



产品
用户指南

SA/NX 系列 频谱仪用户指南

实时频谱仪

高达 40 GHz



目 录

1. 版本更新说明	1
2. 运行环境要求	2
2.1 Windows 系统	2
2.2 Linux 系统	2
3. 快速入门指南（SA 系列）	3
3.1 安全指导	3
3.1.1 电源适配器的选择	3
3.1.2 射频输入	3
3.2 SA 系列仪器的使用	3
3.2.1 连接设备	3
3.2.2 安装驱动（Windows）	4
3.2.3 安装驱动（Linux）	5
3.3 运行 SASStudio4	6
3.4 外部接口说明	8
3.4.1 SAN 系列和 SAM 系列	8
3.4.2 SAE 系列和 SAN-400 系列	9
4. 快速入门指南（NX 系列）	11
4.1 安全指导	11
4.1.1 电源适配器的选择	11
4.2 NX 系列设备的使用	11
4.2.1 连接设备	11
4.2.2 配置网络	12
4.3 运行 SASStudio4	13
4.4 外部接口说明	15
4.4.1 NXN 系列和 NXM 系列	15
4.4.2 NXE 系列和 NXN-400	17
5. SASStudio4 概述与通用操作	19
5.1 工作模式介绍	19
5.1.1 标准频谱分析模式（SWP）	19
5.1.2 IQ 流模式（IQS）	19
5.1.3 检波分析模式（DET）	19
5.1.4 实时频谱分析模式（RTA）	20
5.1.5 相位噪声测量模式（PNM）	20
5.1.6 数字解调模式（选件）	20
5.2 界面布局	20
5.2.1 菜单栏	21

5.2.2	图表设置区	21
5.2.3	主设置区	21
5.2.4	仪器状态栏	22
5.3	SASudio4 常用功能介绍	22
5.3.1	保存和打开仪器配置	22
5.3.2	设置启动状态	23
5.3.3	切换工作模式	24
5.3.4	保存截图	24
5.3.5	切换显示模式	25
5.3.6	风扇控制	26
5.3.7	查看 GNSS 信息	27
5.3.8	预设	28
5.3.9	单次与连续预览	28
5.3.10	快捷记录与回放	29
5.3.11	专业和简洁设置	29
5.3.12	查看当前仪器信息	30
5.3.13	游标功能	31
5.3.14	瀑布图	36
5.3.15	局部放大图	37
5.3.16	记录与回放	39
5.3.17	导出数据	40
5.3.18	删除文件与图像	41
5.3.19	采样率修改	42
5.3.20	快捷参数设置	42
6.	SWP 模式的使用	44
6.1	SWP 模式通用参数介绍	44
6.2	信道功率	45
6.2.1	参数说明	45
6.2.2	操作步骤	45
6.3	占用带宽	46
6.3.1	参数说明	46
6.3.2	操作步骤	46
6.4	邻道功率比	47
6.4.1	参数说明	47
6.4.2	操作步骤	47
6.5	IP3/IM3	48
6.5.1	参数说明	48
6.5.2	操作步骤	48
6.6	频率追踪	49
6.7	峰值表	50
7.	IQS 模式的使用	52

7.1	IQS 通用参数介绍	52
7.2	IQS 模式功能简介	53
7.3	频谱分析	53
7.3.1	参数说明	53
7.3.2	操作步骤	53
7.4	IQvT	54
7.4.1	操作步骤	54
7.5	PvT	55
7.5.1	操作步骤	55
7.6	AM 解调	55
7.6.1	参数说明	55
7.6.2	操作步骤	55
7.6.3	音频分析	56
7.7	FM 解调	57
7.7.1	参数说明	57
7.7.2	操作步骤	57
7.7.3	音频分析	58
7.8	DDC 数字下变频	58
7.8.1	参数说明	58
7.8.2	操作步骤	59
8.	DET 模式的使用	62
8.1	DET 通用参数介绍	62
8.2	脉冲信号测量	62
8.2.1	操作步骤	62
8.3	脉冲信号检测（选件，opt72）	63
8.3.1	申请许可证	63
8.3.2	参数说明	65
8.3.3	操作步骤	65
9.	RTA 模式的使用	67
9.1	RTA 通用参数介绍	67
9.2	概率密度图	67
9.2.1	参数说明	67
9.2.2	关闭概率密度图	67
9.3	WIFI 信号测量	68
10.	数字解调（选件，opt71）	69
10.1	申请许可证	69
10.2	参数说明	70
10.3	功能简介	70
10.4	操作步骤	70
11.	相位噪声测量模式	72

11.1	版本要求	72
11.2	启用相位噪声测量功能	72
11.3	参数说明	73
11.4	操作步骤	73
11.4.1	已知载波信息的相位噪声测量	73
11.4.2	未知载波信息的相位噪声测量	75
12.	ASG 功能的使用	77
12.1	ASG 通用参数介绍	77
12.2	ASG 功能使用说明	78
12.3	单音信号	78
12.4	频率扫描信号	79
12.5	功率扫描信号	80
13.	其他功能的使用	82
13.1	GNSS 使用说明	82
13.1.1	GNSS 配件简介	82
13.1.2	GNSS 接口介绍	83
13.1.3	GNSS 模块连接方法	83
13.1.4	查看 GNSS 信息	86
13.1.5	使用 GNSS 模块的 1PPS 触发	87
13.1.6	使用 GNSS 模块的 10MHz 参考时钟（仅高品质 GNSS 模块可用）	88
13.1.7	GNSS 使用注意事项	88
13.2	触发功能介绍	89
13.2.1	SWP 扫频模式	89
13.2.2	IQS、DET、RTA 定频点模式	89
13.3	中频输出应用指南	90
13.4	外部参考时钟输入	91
13.5	远程控制指南	92
13.6	修改 NX 系列设备 IP 地址	94
14.	软固件更新	97
14.1	软固件更新规则	97
14.2	SASudio4 软件获取	97
14.3	软固件更新包获取	98
14.4	Updater 更新软固件	98
14.5	异常处理	101
14.5.1	固件更新异常处理	101
14.5.2	内部软件更新异常处理（仅 NX 设备）	101

1. 版本更新说明

版本更新说明表

版本号	内容	时间
V1.0	增加数字解调和脉冲选件测量说明	2025-3-27
V1.1	1.增加相位噪声测试功能说明 2.修改触发功能介绍（以最新 SAS4 为准）	2025-4-3
V1.2	DET 模式增加脉冲信号测试	2025-4-8
V1.3	1.增加运行环境要求、概率密度图章节 2.增加 NX 系列单台、多台仪器 IP 地址修改说明 3.删除 SWP 模式脉冲检测、数字解调硬狗使用说明	2025-4-9

2. 运行环境要求

以下仅给出上位机配置的基本建议，对低于此推荐配置请以实测结果为准。

2.1 Windows 系统

操作系统	Windows 11/10/8/7
架构	x86、x64（AArch64 仅 NX 设备支持）
处理器	Intel i3 及以上，AArch64 仅测试过骁龙 8CX Gen2
内存	4 GB 及以上
硬盘	IQ 信号记录需确保硬盘系统连续写入带宽大于 400 MBytes/s
数据接口	USB2.0 或 USB3.0（推荐优选 USB3.0） IQ 信号记录带宽及时长受数据接口带宽限制
显示分辨率	不小于 1280 × 800 像素
其他	部分杀毒软件可能导致系统无法正常运行

2.2 Linux 系统

操作系统	Ubuntu 22.04/20.04/18.04 Debian 12/11/10 Raspberry Pi OS 64bit
架构	x64、AArch64（树莓派 4B、RK3399、RK3588）
内存	4 GB 及以上
硬盘	IQ 信号记录需确保硬盘系统连续写入带宽大于 400 Mbytes/s
数据接口	USB2.0 或 USB3.0（推荐优选） IQ 信号记录带宽及时长受数据接口带宽限制
显示分辨率	不小于 1280 × 800 像素
其他	部分杀毒软件可能导致系统无法正常运行

3. 快速入门指南（SA 系列）

本章为 SA 系列快速入门指南，主要内容包括安全指导，仪器连接、安装驱动和运行 SASTudio4 软件。

3.1 安全指导

3.1.1 电源适配器的选择

建议使用原厂配套的电源适配器。若您因某些情况无法使用原厂随寄电源适配器，请参考相应型号仪器的产品手册，选择规格合适的电源适配器。

若直接通过直流源供电，请严格遵循产品手册规范：输入电压需满足 5 V/2 A 供电标准（允许范围 4.75 V-5.25 V），同时确保纹波峰值不超过 200 mVp。此参数要求可保障设备正常运行，避免硬件损伤。

3.1.2 射频输入

最大损毁输入功率（连续波）和最大直流电压请参考仪器相应型号的产品手册，使用时请严格遵守手册中的指标要求，切勿超过最大值，以免对仪器造成不可逆的损伤。

3.2 SA 系列仪器的使用

3.2.1 连接设备

- 1、通过 Type-C 数据线将仪器电源接口连接至电源适配器，电源适配器插入插座；
- 2、通过 Type-C 数据线将设备数据接口连接至计算机或嵌入式设备的 USB 接口，为了获得最佳性能，强烈推荐使用 USB3.0。

重要提示：SA 系列仪器在通电约 3 s 后才能正常工作，请耐心等待。

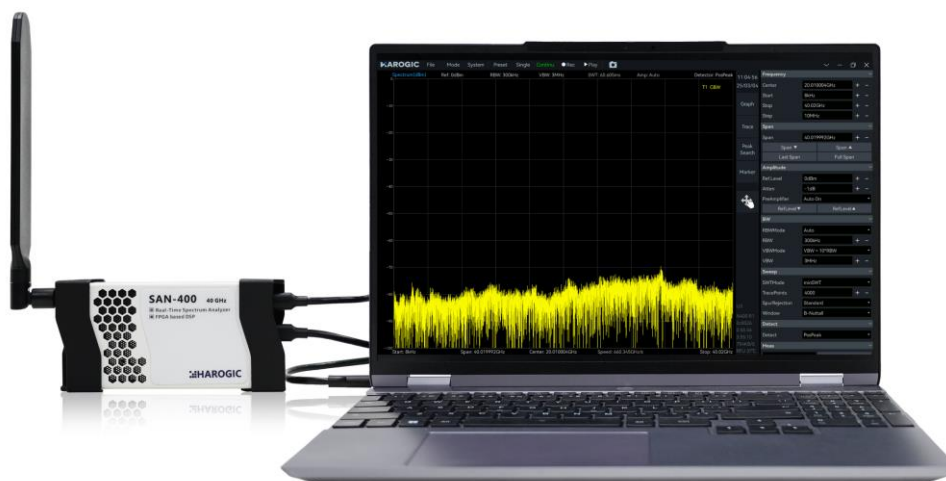
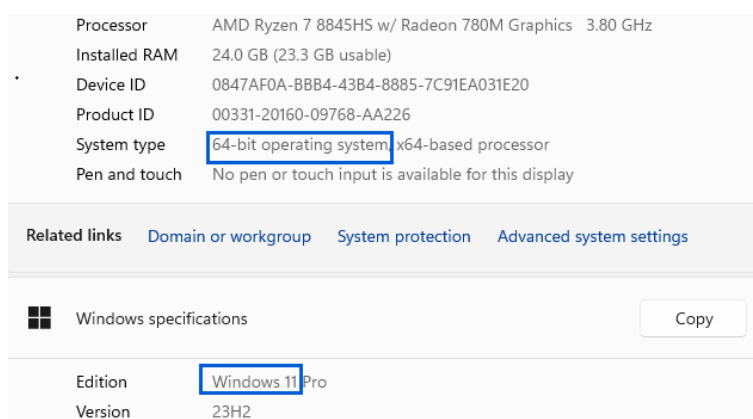


图 1 SA 系列仪器连接示意图

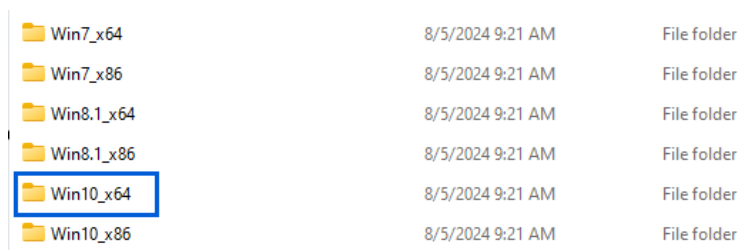
3.2.2 安装驱动 (Windows)

下面将以安装 Win10_x64 驱动为例。注：Win10 驱动兼容 Win11 系统。

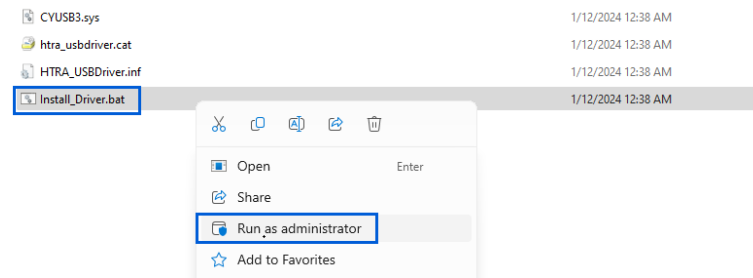
- 1、 查看电脑系统信息，确认系统位数和版本；



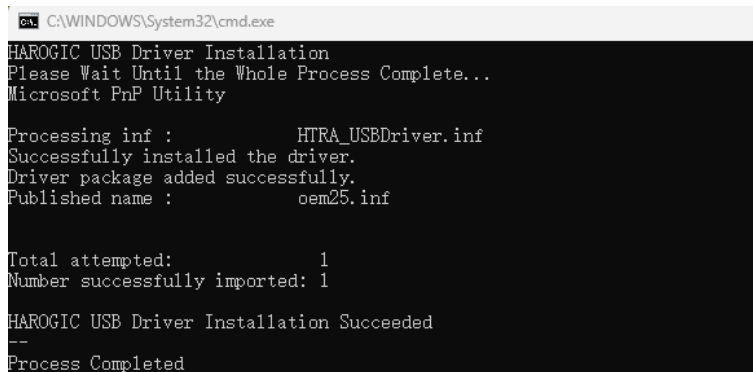
- 2、 打开随寄 U 盘的 Windows\HTRA_Driver\Win10_x64 文件夹；



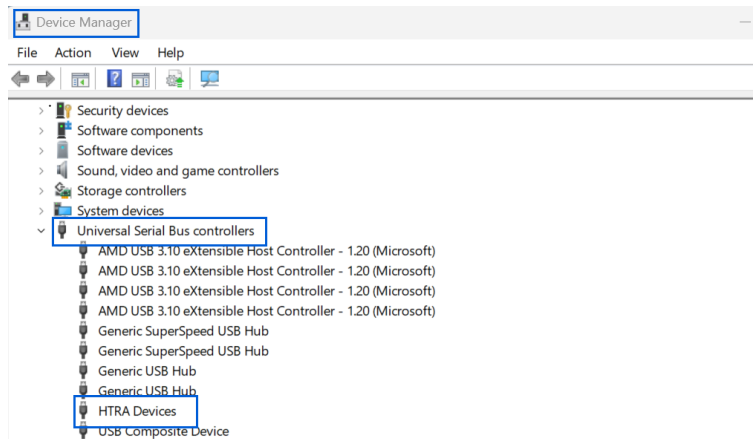
- 3、 鼠标右键点击 “Install_Driver.bat” 文件，在弹出菜单中选择 “以管理员身份运行”，进行驱动安装；



4、 终端出现如下提示，则驱动安装完成；



5、 电脑连接设备，在电脑任务栏或开始菜单的搜索框中输入“设备管理器”，并在搜索结果中点击进入设备管理器界面。接着，展开“通用串行总线控制器”栏目，即可在下拉列表中看到设备驱动“HTRA Device”



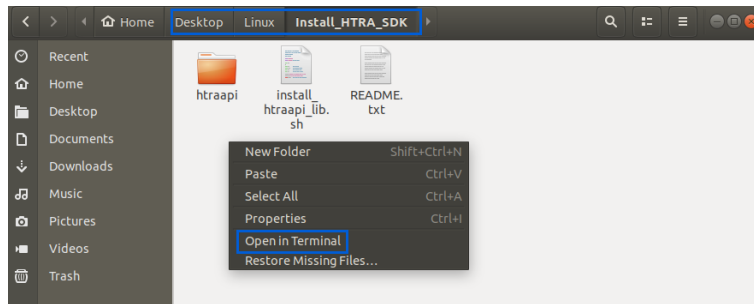
3.2.3 安装驱动（Linux）

下面将以在 Ubuntu18.04 虚拟机中安装驱动为例，其他 Linux 系统操作步骤基本相同。

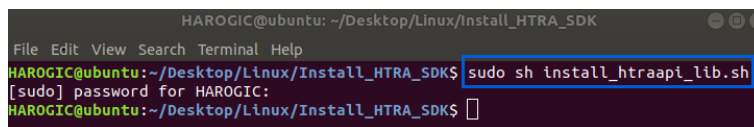
1、 将随寄 U 盘的 Linux 文件夹拷贝至 Linux 系统中；

ApplicationGuide	10/8/2024 5:00 PM
CalFile	10/8/2024 5:00 PM
Linux	10/8/2024 5:00 PM
Windows	10/8/2024 5:00 PM

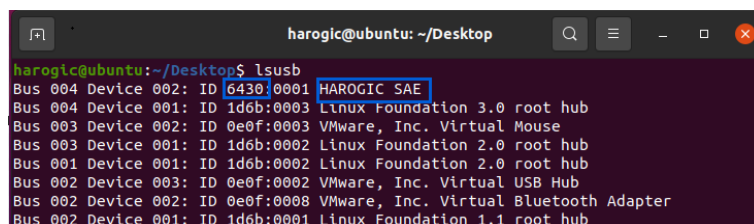
2、 进入 Linux 文件夹下的 Install_HTRA_SDK 文件夹，右键单击空白处，选择 “Open in Terminal” 打开终端；



3、 输入 “sudo sh install_htraapi_lib.sh” 后按回车键，根据系统提示输入当前登录用户的密码。并再次按回车键确认；



4、 连接设备与上位机（若上位机是虚拟机，连接成功后，可以查看虚拟机界面右下角的硬件设备图标。当鼠标悬停在该图标上时，会显示 HTRA 标志，确认设备已连接至虚拟机。同时，确保 USB 兼容性设置为 USB 3.1，以保证设备的正常工作。），在终端输入 “lsusb”，查看本机 USB 设备列表，若出现 ID:6430 或 ID:3675 或 ID:04b5 或 ID 367f，则驱动安装成功。

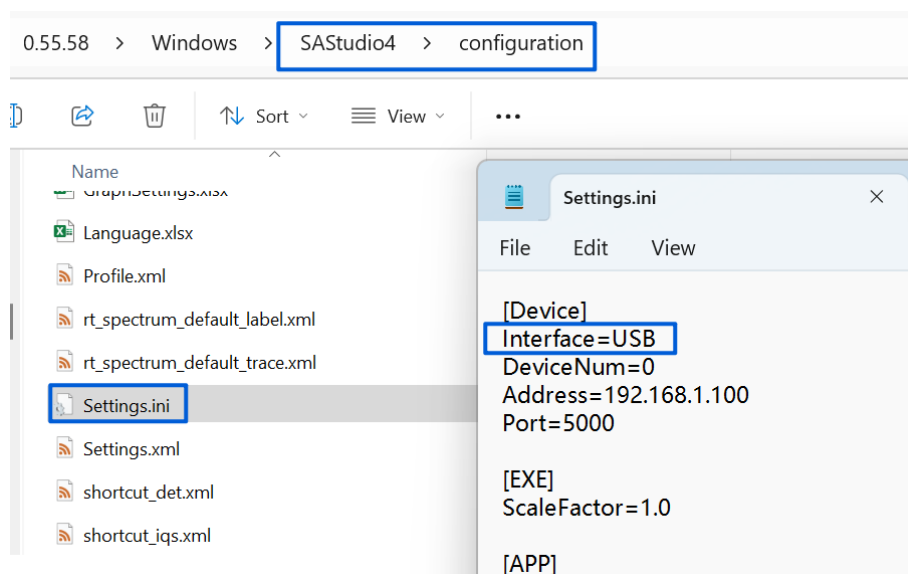


3.3 运行 SASudio4

默认设备已按照上述章节正常连接，并成功安装驱动。

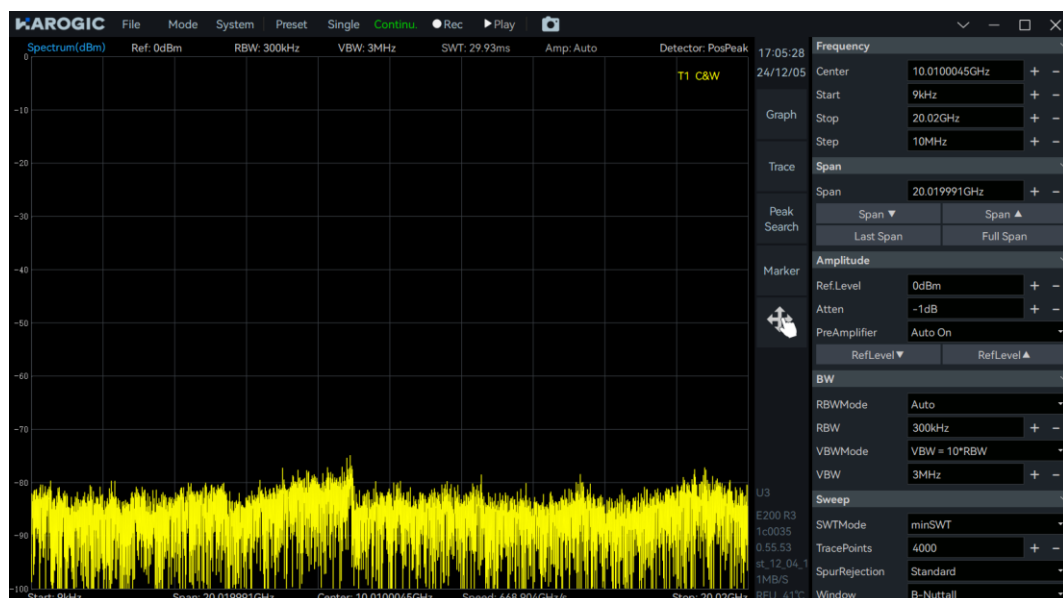
- 1、 将随寄 U 盘中的\Windows\SASudio4\文件夹拷贝至电脑桌面或其他目录；
- 2、 进入\Windows\SASudio4\configuration\文件夹，双击打开 Settings.ini 文件，确认其中 Interface 是否等于 USB，

如果不是，请手动修改为“USB”并保存文件；



3、进入\SASTudio4\bin\文件夹，鼠标左键双击运行 SASTudio4.exe；

4、SASTudio4 正常运行，如下图所示。



注：1) 随寄 U 盘中 SASTudio4 默认为 Windows x64 版本，支持 Win7、Win8、Win10 和 Win11。若需要

Windows x86、Linux x86_64 或 Linux aarch64 版本，请联系海得科技官方技术支持进行获取；

2) 若打开软件显示缺少校准文件，请从仪器对应 U 盘中拷贝 CalFile 至 SASTudio4/Bin/CalFile 文件夹中。

若仍然无法使用，请参考《故障排除指南》或联系海得科技官方客服寻求支持。

3.4 外部接口说明

3.4.1SAN 系列和 SAM 系列



表 1 SAN 系列和 SAM 系列接口说明

引脚	接口名称	描述
1	射频信号输入	SMA (F)，输入阻抗 50 Ω
2	射频信号输出	SMA (F)，输出阻抗 50 Ω
3	参考时钟输入	MCX (F)，幅度 $\geq$ 1.5 Vpp，输入阻抗 330 Ω
4	电源端口	仪器充电端口，Type-C 5 V 2 A
5	数据端口	Type-C，建议使用 USB3.0（USB2.0 可用，但带宽受限）
6	多功能 MUXIO	详细描述请见表 2

表 2 端口 6 多功能 MUXIO PIN 接口说明（图示方向从左至右）

引脚	名称	方向	电平标准	含义
A1	GND	/	/	接地
A2	NC	/	/	/
A3	EXT_TRG-IO1_F	I	3.3 V	外触发输入
A4	VEXT	O	/	电源输出，5 V
A5	GND	/	/	接地

A6	USART6_TX_F	O	3.3 V	串口输出
A7	USART6_RX_F	I	3.3 V	串口输入
A8	NC	/	/	/
A9	VEXT	O	/	电源输出, 5 V
A10	EXT_TRG-IO2_F	/	/	外触发输出
A11	USART6_IT_F	/	/	预留
A12	GND	/	/	接地

3.4.2SAE 系列和 SAN-400 系列

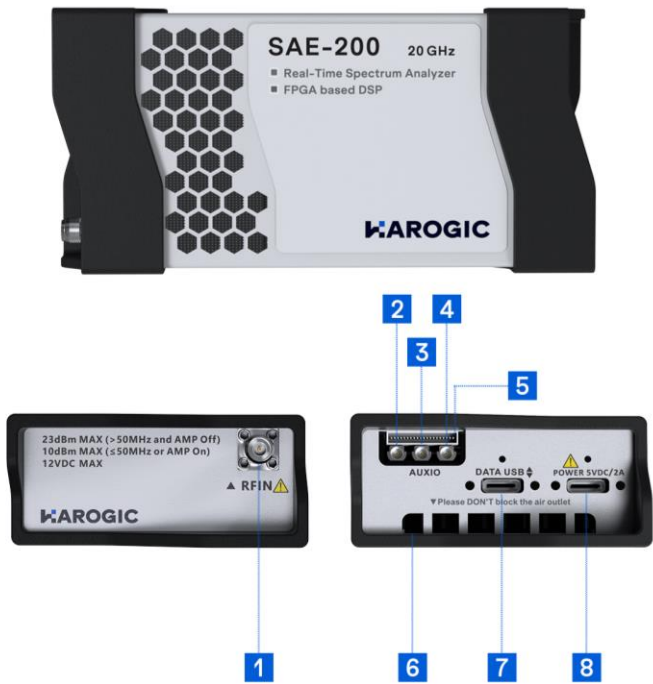


表 3 SAE 系列与 SAN-400 M2 接口

引脚	接口名称	描述
1	射频信号输入	2.92 mm (F), 输入阻抗 50 Ω
2	模拟中频输出	MMCX (F), 最大输出功率 -25 dBm, 输出阻抗 50 Ω
3	预留接口	/
4	参考时钟输入	MMCX (F), 幅度≥1.5 Vpp, 输入阻抗 330 Ω
5	多功能 MUXIO	详细描述请见表 4
6	散热口	/
7	数据端口	Type-C, 建议使用 USB 3.0 (USB 2.0 可用, 但带宽受限)
8	电源端口	仪器充电端口, Type-C 5 V 2 A

表 4 端口 5 多功能 MUXIO PIN 接口说明 (图示方向从左至右)

引脚	名称	方向	电平标准	含义
1	EXT_TRG_IO1	I	3.3 V	触发输入
2	EXT_TRG_IO2	/	/	预留
3	EXT_TRG_IO3	O	3.3 V	触发输出
4	GND	/	/	接地
5	LFADC_INA	I	模拟信号	低频 ADC 输入
6	3V3D	O	/	电源输出, 5 V 输出
7	USART9_RX	I	3.3 V	串口输入
8	GND	/	/	接地
9	USART_TX	O	3.3 V	串口输出
10	NC	/	/	/
11	NC	/	/	/
12	NC	/	/	/
13	GND	/	/	接地
14	REFCLK_OUT	O	/	参考时钟输出, 可输出 10 MHz 标准时钟信号

4. 快速入门指南（NX 系列）

本章为 NX 系列快速入门指南，主要包括：安全指导、仪器连接、配置网络和运行 SAStudio4 软件。

4.1 安全指导

4.1.1 电源适配器的选择

建议使用原厂配套的电源适配器。若您因某些情况无法使用原厂随寄电源适配器，请参考相应型号仪器的产品手册，选择规格合适的电源适配器。

若直接通过直流源供电，请严格遵循产品手册规范：输入电压需满足 12 V/2 A 供电标准（允许范围 9 V-12 V），同时确保纹波峰值不超过 200 mVp。此参数要求可保障设备正常运行避免硬件损伤。

最大损毁输入功率（连续波）和最大直流电压请参考相应型号仪器的产品手册，使用时务必严格遵守手册中的指标要求，切勿超过最大值，避免对仪器造成不可逆的损坏。

4.2 NX 系列设备的使用

4.2.1 连接设备

- 1、通过 Type-C 数据线将仪器电源接口连接至电源适配器，电源适配器插入插座；
- 2、通过网线（用户自备）将仪器 LAN 接口连接至计算机或嵌入式设备的网口。为获得最佳传输性能，请使用仪器的千兆网口：LAN2 与上位机进行连接。（LAN1: 100 Mbps, LAN2: 1 Gbps）。

重要提示：NX 系列仪器通电后会启动，大约需要 40 s 才能完成启动并正常使用，请耐心等待。如需关闭设备，请长按设备电源键 5 s 以上。

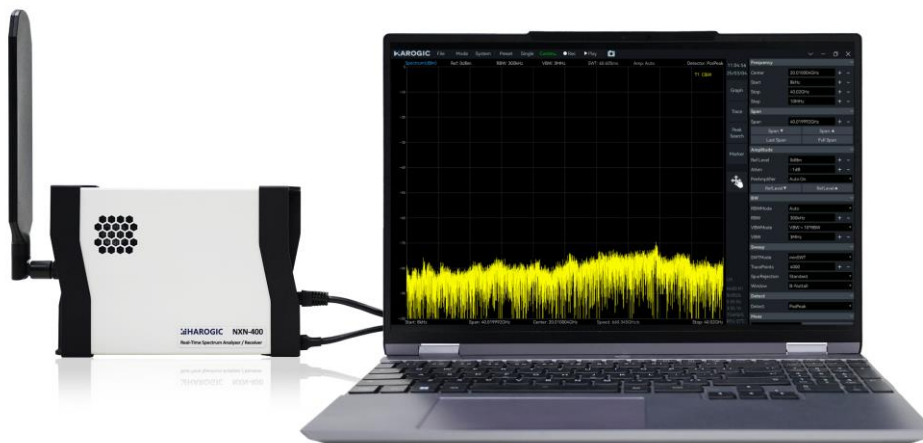


图 2 NX 系列仪器连接图

4.2.2 配置网络

NX 设备默认 IP 地址为 192.168.1.100，子网掩码为 255.255.255.0，默认开启网桥功能，连接 LAN1 或 LAN2 均可使用 192.168.1.100 的 IP 地址。

NX 系列仪器默认网络配置如下：

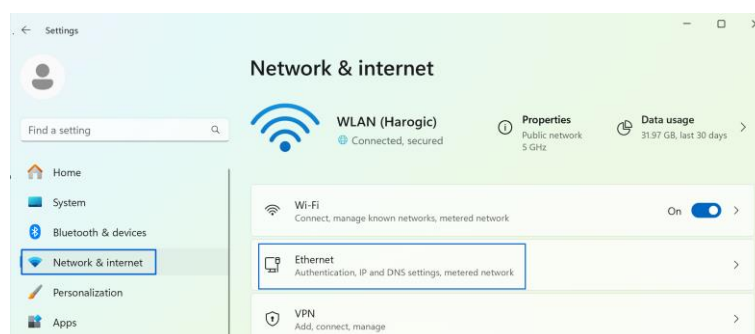
- IPv4 地址：192.168.1.100（不可修改）、192.168.3.100（可修改）
- 子网掩码：255.255.255.0
- 网桥模式：已启用

接口说明：

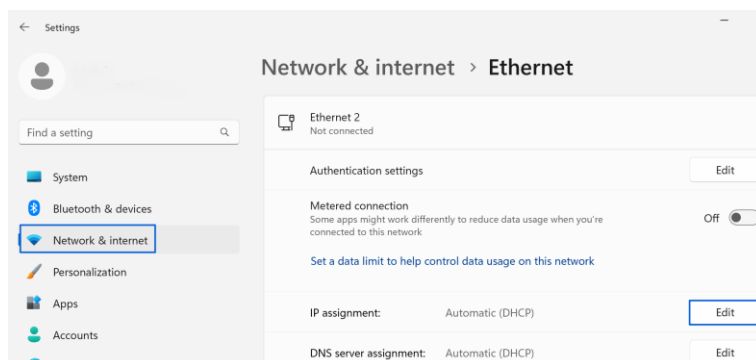
- 物理端口 LAN1（百兆口）/LAN2（千兆口）已桥接为逻辑接口
- 任一物理端口接入网络后，均可通过 192.168.1.100 或 192.168.3.100 地址访问设备

上位机的 IP 地址必须与 NX 仪器处于同一网段才可以正常使用，下面将介绍如何配置上位机的 IP 地址。

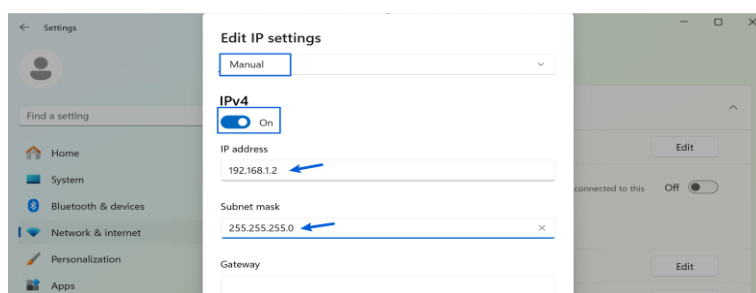
- 1、 打开 “Settings” → 选择 “Network & Internet” → 选择 “Ethernet” ；



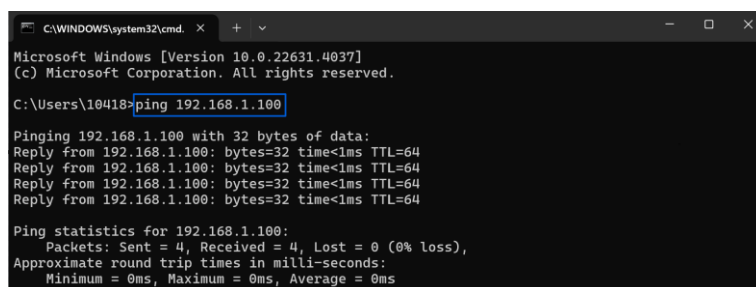
2、 进入以太网，找到 IP 部分点击 “Edit” ；



3、 选择 “Manual” 设置 IP, 开启 IPv4 选项, 设置 IP 地址与子网掩码。例如将电脑 IP 地址设置为 192.168.1.2, 子网掩码设置为 255.255.255.0;



4、 在电脑任务栏或开始菜单的搜索框中输入 “cmd”，并在搜索结果中点击进入命令提示符窗口。接着，输入 “ping 192.168.1.100” 并按回车键，如果网络连接正常且收到如下回应，表示设备与目标 IP 地址的网络连接已成功建立，网络配置完成。



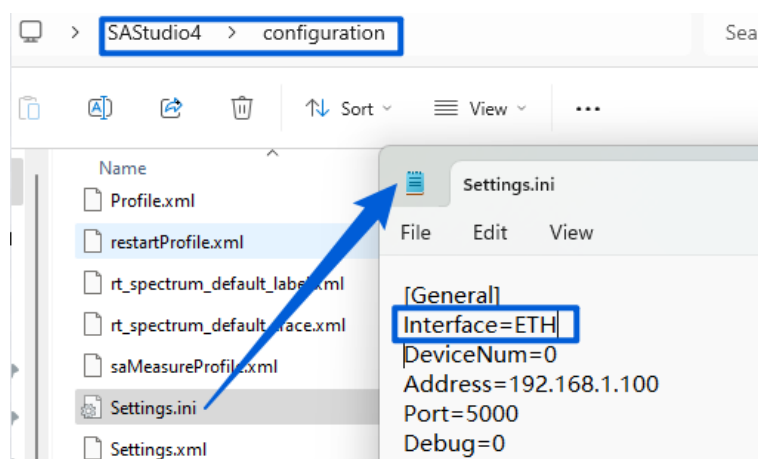
4.3 运行 SASudio4

默认仪器已按照上述章节正常连接，并成功配置网络。

1、 将随寄 U 盘中的 \Windows\SASudio4\ 文件夹拷贝至电脑桌面或其他目录；

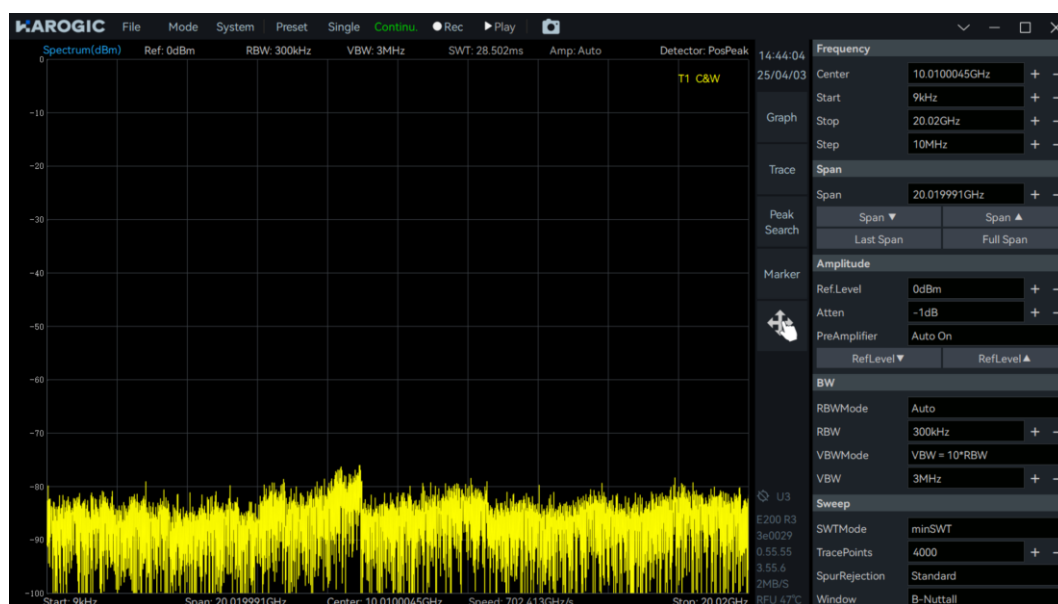
2、 进入 \SASudio4\configuration\ 文件夹，双击打开 Settings.ini 文件，确认其中 Interface 是否等于 ETH，

如果不是，请手动修改为“ETH”并保存文件；



3、 进入\SAStudio4\bin\文件夹，鼠标左键双击运行 SAStudio4.exe；

4、 SAStudio4 正常运行，如下图所示。



注：1) 随寄 U 盘中 SAStudio4 默认为 Windows x64 版本，支持 Win7、Win8、Win10 和 Win11。若需要

Windows x86、Linux x86_64 或 Linux aarch64 版本，请联系海得科技官方技术支持进行获取；

2) 若打开软件显示缺少校准文件，请从仪器对应 U 盘中拷贝 CalFile 至 SAStudio4/Bin/CalFile 文件夹中。

若仍然无法使用，请参考《故障排除指南》或联系海得科技官方客服寻求支持。

4.4 外部接口说明

4.4.1NXN 系列和 NXM 系列



表 5 NXN 系列和 NXM 系列接口说明

引脚	接口名称	描述
1	参考时钟输入	MCX (F)，幅度 ≥ 1.5 Vpp，输入阻抗 330 Ω
2	射频信号输出	SMA (F)，输出阻抗 50 Ω
3	射频信号输入	SMA (F)，输入阻抗 50 Ω
4	USB	Type-C，USB 2.0
5	GNSS 天线输入	MMCX (F)
6	触发输出	MMCX (F)，3.3V CMOS
7	触发输入	MMCX (F)，3.3V CMOS，输入阻抗为高阻
8	参考时钟输出	当内部选配 DOCXO 时，可输出高品质 10 MHz 时钟信号
11 12 13	预留接口	/
9	多功能 MUXIO	/
10	4G 天线输入	MMCX (F)
14	仪器开关	打开/关闭仪器。仪器在首次上电时自动启动，无需手动按下开关。上电过程中，可通过开关关闭或重新开启仪器
15	电源端口	Type-C PD 12 V 2 A/9 V 2 A
16	LAN1	百兆网口

表 6 端口 9 多功能 MUXIO PIN 接口说明 (图示方向从右至左)

引脚	名称	方向	电平标准	含义
1	GPIO0	/	/	预留
2	TRG IO2	/	/	预留
3	GPIO1	/	/	预留
4	GND	/	/	接地
5	GPIO2	/	/	预留
6	3V3/5VIN	O	/	电源输出, 5 V 输出
7	GPIO3	/	/	预留
8	GND	/	/	接地
9	USART_TX_FP	/	/	预留
10	NC	/	/	/
11	NC	/	/	/
12	NC	/	/	/
13	GND	/	/	接地
14	REFCLK_OUT_FP	O	/	参考时钟输出, 可输出 10 MHz 标准时钟信号

4.4.2NXE 系列和 NXN-400

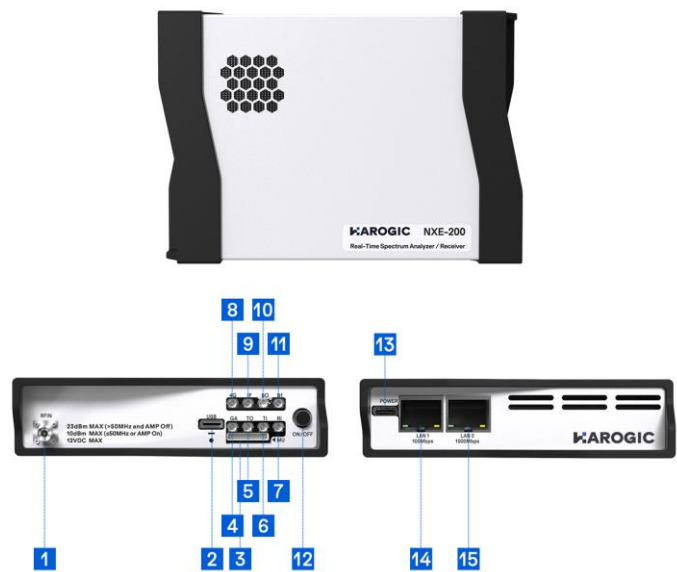


表 7 NXE 系列和 NXN-400 接口说明

引脚	接口名称	描述
1	射频信号输入	2.92 mm (F)，输入阻抗 50 Ω
2	USB	Type-C，USB 2.0
3	多功能 MUXIO	
4	GNSS 天线输入	MMCX (F)
5	触发输出	MMCX (F)，3.3V CMOS
6	触发输入	MMCX (F)，3.3V CMOS，输入阻抗为高阻
7	参考时钟输入	MMCX (F)，幅度 ≥ 1.5 Vpp，输入阻抗 330 Ω
8	4G 天线输入	MMCX (F)
9	模拟中频输出	MMCX (F)，最大输出功率 -25 dBm，输出阻抗 50 Ω
10 11	预留接口	
12	仪器开关	打开/关闭仪器。仪器在首次上电时自动启动，无需手动按下开关。上电过程中，可通过开关关闭或重新开启仪器
13	电源端口	Type-C PD 3.0 12 V 2 A/9 V 2 A
14	LAN1	百兆网口
15	LAN2	千兆网口

表 8 端口 3 多功能 MUXIO PIN 接口说明 (图示方向从右至左)

引脚	名称	方向	电平标准	含义
1	GPIO0	/	/	预留
2	TRG IO2	/	/	预留
3	GPIO1	/	/	预留
4	GND	/	/	接地
5	GPIO2	/	/	预留
6	3V3/5VIN	O	/	电源输出, 3.3 V 输出
7	GPIO3	/	/	预留
8	GND	/	/	接地
9	USART_TX_FP	/	/	预留
10	SYNC_RXRFLO	I	3.3 V	射频本振同步
11	SYNC_ADCCLK	I	3.3 V	ADC 时钟同步
12	SYNC_RXIFLO	I	3.3 V	中频本振同步
13	GND	/	/	接地
14	REFCLK_OUT_FP	O	/	参考时钟输出, 可输出 10 MHz 标准时钟信号

5. SAStudio4 概述与通用操作

本章主要对 SAStudio4 的界面布局、工作模式和常用功能进行说明。

5.1 工作模式介绍

海得科技 SA/NX 系列仪器提供多种工作模式，主要包括标准频谱分析、IQ 流、检波分析、实时频谱分析、相位噪声测量和数字解调（选件），每种工作模式具备的测量功能将在以下章节进行详细说明。

5.1.1 标准频谱分析模式（SWP）

SWP 模式下，仪器根据配置进行变频以实现频率扫描，该模式适用于面向频率迹线的测量与分析应用。

SWP 模式主要功能：

- 频谱全景扫描
- 频谱局部放大显示
- 瀑布图
- 频谱数据记录与回放
- 信号追踪
- IP3/IM3
- 信道功率（Channel Power）
- 占用带宽（OBW）
- 邻道功率比（ACPR）
- 峰值表

5.1.2 IQ 流模式（IQS）

IQS 模式下，仪器根据指定的触发信号对分析带宽内的时域数据进行采集并返回给用户。IQS 模式适用于时域信号记录、基础解调分析等应用。

IQS 模式主要功能：

- IQ 时域波形图
- 瀑布图
- 功率-时间波形图
- 多通道数字下变频（DDC）
- IQ 数据的频谱分析
- AM/FM 解调
- 音频分析
- IQ 数据记录与回放

5.1.3 检波分析模式（DET）

DET 模式下，仪器对分析带宽内的时域信号进行连续的检波分析。DET 模式适用于观察一定带宽内，时间和功率的关系，例如脉冲参数测量。

DET 模式主要功能：

■ 功率-时间波形图及缩放图

■ 脉冲信号测量与数据记录回放

5.1.4 实时频谱分析模式 (RTA)

RTA 模式下，仪器对分析带宽内的时域信号进行实时频谱分析，并将频谱结果返回给用户。RTA 模式适用于关注瞬时及突发信号的应用，例如干扰排查、复杂电磁环境下特征信号的识别等。

RTA 模式主要功能：

■ 实时频谱概率密度图和瀑布图

■ 实时频谱数据的记录和回放

5.1.5 相位噪声测量模式 (PNM)

在相位噪声测量模式下，仪器通过自动化测量技术，提供高精度的相位噪声谱图和详细的数据表。这些测量结果帮助用户深入分析信号的相位稳定性、噪声分布以及不同频率偏移下的噪声密度。

相位噪声测量模式主要功能：

■ 单边带相位噪声谱图

■ 相位噪声测量表

5.1.6 数字解调模式 (选件)

数字解调模式下，仪器对调制信号进行解调，并从多个角度分析信号的调制质量。特别是对已知调制信号进行分析、质量评估和数据提取的环境中。典型的应用包括调制信号分析、调制质量评估以及系统性能分析等。

数字解调模式主要功能：

■ 星座图和眼图

■ 比特表、解调参数说明

■ 调制信号频谱分析

■ ASK/FSK/PSK/MSK/QAM 解调

5.2 界面布局

SASudio4 的界面由以下部分组成：

■ 菜单栏 (Menu)

■ 图表设置区 (Graph Set Area)

■ 图表显示区 (Graph Display Area)

■ 主设置区 (Main Setting Area)

■ 仪器状态栏 (Instrument State)

■ 参数快捷设置区 (Parameter Quick Set)

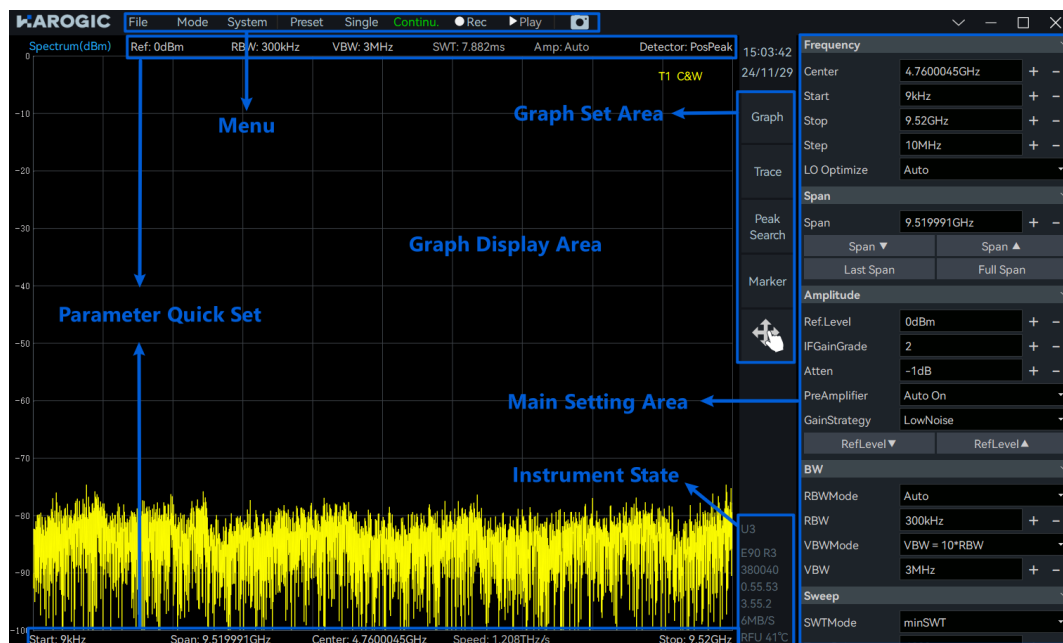


图 3 SAStudio4 界面布局

5.2.1 菜单栏

- 保存与载入配置文件
- 工作模式切换
- 显示模式切换
- 单次与连续预览
- 快捷截图
- 设置启动状态
- 测量模式选择
- 风扇控制
- 记录与回放
- GNSS、仪器信息查看

5.2.2 图表设置区

- 图表设置
- 迹线操作
- 游标操作
- 显示测量结果

5.2.3 主设置区

- 测量与分析设置
- 触发设置
- 数据记录与回放
- 系统设置

5.2.4 仪器状态栏

- 仪器型号
- 软件版本
- 仪器实时温度
- 总线数据吞吐量
- GNSS 天线连接状态
- 仪器 UID 后六位

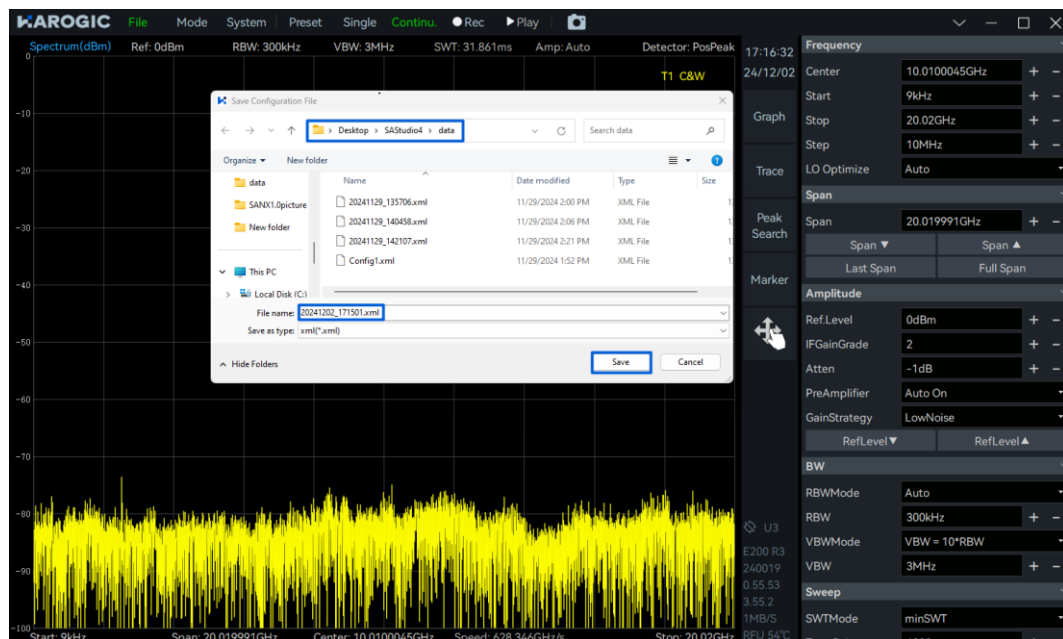
5.3 SAStudio4 常用功能介绍

5.3.1 保存和打开仪器配置

1) 保存当前配置

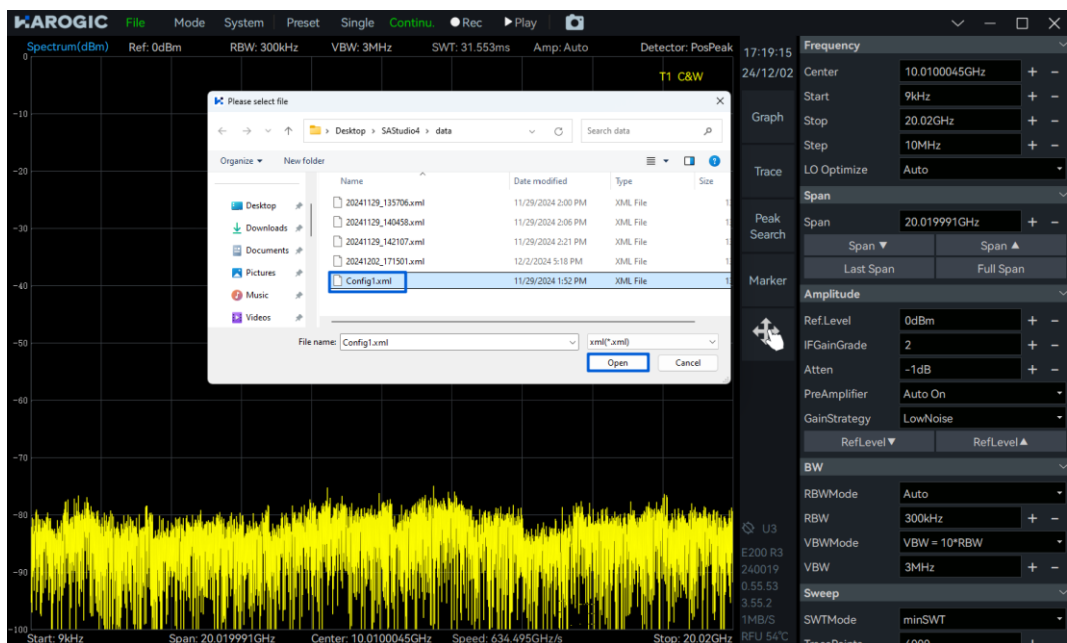
点击菜单栏中的“File”，选择“Save State”。

在“Save Configuration File”弹窗中，设置保存路径和文件名，点击“Save”保存配置文件。



2) 打开预存配置

1. 点击菜单栏中的“File”，选择“Recall State”。
2. 在“Please Select file”弹窗中选择配置文件，点击“Open”打开预存配置。



5.3.2设置启动状态

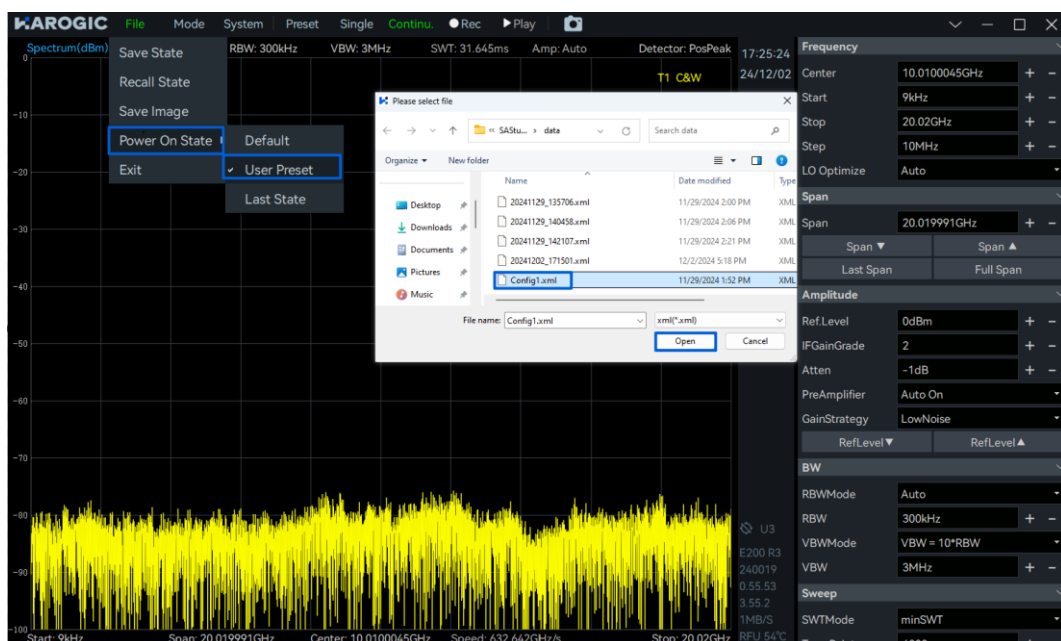
海得科技 SA/NX 系列频谱仪支持用户进行仪器启动状态设置，所支持的启动状态详情请见表 9。

表 9 SAStudio4 软件启动状态

序号	启动状态名称	
1	Default	仪器默认配置
2	User Preset	选择用户预存的配置文件作为启动的初始配置
3	Last State	使用上一次退出软件时的参数配置作为启动的初始配置

若您想进行启动状态设置，请按照以下步骤进行。

- 1、 点击菜单栏中的“File”，选择“Power On State”设置软件启动状态；
- 2、 “Default”和“Last State”直接勾选即可，下一次启动软件时将以该选择作为启动的初始状态；
- 3、 选择“User Preset”，在出现的“please Select File”弹窗中选择用户预存的配置文件，然后点击“Open”，下次启动时，软件将以用户指定的配置打开。



5.3.3 切换工作模式

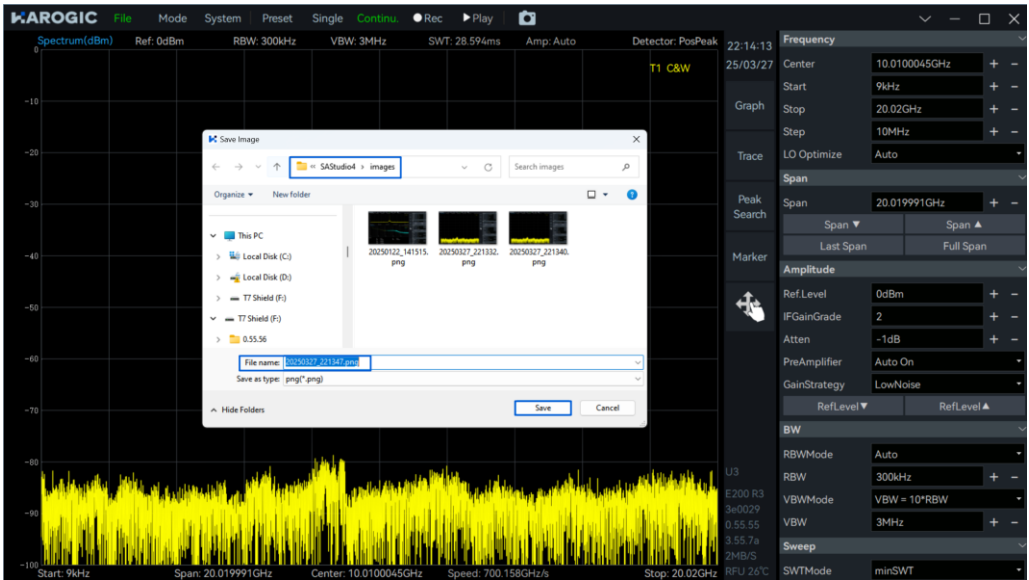
点击菜单栏中的“Mode”，可以将 SASTudio4 的工作模式切换至标准频谱分析模式（SWP）、IQ 流模式（IQS）、检波分析模式（DET）、实时频谱分析模式（RTA）、相位噪声测量模式（PNM）和数字解调模式。



5.3.4 保存截图

- 1、 点击菜单栏中的“File”，选择“Save Image”；
- 2、 在“Save Image”弹窗中，设定图片保存路径和图片名，点击“Save”保存截图（图片默认保存在

“.\SAStudio4\image” 文件夹中)。或使用菜单栏中快捷按键 “” 进行截图。



5.3.5切换显示模式

SA/NX 的上位机显示界面支持三种模式：工作站单列(默认)、工作站双列和平板模式。用户可根据自身需求，选择相对应的显示模式。

表 10 显示模式查询表

显示模式	描述
工作站单列	参数单例显示，更大的频谱显示空间，便于专注观察频谱
工作站双列	参数双列显示，更为便捷的参数设置，方便同时查看和对比多个参数
平板	适用于平板等移动设备，界面简洁，触摸操作方便



5.3.6 风扇控制

SA/NX 系列频谱仪支持用户进行仪器风扇状态设置，点击菜单栏中的“System”选项，选择“Fan Control”进行相关设置，风扇所支持的设置状态详情，请参见表 11。（注意：长时间关闭风扇可能导致设备过热，进而影响性能和使用寿命，因此请谨慎使用强制关闭风扇的功能）

表 11 风扇状态查询表

风扇状态名称	描述
On	开启风扇
Off	关闭风扇
Auto	默认模式。风扇智能控制，设备温度达到 50℃ 时自动开启，降至 40℃ 自动关闭。 (NX 系列仪器与 SAE/SAN-400 系列仪器默认开启风扇，不可程控)



5.3.7 查看 GNSS 信息

重要提示: SA/NX 系列仪器所提供的 GNSS 模块暂不支持使用内部天线查看 GNSS 信息, SA 系列外接 GNSS 模块和天线且锁定后可在 SASTudio4 中查看 GNSS 信息, NX 系列外接 GNSS 天线锁定后可直接查看。

- 1、 点击菜单栏中的“System”，选择“GNSS Info”。选择之后出现“GNSS Info”弹窗，弹窗中重点参数说明请见表 12。

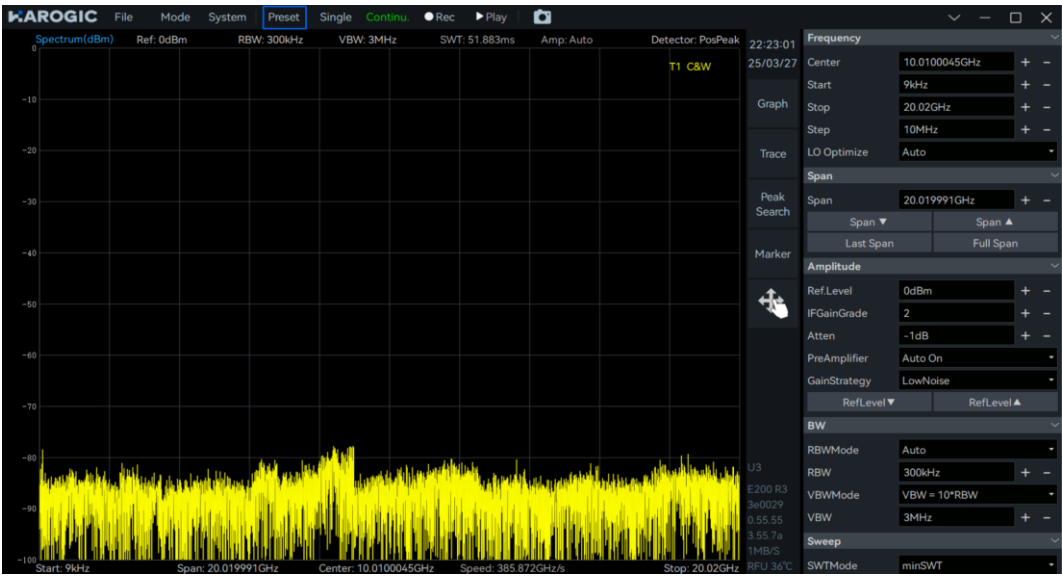


表 12 GNSS 参数说明

序号	参数	说明
1	Format	提供“本地时间”和“UTC 时间”两种时间格式
2	Antenna	选择“内部天线”或“外部天线”（目前仅支持外部天线）
3	SatNum	已定位的卫星数量/可视卫星数量
4	SNR(Max)	已定位卫星的最大信噪比/未定位卫星的最大信噪比
5	SNR(Min)	已定位卫星的最小信噪比/未定位卫星的最小信噪比
6	SNR(Avg)	已定位卫星的平均信噪比/未定位卫星的平均信噪比
7	DOCXO	恒温晶振的锁定模式
8	DOCXO Locked	恒温晶振已锁定

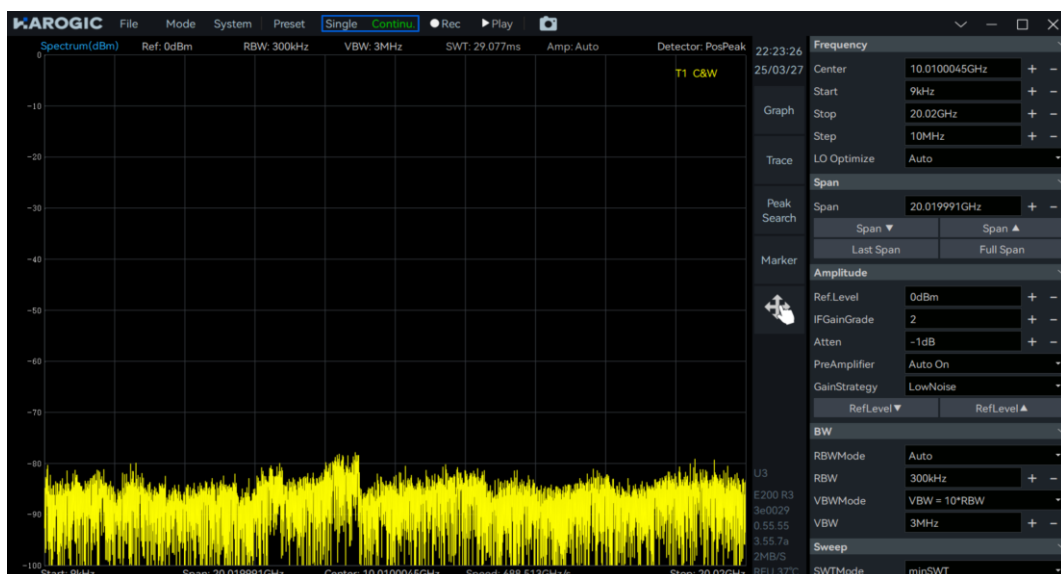
5.3.8 预览

点击菜单栏中的“Preset”，可将软件配置恢复至仪器默认初始状态。



5.3.9 单次与连续预览

单次预览：点击“Single”，连续预览：点击“Contin.”。

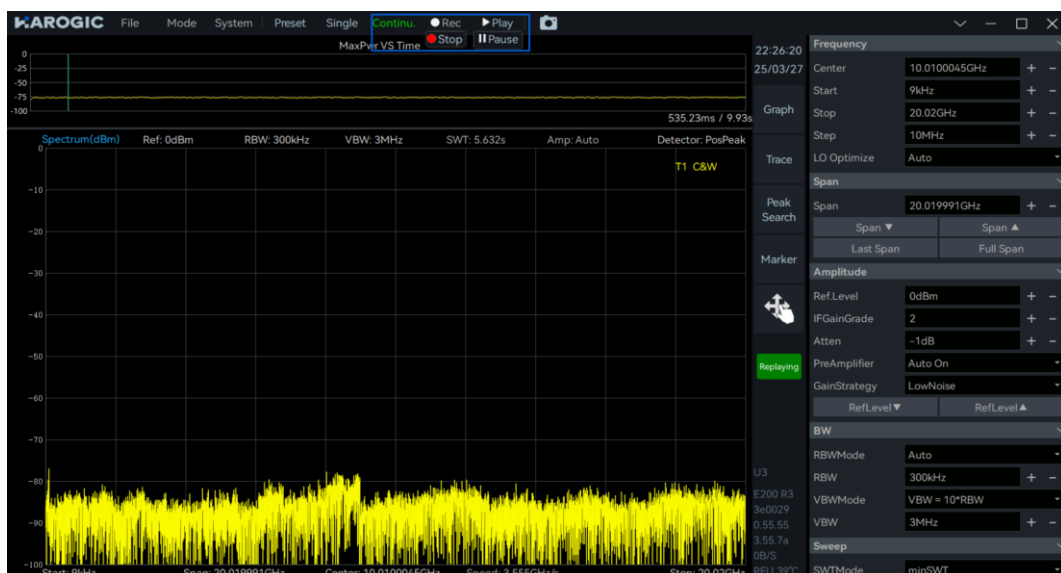


5.3.10 快捷记录与回放

记录：点击菜单栏中的“Rec”，将开始记录数据，点击“stop”停止记录。

回放：点击菜单栏中的“Play”，回放最近一次的记录数据，点击“Pause”暂停回放。

点击菜单栏中的“Continu.”可恢复数据获取。



5.3.11 专业和简洁设置

点击菜单栏中的“System”，在下拉菜单中点击“Setting Mode”，设置“Basic”或“Professional”模式。

相较于简洁模式，专业模式提供更多参数选项，适合需要更高自定义和精细设置的用户。用户可以根据需求选择适合的设置方式。具体扩展的参数请参见下表，参数的具体含义请参见各模式通用参数介绍部分。

表 13 专业模式扩展功能参数表

模式	扩展参数
标准频谱分析	本振优化、中频增益档位、增益策略、迹线点数策略、迹线检波模式、迹线检波器、FFT 执行
接收机/IQ 流	本振优化、中频增益档位、增益策略、迹线检波器、迹线检波比、校准
检波分析	本振优化、中频增益档位、增益策略
实时频谱分析	本振优化、中频增益档位、增益策略、迹线检波模式、迹线检波器、迹线检波比



5.3.12 查看当前仪器信息

点击菜单栏中的“System”，选择下拉菜单中“About”，当前仪器信息将于“About”弹窗中显示。



5.3.13 游标功能

游标功能主要在图表设置区的“游标”子菜单下进行设置，除此之外，SAStudio4 中还提供了游标的一些快捷使用方法，本节将详细说明 SAStudio4 中游标的使用方法。

1、 创建游标

- (1) 创建单个游标：双击图表显示区或点击图表设置区“Peak Search”按钮可快速唤出参考游标。
- (2) 创建多个游标：点击图表设置区的“Marker”子菜单，选择需要创建的游标，然后点击“Enabled”

启用所选游标。



2、 创建游标对

点击图表设置区“Graph”，在弹窗中选择“Marker Pair”，快速启用一对参考游标和差值游标，

连续点击，启用多对游标。



3、关闭游标

- (1) 关闭单个游标：点击图表设置区的“Marker”子菜单，选择需关闭的游标，然后点击“Enabled”

即可关闭所选游标。



- (2) 关闭所有游标：点击图表设置区“Graph”，在弹窗中选择“Clear All”，关闭所有游标。

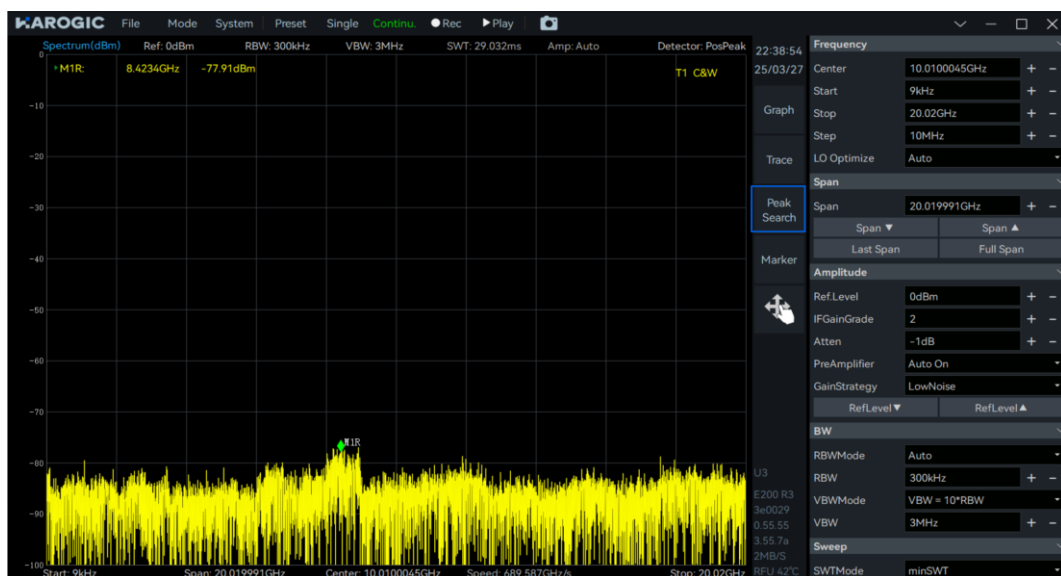


4、 游标寻峰

(1) 局部寻峰：在局部峰值附近双击图表，或者选中游标后点击“Marker” → “Local Peak”，即可开启局部寻峰。



(2) 全局寻峰：点击“Peak Search”即可开启全局寻峰。



5、 差值游标：差值游标一般和参考游标一起使用，表示与参考游标之间的频率差、时间差和幅度差。



6、 噪声密度：创建游标之后，在图表设置区的“Marker”中打开“NoiseDensity”，可以将原先的功率值转换为每赫兹的功率密度。



7、 游标至中心：将参考游标移动到目标频率位置后，点击图表设置区“Marker”中的“to Center”，将游标所在的频率对齐到中心位置。



8、 游标至模式

将参考游标移动到目标频率位置后，点击图表设置区“Marker”选项下的“Switch To”按钮，即可快速切换至其他工作模式，并将当前游标位置的频率值设为新模式的中心频率。（注意：SWP 模式仅支持单向切换至其他模式，其他模式之间可相互切换）



5.3.14 瀑布图

仅 SWP 模式、IQS 模式和 RTA 模式支持瀑布图功能。

- 1、 点击 “Graph”，打开 “Spectrogram”，创建频谱对应瀑布图。



- 2、 点击瀑布图，切换至瀑布图对应的图表设置区，再点击 “Graph”，可进入瀑布图设置，瀑布图部分控件介绍如表 14 所示：



表 14 瀑布图控件介绍

图表设置区	
Scan Depth	控制瀑布图 y 轴上缓存的时间长度
Time Density	控制瀑布图刷新速度
ColorGradation	设置瀑布图色阶

5.3.15 局部放大图

- 1、 频谱放大图（仅 SWP 模式）
- (1) 点击 “Graph”，在弹出的子菜单中打开 “Zoom”。
 - (2) 点击选中频谱放大图，点击 “Graph”，在弹出的子菜单中设置需要放大的频率范围。



2、时域放大图（仅 IQvT、PvT 和 DET 模式）

(1) IQvT 和 PvT

IQS 模式下，在主设置区 “IQvT” 或 “PvT” 子菜单下，选择相应通道，打开 “Analyze” 和 “Zoom”，可通过以下方式调整缩放区域：鼠标左键按住缩放区域滑动，按住缩放框边缘左右拖动，或将鼠标置于缩放框内滚动滚轮。



(2) DET 模式

- 1) 点击 “Graph”，在弹出的子菜单中打开 “Zoom”。
- 2) 鼠标左键按住缩放区域滑动、按住缩放框边缘左右拖动、将鼠标置于缩放框内滚动滚轮、选中缩放图 “PvT Zoom”，点击 “Graph”，设置 “TimeCenter” 和 “TimeRange”。均可调整缩放区域。



5.3.16 记录与回放

记录与回放功能重要参数说明请参见表 15。

表 15 记录与回放参数说明

记录	
RecordMode	默认存储路径：“..\SASudio4\data”文件夹 Fixed（固定时长）模式：可预设记录点数、记录时长及单次文件大小限制（注意：实际记录文件的大小不得超过硬盘剩余容量） Manual（手动模式）模式：需手动控制记录文件的记录点数（注意：在手动模式下，当记录文件大小超过文件大小限制时，软件将自动停止记录。）
RecordTime	设置记录时长，仅记录模式为“Fixed”时生效
FileSizeLimit	单个记录文件的存储大小限制
Disk	硬盘剩余容量和硬盘总容量
回放	
Last frame	回退一帧
Next frame	前进一帧
Back	回退若干帧
Forward	前进若干帧

1) 数据记录

点击主设置区“Record”下拉菜单中的“RecordMode”选项，选择记录模式。

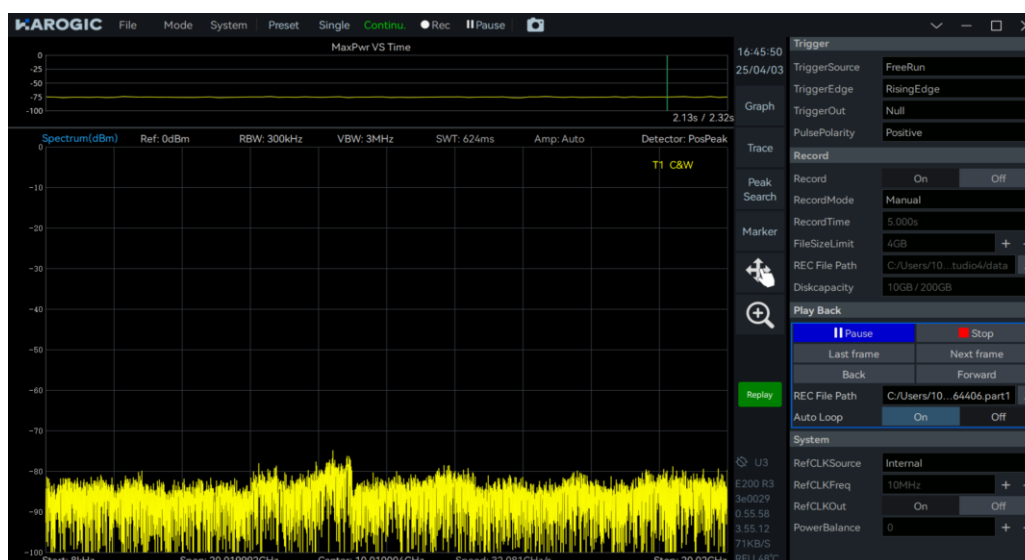
点击“REC File Path”设置记录文件的存放路径，默认存放路径为“..\SASudio4\data”。

固定时长模式下，点击“Record on”，自动记录预设大小的数据。手动模式下，通过点击“Record on”和“Record off”，手动控制记录时长，当记录文件大小超过用户自定义的文件大小限制时，自动停止记录。

2) 数据的回放

点击主设置区“Play Back”下的“REC File Path”，在弹窗中选择需要回放的记录文件，然后点击“Open”。

点击“Play Back”开始回放、点击“Pause”停止回放、点击“Stop”退出回放界面恢复数据获取，打开“Auto Loop”将循环回放该记录文件。

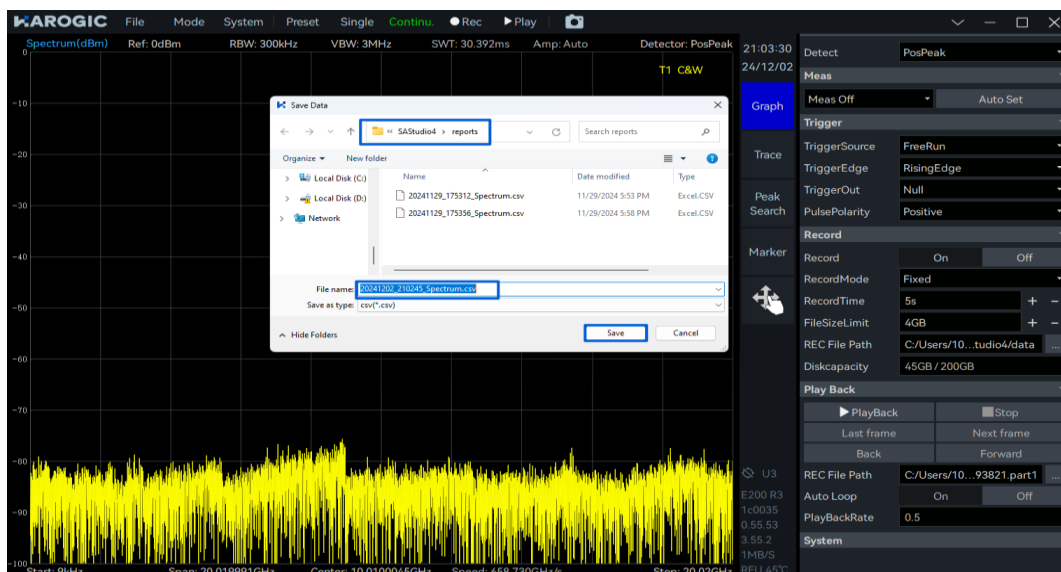


5.3.17 导出数据

1、在需要导出数据的图表设置区（例如下图中选择导出频谱图表数据），点击“图表（Graph）”菜单，在弹出的子菜单中选择“导出数据（DataExport）”。在数据导出子菜单中，选择所需的数据类型，“图片（image）”将当前图表导出为 PNG 图片文件，“数据（Data）”则将图表数据导出为 CSV 文件。



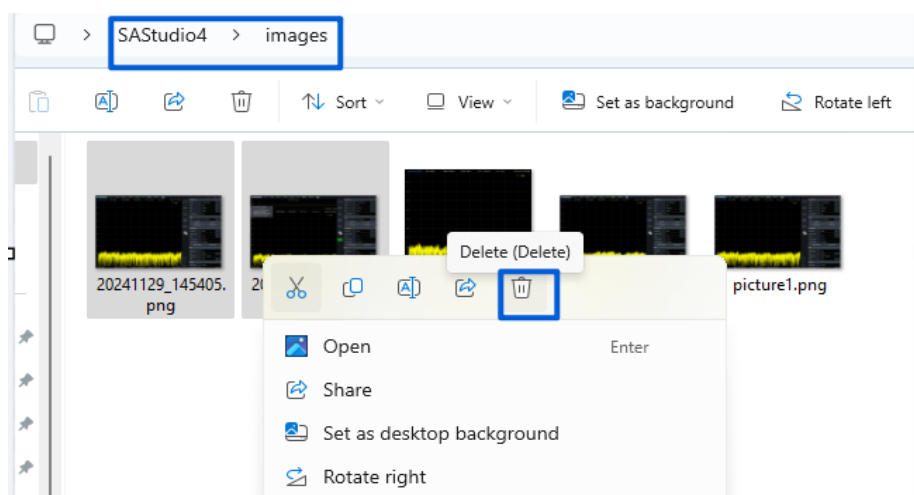
- 2、在“Save”弹窗中，设定保存路径和文件名，点击“Save”保存图片/CSV 文件（图片默认存储在“..\SASstudio4\images”文件夹中，CSV 文件默认保存在“..\SASstudio4\reports”文件夹中）。



- 3、SA/NX 系列仪器默认将数据存储在：“..\SASstudio4\”下的 images（图表图片）、data（记录文件和配置文件）、reports（图表数据 CSV 文件和相应的配置文件）文件夹中。

5.3.18 删除文件与图像

若保存至默认路径，进入“..\SASstudio4\images”，即可删除相应的截图（记录文件和配置文件删除与截图删除方式一致）。



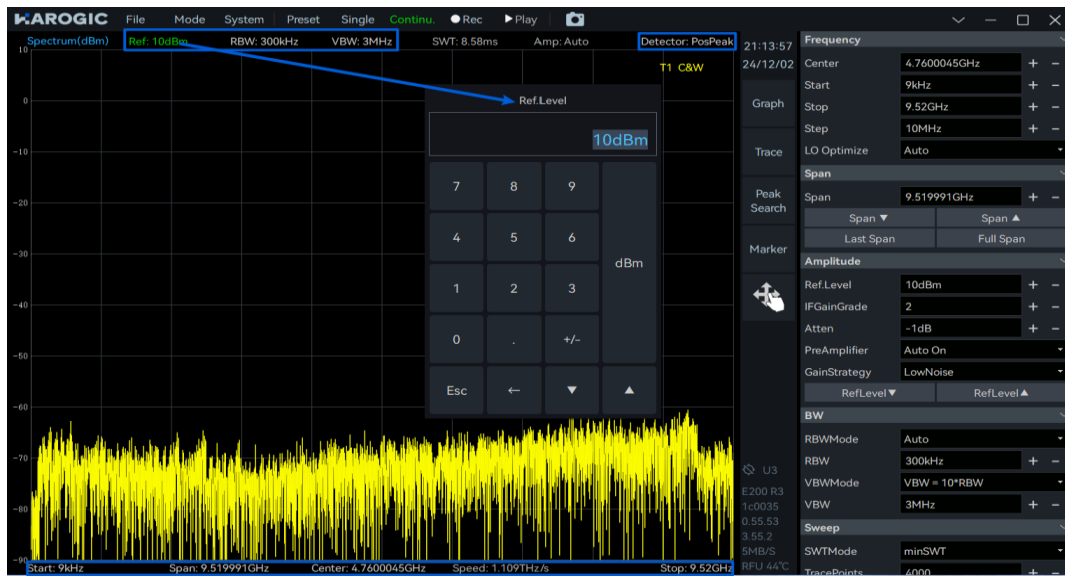
5.3.19 采样率修改

IQS 模式下，修改主设置区“BW”模块下“IQSampleRate”的值可以修改仪器的采样率（注意：采样率的修改会影响仪器的分析带宽和数据处理能力，请根据实际应用场景和需求，合理设置采样率）。



5.3.20 快捷参数设置

当前支持的快捷设置参数包括：参考电平、RBW、VBW、检波器、起始频率、终止频率、扫宽、中心频率等常用频谱分析参数。



6. SWP 模式的使用

本章节着重介绍 SWP 模式的部分重要参数和测试方法。

6.1 SWP 模式通用参数介绍

SWP 模式部分重要参数说明如表 16 所示。

表 16 SWP 模式参数说明

Frequency	
本振优化	自动：默认低杂散模式
	扫描速度：高扫速模式
	杂散：低杂散模式
	相位噪声：低相噪模式
Amplitude	
预放	设置前置放大器动作：
	自动使能：当参考电平低于-30 dB 左右时，前置放大器开启 强制关闭：任何参考电平下总保持放大器关闭
增益策略	低噪声：侧重低噪声并保持噪底平整
	高线性度：侧重高线性度并保持噪底平整
中频增益档位	0-X 档 每档差 3 dB 增益
	提高中频增益：射频增益减小，底噪升高，线性度提升，杂散减少 降低中频增益：射频增益增加，底噪变低，线性度变差，杂散增多
衰减	0-33 dB（不同频段的衰减上限不同），步进为 1 dB
	Atten = -1 dB（默认）：不开衰减
	Atten ≥ 0 dB 时：开启衰减，此时参考电平=衰减值-10
Sweep	
扫描时间模式	minSWT：以最短扫描时间进行扫描
	minSWTx2：以近似 2 倍最短扫描时间进行扫描
	minSWTx4：以近似 4 倍最短扫描时间进行扫描
	minSWTx10：以近似 10 倍最短扫描时间进行扫描
	minSWTx20：以近似 20 倍最短扫描时间进行扫描
	minSWTx50：以近似 50 倍最短扫描时间进行扫描
	minSWTxN：以近似 N 倍最短扫描时间扫描，N 等于扫描时间倍数
	手动：以近似指定的扫描时间进行扫描，扫描时间等于 SweepTime
	迹线点数策略
	优先保证扫描速度最快，尽量靠近设置的目标迹线点数
杂散抑制	优先保证接近设置的目标迹线点数
	无杂散优化、标准杂散优化、增强杂散优化。

FFT 执行	自动：根据设置自动选择使用 CPU 还是 FPGA 进行 FFT 计算（RBW 在 40kHz 以下为 CPU 计算，以上为 FPGA 计算）、CPU 优先、FPGA 优先、CPU 计算-低资源占用、CPU 计算-中资源占用、CPU 计算-高资源占用、FPGA 计算
窗型	FlatTop 窗：更高的幅度准确度 B-Nuttal 窗：更高的频率选择性 LowSideLobe 窗：目标信号为低频信号，提供更高测量准确性

6.2 信道功率

以测试载波频率 1 GHz、功率-20 dBm 和 1 MHz 符号率的 BPSK 信号为例。

6.2.1 参数说明

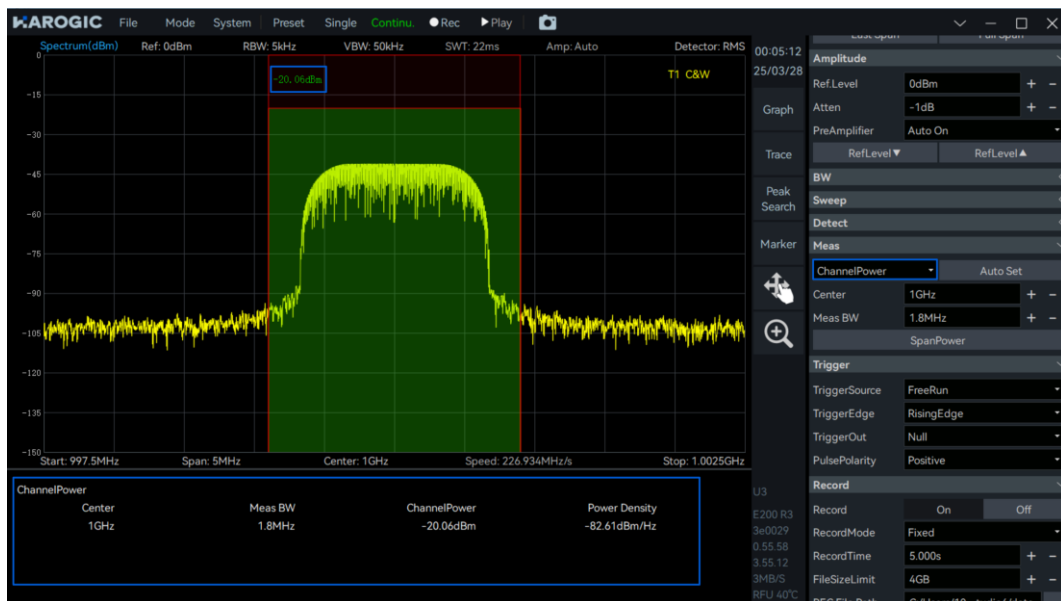
此处仅对部分重要参数进行说明：信道功率测量部分重要参数如表 17 所示。

表 17 信道功率测量参数说明

Channel Power	
Meas BW	设置待测信道的带宽，信道功率为该带宽内的积分功率
Span Power	将测量带宽设置为当前扫宽（Span），计算该范围内的信道功率

6.2.2 操作步骤

- 1、 将中心频率设置为 1 GHz，参考电平设置为 0 dBm，在主设置区 “Meas” 菜单下拉框中选择 “ChannelPower”；
- 2、 SAStudio4 将自动配置默认参数，测试结果如下图所示。测量方框左上角为信道功率值。在下侧 “Channel Power” 栏中也可查看测量带宽、信道功率、功率谱密度值；



3、您也可自行调整：信道中心频率（按住测量区域滑动选择或调整 Center 设置）和测量带宽（按住测量边框左右拖动、鼠标置于缩放框内滚动滚轮或调整 Meas BW 设置）。

6.3 占用带宽

以测试载波频率 1 GHz、功率-20 dBm 和 1 MHz 符号率的 BPSK 信号为例。

6.3.1 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：占用带宽测量部分重要参数如表 18 所示。

表 18 占用带宽测量参数说明

OBW	
Method	XdB、百分比
XdB/Percent	设置具体的 XdB 值/百分比

6.3.2 操作步骤

- 1、将中心频率设置为 1 GHz，参考电平设置为 0 dBm，在 “Meas” 菜单下拉框中选择 “OBW” ；
- 2、SAStudio4 将自动配置测量参数，测量结果如图所示。在下侧 “OBW” 栏中可查看占用带宽值。



6.4 邻道功率比

以测试载波频率 1 GHz、功率-20 dBm 和 1 MHz 符号率的 BPSK 信号为例。

6.4.1 参数说明

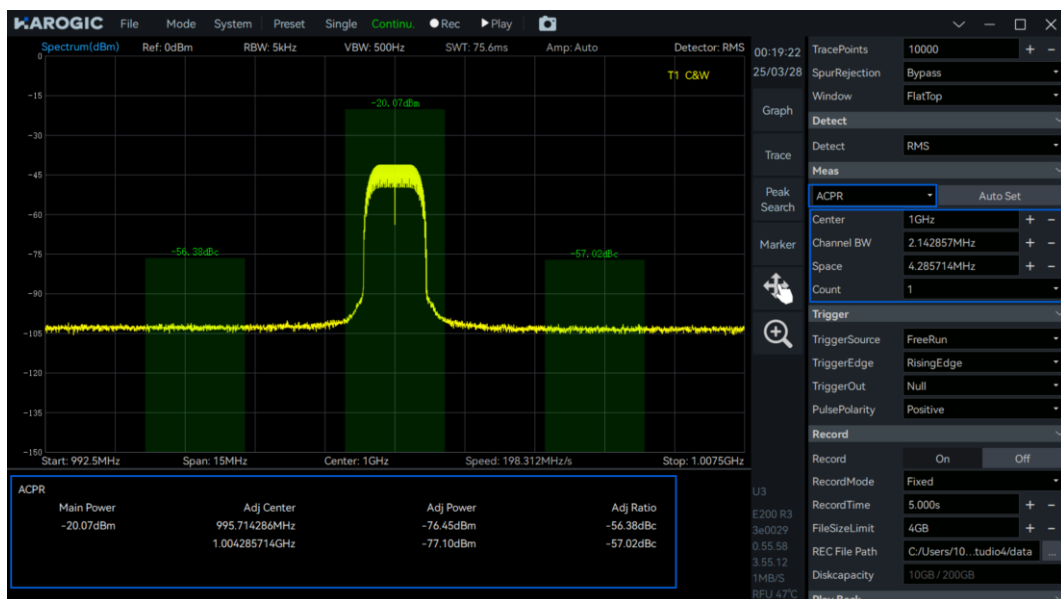
此处仅对部分重要参数进行说明：邻道功率比测量部分重要参数如表 19 所示。

表 19 邻道功率比测量参数说明

ACPR	
Space	设置主信道与邻道的频率间隔
Count	设置邻道对的数量
Main Power	主信道的功率
Adj Center	邻道的中心频率
Adj Power	邻道功率测量值
Adj Ratio	邻道功率比测量值

6.4.2 操作步骤

- 1、将中心频率设置为 1 GHz，参考电平设置为 0 dBm，点击“Meas”菜单，选择下拉框中的“ACPR”；
- 2、SAStudio4 将自动配置默认参数，测试结果如下图所示。其中绿色信道带宽顶部为各信道功率值。下侧“ACPR”栏中也可查看邻道中心频率、邻道功率和邻道功率比。
- 3、您也可自行设置主信道的中心频率、各信道带宽、邻道间隔和邻道对数。



6.5 IP3/IM3

以测试 1 GHz 频点的 IP3/IM3 为例。

6.5.1 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：IP3/IM3 测量部分重要参数如表 20 所示。

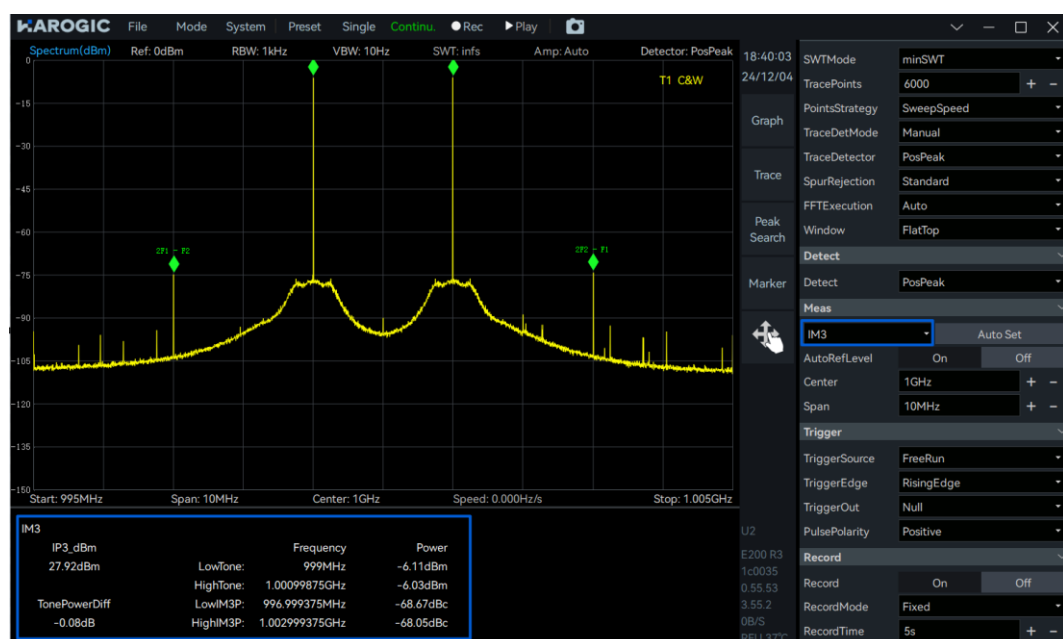
表 20 IP3/IM3 测量参数说明

IP3/IM3	
LowToneFreq	输入的低频信号的频率
LowTonePower	输入的低频信号的功率
HighToneFreq	输入的高频信号的频率
HighTonePower	输入的高频信号的功率
LowIM3PFreq	低侧交调频率
LowIM3P Power	低侧交调功率
HighIM3PFreq	高侧交调频
HighIM3P Power	高侧交调功率
TonePowerDiff	高低频信号功率差

6.5.2 操作步骤

- 1、通过两台信号源和合路器，将中心频率为 999 MHz，幅度为 0 dBm 和中心频率为 1.001 GHz，幅度为 0 dBm 信号合并成一路信号，输入频谱仪；
- 2、将频谱仪中心频率设置为 1 GHz，参考电平设置为 0 dBm，点击“Meas”菜单，选择下拉框中的“IM3”；

- 3、调整信号功率，使信号功率在频谱图中显示为低于参考电平 6 dB 左右；
- 4、SAStudio4 将自动配置默认参数，下图为测试结果。在下方“IM3”栏中可查看 IP3 测试结果。

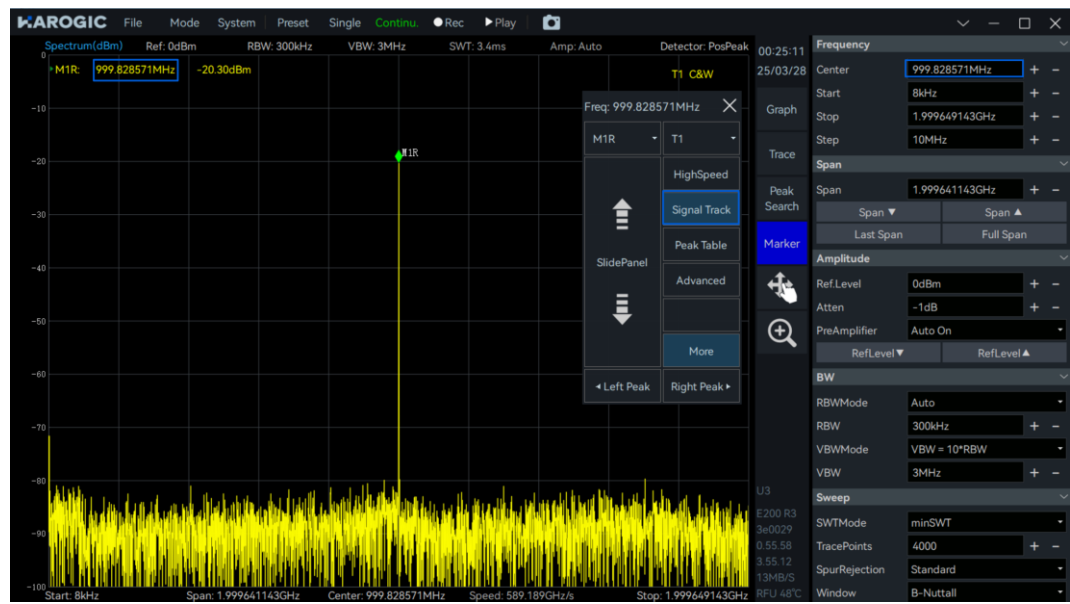


6.6 频率追踪

- 1、点击图表设置区“Marker”，在弹出的子菜单中，点击“More”，再点击“Advanced”，设置追踪信号的峰值门限以及抖动范围（峰值频率在此范围内抖动的时候，不频繁将此时的频率值对齐到中心位置）。



2、点击“Signal Track”，参考游标在此时的扫宽内进行寻峰，并将此时的峰值信号对齐到中心频率位置，当目标信号的频率发生漂移时，仪器会自动调整自身的中心频率，使信号始终位于图表显示区的中心区域，方便用户观察和分析。



注：一般情况下该功能，只移动频率位置，不改变扫宽。但对于漂移幅度特别大，超出当前扫宽的信号，难以继续跟踪；对于处在仪器扫描范围边缘的信号，因为频率限制，会进一步减小扫宽。

6.7 峰值表

- 1、点击图表设置区“Marker”，在弹出的子菜单中点击“More”，再点击“Advanced”，设置峰值表的门限值，详细设置说明请见[频率追踪](#)章节。
- 2、点击“Peak Table”，频谱仪将在当前扫宽范围内自动检测并标注超过设定门限的峰值信号（上限 10 个）。并在界面下方的峰值表中，按功率从高到低排序，列出每个峰值的频率和功率，方便用户快速查看频谱内的主要信号。



7. IQS 模式的使用

本章详细介绍了 IQS 模式的部分重要参数,着重描述了如何对系统获取的时域 IQ 数据展开进一步的分析,如频谱分析、时域分析、功率时间分析、数字下变频、解调等。

7.1 IQS 通用参数介绍

IQS 模式部分重要参数说明如表 21 所示。

表 21 IQS 模式参数说明

Frequency	
本振优化	请参见 SWP 通用参数介绍同名参数
BW	
原生采样率	ADC 采样率, 可设置 110MSa/s ~ 130MSa/s
分析带宽	显示抽取后的等效采样率: ADC 采样率/抽取倍数
数据格式	SA 系列 8bit: 精度较低, 无信号时容易获取到很多 0, 支持 1 抽取及以上连续流获取 16bit: 默认配置, 支持 2 抽取及以上的连续流获取 32bit: 精度较高, 支持 4 抽取及以上的连续流获取 NX 系列 8bit: 精度较低, 无信号时容易获取到很多 0, 支持 8 抽取及以上连续流获取 16bit: 默认配置, 支持 16 抽取及以上的连续流获取 32bit: 精度较高, 支持 32 抽取及以上的连续流获取
Amplitude	
预放	
增益策略	
中频增益档位	请参见 SWP 通用参数介绍同名参数
衰减	
Record	
RecordMode	
RecordTime	
FileSizeLimit	请参见记录与回放同名参数
Disk	
Playback	
Last frame	
Next frame	
Back	请参见记录与回放同名参数
Forward	

7.2 IQS 模式功能简介

IQS 模式的初始界面如下图所示, 由最大功率时间缩略图、频谱图和时域图组成。修改主设置区 “Trigger”

菜单中 “PreviewTime” 的值可以改变最大时间缩略图中 IQ 流的预览时间。

频谱图和 IQ 时域图分别由最大功率时间缩略图中的 “Spectrum-P” 和 “IQvT-P” 红色缩选框所决定, 改变

选择范围, 可观察不同时间段的 IQ 时域信号, 也可对不同时间段采集的 IQ 时域信号进行频谱分析。



7.3 频谱分析

7.3.1参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明: 频谱分析部分重要参数如表 22 所示。

表 22 频谱分析部分参数说明

频谱分析子菜单	
窗型	参见 SWP 模式通用参数介绍同名参数
频谱截取	频谱截取: 如 Intercept = 0.8, 显示 80% 的 FFT 频谱分析结果, 以便将过渡带频谱成分截取。

7.3.2操作步骤

- 1、 开启主设置区 “FFT” 菜单下的 “Analyze”, 拖动最大功率时间缩略图中的 “Spectrum-P” 红色缩选框, 或调整 “TimeStart” 和 “TimeLength” 的值, 可以对不同时间段采集的 IQ 信号进行频谱分析, 调整 “Frequency”

子菜单中 “Center”、“BW” 子菜单中 “Span” 的值，可以改变频谱的中心频率和分析带宽；

2、 通过 “FFTsize”，设置频谱分析的点数、“Window” 设置不同的窗函数、“TraceDetector” 设置不同的迹线检波器、“Intercept” 对频谱进行截取显示，当 Intercept =0.8 时，可以对过渡带进行截取。



7.4 IQVT

7.4.1操作步骤

点击主设置区 “IQvT”，开启 “Analyze”，拖动最大功率时间缩略图中的 “IQvT-P” 红色缩选框，或调整 “TimeStart” 和 “TimeLength” 的值，可以对不同时间段的 IQ 信号进行时域分析；



7.5 PvT

7.5.1操作步骤

点击主设置区“PvT”,开启“Analyze”,拖动最大功率时间缩略图中的“PvT-P”红色缩选框,或调整“TimeStart”和“TimeLength”的值,可以对不同时间段 IQ 信号进行功率时间分析;



7.6 AM 解调

以解调载波频率 1 GHz、功率-20 dBm、调制率 3 kHz、调制深度 70%的 AM 信号为例。

7.6.1参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：AM 解调部分重要参数如表 23 所示。

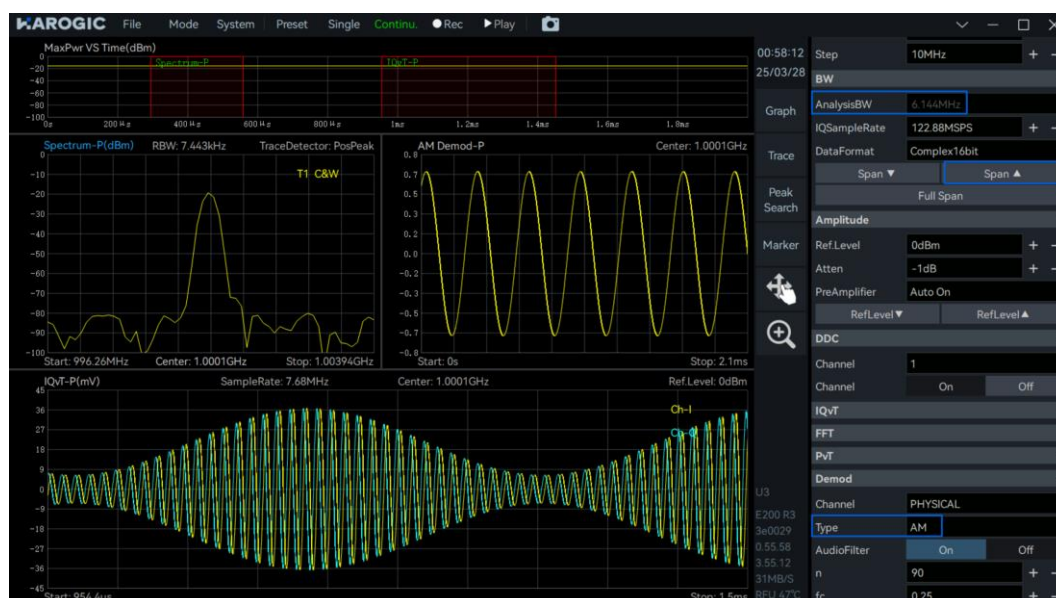
表 23 AM 解调参数说明

滤波子菜单	
n	滤波器抽头数，抽头数越大滤波器过渡带越陡峭，通带波纹越小
Fc	截止频率， $0 < F_c < 0.5$ ，例如为 0.25 时，则对一半的带宽进行低通滤波
As	阻带衰减，阻带衰减越大，对阻带的抑制效果越强，按 dB 进行衰减
mu	分数采样偏移，推荐使用默认值即可

7.6.2操作步骤

1. 设置“Center”为 1.0001 GHz，调整最大功率时间缩略图中“IQvT-P”的范围，选中 IQ 时域图，点击“Graph”，选择 Graph 子菜单中的“Auto Range”。

2. 将主设置区“Demod”下级菜单中“Type”设置为AM，选中AM解调时域图，点击“Graph”控件下的“Auto Range”。
3. 增大主设置区“BW”下级菜单中的“Span”以调整分析带宽，本例将分析带宽设置为6.144 MHz。



7.6.3 音频分析

可用于测试仪器的解调灵敏度。打开主设置区“Demod”下级菜单中的“AudioAnalysis”，启用音频分析，查看音频分析的频率是否与调制率相同，也可以测试信号的信纳德和总谐波失真。



7.7 FM 解调

以解调载波频率 1 GHz、功率-20 dBm、调制频率 5 kHz 和频率偏移 75 kHz 的 FM 信号为例。

7.7.1 参数说明

请参考 [AM 解调参数说明](#) 章节。

7.7.2 操作步骤

- 1、 设置 “Center” 为 1 GHz，“Ref.Level” 为 0 dBm，调整最大功率时间缩略图中 “IQvT-P” 的范围，选中 IQ 时域图，点击 “Graph”，选择 Graph 子菜单中的 “Auto Range”。
- 2、 点击主设置区 “Demod”，将下级菜单中 “Type” 设置为 FM，选中 FM 解调时域图，点击 “Graph” 控件下的 “Auto Range”。
- 3、 点击主设置区 “BW”，增大下级菜单中的 “Span” 以调整分析带宽，本例将分析带宽设置为 6.144 MHz。



- 4、 收听 FM 广播信号时，打开 “AudioFilter”（默认配置即可），可对 FM 解调后的信号进行低通滤波，减少部分高频噪声，使收听的声音更纯净。



7.7.3 音频分析

解调 FM 信号后，请参考 7.6.3 [音频分析](#) 章节对解调后的信号进行音频分析，分析结果如下所示：



7.8 DDC 数字下变频

对 IQ 数据流进行数字下变频与重采样生成子 IQ 流，进行进一步的频谱分析。下面以频率 1 GHz、功率-20 dBm 单音信号的 DDC 为例。

7.8.1 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：DDC 数字下变频部分重要参数如表 24 所示。

表 24 DDC 数字下变频参数说明

采样子菜单	
OffsetFreq	复混频的频率偏移，>0 时，频谱向右搬移；<0 时，频谱向左搬移
Decimate	设置 DDC 的抽取倍数，即重采样率

7.8.2操作步骤

- 1、 设置 “Center” 为 1 GHz， “Ref.Level” 为 0 dBm，调整最大功率时间缩略图中 “IQvT-P” 的范围，选中 IQ 时域图，点击 “Graph”，选择 Graph 子菜单中的 “Auto Range”。
- 2、 打开主设置区 “DDC” 菜单下的 “Channel1”，并设置 DDC1 通道的 “Center” 为 1.003 GHz， “OffsetFreq” 为-3 MHz， “Step” 为 1 MHz， “Decimate” 为 3。



- 3、 在主设置区 “FFT” 模块的 “Channel” 下拉菜单中切换选择 “DDC1 ”，打开 “Analyze”，拖动最大功率时间缩略图中的 “Spectrum-D1” 红色缩选框，或调整 “TimeStart” 和 “TimeLength” 的值，可以对不同时间段 DDC 生成的 IQ 子流进行频谱分析。



4、在主设置区“IQvT”模块的“Channel”下拉菜单中切换选择“DDC1”，打开“Analyze”，拖动最大功率时间缩略图中的“IQvT-D1”红色缩选框，或调整“TimeStart”和“TimeLength”的值，可以对不同时间段 DDC 生成的 IQ 子流进行时域分析。



5、在主设置区“PvT”模块的“Channel”下拉菜单中切换选择“DDC1”，打开“Analyze”，拖动最大功率时间缩略图中的“PvT-D1”红色缩选框，或调整“TimeStart”和“TimeLength”的值，可以对不同时间段 DDC 生成的 IQ 子流进行功率-时间分析。



8. DET 模式的使用

本章详细介绍部分 DET 模式的参数以及该模式下脉冲信号的测量。

8.1 DET 通用参数介绍

此处仅对部分重要参数进行说明：DET 模式部分重要参数如表 25 所示。

表 25 DET 模式参数说明

Frequency	
本振优化	请参见 SWP 通用参数介绍 同名参数
Amplitude	
预放	
增益策略	
中频增益挡位	请参见 SWP 通用参数介绍 同名参数
衰减	

8.2 脉冲信号测量

以测试载波频率 1 GHz、功率-10 dBm、脉冲周期为 80 us 和脉宽为 40 us 的脉冲调制信号为例。

8.2.1操作步骤

- 1、 将 “Center” 设置为 1 GHz，点击菜单栏 “Single”，开启单次预览模式；
 - 2、 点击图表设置区的 Graph，点击 “Zoom”，打开缩放，调整缩放区域（按住选中缩放区域滑动缩放框、按住缩放边框左右拖动、鼠标置于缩放框内滚动滚轮）。
 - 3、 选中缩放图，点击图表设置区的 “Graph”，选择 “Marker Pair” 创建两组游标对，将 M1R 游标移至脉冲上升沿处，M1D 移至同一脉冲下降沿处，M2R 移至脉冲上升沿处，M2D 移植至下一脉冲上升沿处。
- 此时在缩放图左上角 M1D 游标和 M2D 游标的显示结果分别为脉冲信号的脉宽、脉冲周期，可根据以下公式计算出占空比。

$$\text{占空比} = \frac{\text{脉宽}}{\text{脉冲周期}}$$



8.3 脉冲信号检测（选件，opt72）

本章介绍脉冲信号检测的基本操作方法，以及购买脉冲检测选件的客户如何获取和放置许可证。

8.3.1 申请许可证

如果您购买仪器时已包含脉冲检测选件，海得科技官方技术支持团队将向您提供脉冲检测许可证。请按照步骤 3-4 放置许可证，以启用脉冲检测功能。若您在后期补购脉冲检测选件，请依次完成步骤 1-4，以获取并放置许可证，确保功能正常使用。

- 1、点击菜单栏中的“System”，选择下拉菜单中“About”，查看弹窗中的版本信息；



2、 确保版本达到以下要求；

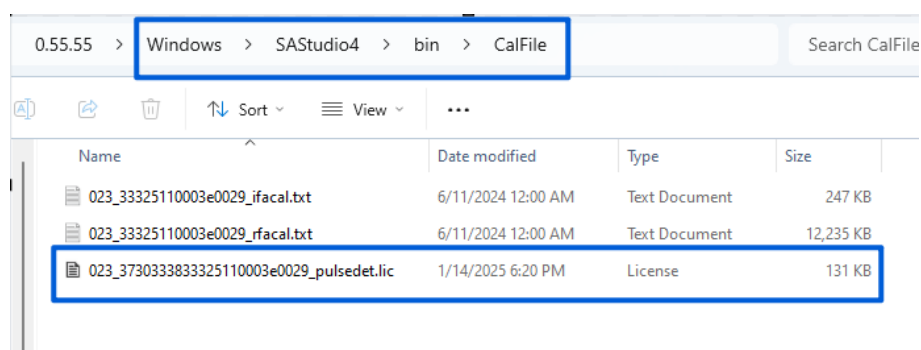
- GUI 版本：4.3.55.6 或以上
- API 版本：0.55.55 或以上
- FPGA 版本：0.55.15 或以上
- MCU 版本：0.55.32 或以上

3、 若软固件版本未达到上述要求，请参考[软固件更新](#)节更新软固件至所需版本；

4、 软固件更新至所需版本后，将整个界面的截图发送至海得科技官方技术支持，以申请相应设备的脉冲检测许可证。所需界面示意图如下：

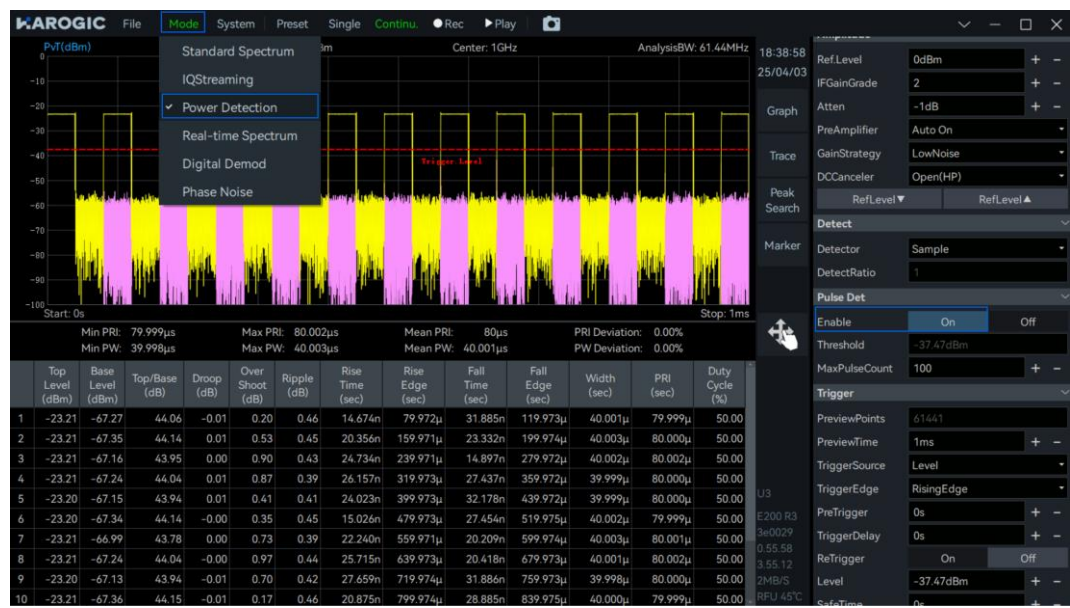


5、 将获得的脉冲检测许可证复制至 “../SASudio4/bin/CalFile” 文件夹中。



6、 重新启动 SASudio4 软件，点击菜单栏 “Mode”，选择 “Power Detection” 进入检波分析模式，

启用主设置区 “Pulse Det”，即可正常使用脉冲信号检测功能。



8.3.2参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：脉冲信号检测部分重要参数如 26 所示。

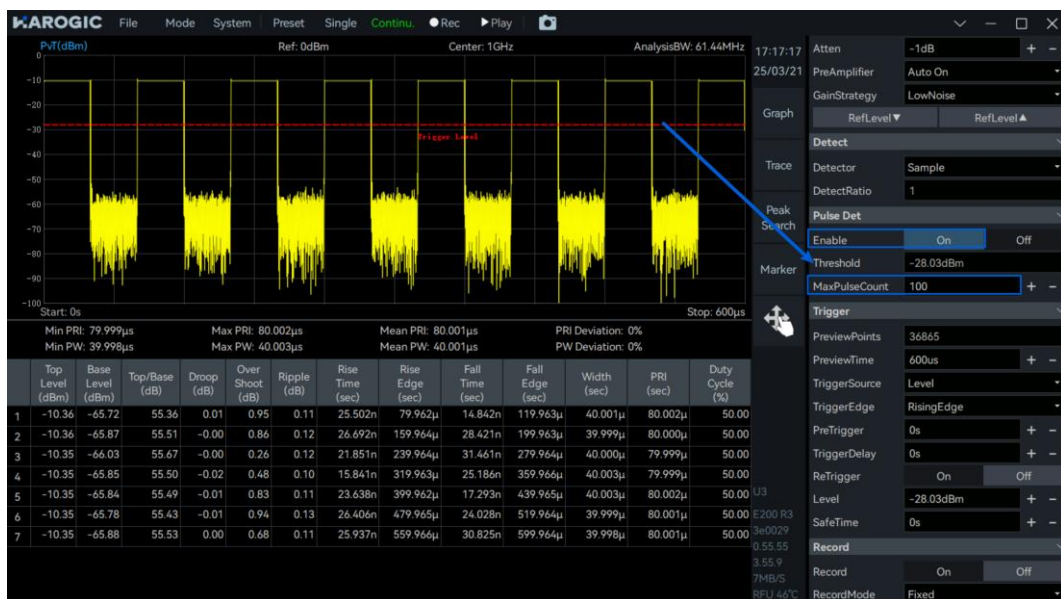
表 26 脉冲信号检测参数说明

Pulse Det	
阈值	脉冲检测门限，大于该门限值的脉冲信号才会被判定为有效脉冲
最大脉冲数量	当前预览时间下脉冲信号检测上限

8.3.3操作步骤

以 1 GHz，-10 dBm，脉宽 40 us，脉冲周期 80 us 的脉冲信号的检测为例。

- 1、 将 “Center” 设置为 1 GHz，“Ref.Level” 设置为 0 dBm；
- 2、 调整主设置区 “BW” 子菜单中 “Span” 的值设置不同的分析带宽，本例中将 “AnalysisBW” 设置为 61.44 MHz；
- 3、 将主设置区 “Trigger” 子菜单中 “PreviewTime” 设置为 600 us；
- 4、 启用主设置区 “Pulse Det”，脉冲检测功能。拖动功率时间图中的 “Trigger.Level” 的值，设置脉冲检测阈值，调整 “MaxPulseCount” 的值，设置当前预览时间下脉冲信号检测上限；



5、 点击菜单栏“Single”，当前配置下的脉冲检测结果如下图所示。从图中可以得到每个检测到脉冲信号的峰值电平（dBm）、基准电平（dBm）、上升时间、上升沿、下降时间、下降沿、脉宽、周期和占空比等参数。以及所检测到脉冲信号的统计参数，如：最大、最小、平均脉冲周期和脉宽、周期偏差百分比和脉宽偏差百分比。



6、 若用户在使用脉冲检测过程中出现测量冻结或停止的情况，可通过以下方式避免此类现象：调小分析带宽或延长脉冲周期。

9. RTA 模式的使用

本章详细介绍了 RTA 模式的部分参数以及该模式下 WIFI 信号的测量。

9.1 RTA 通用参数介绍

此处仅对部分重要参数进行说明：RTA 模式部分重要参数如表 27 所示。

表 27 RTA 模式参数说明

Frequency	
本振优化	请参见 SWP 通用参数介绍 同名参数
Amplitude	
预放	
增益策略	请参见 SWP 通用参数介绍 同名参数
中频增益档位	
衰减	
Sweep	
扫描时间模式	请参见 SWP 通用参数介绍 同名参数
窗型	

9.2 概率密度图

9.2.1参数说明

Graph	
概率图	On：启用概率密度图显示 Off：关闭概率密度图显示
色阶	天空色、深海色（默认）、喷射色、冷度色、热度色、灰度色
余晖	增大：延长信号残影显示时间，适合捕捉突发信号 减小：加快刷新速度，适合追踪持续信号

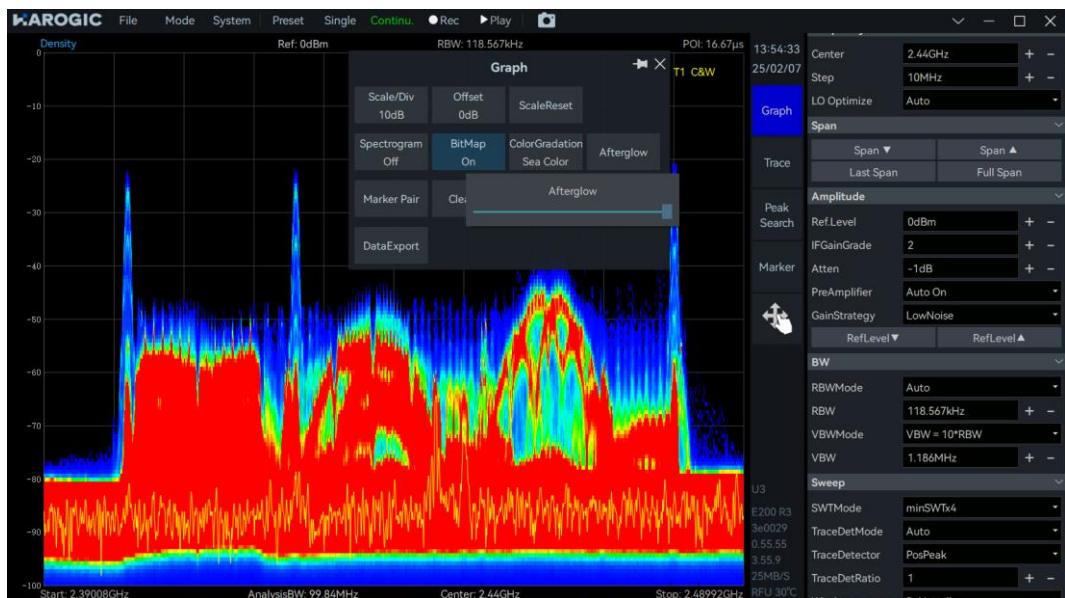
9.2.2关闭概率密度图

点击图表设置区 “Graph” ， 在弹窗中关闭 “BitMap” ， 即可关闭概率密度图。



9.3 WIFI 信号测量

- 1、将天线连接至射频输入端口“RFIN”；
- 2、将“Center”设置为 2.44 GHz，增大图表设置区“Graph”子菜单下的“Afterglow”余晖值，即可更明显的观测 WIFI 信号。

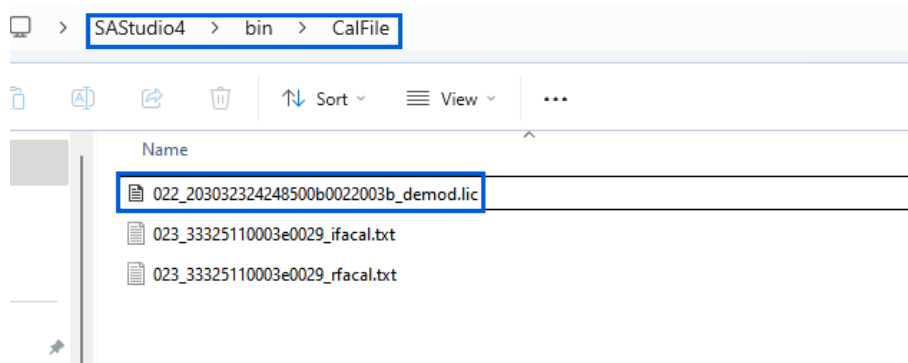


10. 数字解调（选件，opt71）

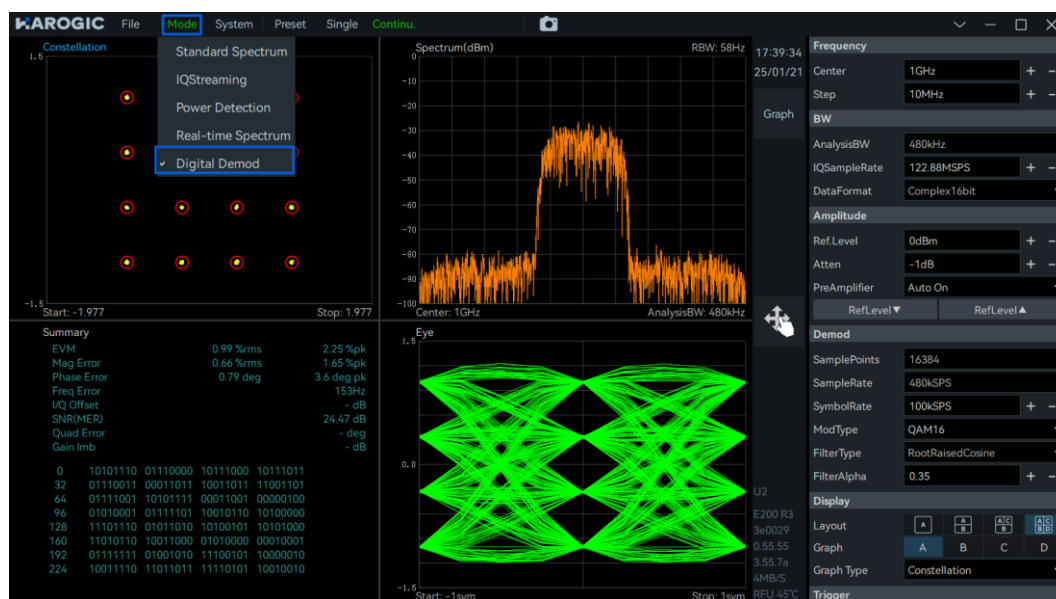
本章介绍数字解调的基本操作方法，以及如何通过更新许可证或的方式启用数字解调功能。

10.1 申请许可证

1. 购买数字解调功能后，按照[脉冲信号检测申请许可证](#)章节，申请相应设备的数字解调许可证和数字解调库。
2. 将“DigitalSigDemod.dll”解调库文件复制到“../SAStudio4/bin”文件夹中；
3. 将数字解调许可证复制到“../SAStudio4/bin/CalFile”文件夹中；



4. 重新启动 SAStudio4 软件，点击菜单栏“Mode”，在下拉菜单中选择“Digital Demod”即可进入数字解调模式。



10.2 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：部分重要参数如表 28 所示。

表格 28 数字解调参数说明

Digital Demod	
符号率	信号每秒传输的符号数量，需按照调制信号的符号率填写，以确保接收端能够正确解调
模式	AM、FM、PM、CW、LSB、USB、2ASK、2FSK、4FSK、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM
滤波滚降系数	用于限制信号带宽的滤波器在过渡带的滚降速率，需与发射端的滚降系数保持一致，以确保解调器对信号的有效处理和正确解调

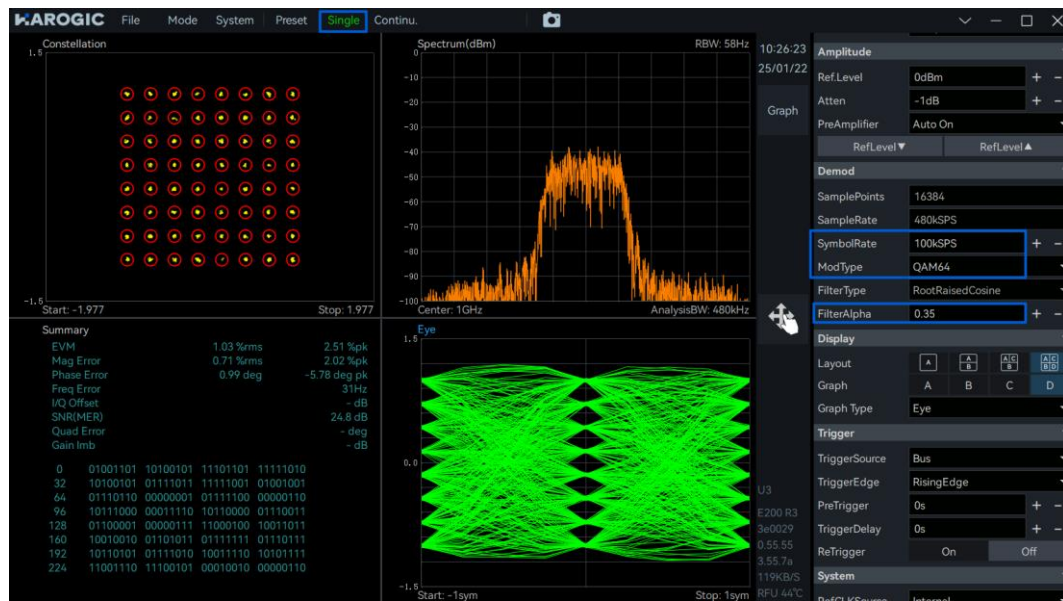
10.3 功能简介

数字解调模式的初始界面如下图所示，由调制信号频谱图、解调后的星座图、眼图和解调参数组成，深入分析信号的调制质量，提供多项误差指标，有效评估信号在传输中的完整性和可靠性。

10.4 操作步骤

以解调 1 GHz，-20 dBm，符号率 100 kHz，滤波滚降系数 0.35 的 64QAM 信号为例。

- 1、 将 “Center” 设置为 1 GHz，“RefLevel” 设置为 0 dBm；
- 2、 将主设置区 “Demod” 子菜单中 “ModType” 设置为 QAM64，“SymbolRate” 设置为 100 KSPS，“FilterType” 设置为 0.35，点击菜单栏 “Single”，当前配置下解调结果如下图所示。星座图中星座点清晰且分布紧密，理论与实际解调点位置基本重合，说明信号的调制质量高，通信系统的整体性能较好；眼图清晰且开口较大，说明码间干扰较小，接收端能够可靠地区分符号；与此同时还能得到误差矢量幅度（EVM）、幅度误差、相位误差、频率误差、信噪比（SNR/MER），以及部分解码后的比特序列。



11. 相位噪声测量模式

11.1 版本要求

- 1、 点击菜单栏中的 “System”，选择下拉菜单中 “About”，查看弹窗中的版本信息。



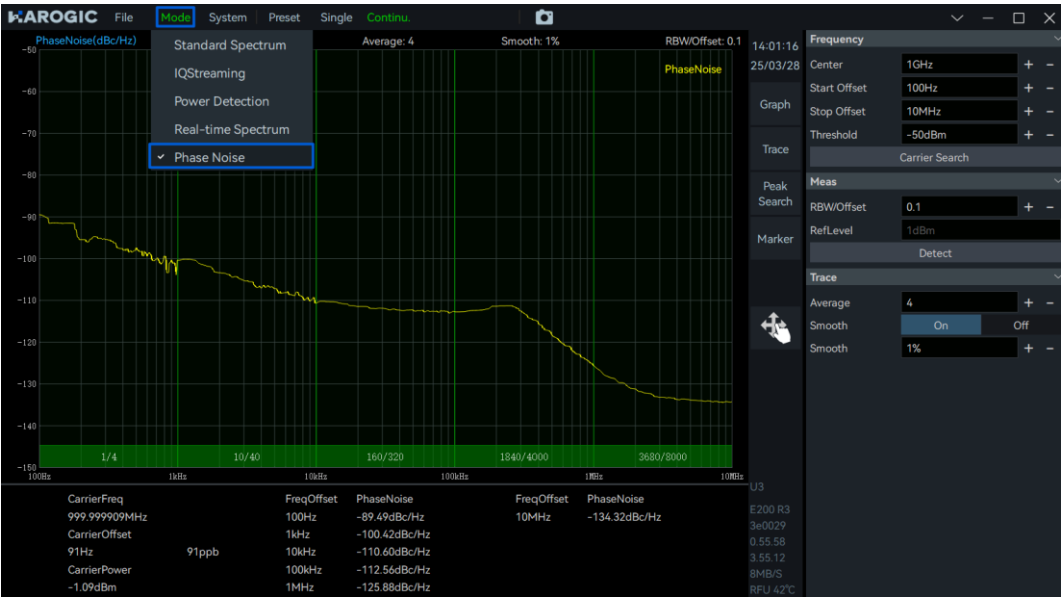
- 2、 确保版本达到以下要求

- GUI 版本：4.3.55.12 或以上
- API 版本：0.55.58 或以上
- FPGA 版本：0.55.17 或以上
- MCU 版本：0.55.49 或以上

- 3、 若软固件版本未达到上述要求，请参考[软固件更新](#)章节更新软固件至所需版本。

11.2 启用相位噪声测量功能

软固件更新至所需版本之后，重新启动 SASTudio4 软件，点击菜单栏 “Mode”，选择 “Phase Noise” 即可正常使用相位噪声测量功能；



11.3 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：相位噪声测量部分重要参数如表 23 所示。

表 29 相位噪声测量模式参数说明

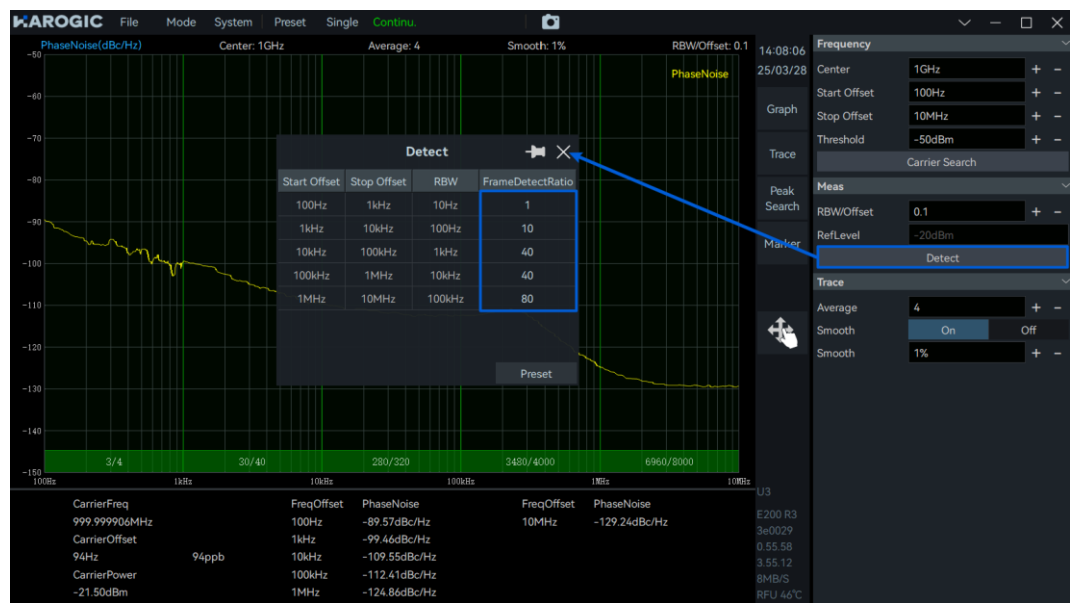
Frequency	
起始频偏	设置频率偏移的起始点，范围：1~10 MHz
终止频偏	设置频率偏移的终止点，范围：10~10 MHz
载波识别门限	设置载波识别门限，高于该门限的载波才会被识别
搜索载波	全频段搜索定位高于载波识别门限的信号
Meas	
RBW/Offset	RBW 比例（各频率分段 RBW/各频率分段的起始频率），范围：0.01-0.3
检波设置	帧检波率：推荐使用默认配置，若待测信号近端存在明显的低频抖动，可增大近端的帧检波率，获取更稳定的测量结果
Trace	
平均	设置迹线平均的次数
平滑	开启：启用迹线平滑功能 关闭：关闭迹线平滑功能
窗长度	设定平滑算法的窗口长度，范围：0~10%

11.4 操作步骤

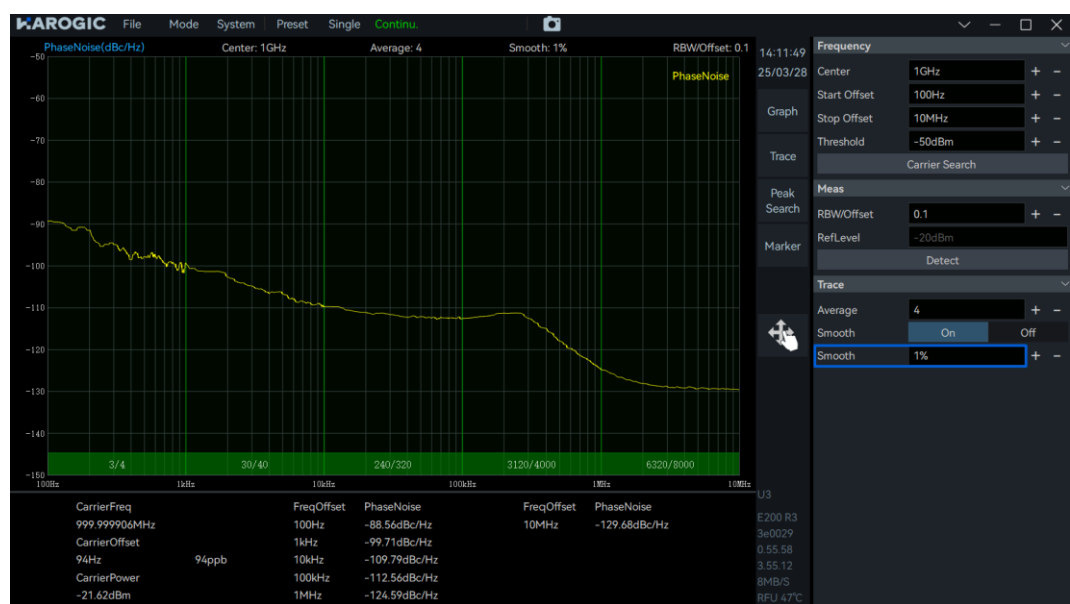
11.4.1 已知载波信息的相位噪声测量

以测量 1 GHz，-20 dBm 信号在 100 Hz 至 10 MHz 偏移范围内的相位噪声为例。

- 1、 将“中心频率” 设置为 1 GHz，“起始频偏” 设置为 100 Hz，“终止频偏” 设置为 10 MHz，其余参数推荐使用默认配置；
- 2、 若待测信号近端存在较强抖动，可点击主设置区“检波设置”，在弹窗中增大对应频段的帧检波率，获得更收敛的测量结果；

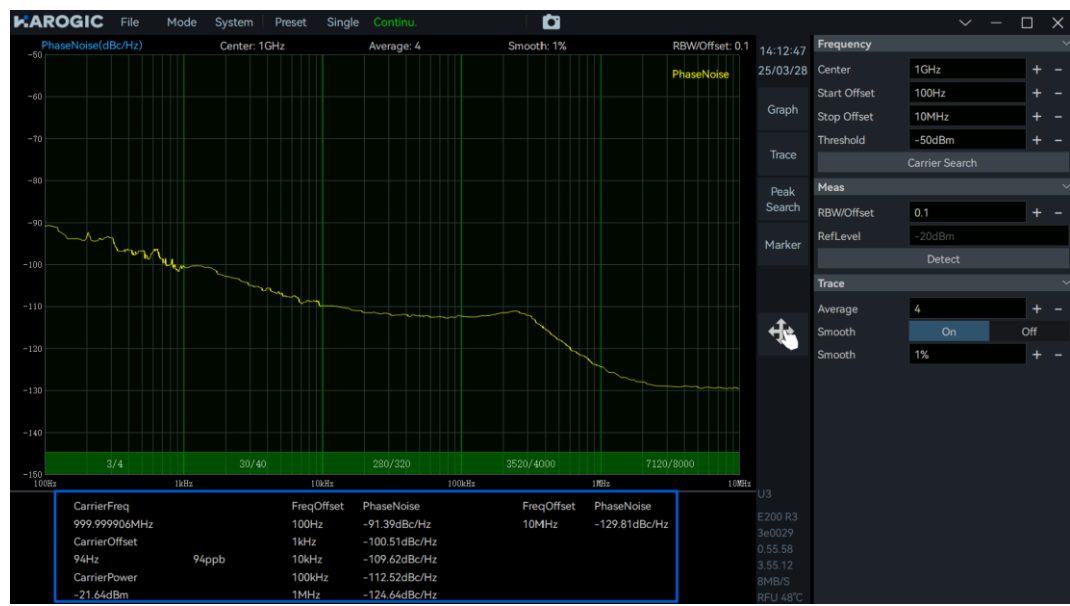


- 3、 若单边带相位噪声谱图中存在较明显的杂散，可逐步增大主设置区“窗长度” 参数值，减小杂散对测量结果的干扰；



- 4、 仪器将自动完成设定频偏范围内的相位噪声测量，测量结果如下所示。在界面下方的相噪测量表中，

可以得到载波的信息以及各特征频偏点的相位噪声值（单位：dBc/Hz）。



11.4.2 未知载波信息的相位噪声测量

当信号载波参数未知时，建议按照以下流程进行相位噪声测量。（假定此时未知的载波信号为 2 GHz，0 dBm）

- 1、 点击“搜索载波”，仪器将自动进行全频段扫描，搜索并定位超过载波门限的峰值信号作为待测载波；



- 2、 定位到载波信号后，可参考[已知载波信息的相位噪声测量](#)章节，设置起始频偏和终止频偏，进行相噪测量。



12. ASG 功能的使用

ASG 为模拟信号源选件功能，可以输出单音信号、频率扫描信号和功率扫描信号。支持 ASG 选件的设备如表 30 所示。

表 30 支持 ASG 选件仪器表

产品系列	型号
SA	SAM-80、SAM-60、SAN-60 和 SAN-45
NX	NXM-80、NXM-60、NXN-60 和 NXN-45

12.1 ASG 通用参数介绍

表格 31 ASG 模式参数说明

RF	On: 启用信号源选件功能 Off: 关闭信号源选件功能
Center	设置单音信号、功率扫描信号的频率
Level	设置单音信号、频率扫描信号的输出功率
FreqSweep	
Start	设置频率扫描信号的起始频率
Stop	设置频率扫描信号的终止频率
Step	设置频率扫描信号的频率步进
PowerSweep	
Start	设置功率扫描信号的起始功率
Stop	设置功率扫描信号的终止功率
Step	设置功率扫描信号的功率步进
DwellTime	扫描驻留时间，在“PowerSweep”和“FrequencySweep”工作模式生效
Trig-Insource	指定模拟信号源的触发输入源：自由运行、外触发、总线触发
Trig-InMode	指定触发输入模式：无动作、单点触发（触发一次进行单次的频率或功率的配置）、单次扫描触发（触发一次进行一个周期的扫描）、连续扫描触发（触发一次连续工作）
Trig-OutMode	指定触发输出模式：无输出、每次配置输出触发、单次扫描输出触发
Mute(APP Exit)	选择退出软件后是否继续输出信号 Yes: 退出后停止输出 No: 退出后继续输出

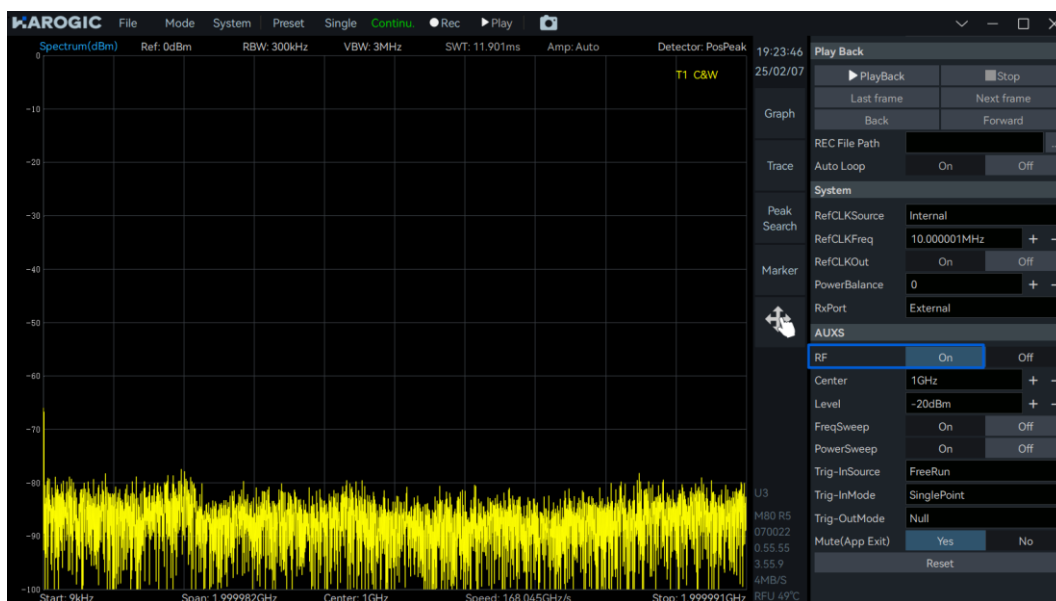
12.2 ASG 功能使用说明

信号通过仪器的 RFOUT 端口输出，既可以为其他设备提供输入信号，也可通过电缆连接至设备自身射频输入端，为设备自身提供射频输入信号。具体连接方式如下图所示：

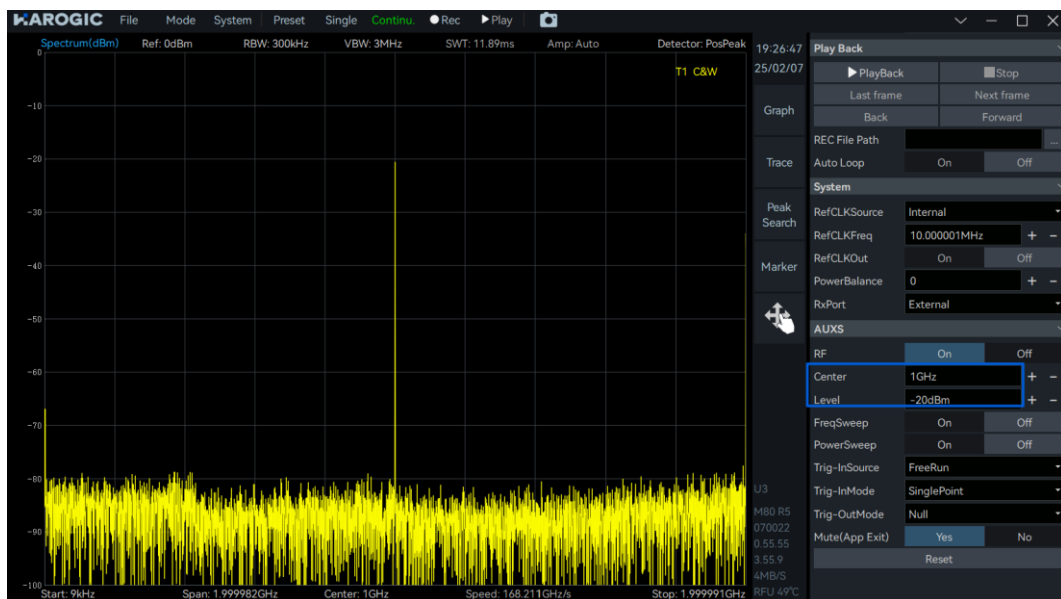


12.3 单音信号

- 1、 打开 SAStudio4，点击主设置区“AUXS”子菜单下的“RF On”，启用信号源选件功能；

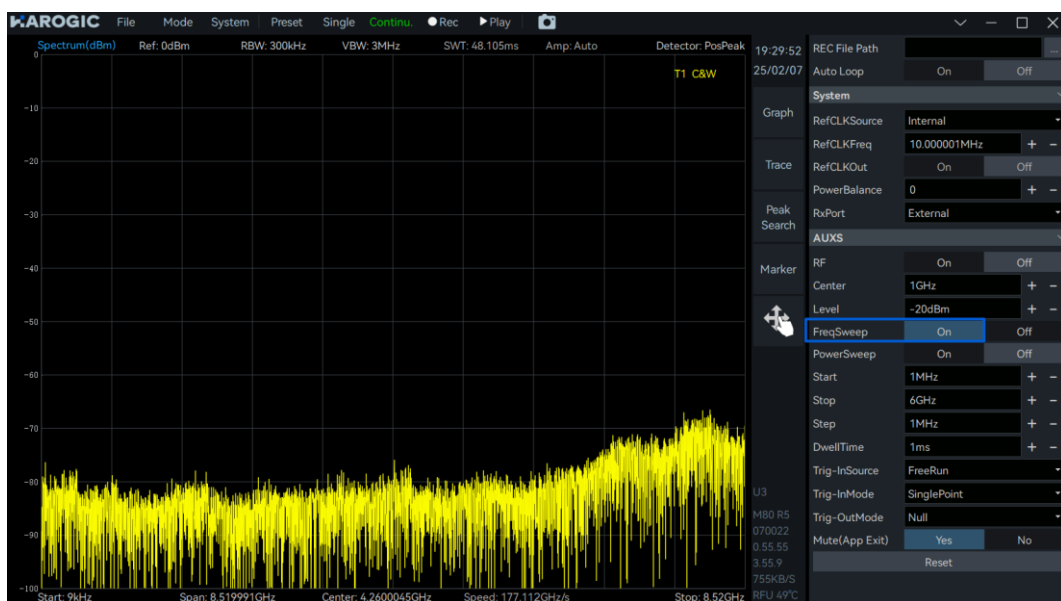


- 2、 在“AUXS”子菜单下，将“Center”设置为 1 GHz，“Level”设置为-20 dBm，即可输出频率为 1 GHz，功率为-20 dBm 的单音信号。

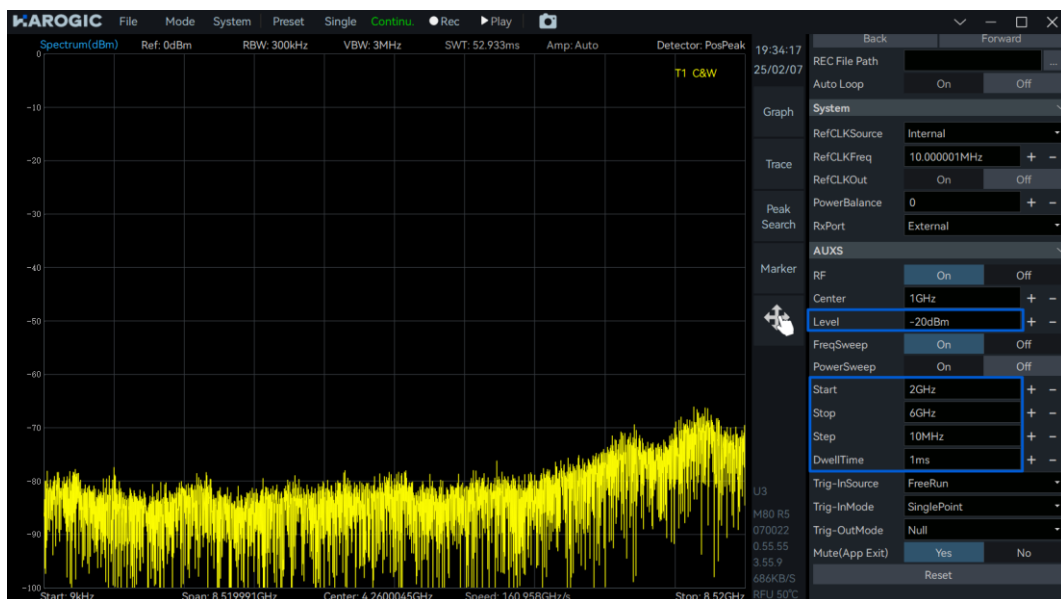


12.4 频率扫描信号

- 1、请参考[单音信号](#)章节步骤 1，启用信号源功能；
- 2、在设置区 “AUXS” 子菜单中，启用 “FreqSweep” 模式；



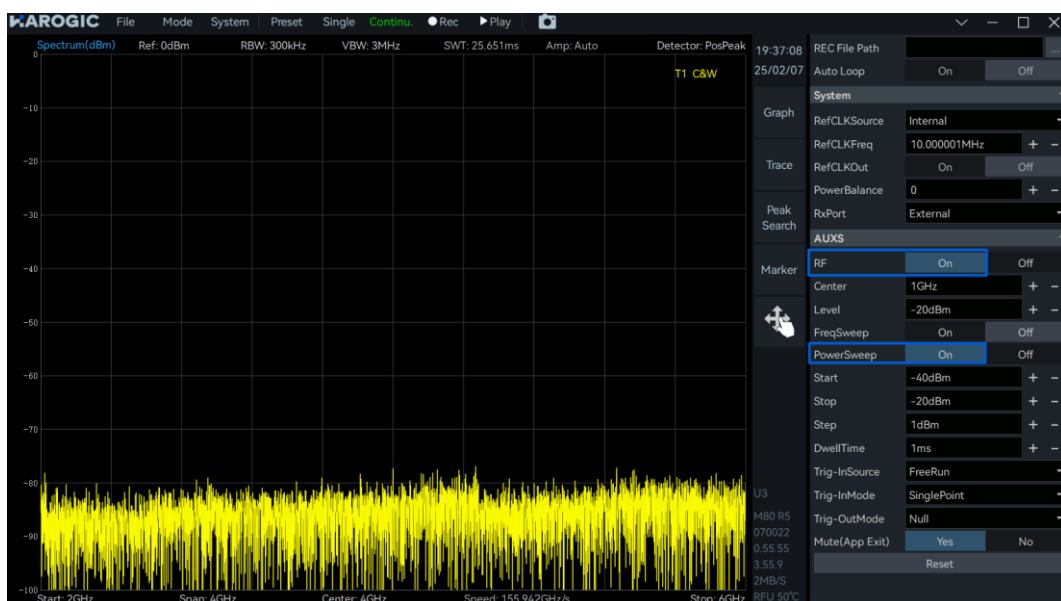
- 3、在 “AUXS” 子菜单中，将 “Start” 设置为 2 GHz， “Stop” 设置为 6 GHz， “Step” 设置为 10 MHz， “Level” 设置为 -20 dBm， “DwellTime” 设置为 1 ms；



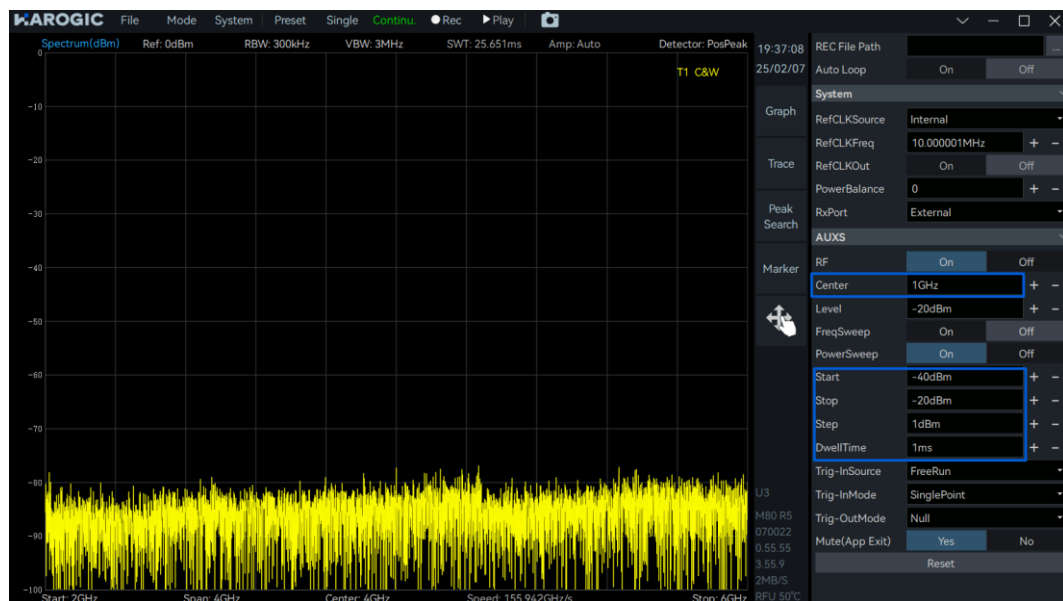
4、 ASG 输出起始频率为 2 GHz，终止频率 6 GHz，频率间隔 10 MHz，驻留时间 1 ms，幅度为-20 dBm 的频率扫描信号。

12.5 功率扫描信号

- 1、 请参考[单音信号](#)章节的步骤 1，启用信号源功能；
- 2、 在设置区 “AUXS” 子菜单中，启用 “PowerSweep” 模式；



- 3、 在 “AUXS” 子菜单中，将 “Center” 设置为 1 GHz，“Start” 设置为-40 dBm，“Stop” 设置为-20 dBm，“Step” 设置为 1 dBm， DwellTime 设置为 1 ms。



4、 ASG 输出频率为 1 GHz，起始功率-40 dBm，终止功率-20 dBm，功率间隔 1 dBm，驻留时间 1 ms 的功率扫描信号。

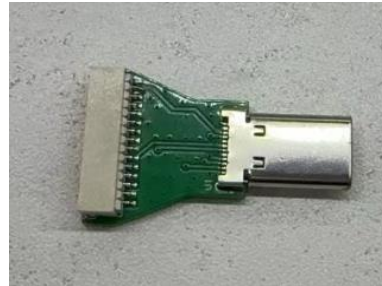
13. 其他功能的使用

本章简要介绍仪器的中频输出以及触发功能, 详细介绍了不同型号的仪器使用 GNSS 功能时所涉及到的配件、接口、连接方法、查看 GNSS 信息的方法、使用 1PPS 触发的方法、高品质 GNSS 模块的 10MHz 参考时钟的使用方法和如何对 NX 设备进行远程控制。

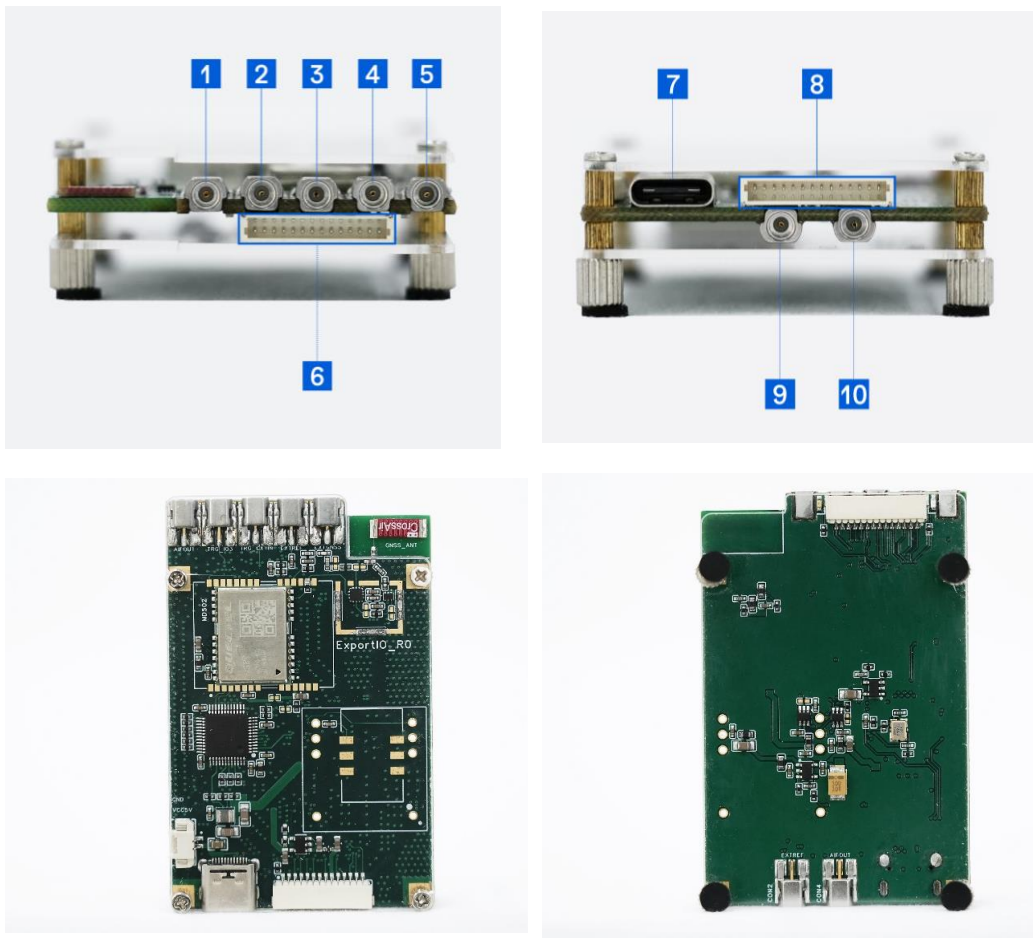
13.1 GNSS 使用说明

13.1.1 GNSS 配件简介

下列配件均针对于 SA 系列设备。NX 系列仪器已内置 GNSS 模块, 使用 GNSS 功能时, 仅需连接天线, 无需连接以下配件。

		
标准 GNSS 模块	较高精度 GNSS 模块	高品质 GNSS 模块
		
排线 (连接外置 GNSS 模块和 SA 系列设备)	MMCX 转 SMA 连接线 (连接天线和 GNSS 模块)	MUXIO 多功能转 Type-C (连接 SAM/SAN 系列和排线)
		
MCX 转 MMCX 连接线 (连接 SAM/SAN 仪器的参考输入和 GNSS 模块的参考输出)	MMCX 连接线 (连接 SAE/SAN-400 仪器的参考输入和 GNSS 模块的参考输出)	

13.1.2 GNSS 接口介绍



- | | | | |
|---|------------------------------|----|-------------------------------------|
| 1 | 外部 GNSS 天线接口 | 6 | 预留接口 |
| 2 | 外部参考输入接口 | 7 | 辅助供电接口 Type-C 接口, 仅适用于高品质 GNSS 模块使用 |
| 3 | 外部触发输入接口 | 8 | MUXIO 多功能接口 (触发输入/出) |
| 4 | 触发输出接口 | 9 | 模拟中频输入接口, 适用于 SAE/SAN-400 设备 |
| 5 | 模拟中频输出接口, 适用于 SAE/SAN-400 设备 | 10 | 高品质 GNSS 模块 10MHz 参考时钟输出 |

13.1.3 GNSS 模块连接方法

后文所涉及到的接口, 请根据设备型号参考 [SA 系列设备外部接口说明](#) 和 [NX 系列设备外部接口说明](#) 章节,

GNSS 模块接口号请参考 [GNSS 接口介绍](#) 章节 (使用外部 GNSS 天线时, 请将天线接收面朝向无遮挡的天空)。

1、SA 系列设备的 GNSS 模块连接

■ SAE/SAN-400 系列设备



图 4 SAE/SAN-400 模块连接示意图

- (1) 连接排线：使用排线将仪器 5 号 MUXIO 多功能接口连接至 GNSS 模块 8 号 MUXIO 多功能接口，若 GNSS 模块的指示灯闪烁，连接成功；
- (2) 连接外部 GNSS 天线：连接天线和 MMCX 转 SMA 连接线，并将接好的外部天线的 MMCX 端连接至 GNSS 模块的 1 号接口；
- (3) 连接 GNSS 外部供电：通过 Type-C 数据线将高品质 GNSS 模块的 7 号口连接至电源适配器，电源适配器插入插座，额外给 GNSS 模块供电（若使用标准、较高精度 GNSS 模块，忽略此步骤）；
- (4) 连接 GNSS 的 10MHz 参考时钟：使用双头 MMCX 连接线将设备的 4 号 MMCX 接口和高品质 GNSS 模块的 10 号 MMCX 接口相连接（若使用标准、较高精度 GNSS 模块，忽略此步骤）

■ SAM/SAN 系列设备



图 5 SAN 和 SAM 系列模块连接示意图

- (1) 连接 MUXIO 多功能转 Type-C: 将 MUXIO 多功能转 Type-C 连接至设备 6 号接口;
- (2) 连接排线: 将 MUXIO 多功能转 Type-C 的 MUXIO 多功能接口, 通过排线连接至 GNSS 模块 8 号接口, 若 GNSS 模块的指示灯闪烁, 连接成功;
- (3) 连接外部 GNSS 天线: 连接天线和 MMCX 转 SMA 连接线, 并将接好的外部天线的 MMCX 端连接至 GNSS 模块的 1 号接口;
- (4) 连接 GNSS 外部供电: 通过 Type-C 数据线, 将高品质 GNSS 模块的 7 号口连接至电源适配器, 电源适配器插入插座, 额外给 GNSS 模块供电 (若使用标准、较高精度 GNSS 模块, 忽略此步骤);
- (5) 连接 GNSS 的 10MHz 参考时钟: 使用 MCX 转 MMCX 连接线, 将设备的 3 号 MCX 接口和高品质 GNSS 模块的 10 号 MMCX 接口相连接 (若使用标准、较高精度 GNSS 模块, 忽略此步骤)。

2、NX 系列设备 GNSS 模块连接

连接天线和 MMCX 转 SMA 连接线，并将 MMCX 端连接至仪器的 GA 接口（NXE/NXN-400 系列仪器是 4 号 MMCX 接口，NXM/NXN(除 NXN-400)系列仪器是 5 号 MMCX 接口）。



图 6 NX 系列仪器外部天线连接示意图

13.1.4 查看 GNSS 信息

- 1、 请参考 [GNSS 模块连接方法](#) 章节正确连接仪器与天线；
- 2、 打开 SASTudio4， 点击 “System”， 选择 “GNSS Info”， 在 GNSS Info 框中将天线类型切换为 “GNSS_AntennaExternal”；
- 3、 等待 1-3 分钟后 GNSS 即可锁定， 可以根据状态栏信息中 GNSS 锁定标识判断 GNSS 锁定与否， 锁定后 GNSS 锁定标志标为绿色， 若为灰色则未锁定。



13.1.5 使用 GNSS 模块的 1PPS 触发

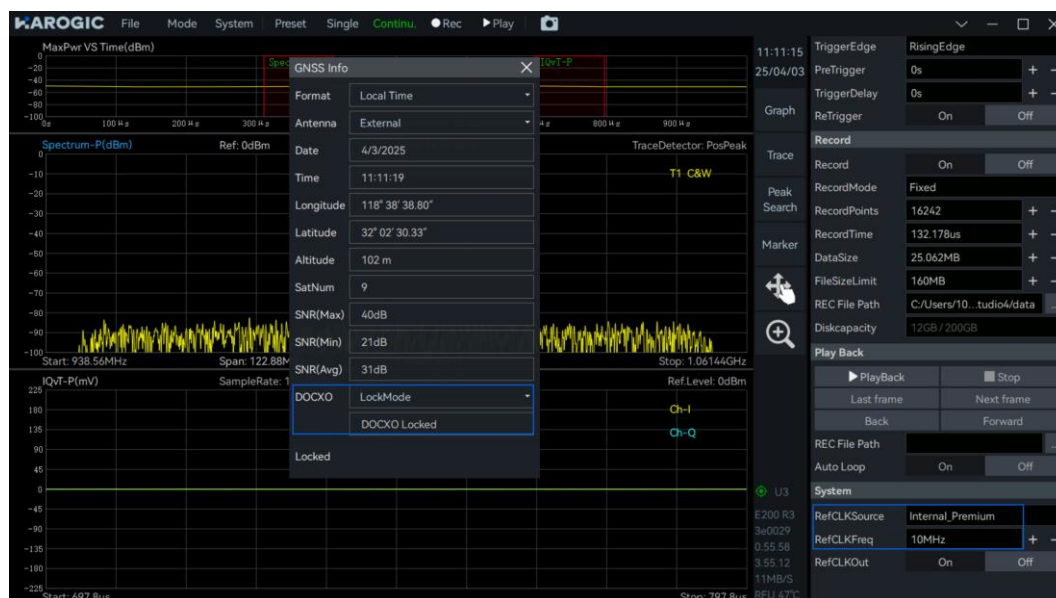
仅 IQS 模式、DET 模式和 RTA 模式下可使用外部 GNSS 模块的 1PPS 触发。本节将以 IQS 模式为例，详细说明如何配置 GNSS 模块的 1PPS 触发功能。

- 1、请参考 [GNSS 模块连接方法](#) 章节正确连接仪器与天线；
- 2、请参考 [查看 GNSS 信息](#) 章节确保 GNSS 已锁定；
- 3、点击“Mode”，选择“IQStreaming”，切换至 IQS 模式；
- 4、将“TriggerSource”设置为“GNSS-1PPS”，使用 GNSS 模块的 1PPS 触发。



13.1.6 使用 GNSS 模块的 10MHz 参考时钟（仅高品质 GNSS 模块可用）

- 1、 参考 [GNSS 模块连接方法](#)部分正确连接仪器与天线；
- 2、 请参考[查看 GNSS 信息](#)章节确保 GNSS 已锁定；
- 3、 打开 SASTudio4， 点击 “System”， 选择 “GNSS Info”， 打开 GNSS Info 框；
- 4、 在 GNSS 信息框中将 “DOCXO” 设置为 LockMode， 等待 5-10 分钟， 若 GNSS Info 框中的出现 “DOCXO Locked”， OCXO 锁定成功；
- 5、 将主设置区 System 子菜单下的 “RefCLKSource” 设置为 Internal_Premium、“RefCLKFrequency” 设置为 10MHz， 此时参考时钟源为 OCXO。



13.1.7 GNSS 使用注意事项

GNSS 模块未锁定时，不建议使用 GNSS 的 1PPS 和 10MHz 时钟信号输出。

13.2 触发功能介绍

13.2.1 SWP 扫频模式

表 32 SWP 模式下触发功能介绍

触发输入	
触发源	扫描模式触发源：自由运行、外部跳频触发、外部扫频触发、外部配置触发
触发边沿	上升沿、下降沿、双边沿
触发输出	
触发输出	无触发
	跳频触发：每完成一帧分析输出一个触发
	扫描触发：每完成一次迹线扫描输出一个触发
	配置触发：每切换一次配置输出一个触发
触发输出脉冲极性	正脉冲、负脉冲

13.2.2 IQS、DET、RTA 定频点模式

表格 33 IQS、DET、RTA 模式下触发功能介绍

触发输入	
触发源	定频点模式触发源：外部触发、总线触发、电平触发、定时器触发、信号源扫描的输出触发（仅带源设备）、多机同步触发、GNSS-1PPS 触发和 GNSS-1PPS 多机同步触发（使用 GNSS 模块的 SA 设备或者 NX 设备）
触发边沿	上升沿、下降沿、双边沿
触发延迟	设置触发之后，延迟采集的时间
预触发	设置触发之前，提前采集的时间
重触发	仪器在捕捉到一次触发后，多次响应

重触发次数 单次触发响应后，额外需要做几次响应

重触发间隔 单次触发仪器多次响应的时间间隔，同为定时器触发模式下的触发周期

触发输入-电平

电平门限 设置电平触发门限值，高于门限值表示达到触发条件

防抖安全时间 设置电平触发防抖安全时间

触发输入-定时器

定时周期 定时器触发模式下的触发周期

同步 定时器触发与外触发边沿同步选项、不与外触发同步

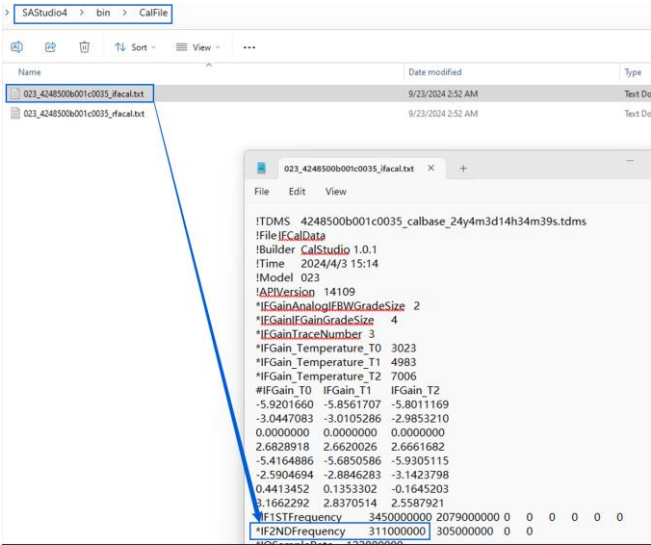
触发输出

触发输出
请参见 [SWP 扫频模式](#)同名参数

触发输出脉冲极性

13.3 中频输出应用指南

模拟中频输出信号的频率在 $307.2\text{MHz}\pm 50\text{MHz}$ 之间，每台仪器模拟中频输出的中心频率，可以在仪器的中频校准文件中查看。



13.4 外部参考时钟输入

参考时钟输入波形支持正弦波、方波或削峰正弦，频率必须设置为 10 MHz，幅值为 3.3V CMOS 电平。

下面以 GPSDO 作为 10 MHz 参考时钟输入。各设备的连接图如下所示：

SA 系列设备：

- 1、将 GPSDO “10 MHz” 口连接至设备参考时钟输入接口（其中 SAM/SAN(除 SAN-400) 通过 BNC 转 MCX 线连接至设备的 3 号接口；SAE/SAN-400 通过 BNC 转 MMCX 线连接至设备的 4 号接口）。



图 6 SAM/SAN 系列外部参考时钟连接示意图



图 7 SAE/SAN-400 外部参考时钟连接示意图

▲NX 系列设备：

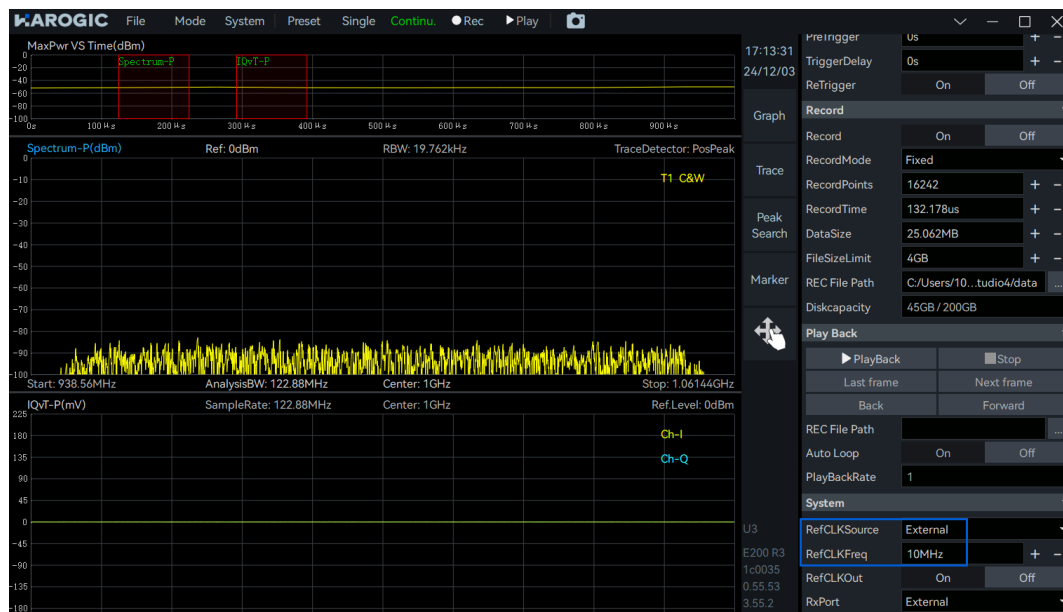
- 1、将 GPSDO “10 MHz” 口连接至设备参考时钟输入接口（其中 NXM/NXN(除 NXN-400) 通过 BNC 转 MCX 线连接至设备的 1 号接口；NXE/NXN-400 通过 BNC 转 MMCX 线连接至设备的 7 号接口）。



图 8 NXE/NXN-400 外部参考时钟连接示意图

正确连接外参考时钟输入后：

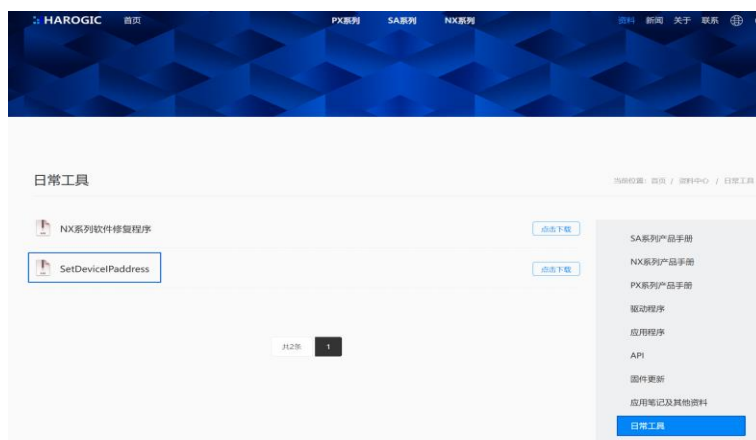
- 2、将主设置区 “System” 下的 “RefCLKSource” 设置为 External, “RefCLKFreq” 设置为 10 MHz，如果参考时钟源显示 “External” 则表示切换成功，如果参考时钟源回弹为 “Internal” 则表示切换失败。



13.5 远程控制指南

1、进入 HAROGIC 公司官网（<http://www.harogic.cn/resource/common-tool/>）下载并解压

SetDeviceAddress 软件至电脑桌面或其他目录。



2、将 NX 设备通过网线连接至路由器的网口；



3、PC 端通过 WIFI 连接至同一个路由器，与仪器处于同一个局域网中，双击打开 SetDeviceIPAddr.exe，可查看路由器分配给仪器的 IP 地址，本例中 IP 地址为“192.168.31.138”，用户也可根据自身需求在同一网段下修改仪器 IP 地址。若关闭仪器的 DHCP，则可在路由器下设置其他网段的 IP 地址。

```
D:\HAROGIC\SetDeviceIPAddr.exe
Number of current devices : 1
Local IP : 192.168.31.107 Local Mask : 255.255.255.0
-----
Device : 0
UID : 4248500b001c0035
IP : 192.168.31.138
Mask : 255.255.255.0
-----
Please input device ID that needs to be configured :
```

4、打开 cmd 窗口，输入“ping 192.168.31.138”，若可以 ping 通，则网络连接成功；

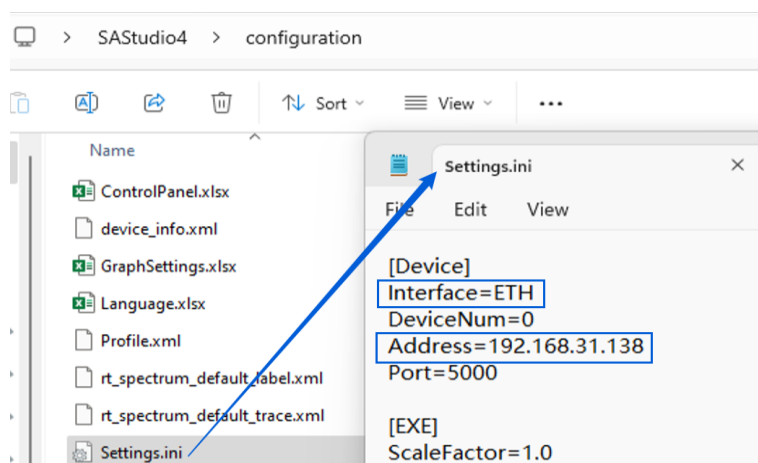
```
Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.22631.4460]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\10418>ping 192.168.31.138

Pinging 192.168.31.138 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.31.138: bytes=32 time=14ms TTL=64
Reply from 192.168.31.138: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.31.138: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.31.138: bytes=32 time=4ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.31.138:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 3ms, Maximum = 14ms, Average = 6ms
```

5、进入“...\SASudio4\configuration\”文件夹，双击打开 Settings.ini 文件，将 Interface 设置为 ETH，Address 设置为 192.168.31.168；



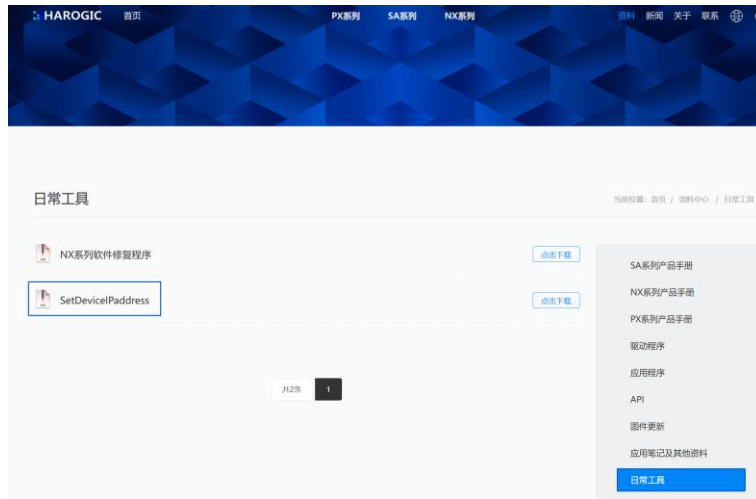
6、将设备校准拷贝至 PC 端 “..\SAStudio4\bin\CalFile” 文件夹中，双击 PC 端 “SAStudio4\bin” 下的 SAStudio4.exe，打开 SAStudio4 界面，实现对 NX 系列仪器的远程控制。



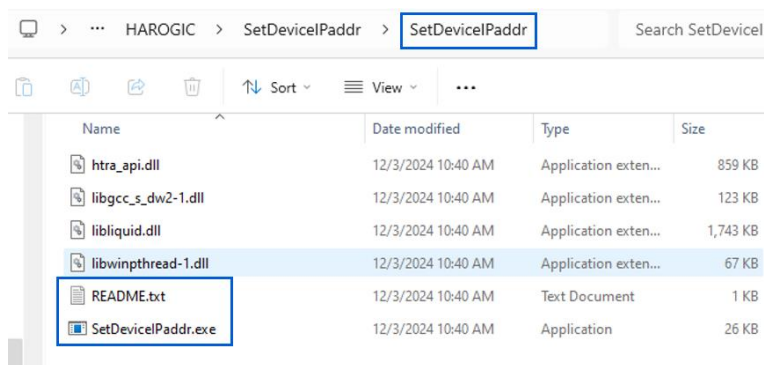
13.6 修改 NX 系列设备 IP 地址

NX 系列设备出厂时默认有两个 IP：192.168.1.100（不可修改）和 192.168.3.100（可修改），用户可通过从官网获取的程序包对可修改的 IP 进行操作。修改时，要保证接收机网卡的 IP 与上位机其他非物理连接网卡的 IP 不属于同一网段，以避免网络冲突。与此同时，IP 地址不能以 “.0”、“.1”、“.255” 结尾，这些 IP 在网络中有特殊用途（如网络地址、广播地址或可能的网关地址），使用它们作为设备 IP 会导致网络问题。具体修改方法请参考下文：

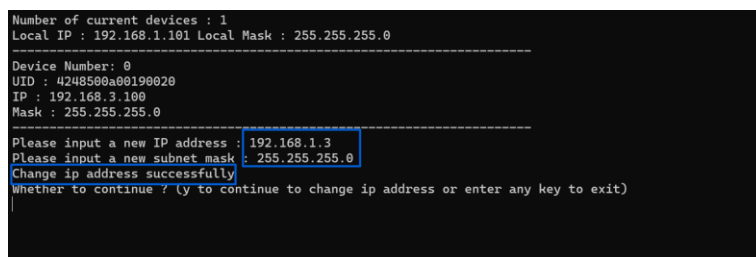
1、进入 HAROGIC 公司官网（<http://www.harogic.cn/resource/common-tool/>）下载并解压 SetDeviceIPAddress 包至桌面或其他目录；



2、鼠标左键双击 SetDeviceIPAddr.exe，并按照提供的“README.txt”文档中的提示打开修改 IP 地址的程序；

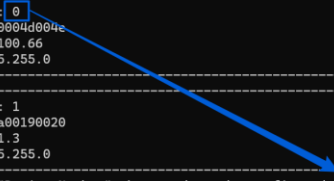


3、若上位机连接单台仪器，请依次填写 IP 地址和子网掩码，按下回车键并等待数秒，出现“Change ip address successfully”即为修改成功（用户需输入合法的 IP 地址和符合 CIDR 格式的子网掩码）。



4、若上位机连接多台仪器，请依次填写需修改 IP 的仪器编号（每台仪器对应唯一的 Device Number，即软件启动时显示的仪器号，本文以修改 UID 为 33325110003e0029 的仪器为例）、IP 地址和子网掩码。按下回车键并等待数秒，出现“Change ip address successfully”即为修改成功（用户需输入合法的 IP 地址和符合 CIDR 格式的子网掩码）。

```
Number of current devices : 2
Local IP : 192.168.1.101 Local Mask : 255.255.255.0
-----
Device Number: 0
UID : 33325110004d004e
IP : 192.168.100.66
Mask : 255.255.255.0
-----
Device Number: 1
UID : 4248500a00190020
IP : 192.168.1.3
Mask : 255.255.255.0
-----
Please input "Device Number" that needs to be configured : 0
Please input a new IP address : 192.168.1.4
Please input a new subnet mask : 255.255.255.0
Change ip address successfully
Whether to continue ? (y to continue to change ip address or enter any key to exit)
|
```

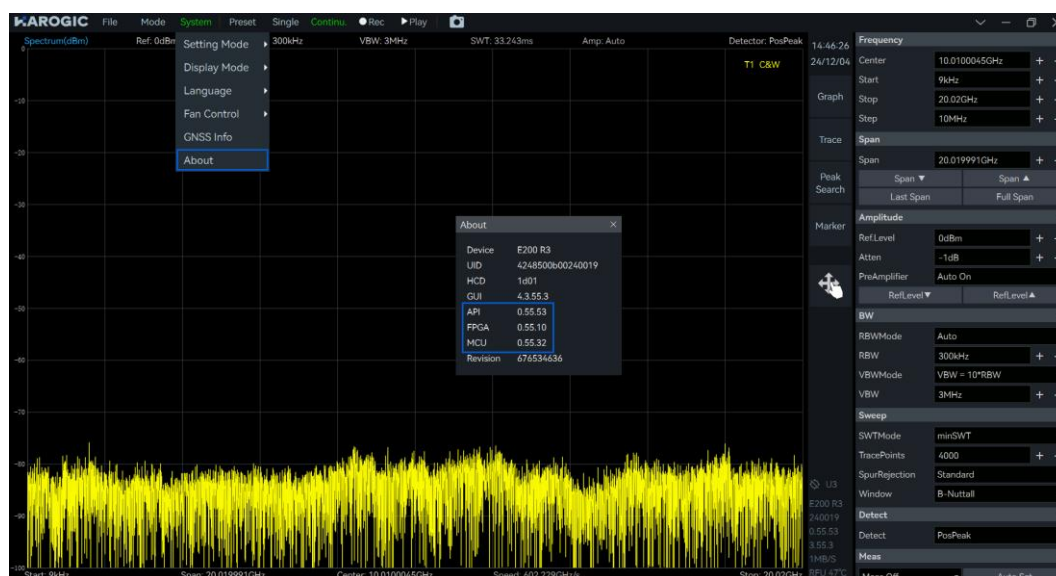


14. 软固件更新

本章介绍了如何使用软固件更新程序更新 SA/NX 仪器的 MCU 固件、FPGA 固件和 GNSS 固件，以及如何获取最新的 SASTudio4 软件。

14.1 软固件更新规则

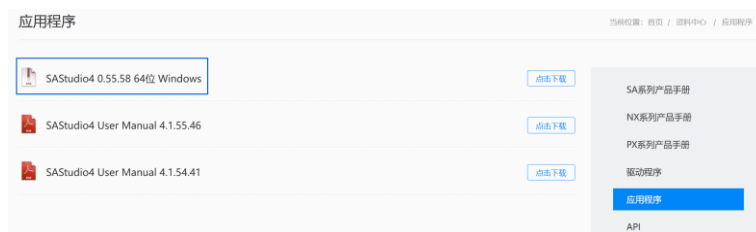
仪器软固件更新需满足以下版本要求：SA 系列固件版本需为 0.54.0 或更高，NX 系列固件版本需为 0.55.12 或更高。若更新 GNSS 模块，MCU 固件版本需达到 0.55.32 或以上。版本查看方式如下：点击菜单栏中的“System” - “About”，查看当前仪器版本信息。



仪器更新软固件后，需确保仪器 MCU 固件、FPGA 固件、SASTudio4 软件（API）在同一大版本内才能正常使用，不同大版本之间互不兼容，例如同为 0.55.x 才可正常使用。

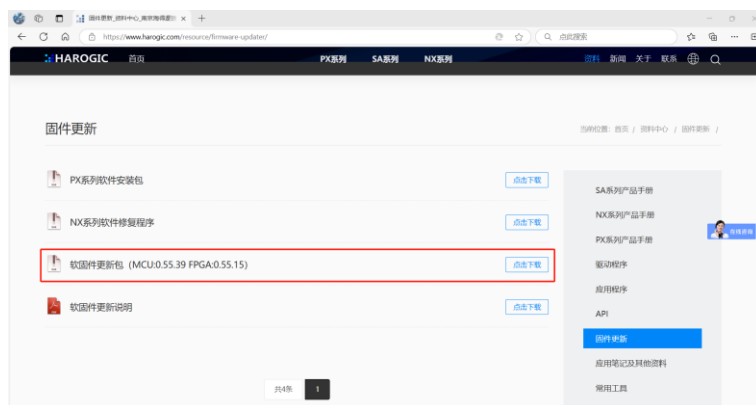
14.2 SASTudio4 软件获取

进入 HAROGIC 公司官网（<http://www.harogic.cn/resource/software/>）下载最新版本的 SASTudio4 软件。



14.3 软固件更新包获取

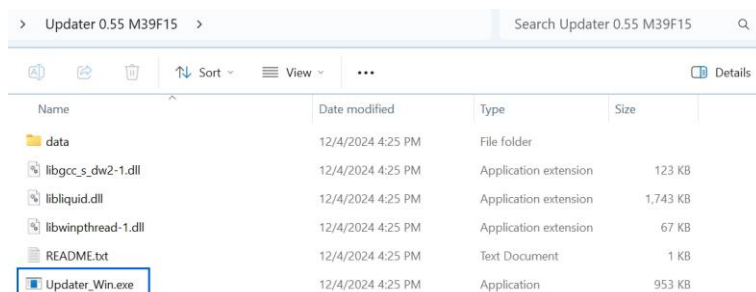
进入 HAROGIC 公司官网 (<http://www.harogic.cn/resource/software/>) 下载最新版本的 SASudio4 软件。



14.4 Updater 更新软固件

注意：若按照流程更新时出现错误，请参考[异常处理](#)章节。

- 1、 请完全参照快速入门指南章节中步骤，连接 SA/NX 仪器，并使用 SASudio4 进行测试，确保设备能正常运行；
- 2、 进入 Updater 0.55 M39F15 文件夹，双击运行 Updater_Win.exe。



- 3、 NX 仪器在使用软固件更新程序时，优先会进行内部软件更新 (SA 设备无此过程)，如图所示等待 60s 即可完成更新。

```
C:\Users\60536\Desktop\Upd x + v
NXServer need to update. Step2: it will take about 60 seconds
Reconnecting device, please wait about 60s: 59
```

4、 SA 设备常规打开 Updater 程序或 NX 设备更新完毕内部软件后，程序会显示当前设备的固件版本和更新程序中的固件版本，确认无误后，按回车开始升级。（后续以 Updater 0.55 M39F15 为例，即 MCU 为 0.55.39，FPGA 为 0.55.15）

```
C:\Users\60536\Desktop\Upd x + v
Current MCU firmware version: 0.55.32
Current FPGA firmware version: 0.55.10

New MCU firmware version: 0.55.39
New FPGA firmware version: 0.55.15
Press Enter to update MCU or FPGA or GNSS
```

5、 更新时终端会显示进度百分比，携带了 GNSS 选件的设备会在程序运行时自动更新 GNSS。

```
C:\Users\60536\Desktop\Upd x + v
Current MCU firmware version: 0.55.32
Current FPGA firmware version: 0.55.10

New MCU firmware version: 0.55.39
New FPGA firmware version: 0.55.15

Press Enter to update MCU or FPGA or GNSS
Ready to update GNSS firmware, please wait for about 5 seconds
Updating GNSS Firmware...100.00%
GNSS firmware update completed
Ready to update MCU firmware, please wait for about 3 minutes
```

6、 更新 MCU 与 FPGA 时，SA 系列设备 MCU 更新时间大概为 3 分钟，FPGA 更新时间大概为 12 分钟。

NX 系列设备 MCU 更新时间大概为 6 分钟，FPGA 更新时间大概为 20 分钟。

```
C:\Users\60536\Desktop\Upd x + v

Current MCU firmware version: 0.55.32
Current FPGA firmware version: 0.55.10

New MCU firmware version: 0.55.39
New FPGA firmware version: 0.55.15

Press Enter to update MCU or FPGA or GNSS
Ready to update GNSS firmware, please wait for about 5 seconds
Updating GNSS Firmware...100.00%
GNSS firmware update completed
Ready to update MCU firmware, please wait for about 3 minutes
Updating...100.00%
MCU firmware update completed
Ready to update FPGA, please wait and do not close the program
Application 1 Hardware upgrade in progress...
Erase Flash, please wait...
Erase completed!
Data packet number is 19961
Downloading... 8.15%
```

7、更新完成后，按回车结束更新或直接点击右上角叉号关闭程序即可。

```
C:\Users\60536\Desktop\Upd x + v

Current MCU firmware version: 0.55.32
Current FPGA firmware version: 0.55.10

New MCU firmware version: 0.55.39
New FPGA firmware version: 0.55.15

Press Enter to update MCU or FPGA or GNSS
Ready to update GNSS firmware, please wait for about 5 seconds
Updating GNSS Firmware...100.00%
GNSS firmware update completed
Ready to update MCU firmware, please wait for about 3 minutes
Updating...100.00%
MCU firmware update completed
Ready to update FPGA, please wait and do not close the program
Application 1 Hardware upgrade in progress...
Erase Flash, please wait...
Erase completed!
Data packet number is 19961
Downloading... 99.99%
FPGA firmware update completed!

Press Enter to end
```

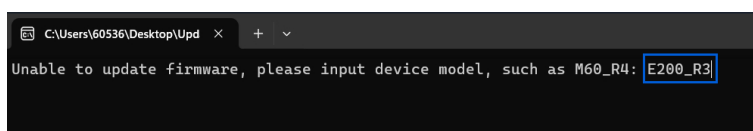
8、关闭程序后，打开 SASTudio4 查看设备 MCU 与 FPGA 是否已更新为目标版本。



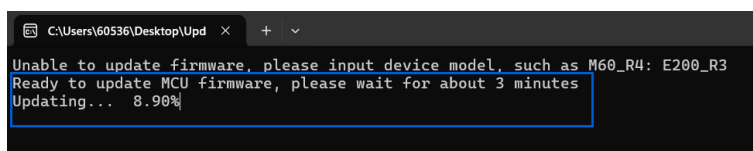
14.5 异常处理

14.5.1 固件更新异常处理

设备若在更新 MCU、FPGA、GNSS 过程中因为数据线或网线断连等意外情况导致更新失败，请重启程序等待 1 分钟左右，出现下图所示情况后，按提示将设备型号输入到终端并按下回车重新更新（此处以 E200_R3 设备为例）。

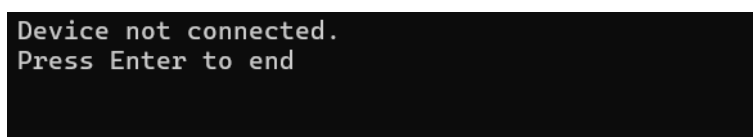


等待更新完成后关闭程序。

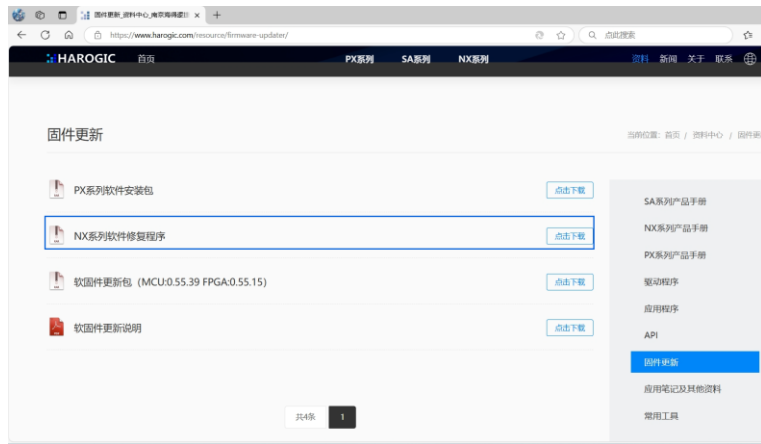


14.5.2 内部软件更新异常处理（仅 NX 设备）

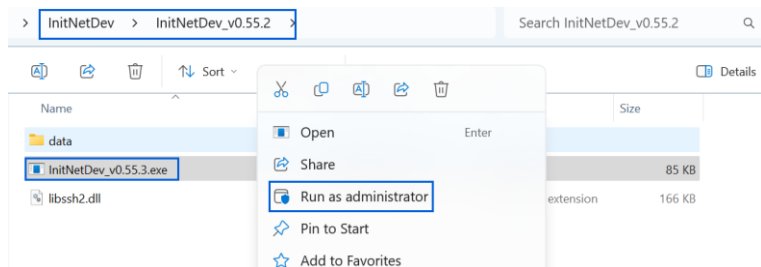
NX 设备若在更新内部软件过程中因为网线断连或断电等意外情况导致软件包损坏，再次更新出现如下图所示提示，此时需按以下流程先修复内部软件。



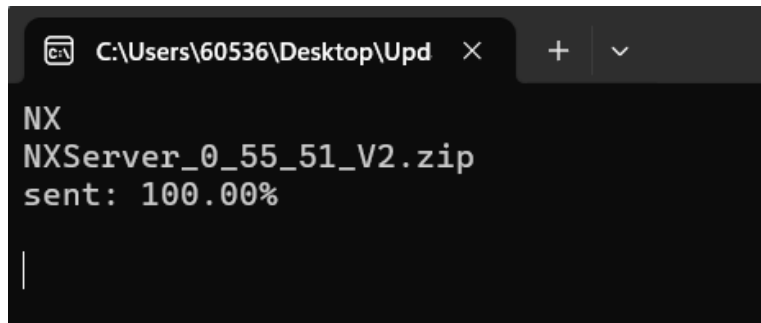
1、进入 HAROGIC 公司官网（<http://www.harogic.cn/resource/firmware-updater/>）下载并解压 NX 系列软件修复程序至桌面。



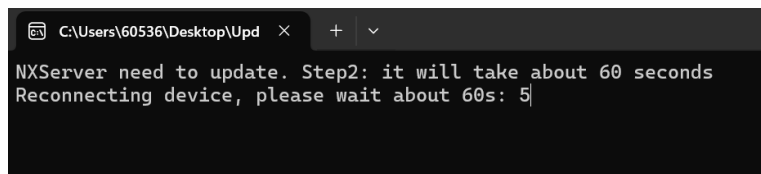
- 2、 打开 InitNetDev\InitNetDev_v0.55.2 文件夹，以管理员身份运行 InitNetDev_v0.55.3.exe 程序。



- 3、 若在运行时出现安全提示，全部选择允许即可。
- 4、 如图所示修复完成后自动退出。



- 5、 内部软件修复完成后，再次运行 Updater 程序，重新更新固件即可。



 www.harogic.com

 info@harogic.com