

Tektronix®



致力于电子测试、维护领域!

AWG4162
任意波形发生器
可打印帮助

版权所有 © Tektronix。保留所有权利。许可软件产品由 Tektronix、其子公司或提供商所有，受国家版权法及国际条约规定的保护。

泰克产品受美国和外国专利权（包括已取得的和正在申请的专利权）的保护。本手册中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。保留更改技术规格和价格的权利。

TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。

Tektronix 联系信息

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O.Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

有关产品信息、销售、服务和技术支持：

- 在北美地区，请拨打 1-800-833-9200
- 其他地区用户请访问 www.tektronix.com，查找当地的联系信息。

保修 16

Tektronix 保证，本产品从授权的 Tektronix 分销商最初购买之日起三 (3) 年内不会出现材料和工艺缺陷。

如果在保修期内证明产品有缺陷，Tektronix 将根据自己选择修复缺陷产品且不收部件和人工费用，或者提供替代品来更换缺陷产品。电池不在本保修范围内。Tektronix 用作保修用途的部件、模块和替代品可能是全新的，或者经修理具有相当于新产品的性能。所有更换的部件、模块和产品将成为 Tektronix 的财产。

为获得本保修所承诺的服务，客户必须在保修期内向 Tektronix 通报缺陷，并为服务的履行做出适当安排。客户应负责将缺陷产品打包并运送到 Tektronix 指定的服务中心，预付运费，并附带客户购买证明副本。如果产品要运送到 Tektronix 维修中心所在国内的地点，Tektronix 应支付向客户送返产品的费用。如果产品送返到任何其他地点，客户应负责支付所有的运费、关税、税金及任何其他费用。

本保修不适用于由于使用不当或者维护保养不当或不足所造成的任何缺陷、故障或损坏。Tektronix 在此保修下无义务提供以下服务：a) 修理由非 Tektronix 服务代表人员对产品进行安装、修理或维护所导致的损坏；b) 修理由于使用不当或与不兼容的设备连接造成的损坏；c) 修理由于使用非 Tektronix 提供的电源而造成的任何损坏或故障；d) 维修已改动或者与其他产品集成的产品（如果这种改动或集成会增加产品维修的时间或难度）。

本保修由 TEKTRONIX 针对本产品而订立，用于替代任何其他明示或暗示的保证。TEKTRONIX 及其供应商拒绝对适销性或用于特殊目的适用性作出任何暗示的保证。对于违反本保修的情况，TEKTRONIX 负责修理或更换缺陷产品是提供给客户的唯一和全部补救措施。无论 TEKTRONIX 及其供应商是否被预先告知可能发生任何间接、特殊、偶然或必然的损坏，TEKTRONIX 及其供应商对这些损坏概不负责。



北京海洋兴业科技股份有限公司 (证券代码：839145)

北京市西三旗东黄平路19号龙旗广场4号楼 (E座) 906室

电话：010-62176775 62178811 62176785

企业QQ：800057747 维修QQ：508005118

企业官网：www.hyxyyq.com

邮编：100096

传真：010-62176619

邮箱：market@oitek.com.cn

购线网：www.gooxian.net



扫描二维码关注我们
查找微信公众号：海洋仪器

| | |
|----------------------|----|
| 前言 | 8 |
| 文档 | 8 |
| 入门知识 | 9 |
| 一般功能 | 9 |
| 操作要求 | 10 |
| 标准附件 | 12 |
| 推荐附件 | 12 |
| 接通和断开仪器电源 | 13 |
| 防止误用仪器 | 13 |
| 更新仪器固件 | 14 |
| 安装 Advanced 应用 | 14 |
| 卸载 Advanced 应用 | 17 |
| 远程控制 | 19 |
| 过热保护 | 25 |
| 认识仪器 | 26 |
| 前面板概述 | 26 |
| 后面板 | 27 |
| Advanced 应用介绍 | 28 |
| 序列 | 28 |
| 子序列 | 29 |
| 条目 | 29 |
| 段 | 29 |
| 分量 | 29 |

| | |
|---------------------------|----|
| 工作区..... | 30 |
| 单序列器..... | 30 |
| 多序列器..... | 30 |
| 混合（模拟/数字）波形..... | 31 |
| Advanced 用户界面介绍..... | 32 |
| 开始页面..... | 32 |
| 自我诊断..... | 33 |
| 自校准..... | 35 |
| 主页..... | 37 |
| 设置..... | 44 |
| 设置 - 运行模式选项卡..... | 44 |
| 设置 - 模拟通道选项卡（任意波形模式）..... | 45 |
| 设置 - 数字通道选项卡..... | 49 |
| 设置 - 定时选项卡..... | 51 |
| 设置 - 事件选项卡（单序列器）..... | 52 |
| 设置 - 事件选项卡（多序列器）..... | 54 |
| 设置 - 动态跳转..... | 55 |
| 波形窗口..... | 56 |
| 光标工具..... | 58 |
| 缩放工具..... | 65 |
| 模拟波形图形工具..... | 65 |
| 波形标准编辑器窗口..... | 68 |
| 效果设置和参数窗口（仅模拟波形）..... | 73 |
| 数字波形图形工具..... | 98 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 混合信号波形编辑器 | 101 |
| 模拟波形编辑器 | 101 |
| 数字波形编辑器 | 112 |
| 数据编辑器 | 114 |
| 序列窗口 | 116 |
| 输入波形属性 | 118 |
| 主序列器窗口 | 121 |
| 序列器的波形和表格视图 | 123 |
| 编辑序列 | 124 |
| 波形视图窗口 | 138 |
| 教程 | 141 |
| 如何使用示例 | 141 |
| 创建首个模拟波形 | 141 |
| 创建波形序列 | 147 |
| 导入波形 + 分量使用 + 选通运行模式 | 155 |
| 创建数字波形 | 164 |
| 常见任务示例 | 173 |
| 创建新工作区 | 173 |
| 打开现有的工作区 | 179 |
| 演示项目 | 179 |
| 选件安装 | 180 |
| 多仪器系统 | 182 |
| 附录 | 188 |
| A. 数字输出 | 188 |
| B. 触摸面板校准 | 191 |

前言

本档介绍有关如何使用 Tektronix AWG4162 任意波形发生器的 Advanced 应用的信息，还介绍了基本操作和概念。

文档

下表列出了可用于 AWG4162 的相关文档。文档 CD 和 Tektronix 网站 (www.tektronix.com/manuals) 中提供了这些文档。

| 项目 | 用途 | 位置 |
|---------------|--------------------|---|
| 合规和安全说明 | 合规、安全和基本安装信息 | 印刷版，仪器随附 |
| Advanced 应用帮助 | Advanced 应用操作信息 | 仪器版，在 www.tek.com/manuals 上提供 PDF 版本 |
| 基本应用帮助 | 基本应用操作信息 | 仪器版，在 www.tek.com/manuals 上提供 PDF 版本 |
| 程序员手册 | 用于远程控制仪器的编程语法和命令信息 | 在 www.tek.com/manuals 上提供 PDF 版本 |
| 维修手册 | 仪器维修程序和可更换部件清单 | 在 www.tek.com/manuals 上提供 PDF 版本 |
| 技术规格和性能验证技术参考 | 仪器技术规格和性能验证程序 | 在 www.tek.com/manuals 上提供 PDF 版本 |
| 解密和安全指南 | 说明如何清洁、保护以及解密仪器 | 在 www.tek.com/manuals 上提供 PDF 版本 |

入门知识

一般功能

- 两种工作模式
 - 基本 (DDS) 模式
 - 两条模拟通道
 - 600 MHz 正弦波形
 - 2.5 GS/s, 14 位, 16 kpts 任意波形
 - 幅度高达 5 Vp-p, 50 Ω 负载
 - 高级 (任意) 模式
 - 两条模拟通道
 - 16/32 位数字通道 (可选)
 - 每通道任意波形存储器为 1/16/32/64 Mpts (可选)
 - 高达 750 MHz 带宽
 - SFDR < -60 dBc
- 可变采样率范围为 100 S/s 至 2.5 GS/s, 具有 14 位垂直分辨率, 确保了所有方面的信号完整性
- 专为 100% 用户执行的升级和配置而设计, 所有选项均通过软件密码来激活
 - 每个模拟通道具有高达 64 Mpts 的可选和可升级任意波形存储器, 长波形的每个数字通道为 32 Mbit
 - 可选 16-32 通道数字输出。购买软件选项随附数字探头附件。
- 双模拟通道和高达 32 位数字通道, 非常适合混合信号电路设计
- 同步输入和同步输出接口支持菊花链中多个设备的同步, 从而可扩充输出通道数
- 数字输出提供高达 1.25 Gb/s 的数据速率, 并行创建高速数字模式
- 每个模拟通道有一个标记输出, 用于触发和同步
- 三条可用软件配置的输出路径, 适合所有测试案例
 - 直接 DAC 模式: 具有差分输出的 750 MHz 带宽
 - 交流耦合模式: 具有 RF 应用单端输出的 750 MHz 带宽
 - 放大模式: 具有差分输出的 5 Vp-p 幅度 400 MHz 带宽
- 全功能序列, 具有多达 16384 个用户定义波形, 可以实现最佳存储器利用率, 以循环、跳转和条件分支形式生成复杂信号
- 通道 1 和 2 (与相应的数字输出通道相结合) 可在不同采样时钟和序列下独立工作
- 直接与 RFXpress® 通信, 在 RF 应用中轻松生成波形
- 基于 Windows 的平台带有 10.1 英寸触摸屏、前面板按钮、键盘和鼠标

- 外形紧凑，方便安装在工作台上，轻便的可拆除硬盘，保证了机密数据的安全性
- 用于远程控制的 USB 3.0 和 LAN 接口

操作要求

电源

电源电压和频率 100 至 240 Vrms @ 50 - 60 Hz

115 Vrms @ 400 Hz

功耗最大为 150 W

在产品关闭至少 30 秒之后，对于 ≤ 5 个线性循环的情况，浪涌电流峰值为 30 A (25 °C)

物理特点

重量 (典型)

净重 6.5 kg (14.2 lbs)

带包装时净重 11.5 kg (25.2 lbs)

尺寸

高 233 mm (9.17 in.)

宽 439 mm (17.28 in.)

长 199 mm (7.82 in.)

带包装时尺寸 (典型)

高 498 mm (19.61 in.)

宽 457 mm (17.99 in.)

长 574 mm (22.60 in.)

仪器左侧和后侧的间隙 ≥ 50.8 mm (2.0 in.)

温度

工作状态：+5 °C 至 +50 °C (+41 °F 至 122 °F)

非工作状态：-20 °C 至 +60 °C (-4 °F 至 140 °F)

湿度

工作状态：+50 °C 及以下时，相对湿度 8% 至 90%，最大湿球温度 29 °C，无冷凝

非工作状态：+60 °C 及以下时，相对湿度 5% 至 98%，最大湿球温度 40 °C，无冷凝

海拔高度

工作状态：3,000 米 (9,843 英尺)

非工作状态：12,000 米 (39,370 英尺)

标准附件

| 项目 | 描述 |
|--------------|--------------------|
| 手册 | 合规和安全说明 |
| 产品 CD | 包含用户手册 PDF 文件的链接 |
| 电源电缆 | - |
| USB 电缆 | - |
| 触针 | 用于触摸屏 |
| 前护盖 | - |
| 附件袋 | - |
| 50 Ω SMA 终接器 | 针形，DC-18GHz；1 个/通道 |
| 校准证明 | - |
| 三年保修 | - |

推荐附件

| 项目 | 描述 |
|---------------|---|
| 排针 SMA 电缆 | 45 英寸 |
| RMD5000 | - 机架安装套件 |
| | - 说明书 (英语) |
| AWG4HDDE | - 硬盘 |
| SMA 终接器 | 50 Ω |
| AWG4SYNC | 同步电缆；用于多台仪器同步 |
| RFX100 | RFXpress 软件 |
| AWG4DIG16LVDS | 16 位数字输出电缆；用于 LVDS |
| AWG4DIG16TTL | 16 位数字输出适配器；LVDS 至 TTL/CMOS |
| AWG4DIGSCKT | 数字输出连接器；DUT 上的 AWG4k 数字通道连接器 (Amphenol , U65-B12-40E0C) |
| TEK-USB-488 | GPIB 至 USB 适配器 |
| HCTEK54 | 硬搬运箱 |

接通和断开仪器电源

开机

1. 将交流电源线插入后面板上的电源插座中。
2. 使用前面板电源按钮打开仪器电源。
3. 等到系统显示 Windows 桌面。
4. 您可通过两种方法打开应用：

按前面板上的“Basic”（基本）或“Advanced”（高级）按钮启动一个应用。也可以单击桌面上的快捷图标启动任一应用。

注意：

一次只能使用一个应用。如果您想启动另一个应用，请先关闭正在使用的应用。

关机

1. 先关闭正在使用的应用。
2. 按前面板电源按钮关闭仪器电源。

防止误用仪器

检查输入输出连接器

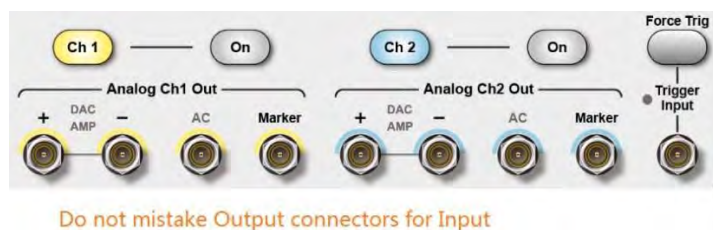


图 1 输出连接器

仪器前面板上同时有输入和输出连接器。连接电缆时，一定要区分输入连接器和输出连接器。

不可热插拔



图 2 数字纵槽

仪器的前面板上有两个**数字纵槽**，后面板上有**同步输入**、**同步输出**连接器。请注意：在这些连接器上连接电缆时，这些连接器不可热插拔。

更新仪器固件

安装 Advanced 应用

如果您的仪器已安装另一个版本的 Advanced 应用，则必须先卸载它。您可在下一节“卸载 Advanced 应用”中找到卸载详情。

1. 从 Tektronix 网站下载 Advanced 应用安装包，并将它解压缩至仪器的本地磁盘。
2. 双击 setup.exe，开始安装。您将看到欢迎页面，按 **Next (下一步)**。



图 3 欢迎页面

- 按 **Browse (浏览)** 按钮选择应用的安装路径，选择有权使用该应用的用户，然后单击 **Next (下一步)**。

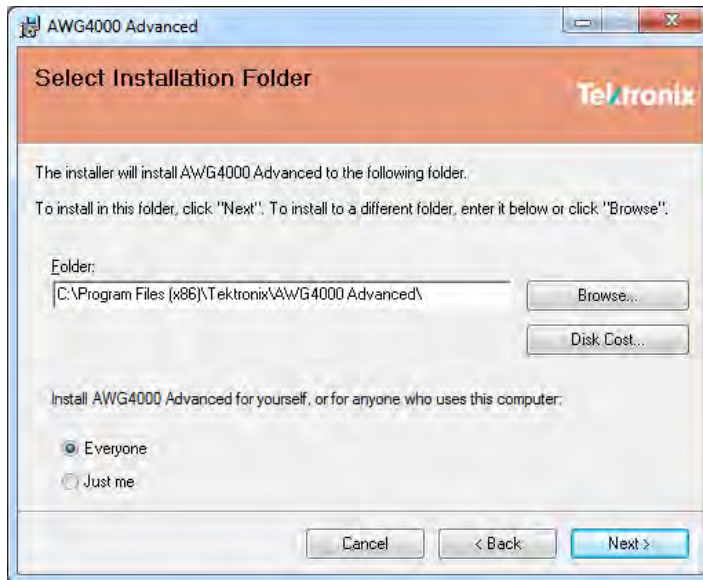


图 4 选择安装文件夹

- 按 **Next (下一步)** 开始安装。

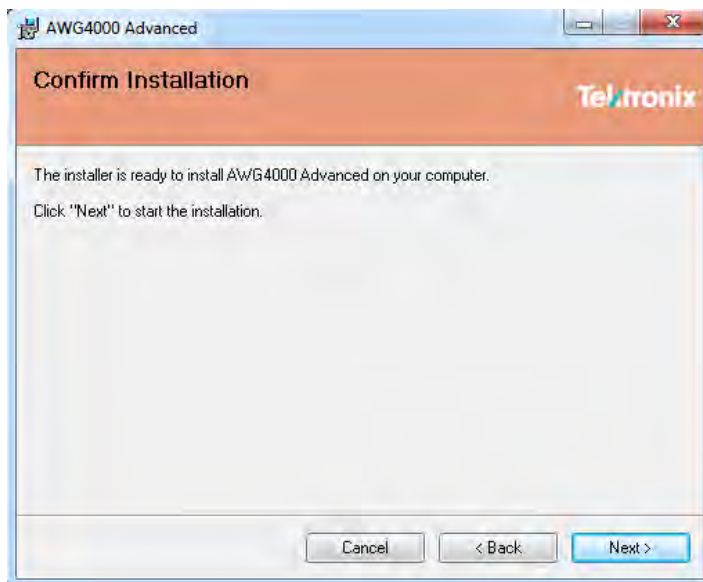


图 5 确认安装

5. 安装开始，仪器会显示安装进度，请稍等。

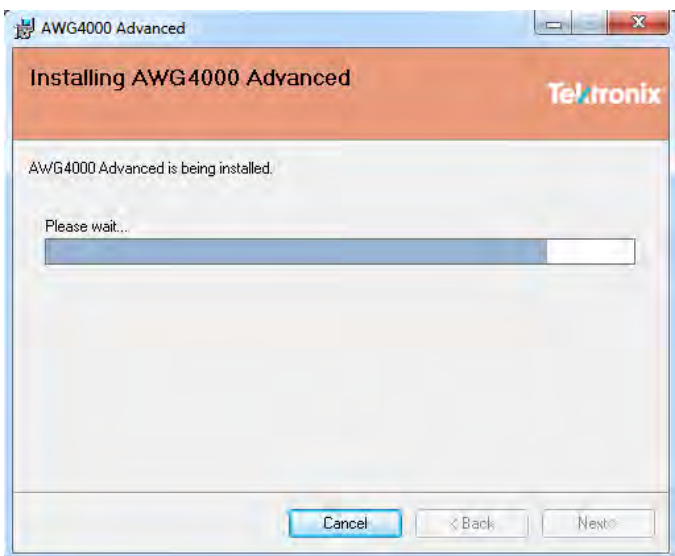


图 6 安装正在进行

6. 等到仪器显示“Installation Complete”（安装完成），然后按 Close（关闭）完成安装。

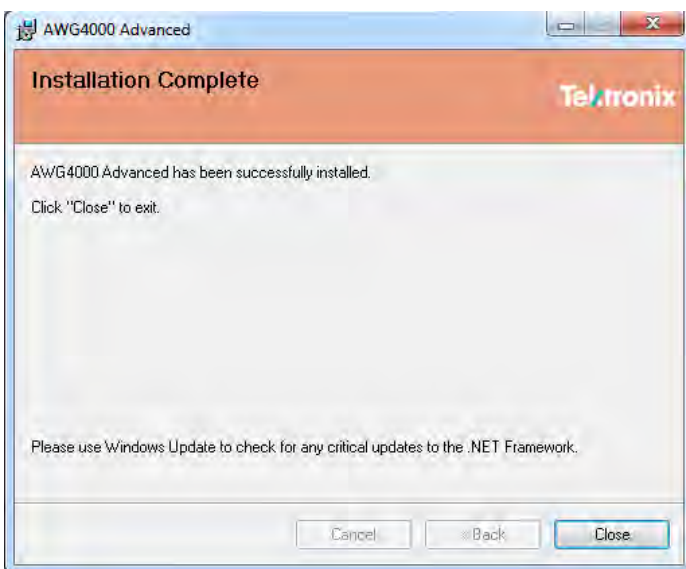


图 7 安装完成

现在您可在开始菜单和桌面上找到已安装的 Advanced 应用图标。

卸载 Advanced 应用

您可使用 Advanced 应用安装包来卸载固件，步骤如下：

1. 下载 Advanced 应用安装包并解压至仪器的本地磁盘。
2. 双击 setup.exe。欢迎对话框会提示您选择修复还是移除已安装的 Advanced 版本。选择“Remove AWG4000 Advanced”（移除 AWG4000 Advanced）并按 **Finish**（完成）开始卸载。

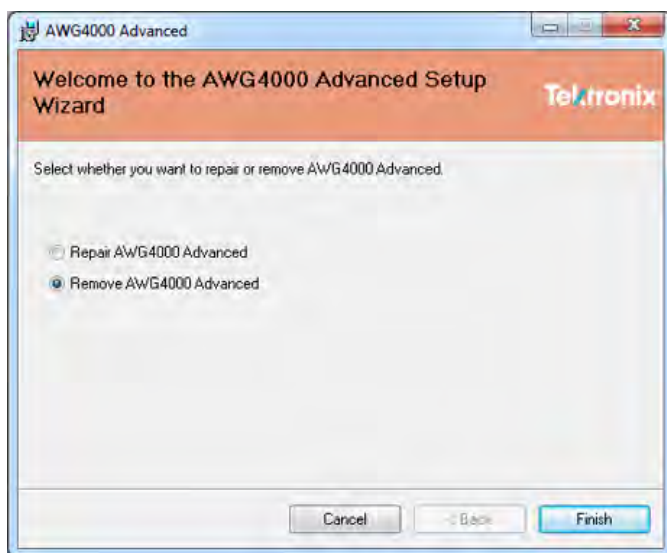


图 8 卸载固件

3. 卸载开始，仪器会显示安装进度，请稍等。

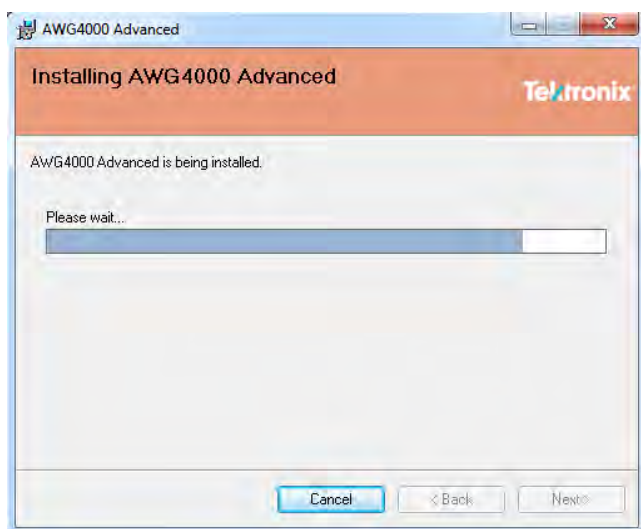


图 9 卸载正在进行

4. 等到仪器显示“Uninstallation Complete”（卸载完成），然后按 **Close**（关闭）完成卸载。

除了使用安装包，您还可以使用 Windows 控制面板来卸载 Advanced 应用，步骤如下：

1. 通过以下路径进入卸载页面：开始 → 控制面板 → 卸载程序

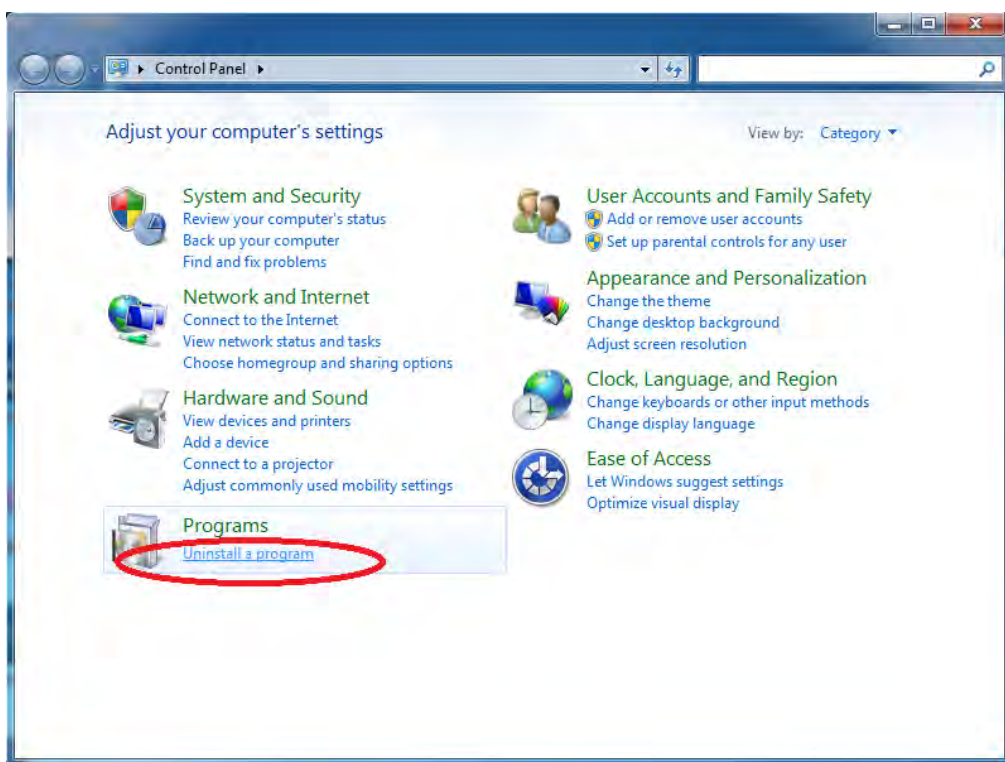


图 10 在控制面板中卸载程序

2. 在“卸载或更改程序”页面，选择“AWG4000 Advanced”程序，然后卸载它。
3. 等待卸载完成。

远程控制

可以将仪器连接到网络，以进行打印、共享文件、访问 Internet 以及使用其他功能。请向网络管理员进行有关咨询，然后使用标准的 Windows 实用程序来对仪器进行网络配置。对于 LAN 配置，使用控制面板中的“LAN Configuration” (LAN 配置) 对话框。

此外，如果仪器处于远程模式，则您可以使用 SCPI 命令远程控制仪器。请参阅 AWG4162 SCPI 命令手册，了解有关所有可用通道的完整说明。

仪器可使用 VGPIB、VXI-11 (LAN) 或 USBTMC 协议来控制。您可按照以下步骤启用服务器并开始与您的 AWG4162 仪器通信：

1. 将您的 LAN 电缆或 USB 连接到仪器。
2. 按 Utility (辅助功能) 选项卡中的 **Remote/Local Mode (远程/本地模式)** 按钮，如下图所示。

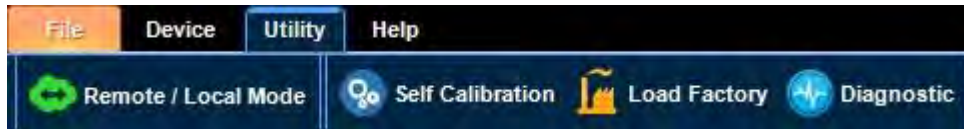


图 11 辅助功能选项卡

3. 将打开 VGPIB/LAN/USB-TMC 配置面板，如下图所示。

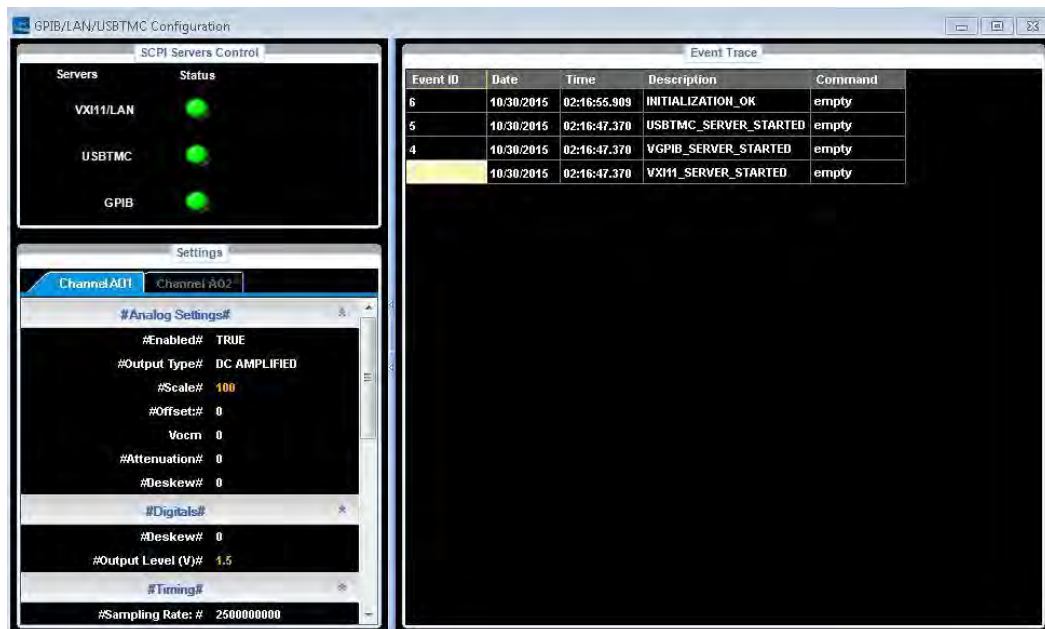


图 12 VGPIB/LAN/USB-TMC 配置面板

4. 在客户端 PC 打开 Tek OpenChoice Instrument Manager (OpenChoice 仪器管理器) 窗口，如下图所示。

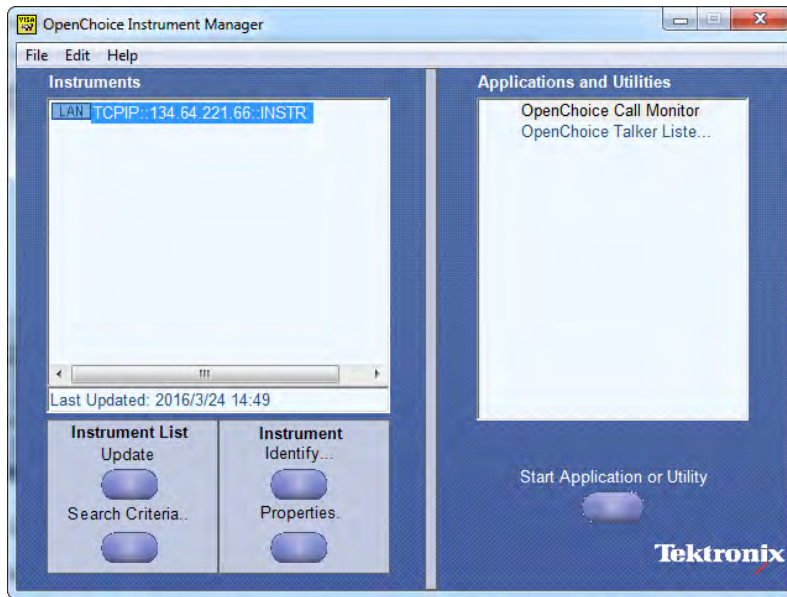


图 13 OpenChoice 仪器管理器

5. 按 *Search Criteria...* (搜索条件...) 按钮并启用 VXI/LAB/USB/GPIB，如下图所示。

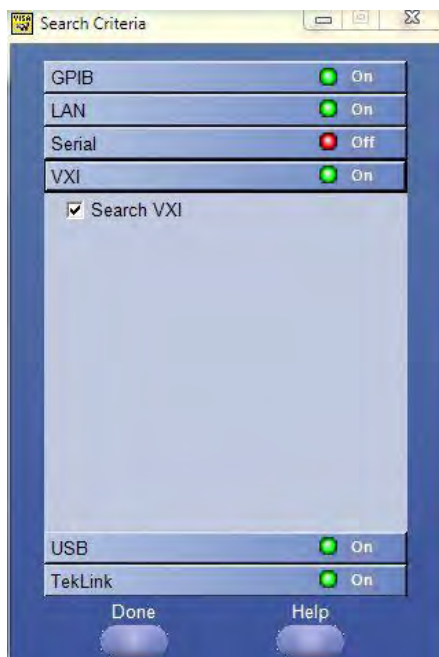


图 14 搜索条件

6. 检查 *Instruments* (仪器) 列表 , 核实是否正确检测到 AWG4162。
7. 按 *Start Application* (启动应用) 按钮打开 OpenChoice Talker Listener (OpenChoice 取样器监听器) 并发送 *IDN?命令。

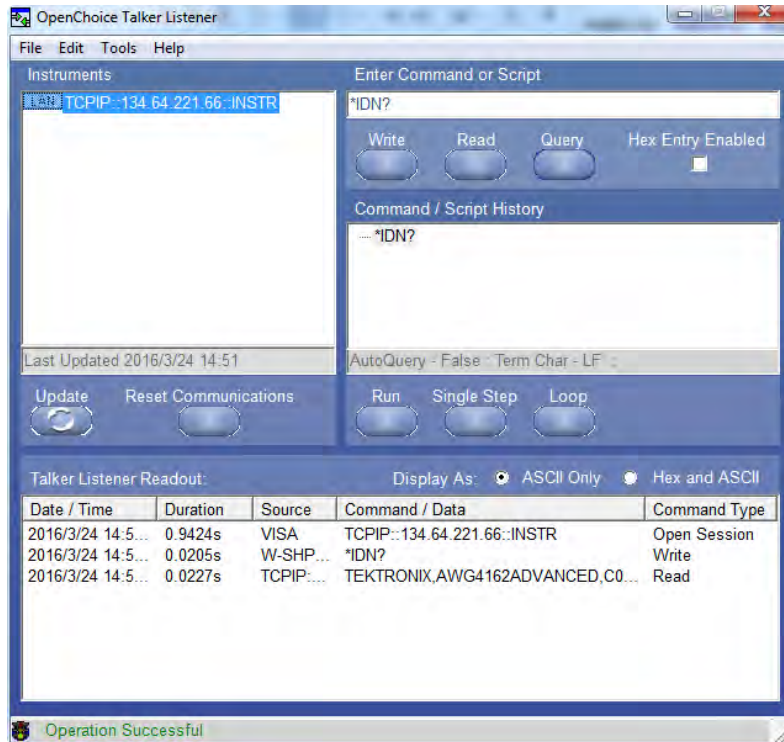


图 15 OpenChoice 取样器监听器

8. 仪器应回复以下字符串 :
 TEKTRONIX,AWG4162ADVANCED,CO000003,SCPI:99.0,FV:ARB 5.3
 其中 CO000003 是序列号 , ARB 5.3 是固件版本。

9. 您还可查看 Remote/Local (远程/本地) 表单中的结果 , 如下图所示。



图 16 Remote/Local (远程/本地) 表单中的结果

10. 使用 OpenChoice Talker Listener (OpenChoice 取样器监听器) 窗口，您还可加载脚本 (SampleImport.txt)，如下图所示。

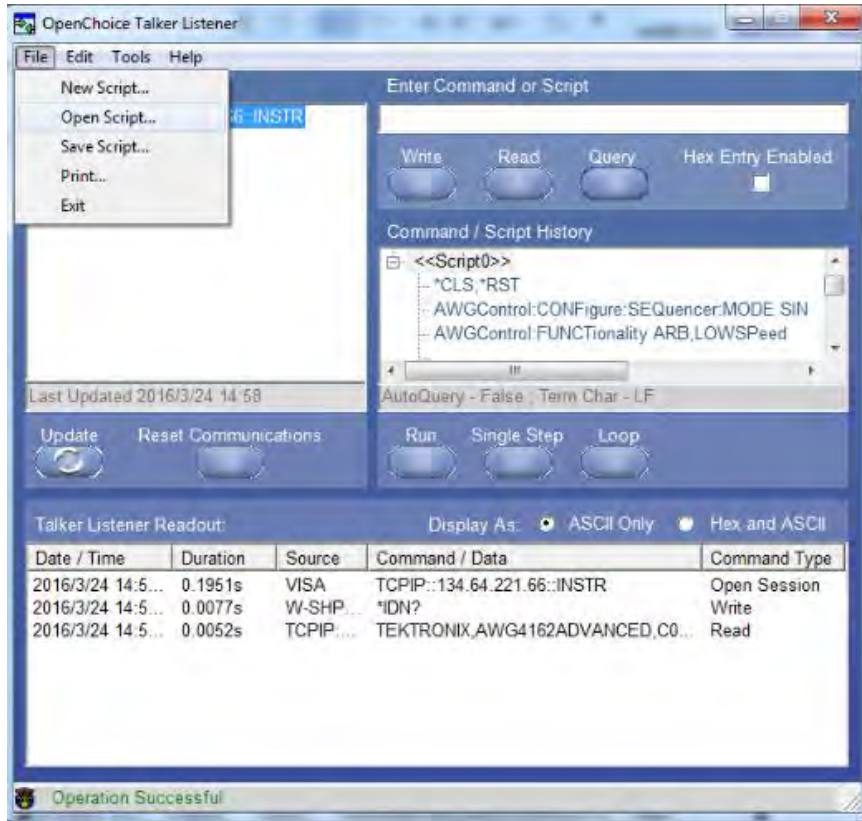


图 17 在 OpenChoice 取样器监听器中加载脚本

11. 按 Run (运行) 按钮以运行脚本并将 SCPI 命令发送到仪器，如下图所示。

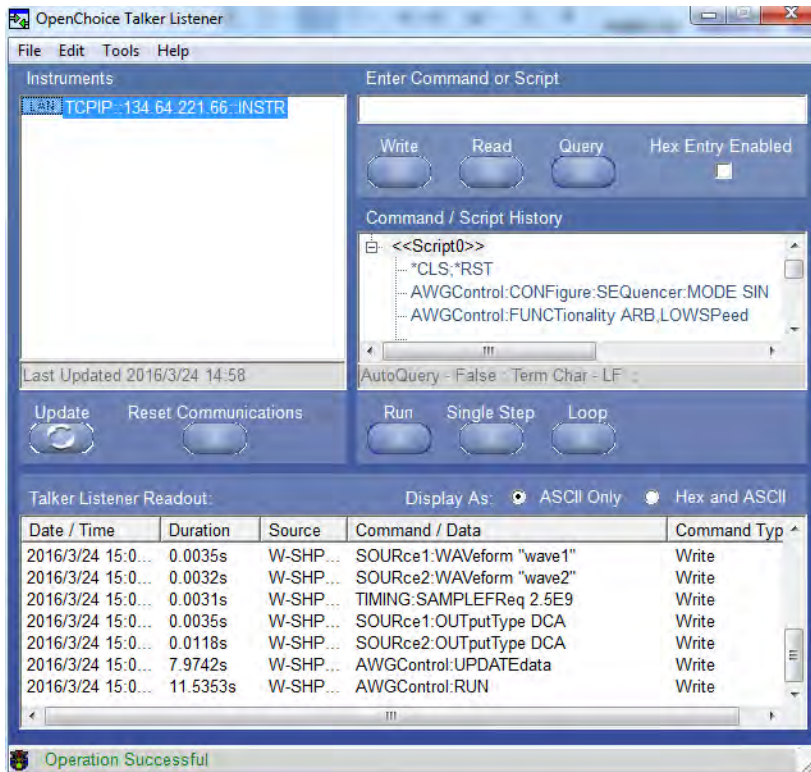


图 18 在 OpenChoice 取样器监听器中运行脚本

12. 您还可查看 Remote/Local (远程/本地) 表单中的 SCPI 命令，如下图所示。

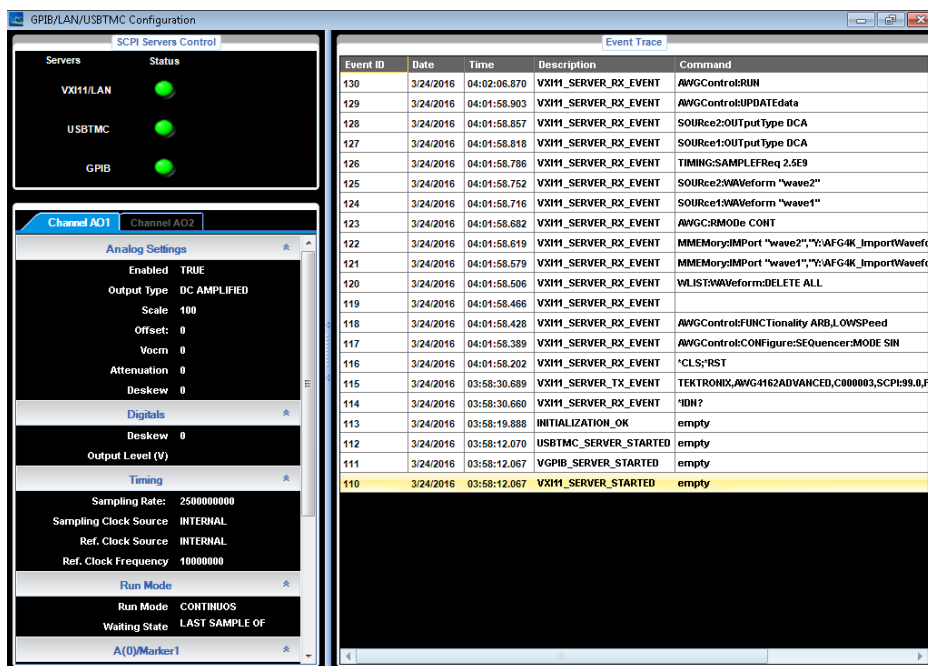


图 19 在 Remote/Local (远程/本地) 表单中查看 SCPI 命令

13. 仪器设置将在 Channel AO1 (通道 AO1) /Channel AO2 (通道 AO2) 选项卡中更新。

过热保护

在 AWG4162 内监测仪器内部温度。当内部温度达到某个阈值水平，会显示警告消息，并自动关闭信号输出。如果显示警告消息，请检查以下状况：

- 环境温度要求是否满足。
- 所需的散热间隙是否满足。
- 仪器风扇是否正常工作。

认识仪器

前面板概述

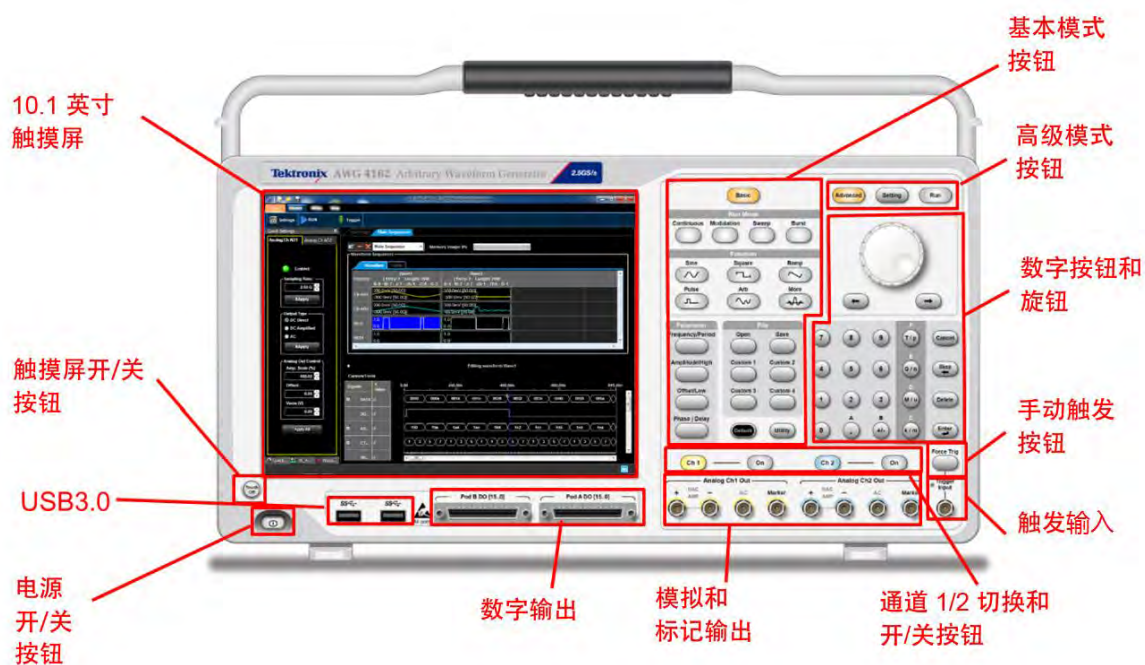


图 20 前面板概述

后面板

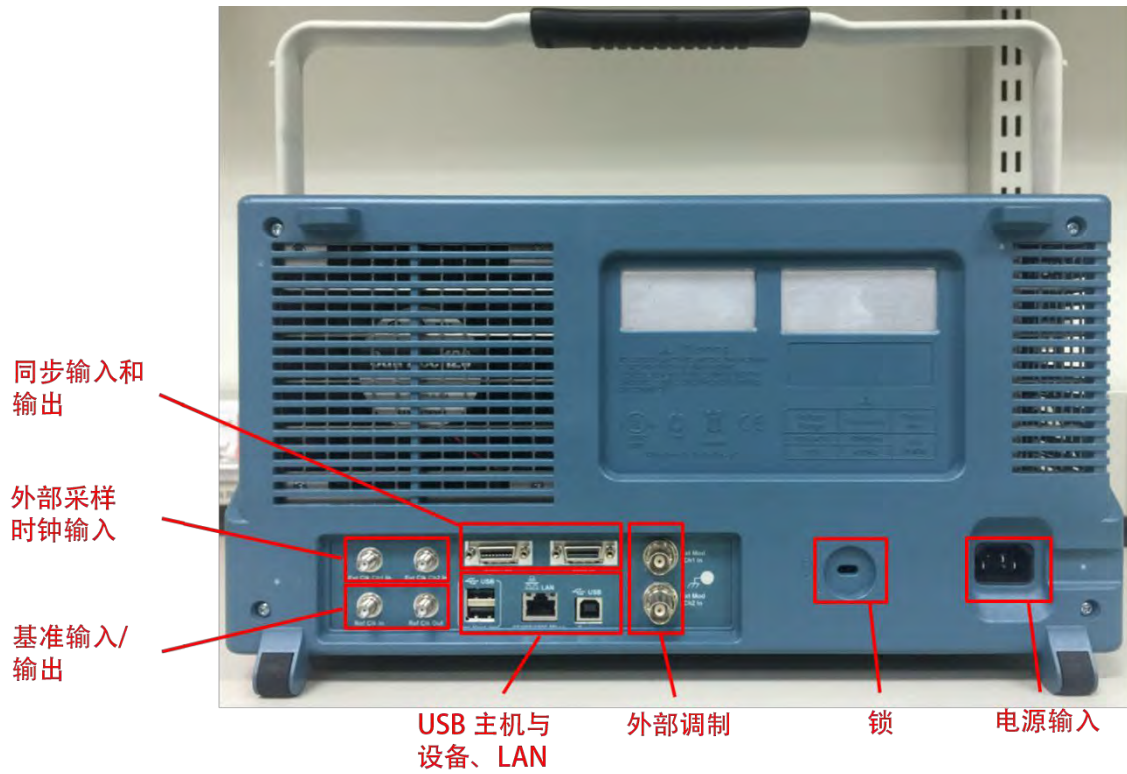


图 21 后面板概述

Advanced 应用介绍

本章说明 Advanced 应用用户界面功能的一些基本概念。

序列

序列通常有两个用途：

- 通过在存储器中重复单个波形，而不是存储多个副本，从而节省存储空间
- 在发生特定触发事件时通过循环、等待、跳转等方式生成一系列复杂波形。

一个序列包含一系列条目，用户可在条目中放入带有 2 个模拟和 32 个数字并行波形的混合波形。用户可为每个条目的执行规则编程，规定它们在序列中如何执行，包括：

- 等待事件 – 等到事件发生时才开始的条目
- 重复时间
- 转到 – 条目重复到期之后的下一个条目
- 跳转事件 – 即使重复未到期，当事件发生时也跳转到的下一个条目



图 22 序列

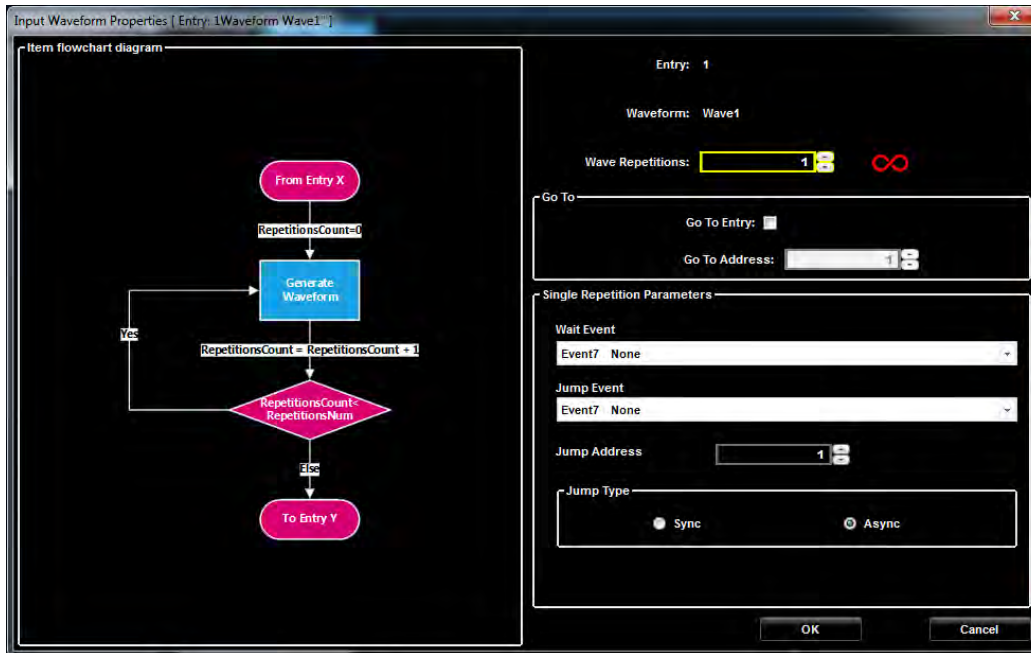


图 23 编辑序列

子序列

子序列是用户预定义的条目组合，可当作一个条目进行调用和放入主序列中。

条目

在序列模式下，条目用于设置每个波形元素的重复和事件参数，每个波形元素有一个条目。

段

一个段包含一个或多个分量（它们都有相同的长度），通过基本的加、减、乘运算结合在一起。

如果一个段包含多个分量，则使用以下公式：

$$\text{段} = (\text{分量 1 (加/减/乘) 分量 2}) + \text{分量 3} + \text{分量 4} + \text{分量 N}$$

分量

分量是构成段的基本元素。每个分量可用一个标准波形（直流电平、正弦、余弦、指数、三角波、方波、斜波、脉冲、同步、锯齿、扫描）和公式来表示，或者可从文本文件载入分量采样。

工作区

AWG4162 软件可当作一个功能强大的任意波形发生器来管理仪器。该软件基于项目。有两类项目：单序列器和多序列器。这两类工作区的模拟/数字资源管理方式不同：

单序列器

在此工作区中，所有模拟/数字资源同步管理，即使当多块板在菊花链配置中连接在一起时也是如此。

此模式称为“单序列器”，因为仅有一个序列器来管理多个输出通道。

多序列器

在此工作区中，每个模拟输出可以相互独立地配置。每个模拟输出相当于具有单个输出通道的独立设备。

此模式称为“多序列器”，因为每个模拟通道都有自己的序列器。然而，通道可共享触发和同步信号，即使每个通道独立配置时也是如此。

数字数据

AWG4162 拥有多达 32 条数字线，可配置为强大的码型发生器。可用数据线数目取决于您加载的数字选项。

数字总线可按两种模式来配置：

低速模式：纵槽 A 和纵槽 B 上提供 16 位处理能力。数字输出采样速率为模拟采样速率的 $\frac{1}{4}$ ，因此数字采样必须是模拟波形长度的 $\frac{1}{4}$ 。

高速模式：纵槽 A 和纵槽 B 上提供 8 位处理能力。数字输出采样速率为模拟采样速率的 $\frac{1}{2}$ ，因此数字采样必须是模拟波形长度的 $\frac{1}{2}$ 。

如果数字选项不可用，用户可在波形编辑器中修改数字线纵槽 A DO(0) 和纵槽 B DO(0)。这些线代表标记 1 和标记 2 输出信号。

标记输出采样速率取决于高速/低速模式选择。

标记类型可以是模拟或数字：

- 当选定模拟标记时，信号来自前面板 SMA，其最大更新速率为 156.25 MHz。
- 当选定数字标记时，标记连接到数字纵槽 A/纵槽 B，且可通过数字连接器针脚使用。

请注意，如果没有数字选项，标记处于高速模式。此外，利用选项 DO16，标记 2 速度将跟随标记 1 的速度设置。

混合（模拟/数字）波形

由于在同一个序列器条目中仅有模拟和数字波形时，会有一些限制，如果未另作说明，建议与混合波形一起使用。

Advanced 用户界面介绍

开始页面

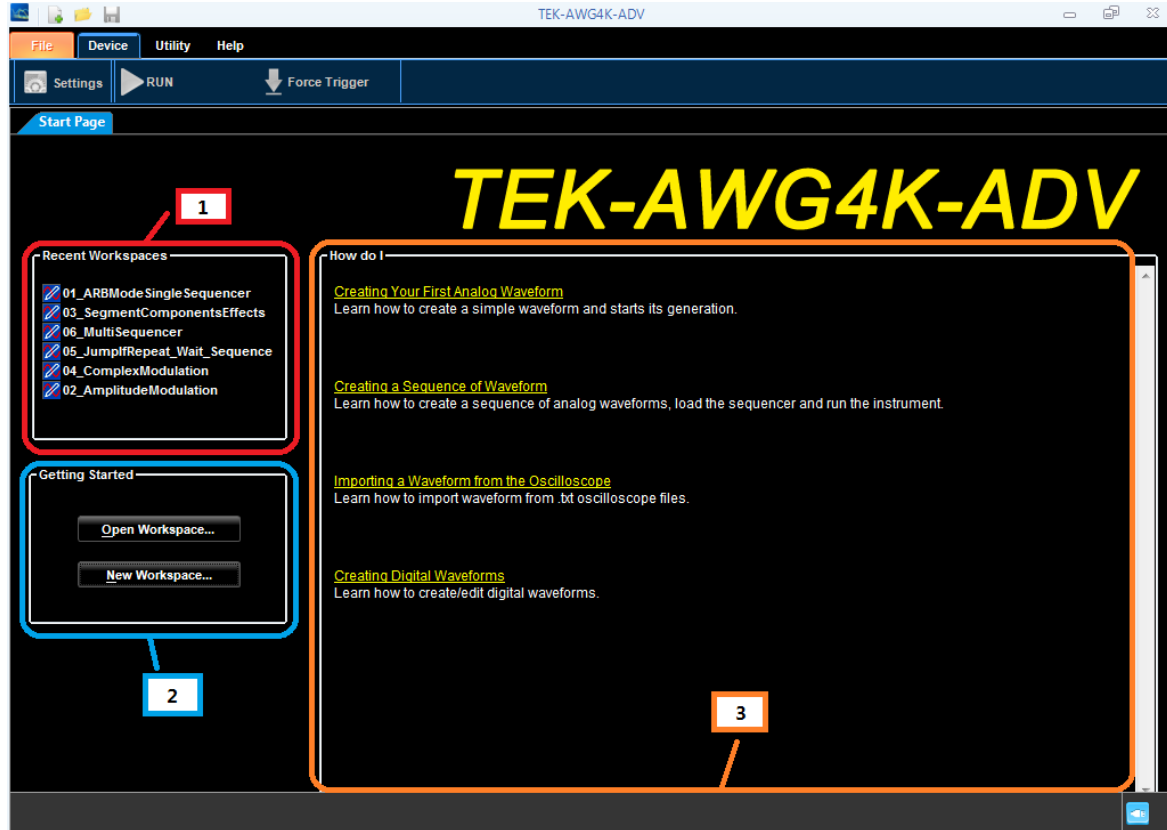


图 24 开始页面

当您启动 Advanced 应用时，它先进入开始页面。开始页面包括 3 个区域：

1. 最新工作区：

列出最近打开的工作区名称。

2. 入门知识：

按“Open Workspace”（打开工作区）按钮可打开某个现有的工作区。

按“New Workspace”（新建工作区）按钮可创建新工作区。

3. 我如何做

这个区域有几个简单的例子，可帮助您了解如何使用 Advanced 应用。

自我诊断

注意：

在执行此程序之前，打开仪器电源后暖机 30 分钟，因为如果仪器未达到有效温度，诊断无效。您可转至 Basic application (基本应用) -> System (系统) -> Tools (工具) -> Warm Up Timer (暖机定时器) 来执行暖机。

您可使用 Utility (辅助功能) 菜单项来运行内部诊断。



图 25 辅助功能菜单

采取以下步骤来运行内部诊断：


1. 按 Diagnostic (诊断) 按钮 
2. 此时会显示 Diagnostic (诊断) 对话框，如下图所示。



图 26 诊断对话框

3. 单击 Start (开始) 按钮开始诊断。

完成诊断大约需要 10 分钟。如果出现诊断故障，请运行自校准。如果故障仍然存在，请联系当地 Tektronix 维修人员。

自校准

自校准使用内部校准例程检查电气特性，例如 DC Direct 和 DC AMP 模拟电平/偏置，然后根据需要进行内部校准常数。


注意：

在执行此程序之前，打开仪器电源后暖机 30 分钟，因为如果仪器未达到有效温度，校准无效。您可转至 Basic application (基本应用) -> System (系统) -> Tools (工具) -> Warm Up Timer (暖机定时器) 来执行暖机。



图 27 辅助功能菜单

采取以下步骤执行自校准：

1. 按 Self Calibration (自校准) 按钮 
2. 此时会显示自校准对话框，如下图所示。

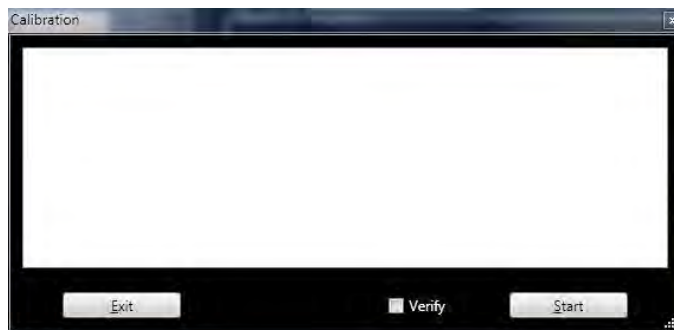


图 28 自校准对话框

3. 如果您还想验证校准参数，请选中 **Verify (检验)** 框。
4. 按 **Start (启动)**。

完成校准大约需要 10 分钟。当校准结束时，将弹出“Calibration process completed:SUCCESS” (校准过程完成：成功) 消息。如果发生故障，请联系当地 Tektronix 维修人员。

主页

当您打开现有项目或创建新项目时，会显示下图。



图 29 项目界面

编号界面部分说明如下。

1. 功能区菜单栏和工具栏 - 用于访问设备设置、辅助功能和在线帮助等菜单。

- File (文件) :



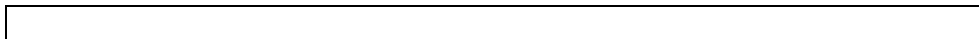
New Workspace (新建工作区) - 使用此按钮创建新工作区。



Open Workspace (打开工作区) - 使用此按钮打开现有工作区。



Save Workspace (保存工作区) - 使用此按钮保存新创建或已编辑的工作区。



- **Device (设备) :**



Settings (设置) - 使用此按钮访问更详细的 AWG4162 选项设置。



RUN/STOP (运行/停止) - 使用此按钮先将设置参数和波形加载到仪器，然后为使用 Channels Selection (通道选择) 按钮选择的所有已启用通道启动/停止波形生成。



Force Trigger (强制触发) - 单击此按钮使仪器生成内部触发信号并强制所选通道/纵槽发生事件。

- **Utility (辅助功能) :**



Remote/Local Mode (远程/本地模式) - 使用此按钮打开 Remote Mode (远程模式) 窗口，让用户能够通过远程连接控制仪器。



Self Calibration (自校准) - 使用此按钮对仪器执行自校准。



Load Factory (加载出厂设置) - 使用此按钮重新加载出厂校准参数。



Diagnostic (诊断) - 使用此按钮执行仪器内部诊断。

- **Help (帮助) :**



License (许可) - 使用此按钮管理选项 (参见“选项安装”部分)。



Online Help (在线帮助) - 使用此按钮打开在线帮助。



About (关于) - 使用此按钮打开“About” (关于) 窗口并检索软件、dll 和固件版本等信息。

2. **Sequence Area (序列区)** - 此部分主要提供有关输出序列的信息。
3. **Waveform List (波形列表) /Quick Settings (快速设置) /Status Area (状态区)** - 使用此部分访问波形列表、快速设置工具和仪器状态。
 - **WAVEFORM LIST (波形列表) → Waveforms (波形) 选项卡。** 此选项卡包含用户添加到项目中的任意波形列表。

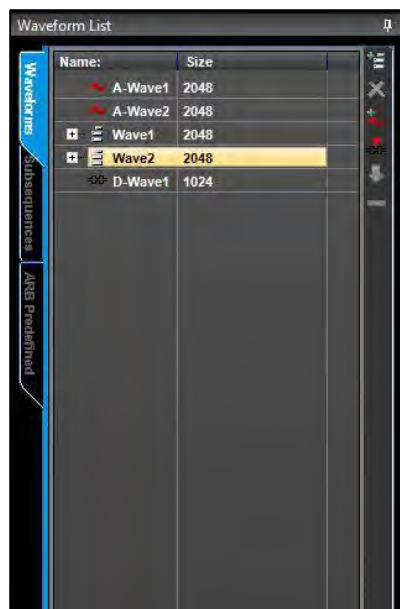








图 30 波形列表

- Waveforms (波形) 选项卡的旁边有一个工具栏，您可使用它来添加、删除或复制波形。

| 图标 | 动作 | 任意模式 |
|---|---------------|--|
|  | 新建混合波形 | 使用此按钮将混合波形添加到列表中。会打开波形编辑器，您可在其中同时为所有模拟和数字可用资源定义输出波形。 |
|  | 编辑波形 | 使用此按钮来编辑现有波形。 |
|  | 新建模拟波形 | 使用此按钮将模拟波形添加到列表中和对其进行编辑。 |
|  | 新建数字波形 | 使用此按钮添加和编辑数字输出的激励。 注意： 数字波形长度必须为同一序列器条目中的模拟波形长度的 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{4}$ 。 |
|  | 复制到预定义 | 使用此按钮将所选波形复制到预定义列表中。 |
|  | 删除波形 | 使用此按钮删除现有波形。 |



快速提示：

双击现有波形打开 **Editing Waveform (编辑波形)**。

- WAVEFORM LIST (波形列表) → Subsequences (子序列) 选项卡**
 使用它可创建波形的子集，用于识别可通过拖放操作放入序列器条目中的子序列。
 此选项卡包含可用子序列列表，右侧还包含工具栏，您可通过它来添加/编辑子序列。



图 31 序列列表

| 图标 | 动作 | |
|---|--------------|--|
|  | 新建子序列 | <p>使用此按钮创建子序列：新子序列 在 Sequence Area (序列区) 打 开，您可通过从 Waveform (波 形) 选项卡中拖放波形来将它添加 到该区域。</p> <p>单击 Main Sequence (主序列) 按 钮从子序列编辑模式退出；已创建 的子序列将显示在 Subsequences (子序列) 列表中。</p> |
|  | 编辑子序列 | <p>使用此按钮来编辑现有子序列。 从列表中选择序列项并按该按钮以 在序列区域对它进行编辑。</p> |

- **WAVEFORM LIST (波形列表) → Predefined (预定义) 选项卡**

此选项卡包含预定义的波形：预定义波形无法编辑，但一旦将它们复制到用户波形列表中，即可打开和编辑。

预定义波形在具有相同配置的用户工作区中可用。



如果您在单序列器 DO16 数字位创建混合预定义波形，它将在具有相同功能的所有工作区中可用，但它将不会在多序列器工作区或单序列器 DO32 数字位工作区中可用。

预定义模拟波形将在所有用户工作区中可用，而预定义数字波形将在用户工作区中可用，并将匹配相同的数字配置 (DO16 或 DO32) 。

您可通过拖放将预定义波形添加到序列区域。



图 32 预定义波形列表

| 图标 | 动作 |
|---|---|
|  | 复制到项目波形 使用此按钮将预定义波形复制到用户波形列表：复制的波形可打开和编辑。 |
|  | 删除预定义波形 从列表中移除并删除预定义波形。 |

- **QUICK SETTINGS (快速设置)**

此选项卡让用户能快速访问最有用的仪器设置，例如 Sampling Rate (采样率)、Output Type (输出类型) 和 Analog Out Control (模拟输出控制)。

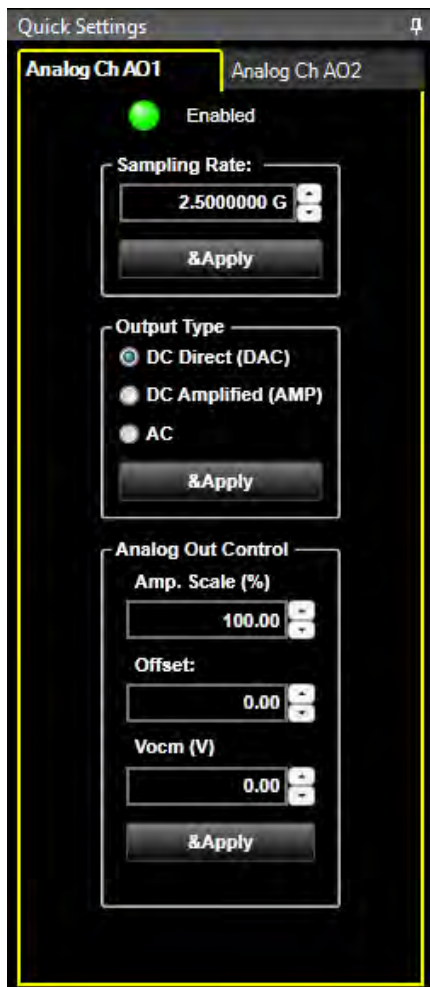


图 33 快速设置

- **DEVICE STATUS (设备状态)**

屏幕的这个区域显示通道功能信息，如下所述。

- **Type (类型)** - 显示通道功能

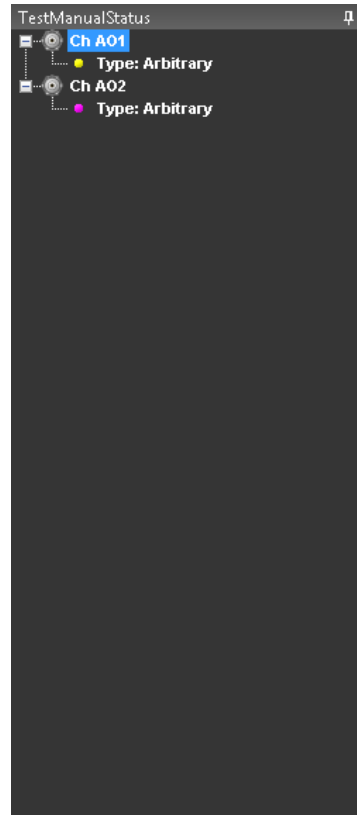


图 34 设备状态

4. **Waveform Display Area (波形显示区域)** - 此区域显示您在 Waveform List (波形列表) 或 Sequence Area (序列区) 中选择的波形。

注意：

界面中的所有面板均可停靠。您可通过单击面板的顶部并用鼠标按住和拖动来移动单个面板。

设置

使用 **Settings (设置)** 来控制仪器的通道设置。双击主工具栏中的  按钮来访问设置。

Settings (设置) 屏幕包含以下选项卡：

1. **Analog Ch AO1/AO2 (模拟通道 AO1/AO2)**
2. **Digital Channels (数字通道) 选项卡**
3. **Timing (定时) 选项卡**
4. **Run Mode (运行模式) 选项卡**
5. **Events (事件) 选项卡**
6. **Dynamic Jump (动态跳转) 选项卡**

不同项目的设置面板采用不同方式显示：

- 在 Single Sequencer (单序列器) 工作区中，一个设置面板可用于管理所有通道功能。
- 在 Multi Sequencer (多序列器) 工作区中，每个模拟通道提供一个设置面板来管理单个通道功能：这些控制面板称为 *Master Settings (主设置)* 和 *Slave Settings (从设置)* 面板。

设置 - 运行模式选项卡

当 **Settings (设置)** 屏幕打开时，默认显示 **Run Mode (运行模式)** 选项卡。

使用 **Run Mode (运行模式)** 选项卡为已编辑序列定义生成模式。

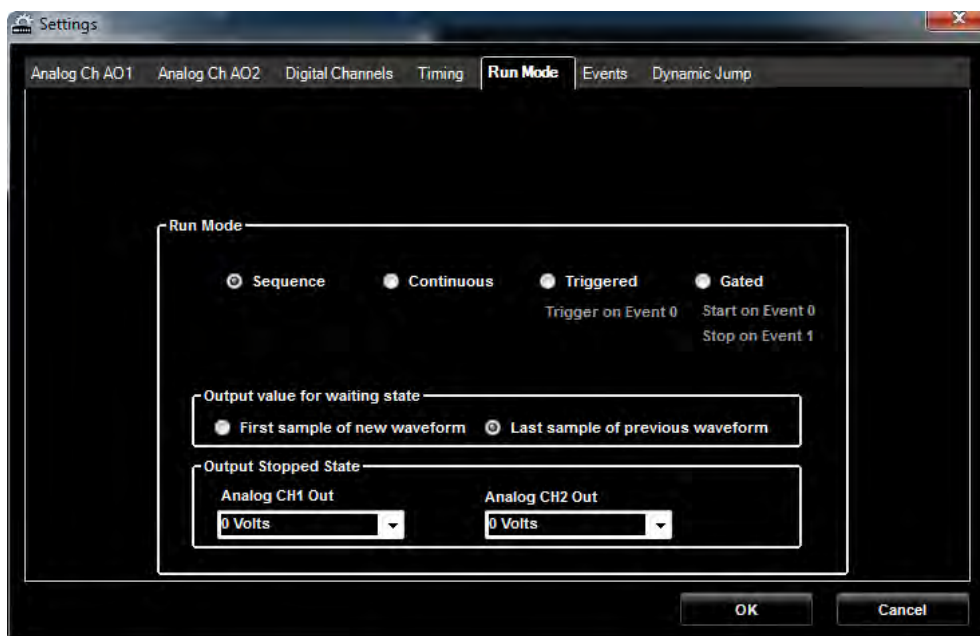


图 35 运行模式选项卡

AWG4162 仪器支持以下四种运行模式：

- **Sequence (序列)** - 可按序列窗口中指定的顺序输出多个波形。
- **Continuous (连续)** - 输出连续波形。序列窗口中仅允许一个条目。
- **Triggered (触发)** - 每当仪器收到一个触发信号，即输出一个波形。输出波形以后，仪器将等待下一个触发信号。序列窗口中仅允许一个条目。
事件 0 是触发信号，它可在 Events (事件) 选项卡中设置。
- **Gated (选通)** - 当事件 0 发生时生成波形 (默认情况下，事件 0 = 强制触发按钮按下)，当事件 1 发生时停止 (默认情况下，事件 1 = 强制触发按钮松开)。序列窗口中仅允许一个条目。
事件 0 和 *事件 1* 是选通信号 (开始/停止)，它们可在 Events (事件) 选项卡中设置。

注意：

在 Sequence (序列) 和 Triggered (触发) 模式下，仪器在波形输出之前等待事件发生。可为当前波形的最后一次采样和下一个波形的第一次采样之间的等待状态选择输出值。

设置 - 模拟通道选项卡 (任意波形模式)

您可使用 Analog Ch AO1 (模拟通道 AO1) / Analog Ch AO2 (模拟通道 AO2) 选项卡快速设置模拟通道的参数。

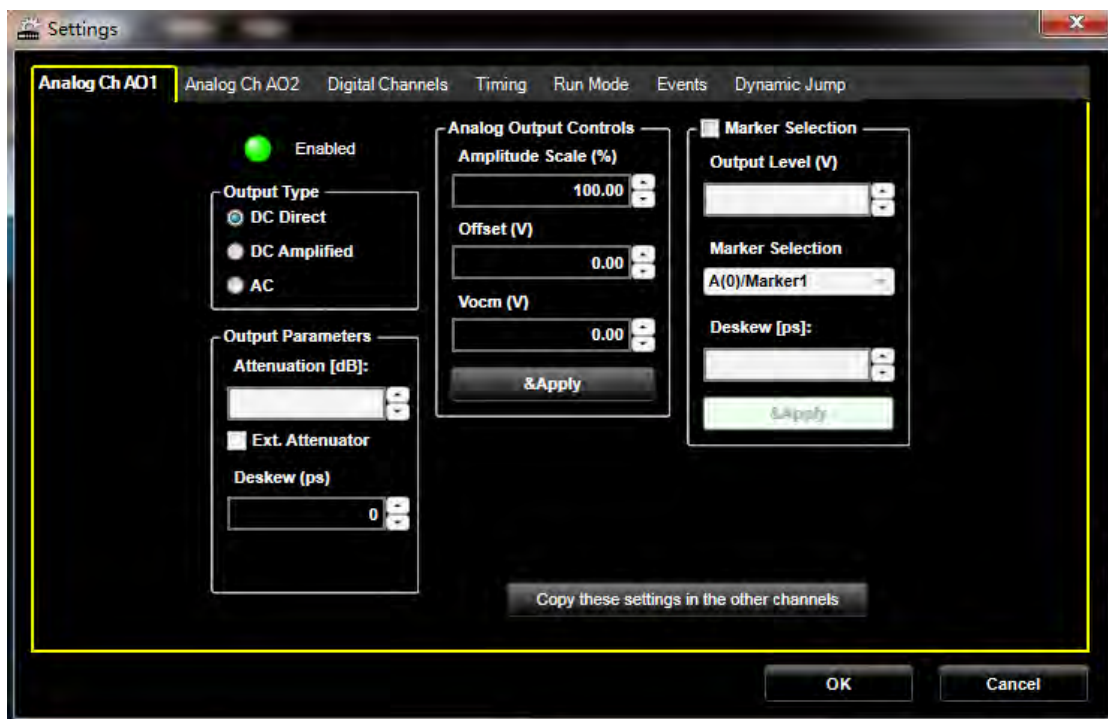


图 36 模拟通道选项卡

- **Enabled (启用)** : 要启用通道输出，请单击 **Enabled (启用)** 按钮。
- **Output Type (输出类型)** : 选择所选通道的输出类型，包括 DC Direct (DC 直接)、DC Amplified (DC 放大) 和 AC。
- **Analog Output Controls (模拟输出控制)** : 您可按百分比、偏置和 Vocm 为幅度标度设置参数。按 **Apply (应用)** 按钮确认更改。
 - **Amplitude Scale(%) (幅度标度 (%))** : 幅度标度是一个实时参数，可在仪器运行时调节波形幅度，它适用于序列器中包含的所有波形。
默认值为 100%，它表示序列器波形将不会缩放；最大值为 200%，它表示波形幅度乘以二，功率乘以四。最小值为 0%，它表示波形幅度为零。

注意：

此处适用输出幅度范围限制。

- **Offset (偏置)** : 此参数为所选输出应用差分偏置。它在 AC 输出上不可用。
- **Vocm(V)** : 此参数在所选通道的正负输出端应用共模电压。它在 AC 输出上不可用。

▪ **Output Parameters (输出参数) :**

- **Deskew (ps) (相差校正 (ps)) :** 此参数可在模拟至模拟输出通道之间设置微小延迟，以便使用在 2.5 GS/s 下大约为 10 ps 的分辨率来重新调整输出。
- **Manual Attenuator (手动衰减器) :** 此参数将 DC AMP 输出上的衰减类型设置为手动。默认情况下，衰减类型为自动。如果您选中“Manual Attenuator” (手动衰减器) 前面的复选框，则手动衰减器会启用。
应考虑为自动衰减和手动衰减应用不同的规则。
使用自动衰减，输出将不会衰减，它有助于提高低电平信号的输出信号质量。
使用手动衰减，输出将依照客户的设置衰减。
衰减对 DC Amplified (DC 放大) 输出值和偏置水平有影响。它对 Vocm 值没有影响。
- **Attenuation [dB] (衰减 [dB]) :** 如果选择 DC Amplified (DC 放大) 输出，您可应用可编程的衰减。

▪ **Marker Selection (标记选择) :**

Marker Selection (标记选择) 复选框 : 当标记输出启用时, 信号来自前面板 SMA, 在 2.5 GS/s 下其最大更新速率为 156.25 MHz。

当标记输出启用时, 可设置以下参数 :

- **Marker Output Level (标记输出电平) :** 设置标记输出的 *输出电平(V)*。
- **Marker Selection (标记选择) :** 下拉列表包含 Marker (标记) /Low (低) /High (高) : 意味着您可将可在 Waveform Editor (波形编辑器) 窗口中编辑的标记数字信号或始终低/高电平信号与 Marker Out (标记输出) 连接器关联。
- **Deskew(ps) (相差校正 (ps)) :** 此参数可在标记和模拟输出通道之间设置微小延迟, 以便使用在 2.5 GS/s 下大约为 78 ps 的分辨率来重新调整输出。

模拟/数字/标记之间的时滞取决于采样频率。

软件基于您在 Timing (定时) 选项卡中设置的采样速率自动计算最大值。

注意 :

CH1 的“模拟通道”相差校正也对 CH1 数字通道有影响, 因此对于模拟相差校正参数, 您可基于 CH2 移动整个 CH1 输出 (模拟 + 数字)。

如果您移动 CH1 的数字时滞 (数字通道选项卡), 则可基于 CH1 的模拟波形移动数字通道, 因此按照这种方式, 数字通道将从模拟通道转移。

设置 - 数字通道选项卡

使用 **Digital Channels (数字通道)** 选项卡在数字线上设置微小相差校正，将值分配到输出引脚并组合数字线。

您可生成数字码型以测试串行和并行 DAC 等数字设备或模拟协议。两个 Infiniband 12x 连接器中的每一个均可提供 16 位 LVDS 数字输出，总计 32 个 LVDS 输出。

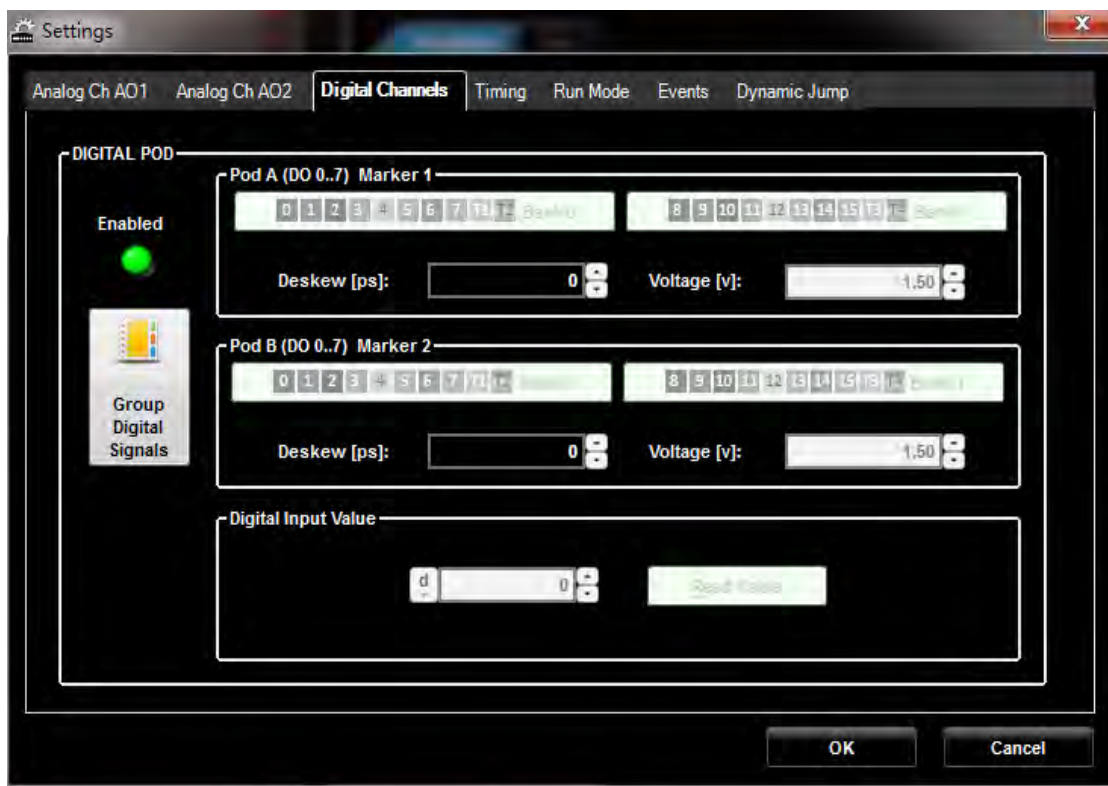



图 37 数字通道选项卡

- **Enabled (启用)**：启用数字输出通道，单击 **Enabled (启用)** 按钮。
- **Deskew(ps) (相差校正(ps))**：此参数可在数字通道之间设置微小延迟，以便使用在 2.5 GS/s 下大约为 78 ps 的分辨率来重新调整模拟和数字输出。
模拟/数字通道之间的时滞取决于采样频率。

- **Group Digital Signals (组数字信号)** : 您可按  按钮来更改信号的名称和创建/重命名总线，显示下图。

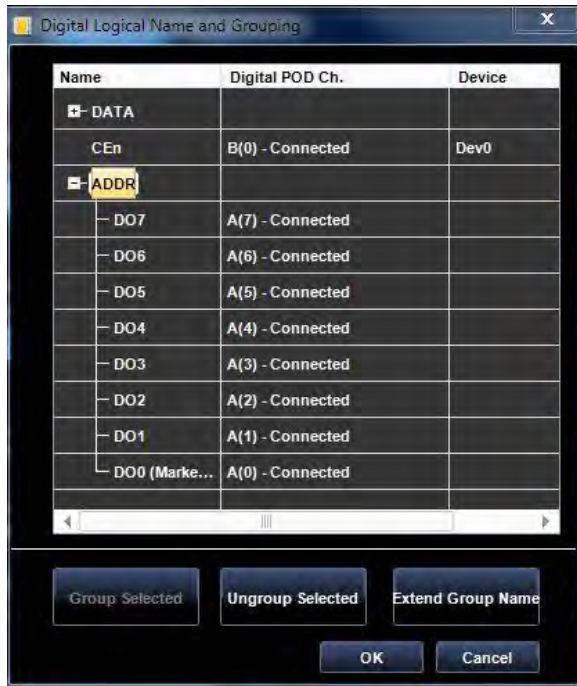


图 38 数字逻辑名称和分组窗口

- 第一列显示可由用户分配的数字通道逻辑名称。
- 第二列显示与数字逻辑名称关联的数字纵槽通道。
“Connected” (已连接) 表示数字探头已连接到数字通道。
- 第三列显示与数字通道关联的设备名称。
- 左键单击 + SHIFT 键以选择多个 DO 单数字线，然后按 **Group Selected (已选择分组)** 按钮来生成总线。
- 双击单个信号或总线名称可为它重命名。
- 选择总线并按 **Extend Group Name (延长组名)** 按钮将根名称扩展到总线的单行。
- 选择总线并按 **Ungroup Selected (已选择取消分组)** 按钮将总线分组为单行。

设置 - 定时选项卡

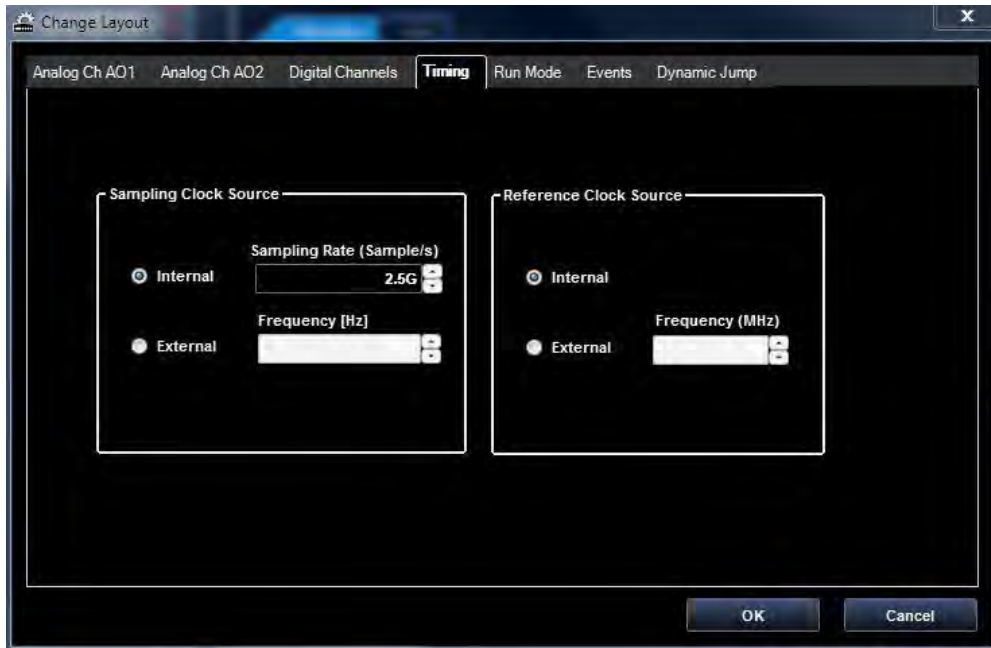


Figure 39 定时选项卡

- **采样率：**任意模式通道的采样率可以设置为100S/s至2.5GS/s。
- **采样钟资源：**采样钟可以为内部时钟或外部时钟。
如果选择**内部时钟**，采样钟信号有内部产生。
如果选择**外部时钟**，采样钟信号则来自于EXT。会使用到SMA连接器中的时钟。当选中外部时钟，外部钟的采样频率必须设置为您的时钟频率(1.25 GHz至2.5 GHZ)。

注意：

- 在单序列器项目中，A01 是主通道并且他将采样时钟频率传递给从通道 A02，所以，通道 1 的外部时钟信号是唯一能用作外部时钟的时钟信号。
- 在多序列器项目中，EXT 时钟和 SMA 输入都能作为外部时钟，因为两个通道独立工作，通道 2 的时钟也可以设置为“锁定主时钟”这样两个通道共享同一个采样钟。

- **基准时钟资源：**您可以选择基准时钟(内部时钟或外部时钟)，然而基准时钟资源只能在采样钟资源为内部时钟时才能选择。

设置 - 事件选项卡 (单序列器)

AWG4162 具有 Event Jump (事件跳转) 和 Wait Event (等待事件) (输入波形属性窗口) 功能，可使用事件信号更改生成序列。

此外，触发和选通运行模式执行取决于事件 0 和事件 1。

使用 Events (事件) 选项卡来设置 Events (事件)、Trigger IN (触发输入) 和 Timer (定时器) 参数。

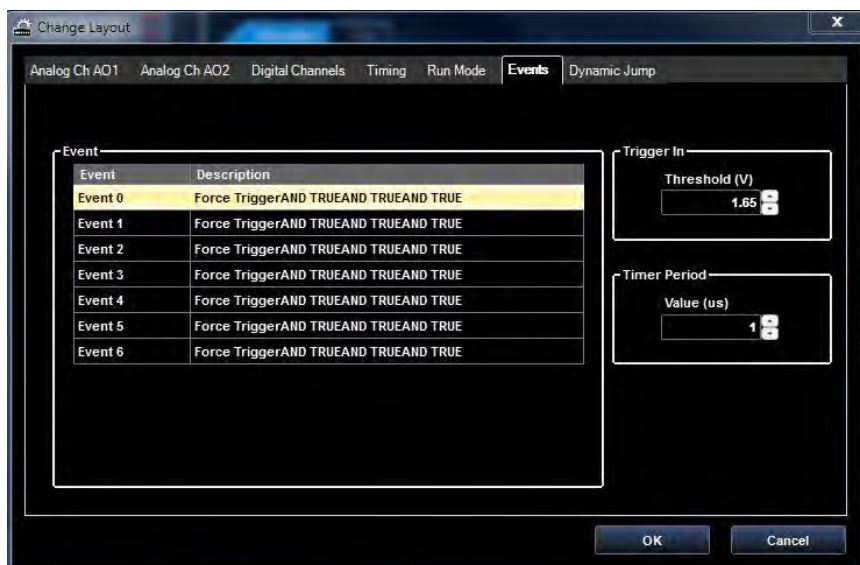


图 40 事件选项卡

- **Event (事件)**：您可配置多达七个事件 (事件 0...事件 6)，每个事件是四个运算对象 (运算对象 1..运算对象 4) 和三个运算符 (运算符 1..运算符 3) 之间的逻辑组合。
事件表包含事件列和说明列 (概述事件设置)。

双击时间表行可打开 *事件编辑器*；您可使用该编辑器访问可用的运算对象和运算符。

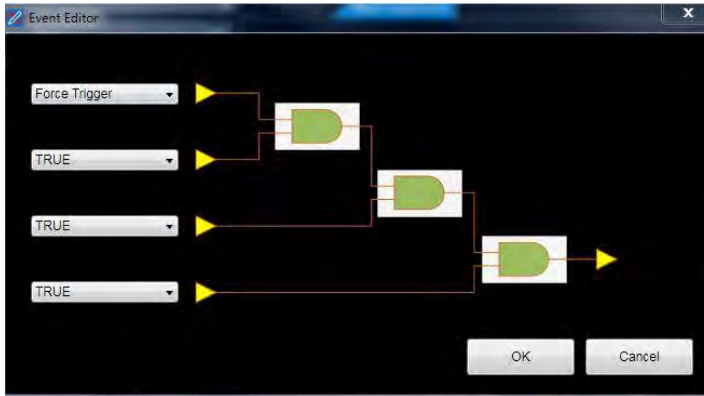


图 40 事件编辑器

逻辑组合计算公式为：


事件 N = (运算对象 1 运算符 1 运算对象 2) 运算符 2 运算对象 3) 运算符 3 运算对象 4)

可能的运算包括 **AND**、**OR**、**XOR**、**NAND**、**NOR** 和 **XNOR**，可能的运算对象包括 **False**、**True**、**Trigger IN**、**Timer**、**Force Trigger**、**Not Trigger IN**、**Not Timer**、**Not Force Trigger**、**A(0)/Marker1**、**B(0)/Marker2**。

事件管理器会检测运算对象级别并执行所选的逻辑运算。

序列器将在结果等式的边缘触发。

事件选项卡的参数说明如下：

- **Trigger IN (触发输入)**：该事件由仪器前面板上的专用 SMA 连接器接收。
- **Timer (定时器)**：该事件是由时间计数器生成的脉冲，可在 Event (事件) 选项卡中设置。如果您选择“Not Timer” (非定时器)，则脉冲将反转。
- **Force Trigger (强制触发)**：该事件由软件触发器生成，按主工具栏中的  按钮。
- **A(0)/Marker1 (A(0)/标记 1)**、**B(0)/Marker2 (B(0)/标记 2)**：该标记事件仅可用于在序列中跳转和在选通中停止事件。在其它情况下，标记事件无效。
B(0)/Marker2 (B(0)/标记 2) 仅在多序列器工作空间中可用。

- **NOT (非)**：“Not” (非) 让用户能够反转信号极性。例如，“Not Trigger In” (非触发输入) 事件在 Trigger In (触发输入) 信号的下降沿生效。
- **Trigger IN - Threshold(V) (触发输入 - 阈值(V))**：使用此字段来选择 Trigger IN (触发输入) 阈值电压水平。
- **Timer Period - Value (uS) (定时器周期 - 值(uS))**：使用此字段设置以 us 为单位的时间计数器值。

设置 - 事件选项卡 (多序列器)

在多序列器工作空间中，事件选项卡参数与单序列器工作空间相同，唯一的例外是 *Using Master Event (使用主事件)* LED 位于 Slave Settings (从设置) 面板。

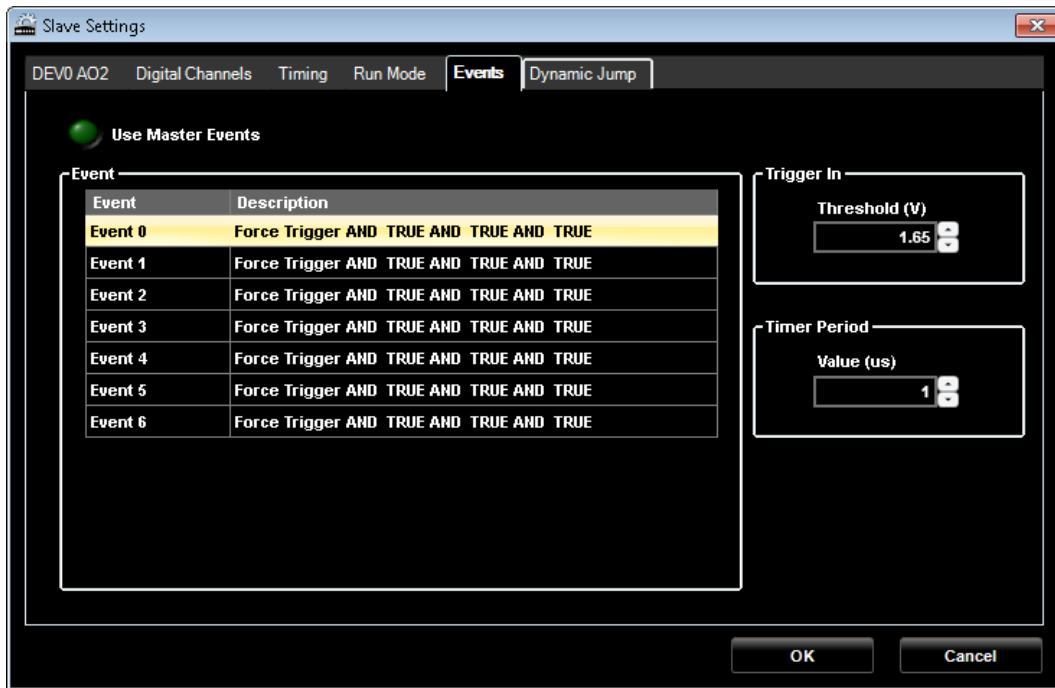


图 41 事件选项卡 (多序列器)

如果您启用 *Use Master Events (使用主控事件)* 控件，则从事件列表将禁用，从通道将使用主通道的事件来控制生成序列。

设置 - 动态跳转

使用此选项卡强制执行特定条目，修改序列器的执行流。

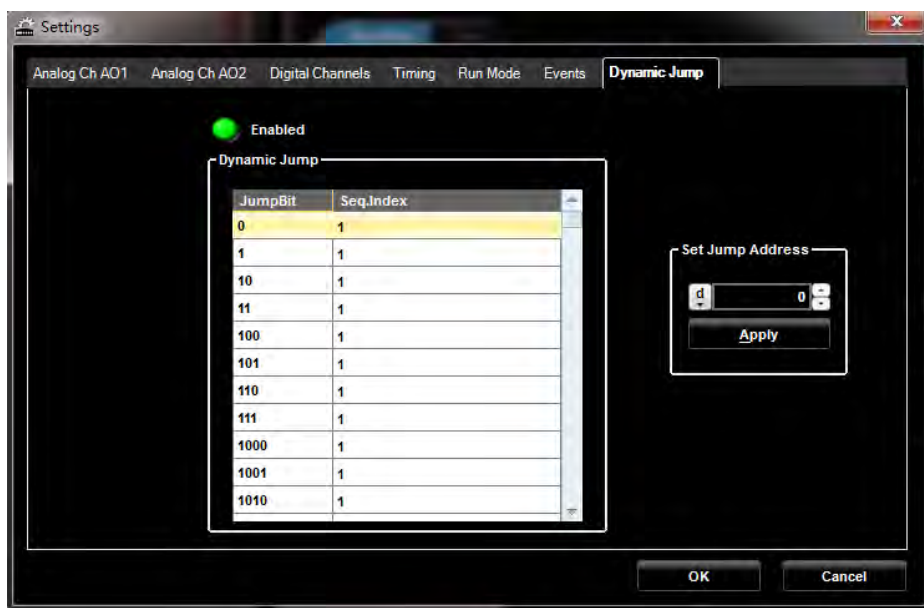


图 42 动态跳转选项卡

采取以下步骤来修改序列器：




1. 指定 Set Jump Address (设定跳转地址) 值与 *Dynamic Jump* (动态跳转) 表中的序列器条目之间的关系。
2. 使用 Set Jump Address (设定跳转地址) 来选择 JumpBit (跳转位) 栏中的其中一个可用条目。
3. 按 Apply (应用) 按钮。
4. **Enabled (启用)** 按钮用于启用/禁用动态跳转。
5. 如果在“Dynamic Jump” (动态跳转) 表中更改了值，在按 OK (确定) 以关闭设置窗口之后它才会生效；然后重新打开设置来操作“Set Jump Address” (设定跳转地址)

波形窗口

您可使用 **Editing Waveform (编辑波形)** 窗口菜单创建新的模拟/数字波形或修改现有波形。

AWG4162 仪器有两个模拟输出和多达 32 个数字通道，用户可根据其需求进行配置。

采用以下步骤创建新波形或编辑波形：

1. 使用 Waveforms (波形) 选项卡工具栏按钮来创建新的混合  /模拟  / 数字波形  。

请注意以下几点：

- *Mixed Waveform (混合波形)* 是为序列器创建新条目最简单的方式，因为它会在同一个条目中插入适当格式化的模拟和数字通道。
- 如果您想修改现有波形，可在 *Waveforms (波形)* 选项卡上双击它以打开 **Editing Waveform (编辑波形)** 窗口。

2. 会显示 **New Waveform (新建波形)** 窗口，如下图所示。输入波形名称并选择采样长度。您可在 *Samples (采样)* 或 *Time (时间)* 中插入长度。单击 **OK (确定)** 以确认。

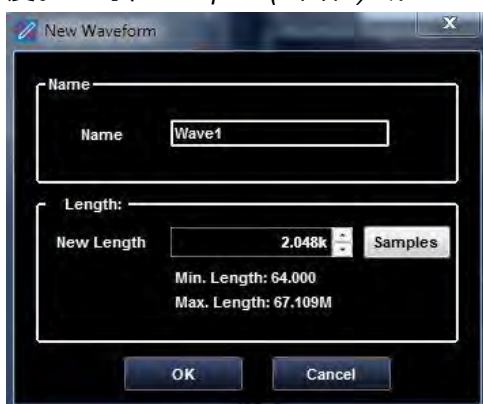


图 43 新建波形对话框

注意：波形长度必须是 64 (<320 点) 或 16 (>=320 点) 的倍数。

3. 会显示 Editing Waveform (编辑波形) 窗口，如下图所示。

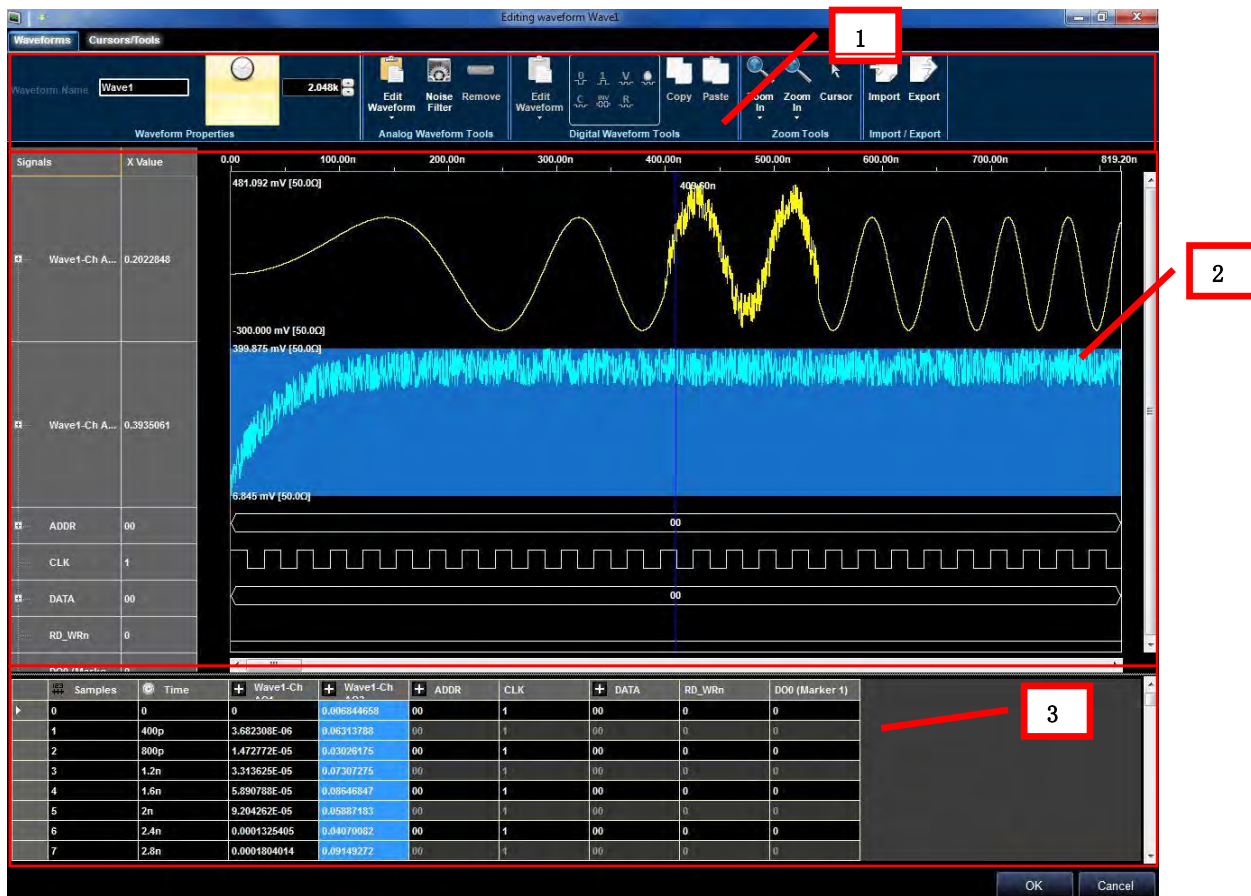


图 44 编辑波形窗口

此图像上已编号的标注与以下界面部分说明相对应。


1. 模拟/数字波形图形工具
2. 混合信号波形编辑器
3. 数据编辑器

光标工具

您可在 Cursors/Tools (光标/工具) 选项卡访问以下功能：

光标

光标对于识别和阐明波形数据很有用，从而可改进组织和视图。

单击 *Editing Waveform* (编辑波形) 主工具集中的 Cursors (光标)  按钮显示或隐藏标记窗口。

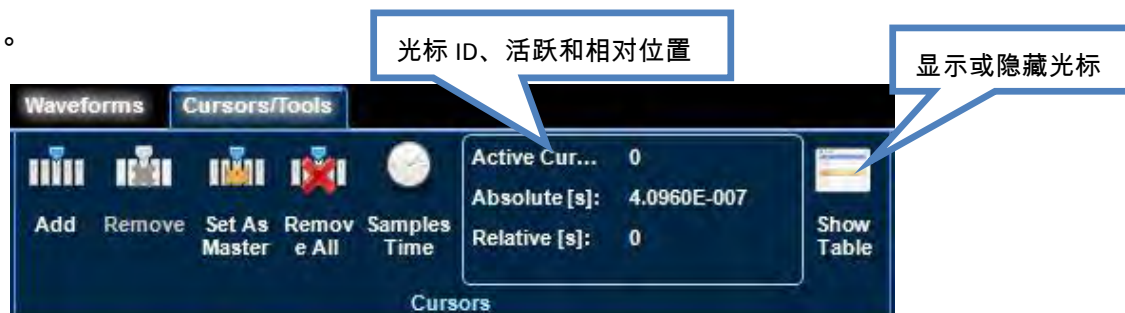


图 45 工具菜单

工具栏上的其他字段值显示当前所选光标的 **Active (活跃)** (或 ID) 及其 **Absolute (绝对)** 和 **Relative (相对)** 位置。

当光标开启时，*Waveform Editing* (波形编辑) 窗口中的所有光标均在 **Cursor (光标)** 屏幕上列出。


| Master | Id | Abs Pos | Rel Pos | Sync |
|---|----|-----------|------------|------|
|  | 0 | 409.60... | 0 | |
| | 1 | 409.60... | 0 | |
| | 2 | 675.02... | 265.420... | |
| | 3 | 174.48... | -235.11... | |
| | 4 | 409.60... | 0 | |

图 46 光标列表

Master Cursor (主光标) 是标有以下图标的光标。



相对位置从主光标位置开始计算。

在执行数据搜索操作时，主光标自动移动以显示相对结果。





通过在光标窗口中选择新标记并单击 *Waveform Editing* (波形编辑) 窗口工具栏中的

Master Cursor (主光标) 图标来更改主光标。



光标屏幕栏显示渐进式光标标识符、绝对时间位置 (光标位置与采集起点之间的时间距离) 和相对时间位置 (光标和主光标之间的时间距离)。在任何时间其中一个光标移动时，所有值都会自动更新并显示。

以下功能用在光标的上。

| | |
|---|---|
|  | Add (添加) 按钮将新光标置于可视化区域。 |
|  | Remove (移除) 按钮可删除在光标屏幕中选择的标记。 |
|  | 通过单击并拖动所选光标来移动标记。 |
|  | 通过单击 Clear all cursor (清除所有光标) 按钮移除所有光标。 |





注意：

- 您也可通过用右键在光标屏幕内单击并从所示功能列表中进行选择来执行许多前述功能。
- 您可移除所有光标，但需留下一个。
- 您可创建尽可能多的光标。

转至所选目标

Editing Waveform (编辑波形) 主工具集上的 Go to (转至) 字段右侧的下拉菜单中包含多项功能。您可利用这些功能来选择准备将主光标移动到可视化区域内的哪个位置。

Go to (转至) 功能包括：

| | |
|---|---|
|  | Go to time (转至时间) - 将主光标移至控件左侧文本字段中指定的时间位置。 |
|  | Go to start samples (转至起始采样) - 将主光标和可视化区域移至采集的起点。 |
|  | Go to end samples (转至结束采样) - 将主光标和可视化区域移至采集的终点。 |
|  | Cursor n (光标 n) - 将可视化区域集中到光标/标记 n 的中心 (控件左侧文本字段中指定的位置)。 |



您可单击 **Move active cursor here (将活跃光标移至此处)** 按钮将所选光标移至当前可视化区域的中间。

搜索

可从 *Editing Waveform (编辑波形)* 窗口完成搜索。也可在前述的 **Waveform View (波形视图)** 屏幕中的搜索部分进行搜索。

您可搜索特定总线、信号、上升沿或下降沿值。

单击 **Search Settings (搜索设置)** 按钮  激活搜索选项。

Search Settings (搜索设置) 窗口如下所示。您可在此处输入搜索条件。

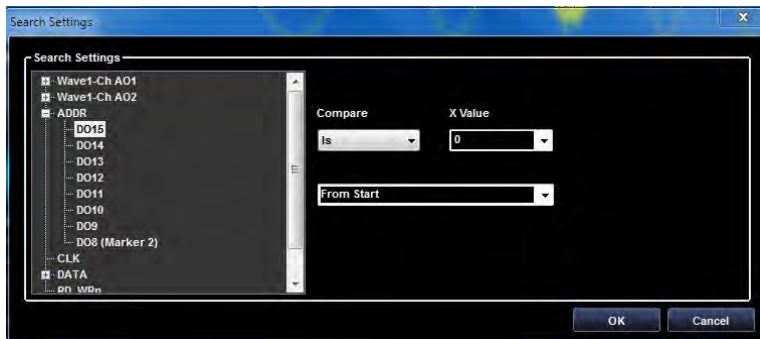


图 47 搜索设置窗口

在 Search Settings (搜索设置) 窗口右侧的 **Signal Type (信号类型)** 搜索列表中会显示所有已定义的模拟/数字信号和总线。选择信号或总线，然后提供要搜索的特定值。

注意：




Compare (比较) 和 **Value (值)** 字段会根据在搜索列表中所选的信号类型而变化。

使用 Compare (比较) 字段来选择以下搜索逻辑运算符：

- = 或 **Is** - 查找等值。
- != 或 **Is not** - 查找不等值。
- > - 查找大于指定值的值 (在数字通道上，仅当选定总线时才可用)。
- < - 查找小于指定值的值 (在数字通道上，仅当选定总线时才可用)。

在数字通道上，使用 **Value (值)** 字段来提供特定值或需搜索的边沿。如果选定了一个通道，**Value (值)** 字段有以下选项：

- 0 - 搜索逻辑 0。

- 1 - 搜索逻辑 1。
- Rise (上升) - 搜索上升沿触发。 
- Fall (下降) - 搜索下降沿触发。 
- Change (更改) - 搜索任何触发边沿。 
- HiZ

- **Violations (违例)** - 搜索模拟标记上的任何定时违例。模拟标记最大更新速率为 156.25 MHz；如果发生定时违例，数字波形标签旁边会显示警告符号。

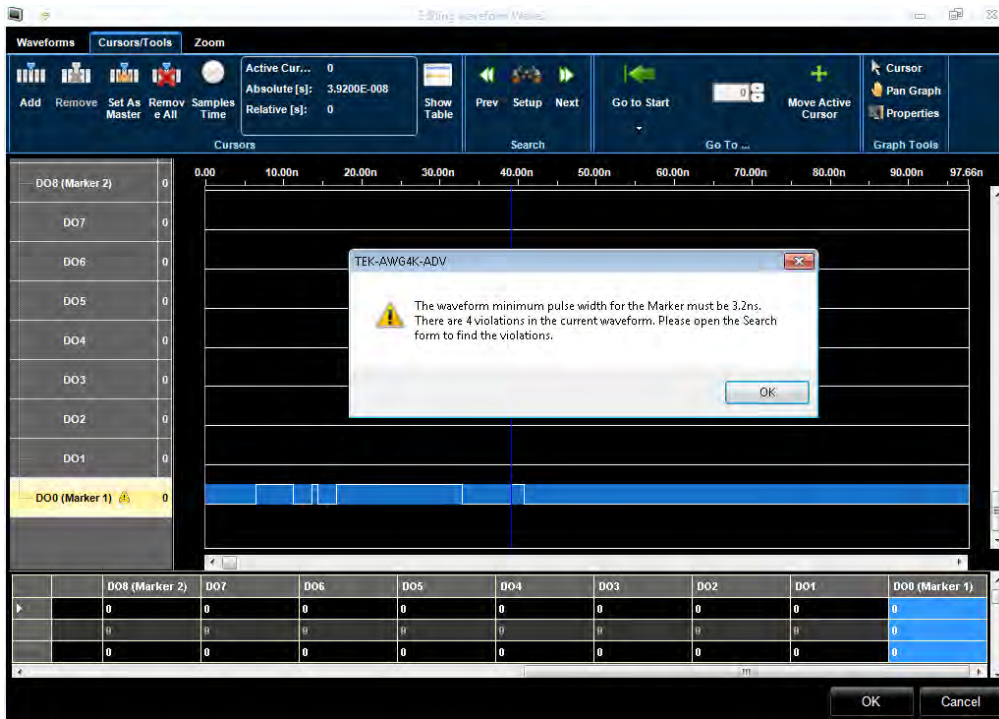


图 48 搜索结果窗口 1

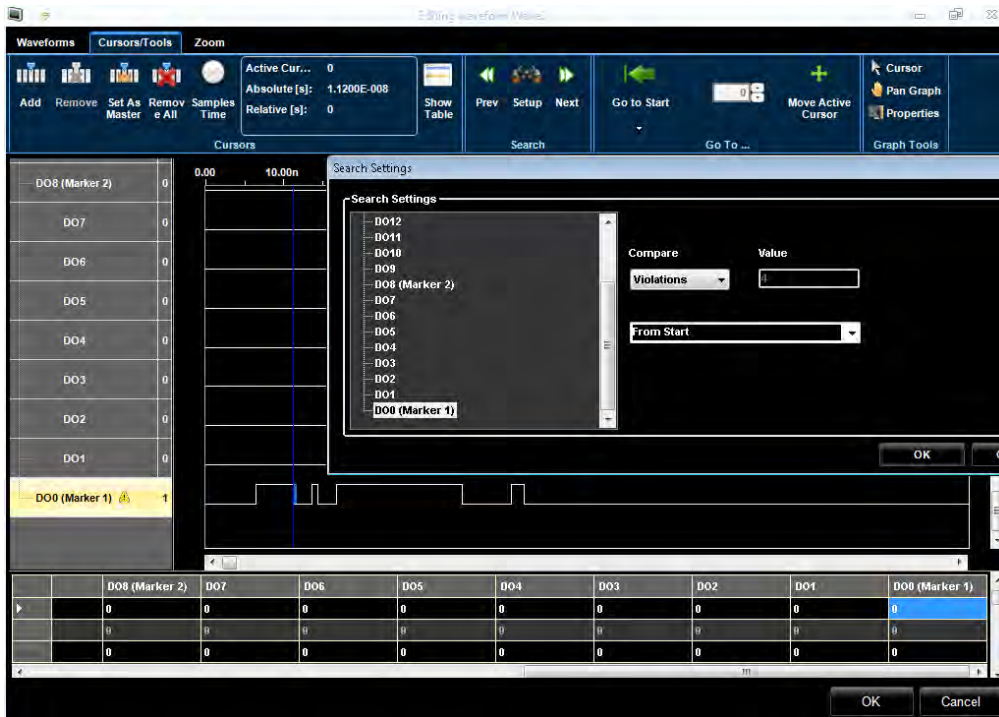


图 50 搜索结果窗口 2

如需取消定时违例，应采取以下步骤：

1. 打开搜索窗口并选择发生违例的数字波形。
2. 选择 Violations (违例) 并按 OK (确定) 。
3. 按 Next (下一步) 按钮将光标移动到定时违例上。
4. 移除手动为其值填入 '0's 或 '1's 的定时违例。
5. 移除标记波形上的所有定时违例。
6. 请注意，即使并未解决所有违例，也可以开始波形生成，但模拟标记将超出规格。

From Start (从起点) 按钮可用于指定搜索从数据生成的哪个位置开始。可能的选项包括：

- **From Start (从起点)** - 从波形的开头处开始搜索。
- **From End (从终点)** - 从波形的结尾处开始搜索。
- **Master Marker (主标记)** - 从主标记位置开始搜索。

您可在 Search Settings (搜索设置) 屏幕选择条件，然后单击 **OK (确定)** 按钮。然后结果会显示在 **Editing Waveform (编辑波形)** 窗口。

您可使用 **Search Backward (向后搜索)** 或 **Search Forward (向前搜索)** 按钮浏览搜索结果。

注意：

当您浏览搜索结果时，主光标更新为您结果中的后续值。

图形工具



Cursors/Tools (光标/工具) 选项卡：使用此按钮将图形区域的鼠标功能更改为光标/标记移动。

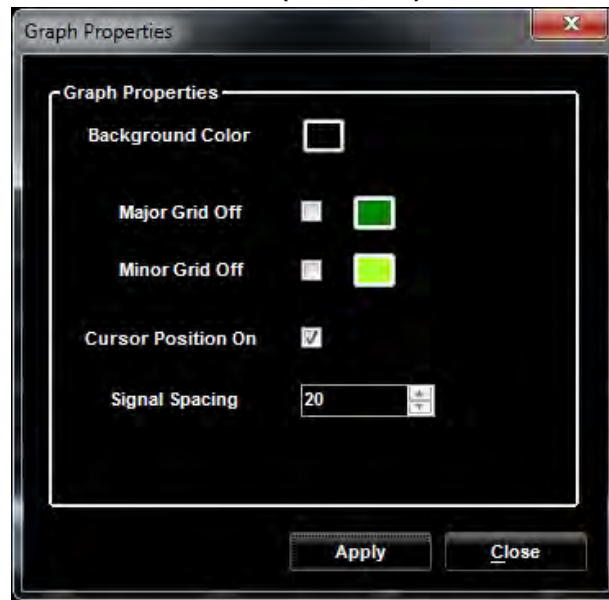


Cursors/Tools (光标/工具) 选项卡：使用此手工具在图形区内拖动。



Cursors/Tools (光标/工具) 选项卡：您可以更改图形显示区的属性。单击 **Waveform View Settings (波形视图设置)** 按钮，

会显示 Graph Property (图形属性) 屏幕。



按照如下方式进行更改：






- 可根据需要更改 **Background Color (背景颜色)**。
- 更改颜色并打开或关闭**大网格**和**小网格**，然后更改其线条颜色。
- 可打开或关闭 **Cursor Position (光标位置)** 指示器。



此按钮在**采样数**与**秒数**之间切换 x 轴表示。默认值根据所作的选择进行优化。

缩放工具

您可在 Zoom (缩放) 选项卡访问以下缩放功能：

| | |
|---|--|
|  | 放大：自动放大功能。 |
|  | 缩小：自动缩小功能。 |
|  | 手动缩放： 使用此按钮放大所选图形的矩形。在图形区内单击并拖动，即可创建您的缩放矩形。 |
|  | 缩放全部： 此按钮重置所有已激活的缩放 |
|  | 光标： 使用此按钮将图形区域的鼠标功能更改为光标/标记移动。 |

模拟波形图形工具

AWG4162 仪器按下面部分所述处理模拟波形、段和分量。

模拟波形

模拟波形是基本段序列，包含生成段的临时顺序。

您可添加标准波形，只需按 **Edit (编辑)** 按钮并选择直流电平、正弦、上升斜波、三角波、锯齿波、方波等基本波形。AWG4162 软件将显示使用一个段组成的波形。

如果您需要生成更多高级波形，应将更多段添加到波形中。

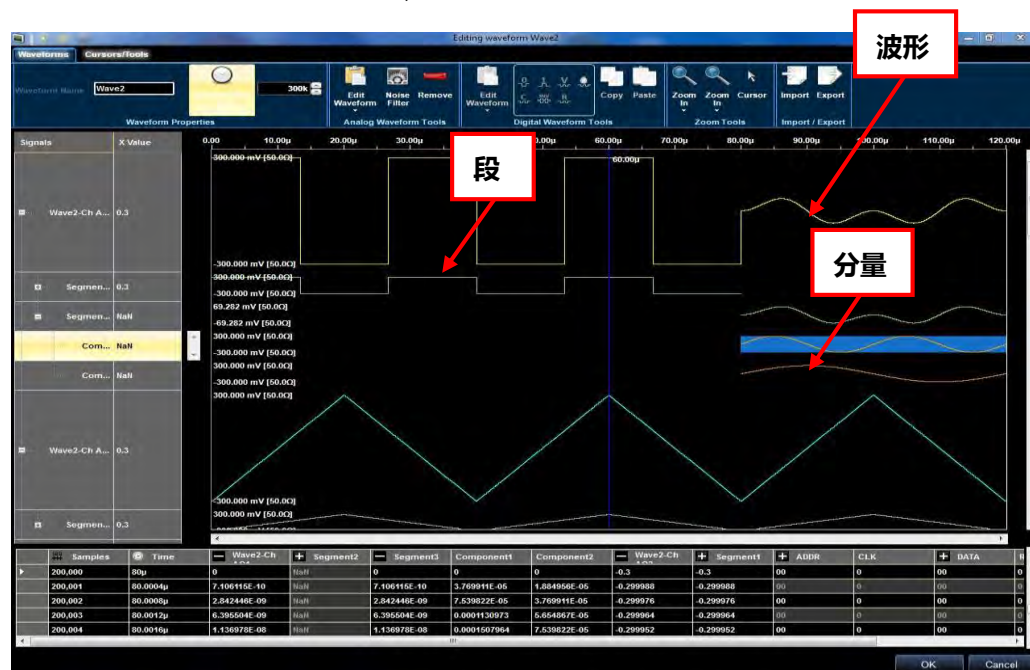


图 49 模拟波形

段

一个段包含一个或多个分量（它们都有相同的长度），通过基本的加、减、乘运算结合在一起。

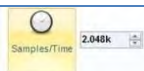
如果一个段包含多个分量，则使用以下公式：

$$\text{段} = (\text{分量 1 (加/减/乘) 分量 2}) + \text{分量 3} + \text{分量 4} + \text{分量 N}$$

分量

分量是构成段的基本元素。每个分量可用一个标准波形（直流电平、正弦、余弦、指数、三角波、方波、斜波、脉冲、同步、锯齿、扫描）和公式来表示，或者可从文本文件载入分量采样。

在任何情况下，分量的采样均作为 AWG4162 频率（采样速率）和分量本身的长度（点数）的函数来计算/加载。



您可使用此按钮更改波形长度。单击 Samples/Time（采样/时间）按钮将波形长度可视化从采样器更改为时间。

请注意以下几点：

- 在任意模式下，允许的波形长度为 64 至 64M 个采样，在 < 320 个采样时为 64 的倍数，在 ≥ 320 个采样时为 16 的倍数。
- 所有段和分量将重新采样。



所选模拟波形的垂直缩放自动缩放功能。



所选模拟波形的垂直缩放自动放大功能。



所选模拟波形的垂直缩放自动缩小功能。



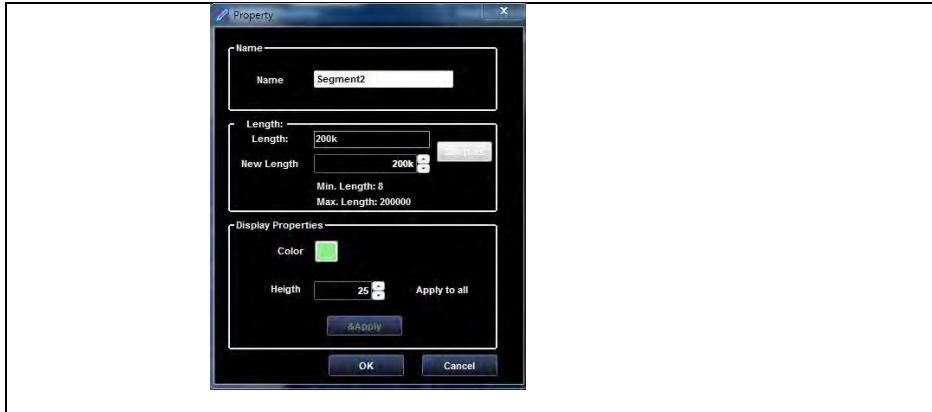
按 Edit（编辑）按钮打开 Waveform Standard Editor（波形标准编辑器）窗口并创建一个基本波形，例如直流电平、正弦、上升斜波、三角波、锯齿波或方波。

单击箭头打开弹出菜单：选择标准波形（正弦、三角波、方波等）作为波形标准编辑器窗口的快捷方式。



按 Remove（移除）按钮移除波形的所选段/分量。仅当当前波形中存在多个段/分量时此按钮才会激活。

使用右键单击波形/段/分量以打开关联菜单。选择 Properties（属性）打开波形/段属性窗口并更改颜色、示图高度或调整段长度等波形显示参数。



按 **Effect (效果)** 按钮打开 *Effects Settings and Parameters (效果设置和参数)* 窗口并将噪声、滤波添加到您的模拟波形。

波形标准编辑器窗口

按 **Edit (编辑)** 按钮，会显示 Waveform Standard Editor (波形标准编辑器) 窗口。

此窗口按如下方式显示，您可编辑标准波形、段和分量参数。

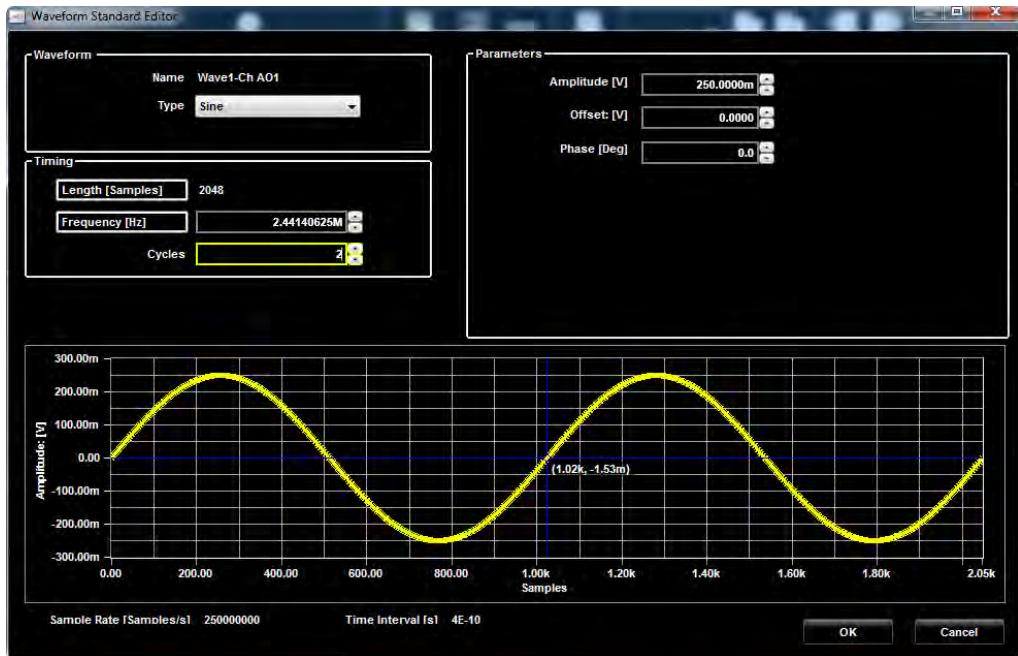


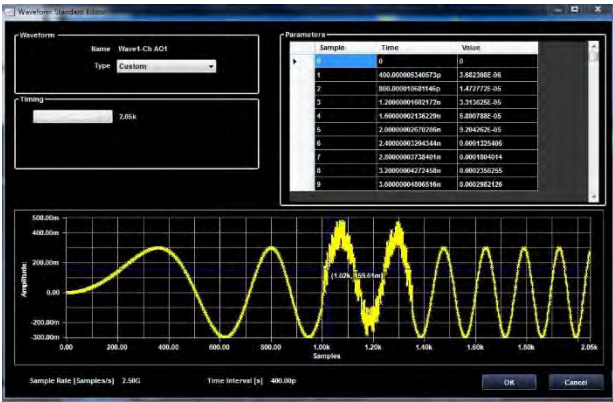
图 50 波形标准编辑器窗口

使用 **Type (类型)** 菜单可选择可能的信号或功能列表中的波形。

根据所选的类型，可编辑不同的参数。各种可能性包括：

| 类型 | 可用参数 |
|------|--|
| 直流电平 | 偏置 [V] |
| 正弦波 | 频率[Hz/周期]，幅度[V]，相位[°]，偏置[V]，周期 |
| 余弦波 | 频率[Hz/周期]，幅度[V]，相位[°]，偏置[V]，周期 |
| 三角波 | 频率[Hz/周期]，幅度[V]，相位[°]，偏置[V]，周期 |
| 方波 | 频率[Hz/周期]，幅度[V]，相位[°]，偏置[V]，占空比 [%]，上升时间[s]，下降时间[s]，周期 |
| 锯齿波 | 频率[Hz/周期]，幅度[V]，相位[°]，偏置[V]，周期 |
| 上升斜波 | 幅度[V]，偏置[V] |
| 下降斜波 | 幅度[V]，偏置[V] |
| 脉冲波 | 幅度[V]，延迟[s]，宽度[s]，偏置[V] |
| 正弦波 | |

| | |
|-----|---|
| | 幅度[V]，偏置[V]，峰值位置[s]，波瓣宽度[s]， |
| 指数 | 频率[Hz/周期]，Vo[V]，Vinf[V]，时间常数[s] |
| 扫描 | 幅度[V]，偏置[V]，开始频率[Hz]，停止频率[Hz] |
| 公式 | <p>计算器窗口</p>  |
| 从文件 | <p>资源管理器窗口</p>  |

| | |
|------------------|---|
| 自定义 | <p>通过编辑表项插入采样值</p>  |
| PRBS (PRBS 码型) | 幅度[V]，偏置[V]，等式，反转 |

公式类型通过数学表达式来定义波形。

单击 Edit Formula (编辑公式) 按钮可激活 Formula Editor (公式编辑器) 窗口，可在此窗口中编辑波形。数学表达式可以是时间函数或采样函数，分别使用 t 或 x 变量。软件会在运行时验证待编辑的分量是否未超过所选输出的限值且公式语法是否正确。如果出现错误，错误消息指示器中会显示错误指示。

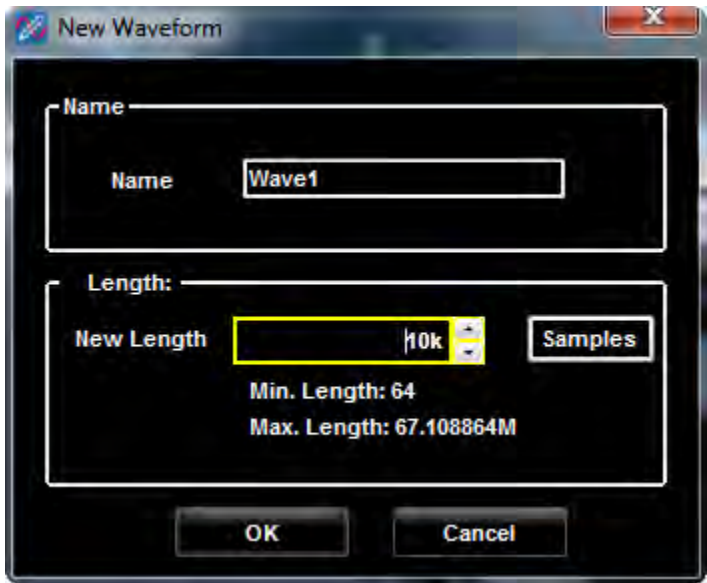



图 51 新建波形

效果设置和参数窗口 (仅模拟波形)

按 Effect (效果)  按钮，会显示 *Effects Settings and Parameters* (效果设置和参数) 窗口。

在每个波形的 *Settings* (设置) 选项卡上，您可选择添加噪声效果、滤波器、噪声之后再加滤波器 (噪声和滤波器)、滤波器之后再加噪声 (滤波器和噪声)。

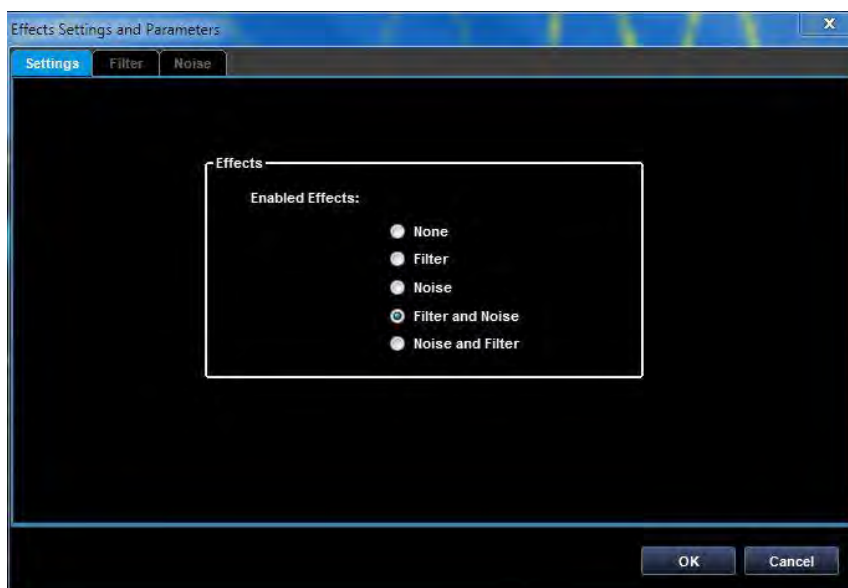


图 52 效果设置和参数

滤波器设置选项卡

您可使用此选项卡将数字滤波器应用到所选波形。

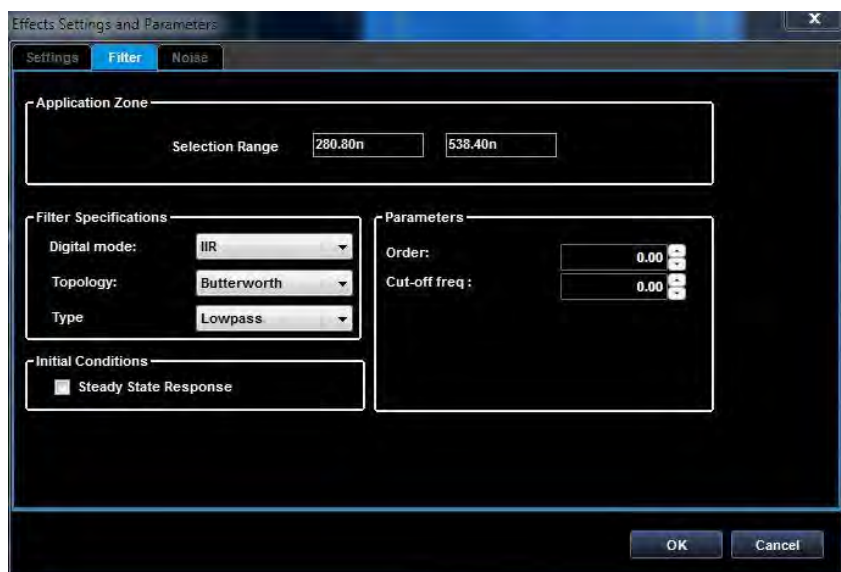


图 53 滤波波形

公式波形视图

在创建标准模拟和数字波形时，常用的是 **sine (正弦)** 和 **square wave (rectangular) (方波 (矩形))** 类型 (单独或与其他波形结合)。

然而，当使用简单的标准波形类型组合无法完成波形创建时，从测量仪器、文件导入波形，或使用等式或公式以分析方法来创建波形是一种理想的方法。

使用公式创建波形

手册中的这个章节介绍如何在 AWG4162 中使用公式创建各种波形。

它涵盖使用公式创建高级波形分量所用的标准步骤。剩下的主题展示了生成各种波形类型的示例公式。

与 AWG4162 中的大部分其他任务类似，您必须先创建一个工作区，使用任意波形发生器作为工作模式。

如果您的工作区已经打开，确保其符合上述要求后再继续执行以下步骤：

1. 单击 **New Mixed Waveform (新建混合波形)** 按钮。 

此时会显示 **New Waveform (新建波形)** 窗口。输入波形名称“Wave1”（波形 1），并为波形采样长度选择 10000。单击 **OK (确定)** 以确认。

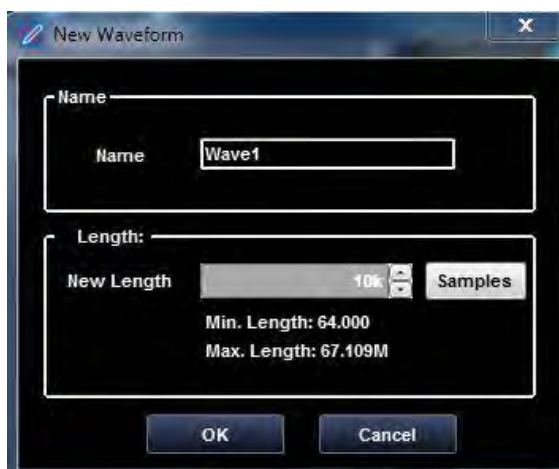


图 54 新建波形

2. 此时会显示 Editing Waveform (编辑波形) 窗口。选择波形 Wave1 (波形 1) 并单击

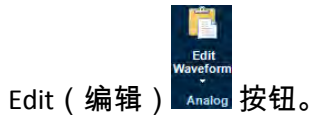


图 55 数字波形编辑器

3. 在 Type (类型) 下拉列表中, 选择 *Formula* (公式)。然后公式编辑器会显示在右侧。该编辑器帮助您使用等式以分析方法建立波形。您的等式可基于时间 (t) 或采样 (x)。

请注意以下事项：

- 在建立波形时您的公式显示在文本框中。
- 可通过键盘输入数值以及 n (纳)、 μ (微)、m (毫)、K (千)、M (兆) 和 G (吉) 乘数。
- 等式可基于函数 Sin、Cosine、Log base 2、Log Base 10、Pow (自乘)、Square Root、Sign、Tan、Ln (自然对数)、Abs、Exp、Integer、ArcSine、Arc Cosine、Arc Tan、Ceiling 和 Floor 以及基本算术运算符 + (加)、- (减)、* (乘) 和 / (除)。
- 使用 Preview (预览) 按钮可编译您的公式并将它呈现在 Component Definition (分量定义) 对话框上面的图形中。
- 使用 OK (确定) 按钮保存您的公式并从 Waveform Standard Editor (波形标准编辑器) 窗口中退出。

此时，您新创建的波形（使用公式建立）现已保存为波形。

您可创建附加分量和/或将新创建的分量添加到序列器以及将波形从 AWG4162 输出。

呈指数衰减的正弦波

下图中显示了呈指数衰减的 2 MHz 正弦波。此处使用的实际公式为

$\text{Exp}(-t/E-6)*\text{Sin}(2*3.14592*2*E6*t)$ 。

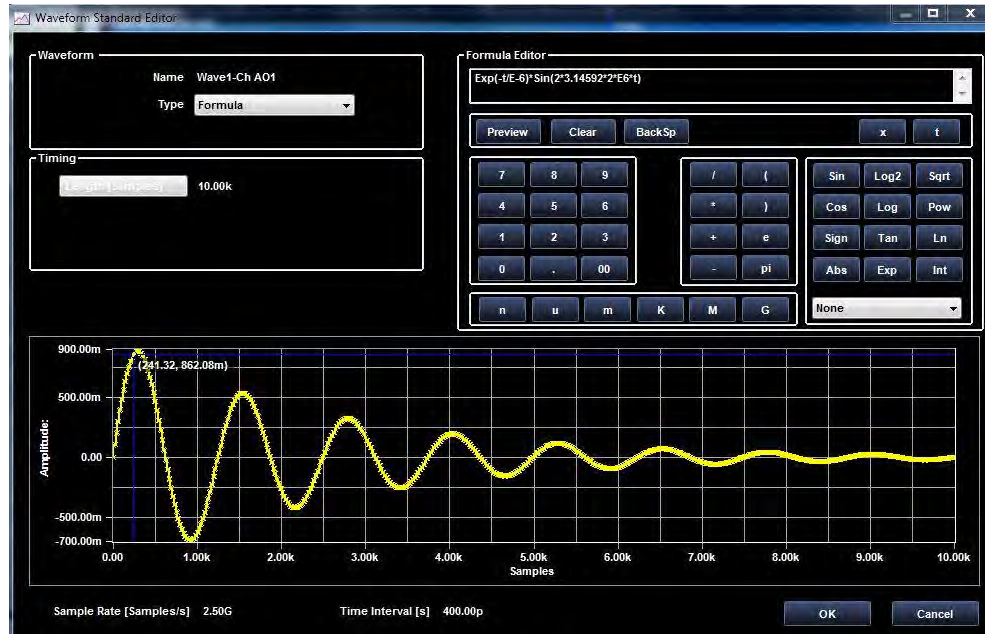


图 56 呈指数衰减的正弦波

公式的一般格式

$$V*\text{Exp}(-t/T_c)*\text{Sin}(2*\text{pi}*t*F_s)$$

其中，

- T_c – 以秒为单位的时间常数
- F_s – 以赫兹为单位的正弦波频率
- V – 以峰值电压表示的信号幅度

斜坡

下图中显示了一个斜坡波形。此处使用的实际公式为 $0.2 \times E6 \times t$ 。

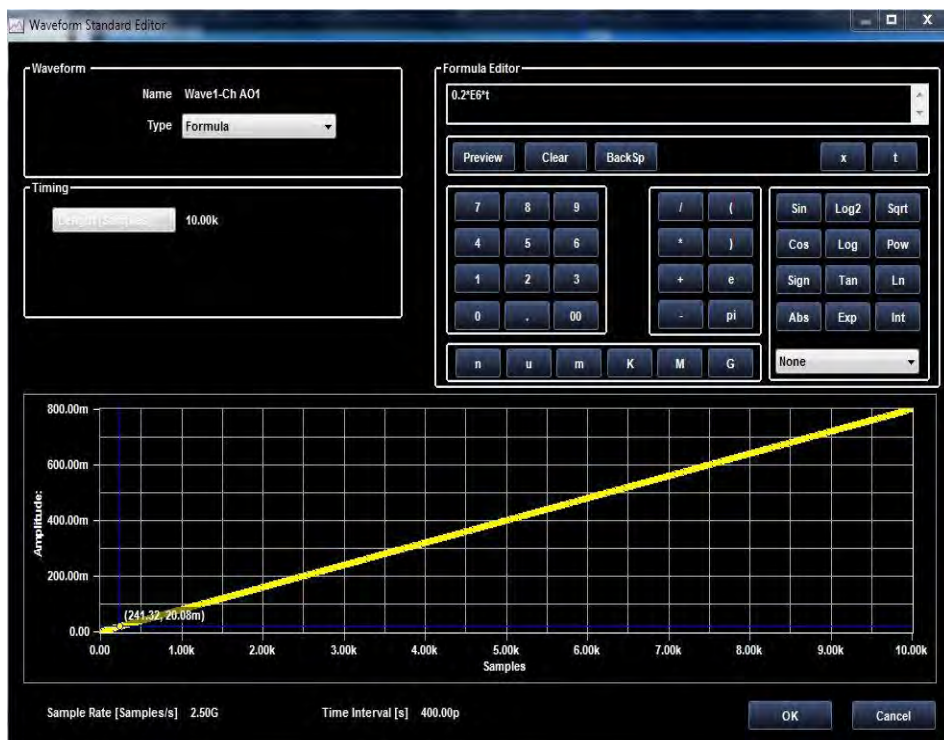


图 57 斜坡波形

公式的一般格式

$$A * t$$

其中 A – 斜坡的斜度，以伏特/秒为单位。

指数式增长

指数式增长波形。此处使用的实际公式为 $1-\text{Exp}(-t/(1*\text{E}-6))$ 。

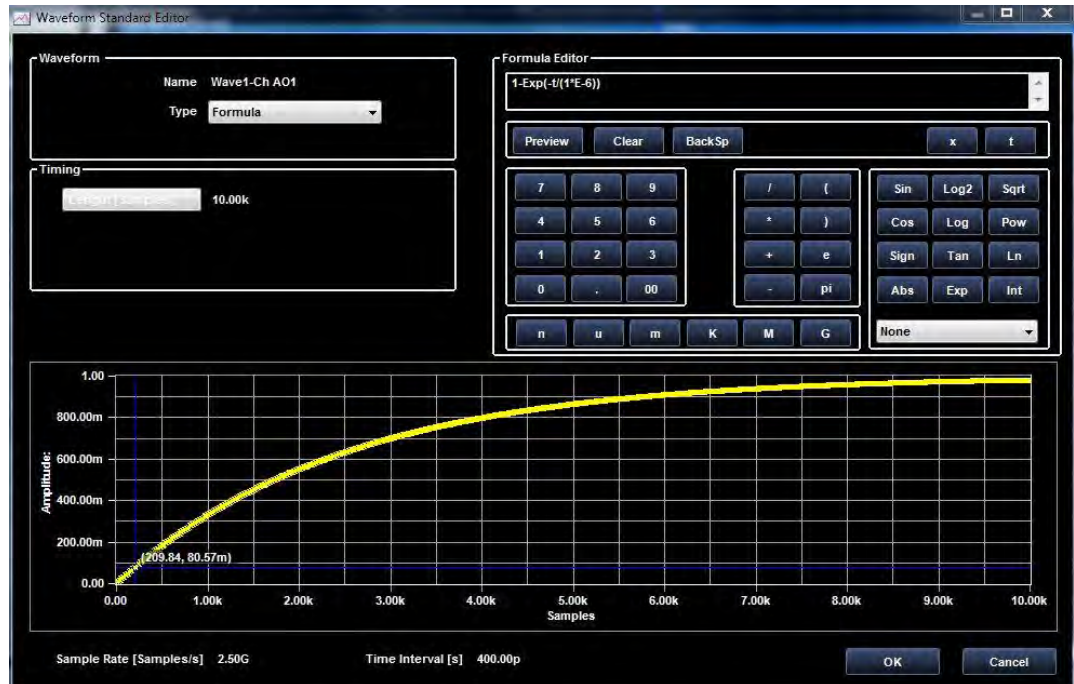


图 60 指数式增长波形

公式的一般格式

$$1-\text{Exp}(-t/T_c)$$

其中 T_c —以秒为单位的时间常数。

指数式衰减

指数式衰减波形如下所示。此处使用的实际公式为 $\text{Exp}(-t/(1*\text{E}-6))$ 。

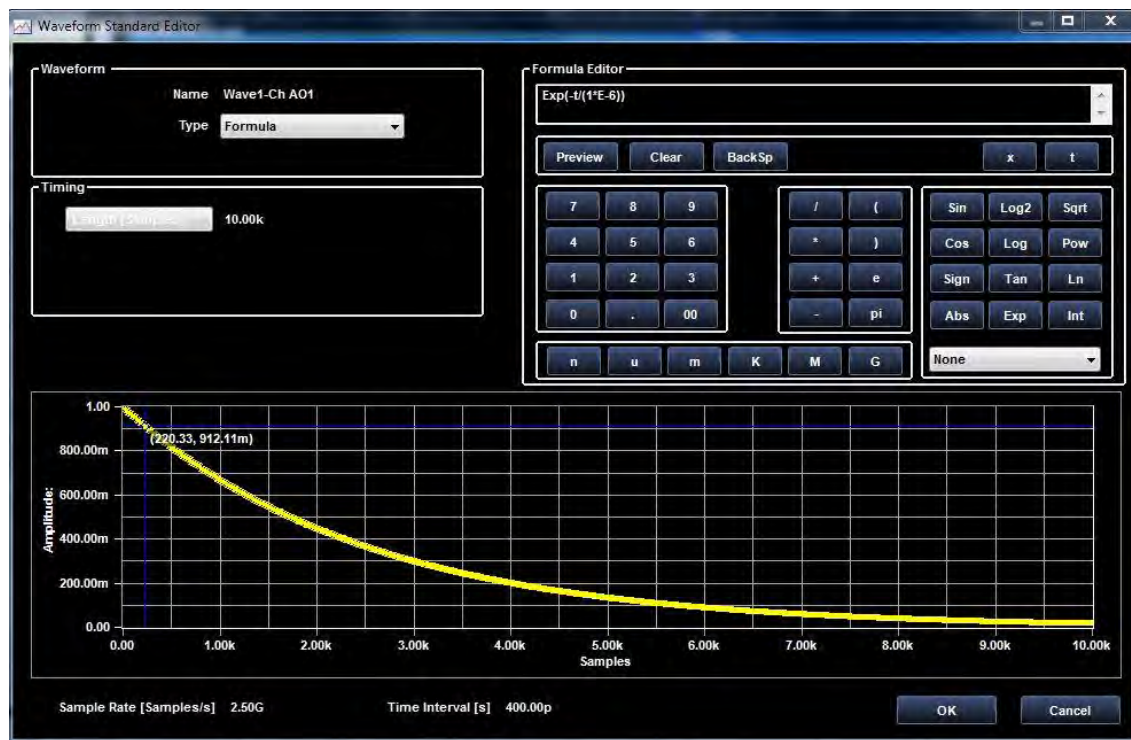


图 58 指数式衰减波形

公式的一般格式

$$\text{Exp}(-t/T_c)$$

其中 T_c - 以秒为单位的时间常数。

正弦波

线性振幅扫描为 1 MHz 的正弦波如下所示。此处使用的实际公式为 $\text{Sin}(2*3.141592*2*E6*t)$ 。

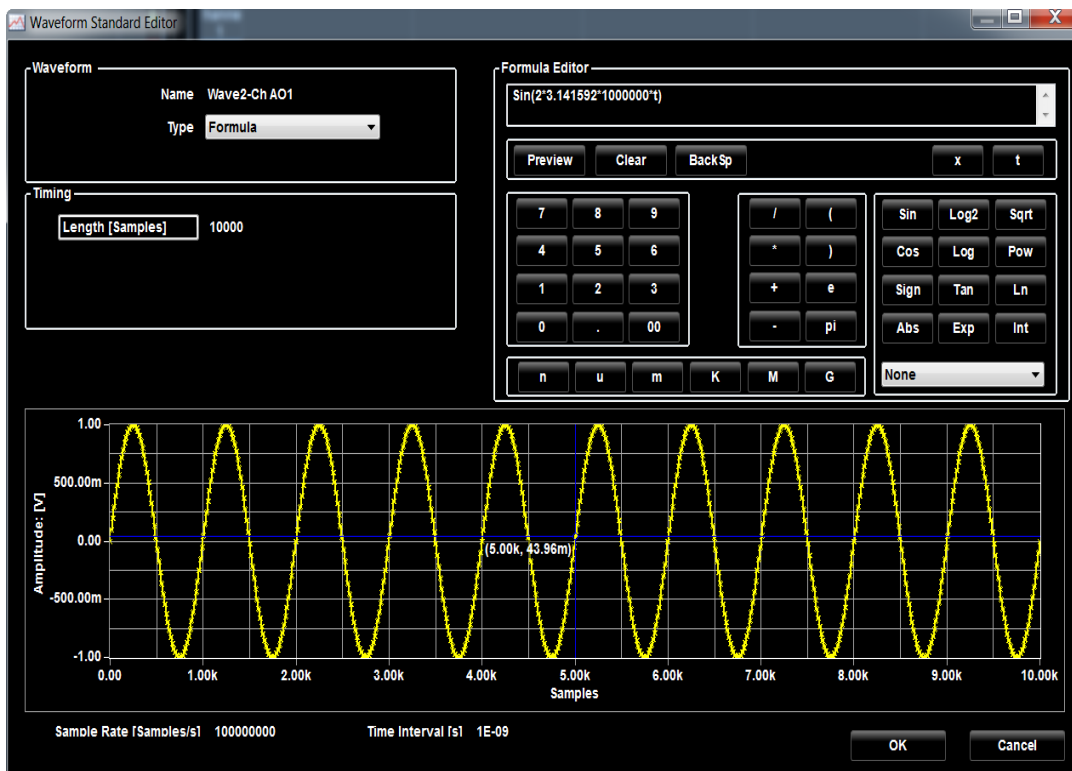


图 59 正弦波波形

公式的一般格式

$$V * \text{Sin}(2 * \pi * t * F_s)$$

其中，

- F_s – 以赫兹为单位的正弦波频率。
- V – 以峰值电压表示的信号幅度。

正弦波的线性振幅扫描

正弦波波形如下所示。此处使用的实际公式为 $0.2 * E6 * t * \sin(4 * 3.141592 * E6 * t)$ 。

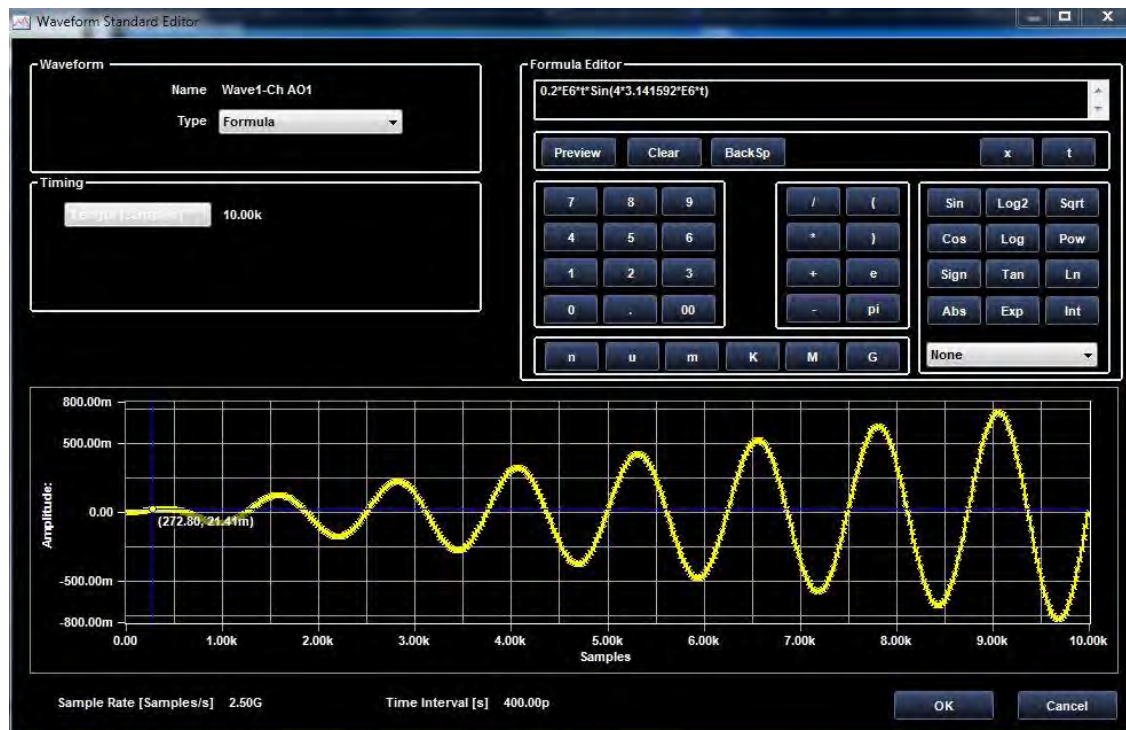


图 60 正弦波波形

公式的一般格式

$$(A * t) * \sin(2 * \pi * t * F_s)$$

其中，

- F_s – 以赫兹为单位的正弦波频率。
- A – 斜波的斜度，以伏特/秒为单位。

频率调制

下图中显示了频率调制波形。此处使用的实际公式为
 $\text{Sin}(2*3.141592*2*E6*t+2*\text{Cos}(2*3.141592*0.4*E6*t))$ 。

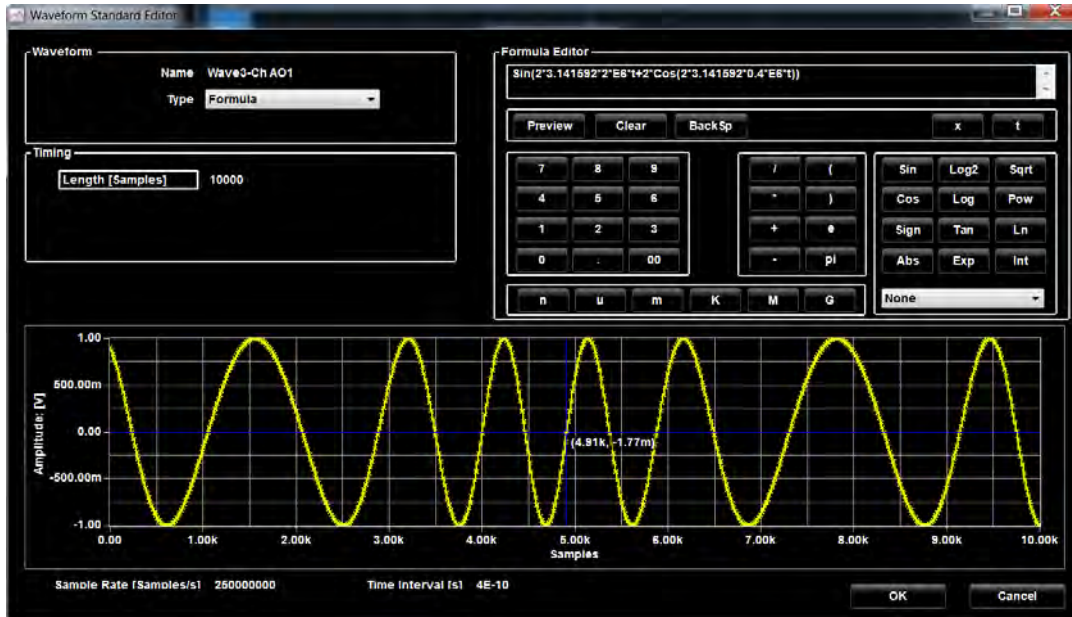


图 61 频率调制波形

公式的一般格式

$$V*\text{Sin}(2*\text{pi}*t*F_c+(F_D/F_M)*\text{Cos}(2*\text{pi}*t*F_M))$$

其中，

- F_c —以赫兹为单位的载波频率。
- F_D —以赫兹为单位的频率偏移。
- F_M —以赫兹为单位的调制频率。
- V —以峰值电压表示的信号幅度。

相位调制

相位调制波形如下所示。此处使用的实际公式为

$\text{Sin}(2*3.141592*2*2*E6*t+(3.141592*\text{Sin}(2*3.141592*0.4*E6*t)))$ 。

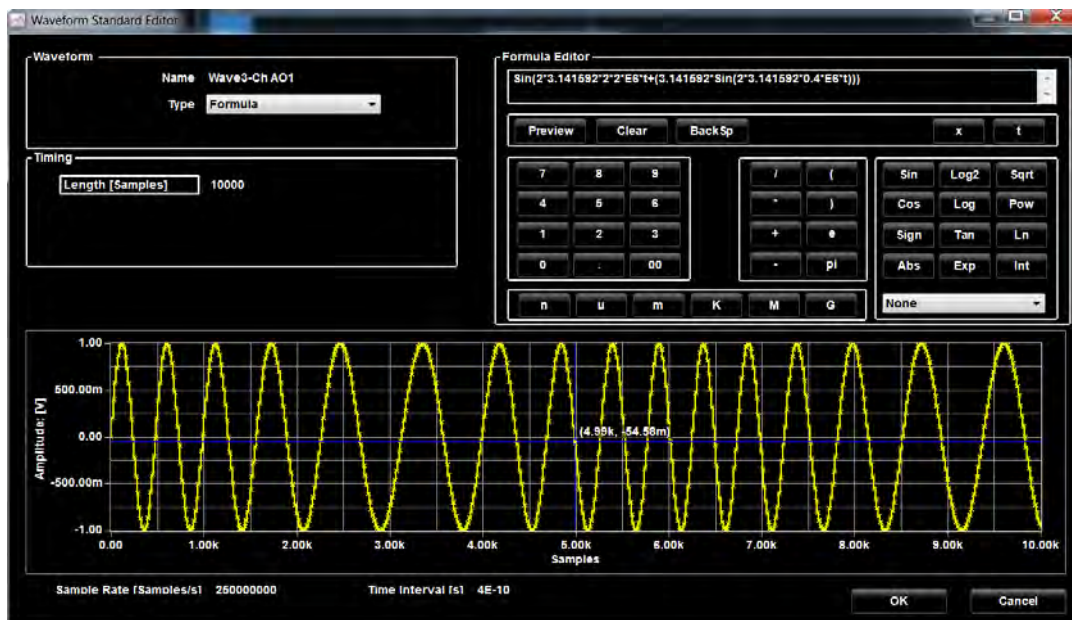


图 62 相位调制波形

公式的一般格式

$$V*\text{Sin}((2*\text{pi}*t*F_c+ K*\text{Sin}(2*\text{pi}*t*F_M))$$

其中，

F_c – 以赫兹为单位的载波频率。

K – 以弧度为单位的峰值相位偏移。

F_M – 以赫兹为单位的调制频率。

V – 以峰值电压表示的信号幅度。

Lin A 线性频率扫描波形

线性频率扫描波形如下所示。此处使用的实际公式为

$\text{Sin}(3.141592*(2*t*E6+((8*E6-1*E6)/(10*E-6))*\text{Pow}(t,2)))$ 。

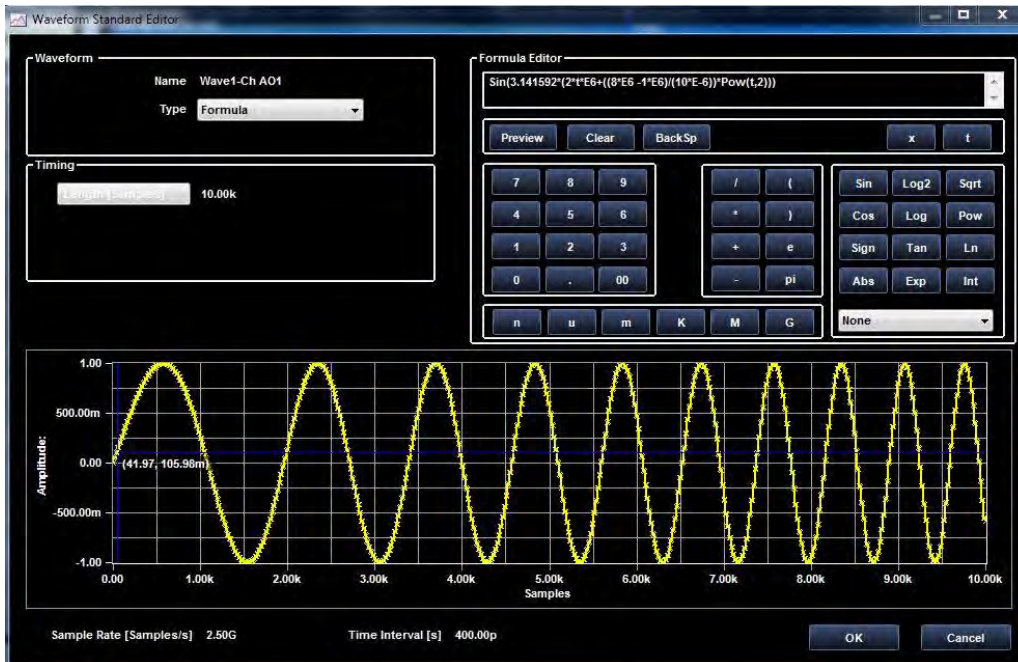


图 63 线性频率扫描波形

公式的一般格式

$V*\text{Sin}(\text{pi}*(2*t*F_s+((F_E-F_s)/T_s)*T^2))$

其中，

- F_s – 以赫兹为单位的开始频率。
- F_E – 以赫兹为单位的结束频率。
- T_s – 以秒为单位的扫描持续时间。
- V – 以峰值电压表示的信号幅度。

高斯脉冲

高斯脉冲波形如下所示。此处使用的实际公式为 $\text{Exp}(-8)*\text{Pow}(((t-2*E-6)/(E-6)),2)$ 。

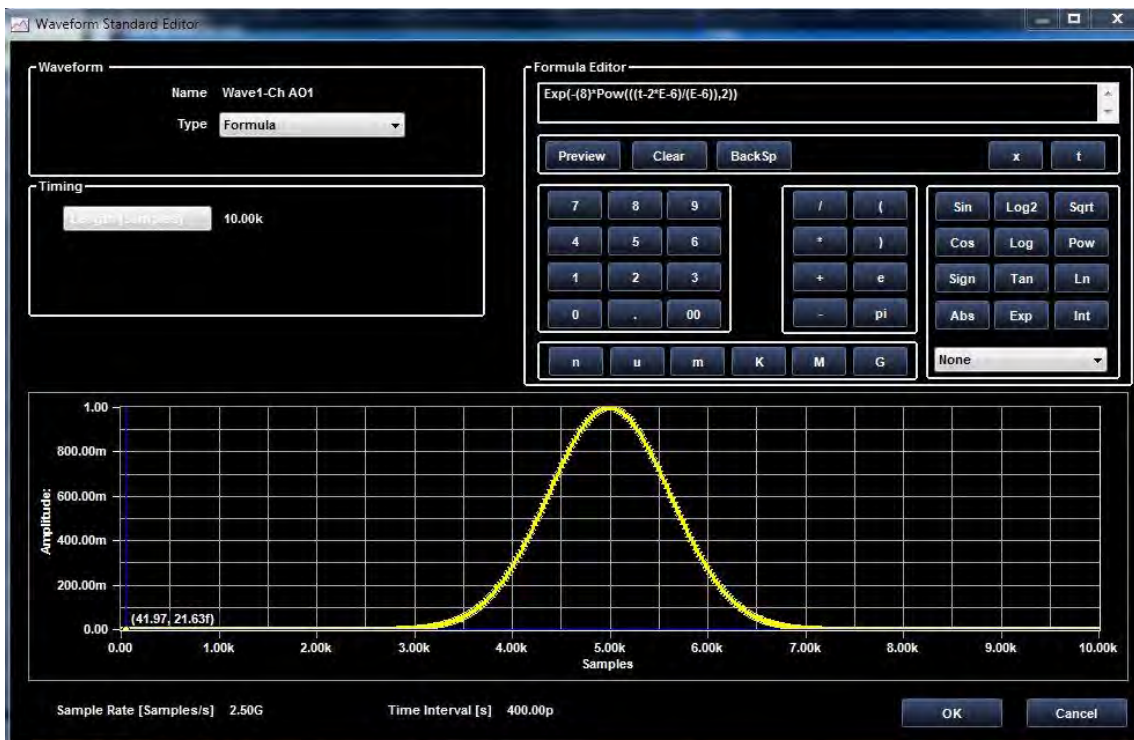


图 64 高斯脉冲波形

公式的一般格式

$$V*\text{Exp}(-1/2)*((T-T_M)/T_\sigma)^2$$

其中，

- T_M – 高斯脉冲中值的时间位置。
- T_σ – 对应于标准偏差 σ 的高斯脉冲半宽点。
- V – 以峰值电压表示的信号幅度。

幅度调制正弦波

幅度调制正弦波波形如下所示。此处使用的实际公式为

$0.5 * \sin(2 * 3.141592 * 2 * E6 * t) * (1 + 0.75 * \cos(2 * 3.141592 * 0.2 * E6 * t))$ 。

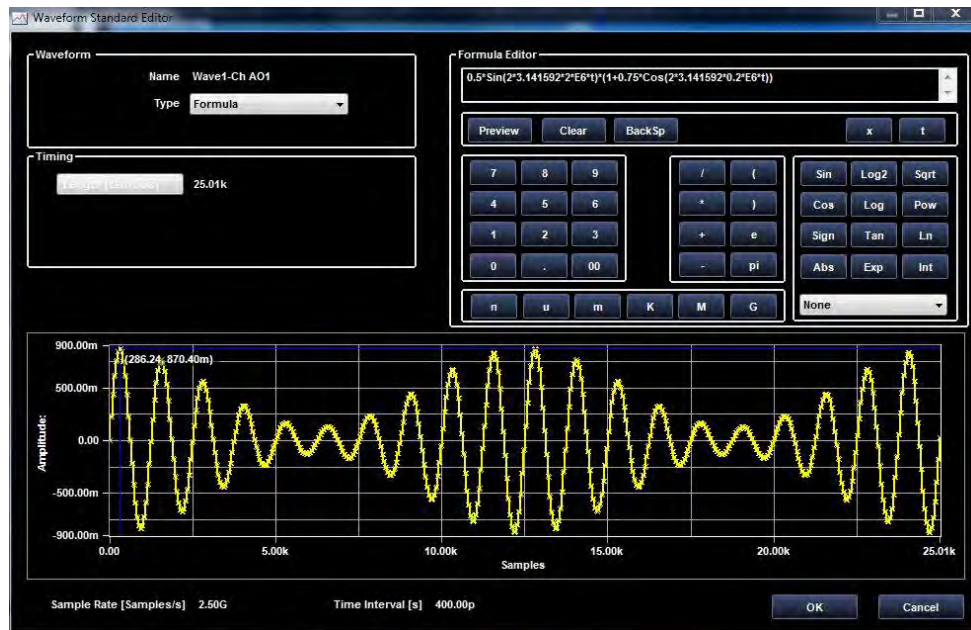


图 65 幅度调制正弦波波形

公式的一般格式

$$V * \sin(2 * \pi * t * F_s) * (1 + K * \cos(2 * \pi * t * F_M))$$

其中，

- F_s – 以赫兹为单位的正弦波频率。
- F_M – 以赫兹为单位的调制频率。
- K – 调制指数， $0 < K < 1$ 。
- V – 以峰值电压表示的信号幅度。

全波整流正弦波

全波整流正弦波波形如下所示。此处使用的实际公式为 $Abs(\sin(2*3.141592*E6*t))$ 。

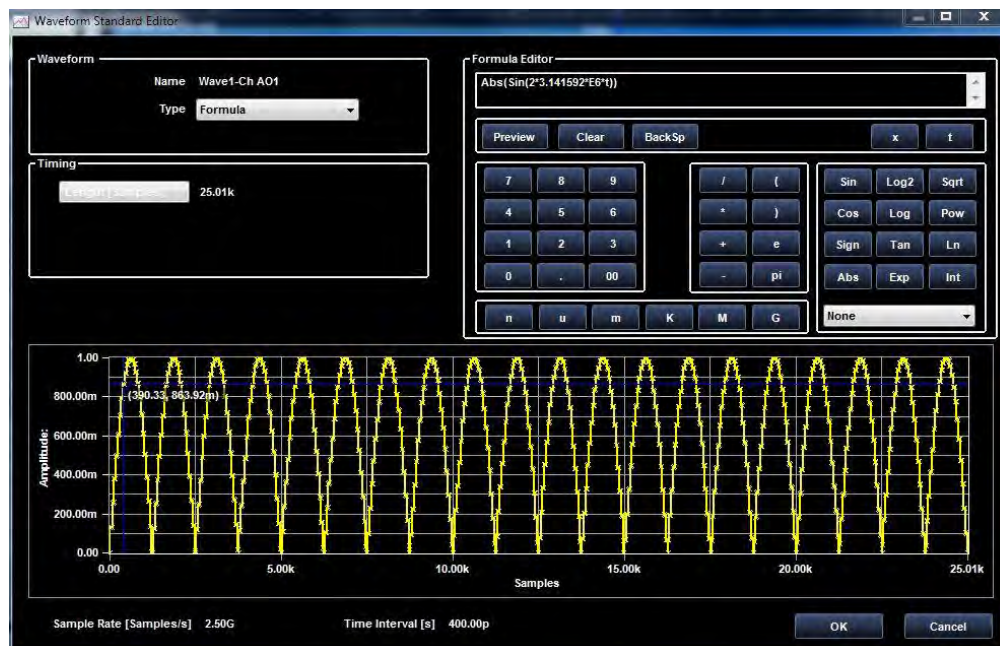


图 66 全波整流正弦波波形

公式的一般格式

$$V * Abs(\sin(2 * 3.141592 * F_s * t))$$

其中，

F_s – 以赫兹为单位的正弦波频率。

V – 以峰值电压表示的信号幅度。

滤波

此部分可让您选择是对整个波形还是对有限部分应用数字滤波。

如果您单击 *Analog Waveform Graph (模拟波形图形)* 查看器/编辑器中的波形名称，选择范围指示器将显示整个波形限制。

如果您需要将滤波器应用到有限部分，请在图形区内单击并拖动以创建矩形，划定待滤波波形部分的界限。其位置显示在同一个应用区。

滤波器规格

本部分用于设置滤波器的所有特性。

- **Digital Mode IIR (Infinite Impulse Filter) (数字模式 IIR (无限脉冲响应滤波器))** - Bessel、Butterworth、Chebyshev、Inverse Chebyshev 和 Elliptic。
- **Digital Mode FIR (Finite Impulse Filter) (数字模式 FIR (有限脉冲响应滤波器))** - EquiRipple、Kaiser 和 Windowed。
- **Type (类型)** - 低通、高通、带通、带阻和通用。
- **Initial Condition (初始状态)** - 稳态响应意味着输出处于稳定状态，因为输入完全啮合滤波器。

类型、拓扑和滤波顺序选项取决于具体滤波器特性。

单击 **OK (确定)** 按钮，将设置的滤波选项应用到波形。波形上的滤波/噪声效果的预览显示在图形区。

您可单击当前波形并选择 **Setting (设置)** 选项卡上的 **None (无)** 选项来移除滤波器。

噪声设置选项卡

您可使用此选项卡将噪声应用到所选波形。

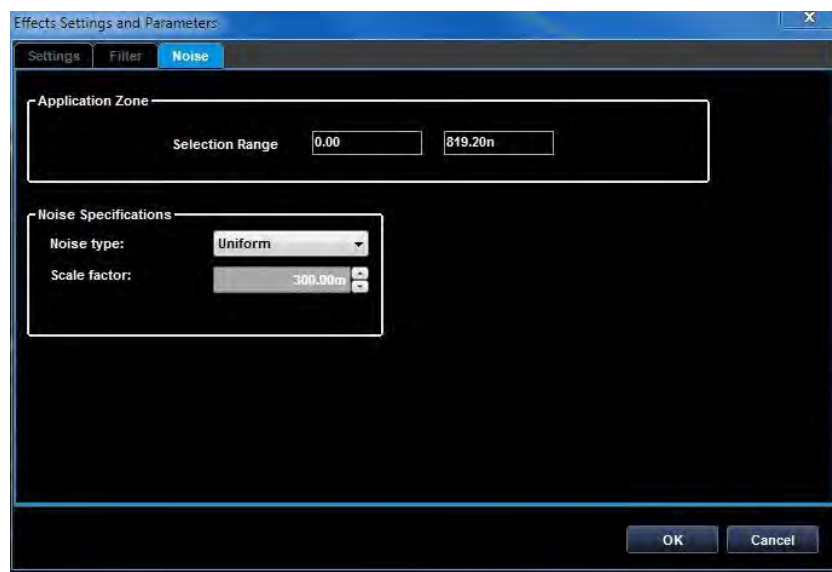


图 70 噪声设置选项卡

噪声设置选项卡分为 Application Zone (应用区)、Noise Specification (噪声规格) 和 Parameters (参数) 部分。

噪声应用区

您可使用此部分选择是对整个波形还是对有限部分应用噪声。

如果您单击 *Analog Waveform (模拟波形)* 编辑器中的波形名称，选择范围指示器将显示整个波形限制。

如果您需要将噪声应用到有限部分，请在图形区内单击并拖动以创建矩形，划定波形部分的界限。其位置显示在同一个应用区。

噪声规格

使用此部分设置所有噪声特性。

Noise Type(噪声类型) - 使用此下拉菜单选择应用到波形中的噪声类型。选项包括 **Gaussian (高斯)**、**Uniform (统一)** 和 **White (白)**。

根据所选噪声类型，启用特定参数 (**Standard Deviation (标准偏差)** 或 **Amplitude (幅**

度)) 和 Scale Factor (标度系数) 字段，用于增大/减小噪音强度。

单击 **OK (确定)** 按钮，将滤波选项设置应用到波形。波形上的噪声效果的预览显示在图形区。

通过单击当前波形并选择 **Setting (设置)** 选项卡上的 **None (无)** 选项来移除滤波器。

导入/导出

模拟波形的导入

数据导入功能允许使用在任意波形发生器以外创建的波形数据。可导入数据来创建新波形或更换现有波形数据。

任意波形发生器支持以下文件格式：

支持的文件格式为：

- ISF
- TXT - 制表符分隔值文件
- CSV - 逗号分隔值文件
- WFM - Tekscope 系列波形 (取决于示波器型号)
- PAT - AWG 系列码型文件 (取决于 AWG 型号)
- TFW - AFG3000 系列波形文件格式
- RFD - RFXpress 文件格式
- MAT - Matlab .mat 文件格式。

Matlab 文件格式需要遵循此格式：

```
NumPoints = 2400 ;    %波形长度
```

```
t = (0:1:NumPoints-1)'; %定义 t 矢量
```

```
waveform = single(sin(2*pi*1/NumPoints*t)); %创建单个正弦波
```

```
%% 存储波形
```

```
Waveform_Name_1 = 'SINE';    %为波形命名
```


```
Waveform_Data_1 = waveform;    %分配波形数据
```

```
Waveform_Sampling_Rate_1 = 2.4e9;    %您可指定以 S/s 为单位的采样速率
```

```
Waveform_Amplitude_1 = 0.300;    %和以 V 为单位幅度
```

`save('SingleCycleSine', '*_1', '-v7.3');` %将所有变量保存为以_1至.mat 结尾的文件

如何导入模拟或混合波形 (TXT 文件)

- 选择与通道 AO1 或通道 AO2 关联的模拟波形并按 Import (导入)  按钮。

此时会打开导入表单，如下图所示。

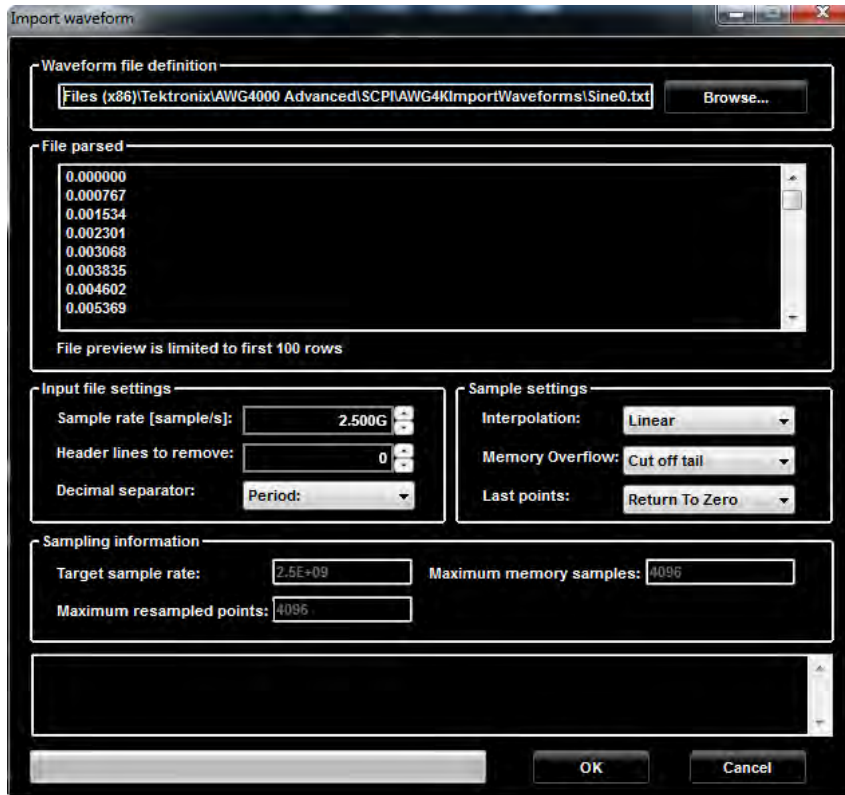


图 67 导入波形


Import Waveform (导入波形) 表单上提供以下选项；

- 采样速率 (采样/秒) : 它是将导入的点的采样速率
- 要移除的标头行 : 导入文件会有一些标头行，在导入之前需要移除它们；您也可以移除导入文件开头处的一些点。
- 小数分隔符 : 它可以是 或 ，
- 插值 : 如果文件采样速率与仪器采样速率不同，您可选择插值方法 (线性、强制和多项式) 。

- 存储溢出：如果导入文件拥有比当前波形更多的点，则溢出点将截去（“截去末尾”）
- 最近点：如果导入的波形比实际总采样点更短，则归零意味着波形的上最近点将是零。否则，如果选定了上一个值，它将保持上一个波形采样。

| | |
|---|---|
| <p>如果所选 TXT 文件只有一列，它将被解释为模拟信号，因此仅模拟部分将按上述选项导入。</p> <p>如果所选 TXT 文件有多列，会出现以下情况：</p> <p>带标头的 TXT 混合波形文件 (#AO1,#0,#1.....,#n)</p> | <p>第一列包含模拟数据，而其他列将解释为数字线。请注意，将导入的数字线取决于当前项目中存在的线数。</p> <p>示例 1：如果标头为 #AO1,#0,#1.....,#15，但项目有 32 条数字线，则仅按照标头导入前 16 条数字线，其他的数字线将保持原样。</p> <p>示例 2：如果您尝试在多序列器项目中导入单序列器标头，则模拟通道将导入到所选多序列器通道中（不管标头是 #AO1 还是 #AO2），而数字通道将导入到所选多序列器数字线中。请注意，在多序列器中，数字线将始终标记为 #0.....,#15 或 #0.....,#8，因此带有 #16.....,#31 标头（单序列器）的数字线应从 #0 开始。</p> |
| <p>.TXT 文件：2 列，不带标头</p> | <p>第一列将作为模拟数据导入，第二列将作为与所选通道（AO1 或 AO2）有关的标记数据导入。</p> |
| <p>TXT 文件：3 列，不带标头</p> | <p>第一列将作为模拟数据导入，第二列将作为与所选通道（AO1 或 AO2）有关的标记数据导入。第三列将被忽略。</p> |
| <p>TXT 文件：超过 3 列，带标头</p> | <p>第一列将作为模拟数据导入，其他列将作为数字线导入。</p> <p>#Analog,#D0,#D1,#D2,#D3,#D4.....。</p> |

数字波形的导入

选择一条数字线并按 Import (导入)  按钮。

数字波形的导入文件格式是逗号分隔值文件，每列代表一个数字通道采样。

文件的第一行是标头，表示与逻辑名称相关联的数字通道编号

(#0,#1,#2.....,#15)。

请注意，如果数字线与标头行不匹配，则数字位无法成功导入；您需要移除数字

标头行编号以正确导入文件。

数字数据导入格式为 .txt；该文件用逗号分隔，可以在第一行有标头。

将打开 Import Waveform（导入波形）窗口，请参见下文。

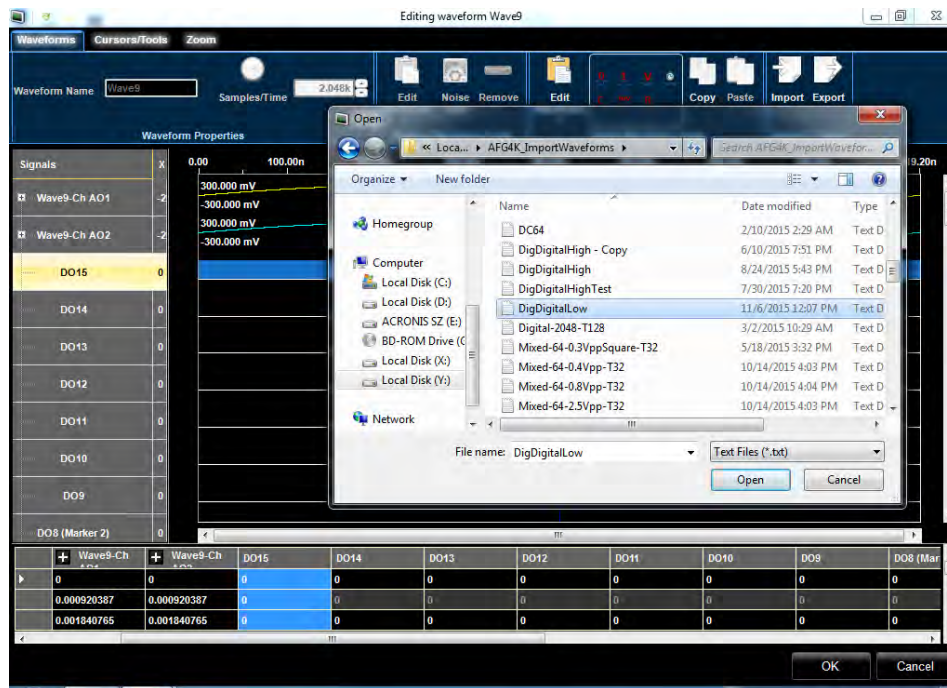


图 68 导入波形窗口

模拟、数字和混合波形的导出

按 Export (导出)  按钮打开 *Export Waveform (导出波形)* 窗口 :

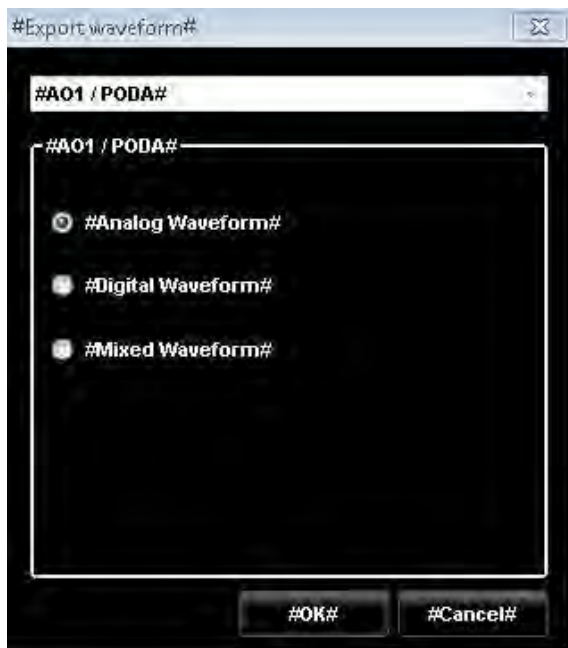


图 69 导出波形

您可使用此窗口导出与通道 1 (A01/POD A) 或通道 2 (A02/POD B) 相对应的模拟、数字或混合波形。

当您选择“Analog Waveform” (模拟波形) 时，模拟波形的导出文件格式为逗号分隔值文件 (仅有一列)，该列表示所选模拟通道的采样。

导出文件的前两行是标头，表示采样速率和采样数 (# 采样速率 : 2500000000 # 采样数 : 2048)。

导出值成双呈现。

如果您选择“Digital Waveform” (数字波形)，数字波形的导出文件格式是逗号分隔值文件，每列代表一个数字通道采样。

文件的第一行是标头，表示与逻辑名称相关联的数字通道编号 (#0,#1,#2.....,#15)。

示例 1 (POD A 16 条数字线) :

#0,#1,#2,#3,#4,#5,#6,#7,#8,#9,#10,#11,#12,#13,#14,#15

0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

.....

.....

0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

示例 2 (POD B 16 条数字线) :

#16,#17,#18,#19,#20,#21,#22,#23,#24,#25,#26,#27,#28,#29,#30,#31

0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

.....

.....

0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

如果您选择“Mixed Waveform” (混合波形) ，混合波形的导出文件格式是逗号分隔值文件，其中第一列表示模拟数据，其他列表示一个数字通道的采样。文件的第一行是标头，表示模拟波形和与逻辑名称相关联的数字通道编号。

单序列器标头格式：

- AO1/POD A – 8 位模式 -
#AO1,#0,#1,#2,#3,#4,#5,#6,#7
- AO1/POD A – 16 位模式 -
#AO1,#0,#1,#2,#3,#4,#5,#6,#7,#8,#9,#10,#11,#12,#13,#14,#15
- AO2/POD B – 8 位模式 -
#AO2,#16,#17,#18,#19,#20,#21,#22,#23
- AO2/POD B – 16 位模式 -
#AO2,#16,#17,#18,#19,#20,#21,#22,#23,#24,#25,#26,#27,#28,#29,#30,#31

多序列器标头格式：

- AO1/POD A – 8 位模式 -
#AO1,#0,#1,#2,#3,#4,#5,#6,#7
- AO1/POD A – 16 位模式 -
#AO1,#0,#1,#2,#3,#4,#5,#6,#7,#8,#9,#10,#11,#12,#13,#14,#15
- AO2/POD B – 8 位模式 -
#AO2,#0,#1,#2,#3,#4,#5,#6,#7
- AO2/POD B – 16 位模式 -
#AO2,#0,#1,#2,#3,#4,#5,#6,#7,#8,#9,#10,#11,#12,#13,#14,#15




请注意，如果您尝试在多序列器工作区中导入单序列器混合/数字波形，数字线中会发生一些不匹配的情况。

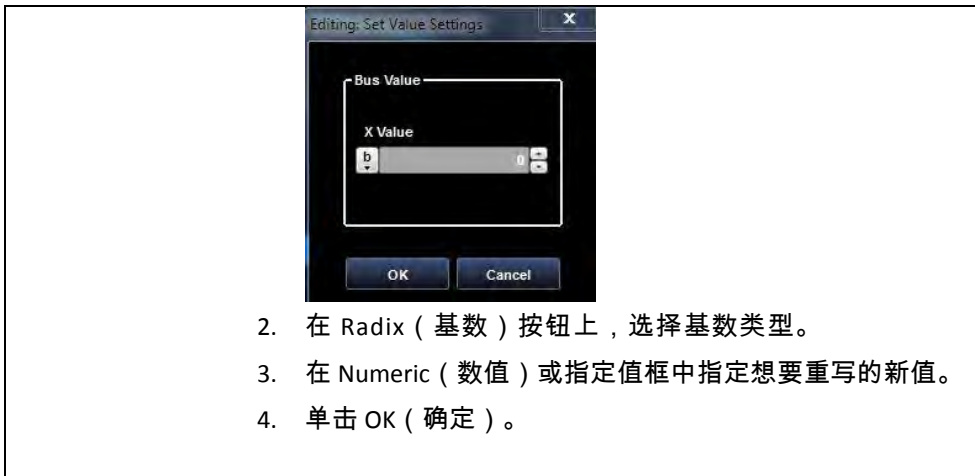
特别是当您在多序列器项目中尝试导入 #AO2,#16,.....,#31 (单序列器) 时，您必须删除标头，以便也导入数字线，否则它们将被跳过。

请注意，如果有大量的数据要导入或导出，导入/导出功能会变得很慢。

数字波形图形工具

此工具栏包含用于数字波形上的几个命令，具体如下：

| | |
|---|---|
|  | 信号/总线至 0。 |
|  | 信号/总线至 1。 |
|  | <p>信号/总线至任意值。使用任意值可覆盖所选波形、波形间隔或一个或多个节点或组的节点值。</p> <p>按照以下步骤覆盖节点值：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 选择一个节点或总线，然后单击 Digital Editor (数字编辑器) 工具栏上的 Value (值) 按钮。出现 Arbitrary Value (任意值) 对话框。 |



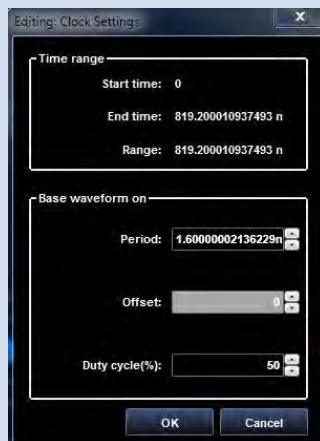
2. 在 Radix (基数) 按钮上 , 选择基数类型。
3. 在 Numeric (数值) 或指定值框中指定想要重写的新值。
4. 单击 OK (确定) 。



所选信号的时钟编辑器。

Clock (时钟) 功能可用于自动生成时钟波 , 而不是绘制每个时钟触发脉冲。

时钟信号的开始和结束时间也可选择。



所选总线的计数器编辑器。

计数器编辑器为总线应用计数值 , 按指定的时间间隔增大总线值。

无需手动编辑每个节点的值 , 计数器编辑器会自动为总线生成计数值。

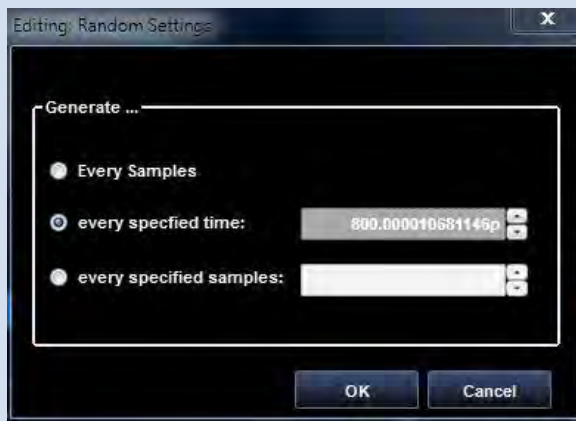
您也可指定总线的起始值和增量时间间隔。



信号/总线的随机值。

使用随机值可对所选波形、波形间隔或一个或多个节点或组生成随机节点值。

可为每个网格间隔、指定时间或在固定间隔生成随机节点值。



反转信号/总线值。



复制波形。

单击左栏上信号/总线名称选择整个波形或使用鼠标选择它的一部分。

按 **Copy Waveform (复制波形)** 按钮复制波形。



粘贴波形。

将复制的波形粘贴到图像的所选区域 (鼠标选择) 或从另一个波形起点开始的区域。

混合信号波形编辑器

Mixed Signal Waveform Editor (混合信号波形编辑器) 屏幕用于以图形或表格格式创建或编辑模拟和数字波形。

单个信号可视化模拟或数字信号，而组合信号表示为总线。

模拟波形编辑器

任意编辑的波形可按照它们的设置来生成。

把一个波形看作段列表，其中每个段可包含一个或多个分量，它们都具有相同的长度，通过基本的加、减、乘运算结合在一起。

每个波形可由任意数量的段组成，而每段可具有其自己的长度。

在任意模式中，构成每个波形的采样数必须是 64 (对于 <320 个采样长度的情况) 或 16 (对于 ≥ 320 个采样的情况) 的倍数。

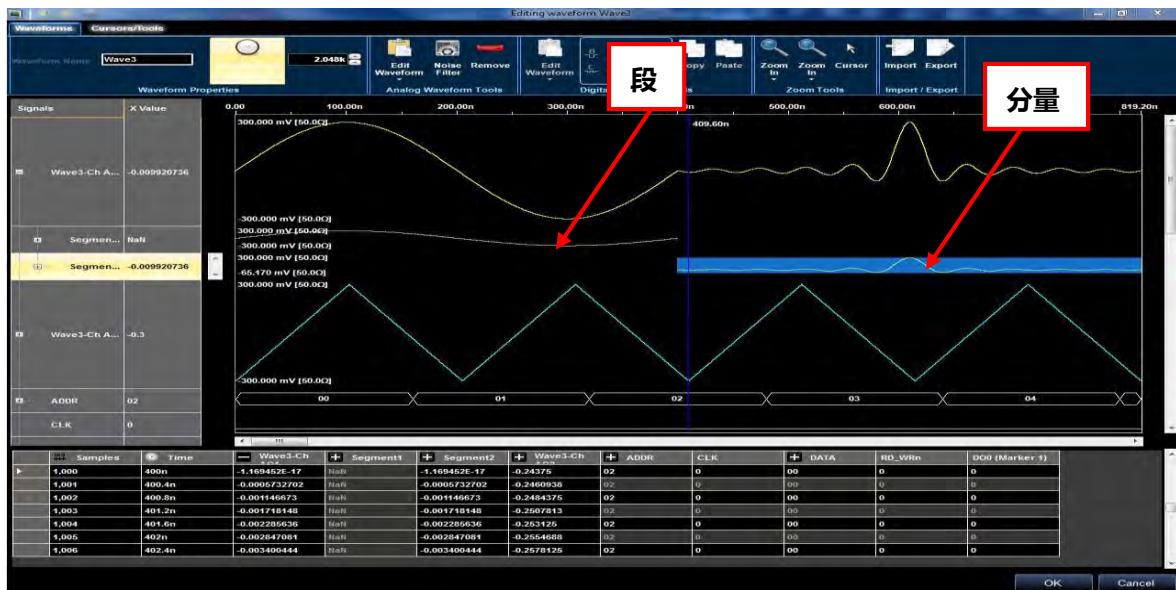


图 70 波形段

上图中的波形由两段组成。每段包含一个分量。

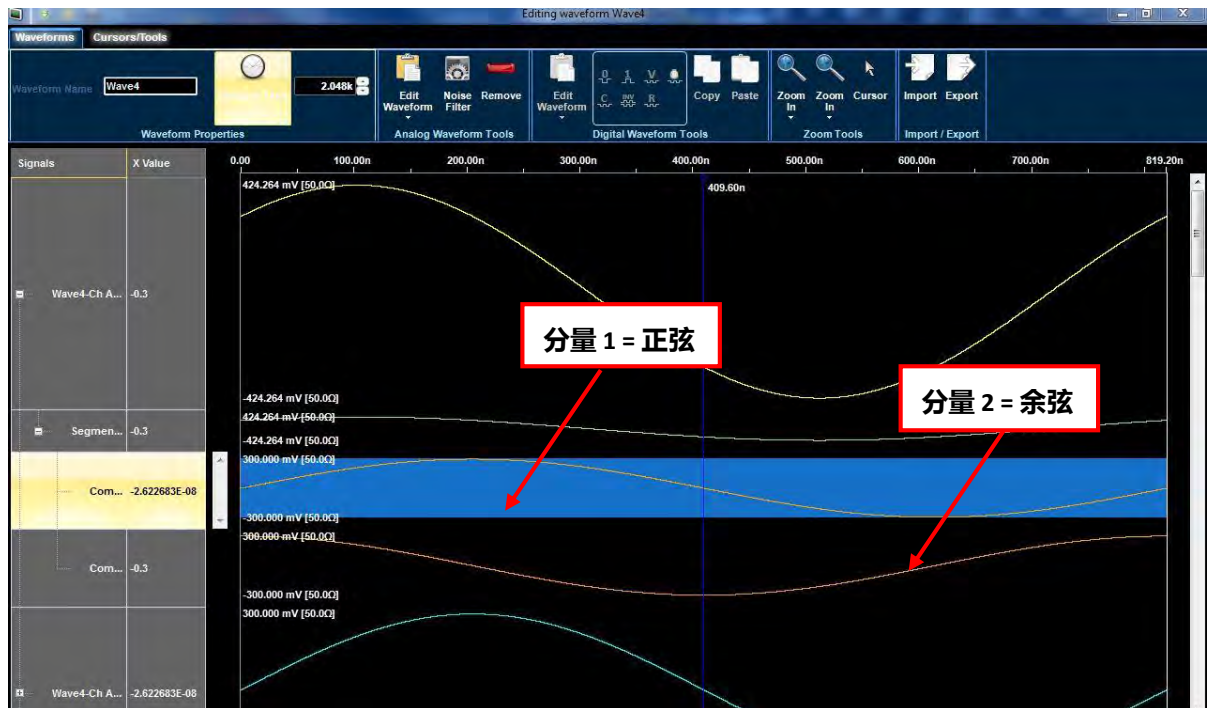


图 71 波形分量

上图中的波形由一段组成。该段由两个分量相乘而获得： $\text{段 1} = \text{分量 1} * \text{分量 2}$ 。

常用操作可直接在波形、段和分量上执行 (**选择**、**左键单击**、**右键单击**)。模拟波形之间不允许执行拖放操作。

左键单击和选择

- 在模拟 *信号* 单元格中单击左键可选择整个波形，它将以蓝色突出显示。
- 在图形区内单击并拖动，即可创建划定波形部分界限的矩形。您可在所选部分添加效果。
- 左键单击信号单元格树项可打开/关闭波形的段。
- 左键单击段树项可打开/关闭该单段的分量。
- 在信号名称单元格之间拖动线可重新调整信号幅度。
- 每个模拟信号右侧的数字指示主光标时间位置的信号值。

右键单击

右键单击波形树项可显示弹出菜单，根据所选择的波形或段，提供如下功能。

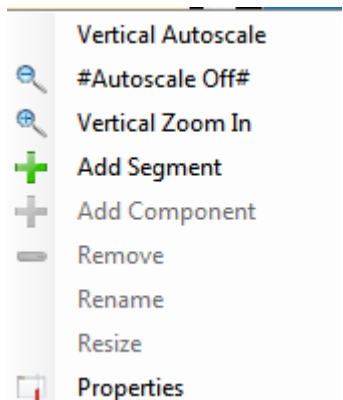


图 72 右键单击弹出菜单

- **Vertical Autoscale On (垂直自动缩放开)** – 启用自动缩放功能；
- **Autoscale Off (自动缩放关)** – 选择此选项禁用波形自动缩放。在信号单元格的右侧会显示一个垂直滚动条，您可使用它向上和向下滚动所选波形。
- **Vertical Zoom In (垂直放大)** – 自动放大功能。
- **Add Segment (添加段)** – 如需添加段，您必须增大波形长度或重新调整/删除现有段。

例如，如果您的 10k 采样波形由一个段组成，而您需要为其添加第二个段，则可执行以下操作：

- 右键单击现有段以显示弹出菜单并选择 *Property (属性)*。会显示 Segment1 Property (段 1 属性) 窗口：将段 1 长度从 10K 重新调整为 5K。

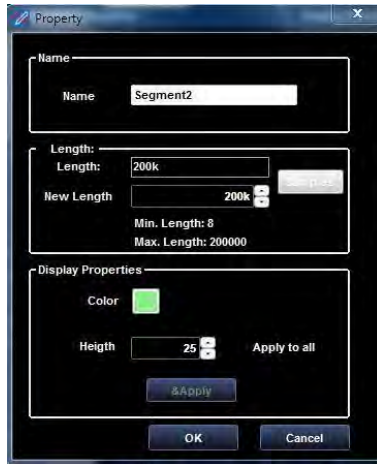


图 73 属性窗口

- 右键单击波形或现有段以显示弹出菜单并选择 *Add Segment (添加段)*。会显示 Segment2 Property (段 2 属性) 窗口，插入新段长度并按 OK (确定) 将它添加到波形中。

请注意以下几点：

如果您从 Segment (段) 弹出菜单中选择 *Add Segment (添加段)* 选项，则新段将添加到末尾；如果您从 Waveform (波形) 弹出菜单中选择 *Add Segment (添加段)* 选项，新段将添加在开头。

- **Add Component (添加分量)** – 在所选段中添加分量。
- **Remove (移除)** – 移除所选段或分量。
- **Rename (重命名)** – 为所选段或分量重命名。
- **Resize (调整大小)** – 调整所选分量的大小。

创建高级模拟波形：

- 按照任意模式单序列器设置示例中的步骤 1-6 操作。
- 此时会显示 **New Waveform (新建波形)** 窗口。输入波形名称“Wave1” (波形 1)，并为波形采样长度选择 10K。单击 **OK (确定)** 以确认。



图 74 新建波形窗口

- 此时会显示 **Editing Waveform (编辑波形)** 窗口。右键单击波形 1-0 的段 1 以打开弹出菜单。

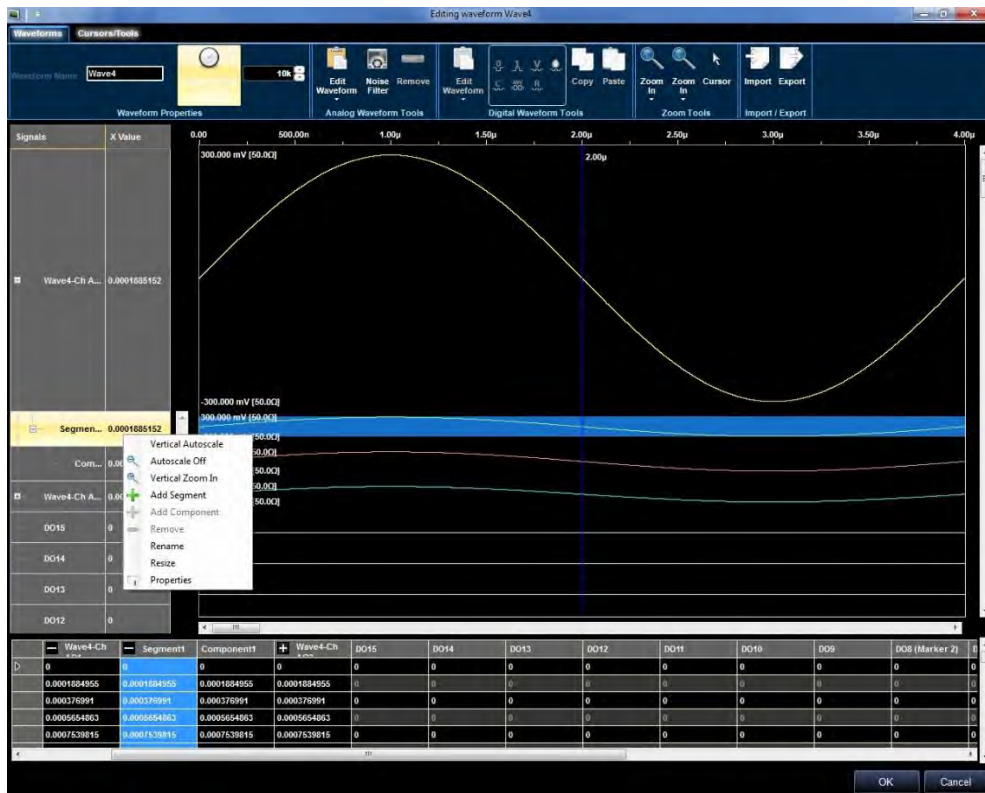


图 75 编辑波形窗口

- 从弹出菜单中选择 **Properties (属性)**。
- 更改段长度：在 **New Length (新长度)** 字段中输入 2.5k。



图 80 属性窗口

- 波形 1-0 和段 1 将重新采样至新长度。

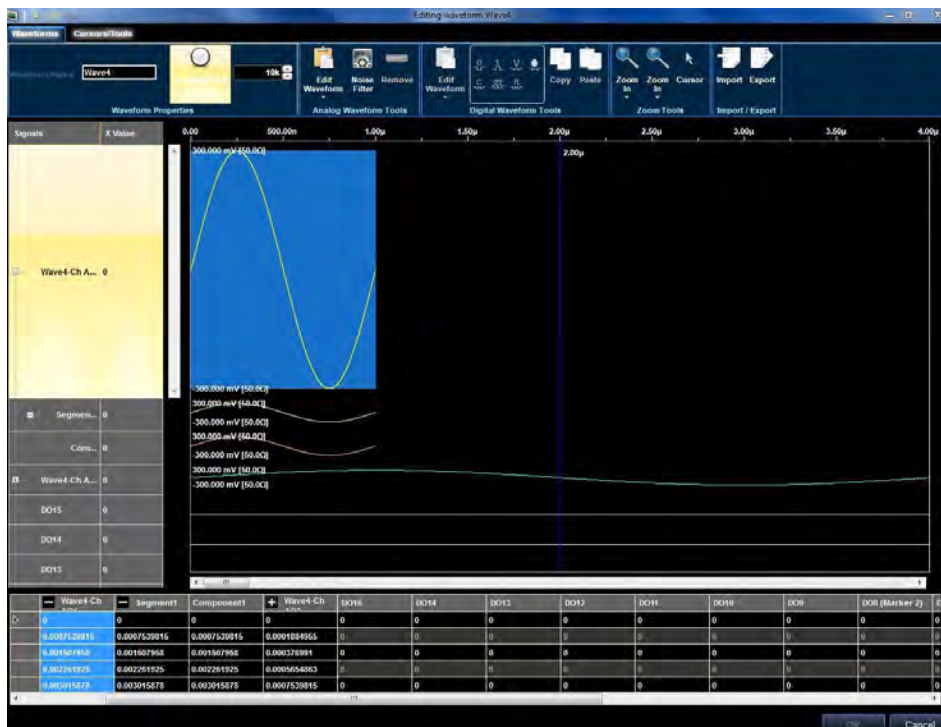


图 76 波形编辑

- 选择 Segment1 (段 1) 并单击工具栏上的 **Edit (编辑)** 按钮，此时会显示 Standard Waveform Editor (标准波形编辑器) 窗口。

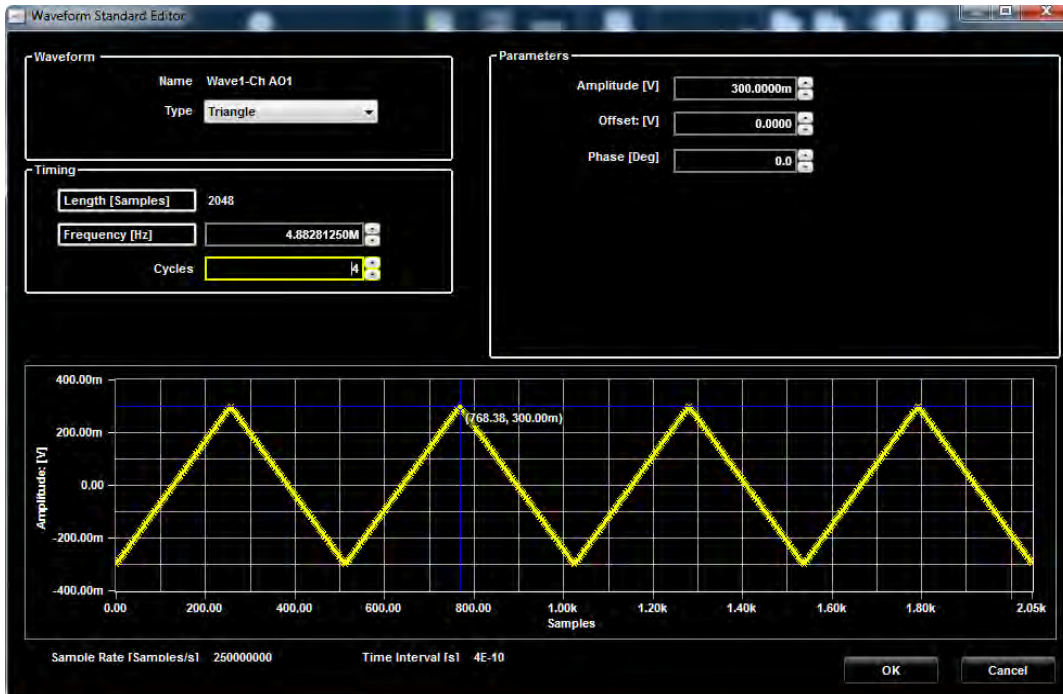


图 77 标准波形编辑器

- 选择三角形作为波形类型，选择 4 作为周期数。
- 单击 OK (确定)。
- 右键单击波形 4-0 的 Segment1 (段 1) 以打开弹出菜单并选择 Add Segment (添加段)。



图 78 添加段

- 此时会显示 Property (属性) 窗口。选择 2.5k 作为段 2 的长度并更改颜色。
- 单击 OK (确定) 。
- 右键单击波形 4-0 的 Segment2 (段 2) 以打开弹出菜单并选择 Add Segment (添加段) 。
- 此时会显示 Property (属性) 窗口。
- 选择 5k 作为段 3 的长度并更改颜色。
- 单击 OK (确定) 。
- 选择 Segment3 (段 3) 并单击工具栏上的 Edit (编辑) 按钮。

- 此时会显示 Waveform Standard Editor (波形标准编辑器)。选择 Sinc (正弦) 作为波形类型。单击 OK (确定)。

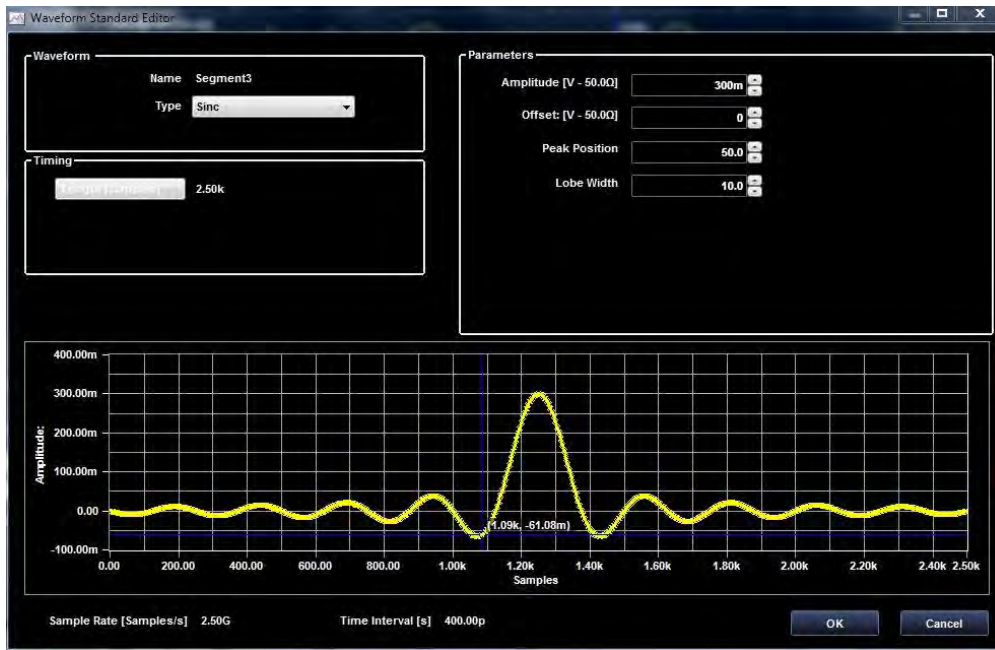


图 79 波形标准编辑器

- 右键单击波形 4-0 的 Segment3 (段 3) 以打开弹出菜单并选择 **Add Segment (添加段)**。
- 右键单击波形 4-0 的 Component1 (分量 1) /Segment2 (段 2) 以打开弹出菜单并选择 **Add Component (添加分量)**。



图 80 添加分量

- 选择 Component 2 (分量 2) 并按 Edit Waveform (编辑波形) 按钮。此时会显示 Standard Waveform Editor (标准波形编辑器) 窗口。



图 81 编辑波形

- 选择 Cosine (余弦) 作为波形类型, 选择 Multiply (乘) 作为运算。
- 按 OK (确定)。
- **Advanced Waveform (高级波形)** 已准备好使用并可插入到序列器中。

数字波形编辑器

AWG4162 可配置为一个功能强大的数字码型发生器。

在此工作模式下，AWG4162 可以模拟标准串行或并行总线跳变或自定义数字接口，从而对系统进行调试和检定。

注意以下事项：

- 最大矢量存储深度为 32M 点/通道。
- 在任意模式中，16 通道工作区中的最大更新速率为 1.25GS/s，32 通道工作区中为 625 MS/s。
- 数字和模拟通道之间的对准：使用 *Settings (设置)* 选项卡上的时滞控制，可以将分辨率大约为 10ps 的模拟通道与分辨率大约为 78ps 的数字通道重新对准。

单个信号可视化数字信号，而组合信号表示为总线。

当您创建新的混合或数字波形时，您有单个数字信号可任意使用；这些信号的数量和名称取决于初始项目设置。

您可按 Digital Channels Settings (数字通道设置) 选项卡上的 **Group Digital Signals (组数字信号)** 按钮来更改信号的名称和创建/重命名总线。

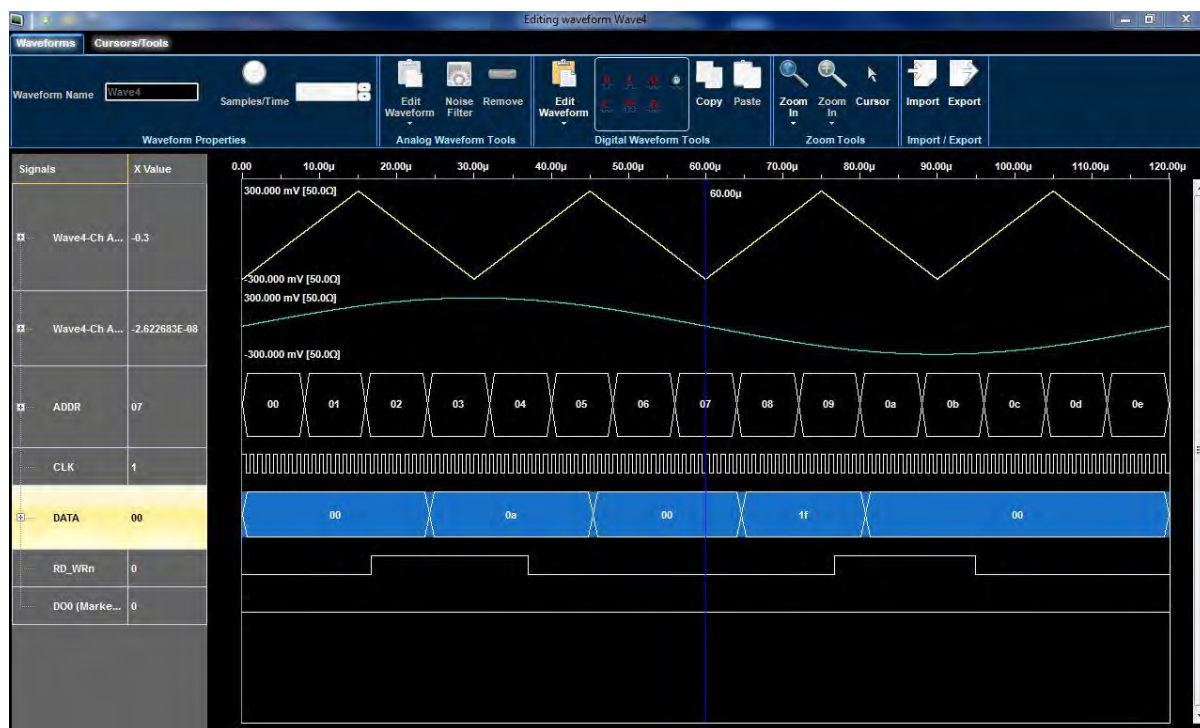


图 82 数字波形编辑器

常用操作可直接在数字单信号或总线上执行 (选择、左键单击、右键单击)。数字波形

之间不允许执行拖放操作。

左键单击和选择

- 在信号单元格中单击左键可选择整个数字单信号或总线，它将以蓝色突出显示。
- 在图形区内单击并拖动，即可创建划定数字波形部分界限的矩形。您可对当前选择或对整个波形应用 Digital Waveform (数字波形) 工具栏中说明的操作之一。
- 左键单击信号单元格树项可打开/关闭总线。
- 在信号名称单元格之间拖动线可重新调整数字信号幅度。
- 每个模拟信号右侧的数字指示主光标时间位置的信号或总线值。

右键单击

右键单击数字波形树项可显示弹出菜单，根据所选择的波形或段，提供如下功能。

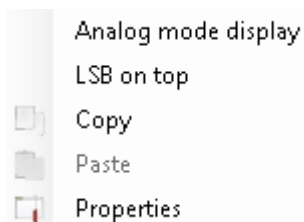


图 83 弹出菜单

- **Analog mode display (模拟模式显示)** - 此选项 (仅可用于总线) 将总线表示为模拟波形。如果需要对 ADC 或 DAC 进行测试，这是个很有用的例子。
- **Properties (属性)** - 打开数字波形的 Property (属性) 窗口。您可使用它来更改信号/总线颜色、示图高度和总线值的显示格式。



图 84 信号属性

- **LSB on Top (LSB 在最前)** - 总线值默认按照 MSB (最高有效位在最前) 来计算。选择 LSB 以让最低有效位在最前。

- **Copy (复制)** - 复制波形。单击左栏上信号/总线名称选择整个波形或使用鼠标选择它的一部分。
- **Paste (粘贴)** - 粘贴波形。将复制的波形粘贴到图像的所选区域 (鼠标选择) 或从另一个波形起点开始的区域。

数据编辑器

数据编辑器可用于以表格格式编辑模拟/数字信号和总线值。使用数据编辑器时，数据以数字形式在列中呈现。

数据编辑器包含以下两个附加列：

- **Samples (采样)** - 包含已生成采样的累进数。
- **Time (时间)** - 包含每个采样的累进绝对时间。

总线

总线模式通过总线名称 (在屏幕右侧的列中) 左侧显示的 **Expandable Bus (可展开总线)** 图标来指明。

展开 *模拟波形*，显示段。展开段，显示分量。

展开 *数字波形*，显示单条数字线。

双击总线名称打开总线。

总线节点打开之后，会显示 **Expanded Bus (已展开总线)** 图标，而不是 **Expandable Bus (可展开总线)** 图标。

再次双击总线名称关闭总线。

常用操作可直接在表格值上执行 (**选择、左键单击、右键单击**)。表格列之间不允许执行拖放操作。

左键单击和选择

- 在信号名称上单击左键可选择整个模拟/数字单信号或总线，它将以蓝色突出显示。
- 在表格单元格内单击并拖动，即可创建划定模拟/数字波形部分界限的矩形。
您可对当前选择或对整个波形应用 Analog/Digital Waveform (模拟/数字波形) 工具

栏中说明的操作之一。

- 继续在单个单元格上按住鼠标左键可编辑其值。
- 在信号名称之间拖动线可重新调整列幅度。

右键单击

右键单击表格单元格可显示弹出菜单，根据所选择的模拟/数字波形，提供如下功能。

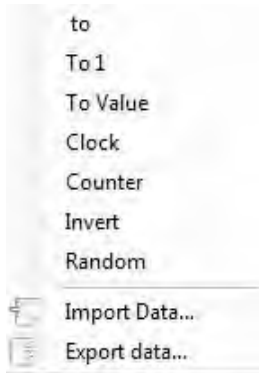


图 90 通过右键单击显示的弹出菜单

您可通过按 Digital Editor Waveform (数据编辑器波形) 工具栏按钮或右键单击表格项打开关联菜单，即可更改表格值。

如需导出数据，请选择 **Export data... (导出数据...)** 右键单击菜单项或单击导出菜单图标



数字数据将导出为 .txt 文件；该文件为逗号分隔，在第一行含有标头。

如需导入数据，请选择 **Import data... (导入数据...)** 右键单击菜单项或单击导入菜单图标



数字数据导入格式为 .txt；该文件为逗号分隔，在第一行含有标头。

请注意以下事项：

- 数字单信号/总线中的已禁用单元格不可编辑。
- 对表格单元格所作的更改也会显示在 Mixed Waveform Editor (混合波形编辑器) 中的单元格正上方。

您可通过按 Analog Editor Waveform (模拟编辑器波形) 工具栏按钮，在数据网格中更改值，即可更改表格值。如下图所示，右键单击一个表格项可打开关联菜单，然后即可使用 *Select Waveform ... (选择波形...)* 项；如果您在数据网格中选择一些值并使用 *Edit... (编*

辑...) 选项，则将打开 Waveform Standard Editor (波形标准编辑器) 窗口，然后您可直接在表中更改值。

使用 *Effects...* (效果...) 菜单项将打开 Filter & Noise (滤波器与噪声) 窗口，使用 *Search...* (搜索...) 项将打开 Search Settings (搜索设置) 窗口。

如需导出数据，请选择 **Export data...** (导出数据...) 右键单击菜单项或单击导出菜单图标

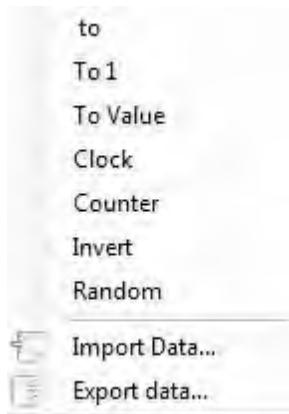


图 85 右键单击项

模拟数据将导出为 .txt 文件；该文件为逗号分隔，在第一行含有标头，它表示采样速率和采样数。

```
# 采样速率 : 2.5E+09
```

```
# 采样数 : 16000000
```

如需导入数据，请选择 **Import data...** (导入数据...) 右键单击菜单项或单击导入菜单图标



序列窗口

有时需要创建长的波形文件来完整实施一个 DUT 测试。在波形的重复部分处，波形序列功能可节约很多占用内存的波形编程。

序列器允许您选择生成哪种已编辑波形、其序列、重复数和生成条件。

序列器主要用于以下两个目的：

- 输出比硬件存储器还要长的波形。
- 根据以下条件快速更改输出波形。

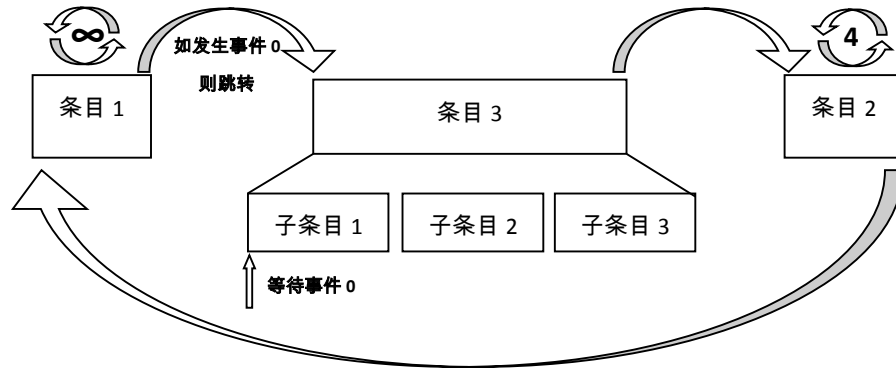


图 86 序列

一个序列由多个条目组成；每个条目包含经过适当格式化的模拟和数字信号。

使用它可创建条目的子集，用于识别可通过鼠标拖放操作放入序列器条目中的子序列。在上图中，序列器的条目 3 由一个具有 3 个条目的子序列来替代。

注意以下事项：

- 数字波形长度**必须**为同一序列器条目中的模拟波形长度的 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{4}$ 。
- 子序列可按照与波形相同的方式放入序列器中，只需将子序列从 Subsequences (子序列) 选项卡拖放到序列器中。
- 子序列条目没有 Wait Event (等待事件) 选项。
- 如果您在主子序列条目中选择 Jump Event (跳转事件) 选项，且子序列的第一个元素拥有 Wait Event (等待事件) 或 Jump If Event (如发生事件则跳转) 选择，则主序列对子序列的所有条目均拥有较高优先级。
- 如需创建新子序列，请按 SubSequences (子序列) 选项卡旁边的工具栏中的 New Subsequence (新建子序列) 按钮。


- 可按与主序列完全相同的方式编辑子序列。
- 不可以让子序列只有一个条目。
- 序列器中的最大条目数为 16384。

当波形或子序列放入序列器中时，会出现如下所示的对话框。您可指定准备创建的新序列器条目的属性。



图 87 输入波形属性

输入波形属性

1. 如果指定了 **Wave Repetitions (波形重复)**，则条目会重复出现。
按  按钮实现无限重复。
2. 如果在 **Wait Event (等待事件)** 下拉列表中选择了事件（事件 0...事件 7 可用），则序列器在生成波形之前将等待事件 N。
3. **Jump Event (跳转事件)** 会根据 **Jump Event (跳转事件)** 下拉列表中指定的事件来更改波形的排序。事件 0...事件 7 可用。

如果在 *Subsequence entry* (子序列条目) 内设置了 *Jump Event* (跳转事件), 则当事件发生时, 序列器将从子序列中退出, 并将继续在主序列中生成条目。

4. **Jump Address (跳转地址)** 用于设定在事件发生时, 达到多少条目之后序列器将跳转。
5. **Jump Type (跳转类型)** : 如果选定了 *Sync* (同步) 且事件发生, 序列器会等待当前波形结束, 然后再执行跳转。

如果选定了 *Async* (异步), 序列器会在事件发生时就执行跳转。

6. **Go to Address (转到地址)** : 如果未选定 *Jump Event* (跳转事件) (事件 7 无), 则序列器将在完成当前条目后执行下一个条目。

您可选中复选框以激活 *Go to Address* (转到地址) 控件并键入下一个条目地址, 即可更改执行顺序。

注意以下事项 :

- 无限重复的优先级高于 *Go To Address* (转到地址)。
- 可在同一个条目中设定 *Wait Event AND Jump If Event* (等待事件并在发生事件时跳转) 条件; 在发生 *Wait Event* (等待事件) 之后评估 *Jump If* (发生跳转) 条件。
- 在当前和下一个条目之间发生跳变期间不能评估跳转说明。
- 条目的标头包含 *Input Waveform Properties* (输入波形属性) 窗口的设置。

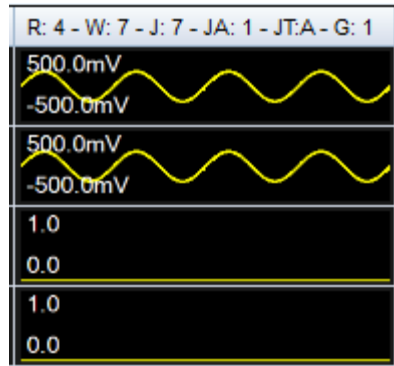


图 88 波形设置

R: 4 = 4 次重复

W: 7 = 等待事件 7 (无)

J: 7 = 如发生事件 7 (无) 则跳转

JA: 1 = 跳转地址 1

JT: A = 跳转类型异步

G: 1 = 转到地址 1

主序列器窗口

在运行模式下选定 Sequence (序列) 时，可按序列窗口中指定的顺序输出多个波形。序列窗口显示将生成的模拟和数字波形。



图 89 单个主序列器

Single Sequencer (单序列器) 工作区有一个称为主序列器的序列器，它用于控制所有模拟/数字通道波形生成。

Multi Sequencer (多序列器) 工作区有两个序列窗口：第一个与模拟输出 1 相关，第二个与模拟输出 2 相关。各个窗口独立运行，都在 Waveform (波形) 选项卡上有自己的可用波形列表。



图 90 多个主序列器

注意以下事项：

1. 如果在 Sequence (序列) 窗口中单击一个单元格，则 Waveform View (波形视图) 窗口中显示所选的波形。所选单元格的背景颜色变化为蓝色。
2. 如果在 Sequence (序列) 窗口中单击单元格的标头，则选定条目且在 Waveform View (波形视图) 窗口中显示条目中的所有波形。所选条目的背景颜色变化为蓝色。
3. 将波形从 Waveform List (波形列表) 窗口拖到 Sequence (序列) 窗口中的一个单元格内以将它插入到序列器中。
4. 如需编辑波形：在 Sequence (序列) 窗口中选择单元格之后，右键单击以打开弹出菜单，然后选择 *Edit Waveform (编辑波形)* 以打开 *Editing Waveform (编辑波形)* 窗口。
5. 在序列器单元格中插入波形时，其最大和最小电平显示在单元格的左端。
6. 当在运行模式中选定了 Continuous (连续)、Triggered (触发) 或 Gated (选通) 时，Sequence (序列) 窗口仅包含一个波形。

序列器的波形和表格视图

注意：

序列器为您的序列波形提供波形和表格视图。两种视图均提供相同的数据；但是，波形视图用图形表示您的序列，而表格视图显示一个列表。



图 91 序列器的表格视图

编辑序列

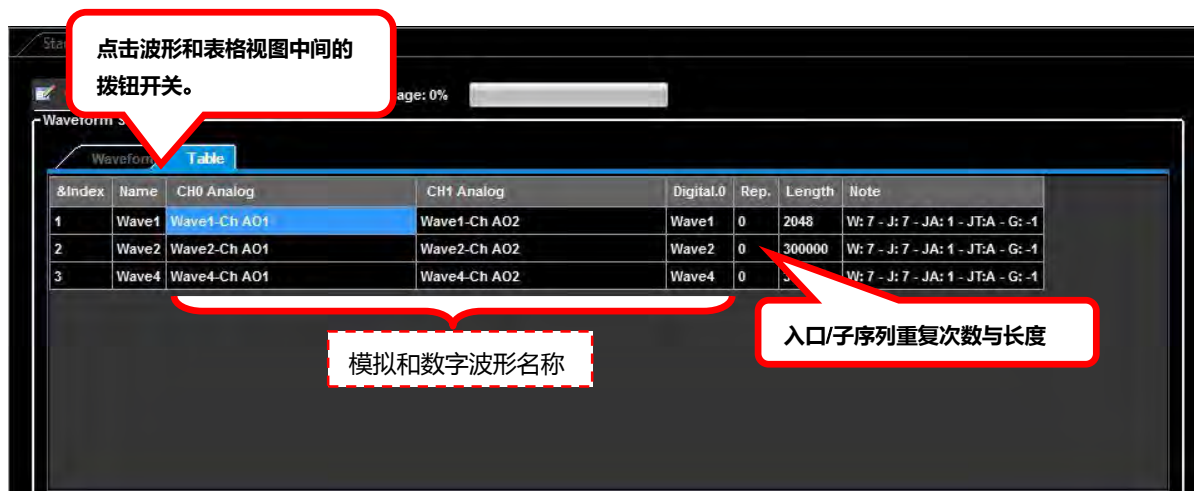



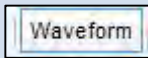



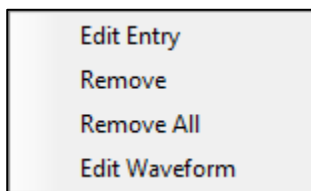
图 92 序列编辑器

您可使用 Sequence (序列) 窗口从 Waveforms (波形) 选项卡选择 AWG4162 仪器生成的波形。将波形从 Waveform (波形) 选项卡拖到 Sequence (序列) 窗口中的一个单元格内以将它插入到序列器中。使用 Sequence Window (序列窗口) 工具栏从序列器中**移除**波形。

序列窗口工具栏

| | |
|---|--|
|  | Edit Entry (编辑条目) – 打开 <i>Input Waveform Property (输入波形属性)</i> 窗口 |
|  | Remove selected entry (移除所选条目) – 从序列器中移除所选条目中的所有波形。 |
|  | Remove all (移除全部) – 从序列器中移除所有条目。 |
|  | Waveform/Table (波形/表格) – 在序列器的波形视图和表格视图之间切换。 |
|  | Memory Usage (存储使用情况) – 指示波形生成的可用存储百分比。 |

右键单击波形单元格可显示弹出菜单



- **Edit Entry (编辑条目)** : 打开 *Input Waveform Properties (输入波形属性)* 窗口以更改当前条目属性。
 - **Remove (移除)** : 从序列器中移除所选条目中的所有波形。
 - **Remove all (移除全部)** : 从序列器中移除所有条目。
7. **Edit Waveform (编辑波形)** : 打开 *Editing Waveform (编辑波形)* 窗口对所选波形作出更改。

如何创建序列

前提条件 : 03_JumpIfRepeat_Wait_Sequence 项目已准备好。

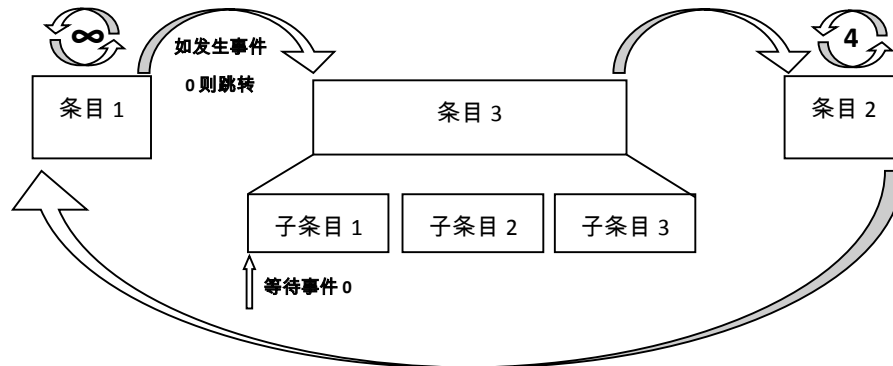



图 93 序列编辑器

1. 从 C:\Program Files (x86)\Tektronix\AWG4000 Advanced\DemoProjects 中打开演示跳转项目 03_JumpIfRepeat_Wait_Sequence。(该目录是 Advanced 应用的默认安装路径。如果用户将 Advanced 应用安装在其他路径,那么应从“安装路径\DemoProjects”目录中打开)
2. 按 Sequence Window (序列窗口) 工具栏中的  按钮移除所有序列器条目。

3. 在 Waveforms (波形) 选项卡上，拖动 Square (方波) 波形并将其放到序列器中的第一个条目中。

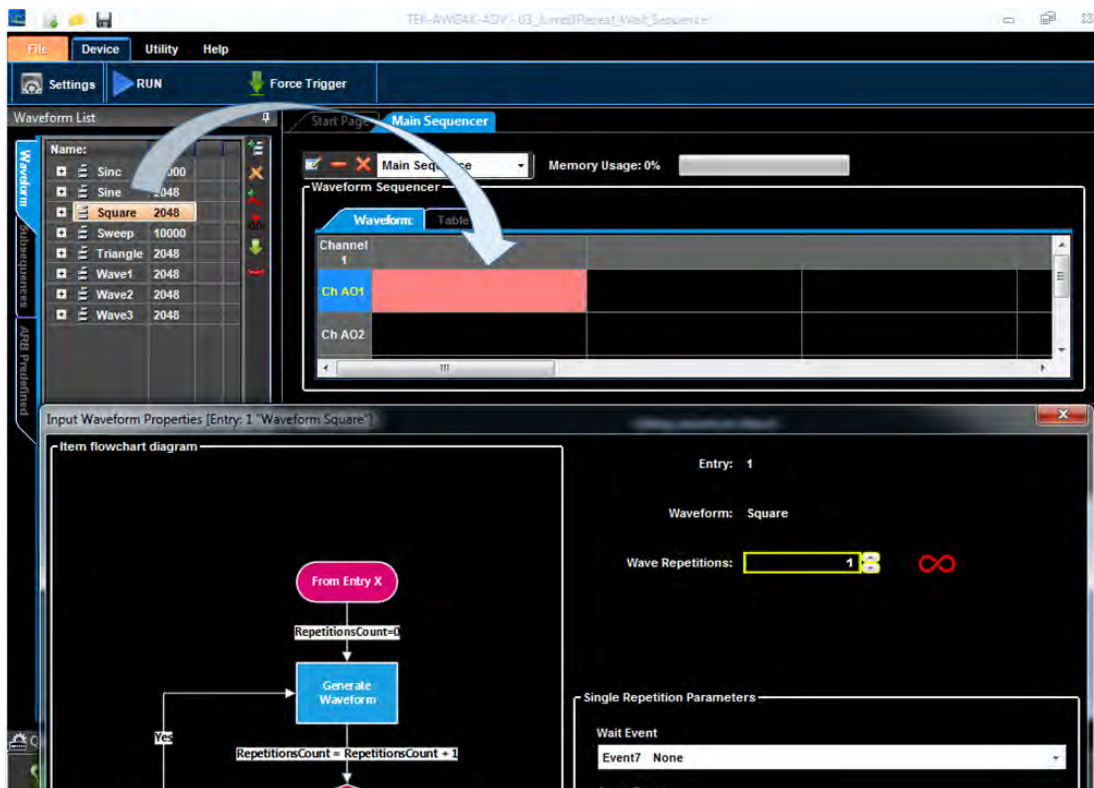


图 100 拖移波形

4. 在 *Input Waveform Properties* (输入波形属性) 窗口中，选择 *Jump Event* (跳转事件) 下拉列表中的无限重复和 *Event0* (事件 0) (强制触发 AND True AND True AND True)。

由于序列器中还没有条目，因此禁用 *Jump Event* (跳转事件) 和 *Address* (地址) 控件。将在步骤 9 中进行更改。

按 *OK* (确定) 以确认。

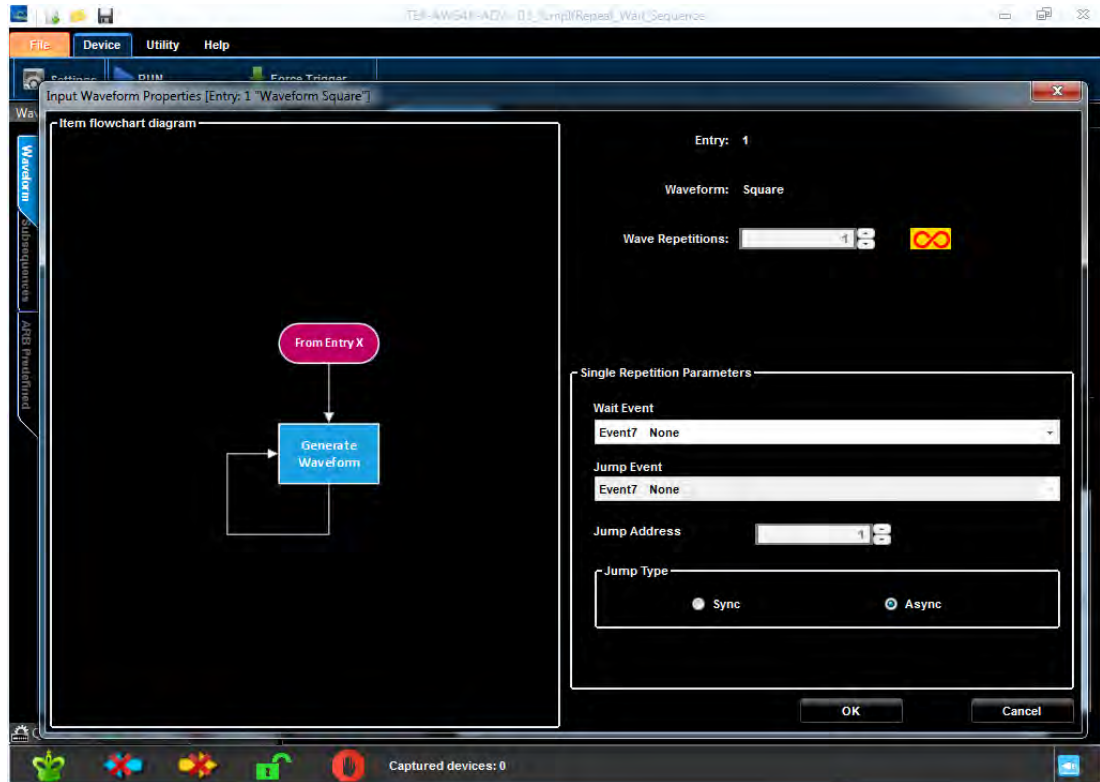


图 94 编辑波形条目 1

5. 在 Waveforms (波形) 选项卡上 , 拖动 Sine (正弦波) 波形并将其放到序列器中的第二个条目中。

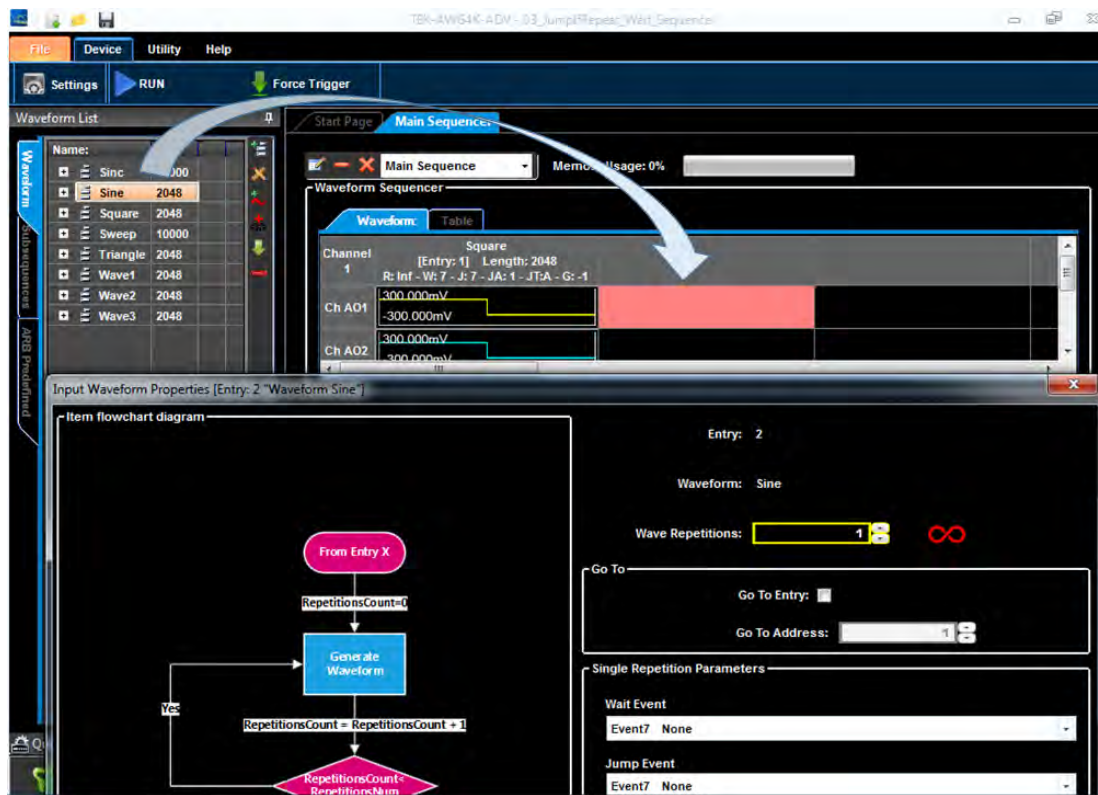


图 95 拖移波形

6. 在 *Input Waveform Properties* (输入波形属性) 窗口中选择 4 次重复, 选中 Go To Address (转到地址) 复选框并输入 1 作为转到地址值。按 OK (确定) 以确认。

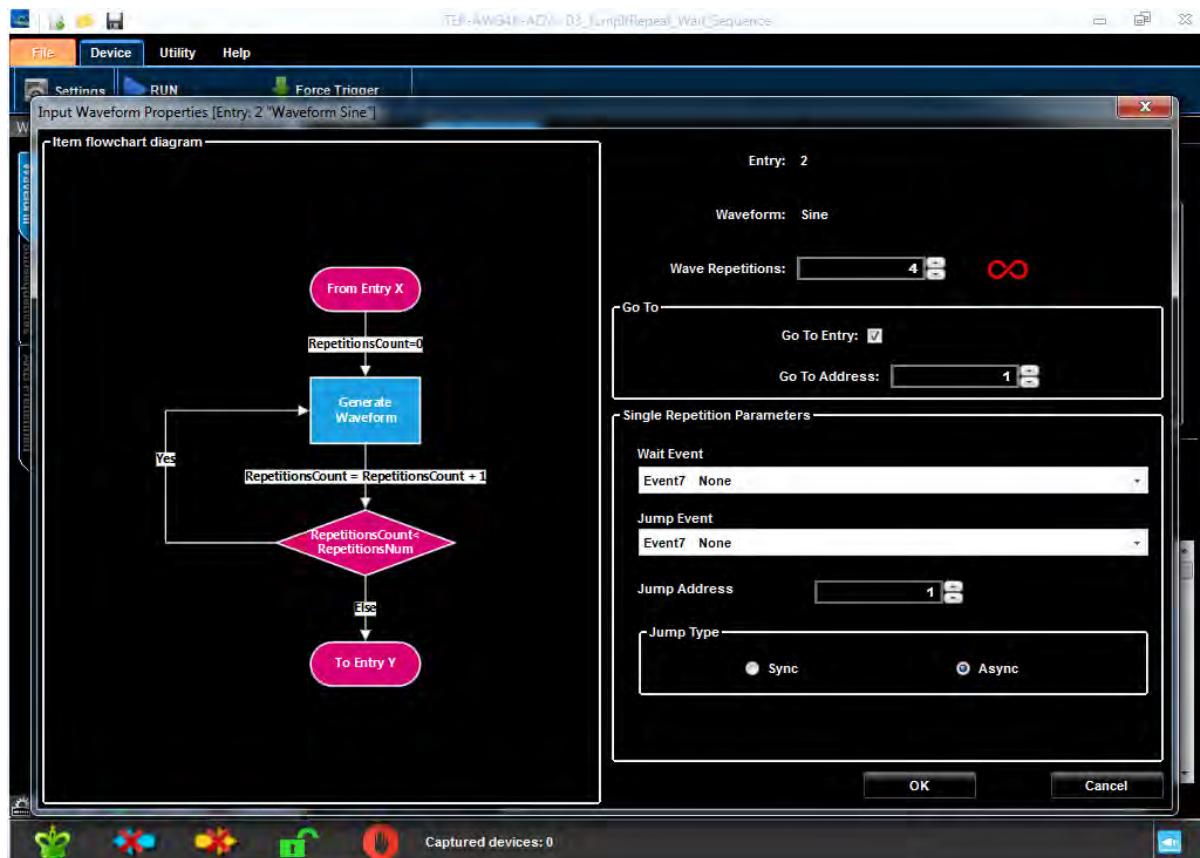


图 96 编辑波形条目 2

- 在 Waveforms (波形) 选项卡上，拖动 Subsequence1 (序列 1) 并将其放到序列器中的第三个条目中。

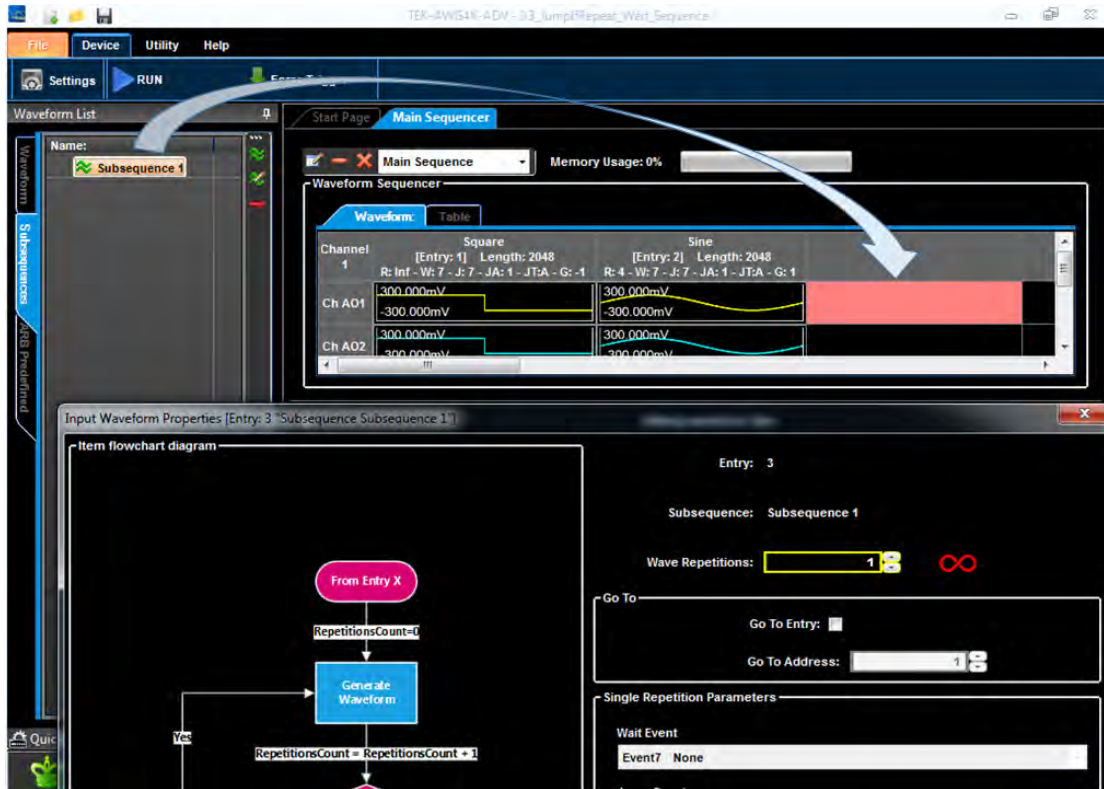


图 97 拖动子序列

8. 在 *Input Waveform Properties* (输入波形属性) 窗口中选择 1 次重复, 选中 Go To Address (转到地址) 复选框并输入 2 作为转到地址值。按 OK (确定) 以确认。

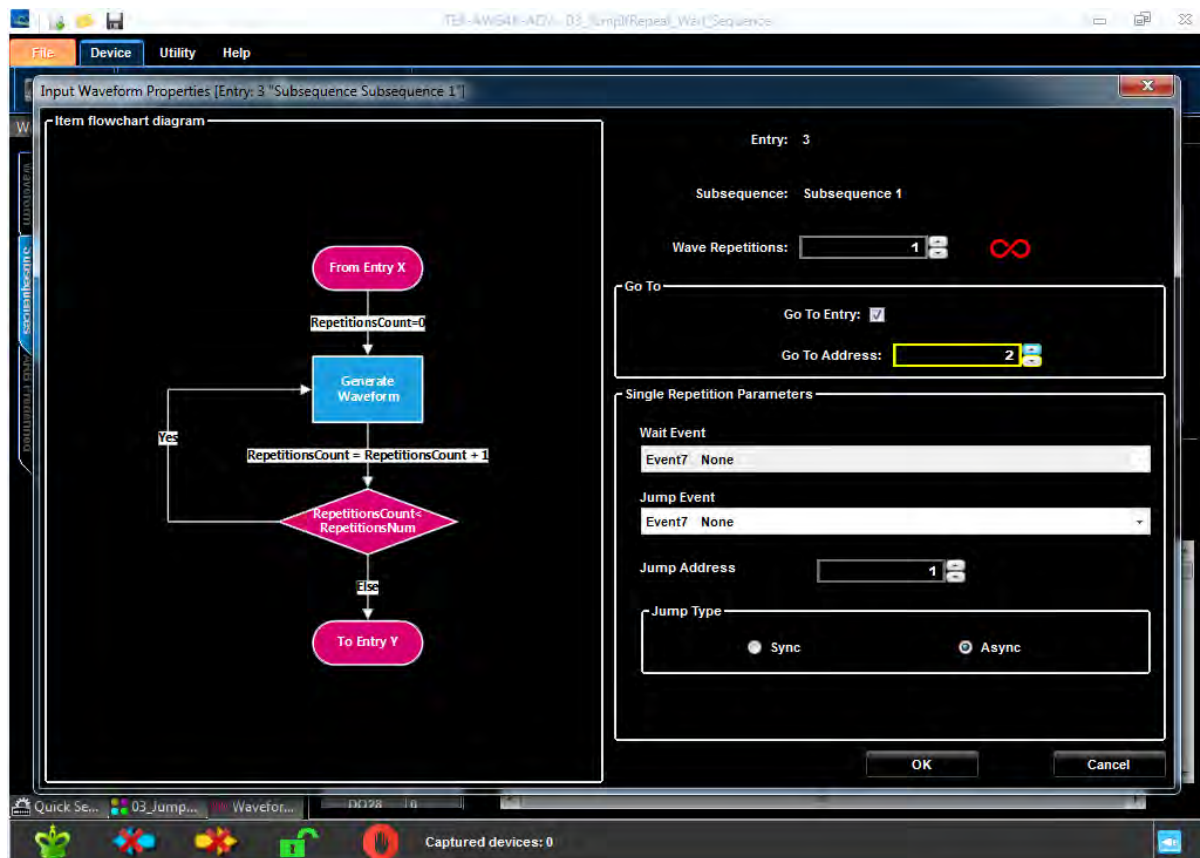


图 98 编辑波形条目 3

9. 现在，序列已完成，但您需要修改条目 1 的属性；双击条目 1 或右键单击打开弹出菜单并选择 Edit Entry (编辑条目)。

设置 Jump Event (跳转事件) 下拉列表中的 Event0 (事件 0) (强制触发 AND True AND True AND True)。修改 Jump Address (跳转地址) 字段并输入 3 作为跳转的地址。按 OK (确定) 按钮以确认。

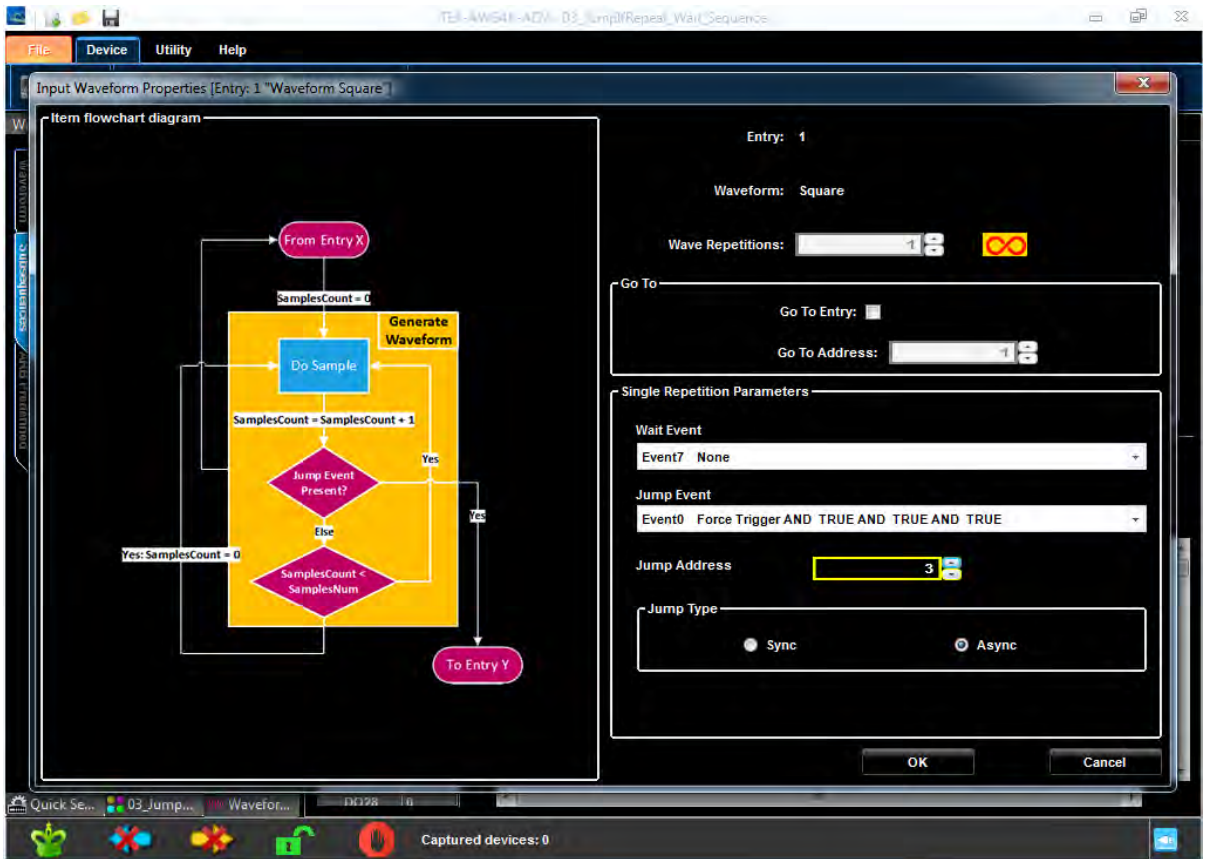


图 99 编辑波形条目 1

10. 最后一步是将等待事件 0 设置为子序列 1 的子条目 1。

按 Sequence/Subsequence (序列/子序列) 按钮选择子序列 1。

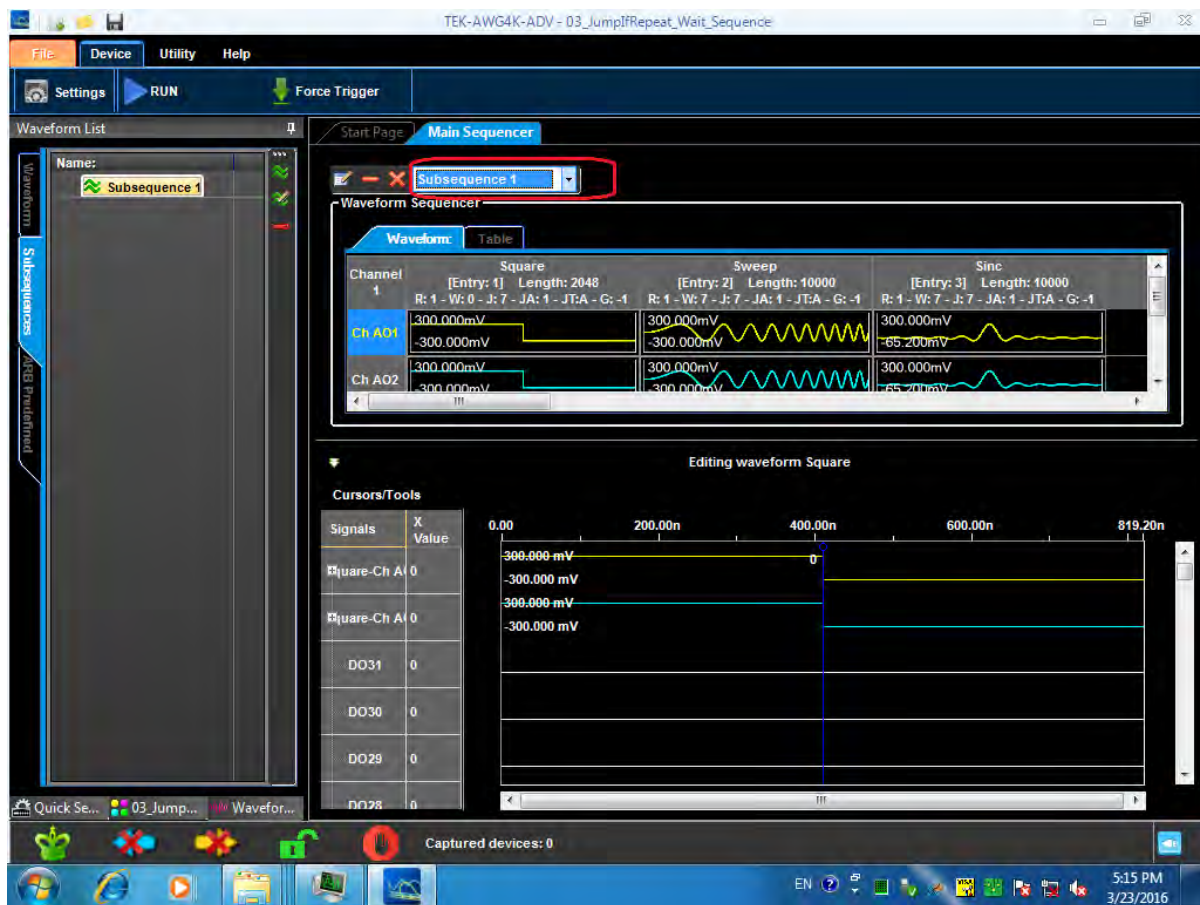


图 100 子序列 1 的波形

然后双击条目 1 或右键单击以打开弹出菜单并选择 Edit Entry (编辑条目)。

11. 在 *Input Waveform Properties* (输入波形属性) 窗口中 , 设置 Wait Event (等待事件) 下拉列表中的 Event0 (事件 0) (强制触发 AND True AND True AND True) 。按 OK (确定) 以确认。

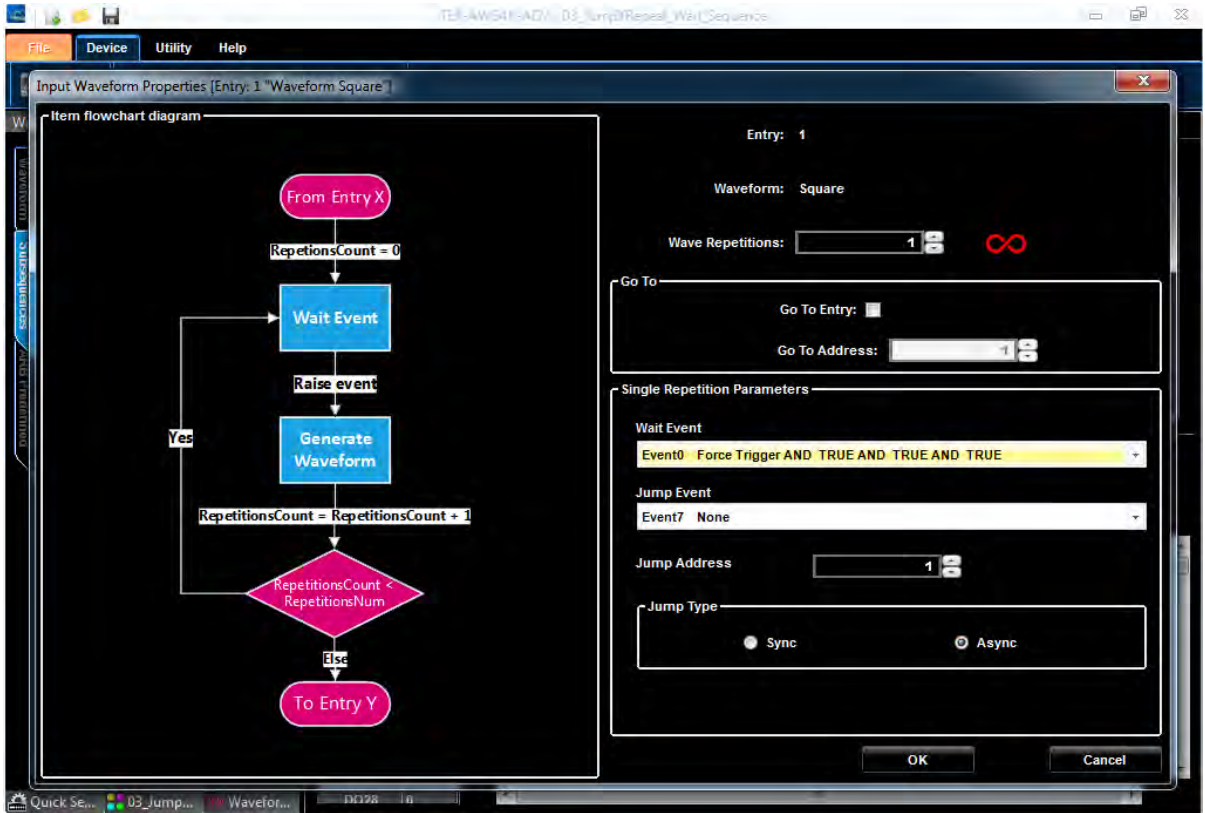



图 101 编辑波形子条目 1

如何创建子序列

前提条件：03_JumpIfRepeat_Wait_Sequence 项目已准备好。

1. 从 C:\Program Files (x86)\Tektronix\AWG4000 Advanced\DemoProjects 中打开演示跳转项目 03_JumpIfRepeat_Wait_Sequence。（该目录是 Advanced 应用的默认安装路径。如果用户将 Advanced 应用安装在其他路径，那么应从“安装路径\DemoProjects”目录中打开）
2. 在 Sequences（序列）选项卡上，按  New Subsequence（新建序列）按钮。
3. 新的空子序列显示在 Main Sequencer（主序列器）窗口（子序列 2）

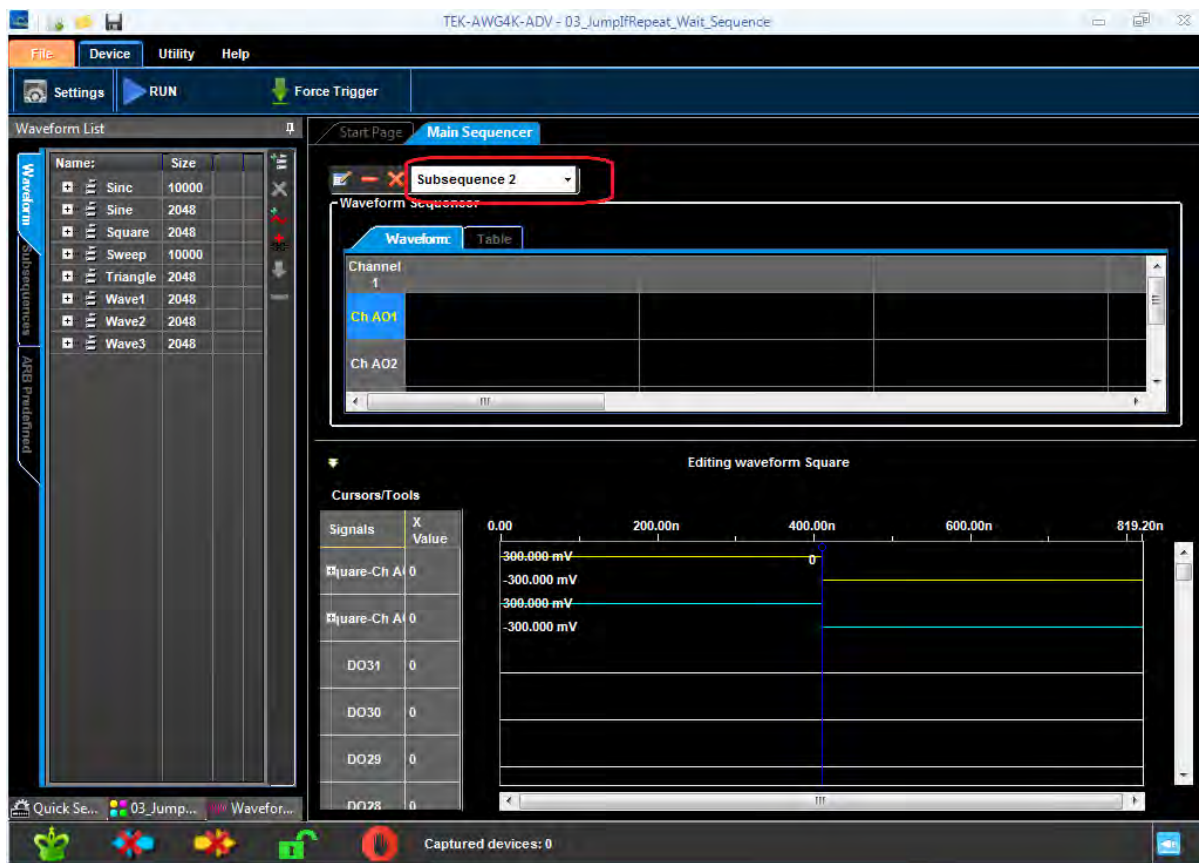


图 102 新建空子序列窗口

4. 将波形从 Waveform (波形) 选项卡拖到 Sequence (序列) 窗口中的一个单元格内以将它插入到序列器中。所选波形的目标序列器单元格将以红色突出显示。
- 在 *Input Waveform Properties* (输入波形属性) 窗口中，选择 1 次重复。按 OK (确定) 以确认。

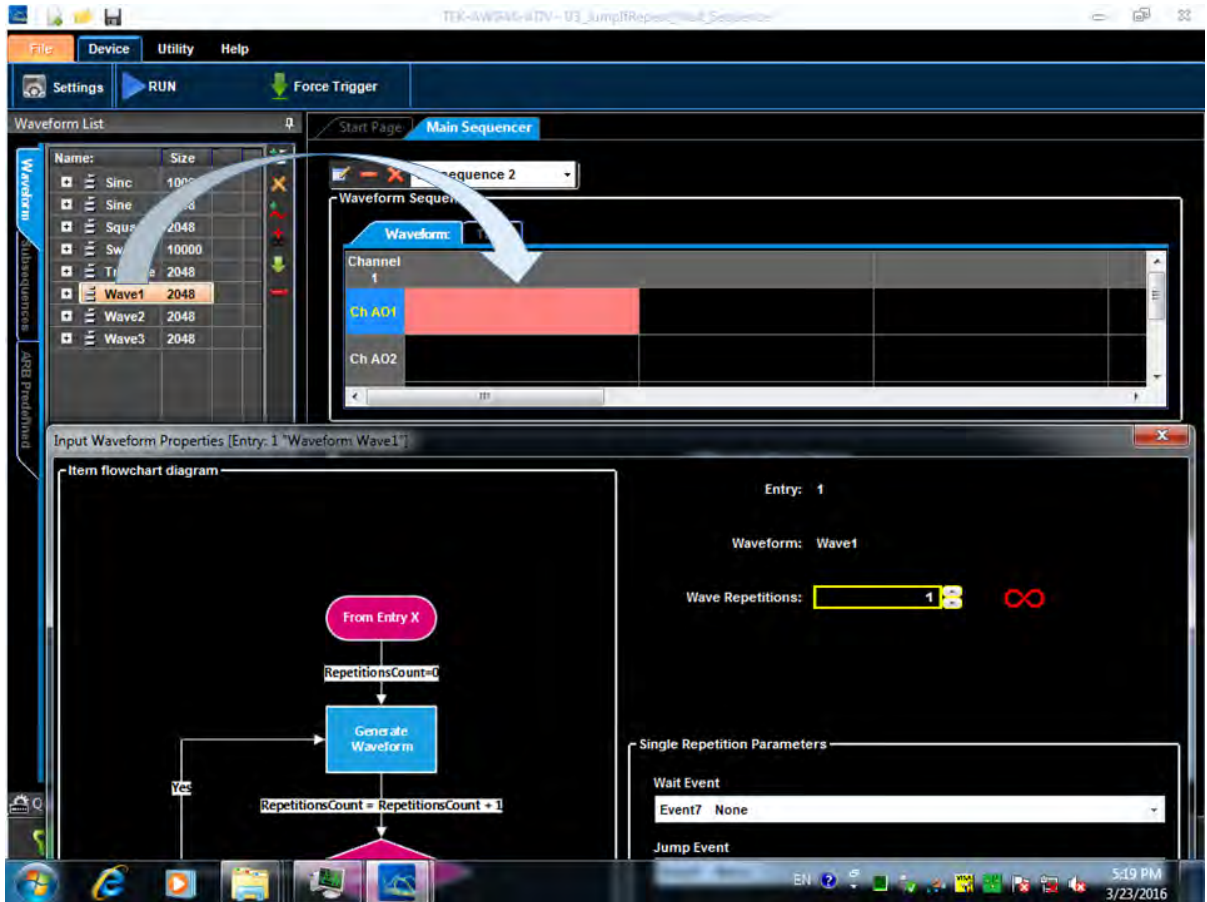


图 103 拖移波形

- 为 Square (方波) 和 Sync (同步) 波形重复最后一步。子序列 2 由三个条目组成：波形 1 (方波)、扫描和正弦混合波形。

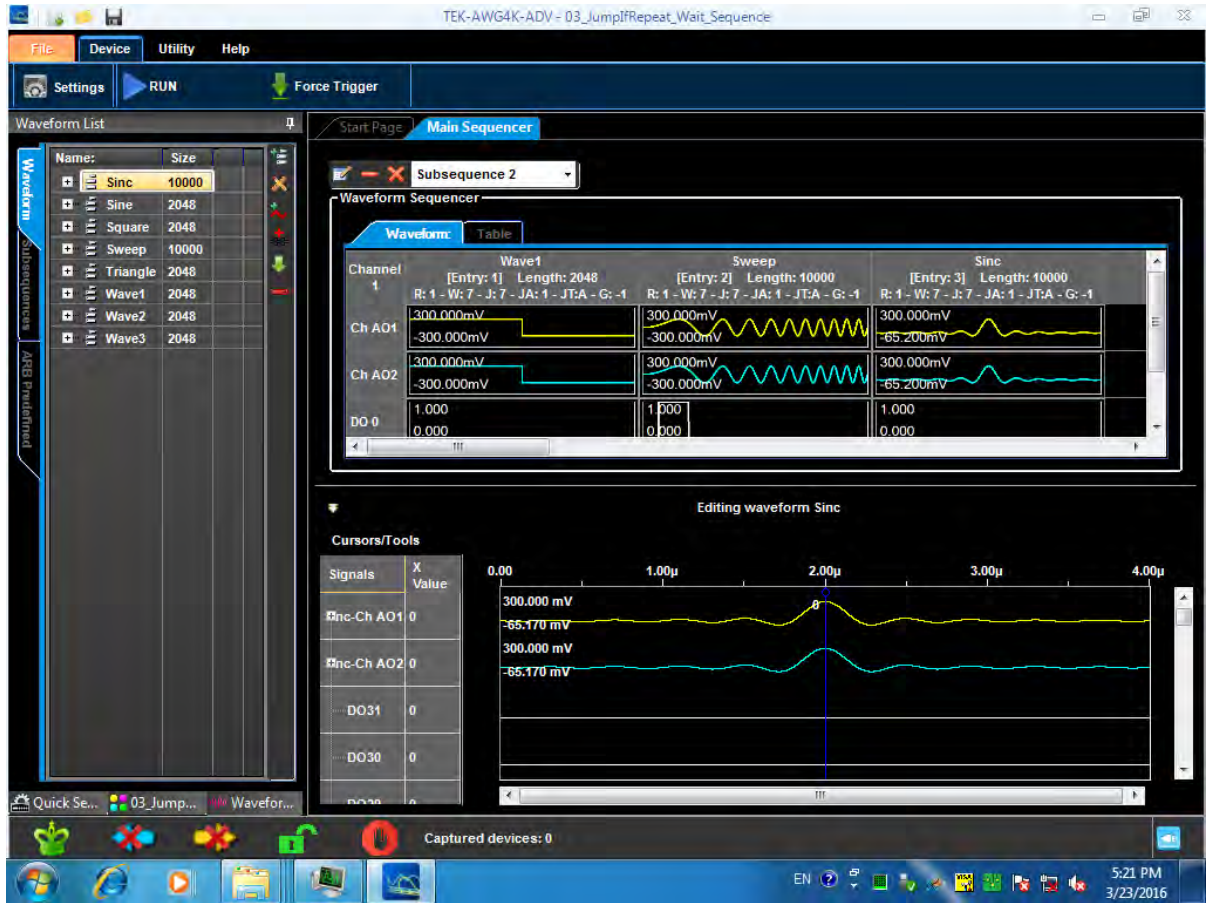


图 104 子序列 2 的波形

- 按 Sequence/Subsequence (序列/子序列) 按钮关闭子序列，确认更改并返回主序列器。

子序列 2 将显示在 Sequences (序列) 选项卡中，现在您可将它插入到主序列器中。

波形视图窗口

在 Sequence (序列) 窗口中选定的元素显示在 *Waveform View (波形视图)* 窗口中。

每个信号的左边有两列：第一列称为 *Signals (信号)*，它显示名称和用于打开/关闭段/分量/总线元素的根图标；第二列称为 *Value (值)*，它显示一个数字，指示主光标时间位置处的信号值。

1. 如果您选择单个单元格，则可使用 *Waveform View (波形视图)* 窗口来显示模拟和数字波形。

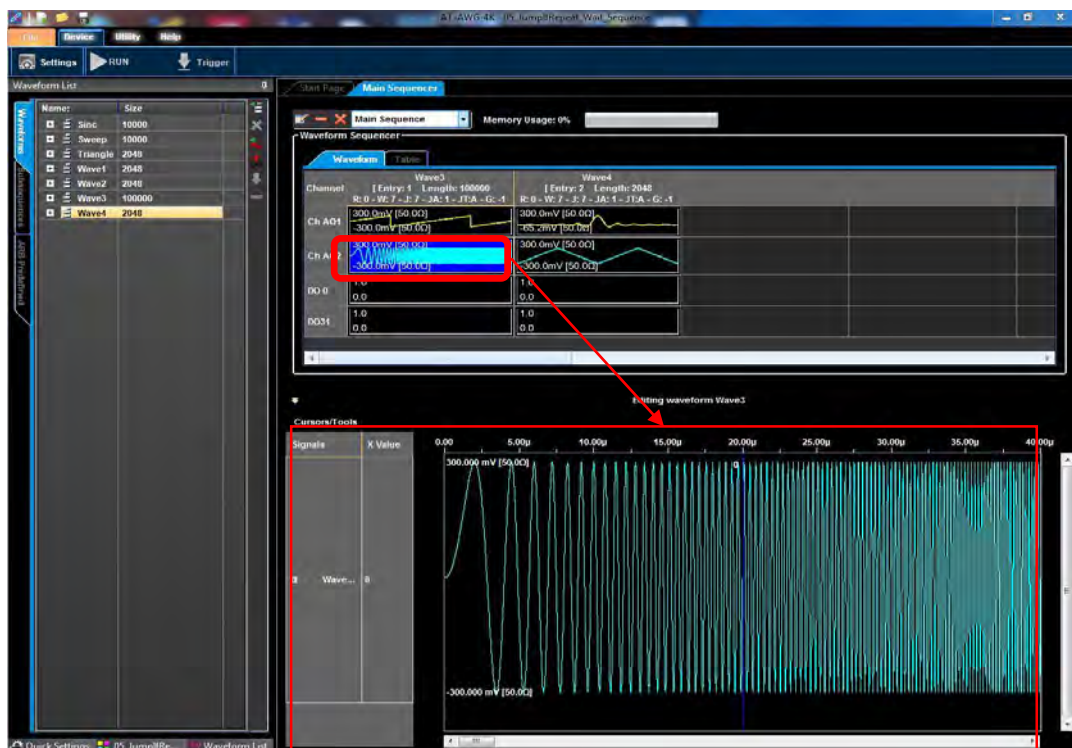


图 105 查看波形

2. 如果在 Sequence (序列) 窗口中单击单元格的标头，则选定条目且在 Waveform View (波形视图) 窗口中显示条目中的所有波形，如下所示。

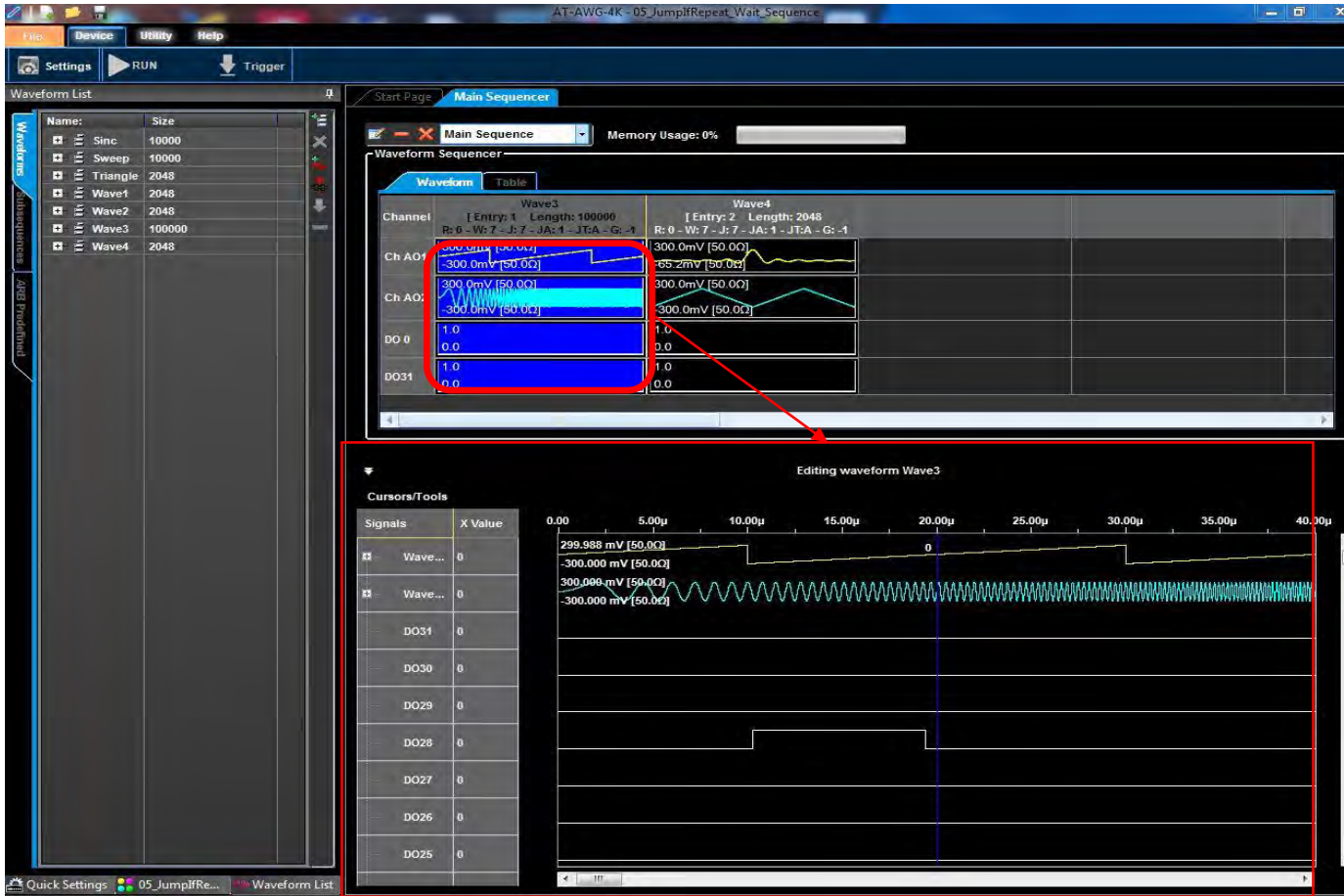







图 106 查看波形

在 Waveform View (波形视图) 窗口中查看波形时，您可使用以下功能：

-  使用此按钮将图形区域的鼠标功能更改为光标/标记移动。
-  使用此手工具在图形区内拖动。
-  自动放大功能。
-  自动缩小功能。
-  使用此按钮放大所选图形的矩形。在图形区内单击并拖动，即可创建您的缩放矩形。

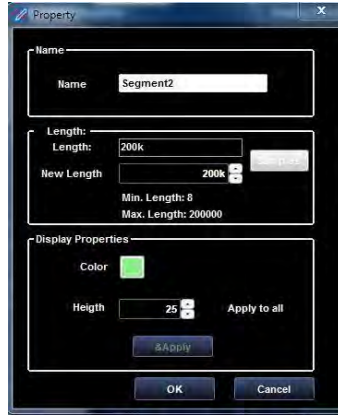


此按钮重置所有已激活的缩放



您可以更改图形显示区的属性。单击 **Waveform View Settings (波形视图设置)** 按钮，

会显示 **Graph Property (图形属性)** 屏幕。



按照如下方式进行更改：

- 可根据需要更改 **Background Color (背景颜色)**。
- 更改颜色并打开或关闭**大网格**和**小网格**，然后更改其线条颜色。
- 可打开或关闭 **Cursor Position (光标位置)** 指示器。



此按钮在**采样数**与**秒数**之间切换 X 轴表示。默认值根据所作的选择进行优化。

教程

使用 AWG4162 执行典型任务和设置的详细步骤和场景显示在示例中。

如何使用示例

请注意以下几点：

- 在执行任何场景之前，您必须先确保您已**正确接通仪器电源**，且已启动 AWG4162 软件，如入门知识部分所述。
- 为每个场景创建新工作区需要一些更具体的步骤。在需要时可提供这些场景的详情。

如已完成前述的前提条件，则可执行以下场景：

1. **创建首个模拟波形**
2. **创建波形序列**
3. **导入波形 + 分量使用 + 选通运行模式**
4. **创建数字波形**

创建首个模拟波形

在您打开仪器电源后，启动软件并使用系统菜单栏或工具栏创建“新工作区”。

1. 创建一个单序列器项目，将任意波形发生器作为工作模式。
2. 单击**新建混合波形**按钮。



3. 显示新建波形窗口。输入波形名称“波形 1”，并为波形采样长度选择 2048。单击**确定**以确认。

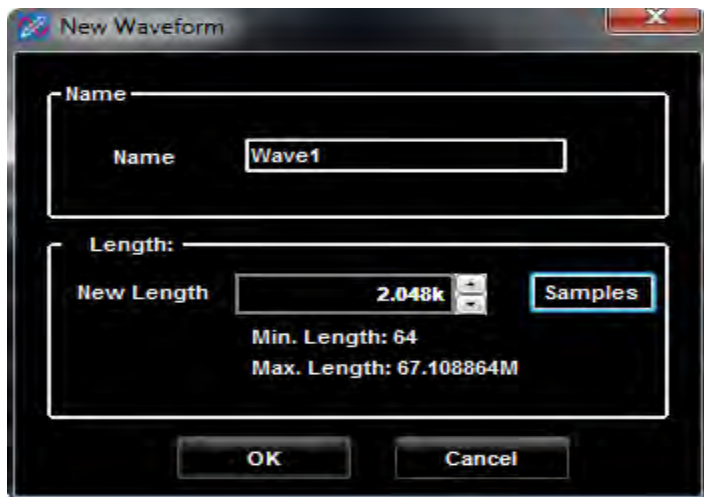


图 107 新建波形设置

4. 显示编辑波形窗口。选择波形“波形 1-0”并单击**编辑**按钮。

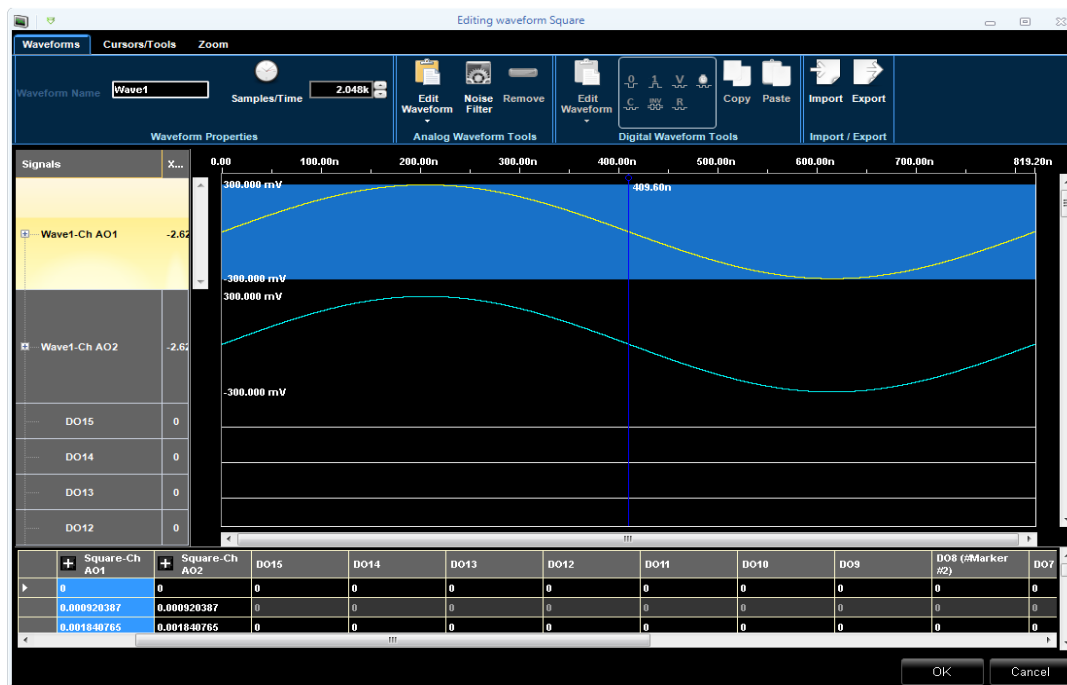


图 108 编辑波形窗口

5. 显示波形标准编辑器。选择一个具有以下规格的正弦波波形：

周期：2

幅度 [V]：250mV

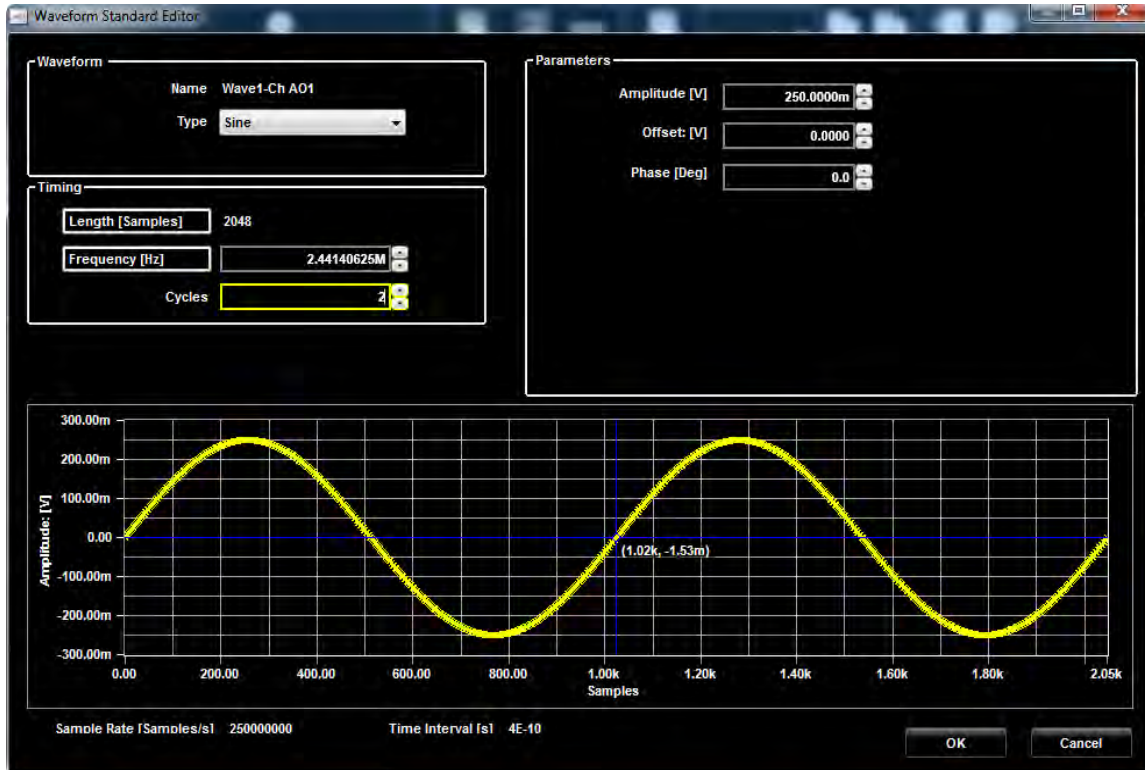


图 109 标准波形编辑器

6. 按确定按钮。



7. 选择波形“波形 1-1”并单击编辑按钮。

8. 显示波形标准编辑器。选择一个具有以下规格的矩形波形：

周期数：4

幅度 [V]：300m



图 110 标准波形编辑器

9. 按确定按钮。

10. 在编辑波形窗口上按**确定**按钮。

11. 在主工具栏上，按“设置”按钮。

12. 在“设置”弹出屏幕的“运行模式”选项卡上，选择**继续**。

13. 单击确定。

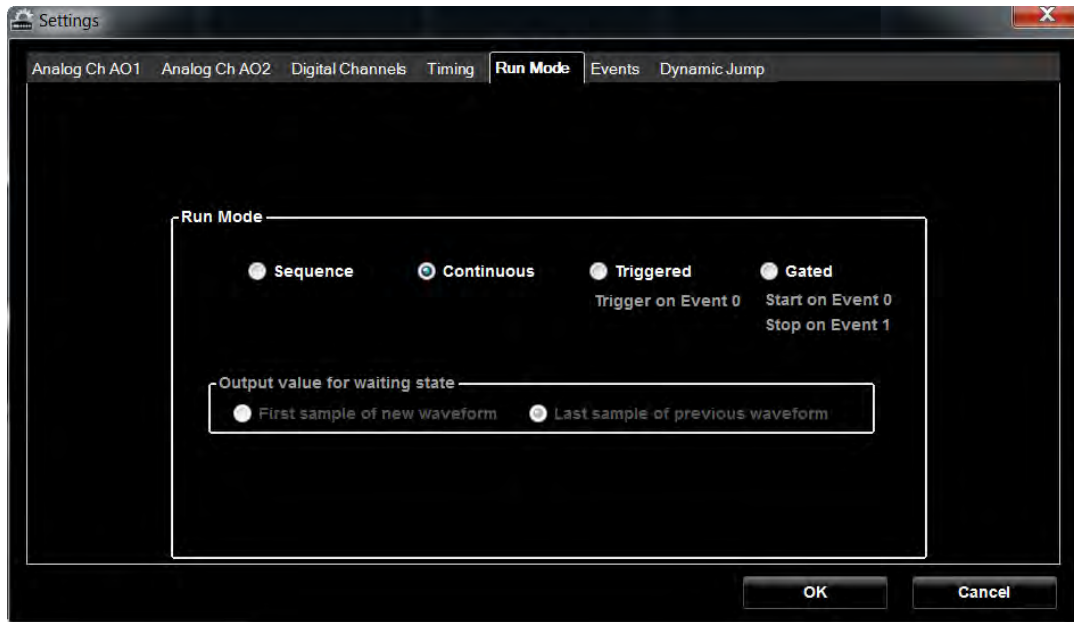


图 111 设置屏幕

14. 从“波形区域”将波形 1 拖到“序列区域”的第一个单元（选中单元高亮显示）。



图 112 序列窗口

15. 现在，按 AWG4K 工具栏上的运行/停止按钮。



软件将波形加载到 AFG4K 仪器中并开始生成波形。在 AO1 和 AO2 SMA 输出上生成“波形 1”。您可以将示波器连接到此输出并分析信号。

再次按运行/停止按钮则停止生成波形。

创建波形序列

在您打开仪器电源后，启动软件并使用系统菜单栏或工具栏创建“新工作区”。

1. 创建一个单序列器项目，将任意波形发生器作为工作模式。

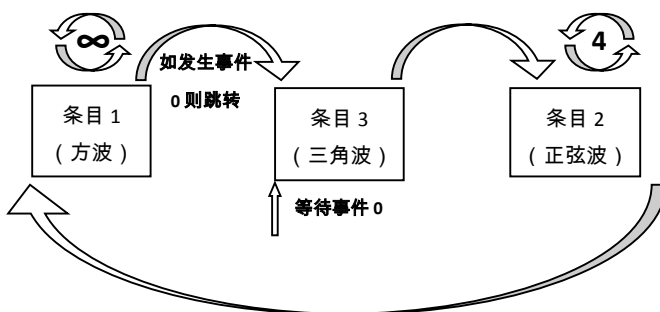



图 113 单序列器项目

2. 将三个波形添加到“波形 TAB”列表。
3. 在波形标准编辑器对话框上为波形 1、2 和 3 提供以下规格。
波形 1 - 方波类型、2048 个采样、1 个周期和 300 毫伏幅度。
波形 2 - 正弦波类型、2048 个采样、1 个周期和 300 毫伏幅度。
波形 3 - 三角波类型、2048 个采样、1 个周期和 300 毫伏幅度。
4. 单击**新建混合波形**按钮。 
5. 显示新建波形窗口。输入波形名称“方波”，并为波形采样长度选择 2048。单击**确定**以确认。

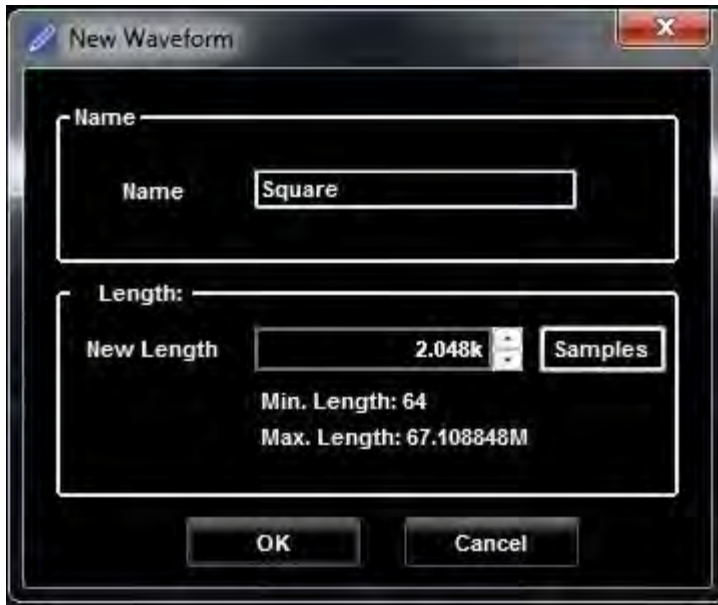


图 114 新建波形窗口


6. 显示编辑波形窗口。选择波形“方波-Ch AO1”并单击  波形按钮



图 115 编辑波形窗口

7. 显示波形标准编辑器。选择一个具有以下规格的矩形波形：

周期数：1

幅度 [V]：300mV

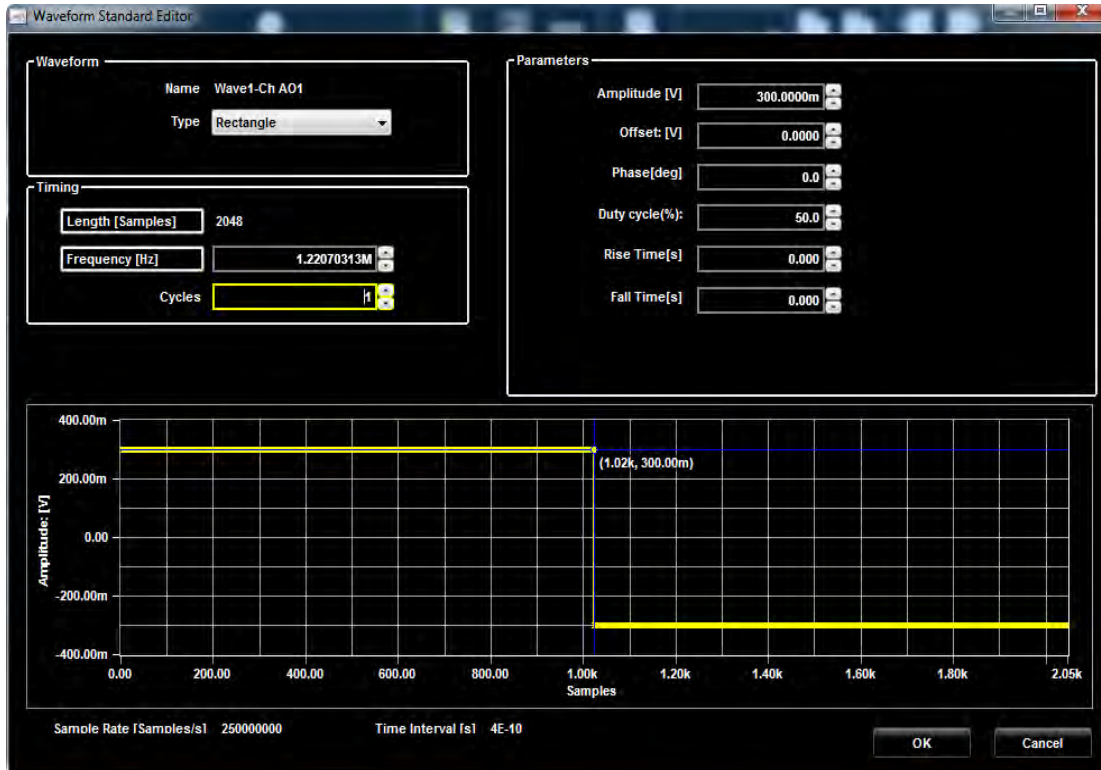


图 116 波形标准编辑器

8. 按**确定**按钮。
9. 在“编辑波形窗口”上按**确定**按钮，以关闭并确定。



图 117 编辑波形

10. 重复执行步骤 4 ~ 9，创建正弦波和三角波。方波、正弦波和三角波将显示在“波形 TAB”上。

11. 在主工具栏上，按“设置”按钮。在“设置”弹出屏幕的“运行模式”选项卡上，选择序列。

单击**确定**。

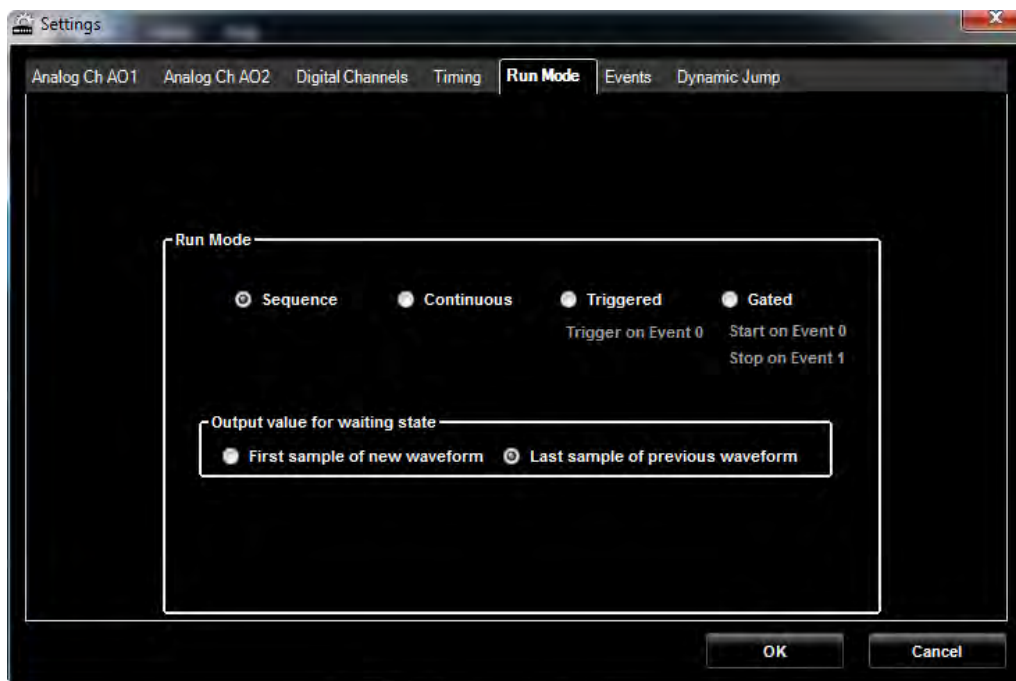


图 118 设置屏幕

12. 在“波形 TAB”上，拖动“方波”并将其放到序列器中的第一个条目中。
13. 在输入波形属性窗口上，选择无限重复。
14. 由于序列器中还没有条目，因此禁用“转跳事件”和“转跳地址”控件。
15. 按**确定**以确认。

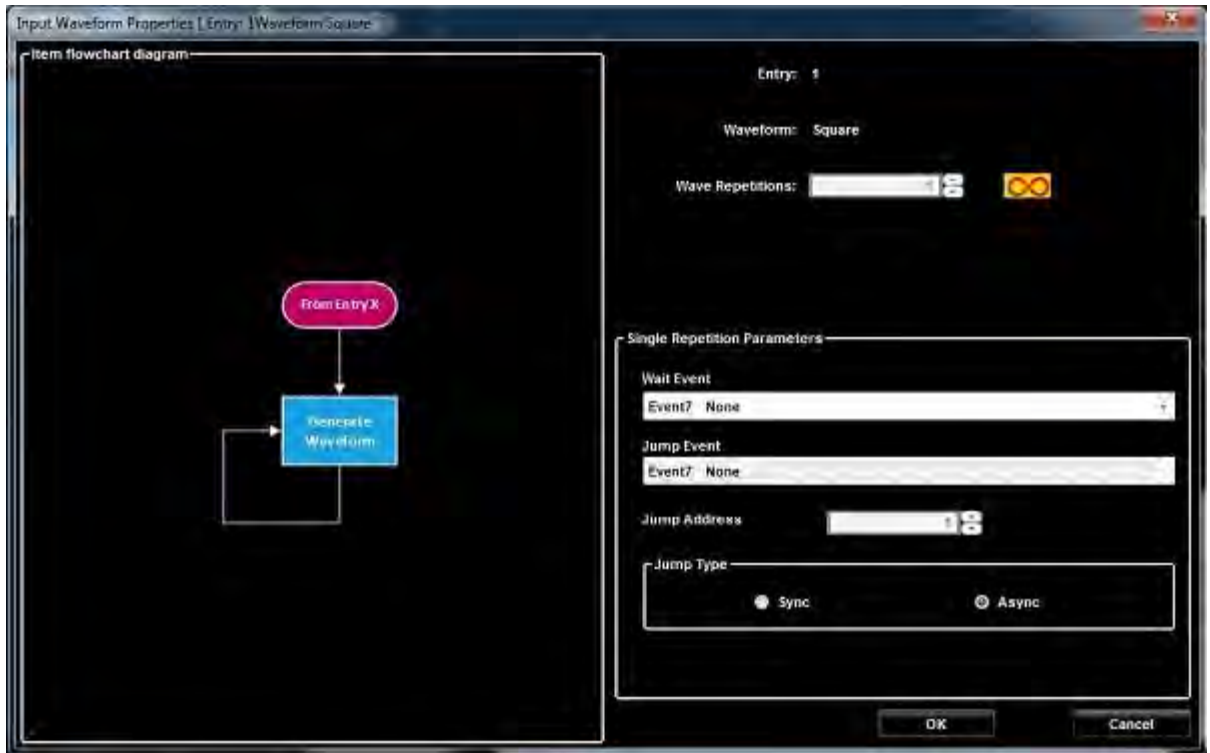


图 119 输入波形属性

16. 在“波形 TAB”上，拖动“正弦波”并将其放到序列器中的第二个条目中。
17. 在输入波形属性窗口上选择 4 次重复，选中“转到地址”复选框并输入 1 作为“转到地址”值。按**确定**以确认。

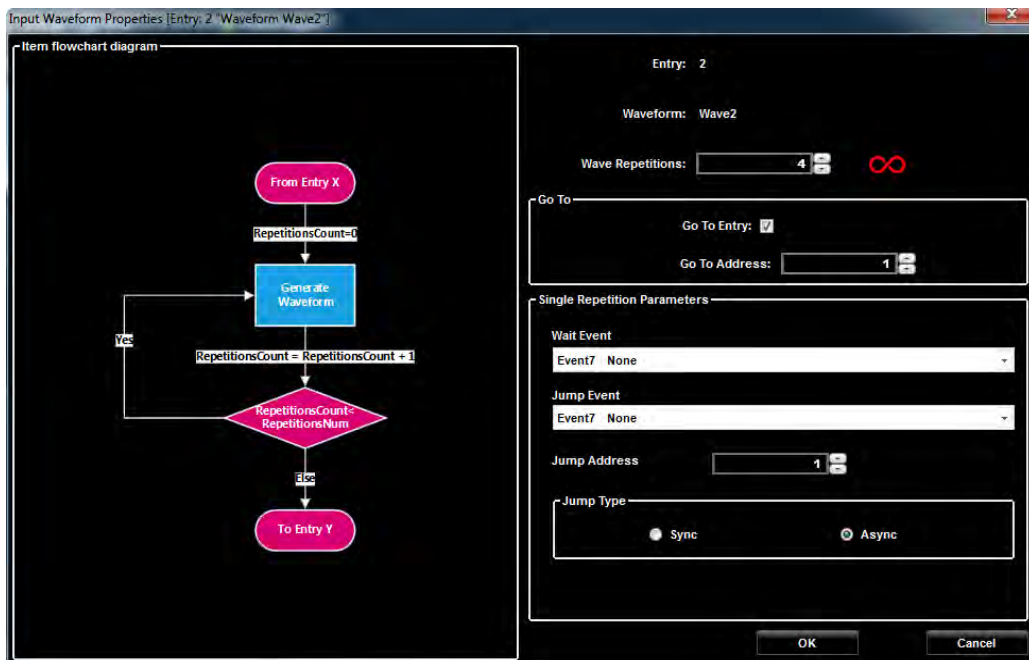


图 120 输入波形属性

- 在“波形 TAB”上，拖动“三角波”并将其放到序列器中的第三个条目中。
- 在输入波形属性窗口上选择“等待事件 0”，并选中“转到地址”复选框并输入 2 作为“转到地址”值。按**确定**以确认。

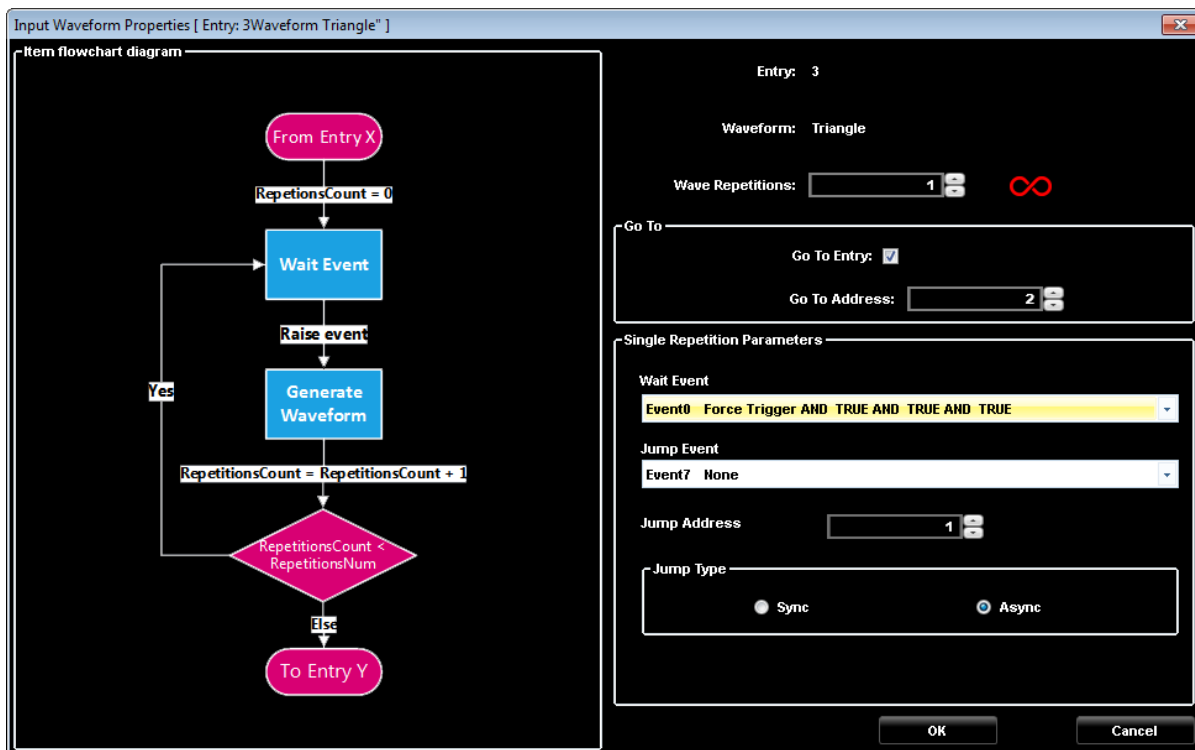


图 121 输入波形属性

- 现在，序列已完成，但您需要修改“条目 1”的属性；双击“条目 1”或右键单击打开弹出菜单并选择“编辑条目”。

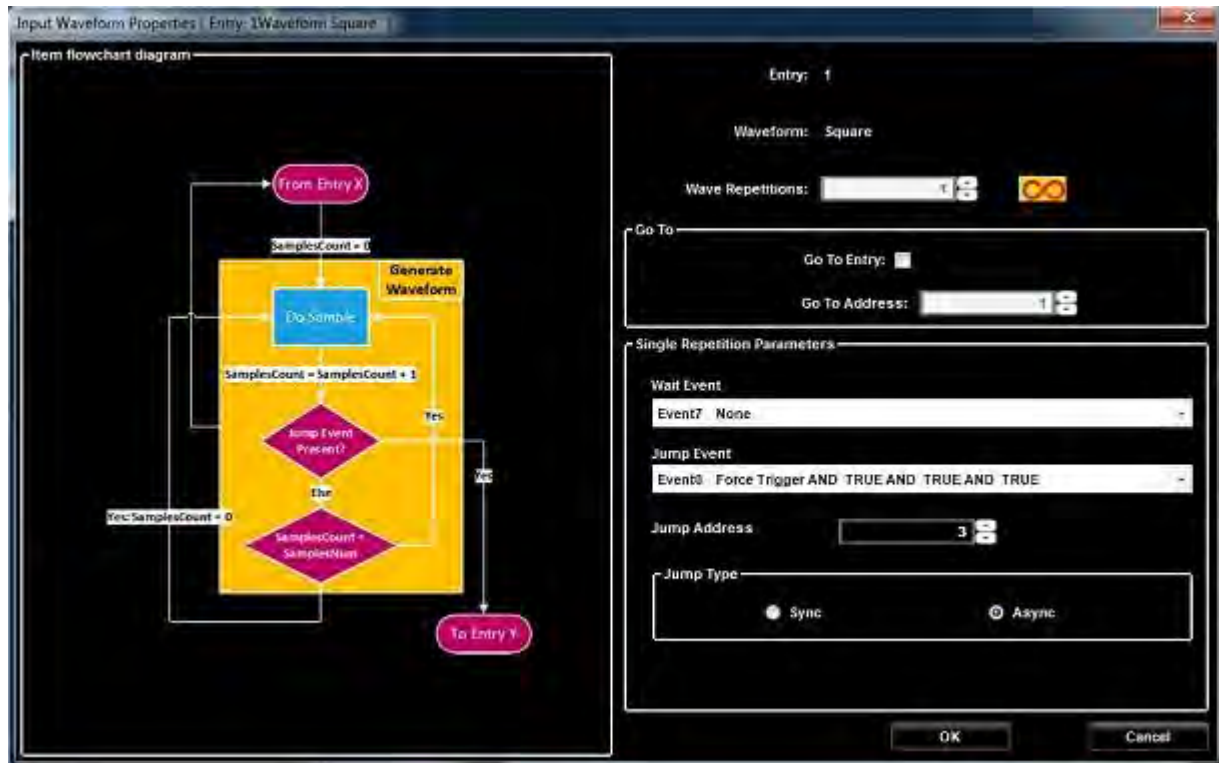


图 122 输入波形属性

21. 修改“转跳地址”字段并输入 3 作为转跳的地址，在“跳转事件”中选择“事件 0”(按下强制触发 AND True AND True AND True)，按**确定**按钮。
22. 现在，按 **AWG4K 工具栏上的运行/停止按钮**。



23. 软件将波形加载到 AFG4K 仪器中并开始生成波形。序列在 AO1 SMA 输出上生成。您可以将示波器连接到此输出并分析信号。
24. 再次按**运行/停止按钮**停止生成波形。

导入波形 + 分量使用 + 选通运行模式

从示波器导入波形时，首先创建一个采用任意波形发生器模式的项目。

如果您的工作区已经打开，确保其符合上述要求后再继续执行以下步骤：

1. 单击**新建混合波形**按钮。 

显示新建波形窗口。输入波形名称“波形 1”，并为波形采样长度选择 2048。单击**确定**以确认。

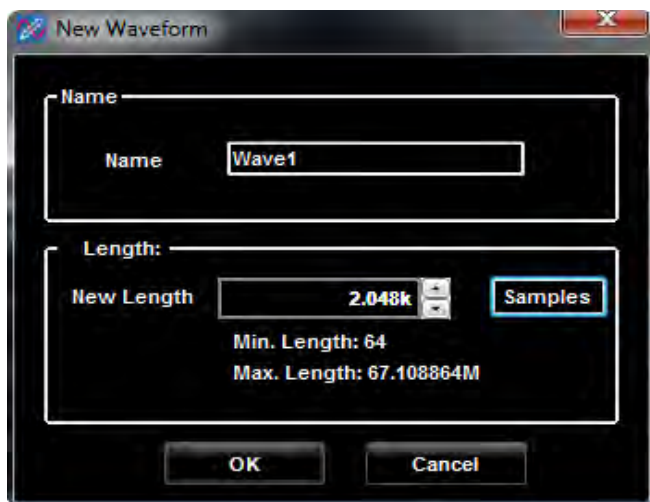


图 123 新建波形

2. 显示编辑波形窗口。选择波形“波形 1”并单击**编辑波形**按钮。

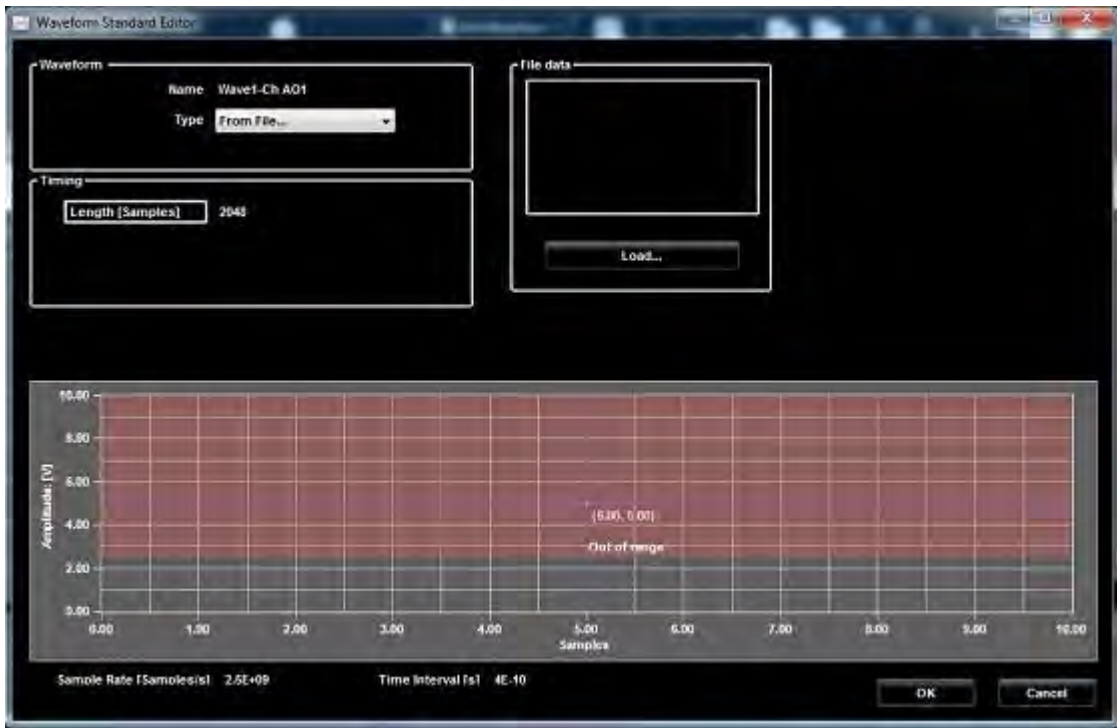
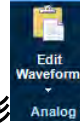


图 124 编辑波形窗口

3. 在类型下拉列表上选择来自文件... 并按“加载...”按钮。

显示“导入”波形弹出屏幕。

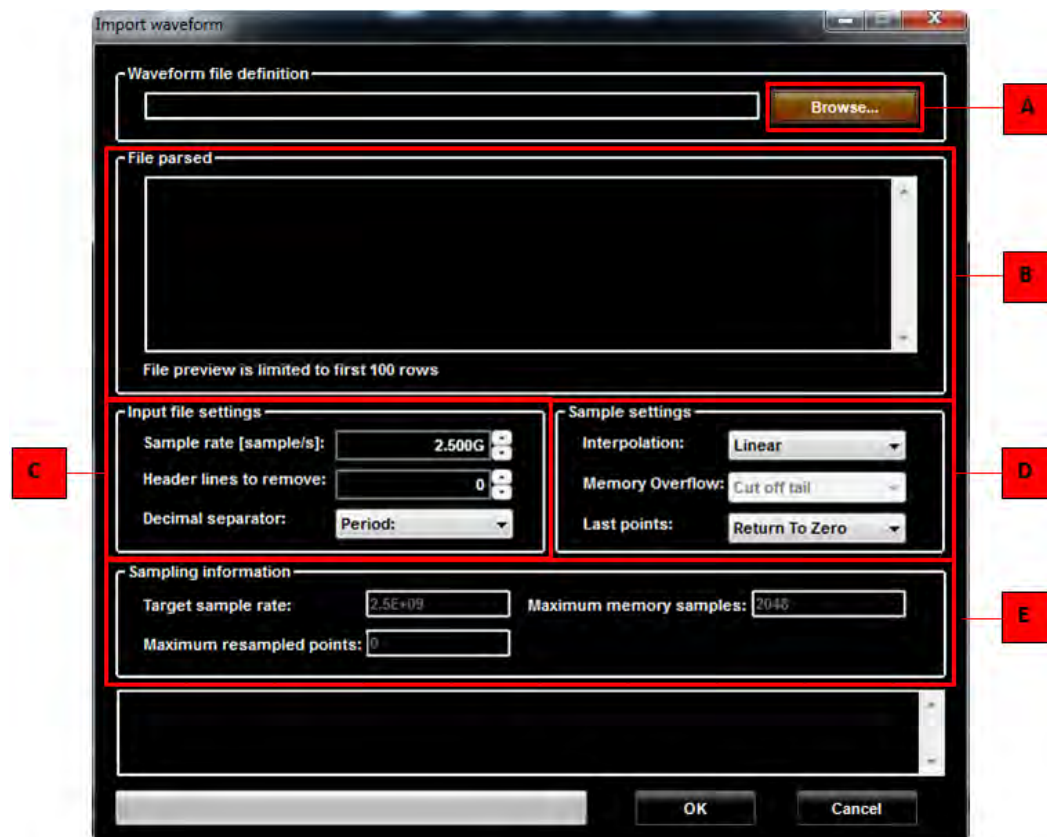


图 125 输入波形属性

此图像上的标签 A-E 对应于以下描述：

- A. 单击浏览按钮并找到您所需的 .txt 文件进行导入。
- B. 然后，文件已解析部分会显示导入波形的前 100 个采样。
- C. 如果需要，在输入文件设置上可以对导入文件进行采样率、要删除的标头行和十进制分隔符更改。
- D. 使用采样设置字段调整参数和规则。
- E. 如果导入波形的采样率大于 AFG4K 目标采样率 (2.5 GS/s)，则重新采样波形点并显示在采样信息字段。

- 浏览 C:\Program Files\Tektronix\AWG4000 Advanced\SCPI\AWG4KImportWaveforms\Sine0.txt 文件

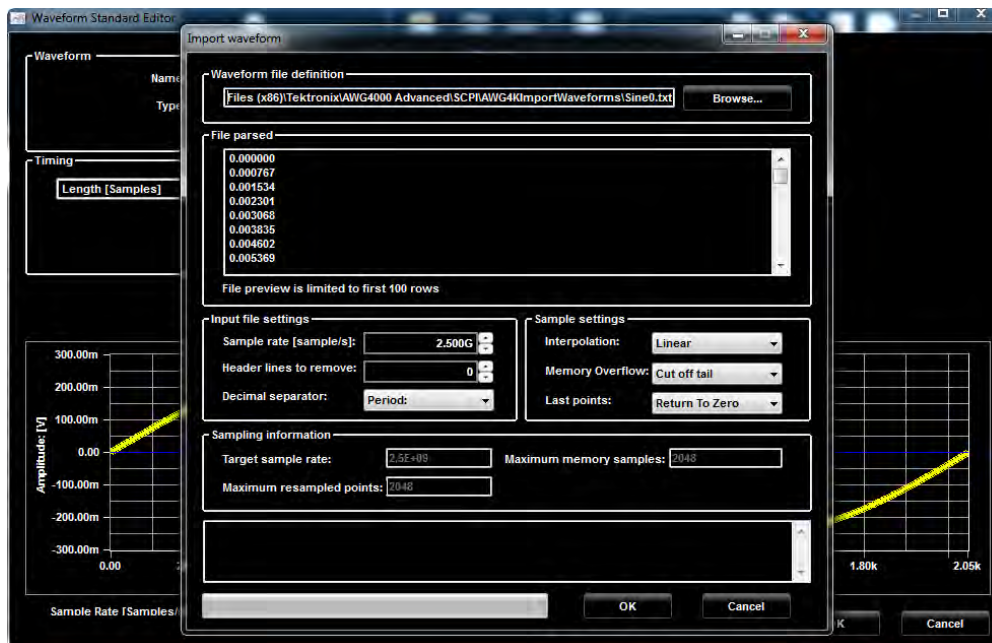


图 126 浏览波形

- 单击**确定**以确认。显示“波形标准编辑器”窗口，其中显示导入的波形。

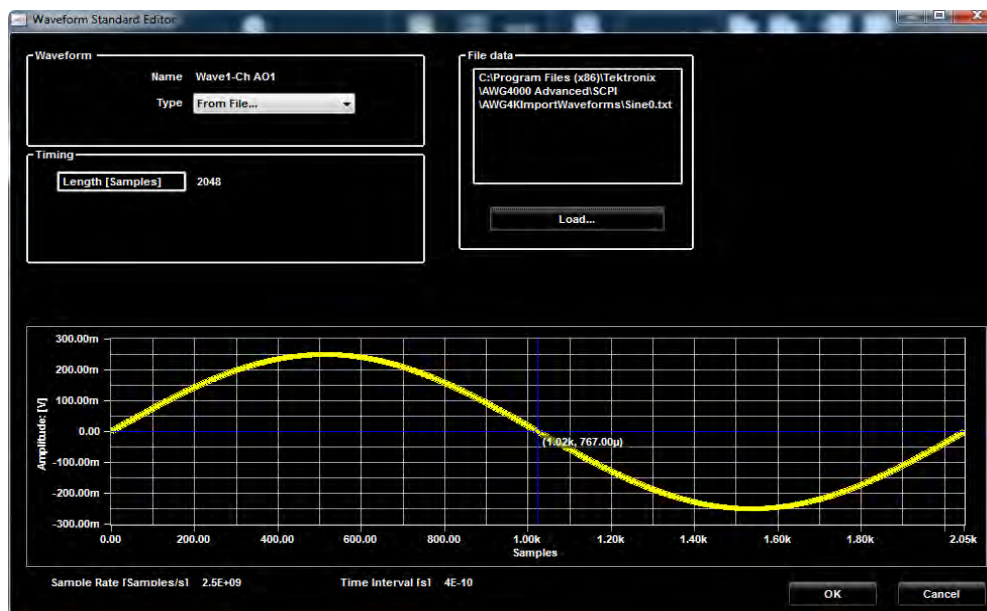


图 127 波形标准编辑器

由于您可能会注意到波形幅度非常低，因此在以下步骤中，我们将使用直流分量乘以一

个常量，从而获得一个更高的电压输出波形。

单击**确定**以确认。

6. 右键单击“波形 1 段”显示弹出菜单并选择**添加分量**。

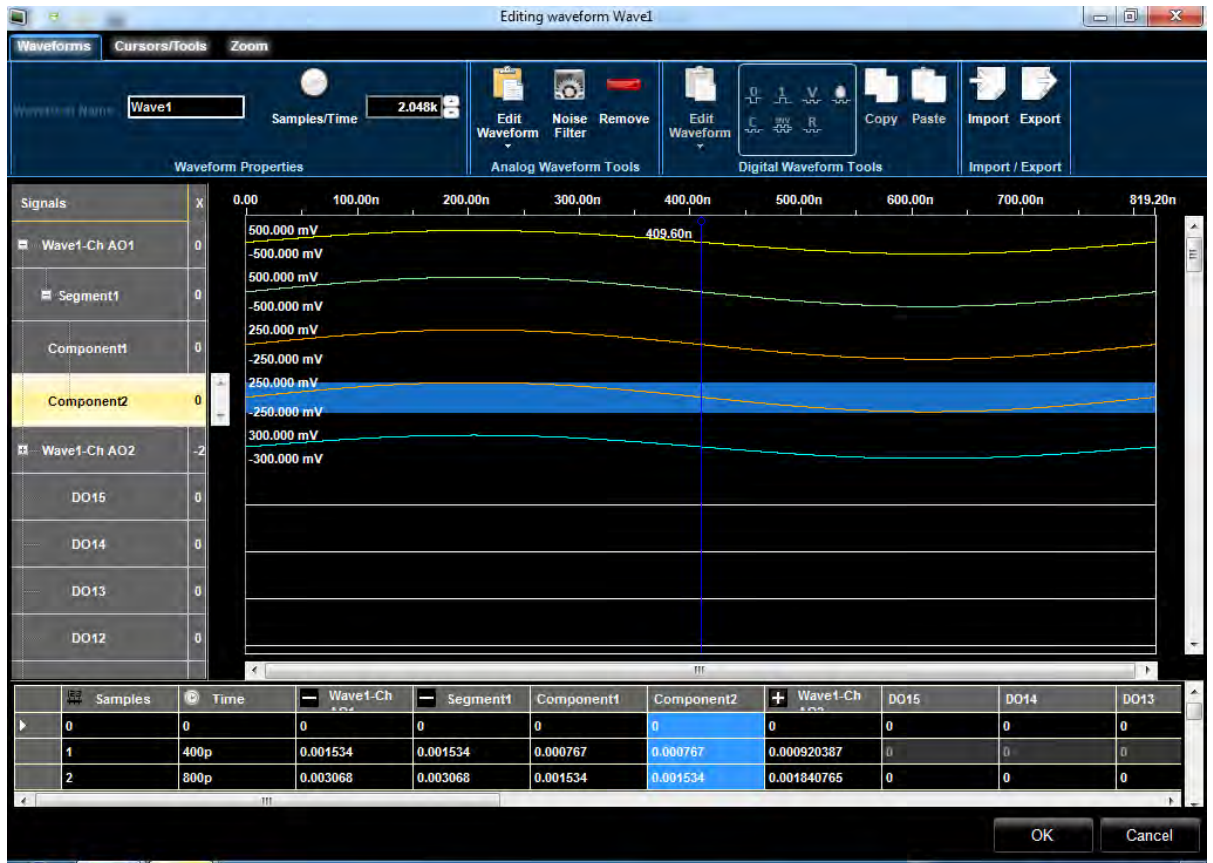


图 128 编辑波形

将“分量 2”添加到 Wave1-Ch AO1

7. 对于“分量 1”，在**操作**字段中选择“乘法”；
对于“分量 2”，选择“直流电平”作为**类型**，并在**偏置 [V]** 字段中输入 1.2 作为乘法系数。

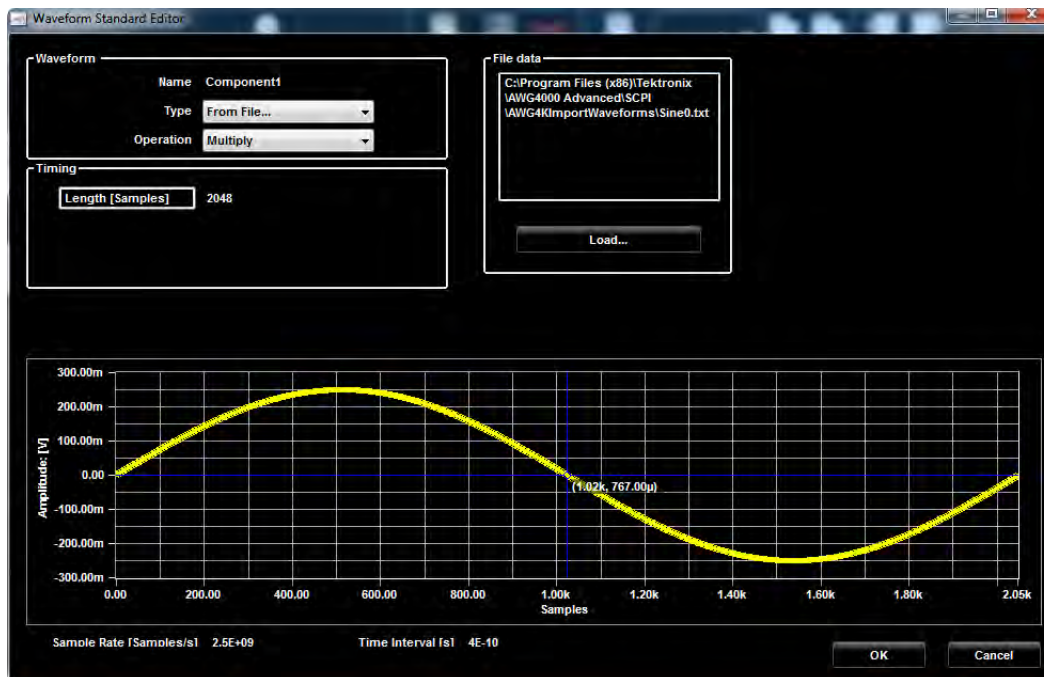


图 129 编辑波形

波形 1-Ch AO1 = 分量 1*分量 2。波形 1-Ch AO1 的波形幅度以 1.2 倍系数增加。

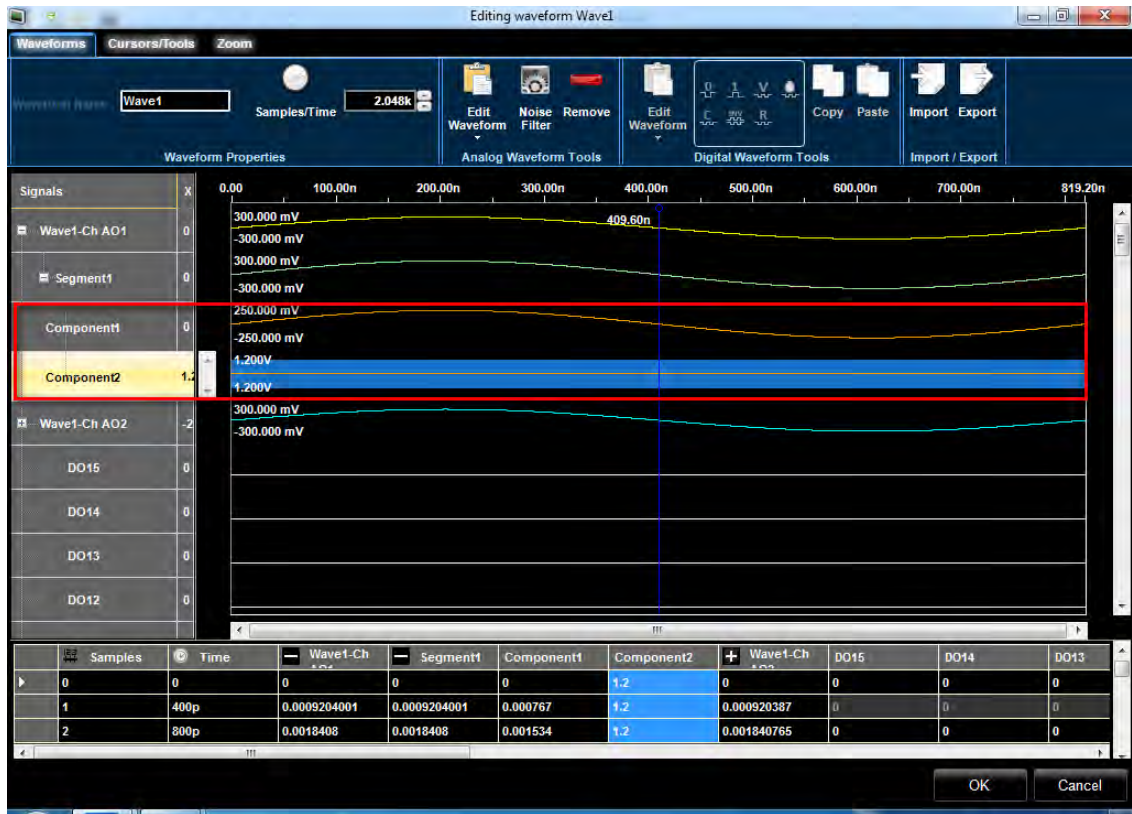


图 130 编辑波形

8. 单击 **确定** 以确认。
9. 在“设置”弹出屏幕的“运行模式”选项卡上，选择选通。设置事件 0 为“按下强制触发”，设置事件 1 为“释放强制触发”。

10. 单击确定。

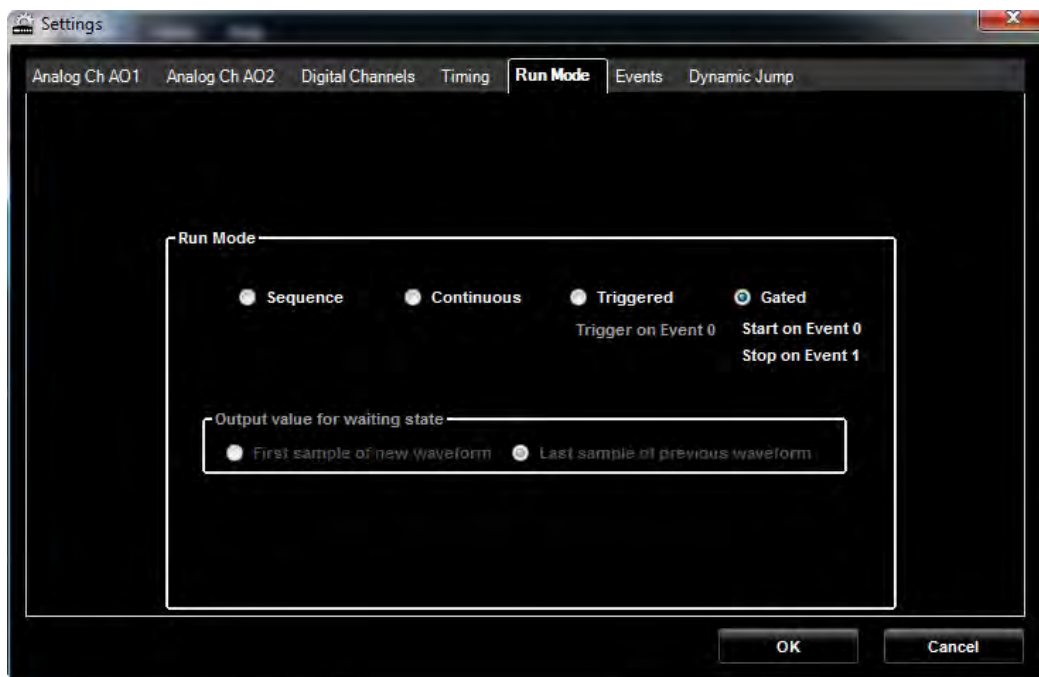


图 131 设置屏幕

11. 从“波形区域”将波形 1 拖到“序列区域”的第一个单元 (选中单元高亮显示)。



图 132 编辑波形序列

12. 现在，按 AFG4K 工具栏上的**运行/停止**按钮。软件将波形加载到 AFG4K 仪器中。



13. 按住 按钮开始波形生成。在 AO1 和 AO2 SMA 输出上生成“波形 1”。

14. 释放 按钮停止波形生成。您可以将示波器连接到此输出并分析信号。

15. 再次按**运行/停止**按钮停止仪器运行。

创建数字波形

AWG4K 可以选择配置为一个功能强大的数字码型发生器。

当 AWG4K 在此模式下运行时，可以模拟标准串行或并行总线跳变或自定义数字接口，从而对系统进行调试和检定。

在您打开仪器电源之后，启动软件并使用菜单栏创建新工作区。

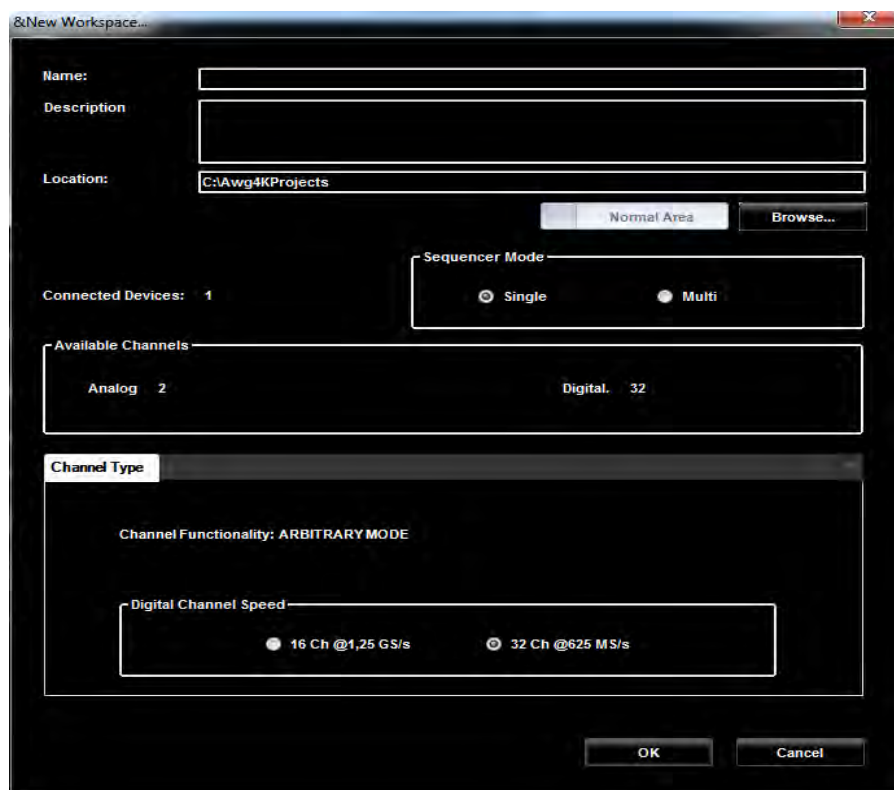


图 140 新建工作区

注意：

在启用码型发生器操作的情况下完成以下步骤。

1. 输入工作区名称。
2. 选择单个作为“序列器模式”。
3. 选择任意作为“通道功能”。

4. 选择 32Ch@625 MS/s 作为“数字通道速度”。

注意：

两个数字通道各提供 16 位的数字输出，共提供 32 位的数字输出。可通过软件来配置。

5. 单击**确定**。
6. 在主工具栏上，按“设置”按钮。然后单击**分组数字信号**按钮。

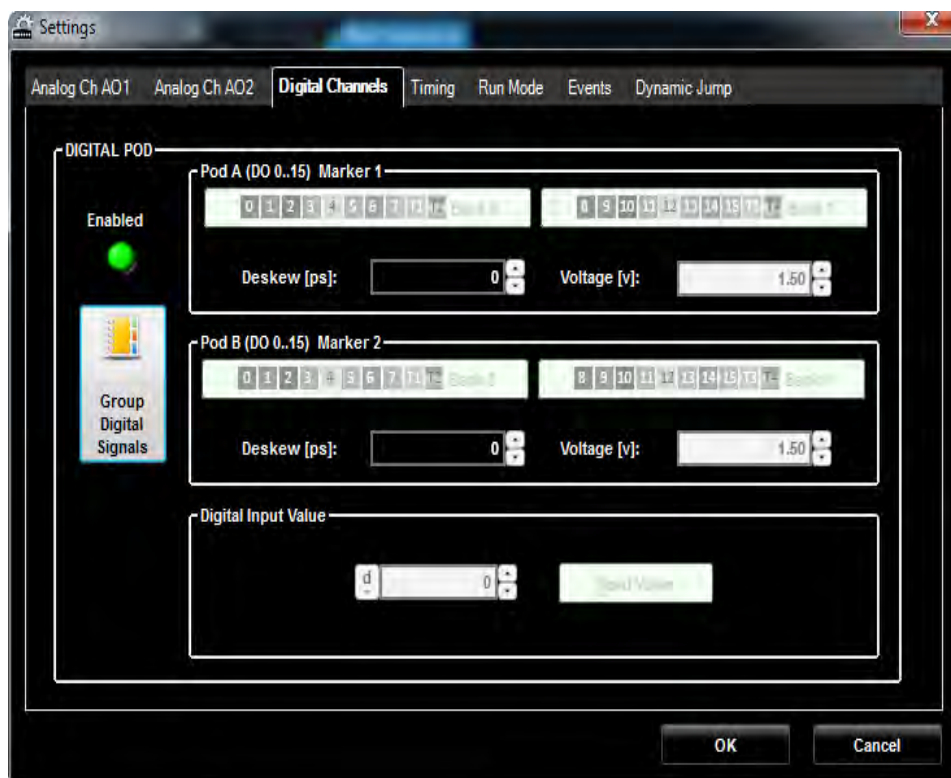


图 133 设置

7. 显示**数字逻辑名称和分组**窗口。

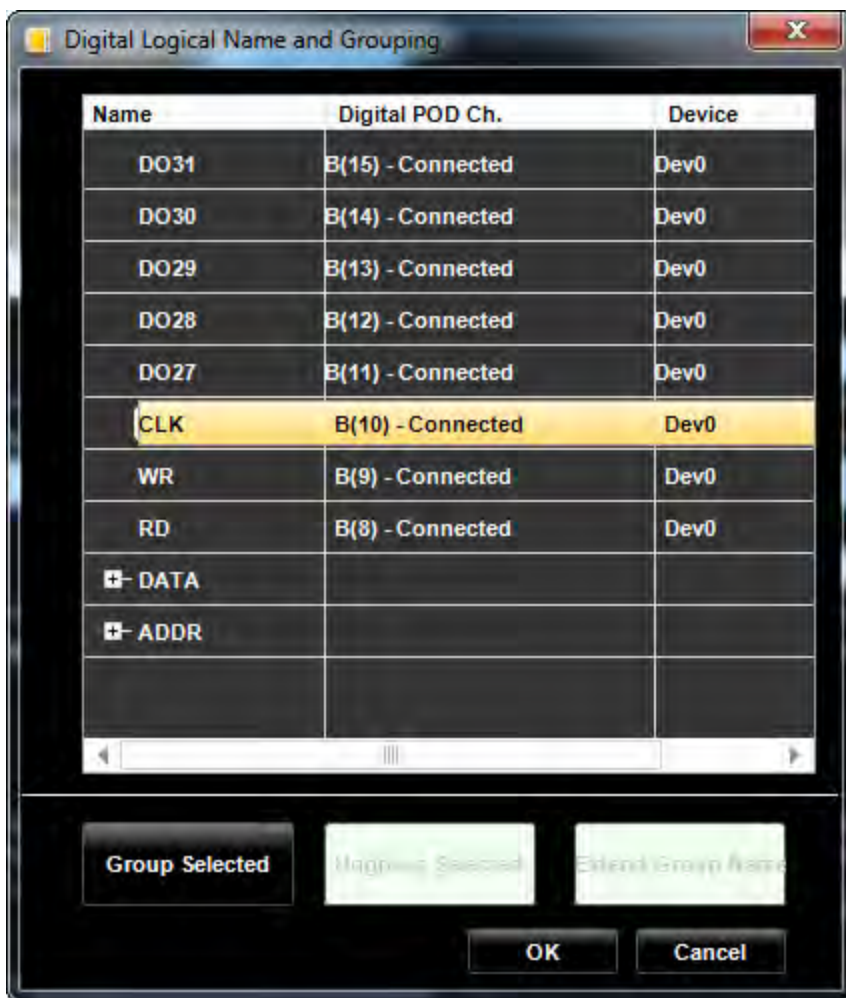


图 134 数字逻辑名称和分组窗口

现在，我们来完成总线设置，在左侧的通道列表上选择 DO0..DO7，然后单击“组已选中”。在总线根名称上保持按住鼠标左键，将其名称更改为 ADDR。

重复步骤完成 DO8..DO23，然后将组名称更改为 DATA。

将 DO24 重命名为 RD，DO25 为 WR 且 DO26 为 CLK。

8. 单击**新建混合波形**按钮。



9. 显示新建波形窗口。输入波形名称“波形 1”，并为波形采样长度选择 10K。单击确定以确定。

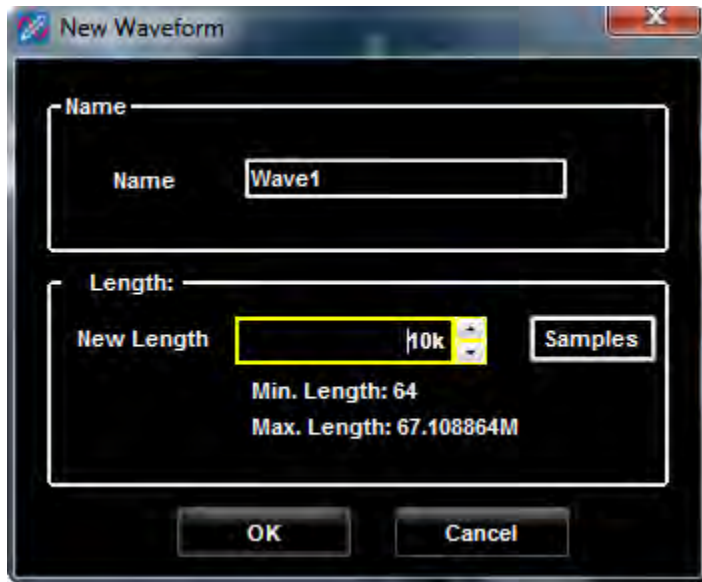


图 135 新建波形

10. 显示编辑波形窗口。

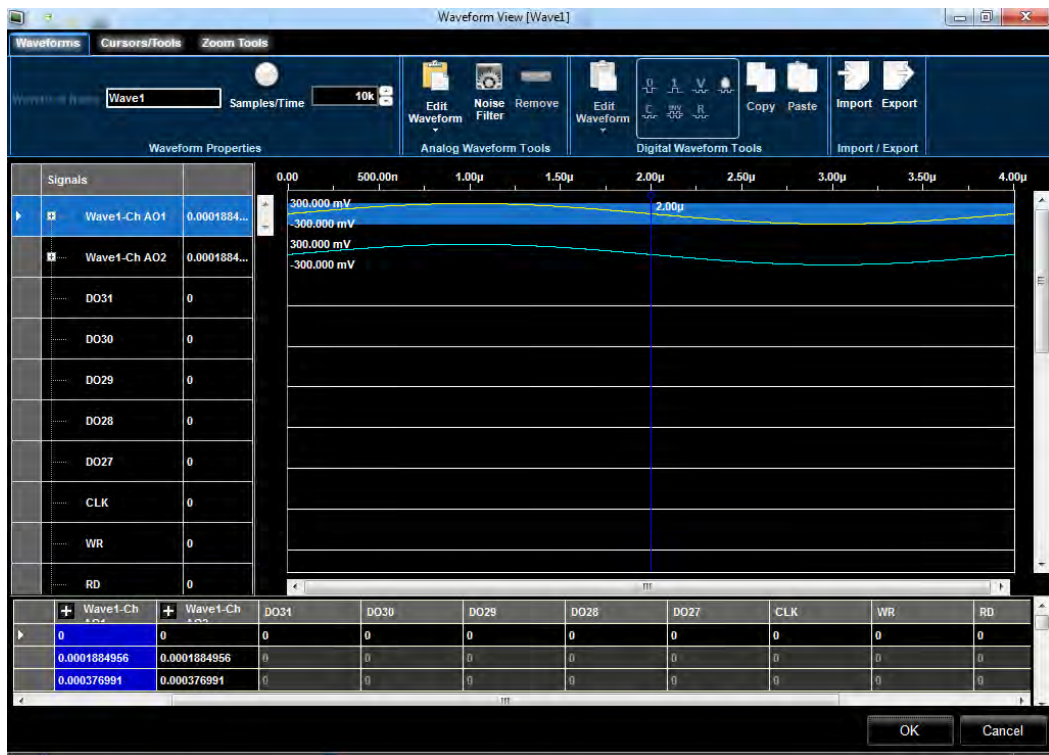


图 136 编辑波形窗口

11. 选择 CLK 行并使用时钟按钮修改相应弹出窗口中的设置。



图 137 编辑波形

12. 现在，用定义 WR 和 RD 信号，选择数字通道图形的一部分，然后从以下选择中单击所需按钮：



图 138 编辑波形

- 现在，定义 ADDR 总线，选择 ADDR 行并使用计数器按钮修改相应弹出窗口中的设置。



图 139 定义 ADDR 总线

14. 现在，定义 DATA 总线信号，选择数据总线图形的一部分，然后单击值按钮：



图 140 定义 DATA 总线

15. 单击**确定**关闭“编辑波形窗口”。
16. 在“设置”弹出屏幕的“运行模式”选项卡上，选择**继续**。
单击**确定**。

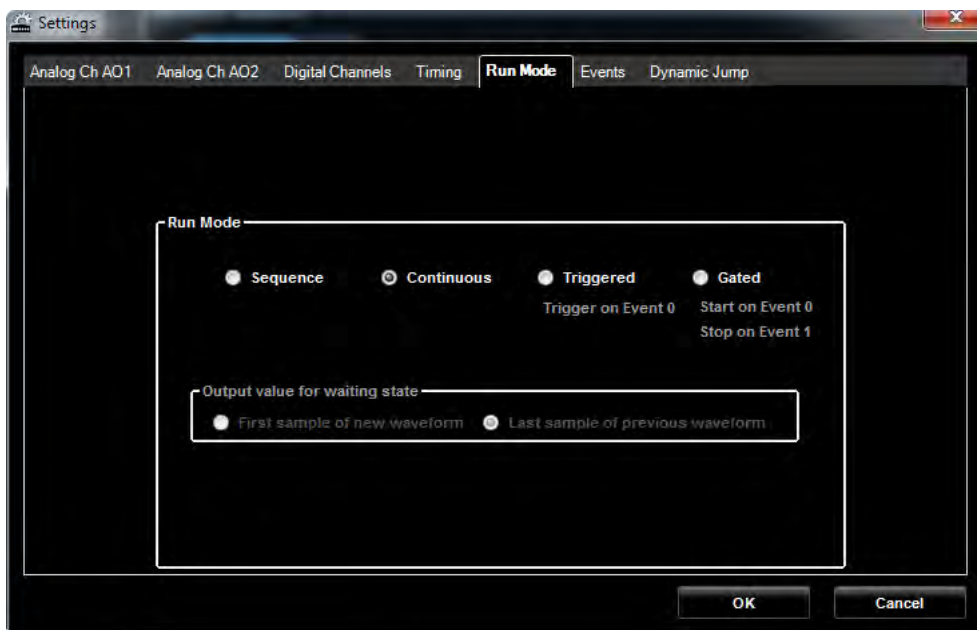


图 141 编辑波形

17. 从“波形区域”将波形 1 拖到“序列区域”的第一个单元（选中单元高亮显示）。

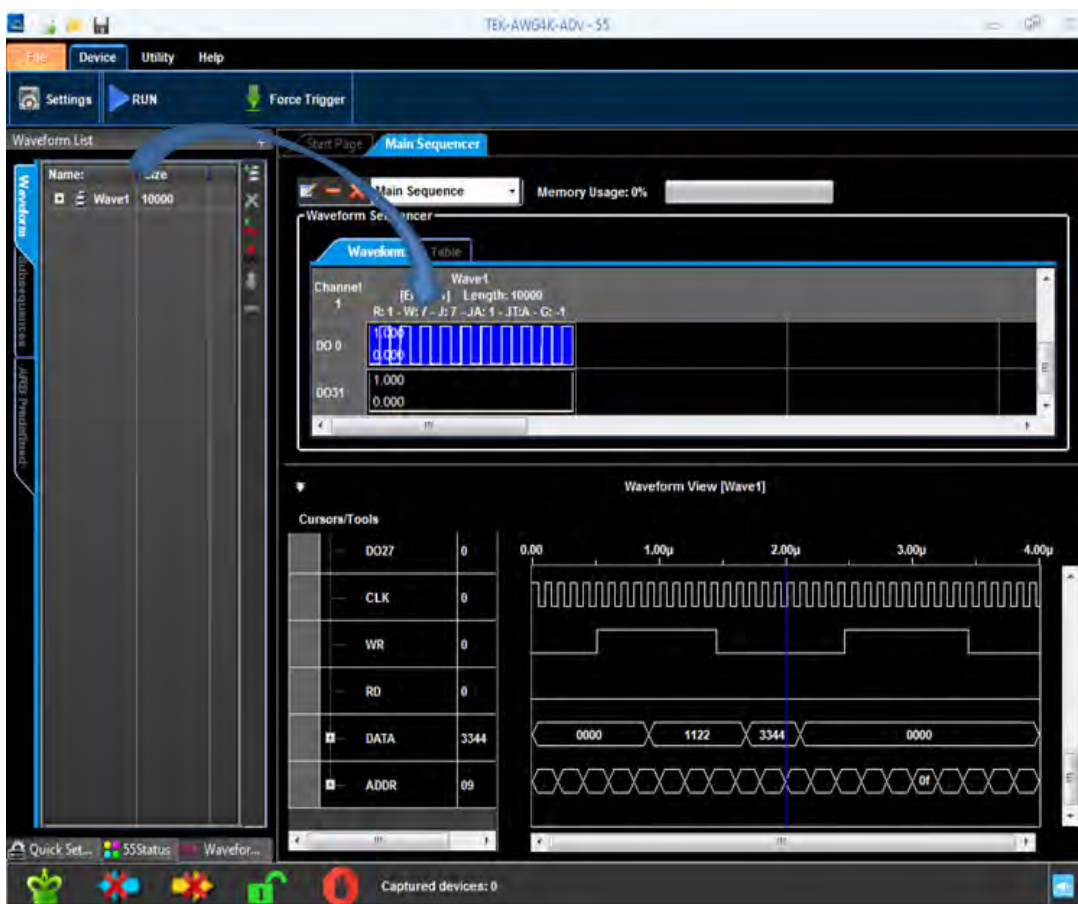


图 150 拖动波形 1

18. 现在，按 AFG4K 工具栏上的**运行/停止**按钮。



软件将波形加载到 AFG4K 仪器中并开始生成波形。

“波形 1”在纵槽 A 和纵槽 B 探头上生成。您可以连接逻辑分析仪并分析生成的信号。

“波形 1”模拟信号在 AO1 和 AO2 SMA 输出上生成。

您可以将示波器连接到此输出并分析信号。

19. 再次按**运行/停止**按钮停止生成波形。

常见任务示例

除了这些**如何使用场景详情**，还有一些常见任务供您参考。

1. **创建新工作区**
2. **打开现有的工作区**

注意以下事项：

为每个场景创建新工作区时需要一些更具体的步骤。在需要时可提供这些场景的详情。

创建新工作区

1. 单击 File (文件) -> New Work Space (新建工作区)
2. 输入工作区名称
3. 选择位置。有两个位置：普通区和安全区。如果您选择安全区，当您在 Basic App 中执行“安全”功能时，安全区中的所有数据将完全擦除。
4. 选择 Single (单个) 作为序列器模式
5. 选择 16Ch@1.25 GS/s 作为数字通道速度。

注意：

两个 Infiniband 12x 连接器中的每一个均可提供 16 位 LVDS 数字输出，总计 32 个 LVDS 输出。这些数字输出可通过软件配置为以不同方式运行。数字通道仅安装数字选项。

可以使用最大更新速率 625MSps 运行所有 32 个通道，或在 1.25Gsps 运行一半通道 (16 个)。

6. 单击 **OK (确定)**。

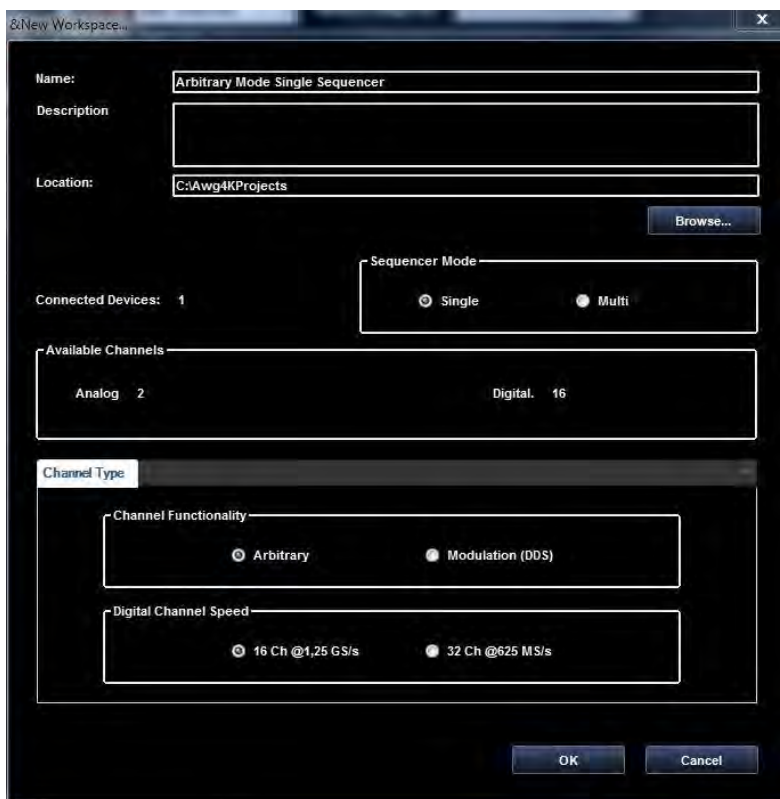


图 151 设置新波形

7. 单击 **New Mixed Waveform (新建混合波形)** 按钮。



8. 此时会显示 **New Waveform (新建波形)** 窗口。输入波形名称“Wave1” (波形 1)，并为波形采样长度选择 2048。单击 **OK (确定)** 以确认。

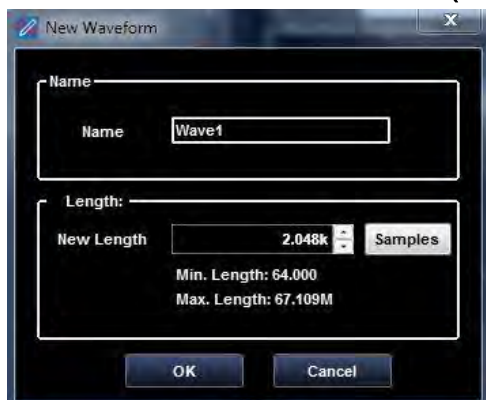



图 142 新建波形

9. 此时会显示 **Editing Waveform (编辑波形)** 窗口。选择波形 Wave1-0 并单击 **Edit (编**

辑)  按钮。

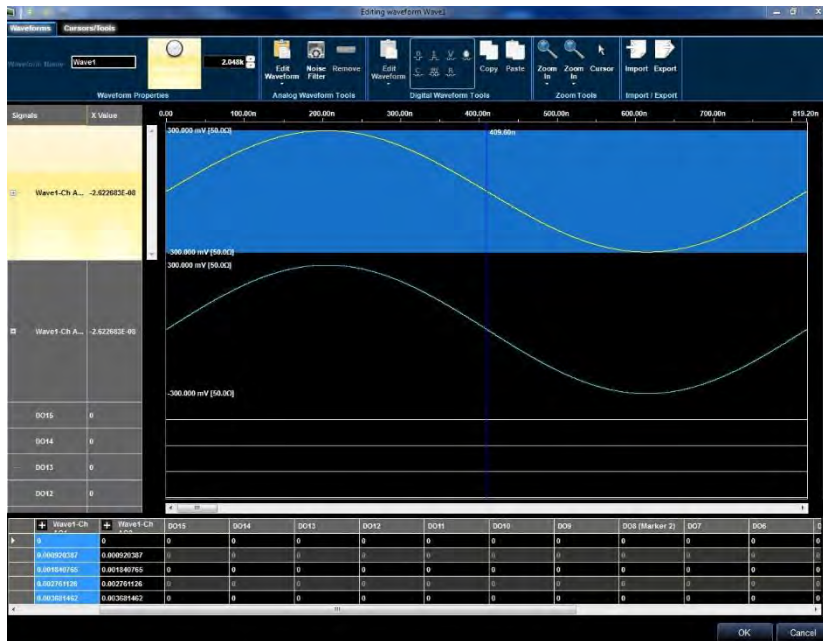



图 143 编辑波形

10. 此时会显示 Waveform Standard Editor (波形标准编辑器)。选择一个具有以下规格的正弦波波形：

- 周期数：2
- 幅度 [V]：250mV

11. 按 **OK (确定)** 按钮。


12. 选择波形 Wave1-1 并单击 **Edit (编辑)**  按钮。

13. 此时会显示 Waveform Standard Editor (波形标准编辑器)。选择一个具有以下规格的三角波波形：

- 周期数：4
- 幅度 [V]：1V



图 144 波形标准编辑器

14. 按 **OK (确定)** 按钮。
15. 按 **Editing Waveform (编辑波形)** 窗口中的 **OK (确定)** 按钮；Waveform (波形) 选项卡上将显示 *Wave1 (波形1)*。
16. 单击  **Settings (设置)** 按钮。此时会显示 Settings (设置) 窗口。

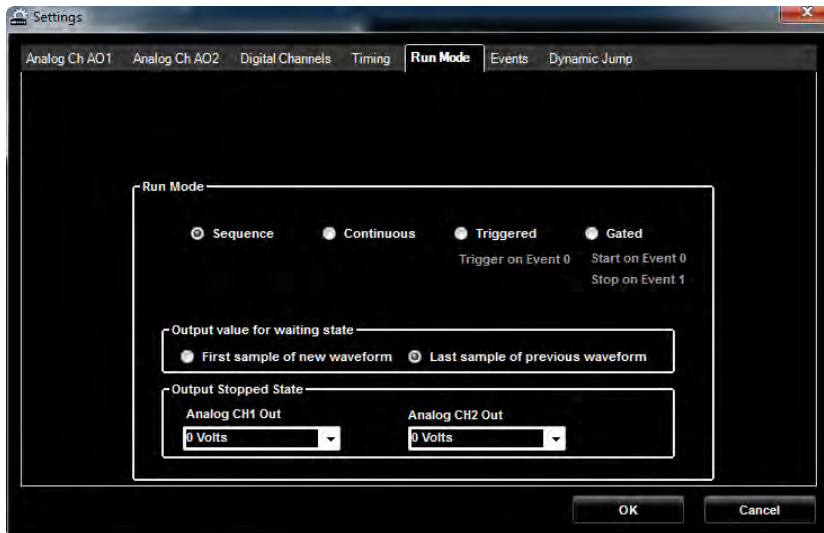


图 145 设置窗口

17. 选择 **Sequence (序列)** 作为运行模式

18. 选择 Analog Ch AO1 (模拟通道 AO1) 选项卡并选择 DC Direct (DC 直接) 作为输出类型

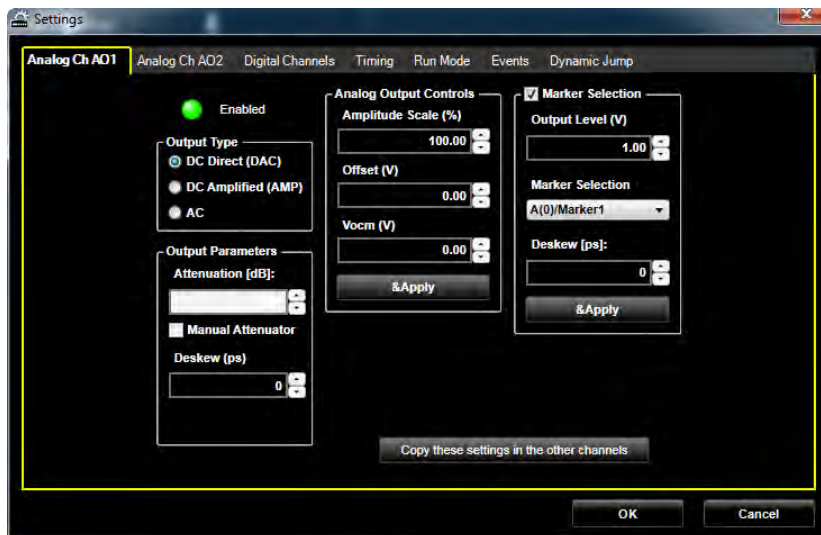


图 146 设置窗口

19. 选择 Analog Ch AO2 (模拟通道 AO2) 选项卡并选择 DC Amplified (DC 放大) 作为输出

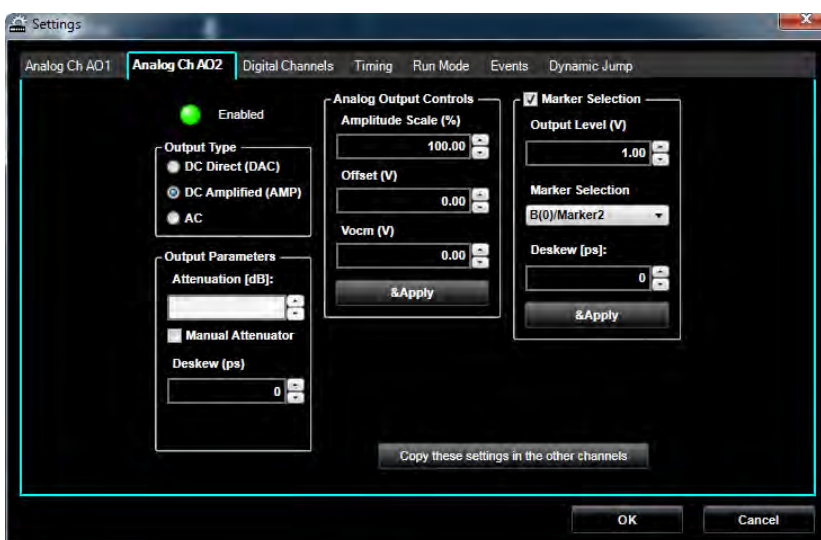


图 147 设置窗口

20. 按 **OK** (确定) 按钮。
21. 将 **波形1** 从 Waveform Area (波形区域) 拖到 Sequence Area (序列区域) 的第一个单元格 (选中单元格高亮显示) 。


22. 此时会显示 **Input Waveform Properties (输入波形属性)**。单击  按钮在波形 1 上 **设置无限重复**。项流程图将帮助您理解仪器的适当行为。



图 148 输入窗口属性

23. 按 **OK (确定)** 按钮。

Sequence Area (序列区) 现在显示插入到第一个单元格的波形 1。如果您选择其中一个波形，它会显示在下面的 *Waveform Display Area (波形显示区域)*。

24. 按 **Run/Stop (运行/停止)** 工具栏按钮。

注意：

仪器启动之后，序列运行模式会无限重复，重复波形 1，直至再次单击 *Run/Stop (运行/停止)*。

软件将波形加载到 AWG4162 硬件中，然后生成波形。

25. **波形 1** 导出至 **CH1/CH2 SMA 输出**，它可连接到示波器进行信号分析。输出为 50 欧姆单端或 100 欧姆差分，必须相应地设置示波器终端以确保适当观察。

打开现有的工作区

1. 通过单击 **Open Workspace (打开工作区)** 工具栏按钮打开现有工作区。此时会显示 Open Workspace (打开工作区) 屏幕。
2. Open Workspace (打开工作区) 屏幕自动导航到 Awg4KWorkspace 文件夹。选择工作区并单击 **Open (打开)**。

演示项目

1. AWG4162 自动在 C:\Program Files(86)\Tektronix\AWG4000 Advanced\DemoWorkspace 文件夹中安装了几个演示工作区，可帮助您更深入地理解所有仪器功能。
2. 请注意，演示工作区为带有完整选件的仪器（64MS/CH 和 32 DIO）而配置，因此如果您尝试使用的已连接仪器具有较少选件，则您会收到错误消息。

选件安装

有一些选件。它们与存储大小和数字位相关：

MEM64
MEM32
MEM16
MEM01

DO32
DO16

使用 License Manager (许可管理器) 对话框来启用您从 Tektronix 为仪器购买的升级。有关最新升级列表，请访问 www.tektronix.com 或联系您当地的 Tektronix 代表。

1. 按 **Help (帮助) > License (许可)** 按钮打开 License Manager (许可管理器) 对话框。
2. 该对话框将向您显示已加载到仪器中的当前许可代码。

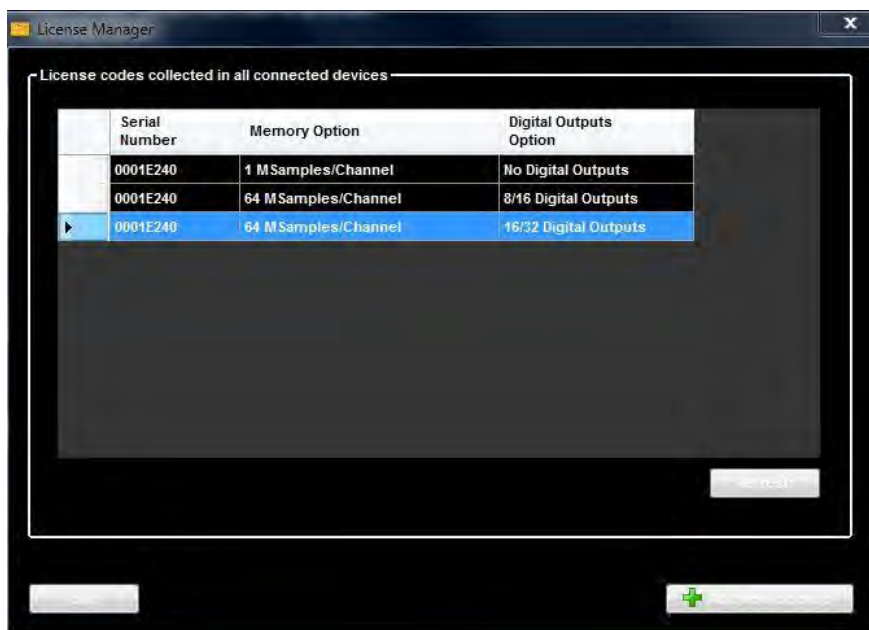


图 149 许可代码

3. 按 **Add New License (添加新许可)** 打开 **Add New License Code (添加新许可代码)** 对话框。



图 150 添加新许可

4. 输入 Tektronix 提供的选件安装密钥，或使用 Load License File（加载许可文件）按钮从文件中加载。



图 151 加载许可

5. 按 OK（确定）按钮将新许可代码加载到仪器。

多仪器系统

您可连接两台 AWG4162 设备以让系统具有 4 个同步模拟通道和多达 64 个数字通道。

为了设置多仪器系统，您必须先：

- 关闭仪器。
- 选择想要用作主设备的仪器，另一台设备将被视为从设备。
- 使用同步电缆将主设备的同步输出连接器连接到从设备的同步输入连接器（您可在仪器的后部找到）。



图 152 仪器后部




图 153 连接设备

- 打开仪器的电源。
- 启动 AWG4162 Advanced 软件

注意：

1. 多仪器系统仅提供单序列器工作区。
2. 在连接或断开同步电缆之前，您必须关闭仪器。
3. 使用多仪器系统同步功能时，已连接的所有仪器（主+从）中的波形长度和序列器必须相同。
4. 外部采样时钟和外部参考时钟仅在主设备中提供。

以下步骤说明了您在设置多仪器项目以及在两台设备上开始生成波形时应执行的步骤。

1. 在主和从设备上，启动 Advanced 软件并创建单序列器项目。
2. 主设备和从设备之间的通信已开始：在主设备上，捕获按钮  启用。

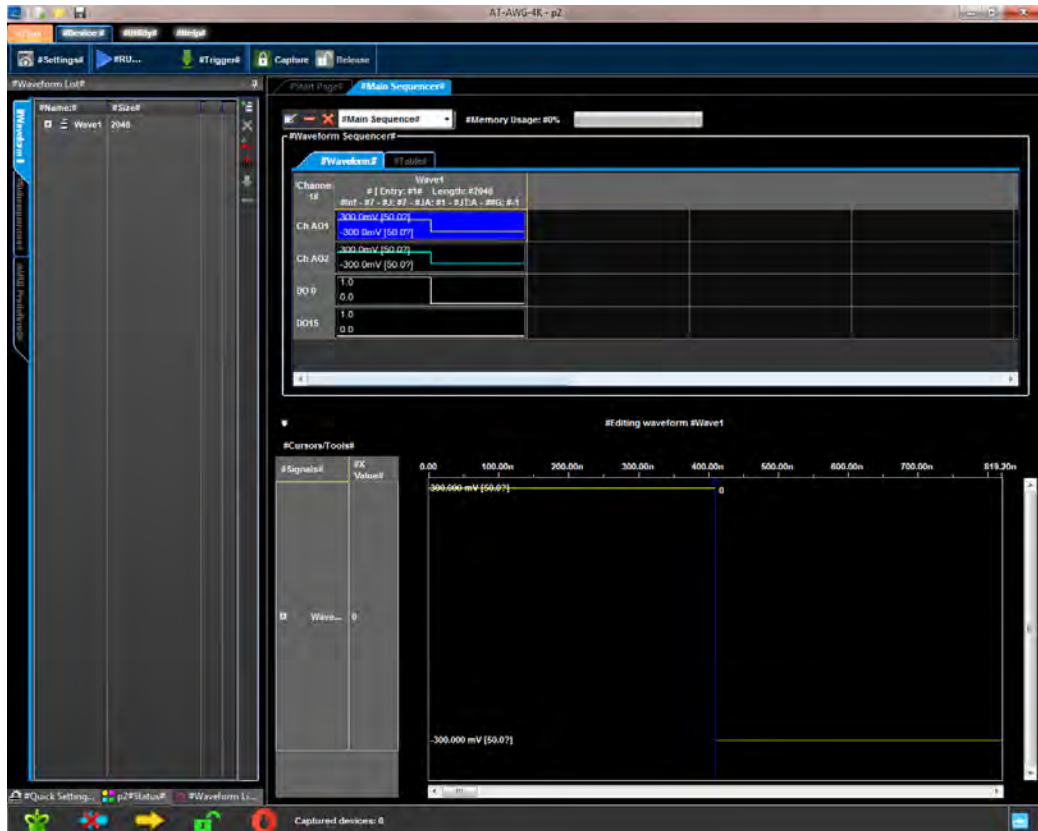


图 154 主设备

- 在主设备和从设备上创建一个混合波形（方波、0.6Vpp、2048 个点）。
- 将“波形 1”添加到序列器中。

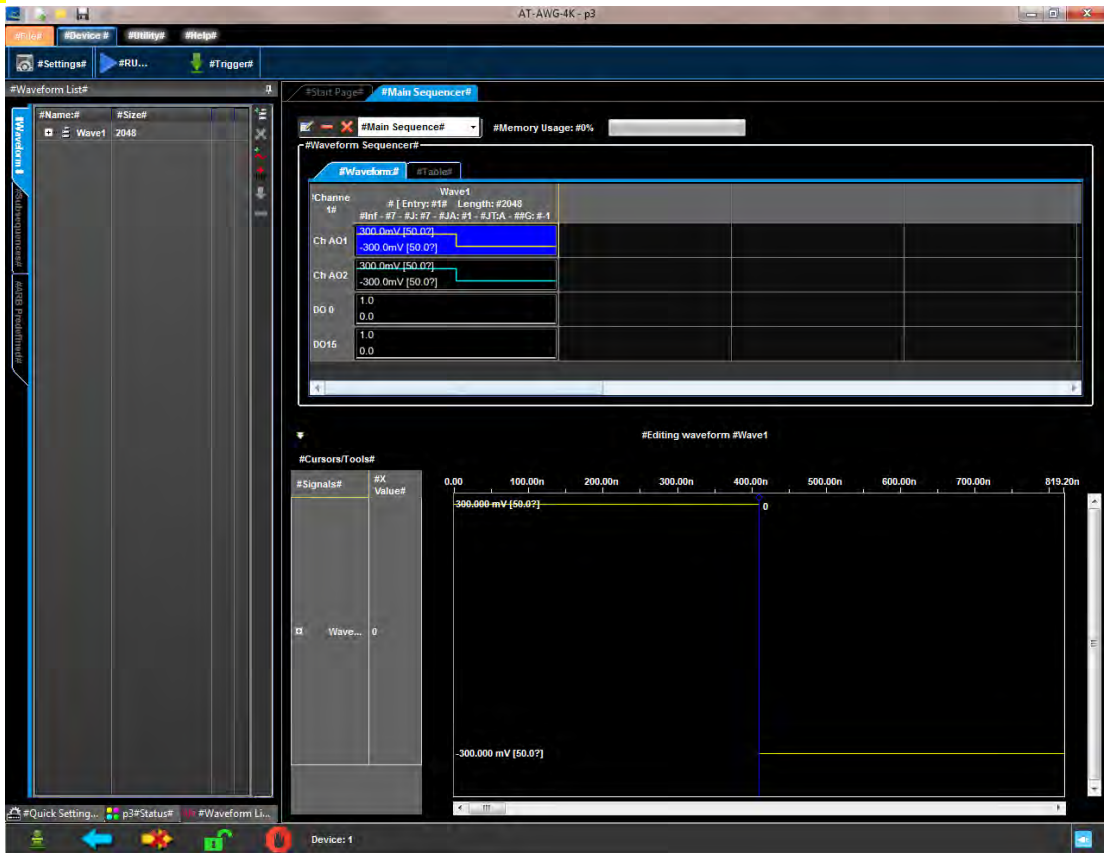















图 155 从设备

- 即使已连接同步电缆，在启动时两台设备也会独立工作，您可将它们当作两台单独设备；在此情况下，“皇冠”图标  将显示在主设备中， 图标将显示在从设备中的多仪器底部状态栏中。从设备还未采集，因此  图标将显示在状态栏中。

在多仪器底部状态栏中，有一些图标用来表示多仪器系统的状态。

| | |
|---|-------------------|
|  | 它表示主设备。 |
|  | 它表示从设备。 |
|  | 有另一台设备向后连接到当前仪器。 |
|  | 有另一台设备向前连接到当前仪器。 |
|  | 没有另一台设备向后连接到当前仪器。 |

| | |
|---|-------------------|
|  | 没有另一台设备向前连接到当前仪器。 |
|  | 从设备已被主设备捕获。 |
|  | 从设备还未被主设备捕获。 |
|  | 仪器已经停止。 |
|  | 仪器正在运行且波形生成已开始。 |

6. 按主设备上的捕获按钮链接两台仪器：

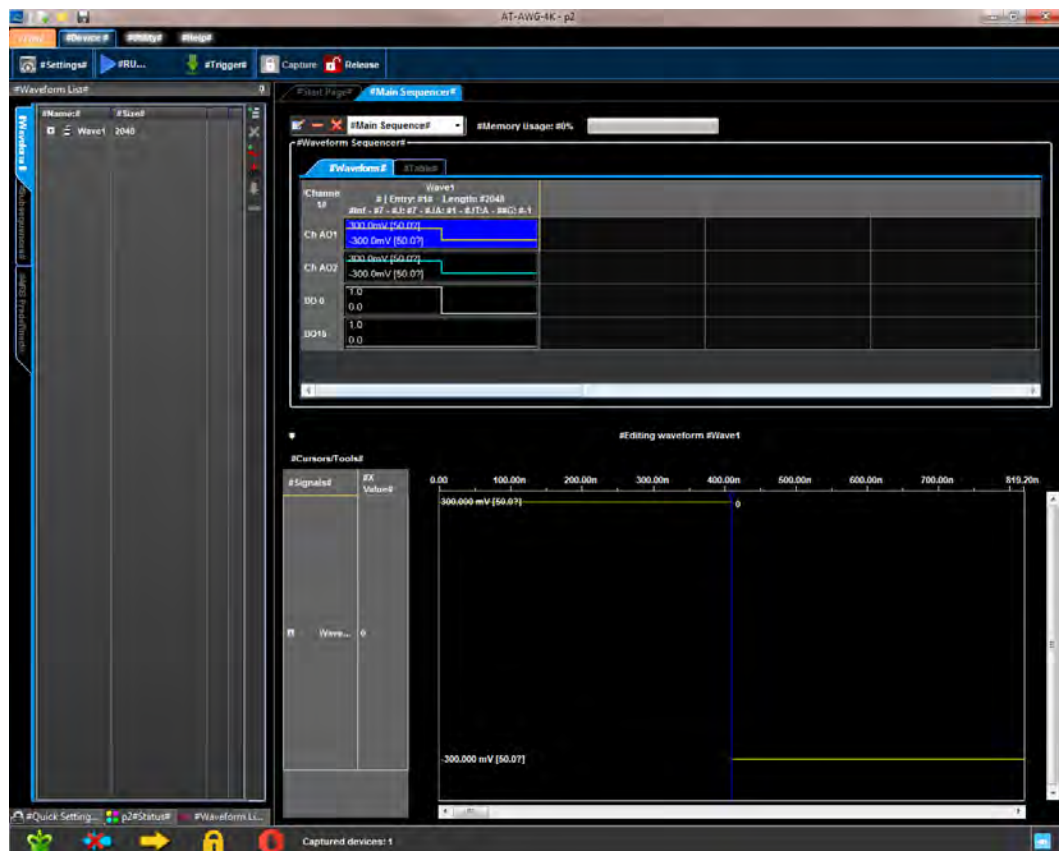
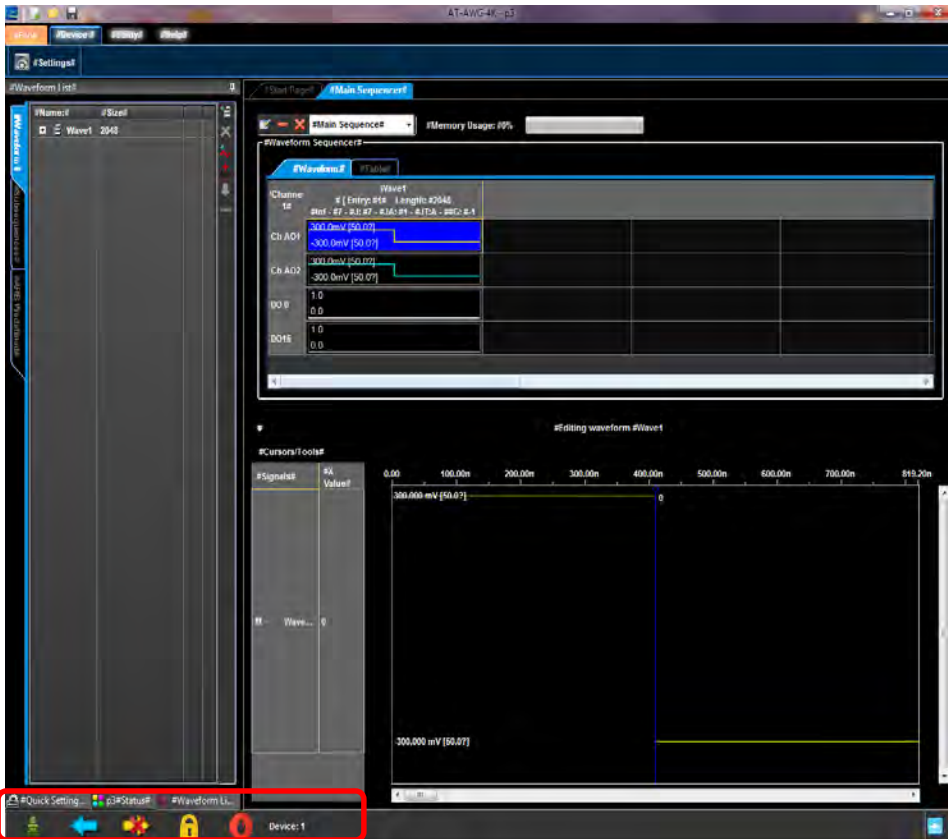


图 156 捕获从设备



7.

图 157 从设备已捕获

如果您检查从设备多仪器状态栏，您将看到  图标，它指示您在从设备上，蓝色箭头告诉您有一个设备已向连接（主设备），而  图标指示从设备已被主设备捕获。从仪器已经停止 。

两台仪器现在连在一起工作，四个通道将同步；从设备上的 Run/Stop (运行/停止) 按钮会消失，因为 Run/Stop (运行/停止) 将由主设备来控制，如下图所示；此外，Timing (定时) 设置和 Events (事件) 设置在从设备上不可用，因为采样速率和事件均由主设备控制。

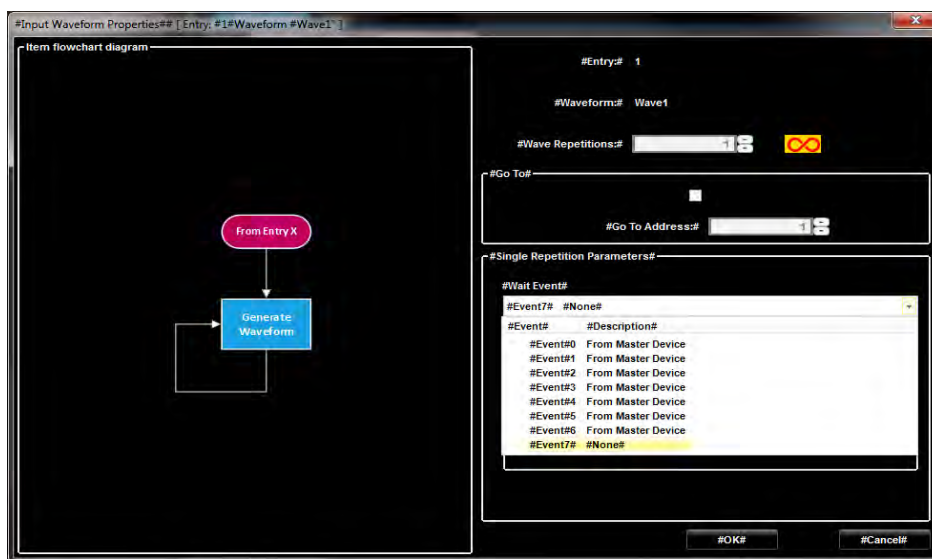


图 158 从设备受控制

- 按主设备上的 RUN (运行) 按钮，将显示“Load configuration...” (加载配置...) 表单：此表单用于通知您，从仪器 (设备 1) 正在加载有关设置、序列器和波形的配置，一旦它准备好，将启用 Start (开始) 按钮。

请注意，“加载配置”程序可能会由于从设备上设置错误而失败，但这不会阻止仪器的启动。

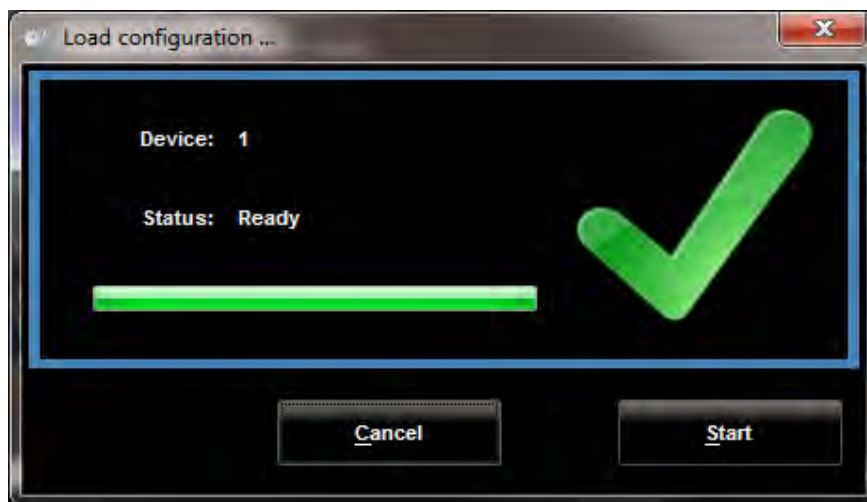



图 159 加载配置

9. 按 Start (开始) 按钮在主设备和从设备上开始波形生成。

如果您需要仪器作为两台独立设备来工作，您应按主设备上的 Release (释放) 按钮 。在您按下它之后，Run/Stop (运行/停止) 按钮、事件和定时设置将会在从设备上再次显示。

附录

A. 数字输出

AWG4000 可利用选件 DO16 或 DO32 输出 16 位 (从纵槽 A) 或 32 位 (从纵槽 A 和 B) 数字码型。所有位在 LVDS 中均为差分对。数字输出可在 Advanced Mode 应用中配置为高速或低速模式。

在高速模式中，在每个纵槽上仅有 8 个 lsb (D0-D7) 可用。位速率为采样速率的一半 (例如，在 2.5 GS/s 采样速率下为 1.25 Gb/s)。

在低速模式中，每个纵槽上的 16 位均可用。位速率为采样速率的四分之一 (例如，在 2.5 GS/s 采样速率下为 625 Mb/s)。

为确保在传输此类高速数字信号时获得最佳信号完整性，DUT 上需要安装定制的数字电缆 (AWG4DIG16LVDS) 和相应的连接器 (AWG4DIGSCKT)。

AWG4DIGSCKT 是来自 Amphenol 的现货部件，其部件号为 U65-B12-41E0C，用户可向 Tektronix、Amphenol 或其分销商购买。

下图和下表显示了 DUT 上安装的 AWG4DIGSCKT 的 PCB 布局和针脚定义。请按照制造商的指南进行 PCB 和机械设计

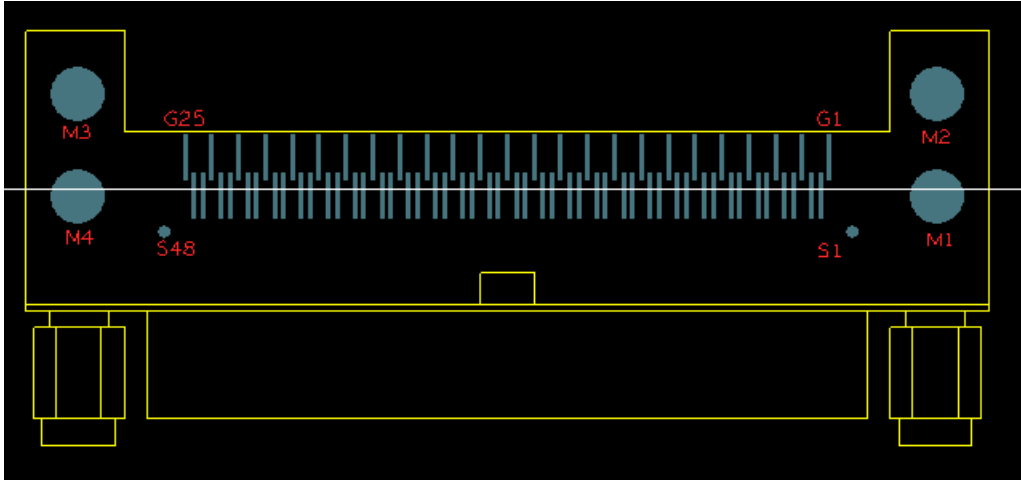


图 170 PCB 布局

| 针脚 | 描述 |
|-----|-------|
| S1 | NC |
| S2 | NC |
| S3 | NC |
| S4 | NC |
| S5 | NC |
| S6 | GND |
| S7 | NC |
| S8 | GND |
| S9 | D15_P |
| S10 | D15_N |
| S11 | D14_P |
| S12 | D14_N |
| S13 | D13_P |
| S14 | D13_N |
| S15 | D12_P |
| S16 | D12_N |
| S17 | D11_P |
| S18 | D11_N |
| S19 | D10_P |
| S20 | D10_N |
| S21 | D9_P |
| S22 | D9_N |
| S23 | D8_P |
| S24 | D8_N |
| S25 | D7_P |
| S26 | D7_N |
| S27 | D6_P |
| S28 | D6_N |

| | |
|--------|------|
| S29 | D5_P |
| S30 | D5_N |
| S31 | D4_P |
| S32 | D4_N |
| S33 | D3_P |
| S34 | D3_N |
| S35 | D2_P |
| S36 | D2_N |
| S37 | D1_P |
| S38 | D1_N |
| S39 | D0_P |
| S40 | D0_N |
| S41 | NC |
| S42 | GND |
| S43 | NC |
| S44 | GND |
| S45 | NC |
| S46 | NC |
| S47 | NC |
| S48 | NC |
| G1~G25 | GND |
| M1~M4 | GND |

注意：所有 NC 针脚必须保持不固定

B. 触摸面板校准

1. 双击桌面上的“Microchip AR Configuration Utility”
2. 选择“Configuration Wizard”（配置向导）

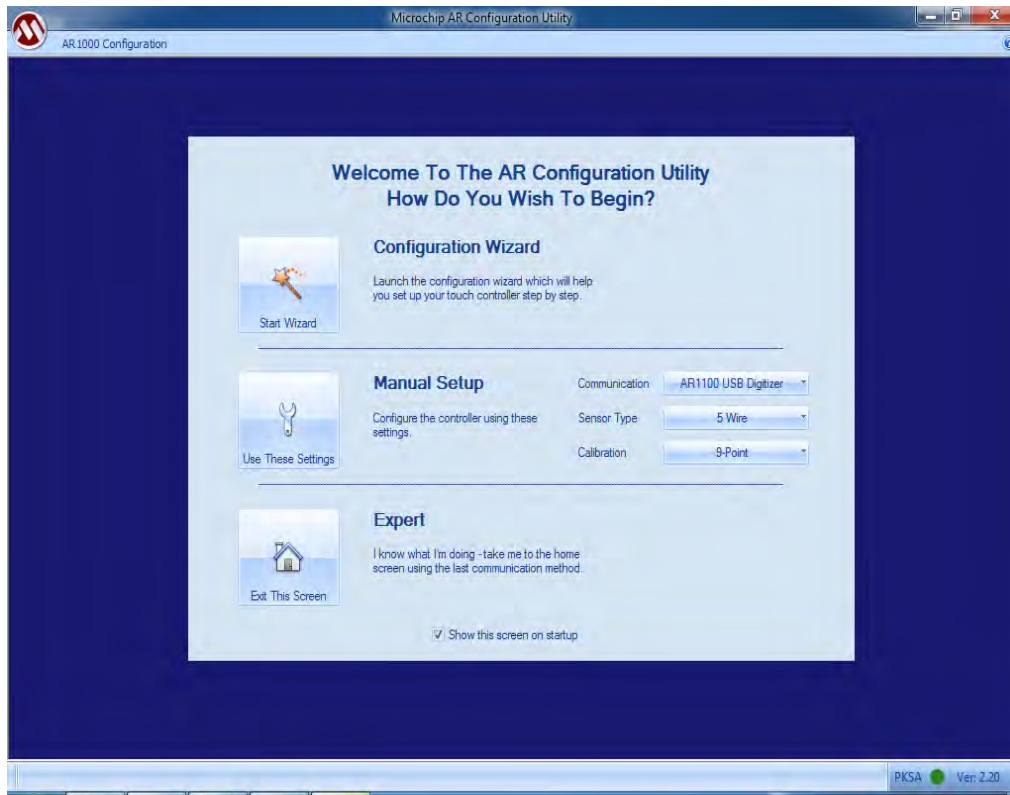


图 160 Microchip AR Configuration Utility

3. 在单击下一步之后，将显示以下对话框，请选择“AR1100 Dev Kit”

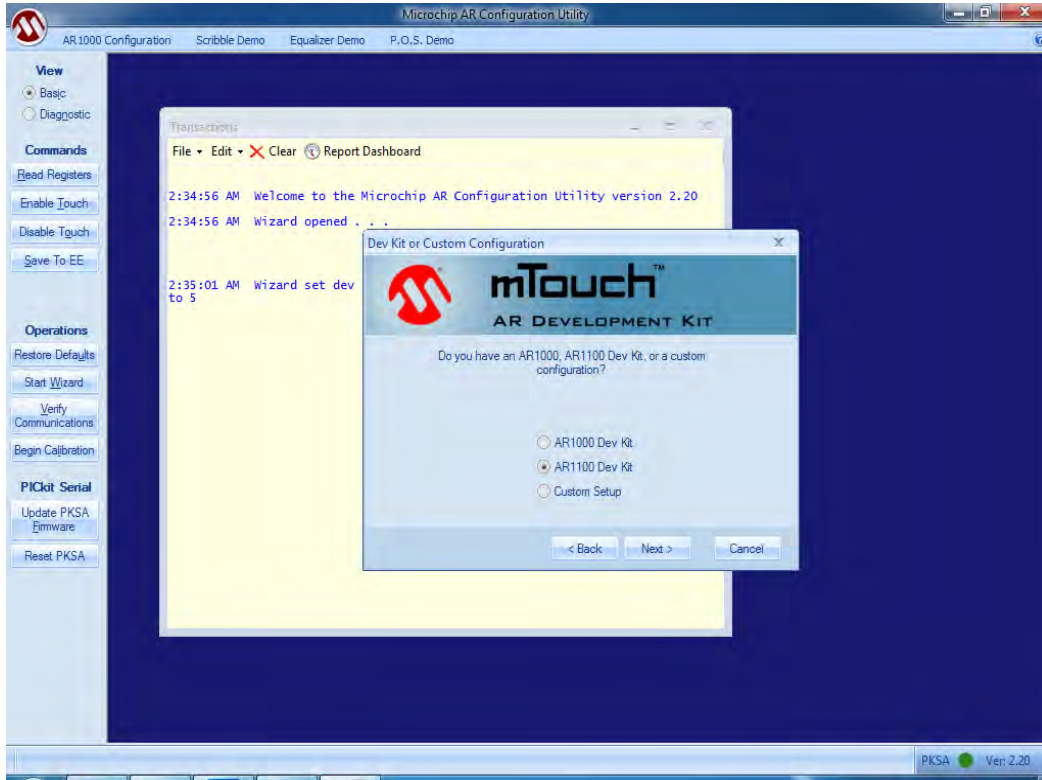


图 161 选择“AR1100 Dev Kit”

4. 之后将显示如下对话框，请选择“USB”和“Digitizer”，然后稍等一会儿。

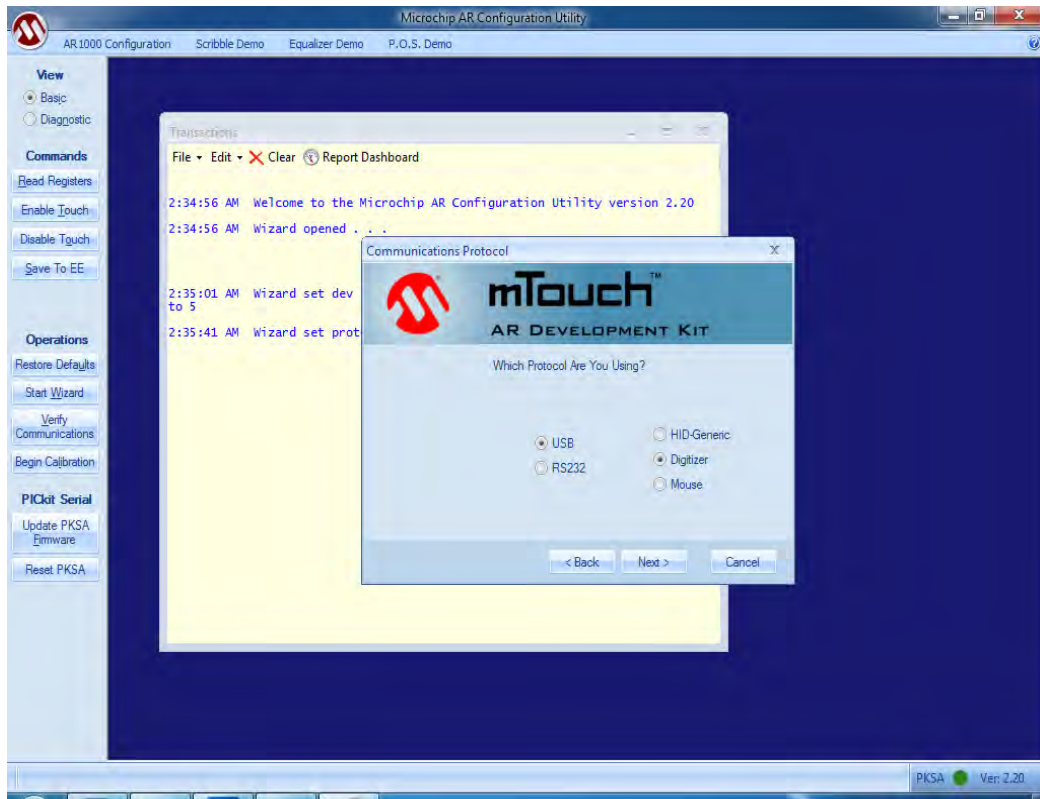


图 162 选择“USB”和“Digitizer”

5. 请单击下一步，直至显示以下对话框，之后请单击“Next”（下一步），然后单击 Finished（完成）。

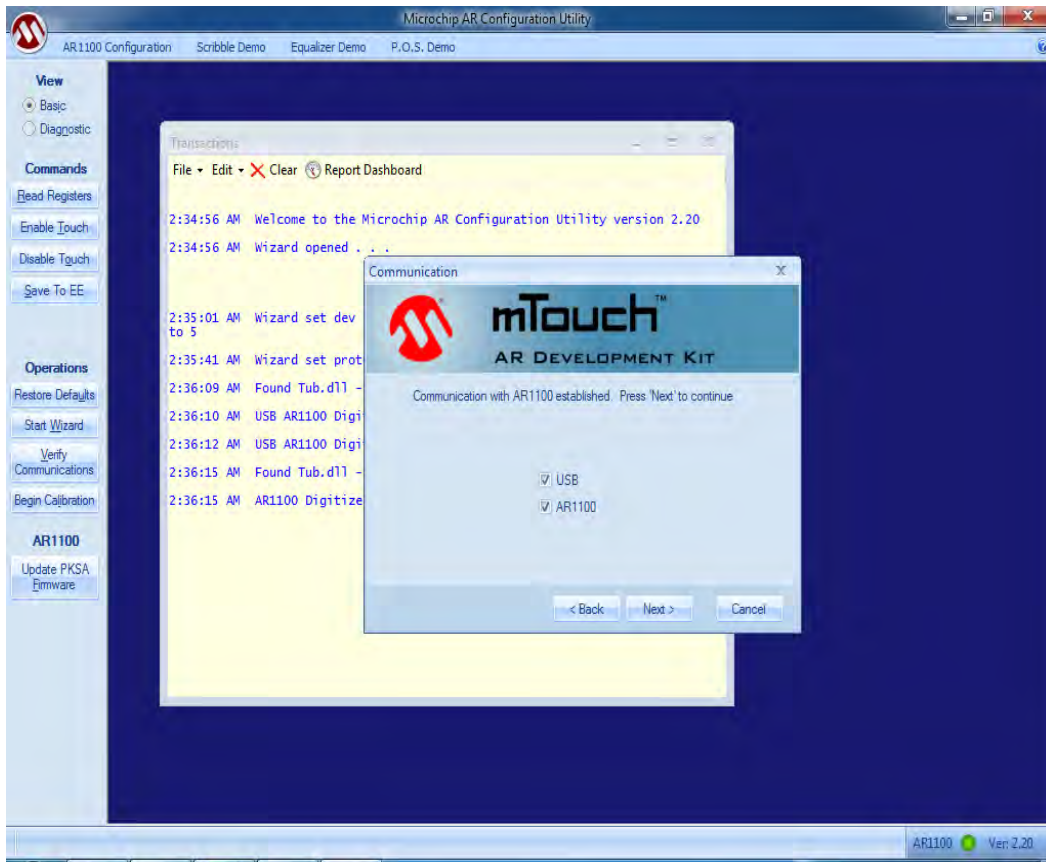


图 163 完成配置

6. 请关闭此应用。

7. 请再次双击桌面上的“Microchip AR Configuration Utility”，然后选择“Manual Setup”（手动设置）

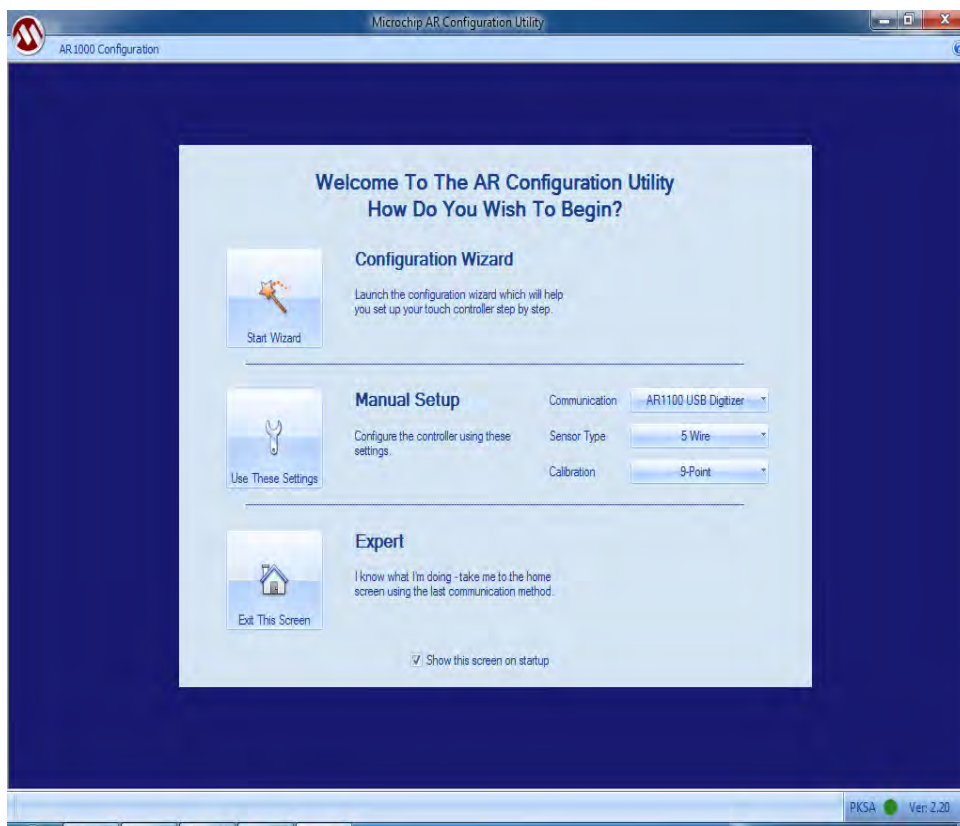


图 164 手动设置

8. 然后将显示下图，您可单击加号来校准触摸面板。

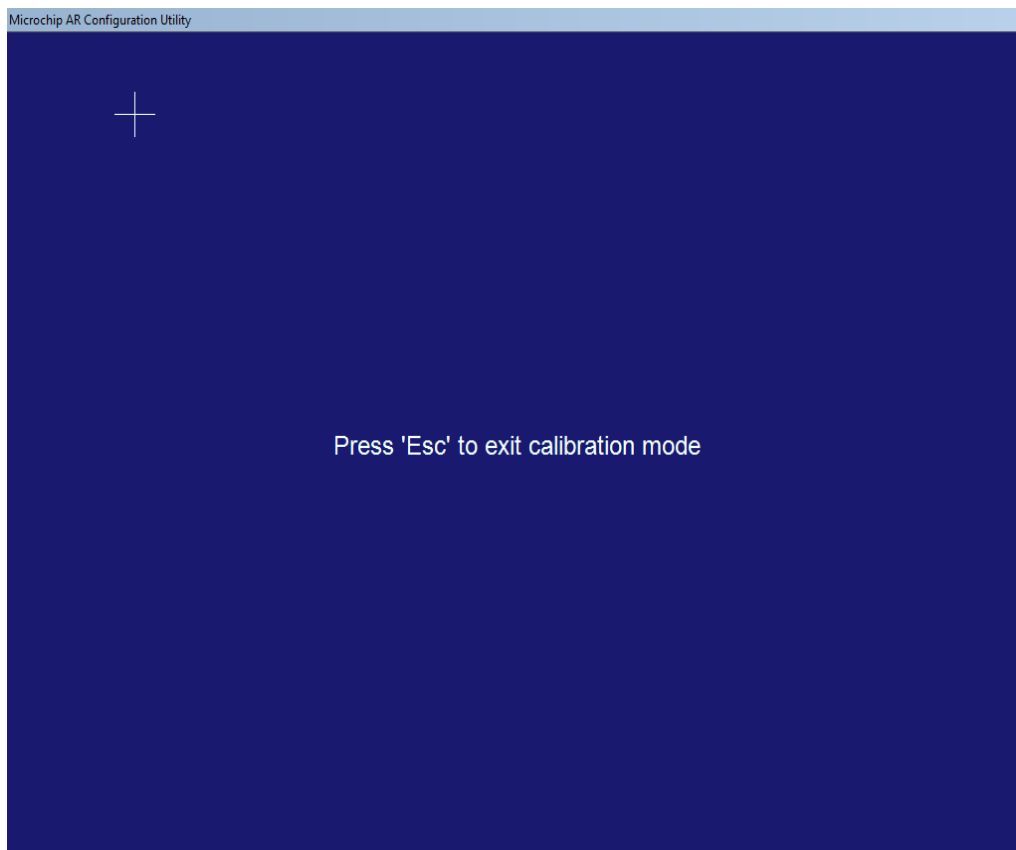


图 165 单击加号来校准触摸面板

9. 在触摸所有加号之后，显示下图时，即表示您可关闭应用并完成校准。

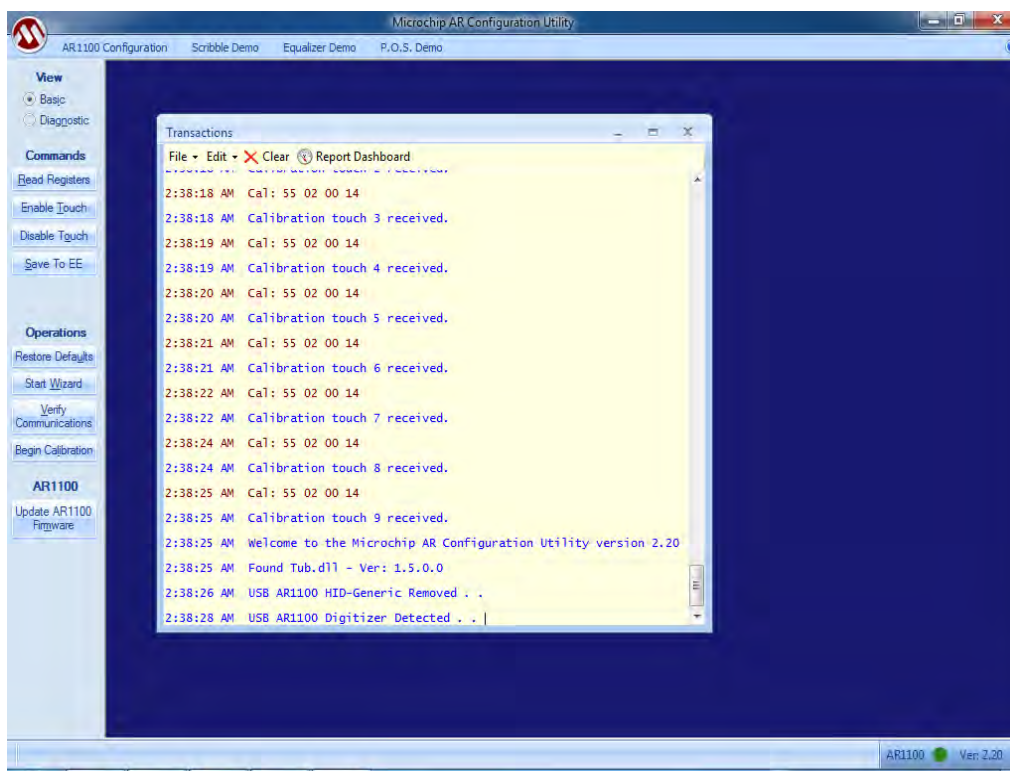


图 166 完成校准

AWG4162
任意波形发生器
Basic 应用

目录

前言

| | |
|---------|---|
| 文档..... | 1 |
|---------|---|

入门知识

| | |
|----------------|----|
| 一般功能..... | 2 |
| 操作要求..... | 3 |
| 标准附件..... | 4 |
| 推荐附件..... | 4 |
| 仪器开机和关机..... | 5 |
| 防止误用仪器..... | 5 |
| 获取最新应用和版本..... | 6 |
| 远程控制..... | 11 |
| 过热保护..... | 14 |

认识仪器

| | |
|----------|----|
| 前面板..... | 15 |
| 后面板..... | 15 |

Basic 应用概述

| | |
|----------------------|----|
| 基本模式简介..... | 16 |
| 仪器控制..... | 17 |
| 分析和连接支持..... | 17 |
| 如何启动基本模式..... | 17 |
| 执行仪器自校准和自诊断..... | 18 |
| 保护 DUT 免受损坏..... | 22 |
| 负载阻抗、VOCM 和输出窗口..... | 24 |

操作基础

| | |
|-----------------------|----|
| 默认设置..... | 25 |
| 快速教程：如何选择波形和调整参数..... | 25 |
| 快速教程：如何产生正弦波形..... | 26 |

| | |
|-----------------|----|
| 产生连续波形..... | 27 |
| 产生脉冲波形..... | 27 |
| 产生任意波形..... | 30 |
| 产生噪声和直流..... | 32 |
| 产生突发波形..... | 33 |
| 扫描波形..... | 36 |
| 调制波形..... | 38 |
| 标记输出..... | 43 |
| 调整两个通道信号参数..... | 46 |
| 设置负载阻抗..... | 49 |
| 设置 VOCM..... | 50 |
| 反转波形极性..... | 50 |
| 增加噪声..... | 51 |
| 参考时钟输入..... | 53 |
| 辅助功能菜单..... | 54 |
| 保存/调出自定义设置..... | 56 |
| 保存屏幕图像..... | 59 |
| 清除自定义波形文件..... | 60 |
| ArbBuilder..... | 61 |
| 附录..... | 80 |

前言

Tektronix AWG4162 任意波形发生器是一款具有全功能 AFG（基本）和 AWG（高级）模式的会聚波形发生器。基本模式支持基本任意和函数波形产生。高级模式具有可调节采样速率，并支持 DDS 模式和任意模式产生，这两者均支持序列、连续、选通和触发模式。

本文档介绍 Basic 应用模式操作。

文档

下表列出了可用于 AWG4162 的相关文档。Tektronix 网站 (www.tek.com/manuals) 提供了该文档。

| 项目 | 用途 | 位置 |
|---------------|--------------------|-------------------|
| 合规和安全说明 | 合规、安全和基本安装信息 | 印刷版，仪器随附 |
| Advanced 应用帮助 | Advanced 应用操作信息 | 位于仪器上，并可作为 PDF 提供 |
| Basic 应用帮助 | Basic 应用操作信息 | 位于仪器上，并可作为 PDF 提供 |
| 程序员手册 | 用于远程控制仪器的编程语法和命令信息 | 可作为 PDF 提供 |
| 维修手册 | 仪器维修程序和可更换部件清单 | 可作为 PDF 提供 |
| 技术规格和性能验证技术参考 | 仪器技术规格和性能验证程序 | 可作为 PDF 提供 |
| 解密和安全指南 | 说明如何清洁、保护以及解密仪器 | 可作为 PDF 提供 |

入门知识

一般功能

- 两种工作模式
 - 基本 (DDS) 模式
 - 两条模拟通道
 - 600 MHz 正弦波形
 - 2.5 GS/s, 14 位, 16 kpts 任意波形
 - 幅度高达 5 V_{p-p}, 50 Ω 负载
 - 高级 (任意) 模式
 - 两条模拟通道
 - 16/32 位数字通道 (可选)
 - 每通道任意波形存储器为 1/16/32/64 Mpts (可选)
 - 高达 750 MHz 带宽
 - SFDR < -60 dBc
- 可变采样率范围为 100 S/s 至 2.5 GS/s, 具有 14 位垂直分辨率, 确保了所有方面的信号完整性
- 专为 100% 用户执行的升级和配置而设计, 所有选项均通过软件密码来激活
 - 每个模拟通道具有高达 64 Mpts 的可选和可升级任意波形存储器, 长波形的每个数字通道为 32 Mbit
 - 可选 16-32 通道数字输出。购买软件选项随附数字探头附件。
- 双模拟通道和高达 32 位数字通道, 非常适合混合信号电路设计
- 同步输入和同步输出接口支持菊花链中多个设备的同步, 从而可扩充输出通道数
- 数字输出提供高达 1.25 Gb/s 的数据速率, 并行创建高速数字模式
- 每个模拟通道有一个标记输出, 用于触发和同步
- 三条可用软件配置的输出路径, 适合所有测试案例
 - 直接 DAC 模式: 具有差分输出的 750 MHz 带宽
 - 交流耦合模式: 具有 RF 应用单端输出的 750 MHz 带宽
 - 放大模式: 具有差分输出的 5 V_{p-p} 幅度 400 MHz 带宽
- 全功能序列, 具有多达 16384 个用户定义波形, 可以实现最佳存储器利用率, 以循环、跳转和条件分支形式生成复杂信号
- 通道 1 和 2 (与相应的数字输出通道相结合) 可在不同采样时钟和序列下独立工作
- 直接与 RFXpress® 通信, 在 RF 应用中轻松生成波形
- 基于 Windows 的平台带有 10.1 英寸触摸屏、前面板按钮、键盘和鼠标
- 外形紧凑, 方便安装在工作台上, 轻便的可拆除硬盘, 保证了机密数据的安全性
- 用于远程控制的 USB 3.0 和 LAN 接口

操作要求

电源

| | | | | | | |
|------------|---|----------|-----|---------|------|------|
| 电源电压和频率 | 100 ~ 240 V RMS@ 50-60Hz | | | | | |
| | 115VRMS@400Hz | | | | | |
| | 特征 | 条件 | 最小 | 标称 | 最大 | 单位 |
| | 电压幅度 | 45-66 Hz | 85 | 100-240 | 264 | VRMS |
| 360-440 Hz | | 100 | 115 | 132 | VRMS | |
| 电压波形形状 | 全部 | 正弦波 | | | | |
| 功耗 | 最大功率：150W 实测：125W | | | | | |
| 浪涌电流 | 在产品关闭至少 30 秒之后，对于 ≤ 5 个线性循环的情况，峰值为 30 A (25°C)。 | | | | | |

机械特性

| | |
|----------|--|
| 净重 | 14.2lbs (6.5 kg) |
| 带有包装时的净重 | 25.2lbs (11.5kg) |
| 整体尺寸 | 高度：233 mm 宽度：439 mm 厚度：199 mm |
| 尺寸（带包装） | 高度：498 mm 宽度：457 mm 厚度：574 mm |
| 间隙 | 足够冷却的间隙要求在左侧（从仪器前面看）和仪器后侧至少应为 2.0 in (50.8mm)。 |

环境特征

| | |
|------|---|
| 温度 | 工作状态：+5 °C 至 +50 °C (+41 °F 至 122 °F) 非工作状态：-20 °C 至 +60 °C (-4 °F 至 140 °F) |
| 湿度 | 工作状态：+50 °C 及以下时，相对湿度 8% 至 90%，最大湿球温度 29 °C，无冷凝 非工作状态：+60 °C 及以下时，相对湿度 5% 至 98%，最大湿球温度 40 °C，无冷凝 |
| 海拔高度 | 工作状态：3,000 米 (9,843 英尺) 非工作状态：12,000 米 (39,370 英尺) |

标准附件

| 项目 | 描述 | TPN |
|-------------|--|-----------|
| 手册 | 合规和安全说明 | 071345100 |
| 产品 CD | 利用浏览器的文档 CD，其中包括如下 PDF 文件：规格与 PV 技术参考、用户手册、维修手册。 | 063457000 |
| ArbExpress | 应用软件及说明 | 063376310 |
| 电源电缆 | - | |
| USB 电缆 | - | 174440100 |
| 触针 | 用于触摸屏 | 119610700 |
| 前护盖 | - | 200513000 |
| 附件袋 | - | 016202900 |
| 50Ω SMA 终接器 | 针形，DC-18GHz；1 个/通道 | 136716200 |
| 校准证明 | - | 001138701 |
| 三年保修 | - | |





推荐附件

| 项目 | 描述 | TPN |
|---------------|--|---|
| 排针 SMA 电缆 | 45 英寸 | 174619300 |
| RMD5000 | - 机架安装套件 - 说明书（英语） | RMD5000 |
| 手册 | 维修手册（英文） 规格与 PV 技术参考 程序员手册 | 077-1199-00 077-1197-00 077-1198-00 |
| AWG4HDDE | - 硬盘 | AWG4HDDE |
| SMA 终接器 | 50 Ω | 136716200 |
| AWG4SYNC | 同步电缆；用于多台仪器同步 | AWG4SYNC |
| RFX100 | RFXpress 软件 | RFX100 |
| AWG4DIG16LVDS | 16 位数字输出电缆；用于 LVDS | AWG4DIG16LVDS |
| AWG4DIGSCKT | 数字输出连接器；DUT 上的 AWG4k 数字通道连接器（Amphenol, U65-B12-40E0C） | AWG4DIGSCKT |
| TEK-USB-488 | GPIB 至 USB 适配器 | TEK-USB-488 |
| HCTEK54 | 硬搬运箱 | HCTEK54 |

仪器开机和关机


开机

- 将交流电源线插入后面板上的电源插座中。
- 使用前面板电源按钮打开仪器电源。
- 等到系统显示 Windows 桌面。
- 您可通过两种方法打开应用：

可按前面板上的  或  按钮启动一个应用。也可单击桌面上的快捷图标  或  启动任一应用。

注释：一次仅可启动一个应用。如果您想启动另一个应用，请先关闭正在使用的应用。

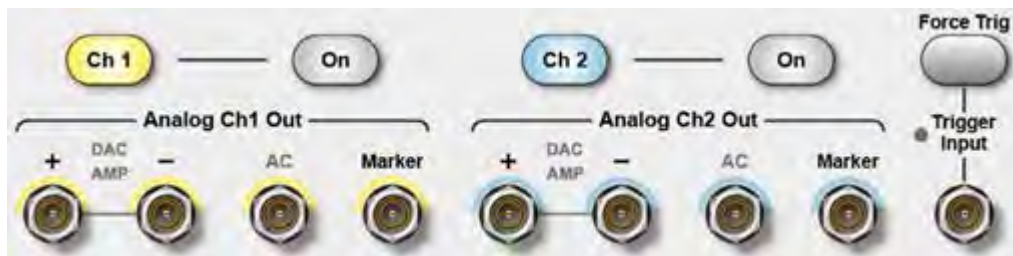
关机

- 关闭使用中的应用。
- 按前面板电源按钮  关闭仪器电源。也可使用 Windows 菜单关闭仪器。

防止误用仪器

检查输入输出连接器

连接电缆时，一定要区分输入连接器和输出连接器，以免连接错误。



仪器前面板上同时有输入和输出连接器。连接电缆时，一定要区分输入连接器和输出连接器。



注意：不要短接输出引脚或在输出连接器上施加外部电压。仪器可能被损坏。



注意：不要在触发输入连接器上施加高于 +10 V 的输入电压。仪器可能被损坏。

获取最新应用和版本

随仪器订购的可选应用的最新版本可能没有安装到仪器中。下面的下载位置是获得最新软件版本的最快捷途径。

要下载最新版本软件，请转至 Tektronix 网站 (www.tek.com) 主页，找到该页上的 Downloads (下载) 部分。在 Search (搜索) 文本框内输入应用名称，然后在 Select Download Type (选择下载类型) 下拉菜单中选择 Software (软件)。

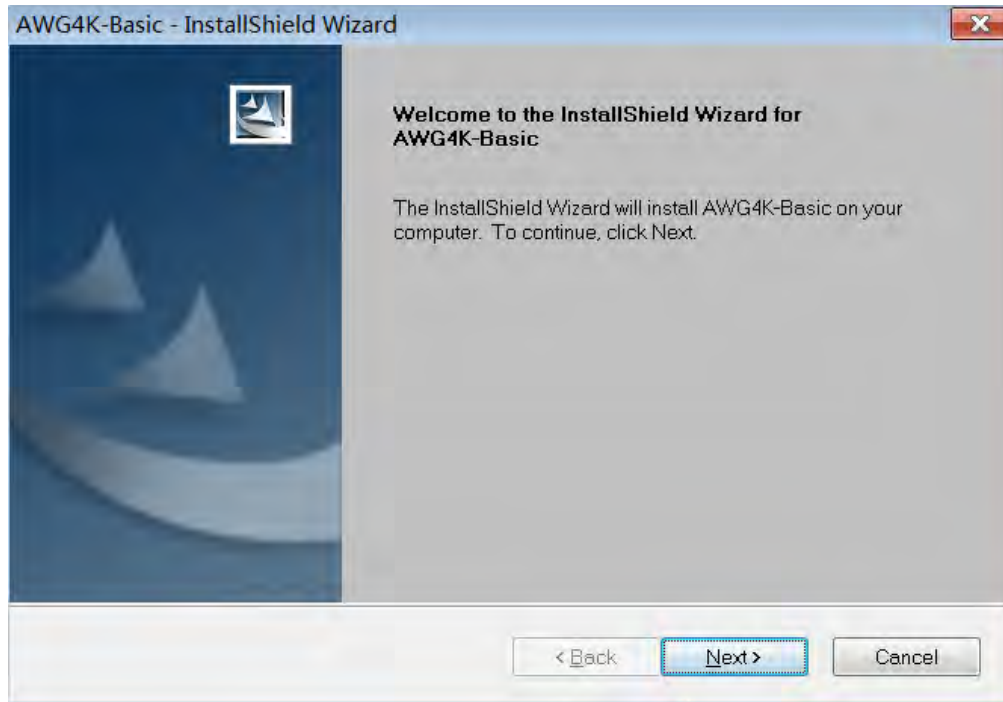
要定义搜索标准，请使用 Search (搜索) 文本框中的应用标题。例如，使用关键字 AWG4162 搜索和下载 AWG4162 软件的最新版本。

安装 Basic 应用

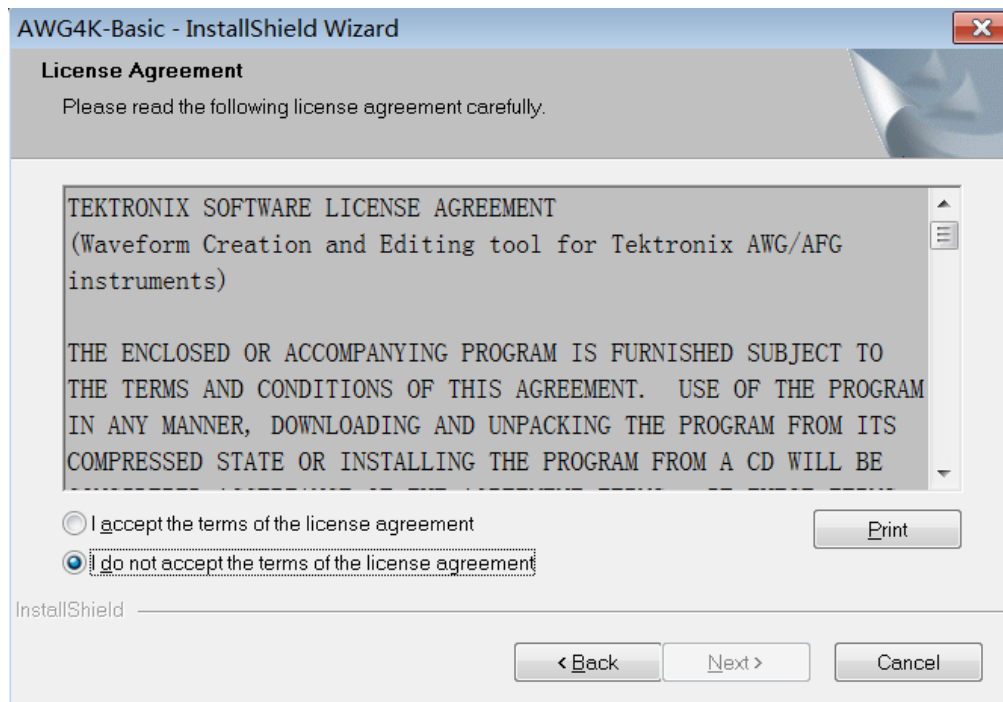
如果您的仪器已安装另一个版本的 Basic 应用，则必须先卸载它。您可在“卸载 Basic 应用”部分中找到卸载详情。

1. 从 Tektronix 网站下载 Basic 应用安装包，并将其解压至仪器的本地磁盘。

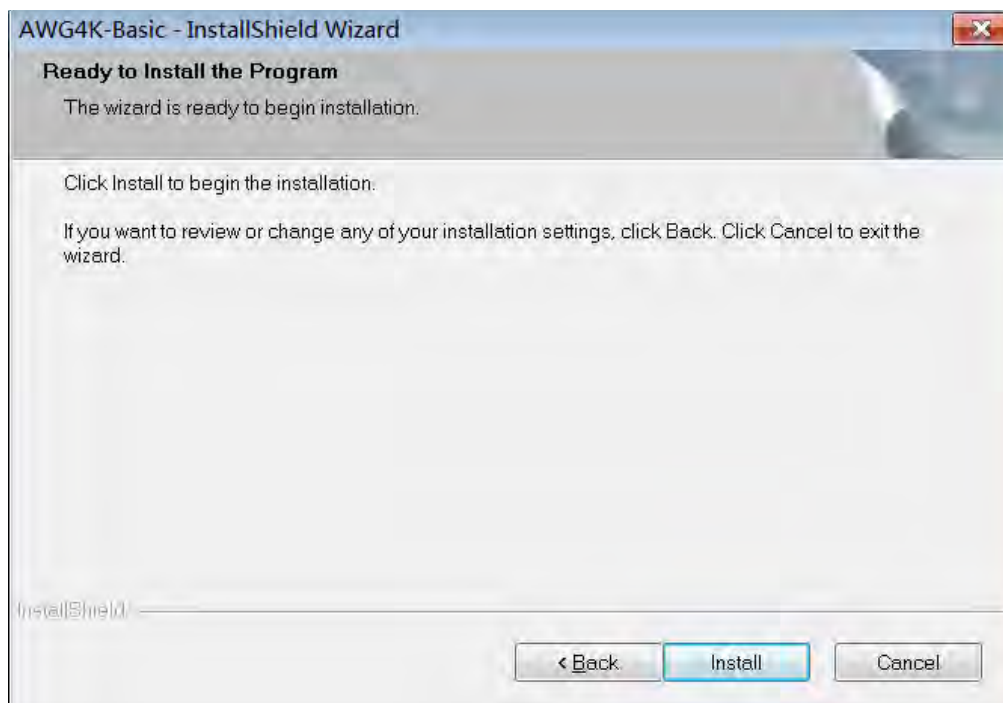
2. 双击 setup.exe 开始安装。看到欢迎页面后，单击 Next（下一步）。



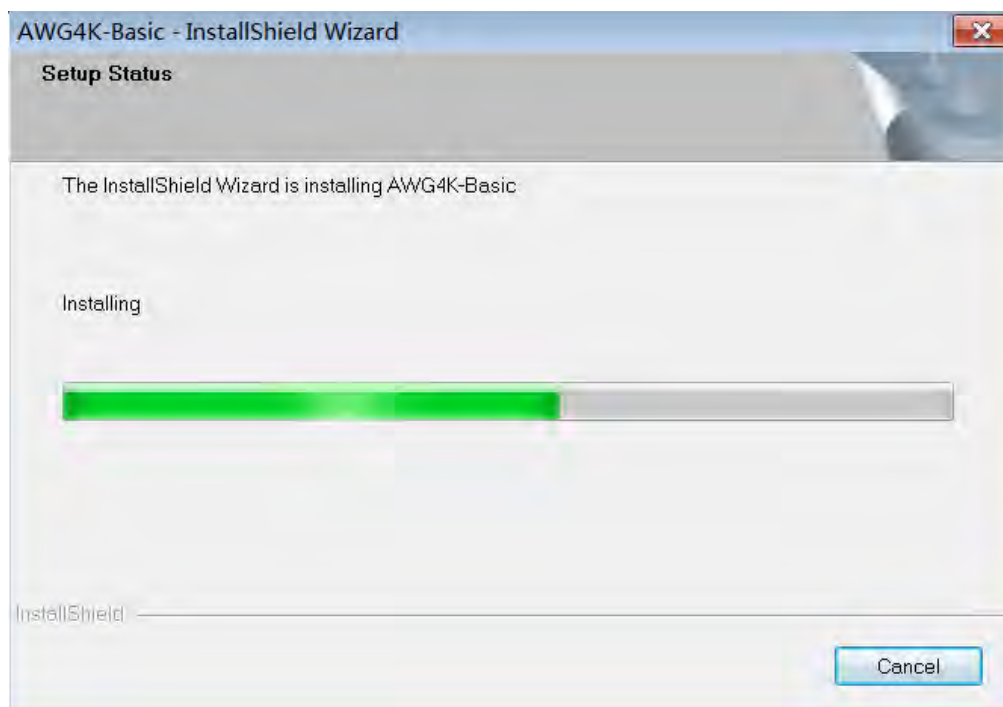
3. 选择 License Agreement（许可协议）页面上的接受，然后单击 Next（下一步）。



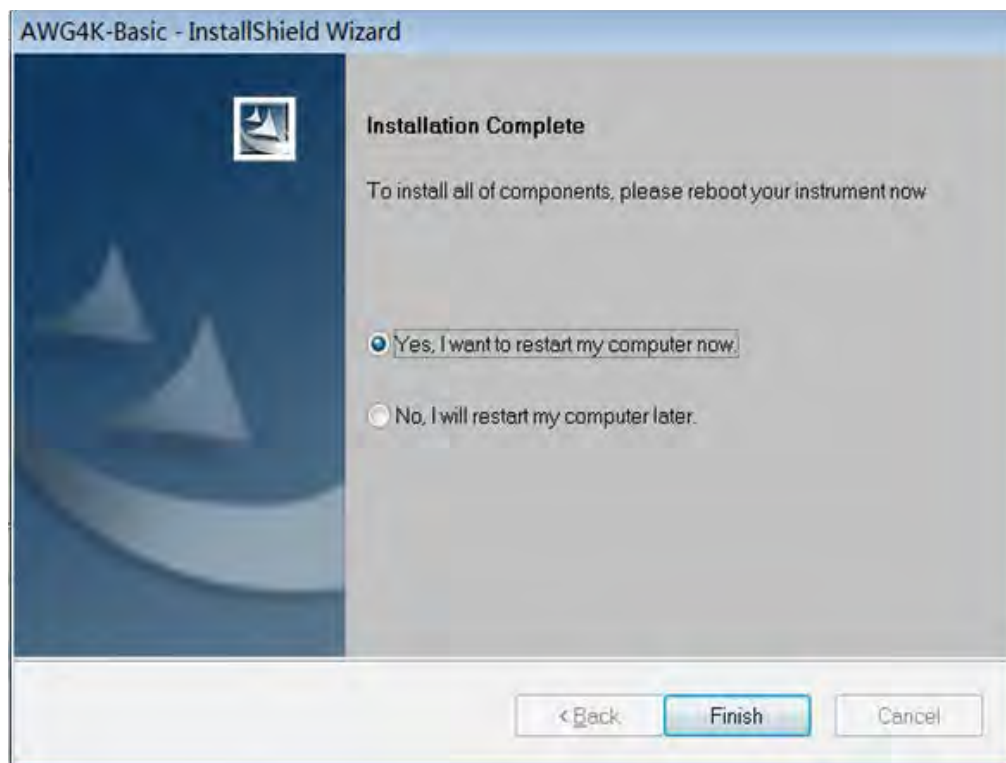
4. 按 Install (安装) 开始安装。



5. 安装将开始，且仪器会显示安装进度。



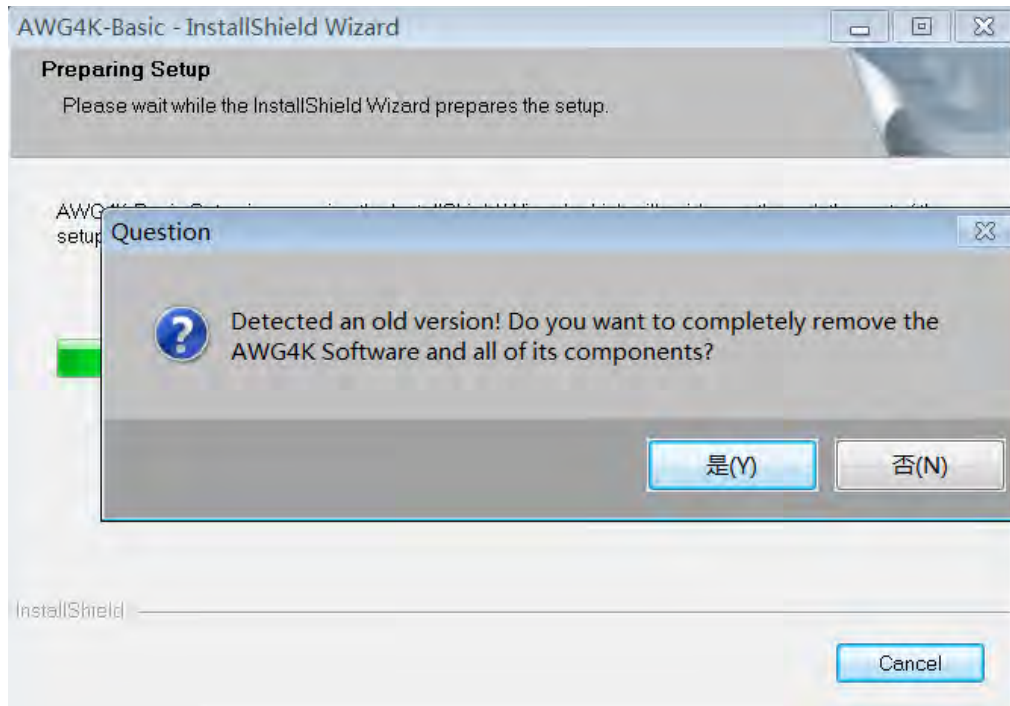
6. 出现 “Installation Complete”（安装完成）后，按 **Finish**（完成）重启仪器。



卸载 Basic 应用

您可使用 Basic 应用安装包卸载 Basic 应用，步骤如下。

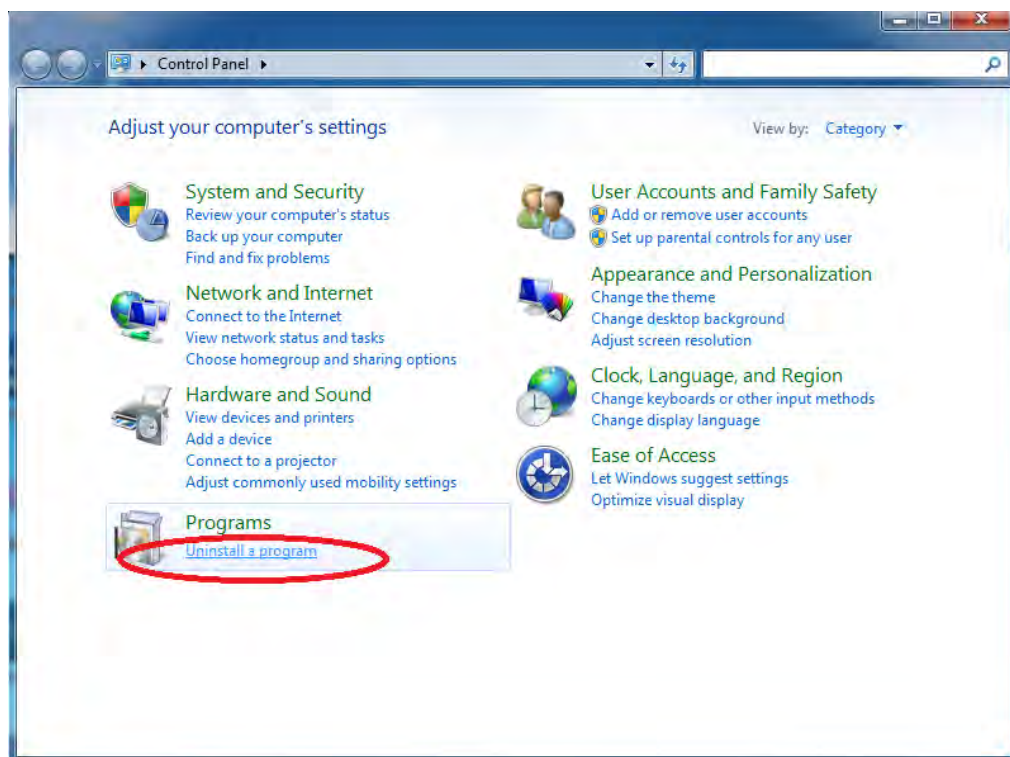
1. 下载 Basic 应用安装包并解压至仪器的本地磁盘。
2. 双击 setup.exe。欢迎对话框会提示您移除已安装的 Basic 应用版本。选择 “Yes”（是）开始卸载。



3. 卸载开始，仪器显示进度并自动退出。

除了使用安装包，您还可以使用 **Windows 控制面板** 工具卸载 Basic 应用，步骤如下：

1. 通过以下路径进入卸载页面：开始 → 控制面板 → 卸载程序



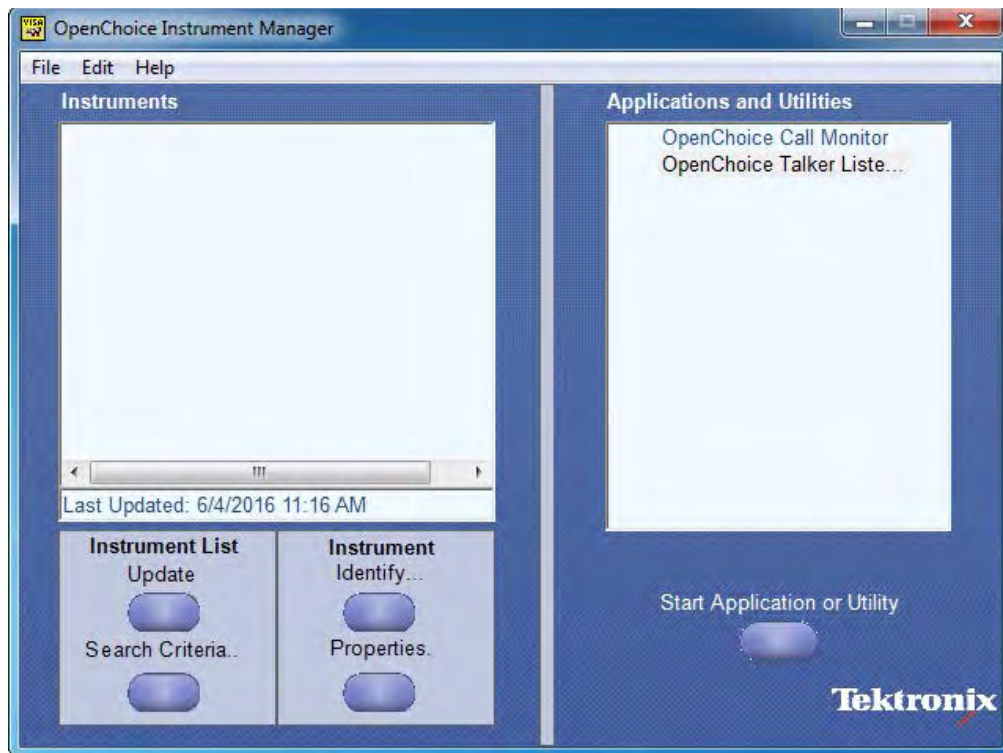
2. 在“卸载或更改程序”页面，选择“AWG4000 Basic”程序，然后卸载它。
3. 等待卸载完成。


远程控制

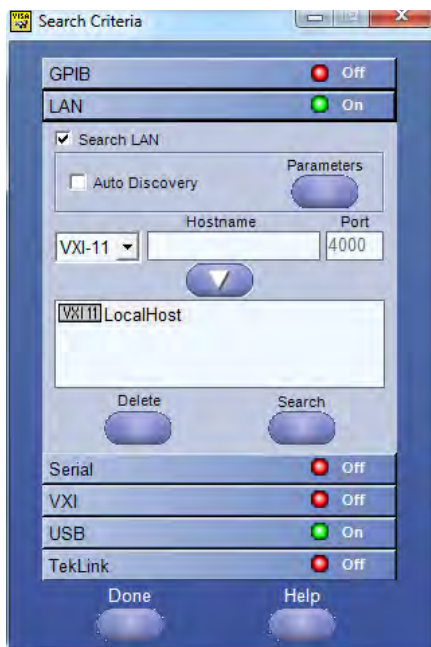
可以将仪器连接到网络，以进行打印、共享文件和访问 Internet 以及使用其他功能。请向网络管理员进行有关咨询，然后使用标准的 Windows 实用程序来对仪器进行网络配置。对于 LAN 配置，使用控制面板中的“LAN Configuration”（LAN 配置）对话框。

可使用 VXI-11 (LAN) 或 USBTMC 协议控制仪器。这样便可以使用 SCPI 命令远程控制仪器。请参阅《AWG4162 程序员手册》，了解有关所有可用命令的完整说明。您可按照以下步骤与 AWG4162 仪器进行通信：

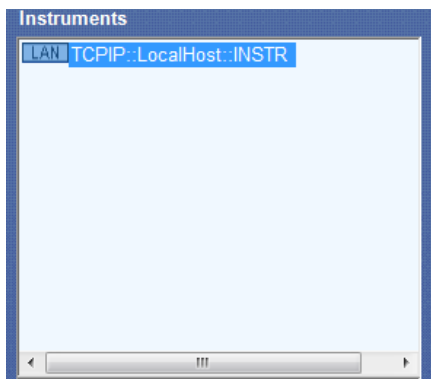
1. 将您的 LAN 电缆或 USB 连接到仪器。
2. 在客户端 PC（IP 地址）或 AWG4162 (LocalHost) 上，启动 Tek OpenChoice 仪器管理器窗口。




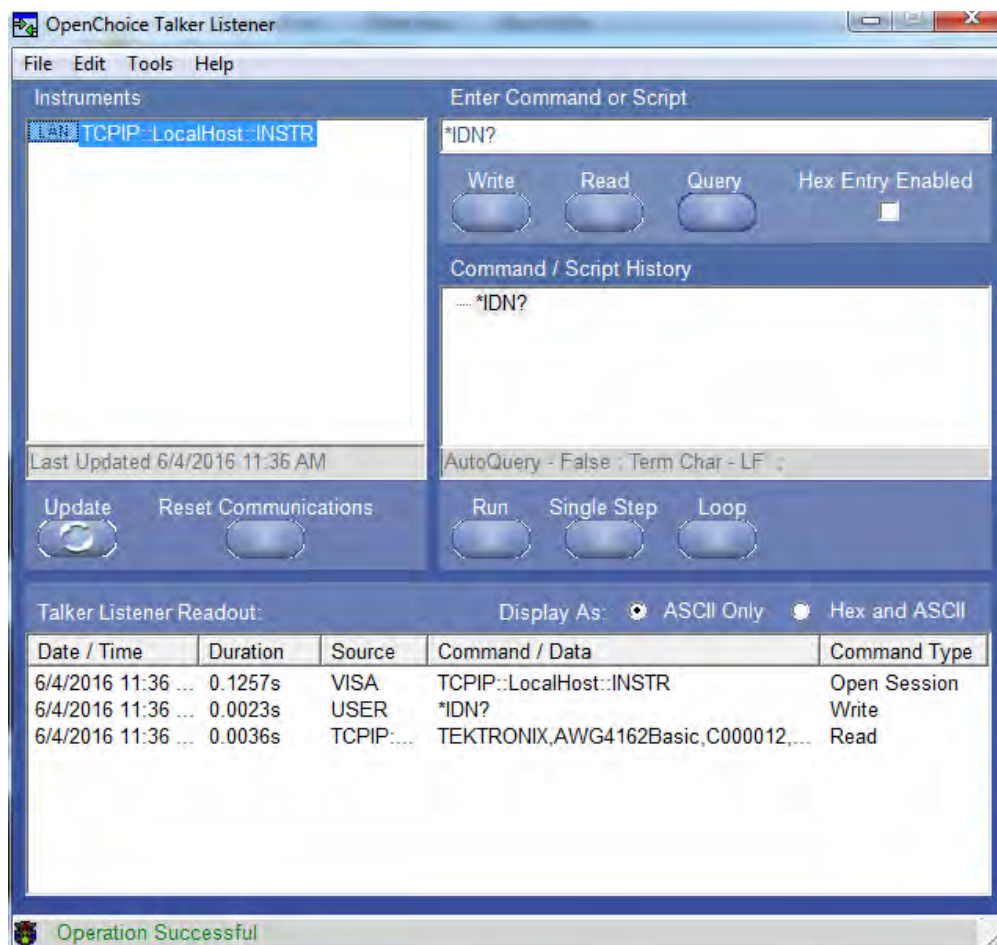
3. 按 **Search Criteria...** (搜索条件...) 按钮  并启用 LAN 和 USB。若在客户端 PC 上, 则将 IP 地址输入 **Hostname (主机名)**, 若在 AWG4162 上, 则将 LocalHost 输入, 然后按 **Search (搜索)** 以选择性地搜索。您也可启用 **Auto Discovery (自动发现)** 搜索 LAN 中连接的所有可用仪器。然后按 **Done (完成)**。



4. 检查 **Instruments (仪器)** 列表, 核实是否已正确检测到 AWG4162。



5. 按 **Start Application or Utility (启动应用或实用程序)** 按钮  打开 OpenChoice Talker Listener (OpenChoice 发送器/监听器) 并发送 *IDN? 命令。



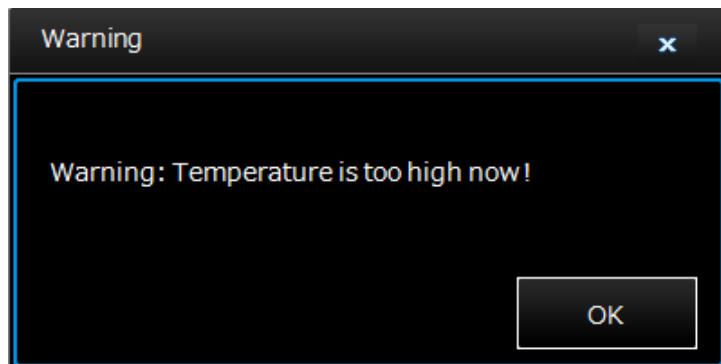
6. 仪器回复应类似于此：

TEKTRONIX,AWG4162Basic,C0000012,SCPI:99.0,FV:1.0, 其中 C0000012 是序列号, FV:1.0 是应用版本。

7. 您也可加载现有脚本, 以在 TekVISA 中运行。如需了解详情, 请参阅 TekVISA 发送器/监听器帮助。

过热保护

在 AWG4162 内监测仪器内部温度。若内部温度达到某个阈值水平，则会显示警告消息，并且仪器将会自动关闭。



如果显示警告消息，请检查以下状况：

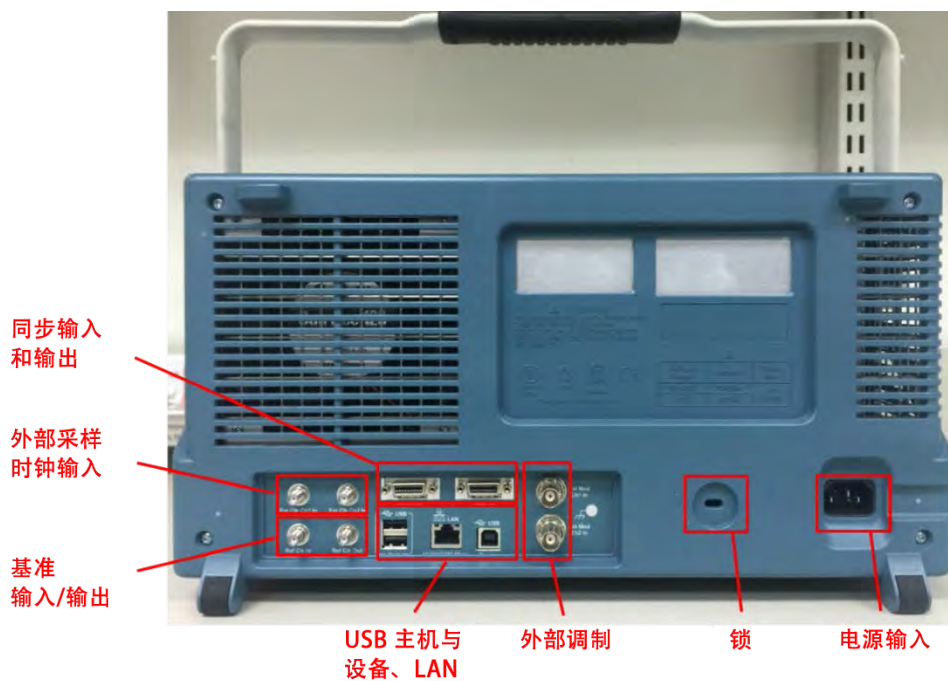
- 环境温度要求是否满足。
- 所需的散热间隙是否满足。
- 仪器风扇是否正常工作。

认识仪器

前面板



后面板



Basic 应用概述

基本模式简介

在基本模式下运行 AWG4162，您能够轻松产生函数波形、脉冲波形和任意波形。有 12 种标准波形可供选择（正弦波、方波、锯齿波、脉冲、 $\text{Sin}(x)/x$ 、噪声、直流、高斯、洛仑兹、指数上升、指数衰减、半正矢）。您还可以创建和保存自定义设置、定义自己的任意波形以及创建调制波形。下表说明了调制类型和输出波形形状的组合。

| 运行模式 | 正弦波、方波、锯齿波、任意波形、 $\text{Sin}(x)/x$ 、高斯、洛仑兹、指数上升、指数衰减、半正矢 | 脉冲 | 噪声、直流 |
|------|--|----|-------|
| 连续 | X | X | X |
| 调制 | | | |
| AM | X | | |
| FM | X | | |
| PM | X | | |
| FSK | X | | |
| PSK | X | | |
| PWM | | X | |
| 扫描 | X | | |
| 突发 | X | X | |

注释： 仪器输出任意波形时，仪器设置的 V_{p-p} 显示归一化波形数据的 V_{p-p} 值。仪器输出 $\text{Sin}(x)/x$ 、高斯、洛仑兹、指数式增长、指数式下降或半正矢时， V_{p-p} 被定义为 0 到峰值间的值的两倍。

仪器控制

该仪器具有图形用户界面，支持多种波形编辑功能。包括 Microsoft Windows 平台上的显示屏和触摸界面。

您可使用下列项控制仪器操作：

- 前面板控制
- 菜单栏命令
- 触摸屏
- 键盘和鼠标

触摸屏界面

触摸屏界面是仪器的标准功能，利用手指触摸即可实现菜单项访问和屏幕上控制。利用前面板上的 Touch Screen Off（触摸屏关闭）按钮可启用或禁用该功能。

分析和连接支持

这款基于 Windows 的 Tektronix 任意波形发生器支持业界标准工具、应用和协议。集成的 Windows 桌面支持在仪器上运行流行商用程序或定制编写应用。

该仪器包括支持数据导入或导出的工具，您可以安装这些工具，从而与数据分析工具配合使用。支持如下工具：


- TekVISA


TekVISA 是符合行业标准的软件组件库，根据由 VXI 即插即用系统联盟制定的标准 VISA 模型进行组织。在软件中使用 TekVISA 以编写互操作的仪器驱动程序，从而处理软件应用和仪器间的通信。

- VXI-11.2 LAN 服务器

VXI-11.2 LAN 服务器通过以太网 LAN 提供仪器和远程 PC 间的软件连接。该工具为内置的客户端组件，其中，TekVISA 在各远程 PC 上，您必须安装另一 TekVISA 副本以利用其客户端组件。

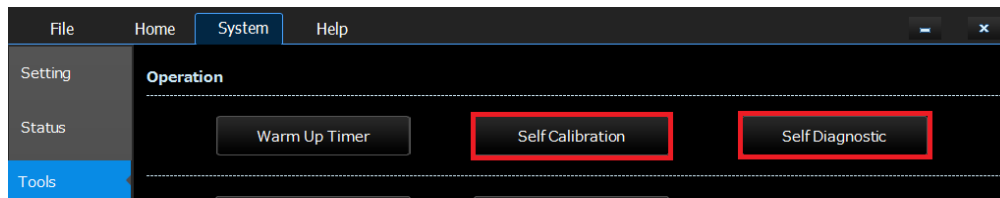
如何启动基本模式

要启动基本模式，首先接通仪器电源，然后按前面板上的 Basic（基本）按钮  以启动

Basic（基本）应用。也可单击桌面上的 Basic（基本）图标  来启动该应用。

执行仪器自校准和自诊断

仪器在开机时执行一部分硬件测试。您也可从 System（系统）-> Tools（工具）菜单执行自校准和自诊断。



自校准

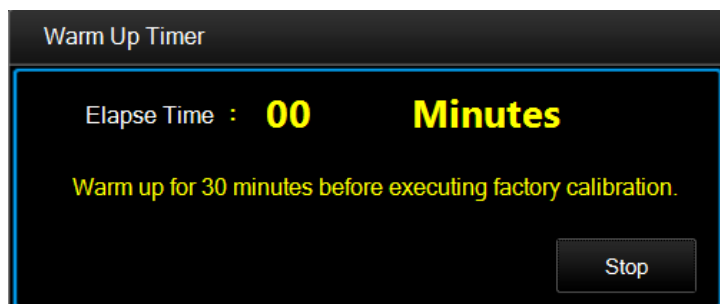
自校准主要使用内部校准例程来检查直流精度。



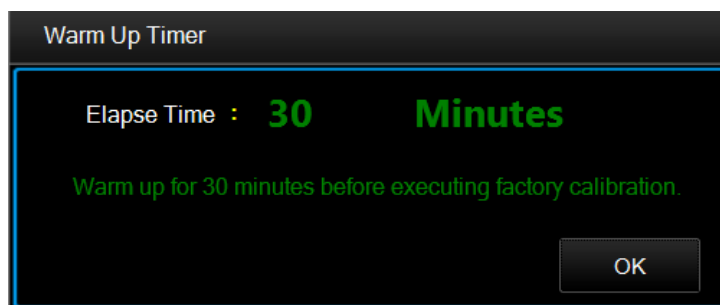
注意：不要在执行自校准时关闭仪器。如果在自校准过程中切断电源，则存储在内部存储器中的数据将会丢失。

注释：在执行此操作前，打开仪器电源后暖机 30 分钟，因为如果仪器未达到有效温度，校准无效。

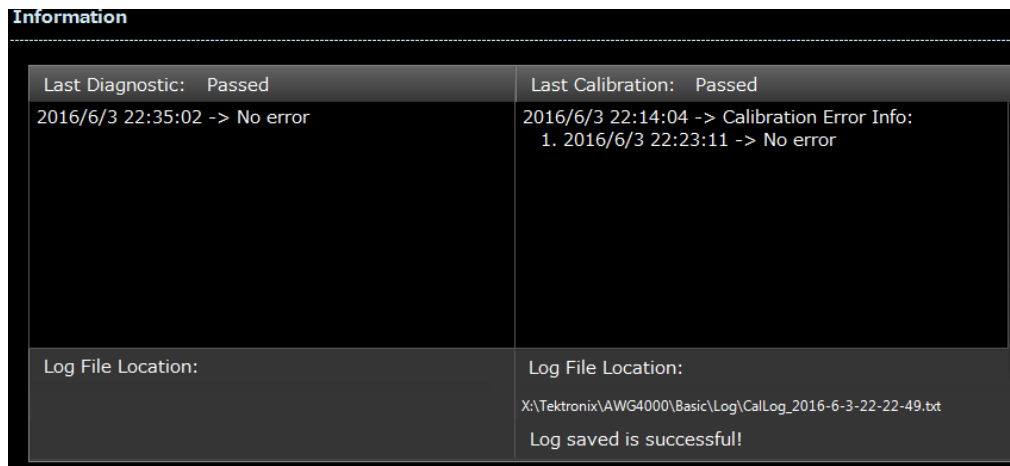
1. 单击 System（系统）选项卡。
2. 单击左侧栏菜单中的 Tools（工具）选项卡。
3. 单击 Warm up Timer（暖机定时器），系统将会弹出一个对话框，显示暖机定时器。等待 30 分钟。您可按 Stop（停止）终止暖机。



4. 若暖机定时器对话框上显示 30 分钟，则按 OK（确定）。等待约 1 分钟，直至系统不繁忙。



- 完成自校准后，结果会显示在 Last Calibration（上次校准）下的显示器 Information（信息）部分中。也会显示日志文件位置。

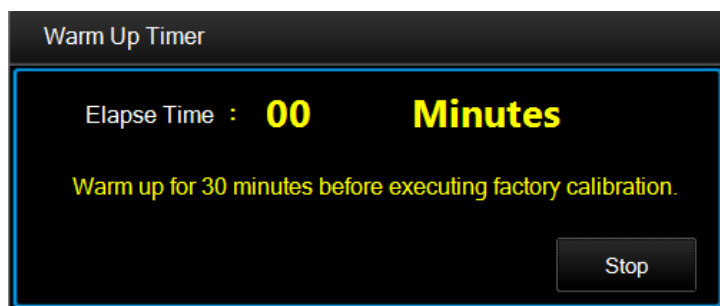


自诊断

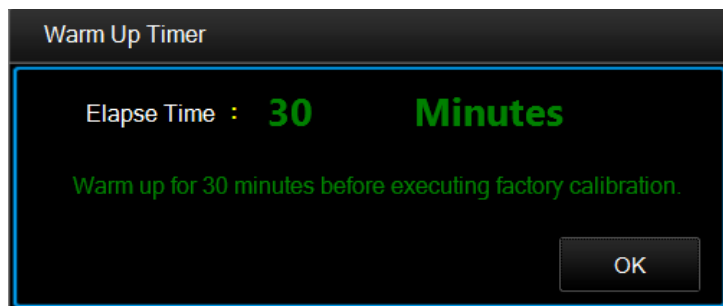
该测试验证仪器是否可正常工作。

注释：在执行此操作前，打开仪器电源后暖机 30 分钟，因为如果仪器未达到有效温度，校准无效。

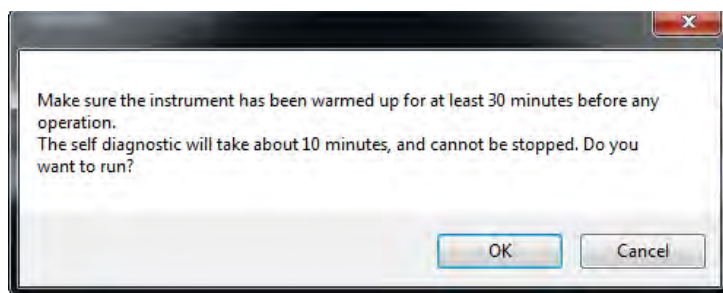
- 单击 System（系统）选项卡。
- 单击左侧栏菜单中的 Tools（工具）选项卡。
- 单击 Warm up Timer（暖机定时器），系统将会弹出一个对话框，显示暖机定时器。等待 30 分钟。您可按 Stop（停止）终止暖机。



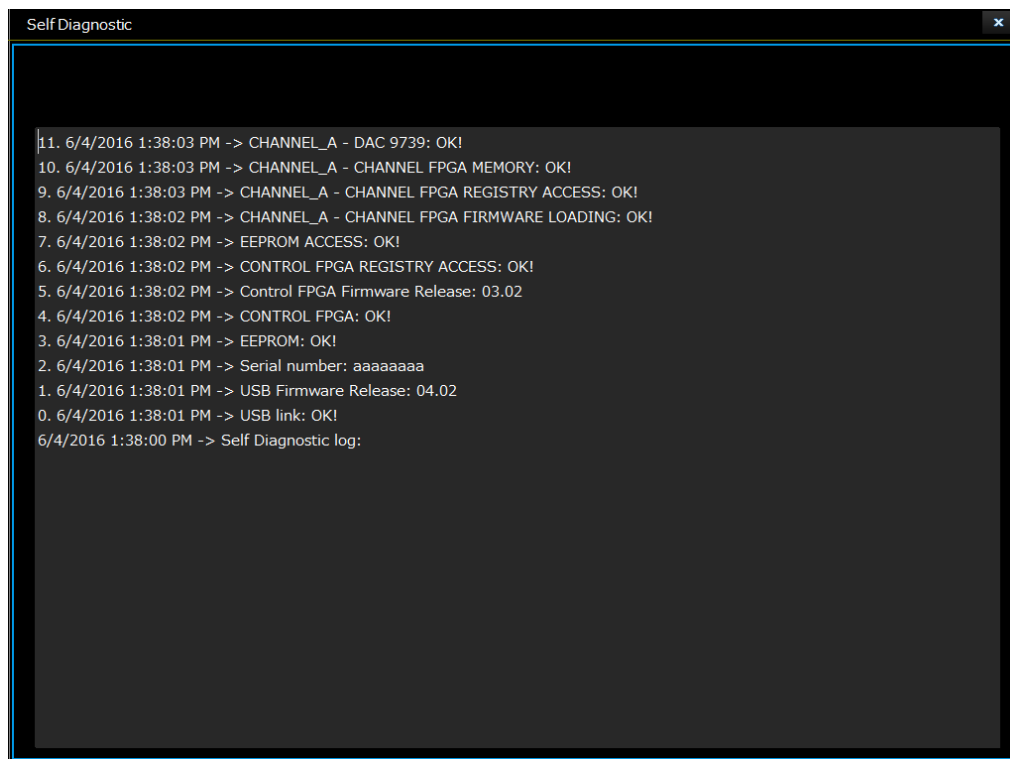
4. 若暖机定时器对话框上显示 30 分钟，则按 **OK（确定）**，等待约 1 分钟，直至系统不繁忙。



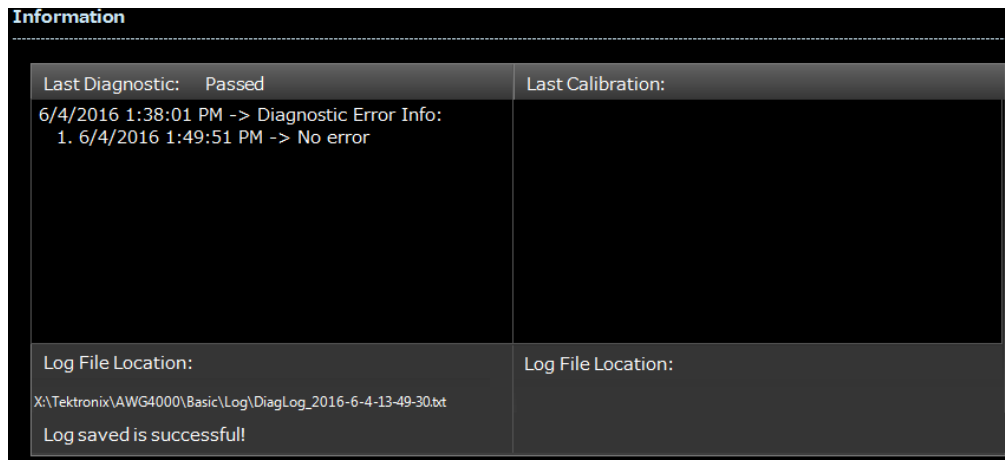
5. 单击 **Self Diagnostic（自诊断）** 按钮，将会出现如下对话框。



6. 暖机 30 分钟后，选择 **OK（确定）** 执行诊断，或选择 **Cancel（取消）** 取消操作。



7. 若诊断完成且无任何错误，则 Passed（已通过）消息会显示于 Last Calibration（上次校准）下的显示器 Information（信息）部分中。也会显示日志文件位置。



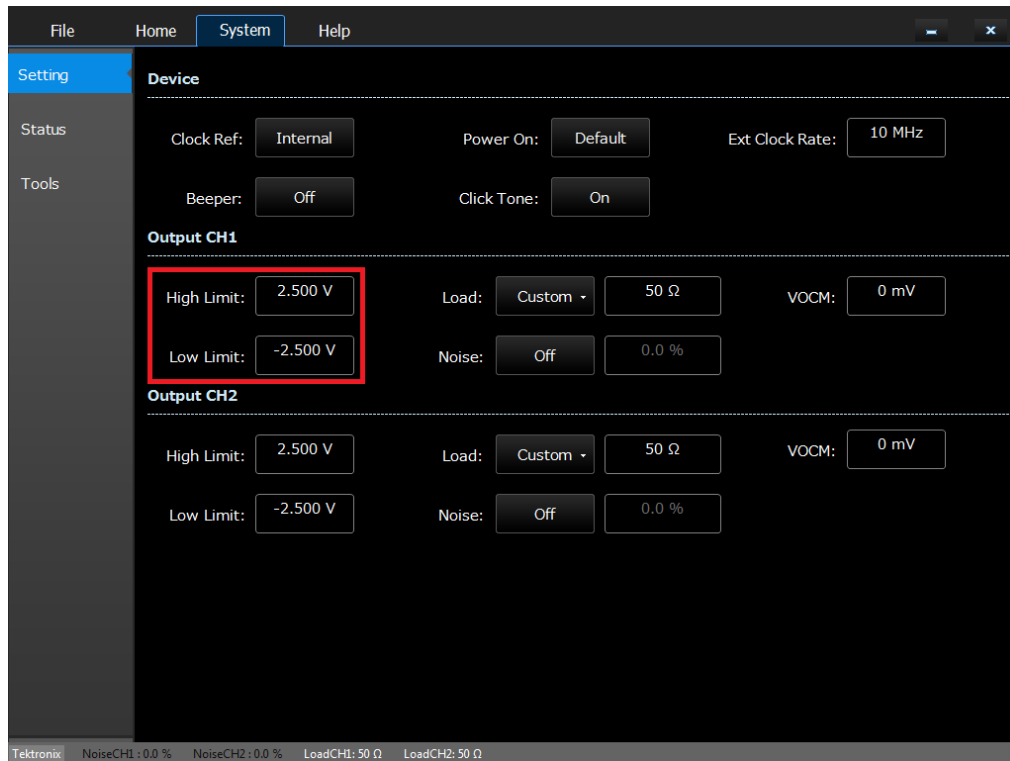
快速提示

- 请在执行自校准或自诊断前暖机 30 分钟。
- 执行自校准或自诊断前，断开仪器的所有电缆连接。
- 建议应在定期检查时一起执行自校准。
- 如果需要验证仪器是否符合保证的技术规格，请执行《技术规格和性能验证技术参考手册》中提供的完整性能验证步骤。
- 自校准约需 20 分钟。自诊断约需 10 分钟。无法停止这些操作。
- 自校准或自诊断操作期间，请勿关闭仪器电源。

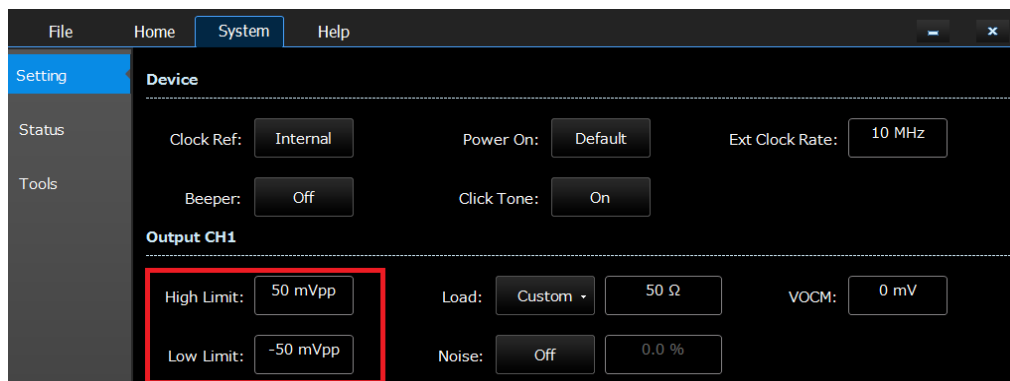
保护 DUT 免受损坏


将仪器通道输出端连接到 DUT（待测设备）时，应小心操作。为避免损坏 DUT，我们提供了以下预防措施。请按照以下步骤设置高电平和低电平的限定值。

1. 单击 **System（系统）** 选项卡，然后单击左侧栏菜单中的 **Setting（设置）** 选项卡。
2. 本例中，High Limit（上限）设为 2.500 V，Low Limit（下限）设为 -2.500 V。



3. 输入 50 mV 作为 **High Limit** (上限) , 输入 -50 mV 作为 **Low Limit** (下限) 。



4. 选择前面板 **Sine** (正弦波) 按钮  , 显示波形参数。确认高电压和低电压标度线已经更改。



注释：对于高电平，不能输入任何大于 50 mV 的数值。

负载阻抗、VOCM 和输出窗口

下表显示了更改负载阻抗和 VOCM 时，正弦波形的输出窗口（最大和最小电平）。窗口包括最大直流 VOCM（50 欧姆负载： ± 2.5 V/高阻抗负载： ± 5.0 V）。这取决于幅度和 VOCM 范围。如需了解有关负载阻抗和 VOCM 的更多信息，请分别参阅[设置负载阻抗](#)主题和[设置 VOCM](#)主题。

| 频率 | 50ohm 负载，单端 | 高阻抗负载，单端 |
|-----------------|-------------|----------|
| 1uHz ~ 350MH | -5V~5V | -10V~10V |
| 350MHz ~ 550MHz | -4V~4V | -8V~8V |
| 550MHz~600MHz | -3.5~3.5V | -7V~7V |

操作基础

默认设置


您可以通过单击 Home（主页）选项卡上的 **Default（默认）** 按钮 ，或前面板 **Default（默认）** 按钮




将 Basic（基本）模式返回至其默认设置。有关详细信息，请参阅附录。


快速教程：如何选择波形和调整参数

如果您是新手，接通设备电源并在基本模式下运行后，可按照此处介绍的步骤来熟悉如何选择波形和调整波形参数。

1. 连接电源线，然后按前面板电源开关  打开仪器。

2. 用电缆将仪器的模拟 Ch1 输出  连接至示波器。

3. 选择波形。在下图中，选择的是 **Sine（正弦波）** .

4. 从左侧栏菜单中选择运行模式。在下图中，选择的是 **Continuous（连续）** .




5. 按 **Ch1 On（Ch1 打开）** 按钮  启用输出。




6. 观察示波器屏幕上显示的正弦波形。

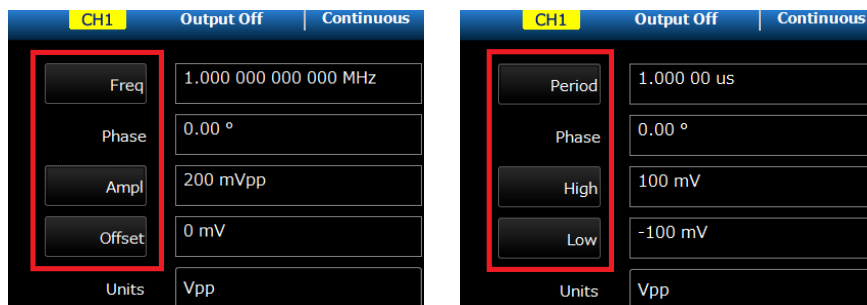
7. 使用仪器上的前面板快捷按钮选择波形参数。按 **Frequency/Period（频率/周期）** 按钮





将 **Frequency（频率）** 选为待更改参数。

8. 也可设置 **Phase（相位）** 、**Ampl（幅度）** 、**Offset（偏置）**  和 **Units（单位）**。

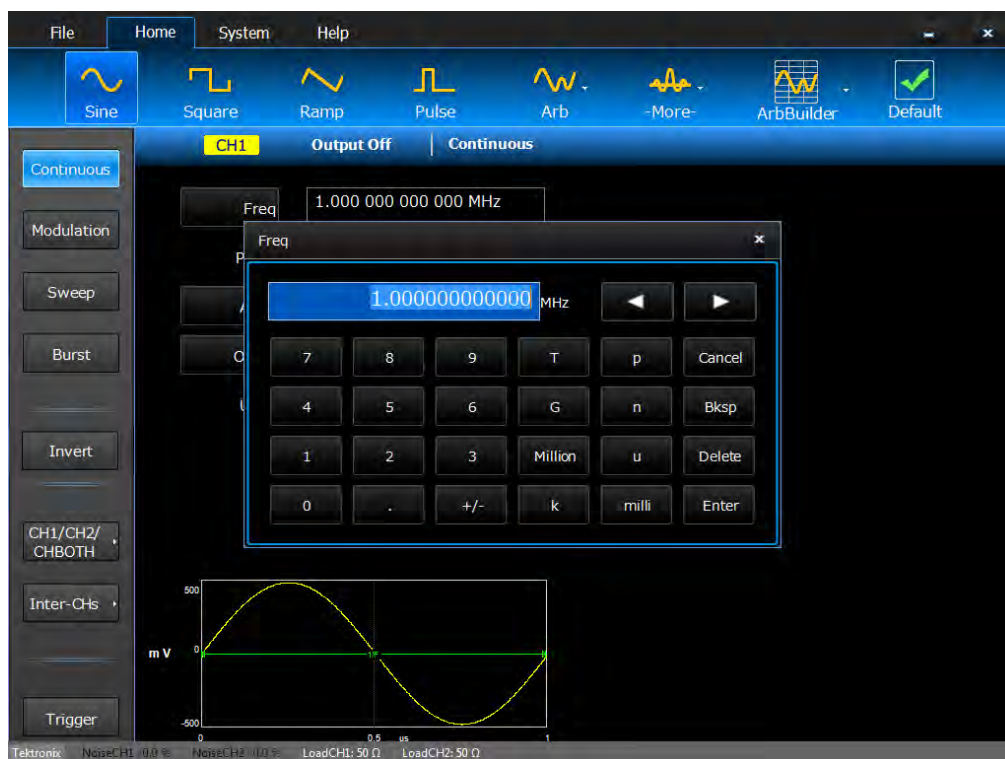
9. 若按 **Frequency/Period（频率/周期）** 按钮  两次，则参数更改为 **Period（周期）**。同样，您可将 **Ampl 按钮**  更改为 **High（高）**，以及将 **Offset（偏置）** 按钮  更改为 **Low（低）**。通过 UI 操作，单击 **Freq（频率）** 按钮将参数更改为 **Period（周期）**。同样，可单击 **Ampl 按钮** 将其更改为 **High（高）**，并可单击 **Offset（偏置）** 按钮将其更改为 **Low（低）**。



10. 使用数字键盘  或软键、通用旋钮和箭头键 、触摸屏或键盘和鼠标更改波形参数。



快速提示



- 确保示波器输入阻抗被设为 50Ω，以观察到正确的幅度、偏置或 Vocm。



快速教程：如何产生正弦波形

如果您是新手，接通设备电源后，可按照此处介绍的步骤产生连续正弦波形。

1. 连接电源线，然后按前面板电源开关  打开仪器。
2. 启动基本模式。（请参阅页面：如何启动基本模式）
3. 用电缆将仪器的模拟 Ch1 输出  连接至示波器。

4. 从 Home (主页) 选项卡顶部选择 Sine (正弦波) 函数 。
5. 从左侧栏菜单中选择 Continuous (连续) 运行模式。
6. 按前面板 Ch1 On (Ch1 打开) 按钮  启用输出。
7. 观察示波器屏幕上显示的正弦波形。
8. 要更改频率, 请单击旁边的数字字段。
9. 要更改频率值, 请使用触摸面板。例如, 使用软键盘单击 2, 然后单击 Units (单位) 或 Enter 以完成输入。用同样的方法可更改幅度、相位、偏置的值。



10. 也可使用数字键盘、通用旋钮和箭头键或键盘和鼠标更改频率值。


快速提示




- 使用前面板快捷按钮快速选择波形参数。
- 使用快捷按钮或触摸屏选择指定波形参数时, 活动参数会以绿色显示于图形区中。

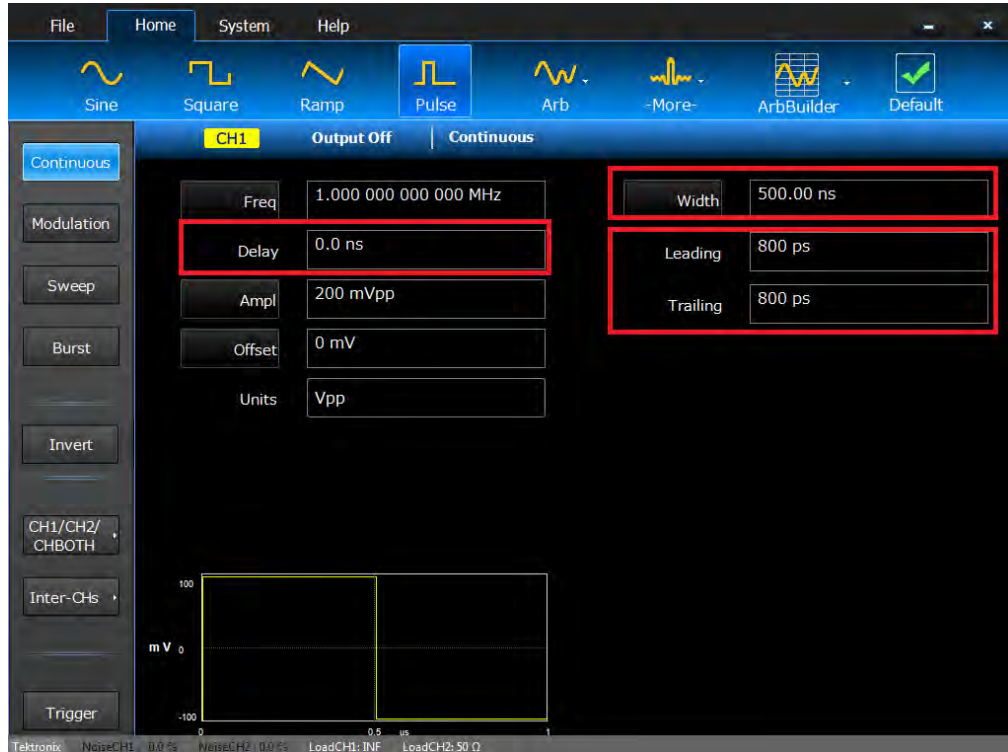
产生连续波形

连续运行模式将发生器设为连续输出信号。这是默认运行模式。

产生脉冲波形

1. 从 Home (主页) 选项卡顶部选择 Pulse (脉冲) 函数 。
2. 从左侧栏菜单中选择 Continuous (连续) 运行模式。
3. 要更改频率, 请单击旁边的数字字段。
4. 单击 Duty (占空比) 将参数更改为 Width (宽度)。
5. 单击 Leading (上升) 和 Trailing (下降) 旁的数字字段。

6. 可通过单击 Delay（延迟）旁的数字字段以及按需调整参数设置 Lead Delay（上升延迟）。也可通过按 Phase/Delay（相位/延迟）快捷按钮  选择 Lead Delay（上升延迟）。
7. 按前面板 Ch1 On（Ch1 打开）按钮   启用输出。
8. 观察示波器屏幕上显示的脉冲波形。



脉冲波形公式

以下公式适用于脉冲波形的上升边沿时间、下降边沿时间、脉冲周期和脉冲宽度。

$lEdge$ (上升边沿时间)

$tEdge$ (下降边沿时间)

最大上升边沿时间。 此值为每个实例中三者的最小值。

$$Temp1 = 0.8 * 2.0 * width - tEdge;$$

$$Temp2 = (period - width) * 0.8 * 2.0 - tEdge;$$

$$Temp3 = 1000 \text{ s.}$$



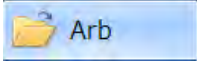
最大下降边沿时间。 此值为每个实例中三者的最小值。

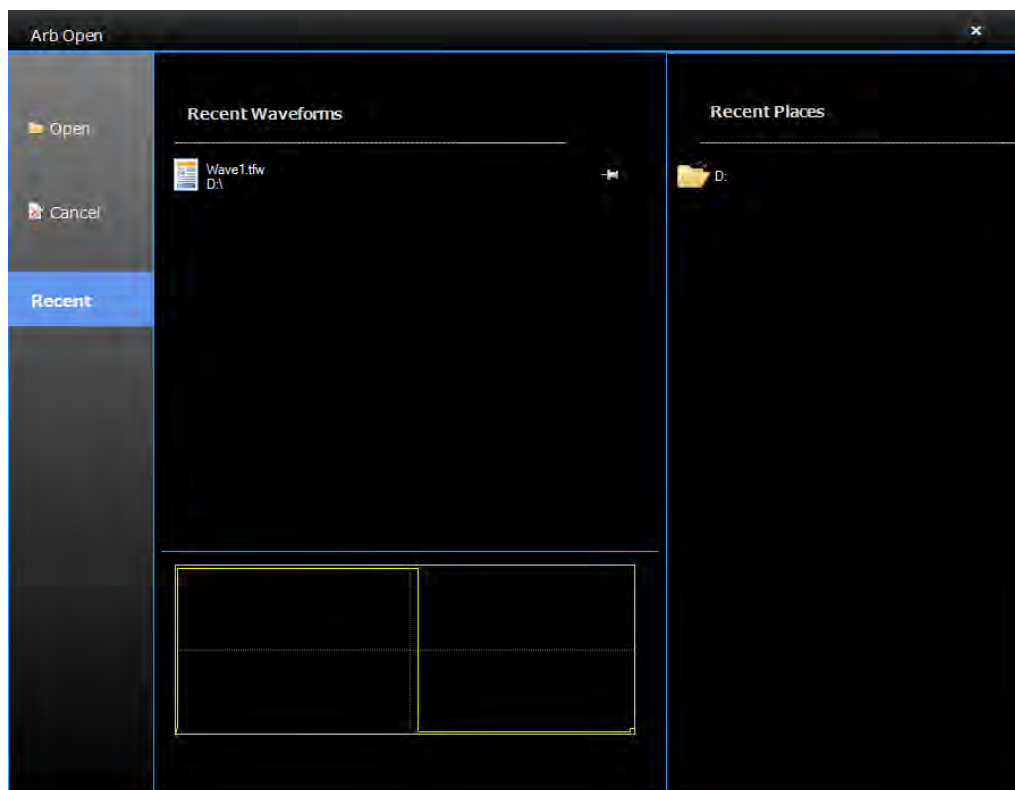
$$Temp1 = 0.8 * 2.0 * width - lEdge;$$


$$Temp2 = (period - width) * 0.8 * 2.0 - lEdge;$$

$$Temp3 = 1000 \text{ s.}$$

产生任意波形




1. 从 Home (主页) 选项卡选择 Arb (任意) 函数 。
2. 从 Arb (任意) 下拉菜单选择 ArbBuffer  调出先前内部任意波形或选择 Arb  调出储存的任意波形。



3. 还可通过按前面板 Arb 按钮  调出波形。
4. 默认的内部任意波形为 Sine (正弦波)。



产生噪声和直流

1. 通过单击 Home（主页）选项卡顶部的 More（更多） 选择 Noise（噪声）函数 。
2. 您可以设置噪声的波形参数。
3. 选择 DC（直流） 显示直流参数。



快速提示


- 不能对噪声或直流波形进行调制、扫频或脉冲操作。

产生突发波形

可以用标准波形（如正弦波、方波、锯齿波、脉冲或任意波形）输出突发脉冲。该仪器让您能够使用触发和选通脉冲模式，如下所示：

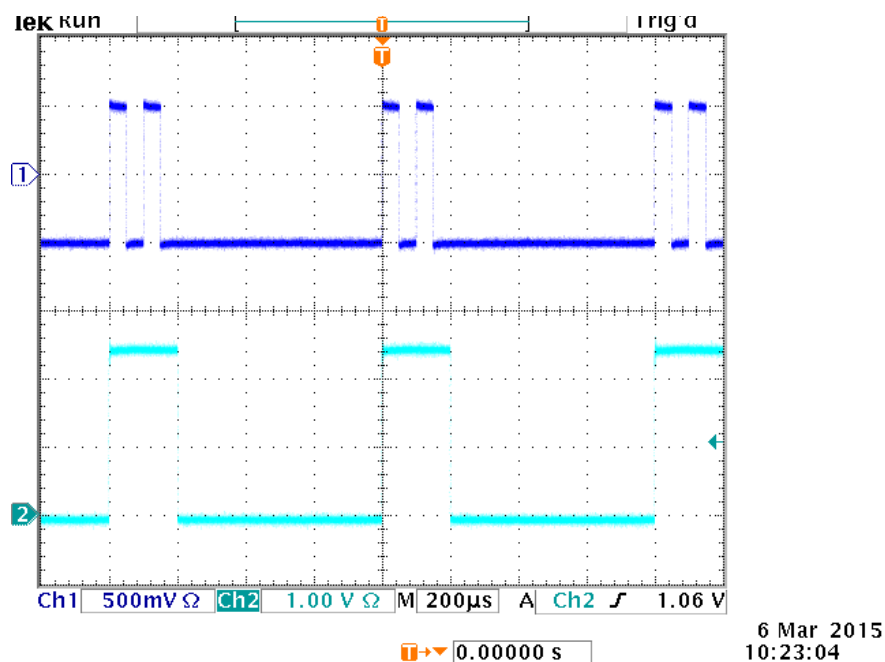
产生触发脉冲波形

当仪器从内部触发源、外部触发源、远程命令或手动触发按钮收到触发输入后，即输出指定数量（脉冲数）的波形周期。

1. 从 **Home**（主页）选项卡顶部选择 **Pulse**（脉冲）函数 。
2. 从左侧栏菜单中选择 **Burst**（突发）运行模式。
3. 确认选择了 1-Cycle（1 个周期）、N-Cycle（N 个周期）或 Inf-Cycle（无限周期），这意味着启用了已触发脉冲模式。要产生双脉冲，请将 **Mode**（模式）设为 N-Cycles（N 个周期），并将突发计数设为 2。



4. 双脉冲和触发器输出信号示例如下所示




产生选通脉冲波形

当外部施加了有效的选通信号、按下了手动触发按钮、应用了远程命令或处于已选内部触发间隔的 50% 范围内，这将输出连续波形。

在选通脉冲模式中，是否产生输出取决于内部选通信号或施加在前面板 Trigger Input（触发器输入）连接器上的外部信号。当选通信号为真时或按前面板 Force Trig（强制触发）按钮后，仪器将输出连续波形。

1. 从左侧栏菜单中选择 **Burst（突发）** 运行模式。
2. 在 **Mode（模式）** 中选择 **Gate（选通）**，这意味着选通脉冲模式已启用。
3. 从 **Source（源）** 下拉菜单中选择 **Manual（手动）** 以启用手动触发器。



4. 单击 **Trigger (触发器)** 按钮  或按前面板 **Force Trig (强制触发)** 按钮 。
5. 观察示波器屏幕上显示的选通脉冲波形。

快速提示

- 使用前面板快捷按钮快速选择波形参数。
- 仪器提供下列三种脉冲模式触发源：
 - 内部或外部触发信号。
 - 手动触发（强制触发）。
 - 远程命令。
- 一旦选择了 Gate（选通），脉冲个数参数就被忽略。

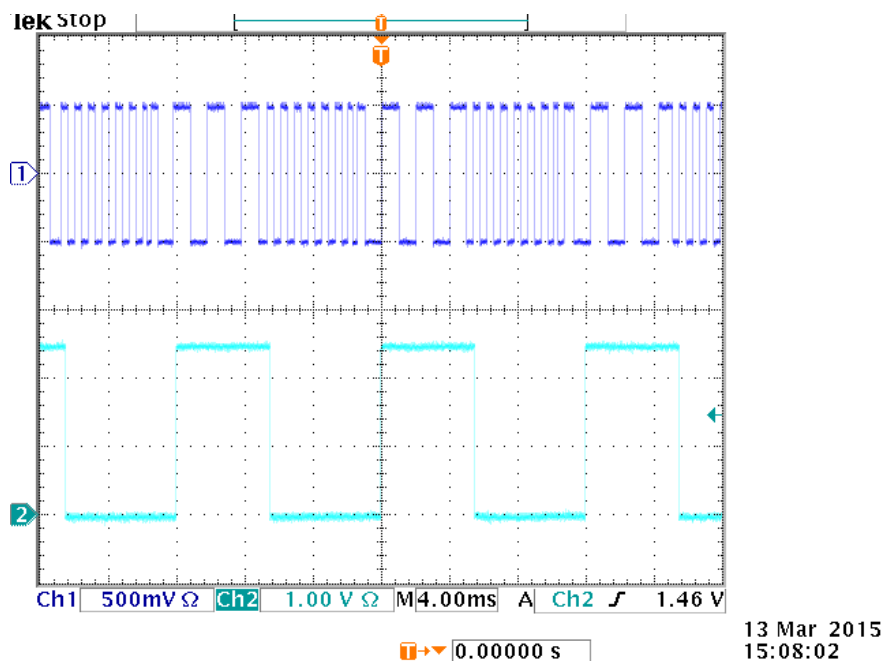
扫描波形

扫描输出波形，其中，输出信号频率因线性、对数、上升和用户定义的扫描类型而异。您可以设置如下 Sweep（扫描）参数：

- 开始频率：频率扫描开始值。
 - 停止频率：频率扫描停止值。
 - 扫描时间：影响测量的长度（时间）。
 - 返回时间：表示从停止频率到开始频率的时间。
 - 中心频率：开始频率和停止频率间的中间频率。
 - 频宽：频率显示边界。
 - 保持时间：在达到终止频率后频率必须保持稳定的时间。
1. 从 **Home（主页）** 选项卡顶部选择波形函数。
 2. 从左侧栏菜单中选择 **Sweep（扫描）** 运行模式。
 3. 根据需要指定 **Start（开始）** 频率、**Stop（停止）** 频率、**Sweep（扫描）** 时间、**Hold（保持）** 时间和 **Return（返回）** 时间。单击 **Start（开始）** 频率按钮，会切换至 **Center（中心）** 频率。单击 **Stop（停止）** 频率按钮，会切换至 **Span（频宽）** 频率。
 4. 单击扫描 **Mode（模式）** 字段，然后选择 **Trigger（触发）** 或 **Repeat（重复）**。
 5. 从 **Source（源）** 下拉菜单选择触发源。



6. 这是一个示波器显示内容的示例。顶部是一个扫描波形的例子。底部是一个触发输出信号。



快速提示

- 对于频率扫描，可选择正弦波、方波、锯齿波、其他或任意波形。不能选择脉冲、直流或噪声波形。
- 一旦选择了扫描，就从扫描初始频率到扫描终止频率进行频率扫描。

- 如果初始频率低于终止频率，仪器会从低频向高频扫描。
- 如果初始频率高于终止频率，仪器会从高频向低频扫描。
- 如果需要在选择其它菜单后返回 Sweep（扫描）菜单，请再按一次前面板 Sweep（扫描）按钮。

调制波形

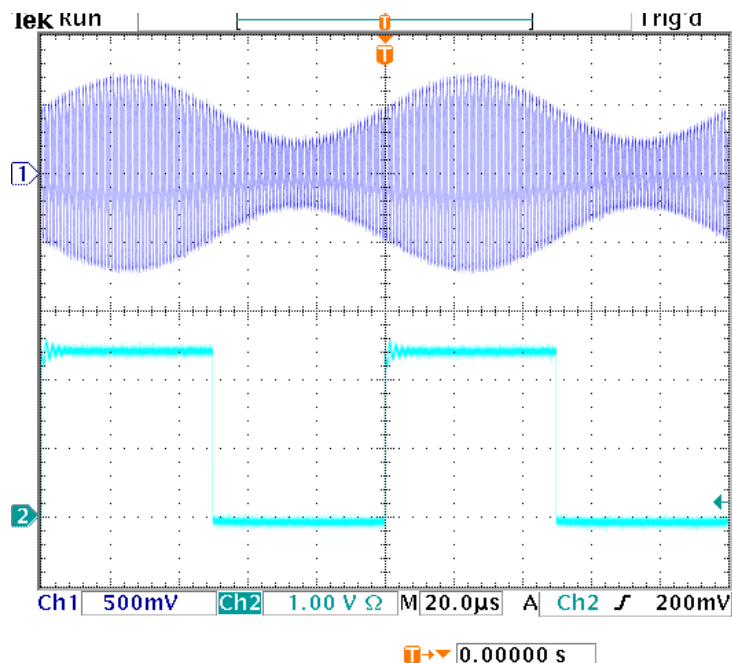
输出 AM 波形

调幅 (AM) 是改变载波幅度的一种技术。

1. 从 **Home**（主页）选项卡顶部选择波形函数。这将是载波。
2. 从左侧栏菜单中选择 **Modulation**（调制）运行模式。
3. 单击 **Type**（类型）字段，然后从下拉菜单中选择 **AM**，将调制类型指定为 AM。



4. 选择调制源、设置调制频率、选择形状，并设置调制深度。
5. 这是一个示波器屏幕上显示的幅度调制波形的例子。



快速提示

- 您能够以相同的方式输出频率调制 (FM) 或相位调制 (PM) 波形。不能选择脉冲、噪声或直流作为载波。
- 可以选择内部或外部信号作为 AM 信号源。如果选择外部信号源并将调制深度设为 120%，那么当在后面板 Ext Mod Ch1 In（外部调制通道 1 输入）或 Ext Mod Ch2 In（外部调制通道 2 输入）连接器上施加 ±1 V_{p-p} 信号时，输出将达到最大幅度。
- 您可以从内部存储器或本地/USB 存储器选择调制形状。
- 下列公式表示 AM、FM 以及 PM 调制的输出幅度（在该示例中，正弦波形用于载波和调制波形）：

AM: 输出 $(V_{p-p}) = \frac{A}{2.2} \left(1 + \frac{M}{100} \sin(2\pi f_m t) \right) \sin(2\pi f_c t) \left(1 + \frac{M}{100} \sin(2\pi f_m t) \right)$

FM: 输出 $(V_{p-p}) = A \sin(2\pi (f_c + D \sin(2\pi f_m t)) t)$

PM: 输出 $(V_{p-p}) = A \sin(2\pi f_c t + 2\pi \frac{P}{360} \sin(2\pi f_m t))$

| | |
|---------|-----------------------|
| 载波幅度 | A [V _{p-p}] |
| 载波频率 | f _c [Hz] |
| 调制频率 | f _m [Hz] |
| 时间 | t [sec] |
| AM 调制深度 | M [%] |
| FM 偏差 | D [Hz] |
| PM 偏差 | P [度] |

- 下表显示 AM 调制波形的调制深度与最大幅度之间的关系（选择内部调制源）：

| 深度 | 最大幅度 |
|------|-----------------------|
| 120% | $A (V_{p-p})$ |
| 100% | $A (V_{p-p}) * 0.909$ |
| 50% | $A (V_{p-p}) * 0.682$ |
| 0% | $A (V_{p-p}) * 0.455$ |

输出 FSK 波形

频移键控 (FSK) 调制是一种使输出信号频率在两个频率（载频和跳频）间切换的调制技术。AWG4162 产生相位连续 FSK 信号。

1. 按照输出 AM 波形程序中叙述的步骤显示调制类型下拉菜单。（请参阅[调制波形](#)。）在本例中，选择 **FSK** 作为调制类型。
2. 会出现 FSK 参数设置屏幕。选择 Internal（内部）或 External（外部）作为 **FSK Source（FSK 源）**。
3. 如果选择 Internal（内部），可以设置 **FSK Rate（FSK 速率）**。如果选择 External（外部），**FSK Rate（FSK 速率）** 将被忽略。



4. 设置 Hop Frequency (跳频)。载波频率以指定的 FSK 速率转移到跳频, 再返回原频率。

输出 PSK 波形

相移键控 (PSK) 调制是一种使输出信号相位在两个相位 (载波相位和跳跃相位) 间切换的调制技术。


1. 按照[输出 AM 波形](#)程序中叙述的步骤显示调制类型下拉菜单。(请参阅[调制波形](#)。) 在本例中, 选择 **PSK** 作为调制类型。
2. 会出现 PSK 参数设置屏幕。选择 Internal (内部) 或 External (外部) 作为 **PSK Source (PSK 源)**。
3. 如果选择 Internal (内部), 可以设置 **PSK Frequency (PSK 频率)**。如果选择 External (外部), **PSK Frequency (PSK 频率)** 将被忽略。



4. 设置 Hop Phase (跳跃相位)。载波相位以指定 PSK Frequency (PSK 频率) 转移到 Hop Phase (跳跃相位), 再返回原相位。

输出 PWM 波形

按照以下步骤输出 PWM 波形。

1. 从 Home (主页) 选项卡顶部选择 Pulse (脉冲) 函数 ，以显示脉冲参数设置屏幕。
2. 从左侧菜单栏中选择 Modulation (调制) 运行模式，调制类型将自动被指定为 PWM。选择 PWM Source (PWM 源)。

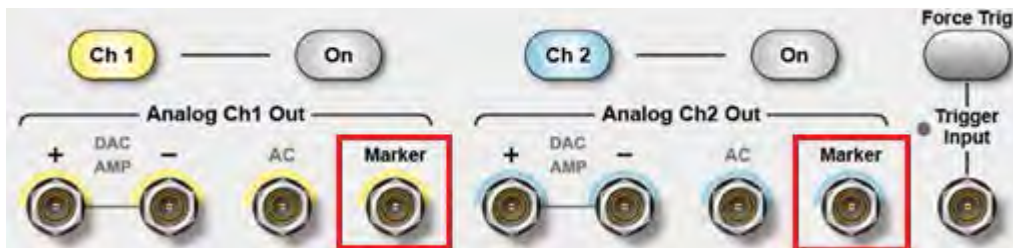


3. 设置 PWM Frequency (PWM 频率)、选择调制形状，并设置 Deviation (偏差) (脉冲宽度偏差)。

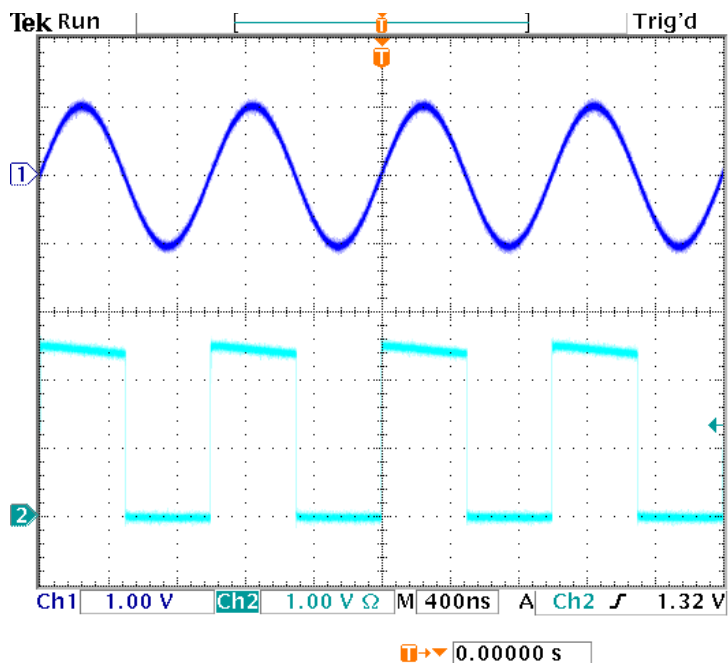
标记输出

仪器的标记输出信号分别与在两个通道中所选择的运行模式和函数有关。

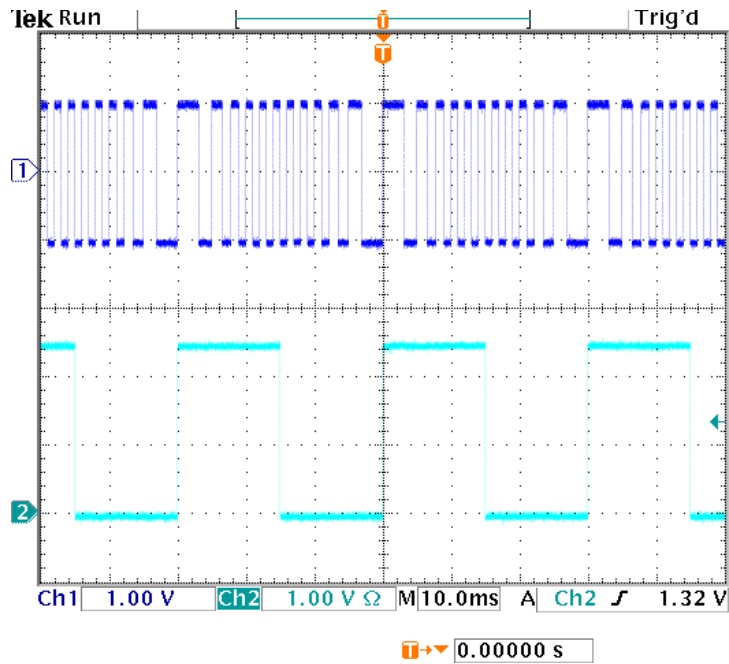
1. 连接前面板标记输出连接器和示波器外部触发输入连接器。标记输出连接器提供示波器触发信号。



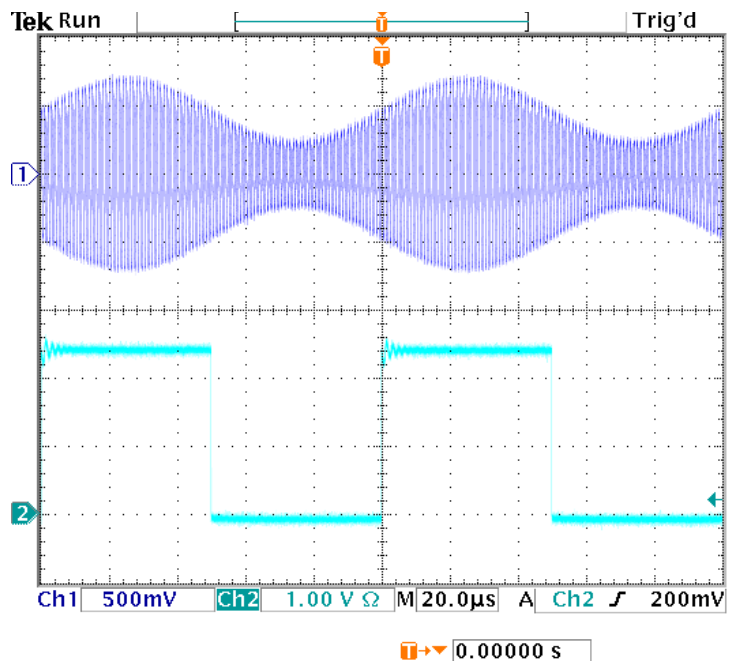
2. 连续模式：标记输出为方波，每个波形周期以上升边沿开始。如果输出频率高于 156.25 MHz，则将应用某些限制。请参阅下面的“快速提示”。



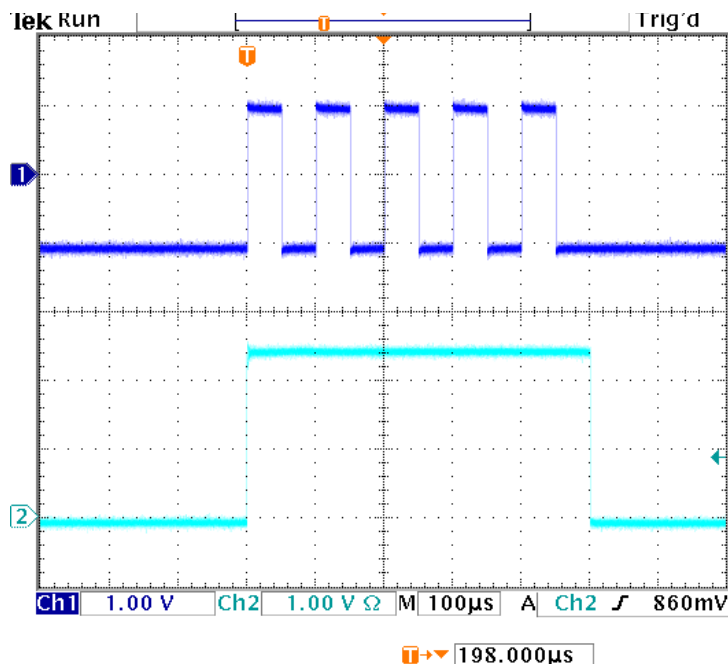
- 3. 扫描模式：如果选择 Repeat（重复）或 Trigger（触发）扫描模式和触发源，则标记输出为方波，每次扫描从上升边沿开始。



- 4. 调制模式：如果选择内部调制源，则标记输出为方波，其频率与调制信号频率相同。如果选择外部调制源，则将禁用标记输出。



5. 突发模式：如果选择内部触发源，则标记输出为方波，每个脉冲周期以上升边沿开始。如果选择外部触发源，则在触发输入频率较高时，标记输出频率也较高。



快速提示

- 标记输出和模拟输出 (AO) 间的频率关系：

| 起始频率 | 终止频率 | 标记频率 |
|---------|---------|-------------------|
| 0 | 100 MHz | 标记 $f = AO f$ |
| 100 MHz | 200 MHz | 标记 $f = AO f / 2$ |
| 200 MHz | 400 MHz | 标记 $f = AO f / 4$ |
| 400 MHz | 600 MHz | 标记 $f = AO f / 8$ |

注释： 标记输出信号的最大频率为 156.25 MHz。

注释： 如果选择 External (外部) 作为调制源，则仪器在输出调制波形时无法输出 Marker Out (标记输出) 信号。

- 仪器提供下列三种脉冲模式触发源：
 - 内部或外部触发信号。
 - 手动触发 (强制触发)。
 - 远程命令。

调整两个通道信号的参数

对齐相位

AWG4162 用相位连续法更改频率。更改一个通道的频率将影响这两个通道之间的相位关系。

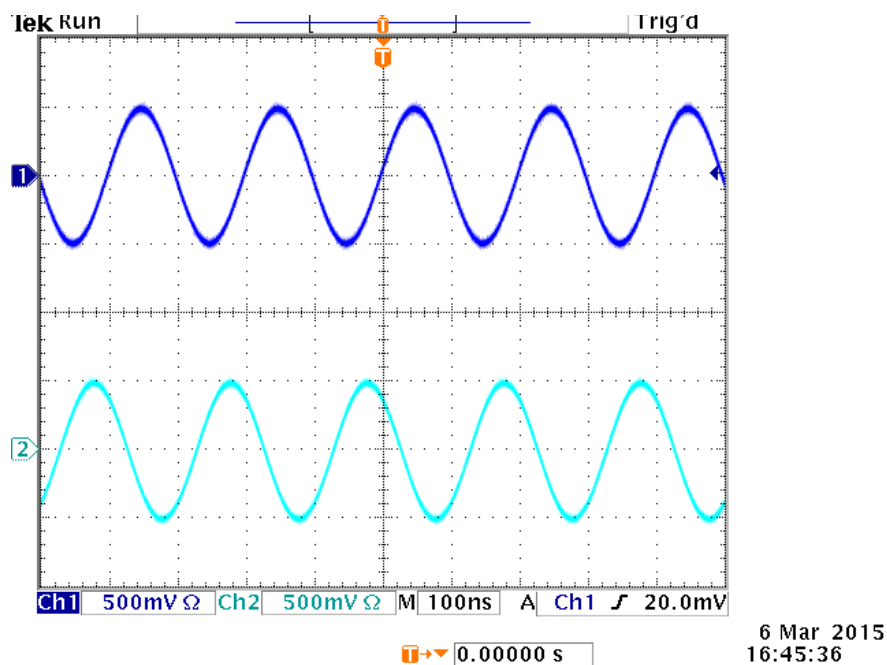
例如，仪器正在为 CH1 和 CH2 生成一个 5 MHz 的正弦波形，并且这两个通道之间的相位已调整。如果将 CH2 频率更改为 10 MHz，然后改回 5 MHz，则 CH2 相位不会返回至其初始状态。要调整这两个通道之间的相位关系，必须先停止信号生成，然后重新启动。该仪器备具有“对齐相位”功能，可调整相位关系。

1. 设置仪器以在 5 MHz 下为 CH1 和 CH2 产生连续正弦波。确认两个通道的相位都设为 0 度。

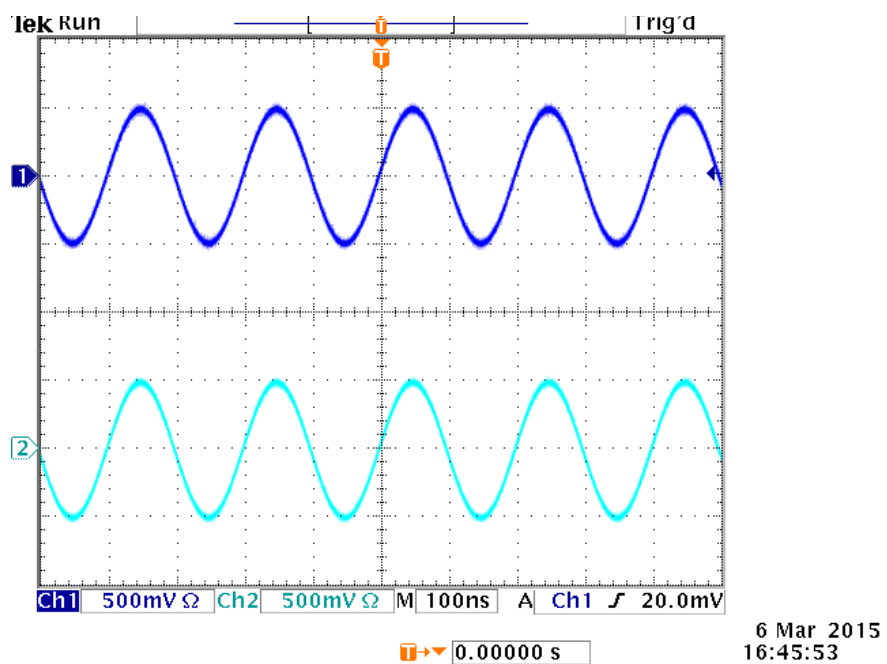


2. 通过单击 CH1/CH2/CHBOTH 按钮和选择 CHBOTH 一次性查看这两个通道。

- 3. 将 CH1 频率更改为 10 MHz，然后改回 5 MHz。在此状态下，CH2 相位不会返回其初始状态。



- 4. 要对齐两个通道信号的相位，请按 Inter-CHs 按钮并选择 Align Phase (对齐相位)。仪器将停止信号产生、调整两个通道的相位，然后自动重新开始信号产生。



匹配幅度

要将 CH1 幅度和 CH2 幅度设为相同电平，请按照以下步骤操作：

1. 要将两个通道设为相同幅度，则选择具有所需幅度的通道。在状态区域中，所选通道周围将有一个彩色矩形框。



2. 单击 **Inter-CHs** 按钮，然后选择 **Amplitude CH1=CH2（幅度 CH1=CH2）**。该仪器将停止信号产生、将两个通道的幅度设为匹配所选通道，然后自动重新开始信号产生。

匹配频率/周期

要将 CH1 频率和 CH2 频率设为相同电平，请按照以下步骤操作：

1. 要将两个通道设为相同频率，则选择具有所需频率的通道。在状态区域中，所选通道周围将有一个彩色矩形框。



2. 单击 **Inter-CHs** 按钮，然后选择 **Frequency CH1=CH2**（频率 CH1=CH2）。该仪器将停止信号产生、将两个通道的频率设为匹配所选通道，然后自动重新开始信号产生。

设置负载阻抗

AWG4162 的输出阻抗为 $50\ \Omega$ （在单端输出的情况下）。如果连接的负载不是 $50\ \Omega$ ，则显示的幅度、偏置和高/低值都不同于输出电压。要使显示的值与输出电压相同，需按照以下步骤设置负载阻抗：

1. 选择 **System**（系统）选项卡，然后从左侧栏菜单中选择 **Setting**（设置）。
2. 单击所需通道中的 **Load**（负载）查看下拉菜单。
3. 要调整负载阻抗，请选择下列选项之一：
 - **50**，将负载阻抗设为 $50\ \Omega$ 。
 - **High Z**(高阻抗)，将负载阻抗设为近似为无限。如果指定的输出幅度单位为 dBm，则选择高阻抗后，幅度单位设置会自动变为 Vpp。
 - **Custom**（自定义），可以将负载阻抗设为 $1\ \Omega$ 至 $1\ \text{M}\Omega$ 间的值。
4. 负载值显示在 **Status**（状态）菜单中。

快速提示

- 负载阻抗应用于幅度、高/低电平和 VOVM 设置。

设置 VOCM

VOCM 即 + 和 - 通道间的“电压输出共模”。在差分输出的情况下，负输出直流 VOCM 的值与正输出直流 VOCM 的值相同。

1. 选择 System (系统) 选项卡，然后从左侧栏菜单中选择 Setting (设置)。
2. 单击所需通道内的 VOCM 旁的数字字段。

快速提示

- VOCM 与幅度设置无关。
- VOCM 的最大值与负载阻抗相关，具体如下：


| | AWG4162 |
|----------------|---------------|
| (50ohm 负载, 单端) | -2.5V ~ +2.5V |
| (高阻抗负载, 单端) | -5V ~ +5V |

反转波形极性

您可使用左侧栏菜单上的 Invert (反转) 按钮反转发生波形的极性。以下示例说明如何将反转功能与连续正弦波结合使用以获得差分信号。

1. 设置仪器以在 CH1 上产生连续正弦波。
2. 将 CH1 的频率设为所需值。
3. 单击 CH1/CH2/CHBOTH 按钮并选择 CHBOTH，以同时查看 CH1 和 CH2。
4. 单击 Inter-CHs 按钮并选择 Frequency CH1=CH2 (频率 CH1=CH2) 以将 CH2 频率设为与 CH1 相匹配。
5. 单击 CH2 状态栏中的 CH2。
6. 单击左侧栏上的 Invert (反转) 按钮，然后您会发现，CH2 波形开始反转。




7. 按前面板 Ch1 On (Ch1 打开) 按钮  启用输出。

快速提示

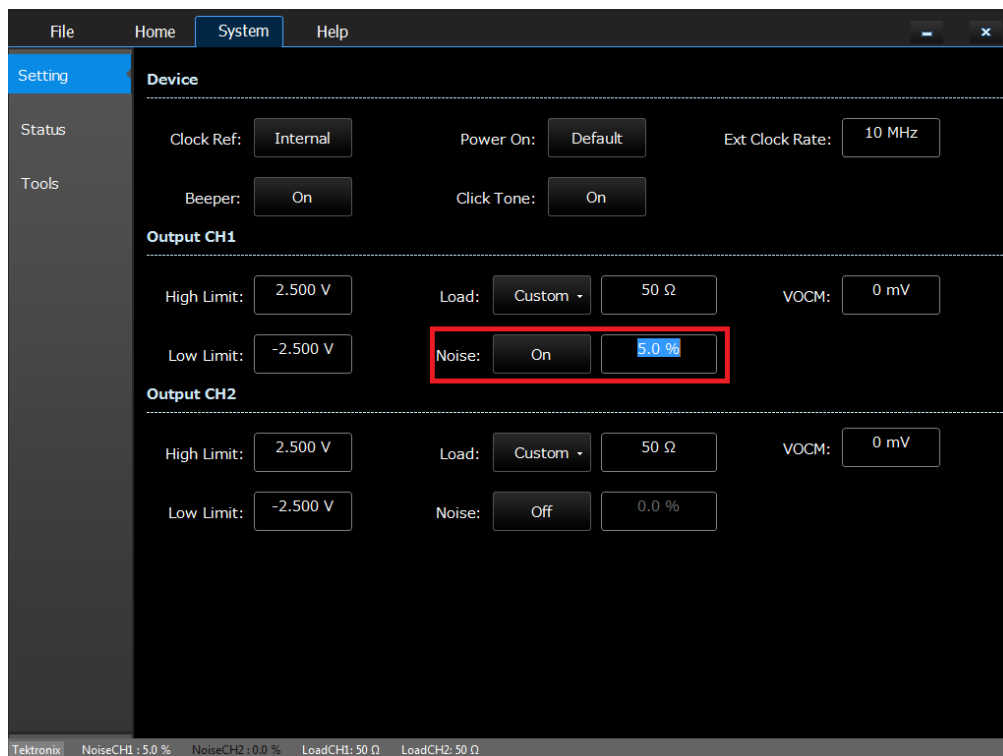
- 请参阅[快速提示：有关开始产生此波形的快速提示](#)，请参阅[如何产生正弦波](#)主题。
- 要了解有关如何快速设置一个通道的频率以匹配另一个通道的更多信息，请参阅[调整两个通道信号的参数](#)主题。

增加噪声

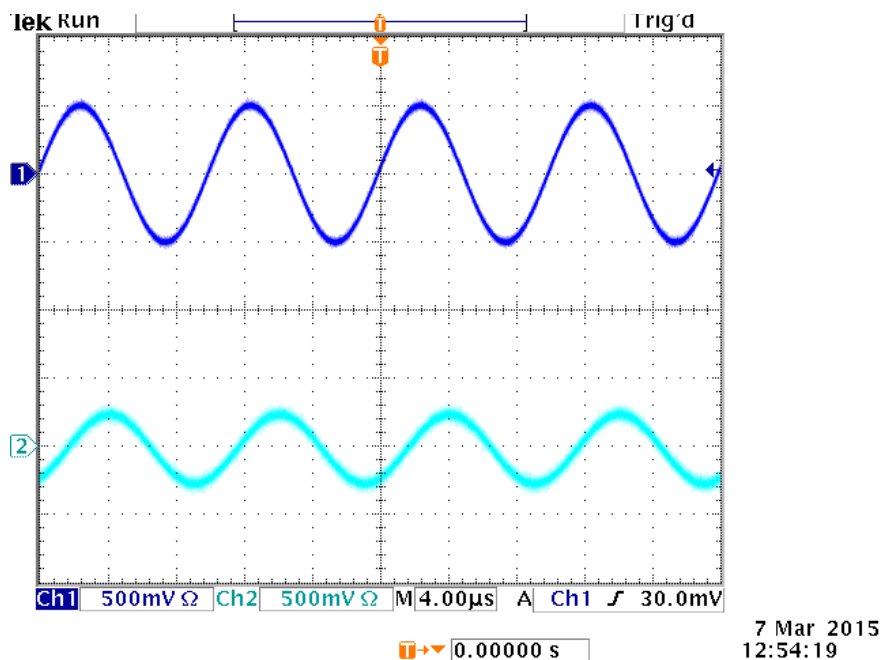
您可使用如下程序将内部噪声信号添加至波形。在本例中，使用连续正弦波形。

1. 从 Home (主页) 选项卡顶部选择 Sine (正弦波) 函数 。
2. 从左侧栏菜单中选择 Continuous (连续) 运行模式。
3. 选择 System (系统) 选项卡，然后从左侧栏菜单中选择 Setting (设置)。
4. 单击所需通道中 Noise (噪声) 旁的 On/Off (打开/关闭) 按钮以打开噪声增加功能。
5. 单击 AWG4162 上 Noise (噪声) 参数旁的数字字段，并按需调整。若噪声 Off (关闭)，则无法修改 Noise Level (噪声电平)。

6. 观察显示在示波器屏幕上的波形增加噪声。




7. 顶部波形即增加噪声前的波形。底部波形即增加噪声后的波形。要避免噪声增加导致的溢出，输出信号的幅度会自动减半。

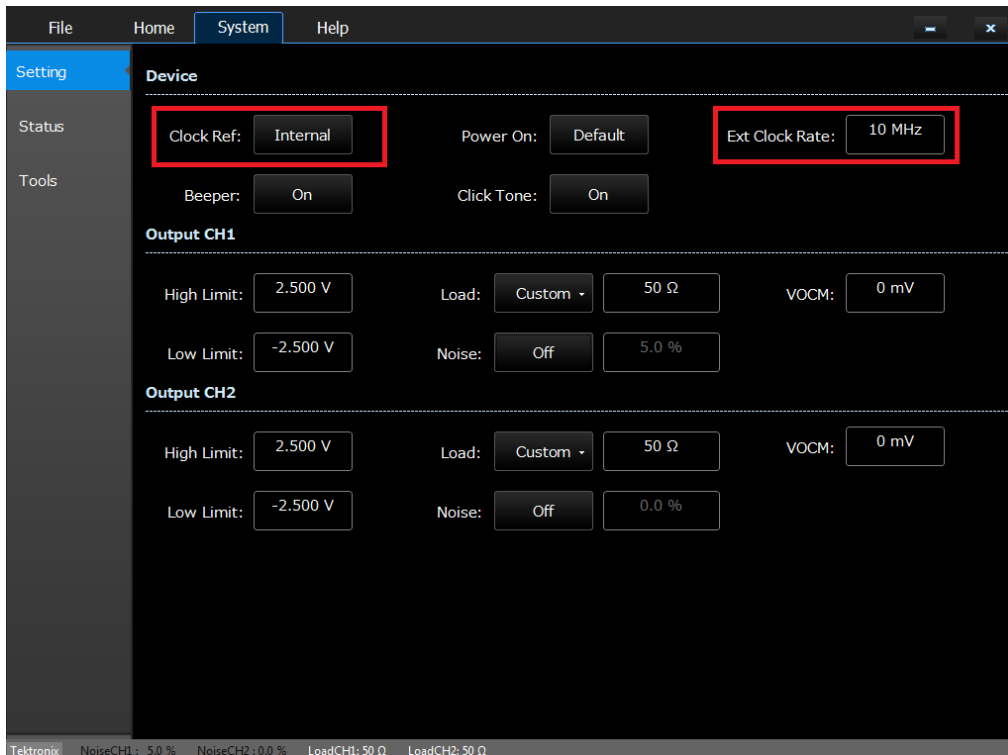


参考时钟输入

1. AWG4162 后面板上设有参考时钟输入 (Ref Clk In) 和参考时钟输出 (Ref Clk Out) 连接器。



2. 仪器可以使用内部或外部源作为参考时钟。要选择参考时钟，请按前面板 **Utility** (辅助功能) 按钮 ，然后从左侧栏菜单中选择 **Setting** (设置)。
3. 单击 **Clock Ref** (时钟参考) 可在 Internal (内部) 和 External (外部) 之间切换。




快速提示

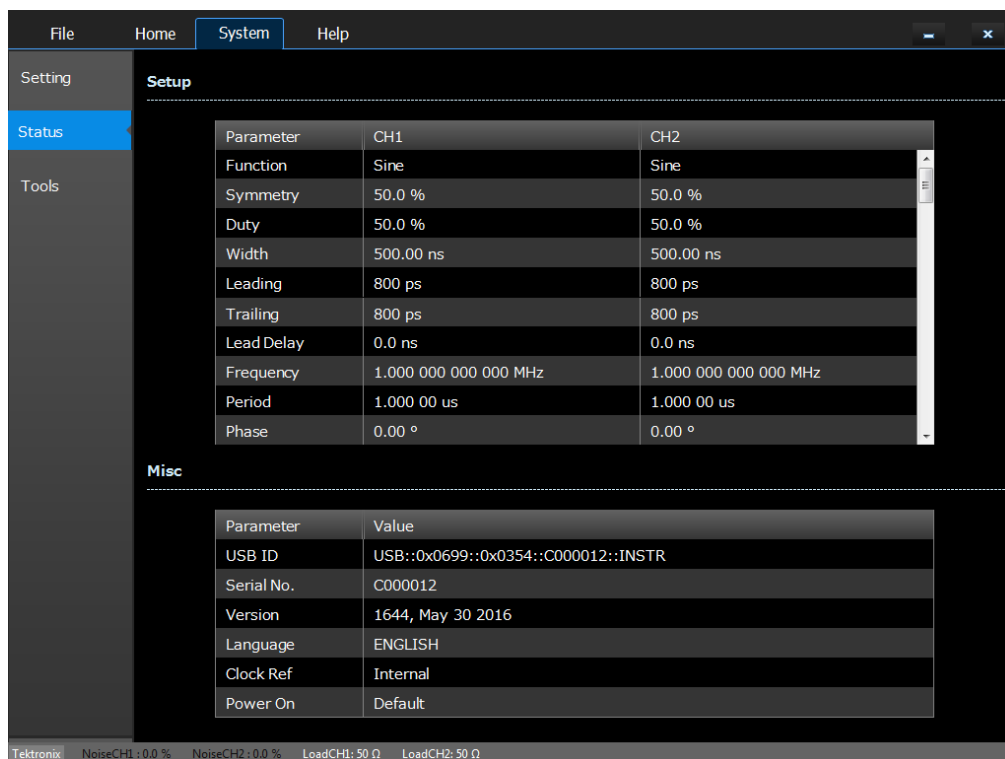
- 仪器可以使用内部源或外部源作为参考时钟。当内部参考被激活时，后面板 Ref Clk Out (参考时钟输出) 连接器上输出 10 MHz 的参考时钟。
- 当参考时钟输入被激活时，后面板 Ref Clock Input (参考时钟输入) 连接器用作外部参考时钟输入。

辅助功能菜单

按前面板 **Utility (辅助功能)** 按钮显示 **System (系统)** 选项卡。通过 **System (系统)** 选项卡可访问仪器所使用的辅助功能，如系统相关菜单、自校准和自诊断。

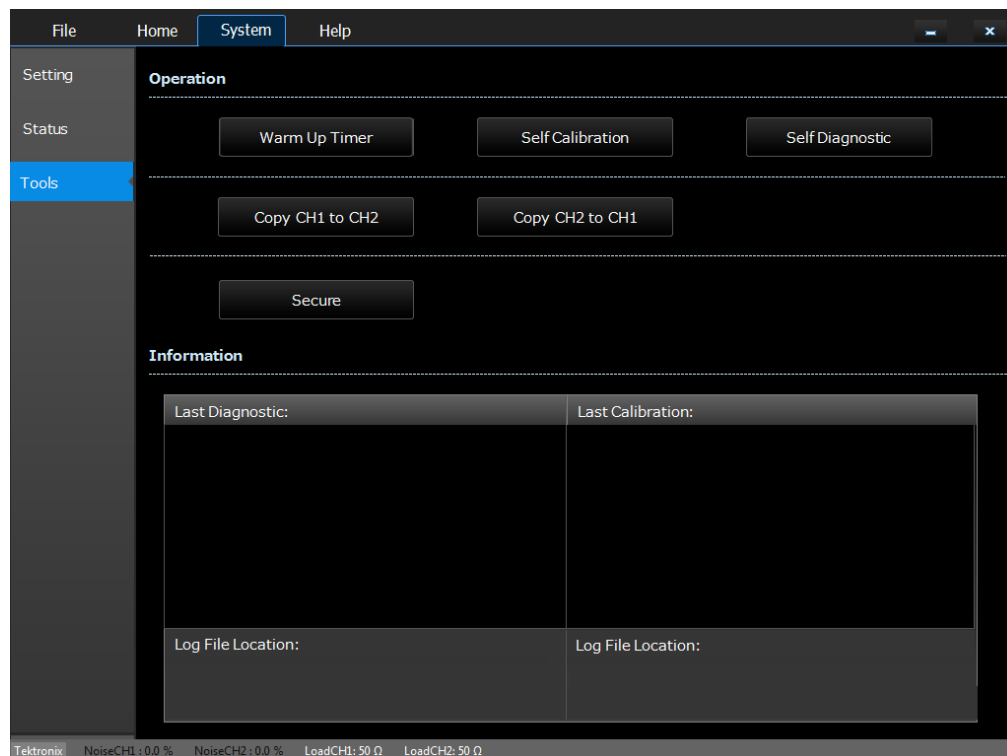
1. 按前面板 **Utility (辅助功能)** 按钮  显示 **System (系统)** 选项卡。从左侧栏菜单中选择 **Setting (设置)** 以显示系统相关菜单。
2. **参考时钟** (请参阅[参考时钟输入](#)。)
3. 可选择仪器 **Power On (开机)** 设置。
4. 若将 **Clock Ref (参考时钟)** 源选为 **External (外部)**，则可修改 **Ext Clock Rate (外部时钟频率)**。
5. 单击 **Beeper (蜂鸣器)**，将蜂鸣声切换到 **Off (关)** 或 **On (开)**。
6. 单击 **Click Tone (单击音调)**，将单击音调切换到 **Off (关)** 或 **On (开)**。
7. 您可修改所需通道的 **High Limit (上限)** 和 **Low Limit (下限)**。
8. **Load (负载)** 阻抗。(请参阅[设置负载阻抗](#)。)
9. **Noise (噪声)**。(请参阅[增加噪声](#)。)
10. **VOCM**。(请参阅[设置 VOCM](#)。)

从左侧栏菜单中选择 **Status (状态)** 以显示仪器状态。



从左侧栏菜单中选择 Tools（工具）。

11. Warm Up Timer（暖机定时器）用于计算暖机时间。
12. Self Calibration（自校准）（请参阅[执行仪器自校准和自诊断。](#)）
13. Self Diagnostic（自诊断）。（请参阅[执行仪器自校准和自诊断。](#)）
14. 可通过单击 Copy CH1 to CH2（复制 CH1 至 CH2）或 Copy CH2 to CH1（复制 CH2 至 CH1）将一个通道的波形参数复制至另一通道。
15. Secure（安全）。（请参阅[清除自定义波形文件。](#)）

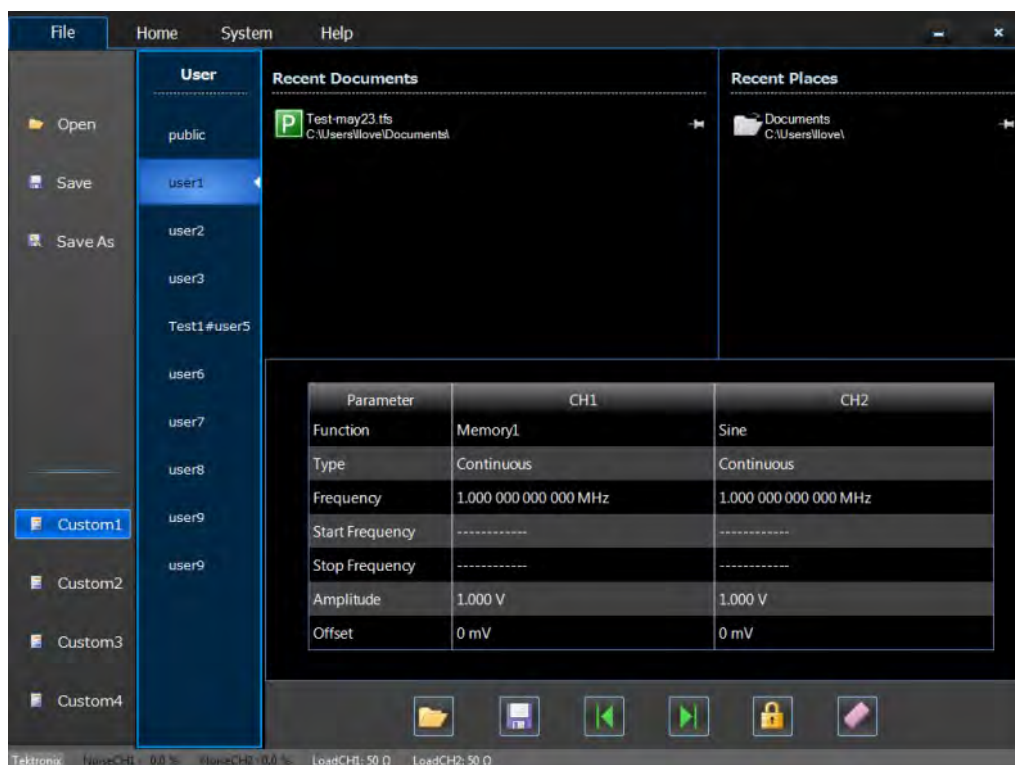


保存/调出自定义设置

最多可在仪器的内部存储器中保存四种自定义设置。可将其保存为 File（文件）选项卡下的 Custom 1（自定义 1）至 Custom 4（自定义 4）。可将更多设置保存至本地磁盘或 USB 存储器设备。


通过 UI 保存自定义设置

1. 单击 File（文件）选项卡。

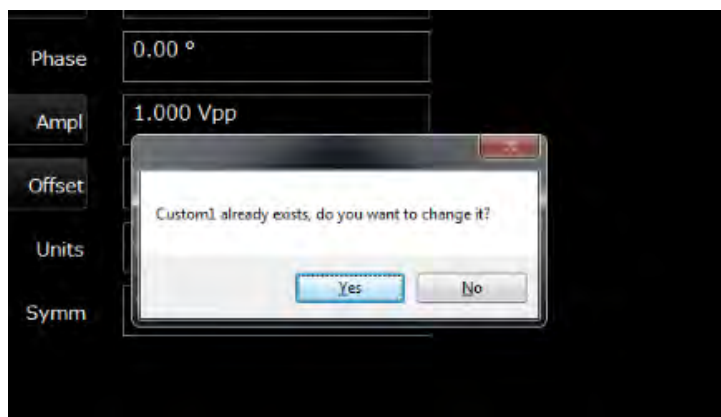


2. 单击要保存的所需 Custom（自定义）按钮。
3. 单击保存图标  以保存。

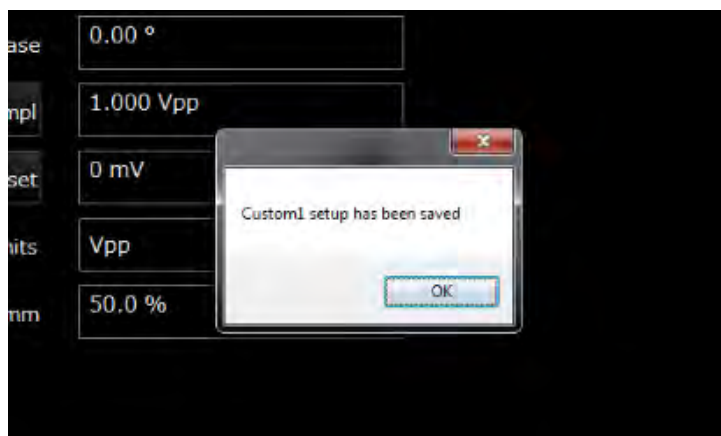
保存前面板自定义设置。

1. 按下前面板文件区域中的 Custom1 按钮 。

2. 若 custom1 文件已存在，则会出现警告对话框。

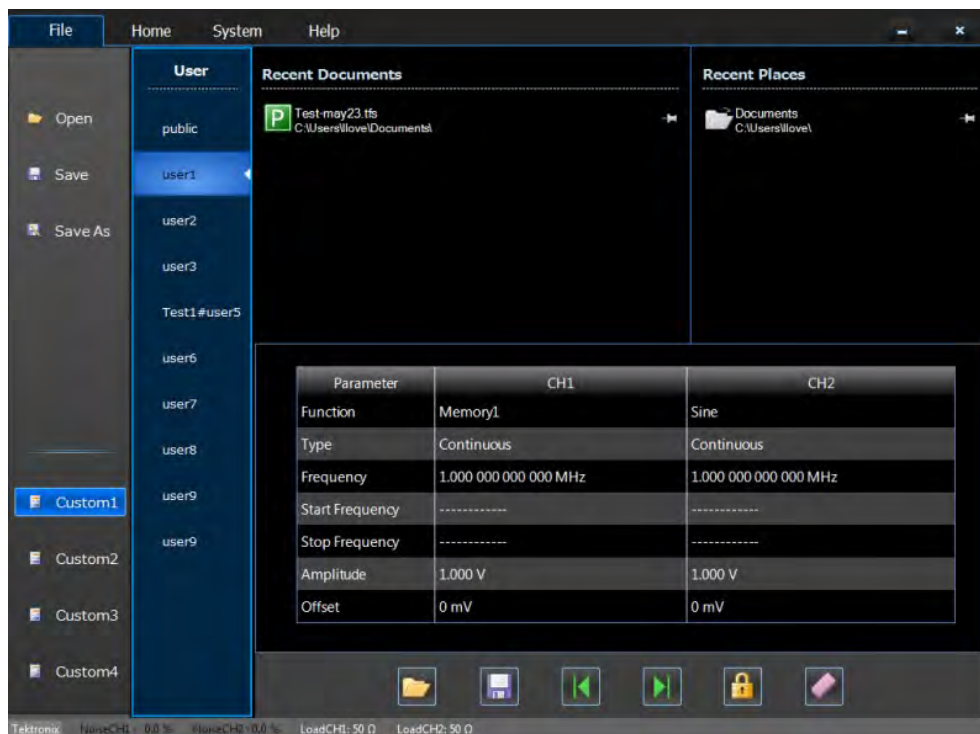


3. 单击 Yes (是)。
4. 信息对话框将显示 “Custom1 setup has been saved” (已保存 Custom1 设置)。




通过 UI 调出自定义设置

1. 单击 **File (文件)** 选项卡。
2. 单击所需 Custom (自定义) 按钮查看波形参数，并确保其为所需波形。所述参数将显示于显示器的下半部分。








3. 单击  加载波形文件。现在，您会在 AWG4162 显示器上看到该波形。

调出前面板自定义设置

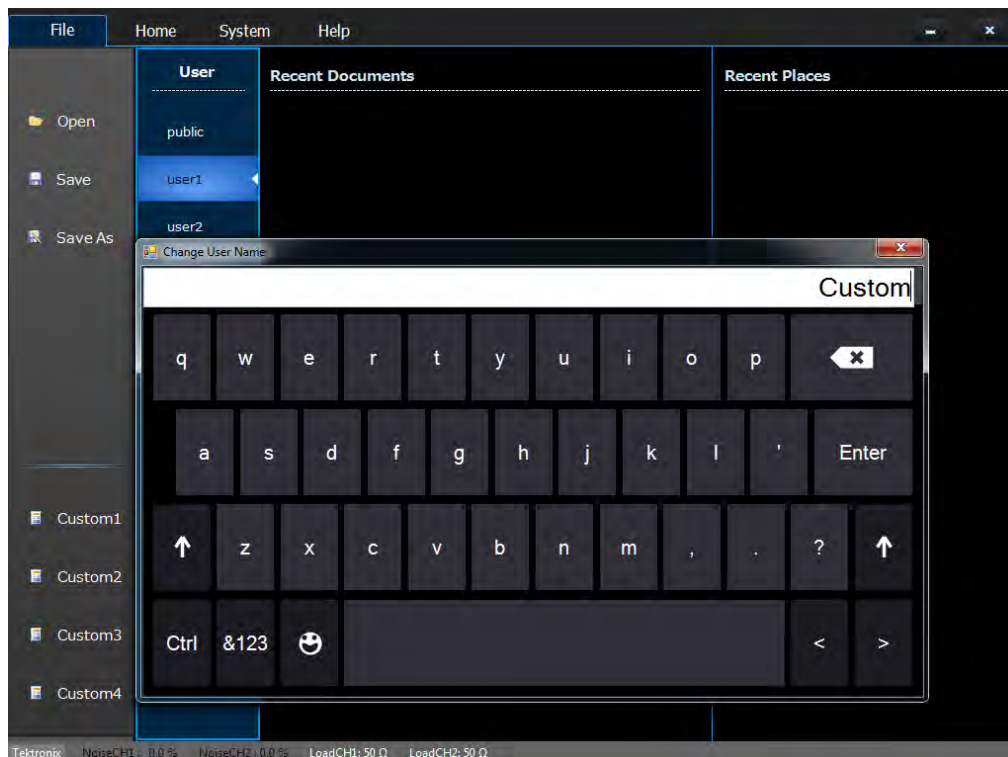
1. 按前面板文件区域中的 **Custom1** 按钮 。
2. 若 custom1 已存在，则会显示 custom1 波形。若 custom1 不存在，则会显示警告对话框。

快速提示

- 单击  可锁定自定义波形文件以防清除或编辑。
- 单击  可清除所选自定义波形文件。
- 单击  可快速导航菜单中的四个可用自定义文件。
- 单击  可打开自定义波形文件。
- 单击  可保存自定义波形文件。

通过 UI 保存/调出不同用户的自定义设置

1. 单击 **File (文件)** 选项卡。
2. 对于不同用户，单击所需 **User (用户)** 按钮查看 **Recent Documents (最近文档)** 和 **Recent Places (最近位置)**。您可双击以重命名用户 1-9。



保存屏幕图像

您可保存仪器的屏幕图像。请执行以下步骤：

1. 设置显示，显示出要保存为图像的屏幕。然后同时按前面板旋钮下面的两个箭头键



2. 屏幕上出现消息，显示屏幕图像已保存。

快速提示

- 图像文件保存路径为：“D:\Tektronix\AWG4000\Basic”
- 图像文件保存为 .BMP 格式。本仪器为仪器生成的所有文件提供默认名称 yyyy-mm-dd-hh-mm-ss.BMP。

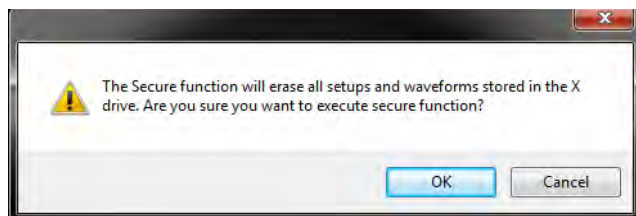
清除自定义波形文件

从内存中清除仪器设置和波形

也可通过以下步骤从仪器内部存储器中清除全部的仪器设置和波形。

注释：通过按基本模式显示右上角的 *Default*（默认）按钮，可随时将仪器恢复到其默认设置而不会清除内存。

1. 单击 **System**（系统）选项卡。
2. 单击右侧栏菜单中的 **Tools**（工具）选项卡。
3. 单击 **Secure**（安全）按钮，将会出现如下对话框。

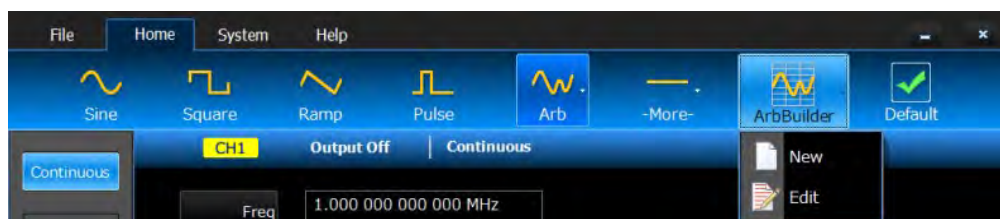


4. 选择 **OK**（确定）清除保存在硬盘 X:\ 中的所有设置和波形，或选择 **Cancel**（取消）取消操作。

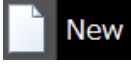
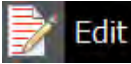

ArbBuilder

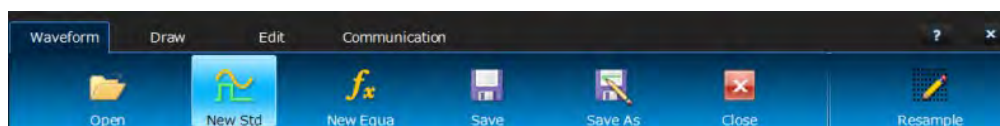
可使用 ArbBuilder 工具创建波形。您可以通过从标准函数列表中进行选择、使用公式编辑器（请参阅[通过公式创建波形](#)。）或绘制波形（请参阅[利用 ArbBuilder 绘制波形](#)。）来创建新波形。

可通过从下拉菜单中选择 **New (新建)**  或 **Edit (编辑)**  从 Home (主页) 选项卡打开 ArbBuilder。

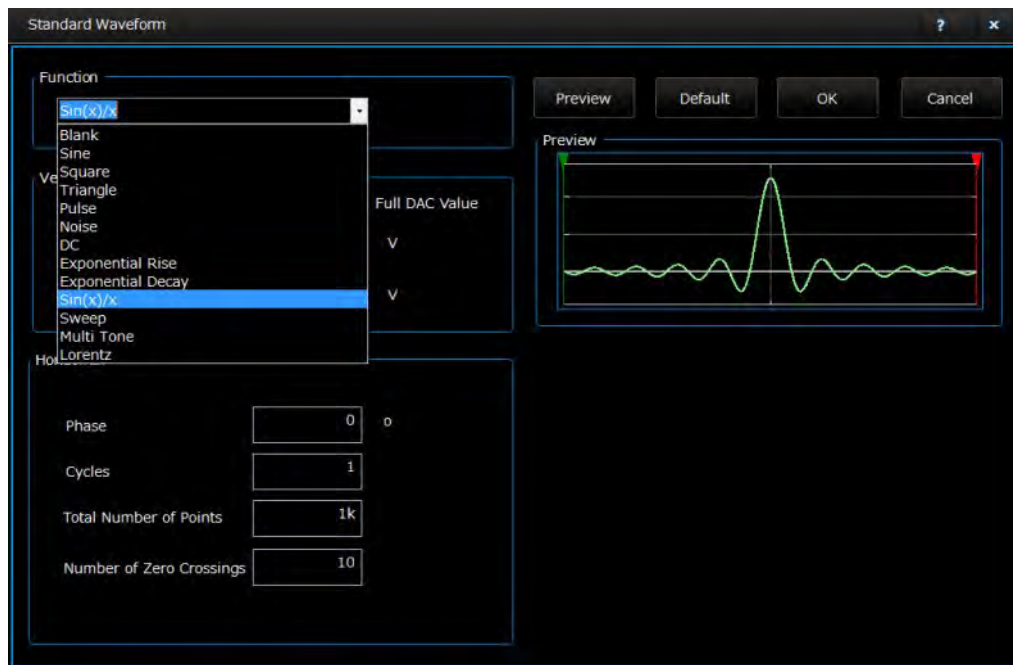







创建标准波形

1. 从 Home (主页) 选项卡中选择 **ArbBuilder (ArbBuilder) > New (新建)**  或 **Edit (编辑)** 。
2. 从 Waveform (波形) 选项卡中选择 **New Std (新标准)** 。



3. 从 **Function (函数)** 下拉菜单中选择标准波形。您可选择正弦波、方波、三角波、脉冲、噪声、直流、指数上升、指数下降、 $\text{Sin}(x)/x$ 、扫描、多音调、洛仑兹波形。
4. 按需调整垂直和水平参数。
5. 单击 **Preview (预览)** 按钮查看波形。



6. 单击 **OK (确定)** 按钮查看波形，或单击 **Cancel (取消)** 取消并退出窗口。
7. 单击 **SAVE (保存)** 按钮  或 **SAVE AS (另存为)** 按钮  保存波形，或单击 **Close (关闭)** 按钮  关闭波形。
8. 单击表格转至通信页。
9. 单击通信选项卡下的 **Send to CH1 (发送至 CH1)**  或 **Send to CH2 (发送至 CH2)**  将该波形发送至通道 1 或通道 2。

通过公式创建波形

可通过公式编辑器产生波形。可使用 ArbBuilder 工具中的此功能。

注释：公式编辑器处理当前工作目录中的所有文件输入和输出。当前工作目录必须具有读写权限，否则公式文件将无法编译。

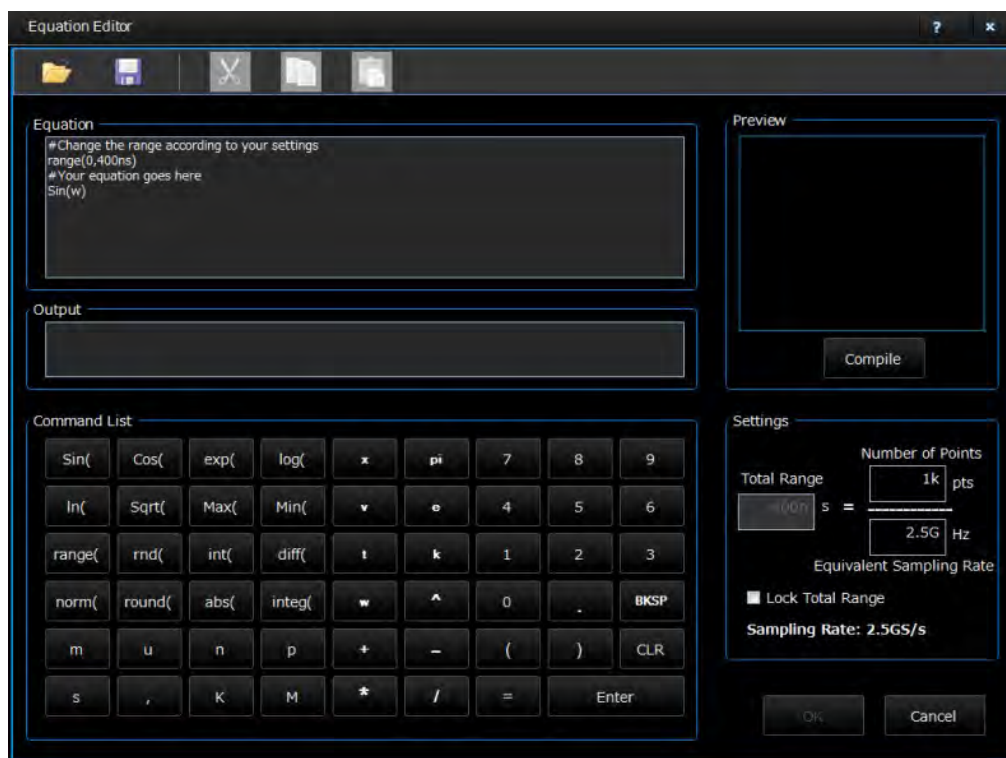
公式编辑器概述

公式编辑器是一款 ASCII 文本编辑器，允许您创建、编辑、加载以及使用波形编程语言 (WPL) 将公式波形定义编译至波形中。使用 WPL 从数学函数产生波形、执行两个或更多波形文件间的计算以及使用循环和条件分支命令产生波形值。编译公式文件以产生所述波形。

公式编辑器处理当前工作目录中的所有文件输入和输出。当前工作目录必须具有读写权限。编译可能取决于仪器的可用存储器和其他资源。

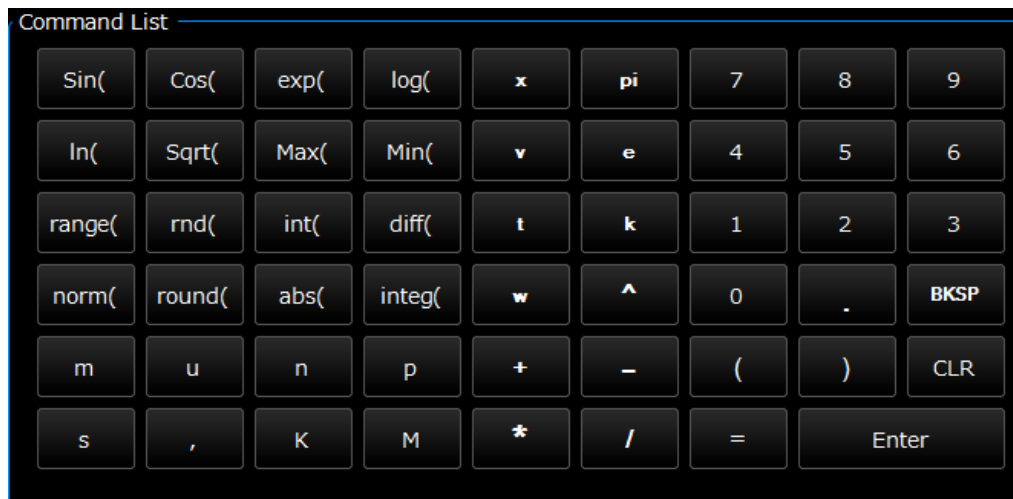
公式文件即您在公式编辑器中创建和编辑的文本文件。选择 **ArbBuilder (ArbBuilder) >**

New (新建)  **或 Edit (编辑)**  **Waveform (波形) 选项卡, 然后单击**
New Equa (新建公式)  **图标打开公式编辑器。**



下表介绍公式编辑器的屏幕元素。

| 元素 | 说明 |
|--------------------------|--|
| 工具栏 | 提供编辑操作, 如打开、保存、剪切、复制和粘贴。 |
| 文件名 | 公式或文本写入的文件名, 或编辑文件的名称。仪器将默认 .equ 文件扩展名附加至所有公式编辑器文件。 |
| Equation (公式) | 输入文本和/或公式信息的区域。 |
| Output (输出) | 显示编译状态。若编译失败, 则应用显示错误消息。若编译成功, 则应用显示 “Compiled Successfully” (编译成功)。 |
| Command List (命令列表) | 创建公式用的数学函数、数字和字母键盘。 |
| Preview (预览) | 编译后显示波形图。 |
| Compile (编译) | 编译当前加载或编辑公式文件的按钮。编译状态显示在输出窗口中。 |
| Settings (设置) | 提供调整范围和点的控制。 |
| OK (确定) 和 Cancel (取消) 按钮 | 使用这些按钮保存并退出 (OK (确定)) 或取消并退出 (Cancel (取消)) 公式编辑器窗口。 |



分量菜单包含用于设置时间范围以及函数、运算符、变量、常量、语法项和字符的项目。您可使用这些项目创建公式和输入命令。

| 分量 | 符号 | 含义 | 示例 |
|------------------|------------------|--|--|
| 语法项目 | () | 这些是括号 (和), 用于指定操作顺序。各开 (左) 括号必须与闭 (右) 括号配对。存在两个参数时, 例如, 范围、最大值和最小值, 则用, (逗号) 分隔。 | 无 |
| 变量。这些是可用于公式中的变量。 | t x v | 从 range() 语句句首的时间 变量取自该范围 () 内 0.0 至 1.0 间的一个值 变量表示在该位置语句下的波形数据当前值 | 无 |
| 运算符 | +、-、*、/ | 这些表示加减乘除分量。优先顺序与这四大运算符的往常优先顺序一样, * 和 / 优先于 + 和 -。 | 无 |
| | ^ | 表示指数。仅整数可升至更高次幂。^ 具有与 * 和 / 相同的优先级。因此, 需加括号以优先处理乘法。 | $\pi * (2^3) * x$, 其中, $2^3 = 2$ 升至 3 次幂。 |
| 注释 | # | 注释由数字符号 (#) 开头。输入数字符号后, 该数字符号后直至行末的所有字符均被视为注释。分量菜单中的所有项可在注释中使用。 | 无 |
| 字符 | a-z、%、\$、&、@、A、_ | 分量菜单中的可用字符为字母 (a-z) 和几个符号 (%、\$、&、@、A 和 _)。这些用于注释中。 | 无 |

| | | | |
|-----|-----------------|---|--|
| 其他项 | pi、 e、 k、 = | | 无 |
| | pi | 圆周比。 | 无 |
| | e | 指数（对于隐含的 10）。这一科学记数法中所表示的数字范围在 $ 5.9e - 39 $ 至 $ 3.4e38 $ 之间。 | $1e6=1,000,000$, $1e-3=0.001$ |
| | k | 可指定 $k0 - k9$ ；这些是公式中可使用的常数。指定用于同一 $k\#$ 的新值，以新值替代旧值。若未定义用于 k 的常数，则该值将自动设为 0。 | 无 |
| | = | 等号。= 与 k 常数一起使用。 | $k0=2*\pi$ |
| | | 结束范围或公式行；在行中间插入返回符 () 进行区分。 | 无 |
| 函数 | sin(、 cos(| 这些三角函数的参数以弧度表示。 | $range(0,100_s)\cos(2*\pi*x)$ 示例： $range(0,100_s)\sin(2*\pi*1e4*t)$ |
| | exp(、 log(、 ln(| 指数函数、常用对数函数、自然对数函数。对数和 ln 参数必须是正值。 | $range(0,50_s)$ $1-\exp(-5*x)$ $range(50_s,100_s)$ $\exp(-5*x)$ 示例： $range(0,100_s)$ $\log(10*(x+0.1))$ 示例： $range(0,100_s)$ $\ln(2*(x+0.2))$ |
| | sqrt(| 平方根；参数必须为正值。 | $range(0,100_s)$ $\sqrt{\sin(\pi*x)}$ |
| | abs(| 绝对值。 | $range(0,100_s)$ $\text{abs}(\sin(2*\pi*x))$ |
| | int(| 舍位分数，以取得整数。 | $range(0,100_s)$ $\text{int}(5*\sin(2*\pi*x))/5$ |
| | round(| 四舍五入分数，以取得整数。 | $range(0,100_s)$ $\text{round}(5*\sin(2*\pi*x))/5$ |
| | norm(| 标准化利用 $range()$ 指定的范围，并缩放幅度值，以便最大绝对值是 1.0（即，值 +1.0 或 -1.0）。 $norm()$ 语句包括一整行。 | $range(0,100_s)$ $\sin(2*\pi*x)+\text{rnd}()/10$ $\text{norm}()$ |
| | max(、 min(| 取两个值中的较大者。 取两个值中的较小者。 | $range(0,100_s) \sin(2*\pi*x)$ $range(0,50_s) \min(v,0.5)$ $range(50_s,100_s) \max(v,-0.5)$ |

| | | |
|----------------------------|--|--|
| range(| 公式必须指定时域。若未指定时域，则这是一个错误。利用 range() 指定时域。创建新的公式文件时，将 range(0, 输入公式的第一行。接下来，指定时间。指定下一 range(项目后，该设置有效。根据首个 range() 规格，可输入任何数量的公式行。同一行上 range() 后的写入文本无效。这是 range(项的格式。 range(公式开始时间, 公式结束时间) | range(0,1ms) 时间范围 sin(2*pi*x) 公式 |
| rnd (从 1 至 16,777,215 的整数) | 指定参数后，产生使用该参数的随机数字序列，作为初始值。若省略该参数，则使用 1。 | range(0,100 _s) rnd(2)/3 |
| diff(| 差分利用 range() 所指定范围内的函数。利用 diff() 进行指定。diff() 包括一整行。 | range(0,33 _s) -0.5 range(33 _s,66 _s) 0.5 range(66 _s,100 _s) -0.5 range(0,100 _s) diff() |
| integ(| 整合利用 range() 所指定范围内的函数。利用 integ() 进行指定。integ() 包括一整行。integ() 后，在需要时，指定规范 (norm())。 | range(0,33 _s) -0.5 range(33 _s,66 _s) 0.5 range(66 _s,100 _s) -0.5 range(0,100 _s) integ() norm() |
| mark (marker1 或 marker2) | 设置利用 range() 所设置的范围标志。编译后，不显示任何标记，但可利用波形编辑器验证设置的标记。mark() 语句包括一整行。例如，输入 mark(1) 后，在该行上不得输入任何其他内容。 | 无 |

使用公式编辑器单位菜单指定公式中所使用的参数或变量单位。下表列出您可使用的单位列表及其说明。


| 单位 | 含义 |
|----|------------------|
| m | 毫 (e^{-3}) |
| u | 微 (e^{-6}) |
| n | 纳 (e^{-9}) |
| p | 超微 (e^{-12}) |
| s | 秒 |
| , | 逗号分隔符 |
| K | 千 (e^3) |
| M | 兆 (e^6) |

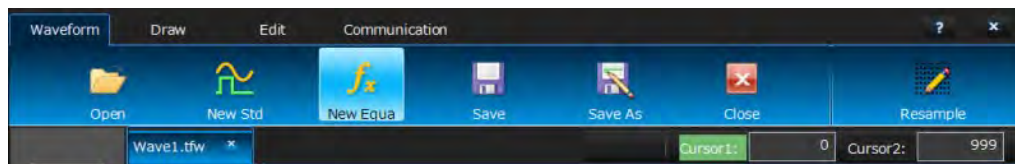
使用选择菜单确认、回退或清除公式。下表列出您可使用的单位列表及其说明。

| 按钮 | 含义 |
|-------|------------------------|
| Enter | 确认选择，并移至公式的下一行 |
| BKSP | 在最后一个字符上退格。操作类似键盘上的退格键 |
| CLR | 清除整个公式 |

通过公式编辑器创建波形

1. 选择 ArbBuilder (ArbBuilder) > Edit (编辑) > Waveform (波形) 选项卡，然后单击

New Equa (新建公式) 图标  打开公式编辑器。

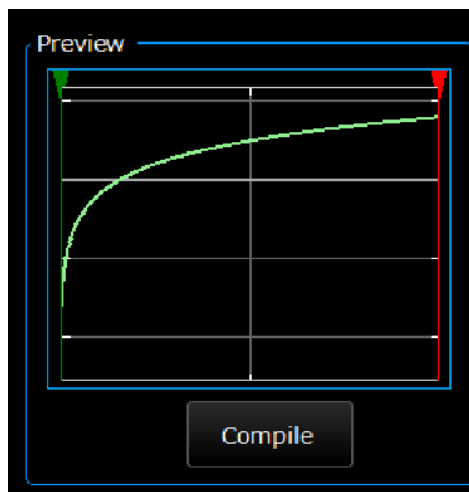


2. 在 Equation Editor (公式编辑器) 窗口中，输入文本以形成波形公式。例如，在公式输入框中键入 “Log(w)”。

```
Equation
#Change the range according to your settings
range(0,400ns)
#Your equation goes here
Log(w)
```

3. 单击 **Compile (编译)** 按钮在预览框中生成波形。您会看到 “Compiled Successfully” (编译成功) 信息显示在 Output (输出) 框中, 并看到对数波形显示在 Preview (预览) 框中。如果您输入无效公式, Output (输出) 框将显示错误警告消息, 公式输入框中的错误行将变成红色。

```
Output
Compiled Successfully
```




- 单击 **OK (确定)** 按钮以可编辑模式显示波形，或单击 **Cancel (取消)** 按钮取消操作。
- 将会看到对数波形。可对其进行编辑、保存或将其发送至通道 1 或通道 2。




注释：公式编辑器仅支持 7 位 ASCII 字符集。一个字符串的最大长度是 256 个字符，包括空格。通过在行末输入冒号(:) 连接字符串。最大长度，即所有字符串长度的总和为 1000。

保存波形公式




- 通过按照“创建波形公式”中的步骤 1 - 3 创建波形公式。
- 单击公式编辑器工作栏中的  按钮。
- Windows **save as (另存为)** 对话框将出现。输入文件名并保存。公式文件将保存为 .eqa 格式文件。

打开公式文件


- 在 Equation Editor (公式编辑器) 窗口中，单击公式编辑器工具栏中的 。
- 选择现有波形公式文件，然后单击 **Open (打开)**。

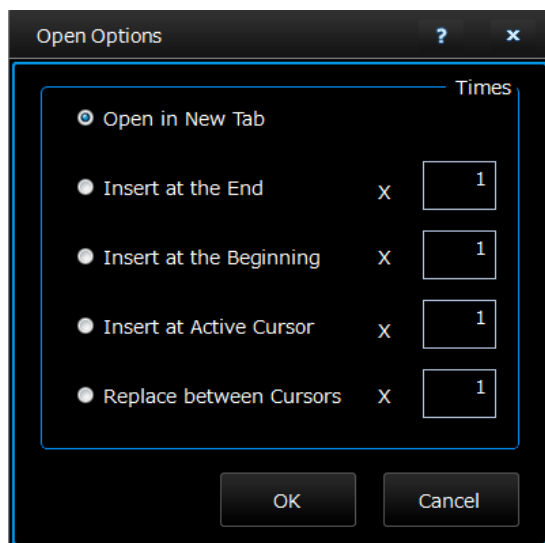
编辑公式文件

在 Equation Editor（公式编辑器）窗口中，您可执行以下操作以修改公式：

- 剪切。突出显示待剪切的公式部分，然后单击该图标 。
- 复制。突出显示待复制的公式部分，然后单击该图标 。
- 粘贴。突出显示待粘贴的公式部分，然后单击该图标 。
- 直接使用键盘或命令列表键盘编辑文本。

利用 ArbBuilder 打开波形








1. 选择 ArbBuilder (ArbBuilder) > New（新建）或 Edit（编辑）打开 ArbBuilder 工具。
2. 从 Waveform（波形）选项卡中选择 Open（打开）按钮 。
3. 会弹出 Windows 文件打开对话框。请选择现有波形文件。ArbBuilder 支持多种格式的波形，如 .wfm、.pat、.txt、.tfw 和 .isf。ArbBuilder 支持这些格式。
4. 您可以通过 5 种方法打开文件：
 - 在新选项卡中打开：可在新选项卡中打开文件。
 - 在末尾处插入：可在当前波形末尾插入新文件。
 - 在开头处插入：可在当前波形开头插入新文件。
 - 在活动光标处插入：在波形视图中有两个光标。单击要插入新波形的光标。然后，单击 OK（确定），新文件位于当前波形光标处。
 - 于光标之间替换：在波形视图中有两个光标。将于两个光标之间插入新波形。





5. 单击 OK（确定），文件将打开。



利用 ArbBuilder 绘制波形

1. 打开波形。您可打开标准波形（请参阅[创建标准波形](#)。）。
2. 单击 **Draw（绘制）** 选项卡。
3. 使用 **Draw（绘制）** 工具栏中的图标创建波形。

| | |
|---|------------------------------------|
|  | Redo（恢复）用于恢复至以前的状态。 |
|  | Undo（撤销）用于恢复下一状态。 |
|  | Zoom In（放大）用于放大波形图。 |
|  | Zoom Out（缩小）用于缩小波形图 |
|  | Horizontal Zoom In（水平放大）用于水平放大波形图。 |
|  | Fit to Window（调整到窗口）用于恢复默认波形状态。 |
|  | Move With Hand（手动移动）用于手动移动波形。 |

4. **Freehand（徒手）**  意味着您可以在水平和垂直点上绘制波形。**Horizontal（水平）**  意味着您可在水平方向绘制波形。**Vertical（垂直）**  意味着您可在垂直方向绘制波形。**Point（点）**  意味着您可绘制一些点，且这些点能够以线性、平滑或阶梯的方式进行插值。



5. 若您选择 **Point (点)** 图标 ，则会显示 **Point Draw (点绘)** 工具栏。可单击图形、选择点，然后使用工具栏图标进行编辑。可使用下表中的工具。
6. 若单击 **Table (表)** 图标 ，则 **Point Draw Table (点绘表)** 窗口将打开。可直接在此表中输入点，然后单击 **OK (确定)** 保存。您可插入、删除或清除所有数据点。




PointDraw Table

Enter and edit point values below:

| Index | Position | Volts |
|-------|----------|-------|
| 0 | | |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |

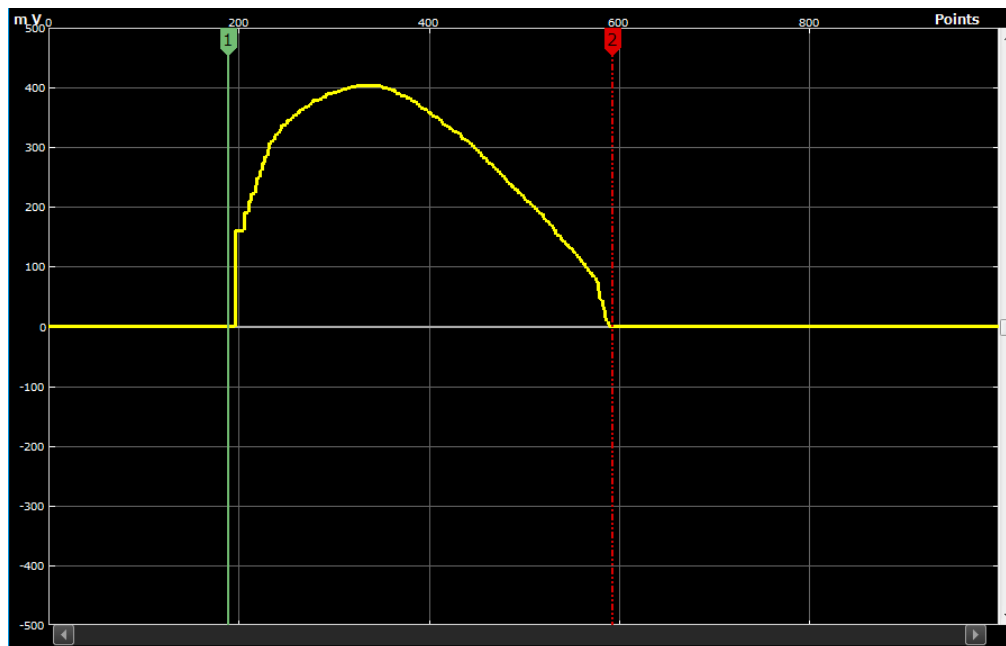
Interpolation

Linear
 Smooth
 Staircase

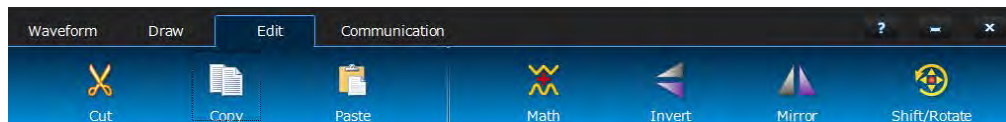
7. 您可从插值  菜单中进行选择，并将三种选择之一应用至波形。**Linear (线性)**：可直线连接各点。**Smooth (平滑)**：可平滑线连接各点。**Staircase (阶梯)**：可阶梯式连接各点。

利用 ArbBuilder 编辑波形

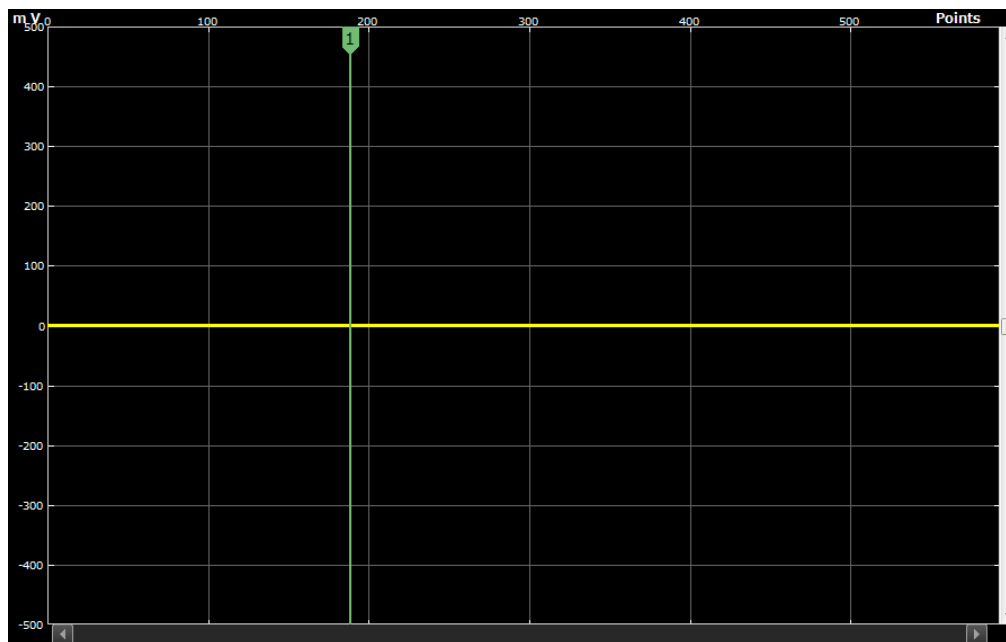
1. 打开波形。请参阅[利用 ArbBuilder 打开波形](#)。





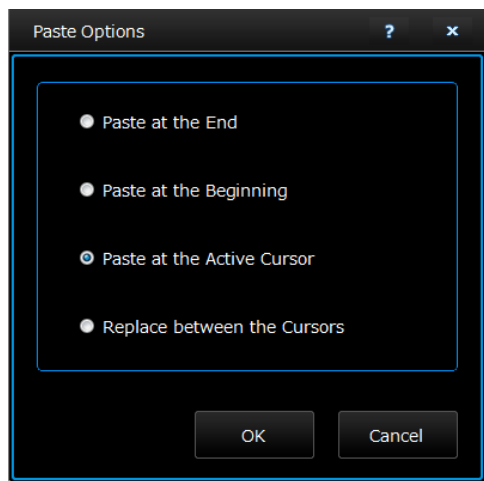
2. 单击 ArbBuilder (ArbBuilder)->Edit (编辑)。您会看到编辑工具栏。



3. **Cut (剪切)** 。用于剪切两个光标间的波形数据片段。




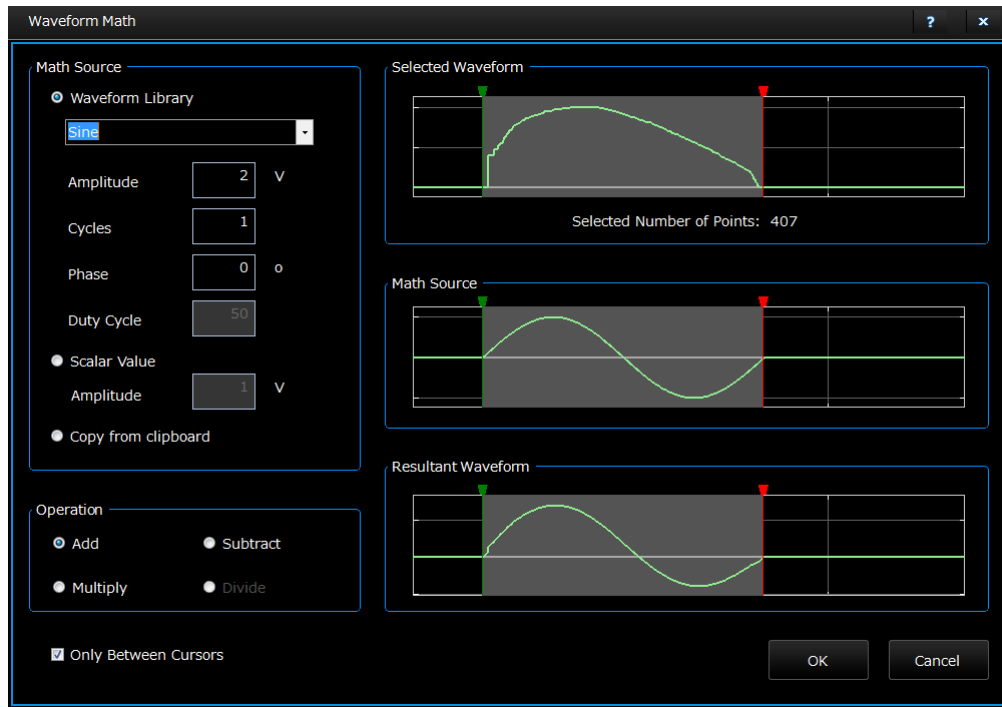
4. **Copy (复制)** 。用于复制两个光标间的波形数据片段。波形不会更改。
5. **Paste (粘贴)** 。若单击 **Paste (粘贴)** 按钮，则会弹出一个对话框。包括四个粘贴选项。



| 项目 | 描述 |
|----------|-----------------|
| 粘贴至末尾 | 将波形片段粘贴至波形末尾 |
| 粘贴至开头 | 将波形片段粘贴至波形开头 |
| 粘贴至活动光标处 | 将波形片段粘贴至活动光标后。 |
| 于光标之间替换 | 将光标间的波形替换为波形片段。 |


6. 数学

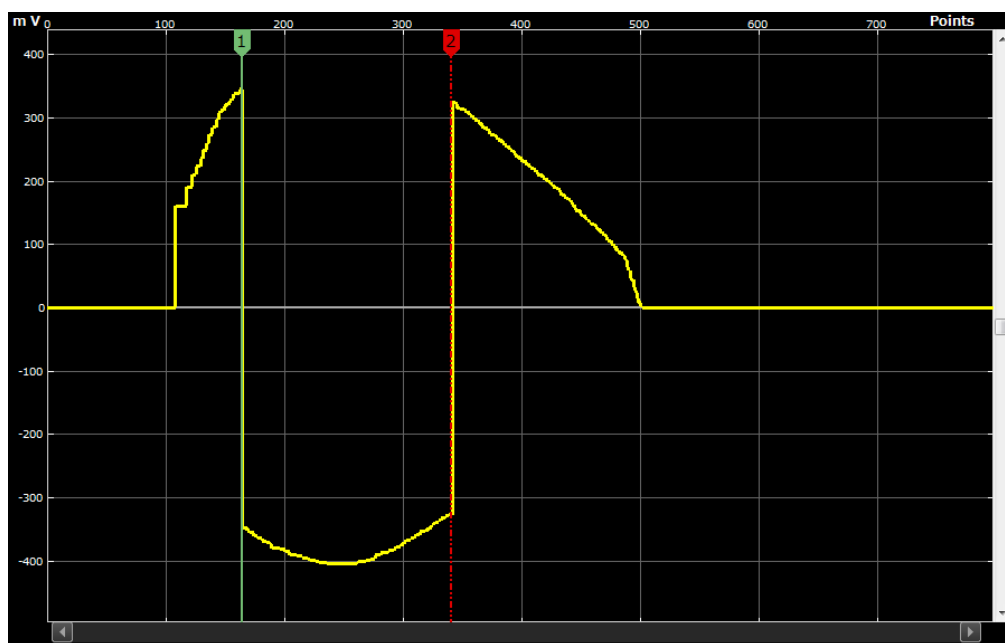
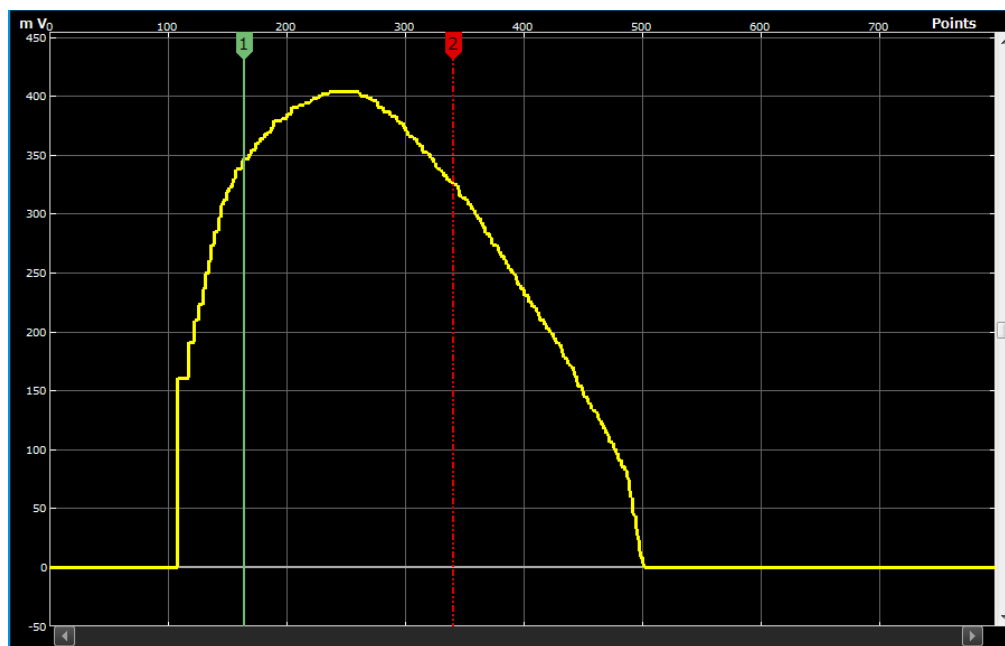
用于进行波形算数。算术包括加减乘数四个操作。若单击 **Math (数学)** 按钮 ，则会弹出一个对话框。



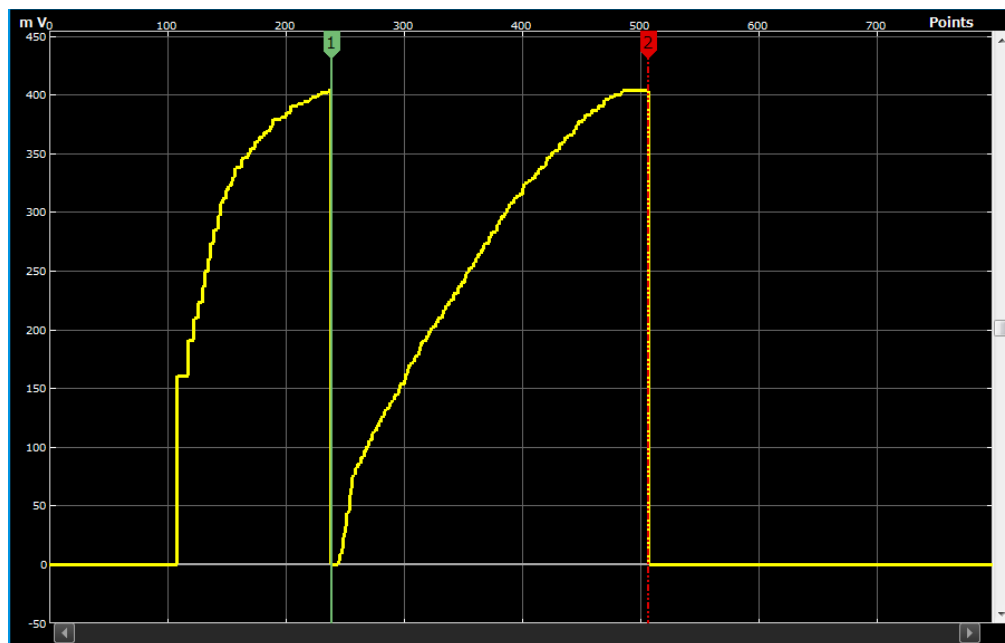
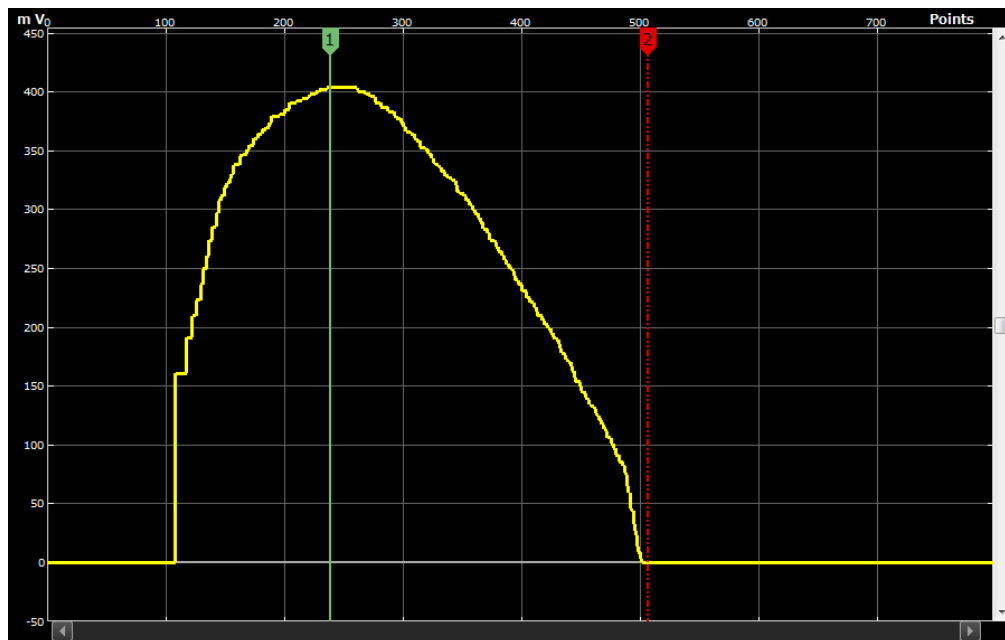
有三种数学源，即波形库、标量值和从剪贴板复制。

| 项目 | 描述 |
|--------|------------------------------------|
| 波形库 | 有七种波形，即正弦波、方波、三角波、脉冲、噪声、指数上升和指数下降。 |
| 标量值 | 用户设置的幅度值 |
| 从剪切板复制 | 复制或剪切操作中的波形片段。 |

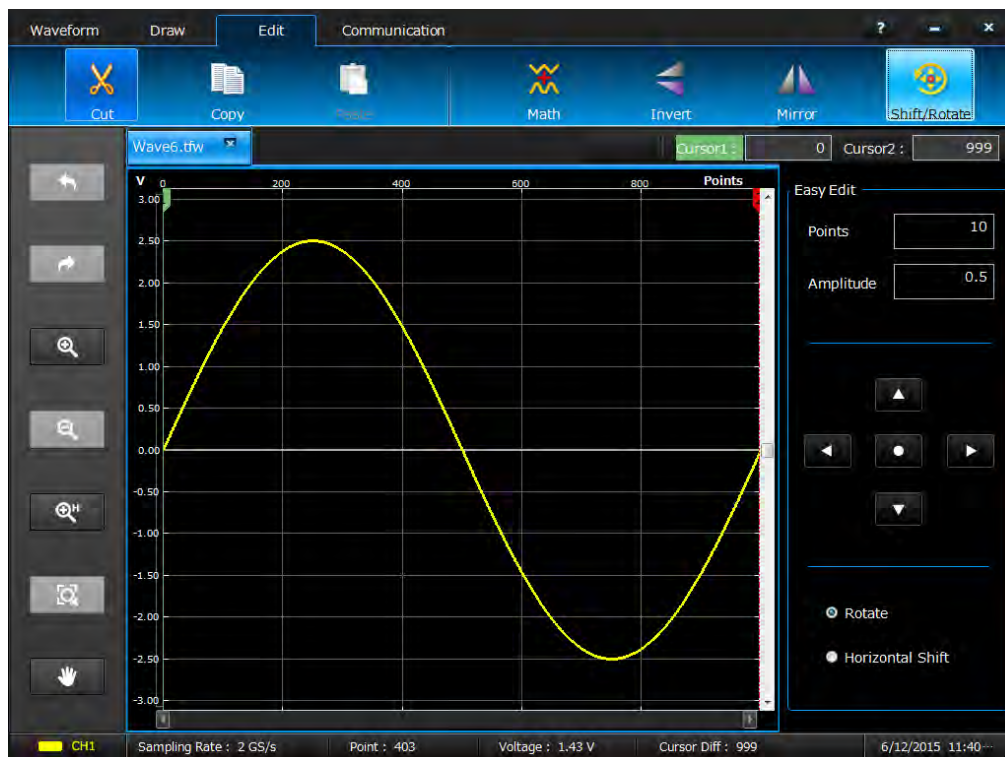
7. Invert (反转) 。用于翻转垂直方向光标间的波形。








8. Mirror (镜像) 。用于翻转水平方向光标间的波形。

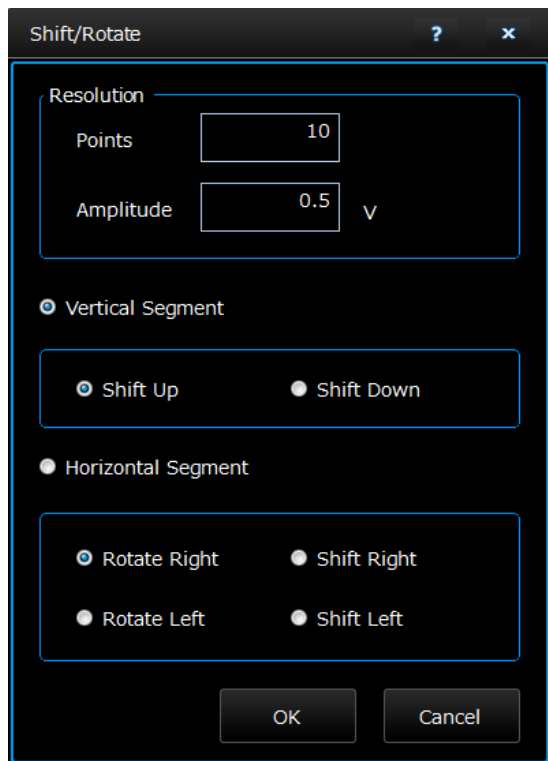


9. **Shift/Rotate (移动/旋转)** 。用户单击 **Shift/Rotate (移动/旋转)** 按钮，主面板区域右侧弹出一面板。波形显示区将缩小。



| 项目 | 描述 |
|------|------------------|
| 点 | 设置每次移动点数 |
| 幅度 | 设置每次移动幅度 |
| 旋转 | 定期移动波形 |
| 水平移动 | 移动波形，并用零填写波形后的数据 |

-  左移用于向左移动波形。
-  右移用于向右移动波形。
-  上移用于向上移动波形。
-  下移用于向下移动波形。
-  移动/旋转可弹出一个对话框，并同时实现移动/旋转功能。

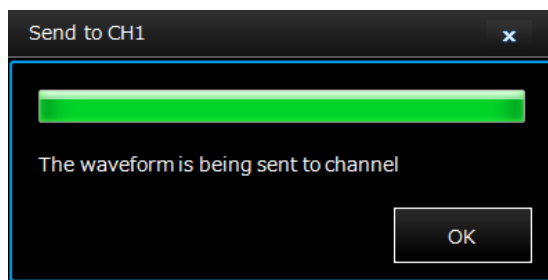


发送波形至 CH1/CH2

1. 单击 ArbBuilder 中的 **Communication (通信)**。



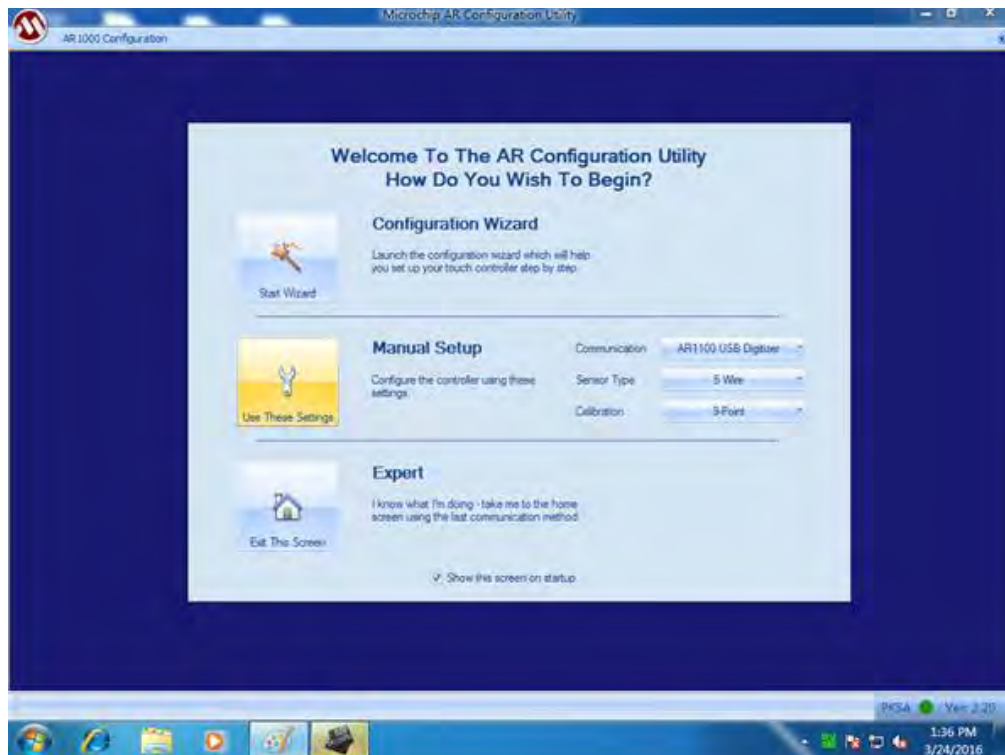
2. 单击 **Send to CH1 (发送至 CH1)**  或 **Send to CH2 (发送至 CH2)** 。将会看到进度条。将波形发送至 Basic。



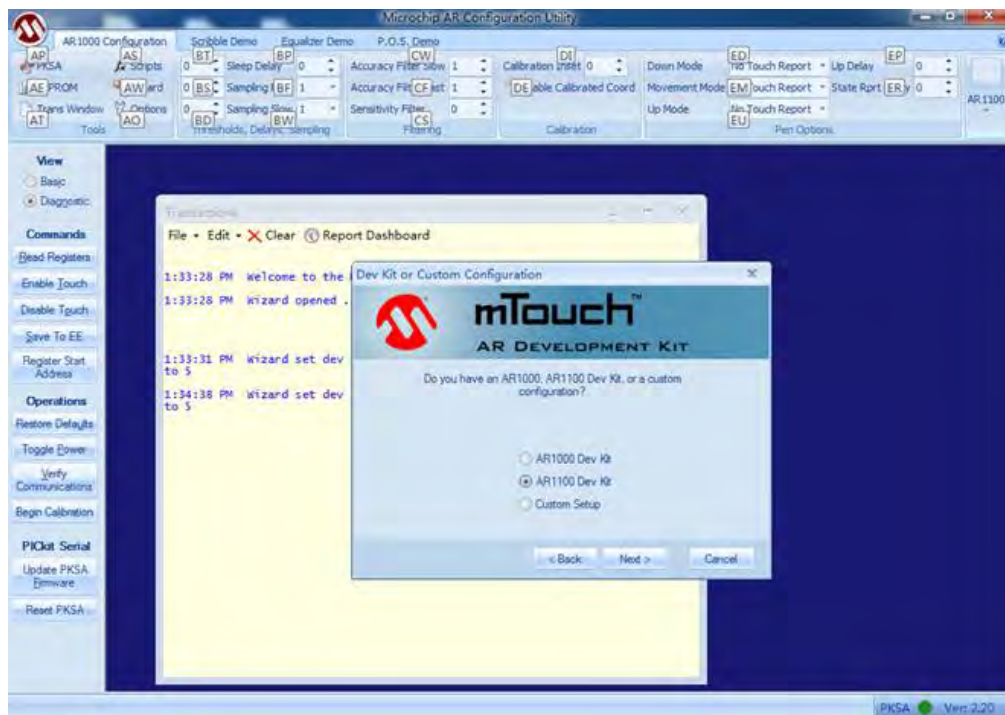
附录

触摸面板校准

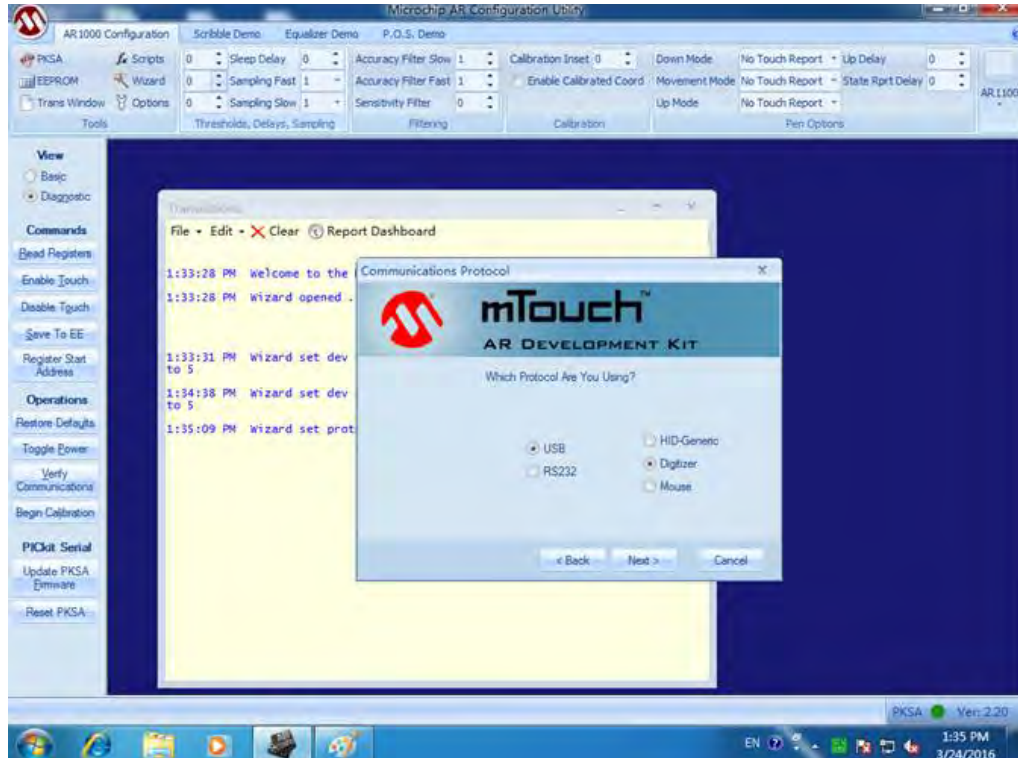
1. 双击桌面上的“Microchip AR Configuration Utility”
2. 选择“Configuration Wizard”（配置向导）。



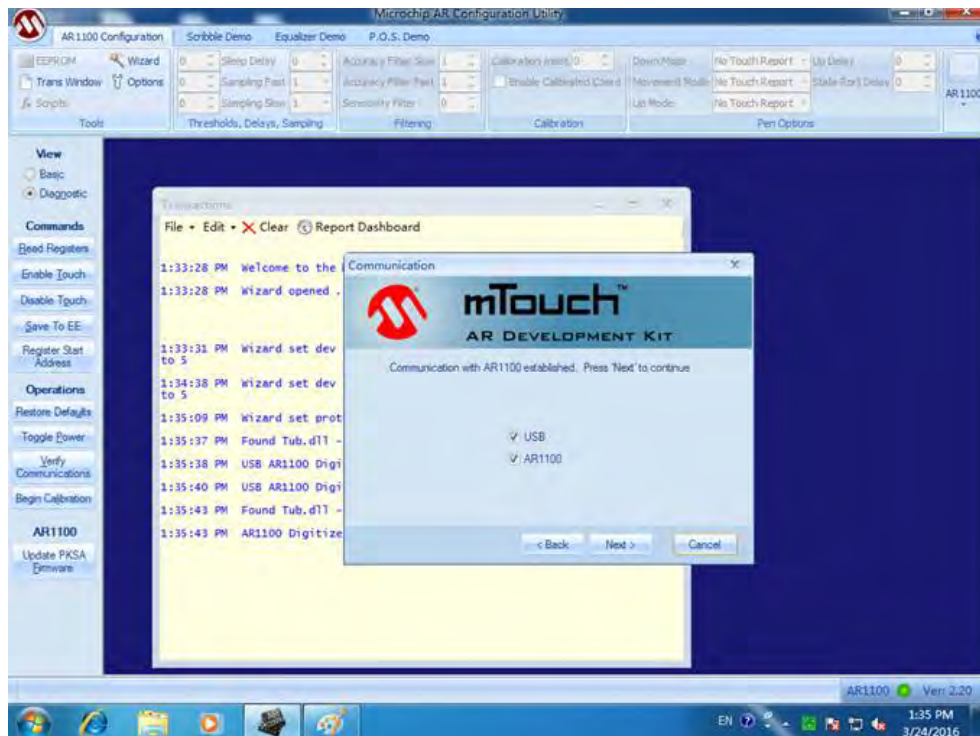
3. 在单击下一步之后，将显示以下对话框，请选择“AR1100 Dev Kit”。



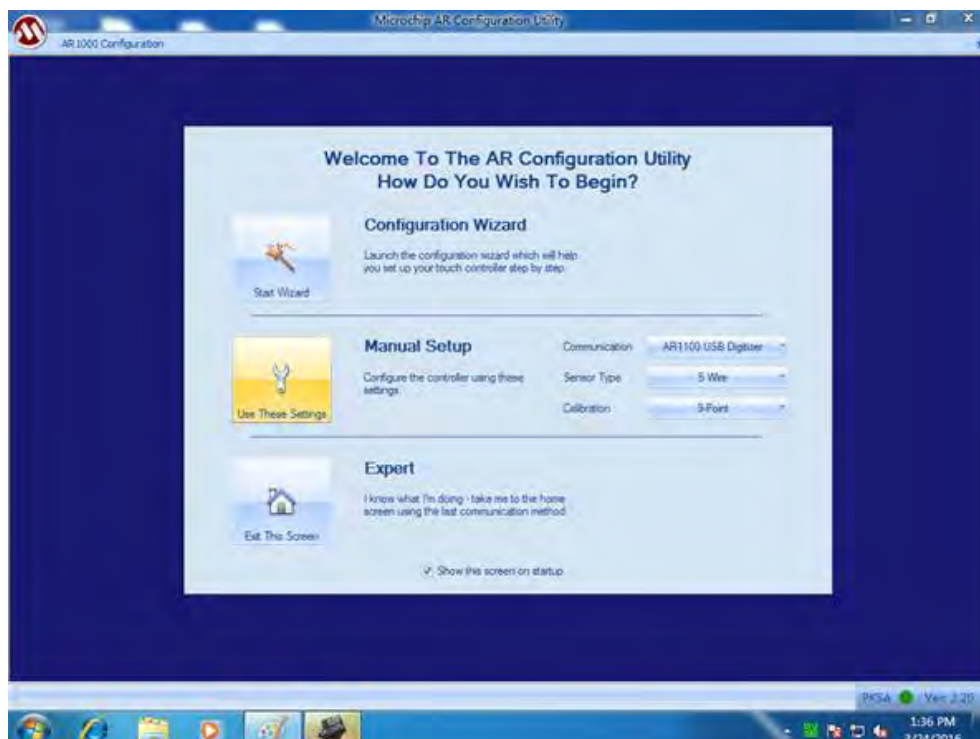
4. 之后将显示如下对话框，请选择“USB”和“Digitizer”，然后稍等一会儿。



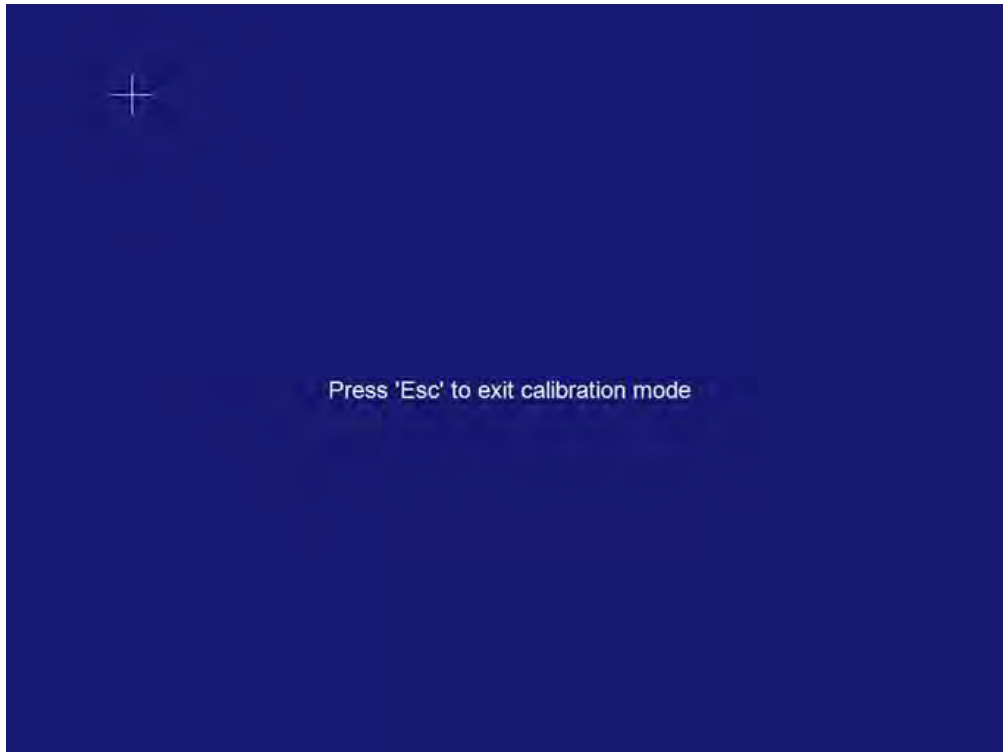
5. 请单击下一步，直至显示以下对话框，之后请单击“Next”（下一步），然后单击 Finished（完成）。



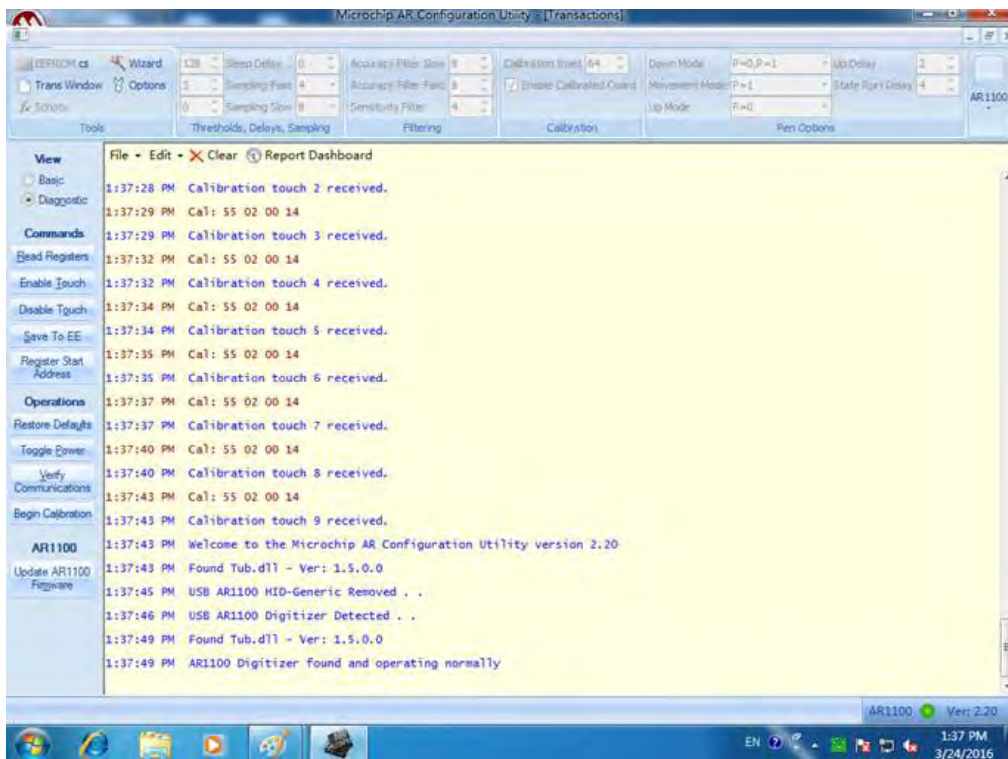
6. 请关闭此应用。
7. 请再次双击桌面上的“Microchip AR Configuration Utility”（Microchip AR 配置辅助功能），然后选择“Manual Setup”（手动设置）。



8. 然后将显示下图，您可单击加号来校准触摸面板。



9. 在触摸所有加号之后，显示下图时，即表示您可关闭应用并完成校准。



缺省设置

下表显示按前面板 **Default** (默认) 按钮或发送 SCPI 命令 "*RST" 后, 还原的设置列表。

| 菜单或系统 | | 默认设置 |
|---------------|-----------|--|
| 输出配置 | 功能 | 正弦波 |
| | 频率 | 1.000 000 000 00 MHz |
| | 幅度 | 1.000 Vp-p |
| | 偏置 | 0 mV |
| | 对称 (锯齿波) | 50.0% |
| | 占空比 (脉冲) | 50.0% |
| | 输出位数 | Vp-p |
| | 输出阻抗 | 50Ω |
| | 输出反转 | 关 |
| | 输出噪声加 | 关 |
| | 输出上限 | 2.500 V |
| | 输出下限 | -2.500 V |
| | VOCM | 0 mV |
| | 调制 | 调制波形 |
| 调制波形 | | 10.00 kHz, 方波 (FSK,PSK) |
| AM 深度 | | 50.0% |
| FM 偏差 | | 1.000 000 MHz |
| PM 偏差 | | 90.0 <input checked="" type="checkbox"/> |
| FSK 跳频 | | 1.000 000 MHz |
| FSK 速率 | | 10.000 000 0 kHz |
| PWM 偏差 | | 5.0% |
| PSK 频率 | | 10.00 kHz |
| PSK 跳跃相位 | | 90.0 <input checked="" type="checkbox"/> |
| 扫描 | 扫描开始频率 | 100.000 kHz |
| | 扫描停止频率 | 1.000 000 MHz |
| | 扫描时间 | 10 ms |
| | 扫描保持时间 | 0 ms |
| | 扫描返回时间 | 1 ms |
| | 扫描类型 | 线性 |
| | 扫描模式 | 重复 |
| | 扫描源 | 内部 |
| | 触发斜率 | 正 |
| | 触发间隔 | 1.000 ms |
| | 输入阈值 | 0.00 V |
| | 步骤编号 | 1 |
| | 脉冲 | 突发模式 |
| 突发数 | | 5 |
| 触发源 | | 内部 |
| 触发延迟 | | 0.0 ps |
| 触发间隔 | | 1.000 000 ms |
| 斜率 | | 正 |
| 输入阈值 | | 0.00 V |
| 相位 | | 0.00° |
| 系统相关设置 | 时钟参考 | 内部 |
| | 外部时钟频率 | 10 MHz |