

SDG3000X 系列 任意波形发生器

用户手册

CN01A



深圳市鼎阳科技股份有限公司
SIGLENT TECHNOLOGIES CO.,LTD

目录

1	引言	1
2	重要安全信息	2
2.1	一般安全总结.....	2
2.2	安全术语和符号.....	4
2.3	工作环境.....	5
2.4	冷却要求.....	6
2.5	电源和接地要求.....	6
2.6	清洁.....	7
2.7	异常情况.....	8
2.8	安全合规性.....	8
3	交付信号源	9
3.1	检查装箱物品.....	9
3.2	质保.....	9
3.3	维护协议.....	9
4	文档约定	10
5	SDG3000X 系列任意波形发生器简介	11
6	快速入门	12
6.1	前面板.....	12
6.2	后面板.....	13
7	触摸屏显示区	14
7.1	主页.....	14
7.2	参数设置页.....	15
7.3	手势控制.....	15
7.4	鼠标操作.....	15
8	前面板控制	16
8.1	快捷波形选择.....	16

8.2	调制/扫描/脉冲串设置	16
8.3	数字键盘和旋钮	16
8.4	常用功能按键	17
9	基本波形设置	18
9.1	标准波形设置	18
9.2	谐波设置	21
9.3	噪声设置	22
9.4	PRBS 设置	23
9.5	任意波设置	26
9.5.1	AFG 模式	26
9.5.2	数据源	26
10	AWG 设置	30
10.1	波形参数设置	31
10.2	Segment 段设置	33
10.2.1	可显项	34
10.2.2	数据源	35
10.2.3	运行模式	36
10.2.4	触发方式	36
10.3	保存/加载	37
11	IQ 信号设置	39
11.1	工作模式	41
11.2	IQ 补偿	42
11.3	EasyIQ	42
12	调制/扫描/脉冲串设置	45
12.1	概述	45
12.2	调制	45
12.2.1	信源选择	45
12.2.2	调制类型	46
12.3	扫描	53
12.3.1	扫描类型	53

12.3.2	扫描模式.....	53
12.3.3	触发源.....	54
12.3.4	扫描参数设置.....	54
12.4	脉冲串.....	57
12.4.1	Burst 类型.....	57
12.4.2	触发源.....	58
12.4.3	Burst 参数设置.....	58
13	跳频.....	59
13.1	列表模式.....	59
13.2	随机模式.....	61
13.3	随机列表.....	62
14	多音.....	63
14.1	增加频点至列表.....	64
14.2	Notch Switch.....	65
15	多脉冲.....	67
16	计数器.....	68
16.1	频率计模式.....	68
16.2	计数器模式.....	69
17	多通道设置.....	71
17.1	概述.....	71
17.2	相位模式.....	71
17.3	通道合并.....	71
17.4	通道跟踪/耦合/复制.....	72
18	输出设置.....	73
18.1	概述.....	73
18.2	噪声叠加.....	73
18.3	极性翻转.....	74
18.4	幅度限制.....	74
18.5	数字滤波器.....	74

18.6	过压保护	74
19	辅助功能设置.....	75
19.1	系统设置.....	75
19.1.1	设置时钟源.....	75
19.1.2	设置语言.....	76
19.1.3	上电开机设置	76
19.1.4	设置蜂鸣器.....	76
19.1.5	设置按键开关	76
19.1.6	设置屏保.....	76
19.1.7	设置 10M 时钟输出	76
19.2	存储和调用	77
19.2.1	存储系统.....	77
19.2.2	文件类型.....	78
19.2.3	文件操作.....	79
19.3	系统信息.....	80
19.4	接口	81
19.4.1	网口设置.....	81
19.4.2	网络存储.....	82
19.4.3	通道同步信号	82
19.4.4	GPIB 设置	83
19.4.5	网页密码设置	83
19.4.6	设备同步.....	84
19.4.7	VNC 端口设置	85
19.4.8	LXI 设置	86
19.5	测试/校准.....	87
19.5.1	屏幕测试.....	87
19.5.2	按键测试.....	88
19.5.3	LED 测试.....	88
19.5.4	板级测试.....	89
19.5.5	自校准	89
19.5.6	上电校准数据	90
19.5.7	时基校准.....	90
19.5.8	上电时基校准数据	91
19.6	预设置.....	92

19.7	升级软件	93
19.8	安装选件	94
19.9	帮助	94
19.10	版权声明	94
20	远程控制	95
20.1	网页连接	95
20.2	其他连接	96
21	一般性检查及故障排除	97
21.1	一般性检查	97
21.2	故障排除	97
22	服务和支持	98
22.1	保修概要	98
22.2	联系我们	98
附录 A	99
附录 B	100
附录 C	103

1 引言

本用户手册包括与 SDG3000X 系列任意波形发生器相关的重要安全和安装信息，并包括仪器基本操作的简单教程。

该系列包括以下型号：

型号	模拟带宽	最大采样率	模拟信道
SDG3202X	200 MHz	1.2 GSa/s (2X 内插)	2
SDG3162X	160 MHz	1.2 GSa/s (2X 内插)	2
SDG3082X	80 MHz	1.2 GSa/s (2X 内插)	2

2 重要安全信息

本手册包含用户必须遵守的信息和警告，以确保安全操作并保持产品处于安全状态。

2.1 一般安全总结

仔细阅读以下安全预防措施，以避免人身伤害，并防止损坏仪器及其连接的任何产品。

为避免潜在危险，请按规定使用仪器。

避免火灾或人身伤害。

使用合适的电源线。

仅使用符合所在国家安全标准的电源线将仪器连接到主电源。

将仪器接地。

仪表通过电源线的保护接地导体接地。

为避免触电，接地导体必须接地。

连接输入或输出端子前，确保仪器正确接地。

正确连接信号线。

信号线的电势等于接地，因此不要将信号线连接到高压。

不要接触裸露的触点或部件。

查看所有端子的额定值。

为避免火灾或触电，请查看仪器的所有额定值和标记说明。

在连接仪器之前，请仔细阅读手册，以获得有关额定值的更多信息。

设备维护和保养。

当设备出现故障时，请勿拆卸机器进行维护。

该设备包含电容器、电源、变压器和其他储能装置，可能导致高压损坏。

设备内部对静电敏感，直接接触容易对设备造成不可修复的损坏。

必须返回工厂或公司指定的机构进行维修。

维修设备时，务必拔出电源。

严禁带电作业。

只有在维护完成并确认维护成功后，设备才能通电。

设备异常状态的标识。

设备启动后，正常情况下界面无报警信息和错误信息。

您需要查看特定的提示信息。

您可以尝试重新启动设置。

如果故障信息仍然存在，请勿将其用于测试。

联系制造商或制造商指定的维护部门进行维护，避免因使用故障导致错误的测试数据或危及人身安全。

不得在怀疑故障的情况下运行。

如果怀疑仪表损坏，请让合格的维修人员检查。

避免电路或电线外露部件外露。

电源接通时，请勿触摸裸露的触点或部件。

请勿在潮湿条件下操作。

请勿在爆炸性环境中操作。

保持仪器表面清洁干燥。

不得使用该设备测量电源电路，不得使用该设备测量超过手册所述电压范围的电压。

最大附加瞬态电压不得超过 1300 V。

责任机构或操作员应参考说明书，以保护设备提供的保护。

如果设备未按制造商规定的方式使用，设备提供的保护可能会受损。

未经制造商或代理商授权，不得更改或更换设备及其附件的任何部件。

2.2 安全术语和符号

当下列符号或术语出现在仪表前面板或后面板上或本手册中时，表示在安全方面特别小心。

	此符号用于需要注意的地方。请参阅随附的信息或文件，以防止人身伤害或仪器损坏。
	此符号警告潜在的电击危险。
	此符号用于表示测量接地连接。
	此符号用于表示安全接地连接。
	此符号表示该开关为接通/备用开关。按下时，信号源的状态在操作和待机之间切换。此开关不会断开设备的电源。要完全关闭信号源电源，必须在仪器处于待机状态后从交流插座拔下电源线。
	此符号用于表示交流电或“AC”。
小心	“CAUTION” 符号表示存在潜在危险。它要求遵守某个程序、惯例或条件，如果没有遵守这个程序、惯例或条件，可能会损坏设备。如果标明小心，那么只有在完全了解和满足条件时才能继续操作。
警告	“WARNING” 符号表示存在潜在危险。它要求遵守某个程序、惯例或条件，如果没有遵守这个程序、惯例或条件，可能会造成人身伤害或死亡。如果标明警告，那么只有在完全了解和满足条件时才能继续操作。

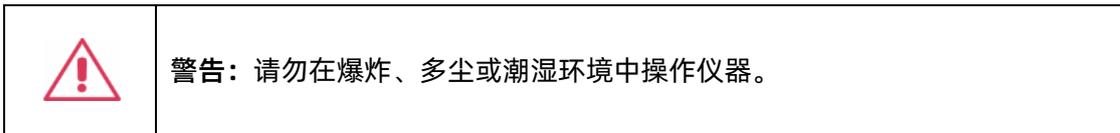
2.3 工作环境

根据以下限值，已验证仪器设计符合 EN 61010-1 安全标准：

环境

本设备用于室内，应在干净干燥的环境中操作。

注：在评估环境温度时，应考虑阳光直射、电加热器和其他热源。



环境温度

工作温度范围：0°C 到 +40°C

存储温度范围：-20°C 到 +60°C

注：评估环境温度时，应考虑阳光直射、散热器和其他热源。

相对湿度

工作湿度范围：≤ 30°C 时 5% ~ 90%RH，40°C 时减至 5% ~ 50%RH

非工作湿度范围：5% ~ 95%RH

电源电压波动

参见 2.5 电源和接地要求。

海拔高度

工作海拔高度：≤ 3,048m，30°C

非工作海拔高度：≤ 15,000m

安装（过压）类别：二类（市电连接器）和一类（测量端子）

注：安装（过压）类别 I 是指信号电平，其适用于连接到源电路中的设备测量端子，其中已经采取措施，把瞬时电压限定在相应的低水平。

安装（过压）类别 II 是指本地配电电平，其适用于连接到市电（交流电源）的设备。

污染程度：2 类

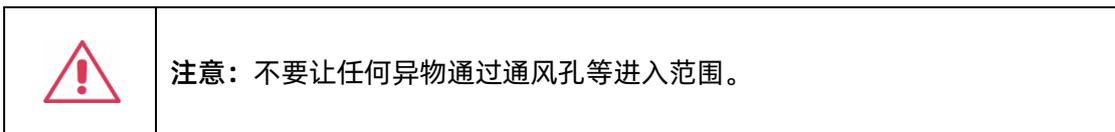
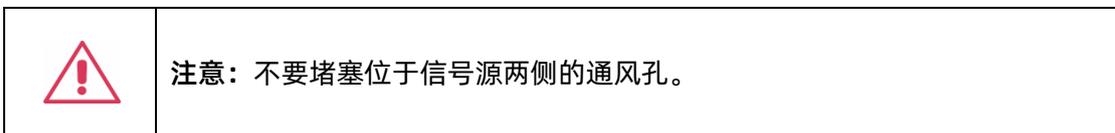
注：污染程度 2 是指只发生干燥非传导污染的工作环境。有时候必须预计到浓缩引起的临时传导率。

防护等级

IP20（定义见 IEC 60529）。

2.4 冷却要求

本设备依靠强制通风冷却，具有内置风扇和通风口。必须特别注意，要避免限制设备两侧通孔(风扇孔)周围的空气流动。为确保充分通风，需要在仪器两侧留出至少 15 厘米（6 英寸）的间隙。

**2.5 电源和接地要求**

仪器在 50/60 Hz (+/-5%) 的单相 100 至 240 Vrms (+/-10%) 交流电源下运行，或在 400 Hz (+/-5%) 的单相 100 至 120 Vrms (+/-10%) 交流电源下运行。

由于仪器自动适应线路电压，因此无需手动选择电压。

根据选件的类型和数量，仪器可消耗高达 50 W 的功率。

注：仪器自动适应以下范围内的交流线路输入：

电压范围：	90-264Vrms	90-132Vrms
频率范围：	47-63Hz	380-420Hz

本设备带有一套地线，其中包含一个模制三端子极化插头和一个标准 IEC320（C13 型）连接器，用于线路电压和安全接地连接。AC 入口接地端子直接连接到仪器框上。为充分防止电击危险，电源线插头必须插入配套的包含安全接地触点的 AC 插座中。本设备只应使用指定的、经过认证可以在本国使用的电源线。

	<p>警告：电击危险！</p> <p>设备内部或外部的保护导线中断，或断开安全接地端子，都会产生触电危险。</p> <p>严格禁止故意断开保护导线或安全端子。</p>
---	--

仪器的位置应便于连接插座。要使仪器完全断电，请从交流插座拔下仪器电源线。

如果信号源长时间不使用，应将电源线从交流插座上拔下。

	<p>注意：前/后面板各端子外壳连接到设备机壳上，进而连接到安全接地上。</p>
---	---

2.6 清洁

只应使用柔软的湿布，清洁设备表面。不得使用化学物质或腐蚀性元素。在任何情况下，不得使潮气渗入设备。为避免电击，在清洁前应从 AC 插座中拔下电源线。

	<p>警告：电击危险！</p> <p>内部没有操作人员可以使用的部件。不要拆下保护盖。</p> <p>必须由具有相应资质的人员进行保养。</p>
---	---

2.7 异常情况

只应在制造商指定的用途中使用本设备。

在设备表现出看得见的损坏或受到严重的运输压力时，设备保护装置可能会损坏。

如果怀疑保护装置受到损坏，断开电源线，防止设备上发生非预计的操作。

为正确使用设备，应认真阅读所有说明和标记。

	<p>警告：以制造商没有指明的方式使用设备，可能会损坏设备的安全保护。 本设备和相关配件不应直接连接到人体上，或用于患者监护。</p>
---	--

2.8 安全合规性

本节列出了产品符合的安全标准。

符合美国国家认可的测试标准清单

1. UL 61010-1:2012/R:2018-11。测量、控制和实验室用电气设备的安全要求——第 1 部分：一般要求。
2. UL 61010-2-030:2018。测量、控制和实验室用电气设备的安全要求-第 2-030 部分：测试和测量电路的特殊要求。

加拿大认证标准

1. CAN/CSA-C22.2 第 61010-1:2012/A1:2018-11 号。测量、控制和实验室用电气设备的安全要求——第 1 部分：一般要求。
2. CAN/CSA-C22.2 编号 61010-2-030:2018。测量、控制和实验室用电气设备的安全要求——第 2-030 部分：测试和测量电路的特殊要求。

3 交付信号源

3.1 检查装箱物品

首先，检验装箱清单上列明的所有物品都已经交付。如有遗漏或损坏，请及时与鼎阳客户服务中心或全国经销商联系。如果在发生遗漏或损坏时您未能立即与我们联系，我们将不能负责更换。

3.2 质保

信号源从发货之日起、在正常使用和操作时拥有为期 3 年的质保（附件保修 1 年）。**SIGLENT** 可以维修或选择更换在保修期内退回授权服务中心的任何产品。但为此，我们必须先检查产品，确定缺陷是由工艺或材料引起的，而不是由于滥用、疏忽、事故、异常条件或操作引起的。

SIGLENT 对下述情况导致的任何缺陷、损失或故障概不负责：

- a) 由 **SIGLENT** 授权之外的人员进行维修或安装；
- b) 连接不兼容的设备，且连接不当；
- c) 使用非 **SIGLENT** 供应商提供的产品导致的任何损坏或故障。此外，如果产品已经被改动或集成、且这些改动或集成提高了喜欢用维护任务的时间或难度，那么 **SIGLENT** 将不负责维护改动或集成的信号源产品。所有备件和更换部件及维护均有 90 天的质保期。

信号源的软件已经经过全面测试，视为功能正常。然而，软件提供时没有任何类型的涵盖详细性能的保证。非 **SIGLENT** 制造的产品仅由原始设备制造商提供质保。

3.3 维护协议

我们以维护协议为准提供各种服务。我们提供延长保修，您可以在三年保修期过后制订维护费用预算。我们通过专门的补充支持协议提供安装、培训、增强和现场维修及其它服务。详情请咨询 **SIGLENT** 客户服务中心或全国经销商。

4 文档约定

为方便描述,本文中采用带字符边框的文字来表示前面板的按键,如 **Utility** 代表前面板的“Utility”按键;采用斜体加字符底纹的文字来表示显示屏上可点击的菜单、选项和虚拟按键,如 **频率** 代表显示屏上的“频率”菜单。



对于含有多个步骤的操作,采用“步骤 1 > 步骤 2 > ...”的形式进行描述,如进入系统信息界面的步骤:

Utility > **系统信息**

代表第 1 步按下前面板的 **Utility** 按键,第 2 步点击显示屏的 **系统信息** 选项,即可进入系统信息界面。

本文中的注意事项提示了一些重要信息,每个注意事项前有图标  标示。

5 SDG3000X 系列任意波形发生器简介

SDG3000X 系列双通道任意波形发生器，最大带宽 200 MHz，具备 1.2 GSa/s 采样率和 16 bit 垂直分辨率的优异采样系统指标，在传统的 DDS 技术基础上，采用了创新的 TrueArb 和 EasyPulse 技术，克服了 DDS 技术在输出任意波和方波/脉冲时的先天缺陷，能够为用户提供高保真、低抖动的信号。此外，SDG3000X 还提供 PRBS 码型发生、序列波输出、双脉冲输出功能、IQ 矢量信号输出，满足更广泛的应用需求。

下面给出其性能特点，方便您更深地了解 SDG3000X 的技术指标。

- 双通道，最大输出频率 200 MHz，最大输出幅度 20 Vpp
- 1.2 GSa/s 数-模转换器采样率,16-bit 垂直分辨率
- 采用 TrueArb 技术，逐点输出任意波，在保证不丢失波形细节的前提下，能够以 10 mSa/s ~ 600 MSa/s 的可变采样率输出低抖动波形
- 支持序列波播放功能，每通道最大存储深度 40 Mpts
- 采用 EasyPulse 技术，能够输出低抖动的方波/脉冲，同时脉冲波可以做到脉宽、上升/下降沿精细可调，具备极高的调节分辨率和调节范围
- 支持多脉冲输出功能，可用于测量功率设备的开关参数及评估其动态特性
- 支持 IQ 矢量信号输出
- 可输出最高 120 Mbps 的 PRBS 码型
- 丰富的模拟和数字调制功能：AM、DSB-SC、FM、PM、FSK、ASK、PSK 和 PWM
- 扫描和 Burst 功能
- 谐波发生功能
- 通道合并功能
- 硬件频率计功能
- 196 种内建任意波
- 丰富的通信接口：标配 USB Host，USB Device (USBTMC)，LAN (VXI-11)，选配 GPIB
- 内建 WebServer 支持通过网页浏览器控制仪器
- 7 英寸触摸显示屏

6 快速入门

6.1 前面板



- A. 电源键 用于开启或关闭信号发生器。当该电源键关闭时，信号发生器处于断电状态。
- B. USB Host 用于连接 USB 存储设备，可以读取 U 盘中的波形或状态文件，或将当前的仪器状态存储到 U 盘中
- C. 显示区 显示当前功能的菜单和参数设置、系统状态和提示信息等内容
- D. 数字键 用于输入参数值
- E. 旋钮 在参数设置时，旋转旋钮用于增大（顺时针）或减小参数值；在存储或读取文件时，旋转旋钮用于选择文件
- F. 方向键 用于改变光标的位置
- G. CH1/CH2 输出控制 按键用于开启或关闭通道输出，信号从 BNC 端口输出
- H. 通道切换键 用于切换 CH1 或 CH2 为当前选中通道
- I. 模式/辅助功能键 功能菜单快捷键，可快速进入调制/扫描/脉冲串功能菜单，参数设置，文件管理器以及查看系统信息
- J. 波形选择 用于选择输出波形
- K. Trig/Sync In/Out 触发信号的输入/输出端口，同步信号的输入/输出端口

6.2 后面板

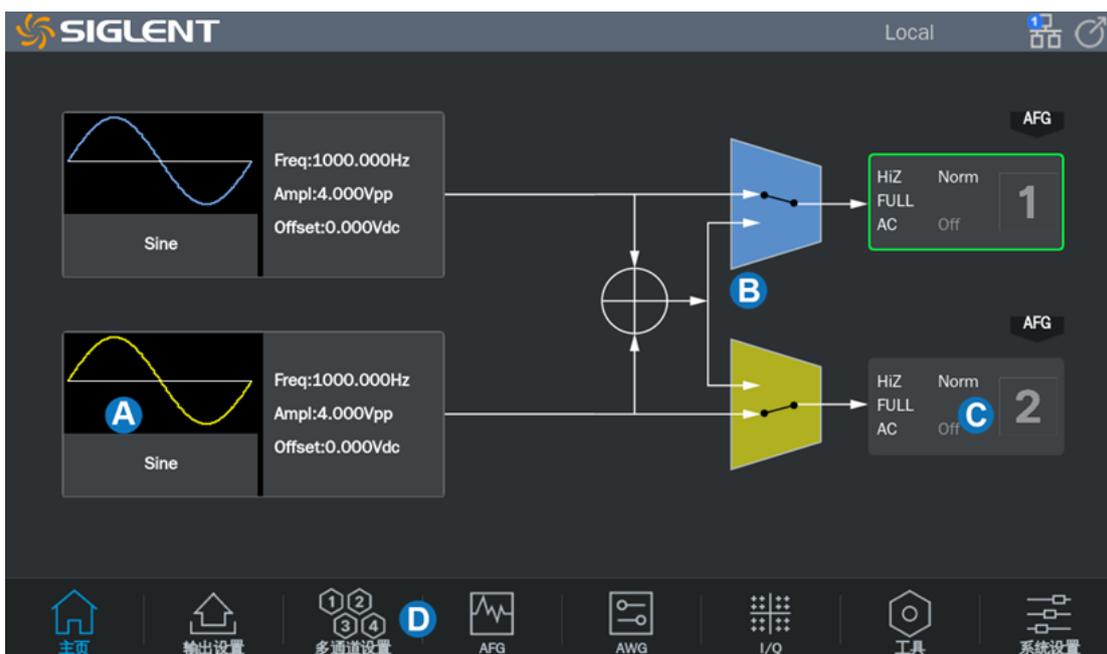


- A. **10MHz In** 外部 10 MHz 参考时钟输入端口
- B. **10MHz Out** 内部 10 MHz 参考时钟输出端口
- C. **MODULATION In** 外部调制信号的输入端口
- D. **Counter IN** 频率计被测信号输入端口
- E. **LAN 端口** 用于将信号发生器连接至计算机或计算机所在的网络，进行远程控制
- F. **USB Device** 通过该接口可连接 PC，通过上位机软件 EasyWaveX 或用户自定义编程对信号发生器进行控制
- G. **USB Host** 用于连接 USB 存储设备，可以读取 U 盘中的波形或状态文件，或将当前的仪器状态存储到 U 盘中
- H. **AC 电源输入** 信号发生器的电源输入端口

7 触摸屏显示区

本设备整个屏幕都是触摸屏。您可以通过手指进行触控，也可以通过鼠标进行操作。所以显示和控制都可以通过触摸屏实现。

7.1 主页



- A. 载波设置模块
- B. 双通道合并设置
- C. 通道输出设置模块
- D. 工具栏

7.2 参数设置页



- A. 波形预览图
- B. 参数设置框
- C. 调制/扫描/脉冲串设置框
- D. 通道选择栏

7.3 手势控制

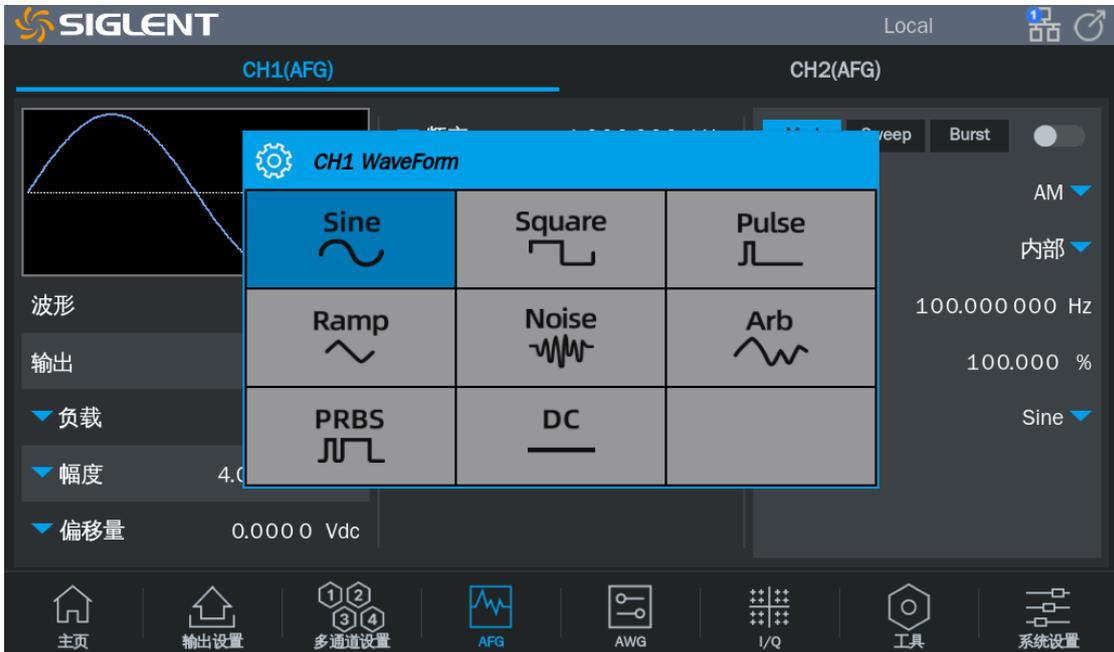
本设备的触摸屏为电容式触摸屏，主要通过触摸/点击进行操作。

7.4 鼠标操作

对于触摸屏显示区的操作不仅仅限于触摸。如果设备连接了鼠标，也可以使用鼠标进行操作。

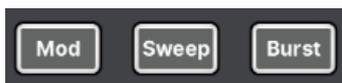
8 前面板控制

8.1 快捷波形选择



在 **AFG** 操作界面下有 **波形** 选择菜单，分别为正弦波、方波、三角波、脉冲波、高斯白噪声、DC、任意波、PRBS。

8.2 调制/扫描/脉冲串设置

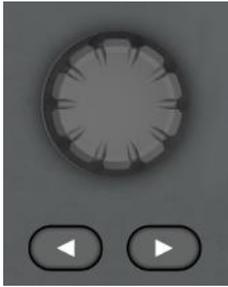


按 **Burst** / **Mod** / **Sweep** 按键可快速打开/关闭脉冲串/调制/扫频功能并跳转至相应的参数设置页面。当功能打开时，对应的按键灯亮。

8.3 数字键盘和旋钮

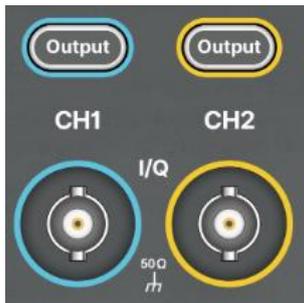


使用数字键盘直接输入选中参数的数值和数量级。例如设置频率为 1 MHz, 依次按按键 **1** 和 **M/μ** 即可。

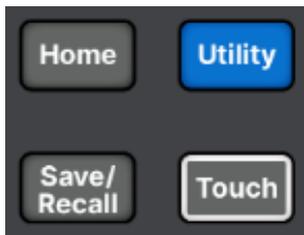


除了使用数字键盘直接键入参数值,还可以使用旋钮来实现对参数的连续调节。在选中的参数框上按下旋钮,按旋钮下方的 ◀ 和 ▶ 键选中要调节的数位,然后顺时针旋转旋钮增大数值,或逆时针旋转减小数值。

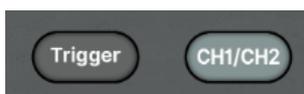
8.4 常用功能按键



使用 **Output** 按键,将开启/关闭前面板的输出接口的信号输出。选择相应的通道,按下 **Output** 按键,该按键灯被点亮,同时打开输出开关,输出信号;再次按 **Output** 按键,将关闭输出。



按 **Home** 按键可快速回到主页。按 **Utility** 按键可快速进入系统设置界面。按 **Save/Recall** 按键可快速打开文件管理窗口。按 **Touch** 按键开启/关闭屏幕的触屏功能,该按键灯被点亮,表示打开触屏功能,按键灯灭表示关闭触屏功能。



按 **CH1/CH2** 按键可快速切换两个通道的参数设置页面。按 **Trigger** 按键可用于波形手动触发输出时进行触发。

9 基本波形设置

9.1 标准波形设置

本节内容适用于正弦波、方波、脉冲、三角波和直流。下面以设置正弦波为例，说明标准波形基本参数的一些基本参数。



- A. 波形预览图
- B. 负载参数显示
- C. 输出状态显示
- D. 频率/周期参数设置菜单
- E. 幅度/高电平参数设置菜单
- F. 偏移量/低电平参数设置菜单
- G. 相位/延时参数设置菜单
- H. 谐波参数设置菜单（仅正弦波适用）

负载

要理解负载的设置, 首先需要了解由于负载和信号源内阻的分压作用 (图 9.1), 用户看到的电压 V_o 是一个与负载 R_L 有关的变量:

$$V_o = V_s \cdot \frac{R_L}{R_L + R_s}$$

其中 V_s 为内阻前的信号源输出电压, R_s 为信号源的内阻。由于信号源无法自动识别 R_L 的大小, 因此需要用户将该值通过输入“负载”值的方式告知信号源, 然后信号源再根据用户设定的 R_L 和 V_o , 来计算出应有的 V_s , 使得在任何负载情况下, 用户得到的电压值都和期望的一致。

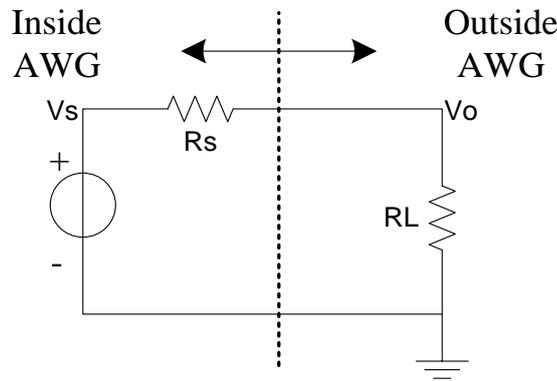


图 9.1

波形参数

每种标准波可设置的参数有所不同, 见下表:

表 9-1 标准波形参数说明

正弦波	
频率/周期	信号的频率/周期。频率的单位为 Hz, 周期的单位为 s。二者的关系为: <i>频率 = 1/周期</i>
幅度值/高电平 偏移量/低电平	信号的幅度值/偏移量, 与高电平/低电平联动。幅度值指信号的最高点(高电平, 单位 V)和最低点(低电平, 单位 V)的差值, 支持的单位包括 Vpp、Vrms 和 dBm (当负载≠HiZ 时可用); 偏移量指叠加在信号波形上的直流分量, 单位 V; 几个参数的关系为: <i>幅度值(Vpp) = 高电平 - 低电平</i> <i>偏移量 = (高电平 + 低电平)/2</i>
相位/延时	信号的相位/延时, 仅在双通道相位模式=相位锁定时有意义, 用于设置两个通道间的相位关系。相位的单位为°, 延时的单位为 s, 二者的关系为: <i>延时 = -(周期 × 相位/360°)</i>

方波	
频率/周期	同正弦波
幅值/高电平 偏移量/低电平	同正弦波
相位/延时	同正弦波
占空比	方波的正脉宽与周期的比值，单位为%
脉冲	
频率/周期	同正弦波
幅值/高电平 偏移量/低电平	同正弦波
脉宽/占空比	脉宽指脉冲的正脉冲宽度，单位为 s；占空比指正脉宽与周期的比值，单位为%。二者的关系为： $脉宽 = 周期 \times 占空比$
上升沿/下降沿	上升沿指 10% ~ 90% 的上升时间，下降沿指 90% ~ 10% 的下降时间，二者单位均为 s。上升沿和下降沿互相独立，可分别设置
延时	同正弦波的“延时”参数
三角波	
频率/周期	同正弦波
幅值/高电平 偏移量/低电平	同正弦波
相位/延时	同正弦波
对称性	三角波处于上升期间的时间与周期的比值，单位为%
直流	
偏移量	同正弦波的“偏移量”参数，即直流电平

9.2 谐波设置

谐波是正弦波发生功能的子功能，可输出具有指定次数、幅度和相位的谐波，用于模拟线性度不理想的正弦波。

在载波 = 正弦波 的参数设置页面下，打开谐波开关，即可设置谐波参数。



设置谐波类型

在“类型”参数设置框内点击谐波类型的参数值区域，在随后弹出的参数选择对话框中选择谐波类型。如果仅设置奇次谐波，选择“奇次谐波”；如果仅设置偶次谐波，选择“偶次谐波”；如果奇次谐波和偶次谐波都需要设置，则选择“自定义”。



设置谐波次数

点击“次数”参数设置菜单，然后通过数字键盘键入或通过旋钮需要设置的谐波次数。如果类型 = 奇次谐波，则只能键入奇数值；如果类型 = 偶次谐波，则只能键入偶数值；如果类型 = 自定义，则可以键入 2 ~ 最大谐波次数范围内的任意整数。

设置谐波幅度

点击“谐波幅度”设置菜单，通过数字键盘或旋钮设置需要的幅度，然后选择单位为“Vpp”或“dBc”。单位“Vpp”适用于设置谐波的绝对幅度的情况，单位“dBc”适用于设置谐波相对于基频信号的相对幅度的情况。谐波相对最小幅度为 -80 dBc，小于 -80 dBc 则表示无谐波。

设置谐波相位

点击“相位”设置菜单，随后通过旋钮或数字键盘键入需要设置的数值。相位的单位是°。

开启谐波功能

所有谐波参数设置完毕后，通过波形预览图可预览时域波形，通过谐波示意图可浏览已设置的谐波及其大致的幅度。确认无误后，打开通道的输出即可输出谐波波形。

9.3 噪声设置

噪声发生功能可提供带宽可设置的高斯噪声。



设置波形参数

噪声的波形参数包括“标准差”和“均值”。由于噪声服从高斯分布（正态分布），用均值（ m ）和标准差（ σ ）即可表征其分布特性。其设置方法参考正弦波的波形参数设置。

表 9-2 噪声波形参数说明

噪声	
标准差	噪声序列的标准差
均值	噪声序列的平均值（数学期望）

设置带宽

要设置噪声的带宽，先在带宽开关设置框内点击开关区域，将带宽设置打开，随后键入需要设置的数值和单位。

9.4 PRBS 设置

PRBS 发生功能可产生最高比特率 120 Mbps，沿可设置的伪随机序列。



设置波形参数

PRBS 的波形参数见下表。其设置方法参考正弦波的波形参数设置。

表 9-3 PRBS 波形参数说明

PRBS	
比特率/周期	PRBS 序列的比特率/码元周期，比特率的单位为 bps，码元周期 (UI) 的单位为 s。二者的关系为： <i>比特率 = 1/码元周期</i>
幅值/高电平 偏移量/低电平	同正弦波
逻辑电平	用于快速设置幅值到一些标准电平。详见表 9-4
码型长度	PRBS-3 ~ 32 可设置，对应长度 $(2^3-1) \sim (2^{32}-1)$
沿	指 10% ~ 90% 的上升时间和 90% ~ 10% 的下降时间，单位为 s。 上升沿和下降沿同时设置

表 9-4 PRBS 支持的逻辑电平

逻辑电平	幅值 (Vpp)	偏移量 (V)
TTL/CMOS	5.00	2.50
LVTTL/LVCMOS	3.30	1.65
ECL	0.80	-1.30
LVPECL	0.80	2.00
LVDS	0.35	1.25

	表中预设的逻辑电平仅在输出模式 = 单端时有效。
---	--------------------------

自定义多项式

PRBS 的生成依赖于特定的多项式，这些多项式定义了线性反馈移位寄存器 (LFSR) 的工作方式。常用的 PRBS 多项式有：

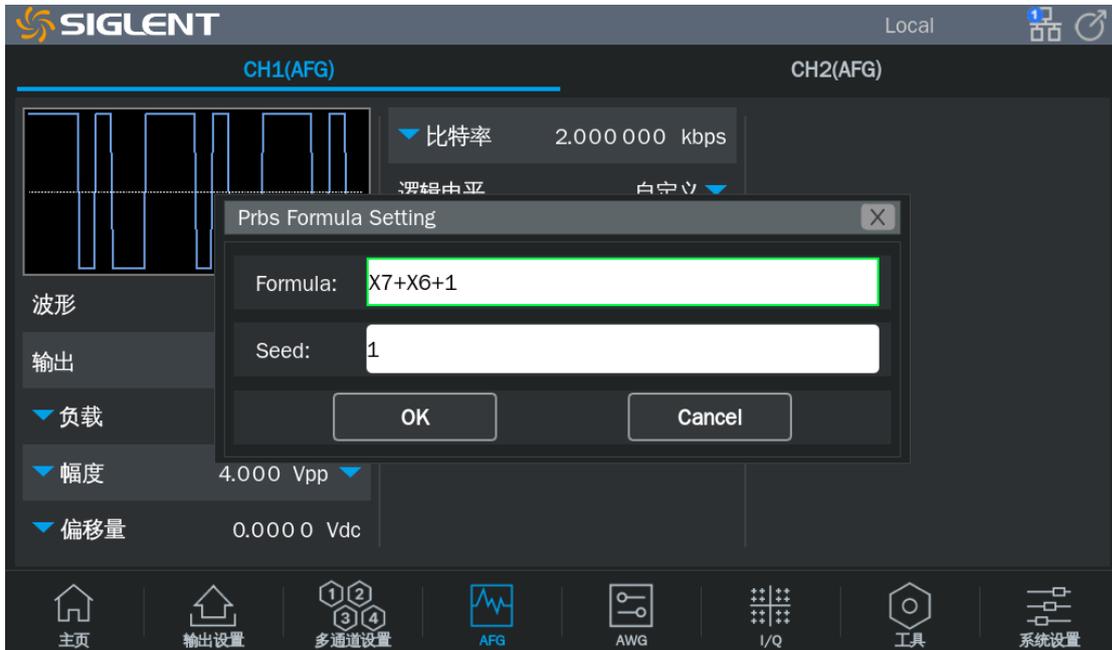
PRBS7 ($x^7 + x^6 + 1$): 多项式为 $x^7 + x^6 + 1$ ，对应的 LFSR 有 7 个位，反馈来自第 7 位和第 6 位。

PRBS15 ($x^{15} + x^{14} + 1$): 多项式为 $x^{15} + x^{14} + 1$ ，对应的 LFSR 有 15 个位，反馈来自第 15 位和第 14 位。

PRBS23 ($x^{23} + x^{18} + 1$): 多项式为 $x^{23} + x^{18} + 1$ ，对应的 LFSR 有 23 个位，反馈来自第 23 位和第 18 位。

PRBS31 ($x^{31} + x^{28} + 1$): 多项式为 $x^{31} + x^{28} + 1$ ，对应的 LFSR 有 31 个位，反馈来自第 31 位和第 28 位。

以 PRBS7 为例，可通过键盘输入多项式 X^7+X^6+1 自定义多项式输出：



9.5 任意波设置

9.5.1 AFG 模式

AFG 模式下，信号发生器以传统 DDS 的方式来输出指定的任意波。此时的基本波形参数设置与正弦波相同，参考“标准波形设置”一节。

任意波的数据源选择与编辑，参考“数据源”一节。

9.5.2 数据源

点击“数据源”参数设置菜单，即可进入数据源的选择界面。数据源包括内建波形、已存波形。

内建波形

内建波形是信号发生器内部预置好的波形，共分为常用、数学、工程、窗函数、三角函数、方波、医疗电子、调制、滤波器和演示等几个类型，在每个类型下分别有多种波形可供选择。



已存波形

已存波形是用户保存在本地目录、外部 U 盘的波形文件或上位机软件（EasyWaveX）下发给设备并保存在本地的波形文件。当选择数据源为“已存波形”时，会自动调用文件管理器窗口。在该窗口下选择需要调用的波形文件，然后点击“加载”即可。

文件管理窗口的操作方法，请参考“存储和调用”一章。

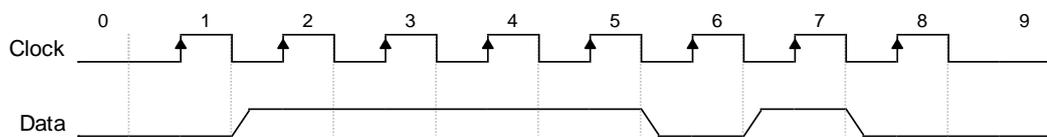
EasyWaveX

任意波编辑软件 EasyWaveX 提供 Sine、Square、Ramp、Pulse、Noise 和 DC 等 12 种标准波形，可满足最基本的需求；同时还为用户提供了手动绘图、直线绘图（包括水平直线、垂直直线、两点直线）、坐标绘图（可以通过鼠标或表格来输入坐标，且有连线和平滑两种方式）和方程式绘图，使创建复杂波形轻而易举。

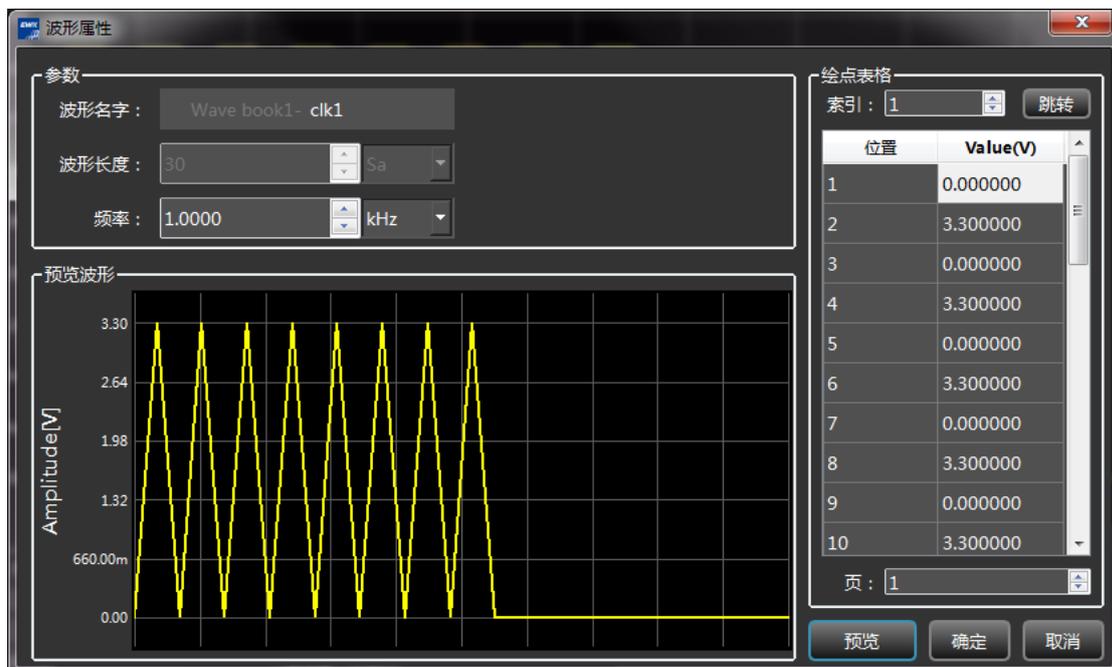
关于 EasyWaveX 的使用，请参考软件本身的使用帮助。



应用实例：利用上位机软件 EasyWaveX 生成模拟以下时序关系的数字时钟和数据的波形，并下载到任意波形发生器的 CH1 和 CH2 输出，速率任意可调

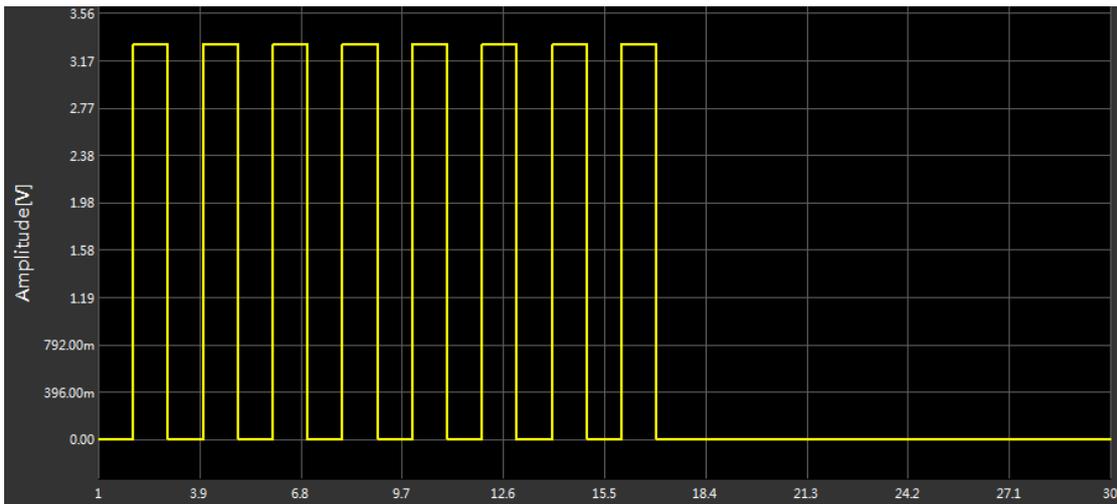


1. 通过 USB 或 LAN 连接设备和安装有 EasyWaveX 上位机软件的电脑。
2. 打开 EasyWaveX，新建一个 30 点的任意波。
3. 在工具栏的“属性”区域，选择“波形属性” ，在“绘点表格”中根据时钟的“0”、“1”跳变规律逐点输入各点的电平，如下图：

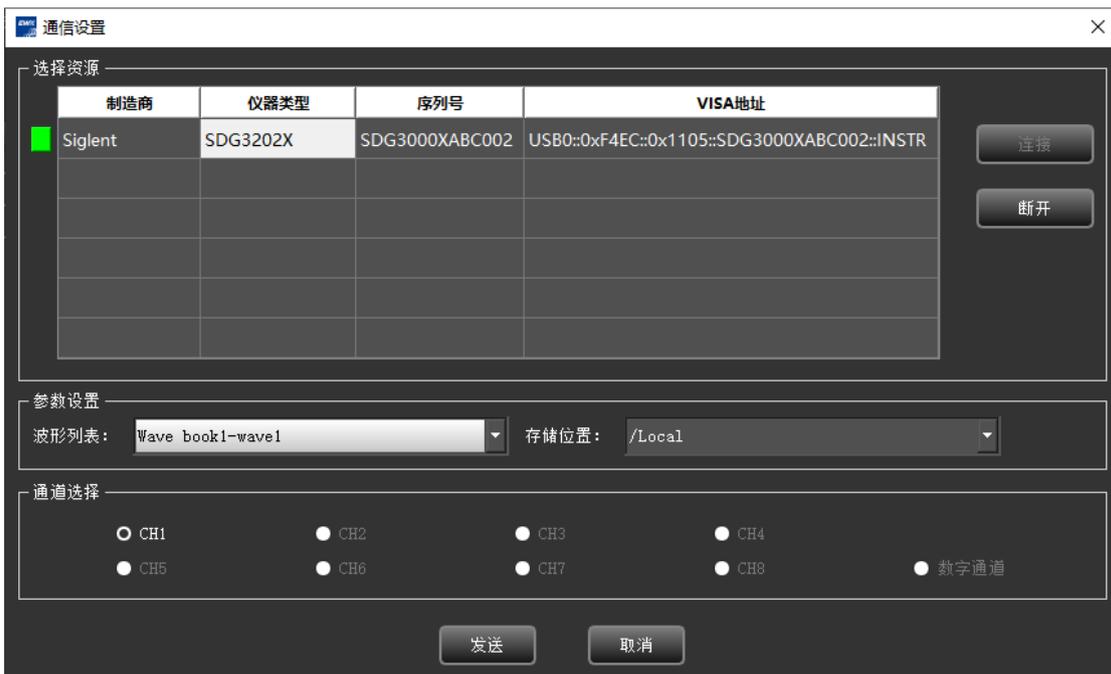


4. 输入完毕后在主程序的波形预览窗口查看波形，在工具栏的“属性”区域，选择“视图属性” ，

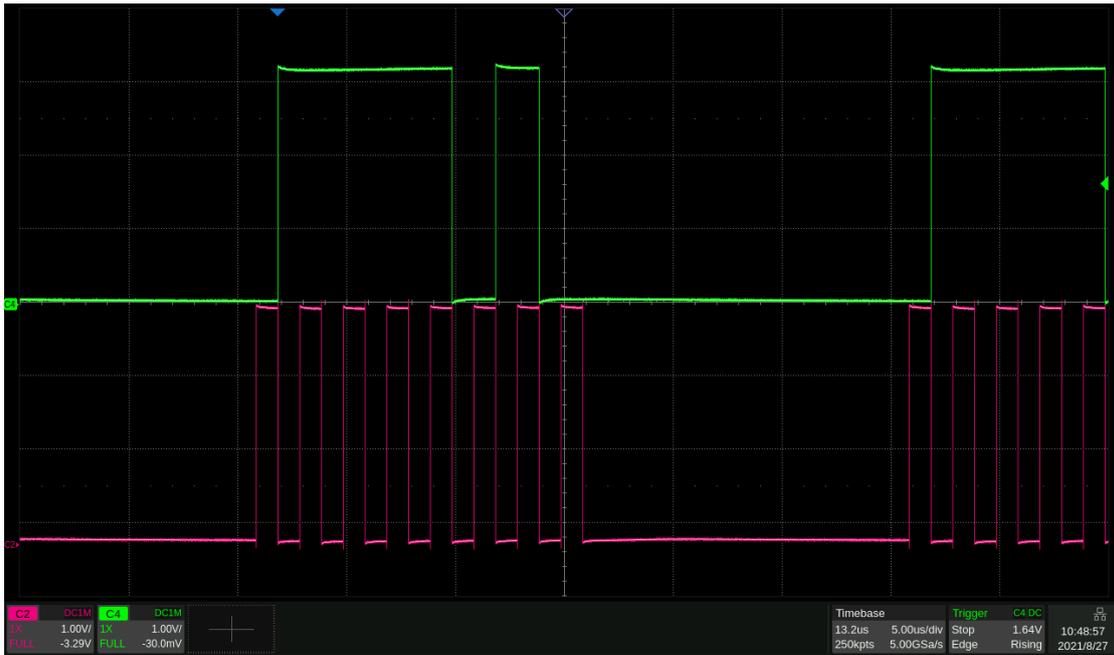
将“插值方式”修改为“零阶保持”，即可获得正确的数字时钟的波形预览图：



5. 执行 **通信** > **发送波形到信号源**，在弹出的对话框中选择要执行波形输出的设备，点击 **连接**，并选择下载的目标通道为 CH1：



6. 采用相同的方法生成数据文件，并下载到设备的 CH2
7. 在设备上将两个通道的“插值方式”设置为“0-order hold”（即：零阶保持）
8. 在设备上根据需要设置时钟和数据输出的幅度和速率。例如要将时钟频率设置为 1 MHz，将时钟通道的“采样率”设置为 2 MSa/s 即可。由于时钟和数据是同步的，可以将 CH1 和 CH2 设置为比例为 1 的频率耦合，这样只需设置一个通道的速率即可，另外一个通道的速率可同步更新。最终由设备输出的时钟和数据信号如下：



可以将 EasyWaveX 生成的波形另存为 csv 文件做进一步编辑，编辑完成后再导入 EasyWaveX，通过 EasyWaveX 下发给设备。也可以将 csv 文件存储到 U 盘，设备直接从 U 盘调用

10 AWG 设置

AWG 模式下，信号发生器采用 TrueArb 技术（图 10.1），按指定的采样率逐点输出指定的波形序列。TrueArb 克服了传统 DDS 技术在产生任意波时可能增加抖动和失真的严重缺陷，同时又保留了其低成本和简单灵活的优势。

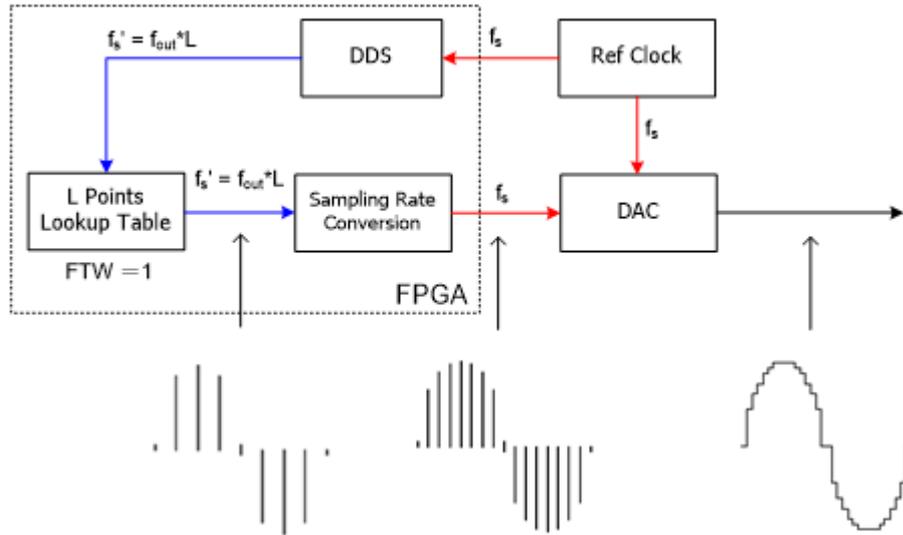


图 10.1 TrueArb 技术原理框图



- A. 波形预览图
- B. 运行模式设置框
- C. 触发方式设置框

- D. 采样率设置
- E. Segment 参数设置
- F. segment 段操作设置框以及 AWG 参数设置框
- G. AWG 波运行开关
- H. AWG 波输出开关

10.1 波形参数设置

AWG 的波形参数设置方法参考正弦波的波形参数设置。



表 10-1 AWG 波形参数说明

AWG 设置	说明
负载	AWG 输出负载可以选择 50 Ω、高阻和自定义
采样率	采样率单位为 Sa/s，可设置范围是 10m Sa/s ~ 600M Sa/s
幅值比例	设置幅值比例可将 Segment 幅度按设置的比例输出，单位为 %
偏移量	偏移量是叠加在 AWG 波形上的直流分量，单位为 V
插值类型	波形的插值类型，详见表 10-2
插值方式	波形的插值方式，详见表 10-3

抽值方式	波形的抽值方式，详见表 10-4
定时器	该参数用于设置 AWG 波输出的间隔时间
外部触发沿	在外部触发时设置，包括上升沿、下降沿、上下沿
触发延时	该参数用于设置触发信号的延迟时间，触发延时的最小值代表硬件上能达到的最小延时
空闲电平	AWG 波形输出结束后输出的电平

表 10-2 AWG 支持的插值类型

插值类型	说明
0-order hold	零阶保持
Linear	线性插值
Sinc	Sinx/x 插值
Sinc13	Sinx/x 插值结合低通滤波，带宽 = 0.13x 采样率
Sinc27	Sinx/x 插值结合低通滤波，带宽 = 0.27x 采样率

表 10-3 AWG 支持的插值方式

插值方式	说明
线性插值	增大 Segment 段长度，输出波形会线性的将增加的长度叠加到一个周期中
零	增大 Segment 段长度，输出波形会在一个周期内输出原有长度的波形后再输出一段 0 电平，0 电平的长度等于增加的 Segment 段长度
保持	增大 Segment 段长度，输出波形会在一个周期内输出原有长度的波形后再输出一段终止电平，终止电平的长度等于增加的 Segment 段长度
周期重复	增大 Segment 段长度，输出波形会在一个周期内输出原有长度的波形后再输出波形，该波形按照一个周期开始输出，长度等于增加的 Segment 段长度

表 10-4 AWG 支持的抽值方式

插值方式	说明
线性抽值	减小 Segment 段长度，输出波形会线性的在一个周期中减少相应的长度
截去尾部	减少 Segment 段长度，输出波形会在一个周期中将从尾部开始减少一段长度
截去头部	减少 Segment 段长度，输出波形会在一个周期中将从头部开始减少一段长度

10.2 Segment 段设置

AWG 可通过左侧菜单栏中的添加、插入、删除和清空设置多段波形输出。



表 10-5 Segment 段设置

段设置	说明
添加	在最后一位 Segment 的后面新增一段波形
插入	在当前选中的 Segment 前面插入一段波形
删除	删除当前选中的 Segment
清空	清空全部 Segment，只保留一段默认的 Segment-1

10.2.1 可显项

Segment 可显项设置可以将需要显示的参数显示在 Segment 序号中，方便用户修改段参数。

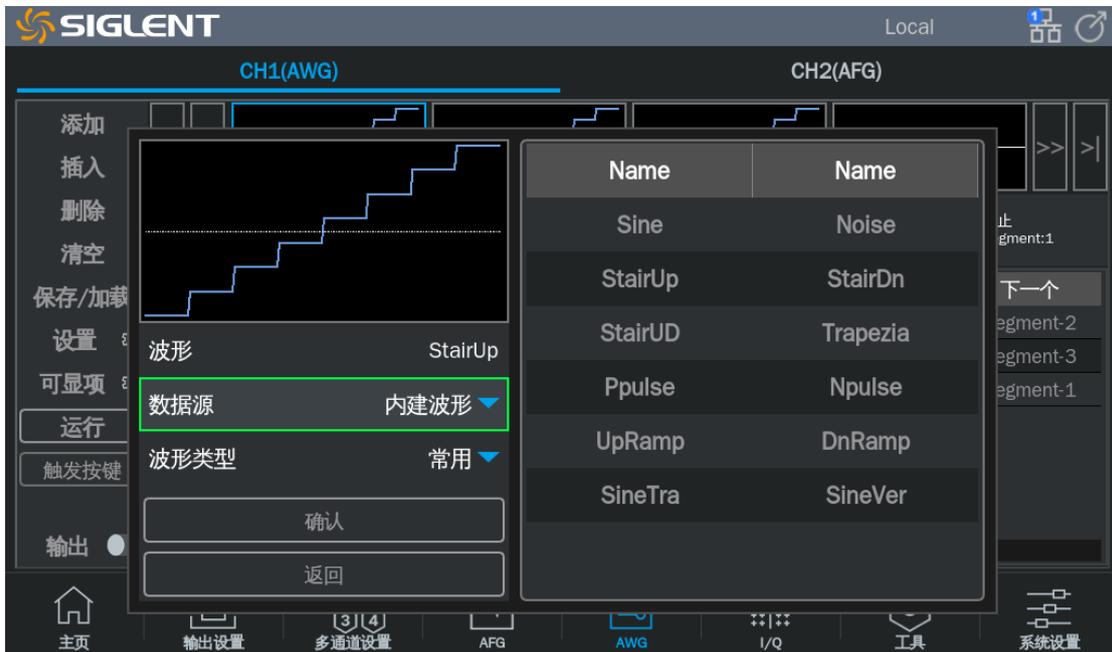


表 10-6 Segment 可显示项

可显示项	说明
波形	在 Segment 序号中显示波形项，点击该项可选择波形数据源，默认显示
长度	表示 Segment 段的长度，用户可按照需求修改输出波形长度，默认显示
循环次数	表示当前 Segment 段在一个周期中连续输出的次数，默认显示
等待事件	表示当前 Segment 段需要等待一定触发调节才能输出，运行模式为高级时有效，默认显示
下一个	用于设置当前 Segment 段播放完成后下一个需要输出的波形，默认显示
幅值	用于设置当前 Segment 段输出波形的幅度大小，默认显示
偏移量	用于设置当前 Segment 段输出波形的偏移量，默认显示
高电平	用于设置当前 Segment 段输出波形的高电平，默认不显示
低电平	用于设置当前 Segment 段输出波形的低电平，默认不显示

10.2.2 数据源

点击波形预览图或波形名称，即可进入数据源的选择界面。数据源包括内建波形和已存波形。



内建波形

内建波形是信号发生器内部预置好的波形，共分为常用、数学、工程、窗函数、三角函数、方波、医疗电子、调制、滤波器和演示等几个类型，在每个类型下分别有多种波形可供选择。

点击“波形类型”参数设置框的类型参数区域，然后在右侧的波形列表中选择波形。在波形较多导致一页显示不下时，列表右侧会出现滚动条。上下操作滚动条可实现列表的滚动。

已存波形

已存波形是用户保存在本地目录、外部 U 盘的波形文件或上位机软件 (EasyWaveX 或 EasyIQ) 下发给设备并保存在本地的波形文件。当选择数据源为“已存波形”时，会自动调用文件管理器窗口。在该窗口下选择需要调用的波形文件，然后点击“加载”即可。

文件管理窗口的操作方法，请参考“存储和调用”一节。

10.2.3 运行模式

AWG 的运行模式有连续、触发、单次/Burst、单步、高级，可按照需求修改 Segment 的运行方式。

表 10-7 Segment 运行模式

运行模式	说明
连续	波形序列连续循环输出
触发	在满足触发条件后再连续循环输出波形序列
单次/Burst	满足触发条件后再输出指定次数的波形序列
单步	每触发一次，按设置的输出顺序依次输出每段波形
高级	每段 Segment 可单独设置不同的等待事件和触发方式，多段 Segment 间可设置不同的播放顺序

10.2.4 触发方式

AWG 的触发方式有手动触发、定时器触发、外部触发，可按照需求修改 Segment 的触发方式。

表 10-8 Segment 触发方式

运行模式	说明
手动触发	点击菜单栏上的 触发按键 按钮进行触发
定时器	使用内部的定时器触发
外部触发	使用外部源触发

10.3 保存/加载

AWG 的保存加载功能可以将当前配置的波形参数和波形数据保存后缀为'.awgx'的文件，该功能可以保存 AWG 文件和包含波形文件的 AWG 文件两种。

表 10-9 保存/加载文件类型

文件类型	说明
AWG	该项只保存机器内建波的数据，不保存用户定义的波形数据(例如 wave1.bin 等波形文件)，如果 Segment 波形有用户定义的 wave1 波形，则保存的文件在其他机器使用时将不会产生 wave1 波。若其他机器上有相同波形名称和路径的 wave1.bin 文件，也可以产生 wave1 波
AWG (包含波形文件)	该项可保存内建波的数据和用户波的数据，保存的文件拷贝到其他机器中也可以正常使用

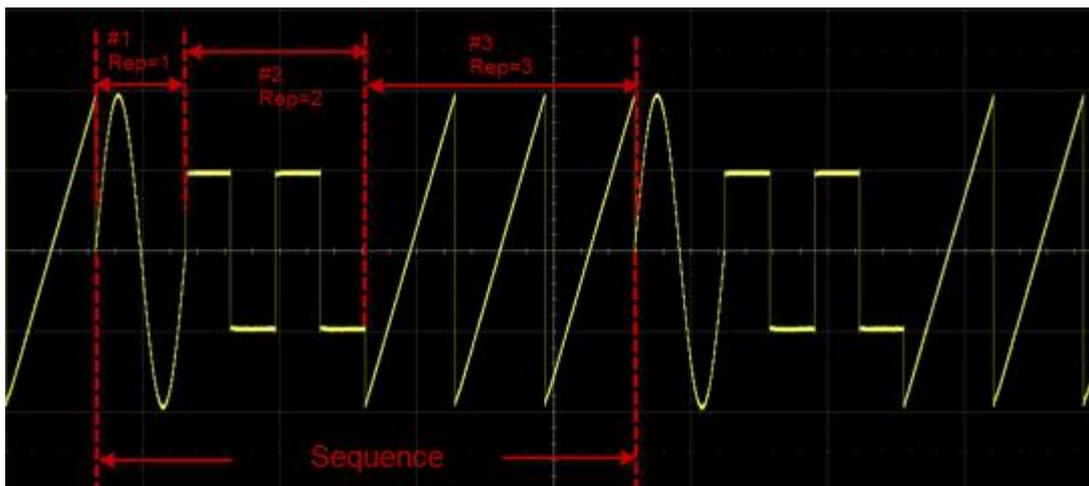


应用实例：输出一个波形序列，依次输出以下段：

- 波形 = Sine, 32768 点, 2 Vpp, 重复 1 次
- 波形 = Square_Duty50, 32768 点, 1 Vpp, 重复 2 次
- 波形 = UpRamp, 32768 点, 2 Vpp, 重复 3 次

1. 执行 **Seq** 按键，打开 AWG 模式；
2. 点击侧栏中的 **添加** 增加两段 Segment；
3. 点击 Segment-1 的波形，选中内建波形中的 Sine 波后确认；
4. 然后点击 Segment-1 的长度设置为 32768，幅度设置为 2 Vpp，循环次数设置为 1；
5. Segment-2 和 Segment-3 的设置同步骤 3、4；
6. 点击运行按键启动序列播放，打开输出。

下图为实际输出的波形：



	<p>AWG 情况下，实际输出幅值还受设置界面的幅值比例影响。例如，在 AWG 页面下设置的幅度是 2 Vpp，在设置页面的幅值比例为 50%，则实际输出幅值为 1 Vpp。</p>
--	---

11 IQ 信号设置

SDG3000X 可作为一款 I/Q 信号发生器使用，提供 ASK、PSK、QAM、FSK、MSK 和 Multitone 等多种调试方式的 I/Q 矢量信号。I/Q 信号源数据的生成可以借助上位机软件 EasyIQ，EasyIQ 和设备通过 USB 或 LAN 连接。

在 I/Q 功能模式下，CH1 作为 I 路输出，CH2 作为 Q 路输出，两路输出共用一套参数设置，如下图所示：



- A. 波形频谱预览图
- B. 参数设置框
- C. 输出开关
- D. IQ 补偿设置

设置波形参数

I/Q 的基本波形参数包括“中心频率”、“幅度”和“符号率/采样率”。其设置方法参考正弦波的波形参数设置。

表 11-1 IQ 波形参数说明

IQ	
中心频率	载波的频率，当中心频率 = 0 时，输出为基带 I/Q 信号；当中心频率 ≠ 0 时，输出为经过正交调制的中频信号。二者的区别详见“工作模式”一节。
幅度	当中心频率 = 0 时，幅度值为 I/Q 信号的模 $\sqrt{I^2 + Q^2}$ ；当中心频率 ≠ 0 时，信号只从 I 路输出，幅度值为 I 路输出的均方根值 I_{rms}

符号率/采样率	符号率 (Fsymb) 和采样率 (Fs) 根据参数过采样点 (Pts/Symbol) 转换, 转换关系 $F_s = F_{symb} * Pts / Symbol$ 。波形过采样点的信息可以在“波形信息”内读取到
---------	--

波形信息

波形信息中包含波形的调制参数, 包括调制类型、符号长度、过采样点、滤波器类型和滤波器的滚降系数等, 只读。

触发源

触发源有内部、外部、手动和定时器触发。

表 11-2 IQ 波形触发源说明

触发源	说明
内部	内部触发时, 内部触发是默认的 IQ 基带信号回放方式, IQ 波形是一直输出的
外部	外部触发时, 信号发生器接收从仪器前面板输入的触发信号, 接收到一个 CMOS 脉冲上升沿时, 就会一直输出周期的 IQ 波形
手动	手动触发时, 参数页会出现一个 触发按键 按钮, 按一次该按钮就会一直输出周期的 IQ 信号
定时器	定时器触发时, 参数页会有定时时间的设置, 等待设置的时间之后, 就会一直输出周期的 IQ 信号

数据源

点击“数据源”参数设置框内的设置图标, 即可进入数据源的选择界面。可以选择加载内建波形, 也可以选择加载已存的波形。

表 11-3 IQ 波形数据源说明

数据源	说明
内建波形	内建波形是信号发生器内部预置好的波形, 包含有多种 ASK、PSK、QAM 等调制波形。内建波形的选择方式同任意波的内建波形
已存波形	已存波形是用户保存在本地目录或外部 U 盘的波形文件, 或上位机下发给设备并保存在本地的波形文件。已存波形的选择方式同任意波的已存波形

11.1 工作模式

SDG3000X 的 I/Q 信号可以在两种工作模式下输出。当中心频率 = 0 时，工作模式为基带 I/Q 模式，此时 CH1 作为 I 路输出，CH2 作为 Q 路输出；当中心频率 \neq 0 时，工作模式为中频信号模式，此时 I 路和 Q 路都有信号输出。

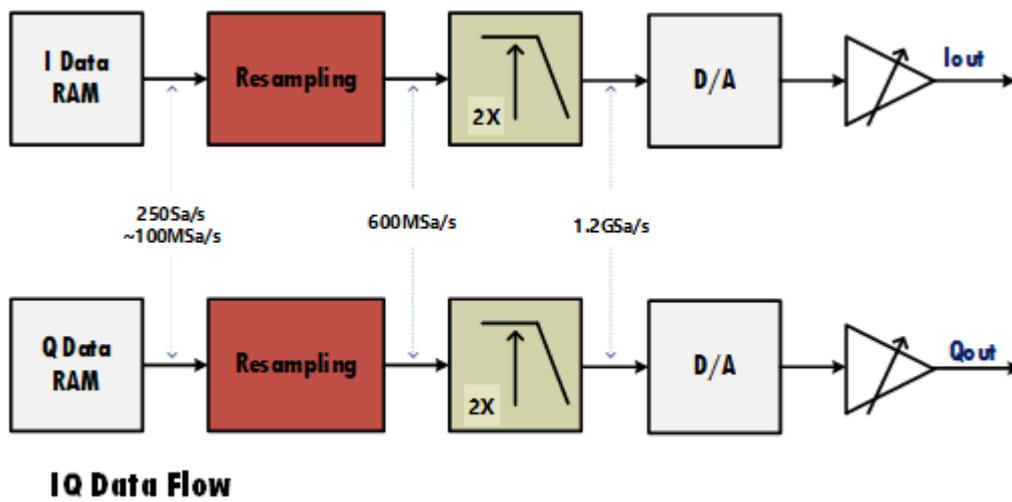


图 11.1 基带 IQ 模式

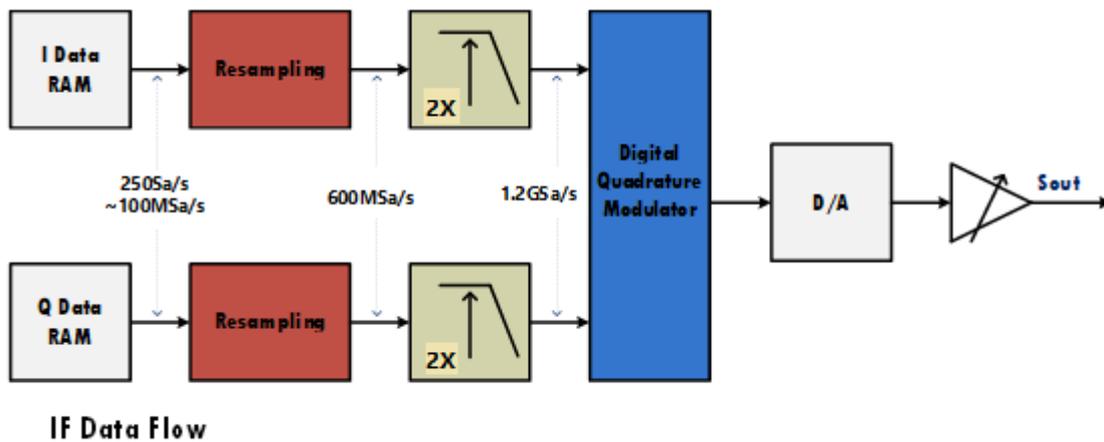


图 11.2 中频信号模式

正交调制器的原理框图如下图：

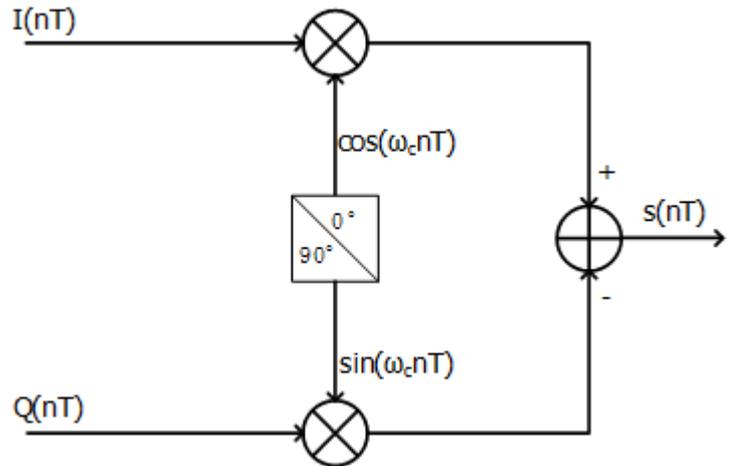


图 11.3 正交调制器的原理框图

11.2 IQ 补偿

在基带 I/Q 工作模式下，SDG3000X 提供了 I/Q 补偿的选项，用于最大程度上抑制由于 I/Q 两路通道的不平衡带来的镜像。

表 11-4 IQ 补偿说明

IQ 补偿设置	说明
增益平衡	幅度增益平衡，调节的是 I/Q 两路的幅度差，单位为 dB
I 路偏置	I 路直流偏置，与 Q 路直流偏置联合调节以补偿 I/Q 两路的偏置不平衡
Q 路偏置	Q 路直流偏置
Q 角调节	Q 路的相位角调节，以补偿 I/Q 两路的相位不平衡

11.3 EasyIQ

I/Q 波形编辑软件 EasyIQ 支持 2ASK, 4ASK, 8ASK, BPSK, QPSK, 8PSK, DBPSK, DQPSK, D8PSK, 8QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM, 2FSK, 4FSK, 8FSK, 16FSK, MSK, MultiTone 等多种调制类型的 I/Q 数据生成，并将生成的数据直接下载到设备输出。



图 11.4 EasyIQ 操作界面

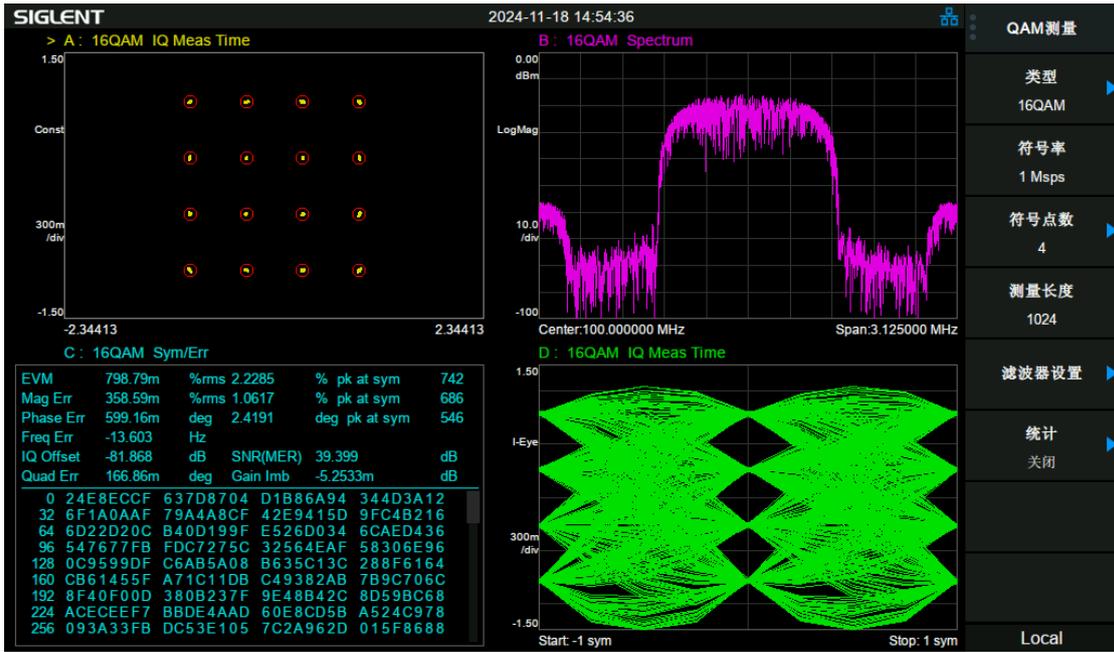
关于 EasyIQ 的使用的详细说明，请参考软件本身的使用帮助。



应用实例：输出一个 I/Q 信号，将该 I/Q 信号调制到 100 MHz 中频后输出，观察输出结果。I/Q 信号参数如下：

- 调制类型 = 16 QAM
- 符号长度 = 1024
- 符号率 = 1 MSymbol/s
- 过采样点 = 4
- 滚降系数 = 0.35

1. 打开 I/Q 输出，执行菜单栏中的 **I/Q** ；
2. 点击 **数据源** ，选中内建波形中的 16 QAM 后确认；
3. 点击 **采样率/符号率** ，设置符号率为 1 MS/s；
4. 点击 **中心频率** ，设置为 100 MHz；
5. 打开输出开关，连接到信号分析仪进行解调，结果如下：



12 调制/扫描/脉冲串设置

12.1 概述

调制、扫频和脉冲串都可以看做是对载波的调制。除了常规的调制外，扫频是一种特殊的频率调制，脉冲串则是一种脉冲调制。

SDG3000X 提供了丰富的调制功能，包括 AM、DSB-SC、FM、PM、FSK、ASK、PSK 和 PWM，根据不同的调制类型，需要设置不同的调制参数。幅度调制时，可对调幅频率、调制深度、调制波形和信源类型进行设置；频率调制时，可对调频频率、频率偏差、调制波形和信源类型进行设置；相位调制时，可对调相频率、相位偏差、调制波形和信源类型进行设置；频移键控调制时，可对键控频率、跳频频率和信源类型进行设置；幅移键控调制时，可对键控频率、载波频率和信源类型进行设置；相移键控调制时，可对调制速率、极性和信源类型进行设置；脉宽调制时，可对调制频率、脉宽/占空比偏差、调制波形和信源类型进行设置。下面对不同的调制类型逐一进行介绍，着重说明其参数设置。

12.2 调制

SDG3000X 支持常用的模拟调制 (AM/DSB-SC/FM/PM/PWM 等) 和数字键控 (ASK/FSK/PSK 等)。调制的信源可选择内部、外部和通道。



12.2.1 信源选择

调制波的信源总共有 3 种：内部、外部、通道。详细说明见下表：

表 12-1 调制波信源及说明

信源	说明
内部	调制信号由内部从 DDS 模块产生，根据用户的配置（调制频率、调制波形）等生成相应的调制波
外部	<p>调制信号由外部输入。</p> <p>当调制类型为模拟类调制（AM/DSB-SC/FM/PM/PWM 等）时，外部源由后面板的 MODULATION IN 接口输入。输入的模拟信号的幅度决定了调制系数（调制深度/频偏/相偏/脉宽偏差等），对外调制幅度的要求详见数据手册的参数“100%调制时对应的幅度”。关于 100%调制的说明详见表 12-2。</p> <p>当调制类型为数字键控（ASK/FSK/PSK 等）时，外部源由后面板的 MODULATION IN 接口输入。输入的数字序列须满足外触发接口的电气要求（详见数据手册）</p>
通道	当被调制的载波在 CH1 时，可直接使用 CH2 为调制波，此时设备在内部直接用 CH2 作为调制波来调制 CH1 的载波，而不需要通过外部线缆将 CH2 的波形引入到外部接口。反之亦然。

表 12-2 100%调制的说明

	说明
AM	对应调制深度=100%的情况
FM	对应频偏=设置频偏的情况。例如外调制输入的幅度为 100%调制时对应的幅度的 50%，所得频偏即为设置频偏的 50%
PM	对应相偏=设置相偏的情况。例如外调制输入的幅度为 100%调制时对应的幅度的 50%，所得相偏即为设置相偏的 50%

12.2.2 调制类型

下表体现了 SDG3000X 支持的各种调制类型及其与载波的兼容关系：

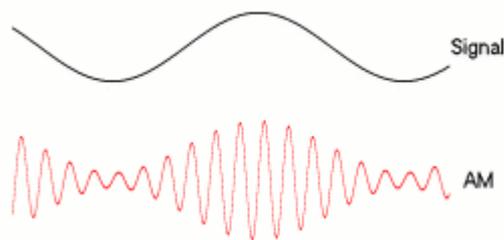
表 12-3 调制类型与载波的兼容关系

调制 \ 载波	载波					
	Sine	Square	Pulse	Ramp	Noise	Arb
AM	●	●	●	●	●	●
DSB-SC	●	●	●	●	●	●

FM	●	●		●		●
PM	●	●		●		●
PWM			●			
FSK	●	●		●		●
ASK	●	●	●	●	●	●
PSK	●	●		●		●

AM

AM 为幅度调制，是用调制波的幅度来控制载波的幅度的调制方法。

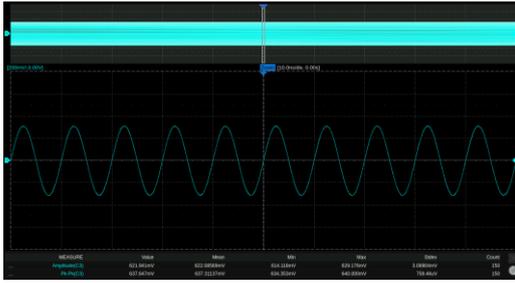


AM 的可设置参数如下表：

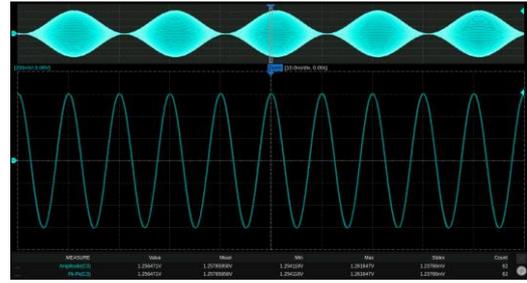
表 12-4 AM 调制参数说明

AM	
调制深度	<p>又称调幅系数 (m)，由调幅波包络的最大值 $U_{cm,max}$ 和最小值 $U_{cm,min}$ 决定：</p> $m = \frac{U_{cm,max} - U_{cm,min}}{U_{cm,max} + U_{cm,min}}$ <p>当信源=内部或通道时，该值可直接设置； 当信源=外部时，由外调制输入的幅度决定</p>
调制频率	<p>调制波的频率。</p> <p>当信源=内部时，该值可直接设置； 当信源=外部时，由外调制输入或另一通道的频率决定</p>
调制波形	<p>调制波的形状。</p> <p>当信源=内部时，该值可直接设置； 当信源=外部时，由外调制输入或另一通道的波形决定</p>

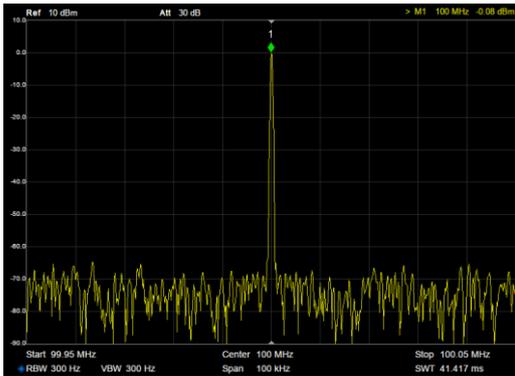
AM 的幅度策略是保持载波的功率与未调制时一致，即：载波的功率与调制深度无关。这样会出现 AM 波形的峰峰值超出设定值的情况，属于正常现象。下图展示了 60 MHz, 0 dBm 的载波在无调制和 100% 调制深度时幅度对比，可以看到：调制打开后时域上的峰峰值变大，但频域上载波的功率维持不变。



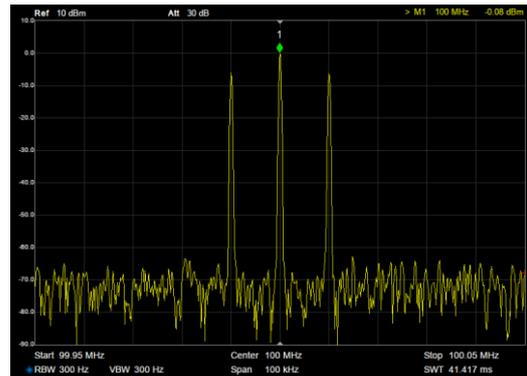
无调制时域图



100%调制深度时域图



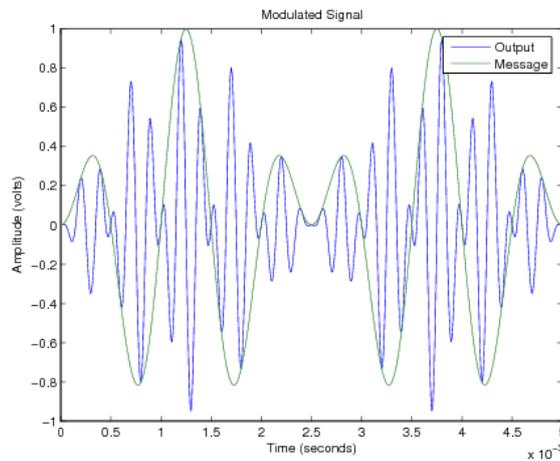
无调制频谱图



100%调制深度频谱图

DSB-SC

DSB-SC 为抑制载波的双边带幅度调制。



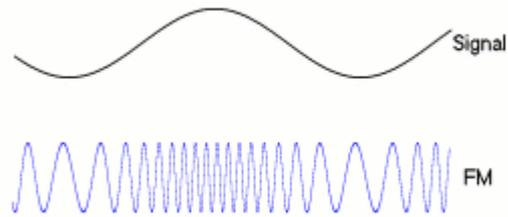
DSB-SC 的可设置参数如下表：

表 12-5 DSB-SC 调制参数说明

DSB-SC	
调制频率	同 AM
调制波形	同 AM

FM

FM 为频率调制，是用调制波的幅度来控制载波的频率的调制方法。



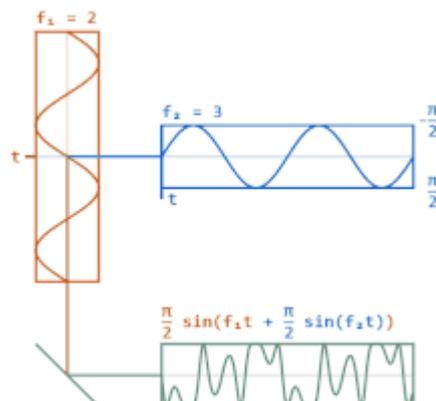
FM 的可设置参数如下表：

表 12-6 FM 调制参数说明

FM	
调制频率	同 AM
调制波形	同 AM
频率偏差	瞬时频率偏离载波频率 f_c 的最大值 Δf ，频率偏差达到时对应的是调制波幅度的最大值或最小值。调制后的载波频率在 $f_c \pm \Delta f$ 范围内变化。 当信源=内部或通道时，该值可直接设置；当信源=外部时，由外调制输入的幅度决定，外调制的满幅度对应设置的频率偏差

PM

PM 为相位调制，是用调制波的幅度来控制载波的瞬时相位的调制方法。



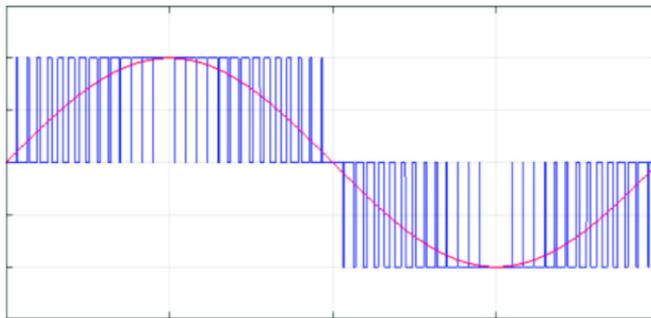
PM 的可设置参数如下表：

表 12-7 PM 调制参数说明

PM	
调制频率	同 AM
调制波形	同 AM
相位偏差	<p>瞬时相位偏离载波不调制时的瞬时相位 $\varphi_c(t)$ 的最大值 $\Delta\varphi$，相位偏差达到时对应的是调制波幅度的最大值或最小值。调制后的载波相位在 $\varphi_c(t) \pm \Delta\varphi$ 范围内变化。</p> <p>当信源=内部或通道时，该值可直接设置；当信源=外部时，由外调制输入的幅度决定，外调制的满幅度对应设置的相位偏差</p>

PWM

PWM 即脉宽调制，仅适用于载波=Pulse 的情况，指用调制波的幅度来控制载波的正脉宽的调制方法。



PWM 的可设置参数如下表：

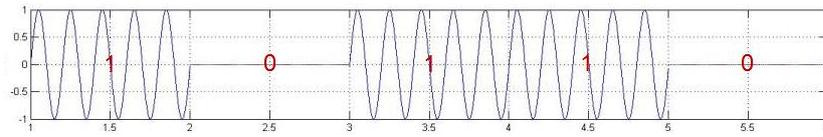
表 12-8 PWM 调制参数说明

PWM	
调制频率	同 AM
调制波形	同 AM
脉宽偏差	<p>正脉宽偏离不调制时正脉宽的最大值，脉宽偏差达到时对应的是调制波幅度的最大值或最小值。</p> <p>当信源=内部或通道时，该值可直接设置；当信源=外部时，由外调制输入的幅度决定，外调制的满幅度对应设置的脉宽偏差</p>

ASK

ASK 即幅度键控，在这里特指二进制幅度键控。被调载波的幅度随二进制序列的 1/0 状态变化，即

用载波幅度的有无来代表 1 或 0。



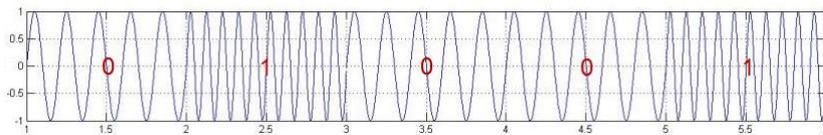
ASK 的可设置参数如下表：

表 12-9 ASK 参数说明

ASK	
键控频率	二进制序列的码率。当信源=内部时，该值可直接设置，内部源为指定频率的时钟序列；当信源=外部时，由外触发端口输入的 0/1 状态决定

FSK

FSK 即频率键控，在这里特指二进制频率键控。被调载波的幅度随二进制序列的 1/0 状态变化，即载波频率为 f_0 时代表传 0，载波频率为 f_1 时代表传 1。



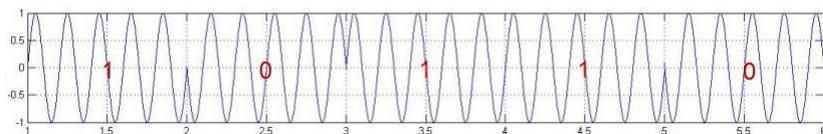
FSK 的可设置参数如下表：

表 12-10 FSK 参数说明

FSK	
键控频率	同 ASK
跳频频率	代表 1 的频率，即 f_1 。代表 0 的频率（即 f_0 ）为当前设置的载波频率

PSK

PSK 即相位键控，在这里特指二进制相位键控。被调载波的瞬时相位随二进制序列的 1/0 状态变化。



PSK 的可设置参数如下表：

表 12-11 PSK 参数说明

PSK	
键控速率	同 ASK
极性	正相/反相。正相时，在 0 ~ 1 变化时，相位为 0°；在 1 ~ 0 变化时，相位为 180°；反相时相反

12.3 扫描

扫描属于特殊的频率调制（FM）或幅度调制（AM）。扫频打开时，载波输出频率或幅度可按设置的规律（线性/对数/步进）变化，并可受触发信号控制。



- A. 波形预览图
- B. 扫描模式设置框
- C. 触发源设置框
- D. 扫描参数设置框

12.3.1 扫描类型

扫描类型分为频率扫描、幅度扫描、频率&幅度扫描三种，详细说明见下表：

表 12-12 扫描的类型

扫描类型	说明
频率扫描	一种特殊的频率调制（FM）
幅度扫描	一种特殊的幅度调制（AM）
频率&幅度扫描	频率扫描和幅度扫描

12.3.2 扫描模式

扫描模式分为线性、对数、步进三种，详细说明见下表：

表 12-13 扫描的模式

扫描模式	说明
线性扫描	即调制波为锯齿波的 FM/AM。其频率/幅度在扫描周期内由起始频率/起始幅度向终止频率/终止幅度线性变化
对数扫描	频率变化服从 10^x 规律，常用于一些信道的频率响应测试。频率响应一般按对数坐标（10 倍频程）来绘制，因此为了在对数坐标图上看到均匀的样点分布，就需要使用对数扫频（仅支持频率扫描）
步进扫描	频率或幅度按步进数将扫描范围等分步进扫描

12.3.3 触发源

扫描使用的触发源有内部、外部和手动三种，详细说明见下表：

表 12-14 扫描的触发源

触发源	说明
内部	由内部定时器控制扫频循环输出
外部	信号发生器接收从仪器后面板输入的触发信号，每次接收到一个 CMOS 脉冲上升沿时，就输出一次扫频。扫频结束后载波频率将回到起始频率并维持不变，直到下一次触发到来
手动	手动触发时，参数页会出现一个 触发按键 按钮，每按一次该按钮输出一次扫频。扫频结束后载波频率将回到起始频率并维持不变，直到下一次触发到来

12.3.4 扫描参数设置

扫描参数及其详细说明见下表：

表 12-15 扫描的参数及说明

扫描参数	说明
扫描时间	一次扫频所花费的时间
起始保持时间	开始扫描前停留在起始频率或起始幅度的等待时间
结束保持时间	扫描结束后停留在终止频率或终止幅度的等待时间
返回时间	扫描完后停留在零电平的等待时间

起始频率/ 中心频率 终止频率/ 频率范围	扫描的频率参数。其关系如下： 中心频率 = (起始频率+终止频率)/2 频率范围 = 终止频率-起始频率 (幅度扫描时幅度参数亦如此)
扫描方向	分向上、向下和上下三种模式。 向上表示频率由低向高扫描；向下表示频率由高向低扫描；上下模式仅适用于线性扫描，在扫描时间内先由起始频率扫描到终止频率，再扫描回起始频率。这种方式等效于用三角波做调制波的调频，三角波的对称度可设置，对应不同的向上扫描时间和向下扫描时间 (幅度扫描时幅度参数亦如此)
触发输出	当触发源=内部或手动时，可由后面板的触发输出接口输出触发信号，触发信号的上升沿对应扫描的开始



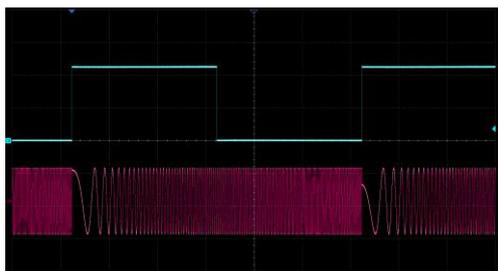
应用实例：分别以线性和对数的规律输出一个扫频正弦波，参数如下：

- 扫描方向 = 向上，起始频率 = 100 Hz，终止频率 = 100 kHz
- 扫描时间 = 3 ms
- 触发源 = 内部，触发输出打开

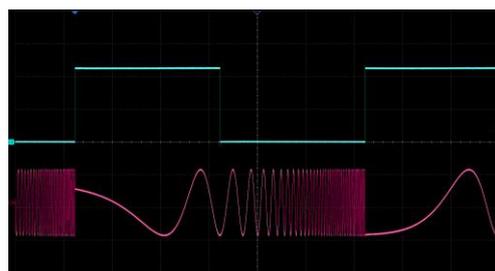
1. 在 CH1 的载波参数设置页面设置好载波的“波形”为“Sine”；
2. 开启扫频模式开关；
3. 设置“扫描类型”为“线性”；
4. 设置“触发源”为“内部”；
5. 设置“扫描时间”为 3 ms，“扫描方向”为“向上”；
6. 设置“起始频率”为 100 Hz，终止频率为 100 kHz；
7. 打开触发输出。利用触发输出上升沿与起始频率同步的特性，用它来触发示波器来观察稳定的扫频信号；
8. 打开 CH1 的输出，观察结果；
9. 改变“扫描类型”为“对数”，观察结果。

遵循以上步骤，即可输出预期的扫频信号。设置完成后线性扫频参数页面如下。对数扫频的参数仅“扫描类型”处不同。

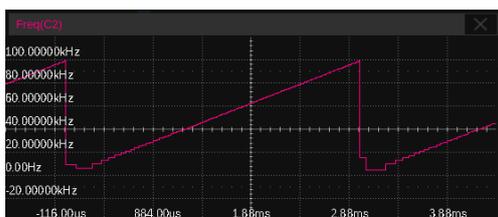
扫频输出的结果如下（图中红色迹线为扫频信号，蓝色迹线为触发信号）：



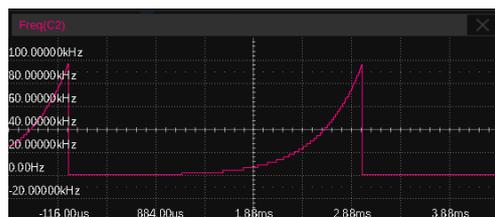
线性扫频结果



对数扫频结果



线性扫频频率 vs 时间



对数扫频频率 vs 时间

此例能帮助用户更深刻地理解线性扫频和对数扫频的区别：从 100 Hz 扫描到 100 kHz，扫描时间 3 ms，频率增加了 10^3 倍，按对数扫频每 1 ms 增加 10 倍。下表中列出了对数扫频和线性扫频模式下的各时间点对应的频率值。

时间 (ms)	0	1	2	3
频率 (Hz)				
-- 对数扫频	100	1000	10000	100000
频率 (Hz)				
-- 线性扫频	100	33400	66700	100000

12.4 脉冲串

脉冲串 (Burst) 是一种猝发信号。通过一定的控制信号，来触发输出一定数量的载波周期数。



- A. 波形预览图
- B. Burst 类型设置框
- C. 触发源设置框
- D. Burst 参数设置框

12.4.1 Burst 类型

Burst 类型分为 N 循环和门控，详细说明见下表：

表 12-16 Burst 的类型

Burst 类型	说明
N 循环	每次触发时，输出指定个数 (N) 的载波周期
门控	当门控信号有效时，输出载波，否则不输出，门控信号可以是高有效或低有效

12.4.2 触发源

Burst 使用的触发源有内部、外部和手动三种，使用方法与扫频类似。详细说明见下表：

表 12-17 Burst 的触发源

触发源	说明
内部	由内部定时器控制脉冲串循环输出
外部	信号发生器接收从仪器后面板输入的触发信号/门控信号。作为触发信号时，每次接收到一个 CMOS 脉冲上升沿时，就输出一次脉冲串。作为门控信号时，通过判断该信号的高低来决定是否输出载波信号
手动	手动触发时，参数设置区域会出现一个 触发按键 按钮，每按一次该按钮输出一次脉冲串

12.4.3 Burst 参数设置

Burst 参数及其详细说明见下表：

表 12-18 Burst 的参数及说明

Burst 参数	说明
起始相位	开始输出脉冲串时的初始相位
Burst 周期	该参数仅在触发源 = 内部时可用，用于设置内部定时器的循环周期
周期数	该参数仅在 Burst 类型 = N 循环时可用，用于指定每个脉冲串包含的周期个数。点击参数设置框的参数名区域可设置周期数为“无限”，表示在接收到触发后一直输出连续的载波，用于控制载波在特定的事件发生后输出
极性	该参数仅在 Burst 类型 = 门控时可用，用于指定门控信号的极性。 当极性 = 正时，门控高有效才输出载波信号； 当极性 = 负时，门控低有效才输出载波信号
触发延时	该参数仅在触发源=内部或手动时可用，用于设置触发信号的延迟时间。触发延时的最小值代表硬件上能达到的最小延时
触发输出	该参数仅在触发源 = 内部或手动时可用，可设置为向上、向下或关闭
边沿	该参数仅在触发源 = 外部时可用，用于指定响应触发信号的上升沿或下降沿
空闲电平	脉冲串输出结束后输出的电平

13 跳频

SDG3000X 只有在 AFG 模式且载波为 sine 波时支持跳频功能。跳频功能开启时，只支持 AM 调制。在主页上的工具栏中点击 **跳频** 进入跳频设置页面。跳频开启分为通道输出与跳频输出两步，跳频功能开启时，强制关闭 sweep、burst 等功能，并且自动切换基本波到 sine（当前通道载波非 sine 时），停止正常输出。编辑跳频参数后，开启跳频输出后输出跳频信号。

跳频共有 3 种模式：列表模式（Manual）、随机模式（Random Hop）、随机列表（Random List）。不同模式通过“跳频模式”菜单选择切换。随机模式（Random Hop）、随机列表（Random List）两种模式下需要设置 PRBS 码的阶数 $n(n=[7,32])$ ，输出频率表的频点。机器用 n 级移位寄存器和不同的反馈组合，生成长度为 2^n-1 的伪随机序列，伪随机序列长度需要大于或等于频点数，序列的值分别和频点数进行求模运算，用运算结果对跳频表进行索引，生成最终的跳频序列。

表 13-1 跳频类型说明

跳频类型	说明
列表模式	根据自定义的频率序列列表输出频率表中的频点
随机模式	根据设置的最大频率、最小频率和频率步进确定频率表输出频点，可设置频率过滤表将不想输出的频率范围过滤掉
随机列表	由 PRBS 码值确定输出频率表中的频点

13.1 列表模式



表 13-2 列表模式参数说明

参数	说明
时间	跳频时间间隔
基波设置	设置 Sine 波的负载、幅度、偏移量等参数
MOD 设置	设置调制信源、调制频率、调制深度、调制波形等参数

表 13-3 跳频序列列表说明

功能	说明
添加	在跳频序列列表最后增加一个频点
插入	在跳频序列列表选中频点的前面增加一个频点
删除	删除最后一个频点或选中频点
清空	清除所有新增频点，恢复默认项
存储调用	保存当前表格配置的 hop 文件或调用已存的 hop 文件

表 13-4 频率表说明

功能	说明
添加	在频率表最后增加一个频点
插入	在频率表选中频点的前面增加一个频点
删除	删除最后一个频点或选中频点
清空	清除所有新增频点，恢复默认项
存储调用	保存当前表格配置的 hop 文件或调用已存的 hop 文件

13.2 随机模式



表 13-5 随机模式参数说明

参数	说明
时间	跳频时间间隔
基波设置	设置 Sine 波的负载、幅度、偏移量等参数
MOD 设置	设置调制信源、调制频率、调制深度、调制波形等参数
最小频率	设置跳频频率表的最小频率
最大频率	设置跳频频率表的最大频率
频率步进	设置跳频频率之间的频率间隔
PRBS 码型	设置跳频输出顺序的 PRBS 码型

表 13-6 频率过滤表说明

功能	说明
添加	在频率过滤表最后增加一个频率过滤范围
插入	在频率表选中过滤范围的前面增加一个频点
删除	删除最后一个过滤范围或选中过滤范围
清空	清除所有新增过滤范围，恢复默认项
存储调用	保存当前表格配置的 hop 文件或调用已存的 hop 文件

13.3 随机列表



表 13-7 随机模式参数说明

参数	说明
时间	跳频时间间隔
基波设置	设置 Sine 波的负载、幅度、偏移量等参数
MOD 设置	设置调制信源、调制频率、调制深度、调制波形等参数
PRBS 码型	设置跳频输出顺序的 PRBS 码型

14 多音

SDG3000X 只有在 AWG 模式时才支持多音功能。

执行 **Seq** > **工具** > **多音**，可进入多音参数设置页面。



表 14-1 多音参数说明

参数	说明
采样率	采样率单位为 Sa/s，可设置范围是 10m Sa/s ~ 600M Sa/s；设置的采样率应大于多音频率的 2.56 倍
幅度	幅度单位为 Vpp，可设置范围是 4m Vpp ~ 20 Vpp
起始频率	用于更新 Tone List 的最小频率点，点击 增加至列表 后生效
结束频率	用于更新 Tone List 的最大频率点，点击 增加至列表 后生效
Tone Number	用于更新 Tone List 的频率点数，点击 增加至列表 后生效
Notch List	设置需要过滤 Tone List 的频率范围，点击 增加至列表 后生效，详见表 14-2
Tone List	可手动设置需要输出的频点，也可点击 增加至列表 生成频点，详见表 14-3

表 14-2 Notch List 参数说明

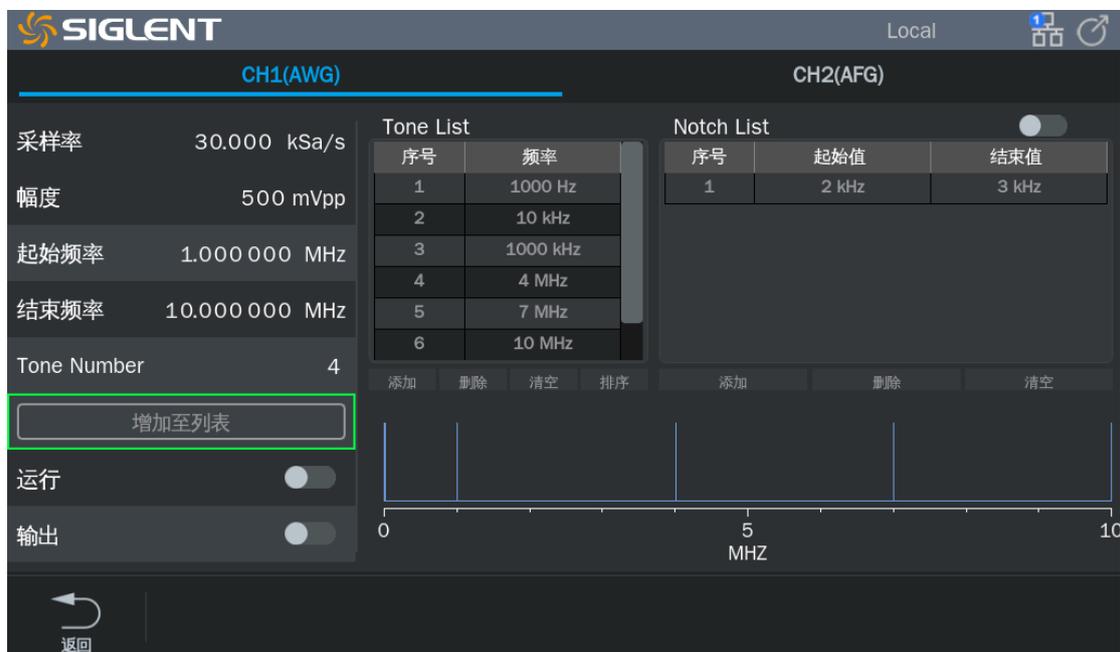
参数	说明
添加	在 Notch List 最后增加一个频率范围
删除	删除最后一个频率范围或选中的频率范围
清空	清空所有频率范围，恢复默认项

表 14-3 Tone List 参数说明

参数	说明
添加	在 Tone List 最后增加一个频率点
删除	删除最后一个频率点或选中的频率点
清空	清空所有频率范围，恢复默认项
排序	将所有频率点按照从小到大依次排序

14.1 增加频点至列表

点击 **增加至列表** 后会按照频点数 (Tone Number)，将频率范围等分并增加到 Tone List 中。



如设置 Tone Number 为 4，起始频率为 1 MHz，结束频率为 10 MHz，那么将会有 4 个频点将频率范围等分，每个频点的间隔频率为 $(\text{结束频率} - \text{起始频率}) / (\text{Tone Number} - 1)$ ，则会按照 3 MHz 的频率间隔将 1 MHz、4 MHz、7 MHz、10 MHz 四个频点增加到 Tone List 中。

14.2 Notch Switch

Notch List 可设置一个频率范围将不需要的频点过滤,将 Notch Switch 打开,点击 **增加至列表**, 在 Tone List 中落在该频率范围内的频点将被清除。



如在 Notch List 中设置一个频率范围,起始值为 1 MHz,结束值为 5 MHz,开启 Notch Switch, 点击 **增加至列表** 后,会将 Tone List 中落在 [1 MHz, 5 MHz] 范围内的 1 MHz 和 4 MHz 清除,只剩下 7 MHz 和 10 MHz 两个频点。

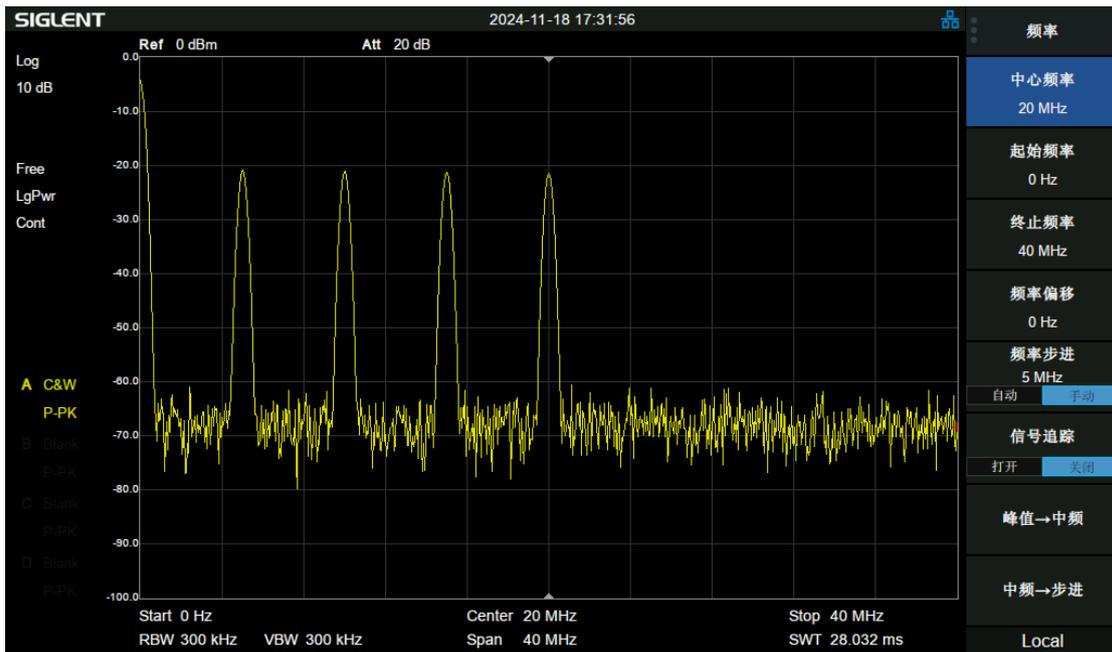


应用实例: 输出一个多音信号,观察输出结果。多音信号参数如下:

- 采样率 = 60 MSa/s
- 幅度 = 500 mVpp
- 起始频率 = 5 MHz
- 结束频率 = 20 MHz
- Tone Number = 4

1. 执行 **Seq** 按键,打开 AWG 模式;
2. 点击 **工具**,进入多音参数设置界面,设置采样率为 60 MSa/s,幅度为 500 mVpp,起始频率为 5 MHz,结束频率为 20 MHz, Tone Number 设置为 4;
3. 点击 Tone List 中的 **清空**,然后点击 **增加至列表**;
4. 点击运行按键启动多音播放,打开输出。

信号分析仪测得结果如下,多音信号在 5 M, 10 M, 15 M, 20 M 四个频点下输出幅度为 500 mVpp。



15 多脉冲

SDG3000X 只有在 AWG 模式时才支持多脉冲功能。多脉冲开启分为通道输出和多脉冲运行，编辑多脉冲参数后，开启通道输出和运行即可输出多脉冲波。

执行 **Seq** > **工具** > **多脉冲**，可进入多脉冲参数设置页面。



表 15-1 多脉冲参数说明

参数	说明
脉冲数	设置输出脉冲的个数
高电平	设置输出脉冲的高电平
低电平	设置输出脉冲的低电平
触发源	设置多脉冲的触发方式，可设置内部、手动、外部、定时器触发
触发延时	用于设置多脉冲输出的延迟时间
负载	多脉冲的输出负载可以选择 50 Ω、高阻和自定义
采样率类型	可设置类型自动和自定义，自定义时采样率设置范围为 10mSa/s ~ 600Msa/s
脉宽	设置输出脉冲的正脉宽大小
间隙	设置输出脉冲的负脉宽大小

16 计数器

计数器用于测量当前信号的频率、周期，或对当前指定的触发事件计数。在底部菜单的工具栏中点击 **计数器** 进入相关的设置。计数器共两种工作模式：频率计模式和计数器模式。

16.1 频率计模式

频率计模式的参数设置页面如下：



- A. 参数测量值统计显示区域
- B. 参数设置框
- C. 暂停计数
- D. 清除统计值

统计

频率计会对历史测量数据进行统计，并将统计结果显示在屏幕上。

表 16-1 频率计统计值说明

统计值	说明
Mean	平均值 -- 所有测量值的算数平均值
Max	最大值 -- 所有测量值中的最大值
Min	最小值 -- 所有测量值中的最小值
Stdev	标准差 -- 所有测量值的标准偏差，用于判断测量参数的分布
Num	统计次数 -- 已测得的测量值个数

设置

频率计可设置的参数及说明见下表：

表 16-2 频率计参数说明

参数	说明
耦合	交流/直流耦合模式可选，直流耦合时信号的所有频率分量均进入通道；交流耦合时信号的直流分量被隔离，仅交流分量进入通道
高频抑制	对信号中的高频分量进行抑制。适用于低频信号的测试，在不影响有用信号的前提下抑制高频噪声，以获得更精确的测试结果
触发电平	输入信号与触发电平进行比较后产生计数脉冲。触发电平一般建议设置在信号摆幅的 50%处
参考电平	输入信号可与参考电平进行对比判断其精度
退出时关闭	设置为开时，退出计数器的设置页面时自动关闭计数器功能； 设置为关时，退出计数器的设置页面时计数器功能仍然在后台运行。

16.2 计数器模式

计数器模式的参数设置页面如下：



- A. 参数测量值统计显示区域
- B. 参数设置框
- C. 暂停计数
- D. 清除统计值

当计数模式选择计数时，需设置计数信号的边沿，还可进行门控设置。仅在门控信号满足条件时，计数器才可进行计数。触摸 **门控** 调出门控设置对话框。

当门控类型为电平时，设置门控的极性（正极性或负极性）；当门控类型为边沿后时，设置门控源的沿（上升沿或下降沿）。

17 多通道设置

17.1 概述

SDG3000X 具有增强的双通道功能。它具有两种相位模式，既可以将设备作为两路独立的信号发生器来使用，又可以令两个通道同步输出；具备两个通道间的跟踪、复制和耦合能力，确保一个通道的参数根据需求快速传递到另一个通道，大大简化操作，并满足快速、同步切换波形的需求；能够将两通道波形合并后输出，具备实时性好、可叠加真正的噪声、可叠加调制信号、扫频信号、Burst 信号和 Arb 波形的优点，为用户提供了精确生成复杂波形的新手段。

在 UI 底部的菜单栏中点击 **多通道设置** 即可进入多通道相关的设置。



17.2 相位模式

SDG3000X 支持相位独立模式和相位锁定模式。

相位独立模式：两个通道可以作为两路独立的信号发生器来使用，设置一个通道时不会影响另一个通道的输出。

相位锁定模式：两个通道同步输出，初始相位对齐，并确保二者在频率互为整数倍关系时相位锁定，不会产生漂移。

17.3 通道合并

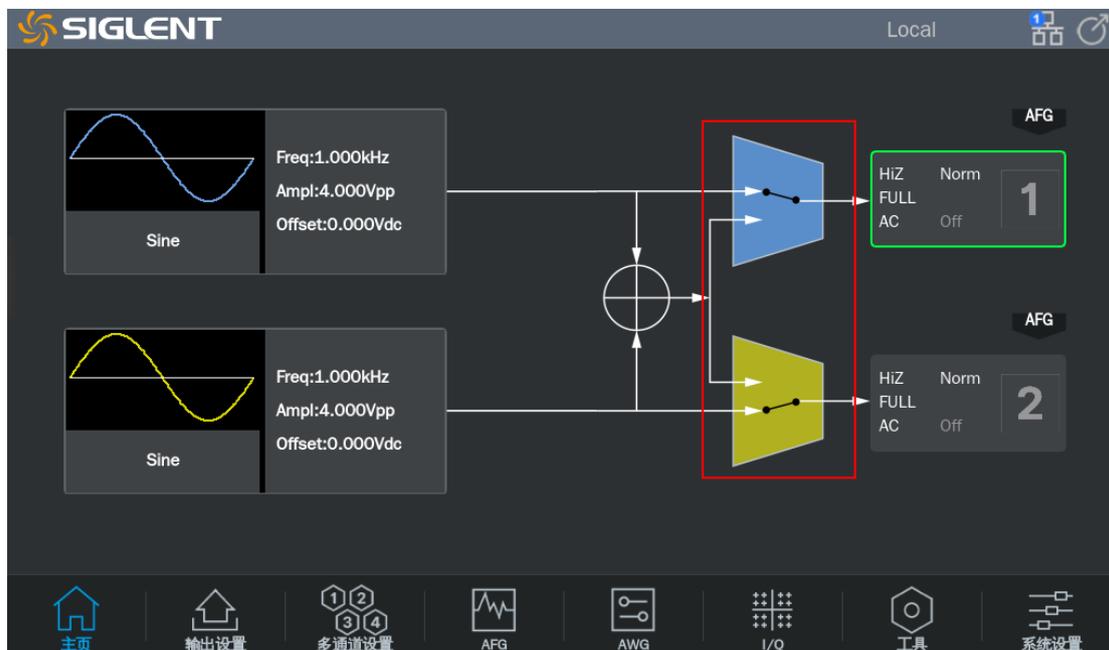
通道合并能够将两通道波形合并后输出，具备实时性好、可叠加真正的噪声、可叠加调制信号、扫

频信号、Burst 信号和 Arb 波形的优点，为用户提供了精确生成复杂波形的新手段。

在 CH1 多通道设置页面下点击 **CH1 输出**，可选择输出 CH1 的波形或 CH1 + CH2 的波形。

在 CH2 多通道设置页面下点击 **CH2 输出**，可选择输出 CH2 的波形或 CH2 + CH1 的波形。

也可在主页的框图上直接选择点击相应的选择器来设定输出单独通道的波形或合并后的波形：



17.4 通道跟踪/耦合/复制

在“多通道设置”页面下可以进行通道跟踪/耦合/复制的设置。两个通道间的跟踪、复制和耦合能力，确保一个通道的参数根据需求快速传递到另一个通道，大大简化操作，并满足快速、同步切换波形的需求。

表 17-1 频率计参数说明

操作说明	说明
通道跟踪	两个通道的参数完全同步，设置一个通道的参数会自动传递给另外一个通道，此时两个通道互为复制。跟踪模式下设备将强制相位模式为“相位锁定”模式，且只允许设置 CH1 的参数
通道耦合	两个通道的参数以 CH1 为参照按一定关系耦合，设置一个通道的参数会自动按耦合关系换算后传递给另外一个通道。可设置的耦合参数有频率、幅度和相位，耦合关系可以是比例或偏差
通道复制	手动将一个通道的参数复制到另一个通道。此后再改变一个通道的参数不会引起另一个通道的参数改变

18 输出设置

18.1 概述

每个通道的波形输出前可以经过一些处理，包括极性控制、叠加噪声、数字滤波、幅度限制等。

在 UI 底部的菜单栏中点击 **输出设置** 即可进入相关的设置页面。



18.2 噪声叠加

可以选择给信号叠加随机噪声后输出，以模拟信号被噪声污染的真实场景。可在输出设置页面中设置“噪声叠加”的开关和信噪比。信噪比的单位为比值（无量纲）或 dB。

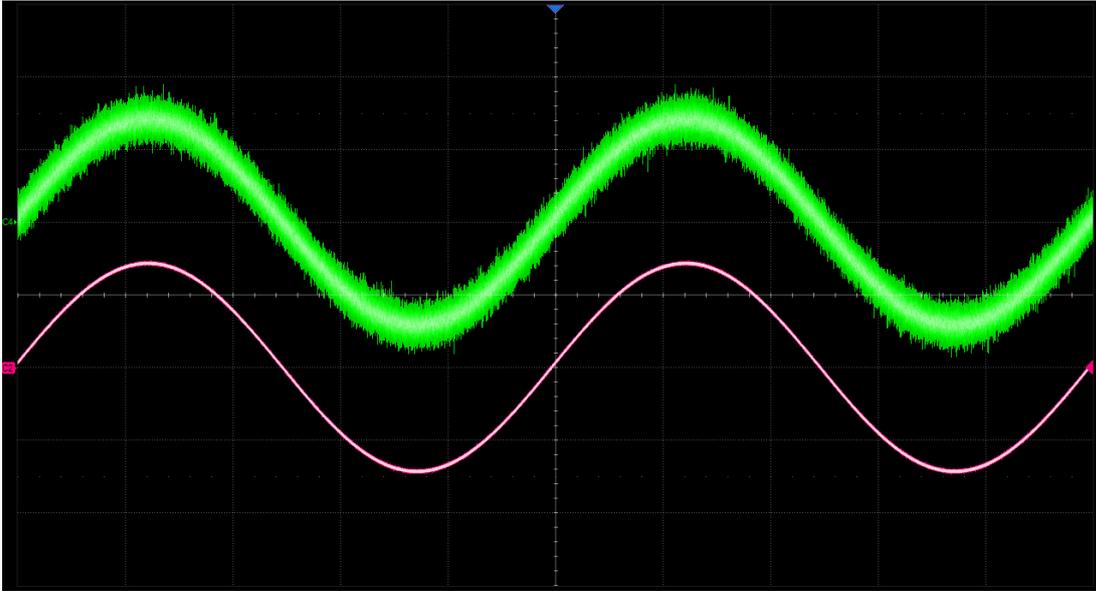


应用实例：模拟一个被高斯噪声污染的 1 MHz 正弦波：

- 幅度 = 1 Vrms
- 信噪比 = 20 dB

1. 设置 CH1 的载波波形为 SINE，频率为 1MHz，幅度为 1 Vrms；
2. 在输出设置页面设置打开噪声叠加开关，设置信噪比为 20 dB；
3. 打开 CH1 的通道输出。

遵循以上步骤，即可输出预期的信号。输出结果如下（图中红色迹线为叠加噪声前的信号，绿色迹线为叠加噪声后的信号）。



18.3 极性翻转

该功能可以设置正极性输出或负极性输出。负极性输出时，设备将数据取反后再输出，此时将得到一个与正极性输出时相对偏移量反相的信号。

18.4 幅度限制

在一些应用场景下，用户需要限制通道输出的幅度，以确保不会损伤对幅度敏感的信号接收设备。点击输出设置页面中的幅度限制，可对最大输出幅度进行设置。默认的最大幅度为设备能够提供的最大幅度值，详见数据手册。

18.5 数字滤波器

设备的每个通道内集成了一个数字滤波器，支持对输出数据的低通滤波，滤波器的截止频率可设置。这样用户可根据自己的需要来限制输出信号的带宽。

18.6 过压保护

发生过压保护时，设备会有提示并将通道输出关闭，用户可在输出设置页面选择将过压保护打开或关闭。若关闭过压保护，发生过压时不会有提示，也不会关闭通道输出。

19 辅助功能设置

SDG3000X 的辅助功能 (Utility) 可对系统设置、接口、测试/校准和预设等功能进行选择设置。



19.1 系统设置



19.1.1 设置时钟源

执行 **Utility** > **设置** > **时钟源**，在弹出的列表中选择内部参考时钟和外部参考时钟即可。

若设置为外部参考时钟，需通过后面板的 10 MHz In 接口输入外部 10 M 信号才能使用。

19.1.2 设置语言

SDG3000X 的操作界面支持简体中文和英语。

执行 **Utility** > **设置** > **Language** ，在弹出的列表中选择语言即可。

19.1.3 上电开机设置

执行 **Utility** > **上电开机** ，打开或关闭上电开机开关即可。

19.1.4 设置蜂鸣器

执行 **Utility** > **设置** > **蜂鸣器** ，设置打开/关闭即可。

打开蜂鸣器后，每次通过前面板控制或触摸屏幕时，都可以获得蜂鸣器的声音反馈。

19.1.5 设置按键开关

执行 **Utility** > **设置** > **按键开关** ，设置打开/关闭即可。

若关闭按键开关后，将不能通过前面板的按键操作机器，需要通过触摸屏或网页控制将按键开关打开后才可以使使用按键。

19.1.6 设置屏保

执行 **Utility** > **设置** > **屏保** ，在弹出的列表中选择屏幕保护时间即可。

当设备进入空闲状态并保持一定的时间后，将启用屏保程序。屏保程序会在指定的时间到达后关闭显示屏的背光，以节省显示屏的功耗。

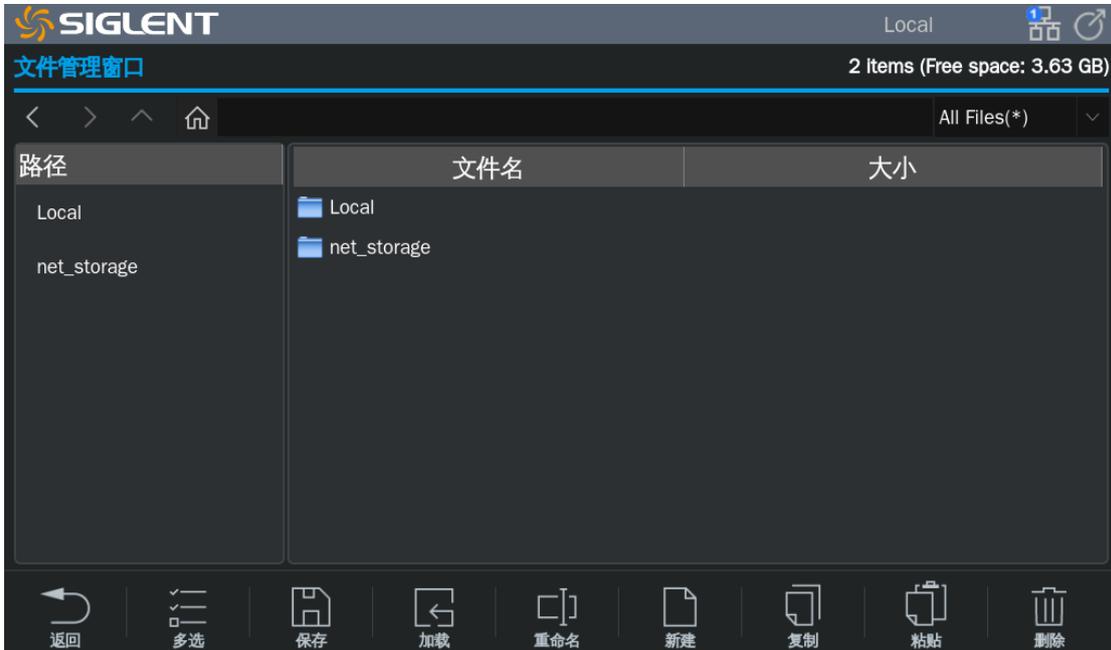
19.1.7 设置 10M 时钟输出

执行 **Utility** > **设置** > **10M 时钟输出** ，设置打开/关闭即可。

打开 10M 时钟输出后，后面板的 10MHz Out 将会输出一个 10MHz 参考时钟信号。

19.2 存储和调用

SDG3000X 支持存储和调用设置文件、波形文件和固件升级文件等。存储和调用的位置包括内部存储器 (Local) 或外部 USB 存储设备 (例如: U 盘)。存储和调用操作通过文件管理器来实现, 如下图:



19.2.1 存储系统

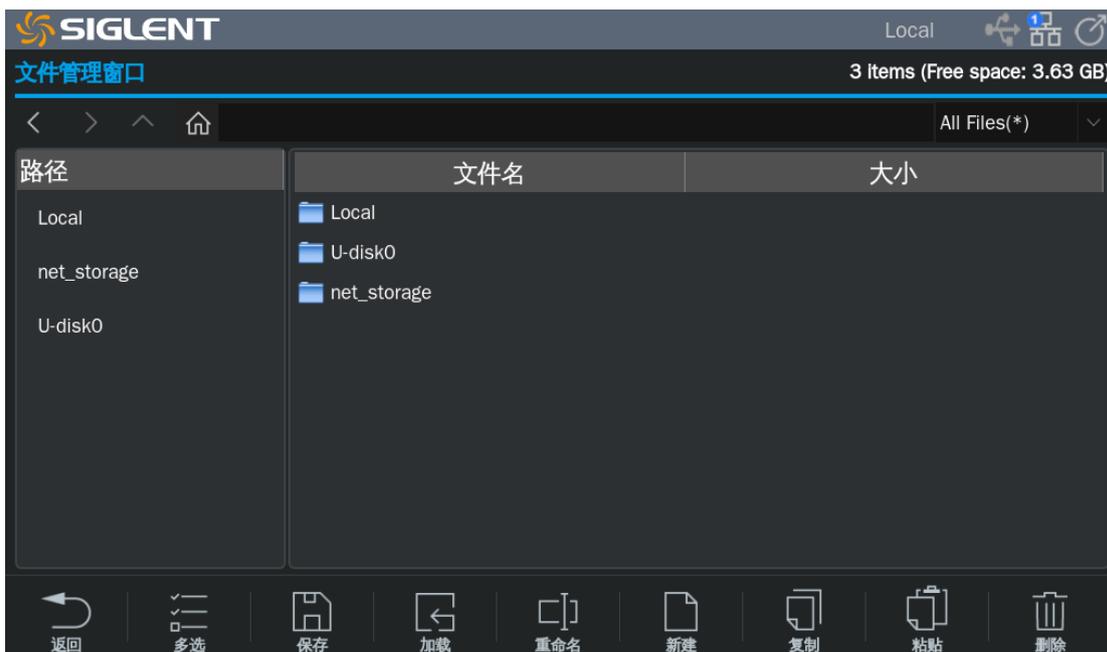
SDG3000X 支持将仪器当前的状态存储到内部或外部存储器, 并支持用户在需要时调用。用户可以通过任意波编辑软件 EasyWaveX 下载任意波文件至内部存储器, 或从 U 盘中读取任意波文件并保存至内部存储器。SDG3000X 提供一个内部非易失性存储器和一个外部存储器接口。

Local

SDG3000X 提供内部非易失性存储器, 用户可以保存仪器状态和任意波文件至本地路径。

U-disk0

SDG3000X 标配 USB Host, 位于仪器前面板的左下侧, 支持 U 盘存储和固件升级。在移动介质如 U 盘插入 USB Host 接口时, 文件管理界面会出现 “U-disk0” 路径, 并提示 “存储设备连接成功”, 当 U 盘从 USB Host 接口中拔下时, 系统会提示 “存储设备断开连接”, 相应的路径消失。



注意：

SDG3000X 只能识别文件名为英文字符、数字和下划线的文件，如果您使用其他特殊字符来命名文件或文件夹，在文件管理界面中可能无法正常显示。

浏览

- 可通过触屏在 Local 和 U-disk0 间切换，直接点屏幕上相应的位置进行选择，点击选中的文件夹即可展开当前存储器的目录。
- 使用旋钮可以在当前目录下选择底部菜单栏进行文件复制、粘贴等操作。

19.2.2 文件类型

SDG3000X 支持波形数据文件和状态文件的保存和调用，具体说明见下表：

表 17-1 文件类型说明

文件类型	说明
*.xml	状态文件，包含仪器各功能模块设置的参数和系统设置菜单下设置的参数等。
*.bin	二进制任意波形数据文件，可被设备直接调用。通过上位机 EasyWaveX 下载到设备的数据文件也是此格式。
.csv	设备支持的任意波数据文件，可从外部存储器调用，同时将其转换成.bin 格式的文件存储在内部存储器中。

.dat	设备支持的任意波数据文件，可从外部存储器调用，同时将其转换成.bin 格式的文件存储在内部存储器中。
.mat	设备支持的任意波数据文件，可从外部存储器调用，同时将其转换成.bin 格式的文件存储在内部存储器中。
*.arb	IQ 数据文件，可被 IQ 功能调用。
*.awgx	AWG 波形文件，可被 AWG 功能调用。
*.hop	跳频频率表、跳频序列表、频率过滤表配置文件，可被 HOP 功能调用。

19.2.3 文件操作

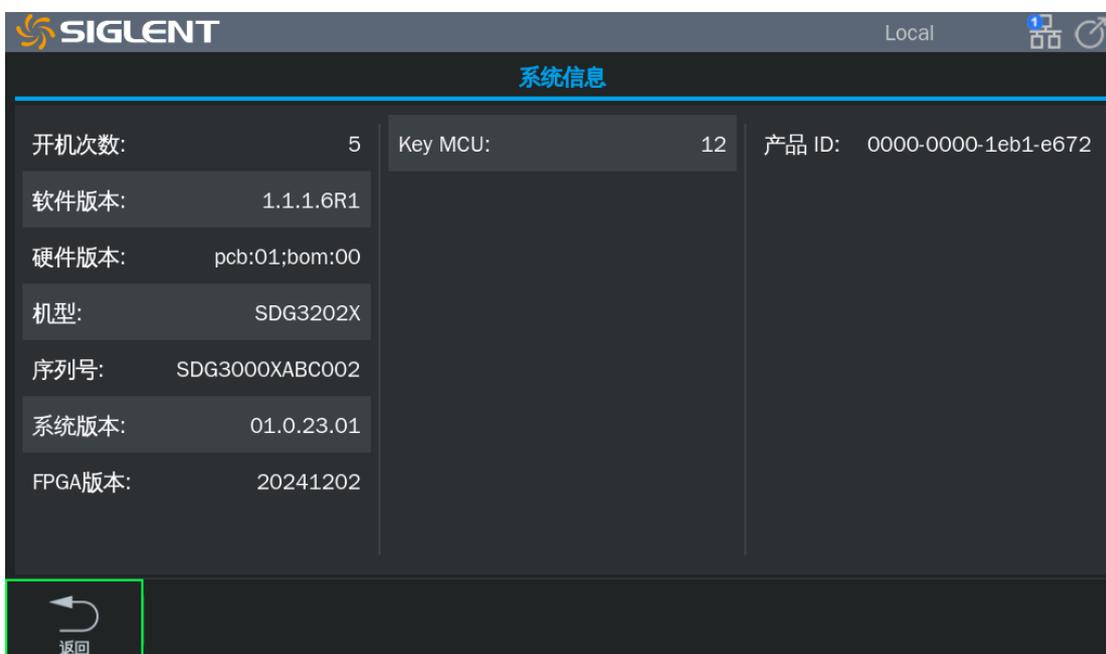
通过底部菜单栏可以对文件进行保存加载以及复制粘贴等操作，具体说明见下表：

表 17-2 文件操作说明

菜单	说明
保存	可将当前机器的状态保存到指定路径的 xml 文件
加载	可将指定路径上的 xml、bin、csv、awgx 等文件加载调用
重命名	可修改指定路径上的文件名称或者文件夹名称
新建	可在指定路径上新建一个文件夹路径
复制	选中需要复制的文件或文件夹，点击复制即可将文件或文件夹复制
粘贴	进入需要复制的指定路径，点击粘贴，即可将已复制的文件或文件夹复制到该路径上
删除	选中需要删除的文件或文件夹，点击删除即可将文件或文件夹删除
多选	点击多选，可在指定的路径上选中多个不同的文件或文件夹
全选	点击多选后出现该菜单，看将指定路径上的全部文件或文件夹选中
取消	点击取消可将指定路径上选中的文件或文件夹取消选中
反选	点击反选可将指定路径上已选中的文件或文件夹变成未选中，未选中的文件或文件夹变成已选中

19.3 系统信息

执行 **Utility** > **系统信息** ， 可以查看设备当前版本信息。系统信息包括下图所示内容：



19.4 接口



19.4.1 网口设置

执行 **Utility** > **接口** > **网口设置**，可进入网口设置页面。



19.4.2 网络存储

执行 **Utility** > **接口** > **网络存储**，可进入网络存储设置页面。

根据示例，在路径中输入网络路径（//xx.xx.xx.xx/xxx）后点击连接，连接成功会在文件管理窗口出现路径 net_storage，即可通过局域网访问电脑的共享文件夹。

连接网络存储路径后，可选择开机自动连接，设置该功能后需要将上电设置为上次或用户（详见 17.6 预设置），重启机器后即可自动连接网络路径。

若访问的共享文件夹设置有账号密码，则需要账户和密码处输入才能进行连接和访问。若勾选匿名访问，则不需要输入账户密码也可以连接和访问共享文件夹（需要电脑将共享文件夹设置为无密码保护的共享）。

每次断开连接后，输入的路径、账户和密码等信息均会清空，可以通过勾选“记住”将输入信息保存，这样每次断开连接后不需要重新输入路径也可以进行连接。



19.4.3 通道同步信号

执行 **Utility** > **接口** > **通道同步信号**，可进入同步设置页面。

默认状态下通道 1 和通道 2 的同步信号类型只有 CH1 和 CH2，只有当 MOD 模式开启后，才可以选中同步信号类型为 MOD-CH1 或 MOD-CH2。CH1 和 CH2 的同步输出是互斥的，若开启通道 1 的同步输出，则会关闭通道 2 的同步输出，反之亦然。



19.4.4 GPIB 设置

执行 **Utility** > **接口** > **GPIB 地址**，可将设备通过 GPIB 与电脑或其它上位机通信。

GPIB 接口上的每个设备都必须具有唯一的地址。GPIB 设置范围为 1 - 30。



19.4.5 网页密码设置

执行 **Utility** > **接口** > **网页密码**，可设置设备 Web 远程控制的密码。

设置网页密码后，在浏览器输入设备 IP 地址，远程控制设备需要输入密码才能进入，每次刷新后网页后均需要输入一次网页密码。若不需要输入密码，则重新进入网页密码设置，将已设置的密码清除后，不再设置其他密码即可。



19.4.6 设备同步

SDG3000X 支持两台或多台设备间的同步并可实现同相位输出，用于实现将多台两通道的设备扩展为四通道或更多通道的应用。执行 **Utility** > **接口** > **设备同步**，即可进行多设备同步的设置。

具体操作步骤如下：

1. 进入多设备同步设置界面后，将所有仪器的设备同步开关打开；
2. 将其中一台机器设置为主机，其他机器设置为从机；
3. 将主机的【Trig/Sync Out】分成多路，然后分别连接其他从机的【Trig/Sync In】；
4. 将主机的【10MHz Out】连接到从机的【10MHz In】，若有多台从机，则将第一台从机的【10MHz Out】连接到第二台从机的【10MHz In】，以此类推，将前一台仪器的【10MHz Out】连接到下一台仪器的【10MHz In】；
5. 将所有机器设置好通道参数，并打开通道输出；
6. 在主机上按下 **同步设备**，即可实现所有仪器的同步同相位输出。

按下 **同步设备** 后，同步信号通过主机的【Trig/Sync Out】经由 BNC 线缆传输到从机的【Trig/Sync In】，从机接收到的同步信号相对主机会有一定延时，因此从机和主机的输出波形实际上存在一定的相位差，相位差大小和所使用的 BNC 线缆相关，推荐使用产品标配的 BNC 线缆。固定的相位差可通过

从机延时 来补偿。



19.4.7 VNC 端口设置

执行 **Utility** > **接口** > **VNC 端口号** ，可将设备通过 VNC 与电脑或其它上位机通信。

VNC 的使用与网页连接类似，在上位机软件中输入设备的 IP 地址和 VNC 端口号，即可连接设备进行远程控制。



19.4.8 LXI 设置

机器符合 LXI 设备规范 2016 中定义的 1.5 版本，可用于快速构建自动化测试系统。

执行 **Utility** > **接口**，可进入 LXI 设置页面。



19.5 测试/校准



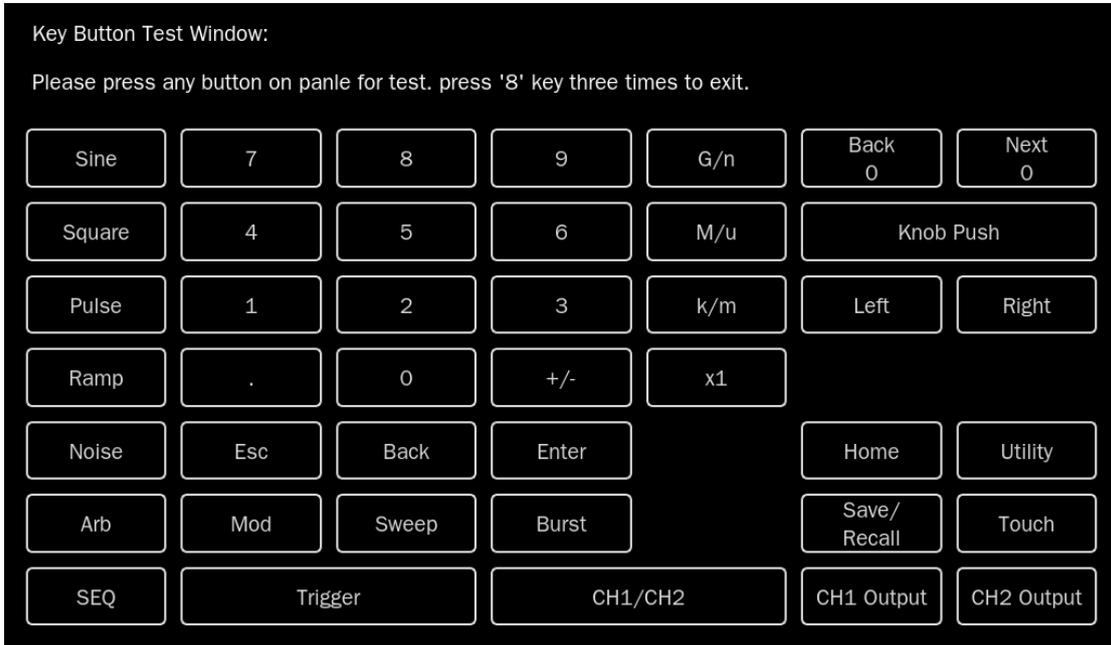
19.5.1 屏幕测试

执行 **Utility** > **测试/校准** > **屏幕测试**，可进入屏幕测试页面。按 UI 提示进行操作即可。

Screen Test Window:
Please press '7' key to continue. press '8' key to exit.

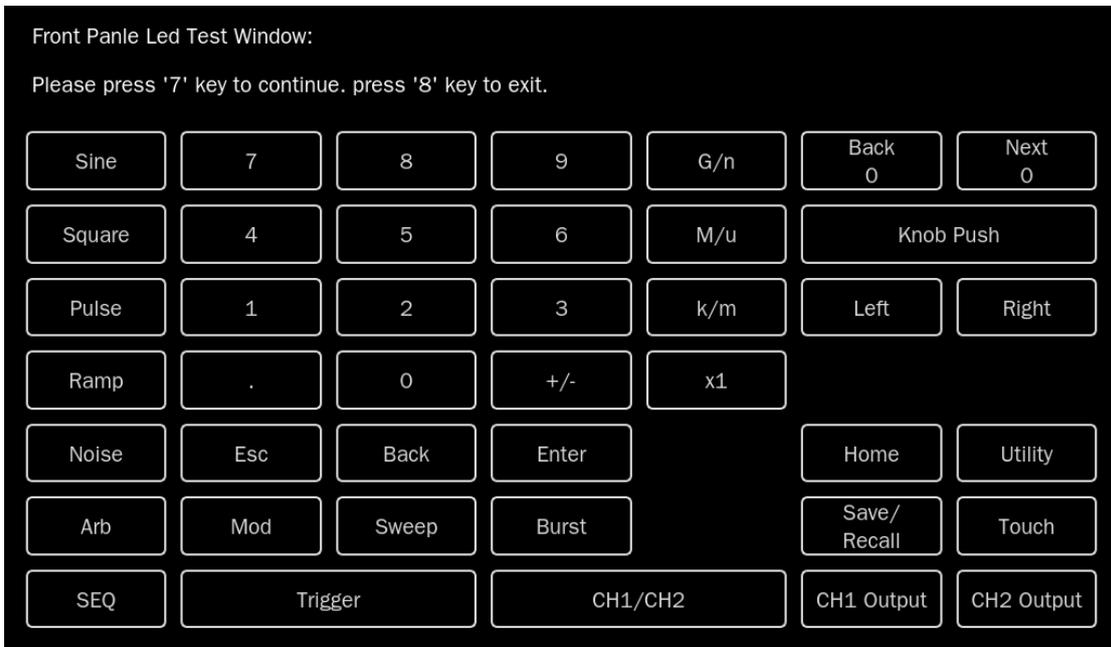
19.5.2 按键测试

执行 **Utility** > **测试/校准** > **按键测试**，可进入按键测试页面。按 UI 提示进行操作即可。



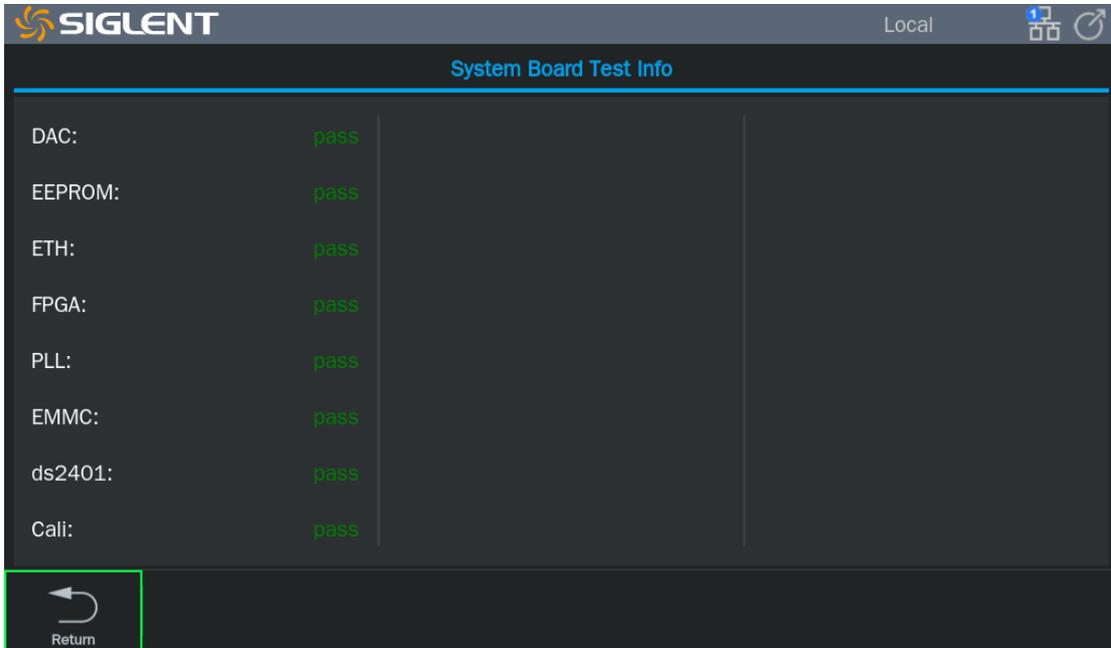
19.5.3 LED 测试

执行 **Utility** > **测试/校准** > **LED 测试**，可进入 LED 测试页面。按 UI 提示进行操作即可。



19.5.4 板级测试

执行 **Utility** > **测试/校准** > **板级测试**，可进入板级测试页面。每一台出厂的设备在板级测试中的各项结果均是 pass。



19.5.5 自校准

执行 **Utility** > **测试/校准** > **自校准**，点击“开始校准”可执行自校准。

自校准时会会有一个进度条显示，当进度条结束后会自动消失，即表示本次自校准已完成。校准完成后设备会保存一份自校准数据，用户可根据需要选择上电加载的校准数据。



19.5.6 上电校准数据

执行 **Utility** > **测试/校准** > **上电校准数据**，可选择“工厂数据”和“用户数据”。

若选择工厂数据，将会在机器上电时加载出厂时的校准数据；若选择用户数据，将会在机器上电时加载您自定义的校准数据，而不会加载出厂校准数据。



19.5.7 时基校准

执行 **Utility** > **测试/校准** > **时基校准**，点击“开始校准”可执行时基校准。



19.5.8 上电时基校准数据

执行 **Utility** > **测试/校准** > **上电时基校准数据**，可选择“工厂数据”和“用户数据”。

若选择工厂数据，将会在机器上电时加载出厂时的时基校准码值；若选择用户数据，将会在机器上电时加载您自定义的时基码值，而不会加载出厂时基码值。点击时基校准可查看您的时基码值是否正确。



19.6 预设置



预设类型	说明
恢复默认设置	恢复出厂预设的默认配置
恢复文件	可将保存的状态文件加载配置设备
安全擦除	可将用户自定义的数据删除而不会删除出厂校准数据
上电设置	默认：上电时加载出厂预设的默认配置
	上次：上电时加载上次关机前的配置
	用户：上电时加载用户指定的配置文件内的配置

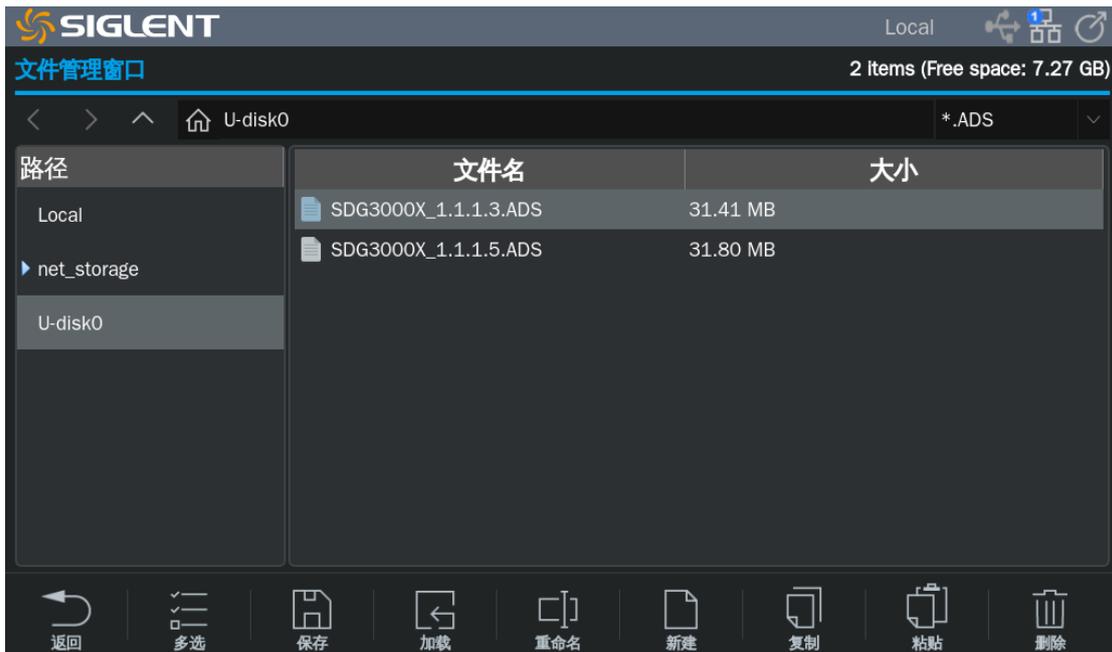
19.7 升级软件

SDG3000X 可通过 U 盘升级软件版本，也可以通过网页控制（WebServer）来升级。版本升级文件为*.ads 格式，可从网站上或通过技术支持获取。

通过 U 盘升级

在执行升级之前请确保包含正确版本升级文件（*.ads）的 U 盘已连接到设备。

执行 **Utility** > **升级**，可调出文件管理器。



在文件管理器中选择正确的 ads 文件，选择 **加载**，即开始升级操作。升级过程中设备会自动重启，重启完毕后，请查看系统状态确认版本是否升级成功。详见“系统信息”一节。

通过 WebSever 升级

用户在浏览器地址栏输入设备 IP 地址，即可访问设备，进入设备控制页面，点击【Firmware Update】加载 ADS 文件即开始升级操作。升级过程中设备会自动重启，重启完毕后，请查看系统状态确认版本是否升级成功。

19.8 安装选件

SDG3000X 提供 I/Q、带宽升级等软件选件满足用户的测量需求。请联系鼎阳销售人员或技术支持人员获取对应的选件许可密钥。您可以在设备上查看选件信息或激活新购买的选件许可密钥。

执行 **Utility** > **选件** ，可执行选件按照功能。



19.9 帮助

执行 **Utility** > **帮助** 调用帮助系统。帮助文档与本用户手册内容等价，浏览方式也类似。

19.10 版权声明

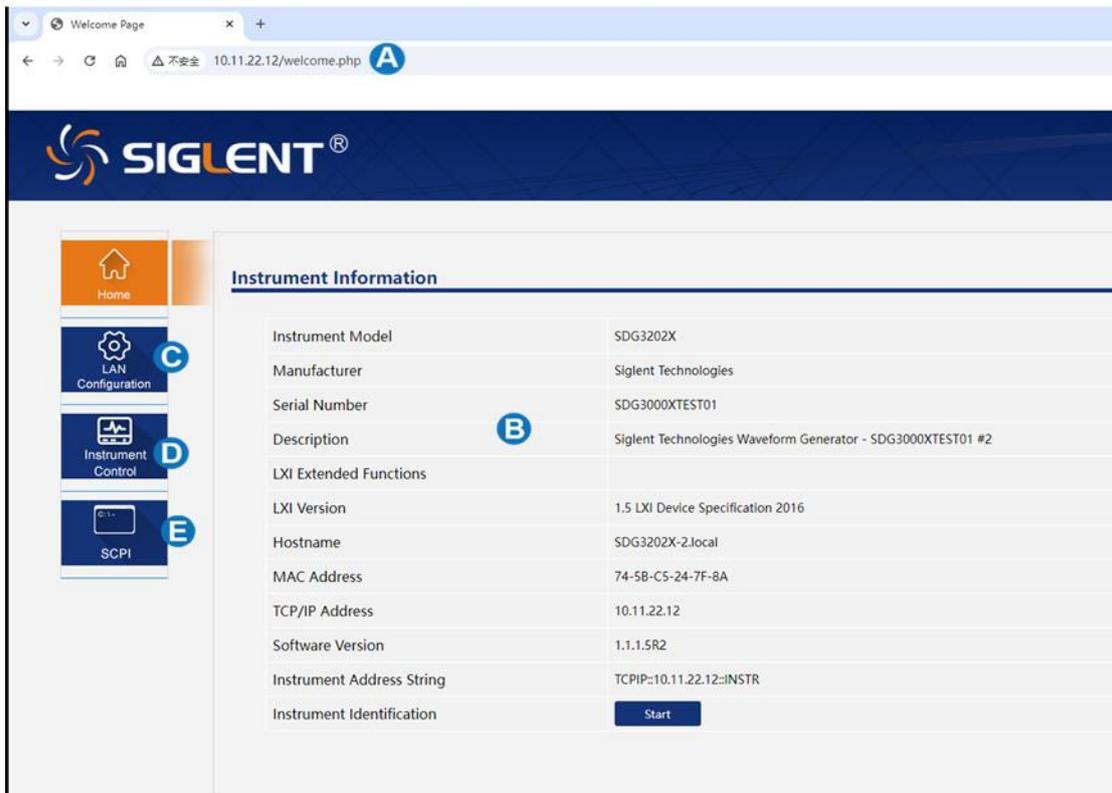
执行 **Utility** > **版权声明** ，可查看设备相关的版权声明。

20 远程控制

SDG3000X 具备 LAN 口和 USB Device 口，基于这两种端口，用户可通过多种方式实现对设备的远程控制。

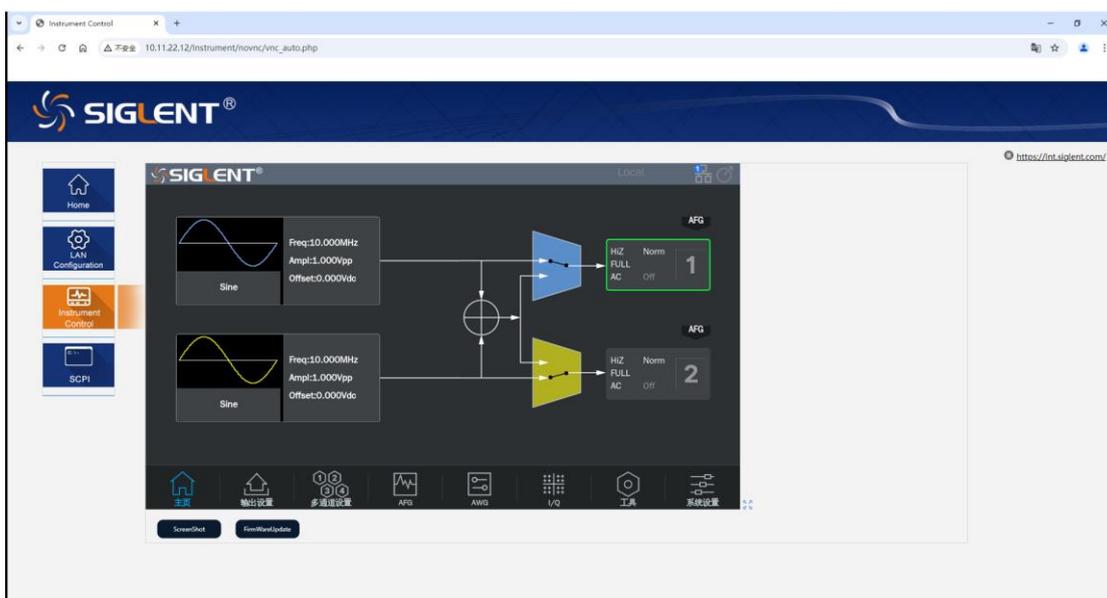
20.1 网页连接

SDG3000X 系列设备支持用户通过 Web 浏览器访问和控制设备。在网页服务界面下可以设置访问的密码。用户在浏览器地址栏输入设备 IP 地址，即可访问设备。



- A. 在浏览器输入设备的 IP 地址
- B. 进入首页后默认显示的设备信息
- C. 远程修改设备局域网参数
- D. 设备控制页面
- E. SCPI 命令交互界面

设备控制界面如下图：



20.2 其他连接

SDG3000X 还支持通过 NI-VISA、Telnet 或 Socket 连接的方式对设备发送 SCPI 命令进行远程控制。要了解详情，请参考本产品的编程手册。

21 一般性检查及故障排除

21.1 一般性检查

当您得到一台新的 SDG3000X 系列函数/任意波形发生器时，建议您按以下方式逐步进行检查。

查看是否存在因运输问题而造成的损坏

如您发现包装箱或泡沫塑料保护垫严重破坏，请先保留，直到整机和附件通过电性和机械性测试。

检查附件

关于提供的附件明细，在附录 A“SDG3000X 系列函数/任意波形发生器附件”中已有详细的说明，您可以参照此检查附件是否齐全。如发现附件有缺少或损坏，请与负责此业务的 SIGLENT 经销商或当地办事处联系。

检查整机

如果发现仪器外部损坏，且未能通过相应的测试，请与负责此业务的 SIGLENT 经销商或当地办事处联系，SIGLENT 会安排维修或更换新机。

21.2 故障排除

如果按下电源开关，SDG3000X 系列函数/任意波形发生器 LCD 显示屏仍然是黑屏，请按下列步骤处理：

- 检查电源是否通电；
- 检查电源开关是否接好；
- 重新启动仪器；
- 如果依然无法正常使用本产品，请与 SIGLENT 联系，让我们为您服务。

设置正确但无波形输出，请按下列步骤处理：

- 检查信号连接线是否正常接在 Output 端口上；
- 检查 BNC 线是否连接良好；
- 检查通道输出是否打开；
- 做完以上检查后，将开机上电设置为上次设置并重新启动仪器。

22 服务和支持

22.1 保修概要

深圳市鼎阳科技股份有限公司保证所生产和销售的产品，从授权经销商发货之日起三年内，不会出现材料和工艺缺陷。如产品在保修期限内确有缺陷，SIGLENT 将根据保修单的详细规定，提供修理或更换服务。

若需要服务或索取保修单的完整副本，请与最近的 SIGLENT 销售和服务办事处联系。除此概要或适用的保修单中所提供的保修之外，SIGLENT 不作其它任何明示或暗示的保修保证，包括但不限于对适销性和特殊适用性的暗含保修。SIGLENT 对间接的、特殊的或由此产生的损坏不承担任何责任。

22.2 联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

地址：广东省深圳市宝安区 68 区安通达工业园四栋&五栋

服务热线：400-878-0807

E-mail: support@siglent.com

网址: <http://www.siglent.com>

附录 A

SDG3000X 系列函数/任意波形发生器附件

标准附件：

- 一根符合所在国标准的电源线
- 一根 USB 数据线
- 一套任意波绘制软件 EasyWaveX（网站免费下载）
- 一份产品合格证
- 一份产品校准报告
- 一本《快速指南》
- 一根 BNC 同轴电缆

选购附件：

- USB-GPIB 适配器
- SPA1010 功率放大器
- 20 dB 衰减器

附录 B

默认设置

SDG3000X 系列函数/任意波形发生器默认设置如下：

项目	默认状态
通道默认状态	关闭
直流输出	
开启/关闭	关闭
偏移量	0V
基本波形	
频率	1KHz
幅值	4V
偏移量	0V
相位	0°
对称性	50%
AM (默认)	
信源选择	内部
调制波形	Sine
调制频率	100Hz
调制深度	100%
FM	
信源选择	内部
调制波形	Sine
调制频率	100Hz
频率偏差	100Hz

项目	默认状态
PM	
信源选择	内部
调制波形	Sine
调制频率	100Hz
相位偏差	100°
ASK	
信源选择	内部
键控频率	100Hz
FSK	
信源选择	内部
键控频率	100Hz
跳频频率	1MHz
PSK	
信源选择	内部
调制速率	100Hz
极性	正相
PWM	
信源选择	内部
调制波形	Sine
调制频率	100Hz
脉宽偏差	100μs
Sweep	
扫描时间	1 s
起始频率	500Hz

项目	默认状态
终止频率	1500Hz
频率范围	1000Hz
中心频率	1000Hz
触发源	内部
触发输出	关闭
扫描方式	线性
扫描方向	向上
Burst	
脉冲周期	10ms
起始相位	0.00°
脉冲模式	N 循环
N 循环数	1Cyc
触发源	内部
触发输出	关闭
延迟	521ns

注：通道 1 和通道 2 的默认开机参数一样。

附录 C

日常保养和清洁

日常保养

存放或放置仪器时，请勿使液晶显示器长时间受阳光直射。

注意：

为避免损坏仪器或连接线，请勿将其置于雾气、液体或溶剂中。

清洁

根据操作情况经常对仪器和探头进行检查。请按下述步骤清洁仪器的外表面：

1. 使用质地柔软的抹布擦拭仪器和连接线外部的浮尘。清洁液晶显示屏时，注意不要划伤透明的塑料保护屏。
2. 使用一块用水浸湿的软布清洁仪器，请注意断开电源。

注意：

- 为避免损坏仪器或连接线的表面，请勿使用任何磨蚀性试剂或化学清洁试剂。
- 在重新通电使用前，请确认仪器已经干透，避免水分造成电气短路甚至人身伤害。

关于鼎阳

鼎阳科技 (SIGLENT) 是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业, A 股上市公司。

2002 年, 鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发, 2005 年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展, 鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载等基础测试测量仪器产品, 是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一, 国家重点“小巨人”企业。同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳, 在美国克利夫兰、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司, 在成都成立了分公司, 产品远销全球 80 多个国家和地区, SIGLENT 已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。

联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

全国免费服务热线: 400-878-0807

网址: www.siglent.com

声明

 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标, 事先未经过允许, 不得以任何形式或通过任何方式复制本手册中的任何内容。本资料中的信息代替原先的此前所有版本。技术数据如有变更, 恕不另行通告。

技术许可

对于本文中描述的硬件和软件, 仅在得到许可的情况下才会提供, 并且只能根据许可进行使用或复制。

