

AFG2021  
任意波形/函数发生器  
快速入门用户手册



071-2932-00

**Tektronix**



**AFG2021**  
**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。

其他商标声明可添加在此处。

## **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](http://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

常规安全概要 .....	iv
符合性信息 .....	vi
EMC 符合性 .....	vi
安全符合性 .....	vii
环境注意事项 .....	viii
前言 .....	ix
何处查找详细信息 .....	ix
本手册中使用的约定 .....	ix
入门知识 .....	1
常规功能 .....	1
安装之前检查工作 .....	1
标准附件 .....	2
可选附件 .....	3
操作要求 .....	4
仪器开机和关机 .....	5
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 .....	7
选择本地语言 .....	9
防止误用仪器 .....	9
浮动接地 .....	11
保护 DUT .....	12
更新仪器固件 .....	13
连接网络 .....	16
等效输出电路 .....	19
仪器前面板、接口和后面板 .....	20
前面板概述 .....	20
屏幕界面的构成 .....	21
默认设置 .....	22
选择波形 .....	24
选择运行模式 .....	27
调节波形参数 .....	28
通道输出打开/关闭 .....	30
后面板 .....	31
操作基础 .....	33
快速教程：如何选择波形和调整参数 .....	33
快速教程：如何生成正弦波形 .....	33
快速教程：仪器帮助系统 .....	36

操作基础.....	37
产生脉冲波形.....	37
保存/调出仪器设置.....	39
产生任意波形.....	40
修改任意波形.....	41
产生噪声/直流.....	45
产生脉冲波形.....	45
扫描波形.....	48
调制波形.....	51
触发输出.....	55
设置负载阻抗.....	57
增加噪声.....	58
参考时钟.....	60
同步操作.....	61
USB 存储器.....	62
辅助功能菜单.....	63
保存/调出仪器设置.....	65
保存屏幕图像.....	67
安全菜单.....	67
ArbExpress.....	71
应用示例.....	77
滤波器特性测量.....	77
通过脉宽调制控制电机转速.....	78
空载波（频率调制）.....	79
索引	



---

# 图目录

图 1: 仪器尺寸.....	4
图 2: 保险丝和保险丝适配器.....	10

## 常规安全概要

详细阅读下列安全性预防措施，以避免人身伤害，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。

为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。

只有合格人员才能执行维修过程。

使用此产品时，可能需要接触到大系统的其他部分。请阅读其他组件手册的安全性部分中的有关操作此系统的警告和注意事项。

### 避免火灾或人身伤害

**使用合适的电源线。** 请只使用本产品专用并经所在国家/地区认证的电源线。

**将产品接地。** 本产品通过电源线的接地导线接地。为避免电击，必须将接地导线与大地相连。在对本产品的输入端或输出端进行连接之前，请务必将本产品正确接地。

**遵守所有终端额定值。** 为避免火灾或电击，请遵守产品上的所有额定值和标记。在对产品进行连接之前，请首先查阅产品手册，了解有关额定值的详细信息。

对任何终端（包括公共终端）施加的电压不要超过该终端的最大额定值。

**断开电源。** 电源线可以使产品断开电源。不要阻挡电源线；用户必须能随时触及电源线。

**切勿开盖操作。** 请勿在外盖或面板打开时运行本产品。

**怀疑产品出现故障时，请勿进行操作。** 如果怀疑本产品已损坏，请让合格的维修人员进行检查。

**远离外露电路。** 电源接通后，请勿接触外露的线路和元件。

**请勿在潮湿环境下操作。**

**请勿在易燃易爆的环境中操作。**

**请保持产品表面清洁干燥。**

**请适当通风。** 有关如何安装产品使其保持适当通风的详细信息，请参阅手册中的安装说明。

**本手册中的术语** 本手册中可能出现以下术语：



**警告：**“警告”声明指出可能会造成人身伤害或危及生命安全的情况或操作。



**注意：**“注意”声明指出可能对本产品或其他财产造成损坏的情况或操作。

**产品上的符号和术语** 产品上可能出现以下术语：

- “危险”表示当您阅读该标记时会立即发生的伤害。
- “警告”表示当您阅读该标记时不会立即发生的伤害。
- “注意”表示可能会对本产品或其他财产带来的危险。

产品上可能出现以下符号：



接地终端



机箱接地



主电路断开时  
关闭（电源）



主电路连接时  
打开（电源）

## 符合性信息

此部分列出仪器遵循的 EMC（电磁兼容性）、安全和环境标准。

### EMC 符合性

#### EC 一致性声明 - EMC

符合 Directive 2004/108/EC 有关电磁兼容性的要求。已证明符合《欧洲共同体公报》中所列的以下技术规格：

**EN 61326-1 2006:** 测量、控制和实验室用电气设备的 EMC 要求。 1 2 3

- CISPR 11:2003。 放射和传导辐射量，组 1，A 类
- IEC 61000-4-2:2001。 静电放电抗扰性
- IEC 61000-4-3:2002。 射频电磁场抗扰性
- IEC 61000-4-4:2004。 电气快速瞬变/突发抗扰性
- IEC 61000-4-5:2001。 电源线路浪涌抗扰性
- IEC 61000-4-6:2003。 传导射频抗扰性
- IEC 61000-4-11:2004。 电压骤降和中断抗扰性

**EN 61000-3-2:2006:** 交流电源线谐波辐射

**EN 61000-3-3:1995:** 电压变化、波动和闪变

#### 欧洲联系方式:

Tektronix UK, Ltd.  
Western Peninsula  
Western Road  
Bracknell, RG12 1RF  
United Kingdom (英国)

- 1 本产品仅在非居民区内使用。在居民区内使用可能造成电磁干扰。
- 2 当该设备与测试对象连接时，可能产生超过此标准要求的辐射级别。
- 3 为确保符合上面列出的 EMC 标准，应使用高质量的屏蔽接口电缆。

**澳大利亚/新西兰一致性声明 - EMC**

根据 ACMA，符合 Radiocommunications Act（无线电通信法）有关 EMC 规定的以下标准：

- CISPR 11:2003。 放射和传导发射量，组 1，A 类，依照 EN 61326-1:2006。

**澳大利亚/新西兰联系方式。**： Baker & McKenzie  
Level 27, AMP Centre  
50 Bridge Street  
Sydney NSW 2000, Australia

**安全符合性****EC 一致性声明 - 低电压**

经证明符合《欧洲共同体官方公报》中所列的以下技术规范：  
低电压指令 2006/95/EC。

- EN 61010-1:2001。 测量、控制和实验室用电气设备的安全性要求。

**美国国家认可的测试实验室列表**

- UL 61010-1:2004，第 2 版。 电气测量和测试设备的标准。

**加拿大认证**

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2004。 测量、控制和实验室用电气设备的安全性要求。第 1 部分。

**其他符合性**

- IEC 61010-1:2001。测量、控制和实验室用电气设备的安全性要求。

**设备类型**

测试和测量设备。

**安全级别**

1 级 - 接地产品。

**污染度说明**

对产品周围和产品内部环境中可能出现的污染的一种量度。通常认为产品的内部环境与外部环境相同。产品只应该在其规定环境中使用。

- 污染度 1。无污染或仅出现干燥、非导电性污染。此类别的产品通常进行了封装、密封或被置于干净的房间中。
- 污染度 2。通常只发生干燥、非导电性污染。偶尔会发生由凝结引起的临时传导。典型的办公室/家庭环境属于这种情况。只有当产品处于非使用状态时，才会发生临时凝结。

- 污染度 3。导电性污染，或由于凝结会变成导电性污染的干燥、非导电性污染。此类场所为温度和湿度不受控制的建有遮盖设施的场所。此类区域不受阳光、雨水或自然风的直接侵害。
- 污染度 4。通过导电性的尘埃、雨水或雪而产生永久导电性的污染。户外场所通常属于这种情况。

**污染度** 污染度 2（如 IEC 61010-1 中定义）。注意：仅适合在室内使用。

**安装（过压）类别说明** 本产品的端子可能有不同的安装（过压）类别指定。安装类别包括：

- 测量类别 IV。用于在低压安装电源处进行的测量。
- 测量类别 III。用于在建筑安装中进行的测量。
- 测量类别 II。用于在与低压安装直接相连的电路上进行的测量。
- 测量类别 I。用于在不直接连接到市电的电路上进行的测量。

**过压类别** 过压类别 II（如 IEC 61010-1 中的定义）

## 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](http://www.tektronix.com)）上的 Support/Service（支持/服务）部分。

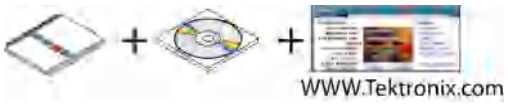
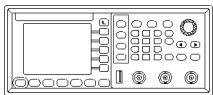




**有害物质限制** 根据其分类，本产品属于监视控制设备，不在 2002/95/EC RoHS 指令范围之列。

# 前言

本手册介绍 Tektronix AFG2021 任意波形/函数发生器的安装和操作以及基本操作和概念。




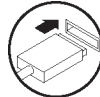
## 何处查找详细信息

下表列出了可用于本仪器的相关文档。这些文档可以从产品文档光盘和 Tektronix 网站 ([www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals)) 上查找。

项目	用途	位置
快速入门用户手册	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
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

## 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

AFG2021 任意波形/函数发生器将三款发生器的功能合而为一：

- 20 MHz 函数发生器
- 10 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。

功能	说明
通道	1
正弦波	20 MHz
脉冲	10 MHz
存储器	128K 14 位
取样速率	250 MS/s
幅度	10 V <sub>p-p</sub>
显示器	彩色 TFT LCD
接口	USB GPIB (AFG2021 需装选件 GL) LAN (AFG2021 需装选件 GL)
同步操作	可用
接地隔离	可用
上下文相关帮助系统	仪器帮助有多种语言版本
ArbExpress® 软件	波形创建和编辑工具软件

## 安装之前检查工作

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。

## 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](http://www.tektronix.com)) 了解最新信息。

### 标准附件

说明	Tektronix 部件号
AFG2021 任意波形/函数发生器快速入门用户手册	
英语 (选件 L0)	071-2926-xx
法语 (选项 L1) <sup>1</sup>	071-2927-xx
意大利语 (选件 L2) <sup>1</sup>	071-2928-xx
德语 (选件 L3) <sup>1</sup>	071-2929-xx
西班牙语 (选件 L4) <sup>1</sup>	071-2930-xx
日语 (选件 L5) <sup>1</sup>	071-2931-xx
葡萄牙语 (选件 L6) <sup>1</sup>	071-2936-xx
简体中文 (选件 L7) <sup>1</sup>	071-2932-xx
繁体中文 (选件 L8) <sup>1</sup>	071-2933-xx
韩语 (选件 L9) <sup>1</sup>	071-2934-xx
俄语 (选件 L10) <sup>1</sup>	071-2935-xx
无印刷手册 (选件 L99)	- - -
AFG2021 文档光盘包含以下 PDF 文档:	63-4441-xx
AFG2021 任意波形/函数发生器程序员手册	077-0587-xx
AFG2021 任意波形/函数发生器维修手册	077-0586-xx
AFG2021 任意波形/函数发生器技术规格和性能验证手册	077-0588-xx
Tektronix 任意波形/函数发生器 ArbExpress 波形创建和编辑工具软件光盘及使用说明	063-3763-xx
USB 电缆	174-4401-xx
电源线	
<b>技术规格</b>	<b>说明</b>
115 V, 60 Hz	北美 (选件 A0)
220 V, 50 Hz	欧洲通用 (选件 A1)
240 V, 50 Hz	英国 (选件 A2)
240 V, 50 Hz	澳大利亚 (选件 A3)
220 V, 50 Hz	瑞士 (选件 A5)
100 V, 110/120 V, 60 Hz	日本 (选件 A6)

说明		Tektronix 部件号
220 V, 50 Hz	中国 (选件 A10)	- - -
240 V, 50 Hz	印度 (选件 A11)	- - -
110/220 V, 60 Hz	巴西 (选件 A12)	- - -
- - -	无电源线或交流适配器 (选件 A99)	- - -

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：

### 可选附件

说明	Tektronix 部件号
50 $\Omega$ BNC 电缆, 双层屏蔽, 91 cm (36 in)	012-0482-XX
50 $\Omega$ BNC 电缆, 双层屏蔽, 250 cm (98 in)	012-1256-XX
50 $\Omega$ BNC 终接器	011-0049-XX
GPIB 接口电缆, 双层屏蔽, 200 cm (79 in)	012-0991-XX
机架安装套件	RMU2U
保险丝适配器	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。

## 操作要求

以下信息和示图介绍本仪器的温度、间距和电源工作要求。

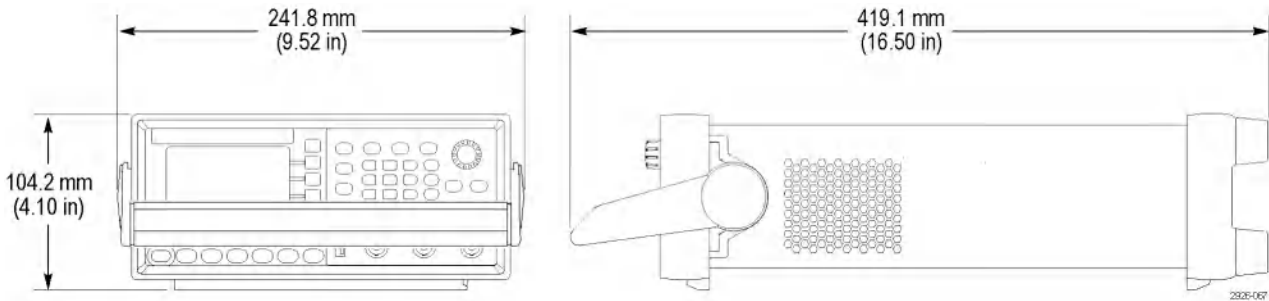


图 1: 仪器尺寸

**环境要求**    **间隙:** 将仪器放在手推车或工作台上时，注意以下间距要求：

- 侧面：50 mm (2 in)
- 后部：50 mm (2 in)

**温度:** 在操作仪器之前，请确保环境温度在 0°C 到 +50°C (+32°F 到 +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**    **电源电压和频率:** 100 V 至 240 V，50 Hz 至 60 Hz 或 115 V，400 Hz。

**功耗:** 60 W



**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%。

## 仪器开机和关机

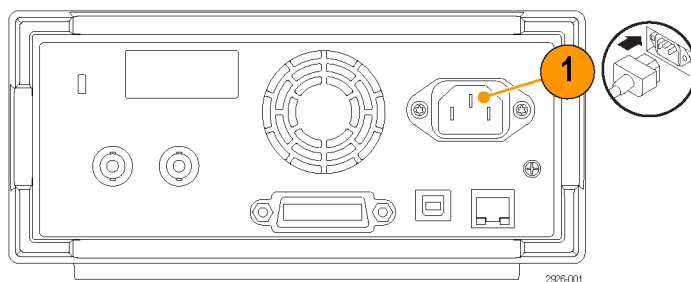
以下步骤介绍如何向仪器接通电源以及打开和关闭仪器电源。



**注意：** 本产品在后支脚处于放下位置时不工作。在仪器设置之前，确保将后支脚抬起。

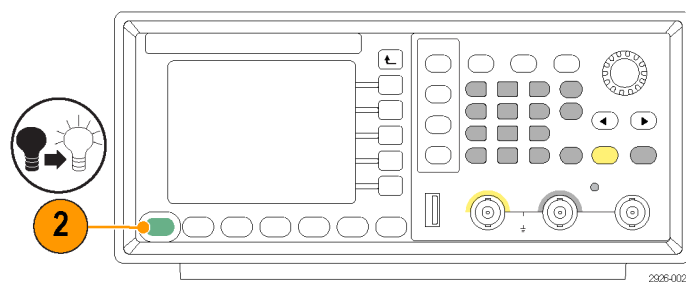
**开机** 要向仪器接通电源并开机，请执行以下操作：

1. 将交流电源线插入后面板上的电源插座内，另一端插入正确接地的电源插座。



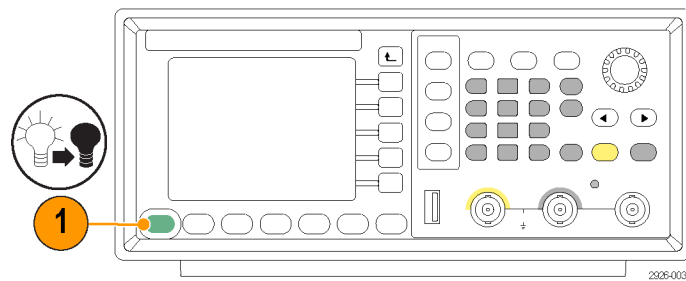
2. 按前面板电源按钮打开仪器电源。

**说明：** 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** 要关闭仪器，请执行以下操作：

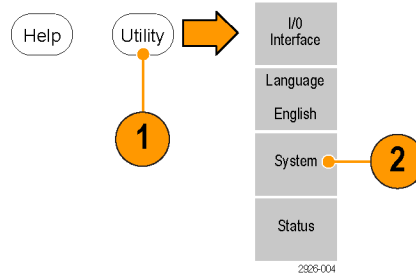
1. 按前面板电源按钮关闭仪器电源。



## 开机时更改仪器设置

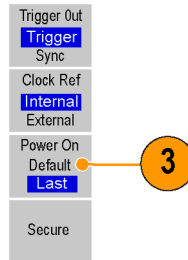
仪器开机时将恢复默认设置。用 Utility（辅助功能）菜单通过以下步骤可将开机设置更改为上次关机时的设置。

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。

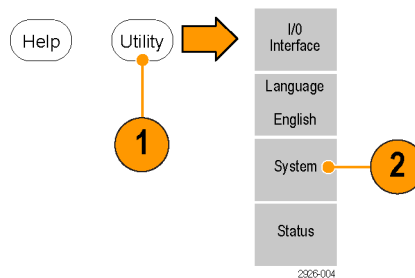


## 从内存中清除仪器设置和波形

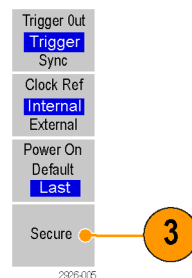
也可通过以下步骤从仪器内部存储器中清除全部的仪器设置和波形。

**说明：** 通过默认设置步骤可随时将仪器恢复为默认设置而不用清除内存。  
( 见第22页)

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。



## 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。

**说明：** 在执行自检或自校准之前，断开仪器的所有电缆连接。

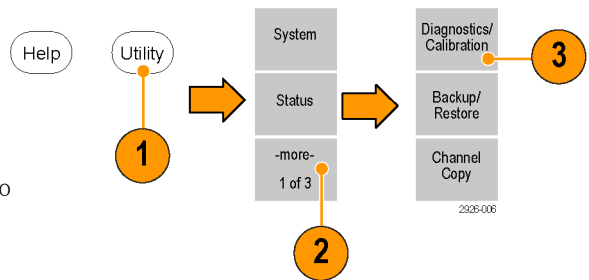
- 诊断（自检）：执行自检，验证仪器是否可正常工作。
- 校准（自校准）：自校准主要使用内部校准例程来检查直流精度。至少每年进行一次自校准以保持直流精度。建议应在定期检查时一起执行自校准。

**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。



**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。

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. 请执行下面一种操作：

**说明：** 执行自校准前，要确保环境温度在 +20°C 到 +30°C（+68°F 到 +86°F）之间，并暖机 20 分钟。

**Execute Diagnostics**（执行诊断）：按此屏幕按钮可执行仪器诊断。

**Execute Calibrations**（执行校准）：按此屏幕按钮可执行自校准。

5. 如果诊断或校准完成且无错误，则显示“PASSED”（通过）消息。

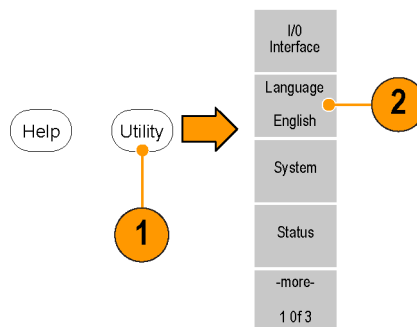




## 选择本地语言

可选择仪器屏幕上显示的语言。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。

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。



**说明：** 如果您在购买仪器时选择了语言选项，则应收到前面板标示。

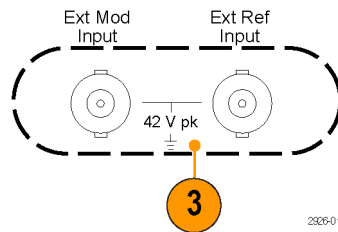
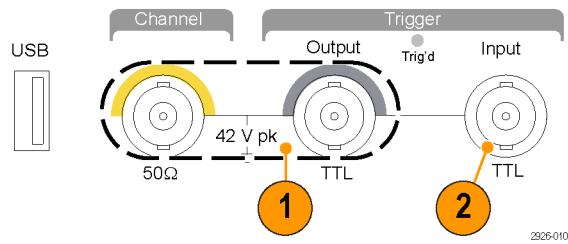
## 防止误用仪器

### 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。

**说明：** 仪器的输入和输出连接器都是浮动输入/输出端。（见第11页，浮动接地）

1. 在前面板上找到 Channel Output（通道输出）和 Trigger Output（触发输出）连接器。
2. 在前面板上找到 Trigger Input（触发输入）连接器。
3. 在后面板上找到 Ext Mod Input（外部调制输入）和 Ext Ref Input（外部参考输入）连接器。



**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3页，*可选附件*）



**图 2: 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/函数发生器的公共输入和输出通道与机箱接地端（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 BNC 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。



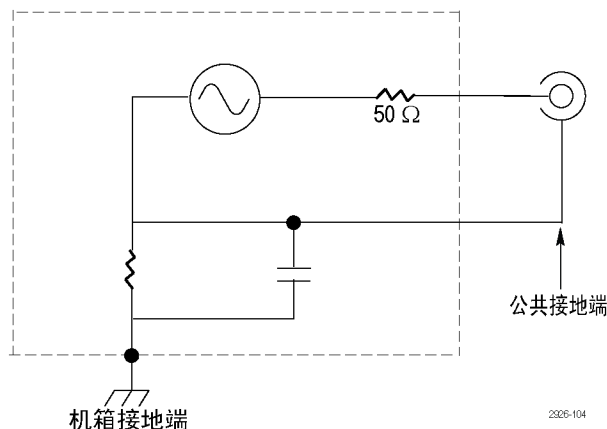
**注意：** 机箱接地端和公共接地端之间的最高额定电压为 42 V<sub>p-p</sub>（直流 + 交流峰值）。当机箱接地端和公共接地端之间的电势超过 42 V<sub>p-p</sub> 时，内部保护电路将被激活以保护电路。但这种高电压可能导致仪器的内部电路损坏。

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。



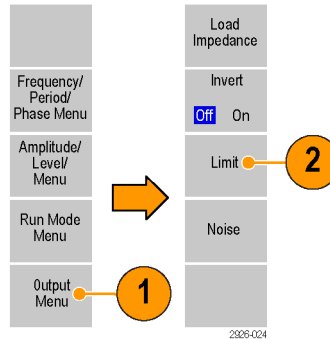
**警告：** 为避免发生电击，使用本产品时要让浮动电压和仪器的输出电压之和不超 42 V<sub>pk</sub>。设备在使用过程中，不要触摸 BNC 的中心线。



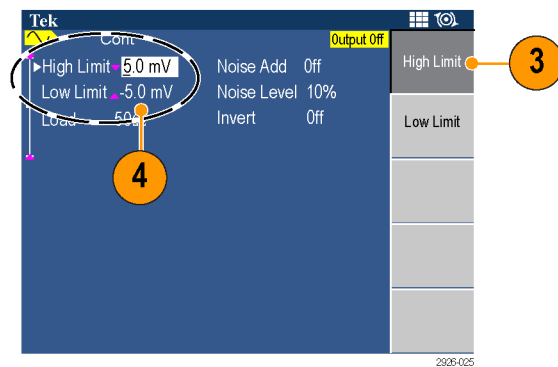
## 保护 DUT

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。

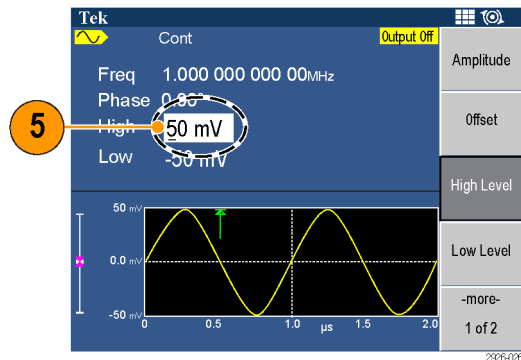
1. 按下 Output Menu（输出菜单）屏幕按钮。
2. 按下 Limit（限制）屏幕按钮。



3. 按下 High Limit（上限）屏幕按钮。
4. 注意在本例中，上限设置为 5.000 V，下限设置为 -5.000 V。



5. 用数字键或通用旋钮将上限设置为 50 mV，将下限设置为 -50 mV。
6. 按下前面板 Sine（正弦）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。



**说明：** 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）设置限制值时，图形区左侧显示一个电平指示器。

## 更新仪器固件

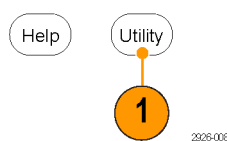
可通过前面板 USB 连接器用 USB 存储设备来更新仪器固件。



**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 存储设备或关闭仪器的电源。

**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。

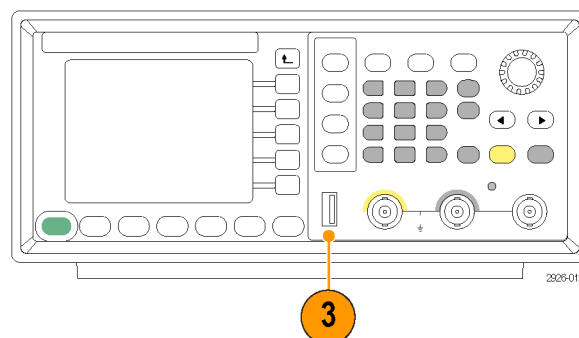
1. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮以显示出 Utility（辅助功能）菜单，在显示屏底部查看当前安装的固件版本。



2. 在 PC 上访问 [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)，检查 Tektronix 是否提供了更新固件版本。将最新固件下载到 USB 存储设备上并将压缩的 zip 文件解压。



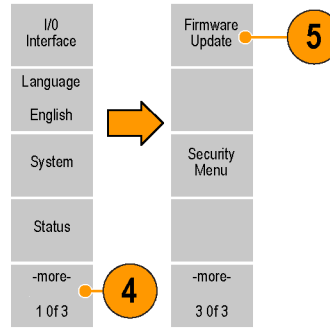
3. 将 USB 存储设备插入仪器前面板的 USB 连接器。



4. 在 Utility (辅助功能) 菜单中按两次 -more- (-更多-) 屏幕按钮。
5. 选择 Firmware Update (固件更新)。

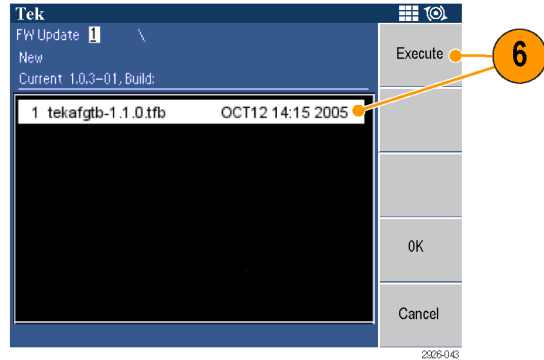
**说明：** 若没有插入 USB 存储设备，则将禁用 Firmware Update (固件更新) 屏幕按钮。

**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。

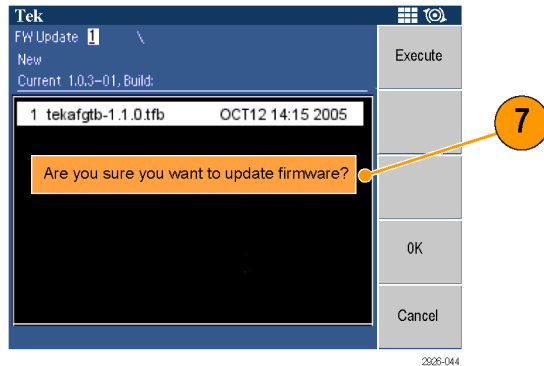


6. 旋转通用旋钮选择已下载的固件文件，然后按 Execute (执行) 屏幕按钮。

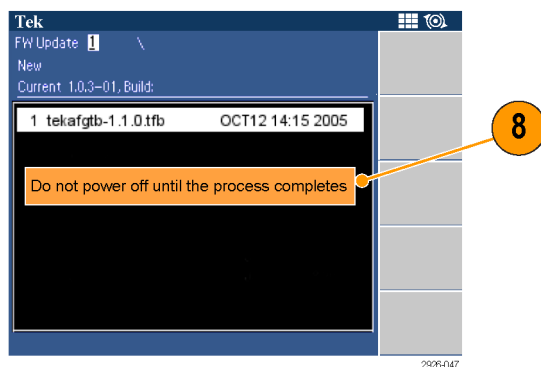
**说明：** 固件文件名称如下：tekafgtb-1.x.x.tfb





7. 仪器将提示“Are you sure you want to update firmware?” (确定要更新固件吗?)。选择 OK (确定)。




8. 仪器将显示消息，告诉您在更新过程完成之前不要拔掉 USB 设备或关闭仪器电源。显示屏顶端右侧的时钟符号表示正在执行更新过程。



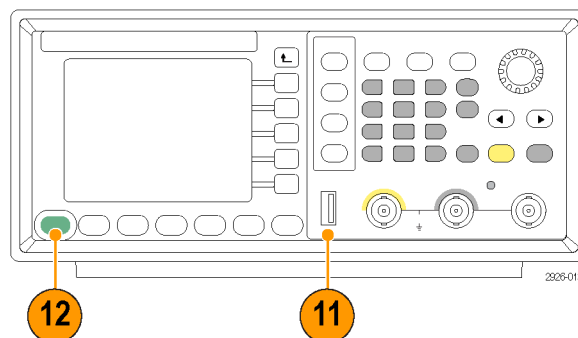
 **注意：** 固件更新通常大约需要两分钟。请勿在更新过程中拔出 USB 存储器。

 **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。

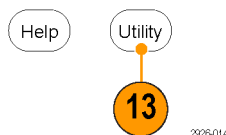
9. 等待直至仪器显示操作已经完成的消息。
10. 按 OK（确定）。

 **注意：** 如果没有显示操作完成消息，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 存储设备从前面板 USB 连接器中拔出。
12. 关闭仪器电源然后再开机，使固件生效。



13. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮，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

利用仪器的通信接口，可与仪器通信或远程控制仪器。根据仪器的型号，可使用 USB、以太网或 GPIB 接口。

**说明：** 附带 GL 选件的 AFG2021 可提供 USB、GPIB 和 LAN 端口。AFG2021 基本型号仅提供 USB 端口。

### USB 接口

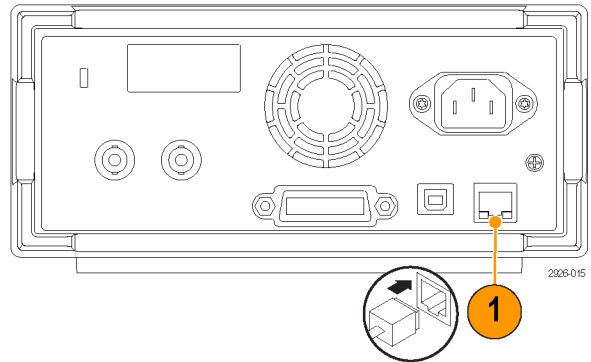
后面板上的 USB 接口不需要前面板或屏幕菜单操作就可以设置。用一根 USB 电缆将仪器连接到 PC。

### 以太网设置

**说明：** 只有附带选件 GL 的 AFG2021（含 LAN 端口）才能使用以太网设置。

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。输入以太网网络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：

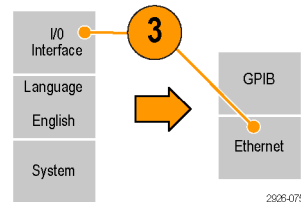
1. 将一根局域网电缆连接到后面板上的局域网端口。



2. 按下前面板 Utility（辅助功能）按钮。



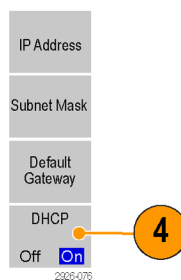
3. 按 I/O Interface（I/O 界面）屏幕按钮，然后按 Ethernet（以太网）屏幕按钮。





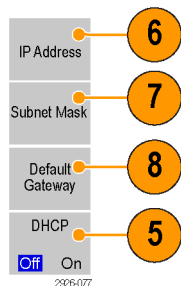
- 当显示 Ethernet Network Settings (以太网网络设置) 菜单时, 选择 DHCP 的 Off (关) 或 On (开) 选项。

**说明：** 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。要进行此操作, 请执行以下步骤:

- 显示 Ethernet Network Settings (以太网网络设置) 菜单, 选择 DHCP Off (关)。



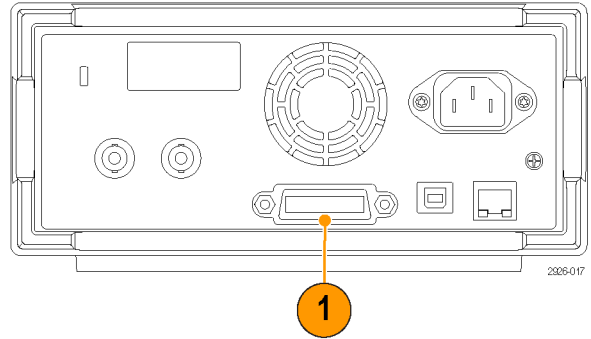
- 按下 IP Address (IP 地址) 屏幕按钮, 输入 IP 地址。您需要与网络管理员联系, 以得到可用的 IP 地址。
- 按下 Subnet Mask (子网掩码) 屏幕按钮, 输入子网掩码。请向网络管理员咨询是否需要子网掩码。
- 按下 Default Gateway (默认网关) 屏幕按钮, 输入网关地址。请向网络管理员咨询网关地址。

## GPIB 设置

**说明：** 只有当 AFG201 安装选件 GL (含有 GPIB 端口) 时才会提供 GPIB 设置。

要设置仪器 GPIB 接口, 请按照以下步骤操作:

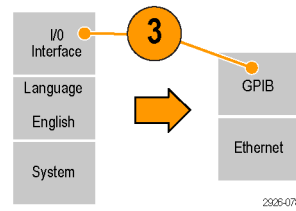
1. 将一根 GPIB 电缆连接到后面板 GPIB 端口。



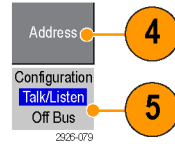
2. 按下前面板 Utility (辅助功能) 按钮。



3. 按 I/O Interface (I/O 界面) 屏幕按钮，然后按 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。



**说明：** 请参阅《AFG2021 任意波形/函数发生器程序员手册》了解远程控制命令的相关信息。

## 等效输出电路

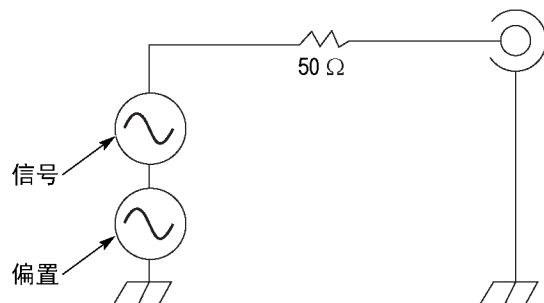
下图所示为等效输出电路：

下图图例：



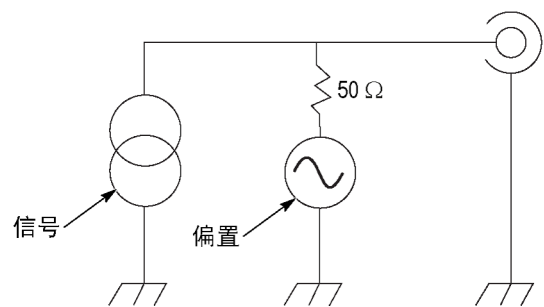
2305-063

- 当使用的负载阻抗大于  $>50\ \Omega$  时，输出信号电压范围不超出  $\pm 10\ \text{V}$ 。



2305-061

- 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  $\pm 10\ \text{V}$ 。



2305-062

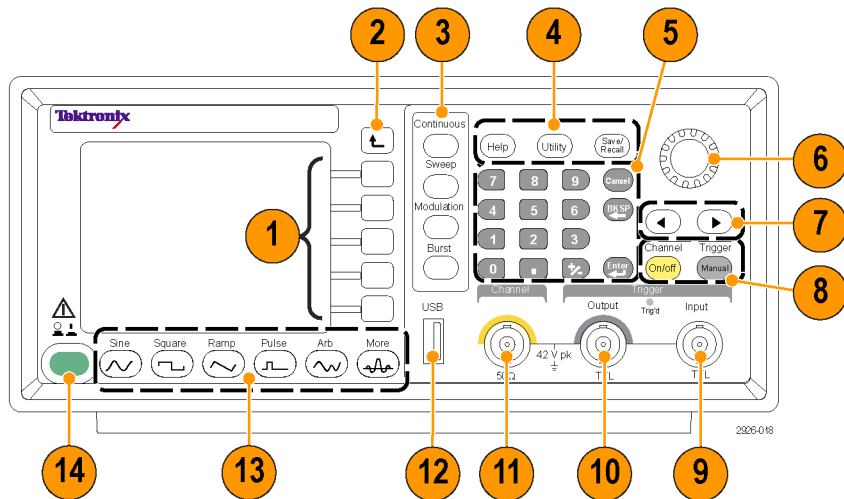
对于正弦波，负载阻抗 ( $L$ ) 的变化对输出窗口（最大和最小电平）的影响如下。

- $L = 50\ \Omega$ ：-5 V 至 +5 V (10 V<sub>p-p</sub>)
- $L = \text{High } Z$  ( $L =$  高阻抗)：-10 V 至 +10 V (20 V<sub>p-p</sub>)

# 仪器前面板、接口和后面板

## 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。



项目	说明
1	屏幕按钮
2	返回上级菜单
3	运行模式按钮
4	帮助、辅助功能和保存/调出按钮
5	数字键盘、取消操作、删除/退格和输入按钮
6	通用旋钮
7	箭头按钮允许在更改幅度、相位、频率或其他此类数值时在显示屏上选择特定的数字。
8	通道开/关和手动触发按钮
9	触发输入连接器
10	触发输出连接器
11	通道输出连接器
12	USB 连接器
13	功能按钮
14	电源按钮

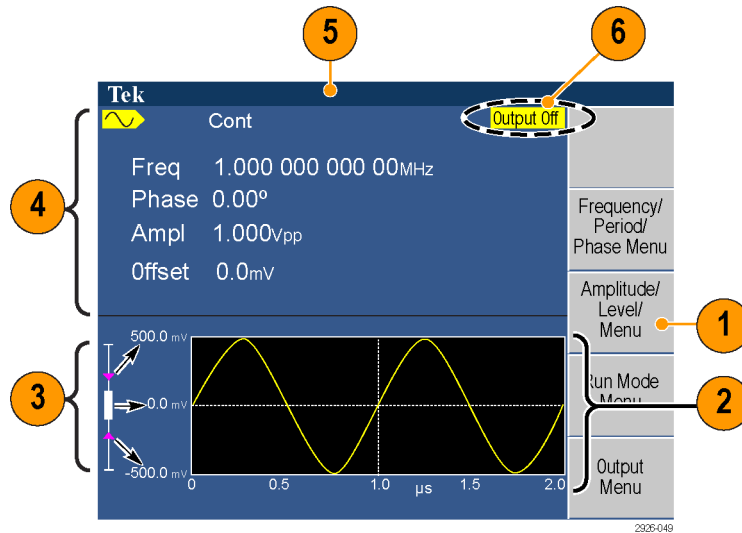
### 锁定或解锁前面板控件

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



项目	说明
1	<b>屏幕菜单：</b> 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。）
2	<b>图形/波形显示区：</b> 主显示区的这个部分以图形或波形的形式来显示信号。
3	<b>电平表：</b> 此指示器的顶部部分显示上限值，底部部分显示下限值，指示器自身则显示当前选定的电平。
4	<b>参数显示区：</b> 主显示区的这个部分显示活跃的参数。
5	<b>消息显示区：</b> 该区域中显示硬件状态（如时钟和触发器）的监控消息。
6	<b>输出状态：</b> 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。

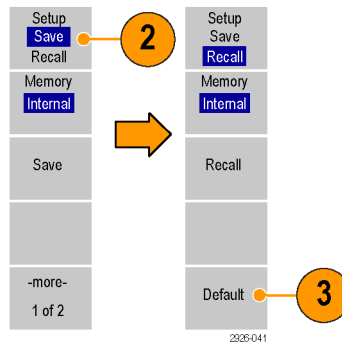
## 默认设置

如果希望将仪器设置恢复为默认值，请按以下方式使用前面板 Save/Recall（保存/调出）按钮。

1. 按下前面板 Save/Recall（保存/调出）按钮。

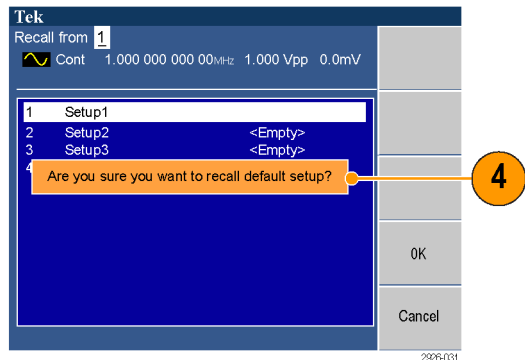


2. 按下 Setup（设置）屏幕按钮，选择 Recall（调出）。
3. 按下 Default（默认）屏幕按钮。



4. 选择以下项之一：

- **OK**（确定），可调出默认设置；仪器将显示一条频率 1 MHz，幅度 1 Vp-p 的正弦波形作为默认设置。
- **Cancel**（取消），可取消调出并返回到上一个菜单。



## 默认设置

### 菜单/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）	50.00%
占空比（脉冲）	50.00%
输出位数	Vp-p
输出阻抗	50 Ω
输出反转	关

菜单/系统	默认设置
输出噪声加	关
<b>扫描</b>	
扫描初始频率	100.000 kHz
扫描终止频率	100.000 MHz
扫描时间	10 ms
扫描保持时间	0 ms
扫描返回时间	1ms
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
<b>调制</b>	
调制波形	10.00 kHz, 正弦 (FSK 除外) 50.00 Hz, 方波 (FSK)
AM 深度	50.00%
FM 偏差	1.000 000 MHz
PM 偏差	90.0°
FSK 跳频	1.000 000 MHz
FSK 速率	50.00 Hz
PWM 偏差	5.00%
<b>突发脉冲</b>	
突发脉冲模式	N 个周期
突发脉冲计数	5
触发源	内部
触发延迟	0.0 ns
触发间隔	1.000 ms
<b>系统相关设置</b>	
触发输出	触发
时钟参考	内部

Save/Recall (保存/调出) 菜单中的 Default (默认) 屏幕按钮不会复位下列设置:

- 语言选项
- 开机设置
- 系统相关的设置 (显示亮度、屏保、单击音调和蜂鸣器)

- 保存的设置和波形文件
- 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。

	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
AM	√		
FM	√		
调相	√		
频移键控	√		
脉宽调制		√	
扫描	√		
突发脉冲	√	√	

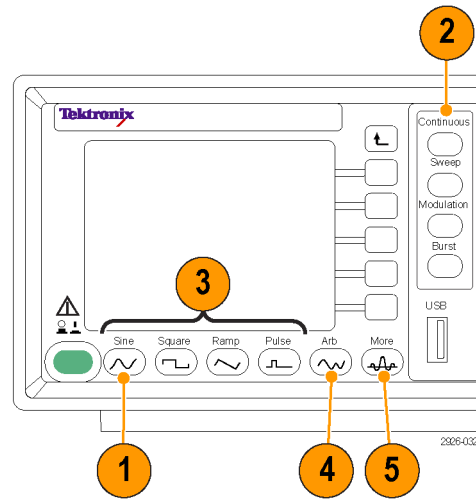
**说明：** 当仪器输出任意波形时，仪器设置的  $V_{p-p}$  显示归一化波形数据的  $V_{p-p}$  值。

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：

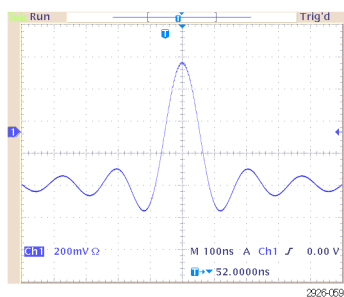
1. 按前面板 Sine（正弦）按钮以选择正弦波形。
2. 按前面板 Continuous（连续）按钮以选择连续的正弦波形。
3. 通过按前面板上的函数按钮，从四种标准波形中选择一种。
4. 按 Arb（任意波形）按钮以选择任意波形。
5. 按 More Waveform（更多波形）屏幕按钮可选择其他标准波形，例如  $\text{Sin}(x)/x$ 、噪声、直流或高斯。



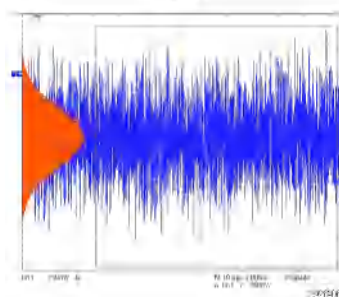
### 其他可用波形

下面是 More (更多) 按钮菜单下 More Waveform (更多波形) 菜单内提供的其他波形类型。

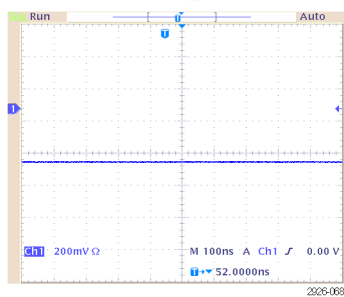
Sin(x)/x



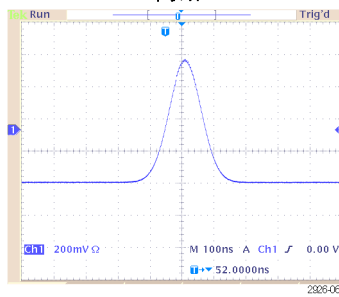
噪声



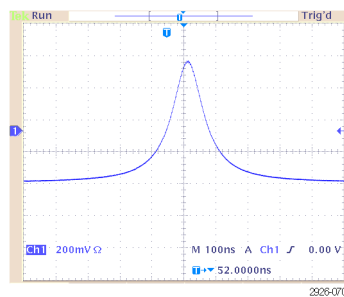
直流



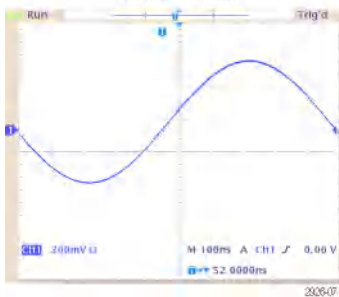
高斯



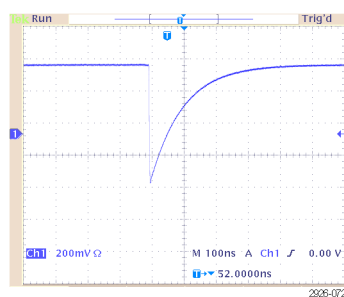
洛伦兹



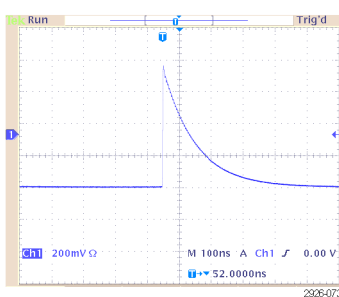
选加正弦波



指数上升



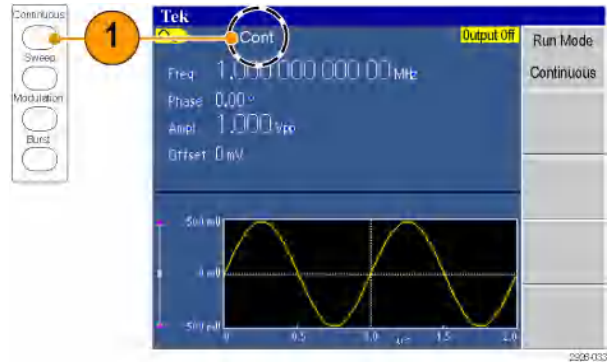
指数衰减



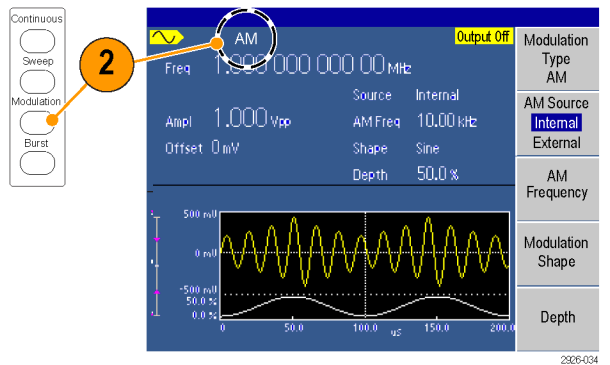
## 选择运行模式

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。

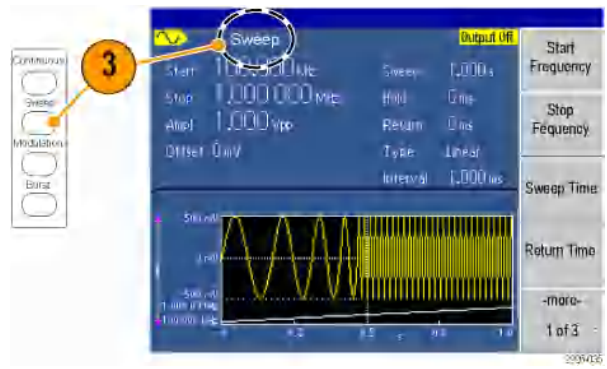
1. 默认运行模式为 Continuous（连续）。



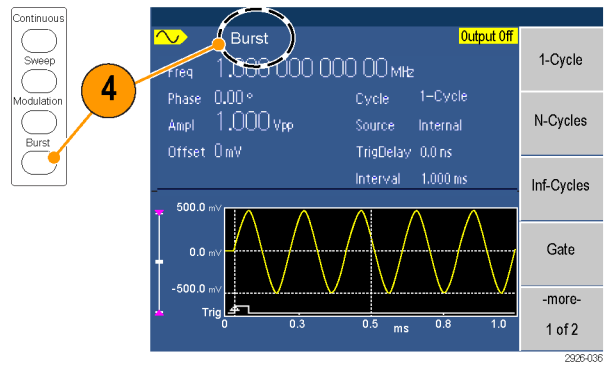
2. 要选择调制波形，请按下 Modulation（调制）按钮。



3. 要选择扫频波形，请按下 Sweep（扫描）按钮。  
关于扫描波形的详细信息，请参阅（见第48页）。



4. 要选择脉冲波形，请按下 Burst（脉冲）按钮。



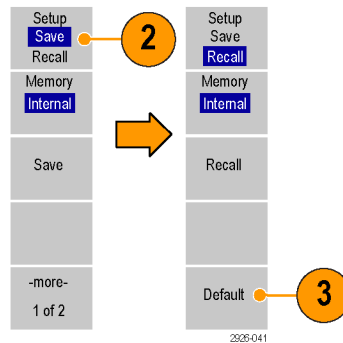
## 调节波形参数

仪器开机后，默认输出信号是 1 MHz 正弦波形，幅度为 1 V<sub>p-p</sub>。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 Save/Recall（保存/调出）按钮。



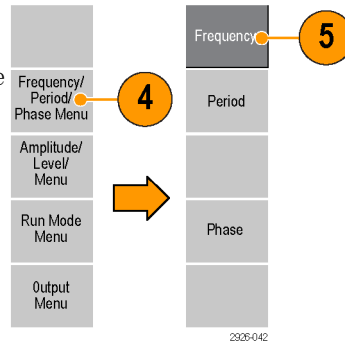
2. 按下 Setup（设置）屏幕按钮，选择 Recall（调出）。



3. 按下 Default（默认）屏幕按钮，再按下 OK（确定）屏幕按钮即显示默认输出信号。



- 要更改频率，请按下前面板 Frequency/Period/Phase Menu（频率/周期/相位菜单）屏幕按钮。
- 按下 Frequency（频率）屏幕按钮。



- 使用数字键盘或通用旋钮设置频率值。



- 要更改周期，请按下 Period（周期）屏幕按钮以选择周期参数。

- 使用数字键盘或通用旋钮设置周期值。

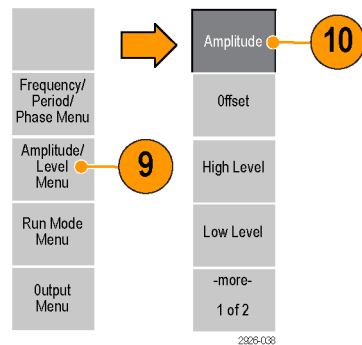


- 要更改幅值，请先按

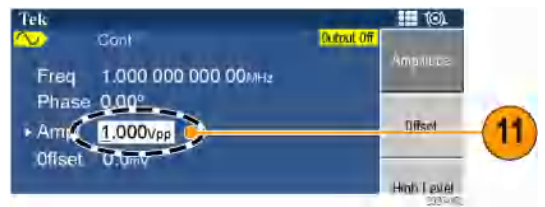


前面板按钮以返回到顶部菜单，然后再按 Amplitude/Level Menu（幅度/电平菜单）屏幕按钮。

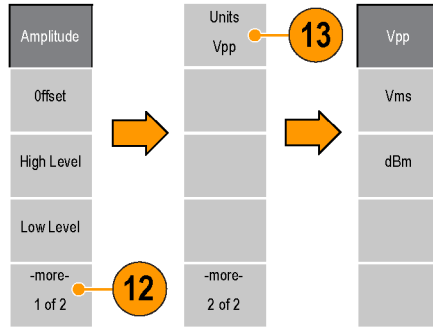
- 按下 Amplitude（幅度）屏幕按钮。



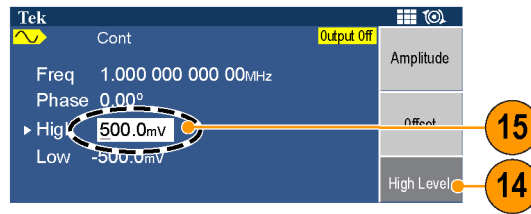
- 使用数字键盘或通用旋钮设置幅度值。



12. 要更改幅度单位，请按下 **-more-**（-更多-）屏幕按钮以显示菜单的第二页。
13. 按下 **Units**（单位）屏幕按钮以显示单位选择屏幕菜单，然后进行选择。默认选择 **Vpp**。



14. 按 **High Level**（高电平）或 **Low Level**（低电平）屏幕按钮以选择该参数。
15. 使用数字键盘或通用旋钮设置该值。可以用同样的方法更改相位和偏置值。



### 单位换算

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

$V_{p-p}$	$V_{rms}$	$dBm$
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 $dBm$

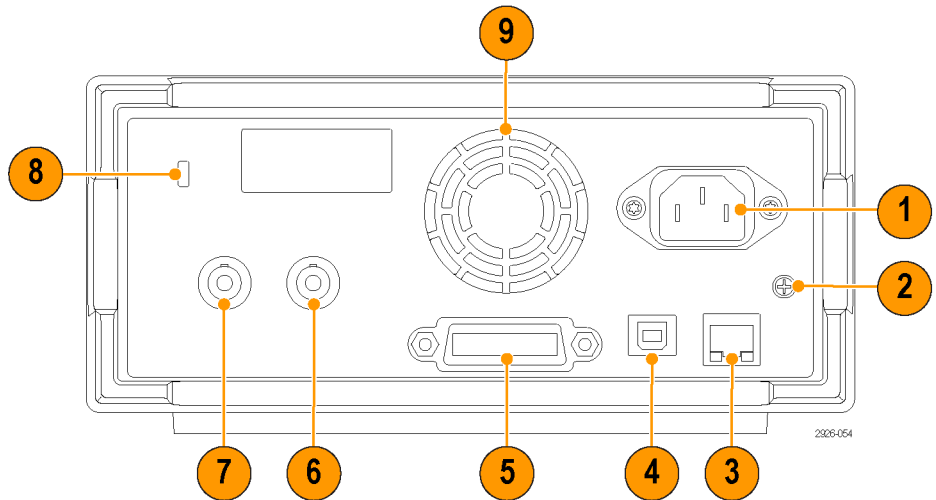
### 通道输出打开/关闭

1. 要启用信号输出，请按前面板 **Channel On/Off**（通道开/关）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。



## 后面板

下图表示仪器的后面板连接器。



项目	说明
1	<b>电源输入：</b> 此处连接相应的电源线，为仪器提供电源。
2	<b>机箱接地螺钉：</b> 这个螺钉用于将仪器接地。使用标准的粗调螺丝（#6-32，长度为 6.35 mm 或更短）。
3	<b>局域网端口：</b> 此端口用于将仪器连接到网络。在此处连接一根 10BASE-T 或 100BASE-T 电缆。 <b>说明：</b> 此端口仅在 AFG2021 安装选件 GL 时提供。
4	<b>USB（B 型）连接器：</b> 用于连接 USB 类型 B 控制器。
5	<b>GPIB：</b> 此端口用于通过 GPIB 命令来控制仪器。 <b>说明：</b> 此端口仅在 AFG2021 安装选件 GL 时提供。
6	<b>EXT REF INPUT（外部参考输入）连接器：</b> 这是一个外部参考输入 BNC 连接器。
7	<b>EXT MODULATION INPUT（外部调制输入）连接器：</b> 这个 BNC 连接器用于外部调制输入。可用于输入调制的信号。
8	<b>安全槽：</b> 这个槽允许用标准的膝上型电脑安全锁将仪器固定到相应位置。
9	<b>风扇（通风）孔：</b> 这是风扇的通风开孔。





# 操作基础

## 快速教程：如何选择波形和调整参数

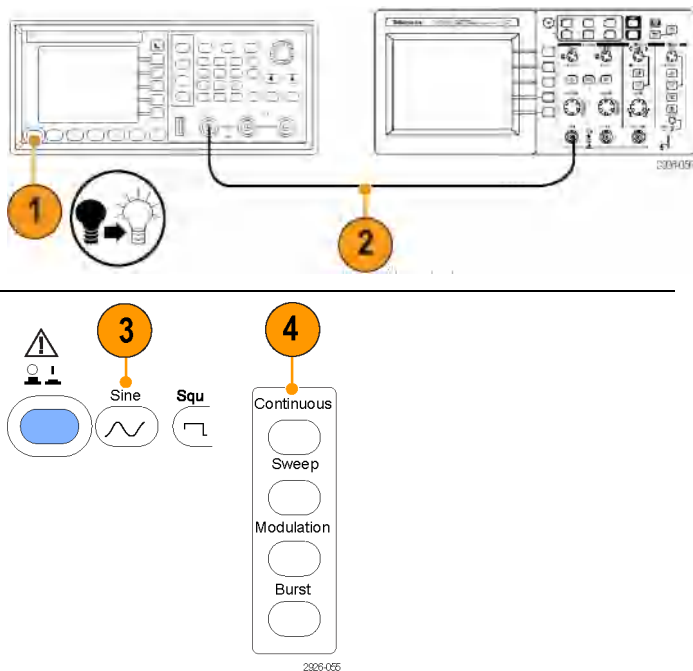
如果您是新手，可按照此处介绍的步骤来熟悉如何选择波形和调整波形参数。

1. 按下仪器上的电源按钮。
2. 用 BNC 电缆将仪器的通道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。

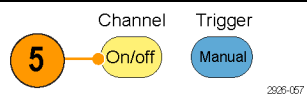
## 快速教程：如何生成正弦波形

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以打开仪器。
2. 用 BNC 电缆将任意波形/函数发生器的通道输出连接到示波器输入连接器。
3. 按前面板 Sine（正弦）按钮。
4. 按前面板 Continuous（连续）按钮以选择连续的正弦波形。



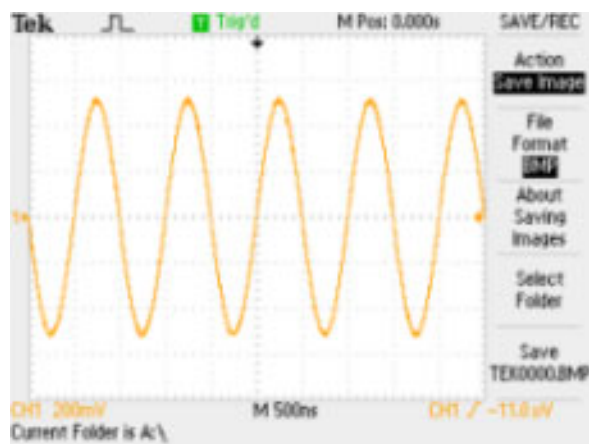
5. 按下前面板 Channel On/Off (通道开/关) 按钮以启用输出。该按钮应亮起。



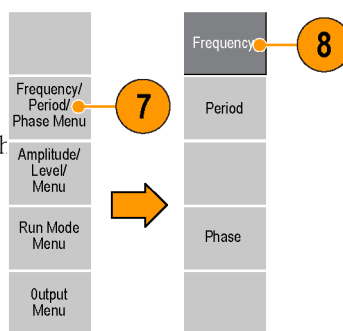
6. 使用示波器自动定标功能在屏幕上显示正弦波形。

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：

- 500 ns/格
- 200 mV/格



7. 要更改频率，请按下前面板 Sine（正弦）按钮，然后按 Frequency/Period/Phase Menu（频率/周期/相位菜单）屏幕按钮。



2205-042

8. 按下 Frequency（频率）屏幕按钮。现在可使用数字键盘或通用旋钮来更改频率值。

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。

**说明：** 当通过屏幕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。

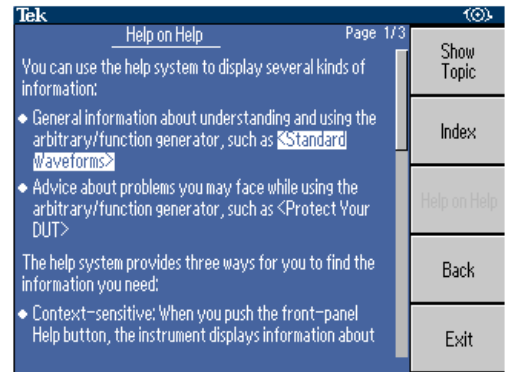
## 快速教程：仪器帮助系统

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（显示主题）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（显示主题）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。

# 操作基础

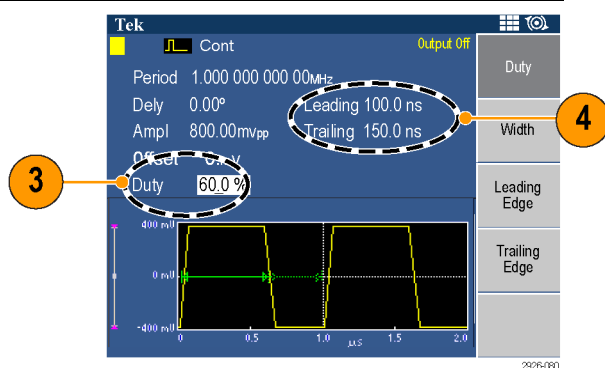
## 产生脉冲波形

1. 按下前面板 Pulse (脉冲) 按钮以显示 Pulse (脉冲) 屏幕。
2. 按下 Pulse Parameter Menu (脉冲参数菜单) 屏幕按钮。



**说明：** 通过数字键盘或通用旋钮可调整以下所有参数。

3. 按 Duty (占空比) 屏幕按钮并根据需要调整参数，然后按 Width (宽度) 屏幕按钮并根据需要调整参数。
4. 按 Leading Edge (上升边沿) 屏幕按钮并根据需要调整参数，然后按 Trailing Edge (下降边沿) 屏幕按钮并根据需要调整参数。



5. 可通过按



前面板按钮，然后按 Frequency/Period/Delay Menu (频率/周期/延迟菜单) 并根据需要调整参数，设置上升延迟。

**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:

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

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

Temp3 =  $0.625 * \text{period}$ .

Else:

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

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

Temp3 =  $0.625 * \text{period}$ .

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

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

Temp3 =  $0.625 * \text{period}$ .

Else:

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

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

Temp3 =  $0.625 * \text{period}$ .

## 保存/调出仪器设置

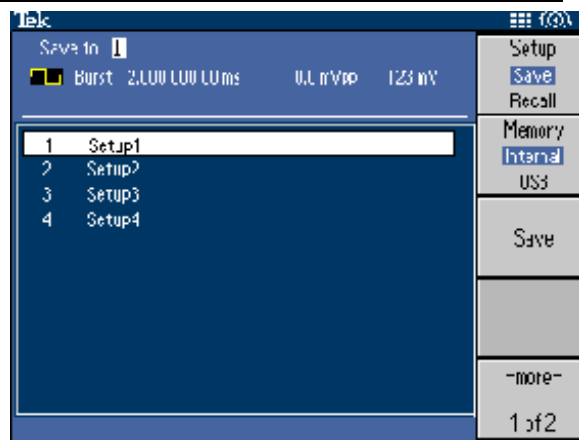
仪器内部存储器中最多可保存 个仪器设置。要保存更多设置，请使用 USB 存储设备。

1. 要调出或保存任意波形，请按前面板 Save/Recall（保存/调出）按钮。
2. 用通用旋钮选中标记为 <empty>（空）的设置（除非要覆盖现有设置）。



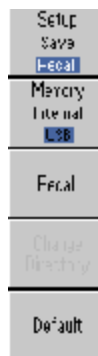
**说明：** 要保护设置文件避免被意外覆盖，请按 -more-（-更多-）屏幕按钮，然后按 Lock/Unlock（锁定/解锁）屏幕按钮。锁定的文件旁边会出现锁形图标。

3. 按下 Save（保存）屏幕按钮将设置保存到内部存储器中。
4. 如果要将设置保存到 USB 存储器内，必须先将 USB 存储设备插入端口，从屏幕菜单中选择 Memory USB（存储器 USB），然后按下 Save（保存）。  
文件将以扩展名 TFS 保存起来。可对文件进行命名。



5. 从屏幕菜单中选择 Setup Recall（设置调出），然后用通用旋钮选择要调出的设置，即可调出波形。
6. 按下 Recall（调出）屏幕按钮。

**说明：** 如果要从内存中删除设置，请按 -more-（-更多-）屏幕按钮然后按 Erase（清除）屏幕按钮，并按 OK（确定）确认选择。

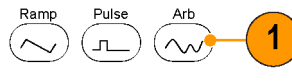


## 产生任意波形

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。

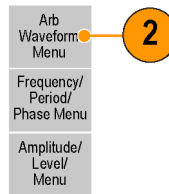
**说明：** 文件名只以英文字符显示。如果用非英文字符命名文件，这些字符会被符号（如 #、\$、%）代替。

1. 按下前面板 Arb（任意波形）按钮。



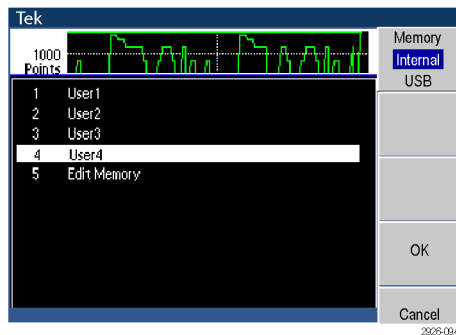
2305-002

2. 按下 Arb Waveform Menu（任意波形菜单）屏幕按钮。



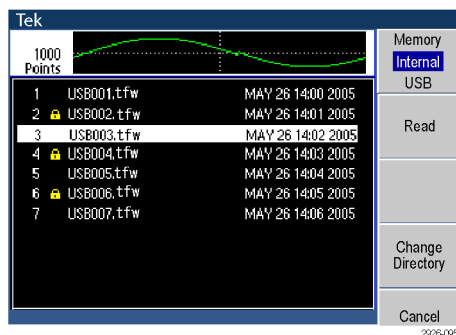
2305-003

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）。可以指定 User 1（用户 1）到 User 4（用户 4）中的一个文件或 Edit Memory（编辑存储器）。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）。



2305-004

4. 当选择 USB 时，仪器会列出 USB 存储器中文件夹和文件的目录。可以使用旋钮上下滚动列表，选择一个文件夹或文件。要打开一个文件夹，请按下 Change Directory（更改目录）屏幕按钮。要打开一个文件，请按下 OK（确定）。  
要返回上级目录，请先选择 <Up Directory>（上级目录）图标，然后按 Change Directory（更改目录）屏幕按钮。



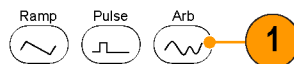
2305-005



## 修改任意波形

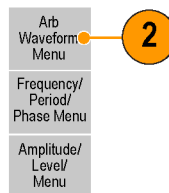
要修改任意波形，请使用 Arbitrary Waveform Menu（任意波形菜单）中的 Edit（编辑）屏幕菜单。Edit（编辑）屏幕按钮支持多种波形编辑功能，还能导入或存储编辑后的波形数据。

1. 按下 Arb（任意波形）按钮。



2926-002

2. 按下 Arb Waveform Menu（任意波形菜单）屏幕按钮，再按下 Edit（编辑）屏幕按钮。



2926-003

3. 选择 Number of Points（点数）以设置要编辑的波形点的个数。



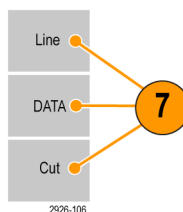
2926-105

4. 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（点数）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）。
5. 选择 Operation（操作）以显示 Operations（操作）子菜单。
6. 选择 Read from...（读取自...）向 Edit（编辑）内存写入标准波形。写入波形的点数由 Number of Points（点数）菜单指定。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）。

**说明：** 按下 -more-（-更多-）按钮以查看 Read from...（读取自...）菜单项。

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

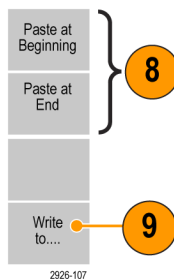
- 按下 Line (行) 以显示 Line (行) 编辑子菜单。
- 按下 Data (数据) 以显示 Data Points (数据点) 编辑子菜单。
- 按下 Cut (剪切) 以显示 Cut Data Points (剪切数据点) 子菜单。



8. 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。

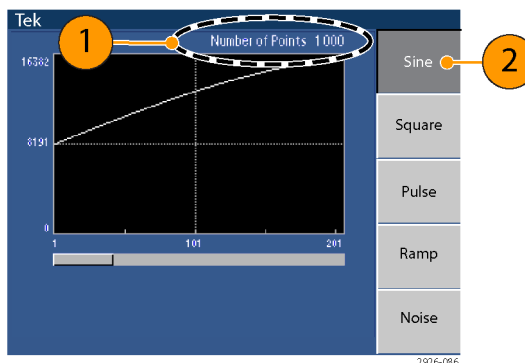
9. 选择 Write to... (写入...), 显示一个子菜单用于写入波形数据。



### 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（点数），用数字键盘或通用旋钮将波形点数设置为 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

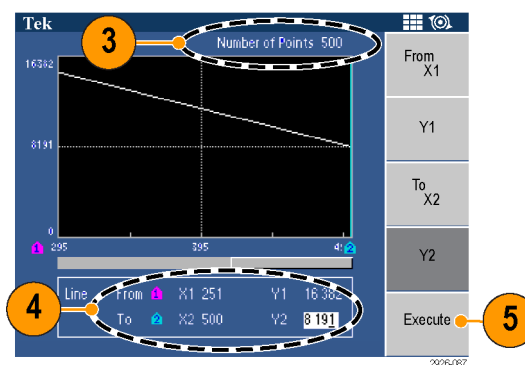
■ X2: 250, Y2: 16382

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

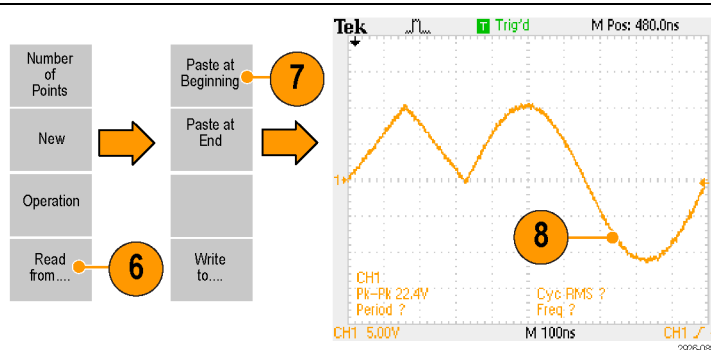
■ X1: 251, Y1: 16382

■ X2: 500, Y2: 8191

5. 按下 Execute（执行）。将该波形保存到 User2。



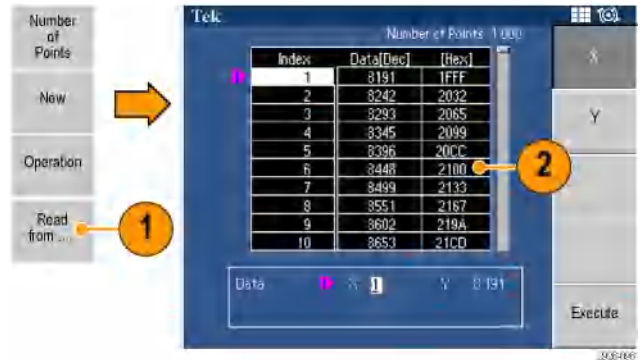
6. 接下来，粘贴波形。按 Read from...（读取自...），并选择 User1。
7. 按 Paste at Beginning（粘贴至开头）。选择 User2 波形，然后选择 Paste（粘贴）。
8. 此处显示的波形为所创建的波形。



### 任意波形编辑示例 2

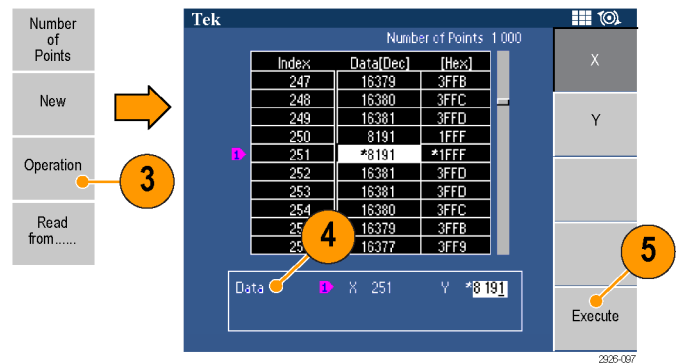
下面的示例介绍如何通过数据点编辑波形。在此示例中，可将噪声尖峰附加到正弦波形。

1. 按 Read from... (读取自...), 并选择 User1。
2. 按下 Read (读取) 屏幕按钮, 将屏幕更改为表格显示。



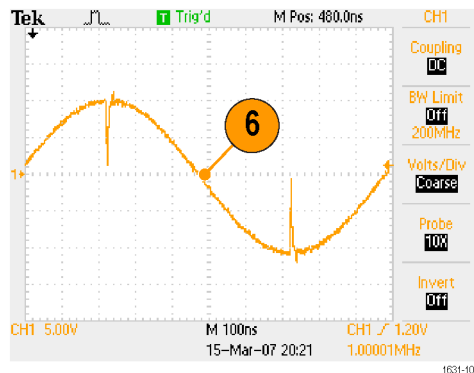
3. 按下 Operation (操作), 并选择 Data (数据)。
4. 执行下列数据点编辑:

- 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。

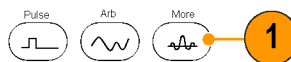
6. 这是一个 User3 波形的示波器显示内容示例。



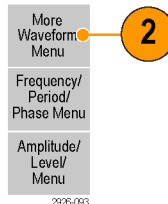
**说明：** 如果编辑任意波形数据时仪器正在从编辑存储器产生波形，那么编辑后的数据将会自动反映在产生的波形中。

## 产生噪声/直流

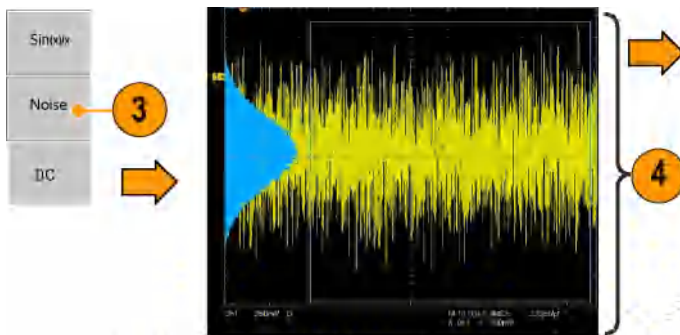
1. 按下前面板上的 More（更多）波形按钮。



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。

**说明：** 不能对噪声或直流波形进行调制、扫频或脉冲操作。

## 产生脉冲波形

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：

**已触发脉冲模式：** 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。

**选通脉冲模式：** 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。

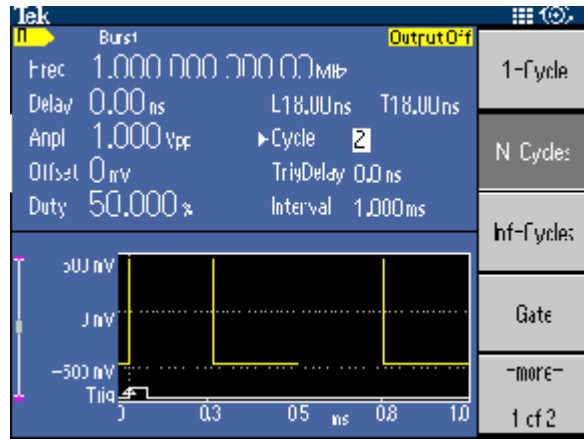
### 生成已触发脉冲波形

仪器提供下列三种脉冲模式触发源：

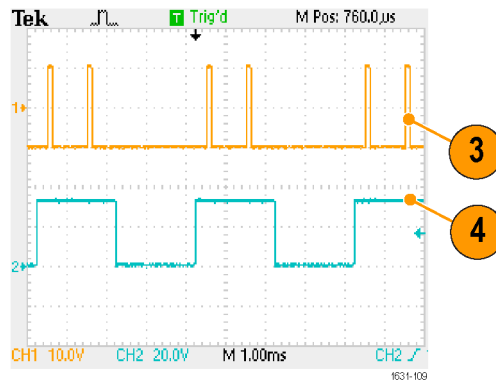
- 内部或外部触发信号
- 手动触发
- 远程命令

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，请按 N-Cycles（N 个周期）屏幕按钮然后再按 2 按钮，将脉冲计数（N-Cycles）设置为 2。



3. 这是一个双脉冲的示例。
4. 该波形是触发输出信号。

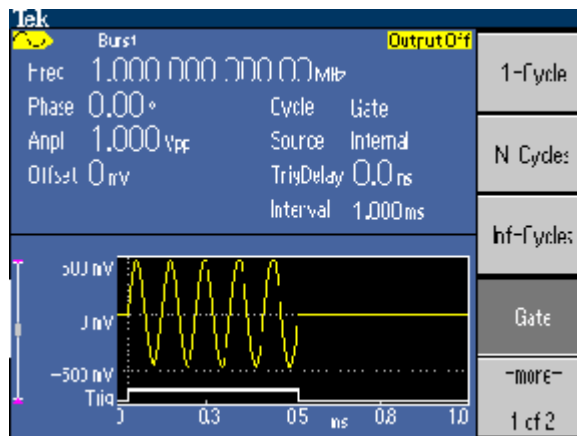


## 生成选通脉冲波形

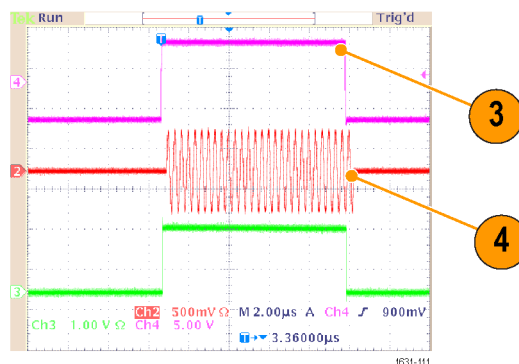
在选通脉冲模式中，是否产生输出取决于内部选通信号或施加在前面板 Trigger Input（触发器输入）连接器上的外部信号。当选通信号为真时或按下前面板 Manual Trigger（手动触发）按钮后，仪器将输出连续波形。

**说明：**一旦选择了 Gate（选通），脉冲个数参数就被忽略。

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



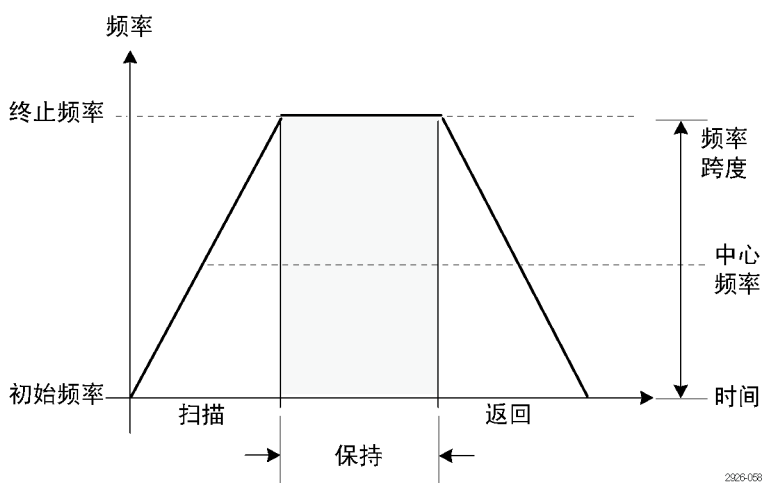
3. 这是一个示波器显示内容的示例。顶部波形是一个触发输出信号。
4. 这是一个选通波形示例。



## 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。

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





要设置扫描参数，请执行以下操作：

1. 选择一种波形，再按下前面板 Sweep (扫描) 按钮。

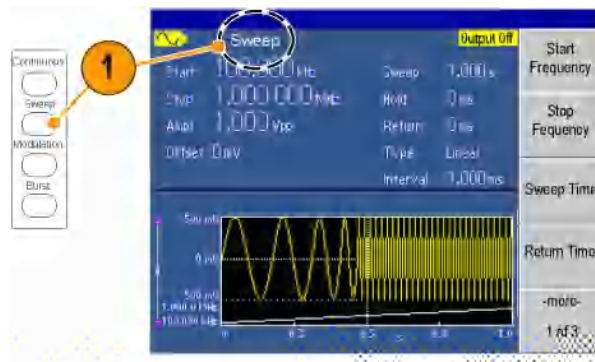
**说明：** 不能选择脉冲、直流或噪声波形。

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。

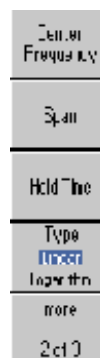
**说明：** 如果需要在选择其它菜单后返回 Sweep (扫描) 菜单，请再按一次前面板 Sweep (扫描) 按钮。



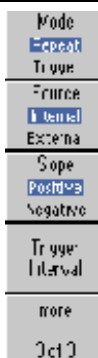
3. 在该页中，可以设置中心频率、频率范围、保持时间参数，并选择扫描类型。

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。

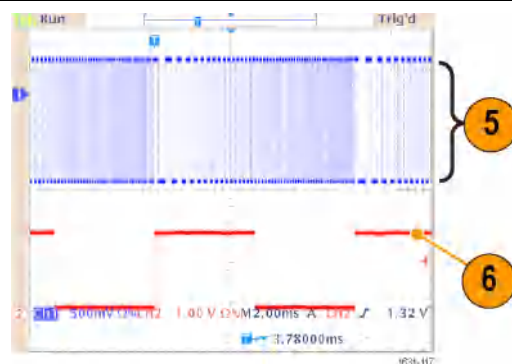
按下 -more- (-更多-) 按钮，显示第二个扫描菜单。



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。



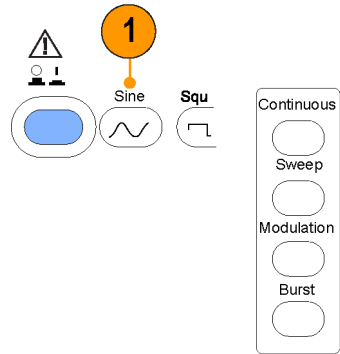
### 扫描频率说明

- 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。
- 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。

## 调制波形

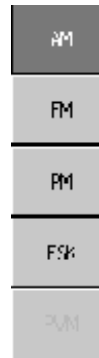
### 输出 AM 波形

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）。

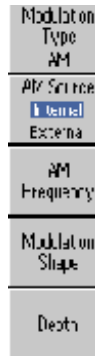


**说明：** 不能选择脉冲、噪声或直流作为载波。

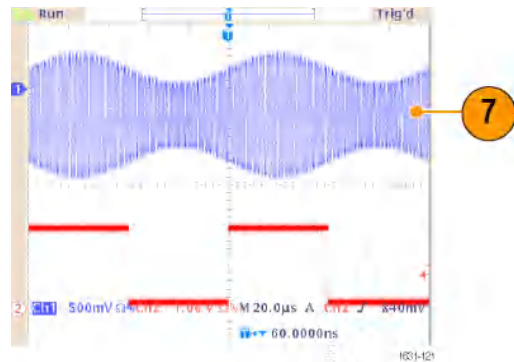
2. 按下顶部的屏幕按钮，显示调制选择菜单。  
选择 AM 作为调制类型。



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。



### 调制波形说明和公式

- 可以相同的方式输出频率调制或相位调制波形。
- 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。
- 不能选择脉冲、噪声或直流作为载波。
- 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）：

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

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

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

载波幅度	A[V <sub>p-p</sub> ]
载波频率	f <sub>c</sub> [Hz]
调制频率	f <sub>m</sub> [Hz]
时间	t [sec]
AM 调制深度	M [%]

FM 偏差	D [Hz]
PM 偏差	P [度]

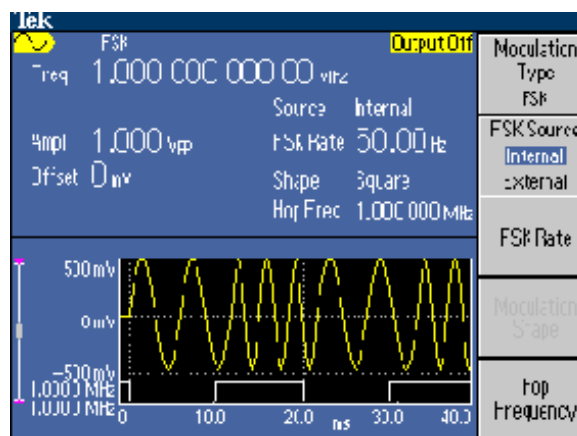
- 下表显示 AM 调制波形的调制深度与最大幅度之间的关系（选择内部调制源）：

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。AFG2021 生成相位连续 FSK 信号。

- 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51页）  
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。

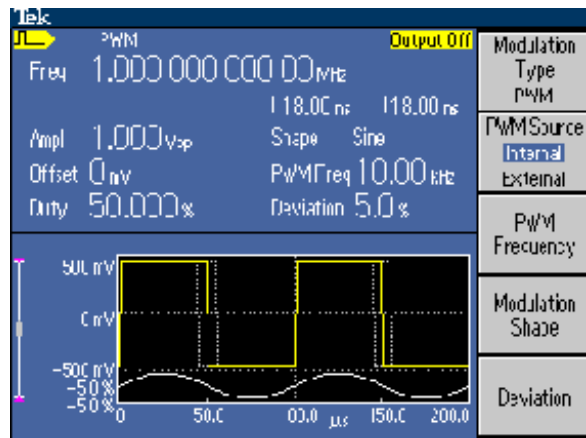


**输出 PWM 波形** 按照以下步骤输出 PWM 波形。

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



3. 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。
4. 设置 PWM 频率。
5. 选择 Modulation Shape (调制形状)。
6. 设置 Deviation (偏差) (脉宽偏差)。

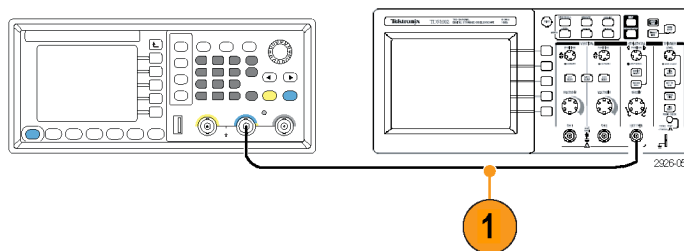


**说明：** 关于脉宽调制的应用示例，请参阅“通过脉宽调制控制电机转速”。（见第78页）

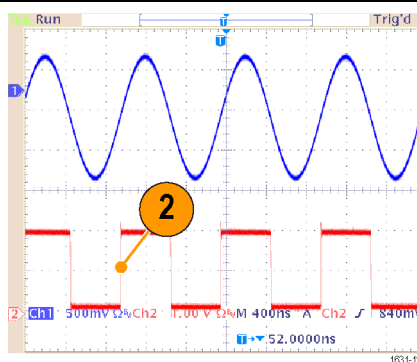
## 触发输出

从模式选择菜单中可对仪器进行 Trigger Output（触发输出）信号设置。触发输出选择内容如下：

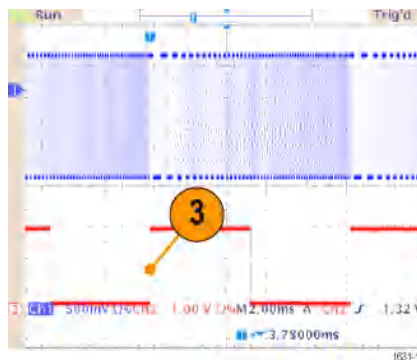
1. 将前面板 Trigger Output（触发输出）连接器和示波器的外部触发输入连接器连接起来。触发输出连接器为示波器提供触发信号。



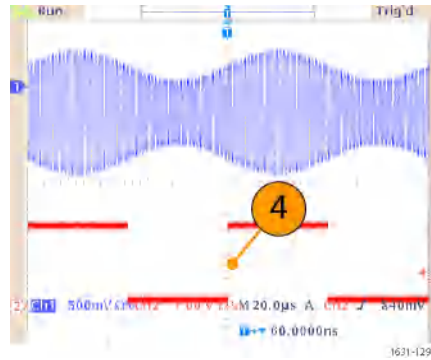
2. 连续模式：触发输出为方波，每个波形周期以上升边沿开始。  
如果输出频率高于 4.9 MHz，则将应用某些限制。请参阅下面的“快速提示”。



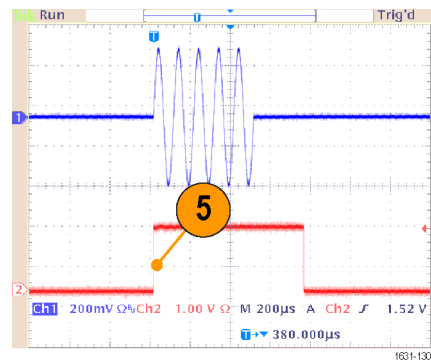
3. 扫描模式：如果选择 Repeat（重复）或 Trigger（触发）扫描模式和内部触发源，则触发输出为方波，每次扫描从上升边沿开始。



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。



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 20.000 000 000 0	Fs/5

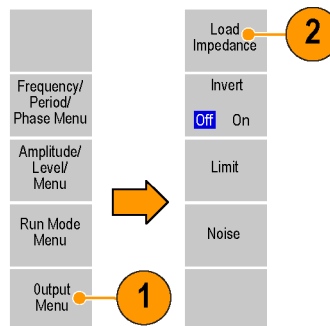
**说明：** 如果选择 External（外部）作为调制源，则仪器在输出调制波形时无法输出 Trigger Output（触发输出）信号。



## 设置负载阻抗

仪器的输出阻抗为  $50\ \Omega$ 。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，必须设置负载阻抗。负载阻抗应用于幅度、偏置和高/低电平设置。要设置负载阻抗，请使用 Output（输出）菜单。

1. 从顶部菜单中，按下 Output Menu（输出菜单）屏幕按钮。
2. 按下 Load Impedance（负载阻抗）以显示负载阻抗子菜单。



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

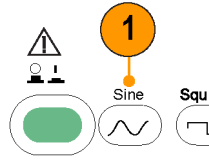


**说明：** 如果指定的输出幅度单位为 dBm，则选择高阻抗后，幅度单位设置会自动变为 Vpp。

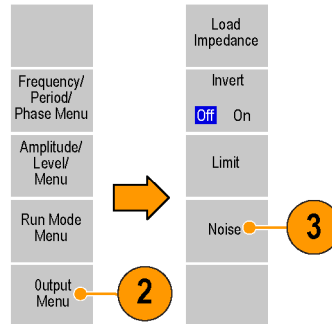
## 增加噪声

要在波形上添加内部噪声信号，请使用 Output（输出）菜单。

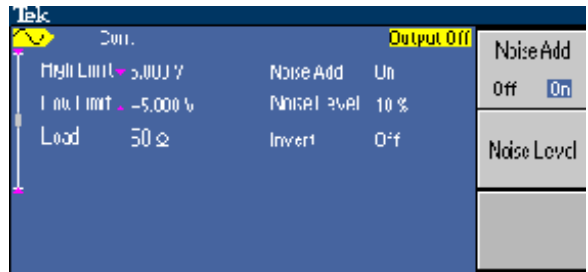
1. 按下前面板 Sine（正弦）按钮。



2. 按下 Output Menu（输出菜单）屏幕按钮。
3. 按下 Noise（噪声）屏幕按钮。



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

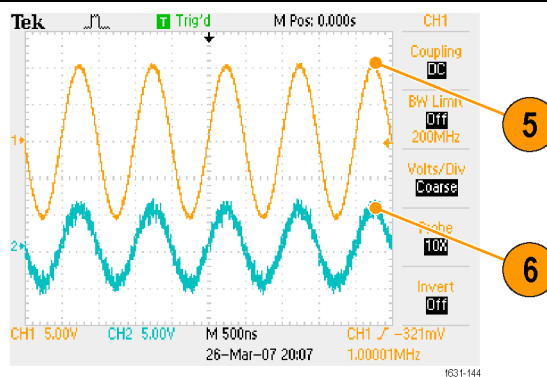


**说明：** 将 Noise Add（噪声增加）设置为 On（开）时，输出信号的幅度降低至 50%。

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。



7. 按下前面板 Channel On/Off (通道开/关) 按钮，使输出开启，LED 亮起。输出状态消息变为 Noise (噪声)。



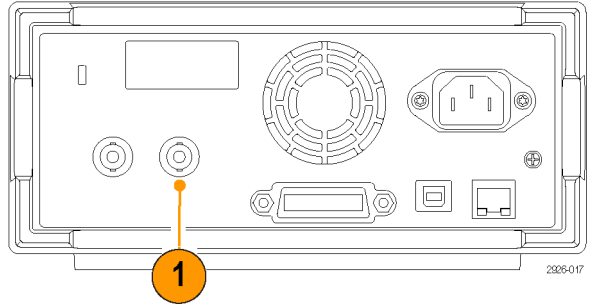
**说明：** 内部噪声发生器 (数字) 用于增加噪声。

## 参考时钟

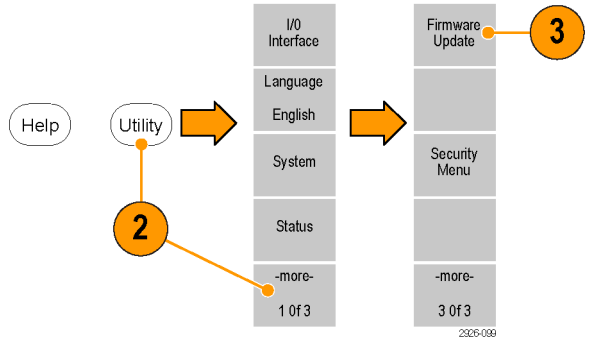
仪器可以使用内部或外部时钟参考信号。当外部时钟参考输入被激活时，后面板 Ext Ref Input（外部参考输入）连接器用作外部参考信号的输入。仪器通过该信号同步。

以下步骤介绍如何设置仪器来使用外部信号。使用内部信号不需要连接后面板输入。

1. 从信号源将参考信号连接到 AFG2021 后面板上的 Ext Ref Input（外部参考输入）连接器。



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

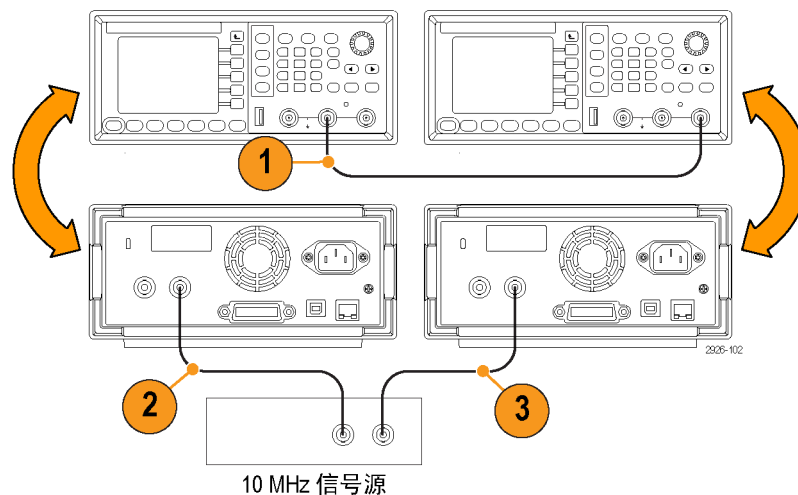


4. 按下 Clock Ref（时钟参考）屏幕按钮在 Internal（内部）和 External（外部）之间切换。



## 同步操作

要同步多台仪器，请使用 Utility（辅助功能）菜单。下图显示正确的设置。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. 将后面板 Ext Ref Input（外部参考输入）（主控）连接到另一个信号源的 10 MHz 信号。
3. 将后面板 Ext Ref Input（外部参考输入）（从属）连接到 10 MHz 信号源。此信号源控制主控和从属仪器的时钟。
4. 按下主控仪器的前面板 Utility（辅助功能）按钮，再按下 System（系统）屏幕按钮以显示 System（系统）菜单。



## USB 存储器

仪器前面板上有一个 USB 存储器连接器，可用于执行以下操作：

- 将用户定义波形保存到 USB 存储设备或将其从中调出（见第39页，*保存/调出仪器设置*）
- 将设置保存到 USB 存储设备或将其从中调出（见第65页，*保存/调出仪器设置*）
- 更新仪器固件（见第13页，*更新仪器固件*）
- 保存屏幕图像（见第67页，*保存屏幕图像*）



**注意：**将 USB 存储设备连接至仪器时，屏幕上会出现注意信息。在该信息消失之前请勿将 USB 存储设备拔出。

如果在该注意信息尚未消失前拔出 USB 存储设备，可能会对仪器造成损坏。

---

### USB 连接器要求

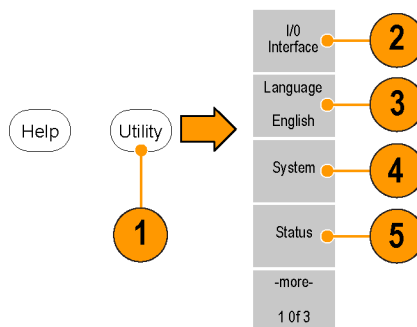
此仪器支持采用 FAT12、FAT16 或 FAT32 文件系统的 USB 存储器。

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。

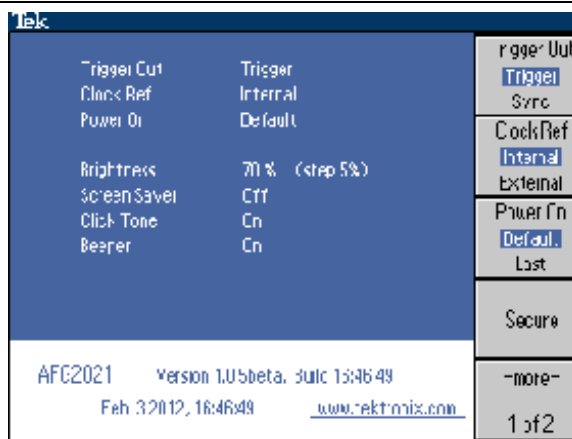
## 辅助功能菜单

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。

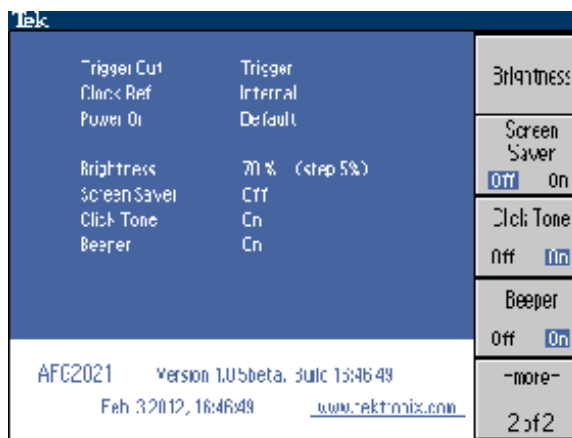
1. 按下前面板 Utility (辅助功能) 按钮以显示 Utility (辅助功能) 菜单, 其中选项如下。
2. **I/O interface** (I/O 接口) (见第16页, *连接网络*)
3. **Language** (语言) (见第9页, *选择本地语言*)
4. **系统相关菜单**, 参见步骤 6 和步骤 7。
5. 按下 **Status** (状态) 屏幕按钮以显示仪器状态。



6. 按下 System (系统) 屏幕按钮以显示 System (系统) 子菜单。 **Trigger Out** (触发输出) 信息 (见第55页)。
7. **Clock Reference** (时钟参考) 信息 (见第60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。



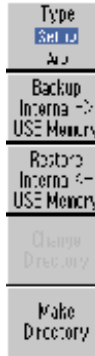
10. 按下 -more- (-更多-) 按钮以显示第二页。按下 Brightness (亮度) 以调节屏幕对比度。
11. 按下 Screen Saver (屏幕保护) 切换屏幕保护程序 Off (关) 或 On (开)。
12. 按下 Click Tone (单击音调) 切换单击音调 Off (关) 或 On (开)。
13. 按下 Beeper (蜂鸣器) 切换蜂鸣声 Off (关) 或 On (开)。



14. 按下顶部菜单前面板按钮，返回前一菜单。按下 -more- (-更多-) 按钮以显示第二页。
15. 关于备份/恢复，请参阅第 16 步。



16. 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。



17. 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13页)
18. **Security Menu** (安全菜单) (见第67页)。





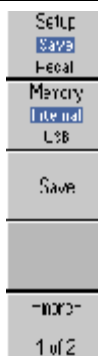
## 保存/调出仪器设置

可将仪器的设置作为文件保存在内部存储器或外部 USB 存储器设备。保存到 USB 存储器设备中的设置文件使用扩展名 TFS。可以从内部存储器或 USB 存储器设备中的文件恢复保存的设置。

1. 按下前面板 Save/Recall（保存/调出）按钮以显示 Save（保存）菜单。

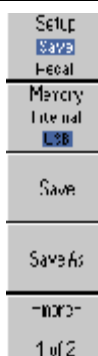


2. 要指定存储器位置，请选择 Internal（内部）或 USB。
3. 使用通用旋钮滚动文件。按下 Save（保存）将设置保存到内部存储器中。

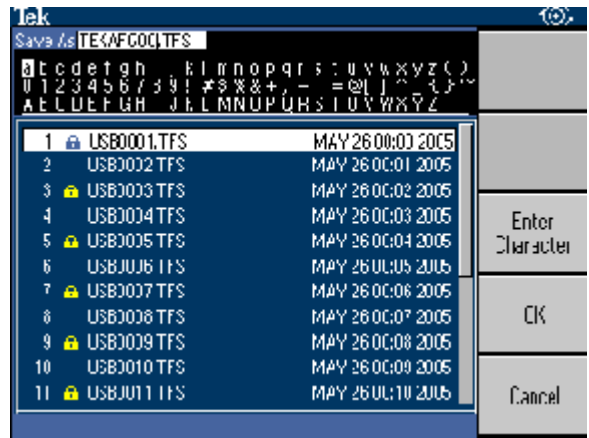


**说明：**当保存到 USB 存储器时，会出现 Save As（另存为）菜单选项。

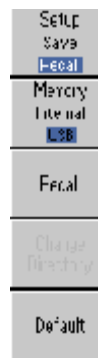
4. 如果指定的是 USB，则可以将设置保存为新文件。按下 Save As（另存为）。



- 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。



- 要调出设置，请按下 Setup (设置) 屏幕按钮以选择 Recall (调出)。
- 按下 Recall (调出) 屏幕按钮。



**说明：** 读取设置文件后，输出状态默认为 Off (关闭)。

### 锁定设置文件

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，该按钮位于 Save/Recall (保存/调出) 菜单的第二页上。

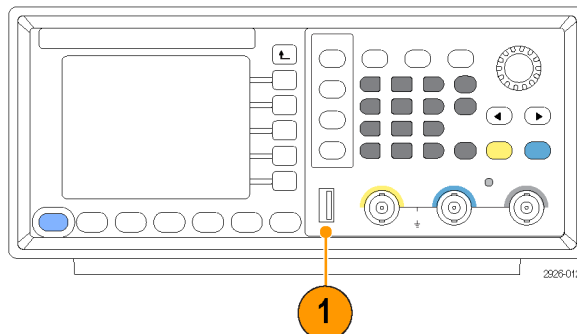
### 清除文件

要清除某个文件，请按下 Erase (清除) 屏幕按钮，该按钮位于 Save/Recall (保存/调出) 菜单的第二页上。

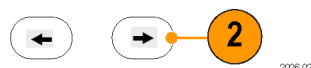
## 保存屏幕图像

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通用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。

**说明：** 图像文件保存在 USB 存储设备内名为 TEK 的文件夹内。

4. 按 OK（确定）。

**说明：** 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。

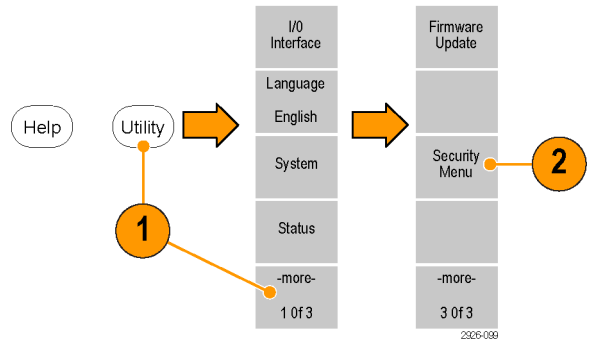
## 安全菜单

用 Security（安全）菜单可限制访问 Firmware Update（固件更新）和 Service（服务）菜单（请参阅《维修手册》了解有关服务菜单的信息）。从 Security（安全）菜单内，可设置访问保护和更改密码。

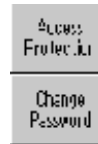
### 访问保护

在 Access Protection（访问保护）菜单内，可设置密码并要求实施固件更新时输入。默认情况下，访问保护被设置为关闭。要将其打开，请执行以下操作：

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。

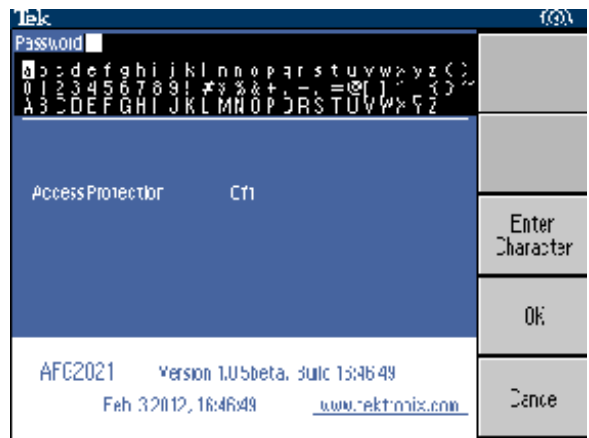


4. 输入密码。使用通用旋钮选择字符, 并在每次选择后按下 Enter Character (输入字符) 屏幕按钮。

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。

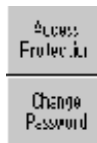
5. 选择 OK (确定) 打开访问保护。



**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，请跳到下一步。

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。

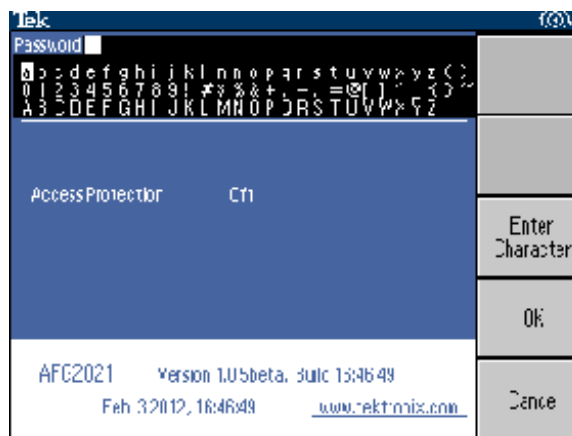


5. 输入新密码。使用前面板通用旋钮选择一个字符，然后按下 Enter Character（输入字符）屏幕按钮。也可以使用前面板上的数字键盘和 Enter（输入）按钮。

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：** 密码至少要有四个字符，不能超过 12 个字符。



**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

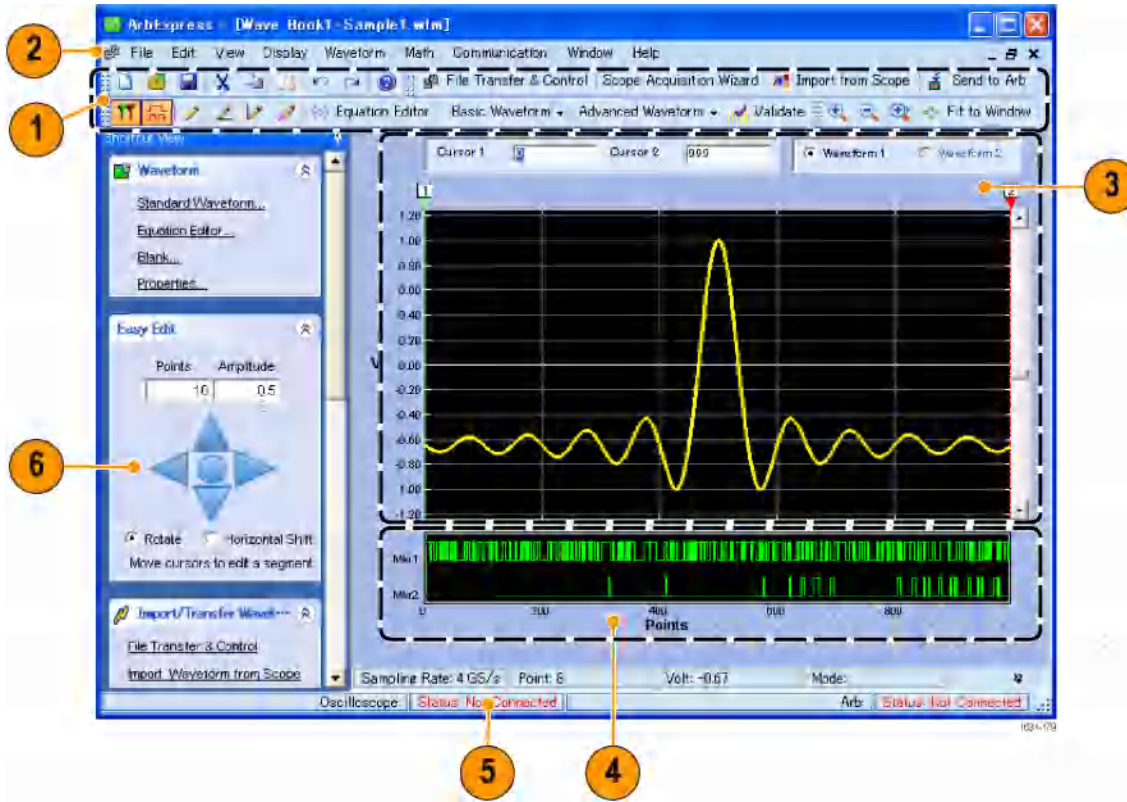
支持的操作系统	Windows XP Professional、Windows 2000、Windows 98/Me、Windows NT 或 Windows 7（仅 32 位）
最低 PC 要求	Pentium III 800 MHz 及更高，256 MB RAM，300 MB 可用磁盘空间，Microsoft Internet Explorer 5.01 及更高，.NET Framework 1.1 Redistributable，800 x 600 显示器分辨率
TekVISA	版本 3.3.4.6 及以上

- 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，AFG2021 中超出允许限制的任何波形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	<b>菜单栏:</b> 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	<b>工具栏:</b> 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	<b>快捷视图:</b> 快捷视图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	<b>状态栏:</b> 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	<b>波形显示区:</b> 创建或打开的波形将显示在这一区域。
6	<b>标记区:</b> 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

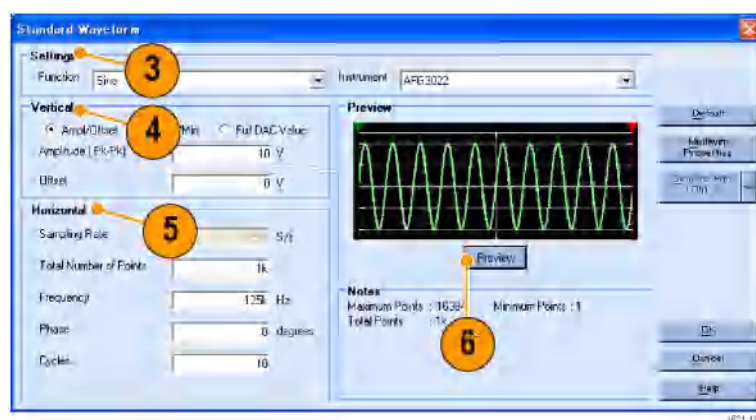
以下步骤介绍基本的波形创建以及 ArbExpress 提供的其他有用功能。



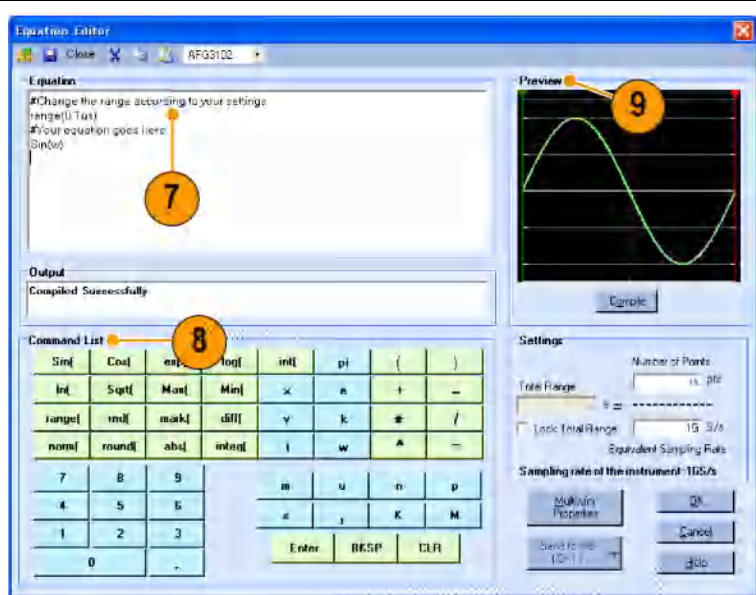
1. 要新建波形，请使用 File（文件）菜单。
2. Blank sheet（空白表单）将在窗口中打开一个具有 1024 点波形长度的空表单。在 Waveform（波形）菜单中通过 Properties...（属性...）可更改点数。



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。

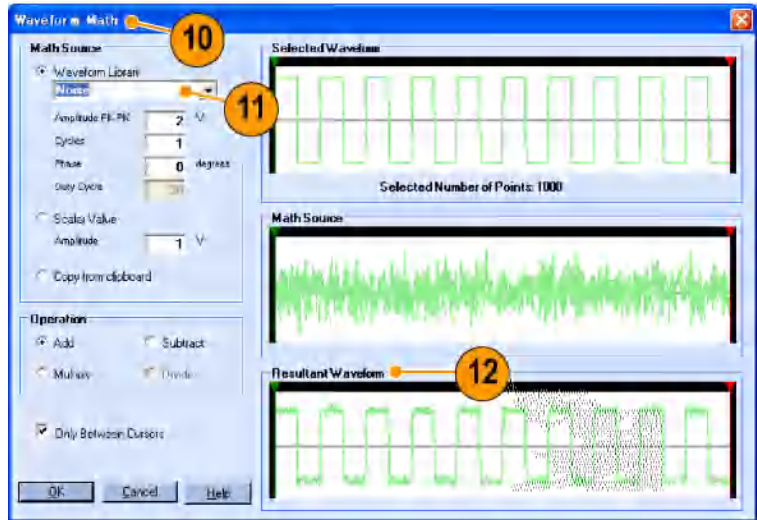


10. 也可以使用波形数学工具。

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。



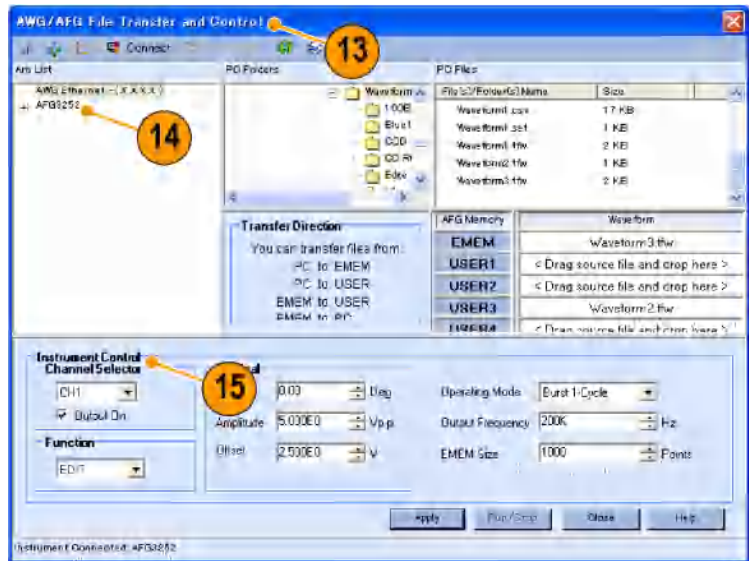
1631-163

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 (AWG/AFG 文件传输) & Control... (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。



1631-164

## 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。

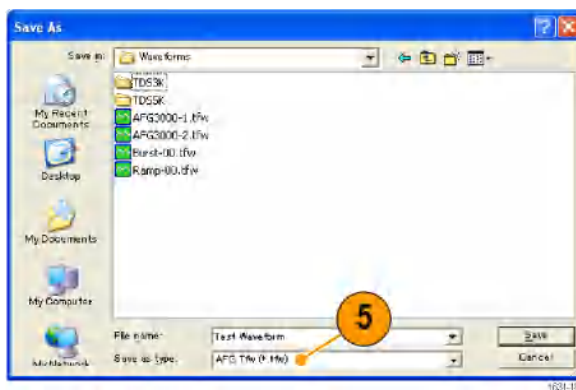
1. 创建一个 CSV 文件以用于 ArbExpress。
2. 在此列中输入点或时间。
3. 在此列中输入数据。  
打开 CSV 文件时，可能会出现一个确认 CSV 文件格式的对话框。

	A	B	C	D
1	0	0		
2	1	0.084007		
3	2	0.18065		
4	3	0.041704		
5	4	-0.29471		
6	5	-0.45973		
7	6	-0.15777		
8	7	0.423242		
9	8	0.709722		

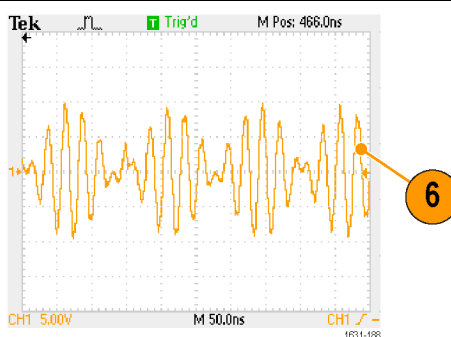
4. 这是一个调出 CSV 数据后 ArbExpress 波形显示区域的示例。



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. AFG2021 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。

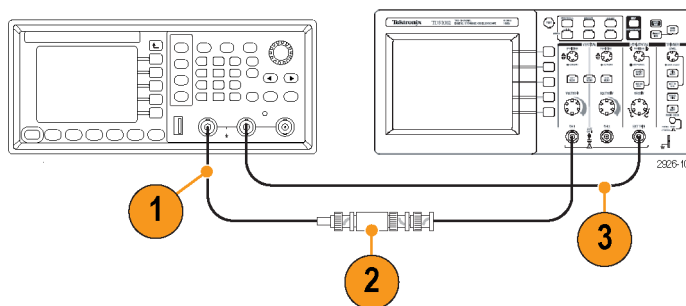
# 应用示例

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。

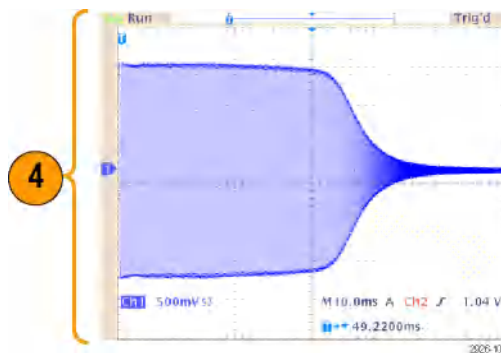
## 滤波器特性测量

使用仪器扫描功能可观察 50 Ω 滤波器的频率特性。

1. 用 BNC 电缆将仪器的 Channel Output（通道输出）连接到示波器的 CH1 输入。
2. 将 50 Ω 滤波器连接在 Channel Output（通道输出）与示波器 CH1 输入之间。
3. 将仪器的 Trigger Output（触发输出）和示波器的外部触发输入连接起来。  
将示波器输入阻抗设置为 50 Ω。



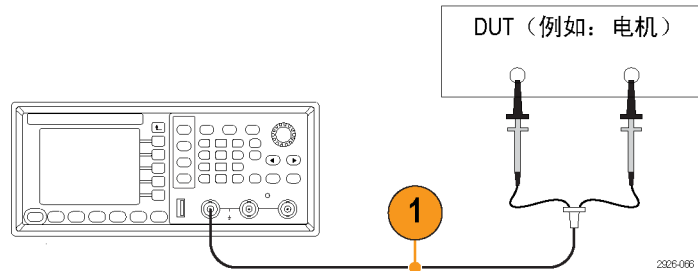
4. 从仪器的 Run Mode（运行模式）中选择 Sweep（扫描），并设置初始频率、终止频率和扫描时间，使波形在网格内显示。  
可根据扫描时间和示波器时基来测量滤波器的频率特性。



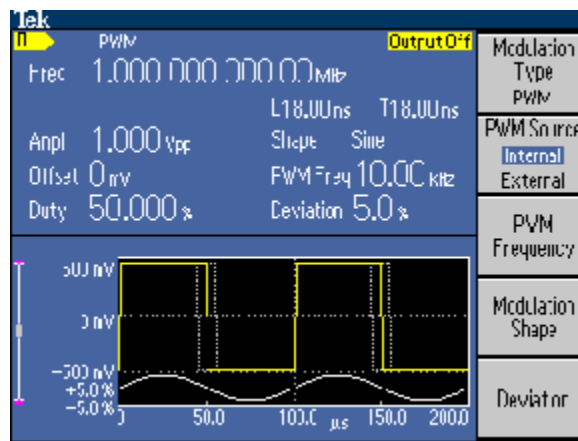
## 通过脉宽调制控制电机转速

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。

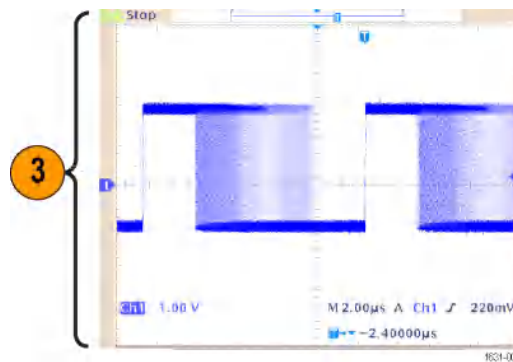
1. 用 BNC 至鳄鱼夹适配器连接仪器的输出端和 DUT。



2. 按前面板 Pulse（脉冲）按钮和 Modulation（调制）按钮，然后选择 PWM 作为调制类型。  
将频率设置为大约 100 kHz。



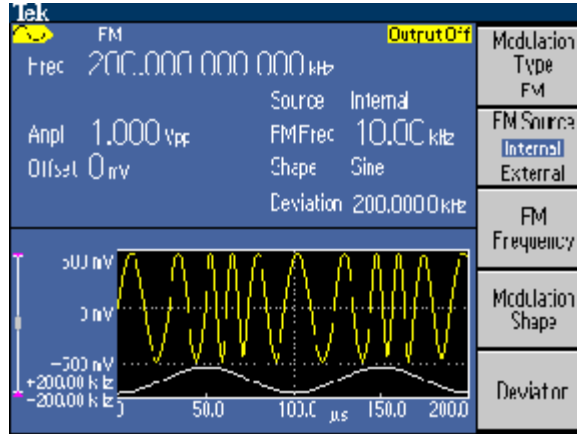
3. 将输出端连接到示波器。确认示波器屏幕上显示脉宽调制波形。  
选择 Pulse Duty（脉冲占空比）并改变占空比。观察占空比改变时电机转速的变化。



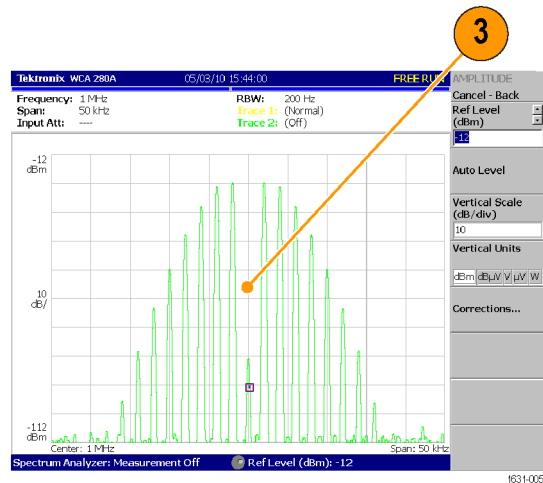
## 空载波 ( 频率调制 )

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

- ArbExpress, 76
    - 保存任意波形, 39
    - 屏幕界面, 72
  - ArbExpress, ix, 71
    - 基本操作, 72
  - CSV 文件, ArbExpress, 75
  - EXT MODULATION INPUT 连接器
    - 后面板, 31
  - EXT REF INPUT 连接器
    - 后面板, 31
  - GPIO 连接器
    - 后面板, 31
  - Sin(x)/x
    - 标准波形, 26
  - TFS 文件, 保存仪器设置, 65
  - USB 连接器要求, 62
  - USB 存储器, 62
    - 固件更新, 13
  - USB 接口
    - 后面板, 16
  - USB 类型 B 连接器
    - 后面板, 31
- ## A
- 安全菜单, 67
    - 固件更新, 15
  - 安全槽
    - 后面板, 31
  - 安全概要, iv
  - 安全功能
    - 辅助功能菜单, 63
- ## B
- 帮助
    - 导航, 36
    - 如何访问仪器, 36
    - 仪器, 36
  - 半正矢
    - 标准波形, 26
  - 保持时间
    - 扫描波形, 48
- 保存/调出任意波形
    - 保存/调出仪器设置, 65
  - 保存/调出仪器设置, 65
  - 产生任意波形, 40
  - 保存波形
    - 保存/调出任意波形, 39
  - 保存屏幕图像, 67
  - 保护 DUT, 12
    - 设置负载阻抗, 57
  - 保护输出电路, 保险丝适配器, 10
  - 保险丝适配器, 保护输出电路, 10
  - 编辑菜单, 41
    - 调出波形数据, 41
  - 编辑任意波形
    - 例 1, 43
    - 例 2, 44
  - 标准波形, 24
  - 标准附件, 2
  - 波形
    - 保存和调出, 39
    - 波形参数, 如何改变, 28
    - 波形数学对话框,
      - ArbExpress, 74
    - 波形显示区
      - 屏幕界面, 21
    - 标准波形对话框,
      - ArbExpress, 73
- ## C
- 参考信号, 内部或外部, 60
  - 参数显示区
    - 屏幕界面, 21
  - 操作要求, 4
  - 侧面菜单按钮, 21
  - 常规功能, 1
  - 产生脉冲波形, 37, 45
    - 产生正弦波形, 33
  - 产生任意波形, 40
    - 修改任意波形, 41
  - 产生噪声, 45
- 产生正弦波形, 33
    - 产生任意波形, 40
  - 产生直流, 45
  - 程序员手册, ix, 18
  - 触发输出, 55
  - 触发输出连接器, 55
- ## D
- 单击音调
    - 辅助功能菜单, 63
  - 等效输出电路, 19
  - 电平表
    - 屏幕界面, 21
  - 点数, 编辑菜单, 41
  - 电压单位,  $V_{p-p}$ ,  $V_{rms}$  和 dBm
    - 换算表, 30
  - 电源按钮, 5
  - 电源输入
    - 后面板, 31
  - 电源要求, 4
  - 调出波形数据
    - 保存波形数据, 42
- ## F
- 访问保护
    - 辅助功能按钮安全菜单, 67
    - 固件更新, 14
    - 连接到网络, 16
  - 返回时间
    - 扫描波形, 48
  - 反转波形
    - 保护 DUT, 12
  - 蜂鸣器
    - 辅助功能菜单, 63
  - 风扇孔
    - 后面板, 31
  - 浮动接地, 11
  - 幅度, 更改单位, 30
  - 负载阻抗, 19, 57
  - 辅助功能菜单, 63
    - 访问保护, 67

**G**

- 高斯
  - 标准波形, 26
- 更改密码, 安全菜单, 69
- 功耗, 4
- 公式
  - 调制波形, 52
- 公式编辑器, ArbExpress, 73
- 关机, 5
- 固件更新, 13
  - 保存屏幕图像, 67
- 过程
  - 调节波形参数, 28

**H**

- 后面板, 31
- 环境要求, 4

**J**

- 解锁前面板控件, 21
- 机箱接地螺钉
  - 后面板, 31
- 局域网连接器
  - 后面板, 31

**K**

- 开机, 5
- 开机时的仪器设置, 6, 7
- 空载波, 应用示例, 79

**L**

- 连接到网络
  - 语言选择, 9
- 连接网络
  - 产生脉冲波形, 37
  - 以太网, 16
- 李萨如模式
  - 脉宽调制, 78
- 洛仑兹
  - 标准波形, 26
- 滤波器特性测量
  - 应用示例, 77

**M**

- 脉冲波形
  - 产生, 45
- 脉冲波形公式, 38
- 脉宽调制
  - 扫描, 77
  - 应用示例, 78
- 密码
  - 安全菜单, 69
- 默认, 开机设置, 6
- 默认按钮, 7
- 默认设置, 22

**P**

- 屏幕保护
  - 辅助功能菜单, 63
- 屏幕菜单
  - 屏幕界面, 21
- 屏幕界面, 21
  - 系统要求, 71
- 屏幕图像
  - 保存, 67
- 频率范围
  - 扫描波形, 48

**Q**

- 前面板, 20
- 前面板控件
  - 如何锁定或解锁, 21
- 清除
  - 保存的设置文件, 39
- 清除设置文件
  - 保存/调出菜单, 66

**R**

- 任意波形按钮 (前面板)
  - 调出任意波形, 39
- 软键, 21

**S**

- 扫描, 48
- 扫描波形
  - 应用示例, 77

- 扫描时间
    - 扫描波形, 48
  - 设置
    - 保存和调出, 39
    - 设置负载阻抗, 57
  - 时钟参考
    - 内部, 60
    - 外部, 60
  - 输出 AM 波形
    - 输出 FSK 波形, 53
  - 输出菜单
    - 增加噪声, 58
  - 输出窗口, 19
  - 输出打开/关闭
    - 通道, 30
  - 输出 FSK 波形
    - 恢复默认设置, 22
  - 输出 PWM 波形
    - 输出 AM 波形, 51
  - 输出状态
    - 噪声, 58
  - 锁定/解锁
    - 保存的设置文件, 39
  - 锁定/解锁按钮
    - 保存/调出菜单, 66
  - 锁定前面板控件, 21
  - 锁定设置文件
    - 保存/调出菜单, 66
- 
- T**
  - 调整波形参数
    - 连接网络, 16
  - 调制波形, 51
  - 调制波形公式
    - AM, 52
    - FM, 52
    - PM, 52
  - 同步操作, 61
    - 更新仪器固件, 13
  - 通道输出打开/关闭, 30
  - 通风孔
    - 后面板, 31
  - 推荐附件, 3
  - 图形显示区
    - 屏幕界面, 21

**W**

外部参考输入  
后面板, 60

**X**

消息显示区  
屏幕界面, 21  
修改任意波形, 41  
输出 PWM 波形, 54  
选通脉冲波形  
产生, 47  
选项按钮, 21  
选择本地语言, 9  
选择波形, 24  
选择运行模式, 27  
选择运行模式  
扫描波形, 48

**Y**

已触发脉冲波形  
产生, 45  
应用示例  
滤波器特性测量, 77  
脉宽调制, 78  
调频, 79  
仪器开机和关机, 5  
以太网  
GPIB, 17  
远程控制, ArbExpress, 74  
运行模式, 27  
语言选择  
自检和自校准, 7

**Z**

噪声  
标准波形, 26  
屏幕界面, 21

增加噪声, 58  
直流  
标准波形, 26  
指数上升  
标准波形, 26  
指数衰减  
标准波形, 26  
中心频率  
扫描波形, 48  
终止频率  
扫描波形, 48  
主从操作, 61  
主显示区  
屏幕界面, 21  
自检, 辅助功能菜单, 7  
自检和自校准  
同步操作, 61  
自校准, 7  
最终, 开机设置, 6, 7