



SG 系列 信号源用户指南

矢量信号发生器
9 kHz - 6 GHz

目录

1. 版本管理	1
2. 运行环境要求	2
3. 工作模式介绍	3
3.1 连续波模式.....	3
3.2 回放模式.....	3
3.3 实时流模式.....	3
3.4 大波形流式传输.....	3
3.5 界面布局.....	4
3.5.1 菜单栏.....	5
3.5.2 射频参数设置区.....	5
3.5.3 模式选择区.....	6
3.5.4 仪器状态栏.....	6
4. 通用操作	7
4.1 保存和打开仪器配置.....	7
4.2 设置启动状态.....	7
4.3 连接 USB 设备.....	8
4.4 连接 ETH 设备.....	8
4.5 主题设置.....	8
4.6 参数设置.....	8
4.7 查看仪器信息.....	8
4.8 单次与连续发射.....	8
4.9 预设.....	9
4.10 射频与调制开关.....	9
4.11 频率功率扫描.....	9
4.11.1 参数说明.....	9
4.11.2 操作步骤.....	10
4.12 外部参考时钟输入.....	10
4.13 参考时钟输出.....	10
4.14 触发输入.....	11
4.14.1 参数说明.....	11
4.14.2 操作步骤.....	11
4.15 触发输出.....	12
4.16 射频硬件.....	12
4.17 风扇控制.....	12
4.18 保存基带 IQ 数据.....	12
4.19 GNSS 使用.....	12
5. 信号样式介绍	14
5.1 调幅.....	14

5.1.1	参数说明	14
5.1.2	操作步骤	14
5.2	调频	14
5.2.1	参数说明	14
5.2.2	操作步骤	15
5.3	脉冲	15
5.3.1	参数说明	15
5.3.2	操作步骤	15
5.4	数字斜坡扫描	16
5.4.1	参数说明	16
5.4.2	操作步骤	16
5.5	高斯白噪声	17
5.5.1	参数说明	17
5.5.2	操作步骤	17
5.6	数字调制	17
5.6.1	参数说明	17
5.6.2	操作步骤	18
5.7	直接序列扩频	19
5.7.1	参数说明	19
5.7.2	操作步骤	19
5.8	正交频分复用	20
5.8.1	参数说明	20
5.8.2	操作步骤	20
5.9	回放	21
5.9.1	参数说明	21
5.9.2	操作步骤	22
5.10	流模式	23
5.10.1	参数说明	23
5.10.2	操作步骤	23
6.	调制选件申请	25
6.1	申请许可证和调制库	25
6.2	放置许可证和调制库	25
7.	软固件更新	26
7.1	版本要求	26
7.2	参数说明	26
7.3	在线更新	26

1. 版本管理

版本更新说明表

版本号	内容	时间
V2.5.4	<ol style="list-style-type: none">增加: 连接 ETH 设备 章节;增加: 外部参考时钟输入 章节;增加: 参考时钟输出 章节;增加: 触发输入 章节;增加: 触发输出 章节;增加: 射频硬件 章节;增加: GNSS 使用 章节;重构: 射频与调制开关 章节;增加: 软固件更新 章节	2026-5-9
V1.1.5	<ol style="list-style-type: none">初始版本	2026-3-19

2. 运行环境要求

SGA-60 为 USB 矢量信号源，配套的软件需安装在上位机上运行，推荐的上位机运行环境见下表。

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
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

3. 工作模式介绍

矢量信号源软件主要有连续波、回放和实时流三种工作模式。

3.1 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。

3.2 回放模式

本模式采用板载内存预载回放机制。信号样式参数修改后，软件将立即生成相应的 IQ 数据，并将其完整加载至仪器的内置存储器中。预存数据支持循环或单次播放。由于波形数据已提前存储于内置存储器中，无需依赖高速实时数据传输，便可实现仪器支持的最大模拟带宽（100 MHz）输出。需注意，可存储的波形数据总量受限于仪器的板载内存容量（125 MB）。在软件中，除“流模式(Streaming)”外，其余信号样式均默认采用此回放模式。

3.3 实时流模式

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。

3.4 大波形流式传输

大波形流式传输设计旨在解决回放模式下，超规波形文件因体积过大而无法完整载入板载内存的问题。当用户在某些配置下生成的波形文件（例如长 PN 序列的数字调制信号）突破内存限制时，支持用户在信号生成过程中将超规格波形在后台生成完整数据并自动保存为临时 wav 文件，随后自动切换至流式传输模式，实现无缝播放。

表格 2 大波形处理策略

大波形处理策略	
终止生成，调整参数	终止生成波形数据，由用户手动调整参数，重新生成符合内存限制的波形
生成数据，截断下发	软件继续生成完整波形数据，但在下发给仪器时，截取前 N 个采样点（或按内存容量截断），确保数据量适配发射机内存。波形有可能不连续。
生成数据，流式播放	软件在后台生成完整波形数据（即使超过 100MB），并自动保存为临时 wav 文件，然后自动切换至 Streaming 模式播放该文件。

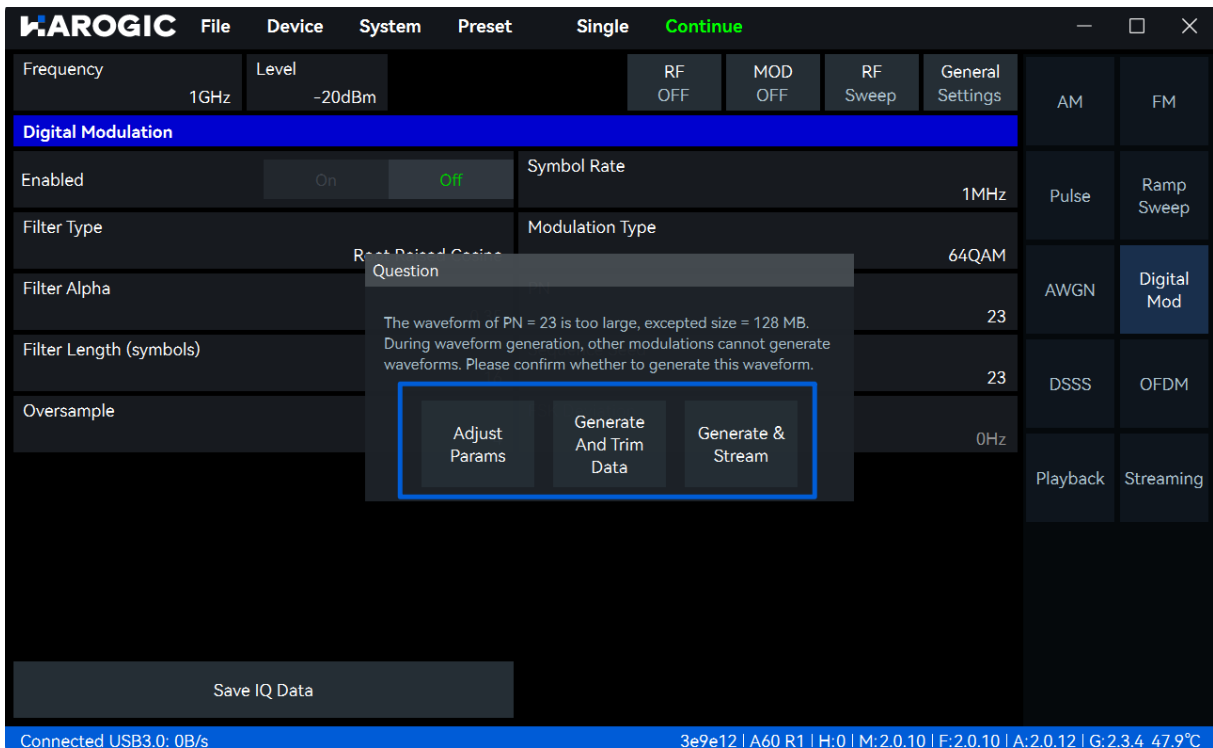


图 1 大波形处理策略

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)

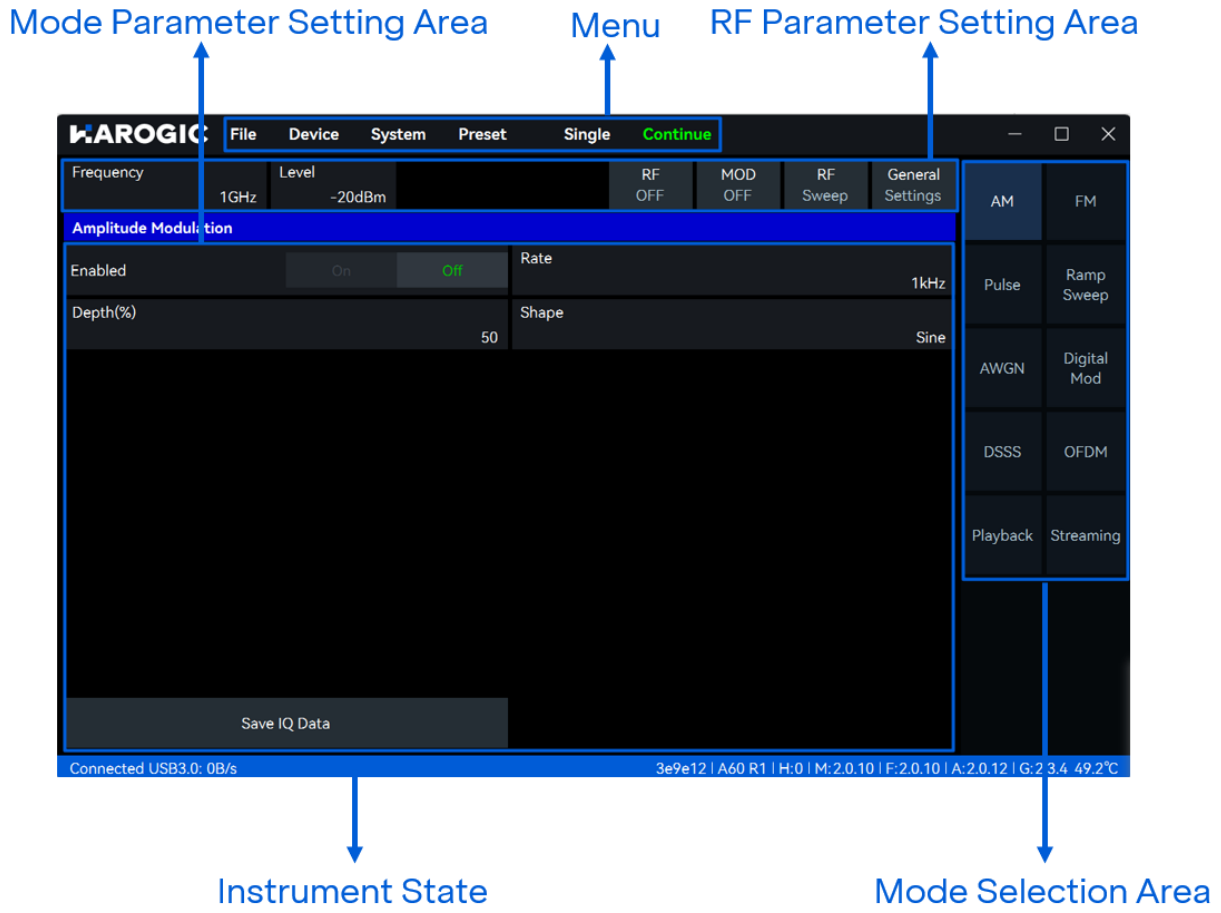


图 2 SGStudio 界面布局

3.5.1 菜单栏

- 保存与载入配置文件
- 连接 USB/ETH 设备
- 参数设置
- 仪器信息查看
- 预设
- 设置启动状态
- 切换语言/主题
- GNSS 信息
- 软固件更新
- 单次与连续发射

3.5.2 射频参数设置区

- 信号频率
- 射频开/关
- 频率/功率扫描
- 信号功率
- 调制开/关
- 通用设置

3.5.3 模式选择区

- 调幅
- 脉冲
- 高斯白噪声
- 直接序列扩频
- 回放
- 调频
- 数字斜坡扫描
- 数字调制
- 正交频分复用
- 流模式

3.5.4 仪器状态栏

- 仪器连接状态
- 仪器型号、UID 号
- 仪器实时温度
- 总线数据吞吐量
- 软固件版本

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。

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
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。

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 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。

4.10 射频与调制开关

在频率扫描或功率扫描过程中，可同时启用调制，实现调制信号随频率或功率变化输出。软件的射频与基带控制按钮功能如下表所示：

表格 5 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

4.11 频率功率扫描

仅启用射频和频率/功率扫描时，输出连续波（CW）扫频信号，在此基础上打开调制功能，则输出调制扫频信号。

4.11.1 参数说明

表格 6 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

4.11.2 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“扫描频率”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。

4.12 外部参考时钟输入

1. 参考《矢量信号发生器快速入门指南》，输入外部参考时钟；
2. 点击射频参数设置区“通用设置”→“参考时钟源”，选择“外部”，设置“参考时钟频率”为 10 MHz。如果参考时钟源显示“外部”则表示切换成功，如果参考时钟源回弹为“内部”则表示切换失败，此时可点击“预设”，重新切换回内部时钟使用。

4.13 参考时钟输出

1. 参考《矢量信号发生器快速入门指南》，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。

4.14 触发输入

4.14.1 参数说明

表格 7 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

4.14.2 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《矢量信号发生器快速入门指南》，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。

4.15 触发输出

表格 8 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

4.16 射频硬件

表格 9 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

4.17 风扇控制

本振模式	
自动	默认模式。风扇超过设定阈值（50°C）自动开启，低于阈值自动关闭
打开	开启风扇
关闭	关闭风扇

4.18 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。

4.19 GNSS 使用

重要提示：SGA-60 系列仪器外接 GNSS 天线后可直接查看。

点击菜单栏中的“系统”→“GNSS 信息”，选择“外部”天线，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 10 GNSS 参数说明

GNSS	
天线	选择“内部”或“外部”天线（目前仅支持外部天线）
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 调幅

以输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm、调制率 1 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：调幅部分重要参数如下表所示：

表格 11 占用带宽测量参数说明

幅度调制	
调制速率	指定 AM 调制频率，范围：1Hz - 10 MHz
调制指数 (%)	调制信号与载波信号的振幅之比，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 1 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-20 dBm，开启射频开关；
- 4、信号源输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm，调制率 1 kHz、调制深度 50%，基带调制波形为正弦波的 AM 信号。

5.2 调频

以输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm、调制率 5 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

此处仅对调频部分重要参数进行说明：频率调制部分重要参数如下表所示：

表 12 频率调制参数说明

幅度调制	
调制速率	指定 FM 调制频率
频偏	定义调制时载波频率的偏移范围，即调制波与载波之间的最大频率差
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 5 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；
- 4、信号源输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm、调制率 5 kHz、频率偏移 75 kHz 和调制波形为正弦波的 FM 信号。

5.3 脉冲

以输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm、脉宽 100 ns，周期 400 ns 的脉冲信号为例。

5.3.1 参数说明

此处仅对部分重要参数进行说明：频率调制部分重要参数如下表所示：

表 13 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：8 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：16 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

5.3.2 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 100 ns，“周期”设置为 400 ns，并打开脉冲调制；

- 3、将载波“频率”设置为 1 GHz，“功率”设置为-20 dBm，开启射频开关；
- 4、信号源将输出频率为 1 GHz、峰值功率为-20 dBm、脉宽为 100 ns，周期为 400 ns 的和脉冲调制信号。

5.4 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。

5.4.1 参数说明

斜坡扫描模式部分参数说明参见下表：

表格 14 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 Hz-100 MHz
扫描时间	扫描指定频段所需时间 范围：1 μs ~ 1 s
周期	两次扫描之间的时间间隔 (≥ 扫描时间) 范围：1 μs ~ 1 s

5.4.2 操作步骤

以输出测试 1 GHz，-20 dBm，扫宽 10 MHz、扫描时间 100 ns、扫描周期 200 ns 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 10MHz，“扫描时间”设置为 100 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，参考电平设置为-20 dBm，开启射频开关；
- 4、信号源输出测试 1 GHz，-20 dBm，扫宽 10 MHz、扫描时间 100 ns、扫描周期 200 ns 的斜坡扫描信号。

5.5 高斯白噪声

以 1 GHz 处，输出 10 MHz，时长 10 ms，-20 dBm 的高斯白噪声信号为例。

5.5.1 参数说明

表格 15 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

5.5.2 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 10 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；
- 4、信号源将输出中心频率为 1 GHz，占用带宽为 10 MHz，持续时间为 10 ms，总功率为-20 dBm 的高斯白噪声信号。

5.6 数字调制

以输出载波频率 1 GHz、峰值功率-20 dBm、符号率 10 MHz 的 BPSK 信号为例。

5.6.1 参数说明

数字调制模式下部分参数说明参见下表：

表格 16 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 \leq 125 MHz / 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: $[2, \frac{400}{\text{过采样}}]$ 之间的偶数 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:
PN	<ol style="list-style-type: none"> 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。

5.6.2 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 BPSK;
- 2、设置数据源为 PN9, 将“过采样”设置为 4, “符号速率”设置为 10 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 8, 并打开数字调制功能;
- 4、设置载波“频率”为 1 GHz, “功率”为 -20 dBm, 打开射频输出开关;
- 5、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 BPSK 数字调制信号。

5.7 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：

5.7.1 参数说明

表格 17 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 $\leq \frac{\text{采样率}}{\text{过采样} * 2^{PN-1}}$
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。

5.7.2 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 设置“过采样”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；
- 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。

5.8 正交频分复用

5.8.1 参数说明

表格 18 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%)

5.8.2 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”;
- 2、 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;
- 3、 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;

- 4、 将载波“频率”设置为 5.18 GHz，“功率”设置为 -10 dBm。开启射频开关;
- 5、 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。

5.9 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，播放时直接调用预存数据，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。

5.9.1 参数说明

表格 19 回放参数说明

任意文件	
采样率	设置任意波的采样率，最高支持 125 MHz。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，文件大小不得超过 100 MB
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 actual 播放时长， $\text{信号时长} = \text{使用点数} / \text{采样率}$
总时长	文件包含的原始数据总时长， $\text{总时长} = \text{文件内总点数} / \text{采样率}$

5.9.2 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 100 MB（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。

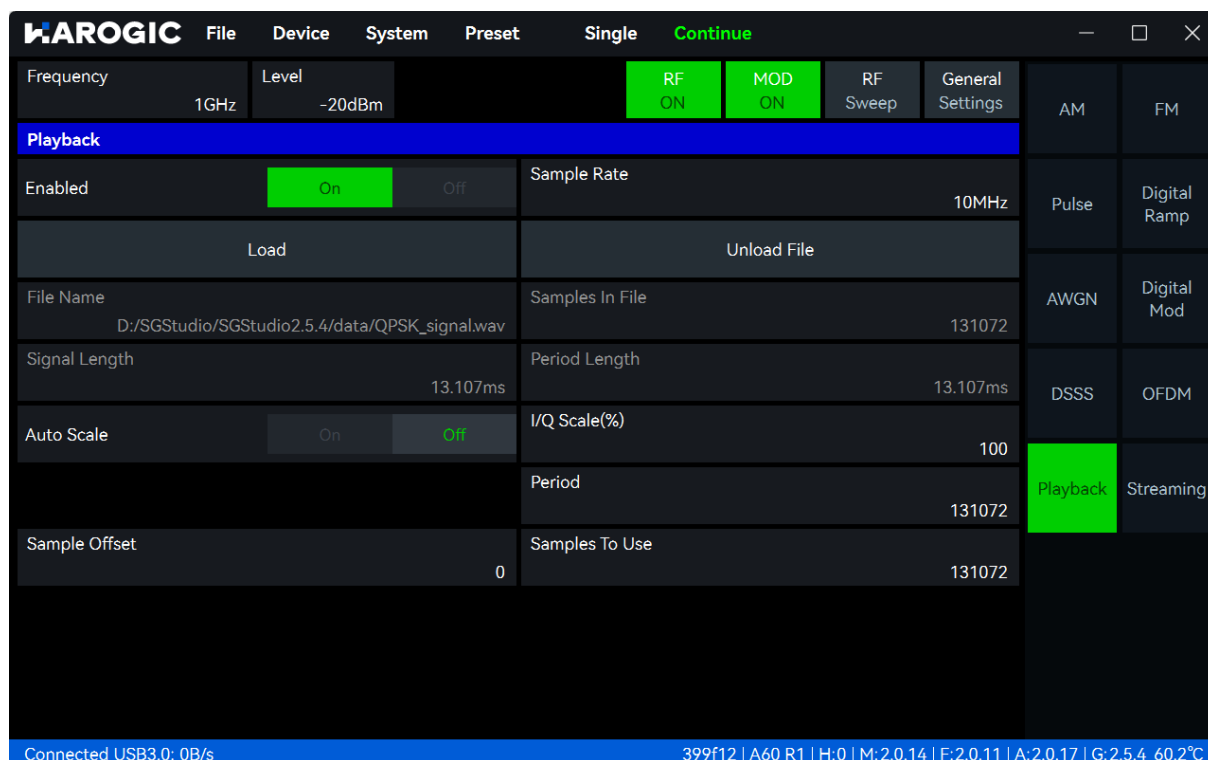


图 3 回放模式示意图

5.10 流模式

流模式是一种将一个或多个 wav 格式的复数基带波形文件持续不断输出为射频信号的模式，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。

5.10.1 参数说明

表格 20 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，最高支持 62.5 MHz。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

5.10.2 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“调制”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。

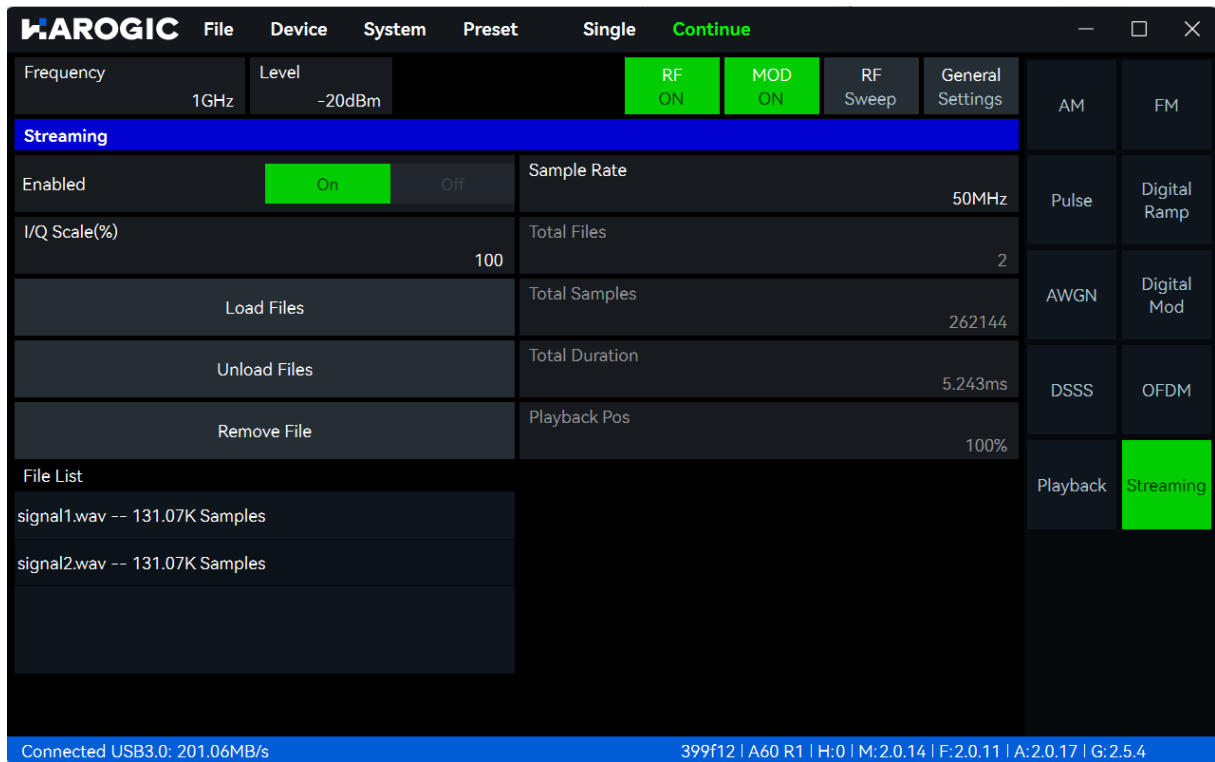


图 4 流模式示意图

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 21 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；

 www.harogic.cn

 cninfo@harogic.com

 +025-8330 5049