

SV4401A

便携式矢量网络分析仪

用户手册

Rev. 4.0

(适用于 V0.7.3 版本固件)

杭州矢志聚汇科技有限公司

Hangzhou SYSJOINT Technology Co., Ltd.

目 录

1. 产品简介	- 1 -
1.1. 关于 SV4401A	- 1 -
1.2. 产品特点	- 1 -
1.3. 技术指标	- 2 -
2. 产品外观	- 4 -
3. 用户界面	- 5 -
3.1. 主界面	- 5 -
4. 菜单功能	- 12 -
4.1. 激励	- 12 -
4.1.1 设置频率	- 12 -
4.1.2 分析功能	- 12 -
4.1.3 中频带宽	- 14 -
4.1.4 功率	- 15 -
4.1.5 平均系数	- 16 -
4.1.6 扫描点数	- 17 -
4.1.7 信号发生器	- 17 -
4.2. 标记	- 18 -
4.2.1 选择标记	- 18 -
4.2.2 搜索设置	- 19 -
4.2.3 允许拖动	- 19 -
4.2.4 显示设置	- 20 -
4.2.5 操作	- 21 -
4.3. 校准	- 21 -
4.3.1 重置校准	- 21 -
4.3.2 校准件	- 22 -
4.3.3 开始校准	- 25 -
4.3.4 端口延伸	- 28 -
4.4. 回调/保存	- 31 -
4.4.1 回调	- 31 -
4.4.2 保存	- 31 -

4.5 文件管理	- 31 -
4.6 设置	- 34 -
4.7 存储功能	- 35 -
4.7.1 自动命名	- 35 -
4.7.2 保存 S1P	- 35 -
4.7.3 保存 S2P	- 36 -
4.7.4 保存迹线	- 36 -
4.7.5 自动保存	- 36 -
4.8 运行/暂停	- 37 -
5. 快捷操作	- 38 -
5.1 截屏	- 38 -
5.2 指定标记点频率	- 38 -
5.3 新增标记点	- 38 -
5.4 删除标记点	- 38 -
5.5 切换标记点	- 38 -
6. 其他功能说明	- 39 -
6.1 开机页面显示自定义信息	- 39 -
6.2 加载 snp 文件	- 39 -
6.3 比较迹线以及数学运算功能	- 40 -
6.4 极限测试功能	- 45 -
6.4.1 迹线选择	- 46 -
6.4.2 极限测试功能开关	- 46 -
6.4.3 窗体透明度设置	- 46 -
6.4.4 极限表	- 46 -
6.4.5 极限表的操作	- 47 -
6.4.6 极限线偏置	- 47 -
6.4.7 极限表数据的导入和导出	- 48 -
6.4.8 极限表的上下滑动	- 48 -
7. 上位机	- 49 -
7.1 NanoVNA-Saver	- 49 -
7.2 NanoVNA-App	- 49 -
7.3 SVxx01A-Tools	- 50 -

7.4 驱动安装	- 51 -
8. 串口命令	- 54 -
8.1. 查询串口号	- 54 -
8.2. 使用串口工具	- 54 -
8.3. 命令输入规范	- 55 -
8.4. 命令详解	- 55 -
8.4.1 help -- 命令列表	- 55 -
8.4.2 reset -- 设备复位	- 56 -
8.4.3 data -- 获取数据	- 56 -
8.4.4 frequencies -- 获取当前频率	- 56 -
8.4.5 scan -- 扫频设置并进行扫频	- 56 -
8.4.6 sweep -- 扫频设置	- 57 -
8.4.7 pause -- 暂停扫描	- 58 -
8.4.8 resume -- 恢复扫描	- 58 -
8.4.9 cal -- 仪器校准	- 58 -
8.4.10 save -- 保存状态	- 58 -
8.4.11 recall -- 回调状态	- 59 -
8.4.12 marker -- 标记点控制	- 59 -
8.4.13 version -- 获取固件版本号	- 59 -
8.4.14 info -- 获取设备信息	- 60 -
8.4.15 sn -- 获取设备序列号	- 60 -
8.4.16 resolution -- 获取屏幕分辨率	- 60 -
9. 固件升级	- 61 -
10. 硬件框图	- 63 -
11. 装箱清单	- 63 -

1. 产品简介

1.1. 关于 SV4401A

SV4401A 是一款手持式矢量网络分析仪 (Vector Network Analyzer, VNA)，测量频率范围 50kHz ~ 4.4GHz，可测量 S11 和 S21 参数，其中，S11 动态范围 50dB，S21 动态范围 75dB。SV4401A 可用于测试 MF/HF/VHF/UHF 频段各类天线，如短波天线、ISM 频段天线、WiFi 天线、蓝牙天线、GPS 天线等，也可用于测量滤波器、放大器、衰减器、电缆、功分器、耦合器、双工器等射频组件，并支持幅频曲线、相频曲线、驻波比、史密斯圆图、极坐标、群时延等多种显示格式。此外，SV4401A 还具有 TDR 功能，可用于测量电缆长度。

SV4401A 采用全金属机壳设计，坚固耐用，并可有效屏蔽电磁干扰。机身尺寸 190mmx130mmx30mm，小巧便携，并设计有背部支架，方便桌面使用。机身采用 N 型射频接头，并配备了 N 转 SMA 转接头，方便连接各类被测件。

得益于优化设计的高速处理系统，SV4401A 具有 400 点/秒的测量速度，可实现准实时测量，扫描点数最大可设置为 1001 点。显示屏采用 7 寸高亮 IPS 电容触摸屏，户外场景下屏幕内容清晰可见。SV4401A 采用全触屏设计，配合 4 个实体按键，用户可快速设置频率、刻度、开/关迹线、添加/删除标记点、截屏等，操作便捷流畅。

SV4401A 内置两颗 3350mAh 的 18650 锂电池，续航时间可达 4 小时。充电接口采用 USB Type-C，使用附赠的 Type-C 电缆即可对设备充电，也可用于数据传输和固件升级。同时，SV4401A 内置 8GB 存储卡，可用于存储校准状态、snp 文件、截屏图像等。

1.2. 产品特点

- 频率范围：50kHz - 4.4GHz；
- S11 动态范围：50dB，S21 动态范围：75dB；
- 采用 7 寸高亮 IPS 电容触摸显示屏，户外场景下屏幕内容清晰可见；
- 全金属机壳，有效屏蔽电磁干扰，确保测量精度；
- 机身采用 N 型射频接头，并配备 N 转 SMA 转接头，方便连接各类被测件；
- 全触屏设计，同时配备 4 个实体按键，操作便捷流畅；
- 机身尺寸 190mmx130mmx30mm，小巧便携；
- 设计有背部支架，方便桌面使用；

- 支持本地截屏，可随时保存屏幕图像至内部存储卡；
- 内置 8GB 存储卡，用于存储校准状态、snp 文件、截屏图像等；
- 内置 2 颗 3350mAh 的 18650 锂电池，续航时间可达 4 小时；
- 支持 TDR 功能，可用于测量电缆长度；
- 可设置 4 条参考迹线；
- 最多 8 个标记点，标记表可在屏幕任意位置拖动；
- 具有 18 个校准状态保存槽位（快速回调），并支持以文件形式保存/回调校准状态；
- 采用 USB 接口充电，充电电压 5V；
- 设计有一个 USB 5V 电源输出接口，可对外供电；
- 通过虚拟 U 盘方式升级固件，无需编程器，使用 Type-C 数据线即可进行固件升级；
- 配备高品质 SMA 校准件和 50cm SMA 延长缆；
- 中文操作界面；
- 屏幕亮度可调节；
- 支持串口命令和上位机；
- 附赠精美收纳包；

1.3. 技术指标

参数	技术指标	说明
频率范围	50kHz ~ 4.4GHz	
RF 输出功率	-42dBm ~ -12dBm	步进: 1dB
RF 接口形式	N 型阴头	配备 N 转 SMA 转接头
RF 输入功率	0dBm (Max)	DC<5V
频率精度	<±1ppm	<140MHz
	<±5kHz	>140MHz
S21 动态范围 ¹	75dB	<3GHz
	60dB	>3GHz
S11 动态范围 ¹	50dB	<3GHz
	40dB	>3GHz
扫描点数	1001	可设置为 101-1001

扫描速度	400 点/秒	f>140MHz
中频带宽	12.5kHz (默认)	可选 6.25k/3.12k/1k/300Hz/100Hz/30Hz
平滑处理	算术平均	平均系数: 1 ~ 25 倍
迹线数	9	4 条测量迹线, 4 条参考迹线, 1 条 TDR 迹线
标记点数量	8	
校准状态存储数	18 组	支持以文件形式存储至内部存储卡
存储容量	内置 8GB 存储卡	
显示屏	7 寸高亮 IPS 液晶屏	分辨率: 1024x600
操作方式	电容触控+实体按键	
本地截屏	支持	
功耗	5W	
续航时间	4 小时	50%屏幕亮度
电池	内置 2 颗 18650 锂电池	3.6V/3350mAh×2
充电/数据接口	USB Type-C	
充电电压	4.7V ~ 5.5V	建议使用 5V/2A 充电
电源输出	USB 5V/1A	
外形尺寸	190mmx130mmx30mm	不含 RF 接口
外壳材质	铁	
工作温度	0°C -45°C	

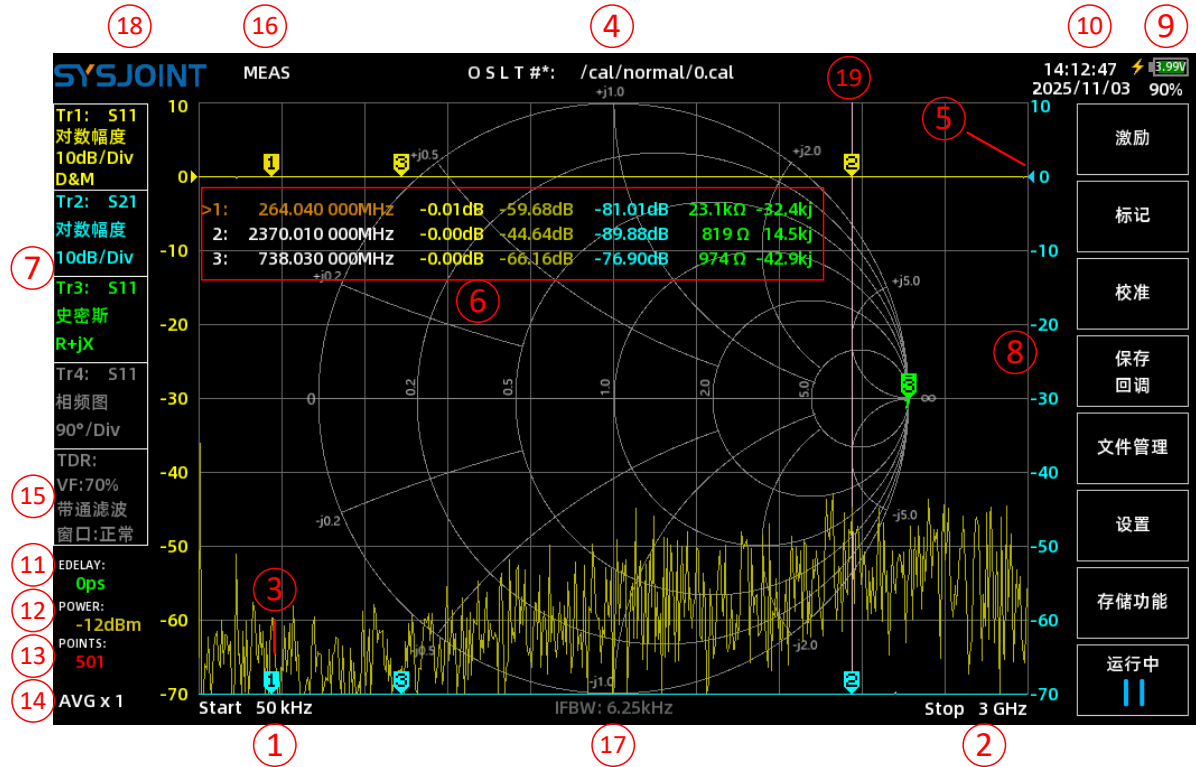
注 1: 动态范围指标在 12.5kHz 中频带宽和 1 倍平均条件下测得, 降低中频带宽和增大平均系数可提高动态范围, 但会降低测量速度。

2. 产品外观



3. 用户界面

3.1. 主界面



① 起始频率

显示当前扫频范围的起始频率。
 点击此处将弹出键盘，可快速设置起始频率。

② 终止频率

显示当前扫频范围的终止频率。
 点击此处将弹出键盘，可快速设置终止频率。

③ 标记点

最多可同时显示 8 个标记点。
 标记点内的数字对应标记表行首的序号，可通过以下 2 种方式移动标记点：

- (1) 用左、右按键移动当前选中的标记点；
- (2) 在屏幕上直接拖动标记点。

④ 校准状态

O 表示已经过开路校准；
S 表示已经过短路校准；

L 表示已经过负载校准；

T 表示已经过直通校准；

符号 # 表示已经过 OSLT 校准，*表示校准状态尚未保存，关机后会丢失。#后面的字符串表示校准状态对应的文件名和存储位置。通过【回调/保存】→【回调】可快速调取相应的校准状态（0~17）。以文件形式存储的校准状态可通过【回调/保存】→【回调】→【文件回调】来调取。

⑤ 参考位置

三角形箭头指示迹线的参考位置，箭头颜色与迹线颜色相同。

长按迹线状态框将弹出操作菜单，选择【参考位置】可设置该条迹线的参考位置。最底部的网格线对应参考位置 0，最顶部的网格线对应参考位置 8。

⑥ 标记表

标记表用于显示标记点的信息，最多可同时显示 8 组标记信息，标记信息包括频率和最多 4 个可配置的数值项。

标记表可在屏幕上任意拖动。

点击标记表中的频率数值可以快速选择该标记点，> 指示了当前选中的标记点。

通过【标记】→【选取标记】→【标记 n】可以打开或关闭标记点。

通过【标记】→【显示设置】可以设置标记信息的类型和字体等，也可以重置标记表的显示位置。

⑦ 迹线控制框

可同时显示 4 条迹线的状态，包括通道、格式、刻度、参考迹线、数学运算等状态信息。

点击迹线控制框可开启或关闭对应的迹线。

长按迹线控制框将弹出快捷菜单，可快速设置该迹线的通道、刻度、参考位置、内存迹线、数学计算等。



以左图 Tr2 为例，迹线控制框的内容理解如下：

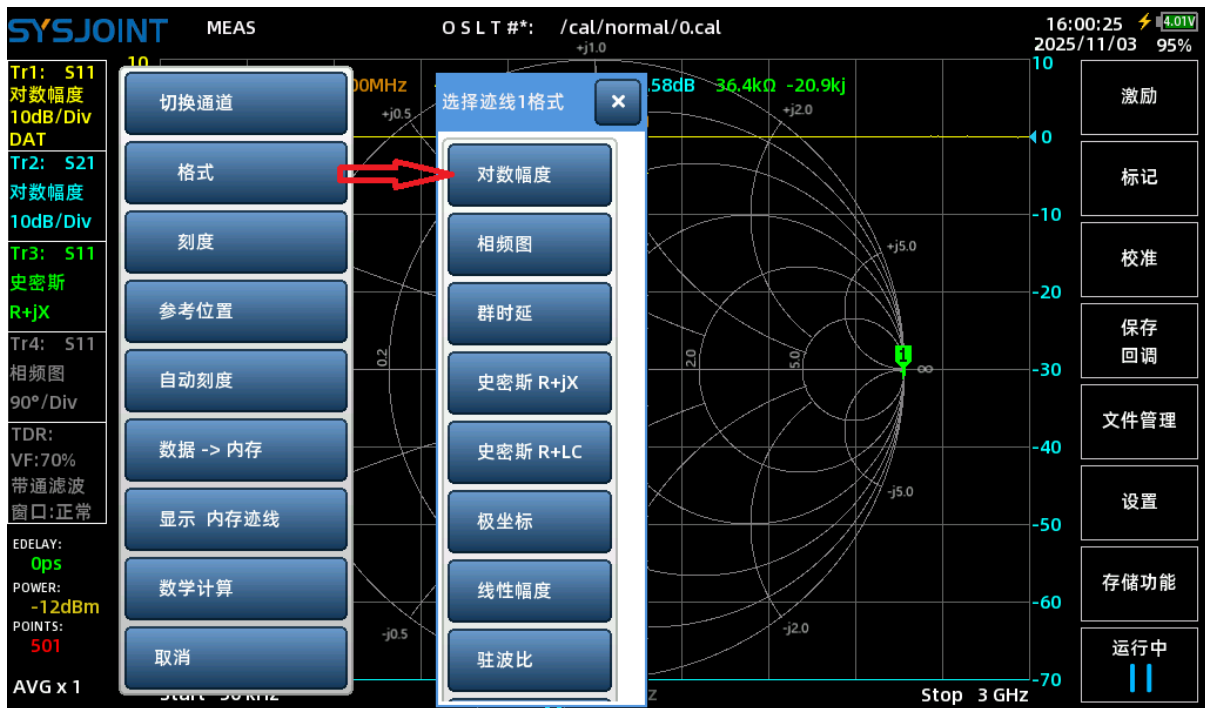
Tr2: S21 表明迹线呈现的是 S21 的数据，迹线的格式是**对数幅度**，**10dB/Div** 表明纵坐标的刻度为 10dB 每格。

若迹线控制框的文字为暗灰色，表明迹线已关闭，如左图中的 Tr4。

左图中 Tr1 迹线控制框内显示有 D&M，表明已将数据存储到内存，其中 D 代表数据迹线，M 代表内存迹线。D&M 表示同时显示数据迹线和内存迹线。若关闭内存迹线，则显示 DAT。

SV4401A 支持迹线的数学计算，当把数据存储到内存后，可通过菜单选择计算类型，包括“数据+内存”、“数据-内存”、“数据/内存”等，迹线控制框内会显示相应的计算类型。

长按迹线控制框将弹出快捷菜单，如下图所示：



⑧ 刻度轴

左刻度轴默认显示 Tr1 的刻度，右刻度轴默认显示 Tr2 的刻度，若要改变指定刻度轴对应的迹线，参见 [4.2.4 显示设置](#)。

点击刻度轴区域可快速设置刻度。

⑨ 电池状态

电池状态区域实时显示内置锂电池的电压、剩余电量和充电状态标识 ⚡，当电量过低时会出现低电量告警标识 ▲。

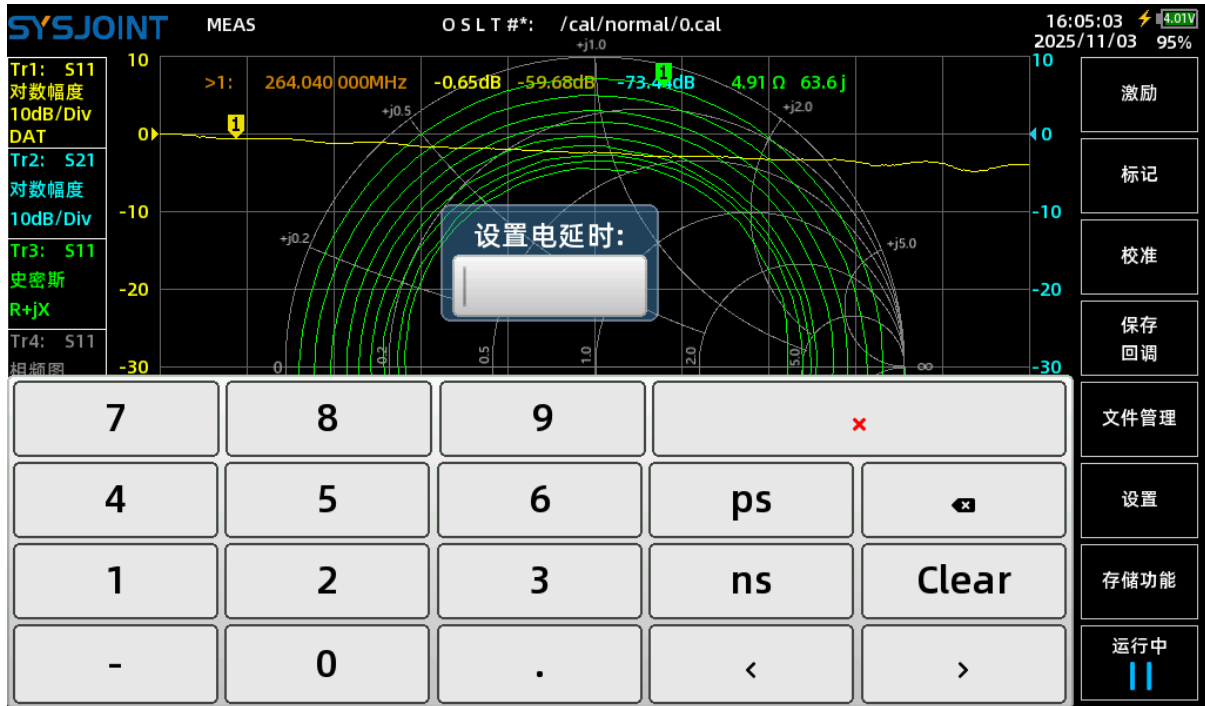
⑩ 时间和日期

显示设备当前的时间和日期，可通过【设置】→【时间设置】设置时间和日期。

⑪ 电延迟

显示当前设置的电延迟，点击该区域可设置电延迟。

电延迟用于补偿接头或电缆引入的延迟，单位为纳秒 (ns) 或皮秒 (ps)。



⑫ 激励功率

显示当前 PORT1 端口的激励功率，点击该区域可设置激励功率（-42 ~ -12dBm）。

⑬ 扫描点数

显示当前的扫描点数。

点击该区域可设置扫描点数（101 ~ 1001）。

⑭ 平均系数

显示当前的平均系数，点击该区域可设置平均系数（1 ~ 25）。

注意：需开启平均后重新进行校准，才能达到提高动态范围的效果。

⑮ TDR 控制框

SV4401A 支持 TDR 时域变换功能。

点击 TDR 控制框可以开启时域变换，此时屏幕上多出一条棕色迹线即为 TDR 迹线。

将被测电缆一端连接到 PORT1 端口，另一端保持开路或短路，移动标记点至 TDR 迹线最大值点，即可获知电缆长度。

长按 TDR 控制框将弹出 TDR 设置菜单，如下图所示：



【处理模式】可选择【低通脉冲】、【低通阶跃】、【带通滤波】三种信号处理滤波方式，默认选择【带通滤波】。

【窗口类型】用于设置信号处理的窗口大小，可选择【最大】、【标准】或【最小】，默认选择【标准】。

VF 即速度因子 (Velocity Factor)，定义为电磁波在介质中传播的速度与在真空中传播的速度之比，以百分比表示，例如铁氟龙同轴电缆的速度因子典型值为 70%，点击【速度因子】在键盘上输入 70 并点击√即可将速度因子设置为 70%：



点击【峰值搜索】可自动将标记点移动到 TDR 迹线的峰点。

用户应当根据实际情况设置合理的扫描参数，以提高 TDR 测量的准确性。

TDR 可测量的最大电缆长度为：

$$L_{max} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{\Delta f} \times c \times VF$$

其中， c 为真空中电磁波的传播速度， VF 为速度因子， Δf 为扫描频率间隔，由扫宽SPAN和扫描点数 N 决定：

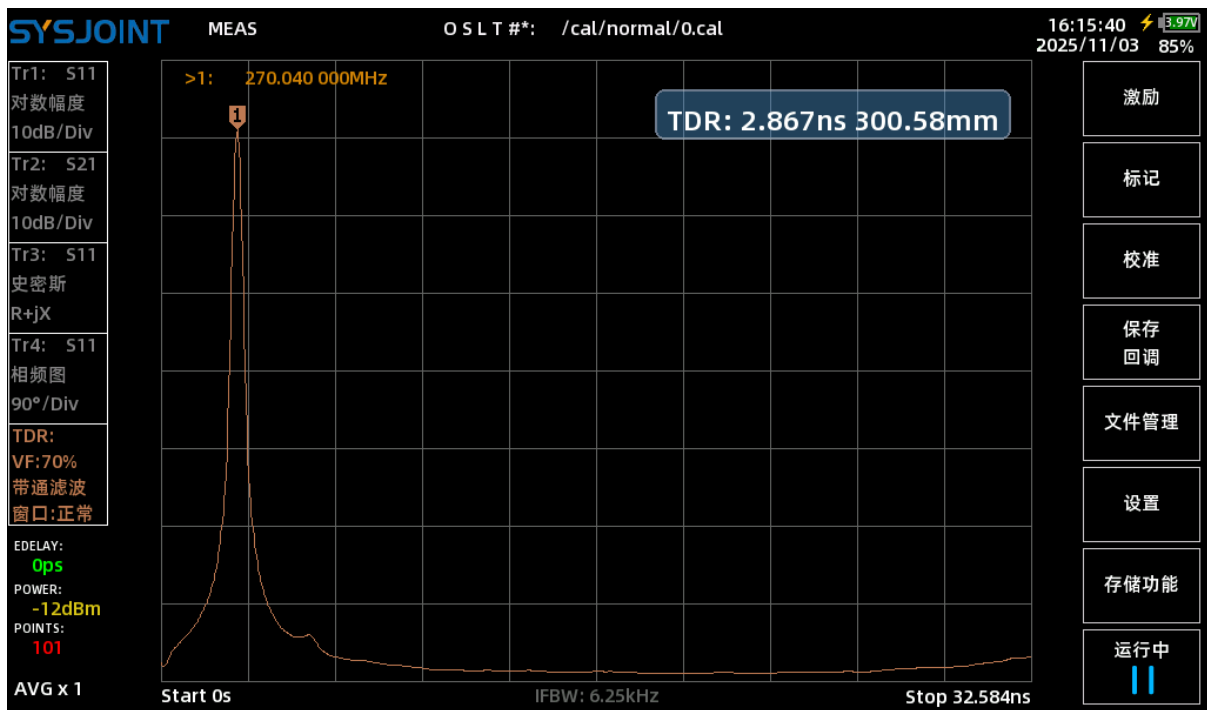
$$\Delta f = \frac{SPAN}{N - 1}$$

当SPAN=3GHz，扫描点数 N =501 时， Δf =6MHz，已知 VF =70%，可得 L_{max} =17.5m。

由于 SV4401A 的时域变换点数为 1024 点，因此距离分辨率为 17.5m/1024=17.08mm。

对于较短的电缆，上述设置可能导致测量结果精度不佳。

注意到 L_{max} 与 Δf 成反比，当扫宽一定时，减少扫描点数 N 可提高 Δf ，从而减小 L_{max} ，进而提高 TDR 的距离分辨率。将扫描点数减小至 101 点，则 L_{max} =3.5m，距离分辨率达到 3.4mm，电缆长度测量结果更准确：



16 扫描状态指示

扫描状态指示信息含义见下表：

显示信息	含义
MEAS	扫描运行中
PAUSE	扫描已暂停
Hold(Max)	最大保持
Hold(Min)	最小保持

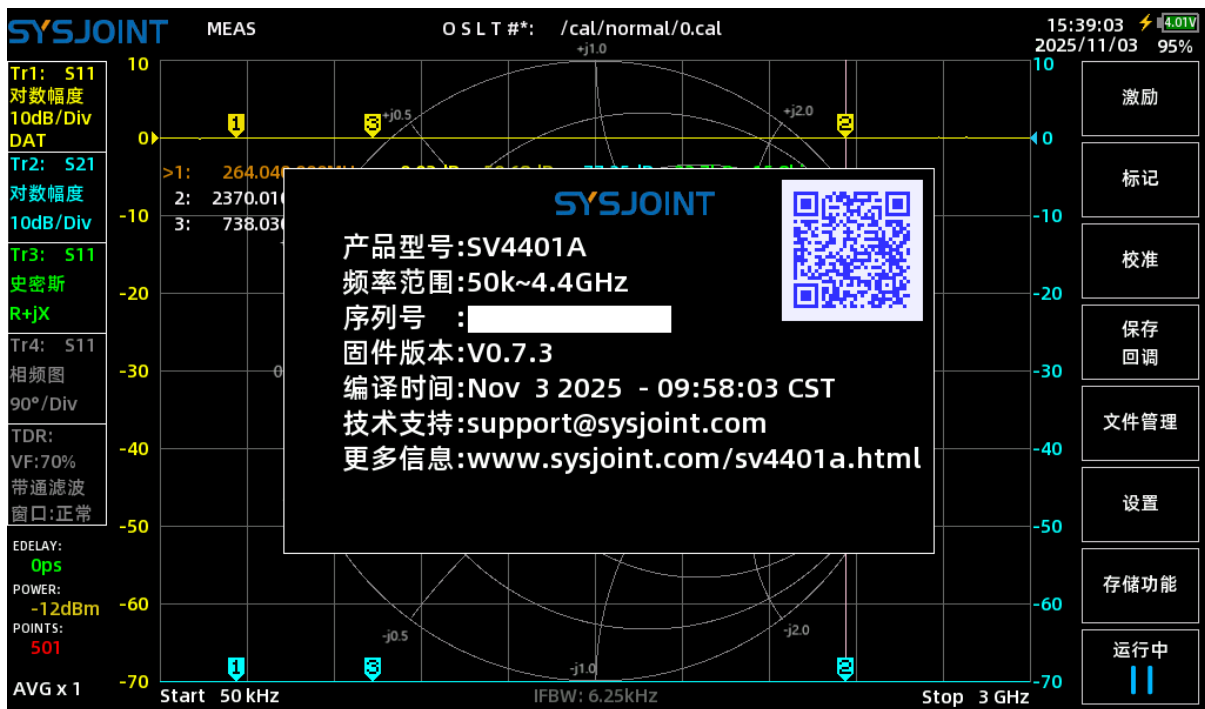
⑰ 中频带宽

中频带宽 (IFBW) 是指网络分析仪接收机内部中频滤波器的带宽，中频带宽越宽，进入接收机的噪声越多，噪底越高，动态范围越小，迹线噪声也越大；而设置较窄的中频带宽可以改善噪底、动态范围和迹线噪声，但是扫描速度也会变慢。

SV4401A 的默认中频带宽为 12.5kHz，可通过【激励】→【中频带宽】设置为 12.5kHz，6.25kHz，3.12kHz，1kHz，300Hz，100Hz，30Hz。

⑱ 关于本机

点击屏幕左上角 logo **SYSJOINT** 可查看本机信息，包括序列号、固件版本等。



⑲ 频标辅助线

用于查看内存迹线具体值的辅助功能，此线上与所有迹线交点的频率值相同（史密斯和极坐标除外），可通过【标记】→【显示设置】→【频标辅助线】开启或关闭。

4. 菜单功能

4.1. 激励

【激励】菜单中包含【设置频率】、【分析功能】、【中频带宽】、【功率】、【平均系数】、【扫描点数】、【信号发生器】等菜单项。

4.1.1 设置频率

SV4401A 默认为线性扫描方式，在指定频率范围内以相同频率步进进行扫描测量。

SV4401A 也支持对数扫描方式，在指定频率范围内以对数频率步进进行扫描测量。

可通过以下两种方式设置频率范围：

- ① 设置起始频率和终止频率；
- ② 设置中心频率和扫宽；

对于单频扫描，请选择【单频】并设置单频频率。



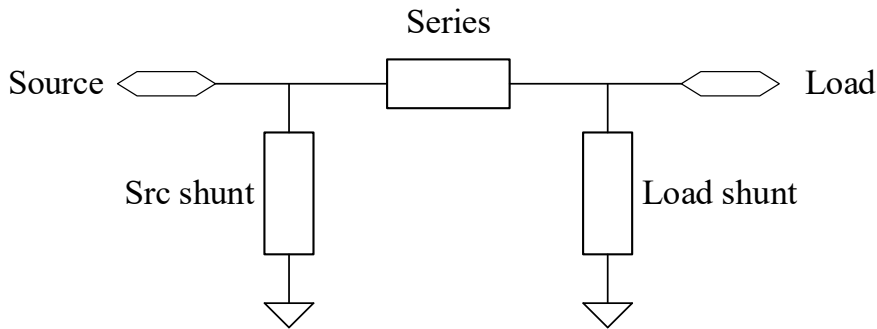
4.1.2 分析功能

SV4401A 的分析功能包括【L/C 匹配】、【极限测试】和【扫描分析】。

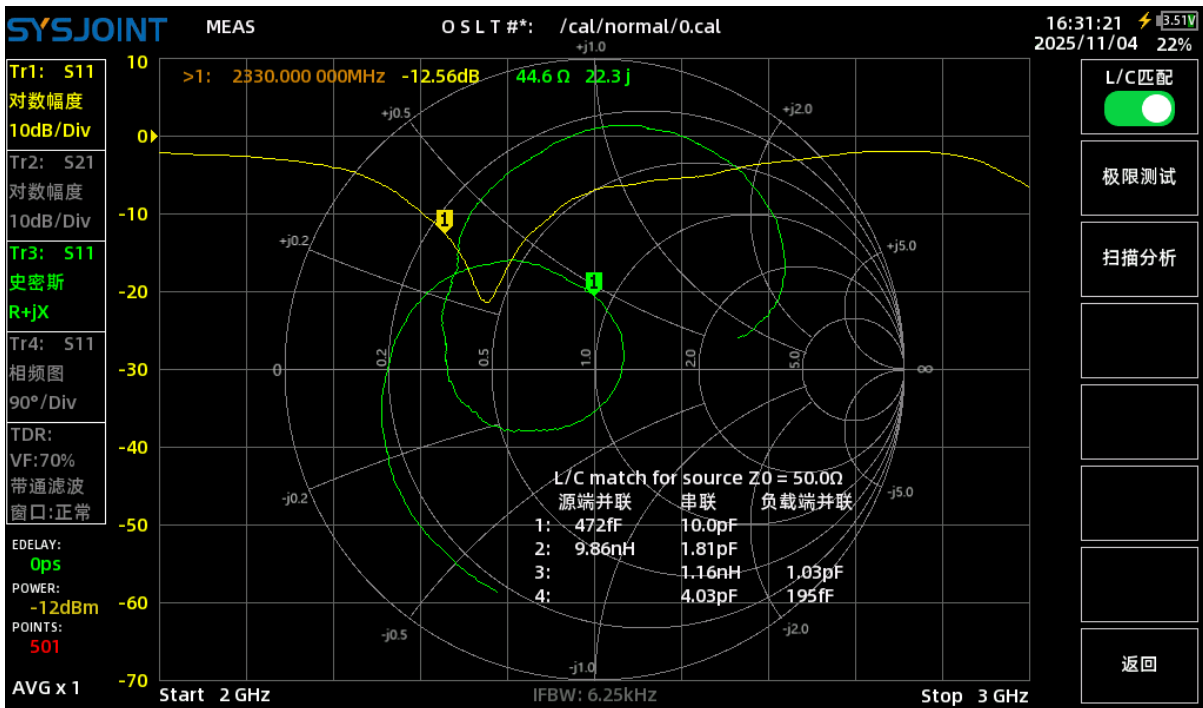
4.1.2.1 L/C 匹配

SV4401A 支持 L/C 匹配参数自动计算，将负载阻抗匹配至源端 50 欧姆阻抗。

L/C 匹配网络的结构如下图所示：



L/C 匹配示例：



上图中，被测件在 2330MHz 的阻抗为 $44.6 + 22.3j$ ，自动匹配计算得到 4 组匹配参数：

- ① 源端并联 472fF 电容，串联 10.0pF 电容；
- ② 源端并联 9.86nH 电感，串联 1.81pF 电容；
- ③ 负载端并联 1.03pF 电容，串联 1.16nH 电感；
- ④ 负载端并联 195fF 电容，串联 4.03pF 电容；

以上 4 组匹配参数都可以实现负载端阻抗与源端 50 欧姆的匹配。

4.1.2.3 极限测试

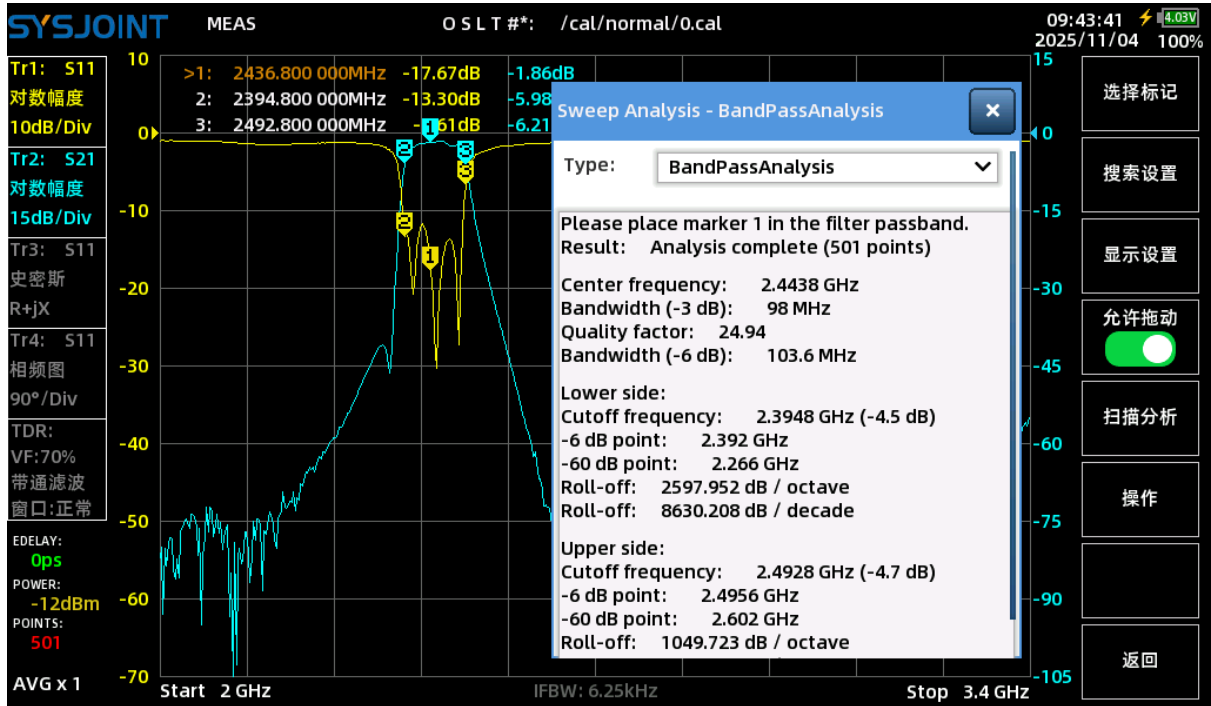
此功能详细内容参见 [6.4 极限测试功能](#)。

4.1.2.3 扫描分析

SV4401A 支持滤波器自动扫描分析，可通过该功能快速分析滤波特性和驻波比等。

以下是使用该功能分析带通滤波器的示例：

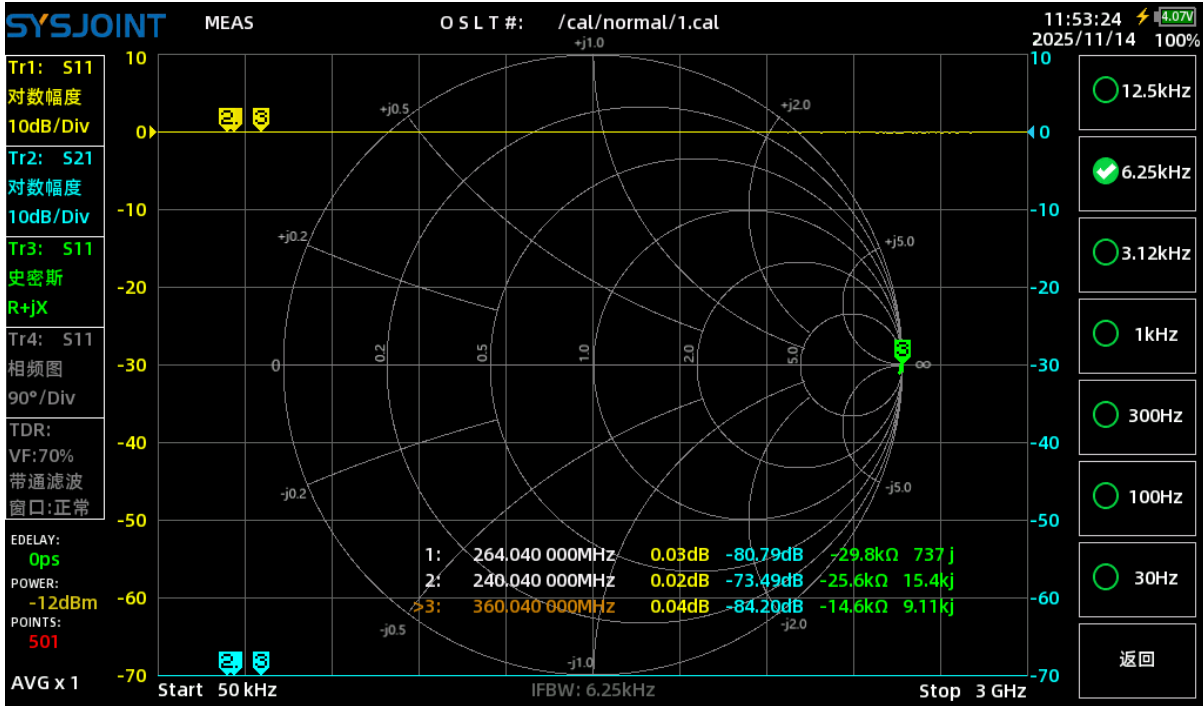
- ① 设置合适的频率范围；
- ② 关闭除标记 1 以外的所有标记点；
- ③ 将标记 1 移动到 S21 的通带内；
- ④ 点击【扫描分析】弹出分析窗口，从分析类型的下拉框中选择【BandPassAnalysis】，然后即可获得该滤波器的中心频率、通带带宽、品质因数等信息。



4.1.3 中频带宽

中频带宽可选 12.5kHz, 6.25kHz, 3.12kHz, 1kHz, 300Hz, 100Hz, 30Hz。

中频带宽越宽，噪底越高，动态范围越小，迹线噪声也越大；设置较窄的中频带宽可以改善噪底、动态范围和迹线噪声，但是扫描速度也会变慢。



4.1.4 功率

SV4401A 的激励功率可调节，范围为 (-42dBm ~ -12dBm)，设置较低的激励功率适用于测试放大器等具有增益的被测件。

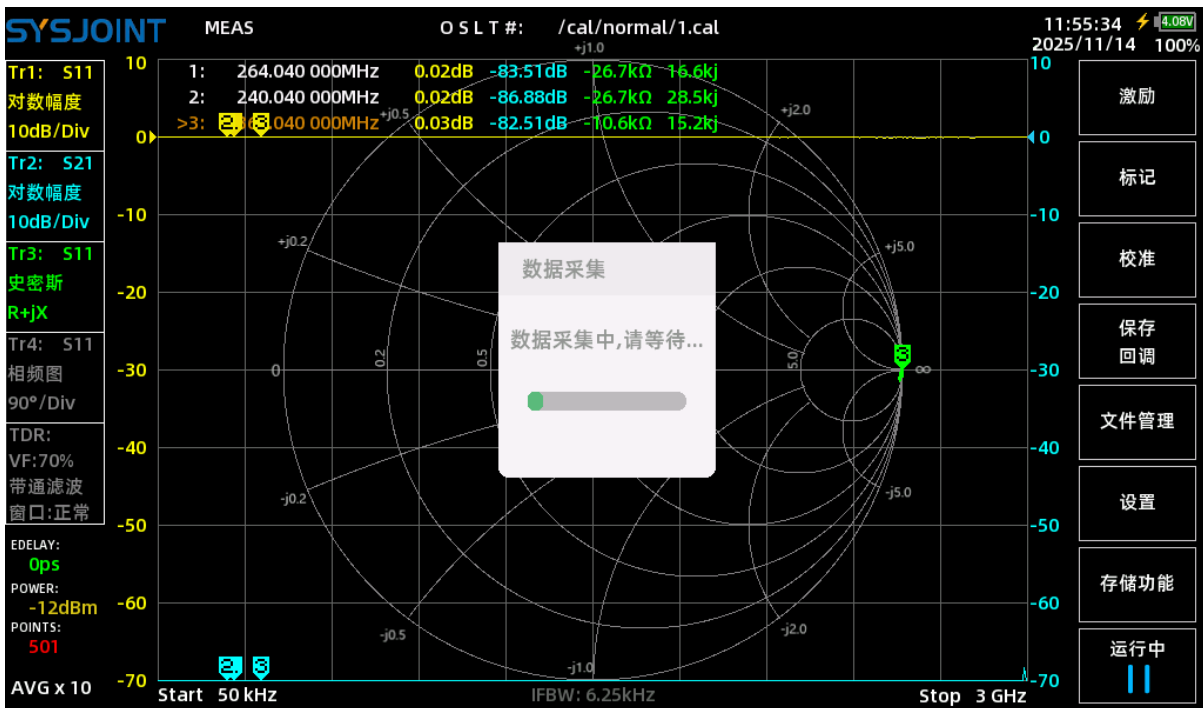


4.1.5 平均系数

SV4401A 支持数据平均以平滑迹线噪声，平均系数范围：1 ~ 25。



设置平均系数后将出现数据采集进度条：



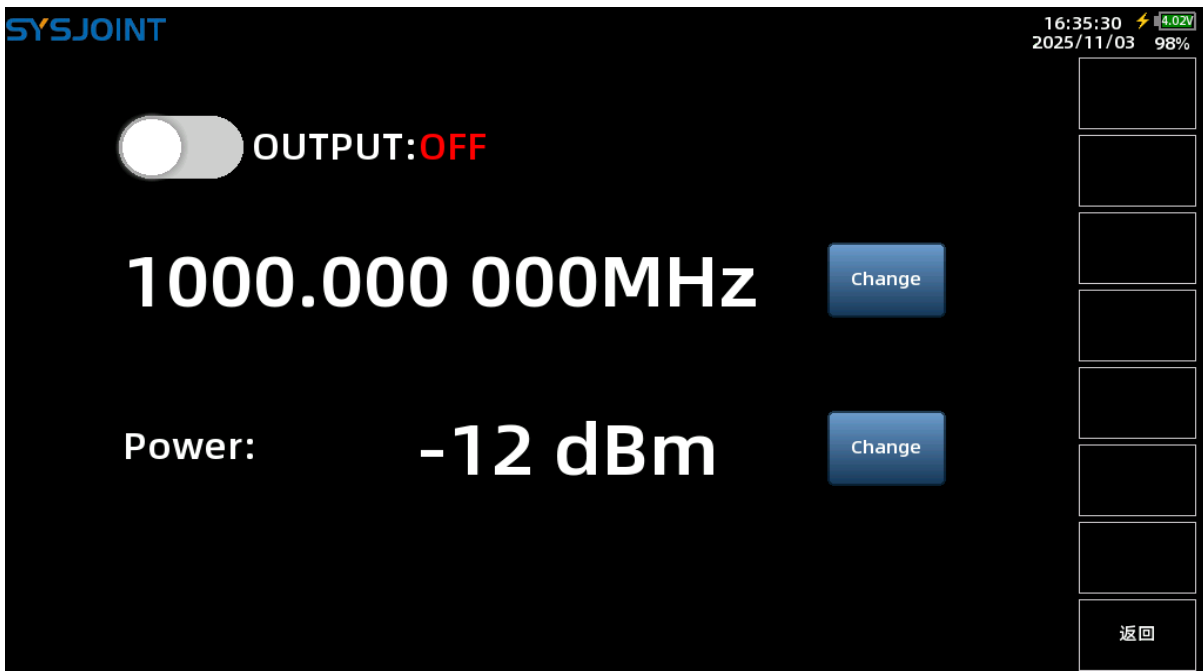
4.1.6 扫描点数

扫描点数可设置为 101 ~ 1001。



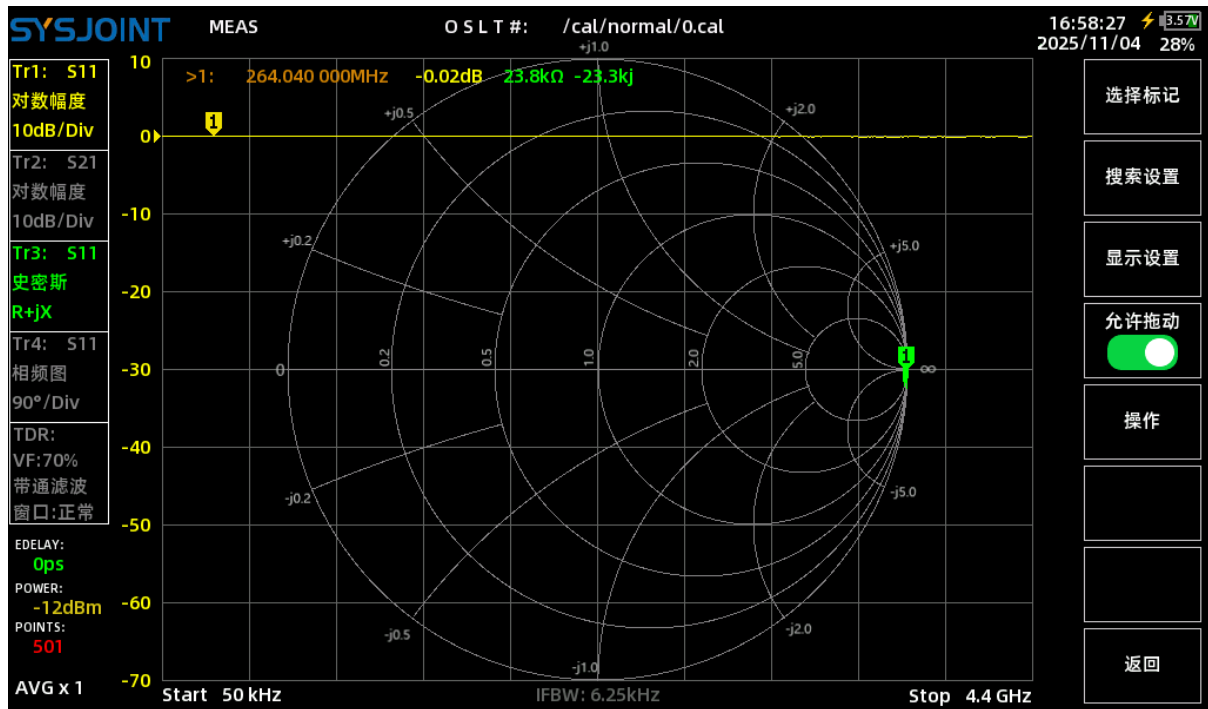
4.1.7 信号发生器

SV4401A 带有简易信号发生器功能, 频率范围为 50kHz~4.4GHz, 功率为 -42dBm ~ -12dBm, 步进 1dB。需要注意的是, 在低频段输出信号接近方波。



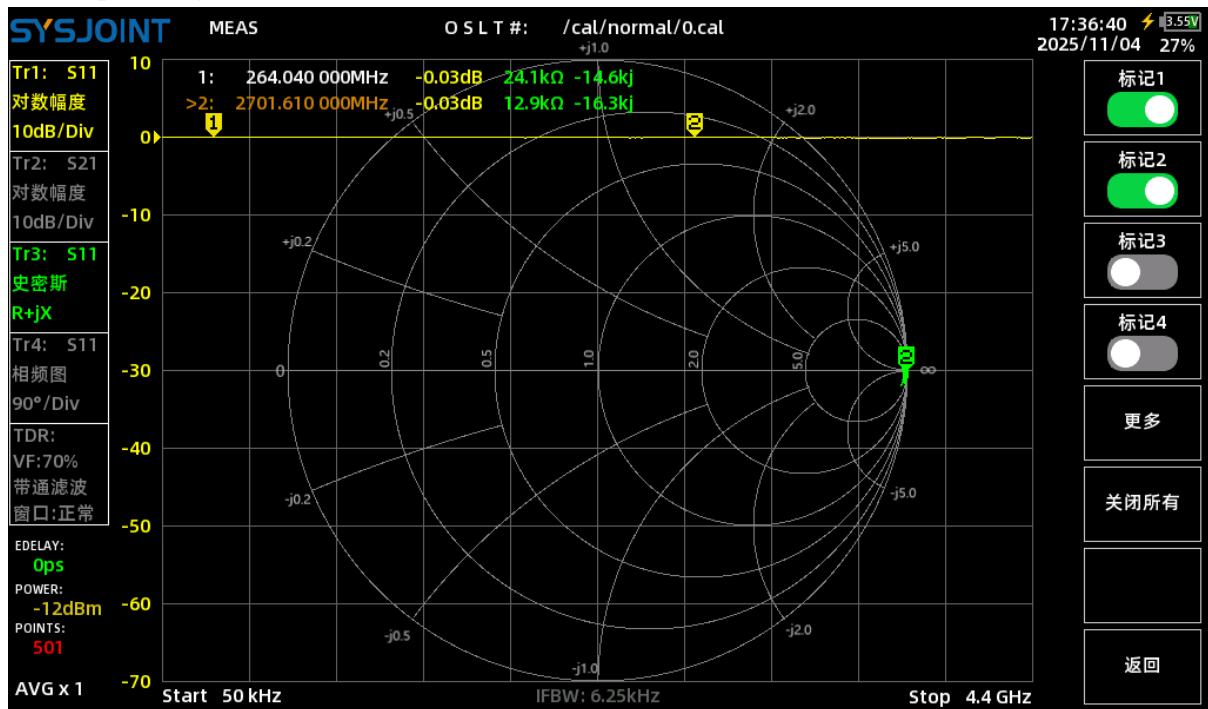
4.2. 标记

【标记】菜单包含【选取标记】、【搜索设置】、【显示设置】、【允许拖动】、【操作】等菜单项。



4.2.1 选择标记

【选择标记】子菜单包含【标记 1】、【标记 2】、【标记 3】、【标记 4】、【更多】、【关闭所有】等菜单项。



【标记 n】：用于选择、开启或关闭对应的标记点，若某个标记点处于关闭状态（以**【标记 2】**为例），点击**【标记 2】** 菜单按钮可以开启标记点 2，且标记表中标记点 2 的行首会出现 > 符号，表明标记点 2 为当前选中的标记点；此时再次点击**【标记 2】** 菜单按钮则会关闭标记点 2。

点击一个已经开启的标记点对应的菜单按钮可以将该标记点设置为当前选中的标记点，例如，点击**【标记 1】** 之后标记表中的 > 符号会移动到第一行，表明标记点 1 为当前选中的标记点。当一个标记点处于选中状态时才可以用左右按键移动该标记点。

通过以下两种方法可以更便捷地切换标记点的选中状态：

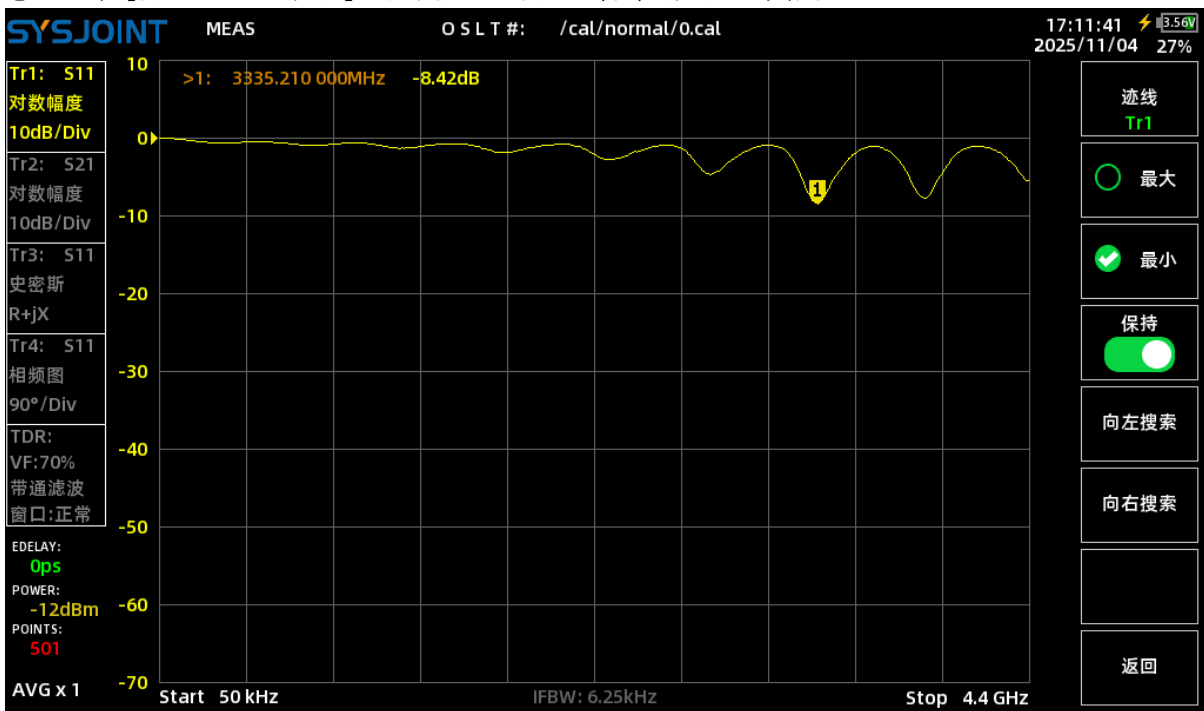
- (1) 在屏幕上直接点击标记点；
- (2) 点击标记表中标记点对应行的频率数值。

【关闭所有】：用于一次性关闭所有的标记点。

4.2.2 搜索设置

【搜索设置】 可以针对每个标记点单独进行配置追踪，设置步骤如下：

- ① 选中需要设置的标记点（操作见 [4.2.1 选择标记](#)）。
- ② 让该标记点通过**【搜索设置】** → **【迹线】** 与指定的迹线绑定。
- ③ 选择搜索类型，即最大或最小值，标记点会立即移动到迹线的最大或最小值位置。
- ④ 打开**【保持】**，即可让标记点实时跟踪迹线的最值。
- ⑤ 点击**【向左（右）搜索】** 可令标记点向左（右）搜索一个极值。

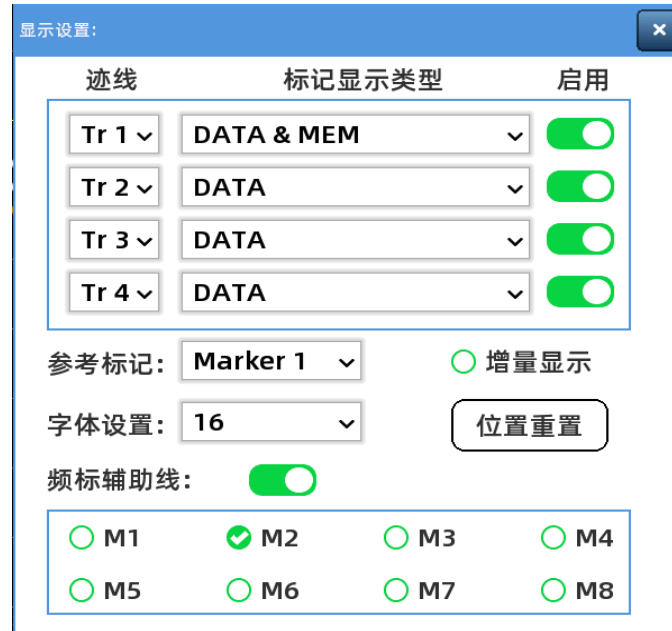


4.2.3 允许拖动

用于开启/关闭标记点的触摸拖动属性。

4.2.4 显示设置

点击【显示设置】将弹出设置窗口，可对标记信息显示、增量显示、字体显示、频标辅助线等功能进行设置。



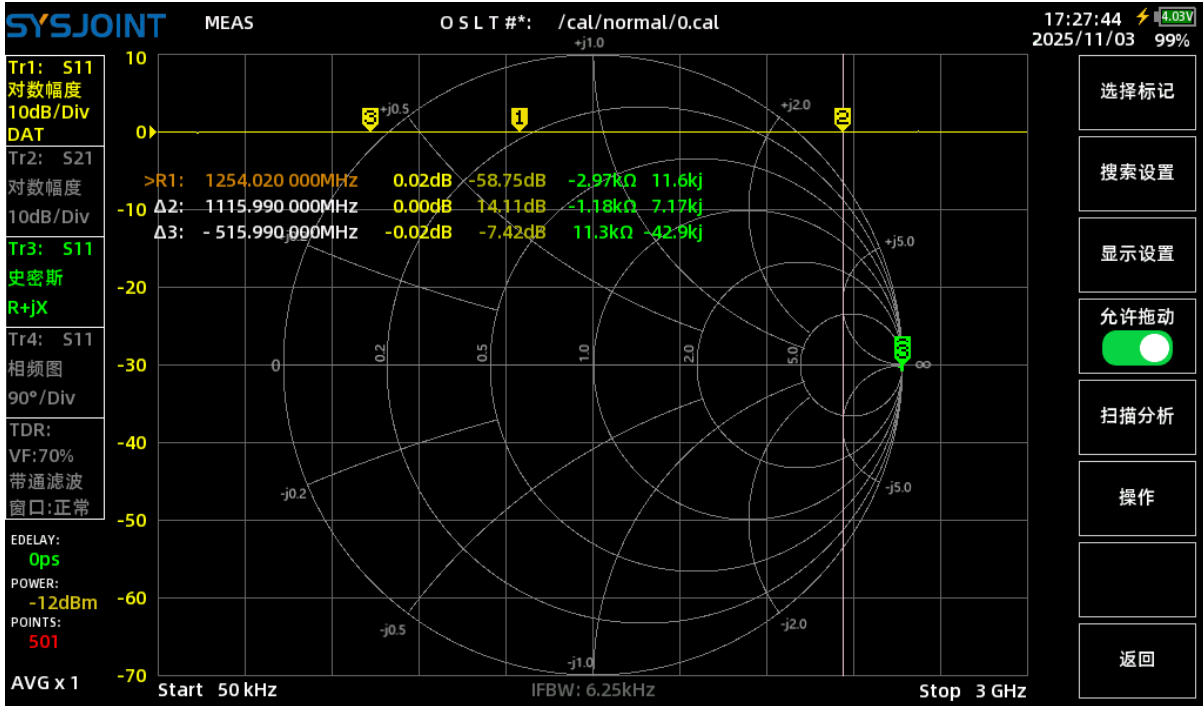
标记显示设置对应标记表频率值右侧的内容，具体如下：

第一列配置的是对应的迹线，可选 Tr1 ~ Tr4，其中左刻度轴将显示第一行选定的迹线对应的刻度。右刻度轴将显示第二行选定的迹线对应的刻度。

第二列配置显示的内容，如下表：

选项	说明
DATA	仅显示主迹线的值。
DATA & MEM	第一项显示主迹线的值，第二项显示内存迹线的值。
DATA & Δ Y(DATA, MEM)	第一项显示主迹线的值，第二项显示主迹线与内存迹线的差值并取绝对值。(该项在史密斯或极坐标格式下作用同 DATA & MEM)

【增量显示】：该模式启用后，各标记表前面将增加 Δ 标识，参考标记表前面用 R 标出，标记表将显示与参考标记的差值，如下图所示：



- 【字体设置】用于设置标记表的字体大小，可选 16，18，20，24。
- 【重置位置】用于重置标记表的显示位置。
- 【频标辅助线】用于开启/关闭标记点的频标辅助线。

4.2.5 操作

【操作】菜单的功能见下表：

菜单项	功能
>起始	将选中标记点的频率设置为起始频率
>终止	将选中标记点的频率设置为终止频率
>中心	将选中标记点的频率设置为中心频率
>扫宽	将选中标记点的频率设置为扫宽频率

4.3. 校准

【校准】菜单包含【开始校准】、【重置校准】、【校准件】、【端口延伸】等菜单项。

4.3.1 重置校准

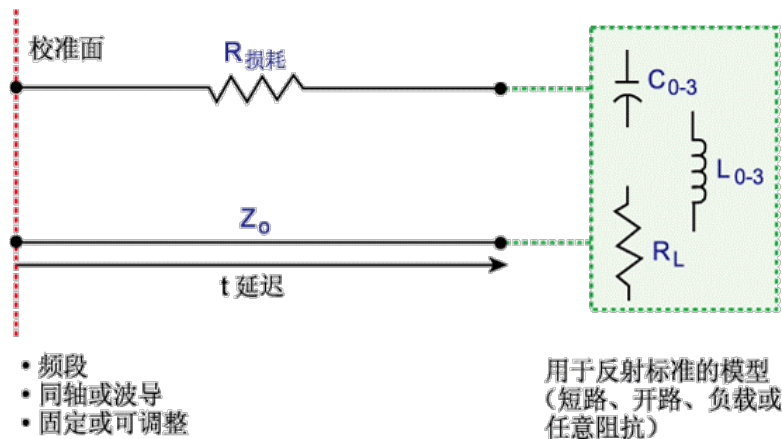
点击【重置校准】会将内存中的校准数据清零，此时主屏幕上方的校准状态 OSLT#*都会消失，但存储在内部存储卡中的校准数据不会被删除，通过【回调/保存】可以将校准数据回调到内存中。

4.3.2 校准件

SV4401A 支持校准件设置功能，以获得更高精度的测量。

【校准件】菜单包含【编辑校准件】、【保存校准件】、【回调校准件】等菜单项。

下图为定义反射标准模型（短路、开路或负载）使用的参数：



- Z_0
要定义的标准和实际测量面之间的偏置阻抗。通常 Z_0 设置为系统的特性阻抗。
- 延迟
发生的延迟取决于要定义的标准和实际测量面之间的传输线长度。在开路、短路或负载标准中，延迟定义为从测量面到标准的单向传播时间（秒）。在直通标准中，延迟定义为从一个测量面到另一个测量面的单向传播时间（秒）。延迟可通过测量或将标准的精确物理长度除以速度余数来确定。
- 损耗
损耗用于确定沿同轴电缆的长度（单向）由集肤效应引起的能量损耗。损耗是用 1 GHz 上的 Ω/s 为单位进行定义。在许多应用中，使用 0 值作为损耗不应带来显著误差。通过测量延迟（秒）和 1 GHz 上的损耗，然后将测量值代入下面的公式，即可确定标准的损耗。

$$Loss\left(\frac{\Omega}{s}\right) = \frac{loss(dB) \times Z_0(\Omega)}{4.3429(dB) \times delay(s)}$$

- C_0 、 C_1 、 C_2 、 C_3
开路标准在高频上很少具有理想的反射特性。这是由于开路标准的边缘电容会引起随频率而变化的相移。对于分析仪的内部计算，采用开路电容模型。该模型以一个三阶多项式的频率函数表示。多项式中的系数可由用户定义。电容模型的公式如下所示：

$$C = (C_0) + (C_1 \times F) + (C_2 \times F^2) + (C_3 \times F^3)$$

F: 测量频率

C_0 单位: (F) (多项式中的常数)

C_1 单位: (F/Hz)

C_2 单位: (F/Hz²)

C3 单位: (F/Hz³)

- L0、L1、L2、L3

短路标准在高频率上很少具有理想的反射特性。这是由于短路标准的残余电感会引起随频率而变化的相移。这种影响不可能消除。对于分析仪的内部计算，采用短路电感模型。该模型以一个三阶多项式的频率函数表示。多项式中的系数可由用户定义。电感模型的公式如下所示。

$$L = (L0) + (L1 \times F) + (L2 \times F^2) + (L3 \times F^3)$$

F: 测量频率

L0 单位: [H] (多项式中的常数)

L1 单位: [H/Hz]

L2 单位: [H/Hz²]

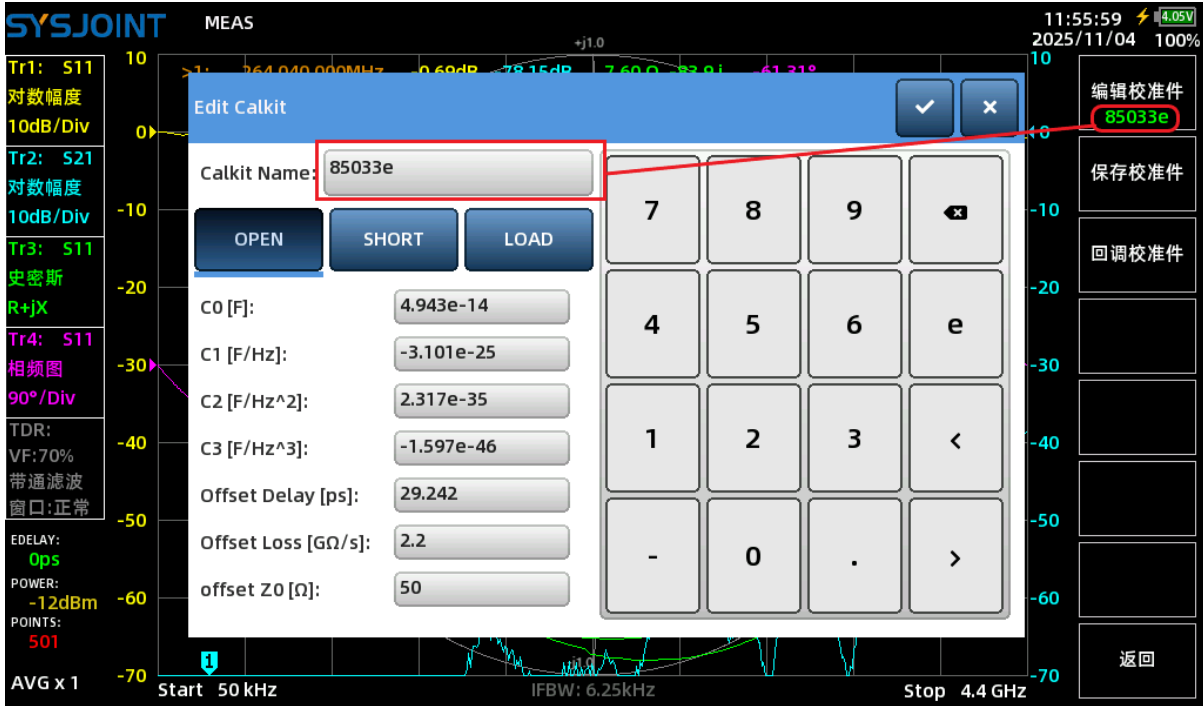
L3 单位: [H/Hz³]

下面以导入 Agilent 的 85033E 校准件参数为例:

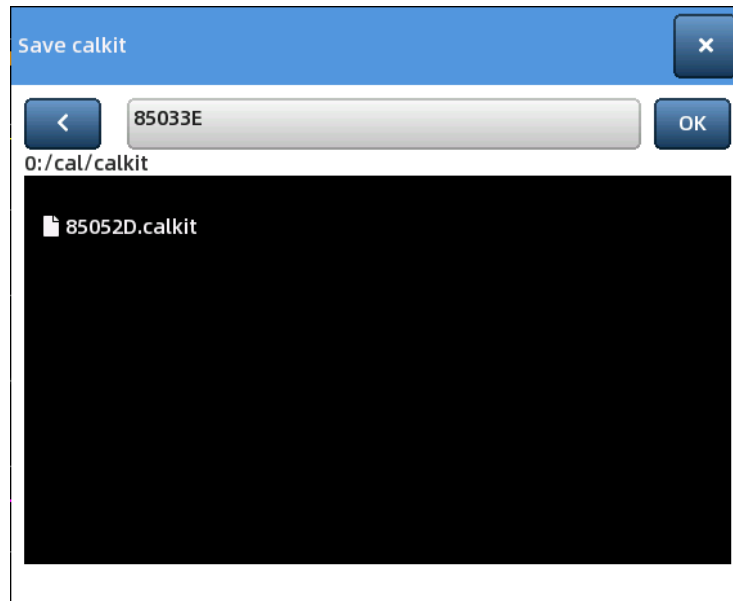
Table: Parameters of the 3.5-mm male Agilent 85033E Standards

Parameter	Unit	OPEN	SHORT	MATCH
C ₀	×10 ⁻¹⁵ [F]	+49.43		
C ₁	×10 ⁻²⁷ [F/Hz]	-310.1		
C ₂	×10 ⁻³⁶ [F/Hz ²]	+23.17		
C ₃	×10 ⁻⁴⁵ [F/Hz ³]	-0.1597		
L ₀	×10 ⁻¹² [H]		+2.077	
L ₁	×10 ⁻²⁴ [H/Hz]		-108.5	
L ₂	×10 ⁻³³ [H/Hz ²]		+2.171	
L ₃	×10 ⁻⁴² [H/Hz ³]		-0.01	
termination resistance	[Ω]			50
offset Z ₀	[Ω]	50	50	50
offset delay	[ps]	29.242	31.785	0
offset loss	[GΩ/s]	2.2	2.36	2.3

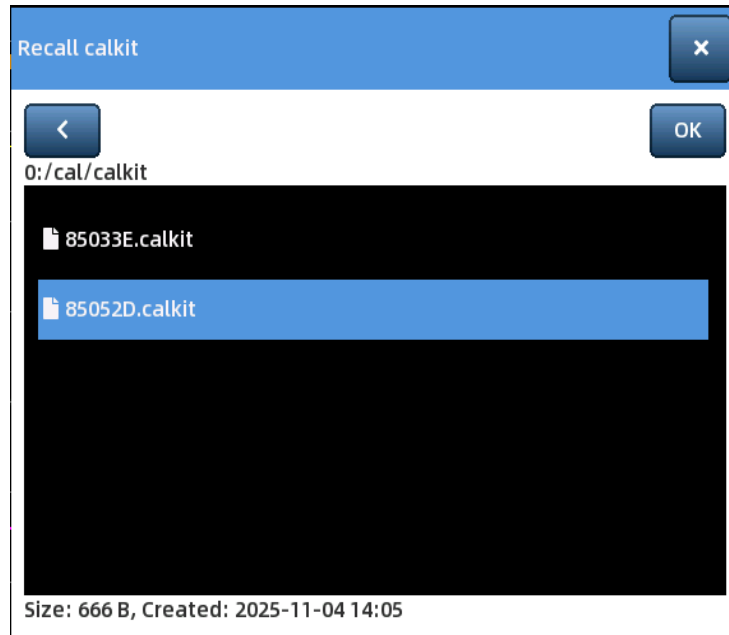
OPEN	SHORT	LOAD	OPEN	SHORT	LOAD	OPEN	SHORT	LOAD
C0 [F]:	<input type="text" value="4.943e-14"/>	L0 [H]:	<input type="text" value="2.077e-12"/>	Parallel C [F]:	<input type="text" value="0"/>			
C1 [F/Hz]:	<input type="text" value="-3.101e-25"/>	L1 [H/Hz]:	<input type="text" value="-1.085e-22"/>	Series L [H]:	<input type="text" value="0"/>			
C2 [F/Hz^2]:	<input type="text" value="2.317e-35"/>	L2 [H/Hz^2]:	<input type="text" value="2.171e-33"/>	Offset Delay [ps]:	<input type="text" value="0"/>			
C3 [F/Hz^3]:	<input type="text" value="-1.597e-46"/>	L3 [H/Hz^3]:	<input type="text" value="-1e-44"/>	Offset Loss [GΩ/s]:	<input type="text" value="2.3"/>			
Offset Delay [ps]:	<input type="text" value="29.242"/>	Offset Delay [ps]:	<input type="text" value="31.785"/>	Resistance [Ω]:	<input type="text" value="50"/>			
Offset Loss [GΩ/s]:	<input type="text" value="2.2"/>	Offset Loss [GΩ/s]:	<input type="text" value="2.36"/>	offset Z0 [Ω]:	<input type="text" value="50"/>			
offset Z0 [Ω]:	<input type="text" value="50"/>	offset Z0 [Ω]:	<input type="text" value="50"/>					



校准件参数可作为 XML 文本格式的文件保存在本地，点击【保存校准件】，弹出文件保存框，确认好存放的路径并输入文件名，点击【OK】即可保存。



同样，也可回调本地的校准件参数到内存，点击【回调校准件】，弹出文件选择框，选择想要回调的校准件文件，点击【OK】即可加载该校准件参数。



4.3.3 开始校准

开始校准之前需要准备好以下配件：

- (1) SMA 开路校准件；
- (2) SMA 短路校准件；
- (3) SMA 负载校准件；
- (4) SMA 延长电缆；
- (5) SMA 直通转接头（可选）。

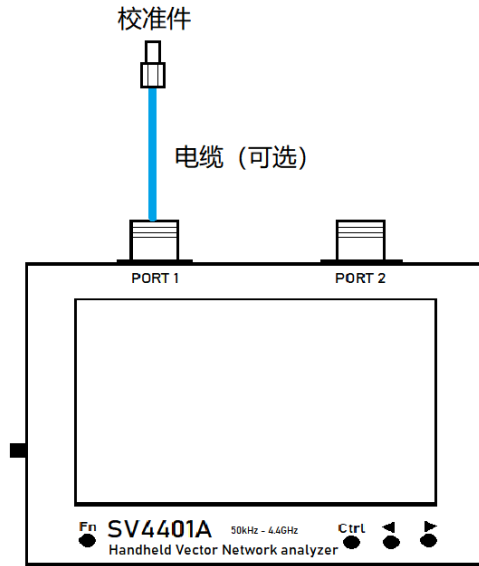


首先需要设置适当的频率范围，设置方法参见 [4.1.1 节](#)；

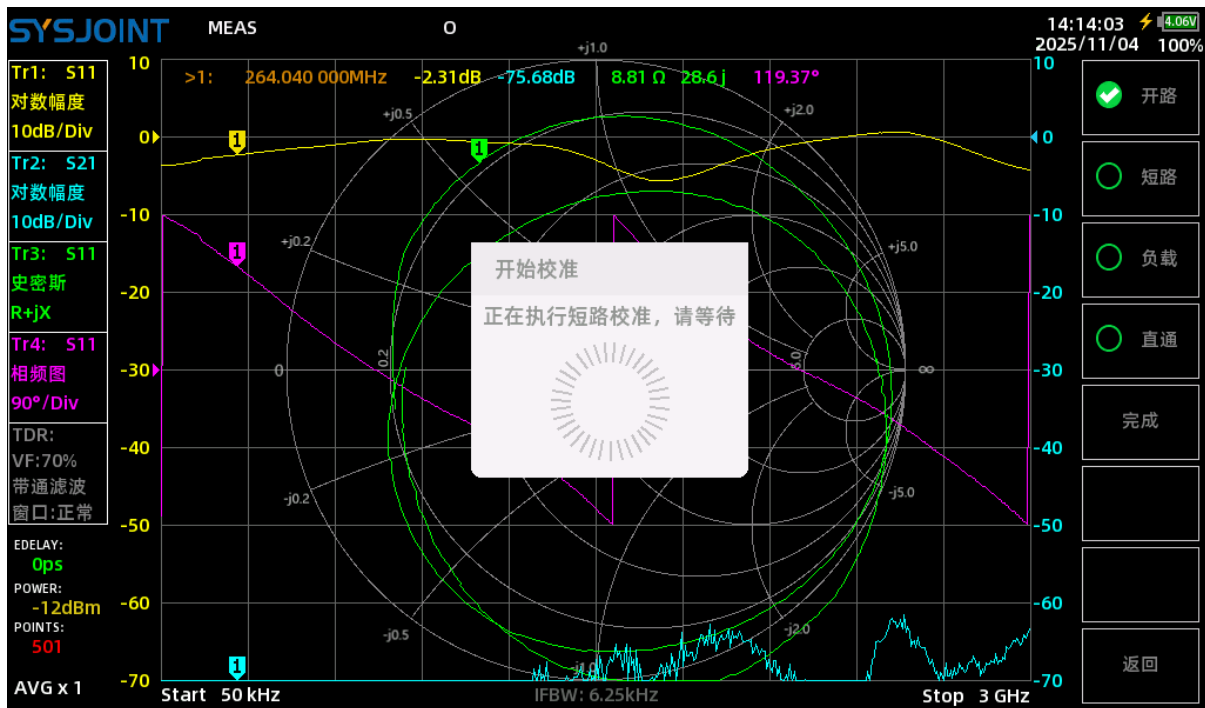
点击【开始校准】进入校准界面，按照下述步骤进行校准操作：

步骤①

将开路校准件连接至 PORT1 端口或与 PORT1 端口连接的电缆末端，如下图所示；



点击【开路】，设备发出“滴”一声，同时菜单变为灰色，不可操作；等待 2-3 秒后设备再次发出“滴”一声，【开路】菜单按钮上出现√，同时屏幕上部出现字母“O”，表明开路校准已完成。



很多情况下我们需要使用电缆连接被测件，此时电缆成为了整个测量系统的一部分，在校准时需要将电缆的末端作为 VNA 的端口，以减小误差。

步骤②

将短路校准件连接至 PORT1 端口或与 PORT1 端口连接的电缆末端，点击【短路】完成短路校准。

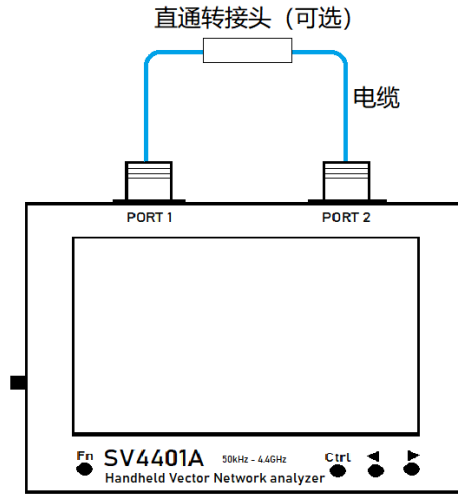
步骤③

将负载校准件连接至 PORT1 端口或与 PORT1 端口连接的电缆末端，点击【负载】完成匹

配校准。

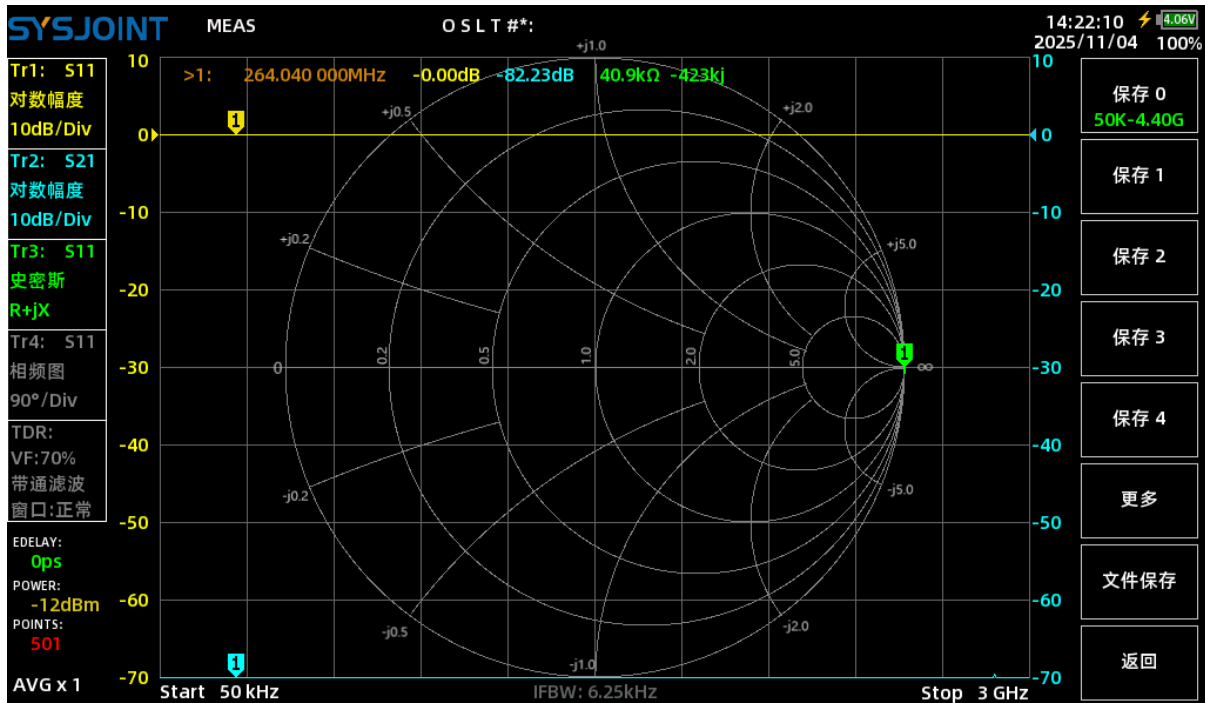
步骤④

用电缆和转接头（可选）将 PORT1 和 PORT2 直连，如下图所示，点击【直通】完成直通校准。



步骤⑤

点击【完成】，屏幕上部出现 OSLT #*，表明校准结果已生成，但尚未保存；屏幕右侧同时出现保存菜单，如果保存槽位已存有校准状态，则会显示此处保存的校准状态的频率范围。点击【存入 n】保存本次校准状态，也可点击【文件保存】以文件形式保存。



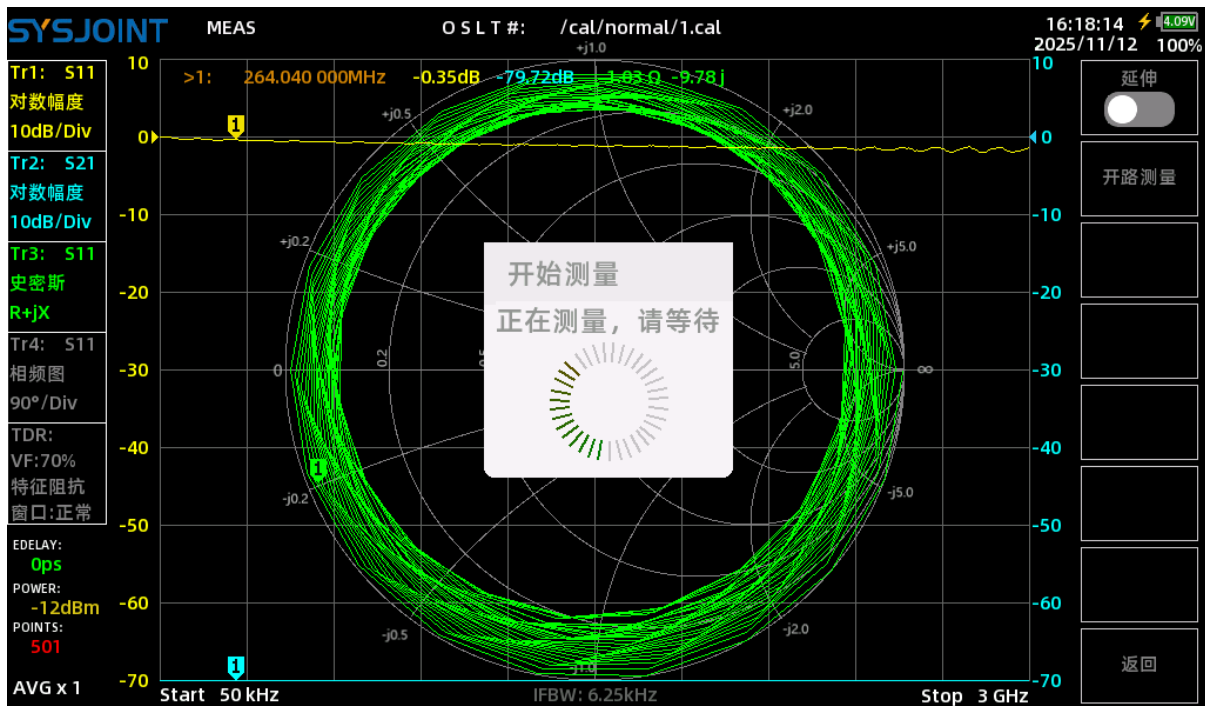
VNA 在校准完成后应具有如下特性：

- (1) PORT1 开路时 S11 史密斯迹线汇聚在史密斯圆最右侧，S11 幅频迹线在 0dB 附近，S21 幅频迹线幅度越低越好；
- (2) PORT1 短路时 S11 史密斯迹线汇聚在史密斯圆最左侧，S11 幅频迹线在 0dB 附近，S21 幅频迹线幅度越低越好；
- (3) PORT1 接 50 欧姆负载时 S11 史密斯迹线汇聚在史密斯圆圆心位置，S11 幅频迹线和 S21 幅频迹线幅度越低越好；
- (4) PORT1 和 PORT2 直连时 S11 史密斯迹线在史密斯圆圆心附近，S21 幅频迹线在 0dB 附近，S11 幅频迹线幅度越低越好。

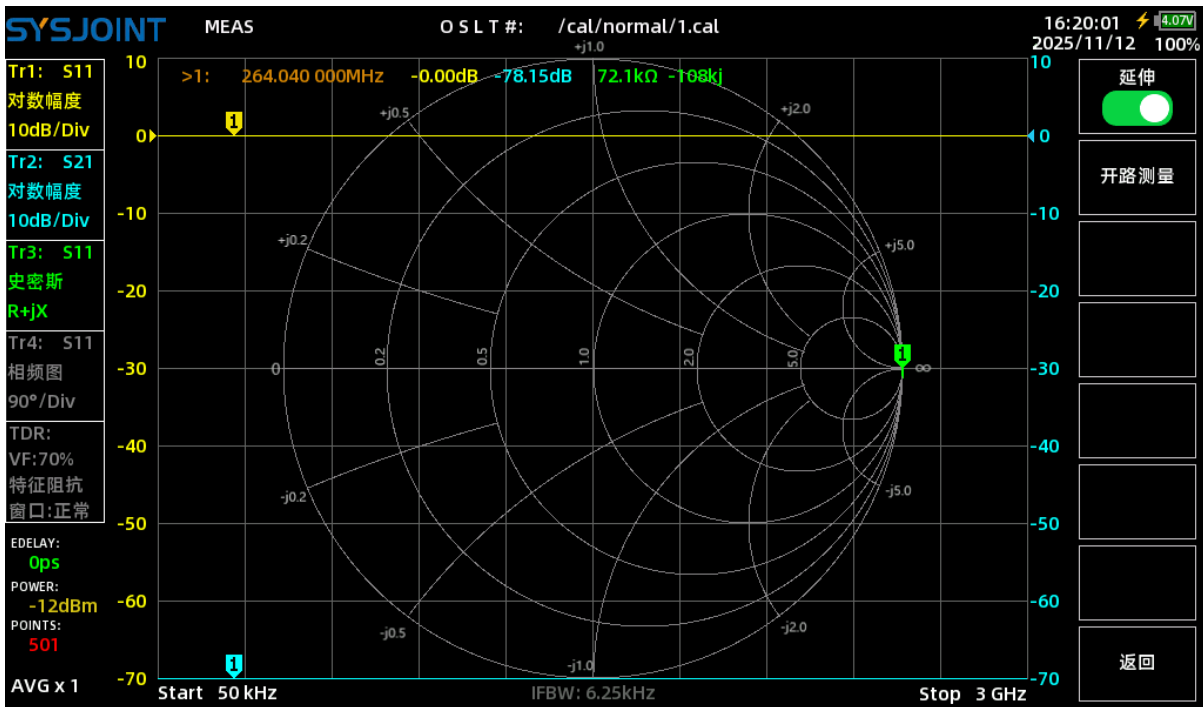
4.3.4 端口延伸

SV4401A 支持端口延伸功能，该功能通过测量线缆/夹具的开路状态，消除线缆/夹具的影响，当 DUT 可能位于很远的距离或不容易直接连接到 VNA 的位置时，端口扩展非常有用。端口延伸的操作步骤如下：

- ① 确保 SV4401A 已经过正确校准。
- ② 将电缆或夹具连接到 PORT1 端口，令电缆或夹具的末端保持开路状态。
- ③ 点击【开路测量】，等待测量完成。

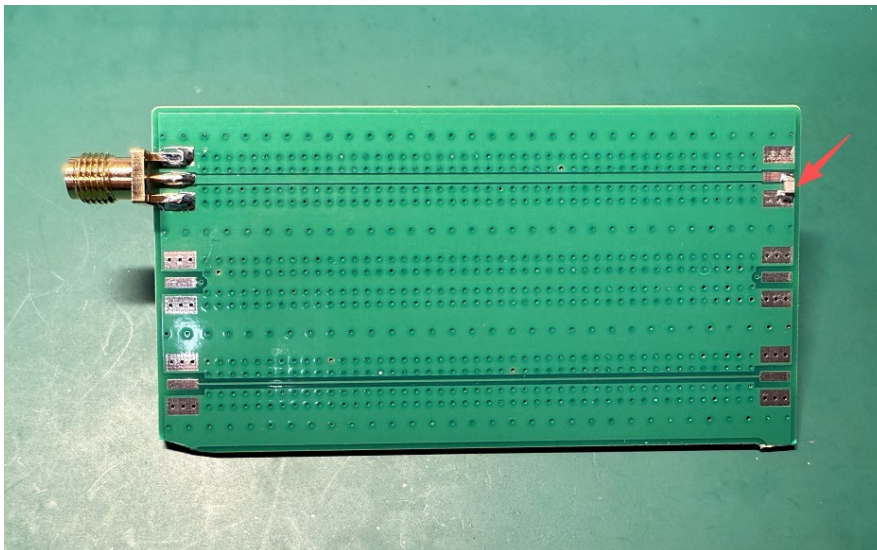


④ 点击【延伸】，开启端口延伸，此时史密斯迹线应该汇聚在最右侧开路点：

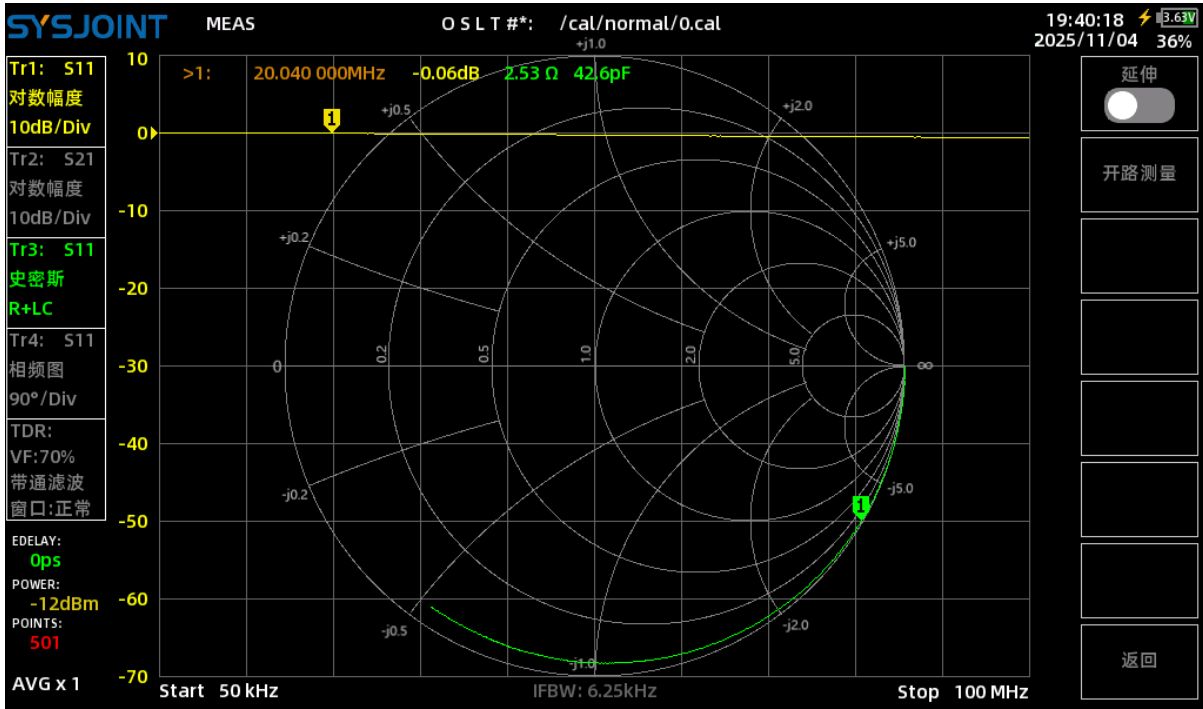


以下是端口延伸的一个典型应用案例：

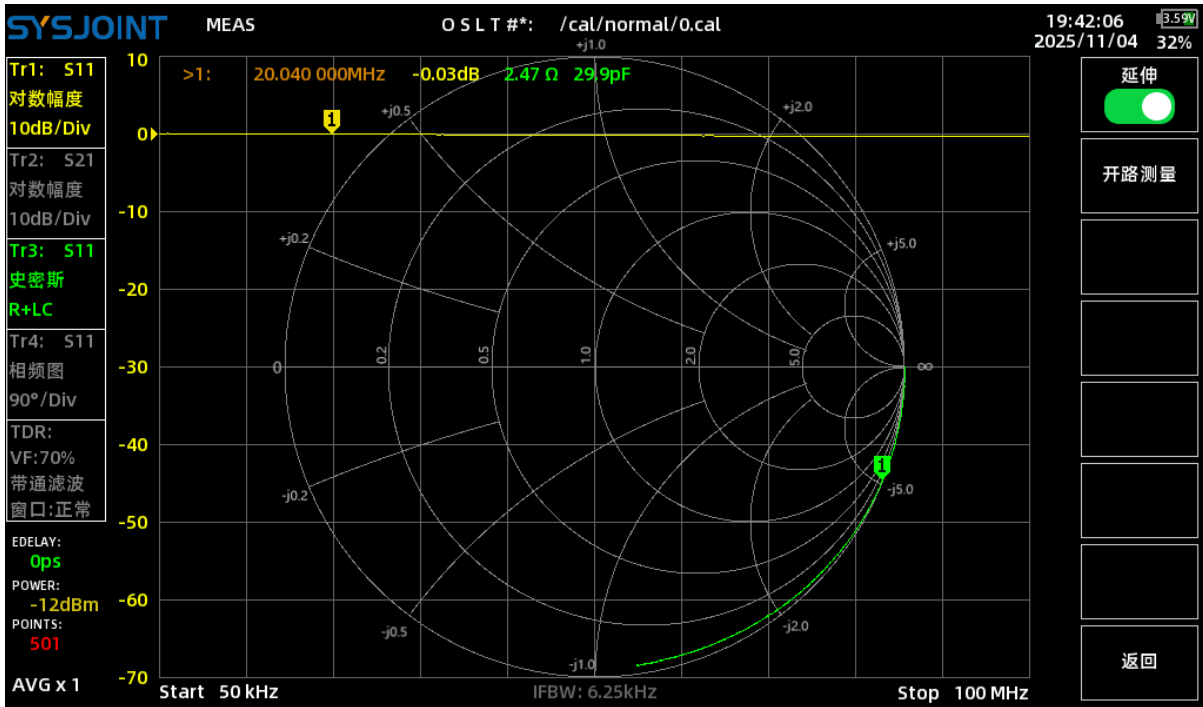
被测件是一个标称值为 30pF，封装为 0805 的表贴电容器，位于线路板的右侧，并通过一段 PCB 走线连接到左侧的 SMA 接头，如下图所示：



测量时通常需要用电缆将上述电路板的 SMA 接头与 VNA 的测试端口连接，尽管我们可以通过校准的方式消除电缆对测量结果的影响，但是线路板上的走线引入的电延迟和损耗往往难以消除，如果直接测量，我们将得到如下结果，电容测量值为 42.6pF，与标称值偏差较大。



改用端口延伸测试方式：先将电容从电路板上移除，用同样的电缆将 SMA 接头与 SV4401A 的 PORT1 端口连接，点击开路测量，然后启动端口延伸，再将电容安装到电路板上，得到以下测量结果：



可见，使用端口延伸方式得到的电容值为 29.9pF，与标称值几乎相同，说明使用端口延伸消除线缆/夹具影响十分有效。

4.4. 回调/保存

【回调/保存】菜单包括【回调】和【保存】子菜单；

4.4.1 回调

【回调 n】会显示所存放的校准状态的频率范围，点击【回调 n】可调取对应的校准状态和设置。

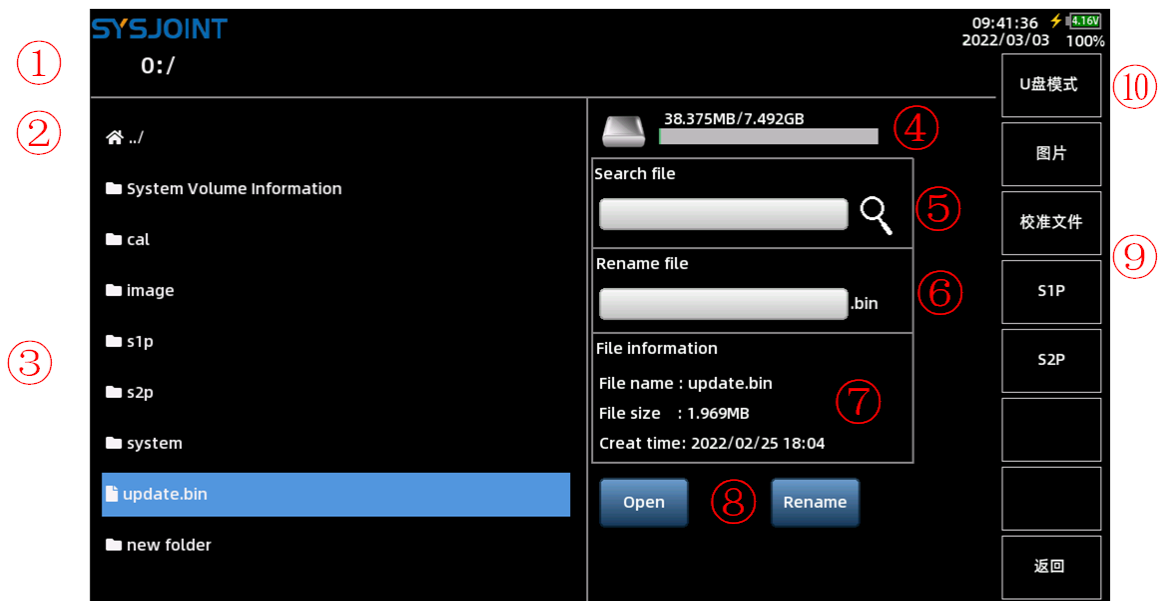
点击【文件回调】会弹出文件选择窗口，这些文件位于存储卡的 /cal 目录下。

4.4.2 保存

【保存 n】会显示所存放的校准状态的频率范围，点击【保存 n】可保存当前的校准状态和设置。

点击【文件保存】会弹出文件保存窗口，并以起止频率、扫描点数等信息作为默认文件名，用户也可以自行输入文件名。

4.5 文件管理



①路径信息

显示当前的路径。

②Home 图标

点击 Home 图标返回上一层目录。若当前目录为根目录，点击 Home 图标将刷新目录。

长按 **Home** 图标弹出菜单：**【粘贴】**，**【新建文件夹】**，**【重新挂载】**。

【粘贴】：将文件/文件夹复制或者剪切到当前目录。当用户无复制或剪切操作时此项将不显示。

【新建文件夹】：在当前目录下新建文件夹，默认以“New folder n”命名。

【重新挂载】：当文件列表刷新失败或发生错误，可点击此菜单后重试。

③文件列表

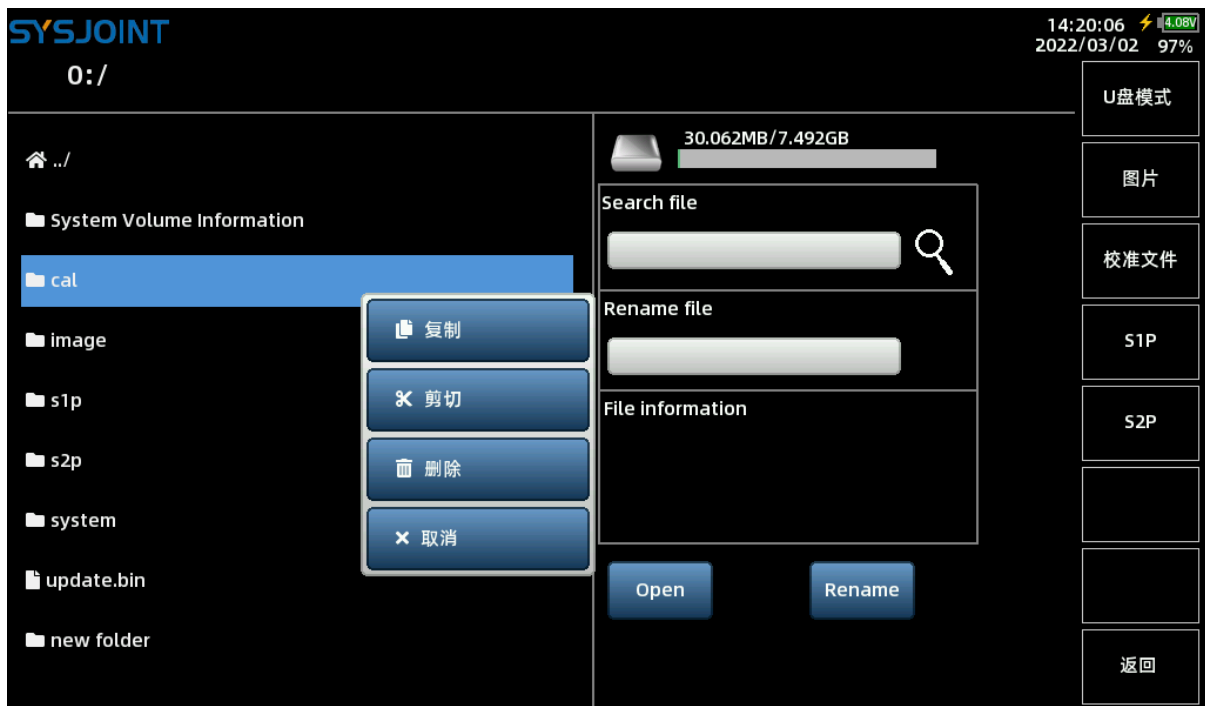
点击文件夹将进入此文件夹下一层目录，点击文件将选中该文件，此时可以在右侧信息栏查看文件信息，并可对文件进行打开、重命名等操作。

长按文件或者文件夹将弹出**【复制】**、**【剪切】**、**【删除】**菜单。

【复制】：点击复制，随后进入目标目录并长按 **Home** 图标，点击弹出的粘贴菜单即可将文件或文件夹复制到目标目录下。

【剪切】：点击剪切，随后进入目标目录并长按 **Home** 图标，点击弹出的粘贴菜单即可将文件或文件夹剪切到目标目录下。

【删除】：用于删除文件或文件夹。





④存储卡用量

显示设备内部存储卡的用量。

⑤搜索框

点击搜索文本框将弹出键盘，可输入关键词，支持英文和中文输入法。

点击右侧搜索按钮，将根据输入框内的关键词搜索当前目录。

⑥重命名

点击重命名文本框将弹出键盘，可输入新的文件名，支持英文和中文输入法。

文件/文件夹重命名方法：

- (1) 点击文件（若要对文件夹重命名，需长按文件夹弹出菜单，然后点击【取消】）；
- (2) 在重命名文本框内输入新的文件名；
- (3) 关闭键盘，点击【Rename】执行重命名。

⑦文件信息栏

显示当前选中的文件的名称，大小，创建时间等信息。

⑧操作按钮

【Open】：用于打开选中的文件（支持打开合法的校准文件、SNP 文件、校准件文件、截屏图片）。

⑨快捷搜索菜单

按照文件类型对存储卡内所有目录进行搜索，若文件数量较多，搜索时间会比较长。

【图片】：搜索存储卡内所有的截屏图片。

【校准文件】：搜索存储卡内所有的校准文件。

【S1P】：搜索存储卡内所有的.S1P 文件。

【S2P】：搜索存储卡内所有.S2P 文件。

⑩U 盘模式

使用附赠的 USB Type-C 电缆将 SV4401A 连接到你的 Windows PC，点击【U 盘模式】，SV4401A 将被识别为一个 U 盘，此时可以在 PC 端查看、操作 SV4401A 存储卡中的文件。

注意：U 盘模式下无法进行截屏。

4.6 设置

设置页面包含四个设置项：语言、日期和时间、背光、通讯接口。



语言：SV4401A 支持中文、英语、法语、俄语四种语言，通过语言下拉框进行选择。

日期和时间：通过日历选择年月日，通过虚拟滚轮选择时、分，点击【设定】按钮完成设置。

背光：支持 1%~100%亮度调节，亮度值在调节后将自动保存。若亮度设置为 10%以下，下次开机时的初始亮度将自动调节至 10%，避免屏幕亮度太低影响正常操作。若亮度设置为 50%以上，下次开机时的初始亮度将自动调节至 50%，避免功耗过大影响续航时间。

通讯接口：用于选择提供给上位机的通讯接口，选择【USB 串口】将使用机身侧边的

Type-C 接口口，通过 USB 连接至上位机，适用于一般场景。

选择【TTL 串口】将使用 SV4401A 的 TTL 串口（左侧 USB-A 口）进行数据的交互，适用于二次开发使用，波特率固定为 115200。命令详情参见第 8 章，下图给出引脚说明：



4.7 存储功能

【存储功能】菜单包含【自动命名】、【保存 S1P】、【保存 S2P】、【自动保存】、【保存迹线】菜单项。

4.7.1 自动命名

开启自动命名后，下方的【保存 S1P】、【保存 S2P】、【保存迹线】和截图保存时将自动以时间命名，并保存在默认的文件夹内。关闭自动命名后，上述这些存储项在储存的时候将会弹出文件保存窗口让用户自定义保存。

4.7.2 保存 S1P

将当前测量结果保存至本地磁盘的 S1P 文件，可通过文件浏览器打开或者 USB 接口导出至 PC。

4.7.3 保存 S2P

将当前测量结果保存至本地磁盘的.S2P 文件，可通过文件浏览器打开或者 USB 接口导出至 PC。

4.7.4 保存迹线

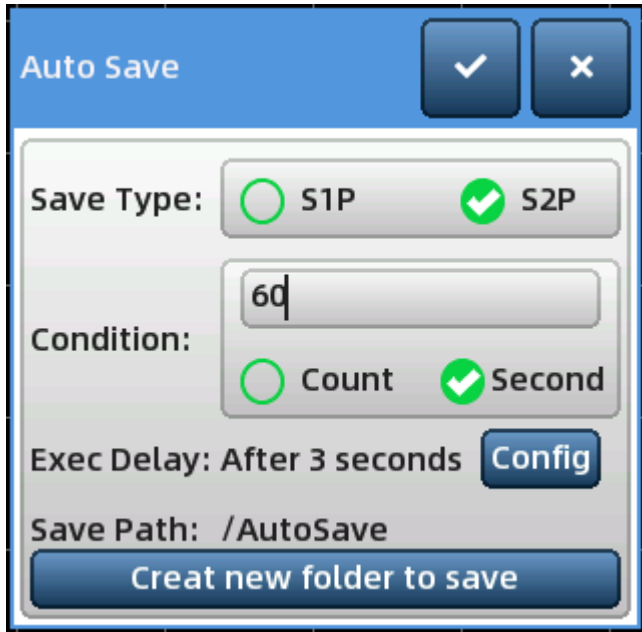
将当前已打开的迹线格式化结果保存至本地磁盘的.csv 文件，可通过 USB 接口导出至 PC。数据格式如下：

	A	B	C	D	E	
1	#File created by SV4401A FW:0.7.3;					
2	#File created time: 2025/11/05/09:16:21;					
3	#VNA Calibrate: O S L T #: /cal/normal/1.cal;					
4	#Tr1 对数幅度 S11;					
5	#Tr2 对数幅度 S21;					
6	#Tr3 史密斯 S11;					
7	#Tr4 相频图 S11;					
8	Hz	dB	dB	NA	°	
9	50000	-0.0480836	-91.5716	16.5k Ω	-5.13kj	-0.0988997
10	6049900	-0.00293024	-88.3334	2.70 Ω	-893 j	-6.40916
11	12049800	-0.00592079	-80.6488	1.39 Ω	-448 j	-12.7166
12	18049700	-0.000432317	-79.54	45.7m Ω	-298 j	-18.9935
13	24049600	0.00813248	-85.4001	-487m Ω	-222 j	-25.3065
14	30049500	0.0118314	-84.3395	-457m Ω	-176 j	-31.6597
15	36049400	0.013091	-85.5993	-355m Ω	-145 j	-37.9836
16	42049300	0.0121783	-76.3729	-246m Ω	-122 j	-44.332
17	48049200	0.0153873	-81.3475	-241m Ω	-105 j	-50.686
18	54049100	0.00119991	-77.002	-15.1m Ω	-92.0 j	-57.0673
19	60049000	0.00585043	-79.3389	-60.9m Ω	-80.9 j	-63.4531
20	66048900	-0.000221331	-82.2446	1.94m Ω	-71.5 j	-69.8958
21	72048800	-0.00312945	-82.9506	23.6m Ω	-63.7 j	-76.2467

4.7.5 自动保存

该功能可用于保存一段连续的扫描数据，在设置好参数后，在指定延时后每次有新的扫描数据过来将会按照设置好的规则自动保存。

例如想在 3 秒后保存 1 分钟内的扫描数据：



① 保存类型可选 S1P 和 S2P, 左图选择 S2P, 表示需要保存 S11、S21 数据。

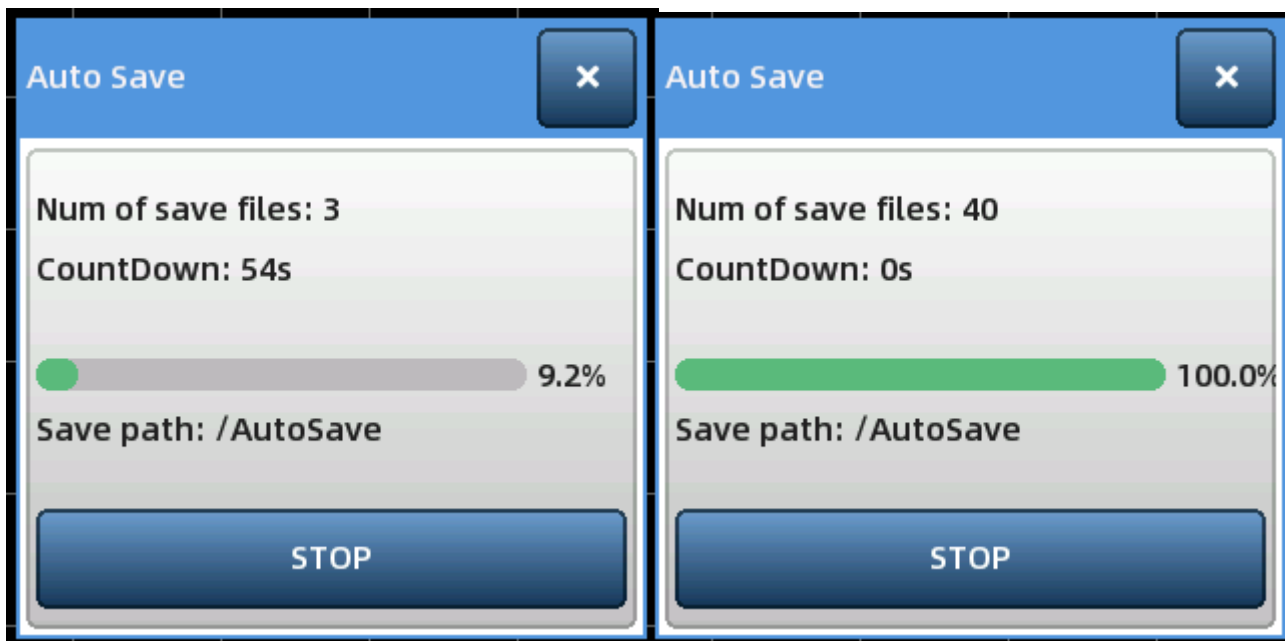
② 若选择 **【Second】**, 表示保存 n 秒内的数据, 若选择 **【Count】**, 则表示保存 n 次数据。

③ 点击 **【Config】** 按钮, 设置运行前的延时, 单位为秒, 这里设置为 3。如果设置为零, 将立即运行。

④ 保存的数据文件默认存放在 /AutoSave 文件夹下, 如果想额外存放, 点击 **【Creat new folder to save】** 按钮进行设置并创建新的文件夹。

⑤ 点击窗口上的“√”, 开始运行。

⑥ 下方左图为运行时统计界面, 包括进度显示, 已保存文件数量, 剩余时间 (次数), 如果想终止程序运行, 点击 **【STOP】** 按钮即可。
⑦ 当运行结束时, 如下面右图, 界面进度显示 100%, 并且 SV4401A 会发出“滴”一声用于提醒已执行完毕。

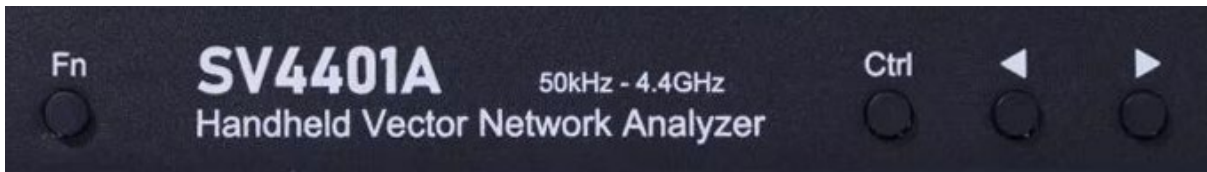


4.8 运行/暂停

用于指示当前的扫频状态, 点击可暂停扫描, 再次点击可恢复扫描。

5. 快捷操作

SV4401A 具有 4 颗实体按键，通过单击、双击、长按、组合键可实现快捷操作。



5.1 截屏

按下 **Fn** 键并保持，然后单击 **Ctrl** 键即可截屏，截屏图片默认以时间命名，并自动保存在存储卡的 image 目录下。

5.2 指定标记点频率

长按 **Ctrl** 键将弹出键盘，输入频率值后即可将标记点快速移动至指定的频率。

5.3 新增标记点

双击 **Ctrl** 可新增一个标记点，并且该标记点处于选中状态。

5.4 删除标记点

双击 **Fn** 可删除当前选中的标记点。

5.5 切换标记点

按下 **Fn** 键并保持，然后单击方向左键，当前选中标记点的上一个标记点将变为选中状态。
按下 **Fn** 键并保持，然后单击方向右键，当前选中标记点的下一个标记点将变为选中状态。

6. 其他功能说明

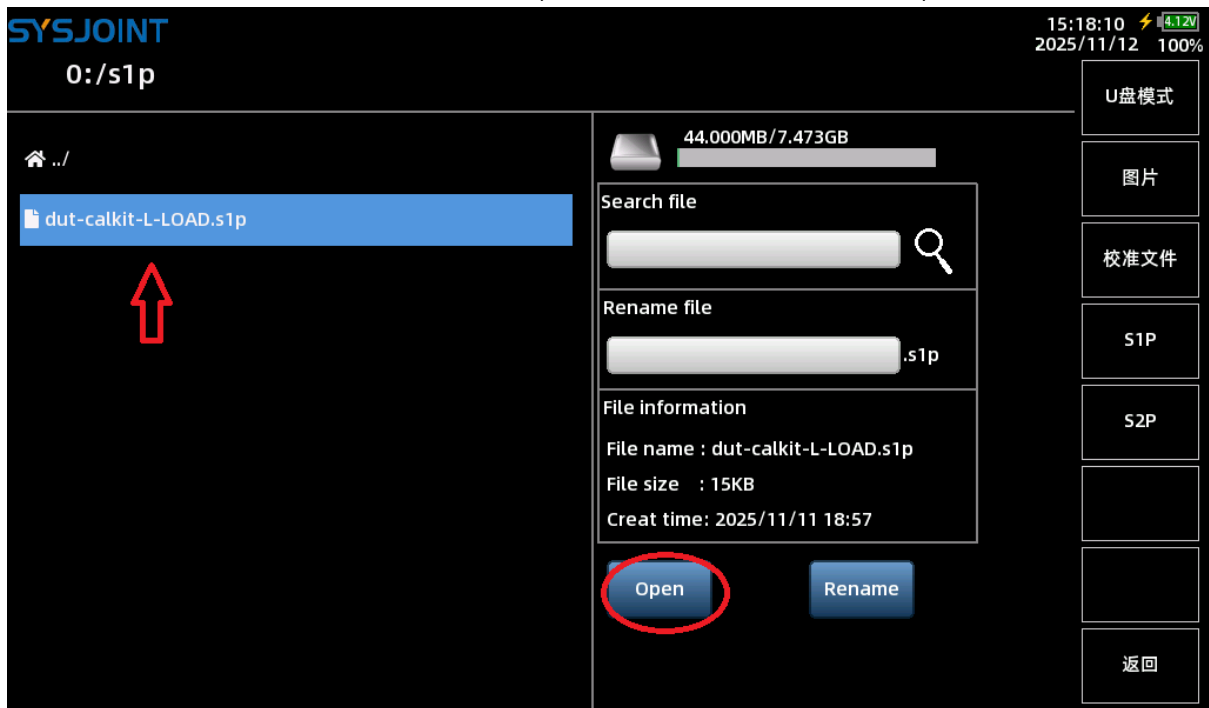
6.1 开机页面显示自定义信息

SV4401A 支持在开机页面显示用户自定义的信息（可显示两行），设置方法如下：

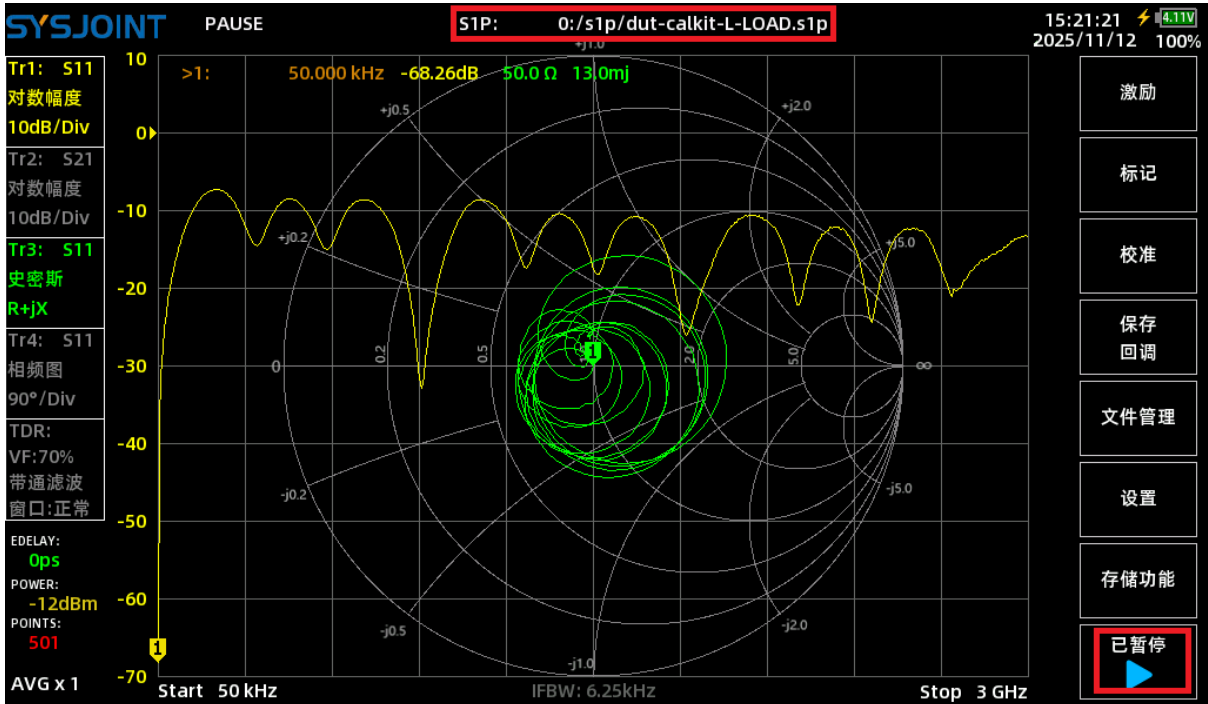
- 1、在 PC 端创建一个名为 user_info.txt 的文本文件；
- 2、打开 user_info.txt 并输入文字（仅限 ASCII 字符），每行不超过 80 个字符；
- 3、将 SV4401A 连接至 PC 并进入 U 盘模式，将编辑好的 user_info.txt 文件拷贝至 U 盘根目录下；
- 4、重启 SV4401A。

6.2 加载 snp 文件

使用文件浏览器导航到想要加载的 snp 文件所在的路径，选择该 snp 文件，如下图所示：



点击【open】按钮，会弹出是否打开成功的提示信息，此时可点击【返回】回到主界面，主界面将处于暂停扫描状态，并且画面顶部显示校准状态的区域将会显示此时打开的文件名。

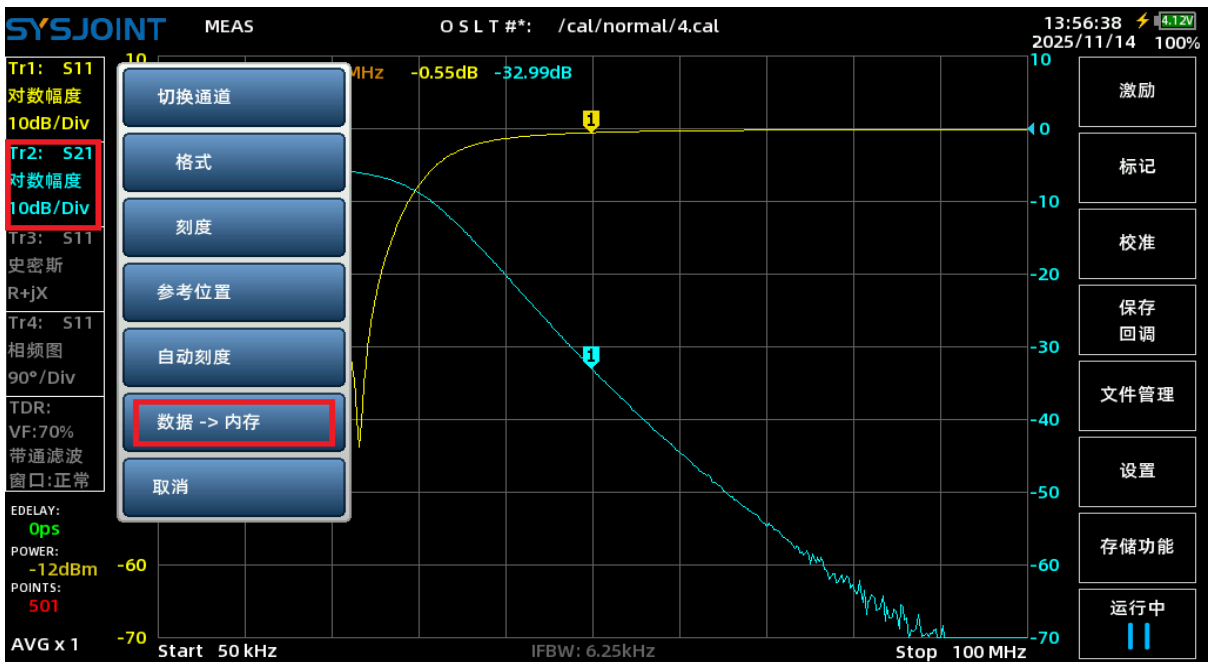


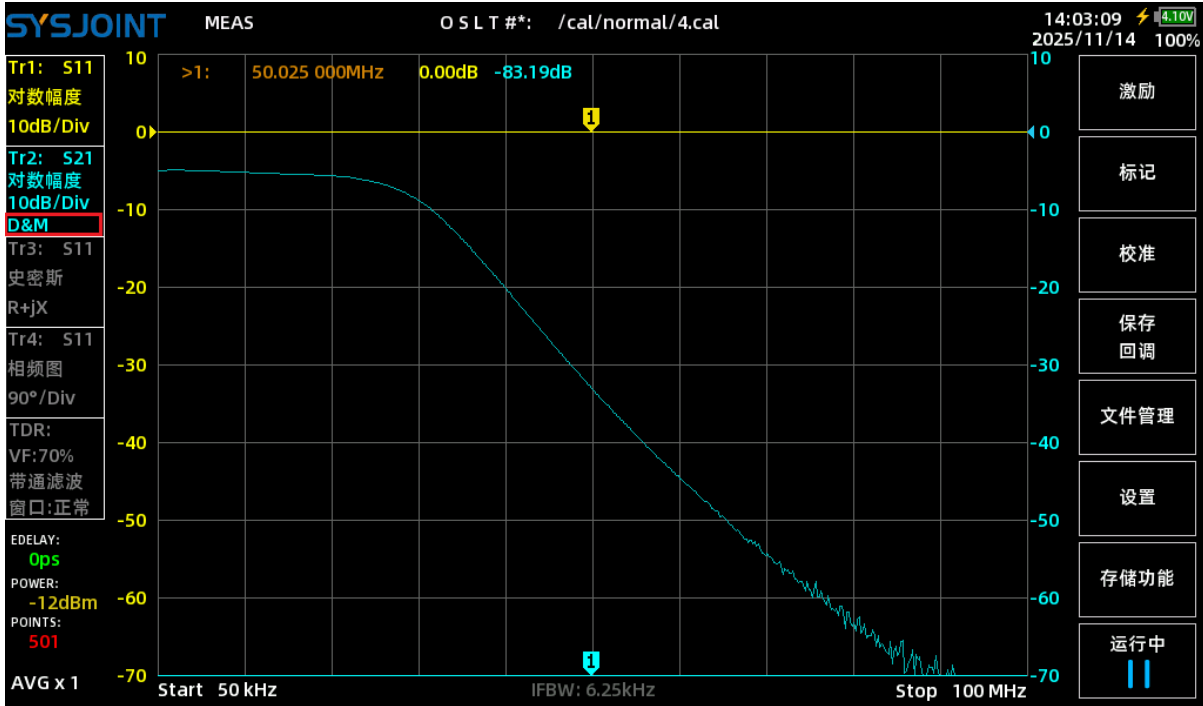
点击左下角的【已暂停】，将会退出 snp 文件显示模式，自动以当前的扫描设置运行。

6.3 比较迹线以及数学运算功能

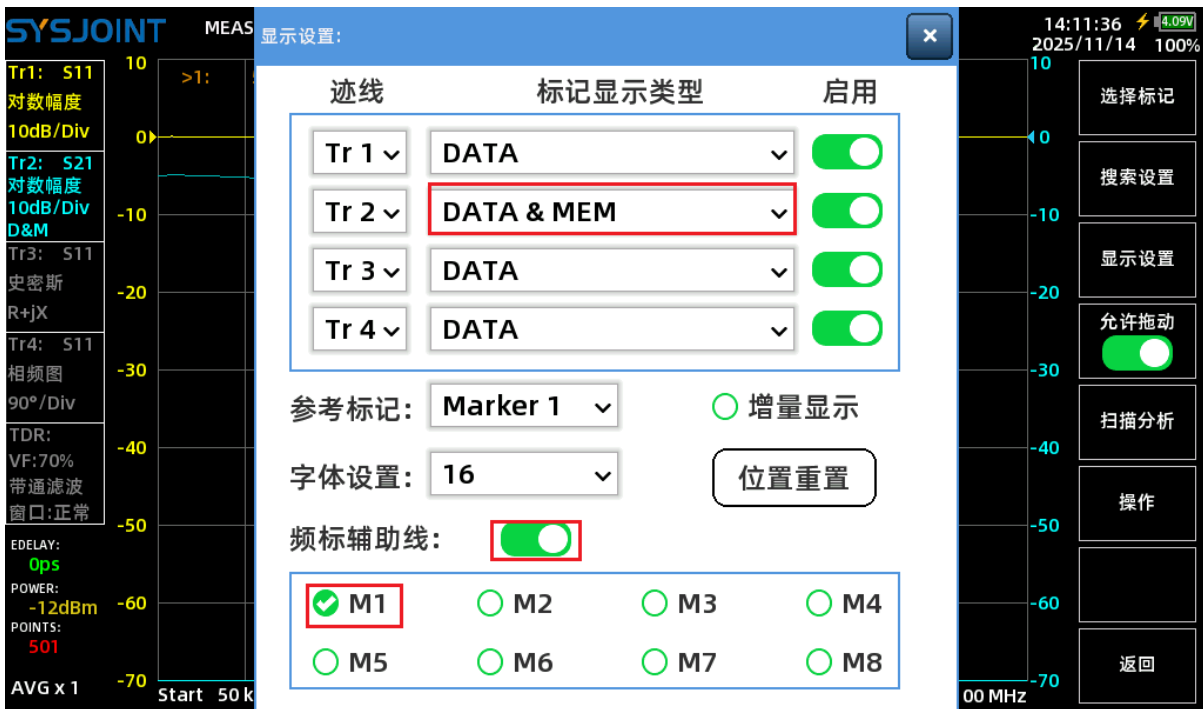
SV4401A 支持比较迹线功能，设置方法如下：

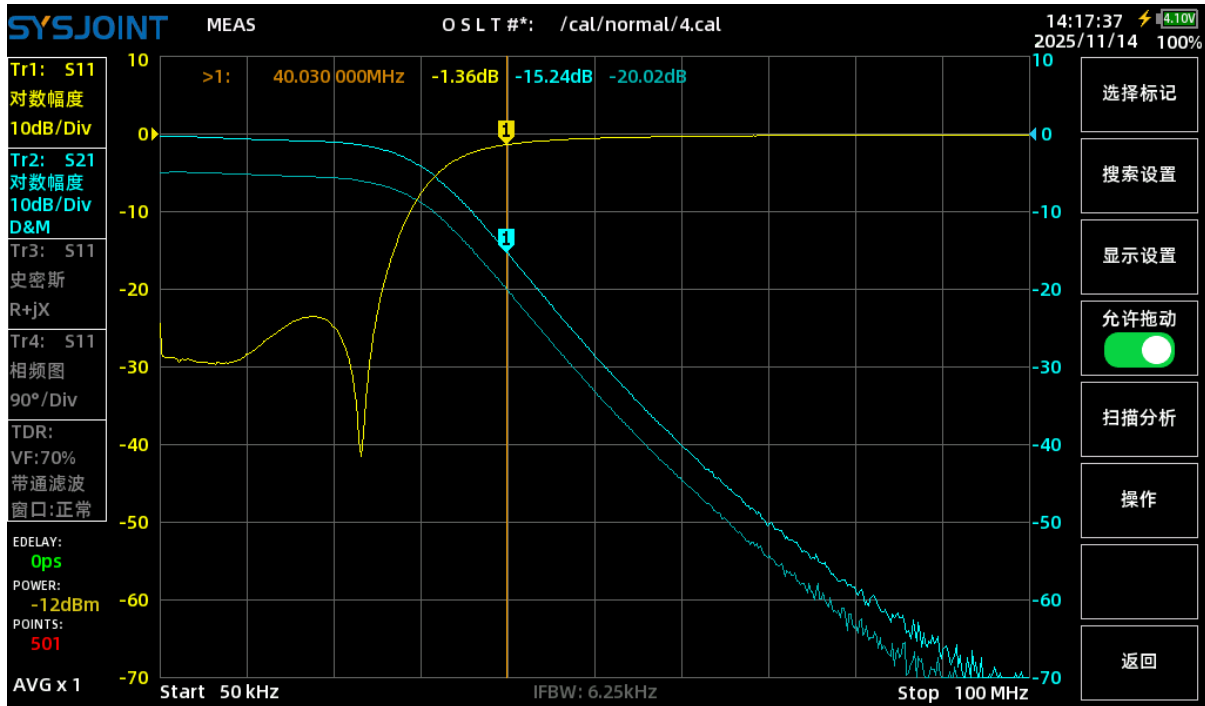
- ① 首先扫描或加载 SNP 文件得到标准 DUT 的数据。
- ② 长按想要比较的迹线控制框，在弹出的菜单中选择【数据→内存】将数据保存到内存中，此时左侧迹线控制框显示第四行“D&M”，表明已有数据保存，且同时显示主迹线和内存迹线。由于此时的内存迹线与主迹线重合，将 DUT 取下即可看到比主迹线颜色稍浅的内存迹线。



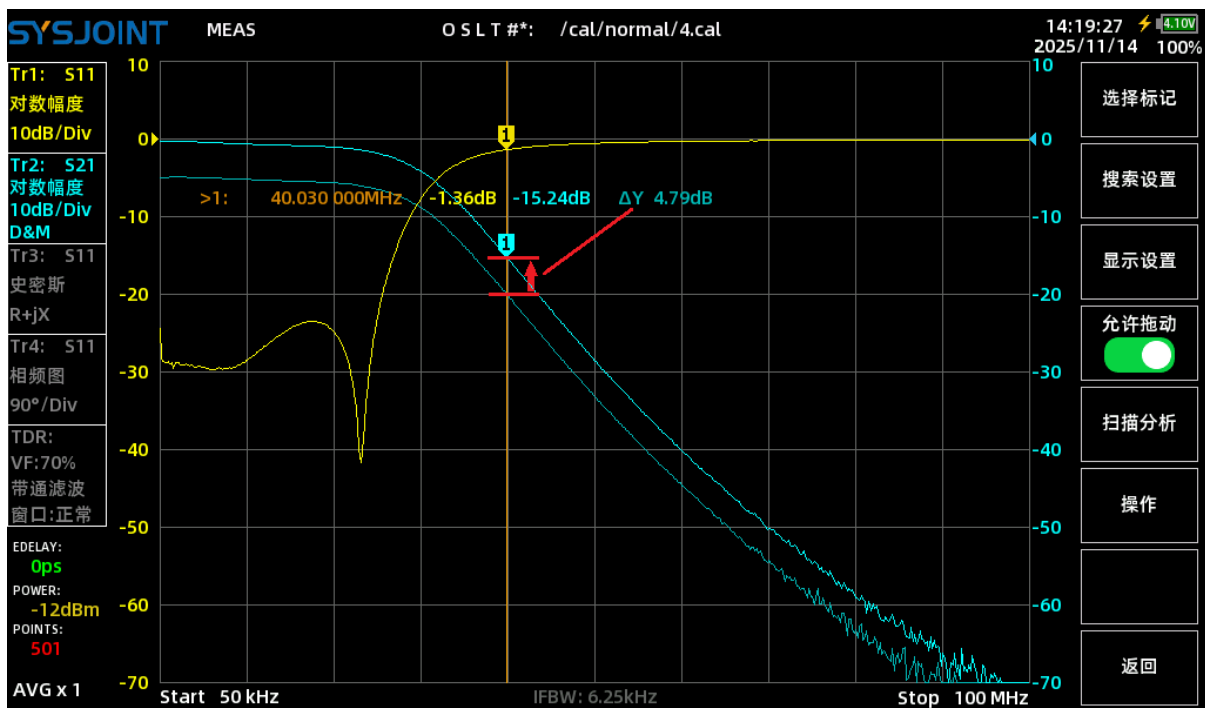


③ 如果想要查看比较迹线的值，可在【标记】→【显示设置】中开启频标辅助线，显示类型选择【DATA & MEM】。

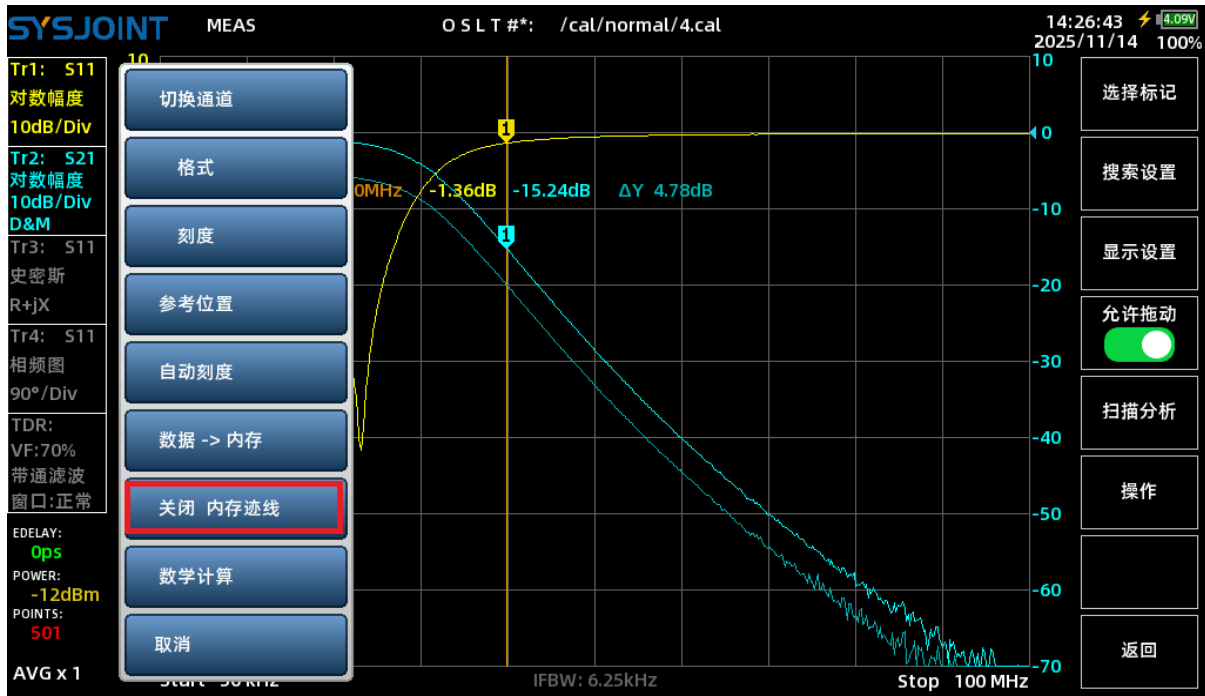




④ 如果想要在标记表查看主迹线与内存迹线的差值，可在【标记】→【显示设置】中显示类型选择【DATA & $\Delta Y(\text{DATA}, \text{MEM})$ 】。



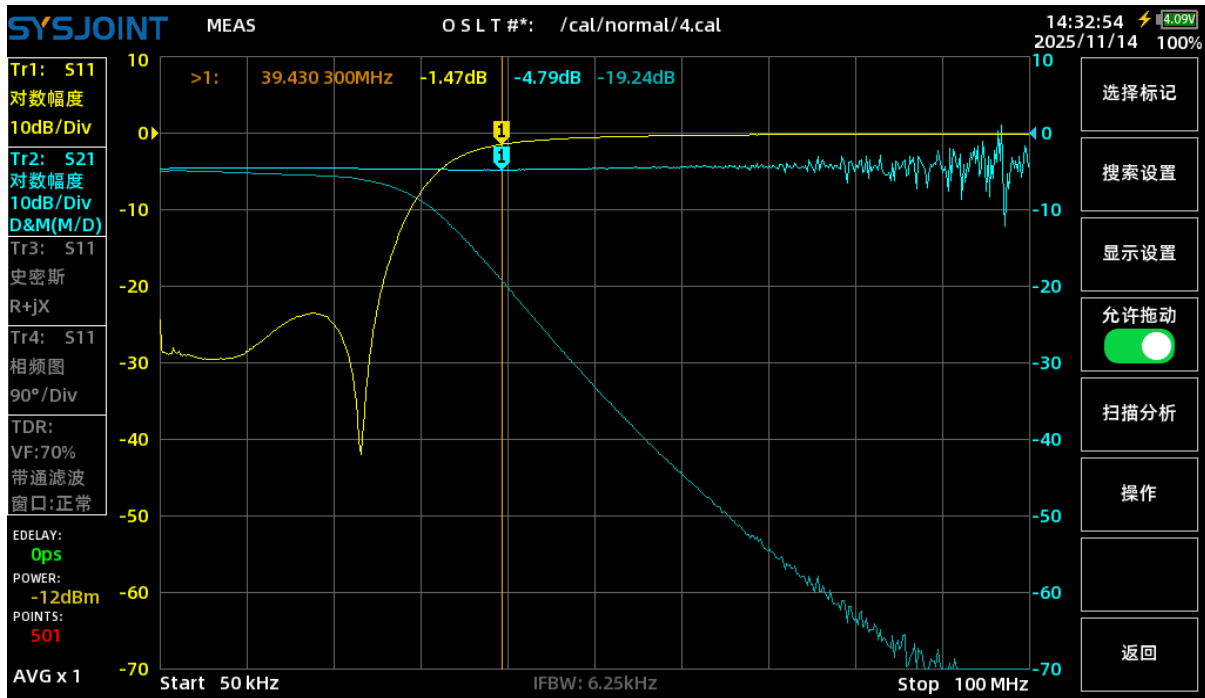
⑤ 如果想要关闭内存迹线，可长按迹线控制框，在弹出的菜单中选择【关闭内存迹线】，之后也可通过【显示内存迹线】开启内存迹线。注：关闭内存迹线不影响计算和显示结果。



SV4401A 支持当前扫描数据与保存在内存的数据进行数学运算，所有数学运算均在对数据（实部和虚部）格式化之前进行，此时主迹线显示经过运算后的结果。

选项	说明	标识
关闭	不执行数学运算	无
数据 + 内存	当前测量数据与内存中的数据相加	D + M
数据 - 内存	当前测量数据减去内存中的数据	D - M
内存 - 数据	内存中的数据减去当前测量数据	M - D
数据 * 内存	当前测量数据与内存中的数据相乘	D * M
数据 / 内存	当前测量数据除以内存中的数据	D / M
内存 / 数据	内存中的数据除以当前测量数据	M / D

例如，下图 Tr2 主迹线为低通滤波器测量结果，内存迹线为保存的同一低通滤波器串联 5dB 衰减器测量结果。我们将数学计算设置成【内存/数据】，此时 Tr2 迹线控制框第四行右侧括号显示“M/D”。由于迹线格式为对数幅度，而两个数据相除后取对数等同于取对数之后相减，因此经过数学计算后的主迹线的数值应当在 -5dB 左右，由下图可见结果与预期相符：

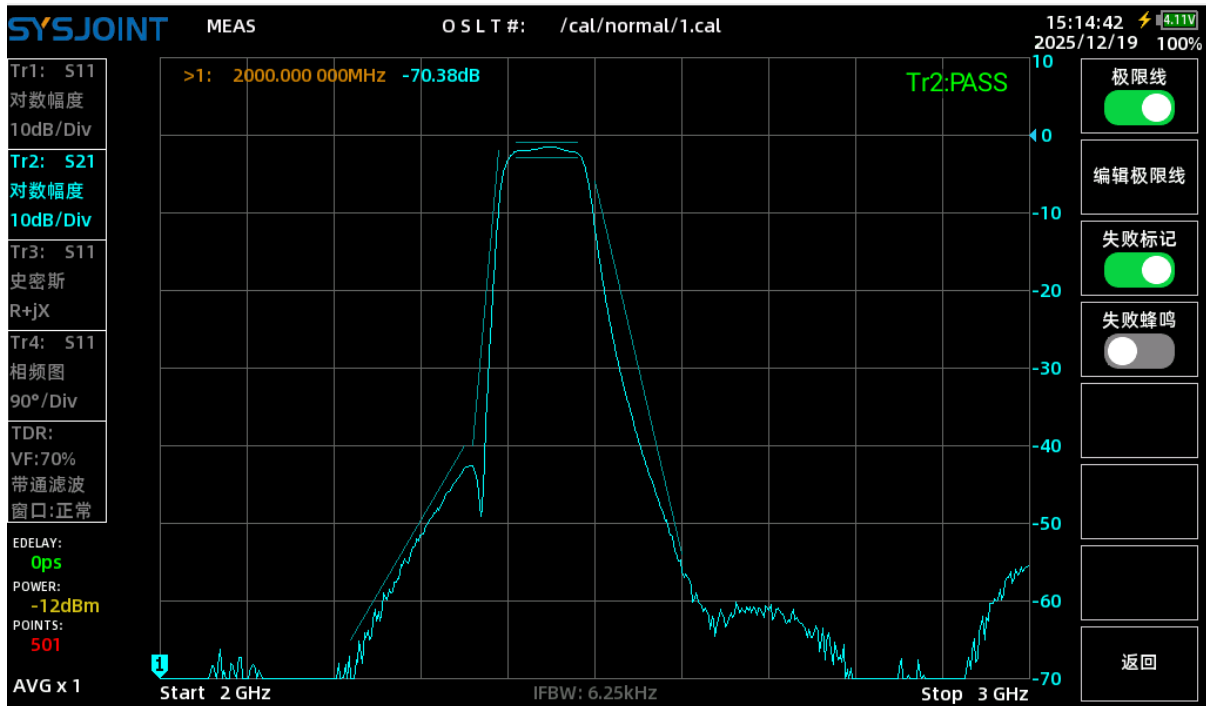


在 SV4401A 中，内存数据和数学运算设置被视为一种仪器状态，可随校准状态和其他设置一起保存和回调。

注：保存的内存数据和数学运算将会在扫描点数、频率范围、通道切换这三项设置更改后自动清除。

6.4 极限测试功能

极限测试是根据使用极限表设置的极限线进行合格/不合格判断的功能。



在极限测试中，如果未超过极限线指示的上限或下限，则判断结果为合格；如果任意一个或者多个扫描点结果超过设定值，则判断结果为不合格。将没有极限线的激励范围内的测量点判断为合格。

需要注意的是：极限测试仅适用于直角坐标系格式，不适用于史密斯图和极坐标格式。

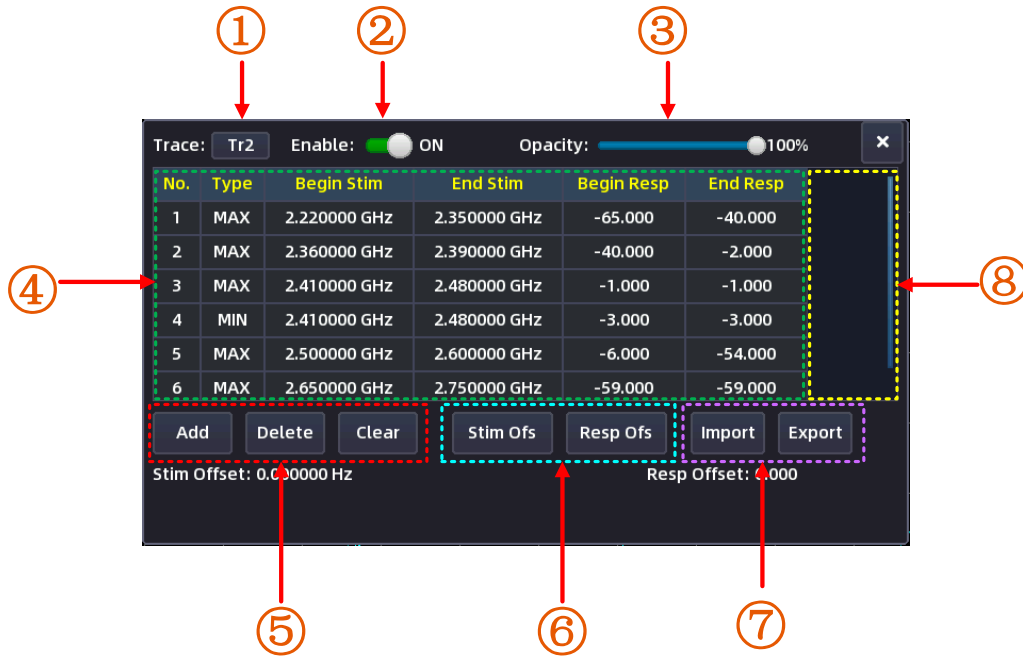
【极限测试】有【极限线】、【编辑极限线】、【失败标记】和【失败蜂鸣】子菜单项。

【极限线】菜单开启时将定义好的极限线显示在主界面上，否则不显示。

【失败标记】菜单在开启时将判定结果显示在主界面上，否则不显示。

【失败蜂鸣】菜单在开启时，当每一次新的扫描后经判定为失败时调用蜂鸣器进行提示。关闭时则不提示。

【编辑极限线】菜单按下后，将会弹出极限线编辑窗口，如下图：



6.4.1 迹线选择

显示当前选择迹线的编号，代表此时正在编辑此迹线的极限表。按下【TrN】后可选择其他迹线。

6.4.2 极限测试功能开关

可用于开启/关闭每一条迹线的极限测试功能。

6.4.3 窗体透明度设置

可用于调整此编辑窗口的透明度，0 为全透明，100%为不透明，默认为 50%。在编辑极限线时，可通过降低该值，透过编辑窗口，观察原先被窗口遮挡的极限线，方便调整极限线。

6.4.4 极限表

每条迹线均可定义一张极限表，每张极限表可定义最多 100 个分段，每个分段代表一条极限线。

该极限表每一行代表着一条极限线，表内数据可通过点击表中的单元格进行修改。对于整行的数据操作，可通过点击每一行的序号（列 NO.）选中该行数据。

极限线分段的参数说明如下表：

分段参数	描述	
Type (类型)	OFF (关)	极限测试不使用分段
	MAX (最大值)	指定最大值所在的分段
	MAX (最小值)	指定最小值所在的分段
Begin Stimulus (激励起点)	指定极限线上激励值的起点	
End Stimulus (激励终点)	指定极限线上激励值的终点	
Begin Response (响应起点)	指定极限线上响应值的起点	
End Response (响应终点)	指定极限线上响应值的终点	

以下步骤描述如何定义分段。

- 通过【编辑极限线】菜单调出极限线编辑窗口。
- 点击极限线编辑窗口中的迹线选择按钮，选择你需要定义极限表的迹线。
- 点击【Add】按钮向极限表添加一行分段，通过点击该行的数据项修改数值。

6.4.5 极限表的操作

【Add】、【Delete】、【Clear】用于对极限表进行新增行和删除行的操作。

【Add】按下后在表格末尾增加新行。

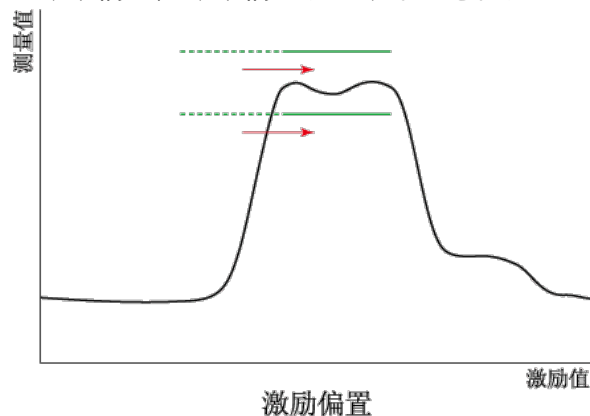
【Delete】按下后，删除选中的行。

【Clear】按下后，清空当前的极限表。

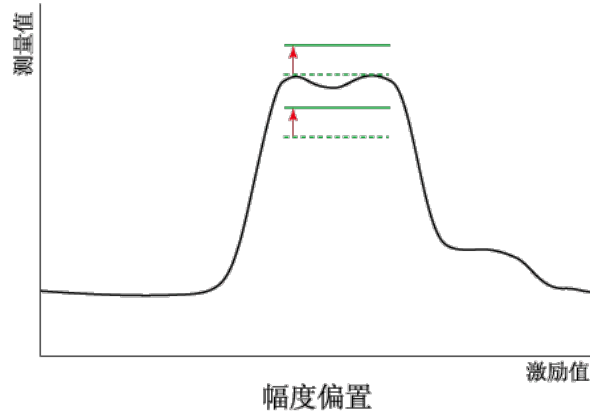
6.4.6 极限线偏置

【Stim Ofs】、【Resp Ofs】用于对极限表中所有的极限线分段执行一个偏置量。

点击【Stim Ofs】设置激励偏置，激励偏置设置效果示意图如下：



点击【Resp Ofs】设置幅度偏置，幅度偏置设置效果示意图如下：



6.4.7 极限表数据的导入和导出

极限测试功能支持极限表的数据导入和导出，采用 CSV 文件格式存储，内容格式如下：

```
"# Channel 1"
"# Trace 2"
Type,Begin Stimulus,End Stimulus,Begin Response,End Response
MAX,2.220000 GHz,2.350000 GHz,-65.000000,-40.000000
MAX,2.360000 GHz,2.390000 GHz,-40.000000,-2.000000
MAX,2.410000 GHz,2.480000 GHz,-1.000000,-1.000000
MIN,2.410000 GHz,2.480000 GHz,-3.000000,-3.000000
MAX,2.500000 GHz,2.600000 GHz,-6.000000,-54.000000
MAX,2.650000 GHz,2.750000 GHz,-59.000000,-59.000000
MAX,2.920000 GHz,3.000000 GHz,-65.000000,-50.000000
```

若要定义极限线数量比较多，用户可以自己按照此格式在 PC 进行编辑，然后传入 SV4401A 中，再通过数据导入功能加载该极限表。

【Import】 按下后，在弹出的文件选择框选择你需要导入的文件，此时将会清空原有的极限表，从你选择的文件当中载入极限表。

【Export】 按下后，将控件当中的极限表的数据保存在本地。

6.4.8 极限表的上下滑动

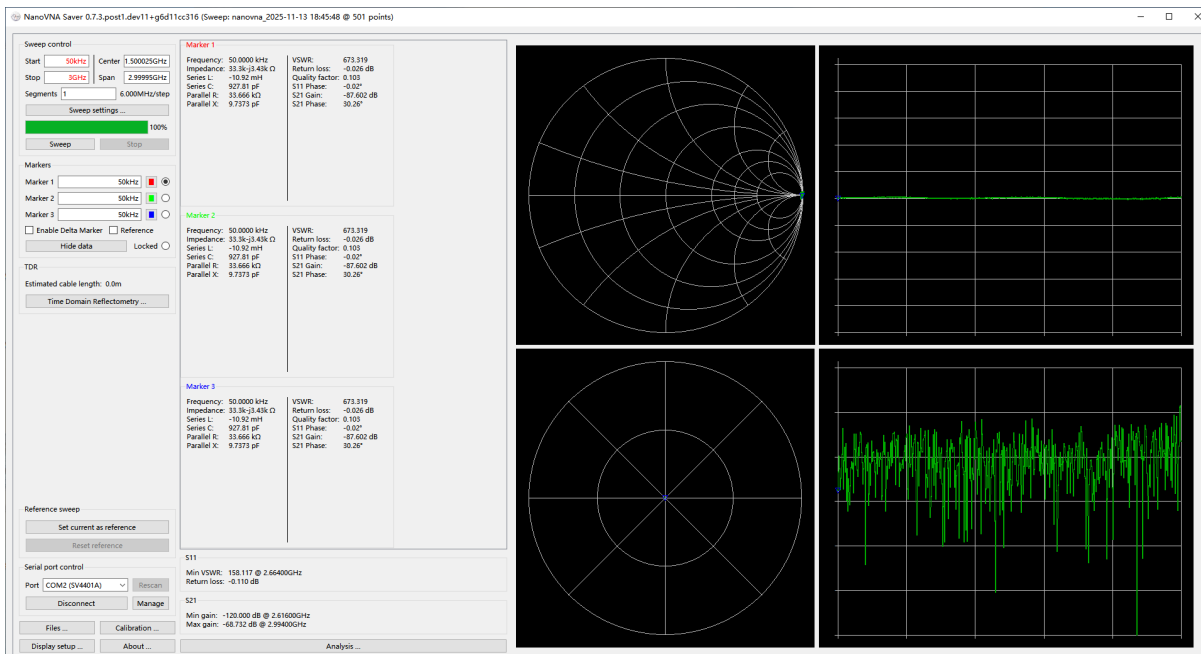
由于表格仅能显示 6 行，而当极限表行数大于 6 时可能显示不全，此时可通过对编号 8 所指示的区域进行滑动从而带动表格的滑动。

7. 上位机

7.1 NanoVNA-Saver

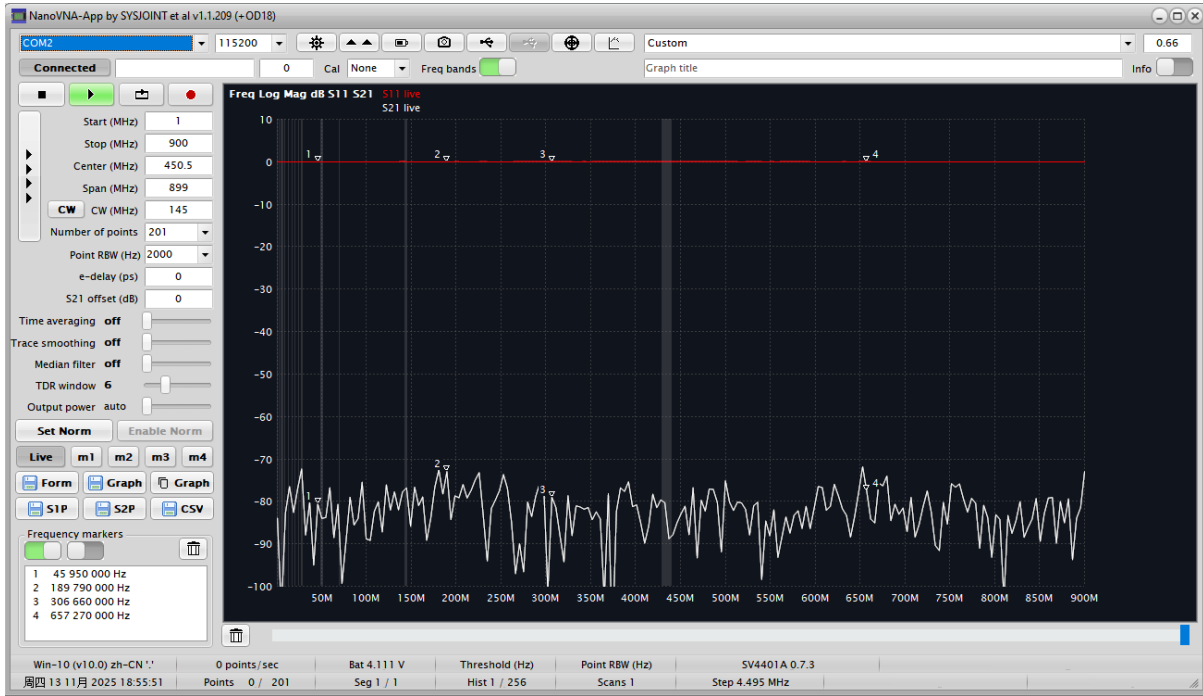
该软件为开源软件，原项目地址：<https://github.com/NanoVNA-Saver/nanovna-saver>

我司基于该软件 0.7.3 版本进行了修改以适配 SV4401A，目前仅支持 windows 10 及以上版本的 windows 系统，下载链接：<https://github.com/sysjoint-tek/nanovna-saver/releases> Linux 和 MacOS 系统请自行编译，源代码地址：<https://github.com/sysjoint-tek/nanovna-saver>



7.2 NanoVNA-App

该软件为开源软件，原项目地址：<https://github.com/owenduffy/NanoVNA-App>，我司基于此软件 V1.1.209(+OD18) 版本进行了修改以适配 SV4401A，下载链接：<https://github.com/sysjoint-tek/NanoVNA-App/releases> Linux 和 MacOS 系统请自行编译，源代码地址：<https://github.com/sysjoint-tek/NanoVNA-App>

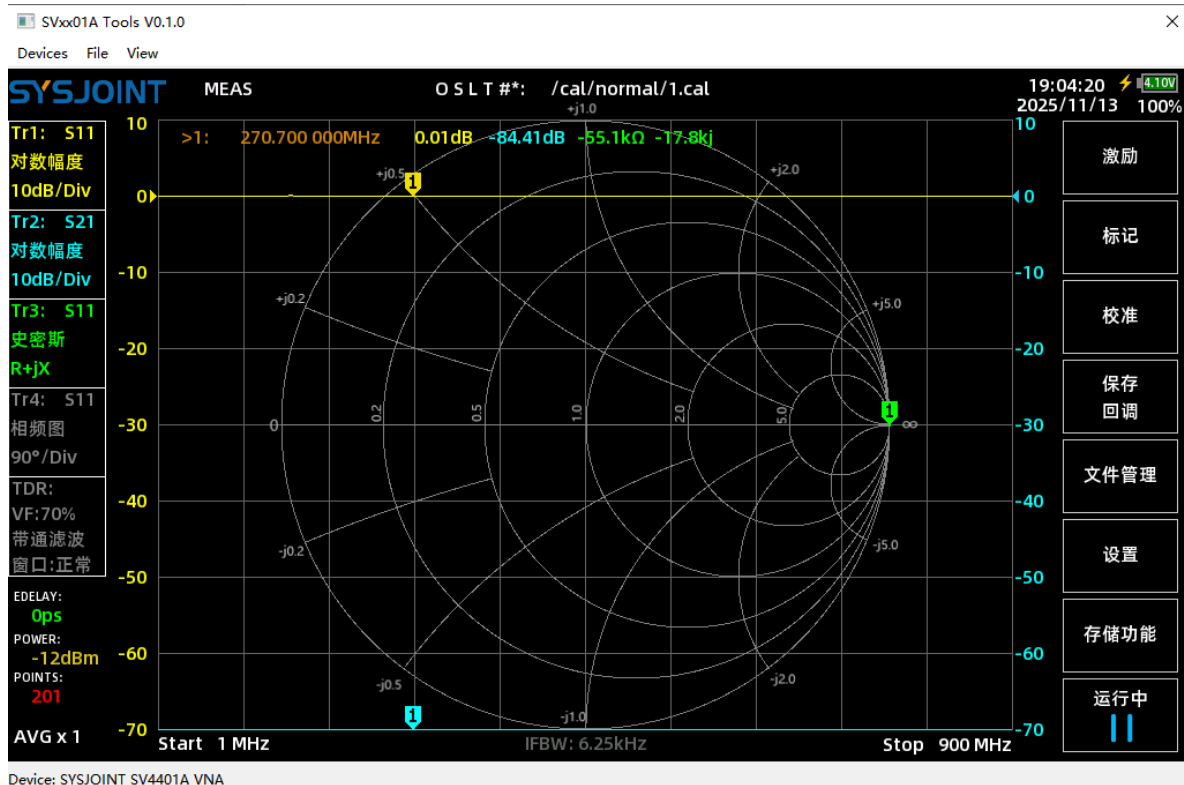


7.3 SVxx01A-Tools

该软件可让 SV4401A 投屏到 PC，可以在 PC 端控制和改变屏幕大小，适用于演示场景，可搭配录屏软件录制操作视频而无需手机或相机拍摄。

下载地址：https://www.sysjoint.com/ueditor/php/upload/file/SVXX01A_Tools.zip

注：SVxx01A-Tools 仅支持 windows 操作系统，不支持其他操作系统；仅支持鼠标模拟触屏操作，不支持键盘输入。

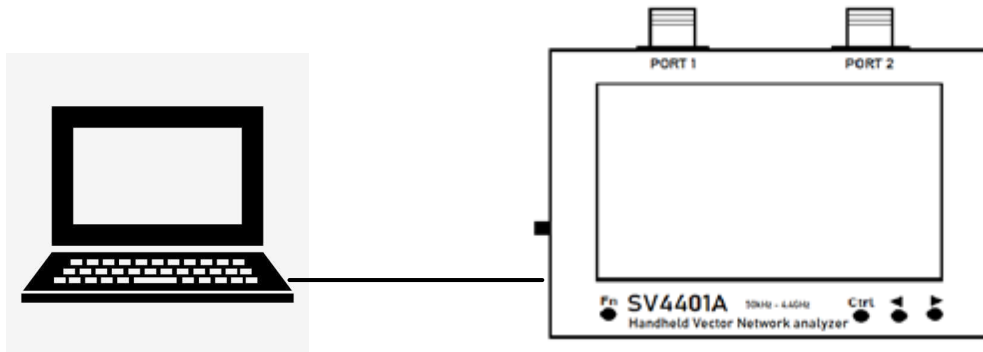


7.4 驱动安装

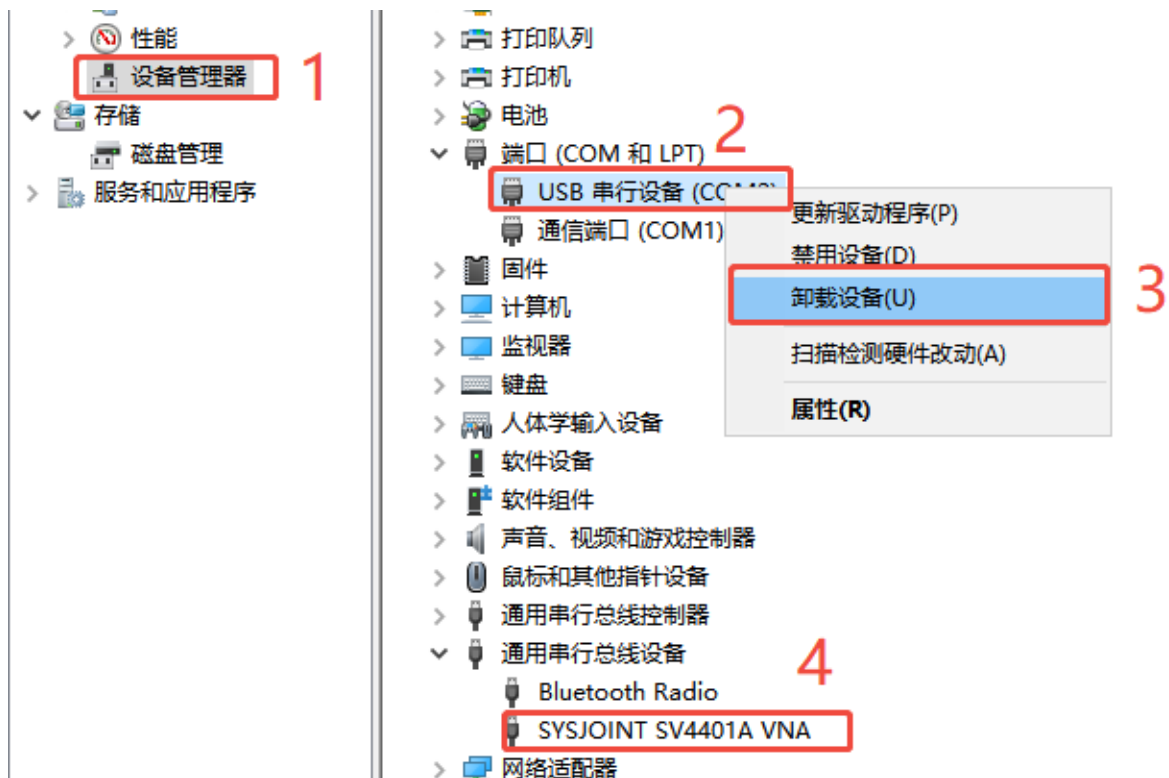
Win10 及以上版本的 Windows 系统通常无需安装驱动。

Win7 系统或者驱动异常时可按照以下教程安装驱动，在安装驱动之前，请先下载上文介绍的 SVXX01A_Tools 上位机软件，内有安装驱动需要用到的软件。

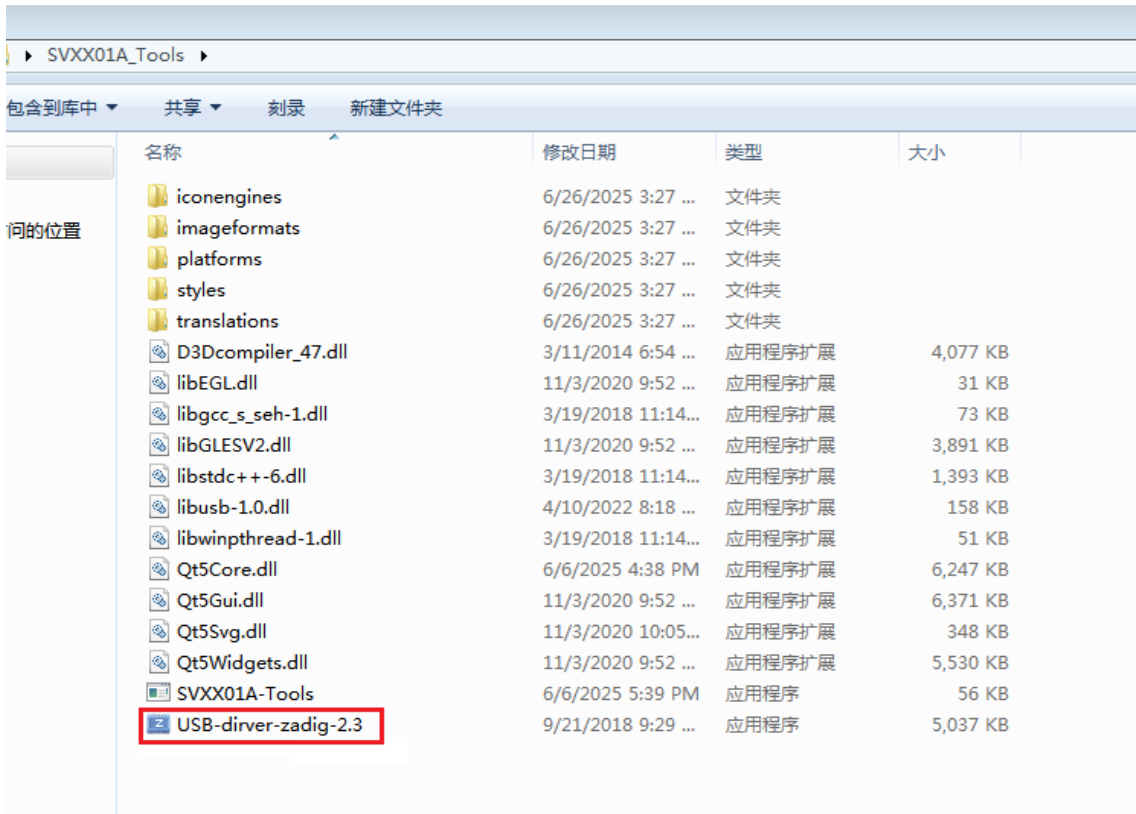
- ① 使用附赠的 USB type-c 电缆将 SV4401A 连接到 PC 机的 USB 口，如下图所示：



- ② 在【设备管理器】中卸载当前驱动，如下所示：



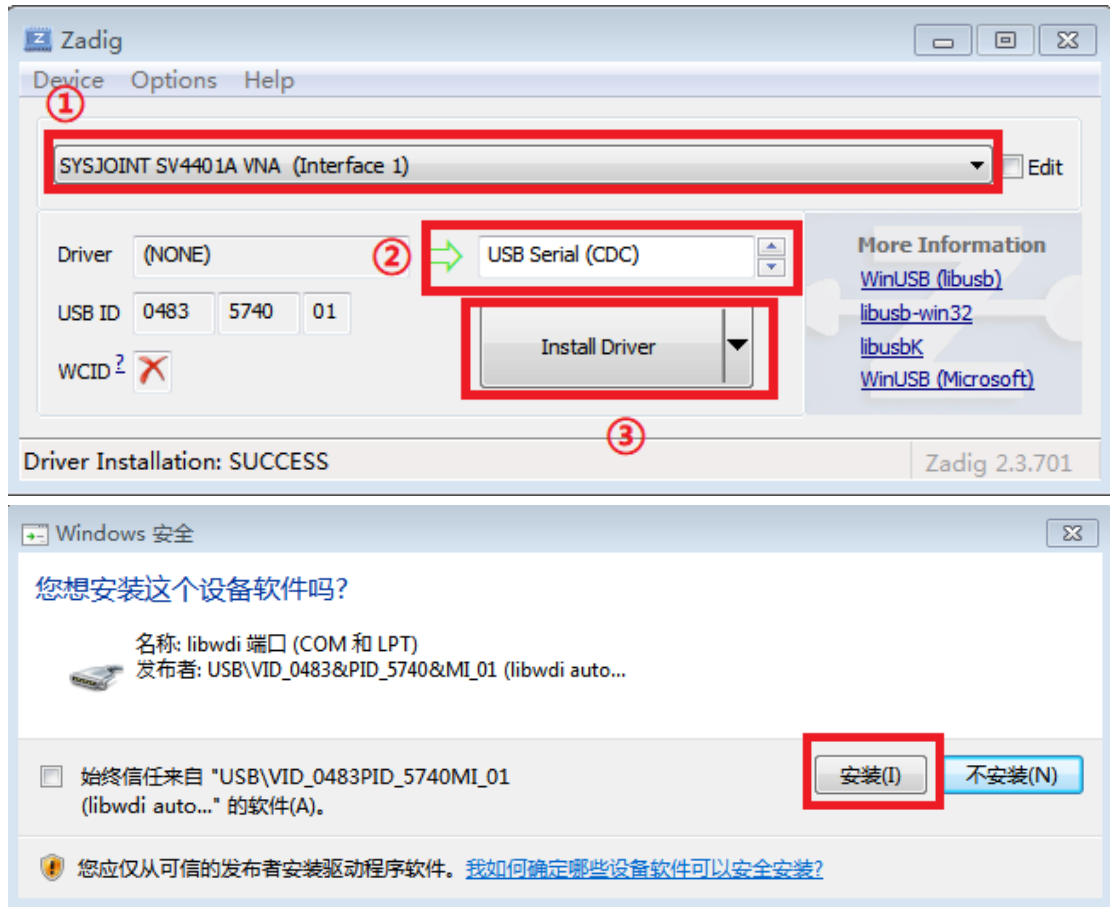
- ③ 将 SV4401A 重新插拔后连接电脑，在 SVXX01A-Tools 文件夹内找到 USB-driver-zadig-2.3 软件并打开：



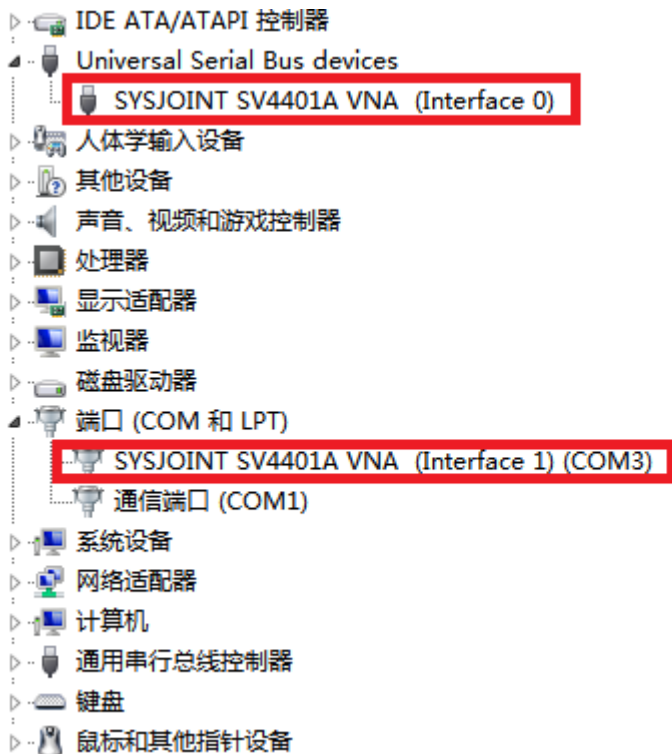
④ 按照如下顺序，先安装 WinUSB 驱动：



⑤ 再安装 USB CDC 驱动:



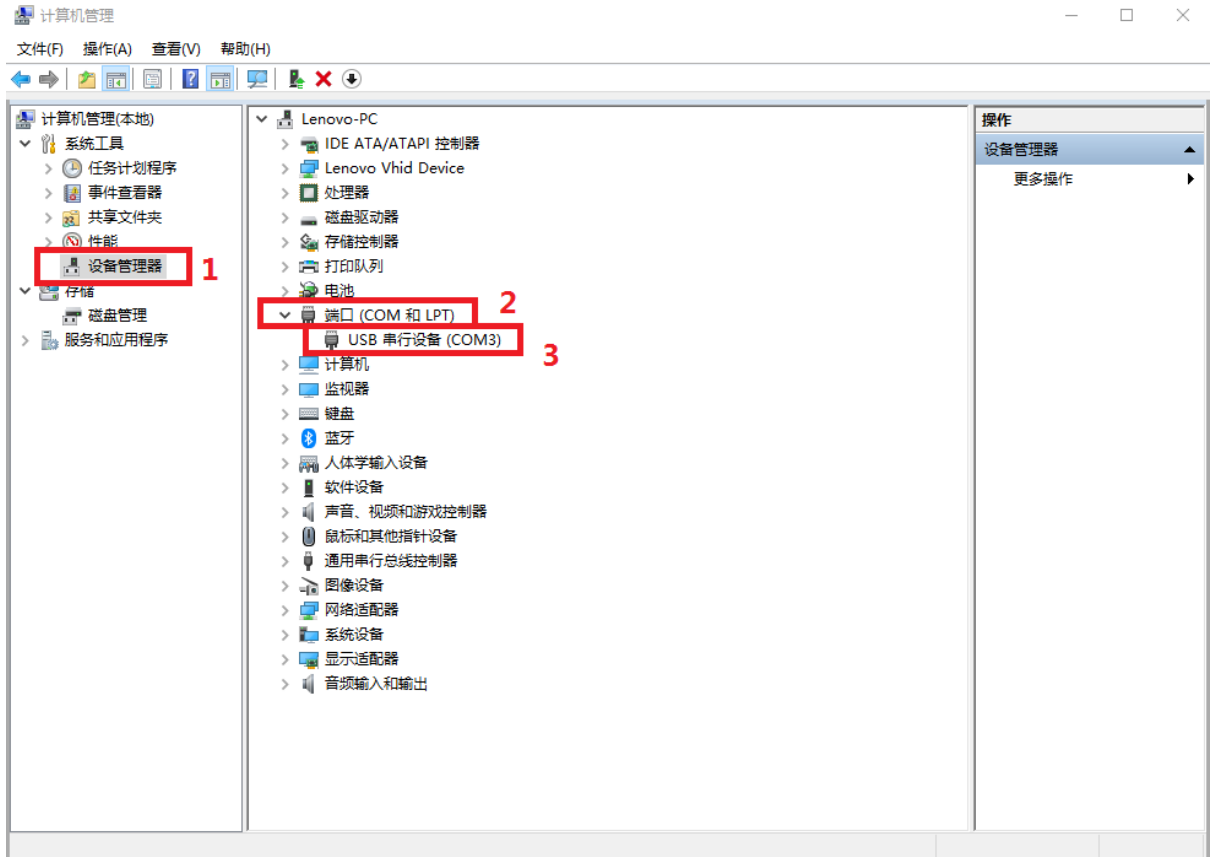
⑥ 安装完成后，打开设备管理器，出现如下设备标识即表明驱动安装成功。



8. 串口命令

8.1. 查询串口号

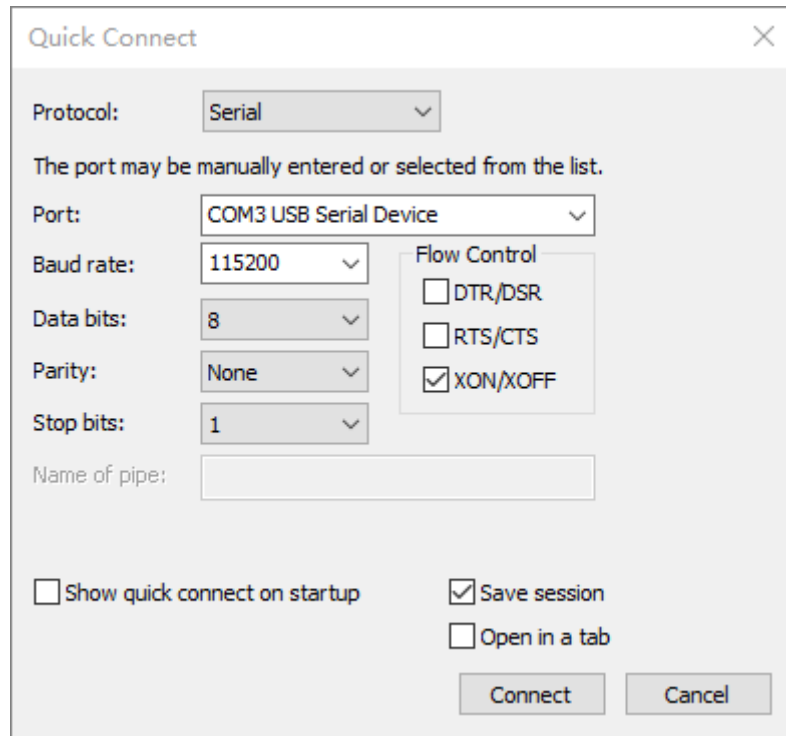
将 SV4401A 连接至 PC，鼠标右键点击“我的电脑”，点击“管理”，弹出窗口点击“设备管理器”，点击“端口(COM 和 LPT)”，可看到串口号，如下图所示：



8.2. 使用串口工具

串口工具推荐使用 Secure CRT 或者 putty，也可以使用其他串口工具。另外，用户也可以自己编写串口上位机软件与设备进行交互。

SV4401A 的 USB 虚拟串口支持自适应波特率，推荐使用 9600 或为 115200 的波特率。



8.3. 命令输入规范

命令输入时需要切换为英文输入，命令语句由命令+参数构成，命令与参数、参数与参数之间使用空格隔开，如下所示：

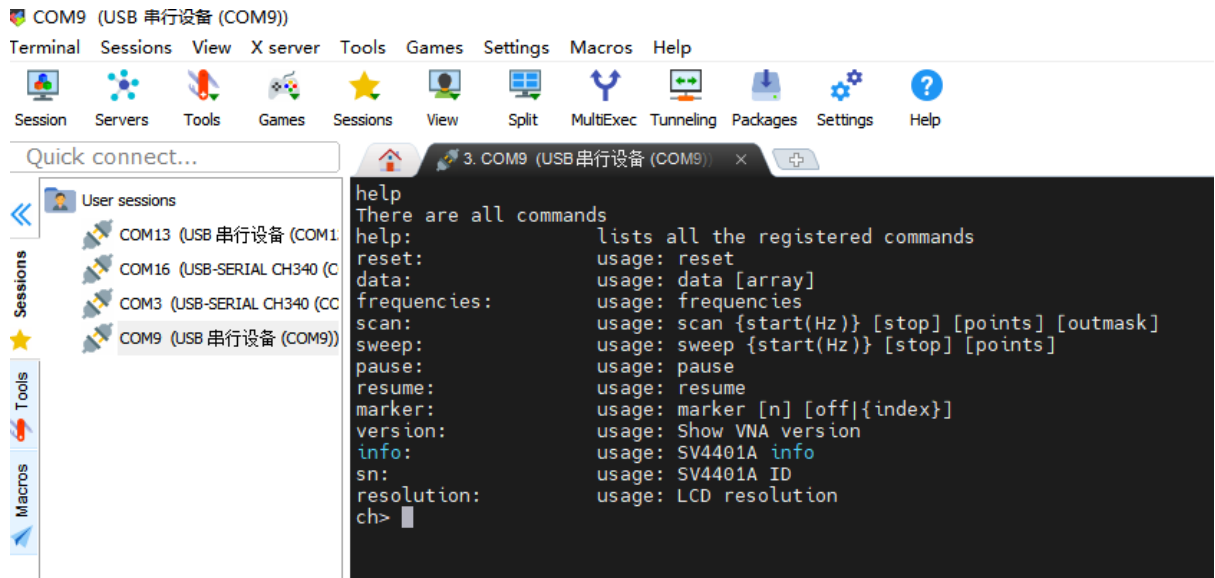
Command {参数 1} [参数 2] [参数 3] [参数 4|参数 n]

其中，{}内是必须参数。[]内是可选参数。

8.4. 命令详解

8.4.1 help -- 命令列表

help 命令用于查询设备当前支持的所有命令，如下图所示：



8.4.2 reset -- 设备复位

使用此命令后，设备将重启，此时 USB 虚拟串口的连接也将断开。

8.4.3 data -- 获取数据

此命令用于获取设备端的数据，该命令的参数说明如下：

- `data 0`: 获取 S11 数据，第一列数据为 S11 的实部，第二列数据为 S11 的虚部。
- `data 1`: 获取 S21 数据，第一列数据为 S21 的实部，第二列数据为 S21 的虚部。

8.4.4 frequencies -- 获取当前频率

此命令用于获取当前每个扫描点的频率，无参数。返回的数据中第一行代表第一个点的频率，第 N 行代表第 N 个点的频率。

8.4.5 scan -- 扫频设置并进行扫频

此命令用于设置扫频的起止频率、扫描点数、数据返回。

命令详解：

```
scan {start(Hz)} [stop] [points] [outmask]
```

start(必须)	设置的起始频率，以 Hz 为单位
-----------	------------------

stop(必须)	设置的终止频率，以 Hz 为单位
points(可选)	设置扫描点数，可设置值的范围为 101~1001
outmask(可选)	用于返回数据。可选值：0、1、2、3、4、5、7
	0: 不返回任何数据 1: 返回每个点的频率值 2: 返回 S11 的数据 3: 返回每个点的频率值和 S11 的数据 4: 返回 S21 的数据 5: 返回每个点的频率值和 S21 的数据 7: 返回每个点的频率值、S11 的数据和 S21 的数据

命令示例:

设置扫描频率 200MHz~500MHz:

```
scan 200000000 500000000
```

设置扫描频率 200MHz~500MHz、扫描点数为 301:

```
scan 200000000 500000000 301
```

设置扫描频率 200MHz~500MHz、扫描点数为 101 并返回每个点的频率值和两个端口的数据:

```
scan 200000000 500000000 101 7
```

8.4.6 sweep -- 扫频设置

sweep 命令和 scan 命令相比，sweep 命令无法保证获取到的数据具备一致性。scan 命令是从设置、扫描、数据获取都是在同一个命令周期完成。而 sweep 命令一个命令周期内只完成了设置，并没有扫描、返回数据的过程。

此命令可以单独设置起始频率和扫描点数。

命令详解:

```
sweep [start(Hz)] [stop] [points]
```

无参数情况：返回当前设置的起始频率、终止频率、扫描点数

命令示例，设置起始频率为 200MHz:

```
sweep start 200000000
```

第一个参数 start 代表设置的参数，可以设置为 start、stop、span、center、cw、points 之中的任何一个。第二个参数是具体的值。

start	设置起始频率
stop	设置终止频率
span	设置扫宽频率
center	设置中心频率
cw	设置单频频率
points	设置扫描点数

命令示例:

设置起始频率 200MHz, 终止频率 500MHz:

```
sweep 200000000 500000000
```

设置起始频率 200MHz, 终止频率 500MHz, 扫描点数为 156:

```
sweep 200000000 500000000 156
```

设置起始频率 500MHz

```
sweep 500000000
```

8.4.7 pause -- 暂停扫描

此命令执行后将暂停扫描, 直至使用 resume 命令。

8.4.8 resume -- 恢复扫描

此命令执行后将恢复扫描。如果已经在扫描中则无任何影响。

8.4.9 cal -- 仪器校准

此命令用于对 VNA 进行校准。

命令原型:

```
cal [open | short | load | thru | done | reset | on | off]
```

参数详细描述:

open	执行开路校准
short	执行短路校准
load	执行负载校准
thru	执行直通校准
done	完成校准并计算校准数据
reset	重置内存中的校准数据
on	应用校准
off	关闭校准

8.4.10 save -- 保存状态

命令原型:

```
save [id]
```

“id”用于指示存储的标号，值的范围为 0 ~ 17。
当该命令不带参数时，将会依次打印各个存储项的状态。

8.4.11 recall -- 回调状态

命令原型:

```
racall [id]
```

“id”用于指示需要回调的标号，值的范围为 0 ~ 17。
当该命令不带参数时，将会依次打印各个存储项的状态。

8.4.12 marker -- 标记点控制

此命令用于控制和输出标记点的频率。没参数即打印当前的标记点信息，第一列为第几个标记点，第二列为标记点所在的位置，第三列为标记点所在的频率。

命令原型:

```
marker [n] [off|on|{index}]
```

无参情况：打印当前标记点的信息，第一列代表标记点的标号，第二列代表标记点的坐标（在第几个点上），第三列代表所在的频率值。

n:标记点号（第一个参数）

off|on|index: 其中“off”代表关闭，“on”代表开启，index 为数字，代表将其移到哪个扫描点上。

命令示例，关闭标记 2:

```
marker 2 off
```

将标记 1 的坐标移到第 56 个扫描点上:

```
marker 1 56
```

8.4.13 version -- 获取固件版本号

此命令返回固件的版本号，无参数。

8.4.14 info -- 获取设备信息

此命令返回设备名称、频率范围和固件编译日期等信息，无参数。

8.4.15 sn -- 获取设备序列号

此命令返回设备唯一的 16 位序列号，无参数。

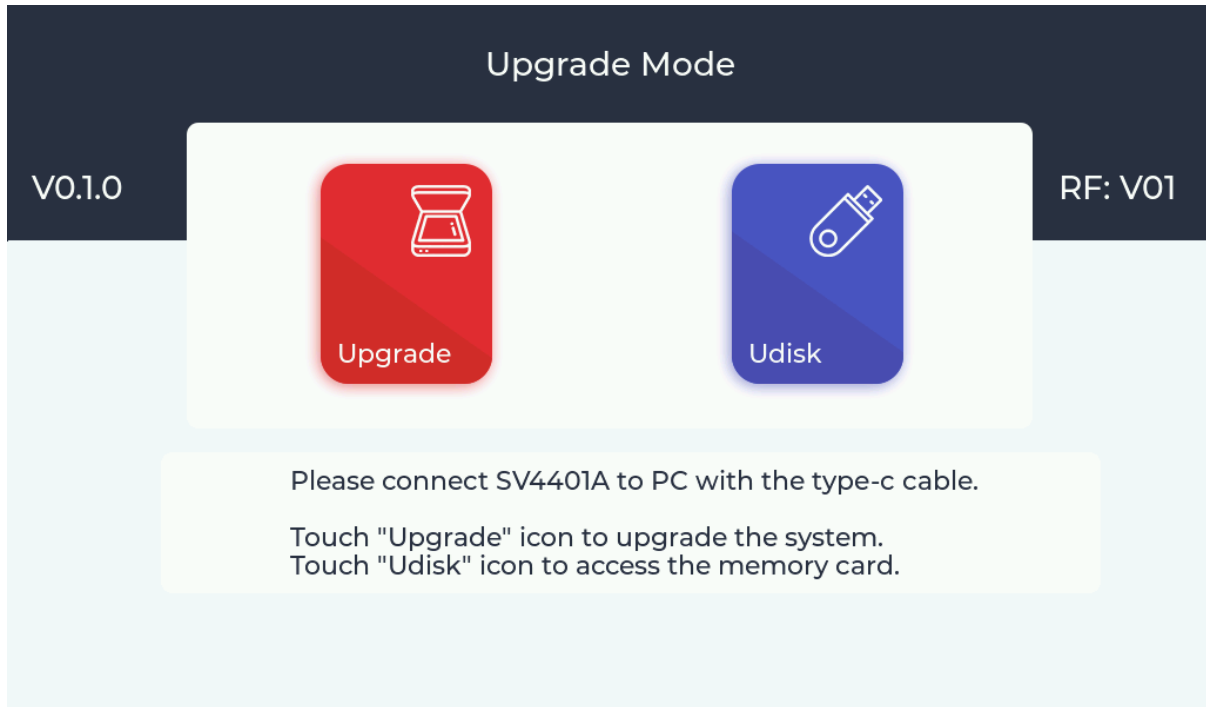
8.4.16 resolution -- 获取屏幕分辨率

此命令返回设备的屏幕分辨率，无参数。

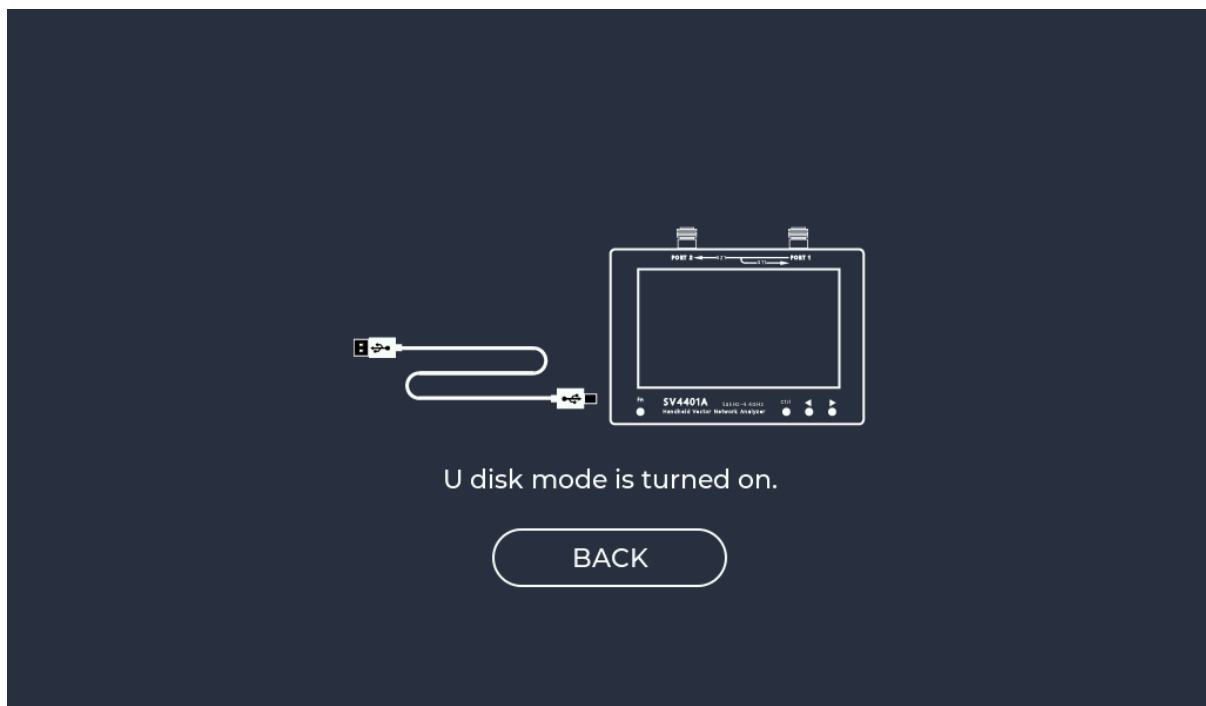
9. 固件升级

可通过虚拟 U 盘方式升级 SV4401A 的固件，无需 J-LINK 之类的编程器，通过附赠的 USB Type-C 数据线即可升级；

使用附赠的 USB type-c 电缆将 SV4401A 连接到 PC 机的 USB 口，按右下方按键的 Ctrl 键，保持 Ctrl 键处于按下状态并打开 SV4401A 的电源直到出现如下页面：



左边的 V0.1.0 代表 Bootloader 的版本，右边的 RF:V01 代表硬件模块的版本。
选择 Udisk 此时设备会被识别为一个 U 盘驱动器，并且设备屏幕出现如下页面：

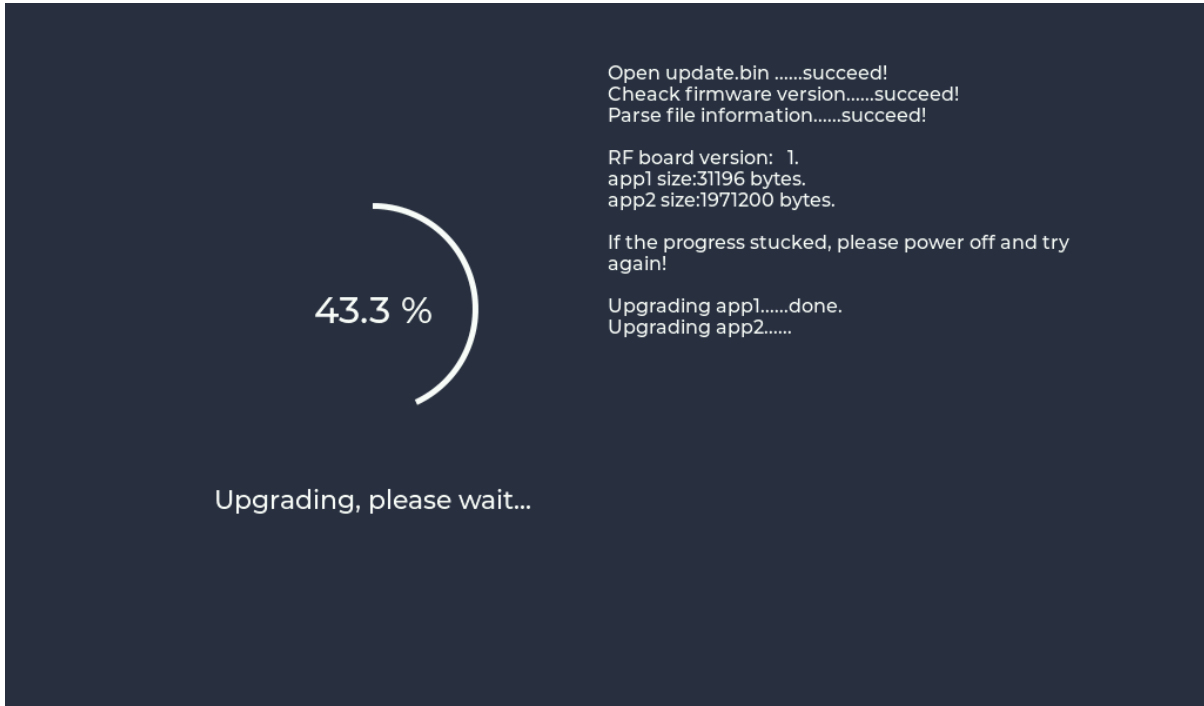


根据提示，升级固件需要 'update.bin' 文件，可从我司官网下载：
<https://www.sysjoint.com/sv4401a.html>

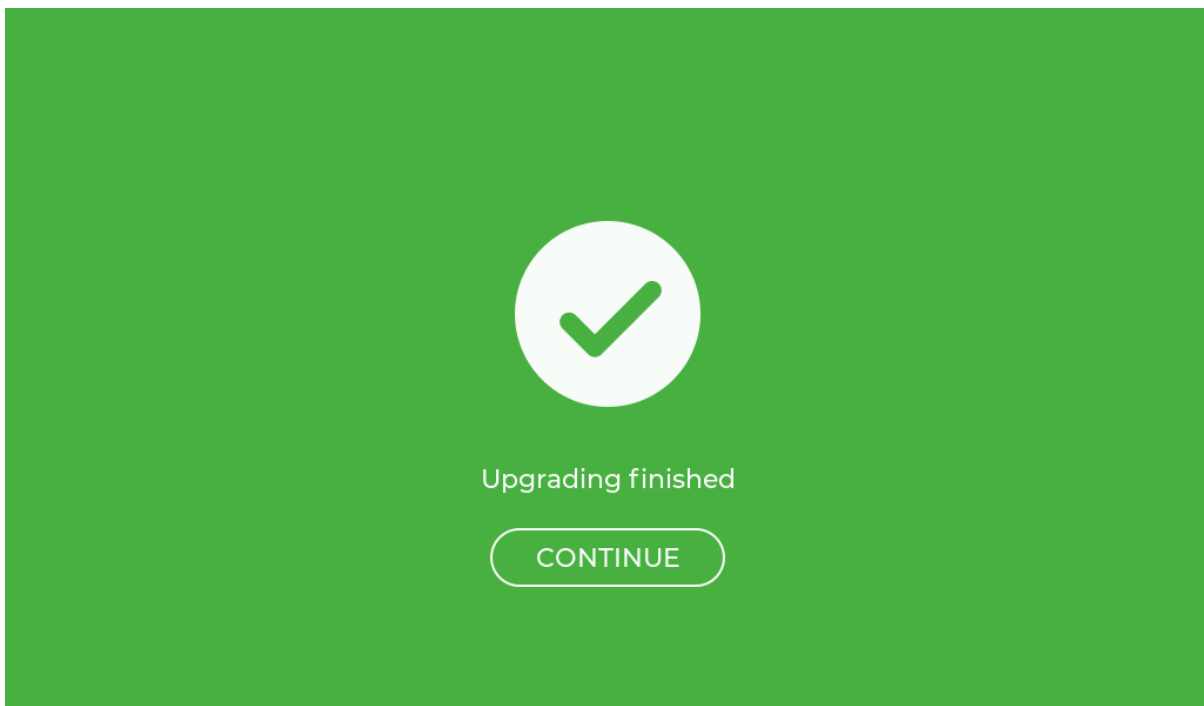
下载固件文件并解压缩，得到 'update.bin' 文件；

将 'update.bin' 复制到上文所述 U 盘驱动器的根目录中，复制过程需要 1-2 秒；

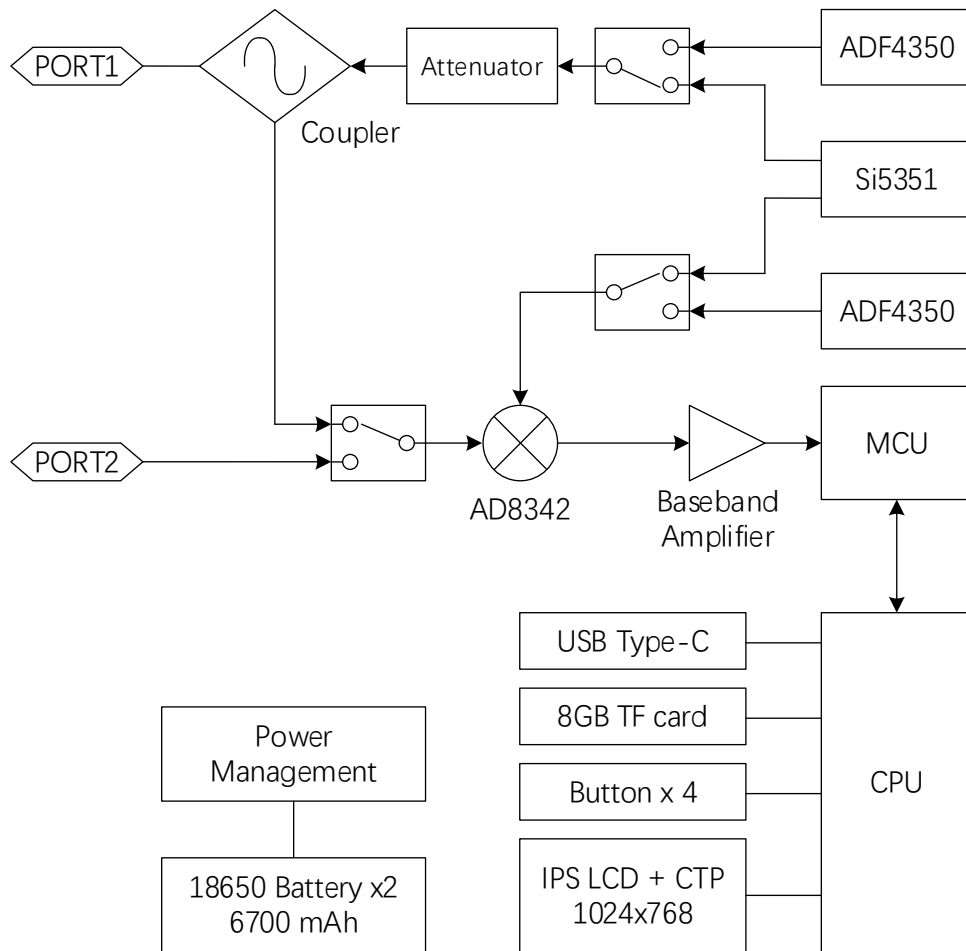
点击 BACK 回到主页面，选择 Upgrade，如果检查到 TF 卡内有 'update.bin' 文件，将会出现如下页面：



升级完成后将会出现如下页面，请手动重启，可从开机画面查看固件版本；



10. 硬件框图



11. 装箱清单

- SV4401A 主机 (标配 8GB 存储卡和 2 颗 18650 电池) ×1
- SMA 开路校准件 ×1
- SMA 短路校准件 ×1
- SMA 负载校准件 ×1
- N 公转 SMA 母转接头 ×2
- SMA 双母直通转接头 ×2
- SMA 双公直通转接头 ×1
- 50cm SMA-JJ RG316 电缆 ×2
- USB Type-C 数据线 ×1
- 收纳包 ×1