

**AFG3000 和 AFG3000C 系列
任意波形函数发生器
快速入门用户手册**



077-0963-01

Tektronix

**AFG3000 和 AFG3000C 系列
任意波形函数发生器
快速入门用户手册**

Copyright © 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。

Tektronix 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。本文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。

Additional trademark statements can be added here.

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，以查找当地的联系信息。

担保

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，根据用户的选择，Tektronix 将或者修复有缺陷的产品且不收部件和人工费用，或者更换有缺陷的产品。电池不在保证范围内。Tektronix 作保证用途的部件、模块和更换产品可能是全新的，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。

为得到本保证声明承诺的服务，客户必须在保修期内向 Tektronix 通报缺陷，并为服务的履行做适当安排。客户应负责将有缺陷的产品打包并运送到 Tektronix 指定的服务中心，请预付运费，并附带客户购买证明副本。如果产品运送到 Tektronix 维修中心所在国之内的地点，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。

本保证声明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 在本保证声明下没有义务提供以下服务：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）。

本保证由 TEKTRONIX 关于本产品而订立，用于替代任何其他的明示或暗示的保证。TEKTRONIX 及其供应商拒绝对用于特殊目的的适销性或适用性做任何暗示的保证。对于违反本保证的情况，TEKTRONIX 负责修理或更换有缺陷产品是提供给客户的唯一和独有的补救措施。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、意外或引发的损坏，TEKTRONIX 及其供应商对这些损坏都不负有责任。

[W16 - 15AUG04]

目录

环境注意事项	v
前言	vii
何处查找详细信息	vii
本手册中使用的约定	viii
入门知识	1
常规功能	1
安装之前	2
操作要求	3
标准附件	3
可选附件	5
清洁	5
仪器开机和关机	6
开机时更改仪器设置	6
从内存中清除仪器设置和波形	7
执行仪器自检和自校准	8
选择本地语言	10
防止误用仪器	11
浮动接地	12
保护 DUT	13
更新仪器固件	14
连接网络	16
等效输出电路	20
过热保护（仅限 AFG3011 / 3011C）	22
仪器接口、前面板和后面板	23
前面板概述	23
屏幕界面的构成	24
视图按钮	25
快捷按钮	26
默认设置	27
选择波形	28
选择运行模式	31
调节波形参数	32
通道选择（仅限于双通道型号）	34
打开/关闭输出	35
后面板	35
操作基础	37
快速教程：如何选择波形和调整参数	37
快速教程：如何生成正弦波形	37
快速教程：仪器帮助系统	39

产生脉冲波形.....	40
保存/调出任意波形.....	41
产生任意波形.....	43
修改任意波形（编辑菜单）.....	44
产生噪声/直流.....	48
产生突发波形.....	49
扫描波形.....	50
调制波形.....	53
触发输出.....	57
调节两个通道信号的参数（仅限双通道型号）.....	59
设置负载阻抗.....	62
反转波形极性.....	63
增加噪声.....	64
附加信号（AFG3100 和 AFG3200 系列）.....	65
生成差分信号.....	66
外部参考时钟.....	68
同步操作.....	69
USB 存储器.....	71
Utility（辅助功能）菜单.....	73
保存/调出仪器设置.....	76
保存屏幕图像.....	77
使用安全菜单.....	77
ArbExpress.....	80
应用示例.....	85
李萨如模式.....	85
滤波器特性测量.....	86
通过脉宽调制控制电机转速.....	87
空载波（频率调制）.....	88
索引	

图目录

图 1: 保险丝和保险丝适配器..... 11

表目录

表 i: 支持的产品 vii

表 1: 常规及 B 型号的常规功能 1

表 2: AFG30xxC 型号的常规功能 1

表 3: AFG31xxC 和 AFG32xxC 型号的常规功能..... 2

表 4: 标准附件..... 3

表 5: 可选附件..... 5

环境注意事项

本部分提供有关产品对环境影响的信息。

产品报废处理

回收仪器或元件时，请遵守下面的规程：

设备回收：生产本设备需要提取和使用自然资源。如果对本产品的报废处理不当，则该设备中包含的某些物质可能会对环境或人体健康有害。为避免将有害物质释放到环境中，并减少对自然资源的使用，建议采用适当的方法回收本产品，以确保大部分材料可以得到恰当的重复使用或回收。



此符号表示该产品符合欧盟有关废旧电子和电气设备（WEEE）以及电池的 2002/96/EC 和 2006/66/EC 号指令所规定的相关要求。有关回收方式的信息，请查看 Tektronix 网站 (www.tektronix.com) 上的 Support/Service（支持/服务）部分。

有害物质限制

根据其分类，本产品属于监视控制设备，不在 2002/95/EC RoHS 指令范围之列。

前言

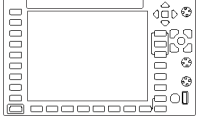
本手册介绍 Tektronix AFG3000 系列任意波形函数发生器的安装和操作以及基本操作和概念。本手册适用于下列仪器：

表 i: 支持的产品

AFG3011	AFG3021B	AFG3011C
AFG3101	AFG3022B	AFG3021C
AFG3102		AFG3022C
AFG3251		AFG3051C
AFG3252		AFG3052C
		AFG3101C
		AFG3102C
		AFG3151C
		AFG3152C
		AFG3251C
		AFG3252C

何处查找详细信息

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

项目	用途	位置
安全性和合规性说明	安全性、合规性和基本功率信息	 +  +  WWW.Tektronix.com
用户手册	开箱、安装、教程、操作和概述	 +  WWW.Tektronix.com
内置帮助	用户界面帮助和操作	
程序员手册	菜单结构、用户界面和编程信息	 +  WWW.Tektronix.com
维修手册	自我维护和性能检测	 +  WWW.Tektronix.com

项目	用途	位置
技术参考	技术规格和性能验证程序	 +  WWW.Tektronix.com
ArbExpress 软件光盘	波形创建 从示波器或 PC 导入波形	 +  WWW.Tektronix.com

说明： 请参阅仪器随附的打印的《安全性和合规性说明》，了解常规安全概要、EMC 合规性和安全合规性信息。

本手册中使用的约定

整本手册中使用以下图标。

前面板电源

连接电源

网络

USB









本手册将显示器右侧的软按键称为屏幕按钮。在其它文档中，它们也可能被称为选项按钮或侧面按钮。

入门知识

常规功能

每个 AFG3000 系列任意波形函数发生器将三款发生器的功能合而为一：

- 10 MHz 到 240 MHz 函数发生器
- 5 MHz 到 120 MHz 脉冲发生器
- 14 位任意波形发生器

下表介绍本仪器的一些常规功能。“X” 表示该型号具有这种功能。

表 1: 常规及 B 型号的常规功能

功能	AFG3011	AFG3021B/ AFG3022B	AFG3101/ AFG3102		AFG3251/ AFG3252	
通道	1	1/2	1/2		1/2	
正弦波	10 MHz	25 MHz	100 MHz		240 MHz	
脉冲	5 MHz	12.5 MHz	50 MHz		120 MHz	
存储器	2 到 131,072	2 到 131,072	2 到 16,384	>16,384 到 131,072	2 到 16,384	>16,384 到 131,072
取样速率	250 MS/s	250 MS/s	1 GS/s	250 MS/s	2 GS/s	250 MS/s
幅度	20 Vp-p	10 Vp-p	10 Vp-p		5 Vp-p	
显示器	彩色	单色/彩色	彩色		彩色	
接口	USB、LAN、 GPIB	USB、LAN、 GPIB	USB、LAN、GPIB		USB、LAN、GPIB	
接地隔离	X	X	X		X	
同步操作	X	X	X		X	
上下文相关 帮助系统	X	X	X		X	
ArbExpress® 软件	X	X	X		X	

表 2: AFG30xxC 型号的常规功能

功能	AFG3011C	AFG3021C/ AFG3022C	AFG3051C/ AFG3052C	
通道	1	1 / 2	1 / 2	
正弦波	10 MHz	25 MHz	50 MHz	
脉冲	5 MHz	25 MHz	40 MHz	
存储器	2 到 131,072	2 到 131,072	2 到 131,072	>16,384 到 131,072
取样速率	250 MS/s	250 MS/s	1 GS/s	250 MS/s

表 2: AFG30xxC 型号的常规功能 (续)

功能	AFG3011C	AFG3021C/ AFG3022C	AFG3051C/ AFG3052C
幅度	20 V _{p-p}	10 V _{p-p}	10 V _{p-p}
显示器	彩色	彩色	彩色
接口	USB、LAN、 GPIO	USB、LAN、GPIO	USB、LAN、GPIO
接地隔离	X	X	X
同步操作	X	X	X
上下文相关帮助系统	X	X	X
ArbExpress® 软件	X	X	X

表 3: AFG31xxC 和 AFG32xxC 型号的常规功能

特点	AFG3101C/ AFG3102C		AFG3151C/ AFG3152C		AFG3251C/ AFG3252C	
通道	1 / 2		1 / 2		1 / 2	
正弦波	100 MHz		150 MHz		240 MHz	
脉冲	50 MHz		100 M		120 MHz	
信息	2 至 16,384	>16,384 至 131,072	2 至 16,384	>16,384 至 131,072	2 至 16,384	>16,384 至 131,072
取样速率	1 GS/s	1 GS/s	1 GS/s	250 MS/s	2 GS/s	250 MS/s
幅度	10 V _{p-p}		10 V _{p-p}		5 V _{p-p}	
显示器	彩色		彩色		彩色	
接口	USB、LAN、GPIO		USB、LAN、GPIO		USB、LAN、GPIO	
接地隔离	X		X		X	
同步操作	X		X		X	
上下文相关帮助系统	X		X		X	
ArbExpress® 软件	X		X		X	

安装之前

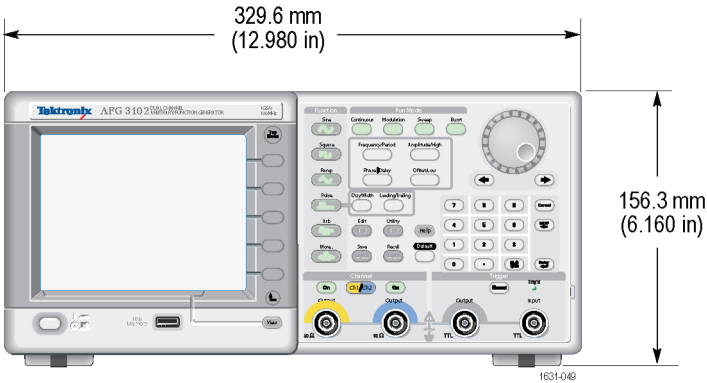
检查仪器纸箱以查看外部有无损坏。如果纸箱有损坏，请通知送货方。

将仪器从包装中取出，确认没有在运输中被损坏。确认纸箱中有仪器及其标准附件。

操作要求

环境

- 将仪器放在手推车或工作台上，注意间距要求：
 - 侧面：50 mm (2 in)
 - 后部：50 mm (2 in)
- 在操作之前，请确保环境温度在 0°C 至 +50°C (+32°F 至 +122°F) 之间。



注意： 为确保正常散热，请不要在仪器两侧堆放物品。

电源要求



警告： 为减少起火和电击风险，请确保市电电源的电压波动不超过工作电压范围的 10%。

要求	AFG3000 系列 / AFG3000B 系列 / AFG3000C 系列
电源电压和频率	100 V 至 240 V，47 Hz 至 63 Hz 或 115 V，360 Hz 至 440 Hz
功耗	小于 120 W

标准附件

打开仪器包装，检查是否收到列为“标准附件”的所有物品。请访问 Tektronix 网站 (www.tektronix.com) 了解最新信息。

表 4: 标准附件

说明	Tektronix 部件号
AFG3000 系列任意波形函数发生器安全性和合规性说明	071-3244-xx
AFG3000 系列文档光盘包含以下 PDF 文档：	063-3828-xx

表 4: 标准附件 (续)

说明	Tektronix 部件号
AFG3000 系列任意波形函数发生器用户手册	077-0957-xx (英语)
	077-0958-xx (法语)
	077-0967-xx (意大利语)
	077-0959-xx (德语) ¹
	077-0960-xx (俄语) ¹
	077-0961-xx (日语) ¹
	077-0962-xx (葡萄牙语) ¹
	077-0963-xx (简体中文) ¹
	077-0964-xx (繁体中文) ¹
	077-0965-xx (韩语) ¹
	077-0966-xx (西班牙语)
AFG3000 系列任意波形函数发生器程序员手册	077-0743-xx
AFG3000 系列任意波形函数发生器维修手册	077-0744-xx
AFG3000 系列任意波形函数发生器技术规格和性能验证手册	077-0691-xx
ArbExpress (Tektronix 任意波形函数发生器的应用软件) 软件光盘	063-3763-xx
电源线	
北美 (选件 A0)	161-0066-00
欧洲通用 (选件 A1)	161-0066-09
英国 (选件 A2)	161-0066-10
澳大利亚 (选件 A3)	161-0066-13
瑞士 (选件 A5)	161-0154-00
日本 (选件 A6)	161-0298-00
中国 (选件 A10)	161-0304-00
印度 (选件 A11)	161-0400-00
巴西 (A12)	161-0357-00

表 4: 标准附件 (续)

说明	Tektronix 部件号
无电源线或交流适配器 (选件 A99)	— — —
50 Ω BNC 电缆, 双层屏蔽, 91 cm (91.44 cm)	012-1732-XX

¹ 这些手册包含前面板控制部件的语言标示。

可选附件

推荐仪器使用下列可选附件:

表 5: 可选附件

说明	Tektronix 部件号
50 Ω BNC 电缆, 双层屏蔽, 250 cm (98 in)	012-1256-XX
GPIO 接口电缆, 双层屏蔽, 200 cm (79 in)	012-0991-XX
机架安装包	RM3100
保险丝适配器 (BNC-P 至 BNC-R)	013-0345-XX
0.125 A 保险丝套装 (含三只保险丝)	159-0454-XX

说明： 为确保技术规格中所列的 EMC 符合性, 请仅使用高质量屏蔽电缆连接该仪器。高质量屏蔽电缆通常为编织型和金属箔型, 其两端与屏蔽连接器低阻抗连接。

清洁

根据工作条件要求经常检查仪器。请按照下述步骤清洁仪器的外表面:

1. 用不起毛的抹布清除仪器外表的浮尘。小心避免刮擦显示器。
2. 用湿的软布清洁仪器。要更彻底地清洁, 可使用 75% 异丙醇的水溶剂。



注意： 为避免损坏仪器的表面, 请勿使用任何研磨或化学清洁剂。



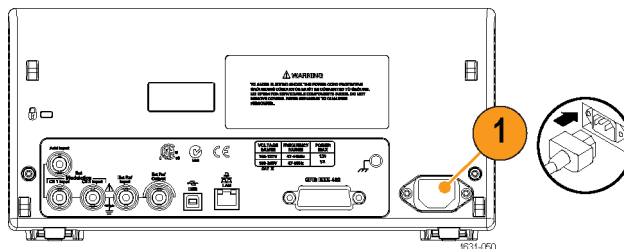
注意： 在外部清洁时避免湿气进入设备内部。使用的清洁溶剂量足以蘸湿软布或棉签即可。

仪器开机和关机

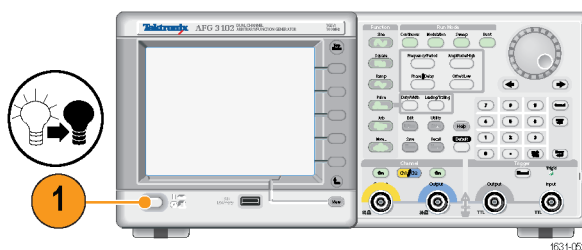
以下步骤介绍如何向仪器接通电源以及打开和关闭仪器电源。

开机

1. 将交流电源线插入后面板上的电源插座中。

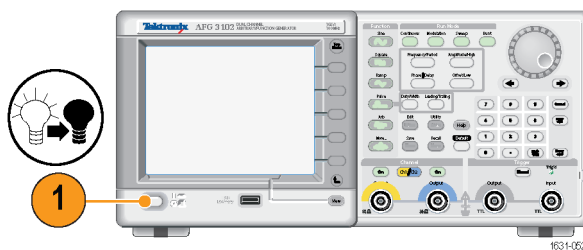


2. 按前面板电源按钮打开仪器电源。
请等待前面板显示屏显示仪器已通过所有开机自检，然后再使用仪器。



关机

1. 按前面板电源按钮关闭仪器电源。

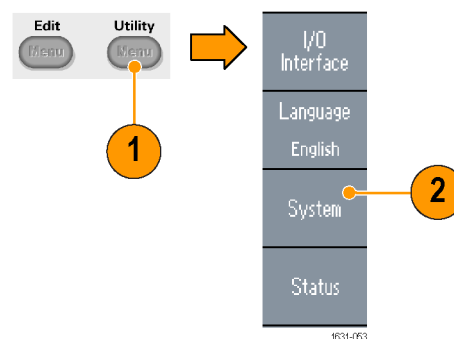


开机时更改仪器设置

仪器开机时将恢复默认设置。用 Utility（辅助功能）菜单通过以下步骤可将开机设置更改为上次关机时的设置。

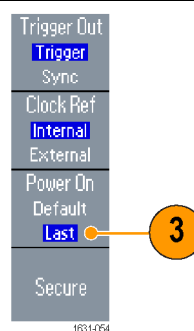
说明： 按下前面板的 Default（默认）按钮，可随时将仪器恢复到其默认设置。

1. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮。
2. 按下 System（系统）屏幕按钮。



3. 按下 Power On（开机）屏幕按钮，从以下开机设置中进行选择。

- **Default**（默认）将在仪器开机时恢复默认设置。
- **Last**（上次）将恢复上次关机时的仪器设置。

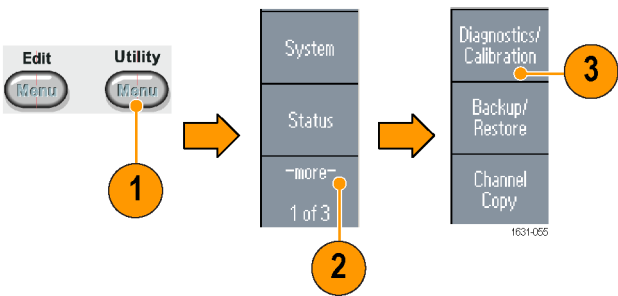


从内存中清除仪器设置和波形

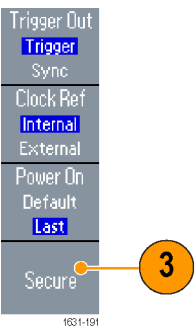
也可通过以下步骤从仪器内部存储器中清除全部的仪器设置和波形。

说明： 按下前面板的 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. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮。
2. 按下 System（系统）屏幕按钮。



3. 按下 Secure（安全）屏幕按钮。
4. 按 OK（确定）屏幕按钮将清除内部存储器内存储的所有设置和波形，或者按 Cancel（取消）屏幕按钮将取消操作。

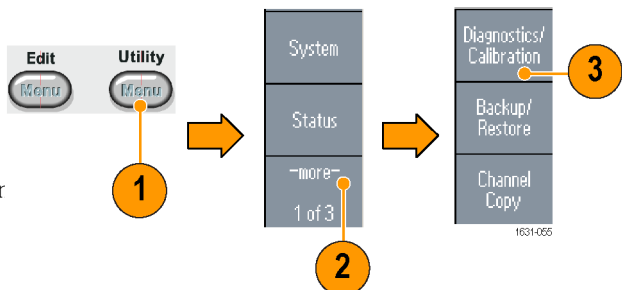
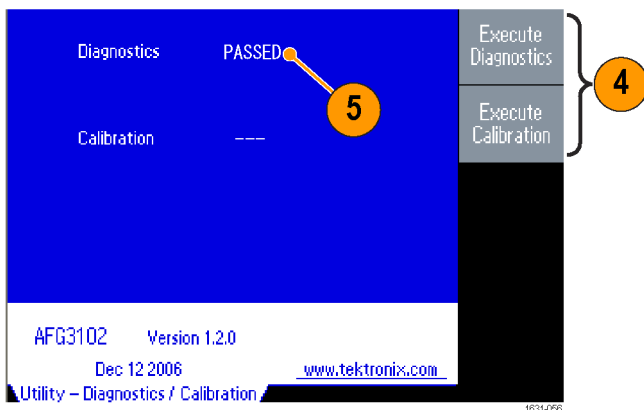


执行仪器自检和自校准

仪器在开机时执行一部分硬件测试。也可以使用 Utility（辅助功能）菜单进行以下手工诊断和/或自校准。

- 诊断（自检）：执行自检，验证仪器是否可正常工作。
- 校准（自校准）：自校准主要使用内部校准例程来检查直流精度。

说明： 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手册》中提供的完整性能验证步骤。

1. 按下前面板 Utility (辅助功能) 按钮。
 2. 按下 -more- (-更多-) 屏幕按钮。
 3. 按下 Diagnostics/Calibration (诊断/校准) 屏幕按钮。
- 
4. 要执行仪器诊断，请按下 Execute Diagnostics (执行诊断) 屏幕按钮。
要执行自校准，请按下 Execute Calibration (执行校准) 屏幕按钮。
 5. 如果诊断完成且无错误，则显示“PASSED” (通过) 消息。
- 



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。

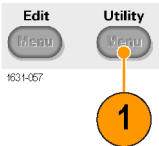
快速提示

- 执行自我校准前，要确保环境温度在 +20°C 到 +30°C (+68°F 到 +86°F) 之间。请在执行自我校准前暖机 20 分钟。
- 在执行自检或自校准时，断开仪器的所有电缆连接。
- 至少每年进行一次自我校准，从而保持直流精度。建议应在定期检查时一起执行自校准。

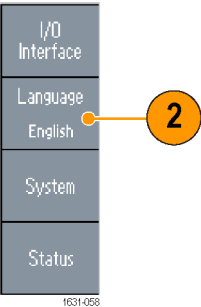
选择本地语言

可选择仪器屏幕上显示的语言。

- 1. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮。



- 2. 按下 Language（语言）屏幕按钮。



- 3. 选择需要的语言。
可以从英语、法语、德语、日语、韩语、简体中文、繁体中文和俄语中选择一种语言。



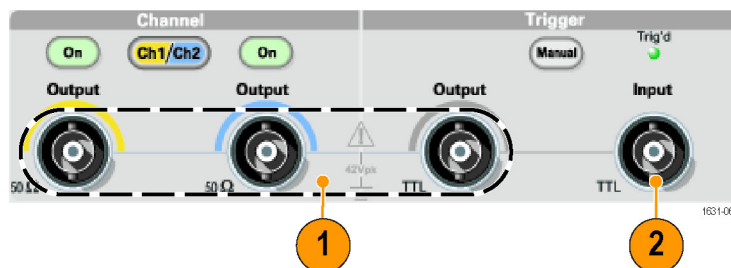
快速提示

- 第一次打开仪器电源时，默认选择英语。选择需要的语言后，所有屏幕菜单、弹出消息以及内置帮助都会以指定的语言显示。主显示区尚未翻译。
- 请使用每种本地语言相应的前面板标示。

防止误用仪器

检查输入输出连接器

1. 找到前面板上的输出连接器。此图显示输出端。
2. 找到前面板上的输入连接器。有些仪器型号有多个输入端。



说明： 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。

仪器的输入和输出连接器都是浮动输入/输出端。



警告： 为避免因电击造成人身伤害，不要在任何 BNC 连接器接地端或机箱接地端上施加高于 42 Vpk 的电压。



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 +5 V 的输入电压。仪器可能被损坏。

使用保险丝适配器

如果在输出或输入连接器上施加过高的直流或交流电压，仪器就会被损坏。为保护输出电路，我们提供了一个作为可选附件的保险丝适配器。当学生或其它不熟练的用户使用仪器时，一定要在输出连接器上安装保险丝适配器，以避免损坏。（见第5页，*可选附件*）

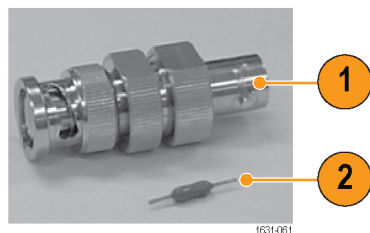


图 1: 保险丝和保险丝适配器

1. 保险丝适配器
2. 保险丝

浮动接地

因为任意波形函数发生器的公共端（输入和输出通道的公共端）与机箱接地端（仪器机箱和交流连接器的接地线）是电绝缘的，所以可以在仪器和其它设备之间进行浮动连接。

所有信号输出连接器都和公共接地端相连，而远程接口连接器和机箱接地端相连。



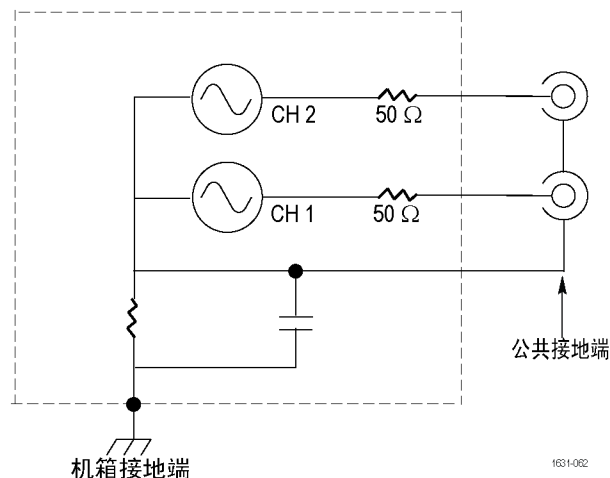
警告： 为避免发生电击，使用本产品时要让浮动电压和仪器的输出电压之和不超过 42 V_{pk}。设备在使用过程中，不要触摸 BNC 的中心线。



注意： 机箱接地端和公共接地端之间的最高额定电压为 42 V_{p-p}（直流 + 交流峰值）。当机箱接地端和公共接地端之间的电势超过 42 V_{p-p} 时，内部保护电路将被激活以保护电路。但这种高电压可能导致仪器的内部电路损坏。

当机箱接地端和公共接地端之间存在电势时，输出端和接地端之间短路会使仪器内部保险丝熔断，从而停止输出。如果保险丝熔断，您需要与当地的 Tektronix 维修支持部门联系。

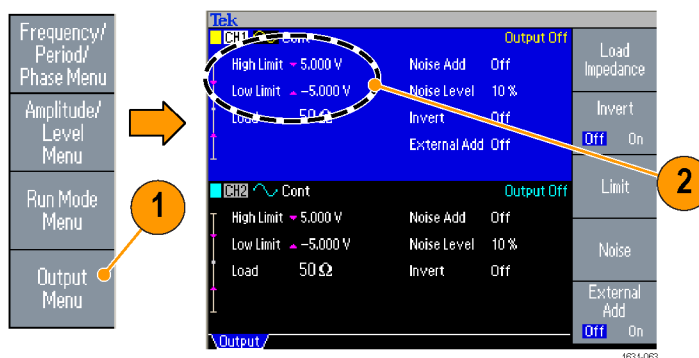
当公共接地端和机箱接地端之间存在电压时，它们之间的短路可能引起过强的电流，从而可能损坏内部或外部电路。



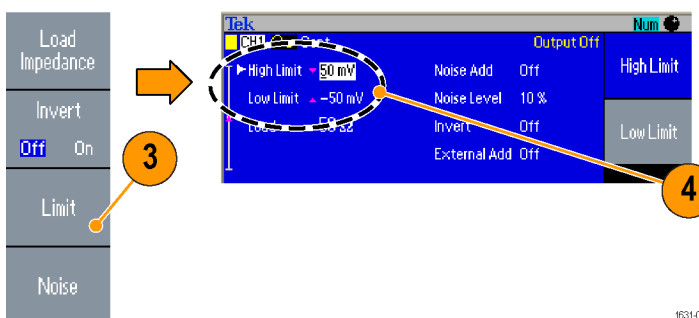
保护 DUT

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。

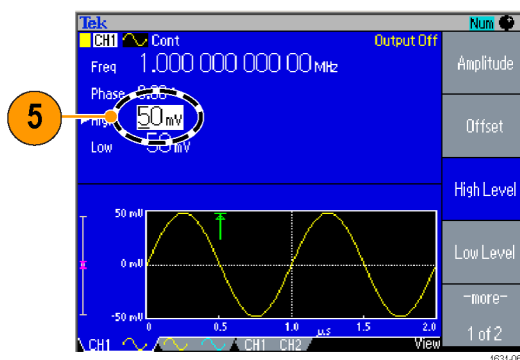
1. 按下前面板 Top Menu（顶层菜单）按钮。在屏幕菜单底部将显示 Output Menu（输出菜单）。选择 Output Menu（输出菜单）。
2. 本例中，高电平限定值设为 5.000 V，低电平限定值设为 -5.000 V。



3. 按下 Limit（限制）屏幕按钮。
4. 选择 High Limit（电平上限）。使用数字键或通用旋钮输入一个数值。
输入 50 mV 作为高电平限定值，输入 -50 mV 作为低电平限定值。



5. 按下前面板 Sine（正弦波）按钮以显示波形参数。确认高电压和低电压标度线已经更改。
对于高电平，不能输入任何大于 50 mV 的数值。



说明： 使用 Output Menu（输出菜单）设置限定值时，图形区左侧显示一个电平指示器。

更新仪器固件

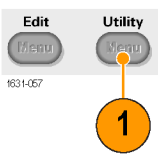
可以使用前面板 USB 存储器连接器更新仪器固件。



注意： 更新仪器固件是一个敏感的操作，如果未严格按照所有说明操作，将可能损坏仪器。为防止损坏仪器，请不要在更新过程中拔出 USB 存储器或关闭仪器的电源。

说明： 提供下列步骤的屏幕图像以作示例。实际的屏幕图像可能有所不同，具体取决于仪器配置。

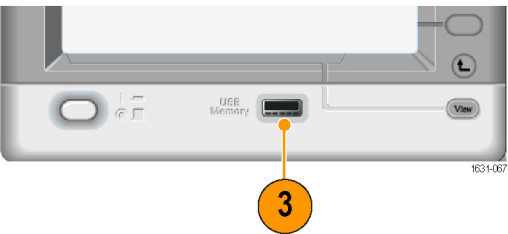
1. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮以显示 Utility（辅助功能）菜单。
版本信息显示在屏幕上。
确认仪器的固件版本。



2. 访问 www.tektronix.com，检查 Tektronix 是否提供了更新固件版本。将最新固件的 zip 压缩文件下载到 PC 上。
解压下载的文件，然后将其复制到 USB 存储器设备的根目录内。



3. 将 USB 存储器设备插入前面板 USB 连接器，确定已将文件保存到 USB 存储器设备的根目录。

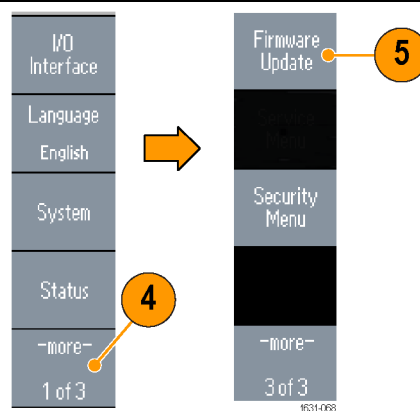


4. 在 Utility（辅助功能）菜单中按两次 -more-（-更多-）屏幕按钮。

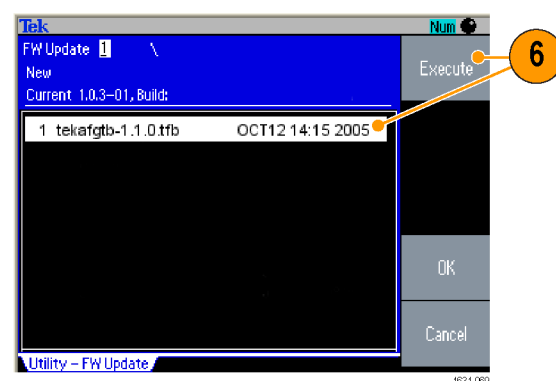
5. 显示 Utility（辅助功能）菜单的第三页。选择 Firmware Update（固件更新）。

说明： 若没有插入 USB 存储器，则将禁用 Firmware Update（固件更新）屏幕按钮。

说明： 若 Access Protection（访问保护）已打开，则将禁用 Firmware Update（固件更新）屏幕按钮。您可以对访问保护进行详细了解。（见第77页）



6. 旋转通用旋钮选择已下载的固件文件，然后按 Execute（执行）屏幕按钮。



7. 按照屏幕指示进行操作。
8. 确认显示屏顶端右侧的时钟符号表示正在执行更新过程。



注意： 固件更新通常大约需要两分钟。请勿在更新过程中拔出 USB 存储器。

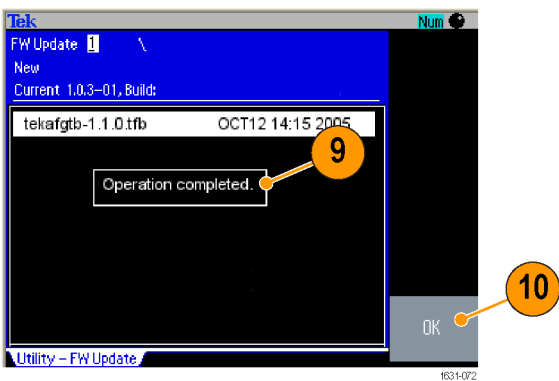


注意： 如果在更新过程中无意拔出了 USB 存储器，请勿关闭仪器电源。从第 3 步开始重复安装过程。

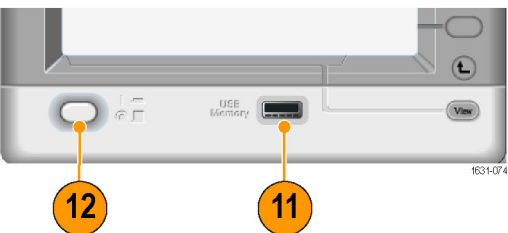
- 9. 请等待，直到仪器显示“Operation completed”（操作已完成）。
- 10. 按 OK（确定）。



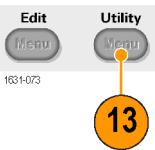
注意： 如果没有显示“Operation completed”（操作已完成），请勿关闭仪器电源。使用不同类型的 USB 存储设备从第 2 步重复安装过程。



- 11. 将 USB 存储器从前面板 USB 连接器中取出。
- 12. 关闭仪器的电源然后再接通。



- 13. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮以显示 Utility（辅助功能）菜单。确认固件已经更新。



说明： 可使用 Security（安全）菜单保护对固件更新的访问。

连接网络

AFG3000 系列任意波形函数通信接口可用于与仪器通信，或远程控制仪器。可使用 USB、以太网或者 GPIB 接口。

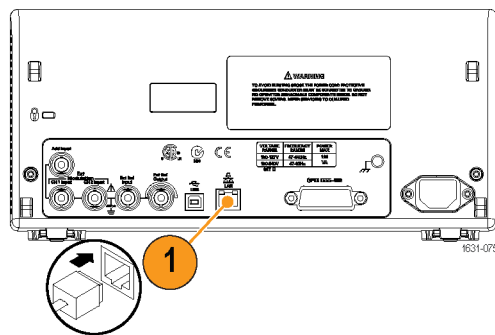
USB 接口

USB 接口不需要前面板或面板菜单操作就可以设置。用一根 USB 电缆将仪器连接到 PC。

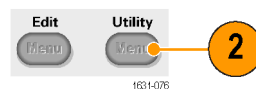
以太网设置

要将仪器连接到网络，首先必须从网络管理员处获得有关信息。输入以太网参数的步骤取决于您的网络配置。如果您的网络支持 DHCP（动态主机配置协议），请按照以下步骤操作：

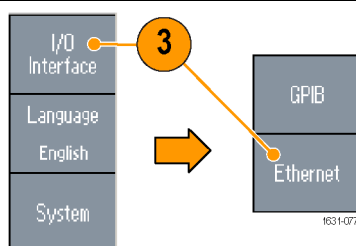
1. 将一根局域网电缆连接到后面板上的局域网端口。



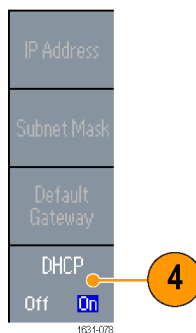
2. 按下前面板 Utility (辅助功能) 按钮。



3. 按下 I/O Interface (I/O 接口) > Ethernet (以太网) 屏幕按钮。

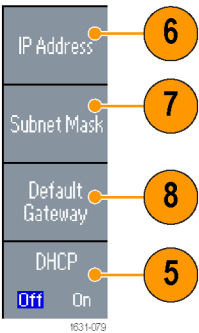


4. 出现以太网设置菜单。
通过选择 DHCP On (开)，仪器可以通过 DHCP 自动设置其网络地址。



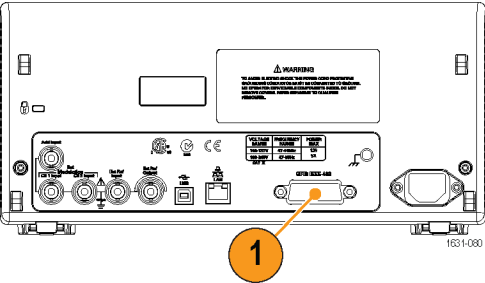
如果不能通过设置开启 DHCP 来建立通信，则需要手工设置 IP 地址，并在必要时设置子网掩码。请按照以下步骤操作：

- 5. 显示 Ethernet Network Settings（以太网网络设置）菜单，选择 DHCP Off（关）。
- 6. 按下 IP Address（IP 地址）屏幕按钮，输入 IP 地址。您需要与网络管理员联系，以得到可用的 IP 地址。
- 7. 按下 Subnet Mask（子网掩码）屏幕按钮，输入子网掩码。请向网络管理员咨询是否需要子网掩码。
- 8. 按下 Default Gateway（默认网关）屏幕按钮，输入网关地址。请向网络管理员咨询网关地址。

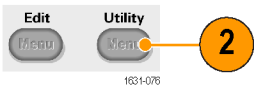


GPIB 设置 要设置仪器 GPIB 接口，请按照以下步骤操作：

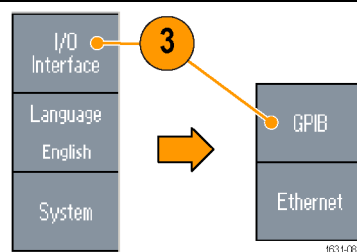
- 1. 将一根 GPIB 电缆连接到后面板 GPIB 端口。



- 2. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮。

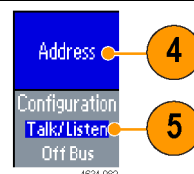


3. 按下 I/O Interface (I/O 接口) > GPIB 屏幕按钮。



4. 按下 Address (地址) 屏幕按钮，为仪器分配唯一的地址。

GPIB 地址为仪器定义一个唯一地址。每个连接到 GPIB 总线的设备都必须有一个唯一的 GPIB 地址。GPIB 地址必须在 0 到 30 之间。



5. 按下 Configuration (配置) 屏幕按钮来打开或关闭仪器总线通信。

- Talk/Listen (讲/听) - 选择该模式，可通过外部主控计算机远程控制仪器。
- Off Bus (离线) - 选择该模式，可断开仪器和 GPIB 总线的连接。

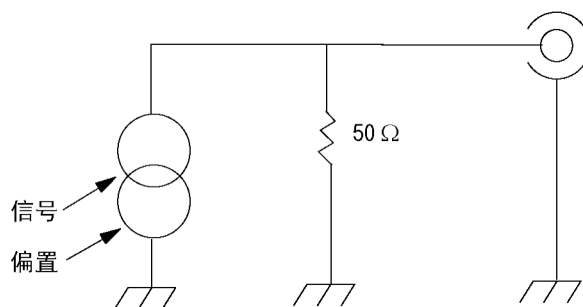
- 快速提示** ■ 关于远程控制命令，请参阅 AFG3000 系列任意波形函数发生器程序员手册。

等效输出电路

下图显示了 AFG3000 系列仪器的等效输出电路：

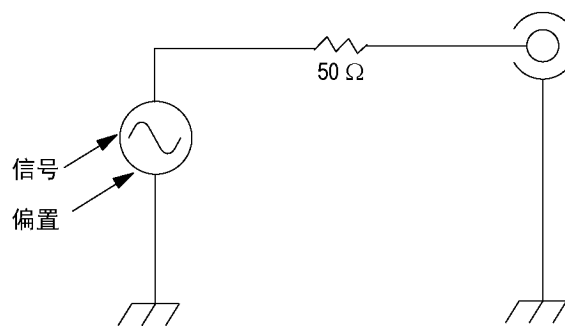
1. AFG3011 / 3011C

- 当使用的负载阻抗 $> 50\ \Omega$ 时，输出信号电压范围不超出 $\pm 20\ \text{V}$ 。



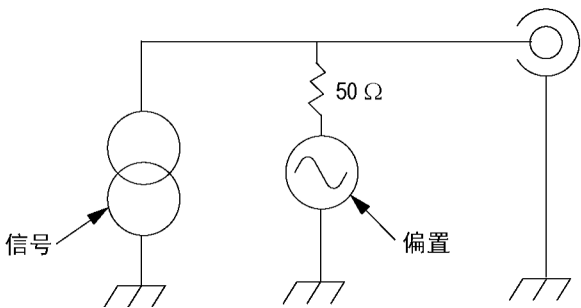
2. AFG3021B / 3021C / AFG3022B / 3022C / 3051C / 3052C

- 输出信号的幅度和偏置不受负载阻抗影响。



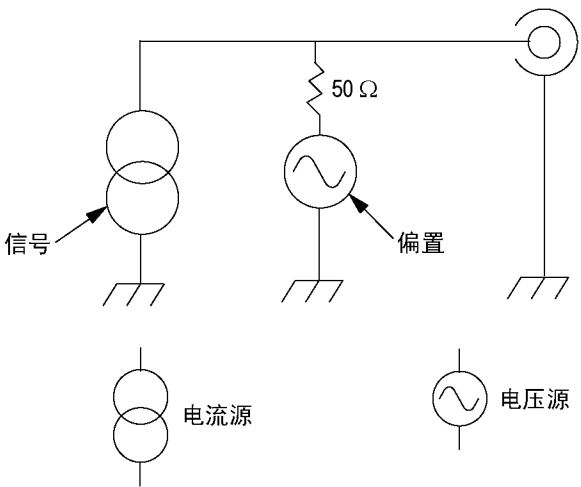
3. AFG3101 / 3101C / 3102 / 3102C / 3151C / 3152C

- 当使用的负载阻抗 >50 Ω 时，输出信号电压范围不超出 ±10 V。
- 当超过最大电平时，电压会受到限幅。
- 更改负载阻抗时，幅度和偏置将受影响。最大和最小电平范围分别不超出 ±10 V。



4. AFG3251 / 3251C / 3252 / 3252C

- 当使用的负载阻抗 >50 Ω 时，输出信号电压范围不超出 ±10 V。



下表显示了更改负载阻抗 (L) 时，正弦波形的输出窗口（最大和最小电平）。负载阻抗将影响输出窗口。

	L = 50 Ω	L = 高阻抗
AFG3011 / 3011C		
最大电平最小电平（最大幅度）	10 V -10 V (20 V _{p-p})	20 V -20 V (40 V _{p-p})
AFG3021B / 3021C / 3022B / 3022C / 3051C / 3052C		
最大电平最小电平（最大幅度）	5 V -5 V (10 V _{p-p})	10 V -10 V (20 V _{p-p})
AFG3101 / 3101C / 3102 / 3102C / 3151C / 3152C		
最大电平最小电平（最大幅度）	10 V -10 V (10 V _{p-p})	10 V -10 V (20 V _{p-p})

	L = 50 Ω	L = 高阻抗
AFG3251 / 3251C / 3252 / 3252C		
最大电平最小电 平（最大幅度）	5 V -5 V (5 Vp-p)	10 V -10 V (10 Vp-p)

过热保护（仅限 AFG3011 / 3011C）

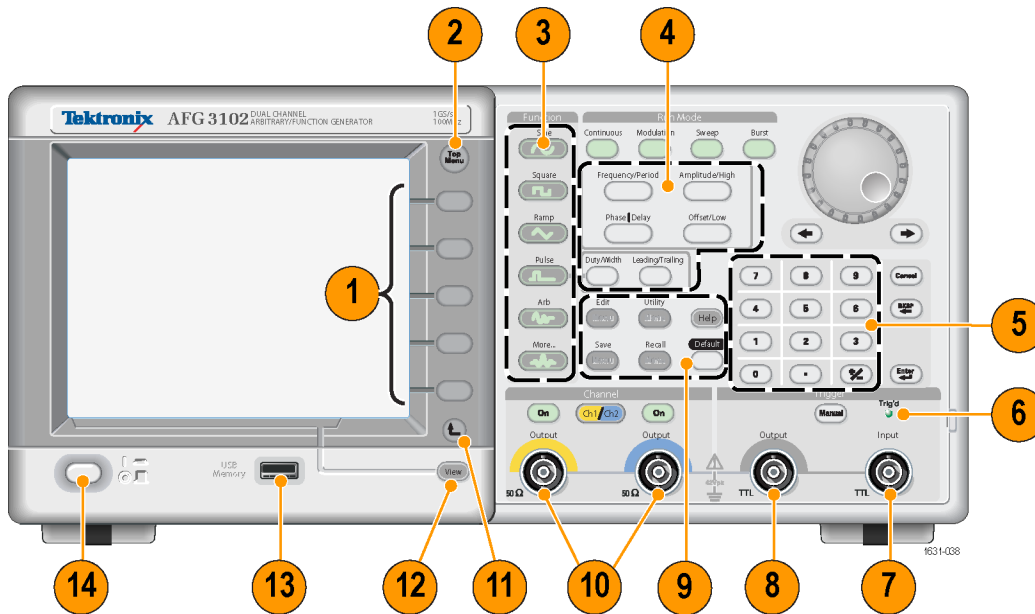
在 AFG3011 和 AFG3011C 内，仪器内部的温度受到监控。当内部温度达到某个阈值水平，会显示警告消息，并自动关闭信号输出。如果显示警告消息，请检查以下状况：

- 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。

仪器接口、前面板和后面板

前面板概述

前面板被分成几个易于操作的功能区。本部分简明扼要地介绍前面板控制部件和屏幕界面。下图表示双通道型号的前面板。



1. 面板菜单按钮
2. 顶部菜单按钮
3. 函数按钮
4. 快捷按钮
5. 数字键盘
6. 当仪器收到内部或外部触发时，Triggered（已触发）LED 将亮起
7. 触发输入连接器
8. 触发输出连接器
9. 菜单按钮
10. CH 1 和 CH 2 输出连接器
11. 返回上级菜单按钮
12. 视图按钮

13. USB 连接器

14. 电源打开/关闭开关

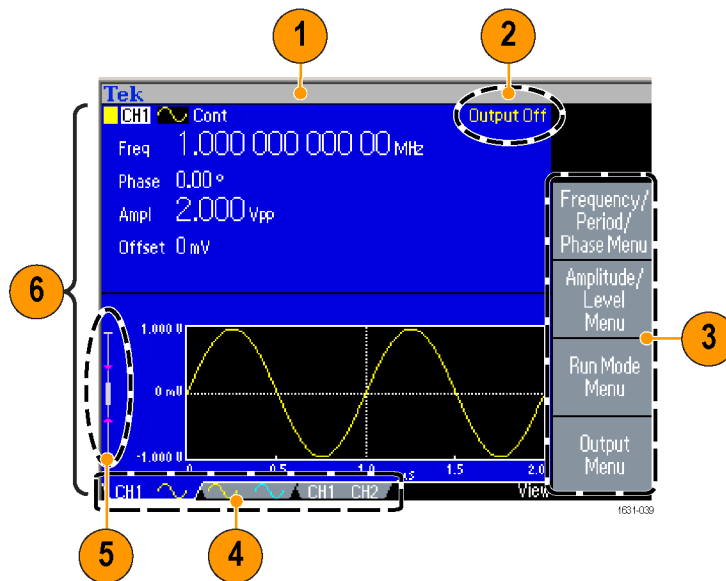
锁定或解锁前面板控件

如果需要锁定前面板控件，请使用以下远程命令：

■ SYSTem:KLOCK[:STATe]

要不通过远程命令来解锁前面板，请按两次前面板的 Cancel（取消）按钮。

屏幕界面的构成



屏幕菜单：按下前面板按钮时，仪器在屏幕右侧显示相应的菜单。该菜单显示直接按下屏幕右侧未标记的屏幕按钮时可用的选项。（有些文档也可能将屏幕按钮称为选项按钮、侧面菜单按钮或软按键。）

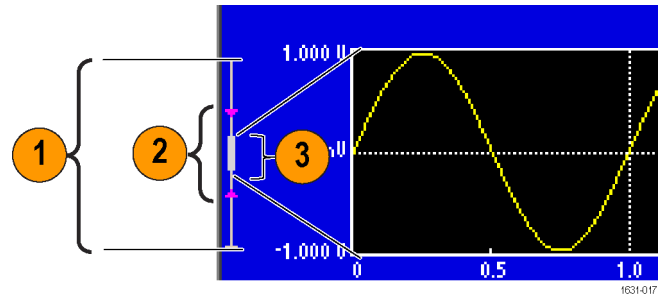
主显示区和视图选项卡：按下前面板 View（视图）按钮，可以切换主显示区的显示格式。视图选项卡对应当前显示格式。仪器可以显示三种不同的屏幕格式。

输出状态：如果输出被设为禁用，在该区域会出现 Output Off（输出关闭）消息。按下前面板通道输出按钮以启用输出时，该消息会消失。

消息显示区：该区域中显示硬件状态（如时钟和触发器）的监控消息。

电平表：显示幅度电平。下图介绍电平表。

1. 显示仪器的最大幅度电平。
2. 显示用户设置的高电平和低电平限定值的范围。
3. 显示当前选择的幅度电平。



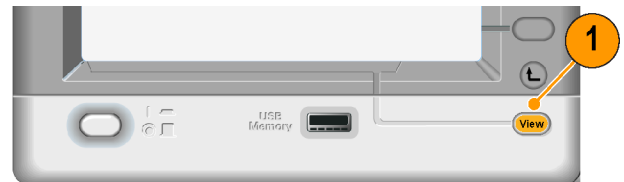
1631-017

视图按钮

仪器提供了下列三种屏幕视图格式：

- 波形参数和图形显示
- 图形对比
- 波形参数对比

1. 要更改屏幕显示格式，请按下前面板 View（视图）按钮。



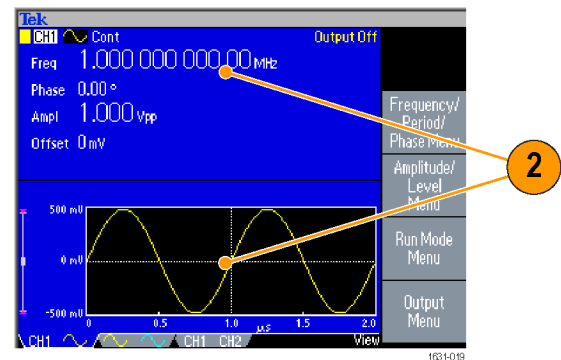
1631-018

2. 第一种格式提供单通道波形参数和图形显示。

（仅限双通道型号）：可以按下通道选择按钮来切换 CH1 和 CH2 信息。

按一次 View（视图）按钮，视图格式就变为图形比较格式。

再按一次 View（视图）按钮，将显示第三种格式。该视图提供了通道参数对比。



1631-019

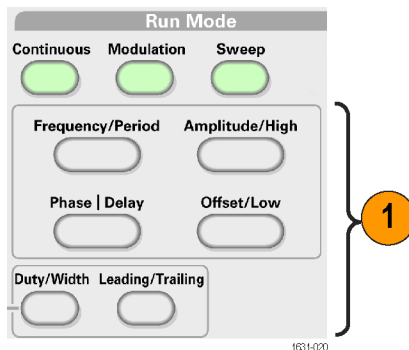
快速提示

- 如果仪器正处于 Save（保存）、Recall（调出）、Utility（辅助功能）、Help（帮助）或 Output（输出）菜单中，按下 View（视图）按钮将不起作用。
- 仪器在 Edit（编辑）菜单中时，按下 View（视图）按钮将在编辑文本和图形视图之间切换。这是单通道型号 view（视图）按钮的唯一功能。

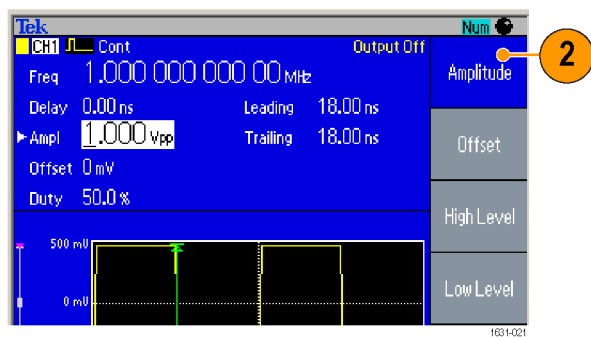
快捷按钮

快捷按钮是为有经验的用户提供的。通过快捷按钮，可以选择设置参数，并用前面板控制部件输入数字值。使用快捷按钮，可以不进行任何面板菜单选择而选择波形参数。

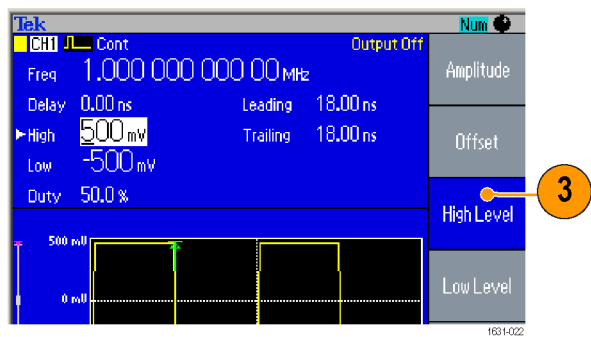
1. 快捷按钮位于前面板上 Run Mode（运行模式）按钮的下方。
本例中使用脉冲波形。



2. 如果按一次 Amplitude/High（幅度/高）快捷按钮，Amplitude（幅度）变为有效。



3. 如果再按一次 Amplitude/High（幅度/高）快捷按钮，High Level（高电平）变为有效。
用同样的方法，还可以设置 Frequency/Period（频率/周期）、Offset/Low（偏置/低）、Duty/Width（占空比/宽度）或 Leading/Trailing（上升/下降）等参数。



快速提示

- 如果按下 Phase | Delay（相位 | 延迟）快捷按钮，Delay（延迟）变为有效。再按 Phase | Delay（相位 | 延迟）将不起作用，因为脉冲参数菜单中没有相位参数。
- Duty/Width（占空比/宽度）和 Leading/Trailing（上升/下降）快捷按钮只有在仪器处于脉冲参数菜单中时才可以使用。

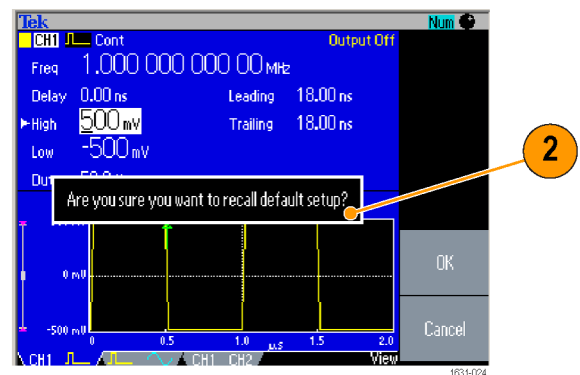
默认设置

如果希望将仪器设置恢复为默认值，请使用前面板 Default（默认）按钮。

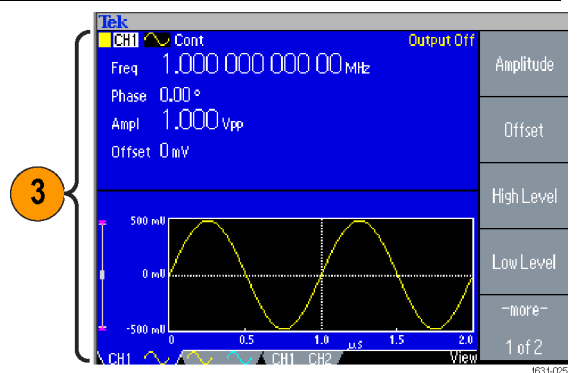
1. 按下前面板的 Default（默认）按钮。



2. 屏幕上出现确认弹出消息。
按下 OK（确定）调出默认设置。
按下 Cancel（取消）放弃调出。



3. 如果选择 OK（确定），则仪器将显示频率为 1 MHz、幅度为 1 V_{p-p} 的正弦波形，作为默认设置。



快速提示

- 《AFG3000 系列任意波形函数发生器程序员手册》详细介绍了默认设置。该手册可从附带的文档光盘或网站 www.tektronix.com/downloads 获得。
- 前面板上的 Default（默认）按钮不会重新设置下列设置：
 - 语言选项
 - 开机设置

- 系统相关的设置（显示对比度、屏保、单击音调和蜂鸣器）
- 保存的设置和任意波形数据
- 校准数据
- GPIB 和以太网设置
- 访问保护

选择波形

仪器可以提供 12 种标准波形（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）。仪器还可以提供用户定义的任意波形。您可以创建、编辑、保存自定义波形。

还可以使用 Run Mode Modulation（运行模式调制）菜单创建调制波形。下表说明了调制类型和输出波形形状的组合。

以下矩阵显示每种运行模式下允许哪种波形。

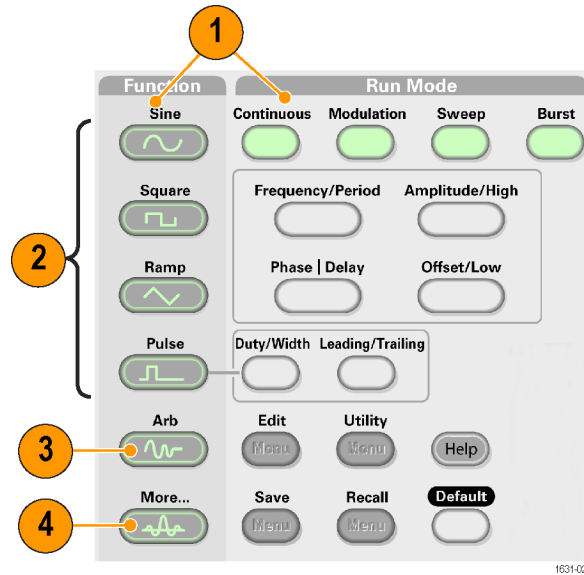
运行模式	正弦波、方波、锯齿波、任意波形、 $\text{Sin}(x)/x$ 、高斯、洛仑兹、指数上升、指数衰减、半正矢	脉冲	噪声、直流
连续	√	√	√
调制			
AM	√		
FM	√		
PM	√		
频移键控	√		
脉宽调制		√	
扫描	√		
突发脉冲	√	√	

说明： 当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。

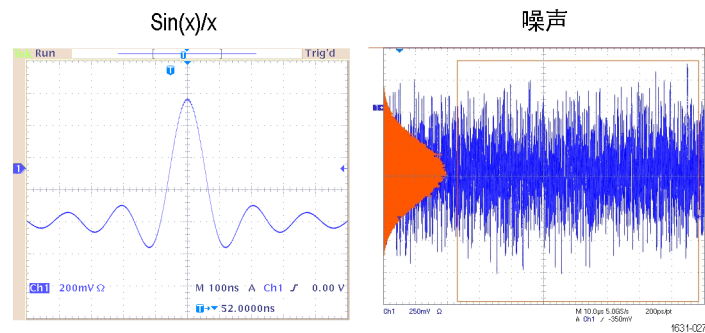
当仪器输出 $\text{Sin}(x)/s$ 、高斯、洛仑兹、指数式增长、指数式下降或半正矢时， V_{p-p} 被定义为 0 到峰值间的值的两倍。

按照以下步骤选择输出波形：

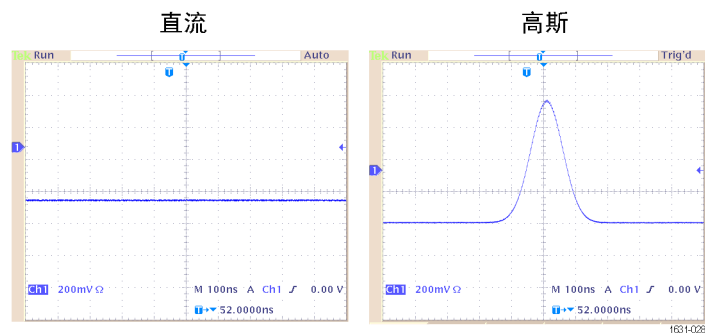
1. 按下前面板 Sine（正弦波）按钮，再按下 Continuous（连续）按钮，选择连续正弦波形。
2. 可以通过前面板 Function（波形）按钮直接选择四种标准波形之一。
3. 要选择任意波形，请按下 Arb（任意波）按钮。
4. 要选择其他标准波形（如 $\text{Sin}(x)/x$ 、噪声、直流或高斯），请按 More...（更多...）按钮，再按顶部屏幕按钮。



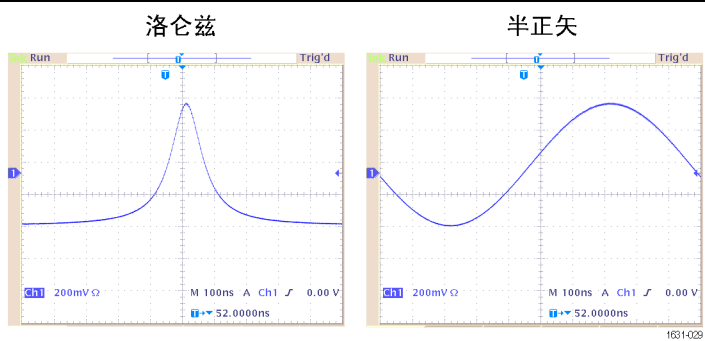
5. 这是 $\text{Sin}(x)/x$ 和噪声波形的例子。



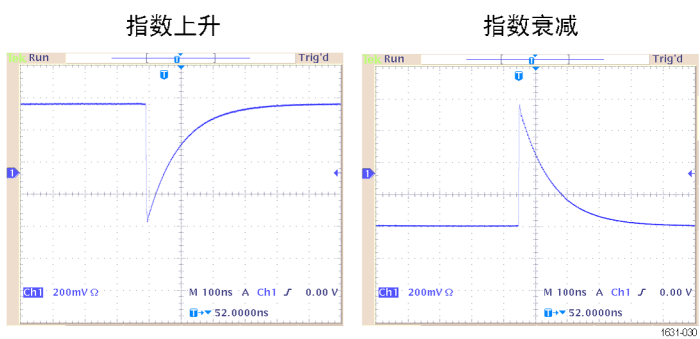
6. 这是直流和高斯波形的例子。



7. 这是洛仑兹和半正矢波形的例子。



8. 这是指数上升和指数衰减波形的例子。

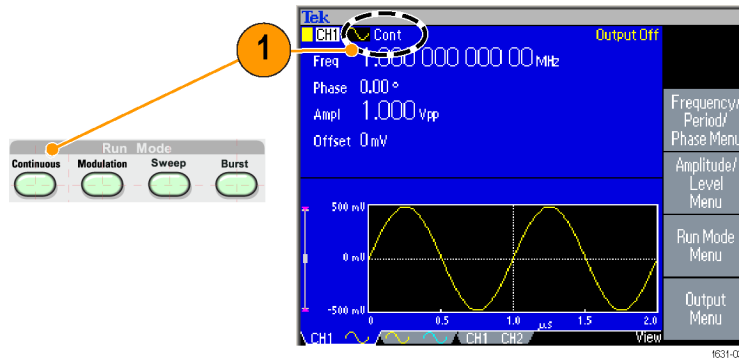


选择运行模式

按下四个 Run Mode（运行模式）按钮之一，选择仪器的信号输出方式。

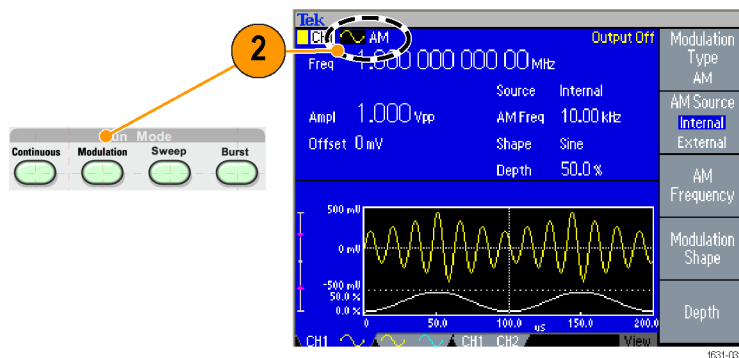
1. 默认运行模式为 Continuous（连续）。

您可以对更改波形参数进行详细了解。（见第32页）

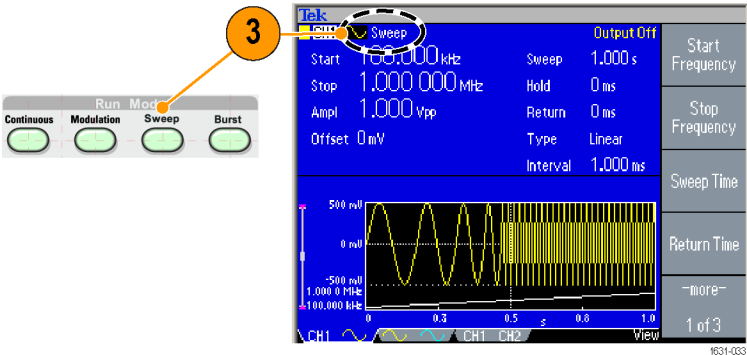


2. 要选择调制波形，请按下 Modulation（调制）按钮。

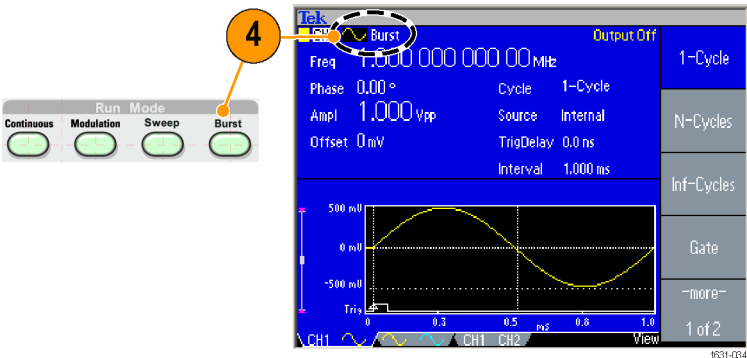
您可以对调制波形进行详细了解。（见第53页，*调制波形*）



3. 要选择扫频波形，请按下 Sweep（扫描）按钮。
您可以对扫描波形进行详细了解。（见第50页）



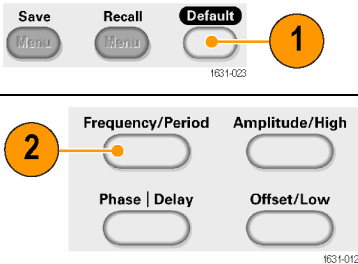
4. 要选择脉冲波形，请按下 Burst（脉冲）按钮。
您可以对突发脉冲模式进行详细了解。（见第49页）



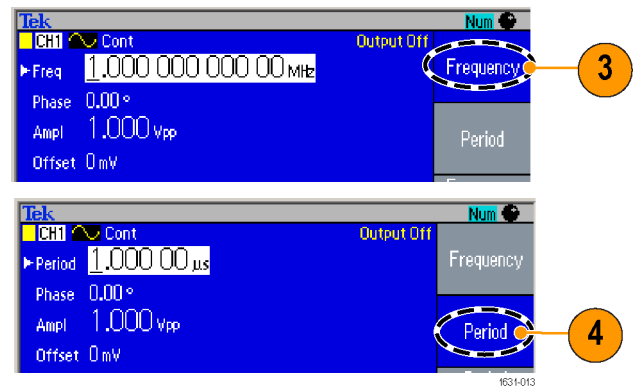
调节波形参数

仪器开机后，默认输出信号是 1 MHz 正弦波形，幅度为 1 V_{p-p}。在下面的例子中，您可以更改原输出信号的频率和幅度。

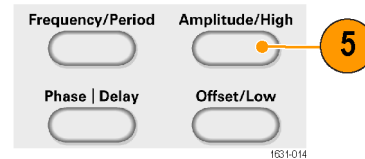
1. 按下前面板 Default（默认）按钮，显示默认输出信号。
2. 按下前面板 Frequency/Period（频率/周期）快捷按钮，可以更改频率。



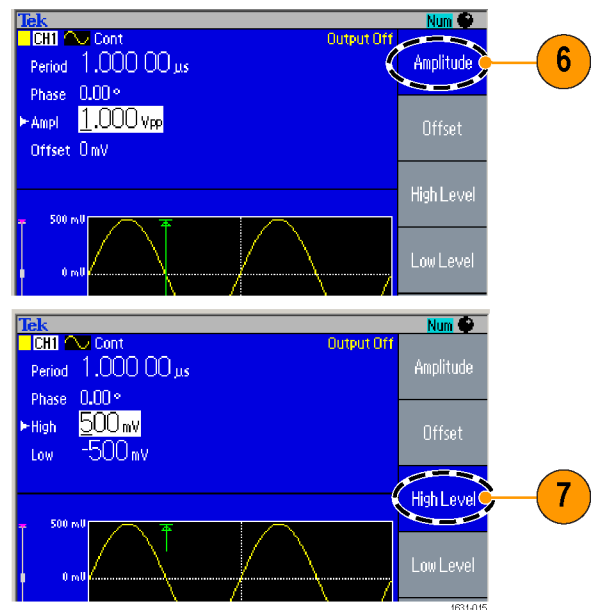
3. 现在频率有效。可以使用键盘和单位面板菜单或通用旋钮更改数值。
4. 再按一次 Frequency/Period (频率/周期) 快捷按钮，将参数切换为 Period (周期)。



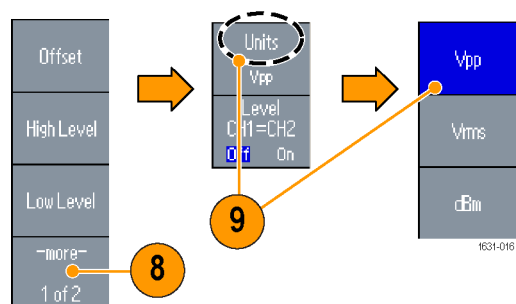
5. 接下来将更改幅度。按下 Amplitude/High (幅度/高) 快捷按钮。



6. 现在幅度有效。可以使用键盘和单位面板菜单或通用旋钮更改数值。
7. 再按一次 Amplitude/High (幅度/高) 快捷按钮，将参数切换为 High Level (高电平)。可以用同样的方法更改相位和偏置值。



8. 要更改幅度单位，请按下 -more- (-更多-) 屏幕按钮，显示第二页。
9. 按下 Units (单位) 屏幕按钮，显示单位选择屏幕菜单。默认选择是 Vp-p。

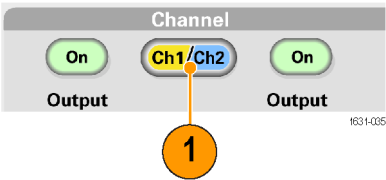


快速提示 以下换算表显示 V_{p-p} 、 V_{rms} 和 dBm 之间的关系。

V_{p-p}	V_{rms}	dBm
20.00 V_{p-p}	7.07 V_{rms}	+30.00 dBm
10.00 V_{p-p}	3.54 V_{rms}	+23.98 dBm
2.828 V_{p-p}	1.00 V_{rms}	+13.01 dBm
2.000 V_{p-p}	707 mV_{rms}	+10.00 dBm
1.414 V_{p-p}	500 mV_{rms}	+6.99 dBm
632 mV_{p-p}	224 mV_{rms}	0.00 dBm
283 mV_{p-p}	100 mV_{rms}	-6.99 dBm
200 mV_{p-p}	70.7 mV_{rms}	-10.00 dBm
10.0 mV_{p-p}	3.54 mV_{rms}	-36.02 dBm

通道选择 (仅限于双通道型号)

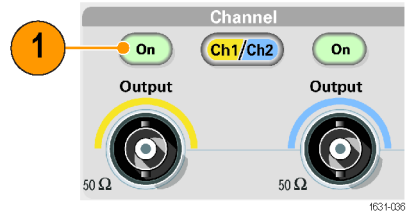
- 1. 按下前面板 Channel Select (通道选择) 按钮，控制屏幕显示。可以在两个通道之间切换。



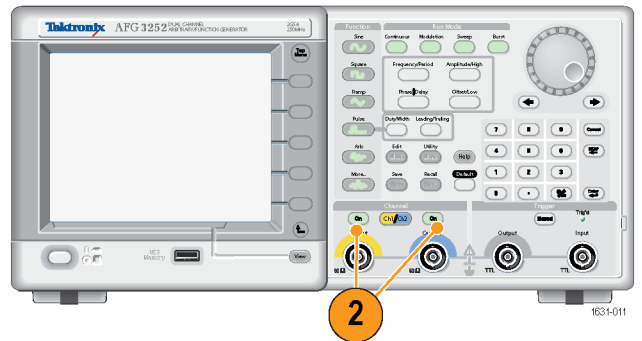
说明： 如果在 Utility (辅助功能)、Save (保存)、Recall (调出) 或 Help (帮助) 菜单中时按下 Channel Select (通道选择) 按钮，屏幕显示将返回上一视图。 通道不会切换。

打开/关闭输出

1. 要使信号输出有效，请按下前面板通道输出 On（开）按钮。在打开状态时，该按钮中的 LED 亮起。
您可以在输出关闭时配置信号。这样可以使您尽量避免向 DUT 发送有问题的信号。

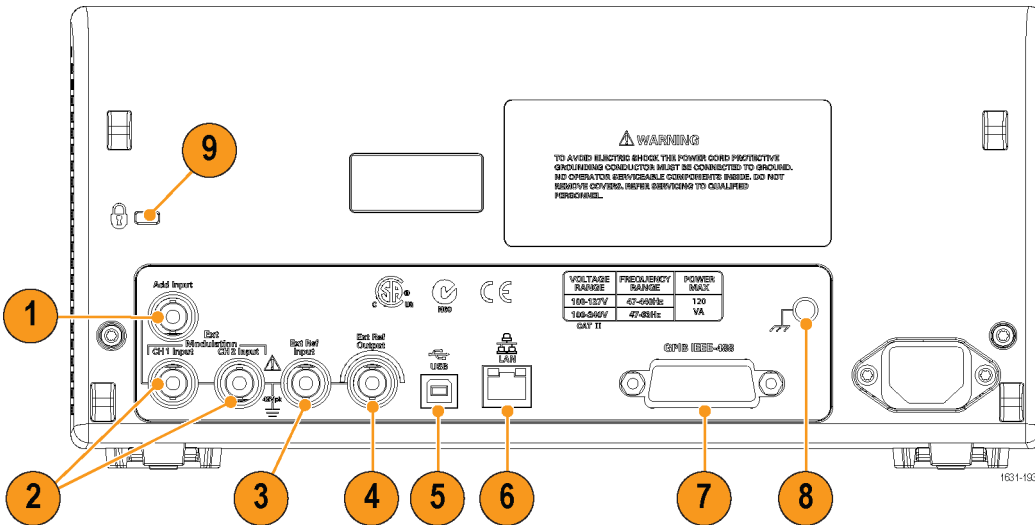


2. （仅限双通道型号）可以独立打开或关闭通道 1 和通道 2 的信号输出。
可以随时打开其中一个通道或同时打开两个通道。



后面板

下图表示仪器的后面板连接器。



1. **ADD INPUT**（附加输入）： AFG3101 / 3101C / 3102 / 3102C / 3151C / 3152C / 3251 / 3252 / 3252C 提供了 ADD INPUT（附加输入）连接器。使用该连接器可以在 CH1 输出信号上附加一个外部信号。
2. **EXT MODULATION INPUT (CH1 and CH2)**（外部调制输入）（CH1 和 CH2）： CH1 INPUT（CH1 输入）和 CH2 INPUT（CH2 输入）是独立的。这些连接器的信号输入电平控制调制参数。
3. **EXT REF INPUT**（外部参考输入）： 这是一个外部参考输入 BNC 连接器。如果需要同步多台 AFG3000 系列任意波形/函数发生器，或将任意波形函数发生器与其他仪器同步，请使用外部参考输入连接器。
4. **EXT REF OUTPUT**（外部参考输出）： 这是一个外部参考输出 BNC 连接器。如果需要同步多台 AFG3000 系列任意波形/函数发生器，或将任意波形函数发生器与其他仪器同步，请使用外部参考输出连接器。
5. **USB**： 用于连接 USB 控制器。（B 型）
6. **LAN**： 用于将仪器连接到网络。在此处连接一根 10BASE-T 或 100BASE-T 电缆。
7. **GPIB**： 用于通过 GPIB 命令控制仪器。
8. **机箱接地螺钉**： 机箱接地螺钉用于将仪器接地。 使用标准的粗牙螺纹（#6-32，长度为 6.35 mm 或更短）。
9. **安全槽**： 使用标准的笔记本计算机安全绳来固定仪器。

操作基础

快速教程：如何选择波形和调整参数

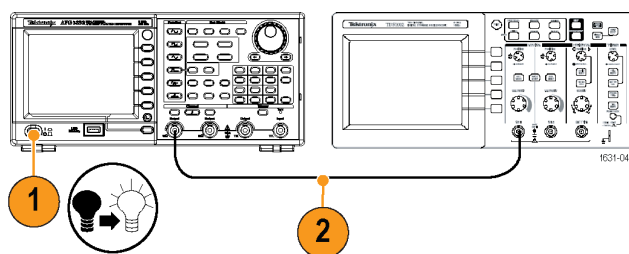
如果您是新手，可按照此处介绍的步骤来熟悉如何选择波形和调整波形参数。

1. 按下仪器上的电源按钮。
2. 用 BNC 电缆将仪器的 CH1 输出连接到示波器输入。
3. 选择波形。
4. 打开信号输出。
5. 观察示波器屏幕上显示的波形。
6. 使用仪器上的前面板快捷按钮选择波形参数。
7. 选择频率作为要更改的参数。
8. 使用数字键更改频率值。
9. 使用通用旋钮和箭头键更改波形参数。

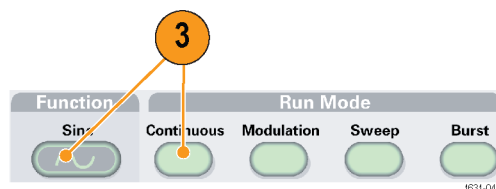
快速教程：如何生成正弦波形

如果您是新手，可按照此处介绍的步骤来了解如何生成连续的正弦波形。

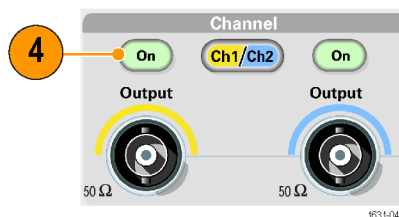
1. 连接电源线，并按下前面板电源开关，打开仪器。
2. 用 BNC 电缆将任意波形函数发生器的 CH1 输出连接到示波器输入连接器。



3. 按下前面板 Sine（正弦波）按钮，再按下 Continuous（连续）按钮，以选择波形。



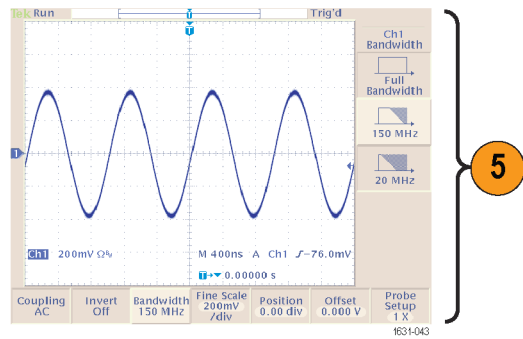
4. 按下前面板 CH1 Output On（CH1 输出开）按钮，启用输出。



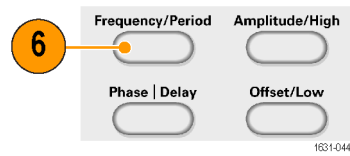
5. 使用示波器自动定标功能在屏幕上显示正弦波形。

如果仪器输出默认正弦波形，可以按照下列参数手工设置示波器：

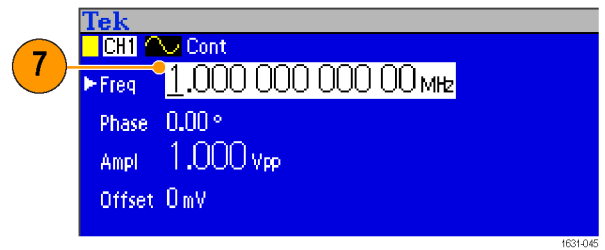
- 0.5 μs /格
- 200 mV/格



6. 要更改频率，请按下前面板 Frequency/Period (频率/周期) 快捷按钮。



7. 出现频率/周期/相位菜单，Freq (频率) 被选中。现在可以更改频率值。

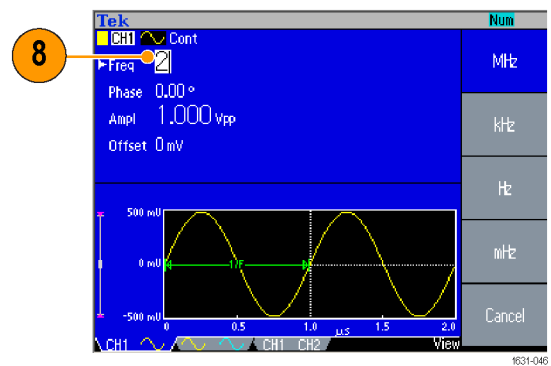


8. 要更改频率值，请使用键盘和 Units (单位) 屏幕按钮。

例如，如果用键盘输入了数值“2”，屏幕菜单会自动变为 Units (单位)。

输入频率值后，按下 Units (单位) 屏幕按钮或前面板 Enter (输入) 按钮结束输入。

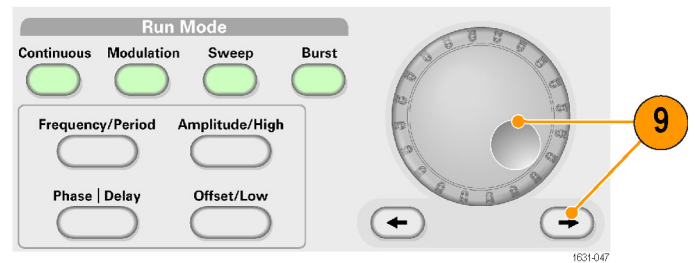
用同样的方法可更改幅度、相位、偏置的值。



9. 也可以使用通用旋钮和箭头键更改频率值。

要增大数值，请顺时针转动旋钮。

要更改特定数字，请按下箭头键选择它。再转动旋钮，更改该数字。



快速提示

- 使用前面板快捷按钮快速选择波形参数。
- 也可以通过面板菜单选择指定波形参数。该方法不使用前面板快捷按钮。
- 当通过快捷按钮或面板菜单选择指定波形参数时，当前参数在图形区中以绿色显示。

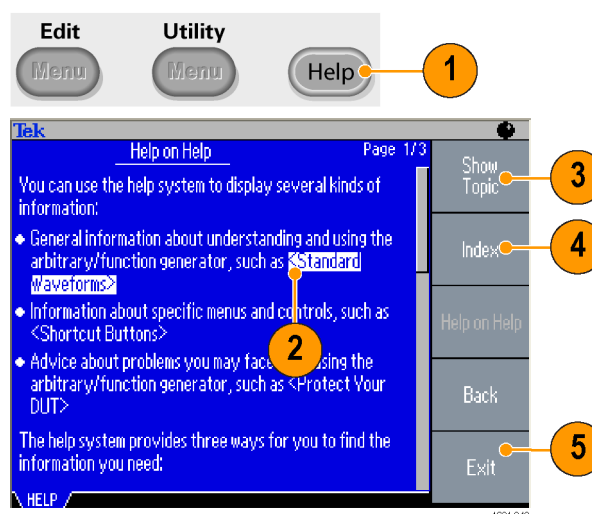
快速教程：仪器帮助系统

仪器帮助系统可让您在需要帮助时访问有关特定菜单项及仪器功能的信息。可使用前面板按钮和旋钮访问和导航这个帮助系统，按照屏幕上显示的说明进行操作。各个帮助主题可能包含其他主题的连接。可按照屏幕说明进行访问。

如何访问仪器帮助系统

可按照此处介绍的步骤来访问仪器的帮助系统。

1. 按下前面板 Help（帮助）按钮以显示帮助屏幕。
2. 旋转通用旋钮将加亮区从一个链接移动到另一个。
3. 按下 Show Topic（显示标题）屏幕按钮以显示与高亮显示链接相对应的主题。
4. 按下 Index（索引）屏幕按钮以显示索引页。
5. 按下 Exit（退出）屏幕按钮或任意前面板按钮，可移去屏幕上的帮助文字，返回到图形或参数显示。

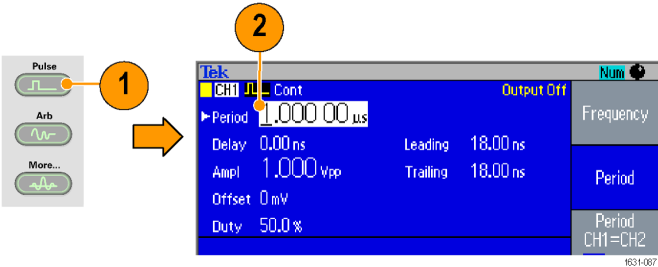
**如何访问和导航仪器帮助系统**

- 按下 Help（帮助）按钮，即可显示有关屏幕上最后显示菜单的相关信息（主题）。
- 旋转通用旋钮可在显示的主题内翻页。
- 按下 Index（索引）屏幕按钮以显示帮助的索引页。
- 按下 Page Up（上一页）或 Page Down（下一页）屏幕按钮，可搜索包含所要查看主题的索引页。
- 旋转通用旋钮以加亮显示索引内的帮助主题。

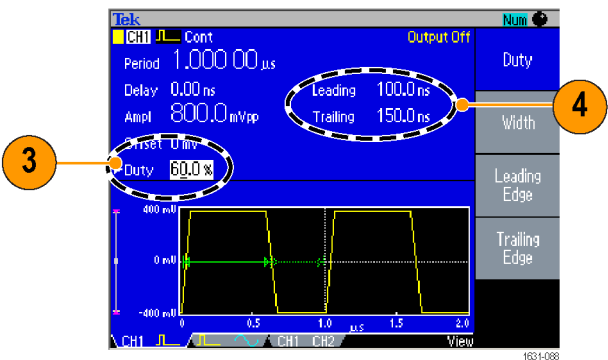
- 按下 Show Topic（显示标题）屏幕按钮即可从索引页内显示该主题。
- 按下 Utility（辅助功能）按钮然后再按 Language（语言）屏幕按钮，即可选择在帮助主题、屏幕菜单和屏幕消息中使用的语言。

产生脉冲波形

1. 按下前面板 Pulse（脉冲波）按钮以显示 Pulse（脉冲波）屏幕。
2. 按下 Frequency/Period（频率/周期）快捷按钮选择 Frequency（频率）或 Period（周期）。



3. 按下 Duty/Width（占空比/宽度）快捷按钮在 Duty（占空）和 Width（宽度）之间切换。
4. 按下 Leading/Trailing（上升/下降）快捷按钮在 Leading Edge（上升沿）参数和 Trailing Edge（下降沿）参数之间切换。



5. 通过按 Phase | Delay（相位 | 延迟）快捷按钮以显示上升延迟设置屏幕，根据需要调节参数即可设置上升延迟。您也可以从屏幕菜单选择 Lead Delay（脉冲延迟）。

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。

If runMode = Continuous:

$$\text{Temp1} = 0.8 * 2.0 * \text{width} - \text{tEdge};$$

$$\text{Temp2} = (\text{period} - \text{width}) * 0.8 * 2.0 - \text{tEdge};$$

```

Temp3 = 0.625 * period.

Else:

Temp1 = 0.8 * 2.0 * width - tEdge;
Temp2 = ( period - leadDelay - width ) * 0.8 * 2.0 - tEdge;
Temp3 = 0.625 * period.

```

最大下降边沿时间：此值为每个实例中三者的最小值。

```

If runMode = Continuous:

Temp1 = 0.8 * 2.0 * width - lEdge;
Temp2 = ( period - width ) * 0.8 * 2.0 - lEdge;
Temp3 = 0.625 * period.

Else:

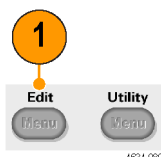
Temp1 = 0.8 * 2.0 * width - lEdge;
Temp2 = ( period - leadDelay - width ) * 0.8 * 2.0 - lEdge;
Temp3 = 0.625 * period.

```

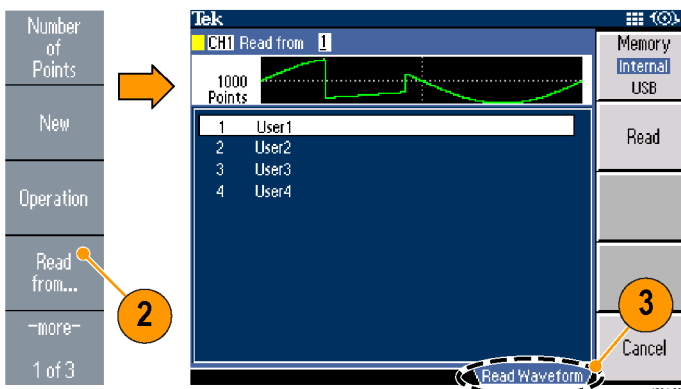
保存/调出任意波形

最多可在仪器的内部存储器中保存四种任意波形。要保存更多波形，请使用 USB 存储器。

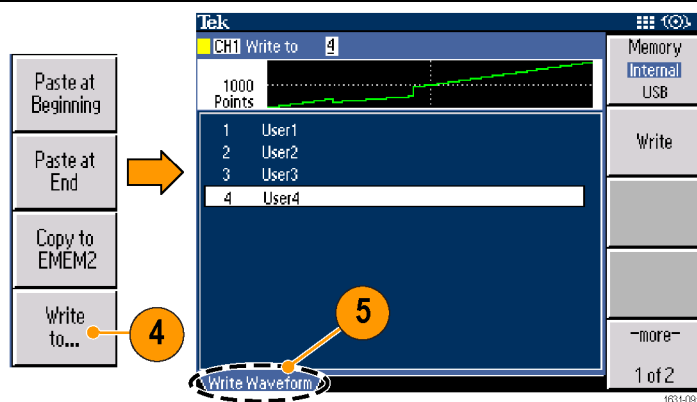
1. 要调出或保存任意波形，请按前面板的 Edit（编辑）按钮，显示 Edit（编辑）菜单。



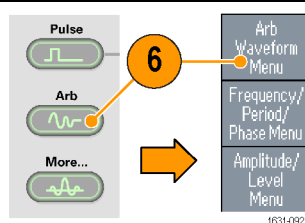
2. 选择 Read from...（读取位置...），调出一种任意波形。
3. 显示 Read Waveform（读取波形）页。



4. 要保存波形，请选择 Write to...（写入...），显示 Write Waveform（写入波形）页。
5. 如果要将波形保存到 USB 存储器，则保存为一个扩展名为 TFW 的文件。



6. 还可通过按下前面板的 Arb（任意波形）> Arb Waveform Menu（任意波形菜单）屏幕按钮，调出波形。



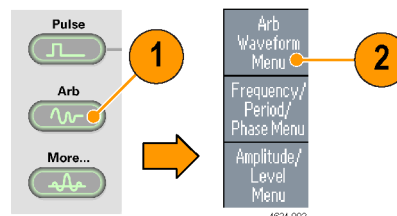
快速提示

- 在 Write to...（写入...）子菜单中按下 -more-（-更多-）屏幕按钮，可以显示 Lock/Unlock（锁定/解锁）和 Erase（清除）菜单。
- 锁定/解锁功能用于锁定文件以防文件无意中被覆盖。

产生任意波形

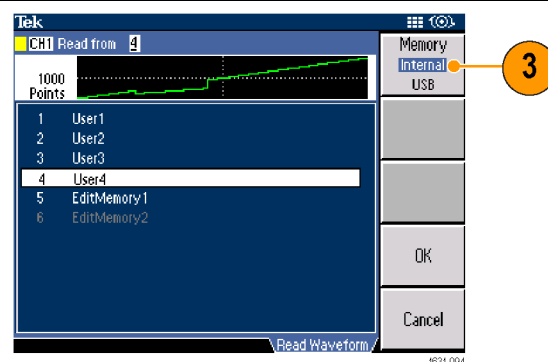
仪器可以输出存储在内部存储器或 USB 存储器中的任意波形。

1. 按下前面板 Arb（任意波形）按钮。
2. 按下 Arb Waveform Menu（任意波形菜单）屏幕按钮。



3. 出现任意波形菜单。现在可以浏览内部存储器或 USB 存储器中的波形文件列表。选择 Internal（内部）。可从以下内容中选择文件：

- User 1（用户 1）、User 2（用户 2）、User 3（用户 3）或 User 4（用户 4）
- Edit Memory 1（编辑存储器 1）或 Edit Memory 2（编辑存储器 2）



说明： Edit Memory 2（编辑存储器 2）仅在双通道仪器中可用。Edit Memory 1（编辑存储器 1）与通道 1 相关，Edit Memory 2（编辑存储器 2）与通道 2 相关。

使用前面板通用旋钮滚动文件，然后选择一个文件并按下 OK（确定）。

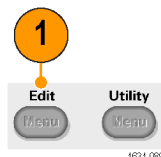
快速提示

- 文件名只以英文字符显示。如果您用非英文字符命名文件，这些字符会被罗马符号（如 #、\$、%）代替。
- 使用 Edit（编辑）菜单中的 Write to...（写入...）屏幕菜单将 USB 存储器上的波形文件复制到内部存储器中。

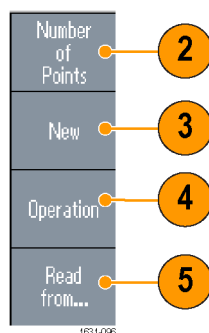
修改任意波形 (编辑菜单)

要修改任意波形，请使用 Edit（编辑）菜单。Edit（编辑）菜单支持多种波形编辑功能，还能导入或存储编辑后的波形数据。双通道型号仪器由两个编辑内存（Edit Memory 1（编辑存储器 1）和 Edit Memory 2（编辑存储器 2））。Edit（编辑）菜单还支持在这些内存之间复制波形数据。

1. 按下前面板 Edit（编辑）按钮，显示 Edit（编辑）菜单。

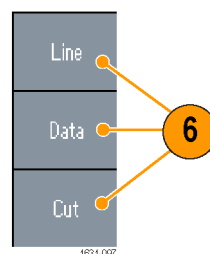


2. 选择 Number of Points（点的数目）以设置要编辑的波形点的个数。
3. 选择 New（新建）向 Edit（编辑）内存写入标准波形。写入波形的点数由 Number of Points（点的数目）指定。可以选择五种波形类型之一（正弦波、方波、锯齿波、脉冲和噪声）。
4. 选择 Operation（操作）以显示 Operations（操作）子菜单。
5. 选择 Read from...（读取位置...）将波形数据的存储位置指定为 Internal（内部）或 USB。



6. 按下 Operation（操作）以显示 Operations（操作）子菜单。

- 按下 Line（行）以显示 Line（行）编辑子菜单。
- 按下 Data（数据）以显示 Data Points（数据点）编辑子菜单。
- 按下 Cut（剪切）以显示 Cut Data Points（剪切数据点）子菜单。

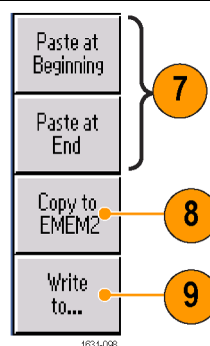


7. 选择 Paste at Beginning（粘贴至开头）在编辑波形的开头处附加一个波形。

选择 Paste at End（粘贴至末尾）在编辑波形的末尾附加一个波形。

8. 选择 Copy to EMEM1/EMEM2（复制到 EMEM1/EMEM2）可在 Edit Memory 1（编辑存储器 1）和 Edit Memory 2（编辑存储器 2）之间复制波形数据。（此菜单项仅在双通道仪器上提供。）

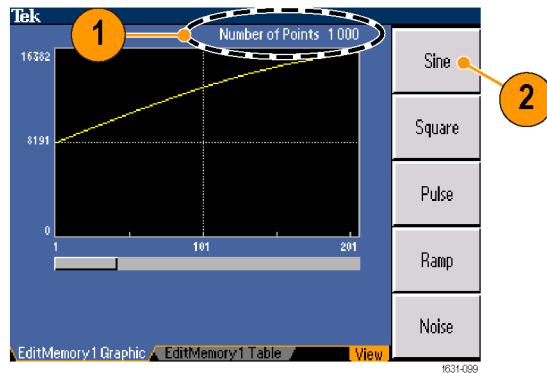
9. 选择 Write to...（写入...），显示一个子菜单用于写入波形数据。



任意波形编辑示例 1

以下示例介绍如何使用 Line（行）编辑功能。将锯齿波粘贴在正弦波形前面：

1. 选择 Number of Points (点的数目)，将波形点个数设置为 1000。
2. 选择 New (新建)，然后选择 Sine (正弦)。将该波形保存到 User1。



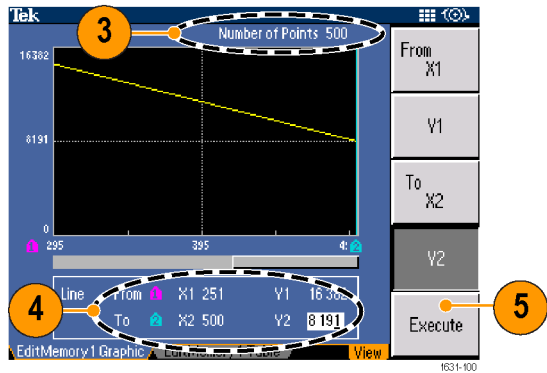
3. 然后，创建一个 500 点的锯齿波。
4. 选择 Operation (操作)，然后选择 Line (行)。执行下列行编辑：

- X1: 1, Y1: 8191
- X2: 250, Y2: 16382

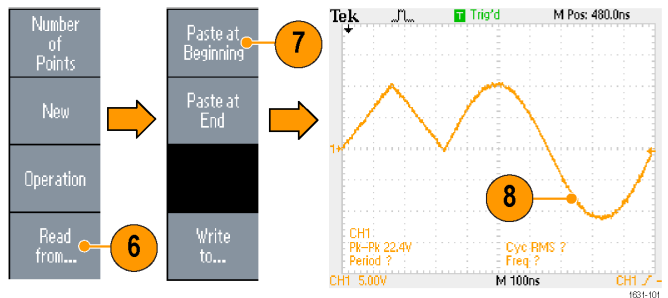
按下 Execute (执行)。再次在 Operation (操作) 中选择 Line (行)，并执行下列行编辑：

- X1: 251, Y1: 16382
- X2: 500, Y2: 8191

5. 按下 Execute (执行)。将该波形保存到 User2。

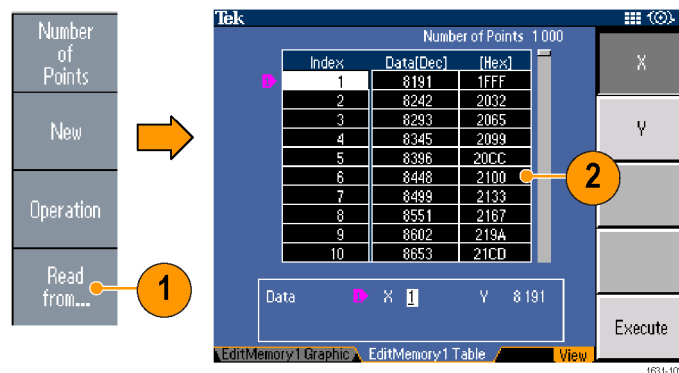


6. 接下来，粘贴波形。按 Read from... (读取自...)，并选择 User1。
7. 按 Paste at Beginning (粘贴至开头)。选择 User2 波形，然后选择 Paste (粘贴)。
8. 此处显示的波形为所创建的波形。

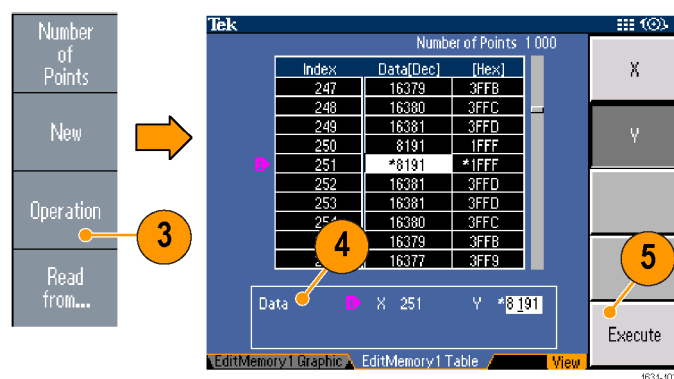


任意波形编辑示例 2 下面的示例介绍如何通过数据点编辑波形。在此示例中，可将噪声尖峰附加到正弦波形。

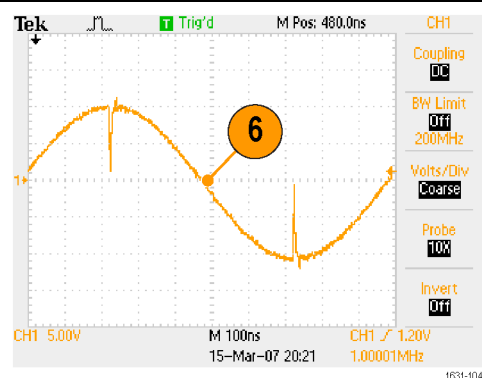
1. 按 Read from... (读取自...), 并选择 User1。
2. 按下前面板的 View (查看) 按钮, 将显示内容更改为表显示格式。



3. 按下 Operation (操作), 并选择 Data (数据)。
4. 执行下列数据点编辑:
 ■ X: 250, Y: 8191
 ■ X: 251, Y: 8191
 ■ X: 750, Y: 8191
 ■ X: 751, Y: 8191
5. 在每次数据编辑后, 请按下 Execute (执行), 执行编辑操作。将该波形保存到 User3。



6. 这是一个 User3 波形的示波器显示内容示例。

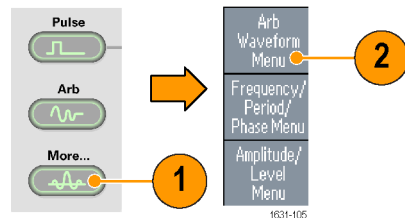


快速提示

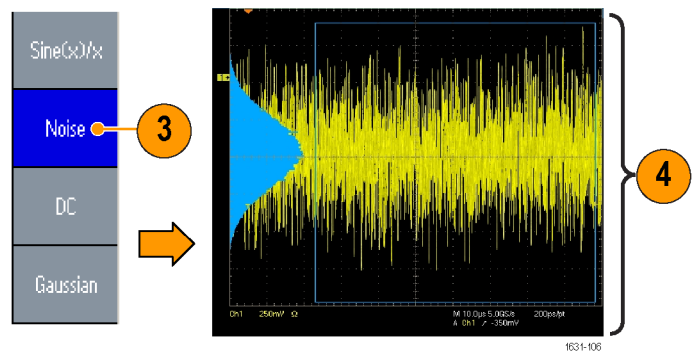
- 如果在 Edit Memory 1（编辑存储器 1）或 2 中编辑任意波形数据时仪器正在从已编辑的编辑存储器生成波形，那么编辑后的数据将会自动反映在相应通道生成的波形中。
- 在 Edit（编辑）菜单中时按下前面板 View（视图）按钮，可以在编辑文本和图形视图之间切换。
- 按下前面板的 Channel Select（通道选择）按钮可在 Edit Memory 1（编辑存储器 1）和 Edit Memory 2（编辑存储器 2）菜单之间切换。

产生噪声/直流

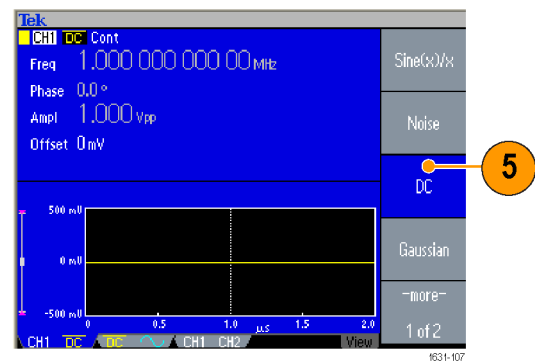
1. 按下前面板上的 More...（更多...）按钮。
2. 按下 More Waveform Menu（更多波形菜单）屏幕按钮。



3. 选择 Noise（噪声）。
4. 您可以设置噪声的波形参数。这是一个示波器屏幕上显示的高斯噪声的例子。



5. 按下 DC（直流）以显示直流参数。



快速提示 ■ 不能调制或扫描噪声或直流波形。

产生突发波形

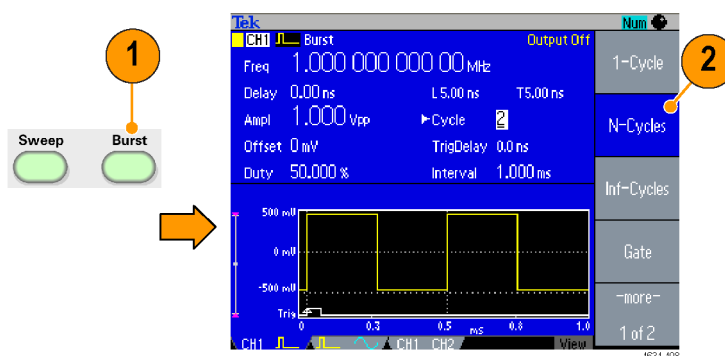
可以用标准波形（如正弦波、方波、锯齿波、脉冲或任意波形）输出突发脉冲。可以在仪器上使用下列两种脉冲模式：

触发突发模式：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。

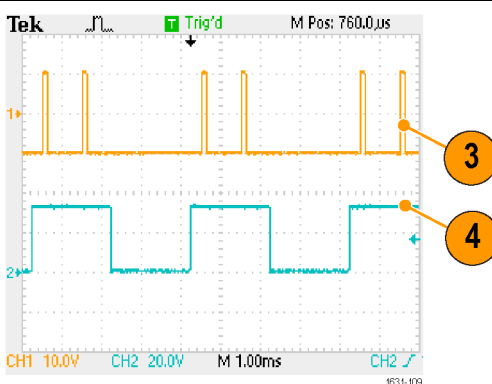
门控突发模式：当外部施加了有效的选通信号、按下了“手动触发”按钮、应用了远程命令或处于已选内部触发间隔的 50% 范围内，仪器将输出连续波形。

生成触发脉冲波形 下面的示例说明了如何用脉冲模式产生双脉冲。

1. 选择脉冲作为输出波形，然后按下前面板 Burst（脉冲）按钮。
2. 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，请将脉冲数（N 个周期）设为 2。



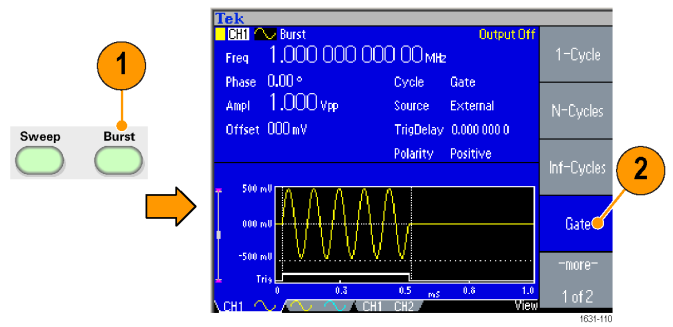
3. 这是一个双脉冲的示例。
4. 该波形是触发输出信号。



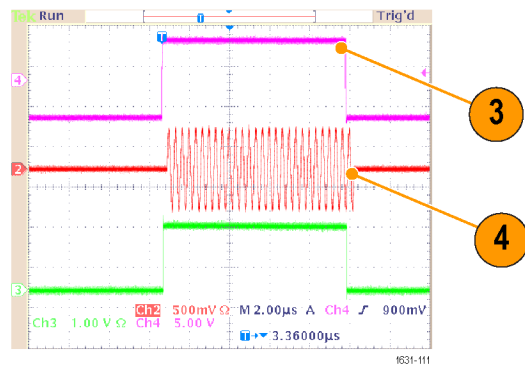
生成选通脉冲波形

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下前面板 Manual Trigger（手动触发）按钮后，仪器将输出连续波形。

1. 按下前面板 Burst（脉冲）按钮以显示脉冲菜单。
2. 选择 Gate（选通）。



3. 这是一个示波器显示内容的示例。顶部波形是一个触发输出信号。
4. 这是一个选通波形示例。



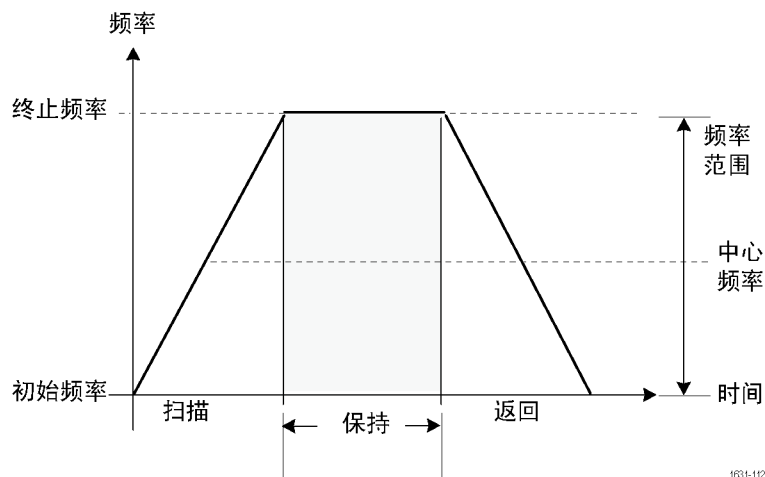
快速提示

- 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
 - 远程命令
- 一旦选择了 Gate（选通），脉冲个数参数就被忽略。

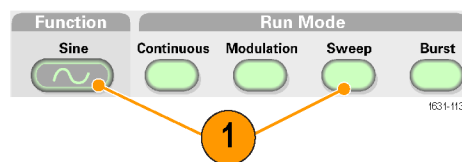
扫描波形

扫描方式输出波形的输出信号频率以线性或对数方式变化。
您可以为扫描方式设置下列参数：

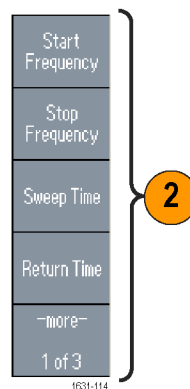
- 初始频率
- 终止频率
- 扫描时间
- 返回时间
- 中心频率
- 频率范围
- 保持时间



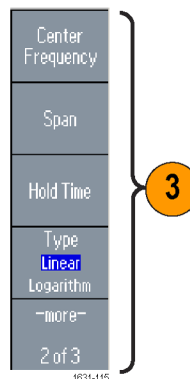
1. 选择一种波形，再按下前面板 Sweep（扫描）按钮。



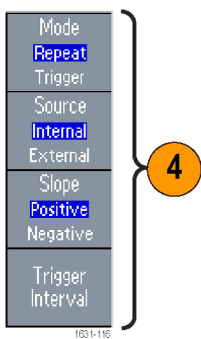
2. 可以通过扫描菜单指定初始频率、终止频率、扫描时间和返回时间。
返回时间表示从终止频率到初始频率的时间。
按下 **-more-**（-更多-）按钮，显示第二个扫描菜单。



3. 在该页中，可以设置中心频率、频率范围、保持时间参数，并选择扫描类型。
保持时间表示在达到终止频率后频率必须保持稳定的时间。
按下 **-more-**（-更多-）按钮，显示第二个扫描菜单。

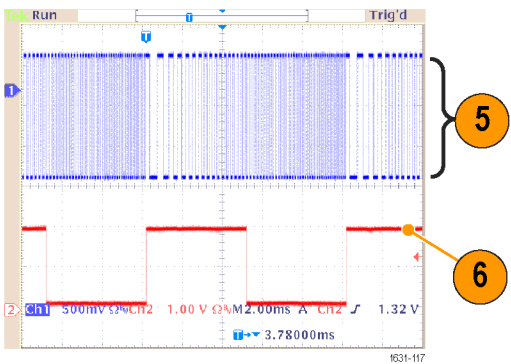


4. 在该页中，可以选择扫描模式（Repeat（重复）或 Trigger（触发））以及触发源。



5. 这是一个示波器显示内容的示例。上面是一个扫描波形的例子。

6. 该波形由触发输出信号生成。



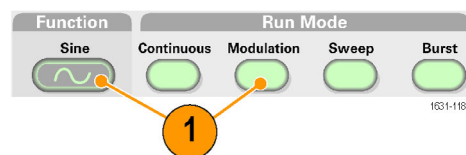
快速提示

- 对于频率扫描，可以选择正弦波、方波、锯齿波或任意波形。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，仪器就从低频向高频扫描。
- 如果初始频率高于终止频率，仪器就从高频向低频扫描。
- 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。

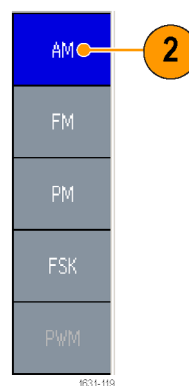
调制波形

输出 AM 波形

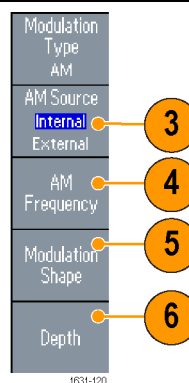
1. 选择一个波形，然后按下前面板 Modulation（调制）按钮。
在本例中，用正弦波形作为输出波形（载波）。



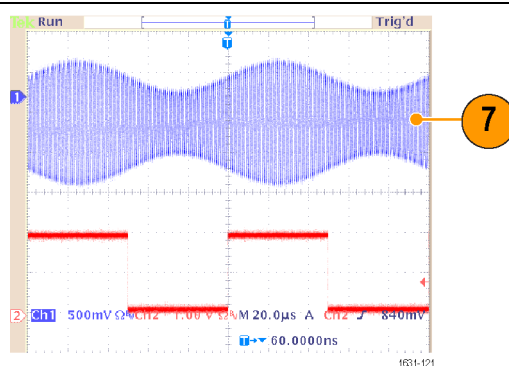
2. 按下顶部的屏幕按钮，显示调制选择菜单。
选择 AM 作为调制类型。



3. 选择调制源。
4. 设置调制频率。
5. 选择调制形状。
6. 设置调制深度。



7. 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

- 可以相同的方式输出频率调制或相位调制波形。
- 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 MODULATION INPUT（外部调制输入）连接器上施加 $\pm 1 V_{p-p}$ 信号时，输出将达到最大幅度。
- 可以从内部存储器或 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:
$$\text{Output } (V_{p-p}) = \frac{A}{2.2} \left(1 + \frac{M}{100} \sin(2\pi f_m t) \right) \sin(2\pi f_c t) \left(1 + \frac{M}{100} \sin(2\pi f_m t) \right)$$

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

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

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）：

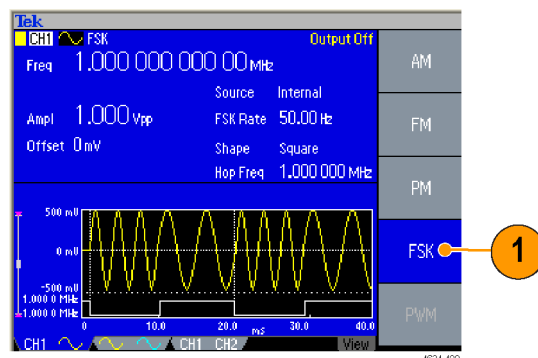
深度	最大幅度
120%	A (V_{p-p})
100%	A (V_{p-p}) * 0.909
50%	A (V_{p-p}) * 0.682
0%	A (V_{p-p}) * 0.455

输出 FSK 波形

频移键控调制是一种使输出信号频率在两个频率（载频和跳频）之间转移的调制技术。

- 按照“输出 AM 波形”中叙述的步骤显示调制类型选择子菜单。（见第53页，*调制波形*）

在本例中，选择 FSK 作为调制类型。



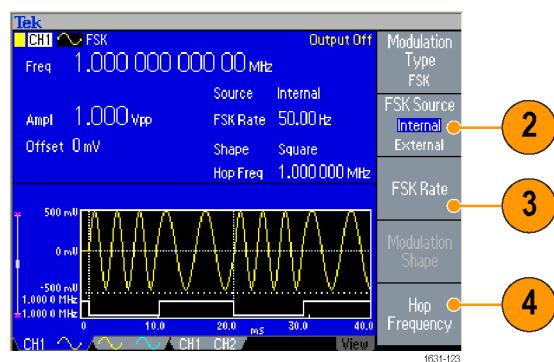
- 出现 FSK 参数设置屏幕。选择 Internal（内部）或 External（外部）作为 FSK 信号源。

- 如果选择 Internal（内部），可以设置 FSK Rate（FSK 速率）。

如果选择了 External（外部），FSK Rate（FSK 速率）将被忽略。

- 设置 Hop Frequency（跳频）。

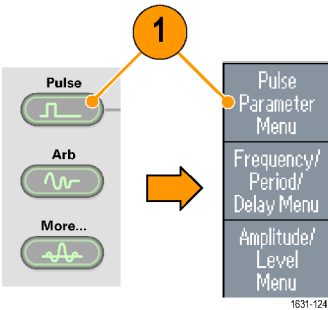
载波频率以指定的 FSK 速率转移到载频，再返回原频率。



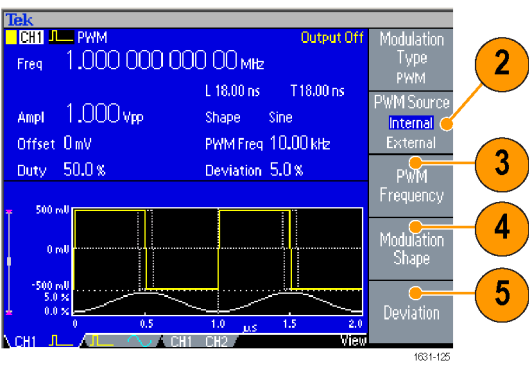
快速提示 ■ AFG3000 系列仪器生成相位连续 FSK 信号。

输出 PWM 波形 按照以下步骤输出 PWM 波形。

1. 按下前面板 Pulse（脉冲波）按钮，再按下 Pulse Parameter Menu（脉冲参数菜单）屏幕按钮，显示脉冲参数设置屏幕。



2. 按下前面板 Modulation（调制）按钮以显示 PWM 参数设置屏幕。
选择 PWM 信号源。
3. 设置 PWM 频率。
4. 选择 Modulation Shape（调制波形）。
5. 设置 Deviation（偏差）（脉宽偏差）。



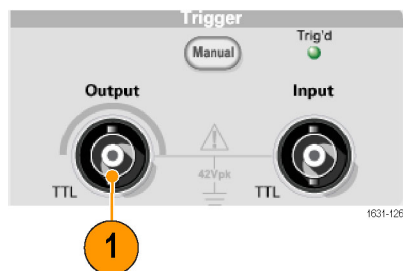
快速提示

- 请参阅脉宽调制的一个应用实例。（见第87页，*通过脉宽调制控制电机转速*）

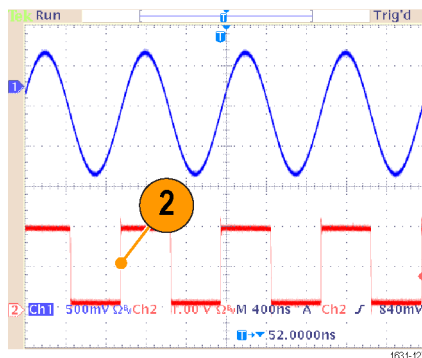
触发输出

如果仪器为双通道型号，则仪器的触发输出信号与 CH1 所选的运行模式和函数相关。

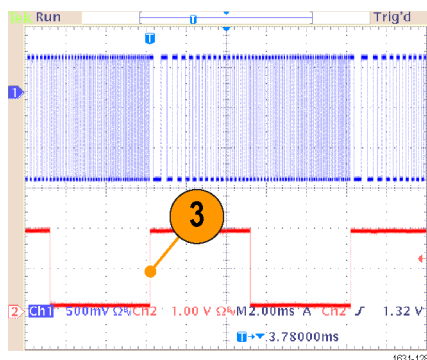
1. 连接前面板 Trigger Output（触发输出）连接器和示波器外部触发输入连接器。触发输出连接器为示波器提供触发信号。



2. 连续模式：触发输出为方波，每个波形周期以上升边沿开始。如果输出频率高于 4.9 MHz，则将应用某些限制。请参阅下面的“快速提示”。

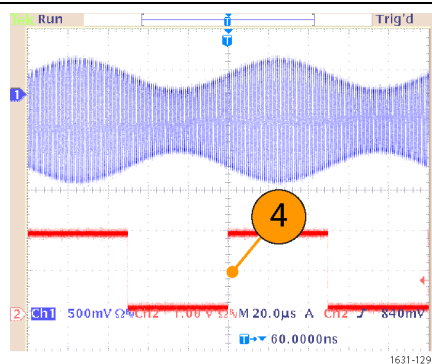


3. 扫描模式：如果选择 Repeat（重复）或 Trigger（触发）扫描模式和内部触发源，则触发输出为方波，每次扫描从上升边沿开始。



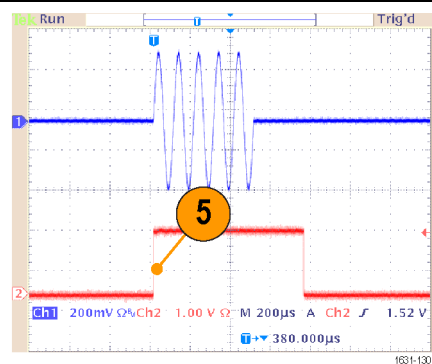
4. 调制模式：如果选择内部调制源，则触发输出为方波，其频率与调制信号频率相同。

如果选择外部调制源，则将禁用触发输出。



5. 脉冲模式：如果选择内部触发源，则触发输出为方波，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，触发输出频率也较高。



快速提示 ■ 如果输出波形的设置频率高于 4.9 MHz，则从 Trigger Out（触发输出）输出的是一个低于 4.9 MHz 的分频。请参阅下表：

设置输出波形的频率（MHz）	触发输出频率（MHz）
~4.900 000 000 00	Fs
4.900 000 000 01 至 14.700 000 000 0	Fs/3
14.700 000 000 1 至 24.500 000 000 0	Fs/5
24.500 000 000 1 至 34.300 000 000 0	Fs/7
34.300 000 000 1 至 44.100 000 000 0	Fs/9
44.100 000 000 1 至 50.000 000 000 0	Fs/11
50.000 000 000 1 ~	无信号

说明： 当仪器输出超过 50 MHz 的连续信号时，Trigger Out（触发输出）信号无法输出。

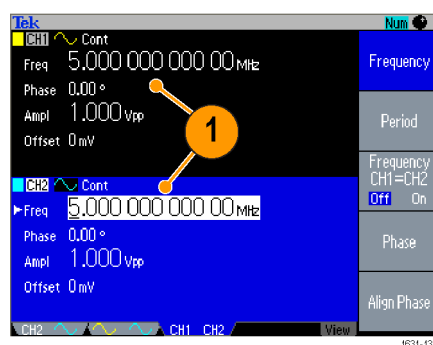
说明： 如果选择 External（外部）作为调制源，则仪器在输出调制波形时无法输出 Trigger Output（触发输出）信号。

调节两个通道信号的参数（仅限双通道型号）

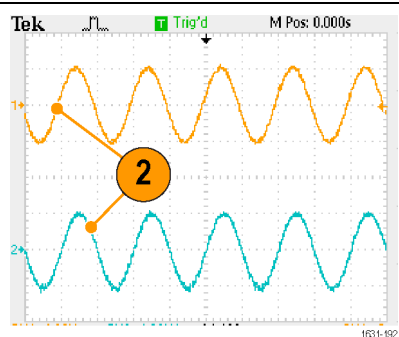
相位 AFG3000 系列使用相位连续法更改频率。更改通道频率将影响这两个通道之间的相位关系。

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 相位将不会返回其初始状态。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。该仪器提供了一种名为“对齐相位”的功能，以调整相位关系。

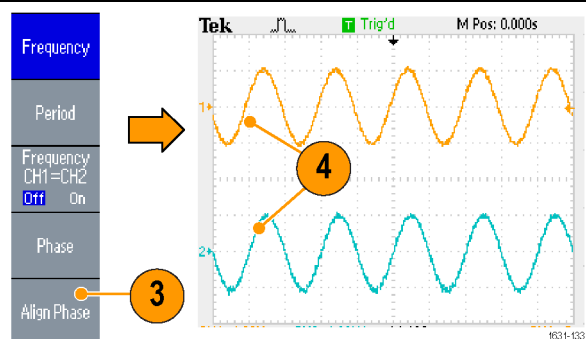
1. 在本例中，使用 5 MHz 连续正弦波形。确认两个通道的相位都设为 0 度。



2. 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。

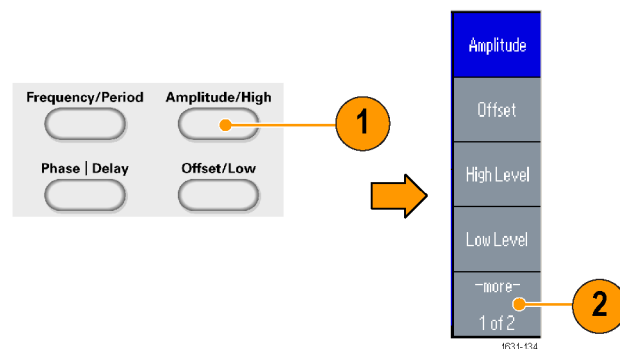


3. 要对齐两个通道信号的相位，请按下 Align Phase（同相位）屏幕按钮。
4. 按下 Align Phase（同相位）按钮后，仪器将停止发生信号，调整两个通道的相位，并自动重新开始发生信号。

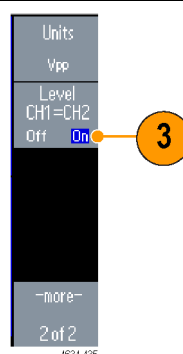


幅度 要将 CH1 幅度和 CH2 幅度设为相同电平，请按照以下步骤操作：

1. 按下前面板 Amplitude/High（幅度/高）快捷按钮。
2. 按下 -more-（-更多-）屏幕按钮。

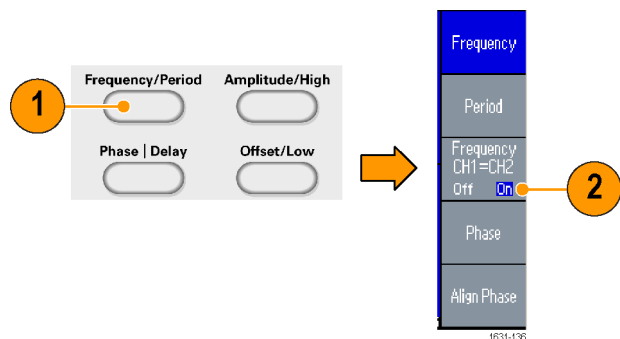


3. 出现幅度/电平菜单的第二页。
在从上面数第二个面板菜单中选择 On（开），可以将 CH1 和 CH2 幅度设为相同电平。



频率（周期） 要将 CH1 频率和 CH2 频率设为相同值，请按照以下步骤操作：

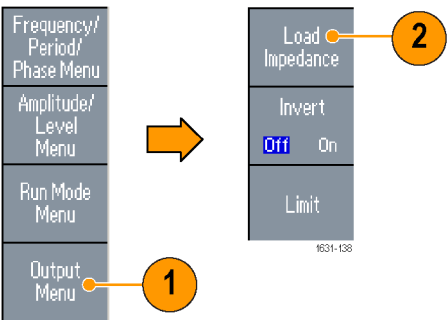
1. 按下前面板 Frequency/Period（频率/周期）快捷按钮，显示 Frequency/Period Parameter（频率/周期参数）菜单。
2. 在从上面数第三个屏幕菜单中选择 On（开），可以将 CH1 和 CH2 频率设为相同值。



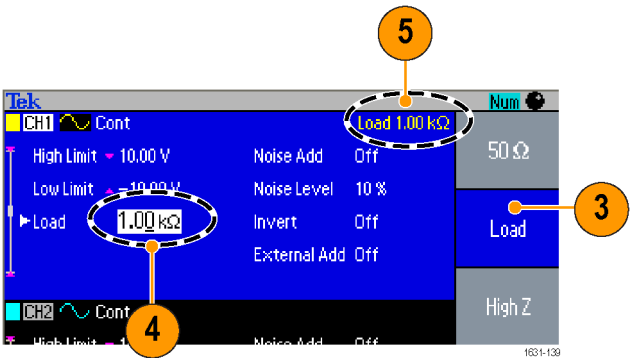
设置负载阻抗

AFG3000 系列的输出阻抗为 50 Ω 。如果连接的负载不是 50 Ω ，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，必须设置负载阻抗。要设置负载阻抗，请使用输出菜单。

1. 按下前面板 Top Menu（顶层菜单）按钮，然后按 Output Menu（输出菜单）屏幕按钮。将显示 Output Menu（输出菜单）。
2. 按下 Load Impedance（负载阻抗）以显示 Load Impedance（负载阻抗）子菜单。



3. 要调整负载阻抗，请选择 Load（负载）。
4. 可以将负载阻抗设为 1 Ω 至 10 k Ω 间的任何值。
5. 如果不将负载阻抗设为 50 Ω ，则设置值将在输出状态中显示。



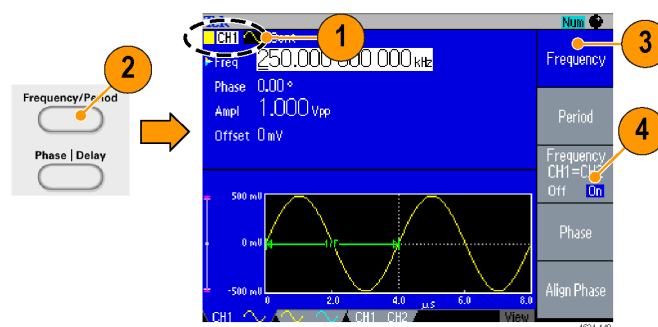
快速提示

- 负载阻抗应用于幅度、偏置和高/低电平设置。
- 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 V_{pp}。

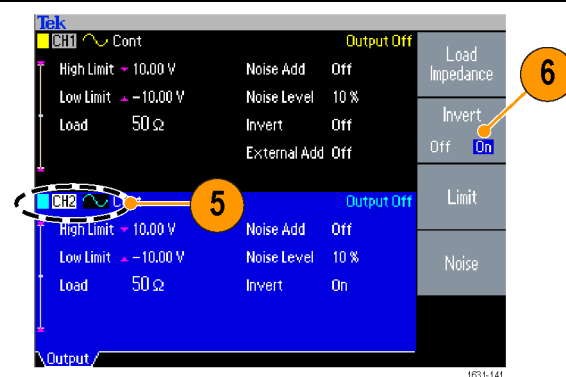
反转波形极性

要反转波形极性，请使用 Output（输出）菜单。以下示例说明如何使用双通道型号的反转功能获得差分信号：

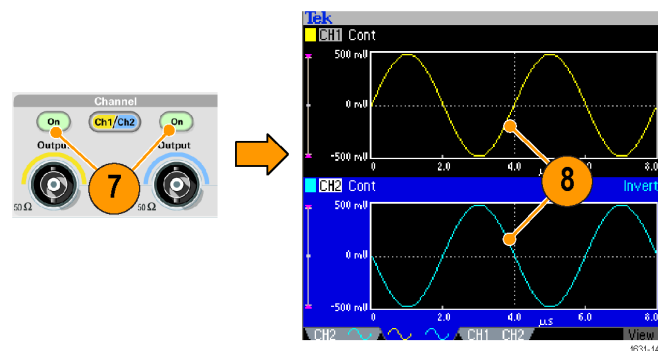
1. 选择 CH1 波形。
2. 按下前面板的 Frequency/Period（频率/周期）按钮。
3. 按下 Frequency（频率）屏幕按钮，设置 CH1 频率。
4. 按下顶部第三个屏幕按钮，将这两个通道的频率设为相同值。



5. 按下前面板 Channel Select（选择通道）按钮，选择 CH2。
6. 按下 Output Menu（输出菜单）> Invert（反转）屏幕按钮以反转 CH2 波形。



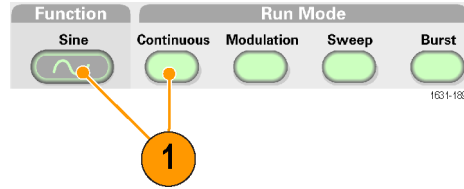
7. 按下前面板 CH1 Output On（CH1 输出开）按钮，启用输出。
8. 可获得差分信号。



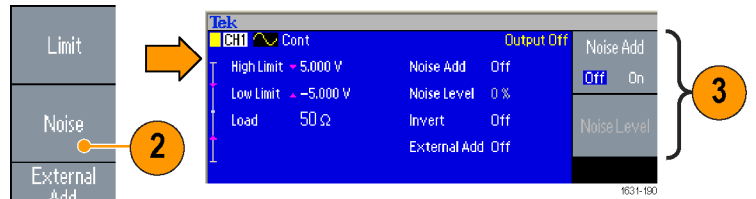
增加噪声

要在波形上附加内部噪声信号，请使用输出菜单。

1. 按下前面板 Sine (正弦波) > Continuous (连续) 按钮，显示本例中的正弦波形屏幕。

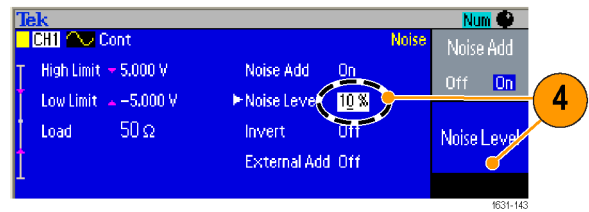


2. 按照上文所述的步骤显示 Output Menu (输出菜单)。(见第62页)要在正弦波形上附加噪声，请按下 Noise (噪声)。



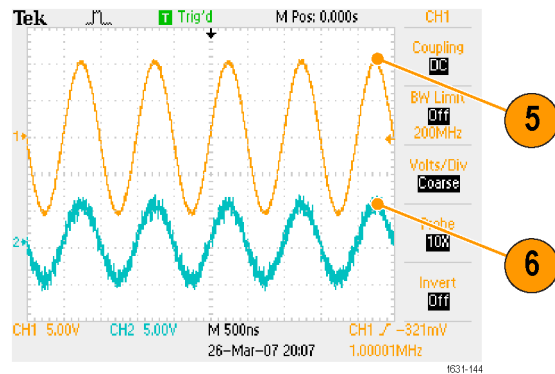
3. 出现 Noise Add (噪声增加) 子菜单。按下 Noise Add (噪声增加) 以选择 On (开)。

4. 要调节噪声电平，请按下 Noise Level (噪声电平)。使用通用旋钮或数字键盘输入数值。



5. 这是增加噪声之前的波形。

6. 这是增加噪声之后的波形。
要避免噪声增加导致的溢出，输出信号的幅度会自动减半。



快速提示

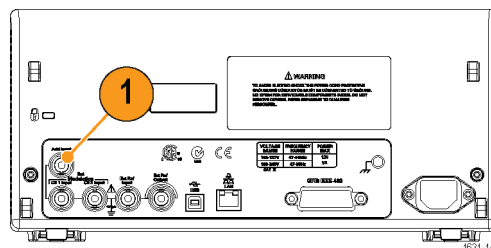
- 内部噪声发生器（数字）用于增加噪声。
- CH1 和 CH2 噪声信号不相关。
- 如果按下前面板 Channel Output（通道输出）按钮启用输出，则输出状态将从 Output Off（输出关闭）更改为 Noise（噪声）。

说明： 将 Noise Add（噪声增加）设置为 On（开）时，输出信号的幅度降低至 50%。

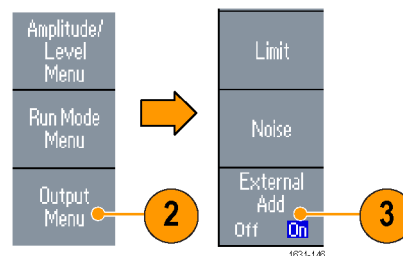
附加信号 (AFG3100 和 AFG3200 系列)

AFG3101 / 3101C / 3102 / 3102C / 3151C / 3152C 和 AFG3251 / 3251C / 3252 / 3252C 后面板 ADD INPUT（附加输入）连接器，可以对 CH1 输出信号附加外部信号。

1. 将外部信号源连接到后面板 ADD INPUT（附加输入）连接器。

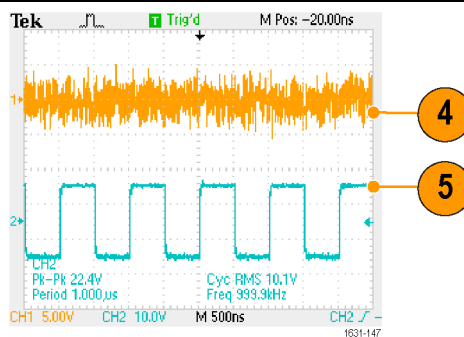


2. 按前面板 Top Menu（顶层菜单）按钮，然后按 Output Menu（输出菜单）屏幕按钮。
3. 按下 External Add（外部附加），选择 On（开）。

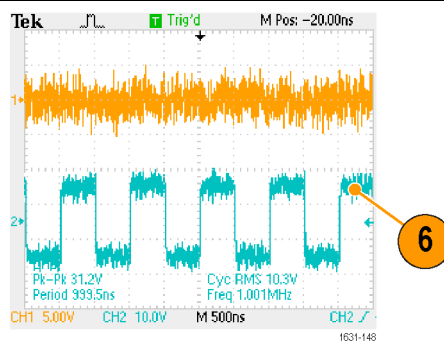


4. 下面是一个将噪声附加为外部信号的示例。上面的波形是外部信号。

5. 底部的波形是附加外部信号之前的方波。



6. 这是一个附加外部信号（噪声）之后的方波示例。



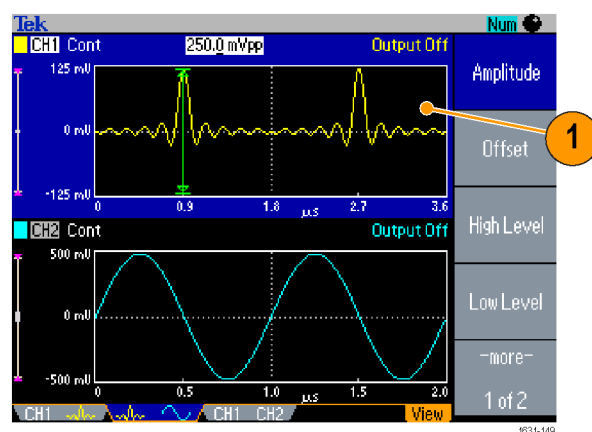
快速提示

- 如果按下前面板 CH1 Output (CH1 输出) 按钮启用输出, 则输出状态将从 Output Off (输出关闭) 更改为 Ext Add (外部附加)。

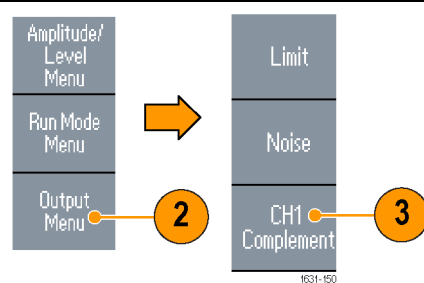
生成差分信号

可使用双通道仪器, 通过对 CH2 编程输出 CH1 的补码来生成差分信号。通过 CH1 补码功能, 可方便地配置 CH2 设置。

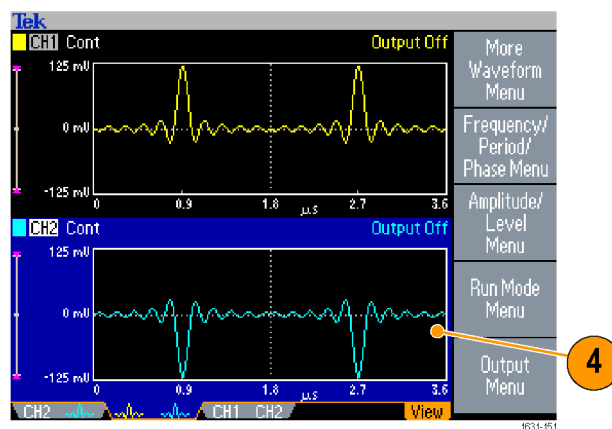
1. 设置 CH1 波形参数后，按前面板通道选择按钮选择 CH2。



2. 按前面板 Top Menu（顶层菜单）按钮，然后按 Output Menu（输出菜单）屏幕按钮。
3. 按 CH1 Complement（CH1 补码）屏幕按钮。



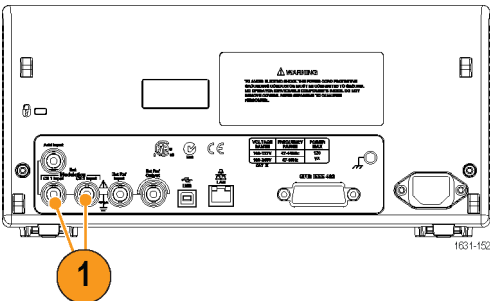
4. CH2 波形和定时参数从 CH1 中复制，CH2 幅度设置从 CH1 中转化而得。



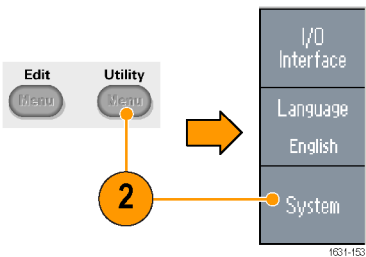
说明： 在 AFG310x 或 AFG325x 系列仪器中选择 CH1 时，仪器在 Output（输出）菜单中显示 External Add Off/On（外部附加关/开）。

外部参考时钟

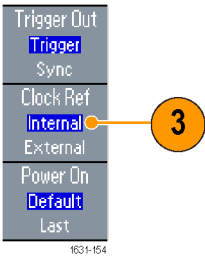
1. AFG3000 系列的后面板上提供了外部参考输入 (EXT REF INPUT) 和外部参考输出 (EXT REF OUTPUT) 连接器。



2. 仪器可以使用内部或外部信号作为参考信号。
要选择参考信号，请按下前面板 Utility (辅助功能) 按钮，再按下 System (系统) 屏幕按钮。



3. 按下 Clock Ref (参考时钟) 面板菜单按钮在 Internal (内部) 和 External (外部) 之间切换。



快速提示

- 外部参考输入和输出连接器用于同步多台 AFG3000 系列仪器。
- 仪器可以使用内部或外部信号源作为参考信号。当内部参考被激活时，后面板 EXT REF OUT (外部参考输出) 连接器上输出 10 MHz 的参考信号。该输出信号将其它设备同步到仪器。
- 当外部参考输入被激活时，后面板 EXT REF INPUT (外部参考输入) 连接器用作外部参考信号的输入端。由此外部参考信号将仪器同步。
- AFG3021、AFG3022、AFG3051 或 AFG3052 不提供 EXT REF OUTPUT (外部参考输出) 连接器。

同步操作

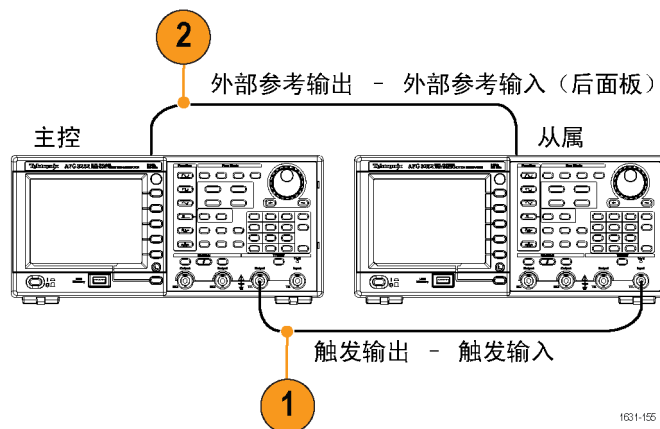
要同步多台任意波形函数发生器，请使用 Utility（辅助功能）菜单。有些文档可能还将同步操作称为主从操作。

1. 使用一根 BNC 电缆将一台仪器（主控）的前面板 Trigger Output（触发输出）和另一台仪器（从属）的 Trigger Input（触发输入）连接起来。

主控仪器将触发信号发送到从属仪器。

2. 用另一根 BNC 电缆将后面板 EXT REF OUT（外部参考输出）（主控）和 EXT REF IN（外部参考输入）（从属）连接起来。

主控时钟和从属时钟将同步。

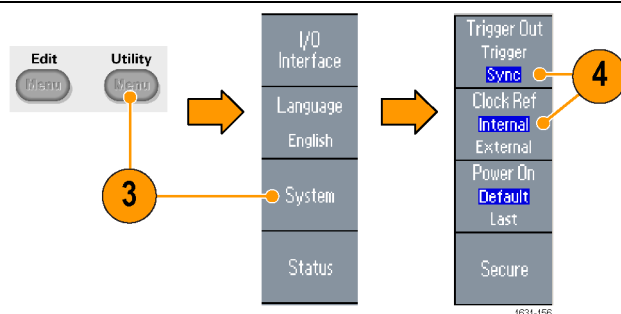


1631-155

3. 按下主控仪器的前面板 Utility（辅助功能）按钮，显示 System（系统）菜单。

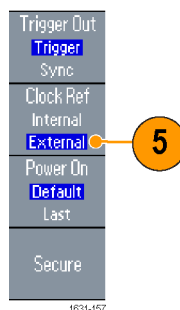
4. 请设置以下几项：

- Trigger Out（触发输出）- Sync（同步）
- Clock Ref（时钟参考）- Internal（内部）



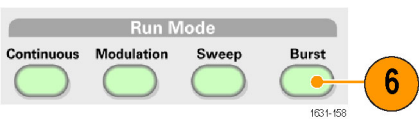
1631-156

5. 设置从属仪器：
显示 System（系统）菜单，然后按下 Clock Ref（参考时钟）屏幕按钮，选择 External（外部）。

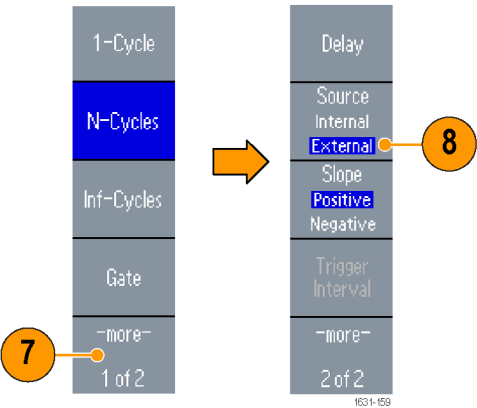


1631-157

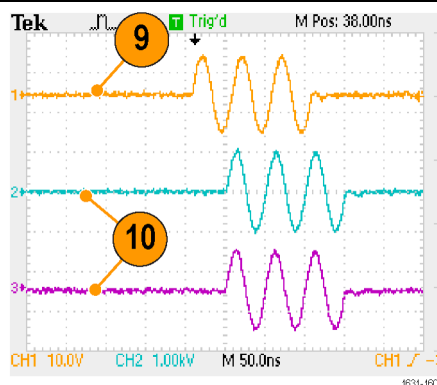
6. 对于主控和从属仪器，将 Run Mode（运行模式）选择为 Burst（突发脉冲）。
- 要同步两台仪器，在使用脉冲模式触发之前，您必须停止运行输出信号一次。



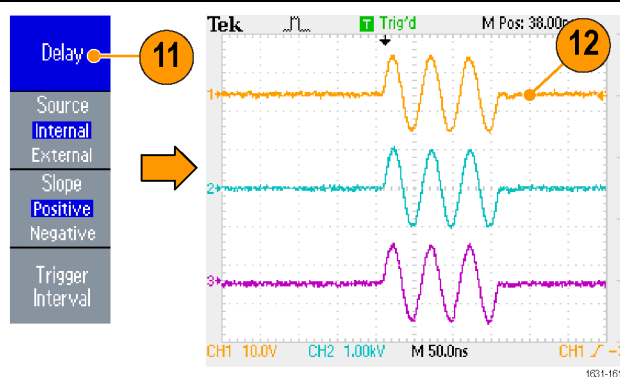
7. 选择从属仪器的触发源。
- 在脉冲模式中，按下 -more-（-更多-）屏幕按钮，显示第二页。
8. 按下 Source（源）屏幕按钮，选择 External（外部）。
- 请确认在主导仪器中将 Source（源）选为 Internal（内部），在从属仪器中将 Source（源）选为 External（外部）。



9. 该屏幕显示的是主从操作产生的信号输出。顶部波形由主控仪器的信号生成。
10. 如果使用一米长的电缆，则从属信号将延迟大约 40 ns。



11. 要使主控和从属 0（零）之间有延迟，请设置主控仪器的 Delay（延迟）。
12. 该屏幕显示的是将主控仪器设置为延迟之后的波形。顶部波形为主控仪器的波形，底部两个波形为从属仪器的波形。



快速提示

- 要通过同步操作输出连续波形，请将主控仪器的触发源选为 External（外部）以停止信号生成。请将主控和从属仪器的脉冲数选为 Inf-Cycles（无限周期）。将主控仪器的触发源更改为 Internal（内部），重新启动信号生成。

USB 存储器

所有 Tektronix AFG3000 系列任意波形函数发生器都提供了一个 USB 存储器连接器，可用来完成以下工作：

- 将用户定义波形保存到 USB 存储器，或从 USB 存储器恢复用户定义波形
- 将设置保存到 USB 存储器上的文件，或从 USB 存储器上的文件恢复设置

- 更新仪器固件
- 保存屏幕图像



注意： 将 USB 存储器连接至仪器时，屏幕上会出现注意信息。在该信息消失之前请勿将 USB 存储器拔出。

如果在该注意信息尚未消失前拔出 USB 存储器，可能会对仪器造成损坏。

了解有关保存/调出用户定义波形的更多信息。（见第41页，*保存/调出任意波形*）。了解有关保存/调出仪器设置的更多信息。（见第76页，*保存/调出仪器设置*）。了解有关更新仪器的更多信息。（见第14页，*更新仪器固件*）

快速提示

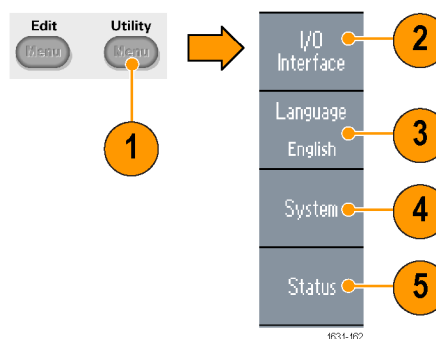
- 使用横截面小于 20 mm x 12 mm 的 USB 存储器与 AFG3000 系列前面板的 USB 连接器相连。要连接较大的 USB 存储器，请使用延长线。
- AFG3000 系列仪器支持带 FAT12、FAT16 或 FAT32 文件系统的 USB 存储器。

说明： 如果前面板 USB 存储器连接器内有 USB 电缆，辐射可能会超出技术规格限制。仅使用适当的 USB 存储设备。

Utility (辅助功能) 菜单

按下前面板 Utility (辅助功能) 按钮以显示 Utility (辅助功能) 菜单。通过 Utility (辅助功能) 菜单可以访问仪器所使用的辅助功能，如 I/O 接口、系统相关菜单、诊断/校准、本地语言选项。

1. 按下前面板 Utility (辅助功能) 按钮以显示 Utility (辅助功能) 菜单。
2. I/O 接口。(见第16页)。
3. 语言选择。(见第10页)。
4. 关于系统相关菜单，请参阅第 6 步和第 10 步。
5. 按下 Status (状态) 屏幕按钮以显示仪器状态。

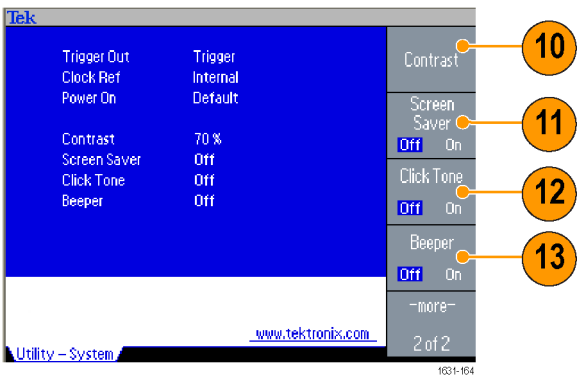


按下 System (系统) 屏幕按钮以显示 System (系统) 子菜单。

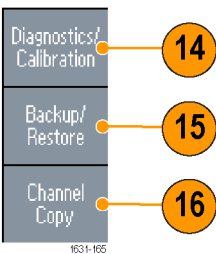
6. 触发输出。(见第57页)。
7. 参考时钟。(见第68页)。
8. 可以选择仪器开机设置。
9. 执行 Secure (安全) 功能将删除 Mac 地址、校准数据和仪器序列号之外的所有数据。



- 10. 按下 -more- (-更多-) 按钮以显示第二页。按下 Contrast (对比度)，调节屏幕对比度。
- 11. 按下 Screen Saver (屏幕保护) 切换屏幕保护程序 Off (关) 或 On (开)。
- 12. 按下 Click Tone (单击音调) 切换单击音调 Off (关) 或 On (开)。
- 13. 按下 Beeper (蜂鸣器) 切换蜂鸣声 Off (关) 或 On (开)。

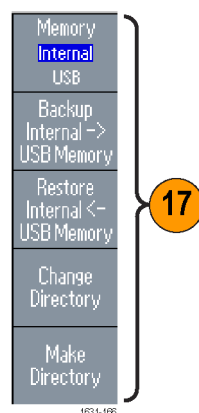


- 14. 按屏幕按钮下方的上级菜单箭头按钮，返回上级菜单。按下 -more- (-更多-) 按钮以显示第二页。
- 15. 关于备份/恢复，请参阅第 17 步。
- 16. 您可以将一个通道的波形参数复制到另一个通道。

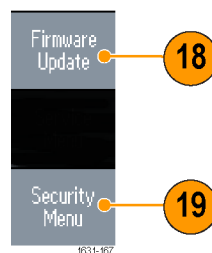


17. 按下 Backup/Restore (备份/恢复) 屏幕按钮以显示 Backup/Restore (备份/恢复) 子菜单。

在该菜单中, 可以将波形数据从内部存储器备份到 USB 存储器, 或者将波形数据从 USB 存储器恢复到内部存储器。



18. 返回 Utility (辅助功能) 主菜单。按下 -more- (-更多-) 屏幕按钮以显示第三页。在该页上, 可以执行仪器固件更新。(见第14页, 更新仪器固件)

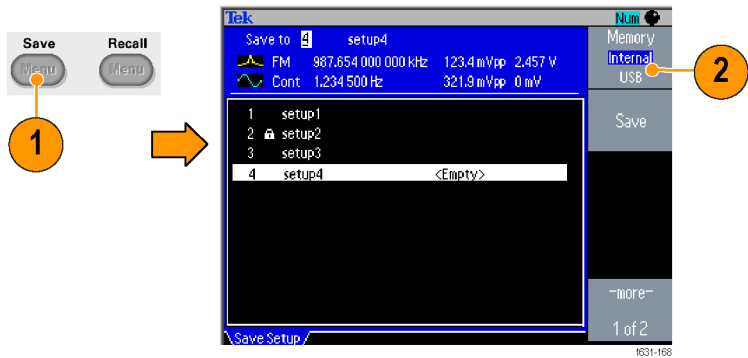


19. 安全菜单。(见第77页, 使用安全菜单)。

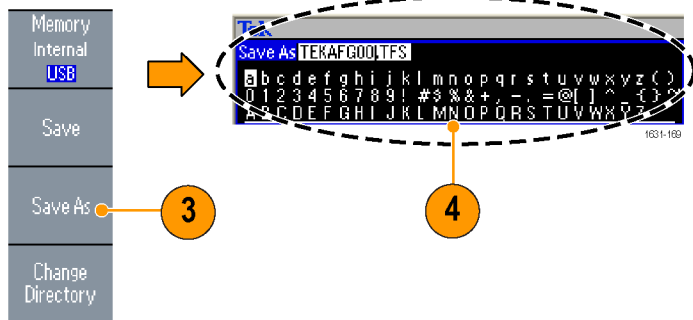
保存/调出仪器设置

可将仪器的设置作为文件保存在内部存储器或外部 USB 存储器。可以从内部存储器或 USB 存储器中的文件调出存储的设置。

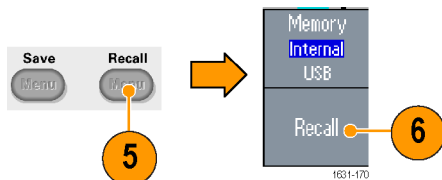
1. 按下前面板 Save（保存）按钮，显示 Save（保存）菜单。
2. 要指定存储器位置，请选择 Internal（内部）或 USB。在本例中，选择 USB。
使用通用旋钮滚动文件。按下 Save（保存）以保存设置。



3. 如果指定的是 USB，则可以将设置保存为新文件。按下 Save As（另存为）。
4. 在这个屏幕上可输入文件名。使用通用旋钮选择字符。按下 Enter Character（输入字符）屏幕按钮或前面板 Enter（输入）键以输入字符。



5. 要恢复设置，请按下前面板 Recall（调出）按钮。
6. 选择存储器位置（Internal（内部）或 USB），然后按下 Recall（调出）屏幕按钮。



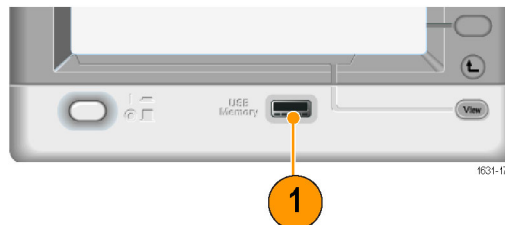
快速提示

- 可以锁定设置文件，以避免被意外覆盖。当某个存储器位置被锁定时，屏幕上会显示一个锁键图标。要锁定或解锁一个设置文件，请按下 Lock/Unlock（锁定/解锁）屏幕按钮。
- 要删除文件，请按下 Erase（清除）屏幕按钮。
- 读取设置文件后，输出状态默认为 Off（关闭）。
- 如果要设置保存到 USB 存储器，则将保存为一个扩展名为 TFS 的文件。

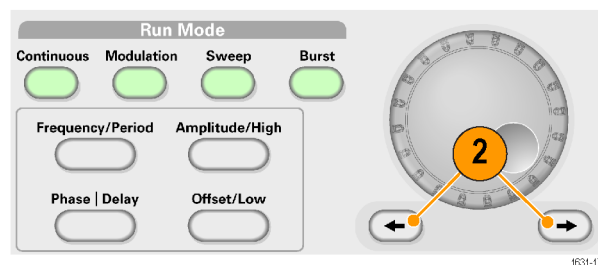
保存屏幕图像

可将仪器的屏幕图像保存到 USB 存储器内。请执行以下步骤：

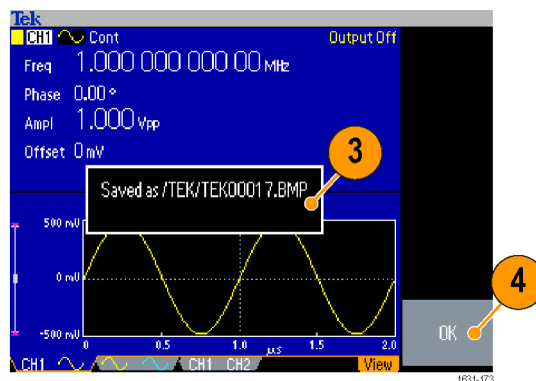
1. 将 USB 存储器插入前面板 USB 连接器。



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



3. 屏幕上出现消息，显示屏幕图像已保存。
4. 按 OK（确定）。



快速提示

- 图像文件保存在 USB 存储器内名为 TEK 的文件夹内。
- 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 TEK00nnn.BMP，其中 nnn 为自动序号的占位符，范围是 000 至 999。

使用安全菜单

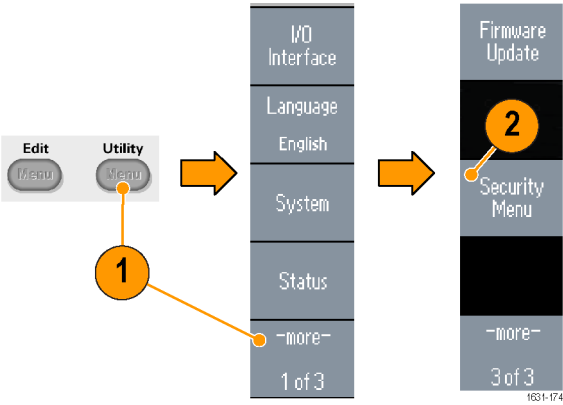
使用 Security（安全）菜单限制对下列菜单的访问：

- 固件更新
- Service（维修）菜单（请参阅维修手册中有关维修菜单的详细信息。）

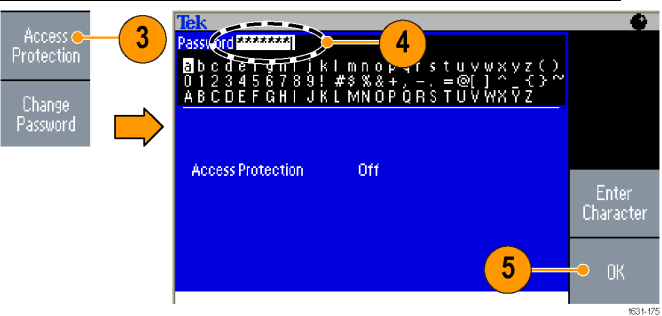
访问保护

默认情况下，访问保护被设置为关闭。要打开访问保护，请执行下列步骤：

1. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮，显示 Utility（辅助功能）菜单，然后按两次 -more-（-更多-）屏幕按钮。
2. 选择 Security Menu（安全菜单）。



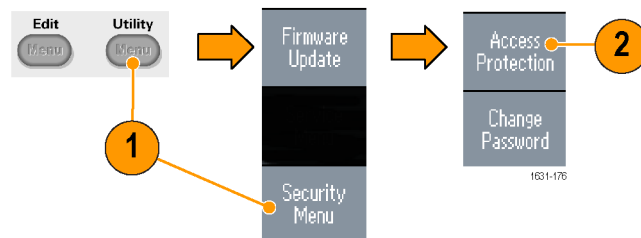
3. 选择 Access Protection（访问保护），显示密码输入页。
 4. 输入密码。使用通用旋钮选择字符，并在每次选择后按下 Enter Character（输入字符）屏幕按钮（输入字符）屏幕按钮。
- 在密码输入页上，输入密码字符时，字符显示为一连串星号（*****）标记。
- 如果先前没有定义具体密码，请使用默认密码 DEFAULT。
5. 选择 OK（确定）打开访问保护。



说明： 若打开访问保护，则禁用 Change Password（变更密码）屏幕按钮。

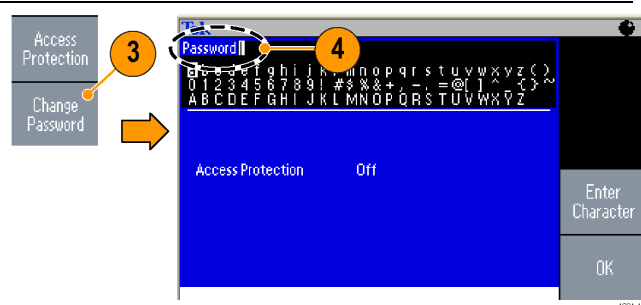
更改密码 第一次更改密码前，默认密码为 DEFAULT。要更改密码，请执行以下步骤：

1. 从 Utility（辅助功能）菜单中选择 Security Menu（安全菜单）。



2. 如果 Access Protection（访问保护）设置为 On（打开），请使用 Access Protection（访问保护）菜单将其关闭。否则，请跳到第 3 步。

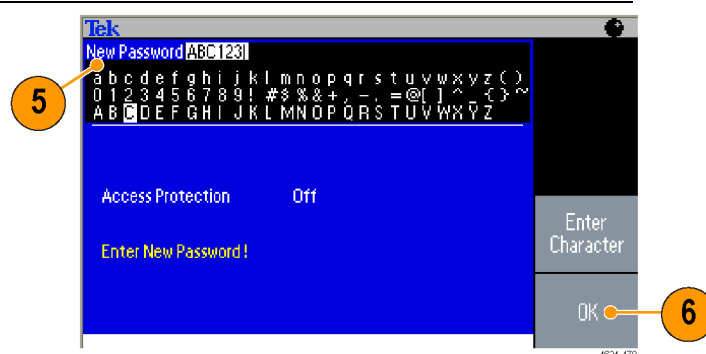
3. 选择 Change Password（更改密码）以显示密码输入页。



4. 输入当前密码。
使用通用旋钮选择字符，并在每次选择后按下 Enter Character（输入字符）屏幕按钮。然后选择 OK（确定），显示 New Password（新密码）输入页。

5. 输入新密码。
输入新密码字符时，字符会显示在屏幕上。仔细检查，确保您输入的是所需字符。
6. 选择 OK（确定）以激活新密码。

说明： 密码至少要有 4 个字符，不能超过 12 个字符。



- 快速提示**
- 在输入密码时，使用前面板通用旋钮选择一个字符，然后按下 Enter Character（输入字符）屏幕按钮。也可以使用前面板上的数字键盘和 Enter（输入）按钮。

说明： 要激活或取消访问保护，必须要输入所设的密码。如果忘记密码，则必须将仪器返回到 Tektronix 重新设置密码。

ArbExpress

ArbExpress 是一个基于 Windows 的软件，用于为 Tektronix AWG 和 AFG 仪器创建和编辑波形。使用 ArbExpress 可快速方便地创建所需波形，并将其发送到仪器内。

下面的表格和清单介绍系统要求和一般功能。

系统要求

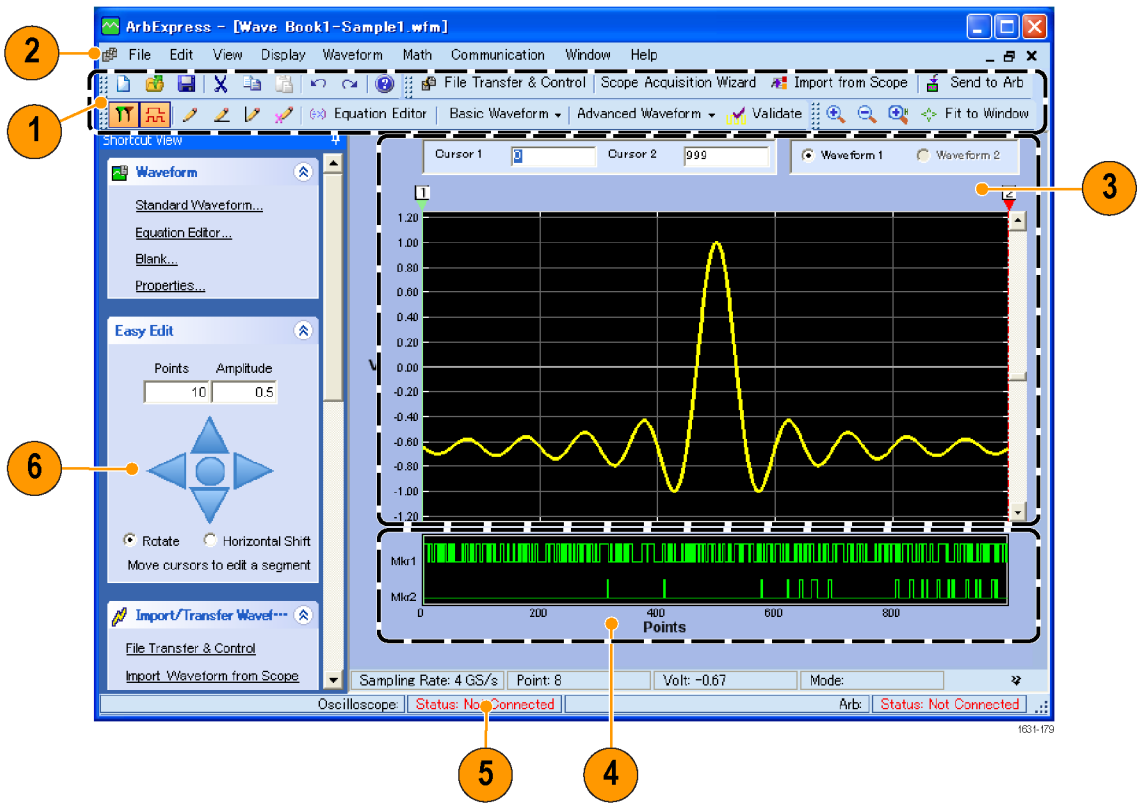
支持的操作系统	Windows XP Professional、Windows 2000、Windows 98/Me、Windows NT 或 Windows 7（仅 32 位）
最低 PC 要求	Pentium III 800 MHz 及更高，256 MB RAM，300 MB 可用磁盘空间，Microsoft Internet Explorer 5.01 及更高，.NET Framework 1.1 Redistributable，800 x 600 显示器分辨率
TekVISA	版本 3.3.4.6 及以上

- 从标准波形模板创建波形
- 修改并传输波形执行 DUT 电平检测
- 从 Tektronix 示波器直接导入波形
- 从 ArbExpress 或 MATLAB 直接向 AWG/AFG 仪器发送波形
- 波形数学运算

说明： 可使用 ArbExpress 将波形数据传输到仪器。当传输波形数据（.tfw 文件）时，AFG3000 系列中超出允许限制的波形的任何部分都将自动转换到允许范围内。

下面几页提供了使用 ArbExpress 的屏幕界面和基本操作步骤。有关 ArbExpress 的详细信息，请参阅 ArbExpress 在线帮助。

屏幕界面

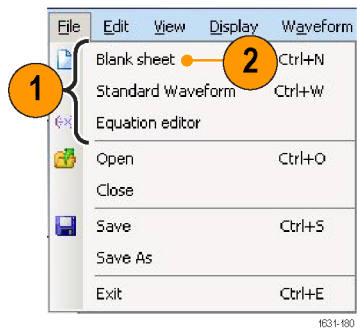


项目	说明
1	菜单栏： 菜单栏提供对应用程序功能的访问。选择一个菜单项后，应用程序将显示关联的对话框，或者菜单选择会立即执行一项操作。
2	工具栏： 工具栏按钮提供对最常用功能的快速访问，无需通过多个菜单进行导航。
3	快捷视图： 快捷视图位于显示的左侧部分。使用快捷视图可快速访问应用程序提供的各种功能。有关详细信息，请参阅 ArbExpress 在线帮助。
4	状态栏： 状态栏位于波形和标记显示的下方，显示有关应用程序和波形的信息。
5	波形显示区： 创建或打开的波形将显示在这一区域。
6	标记区： 标记模式显示在这一区域。通过在菜单栏中选择 Display（显示）> Marker（标记）可切换标记的显示。

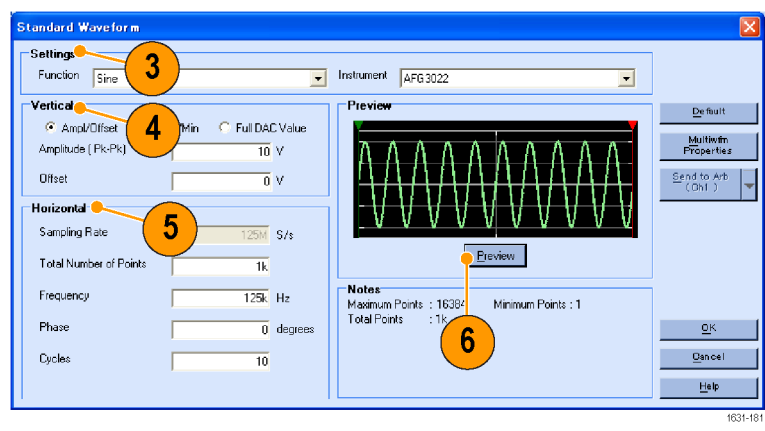
基本操作

以下步骤介绍基本的波形创建以及 ArbExpress 提供的其他有用功能。

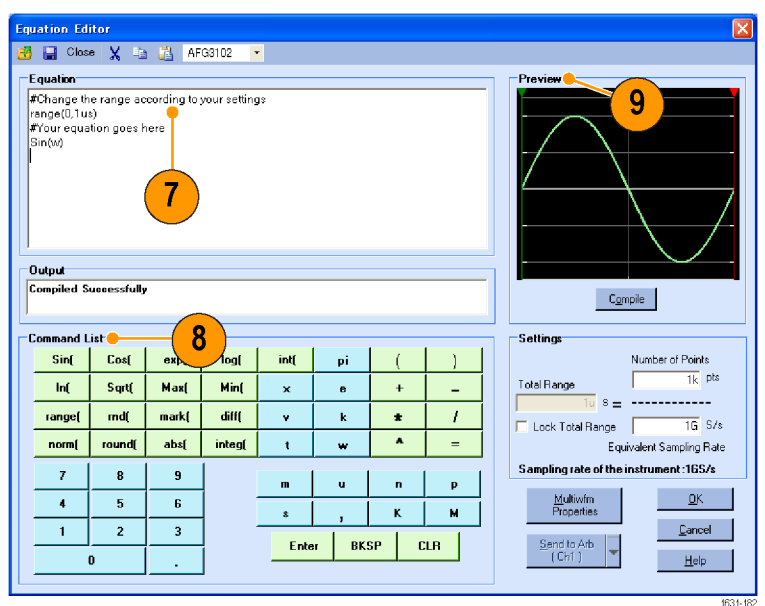
1. 要新建波形，请使用 File（文件）菜单。
2. Blank sheet（空白表单）将在窗口中打开一个具有 1024 点波形长度的空表单。在 Waveform（波形）菜单中通过 Properties...（属性...）可更改点数。



3. 使用 Standard Waveform（标准波形）对话框创建可用的任何标准波形。使用 Settings（设置）选择所需波形和仪器类型。
4. 使用 Vertical（垂直）设置波形垂直参数。
5. 使用 Horizontal（水平）设置波形水平参数。
6. 单击 Preview（预览）查看波形。



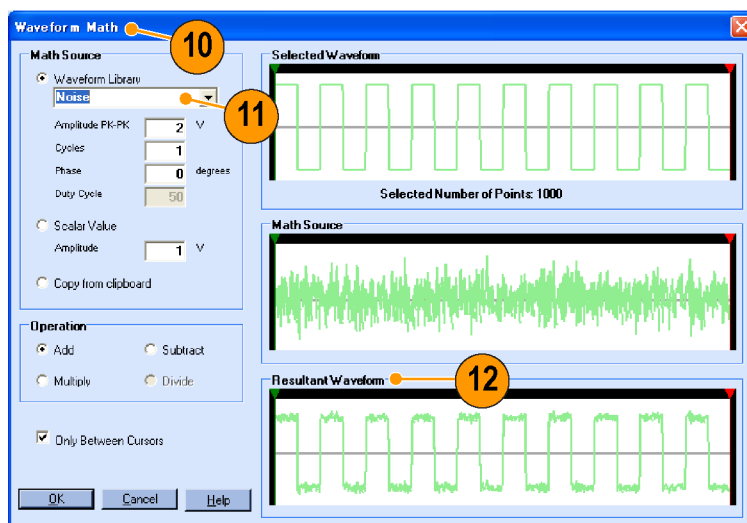
7. 也可以使用 Equation Editor（公式编辑器）创建波形。应用程序提供了一组公式范例，可直接使用或对其进行修改。
8. 使用 Command List（命令列表）选择命令、函数、仪器和操作。
9. 使用 Preview（预览）查看编译公式后的波形。



10. 也可以使用波形数学工具。

在 Math（数学）菜单中，选择 Waveform Math...（波形数学...）以显示 Waveform Math（波形数学）对话框。

11. 在 Waveform Library（波形库）中选择一个数学源。此示例中选择 Noise（噪声）。
12. 计算结果显示在 Resultant Waveform（结果波形）窗格中。这是一个将噪声增加到方波的示例。

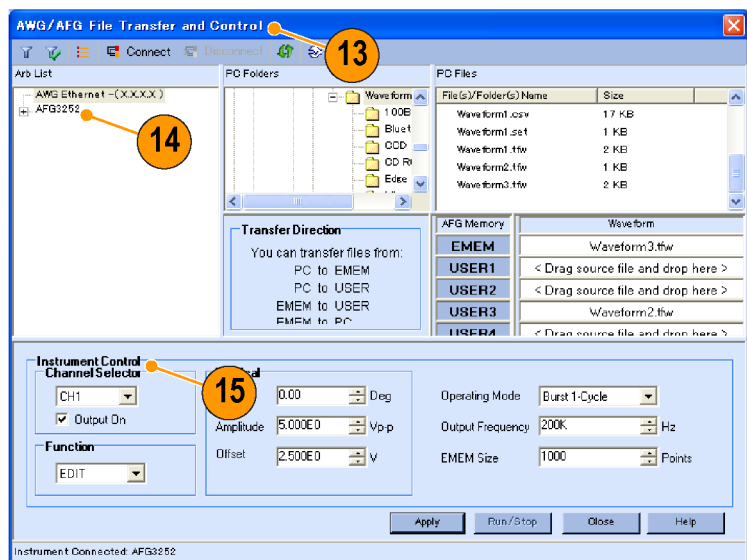


1631-183

13. 可以使用 ArbExpress 远程控制 Tektronix AWG/AFG 仪器。

在 Communication（通信）菜单中，选择 AWG/AFG File Transfer & Control...（AWG/AFG 文件传输和控制...）显示对话框。

14. 所连接的仪器将列在 Arb List（Arb 列表）中。
15. Instrument Control（仪器控制）窗格仅在仪器连接后才会出现，否则会隐藏。



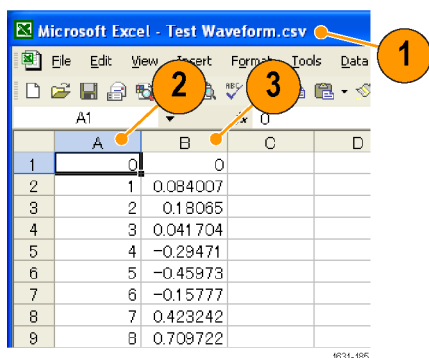
1631-184

使用 CSV 格式波形数据

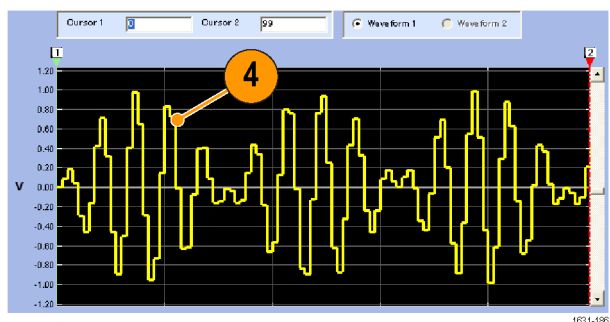
通过 ArbExpress，可以将 Microsoft Excel 所创建的 CSV（逗号分隔值）格式文件转换为可与仪器兼容的波形数据。

1. 创建一个 CSV 文件以用于 ArbExpress。
2. 在此列中输入点或时间。
3. 在此列中输入数据。

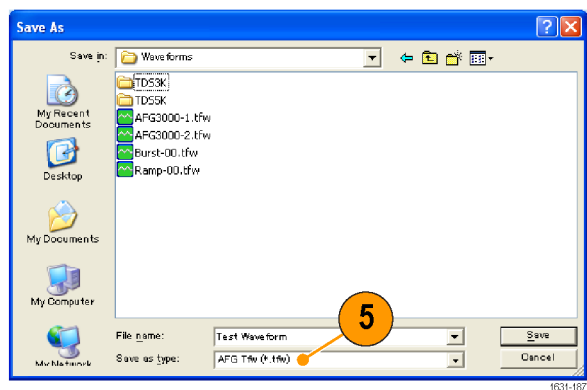
打开 CSV 文件时，可能会出现一个确认 CSV 文件格式的对话框。



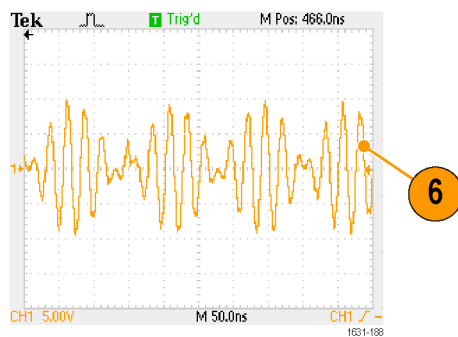
4. 这是一个调出 CSV 数据后 ArbExpress 波形显示区域的示例。



5. 将波形保存为 .tfw 格式。
将波形数据复制到 USB 存储器，并在任意波形函数发生器中载入该波形。



6. AFG3000 系列仪器输出所调出的波形数据。这是该示波器显示内容的示例。



1 Fs 表示输出波形的设置频率。

应用示例

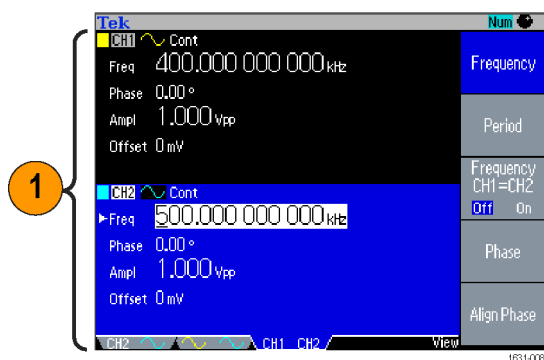
本部分包含一系列应用示例。这些简化示例重点介绍仪器的主要功能，供您在解决自己实际的测试问题时提供参考。

李萨如模式

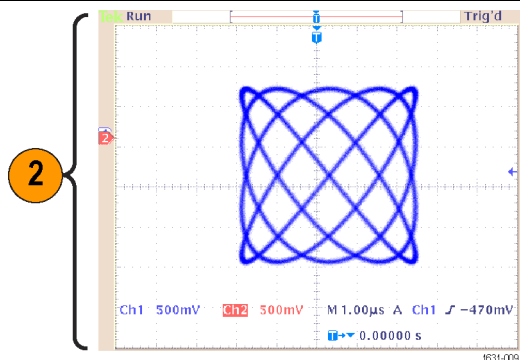
用 AFG3000 系列双通道型号创建李萨如模式，并用示波器观察波形。

1. 用 BNC 电缆连接双通道仪器的 CH1、CH2 输出端和示波器的 CH1、CH2 输入端。如下设置波形参数：

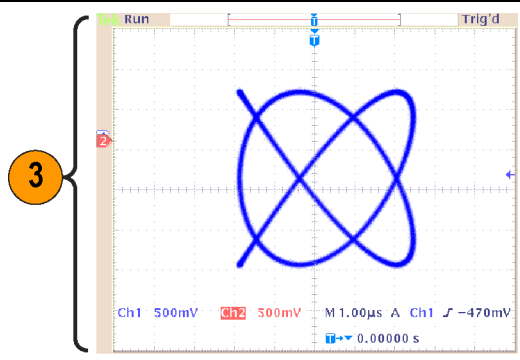
- 正弦波（连续）
- 幅度：1 V
- CH1 频率：400 kHz
- CH2 频率：500 kHz



2. 将示波器显示格式设置为 XY。调节幅度，使波形显示在刻度以内。会出现一个李萨如模式。



3. 使用仪器的通用旋钮改变 CH1 或 CH2 的相位。观察李萨如模式的形状变化。

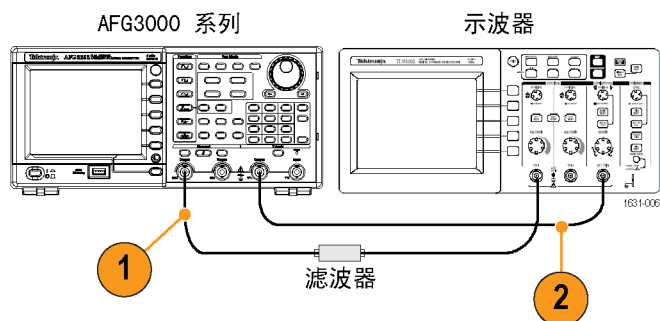


滤波器特性测量

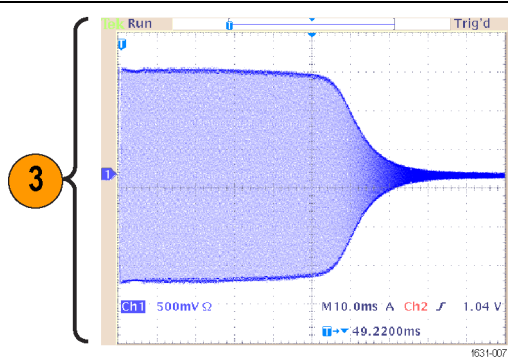
使用仪器扫描功能可观察 $50\ \Omega$ 滤波器的频率特性。

1. 用 BNC 电缆将仪器的 CH1 输出连接到示波器 CH1 输入。
2. 将仪器的 Trigger Output（触发输出）和示波器的外部触发输入连接器连接起来。

将示波器输入阻抗设置为 $50\ \Omega$ 。



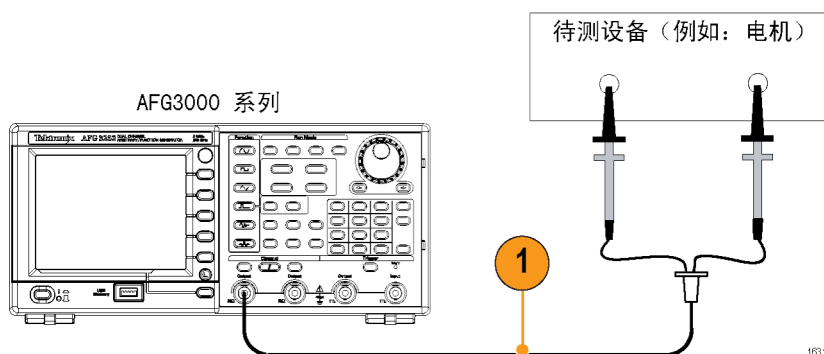
3. 从仪器的 Run Mode（运行模式）中选择 Sweep（扫描），并设置初始频率、终止频率和扫描时间，使波形在网格内显示。
可根据扫描时间和示波器时基来测量滤波器的频率特性。



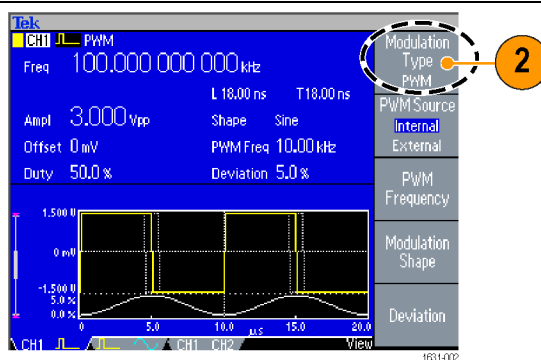
通过脉宽调制控制电机转速

脉宽调制用于控制直流电机的转速或 LED（发光二极管）的亮度。使用仪器的 PWM 功能控制直流电机转速。

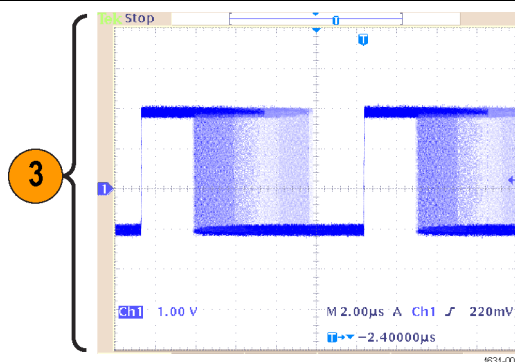
1. 用 BNC 至鳄鱼夹适配器连接仪器的输出端和 DUT。



2. 选择 Pulse（脉冲波）作为输出波形，再选择 PWM 作为调制类型。
将频率设置为大约 100 kHz。



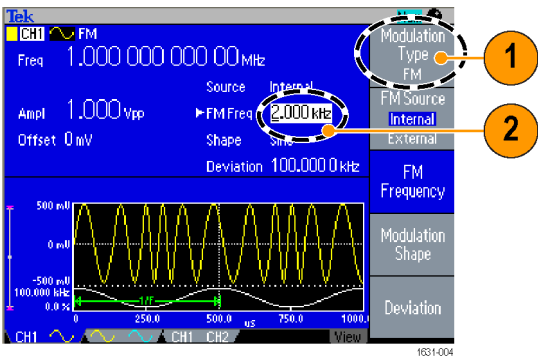
3. 将输出端连接到示波器。确认示波器屏幕上显示脉宽调制波形。
选择 Pulse Duty（脉冲占空比）并改变占空比。观察占空比改变时电机转速的变化。



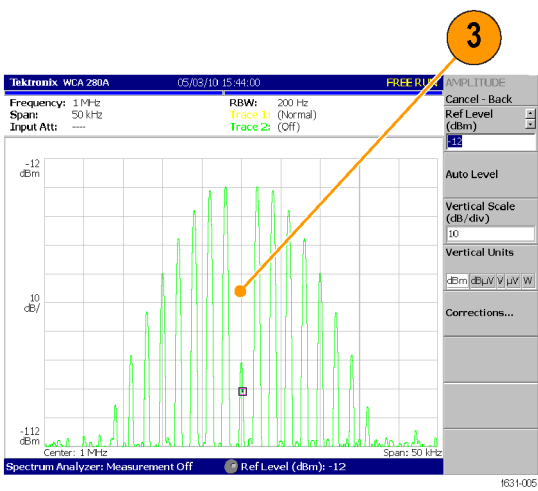
空载波（频率调制）

使用仪器和频谱分析仪观察频率调制的载波波形。

- 1. 选择 Sine（正弦波）作为输出波形，再选择 FM 作为调制类型。
- 2. 如下设置波形参数：
 - 载波频率：1 MHz
 - 调制频率：2 kHz



- 3. 改变 Deviation（偏差）。
将偏差设置为 4.8096 kHz。它使载波变为空。确认在频谱分析仪上可以观察到空载波。



索引

字母和数字

AM

调制输出波形, 53

ArbExpress, viii, 80, 84

保存任意波形, 42

基本操作, 81

屏幕界面, 81

CH 1 和 CH 2 输出连接器

前面板, 23

CSV 文件, ArbExpress, 83

GPIO, 18

GPIO 连接器

后面板, 36

LED

前面板, 23

Sin(x)/x, 标准波形, 29

TFS 文件

保存仪器设置, 76

USB 连接器

后面板, 36

前面板, 24

USB 存储器, 71

固件更新, 14

USB 接口, 16

A

安全按钮, 7

安全菜单, 77

固件更新, 16

安全槽

后面板, 36

安全功能

辅助功能菜单, 73

B

帮助, 39

半正矢, 标准波形, 30

保持时间, 扫描波形, 50

保存/调出任意波形, 41, 76

保存/调出仪器设置, 76

保存屏幕图像, 77

保护 DUT, 13

设置负载阻抗, 62

保护输出电路, 保险丝适配器, 11

保险丝适配器, 保护输出电路, 11

编辑菜单, 44

调出波形数据, 44

标准波形, 28

标准附件, 3

波形

如何选择, 28

波形参数

如何调节, 32

波形数学对话框,

ArbExpress, 83

标准波形对话框,

ArbExpress, 82

C

菜单按钮

前面板, 23

参考信号, 内部或外部, 68

参数

如何调节, 32

操作要求, 3

侧面菜单按钮, 24

差分信号, 63, 66

常规功能, 1

产生脉冲波形, 40, 49

产生任意波形, 43

产生噪声, 48

产生直流, 48

程序员手册, vii, 20, 27

触发输入连接器

前面板, 23

触发输出, 57

触发输出连接器, 57

前面板, 23

初始频率, 扫描波形, 50

D

单击音调

辅助功能菜单, 74

等效输出电路, 20

电平表

屏幕界面, 24

点数, 编辑菜单, 44

电压单位, Vp-p, Vrms 和 dBm

换算表, 34

电源按钮, 6

电源开关

前面板, 24

电源要求, 3

调出波形数据

保存波形数据, 45

顶部菜单按钮

前面板, 23

F

访问帮助, 39

访问保护, 78

固件更新, 15

返回时间, 扫描波形, 50

反转波形

保护 DUT, 13

反转波形极性, 63

蜂鸣器

辅助功能菜单, 74

浮动接地, 12

幅度

频率, 61

幅度, 更改单位, 33

附加输入连接器

附加信号, 65

附加输入信号连接器

后面板, 36

附加信号, 65

反转波形, 63

附加噪声

附加信号, 65

辅助功能菜单, 73

访问保护, 78

G

- 高斯, 标准波形, 29
- 更改密码
 - 安全菜单, 79
- 功耗, 3
- 公式编辑器, ArbExpress, 82
- 关机, 6
- 固件更新, 14, 77
- 过热保护, 22

H

- 函数按钮
 - 前面板, 23
- 后面板, 35
- 环境要求, 3
- 恢复默认, 27

J

- 键盘
 - 前面板, 23
- 校准相位, 59
- 解锁前面板控件, 24
- 机箱接地螺钉
 - 后面板, 36
- 局域网连接器
 - 后面板, 36

K

- 开机, 6
- 开机时的仪器设置, 6
- 空载波
 - 应用示例, 88
- 快捷按钮
 - 功能, 26
 - 前面板, 23

L

- 连接网络, 16
- 李萨如模式
 - 脉宽调制, 87
 - 应用示例, 85
- 洛仑兹, 标准波形, 30
- 滤波器特性测量
 - 应用示例, 86

M

- 脉冲波形
 - 如何产生, 40
- 脉冲波形公式, 40
- 脉宽调制
 - 扫描, 86
 - 修改输出波形, 56
 - 应用示例, 87
- 默认, 开机设置, 7
- 默认按钮, 6
- 默认设置, 27

P

- 屏幕按钮
 - 前面板, 23
- 屏幕保护
 - 辅助功能菜单, 74
- 屏幕菜单
 - 屏幕界面, 24
- 屏幕界面, 24
 - 系统要求, 80
- 屏幕视图格式, 25
- 频率
 - Period, 61
- 频率范围, 扫描波形, 50
- 频移键控
 - 修改输出波形, 55

Q

- 前面板, 23
- 前面板控件
 - 如何锁定或解锁, 24
- 清除
 - 任意波形数据, 42
- 清除设置和波形, 7

R

- 任意波形
 - 保存和调出, 41
- 任意波形按钮 (前面板)
 - 调出任意波形, 42
- 任意波形数据
 - 仪器设置, 76
- 软键, 24

S

- 扫描波形, 50
 - 应用示例, 86
- 扫描时间, 扫描波形, 50
- 上级菜单按钮
 - 前面板, 23
- 生成差分信号, 66
- 设置负载阻抗, 62
- 视图按钮, 48
 - 功能, 25
 - 前面板, 23
- 视图选项卡
 - 屏幕界面, 24
- 双脉冲, 49
- 输出 AM 波形, 53
- 输出菜单
 - 增加噪声, 64
- 输出窗口, 21
- 输出打开/关闭, 35
- 输出 FSK 波形, 55
- 输出 PWM 波形, 56
- 输出状态
 - 屏幕界面, 24
 - 噪声, 65
- 数字键盘
 - 前面板, 23
- 锁定/解锁
 - 任意波形数据, 42
- 锁定前面板控件, 24

T

- 调节两个通道信号的参数
 - 幅度, 61
- 调频
 - 李萨如模式, 85
- 调制波形, 53
- 同步操作, 69
 - 更新仪器固件, 14
- 通道选择, 34
- 推荐附件, 5

W

- 外部参考时钟, 后面板, 68
- 外部参考输出连接器
 - 后面板, 36

外部参考输入连接器
后面板, 36
外部调制输入连接器
后面板, 36

X

相位 | 延迟快捷按钮, 27
消息显示区
 屏幕界面, 24
修改任意波形, 44
选通波形
 如何产生, 49
选项按钮, 24
选择本地语言, 10
选择波形, 37

选择运行模式, 31

Y

应用示例
 调频, 88
仪器开机和关机, 6
以太网, 16
远程控制, ArbExpress, 83
运行模式, 31
语言选择, 10

Z

噪声, 标准波形, 29
增加噪声, 64

直流, 标准波形, 29
指数上升, 标准波形, 30
指数衰减, 标准波形, 30
中心频率, 扫描波形, 50
终止频率, 扫描波形, 50
Period
 相位, 59
主从操作, 69
主显示区
 屏幕界面, 24
自检
 辅助功能菜单, 8
自校准, 8
最终, 开机设置, 7
负载阻抗, 21, 62