



UTG9000T系列 函数/任意波形发生器 使用手册



2023年12月

UNI-T Technologies, Inc.

序 言

尊敬的用户：

您好！感谢您选购全新的优利德仪器，为了正确使用本仪器，请您在本仪器使用之前仔细阅读本使用手册全文，特别有关“安全注意事项”的部分。

如果您已经阅读完本使用手册全文，建议您将此使用手册进行妥善的保管，与仪器一同放置或者放在您随时可以查阅的地方，以便在将来的使用过程中进行查阅。

版权信息

UNI-T 优利德科技(中国)股份有限公司版权所有。

UNI-T 产品受中国或其他国家专利权的保护，包括已取得或正在申请的专利。

本公司保留更改产品规格和价格的权利。

UNI-T保留所有权利。许可软件产品由UNI-T及其子公司或提供商所有，受国家版权法及国际条约规定的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。

UNI-T 是优利德科技(中国)股份有限公司[UNI-TREND TECHNOLOGY(CHINA) CO., LTD]的注册商标。

如果在适用的保修期内证明产品有缺陷，UNI-T 可自行决定是修复有缺陷的产品且不收部件和人工费用，或用同等产品（由 UNI-T 决定）更换有缺陷的产品。UNI-T 作保修用途的部件、模块和更换产品可能是全新的，或者经修理具有相当于新产品的性能。所有更换的部件、模块和产品将成为 UNI-T 的财产。

以下提到的“客户”是指据声明本保证所规定权利的个人或实体。为获得本保证承诺的服务，“客户”必须在适用的保修期内向 UNI-T 通报缺陷，并为服务的履行做适当安排。客户应负责将有缺陷的产品装箱并运送到 UNI-T 指定的维修中心，同时预付运费并提供原购买者的购买证明副本。如果产品要运送到 UNI-T 维修中心所在国范围内的地点，UNI-T 应支付向客户送返产品的费用。如果产品送返到任何其他地点，客户应负责支付所有的运费、关税、税金及任何其他费用。

本保证不适用于由于意外、机器部件的正常磨损、在产品规定的范围之外使用或使用不当或者维护保养不当或不足而造成的任何缺陷、故障或损坏。UNI-T 根据本保证的规定无义务提供以下服务：

a) 修理由非 UNI-T 服务代表人员对产品进行安装、修理或维护所导致的损坏；b) 修理由于使用不当或与不兼容的设备连接造成的损坏；c) 修理由于使用非 UNI-T 提供的电源而造成的任何损坏或故障；d) 维修已改动或者与其他产品集成的产品（如果这种改动或集成会增加产品维修的时间或难度）。

本保证由 UNI-T 针对本产品而订立，用于替代任何其他的明示或暗示的保证。UNI-T 及其经销商拒绝对用于特殊目的的适销性或适用性做任何暗示的保证。对于违反本保证的情况，UNI-T 负责修理或更换有缺陷产品是提供给客户的唯一和全部补救措施。无论 UNI-T 及其经销商是否被预先告知可能发生任何间接、特殊、偶然或必然的损坏，UNI-T 及其经销商对这些损坏均概不负责。

UTG9000T 系列函数/任意波形发生器简介

UTG9000T系列函数/任意波形发生器，使用DDS直接数字频率合成技术，可生成高精度、稳定、纯净、低失真的信号，还能提供高频率且具有快速上升沿和下降沿的方波。是一款高性能、多功能的四通道函数/任意波形发生器。便捷的触控操作界面、优越的技术指标及人性化的图形显示风格，可帮助您更快的完成工作任务，提高工作效率，是满足您目前及未来测试需求的多用途设备。

主要特性

- ◇ 标配四通道，且具有通道独立输出模式
- ◇ 正弦波、方波、斜波、脉冲波、谐波、噪声、伪随机波（PRBS）、直流 DC、任意波形，共 9 种基本波形
- ◇ 最高采样率 2.5GSa/s，16bits/14bits 垂直分辨率
- ◇ 噪声带宽可调
- ◇ 600MHz/500MHz/350MHz 的正弦波输出，全频段 1 μ Hz 的分辨率
- ◇ 200MHz/160MHz/120MHz 的方波输出，边沿时间最小可至 1.5ns 以内，占空比可调
- ◇ 200MHz/160MHz/120MHz 的脉冲波形输出，宽动态高精度上升、下降边沿可调时间，占空比可调
- ◇ 可输出相位和幅度独立可调的 2~16 次谐波
- ◇ 最大输出幅度 20Vpp
- ◇ 可输出 8pts~64Mpts 任意波，并且支持逐点输出，超 200 组非易失数字任意波形存储
- ◇ 可存储 16GB（选配）或 20MB 的任意波形文件（.bsv 和 .csv）和仪器的状态文件
- ◇ 可读取 U 盘中的任意波形文件（.bsv 和 .csv）和仪器的状态文件
- ◇ 丰富的调制类型：AM、FM、PM、DSB-AM、QAM、ASK、FSK、3FSK、4FSK、PSK、BPSK、QPSK、OSK、PWM、SUM
- ◇ 线性扫频、对数扫频、列表扫频、步进扫频
- ◇ 支持频率扫描和脉冲串输出
- ◇ 数字协议输出：SPI、IIC、UART
- ◇ 一键信噪比输出
- ◇ 双通道可分别或同时：内部/外部调制、内部/外部/手动触发
- ◇ 硬件频率计：800MHz、交流/直流耦合
- ◇ 功能强大的上位机软件以及任意波形编辑器软件
- ◇ 10.1 电容触摸屏、1280*800 分辨率
- ◇ 标准配置接口：USB Host，USB Device，LAN，独立的 10MHz 时钟源输入和输出
- ◇ 易用的多功能旋钮和数字键盘
- ◇ 支持 NeptuneLab 实验室系统管理软件

目录

序 言	2
版 权 信 息	3
UTG9000T 系列函数/任意波形发生器简介	4
目 录	5
第一章 使用指南	7
1.1 检查货品包装和装箱清单	7
1.2 安全信息	7
1.3 环境要求	10
1.4 连接电源	10
1.5 静电保护	10
1.6 准备工作	10
1.7 远程控制	11
1.8 帮助信息	11
第二章 快速入门	12
2.1 一般性检查	12
2.1.1 检查是否存在因运输造成的损坏	12
2.1.2 检查附件	12
2.1.3 检查整机	12
2.2 面板和按键介绍	13
2.2.1 前面板	13
2.2.2 后面板	15
2.2.3 触摸屏显示界面	16
2.3 输出基本波形	17
2.3.1 设置输出频率	18
2.3.2 设置输出幅度	18
2.3.3 设置直流偏移	19
2.3.4 设置方波	19
2.3.5 设置脉冲波	20
2.3.6 设置直流电压	20
2.3.7 设置斜波	21
2.3.8 设置噪声波	21
2.3.9 设置谐波	22
2.3.10 设置伪随机波	22
2.3.11 噪声叠加	23
2.4 辅助功能设置	23
2.4.1 通道设置	24
2.4.2 通道耦合	25
2.4.3 通道合并	26
2.4.4 频率计	27
2.4.5 系统	28
第三章 高级应用	31
3.1 输出调制波形	31
3.1.1 幅度调制 (AM)	31
3.1.2 频率调制 (FM)	36
3.1.3 相位调制 (PM)	41
3.1.4 幅移键控 (ASK)	45
3.1.5 频移键控 (FSK)	49
3.1.6 三频移键控 (3FSK)	53

3.1.7 四频移键控 (4FSK)	56
3.1.8 相移键控 (PSK)	59
3.1.9 双相移键控 (BPSK)	63
3.1.10 四相移键控 (QPSK)	66
3.1.11 震荡键控 (OSK)	70
3.1.12 总和调制 (SUM)	74
3.1.13 双边带调幅 (DSBAM)	78
3.1.14 正交调制 (QAM)	81
3.1.15 脉宽调制 (PWM)	85
3.2 输出扫频波形	89
3.2.1 选择扫频	89
3.2.2 设置起始和停止频率	90
3.2.3 扫频方式	90
3.2.4 扫频时间	91
3.2.5 选择触发源	91
3.2.6 触发输出	92
3.2.7 触发沿	92
3.2.8 综合实例	93
3.3 输出脉冲串	95
3.3.1 选择脉冲串	95
3.3.2 脉冲串类型	96
3.3.3 脉冲串起始相位	97
3.3.4 脉冲串触发周期	98
3.3.5 脉冲串计数	98
3.3.6 选择触发源	98
3.3.7 触发输出	99
3.3.8 触发沿	99
3.3.9 综合实例	99
3.4 输出任意波	102
3.4.1 启用任意波功能	102
3.4.2 逐点输出\DDS 模式	102
3.4.3 选择任意波	102
3.4.4 创建和编辑任意波形	108
3.5 输出数字协议	108
3.5.1 SPI 协议	108
3.5.2 IIC 协议	110
3.5.3 UART 协议	112
第四章 故障处理	115
4.1 屏幕无显示 (黑屏)	115
4.2 无波形输出	115
4.3 不能正确识别 U 盘	115
第五章 服务和支持	116
5.1 产品程序升级	116
5.2 联系我们	116
附录 A: 出厂重置状态	117
附录 B: 保养和清洁维护	120
附录 C: 中英文菜单对照表	121

第一章 使用指南

1.1 检查货品包装和装箱清单

当您接收到本仪器时，请务必参考以下步骤检查货品包装以及核对装箱清单：

- 检查货品包装箱和衬垫材料是否有因外力造成的挤压或撕裂的痕迹，进一步检查仪器是否有外观损伤，如果您对货品有任何问题，或需要相关咨询服务，请和经销此产品的经销商或当地办事处联系。
- 小心取出包装箱内的物品并对照装箱清单进行核对。

1.2 安全信息

本节包含着在相应安全条件下保持仪器运行必须遵守的信息和警告，除本节中指明的安全注意事项外，您还必须遵守公认的安全程序。

安全注意事项

警告	为避免可能的电击和人身安全，请遵循以下指南进行操作：
	在本仪器的操作、服务和维修的各个阶段中，必须遵循下面的常规安全预防措施，对于用户由于未遵循下列安全注意事项而造成的人身安全和财产损失，优利德将不承担任何责任，本设备是为专业用户和负责机构而设计，旨在用于测量用途。
	请勿以制造商未指定的任何方式使用本设备，除非产品说明文件中另有指定说明，否则本设备仅用于室内。

安全声明

警告	“警告”声明表示存在危险，它提醒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，可能会造成人身伤害或死亡，在完全理解和满足所指出的“警告”声明条件之前，不要继续执行下一步。
小心	“小心”符号表示存在危险，它提醒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，可能会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“小心”条件之前，不要继续执行下一步。
注意	“注意”声明表示重要信息，提示用户注意程序、做法、条件等，有必要突出显示。

安全标志

	危险	表示警示可能存在电击危险，可能会造成人身伤害或死亡。
	警告	表示需要小心的地方，可能会造成人身伤害或仪器损坏。
	小心	表示潜在危险，需要遵循某个程序或者条件，可能会损坏仪器或其他设备；如果标明“小心”标志那么只能满足所有条件才能继续操作使用。

	注意	表示潜在问题，需要遵循某个程序或者条件，可能会使仪器功能不正常；如果标明“注意”标志那么只能满足所有条件才能保证仪器功能能够正常工作。
	交流电	仪器交流电，请确认区域电压范围。
	直流电	仪器直流电，请确认区域电压范围。
	接地	框架、机箱接地端子。
	接地	保护接地端子。
	接地	测量接地端子。
	关	主电源关闭。
	开	主电源打开。
	电源	待机电源，当电源开关关闭时，仪器未与交流电源完全断开链接。
CAT I		通过变压器或者类似设备连接到墙上插座的二次电气线路，例如电子仪器设备类。有保护措施的电子设备、任何高压、低压回路，如办公室内部的复印机等。
CAT II		CAT II：通过电源线连接到室内插座的用电设备的一次电气线路，如移动式工具，家电等，家用电器、便携工具(电钻等)、家用插座，距离三类线路 10 米以上的插座或者距离四类线路 20 米以上的插座。
CAT III		直接连接到配电盘的大型设备的一次线路及配电盘与插座之间的电路线路(三相分配电路包括单个商业照明电路)，位置固定的设备，如多相马达、多相闸盒；大型建设物内部的照明设备、线路；工业现场(车间)的机床、电源配电盘等。
CAT IV		三相公用供电设备和室外供电线路设备，设计到“初始连接”的设备，如电站的电力分配系统；电力仪表，前端过置保护，任何室外输电线路。
	认证	CE 标志是欧盟的注册商标。
	认证	UKCA 标志是英国的注册商标。
	认证	符合 UL STD 61010-1、61010-2-030, 符合 CSA STD C22. 2 No. 61010-1 和 61010-2-030。
	废弃	不要将设备及其附件放在垃圾桶中。物品必须按照当地法规妥善处理。
	环保	环保使用期限标志，该符号表示在所示时间内，危险或有毒物质不会产生泄露或损坏，该产品环保使用期限是 40 年，在此期间内可以放心使用，超过规定时间应该进入回收系统。

安全要求

警告	
使用前准备	<p>请使用提供的电源线将本设备连接至 AC 电源中；</p> <p>线路 AC 输入电压符合本设备额定值；具体额定值详情本产品使用手册。</p> <p>本设备线路电压开关与线路电压匹配；</p> <p>本设备线路保险丝的线路电压正确；</p> <p>不要用于测量主电路。</p>
查看所有终端额定值	<p>为避免起火和过大电流的冲击，请查看产品上所有的额定值和标记说明，请在连接产品前查阅产品手册以了解额定值的详细信息。</p>

正确使用电源线	只能使用当地国家认可的仪器专用电源线，检查导线的绝缘层是否损坏或导线是否裸露在外，检查测试导线是否导通，若导线存在损坏，请更换后再使用仪器。
仪器接地	为避免电击，接地导体必须与地相连，本产品通过电源的接地导线接地，在本产品通电前，请务必将本产品接地。
AC 电源要求	请使用本设备指定的 AC 交流电源供电，请使用所在国家认可的电源线并确认绝缘层未遭破坏。
防静电保护	静电会造成仪器损坏，应尽可能在防静电区进行测试，在连接电缆到仪器前，应将其内外导体短暂接地以释放静电。本设备在接触式放电 4kV，空气放电 8kV 的防护等级。
测量配件	测量配件是较低类别的测量配件，绝对不适用主电源测量，绝对不适用 CAT II，CAT III 或者 CAT IV 电路测量。IEC 61010-031 范围内的探针组件和附件以及 IEC 61010-2-032 范围内的电流传感器应满足其要求。
正确使用设备输入/输出端口	本设备所提供的输入和输出端口，请确保正确使用输入/输出端口，禁止在本设备输出端口加载输入信号，禁止在本设备输入端口加载不符合额定值的信号，确保探头或者其他连接配件有效的接地，以免设备损坏或者功能异常，请查看使用手册查看本设备输入/输出端口额定值。
电源保险丝	使用指定规格的电源保险丝，如需更换保险丝，必须由优利德授权的维修人员更换符合本产品指定规格的保险丝。
拆机清洁	内部没有操作人员可以使用的部件，不要拆下保护盖。 必须由具有相应资质的人员进行保养。
工作环境	本设备用于室内，在干净干燥的环境中，环境温度范围为 0°C~+40°C。 不得在易爆性、多尘或潮湿的空气中操作设备。
勿在潮湿环境下操作	避免仪器内部电路短路或发生电击的危险，请勿在潮湿环境下操作仪器。
勿在易燃易爆的环境下操作	为避免仪器损坏或人身伤害，请勿在易燃易爆的环境下操作仪器。
小心	
异常情况	如果怀疑本产品出现故障时，请联系优利德授权的维修人员进行检测； 任何维护、调整或者零件更换必须有优利德相关负责人执行。
冷却要求	不要堵住位于设备侧面和后面的通风孔； 不要让任何外部物体通过通风孔等进入设备； 保证充分通风，在设备两侧、前面和后面至少要留出 15cm 的间隙。
注意搬运安全	为避免仪器在搬运过程中滑落，造成仪器面板上的按键、旋钮或接口等部件损坏，请注意搬运安全。
保持适当的通风	通风不良会引起仪器温度升高，进而引起仪器损坏。 使用时应保持有良好的通风，定期检查通风口和风扇。
请保持清洁和干燥	避免灰尘或空气中的水分影响仪器性能，请保持产品表面的清洁和干燥。
注意	
校准	推荐校准周期是一年。只应由具有相应资质的人员进行校准。

1.3 环境要求

本仪器适用于以下的环境中：

- 室内使用
- 污染等级 2
- 操作时：海拔低于 2000 米；非操作时：海拔低于 15000 米
- 没有特殊说明的前提下操作温度为 10 到 40°C；储藏温度为-20 到 60°C
- 湿度操作为 35°C 以下 ≤90%相对湿度，非操作湿度为 35°C~40°C ≤60%相对湿度

仪器的后面板和侧板上分别有通风口，请保持仪器外壳通风口的空气流通，为防止过多的灰尘堵塞通风口，请定期清洁仪器外壳，但外壳不防水，清洁时，请先切断电源，用干布或稍许湿润的软布擦拭外壳。

1.4 连接电源

设备可输入交流电源的规格为：

电压范围	频率
100-240VAC (波动±10%)	50/60Hz
100-120VAC (波动±10%)	400Hz

请使用附件提供的电源线连接至电源端口。

连接供电电缆

本仪器是 I 级安全产品，所提供的电源线能够提供良好的外壳接地性能，此仪器配有一个符合国际安全标准的三芯电源线，能够提供良好的外壳接地性能，适用于所在国家或地区的规范。

请按照下述步骤来安装您的交流电源线：

- 确认电源线没有损坏。
- 安装本仪器时请留出足够的空间方便您连接电源线。
- 将随机所附三芯电源线插头插入接地良好的电源插座中。

1.5 静电保护

静电释放会造成元件损坏，元件在运输、存储和使用过程中，静电释放都可能对其造成不可见的损坏。

以下措施降低测试设备过程中可能发生的静电释放损坏：

- 应尽可能在防静电区域进行测试；
- 在连接电缆到仪器之前，应将其内外导体短暂接地，以释放静电；
- 确保所有仪器正确接地，以防止静电电荷积累。

1.6 准备工作

1. 连接电源线，将电源插头插入带有保护接地的插座里，按下后面板上的开关 ，仪器进入待机模式。
2. 按下前面板上的软开关 。方形 LED（绿色）点亮，仪器开机启动。

1.7 远程控制

UTG9000T 系列函数/任意波形发生器支持通过 USB、LAN 接口与计算机进行通信，用户通过这些接口，结合相应的编程语言或 NI-VISA，使用基于 SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) 命令集，可对仪器进行远程编程控制，以及和其他支持 SCPI 命令集的可编程仪器进行互操作。

关于安装，使用远程控制模式以及编程的详细信息，请参考

[http:// www.uni-trend.com.cn](http://www.uni-trend.com.cn)

官网中的 《UTG9000T 系列编程手册》。

1.8 帮助信息

UTG9000T系列函数/任意波形发生器内置帮助系统：

触摸屏幕右上角 “”，打开帮助菜单。

第二章 快速入门

2.1 一般性检查

当您得到一台新的函数/任意波形发生器时，建议您按以下步骤对仪器进行检查。

2.1.1 检查是否存在因运输造成的损坏

如果发现包装纸箱或泡沫塑料保护垫严重破损，请和经销此产品的经销商或当地办事处联系。

如果因运输造成仪器的损坏，请注意保留包装，通知运输部门和经销此产品的经销商，经销商会安排维修或更换。

2.1.2 检查附件

UTG9000T附件包括：电源线（适用于目的地所在国家 / 地区）、一条USB数据传输线、四根BNC电缆（1米）、一份产品保修卡。

如果发现附件缺少或损坏，请和经销此产品的经销商或当地办事处联系。

2.1.3 检查整机

如果发现仪器外观破损，仪器工作不正常，或未能通过性能测试，请和经销此产品的经销商或当地办事处联系。

2.2 面板和按键介绍

2.2.1 前面板

UTG9000T 系列函数/任意波形发生器向用户提供了简洁、直观且操作简单的前面板，前面板如图 2-1 所示：

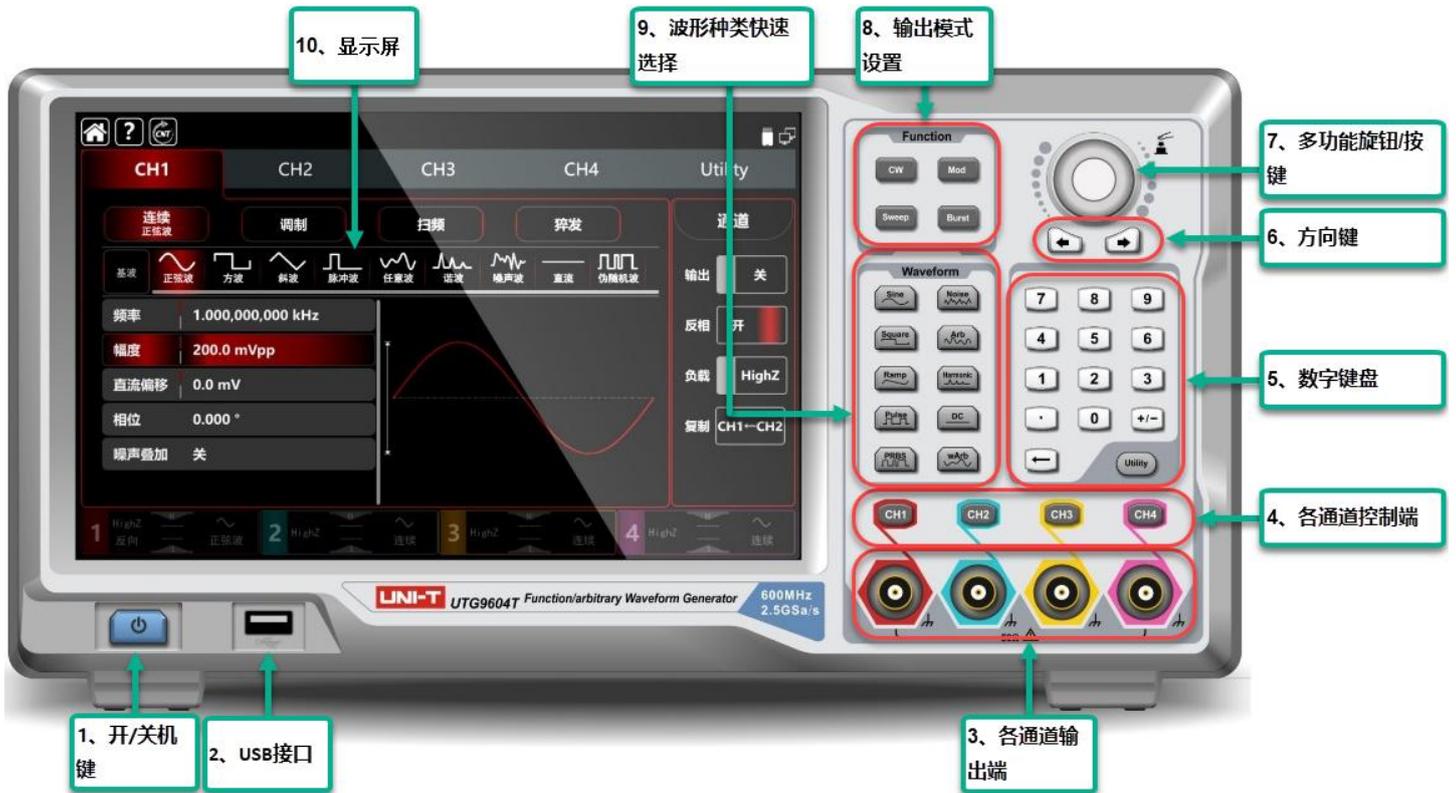


图 2-1 前面板结构图

1. 开/关机键

使用附件中的电源线或者其他符合标准的电源线，将仪器连接到电源。并打开机箱后面板电源插孔下方的电源开关，使仪器处于通电状态。启动或关闭仪器：正常通电且后面板上的电源开关接通情况下， 按键背光灯亮（红色），按下此键背光灯亮（绿色），随后显示屏将显示开机界面，然后再进入功能界面。为防止意外碰到开/关机键而关闭仪器，所以必须按开/关机键约 1 s 来关闭仪器。关闭仪器后按键背光变为红色，同时屏幕熄灭。

2. USB 接口

本仪器支持 FAT32 格式的 U 盘，支持最大容量 32G。通过 USB 接口可以用来读取已存入 U 盘中的任意波形数据文件，存储或读取仪器当前状态文件。通过此 USB 口，可以对系统程序进行升级，以确保当前函数/任意波形发生器的程序为本公司最新发布程序版本

3. 各通道输出端

输出波形信号。

4. 各通道控制端

通道控制端，即通道输出开关。打开输出一共有三种操作方法：

第一种，快速切换在屏幕上显示的当前通道（如屏幕下方 CH1 信息标签高亮，则表示为当前通道为 CH1，此时参数列

表显示通道1相关信息，以便对通道1的波形参数进行设置。若此通道为当前通道（CH1信息标签高亮），可通过按CH1键快速开启/关闭通道1输出。

第二种，可以通过按UTILITY键→通道设置，将输出切换为开。

第三种，触摸屏幕右侧通道设置的输出为开。

开启时CH1键背光灯亮，同时在屏幕下方的CH1信息标签栏会显示当前输出的功能模式（“连续”或“调幅”字样等字样），同时CH1输出端输出信号，关闭时CH1键背光灯熄灭，同时在屏幕下方的CH1信息标签栏变灰，同时关闭CH1输出端。

5. 数字键和Utility

数字键，用于输入所需参数的数字键0至9、小数点“.”、符号键“+/-”和删除键。Utility，进行通用功能设置。

6. 方向键

在使用多功能旋钮和方向键设置参数时，用于切换数字的位或移动（向左或向右）光标的位置。

7. 多功能旋钮/按键

旋转多功能旋钮改变数字（顺时针旋转数字增大）或作为菜单键选择使用，按多功能旋钮可选择功能或确定设置的参数。

8. 输出模式选择

通过按键：CW、MOD、SWEEP、BURST，分别控制相应的连续波、调制模式、扫频、脉冲串输出功能。

9. 波形种类快速选择

通过按键快速选择需要输出的波形类型，快速产生您需要的各种常用波形。

10. 显示屏

10.1寸电容触摸显示屏，通过不同的色调，明显的区分通道一、通道二、通道三和通道四的输出状态、功能菜单和其它重要信息。友好的系统界面使人机交互变得更简捷，提高用户的工作效率。

11. 通道过压保护

注意 通道输出端设有过压保护功能，满足下列条件之一则产生过压保护。

- 仪器幅度设置大于 4Vpp，输入电压大于 $|\pm 12.5V|$ ，频率小于 10kHz。
- 仪器幅度设置小于等于 4Vpp，输入电压大于 $|\pm 5.0V|$ ，频率小于 10kHz。
- 产生过压保护时，仪器屏幕显示提示消息“过载保护，输出关闭！”。

2.2.2 后面板

后面板如图 2-2 所示：

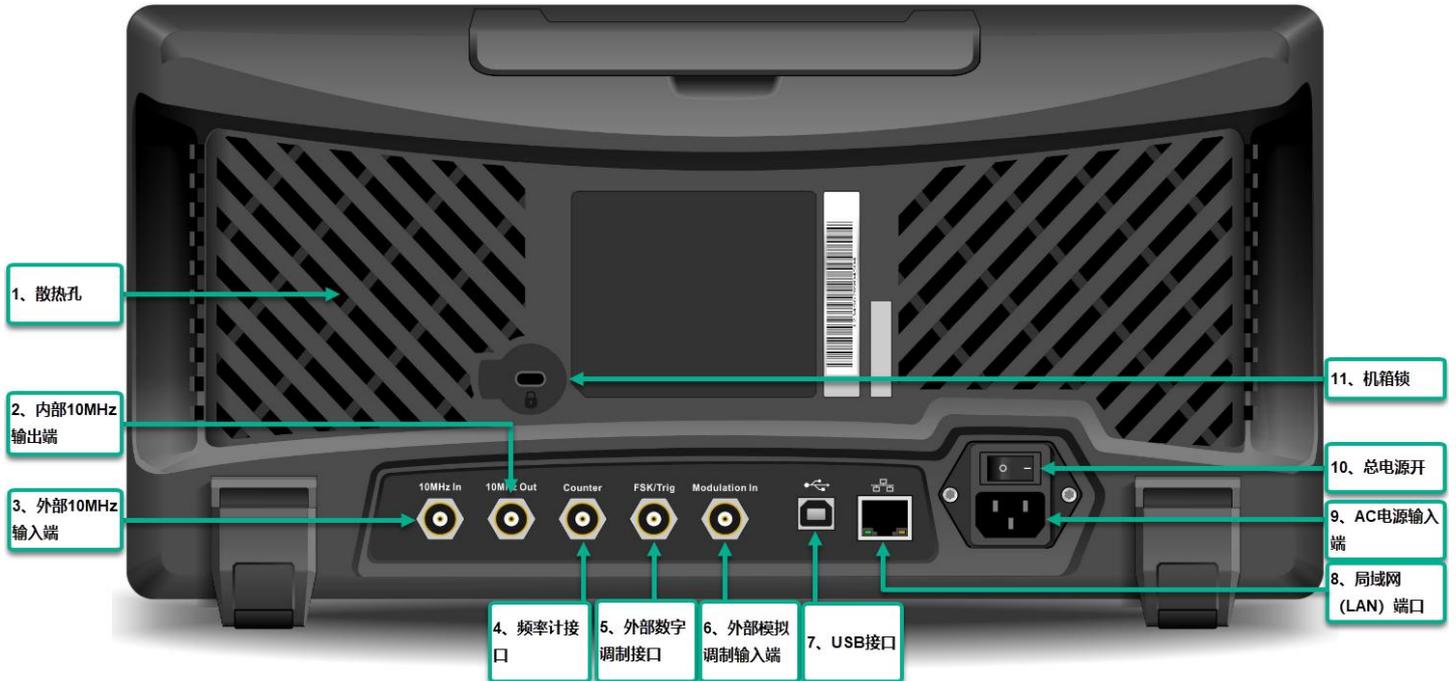


图 2-2 后面板结构图

1. 散热孔

为确保仪器有良好的散热，请不要堵住这些小孔。

2. 内部 10MHz 输出端

实现多个函数/任意波形发生器之间建立同步或向外部输出参考频率为10 MHz的时钟信号。当仪器时钟源选择内部时，内部10MHz输出端输出一个来自内部的10MHz时钟信号。

3. 外部 10MHz 输入端

实现多个函数/任意波形发生器之间建立同步或与外部10 MHz时钟信号的同步。当仪器时钟源选择外部时，外部10MHz输入端接收一个来自外部的10MHz时钟信号。

4. 频率计接口

使用频率计功能时，通过此接口输入信号。

5. 外部数字调制接口

在幅移键控、频移键控、相移键控、震荡键控信号调制时，当调制源选择外部时，通过外部数字调制接口输入调制信号（TTL 电平），对应的输出幅度、输出频率、输出相位由外部数字调制接口的信号电平决定。当频率扫描的触发源选择外部时，通过外部数字调制接口接收一个具有指定极性的 TTL 脉冲，此脉冲可以启动扫描。当脉冲串模式类型为门控，以及 N 周期触发源为外部和无限触发源为外部时，通过外部数字调制接口输入门控信号，此脉冲可以输出指定循环数的脉冲串。

6. 外部模拟调制输入端

在调幅、调频、调相、双边调幅、总和调制或脉宽调制信号调制时，当调制源选择外部时，通过外部模拟调制输入端输入调制信号，对应的调制深度、频率偏差、相位偏差或占空比偏差由外部模拟调制输入端的 $\pm 5V$ 信号电平控制。

7. USB 接口

通过此 USB 接口来与上位机软件连接，实现计算机对本仪器的控制。

8. 局域网 (LAN) 端口

局域网 (LAN) 端口可以将此仪器连接至局域网，以实现远程控制。

9. AC电源输入端

本函数/任意波形发生器支持的交流电源规格为：100~240VAC (波动±10%)，50Hz/60Hz；100~120V (波动±10%)，400 Hz。

10. 总电源开关

置“1”时，给仪器通电；置“0”时，断开 AC 输入 (前面板的开/关机键不起作用)。

11. 机箱锁

打开机箱锁可以布置仪器防盗措施。

2.2.3 触摸屏显示界面

触摸屏显示界面如图 2-3 所示：

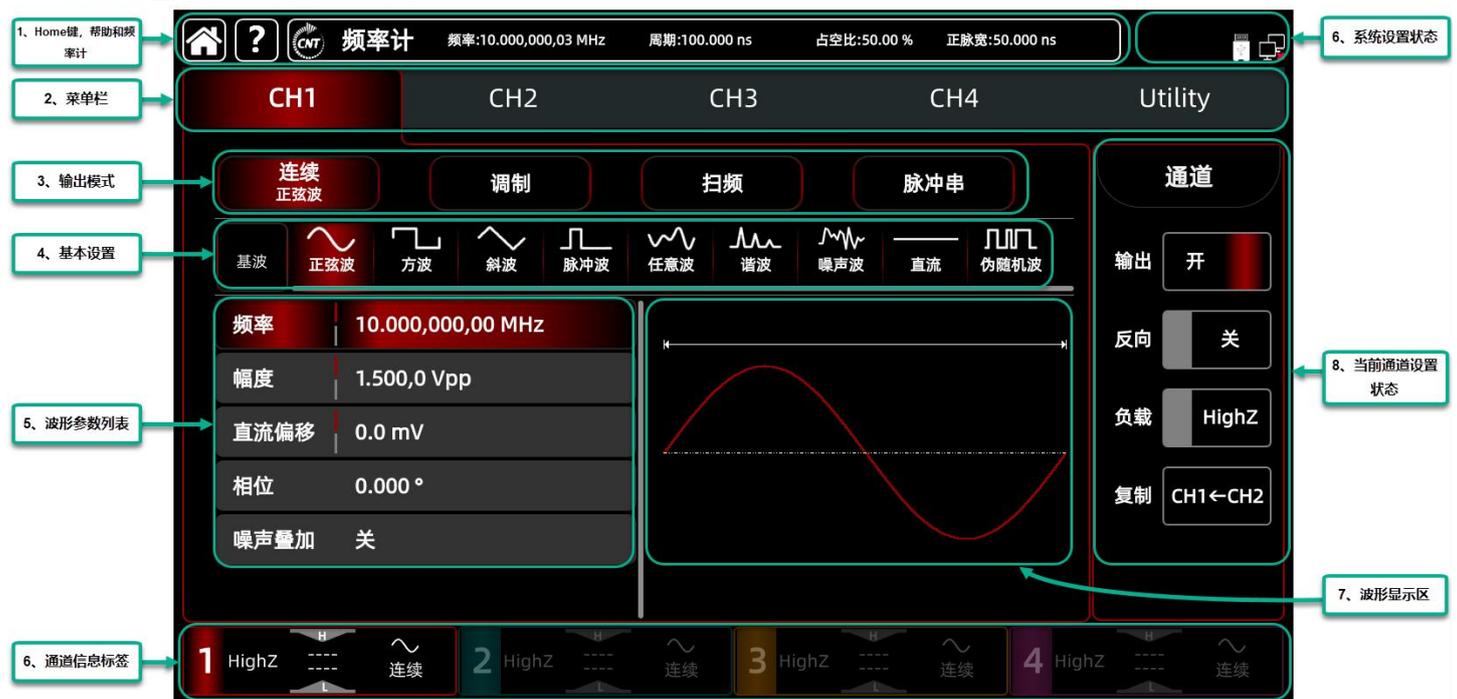


图2-3 触摸显示界面图

UTG9000T 采用电容屏显示，显示窗口采用多面板布局。菜单分类位置固定，清楚当前所在入口位置。对菜单分类有整体性的了解，减少界面跳转的层级。

详细说明：

1. Home键，帮助和频率计：此区域不跟随其它界面变化。

1) ：此符号为Home键，在任意界面触摸此符号可以回到主页。

2) ：为帮助菜单符号，触摸此符号打开帮助菜单。

- 3) : 此符号为频率计，触摸此符号打开频率计并显示测量结果。
2. 菜单栏：触摸CH1、CH2、CH3、CH4和Utility，对各通道参数和辅助功能进行设置。高亮显示：高亮显示表示菜单的正中央显示当前通道的颜色或辅助功能的青色，并且字体为纯白色。
3. 输出模式：可以设置输出连续、调制、扫频、脉冲串。
4. 基波设置：可以设置正弦波、方波、斜波、脉冲波、谐波、噪声、伪随机波（PRBS）、直流DC、任意波形，共9种基本波形。
5. 波形参数列表：以列表的方式显示当前波形的各种参数，触摸参数设置区域可对列表进行编辑，例如：触摸屏频率后面的数字将弹出虚拟键盘如下图所示：



图2-4 参数编辑图

6. 通道信息标签：通道为开，标签高亮显示。
 - 1) “HighZ”表示负载为高阻，还可以设置为50Ω。
 - 2)  表示输出基波为正弦波。
 - 3) “连续”表示输出波形为连续，即只输出基波。（不同工作模式下可能为“基波波形”、“调幅”、“线性”或“N周期”等字样）。
7. 波形显示区域：显示该通道当前设置的波形形状（可通过颜色或通道信息标签的高亮来区分是哪一个通道的当前波形，左边的参数列表显示该波形的参数）。注：菜单栏为Utility时没有波形显示区。
8. 当前通道设置状态：可以快速切换当前通通常用设置。触摸对应的方框进行切换。触摸输出栏开/关，可以打开/关闭相应通道的输出；触摸反向开/关，可以使输出波形反向；触摸负载HighZ或50Ω，使输出端的阻抗匹配；触摸 ，把CH2的设置状态复制到CH1。
9. 系统设置状态：显示 USB 存储设备的连接状态，LAN 符号，外部时钟等。

2.3 输出基本波形

UTG9000T系列函数/任意波形发生器可从单通道或同时从四通道输出基本波形，包括正弦波、方波、斜波、脉冲波、谐波、噪声、伪随机波（PRBS）、直流DC、任意波形。开机时，仪器默认输出一个频率为1kHz，幅度为100mVpp的正弦波。本节介绍如何配置仪器输出各类基本波形。本节内容如下：

- ◇ 设置输出频率
- ◇ 设置输出幅度

- ◇ 设置DC偏移电压
- ◇ 设置方波
- ◇ 设置脉冲波
- ◇ 设置直流电压
- ◇ 设置斜波
- ◇ 设置噪声波
- ◇ 设置谐波
- ◇ 设置伪随机波
- ◇ 设置噪声叠加

2.3.1 设置输出频率

在接通电源时，波形默认配置为一个频率为1kHz，幅度为100 mV峰峰值的正弦波。将频率改为2.5MHz的具体步骤如下：

触摸参数设置区域的频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入2.5MHz（或者利用多功能旋钮和方向键的配合进行此参数设置）。

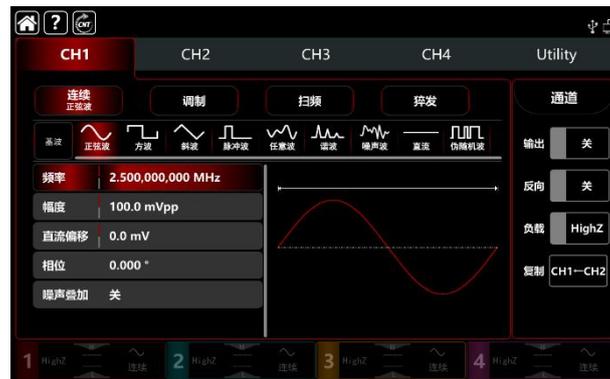


图2-4 频率设置

要改为设置波形周期，触摸参数项**频率**，频率和周期可以相互切换。

注意：涉及参数设置还可以使用多功能旋钮/按键和方向键。

2.3.2 设置输出幅度

在接通电源时，波形默认配置为一个幅度为 100mV 峰峰值的正弦波。将幅度改为 300mVpp 的具体步骤如下：

1. 触摸参数设置区域的幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入300mVpp。

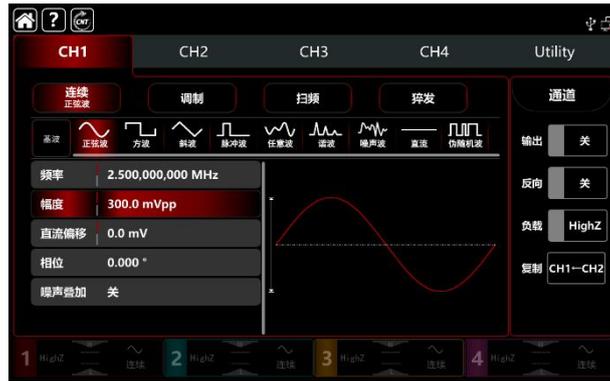


图2-5 幅度设置

2. 再次触摸参数项**幅度**，可进行单位的快速切换（在Vpp、Vrms、dBm之间切换）。

注意：负载为非 HighZ 时才可以设置为 dBm。

2.3.3 设置直流偏移

在接通电源时，波形默认 DC 偏移电压为 0V 的正弦波。将 DC 偏移电压改为 -150mV 的具体步骤如下：

触摸参数设置区域的直流偏移数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 -150mV。

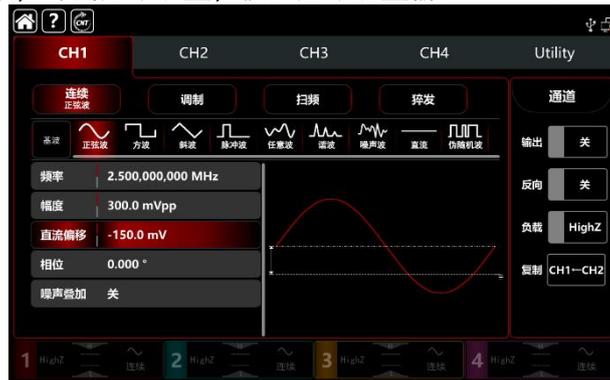


图2-6 直流偏移设置

再次触摸参数项**直流偏移**，幅度和直流偏移描述波形的参数已变成高电平（最大值）和低电平（最小值）来描述，这种设置信号限值的方法对于数字应用是很方便的。

2.3.4 设置方波

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）。在接通电源时，方波默认的占空比是 50%。设置频率为 1kHz，幅度为 1.5Vpp，直流偏移为 0V，占空比为 70% 方波的具体步骤如下：

1. 依次触摸**连续**→**方波**幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1.5Vpp。
2. 再次触摸参数设置区域的占空比数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 70%。

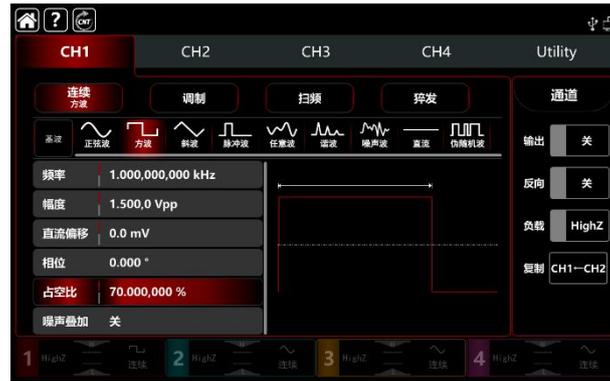


图2-7 方波设置

再次触摸参数项占空比，占空比和脉宽可以相互切换。

2.3.5 设置脉冲波

脉冲波的占空比表示每个循环中从脉冲的上升沿的 50% 阈值到下一个下降沿的 50% 阈值之间时间量（假设波形不是反向的）。您可以对 UTG9000T 函数/任意波形发生器进行参数配置，以输出具有可变的脉冲宽度和边沿时间的脉冲波形。在接通电源时，脉冲波默认占空比为 50%，上升/下降沿时间为 1us，现设置周期为 2ms，幅度为 1.5Vpp，直流偏移为 0V，占空比（受最低脉冲宽度规格 2.4ns 的限制）为 25%，上升沿时间为 200us，下降沿时间为 200us 的脉冲波的具体步骤如下：

1. 依次触摸连续→脉冲波幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1.5Vpp。
2. 触摸参数设置区域的占空比数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 70%。
3. 触摸参数设置区域的上升沿数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 200us，按下相同的方法设置下降沿。

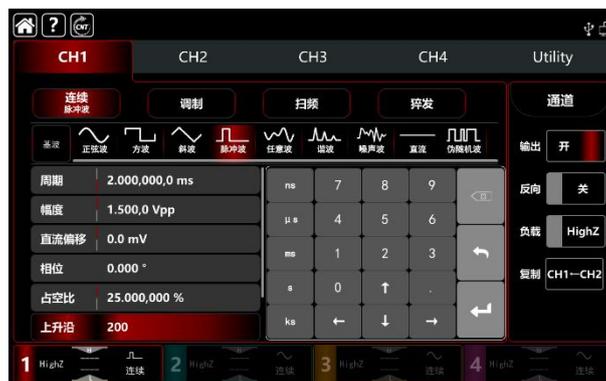


图 2-8 脉冲波设置

2.3.6 设置直流电压

直流电压默认为 0V。将 DC 偏移电压改为 3V 的具体步骤如下：

先将基波设置为直流，触摸参数设置区域的直流偏移数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 3V。



图 2-9 直流设置

2.3.7 设置斜波

对称度表示每个循环中斜波斜率为正的时间量（假设波形不是反向的）。在接通电源时，斜波默认的对称度是50%。设置频率为10kHz，幅度为2Vpp，直流偏移为0V，对称度为60%的斜波具体步骤如下：

1. 依次触摸连续→斜波 频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 10kHz。
2. 触摸参数设置区域的幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp。
3. 触摸参数设置区域的对称度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 60%。

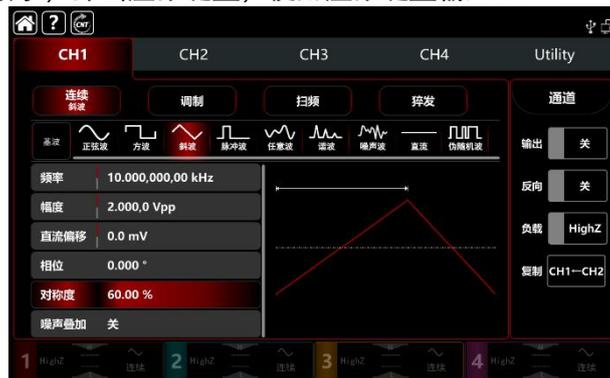


图 2-10 斜波设置

2.3.8 设置噪声波

UTG9000T 函数/任意波形发生器默认的幅度为 100mVpp，直流偏移为 0mV 的准高斯噪声，若对其它波形的幅度和直流偏移函数进行了更改，噪声波默认值也已更改，只能对噪声波的幅度和直流偏移进行更改。设置频率为 100MHz，幅度为 300mVpp 的噪声具体步骤如下：

1. 依次触摸连续→噪声波 频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 100MHz。
2. 触摸参数设置区域的幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 300mVpp。

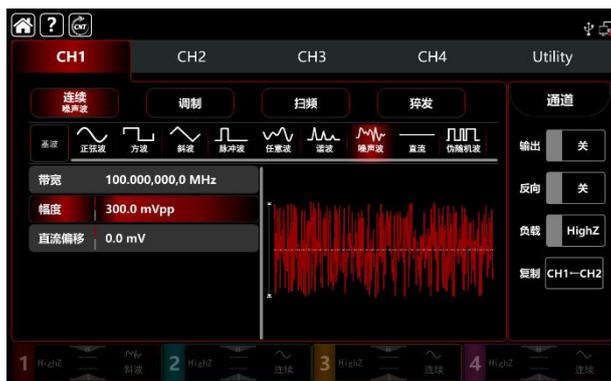


图 2-11 噪声波设置

2.3.9 设置谐波

UTG9000T 函数/任意波形发生器可作为一款谐波发生器，输出具有指定次数、幅度和相位的谐波。由傅里叶变换理论可知，周期函数的时域波形是一系列正弦波的叠加，可表示为：

$$f(t) = A_1 \sin(2\pi f_1 t + \phi_1) + A_2 \sin(2\pi f_2 t + \phi_2) + A_3 \sin(2\pi f_3 t + \phi_3) + \dots$$

通常，频率为 f_1 的分量称为基波， f_1 为基波频率， A_1 为基波幅度， ϕ_1 为基波相位。此外的各分量频率为基波频率的整数倍，称为谐波。频率为基波频率的奇数倍的分量称为奇次谐波；频率为基波频率的偶数倍的分量称为偶次谐波。

默认的频率为 1kHz，幅度为 100mVpp，直流偏移为 0mV，相位为 0° ，谐波类型为奇次，谐波总数为 2 次，当前次数为 2 次，谐波幅度 100mV，谐波相位为 0° 。现设置频率为 1MHz，幅度为 5Vpp，直流偏移为 0mV，相位为 0° ，谐波类型为全部，谐波次数为 2 次，谐波幅度为 4Vpp，谐波相位为 0° ，具体步骤如下：

1. 依次触摸 **连续** → **谐波** 频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1MHz。
2. 触摸参数设置区域的幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 5Vpp。
3. 把 **谐波总次数** 设置为 2，**类型** 设置为全部，**谐波幅度** 设置为 4Vpp。

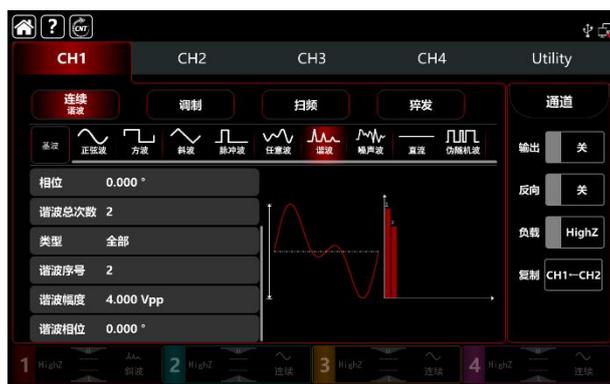


图 2-12 谐波设置

2.3.10 设置伪随机波

输出比特率为 50kbps，幅度 4Vpp，码元 PN7，边沿时间 20ns 的伪随机波。操作步骤如下：

1. 依次触摸 **连续** → **伪随机波** 位率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 50kbps。

2. 触摸参数设置区域的幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 5Vpp。
3. 触摸码元，弹出虚拟键盘，选择 PN7。
4. 边沿时间默认为 20ns。

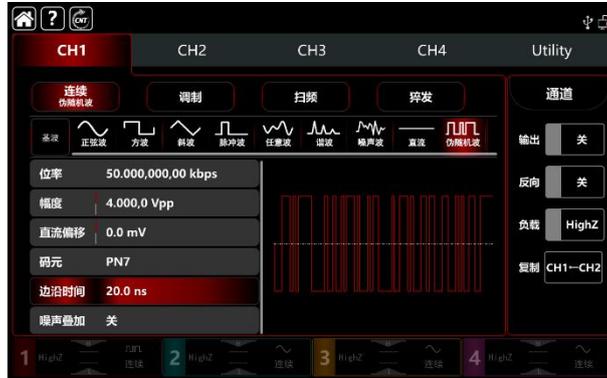


图 2-13 伪随机波设置

2.3.11 噪声叠加

UTG9000T 函数/任意波形发生器基波可以叠加噪声，并且信噪比可调。现输出频率为 10kHz，幅度为 2Vpp，直流偏移为 0V，信噪比为 0dB 的正弦波，操作步骤如下：

- 依次触摸连续 → 正弦波 频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 10kHz。
- 触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp。
- 触摸噪声叠加，设置为开。
- 触摸信噪比的分贝值，弹出虚拟键盘输入 0dB。

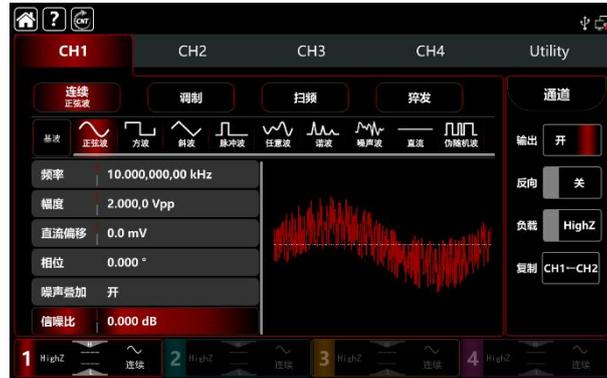


图 2-14 噪声叠加

- 注意：
- 1、信噪比的范围根据频率和幅度有所不同。打开噪声叠加后默认为 10dB。
 - 2、噪声叠加打开时，幅度耦合功能不可用。

2.4 辅助功能设置

辅助功能 (Utility) 可对通道设置，通道耦合，频率计，数字协议，系统，网络等进行设置和查看。具体功能下表：

2.4.1 通道设置

表 2-1 CH1/2 设置

功能菜单	功能子菜单	设定	说明
CH1/2 设置	通道输出	关、开	
	通道反向	关、开	
	负载	50 Ω、高阻	1 Ω 至 1000k Ω
	幅度限制	关、开	
	幅度上限		设定通道幅度输出的上限值
	幅度下限		设定通道幅度输出的下限值
	同步输出	关、开	
	同步反向	关、开	

表 2-2 CH3/4 设置

功能菜单	功能子菜单	设定	说明
CH3/4 设置	通道输出	关、开	
	通道反向	关、开	
	负载	默认为高阻	可以设置的范围 1 Ω 至 1000k Ω
	幅度限制	关、开	
	幅度上限		设定通道幅度输出的上限值
	幅度下限		设定通道幅度输出的下限值

依次触摸（或选择）Utility→通道设置，触摸相应的位置，可以进行通道设置：

1. 通道输出

选择通道输出，可触摸“关”或“开”，注意：可通过按前面板上的CH1、CH2、CH3、CH4键快速开启通道输出。

2. 通道反向

选择通道反向，可触摸“关”或“开”。

3. 负载

选择负载，可触摸负载的HighZ、50 Ω或数字，可输入范围 1 Ω 至 1000k Ω。

4. 幅度限制

支持幅度限制输出，以便保护负载。

选择幅度限制，可触摸“关”或“开”。

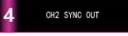
5. 幅度上限

选择幅度上限，设定幅度的上限范围，设置方法与幅度一致。

6. 幅度下限

选择幅度下限，设定幅度的下限范围。设置方法与幅度一致。

7. 同步输出

选择同步输出，可触摸“关”或“开”。CH1 的同步输出为 CH3，CH2 的同步输出为 CH4。CH1 打开同步输出后，CH3 通道标签变为 ；CH2 打开同步输出后，CH4 通道标签变为 

8. 同步反向

选择同步反向，可触摸“关”或“开”。

2.4.2 通道耦合

通道耦合分别有频率耦合，幅度耦合，相位耦合。菜单设置如下：

表 2-3 频率耦合

功能菜单	功能子菜单	设定	说明
频率耦合	频率耦合	关、开	
	耦合模式	比例、偏差	
	比例	CH2:CH1 或 CH4:CH3	耦合模式为比例才能进行设置
	偏差	CH2-CH1 或 CH4-CH3	耦合模式为偏差才能进行设置

表 2-4 幅度耦合

功能菜单	功能子菜单	设定	说明
幅度耦合	幅度耦合	关、开	
	耦合模式	比例、偏差	
	比例	CH2:CH1 或 CH4:CH3	耦合模式为比例才能进行设置
	偏差	CH2-CH1 或 CH4-CH3	耦合模式为偏差才能进行设置

表 2-5 相位耦合

功能菜单	功能子菜单	设定	说明
相位耦合	相位耦合	关、开	
	耦合模式	比例、偏差	
	比例	CH2:CH1 或 CH4:CH3	耦合模式为比例才能进行设置
	偏差	CH2-CH1 或 CH4-CH3	耦合模式为偏差才能进行设置

注意：1、CH1 耦合 CH2 与 CH3 耦合 CH4 菜单设置一样。

2、当幅度耦合打开时，通道合并功能不可用。

依次触摸（或选择）Utility → 通道耦合，触摸相应的位置，可以进行通道耦合设置：

1. 频率耦合

可以设置 CH1 和 CH2 频率耦合模式比例或偏差。CH1 和 CH2 互为基准源，改变其中一个通道（该通道作为基准源）的频率时，另一通道的频率将自动调整，并总是与基准通道保持指定的比例/偏差。比例：CH2:CH1 的比值；偏差：CH2-CH1 的差值。同理，CH3 耦合 CH4 频率耦合一样。

选择频率耦合，可触摸“关”或“开”。

选择耦合模式，可触摸“比例”或“偏差”。

当耦合模式为比例：触摸比例数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入数字，按下回车。

当耦合模式为偏差：触摸偏差数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入偏差频率，按下回车。

2. 幅度耦合

可以设置 CH1 和 CH2 幅度耦合模式比例或偏差。CH1 和 CH2 互为基准源，改变其中一个通道（该通道作为基准源）

的幅度时，另一通道的幅度将自动调整，并总是与基准通道保持指定的比例/偏差。比例：CH2: CH1 的比值；偏差：CH2-CH1 的差值。同理，CH3 耦合 CH4 幅度耦合一样。

选择**幅度耦合**，可触摸“关”或“开”。

选择**耦合模式**，可触摸“比例”或“偏差”。

当耦合模式为比例：触摸比例数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入数字，按下回车。

当耦合模式为偏差：触摸偏差数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入偏差幅度，按下回车。

3. 相位耦合

可以设置 CH1 和 CH2 相位耦合模式比例或偏差。CH1 和 CH2 互为基准源，改变其中一个通道（该通道作为基准源）的相位时，另一通道的相位将自动调整，并总是与基准通道保持指定的比例/偏差。比例：CH2: CH1 的比值；偏差：CH2-CH1 的差值。同理，CH3 耦合 CH4 相位耦合一样。

选择**相位耦合**，可触摸“关”或“开”。

选择**耦合模式**，可触摸“比例”或“偏差”。

当耦合模式为比例：触摸比例数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入数字，按下回车。

当耦合模式为偏差：触摸偏差数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入偏差相位，按下回车。

4. 显示图标

打开个通道耦合参数后，主页的波形参数显示列表右侧出现耦合图标，如下图：

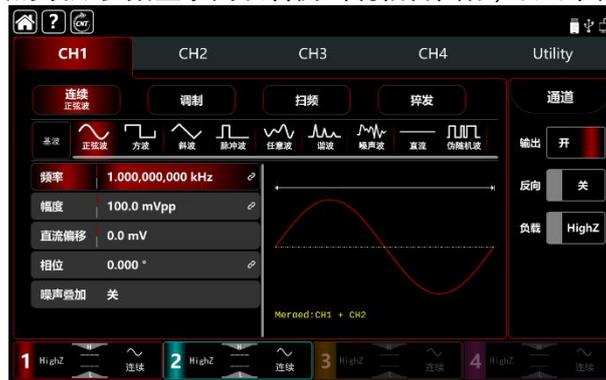


图 2-15 通道耦合

2. 4. 3 通道合并

依次触摸（或选择）**Utility**→**通道合并**，触摸相应的位置，可以进行通道合并设置：

信号源的 CH1/2 输出端口，在一般模式下输出 CH1/2 的波形，通道合并打开可输出 CH1+CH2 的波形；同理，信号源的 CH3/4 输出端口，在一般模式下输出 CH3/4 的波形，通道合并打开可输出 CH3+CH4 的波形。

触摸**CH 合并**，选择“关闭”或“CH1+CH2”。选择通道合并后的显示界面如下图所示：



图 2-16 通道合并

CH1 合并设置为 CH1+CH2，主页的波形显示左下角有 **Merged:CH1 + CH2** 图标。

同理 CH2、CH3、CH4 的通道合并与 CH1 操作一致。

注意：当通道合并打开时，幅度耦合功能不可用。

2.4.4 频率计

本函数/任意波形发生器提供 8digits/s 频率计功能，测量频率的范围为 100MHz~800MHz，信号电压宽范围输入。可以测量外部输入信号的频率、周期、占空比、正脉冲及负脉冲等参数，并支持对测量结果的统计。仪器自动计算测量值的最大值、最小值、平均值和标准差。双通道输出可与频率计测量同时工作。

表 2-6 频率计设置

功能菜单	功能子菜单	设定	说明
频率计	开关	关、开	
	耦合方式	交流、直流	为确保准确测量，输入信号频率较大时使用交流，频率低时使用直流
	触发电平	-2.5V~2.5V	
	灵敏度	0%-100%	
	高频抑制	关闭、打开	

依次触摸（或选择）Utility→频率计，如下图所示：



图 2-17 频率计

触摸相应的位置，可以进行频率计设置：

- 1) 开关
选择`开关`，可触摸“关”或“开”。
- 2) 耦合方式
选择`耦合方式`，可触摸“交流”或“直流”。默认为交流。
- 3) 触发电平
选择`触发电平`，触摸触发电平数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入电平，按下回车。默认值为 0V。
- 4) 灵敏度
选择`灵敏度`，触摸灵敏度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入数值，按下回车。默认值为 100%。
- 5) 高频抑制
选择`高频抑制`，可触摸“关闭”或“打开”，默认为关闭
- 6) 清零
触摸“清零”，默认为关闭。对统计的测量值进行清零，并自动重新开始统计。

2.4.5 系统

系统

表 2-7 系统设置

功能菜单	功能子菜单	设定	说明
系统	语言	English、简体中文	
	分隔符	逗号、空格、无	
	声音	关、开	
	背光强度	30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%	
	屏幕保护	关闭、5 分钟、15 分钟、30 分钟、60 分钟	
	时钟源	内部、外部	
	时钟输出	关、开	
	开机上电	默认、上一次、预设 1、预设 2、预设 3、预设 4、预设 5	预设为保存为预设的状态
	手动触发	同步触发、独立触发	可以选择出厂设置，也可以选择保存的设置
	保存为预设		保存设备的设置状态到预设值
恢复出厂		恢复设置为默认状态	

依次选择 `Utility` → `系统`，进入系统设置界面：

1. 语言
选择 `Language` 后，可触摸“中文简体”或“English”，需要重新启动设备才能生效。
2. 分隔符
选择 `分隔符` 后，可触摸“逗号”、“空格”或“无”，设置通道参数的数值之间分割符号。
3. 声音

选择声音后,可触摸“关”或“开”,设置按键时是否有蜂鸣器提示

4. 背光强度

选择背光强度后,可触摸“30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%”,设置屏幕显示的亮度。

5. 屏幕保护

选择屏幕保护后,可触摸关、5分钟、15分钟、30分钟、60分钟。无任意操作时,经过设定的时间仪器进入屏幕保护状态,当前键盘键保持状态,按任意键恢复。

6. 时钟源

选择时钟源后,可触摸“内部”或“外部”,

内部:提供10MHz的时钟源;外部:接收从仪器后面板的【10MHz In】输入的外部时钟源(输入要求:频率为10MHz,幅度为TTL电平),若没有检测到有效的外部时钟源,则弹出提示消息“外部10MHz时钟无效”,并且屏幕右上角显示图标,检测到有效的外部时钟源则显示图标。

7. 时钟输出

按下时钟输出后可选择关、开。

时钟输出打开,仪器后面板【10MHz Out】输出时钟源(频率为10MHz,幅度为TTL电平)供其它设备使用。

仪器间的同步方法:

将第一台仪器(时钟输出打开)的【10MHz Out】连接到第二台仪器(时钟源为“外部”)的【10MHz In】,然后将两台仪器设置相同的输出频率,即可实现两台仪器的同步。按照以上循环连接,可实现多台仪器间同步。

8. 起始相位

选择起始相位,可触摸“独立”和“同步”。独立:四通道输出的相位没有关联;同步:四通道输出的起始相位相关联。

9. 开机上电

选择开机上电,可触摸默认、上一次、预设1、预设2、预设3、预设4、预设5。设置开机时仪器的设置状态。预设为“保存为预设”保存的设置状态。

10. 手动触发

选择手动触发,可触摸“独立触发”和“同步触发”。当工作在扫频或者脉冲串的模式下时,触发源为手动,当选择“独立触发”时,执行手动触发,仅对当前通道执行手动触发,选择“同步触发”时,执行手动触发,设置为手动触发的所有通道都会同时触发。

11. 保存为预设

触摸“保存为预设”,保存设备当前的设置状态到预设值,分别可以触摸保存到预设1、预设2、预设3、预设4、预设5。

12. 恢复出厂

触摸“恢复出厂”,弹出执行对话框,再次触摸“确认”或“取消”。

网络

表 2-8 网络设置

功能菜单	功能子菜单	设定	说明
	自动获取	开、关	关时可进行下列菜单的编辑
	IP 地址		
	子网掩码		
	物理地址		

依次选择 **Utility** → **System**，进入系统设置界面：

1. 自动获取

按下触控**自动获取**后可选择关或开。

2. IP 地址

IP 地址的格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，第一个 nnn 的范围为 1 至 223，其他三个 nnn 的范围为 0 至 255。建议您向网络管理员咨询一个可用的 IP 地址。选择 **IP 地址**，使用数字键盘或旋钮和方向键输入所需的 IP 地址。该设置将保存在非易失性存储器中，下次开机时，仪器将自动加载所设的 IP 地址。

3. 子网掩码

子网掩码的格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，其中 nnn 的范围为 0 至 255。建议您向网络管理员咨询一个可用的子网掩码。选择**子网掩码**，使用数字键盘或旋钮和方向键输入所需的子网掩码。该设置将保存在非易失性存储器中，下次开机时，仪器将自动加载所设的子网掩码。

4. 网关

网关的格式为 nnn.nnn.nnn.nnn，其中 nnn 的范围为 0 至 255。建议您向网络管理员咨询一个可用的网关。选择**网关**，使用数字键盘或旋钮和方向键输入所需的网关。该设置将保存在非易失性存储器中，下次开机时，仪器将自动加载所设的网关。

5. 物理地址

物理地址从 0 开始编号，顺序地每次加 1，因此存储器的物理地址空间是呈线性增长的。它是用二进制数来表示的，是无符号整数，书写格式为十六进制数

第三章 高级应用

3.1 输出调制波形

UTG9000T支持的调制方式包括AM、FM、PM、DSB-AM、QAM、ASK、FSK、3FSK、4FSK、PSK、BPSK、QPSK、OSK、PWM、SUM，总共15种调制。UTG9000T可从单通道或同时从多通道输出已调制波形。已调制波形由基波和调制波构成。基波可以是正弦波、方波、斜波、任意波（DC除外）或脉冲波。调制波可来自内部调制源或外部调制源。本节内容如下：

- ◇ 幅度调制（AM）
- ◇ 频率调制（FM）
- ◇ 相位调制（PM）
- ◇ 幅移键控（ASK）
- ◇ 频移键控（FSK）
- ◇ 三频移键控（3FSK）
- ◇ 四频移键控（4FSK）
- ◇ 相移键控（PSK）
- ◇ 双相移键控（BPSK）
- ◇ 四相移键控（QPSK）
- ◇ 总和调制（SUM）
- ◇ 双边带调幅（DSB-AM）
- ◇ 正交调制（QAM）
- ◇ 振荡键控（OSK）
- ◇ 脉宽调制（PWM）

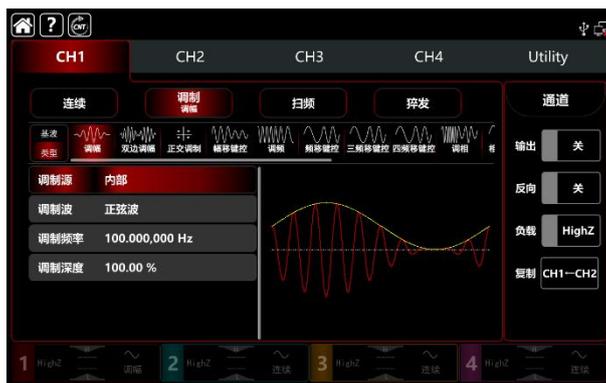
下列介绍以 CH1 为例：

3.1.1 幅度调制（AM）

在幅度调制中，已调制波形通常由基波和调制波组成，基波的幅度将随着调制波的幅度的变化而变化。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

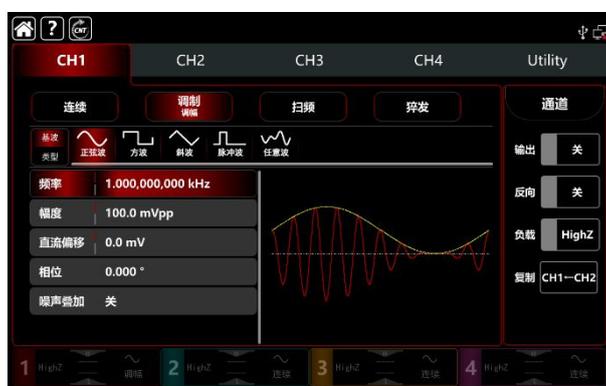
选择AM调制

依次触摸 **CH1** → **调制** → **调幅** 来启用AM功能。启用AM功能后，UTG9000T函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

AM基波波形可以是：正弦波、方波、斜波、脉冲波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择AM调制后，触摸**基波**，右侧调制类型变为基波波形。



基波频率设置

不同的基波波形，可设置的基波频率范围是不同的，所有基波的频率默认都为 1kHz，各基波的频率设置范围参见下表 4-1 和 4-2：

表 4-1 CH1 和 CH2 基波频率

基波波形	频率					
	UTG9604T		UTG9504T		UTG9354T	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
正弦波	1 μ Hz	600MHz	1 μ Hz	500MHz	1 μ Hz	350MHz
方波	1 μ Hz	200MHz	1 μ Hz	160MHz	1 μ Hz	120MHz
斜波	1 μ Hz	30MHz	1 μ Hz	30MHz	1 μ Hz	20MHz
脉冲波	1 μ Hz	200MHz	1 μ Hz	160MHz	1 μ Hz	120MHz
任意波	1 μ Hz	100MHz	1 μ Hz	100MHz	1 μ Hz	80MHz

表 4-2 CH3 和 CH4 基波频率

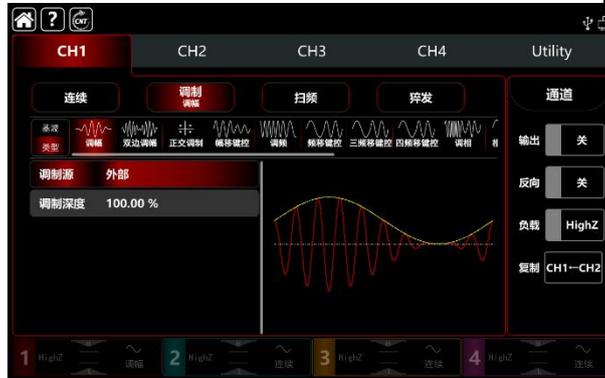
基波波形	频率					
	UTG9604T		UTG9504T		UTG9354T	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
正弦波	1 μ Hz	600MHz	1 μ Hz	500MHz	1 μ Hz	350MHz
方波	1 μ Hz	200MHz	1 μ Hz	160MHz	1 μ Hz	120MHz
斜波	1 μ Hz	30MHz	1 μ Hz	30MHz	1 μ Hz	20MHz
脉冲波	1 μ Hz	200MHz	1 μ Hz	160MHz	1 μ Hz	120MHz
任意波	1 μ Hz	100MHz	1 μ Hz	100MHz	1 μ Hz	80MHz

正弦波	1μHz	200MHz	1μHz	200MHz	1μHz	160MHz
方波	1μHz	60MHz	1μHz	60MHz	1μHz	50MHz
斜波	1μHz	10MHz	1μHz	10MHz	1μHz	8MHz
脉冲波	1μHz	60MHz	1μHz	60MHz	1μHz	50MHz
任意波	1μHz	60MHz	1μHz	60MHz	1μHz	50MHz

设置基波频率，利用多功能旋钮和方向键的配合进行频率设置，或触摸参数设置区域的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的调制源。在您启用 AM 功能后，可以看到调制源默认为内部，若要进行更改，可以在启用调幅功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸**调制源**→**内部**更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，调制波可以是：正弦波、方波、上升斜波、下降斜波、任意波、噪声，默认为正弦波。在您启用 AM 功能后，可以看到调制波默认为正弦波，若要进行更改，可以在启用调幅功能界面利用多功能旋钮或依次触摸**调制波**→**正弦波**，在弹出框中进行触摸选择。

- 方波：占空比为 50%
- 上升斜波：对称度为 100%
- 下降斜波：对称度为 0%
- 任意波：选择任意波作为调制波形时，函数/任意波形发生器通过自动抽点的方式将任意波长度限制为 2kpts
- 噪声：白高斯噪声

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。AM调制深度由后面板的外部模拟调制输入端（Modulation In连接器）上的±5V信号电平控制。例如，如果已将参数列表中的调制深度值设置为100%，则在外部调制信号为+5V时，AM输出幅度最大，当外部调制信号为-5V时，AM输出幅度最小。

设置调制波频率

当调制源选择为内部时，可以设置调制波的频率，调制频率范围为 1 μHz~2MHz，默认为 100Hz。若要进行更改，

可以在启用调幅功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸**调制频率**的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。当调制源选择为外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形，外部输入的调制信号的频率范围为 0Hz~50kHz。

设置调制深度

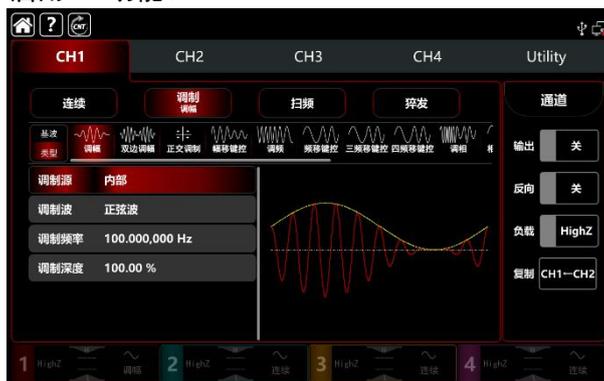
调制深度表示幅度变化的程度，用百分比表示。AM调制深度的可设置范围为0%~120%，默认为100%。在调制深度设为0%时，输出一个恒定的幅度（为设置的基波幅度的一半）。在调制深度设为100%时，输出幅度随着调制波形而变化。在调制深度设为大于100%时，仪器也不输出一个大于±5V的峰峰值电压（以50Ω端接）。若要进行更改，可以在启用调幅功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制深度设置，或触摸**调制深度**的深度数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值即可。当调制源选择为外部时，仪器的输出幅度还受后面板的外部模拟调制输入端（Modulation In连接器）上的±5V信号电平控制。例如，如果已将参数列表中的调制深度值设置为100%，则在外部调制信号为+5V时，AM输出幅度最大，当外部调制信号为-5V时，AM输出幅度最小。

综合实例

首先让仪器工作于幅度调制（AM）模式，然后设置一个来自仪器内部的200Hz的正弦波作为调制信号和一个频率为10kHz、幅度为200mVpp、占空比为45%的方波作为基波信号，最后把调制深度设为80%。具体步骤如下：

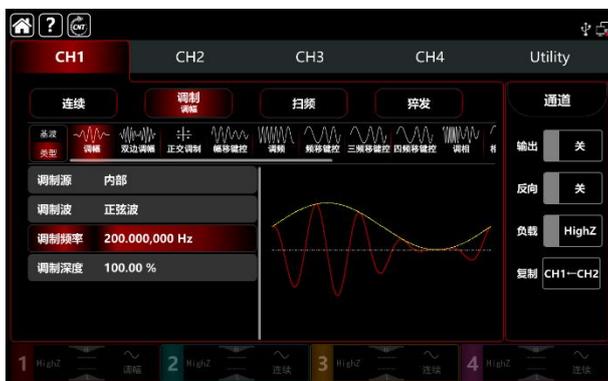
1) 启用幅度调制（AM）功能

依次触摸 **CH1** → **调制** → **调幅** 来启用 AM 功能。



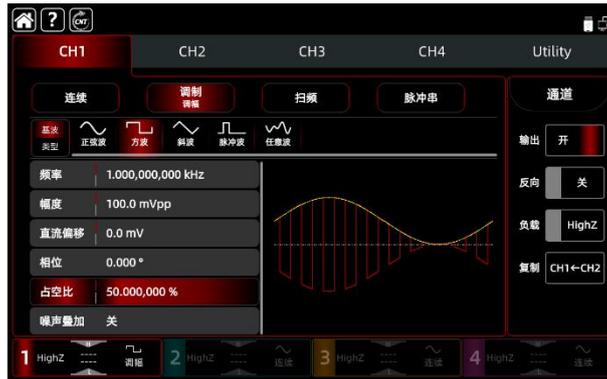
2) 设置调制信号参数

接步骤 1)，触摸**调制频率**的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入 200Hz。



3) 设置基波信号参数

触摸**基波**，选择方波作为基波波形（默认为正弦波）。



触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 10kHz；

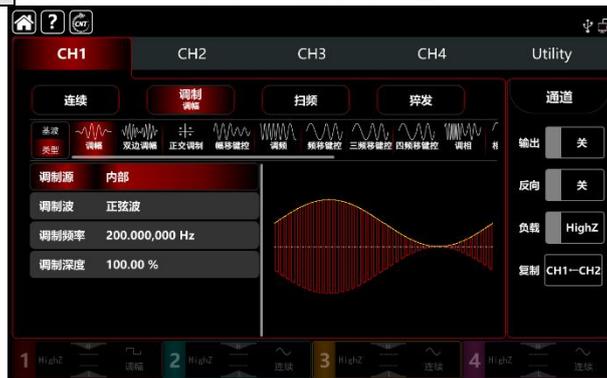
触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 200mVpp；

触摸占空比数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 45%。如下图所示：

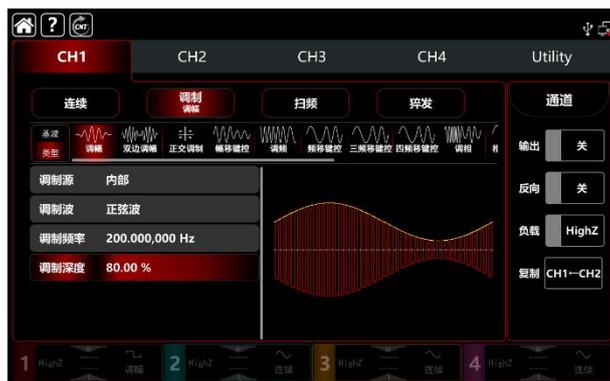


4) 设置调制深度

设置完基波参数后，触摸**类型**回到如下界面对调制深度进行设置。

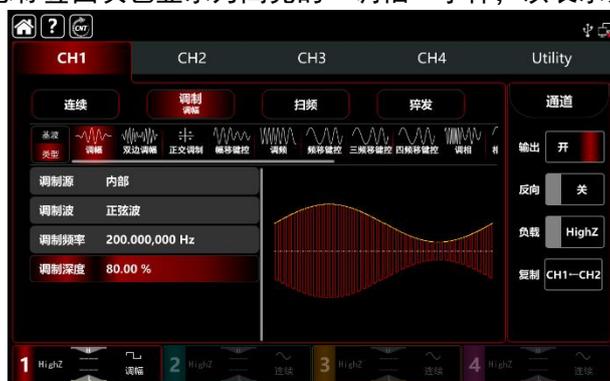


触摸调制深度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 80%。

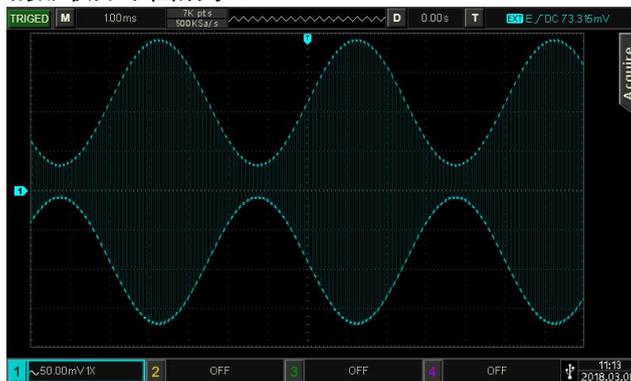


5) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 **CH1** 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 **Utility** → **通道设置**，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 **CH1** 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“调幅”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 AM 调制波形的形状如下图所示：

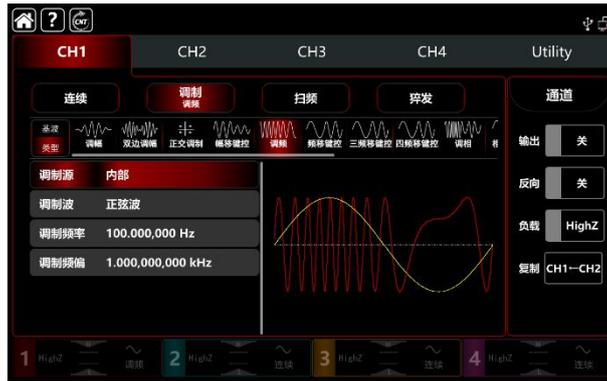


3.1.2 频率调制 (FM)

在频率调制中，已调制波形通常由基波和调制波组成，基波的频率将随着调制波的幅度的变化而变化。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

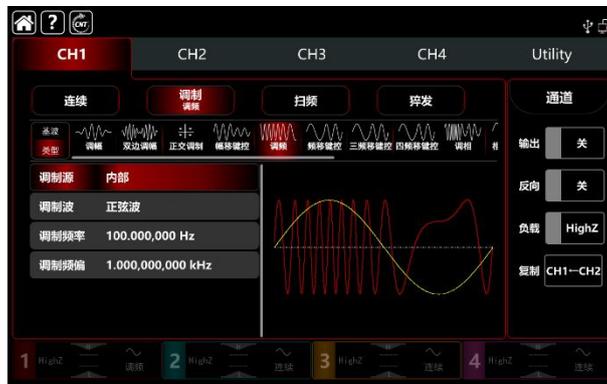
选择FM调制

依次触摸 **CH1** → **调制** → **调频** 来启用FM功能，启用FM功能后，UTG9000T函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

FM基波波形可以是：正弦波、方波、斜波、脉冲波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择FM调制后，触摸**基波**，右侧调制类型变为基波波形。

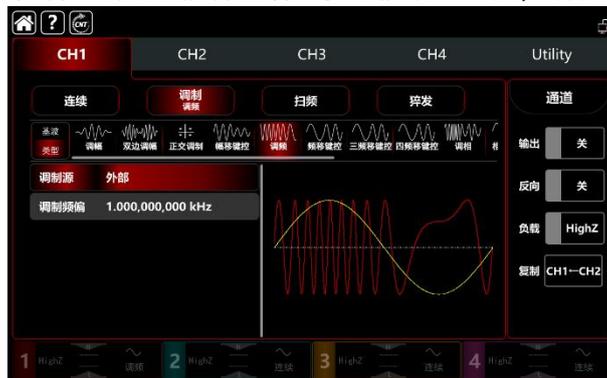


设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的调制源。在您启用 FM 功能后，可以看到默认调制源已选择为内部，若要进行更改，可以在启用调频功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸**调制源**→**内部**更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，调制波可以是：正弦波、方波、上升斜波、下降斜波、任意波、噪声，默认为正弦波。在您启用 FM 功能后，可以看到调制波默认为正弦波，若要进行更改，可以在启用调频功能界面利用多功能旋钮或依次触摸**调制波**→**正弦波**，在弹出框中进行触摸选择。

- 方波：占空比为 50%
- 上升斜波：对称度为 100%
- 下降斜波：对称度为 0%
- 任意波：选择任意波作为调制波形时，函数/任意波形发生器通过自动抽点的方式将任意波长度限制为 2kpts
- 噪声：白高斯噪声

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。FM的频率偏差由后面板的外部模拟调制输入端（Modulation In连接器）上的±5V信号电平控制。正信号电平时FM输出的频率大于基波频率，负信号电平FM输出的频率小于基波频率，较低的外部信号电平产生较少的偏差。例如，如果已将参数列表中的频偏值设置为1kHz，则在外部调制信号为+5V时，FM输出频率为当前基波频率增加1kHz，当外部调制信号为-5V时，FM输出频率为当前基波频率减掉1kHz。

设置调制波频率

当调制源选择为内部时，可以设置调制波的频率，调制频率范围为 1 μHz~2MHz，默认为 100Hz。若要进行更改，可以在启用调频功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸`调制频率`的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。当调制源选择为外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形，外部输入的调制信号的频率范围为 0Hz~50kHz。

设置调制频偏

频率偏差表示已进行FM调制的波形的频率相对于基波频率的偏差。FM频偏的可设置范围为0 μHz至当前基波频率最大值的一半，默认为1kHz。若要进行更改，可以在启用调频功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制深度设置，或触摸`调制频偏`的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

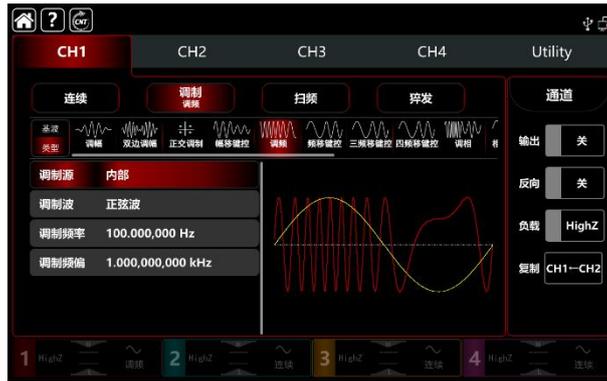
- 频率偏差必须≤基波频率，如果将频偏值设置为一个大于基波频率的值，函数/任意波形发生器自动将偏差值限制为当前基波频率所允许的最大值。
- 频率偏差与基波频率之和必须≤当前基波允许设置的最大频率，如果将频偏值设置为一个无效值，函数/任意波形发生器自动将偏差值限制为当前基波频率所允许的最大值。

综合实例

首先让仪器工作于频率调制(FM)模式，然后设置一个来自仪器内部的2kHz的方波作为调制信号和一个频率为10kHz、幅度为100mVpp的正弦波作为基波信号，最后把频率偏差设为5kHz。具体步骤如下：

1) 启用频率调制(FM)功能

依次触摸 `CH1` → `调制` → `调频` 来启用 FM 功能。



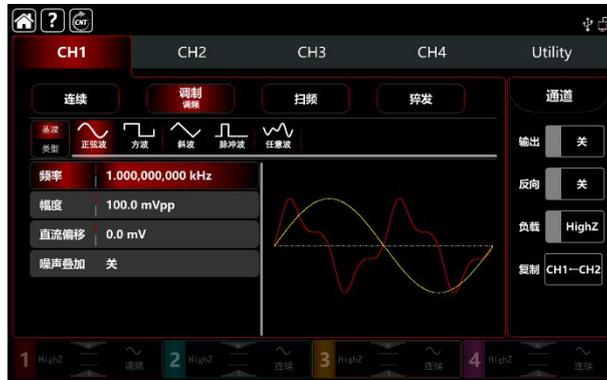
2) 设置调制信号参数

接步骤 1), 触摸**调制频率**的频率数字, 弹出虚拟键盘, 再输入 2kHz。

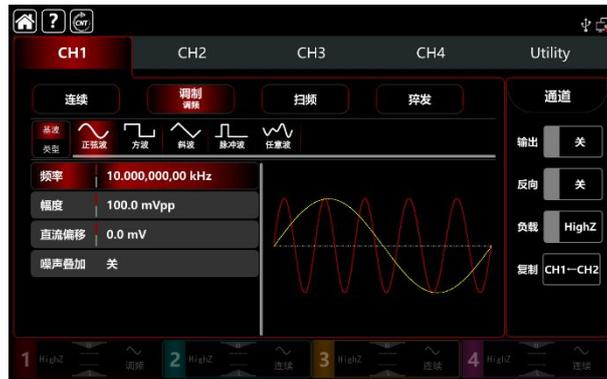


3) 设置基波信号参数

触摸**基波**, 选择正弦波作为基波波形 (默认为正弦波), 所以此例不用更改。

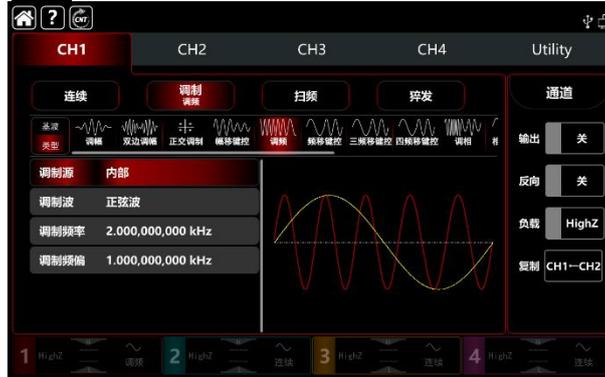


触摸频率数字, 弹出虚拟键盘, 使用虚拟键盘输入 10kHz。

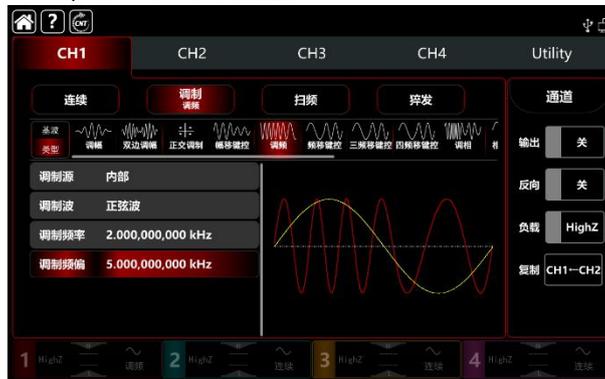


4) 设置频率偏差

设置完基波参数后，触摸类型回到如下界面对调制频偏进行设置。

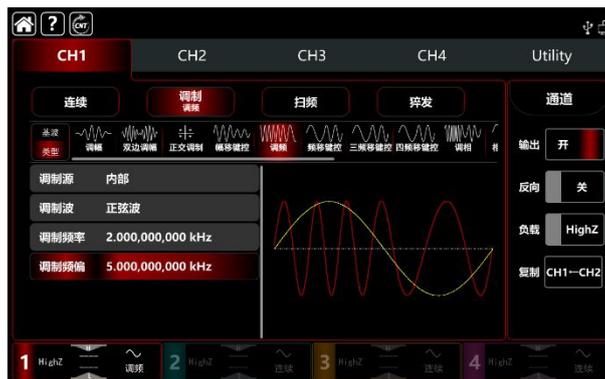


触摸调制频偏数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 5kHz。

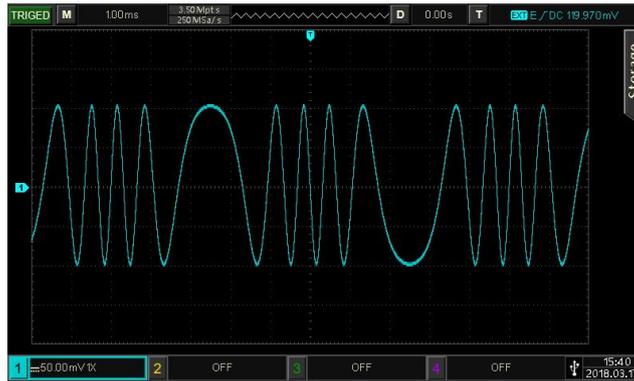


5) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility → 通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“调频”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 FM 调制波形的形状如下图所示：

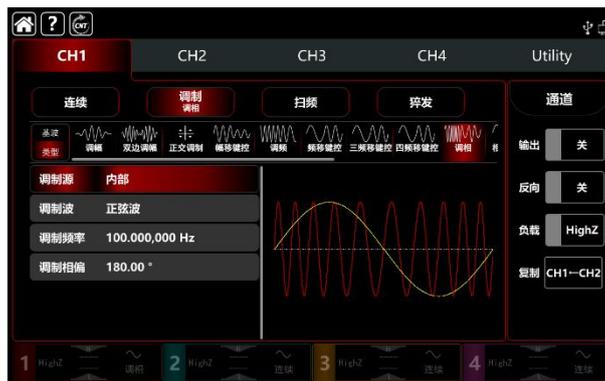


3.1.3 相位调制 (PM)

在相位调制中，已调制波形通常由基波和调制波组成，基波的相位将随着调制波的幅度的变化而变化。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

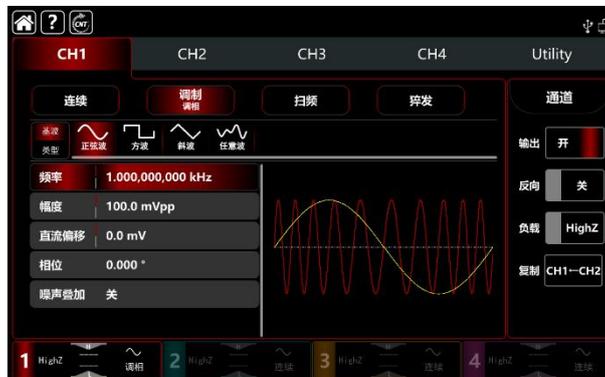
选择PM调制

依次触摸 **CH1** → **调制** → **调相** 来启用PM功能，启用PM功能后，UTG9000T函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

PM基波波形可以是：正弦波、方波、斜坡、脉冲波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择PM调制后，触摸 **基波**，右侧调制类型变为基波波形。

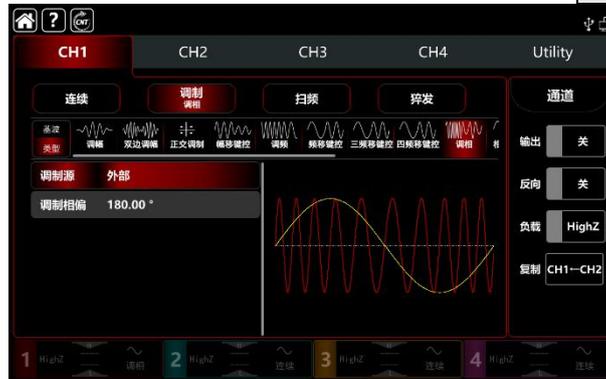


设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的调制源。在您启用 PM 功能后，可以看到调制源默认为内部，若要进行更改可以在启用调相功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸[调制源](#)→[内部](#)更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，调制波可以是：正弦波、方波、上升斜波、下降斜波、任意波、噪声，默认为正弦波。在您启用 PM 功能后，可以看到调制波默认为正弦波，若要进行更改，可以在启用调频功能界面利用多功能旋钮或依次触摸[调制波](#)→[正弦波](#)，在弹出框中进行触摸选择。

- 方波：占空比为 50%
- 上升斜波：对称度为 100%
- 下降斜波：对称度为 0%
- 任意波：选择任意波作为调制波形时，函数/任意波形发生器通过自动抽点的方式将任意波长度限制为 2kpts
- 噪声：白高斯噪声

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。PM 的相位偏差由后面板的外部模拟调制输入端（Modulation In 连接器）上的 $\pm 5V$ 信号电平控制。例如，如果已将参数列表中的相位偏差值设置为 180° ，则在外部调制信号为 $+5V$ 时相当于 180° 相移，较低的外部信号电平产生较少的偏差。

设置调制波频率

当调制源选择为内部时，可以设置调制波的频率，调制频率范围为 $1 \mu\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$ ，默认为 100Hz 。若要进行更改，可以在启用调相功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸[调制频率](#)的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。当调制源选择为外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形，外部输入的调制信号的频率范围为 $0\text{Hz} \sim 50\text{kHz}$ 。

设置调制相偏

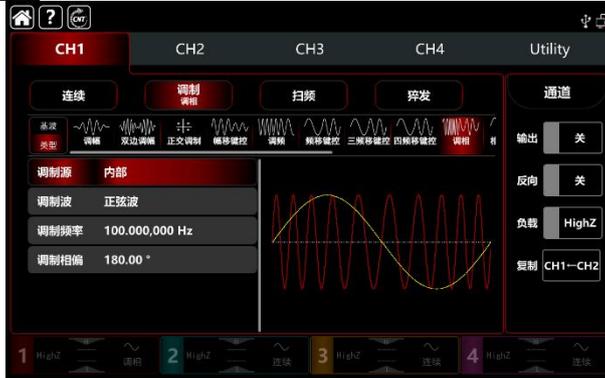
相位偏差表示已进行 PM 调制的波形的相位相对于基波相位的变化。PM 调制的相偏可设置范围为 $0^\circ \sim 360^\circ$ ，默认为 180° 。若要进行更改，可以在启用调相功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制深度设置，或触摸[调制相偏](#)的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

综合实例

首先让仪器工作于相位调制（PM）模式，然后设置一个来自仪器内部的200Hz的正弦波作为调制信号和一个频率为900Hz、幅度为100mVpp的正弦波作为基波信号，最后把相位偏差设为200°。具体步骤如下：

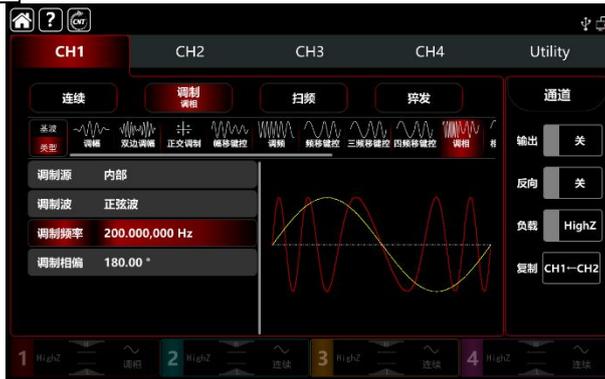
1) 启用相位调制（PM）功能

依次触摸 **CH1** → **调制** → **调相** 来启用 PM 功能。



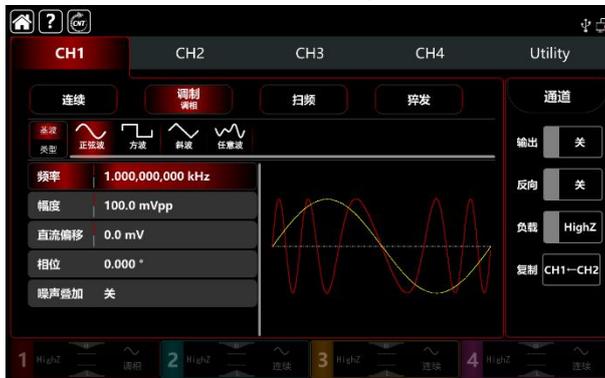
2) 设置调制信号参数

接步骤 1)，触摸 **调制频率** 的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入 200Hz。

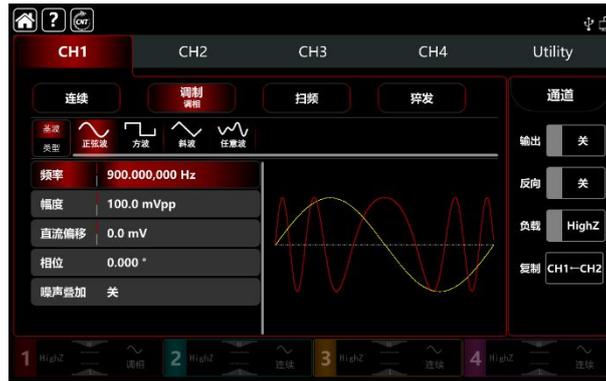


3) 设置基波信号参数

触摸 **基波**，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。



触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 900Hz。

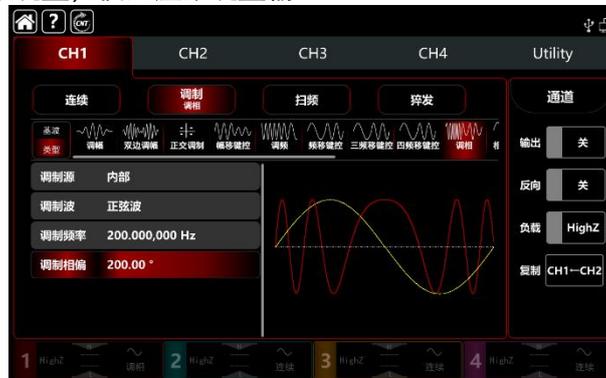


4) 设置相位偏差

设置完基波参数后，触摸**类型**回到如下界面对调制相偏进行设置。



触摸调制相偏数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 200°。

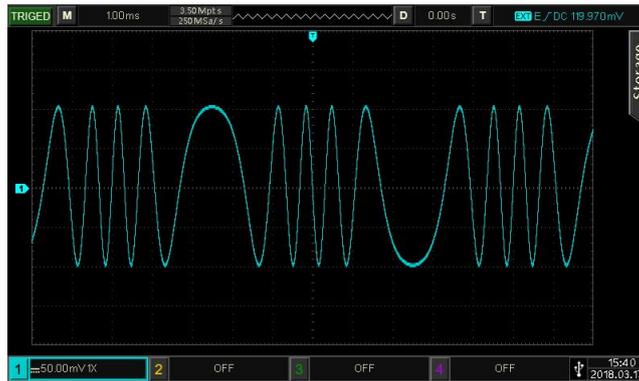


5) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“调相”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 PM 调制波形的形状如下图所示：

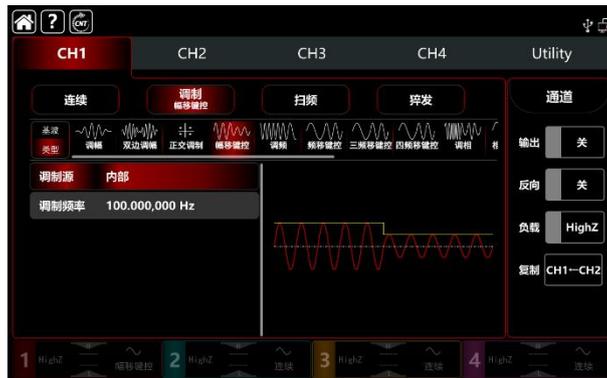


3.1.4 幅移键控 (ASK)

在幅移键控中，ASK 是通过改变基波信号的振幅大小来表示数字信号“0”和“1”的，根据调制信号的逻辑高低输出不同幅度的基波信号。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

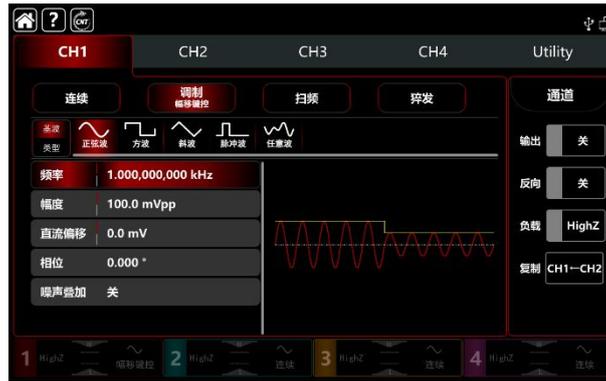
选择ASK调制

依次触摸CH1→调制→幅移键控来启用ASK功能，启用ASK功能后，UTG9000T函数/任意波形发生器将以当前设置的调制速率和基波输出已调波形。



选择基波波形

ASK基波波形可以是：正弦波、方波、斜波、脉冲波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择ASK调制后，触摸基波，右侧调制类型变为基波波形。

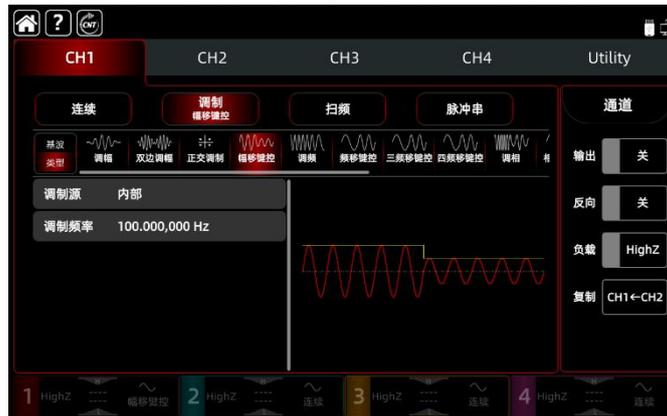


设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的调制源。在您启用 ASK 功能后，可以看到调制源默认为内部，若要进行更改，可以在启用幅移键控功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸调制源→内部更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，内部调制波是占空比为 50%的方波（内置且不可调），可通过设置调制频率来指定已调制波形幅度跳变的频率。

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏速率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。ASK 输出幅度由外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）上的逻辑电平决定。例如，外部输入逻辑低时，输出当前设置的基波幅度；外部输入逻辑高时，输出幅度小于当前设置的基波幅度。

设置调制波频率

当调制源选择为内部时，可以设置 ASK 幅度跳变的频率。在您启用 ASK 功能后，可以对调制频率设置，可设置范围为 $1 \mu\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$ ，默认为 100Hz。若要进行更改，可以在启用幅移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸调制频率的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

综合实例

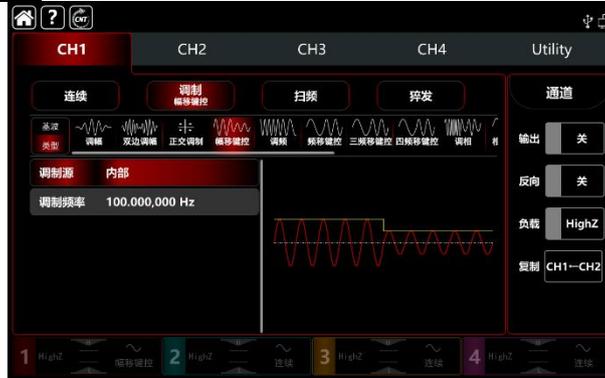
首先让仪器工作于幅移键控（ASK）模式，然后设置一个来自仪器内部的 300Hz 的逻辑信号作为调制信号和一个频

率为15kHz、幅度为2Vpp的正弦波作为基波信号。具体步骤如下：

注：只能对这个信号的频率进行设置，这个频率就是ASK幅度跳变的速率，逻辑信号由仪器内部自行配置。

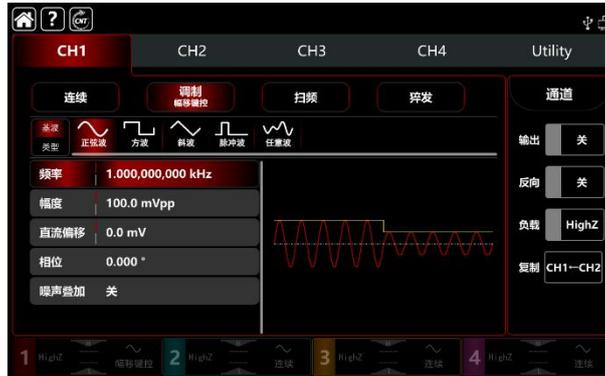
1) 启用幅移键控（ASK）功能

依次触摸 **CH1** → **调制** → **幅移键控** 来启用 ASK 功能。



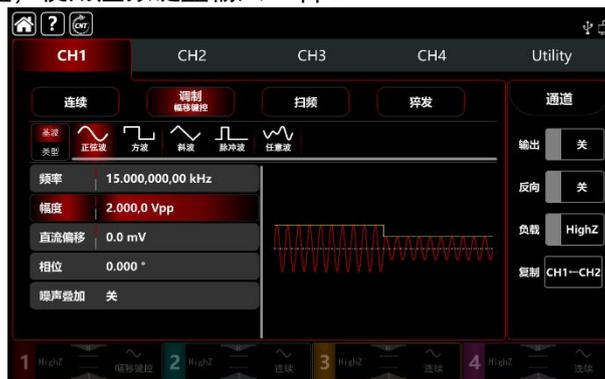
2) 设置基波信号参数

触摸 **基波**，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。



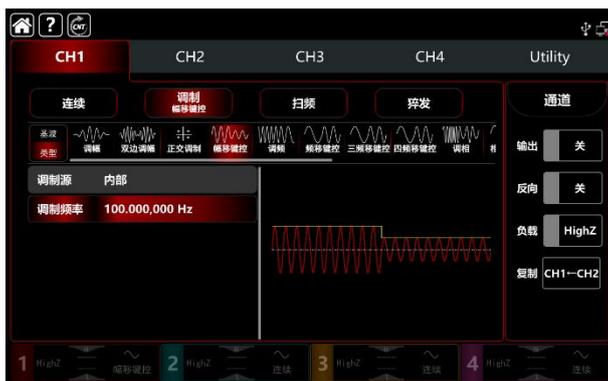
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 15kHz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp。

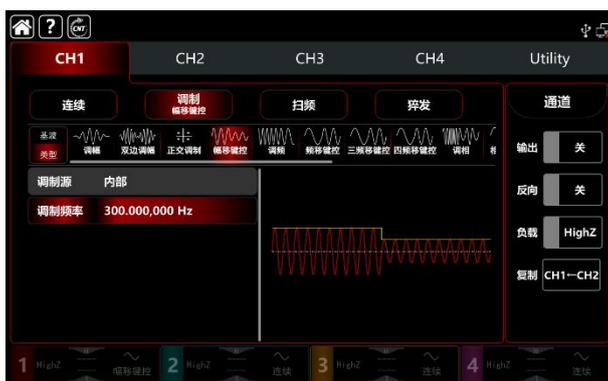


3) 设置调制频率

设置完基波参数后，触摸 **类型** 回到如下界面对调制频率进行设置。

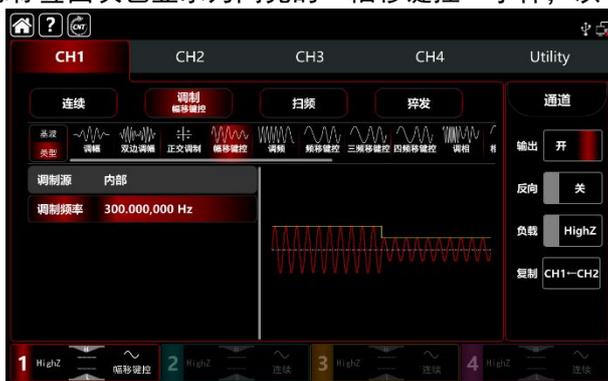


触摸调制频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 300Hz。

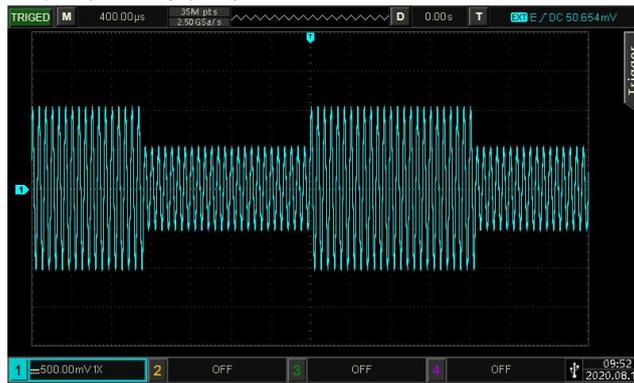


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“幅移键控”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 ASK 调制波形的形状如下图所示：

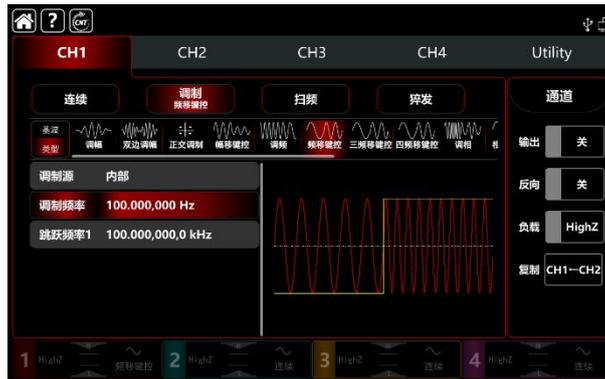


3.1.5 频移键控 (FSK)

在频移键控中，可以配置函数/任意波形发生器在两个预置频率（基波频率和跳跃频率）间移动。根据调制信号的逻辑高低来输出基波信号频率或跳跃信号频率。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

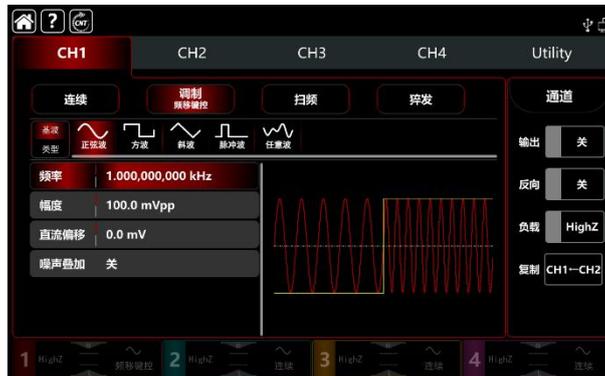
选择FSK调制

依次触摸**CH1**→**调制**→**频移键控**来启用FSK功能，启用FSK功能后，UTG9000T函数/任意波形发生器将以当前设置输出已调波形。



选择基波波形

FSK基波波形可以是：正弦波、方波、斜波、脉冲波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择FSK调制后，触摸**基波**，右侧调制类型变为基波波形。

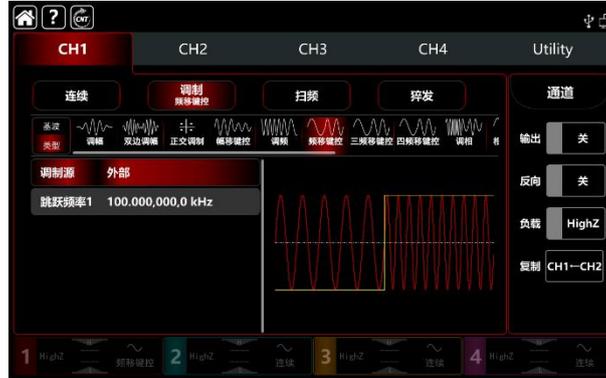


设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的调制源。在您启用 FSK 功能后，可以看到调制源默认为内部，若要进行更改，可以在启用频移键控功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸`调制源`→`内部`更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，内部调制波是占空比为 50%的方波（内置且不可调），可通过设置调制频率来指定基波频率与跳跃频率之间移动的频率。

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。FSK输出频率由外部数字调制接口（FSK Trig连接器）上的逻辑电平决定。例如，外部输入逻辑低时，输出基波频率，外部输入逻辑高时，输出跳跃频率。

设置跳跃频率

在您启用 FSK 功能后，可以看到跳跃频率默认为 10kHz，若要进行更改，可以在启用频移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行跳跃频率 1 设置，或触摸`跳跃频率 1`的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。跳跃频率可设置的范围取决于基波波形，各基波的频率设置范围参请参考“[基波频率设置](#)”。

设置调制波频率

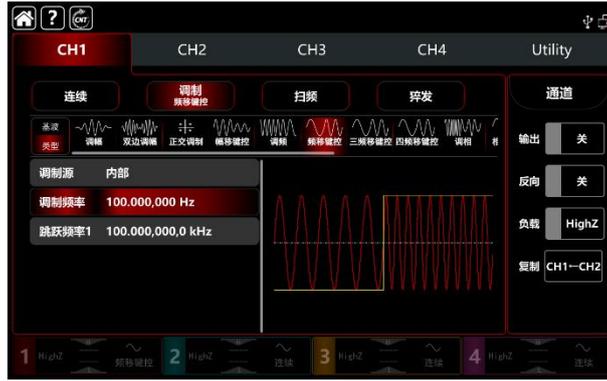
当调制源选择为内部时，可以设置基波频率与跳跃频率之间移动的频率。在您启用 FSK 功能后，可以对 FSK 速率设置，可设置范围为 $1 \mu\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$ ，默认为 100Hz。若要进行更改，可以在启用频移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸`调制频率`的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

综合实例

首先让仪器工作于频移键控（FSK）模式，然后设置一个来自仪器内部的 2kHz、1Vpp 的正弦波作为基波信号，将跳跃频率设为 800Hz，最后让基波频率与跳跃频率之间以 200Hz 的频率移动。具体步骤如下：

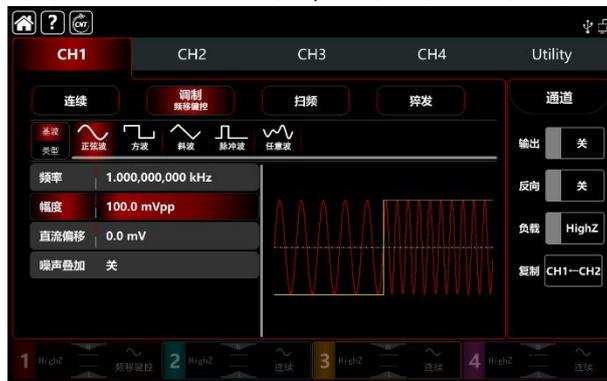
1) 启用频移键控（FSK）功能

依次触摸 `CH1`→`调制`→`频移键控`来启用 FSK 功能。



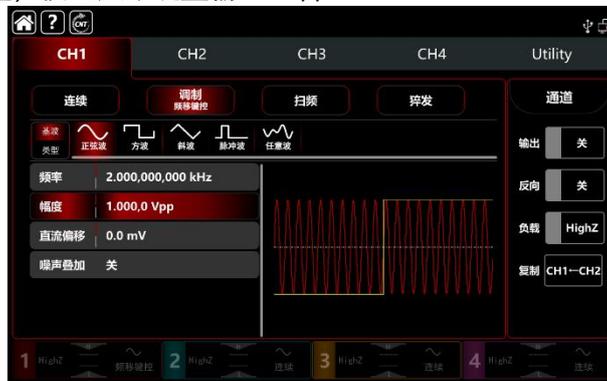
2) 设置基波信号参数

触摸**基波**，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。



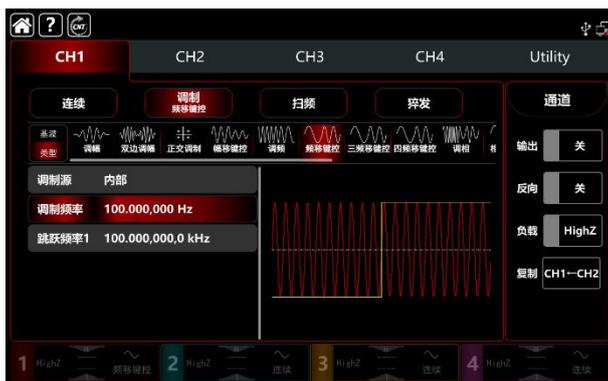
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1Vpp。



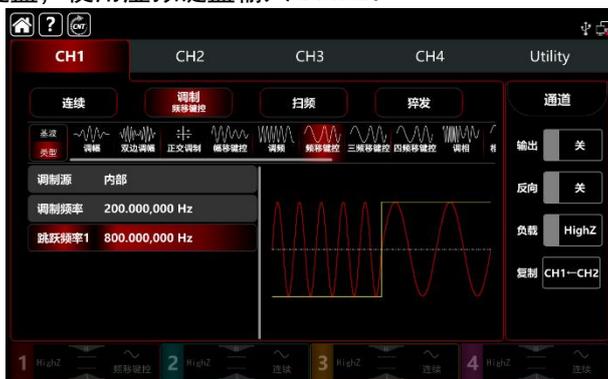
3) 设置跳跃频率和调制频率

设置完基波参数后，触摸**类型**回到如下界面对调制参数进行设置。



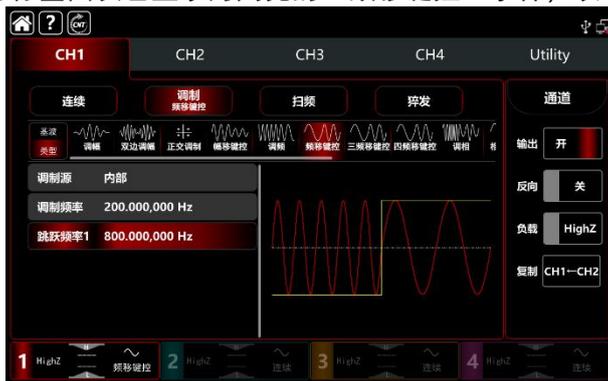
触摸调制频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 200Hz。

触摸跳跃频率 1 数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 800Hz。

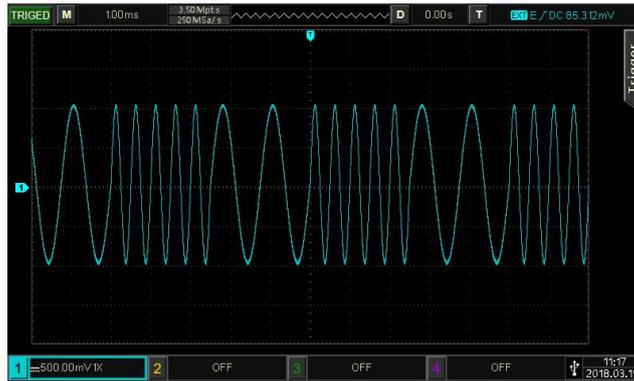


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“频移键控”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 FSK 调制波形的形状如下图所示：

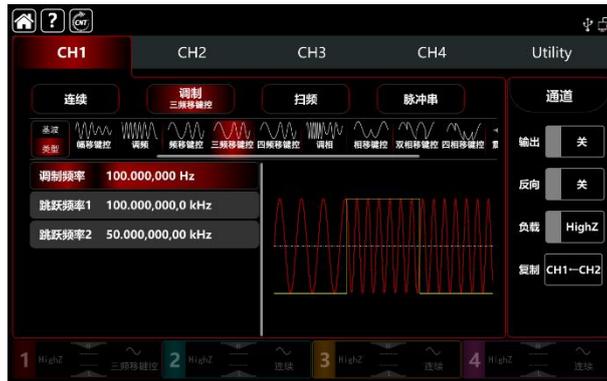


3.1.6 三频移键控 (3FSK)

在三频移键控中，可以配置函数/任意波形发生器在三个预置频率（基波频率和两个跳跃频率）间移动。根据调制信号的逻辑高低来输出基波信号频率或跳跃信号频率。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

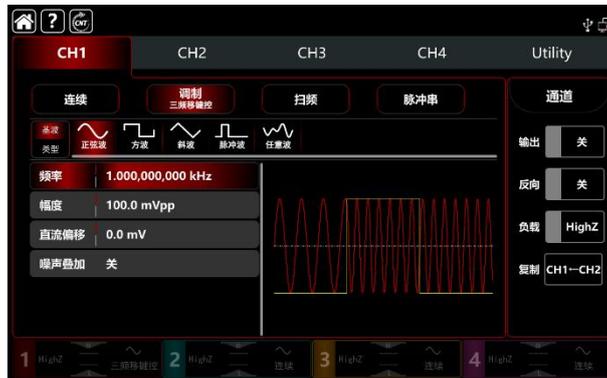
选择3FSK调制

依次触摸 **CH1** → **调制** → **三频移键控** 来启用3FSK功能，启用3FSK功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置输出已调波形。



选择基波波形

3FSK基波波形可以是：正弦波、方波、斜波、脉冲波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择3FSK调制后，触摸 **基波**，右侧调制类型变为基波波形。



设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

设置跳跃频率

在启用三频移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行跳跃频率 1（或跳跃频率 2）设置，或触摸[跳跃频率 1](#)（或[跳跃频率 2](#)）的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。跳跃频率可设置的范围取决于基波波形，各基波的频率设置范围请参考“[基波频率设置](#)”。

设置调制波频率

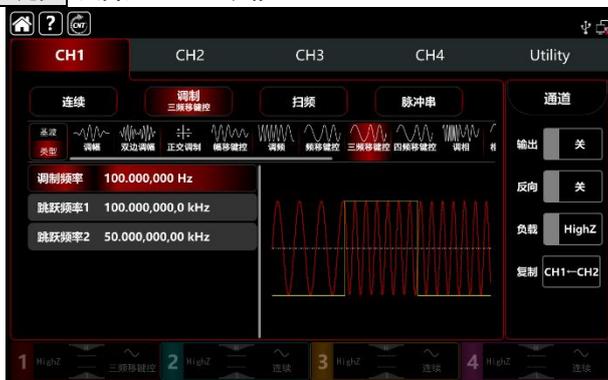
当调制源选择为内部时，可以设置基波频率与跳跃频率之间移动的频率。在您启用 3FSK 功能后，可以对 3FSK 速率设置，可设置范围为 $1 \mu\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$ ，默认为 100Hz。若要进行更改，可以在启用三频移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸[调制频率](#)的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

综合实例

首先让仪器工作于三频移键控（3FSK）模式，然后设置一个来自仪器内部的 2kHz、1Vpp 的正弦波作为基波信号，将跳跃频率 1 设为 1kHz，跳跃频率 2 设置为 5kHz，最后让基波频率与跳跃频率之间以 100Hz 的频率移动。具体步骤如下：

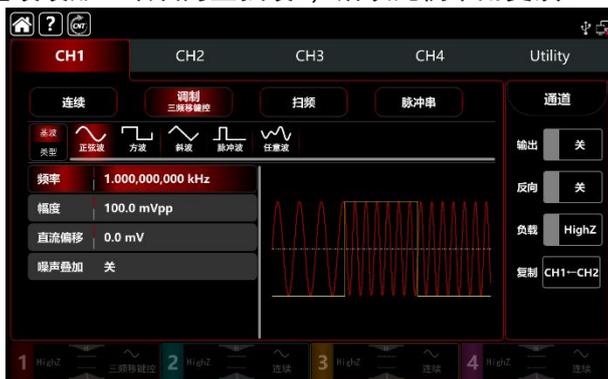
1) 启用三频移键控（3FSK）功能

依次触摸 [CH1](#) → [调制](#) → [三频移键控](#) 来启用 3FSK 功能。



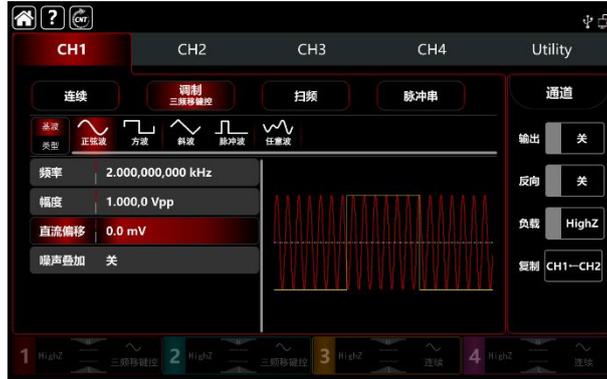
2) 设置基波信号参数

触摸[基波](#)，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。



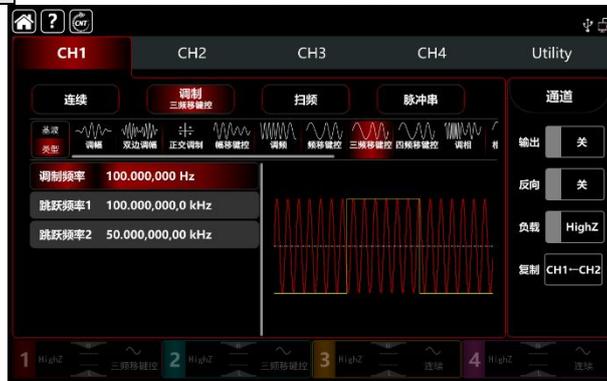
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1Vpp。



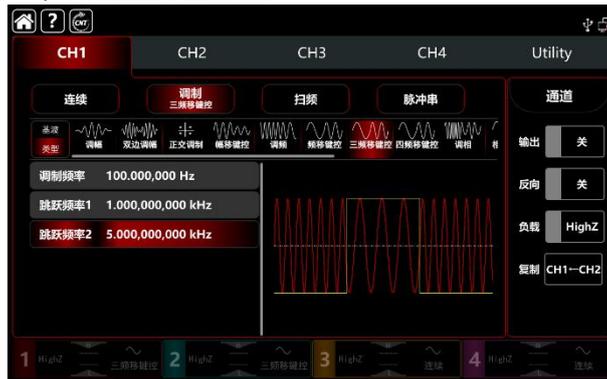
3) 设置跳跃频率和调制频率

设置完基波参数后，触摸 **类型** 回到如下界面对调制参数进行设置。



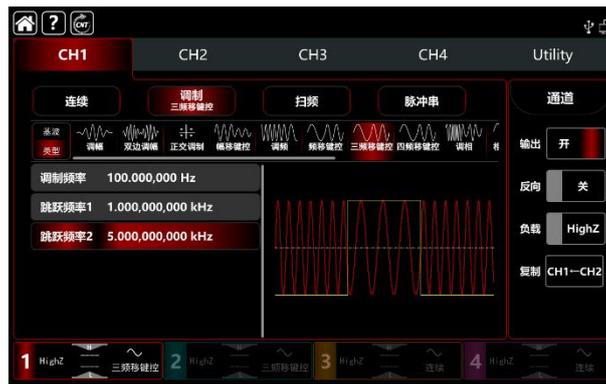
触摸跳跃频率 1 数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1kHz。

触摸跳跃频率 2 数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 5kHz。

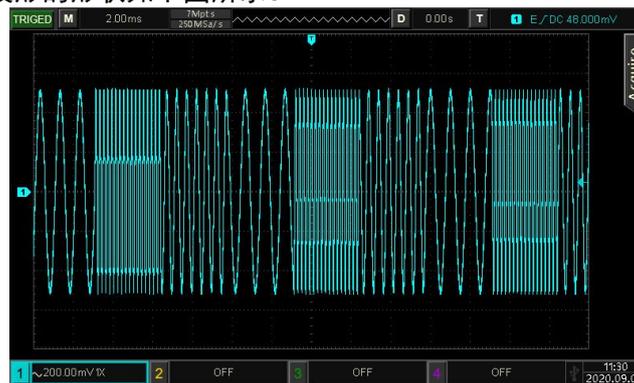


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“三频移键控”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 3FSK 调制波形的形状如下图所示：

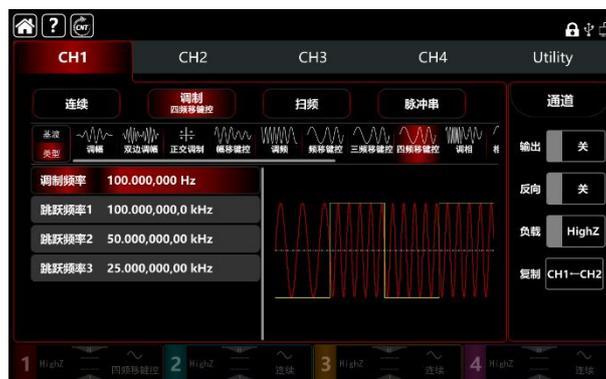


3.1.7 四频移键控 (4FSK)

在四频移键控中，可以配置函数/任意波形发生器在四个预置频率（基波频率和三个跳跃频率）间移动。根据调制信号的逻辑高低来输出基波信号频率或跳跃信号频率。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

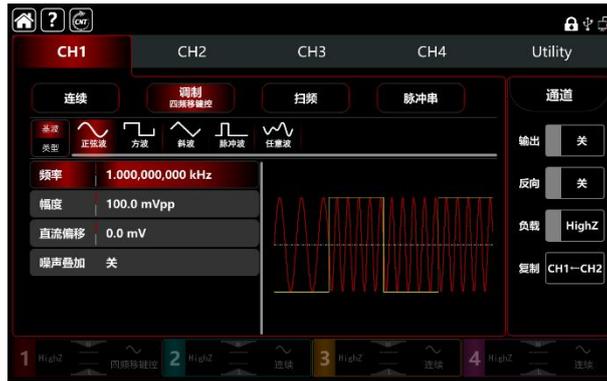
选择4FSK调制

依次触摸`CH1`→`调制`→`四频移键控`来启用4FSK功能，启用4FSK功能后，UTG9000T函数/任意波形发生器将以当前设置输出已调波形。



选择基波波形

4FSK 基波波形可以是：正弦波、方波、斜波、脉冲波或任意波（DC 除外），默认为正弦波。在选择 4FSK 调制后，触摸`基波`，右侧调制类型变为基波波形



设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

设置跳跃频率

在启用四频移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行跳跃频率 1（跳跃频率 2 或跳跃频率 3）设置，或触摸[跳跃频率 1](#)（[跳跃频率 2](#)或[跳跃频率 3](#)）的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。跳跃频率可设置的范围取决于基波波形，各基波的频率设置范围参请参考“[基波频率设置](#)”。

设置调制波频率

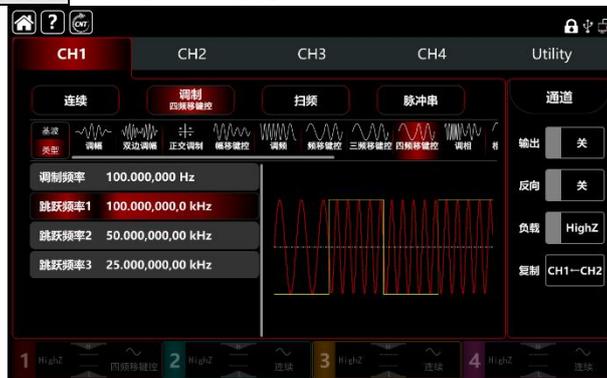
当调制源选择为内部时，可以设置基波频率与跳跃频率之间移动的频率。在您启用 4FSK 功能后，可以对 4FSK 速率设置，可设置范围为 1 μHz~2MHz，默认为 100Hz。若要进行更改，可以在启用四频移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸[调制频率](#)的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

综合实例

首先让仪器工作于四频移键控（4FSK）模式，然后设置一个来自仪器内部的500Hz、1Vpp的正弦波作为基波信号，将跳跃频率1设为2kHz，跳跃频率2设置为5kHz，跳跃频率3设置为10kHz，最后让基波频率与跳跃频率之间以100Hz的频率移动。具体步骤如下：

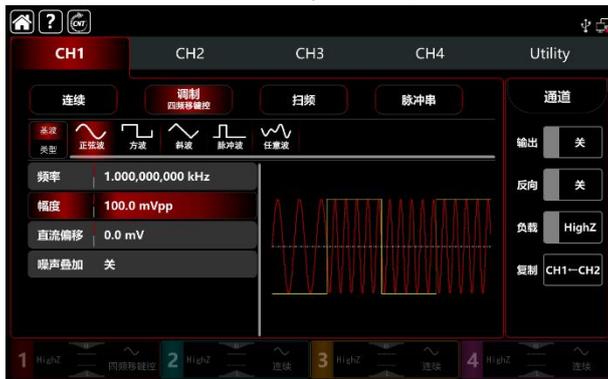
1) 启用四频移键控（4FSK）功能

依次触摸 [CH1](#)→[调制](#)→[四频移键控](#)来启用 4FSK 功能。



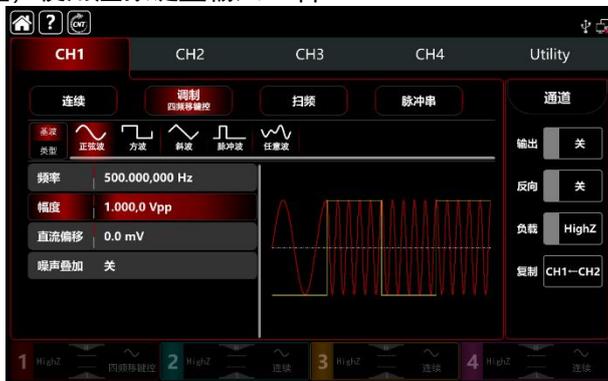
2) 设置基波信号参数

触摸**基波**，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。



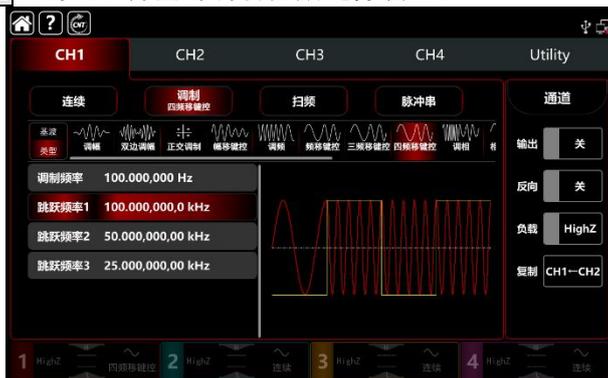
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 500Hz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1Vpp。



3) 设置跳跃频率和调制频率

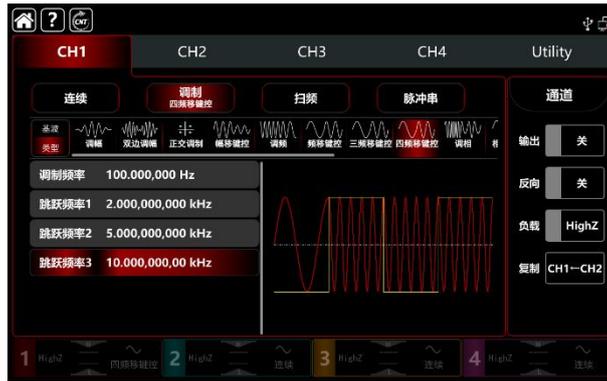
设置完基波参数后，触摸**类型**回到如下界面对调制参数进行设置。



触摸跳跃频率 1 数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz。

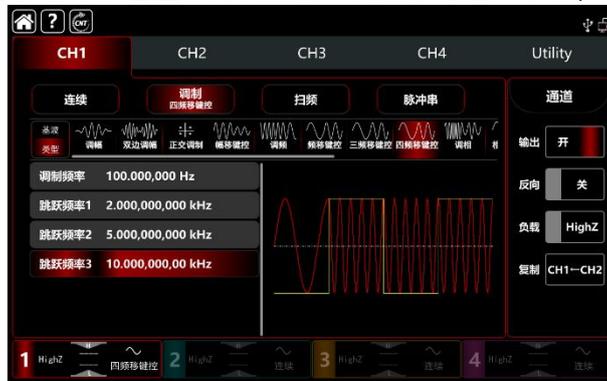
触摸跳跃频率 2 数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 5kHz。

触摸跳跃频率 2 数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 10kHz。

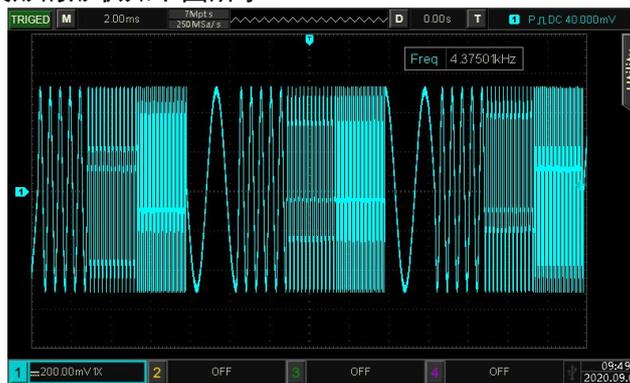


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“四频移键控”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 4FSK 调制波形的形状如下图所示：



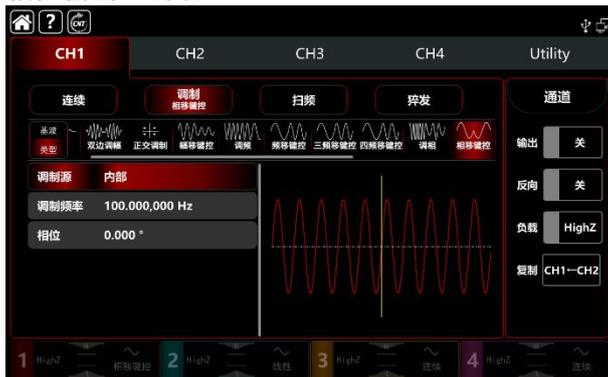
3.1.8 相移键控 (PSK)

在相移键控中，可以配置函数/任意波形发生器在两个预置相位（基波相位和调制相位）间移动。根据调制信号的逻辑高低来输出基波信号相位或调制信号相位。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

选择PSK调制

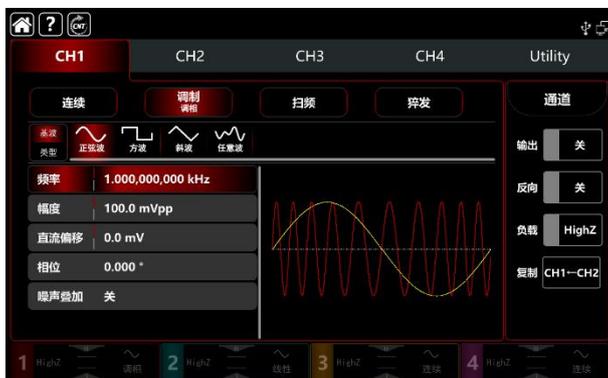
依次触摸CH1→调制→相移键控来启用PSK功能，启用PSK功能后，UTG9000T函数/任意波形发生器将以当前的基波

相位（默认为 0° 且不可调）和调制相位输出已调波形。



选择基波波形

PSK基波波形可以是：正弦波、方波、斜波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择ASK调制后，触摸**基波**，右侧调制类型变为基波波形。

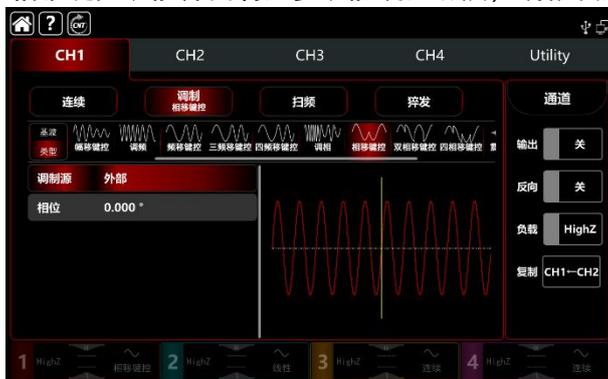


设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的调制源。在您启用 PSK 功能后，可以看到调制源默认为内部，若要进行更改，可以在启用相移键控功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸**调制源**→**内部**更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，内部调制波是占空比为 50%的方波（内置且不可调），可通过设置调制频率来指定基波相位与调制相位之间移动的频率。

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏速率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。PSK输出相位由外部数字调制接口（FSK Trig连接器）上的逻辑电平决定。例如，外部输入逻辑低时，输出基波相位，外部输入逻辑高时，输出调制相位。

设置调制波频率

当调制源选择为内部时，可以设置基波相位与调制相位之间移动的频率。在您启用 PSK 功能后，可以对调制频率设置，可设置范围为 $1 \mu\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$ ，默认为 100Hz 。若要进行更改，可以在启用相移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸`调制频率`的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

设置调制相位

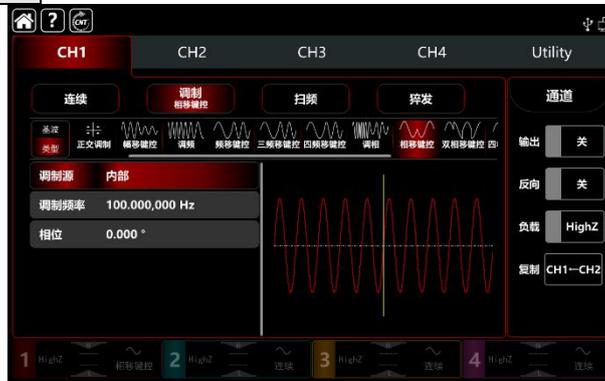
调制相位表示已进行PSK调制的波形的相位相对于基波相位的变化。PSK调制相位的可设置范围为 $0^\circ \sim 360^\circ$ ，默认为 180° 。若要进行更改，可以在启用相移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行相位设置，或触摸`相位`的相位数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

综合实例

首先让仪器工作于相移键控（PSK）模式，然后设置一个来自仪器内部的 2kHz 、 2Vpp 的正弦波作为基波信号，最后让基波相位与调制相位 180° 之间以 1kHz 的频率移动。具体步骤如下：

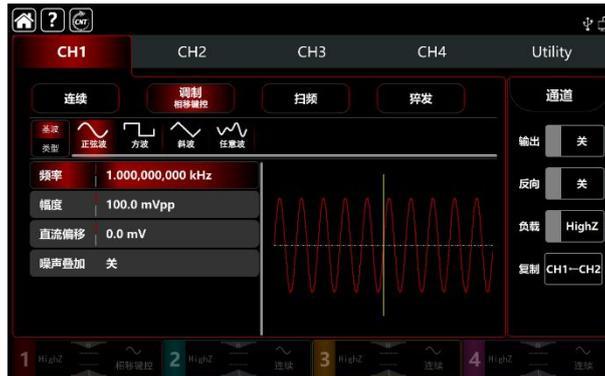
1) 启用相移键控（PSK）功能

依次触摸`CH1`→`调制`→`相移键控`来启用 PSK 功能。



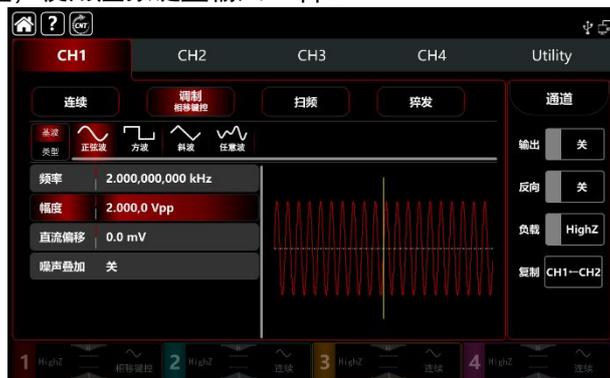
2) 设置基波信号参数

触摸`基波`，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。



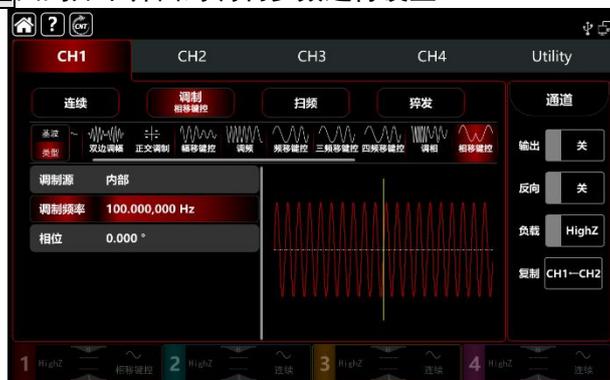
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp。



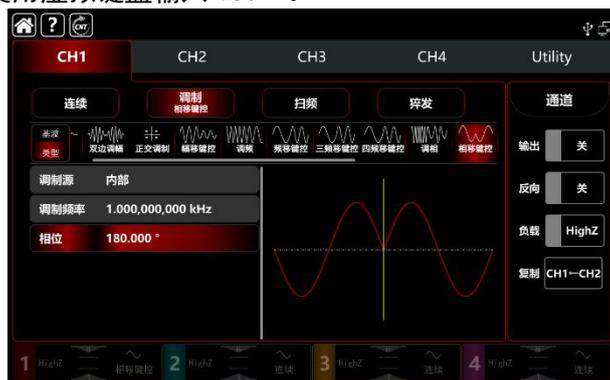
3) 设置调制频率和相位

设置完基波参数后，触摸 **类型** 回到如下界面对调制参数进行设置：



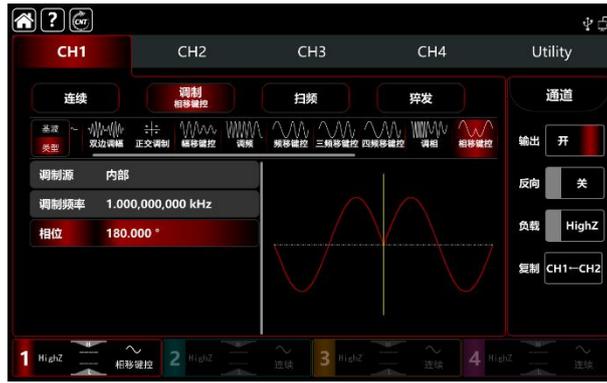
触摸调制频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1kHz。

触摸相位数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 180°。

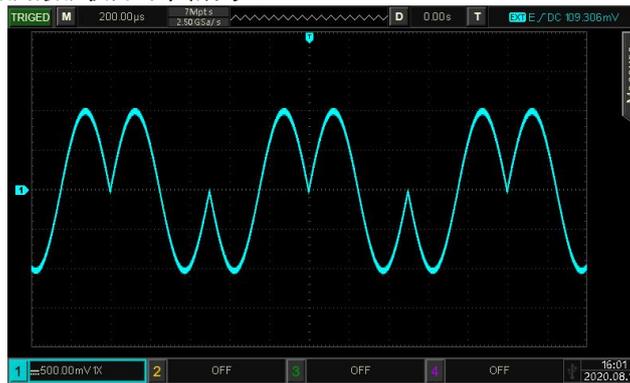


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility 通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“相移键控”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 PSK 调制波形的形状如下图所示：

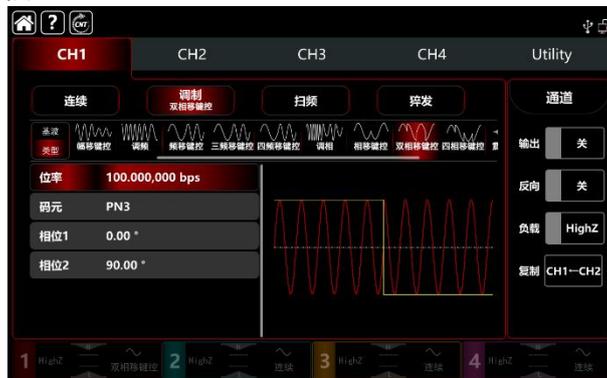


3.1.9 双相移键控（BPSK）

在二进制相移键控中，可以配置函数/任意波形发生器在预置相位（基波相位和调制相位）间移动，用来表示0和1信息。根据调制信号的逻辑高低来输出基波信号相位或调制信号相位。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

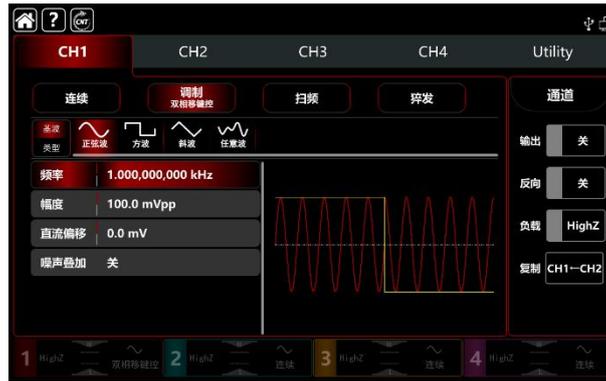
选择BPSK调制

依次触摸 **CH1** → **调制** → **双相移键控** 来启用 BPSK 功能，启用 BPSK 功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

BPSK基波波形可以是：正弦波、方波、斜波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择BPSK调制后，触摸**基波**，右侧调制类型变为基波波形。

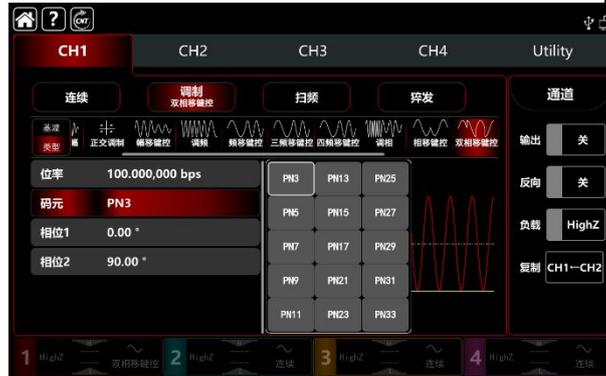


设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”

选择码元

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部的调制源。在您启用 BPSK 功能后，可以看到码元默认为 PN3，若要更改，可以在启用双相移键控功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸 **码元** → **PN3** 进行更改。



设置 BPSK 位率

可以设置基波相位与调制相位之间移动的频率。在您启用双相移键控功能后，可以对双相移键控位率设置，可设置范围为 $1 \mu \text{bps} \sim 2 \text{Mbps}$ ，默认为 100bps。若要更改，可以在启用双相移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸 **位率** 的位率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

设置相位

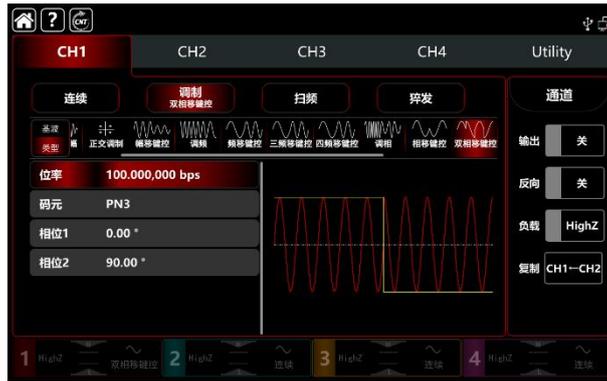
1) 相位 1 为基波相位，默认为 0° 。若要更改，可以在启用相移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行相位设置，或触摸 **相位 1** 的相位数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可

2) 相位 2 为调制相位，调制相位表示已进行 BPSK 调制的波形的相位相对于基波相位的变化。BPSK 调制相位的可设置范围为 $0^\circ \sim 360^\circ$ 。操作方法同相位 1。

综合实例

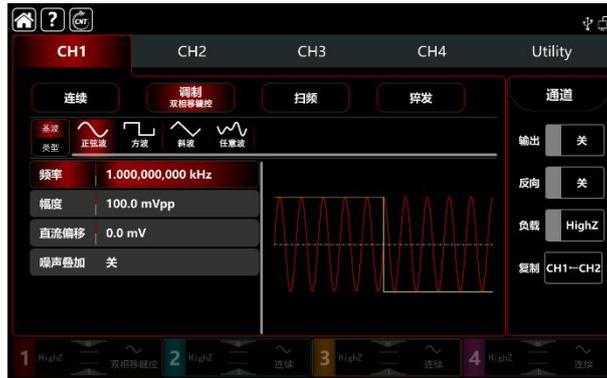
首先让仪器工作于双相移键控（BPSK）模式，然后设置一个来自仪器内部的 2kHz、2Vpp 的正弦波作为基波信号，最后让基波相位与调制初始相位为 90 度，相位之间以 1kbps 的频率移动，设置 PN 码为 PN15。具体步骤如下：

- 1) 启用双相移键控（BPSK）功能依次触摸 **CH1** → **调制** → **双相移键控** 来启用 BPSK 功能。



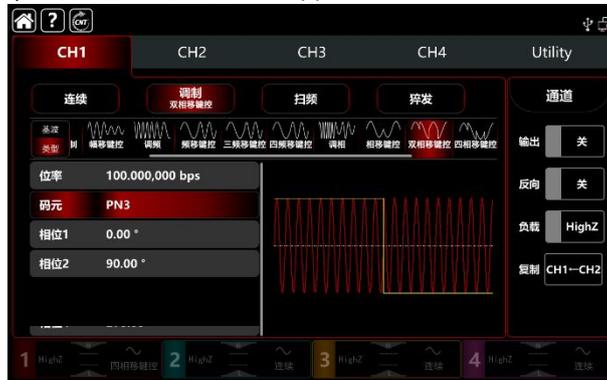
2) 设置基波信号参数

触摸**基波**，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。



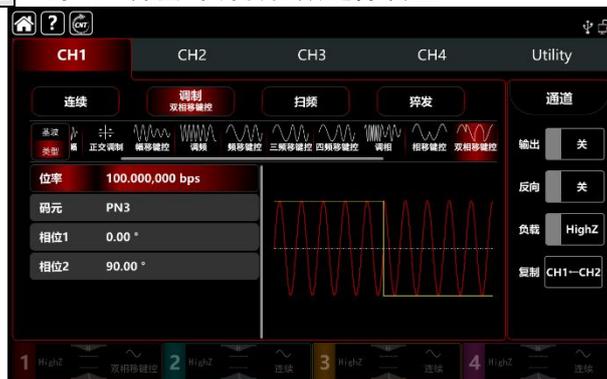
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp。



3) 设置 BPSK 位率和相位

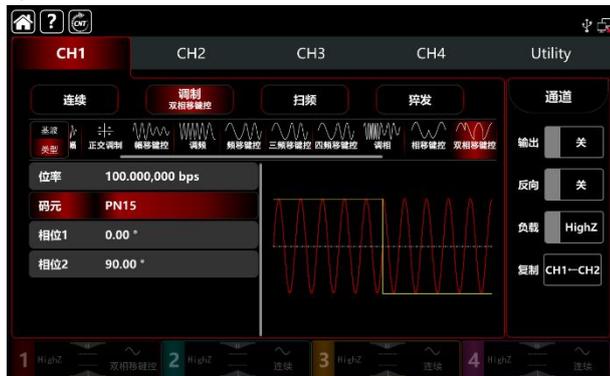
设置完基波参数后，触摸**类型**回到如下界面对调制参数进行设置：



触摸位率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1kbps。

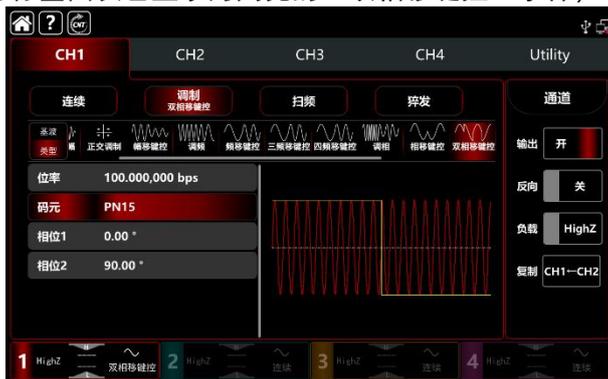
相位不用设置，使用默认值，相位 1：0°，相位 2：90°。

触摸码元 PN3，弹出对话框，选择 PN15。

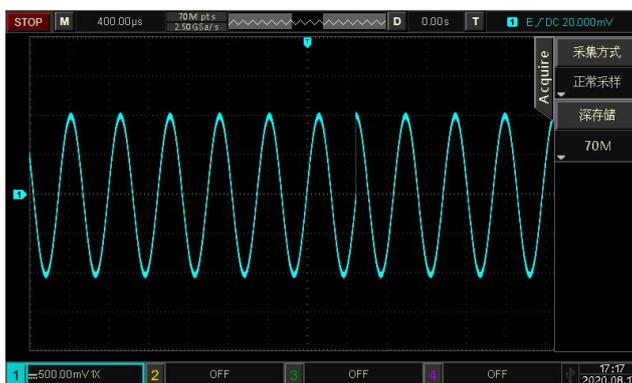


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“双相移键控”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 PSK 调制波形的形状如下图所示：

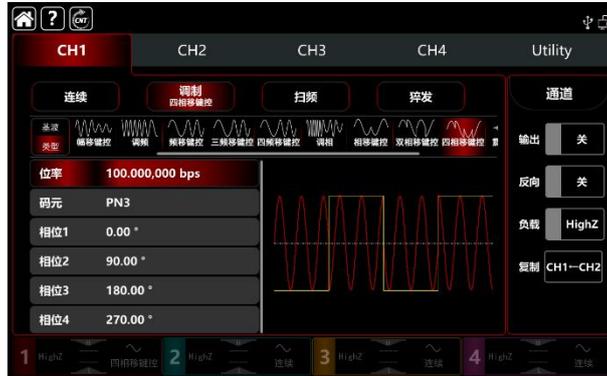


3.1.10 四相移键控 (QPSK)

在正交相移键控中，可以配置函数/任意波形发生器在四个预置相位（基波相位和 3 个调制相位）间移动。根据调制信号的逻辑高低来输出基波信号相位或调制信号相位。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

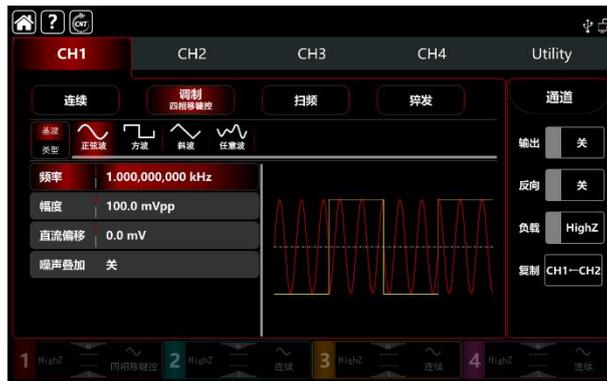
选择QPSK调制

依次触摸 **CH1** → **调制** → **四相移键控** 来启用 QPSK 功能，启用 QPSK 功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

四相移键控基波波形可以是：正弦波、方波、斜波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择四相移键控调制后，触摸 **基波**，右侧调制类型变为基波波形。

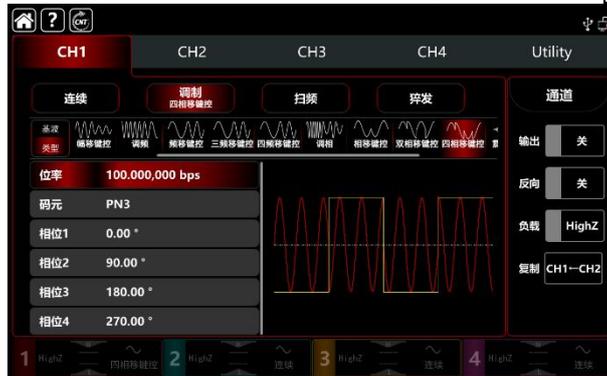


设置基波频率

请参考调幅调制的 [“基波频率设置”](#)

选择码元

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部的调制源。在您启用 QPSK 功能后，可以看到码元默认为 PN3，若要进行更改，可以在启用四相移键控功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸 **码元** → **PN3** 进行更改。



设置 QPSK 位率

可以设置基波相位与调制相位之间移动的的频率。在您启用双相移键控功能后，可以对双相移键控速率设置，可设置范围为 $1 \mu\text{bps}$ – 2Mbps ，默认为 100Hz 。若要进行更改，可以在启用四相移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸`位率`的位率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

设置相位

1) 相位 1 为基波相位，默认为 0° 。

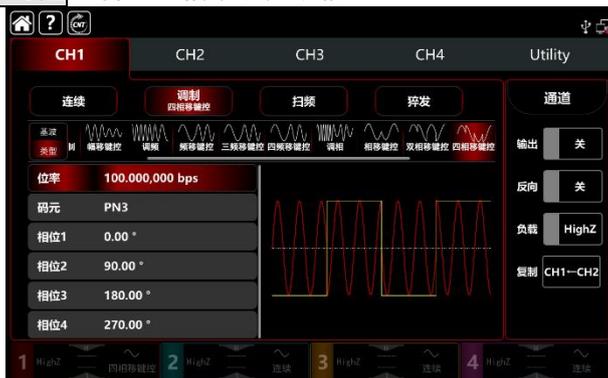
2) 相位 2、3、4 为调制相位，调制相位表示已进行 QPSK 调制的波形的相位相对于基波相位的变化。QPSK 调制相位的可设置范围为 0° ~ 360° 。若要进行更改，可以在启用相移键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸`相位 2`、`相位 3`、`相位 4`的相位数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

综合实例

首先让仪器工作于四相相移键控（QPSK）模式，然后设置一个来自仪器内部的 2kHz 、 2Vpp 的正弦波作为基波信号，最后让三个基波相位与调制初始相位分别为 90° 、 180° 、 270° ，相位之间以 1kbps 的频率移动，设置 PN 码为 PN15。具体步骤如下：

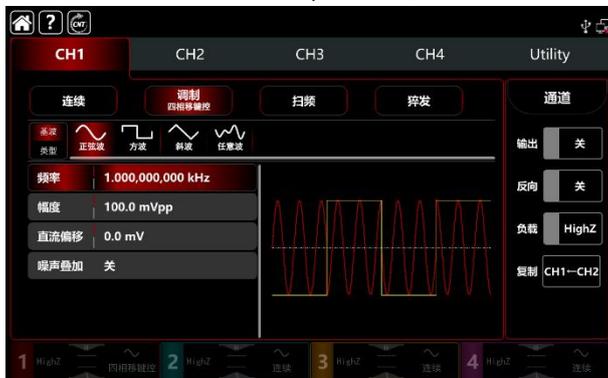
1) 启用四相移键控（QPSK）功能

依次触摸 `CH1`→`调制`→`四相移键控` 来启用四相移键控功能。



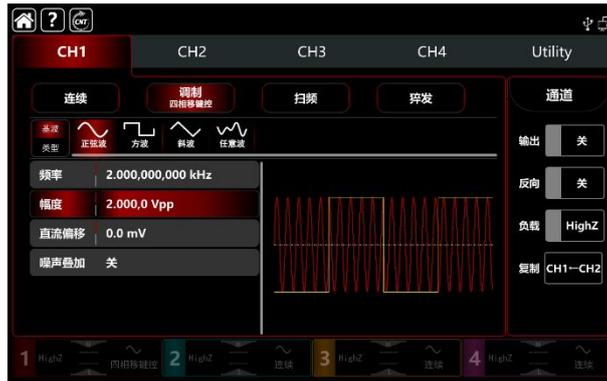
2) 设置基波信号参数

触摸`基波`，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。



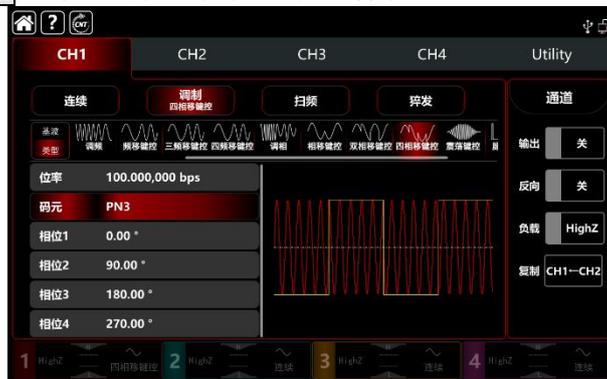
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz 。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp 。



3) 设置 QPSK 位率和调制相位

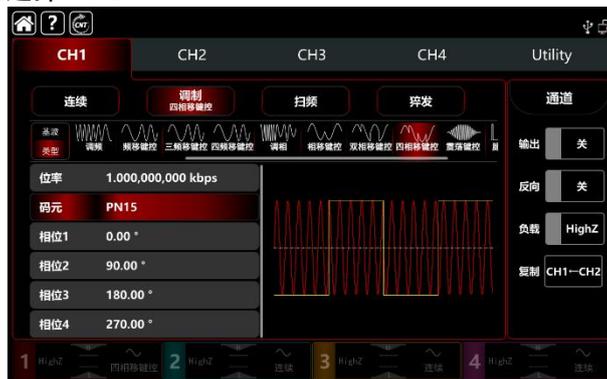
设置完基波参数后，触摸 **类型** 回到如下界面对调制参数进行设置：



触摸位率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1kbps。

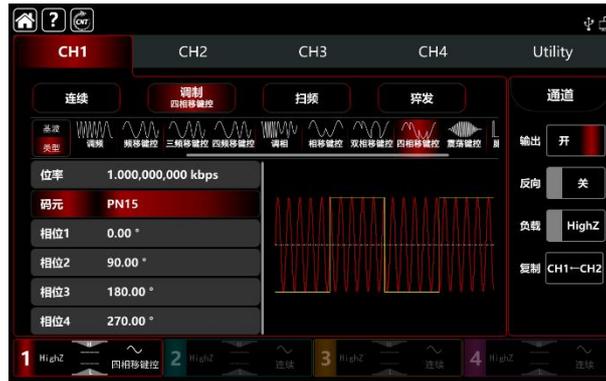
相位不用设置，使用默认值，相位 1：0°，相位 2：90°，相位 3：180°，相位 4：270°。

触摸码元 PN3，弹出对话框，选择 PN15。

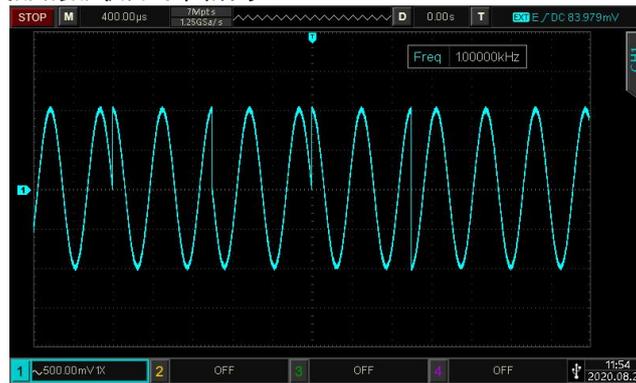


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“四相移键控”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 QPSK 调制波形的形状如下图所示：

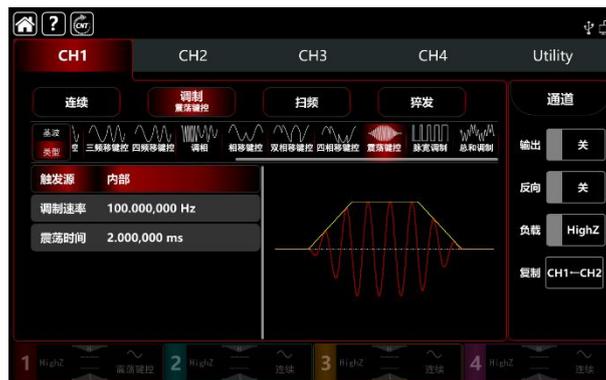


3.1.11 震荡键控 (OSK)

在震荡键控中，可以配置函数/任意波形发生器输出一个间歇振荡的正弦信号。内部晶振起振时，开始输出基波波形；内部晶振停振时，停止输出。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

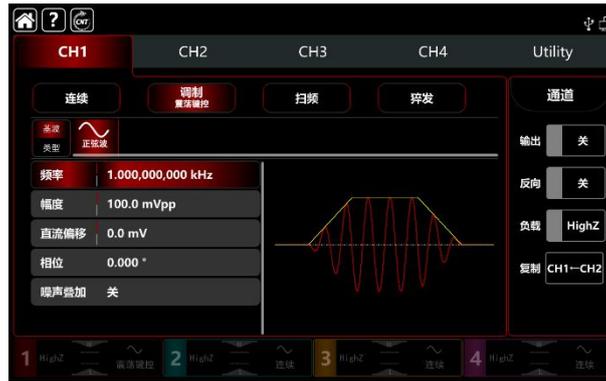
选择OSK调制

依次触摸 **CH1** → **调制** → **震荡键控** 来启用 OSK 功能，启用 OSK 功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

震荡键控基波波形是正弦波。在选择震荡键控调制后，基波波形自动设置为正弦波。触摸 **基波**，右侧调制类型只有正弦波形。

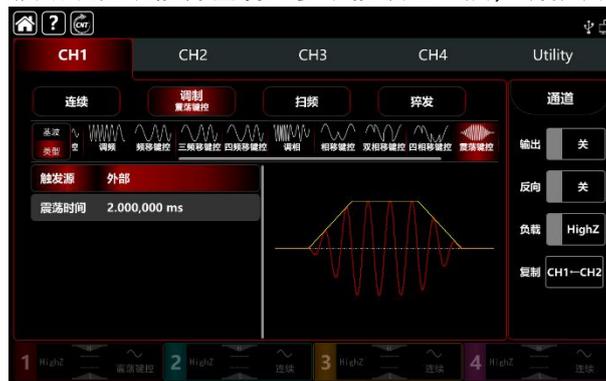


设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的触发源。在您启用 OSK 功能后，可以看到触发源默认为内部，若要更改，可以在启用震荡键控功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸触发源→内部更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，内部调制波是正弦波，可通过设置震荡键控速率来指定起振和停止的相位关系。

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏速率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。震荡键控输出相位由外部数字调制接口（FSK Trig连接器）上的逻辑电平决定。例如，外部输入逻辑低时，开始输出基波震荡波形，外部输入逻辑高时，关闭基波震荡波形。

设置震荡时间

振荡周期，即内部晶振的振荡周期。利用多功能旋钮和方向键的配合进行震荡时间设置，或触摸震荡时间的时间数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。可设置范围为 1ns~500ks，默认为 2ms。

设置 OSK 速率

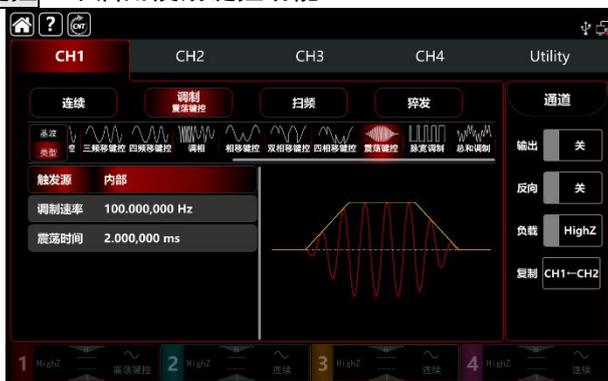
当调制源选择为内部时，可以设置基波相位与调制相位之间移动的频率。在您启用震荡键控功能后，可以对震荡键控速率设置，可设置范围为 1 μ Hz~2MHz，默认为 100Hz。若要更改，可以在启用震荡键控功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸调制速率的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

综合实例

首先让仪器工作于正交相移键控（OSK）模式，然后设置一个来自仪器内部的2kHz、2Vpp的正弦波作为基波信号，设置速率为100Hz，振荡周期为1 μ s。具体步骤如下：

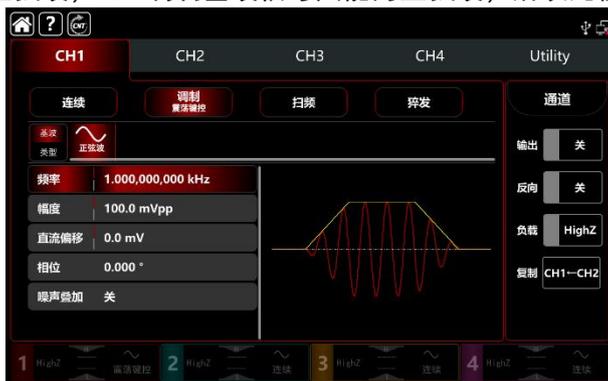
1) 启用振荡键控（OSK）功能

依次触摸 **CH1** → **调制** → **振荡键控**（来启用振荡键控功能。



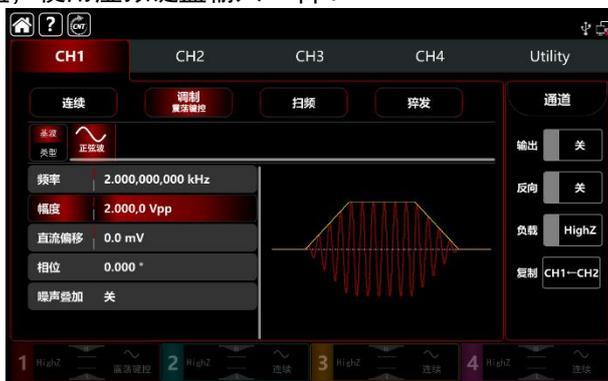
2) 设置基波信号参数

触摸 **基波**，选择基波信号为正弦波，OSK 调制基波信号只能为正弦波，所以此例不用更改。



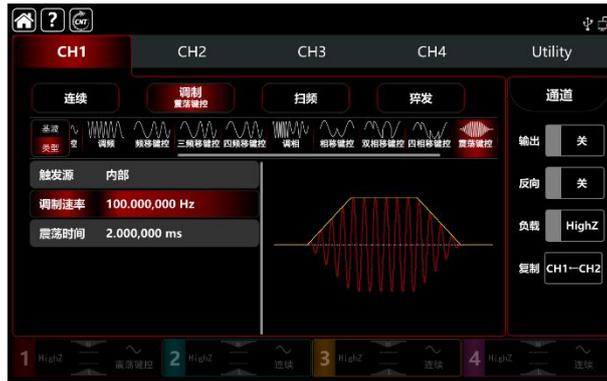
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp。



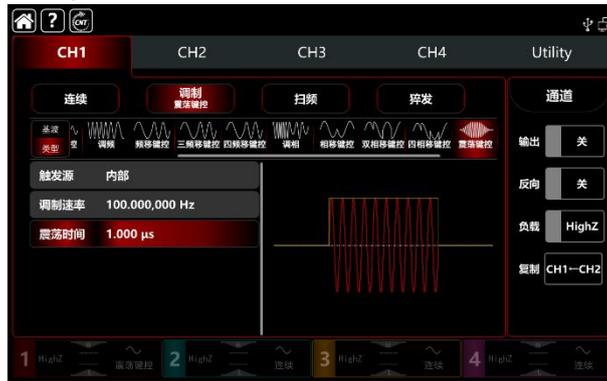
3) 设置 OSK 速率

设置完基波参数后，触摸 **类型** 回到如下界面对调制参数进行设置：



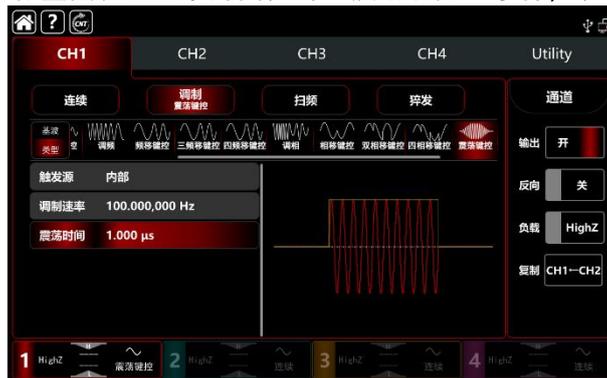
触摸调制频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 100Hz（默认为 100Hz）。

触摸震荡时间数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1us。

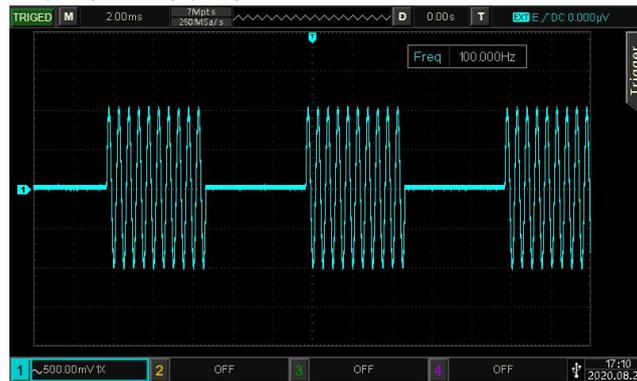


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“震荡键控”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 OSK 调制波形的形状如下图所示：

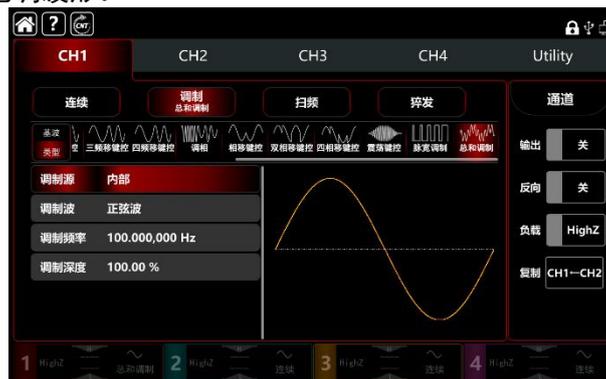


3.1.12 总和调制 (SUM)

在总和调制中，已调制波形通常由基波和调制波组成，基波的幅度乘以调制系数加上调制波的幅度乘以调制系数得到输出波形。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

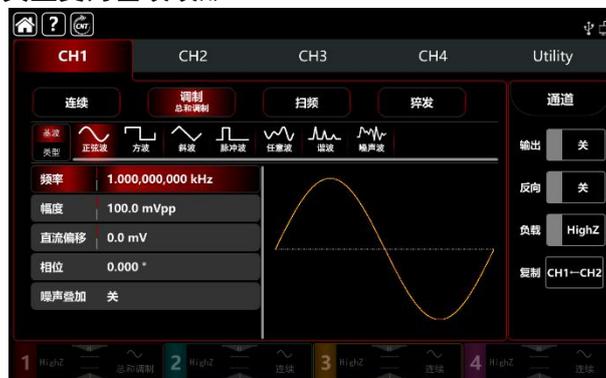
选择总和调制

依次触摸 **CH1** → **调制** → **总和调制** 来启用总和调制功能，启用总和调制功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

SUM 基波波形可以是：正弦波、方波、斜坡、脉冲波、谐波、噪声波或任意波（DC 除外），默认为正弦波。在选择 SUM 调制后，触摸 **基波**，右侧调制类型变为基波波形。

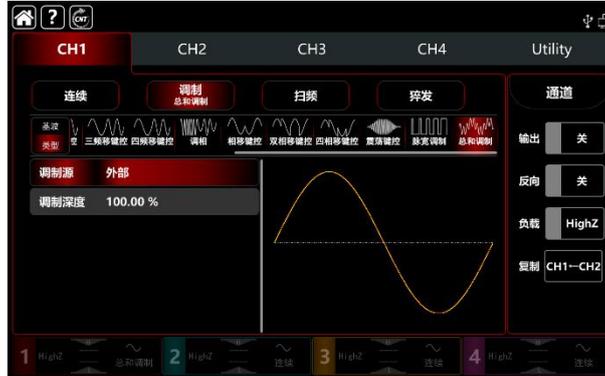


设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的调制源。在您启用 SUM 功能后，可以看到调制源默认为内部，若要进行更改，可以在启用总和调制功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸[调制源](#)→[内部](#)更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，调制波可以是：正弦波、方波、上升斜波、下降斜波、任意波、噪声，默认为正弦波。在您启用 SUM 功能后，可以看到调制波默认为正弦波，若要进行更改，可以在启用总和调制功能界面利用多功能旋钮或依次触摸[调制波](#)→[正弦波](#)，在弹出框中进行触摸选择。

- 方波：占空比为 50%
- 上升斜波：对称度为 100%
- 下降斜波：对称度为 0%
- 任意波：选择任意波作为调制波形时，函数/任意波形发生器通过自动抽点的方式将任意波长度限制为 2kpts
- 噪声：白高斯噪声

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。SUM 调制深度由后面板的外部模拟调制输入端（Modulation In 连接器）上的 $\pm 5V$ 信号电平控制。例如，如果已将参数列表中的调制深度值设置为 100%，则在外部调制信号为 +5V 时，SUM 输出幅度最大，当外部调制信号为 -5V 时，SUM 输出幅度最小。

设置调制波频率

当调制源选择为内部时，可以设置调制波的频率，调制频率范围为 $1 \mu\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$ ，默认为 100Hz。若要进行更改，可以在启用总和调制功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸[调制频率](#)的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。当调制源选择为外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形，外部输入的调制信号的频率范围为 $0\text{Hz} \sim 50\text{kHz}$ 。

设置调制深度

调制深度表示幅度变化的程度，用百分比表示。SUM 调制深度的可设置范围为 $0\% \sim 100\%$ ，默认为 100%。在调制深度设为 0% 时，输出基波。在调制深度设为 100% 时，输出调制波。若要进行更改，可以在启用总和调制功能界面利用多功

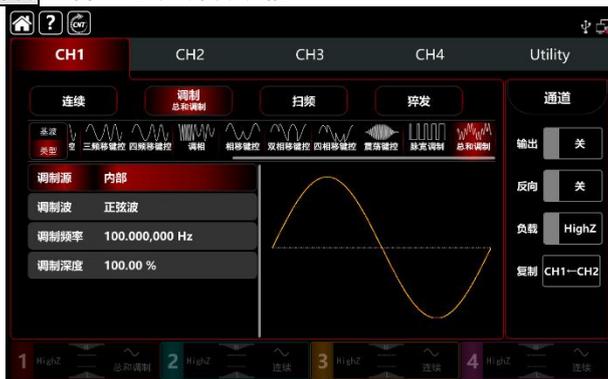
能旋钮和方向键的配合进行调制深度设置，或触摸**调制深度**的深度数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值即可。当调制源选择为外部时，仪器的输出幅度还受后面板的外部模拟调制输入端（Modulation In连接器）上的±5V信号电平控制。

综合实例

首先让仪器工作于总和调制（SUM）模式，然后设置一个来自仪器内部的1kHz的正弦波作为调制信号和一个频率为2kHz、幅度为200mVpp、占空比为45%的方波作为基波信号，最后把调制深度设为80%。具体步骤如下：

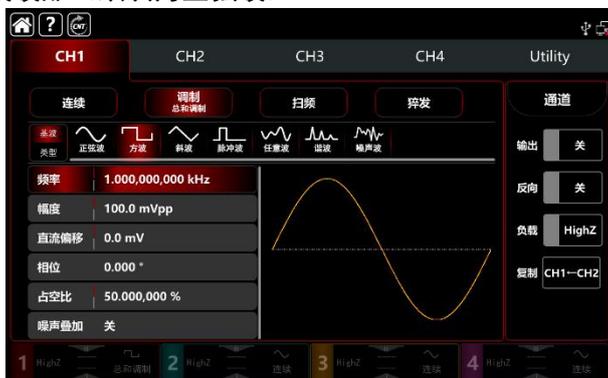
1) 启用总和调制（SUM）功能

依次触摸**CH1**→**调制**→**总和调制**来启用总和调制功能。



2) 设置基波信号参数

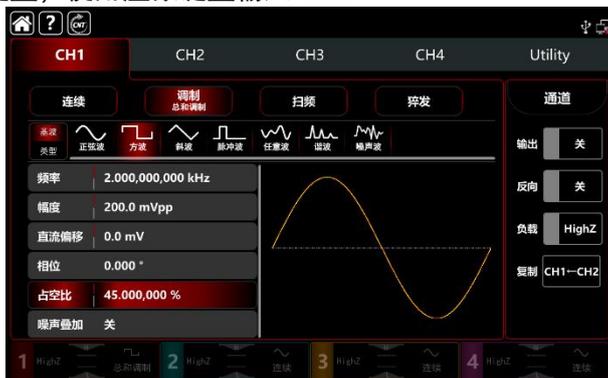
触摸**基波**，选择方波作为基波波形（默认为正弦波）。



触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz。

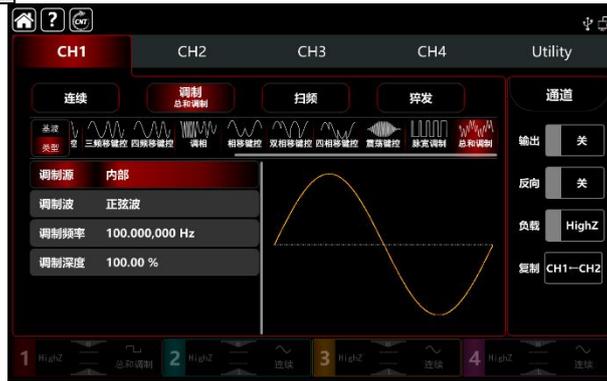
触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 200mVpp。

触摸占空比数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 45%。



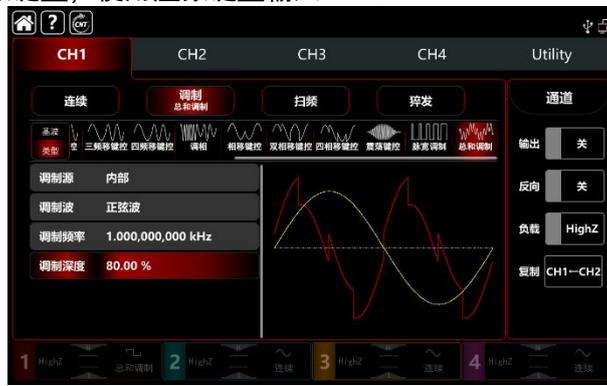
3) 设置调制频率和调制深度

设置完基波参数后，触摸 **类型** 回到如下界面对调制参数进行设置：



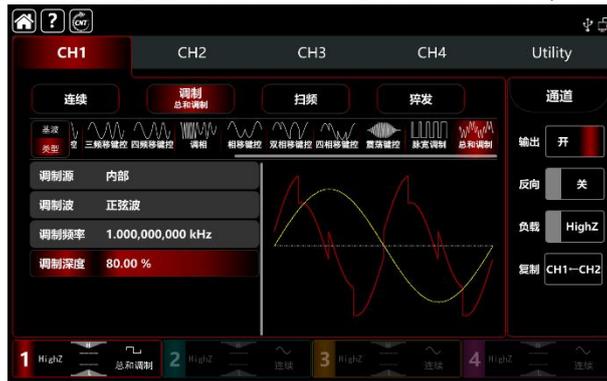
触摸调制频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1kHz。

触摸调制深度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 80%。

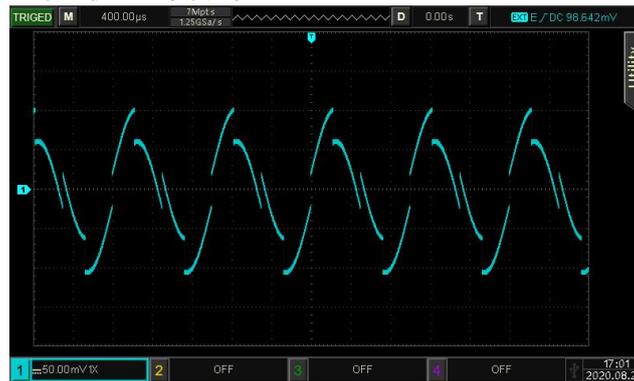


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“总和调制”字样，以表示开启通道一输出。



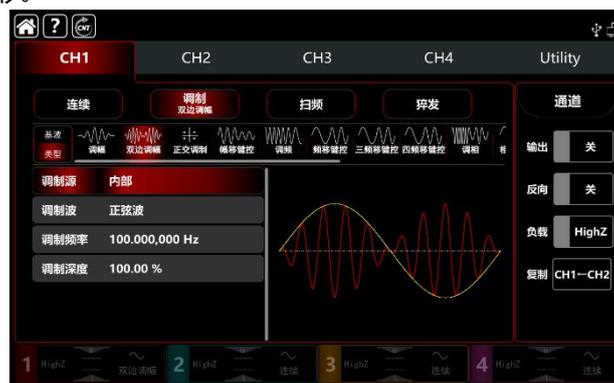
通过示波器查看 SUM 调制波形的形状如下图所示：



3.1.13 双边带调幅 (DSBAM)

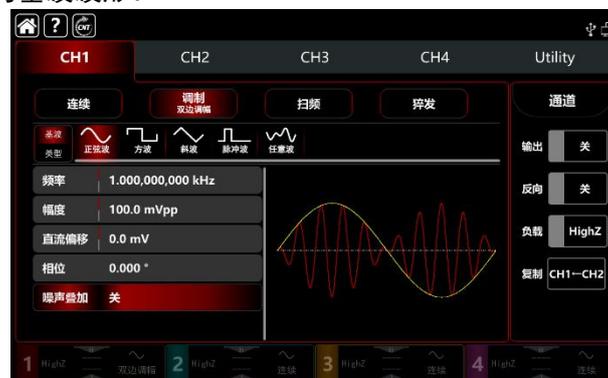
选择双边调幅

依次触摸 **CH1** → **调制** → **双边调幅** 来启用 DSBAM 功能，启用 DSBAM 功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

双边调幅基波波形可以是：正弦波、方波、斜波、脉冲波或任意波（DC除外），默认为正弦波。在选择双边带调幅后，触摸 **基波**，右侧调制类型变为基波波形。

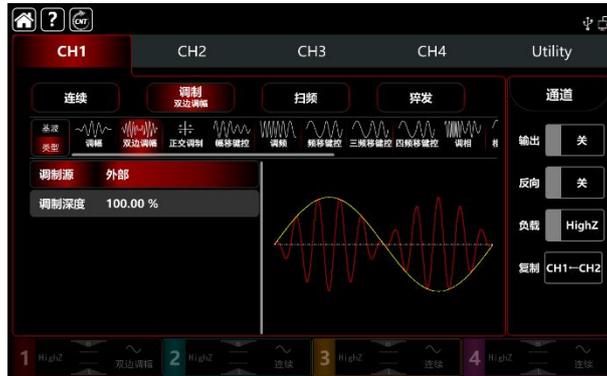


设置基波频率

请参考调幅调制的 [“基波频率设置”](#)。

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的调制源。在您启用 DSBAM 功能后，可以看到调制源默认为内部，若要进行更改，可以在启用双边调幅功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸 **调制源** → **内部** 更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，调制波可以是：正弦波、方波、上升斜波、下降斜波、任意波、噪声，默认为正弦波。在您启用 DSBAM 功能后，可以看到调制波默认为正弦波，若要进行更改，可以在启用双边调幅功能界面利用多功能旋钮或依次触摸 **调制波** → **正弦波**，在弹出框中进行触摸选择。

- 方波：占空比为 50%
- 上升斜波：对称度为 100%
- 下降斜波：对称度为 0%
- 任意波：选择任意波作为调制波形时，函数/任意波形发生器通过自动抽点的方式将任意波长度限制为 2kpts
- 噪声：白高斯噪声

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。DSBAM 调制深度由后面板的外部模拟调制输入端（Modulation In 连接器）上的 $\pm 5V$ 信号电平控制。例如，如果已将参数列表中的调制深度值设置为 100%，则在外部调制信号为 +5V 时，DSBAM 输出幅度最大，当外部调制信号为 -5V 时，DSBAM 输出幅度最小。

设置调制波频率

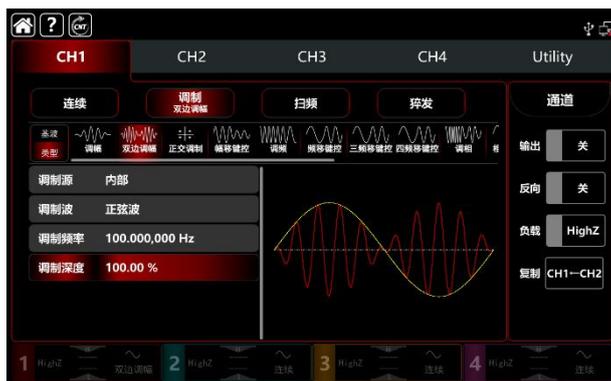
当调制源选择为内部时，可以设置调制波的频率，调制频率范围为 $1 \mu\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$ ，默认为 100Hz。若要进行更改，可以在启用双边调幅功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸 **调制频率** 的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。当调制源选择为外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形，外部输入的调制信号的频率范围为 $0\text{Hz} \sim 50\text{kHz}$ 。

综合实例

首先让仪器工作于双边带调幅（DSBAM）模式，然后设置一个来自仪器内部的 1kHz 的方波作为调制信号和一个频率为 2kHz、幅度为 2Vpp 的正弦波作为基波信号。具体步骤如下：

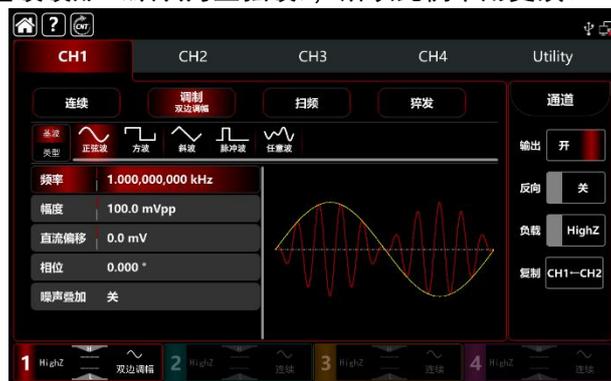
1) 启用双边带调幅（DSBAM）功能

依次触摸 **CH1** → **调制** → **双边调幅** 来启用双边带调幅功能。



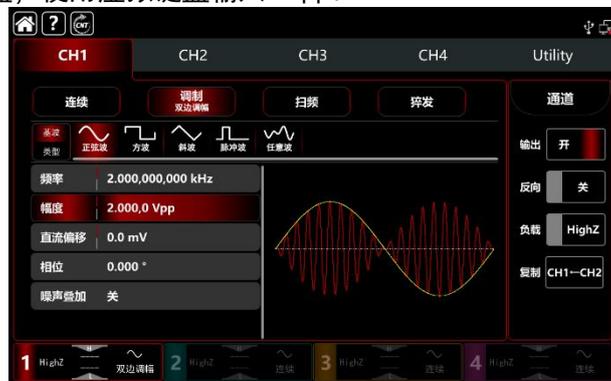
2) 设置基波信号参

触摸**基波**，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。



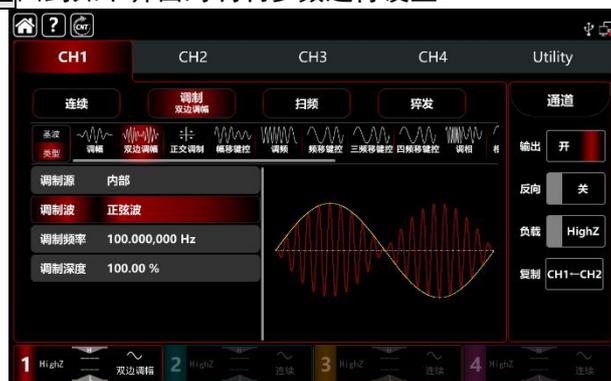
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp。



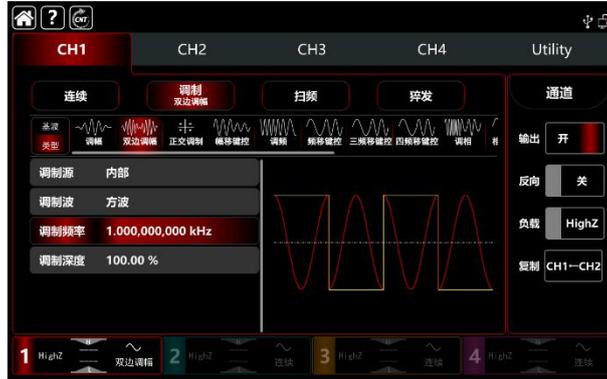
3) 设置调制波形和调制频率

设置完基波参数后，触摸**类型**回到如下界面对调制参数进行设置：



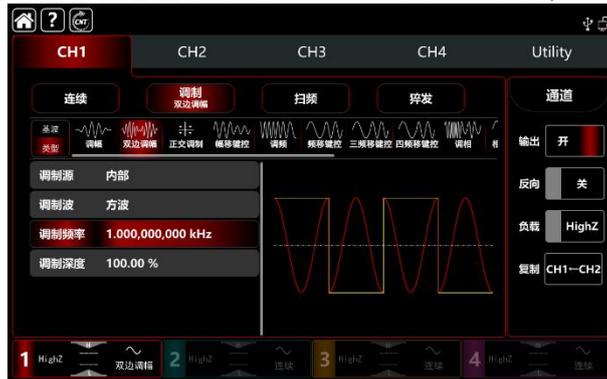
触摸调制波的方波，弹出虚拟键盘，在弹出框中进行触摸选择方波。

触摸调制频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入1kHz。

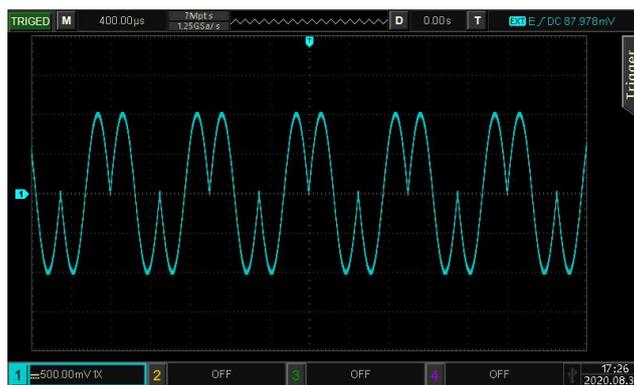


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“双边调幅”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 DSBAM 调制波形的形状如下图所示：



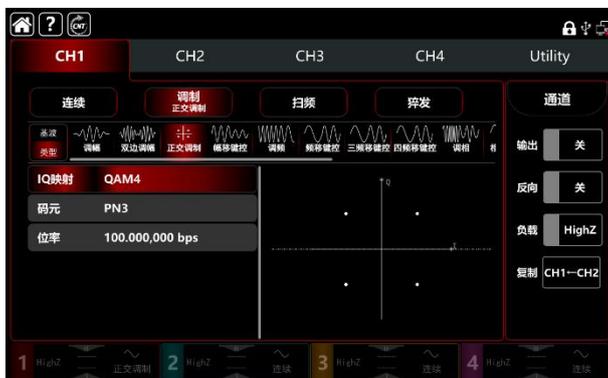
3.1.14 正交调制 (QAM)

在正交调制中，两个频率相同但是相位相差 90° （一般用 Sin 和 Cos 表示）的信号作为基波，用基带信号对基波进行调幅。UTG9000T 函数/任意波形发生器可以输出的调制方式有 QAM4、QAM8、QAM16、QAM32、QAM64、QAM128、QAM256M 共七种。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

注：推荐使用本信号源输出的 10MHz 参考输出信号作为解调设备的参考时钟输入，或者将解调设备的参考时钟引入信号源中作为信号时钟，通过时钟同步可以实现信号的准确解调，消除相位偏差。

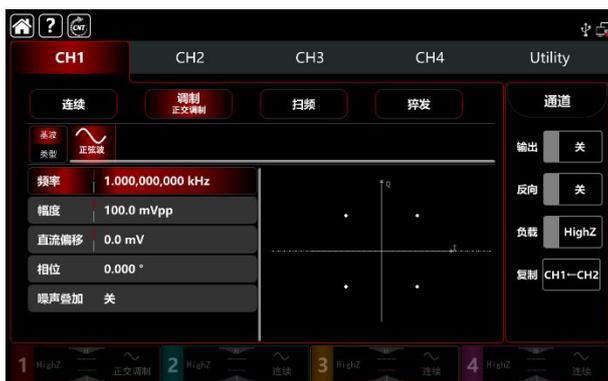
选择正交调制

依次触摸 CH1 → 调制 → 正交调制 来启用 QAM 功能，启用 QAM 功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

正交调制基波波形是正弦波。在选择正交调制后，基波波形自动设置为正弦波。触摸 基波，右侧调制类型只有正弦波形。



设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

选择调制方式

调制方式，即星座图的分部，根据选择的调制方式而变化。利用多功能旋钮或依次触摸 IQ映射 → QAM4 进行更改，可设置为 QAM4、QAM8、QAM16、QAM32、QAM64、QAM128、QAM256M 中的一种。

选择码元

在启用 QAM 功能后，可以看到调制源默认为 PN3，若要进行更改，可以在启用双相移键控功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸 码元 → PN3 进行更改，可设置为 PN3、PN5、PN7、PN9、PN11、PN13、PN15、PN17、PN21、PN23、PN25、PN27、PN29、PN31、PN33 中的一种。

设置位率

可以设置基波相位与调制相位之间移动的频率。在您起启用正交调制功能后，可以对速率设置，可设置范围为 1

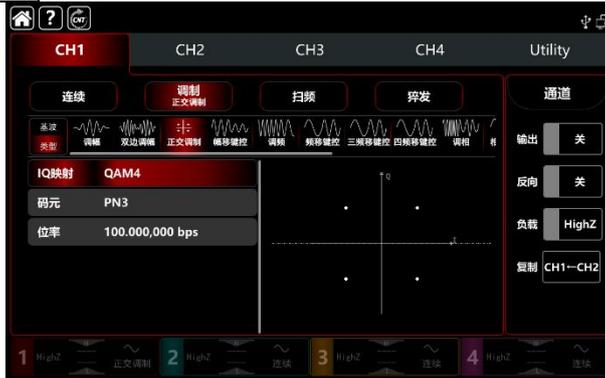
μ bps ~2Mbps，默认为 100bps。若要进行更改，可以在启用正交调制功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合或依次按 **参数** → **位率** 进行更改。

综合实例

首先让仪器工作于正交相移键控（QAM）模式，然后设置一个来自仪器内部的2kHz、2Vpp的正弦波作为基波信号，设置速率为100 bps，调制方式为QAM64，数据源为PN7。具体步骤如下：

1) 正交调制（QAM）功能

依次触摸 **CH1** → **调制** → **正交调制** 来启用正交调制功能。



2) 设置基波信号参数

触摸 **基波**，选择基波信号为正弦波，QAM 调制基波信号只能为正弦波，所以此例不用更改。



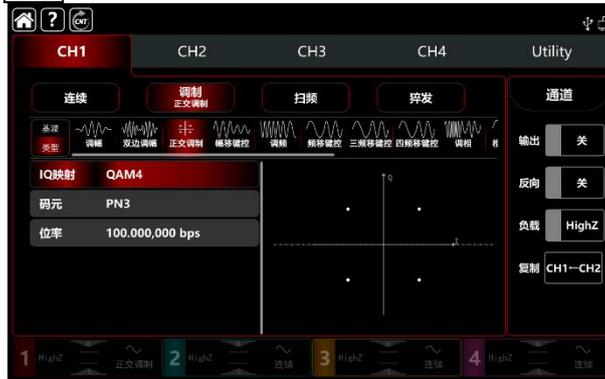
触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2kHz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp。



3) 设置调制参数

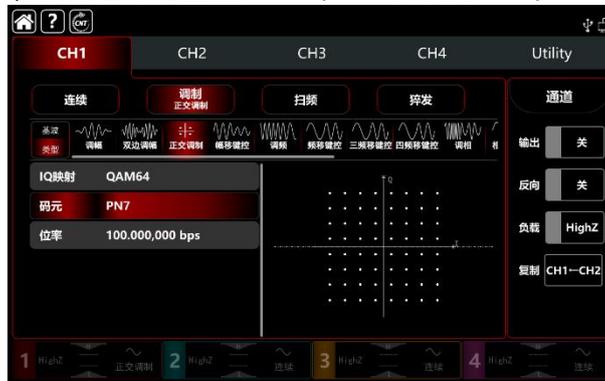
设置完基波参数后，触摸**类型**回到如下界面对调制参数进行设置。



依次触摸**IQ映射**→QAM4，选择QAM64。

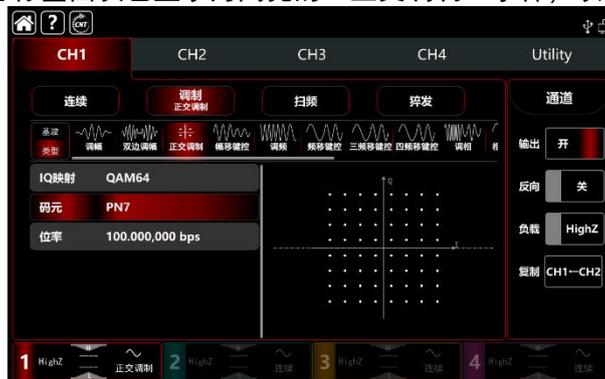
触摸**码元**→PN3，选择PN7。

触摸位率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入100bps（默认为100bps）。



4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的CH1键快速开启通道一输出，还可以依次触摸Utility→通道设置，再触摸CH1输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后CH1键背光灯亮同时在CH1状态标签由灰色显示为高亮的“正交调制”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 QAM 调制波形的形状如下图所示：

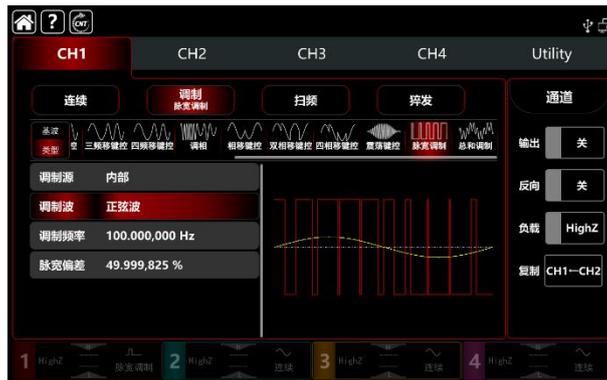


3. 1. 15 脉宽调制 (PWM)

在脉宽调制中，已调制波形通常由基波和调制波组成，基波的脉宽将随着调制波的幅度的变化而变化。各个通道的调制模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的调制模式。

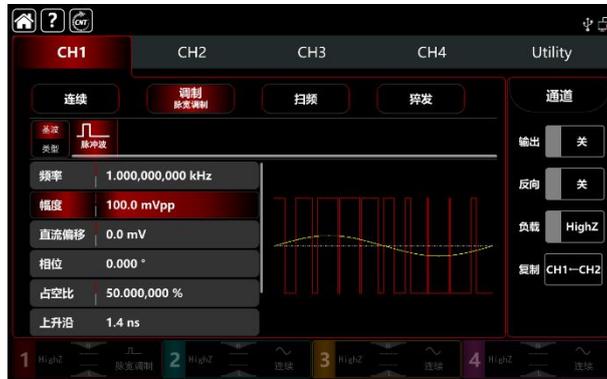
选择PWM调制

依次触摸`CH1`→`调制`→`脉宽调制`来启用PWM功能，启用PWM功能后，UTG9000T函数/任意波形发生器将以当前设置的调制波形和基波输出已调波形。



选择基波波形

PWM基波波形只能是脉冲波。在选择PWM调制后，基波波形自动设置为脉冲波。触摸`基波`，右侧调制类型只有脉冲波。

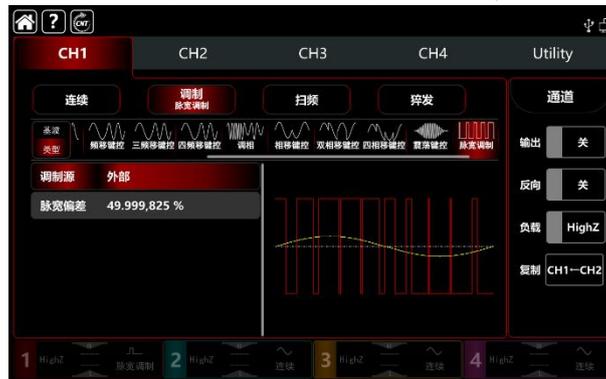


设置基波频率

请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”

选择调制源

UTG9000T 函数/任意波形发生器可以选择来自内部或外部的调制源。在您启用 PWM 功能后，可以看到调制源默认为内部，若要进行更改，可以在启用脉宽调制功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸**调制源**→**内部**更改为外部。



1) 内部源

当调制源选择内部时，调制波可以是：正弦波、方波、上升斜波、下降斜波、任意波、噪声，默认为正弦波。在您启用 PWM 功能后，可以看到调制波默认为正弦波，若要进行更改，可以在启用脉宽调制功能界面利用多功能旋钮或依次触摸**调制波**→**正弦波**，在弹出框中进行触摸选择。

- 方波：占空比为 50%
- 上升斜波：对称度为 100%
- 下降斜波：对称度为 0%
- 任意波：选择任意波作为调制波形时，函数/任意波形发生器通过自动抽点的方式将任意波长度限制为 4kpts
- 噪声：白高斯噪声

2) 外部源

当调制源选择外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形。PWM 的占空比偏差由后面板的外部模拟调制输入端（Modulation In 连接器）上的 $\pm 5V$ 信号电平控制。例如，如果已将参数列表中的占空比偏差值设置为 15%，则在外部调制信号为 +5V 时，基波信号（脉冲波）占空比增加 15%，较低的外部信号电平产生较少的偏差。

设置调制波频率

当调制源选择为内部时，可以设置调制波的频率，调制频率范围为 $1 \mu\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$ ，默认为 100Hz。若要进行更改，可以在启用脉宽调制功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸**调制频率**的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。当调制源选择为外部时，参数列表会隐藏调制波和调制频率选项，此时将使用一个外部波形调制基波波形，外部输入的调制信号的频率范围为 $0\text{Hz} \sim 50\text{kHz}$ 。

设置占空比偏差

占空比偏差表示已调波形相对于当前设定的基波占空比的偏差。PWM 占空比的可设置范围为 $0\% \sim 49.999825\%$ ，默认为 49.999825%。若要进行更改，可以在启用脉宽调制功能界面利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制深度设置，或触摸**脉宽偏差**的深度数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值即可。

- 占空比偏差表示已调波形相对于原始脉冲波形的占空比的变化（以%表示）。
- 占空比偏差不能超过当前脉冲波的占空比。

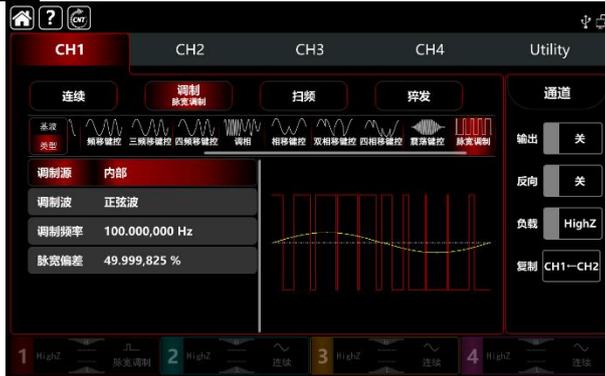
- 占空比偏差与当前脉冲波的占空比之和必须 $\leq 99.99\%$
- 占空比偏差受到脉冲波最小占空比和当前边沿时间的限制。

综合实例

首先让仪器工作于脉宽调制（PWM）模式，然后设置一个来自仪器内部的1kHz的正弦波作为调制信号和一个频率为10kHz、幅度为2Vpp、占空比为50%、上升/下降时间设为100ns的脉冲波作为基波信号，最后把占空比偏差设为40%。具体步骤如下：

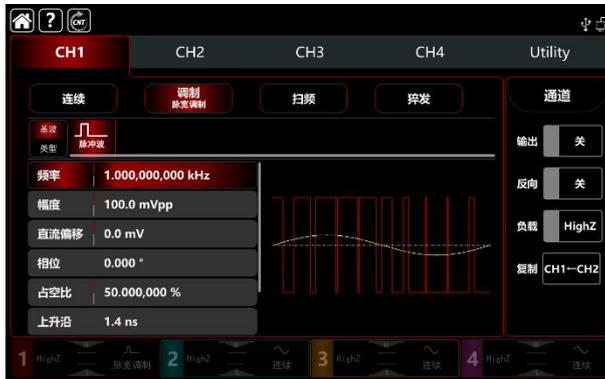
1) 启用脉宽调制（PWM）功能

依次触摸 **CH1** → **调制** → **脉宽调制** 来启用 PWM 功能。



2) 设置基波信号参数

触摸 **基波**，PWM 调制基波信号只能为脉冲波，所以此例不用更改：

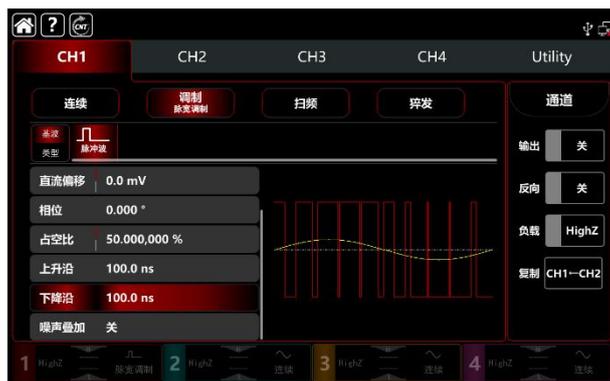


触摸频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 10kHz。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2Vpp。

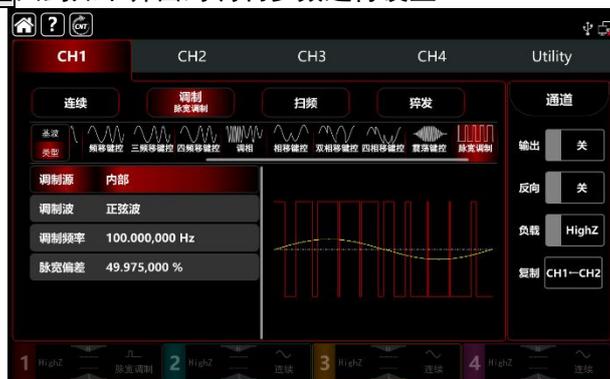
触摸上升沿数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 100ns。

触摸下降沿数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 100ns。



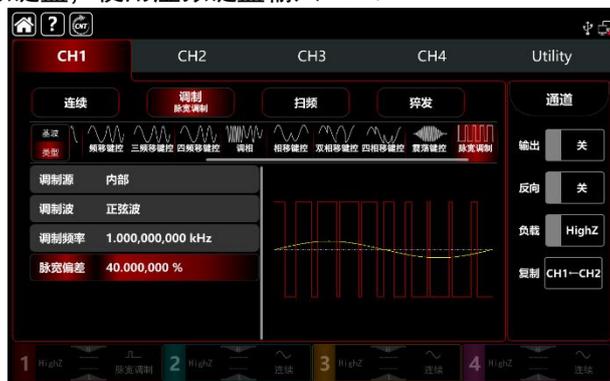
3) 设置调制参数

设置完基波参数后，触摸“类型”回到如下界面对调制参数进行设置



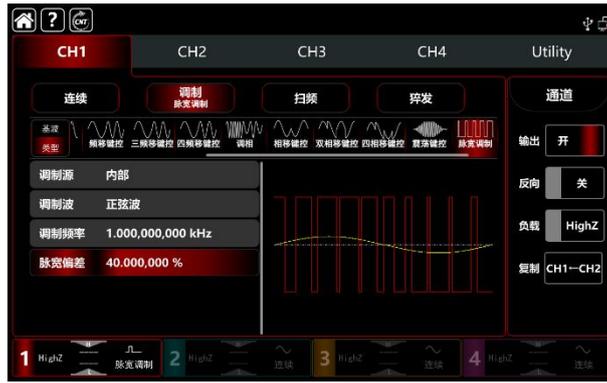
触摸调制频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1kHz。

触摸脉宽偏差数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 40%。

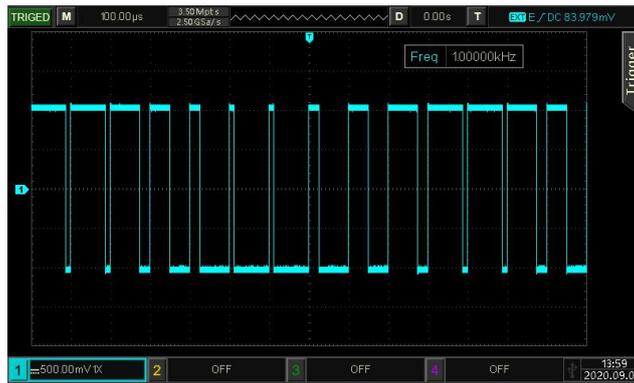


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“脉宽调制”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看 PWM 调制波形的形状如下图所示：



3.2 输出扫频波形

在选择扫频模式时，函数/任意波形发生器在指定的扫频时间内，输出频率是一个从起始频率到停止频率以线性、对数、步进或列表方式变化的。触发源可以是内部、外部或手动触发；对于正弦波、方波、斜波、脉冲波和任意波（DC 除外），均可以产生扫频输出。各个通道的扫频模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的扫频模式。

3.2.1 选择扫频

1) 开启扫频功能

依次触摸 **CH1** → **扫频**，启用扫频功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置输出扫频波形。



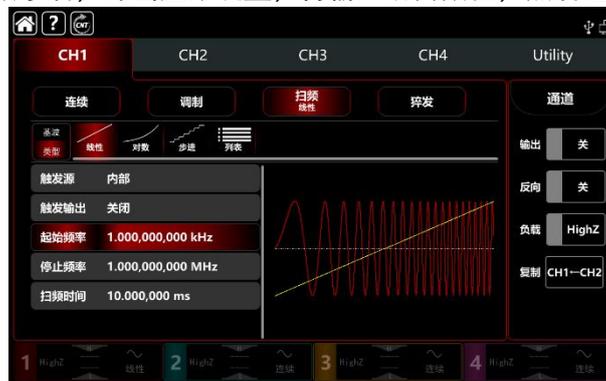
2) 选择扫频波形

通过上面开启扫频功能后，触摸 **基波**，右侧调制类型变为基波波形（默认为正弦波），弹出的界面如下图所示：



3.2.2 设置起始和停止频率

起始频率和停止频率是频率扫描的频率上限和下限。函数/任意波形发生器总是从起始频率扫频到停止频率，然后又回到起始频率。要设置起始或停止频率请在扫频模式界面，利用多功能旋钮和方向键的配合进行调制频率设置，或触摸起始频率或停止频率的频率数字后，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。



- 当起始频率<停止频率时，函数/任意波形发生器从低频向高频扫描。
- 当起始频率>停止频率时，函数/任意波形发生器从高频向低频扫描。
- 当起始频率=停止频率时，函数/任意波形发生器输出固定频率。
- 扫频模式的同步信号是一个扫频起点到扫频时间中点为低、扫频时间中点至扫频时间结束为高的信号。

默认情况下，起始频率为 1kHz，停止频率为 1MHz，但不同的扫频波形起始和停止频率可设置的范围不同，各扫频波的频率设置范围请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”。

3.2.3 扫频方式

UTG9000T 支持的调制方式有线性、对数、步进和列表。

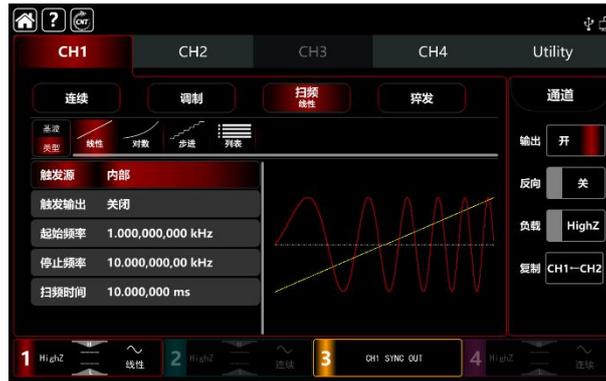
线性扫频，在扫频期间波形发生器以线性方式改变输出频率；

对数扫频，波形发生器以对数方式改变输出频率；

步进扫频，从起始频率到停止频率，以设定的步数进行扫频；

列表扫频，按照列表设置的频率进行扫频。

默认为线性扫频方式，若要进行更改，请在开启扫频模式界面中触摸线性、对数、步进或列表。



3.2.4 扫频时间

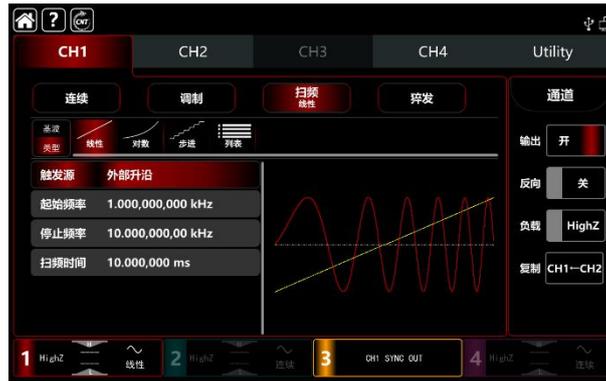
设定从起始频率到终止频率所需的时间，默认为 1ms，可设置范围为 1ms~500s。若要更改可以在选择扫频方式界面中，触摸`扫频时间`后通过弹出的对话框或数字键盘输入数字再按对应的单位软键来完成更改。



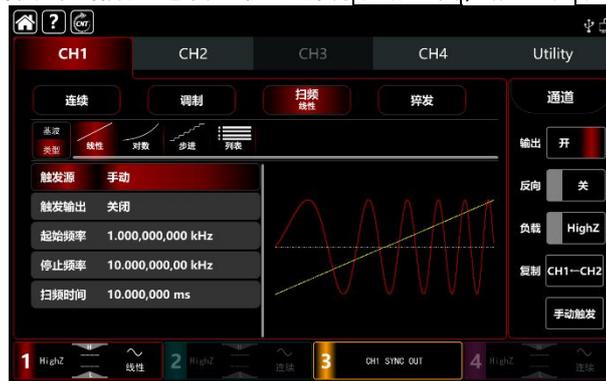
3.2.5 选择触发源

信号发生器在接受到一个触发信号时，产生一次扫频输出，然后等待下一个触发信号。扫频的触发源可以是内部、外部（外部升沿和外部降沿）或手动触发。若要更改可以在选择扫频方式功能界面利用多功能旋钮切换，或依次触摸`调制源`→`内部`，更改为外部升沿、外部降沿或手动触发。

- 1) 在选择内部触发时，波形发生器将输出一个连续扫频，其速率由扫频时间决定。
- 2) 在选择外部触发时，波形发生器将接受一个已应用于后面板外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）的硬件触发。每次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次扫频。注：触发源选择为外部时，参数列表中的触发输出选项会隐藏，因为触发输出也是通过外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出的，此接口不可能同时用作外部触发输入和内部触发输出。



3) 在选择手动触发时，屏幕右侧的当前通道设置状态出现**手动触发**，按一次**手动触发**就输出一扫频。



3.2.6 触发输出

当触发源选择内部或手动触发时，可以通过外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出触发信号（方波），信号与 TTL 电平兼容。默认触发输出选项是“关闭”，若要更改可以在选择扫频方式界面中可以利用多功能旋钮切换，或依次触摸**触发输出**→**关闭**，更改为上升沿或下降沿。

- 内部触发时，信号发生器在扫频开始时从外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出一个占空比为 50% 的方波。触发周期取决于指定的扫频时间。
- 手动触发时，信号发生器在扫频开始时从外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出一个脉冲宽度大于 1us 的脉冲。
- 外部触发时，参数列表中的触发输出选项会隐藏，因为触发输出也是通过外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出的，此接口不可能同时用作外部触发输入和内部触发输出。

3.2.7 触发沿

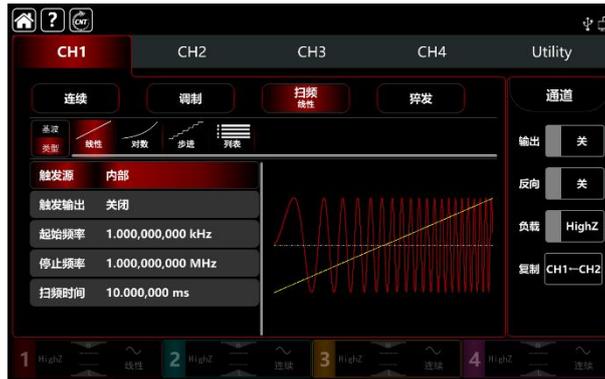
无论外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）上用作输入还是输出都可以指定边沿，当用作输入时（即触发源选择为外部），“外部升沿”代表外部信号的上升沿触发输出一个扫频波，“外部降沿”代表外部信号的下降沿触发输出一个扫频波。当用作输出时（即触发源为“内部”或“手动”触发时且触发输出为“开”），“上升沿”代表上升沿输出触发信号，“下降沿”则代表下降沿输出触发信号，默认为“上升沿”。

3.2.8 综合实例

首先让仪器工作于扫频模式，然后设置一个幅度为1Vpp、占空比为50%的方波信号作为扫频波，扫频方式设为线性，设置扫频时的起始频率为1kHz、停止频率为50kHz、扫频时间为2ms，最后使用内部源的上升沿触发输出扫频波。具体步骤如下：

1) 启用扫频功能

依次触摸 **CH1** → **扫频** → **线性** 来开启线性扫频功能。



2) 设置基本参数

通过上面启用线性扫频功能后，触摸 **基波**，选择方波作为基波波形（默认为正弦波），此时会弹出如下界面：

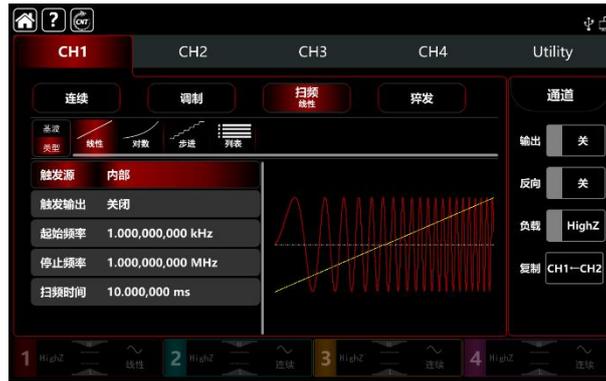


触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1Vpp。



3) 设置起始/停止频率、扫频时间、触发源和触发沿

设置完基波参数后，触摸 **类型** 回到扫频界面对扫频参数进行设置。

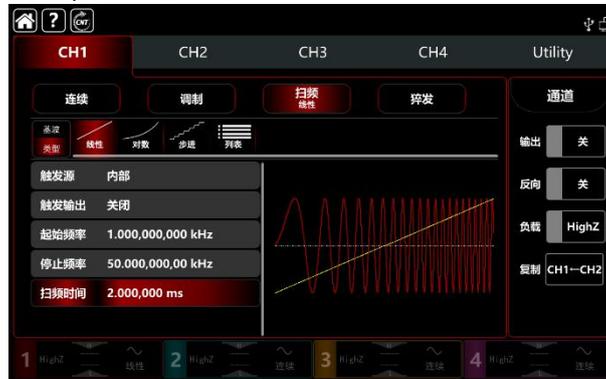


设置扫频方式为线性扫频（默认为线性）。

触摸起始频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 1kHz。

触摸停止频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 50kHz。

触摸扫频时间数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2ms。

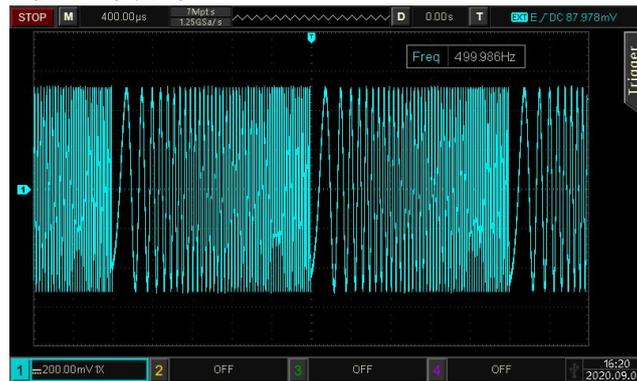


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“线性”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看扫频波形的形状如下图所示：



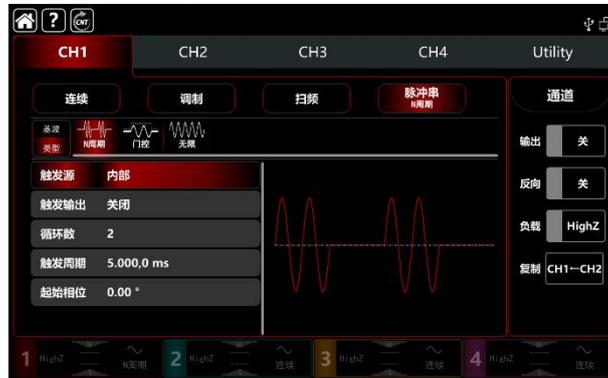
3.3 输出脉冲串

信号发生器能创建一个具有指定循环周期数的波形（称为脉冲串）。UTG9000T 支持由内部、外部或手动触发控制脉冲串输出；支持三种脉冲串类型，包括 N 周期、门控和无限。对于正弦波、方波、斜波、脉冲波、任意波（DC 除外）或噪声（仅适用于门控脉冲串）均可以产生脉冲串。各个通道的扫频模式相互独立，您可以对各通道配置相同或不同的扫频模式。

3.3.1 选择脉冲串

1) 开启脉冲串功能

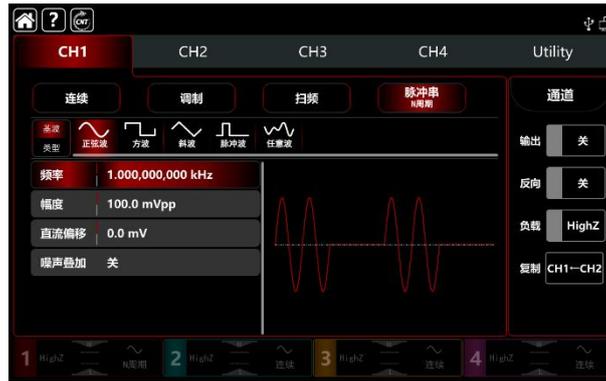
依次触摸 **CH1** → **脉冲串**，启用脉冲串功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置输出脉冲串。



2) 选择波形

- N 周期模式支持：正弦波、方波、斜波、脉冲波和任意波（DC 除外）。
- 门控模式支持：正弦波、方波、斜波、脉冲波、任意波（DC 除外）和噪声。
- 无限模式支持：正弦波、方波、斜波、脉冲波和任意波（DC 除外）。

通过上面开启脉冲串功能后，触摸 **基波**，右侧调制类型变为基波波形（默认为正弦波），弹出的界面如下图所示：



3) 设置波形频率

在 N 周期和门控模式中，波形频率定义了脉冲串期间的信号频率。在 N 周期模式中，将以指定的循环次数和波形频率输出脉冲串。在门控模式中，当触发信号为高电平时以波形频率输出脉冲串。

注意：波形频率与脉冲串周期不同，脉冲串周期用于指定脉冲串之间的间隔（仅为 N 循环模式）。各波形默认频率为 1kHz，设置频率范围请参考调幅调制的“[基波频率设置](#)”

要设置波形频率请在选择波形后利用多功能旋钮和方向键的配合进行此参数设置或者频率数字，再输入所需数值，然后选择单位即可。

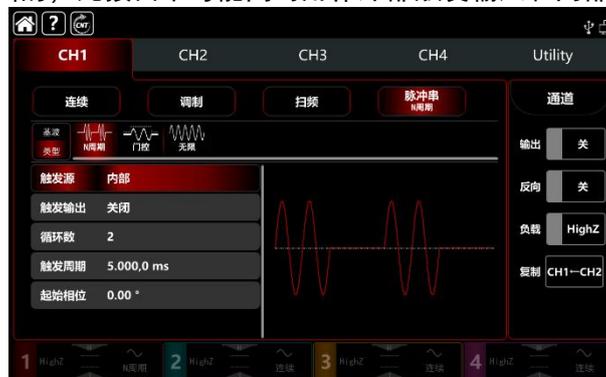
3.3.2 脉冲串类型

UTG9000T 可输出 N 周期、门控和无限三种类型的脉冲串，默认类型为 N 周期。

1) N 周期模式

在开启脉冲功能界面中，触摸 N 周期，进入 N 周期模式，在这种模式下，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的波形（脉冲串）。在已输出指定数量的循环数之后，波形发生器将停止并等待下一个触发。此模式下脉冲串的触发源可以是内部、外部或手动触发。若要更改可以在选择脉冲串的类型界面中（如下图）可以利用多功能旋钮切换，或依次触摸调制源→内部，更改为外部升沿、外部降沿或手动触发。

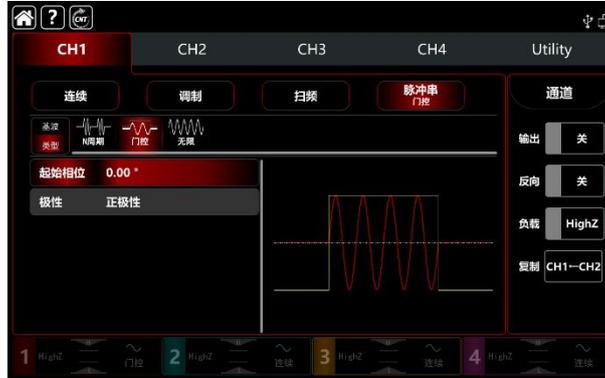
注：触发源选择为外部升沿或外部降沿时，参数列表中的触发输出选项会隐藏，因为触发输出也是通过外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出的，此接口不可能同时用作外部触发输入和内部触发输出。



2) 门控模式

在开启脉冲功能界面中，触摸门控，进入门控模式，门控脉冲串模式下，参数列表自动隐藏触发源、触发输出、触发周期和循环数选项。因为只能使用外部触发源，波形发生器根据后面板外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）的

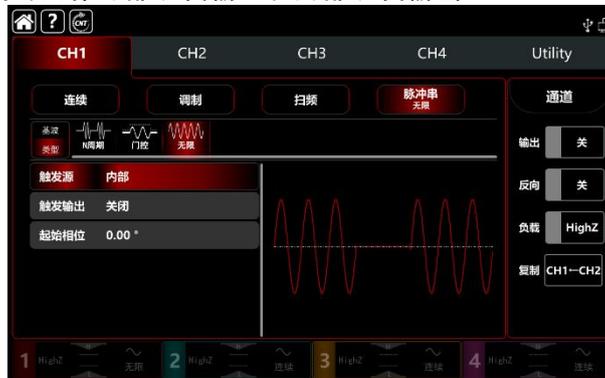
硬件触发。当极性设为正极性且触发输入信号为高电平时，输出一个连续波形；当触发输入信号为低电平时，首先完成当前的波形周期，然后停止，同时保持在所选波形的起始相位对应的电平上。对于噪声波形，当门控信号变为假时，输出将立即停止。极性可在选定为门控模式界面中（如下图）可以利用多功能旋钮和方向键的配合或依次触摸极性→正极性更改为内部。



3) 无限模式

在开启脉冲功能界面中，触摸无限，进入无限模式，无限脉冲串模式下，参数列表自动隐藏触发周期和循环数选项，无限脉冲串相当于将波形循环次数设为无限大，信号发生器在接收到触发信号时，输出连续的波形。此模式下脉冲串的触发源可以是内部、外部或手动触发。若要更改可以在选择脉冲串的类型界面中（如下图）可以利用多功能旋钮和方向键的配合或依次触摸调制源→内部，更改为外部升沿、外部降沿或手动触发。

注：触发源选择为外部时，参数列表中的触发输出选项会隐藏，因为触发输出也是通过外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出的，此接口不可能同时用作外部触发输入和内部触发输出。

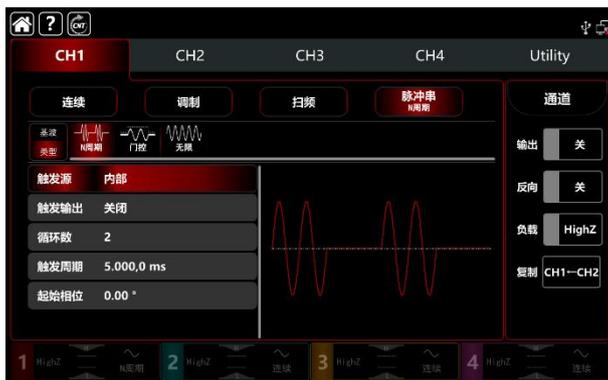


3.3.3 脉冲串起始相位

脉冲串起始相位为脉冲串起始点的相位，可设置范围为 $0^\circ \sim +360^\circ$ ，默认初始相位为 0° ，若要进行更改在选择脉冲串的类型界面中可以利用多功能旋钮和方向键的配合或触摸起始相位的数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

- 对于正弦波、方波、斜波、脉冲波， 0° 是波形正向通过0V（或直流偏移值）的点。
- 对于任意波形， 0° 是下载到存储器的第一个波形点。
- 起始相位对噪声波没有影响。

3.3.4 脉冲串触发周期



触发周期（脉冲串周期）仅适用于N周期模式，定义为从一个脉冲串开始到下一个脉冲串开始的时间，当触发源选择为外部和手动触发时，参数列表会隐藏猝发周期（脉冲串周期）选项。猝发周期（脉冲串周期）的可设置范围为 $1\mu\text{s} \sim 500\text{s}$ ，默认“触发周期”时间为 5.000ms ，若要进行更改在选择脉冲串的类型为N循环后利用多功能旋钮和方向键的配合或触摸触发周期的数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。

- 触发周期（脉冲串周期） \geq 波形周期 \times 循环数（脉冲串个数）。此处，波形周期为“选择脉冲串”节中提到的波形频率的倒数。

- 如果设置的猝发周期（脉冲串周期）过小，信号发生器将自动增加该周期以允许指定数量的循环输出。

3.3.5 脉冲串计数

在N周期模式下，脉冲串计数用来指定波形周期的个数。可设置范围为 $1 \sim 50000$ 个周期，默认为2个，若要进行更改在选择脉冲串的类型为“N周期”后利用多功能旋钮和方向键的配合或触发循环数的数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值。

- 循环数 $<$ 猝发周期 \times 波形频率。
- 如果循环数超出上述限制，信号发生器将自动增大脉冲串周期，以适应指定的脉冲串计数（但是不会改变波形频率）。

3.3.6 选择触发源

信号发生器在接受到一个触发信号时，产生一次脉冲串输出，然后等待下一个触发信号。脉冲串的触发源可以是内部、外部或手动触发。若要更改可以在选择脉冲串类型界面中可以利用多功能旋钮切换，或依次按[参数]→[触发源]软键来完成更改。

- 1) 选择内部触发时，脉冲串以指定频率持续输出，输出的脉冲串频率由脉冲串周期决定。信号发生器可输出“N循环”或“无限”类型脉冲串。

- 2) 选择外部触发时，波形发生器将接受一个已应用于后面板外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）的硬件触发。每次接收一个具有指定极性的 TTL 脉冲时，波形发生器就会输出一个脉冲串。信号发生器可输出“N循环”、“门控”或“无限”类型脉冲串。

注：触发源选择为外部时，参数列表中的触发输出选项会隐藏，因为触发输出也是通过外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出的，此接口不可能同时用作外部触发输入和内部触发输出。

3) 在选择手动触发时，屏幕右侧的当前通道设置状态出现**手动触发**，按一次**手动触发**就输出一次“N周期”或“无限”类型脉冲串

3.3.7 触发输出

当触发源选择内部或手动触发时，可以通过外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出触发信号（方波），信号与 TTL 电平兼容。默认触发输出选项是“关”，若要更改可以在选择脉冲串的类型界面中可以利用多功能旋钮切换，依次触摸**触发输出**→**关闭**，更改为上升沿或下降沿。

- 内部触发时，信号发生器在脉冲串开始时从外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出一个占空比为 50% 的方波。波形的周期与指定的脉冲串周期相等。
- 手动触发时，信号发生器在脉冲串开始时从外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出一个脉冲宽度大于 1 μ s 的脉冲。
- 外部触发时，参数列表中的触发输出选项会隐藏，因为触发输出也是通过外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）输出的，此接口不可能同时用作外部触发输入和内部触发输出。

3.3.8 触发沿

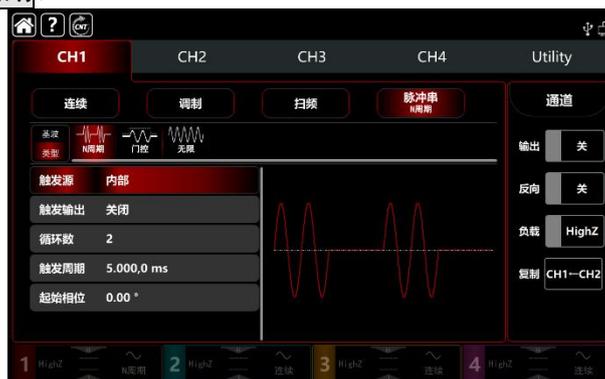
无论外部数字调制接口（FSK Trig 连接器）上用作输入还是输出都可以指定触发边沿，当用作输入时（即触发源选择为外部升沿或外部降沿），“外部升沿”代表外部信号的上升沿触发输出一个脉冲串，“外部降沿”代表外部信号的下降沿触发输出一个脉冲串；门控模式时，参数列表中的极性为“正极性”时，则为外部信号为高电平时触发输出一个脉冲串，“负极性”代表外部信号的低电平触发输出一个脉冲串。当用作输出时（即触发源为“内部”或“手动”触发时且触发输出为“开”），“上升沿”代表上升沿输出触发信号，“下降沿”则代表下降沿输出触发信号。默认为“上升沿”。

3.3.9 综合实例

首先让仪器工作于脉冲串模式，然后将一个周期为 5ms、幅度为 500mVpp 的正弦波信号作为脉冲串波形，脉冲串类型设为 N 周期，脉冲串周期 15ms，最后将循环数为 2 个。具体步骤如下：

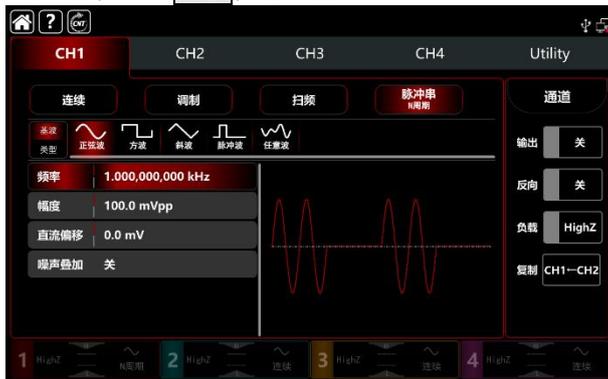
1) 启用脉冲串功能

依次触摸 **CH1**→**脉冲串**→**N 周期**。

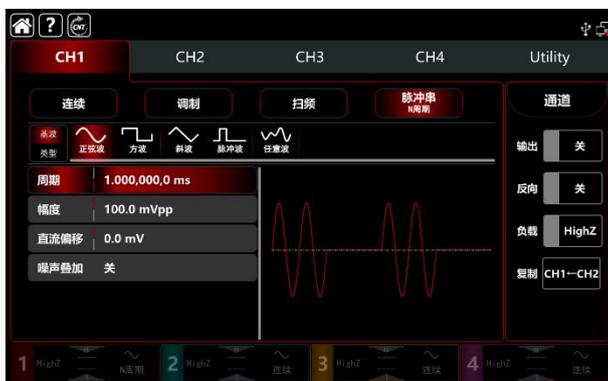


2) 选择脉冲串波形

通上上面将脉冲串设为 N 周期模式后，触摸**基波**，选择正弦波作为基波波形（默认为正弦波），所以此例不用更改。

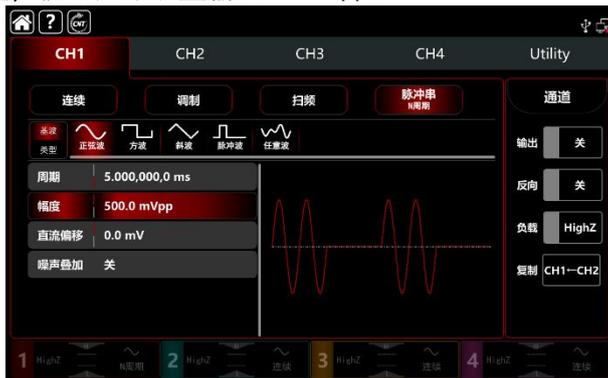


注：此处若显示为频率则只能对频率进行设置，也就是说不能实现频率与周期的转换。若显示为频率，则 2ms 的周期对应 500Hz 的频率，它们成倒数关系，即： $T=1/f$ 。您可以触摸**频率**，用于对参数列表的频率与周期进行转换，此时会弹出如下界面：



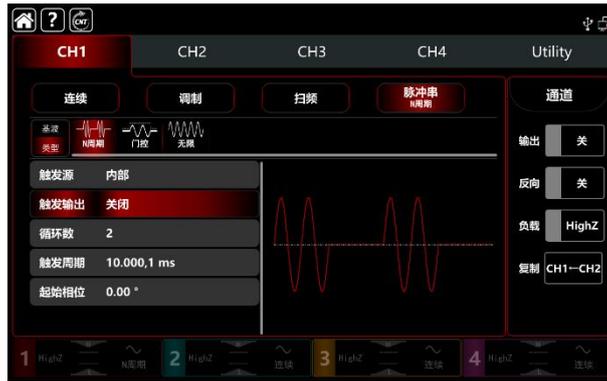
触摸周期数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 5ms。

触摸幅度数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 500mVpp。

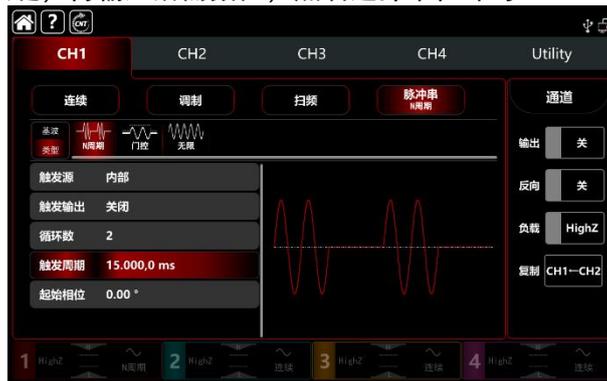


3) 设置脉冲串周期和波形循环个数

选择好脉冲串波形和对相关参数后，触摸**类型**回到脉冲串界面：

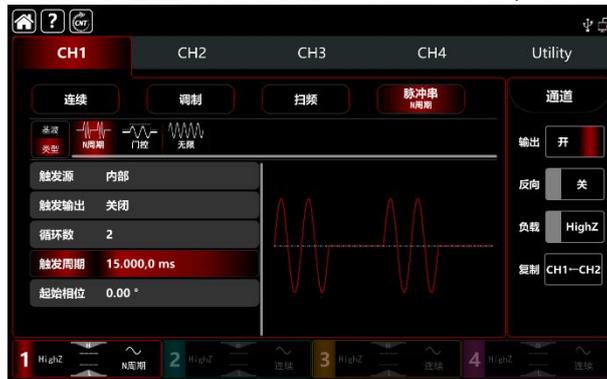


要设置某项参数先按对应的软键，再输入所需数值，然后选择单位即可。

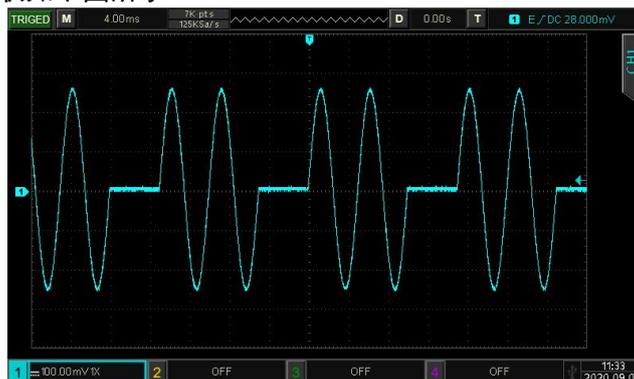


4) 启用通道输出

触摸通道设置状态的输出“关”变为“开”，您也可以按前面板上的 CH1 键快速开启通道一输出，还可以依次触摸 Utility→通道设置，再触摸 CH1 输出为开，或者通过双击屏幕底部状态标签栏来切换通道开和关状态。通道输出开启后 CH1 键背光灯亮同时在 CH1 状态标签由灰色显示为高亮的“N 周期”字样，以表示开启通道一输出。



通过示波器查看脉冲串的形状如下图所示：

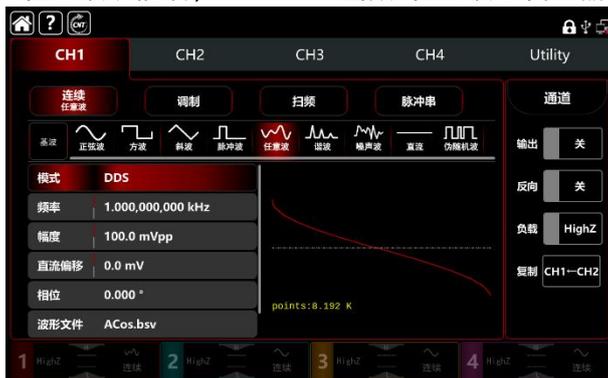


3.4 输出任意波

UTG9000T在非易失性存储器中一共存储了超200种类型的标准波形，各波形名称见表4-4（内置任意波列表）。仪器也可通过上位机软件创建和编辑任意波形，通过前面板的USB接口读取已存入U盘中的任意波形数据文件。

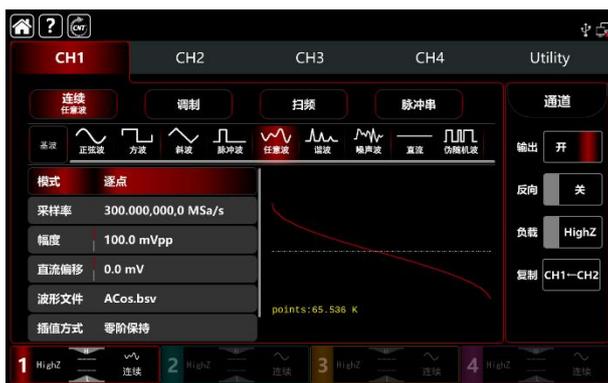
3.4.1 启用任意波功能

依次触摸 **CH1** → **任意波**，启用任意波功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置输出任意波形。



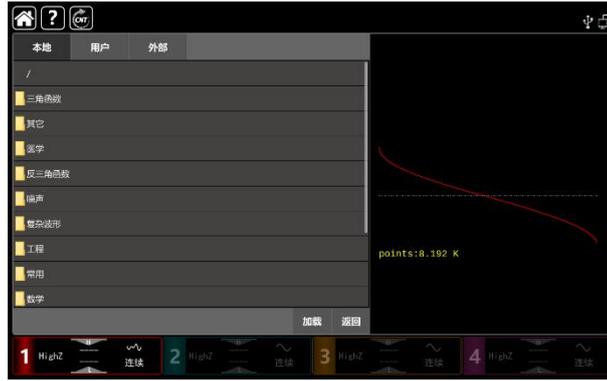
3.4.2 逐点输出\DDS 模式

UTG9000T 支持逐点/DDS 输出任意波形。逐点输出模式下，信号发生器自动根据波形长度（如：65.536k 点）和采样率计算输出信号的频率（4577.64Hz）。信号发生器以该频率逐个输出波形点。逐点输出模式可以防止重要的波形点丢失。默认 DDS 模式，在这种情况下波形通过软件自动插值或抽点的方式以固定的长度（8,192 点）和参数列表中的频率输出任意波形，若要进行更改，可以在启用任意波功能界面利用多功能旋钮切换，或触摸 DDS 更改为逐点。逐点输出如下图所示：



3.4.3 选择任意波

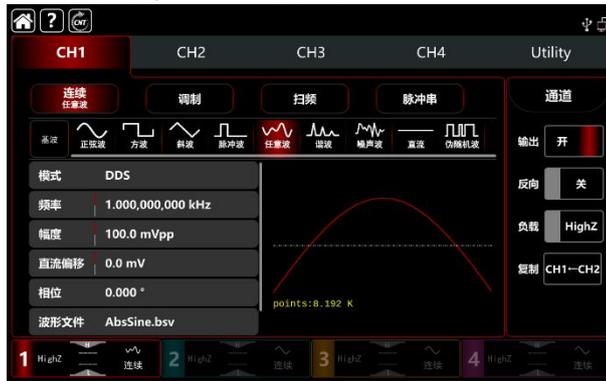
UTG9000T 允许用户选择仪器内部或外部存储器中的任意波形进行输出。可以在启用任意波功能界面中利用多功能旋钮和方向键的配合或触摸波形文件列表的文件名，进入任意波选择窗口，如下图所示：



选择任意波种类，例如：依次触摸本地 → 常用 → 选择 AbsSine.bsv，显示如下：



然后再触摸加载，自动关闭任意波选择窗口，任意波选择完毕。



注：将 U 盘插入前面板的 USB 接口后，利用多功能旋钮和方向键的配合或依次按参数 → 选任意波软键是先进行存储器选择，然后再选择您需要的任意波形。UTG9000T 支持波形长度小于约 64M 个点的*.bsv 文件或*.csv 文件。

表 4-4 内置任意波列表

类型	名称	说明
常用函数 Common (15 种)	Sin	正弦函数
	Square	方波
	Ramp	锯齿波
	NegRamp	反锯齿波
	PPulse	正脉冲
	NPulse	负脉冲
	Noise	噪声波
	Sinc	Sinc 函数
Cardiac	心电图	

	EEG	脑电图
	DualTone	双音频信号
	AbsSine	正弦绝对值
	StairDn	阶梯下降
	StairUp	阶梯上升
	Trapezia	梯形
工程 Engine (25 种)	BandLimited	带限信号
	BlaseiWave	爆破震动“时间-振速”曲线
	Butterworth	巴特沃斯滤波器
	Chebyshev1	I 型切比雪夫滤波器
	Chebyshev2	II 型切比雪夫滤波器
	Combin	组合函数
	CPulse	C-Pulse 信号
	CWPulse	CW 脉冲信号
	DampedOsc	阻尼振荡“时间-位移”曲线
	DualTone	双音频信号
	Gamma	Gamma 信号
	GateVibar	闸门自激振荡信号
	LFMPulse	线性调频脉冲信号
	MCNoise	机械施工噪声
	Discharge	镍氢电池放电曲线
	Pahcur	直流无刷电机电流波形
	Quake	地震波
	Radar	雷达信号
	Ripple	电源纹波
	RoundHalf	半球波
	RoundsPM	RoundsPM 波形
	StepResp	阶跃响应信号
	SwingOsc	秋千振荡动能-时间曲线
	TV	电视信号
	Voice	语音信号
数学 Maths (27 种)	Airy	Airy 函数
	Besselj	第 I 类贝塞尔函数
	Besselk	Besselk 函数
	Bessely	第 II 类贝塞尔函数
	Cauchy	柯西分布
	Cubic	立方函数
	Dirichlet	狄利克雷函数
	Erf	误差函数
	Erfc	补余误差函数
	ErfcInv	反补余误差函数
	ErfInv	反误差函数
	ExpFall	指数下降函数
	ExpRise	指数上升函数
	GammaLn	伽玛函数的自然对数
	Gauss	高斯分布, 或称正态分布
	HaverSine	半正矢函数
	Laguerre	四次拉盖尔多项式
	Laplace	拉普拉斯分布
	Legend	五次勒让德多项式

	Log	以 10 为底的对数函数
	LogNormal	对数正态分布
	Lorentz	洛伦兹函数
	Maxwell	麦克斯韦分布
	Rayleigh	瑞利分布
	Versiera	箕舌线
	Weibull	韦伯分布
	ARB_X2	平方函数
分段调制 SectMod (5 种)	AM	正弦分段调幅波
	FM	正弦分段调频波
	PFM	脉冲分段调频波
	PM	正弦分段调相波
	PWM	脉宽分段调频波
生物电 Bioelect (6 种)	Cardiac	心电信号
	EOG	眼电图
	EEG	脑电图
	EMG	肌电图
	Pulseilogram	常人脉搏曲线
	ResSpeed	常人呼气流速曲线
医疗 Medical (4 种)	LFPulse	低频脉冲电疗波形
	Tens1	神经电刺激疗法波形 1
	Tens2	神经电刺激疗法波形 2
	Tens3	神经电刺激疗法波形 3
标准 Standard (17 种)	Ignition	汽车内燃机点火波形
	ISO16750-2 SP	具有振荡的汽车启动剖面图
	ISO16750-2 Starting1	启动导致的汽车电压波形 1
	ISO16750-2 Starting2	启动导致的汽车电压波形 2
	ISO16750-2 Starting3	启动导致的汽车电压波形 3
	ISO16750-2 Starting4	启动导致的汽车电压波形 4
	ISO16750-2 VR	重新设置时, 汽车的工作电压剖面图
	ISO7637-2 TP1	由于切断电源导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP2A	由于配线中的电感导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP2B	由于启动转换关闭导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP3A	由于转换导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP3B	由于转换导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP4	启动过程中的汽车工作剖面图
	ISO7637-2 TP5A	由于切断电池电源导致的汽车瞬变现象
	ISO7637-2 TP5B	由于切断电池电源导致的汽车瞬变现象
	SCR	SCR 烧结温度发布图
	Surge	浪涌信号
三角函数 Trigonome	Cosh	双曲余弦

(21 种)	CosInt	余弦积分
	Cot	余切函数
	CotHCon	凹陷的双曲余切
	CotHPro	凸起的双曲余切
	CscCon	凹陷的余割
	CscPro	凸起的余割
	CotH	双曲余切
	CschCon	凹陷的双曲余割
	CschPro	凸起的双曲余割
	RecipCon	凹陷的倒数
	RecipPro	凸起的倒数
	SecCon	凹陷的正割
	SecPro	凸起的正割
	SecH	双曲正割
	Sinc	Sinc 函数
	SinH	双曲正弦
	SinInt	正弦积分
	Sqrt	平方根函数
	Tan	正切函数
TanH	双曲正切	
反三角 AntiTrigonome (17 种)	ACos	反余弦函数
	ACosH	反双曲余弦函数
	ACotCon	凹陷的反余切函数
	ACotPro	凸起反余切函数
	ACotHCon	凹陷的反双曲余切函数
	ACotHPro	凸起反双曲余切函数
	ACscCon	凹陷的反余割函数
	ACscPro	凸起反余割函数
	ACschCon	凹陷的反双曲余割函数
	ACschPro	凸起反双曲余割函数
	ASecCon	凹陷的反正割函数
	ASecPro	凸起的反正割函数
	ASecH	反双曲正割函数
	ASin	反正弦函数
	ASinH	反双曲正弦函数
	ATan	反正切函数
	ATanH	反双曲正切函数
噪声 (6 种)	NoiseBlue	蓝噪声
	NoiseBrown	褐色噪声 (红噪声)
	NoiseGray	灰色噪声
	NoisePink	粉红噪声
	NoisePurple	紫噪声
	Noisewhite	白噪声
窗函数 Window (17 种)	Bartlett	巴特利特窗
	BarthannWin	修正的巴特利特窗
	Blackman	布莱克曼窗
	BlackmanH	BlackmanH 窗
	BohmanWin	BohmanWin 窗
	Boxcar	矩形窗
	ChebWin	切比雪夫窗

	GaussWin	高斯窗
	FlatTopWin	平顶窗
	Hamming	汉明窗
	Hanning	汉宁窗
	Kaiser	凯塞窗
	NuttallWin	最小四项布莱克曼-哈里斯窗
	ParzenWin	Parzen 窗
	TaylorWin	Taylor 窗
	Triang	三角窗, 也称 Fejer 窗
	TukeyWin	Tukey 窗
复数小波 Complex Wavelets (7 种)	Complex Frequency B-spline	复 Frequency B-spline 函数
	Complex Gaussian	复高斯函数
	Complex Morlet	复 Morlet 小波
	Complex Shannon	复香农函数
	Mexican hat	墨西哥帽小波
	Meyer	Meyer 小波
	Morlet	Morlet 小波
其它 Other (3 种)	ABA_1_1	
	ABA_1_2	
	ALT_03	
	ALT_04	
	ALT_05	
	AUDIO	
	circle	圆形调制
	COIL_2_1	
	COIL_2_2	
	DC_04	
	diamond	菱形调制
	ECT_1_2	
	EGR_2	
	EGR_3_2	
	EST_03_2	
	Heart	心形调制
	IAC_1_1	
	INJ_1_1	
	INJ_2	
	INJ_3	
	INJ_4	
	INJ_5_6	
	INJ_7	
	KS_1_1	
	MAF_1_1	
	MAF_1_2	
	MAF_5_3	
	MAP_1_1	
	MAP_1_2	
	MC_3	
	Mexican hat	墨西哥帽小波
	O2PROPA1	
O2PROPA2		

	O2SNAP	
	STAR02_1	
	TPS_1_1	
	TPS_1_2	
	UNIT	语音片段

3.4.4 创建和编辑任意波形

通过强大的上位机软件来创建和编辑复杂的任意波形（可以任意幅度，任意形状），具体操作请参见《UTG9000T 任意波形编辑软件操作手册》，创建好的任意波形可以导入函数/任意波形发生器。

3.5 输出数字协议

信号发生器能输出 IIC、SPI、UART、(TTL) 三种类型的协议编码。支持连续时间的发送和手动发送。不同协议模式下，可以设置相应的协议参数。打开数字协议后，通过前面板的通道输出接口输出相应的信号。

3.5.1 SPI 协议

在 SPI 协议模式下，可以配置函数/任意波形发生器生成参数可配置的 SPI 协议信号。

选择SPI

依次触摸 **Utility** → **数字协议** → **SPI**，启用 SPI 功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置的 SPI 模式输出协议信号



设置时钟

SPI 的发送时钟可以根据用户需求进行设置。在 SPI 模式下，触摸**时钟**的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。时钟范围为 1Hz~50MHz。

设置数据格式

SPI 的数据格式可以根据用户需求进行设置，可以设置为十六进制或字符。在 SPI 模式下，触摸**数据格式**的选项进行选择。

设置数据

可以根据需求设置不同的比特位数，触摸 SPI 右侧数据输入框，弹出如下图所示：



根据实际情况选择输入数据，输入后回车，完成数据输入。

设置发送方式

发送可以设置为自动发送和手动发送两种模式。在自动发送状态下，仪器在一定时间长度内发送一次所设置的协议编码；在手动模式下，在用户按下发送键后，仪器每次发送一次所设置的协议信号。

1) 自动发送

触摸 **发送方式** 选项，选择发送方式为自动（默认为自动）。打开输出后协议信号自动连续的从通道接口输出波形。

2) 手动发送

触摸 **发送方式** 选项，选择发送方式为手动（默认为自动）。此时触摸数据右侧的 **发送**，仪器将输出一次所设波形。

设置间隔时间

如果发送方式为自动，则根据实际情况设定数据发送的间隔时间。如需设置，触摸 **间隔时间** 的时间数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。间隔时间设置范围：20ns~1000s。

综合实例

首先让仪器工作于 SPI 模式，然后设置仪器输出数据设置为十六进制 13、21、34、55、89，时钟为 15kHz，每隔 5ms 发送一次。具体步骤如下：

1) 启用 SPI 功能

依次触摸 **Utility** → **数字协议** → **SPI** 。



2) 设置数据参数

触摸**时钟**的频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 15kHz。

触摸**时间间隔**的数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 5ms。

触摸数据输入框，弹出对话框后输入 13、21、34、55、89。



3) 打开输出

触摸**关闭**，输出变为打开，CH2 为 SPI-SCLK，CH3 为 SPI-CS，CH4 为 SPI-MOSI。如下图所示：



3.5.2 IIC 协议

在 IIC 协议模式下，可以配置函数/任意波形发生器生成参数可配置的协议信号。

选择 IIC

依次触摸 **Utility** → **数字协议** → **IIC**，启用 IIC 功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置的 IIC 模式输出协议信号。



设置时钟

IIC 的发送时钟可以根据用户需求进行设置。在 IIC 模式下，触摸**时钟**的频率数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。时钟范围为 1Hz~50MHz。

设置数据格式

IIC 的数据格式可以根据用户需求进行设置，可以设置为十六进制或字符。在 IIC 模式下，触摸**数据格式**的选项进行选择。

设置数据

可以根据需求设置不同的比特位数，触摸 IIC 右侧数据输入框，弹出如下图所示：



设置发送方式

请参考 3.5.1 章节的“[设置发送方式](#)”

设置间隔时间

如果发送方式为自动，则根据实际情况设定数据发送的间隔时间。如需设置，触摸**间隔时间**的时间数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。间隔时间设置范围：20ns~1000s。

综合实例

首先让仪器工作于 IIC 模式，然后设置仪器输出地址为 10 位，值为 65，IIC 时钟信号为 500kHz，数据设置为十进制 17、19、23、29、31，每隔 5ms 发送一次。具体步骤如下：

1) 启动 IIC 功能

依次触摸 **Utility** → **数字协议** → **SPI** 。



2) 设置数据参数

触摸**时钟**的频率数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 15kHz。

触摸**时间间隔**的数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 5ms。

触摸数据输入框，弹出对话框后输入 7、19、23、29、31。

3) 打开输出

触摸**关闭**，输出变为打开，CH3 为 IIC-SCL，CH4 为 IIC-SDA。如下图所示：



3.5.3 UART 协议

在 UART 协议模式下，可以配置函数/任意波形发生器生成参数可配置的串口协议信号。

选择UART

依次触摸 **Utility** → **数字协议** → **UART**，启用 UART 功能后，UTG9000T 函数/任意波形发生器将以当前设置的 UART 模式输出协议信号。

设置波特率

UART 的波特率可以根据用户需求进行设置。在 UART 模式下，触摸**波特率**的数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值，然后选择单位即可。波特率范围为 1-1000000。

设置数据格式

UART 的数据格式可以根据用户需求进行设置，可以设置为十六进制或字符。在 UART 模式下，触摸**数据格式**的选项进行选择

设置数据

可以根据需求设置不同的比特位数，触摸 UART 右侧数据输入框，弹出如下图所示：



设置发送方式

请参考 3.5.1 章节的“[设置发送方式](#)”

选择波特率

在选择 UART 后，默认波特率为 115200。要设置波特率请在选择协议后利用多功能旋钮和方向键的配合进行此参数设置或者触摸**波特率**的数字，弹出虚拟键盘，再输入所需数值即可。

设置数据位

可以根据需求设置不同的比特位数，UART 模式下，数据为有 4、5、6、7 和 8，默认为 8 位。要设置波特率请在选择协议后利用多功能旋钮和方向键的配合进行此参数设置或者触摸**数据位**的数字，选择所需位数即可。

设置停止位

在 UART 协议下，可以设置不同的停止位宽。触摸**停止位**的停止位宽，可以设置为 1 位、2 位，默认为 1 位。

设置校验位

在 UART 协议下，可以设置校验模式。触摸**奇偶校验**的校验模式，可以设置为无校验、奇校验、偶校验，默认为无校验。

综合实例

首先让仪器工作于 UART 模式，然后设置仪器输出波特率为 4800，数据位为 8 位，数据设置为十六进制 5、20、13、14，设置校验为奇校验，一位停止位，每隔 2ms 发送一次。具体步骤如下：

1) 启动 IIC 功能

依次触摸 **Utility** → **数字协议** → **UART**。



2) 设置数据参数

触摸**波特率**的数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 4800。

触摸**数据位**的数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 8 位。

触摸数据输入框，弹出对话框后输入 5、20、13、14。

触摸**校验**的选择框，选择奇校验。

触摸**时间间隔**的数字，弹出虚拟键盘，使用虚拟键盘输入 2ms。

数据格式和停止位使用默认值。



3) 打开输出

触摸 **关闭**, 输出变为打开, CH4 为 UART-TX。如下图所示:



第四章 故障处理

下面列举了 UTG9000T 在使用过程中可能出现的故障及排查方法。当您遇到这些故障时，请按照相应的步骤进行处理，如不能处理，请与经销此产品的经销商或当地办事处联系，同时请提供您机器的设备信息（获取方法：依次触摸 **Utility** → **System**）。

4.1 屏幕无显示（黑屏）

如果按下前面板电源开关信号发生器仍然黑屏，没有任何显示

- 1) 检查电源是否接好。
- 2) 检查后面板的电源开关是否接好和置“1”。
- 3) 前面板的电源开关是否接好。
- 4) 重新启动仪器。
- 5) 如果仍然无法正常使用本产品，请与经销商或当地办事处联系，让我们为您服务。

4.2 无波形输出

设置正确但没有波形输出

- 1) 检查 BNC 电缆与通道输出端是否正确连接。
- 2) 检查按键 **CH1**、**CH2**、**CH3** 或 **CH4** 是否打开。
- 3) 将仪器当前设置保存到 U 盘后“恢复出厂设置”，然后重新启动仪器。
- 4) 如果仍然无法正常使用本产品，请与经销商或当地办事处联系，让我们为您服务。

4.3 不能正确识别 U 盘

- 1) 检查 U 盘设备是否可以正常工作。
- 2) 确保使用的是 Flash 型 U 盘设备，本仪器不支持硬盘型 U 盘设备。
- 3) 重新启动仪器，再次插入 U 盘是否能正常工作。
- 4) 如果仍然不能正确识别 U 盘，请与经销商或当地办事处联系，让我们为您服务。

第五章 服务和支持

5.1 产品程序升级

用户通过 UNI-T 公司市场部或公司网站两种途径获得程序升级包后，利用函数/任意波形发生器内嵌的程序升级系统对当前函数/任意波形发生器的程序进行升级，以确保当前函数/任意波形发生器的程序为 UNI-T 公司最新发布的程序版本。

1. 拥有一台 UNI-T 公司生产的 UTG9000T 系列函数/任意波形发生器，并通过依次触摸 **Utility** → **System** → 获取当前函数/任意波形发生器的型号、硬件版本、软件版本信息。

2. 通过 UNI-T 公司的网站或市场部获得与待升级函数/任意波形发生器的型号相同的程序文件及升级说明文件，按照升级说明文件中的步骤进行升级。

5.2 联系我们

如您在使用此产品的过程中有任何不便之处，在中国大陆可直接和优利德科技(中国)股份有限公司 (UNI-T, Inc.) 联系：

北京时间上午八时至下午五时三十分，星期一至星期五或者通过电子邮件与我们联系。我们的邮件地址是：

infosh@uni-trend.com.cn

中国大陆以外地区的产品支持，请与当地的UNI-T经销商或销售中心联系。

服务支持UNI-T的许多产品都有延长保证期和校准期的计划供选择，请与当地的UNI-T经销商或销售中心联系。

欲获得各地服务中心的地址列表，请访问我们的网站。网址：<http://www.uni-trend.com.cn>

附录 A：出厂重置状态

参数	出厂默认值
通道参数	
当前基波	正弦波
输出负载	高阻
通道合并	关
通道耦合	关
同步输出	关
通道输出	关
通道输出反相	关
幅度限制	关
幅度上限	+1V
幅度下限	-1V
基本波	
频率	1kHz
幅度	100mVpp
直流偏移	0mV
起始相位	0°
方波占空比	50%
斜波对称度	50%
脉冲波占空比	50%
脉冲波上升沿	1ns
脉冲波下降沿	1ns
任意波	
内建任意波	ACos
模式	DDS
AM 调制	
调制源	内部
调制波	正弦波
调制频率	100Hz
调制深度	100%
FM 调制	
调制源	内部
调制波	正弦波
调制频率	100Hz
频偏	1kHz
PM 调制	
调制源	内部
调制波	正弦波
调相频率	100Hz
相偏	180°

PWM 调制	
调制源	内部
调制波	脉冲波
调制频率	100Hz
占空比偏差	49.999825%
ASK 调制	
调制源	内部
ASK 速率	100Hz
FSK 调制	
调制源	内部
FSK 速率	100Hz
跳跃频率	100kHz
PSK 调制	
调制源	内部
PSK 速率	100Hz
PSK 相位	0°
BPSK 调制	
基波	正弦
调制源	PN3
相位	0°
相位 1	90°
位率	100bps
QPSK 调制	
基波	正弦
码元	PN3
位率	100bps
相位 1	0°
相位 2	90°
相位 3	180°
相位 4	270°
OSK 调制	
调制源	内部
振荡时间	2ms
OSK 速率	100Hz
DSB-AM 调制	
调制源	内部
调制波	正弦波
调制频率	100Hz
调制深度	100%

QAM 调制	
星座图	QAM4
编码方式	PN3
QAM 速率	100bps
SUM 调制	
调制源	内部
调制波	正弦
调制频率	100Hz
调制深度	100%
扫频	
扫频类型	线性
起始频率	1kHz
停止频率	1MHz
扫频时间	10ms
触发源	内部
触发输出	关
脉冲串	
脉冲串模式	N 周期
起始相位	0°
触发周期（脉冲串周期）	5ms
循环数	2 个
门控极性	正极性
触发源	内部
触发输出	关
系统参数	
IP 类型	DHCP
时钟源	内部
时钟输出	关
蜂鸣器声音	开
数字分隔符	,
背光	100%
语言*	取决于出厂设置

附录 B：保养和清洁维护

一般保养

- 请勿把仪器储存或放置在液晶显示器会长时间受到直接日照的地方。
- 为避免损坏仪器或连接线，请勿将其置于雾气、液体或溶剂中。

清洁维护

- 请根据使用情况经常对仪器进行清洁。
- 先断开电源，然后用潮湿但不滴水的软布（可使用柔和的清洁剂或清水擦拭仪器外部的浮尘，不要使用含苯，甲苯，二甲苯和丙酮等烈性物质的化学药品或清洁剂）。
- 清洁带有液晶显示屏的仪器时，请注意不要划伤 LCD 保护屏。
- 请勿使任何腐蚀性的液体沾到仪器上，以免损坏仪器。

警告：在重新通电使用前，请确认仪器已经干透，避免因水分造成电气短路甚至人身伤害。

附录 C：中英文菜单对照表

中文菜单			English Menu		
	类型	参数		Type	Params
波形	正弦波	频率/周期	Wave	Sine	Freq/Period
		幅度/高电平			Amp/High
		直流偏移/低电平			Offset/Low
		相位			Phase
	方波	频率/周期		Freq/Period	
		幅度/高电平		Amp/High	
		直流偏移/低电平		Offset/Low	
		相位		Phase	
		占空比		DutyCycle	
	斜波	频率/周期		Freq/Period	
		幅度/高电平		Amp/High	
		直流偏移/低电平		Offset/Low	
		相位		Phase	
		对称度		Symmetry	
	脉冲波	频率/周期		Freq/Period	
		幅度/高电平		Amp/High	
		直流偏移/低电平		Offset/Low	
		相位		Phase	
		占空比		DutyCycle	
		上升沿		LeadEdge	
		下降沿		TailEdge	
	任意波	播放模式		PlayMode	
		选择任意波		ArbSel	
		频率/周期		Freq/Period	
		幅度/高电平		Amp/High	
		直流偏移/低电平		Offset/Low	
		相位		Phase	
	噪声	幅度/高电平		Amp/High	
		直流偏移/低电平		Offset/Low	
	谐波	频率/周期		Freq/Period	
幅度		Amp/High			

		直流偏移			Offset/Low
		相位			Phase
		类型			Type
		谐波总数			Order
		谐波次数			Sn Num
		谐波幅度			Sn Amp
		谐波相位			Sn Phase
	表达式	变量开始值		Exp Start	
		变量结束值		Exp End	
		表达式		Exp Str	
		频率/周期		Freq/Period	
		幅度/高电平		Amp/High	
		直流偏移/低电平		Offset/Low	
直流	相位	Phase			
	直流偏移	DC	Offset		
调制	调幅	调制源	Mod	AM	Source
		调制波			Shape
		调制频率			ModFreq
		调制深度			Depth
	调频	调制源		FM	Source
		调制波			Shape
		调制频率			ModFreq
		频偏			FreqDev
	调相	调制源		PM	Source
		调制波			Shape
		调制频率			ModFreq
		相偏			PhaseDev
	幅移键控	调制源		ASK	Source
		速率			Rate
	频移键控	调制源		FSK	Source
		基波频率			CarrierFreq
		跳跃频率			HopFreq
		速率			Rate
	相移键控	调制源		PSK	Source
		速率			Rate

	双相移键控	相位		BPSK	Phase
		调制源			Source
		速率			Rate
		相位1			Phase1
	四相移键控	相位2		Phase2	
		调制源		Source	
		速率		Rate	
		相位1		Phase1	
		相位2		Phase2	
		相位3		Phase3	
	震荡键控	相位4		Phase4	
		调制源		Source	
		震荡时间		OscTime	
	总和调制	速率		Rate	
		调制源		Source	
		调制波		ModWave	
		调制频率		ModFreq	
	双边带调幅	调制深度		Depth	
		调制源		Source	
		调制波		ModWave	
	正交调制	调制源		Source	
		调制波		ModWave	
		调制频率		ModFreq	
	脉宽调制	调制源		Source	
调制波		ModWave			
调制频率		ModFreq			
占空比偏差		DutyDev			
扫频	线性/对数	起始频率	Sweep	Line/Log	StartFreq
		停止频率			StopFreq
		扫频时间			Sweeptime
		触发源			TrigSrc
		触发输出			TrigOut
		触发沿			TrigEdge
脉冲串	N-循环	起始相位	Burst	NCyc	StartPhase

		猝发（脉冲串）周期			Period
		循环数			Cycles
		触发源			Source
		触发输出			TrigOut
		触发沿			TrigEdge
	门控	起始相位		Gated	StartPhase
		极性			Polarity
	无限	起始相位		Infinite	Phase
		触发源			Source
		触发输出			TrigOut
		触发沿			TrigEdge
	通道一/二设置	通道一/二输出		CH1/CH2 Setting	CH1/CH2 Output
反相		Inversion			
负载		Load			
同步输出		Sync			
通道合并		CH1merge			
通道复制		CH Copy			
幅度限制		Amp Limit			
幅度上限		Upper			
幅度下限		Lower			
网络设置 频率计	获取方式	LAN Config Counter	IP Type		
	IP地址		IP		
	子网掩码		Mask		
	网关		Gateway		
	物理地址		Mac		
系统	语言	System	Language		
	时钟源		Clk Source		
	时钟输出		ClkOut		
	声音		Beep		
	数字分隔符		NumFormat		
	背光		BackLight		
	载入设置		Load Setting		
	保存设置		Save Setting		
	任意波管理		Arb Manage		
	软件升级		Software		

		帮助			Help
		关于			About
基波参数			Carrier		
返回			Return		

本说明书内容如有变更，恕不另行通知

优利德®

优利德科技(中国)股份有限公司

地址：广东省东莞市松山湖园区工业北一路6号

电话：(86-769) 8572 3888

邮编：523 808

<http://www.uni-trend.com.cn>