

PX
Series

NX
Series

SASTUDIO4
用户指南

SA
Series



SA/NX/PX 系列 频谱仪用户指南

实时频谱仪
高达 40 GHz

V3.55.30.1
2025/11/20

HARGOGIC 海得逻辑

目录

1. 版本管理	1
2. 前言	2
3. 准备工作	3
3.1 软件适配性	3
3.2 运行环境要求	3
3.3 软件默认存储路径说明	3
3.4 软件获取	4
4. 工作模式介绍	5
4.1 标准频谱分析模式	5
4.2 IQ 流模式	5
4.3 检波分析模式	5
4.4 实时频谱分析模式	6
4.5 谐波分析模式	6
4.6 相位噪声测量模式	6
4.7 数字解调模式（选件）	6
4.8 界面布局	7
4.8.1 菜单栏	7
4.8.2 图表设置区	8
4.8.3 主设置区	8
4.8.4 仪器状态栏	8
5. 通用操作	9
5.1 保存和打开仪器配置	9
5.2 保存图片	9
5.3 删除文件与图像	9
5.4 设置启动状态	10
5.5 切换工作模式	10
5.6 专业和简洁设置	10
5.7 主题设置	10
5.8 参数设置	11
5.9 GNSS 使用	11
5.9.1 使用内置 GNSS 模块	12
5.9.2 使用内置 GNSS 模块的 1PPS 触发	12
5.9.3 使用内置 GNSS 模块的 10MHz 参考时钟（仅高品质 GNSS 模块可用）	13
5.9.4 使用外置 GNSS 模块	14
5.10 查看仪器信息	14
5.11 预设	14
5.12 单次与连续预览	14

5.13	快捷记录与回放	15
5.14	隐藏面板	15
5.15	Y 轴刻度缩放	15
5.16	显示偏移	15
5.17	切换 X 轴比例	15
5.18	显示标尺	15
5.19	设置图表单位	16
5.20	瀑布图	16
5.21	导出数据	17
5.22	记录与回放	17
5.23	图表缩放功能	18
5.23.1	Zoom 缩放	18
5.23.2	放大镜放大	19
5.23.3	交互式缩放（仅 PX 系列）	20
5.24	迹线设置	20
5.25	游标功能	21
5.25.1	创建游标	21
5.25.2	创建游标对	21
5.25.3	关闭游标	21
5.25.4	修改游标频率	21
5.25.5	游标切换迹线	22
5.25.6	差值游标	22
5.25.7	噪声密度	23
5.25.8	游标寻峰	23
5.25.9	游标至中心	23
5.25.10	游标至模式	24
5.25.11	频率追踪	24
5.25.12	峰值跟踪	25
5.25.13	峰值表	25
5.26	快捷参数设置	26
5.26.1	参数设置	26
5.26.2	参数显示	27
5.27	修改仪器原生采样率	27
5.28	幅度修正	27
5.28.1	补偿规则	27
5.28.2	幅度修正示例	27
5.29	显示模式（仅 SA/NX）	28
5.30	风扇控制（仅 SA）	29
6.	标准频谱分析模式的使用	30
6.1	标准频谱分析模式通用参数介绍	30
6.2	信道功率	31
6.2.1	参数说明	31

6.2.2	操作步骤	31
6.3	占用带宽	32
6.3.1	参数说明	32
6.3.2	操作步骤	32
6.4	邻道功率比	33
6.4.1	参数说明	33
6.4.2	操作步骤	33
6.5	IP3/IM3	34
6.5.1	参数说明	34
6.5.2	操作步骤	34
6.6	SEM	35
6.6.1	参数说明	35
6.6.2	操作步骤	36
6.7	自动参考电平	37
6.8	天线因子	38
6.8.1	参数说明	38
6.8.2	补偿规则	38
6.8.3	天线因子配置示例	39
6.8.4	自动加载天线因子	40
7.	IQ 流模式的使用	41
7.1	IQ 流模式通用参数介绍	41
7.2	IQ 流模式功能简介	42
7.3	频谱分析	42
7.3.1	参数说明	42
7.3.2	操作步骤	42
7.4	IQvT	43
7.4.1	操作步骤	43
7.5	PvT	44
7.5.1	操作步骤	44
7.6	AM 解调	44
7.6.1	参数说明	44
7.6.2	操作步骤	45
7.6.3	音频分析	46
7.7	FM 解调	46
7.7.1	参数说明	46
7.7.2	操作步骤	46
7.7.3	音频分析	47
7.8	DDC 数字下变频	47
7.8.1	参数说明	48
7.8.2	操作步骤	48
8.	检波分析模式的使用	50

8.1	检波分析通用参数介绍	50
8.2	脉冲信号测量	50
8.2.1	操作步骤	50
8.3	脉冲信号检测 (Option 72)	51
8.3.1	参数说明	51
8.3.2	操作步骤	51
9.	实时频谱分析模式的使用	53
9.1	RTA 通用参数介绍	53
9.2	概率密度图	53
9.2.1	参数说明	53
9.2.2	关闭概率密度图	53
9.3	WIFI 信号测量	54
10.	数字解调 (Option 71)	55
10.1	参数说明	55
10.2	功能简介	55
10.3	操作步骤	55
11.	谐波分析模式	57
11.1	版本要求	57
11.2	启用谐波分析功能	57
11.3	参数说明	57
11.4	操作步骤	58
12.	相位噪声测量模式	59
12.1	版本要求	59
12.2	启用相位噪声测量功能	59
12.3	参数说明	59
12.4	操作步骤	60
12.4.1	已知载波信息的相位噪声测量	60
12.4.2	未知载波信息的相位噪声测量	61
13.	ASG 功能(Option 02)	62
13.1	ASG 通用参数介绍	62
13.2	ASG 功能使用说明	63
13.2.1	输出单音信号	63
13.2.2	输出频率扫描信号	63
13.2.3	输出功率扫描信号	64
14.	其他功能	65
14.1	触发功能介绍	65
14.1.1	SWP 扫频模式	65
14.1.2	IQS、DET、RTA 定频点模式	65

14.2	中频输出应用指南	66
14.3	外部参考时钟输入	67
14.4	同时连接与操作多台仪器	67
15.	选件申请	69
15.1	脉冲检测选件	69
15.1.1	申请许可证	69
15.1.2	放置许可证	69
15.2	数字解调选件	70
15.2.1	申请许可证和数字解调库	70
15.2.2	放置许可证和数字解调库	70
15.2.3	信号源选件	70
16.	软件更新	71
16.1	软件获取	71
16.2	SA/NX 系列仪器软件更新	71
16.2.1	Windows 下软件更新	71
16.2.2	Linux 下软件更新	71
16.3	PX 系列仪器软件更新	71
17.	固件更新	73
17.1	固件更新包获取	73
17.2	SA 系列仪器固件更新	73
17.3	PX 系列仪器固件更新	73
17.3.1	Windows 系统下 PX 系列仪器固件更新	73
17.3.2	Linux 系统下 PX 系列仪器固件更新	74
附录	75
附录 1:	记录文件格式说明	75
1.1	文件命名格式	75
1.2	结构体转换成字节数组的方式	75
附录 2:	标准频谱分析模式	76
附录 3:	接收机/IQ 流模式	80
附录 4:	检波分析模式	85
附录 5:	实时频谱分析模式	90

1. 版本管理

版本更新说明表

版本号	内容	时间
V3.55.30.1	1. 修改: 修改 脉冲解调选件放置许可证 章节 2. 修改: 修改 数字解调选件放置许可证与数字解调库 章节 3. 修改: 修改 Linux 系统下 PX 系列仪器固件更新 章节	2025-11-20
V3.55.30.0	1. 增加: 瀑布图章节中新增 瀑布图色棒对应功率范围调整方法 2. 增加: 记录文件格式说明	2025-11-06
V3.55.29.0	修改文档版本号, 无内容改动	2025-10-24
V1.3	1. 增加: 增加 自动参考电平 章节 2. 增加: 增加 自动加载天线因子 章节 3. 增加: 增加 数字解调模式下平均参数 说明 4. 修改: 修改 AM/FM 解调部分操作 说明	2025-10-17
V1.2	1. 修改: 更新 AM 解调与 FM 解调 章节 2. 修改: 根据新版更新包, 更新 PX 系列仪器软件更新 章节 3. 增加: 增加 Linux 系统下 PX 系列仪器固件更新 章节 4. 增加: 同时连接与操作多台仪器 章节 5. 增加: 天线因子 章节 6. 增加: Y 轴刻度缩放 章节 7. 增加: 图表缩放功能中, 新增 交互式缩放 (仅 PX 系列) 8. 增加: 快捷参数设置中, 新增 扫宽和中心频率的快捷设置方式	2025-9-8
V1.1	1. 增加: 增加 切换 X 轴比例 章节 2. 增加: 增加 峰值跟踪 章节 3. 增加: 增加 左右寻峰中自动参数设置功能	2025-8-25
V1.0	初始版本	2025-8-8

2. 前言

软件支持三种显示模式：

- **SA/NX 系列仪器**: 工作站单列(默认)、工作站双列和平板模式
- **PX 系列仪器**: 平板模式

本文以软件中的平板模式为例，介绍频谱分析软件的界面布局、工作模式及操作方法。尽管不同仪器所支持的显示模式有所差异，但各模式的操作逻辑一致，具体界面示意图如下所示。



图 1 平板模式界面显示

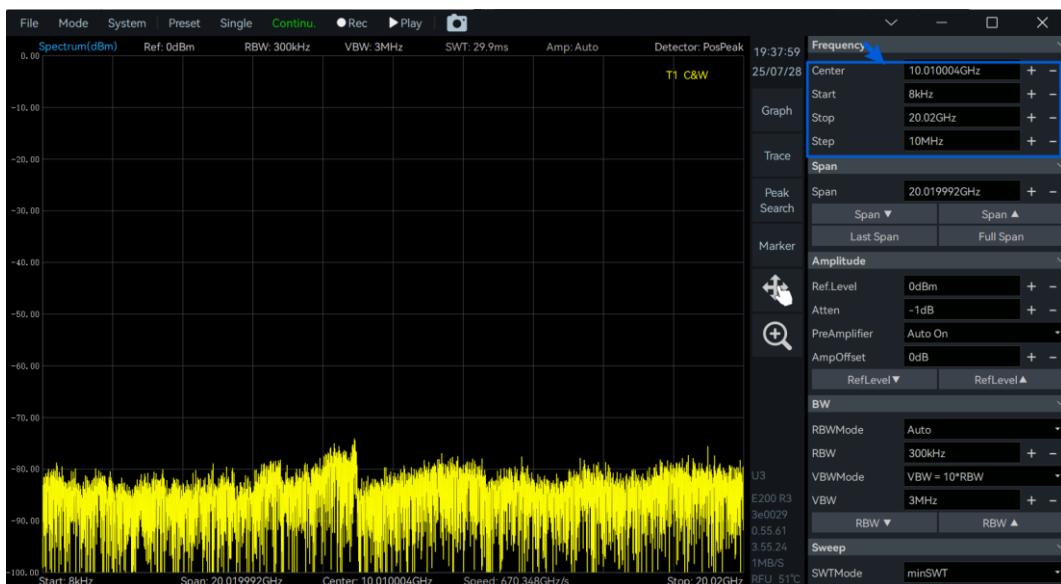


图 2 工作站单列模式界面显示

3. 准备工作

3.1 软件适配性

频谱分析软件适配全系列 55 版本的 SA、NX 和 PX 仪器。

3.2 运行环境要求

SA/NX 系列为内核型仪器，其频谱分析软件需安装在上位机上，推荐的上位机运行环境如下表所示：

表中仅列出基本建议配置，低于推荐配置的系统，请以实际测试结果为准。

表格 1 系统运行环境要求

操作系统	Windows 11/10/8/7，依赖 VS2019 C++ redistributables Ubuntu 22.04/20.04/18.04、Debian 12/11/10、Raspberry Pi OS 64bit
架构	Windows: x64、AArch64（仅 NX 系列支持） Linux: x64、AArch64
处理器	Windows: Intel i3 及以上，AArch64 仅测试过骁龙 8CX Gen2 Linux: 测试过树莓派 4B、RK3399、RK3588 等
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

3.3 软件默认存储路径说明

PX 系列仪器的软件默认安装在桌面 userdata 目录下，SA/NX 系列则安装在用户自定义的目录中。

在软件目录中，“data”、“images”和“reports”文件夹分别存储不同类型的数据：

- **data 文件夹**: 记录文件、配置文件、瀑布图的 CSV 数据文件
- **images 文件夹**: 图表图片
- **reports 文件夹**: 图表数据的 CSV 文件和相应的配置文件

除[快捷记录与回放](#)和[快捷截图](#)外，其他记录文件或图片均可自定义存储路径（PX 仪器需外接存储器，SA/NX 系列仪器直接自定义即可）。

3.4 软件获取

请参考[软件更新](#)章节，以获取并安装最新版本的软件。

注：默认提供 Windows x64、Linux x86_64 和 Linux aarch64 版本的软件。若需要 Windows x86 版本，请联系官方技术支持获取帮助。

4. 工作模式介绍

软件支持多种工作模式，主要包括标准频谱分析、IQ 流、检波分析、实时频谱分析、谐波分析、相位噪声测量和基础数字解调，每种模式的测量功能将在以下章节中详细说明。

4.1 标准频谱分析模式

在标准频谱分析模式下，仪器根据配置进行跳频以实现频率扫描，该模式适用于面向频率迹线测量与分析的应用。标准频谱分析模式提供的测量分析功能包括：

- 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
- 频谱发射模板（SEM）
- 峰值、信号追踪
- IM3
- 信道功率（Channel Power）
- 占用带宽（OBW）
- 邻道功率比（ACPR）
- 幅度修正
- 峰值表

4.2 IQ 流模式

在 IQ 流模式下，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，该模式适用于时域信号记录、基础解调分析等应用。IQ 流模式提供的功能包括：

- 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）
- 脉冲信号检测（选件）
- 频谱分析
- AM/FM 解调
- 音频分析
- IQ 数据记录与回放

4.3 检波分析模式

在检波分析模式下，仪器对分析带宽内的时域信号进行连续的检波分析，该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。检波分析模式提供的功能包括：

- 功率-时间波形图及缩放图
- DET 数据记录与回放
- 脉冲信号检测（选件）

4.4 实时频谱分析模式

在实时频谱分析模式下，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。该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。实时频谱分析模式提供的功能包括：

- 实时频谱概率密度图和瀑布图
- 实时频谱数据数据记录与回放

4.5 谐波分析模式

在谐波分析模式下，仪器基于基波对信号进行谐波分析，并显示各次谐波的频率、幅度及相对于基波的差值。该模式适用于分析信号中的谐波失真，有助于识别和评估其非线性特征。谐波分析模式提供的功能包括：

- 谐波谱图
- 谐波测量表

4.6 相位噪声测量模式

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及详细数据表，便于用户深入分析信号的相位稳定性以及不同频偏处的噪声密度。相位噪声测量模式提供的功能包括：

- 单边带相位噪声谱图
- 相位噪声测量表

4.7 数字解调模式（选件）

在数字解调模式下，仪器支持对多种调制信号进行解调，并从多个维度评估其调制质量。该功能适用于多种应用场景，尤其适合对已知调制信号进行深入分析与质量评估。数字解调模式提供的功能包括：

- 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/QAM 解调

4.8 界面布局

软件界面由以下部分组成：

- 菜单栏 (Menu)
- 图表显示区 (Graph Display Area)
- 仪器状态栏 (Instrument State)
- 图表设置区 (Graph Set Area)
- 主设置区 (Main Setting Area)
- 参数快捷设置区 (Parameter Quick Set)

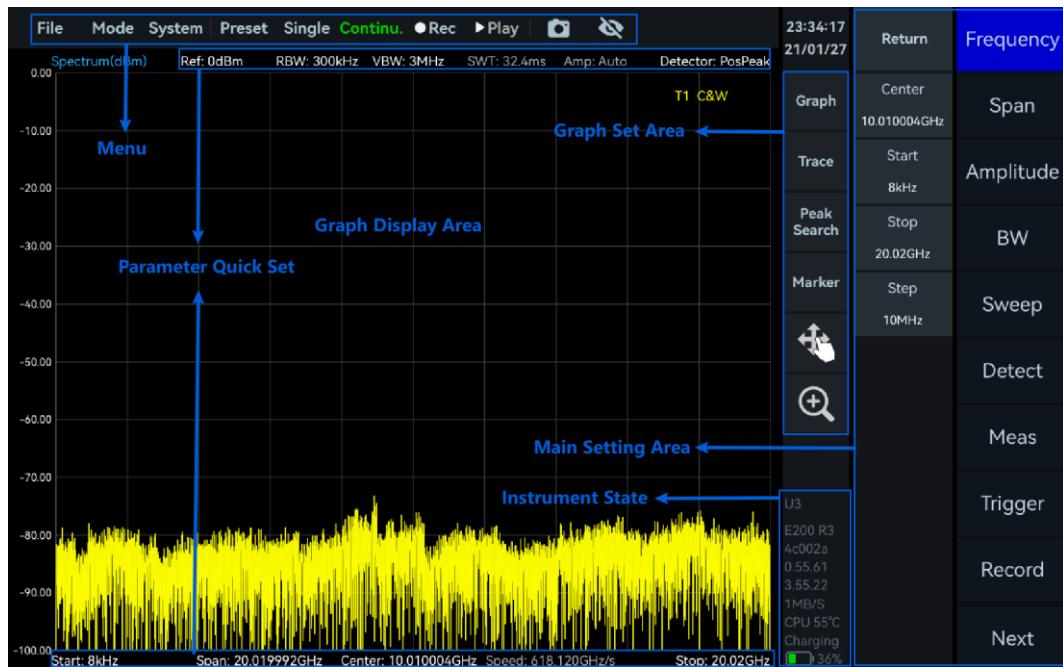


图 3 软件界面布局

4.8.1 菜单栏

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

4.8.2 图表设置区

- 图表设置
- 游标操作
- 迹线操作
- 显示测量结果

4.8.3 主设置区

- 测量与分析设置
- 数据记录与回放
- 触发设置
- 系统设置

4.8.4 仪器状态栏

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

5. 通用操作

5.1 保存和打开仪器配置

1. 保存当前配置

- (1) 点击菜单栏中的“文件”→“保存配置”；
- (2) 在“保存配置文件”弹窗中，设置保存路径和文件名，点击“确认”保存配置文件。

2. 打开预存配置

- (1) 点击菜单栏中的“文件”→“打开配置”；
- (2) 在“请选择文件”弹窗中选择配置文件，点击“确认”打开预存配置。

5.2 保存图片

1. 点击菜单栏中的“文件”→“保存图片”；
2. 在“保存图片”弹窗中，设定图片保存路径和图片名，点击“确认”保存截图；
3. 用户也可通过点击菜单栏中的快捷按键“”进行截图，图片默认保存在“/images”文件夹中，存储路径不可更改。

5.3 删除文件与图像

PX 系列仪器将软件目录下 images 文件夹中的图片拖放至“Trash Can”，并在 Confirm 弹窗中点击“Yes”，即可删除截图（记录文件和配置文件删除与截图删除方式一致）。

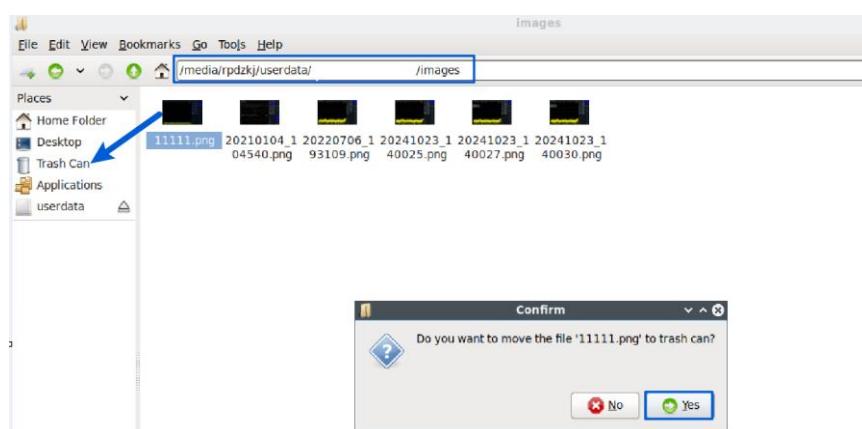


图 4 PX 系列仪器删除图片

5.4 设置启动状态

仪器支持用户自定义启动状态，相关启动状态说明详见表 2。

表 2 上位机软件启动状态

序号	启动状态名称	
1	默认	仪器默认配置
2	用户预设	选择用户预存的配置文件作为启动的初始配置
3	最近一次	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“文件”→“启动状态”；
2. “默认”和“最近一次”直接勾选即可，软件下次启动时将以该选项作为初始状态；
3. 选择“用户预设”，在出现的“请选择文件”弹窗中选择用户预存的配置文件，下次启动时，软件将以指定配置打开。

5.5 切换工作模式

点击菜单栏中的“模式”，可在标准频谱分析、IQ 流、检波分析、实时频谱分析、相位噪声测量、谐波分析和数字解调（选件）等工作模式之间进行切换。

5.6 专业和简洁设置

点击菜单栏中的“系统”→“设置模式”，即可在“简洁设置”和“专业设置”之间进行切换。相比简洁模式，专业模式在主设置区提供更丰富的参数选项，用户可根据实际需求灵活选择合适的设置模式。

5.7 主题设置

点击菜单栏中的“系统”→“主题”，即可在“深色”和“明亮”主题之间切换。

5.8 参数设置

点击菜单栏中的“系统”→“参数设置”，在弹出的设置窗口中可以进行如下功能设置：

表格 3 参数设置参数说明

参数	说明
震动反馈（仅 PX）	开启后，触屏操作仪器时，仪器通过震动提供触觉反馈
屏幕锁	开启后，屏幕右侧会出现锁定图标“”，点击该图标至“”可锁定屏幕，防止误操作，再次点击可解锁
数值检波	开启后，可降低包括游标在内的部分参数的显示刷新频率，便于用户观察与记录
空闲亮度降低（仅 PX）	开启后，若用户在一分钟内无任何操作，仪器将自动降低屏幕亮度
亮度（仅 PX）	调节 PX 系列仪器的屏幕亮度
音量（仅 PX）	调节 PX 系列仪器的音量
日期/时间（仅 PX）	GNSS 未锁定时，用户可以自定义 PX 系列仪器的系统时间 GNSS 锁定后，可以通过“自动 UTC 时间”按钮一次性同步系统时间，或通过“同步 UTC 时间”进行持续同步

5.9 GNSS 使用

本节详细说明了如何使用内置或外置 GNSS 模块获取实时定位数据。其中，内置模块为仪器配套提供，外置模块由用户自选。此外，还介绍了如何使用内置 GNSS 模块的 1PPS 触发和 10MHz 参考时钟。

表格 4 GNSS 参数说明

序号	参数	说明
1	GPS 类型	选择内置/外置 GNSS 模块
2	比特率	外置 GNSS 模块的串口波特率 仅使用外部 GNSS 模块时需要设置
3	天线	选择“内部天线”或“外部天线”（目前仅支持外部天线） 仅使用内置 GNSS 模块时需设置
4	格式	提供“本地时间”和“UTC 时间”两种时间格式
5	卫星数量	已定位的卫星数量
6	信噪比(Max)	已定位卫星的最大信噪比
7	信噪比(Min)	已定位卫星的最小信噪比
8	信噪比(Avg)	已定位卫星的平均信噪比

5.9.1 使用内置 GNSS 模块

1. 点击“系统”→“GNSS 信息”，在 GNSS 信息框中将“GPS 类型”设置为“内置 GPS”、“天线”设置为“外部”；
2. 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。GNSS 信息弹窗中参数解释参见表 4。



图 5 锁定 GNSS 外部天线

5.9.2 使用内置 GNSS 模块的 1PPS 触发

仅 IQ 流模式、检波分析模式和实时频谱分析模式下可使用 GNSS 模块的 1PPS 触发。本节将以 IQ 流模式为例，详细说明如何配置内置 GNSS 模块的 1PPS 触发功能。

1. 请参考[使用内置 GNSS 模块](#)章节，确保 GNSS 已锁定；
2. 点击“模式”→“接收机/IQ 流”，切换至 IQ 流模式；
3. 点击主设置区中“Next”→“Trigger”，在“Trigger”子菜单中将“TriggerSource”设置为“GNSS-1PPS”，以使用 GNSS 模块的 1PPS 触发。



图 6 使用 GNSS 1 PPS 触发

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

1. 请参考[使用内置 GNSS 模块](#)章节，确保 GNSS 已锁定；
2. 在 GNSS 信息框中将“DOCXO”设置为“LockMode”，等待 5-10 分钟，若 GNSS Info 框中出现“DOCXO Locked”，OCXO 锁定成功；
3. 将主设置区 System 子菜单下的“RefCLKSource”设置为“Internal_Premium”、“RefCLKFreq”设置为“10MHz”，此时参考时钟源为 OCXO。



图 7 使用高品质 GNSS 模块的 10MHz 参考时钟

5.9.4 使用外置 GNSS 模块

- 1 . 使用 USB 转串口线将外置 GNSS 模块连接至 PX 系列仪器或 SA/NX 系列仪器上位机的 USB 口；
- 2 . 在软件中点击“系统”→“GNSS 信息”；
- 3 . 在弹窗中，将“GPS 类型”设置为“外置 GPS”；
- 4 . 点击“COM 设备”栏的“刷新”按钮，选择新识别到的“ttyUSBX”或“COMX”设备；
- 5 . 设置“比特率”为 GNSS 模块的实际输出（如“9600”），并点击下方的“连接”按钮；
- 6 . 仪器将解析并显示收到的 GNSS 定位信息，GNSS 信息弹窗中参数解释参见表 4。



图 8 连接外部 GNSS 模块

5.10 查看仪器信息

点击菜单栏中的“系统”→“关于”，当前仪器的 UID 号、软固件版本将在弹窗中显示。

5.11 预设

点击菜单栏中的“预设”按钮，可将当前软件的配置恢复至仪器的默认初始状态。

5.12 单次与连续预览

单次预览：点击“单次”，连续预览：点击“连续”。

5.13 快捷记录与回放

- **记录：**点击菜单栏中的“记录”，开始记录数据，点击“停止”，结束记录。
- **回放：**点击菜单栏中的“回放”，回放最近一次的记录数据，点击“暂停”，暂停回放。

点击菜单栏的“连续”按钮，可以恢复正常的数据采集和显示。

5.14 隐藏面板

点击菜单栏中“”图标，隐藏主设置区菜单，增大显示区域。该功能仅在平板模式下可用。

5.15 Y 轴刻度缩放

点击图表设置区“Graph”→“刻度/格”，修改每格对应的 dB 值，从而调整迹线的纵向显示范围。

PX 系列仪器，还可以通过以下方式调整：

点击图表设置区“”，进入交互式模式，在触摸屏上使用手势操作：

- 双指上下分开：减小每格的 dB 值；
- 双指上下合拢：增大每格的 dB 值。

5.16 显示偏移

可通过以下任一方式调整迹线的显示偏移：

1. 点击图表设置区“Graph”→“显示偏移”，在弹出的界面中输入偏移值。正值表示将迹线向下偏移，负值表示将迹线向上偏移；
2. 点击图表设置区“”，启用手动调整功能，启用后可按住迹线上下滑动，快速调整其显示位置。

5.17 切换 X 轴比例

点击图表显示区“Graph”→“X 轴比例”，可将频谱图的 X 轴以“线性刻度”或“对数刻度”方式显示。

5.18 显示标尺

点击“Graph”→“标尺”，启用一条可配置的视觉参考线。设置“标尺位置”数值，可调整其在 y 轴上的显示位置。

5.19 设置图表单位

点击“Graph”→“单位”，可设置图表显示单位，包括 dBm、dBmV、dBmA、W、V、A、dBuV、dBuA 和 dBpW。

5.20 瀑布图

仅标准频谱分析、IQ 流和实时频谱分析模式支持瀑布图功能，瀑布图设置界面各控件说明见下表：

表 5 瀑布图控件介绍

图表设置区

扫描深度	控制瀑布图 y 轴上缓存的时间长度 缓存上限：8000 行像素
时间密度	控制瀑布图刷新速度 当设置为 100 时，每秒滚动 100 行像素
色阶	设置瀑布图色阶

1. 点击“Graph”→“瀑布图”，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”，进入瀑布图设置界面；
3. 其中“Export Image”可将当前瀑布图以 PNG 格式导出至“/images”文件夹中，“DataExport”可将当前缓存的，不超过扫描深度的数据以 CSV 格式导出至“/data”文件夹中，导出的数据按时间倒序排列；

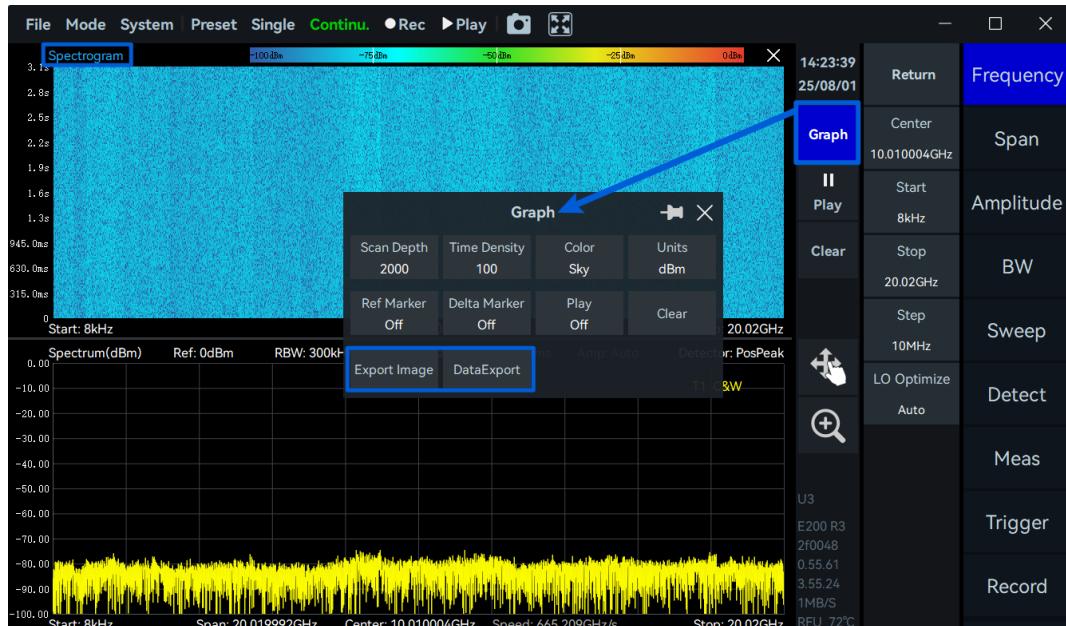


图 9 启用瀑布图

4. 瀑布图色棒对应的功率范围可通过调整“显示偏移”和“刻度/格”参数进行设置，具体计算规则如下：

- 色棒功率上限值 = “参考电平”+“显示偏移”
- 色棒功率下限值 = “参考电平”+“显示偏移”-10 * “刻度/格”

5.21 导出数据

可通过以下任一方式导出当前图表的 PNG 图片或 CSV 数据：导出方式如下：

1. 在需要导出数据的图表设置区，点击“Graph”→“导出数据”；
2. 在图表显示区点击鼠标右键，打开快捷菜单，选择“导出数据”。
 - “图片”选项可以将当前图表导出为 PNG 图片文件，默认保存至“[/images](#)”文件夹；
 - “数据”可将图表数据导出为 CSV 文件，默认保存至“[/reports](#)”文件夹；

5.22 记录与回放

记录与回放功能重要参数说明请参见表 6，记录文件格式说明参见[附录 1 至附录 5](#)。

表格 6 记录与回放参数说明

记录

固定时长：可预设记录点数、记录时长及文件大小限制（注意：实际记录文件的大小不得超过硬盘剩余容量）

记录模式：
手动模式：需手动控制记录文件的记录时长（注意：在手动模式下，当记录文件大小超过单次文件大小限制时，软件将自动停止记录）

记录时长：设置记录时长，仅记录模式为“固定时长”时生效

文件大小限制：单个记录文件的存储大小限制

剩余容量：硬盘剩余容量/硬盘总容量

回放

上一帧：回退一帧

下一帧：前进一帧

后退：回退若干帧

前进：前进若干帧

1. 数据记录

- (1) 点击主设置区“Record”→“记录模式”，选择所需的记录模式；
- (2) 点击“文件路径”，设置记录文件的存放位置，默认路径为“`/data`”文件夹，用户也可自定义存储路径；
- (3) “固定时长”模式下，点击“记录”，自动记录预设大小的数据。“手动”模式下，通过点击“记录”和“停止”，手动控制记录时长。当记录文件大小超过文件大小限制时，自动停止记录。

2. 数据的回放

- (1) 点击主设置区“Play Back”→“打开文件”，在弹窗中选择需要回放的记录文件；
- (2) 点击“回放”开始回放、点击“暂停”停止回放、点击“停止”退出回放界面恢复数据获取，开启“自动循环”将循环回放该记录文件。

5.23 图表缩放功能

图表缩放功能可用于查看频谱图或时域图中局部区域的细节信息，仪器提供两种缩放方式：Zoom 缩放和放大镜放大功能，用户可根据需求灵活选择。

5.23.1 Zoom 缩放

1. 频谱放大图（仅标准频谱分析模式）

- (1) 点击“Graph”→“放大图”；
- (2) 点击选中频谱放大图“Spec zoom”，点击“Graph”，在弹出的子菜单中设置需要放大的频率范围，或直接拖动频谱图中的放大框及其边缘，以调整位置和放大区域。



图 10 SWP 模式下频谱放大

2. 时域放大图（仅 IQvT、PvT 和检波分析模式）

(1) IQvT 和 PvT

IQ 流模式下，点击主设置区“IQvT”或“PvT”，选择相应通道，打开“分析”和“缩放”，通过按住缩放区域滑动缩放框、按住缩放边框左右拖动的方式调整缩放区域。

(2) 检波分析模式

- 1) 点击“Graph”，在弹出的子菜单中打开“缩放”；
- 2) 按住缩放区域滑动缩放框、按住缩放边框左右拖动、选中缩放图“PvT Zoom”，点击“Graph”，设置“时间中心点”和“时间宽度”。均可调整缩放区域。

5.23.2 放大镜放大

1. 点击放大镜按钮“”，框选出感兴趣的区域；
2. 主界面右上角将显示一个缩略框视图，展示完整的迹线以及被放大区域在全局中的位置；
3. 可通过拖动缩略图中的红框来快速切换放大区域的位置，也可重新框选新的区域进行放大；
4. 再次点击放大按钮，即可退出放大视图，恢复原始迹线显示。



图 11 SWP 模式下放大镜放大

5.23.3 交互式缩放 (仅 PX 系列)

点击图表设置区“”，进入交互式模式，在触摸屏上使用手势操作：

- 单指左右移动：调整中心频率；
- 双指左右分开：减小扫宽；
- 双指左右合拢：增大扫宽。

5.24 迹线设置

点击图表设置区“Trace”其附加菜单中具体参数说明见下表：

表格 7 Trace 控件参数说明

Trace	
启用	On: 开启对应标签的迹线，上限为 4 条
类型	清除写入、最大保持、最小保持和平均
平均	设置平均类型迹线的平均次数
状态复位	清空当前的迹线数据，并根据设定的迹线类型重新开始显示
编辑标签	修改迹线名称，便于用户对多条迹线进行编辑与管理
Max/Avg/C&W	同时启用最大保持、平均和清除写入三条迹线
Max/Avg/Min	同时启用最大保持、平均和最小保持三条迹线
Reset	重置迹线显示方式，清除所有当前迹线数据，并恢复为默认的清除写入类型

5.25 游标功能

5.25.1 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“PeakSearch”，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“启用”，启用所选游标。

5.25.2 创建游标对

创建游标对可通过以下任一方式实现（参考游标 + 差值游标为一组，当前上限 5 组）：

1. 在“Marker”子菜单中，选择需要创建的游标对（如“M1R”和“M1D”），并点击“启用”；
2. 在图表显示区点击鼠标右键，打开快捷菜单，选择“创建游标对”；
3. 点击图表设置区“Graph”→“创建游标对”，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。

5.25.3 关闭游标

1. 关闭单个游标

在“Marker”子菜单，选择需关闭的游标，然后点击“启用”即可关闭所选游标。

2. 关闭所有游标

可通过以下任一方式清除当前启用的所有游标

- (1) 点击图表设置区“Graph”，在弹窗中选择“关闭所有游标”。
- (2) 在图表显示区点击鼠标右键，打开快捷菜单，选择“清除所有游标”；

5.25.4 修改游标频率

1. 手动输入频率值

点击“Marker”子菜单，选择已启用的游标(如 M1R、M2R)，点击弹窗上方“频率：”区域，设置频率值。

2. 拖动游标或点击跳转

- (1) 拖动游标：按住游标并拖动至期望位置后松开；
- (2) 点击跳转：选中游标后双击目标频点，游标自动跳转至该位置。

5.25.5 游标切换迹线

游标切换迹线可通过以下任一方式实现：

1. 点击图表设备区“Marker”，选择目标迹线（如从 T1 切换至 T2），游标将自动从 T1 跳转至 T2 对应的频点位置；
2. 在图表显示区点击鼠标右键，打开快捷菜单，选择“游标切换迹线”，可切换当前游标所关联的目标迹线。

5.25.6 差值游标

差值游标要与参考游标一起使用，表示与参考游标之间的频率差、时间差和幅度差。



图 12 启用差值游标

5.25.7 噪声密度

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

5.25.8 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”→“局部寻峰”。

2. 全局寻峰

点击图表设置区中的“Peak Search”，即可开启全局寻峰。

3. 左右寻峰

(1) 启用自动参数设置

启用游标后，点击图表设置区“Marker”→“左寻峰”/“右寻峰”，默认开启“自动参数配置”，软件会根据当前迹线的躁底和信号分布，计算合适的峰值门槛与峰值偏移，以便准确识别有效的局部峰值。

(2) 自定义峰值门槛与峰值偏移

启用游标后，点击图表设置区“Marker”→“高级设置”，手动设置左右寻峰的“峰值门槛”和“峰值偏移”。

随后点击“左寻峰”或“右寻峰”，当检测到符合条件的信号时，游标将自动定位到该信号位置。

- **峰值偏移：**峰值与两侧谷值之间的最小幅度差（dB），用于判断峰值是否足够突出，避免将噪声或微小波动误判为峰值

5.25.9 游标至中心

游标至中心功能可将当前参考游标所在的频率对齐至图表中心，该功能可通过以下任意方式实现：

1. 将参考游标移动到目标频点后，点击图表设置区“Marker”→“游标至中心”；
2. 将参考游标移动到目标频点后，在图表显示区点击鼠标右键，打开快捷菜单，选择“游标至中心”。

5.25.10 游标至模式

游标至模式功能可快速切换至其他工作模式，并将当前参考游标所在的频率设为新模式的中心频率。该

功能可通过以下任意方式实现：

1. 将参考游标移动至目标频点后，点击图表设置区“Marker”→“游标至模式”，并选择目标模式；
2. 将参考游标移动至目标频点后，在图表显示区点击鼠标右键，打开快捷菜单，选择“游标至模式”，并选择目标模式。

5.25.11 频率追踪

仅标准频谱分析模式下支持频率追踪功能。

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）；



图 13 设置峰值门限和抖动范围

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，频谱仪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。



图 14 频率追踪

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。

5.25.12 峰值跟踪

点击图表设置区“Marker”→“峰值跟踪”。启用后，游标将自动定位并持续跟踪当前扫宽范围内的最大峰值点。当信号幅度或频率发生变化时，游标位置会实时更新，方便用户连续观察信号的幅度变化。

注：峰值跟踪功能仅在当前设定的扫宽范围内有效。若超出，则无法继续跟踪。

5.25.13 峰值表

仅频谱分析模式下支持峰值表功能：

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”，仪器将自动在当前扫宽范围内检测并标注超过门限的峰值点（上限 10 个），并在显示区下方的峰值表内，按峰值信号功率从大到小的顺序显示每个峰值的频率和功率信息，方便用户快速查看频谱内的主要信号。

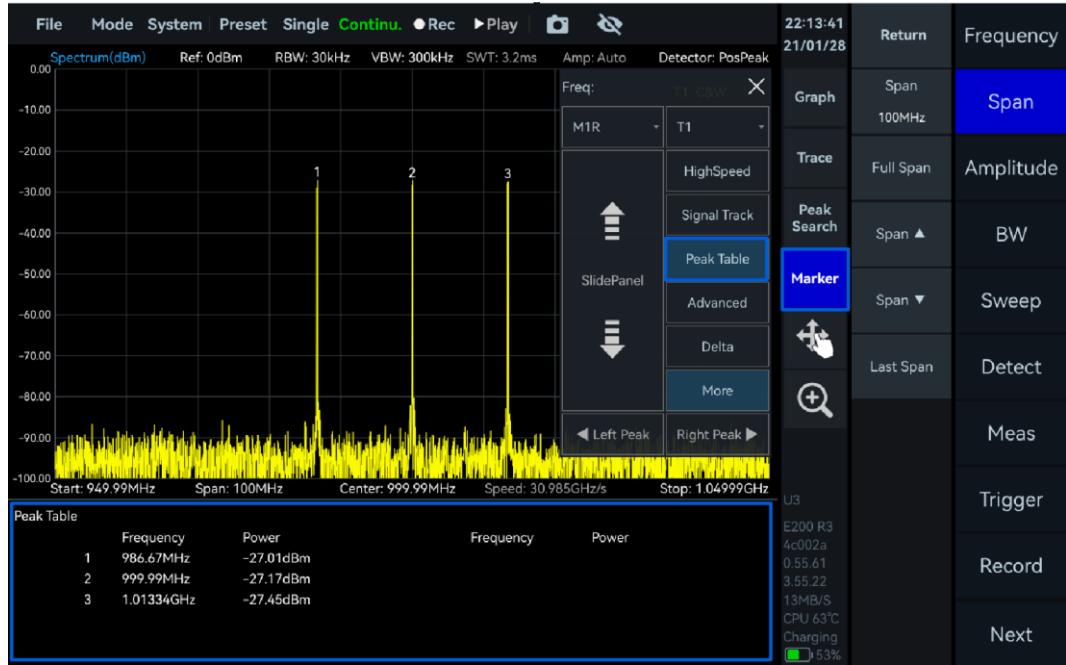


图 15 峰值表

5.26 快捷参数设置

5.26.1 参数设置

目前支持对以下常用参数进行快捷设置：参考电平、RBW、VBW、检波器、起始频率、终止频率、扫宽、中心频率等。用户可在屏幕上点击对应参数，并直接输入数值进行修改。



图 16 设置快捷参数

除输入数值外，中心频率和扫宽还可以通过以下方式快捷修改：

- 中心频率：点击图表设置区“”，在交互模式下，按住迹线左右拖动
- 扫宽：点击图表设置区“”，在交互模式下，滑动鼠标滚轮。（注：GUI 版本为 3.55.28 及以上时，支持此快捷方式）

5.26.2 参数显示

除快捷参数设置外，此区域还支持测量过程中部分关键参数的显示：

- SWT：当前配置下，单条迹线的扫描时间
- AMP：前置放大器的启用状态
- 杂散抑制标签：显示当前配置下的杂散抑制模式（注：GUI 版本为 3.55.26 及以上时，支持显示）
 - “S”表示标准杂散抑制
 - “E”表示增强杂散抑制
 - 空白 表示未启用杂散抑制
- 扫速：当前配置下，单位时间内扫过的频谱宽度（Hz/s）

5.27 修改仪器原生采样率

IQ 流模式下，点击主设置区“BW”，修改子菜单中“原生采样率”的值即可修改仪器的采样率。

5.28 幅度修正

为确保频谱测量的准确性与可重复性，仪器提供幅度修正功能，支持用户通过手动输入外部增益/损耗、

导入频率响应修正表的方式进行补偿。目前，幅度修正功能仅在频谱分析模式下支持。

5.28.1 补偿规则

- 当前扫宽内起始频率到第一个补偿点之间，按照第一个频点的偏移值进行补偿；
- 多个补偿点之间，根据修正表中的频点数据，采用线性插值进行补偿；
- 最后一个补偿点到终止频率之间，按照最后一个频点的偏移值进行补偿。

5.28.2 幅度修正示例

以 1GHz-3GHz 频段补偿-20 dB，3GHz-5GHz 频段进行-20 dB-10 dB 插值补偿，5GHz-7GHz 频段补偿 10 dB 为例，操作步骤如下：

1. 点击“Frequency”，将“起始频率”设置为“1 GHz”，“终止频率”设置为“7 GHz”；
2. 点击菜单栏“系统”→“幅度修正”；
3. 在弹窗中启用幅度修正功能，接着点击“添加”，每次可添加一个频点修正项；
4. 将频率 1 设置为“3 GHz”，偏移 1 设置为“-20 dB”，再次点击添加，并将频率 2 设置为“5 GHz”，偏移 2 设置为“10 dB”；
5. 点击弹窗右下角“Apply”，应用幅度修正功能；
6. 用户可通过弹窗中“Export”，将当前修正配置导出为 Excel 表格文件，默认导出至“/data”文件夹；
7. 用户也可按照导出配置的格式，自定义幅度修正表，并通过“Import”按钮导入。



图 17 幅度修正应用

5.29 显示模式（仅 SA/NX）

SA/NX 的上位机软件支持三种显示模式：工作站单列(默认)、工作站双列和平板模式。PX 系列仪器仅支持平板模式。用户可根据自身需求，选择相应的显示模式。

表格 8 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

5.30 风扇控制（仅 SA）

SA 系列仪器支持用户进行仪器风扇状态设置，点击菜单栏中的“系统”→“风扇控制”设置风扇状态，状态详情参见下表。（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）

表格 9 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 °C 时自动开启，降至 40 °C 自动关闭。（SAE/SAN-400 系列仪器默认开启风扇，不可程控）

6. 标准频谱分析模式的使用

本章节着重介绍标准频谱分析模式的部分重要参数和测试方法。

6.1 标准频谱分析模式通用参数介绍

标准频谱分析模式部分重要参数说明如表 10 所示。

表 10 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 dBm 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 提高中频增益挡位：射频增益减小，底噪升高，线性度提升，杂散减少 降低中频增益挡位：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 ≥ 0dB 时：开启衰减，此时参考电平=衰减值-10
天线因子	用于补偿天线的增益或衰减，以将天线接收到的信号转换为真实的电场强度
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	扫描速度优先：优先保证扫描速度最快，尽量靠近设置的目标迹线点数 点数准确优先：优先保证接近设置的目标迹线点数
杂散抑制	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：更高的低频信号的测量准确性
System	
参考时钟源	当使用外部参考时钟源时，请将参考时钟频率设置为 10MHz

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 11 所示。

表 11 信道功率测量参数说明

信道功率	
积分带宽	设置待测信道的带宽，信道功率为该带宽内的积分功率
扫宽功率	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，点击“Meas”菜单，选择子菜单中的“信道功率”；
2. 软件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. 您可自行调整：信道中心频率（按住测量区域滑动选择）、测量带宽（按住测量边框左右拖动或调整 Meas BW 设置），也可修改主设置区的“中心频率”、“扫宽”、“参考电平”、“RBW”等参数以适配不同信号的测量。



图 18 信道功率测量

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 12 所示。

表 12 占用带宽测量参数说明

占用带宽	
测量方法	XdB、百分比
XdB/%	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，点击“Meas”菜单，选择子菜单中的“占用带宽”；
2. 点击“BW”，将“RBW”设置为 50 kHz；
3. 软件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。
4. 也可修改主设置区的“中心频率”、“扫宽”、“参考电平”、“RBW”等参数以适配不同信号的测量。

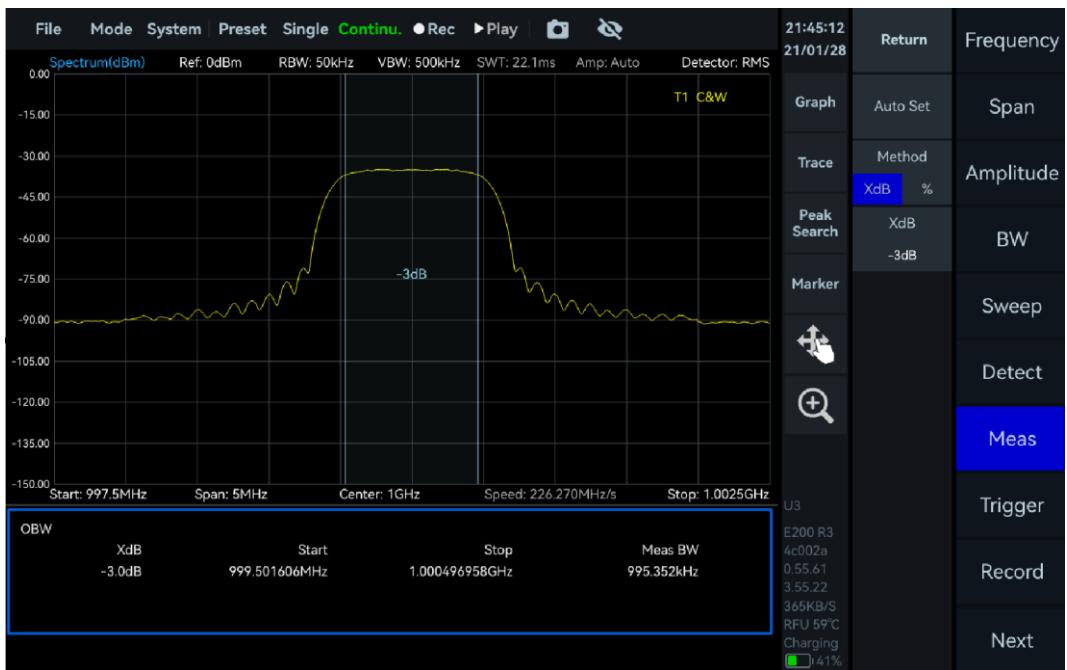


图 19 占用带宽测量

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 13 所示。

表 13 邻道功率比测量参数说明

邻道功率	
邻道间隔	设置主信道与邻道的频率间隔
邻道对数	设置邻道对的数量，上限 2 对

6.4.2 操作步骤

- 将“中心频率”设置为 1 GHz，“参考电平”设置为 0 dBm，点击“Meas”菜单，选择子菜单中的“邻道功率比”；
- 软件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。
- 您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，也可修改主设置区的“中心频

率”、“扫宽”、“参考电平”、“RBW”等参数以适配不同信号的测量。

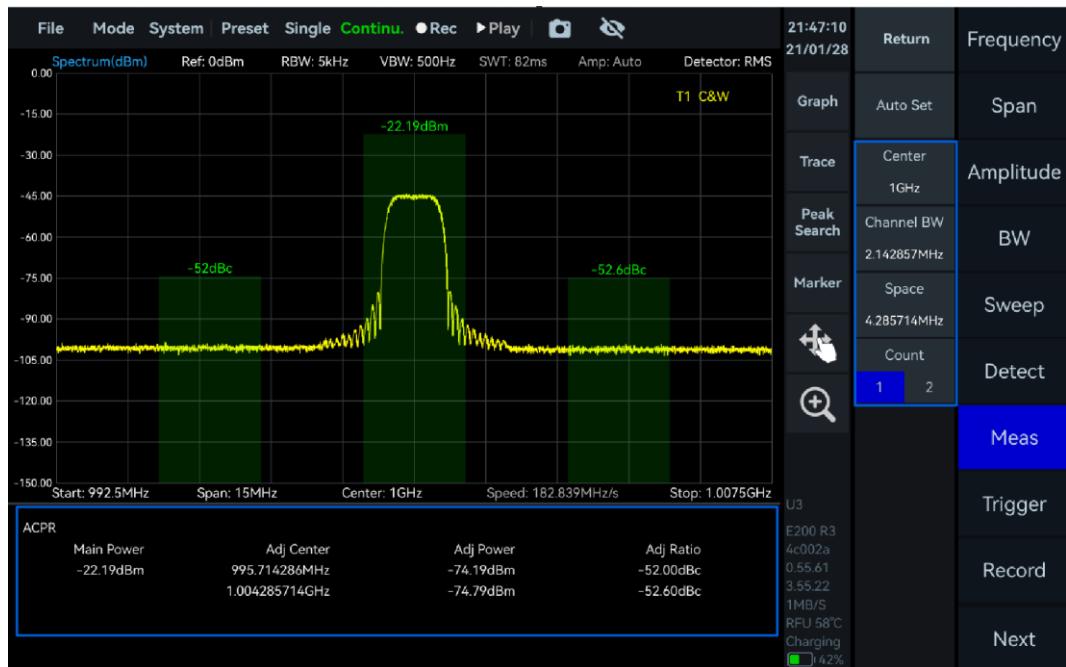


图 20 邻道功率比测量

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 14 所示。

表 14 IP3/IM3 测量参数说明

IP3/IM3	
低音频率、功率	输入信号低频部分的频率、功率
高频频率、功率	输入信号高频部分的频率、功率
低侧交调频率、功率	交调产生的低侧信号的频率、功率
高侧交调频率、功率	交调产生的高侧信号的频率、功率
高低音功率差	输入信号的高低频功率差

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，输入仪器；

2. 将仪器“中心频率”设置为 1 GHz，“参考电平”设置为 0 dBm，点击“Meas”菜单，选择子菜单中的“IM3”；
3. 调整信号功率，使三阶互调干扰信号频谱图中显示为低于参考电平 6 dB 左右；
4. 软件将自动配置默认参数，测试结果如下图所示。下方“IM3”栏中可查看 IP3 测试结果。

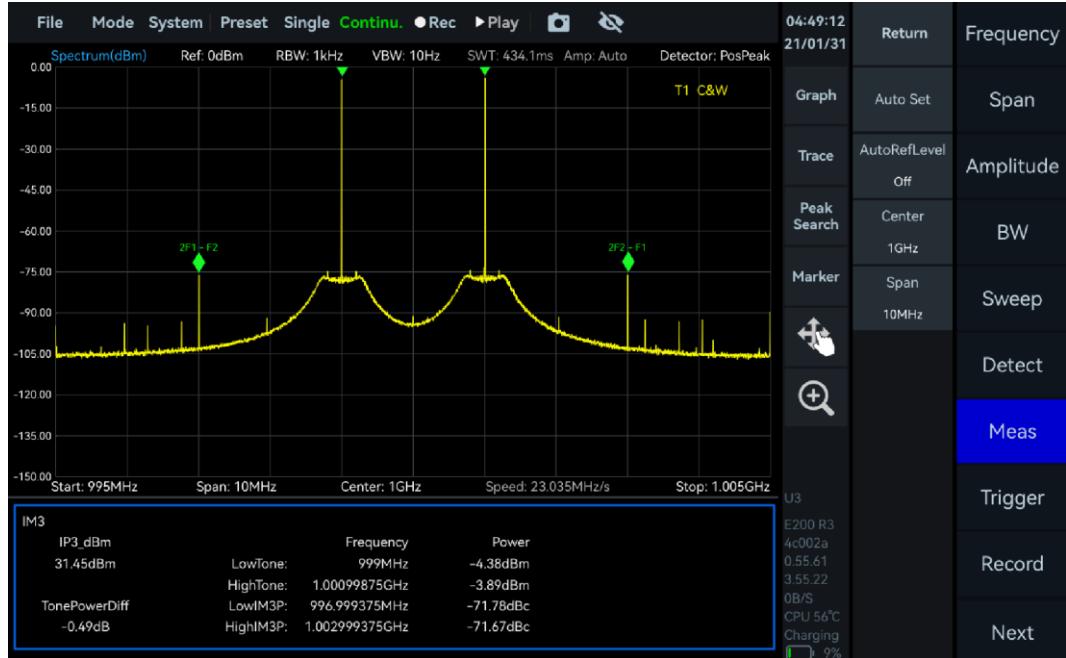


图 21 IP3/IM3 测量

6.6 SEM

频谱发射模板（SEM）是用于评估无线信号在工作频段之外是否存在过度发射或杂散信号的测量功能。

以评估频率为 1 GHz，功率为 -20 dBm 的 IEEE 802.11ac 信号是否符合标准为例。

6.6.1 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：SEM 测量部分重要参数如表 15 所示。

表格 15 SEM 测量参数说明

SEM

自动参数设置 与峰值参考类型联动，启用后自动以信号峰值作为当前的相对参考值

参考类型 手动：启用后，用户可自定义相对参考电平

峰值：启用后，将当前信号的峰值作为相对参考电平

手动参考 设置相对参考电平值。此功能仅在参考类型选择为“手动”时生效

所设置的手动参考值将作为计算偏移表中起始/终止门限的基准

偏移表	开始/截止频率	设置上偏移频段，表示相对于中心频率的偏移距离。系统自动生成与中心频率对称的上下偏移频段，最多可配置 16 个偏移频段
	起始/截止门限	设置信号在对应上下偏移频段内的功率限制 绝对：以绝对幅度进行测量，以实际的功率值为基准，与参考值无关
	模式	相对：相对于设定的“手动参考”值进行测量，基于参考值计算偏移频段内的功率限制
	优先级	要求：必须满足模板要求，不满足则视为不合格 建议：推荐符合模板要求，若未满足则提示警告
导出测量结果	保存表格	保存当前的测量模板 默认路径：“ /data ”
	载入表格	载入用户预存的测量模板 从设备提供的预定义模板中选择合适的模板
	加载模板	模板类型：802.11a/g、802.11b、802.11n (20MHz、40MHz)、802.11ac (20MHz、40MHz、80MHz、160MHz) AM NRSC、FM FCC 73.317、FM NRSC Hybrid、AM NRSC 5K Hybrid、AM NRSC 8K Hybrid、Bluetooth

6.6.2 操作步骤

- 1、将“中心频率”设置为 1 GHz，“参考电平”设置为 -20 dBm；
- 2、点击“Meas”，选择附加菜单中的“SEM”；
- 3、点击“偏移表”，选择弹窗中“加载模板”按钮，在模板列表中选择“802.11ac (20MHz)”模板；
- 4、点击“BW”，将“RBW”调整为“5 kHz”，“VBW 模式”调整为“VBW = 0.01 RBW”；
- 5、点击“Sweep”，将附加菜单中“扫描时间模式”设置为“minSWT×20”，并将“Detect”设置为“平均检波”；
- 6、测量结果如下图所示，频谱图中会显示此频谱是否符合模板要求，下方的测量结果表中显示了每个偏移频段上的最大裕度。



图 22 SEM 测量

6.7 自动参考电平

自动参考电平功能用于自动调整仪器的参考电平，以确保信号迹线处于合适的显示范围内，避免信号超出量程或显示过低。

以下以调整 1 GHz 单音信号的功率调整为例：

1. 向仪器输入频率为 1 GHz，功率为 -35 dBm 的信号；
2. 将“起始频率”设置为 90 MHz，“终止频率”设置为 3 GHz；
3. 点击菜单栏“Amplitude”，启用“自动参考电平”功能；
4. 系统将自动调整参考电平：由 0 dBm 调整至 -30 dBm；
5. 将输入信号功率修改为 5 dBm，参考电平将随之由 -30 dBm 调整至 10 dBm。

注：自动参考电平阈值下限 -70 dBm，调节步进为 10 dB/挡，输入信号勿超过各频段对应的损毁功率。



图 23 启用自动参考电平

6.8 天线因子

GUI 为 3.55.28 及以上版本的软件中，增加了天线因子功能，用于补偿天线的增益或衰减，并将天线接收到的信号转换为真实的电场强度。

6.8.1 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：天线因子部分重要参数如表 16 所示。

表格 16 天线因子参数说明

天线因子

使能	On: 启用天线因子功能
导入	允许用户按照导出文件的格式，自定义天线因子配置，并导入到系统中
导出	将当前天线因子配置导出为 Excel 表格文件，默认导出至“/data”文件夹
应用	设置或更新天线因子配置后，需点击应用按钮使配置生效
Load	搭配 HDA-100 有源定向天线时，无需配置，一键加载天线因子

6.8.2 补偿规则

- 当前扫宽内起始频率到第一个补偿点之间，按照第一个补偿点的因子进行补偿；
- 多个补偿点之间，根据修正表中的频点数据，采用线性插值进行天线因子的补偿；

- 最后一个补偿点到终止频率之间，按照最后一个补偿点的因子进行补偿。

6.8.3 天线因子配置示例

以 30 MHz-50MHz 频段补偿 17.5 dB, 50MHz-1 GHz 频段进行 17.5 dB-27.3 dB 插值补偿, 1 GHz-2 GHz 频段补偿 27.3 dB 为例，操作步骤如下：

1. 点击“Frequency”，将“起始频率”设置为“30 MHz”，“终止频率”设置为“2 GHz”；
2. 点击菜单栏“Amplitude”→“天线因子”；
3. 在弹窗中开启“使能”，接着点击“添加”，每次可添加一个频点修正项；
4. 将频率 1 设置为“50 MHz”，因子 1 设置为“17.5 dB”，再次点击添加，并将频率 2 设置为“1 GHz”，因子 2 设置为“27.3 dB”；
5. 点击弹窗右下角“Apply”，应用天线因子补偿；
6. 用户也可点击“Export”，将当前配置导出为 Excel 表格文件，默认保存至“/data”文件夹；
7. 若使用厂家提供的天线因子数据，需按照导出表格的格式生成软件可识别的修正表，并通过“Import”按钮导入使用。

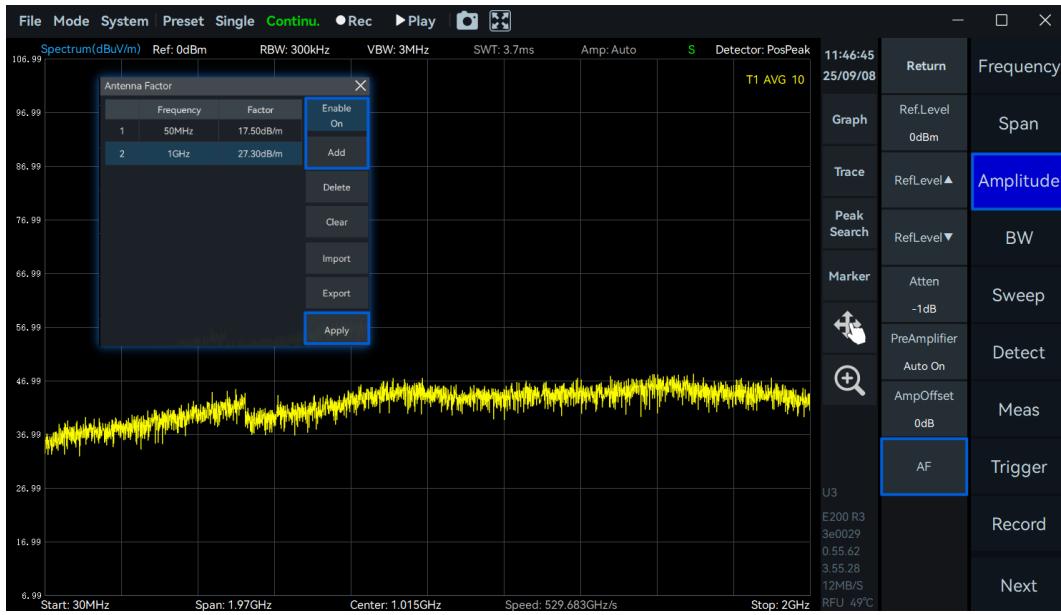


图 24 天线因子配置示例

6.8.4 自动加载天线因子

搭配 HDA-100 有源定向天线时，无需手动配置，系统可自动加载天线因子，从而提升工作效率。具体步骤如下所示：

1. 正确连接仪器与 HAD-100 有源定向天线，并启动软件；
2. 将“起始频率”设置为 500 MHz，“终止频率”设置为 10 GHz；
3. 点击菜单栏“Amplitude”→“天线因子”；
4. 在弹窗中启用“使能”，然后点击“Load”，系统将自动加载天线因子。

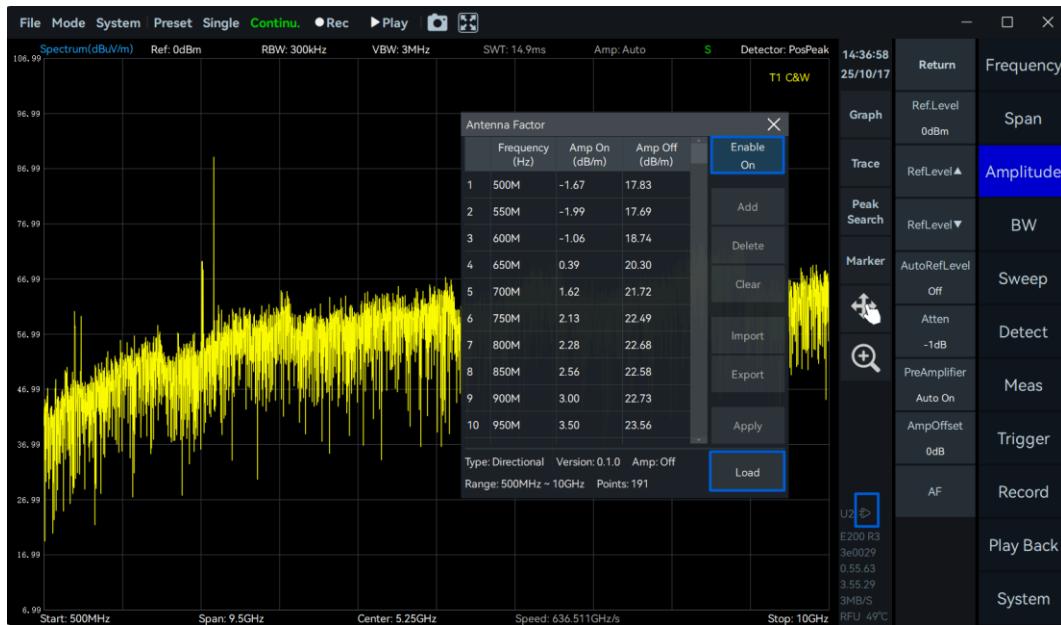


图 25 搭配 HDA-100：自动加载天线因子

7. IQ 流模式的使用

本章详细介绍了 IQ 流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 IQ 流模式通用参数介绍

表格 17 IQ 流模式参数说明

Frequency	
本振优化	请参见 标准频谱分析模式通用参数介绍 同名参数
BW	
原生采样率	
原生采样率	ADC 采样率，可设置 110 MSPS~130 MSPS
分析带宽	显示抽取后的等效采样率：扫宽 * 0.8
数据格式	
8bit	精度较低，无信号时容易获取到很多 0，支持 2 抽取及以上连续流获取
16bit	默认配置，支持 4 抽取及以上的连续流获取
32bit	精度较高，支持 8 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 标准频谱分析模式通用参数介绍 同名参数
衰减	
Record	
记录模式	
记录时长	
单个文件大小限制	请参见 记录与回放 同名参数
剩余容量	
Playback	
上一帧	
下一帧	
后退	请参见 记录与回放 同名参数
前进	

7.2 IQ 流模式功能简介

IQ 流模式的初始界面由最大功率时间缩略图、频谱图和时域图组成。点击主设置区的“下一页”，再点击“Trigger”，修改子菜单中“预览时间”参数，可调整最大时间缩略图中 IQ 流的预览时间范围。

频谱图和 IQ 时域图的显示范围分别由最大功率时间缩略图中的红色缩选框“Spectrum-P”和“IQvT-P”决定。调整缩选框的位置和范围，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 18 所示。

表格 18 频谱分析部分参数说明

频谱分析子菜单

窗型	请参见 标准频谱分析模式通用参数介绍 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. 点击主设置区“FFT”，开启“分析”，拖动最大功率时间缩略图中的“Spectrum-P”红色缩选框，或调整“起始时间”和“时间长度”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“中心频率”、“BW”子菜单中“扫宽”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。

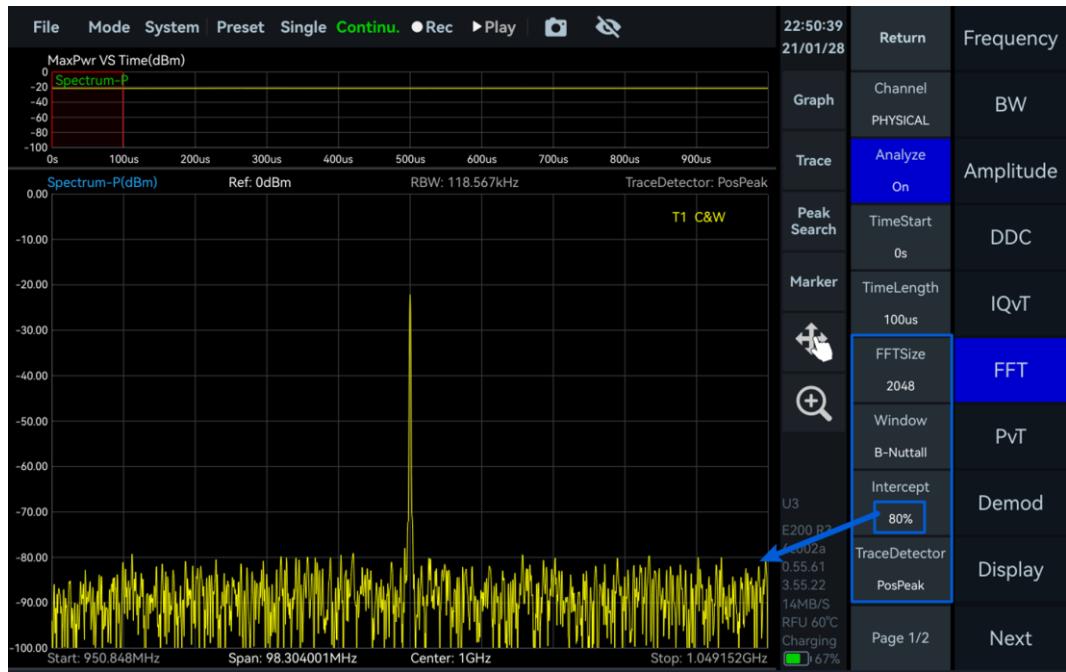


图 26 IQ 数据频谱分析

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，并点击“Graph”中的“自动量程”，可以对不同时间段的 IQ 信号进行时域分析。

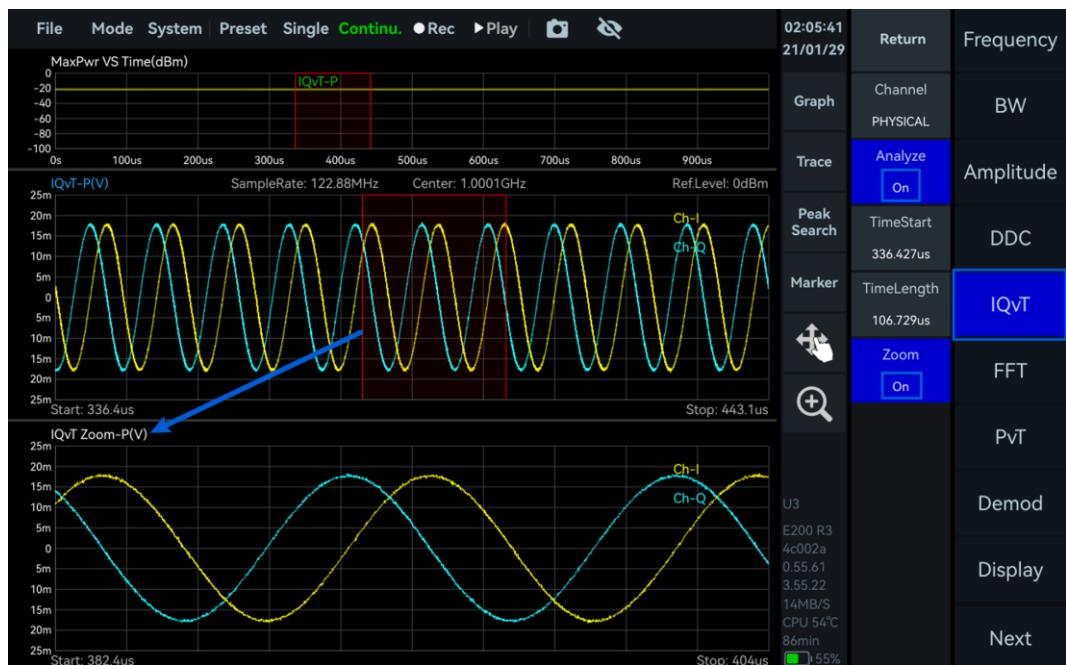


图 27 IQ 数据时域图及其放大图

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；



图 28 IQ 数据功率-时间图及其放大图

7.6 AM 解调

以解调载波频率 1 GHz、功率 -20 dBm、调制率 50 kHz、调制深度 50% 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 19 所示。

表格 19 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， $0 < Fc < 0.5$ ，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 1GHz，点击主设置区“Trigger”，将“预览时间”设置为 3ms；
2. 点击主设置区“Demod”，将附加菜单中“类型”设置为 AM；
3. 在最大时间功率缩略图中，拖动“Spectrum-P”缩选框边缘或在主设置区“FFT”附加菜单中增大“时间长度”，以扩大分析范围；
4. 点击主设置区“BW”→“扫宽▼”，减小分析带宽，本例中将分析带宽设置为 768kHz；
5. 点击图表设置区放大镜按钮“”，在“AM Waveform-P (%)”图表中框选出感兴趣的区域，完成初步放大。对于 PX 系列平板仪器，用户可通过手势进一步调整放大框大小：
 - 双指横向分开或合拢可实现水平方向放大/缩小
 - 双指纵向分开或合拢可实现垂直方向放大/缩小
6. 当前配置下，AM 解调界面如下图所示，显示内容包括调制信号的频谱图、解调后的时域波形、音频频谱，以及 AM 调制深度、载波功率、调制率、SINAD、信噪比和总谐波失真等参数，便于用户直观评估信号质量。



图 29 AM 解调

7.6.3 音频分析

可用于测试仪器的解调灵敏度。

1. 参考 [AM 解调](#)章节，解调 AM 信号；
2. 点击主设置区“Demod”→“音频分析”，并启用音频分析，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。



图 30 AM 解调音频分析

7.7 FM 解调

以解调载波频率 1 GHz、功率-20 dBm、调制频率 15 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。收听 FM 广播信号时，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。

7.7.2 操作步骤

1. 设置“Center”为 1GHz，点击主设置区“Trigger”，将“预览时间”设置为 3ms；
2. 点击主设置区“Demod”，将附加菜单中“类型”设置为 FM；
3. 在最大时间功率缩略图中，拖动“Spectrum-P”缩选框边缘或在主设置区“FFT”附加菜单中增大“时间长度”，以扩大分析范围；

4. 点击主设置区“BW”→“扫宽▼”，减小分析带宽，本例中将分析带宽设置为“384kHz”；
5. 点击图表设置区放大镜按钮“”，在“FM Waveform-P (Hz)”图表中框选出感兴趣的区域，完成初步放大。对于 PX 系列平板仪器，用户可通过手势进一步调整放大框大小：
- 双指横向分开或合拢可实现水平方向放大/缩小
 - 双指纵向分开或合拢可实现垂直方向放大/缩小
6. 当前配置下，FM 解调界面如下图所示，显示内容包括调制信号的频谱图、解调后的时域波形、音频频谱，以及 FM 调制深度、载波功率、载波频率误差、调制率、SINAD、信噪比和总谐波失真等参数，便于用户直观评估信号质量。



图 31 FM 解调

7.7.3 音频分析

解调 FM 信号后，请参考[音频分析](#)章节对解调后的信号进行音频分析。

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 20 所示。

表格 20 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“中心频率”为 1GHz，“参考电平”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“自动量程”；
2. 点击主设置区“DDC”，在附加子菜单中点击“状态 on”打开 Channel1，并设置 DDC1 通道的“中心频率”为 1.003 GHz，“频率偏移”为 -3 MHz，“频率步进”为 1 MHz，“抽取倍数”为 3；
3. 点击主设置区“FFT”，在附加子菜单中选择“DDC1”，打开“分析”，拖动最大功率时间缩略图中的“Spectrum-D1”红色缩选框，或调整“起始时间”和“时间长度”的值，可以对不同时间段 DDC 生成的 IQ 子流进行频谱分析；
4. 点击主设置区“IQvT”，在下拉菜单中选择“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；



图 32 查看 DDC 下 IQ 子流的时域图

5. 点击主设置区“PvT”，在下拉菜单中选择“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。

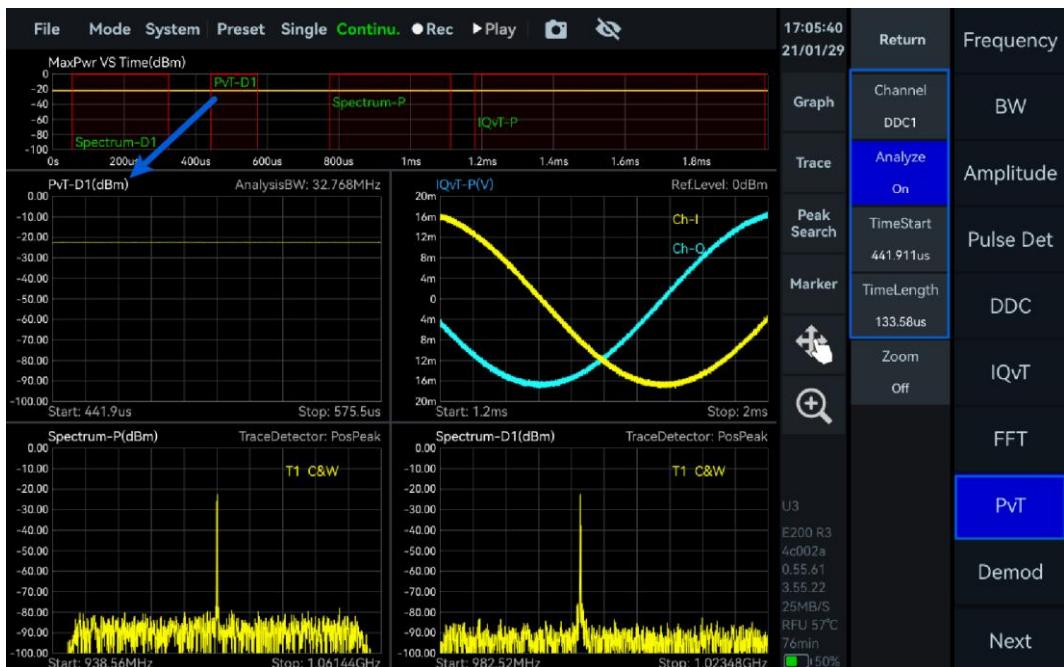


图 33 查看 DDC 下 IQ 子流的功率-时间图

8. 检波分析模式的使用

本章详细介绍检波分析模式的部分参数以及该模式下脉冲信号的测量。

8.1 检波分析通用参数介绍

此处仅对部分重要参数进行说明：检波分析模式部分重要参数如表 21 所示。

表格 21 检波分析模式参数说明

Frequency	
本振优化	请参见标准频谱分析模式通用参数介绍同名参数
Amplitude	
预放	
增益策略	
中频增益挡位	请参见标准频谱分析模式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“中心频率”设置为 1 GHz，点击菜单栏“单次”，开启单次预览模式；
2. 点击图表设置区的 Graph，点击“缩放”，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）；
3. 选中缩放图，点击图表设置区的“Graph”，选择“创建游标对”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。

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



图 34 脉冲信号周期和脉宽测量

8.3 脉冲信号检测 (Option 72)

若您后期补购脉冲检测选件，请参照[脉冲检测选件章节](#)申请许可证，以便正常使用该功能。

8.3.1 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表 22 所示。

表格 22 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

8.3.2 操作步骤

以 1 GHz, -20 dBm, 脉宽 40 us, 脉冲周期 80 us 的脉冲信号的检测为例。

1. 将“中心频率”设置为 1 GHz，“参考电平”设置为 0 dBm；
2. 点击主设置区“BW”，调整附加菜单中“BW”的值设置不同的分析带宽，本例中将“分析带宽”设置为 61.44 MHz；
3. 点击主设置区“Trigger”，将“预览时间”设置为 500us；
4. 点击主设置区“Pulse Det”，启用脉冲检测功能。拖动功率时间图中的“Trigger.Level”的值，设置脉

冲检测阈值，调整“Pulse Count”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。



图 35 脉冲检测结果

9. 实时频谱分析模式的使用

本章详细介绍了实时频谱分析模式的部分参数、概率密度图的关闭以及该模式下 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：实时频谱分析模式部分重要参数如表 23 所示。

表 23 RTA 模式参数说明

Frequency	
本振优化	请参见 标准频谱分析模式通用参数介绍 同名参数
Amplitude	
预放	
增益策略	请参见 标准频谱分析模式通用参数介绍 同名参数
中频增益档位	
衰减	
Sweep	
扫描时间模式	
窗型	请参见 标准频谱分析模式通用参数介绍 同名参数

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。



图 36 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，即可更明显地观测 WIFI 信号。



图 37 WIFI 信号的概率密度图

10. 数字解调 (Option 71)

若您后期补购脉冲检测选件，请参照[数字解调选件](#)章节申请许可证和解调库，以便正常使用该功能。

10.1 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 24 所示。

表格 24 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	2ASK、2FSK、4FSK、GMSK、BPSK、QPSK、8PSK、16QAM、64QAM、128QAM、256QAM
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
平均次数	增加平均次数可减少 EVM 等参数的抖动

10.2 功能简介

数字解调模式的初始界面由调制信号频谱图、解调后的星座图、眼图和解调参数，包括：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。

10.3 操作步骤

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

1. 点击“模式”→“数字解调”；
2. 将“中心频率”设置为 1 GHz，“参考电平”设置为 0 dBm；
3. 点击主设置区“Demod”，将附加菜单中“ModType”设置为 QAM64，“SymbolRate”设置为 1 MSPS，“FilterType”设置为 0.35，“平均次数”设置为 10，点击菜单栏“Single”，当前配置下解调结果如下图所示。

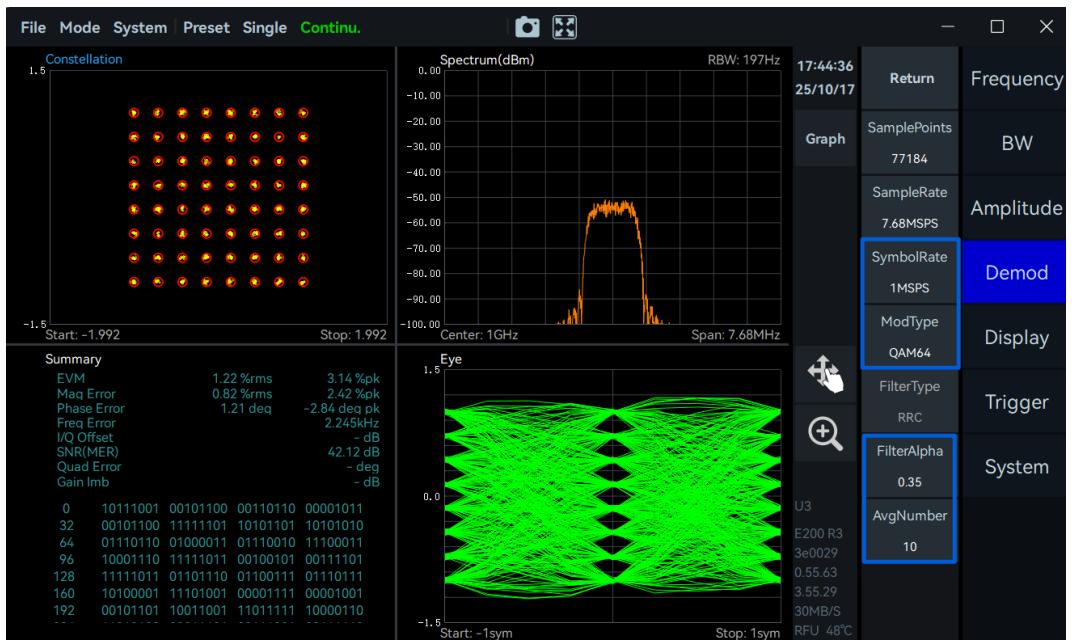


图 38 64QAM 解调

11. 谐波分析模式

11.1 版本要求

- 参考[查看仪器信息](#)章节，查看软固件版本；
- 确保 GUI 版本为 4.3.55.24 或以上，API、FPGA 以及 MCU 版本为 0.55.0 以上即可；
- 若 GUI 版本未满足上述要求，请参照[软件更新](#)章节，获取相应版本的上位机软件。

11.2 启用谐波分析功能

软固件更新至所需版本之后，重新启动上位机软件，点击菜单栏“模式”→“谐波分析”，即可正常使用谐波分析功能。

11.3 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：谐波分析部分重要参数如表格 25 所示。

表格 25 谐波分析参数说明

Frequency	
中心频率	基波的中心频率
Span	
扫宽	各阶谐波的测量宽度。范围：10 Hz – 100 MHz
Amplitude	
显示偏移	调整频谱图在幅度轴上的位置
Meas	
谐波数	设置要测量和绘制的谐波个数，上限 10 个。
测量类型	峰值：测量基波和各阶谐波的峰值功率 信道功率：测量基波和各阶谐波在各自扫宽内的信道功率
迹线类型	实时更新：实时更新频谱图，适用于观测信号的瞬时变化 最大保持：保持显示信号的峰值，适用于捕捉瞬时峰值
峰值跟踪	On：开启对基波信号的峰值追踪功能，将基波信号峰值对齐至中心频率
总谐波失真	用于衡量信号的失真程度

11.4 操作步骤

以测量 1 GHz, -20 dBm 信号的三次谐波为例。

1. 点击主设置区“Frequency”，将“中心频率”设置为 1 GHz；
2. 点击“Amplitude”，将参考电平设置为-10 dBm。
3. 点击“Meas”，将“谐波数”设置为 3，并打开“峰值跟踪”，其他参数保持默认配置；
4. 点击“Span”，将扫宽设置为 10 MHz；
5. 点击“BW”，调整 RBW 和 VBW 的值，使迹线趋于平稳。本例中将 RBW 设置为 1 kHz，VBW 设置为 100 Hz；
6. 测试结果如下图所示，频谱图右上角显示了总谐波失真率（THD）。下方谐波测量表中，列出了二次三次谐波的频率、幅度及其与基波之间的差值。

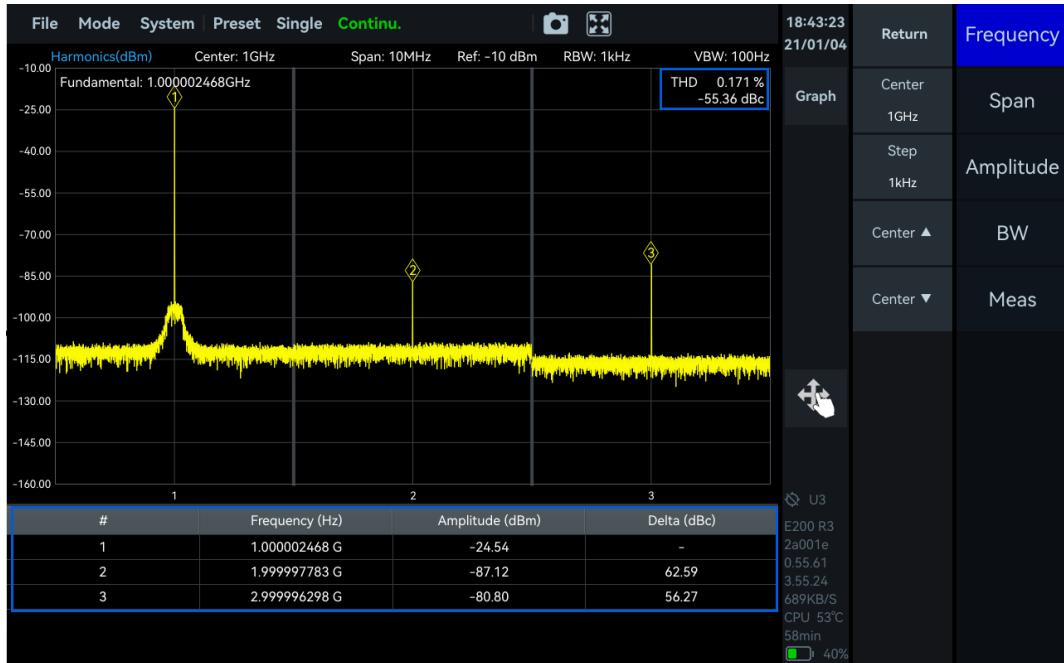


图 39 三次谐波测量

12. 相位噪声测量模式

12.1 版本要求

1. 参考[查看仪器信息](#)章节，查看软固件版本；
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[软件更新](#)和[固件更新](#)章节进行升级。

12.2 启用相位噪声测量功能

软固件更新至所需版本之后，重新启动上位机软件，点击菜单栏“模式”→“相位噪声测量”，即可正常使用相位噪声测量功能。

12.3 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格 26 所示。

表格 26 相位噪声测量模式参数说明

Frequency	
中心频率	设置基波的中心频率
起始频偏	设置频率偏移的起始点，范围：1 Hz~9 MHz
终止频偏	设置频率偏移的终止点，范围：10 Hz~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
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%

12.4 操作步骤

12.4.1 已知载波信息的相位噪声测量

以测量 1 GHz, 0 dBm 信号在 100 Hz 至 10 MHz 偏移范围内的相位噪声为例。

1. 点击主设置区“Frequency”，在附加菜单中将“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“Meas”，然后在附加菜单中选择“检波设置”，在弹出的窗中，适当增大对应频段的帧检波率，获得更收敛的测量结果；

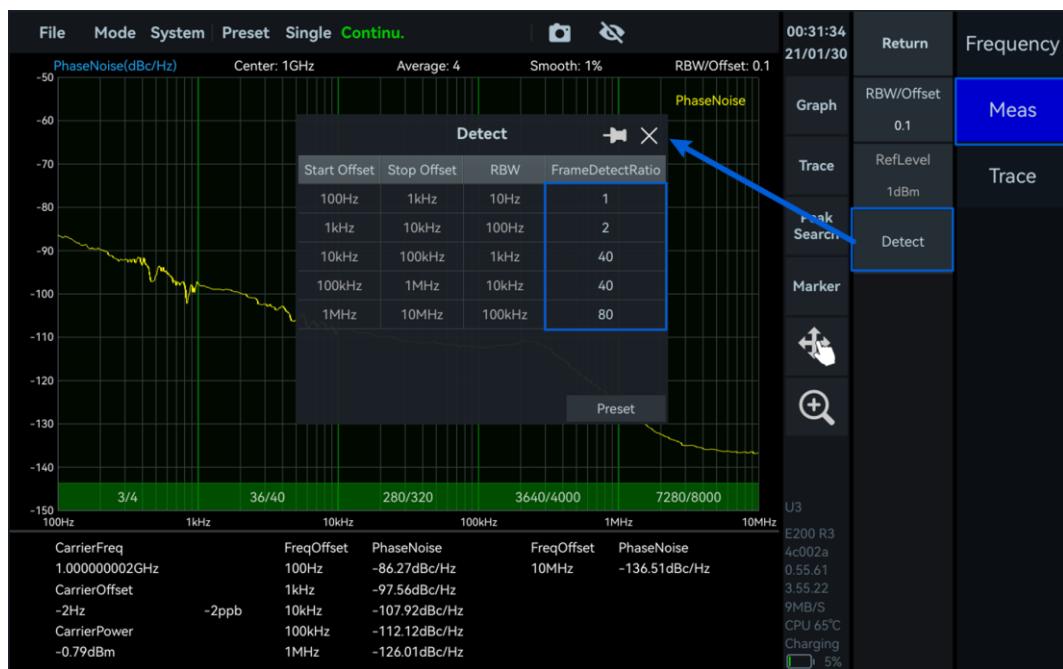


图 40 脉冲信号检测检波设置

3. 若单边带相位噪声谱图中存在较明显的杂散，可点击主设置区“Trace”，然后在附加菜单中选择“窗长度”，逐步增大其参数值，以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）。



图 41 相位噪声测量结果

12.4.2 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。

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。

13. ASG 功能(Option 02)

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 选件的仪器如表 27 所示。

表格 27 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

13.1 ASG 通用参数介绍

表格 28 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
中心频率	设置单音信号、功率扫描信号的频率
输出功率	设置单音信号、频率扫描信号的输出功率
频率扫描	
起始频率	设置频率扫描信号的起始频率
终止频率	设置频率扫描信号的终止频率
频率步进	设置频率扫描信号的频率步进
功率扫描	
起始功率	设置功率扫描信号的起始功率
终止功率	设置功率扫描信号的终止功率
功率步进	设置功率扫描信号的功率步进
驻留时间	扫描驻留时间，在“频率扫描”和“功率扫描”工作模式下生效
触发输入源	指定模拟信号源的触发输入源：自由运行、外触发、总线触发
触发输入模式	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）
触发输出模式	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
退出停止输出	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

13.2 ASG 功能使用说明

信号通过仪器的 RFOUT 端口输出，可为其他设备提供输入信号，也可通过电缆连接至设备自身的射频输入端。下文以自发自收为例。

13.2.1 输出单音信号

1. 点击主设置区“AUXS”→“RF On”，启用信号源选件功能；
2. 在“AUXS”子菜单下，将“Center”设置为 1GHz，“Level”设置为 -20 dBm，即可输出频率为 1GHz，功率为 -20 dBm 的单音信号。

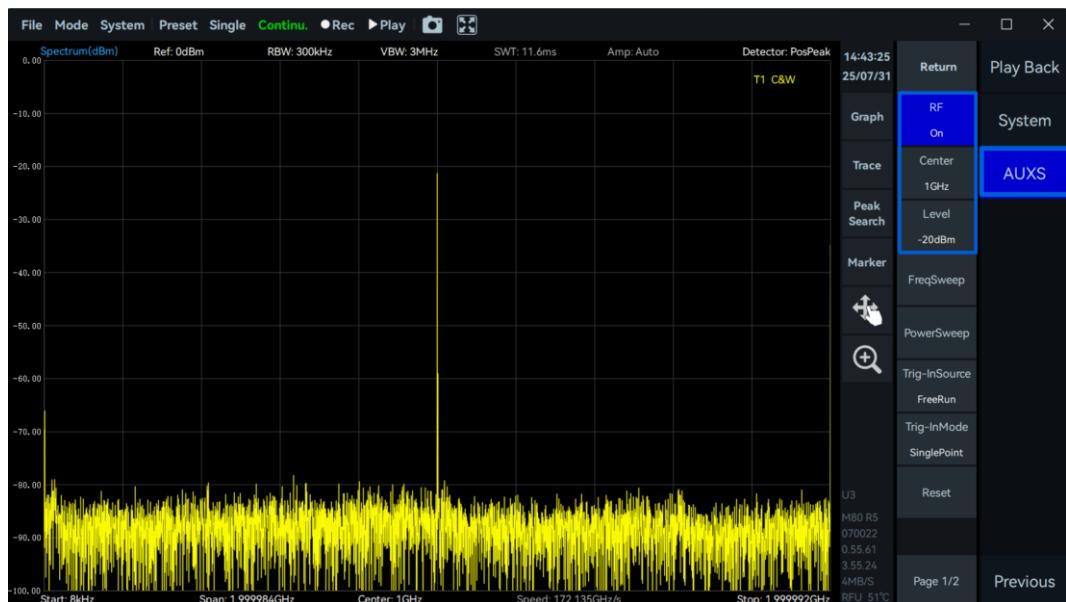


图 42 ASG 输出单音信号

13.2.2 输出频率扫描信号

1. 请参考[输出单音信号](#)章节步骤 1，启用信号源功能；
2. 启用“FreqSweep”模式，在扫描信号参数设置区，将“Start”设置为 2.8 GHz，“Stop”设置为 3.4 GHz，“Step”设置为 40MHz，“Level”设置为 -20 dBm，“DwellTime”设置为 8 ms；
3. ASG 输出起始频率为 2.8 GHz，终止频率 3.4 GHz，频率间隔 40 MHz，驻留时间 8 ms，幅度为 -20 dBm 的频率扫描信号。

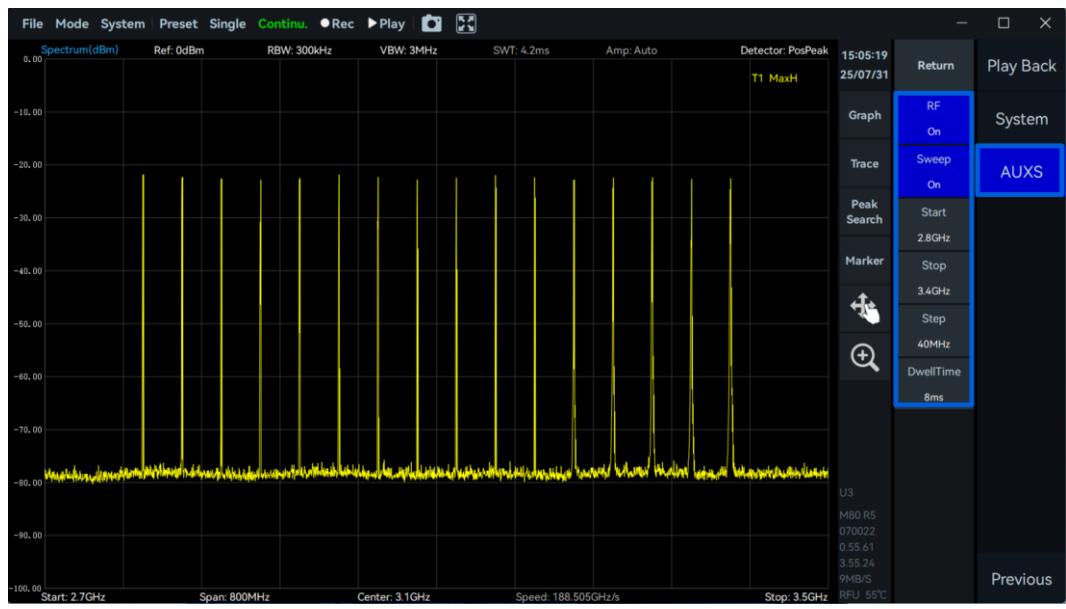


图 43 ASG 输出频率扫描信号

13.2.3 输出功率扫描信号

1. 请参考[输出单音信号](#)章节步骤 1, 启用信号源功能;
2. 启用“功率扫描”模式, 在功率扫描信号参数设置区, 将“中心频率”设置为 1 GHz, “起始功率”设置为 -40 dBm, “终止功率”设置为 -10 dBm, “功率步进”设置为 1 dBm, “驻留时间”设置为 100 ms;
3. ASG 输出频率为 1 GHz, 起始功率 -40 dBm, 终止功率 -10 dBm, 功率间隔 1 dBm, 驻留时间 100 ms 的功率扫描信号。

14. 其他功能

本章简要介绍了仪器的中频输出以及触发功能、输入外部参考时钟和对设备进行远程控制。

14.1 触发功能介绍

14.1.1 SWP 扫频模式

Trigger

触发源	扫描模式触发源：自由运行、外部-触发帧、外部-触发扫描、外部-触发配置
触发边沿	上升沿、下降沿、双边沿
无触发	
触发输出模式	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

14.1.2 IQS、DET、RTA 定频点模式

Trigger

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、多机同步触发、GNSS-1PPS 触发和 GNSS-1PPS 多机同步触发
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 On	
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

触发源-电平触发

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

触发源-定时器触发

定时周期

定时器触发模式下的触发周期

同步

不与外触发同步、与外触发上升沿同步、与外触发下降沿同步、

与外触发上升沿单次同步、与外触发下降沿单次同步、与 GNSS-1PPS

上升沿同步、与 GNSS-1PPS 下降沿同步、与 GNSS-1PPS 上升沿单

次同步、与 GNSS-1PPS 下降沿单次同步

14.2 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，可以在软件安装目录下的“/bin/CalFile”文件夹中的中频校准文件中查看。

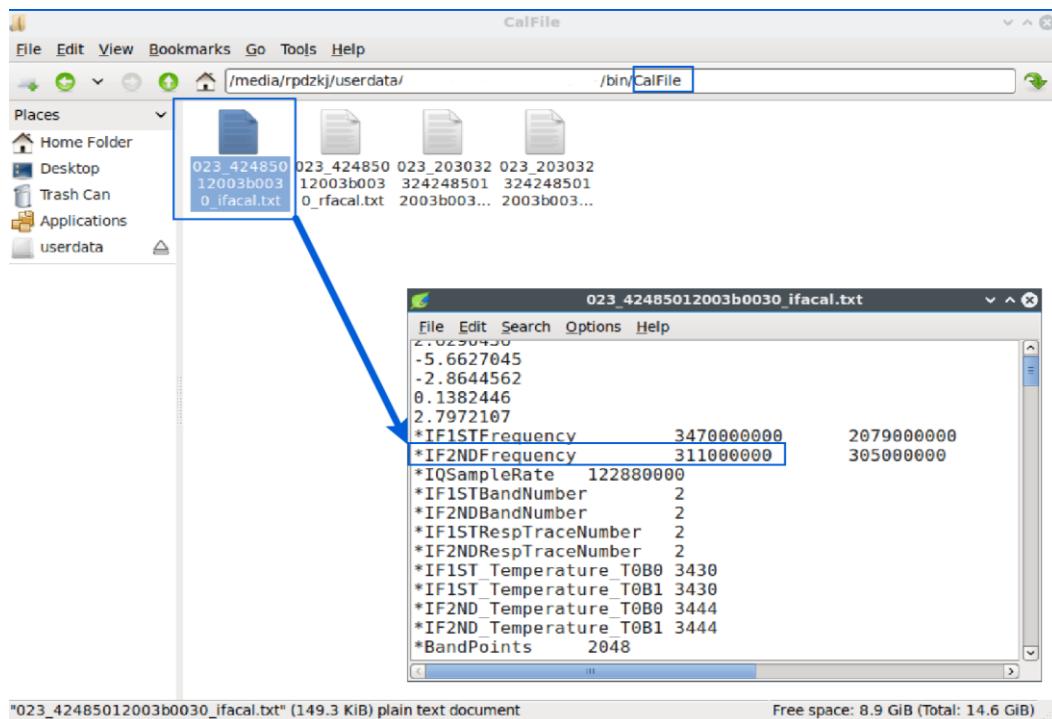


图 44 PX 系列仪器查看中频输出的中心频率

14.3 外部参考时钟输入

1. 参考《频谱分析仪产品手册》中的接口说明，输入外部参考时钟；
2. 点击主设置区“Next”-“System”，设置参考时钟频率“RefCLKFreq”为 10 MHz，参考时钟源“RefCLKSource”选择“External”。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”且出现错误弹窗则表示切换失败，此时可点击“Preset”，重新切换回内部时钟使用。



图 45 使用外部 10 MHz 参考时钟

14.4 同时连接与操作多台仪器

软件的一个窗口只能控制一台仪器。若需同时启用多台仪器，可在同一个软件下打开多个窗口，每个窗口对应不同编号的仪器。

本节以同时启用两台 SA 系列仪器为例，具体实现步骤如下：

1. 正确连接两台仪器至上位机端；
2. 将两台仪器对应的校准文件复制至软件目录下的“/bin/CalFile”文件夹中；
3. 双击 bin 文件夹中的可执行程序，打开软件，启用设备号为 0 的仪器；
4. 进入软件目录下的 configuration 文件夹，打开其中的“Setting.ini”文本文件，将其中的

“DeviceNum=0”修改为“DeviceNum=1”

5. 再次双击软件的可执行程序，在新窗口中启用设备号为 1 的仪器。

注：若后续仅连接一台仪器使用，请将“configuration/ Setting.ini”文件中的 DeviceNum 重置为 0，否

则软件可能无法正常识别仪器。



图 46 同时启用两台仪器

15. 选件申请

15.1 脉冲检测选件

15.1.1 申请许可证

1. 参考[查看仪器信息](#)章节，查看软固件版本；
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[软件更新与固件更新](#)章节，将其升级至所需版本；
4. 点击“系统”→“关于”，将整个软件界面的截图发送至官方技术支持，以申请相应设备的许可证。

15.1.2 放置许可证

1. SA/NX 系列仪器放置脉冲检测许可证

- (1) 将获得的脉冲检测许可证复制至软件目录下的“/bin/CalFile”文件夹中。
- (2) 重新启动软件，点击菜单栏“模式”→“检波分析”，启用主设置区“Pulse Det”，即可正常使用脉冲信号检测功能。

2. PX 系列仪器放置脉冲检测许可证

- (1) 将获取的“Option”文件夹解压并拷贝至 U 盘；
- (2) 点击“文件”→“退出”，退出软件运行界面；
- (3) 将 U 盘插入仪器的 USB 端口，弹出“Removable medium is inserted”提示框时，点击“OK”；
- (4) 进入“Option”文件夹，单击“Optional”图标，终端提示“The option has been successfully installed!!!”，表示脉冲许可证放置成功。

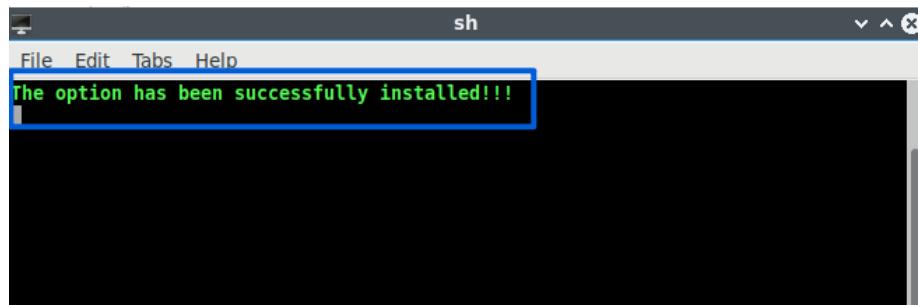


图 47 安装脉冲检测选件许可证

- (5) 关闭弹窗并启动软件，点击菜单栏“模式”→“检波分析”，启用主设置区“Pulse Det”，即可正常使用脉冲信号检测功能。

15.2 数字解调选件

15.2.1 申请许可证和数字解调库

参照[脉冲信号检测申请许可证](#)章节，申请相应的许可证和数字解调库。

15.2.2 放置许可证和数字解调库

1. SA/NX 系列仪器放置许可证和数字解调库

- (1) 将“DigitalSigDemod.dll”解调库文件复制到软件目录下的“/bin”文件夹中；
- (2) 将数字解调许可证复制到软件目录下的“/bin/CalFile”文件夹中；
- (3) 重新启动软件，点击菜单栏“模式”→“数字解调”，即可正常使用数字解调功能。

2. PX 系列仪器放置许可证和数字解调库

- (1) 参考[PX 系列仪器放置脉冲检测许可证](#)章节，单击“Optional”图标，安装相应的许可证和解调库；
- (2) 关闭弹窗并启动软件，点击菜单栏“模式”→“数字解调”，即可正常使用数字解调功能。

15.2.3 信号源选件

后期补购信号源选件，需将设备寄回升级。

16. 软件更新

本章介绍了如何通过.deb 包更新 PX 系列仪器的软件版本，以及如何获取 SA/NX 系列仪器最新版本的上位机软件。

16.1 软件获取

根据以下链接，进入公司官网，获取最新版本的软件。

- SA/NX 系列仪器：<https://www.harologic.cn/software-for-harologic-sa-nx-series-spectrum-analyzer/>
- PX 系列仪器：<https://www.harologic.cn/software-for-harologic-px-series-spectrum-analyzer/>

16.2 SA/NX 系列仪器软件更新

16.2.1 Windows 下软件更新

1. 将官网上下载的 SA/NX 系列软件压缩包复制到电脑桌面或其他目录，并进行解压；
2. 将原软件中“/bin/CalFile”文件夹下的内容复制到新版本软件的同一目录下；
3. SA 系列仪器跳过此步骤，NX 系列仪器需将“/bin/Setting.ini”文档中“Interface=USB”修改为“Interface=ETH”；
4. 双击运行“/bin”目录下的可执行程序启动软件。

16.2.2 Linux 下软件更新

1. 将从官网上下载的软件压缩包复制到 Linux 系统中，并解压；
2. 进入解压后的文件夹，在终端中执行“sudo sh install.sh”安装脚本，并根据提示输入密码完成安装；
3. 安装完成后，在终端输入“sh app.sh”打开软件。

16.3 PX 系列仪器软件更新

1. 将官网上下载的 PX 系列软件安装包解压并拷贝至 U 盘；
2. 启动仪器，点击菜单栏中“文件”→“退出”，关闭上位机软件；

3. 将携带安装包的 U 盘连接至仪器，在弹出的“Removable medium is inserted”窗口中点击“OK”；
4. 打开 U 盘中的更新包文件夹“XX_PXconfig_3.55.27.62.2”，单击其中“install”图标（具体更新包名称以实际下载的为准）；
5. 等待安装程序运行完毕，仪器会自动重启并进入新版本的软件界面；
6. 点击菜单栏中的“系统”→“关于”，查看弹窗中的 GUI 与 API 是否已更新为最新版。

17. 固件更新

本章介绍了如何通过 updater 程序更新 SA 和 PX 系列仪器的 MCU、FPGA、GNSS 和 Bus 固件的版本。**注意：仅 0.55.3 及以上 Bus 固件可通过 Updater 升级**

17.1 固件更新包获取

进入公司官网 (<https://www.harologic.cn/firmware-updater/>) 下载对应操作系统的“updater”至电脑，并进行解压。

17.2 SA 系列仪器固件更新

1. 解压并进入“Windows_Updater_0_55_63_v4”文件夹（请以实际下载的版本为准）；
2. 在更新前，请仔细阅读“Updater_0_55_63_v4”文件夹中的“README.txt”文档，确认更新规则。若仪器不符合更新条件，请联系官方技术支持寻求帮助；
3. 若当前仪器符合更新规则，请正确连接仪器后，双击运行“HTRA_Updater_Win.exe”进行固件更新；
4. 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；
5. 在更新过程中，请根据进度条提示耐心等待，直至更新完毕，并按照提示按回车键结束更新；
6. 关闭程序后，打开软件，点击“系统”→“关于”，查看仪器的 MCU、FPGA 是否更新。

注意：若更新了 Bus 固件，请断电重启设备，再打开软件，点击“系统”→“关于”，查看仪器的 Bus 是否更新

17.3 PX 系列仪器固件更新

17.3.1 Windows 系统下 PX 系列仪器固件更新

1. 请参考 [SA 系列仪器固件更新](#) 步骤 1-2，查看当前仪器是否符合更新规则，若不符合请联系官方技术支持进行更新；
2. 将免驱带网口的 hub 连接至仪器的 USB 口，并通过网线将 hub 连接至 PC 端的网口；

3. 点击菜单栏“文件”→“退出”，退出上位机软件；
4. 进入 PC 端以太网配置界面，找到 IP 部分点击“Edit”，选择“Manual”设置 IP，开启 IPv4 选项，设置 IP 地址与子网掩码（计算机的 IP 与仪器 IP 需在同一网段下）。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；
5. 打开 cmd 窗口，输入“ping 192.168.1.100”，若可以 ping 通，则网络连接成功；
6. 请参考 [SA 系列仪器固件更新](#) 步骤 3-6，进行固件更新。

注意：PX 设备升级 FX3 之后，请确保设备关机至少 8s，再重启使用，可通过点击“系统”→“关于”，查看仪器的 Bus 是否更新。

[17.3.2 Linux 系统下 PX 系列仪器固件更新](#)

1. 解压“Linux_Updater_0_55_63_v4”文件夹，并拷贝至 U 盘（请以实际下载的版本为准）；
2. 启动仪器，点击菜单栏中“文件”→“退出”，关闭上位机软件；
3. 将 U 盘连接至仪器，在弹出的“Removable medium is inserted”窗口中点击“OK”；
4. 将“Linux_Updater_0_55_63_v4”文件夹拷贝至仪器桌面，并进入其中“Updater_0_55_63_v4”文件夹（实际名称以获取的版本为准）；
5. 单击“updater”图标，终端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；
6. 更新过程中，请根据进度条提示耐心等待，直至更新完毕；
7. 关闭程序后，打开软件，点击“系统”→“关于”，查看仪器的 MCU 与 FPGA 是否更新。

注意：PX 设备升级 FX3 之后，请确保设备关机至少 8s，再重启使用，可通过点击“系统”→“关于”，查看仪器的 Bus 是否更新。

附录

附录 1：记录文件格式说明

1.1 文件命名格式

文件名由设备 ID 号后 4 位、开始记录时的年月日时分秒、第几个子文件和后缀组成，例如 0028_yyyyymmdd_hhmmss_partx.suffix。不论连续记录多长时间，同一次记录保存的多个子文件，文件名的年月日时分秒均相同，由开始记录时的时间决定。

1.2 结构体转换成字节数组的方式

SWP_Profile_TypeDef、SWP_TraceInfo_TypeDef、IQS_Profile_TypeDef、IQS_StreamInfo_TypeDef、DET_Profile_TypeDef、DET_StreamInfo_TypeDef、RTA_Profile_TypeDef 与 RTA_FrameInfo_TypeDef 构体采用第三方工具 msgpack 转换成字节数组，所以以上几个结构的读取也需要采用 msgpack。

附录 2：标准频谱分析模式

SWP 记录文件使用自定义的 spectrum 格式，格式说明见下表：

表 1 spectrum 格式说明

字节序号	说明
0 ~ 71+10M	此区间存放文件信息和包索引， $1M = 1024 * 1024$
72+10M ~ 73+10M+length	此区间存放 SWP_Profile_TypeDef、SWP_Profile_TypeDef (默认配置)、 SWP_TraceInfo_TypeDef 结构体，其中 length 表示 SWP_Profile_TypeDef、SWP_Profile_TypeDef、与 SWP_TraceInfo_TypeDef 结构体字节数
74+10M+字节长度 ~ 文件结尾	此区间存放每个数据包的字节长度和 SWP 数据包，依次排列，其中 SWP 数据 包主要有频率和功率数组、HopIndex、FrameIndex 和 MeasAuxInfo_TypeDef 结构体。

表 2spectrum 格式详细说明

	字节序号	字节数	数据类型	字段名称	端序
文件头信息	0	2	uint16_t	文件编号	大端
	2	1	uint8_t	0x8c	大端
	3	1	uint8_t	0x22	大端
	4	1	uint8_t	0x52	大端
	5	1	uint8_t	0x9b	大端
	6	1	uint8_t	0x00 协议版本	大端
	7	1	uint8_t	0x01 协议版本	大端
	8	4	uint32_t	api 版本信息	大端
	9-63	56		预留	
	64	8	quint64	当前文件的数据包个数	大端
配置信息 msgpack 字节数组	72	10M=10*1024*1024	QList	包索引	大端
	72+10M	2	uint16_t	配置信息+默认配置信息+迹线信息 长度 length	大端
	74+10M		double	StartFreq_Hz	
			double	StopFreq_Hz	
			double	CenterFreq_Hz	
			double	Span_Hz	
			double	RefLevel_dBm	

	字节序号	字节数	数据类型	字段名称	端序
			double	RBW_Hz	
			double	VBW_Hz	
			double	SweepTime	
			double	TraceBinSize_Hz	
			int	FreqAssignment	
			int	Window	
			int	RBWMode	
			int	VBWMode	
			int	SweepTimeMode	
			int	Detector	
			int	TraceFormat	
			int	TraceDetectMode	
			int	TraceDetector	
			uint32_t	TracePoints	
			int	TracePointsStrategy	
			int	TraceAlign	
			int	FFTExecutionStrategy	
			int	RxPort	
			int	SpurRejection	
			int	ReferenceClockSource	
			double	ReferenceClockFrequency	
			uint8_t	EnableReferenceClockOut	
			int	SystemClockSource	
			double	ExternalSystemClockFrequency	
			int	TriggerSource	
			int	TriggerEdge	
			int	TriggerOutMode	
			int	TriggerOutPulsePolarity	
			uint32_t	PowerBalance	
			int	GainStrategy	
			int	Preamplifier	

	字节序号	字节数	数据类型	字段名称	端序
默认配置信息 msgpack 字节数组			uint8_t	AnalogIFBWGrade	
			uint8_t	IFGainGrade	
			uint8_t	EnableDebugMode	
			uint8_t	CalibrationSettings	
			int8_t	Atten	
			int	TraceType	
			int	LOOptimization	
迹线信息 msgpack 字节数组	参数同 配置信息				
数据包			int	FullsweepTracePoints	
			int	PartialsweepTracePoints	
			int	TotalHops	
			uint32_t	UserStartIndex	
			uint32_t	UserStopIndex	
			double	TraceBinBW_Hz	
			double	StartFreq_Hz	
			double	AnalysisBW_Hz	
			int	TraceDetectRatio	
			int	DecimateFactor	
			float	FrameTimeMultiple	
			double	FrameTime	
			double	EstimateMinSweepTime	
			int	DataFormat	
			uint64_t	SamplePoints	
			uint32_t	GainParameter	
			int	DSPPlatform	
74+10M+ length	4	int	数据包长度		大端
	8*N	double*N	频率数组 (N 为 PartialsweepTrace Points)		取决于平台
	4*N	float*N	功率数组 (N 为 PartialsweepTrace Points)		取决于平台
	4	int	HopIndex		大端

	字节序号	字节数	数据类型	字段名称	端序
下一包数据 总包数参见文件头		4	int	FrameIndex	大端
		4	uint32_t	MaxIndex	大端
		4	float	MaxPower_dBm	大端
		2	int16_t	Temperature	大端
		2	uint16_t	RFState	大端
		2	uint16_t	BBState	大端
		2	uint16_t	GainPattern	大端
		4	uint32_t	ConvertPattern	大端
		8	double	SysTimeStamp	大端
		8	double	AbsoluteTimeStamp	大端
		4	float	Latitude	大端
		4	float	Longitude	大端
		4	int	数据包长度	大端
				...	

附录 3：接收机/IQ 流模式

IQ 记录文件使用标准的 wav 格式，格式说明见下表：

表 3 WAV 格式说明

Chunk	说明
RIFF chunk	
RIFF chunk size	
文件格式类型“WAVE”	
fmt chunk	
fmt chunk size	
fmt chunk data	
prof chunk	格式块标识 "prof"
prof chunk size	格式块长度
prof chunk data	此 chunk 用于存放 IQS_Profile_TypeDef、IQS_StreamInfo_TypeDef、DeviceInfo_TypeDef 等信息
trig chunk	格式块标识 "trig"
trig chunk size	格式块长度
trig chunk data	此 chunk 用于存放每包 IQ 数据对应的 IQS_TriggerInfo_TypeDef、DeviceState_TypeDef、IQS_ScaleToV、MaxPower_dBm 和 MaxIndex，依次排列，并与 data chunk 的数据包一一对应。
data chunk	格式块标识 "data"
data chunk size	格式块长度
data chunk data	此 chunk 用于存放 IQ 数据包，依次排列。

表 4 iq.wav 格式详细说明

	Chunk	字节序号	块内字节序号	字节数	数据类型	字段名称	字段说明	端序
RIFF 文件头信息	RIFF	0		4		文档标识	"RIFF"	
		4		4	uint32_t	数据长度	格式块长度	小端
		8		4		文件格式类型	"WAVE"	
fmt 格式块说明	fmt	12		4		格式块标识	"fmt "	
		16		4	uint32_t	格式块长度	16	小端
		20		2	uint16_t	编码格式代码	1	小端
		22		2	uint16_t	声道个数	2	小端
		24		4	uint32_t	采样频率		小端
		28		4	uint32_t	数据传输速率		小端
		32		2	uint16_t	数据块对齐单位		小端
		34		2	uint16_t	采样位数		小端
文件头信息	prof	36		4		格式块标识	"prof"	
		40		4	uint32_t	格式块长度		小端
		44	0	2	uint16_t	文件编号		大端
		46	2	1	uint8_t	0x8c		大端
		47	3	1	uint8_t	0x22		大端
		48	4	1	uint8_t	0x52		大端
		49	5	1	uint8_t	0x9b		大端
		50	6	1	uint8_t	0x00 协议版本		大端
		51	7	1	uint8_t	0x02 协议版本		大端
		52	8	4	uint32_t	api 版本信息		大端
		53-107	56			预留		
IQS_Profile 信息 msgpack 字节数组		108	64	2	uint16_t	IQS_Profile + IQS_StreamInfo 结构体字节长度		大端
		110	66		double	CenterFreq_Hz		
					double	RefLevel_dBm		
					uint32_t	DecimateFactor		
					int	RxPort		
					uint32_t	BusTimeout_ms		

	Chunk	字节序号	块内字节序号	字节数	数据类型	字段名称	字段说明	端序
					int	TriggerSource		
					int	TriggerEdge		
					int	TriggerMode		
					uint64_t	TriggerLength		
					int	TriggerOutMode		
					int	TriggerOutPulsePolarity		
					double	TriggerLevel_dBm		
					double	TriggerLevel_SafeTime		
					double	TriggerDelay		
					double	PreTriggerTime		
					int	TriggerTimerSync		
					double	TriggerTimer_Period		
					uint8_t	EnableReTrigger		
					double	ReTrigger_Period		
					uint16_t	ReTrigger_Count		
					int	DataFormat		
					int	GainStrategy		
					int	Preamplifier		
					uint8_t	AnalogIFBWGrade		
					uint8_t	IFGainGrade		
					uint8_t	EnableDebugMode		
					int	ReferenceClockSource		
					double	ReferenceClockFrequency		
					uint8_t	EnableReferenceClockOut		
					int	SystemClockSource		
					double	ExternalSystemClockFrequency		
					double	NativeIQSampleRate_SPS		
					uint8_t	EnableIFAGC		
					int8_t	Atten		
					int	DCCancelerMode		

	Chunk	字节序号	块内字节序号	字节数	数据类型	字段名称	字段说明	端序
IQS_StreamInfo 结构体信息 msgpack 字节数组					int	QDCMode		
					float	QDCIGain		
					float	QDCQGain		
					float	QDCPhaseComp		
					int8_t	DCCIOffset		
					int8_t	DCCQOffset		
					int	LOOptimization		
DeviceInfo 结构体信息					double	Bandwidth		
					double	IQSsampleRate		
					uint64_t	PacketCount		
					uint64_t	StreamSamples		
					uint64_t	StreamDataSize		
					uint32_t	PacketSamples		
					uint32_t	PacketDataSize		
					uint32_t	GainParameter		
IQS_TriggerInfo 结构体信息				2	uint16_t	DeviceInfo 结构体字节长度		大端
				8	uint64_t	DeviceUID		大端
				2	uint16_t	Model		大端
				2	uint16_t	HardwareVersion		大端
				4	uint32_t	MFVVersion		大端
				4	uint32_t	FFVVersion		大端
预留								
IQS_TriggerInfo 结构体信息	trig	400		4		格式块标识	"trig"	
		404		4	uint32_t	格式块长度		小端
		408		2	uint16_t	IQS_TriggerInfo 结构体字节长度		大端
				8	uint64_t	SysTimerCountOfFirstDataPoint		大端
				2	uint16_t	InPacketTriggeredDataSize		大端
				2	uint16_t	InPacketTriggerEdges		大端
				4*25	uint32_t	StartDataIndexOfTriggerEdges[25]		取决于平台
				8*25	uint64_t	SysTimerCountOfEdges[25]		取决于平台

	Chunk	字节序号	块内字节序号	字节数	数据类型	字段名称	字段说明	端序
				25	int8_t	EdgeType[25]		取决于平台
DeviceState 结构体信息				2	uint16_t	DeviceState 结构体字节长度		大端
				2	int16_t	Temperature		大端
				2	uint16_t	RFState		大端
				2	uint16_t	BBState		大端
				8	double	AbsoluteTimeStamp		大端
				4	float	Latitude		大端
				4	float	Longitude		大端
				2	uint16_t	GainPattern		大端
				8	int64_t	RFCFreq		大端
				4	uint32_t	ConvertPattern		大端
				4	uint32_t	NCOFTW		大端
				4	uint32_t	SampleRate		大端
				2	uint16_t	CPU_BCFFlag		大端
				2	uint16_t	IFOOverflow		大端
				2	uint16_t	DecimateFactor		大端
				2	uint16_t	OptionState		大端
返回信息				4	float	IQS_ScaleToV		大端
				4	float	MaxPower_dBm		大端
				4	uint32_t	MaxIndex		大端
预留								
数据包	Data	25*1024*1024+400		4		格式块标识	"data"	
		25*1024*1024+404		4	uint32_t	格式块长度		小端
		25*1024*1024+408		64968		IQ 数据包		取决于平台
				64968		IQ 数据包		取决于平台
						...		取决于平台
						第(格式块长度/64968)个 IQ 数据包		取决于平台

附录 4：检波分析模式

DET 记录文件使用标准的 wav 格式，但不支持第三方软件播放，格式说明见下表：

表 5 WAV 格式说明

Chunk	说明
RIFF chunk	
RIFF chunk size	
文件格式类型“WAVE”	
fmt chunk	
fmt chunk size	
fmt chunk data	
prof chunk	格式块标识 "prof"
prof chunk size	格式块长度
prof chunk data	此 chunk 用于存放 IQS_Profile_TypeDef、IQS_StreamInfo_TypeDef、DeviceInfo_TypeDef 等信息
trig chunk	格式块标识 "trig"
trig chunk size	格式块长度
trig chunk data	此 chunk 用于存放每包 IQ 数据对应的 IQS_TriggerInfo_TypeDef、DeviceState_TypeDef、IQS_ScaleToV、MaxPower_dBm 和 MaxIndex，依次排列，并与 data chunk 的数据包一一对应。
data chunk	格式块标识 "data"
data chunk size	格式块长度
data chunk data	此 chunk 用于存放 IQ 数据包，依次排列。

表 6 iq.wav 格式详细说明

	Chunk	字节序号	块内字节序号	字节数	数据类型	字段名称	字段说明	端序
RIFF 文件头信息	RIFF	0		4		文档标识	"RIFF"	
		4		4	uint32_t	数据长度	格式块长度	小端
		8		4		文件格式类型	"WAVE"	
fmt 格式块结构说明	fmt	12		4		格式块标识	"fmt "	
		16		4	uint32_t	格式块长度	16	小端
		20		2	uint16_t	编码格式代码	1	小端
		22		2	uint16_t	声道个数	2	小端
		24		4	uint32_t	采样频率		小端
		28		4	uint32_t	数据传输速率		小端
		32		2	uint16_t	数据块对齐单位		小端
		34		2	uint16_t	采样位数		小端
文件头信息	prof	36		4		格式块标识	"prof"	
		40		4	uint32_t	格式块长		小端
		44	0	2	uint16_t	文件编号		大端
		46	2	1	uint8_t	0x8c		大端
		47	3	1	uint8_t	0x22		大端
		48	4	1	uint8_t	0x52		大端
		49	5	1	uint8_t	0x9b		大端
		50	6	1	uint8_t	0x00 协议版本		大端
		51	7	1	uint8_t	0x04 协议版本		大端
		52	8	4	uint32_t	api 版本信息		大端
		53-107	56			预留		
DET_Profile 结构体信息 msgpack 字节数组		108	64	2	uint16_t	DET_Profile + DET_StreamInfo 结构体字节长度		大端
		110	66		double	CenterFreq_Hz		
					double	RefLevel_dBm		
					uint32_t	DecimateFactor		
					int	RxPort		
					uint32_t	BusTimeout_ms		
					int	TriggerSource		

	Chunk	字节序号	块内字节序号	字节数	数据类型	字段名称	字段说明	端序
					int	TriggerEdge		
					int	TriggerMode		
					uint64_t	TriggerLength		
					int	TriggerOutMode		
					int	TriggerOutPulsePolarity		
					double	TriggerLevel_dBm		
					double	TriggerLevel_SafeTime		
					double	TriggerDelay		
					double	PreTriggerTime		
					int	TriggerTimerSync		
					double	TriggerTimer_Period		
					uint8_t	EnableReTrigger		
					double	ReTrigger_Period		
					uint16_t	ReTrigger_Count		
					int	Detector		
					uint16_t	DetectRatio		
					int	GainStrategy		
					int	Preamplifier		
					uint8_t	AnalogIFBWGrade		
					uint8_t	IFGainGrade		
					uint8_t	EnableDebugMode		
					int	ReferenceClockSource		
					double	ReferenceClockFrequency		
					uint8_t	EnableReferenceClockOut		
					int	SystemClockSource		
					double	ExternalSystemClockFrequency		
					int8_t	Atten		
					int	DCCancelerMode		
					int	QDCMode		
					float	QDCIGain		

	Chunk	字节序号	块内字节序号	字节数	数据类型	字段名称	字段说明	端序
DET_StreamInfo 结构体信息 msgpack 字节数组					float	QDCQGain		
					float	QDCPhaseComp		
					int8_t	DCCIOffset		
					int8_t	DCCQOffset		
					int	LOOptimization		
IQS_TriggerInfo 结构体信息					uint64_t	PacketCount		
					uint64_t	StreamSamples		
					uint64_t	StreamDataSize		
					uint32_t	PacketSamples		
					uint32_t	PacketDataSize		
					double	TimeResolution		
					uint32_t	GainParameter		
预留								
MeasAuxInfo 结构体信息	trig	400		4		格式块标识	"trig"	
		404		4	uint32_t	格式块长度		小端
		408		2	uint16_t	IQS_TriggerInfo 结构体字节长度		大端
				8	uint64_t	SysTimerCountOfFirstDataPoint		大端
				2	uint16_t	InPacketTriggeredDataSize		大端
				2	uint16_t	InPacketTriggerEdges		大端
				4*25	uint32_t	StartDataIndexOfTriggerEdges[25]		取决于平台
				8*25	uint64_t	SysTimerCountOfEdges[25]		取决于平台
				25	int8_t	EdgeType[25]		取决于平台
MeasAuxInfo 结构体信息				2	uint16_t	MeasAuxInfo 结构体字节长度		大端
				4	uint32_t	MaxIndex		大端
				4	float	MaxPower_dBm		大端
				2	int16_t	Temperature		大端
				2	uint16_t	RFState		大端
				2	uint16_t	BBState		大端
				2	uint16_t	GainPattern		大端
				4	uint32_t	ConvertPattern		大端

	Chunk	字节序号	块内字节序号	字节数	数据类型	字段名称	字段说明	端序
				8	double	SysTimeStamp		大端
				8	double	AbsoluteTimeStamp		大端
				4	float	Latitude		大端
				4	float	Longitude		大端
				4	float	ScaleToV		大端
预留								
数据包	Data	25*1024*1024+400		4		格式块标识	“data”	
		25*1024*1024+404		4	uint32_t	格式块长度		小端
		25*1024*1024+408		64968		DET 数据包		取决于平台
				64968		DET 数据包		取决于平台
						...		取决于平台
						第(格式块长度/64968)包 DET 数据		取决于平台

附录 5：实时频谱分析模式

RTA 记录文件使用自定义的 rtspectrum 格式，格式说明见下表：

表 7 rtspectrum 文件格式

Chunk	说明
0 ~ 71+10M	此区间存放文件信息和包索引， $1M = 1024 * 1024$
72+10M ~ 73+10M+ length	此区间存放 RTA_Profile_TypeDef、RTA_FrameInfo_TypeDef 结构体，length 表示 RTA_Profile_TypeDef 与 RTA_FrameInfo_TypeDef 结构体的字节长度
74+10M+ length ~ 文件结尾	此区间存放每个数据包的字节长度和 RTA 数据包，依次排列，其中 RTA 数据包主要有 SpectrumStream 数组、RTA_PlotInfo_TypeDef、RTA_TriggerInfo_TypeDef 和 MeasAuxInfo_TypeDef 结构体。

表 8 rtspectrum 文件格式详细说明

	字节序号	字节数	数据类型	字段名称	端序
文件头信息	0	2	uint16_t	文件编号	大端
	2	1	uint8_t	0x8c	大端
	3	1	uint8_t	0x22	大端
	4	1	uint8_t	0x52	大端
	5	1	uint8_t	0x9b	大端
	6	1	uint8_t	0x00 协议版本	大端
	7	1	uint8_t	0x03 协议版本	大端
	8	4	uint32_t	api 版本信息	大端
	9-63	56		预留	
	64	8	quint64	当前文件的数据包个数	大端
	72	$10M=10*1024*1024$	QList	包索引	大端
配置信息 msgpack 字节数组	72+10M	2	uint16_t	配置信息+迹线信息长度 length	大端
	74+10M		double	CenterFreq_Hz	
			double	RefLevel_dBm	
			double	RBW_Hz	
			double	VBW_Hz	
			int	RBWMode	
			int	VBWMode	

	字节序号	字节数	数据类型	字段名称	端序
			uint32_t	DecimateFactor	
			int	Window	
			int	SweepTimeMode	
			double	SweepTime	
			int	Detector	
			int	TraceDetectMode	
			uint32_t	TraceDetectRatio	
			int	TraceDetector	
			int	RxPort	
			uint32_t	BusTimeout_ms	
			int	TriggerSource	
			int	TriggerEdge	
			int	TriggerMode	
			double	TriggerAcqTime	
			int	TriggerOutMode	
			int	TriggerOutPulsePolarity	
			double	TriggerLevel_dBm	
			double	TriggerLevel_SafeTime	
			double	TriggerDelay	
			double	PreTriggerTime	
			int	TriggerTimerSync	
			double	TriggerTimer_Period	
			uint8_t	EnableReTrigger	
			double	ReTrigger_Period	
			uint16_t	ReTrigger_Count	
			int	GainStrategy	
			int	Preamplifier	
			uint8_t	AnalogIFBWGrade	
			uint8_t	IFGainGrade	
			uint8_t	EnableDebugMode	

	字节序号	字节数	数据类型	字段名称	端序
迹线信息 Msgpack 字节数组			int	ReferenceClockSource	
			double	ReferenceClockFrequency	
			uint8_t	EnableReferenceClockOut	
			int	SystemClockSource	
			double	ExternalSystemClockFrequency	
			int8_t	Atten	
			int	DCCancelerMode	
			int	QDCMode	
			float	QDCIGain	
			float	QDCQGain	
			float	QDCPhaseComp	
			int8_t	DCCIOffset	
			int8_t	DCCQOffset	
			int	LOOptimization	

	字节序号	字节数	数据类型	字段名称	端序
数据包	74+10M+ length	4	int	数据包长度	大端
		N	uint8_t *N	SpectrumStream 数组	取决于平台
		4	float	ScaleTodBm	大端
		4	float	OffsetTodBm	大端
		8	uint64_t	SpectrumBitmapIndex	大端
		8	uint64_t	SysTimerCountOfFirstDataPoint	大端
		2	uint16_t	InPacketTriggeredDataSize	大端
		2	uint16_t	InPacketTriggerEdges	大端
		4*25	uint32_t	StartDataIndexOfTriggerEdges [25]	取决于平台
		8*25	uint64_t	SysTimerCountOfEdges [25]	取决于平台
		25	int8_t	EdgeType [25]	取决于平台
		4	uint32_t	MaxIndex	大端
		4	float	MaxPower_dBm	大端
		2	int16_t	Temperature	大端
		2	uint16_t	RFState	大端
		2	uint16_t	BBState	大端
		2	uint16_t	GainPattern	大端
		4	uint32_t	ConvertPattern	大端
		8	double	SysTimeStamp	大端
		8	double	AbsoluteTimeStamp	大端
		4	float	Latitude	大端
		4	float	Longitude	大端
下一包数据 总包数参见文件头		4	int	数据包长度	大端
				...	

-  www.harogic.cn
-  cninfo@harogic.com
-  +025-8330 5049