的概率会增加：
    - 测量点间的频率跨度大幅增大
    - 测量频率高于 10 GHz（此频段相位变化速率更快 ）
    - 跨频率波段交叉（band crossings）执行插值

若插值算法遭遇响应幅度 / 相位的突变或大幅波动（如波段交叉场景），测量数据可能出现阶跃、尖峰等误差。可通过以下方式规避：

- 关闭插值功能
- 调整扫描测量参数（如缩小频率跨度、降低点数等 ）
- 创建扫描段，跳过波段交叉区间

插值校准显示状态

执行插值校正后，窗口下方系统状态区域 显示的校正状态发生变化，字符C后添加“*”标识，例如“C* 2-Port”。

- **插值校正：**

  如果修改了扫描 的点数、增大起始值或减小终止值，可使能插值功能校正，则窗口下方系统状态区域 显示的校正状态显示为“**C***”，例如“C* 2-Port”。

- **配置变更**：

  如果中频带宽、扫描时间 或端口功率 中一项或多项激励设置发生变化时，校正状态显示为“**CΔ**”，例如“CΔ 2-Port”。

13.2 端口延伸

端口延伸功能支持在完成校准后，以电气方式移动测量参考平面。执行了 S 参数校准后，可通过端口延伸功能来解决以下测试场景中的问题。

- **测试夹具限制：**设备接口连接了测试夹具，无法直接在设备上校准，可先在方便位置校准，再用端口延伸补偿夹具的时间（相移）延迟和损耗。
- **新增传输线：**已经了完成校准，若需在测量配置中添加传输线长度，可配置 VNA 的指定测试端口延

版权所有©普源精电科技股份有限公司

伸了特定长度。

点击 **校准** > **端口延伸>** **端口延伸**，进入端口延伸功能菜单。



配置参数介绍

- **端口 1/2**：选择待使用的测量端口，端口延伸设置会影响激活通道上与特定端口相关联的所有测量。
- **端口延伸使能**：勾选复选框变为绿色，可使能端口延伸功功能，再次勾选则关闭。
- **延迟**

  时间：为端口延伸延迟的时间量，可以为正值或负值；

  距离/距离单位：为端口延伸延迟的物理长度，可以为正值或负值；单位可选米、英寸或英尺。

- 损耗
  - **直流损耗**： 用于对整个频率范围进行偏移校正。它表示在直流情况下，由于传输线、测试夹具等因素造成的信号损耗。当需要补偿直流损耗时，输入一个正值，这会导致测量迹线向正（上）方向偏移。
  - **损耗 1 @ 频率 1** ：这两个参数需配合使用。勾选 “损耗 1” 选项后，可以输入一个特定的损耗值（单位为 dB），并指定一个对应的频率值（单位为 Hz）。代表在特定频率点设置一个损耗参考值，以便对频率范围内的损耗进行更精确的校正。
  - **损耗 2 @ 频率 2** ：功能与 “损耗 1 @ 频率 1 ” 类似，输入另一个特定的损耗值（单位为 dB）和对应的频率值（单位为 Hz）。

    通常在设置 “损耗 1” 和 “损耗 2” 时，通过这两个不同频率点的损耗值，配合特定的算法来计算频率范围内其他点的损耗补偿，以更精准地校正整个频率范围的损耗情况。
- **速度因子/耦合**：

  对于每个端口，设置应用于测量校准后插入的设备介质的速度因子，详细介绍请参考电延时 章

版权所有©普源精电科技股份有限公司

节。默认速度因子仅为指定端口且仅用于端口延伸设置，勾选后，为所有端口设置速度因子。此处修改，将同步更改电延时、DTF（选件）和时域设置（TDA 选件） 功能的中的速度因子。

端口延伸操作流程

1. 选择已完成校准的 S11 测量迹线，将端口 1 的反射系数作为基础测量。
2. 设置此测量迹线的“数据格式”为“相位”，方便观察和调整相位。
3. 在校准参考平面处，将开路（OPEN）或短路（SHORT）标准件连接到对应的端口。然后查看并验证整个频率范围内的相位读数。理想情况下，此时的相位应接近零。如果相位偏差较大，可能需要重新检查校准过程或硬件连接是否存在问题。
4. 将测试夹具或需要进行补偿的额外传输线连接到测量系统中，替代原来的被测器件（DUT）位置。接着，在该位置再次连接开路（OPEN）或短路（SHORT）标准件。
5. 调整延迟补偿
   - 如果已知夹具或额外传输线的“电气长度”，直接设置 “延迟时间” 。
   - 如果已知夹具或额外传输线的“物理长度”，直接设置 “延迟距离” 。
   - 未知延伸长度情况，逐步增加 “时间” 或 “距离” 的数值，同时观察仪器显示的频率范围内的相位响应情况。持续调整，直到指定的频率范围内的相位响应变得平坦，即相位变化在可接受的范围内，完成端口延伸的设置操作。

完成上述操作后，可以通过观察不同频率点下的相位、反射系数等参数是否符合预期，以及与之前未进行端口延伸时的测量结果进行对比，来确认设置的有效性。如果发现测量结果不理想，可能需要重复上述步骤，重新调整相关参数。

13.3 自动端口延伸

自动端口延伸（Auto Port Extension, APE）是自动化的参考平面校准功能。用户只需连接开路（OPEN）或短路（SHORT）标准件，系统即可自动计算并应用延迟与损耗补偿参数，将测量参考平面精准移至标准件接口处。该功能有效解决了附加传输线和测试夹具引入的误差，显著提升了测试效率与准确性，消除了手动调试的复杂性。

使用前置条件

执行 APE 前需确认系统满足以下限制条件，否则功能无法触发或无响应：

- 校准要求：仪器已完成通道 S 参数校准；
- 扫描模式：当前扫描类型非功率扫描；
- 功能状态：频率偏移功能已关闭；
- 介质设置：测量介质未配置为波导（Waveguide）；
- 迹线要求：活动 Trace 上未启用任何数学运算。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

点击 **校准** > **端口延伸**> **自动端口延伸**，进入自动端口延伸功能菜单。



配置参数介绍

所有配置均为 Channel 级别，生效于当前通道下所有 Trace。

- **测量端口**

  指定需执行自动端口延伸的测试端口，并控制端口功能的启用状态，启用/禁用状态会同步更新至“使能端口”显示区域。

  默认所有测试端口自动使能 APE 功能；自动端口延伸设置将作用于激活通道上与该端口关联的所有测量项。

- **损耗**

  - **包含损耗**

    默认开启，损耗参数自动设置为 0，且“失配调整”功能灰显不可用。

    开启后，系统自动计算损耗参数并写入端口延伸配置，补偿传输线 / 夹具的损耗（含直流损耗 频率相关损耗）

  - **失配调整**

    默认开启，仅当“损耗补偿”开启时可用。开启后将偏移测量迹线，强制所有数据点幅值 ≤0dB ，防止 S 参数在仿真中出现数值不稳定。

- **频率范围模式**

  选择自动端口延伸参数计算所采用的频率范围，支持以下三种模式：

  - 当前范围：使用通道当前设置的全部频率范围进行计算；
  - 活动标记：基于活动光标及相邻高频点数据计算；若当前无光标，系统自动在频段中心创建一个光标；
  - 用户扫宽：需手动设置起始/终止频率，且自定义范围不得超出当前通道的频率区间。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- **用户设置频率**

  仅当“频率范围模式”选择“用户扫宽”时可用，用于设置自定义计算频段：

  - 起始频率：需≥通道当前起始频率，且＜终止频率；
  - 终止频率：需≤通道当前终止频率，且＞起始频率。

自动端口延伸操作流程

1. **前置准备**：

   完成通道 S 参数校准，确认满足自动端口延伸功能的使用限制条件。

2. **配置参数**：

   进入自动端口延伸功能菜单，设置：目标测试端口、损耗参数和频率范围。

3. **连接校准件**

   将开路（OPEN）或短路（SHORT）标准件可靠连接至已使能的端口。

4. **触发测量**

   点击 “测量开路” 或 “测量短路” 按钮。系统将先校验前置条件，通过后才会启动测量。

5. **系统计算与应用**

   系统会自动检查历史测量记录及当前配置，选择计算方式

   - 相同参数配置情况下，若已执行过另一类标准件测量，第二次测量自动触发「开路 + 短路联合计算」，测量精度更高。
   - 若参数不一致，本次测量将按单标准件计算，执行结果将覆盖历史不同参数的测量数据。

   系统计算完成后，系统将自动激活端口延伸功能，并将计算得到的延迟、损耗等补偿参数作用于测量；迹线实时更新，同步展示补偿后的测量结果。

6. **验证补偿效果**：

   将数据格式设置为**相位**，若全频段相位曲线呈平坦状态，即表示端口延伸补偿完成，参考平面已移动至标准件连接位置。

13.4 夹具

夹具功能是通过软件基于数学模型来模拟夹具的电气特性。通过测量夹具本身的 S 参数（散射参数），或者根据夹具的物理结构和材料参数计算出 S 参数，建立起夹具的数学模型。在测量 DUT 时，网络分析仪获取的测量数据包含了 DUT 和夹具的综合特性。夹具功能将建立的夹具数学模型应用到测量数据中，通过数学运算，从测量结果中减去夹具的影响，从而得到 DUT 的真实特性 。

夹具功能常用于半导体等微型或特殊封装器件测试、射频组件高精度批量测量及高速互连测试，可实现高频信号路径补偿。

作用功能

- **消除夹具影响：**夹具功能通过数学模型，从测量结果中去除夹具引入的损耗、反射和相位偏移等误

版权所有©普源精电科技股份有限公司

差，得到更精准的 DUT 特性数据。

- **电路嵌入与去嵌入**：可以在测量中添加（嵌入）或移除（去嵌入）特定电路。
- **端口参考阻抗转换**：使测量在不同阻抗标准下进行，适应不同的测试需求。

测试注意

使用夹具功能时需规避的误差来源，以保证校准结果的准确性：

1. **夹具模型参数需精准**：若输入的夹具 S 参数存在偏差，会直接导致补偿后的结果失真。
2. **夹具与模型的一致性**：批量测量中，若更换了夹具，需重新测量或调整夹具模型参数，不可直接复用原模型 。
3. **频段匹配**：夹具模型的有效频段需覆盖被测器件的工作频段。
4. **基础校准不可省略**：夹具模拟器是 “叠加于基础校准之上的补偿工具”，不可替代分析仪本身的基础校准（如 SOLT 校准）。

13.4.1 端口匹配

端口匹配功能用于在测量结果中嵌入特定的电路模型，用来模拟 VNA 端口处夹具的阻抗特性，从而更准确地反映被测器件（DUT）在实际工作环境中的性能。

点击 **端口匹配** 功能键，进入如下菜单。



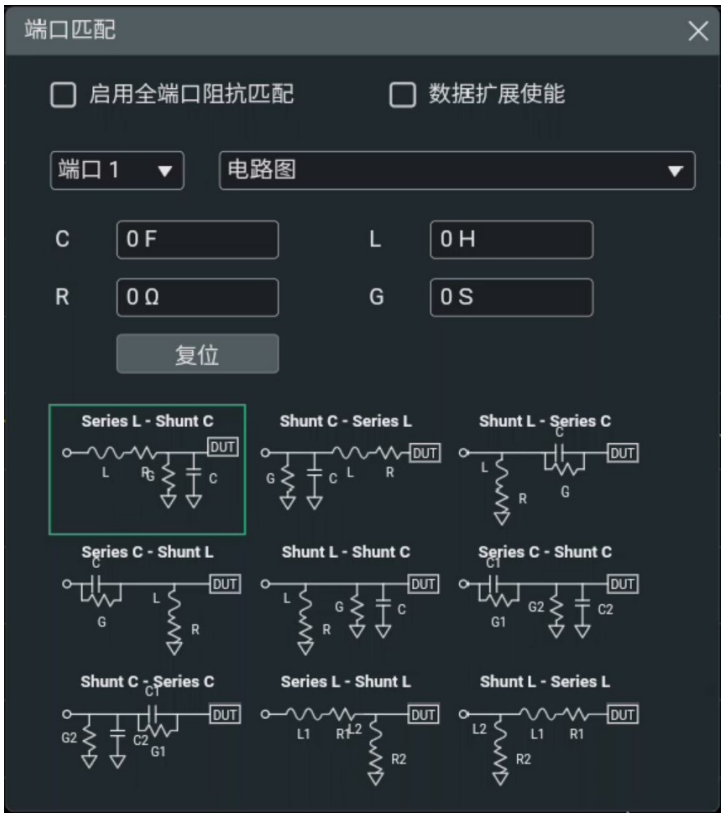
1. 勾选“启用全端口阻抗匹配 “，使能端口匹配功能。
2. 从下拉菜单中指定需要应用匹配的 VNA 端口。
3. 可选择无电路模型，或从下拉菜单中选择“用户 S2P 文件”，显示加载*.s2p 文件的入口。

   点击 **Open** 按钮，进入文件管理 菜单，选择要加载的*.s2p 文件，点击 **确认** 按钮，完成加载。

   *.s2p 文件为符合 Touchstone 标准的二端口网络 S 参数文件（用于模拟夹具的电气特性）。
4. 当加载*.s2p 文件频段与当前测试范围不匹配时，勾选打开“数据扩展使能”功能，系统可通过算法扩展以匹配当前测试范围，确保端口匹配功能正常。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

5. 可选择电路模型，或从下拉菜单中选择“电路图”，显示电路拓扑选择的入口。
   选择要嵌入的“电路拓扑图示”，并设置对应的电路参数，点击 **确认** 按钮，完成加载。



13.4.2 端口参考阻抗

网络分析仪默认参考阻抗通常为 50Ω，而实际 DUT 的特性阻抗则存在差异（如 Z_0=25Ω/75Ω/100Ω）。端口阻抗转换功能通过内置数学建模算法，将测量系统的默认参考阻抗转换为 DUT 的实际特性阻抗，或反之将 DUT 在非默认阻抗下的性能数据转换为系统默认阻抗的等效值，确保在不同阻抗标准下仍能精准获取 DUT 的真实电气性能。

端口阻抗转换的实现流程

1. 采集原始数据：以系统默认阻抗 50Ω为基准，测量 DUT 原始 S 参数。
2. 配置目标阻抗：设定 DUT 实际特性阻抗，即目标阻抗。
   目标阻抗配置需根据 DUT 特性设置，关键参数如下：

参数	定义	应用场景
实部	阻抗的电阻成分	DUT 为纯电阻性器件，仅需配置实部，虚部默认 0
虚部	阻抗的电抗成分	DUT 含寄生电容/电感，需补充配置虚部，否则测量偏差增大

3. 数据转换运算：通过内置算法，将原始数据转换为目标阻抗下的等效 S 参数，输出精准测量结果。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

进入端口参考阻抗配置菜单，如下图。



1. 勾选“启用全端口阻抗转换”激活端口参考阻抗功能，也需打开“夹具去嵌”开关。转换后的阻抗值仅应用于当前激活通道的所有测量迹线。
2. 从下拉菜单中指定需要应用阻抗转换的 VNA 端口（端口 1/端口 2）。
3. 设置目标阻抗参数：实部（R）和虚部（jX）。

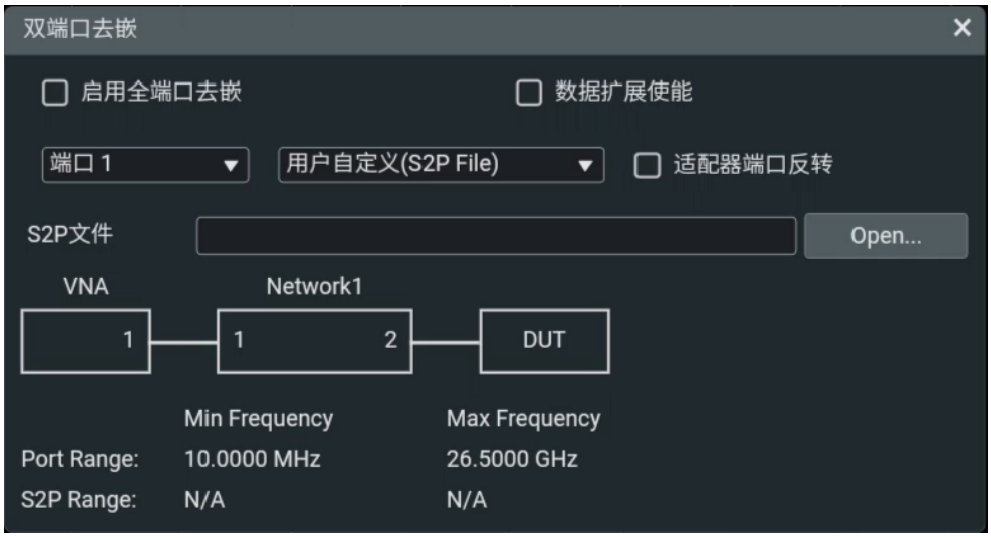
13.4.3 双端口去嵌

双端口去嵌功能主要用于优化 VNA 的测量结果。如果在校准之后，在测试系统中添加二端口夹具（如适配器、衰减器、较长的电缆等），并且这些夹具连接在校准参考平面和被测器件（DUT）之间时，会对测量结果产生影响，无法准确测量 DUT。双端口去嵌入功能就是从测量结果中移除这些二端口夹具带来的影响，测量 DUT 的真实性能。

去嵌入操作是通过调用一个*.s2p 文件（Touchstone 格式），这个文件包含了二端口夹具或器件的电气特性，如阻抗、相位等信息。通过对这个文件中数据的分析和计算，结合测量所得的数据，在数学上消除夹具对测量结果的影响。

点击 **双端口去嵌** 功能键，进入如下菜单。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



1. 勾选“启用全端口去嵌”，使能端口去嵌功能。
2. 从下拉菜单中指定需要应用去嵌的 VNA 端口（端口 1/端口 2）。
3. 从下拉菜单中选择“用户 S2P 文件”，显示加载*.s2p 文件的入口。

   点击 **Open** 按钮，进入文件管理 菜单，选择要加载的*.s2p 文件，点击 **确认** 按钮，完成加载。

   *.s2p 文件为二端口网络的 S 参数文件，用于模拟夹具的元件模型，在实际测试电路中的表现。
4. 当使用二端口夹具连接 VNA 和被测器件（DUT）时，夹具的端口连接方式可能会影响测量结果的准确性。“适配器端口反转”功能主要用于调整夹具与 VNA、DUT 的连接端口配置，以适配不同的实际连接情况。

   一般情况下，端口 1 连接 VNA 的一个端口，端口 2 连接 DUT。但在一些特殊的测试场景或夹具设计中，需要将端口 2 连接到 VNA，端口 1 连接到 DUT，可以通过勾选 “适配器端口反转”实现这种连接方式的调整。

   适配器端口反转实际上是改变了信号的传输路径和测量参考方向，使得 VNA 能够按照新的端口连接配置正确地解析和处理测量数据，从而准确地去除夹具对测量结果的影响。
5. 当加载*.s2p 文件频段与当前测试范围不匹配时，勾选打开“数据扩展使能”功能，系统可通过算法扩展以匹配当前测试范围，确保双端口去嵌功能正常。

14功率

功率菜单用于设置激励源的功率参数。设置在频率范围内的测试端口输出功率，确保在指定的频率范围内使用适当的激励功率进行测量。

功率使能

版权所有©普源精电科技股份有限公司

功率使能开关用于设置测试端口是否输出RF激励信号，默认为打开状态。激励源配置对所有通道生效。

端口功率

当 **扫描** > **常用** > **扫描类型**为“线性频率扫描”或“对数频率扫描”时，可以设置测试端口处的功率。

起始功率/截止功率

仅当 **扫描** > **常用** > **扫描类型**为“功率扫描”时，可设置扫描信号的起始功率和截止功率。

其中起始功率可以大于截止功率，代表从大功率到小功率的功率扫描，不需要设置方向。

15平均及带宽

平均及带宽功能主要用于噪声抑制和提高测量精度。修改平均及带宽设置会对当前通道的测量时间、测量精度等产生影响。

15.1 常用

矢量网络分析仪可以通过如下两种方法降低接收机的本底噪声。

- 减小中频带宽（Intermediate Frequency Bandwidth，简称 IF Bandwidth）
- 启动平均扫描

平均扫描比减小中频带宽能够更有效地降低本底噪声，但平均扫描比减小中频带宽在降低噪声时需要的时间更长，特别是在平均次数较多时。另外，在校准后更改中频带宽会导致精度不确定。

中频带宽

中频带宽是矢网接收机内部混频后产生的中频频带的宽度，是接收机内部滤波器的通带宽度，代表接收机对信号频率分量的筛选能力。降低中频接收机带宽，可抑制随机噪声对测量的影响。中频带宽每降低为原来的 1/10（即每按 10 倍降低 ），本底噪声会降低 10 dB 。但更窄的中频带宽会使扫描时间变长。

中频带宽的取值范围：1 Hz ~ 10 MHz；默认值为 100 kHz。屏幕下方的状态栏，将显示中频带宽（BW = IF Bandwidth)。

平均开关/平均次数

平均功能通过对多次测量结果进行平均计算，可以减少单次测量中由于不确定因素导致的误差，降低随机噪声对测量值的影响，使测量结果更加稳定和准确。

勾选平均次数项可开启平均功能，默认功能关闭。每次重启平均功能，都重新开始测量并进行平均计算。如果平均类型为“扫描平均”，则使能平均后，每个窗口的左下方，显示当前通道平均计算的进度（通道号 Avg = 完成平均次数/总平均次数），关闭则消失。

平均次数是要进行平均的测量次数，取值范围为 1 ~ 65535(2^16 - 1)，默认值为1。

平均重新开始

版权所有©普源精电科技股份有限公司

清除当前的测量数据，并且重新开始一组新的测量，并进行扫描平均计算。当前激活通道下的所有迹线进行重新绘制。

平均重新开始功能，不适用于点平均，仅在平均功能开启的情况下有效。

平均类型

- **点平均**

  点平均是对同一频率点进行多次测量，并对结果进行算术平均，再继续下个数据点测量。点平均通常用于频率响应比较平稳或者测量时间较短的场景。点平均扫描时间根据平均次数成倍增长。

- **扫描平均**

  扫描平均是指多次完整的频率扫描后，将整个频率范围内的数据进行行算术平均。这种方式可以减少整个频率范围内的噪声，并且对于频率响应有快速变化的测量特别有效。平均类型默认为扫描平均。

15.2 平滑

迹线平滑是指对多个相邻数据点取平均值，以平滑显示的迹线轨迹。被一起取平均值的相邻数据点数量也称为平滑孔径。迹线平滑可降低宽带测量数据的峰 - 峰值噪声值。它能平滑迹线噪声，且不会显著增加测量时间。

平滑使能

平滑使能默认关闭。开启平滑功能后，当前激活迹线将应用平滑重新绘制。

由于迹线平滑在数据处理映射中遵循数据格式类型，经过格式化的数据会被平滑。如果数据格式 是极坐标（Polar）或史密斯圆图（Smith Chart），平滑会自动关闭。

平滑孔径

指定要进行平滑处理的扫描激励（X轴）跨度的百分比。例如，当前迹线共包含 101 个测量数据点，若平滑孔径百分比为 11%，那么将进行平均计算的平滑点数量为 11 。平滑孔径取值范围为0%至25%，默认为1%。

平滑点数

平滑点数为要平均的相邻数据点数量，平滑点数只能设置为奇数，默认为3个。

15.3 群延迟孔径

群延迟

群延迟是指当一个包含多个频率成分的信号通过被测器件时，信号中的不同频率成分在器件中传输的速度差异，导致到达输出端的延迟时间不同。群时延描述信号的相位随频率变化的速率，它可以用来评估信号传输过程中的相位畸变。如果一个系统的群时延对所有频率都是常数，这意味着所有频率成分的传

版权所有©普源精电科技股份有限公司

播速度相同，从而不会引起信号的失真。

设备的相位特性通常由线性和高阶（与线性相位的偏差）相移分量组成。

- 线性相位偏移分量 ， 代表平均信号传输时间，归因于被测设备的电气长度。
- 高阶相位偏移分量，代表不同频率下传输时间的变化，是信号失真的来源

群延迟是相位失真的一种度量方式。对于一个线性系统，其输出信号相对于输入信号的相位变化是频率的函数。

$\tau(\omega) = -d\phi(\omega)/d\omega$， ω 是角频率， $\varphi(\omega)$ 是频率响应

$\tau(f) = -d\theta/df$，θ表示频率响应的相位角（单位：弧度），f 是频率（单位：Hz），τ 为群延迟（单位：s）

提示：

群延迟功能只有数据格式为群时延时才有效，配置仅对当前激活迹线生效。

群延迟孔径

群时延孔径通常指的是测量系统在进行群时延测量时的频率分辨率。

在群延迟测量过程中，会在两个间隔很近的频率点上测量相位，然后计算相位斜率。这两个相位测量点之间的频率间隔（频率增量）称为孔径。改变孔径可能会导致群延迟值发生变化。随着孔径增大，计算出的斜率（- 相位增量 / 频率增量）也会发生变化。因此，在比较群延迟数据时，必须知道测量所用的孔径。

- **窄孔径：**能提供更多相位线性度的细节，测量易受噪声影响（信噪比更小），且受相位检测器分辨率的影响。
- **宽孔径：**提供的相位线性度细节较少，因为部分相位响应会被平均化或未被测量，测量受噪声影响较小（信噪比更大）

如果群时延孔径设置得过大，可能会导致测量结果平滑过度，从而掩盖一些重要的相位变化细节；如果设置得过小，则可能会导致测量噪声增加，影响测量结果的稳定性和准确性。

可通过以下任意方法设置相邻数据点的数量，三个选项是从不同角度设置孔径大小，改变任意一个值会影响其他值。

计算公式：(孔径点数 - 1) / (扫描点数 - 1) = 孔径百分比

(扫描终止频率 - 扫描起始频率) / (扫描点数 - 1) = 扫描点间隔

扫描点间隔 * (孔径点数 - 1) = 孔径带宽

- **百分比：**在当前频率跨度的该百分比范围内的数据点会被平均。可选择的值在（2 个点 / 当前点数）到 100% 之间。该跨度必须至少包含两个数据点。
- **点数：**要进行平均的相邻数据点数量。默认设置为 11 个点。取值范围在 2 到当前通道中的扫描点

版权所有©普源精电科技股份有限公司

数之间。

- **频率：**在该频率范围内的数据点会被平均。该频率范围必须至少包含两个数据点。

当频率跨度或点数减少，致使当前群延迟孔径无法实现时，孔径会调整为新的频率跨度或点数。

16触发

触发功能用于选择触发源和控制矢量网络分析仪开始进行测量。

16.1 常用

本菜单功能设置项，都是作用于当前的选中通道。

触发状态

触发状态包含以下几种，勾选对应按键左侧的复选框为绿色，代表选中此触发状态。

- **停止：** 触发保持，通道不接受任何触发信号，迹线不再更新变化。
- **单次：**通道接受单次触发信号，然后进入 Hold 状态，迹线更新变化一次就立刻停了。
- **触发组：**通道只接受指定次数的触发，然后进入停止状态，迹线更新变化特定次数后停止。

  触发次数取值范围 1 ~ 2000000，默认为 1。
- **连续：**默认为连续触发，通道可接受无限数量的触发信号，迹线持续更新变化。

重新触发

点击 **重新触发** 按钮后，所有处于非“停止”状态的通道将按照通道ID顺序依次被触发，其他触发参数不变。

触发源

只有当矢量网络分析仪没有在扫频时，才能产生有效的触发信号。

通道的触发信号的来源可以设置为以下几种：

- **外部触发：**通过后面板的 TRIG IN 端口，接收外部的信号作为触发源。
- **内部触发：**默认设置，仪器内部的连续触发信号作为触发源。
- **手动触发：**点击屏幕顶端的“手动触发快捷键”，或菜单中的“手动触发”按钮，产生一个触发信号。

  仅当 “触发源”为“手动触发”时，“手动触发快捷键”和菜单中的 **手动触发** 按钮才生效。

触发域

设置触发信号发送的范围，有如下几种：

- **全局：**触发状态为非“停止”状态的通道都将接收触发信号。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- **通道**：默认设置，按照通道 ID 顺序，每次仅一个处于非“停止”状态的通道接收触发信号，通常用于“手动触发”或“外部触发”。

触发模式

只有当“触发域” 为“通道”时，并且“触发源”设置为“手动触发”或“外部触发”时，此选项才生效。

触发模式为以下几种：

- **通道**：每个手动或外部触发信号，将完成当前选中通道内的所有迹线以特定的顺序扫描测量。
- **点**：每个手动或外部触发信号，只会扫描测量一个数据点。后续触发信号会作用于同一迹线，直到该迹线测量完成，然后同一通道中的其他迹线再按照下方指定的顺序进行扫描。

  若触发状态为“单次”或“触发组”，则此通道内的所有迹线的所有测量点都扫描完成算一次完整的触发。(以触发状态为“单次”，触发源为手动触发为例，需要连续点击触发功能键，直到触发状态为“停止”，才算完成此次触发。)
- **扫描**：每个手动或外部触发信号，会使共享一个源测试端口的所有迹线按照指定的顺序进行扫描。

  在触发状态为“单次”或“触发组”时，扫描完所有方向上的所有迹线，才算一次触发。(以两端口仪器为例，先完成以端口 1 为源端口的 S11/S21 测量迹线扫描，再完成以端口 2 为源端口的 S12/S22 测量迹线扫描，才算一次完整的触发。)

16.2 输入

仅当触发源为“外部触发”时，本配置生效。后面板的 TRIG IN 端口输入的信号为外部触发信号。

全局触发延迟

设置在接收到的触发信号满足触发条件后， 仪器开始扫描前需要延迟等待的时间。取值范围0至3s，默认为0s。

电平/边沿

设置触发条件，可以选择在输入触发信号的高电平、低电平、正边沿或负边沿进行触发。

16.3 输出

当触发源为“内部触发”或“手动触发”时，本配置生效。配置输出的触发信号，输出端口为后面板的 TRIG OUT 端口。

使能

控制后面板的TRIG OUT 端口输出触发信号，默认为关闭状态。

极性

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 正脉冲：输出的脉冲为正脉冲。
- 负脉冲：输出的脉冲为负脉冲，默认值。

位置

- 采集前：在数据采集开始前立即发送脉冲。
- 采集后：在数据采集完成后立即发送脉冲，默认值。

每个点

- 关闭：在每次扫描时发送触发信号，默认值。
- 打开：在采集每个数据点时发送触发信号。

脉冲时长

输出触发信号的脉冲宽度。取值范围 1.00 µs ~ 1s ，默认1.00 µs 。

17刻度

刻度菜单主要包括垂直刻度以及相关设置项。“刻度”、“参考电平”和“参考位置”设置（以及格式）确定数据迹线在 VNA 屏幕上的显示位置。



17.1 常用

自动缩放

点击 **自动缩放** 功能键，自动设置Y轴的垂直刻度值和参考值，使当前激活状态的测量迹线以适当的尺寸显示在屏幕网格区域内。

- 自动调整垂直刻度，使迹线占据垂直网格的 80% 。
- 自动调整参考值，使迹线在垂直方向上居中于屏幕的位置。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

执行自动缩放，不影响测量迹线的激励值和参考位置的实际值。

窗口内自动缩放

点击 **窗口内自动缩放** 功能键，当前窗口中所有的测量迹线全部自动缩放，使它们在垂直方向上适配屏幕网格区域。

刻度值

点击 **刻度值** 功能键，可手动设置垂直刻度，即直角坐标系下，垂直方向（Y 轴）上每个单元格代表的数值。

刻度值的单位根据迹线显示的数据格式的不同而变化。如果数据格式为极坐标或史密斯圆图，则刻度设置功能不适用。

参考电平

点击 **参考电平** 功能键，可手动设置直角坐标系下，垂直方向（Y 轴）上参考线的值，参考电平根据迹线数据格式的不同而改变。在极坐标和史密斯圆图格式中，参考电平不适用。

参考位置

调整参考线值和参考位置可以让迹线在垂直方向上下移动。点击 **参考位置** 功能键，手动设置直角坐标系下垂直方向（Y 轴）参考线的位置。0 对应屏幕底线，10 对应顶线，默认位置为 5（中间 ）。在极坐标和史密斯圆图格式中，参考位置不适用。

17.2 电延时

电延时是指信号在被测设备中传播时，由于物理长度和介电常数引起的线性相位延迟。VNA 的电延时功能，支持以时间或距离为单位，设置用于补偿设备线性相移的延迟值（可添加或移除），从而使测量结果更加准确。可针对每条测量迹线独立设置电延时。

设置电延时的时间/距离

- 点击 **电延时时间** 功能键，以时间单位设置电延时，单位为 s。
- 点击 **电延时距离** 功能键，以长度（距离）单位设置电延时。

  点击 **距离单位** 功能键，设置所选测量的电延时距离单位，可选择单位为：米、英尺、英寸。

“电延时时间”和“电延时距离”相互关联，更改其中一个值会导致另一个值改变。

速度因子

速度因子用于描述电磁波在介质中的传播速度相对于真空中光速的比值，介质的速度因子VF = v/c ，其中 v 是电磁波在该介质中的传播速度，c为光速。

速度因子≤ 1，它与介质的介电常数密切相关，直接影响传输线的电长度计算、时延补偿和校准精度。

点击 **速度因子** 功能键，设置测量校准后与仪器连接的介质对应的速度因子。常见传输介质的速度因子如下：

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 聚乙烯电介质电缆，速度因子为 0.66
- 聚四氟乙烯（PTFE）电介质，速度因子为 0.7
- 数值 1.0 对应真空中的光速。

17.3 常量

系统阻抗

矢量网络分析仪（VNA ）硬件测试端口的实际阻抗通常约为50Ω。但是一些待测设备的特征阻抗不是50Ω（如波导设备），为了对这些设备进行测量，支持用户设置系统阻抗。

VNA可以通过数学变换，按照设置的系统阻抗值来进行计算VNA的端口特征数据并显示。但实际上，测试端口物理阻抗始终约为50Ω。

相位偏移

点击 **相位偏移** 功能键设置相位偏移，可对相位测量值进行数学调整，默认0度。

- **优化相位测量的显示效果：**这与更改幅度测量中的参考电平的方式相同。调整相位响应，使响应在屏幕上居中或对齐。
- **模拟测量中预期的相移：**如果要为仪器外接一根电缆，并且该电缆的长度会为测量结构增加一定的相移，那么可以通过设置相位偏移进行偏移校正。

幅度偏移

点击 **幅度偏移** 功能键设置，使当前激活的迹线在纵坐标（Y轴）方向上按照设置的固定值进行偏移，单位为dB。

幅度偏移斜率

幅度偏移斜率是指幅度的偏移值随频率的变化，按照设置的斜率而变化，偏移斜率从0 Hz开始，单位是dB/GHz。

点击 **幅度偏移斜率** 功能键设置，使当前激活的迹线在纵坐标（Y轴）方向上按照设置的幅度偏移斜率进行偏移。可以在屏幕看到，在迹线图像整体上移或下移的同时，根据频率动态地调整曲线的斜率，使其在频率范围内呈线性变化。

18数学运算

本仪器支持将当前数据迹线保存在内存中，可对当前的数据迹线和内存迹线进行数学运算。数据分析功能包括 S 参数的数据转换、对激活迹线的数据开启统计功能，并且能够进行三种统计计算：均值、标准差、峰峰值。以及使用限值测试和时域分析等功能。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

18.1 内存

数据 ->内存

点击 **数据 ->内存** 功能键，将当前激活迹线的测量数据存储到内存中。多次点击按钮，会重复将当前激活迹线的最新数据更新到内存中，每条迹线只保留一份数据。

数据运算

在执行数据运算前，应先执行”数据 ->内存“操作，确保内存中已经存在的当前激活迹线的数据。再将激活迹线的当前测量数据和该迹线在内存中存储的数据进行指定类型的运算，并格式化显示

支持如下运算类型。

- **关闭：** 默认关闭，不进行任何数学运算，当前测量数据直接显示。
- **Data / Memory：**测量数据除以存储迹线中的数据。此运算通常用于计算两条迹线的比值。
- **Data - Memory：**当前测量数据减去内存中的数据。

  可用于存储一个测量的矢量误差，然后从设备测量中减去这个误差，以得到更准确的结果。
- **Data + Memory**：当前测量数据加上内存中的数据。可用于将两个测量结果叠加在一起。
- **Data * Memory：** 当前测量数据乘以内存中的数据。可用于某些特定的分析需求。

归一化

点击 **归一化** 功能键， 相当于先执行 “ 数据 ->内存” ，再执行“Data / Memory” 。将当前激活迹线的测量数据与此迹线存储到内存中数据相除。归一化功能的执行结果会反馈显示在当前激活迹线上，“数据运算”也会自动切换为“Data / Memory”状态。

归一化的目的是，首先在预设的条件下进行一次参考测量，将测量数据存入内存中作为参考数据。然后再进行实际的测量，将实际测量数据与参考数据进行比较和数据运算。通过归一化处理，可以消除由于系统本身引起的误差，使测量结果更加准确。

显示

配置当前选中迹线的数据显示方式。

- **数据：**显示所有已创建迹线当前的测量数据。
- **内存：**显示迹线之前被存入内存的数据，如果某条迹线没有已存入内存的数据，则不显示此迹线当前的测量数据。
- **数据&内存：**迹线当前的测量数据和之前存入内存的数据都显示。

18.2 分析

参数转换

版权所有©普源精电科技股份有限公司

本仪器支持参数转换功能，可将当前迹线测量得到的S参数，转换为所需的参数模式。参数转换后，迹线的曲线会发生变化。方便工程师直观分析器件特性。

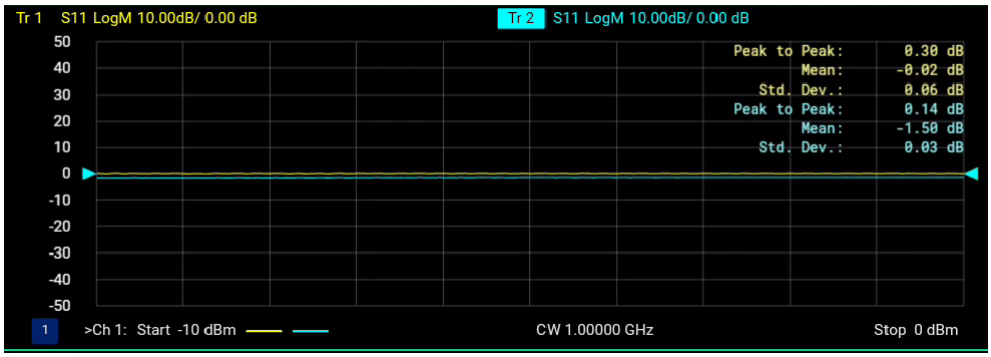
表 18.1 转换类型

功能键	转换功能	公式
关闭	不转换	-
Z-Reflect	反射测量中的阻抗（Z_r）	$Z_r = Z_{0a} \times \frac{1+S_{aa}}{1-S_{aa}}$
Z-Transmit	传输测量中的阻抗（Z_t）	$Z_t = \frac{2 \times \sqrt{Z_{0a} \times Z_{0b}}}{S_{ab}} - (Z_{0a} + Z_{0b})$
Z-Trans-Shunt	传输并联阻抗（Z_t）	$Z_t = \frac{1}{Y_t}$
Y-Reflect	反射测量中的导纳（Y_r）	$Y_r = \frac{1}{Z_r}$
Y-Transmit	传输测量中的导纳（Y_t）	$Y_{0a} = \frac{1}{Z_{0a}} Y_{0b} = \frac{1}{Z_{0b}}$ $Y_t = \frac{2 * \sqrt{Y_{0a} * Y_{0b}}}{S_{ab}} - (Y_{0a} + Y_{0b})$
Y-Trans-Shunt	传输并联导纳（Y_t）	$Y_t = \frac{2 * \sqrt{Y_{0a} * Y_{0b}}}{S_{ab}} - (Y_{0a} + Y_{0b})$
1/S	反向 S 参数	$\frac{1}{S_{ab}}$
Conjugation	共轭复数	-

统计

勾选 **统计** 功能键前侧的复选框，使其变为绿色，可使能当前激活迹线的统计功能，并在窗口右上方显示统计信息，如下图所示。再次点击此复选框，使其恢复为默认的初始状态，则关闭当前激活迹线的统计，窗口中也不再显示统计信息。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



点击 **统计** 功能键，可设置当前迹线的统计范围。

- **全扫宽**：默认是全跨距（整个 X 坐标轴），与迹线本身的扫描范围相同。
- **用户域 1 ~ 用户域 16**：在用户自定义的跨度范围内统计。

  最多可设置 16 个用户域，需为每个用户域设置 **搜索域起始值** 和 **搜索域终止值**，搜索域之间相互独立，允许重叠。统计与搜索功能共用相同的用户域配置。

统计信息包含如下项：

- Peak to Peak：对应迹线在统计域内的峰峰值。
- Mean：对应迹线在统计域内的平均值。
- Std.Dev.：对应迹线在统计域内的标准差。

18.3 限值测试

限值测试是将测量数据与已定义的限值进行比较，判定测量的响应数据是否满足 “通过（PASS）” 或 “失败（FAIL）” 的条件，得到限值测试的结果。

在 “数学运算” 菜单中点击 **限值测试** 功能键，可进行功能配置。限值测试窗口界面如下图所示。



1. 限值表

   限值表用于定义判定测量的响应数据是否通过的标准，每一行为一条判断标准。限值表默认不显

版权所有©普源精电科技股份有限公司

示，打开限值表后，在窗口下方显示对应当前激活迹线的限值表。

2. 限值线

   限值表中每一行定义的判断标准，包含激励（X 轴）和响应（Y 轴）的起始和终止值，对应在屏幕上呈现为一条“限值线”。限值线为虚线与其对应迹线的颜色相同。对于每条测量迹线，可设置多条离散限值线，用于测试被测器件响应的多个方面。

3. 测试结果

   使能对迹线的限值测试后，会在窗口中显示此迹线对应测试结果，并且此迹线中测试失败的数据点显示为红色。

提示：

限值线和限值测试不适用于**史密斯圆图**或**极坐标**显示格式。如果限值线和限值测试已打开，再更改迹线的数据格式为史密斯圆图或极坐标，则自动退出限值测试。

18.3.1 功能开关

使能

默认“限值测试”功能关闭。打开使能开关后，测量数据的迹线将与设定的限值线进行比较，并显示比较结果为通过（PASS）或失败（FAIL）。

显示限值线

默认不显示“限值线”。打开“显示限值线”开关后，限值线在屏幕上可见。在使能限值测试的情况下，关闭显示限值线，其对应的限值测试仍会进行。

测试失败警报

默认失败警报功能关闭。打开“失败警报”开关后，当数据迹线上的点在限值测试中失败时，将发出蜂鸣声。

18.3.2 限值表

配置限值表

支持对限值进行新增和编辑。在限值表中的每一行为一个测试判定规则，对应一条限值线。如果需要向表中添加限值线，需要将表中最后一条限值线的Type从默认的“关闭”状态更改为 “最大值” 或 “最小值”；系统自动在下方新增一条 Type 为 “关闭” 的空白限值线；然后可编辑其参数。

- 点击 Type，可进行如下选择：
  - 关闭：限值线无效
  - 最大值：高于此限值线的测量结果判定为失败
  - 最小值：低于此限值线的测量结果判定为失败

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 起始激励：限值线的起始点激励，点击可设置所需值。
- 终止激励：限值线的结束点激励，点击可设置所需值。
- 起始响应：限值线的起始点响应值，点击可设置所需值。
- 终止响应：限值线的结束点响应值，点击可设置所需值。

加载/保存限值线表文件

点击 **加载表** 功能键，弹出“文件管理”菜单，在其中选择指定的限值表文件（*.csv），点击 **保存** 按钮可将其加载到当前激活迹线的限值表中。

点击 **保存表** 功能键，弹出“文件管理”菜单，在其中选择保存路径，点击 **确认** 按钮，可将当前激活迹线的限值测试表存储到为（*.csv）文件，如果已经存在文件名相同的文件，则覆盖原文件。

可查看文件系统 章节，获取文件管理的操作方法。

示例限值表文件(*.csv)的格式

*.csv格式的限值表文件必须包含以下格式的标题行：

```
"# VNA Limit Test"
"# Revision: 1.00"
TYPE,BEGIN STIMULUS,END STIMULUS,BEGIN RESPONSE,END RESPONSE
```

1. 第一行表示仪器的限值测试类型。
2. 第二行表示限值测试的版本。
3. 第三行表示从第四行开始输出的段项的标题。
4. 从第四行开始，输出段数据。

18.3.3 全局测试

全局测试开关

全局测试功能用来监控所有测量的状态。

- **打开**：开启此功能后，会在窗口底部显示所有测量的状态。如果任意一条迹线开启的限值测试失败则显示 “失败”，否则显示 “通过”。
- **关闭**：不显示测量的状态。

全局测试策略

选择判定全局测量为通过或失败状态的策略。

- **所有测试：**

  如果所有限值测试都通过，则全局“通过/失败”状态将显示为通过。

- **所有测量：**

  若所有测量都有相关联的测试且所有测试都通过，“通过 / 失败状态” 返回 “通过”；若有任意

版权所有©普源精电科技股份有限公司

一个测量没有相关联的限值测试，返回 “失败”。

此策略更严格，满足所有测量都开启限值测试，并且测量迹线的所有数据点都被包含在已建立的测试限制内。此情况下，所有测试都通过，返回 “通过”；否则返回 “失败”。

在此模式下，如果一个测量没有开启限值测试，全局通过/失败将显示为失败。

18.4 DTF（选件）

DTF （Distance To Fault，故障距离）选件功能是通过分析频域反射信号来确定故障位置与距离信息，根据信号反射的特征和频率特性，计算出故障点与参考平面之间的距离 。其工作原理如下：

- 信号反射机制：

  当电磁波在传输线中传播遇到阻抗不连续点（如短路、开路、连接器松动）时，部分能量会被反射回源端。反射信号的幅度和相位与故障点的特性（如阻抗变化大小）和位置相关。

- 时域与频域转换：

  VNA 先在频域测量反射系数（如 S_{11}参数），然后通过逆傅里叶变换（IFFT） 将频域数据转换为时域响应。此时，时域波形的横轴表示时间，通过已知的信号在介质中的传播速度因子可进一步换算为距离。

- 距离计算：

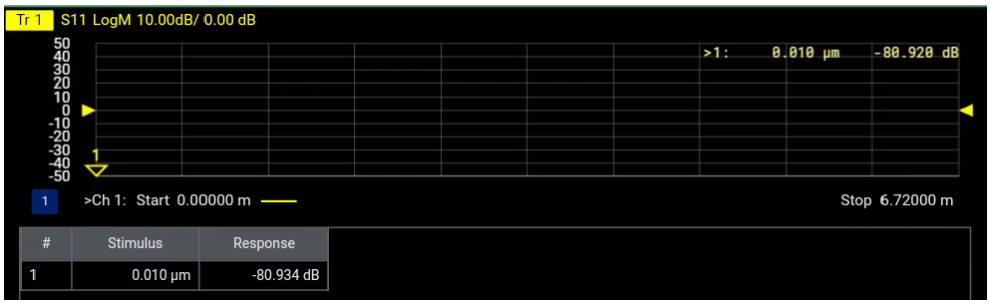
  故障点距离 L 可通过公式计算：***L = (c × t × VF)/2***。其中：c 为光速，t 为反射信号的往返时间，VF 为速度因子。

DTF 功能支持如下参数配置：

DTF状态

默认DTF功能关闭，当前迹线只有在扫描类型为“线性频率扫描”时，才支持打开DTF状态，否则功能不可用。DTF功能与TDA功能互斥，使能其中一个功能，则另一个功能自动关闭。

打开DTF状态后，窗口显示传输损耗（Y轴）和距离（X轴）的关系，并在窗口右上方或光标表中显示光标所在位置的测量读数。



距离单位

开启 DTF 后，迹线 X 轴变为距离显示，距离单位默认为米，也可使用英尺或英寸。

起始距离

设置开启 DTF 后，X 轴的起始位置，默认为 0，支持设置范围为 0 ~ 最大无混叠距离。

终止距离

开启DTF（故障点距离）测量后，X轴的终止距离默认设置为当前配置下的最大可测距离。支持设置范围为0 ~ 最大无混叠距离。

若设置的终止距离超出当前的最大无混叠距离，系统将自动弹出提示框，询问是否通过修改扫描点数来满足该设置。若选择“自动设置扫描点数”，系统将根据目标终止距离，自动计算并应用满足条件的最小扫描点数（点数范围为201到100001）。

无混叠距离

在当前测试设置下，仪器理论上的最大可测距离。为确保测量数据的准确性，被测线缆的实际物理长度严禁超过此范围。可由下面公式计算得到

$$D_{max} = \frac{c\,Vf}{2\Delta f} = \frac{c\,Vf}{2} = \frac{N-1}{f_{stop} - f_{start}}$$

其中：

c：光速

VF：速度因子

f_{stop} - f_{start}：频率扫宽

N：扫描点数

Δf：频率跨距

距离分辨率

在当前测试配置下，系统能够区分两个相邻目标的最小距离间隔。此指标与测试信号的频率跨度相关，频率跨度越大，距离分辨率越高（即数值越小），测试精度也相应提升。

$$D_{res} = \frac{c\,Vf}{2f_{stop} - f_{start}}$$

其中：

c：光速

VF：速度因子

f_{stop} - f_{start}：频率扫宽

自动设置扫描点数

该功能可根据当前设定的终止距离，自动计算并应用满足测试条件的最小扫描点数（系统设定下限为

版权所有©普源精电科技股份有限公司

201 点)。此机制旨在保证测试精度的前提下，最大程度地缩短测试耗时，提升工作效率。

电缆损耗

电磁波在电缆中传播时，会因损耗产生衰减，所以距离越远，反射信号幅度越小。如果远距离故障的反射信号太弱，容易导致故障误判，因此需要对电缆传输导致的信号衰减进行补偿。

电缆损耗是信号在电缆中传输的衰减特性参数，以 dB/m 为单位。配置电缆损耗，可以补偿激励信号在电缆不同位置上的衰减，使传输线缆上不同距离的故障点反射信号的峰值幅度更准确，确保故障点能被准确识别。

速度因子

速度因子为信号在介质中的传播速度相对于真空中光速的比值，详细介绍请参考电延时 章节。

通过速度因子和指定测量光标所在位置的X轴坐标（时间值），可计算得到测量端口到故障点的距离（长度）。

窗函数

可选择窗函数类型为：矩形，汉宁，汉明，高斯，平顶。请根据实际的测量需求，选择合适的滤波器类型，可参考如下表格。

窗函数	频谱泄漏	幅度精度	频率分辨率
高斯（Gaussian）	中	良	中
平顶（Flattop）	良	优	差
矩形（Rectangular）	差	差	优
汉宁（Hanning）	良	中	良
汉明（Hamming）	良	中	良

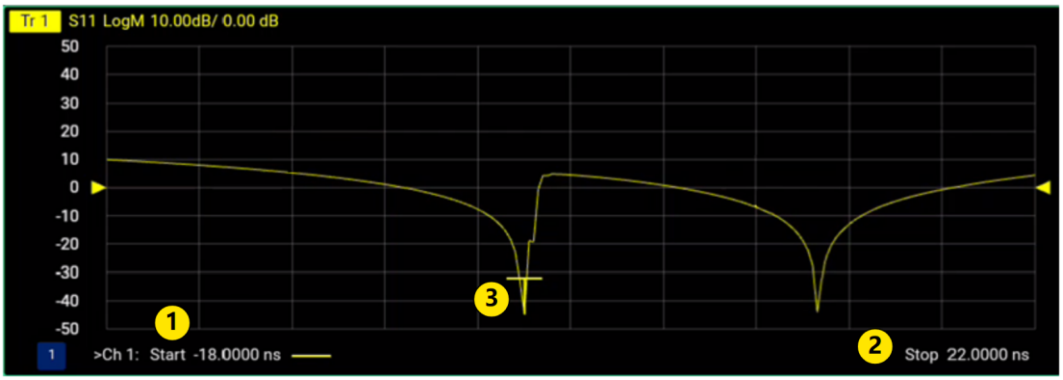
18.5 时域分析（TDA 选件）

矢量网络分析仪通常用于分析器件频域的特性，但也可通过对频域参数进行逆傅里叶变换（IFFT）获得器件的时域特性。

TDA （Time Domain Analysis，时域分析）选件功能是将VNA测量得到的频域数据经数学变换到时域，对DUT进行时域特性分析。

时域反射测量功能基本原理是：向传输线发送一个信号，当该信号在传输过程中遇到阻抗不匹配点（如开路、短路、阻抗变化等）时，部分信号会被反射回来。通过测量发射脉冲和反射脉冲之间的时间延迟，结合传输线中信号的传播速度，确定传输线缆上的阻抗分布和故障位置。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



- **转换状态：**

  默认为时域转换关闭，打开转换状态后，窗口坐标切换为时域模式，以时间为 X 轴坐标来显示测量迹线。当前迹线只有在扫描类型为“线性频率扫描”时，才支持打开转换状态，否则功能不可用。

- **起始时间：**

  点击此功能键，设置在窗口中时域变换的开始时间坐标，如上图中①。

- **结束时间：**

  点击此功能键，设置在窗口中时域变换的结束时间坐标，如上图中②。

- **中心时间：**

  点击此功能键，设置在窗口中时域变换的起始时间与结束时间之间的中心值，并在迹线上以 T 标识，如上图中③。

- **时间跨度：**

  点击此功能键，设置在窗口中时域变换的起始时间与结束时间之间的差值。

起始时间、结束时间、中心时间和时间跨度之间互相影响。改变起始时间或结束时间，中心时间和时间跨度随之变更。改变中心时间或时间跨度，起始时间和结束时间也会重新计算。

时域测量类型

支持如下三种时域变换算法，适合不同场景下对频域数据的测量。

- **带通：**适合对分辨率要求不高、仅需快速检测宽频带内故障的场景。

  宽脉冲，分辨率较低，适配于带通限制器件在任意频段的测量。

- **低通脉冲：**

  窄脉冲，分辨率最高，易于识别低通器件的细微阻抗变化。

- **低通阶跃：**

  阶跃信号，上升沿敏感，易于识别低通器件的感性 / 容性异常。

提示：

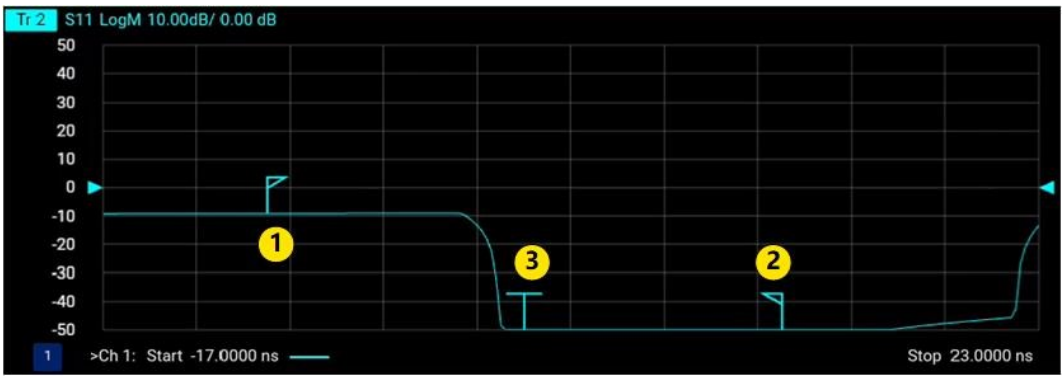
版权所有©普源精电科技股份有限公司

如果选择时域测量类型为“低通脉冲”或“低通阶跃”，则应设置：

起始频率 = 频率步长；终止频率 = 起始频率 * 扫描点数。

18.6 时域门控（TDA 选件）

时域门控功能是将频域的原始测量数据转换到时域，在时域根据滤波条件筛选数据，将过滤后的数据再进行傅里叶变换，转换为对应的频域特性曲线，再进行分析。时域门控是一种常用的频域信号滤波功能。



可对如下参数进行设置：

- **门控状态：**

  默认为门控状态关闭，打开门控功能开关后，按照设置的时域门控条件过滤测量数据。在使能门控状态前，请先使能 时域分析（TDA 选件） 功能，将当前测量迹线转换到时域坐标显示。

- **起始时间：**

  点击此功能键，设置在窗口中时域门控的开始时间坐标，并在迹线上以旗标标识，如上图中①。

- **结束时间：**

  点击此功能键，设置在窗口中时域门控的结束时间坐标，并在迹线上以旗标标识，如上图中②。

- **中心时间：**

  点击此功能键，设置在窗口中时域门控的起始时间与结束时间之间的中心值，并在迹线上以 T 标识，如上图中③。

- **时间跨度：**

  点击此功能键，设置在窗口中时域门控的起始时间与结束时间之间的差值。

起始时间、结束时间、中心时间和时间跨度之间互相影响。改变起始时间或结束时间，中心时间和时间跨度随之变更。改变中心时间或时间跨度，起始时间和结束时间也会重新计算。

门控类型

设定时域门控函数所执行的过滤类型。

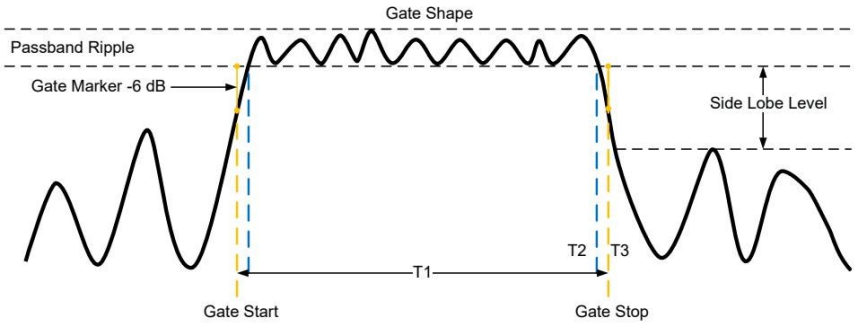
- 带通：保留门控跨度内的响应数据。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 陷波：移除门控跨度内的响应数据。

门控形状

门控形状分为：最大、宽、常规、最小，它们的含义如下所示。



门控形状	通带纹波	旁瓣电平	截止时间	最小跨度
最小	±0.1 dB	-48 dB	1.4 / 频率跨度	2.8 / 频率跨度
常规	±0.1 dB	-68 dB	2.8 / 频率跨度	5.6 / 频率跨度
宽	±0.1 dB	-57 dB	4.4 / 频率跨度	8.8 / 频率跨度
最大	±0.01 dB	-48 dB	12.7 / 频率跨度	25.4 / 频率跨度

截止时间是滤波器裙边6 dB点与第一旁瓣峰值之间的时间。图中展示了整体门控形状，并列出了每种门控形状的特性。

- T_1 是门控跨度，等于停止时间减去开始时间。
- T_2 是通带边缘与 6 dB 点之间的时间，代表滤波器的截止速率。
- T_3 是 6 dB 点与门控阻带边缘之间的时间。
- 对于所有滤波器形状，T_2 等于 T_3，且滤波器在中心时间两侧特性相同。

最小门控时间跨度是截止时间的两倍。每种门控形状为了正常工作，都有推荐的最小门控跨度。这是由于门控有限的截止速率导致的。如果指定的门控跨度小于最小跨度，响应会出现以下情况：

- 门控形状失真，无通带
- 形状失真
- 起始和停止时间显示错误
- 旁瓣电平可能升高

版权所有©普源精电科技股份有限公司

18.7 时域设置（TDA 选件）

通道耦合

配置同一通道下所有迹线的指定参数配置项的耦合状态。

- **耦合状态：**
  - 打开：默认情况下修改当前激活迹线的指定参数，在当前通道下的所有迹线都生效。
  - 关闭：修改当前激活迹线的参数，不影响当前通道下的其他迹线。
- **转换参数：**选择支持通道耦合的时域转换相关配置项。
  - 激励值：“时域分析”菜单中的“起始时间”、“结束时间”、“中心时间”和“时间跨度”
  - 状态：“时域分析”菜单中的“转换状态”
  - 窗：“时域设置”菜单中的“Beta 参数”和“脉冲宽度”
  - 模式：“时域分析”菜单中的“时域测量类型”
- **门控参数：**选择支持通道耦合的时域门控相关配置项。
  - 激励值：“时域门控”菜单中的“起始时间”、“结束时间”、“中心时间”和“时间跨度”
  - 状态：“时域门控”菜单中的“门控状态”
  - 门控形状：“时域门控”菜单中的“门控形状”
  - 门控类型：“时域门控”菜单中的“门控类型”

标记器模式

设置指定光标的距离计算模式，反射或是传输，默认为自动根据当前迹线测试参数选择。

单位

设置距离显示单位，可选米、英寸、英尺。

速度因子

速度因子为信号在介质中的传播速度相对于真空中光速的比值，详细介绍请参考电延时 章节。

通过速度因子和指定测量光标所在位置的X轴坐标（时间值），可计算得到测量端口到目标点的距离（长度）。

窗函数

在TDA测试使用高斯窗函数，可修改 **Beta参数** 和**脉冲宽度**。Beta 参数与脉冲宽度呈反比关系，互相影响。

- Beta 值越大，脉宽越窄，时间分辨率高，适合检测近距离的多个阻抗突变，但旁瓣抑制较弱。
- Beta 值越小，脉宽越宽，旁瓣抑制越好，适合检测弱反射或远距离故障，但时间分辨率较低。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

18.8 偏斜测试（TDA 选件）

在高速差分系统中，两个同源信号在传输路径中产生的时间差或长度差称为信号偏斜。

偏斜测试功能基于时域反射计技术，通过向被测件发射低通阶跃信号，对比参考迹线与被测迹线的阶跃响应时间，精准量化偏斜值，可用于差分信号的相对偏差校准。

使用偏斜测试功能需安装TDA选件。

在“数学运算”菜单中点击 **偏斜测试** 功能键，可进行功能配置。

- **偏斜状态**

  默认关闭，打开后：

  - 打开 时域分析 > 转换状态。
  - 设置 **时域分析 > 时域测量类型** 为“低通阶跃”。
  - 设置偏斜测试的迹线数据格式为实部。
  - 开始当前迹线的偏斜测试，窗口上方显示迹线对应的偏斜测试结果。

- **测量阈值**

  用于设置阶跃电压的测量点。默认在阶跃电压的 50%位置进行测量，可配置范围为 10% ~ 90%，超出范围会自动限制到边界值。

- **限制值**

  默认为 0s。取值范围为-1.0e+15 s 至 1.0e+15 s 。

  如果时间偏斜的绝对值超过限制值，测试失败，在测试结果后显示“Fail”，否则显示“Pass”

- **参考迹线**

  设置参考迹线用于和当前迹线进行比较，参考迹线与当前迹线必须在同一个通道。参考迹线也必须打开偏斜测试，才可以被选择。

18.9 延迟测试（TDA 选件）

信号延迟指单个信号从发射端传输到接收端的总时间，直接反映传输路径的长度、介质特性或器件的延迟特性。延迟测试是基于时域反射的低通阶跃模式，通过测量阶跃信号从激发到被测件响应的时间差，实现**绝对延迟测量**，无需参考迹线，适用于单路径传输特性表征。

使用延迟测试功能必须安装TDA选件。

在“数学运算”菜单中点击 **延迟测试** 功能键，可进行功能配置。

1. 延迟状态

   默认关闭，打开后：

   - 打开 时域分析 > 转换状态。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 设置 **时域分析** > **时域测量类型** 为“低通阶跃”。
- 设置延迟测试的迹线数据格式为 REAL。
- 开始当前迹线的延迟测试，窗口上方显示迹线对应的延迟测试结果。

2. 测量阈值

   用于设置阶跃电压的测量点。默认在阶跃电压的 50%位置进行测量，可配置范围为 10% ~ 90%，超出范围会自动限制到边界值。

18.10 自动化测试（TAS 选件）

仅 DNA6000、DNA6000-R 和 DNA5000 系列产品支持此选件。

详细操作指导请参考《自动化测试操作指导》。

19设置

本功能菜单可进行快捷操作和文件的保存、加载和管理等。

19.1 布局

在“布局”菜单中可对工作表、窗口、通道和迹线，进行快速创建、删除和选中操作。工作表、窗口、通道和迹线的详细信息请参考“迹线”和“通道”章节。

- 点击 **增加迹线**、**增加通道**、**增加窗口**、**增加工作表** 功能键，可分别快速创建：迹线、通道、窗口和工作表，并将其设置为激活状态。
- 点击 **删除** 功能键，弹出的子菜单中包含当前已经存在的工作表、窗口、通道和迹线，如子菜单功能键左侧有绿色光点，表示其为被选中的激活状态。点击子菜单中的功能键，可快速删除其对应的工作表、窗口、通道或迹线。
- 点击 **选择** 功能键，弹出的子菜单中包含当前已经存在的工作表、窗口、通道和迹线，如子菜单功能键左侧有绿色光点，表示其为被选中的激活状态。点击子菜单中的功能键，可选择其对应的工作表、窗口、通道或迹线为激活状态，功能键左侧有绿色光点也随之切换。

19.2 扫描设置

扫描设置功能菜单与 **扫描** > **常用** 菜单相同，具体操作请参考“扫描”功能中的常用设置 章节。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

19.3 S 参数

S 参数菜单中的 **S 参数** 子菜单，与 **测量** > **S 参数** 子菜单的功能相同，具体操作请参考测量功能中的 “S 参数” 章节。

19.4 显示设置

窗口最大化

默认为关闭状态，当创建多个窗口时，仪器用户界面的窗口显示区同时显示多个窗口。打开窗口最大化开关后，最大化显示当前选中窗口，并在窗口右上方显示 “窗口最大化” 标识。

在多窗口显示状态，可通过双击某一窗口，使该窗口为最大化状态，再次双击可退出窗口最大化状态。

网格线

支持设置窗口中的网格线显示为 “实线” 或 “虚线” ，默认显示为实线。

显示表格

- 关闭：默认状态，窗口下方不显示表格。
- Marker：窗口下方显示光标表格。
- Limit：窗口下方显示限值测试表格。
- Segment：窗口下方显示分段扫描表格。

布局模式

在多窗口显示状态下可选择窗口布局模式。

- 自动：默认布局模式，根据窗口数自动调整窗口的大小，不同窗口的大小可不同，使其布满整个窗口显示区。
- 固定：根据窗口数自动调整窗口的大小，每个窗口的大小是相同的。

最大窗口数

默认情况下，仪器用户界面的窗口显示区最多支持同时显示9个窗口，可修改最大窗口数为1个、2个、4个或6个。当创建的窗口超过最大窗口数时，可点击屏幕右下角的 **上一页** 和 **下一页** 按钮切换显示。

19.5 保存

保存功能在 “文件管理” 菜单中进行，如下图所示：

版权所有©普源精电科技股份有限公司



文件管理的相关操作请参考文件系统 章节，保存文件操作如下：

- **设置保存文件的文件名：**点击菜单左下方输入框，通过弹出的键盘设置文件名。
- **选择保存文件的格式：**点击菜单右下的下拉菜单，可设置保存文件的格式。
- **保存：**点击 **保存** 按钮，可按照设置的文件名和文件格式，将文件保存到当前菜单显示的路径中。

保存状态

点击 **保存状态** 功能键，弹出“文件管理”菜单。设置将设备当前的状态信息保存为*.sta文件到指定的路径。

保存校准集

点击 **保存校准集** 功能键，弹出“文件管理”菜单。设置将设备当前的校准集信息保存为*.cal文件到指定的路径。

状态+校准集

点击 **状态+校准集** 功能键，弹出“文件管理”菜单。设置将设备当前的状态+校准集信息保存为*.csa文件到指定的路径。

保存SNP

*.snp 文件格式（也称为 Touchstone 格式），用于收集VNA完全校正测量的所有 S 参数。TouchStone 文件名都是以 .snp 为后缀名，其中的 n 表示端口数，例如 .s2p 表示一个双端口网络，.s4p 表示一个四端口网络 。.snp 文件包含文件头信息、激励数据以及每个 S 参数测量的一组响应数据对。该文件是一个纯文本文件，可直接用记事本打开。

点击 **保存SNP** 功能键，弹出“保存SNP”子菜单。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



选择保存数据的“端口”和“数据格式”，点击 **下一步** 功能键，弹出“文件管理”菜单。设置将设备当前的S参数信息保存为*.s1p文件（端口1或端口2的单端口数据）或*.s2p文件（端口1+端口2的双端口数据），到指定的路径。

保存CSV

点击 **保存CSV** 功能键，弹出“保存CSV”子菜单。选择保存数据的“数据范围”和“数据格式”，点击 **下一步** 功能键，弹出“文件管理”菜单。设置将设备当前的S参数信息保存为*.csv格式文件到指定的路径。

屏幕截图

在屏幕截图菜单中，对颜色、反色、页眉、文件覆盖、文件名、图像类型和文件路径进行设置，点击 **屏幕截图** 按钮，完成截图。



19.6 加载

加载功能在“文件管理”菜单中进行，如下图所示：

版权所有©普源精电科技股份有限公司



其中文件管理相关的具体操作请参考文件系统 章节。

加载状态

点击 **加载状态** 功能键，弹出“文件管理”菜单。选择指定路径下的*.sta文件，点击 **确认** 按钮，完成加载操作。

加载校准集

点击 **加载校准集** 功能键，弹出“文件管理”菜单。选择指定路径下的*.cal文件，点击 **确认** 按钮，完成加载操作。

状态+校准集

点击 **状态+校准集** 功能键，弹出“文件管理”菜单。选择指定路径下的*.csa文件，点击 **确认** 按钮，完成加载操作。

加载SNP

点击 **加载SNP** 功能键，弹出“文件管理”菜单。选择指定路径下的*.snp文件，点击 **确认** 按钮，完成加载操作。

19.7 文件系统

文件管理

点击 **文件管理** 功能键，进入文件管理菜单，如下图。

版权所有©普源精电科技股份有限公司



在“文件管理”菜单中可进行如下操作：

- **选择磁盘：**

  使用外部存储器前，请确保 U 盘（FAT32 格式、Flash 型）已经正确连接。 存储菜单界面默认选择展示内部存储“Local Disk”的存储内容。若插入一个外部存储器， 则在“存储”菜单左上方硬盘标识的下拉菜单中可以选择“Local Disk ”或“Removable USB Disk”。选择外部存储器，例如选择“Removable USB Disk ”后，菜单将切换 显示 USB Disk(D)中的存储内容。

- **新建目录：**

  点击 **新建目录** 按钮，弹出键盘输入目录名称。

- **进入或退出目录：**

  双击目标目录，可进入此目录，存储菜单界面显示此目录中的存储内容。磁盘选择框后侧显示当前界面的路径，点击左侧的 **<-** 图标，可退出当前目录。

- **选择文件或目录：**

  在对文件或目录进行操作之前，需要先选择对象。勾选目标文件或目录后方的复选框，完成勾选后显示为选中状态。支持选中多个文件或目录同时进行操作。

- **重命名文件或目录：**

  选中指定文件或目录，点击 **重命名** 按钮，然后在弹出的字母键盘中输入文件或目录的名称，完成操作。

- **删除文件或目录：**

  在当前目录下，勾选要删除的文件或目录，使它们成为选中状态。点击 **删除** 按钮，在弹出的删除确认窗口中，点击 **确定** 可完成删除操作。点击 **取消** 则放弃删除。

- **拷贝、移动、粘贴文件或目录：**选中文件或目录后，点击相应的功能按钮可完成操作。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

安全清除

点击 **安全清除** 按钮，弹出“安全清除内部存储器？”提示框。点击 **确定**，将清空内部存储器。点击 **取消**，则取消安全清除操作。

升级

本仪器支持本地升级方式。

1. 将升级文件（*.GEL）存储至仪器内存的指定目录下。
2. 点击 **升级** 功能键，弹出“文件管理”菜单。
3. 选中指定目录下的升级文件（*.GEL），点击 **确认** 按钮， 完成本地升级。

20 保存&加载

本功能菜单可进行文件的保存、加载和管理。

保存

与 **设置** > **保存** 功能菜单一致，请参考保存 。

加载

与 **设置** > **加载** 功能菜单一致，请参考加载 。

文件系统

与 **设置** > **文件系统** 功能菜单一致，请参考文件系统 。

21 系统

在 **系统** 菜单中，用户可以对接口和系统相关功能参数进行设置。进入系统菜单有如下方法：

- 点击屏幕右下角的通知区域，可弹出 **系统** 菜单。
- 点击前面板的 System 按键，进入 **系统** 菜单。

21.1 接口设置

在 **系统** 菜单中点击 **接口设置**，进入接口设置菜单进行如下项目的配置。

网络状态

设备会根据当前网络的连接状态给出不同的提示：

- Network Config Succeeded!（网络配置成功!）
- Acquiring IP...（正在获取 IP...）
- IP Conflict!（IP 冲突!）

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- DISCONNECTED（无连接!）
- DHCP Config Failed（DHCP 配置失败）
- Read Status Fail!（状态读取失败!）
- CONNECTED（连接成功!）
- Invalid IP（无效 IP）
- IP Loss（IP 丢失）
- Please wait...（请等待...）

MAC 地址

对于一台仪器，MAC地址总是唯一的。为仪器分配IP地址时，总是通过MAC地址来识别仪器。

VISA地址

显示仪器当前使用的VISA地址。

IP配置方式

IP配置方式包括动态IP、自动IP和静态IP。不同IP配置方式下，IP地址等网络参数的配置方式不同。

- **动态 IP**

  勾选“动态 IP”，配置动态 IP 模式，将由当前网络中的动态 IP 服务器向仪器分配 IP 地址、子网掩码、默认网关和 DNS 服务器（域名服务器）地址等网络参数。

- **自动 IP**

  勾选“自动 IP”，配置自动 IP 模式，设备根据当前网络配置自动获取从 169.254.0.1 至 169.254.255.254 的 IP 地址和子网掩码 255.255.0.0。当“动态 IP”未选中或者连接失败时，“自动 IP”才起作用。

- **静态 IP**

  勾选“静态 IP”，配置静态 IP 模式。这种情况下需手动关闭动态 IP 和自动 IP。此时将需要手动配置“设置 IP 地址”、“设置子网掩码”、“设置默认网关”和“设置 DNS 地址”项。此时，用户可以自定义设备的 IP 地址等网络参数。

  - **设置 IP 地址**

    IP 地址的格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，第一个 nnn 的可设置范围为 0 至 255（127 除外），其中有效范围为 0 至 223，其他三个 nnn 的范围均为 0 至 255。建议向您的网络管理员咨询一个可用的 IP 地址。

  - **设置子网掩码**

    子网掩码的格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，其中 nnn 的范围为 0 至 255。建议向您的网络管理员咨询一个可用的子网掩码。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- **设置默认网关**

  静态 IP 模式下，用户可以设置网关。网关的格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，第一个 nnn 的范围为 0 至 223（127 除外），其他三个 nnn 的范围为 0 至 255。建议向您的网络管理员咨询一个可用的默认网关。

- **设置 DNS（域名服务器）地址**

  静态 IP 模式下，您可以设置域名服务器地址。域名服务器的地址格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，第一个 nnn 的范围为 0 至 223（127 除外），其他三个 nnn 的范围为 0 至 255。建议向您的网络管理员咨询一个可用的地址。

  一般来说，用户不需要设置网络中的域名服务器地址，因此该参数设置可以忽略。

提示：

- 三种 IP 配置类型均打开时，参数配置的优先级从高到低依次为“动态 IP”、“自动 IP”、“静态 IP”。
- 三种 IP 配置类型不能同时关闭。

mDNS

通过mDNS项的功能键，可启用（ON）或禁用（OFF）多播域名系统（mDNS）。该系统在没有DNS服务器的小型网络中为服务探索提供DNS服务器的功能。

主机名

主机名称支持输入最大为26个字节长度的字符串。

GPIB[6]

配置GPIB地址，可设范围为1至30，默认为1。支持使用USB-GPIB接口模块为设备扩展出一个GPIB接口，然后使用GPIB电缆将仪器与计算机相连接。

应用网络参数设置

点击 **应用**，当前配置的网络参数将生效。点击 **重置** 恢复默认配置。

接口设置保存在非易失性存储器中，仪器重启后将自动加载上次的接口设置。

21.2 基本设置

在 **系统** 菜单中点击 **基本设置**，进入基本设置菜单。

语言

本产品支持多种语言菜单，并提供多语言帮助信息、提示信息以及界面显示。通过 **语言** 项的下拉菜单，选择指定的系统语言。

前电源开关

- 打开：仪器通电后点击开关键开机。

6 仅 DNA6000 系列和 DNA6000-R 系列支持 GPIB 接口。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- 关闭：仪器通电后直接开机。

声音

通过点击 **声音** 项的功能开关可选择打开或关闭声音。打开声音后，以下操作或动作会听到蜂鸣器的声音：

- 使用触摸屏功能
- 弹出提示消息

屏幕亮度

可通过拖动滑块设置屏幕的亮度，取值范围为0%至100%。

显示时间

默认打开，系统时间以“yyyy/mm/dd（年/月/日）”，“hh:mm:ss（时:分:秒）”的格式显示在屏幕右下方的通知区域，关闭则不显示。

用户可设置系统时间，在存储图像时，输出文件将包含该时间信息。

- **年月日**：点击“年月日”区域，弹出年月日设置菜单。菜单中从左至右三个表盘依次代表年、月、日，拖动对应表盘设置日期，点击 **确定** 按钮，完成日期修改。点击图标  或年月日菜单以外的其他区域，可放弃修改，退出菜单。
- **时分秒**：点击“时分秒”区域，弹出时分秒设置菜单。菜单中从左至右两个表盘依次代表小时、分钟，拖动对应表盘设置时间，点击 **确定** 按钮，完成时间修改。点击图标  或时分秒菜单以外的其他区域，可放弃修改，退出菜单。
- **时区设置**：设置仪器所在的地理时区，确保显示的时间与当地时间一致。默认为 GMT+8

自动时间设置

默认打开，启用网络时间同步功能（NTP），使仪器能够自动从网络服务器获取并校准标准时间。

21.3 关于此设备

在 **系统** 菜单中点击 **关于此设备**，查看设备的型号和版本等信息。

- **型号**：产品型号。
- **序列号**：产品序列号，产品的唯一标识。
- **固件版本**：产品固件版本号。
- **硬件版本**：产品硬件版本号。
- **构建日期**：产品软件版本的构建时间。
- **Android.Build**：Android 操作系统构建时间。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

- **Android.Version**：Android 操作系统版本号。例如：7.1.0。
- **Launcher**：Android 操作系统桌面 UI 版本号。
- **Web Control**：浏览器远程控制模块版本号。

升级

本仪器支持本地升级方式。

1. 将升级文件（*.GEL）存储至仪器内存的指定目录下。
2. 进入 **系统** 菜单，点击 **关于此设备** > **升级** ，弹出“文件管理”菜单。
3. 选中指定目录下的升级文件（*.GEL），点击 **确认** 按钮， 完成本地升级。

21.4 选件列表

在 **系统** 菜单中点击 **选件列表** 可查看所有选件。安装选件的步骤请参考查看选件信息及选件安装 章节。

21.5 SMB 设置

在SMB菜单中支持配置仪器与电脑的连接，实现文件共享。

连接状态：仪器与共享目录所在电脑的连接状态

开机自动连接：默认关闭，打开后下次仪器开机后将根据您配置的服务器路径、用户名和密码自动连接。

服务器路径：格式为\\xxx.xxx.xxx.xxx\name，其中 xxx.xxx.xxx.xxx 为计算机 IP 地址，name 为共享文件夹名称，例如：\\172.16.25.77\Share。

用户名/密码：您可在电脑操作，按下 Win+R 组合键打开运行窗口，输入“netplwiz”并点击“确认”查看本机用户名。用户名和密码区分大小写。

驱动盘符：SMB共享文件夹在仪器内存中的驱动盘符为“I:”，可在“文件管理”菜单中进入此目录。

操作步骤

以 Windows 10 专业版为例，使用 SMB 共享文件的操作步骤如下：

1. 开启电脑的 SMB 文件共享功能。
   a. 打开 控制面板 > 程序和功能 > 启用或关闭Windows功能。
   b. 在弹出的界面中找到“SMB 1.0/CIFS 文件共享支持”项，全部勾选，点击“确认”。
   c. 重启电脑，完成 SMB 文件共享功能的开启。
2. 创建共享目录。
   a. 新建一个文件夹（路径只能包含英文字符）。
   b. 右击该文件夹，设置 授予访问权限 > 特定用户，可选择特定用户或“Everyone”，点击“添加”后

版权所有©普源精电科技股份有限公司

设置权限级别。

c. 点击 共享 > 完成，完成共享目录的创建。

3. 配置仪器。

a. 进入SMB 配置菜单，设置**服务器路径**、**用户名**和**密码**。

b. 点击 **连接** 按钮，等待连接状态显示为**已连接**，完成设置。

4. 文件共享

成功连接后，通过计算机和仪器的磁盘管理系统访问和管理共享文件夹中的内容。

22远程控制

本产品支持 Web Control 远程控制功能。 Web Control 功能是一种基于浏览器（Web）的远程控制技术。用户无需额外安装软件，便可在包括 PC 端、手机端和 iPad 等智能端，通过Web 浏览器远程访问和操控已联网的仪器。具体操作步骤如下：

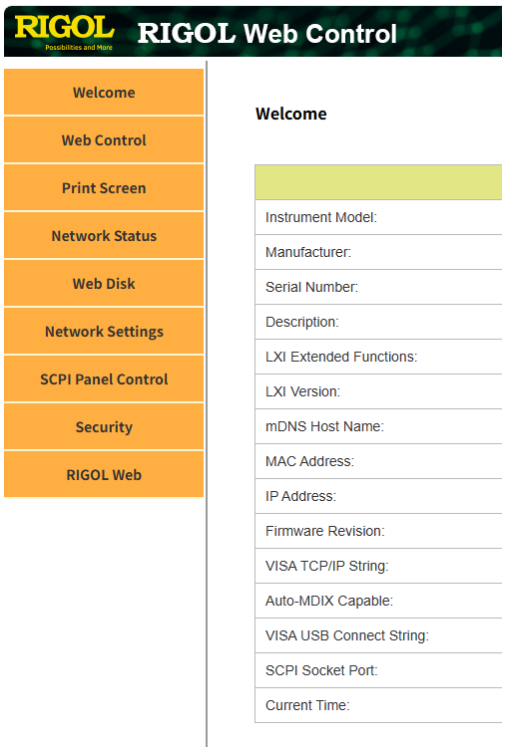
1. 仪器连接网络

确保仪器后面板的 LAN 接口连接至网络。注意仪器必须连接到与控制端所在相同网域的网络，并通过该网络进行访问才可进行远程操控。

2. 获取仪器 IP 地址

进入 **系统** 菜单，点击 **接口设置** ，查看仪器 IP 地址。

在浏览器 URL 行输入仪器的 IP 地址，按下 Enter（回车）键，网页将如下图所示。



版权所有©普源精电科技股份有限公司

3. 点击左侧的 Web Control 可进入仪器控制界面，可使用鼠标实时远程控制仪器，效果与在仪器屏幕上直接进行触控操作基本一致。
4. 点击 **Print Screen** 可选择对当前屏幕界面进行 Take Screenshot（截图）或 Record Screen（录屏）。
5. 点击 **Web Disk** 可以对仪器内存文件进行管理，并通过网络上传和下载文件。
6. 点击 **Network Settings** 可更改网络配置，注意更改网络配置时需要登录，首次登录 Web Control 的用户名和密码分别为“admin”和“rigol”。

7. SCPI Panel Control 功能支持用户通过Web界面直接向仪器发送SCPI指令。点击 **SCPI Panel Control**，在 SCPI Command 输入框中输入指令，然后点击 **Send&Read** 按键，完成命令发送。

用户可以通过标准 SCPI（Standard Commands for Programmable Instruments）命令对仪器进行编程控制。有关命令和编程的详细说明请参考本系列产品的《编程手册》。

8. 关闭浏览器可退出仪器远程控制界面。

仪器 IP 地址仅允许一名用户登录进行远程控制，不支持多人同时登录。若出现连接中断现象，可刷新浏览器重新加载此页面。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

23出厂设置(Preset)

按下前面板 Preset 按键调用预置设置，将系统设置恢复到出厂设置的状态。

参数名称	参数值
迹线	
选择迹线	Tr 1
迹线标题	关闭
迹线保持	关闭
通道	
选择通道	Channel 1
选择窗口	Window 1
窗口标题	关闭
选择工作表	Sheet 1
工作表标题	Sheet 1
频率	
起始频率	10 MHz
截止频率	与仪器型号有关
中心频率	与仪器型号有关
频率跨距	与仪器型号有关
扫描	
扫描点数	201
扫描类型	线性频率扫描
扫描延迟时间	0 s
自动扫描时间	自动
自动驻留时间	0 s
测量	

版权所有©普源精电科技股份有限公司

参数名称	参数值
S 参数	S11
参数转换	关闭
数据格式	对数幅度
光标	
选择光标	光标 1
差值光标	关闭
离散	关闭
光标表	关闭
光标类型	普通
显示光标读数	打开
每条迹线读数	5
光标记号	三角形
耦合方式	通道耦合
搜索	
搜索域	全扫宽
搜索跟踪	关闭
峰值	
峰值阈值	-100 dB
垂直峰值距离	3 dB
峰值极性	正极
目标	
目标值	0 dB
目标过渡类型	正/负极
多峰值&多目标	

版权所有©普源精电科技股份有限公司

参数名称	参数值
多峰值阈值	-100 dB
多峰值垂直距离	3 dB
多峰值极性	正极
多目标值	0 dB
多目标过渡类型	正/负极
功率	
使能状态	打开
信号输出端口	Port1
端口功率	-5 dBm
平均及带宽	
中频带宽	100 kHz
平均	
平均使能	关
平均次数	1
平均类型	扫描平均
平滑	
平滑使能	关
平滑孔径	1%
平滑点数	3
群延迟孔径	
百分比	5%
点数	11
频率	424.5 MHz
触发	

版权所有©普源精电科技股份有限公司

参数名称	参数值
触发方式	连续
触发源	内部
触发域	通道
输入	
全局触发延迟	0 s
触发电平/边沿	高电平
输出	
使能	关闭
极性	负脉冲
位置	采集之后
每个点	关闭
脉冲时长	1 µs
刻度	
刻度	10 dB
参考电平	0 dB
参考位置	5
电延时	
电延时时间	0 s
电延时距离	0 m
距离单位	米
速度因子	0.66
常量	
系统阻抗	50Ω
相位偏移	0 度

版权所有©普源精电科技股份有限公司

参数名称	参数值
幅度偏移	0 dB
幅度偏移斜率	0 dB/GHz
数学运算	
数据运算	关闭
显示	数据
参数转换	关闭
统计	关闭
限值测试	
使能	关闭
显示限值线	关闭
限值表	关闭
全局测试	关闭
全局测试模式	所有测试
DTF	
DTF 状态	关闭
距离单位	米
终止距离	6.72 m
电缆损耗	0
速度因子	0.66
窗函数	矩形
时域分析	
转换状态	关闭
起始时间	-10 ns
结束时间	10 ns
中心时间	0 s

版权所有©普源精电科技股份有限公司

参数名称	参数值
时间跨度	20 ns
时域测量类型	带通
时域门控	
门控状态	关闭
起始时间	-10 ns
结束时间	10 ns
中心时间	0 s
时间跨度	20 ns
门控类型	带通
门控形状	常规
TDR 设置	
耦合状态	打开
标记器模式	自动
单位	米
速度因子	0.66
Beta 参数	6.00
脉冲宽度	227.701 ps
校准	
校正	关闭
插值	关闭
端口延伸	
使能	关闭
延迟	0 s
距离	0 m

版权所有©普源精电科技股份有限公司

参数名称	参数值
距离单位	米
速度因子	0.66
夹具	
夹具去嵌	关闭
端口匹配	关闭
端口参考阻抗	关闭
双端口去嵌	关闭
保存/加载	
路径	C:/data/UserData
系统	
语言设置	英文

24故障处理

1. **如果按下电源键仪器仍然黑屏，没有任何显示**
    a. 检查电源接头是否接好。
    b. 检查前面板测试端口，确保至少有一个测试端口周围的发光二极管（LED）环变绿。这表明电源已开启。
    c. 检查保险丝是否熔断。如需更换保险丝，请使用符合本产品规格的保险丝。
    d. 完成上述检查后，重新启动仪器。
    e. 如果仍然无法正常使用本产品，请与 RIGOL 联系。
2. **U 盘设备不能被识别：**
    a. 检查 U 盘设备是否连接至其他仪器或计算机上可以正常工作。
    b. 确认使用的为 FAT32 格式 Flash 型 U 盘设备，本仪器不支持硬盘型 U 盘设备。
    c. 重新启动仪器后，再插入 U 盘设备进行检查。
    d. 如果仍然无法正常使用 U 盘，请与 RIGOL 联系。
3. **触摸功能无法使用**
    a. 检查是否已经锁定触摸屏。如果屏幕被锁定，请解除锁定。
    b. 检查屏幕和手指上是否有油污或汗水等。如果有，请清洁屏幕和手指。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

c. 检查仪器是否靠近强磁场。若靠近强磁场，如磁铁，请远离消除磁场影响。

d. 如果仍未能正常使用触摸屏，请与 RIGOL 联系。

4. **用户界面长时间无更新**

a. 检查界面是否被锁定，如已锁定，按 Esc 键解锁。

b. 检查当前是否未满足触发条件，请查看触发设置以及是否有触发信号。

c. 检查当前是否处于停止或单次触发状态。

5. **性能指标测试没有通过**

a. 检查仪器是否在校准周期内。

b. 确认是否在测试之前将仪器预热至少 60 分钟。

c. 检查仪器是否处于规定环境温度下。

d. 确认测试是否处于强磁环境下进行。

e. 检查仪器以及测试系统的供电是否有强干扰。

f. 检查使用的测试设备的性能是否符合要求。

g. 确保使用的测试设备在校准周期内。

h. 检查使用的测试设备是否在其手册要求的工作条件下。

i. 检查所有的连接是否紧固。

j. 如果仪器连接了其他设备、电缆和连接器，请确保它们已正确连接、正常运行。

k. 确保操作符合性能校验手册要求的设置和流程。

l. 如果仪器运行不符合预期，按预设（Preset）键将仪器恢复到已知状态。

m. 确认误差计算是否有失误。

n. 正确理解本产品对“典型值”和“标称值”的定义。

- 典型值：表示在室温（约 25°C）条件下，80%的测试结果均可达到的典型性能。该数据并非保证数据，并且不包含测量的不确定度。
- 标称值：表示预期的平均性能或设计的性能特征，如 50 Ω 连接器。该数据并非保证数 据，并且是在室温（约 25°C）条件下测量所得。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

25附录

25.1 附录 A：附件和选件

附件和选件	说明	订货号
标配附件	电源线	-
测量应用选件	TDA 时域分析	DNA-TDA10
	DTF 故障距离测量	DNA-DTF10
	TAS 矢网自动化测试软件	DNA-TAS10[7]
	TDR 增强时域反射	DNA-TDR10[7]
选配附件	电子校准件	请参考《电子校准件》手册
	机械校准件套件	请参考《机械校准件》手册
	射频线缆	请参考《射频线缆/适配器》手册
	机架安装套件	RM6051

注：所有主机、附件和选件，请向当地的RIGOL办事处订购。

25.2 附录 B：保修概要

普源精电科技股份有限公司（RIGOL TECHNOLOGIES CO., LTD.，以下简称 RIGOL）承诺其生产仪器的主机和附件，在产品保修期内无任何材料和工艺缺陷。

在保修期内，若产品被证明有缺陷，RIGOL将为用户免费维修或更换。详细保修条例请参见RIGOL官方网站或产品保修卡的说明。欲获得维修服务或保修说明全文，请与RIGOL维修中心或各地办事处联系。

除本概要或其他适用的保修卡所提供的保证以外，RIGOL公司不提供其他任何明示或暗示的保证，包括但不局限于对产品可交易性和特殊用途适用性之任何暗示保证。在任何情况下，RIGOL公司对间接的，特殊的或继起的损失不承担任何责任。

7 仅 DNA6000、DNA6000-R 和 DNA5000 系列产品支持此选件。

版权所有©普源精电科技股份有限公司

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
预约电话：400-620-0002
RIGOL客服热线：400-620-0002
官网预约网址：
https://www.rigol.com/quote/Lab-appoint.html

RIGOL 微信服务号

RIGOL 官方网址

RIGOL 微信视频号

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 B 站账号