V2.8.0
2026/11/04

SGStudio
用户指南

HAROGIC 海得逻捷

目 录

1. 版本管理 1

2. 准备工作 2

2.1 软件适配性 2
2.2 运行环境要求 2
2.3 软件默认存储路径说明 3

3. 工作模式介绍 4

3.1 工作方式总览 4
3.2 连续波模式 4
3.3 回放模式 5
3.3.1 幅度调制 5
3.3.2 频率调制 5
3.3.3 相位调制 5
3.3.4 脉冲 5
3.3.5 数字斜坡扫描 6
3.3.6 高斯白噪声 6
3.3.7 数字调制（选件 73） 6
3.3.8 直接序列扩频（选件 73） 6
3.3.9 正交频分复用（选件 73） 6
3.3.10 多音 7
3.3.11 回放 7
3.3.12 快速波形 7
3.4 流模式 7
3.5 界面布局 8
3.5.1 菜单栏 8
3.5.2 射频参数设置区 9
3.5.3 模式选择区 9
3.5.4 仪器状态栏 9

4. 通用操作 10

4.1 保存和打开仪器配置 10
4.2 设置启动状态 10
4.3 连接 USB 设备 11
4.4 连接 ETH 设备 11
4.5 主题设置 11
4.6 参数设置 12
4.7 查看仪器信息 12
4.8 单次与连续发射 12
4.9 保存图片 12
4.10 预设 12

4.11 Minibar 12
4.12 频率与功率设置 13
4.13 中功率输出（选件 10） 14
4.14 射频与调制开关 15
4.15 频率/功率扫描 15
4.15.1 频率功率扫描参数说明 15
4.15.2 频率功率扫描操作步骤 15
4.15.3 列表扫描参数说明 16
4.15.4 列表扫描操作步骤 17
4.16 外部参考时钟输入 19
4.17 参考时钟输出 19
4.18 触发输入 20
4.18.1 参数说明 20
4.18.2 操作步骤 20
4.19 触发输出 21
4.20 射频硬件 21
4.21 保存基带 IQ 数据 21
4.22 GNSS 使用 21
5. 信号样式介绍 23
5.1 幅度调制 23
5.1.1 参数说明 23
5.1.2 操作步骤 23
5.2 频率调制 24
5.2.1 参数说明 24
5.2.2 操作步骤 25
5.3 相位调制 26
5.3.1 参数说明 26
5.3.2 操作步骤 27
5.4 脉冲调制 27
5.4.1 参数说明 27
5.4.2 操作步骤 28
5.5 数字斜坡扫描 29
5.5.1 参数说明 29
5.5.2 操作步骤 30
5.6 高斯白噪声 31
5.6.1 参数说明 31
5.6.2 操作步骤 31
5.7 数字调制 33
5.7.1 参数说明 33
5.7.2 操作步骤 34
5.8 直接序列扩频 35
5.8.1 参数说明 35

5.8.2 操作步骤 36
5.9 正交频分复用 37
5.9.1 参数说明 37
5.9.2 操作步骤 37
5.10 多音 38
5.10.1 参数说明 38
5.10.2 操作步骤 39
5.11 回放 39
5.11.1 参数说明 40
5.11.2 操作步骤 40
5.12 流模式 41
5.12.1 参数说明 41
5.12.2 操作步骤 42
5.13 快速波形 43
5.13.1 参数说明 43
5.13.2 操作步骤 43
6. 调制选件申请 45
6.1 申请许可证和调制库 45
6.2 放置许可证和调制库 45
7. 软固件更新 46
7.1 版本要求 46
7.2 参数说明 46
7.3 在线更新 46
附录 48
附录 1: 记录文件格式说明 48

1. 版本管理

版本更新说明表

版本号	内容	时间
V2.8.0	1. 增加：RMS 功率设置功能 2. 增加：列表扫描功能 3. 增加：触发输出源选择说明	2026-11-04
V2.7.6.1	1. 增加：软件默认存储路径说明章节 2. 增加：附录增加 IQ 记录文件格式说明	2026-10-14
V2.6.4	1. 删除：风扇控制章节 2. 增加：相位调制章节 3. 增加：紧凑模式（Minibar）章节 4. 增加：频率与功率设置章节 5. 增加：中功率输出（选件 10）章节 6. 删除：软固件更新章节中默认更新方式	2026-07-16
V2.6.2	1. 删除：大波形流式传输章节 2. 重构：工作模式介绍章节 3. 增加：快速波形章节 4. 增加：多音章节	2026-06-16
V2.5.4	1. 增加：连接 ETH 设备章节 2. 增加：外部参考时钟输入章节 3. 增加：参考时钟输出章节 4. 增加：触发输入章节 5. 增加：触发输出章节 6. 增加：射频硬件章节 7. 增加：GNSS 使用章节 8. 重构：射频与调制开关章节 9. 增加：软固件更新章节	2026-05-09
V1.1.5	1. 初始版本	2026-03-19

2. 准备工作

2.1 软件适配性

SGStudio 适配全系列 SG、PG 和 T 系列射频发射机。关于 T 系列射频发射机的使用，请优先参考 T 系列射频发射机用户手册。

2.2 运行环境要求

SGStudio 软件运行环境如下表所示：

表中仅列出基本建议配置，对于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
架构	Windows：x64 Linux：x64、AArch64
处理器	Intel i3 及以上
内存	8G，若需生成 PN>15 的数字调制波形，建议配置 16GB 内存以提高性能和处理能力
硬盘	若需在流模式下输出 62.5 MHz 采样率信号，需确保硬盘连续读写速度大于 250 MBytes/s
数据接口	USB2.0 或 USB3.0（推荐优选 USB3.0） 流模式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

2.3 软件默认存储路径说明

PG 系列仪器和 T 系列射频发射机嵌入式主机内：软件默认安装在仪器的“/software”目录下；

SG 系列仪器和 T 系列射频发射机上位机：用户在 PC 端自行指定。

软件安装目录下，“data”、“images”和“QuickWaveFormData”文件夹分别存储以下数据：

- **data 文件夹：**基带 IQ 数据和配置文件
- **images 文件夹：**快捷截图
- **QuickWaveFormData 文件夹：**预先存放的各类.wav 格式的波形文件

除快捷截图外，其他记录文件均可自定义存储路径。

3. 工作模式介绍

本系统支持多种信号生成模式，包括单音、幅度调制、频率调制、相位调制、脉冲、数字斜坡扫描、高斯白噪、数字调制（选件 73）、多音、直接序列扩频（选件 73）、正交频分复用（选件 73）、回放、流模式以及快速波形。本章将详细介绍这些工作模式的配置方法与底层的信号生成机制。

3.1 工作方式总览

在实际硬件运行中，上述模式主要依托于三大底层工作方式：连续波、板载内存回放以及高速实时流。请根据测试需求选择对应的操作模式。

表格 2 底层工作方式说明

底层工作方式	软件界面对应按钮/模式	描述
连续波模式	仅射频开启	硬件直接连续发射连续波（CW）信号，不占用波形内存。
回放模式	幅度调制、频率调制、相位调制、脉冲、数字斜坡扫描、高斯白噪声、数字调制、直接序列扩频、正交频分复用、多音、回放、快速波形	**系统的核心工作模式。**支持将软件预生成的波形或用户导入的 IQ 数据块一次性下载至设备板载存储中。**最大支持的 IQ 数据量取决于板载存储容量**。数据加载完成后，由硬件触发并控制单次或循环回放。
流模式	流模式	跳过板载存储容量限制。通过高速总线将实时生成的 IQ 数据流，不间断地动态传输至发射引擎，适用于超长时间信号模拟。

3.2 连续波模式

在软件界面中开启射频输出并关闭调制功能后，设备进入连续波（CW）模式。该模式下，无需载入基带波形文件，即可输出单频载波信号。

3.3 回放模式

本模式采用板载内存预载回放机制。当信号样式或参数发生修改时，上位机软件将立即计算并生成相应的 IQ 数据，并完整下载至仪器的内置存储器中。由于波形数据已提前驻留于硬件内部，发射时无需依赖实时总线传输，因此可以稳定实现仪器支持的最大模拟带宽输出。

3.3.1 幅度调制

幅度调制（AM）模式下，仪器通过基带低频信号调制高频载波的幅度。该模式常用于无线通信、广播接收机及调制特性测试。调幅提供的功能包括：

- 幅度调制参数配置
- 基带 IQ 数据导出

3.3.2 频率调制

频率调制（FM）模式下，仪器通过低频调制波形对高频载波的瞬时频率进行调制。支持正弦波、方波、三角波及斜坡波等调制方式。该模式广泛应用于对讲机、车载电台及无线通信设备测试。调频模式提供的功能包括：

- 频率调制参数配置
- 基带 IQ 数据导出

3.3.3 相位调制

相位调制（PM）模式下，仪器通过调制波形改变高频载波的瞬时相位。支持正弦波、方波、三角波及斜坡波等调制波形，并可设置调制速率、相位偏移及初始相位。该模式适用于通信系统、接收机及相位调制特性测试。相位调制模式提供的功能包括：

- 相位调制参数配置
- 基带 IQ 数据导出

3.3.4 脉冲

在脉冲（Pulse）模式下，仪器通过对射频载波进行门控控制，实现脉冲调制信号输出。该模式适用于接收机瞬态响应测试、微波器件脉冲特性测试以及雷达与导航系统激励等应用。脉冲模式提供的功能包括：

- 脉冲参数配置
- 基带 IQ 数据导出

3.3.5 数字斜坡扫描

数字斜坡扫描模式下，输出频率按照设定的扫宽、扫描时间及扫描周期进行线性扫频。仪器通过数字频率控制实现高精度频率斜坡输出，可用于雷达线性调频信号模拟、宽带激励及频率响应测试等应用。该模式提供的功能包括：

- 扫描参数配置
- 基带 IQ 数据导出

3.3.6 高斯白噪声

高斯白噪声模式下，仪器输出指定带宽范围内的宽带噪声信号，其幅度统计特性满足高斯分布，常用于接收机抗干扰测试、信噪比测试及系统噪声性能评估，该模式提供的功能包括：

- 噪声带宽、时长配置
- 基带 IQ 数据导出

3.3.7 数字调制（选件 73）

数字调制模式下，仪器将基带数字比特流映射到 IQ 星座图上并经过成形滤波器平滑输出。数字调制提供的功能包括：

- 数字调制核心参数配置
- ASK/APSK/FSK/PSK/QAM 调制
- 数据截断下发与参数调整
- 原始基带 IQ 数据导出
- IQ/频谱图/星座图预览

3.3.8 直接序列扩频（选件 73）

直接序列扩频（DSSS）模式下，仪器利用伪随机扩频码对基带调制数据进行扩频处理，实现信号频谱展宽。该模式支持扩频码、随机数种子及脉冲成形滤波配置，可用于扩频通信系统与抗干扰测试。DSSS 模式提供的功能包括：

- DSSS 核心参数配置
- 原始基带 IQ 数据导出

3.3.9 正交频分复用（选件 73）

在正交频分复用（OFDM）模式下，仪器将数据流映射至多个相互正交的子载波上进行并行调制，以生成宽带多载波通信信号。该模式支持 FFT 长度、保护间隔、子载波配置及调制方式等参数设置，可用于无线通信系统、接收机性能及频谱特性测试。OFDM 模式提供的功能包括：

- OFDM 基础参数配置
- OFDM 时频结构配置
- 原始基带 IQ 数据导出

3.3.10多音

在多音模式下，仪器支持生成多个等间隔分布的离散音信号，以满足接收机测试、互调测试、线性度测试及复杂频谱场景模拟等应用需求。多音模式提供的功能包括：

- 多离散音信号生成
- 单音使能控制
- 固定、随机及抛物线相位控制
- 带内陷波功能

3.3.11 回放

在回放模式下，仪器支持将用户提供的**.wav 格式**外部波形数据下载至仪器内置存储器中进行发射。以满足复杂的非标协议或自定义信号发生需求，**波形数据大小不得超过当前仪器的内置存储容量**，回放提供的功能包括：

- 单个外部波形文件加载
- 文件参数实时解析
- 播放点数与区间控制
- IQ 幅度控制与自动缩放

3.3.12 快速波形

在快速波形模式下，仪器支持用户回放已内置的调制信号波形，免除繁琐的参数配置与外部文件导入过程，便于一键调用标准信号。快速波形提供的功能包括：

- 预置波形文件
- 文件参数实时解析
- 播放点数与区间控制
- IQ 幅度控制与自动缩放

3.4 流模式

在该模式下，软件通过 USB 总线向仪器发送 IQ 波形数据，仪器接收数据并实时播放。当用户停止下发后，仪器将下发的所有数据播放完成后停止播放。实时数据的采样率和传输速率受限于数据接口的物理带宽。软件中流模式采用的是该传输机制。

- 加载多个波形文件
- 文件参数解析
- 播放进度显示
- IQ 幅度控制

3.5 界面布局

SGStudio 的界面由以下部分组成:

- 菜单栏（Menu）
- 射频参数设置区（RF Parameter Setting Area）
- 模式选择区（Mode Selection Area）
- 模式参数设置区(Mode Parameter Setting Area）
- 状态信息栏（Instrument State）

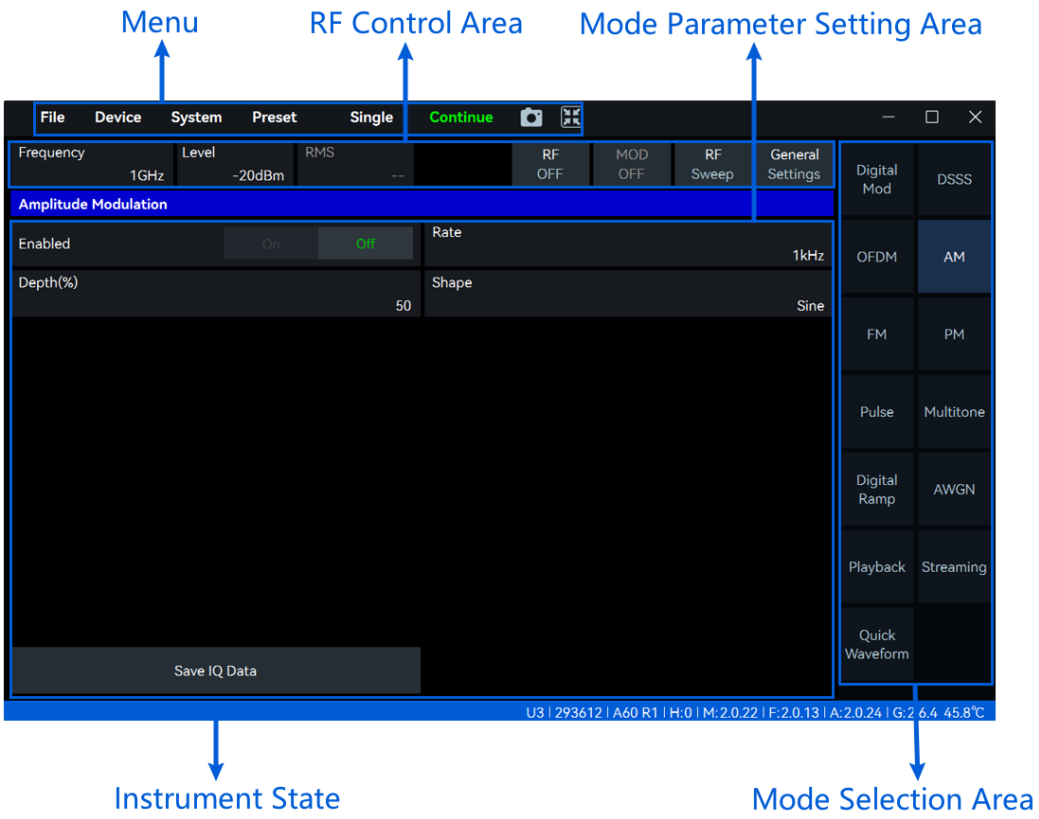


图 1 SGStudio 界面布局

3.5.1 菜单栏

- 保存与载入配置文件
- 设置启动状态
- 连接 USB/ETH 设备
- 主题/参数设置
- GPIO 设置（仅 PGA）
- GNSS 信息
- 仪器信息查看
- 软固件更新
- 预设
- 单次与连续发射
- 快捷截图
- Minibar

3.5.2 射频参数设置区

- 频率
- 射频开/关
- 频率/功率扫描
- 峰值功率
- 调制开/关
- 通用设置

3.5.3 模式选择区

- 幅度调制
- 相位调制
- 脉冲
- 高斯白噪声
- 直接序列扩频（选件 73）
- 回放
- 快速波形
- 频率调制
- 多音
- 数字斜坡扫描
- 数字调制（选件 73）
- 正交频分复用（选件 73）
- 流模式

3.5.4 仪器状态栏

- 仪器连接状态
- 型号/UID
- 仪器实时温度
- 总线数据吞吐量
- 软固件版本
- 仪器电量（仅 PG 系列）

4. 通用操作

4.1 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”弹窗中，设置保存路径和文件名，并点击“保存”。默认情况下，仪器配置文件将保存在“/data”文件夹中。

2. 打开预存配置

(1) 点击菜单栏中的“文件”→“打开配置”；

(2) 在“加载配置”弹窗中选择配置文件，点击“打开”应用预存配置。

4.2 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下表：

表格 3 SGStudio 软件启动状态

序号	启动状态名称	描述
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“加载配置”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。

4.3 连接 USB 设备

当仪器通过 USB 线与电脑直连时，点击菜单栏中的“设备”→“连接 USB 设备”，界面显示所有已连接至 PC 端的信号源列表，点击对应 UID 号的前 6 位，可以切换当前连接的仪器。

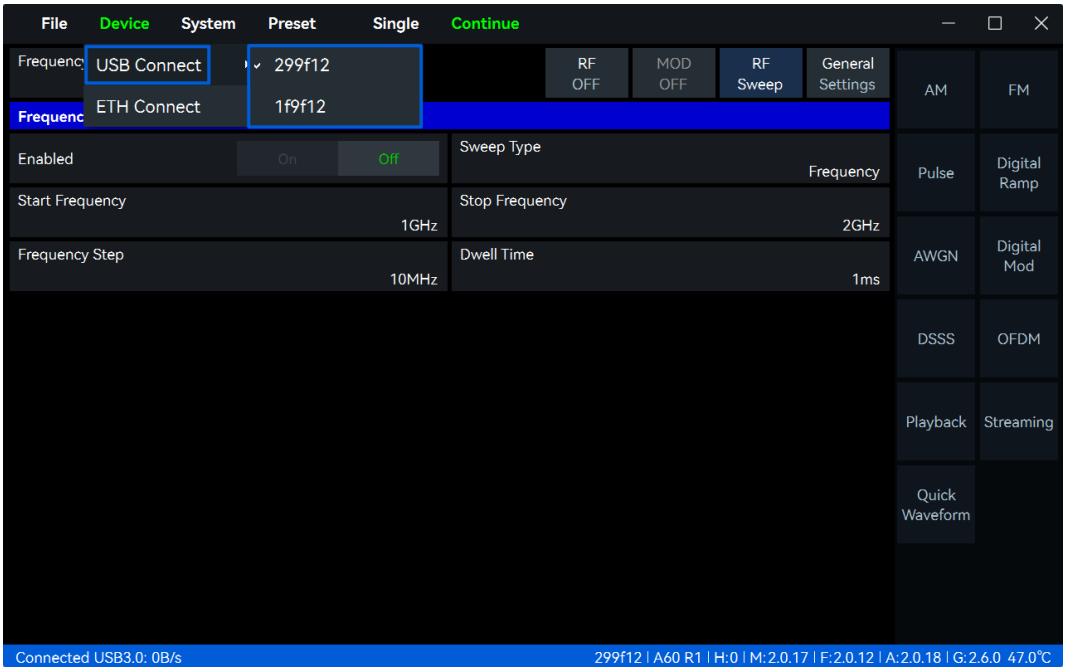


图 2 连接 USB 型设备

4.4 连接 ETH 设备

1. 使用网口型仪器时，点击菜单栏中的“设备”→“连接 ETH 设备”，在对话框中输入“设备 IP 地址”和“设备端口号”，选择“本机网卡地址”（需与仪器在同一网段）。

2. 点击“连接”，软件尝试与设备建立连接，成功后状态栏显示“已连接 ETH XXX”（如 已连接 ETH 192.168.1.100 0 B/s）。

4.5 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。

4.6 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 4 参数设置参数说明

参数	说明
震动反馈（仅 PG 系列）	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	打开：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。
自动调制开启	打开：当模式参数设置区的“使能”打开时，射频参数设置区的“调制”控件会自动同步打开，无需手动操作。 关闭：射频参数设置区的“调制”控件需手动打开。
空闲亮度降低(仅 PG 系列)	开启后，若用户在 1 分钟内无任何操作，仪器将自动降低屏幕亮度
亮度（仅 PG 系列）	调节 PGA 系列仪器的屏幕亮度
风扇控制（仅 PG 系列）	标准：温度触发阈值较低，响应更积极 静音：触发阈值较高，转速上升的坡度更平缓

4.7 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、电源端口电压电流、USB 端口电压电流等信息将在弹窗中显示。

4.8 单次与连续发射

单次发射信号：点击“单次”，连续发射信号：点击“连续”。

4.9 保存图片

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。

4.10 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。

4.11 Minibar

紧凑模式可将软件主界面切换为精简的快捷控制面板，保留射频输出、输出频率、输出功率、调制及频率/功率扫描等常用功能，便于用户在多窗口协同操作时快速设置相关参数。

1. 点击菜单栏“”图标，将软件切换至紧凑控制面板；

2. 在该面板中设置输出频率和功率，并开启射频输出，以快速输出 CW 信号；

3. 若需输出调制或频率/功率扫描信号，点击“调制”或“频率/功率扫描”按钮展开参数配置面板。配置完成后，点击面板外部空白区域即可收起该设置页；

4. 点击“还原”，退出紧凑模式并恢复软件主界面；点击面板底部的折叠按钮“/”，收起或展开紧凑控制面板

注：该模式下各参数的设置方法、取值范围及生效方式与软件主界面一致，具体说明参见相应功能章节。

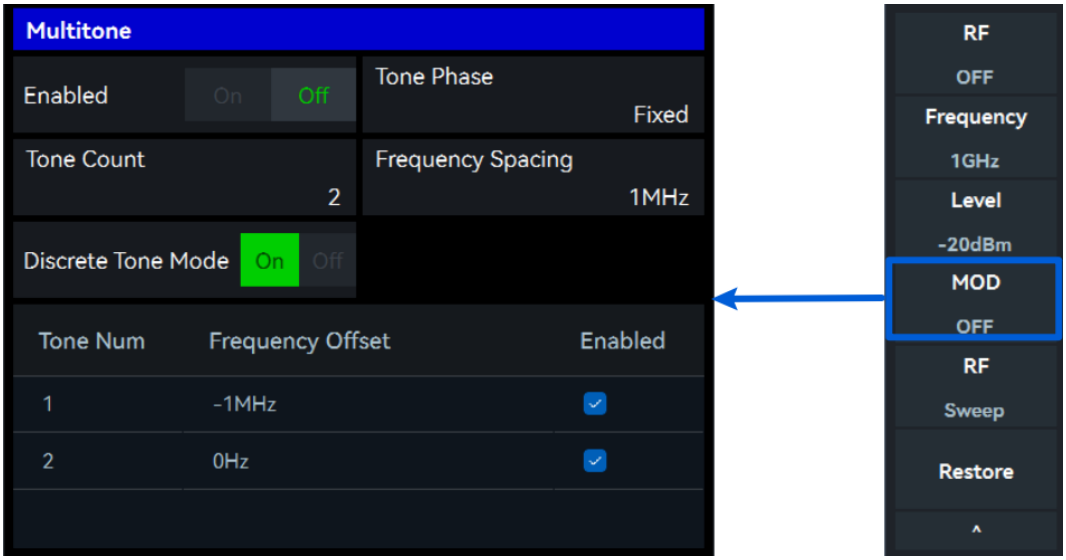


图 3 启动 Minibar 并设置参数

4.12 频率与功率设置

软件主界面顶部可设置输出频率、功率（Level）和 RMS 功率。功率（Level）与 RMS 是同一射频输出功率的两种设置方式，二者根据当前波形的功率特性联动换算。设置 RMS 后，软件反向计算所需的 Level，在这种情况下，RMS 成为需要保持的目标；如果波形或相关调制参数改变，软件重新调整 Level，以维持设定的 RMS。修改 Level 时，软件根据当前波形换算并建立新的 RMS 目标。

表格 5 频率与功率设置

频率与功率	
频率	设置射频信号的输出频率，范围：9 kHz-6 GHz 输出频率<500 MHz，频率分辨率为 1 Hz 500 MHz≤输出频率≤ 6 GHz，频率分辨率为 0.1Hz
功率（Level）	设置硬件满幅参考电平，标配最大输出功率为 7 dBm 至 14 dBm，选配 25 dBm
RMS	设置当前输出信号的目标平均功率。可设置范围受当前波形特性，以及设备在相应频率和输出端口下允许的峰值功率范围限制。流模式下无法获取用于功率换算的完整波形功率信息，不支持 RMS 功率设置。

4.13 中功率输出（选件 10）

仪器可选配中功率输出选件。配置该选件后，设备最大输出功率可提升至 25 dBm，并通过独立的中功率射频输出端口输出各式信号。中功率信号输出方法如下：

1. 点击射频控制区“通用设置”，在射频硬件区域将“输出端口”设置为“高功率端口”；
2. 将射频线缆连接至设备的中功率射频输出端口；
3. 设置所需的输出频率、功率及信号类型，并开启“射频-高功率”，输出当前配置的信号。

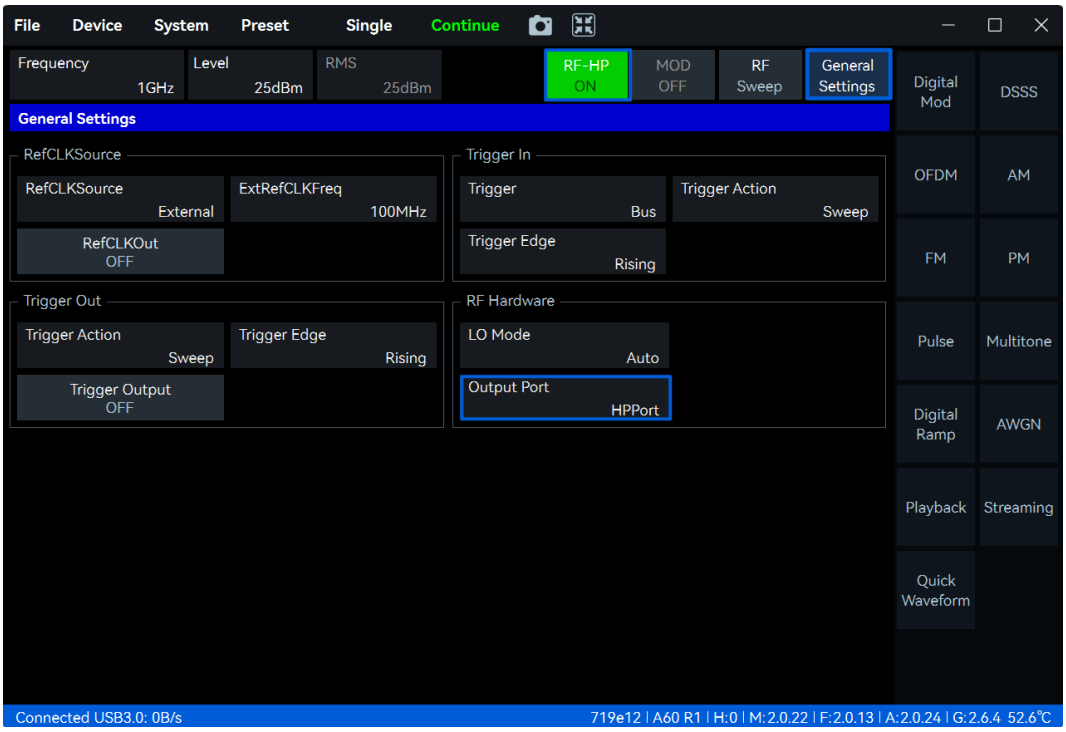


图 4 中功率输出 25 dBm 的 CW 信号

4.14 射频与调制开关

仅开启射频时，仪器输出连续波（CW）信号；同时开启调制功能时，仪器输出当前所选调制类型的信号。

表格 6 射频与调制

射频与调制开关	
射频打开/关闭	控制射频输出状态，当处于“关闭”时，无论其他设置如何，强制禁用射频输出
调制打开/关闭	切换当前的调制状态 调制“关闭”且射频“打开”时，仪器输出连续波 两者均“打开”时，仪器将输出当前所选的调制类型信号

4.15 频率/功率扫描

启用射频和频率/功率扫描功能后，可选择频率扫描、功率扫描或列表扫描。调制功能关闭时，输出连续波（CW）扫描信号；打开调制功能后，输出相应的调制扫描信号。

4.15.1 频率功率扫描参数说明

表格 7 频率功率扫描参数说明

频率功率扫描（模拟）	
扫描类型	频率扫描：固定功率，按设定范围遍历频率 功率扫描：固定频率，按设定范围遍历功率
起始/终止频率	设定频率扫描的范围
起始/终止功率	设定功率扫描的范围
频率步进	设定频率扫描中相邻测试点的频率间隔
功率步进	设定功率扫描中相邻测试点的功率增量
驻留时间	相邻扫描点之间的更新周期。具体表现为仪器内部配置与频率/功率点持续时间的总和，范围：1 ms~1000 s

4.15.2 频率功率扫描操作步骤

以输出起始频率 1 GHz，终止频率 2 GHz，功率为-20 dBm，频率步进 100 MHz，驻留时间 10 ms 的模拟频率扫描信号为例，操作步骤如下：

1. 点击射频参数设置区的“频率/功率扫描”；

2. 在参数设置区，将“扫描类型”设置为频率扫描，“起始频率”设置为 1 GHz，“终止频率”设置为 2 GHz，“频率步进”设置为 100 MHz，“驻留时间”设置为 10 ms，并使能频率功率扫描模式；

3. 将参考电平设置为-20 dBm，并开启射频开关；

4. 信号源输出起始频率 1 GHz，终止频率 2 GHz，功率为-20 dBm，频率步进 100 MHz，驻留时间 10 ms 的模拟频率扫描信号。

4.15.3 列表扫描参数说明

表格 8 列表扫描参数说明

列表扫描		
驻留时间模式	列表：每行可单独设定驻留时间，灵活控制每个频点停留时间 全局：所有频点共用一个统一的驻留时间	
起始行	设定从哪一行开始输出列表扫描数据	
加载文件	从路径“../SGStudio/data”中加载预存的.csv 格式的列表扫描配置文件	
跳转	快速跳转到指定行，便于快速查看或编辑特定参数	
插入	在指定位置前批量插入频率、功率和驻留时间按照一定步进变化的扫描参数。	
填充/编辑	起始行	若列表为空，起始行默认为 1；若列表已有 N 行数据，起始行可设置为 1 至 N+1 的任意整数
	起始值	设置第一个频点的频率/输出功率/驻留时间
	步进	每一行频率/输出功率/驻留时间的变化量
	终止值	设置最后一行的频率/输出功率/驻留时间
删除	删除当前选中的一行扫描数据	
清除	清空扫描列表，恢复为空表状态	
导出	将当前编辑好的扫描列表保存为 .csv 文件，默认保存路径为 ../SGStudio/data	
应用	应用当前配置，开始生效	

4.15.4 列表扫描操作步骤

列表最多包含 20,000 个扫描点，单次扫描最多执行其中连续的 4,000 个扫描点。可通过设置“起始行”和“终止行”选择本次扫描范围。

1. 点击“频率/功率扫描”→“扫描类型”，选择“列表扫描”进入列表扫描设置界面；

2. 点击“Fill/Edit”按钮，在弹出的编辑窗口中按以下方式设置参数。设置完成后，点击“应用”将当前配置应用到列表；确认配置无误后，点击“确认”关闭编辑窗口。

   - 行数：5
   - 频率：“起始值”设置为 100MHz，“步进”设置为 100MHz，“终止值”自动设置为 500MHz；
   - 功率：“起始值”设置为-10dBm，“步进”设置为 2.5dB，“终止值”自动设置为 0dBm；
   - 驻留时间：“起始值”设置为 10ms，“步进”设置为 0s，“终止值”设置为 10ms。

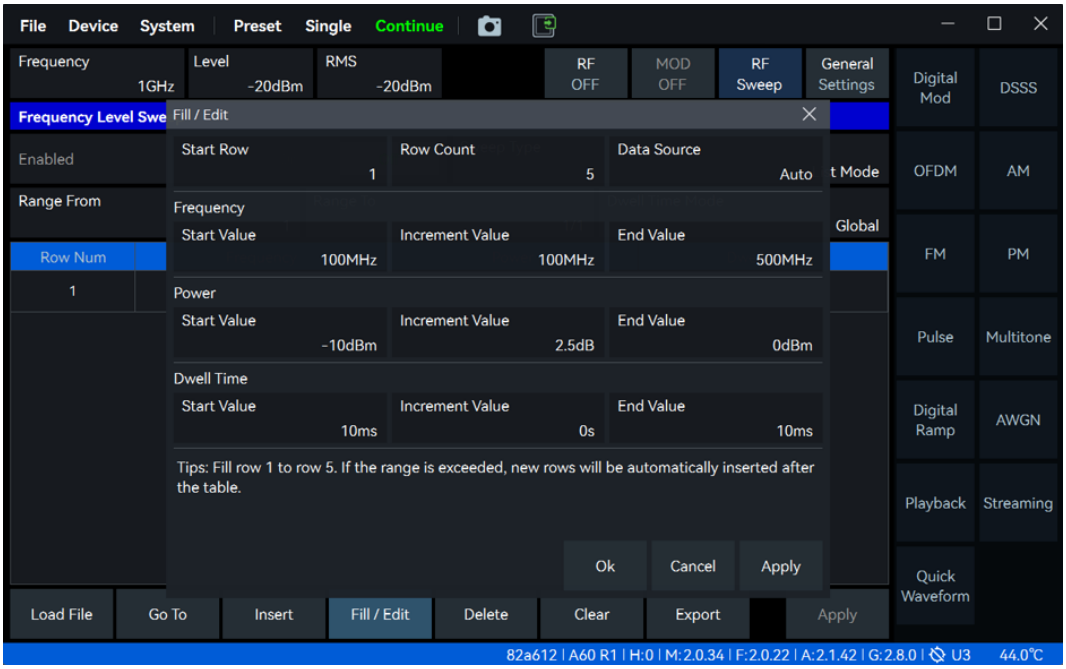


图 5 列表扫描参数填充与编辑

3. 点击生成列表第 6 行对应的单元格，手动将“Frequency”设置为 1 GHz，“Power”设置为-10dBm，如需单独设置一行的驻留时间，需先将驻留时间模式切换为“列表”；

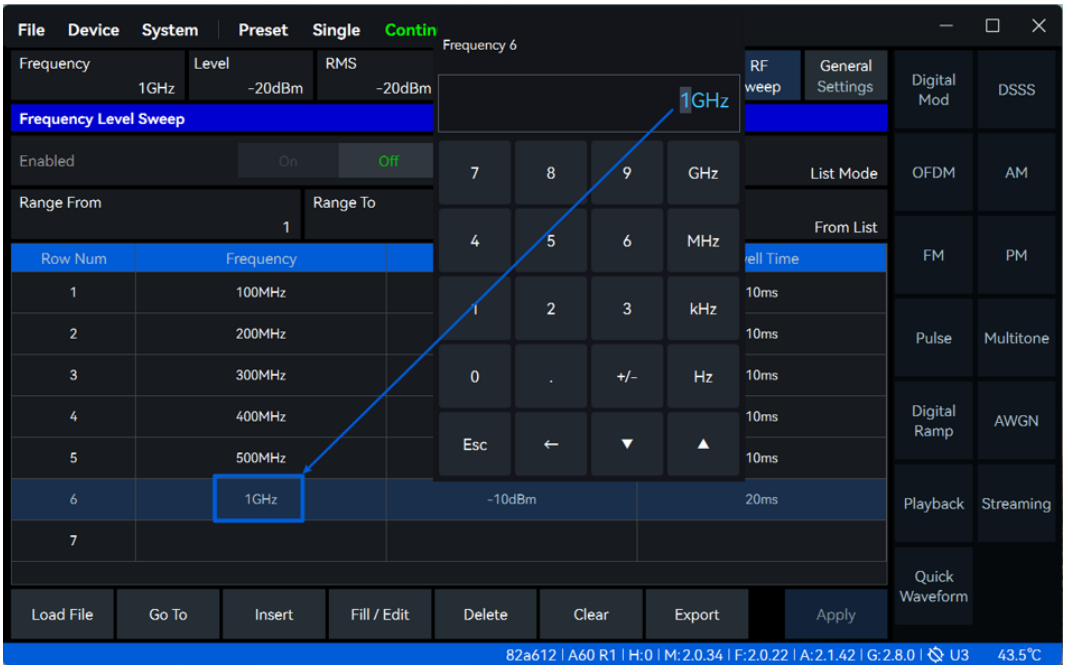


图 6 列表扫描单行参数编辑

4. 点击“应用”按钮，使当前的配置列表生效；

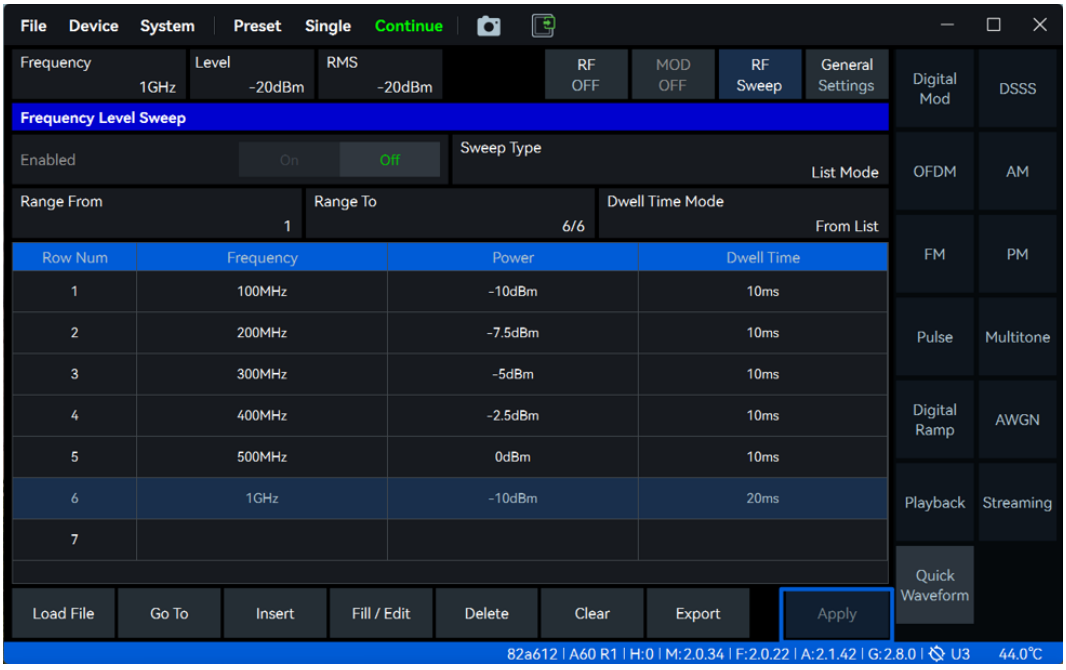


图 7 应用列表扫描配置

5. 开启列表扫描功能和“RF”开关，信号源将依次输出列表中配置的信号。

4.16 外部参考时钟输入

1. 参考《矢量信号源快速入门指南》，输入外部参考时钟；

2. 点击“通用设置”→“参考时钟源”，选择“外部”，并将“外参考时钟频率”设置为 10 MHz。若底部状态信息栏显示“警告：外参考时钟未锁定”，表示外部参考时钟切换失败；未显示该提示时，切换成功。

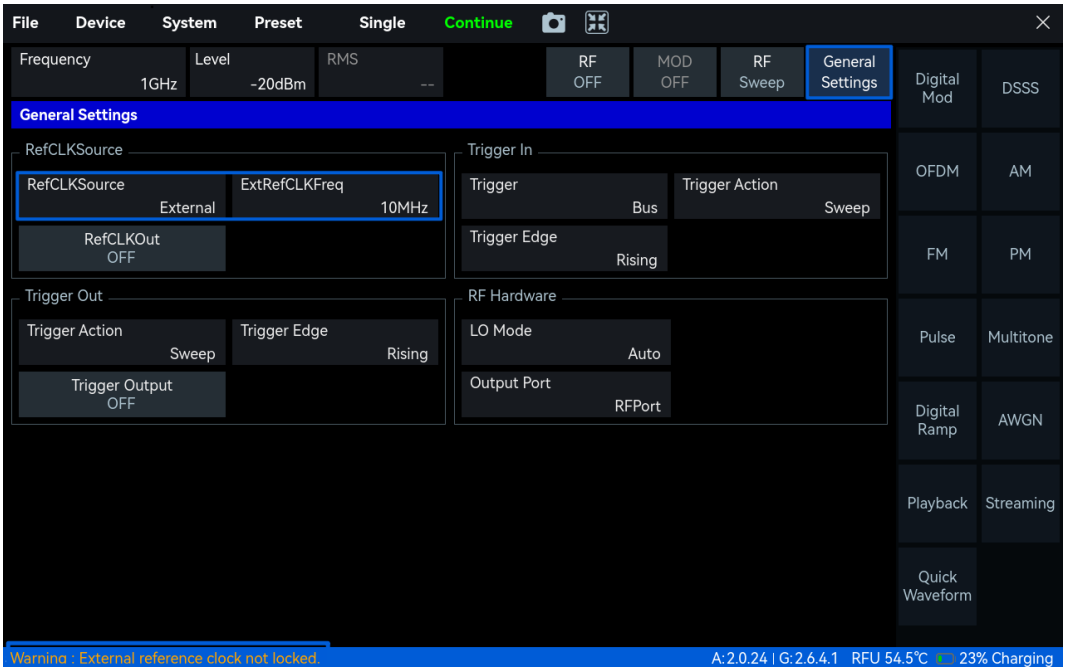


图 8 参考时钟切换失败示意

4.17 参考时钟输出

1. 参考《矢量信号源快速入门指南》，连接仪器的参考时钟输出接口；

2. 点击射频参数设置区“通用设置”，打开“参考时钟输出”，即可输出 100 MHz 的时钟信号。

4.18 触发输入

4.18.1 参数说明

表格 9 触发输入参数说明

触发输入	
触发源	支持总线触发、外部触发和 XPPS 触发
触发动作	仅使能频率/功率扫描时生效 扫描：接收到触发信号后，启动预设的频率/功率扫描。扫描过程中，各频率/功率点之间的切换时间由驻留时间决定。 跳频：系统接收到触发信号后，仅执行单步跳变，切换至预设扫描路径中下一个射频状态，此时驻留时间失效，跳变速率取决于触发脉冲的到达频率。
触发边沿	支持上升沿和下降沿触发，总线触发模式下，触发边沿设置无效

4.18.2 操作步骤

以 AM 信号进行频率扫描为例，操作步骤如下：

1. 参考《矢量信号源快速入门指南》，输入外部触发；

2. 点击模式选择区的“调幅”，在模式参数设置区，将“调制速率”设定为 200 kHz，其余参数保持默认，并打开调幅模式；

3. 点击射频参数设置区的“频率/功率扫描”，在模式参数设置区，将“频率步进”设置为 100 MHz，其余参数保持默认，并打开频率功率扫描模式；

4. 点击射频参数设置区“通用设置”，将“触发源”设置为“外部触发”，“触发动作”设置为“跳频”；

5. 开启射频开关，此时仪器处于待触发状态，每接收到一个有效的外部触发，系统按照 100 MHz 的步进跳变至下一个频率点，并同步输出调制速率为 200 kHz 的调幅信号。

4.19 触发输出

表格 10 触发输出参数说明

触发输出	
触发输出	开启/关闭触发输出功能
触发源	**通道**：通道完成一次触发动作后，发出一次触发； **转发**：根据“触发输入”中所选触发源，检测到一次触发事件时，将同步输出一个触发脉冲。
触发动作	扫描：完成一次频率/功率扫描后，输出一个触发 跳频：完成一次跳频后，输出一个触发
触发边沿	输出的触发为上升沿或下降沿

4.20 射频硬件

表格 11 本振模式参数说明

本振模式	
自动	在该模式下，仪器根据当前输出频率、频率步进及工作状态自动选择最优工作参数
低相位噪声	该模式通过调整锁相环控制策略，提高信号的相位稳定性，优化近端相位噪声
低杂散	该模式针对本振输出频谱进行优化，有效抑制分数杂散及相关寄生分量，提高频谱纯净度

4.21 保存基带 IQ 数据

点击模式参数设置区“保存 IQ 数据”按钮，在“保存 IQ 数据”弹窗中，设置保存路径和文件名，点击“确认”保存基带 IQ 数据文件。

4.22 GNSS 使用

正确连接外部天线至仪器 GA 口，点击菜单栏中的“系统”→“GNSS 信息”，等待 1-3 分钟后 GNSS 即可锁定。“GNSS 信息”弹窗中的参数说明请见下表。

表格 12 GNSS 参数说明

GNSS	
XPPS 输出	打开：输出 XPPS 脉冲信号 关闭：强制关闭 GNSS 模块的 XPPS 输出功能
XPPS	调整 GNSS 模块输出脉冲的频率，单位为 Hz 默认值：1Hz，指输出 1PPS 信号，若设置为 0.5Hz，表示每 2 秒输出一个脉冲
延迟	设置 PPS 延时，单位 s，上限不超过 1 个周期的时间
格式	支持“本地时间”和“UTC 时间”两种时间格式
日期	当前定位的日期信息
时间	当前定位的时间信息
经度	当前定位的经度坐标
纬度	当前定位的纬度坐标
海拔	当前定位的海拔高度
卫星数量	已定位的卫星数量
信噪比（最大）	已定位卫星的最大信噪比
信噪比（最小）	已定位卫星的最小信噪比
信噪比（平均）	已定位卫星的平均信噪比

5. 信号样式介绍

5.1 幅度调制

以输出载波频率 1 GHz、峰值功率-10 dBm、调制率 30 kHz 和调制深度 50%的 AM 信号为例。

5.1.1参数说明

此处仅对幅度调制部分重要参数进行说明，相关参数如下表所示：

表格 13 幅度调制参数说明

幅度调制	
调制速率	指定 AM 调制频率，范围：1Hz - 10 MHz
调制指数（%）	设置载波幅度随调制信号变化的相对深度，范围：1% - 100%
信号类型	Sine/Square/Triangle/Ramp

5.1.2 操作步骤

1、点击模式选择区的“调幅”；

2、在调幅控制区，将“调制速率”设定为 30 kHz，“调制指数”设定为 50%，“信号类型”设置为 Sine，并打开调幅模式；

3、将“频率”设置为 1 GHz，“功率”设置为-10 dBm，开启射频开关；

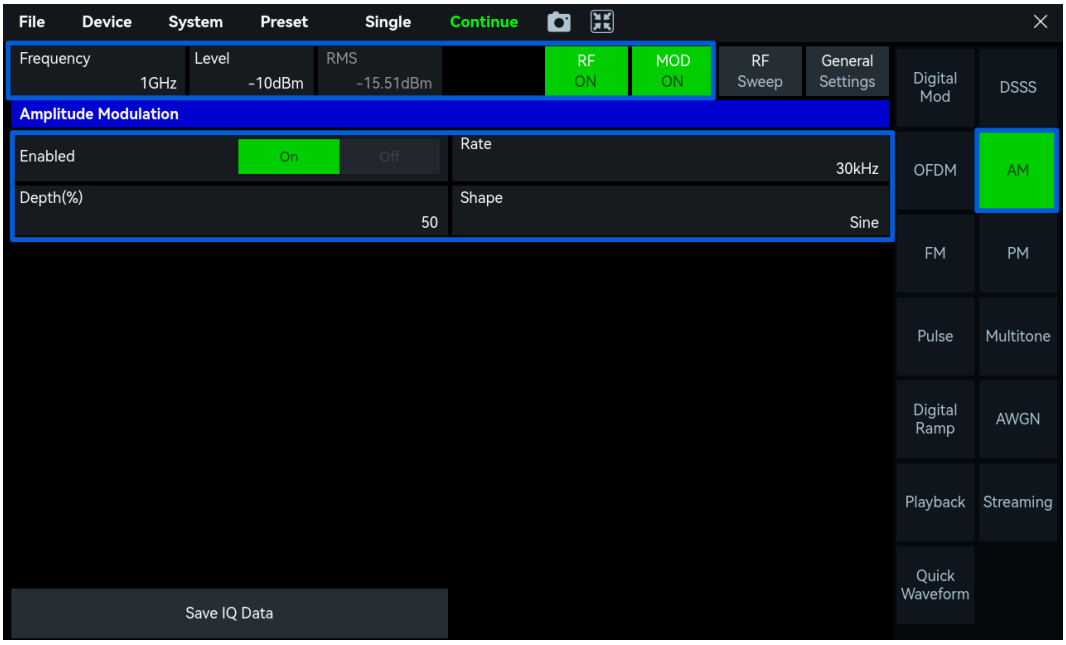


图 9 AM 调制

4、信号源输出载波频率 1 GHz、RMS 功率-15.51 dBm，调制率 30 kHz、调制深度 50%，基带调制波形为正弦波的 AM 信号，AM 解调示意如下所示。



图 10 AM 解调

5.2 频率调制

以输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm、调制率 15 kHz、频率偏移 75 kHz 和调制波形为正弦波的 FM 信号为例。

5.2.1 参数说明

此处仅对频率调制部分重要参数进行说明，相关参数如下表所示：

表格 14 频率调制参数说明

频率调制	
调制速率	指定 FM 调制频率
频偏	设置调制过程中载波瞬时频率相对于中心频率的最大偏移量
信号类型	Sine/Square/Triangle/Ramp

5.2.2 操作步骤

1、点击模式选择区的“调频”；

2、在频率调制控制区，将“调制速率”设置 15 kHz，“频偏”设置为 75 kHz，“信号类型”选择 Sine，并打开频率调制；

3、将载波“频率”设置为 1 GHz，“功率”设置为-20 dBm，开启射频开关；

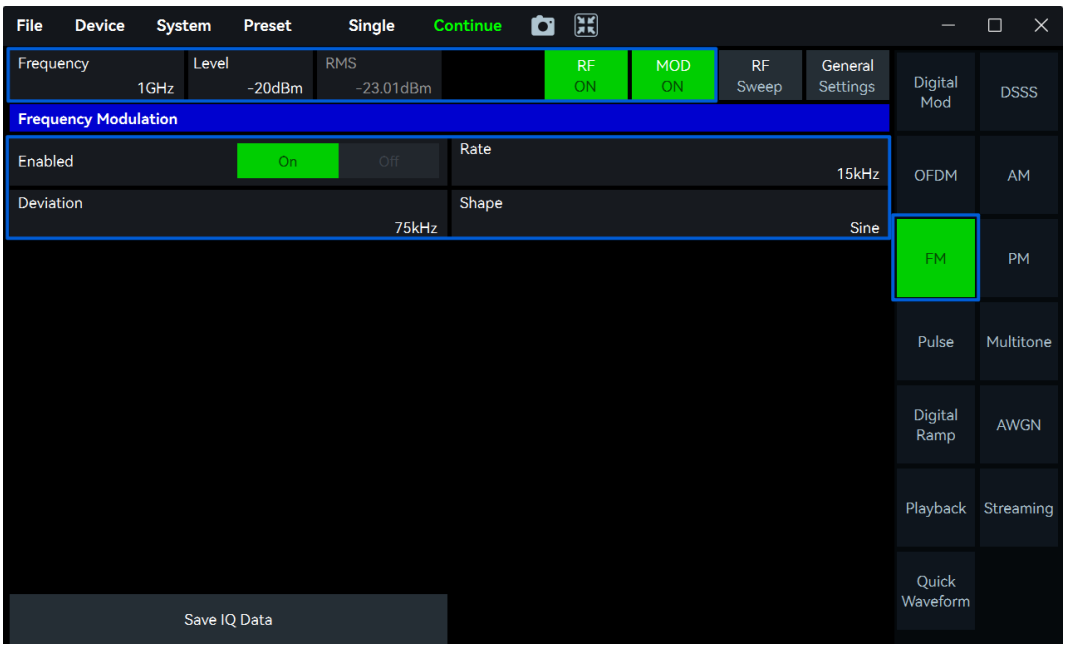


图 11 FM 调制

4、信号源输出载波频率 1 GHz、RMS 功率-23.01 dBm、调制率 15 kHz、频率偏移 75 kHz 和调制波形为正弦波的 FM 信号。

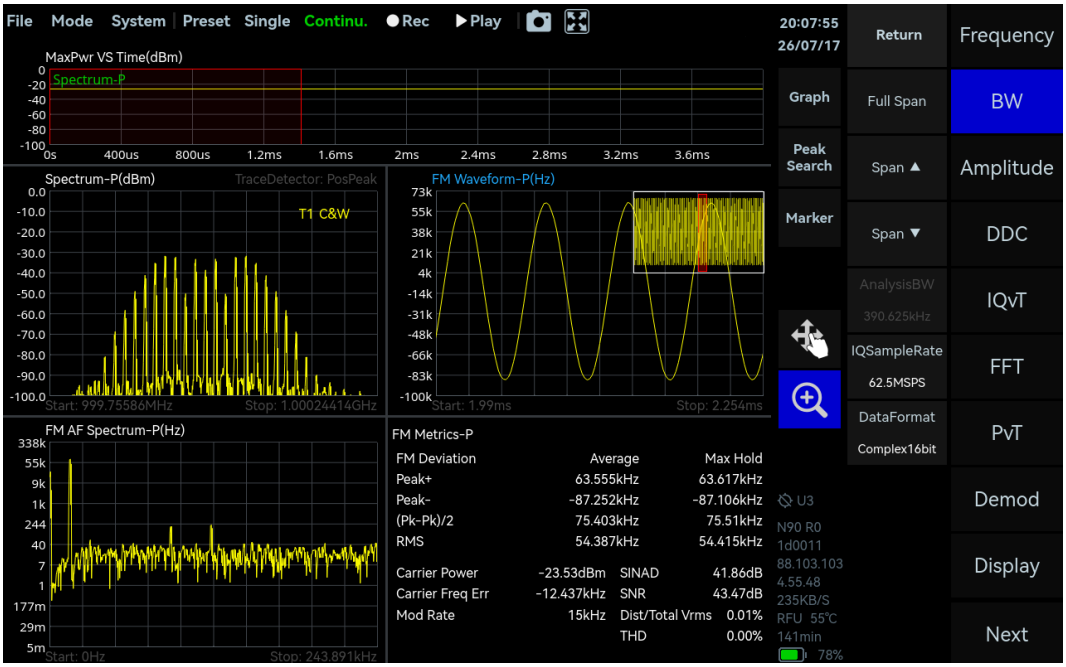


图 12 FM 解调

5.3 相位调制

相位调制通过调制信号改变射频载波的瞬时相位。本节以输出载波频率 1 GHz、峰值功率 -20 dBm、调制速率 1 kHz、相位偏移 45°、初始相位 0°，且调制波形为正弦波的 PM 信号为例。

5.3.1 参数说明

此处仅对相位调制部分的重要参数进行说明，相关参数如下表所示：

表格 15 相位调制参数说明

相位调制	
调制速率	指定 PM 调制频率，范围：1 Hz - 10 MHz
相位偏移（度）	设置载波相位随调制信号变化的最大偏移量，范围：0° - 360°
初始相位（度）	设置调制信号的初始相位，范围：0° - 180°
信号类型	设置调制波形类型，支持 Sine/Square/Triangle/Ramp

5.3.2 操作步骤

1. 点击模式选择区的“相位调制”；

2. 在相位调制控制区，将“调制速率”设置 1 kHz，“相位偏移（度）”设置为 45°，“初始相位（度）”设置为 0°，“信号类型”选择 Sine，并打开相位调制；

3. 将载波“频率”设置为 1 GHz，“功率”设置为-20 dBm，开启射频开关；

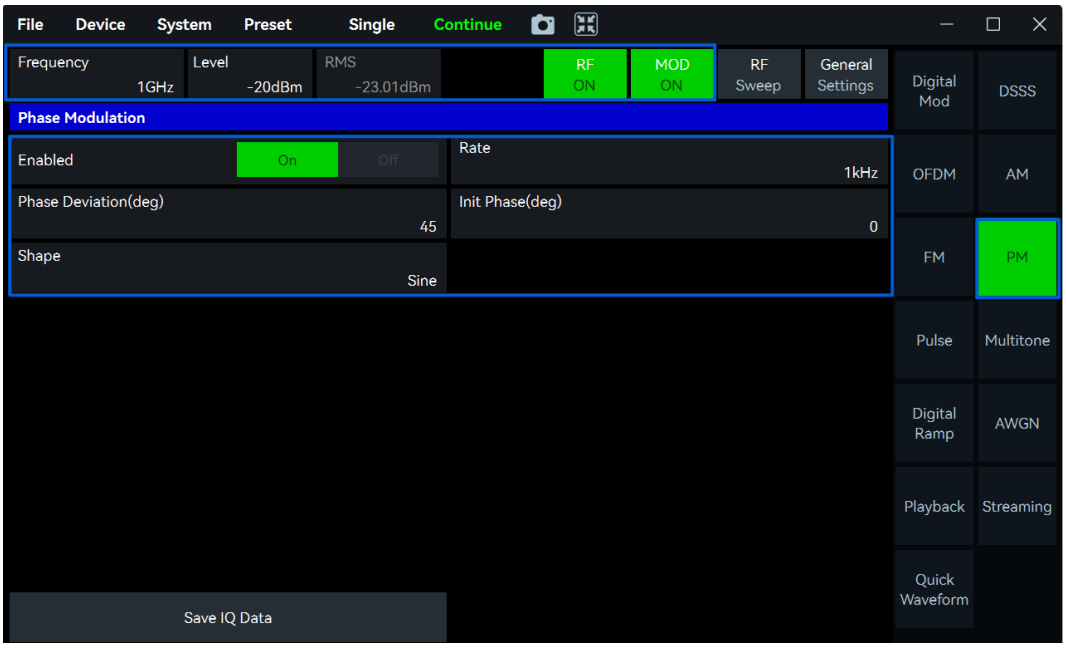


图 13 PM 调制

4. 信号源输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm、调制率 1 kHz、相位偏移为 45°、初始相位为 0°，且调制波形为正弦波的 PM 信号。

5.4 脉冲调制

以输出载波频率 1 GHz、峰值功率-17 dBm、脉宽 2 us，周期 4 us 的脉冲信号为例。

5.4.1 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：

表格 16 脉冲参数说明

脉冲	
脉宽	一个脉冲周期内，信号高电平持续时间，范围：48 ns - 1 s
周期	相邻两个脉冲信号上升沿之间的时间间隔，范围：96 ns – 1 s
占空比（%）	返回值，脉宽与周期的比值，用于表示高电平持续时间占整个周期的百分比

5.4.2 操作步骤

1. 点击模式选择区的“脉冲”；

2. 在脉冲调制控制区，将“脉宽”设置为 2 us，“周期”设置为 4 us，并打开脉冲调制；

3. 将载波“频率”设置为 1 GHz，“功率”设置为-17 dBm，开启射频开关；

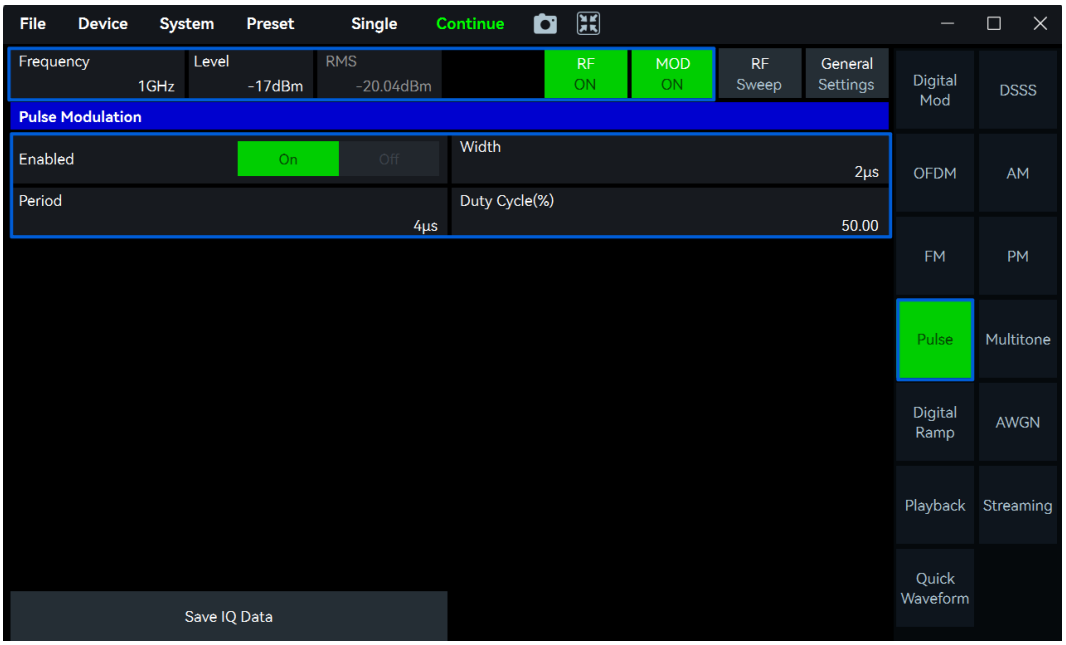


图 14 脉冲调制

4. 信号源将输出频率为 1 GHz、RMS 功率为-20.04 dBm、脉宽为 2 us，周期为 4 us 的脉冲调制信号。



	Top Level (dBm)	Base Level (dBm)	Top/Base (dB)	Droop (dB)	Over Shoot (dB)	Ripple (dB)	Rise Time (sec)	Rise Edge (sec)	Fall Time (sec)	Fall Edge (sec)	Width (sec)	PRI (sec)	Duty Cycle (%)
1	-20.33	-64.71	44.38	0.00	0.56	0.26	26.267n	468.440n	31.241n	2.459u	1.990u	4.000u	49.76
2	-20.33	-64.28	43.95	0.01	0.48	0.29	25.794n	4.468u	29.163n	6.459u	1.991u	4.000u	49.76
3	-20.30	-64.41	44.11	0.00	0.49	0.27	25.683n	8.468u	31.198n	10.459u	1.991u	4.000u	49.77
4	-20.32	-64.54	44.23	0.02	0.53	0.35	26.385n	12.468u	30.485n	14.459u	1.991u	4.000u	49.77
5	-20.32	-64.34	44.02	0.03	0.53	0.36	26.342n	16.468u	28.793n	18.459u	1.990u	4.000u	49.76
6	-20.35	-64.15	43.80	-0.01	0.58	0.26	26.656n	20.468u	30.249n	22.459u	1.991u	4.000u	49.76
7	-20.34	-64.03	43.69	0.02	0.60	0.24	26.254n	24.468u	31.126n	26.459u	1.991u	4.000u	49.76
8	-20.34	-65.42	45.08	0.02	0.50	0.23	26.811n	28.469u	28.903n	30.459u	1.990u	4.000u	49.75

图 15 脉冲解调

5.5 数字斜坡扫描

斜坡扫描模式是指连续波以所需的输出电平在一定频率范围内进行扫描。由于其频率变化是连续的，因此该模式受限于发射通道的瞬时带宽能力。

5.5.1 参数说明

斜坡扫描模式部分参数说明参见下表：

表格 17 斜坡扫描参数说明

斜坡扫描	
扫宽	指定斜坡的频率跨度，载波频率为扫描的中心频率，范围：1 kHz-当前设备支持的最大回放带宽
扫描时间	扫描指定频段所需时间
周期	两次扫描之间的时间间隔（≥ 扫描时间）,可设上限与扫宽成反比

5.5.2 操作步骤

以输出 1 GHz，-20 dBm，扫宽 40 MHz、扫描时间 200 ms、扫描周期 200 ms 的斜坡扫描信号为例。

1、点击模式选择区的“数字斜坡扫描”；

2、在斜坡扫描控制区，将“扫宽”设置为 40MHz，“扫描时间”设置为 200 ms，“周期”设置为 200 ms，并打开数字斜坡扫描模式；

3、将中心频率设置为 1 GHz，功率设置为-20 dBm，开启射频开关；

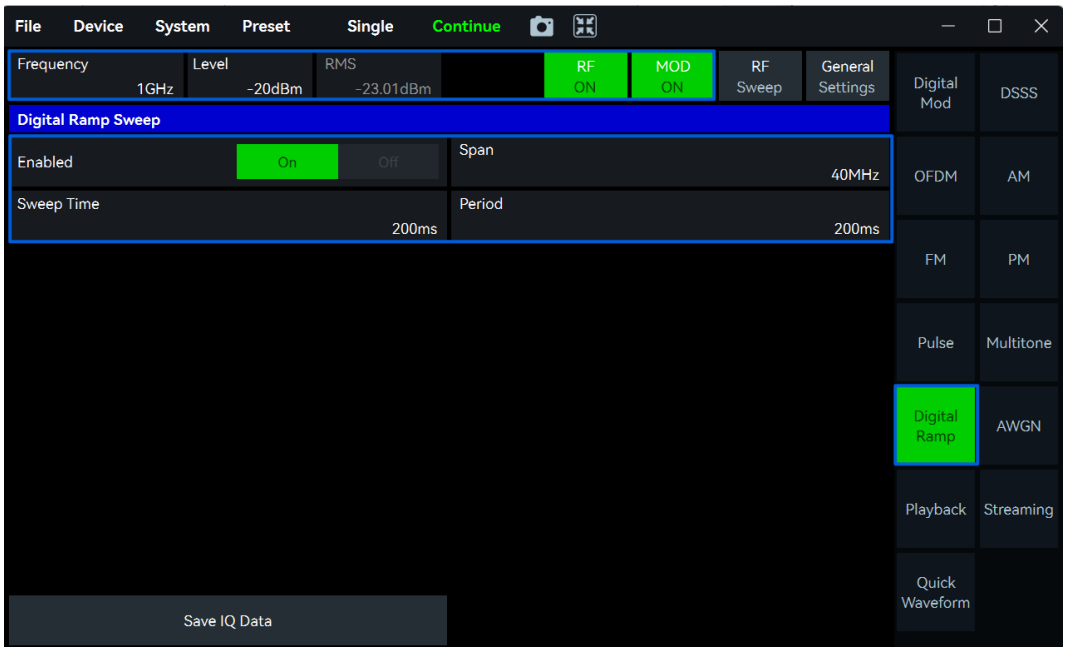


图 16 数字斜坡扫描

4、信号源输出中心频率 1 GHz，RMS 功率-23 dBm，扫宽 40 MHz、扫描时间 200 ms、扫描周期 200 ms 的斜坡扫描信号。

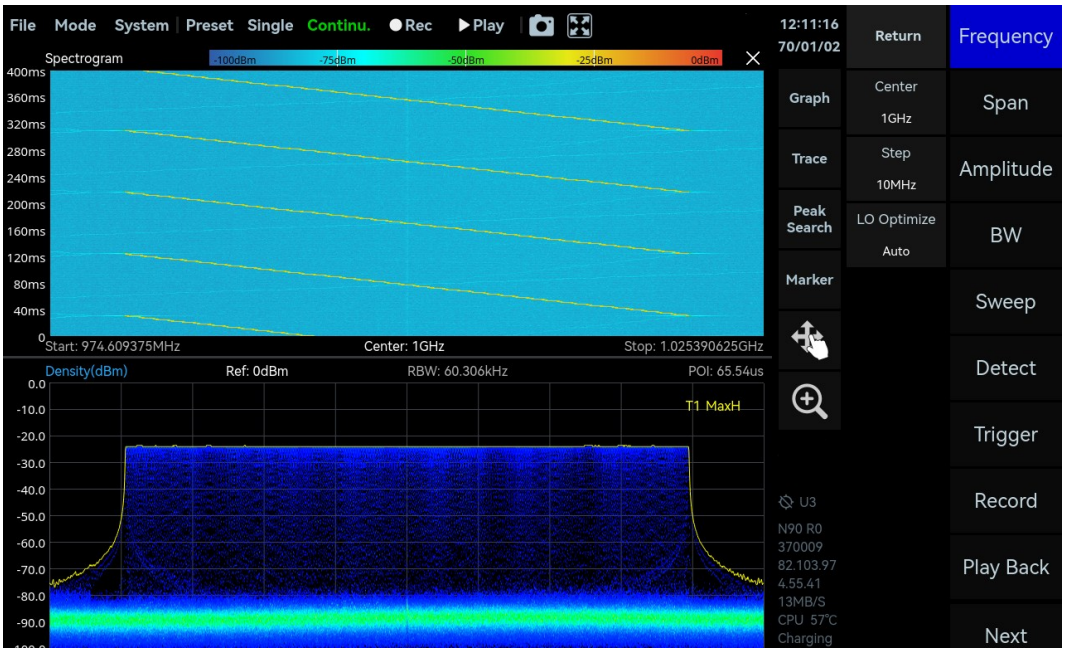


图 17 数字斜坡扫描示意

5.6 高斯白噪声

以输出中心频率 1 GHz，带宽 100 MHz，时长 10 ms，峰值功率-20 dBm 的高斯白噪声信号为例。

5.6.1 参数说明

表格 18 高斯白噪声参数说明

高斯白噪声	
带宽	噪声的有效频率范围
时长	噪声信号的单次持续时间

5.6.2 操作步骤

1. 点击模式选择区的“高斯白噪声”；

2. 在控制区，将“带宽”设置为 100 MHz，“时长”设置为 10 ms，并打开高斯白噪声模式；

3. 将载波“频率”设置为 1 GHz，“功率”设置为-20 dBm，开启射频开关；

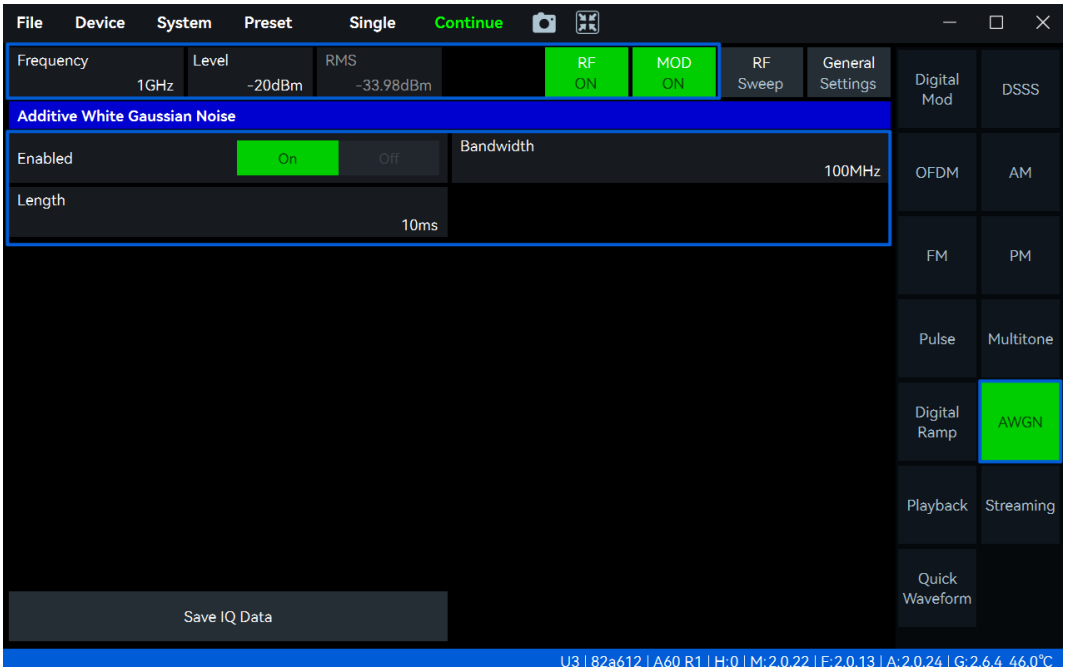


图 18 高斯白噪声

4. 信号源将输出中心频率为 1 GHz，占用带宽为 100 MHz，持续时间为 10 ms，峰值功率为-20 dBm 的高斯白噪声信号。

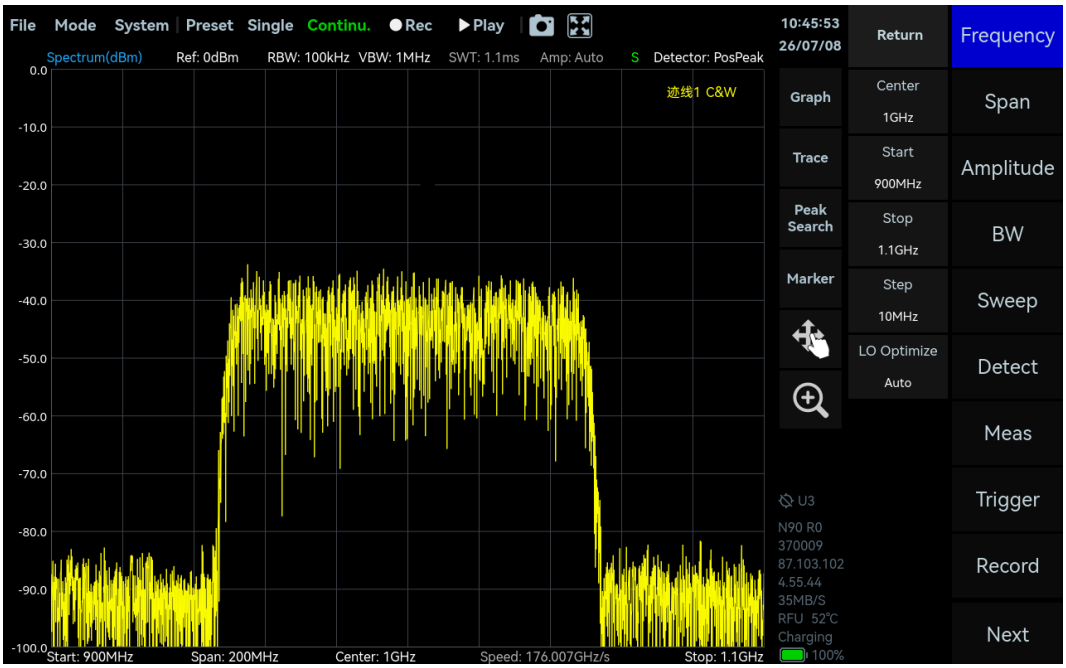


图 19 高斯白噪声示意

5.7 数字调制

以输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm、符号率 1 MHz 的 64QAM 信号为例。

5.7.1 参数说明

数字调制模式下部分参数说明参见下表:

表格 19 数字调制模式参数说明

数字调制	
符号速率	每秒传输的符号数。符号率受仪器最大采样率和过采样率的限制 符号速率 <= 仪器对应采样率上限 / 过采样
滤波器类型	矩形、升余弦、根升余弦、高斯、半正弦
调制类型	APSK：16APSK ASK：2ASK，4ASK，8ASK FSK：2FSK，4FSK，8FSK，16FSK PSK：BPSK, QPSK, OQPSK, 8PSK, 16PSK, DBPSK, DQPSK, D8PSK, Pi/4 DQPSK QAM：16QAM，64QAM，256QAM，1024QAM
滤波器滚降系数	指定滤波器的滚降系数。升余弦/根升余弦：0.025~1，高斯滤波：0.15~2.5，滤波器滚降系数只对升余弦、根升余弦、高斯滤波有效。
滤波器长度	指定滤波器的长度，长度越大，滤波效果越好，但会增加计算量和延迟 范围：[2，$\frac{400}{过采样}$]之间的偶数
PN	设置伪随机噪声序列的阶数（默认为 15），阶数越大生成的序列周期越长 范围：[4，24] 注意事项：PN 设置过大时，生成波形过大，无法完整下发至仪器内部存储器，此时可在确认弹窗中通过以下方案继续运行: 1. 终止生成并调整参数 2. 继续生成，此时可通过“保存 IQ 数据”将原始 IQ 数据完整保存至文件中，但下发到仪器中的数据将被截断 3. 软件后台生成完整波形，并自动切换至流模式
随机数种子	设置 PN 序列生成器的初始值（默认 23），通过设置相同的种子值，可以确保每次生成的序列一致，便于重复测试与调试。
过采样	每个符号对应的采样点数，过采样越高，波形越平滑，频谱混叠越少，但数据量越大。范围：[2，32]，必须为偶数
FSK 频偏	设置信号在 FSK 调制下的频率偏移量。范围：1Hz ~ 15*符号速率。
默认截断下发	将某些配置下（如 PN 数较大）生成的超过 125 MB 的基带 IQ 数据截断下发至仪器内部存储器中

保存 IQ 数据	将当前参数配置下，生成的数字调制基带原始 IQ 数据块以 wav 文件的格式完整导出。
显示波形预览	展示当前配置信号的 I/Q 时域波形、频域频谱图以及数字调制特有的星座图

5.7.2 操作步骤

1. 在模式选择区点击“数字调制”，将“调制类型”设置为 64QAM；

2. 设置数据源为 PN15，将“过采样”设置为 4，“符号速率”设置为 1 MHz；

3. 将“滤波器类型”设置为根升余弦，“滤波器滚降系数”设置为 0.35，“滤波器长度”设置为 16，并打开数字调制功能；

4. 点击“显示波形预览”，可以查看当前配置信号的 I/Q 时域波形、频域频谱图以及星座图；

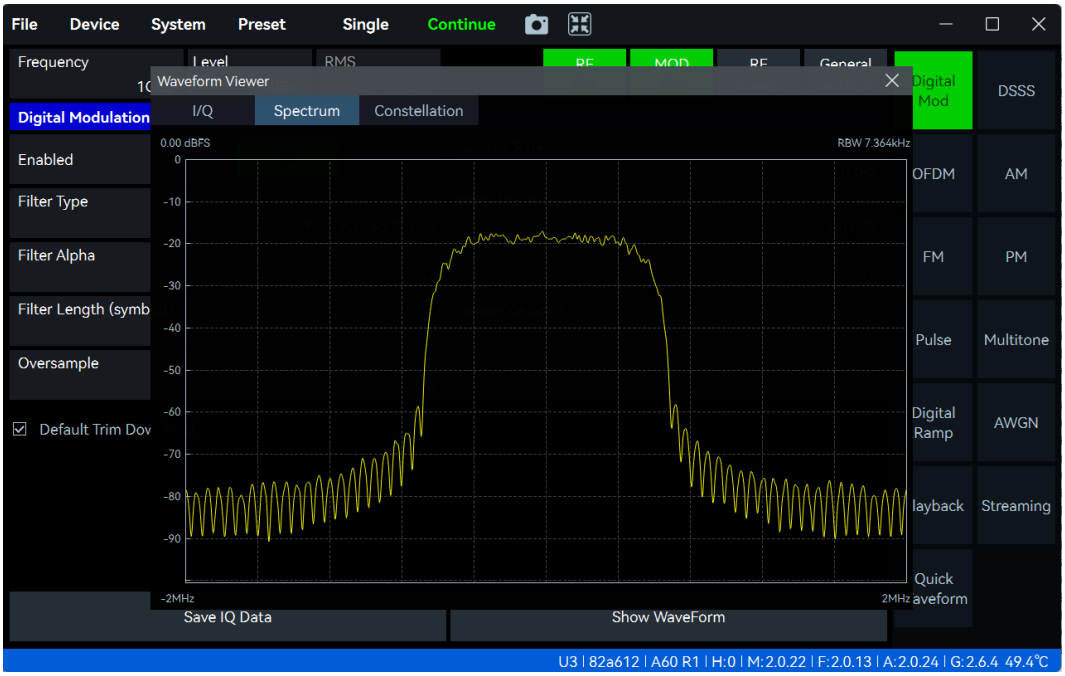


图 20 数字调制模式下显示波形预览

5. 设置载波“频率”为 1 GHz，“功率”为-20 dBm，打开射频输出开关；

6. 仪器输出中心频率为 1 GHz、峰值功率为-20 dBm、符号速率为 1 MHz 的 64QAM 数字调制信号。



图 21 64QAM 解调

5.8 直接序列扩频

以输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm、符号速率 300 kHz、采用 BPSK 调制，扩频码为 6 的直接序列扩频（DSSS）信号为例：

5.8.1 参数说明

表格 20 直接序列扩频参数说明

直接序列扩频	
符号速率	原始数据每秒传输的符号数量 约束条件：符号速率 $\leq \frac{\text{采样率}}{\text{过采样} * 2^{\text{PN}}-1}$
滤波器类型	矩形、升余弦、根升余弦、高斯、半正弦
滤波器滚降系数	指定滤波器的滚降因子 升余弦/根升余弦：[0.025，1]；高斯滤波：[0.15，2.5]
滤波器长度	滤波器的抽头数（阶数），长度越大，滤波效果越接近理想，计算复杂度越高。 范围：[2，$\frac{400}{\text{过采样}}$]之间的偶数
过采样	每个码片周期内的采样点数，过采样率越高，数据量越大，信号质量越好 范围[4，32]，必须为偶数

随机数种子	用于生成伪随机序列的初始值，确保每次生成的随机序列可以被重现
调制类型	当前仅支持 BPSK 调制方式
扩频码	扩频码的阶数，范围[4，16] 阶数越大，生成的扩频码序列越长（长度 $= 2^n - 1$），扩频增益越高，抗干扰和抗截获能力越强。但较高的阶数也会增加系统的计算复杂度和实现难度。

5.8.2 操作步骤

1. 点击模式选择区“直接序列扩频”；

2. 在控制区，将“扩频码”设置为 6，“过采样”设置为 4，“符号率”为 300 kHz，并打开直接序列扩频功能；

3. 将“频率”设置为 1 GHz，“功率”设置为-20 dBm，打开射频输出开关；

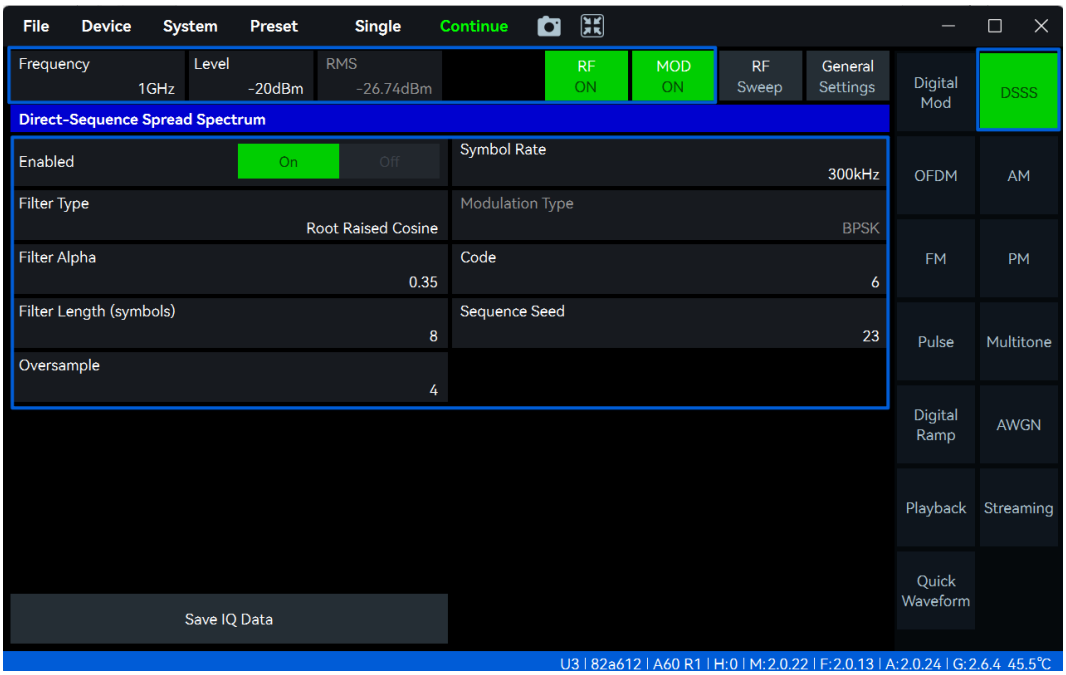


图 22 直接序列扩频

4. 仪器将输出一个载波频率为 1 GHz、峰值功率为-20 dBm，符号速率为 300 kHz，采用 BPSK 调制、扩频码为 6 的直接序列扩频（DSSS）信号。

5.9 正交频分复用

5.9.1 参数说明

表格 21 正交频分复用参数说明

正交频分复用	
调制类型	设定每个子载波上所使用的调制方式 可选值：BPSK、QPSK、8PSK、16PSK、QAM16、QAM64、QAM256
FFT 个数	配置 OFDM 调制的子载波总数量 范围：2^n，$n \in \{4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11\}$
采样率	波形的采样率
载波间隔	显示当前配置下，相邻两个子载波之间的频率间隔 频率间隔 = 采样率 / FFT 点数
符号数量	设置一次性发出的 OFDM 符号的数量，范围：[2，16384]
左侧保护载波个数	设置低频边沿保护子载波的个数，不传输数据，用于保护带
右侧保护载波个数	设置高频边沿保护子载波的个数，不传输数据，用于保护带
保护间隔（%）	设置循环前缀的长度占整个 OFDM 符号的比例，防止多径干扰
直流置空	开启：禁用 DC 子载波（建议开启直流置空） 关闭：启用 DC 子载波
加窗	是否对 OFDM 符号的时域波形加窗处理，减少频谱泄露
窗长度（%）	设置窗函数在 OFDM 符号两端（双边）应用的比例。 该值表示窗函数总长度相对于一个 OFDM 符号长度的百分比，窗函数对称地分布在符号前后边缘。 设置范围：0% ~ 100%，默认值：50%（双边各 25%）

5.9.2 操作步骤

以输出贴近 IEEE 802.11a 标准的 OFDM 信号为例，可按如下步骤设置：

1. 在模式选择区选择“正交频分复用”，将“调制类型”设置为 BPSK、“FFT 个数”设置为 64、“采样率”设置为 20MHz、“左侧保护载波个数”设置为 6、“右侧保护载波个数”设置为 5、“保护间隔”设置为 25%，其余参数默认，并开启 OFDM 信号模式，激活当前配置；

2. 点击“保存 IQ 数据”可以将此时 OFDM 的基带信号以.wav 的格式保存至默认文件夹“SGStudio/data”文件夹中；

3. 将载波“频率”设置为 5.18 GHz，“功率”设置为-10 dBm。开启射频开关；

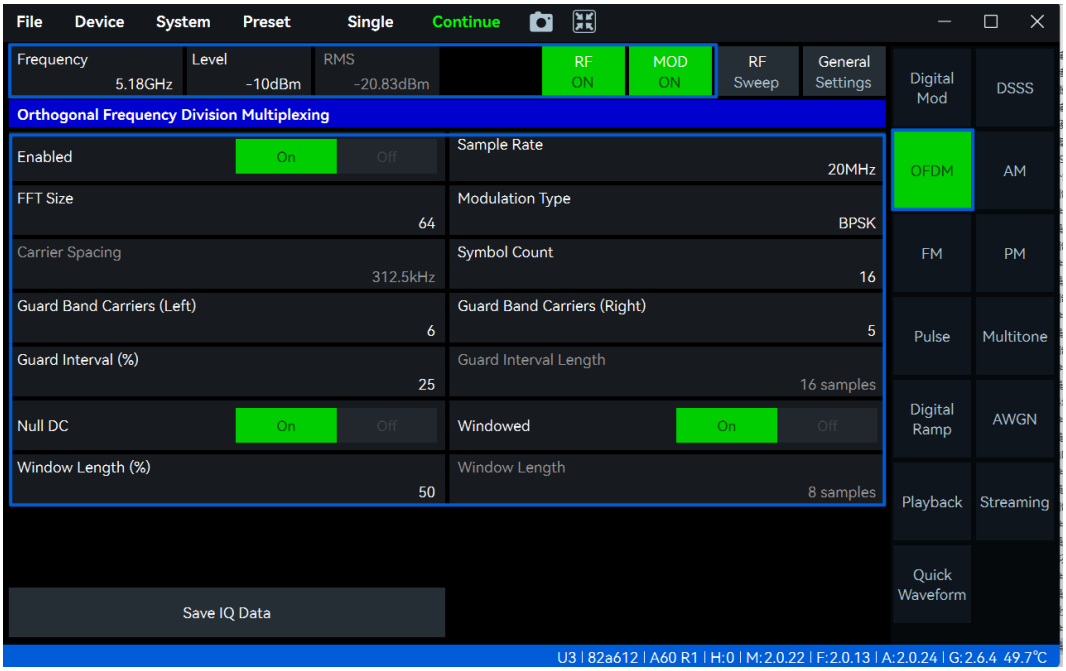


图 23 正交频分复用调制

4. 完成上述设置后，仪器将输出贴近 IEEE 802.11a 标准特性的 OFDM 信号。

5.10 多音

5.10.1 参数说明

表格 22 多音参数说明

多音	
相位	设置各个音调的初始相位生成方式，可选固定、随机或抛物线 不同相位方式会影响多音信号的峰均比和动态范围
相位随机种子	用于为“随机”相位模式下的伪随机数生成器提供初始种子值
音数	设置生成的离散音的数量
频率间隔	设置相邻两个离散音之间的频率间隔。 （音数-1）× 频率间隔 ≤ 仪器对应的回放带宽
离散音模式	打开：设置多音信号中各离散音为等间隔分布的方式 关闭：此状态下，允许用户配合陷波宽度的设置，对多音信号进行带内陷波（挖槽）处理。
陷波宽度	设置陷波滤波器带宽。位于陷波范围内的离散音将被关闭。
频偏	显示各离散音相对于射频中心频率的频率偏移量。
使能	单独控制特定序号音调的开启或关闭

5.10.2操作步骤

下文以生成包含 5 个离散音，每个音调之间相隔 2 MHz，中心频率为 2.44 GHz 的多音信号为例。

1. 在模式选择区选择“多音”；

2. 将“音数”设置为 5、“频率间隔”设置为 2 MHz，并打开多音模式；

3. 将载波“频率”设置为 2.44 GHz，“功率”设置为-10 dBm，开启射频开关；

4. 完成上述设置后，仪器将输出对应的多音信号。各离散音将以 2 MHz 的间隔分布在中心频率附近。

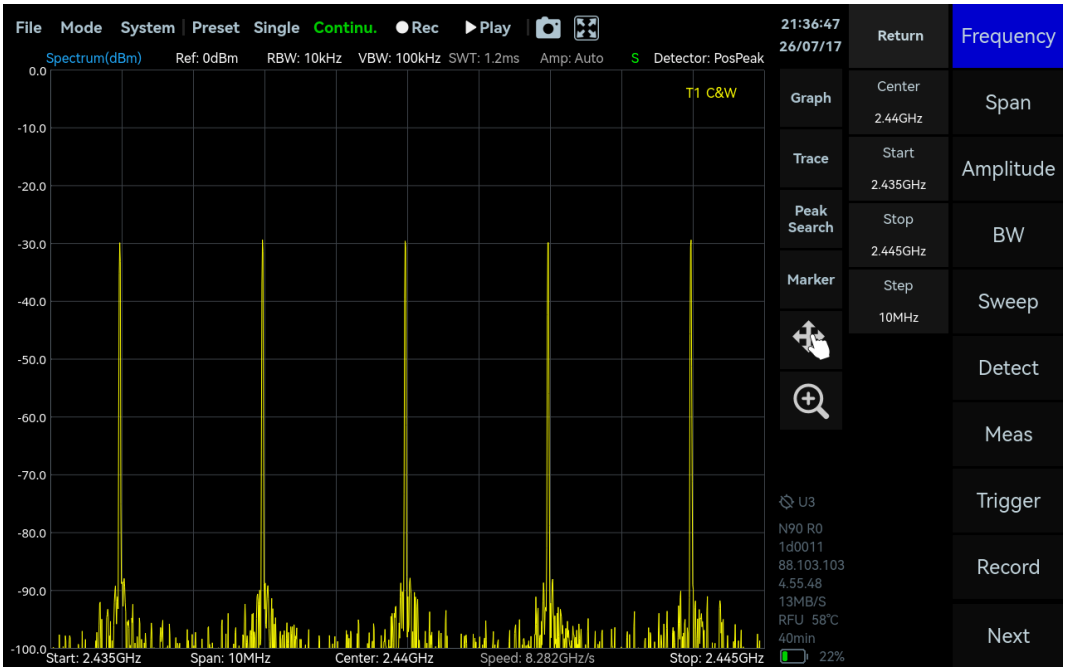


图 24 多音信号

5.11 回放

回放即任意文件输出功能，支持.wav 文件波形的播放，为用户提供高度灵活的测试信号生成方案。该功能通过预存储机制实现高性能输出: 软件首先将 IQ 波形数据载入仪器内置存储器，播放时调用预存数据，避免了实时传输的带宽限制，从而确保在最大模拟带宽下稳定输出各类复杂波形。

5.11.1 参数说明

表格 23 回放参数说明

回放	
采样率	设置任意波的采样率。建议与信号的原始采样率一致，以避免失真
自动缩放	启用时：系统自动对 I/Q 波形数据进行幅度调整，使最大样本值映射为满量程输出。 关闭时：波形将按设置的 I/Q 比例进行输出
I/Q 比例（%）	在关闭自动缩放功能时，按此比例对波形中的 I 和 Q 数据进行幅度缩放 设置为 100 %表示不进行缩放。可设置范围为：1 %~100 %
点数	加载波形文件后显示文件内包含的总采样点数， 若用户手动设置点数大于原始点数，系统将在波形尾部自动补零填充
点数偏移量	设置任意波形文件的起始播放点
使用点数	从偏移位置开始，实际用于输出的采样点数
加载文件	加载 wav 格式的文件，文件大小上限取决于当前仪器的存储深度
卸载文件	清除当前已加载的文件，相关文件参数复位为“N/A”或 0
文件名	显示已加载文件的名称，“N/A”表示无文件加载
文件内总点数	文件本身包含的 I/Q 采样点对总数。由文件大小和格式决定，加载文件后自动更新。
信号时长	基于当前“使用点数”和“采样率”计算的实际播放时长，信号时长 = 使用点数 / 采样率
总时长	文件包含的原始数据总时长，总时长 = 文件内总点数 / 采样率

5.11.2 操作步骤

以输出外部生成的 wav 格式的 IQ 波形文件为例，操作步骤如下：

1. 使用信号编辑软件或其他工具生成一个采样率为 10 MHz 的复数基带信号，保存为 wav 格式，且文件大小不超过仪器内置存储深度（例如 QPSK_signal.wav），并将文件保存至“../data”文件夹中；

2. 点击模式选择区的“回放”，进入任意文件播放界面，点击“加载文件”；

3. 在弹出的文件选择窗口中选中 data 文件夹中的“QPSK_signal.wav”文件，并点击“Open”完成加载；

4. 成功加载文件后，界面将显示文件的总点数及对应的时长，此时请将“采样率”设置为 10 MHz，其余参数可根据实际需求进行调整（本例中其余参数保持默认配置），并开启回放功能；

5. 设置载波“频率”为 1 GHz，“功率”为-20 dBm，开启射频开关；

6. 信号源将加载的 wav 文件中的基带 IQ 数据，调制到 1 GHz 的载波上，并以-20 dBm 峰值功率从 RF 口输出射频信号。

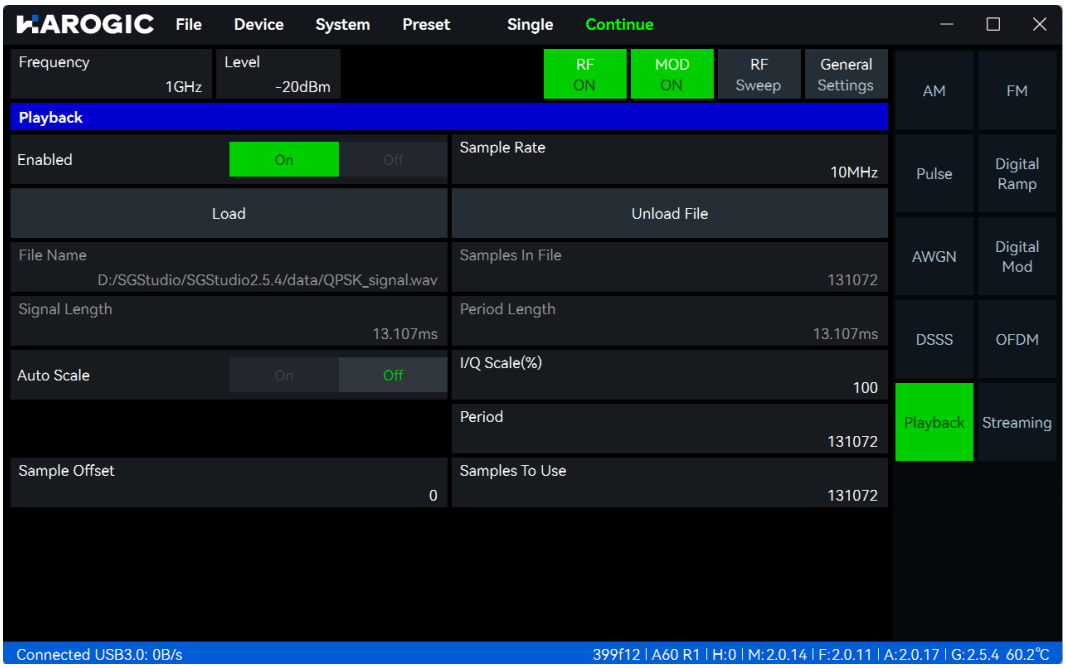


图 25 回放模式示意图

5.12 流模式

流模式将一个或多个 wav 格式的复数基带波形文件持续不断输出为射频信号，从外部文件系统实时加载和发送数据，实现大体积、连续性强的信号输出。

5.12.1 参数说明

表格 24 流模式参数说明

流模式	
采样率	设置文件列表中波形的采样率。建议与信号的原始采样率一致，以避免失真，采样率不一致时不做重采样处理
加载文件	向文件列表中添加需要播放的波形文件，当前仅支持 wav 格式
卸载文件	移除文件列表中的所有波形文件
移除单个文件	从文件列表中移除所选中的单个波形文件

5.12.2 操作步骤

1. 使用信号编辑软件生成多个.wav 格式的复数基带波形（例如 signal1.wav、signal2.wav 等），采样率为 10 MHz，并将这些文件保存至软件目录下的“/data”文件夹中；

2. 点击模式选择区的“流模式”，进入流模式界面。点击“加载文件”，在弹出的文件选择窗口中选择“signal1.wav”文件，并点击“打开”完成加载。如需添加多个文件，请重复点击“加载文件”，依次选择其他.wav 文件进行添加（如 signal2.wav、signal3.wav 等）；

3. 成功加载文件后，界面将显示文件列表中文件的数量、总点数以及总时长，此时请将“采样率”设置为 10 MHz，其余参数可根据实际需求进行调整（本例中其余参数保持默认配置），并开启流模式功能；

4. 设置载波“频率”为 1 GHz，“功率”为-20 dBm，开启“射频”开关；

5. 此时仪器将对所加载的波形文件进行调制输出，并以循环方式持续播放，播放进度将在流模式界面中实时显示。

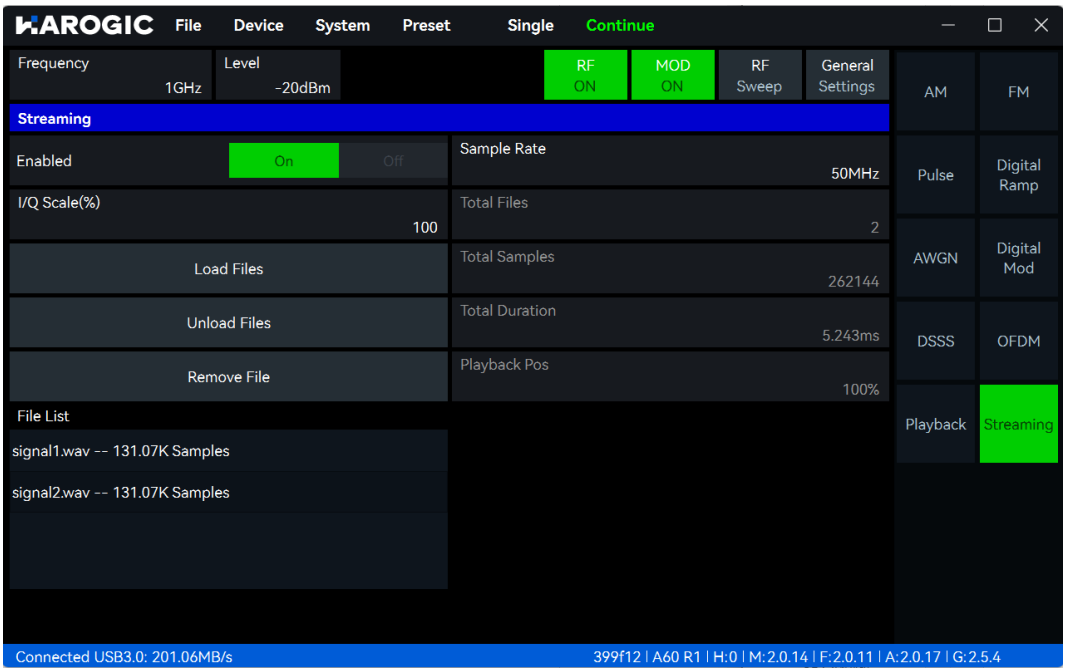


图 26 流模式示意图

5.13 快速波形

快速波形模式中已预置部分.wav 格式的波形文件，可直接选择所需波形并进行快速输出。

5.13.1 参数说明

表格 25 快速波形参数说明

快速波形	
采样率	文件加载成功后，自动显示当前文件的原生采样率，用户可根据需求进一步修改该值
加载文件	点击选择文件列表中的 wav 文件，并将其加载至仪器内部存储器。成功加载后，方可使能打开快速波形模式
自动缩放	启用时：系统自动对 I/Q 波形数据进行幅度调整，使最大样本值映射为满量程输出。 关闭时：波形将按设置的 I/Q 比例进行输出
I/Q 比例（%）	在关闭自动缩放功能时，按此比例对波形中的 I 和 Q 数据进行幅度缩放 设置为 100 %表示不进行缩放。可设置范围为：1 %-100 %
点数	加载波形文件后显示文件内包含的总采样点数， 若用户手动设置点数大于原始点数，系统将在波形尾部自动补零填充
使用点数	从偏移位置开始，实际用于输出的采样点数
点数偏移量	设置波形输出的起始采样点位置。 系统将从该偏移位置开始读取波形数据并进行输出
文件名	显示当前已预存的波形文件的名称
文件内总点数	显示当前波形文件本身包含的 I/Q 采样点对总数。该参数由文件大小和格式决定，加载文件后自动更新
信号时长	基于当前“使用点数”和“采样率”计算的实际播放时长。 信号时长=使用点数/采样率

5.13.2 操作步骤

下文以输出仪器预置的 16QAM 信号为例，介绍快速波形模式的基本操作步骤。

1. 在模式选择区选择“快速波形”；

2. 选择文件列表中“QAM”→“16QAM.wav”，并点击“加载文件”，将所选波形加载至仪器内部存储器；

3. 文件加载成功后，软件将自动解析并显示当前文件的采样率、文件内总点数、信号时长等参数，可根据测试需求调整相应参数，并开启快速波形模式；

4. 将载波频率设置为 1 GHz，峰值功率设置为-20 dBm，开启射频开关；

5. 完成上述设置后，仪器将以 1 GHz 载波频率、-20 dBm 峰值功率输出 16QAM 快速波形信号

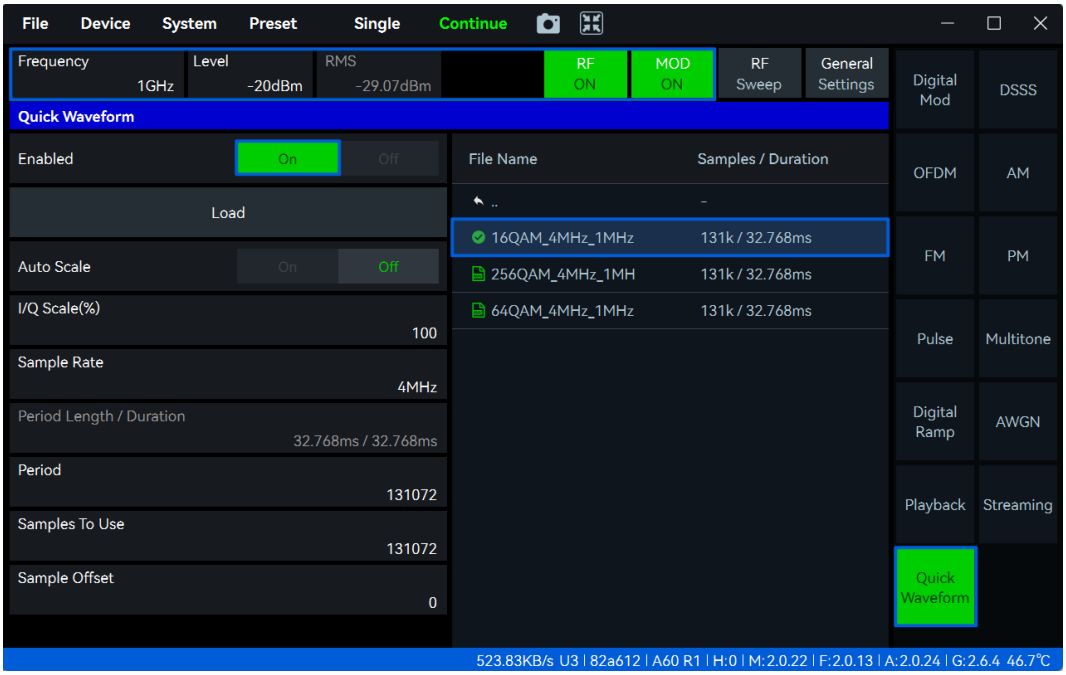


图 27 快速播放 16QAM 信号

6. 调制选件申请

6.1 申请许可证和调制库

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。

6.2 放置许可证和调制库

1. 将“gensignalwave.dll”调制库文件复制到软件目录下的“/bin”文件夹中；
2. 将调制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，即可正常使用调制功能。

7. 软固件更新

本章介绍了如何更新仪器的软件、FPGA、MCU 和 BUS 版本。

7.1 版本要求

1. 参考查看仪器信息章节，查看软固件版本；
2. 针对所有仪器，确保 GUI 版本为 2.5.4 或以上；
3. 若软件提示无法更新，请联系官方技术支持；

7.2 参数说明

提示：显示软件、FPGA、MCU 和 Bus 的当前版本与目标版本信息；

更新内容：详细展示目标版本的具体更新内容；

更新提示：设置是否在检测到新版本时自动弹出更新提示窗口；

更新方式：更新方式说明如下表所示：

表格 26 更新方式说明

更新方式	说明
在线	自动连接远程服务器，下载并安装最新的软件及固件版本
默认	将固件版本恢复至当前软件所对应的配套版本
本地	手动加载 U 盘或本地存储介质中的更新包进行安装

7.3 在线更新

1. 点击“系统”→“更新”，进入更新界面；
2. 勾选“更新提示”复选框，在设备联网状态下，软件启动或运行时若检测到新版本，系统将自动弹出“更新”窗口。
3. 将“更新方式”设置为在线，此时系统开始下载更新包，“更新”按钮将暂时处于置灰状态。待安装包下载并解析成功后，窗口将显示详细的更新说明，此时“更新”按钮变为高亮状态；

4. 仔细对比当前版本与目标版本的各项信息，阅读新增功能及修复列表。确认无误后，点击右下角的“更新”按钮。

5. 点击后软件将自动退出并进入升级状态，请务必保持更新弹窗开启，直至进度条完成且软件自动重启进入主界面；

附录

附录1:　记录文件格式说明

保存的基带 IQ 数据使用标准的 wav 格式，文件采用标准 RIFF/WAVE 封装，并扩展 prof 自定义参数块保存波形生成参数，data 块保存 PCM16 IQ 基带数据。

表格 1 WAV 格式说明

字节序号	说明
0 ~35	WAV 文件头信息，包括 RIFF 标识、文件长度、WAVE 类型以及 fmt 格式块信息
36 ~ 43+A	prof 自定义参数块，用于保存信号源波形生成参数信息
44+A ~ 文件结尾	data 数据块，包括 data 标识、数据长度以及 PCM16 格式 IQ 波形数据

其中:

- A = P + Pad：prof 数据区实际占用长度。
- P 表示：prof 中 JSON 参数实际占用的 UTF-8 字节长度;
- Pad = P & 1：字节对齐填充长度;

表格 2 .wav 格式详细说明

	Chunk	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	PCM	小端
		22	2	uint16_t	声道个数	I/Q 双通道	小端
		24	4	uint32_t	采样频率	IQ SampleRate, Hz	小端
		28	4	uint32_t	数据传输速率	SampleRate*4	小端
		32	2	uint16_t	数据块对齐单位	4	小端
		34	2	uint16_t	采样位数	16	小端
Prof 保存波形生成参数，采用 UTF-8 JSON 格式存储	prof	36	4	char	格式块标识	“prof”	
		40	4	uint32_t	格式块长度	JSON 数据长度	小端
		44	P		Profile JSON	波形参数信息	小端
		44+P	Pad	uint8_t	Padding	字节对齐填充长度。当 P 为奇数时，Pad=1；当 P 为偶数时，Pad=0	
Data		44+A	4	Char	格式块标识	“data”	
		48+A	4	uint32_t	格式块长度	IQ 数据长度	小端
		52+A	2	Int16	I0	第 0 个复数采样 I 分量	小端
		54+A	2	Int16	Q0	第 0 个复数采样 Q 分量	小端
		56+A	2	Int16	I1	第 1 个复数采样 I 分量	小端
		58+A	2	Int16	Q1	第 1 个复数采样 Q 分量	小端
					……		

prof 块用于保存信号源生成波形时的配置参数，采用紧凑 UTF-8 JSON 格式存储。不同波形类型对应不同的 JSON 字段。

表格 3 各波形的 JSON 字段说明

波形类型	JSON 参数字段
Digital	SymbolRate、PN、FSKDeviation、Oversample、FilterAlpha、FilterLength、SequenceSeed、ModulationType、FilterType
DSSS	SymbolRate、Code、Oversample、FilterAlpha、FilterLength、SequenceSeed、ModulationType、FilterType
OFDM	ModulationType、FFTSize、SymbolCount、GuardBandCarriersLeft、GuardBandCarriersRight、GuardInterval、WindowLength、NullDC、Windowed、SampleRate
AM	Rate、Depth、Shape
FM	Rate、Deviation、Shape
PM	Rate、PhaseDeviation、InitPhase、Shape
Pulse	Width、Period
AWGN	Bandwith、Length
Ramp	Span、SweepTime、Period
Multitone	PhaseMode、FixedPhaseOffset、Seed、NotchWidth、Count、FreqSpacing、DiscreteKeepToneMode、EvenCountCenterToneMask、EnabledToneIndices

说明：

- JSON 字段名称大小写属于文件格式定义的一部分。
- ModulationType、FilterType 等枚举参数以字符串形式保存。
- Shape 参数以枚举名称字符串形式保存。
- OFDM 中 NullDC 和 Windowed 按 number 类型保存。
- prof 用于恢复波形生成参数，实际 IQ 重构依赖文件头 SampleRate 和 data 数据。

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