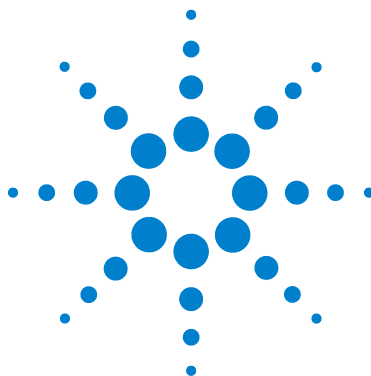




Agilent 33500 系列

30 MHz 函数 / 任意波形发生器

用户指南



Agilent Technologies

声明

© Agilent Technologies, Inc. 2010

根据美国和国际版权法，未经安捷伦科技公司事先许可和书面同意，不得以任何形式或通过任何方法（包括电子存储和检索以及翻译成其他语言）复制本手册的任何部分。

手册产品编号

33520-90417

2010 年 6 月，第一版
2010 年 7 月，第二版
2010 年 12 月，第三版

马来西亚印刷

Agilent Technologies, Inc.
900 S. Taft Ave.
Loveland, CO 80537 USA

Adobe、Adobe 徽标、Acrobat 和 Acrobat 徽标是 Adobe Systems Incorporated 的商标。

Microsoft 是 Microsoft Corporation 在美国和 / 或其他国家 / 地区的注册商标或商标。

Windows 和 MS Windows 是 Microsoft Corporation 在美国注册的商标。

软件更新 / 许可

Agilent 定期发行软件更新，以修复已知缺陷并整合产品增强功能。要搜索产品的软件更新和最新文档，请转到以下网址的产品页：

www.agilent.com/find/33,521A
www.agilent.com/find/33,522A

此产品中的部分软件依据《通用公用许可证版本 2》（“GPLv2”）条款许可。您可在以下网址中找到许可文本和源代码：

www.agilent.com/find/GPLV2

此产品使用 Microsoft Windows CE。Agilent 强烈建议所有基于 Windows 的、与 Windows CE 仪器相连的计算机均使用最新防病毒软件。有关详细信息，请转到以下网址的产品页：

www.agilent.com/find/33,521A
www.agilent.com/find/33,522A

保修

本文档中的材料以“原样”提供，在以后的版本中内容如有更改，恕不另行通知。此外，在适用的法律所允许的最大范围内，Agilent 对此手册相关的内容及其中所含的信息不作任何明示或默示的保证，包括但不限于为特定目的的适销性和适用性所作的默示保证。Agilent 对与提供、使用本手册及其所含信息以及执行手册中的步骤有关的任何错误或偶然及继发性损坏不承担任何责任。如果 Agilent 与用户之间单独签定的协议中的保证条款涉及本文档中的内容，并且与本文档中的条款相抵触，则应以单独协议中的保证条款为准。

技术许可

本文档中所述的硬件和 / 或软件随附有许可证。只能按照这些许可证条款的规定进行使用和复制。

受限制权利图例

如果软件在美国政府的项目原始合同和转包合同中使用，则所交付并许可使用的软件是 DFAR 252.227-7014（1995 年 6 月）中定义的“商用计算机软件”，或 FAR 2.101(a) 中定义的“商用品”，或 FAR 52.227-19（1987 年 6 月）或任何同等机构法规或合同条款中定义的“限制性计算机软件”。

使用、复制或公布本软件受安捷伦科技公司标准商用许可条款的限制，非国防部 (DOD) 机构和美国政府机构所受限制以 FAR 52.227-19(c)(1-2)（1987 年 6 月）中定义的“限制性权利”为准。美国政府用户所受限制以 FAR 52.227-14（1987 年 6 月）或 DFAR 252.227-7015 (b)(2)（1995 年 11 月）中定义的“限制性权利”为准，该条款适用于任何技术数据。

安全声明

注意

注意 声明表示存在危险。它提请用户注意某一操作过程、操作方法或类似情况。如果不能正确执行或遵守规则，则可能对产品造成损坏或丢失重要数据。在完全理解和满足所指出的**注意**声明状况之前，不要继续下一步。

警告

“警告” 声明表示存在危险。它提请用户注意某一操作过程、操作方法或类似情况。如果不能正确执行或遵守规则，则可能造成人身伤害或死亡。在完全理解和满足所指出的**“警告”**声明状况之前，不要继续下一步。

其他安全声明

在操作本仪器的所有阶段，必须遵守下列一般性安全预防措施。不遵守这些预防措施或本手册中的其他特定警告或说明，将违反该仪器的设计、制造和使用的安全标准。安捷伦科技对客户不遵守这些规定而导致的故障不承担任何责任。

一般原则

不要违反制造商的规定使用本产品。如不按照操作手册使用本产品，其保护功能可能会失效。

接通电源前

确认已采取了所有的安全措施。在接通电源并在保险丝模块中选择合适的电源线电压之前，请确保连接所有设备。

将仪器接地

本产品带有保护性接地端子。要尽量减小电击的危险，必须通过接地电源线将仪器连接到交流电源，将接地导线牢固地连接到电源插座的接地（安全接地）端。中断保护（接地）导线或接地保护端子的连接，将导致潜在电击危险，从而造成人身伤害。

不要在易爆环境中操作

不要在存在可燃性气体或烟雾的环境中使用仪器。

不要卸下仪器外壳

只能由合格的、经过维修培训且了解潜在危险的专业人员打开仪器外壳。在卸下仪器外壳之前，要断开电源电缆和外部电路的连接。

不要调整仪器

不要在本产品上安装替代零部件或执行未经授权的任何改装。请将产品返回安捷伦销售和服务部接受服务和维修以确保保持其安全特性。

出现损坏时

仪器一旦出现损坏或故障迹象，应立即停止操作并防止误操作。请等待合格人员进行修理。

注意

除非技术参数中另有说明，否则分别根据 IEC 61010-1 和 664 中的规定，此仪器或系统仅应在安装类别为 II、污染度为 2 的室内环境中使用。此仪器或系统旨在温度小于或等于 40 °C（非冷凝）、最大相对湿度为 20% 至 80% 的环境中运行。此仪器或系统可在海拔高度高达 2000 米、温度为 0 °C 至 55 °C 之间的环境下运行。

技术支持

如果您对装运有任何疑问，或者需要获取有关保修、服务或技术支持的信息，请联系 Agilent Technologies:

美国: (800) 829-4444

欧洲: 31 20 547 2111

日本: 0120-421-345

或转到

www.agilent.com/find/assist

以了解您所在国家 / 地区或特定区域的 Agilent 联系信息。您还可以与 Agilent Technologies 销售代表联系。

安全符号

	交流电
	框架或机箱端子
	待机电源。当开关关闭时，设备未与交流电源完全断开连接。
	小心，有电击危险
	小心，参见随附的文档
	接地端
	CE 标志是欧盟的注册商标。
	CSA 标志是 CSA-International 的注册商标。
 N10149	C-tick 标志是 Spectrum Management Agency of Australia 的注册商标。它表示符合根据 1992 年的《无线通信法案》的条款制订的 Australian EMC Framework 规定。
	包含超过最大浓度值 (MCV)、40 年环保使用期限 (EPUP) 的六种有害物质中的一种或多种。
ISM1-A	此文本表示该仪器属于“工业科学和医疗组 1 类别 A”产品（国际无线电干扰专门委员会 (CISPER) 11，第 4 条）。
ICES/ NMB -001	此文本表示产品符合加拿大引起干扰设备标准 (ICES-001)。

用户指南

出版号 33520-90417 (全套手册订购编号 33520-90407)
2010 年 12 月, 第三版

Copyright © 2010 Agilent Technologies, Inc.

Agilent 33500 系列
30 MHz 函数 / 任意波形发生器

Agilent 33500 系列概览

Agilent Technologies 33500 系列是具有内置任意波形和脉冲功能的 30 MHz 复合波形发生器。此波形发生器同时具备工作台特性和系统特性，是满足您目前及未来测试需求的多用途解决方案。

便利的工作台特性

- 16 种标准波形
- 内置的 16 位 250 MSa/s 任意波形功能
- 具有可调边沿时间的精确脉冲波形功能
- LCD 显示器可提供数字和图形视图
- 易用的旋钮和数字小键盘
- 仪器状态存储器，用户可自定义名称
- 带有防滑支脚的便携式耐用机箱

灵活的系统特性

- 可下载的 1M 点或可选的 16M 点任意波形存储器。有关详细信息，请参见：

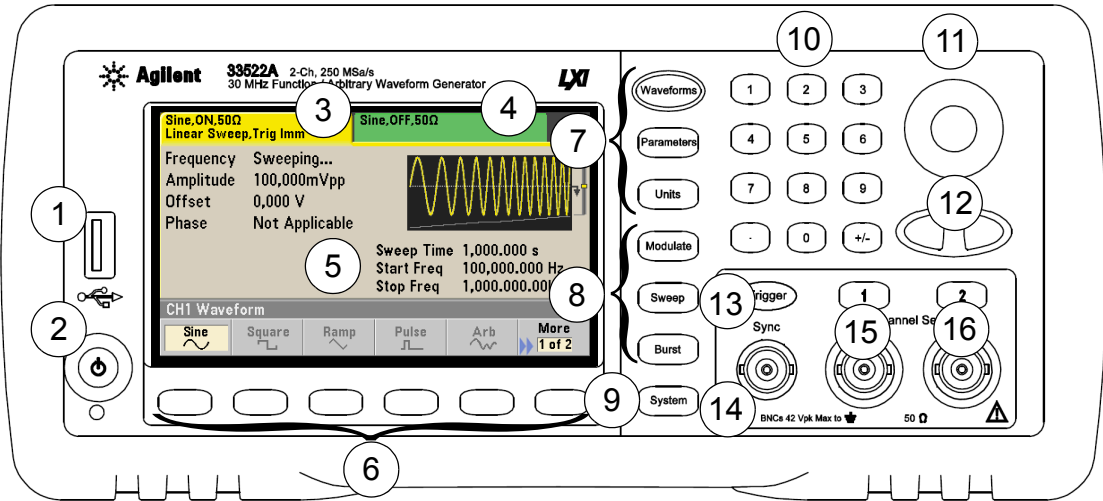
www.agilent.com/find/33521U

www.agilent.com/find/33522U

- 可选的 GPIB (IEEE-488)
- 标准 USB 和 LAN 远程接口
- 符合 LXI Class C 标准
- SCPI（可编程仪器的标准命令）兼容

注意：除非另有说明，否则本手册适用于所有序列号。

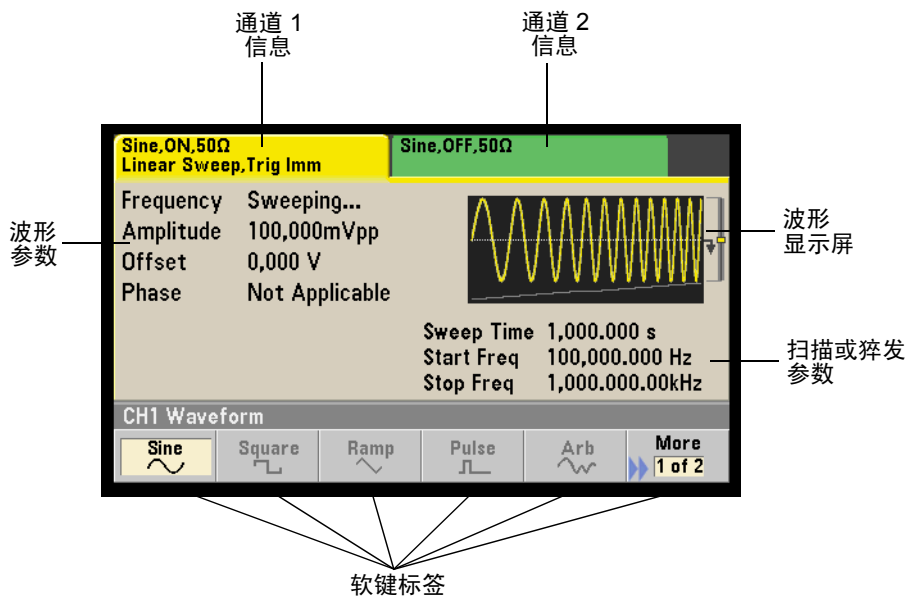
前面板概览



- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1 USB 端口 | 9 系统按键 |
| 2 开关（打开 / 关闭） | 10 数字键盘 |
| 3 通道 1 摘要选项卡 | 11 旋钮 |
| 4 通道 2 摘要选项卡 | 12 光标键（箭头） |
| 5 波形和参数显示区域 | 13 手动触发（仅限于扫描和猝发） |
| 6 菜单操作软键 | 14 同步连接器 |
| 7 波形 / 参数 / 单位键 | 15 通道 1 |
| 8 调制 / 扫描 / 猝发键 | 16 通道 2（仅限于双通道仪器） |

注意： 要获取有关任何前面板键或菜单软键的上下文相关帮助，请按住该键。

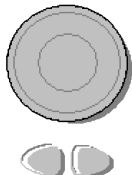
前面板显示屏概览



前面板数字输入

可以使用下列两种方法之一，从前面板输入数字。

使用旋钮和光标键修改显示的数字。

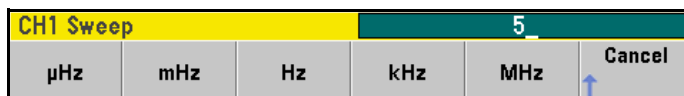


1. 使用旋钮下面的键来向左或向右移动光标。
2. 旋转旋钮改变数字（顺时针旋转数值增大）。

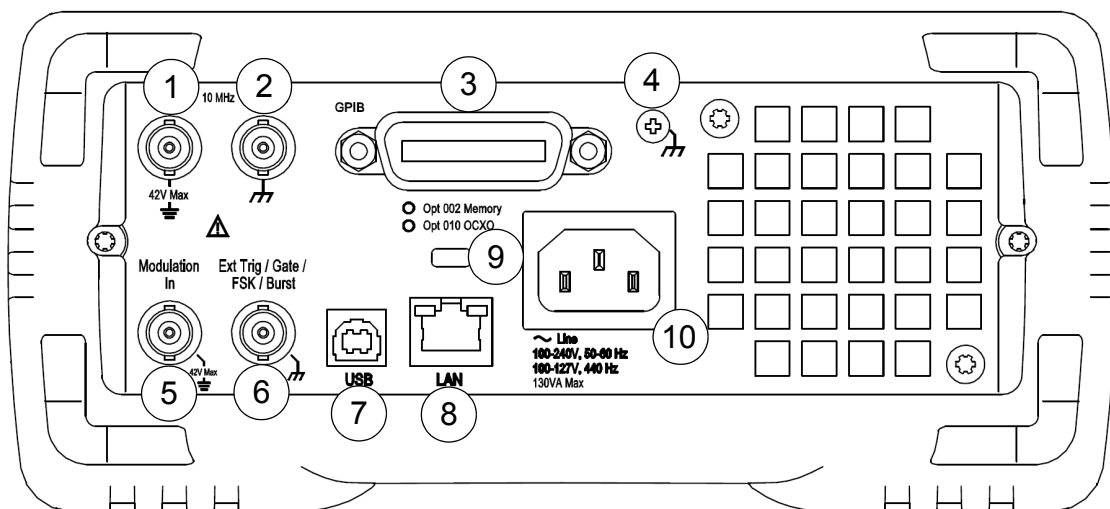
使用数字键盘输入数字，使用软键选择单位。



1. 使用键盘键入一个值。
2. 选择输入值的单位。
3. 使用 +/- 键改变数字的正负号。
4. 左箭头退格并清除最后一位数。



后面板概览



- 1 外部 10 MHz 参考输入端子
- 2 内部 10 MHz 参考输出端子
- 3 GPIB 接口连接器（400 选件）
- 4 机箱接地
- 5 外部调制输入端子
- 6 输入：外部触发 / 门控 / FSK / 猝发
- 7 USB 接口连接器
- 8 局域网 (LAN) 连接器
- 9 仪器电缆锁
- 10 AC 电源

警告

为防止电击，电源线接地严禁取消。如果只有两触点电源插座，则应将仪器的机箱接地螺钉（参见上图）连接到良好的接地线路中。

本书内容

快速入门第 1 章帮助您将波形发生器准备就绪并熟悉一些前面板特性。

前面板菜单操作第 2 章为您介绍了前面板菜单并对波形发生器的一些菜单功能进行了说明。

特性和功能第 3 章详细介绍了该仪器的功能和操作。无论是从前面板还是通过远程接口操作波形发生器，您都可以从本章找到有用信息。

应用程序第 4 章包含一些远程接口应用程序，用来帮助您开发自己的应用程序。

教程第 5 章讨论了信号发生和调制技术的基本原理。

技术参数第 6 章列出了波形发生器的技术参数。



您可以使用下列电话号码之一与 Agilent Technologies 联系以获取保修、服务或技术支持信息。

美国： (800) 829-4444

欧洲： 31 20 547 2111

日本： 0120-421-345

或使用以下 Web 链接获取有关 Agilent 世界各地办事处的联系信息。

www.agilent.com/find/assist

或联系您的安捷伦科技公司代表处。

目录

第 1 章 快速入门 15

准备使用波形发生器	17
调整提手	19
设置输出频率	20
设置输出幅度	22
设置 DC 偏移电压	25
设置高电平和低电平值	27
输出 DC 电压	29
设置方波的占空比	30
配置脉冲波形	32
选择存储的任意波形	34
使用内置帮助系统	35
将波形发生器安装在机架中	38

第 2 章 前面板菜单操作 41

前面板菜单参考	43
选择输出终端	47
重置波形发生器	48
输出已调制波形	49
输出 FSK 波形	51
输出 PWM 波形	53
输出频率扫描	56
输出猝发波形	59
触发扫描或猝发	62
存储仪器状态	63
配置远程接口	65
设置任意波形	74

目录

第 3 章 特性和功能 91

输出配置	94
脉冲波形	112
幅度调制 (AM)	116
频率调制 (FM)	121
相位调制 (PM)	127
频移键控 (FSK) 调制	133
脉冲宽度调制 (PWM)	137
总和调制 (Sum)	142
频率扫描	146
猝发模式	155
触发	164
双通道操作 (仅限 33522A)	170
系统相关操作	177
远程接口配置	188
外部时基参考	197
校准概述	200
内置波形编辑器	204
出厂默认设置	225

第 4 章 应用程序 227

简介	228
程序列表	230

第 5 章 教程 253

第 6 章 技术参数 269

索引 277

快速入门

快速入门

使用波形发生器之前首先要做的事情之一是熟悉仪器前面板。通过学习本章的内容，您可以掌握准备使用仪器的过程，并且熟悉前面板的一些操作。本章分为下列几节：

- 准备使用波形发生器，（第 17 页）
- 调整提手，（第 19 页）
- 设置输出频率，（第 20 页）
- 设置输出幅度，（第 22 页）
- 设置 DC 偏移电压，（第 25 页）
- 设置高电平和低电平值，（第 27 页）
- 输出 DC 电压，（第 29 页）
- 设置方波的占空比，（第 30 页）
- 配置脉冲波形，（第 32 页）
- 选择存储的任意波形，（第 34 页）
- 使用内置帮助系统，（第 35 页）
- 将波形发生器安装在机架中，（第 38 页）

准备使用波形发生器

1 核对随附物品列表。

检查随仪器收到了下列物品。如有缺失，请就近与安捷伦科技公司销售部门联系。

- 电源线（适用于目的地所在国家 / 地区）。
- 校准证书。
- *Agilent 33500 Series Product Reference CD*（产品软件、编程示例和手册）。
- *Agilent Automation-Ready CD* (Agilent IO Libraries Suite)。
- USB 2.0 电缆。

注意：所有 33500 系列产品文档均位于产品附带的 *Agilent 33500 Series Product Reference CD* 上，也可以在以下网站中找到这些文档，网址是：www.agilent.com/find/33521A 和 www.agilent.com/find/33522A。另外还可以付费购买印刷版（硬拷贝）手册。



2 接上电源线并打开波形发生器。

仪器将运行加电自检。当仪器准备就绪可以使用后，将显示一条关于如何获取帮助的消息以及当前的 IP 地址。如果安装并启用了 GPIB 选件，仪器还会显示 GPIB 地址。波形发生器接通电源时，会显示一个正弦波函数，其频率为 1 kHz，幅度为 100 mV 峰峰值（以 50Ω 端接）。在接通电源时，会禁用通道输出连接器。要启用通道连接器上的输出，请按 **Channel** (33521A) **1** 或 **2** (33522A) 按钮，然后按 **Output Off / On**（输出关 / 开）软键。

如果没有打开波形发生器，请检查电源线是否牢固地连接到后面板的电源插座上（在接通电源时会自动检测电源线电压）。您还应确保波形发生器连接到通电的电源上。然后，检查是否打开波形发生器。

还应查看电源开关下方的 LED 指示灯。如果指示灯熄灭，则表明没有连接 AC 电源。如果为橙色，则表明仪器已连接 AC 电源并处于待机状态；如果为绿色，则表明仪器已通电。

第 1 章快速入门

准备使用波形发生器

要关闭仪器电源，必须按住电源开关约 500 ms。这样可防止由于碰到电源开关而意外关闭仪器电源。

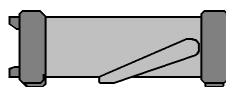
如果加电自检失败，仪器将在显示屏的右上角显示 ERR（错误）指示符。还会突出显示以下消息：

Check for error messages in the error queue.（请检查错误队列中的错误消息。）

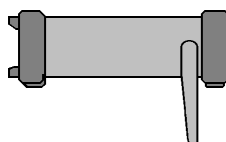
有关错误代码的信息以及将波形发生器返回安捷伦进行维修的说明，请参见《Agilent 33500 系列维修指南》。

调整提手

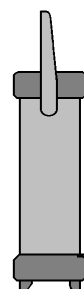
要调整提手位置，请握住两侧的提手并*向外拉*。然后，将提手旋转所需位置。



收回



展开



手提
位置

设置输出频率

在接通电源时，波形配置为一个频率为 1 kHz，幅度为 100 mV 峰峰值的正弦波（以 50 Ω 端接）。

下列步骤说明如何将频率更改为 1.2 MHz。

- 1 按 **Parameters** 按钮，然后按 **Frequency**（频率）软键。

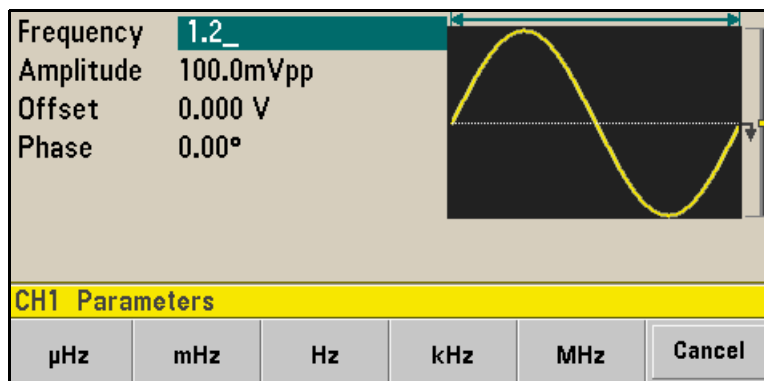
显示的频率为接通电源时的值，或者是预先选定的频率。在更改函数时，如果当前值对于新函数是有效的，则使用同一频率。要改为设置波形周期，请按

Units，然后按 **Frequency**（频率）软键以切换到 **Period**（周期）软键（当前选择的 **Frequency**（频率）在下图中突出显示）。

CH1 Parameter Units					
Frequency	Amp/Offs	Ampl As	Start/Stop		
Period	High/Low	↓ Vpp	Cntr/Span		

- 2 输入所需的频率值。

使用数字键盘，输入值 1.2。



3 选择所需的单位。

按对应于所需单位的软键。在您选择单位时，波形发生器以显示的频率输出波形（如果启用输出）。在本例中，按 **MHz**。

The image shows a digital display with a black background. On the left, the word 'Frequency' is written in white. To its right, the value '1.200,000,000MHz' is displayed in white text inside a green rectangular box. A small white cursor is positioned between the '0' and '0' in '1.200'.

注意： 也可以使用旋钮和光标键输入所需的值。

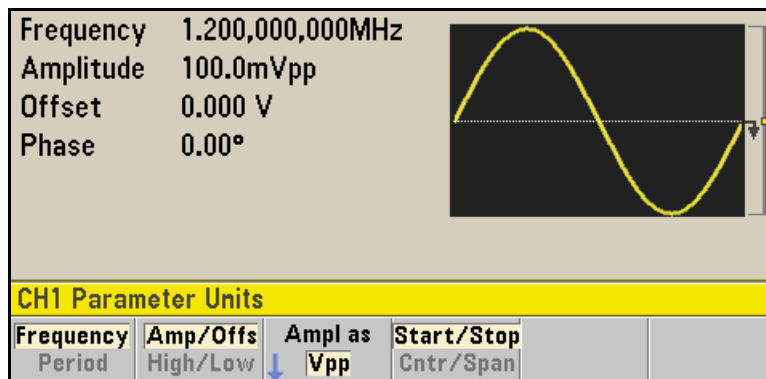
设置输出幅度

在接通电源时，波形发生器配置为输出一个幅度为 100 mV 峰峰值的正弦波（以 50Ω 端接）。

下列步骤说明如何将幅度更改为 50 mVpp。

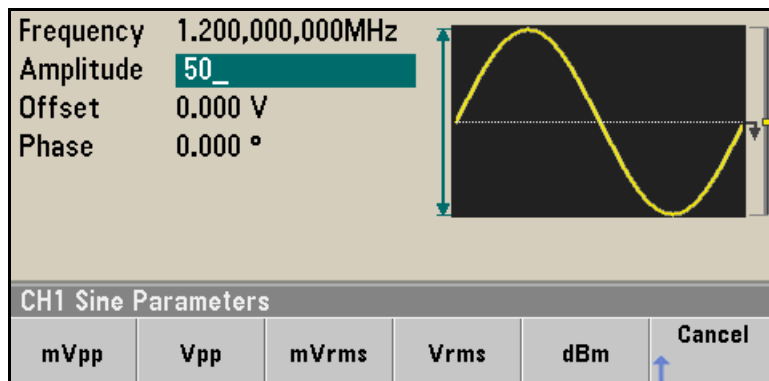
- 1 按 **Units**，然后按标志为 **Amp/Offs**（幅度 / 偏移）或 **High/Low**（高 / 低）的软键，以确保您处于 **Amp/Offs**（幅度 / 偏移）中。

显示的幅度为接通电源时的值，或者是预先选定的幅度。在更改函数时，如果当前值对于新函数是有效的，则使用同一幅度。要选择要将电压指定为幅度和偏移值还是高值和低值，请按 **Units**，然后按第二个软键。在这种情况下，将突出显示**幅度 / 偏移**。



2 输入所需的幅度值。

按 **Parameters**，然后按 **Amplitude**（幅度）。使用数字键盘，输入数字 50。



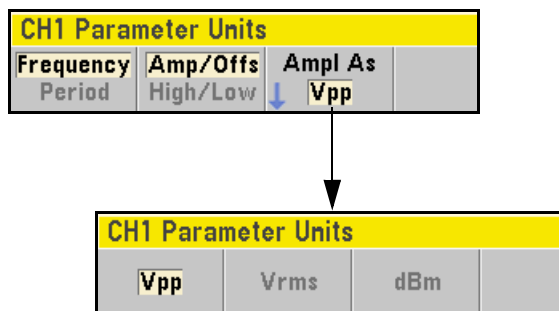
3 选择所需的单位。

按对应于所需单位的软键。在您选择单位时，波形发生器以显示的幅度输出波形（如果启用输出）。在本例中，按 **mVpp**。

Amplitude 50.000mVpp

注意：也可以使用旋钮和光标键输入所需的值。如果采用这种方式输入值，则不需要使用单位软键。

您可以非常容易地将显示的幅度从一个单位转换到另一个单位。只需按 **Units**，然后按 **Ampl As**（幅度作为）软键并选择所需单位。

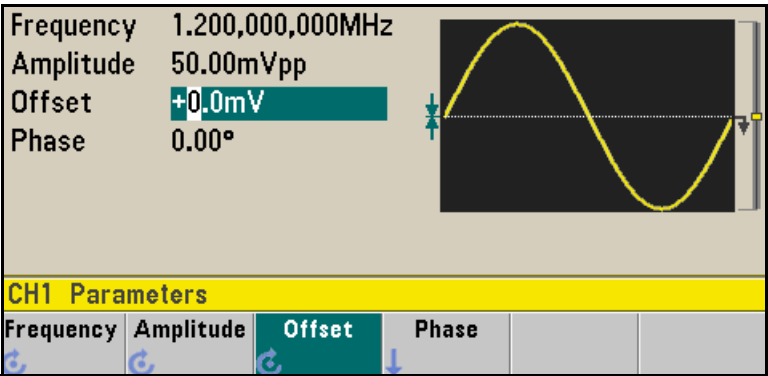


设置 DC 偏移电压

在接通电源时，波形发生器会输出 DC 偏移为 0 V 的正弦波（以 50Ω 端接）。
下列步骤说明如何将偏移更改为 -1.5 VDC。

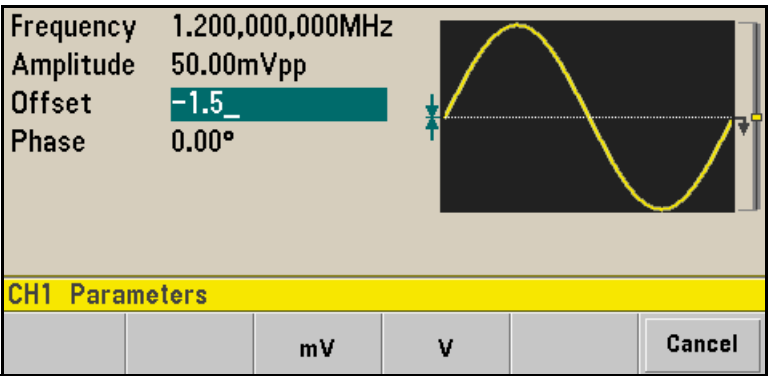
- 1 按 **Parameters**，然后按 “Offset”（偏移）软键。

显示的偏移电压为接通电源时的值，或者是预先选定的偏移值。在更改函数时，如果当前值对于新函数是有效的，则使用同一偏移值。



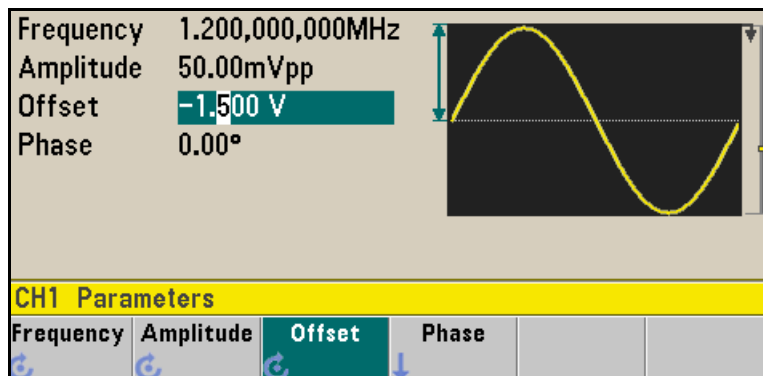
- 2 输入所需的偏移值。

使用数字键盘，输入值 “-1.5”。



3 选择所需的单位。

按下对应于所需单位的软键。在您选择单位时，波形发生器以显示的偏移输出波形（如果启用输出）。在本例中，按 **V**。电压将按如下所示设置。

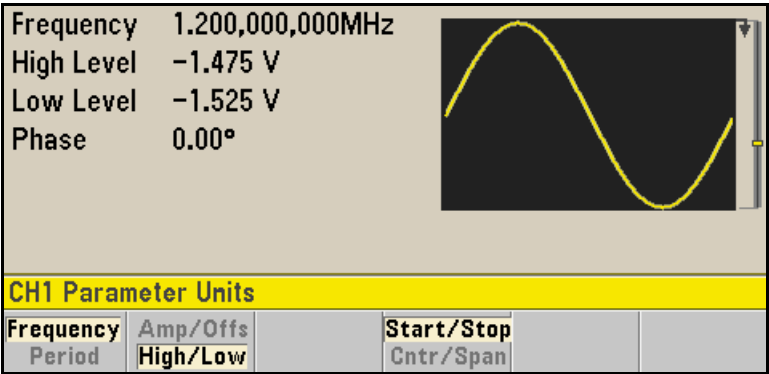


注意： 也可以使用旋钮和光标键输入所需的值。

设置高电平和低电平值

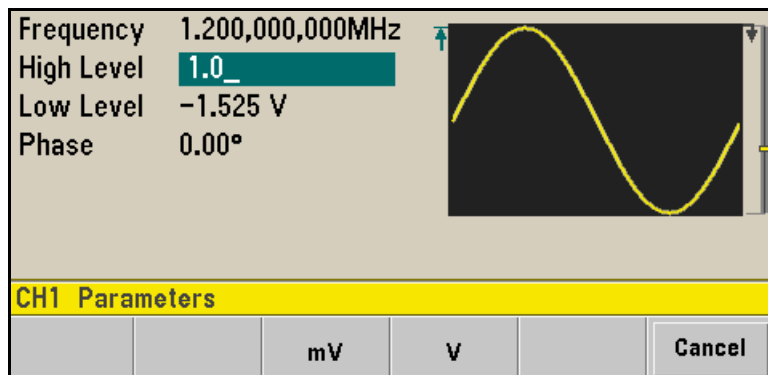
如前面所述，您可以通过设置信号的幅度和 DC 偏移值来指定一个信号。另一种设置信号限值的方法是指定其高电平（最大值）和低电平（最小值）值。这通常对于数字应用是很方便的。在下面的示例中，将高电平设置为 1.0 V，将低电平设置为 0.0 V。

- 1 按 Units。
- 2 按 **Amp/Offs**（幅度 / 偏移）软键以切换到 **High/Low**（高 / 低），如下所示。



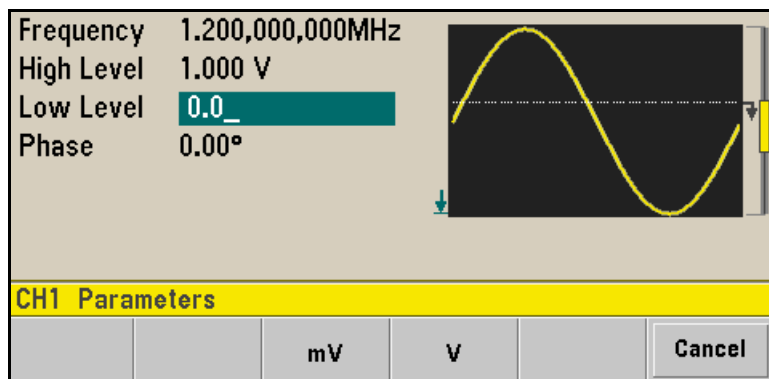
3 设置“高电平”值。

按 **Parameters** 键并选择 **High Level**（高电平）。使用数字键盘或旋钮和箭头，选择值 1.0 V。（如果使用键盘，则需要选择 **V** 单位软键以输入值。）



4 按 **Low Level**（低电平）软键并设置值。

同样，使用数字键盘或旋钮输入值 0.0 V。



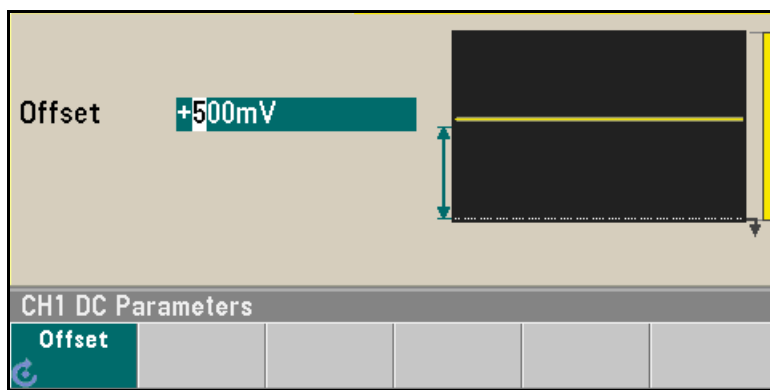
这些设置（高电平 = 1.0 V，低电平 = 0.0 V）相当于设置一个 1.0 V_{pp} 的幅度和一个 500 mV 的偏移。

输出 DC 电压

可以指定要输出的恒定 DC 电压。

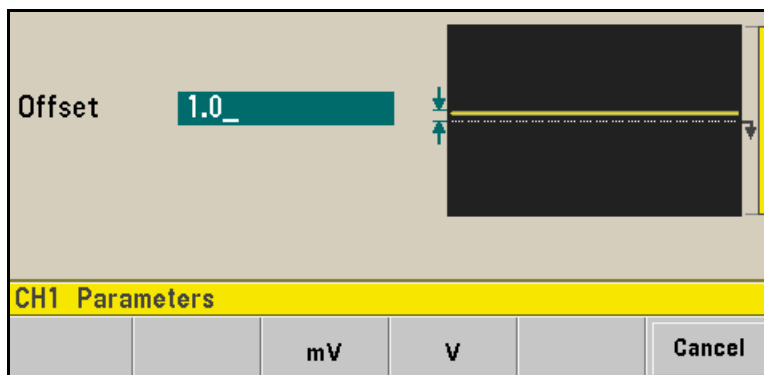
- 1 按 ，然后选择 **More**（更多）和 **DC**。

Offset（偏移）值变为选中状态。



- 2 输入所需的电压电平作为“偏移”。

使用数字键盘或旋钮输入 1.0，如果使用键盘，则按 **V** 软键。



可以对 50 Ω 端接输入 -5 V 至 +5 V 之间的任何 DC 电压，或对高阻抗负载输入 -10 V 至 +10 V 之间的任何 DC 电压。

设置方波的占空比

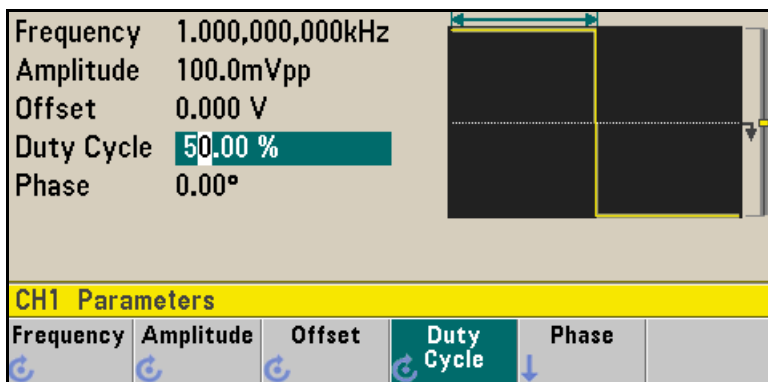
在接通电源时，方波的占空比是 50%。占空比受最低脉冲宽度规格 16 ns 的限制。下列步骤说明如何将占空比更改为 75%。

1 选择方波函数。

按  键，然后选择 **Square**（方波）。

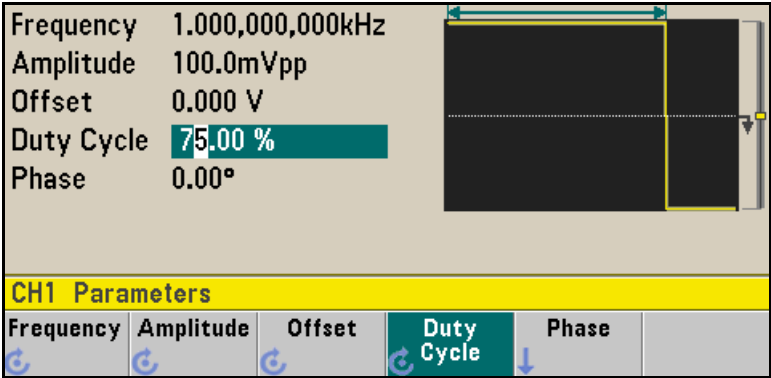
2 按 Duty Cycle（占空比）软键。

显示的占空比为接通电源时的值，或者是预先选定的百分比。占空比表示每个周期方波设置为高电平时的时间量。



3 输入所需的占空比。

使用数字键盘或旋钮和箭头，选择占空比的值为“75”。如果使用数字键盘，则按 **Percent**（百分比）软键完成输入。波形发生器会立即调整占空比，并以指定的值输出方波（如果启用输出）。



配置脉冲波形

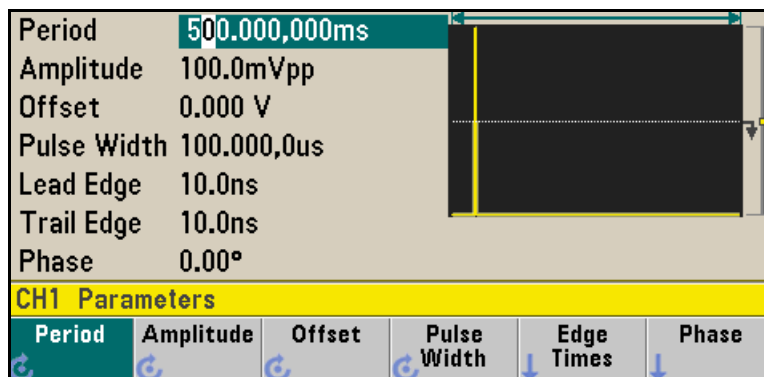
您可以对波形发生器进行配置，以输出具有可变的脉冲宽度和边沿时间的脉冲波形。下列步骤说明如何配置一个脉冲宽度为 10 ms ，边沿时间为 50 ns 的 500 ms 周期脉冲波形。

1 选择脉冲函数。

按 **Waveforms** 键，选择 **Pulse**（脉冲）以选择脉冲函数，并以默认参数输出脉冲波形。

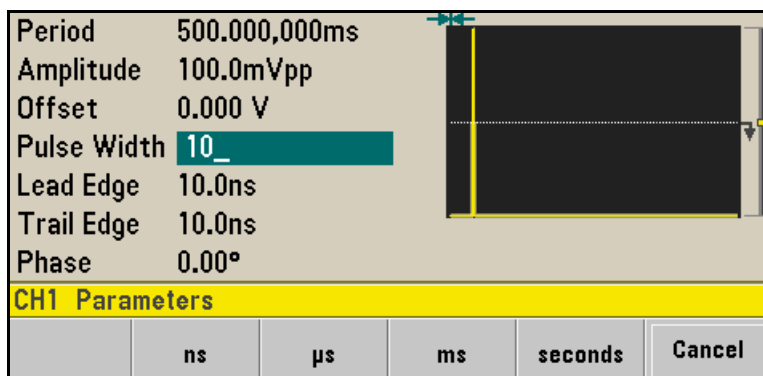
2 设置脉冲周期。

按 **Units** 键，然后按 **Frequency/Period**（频率 / 周期）软键以选择 **Period**（周期）。然后按 **Parameters** 并选择 **Period**（周期）。将周期设置为 500 ms 。



3 设置脉冲宽度。

按 **Parameters** 和 **Pulse Width**（脉冲宽度）软键，然后将脉冲宽度设置为 10 ms。脉冲宽度表示从上升沿的 50% 阈值处到下一个下降沿的 50% 阈值处的时间。



4 设置上升沿和下降沿的边沿时间。

按 **Edge Time**（边沿时间）软键，然后将前沿和后沿的边沿时间都设置为 50 ns。边沿时间表示从每个边沿的 10% 阈值到 90% 阈值之间的时间。



选择存储的任意波形

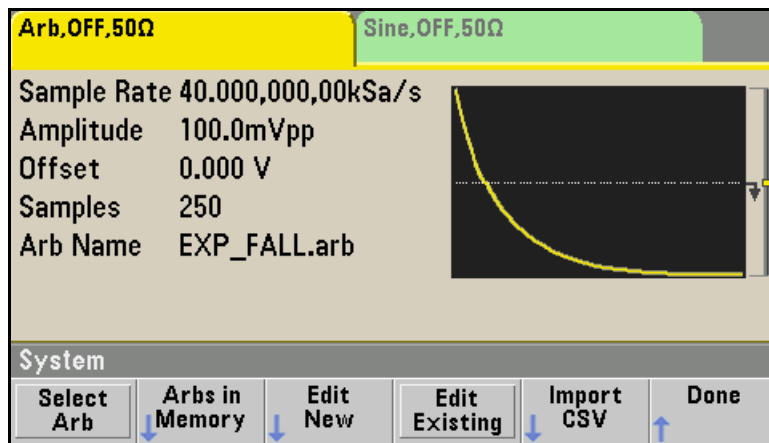
在非易失性存储器中一共存储了 9 个内置的任意波形。它们是心电图波、D-Lorentz、指数下降、指数上升、高斯、半正矢、Lorentz、负锯齿波和 Sinc。

下列步骤说明如何从前面板中选择内置的“指数下降”波形。

有关创建自定义任意波形的信息，请参考第 74 页的“设置任意波形”。

1 选择任意波形函数。

按  按钮并选择 **Arb**（任意波形）软键，然后选择 **Arbs**（任意波形）软键。选择 **Select Arb**（选择任意波形）并使用旋钮选择 **Exp_Fall**（指数下降）。按 **Select**（选择）。

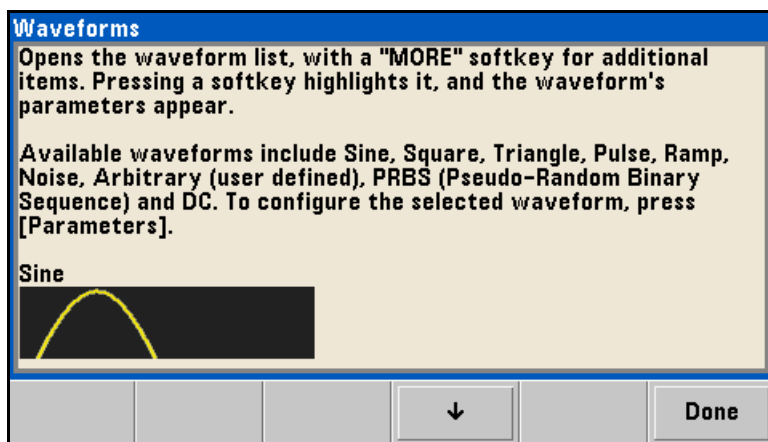


使用内置帮助系统

内置帮助系统设计为对任何一个前面板键或菜单软键提供上下文相关帮助。还可以利用帮助主题列表，获得有关一些前面板操作的帮助。

1 查看函数键的帮助信息。

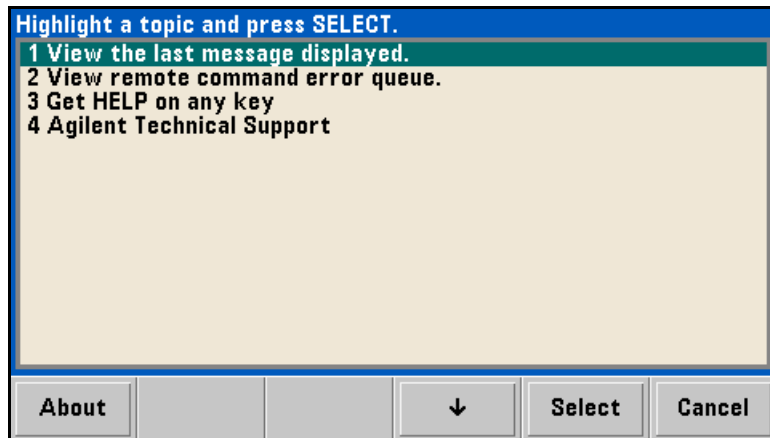
按住任何软键或按钮，如 。如果该消息包含的信息超过一屏，请按 ↓ 软键或者使用旋钮来查看剩余信息。



按 **Done**（完成）退出帮助。

2 查看帮助主题列表。

按 **System** 按钮，然后按 **Help**（帮助）以查看可用的帮助主题列表。要滚动该列表，请按 **↑** 和 **↓** 软键或使用旋钮。选择主题 **Get HELP on any key**（获取有关任意键的帮助），然后按 **Select**（选择）。

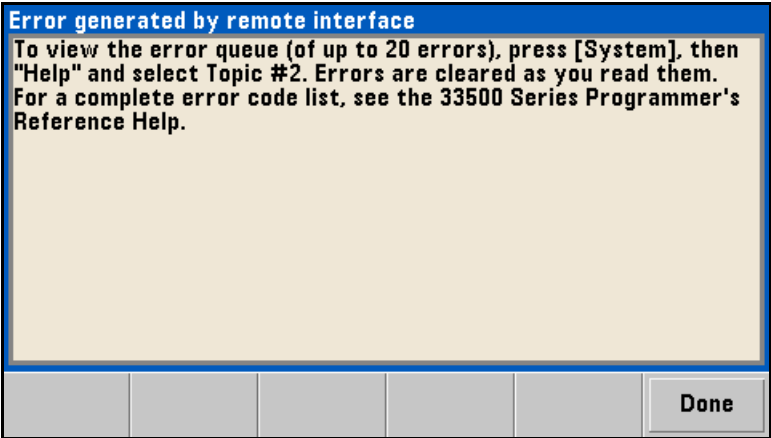


按 **Done**（完成）退出帮助。

3 查看显示消息的帮助信息。

只要超出限制或者发现任何其他无效配置，波形发生器都将显示一条消息。内置帮助系统提供有关最新消息的附加信息。

按 **System**，然后按 **Help**（帮助）。选择主题 **View the last message displayed**（查看所显示的最后一条消息），然后按 **Select**（选择）。



按 **Done**（完成）退出帮助。

本地语言帮助： 内置帮助系统提供简体中文、法语、德语、日语和韩语版本。所有的消息、上下文相关帮助和帮助主题采用选定语言显示。菜单软键标签和状态行消息未翻译。

要选择本地语言，请按 **System** 按钮，然后依次按 **System Setup**（系统设置）软键、**User Settings**（用户设置）软键和 **Help Lang**（帮助语言）软键。然后选择所需的语言。

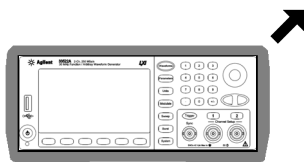
将波形发生器安装在机架中

可以使用所提供的两个可选套件中的任意一个套件，将该仪器安装到 19 英寸标准机柜中。每套机架安装套件都配有安装说明和安装部件。除了可将 Agilent 33500 系列仪器安装到机架中，所有相同尺寸的 Agilent System II 仪器都可安装到机架中。

注意：在机架中安装仪器前，应卸下提手和前后面板的橡胶减震垫。



要拆下提手，将其转至垂直位置并将两端向外拉出。

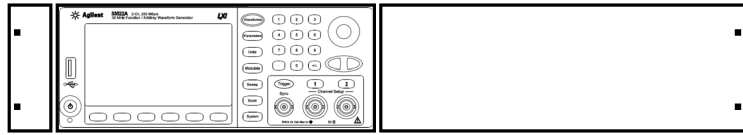


前面

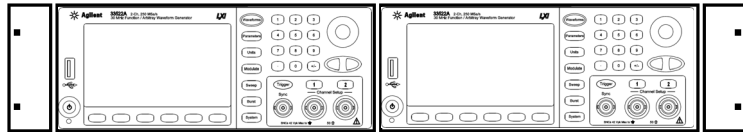


背面（底视图）

要拆下橡胶减震垫，应先拉住一角然后将其滑出。



要在机架中安装单个仪器，请订购 5063-9240 适配器套件。



要在机架上并列安装两台仪器，请订购 5061-8769 锁链套件和 5063-9212 法兰盘套件。请务必使用机柜中的支撑轨。

为防止过热，不要阻碍仪器的空气流通。要在仪器的后面、侧面和底部留出足够的空隙，以保证内部空气流通。

前面板菜单操作

前面板菜单操作

本章介绍了前面板按键和菜单的操作。本章并未详细介绍前面板每个按键或菜单的操作，而只是简要概述前面板的菜单和操作。有关波形发生器功能和操作的详细说明，请参见起始于第 91 页的第 3 章“特性和功能”。

- 前面板菜单参考，（第 43 页）
- 选择输出终端，（第 47 页）
- 重置波形发生器，（第 48 页）
- 输出已调制波形，（第 49 页）
- 输出 FSK 波形，（第 51 页）
- 输出 PWM 波形，（第 53 页）
- 输出频率扫描，（第 56 页）
- 输出猝发波形，（第 59 页）
- 触发扫描或猝发，（第 62 页）
- 存储仪器状态，（第 63 页）
- 配置远程接口，（第 65 页）
- 设置任意波形，（第 74 页）

前面板菜单参考

本节概述了前面板菜单。本章其余部分将介绍一些使用前面板菜单的示例。

Waveforms	选择波形
选择 9 种波形类型之一，包括正弦波、方波、锯齿波、脉冲、任意波形、三角波、噪声、PRBS 和 DC。	
Parameters	配置所选波形的参数
根据波形，您可以执行以下各项任务： - 配置周期 / 频率 - 配置幅度或高电压和低电压 - 配置偏移 - 配置相位 - 配置占空比 - 配置对称性 - 配置脉冲宽度 - 配置边沿时间 - 配置任意波形 - 配置带宽 - 配置 PRBS 数据 - 配置位速率	
Units	指定要用于各种波形的单位和参数。
- 指定要使用频率还是周期 - 指定要使用幅度和偏移还是高电压和低电压 - 指定要使用的电压单位 - 指定要使用脉冲宽度还是占空比 - 指定要将频率扫描配置为中心 / 跨距还是起始 / 停止	

Modulate

配置调制参数。

- 打开或关闭调制。
- 指定调制类型。
- 指定调制源。
- 指定 AM、FM、PM、PWM、BPSK、FSK 以及总和调制的参数。

Sweep

配置频率扫描的参数。

- 打开或关闭扫描。
- 选择线性、对数或频率列表扫描。
- 查看和编辑要扫描的频率列表。
- 选择完成扫描所需的时间（以秒为单位）。
- 选择起始 / 停止频率或中心 / 跨距频率。
- 指定驻留、保持和返回时间。

Burst

配置猝发的参数。

- 打开或关闭猝发。
- 选择触发（N 循环）或外部门控猝发模式。
- 选择每个猝发的循环数（1 至 100,000,000，或者是无限）。
- 选择猝发的起始相位角（-360° 至 +360°）。
- 指定循环数。
- 设置猝发周期。

System

Store/Recall（存储 / 调用）- 存储和调用仪器状态。

- 在非易失性存储器中存储任意数量的仪器状态。
- 为每个存储位置指定自定义名称。
- 调用存储的仪器状态。
- 删除存储的仪器状态。
- 将所有仪器设置恢复为出厂默认值。
- 选择仪器的加电配置（上次或出厂默认值）。

System

I/O Config（I/O 配置） - 配置仪器 I/O 接口。

- 打开或关闭 LAN。
- 指定 LAN 配置（IP 地址和网络配置）。
- 重置 LAN。
- 指定 USB 设置。
- 选择 GPIB 地址。

System

Calibrate（校准） - 执行校准任务。

- 设置校准密码。
- 锁定和解除锁定仪器以进行校准。
- 校准仪器（请参见《Agilent 33500 系列维修指南》）。

System

Instr Setup（仪器设置） - 配置仪器参数。

- 执行自检。
- 配置参考振荡器。
- 清除仪器存储器（NISPOM 安全）。

System

System Setup（系统设置） - 配置系统相关参数。

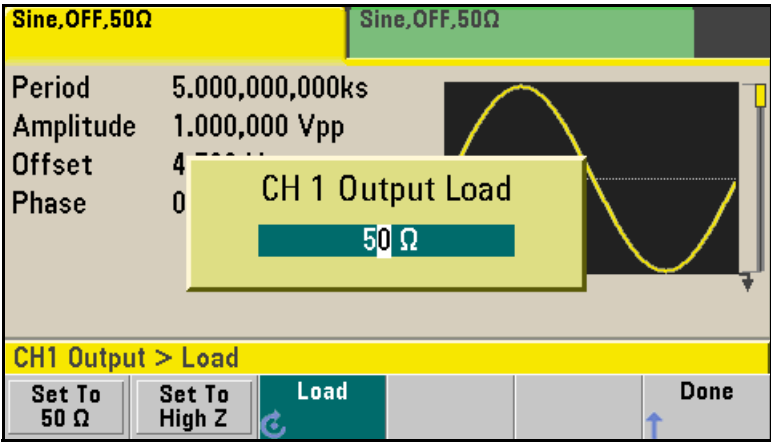
- 设置屏幕布局。
- 选择前面板消息和帮助文本的本地语言。
- 选择在前面板上显示的数字中如何使用点号和逗号。
- 打开或关闭显示屏。
- 生成错误时启用 / 禁用蜂鸣器。
- 启用 / 禁用屏幕保护模式。
- 调整前面板显示屏的亮度设置。
- 安装授权功能的许可证。
- 设置日期和时间。
- 执行文件和文件夹管理（复制、重命名、删除等）
- 捕获屏幕截图。

System	Help（帮助） - 查看帮助主题列表。
• 查看上次显示的消息。 • 查看远程命令错误队列。 • 获取有关任意按键的帮助。 • 了解如何获得 Agilent 技术支持。 • 查看“关于”数据 - 序列号、IP 地址、固件版本等。	
Channel 或 1 或 2	通道 - 启用和配置通道。
• 打开或关闭通道。 • 指定作为菜单焦点的通道。 • 选择输出终端（1Ω 至 10 kΩ，或无限）。 • 启用 / 禁用幅度自动调整量程。 • 选择波形极性（常规或反向）。 • 指定通道的电压限值。 • 指定通道处于正常模式还是门控模式。 • 配置通道以进行双通道操作 (33522A)。	
Trigger	配置触发设置
• 点亮时执行手动触发。 • 指定扫描、猝发或任意波形（高级）的触发源。 • 指定触发计数和延迟。 • 指定外部触发源的斜率（上升沿或下降沿）。 • 指定“触发输出”信号的斜率（上升沿或下降沿）。 • 启用 / 禁用从“同步”连接器输出的同步信号。	

选择输出终端

Agilent 33500 系列有一个 50 Ω 的固定串联输出阻抗，与前面板通道连接器连接。如果实际负载阻抗与指定的值不同，则显示的幅度和偏移电平将是不正确的。所提供的负载阻抗设置只是为了方便您将显示电压与预期负载相比较。

- 1 按 **Channel** 或 **1** 或 **2** 以打开通道配置屏幕。请注意，当前输出终端值（在此情况下都是 50 Ω ）显示在屏幕顶部的选项卡中。
- 2 指定输出终端。
按 **Output Load**（输出负载）软键。



- 3 选择所需的输出终端。
使用旋钮或数字键盘选择所需的负载阻抗，或按 **Set to 50 Ω** （设置为 50 Ω ）软键或 **Set to High Z**（设置为高 Z）软键。

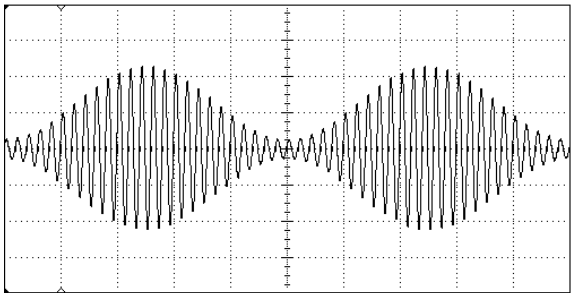
重置波形发生器

要将仪器重置为其出厂默认状态，请按 ，然后选择 **Store/Recall**（存储 / 调用）和 **Set to Defaults**（设置为默认值）软键。

有关该仪器加电和重置状况的完整列表，请参见第 226 页的“Agilent 33500 系列出厂默认设置”。

输出已调制波形

已调制的波形由载波和调制波形组成。在 AM（调幅）中，载波的幅度是随调制波形而变化的。在本例中，您将输出一个具有 80% 调制深度的 AM 波形。载波为 5 kHz 的正弦波，而调制波形为 200 Hz 正弦波。



1 选择载波的函数、频率和幅度。

按 **Waveforms**，然后按 **Sine**（正弦）软键。按 **Frequency**（频率）、**Amplitude**（幅度）和 **Offset**（偏移）软键以配置载波波形。在本例中，选择 5 kHz 的正弦波，幅度为 5 V_{pp}，偏移为 0 V。

请注意，您可以按 V_{pp}、V_{rms} 或 dBm 位单位指定幅度。为此，可使用数字键盘输入值或按 **Units**。

2 选择 AM。

按 **Modulate**，然后使用 **Type**（类型）软键选择“AM”。然后按 **Modulate**（调制）软键将调制设置为“打开”。请注意，**Modulate** 按钮将点亮，并在显示屏左上方显示状态消息“AM Modulated by Sine”（使用正弦调制的 AM）。

3 设置调制深度。

按 **AM Depth**（AM 深度）软键，然后使用数字键盘或者旋钮和光标键将此值设置为 80%。

4 选择调制波形形状。

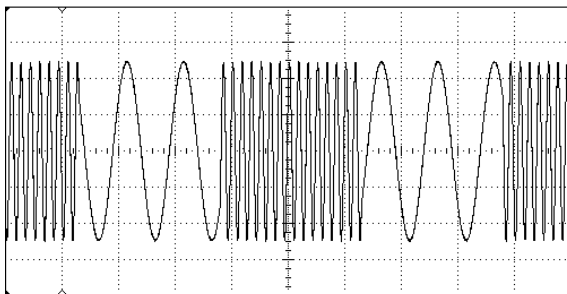
按 **Shape**（形状）软键选择调制波形的形状。在本示例中，请选择正弦波。

5 设置调制频率。

按 **More**（更多），然后按 **AM Freq**（AM 频率）软键。使用数字键盘或旋钮和光标键将此值设置为 200 Hz。如果使用数字键盘，则按 **Hz** 软键以完成数字输入。

输出 FSK 波形

可以对波形发生器进行配置，以使用 FSK 调制在两个预设值之间“移动”其输出频率。移动的速率是 FSK 速率，此 FSK 速率是由内部速率发生器或后面板 *Ext Trig* 连接器上的信号电平所决定的。信号在其间移动的两个频率称为“载波频率”和“跳跃频率”。在本例中，将“载波”频率设置为 3 kHz，将“跳跃”频率设置为 500 Hz，FSK 速率为 100 Hz。



1 选择载波的函数、频率和幅度。

按 **Waveforms**，然后按 **Sine**（正弦）软键。按 **Frequency**（频率）、**Amplitude**（幅度）和 **Offset**（偏移）软键以配置载波波形。在本例中，选择 3 kHz 的正弦波，幅度为 5 V_{pp}，偏移为 0。

2 选择 FSK。

按 **Modulate**，然后使用 **Type**（类型）软键选择 **FSK**。然后按 **Modulate**（调制）软键将调制设置为“打开”。注意显示屏左上方的状态消息“FSK Modulated”（FSK 已调制）。

3 设置“跳跃”频率。

按 **Hop Freq**（跳跃频率）软键，并使用数字键盘或旋钮和光标键将此值设置为 500 Hz。如果使用数字键盘，则确保通过按 **Hz** 软键来完成输入。

Hop Freq					500_
FSK Rate					10.000,000 Hz
CH1 Modulation					
µHz	mHz	Hz	kHz	MHz	Cancel

4 设置 FSK “移动”速率。

按 **FSK Rate**（FSK 速率）软键，并使用数字键盘或旋钮和光标键将此值设置为 100 Hz。

Hop Freq					500.000,000 Hz
FSK Rate					100_
CH1 Modulation					
µHz	mHz	Hz	kHz	MHz	Cancel

此时，波形发生器将输出 FSK 波形。

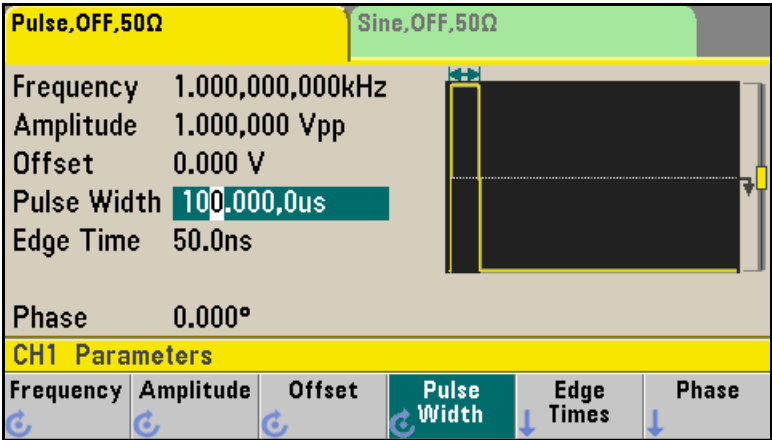
输出 PWM 波形

您可以配置波形发生器以输出脉冲宽度调制 (PWM) 波形。Agilent 33500 系列为脉冲载波波形提供 PWM。在 PWM 中，载波波形的脉冲宽度或占空比根据调制波形而变化。您可以指定脉冲宽度和宽度偏差或脉冲占空比和占空比偏差，以及由调制波形控制的偏差。要从脉冲宽度更改为脉冲占空比，请按 。

在本例中，您将为具有 5 Hz 正弦波调制波形的 1 kHz 脉冲波形指定一个脉冲宽度和脉冲宽度偏差。

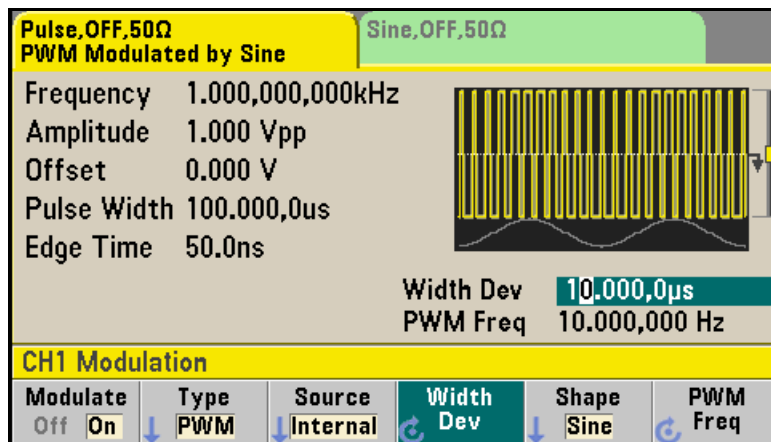
1 选择载波波形参数。

按 ，然后按 **Pulse**（脉冲）。使用 **Frequency**（频率）、**Amplitude**（幅度）、**Offset**（偏移）、**Pulse Width**（脉冲宽度）和 **Edge Times**（边沿时间）软键以配置载波波形。在本例中，选择幅度为 1 V_{pp}、偏移为 0、脉冲宽度为 100 μs 以及边沿时间为 50 ns（前沿和后沿）的 1 kHz 脉冲波形。



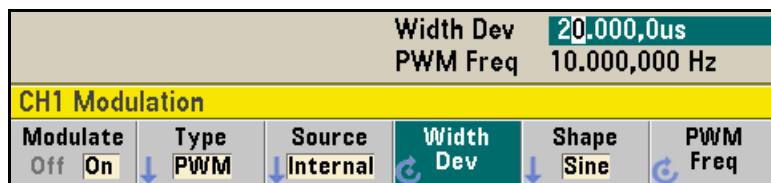
2 选择 PWM。

按 **Modulate** 并选择 **Type**（类型），然后选择 **PWM**。然后按第一个软键（**Modulate**（调制））以打开调制。注意显示屏左上角的状态消息“PWM Modulated by Sine”（使用正弦调制的 PWM）。



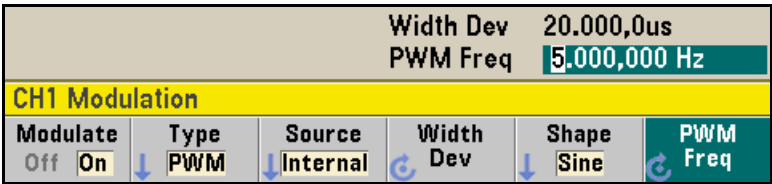
3 设置宽度偏差。

按 **Width Dev**（宽度偏差）软键，并使用数字键盘或旋钮和光标键将此值设置为 20 μs。



4 设置调制频率。

按 **PWM Freq**（PWM 频率）软键，并使用数字键盘或旋钮和光标键将此值设置为 5 Hz。

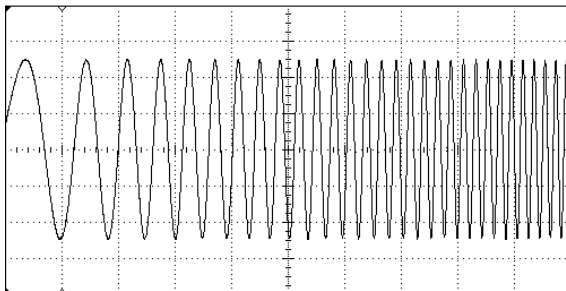


5 选择调制波形形状。

按 **Shape**（形状）软键选择调制波形的形状。在本示例中，请选择正弦波。
此时，波形发生器用指定的调制参数输出一个 PWM 波形（如果已启用输出）。
当然，要真正查看 PWM 波形，您需要将波形输出到示波器中。如果将波形输出到示波器，您将会看到脉冲宽度如何变化（在此情况下，脉冲宽度在 80 到 120 μ s 范围内变化）。在调制频率为 5 Hz 时，就可以清楚地看到偏差。

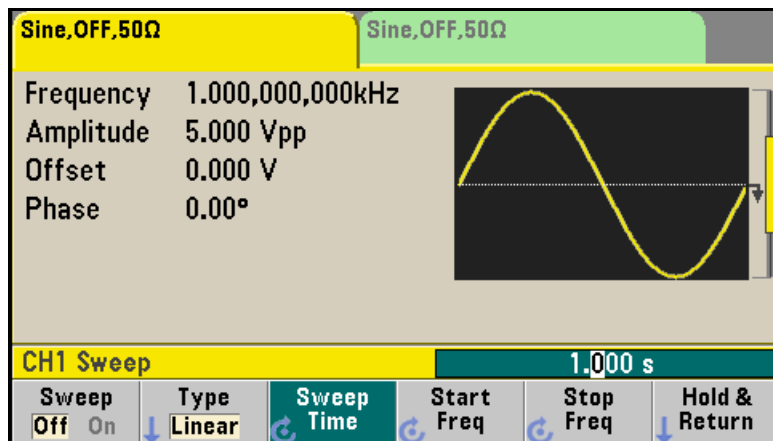
输出频率扫描

在频率扫描模式下，波形发生器将以指定的扫描速率从起始频率移到停止频率。您能够以线性或对数间隔或使用一系列频率由高频向低频扫描，或者由低频向高频扫描。在本例中，将输出一个从 50 Hz 到 5 kHz 的扫描正弦波。



1 选择扫描的函数和幅度。

对于扫描，您可以选择正弦波、方波、锯齿波、脉冲、三角波或 PRBS 波形（不允许任意波形、噪声和 DC）。在本例中，选择一个幅度为 5 V_{pp} 的正弦波。

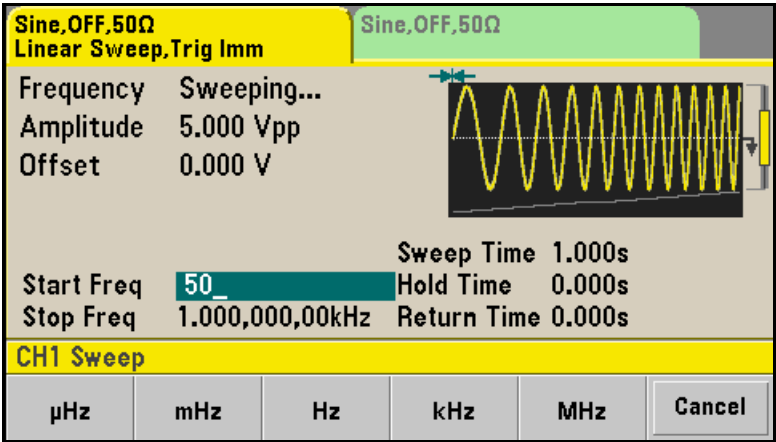


2 选择扫描模式。

按 **Sweep**，然后验证当前是否在第二个软键上选择了线性扫描模式。按 **Sweep**（扫描）软键以打开扫描。注意当前通道的选项卡顶部的“Linear Sweep”（线性扫描）状态消息。**Sweep** 按钮也将点亮。

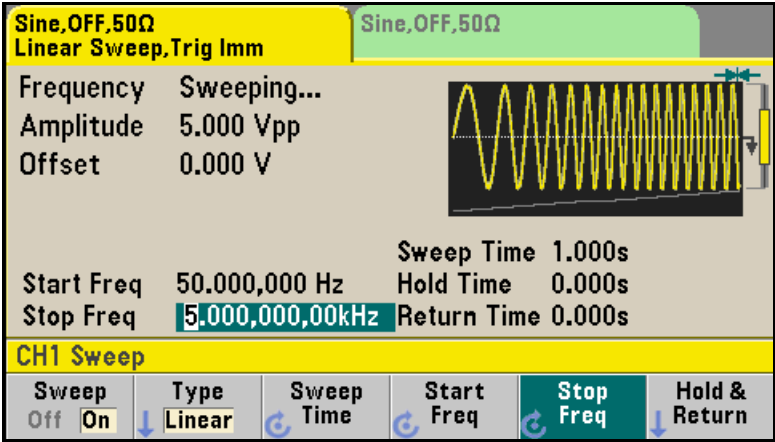
3 设置起始频率。

按 **Start Freq**（起始频率）软键，并使用数字键盘或旋钮和光标键将此值设置为 50 Hz。



4 设置停止频率。

按 **Stop Freq**（停止频率）软键，并使用数字键盘或旋钮和光标键将此值设置为 5 kHz。此时，波形发生器输出一个从 50 Hz 到 5 kHz 的连续扫描（如果已启用输出）。



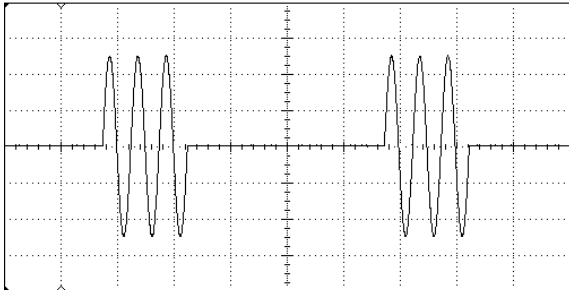
注意：如果需要，可以按 **Units** 按钮，然后按第四个软键以使用 *中心频率* 和 *频率跨距* 来设置扫描的频率边界。这些参数与起始频率和停止频率相类似，可以给您提供更大的灵活性。为达到相同的效果，可将中心频率设置为 2.525 kHz，频率跨距设置为 4.950 kHz。

CH1 Parameter Units					
Frequency	Amp/Offs	Ampl As	Start/Stop		
Period	High/Low	Vpp	Cntr/Span		

要生成频率扫描，请按两次 **Trigger**。第一次按下可将触发设置为手动模式，第二次按下可发送触发。有关详细信息，请参见第 62 页的“触发扫描或猝发”。

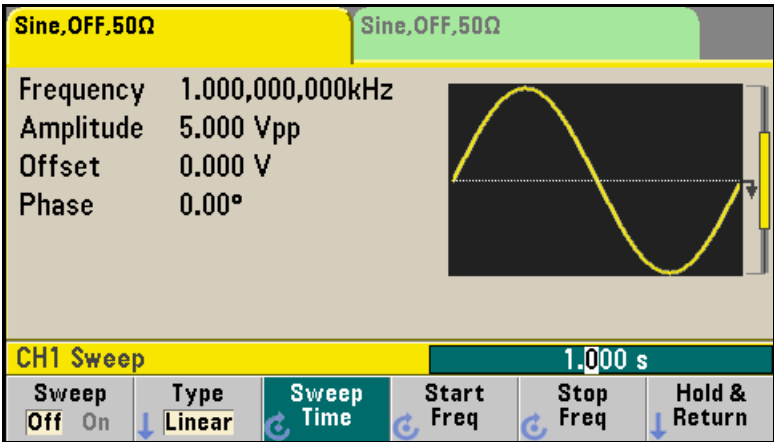
输出猝发波形

您可以使用波形发生器输出具有指定循环数的波形，称为猝发。可以使用内部计时器或后面板 *Ext Trig* 连接器上的信号电平控制猝发之间所用的时间量。在本例中，将输出一个三循环的正弦波，猝发周期为 20 ms。



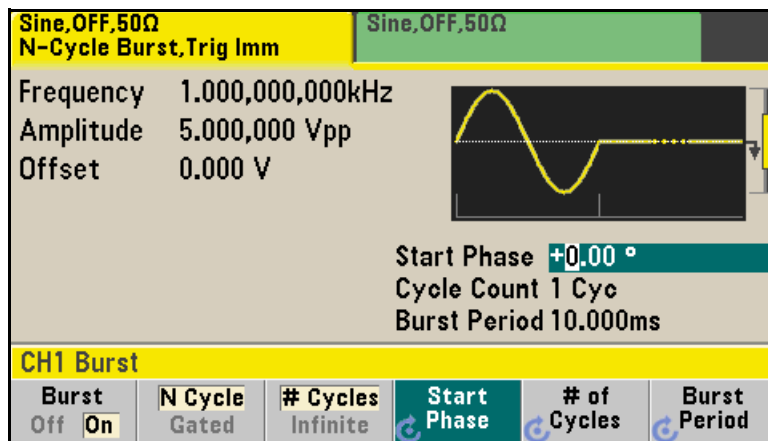
1 选择猝发的函数和幅度。

对于猝发波形，可以选择正弦波、方波、锯齿波、脉冲、任意波形、三角波或 PRBS。仅在“门控”猝发模式下允许噪声，不允许 DC。在本例中，选择一个幅度为 5 Vpp 的正弦波。



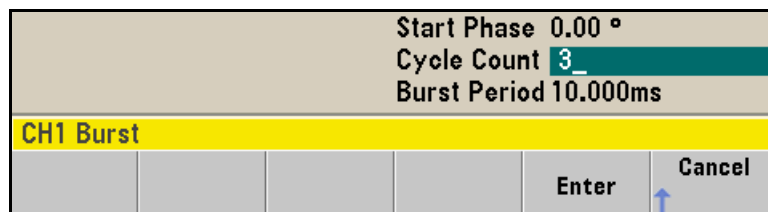
2 选择猝发模式。

按 **Burst**，然后按 **Burst Off / On**（猝发关 / 开）软键。注意在当前通道的选项卡中显示的状态消息“N Cycle Burst, Trig Imm”（N 循环猝发，立即触发）。



3 设置猝发计数。

按 **# of Cycles**（循环数）软键，然后使用数字键盘或旋钮将此计数设置为“3”。如果使用数字键盘，则按 **Enter** 软键以完成数据输入。



4 设置猝发周期。

按 **Burst Period**（猝发周期）软键，然后使用数字键盘或者旋钮和光标键将周期设置为 20 ms。猝发周期可设置从一个猝发开始到下一个猝发开始的时间。

Start Phase 0.00 °
Cycle Count 3 Cyc
Burst Period 20_

CH1 Burst

nSec

µSec

mSec

Seconds

Cancel

此时，波形发生器会在 20 ms 的间隔内输出一个连续三循环猝发。

通过按 **Trigger** 键，您可以生成单个猝发（利用指定的计数）。有关详细信息，请参见第 62 页的“触发扫描或猝发”。

您也可以使用外部门控信号创建门控猝发，当门控信号出现在输入中时，将产生猝发。

触发扫描或猝发

您可以使用四种不同的触发类型之一从前面板对扫描和猝发发出触发。

- *立即* 或 “自动” 触发是默认设置。在这种模式下，当已选定扫描或猝发模式时波形发生器将连续输出。
- *Ext* 或 “外部” 触发通过仪器后面的触发连接器控制触发。
- 每次按  按钮，*手动* 触发就启动一个扫描或输出一个猝发。继续按该键，将再次触发波形发生器。
- *计时器* 将分别在固定的时间发出一次或多次触发。

如果打开扫描或猝发，按  将显示触发菜单。 键点亮（持续发亮或闪烁）表示一个或这两个通道处于可触发模式中，并等待手动触发。如果选定触发菜单，则该键将持续发亮；如果未选定触发菜单，则该键将闪烁。仪器处于远程状态时，将禁用  键。

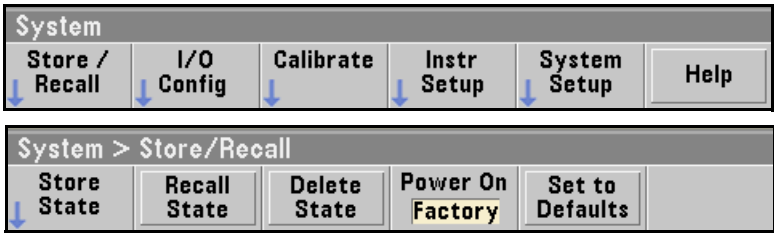
当按钮持续发亮时按  可进行手动触发。当按钮闪烁时，按  将选择触发菜单，再次按下将进行手动触发。

存储仪器状态

可以将仪器状态存储在任意数量的状态文件中，这些文件的扩展名总是为 .sta。此操作的目的是进行备份；也可以将状态保存到 USB 驱动器，然后在其他仪器上重新调用状态，使仪器具有匹配的配置。

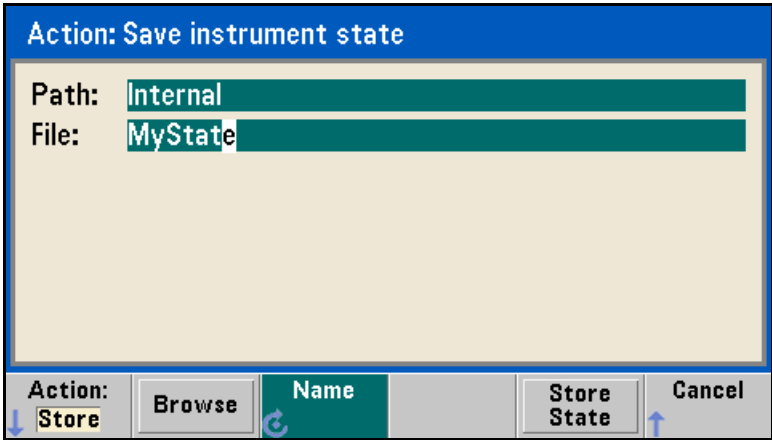
1 选择所需的存储位置。

按 **System**，然后依次按 **Store/Recall**（存储 / 调用）软键和 **Store State**（存储状态）软键。



2 指定所选位置的名称。

按 **Browse**（浏览）软键以选择状态文件的存储目标位置，然后使用旋钮和箭头输入文件名。



- 要添加字符，按右光标键，直到光标移至现有名称的右侧，然后旋转旋钮。

- 要删除字符，请旋转旋钮，直到到达大写字母 A 前面的空白字符。
- 要删除从光标位置开始到行末尾的所有字符，请按 +/- 键。
- 要在名称中使用数字，您可以直接从数字键盘中输入它们。

3 存储仪器状态。

按 **STORE STATE**（存储状态）软键。已存储的状态包含选定的函数、频率、幅度、DC 偏移、占空比、对称性以及所使用的任何调制参数。该仪器 *并不会* 存储在任意波形函数中创建的易失性波形。

4 调用仪器状态（可选）。

如果您以后希望恢复（检索）已存储的状态，可按 ，然后按 **Store/Recall**（存储 / 调用）。然后按 **Recall State**（调用状态），选择要调用的状态并按 **Select**（选择）。

配置远程接口

Agilent 33500 系列通过三种接口来支持远程接口通信: GPIB (可选)、USB 和 LAN (符合 LXI C 类标准)。加电后, 所有三个接口都处于启用状态并可接受编程命令。以下部分介绍了如何从仪器前面板配置远程接口。

注意: 随仪器提供的两张 CD 中包含在远程接口上进行通信的 Agilent 连接软件。有关这些 CD 及其所包含软件的详细信息, 请参见第 188 页的“连接软件和产品 CD”。

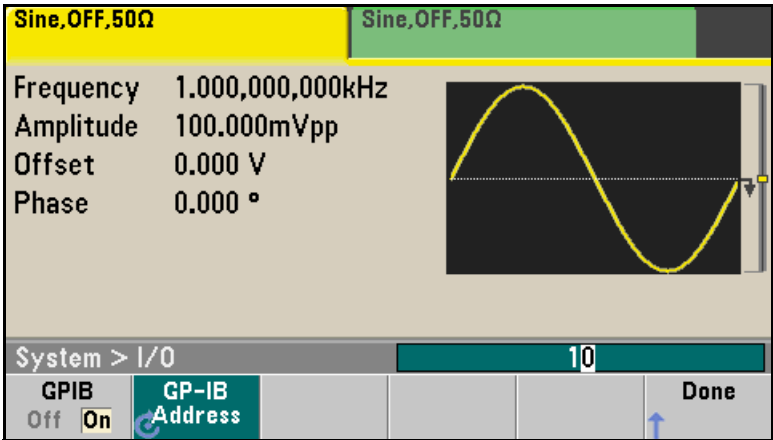
GPIB 配置 (选件 400)

您只需要选择一个 GPIB 地址。

1 选择 “I/O” 菜单。

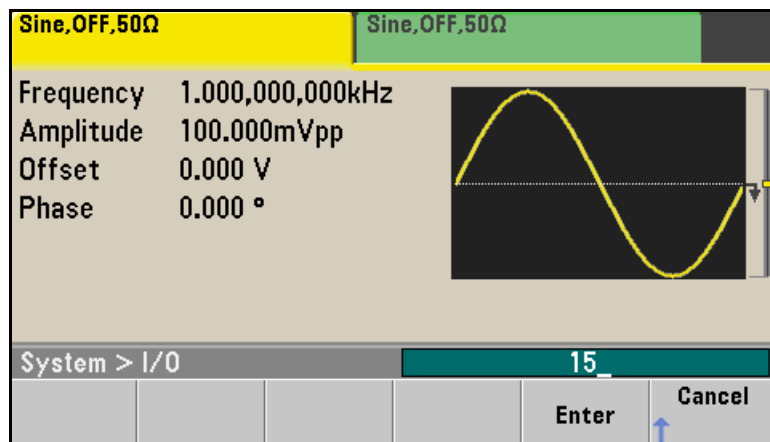
按 **System**, 然后按 **I/O Config** (I/O 配置) 和 **GPIB Settings** (GPIB 设置) 软键。请注意, 可通过按下第一个软键启用或禁用接口。必须关闭仪器电源然后再打开, 这样, 对启用状态进行的更改才会生效。

目前, 我们将保留 GPIB 接口的启用状态。按 **GP-IB Address** (GP-IB 地址) 软键。



2 设置 GPIB 地址。

使用旋钮和光标键或数字键盘在 0 到 30 范围内选择一个 GPIB 地址（出厂默认值为“10”）。如果使用数字键盘，则在完成时按 **Enter**



USB 配置

USB 接口不需要前面板配置参数。只需使用适当的 USB 电缆将 Agilent 33500 系列连接到 PC。接口将自己进行配置。仪器支持 USB 1.1 和 USB 2.0。

要启用或禁用 USB，请按 **System**，然后依次按 **I/O Config**（I/O 配置）、**USB Settings**（USB 设置）和 **USB**。对于 GPIB，必须关闭仪器电源然后再打开，这样，对此接口的启用状态进行的更改才会生效。

LAN 配置

33500 系列符合 LAN eXtensions for Instrumentation (LXI) 标准，这意味着可以很容易地在局域网 (LAN) 上进行设置和配置。通常最好不要将 LXI 仪器连接到公司的企业 LAN，以避免发生 LAN 安全性、IP 地址占用和冲突以及 LAN 带宽占用等问题。

LXI 仪器配置最常见的三种类型是：

- 将 LXI 仪器直接连接到 PC 上的 LAN 端口（可以在工作台环境中进行）。
- 通过集线器或交换机将 LXI 仪器连接到 PC，而该 PC 未连接到企业 LAN。这使仪器成为多设备网络的一部分，而该网络与企业 LAN 和 Internet 隔离。
- 通过路由器将子网上的 LXI 仪器连接到 PC，而该 PC 通过路由器上的 Internet 连接连接到企业 LAN。

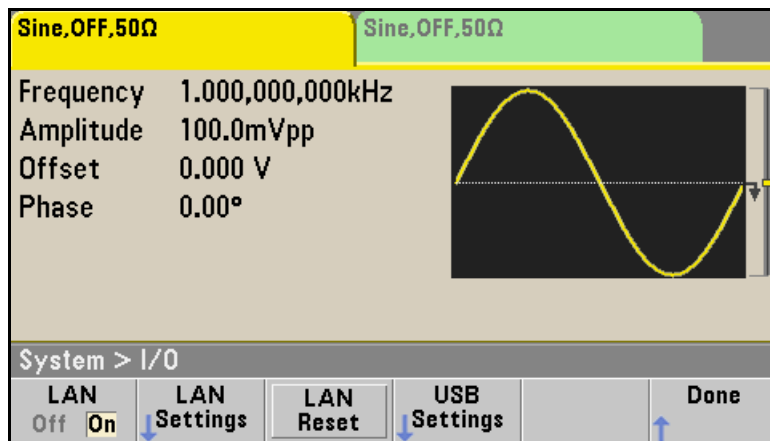
上述前两种配置使用 AutoIP 分配 IP 地址。在第三种情况下配置 LXI 仪器：

1. 使用标准以太网电缆将仪器连接到装有 DHCP 的路由器，然后打开仪器电源。
2. 将仪器重置为其默认 LAN 配置（在新 33500 系列仪器上不需要进行此操作）。
3. 使用 LXI 查找工具（如 Agilent Connection Expert）查找仪器 IP 地址，或依次按下 33500 系列仪器上的 、**I/O Config**（I/O 配置）和 **LAN Settings**（LAN 设置）。
4. 在标准 Web 浏览器的地址栏中输入设备的 IP 地址，使用浏览器访问设备网页。
5. 单击 Web 界面中的 **Turn on Front Panel Identification Indicator**（打开前面板标识指示器）。仪器将通过在仪器的前面板显示屏上显示短语 **LXI Web Identify**（LXI Web 标识）来进行响应。

您可能需要设置几个参数以使用 LAN 接口（如 DNS 服务器）来建立完整的网络通信。要获得建立 LAN 接口通信的帮助，请与网络管理员联系。

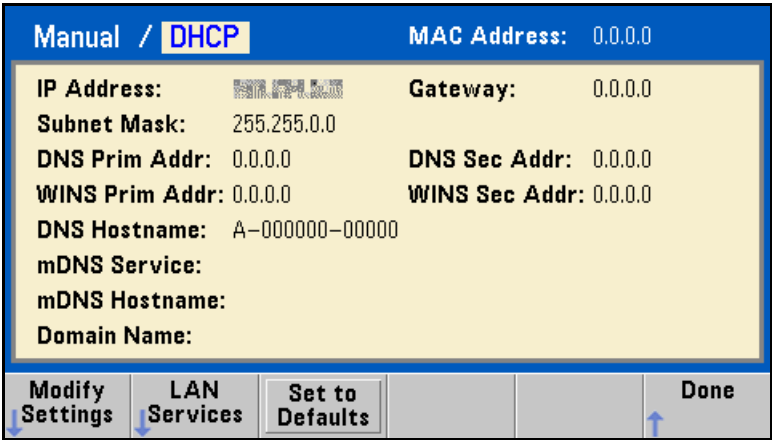
1 选择 “I/O” 菜单。

按 **System**，然后按 **I/O Config**（I/O 配置）软键。请注意，GPIB 未安装在下图所示的仪器中。如果安装了 GPIB，则在 **USB Settings**（USB 设置）和 **Done**（完成）之间有用用于进行 GPIB 配置的软键。



2 选择 LAN Settings （LAN 设置）菜单。

按 LAN Settings （LAN 设置）软键。



您可以选择 **Modify Settings** （修改设置）以更改 LAN 设置，也可以打开和关闭 LAN 服务，或将 LAN 设置恢复为默认值。

3 按 **Modify Settings**（修改设置）。

2

Manual / DHCP		MAC Address: 0.0.0.0	
IP Address: 		Gateway: 0.0.0.0	
Subnet Mask: 255.255.0.0			
DNS Prim Addr: 0.0.0.0		DNS Sec Addr: 0.0.0.0	
WINS Prim Addr: 0.0.0.0		WINS Sec Addr: 0.0.0.0	
DNS Hostname: A-000000-00000			
mDNS Service:			
mDNS Hostname:			
Domain Name:			
Manual	Host Name	Service	Done
DHCP		mDNS	

要访问此屏幕上的大多数项目，必须使用第一个软键从 **DHCP** 切换到 **Manual**（手动）。在 **DHCP** 打开的情况下，在您将仪器与网络进行连接时，IP 地址将由 DHCP（动态主机配置协议）自动设置，前提是已找到 DHCP 服务器，且该服务器能够进行此设置。如果需要，DHCP 还会自动处理子网掩码和网关地址。这通常是为您的仪器建立 LAN 通信的最简单的方法。您所要做的就是保持打开 **DHCP**。有关详细信息，请与 LAN 管理员联系。

4 建立 “IP 设置”。

如果未使用 DHCP（如果按下了第一个软键从 **DHCP** 切换到 **Manual**（手动）），则必须建立 IP 设置，包括 IP 地址以及子网掩码。**IP Address**（IP 地址）和 **Subnet Mask**（子网掩码）按钮在主屏幕上，按 **More**（更多）可获得 **Gateway**（网关）配置功能。

Manual ConfigurationMAC Address: 0.0.0.0

IP Address:254. 5. 21Gateway: 0.0.0.0

Subnet Mask: 255.255.0.0

DNS Prim Addr: 0.0.0.0DNS Sec Addr: 0.0.0.0

WINS Prim Addr: 0.0.0.0WINS Sec Addr: 0.0.0.0

Host Name: A

mDNS Service:

ManualDHCP

Host Name

IP Address

Subnet Mask

Done

More1 of 3

请向您的网络管理员询问要使用的 IP 地址、子网掩码和网关。所有 IP 地址均为点号分隔的形式 “nnn.nnn.nnn.nnn”，其中的每个 “nnn” 是 0 到 255 范围内的字节数值。您可以使用数字键盘（而不是旋钮）输入一个新的 IP 地址。只需用键盘键入数字及句点分隔符。使用向左箭头键作为退格键。不要输入前置 0。有关详细信息，请参见本章结尾处的 “关于 IP 地址和点号的详细信息”。

5 配置 “DNS 设置”（可选）。

DNS（域名服务）是一项将域名转换为 IP 地址的因特网服务。请询问您的网络管理员是否使用 DNS，如果使用，请询问所使用的主机名、域名及 DNS 服务器地址。

- a. 设置 “主机名”。按 **Host Name**（主机名）软键并输入主机名。主机名是域名的主机部分，它被转换成一个 IP 地址。使用旋钮和光标键选择并更改字符，将主机名以字符串输入。主机名中可以包含字母、数字和破折号（“-”）。使用键盘只能输入数字字符。
- b. 设置 “DNS 服务器” 地址。在 LAN 配置屏幕中，按 **More**（更多）以转到第二个屏幕，它包含三个页面。

Manual Configuration				MAC Address: 0.0.0.0	
IP Address:				Gateway: 0.0.0.0	
Subnet Mask:		255.255.0.0			
DNS Prim Addr:		0.0.0.0		DNS Sec Addr: 0.0.0.0	
WINS Prim Addr:		0.0.0.0		WINS Sec Addr: 0.0.0.0	
Host Name:		A			
mDNS Service:					
Gateway	Primary DNS	Second DNS		Done	More
					2 of 3

输入 **Primary DNS and Second DNS**（主 DNS 和备用 DNS）。有关详细信息，请与您的网络管理员联系。

关于 IP 地址和点号的详细信息

在表示 IP 地址等点号分隔地址（“nnn.nnn.nnn.nnn”，其中“nnn”为字节数值）时必须小心。这是因为大多数 PC 上的 Web 软件将使用前置 0 作为八进制数来解释字节数值。因此，“255.255.020.011”实际上等于十进制的“255.255.16.9”而不是“255.255.20.11”，因为“.020”被解释为八进制的“16”，“.011”被解释为“9”。为了避免混乱，最好只使用不带前置 0 的十进制数来表示字节数值（0 至 255）。

Agilent 33500 系列假定所有 IP 地址和其他点号分隔地址均表示为十进制字节值，并且这些字节数值已去掉所有前置 0。因此，如果您尝试在 IP 地址字段中输入“255.255.020.011”，则它会变成“255.255.20.11”（纯粹的十进制表达式）。您应将完全相同的表达式“255.255.20.11”输入到 PC 网络软件中以确定仪器的地址。不要使用“255.255.020.011”——PC 会因前置 0 的存在而对该地址进行不同的解释。

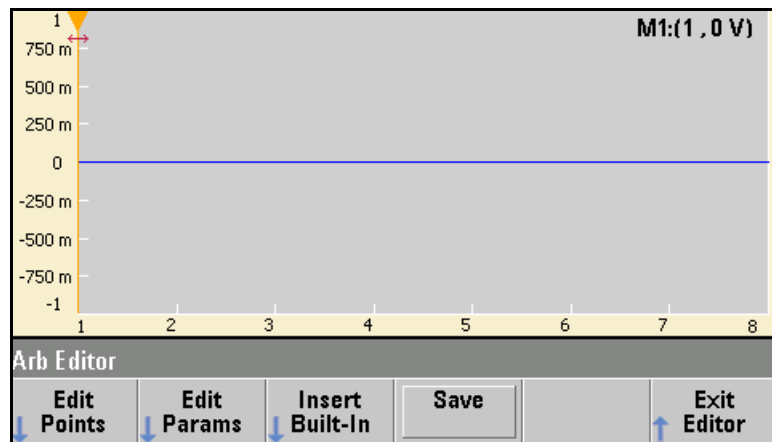
设置任意波形

Agilent 33500 系列包含一个内置波形编辑器，可用于创建和编辑任意波形。通过直接编辑电压值，或使用最多 12 种不同类型的标准波形的任意组合，可以创建这些波形。

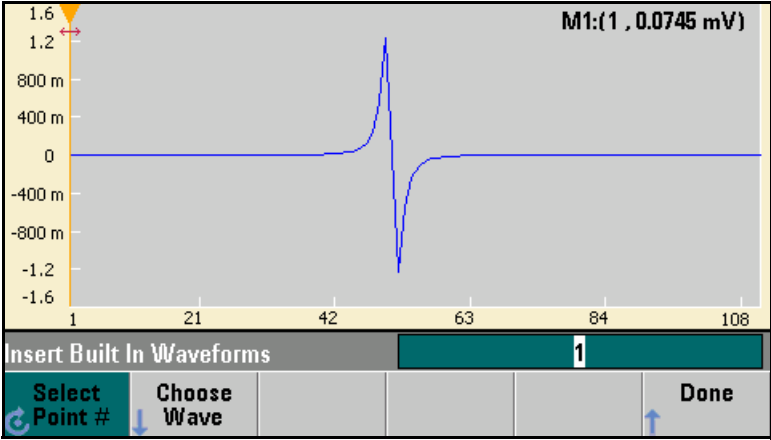
以下教程介绍如何创建和编辑基本波形。

插入内置波形

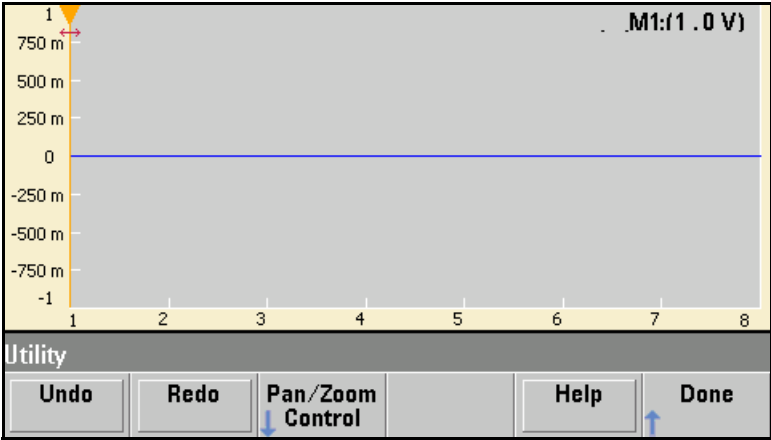
- 1 按  和 **Arb**（任意波形），然后按 **Arbs**（任意波形）可启动内置波形编辑器。按 **Edit New**（编辑新波形），接受默认文件名，然后按 **Start Editor**（启动编辑器）。现在有 8 个点的 0 VDC 波形。



- 2 按 **Insert Built-in**（插入内置波形），然后按 **Choose Wave**（选择波形）。使用旋钮或旋钮下方的箭头选择 **D-Lorentz** 并按 **OK**（确定）。使用键盘和在键盘上开始输入时所显示的 **V** 软键可将 **Amplitude**（幅度）设置为 2 V，然后按 **OK**（确定）。波形现在有 108 个点，因为具有 100 个点的 **D-Lorentz** 波形插在了最初 8 个点的前面。



- 3 假设您要撤消刚刚进行的更改。按 **System**，然后按 **Undo**（撤消）软键。现在您将返回到原始 8 个点的 0 V 波形。



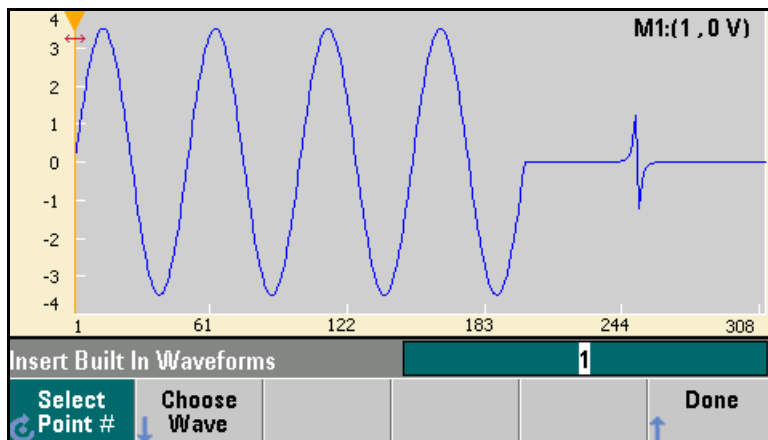
- 4 要将 D-Lorentz 波形还原，请按 **Redo**（重做）。然后按 **Done**（完成）退出。



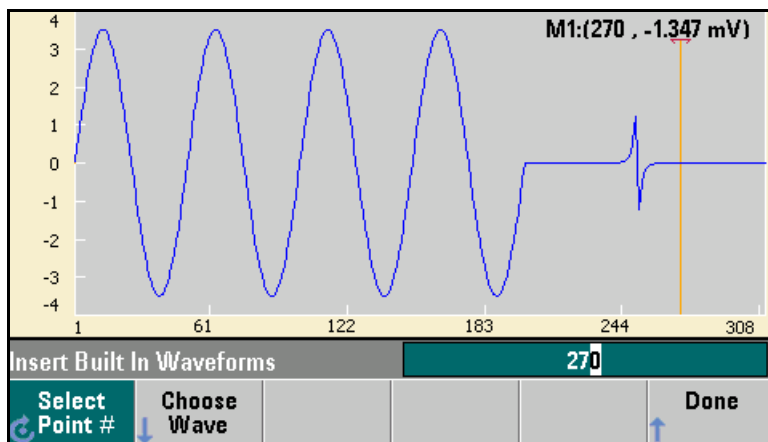
- 5 现在我们将插入正弦波。按 **Choose Wave**（选择波形）开始。确保 **Sine**（正弦）（默认波形）已突出显示，然后按 **OK**（确定）。要获得有关屏幕上各种参数的帮助，请按 **Parameter Help**（参数帮助）。然后按 **Done**（完成）退出帮助屏幕。

The screenshot shows a 'Sine Parameters' configuration screen. It has a table-like structure with parameters and their values: Amplitude (1 V), Offset (0 V), Phase (0°), Cycles (1), and Points (100). To the right of the Points parameter, the text '100µsec at 1MSa/s' is displayed. At the bottom of the screen is a bar with the text 'Insert Built In Waveforms>Sine' and five buttons: 'Parameter Help', an up arrow, a down arrow, 'OK', and 'Cancel'.

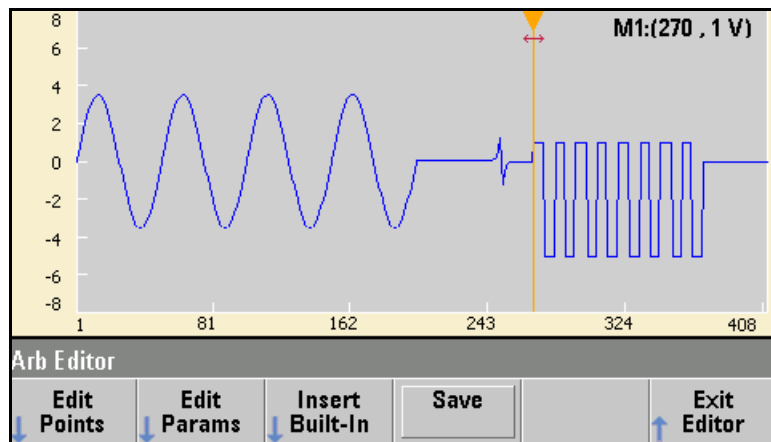
- 6 使用数字键盘和上下箭头软键，将幅度设置为 3.5 V，将循环数设置为 4，将点数设置为 200。保留所有其他设置为默认值，然后按 **OK**（确定）。



- 7 注意第一个软键 **Select Point #**（选择点编号）将突出显示。使用数字键盘输入数字 270，然后按 **Enter**，可将标志放在第 270 个波形点上。

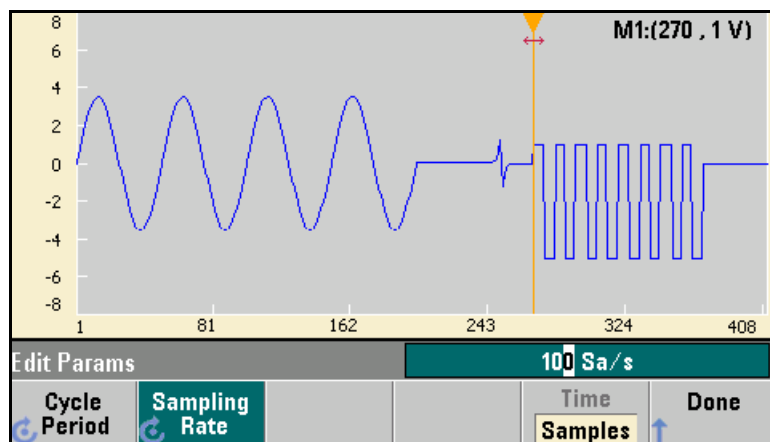


- 8 按 **Choose Wave**（选择波形），选择 **Square**（方波），然后按 **OK**（确定）。将幅度设置为 3 V，偏移设置为 -2 V，循环数设置为 8，以及点数设置为 100。按 **OK**（确定）。注意已插入了 8 个方波循环，从标志处开始。按 **Done**（完成）。

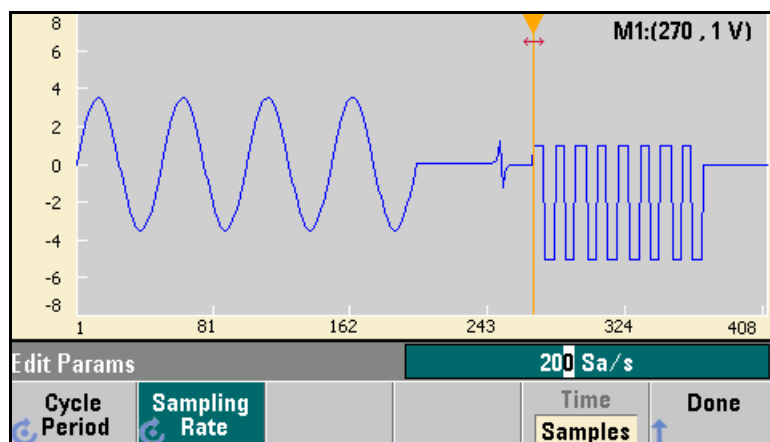


编辑波形特性

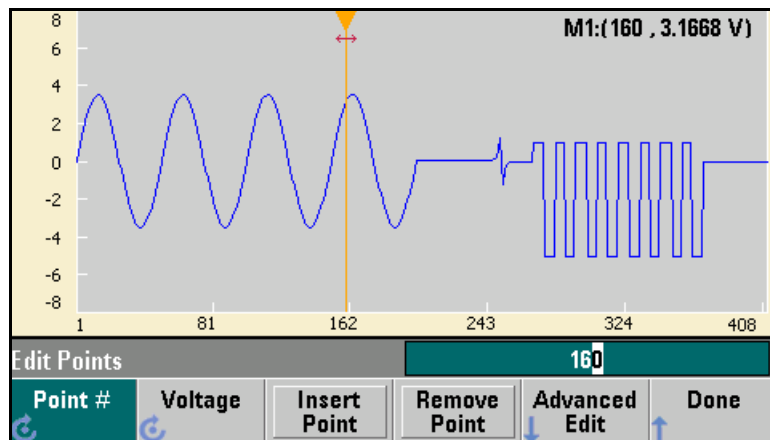
- 1 按 **Edit Params**（编辑参数），然后将 **Sampling Rate**（采样率）设置为 **100 Sa/s**。按 **Cycle Period**（循环周期），注意它已设置为 4.08 秒。这是因为波形中有 408 个采样点，采样率为 100 Sa/s。



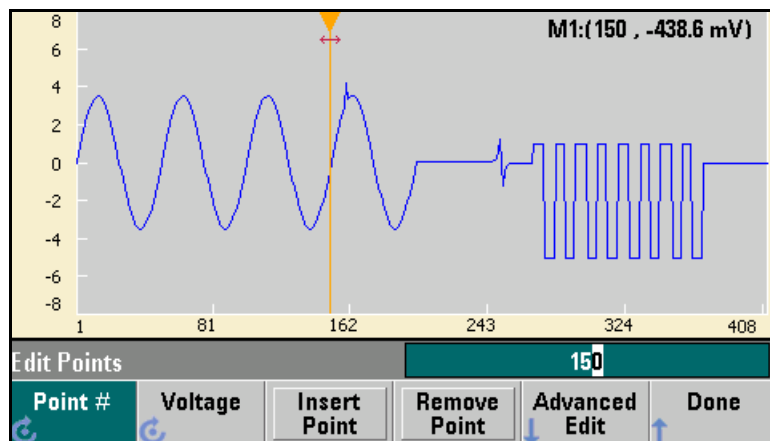
- 2 将 **Cycle Period**（循环周期）设置为 2.04 秒，然后按 **Sampling Rate**（采样率）软键。现在，它将设置为 200 Sa/s，可在 2.04 秒内播放 408 点的波形。



- 3 按 **Done**（完成）以退出参数编辑屏幕。按 **Edit Points**（编辑点数），注意“**Point #**”（点编号）软键已突出显示。输入数字 160 并按 **Enter** 以移动标志。

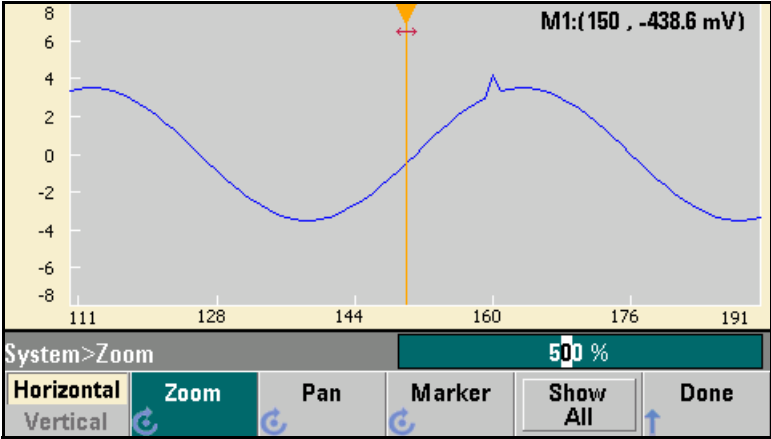


- 4 按 **Voltage**（电压）并将选定点的电压更改为 4.2 V。按 **Point #**（点编号）并将点标志更改为 150，将标志从点移开。按 **Enter** 完成输入点 150 后，您将看到刚在点 160 处创建的波形中有异常的 4.2 V。

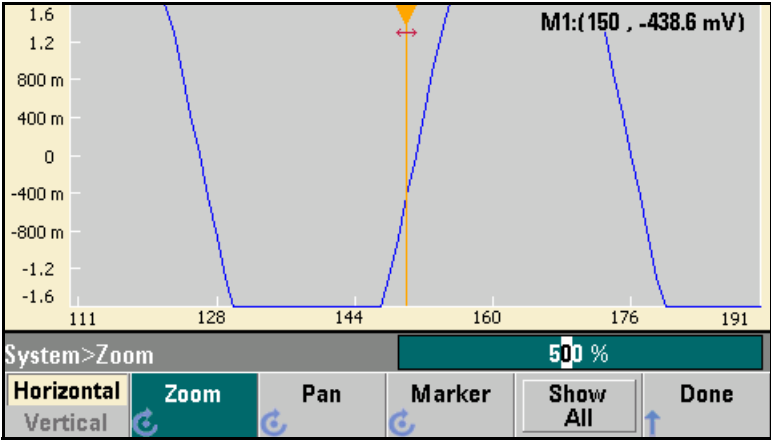


缩放和平移

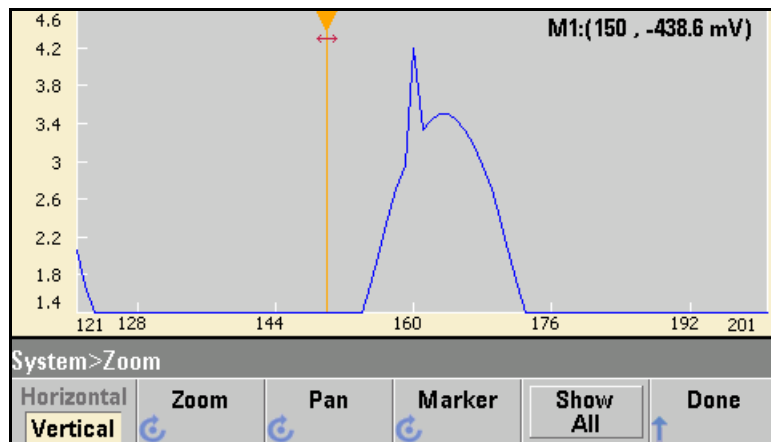
- 1 要查看点的细节，请按 **System**，然后按 **Pan/Zoom Control**（平移 / 缩放控制）。注意第一个软键设置为 **Horizontal**（水平），这表示将沿着水平（时间）轴进行缩放。将 **Zoom**（缩放）更改为 **500%**，正弦波的异常特性将更明显。



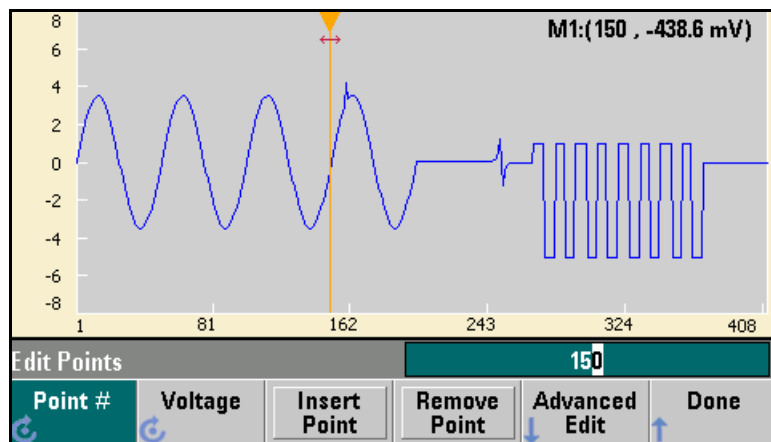
- 2 现在将第一个软键设置为 **Vertical**（垂直）以垂直缩放。将 **Zoom**（缩放）设置为 **500%**。注意，我们已沿电压轴进行了放大，但正弦波中的异常 4.2 V 太低而无法看到。



- 3 按 **Pan**（平移）并将 **Pan**（平移）设置为 3 V，可在波形上移高一些。现在可以很清楚地看到 4.2 V 点了。

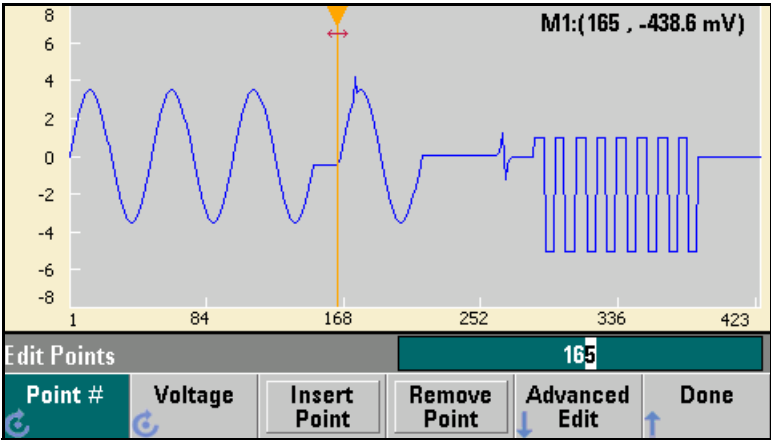


- 4 要再次查看整个波形，请按 **Show All**（全部显示）。然后按 **Done**（完成），再次按 **Done**（完成）以返回到 **Edit Points**（编辑点）屏幕。

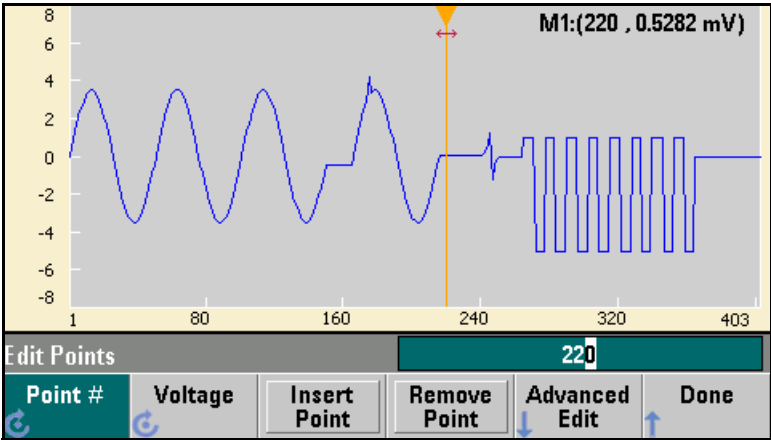


插入、删除、复制和粘贴点

- 1 按 **Insert Point**（插入点）15 次并仔细观察显示屏。您将看到在相同的电压电
平上有 15 个新波形点。



- 2 将 **Point #**（点编号）更改为 220，然后按 **Remove Point**（删除点）20 次，
仔细观察显示屏，以查看从波形删除的点。

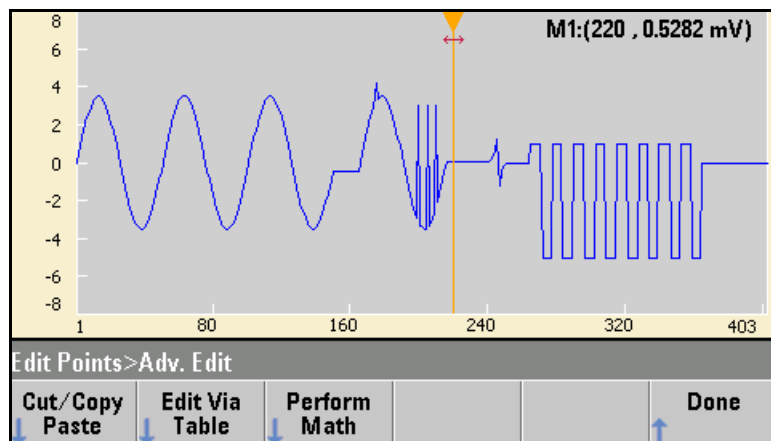


- 3 还可以通过使用电压表来编辑点数。按 **Advanced Edit**（高级编辑），然后按 **Edit Via Table**（通过表编辑）。将 **Point #**（点编号）设置为 200，然后将点 200 的 **Voltage**（电压）设置为 3 V。使用旋钮在行之间移动，将点 205 和 210 的 **Voltage**（电压）设置为 3 V。按 **Done**（完成）。

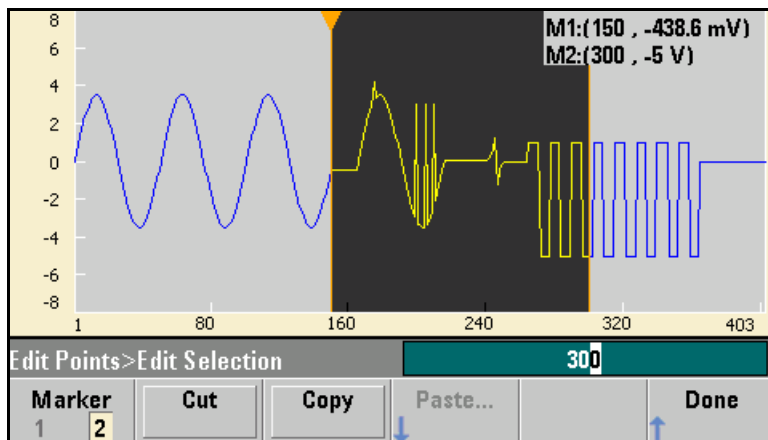
Point No. (Max 403)	Voltage Value (Volts)
203	-3.49309
204	-3.49309
205	3.00000
206	-3.32870
207	-3.16690
208	-2.95515
209	-2.69680
210	3.00000

Edit Points>Table		210	
Point #	Voltage	Insert Point	Remove Point
			Done

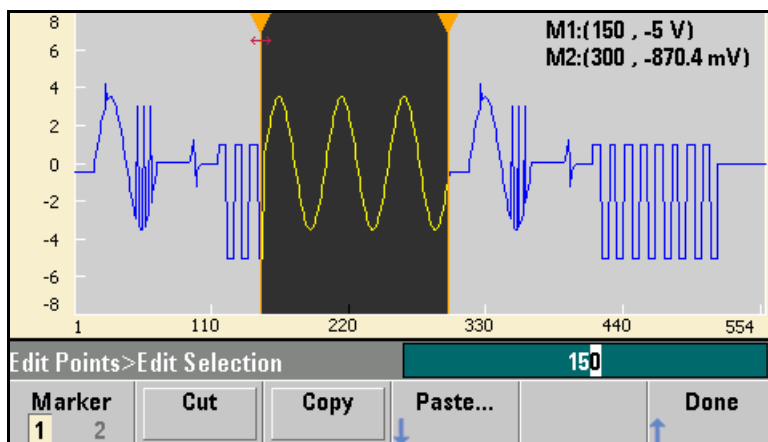
- 4 注意，在点 200、205 和 210 处的波形中出现三个 3 V 尖峰。



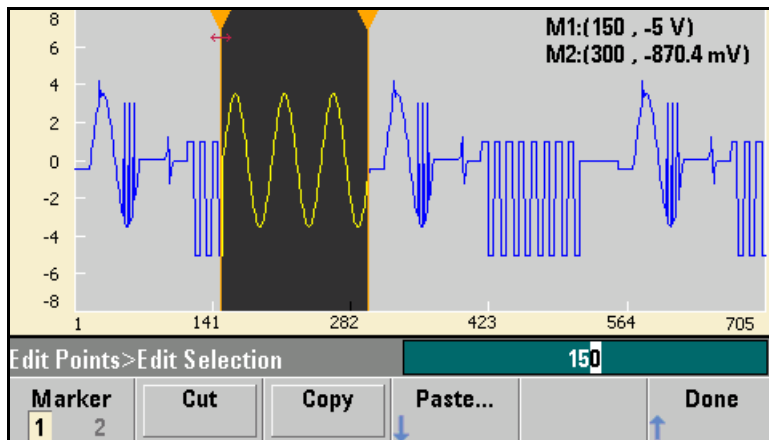
- 5 按 **Cut/Copy Paste** (剪切 / 复制粘贴)，将 **Marker 1** (标志 1) 设置为 150。然后按第一个软键，将 **Marker** (标志) 更改为 **Marker 2** (标志 2)。将 **Marker 2** (标志 2) 设置为 300。由这些标志定义的范围现在以黑色突出显示。



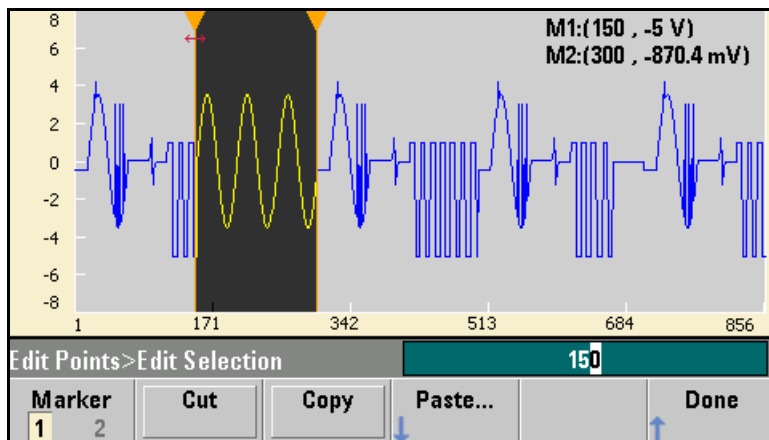
- 6 按 **Copy** (复制)，然后按 **Paste** (粘贴) 和 **At Start** (开始处)。注意，您复制的部分现在在波形开始处是重复的。



- 7 现在按 **Paste**（粘贴）和 **At End**（末尾处）。相同部分的波形现在也显示在末尾。



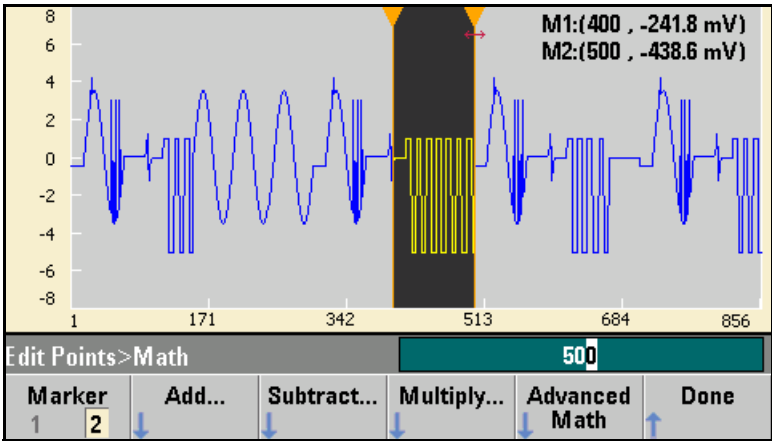
- 8 现在按 **Paste**（粘贴）并将 **Point #**（点编号）更改为 500。然后按 **OK**（确定），相同部分的波形将粘贴在点 500 处。按 **Done**（完成）退出 **Cut/Copy Paste**（剪切 / 复制粘贴）菜单。



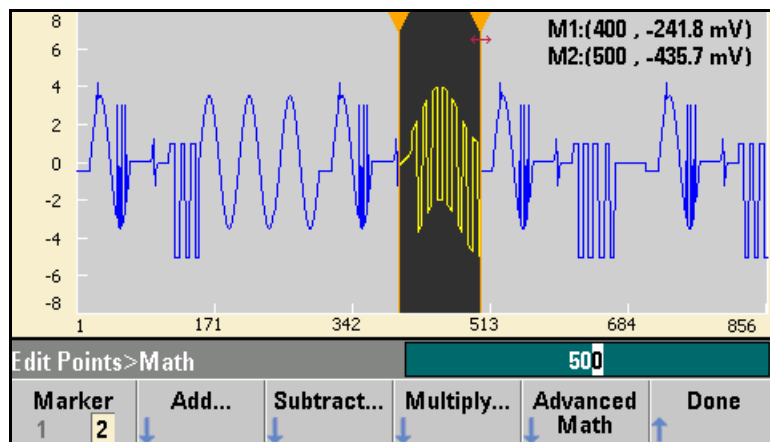
执行数学运算

使用内置波形编辑器可以在波形上执行数学运算。首先，设置标志以定义要修改的波形的范围。然后可以将该部分的波形与另一个波形相加、相减或相乘，也可按不涉及其他波形的方式转换波形。

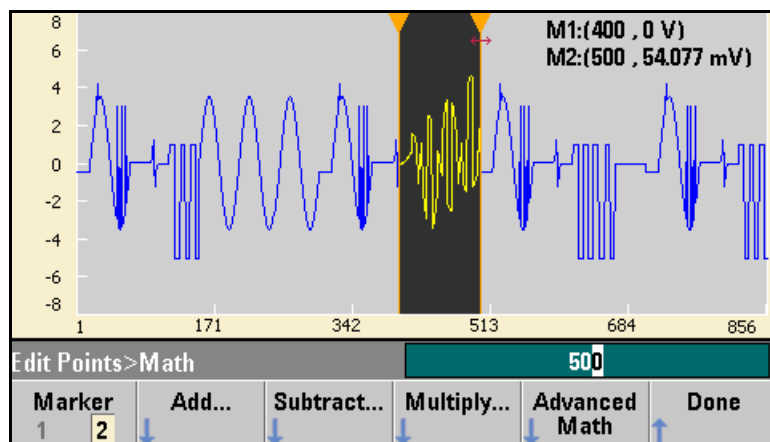
- 1 按 **Perform Math**（执行数学运算）。将 **Marker 1**（标志 1）设置为 400，将 **Marker 2**（标志 2）设置为 500。



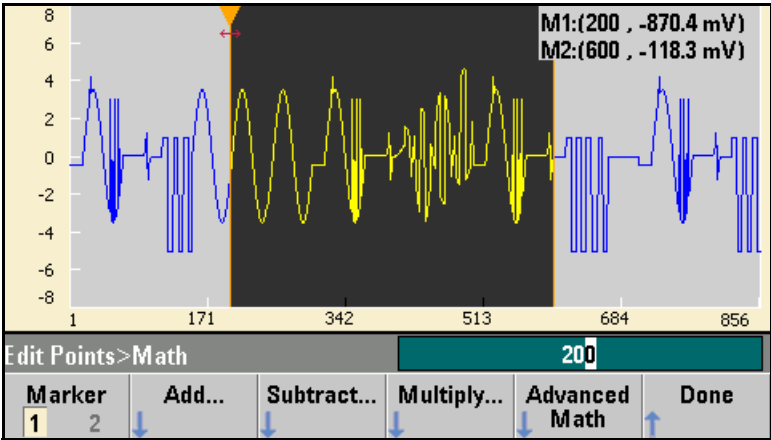
- 2 按 **Add** (加), 然后选择 **Haversine** (半正矢) 和 **OK** (确定)。将 **Amplitude** (幅度) 设置为 3V, 将 **Offset** (偏移) 设置为 0 V, 然后按 **OK** (确定)。注意, 由于进行了半正矢加法, 突出显示的部分现在上升到中间。



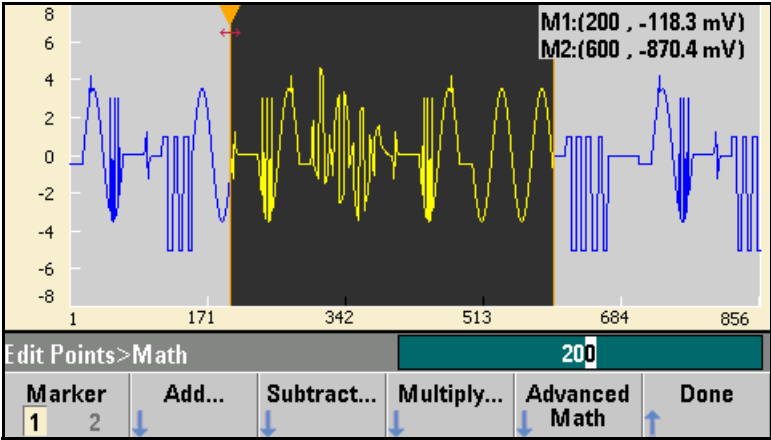
- 3 现在按 **Multiply** (乘) 并选择 **Sine** (正弦) 波 (按 **OK** (确定))。将 **Cycles** (循环数) 设置为 2, 然后按 **OK** (确定)。



4 现在将 **Marker 1**（标志 1）设置为 200，将 **Marker 2**（标志 2）设置为 600。



5 按 **Advanced Math**（高级数学运算），选择 **Mirror**（镜像），然后选择 **OK**（确定）



6 试用其他 **Advanced Math**（高级数学运算）功能，如 **Invert**（反转）、**Absolute**（取绝对值）、**Scale**（缩放）等，可以继续了解界面的功能。按 **Operation Help**（操作帮助）可获得有关这些功能的详细信息。

特性和功能

特性和功能

通过学习本章内容，您将会轻松地对波形发生器特性有一个全面了解。它的内容包括前面板和远程接口操作。您可以先阅读第 2 章“前面板菜单操作”。有关对用于对波形发生器进行编程的 SCPI 命令语法的详细讨论，请参见第 4 章“远程接口参考”。本章分为下列几节：

- 输出配置，（第 94 页）
- 脉冲波形，（第 112 页）
- 幅度调制 (AM)，（第 116 页）
- 频率调制 (FM)，（第 121 页）
- 相位调制 (PM)，（第 127 页）
- 频移键控 (FSK) 调制，（第 133 页）
- 脉冲宽度调制 (PWM)，（第 137 页）
- 频率扫描，（第 146 页）
- 猝发模式，（第 155 页）
- 触发，（第 164 页）
- 双通道操作（仅限 33522A），（第 170 页）
- 系统相关操作，（第 177 页）
- 远程接口配置，（第 188 页）
- 校准概述，（第 200 页）
- 出厂默认设置，（第 225 页）

在本手册中随处可见“默认”状态和值。假如您没有启用断电调用模式，则这些默认值为加电时的默认状态（请参见第 177 页的“仪器状态存储”）。

在本手册中，对于远程接口编程的 SCPI 命令语法采用以下约定：

- 方括号 ([]) 中的内容为可选的关键字或参数。
- 花括号 ({ }) 中的内容为命令字符串中的参数。
- 尖括号 (< >) 中的内容为必须替换为另一个值的参数。
- 垂直线 (|) 可分隔多个参数选项。

输出配置

本部分包含有助于您对波形发生器进行配置以输出波形的内容。您可能不需要更改此处讨论的某些参数，但是这些参数能够为您提供更大的灵活性。

多通道操作：

对于具有双通道的波形发生器，大多数命令的前面是 **SCPI SOURce1:** 或 **SOURce2:**（缩写为 **SOUR1:** 或 **SOUR2:**）以明确将命令指向特定通道。如果未使用 **SOURceN** 关键字，默认仪器行为是将命令指向通道 1。

例如，命令 **VOLT 2.5** 将通道 1 上的输出电压设置为 2.5 伏。命令 **SOUR2:VOLT 1.414** 将通道 2 上的输出电压设置为 1.414 伏。

输出函数

波形发生器可输出 8 种标准波形：正弦波、方波、锯齿波、脉冲、三角波、高斯噪声、**PRBS**（伪随机二进制序列）和 **DC**。您也可以选择 9 种内置任意波形中的一种，或者创建自己的自定义波形。

33500 系列包括一个内置波形编辑器。您可以使用此编辑器生成逐点任意波形，以便创建更大更复杂的波形。

下表显示调制、扫描和猝发模式允许使用的输出函数。每个“●”表示有效组合。如果要更改为一个调制、扫描或猝发不允许使用的函数，则将关闭该调制或模式。

载波	AM	FM	PM	FSK	BPSK	PWM	总和	猝发	扫描
正弦波和方波	●	●	●	●	●		●	●	●
脉冲	●	●	●	●	●	●	●	●	●
三角波和锯齿波	●	●	●	●	●		●	●	●
高斯噪声	●						●	● ^(a)	
PRBS	●	●	●				●	●	
单个任意波形	●		● ^(b)		● ^(b)		●	●	
序列化的任意波形	●						●		

(a) 仅限门控猝发
(b) 适用于采样时钟而不是整个波形

- *函数限制*：如果更改为其最大频率小于当前函数的最大频率的函数，则将频率调整为新函数的最大值。例如，如果当前正在输出一个 30 MHz 的正弦波，然后要更改为锯齿波函数，则波形发生器会自动将输出频率调整为 200 kHz（锯齿波频率的上限）。
- *幅度限制*：如果要更改为其最大幅度小于当前函数最大幅度的函数，则将幅度自动调整为新函数的最大值。由于不同输出函数的波峰因数不同，在输出单位是 *Vrms* 或 *dBm* 时，可能会出现这种情况。

例如，如果输出一个 5 *Vrms* 的方波（接入 50 欧姆），然后改为正弦波函数，则该波形发生器会自动将输出幅度调整为 3.536 *Vrms*（以 *Vrms* 表示的正弦波上限）。

- 不能将幅度和偏移设置为超过仪器的功能范围。不论最后设置哪一个，在这种情况下都将修改为保持在仪器限值范围内。

- 通过指定波形幅度的电压上限值和下限值，可以保护被测设备 (DUT)。
- 前面板操作:* 要选择一个函数，请按 **Waveforms**。按 **Channel** (33521A) 或 **1** 或 **2** (33522A)，然后将 **Output** (输出) 软键设置为 **ON** (开) 以输出当前选定的波形。要查看其他波形选择，请按 **Waveforms** 以查看列表的第一页，然后按 **More** (更多) 软键查看列表的其余内容。



例如，要从前面板指定 DC 信号，请依次按 **Waveforms**、**More** (更多) 和 **DC**。使用旋钮或键盘输入 **Offset** (偏移)，如果使用键盘，则按 **mV** 或 **V** 完成值的输入。然后按 **Channel** 或 **1** 或 **2**，并确保 **Output** (输出) 软键为 **ON** (开)。

- 远程接口操作:*

```
FUNCTION
{SINusoid|SQUare|RAMP|PULSe|NOISe|DC|PRBS|ARB}
```

您也可以使用 **APPLY** 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

输出频率

如下所示，输出频率范围取决于当前选定的函数。*所有函数的默认频率均为 1kHz。*

函数	最低频率	最高频率
正弦波	1 μ Hz	30 MHz
方波	1 μ Hz	30 MHz
锯齿波 / 三角波	1 μ Hz	200 kHz
脉冲	1 μ Hz	30 MHz
PRBS	1 μ bps	50 Mbps
任意波形	1 μ Sa/s	250 MSa/s

- *函数限制*：如果更改为其最大频率小于当前函数的最大频率的函数，则将频率调整为新函数的最大值。例如，如果当前正在输出一个 20 MHz 的正弦波，然后要更改为锯齿波函数，则波形发生器会自动将输出频率调整为 200 kHz（锯齿波和三角波频率的上限）。
- *猝发限制*：对于内部触发的猝发，最小频率为 126 μ Hz。
- *占空比限制*：对于方波和脉冲，占空比受 16-ns 最小脉冲宽度技术参数限制。例如，当频率为 1 kHz 时，占空比可调整到 0.01% 的低值，因为这可能产生 100 ns 的脉冲宽度。但是，在 1 MHz 时，最小占空比是 1.6%，在 10 MHz 时为 16%。在 30 MHz 时，占空比只能从 48% 调整为 52%。

如果改为不能产生当前占空比的频率，该占空比将自动调整以符合最小脉冲宽度技术参数要求。

- **前面板操作:** 要设置输出频率, 请按 **Parameters** 按钮, 然后按选定函数的 **Frequency** (频率) 软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需频率。要改为设置波形周期, 请按 **Units**, 然后按 **Frequency** (频率) 软键以将设置切换为 **Period** (周期)。
- **远程接口操作:**

```
[SOURCE[1|2]:]FREQUENCY {<频率>|MINimum|MAXimum}
```

您也可以使用 APPLY 命令, 用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

输出幅度

对于所有函数, 默认幅度都是 100 mVpp (接入 50 欧姆)。

- **偏移电压限制:** 以下显示输出幅度和偏移电压之间的关系。Vmax 是已选定输出终端的最大峰值电压 (对于 50Ω 负载为 ±5 伏, 对于高阻抗负载为 ±10 伏)。

$$V_{pp} \leq 2(V_{max} - |V_{offset}|)$$

- **输出终端限制:** 如果更改输出终端设置, 将调整所显示的输出幅度以反映新设置, 但输出信号的实际幅度不会改变。例如, 如果将幅度设置为 10 Vpp, 然后将输出终端从 50 欧姆改为 “高阻抗”, 则波形发生器前面板上显示的幅度将增加一倍, 为 20 Vpp。如果从 “高阻抗” 改为 50 欧姆, 则显示的幅度将下降一半。有关详细信息, 请参见第 103 页的 “输出终端”。
- **选择单位的限制:** 在某些情况中, 幅度限制是由所选定的输出单位决定的。由于不同输出函数的波峰因数不同, 在单位是 Vrms 或 dBm 时, 可能会出现这种情况。例如, 如果输出一个 5 Vrms 的方波 (接入以 50 欧姆), 然后改为正弦波函数, 则该波形发生器会自动将输出幅度调整为 3.536 Vrms (以 Vrms 表示的正弦波上限)。

- 您可以按 **Vpp**、**Vrms** 或 **dBm** 单位设置输出幅度。有关详细信息，请参见第 102 页的“输出单位”。
- 如果输出终端当前设置为“高阻抗”，则无法以 **dBm** 为单位指定输出幅度。该单位将被自动转换为 **Vpp**。有关详细信息，请参见第 102 页的“输出单位”。
- **任意波形限制**：对于任意波形，如果波形数据点没有覆盖输出 DAC（数模转换器）的满程范围，则最大幅度将是受限制的。例如，内置的“Sinc”波形不能使用 ± 1 间的所有值，因此其最大幅度为 **6.087 Vpp**（接入 50 欧姆）。
- 在更改幅度时，您可能会注意到由于切换输出衰减器，在某个特定电压处输出波形中会出现瞬时破坏。要防止输出中出现这种破坏，可以按第 107 页所述禁用电压自动调整量程功能。
- 还可以通过指定高电平和低电平来设置幅度和偏移。例如，如果将高电平设置为 +2 伏，低电平设置为 -3 伏，则结果产生的幅度为 **5 Vpp**（偏移电压为 -500 mV）。
- 对于 DC 信号，输出电平实际上是由偏移电压的设置所决定的。可以将 DC 电平设置为 -5 V 和 +5 V 之间的任何值（以 50 Ω 负载或 -10 至 +10 VDC（使用高阻抗负载））。有关详细信息，请参见以下页面中的“DC 偏移电压”。
- 要从前面板指定 DC 信号，请依次按 **Waveforms**、**More**（更多）和 **DC**。使用旋钮或键盘输入 **Offset**（偏移），如果使用键盘，则按 **mV** 或 **V** 完成值的输入。然后按 **Channel** 或 **1** 或 **2**，并确保 **Output**（输出）软键为 **ON**（开）。
- **前面板操作**：要设置输出幅度，请按 **Parameters**，然后按选定函数的 **Amplitude**（幅度）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的幅度。要使用高电平和低电平设置幅度，请按 **Units**，然后按 **Amp/Offs**（幅度 / 偏移）软键将其切换到 **High/Low**（高 / 低）。

- 远程接口操作：

```
VOLTage {<幅度>|MINimum|MAXimum}
```

或者，通过使用以下命令指定高电平和低电平来设置幅度。

```
VOLTage:HIGH {<电压>|MINimum|MAXimum}  
VOLTage:LOW {<电压>|MINimum|MAXimum}
```

您也可以使用 APPLY 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

DC 偏移电压

对于所有函数默认偏移都为 0 V。

- **幅度限制：**偏移电压和输出幅度之间的关系显示如下。峰值输出电压（DC 加上 AC）不能超过仪器额定输出（接入 50 Ω 负载时为 ± 5 V，或接入高阻抗负载端接时为 ± 10 V）。
- **V_{max}** 是已选定输出终端的峰值电压（50 Ω 的负载时为 ± 5 V，高阻抗负载时为 ± 10 V）。

$$|V_{\text{offset}}| < V_{\text{max}} - V_{\text{pp}}/2$$

如果指定的偏移电压无效，则波形发生器会将其自动调整为指定幅度所允许的最大 DC 电压。

- **输出终端限制：**偏移限制是由当前输出终端设置所决定的。例如，如果将偏移设置为 100 mVDC，然后将输出终端从 50 欧姆改为高阻抗，则波形发生器前面板上显示的偏移电压将增加一倍，为 200 mVDC（并且不会产生错误）。如果从高阻抗改为 50 欧姆，则显示的幅度将下降一半。有关详细信息，请参见第 103 页的“输出终端”。

- **任意波形限制**: 对于任意波形, 如果波形数据点没有覆盖输出 DAC (数模转换器) 的满程范围, 则最大偏移和幅度将是受限制的。
- 您还可以通过指定高电平和低电平来设置偏移。例如, 如果将高电平设置为 +2 伏, 将低电平设置为 -3 伏, 所产生的幅度为 5 V_{pp} (偏移电压为 -500 mV)。
- 对于 DC 伏函数, 可以通过设置偏移电压来控制输出电平。您也可以将 DC 电平设置为 ± 5 VDC 之间的任何值 (接入 50 欧姆), 或者 ± 10 VDC 之间的任何值 (开路)。

前面板操作: 要从前面板选择 DC 信号, 请依次按 、**More** (更多) 和 **DC**。使用旋钮或键盘输入 **Offset** (偏移), 如果使用键盘, 则按 **mV** 或 **V** 完成值的输入。然后按  或  或 , 并确保 **Output** (输出) 软键为 **ON** (开)。

- **远程接口操作**:

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage:OFFSet
{<偏移>|MINimum|MAXimum}
```

或者, 通过使用以下命令指定高电平和低电平来设置偏移。

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH
{<电压>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW
{<电压>|MINimum|MAXimum}
```

您也可以使用 **APPLY** 命令, 用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

输出单位

仅适用于输出幅度。加电时，输出幅度的单位是伏特（峰峰值）。

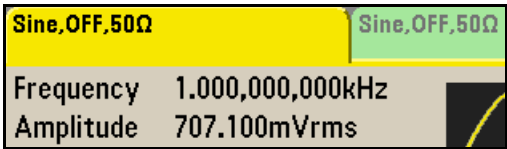
- 输出单位：Vpp（默认）、Vrms 或 dBm。
- 单位设置存储在易失性存储器中。当电源关闭时，或者在某个远程接口重置之后（如果加电状态设置为“出厂”），则单位将设置为“Vpp”。
- 对于前面板和远程接口操作，波形发生器都使用当前的单位选项。例如，如果从远程接口中选择“VRMS”，则在前面板上显示的单位也是“VRMS”。
- 如果输出终端当前设置为“高阻抗”，则无法将幅度的输出单位设置为 dBm。这是因为计算 dBm 时需要一个有限的负载阻抗。在这种情况下，单位将自动转换为 Vpp。
- 前面板操作：使用数字键盘输入所需的幅度，然后按相应的软键选择单位。您也可以从前面板中进行单位的转换。例如，要将 2 Vpp 转换为以 Vrms 为单位的等效值，请按 ，按 **Ampl As**（幅度作为）软键，然后按 **Vrms** 软键。对于正弦波，转换的值为 707.1 mVrms。
- 远程接口操作：

```
VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}
```

输出终端

仅适用于输出幅度和偏移电压。33500 系列有一个 50 欧姆的固定串联输出阻抗，与前面板通道连接器连接。如果实际负载阻抗与指定的值不同，则显示的幅度和偏移电平将不会反映负载的实际电压。

- 输出终端：1 Ω 至 10 k Ω ，或无限。默认值为 50 M Ω 。每个通道顶部的选项卡都是显示此设置的值。



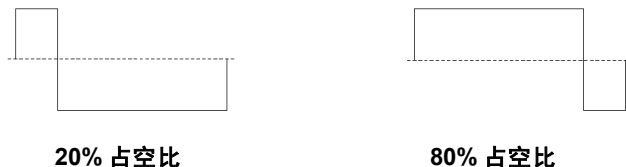
- 如果指定 50 欧姆终端，但实际端接到开路，则实际输出是所指定值的两倍。例如，如果将 DC 偏移设置为 100 mVDC（并指定 50 Ω 负载），但将输出端接到开路，则实际偏移将为 200 mVDC。
- 如果更改输出终端设置，则将自动调整显示的输出幅度和偏移电平（不会产生错误）。例如，如果将幅度设置为 10 V_{pp}，然后将输出终端从 50 欧姆改为高阻抗，则波形发生器前面板上显示的幅度将增加一倍，为 20 V_{pp}。如果从“高阻抗”改为 50 欧姆，则显示的幅度和偏移将下降一半。这将更改所显示的值，而不是所生成的输出电压。
- 如果输出终端当前设置为高阻抗，则无法以 dBm 为单位指定输出幅度。该单位将被自动转换为 V_{pp}。
- 如果启用了电压限值，则不能更改输出终端，因为仪器无法知道电压限值适用于哪个输出终端设置。要更改输出终端，应禁用电压限值，设置新终端值，调整电压限值，然后重新启用电压限值。

- *前面板操作*: 按 **Channel** 或 **1** 或 **2**, 然后选择 **Output Load** (输出负载) 软键。然后按 **Set To 50 Ω** (设置为 50 Ω)、**Set To High Z** (设置为高 Z) 或 **Load** (负载)。如果选择 **Load** (负载), 请使用旋钮或数字键盘选择阻抗。
- *远程接口操作*:

OUTPut[1|2]:LOAD {<欧姆>|INFinity|MINimum|MAXimum}

占空比（方波）

方波的占空比表示每个循环中方波处于高电平的时间量（假设波形不是反向的）。



（有关脉冲波形的占空比的信息，请参见第 112 页的脉冲波形。）

- 占空比：在低频率时为 0.01% 至 99.99%，在较高输出频率时范围将减小。
- 占空比存储在 易失性 存储器中；默认值是 50%。
- 在从方波改为其他函数时，切记占空比设置。占空比设置不适用于用作 AM、FM、PM 或 PWM 的 调制 波形的方波波形。50% 的占空比总是用于调制方波波形。占空比设置只适用于方波波形 载波。
- 前面板操作：选择方波函数之后，按 **Duty Cycle**（占空比）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的占空比。如果使用数字键盘，则按 **Percent**（百分比）以完成输入。
- 远程接口操作：

```
FUNCTION:SQUare:DCYCle {<百分比>|MINimum|MAXimum}
```

APPLY 命令可自动将占空比设置为 50%。

对称性（锯齿波）

仅适用于锯齿波。对称性表示每个循环中锯齿波为上升的时间量（假设波形不是反向的）。



- 对称性存储在 *易失性* 存储器中；默认值是 100%。
- 在从锯齿波改为其他波形时，切记对称性设置。在返回锯齿波形时，将使用上次的对称性值。
- 如果选择锯齿波形作为 AM、FM、PM 或 PWM 的 *调制* 波形，则对称性设置 *不适用*。
- *前面板操作*：选择锯齿波函数之后，按 **Symmetry**（对称性）软键。然后按 **100%**、**50%** 或 **0%** 软键或按 **Symmetry**（对称性），并使用旋钮或数字键盘输入所需的对称性。如果使用数字键盘，则按 **Percent**（百分比）以完成输入。
- *远程接口操作*：

```
FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<百分比>|MINimum|MAXimum}
```

APPLY 命令可自动将对称性设置为 100%。

电压自动调整量程

默认情况下将启用自动调整量程，并且，波形发生器将为衰减器自动选择最佳设置。如果禁用自动调整量程，波形发生器将使用当前衰减器设置，不切换衰减器继电器。

- 您可以禁用自动调整量程以消除由改变幅度时衰减器的切换所引起的瞬间中断。然而，关闭自动调整量程会产生一些负面影响：
 - 在将幅度降低到小于在自动调整量程开启时会发生的量程改变量时，幅度和偏移准确度及分辨率（以及波形保真度）会受到不利影响。
 - 您可能无法达到在自动调整量程开启时可以实现的最小幅度。
 - 某些仪器技术参数不能在自动调整量程关闭的情况下使用。
- 前面板操作：按 **Channel** 或 **1** 或 **2**，然后再次按 **Range**（量程）软键可在 **Auto**（自动）和 **Hold**（保持）选项之间切换。
- 远程接口操作：

```
VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON|ONCE}
```

APPLY 命令将覆盖电压自动调整量程设置并自动启用自动调整量程。

输出控制

您可以禁用或启用前面板通道输出连接器。在默认情况下，输出在加电时被禁用以保护其他设备。在启用通道输出连接器时，对应的 **Channel** 或 **1** 或 **2** 键将点亮。

- 前面板操作：依次按 **Channel** 或 **1** 或 **2**、**Output On/Off**（输出开 / 关）以启用输出。
- 如果外部电路将过高的外部电压施加于前面板通道输出连接器，仪器将生成错误消息并禁用输出。要重新启用输出，请从连接器删除过载状态，依次按 **Channel** 或 **1** 或 **2**、**Output On/Off**（输出开 / 关）以启用输出。

- 远程接口操作：

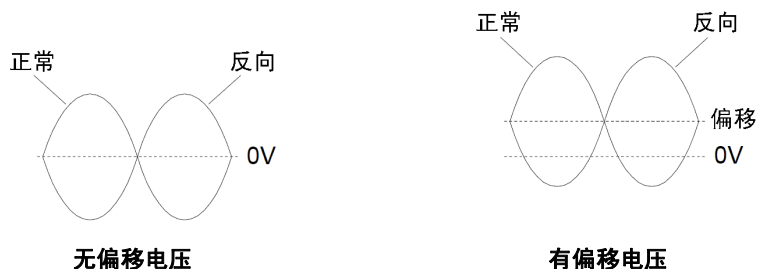
```
OUTPut[1|2] {OFF|ON}
```

APPLY 命令将覆盖当前设置，并自动启用通道输出连接器。

波形极性

在*正常*模式下（默认值），在循环的第一部分期间波形为正向。在*反向*模式下，在循环的第一部分期间波形负向。

- 如下例所示，*相对于*偏移电压，波形是反向的。当波形反向后，将不会更改任何偏移电压



- 当波形反向时，与波形相关的同步信号将不会反向。
- 前面板操作：按 **Channel** 或 **1** 或 **2**，然后按 **Polarity**（极性）可在 **Normal**（正常）和 **Inverted**（反向）选项之间切换。
- 远程接口操作：

```
OUTPut[1|2]:POLarity {NORMal|INVerted}
```

同步输出信号

在前面板的 *Sync* 连接器上提供同步输出。所有标准输出功能（DC 和噪声除外）都有关联的同步信号：对于您可能不想输出同步信号的应用，可以禁用 *Sync* 连接器。可以从双通道仪器的任一输出通道获得同步信号。

- 默认情况下，可从通道 1 获得同步信号。
- 默认情况下，同步信号将发送到 *Sync* 连接器（已启用）。
- 在禁用同步信号时，*Sync* 连接器上的输出电平是逻辑“低”电平。
- 当波形反向时（请参见上一页的“波形极性”），与波形相关的同步信号将不会反向。
- 扫描模式使用的标志的设置（请参见第 151 页）将覆盖同步信号设置。因此，在启用标志（同时启用扫描模式）时，将忽略同步信号设置。
- 对于正弦波、脉冲、锯齿波、方波和三角波形，同步信号是占空比为 50% 的方波波形。同步信号在循环的前半部分为“高”，在后半部分为“低”。当同步信号的负载阻抗超过 1 k Ω 时，其电压电平与 TTL 兼容。
- 对于任意波形，同步信号是上升沿在 ARB 波形开始处，下降沿在选择作为“标志”的点编号处的标志脉冲。在输出第一个下载的波形点时，同步信号为 TTL “高”电平。可使用 MARKer:POINt 命令覆盖默认行为，该命令指定任意波形中的某个特定点，同步信号将在该点处跃迁为“低”电平。

- 对于内部调制的 *AM*、*FM*、*PM* 和 *PWM*，同步信号一般以调制波形（不是载波）为参考，并且是占空比为 50% 的方波。在第一个半个调制波形期间，同步信号为 TTL “高” 电平。可通过使用以下命令设置同步信号以跟随载波波形：

```
OUTPut:SYNC:MODE {CARRier|NORMal|MARKer}
```

在使用内部调制进行调制时。

- 对于外部调制的 *AM*、*FM*、*PM* 和 *PWM*，同步信号以载波波形（不是调制波形）为参考，并且是占空比为 50% 的方波。
- 可使用 SCPI 命令反转同步信号的极性：

```
OUTPut:SYNC:POLarity {INVerted|NORMal}
```

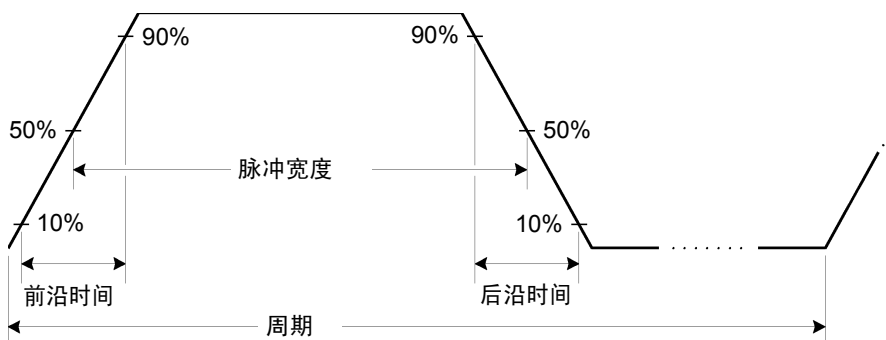
- 对于 *FSK*，同步信号以“跳跃”频率为参考。同步信号在跃迁到“跳跃”频率时为 TTL “高” 电平。
- 对于标志关闭的频率扫描，扫描过程中的同步信号是占空比为 50% 的方波。在扫描开始时，同步信号为 TTL “高” 电平，在扫描中点变为“低” 电平。同步信号与扫描同步，但不等于扫描时间，因为其计时中还包括了重新接通时间。
- 对于标志打开的频率扫描，在扫描开始时同步信号为 TTL “高” 电平，在标志频率处变为“低” 电平。可以使用 `OUTPut[1|2]:SYNC:MODE MARKer` 命令更改此行为。
- 可以覆盖正常同步行为以强制同步始终与载波波形保持一致。执行此操作的命令为 `OUTPut[1|2]:SYNC:MODE CARRier`；有关详细信息，请参见《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》。

- 对于*触发猝发*，在猝发开始时，同步信号是 **TTL** “高” 电平。在指定循环数结束处，同步信号是 **TTL** “低” 电平（如果波形具有一个相关的起始相位，则可能不是零交叉点）。对于*无限计数猝发*，同步信号与连续波形的同步信号相同。
- 对于*外部门控猝发*，同步信号与外部门控信号保持一致。然而，该信号直到最后一个循环结束才会变为 **TTL** “低” 电平（如果该波形具有一个相关的起始相位，则可能不是零交叉点）。
- *前面板操作*：按 **Trigger**，然后再次按 **Sync**（同步）软键可在 **Off**（关）和 **On**（开）之间切换。还可以按 **Sync Setup**（同步设置）以配置同步。
- *远程接口操作*：

```
OUTPut:SYNC {OFF|ON}  
OUTPUT[1|2]:SYNC:MODE {CARRier|NORMal|MARKer}  
OUTPUT[1|2]:SYNC:POLARITY {NORMAl|INVerted}  
OUTPUT:SYNC:SOURCE {CH1|CH2}
```

脉冲波形

如下所示，脉冲或方波由周期、脉冲宽度、上升沿和下降沿组成。



周期

- 周期：33.3 ns 至 1,000,000 s。默认值是 1 ms。周期是频率的倒数。
- 波形发生器将调整脉冲宽度和边沿时间，以满足指定周期的要求。
- 前面板操作：选择脉冲函数之后，按 **Units**，然后按 **Frequency/Period**（频率 / 周期）软键以切换到 **Period**（周期）。然后按 **Parameters**，然后选择 **Period**（周期）。使用旋钮或数字键盘输入所需的脉冲周期。
- 远程接口操作：

```
[SOURCE[1|2]:]FUNCTION:PULSe:PERiod  
{<秒>|MINimum|MAXimum}
```

脉冲宽度

脉冲宽度代表从脉冲的上升沿的 50% 阈值到下一个下降沿的 50% 阈值之间的时间。

- 脉冲宽度: 16 ns 至 1,000,000 s (参见下面的限制)。默认脉冲宽度是 100 μs。
- 指定的脉冲宽度也必须小于周期与最小脉冲宽度之差，如下所示。

$$\text{脉冲宽度} \leq \text{周期} - 16 \text{ ns}$$

- 波形发生器将根据需要自动调整脉冲宽度以满足指定周期。
- *前面板操作*: 选择脉冲函数之后，按 **Pulse Width**（脉冲宽度）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的脉冲宽度。
- *远程接口操作*:

```
FUNCTION:PULSe:WIDTh {<秒>|MINimum|MAXimum}
```

脉冲占空比

脉冲占空比定义为：

$$\text{占空比} = 100 \text{ (脉冲宽度)} / \text{周期}$$

其中的脉冲宽度代表从脉冲的上升沿的 50% 阈值到下一个下降沿的 50% 阈值之间的时间。

- 脉冲占空比：0.01% 至 99.99%（参见下面的限制）。默认值为 10%。
- 指定的脉冲占空比必须符合由 *最小脉冲宽度 (Wmin)* 决定的以下限制。波形发生器将根据需要调整占空比以满足指定周期。

$$\text{占空比} \geq 100 \text{ (16 ns)} / \text{周期}$$

和

$$\text{占空比} \leq 100 \text{ (1 - (16 ns / 周期))}$$

- 指定的脉冲占空比必须符合由 *边沿时间* 决定的以下限制。波形发生器将根据需要调整占空比以满足指定周期。
- 要达到边沿 > 8.4 ns，脉冲宽度必须至少为 20 ns。边沿越长，最小脉冲宽度就越大。因此，较长的边沿比较短的边沿对占空比的限制更多。
- *前面板操作*：选择脉冲函数之后，按 **Units**，将 **Width/Duty Cyc**（宽度 / 占空比）软键切换为 **Duty Cyc**（占空比）软键。然后按 **Parameters**，按 **Duty Cycle**（占空比），并使用旋钮或数字键盘输入所需的占空比。
- *远程接口操作*：

FUNCTION:PULSe:DCYCLE {<百分比>|MINimum|MAXimum}

边沿时间

边沿时间可单独或同时设置脉冲前沿和后沿的跃迁时间。对于每个跃迁（前沿或后沿），边沿时间表示从 10% 阈值处到 90% 阈值处之间的时间。

- 边沿时间：8.4 ns 至 1 μ s（参见下面的限制）。默认边沿时间为 10 ns。
- 指定的边沿时间必须在下面所示的指定脉冲宽度内。波形发生器将根据需要调整边沿时间，以满足指定脉冲宽度的要求。
- 前面板操作：选择脉冲函数之后，按 **Edge Times**（边沿时间）软键。然后使用 **Lead Edge**（前沿）和 **Trail Edge**（后沿）软键，并使用旋钮或数字键盘输入所需的边沿时间。
- 远程接口操作：

```
FUNCTION:PULSe:TRANSition:LEADing  
{<秒>|MINimum|MAXimum}
```

```
FUNCTION:PULSe:TRANSition:TRAILing  
{<秒>|MINimum|MAXimum}
```

```
FUNCTION:PULSe:TRANSition[:BOTH]  
{<秒>|MINimum|MAXimum}
```

幅度调制 (AM)

已调制的波形由 *载波波形* 和 *调制波形* 组成。在 AM 中，载波的幅度将随着调制波形的瞬时电平而改变。波形发生器将接受内部或外部调制源。33500 系列提供两种类型的 AM。DSFC（双边带载波完整载波，该类型通常用于 AM 无线电广播）和 DSSC（双边带抑制载波）。

有关幅度调制基本原理的详细信息，请参见第 5 章“教程”。

选择 AM 调制

- 33500 系列只允许在一个通道上一次启用一个调制模式。例如，不能同时启用 AM 和 FM。在启用 AM 时，将关闭前一个调制模式。双通道 33522A 可通过添加两个通道的已调制波形来将其组合在一起（有关详细信息，请参见《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》中的 COMBine 命令）。每个通道上的调制都独立于其他通道上的调制。有关详细信息，请参见《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》中的 PHASe:SYNChronize 命令。
- 波形发生器不允许在启用扫描或猝发的同时启用 AM。在启用 AM 时，将关闭扫描或猝发模式。
- *前面板操作*：必须在设置任何其他调制参数之前选择 AM。按 **Modulate**，然后使用 **Type**（类型）软键选择 **AM**。使用载波频率、调制频率、输出幅度和偏移电压的当前设置输出 AM 波形。
- *远程接口操作*：要避免多个波形变化，请在设置其他调制参数之后启用 AM。

```
AM:STATe {OFF|ON}
```

载波波形形状

- AM 载波形状：正弦波（默认）、方波、脉冲、锯齿波、三角波、噪声、PRBS 或任意波形。您 *不能* 使用 DC 作为载波波形。
- *前面板操作*：选择  下的任何波形（**DC** 除外）。对于任意波形，按 **Arb**（任意波形）和 **Arbs**（任意波形），然后选择 **Select Arb**（选择任意波形）软键以选择活动波形。
- *远程接口操作*：

```
FUNCTION
{SINusoid|SQUare|PULSe|RAMP|ARB|NOISe|PRBS}
```

您也可以使用 **APPLY** 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

载波频率

最大载波频率取决于显示在下面的所选函数。*所有函数的默认值均为 1 kHz。*也可以使用 **FUNCTION:ARbitrary:SRATe** 命令设置任意波形“频率”。

函数	最低频率	最高频率
正弦波	1 μ Hz	30 MHz
方波	1 μ Hz	30 MHz
锯齿波	1 μ Hz	200 kHz
脉冲	1 μ Hz	30 MHz
PRBS	1 mBPS	50 mBPS
噪声带宽	1 mHz	30 MHz
任意波	1 μ Sa/sec	250 MSa/sec

- *前面板操作*：要设置载波频率，请按  按钮，然后按 **Frequency**（频率）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需频率。
- *远程接口操作*：

```
[SOURCE[1|2]:]FREQuency {<频率>|MINimum|MAXimum}
```

您也可以使用 **APPLY** 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

调制波形形状

波形发生器将接受用于 AM 的内部或外部调制源。

- 调制波形形状 (*内部源*): 正弦波 (默认)、方波、向上锯齿波、向下锯齿波、三角波、噪声、PRBS 或任意波形。
 - 方波的占空比为 50% 
 - 向上锯齿波具有 100% 对称性 
 - 三角波具有 50% 对称性 
 - 向下锯齿波具有 0% 对称性 
 - 噪声 - 白高斯噪声
 - PRBS - 伪随机位序列 (多项式 PN7)
 - Arb - 任意波形
- *前面板操作*: 启用 AM 之后, 按 **Shape** (形状) 软键。
- *远程接口操作*:

```
AM:INTernal:FUNCTion
    {SINusoid|SQUare|PULSe|RAMP|NRAMP|TRIangle|
      NOISe|PRBS|ARB}
```

调制波形频率

波形发生器将接受用于 AM 的内部或外部调制源。

- 调制频率 (*内部源*): 随信号类型而异, 从 1 μ Hz 至 30 MHz。默认值为 100 Hz。
- 调制频率 (*外部源*): 0 至 100 kHz
- *前面板操作*: 启用 AM 调制之后, 按 **More** (更多) 和 **AM Freq** (AM 频率) 软键。

- 远程接口操作：

```
[SOURce[1|2]]:AM:INTernal:FREQuency
{<频率>|MINimum|MAXimum}
```

调制深度

调制深度以百分比表示，它表示幅度变化的程度。在 0% 深度时，输出幅度在载波幅度设置的一半处是恒定的。在 100% 深度时，输出幅度随着调制波形而变化，从载波幅度设置的 0% 至 100%。

- 调制深度：0% 至 120%。默认值为 100%。
- 即使大于 100% 的深度，波形发生器输出也不会超过 $\pm 5\text{ V}$ 的峰值（接入 $50\ \Omega$ 负载）。要达到超过 100% 的调制深度，可降低输出载波幅度。
- 前面板操作：启用 AM 之后，按 **AM Depth**（AM 深度）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入深度。
- 远程接口操作：

```
AM:DEPTh {<以百分比表示的深度>|MINimum|MAXimum}
```

双边带抑制载波 AM

33500 系列支持两种类型的幅度调制，“正常”和双边带抑制载波 (DSSC)。要在正常 AM 和 DSSC 之间切换，请使用以下命令：

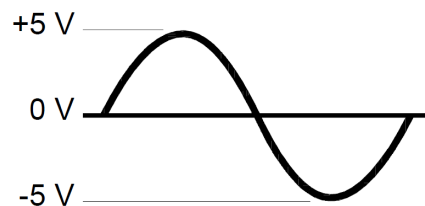
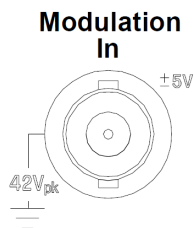
```
[SOURce[1|2]]:AM:DSSC {ON|OFF}。
```

在 DSSC 中，只有在调制信号的幅度大于零时才会显示载波。

调制源

波形发生器将接受用于 AM 的内部或外部调制源。

- 调制源：内部（默认）、其他通道或外部。
- 如果选择外部源，则将使用一个外部波形调制载波波形。调制深度由后面板 *Modulation In* 连接器上显示的 $\pm 5\text{ V}$ 信号电平控制。例如，如果已将调制深度设置为 100%，则在调制信号为 +5 伏时，输出为最大幅度。当调制信号为 -5 伏时，输出为最小幅度。外部调制输入在 100 kHz 时带宽为 -3 dB。



- 前面板操作：启用 AM 之后，按 **Source**（源）软键。
- 远程接口操作：

```
AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
```

频率调制 (FM)

已调制的波形由**载波波形**和**调制波形**组成。在 FM 中，载波的频率将随着调制波形的瞬时电压而改变。

有关频率调制基本原理的详细信息，请参见第 5 章“教程”。

选择 FM 调制

- 波形发生器只允许一次启用一个调制模式。在启用 FM 时，将关闭前一个调制模式。
- 波形发生器不允许在启用扫描或猝发的同时启用 FM。在启用 FM 时，将关闭扫描或猝发模式。
- **前面板操作**：必须在设置任何其他调制参数之前选择 FM。按 **Modulate**，然后使用 **Type**（类型）软键选择 FM。使用载波频率、调制频率、输出幅度和偏移电压的当前设置输出 FM 波形。
- **远程接口操作**：要避免多个波形变化，请在设置其他调制参数之后启用 FM。

```
FM:STATe {OFF|ON}
```

载波波形形状

- FM 载波形状：正弦波（默认）、方波、脉冲、三角波、PRBS、向上锯齿波、向下锯齿波或噪声。您不能使用任意波形或 DC 作为载波波形。
- 前面板操作：按  并选择除 **Noise**（噪声）、**Arb**（任意波）或 **DC** 以外的任何波形。
- 远程接口操作：

```
FUNCTION  
{SINusoid|SQUare|RAMP|PULSe|PRBS|NOISe|ARB}
```

您也可以使用 APPLY 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

载波频率

最大载波频率取决于显示在下面的所选函数。*所有函数的默认值均为 1 kHz。*

函数	最低频率	最高频率
正弦波	1 μHz	30 MHz
方波	1 μHz	30 MHz
锯齿波	1 μHz	200 kHz
脉冲	1 μHz	30 MHz
PRBS	1 mBPS	50 MBPS

- *载波频率* 必须一直大于或等于频率偏差。如果尝试将偏差设置为一个大于载波频率的值（启用 **FM**），波形发生器会自动将偏差调整到当前载波频率所允许的最大值。
- *载波频率* 和偏差之和必须小于或等于所选波形的最大频率加上 100 kHz（对于正弦波和方波为 30.1 MHz，对于锯齿波为 300 kHz）。如果尝试将偏差设置为一个无效值，波形发生器会自动将其调整为当前载波频率所允许的最大值。
- *前面板操作*：要设置载波频率，请按选定函数的 **Frequency**（频率）软键（在 **Parameters** 下）。然后使用旋钮或数字键盘输入所需频率。
- *远程接口操作*：

```
[SOURCE[1|2]:]FREQUENCY {<频率>|MINimum|MAXimum}
```

您也可以使用 **APPLY** 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

调制波形形状

波形发生器将接受用于 FM 的内部或外部调制源。

- 调制波形形状（*内部源*）：正弦波（默认）、方波、脉冲、向上锯齿波、向下锯齿波、三角波、噪声或 PRBS。
 - 方波的占空比为 50% 
 - 向上锯齿波具有 100% 对称性 
 - 三角波具有 50% 对称性 
 - 向下锯齿波具有 0% 对称性 
 - 噪声 - 白高斯噪声
 - PRBS - 伪随机位序列（多项式 PN7）
- 可以使用噪声作为调制波形，但 *不能* 使用噪声、任意波形或 **DC** 作为载波波形。
- *前面板操作*：选择 FM 之后，按 **Shape**（形状）软键。
- *远程接口操作*：

```
FM:INTernal:FUNCTion  
  {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|  
   NOISe|PRBS|ARB}
```

调制波形频率

波形发生器将接受用于 FM 的内部或外部调制源。

- 调制频率（内部源）：1 μ Hz 至 30 MHz。
默认值为 10 Hz。
- 前面板操作：选择 FM 之后，按 **FM Freq**（FM 频率）软键。
- 远程接口操作：

```
[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FREquency  
{< 频率>|MINimum|MAXimum}
```

频率偏差

频率偏差设置表示由于载波频率引起的已调制波形频率的峰值变化。

当载波为 PRBS 时，频率偏差将使位速率的变化量等于设定频率的一半。例如，10 kHz 偏差等于位速率中的 5 KBPS 变化量。

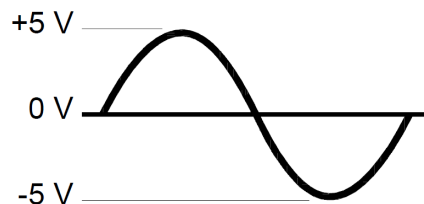
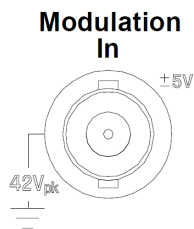
- 频率偏差：1 μ Hz 至（载波频率）/ 2。默认值为 100 Hz。
- 载波频率必须一直大于或等于偏差。如果尝试将偏差设置为一个大于载波频率的值（启用 FM），波形发生器会将偏差限制到当前载波频率所允许的最大值。
- 载波频率和偏差之和必须小于或等于所选函数的最大频率 **加上 100 kHz**（对于正弦波和方波为 30.1 MHz，对于锯齿波为 300 kHz）。如果您尝试将偏差设置为一个无效值，则波形发生器会将其限制为当前载波频率所允许的最大值。
- 前面板操作：启用 FM 之后，按 **Freq Dev**（频率偏差）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需偏差。
- 远程接口操作：

```
FM:DEVIation {<以 Hz 表示的峰值偏差>|MINimum|MAXimum}
```

调制源

波形发生器将接受用于 FM 的内部或外部调制源。

- 调制源：内部（默认）、其他通道或外部。
- 如果选择外部源，则将使用一个外部波形调制载波波形。频率偏差由后面板 *Modulation In* 连接器上显示的 $\pm 5\text{ V}$ 信号电平控制。例如，如果已将偏差设置为 10 kHz，则 +5 V 信号电平相当于频率增加 10 kHz。较低的外部信号电平产生较少的偏差，负信号电平将频率降低到载波频率之下。外部调制输入在 100 kHz 时带宽为 -3 dB。



- 前面板操作：选择 FM 之后，按 **Source**（源）软键。
- 远程接口操作：

```
FM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
```

相位调制 (PM)

已调制的波形由载波波形和调制波形组成。PM 与 FM 非常相似，但在 PM 中，已调制波形的相位将随着调制波形的瞬时电压而改变。

有关相位调制基本原理的详细信息，请参见第 5 章“教程”。

选择 PM 调制

- 波形发生器只允许一次启用一个调制模式。当启用 PM 时，前一个调制模式将关闭。
- 波形发生器不允许在启用扫描或猝发的同时启用 PM。当启用 PM 时，扫描或猝发模式将关闭。
- *前面板操作*：必须在设置任何其他调制参数之前选择 PM。按 **Modulate**，然后使用 **Type**（类型）软键选择 PM。使用载波频率、调制频率、输出幅度和偏移电压的当前设置输出 PM 波形。
- *远程接口操作*：要避免多个波形变化，请在设置其他调制参数之后启用 PM。

PM:STATe {OFF|ON}

载波波形形状

- PM 载波形状：正弦波（默认）、方波、脉冲、PRBS、锯齿波或任意波形。您 *不能* 使用噪声或 DC 作为载波波形。
- 前面板操作：按  并选择除 **Noise**（噪声）或 **DC** 以外的任何波形。要选择任意波形，请按 **Arb**（任意波形）和 **Arbs**（任意波形），然后按 **Select Arb**（选择任意波形）以选择活动波形。
- 远程接口操作：

```
FUNCTION  
{SINusoid|SQUare|RAMP|PULSe|PRBS|NOISe|ARB}
```

您也可以使用 APPLY 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

当载波是任意波形时，调制会影响采样“时钟”而不是由任意波形采样组定义的完整循环。因此，将脉冲调制应用于任意波形将受到限制。

载波频率

最大载波频率取决于显示在下面的所选函数。载波频率必须是峰值调制频率的 20 倍以上。所有函数的默认值均为 1 kHz。

函数	最低频率	最高频率
正弦波	1 μ Hz	30 MHz
方波	1 μ Hz	30 MHz
锯齿波 / 三角波	1 μ Hz	200 kHz
脉冲	1 μ Hz	30 MHz
PRBS	1 mBPS	50 MBPS
任意波	1 μ Sa/sec	250 MSa/sec

前面板操作：要设置载波频率，请按选定函数的 **Frequency**（频率）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需频率。

- 远程接口操作：

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency {<频率>|MINimum|MAXimum}
```

您也可以使用 **APPLY** 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

调制波形形状

波形发生器将接受用于 PM 的内部或外部调制源。

- 调制波形形状（*内部源*）：正弦波（默认）、方波、脉冲、向上锯齿波、向下锯齿波、三角波、噪声或 PRBS。
 - 方波的占空比为 50% 
 - 向上锯齿波具有 100% 对称性 
 - 三角波具有 50% 对称性 
 - 向下锯齿波具有 0% 对称性 
 - 噪声 - 白高斯噪声
 - PRBS - 伪随机位序列（多项式 PN7）
- 可以使用噪声作为调制波形，但 *不能* 使用噪声或 DC 作为载波波形。
- *前面板操作*：启用 PM 之后，按 **Shape**（形状）软键。
- *远程接口操作*：

```
PM:INTernal:FUNCTion {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|  
TRIangle|NOISe|PRBS|ARB}
```

调制波形频率

波形发生器将接受用于 PM 的内部或外部调制源。外部调制输入在 100 kHz 时带宽为 -3 dB。

- 调制频率（内部源）：1 μ Hz 至 30 MHz。默认值为 10 Hz。
- 前面板操作：启用 PM 之后，按 **PM Freq**（PM 频率）软键。
- 远程接口操作：

```
[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FREQuency
{< 频率>|MINimum|MAXimum}
```

相位偏差

相位偏差设置代表了已调制波形与载波波形的相位的峰值变化。相位偏差可以在 0 到 360 度范围内设置。默认值为 180 度。

- 前面板操作：启用 PM 之后，按 **Phase Dev**（相位偏差）。然后使用旋钮或数字键盘输入所需偏差。
- 远程接口操作：

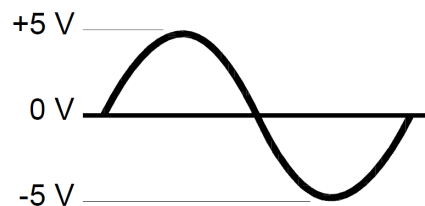
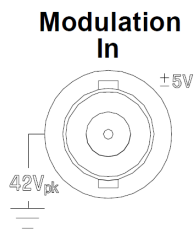
```
PM:DEViation {<以度表示的偏差>|MINimum|MAXimum}
```

当载波是任意波形时，偏差适用于采样时钟。因此，所观察到的对整个任意波形的影响比标准波形低得多。降低程度取决于任意波形中的点数。

调制源

波形发生器将接受用于 PM 的内部或外部调制源。

- 调制源：内部（默认）、其他通道或外部。
- 如果选择外部源，则将使用一个外部波形调制载波波形。相位偏差由后面板 *Modulation In* 连接器上显示的 $\pm 5\text{ V}$ 信号电平控制。例如，如果已将偏差设置为 180 度，则 +5 V 信号电平相当于 180 的相移。较低的外部信号电平会产生较小的偏差。



- 前面板操作：启用 PM 之后，按 **Source**（源）软键。
- 远程接口操作：

```
PM:SOURce {INTernal|EXTernal}
```

频移键控 (FSK) 调制

可以对波形发生器进行配置，以使用 **FSK** 调制在两个预设值之间“移动”其输出频率。输出在两个频率（称为“载波频率”和“跳跃频率”）之间移动的速率由内部速率发生器或后面板 *Ext Trig* 连接器上的信号电平所决定的。

有关 **FSK** 调制基本原理的详细信息，请参见第 5 章“教程”。

选择 FSK 调制

- 波形发生器只允许一次启用一个调制模式。在启用 **FSK** 时，将关闭前一个调制模式。
- 波形发生器不允许在启用扫描或猝发的同时启用 **FSK**。在启用 **FSK** 时，将关闭扫描或猝发模式。
- *前面板操作*：必须在设置任何其他调制参数之前启用 **FSK**。按 ，然后使用 **Type**（类型）软键选择 **FSK**。使用载波频率、输出幅度和偏移电压的当前设置输出 **FSK** 波形。
- *远程接口操作*：要避免多个波形变化，请在设置其他调制参数之后启用 **FSK**。

```
FSKey:StAtE {OFF|ON}
```

FSK 载波频率

最大载波频率取决于显示在下面的所选函数。*所有函数的默认值均为 1 kHz。*

函数	最低频率	最高频率
正弦波	1 μHz	30 MHz
方波	1 μHz	30 MHz
锯齿波	1 μHz	200 kHz
脉冲	1 μHz	30 MHz

选择外部源时，输出频率由后面板 *Ext Trig* 连接器上的信号电平决定。如果存在逻辑低电平，则输出载波频率。如果存在逻辑高电平，则输出跳跃频率。

- 前面板操作：要设置载波频率，请按选定函数的 **Freq**（频率）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需频率。
- 远程接口操作：

[SOURce[1|2]:]FREQuency {<频率>|MINimum|MAXimum}

您也可以使用 **APPLY** 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

FSK “跳跃” 频率

最大交替（或“跳跃”）载波频率取决于下面所示的选定函数。*所有函数的默认值均为 100 Hz。*

函数	最低频率	最高频率
正弦波	1 μ Hz	30 MHz
方波	1 μ Hz	30 MHz
锯齿波 / 三角波	1 μ Hz	200 kHz
脉冲	1 μ Hz	30 MHz

内部调制波形是占空比为 50% 的方波。

- 选择外部源时，输出频率由后面板 *Ext Trig* 连接器上的信号电平决定。如果存在逻辑低电平，则输出载波频率。如果存在逻辑高电平，则输出跳跃频率。
- 前面板操作：要设置“跳跃”频率，请按 **Hop Freq**（跳跃频率）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需频率。
- 远程接口操作：

```
[SOURCE[1|2]:]FSKey:FREQuency
{< 频率>|MINimum|MAXimum}
```

FSK 速率

FSK 速率 是在选择内部 FSK 源时，输出频率在载波频率和跳跃频率之间“移动”的速率。

- FSK 速率（内部源）：125 μ Hz 至 1 MHz。默认值为 10 Hz。
- 如果选择外部 FSK 源，则将忽略 FSK 速率。
- 前面板操作：要设置 FSK 速率，请按 **FSK Rate**（FSK 速率）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需速率。
- 远程接口操作：

```
FSKey:INTernal:RATE {<以 Hz 表示的速率>|MINimum|MAXimum}
```

FSK 源

- FSK 源：内部（默认）或外部。
- 选择内部源时，输出频率在载波频率和跳跃频率之间“移动”的速率由指定的 *FSK 速率* 决定。
- 选择外部源时，输出频率由后面板 *Ext Trig* 连接器上的信号电平决定。如果存在逻辑低电平，则输出载波频率。如果存在逻辑高电平，则输出跳跃频率。
- 最大外部 FSK 速率是 1 MHz。
- 用于外部控制的 FSK 波形的连接器 (*Ext Trig*) 与用于外部调制的 AM、FM、PM 和 PWM 波形的连接器 (*Modulation In*) 不同。用于 FSK 时，*Ext Trig* 连接器没有可调整的边沿极性。
- 前面板操作：启用 FSK 之后，按 **Source**（源）并选择所需的源。
- 远程接口操作：

```
FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
```

脉冲宽度调制 (PWM)

在脉冲宽度调制 (PWM) 中，脉冲波形的宽度随着调制波形的瞬时电压而改变。脉冲的宽度可以表示为 *脉冲宽度*（以时间单位表示，如周期）或 *占空比*（表示为周期的一个百分比）。波形发生器将接受内部或外部调制源。

有关脉冲宽度调制基本原理的详细信息，请参见第 5 章“教程”。

选择 PWM 调制

- 波形发生器只允许为脉冲波形选择 PWM。
- 波形发生器不允许在启用扫描或猝发的同时启用 PWM。
- *前面板操作*：必须在设置任何其他调制参数之前启用 PWM。按 ，选择 **Pulse**（脉冲），然后按  和 **Modulate**（调制）以打开调制。PWM 被选作唯一支持脉冲的调制类型。使用脉冲频率、调制频率、输出幅度、偏移电压、脉冲宽度和边沿时间的当前设置输出 PWM 波形。
- *远程接口操作*：要避免多个波形变化，请在设置其他调制参数之后启用 PWM。

```
PWM:STATe {OFF|ON}
```

调制波形形状

波形发生器将接受用于 PWM 的内部或外部调制源。

- 调制波形形状（内部源）：正弦波（默认）、方波、脉冲、向上锯齿波、向下锯齿波、三角波、噪声或 PRBS。
- 方波的占空比为 50%
- 向上锯齿波具有 100% 对称性
- 三角波具有 50% 对称性
- 向下锯齿波具有 0% 对称性
- 噪声 - 白高斯噪声
- PRBS - 伪随机位序列（多项式 PN7）
- 可以使用噪声作为调制波形，但不能使用噪声、任意波形或 DC 作为载波波形。
- 前面板操作：启用 PWM 之后，按 **Shape**（形状）软键。
- 远程接口操作：



```
PWM:INTernal:FUNCTion {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|  
TRIangle|NOISe|PRBS|ARB}
```

调制波形频率

波形发生器将接受用于 PWM 的内部或外部调制源。外部调制输入在 100 kHz 时带宽为 -3 dB。

- 调制频率（内部源）：1 μ Hz 至 30 MHz。默认值为 10 Hz。
- 前面板操作：启用 PWM 之后，按 **PWM Freq**（PWM 频率）软键。
- 远程接口操作：

```
[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FREQuency
{<频率>|MINimum|MAXimum}
```

宽度或占空比偏差

PWM 偏差设置表示已调制脉冲波形的宽度中的峰值变化。可使用时间或占空比为单位设置宽度偏差。

- 前面板操作：启用 PWM 之后，按 **Phase Dev**（相位偏差）。然后使用旋钮或数字键盘输入所需偏差。要以占空比为单位设置偏差，请按 **Units** 并将 **Width/Duty Cyc**（宽度 / 占空比）软键切换到 **Duty Cyc**（占空比）软键。然后按 **Parameters**，按 **Duty Cycle**（占空比），并使用旋钮或数字键盘输入所需的占空比。
- 远程接口操作：

```
PWM:DEViation {<宽度或占空比>|MINimum|MAXimum}
```

- 指定的脉冲宽度和偏差之和也必须小于周期与最小脉冲宽度之差，如下所示。

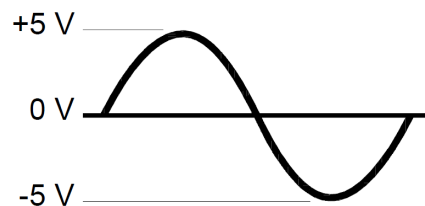
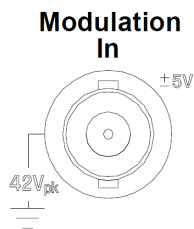
$$\text{脉冲宽度} + \text{偏差} \leq \text{周期} - 16 \text{ ns}$$

- 如果需要，波形发生器将根据需要自动调整偏差以满足指定周期。

调制源

波形发生器将接受用于 PWM 的内部或外部调制源。

- 调制源：内部（默认）、其他通道或外部。
- 如果选择外部源，则将使用一个外部波形调制载波波形。宽度偏差由后面板 *Modulation In* 连接器上显示的 $\pm 5\text{ V}$ 信号电平控制。例如，如果将偏差设置为 $1\text{ }\mu\text{s}$ ，则 $+5\text{ V}$ 信号电平相当于在宽度中增加 $1\text{ }\mu\text{s}$ 。较低的外部信号电平产生较小的偏差。



- 前面板操作：启用 PWM 之后，按 **Source**（源）软键。
- 远程接口操作：

```
PWM:SOURce {INTernal|EXTernal}
```

脉冲波形

- 脉冲是唯一支持 PWM 的波形形状。
- *前面板操作*: 按 ，然后按 **Pulse**（脉冲）。
- *远程接口操作*:

```
FUNcTion PULSe
```

您也可以使用 APPLY 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

脉冲周期

脉冲周期的范围为 33 ns 至 1,000,000 s。默认值为 100 μ s。

- *前面板操作*: 选择脉冲函数之后，按 ，然后按 **Frequency/Period**（频率 / 周期）软键以切换到 **Period**（周期）设置。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的脉冲周期。如果使用数字键盘，则按软键以指定单位。
- *远程接口操作*:

```
FUNcTion:PULSe:PERiod {<秒>|MINimum|MAXimum}
```

请注意，波形周期可限制最大偏差。

脉冲宽度或占空比

在没有调制信号时，脉冲宽度或占空比将设置额定脉冲宽度。偏差量将应用于该值。

总和调制 (Sum)

在总和调制 (Sum) 中，调制信号将添加到载波波形中。典型的用法是将高斯噪声添加到载波信号中。波形发生器将接受内部或外部调制源。

选择总和调制

- 波形发生器允许将调制信号作为载波波形幅度的百分比添加加载波中，分辨率为 0.01%。
- 波形发生器允许将总和调制添加到任何载波波形中。
- *前面板操作*：必须在设置任何其他调制参数之前启用 Sum。按 ，然后选择 **Square**（方波）。按 ，然后按 **Type**（类型）和 **Sum**（总和）。此时，您可以指定其他调制参数。完成后，按 **Modulate**（调制）以打开调制。
- *远程接口操作*：要避免多个波形变化，请在设置其他调制参数之后启用 Sum。

SUM:STATe {OFF|ON}

调制波形形状

波形发生器将接受用于 Sum 的内部或外部调制源。

- 调制波形形状 (*内部源*): 正弦波 (默认)、方波、脉冲、向上锯齿波、向下锯齿波、三角波、噪声、PRBS 或任意波形。
- 方波的占空比为 50%
- 向上锯齿波具有 100% 对称性
- 三角波具有 50% 对称性
- 向下锯齿波具有 0% 对称性
- PRBS 使用 PN7 序列。
- *前面板操作*: 启用 Sum 之后, 按 **Shape** (形状) 软键。
- *远程接口操作*:



```
SUM:INTernal:FUNCTION
{SINusoid|SQUare|PULSe|RAMP|NRAmp|TRIangle|
NOISe|PRBS}
```

调制波形频率

波形发生器将接受用于 Sum 的内部或外部调制源。

- 调制频率 (*内部源*): 1 μ Hz 至 30 MHz。默认值为 100 Hz。
- *前面板操作*: 启用 Sum 之后, 按 **Sum Freq** (总和频率) 软键。
- *远程接口操作*:

```
[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FREQuency
{<频率>|MINimum|MAXimum}
```

总和幅度

总和幅度表示添加到载波的信号的幅度（以载波幅度的百分比表示）。

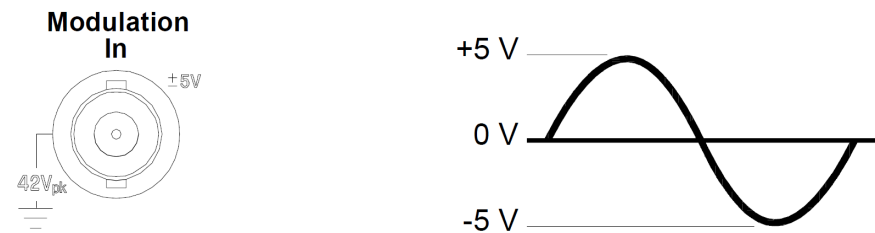
- 幅度设置：载波幅度的 0 至 100%，分辨率为 0.01%。
- 总和幅度设置保留载波幅度的恒定部分，并追踪载波幅度变化。
- *前面板操作*：选择 Sum 之后，按 **Sum Ampl**（总和幅度）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的幅度。
- *远程接口操作*：

```
SUM:AMPLitude {<幅度>|MINimum|MAXimum}
```

调制源

波形发生器将接受用于 Sum 的内部或外部调制源。

- 调制源：内部（默认）、其他通道或外部。
- 如果您选择外部源，则将载波波形会与外部波形相加起来。幅度由后面板 Modulation In 连接器上显示的 $\pm 5\text{ V}$ 信号电平控制。例如，如果将总和幅度设置为 10%，当调制信号为 $+5\text{ V}$ 时，输出为最大幅度（载波幅度的 110%）。当调制信号为 -5 V 时，输出为最小幅度（载波幅度的 90%）。



- 前面板操作：启用 Sum 之后，按 **Source**（源）软键。
- 远程接口操作：

```
SUM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
```

频率扫描

在频率扫描模式中，波形发生器将以指定的 *扫描速率* 从 *起始频率* 移到 *停止频率*。您能够以线性或对数间隔由高频向低频扫描，或者由低频向高频扫描。您也可以配置波形发生器，使其用外部触发或手动触发输出单个扫描（扫描从起始频率到停止频率）。对于正弦波、方波、脉冲、锯齿波或任意波形（不允许 PRBS、噪声和 DC），波形发生器都可以产生一个频率扫描。

您可以指定扫描保持停止频率的保持时间。还可以指定返回时间，在此期间，频率以线性方式从停止频率变为起始频率。

有关扫描基本原理的详细信息，请参见第 5 章“教程”。

选择扫描

- 波形发生器不允许在启用猝发或任意调制模式的同时启用扫描模式。在启用扫描时，将关闭猝发或调制模式。
- *前面板操作*：必须在设置任何其他扫描参数之前启用扫描。按 ，然后按 **Sweep**（扫描），以使用频率、输出幅度和偏移的当前设置输出扫描。
- *远程接口操作*：要避免多个波形变化，请在设置其他参数之后启用扫描模式。

```
FREQuency:MODE SWEEP  
SWEep:STATe {OFF|ON}
```

起始频率和停止频率

起始频率 和 *停止频率* 设置扫描的频率上限和下限。波形发生器从起始频率开始，一直扫描到停止频率，然后又重置回到起始频率。

- 起始频率和停止频率：1 μ Hz 至 30 MHz（对于锯齿波，限制为 200 kHz）。在整个频率范围中，该扫描是相位连续的。默认起始频率为 100 Hz。默认停止频率为 1 kHz。
- 要 **从低频到高频** 进行扫描，请设置起始频率小于停止频率。要 **从高频到低频** 进行扫描，请设置起始频率大于停止频率。
- 将同步设置设置为“正常”时，同步脉冲在整个扫描期间将变高。
- 将同步设置设置为“载波”时，对于每个波形循环，同步脉冲的占空比为 50%。
- 将同步设置设置为“标志”时，同步脉冲在开始时为高电平，在标志频率处变为低电平。
- *前面板操作*：启用扫描之后，按 **Start Freq**（起始频率）或 **Stop Freq**（停止频率）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需频率。
- *远程接口操作*：

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency:START
    {<频率>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:STOP
    {<频率>|MINimum|MAXimum}
```

中心频率和频率跨距

如果需要，您可以使用 *中心频率* 和 *频率跨距* 来设置扫描的频率边界。这些参数与起始频率和停止频率（*请参见上一页*）相似，可以给您提供更大的灵活性。

- 中心频率：1 μ Hz 至 30 MHz（对于锯齿波，限制为 200 kHz）。默认值为 550 Hz。
- 频率跨距：-30 Hz 至 30 MHz（对于锯齿波，限制为 200 kHz）。默认值为 900 Hz。
- 要执行 *从低频到高频* 扫描，请设置 *正* 频率跨距。
要执行 *从高频到低频* 扫描，请设置 *负* 频率跨距。
- 对于 *标志关闭* 的扫描，同步信号是占空比为 50% 的方波。在扫描开始时，同步信号为 TTL “高”电平，在扫描中点变为 “低”电平。同步波形的频率与指定的扫描时间相等。从前面板的 *Sync* 连接器上输出信号。
- 对于 *标志打开* 的扫描，在扫描开始时同步信号为 TTL “高”电平，在标志频率处变为 “低”电平。从前面板的 *Sync* 连接器上输出信号。
- *前面板操作*：启用扫描之后，按 ，然后按 **Start/Stop**（开始 / 停止）切换到 **Cntr/Span**（中心 / 跨距）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的值。
- *远程接口操作*：

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency:CENTer  
    {<频率>|MINimum|MAXimum}  
[SOURce[1|2]:]FREQuency:SPAN  
    {<频率>|MINimum|MAXimum}
```

扫描模式

您能够以线性或对数间隔进行扫描。对于*线性*扫描，在扫描期间波形发生器以线性方式改变输出频率。对于*对数*扫描，波形发生器以对数方式改变输出频率。

选定的模式不会影响扫描返回（如果设置了一个扫描返回，则从停止到开始）。扫描返回始终为线性。

- 扫描模式：线性（默认）、对数或列表。
- *前面板操作*：启用扫描之后，再次按 **Linear**（线性）软键以在线性或对数模式之间切换。
- *远程接口操作*：

```
[SOURce[1|2]:]SWEep:SPACing {LINear|LOGarithmic}
```

扫描时间

扫描时间 指定从起始频率到停止频率进行扫描所需的秒数。波形发生器根据扫描时间自动计算扫描中离散频率点的数目。

- 扫描时间：1 ms 至 250000 秒。默认值为 1 秒。对于立即触发模式中的线性扫描，最大扫描总时间（包括保持时间和返回时间）是 8000 秒。使用其他触发模式的最大扫描总时间是 250000 秒，对数扫描的最大扫描总时间是 500 秒。
- *前面板操作*：启用扫描之后，按 **Sweep Time**（扫描时间）。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的扫描时间。
- *远程接口操作*：

```
[SOURce[1|2]:]SWEep:TIME {<秒>|MINimum|MAXimum}
```

保持时间

保持时间 指定保持停止频率的秒数。这使停止频率可以保持设定的时间。默认情况下，该值为零，扫描将立即返回到起始频率。

- 保持时间：0 至 3600 秒。默认值为 0 秒。
- *前面板操作*：启用扫描之后，按 **Hold & Return**（保持和返回），然后按 **Hold Time**（保持时间）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的扫描时间。
- *远程接口操作*：

```
SWEep:HTIME {<秒>|MINimum|MAXimum}
```

返回时间

返回时间 指定从停止频率返回到起始频率所需的秒数。波形发生器会自动计算扫描的离散频率点的数目，该数目基于您选择的返回时间。

- 保持时间：0 至 3600 秒。默认值为 0 秒。
- *前面板操作*：启用扫描之后，按 **Hold & Return**（保持和返回），然后按 **Return Time**（返回时间）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的扫描时间。
- *远程接口操作*：

```
SWEep:RTIME {<秒>|MINimum|MAXimum}
```

标志频率

如果需要，您可以设置使前面板的 *Sync* 连接器上的信号在扫描期间变为逻辑低电平的频率。在扫描的开始处，同步信号总是从低到高。

- 标志频率：1 μ Hz 至 30 MHz（对于锯齿波，限制为 200 kHz）。默认值为 500 Hz。
- 在启用扫描模式时，标志频率必须在介于指定的起始频率和停止频率之间。如果尝试将标志频率设置为一个不在此范围的频率，则波形发生器会自动将标志频率设置为与起始频率或停止频率相等（取更接近的那个频率）。
- 启用扫描模式使用的标志（请参见第 109 页）将覆盖同步启用设置。因此，在启用标志（同时启用扫描模式）时，将忽略同步设置。
- 不能使用前面板菜单配置标志频率，除非同步源是扫描通道。
- 前面板操作：启用扫描之后，按 ，然后按 **Sync Setup**（同步设置）。然后按 **Mode**（模式）和 **Marker**（标志）。最后，按 **Marker Freq**（标志频率）。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的标志频率。
- 远程接口操作：

```
[SOURce[1|2]:]MARKer:FREQuency  
{< 频率>|MINimum|MAXimum}
```

扫描触发源

在扫描模式中，波形发生器在接收到触发信号时会输出一个扫描。在一次从起始频率到停止频率的扫描之后，波形发生器在输出起始频率的同时会等待下一次触发。

- 扫描触发源：内部（默认）、外部、时间或手动。
- 在选择 *内部*（立即）源时，波形发生器将输出一个连续扫描，其速率由保持时间、扫描时间和返回时间共同决定。该源的扫描时间限制为 8000 秒。
- 在选择 *外部* 源时，波形发生器将接受一个已应用于后面板 *Ext Trig* 连接器的硬件触发。每次 *Ext Trig* 接收一个具有指定极性的 TTL 脉冲时，波形发生器就会启动一个扫描。
- 触发周期必须大于或等于指定的扫描时间。
- 在选择 *手动* 源时，每次按前面板上的  键时，波形发生器都会输出一个扫描。
- *前面板操作*：按 ，然后按 **Trigger Setup**（触发设置）软键。按 **Trg Src**（触发源），然后选择所需的源。

要指定波形发生器是在 *Ext Trig* 连接器的上升沿还是下降沿触发，请按 ，然后按 **Trigger Setup**（触发设置）软键。然后按 **Slope**（斜率）软键选择所需的边沿。

- *远程接口操作*：

```
TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXTernal|TIMer|BUS}
```

使用下列命令指定波形发生器是在 *Ext Trig* 连接器的信号上升沿还是在下降沿上触发。

```
TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

有关详细信息，请参见第 164 页的“触发”。

触发输出信号

“触发输出”信号是在后面板的 *Trig Out* 连接器上提供的（仅用于扫描和猝发）。启用后，在扫描开始时从 *Trig Out* 连接器中输出具有上升沿（默认）或下降沿的 TTL 兼容的方波。

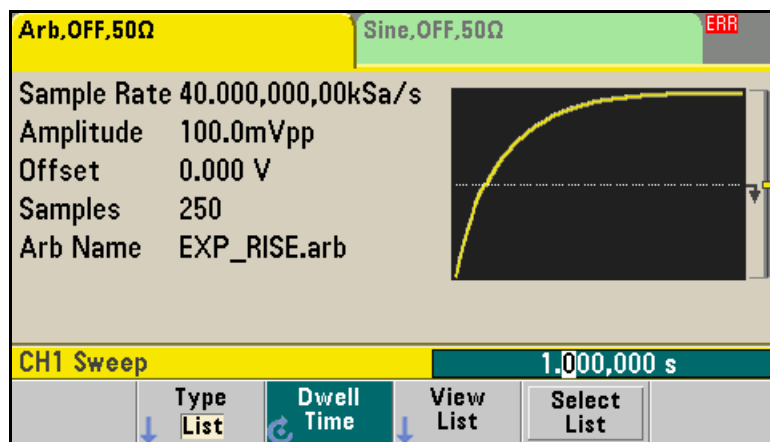
- 在选择 *内部*（立即）触发源时，波形发生器在扫描开始时从 *Trig Out* 连接器中输出一个占空比为 50% 的方波。波形的频率与指定的总扫描时间相等。
- 在选择 *外部* 触发源时，波形发生器会自动禁用“触发输出”信号。*Trig Out* 连接器不能同时用于这两个操作（外部触发波形使用相同的连接器触发扫描）。
- 在选择 *手动* 触发源时，波形发生器在每个扫描或猝发开始时从 *Trig Out* 连接器中输出一个脉冲（ $>1\ \mu\text{s}$ 脉冲宽度）。
- 要指定波形发生器是在 *Ext Trig* 连接器的上升沿还是下降沿触发，请按 ，然后按 **Trig Out Setup**（触发输出设置）软键。然后按 **Trig Out**（触发输出）软键选择所需的边沿。
- 远程接口操作：

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

频率列表

在频率列表模式中，函数发生器会“逐步遍历”在列表中包含的频率，并在每个频率上驻留指定的期间。您也可以使用触发系统控制遍历列表的进度。

- 函数发生器不允许在启用猝发或任意调制模式的同时启用列表模式。在启用频率列表时，将关闭猝发或调制模式。
- 前面板操作：您必须在设置任何其他列表参数之前启用列表。按 **Sweep**，然后按 **Type**（类型），按 **List**（列表）开始设置列表。这将打开如下所示的菜单：



- 远程接口操作：**要避免多个波形变化，请在设置列表的参数之后启用列表模式。

```
FREQuency:MODE LIST
```

```
LIST:FREQuency <数字>,<数字>,...
```

触发系统可控制在列表中的遍历进度。如果触发源设置为内部或立即，驻留时间设置（LIST:DWELL 命令）将决定在每个频率处所用的时间。

对于任何其他触发源，驻留时间由触发事件间隔决定。

猝发模式

您可以配置波形发生器以输出具有指定循环数的波形，称为猝发。波形发生器可以使用正弦波、方波、三角波、锯齿波、脉冲、PRBS 或任意波形（仅在门控猝发模式中允许噪声，不允许 DC）生成一个猝发。

有关猝发模式基本原理的详细信息，请参见第 5 章“教程”。

选择猝发

- 波形发生器不允许在启用扫描或任何调制模式的同时启用猝发。在启用猝发时，将关闭扫描、列表或调制模式。
- **前面板操作：**必须在设置任何其他猝发参数之前启用猝发。按 **Burst On/Off**（猝发开 / 关），以使用频率、输出幅度和偏移电压的当前设置输出猝发。
- **远程接口操作：**要避免多个波形变化，请在设置其他参数之后启用猝发模式。

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:STATe {OFF|ON}
```

猝发模式

您可以按如下所述的两种模式之一使用猝发。选定的模式将控制所选的允许触发源，以及其他一些特定猝发参数是否适用（请参见下表）。

- *触发猝发模式*：在这种模式（默认）下，每次收到触发时，波形发生器都将输出一个具有指定循环数（*猝发计数*）的波形。在已输出指定数量的循环之后，波形发生器将停止并等待下一个触发。您可以对波形发生器进行配置，以使用内部触发来启动猝发，或者通过按前面板的 **Trigger** 键、对后面板 *Ext Trig* 连接器应用触发信号，或从远程接口发送软件触发命令，以提供一个外部触发源。
- *外部门控猝发模式*：在这种模式下，根据对后面板 *Ext Trig* 连接器已应用的外部信号电平，输出波形为“开”或“关”。在门控信号为*真*时，波形发生器将输出连续波形。在门控信号变为*假*时，首先完成当前的波形循环，然后波形发生器将停止，同时保持在所选波形的起始猝发相位对应的电压电平上。对于噪声波形，当门控信号变为假时，输出将立即停止。

	猝发模式 (BURS:MODE)	猝发计数 (BURS:NCYC)	猝发周期 (BURS:INT:PER)	猝发相位 (BURS:PHAS)	触发源 (TRIG:SOUR)
触发猝发模式： 内部触发	TRIGgered	可用	可用	可用	IMMediate
触发猝发模式： 外部触发	TRIGgered	可用	未使用	可用	EXTernal、BUS
门控猝发模式： 外部触发	GATed	未使用	未使用	可用	未使用
计时器猝发模式： 内部触发	TRIGgered	可用	未使用	可用	TIMer

- 在选择 *门控* 模式时，猝发计数、猝发周期和触发源都被忽略（这些参数仅用于触发猝发模式）。如果接收到手动触发，该模式将被忽略，并且不会产生错误。
- 在选择 *门控* 模式时，也可以在后面板 *Ext Trig* 连接器上选择信号的极性。
- *前面板操作*: 启用猝发之后，按 **N Cycle**（N 循环）（已触发）或 **Gated**（门控）软键。

远程接口操作:

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}
```

使用下面的命令在 *Ext Trig* 连接器上选择外部门控信号的极性。默认情况下为 **NORM**（真 - 高逻辑）。

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}
```

波形频率

在触发和外部门控模式中，*波形频率* 定义了猝发期间的信号频率。在*触发模式*中，将以波形频率输出由*猝发计数*指定的循环数。在*外部门控模式*中，当外部门控信号为真时输出波形频率。

切记波形频率与“猝发周期”不同，猝发周期用于指定猝发之间的间隔（仅为触发模式）。

- **波形频率：**1 μHz 至 30 MHz（对于锯齿波，限制为 200 kHz）。默认波形频率为 1 kHz。（对于*内部触发*的猝发波形，最小频率为 126 μHz 。可以选择正弦波、方波、三角波、锯齿波、脉冲或任意波形（仅在门控猝发模式中允许噪声，不允许 DC）。
- **前面板操作：**要设置波形频率，请按选定函数的 **Freq**（频率）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需频率。
- **远程接口操作：**

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency {<频率>|MINimum|MAXimum}
```

您也可以使用 **APPLY** 命令，用单个命令来选择函数、频率、幅度和偏移。

猝发计数

猝发计数定义了每个猝发要输出的循环数。仅用于触发猝发模式（内部或外部源）。

- 猝发计数：1 至 100,000,000 个循环，以 1 个循环为增量。您也可以选择无限猝发计数。默认值为 1 个循环。
- 在选择内部触发源时，将连续输出指定的循环数，其速率是由猝发周期设置决定的。猝发周期是连续猝发开始之间的时间。
- 在选择内部触发源时，猝发计数必须小于猝发周期和波形频率的乘积，如下所示。

$$\text{猝发周期} > (\text{猝发计数}) / (\text{波形频率}) + 1\mu\text{sec}$$

- 波形发生器会自动将猝发周期增加到其最大值，以适应指定的猝发计数（但是不会改变波形频率）。
- 在选择门控猝发模式时，将忽略猝发计数。但是，如果您在门控模式中从远程接口更改猝发计数，波形发生器将记下新计数，并且在选择触发模式时使用此新计数。
- 前面板操作：要设置猝发计数，请按 ，然后按 **# Cycles**（循环数）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入计数。要选择一个无限计数猝发，请再次按 **# Cycles**（循环数）软键，以切换到 **Infinite**（无限）设置。
- 远程接口操作：

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:NCYCles  
{< 循环数>|INFinity|MINimum|MAXimum}
```

猝发周期

猝发周期 定义从一个猝发开始到下一个猝发开始的时间。仅用于触发猝发模式。

切记猝发周期与“波形频率”不同，波形频率用于指定猝发信号的频率。

- 猝发周期：1 μ s 至 8000 秒。默认值为 10 ms。
- 只有在启用“立即触发”时才使用猝发周期设置。在启用手动或外部触发（或者选择门控猝发模式）时，将忽略猝发周期。
- 不可能指定过短的猝发周期，否则波形发生器将不能按指定的猝发计数和频率进行输出（参见下文）。如果猝发周期过短，波形发生器会根据需要自动将其调整为连续再次触发猝发。
- 前面板操作：要设置猝发周期，请按 ，然后按 **Burst Period**（猝发周期）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入周期。
- 远程接口操作：

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:INTernal:PERiod
{< 秒>|MINimum|MAXimum}
```

起始相位

起始相位 定义猝发的起始相位。

- 起始相位：-360 度至 +360 度。默认值为 0 度。
- 从远程接口中，可以使用 `UNIT:ANGL` 命令以度或弧度为单位设置起始相位（有关详细信息，请参见《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》）。
- 在前面板中，起始相位总是显示为度数（不可使用弧度）。如果在远程接口中将起始相位设置为弧度，然后返回前面板操作，则波形发生器会将相位转换为度数。
- 对于正弦波、方波和锯齿波，0 度是波形正向通过 0 V（或 DC 偏移值）的点。对于任意波形，0 度是下载到存储器的第一个波形点。猝发相位对噪声波形没有影响。
- 猝发相位也可在 *门控* 猝发模式中使用。当门控信号变为假时，将完成当前波形循环，然后波形发生器将停止。输出将保持在起始猝发相位对应的电压电平上。
- *前面板操作*：要设置猝发相位，请按 ，然后按 **Start Phase**（起始相位）软键。然后使用旋钮或数字键盘输入所需的相位（以度为单位）。
- *远程接口操作*：

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:PHASe {<角度>|MINimum|MAXimum}
```

猝发触发源

在触发猝发模式中，每次收到触发时，波形发生器都将输出一个具有指定循环数（猝发计数）的猝发。在已输出指定数量的循环之后，波形发生器会停止并等待下一个触发。在加电时，将启用内部触发猝发模式。

- 猝发触发源：内部（默认）、外部、计时器或手动。
- 在选择内部（立即）源时，生成猝发的速率由猝发周期决定。
- 在选择外部源时，波形发生器将接受一个已应用于后面板 *Ext Trig* 连接器的硬件触发。每次 *Ext Trig* 收到具有指定极性的 TTL 猝发时，波形发生器就会输出指定数量的循环。在忽略猝发期间将出现外部触发信号。
- 在选择手动源时，每次按前面板的  键或发出 *TRG 命令之后，波形发生器都将输出一个猝发。
- 在选择外部或手动触发源时，猝发计数和猝发相位仍保持有效，但猝发周期将被忽略。
- 在选择计时器触发源时，仪器将使用 50% 占空比触发输出。
- 前面板操作：按 ，然后按 **Trigger Setup**（触发设置）软键并按 **Trg Src**（触发源）软键以选择源。

要指定波形发生器是在 *Ext Trig* 连接器信号的上升沿还是下降沿触发，请按 **Trigger Setup**（触发设置）软键。然后使用 **Slope**（斜率）软键选择所需的边沿方向。

- 远程接口操作:

```
[TRIGger[1|2]:]TRIGger:SOURce  
{IMMediate|EXTernal|TIMer|BUS}
```

使用下列命令指定波形发生器是在 *Ext Trig* 连接器的上升沿还是在下降沿上触发。

```
[TRIGger[1|2]:]TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

有关触发的详细信息，请参见第 164 页的“触发”。

触发输出信号

“触发输出”信号是在后面板的 *Trig Out* 连接器上提供的（仅用于猝发和扫描）。启用后，在猝发开始时从 *Trig Out* 连接器中输出具有上升沿（默认）或下降沿的 TTL 兼容的脉冲波形。

- 在选择内部（立即）触发源时，波形发生器在猝发开始时从 *Trig Out* 连接器中输出一个占空比为 50% 的方波。波形的频率与指定的猝发周期相等。
- 在选择外部触发源时，波形发生器会自动禁用“触发输出”信号。*Trig Out* 连接器不能同时用于这两个操作（外部触发波形使用相同的连接器触发猝发）。
- 在选择手动触发源时，波形发生器在每个猝发开始时从 *Trig Out* 连接器中输出一个脉冲（>1 μ s 脉冲宽度）。
- 前面板操作：启用猝发之后，按  和 **Trig Out Setup**（触发输出设置）软键。然后按 **Trig Out**（触发输出）软键选择所需的边沿。
- 远程接口操作:

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

触发

仅适用于扫描和猝发。 您可以使用 *内部* 触发、*外部* 触发、*计时器* 触发或 *手动* 触发对扫描或猝发发出触发。

- 在打开波形发生器时，会启用内部或“自动”触发。在这种模式下，当已选定扫描或猝发模式时波形发生器将连续输出。
- 外部触发使用后面板的 *Ext Trig* 连接器控制扫描或猝发。每次 *Ext Trig* 收到 TTL 脉冲时，波形发生器就会启动一个扫描或输出一个猝发。您可以选择波形发生器是在外部触发信号的上升沿还是下降沿触发。
- 每次按前面板上的  键，手动触发就会启动一个扫描或输出一个猝发。继续按该键，将再次触发波形发生器。
- 在扫描列表时， 将波形移动到列表中的下一个频率。
- 在远程接口中，或者当前没有选择猝发或扫描函数时，将禁用  键。

触发源选项

仅适用于扫描和猝发。 必须指定波形发生器接受其触发的触发源。

- 扫描和猝发触发源：立即（默认）、外部、手动或计时器。
- 波形发生器将接受手动触发、来自后面板的 *Ext Trig* 连接器中的硬件触发或使用内部触发的连续输出扫描或猝发。还可以根据计时器触发猝发。*在加电时，已选定立即触发。*

- 触发源设置存储在 *易失性* 存储器中；在电源关闭或通过远程接口重置后，触发源被设置为内部触发（前面板）或立即触发（远程接口）。（假如“加电”状态设置为“出厂”。）
- *前面板操作*：启用扫描或猝发之后，按 ，然后按 **Trg Src**（触发源）软键以选择所需的源。
- *远程接口操作*：

```
TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXTernal|TIMer|BUS}
```

APPLY 命令可自动将源设置为 *Immediate*（立即）。

立即触发在内部触发模式中，波形发生器会连续输出扫描或猝发（由*扫描时间*或*猝发周期*指定）。这是接通电源时前面板和远程接口使用的触发源。

- *前面板操作*：按 ，然后按 **Trg Src**（触发源）并选择 **Immed**（立即）。
- *远程接口操作*：

```
TRIGger:SOURce IMMediate
```

手动触发在手动触发模式中（仅用于前面板），通过按前面板的  键，您可以手动触发波形发生器。每次您按该键时，波形发生器都将启动一个扫描或输出一个猝发。在触发菜单中并且波形发生器正在等待手动触发时， 键将点亮。在波形发生器正在等待手动触发但您不在触发菜单中时， 键将闪烁。仪器处于远程状态时，将禁用  键。

外部触发在外部触发模式中，波形发生器将接受已应用于后面板的 *Trig In* 连接器的硬件触发。每次 *Ext Trig* 收到一个具有指定边沿的 TTL 脉冲时，波形发生器就会启动一个扫描或输出一个猝发。

另请参见以下页面中的“触发输入信号”。

- **前面板操作：**外部触发模式与手动触发模式类似，不同的是将触发应用于 *Ext Trig* 连接器。要选择外部源，请按 ，然后按 **Trg Src**（触发源）和 **Ext**（外部）。

要指定波形发生器是在上升沿还是下降沿上触发，请按 **Trigger Setup**（触发设置）软键，然后按 **Slope**（斜率）选择所需的边沿方向。

- **远程接口操作：**

```
TRIGger:SOURce EXTernal
```

使用下列命令指定波形发生器是在上升沿还是下降沿上触发。

```
TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

软件（总线）触发总线触发模式仅可用于远程接口中。这种模式与前面板中的手动触发相似，但是您需要通过发送总线触发命令来触发波形发生器。每次收到总线触发命令时，波形发生器就启动一个扫描或输出一个猝发。在收到总线触发命令时， 键将点亮。

- 要选择总线触发源，则要发送下列命令。

```
TRIGger:SOURce BUS
```

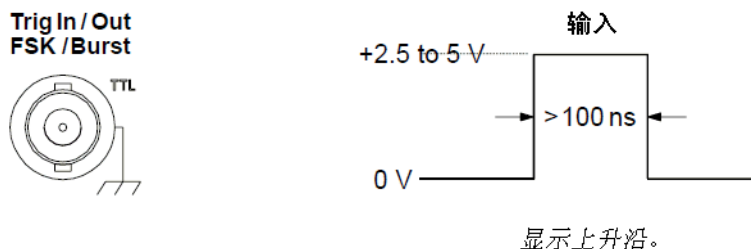
- 选择**总线**源时，要从远程接口（GPIB、USB 或 LAN）触发波形发生器，请发送 TRIG 或 *TRG（触发）命令。在波形发生器等待总线触发时，前面板的  键将点亮。

计时器触发计时器触发模式将按固定周期发出触发。

- 要选择总线触发源，则要发送下列命令。

```
TRIGger:SOURce TIM
```

触发输入信号

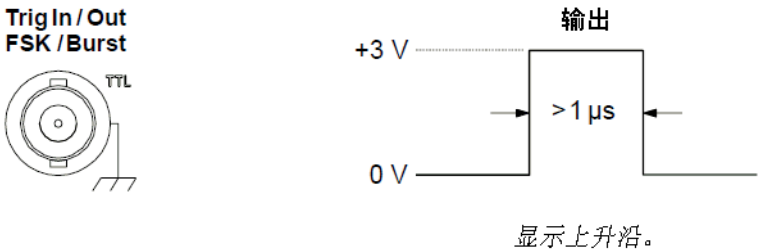


在下列模式中使用这种后面板连接器：

- **触发扫描模式**：要选择外部源，请按 **Trigger Setup**（触发设置）软键，然后选择 **Source Ext**（源外部）软键或从远程接口执行 `TRIG:SOUR EXT` 命令（必须启用扫描）。在 *Ext Trig* 连接器上收到 TTL 脉冲的上升沿或下降沿（您指定的那个边沿）时，波形发生器将输出一个扫描。
- **外部调制 FSK 模式**：要启用外部调制模式，请按前面板中的 **Source**（源）软键，或从远程接口执行 `FSK:SOUR EXT` 命令（必须启用 FSK）。如果存在逻辑低电平，则输出载波频率。如果存在逻辑高电平，则输出跳跃频率。最大外部 FSK 速率是 100 kHz。
- **触发猝发模式**：要选择外部源，请按 **Trigger Setup**（触发设置）软键，然后选择 **Source Ext**（源外部）软键或从远程接口执行 `TRIG:SOUR EXT` 命令（必须启用猝发）。每次从指定的触发源中收到触发时，波形发生器都输出一个具有指定循环数（猝发计数）的波形。
- **外部门控猝发模式**：要启用门控模式，请按 **Gated**（门控）键，或从远程接口执行 `BURS:MODE GAT`（必须启用猝发）。在外部门控信号为真时，波形发生器将输出连续波形。在外部门控信号变为假时，首先完成当前的波形循环，然后波形发生器将停止，同时保持在起始猝发相位对应的电压电平上。对于噪声，当门控信号变为假时，输出将立即停止。

触发输出信号

“触发输出”信号是在后面板的 *Trig Out* 连接器上提供的（仅用于扫描和猝发）。启用后，在扫描或猝发开始时从后面板的 *Trig Out* 连接器中输出具有上升沿（默认）或下降沿的 TTL 兼容的方波。



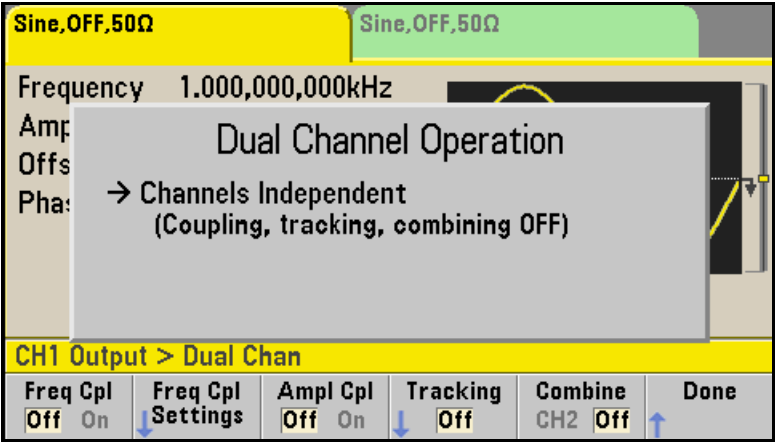
3

- 在选择 *内部*（立即）触发源或 *计时器* 时，波形发生器在扫描或猝发开始时从 *Trig Out* 连接器中输出一个占空比为 50% 的方波。波形周期等于指定的 *扫描时间* 或 *猝发周期*。
- 在选择 *外部* 触发源时，波形发生器会自动禁用“触发输出”信号。*Trig Out* 连接器不能同时用于这两个操作（外部触发波形使用相同的连接器触发扫描或猝发）。
- 在选择 *总线*（软件）或手动触发源时，波形发生器在每个扫描或猝发开始时从 *Trig Out* 连接器中输出一个脉冲（>1 μs 脉冲宽度）。
- *前面板操作*：启用扫描或猝发之后，按 **Trig Out Setup**（触发输出设置）。然后按 **Trig Out**（触发输出）选择所需的边沿。
- *远程接口操作*：

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

双通道操作（仅限 33522A）

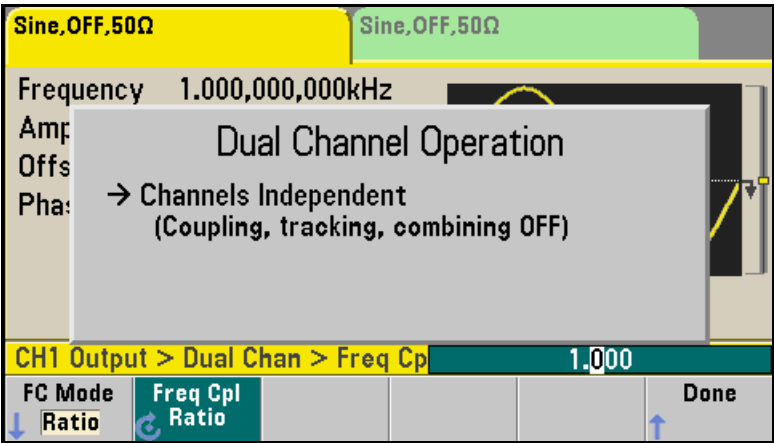
本节提供有关特定于 33522A 上的双通道操作的主题的信息。按 **1** 或 **2**，然后选择 **More**（更多）和 **Dual Channel**（双通道），可进入双通道配置菜单。



频率耦合

使用频率耦合可以对两个通道之间的频率或采样率进行耦合。可以将通道频率与这两个通道之间的恒定比率或偏移链接在一起。按 **Freq Cpl**（频率耦合）软键可打开和关闭频率耦合，按 **Freq Cpl Settings**（频率耦合设置）可配置频率耦合。

Freq Cpl Settings（频率耦合设置）软键可打开如下所示的菜单。第一个软键可指定将频率与比率还是与偏移进行耦合，第二个软键可指定比率或偏移的值。



3

幅度耦合

通过 **Ampl Cpl**（幅度耦合）软键启用的幅度耦合可对通道之间的幅度和偏移电压进行耦合。这意味着更改某个通道上的幅度或偏移会对这两个通道产生影响。

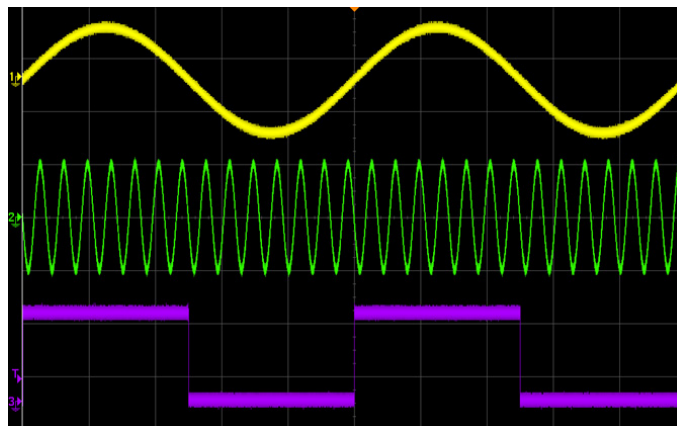
追踪

通过 **Tracking**（追踪）软键配置的追踪有三种模式：关、开和反向。当追踪关闭时，这两个通道将独立运行。当追踪打开时，这两个通道就像一个通道那样运行。第三种模式（反向）可将通道的输出彼此反向，从而产生使用这两个输出的差分通道。

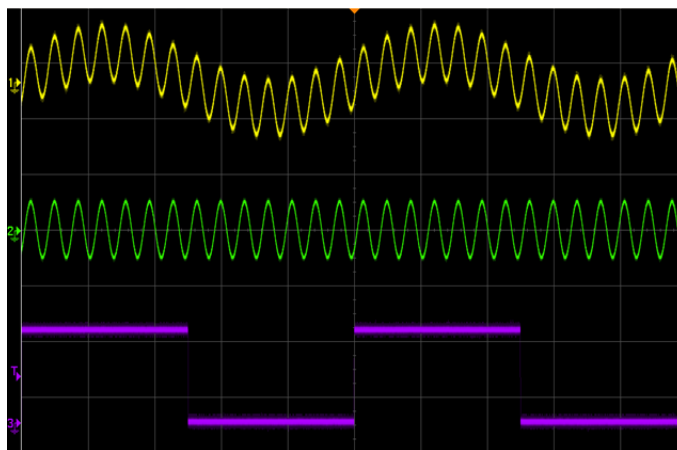
组合

使用组合功能可以将两个输出组合到一个连接器中。如果从“通道 1”菜单中选择 **CH2**，这两个通道将在通道 1 上组合；如果从“通道 2”菜单中选择 **CH1**，则这两个通道将在通道 2 上组合。

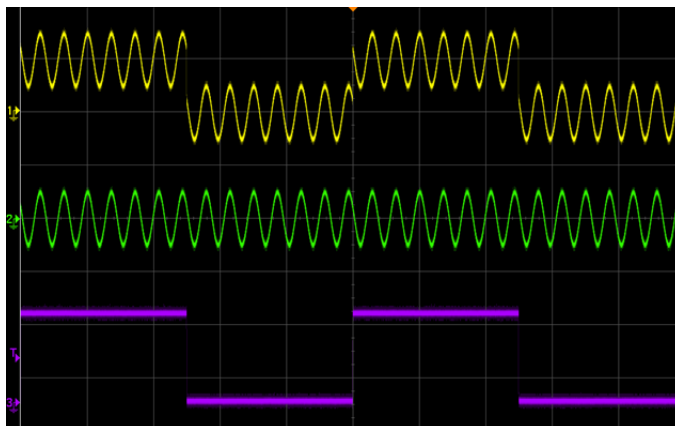
在下图中，顶部的波形是通道 1 上的 100 mVpp、1 kHz 正弦波，中间的波形是通道 2 上的 100 mVpp、14 kHz 正弦波。底部轨迹是从通道 1 获取的同步信号。



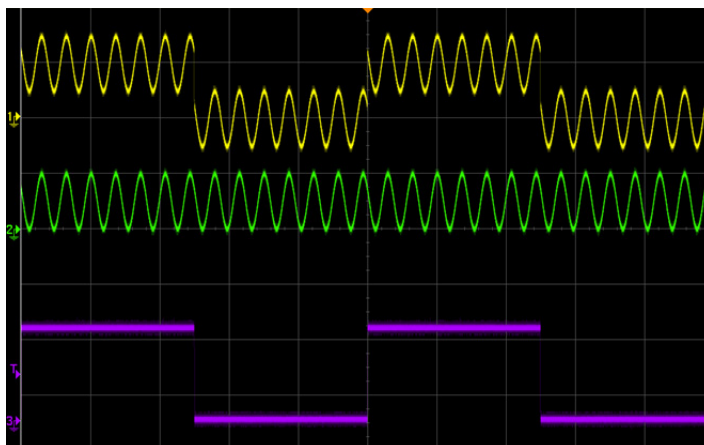
下图显示在通道 1 上组合的两个输出。



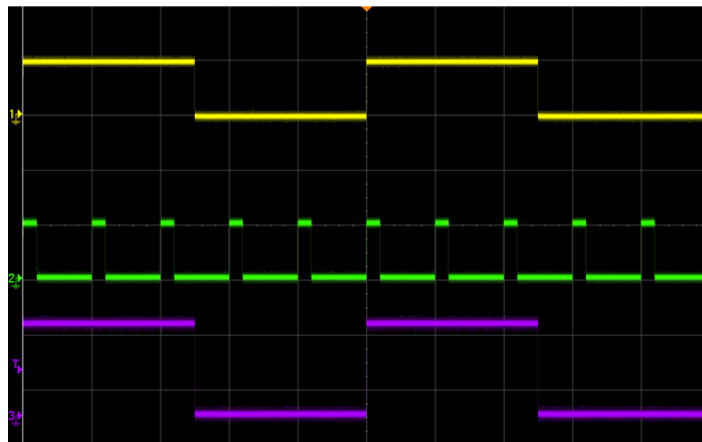
组合的信号的类型不必相同，例如，下图显示通道 2 上相同的 14 kHz 通道与通道 1 上 100 mV_{pp} 方波组合在一起。



组合信号时，DC 偏移值不会相加。只有来自接收通道的 DC 偏移才会在组合输出中使用。下图显示已添加到通道 1 的 50 mV DC 偏移。将忽略已添加到通道 2 的 50 mV 偏移。



逻辑信号幅度以与任何其他信号相同的方式添加。它们不能与 OR 一起使用。例如，请参考下列信号。



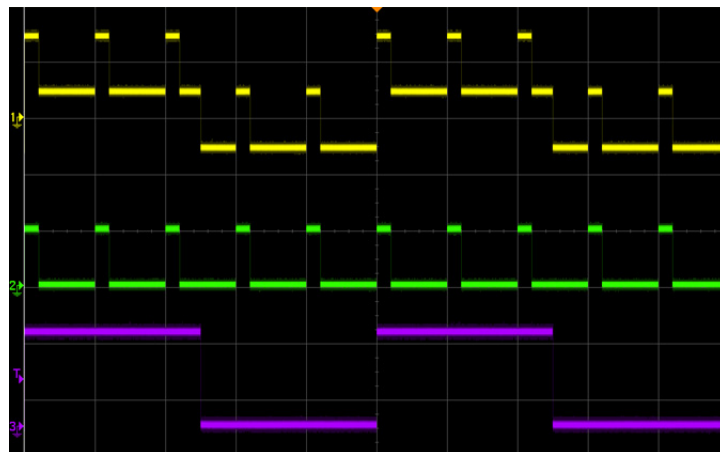
组合这些信号时，幅度将增加，如下所示。注意，组合后的信号有三个电压电平：150 mV、50 mV 和 -50 mV。这是以下组合的结果：

CH1 +50 mV + 50 mV DC 偏移，加 CH2 +50 mV 信号 = +150 mV。

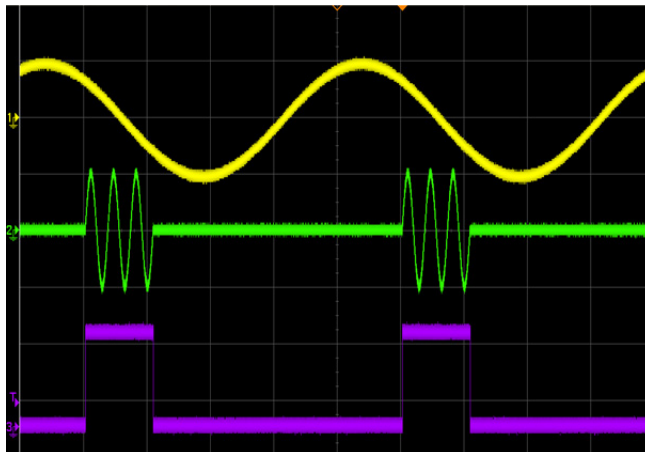
CH1 -50 mV + 50 mV DC 偏移，加 CH2 +50 mV 信号 = + 50 mV。

CH1 -50 mV + 50 mV DC 偏移，加 CH2 -50 mV 信号 = -50 mV。

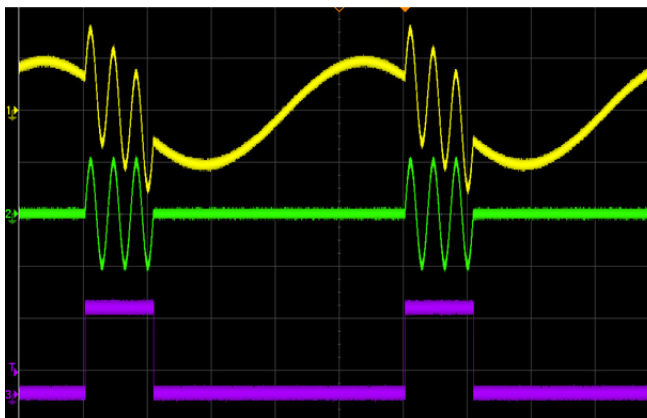
CH1 +50 mV + 50 mV DC 偏移，加 CH2 -50 mV 信号 = +50 mV。



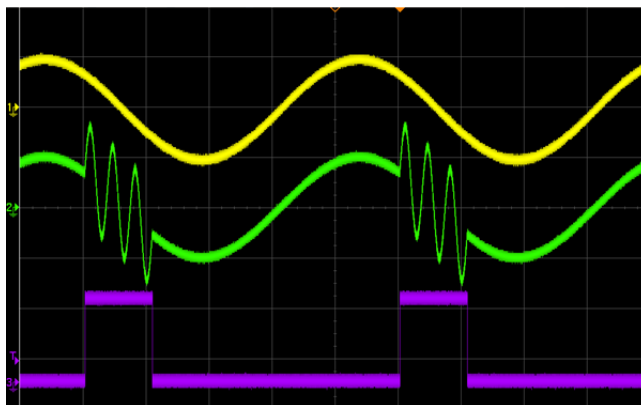
也可以对猝发使用组合功能。例如，请参考下图，它包括通道 1 上的 1 kHz 正弦波，以及通道 2 上的 14 kHz 正弦波的三个循环猝发。



将这些信号组合在通道 1 上时，结果是这两个信号的简单幅度相加，如下所示。



还可以将信号组合在通道 2 上，如下所示。



系统相关操作

本节提供了有关仪器状态存储、断电调用、错误状态、自检和前面板显示屏控制等主题的信息。这些信息与波形发生没有直接关系，但是操作波形发生器的重要部分。

仪器状态存储

可使用两种方法在 Agilent 33500 系列中存储和检索仪器状态。一种方法是使用已命名的状态文件，使用前面板或 SCPI 命令 `MMEMory:STORe:STATe` 和 `MMEMory:LOAD:STATe`。第二种方法是使用 `*SAV` 将状态保存到 1 至 4 的存储器位置，使用 `*RCL` 从这些位置检索状态。

- 如果选择使用 `*SAV` 和 `*RCL`，则可以使用特殊存储位置“0”存储第五种仪器状态（不能从前面板存储到此位置）。但请注意，在关闭再打开电源时，位置“0”会被自动覆盖（先前存储的仪器状态将被覆盖）。
- 不论使用哪种方法，状态存储功能将“记住”已选定的函数（包括任意波形）、频率、幅度、DC 偏移、占空比、对称性，以及其他使用的任何调制参数。
- 在关闭电源时，函数发生器自动将其状态存储在特殊存储位置“0”中。您可以对函数发生器进行配置，以便恢复电源时自动调用此断电状态。但是，在出厂时函数发生器被配置为在通电时自动调用出厂默认状态。

- 如果在存储仪器状态之后，从非易失性存储器中删除一个任意波形，则波形数据将丢失，并且在调用状态时，函数发生器将不会输出该波形。而输出内置的“指数上升”波形，代替被删除的波形。
- 仪器重置不会影响存储器内存储的配置。状态存储后，一直保留至被覆盖或被特意删除。
- *前面板操作：*按 ，然后选择 **Store/Recall**（存储 / 调用）软键。随后可以执行各种操作：

要保存状态，请按 **Store State**（存储状态），使用旋钮和箭头输入所需的名称，然后按 **Store State**（存储状态）。将自动创建该状态文件，文件扩展名为 .sta。

要调用先前保存的状态文件，请按 **Recall State**（调用状态）。使用旋钮和箭头浏览到所需文件（注意，右箭头将展开文件夹）。然后按 **Select**（选择）。

要删除已存储的状态，请选择 **Delete State**（删除状态）软键，使用浏览器选择 .sta 文件，然后按 **Select**（选择）。

要将波形发生器配置为在加电时调用出厂默认状态，请按 ，然后选择 **Store/Recall**（存储 / 调用）软键。然后根据需要切换 **Power On**（加电）软键以选择 **Factory**（出厂）。要将波形发生器配置为在恢复电源后调用断电状态，请根据需要切换 **Power On**（加电）软键以选择 **Last**（上次）。这将调用状态“0”，如上所述。

*远程接口操作：*要将波形发生器配置为在电源恢复时自动调用此断电状态，请发送以下命令。

```
MEMory:STATe:RECall:AUTO ON
```

错误状况

在波形发生器的错误队列中最多可以存储 20 个命令语法错误或硬件错误的记录。有关完整的错误列表，请参见《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》。

- 错误按先进先出 (FIFO) 的顺序检索。返回的第一个错误是存储的第一个错误。读取错误后会将其清空。每当产生一个错误，波形发生器就会发出蜂鸣声（除非禁用蜂鸣器）。
- 如果错误数超过 20 个，则队列中存储的最后一个错误（最近发生的错误）将用 “*Queue overflow*”（队列溢出）代替。从队列中删除错误后才会存储其他错误。如果在读取错误队列时没有出现错误，则波形发生器将响应 “*No errors in queue*”（队列中无错误）。
- 可以使用 *CLS（清除状态）命令或关闭再打开电源来清除错误队列。读取错误序列也会清空这些错误。仪器重置 (*RST 命令) 不会清除错误队列。
- 前面板操作：按  和 **Help**（帮助），然后选择标题为 “*View the remote command error queue*”（查看远程命令错误队列）（主题 2）的主题。然后按 **Select**（选择）软键查看错误队列中的错误。
- 远程接口操作：

SYSTem:ERRor? 从错误队列中读取并清除一个错误

错误消息的格式如下（错误字符串最多可包含 255 个字符）。

-113,"Undefined header"（-113，“未定义报头”）

蜂鸣器控制

通常情况下，当在前面板或远程接口发生错误时，波形发生器会发出响声。对于某些特定的应用程序，您可能要禁用前面板的蜂鸣器。

- 蜂鸣器状态存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该设置不会改变。在出厂时，启用蜂鸣器。
- 关闭蜂鸣器不会使您按前面板键或旋转旋钮时发出声响的功能失效。
- *前面板操作*: 按 ，然后依次按 **System Setup**（系统设置）、**User Settings**（用户设置）和 **Beeper**（蜂鸣器）。
- *远程接口操作*:

SYSTem:BEEPer	立刻发出一声蜂鸣
SYSTem:BEEPer:STATe {OFF ON}	禁用 / 启用蜂鸣器

显示屏屏幕保护

在不进行操作 8 小时之后，前面板显示屏背光灯通常会关闭，屏幕将不显示任何内容。对于某些应用，您可能要禁用屏幕保护功能。*此功能仅适用于前面板。*

- 屏幕保护设置存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该设置不会改变。在出厂时，启用了屏幕保护模式。
- *前面板操作*: 按 ，然后依次按 **System Setup**（系统设置）、**User Settings**（用户设置）、**Display Options**（显示屏选项）和 **Scrn Svr**（屏幕保护）。

显示屏亮度

要使前面板显示屏的可读性达到最佳，您可以调整亮度设置。*此功能仅适用于前面板。*

- 显示屏亮度：10% 至 100%（默认）。
- 对比度设置存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该设置不会改变。
- *前面板操作*：按 **System**，然后依次按 **System Setup**（系统设置）、**User Settings**（用户设置）、**Display Options**（显示屏选项）和 **Brightness**（亮度）。

日期和时间

您可以在仪器上设置日期和时间。

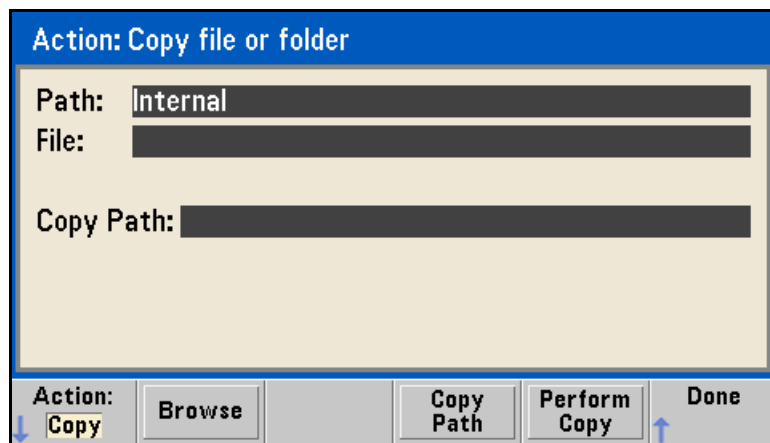
- *前面板操作*：按 **System**，然后依次按 **System Setup**（系统设置）、**Date/Time**（日期 / 时间）。
- *远程接口操作*：

```
SYSTem:DATE <yyyy>,<mm>,<dd>
SYSTem:TIME <hh>,<mm>,<ss>
```

管理文件

您可以执行文件管理任务，包括复制、重命名、删除和新建文件夹。

- *前面板操作*: 按 **System**，然后依次按 **System Setup**（系统设置）、**Manage Files**（管理文件）。



- 您可以复制、重命名或删除文件或文件夹。删除文件夹会将文件夹中的所有文件删除，因此，请确定您要删除该文件夹中的所有文件。
- 最重要的软键是 **Action**（操作）软键，它用于指定要执行的操作。选择您要执行的操作之后，按 **Browse**（浏览）选择要管理的文件。完全准备好执行任务之后，按 **Perform**（执行）软键。
- *远程接口操作*:（请参见《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》中的 MEMory 和 MMEMory 子系统）。

自检

- 打开波形发生器时，将自动进行 *加电* 自检。这种有限的测试可检查波形发生器是否能正常工作。
- 全面自检会执行一系列测试，大约需要 15 秒。如果通过了所有测试，就可以完全放心地操作波形发生器。
- 如果全面自检成功完成，前面板上会显示 “Self-Test Passed”（自检通过）。如果自检失败，会显示 “Self-Test Failed”（自检失败），并出现错误编号。此外，还会在系统错误队列中记录一个或多个错误。请参见《Agilent 33500 系列维修指南》，了解将该仪器退回 Agilent 进行维修的相关说明。
- 前面板操作：按 ，然后选择 **Instr Setup**（仪器设置）和 **Self Test**（自检）。
- 远程接口操作：

*TST?

如果自检通过，则返回 “0”；如果失败，则返回 “1”。如果自检失败，仪器还会生成一条或多条错误消息，其中包含有关测试失败原因的其他信息。

显示屏控制

出于安全的考虑，或者要加快波形发生器从远程接口执行操作的速度，您可能要关闭前面板显示屏。从远程接口中，您还可以在前面板中显示消息。

- 在禁用时，前面板显示屏上不显示任何内容（但是，显示屏背光灯保持启用状态）。按任意键可重新打开屏幕。
- 从远程接口发送到前面板显示屏的消息将会覆盖显示屏状态。这意味着即使显示屏当前已禁用，仍然可以显示消息。
- 在关闭再打开电源时、仪器重置后（*RST 命令），或者返回本地操作（前面板）时，将自动启用显示屏。按  键或从远程接口执行 IEEE-488 GTL (*Go To Local*) 命令可返回到本地状态。
- 在使用 *SAV 命令存储仪器状态时，也将保存显示屏状态。在使用 *RCL 命令调用该仪器状态时，前面板显示屏将返回到以前的状态。
- 通过从远程接口发送命令，您可以在前面板上显示文本消息。您可以使用大写或小写字母 (A-Z)、数字 (0-9)，以及标准计算机键盘上的其他字符。
- *前面板操作*：按 ，然后依次按 **System Setup**（系统设置）、**User Settings**（用户设置）、**Display Options**（显示屏选项）和 **Display Off**（显示屏关）。

- *远程接口操作*：使用下列命令将关闭前面板显示屏。

```
DISP OFF
```

使用下列命令将在前面板中显示消息，并打开显示屏（如果当前已禁用）。

```
DISP:TEXT 'Test in Progress...'
```

要清除前面板上显示的信息（不改变显示屏状态），请发送以下命令。

```
DISP:TEXT CLEAR
```

数字格式

波形发生器可以在前面板显示屏上显示数字，以及表示小数点和数字分隔符的点及逗号。*此功能仅适用于前面板。*

- 数字格式存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该设置不会改变。在出厂时，点用于表示小数点，而逗号用于表示数字分隔符（例如，1.000,000,00 kHz）。
- *前面板操作*：按 ，然后依次按 **System Setup**（系统设置）、**User Settings**（用户设置），然后选择 **Number Format**（数字格式）。

固件修订版查询

您可以对波形发生器进行查询，以确定当前已安装的固件修订版。修订版代码包含 5 个编号，其格式为 “A.aa-B.bb-C.cc-DD-EE”。

- A.aa** = 固件修订版
- B.bb** = 前面板固件修订版
- C.cc** = 电源控制器固件修订版
- DD** = FPGA 修订版
- EE** = PCBA 修订版

- *前面板操作*: 按 ，然后按 **Help**（帮助）和 **About**（关于）。
- *远程接口操作*: 使用下列命令读取波形发生器的固件修订版编号。

*IDN?

该命令以下面的格式返回一个字符串：

Agilent Technologies,[型号],[10 个字符的序列号],
A.aa-B.bb-C.cc-DD-EE

SCPI 语言版本查询

波形发生器遵守当前 SCPI（*可编程仪器标准命令*）版本的规则和约定。可从远程接口发送查询确定仪器遵守的 SCPI 版本。

不能从前面板中查询 SCPI 版本。

- *远程接口操作*:

SYSTem:VERSion?

返回的字符串格式为 “YYYY.V”，其中 “YYYY” 表示版本的发行年份，而 “V” 表示该年份的版本号（例如，1999.0）。

许可证安装（用于 002 选件）

- 波形发生器包括一个用于扩展波形存储器的可选功能（002 选件）。按如下所述安装该选件的许可证：

- 1 将许可证文件安装在 USB 驱动器中，并将 USB 驱动器插入仪器的前面板。
- 2 按 ，然后依次按 **System Setup**（系统设置）、**Install License**（安装许可证）。
- 3 使用旋钮和箭头选择 **External**（外部）下的文件，然后按 **Enter**。

远程接口配置

本节提供了有关配置波形发生器以进行远程接口通信的信息。有关从前面板配置仪器的信息，请参见从第 65 页开始的“配置远程接口”。有关可用来通过远程接口对该波形发生器进行编程的 SCPI 命令的信息，请参见《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》。

Agilent 33500 系列通过三种接口来支持远程接口通信：GPIB（可选）、USB 和 LAN。所有三个接口在加电时就处于“活动”状态。本节介绍您需要在波形发生器上设置的一些接口配置参数。

- **GPIB 接口。**只需为波形发生器设置 GPIB 地址，然后使用一条 GPIB 电缆将其与 PC 进行连接。
- **USB 接口。**无需在波形发生器上进行任何配置。只需使用一条 USB 电缆将波形发生器连接到 PC。
- **LAN 接口。**默认情况下，DHCP 开启，这样就启用了通过 LAN 接口的网络通信。您可能需要按照后面的 LAN 配置章节中的说明设置几个配置参数，如下所述。

连接软件和产品 CD

Agilent 33500 系列附有两张 CD：

- **Agilent Automation-Ready CD:** 此 CD 包含 *Agilent IO Libraries Suite* 软件，必须安装它才能进行远程接口操作。此 CD 自动启动，并提供有关安装软件的信息。有关其他背景信息，请参考 *Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide*（在此 CD-ROM 上提供）。
- **Agilent 33500 Series Product-Reference CD:** 此 CD 包含 33500 系列仪器驱动程序、整套 Agilent 33500 系列产品手册以及编程示例。此 CD 自动启动，并显示欢迎页面以及说明。

GPIB 配置

GPIB (IEEE-488) 接口上的每个设备都必须有唯一地址。您可以将波形发生器的地址设置为 0 至 30 之间的任何值。波形发生器出厂时，该地址已设置为“10”。加电时会显示 GPIB 地址。

- 此地址存储在非易失性存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该设置不会改变。
- 计算机的 GPIB 接口卡有其自己的地址。应确保接口总线上的任何仪器没有使用计算机的地址。
- **前面板操作：**按 ，然后选择 **I/O Config**（I/O 配置）软键和 **GPIB Settings**（GPIB 设置）。在此菜单中，可以设置 GPIB 地址并打开或关闭 GPIB。
- **远程接口操作：**
SYSTEM:COMMunicate:GPIB:ADDRESS <地址>
SYSTEM:COMMunicate:GPIB:ADDRESS?
SYSTEM:COMMunicate:ENABLE <状态>, GPIB
SYSTEM:COMMunicate:ENABLE?GPIB

LAN 配置

以下各节介绍从 33500 系列前面板 Utility（实用程序）菜单中可以设置的主要 LAN 配置功能。在适当位置会列出 SCPI 命令。此外，某些 LAN 配置功能只能使用 SCPI 命令来执行。有关 LAN 配置命令的完整列表，请参见《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》。

注意：有些 LAN 设置需要关闭再打开仪器电源才能激活。如果是这样，该仪器将在屏幕上显示一条简短消息，所以，请在更改 LAN 设置时务必仔细查看屏幕。

重置 LAN 您可以随时清除 Web 界面密码，打开 DHCP 以及使用“重置 LAN”功能重新启动 LAN。

- **前面板操作：**按 ，然后按 **I/O Config**（I/O 配置）软键。然后按 **LAN Reset**（LAN 重置）。重置 LAN 的同时将显示“Performing LAN Reset”（正在重置 LAN）消息。
- 没有用于重置 LAN 的 SCPI 命令。

DHCP 开/关 (LAN) DHCP（动态主机配置协议）是一种协议，可将动态的 IP 地址自动分配给网络上的设备。DHCP 通常是配置 Agilent 33500 系列以使用 LAN 接口进行远程通信的最简单方法。

- 按 **System**，然后按 **I/O Config**（I/O 配置）软键。然后按 **LAN Settings**（LAN 设置）和 **Modify Settings**（修改设置）。最后，切换第一个软键显示 **DHCP**，以便使用 DHCP 自动分配 IP 地址。
- DHCP 设置存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该设置不会改变。
- **前面板操作:** 按 **System**，然后按 **I/O Config**（I/O 配置）软键。然后按 **LAN Settings**（LAN 设置）和 **Modify Settings**（修改设置）。最后，切换第一个软键显示 **DHCP**，以便使用 DHCP 自动分配 IP 地址。
- 可以使用下列命令打开或关闭 DHCP:
- `SYSTEM:COMMunicate:LAN:DHCP <状态>`

注意: 如果要手动设置 IP 地址、子网掩码或默认网关，则必须关闭 DHCP。然后按照以下各节所述更改 IP 设置。

IP 地址 (LAN) 您可以为 33500 系列输入一个以点号分隔的四字节整数 (“nnn.nnn.nnn.nnn”，其中每个 “nnn” 为一个 0 至 255 之间的字节值) 表示的静态 IP 地址。每个字节表示为一个不带前置 0 的十进制值 (例如，169.254.2.20)。

- 如果 DHCP 已打开，DHCP 将尝试为仪器分配 IP 地址。如果 DHCP 分配失败，AutoIP 将尝试为仪器分配 IP 地址。
- 请向网络管理员询问您的波形发生器所使用的有效 IP 地址。
- 使用数字键盘或旋钮输入 IP 地址。
- IP 地址存储在非易失性存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该地址不会改变。
- **前面板操作:** 按 ，然后按 **I/O Config** (I/O 配置) 软键。然后按 **LAN Settings** (LAN 设置) 和 **Modify Settings** (修改设置)。最后，切换第一个软键以显示 **Manual** (手动)，然后按 **IP Address** (IP 地址) 以输入新 IP 地址。
- 输入所需的地址。
- **远程接口操作:**
SYSTEM:COMMunicate:LAN:IPADdress <地址>
SYSTEM:COMMunicate:LAN:IPADdress?

有关点分地址的详细信息: 使用点分地址 (即 “nnn.nnn.nnn.nnn”，其中 “nnn” 是字节值) 时必须小心，因为 PC 中的大多数 Web 软件会将起始字符为零的字节值解析成八进制数。例如，“192.168.020.011” 实际上等于十进制 “192.168.16.9”，而非 “192.168.20.11”，因为以八进制表示的 “.020” 被解释为 “16”，“.011” 被解释为 “9”。为避免混乱，只使用字节值的十进制表达 (0 至 255)，不带前导零。

例如，33500 系列假定所有点分地址都表示为十进制字节值，并从这些字节值中去除所有前置零。因此，如果尝试将 IP 地址设置为 “192.168.020.011”，则会变为 “192.168.20.11” (纯十进制表示法)。确保在 PC 的 Web 软件中输入准确的表达式 “192.168.20.11”，这样才能找到仪器的地址。请勿使用 “192,168,020,011” 由于存在前置零，PC 会对此地址做出不同解释。

子网掩码 (LAN) 子网掩码可使网络管理员将网络划分为若干较小的网络以简化管理并将网络流量最小化。子网掩码指示出用于指示子网的主机地址部分。

- 请咨询您的网络管理员是否正在使用子网掩码，并获取正确的子网掩码。
- 使用数字键盘或旋钮输入子网掩码。
- 子网掩码存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，子网掩码不会改变。
- 按 **System**，然后按 **I/O Config** (I/O 配置) 软键。然后按 **LAN Settings** (LAN 设置) 和 **Modify Settings** (修改设置)。最后，切换第一个软键以显示 **Manual** (手动)，然后按 **Subnet Mask** (子网掩码) 以输入新子网掩码。输入合适的掩码 (例如: 255.255.0.0)。
- *远程接口操作:*
- SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk “<掩码>”

默认网关 (LAN) 网关是一种提供网络之间连接的网络设备。默认网关设置就是这种设备的 IP 地址。

- 如果正在使用 DHCP 或 Auto IP，则不需要设置网关地址。
- 请咨询您的网络管理员是否正在使用网关，并获得网关地址。
- 使用数字键盘或旋钮输入网关地址。
- 网关地址存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该地址不会改变。
- *前面板操作:* 按 **System**，然后按 **I/O Config** (I/O 配置) 软键。然后按 **LAN Settings** (LAN 设置) 和 **Modify Settings** (修改设置)。最后，切换第一个软键以显示 **Manual** (手动)，然后按 **More** (更多) 和 **Gateway** (网关) 以输入新网关。然后设置合适的网关地址。
- *远程接口操作:*

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway “<地址>”

主机名 (LAN) 主机名是域名的主机部分，它被转换成一个 IP 地址。

- 仪器在出厂时都分配有一个唯一的主机名，但您可以更改该名称。但是，该名称在 LAN 上必须是唯一的。
- 使用旋钮和光标键输入主机名。名称中的每个字符可以是大写或小写字母、数字或短划线 (“-”)。
 - 使用旋钮选择每个字符。
 - 使用光标键移动到下一个字符。
 - 您可以使用键盘输入数字，但主机名不能以数字开头。
- 主机名存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，主机名不会改变。
- **前面板操作:** 按 ，然后按 **I/O Config** (I/O 配置) 软键。然后按 **LAN Settings** (LAN 设置) 和 **Modify Settings** (修改设置)。最后，按 **Host Name** (主机名) 以输入新主机名。
- 远程接口操作:
- SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname “<名称>”

域名 (LAN) 域名是 Internet 上的注册名称，可将其解析为 IP 地址。

- *前面板操作:* 不能从前面板设置域名。
- 没有用于设置域名的 SCPI 命令。

DNS 服务器 (LAN) DNS（域名服务）是一项将域名转换为 IP 地址的因特网服务。DNS 服务器地址是一台执行此项服务的服务器的 IP 地址。

- 通常，DHCP 可搜索 DNS 地址信息，因此，只有在 DHCP 不起作用或未在使用中时，才需要更改它。
- 请问您的网络管理员是否正在使用 DNS，并获取正确的 DNS 服务器地址。
- 使用数字键盘或旋钮输入此地址。
- DNS 服务器地址存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该地址不会改变。
- *前面板操作:* 按 **System**，然后按 **I/O Config**（I/O 配置）软键。然后按 **LAN Settings**（LAN 设置）和 **Modify Settings**（修改设置）。最后，切换第一个软键以显示 **Manual**（手动），然后按 **More**（更多）和 **Primary DNS**（主 DNS）或 **Second DNS**（备用 DNS）以输入 DNS 地址。
- *远程接口操作:*
- `SYSTEM:COMMunicate:LAN:DNS [1|2] "<地址>"`

当前配置 (LAN) 选择 Currently Active Settings 显示屏以查看 MAC 地址和当前的 LAN 配置。

- 前面板操作: 按 ，然后按 **I/O Config** (I/O 配置) 和 **LAN Settings** (LAN 设置)。
- 没有用于显示配置屏幕的 SCPI 命令。

注意: 该显示只反映**当前活动**的设置。同样，该显示是**静态的**。它不更新信息显示之后所发生事件的信息。例如，如果 **DHCP** 在显示屏打开时分配了一个 **IP** 地址，您将看不到新的 **IP** 地址。

如果仪器进入远程模式，则将取消所有 **LAN** 更改，显示屏将转到其他屏幕。如果 **LAN** 重新启动，重新选择 “**LAN 设置**” 页将显示新设置。

其他 SCPI 配置命令 (LAN) 还有一些其他 LAN 配置命令没有在此处介绍，而在《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》中进行了介绍。

Agilent 33500 系列 Web 界面

Agilent 33500 系列在仪器上提供了一个 Web 界面。您可以使用该界面通过 LAN 查看并修改仪器的 I/O 配置。同时还提供了一个远程前面板接口，可让您通过网络来控制仪器。

访问并使用 Web 界面：

7. 确保 PC 上安装了 Microsoft Internet Explorer 6.0 版或更高版本及 Java 虚拟机 (JVM)。
8. 建立 PC 到 33500 系列的 LAN 接口连接。
9. 打开 PC 上的 Internet Explorer。
10. 要启动 Web 界面，请在浏览器地址栏中输入 *仪器* 的 IP 地址或者完全限定主机名。
11. 按照 Web 界面的联机帮助中的说明进行操作。

USB 配置

没有需要配置的 USB 配置参数。可以使用 Show USB Id 功能检索 USB ID 字符串（由制造商设置）：

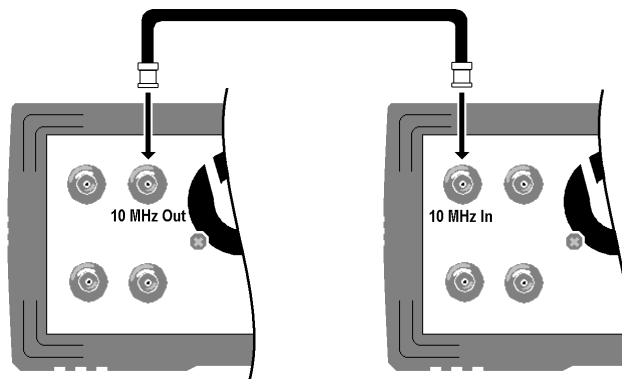
- *前面板操作：*按 ，然后按 **I/O Config**（I/O 配置）软键。选择 **USB Settings**（USB 设置）和 **Show USB Id**（显示 USB ID）。USB 字符串将显示在屏幕上，最长的数字串是仪器的序列号。
- 没有用于显示 USB ID 的 SCPI 命令。

外部时基参考

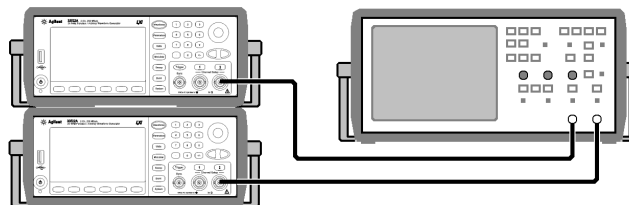
外部时基参考提供后面板连接器（**10 MHz In** 和 **10 MHz Out**）和电路，以实现多个 Agilent 33500 系列波形发生器之间或与外部 10 MHz 时钟信号的同步。您也可以从前面板或通过远程接口来设置输出波形的相位偏移。

要对齐两个 33500 系列仪器的相位，可以使用双通道示波器比较输出信号：

1. 连接两个 33500 系列仪器，将 **10 MHz Out** 连接到 **10 MHz In**。具有更精确的时基的仪器应用作 10 MHz 参考输出的源。



2. 将波形发生器的输出连接到示波器通道输入端：



3. 在这两个波形发生器上设定相同的频率。示波器应该显示信号在频率方面同步，但相位不同步。（方波能够很好地显示相位差。）

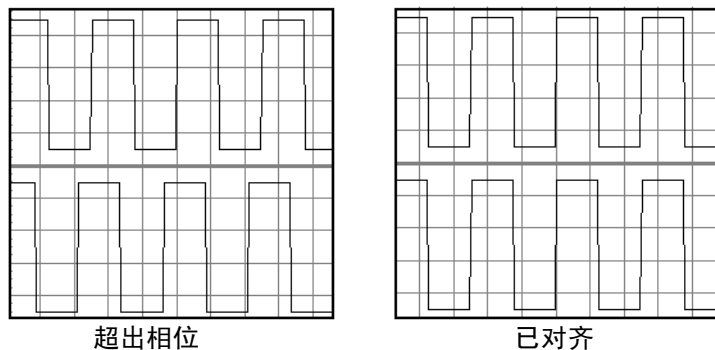
4. 如果任何波形发生器是多通道 (33522A)，则应使两个通道的相位彼此同步。此操作也会使每个通道的调制波形与载波同步。

前面板操作: 按 **Channel** 或 **1** 或 **2**。然后按 **Parameters**、**Phase** (相位) 和 **Sync Internal** (内部同步)。

远程接口操作:

```
[SOURce[1|2]:] PHASe:SYNChronize
```

5. 在第一台波形发生器上保持相位设置的默认值 (零)，使用 **Adjust Phase** (调整相位) 功能调整第二台波形发生器的相位，使其与输出信号保持一致：



两个波形发生器现已对齐，可以使用 **Set 0 Phase** (设置 0 相位) 功能设置新的零相位参考点。

- *前面板操作:* 按 **Channel** 或 **1** 或 **2**。然后按 **Parameters**、**Phase** (相位)，并使用数字键盘或旋钮设置相位角。对齐后，设置 0 相位。
- *远程接口操作:* 使用下面的命令设置相位偏移 (查询返回当前设置的偏移)：

```
[SOURce[1|2]:] PHASe {<角度>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:] PHASe? [MINimum|MAXimum]
```

- 下面的命令设置新的零相位参考点：

```
[SOURce[1|2]:] PHASe:REFerence
```

请参见应用程序注释 1426: “*How to Connect Two or More Signal Generators to Create a Multi-Channel Waveform Generator*” (如何连接两个或更多信号发生器以创建多通道波形发生器) 提供有关该主题的其他信息。

校准概述

本部分简要介绍了波形发生器的校准功能。有关校准过程的详细信息，请参见《Agilent 33500 系列维修指南》中的第 4 章。

校准加密

您可以使用该功能输入安全代码，以防止意外或未经授权对波形发生器进行校准。在首次收到波形发生器时，它已被加密。必须先输入正确的安全代码对波形发生器解密，然后才能进行校准。

如果忘记了安全代码，请参见《Agilent 33500 系列维修指南》以了解详细信息。

- 波形发生器出厂时安全代码设置为“AT33520A”。安全代码存储在非易失性存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该代码不会改变。
- 安全代码最多可包含 12 个字母数字字符。第一个字符必须是字母，但其余字符可以是字母、数字或下划线 (“_”)。您无需使用全部 12 个字符，但首字符必须是字母。

进行解密以便校准 可以从前面板或通过远程接口来解密波形发生器。波形发生器出厂时已加密，安全代码设置为“AT33520A”。

- 输入安全代码后，前面板和远程操作都必须使用该代码。例如，如果从前面板加密波形发生器，必须从远程接口使用同一代码将其解密。
- **前面板操作：** 按 ，然后选择 **Calibrate**（校准）。然后使用旋钮和数字键盘输入安全代码，并选择 **Unlock Cal**（解锁校准）。
- **远程接口操作：** 要对波形发生器解密，可发送以下包含正确安全代码的命令。

```
CAL:SECURE:STATE OFF,AT33520A
```

防校准加密 可以从前面板或通过远程接口来对波形发生器加密。波形发生器出厂时已加密，安全代码设置为“AT33520A”。

- 输入安全代码后，前面板和远程操作都必须使用该代码。例如，如果从前面板加密波形发生器，必须从远程接口使用同一代码将其解密。
- **前面板操作：** 按 ，然后选择 **Calibrate**（校准）。
- **远程接口操作：** 要对波形发生器加密，可发送以下包含正确安全代码的命令。

```
CAL:SECURE:STATE ON,NEWCALCODE
```

更改安全代码 要更改密码，您必须首先对波形发生器解密，然后输入一个新的代码。在尝试更改安全代码之前，请确保已阅读第 200 页中所述的安全代码规则。

- **前面板操作：**要更改安全代码，可使用旧安全代码对波形发生器解密。然后依次按 **System**、**Calibrate**（校准）和 **Secure Code**（安全代码）。从前面板更改代码也会更改从远程接口看到的安全代码。
- **远程接口操作：**要更改安全代码，请首先使用旧安全代码对波形发生器解密。然后，输入如下所示的新密码。

CAL:SECURE:STATE OFF,AT33520A	使用旧代码解密
CAL:SECURE:CODE NEWCALCODE	输入新代码

校准计数

可以查询波形发生器以确定已执行的校准数。波形发生器在出厂之前已经过校准。在收到波形发生器时，一定要读取该计数以确定它的初始值。

- 校准计数存储在 **非易失性** 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该计数不会改变。
- 校准计数最多可递增到大于 40 亿 ($2^{32}-1$)。由于对于每个存储值的校准点，该值都会按增量 1 增加，因此，一次完整的校准结束后，其计数值可能会增加许多。
- **前面板操作：**按 **System** 和 **Calibrate**（校准）。
- **远程接口操作：**

CAL:COUNT?

校准消息

波形发生器允许将一条消息保存在主机的校准存储器中。例如，可存储上次校准的日期、下次校准的预定日期、波形发生器的序列号、甚至是新校准联系人的姓名和电话号码等信息。

- 您 *只能* 从远程接口记录校准消息，且此操作 *只能* 在波形发生器处于解密状态时进行。可以从前面板或通过远程接口读取消息。无论波形发生器处于加密还是解密状态，您均可 *读取* 校准消息。
- 一条校准消息最多可包含 40 个字符（其余字符则被截去）。
- 存储校准消息时将覆盖此前存储在存储器中的所有信息。
- 校准消息存储在 *非易失性* 存储器中，在电源关闭时或在一个远程接口重置后，该消息 *不会* 改变。
- *前面板操作*：按  和 **Calibrate**（校准）。
- *远程接口操作*：要存储校准消息，请发送下列命令，在引号（“ ”）中包括任何所需的字符串。

```
CAL:STR "Cal Due:01 August 2011"
```

内置波形编辑器

Agilent 33500 系列包含一个内置波形编辑器，可用于创建和编辑任意波形。通过直接编辑电压值，或使用最多 12 种不同类型的标准波形的任意组合，可以创建这些波形。

以下各节对内置波形编辑器进行了介绍：

“第 204 页的 “标准波形”

“第 208 页的 “基本波形编辑”

“第 212 页的 “高级编辑”

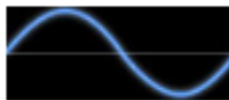
“第 216 页的 “高级数学运算”

“第 223 页的 “实用程序菜单”

标准波形

内置波形编辑器包括以下 12 种波形：

正弦



基本正弦波：

$$y = \sin(x)$$

方波



在两个电压电平之间切换的基本方波

锯齿波



具有线性上升或下降电压的波形

直线



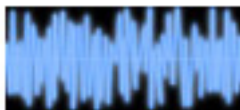
线段

DC



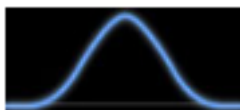
简单 DC 电压

噪声



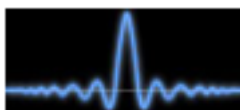
随机噪声

高斯



表示高斯钟形曲线的波形

Sinc



波形函数:

$$y = \sin(x)/x$$

D-Lorentz



Lorentz 函数的导数。Lorentz 函数是 $y = 1/(x^2+1)$ 。

所以，D-Lorentz 函数是

$$y = -2x/(x^2+1)^2$$

指数下降



指数式衰减:

$$y = e^{-kx}$$

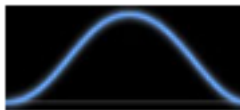
指数上升



指数式上升:

$$y = 1 - e^{-kx}$$

半正矢



半正矢函数:

$$y = [1 - \cos(x)]/2$$

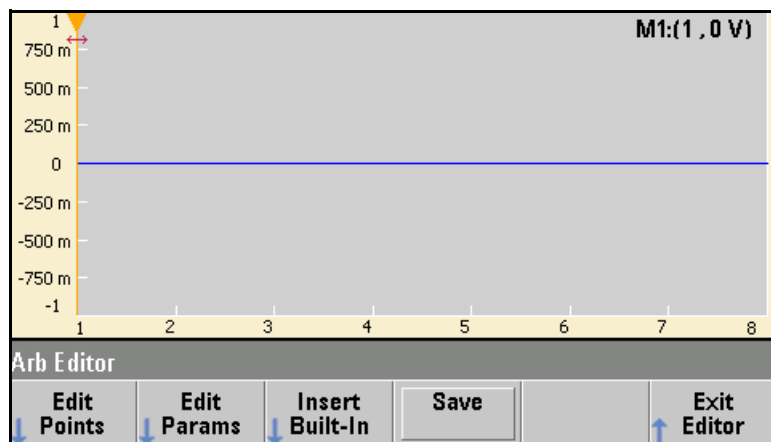
在选择波形时，仪器将显示一个屏幕，允许您指定波形的参数。这些参数包括：

幅度	当波形的偏移为 0 时，波峰的高度在 0 V 以上。以伏特为单位指定，范围为 10 μ V 到 10 V（默认值为 1）。
偏移	整个波形上移（正值）或下移（负值）的距离（相对于 0V），以伏特为单位指定，范围为 -10 到 10（默认值为 0）。
幅度加偏移必须介于 -10 V 与 10 V 之间。	
相位	波形从 0 度提升（正值）或下降（负值）的度数。以度为单位指定，范围为 -360 到 360（默认值为 0）。
循环数	波形包括的完整输出循环的数量。指定为正整数，限制条件为每个循环必须至少有 8 个点。
点数	波形包括的点数。指定为 8 到 1,000,000 之间的整数（默认值为 100）。002 选件，最多支持 16,000,000 个点。
由于一个循环必须至少包含 8 个波形点，因此点数除以循环数所得的结果必须大于或等于 8。	
半宽 (仅限 D-Lorentz)	用于控制波形宽度的值；值越大，曲线越宽。指定为 1 到一个循环中的数据点总数之间的整数（默认值为 10）。
下降因数 (仅限指数下降)	用于控制波形下降快慢程度的数字。指定为 -99 到 99 之间的十进制数字（默认值为 -5）。
上升因数 (仅限指数上升)	用于控制波形上升快慢程度的数字。指定为 -99 到 99 之间的十进制数字（默认值为 -5）。

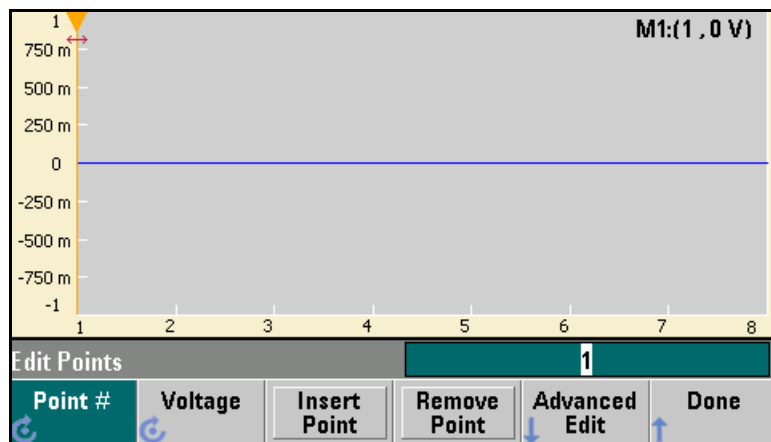
全宽 (仅限高斯)	钟形曲线中恰好在曲线高度的一半范围的点之间的高斯钟形曲线的宽度，也称为全宽一半最大值。指定为 1 到一个循环中的数据点数之间的整数（默认值为 10）。
对称性 (仅限锯齿波)	锯齿波上升的时间百分比（每个循环周期）。指定为 0 到 100 之间的十进制数字（默认值为 100）。
零交叉 (仅限 Sinc)	波形与波形一侧的水平轴交叉的次数。指定为 0 到 100 之间的整数（默认值为 10）。
占空比 (仅限方波)	波形电压居高不下的时间百分比（每个循环周期）。指定为百分比，范围为 0 到 100（默认值为 50）。
起始电平 (仅限直线)	线段开始处的电压。
结束电平 (仅限直线)	线段结束处的电压。

基本波形编辑

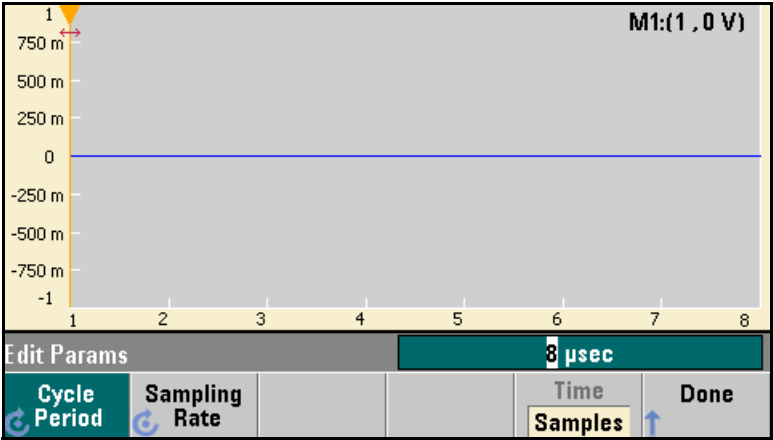
启动内置波形编辑器（按  和 **Arb**（任意波形），然后依次按 **Arbs**（任意波形）、**Edit New**（编辑新波形）和 **Start Editor**（启动编辑器）时，将显示打开屏幕。（请注意，包含 **Edit New**（编辑新波形）软键的同一菜单也包含 **Import CSV**（导入 CSV）软键。您可以使用此软键从示波器和其他常用仪器导入 ASCII 文件。）



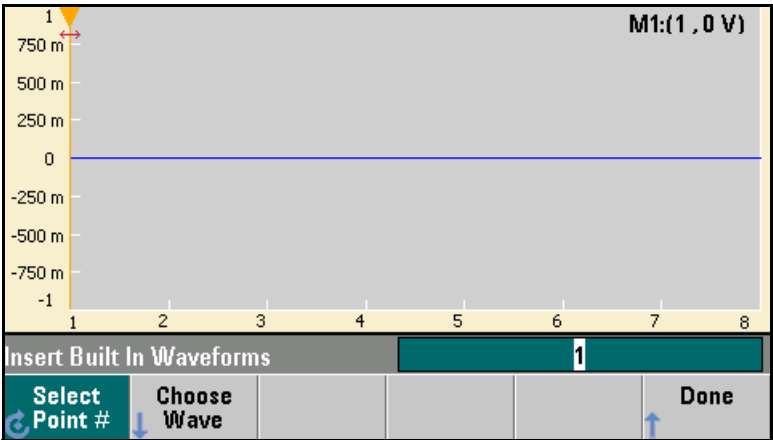
Edit Points（编辑点）可用于编辑波形中各个点的电压值。还可以将点插入波形以及从波形中删除点，并访问高级编辑功能，如下所述。



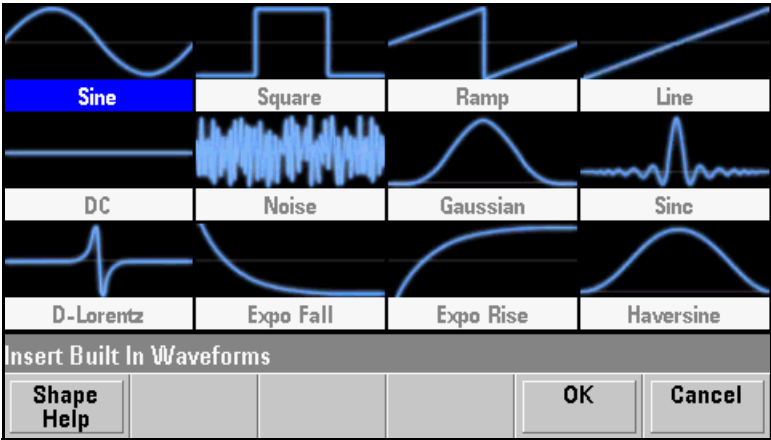
Edit Params（编辑参数）可用于设置波形的采样率，这是波形播放的速率（每秒的点数）。可将该值指定为速率或周期。如果更改一个值，则将根据波形中的点数重新计算其他值。使用此功能还可以指定使用时间单位还是沿水平轴的点对波形添加标签。



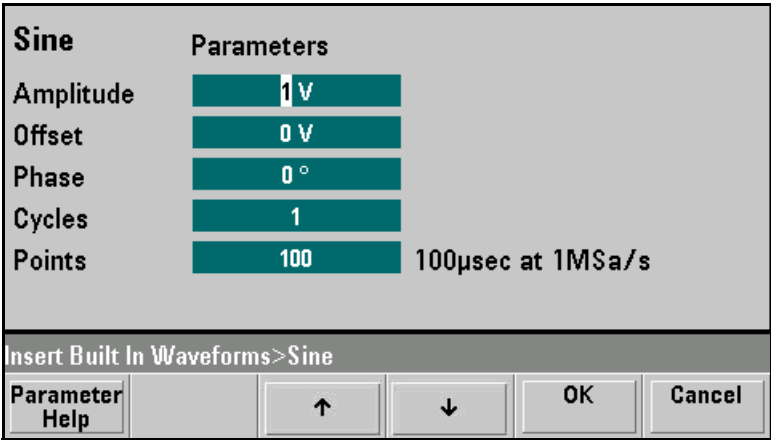
Insert Built-In（插入内置波形）用于将预定义的 12 个波形之一插入当前波形。



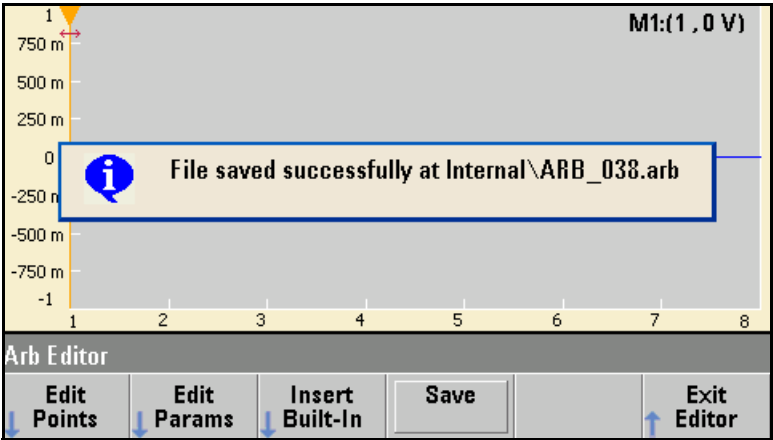
Select Point #（选择点编号）用于指定插入波形的位 置，**Choose Wave**（选择波形）软键用于指定要插入的 12 种波形类型之一。



使用箭头键选择要插入的波形并按 **OK**（确定）后，仪器将显示要插入的波形的参数。指定参数，然后按 **OK**（确定）。

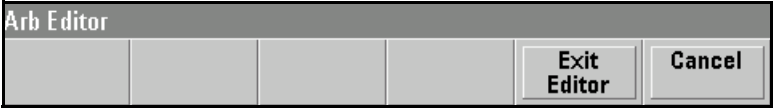


Save（保存）用于将当前位置上的当前波形保存在仪器的内部存储器中。

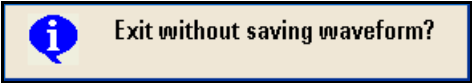


3

Exit Editor（退出编辑器）将退出内置波形编辑器，恢复正常前面板操作。

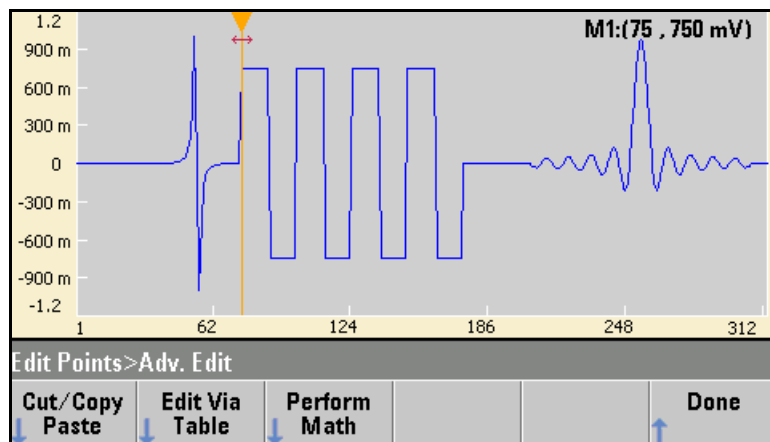


如果有未保存的更改，仪器将生成一条警告消息，您可以选择继续在内置波形编辑器中操作。

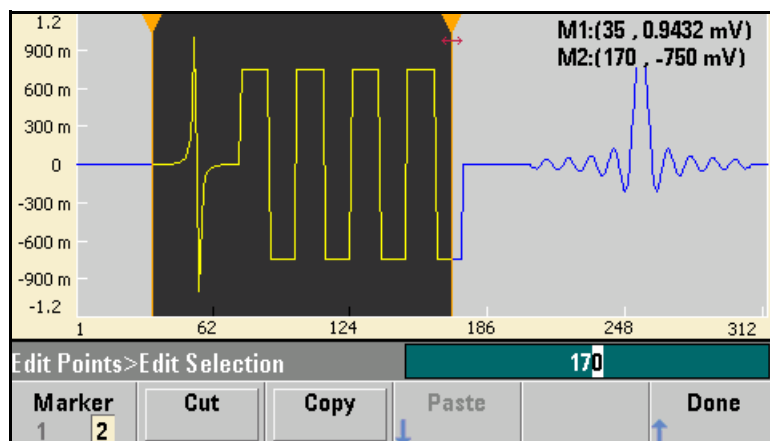


高级编辑

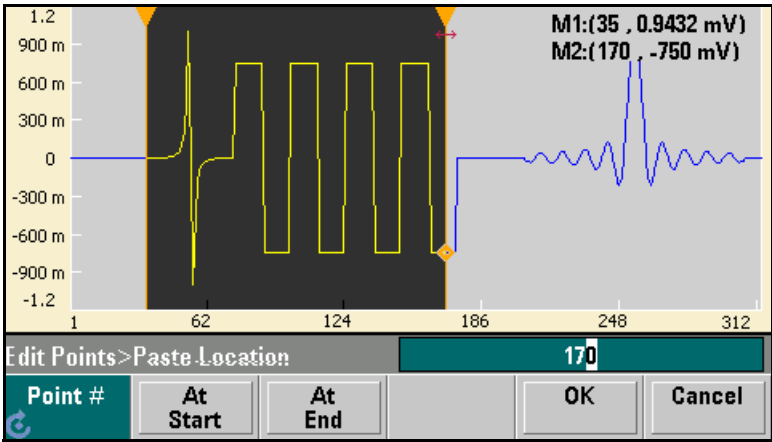
如上所述，**Edit Points**（编辑点）菜单包括一个 **Advanced Edit**（高级编辑）软键。使用该软键可以剪切、复制和粘贴波形部分，编辑表中的波形点，以及在波形上执行数学运算。



Cut/Copy/Paste（剪切 / 复制 / 粘贴）用于定义两个标志之间的波形范围，然后剪切或复制由标志定义的波形点。剪切或复制范围后，您可以使用 **Paste**（粘贴）软键根据需要将其粘贴多次。



Paste Location（粘贴位置）用于将范围粘贴在波形开始处、波形结束处或波形中的任何点处。



Edit Via Table（通过表编辑）可用于编辑表中各个点的电压值。您可以使用旋钮滚动浏览表，也可以使用 **Point #**（点编号）软键直接选择任何特定的点。还可以插入或删除波形点。

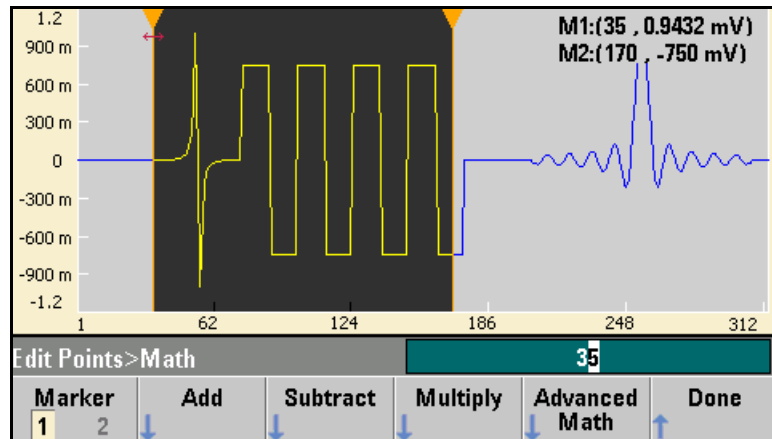
Point No. (Max 312)	Voltage Value (Volts)
1	0.00000
2	0.00000
3	0.00000
4	0.00000
5	0.00006
6	0.00006
7	0.00007
8	0.00007

Edit Points>Table

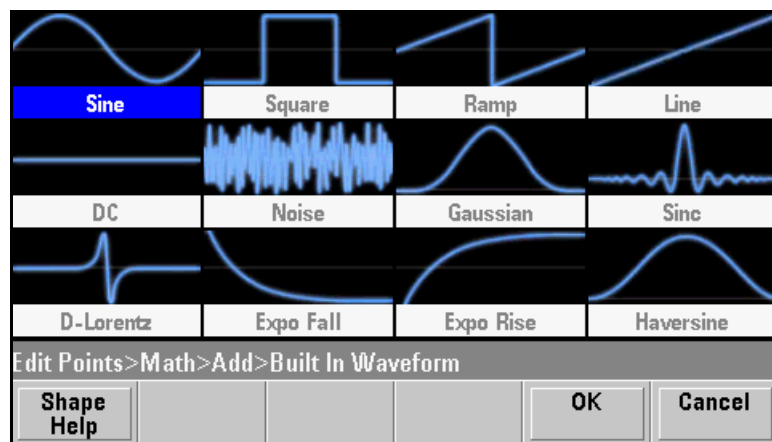
1

Point # Voltage Insert Point Remove Point Done

Perform Math（执行数学运算）用于使用标志指定波形范围。然后，可以将该范围中的电压值与另一个波形中的电压值进行相加、相减或相乘。



按 **Add**（加）、**Subtract**（减）或 **Multiply**（乘）后，仪器将显示波形列表。选取波形并按 **OK**（确定）。



按 **OK**（确定）后，仪器将显示参数列表，您可以使用它指定波形。在本例中，下面的屏幕显示您选取的 **D-Lorentz**。您还可以使用 **From Point**（起始点）和 **To Point**（结束点）参数指定在其中执行数学运算的点的范围。

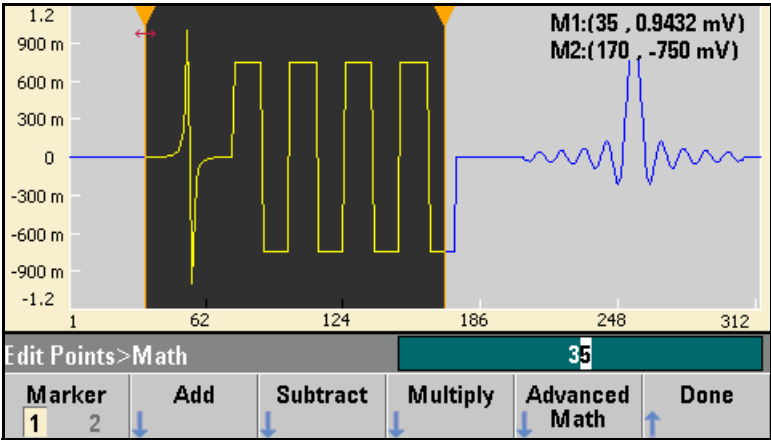
D-Lorentz	Parameters	Modify existing waveform
Amplitude	1 V	From Point 35
Offset	0 V	To Point 170
Phase	0 °	
Cycles	1	
Half Width	10	

Edit Points>Add>Built In Waveform>D-Lorentz

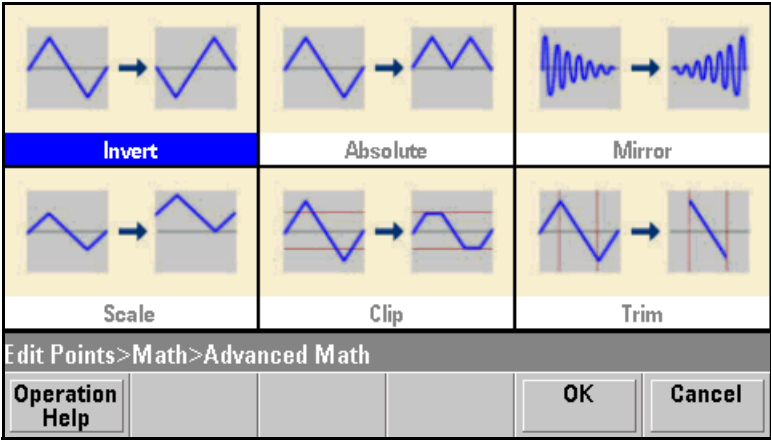
Parameter Help		↑	↓	OK	Cancel
----------------	--	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------

高级数学运算

Advanced Math（高级数学运算）用于在波形上执行一些不同类型的运算。要从内置波形编辑器打开 **Advanced Math**（高级数学运算），请依次按 **Edit Points**（编辑点）、**Advanced Edit**（高级编辑）、**Perform Math**（执行数学运算）和 **Advanced Math**（高级数学运算）。

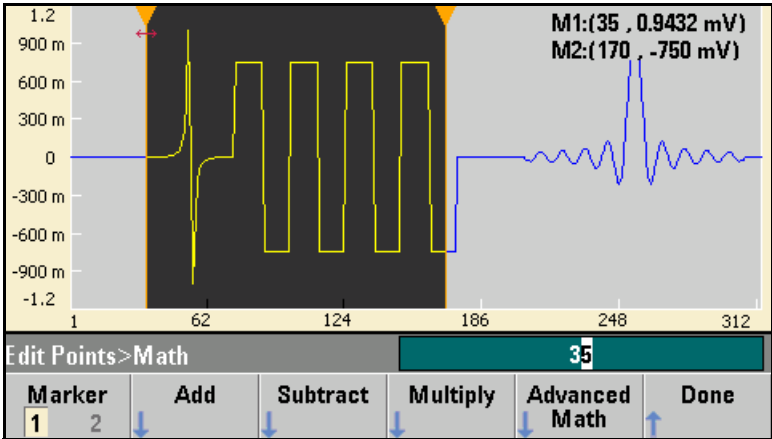


“高级数学运算”菜单将打开并显示以下屏幕。下面显示的每个运算在下文进行介绍，使用每个运算之前和之后的图像以说明运算的结果。

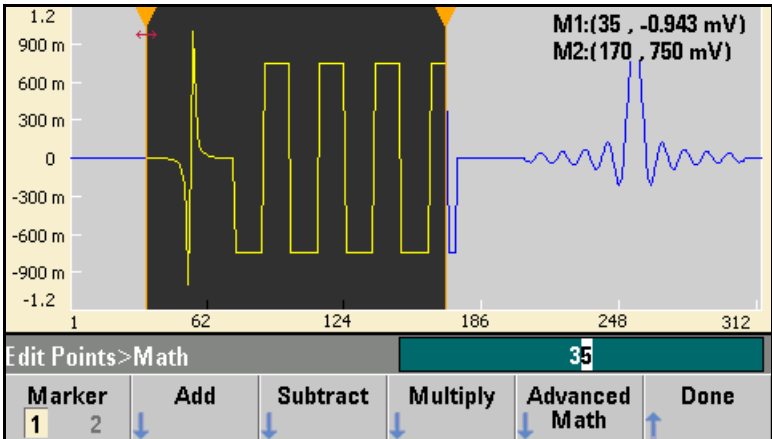


Invert（反向）反映跨过水平轴的波形。

运算之前的图像

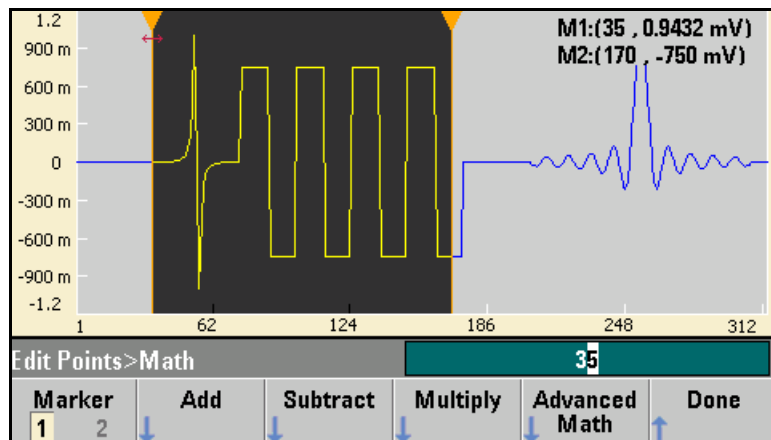


运算之后的图像

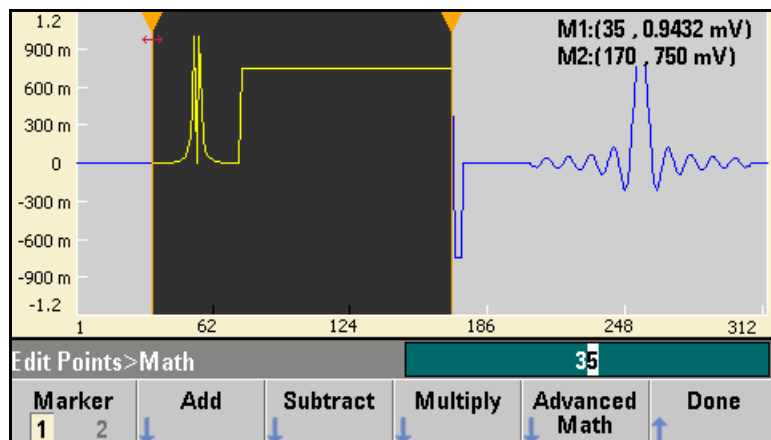


Absolute（取绝对值）将所有负波形值替换为正波形值。

运算之前的图像

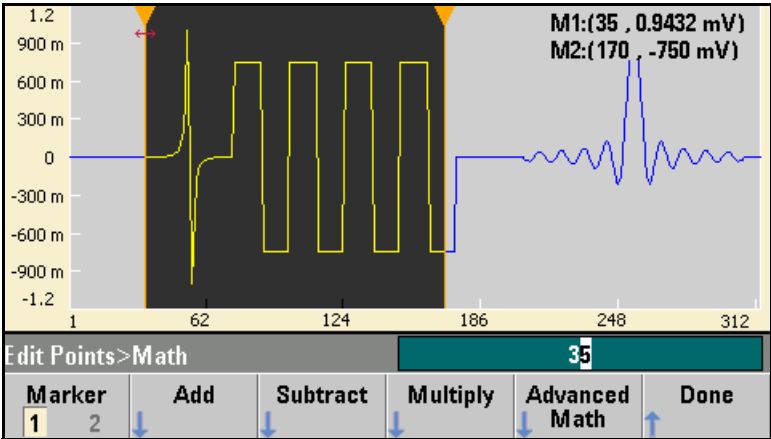


运算之后的图像

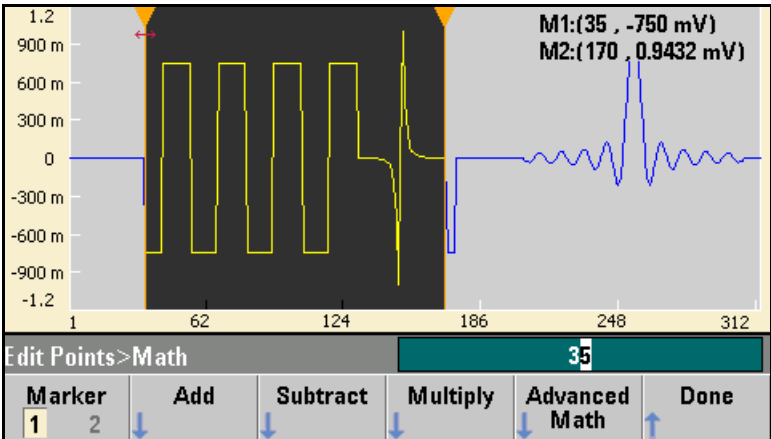


Mirror（镜像）反转范围中点的顺序。

运算之前的图像

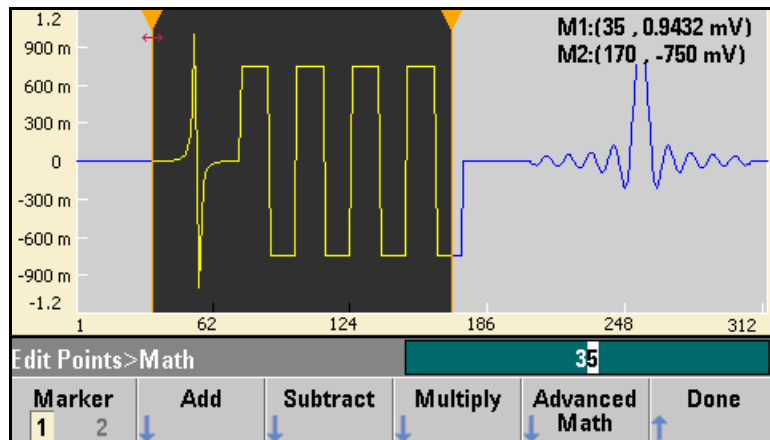


运算之后的图像

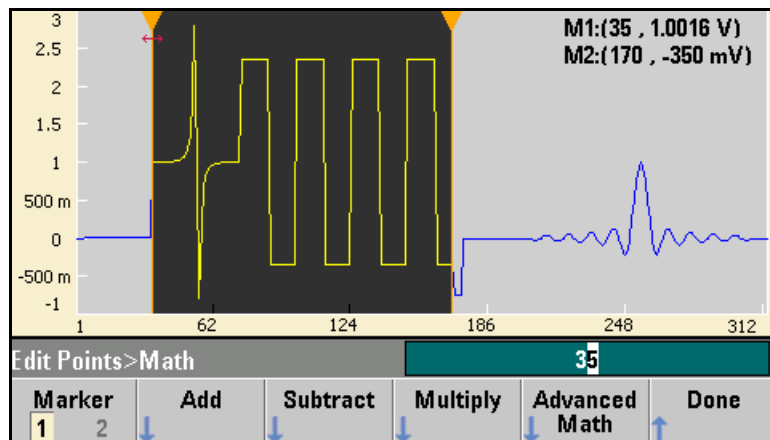


Scale（缩放）允许使用幅度和偏移在点之间缩放波形。在本例中，幅度缩放设置为 180%，偏移缩放设置为 1 V。

运算之前的图像

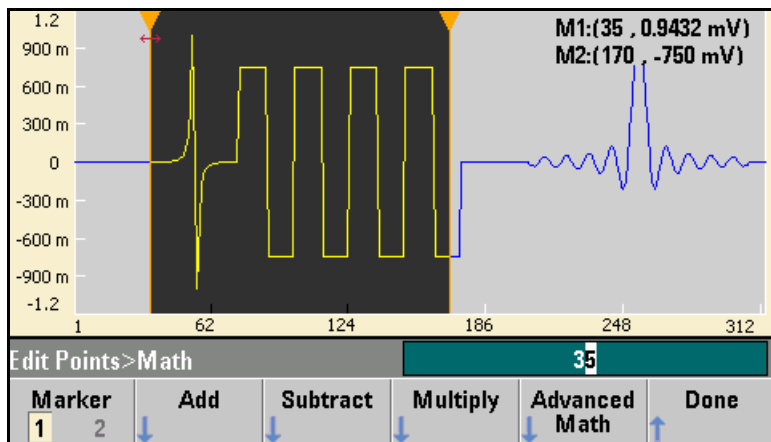


运算之后的图像

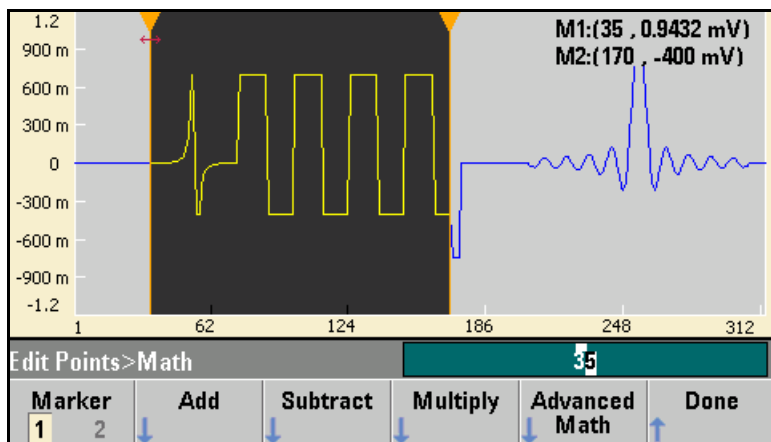


Clip（裁剪）允许指定波形的上限值和下限值，并将这些限值范围之外的电压值更改为等于限值。在本例中，波形被裁剪为保持在 -400 mV 下限值和 700 mV 上限值范围内。

运算之前的图像

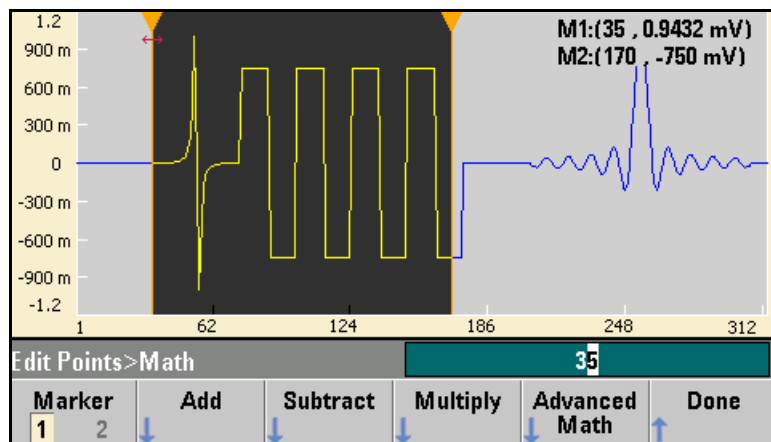


运算之后的图像

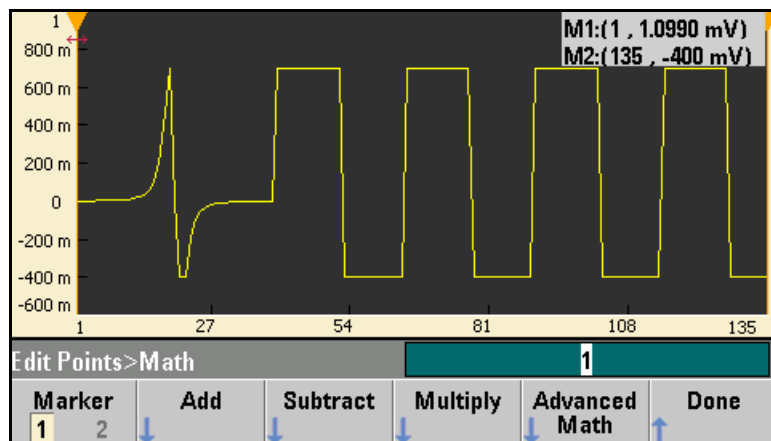


Trim（修剪）允许使用标志“裁切”波形，使只有标志范围定义的点保留在波形中。

运算之前的图像

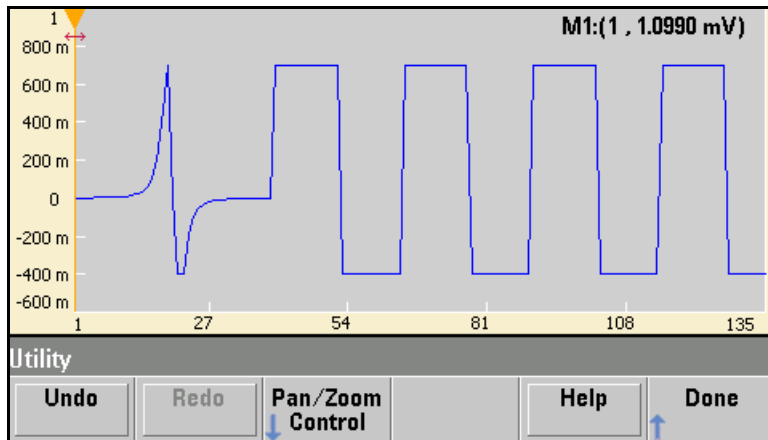


运算之后的图像



实用程序菜单

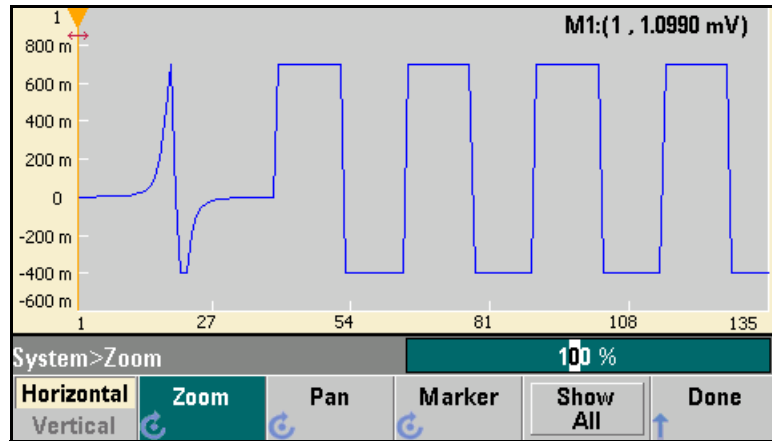
按内置波形编辑器中的 **System** 可以访问多个实用程序功能。



Undo（撤消）用于撤消最近的操作。操作数量取决于可用存储器的容量以及撤消操作的大小。

Redo（重做）用于重做“已撤消的”任务，操作数量取决于相同的存储器限制和操作大小。

Pan/Zoom Control（平移 / 缩放控制）允许使用指定为百分比的缩放比例因数以水平方式或垂直方式进行缩放。还可以水平方式或垂直方式平移（移动图像），以查看波形的特定区域。通过指定点以水平方式平移，并通过指定电压以垂直方式平移。



Show All（全部显示）将重置水平和垂直刻度以显示整个波形。

出厂默认设置

下页上的表总结了 Agilent 33500 的出厂默认设置。为方便您使用，在本手册的后封面内部及在《快速参考卡片》上都复制了该表。

注意：如果您已启用了断电调用模式，则加电状态会与表中的设置有所不同。请参见第 177 页的“仪器状态存储”。

Agilent 33500 系列出厂默认设置

输出配置	出厂设置
函数	正弦波
频率	1 kHz
幅度 / 偏移	100 mVpp / 0 VDC
输出单位	Vpp
输出终端	50 Ω
自动调整量程	开启
调制	出厂设置
载波 (AM、FM、PM、FSK)	1 kHz 正弦波
载波 (PWM)	1 kHz 脉冲
调制波形 (AM)	100 Hz 正弦波
调制波形 (FM、PM、PWM)	10 Hz 正弦波
AM 深度	100%
FM 偏差	100 Hz
PM 偏差	180 度
FSK 跳跃频率	100 Hz
FSK 速率	10 Hz
PWM 宽度偏差	10 μ s
调制状态	关闭
扫描	出厂设置
开始 / 停止频率	100 Hz / 1 kHz
扫描时间	1 秒
扫描模式	线性
扫描状态	关闭
猝发	出厂设置
猝发计数	1 循环
猝发周期	10 ms
猝发起始相位	0 度
猝发状态	关闭
系统相关操作	出厂设置
• 断电调用	• 禁用
显示模式	开启
错误队列	错误已清除
存储的状态, 存储的任意波形	无更改
输出状态	关闭
触发操作	出厂设置
触发源	内部 (立即)
远程接口配置	出厂设置
• GPIB 地址	• 10
• DHCP	• 开启
• 自动 IP	• 开启
• IP 地址	• 169.254.2.20
• 子网掩码	• 255.255.0.0
• 默认网关	• 0.0.0.0
• DNS 服务器	• 0.0.0.0
• 主机名	• 无
• 域名	• 无
校准	出厂设置
校准状态	加密

带粗体圆点 (•) 标志的参数保存在 *非易失性* 存储器中。

应用程序

应用程序

本章包含几个远程接口示例程序，它们有助于您开发自己的应用程序。《Agilent 33500 系列编程人员参考帮助》列出了可用于对该波形发生器进行编程的 SCPI（*可编程仪器标准命令*）命令的语法。

简介

本章包括 9 个示例程序，演示了使用 SCPI 命令对 Agilent 33500 系列进行控制的情况。所有这些程序均使用 Microsoft® C 和 Microsoft® Visual BASIC® 6.0 语言编写，并使用了 Agilent VISA-COM。



这些程序包括在波形发生器随附的“Agilent 33500 Series Product Reference CD-ROM”中。这些文件位于 CD 的“Programming Examples”链接下方。

如果要修改示例程序，或自行编写程序并编译，则需要安装 Agilent IO Libraries Suite 软件。可以从随 33500 系列提供的“Agilent E2094 Automation-Ready CD-ROM”中安装此软件。

您以前可能安装过随其他 Agilent 产品（例如 Agilent GPIB 卡）提供的 IO Libraries Suite 软件。但是，必须安装 Agilent IO Libraries Suite 14.0 或更高版本才支持 Product Reference CD-ROM 上提供的示例。

有关获得 Agilent IO Libraries Suite 软件的信息，请访问：

www.agilent.com/find/iolib

Microsoft® 和 Visual BASIC® 是 Microsoft Corporation 在美国的注册商标。

在安装好合适的软件组件之后，有关配置接口的信息，请参见第 3 章中的“远程接口配置”。

本章中列示的程序受到版权的保护。

Copyright © 2010 Agilent Technologies, Inc.

如果您同意安捷伦对任何示例应用程序文件不提供担保并且对其没有任何责任和义务，则您可以以任何方式使用、修改、复制或分配这些示例应用程序文件（和 / 或任何经过修改的版本）而不用缴纳特许费用。

安捷伦科技公司提供的编程示例程序只用于说明的用途。所有示例程序均假设您已熟悉所展示的编程语言以及用于创建和调试程序步骤的工具。安捷伦的支持工程师可以帮助解释安捷伦软件组件和相关命令的功能，但他们不会修改这些示例以提供附加的功能，或者建立满足您特定需要的步骤。

本章中的所有示例应用程序都旨在用于 Microsoft Visual Basic 6.0 和 Agilent VISA-COM。

在 Visual Basic 中使用 IO 对象：

1. 设置引用以将库包括在 Project/References 菜单中。VISA COM 要求使用对 VISA COM 3.0 Type library 的 COM 引用。可以使用以下菜单建立引用：
Project > References ...（项目 > 引用 ...）
2. 使用类似于这样的语句“Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488”创建格式化的 IO 引用，并使用
“Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488”来创建实际的对象。

程序列表

示例：一个简单的正弦波形

本程序（可在 CD-ROM 上的 “examples\VB\Simple Sine” 子目录中找到）选择 “正弦” 函数，然后设置波形的频率、幅度和偏移。

```
' *****  
' This Simple Sine program enables a simple sine wave output on channel 1  
' of a 33500 Series instrument with the following signal characteristics:  
'  
'Wave Shape:      Sine  
'Frequency:       1000 Hz  
'Amplitude:       2 Volt Peak to Peak  
'Offset:          0 Volt  
'Output Impedence: 50 Ohm  
'Channel1 Output: Enabled  
'  
' *****  
  
Private Sub Command1_Click()  
  
    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager  
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488  
  
    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs  
    Set mfIo = New FormattedIO488  
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")  
  
    On Error GoTo MyError  
  
    ' This program sets up a waveform by selecting the waveshape  
    ' and adjusting the frequency, amplitude, and offset.
```

```

With mfIo
    ' Clear and reset instrument
    .WriteString "*CLS"
    .WriteString "*RST"

    Sleep 1000

    'Send commands to set the desired configuration
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
    .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 1000"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

    'Enable output.
    .WriteString "OUTPUT1 ON"

    Sleep 1000

End With
Text2.Text = "Sine Wave output set on Channel1"

Exit Sub

MyError:
    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub

End Sub

```

示例：幅度调制

本程序（可在 CD-ROM 上的 “examples\VB\Amplitude Modulation” 子目录中找到）使用低级 SCPI 命令的幅度调制来配置波形。它还说明了如何使用 *SAV 命令将仪器配置存储到波形发生器的内部存储器中。

```
' *****  
'This Amplitude Modulation program enables an Amplitude modulation output on  
'channel 1 of the 33500 Series instrument with the following signal characteristics.  
'  
'Carrier Frequency:      Sine wave, 1 Mhz, 5 VPP  
'Amplitude Modulated carrier with Double Sideband Suppressed Carrier  
'  
'Modulating Frequency: Sine Wave, 1 KHz  
'AM Depth:              100%  
' *****
```

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager  
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488  
  
    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs  
    Set mfIo = New FormattedIO488  
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")  
  
    On Error GoTo MyError  
  
    ' This program sets up a waveform by selecting the waveshape  
    ' and adjusting the frequency, amplitude, and offset.  
  
    With mfIo  
  
        'Clear and reset instrument  
        .WriteString "*CLS"  
        .WriteString "*RST"  
  
        Sleep 1000  
  
        'Configure the carrier waveform  
        .WriteString "SOURCE1:FUNC SIN"  
        .WriteString "SOURCE1:FREQ 10E5"  
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"  
        .WriteString "SOURCE1:VOLT 5"  
  
        'Select the mode of Amplitude Modulation  
        .WriteString "SOURCE1:AM:DSSC ON"  
  
        'Select the modulation source  
        .WriteString "SOURCE1:AM:SOURCE INT"  
  
        'Select the shape of the modulating waveform  
        .WriteString "SOURCE1:AM:INT:FUNC SIN"  
  
        'Set the modulating frequency  
        .WriteString "SOURCE1:AM:INT:FREQ 1000"  
  
        'Set the modulation depth  
        .WriteString "SOURCE1:AM:DEPTH 100"
```

```
'Enable AM Modulation
.WriteString "SOURCE1:AM:STATE ON"

'Enable output
.WriteString "OUTPUT1 ON"

Sleep 1000

End With

Text2.Text = "Amplitude modulation output enabled"

Exit Sub

MyError:

    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()

    Text2.Text = ""

End Sub
```

示例：线性扫描

本程序（可在 CD-ROM 上的 “examples\VB\Linear Sweep” 子目录中找到）创建正弦波的线性扫描。它将设置开始和停止频率以及扫描时间。

```
' *****
'This Linear Sweep program enables a simple sine sweep wave output on channel 1
'of a 33500 Series instrument with the following signal characteristics:

'Wave Shape:      Sine
'Amplitude:       2 Volt Peak to Peak
'Start Frequency: 20 Hz
'Start Frequency: 20 KHz
'Sweep fashion:   Linear
'Sweep Time;      2 Sec / sweep
'Trigger Source:  Immediate

'Channell Output: Enabled
' *****

Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMClS
    Set mfIo = New FormattedIO488
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    ' This program sets up a waveform by selecting the waveshape
    ' and adjusting the frequency, amplitude, and offset.

    With mfIo

        'Clear and reset instrument
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"

        Sleep 1000

        'Select the waveform shape, amplitude and offset
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"

        'Select the frequency boundaries of the sweep
        .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY:START 20"
        .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY:STOP 20E3"

        'Select the sweep mode
        .WriteString "SOURCE1:SWEEP:SPACING LINEAR"

        'Set the sweep time in seconds
        .WriteString "SOURCE1:SWEEP:TIME 2"

        'Select the sweep trigger source
        .WriteString "TRIGGER1:SOURCE IMM"

        'Enable Sweep State
```

```
.WriteString "SOURCE1:SWEEP:STATE ON"

'Enable output
.WriteString "OUTPUT1 ON"

Sleep 1000

End With
Text2.Text = "Sweep Output enabled"

Exit Sub

MyError:
    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub
```

示例：脉冲波形

本程序（可在 CD-ROM 上的“examples\VB\Pulse”子目录中找到）通过设置脉冲宽度、周期和高/低电平来配置脉冲波形。边沿时间随后被递增。

```

'=====
'This Pulse program enables a simple pulse wave output on channel 1 of a
'33500 Series instrument with signal characteristics given below. A loop
'in the program increases the edge transition time by 10 nsec every 100 msec.

'Wave Shape:           Pulse
'Frequency:            100 KHz
'Amplitude:            2 Volts Peak to Peak
'Offset:               0 Volt
'Edge Transition Time:  Variable (10 ns to 100 ns in 10 ns steps every 100 msec)
'Channell Output:      Enabled
'
'=====
Private Declare Sub Sleep Lib "kernel32" (ByVal dwMilliseconds As Long)

Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488
    Dim i As Integer

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
    Set mfIo = New FormattedIO488
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    ' This program sets up a waveform by selecting the waveshape
    ' and adjusting the frequency, amplitude, and offset.

    With mfIo

        'Clear and reset instrument
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"

        Sleep 1000

        'Set function to Pulse.
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION PULSE"

        'Set pulse period (sec) & voltage
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION:PULSE:PERIOD 1E-3"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT 5"

        'Set Duty Cycle to 50%
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION:PULSE:DCYCLE 50"

        'Enable output.
        .WriteString "OUTPUT1 ON"

        Sleep 1000
    End With
End Sub

```

```
' Iterate over different pulse transition durations
For i = 1 To 10
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION:PULSe:TRANSition " & (i * 10) & "E-9"
    Sleep 100
Next i

End With
Text2.Text = "Pulse output with variable edge time set on Channell1"

Exit Sub

MyError:
    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub
```

示例：下载任意波形 (ASCII)

本程序（可在 CD-ROM 上的 “examples\VB\AsciiArb” 子目录中找到）通过设置脉冲宽度、周期和高 / 低电平来配置脉冲波形。边沿时间随后被递增。

```
' *****  
'This AsciiArb program demonstrates how to download an arbitrary waveform into  
'instrument volatile memory and play it back with the configuration below:  
'  
'Wave Shape:      Arb  
'Frequency:       40 KSa/Sec  
'Amplitude:       2 Volt Peak to Peak  
'Offset:          0 Volt  
'Output Impedance: 50 Ohm  
'Channell Output: Enabled  
  
'This arb generates a 4000 point pulse waveform, of which the first 200 points  
'define a positive pulse from 0 volts to the maximum defined voltage amplitude.  
  
'Caution: This program will erase all unsaved data in volatile memory.  
'If necessary, save that information before running this example program.  
' *****
```

```
Private Sub Command1_Click()  
  
    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager  
    Dim mFio As VisaComLib.FormattedIO488  
  
    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs  
    Set mFio = New FormattedIO488  
    Set mFio.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")  
  
    Dim Waveform() As String  
    Dim I As Integer  
    Dim DataStr As String  
    ReDim Waveform(1 To 4000)  
  
    On Error GoTo MyError  
  
    'Compute waveform  
  
    Text2.Text = ""  
    Text2.Text = Text2.Text & "Computing Waveform..." & vbCrLf  
  
    For I = 1 To 5  
        Waveform(I) = Str$((I - 1) / 5)           ' Set rise time (5 points)  
    Next I  
  
    For I = 6 To 205  
        Waveform(I) = "1"                         ' Set pulse width (200 points)  
    Next I  
  
    For I = 206 To 210  
        Waveform(I) = Str$((210 - I) / 5)         ' Set fall time (5 points)  
    Next I  
  
    For I = 211 To 4000  
        Waveform(I) = "0"                         ' Set remaining points to zero  
    Next I
```

```

DataStr = Join(Waveform, ",")          ' Create string from data array

With mFio
    'Clear and reset instrument and increase the Visa Connection timeout to 40
    'seconds for downloading a long waveform
    .WriteString "*CLS"
    .WriteString "*RST"
    .IO.Timeout = 40000

    Sleep 1000

    Call WaitForOPC(mFio)

    '
    '*** Clearing Volatile memory ***
    'Caution: This program will erase all unsaved data in volatile memory.
    'If necessary, save that information before running this example program.
    '

    .WriteString "DATA:VOLatile:CLEar"

End With

    'Downloading Waveform
    Text2.SelStart = Len(Text2.Text)
    Text2.SelText = "Downloading Waveform..." & vbCrLf

With mFio
    .WriteString "SOURce1:DATA:ARbitrary TestArb," & DataStr
End With

Call WaitForOPC(mFio)

Text2.Text = Text2.Text & "Download Complete" & vbCrLf

With mFio
    'Send command to set the desired configuration
    .WriteString "SOURce1:FUNCTION:ARbitrary TestArb" ' set current arbitrary
waveform to defined arb pulse
    .WriteString "SOURce1:VOLT 2" ' set max waveform amplitude to 2 Vpp
    .WriteString "SOURce1:VOLT:OFFSET 0" ' set offset to 0 V
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50" ' set output load to 50 ohms
    .WriteString "SOURce1:FUNCTION:ARB:SRATe 40000" ' set sample rate
    .WriteString "SOURce1:FUNCTION:ARB" ' turn on arb function

    'This example creates an arbitrary waveform in volatile memory.
    'To save the waveform to non-volatile memory, use one of the following
commands:
    'MMEMory:STOR:DATA1 "INT:\TESTARB.arb" 'Stores the arb to internal memory as
TESTARB.arb
    'MMEMory:STOR:DATA1 "USB:\TESTARB.arb" 'Stores the arb to a USB flash drive as
TESTARB.arb

    'Enable output
    .WriteString "OUTPUT1 ON" 'turn on channel 1 output

    Sleep 1000

End With

```

第 4 章应用程序 程序列表

```
Text2.Text = Text2.Text & "Arb Wave output set on Channel1" & vbCrLf

Exit Sub

MyError:
    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub

Private Function WaitForOPC(mFio As VisaComLib.FormattedIO488)
    Do
        Dim strResult As String

        With mFio
            .WriteString "**OPC?"
            strResult = .ReadString()
        End With

        If (InStr(strResult, "1") > 0) Then
            Exit Do
        End If
    Loop
End Function
```

示例：序列

本程序（可在 CD-ROM 上的“examples\VB\Arb Sequence”子目录中找到）使用占空比配置脉冲波形，该波形随后用一个三角波形缓慢进行调制。

```

' *****
' This Arb Sequence program demonstrates how to define an Arb Sequence consisting
' of one or more different arbitrary waveform segments and play it back using the
' following configuration:
'
'   Wave Shape:      Arb Sequence
'   Frequency:       40 KSa/Sec
'   Amplitude:       2 Volt Peak to Peak
'   Offset:          0 Volt
'   Output Impedance: 50 Ohm
'   Channell Output: Enabled
'
'Caution: This program will erase all unsaved data in volatile memory.
'If necessary, save that information before running this example program.
' *****

Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mFio As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
    Set mFio = New FormattedIO488
    Set mFio.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    Dim Waveform() As String
    Dim I As Integer
    Dim DataStr As String
    ReDim Waveform(1 To 4000)
    Dim strSeqDescriptor As String
    Dim strHeader As String
    Dim strCommand As String

    On Error GoTo MyError

    'Compute waveform

    Text2.Text = ""

    With mFio

        'Clear and reset instrument
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"

        Sleep 1000

        Call WaitForOPC(mFio)

        '
        ' *** Clearing Volatile memory ***
        ' Caution: This program will erase all unsaved data in volatile memory.
        ' If necessary, save that information before running this example program.
        '

        .WriteString "DATA:VOLatile:CLEAr"
    
```

第 4 章应用程序

程序列表

```
End With

'Loading arb files into waveform memory.
With mFio

    .WriteString "MMEM:LOAD:DATA ""INT:\BUILTIN\SINC.ARB""
    Call WaitForOPC(mFio)
    .WriteString "MMEM:LOAD:DATA ""INT:\BUILTIN\CARDIAC.ARB""
    Call WaitForOPC(mFio)
    .WriteString "MMEM:LOAD:DATA ""INT:\BUILTIN\HAVERSINE.ARB""
    Call WaitForOPC(mFio)

End With

'Build a sequence descriptor string consisting of arbitrary waveform segments.
strSeqDescriptor = "mySequence"
strSeqDescriptor = strSeqDescriptor & "," +
""INT:\BUILTIN\SINC.ARB",5,once,maintain,12"
strSeqDescriptor = strSeqDescriptor & "," +
""INT:\BUILTIN\CARDIAC.ARB",5,repeat,highAtStart,35"
strSeqDescriptor = strSeqDescriptor & "," +
""INT:\BUILTIN\HAVERSINE.ARB",0,once,lowAtStart,10"
strSeqDescriptor = strSeqDescriptor & "," +
""INT:\BUILTIN\SINC.ARB",0,once,highAtStartGoLow,7"

'Calculate the header of the sequence command.
strHeader = "#" & CStr(Len(CStr(Len(strSeqDescriptor)))) &
CStr(Len(strSeqDescriptor))

'Append the header information and sequence descriptor.
strCommand = "SOURce1:DATA:SEQ " & strHeader & strSeqDescriptor

With mFio

    'Send command to set the desired configuration
    .WriteString strCommand
    Call WaitForOPC(mFio)
    .WriteString "SOURce1:FUNCTION:ARbitrary mySequence"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION:ARB:SRATe 40000"
    .WriteString "SOURce1:FUNCTION ARB"

    'Enable output.
    .WriteString "OUTPUT1 ON"

    Sleep 1000

End With

Text2.SelText = "Arbitrary Wave Sequence generated on Channell1" & vbCrLf

Exit Sub

MyError:

Text2 = Err.Description
Resume Next
```

```
End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub

Private Function WaitForOPC(mFio As VisaComLib.FormattedIO488)
    Do
        Dim strResult As String

        With mFio
            .WriteString "*OPC?"
            strResult = .ReadString()
        End With

        If (InStr(strResult, "1") > 0) Then
            Exit Do
        End If
    Loop
End Function
```

示例：双通道输出

本程序（可在 CD-ROM 上的“examples\VB\2_Channel_Output”子目录中找到）使用占空比配置脉冲波形，该波形随后用一个三角波形缓慢进行调制。

```
' *****
'This 2 Channel output program demonstrates the functionality of driving
'two different waveform outputs on the two channels of a 33522A instrument with
'following waveform characteristics.
'
'Channel 1 Parameters:
'Wave Shape:      Sine
'Frequency:       1000 Hz
'Amplitude:       2 Volt Peak to Peak
'Offset:          0 Volt
'Load Impedance:  50 Ohm
'Channel1 Output: Enabled
'
'Channel 2 Parameters:
'Wave Shape:      Square
'Frequency:       20 KHz
'Amplitude:       1 Volt RMS
'Offset:          1 Volt
'Load Impedance:  10 KOhm
'Channel2 Output: Enabled
'
' *****

Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMClS
    Set mfIo = New FormattedIO488
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    With mfIo

        'Clear and reset instrument
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"

        Sleep 1000

        ' Send commands to set channel 1 to desired configuration
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
        .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 1000"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
        .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

        ' Send commands to set channel 2 to desired configuration
```

```

        .WriteString "SOURCE2:FUNCTION SQU"
        .WriteString "SOURCE2:FREQUENCY 20E3"
        .WriteString "SOURCE2:VOLT:UNIT VRMS"
        .WriteString "SOURCE2:VOLT 1"
        .WriteString "SOURCE2:VOLT:OFFSET 1"
10 Kohm .WriteString "OUTPUT2:LOAD MAX" 'Maximum load impedance corresponds to

        ' Enable channel 1 output
        .WriteString "OUTPUT1 ON"

        ' Enable channel 2 output
        .WriteString "OUTPUT2 ON"

        Sleep 1000

    End With
    Text2.Text = "Output set on both channels"

Exit Sub

MyError:
    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub

```

示例：具有同步的正弦猝发

本程序（可在 CD-ROM 上的 “examples\VB\Sine Burst with SYNC” 子目录中找到）使用占空比配置脉冲波形，该波形随后用一个三角波形缓慢进行调制。

```

' *****
' * This Sine Burst With Sync program demonstrates the synchronization of two
' * 33522A instruments.
' * A BUS trigger on the first instrument starts an infinite burst of one waveform,
' * and an EXTERNAL
' * trigger on the second instrument starts an infinite burst of a different waveform.
' * The first instrument is configured to fire an output trigger from its
' * EXT TRIG IN/OUT rear connection when its burst starts. The EXT TRIG IN/OUT output
' * from the first instrument is connected by a signal cable to the EXT TRIG IN/OUT on
' * the second instrument. In this way, the second burst starts at the same time as
' * the first instrument burst. For tight synchronization, the 10MHz output of the
' * first instrument should also be connected to the 10 MHz input connector of the
' * second instrument.
'
'Instrument 1 Configuration,Channel 1:
'Wave Shape:      Sine
'Frequency:       1000 Hz
'Amplitude:       2 Volt Peak to Peak
'Offset:          0 Volt
'Load Impedance:  50 Ohm
'Channel 1 Output: Enabled
'
'Instrument 2 Configuration,Channel 1:
'Wave Shape:      Ramp
'Frequency:       2 KHz
'Amplitude:       1 Volt Peak to Peak
'Offset:          1 Volt
'Load Impedance:  50 Ohm
'Channel 1 Output: Enabled
' *****

Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo1 As VisaComLib.FormattedIO488
    Dim mfIo2 As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
    Set mfIo1 = New FormattedIO488
    Set mfIo2 = New FormattedIO488

    Set mfIo1.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")
    Set mfIo2.IO = io_mgr.Open(Text2.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    ' Clear and reset instruments
    With mfIo1
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"
    End With

```

```

With mfIo2

    .WriteString "*CLS"
    .WriteString "*RST"

End With

Sleep 2000

With mfIo1

    ' Set up instrument 1
    ' Send commands to set channel 1 on instrument 1 to desired configuration
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
    .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 1000"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

    ' Set trigger mode to BUS for instrument 1
    .WriteString "TRIGGER1:SOURCE BUS"

    ' Set up and turn on infinite cycle burst with infinite cycle output
    ' This burst will start on instrument 1 when instrument receives a BUS
    ' trigger (*TRG)
    .WriteString "SOURCE1:BURST:NCYCLES INF"
    .WriteString "SOURCE1:BURST:MODE TRIG"
    .WriteString "SOURCE1:BURST:STATE ON"

    ' Set up the output trigger on instrument to output a positive pulse when
    ' its burst starts
    .WriteString "OUTPUT:TRIGGER ON"
    .WriteString "OUTPUT:TRIGGER:SLOPE POSITIVE"
    .WriteString "OUTPUT:TRIGGER:SOURCE CH1"

    ' turn off continuous INIT as we are just using one trigger to start the
    ' burst
    .WriteString "INITIATE1:CONTINUOUS OFF"
    ' arm instrument 1 with INIT so it waits for BUS trigger to start burst
    .WriteString "INITIATE1"

End With

With mfIo2

    ' Set up instrument 2
    ' Send commands to set channel 1 on instrument 2 to desired configuration
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION RAMP"
    .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 2000"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 1"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 1"
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

    ' Set trigger mode to EXT for instrument 2
    .WriteString "TRIGGER1:SOURCE EXT"
    ' Set slope of rear external trigger to positive edge
    .WriteString "TRIGGER1:SLOPE POSITIVE"

    ' Set up and turn on infinite cycle burst with infinite cycle output
    ' This burst will start on instrument 2 when the instrument receives a
    ' positive TTL pulse (EXT trigger) on its rear EXT TRIG IN port

```

第 4 章应用程序 程序列表

```
        .WriteString "SOURCE1:BURST:NCYCLES INF"  
        .WriteString "SOURCE1:BURST:MODE TRIG"  
        .WriteString "SOURCE1:BURST:STATE ON"  
        ' turn off continuous INIT as we are just using one trigger to start the  
burst  
        .WriteString "INITiatel:CONTinuous OFF"  
        ' arm instrument 2 with INIT so it waits for EXT trigger to start burst  
        .WriteString "INITiatel"  
  
    End With  
  
    With mfIo1  
        'Enable channel 1 output on instrument 1  
        .WriteString "OUTPUT1 ON"  
    End With  
  
    With mfIo2  
        'Enable channel 1 output on instrument 2  
        .WriteString "OUTPUT1 ON"  
    End With  
  
    Sleep 2000  
  
    With mfIo1  
        'Start burst on channel 1 with BUS trigger  
        .WriteString "**TRG"  
    End With  
  
    On Error GoTo MyError  
  
    mfIo1.IO.Close  
    mfIo2.IO.Close  
  
    Text3.Text = "Output set on both instruments"  
  
Exit Sub  
  
MyError:  
    Text3 = Err.Description  
    Resume Next  
  
End Sub  
  
Private Sub Form_Load()  
    Text3.Text = ""  
  
End Sub
```

示例：信号总和

本程序（可在 CD-ROM 上的“examples\VB\Signal SUM Example”子目录中找到）使用占空比配置脉冲波，该波形随后用一个三角波形缓慢进行调制。

```

*****
'      Copyright © 2010 Agilent Technologies Inc. All rights
'      reserved.
'
' You have a royalty-free right to use, modify, reproduce and distribute
' the Sample Application Files (and/or any modified version) in any way
' you find useful, provided that you agree that Agilent has no
' warranty, obligations or liability for any Sample Application Files.
'
' Agilent Technologies provides programming examples for illustration only,
' This sample program assumes that you are familiar with the programming
' language being demonstrated and the tools used to create and debug
' procedures. Agilent support engineers can help explain the
' functionality of Agilent software components and associated
' commands, but they will not modify these samples to provide added
' functionality or construct procedures to meet your specific needs.
*****

*****
' This sample program is intended for use with Microsoft Visual studio 6.0
' and Agilent Visa Object library.
'
' Sample program execution requires VISA library installation.
'
' Add libraries below in Project\reference menu before executing sample 'program:
' VISA COM 3.0 Type Library, Location: <visa install location>\VisaCom\GlobMgr.dll
' VISA COM 488.2 Formatted I/O 1.0, Location:
'   <visa install location>\VisaCom\BasFrmIO.dll
' VISA COM Resource Manager 1.0, Location:
'   <Agilent IO Library install>\bin\AgtRM.dll
*****

' *****
' Signal SUM Example is a sample program to demonstate the capablity of adding two
' Channels function and get the output
'
' Algorithm:
' 1. Set the base signals to sum on Channel1 & Channel2.
' 2. Set the SUM modulation on Channel 1.
' 3. Source for SUM modulation will be Channel2 function.
' 4. Set Sum Amplitude.
' 4. Enable modulation output.
' 5. Enable channels output.
' 6. For Verification, we can route the signal to oscilloscope and see the result.
'
' Channel 1 Parameters:
'   Wave Shape: Sine
'   Frequency:  1000 Hz
'   Amplitude:  2 Volt Peak to Peak
'   Offset:     0 Volt
'   Output Impedence:  50 Ohm
'
' Channel 2 Parameters:
'   Wave Shape: Square
'   Frequency:  1000 Hz

```

第 4 章应用程序

程序列表

```
'      Amplitude:  2 Volt Peak to Peak
'      Offset:    0 Volt
'      Output Impedence:  50 Ohm
'
'Modulation:
'      Modulation type:      Sum Modulation.
'      Sum Amplitude:       1 V
'
'      Sum State:           ON
'
'      Channel1 Output: Enabled
'      Channel2 Output: Enabled
'
'%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMClS
    Set mfIo = New FormattedIO488
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK,2000,"")

    On Error GoTo MyError

    ' This program sets up a waveform by selecting the waveshape
    ' and adjusting the frequency, amplitude,and offset.

    With mfIo

        'Reset and clear instrument
        .WriteString "*RST"
        .IO.Clear

        'Send Command to set the desired configuration on Channel 1
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
        .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 1000"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
        .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

        'Send Command to set the desired configuration on Channel 2
        .WriteString "SOURCE2:FUNCTION SQU"
        .WriteString "SOURCE2:FREQUENCY 1000"
        .WriteString "SOURCE2:VOLT:UNIT VPP"
        .WriteString "SOURCE2:VOLT 2"
        .WriteString "SOURCE2:VOLT:OFFSET 0"
        .WriteString "OUTPUT2:LOAD 50"

        'Set Sum Modulation parameter
        .WriteString "SOURCE1:SUM:SOURCE CH2"
        .WriteString "SOURCE1:SUM:AMPLITUDE 1"
        .WriteString "SOURCE1:SUM:STATE 1"

        'Enable output.
        .WriteString "OUTPUT1 ON"
        .WriteString "OUTPUT2 ON"

    End With

    Text2.Text = "Output set as SUM signal on Channel 1"
```

```
Exit Sub  
  
MyError:  
    Text2 = Err.Description  
    Resume Next  
  
End Sub  
  
Private Sub Form_Load()  
    Text2.Text = ""  
  
End Sub
```

教程

教程

本章介绍 33500 系列波形发生器的内部操作及其生成的信号的特定内容，帮助您充分利用此波形发生器。

- 任意波形，第 254 页
- 准高斯噪声，第 256 页
- PRBS，第 256 页
- 调制，第 257 页
- 猝发，第 260 页
- 频率扫描，第 262 页
- AC 信号的属性，第 263 页
- 非理想信号，第 266 页
- 接地回路，第 267 页

任意波形

您可以定义任意波形以满足仪器的标准波形未满足的需求。例如，您的被测设备可能需要独特激励，或您可能需要模拟真实的非理想信号，如过冲、振铃、毛刺和噪声。此外，任意波形可能非常复杂，很适合模拟在现代通信系统中产生的信号。

对于每个通道，您可以创建多达 1,000,000 个点的任意波形（使用 002 选件可创建 16,000,000 个点）。仪器将这些数值数据点（称为“采样”）存储在存储器中，然后在生成波形时将其转换为电压。读取点的频率称为“采样率”，波形频率等于采样率除以波形中的点数。例如，假设波形有 37 个点，采样率是 162.4 MHz。频率是 $(162.4 \text{ MHz})/37 = 4.389 \text{ MHz}$ ，周期是其频率的倒数，为 227.8 ns。

$$\text{频率} = 1/\text{周期} = (\text{采样率}) / (\text{点数})$$

任意波形的最大频率是仪器的最大采样率 250 MHz 除以波形中的点数。每个任意波形必须至少有 8 个点。

波形滤波器 仪器具有两个滤波器，可在生成任意波形时平滑点之间的跃迁。“正常”滤波器设置具有一个较宽且平坦的频率响应，但其阶跃响应会产生过冲和振铃。“阶跃”设置提供接近理想的阶跃响应，但其频率响应的展示度比“正常”滤波器大。

每个滤波器的截止频率都是波形采样率的固定比例。“正常”滤波器的响应在采样率的 27% 时为 -3 dB，“阶跃”滤波器的响应在采样率的 13% 时为 -3 dB。例如，如果以 100 MSa/s 的速度播放任意波形，“正常”滤波器的 -3 dB 频率带宽为 27 MHz。

如果关闭滤波，输出将在点之间发生突变，跃迁时间约为 10 ns。

波形序列 Agilent 33500 系列可将较小的波形组合成较长较复杂的波形。指定如何进行此操作的用户可定义的程序称为序列，较小的波形称为段。段之间的切换是实时无缝进行的。这类似于将段看作是音乐播放器中的歌曲，将序列看作是播放列表。

序列的每个步骤都可指定一个段以及播放该段的次数。它还可指定序列在下一步骤之前是否等待触发，以及如何逐步生成同步信号。

对于序列中的每个步骤，可以执行下列操作之一：

- 将选定的段播放 1 至 1,000,000 次，然后前进到下一步
- 将选定的段播放一次，然后停止，在前进之前等待触发
- 重复选定的段，直到触发出现，然后前进
- 重复选定的段，直到明确停止

用于生成同步信号的选项包括：

- 在段开始时确认同步
- 在段开始时否定同步
- 在段中保持当前同步状态
- 在段开始时确认同步，在段中指定的点处否定同步

您不能从前面板创建序列，但可以通过 SCPI 以远程方式创建序列。创建序列并将其以 .seq 文件的形式存储在仪器中后，可以使用 USB 存储设备从仪器下载该序列。然后可以在任何 PC 文本编辑器中编辑该 .seq 文件，以创建新 .seq 文件，随后可将其上传到仪器。

准高斯噪声

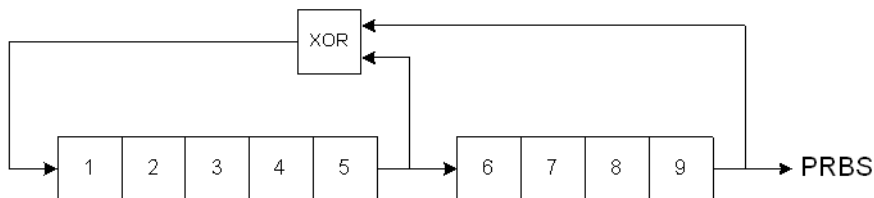
噪声波形是为优化定量和定性统计属性而生成的。尽管不是真正的随机，但在连续 50 多年的操作中它没有重复。

噪声波形的电压分布约呈高斯性分布。与其他理想分布不同的是，存在获取仪器 V_{pp} 设置范围之外的电压的零概率。波峰因数（峰值电压除以 RMS 电压）约为 4.6。

噪声带宽的变化范围是 1 mHz 至 30 MHz。噪声信号中的能量集中在从 DC 到选定带宽的频带中，因此当带宽设置较低时，相关频带中的信号的光谱密度较高。例如，在音频工作中，可以将带宽设置为 30 kHz，使音频频带信号强度比带宽设置为 30 MHz 时高 30 dB。

PRBS

伪随机位序列 (PRBS) 波形有两种状态（高和低），与脉冲或方波一样，但在切换这两种状态时，如果不知道序列生成算法，则很难进行预测。PRBS 由线性反馈移位寄存器 (LFSR) 生成，如下例所示。



LFSR 由它所包含的阶段数以及哪个阶段（“抽头”）在反馈网络中提供异或 (XOR) 门控指定。PRBS 输出是从最后一个阶段获取的。选择正确的抽头后，L 阶段的 LFSR 将产生长度为 $2^L - 1$ 的重复 PRBS。LFSR 的时钟频率可确定 PRBS 的“位速率”。

在 33500 系列中，可以将 L 设置为 7、9、11、15、20 或 23，从而产生长度为 127 至 8388607 位的序列。

调制

幅度调制 (AM) 33500 系列可实现两种形式的 AM。第一种形式是双边带完整载波 (DSB-FC)。DSB-FC 具有 A3E 的 ITU 标识，属于 AM 广播中使用的类型。第二种形式是双边带抑制载波 (DSSC)。许多现代通信系统对两个载波中的每一个使用 DSSC，这两个载波的频率相同，但相位存在 90 度的差异。这称为正交幅度调制 (QAM)。

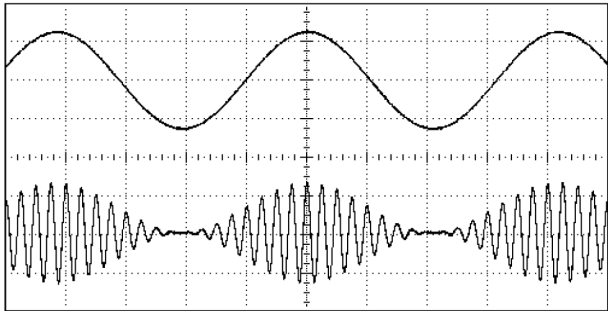
DSB-FC 的计算公式如下

$$y(t) = [(1/2) + (1/2) \cdot d \cdot m(t)] \cdot A_c \cdot \sin(\omega_c t)$$

其中

- $m(t)$ 是调制信号
- A_c 是载波幅度
- ω_c 是载波的载波频率
- d 是“调制深度”，或调制使用的部分幅度范围。

例如，无论是使用内部信号还是整个范围的 ($\pm 5V$) 外部调制信号，80% 的深度设置将导致幅度从其设置的 10% 变化到 90% ($90\% - 10\% = 80\%$)。您可以将深度设置为 120%，只要不超过仪器的最大输出电压 ($50\ \Omega$ 端接为 $\pm 5\ V$ ，高阻抗端接为 $\pm 10\ V$)。



调制信号

调制载波
(所示为 100% 深度)

DSSC 的计算公式如下

$$y(t)=d \cdot m(t) \cdot \sin(\omega_c t)$$

在 DSB-SC 中, 当 $m(t)<0$ 时, 载波信号将反转。对于 QAM, 第二个载波信号为 $\cos(\omega_c t)$, 使其超过第一个载波相位 90 度。

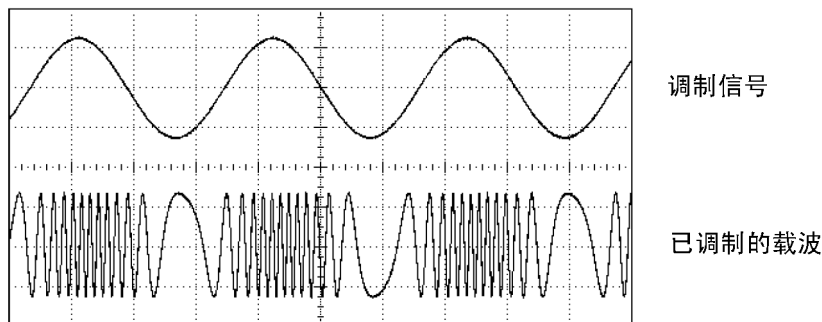
频率调制 (FM) 频率调制根据调制信号来改变载波信号的频率:

$$y(t)=A_c \cdot \sin[(\omega_c+d \cdot m(t)) \cdot t]$$

其中 $m(t)$ 是调制信号, d 是频率偏差。如果偏差小于调制信号带宽的 1%, 则 FM 称为窄带, 否则称为宽带。可以使用以下公式计算调制信号的带宽的近似值。

$$BW \approx 2 \cdot (\text{调制信号带宽}) \quad (\text{对于窄带 FM})$$

$$BW \approx 2 \cdot (\text{偏差} + \text{调制信号带宽}) \quad (\text{对于宽带 FM})$$



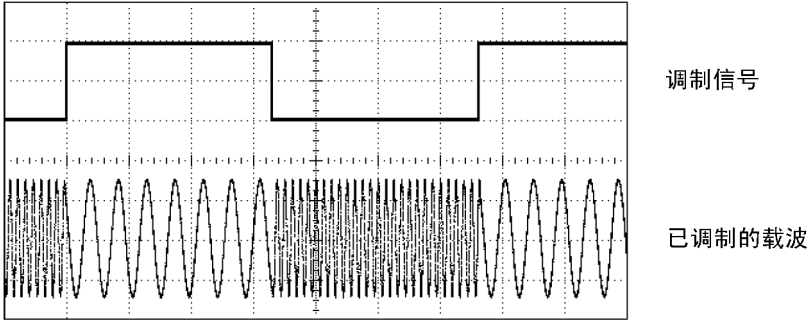
相位调制 (PM) PM 与 FM 相似, 但载波波形的相位 (而不是频率) 会发生变化。

$$y(t)=\sin[\omega_c t+d \cdot m(t)]$$

其中 $m(t)$ 是调制信号, d 是相位偏差。

频移键控 (FSK) FSK 与 FM 相似，不同的是载波频率在两个预设值（载波频率和跳跃频率）之间变化。跳跃频率和载波频率有时分别称为“标志”和“空间”。频率切换值的速率由内部计时器或后面板的 Ext Trig 连接器上的信号决定。频率变化是瞬时的，并且是相位连续的。

内部调制信号是占空比为 50% 的方波。



二进制相移键控 (BPSK) BPSK 与 FSK 相似，不同的是在两个值之间切换的是载波的相位，而不是其频率。相位切换值的速率由内部计时器或后面板的 Ext Trig 连接器上的信号决定。相位变化是瞬时的。

内部调制信号是占空比为 50% 的方波。

脉冲宽度调制 (PWM) PWM 仅适用于脉冲波形，顾名思义，脉冲宽度随调制信号而变化。脉冲宽度的变化量称为宽度偏差，可将其指定为波形周期的百分比（即占空比）或以时间为单位指定。例如，如果指定占空比为 20% 的脉冲，然后启用偏差为 5% 的 PWM，则在调制信号的控制下，占空比在 15% 至 25% 之间变化。

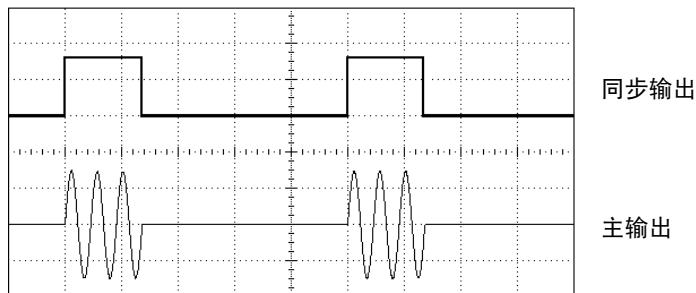
加法调制 (Sum) “总和”功能可将调制信号添加到载波。例如，您可以将可变带宽噪声的控制量添加到信号或创建双音调信号。33500 系列中的内部调制发生器可产生与主发生器相同的连续波形，因此“总和”功能可生成以前需要两个仪器才能生成的许多信号。

“总和”功能按照调制信号的幅度增加输出信号的幅度。这可能会使仪器切换到较高的输出电压范围，从而导致信号瞬间丢失。如果这在应用中是个问题，则可打开“量程保持”功能。如果电压增加会损坏被测设备，请应用“电压限值”。

猝发

您可以配置波形发生器以输出具有指定循环数的波形，称为猝发。可在两种模式之一使用猝发：*N 循环猝发*（也称为“触发猝发”）或*门控猝发*。

N 循环猝发 *N 循环猝发*由特定数目的波形循环（1 到 1,000,000）组成并且总是由触发事件启动的。也可以将猝发计数设置为“无限”，这样一旦触发波形发生器，就会产生连续波形。



三循环的猝发波形

对于猝发，触发源可以是外部信号、内部计时器、 键或者从远程接口中接收的命令。外部触发信号的输入端是后面板的 *Ext Trig* 连接器。该连接器接受 TTL 兼容的电平，并以机箱接地（不是浮置地）为参考。将 *Ext Trig* 连接器不用作输入端时，可将其配置为输出端，使 33500 系列能够在进行内部触发的同时触发其他仪器。

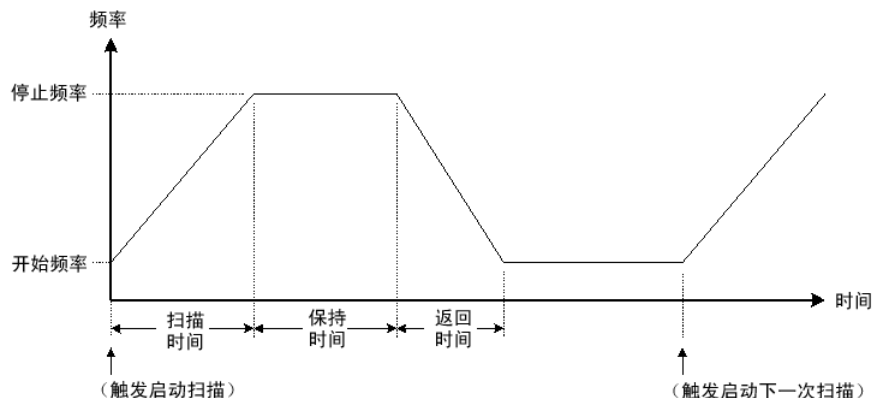
N 循环猝发总是在波形的同一点开始和结束，称为*起始相位*。

门控猝发 在门控猝发模式下，输出波形为“开”或“关”，具体取决于后面板的 *Ext Trig* 连接器应用的外部信号电平。在门控信号为真时，波形发生器将输出连续波形。在门控信号为假时，首先完成当前的波形循环，然后波形发生器停止，同时保持在所选波形的起始相位对应的电压电平上。对于噪声波形，当门控信号变为假时，输出将立即停止。

频率扫描

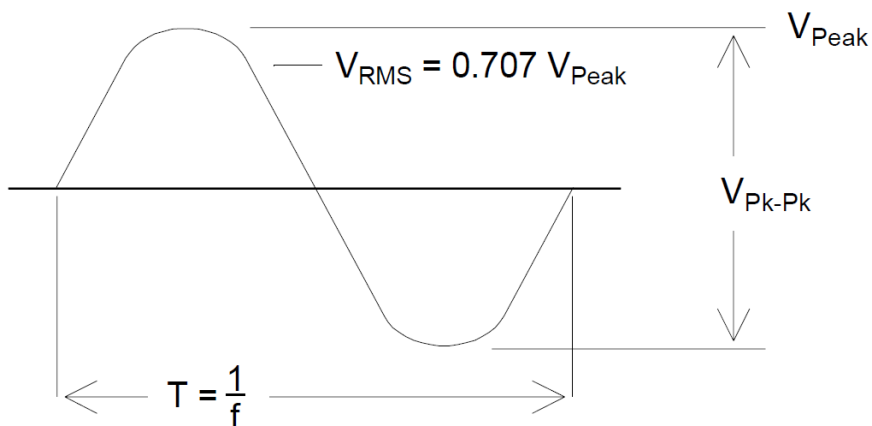
频率扫描与 FM 相似，但不使用调制波形，而是仪器根据线性或对数函数或最多包含 128 个用户指定的频率的列表来设置输出频率。在线性扫描中，输出频率以恒定的“每秒若干赫兹”的方式改变，但在对数扫描中，输出频率以恒定的“每秒八倍”或“每秒十倍”的方式变化。对数扫描可覆盖很宽的频率范围，在这些范围内，较低频率下的分辨率在使用线性扫描时可能会丢失。

频率扫描的特征由扫描时间（频率从起始频率平滑地变为停止频率所经过的时间）、保持时间（频率保持在停止频率上的时间）和返回时间（频率平滑地返回起始频率的时间）来表示。触发设置可确定下一个扫描开始的时间。返回结果始终是线性的。



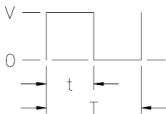
AC 信号的属性

最常用的 AC 信号是正弦波。实际上，任何周期性的信号都可以表示为不同正弦波之和。正弦波的幅度通常由其峰值、峰峰值或均方根 (RMS) 值来指定。所有这些测量都假定波形的偏移电压为零。



波形的 **峰值电压** 是波形中所有点的最大绝对值。**峰峰值电压** 是最大值和最小值之差。**RMS 电压** 等于波形中所有点的标准偏差。

波形的 RMS 值也可表示信号中一个循环的平均功率，减去信号的任何 DC 分量的功率。**波峰因数** 是信号峰值与其 RMS 值之比，由于波形形状的不同，波峰因数也会有所不同。下表列出了几个常用的波形，以及其各自的波峰因数和 RMS 值。

波形形状	波峰因数 (C.F.)	AC RMS	AC+DC RMS
	1.414	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{C.F.}$

注意： 如果使用平均读数电压计测量波形的 “DC 电压”，则读数可能不符合波形发生器的 DC 偏移设置。这是因为，波形可能具有一个非零平均值，该值将加到 DC 偏移上。

有时候，您可能会看到以 “相对于 1 毫瓦的分贝” (dBm) 指定的 AC 电平。由于 dBm 表示功率电平，您就需要知道信号的 RMS 电压和负载电阻，以便进行计算。

$$dBm = 10 \times \log_{10}(P/0.001)$$

其中 $P = V_{RMS}^2 / R_L$

对于以 50 Ω 负载端接的正弦波，下表列出了与电压对应的 dBm。

dBm	RMS 电压	峰峰值电压
+23.98 dBm	3.54 Vrms	10.00 Vpp
+13.01 dBm	1.00 Vrms	2.828 Vpp
+10.00 dBm	707 mVrms	2.000 Vpp
+6.99 dBm	500 mVrms	1.414 Vpp
3.98 dBm	354 mVrms	1.000 Vpp
0.00 dBm	224 mVrms	632 mVpp
-6.99 dBm	100 mVrms	283 mVpp
-10.00 dBm	70.7 mVrms	200 mVpp
-16.02 dBm	35.4 mVrms	100 mVpp
-30.00 dBm	7.07 mVrms	20.0 mVpp
-36.02 dBm	3.54 mVrms	10.0 mVpp
-50.00 dBm	0.707 mVrms	2.00 mVpp
-56.02 dBm	0.354 mVrms	1.00 mVpp

对于 75 Ω 或 600 Ω 负载，请使用下列转换公式。

$$\text{dBm (75 } \Omega \text{)} = \text{dBm (50 } \Omega \text{)} - 1.76$$
$$\text{dBm (600 } \Omega \text{)} = \text{dBm (50 } \Omega \text{)} - 10.79$$

非理想信号

对于正弦波形，使用频谱分析仪可以非常容易地在频域中描绘和观察常见的非理想信号。任何输出信号中频率与基频（或“载波”）不同的分量均被认为是失真。可将非理想信号分为谐波失真、非谐波寄生或相位噪声，并以相对于载波电平的分贝”或“dBc”来指定。

谐波失真 谐波分量出现在基频的整数倍处，通常是由信号通路中的非线性分量造成的。在低信号幅度的情况下，谐波失真的另一个来源是可能同步信号，同步信号是具有可耦合到主信号中的多个强谐波分量的方波。尽管同步信号与仪器中的主信号输出是高度隔离的，但可在外部线路中进行耦合。要获得最佳效果，可使用具有双重或三重屏蔽的高质量同轴电缆。如果不需要同步信号，则保留其断开状态或将其关闭。

非谐波寄生 非谐波寄生分量（称作“寄生信号”）的一个来源是将波形的数字表示形式转换为电压的数模转换器 (DAC)。此 DAC 的非线性导致谐波的频率比尼奎斯特频率 (125 MHz) 高，因此被混叠至较低频率。例如，30 MHz (150 MHz) 的第 5 个谐波可能产生 100 MHz 的寄生信号。

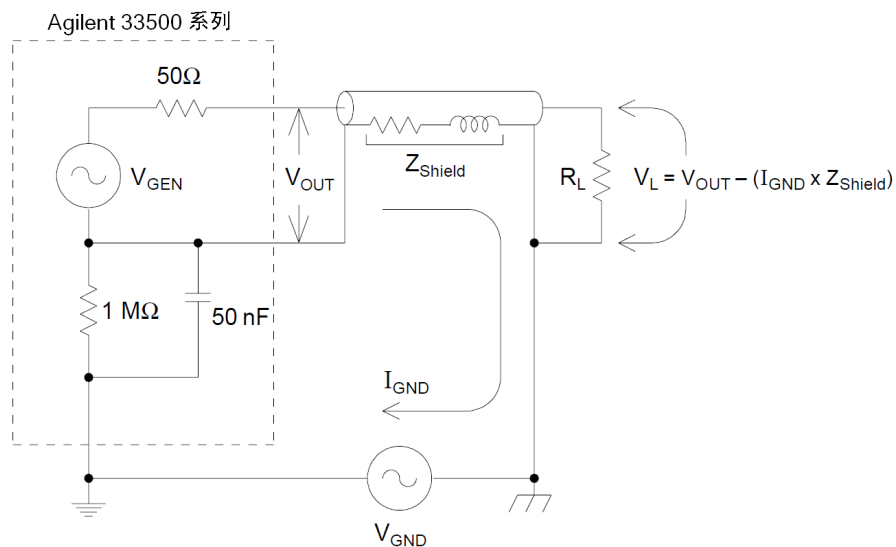
非谐波寄生信号的另一个来源是非相关信号源（例如内置的控制器时钟）耦合到输出信号中。这些寄生信号通常具有恒定的幅度，在信号幅度低于 100 mV_{pp} 时将产生较大影响。要在低幅度的情况下获得最佳信号纯度，应保持仪器的输出电平相对较高并使用外部衰减器。

相位噪声 输出频率中较小的瞬时变化（“抖动”）会导致相位噪声。在频谱分析仪中，它表现为本底噪声明显提高，接近于输出信号的频率。相位噪声技术指标表示在 30 MHz 正弦波中位于 1 kHz、10 kHz 和 100 kHz 处的 1 Hz 带宽中噪声的幅度。注意，频谱分析仪也有相位噪声，因此所读取的电平可能包括分析仪相位噪声。

量化噪声 波形 DAC 中的有限分辨率会导致电压量化误差。假设误差均匀分布在 ± 0.5 最低有效位范围内，标准波形的相应噪声电平约为 -95 dBc。在此电平中，仪器中的其他噪声源是主要的。虽然任意波形中不使用 DAC 代码的整个量程（-32767 至 +32767），但仍需要考虑量化噪声。如果可能，缩放任意波形以使用整个量程。

接地回路

33500 系列的信号发生部分与机箱（地面）接地装置相隔离。这种隔离有助于消除系统中的接地回路，并允许您以地电压以外的电压作为输出信号的参考。以下示意图说明了波形发生器通过同轴电缆连接到负载的情形。地电位 (V_{GND}) 中的任何差异都会导致电流 I_{GND} 通过电缆屏蔽，从而由于屏蔽的阻抗 (Z_{SHIELD}) 而造成电压降。此电压 ($I_{\text{GND}} \times Z_{\text{SHIELD}}$) 以负载电压的误差形式表现出来。但是，由于仪器是隔离的，有一个高串联阻抗（通常是 $>1 \text{ M}\Omega$ 与 50 nF 并联）会阻止 I_{GND} 流动，因此会最大程度地降低这种影响。



在频率超过若干 kHz 时，同轴电缆的屏蔽将变为具有电感性，而不是具有电阻性，并且，电缆开始产生变压器的作用。出现这种情况时，由于 I_{GND} 造成的屏蔽中的电压降将由中心导体中相等的电压补偿，因此降低了高频时接地回路的影响。具有两个或三个编织屏蔽层的同轴电缆比具有一个编织或锡箔屏蔽层的电缆效果更好，因为它们的电阻较低，所以，在低频时变为变压器。

要减少接地回路造成的误差，应使用高质量的同轴电缆将波形发生器与负载相连，并且在负载处通过电缆的屏蔽将函数发生器接地。如果可能，确保将波形发生器和负载连接到同一个电源插座上，以便将地电位的差值减少到最小。

注意，Sync 和 Modulation In 连接器的外壳连接到主输出连接器的外壳。连接到 Sync 和 / 或 Modulation In 的电缆因此成为接地回路的潜在源。还要注意，尝试对这些连接器外壳施加不同的电压可能导致高电流流过仪器，从而造成损坏。

技术参数

下面显示的特征和技术参数是 33500 系列波形发生器完整技术参数的子集。要了解完整的最新技术参数，请访问以下网页，地址是

www.agilent.com/find/33521A
www.agilent.com/find/33522A

仪器特征	
型号和选件	
33521A	单通道
33522A	双通道
002 选件	将任意波形存储器从 1 MSa / 通道增加到 16 MSa / 通道
010 选件	高稳定性频率参考
400 选件	GPIO 接口
波形	
标准	正弦波、方波、锯齿波、脉冲、三角波、高斯噪声、PRBS（伪随机二进制序列）、DC
内置任意波形	心电图波、指数下降、指数上升、高斯脉冲、半正矢、Lorentz、负锯齿波、Sinc
用户定义的任意波形	具有多段序列时最高为 1 MSa（使用 002 选件时为 16 MSa）
调制类型和操作模式	
操作模式	连续、调制、频率扫描、猝发、输出门控
调制类型	AM、FM、PM、FSK、BPSK、PWM、总和（载波 + 调制）
100 kHz 偏移:	-125 dBc/Hz -135 dBc/Hz
波形特征	
正弦波	
频率范围	1 μ Hz 至 30 MHz, 1 μ Hz 分辨率
方波和脉冲	
频率范围	1 μ Hz 至 30 MHz, 1 μ Hz 分辨率
上升和下降时间（额定）	方波: 8.4 ns, 固定 脉冲: 8.4 ns 至 1 μ s, 独立可变, 100 ps 或 3 位分辨率

锯齿波和三角波	
频率范围	1 μ Hz 至 200 kHz, 1 μ Hz 分辨率
锯齿对称性	0.0% 至 100.0%, 0.1% 分辨率 (0% 是负锯齿, 100% 是正锯齿, 50% 是三角形)
高斯噪声	
带宽（典型）	1 mHz 至 30 MHz, 可变
波峰因数（额定）	4.6
重复周期	> 50 年
伪随机二进制序列 (PRBS)	
位速率	1 mbps 至 50 Mbps, 1 mbps 分辨率
序列长度	2^{m-1} , m=7、9、11、15、20、23
上升和下降时间（额定）	8.4 ns 至 1 μ s, 可变, 100 ps 或 3 位分辨率
任意波形	
波形长度	8 Sa 至 1 MSa（使用 002 选件时为 16 MSa），以 1 个采样为增量
采样率	1 μ Sa/s 至 250 MSa/s, 1 μ Sa/s 分辨率
电压分辨率	16 位
波形序列	
操作	
单个任意波形（段）可组合成用户定义的列表（序列），以形成更长、更复杂的波形。	
每个序列阶跃可指定是将关联的段重复特定的次数、无限次重复、重复直到触发事件发生还是停止并等待触发事件。	
此外，还可以在每个阶跃中指定同步输出的行为。	
要提高通过量，可将最多 32 个序列（总共 1024 个分段）预加载到易失性存储器中。	
分段长度	8 Sa 至 1 MSa（使用 002 选件时为 16 MSa），以 1 为增量
序列长度	1 至 512 阶跃
分段重复计数	1 至 1,000,000 或无限

输出特征	
隔离	
输出	Ch 1、Ch2、Sync 和 Mod In 连接器的外壳连接在一起，但与仪器的机箱隔离。隔离的连接器外壳上允许的最大电压是 ± 42 Vpk。
信号输出	
输出阻抗 (额定)	50 Ω
开、关、反向	用户可以选择每个通道
电压限值	用户可定义的 V_{MAX} 和 V_{MIN} 安全限值
过载保护	应用过载时将自动关闭输出。仪器可承受不确定的接地短路。
频率精度	
标准 (技术参数)	
1 年 23°C $\pm$ 5 °C	设置 $\pm$ 15 pHz 的 ± 1 ppm
1 年 0°C 至 55°C	设置 $\pm$ 15 pHz 的 ± 2 ppm
010 选件 (技术参数)	
1 年 0°C 至 55°C	设置 $\pm$ 15 pHz 的 ± 0.1 ppm

第 6 章技术参数

Agilent 33500 系列函数 / 任意波形发生器

调制类型和操作模式									
载波	AM	FM	PM	FSK	BPSK	PWM	总和	猝发	扫描
正弦波和方波	•	•	•	•	•		•	•	•
脉冲	•	•	•	•	•	•	•	•	•
三角波和锯齿波	•	•	•	•	•		•	•	•
高斯噪声	•						•	• ^(a)	
PRBS	•	•	•				•	•	
单个任意波形	•		• ^(b)		• ^(b)		•	•	
序列化的任意波形	•						•		

(a) 仅限门控猝发

(b) 适用于采样时钟而不是整个波形

调制信号							
载波	正弦波	方波	三角波 / 锯齿波	高斯噪声	PRBS	ARB	外部
正弦波	•	•	•	•	•	•	•
方波和脉冲	•	•	•	•	•	•	•
三角波和锯齿波	•	•	•	•	•	•	•
高斯噪声	•	•	•		•	•	•
PRBS	•	•	•	•		•	•
任意波形	•	•	•	•	•		•

调制特征	
幅度调制 (AM)	
源	内部或外部, 或者, 对于 33522A, 为任一通道
类型	双边带抑制载波或完整载波
深度 ^[1]	0% 至 120%, 0.01% 分辨率
频率调制 (FM) ^[2]	
源	内部或外部, 或者, 对于 33522A, 为任一通道
偏差	DC 至 15 MHz, 1-μHz 分辨率
相位调制 (PM)	
源	内部或外部, 或者, 对于 33522A, 为任一通道
偏差	0° 至 360°, 0.1° 分辨率
频移键控调制 (FSK) ^[2]	
源	内部计时器或 <i>Ext Trig</i> 连接器
标志和空间	载波信号范围内的任意频率
速率	DC 至 1 MHz
二进制相移键控调制 (BPSK)	
源	内部计时器或 <i>Ext Trig</i> 连接器
相移	0° 至 360°, 0.1° 分辨率
速率	DC 至 1 MHz
脉冲宽度调制 (PWM)	
源	内部或外部, 或者, 对于 33522A, 为任一通道
偏差 ^[3]	脉冲宽度的 0% 至 100%, 0.01% 分辨率
加法调制 (总和)	
源	内部或外部, 或者, 对于 33522A, 为任一通道
比例	载波幅度的 0% 至 100%, 0.01% 分辨率
猝发 ^[4]	
类型	计数或门控
计数	1 至 100,000,000 次循环, 或无限
门控	当确认 <i>Ext Trig</i> 时, 产生完整循环
起始 / 停止相位	-360° 至 360°, 0.1° 分辨率
触发源	内部计时器或 <i>Ext Trig</i> 连接器
标志	可调整到任意循环; 由同步脉冲的后沿表示

扫描 ^[2]	
类型	线性、对数、列表 (最多 128 个用户定义的频率)
运算	线性和对数扫描的特征由扫描时间 (频率从起始频率平滑地变为停止频率所经过的时间)、保持时间 (频率保持在停止频率上的时间) 和返回时间 (频率从停止频率以线性方式变为起始频率所经过的时间) 来表示。
方向	向上 (起始频率 < 停止频率) 或向下 (起始频率 > 停止频率)
起始频率和停止频率	波形范围内的任意频率
扫描时间 (IMM 触发模式除外)	线性: 1 ms 至 3600 s, 1 ms 分辨率; 3601 s 至 250000 s, 1 s 分辨率
IMM 触发的扫描时间	线性: 1 ms 至 3600 s, 1 ms 分辨率; 3601 s 至 8,000 s, 1 s 分辨率
扫描时间	对数: 1 ms 至 500 s
保持时间	0 s 至 3600 s, 1 ms 分辨率
返回时间	0 s 至 3600 s, 1 ms 分辨率
触发源	立即 (连续)、外部、信号、总线或计时器
标志	在起始和停止之间, 对于对线性和对数类型, 可调整为任意频率, 或对于列表类型, 可调整为列表中的任意频率; 由同步脉冲的后沿表示
FSK、BPSK、猝发和扫描的内部计时器	
范围	1 μs 至 8,000 s, 6 位或 4 ns 分辨率
双通道特征 (仅限 33522A)	
操作模式	• 独立 • 耦合参数 • 组合 (Ch1+Ch2) • 相等 (Ch2 = Ch1) • 差分 (Ch2 = -Ch1)
参数耦合	• 无 • 频率 (比率或差异) • 幅度和 DC 偏移
相对相位	0 度至 360 度, 0.1 度分辨率

- [1] 取决于最大输出电压限值。
[2] 所有频率变化是相位连续的。
[3] 取决于脉冲宽度限值。
[4] 除非猝发计数设置为“无限”, 否则计数和门控猝发的最大正弦波频率是 10 MHz。对于高斯噪声, 不允许计数猝发操作。

第 6 章技术参数

Agilent 33500 系列函数 / 任意波形发生器

同步 / 标志输出	
连接器	前面板 BNC, 与机箱隔离
函数	同步、扫描标志、猝发标志或任意波形标志
指定	通道 1 或通道 2
极性	正常或反向
电压电平 (额定)	3 Vpp 接入开路, 1.5 Vpp 接入 50 Ω
输出阻抗 (额定)	50 Ω
最小脉冲宽度 (额定)	16 ns
外部触发 / 门控	
连接器	后面板 BNC, 以机箱接地
函数	输入或输出
指定	通道 1、通道 2 或这两个通道 (作为输入) 通道 1 或通道 2 (作为输出)
极性	正斜率或负斜率
电压电平 (额定)	0 V 至 0.4 V (低电平), > 2.3 V (高电平), 3.5 V 最大电平 (作为输入) 3 Vpp (额定) 接入开路, 1.5 Vpp (额定) 接入 50 Ω (作为输出)
输出阻抗 (额定)	10 k Ω , DC 耦合 (作为输入) 50 Ω (作为输出)
最小脉冲宽度 (额定)	16 ns
调制输入	
连接器	后面板 BNC, 隔离
指定	通道 1、通道 2 或这两个通道
电压电平	± 5 V 满程
输入阻抗 (额定)	5 k Ω
带宽 (-3 dB, 典型)	DC 至 100 kHz

频率参考输入	
连接器	后面板 BNC, 与机箱和所有其他连接器隔离
参考选择	内部、外部或自动
频率范围	标准: 10 MHz $\pm$ 20 Hz 010 选件: 10 MHz $\pm$ 1 Hz
锁定时间 (典型)	<2 s
电压电平	200 mVpp 至 5 Vpp
输入阻抗 (额定)	1 k Ω 20 pF, AC 耦合
频率参考输出	
连接器	后面板 BNC, 以机箱接地
输出阻抗 (额定)	50 Ω , AC 耦合
电平 (额定)	0 dBm, 632 mVpp
实时时钟 / 日历	
设置和读取	年、月、日、小时、分、秒
电池	CR-2032 纽扣型, 可更换, 使用寿命 >5 年 (典型)

存储器	
任意波形存储器	
易失性	1M 采样 / 通道 512 次序列阶跃 / 通道 可选 16M 点 / 通道
非易失性	文件系统文件空间限制为 64 MB (约为任意波形记录的 32 MSa)。
仪器状态	
存储 / 调用	用户定义的仪器状态
断电	断电状态已自动保存
加电	可选择重置、断电或用户状态
USB 文件系统	
前面板端口	USB 2.0 高速大容量存储 (MSC) 级设备
功能	读取或写入仪器配置设置、仪器状态以及用户任意波形和序列文件。
速度	10 MB/s (额定)
常规特征	
计算机接口	
LXI-C (版本 1.3)	10/100Base-T 以太网 (套接字和 VXI-11 协议)
	USB 2.0 (USB-TBC488 协议)
	GPIB/IEEE-488.1, IEEE-488.2
Web 用户界面	远程操作和监视
编程语言	SCPI-1999, IEEE-488.2 Agilent 33210A / 33220A 兼容
图形显示	4.3" 彩色 TFT WQVGA (480x272), 具有 LED 背光灯
机械参数	
尺寸	261.1mm W x 103.8mm H x 303.2mm D (装上减震器) 212.8mm W x 88.3mm H x 272.3mm D (卸下减震器) 2U x 1/2 宽
重量	33521A: 3.2 千克 (7.1 磅) 33522A: 3.3 千克 (7.2 磅)

环境参数	
存放温度	-40° C 至 70° C
预热时间	1 小时
操作环境	EN61010, 污染度 2, 室内位置
操作温度	0 °C 至 55 °C
操作湿度	5% 至 80% RH, 无冷凝
工作海拔高度	高达 3000 米
法规	
安全	CAT II (300V), EN61010
EMC	EN55011、EN50082-1、 MIL-461C
声音噪声	35 dB(A)
线路电源	
电压	100 V - 240 V 50/60 Hz -5%, +10%
	100 V - 120 V 400 Hz ± 10%
功耗 (典型)	< 45 W, < 130 VA
保修	
1 年标准部件, 3 年可选部件	

注意: 技术参数如有变动, 恕不另行通知。有关最新的技术参数, 请转到 *Agilent 33521A or Agilent 33522A 产品* 页面以获得最新的数据表。

www.agilent.com/find/33521A

www.agilent.com/find/33522A

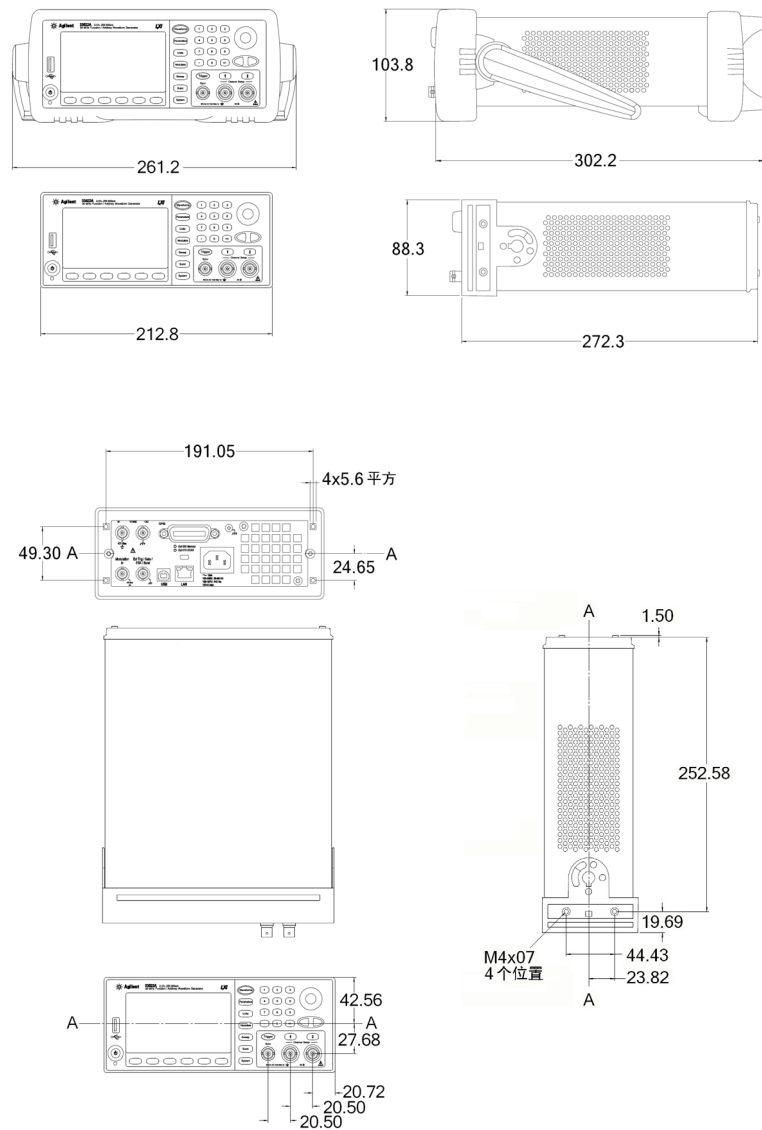
本 ISM 设备符合加拿大的 ICES-001 标准。

Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.



第 6 章技术参数
Agilent 33500 系列函数 / 任意波形发生器

产品尺寸



所有尺寸的显示
单位为毫米。

索引

如果您对 Agilent 33500 系列的操作有任何疑问, 请致电 **1-800-829-4444** (美国), 或者联系离您最近的 Agilent Technologies 办事处。

数字

10 MHz In 连接器 197
10 MHz Out 连接器 197
33220A 概述 6

A

ac 连接器 10
Agilent Express 11
AM 116
 调制波形 118
 调制深度 119
 调制源 120
 前面板操作 49
 载波波形 117
 载波频率 117

安全

 校准 200
 安全声明 3

B

BNC

 Modulation In 120, 126, 136, 145
 百分比调制 (AM) 119
 版本, SCPI 186
 帮助系统 35
 保持时间 150
 保修 2
 编程示例 227
 边沿时间, 脉冲 32, 115
 标志频率 151
 波峰因数 263
 波形反向 108
 波形极性 108
 波形教程 253
 波形输出
 极性 108
 连接器 107
 启用 / 禁用 107

C

CD-ROM, 连接软件 17
CD-ROM, 随附于 33220A 228
菜单操作 41
参考, 外部 197
测试 181, 184
产品尺寸 276
产品概述 6
产品技术参数 269
尺寸
 产品 276
重命名文件 182
重置 48
 LAN 189
触发
 触发输出信号 (猝发) 163
 触发输出信号 (扫描) 153
 触发源 164
 猝发 162, 163
 内部源 165
 前面板操作 62
 软件 (总线) 源 166
 扫描 152, 153
 手动源 165
 Trig In 连接器 168
 Trig Out 连接器 169
 外部源 166
触发斜率
 猝发 162
 扫描 152
猝发 155
 波形频率 158
 触发模式 156
 触发输出 169
 触发输出信号 163
 触发源 162
 猝发计数 159
 猝发类型 156
 猝发相位 161
 猝发周期 160
 门控猝发 261

 N 循环猝发 260
 起始相位 260
 前面板操作 59
 外部触发源 168
 外部门控模式 156
猝发计数 159
错误 179
错误, 队列 179

D

dBm 102, 264
dc 电压
 前面板选择 25
dc 偏移
 幅度限制 100
 负载限制 100
 前面板选择 25
 任意波形限制 101
DHCP 71
DHCP 开 / 关 190
DNS 服务器 194
单位
 幅度 102
灯泡保护模式 180
低电平
 设置 27
地址
 GPIO 65, 188, 189
点号
 和 IP 地址 73
电击危险 10
电压单位 102
电压过载 107
电压自动调整量程 107
电源开关 17
电源连接器 10
电源线 17
电阻, 负载 47
逗号分隔符 185
端子

10 MHz In 197
10 MHz Out 197
触发输出 169
Modulation In 120, 126,
136, 145
Trig In 168
同步输出 109
对称性 106
对称性定义 106

F

FM 121
调制波形 124
调制频率 124
调制源 126
频率偏差 125
载波波形 122
载波频率 123
FSK 133
调制源 136
FSK 速率 52, 135
前面板操作 51
速率 136
跳跃频率 51, 135
FSK 速率 52, 136
反向波形 108
方波
占空比 105
峰峰值电压 263
蜂鸣器 180
峰频率偏差 (FM) 125
峰值电压 263
幅度 22
单位 102
单位限制 98
负载限制 98
负载阻抗的影响 103
量程保持 107
偏移限制 98
任意波形限制 99
幅度调制 116, 121

调制波形 118
调制深度 119
调制源 120
前面板操作 49
载波波形 117
载波频率 117
幅度耦合 171
负载 47, 103
负载终端 47
对幅度的影响 103
负载阻抗
对幅度的影响 103
复制文件 182

G

GPIB
地址 65, 188, 189
连接器 10
默认地址 65
配置 65
前面板配置 65
设置地址 65
GPIB 配置 65, 188
概述
产品 6
后面板 10
前面板 7
数字输入 9
显示屏 8
高 Z 负载 47, 103
高电平
设置 27
高阻抗负载 103
固件修订版 186
管理文件 182
过热 39
过载, 电压 107

H

函数

幅度限制 95
频率限制 95
允许进行调制 94
后面板
概述 10
连接器 10

I

IEEE-488
地址 65, 188
连接器 10
默认地址 65
前面板配置 65
设置地址 65
IP 地址 191
点号 73
附加信息 73

J

机架安装套件 39
计数
猝发 159
机箱接地 10
极性 108
极性, 波形 108
技术参数 269
技术支持 11
电话号码 3
Web site 3
教程 253
校准
安全代码 200
读取计数 202
消息 203
校准证书 17
接口 (总线) 触发 166
接口错误 179
接口配置 65, 188
界面
Web 196

锯齿波形
 对称性 106
均方根 263

K

开始相位, 猝发 161
空白显示屏 180
空气流通 39
快速入门 15

L

LAN

DHCP 190
DNS 服务器 194
IP 地址 191
连接器 10
 配置 189, 195
 前面板配置 67
 设置地址 67
网关 192
域名 194
重置 189
主机名 193
子网掩码 192

LAN 配置 65, 188

LCD 显示屏 8

 灯泡保护模式 180

连接器

 10 MHz In 197
 10 MHz Out 197
 触发输出 169
 Modulation In 120, 126, 136, 145
 Trig In 168
 同步输出 109
 量程保持, 幅度 107
 亮度, 显示屏 181, 184

M

MAC address 195

Modulation In 连接器 120, 126, 136, 145

脉冲

 前面板配置 32
脉冲边沿时间 115
脉冲波形
 脉冲周期 112
脉冲宽度 32, 113, 114
脉冲宽度调制 137
 调制源 145
 脉冲波形 141
门控猝发 156, 261
密码, 校准 200
命令错误 179
命名存储的状态
 前面板操作 63
默认设置 225

N

N 循环猝发 260
内部触发 165
内置帮助系统 35

O

耦合 170

P

PHASe 命令 197
PM 130, 138
 调制 127
 调制波形 130, 138
 调制源 132, 140
 相位偏差 131, 139
 载波波形 128
 载波频率 128
PWM 137
 调制源 145
 脉冲波形 141
配置
 GPIO 65, 188

LAN 65, 188, 195
USB 65, 66, 188
远程接口 65, 188

偏差 (FM) 125

偏移

 幅度限制 100
 负载限制 100
 前面板选择 25
 任意波形限制 101

频率

 猝发限制 97
 函数限制 97
 前面板选择 20
 扫描时间 144, 149, 150
 占空比限制 97

频率调制

 调制波形 124
 调制频率 124
 调制源 126
 频率偏差 125
 载波波形 122
 载波频率 123

频率耦合 170

频率偏差 (FM) 125

频率扫描 146

 标志频率 151
 触发输出 169
 触发输出信号 153
 触发源 152
 间隔 144, 149, 150
 频率跨距 148
 起始频率 147
 前面板操作 53, 56
 停止频率 147
 同步信号 147, 148
 外部触发源 168
 线性和对数 144, 149, 150
 中心频率 148

频移键控

 请参见 FSK 51
屏幕 8
 数字格式 185

显示消息 184
屏幕保护模式 180
屏幕亮度 181, 184
屏幕启用 / 禁用 184

Q

前面板
概述 7
连接器 7
数字格式 185
数字输入 9
显示屏概述 8
显示屏启用 / 禁用 184
前面板菜单操作 41
前面板配置
LAN 67
前面板选择 22

R

RMS 电压 263
日期 181
软件, 连接 17
软件 (总线) 触发 166
软键标签 8
软件修订版 186

S

SCPI 版本 186
扫描 146
标志频率 151
触发输出 169
触发输出信号 153
触发源 152
间隔 144, 149, 150
频率跨距 148
起始频率 147
前面板操作 53, 56
扫描时间 144, 149, 150
停止频率 147
同步信号 147, 148

外部触发源 168
线性和对数 144, 149, 150
中心频率 148
删除文件 182
上下文相关帮助 35
设置
默认 225
设置地址
LAN 67
声音 (蜂鸣声) 180
时基, 外部 197
时间 181
示例
编程 227
手柄
改变位置 19
手动触发 165
输出
极性 108
连接器 107
启用 / 禁用 107
输出波形
极性 108
输出单位 102
输出电阻 47
输出幅度
单位 102
单位限制 98
负载限制 98
量程保持 107
偏移限制 98
前面板选择 22
任意波形限制 99
输出负载 103
输出函数
幅度限制 95
频率限制 95
允许进行调制 94
输出频率
猝发限制 97
函数限制 97

前面板选择 20
占空比限制 97
输出终端 47, 103
对幅度的影响 103
输出周期
前面板选择 20
输出阻抗
对幅度的影响 103
数字分隔符 185
数字键盘 9
数字输入 9
双通道操作 170, 171

T

Trig In 连接器 168
Trig Out 连接器 169
提手
改变位置 19
跳跃频率 51
跳跃频率 (FSK) 135
调制 49, 133
AM 116
FM 121
FSK 133
PM 127
PWM 137
调制深度 (AM) 119
调制深度, 百分比调制 49
调制源
AM 120
FM 126
FSK 136
PM 132, 140
PWM 145
同步信号
对于所有波形函数 109
启用 / 禁用 111
同步连接器 109

U**USB**

- 连接器 10
- 配置 65, 66, 188
- USB 配置 196

V

- vpp 102
- vrms 102

W**Web**

- 界面 196
- 外部参考 197
- 外部触发 166
- 外部触发源 168, 169
- 外部门控猝发 156
- 外部时基 197
- 外部源
 - AM 120
 - FM 126
 - FSK 136
 - PM 132, 140
 - PWM 145
- 网关地址 192
- 文本消息
 - 校准 203
- 温度过载 39
- 文件
 - 复制 182
 - 删除
 - 重命名 182
- 文件管理 182

X

- 系统错误 179
- 系统日期 181
- 系统时间 181
- 显示屏 181, 184

- 灯泡保护模式 180
- 概述 8
- 亮度 181, 184
- 启用 / 禁用 184
- 数字格式 185
- 显示消息 184
- 显示屏空白 180
- 相位 (猝发) 161
- 相位调制
 - 调制波形 130, 138
 - 调制源 132, 140
 - 相位偏差 131, 139
 - 载波波形 128
 - 载波频率 128
- 相位偏移
 - 相位锁定 197
- 相位锁定 197
- 相位偏移 197
- 小数点 185
- 消息
 - 校准 203
- 斜率, 触发
 - 猝发 162
 - 扫描 152
- 新建文件夹 182
- 修订版, 固件 186
- 循环计数
 - 猝发 159

Y

- 已存储的状态 177
 - 从前面板命名 63
 - 前面板操作 63
- 仪器错误 179
- 仪器概述 6
- 仪器技术参数 269
- 仪器重置 48
- 仪器状态
 - 从前面板存储 63
 - 从前面板命名 63
- 仪器状态存储 177

- 仪器自检 181, 184
- 应用程序 227
- 域名 194
- 远程 (总线) 触发 166
- 远程错误 179
- 远程接口
 - 配置 65, 188

Z

- 占空比 105
 - 定义 105
 - 频率限制 97, 105
- 支持, 技术 11
- 终端 47, 103
 - 对幅度的影响 103
- 周期
 - 猝发模式 160
 - 脉冲波形 112
 - 前面板选择 20
- 主机名 193
- 状态存储 177
 - 从前面板命名 63
 - 前面板操作 63
- 装运内容物件 17
- 追踪 171
- 自动调整量程, 幅度 107
- 自检 181, 183, 184
- 子网掩码 192
- 总线
 - 接口配置 65, 188
- 总线触发 166
- 组合 172, 175
- 阻抗
 - 对幅度的影响 103
- 阻抗, 负载 47

