
操作
手册

FG410/FG420
任意波形函数发生器
操作手册(基础篇)

产品注册

感谢您购买YOKOGAWA产品。

YOKOGAWA将为注册客户提供各种产品信息和服务。
请从横河公司首页完成产品注册，让我们为您提供最完善的服务。

<http://tmi.yokogawa.com/>

前言

感谢您购买FG410/FG420任意波形函数发生器。
为确保安全和正确使用本仪器，请先阅读以下安全注意事项。

●本手册中的标记

本手册使用了以下标记。请务必遵守这些标记及其内容，以保证操作人员的安全，并避免损坏仪器。



警告

此标记提示操作人员应避免发生触电等危险，这些危险可能会危及生命，或者在操作仪器时让操作人员受伤。



注意

此标记提示操作人员应避免在操作时损坏仪器。

●关于手册

本手册重点介绍 FG410/FG420 的使用注意事项、基本操作和规格。

为确保正确使用，请在开始操作之前充分阅读本手册。请将本手册存放在安全的地方，以便在出现问题时能快速参考。

包括本手册在内，以下八本手册将作为 CA310/CA320/CA330 的使用手册。

请阅读所有手册。

手册标题	手册编号	说明
FG410/FG420 任意波形/函数发生器用户手册 (基础)	IM FG410-01EN	本手册。介绍 FG410/FG420 的使用注意事项和基本操作，并提供规格列表。
FG410/FG420 任意波形/函数发生器用户手册 (应用)	IM FG410-02EN	介绍除通信功能以外的所有 FG410/FG420 功能及其使用方法。
FG410/FG420 任意波形/函数发生器通信接口用户手册	IM FG410-17EN	介绍与使用通信指令控制 FG410/FG420 相关的功能。
FG410/FG420 任意波形编辑器用户手册	IM FG410-61EN	介绍任意波形编辑器功能及其使用方法。
FG410/FG420 序列编辑软件用户手册	IM FG410-62EN	介绍序列编辑软件功能及其使用方法。
FG410/FG420 LabVIEW 驱动程序软件用户手册	IM FG410-63EN	介绍 LabVIEW 驱动程序软件功能及其使用方法。
FG410/FG420 传输与输出 DLM/DL/SL 系列波形数据	IM FG410-64EN	介绍如何将使用 DLM/DL/SL 系列仪器获取的波形数据传输到 FG410/FG420，并用于生成任意波形。
FG410/FG420 任意波形/函数发生器	IM FG410-92Z1	中文版

后续页有Yokogawa全球办事处联络信息。

手册编号	说明
PIM113-01Z2	全球联络表

●操作手册包含以下内容

FG410/FG420操作手册分两部分，分别是基础篇和应用篇。远程控制(GPIB和USB)部分将在其他手册中说明。初次阅读时，请从基础篇"1. 概述"开始。

基础篇

1. 概述

简要介绍并说明FG410/FG420的功能和简要操作原理。

2. 使用前的准备

介绍使用FG410/FG420之前要做的准备事项，从安装到连接电源。

3. 面板和I/O端子

介绍面板上的开关和I/O端子的功能和操作。

4. 基本操作

介绍如何使用基本功能。

5. 保存和调出设置

介绍如何保存和调出设置。

6. 初始设置列表

介绍初始设置。

7. 规格

列出FG410/FG420的规格(功能和性能)

8. 建议更换零件

建议更换零件列表

应用篇

1. 参数可变波形的详情

介绍参数可变波形的每个参数的意思以及波形实例。

2. 创建任意波形

介绍如何从面板输入和编辑任意波形。

3. 两通道机型的用法(仅限FG420)

介绍如何同时操作两个通道。

4. 多台同步

介绍如何通过连接多台仪器建立多相振荡器。

5. 使用外部频率参考源

介绍如何使用外部频率参考源。

6. 使用序列振荡

介绍如何设置和操作序列振荡。

7. 使用用户自定义单位

介绍用户可以自己定义的单位。

8. 其他工具设置

介绍如何设置显示和操作详情。

9. 查找故障

介绍出错信息以及如何解决问题。

10. 维护

介绍操作检查和性能测试的方法。

安全注意事项

为确保安全操作，请务必遵守以下警告和注意事项。

Yokogawa Test & Measurement Corporation对因未能遵守这些警告和注意事项而造成的损失不承担任何责任。

本仪器是符合JIS和IEC绝缘标准的I类产品(带有保护导线端子)。

●使用目的

FG410/FG420用于输出正弦波、矩形波以及其他类型的电压波形。请勿将FG410/FG420用于其他目的。

●检查外观

如果本仪器外观有问题，请勿使用。

●务必遵守本手册的内容

本手册包含了与安全操作及仪器用法的相关信息。

使用仪器前，请务必先阅读本手册。

应注意本手册中所有的警告信息，防止发生可能导致重大事故的危害。

●仪器必须接地

本仪器采用了线路滤波器，接地后才能防止触电。

为了防止触电，必须安全地实现接地，接地电阻应为100Ω或更低。

将3孔电源插头插到带有保护接地接点的3孔电源插座后，FG410/FG420将自动接地。

●检查电源电压

本仪器在操作手册(基础篇)"2.3 接地和电源连接"中描述的电源电压下运行。

连接电源之前，请先确认插座的电压与本仪器的额定电源是否符合。

●如果遇到异常现象

本仪器如果冒烟、发出异味或异常声响，请立即关闭电源并停止使用。

如果出现此类异常情况，修复前请勿操作仪器，应立即与横河公司联系。

●请勿在易燃易爆环境里操作本仪器

在有易燃易爆气体的环境里操作本仪器将导致爆炸或其他类似的危险。

●请勿拆卸外壳

本仪器内部有高压部件，请勿拆卸外壳。

万一需要检查仪器内部部件，请勿直接接触。只有横河公司的维修人员才可以拆卸仪器外壳。

●请勿改造本仪器

禁止改造本仪器。否则，可能会导致发生新的危险，并且横河公司将拒绝修理改造后的仪器。

●在适合的场所放置或使用仪器

- 本仪器为室内使用仪器，请勿放置于户外或在户外操作。
- 请将仪器放在发生异常或危险时能立即拔下电源的场所。

●安全标记

仪器上或操作手册中使用的安全标记的意义如下所示。



操作手册参考标记

此标记表示此处有潜在的危險或需要参考操作手册。



触电危险标记

此标记表示此处有在特定的条件下有触电的风险。



警告标记

此标记提醒操作人员在操作仪器时应避免危及性命或伤害身体，并注明相关信息。



注意标记

此标记提醒操作人员在操作仪器时应避免损坏仪器，并注明相关信息。

●其他标记



此标记表示连接器的外部导体连接在机箱上。



此标记表示连接器的外部导体连接在机箱上。

但是，为了确保安全，与接地电位之间的电位差应限制在42Vpk或以下。

(本仪器使用时应接地，因此机箱电位等于接地电位。)

●废弃处理

为了环保，请通过专业工业废弃物承包商来处理本仪器。本仪器不使用蓄电池。

废弃电子电气设备指令



废弃电子电气设备指令(WEEE)

(该指令仅适用于欧盟各国)

本仪器符合WEEE指令的标识要求。此标识表示不能将本电子电气设备当作一般家庭废弃物处理。

产品类别

根据 WEEE 指令中的设备类型，本产品归类为“监视和控制仪器”产品。

请勿按照家庭废弃物进行处理。在欧盟各国境内废弃本仪器时，请联络当地的横河欧洲办事处。

欧洲经济区授权代表

Yokogawa Europe B.V.是 Yokogawa Test & Measurement Corporation 在欧洲经济区内的本产品授权代表。若要联系 Yokogawa Europe B.V.，请另行参阅全球联络表 PIM 113-01Z2。

目录

前言	I
安全注意事项	III
废弃电子电气设备指令	V
欧洲经济区授权代表	V
目录	VI
图表	IX
1. 概述	1
1.1 特点	1
1.2 操作原理	2
2. 使用前的准备	4
2.1 使用前的检查	4
2.2 放置	6
2.3 接地和电源连接	7
2.4 校准	8
3. 面板和I/O端子	9
3.1 面板各部分名称及操作	9
3.1.1 FG410前面板	9
3.1.2 FG410后面板	10
3.1.3 FG420前面板	11
3.1.4 FG420后面板	12
3.2 I/O端子	13
3.2.1 波形输出(FCTN OUT)	13
3.2.2 同步/分步输出(SYNC/SUB OUT)	14
3.2.3 外部调制/加法运算输入(MOD/ADD IN)	15
3.2.4 外部触发输入(TRIG IN)	15
3.2.5 外部10MHz频率参考输入(10MHz REF IN)	16
3.2.6 频率参考输出(REF OUT)	17
3.2.7 多功能I/O(MULTI I/O)	17
3.3 浮点接地连接时的注意事项	20
4. 基本操作	22
4.1 开关机和设置恢复	22
4.1.1 开关机方法	22
4.1.2 开机时的设置恢复	23
4.2 屏幕构成和操作方法	26
4.2.1 屏幕构成	26
4.2.2 用标签切换显示格式(显示波形图表)	28
4.2.3 主菜单	30
4.3 基本设置方法和操作方法	31
4.3.1 更改频率、振幅等数值	31
4.3.2 更改波形和振荡模式	33

4.3.3 用快捷键更改基本参数	34
4.3.4 ENTER键、CANCEL键和UNDO键操作	35
4.3.5 更改显示单位	36
4.3.6 CH1/CH2切换键和激活通道(仅限FG420)	38
4.3.7 Utility画面可以执行的操作	39
4.3.8 返回初始设置	41
4.3.9 打开/关闭输出	41
4.4 主要项目的设置方法	43
4.4.1 连续振荡模式下的文本显示画面构成	43
4.4.2 设置振荡模式	43
4.4.3 设置波形	44
4.4.4 设置频率	44
4.4.5 用周期设置	45
4.4.6 设置相位	45
4.4.7 设置振幅	48
4.4.8 设置DC偏置	50
4.4.9 用高低限值设置输出电平	51
4.4.10 设置波形极性和振幅范围	52
4.4.11 如何使用输出电压的自动量程/量程保持	54
4.4.12 设置负载阻抗	55
4.4.13 添加外部信号	56
4.4.14 设置方波占空比	58
4.4.15 设置脉冲波的脉宽和前沿/后沿时间	60
4.4.16 设置锯齿波对称性	63
4.5 使用参数可变波形	64
4.6 使用任意波形	66
4.7 调制设置和操作	68
4.7.1 调制类型	68
4.7.2 调制设置和操作画面	69
4.7.3 共通调制设置和操作	71
4.7.4 设置FM	73
4.7.5 设置FSK	74
4.7.6 设置PM	75
4.7.7 设置PSK	76
4.7.8 设置AM	77
4.7.9 设置AM(DSB-SC)	78
4.7.10 设置DC偏置调制	79
4.7.11 设置PWM	80
4.8 扫描设置和操作	81
4.8.1 扫描类型	81
4.8.2 扫描设置和操作画面	81

4.8.3 共通扫描设置和操作	84
4.8.4 设置频率扫描	93
4.8.5 设置相位扫描	95
4.8.6 设置振幅扫描	97
4.8.7 设置DC偏置扫描	99
4.8.8 设置占空比扫描	101
4.9 突发设置和操作	103
4.9.1 突发振荡类型	103
4.9.2 自动突发	104
4.9.3 触发突发	107
4.9.4 门控振荡	111
4.9.5 触发门控振荡	116
5. 保存与调出设置	120
5.1 保存设置	120
5.2 调出设置	122
6. 初始设置列表	124
7. 规格	127
7.1 振荡模式	127
7.2 波形	127
7.2.1 标准波形	127
7.2.2 任意波形	127
7.3 频率、相位	128
7.4 输出特性	128
7.4.1 振幅	128
7.4.2 DC偏置	128
7.4.3 负载阻抗设置	129
7.4.4 波形输出	129
7.4.5 同步/分步输出	129
7.5 信号特性	129
7.5.1 正弦波	129
7.5.2 方波	130
7.5.3 脉冲波	130
7.5.4 锯齿波	131
7.5.5 参数可变波形	131
7.6 调制振荡模式	134
7.6.1 一般	134
7.6.2 调制条件	135
7.7 扫描振荡模式	136
7.7.1 一般	136
7.7.2 扫描条件	137
7.8 突发振荡模式	137

7.9 触发.....	138
7.10 序列.....	139
7.11 其他输入/输出.....	140
7.12 两通道联动操作(仅限FG420).....	141
7.13 多台同步操作.....	142
7.14 用户自定义单位.....	142
7.15 其他功能.....	143
7.16 选件.....	143
7.17 一般特性.....	143
■ 外部尺寸(FG410).....	145
■ 外部尺寸(FG420).....	146
机架安装套件尺寸.....	147
■ 英寸安装尺寸(1台).....	147
■ 英寸安装尺寸(2台).....	148
■ 毫米安装尺寸(1台).....	149
■ 毫米安装尺寸(2台).....	150
8. 建议更换零件.....	151
索引.....	152

图表

图3-1. FG410前面板.....	9
图3-2. FG410后面板.....	10
图3-3. FG420前面板.....	11
图3-4. FG420后面板.....	12
图3-5. 多功能I/O接口的Pin分配.....	18
图3-6. 浮点接地连接时的注意事项(FG410).....	21
图3-7. 浮点接地连接时的注意事项(FG420).....	21
表3-1. 同步/分步输出的可选信号.....	14
表3-2. 多功能I/O接口功能分配.....	19

1. 概述

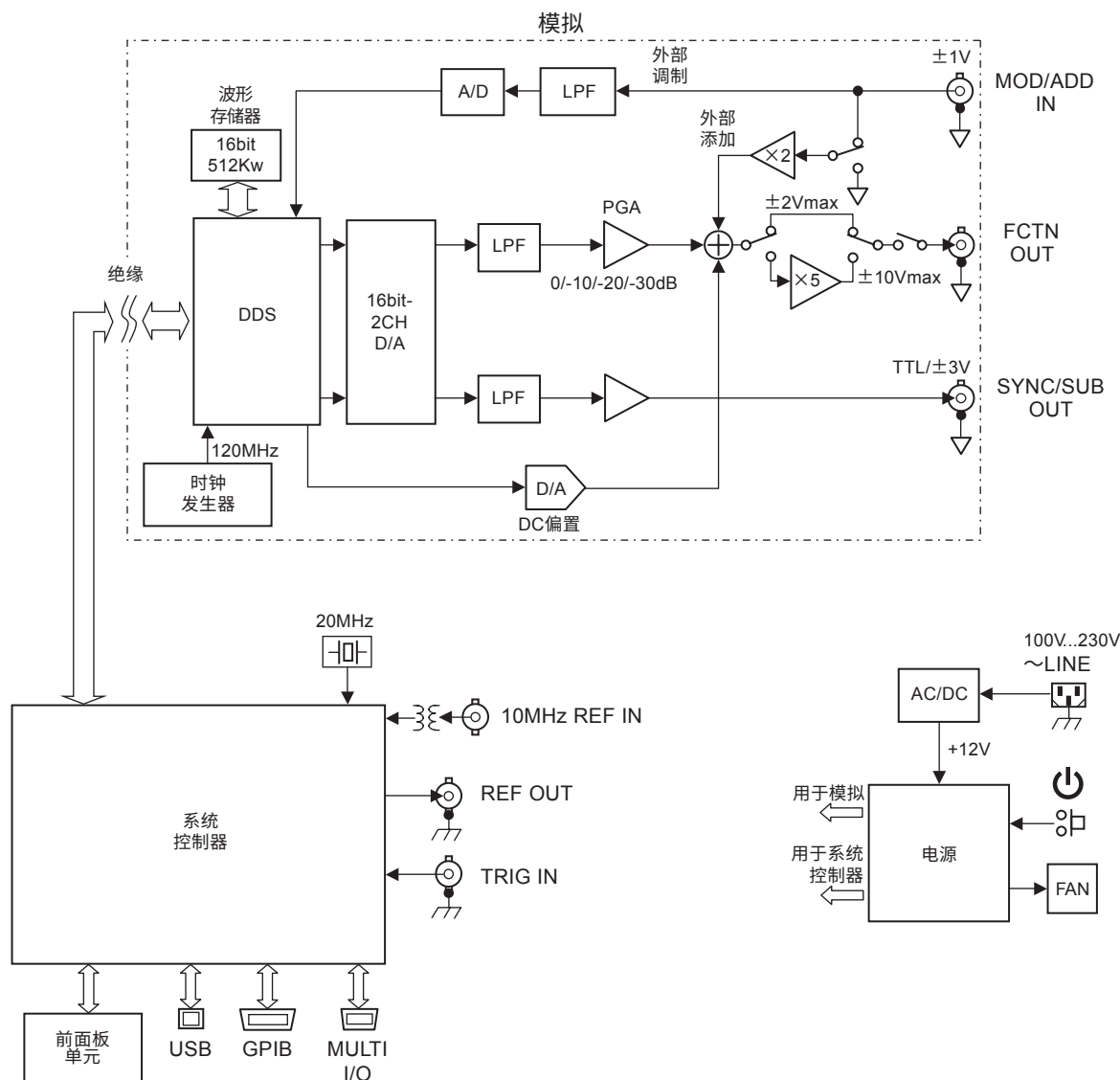
1.1 特点

FG410/FG420是基于直接数字式频率合成器(DDS)的任意波形/函数发生器。
FG410是单通道型, FG420是两通道型。

- 最高频率: 30MHz(正弦波)、15MHz(方波、脉冲波)
- 频率精度: $\pm(3\text{ppm} + 2\text{pHz})$ 、分辨率高达 $0.01\mu\text{Hz}$ 。使用10MHz外部频率参考源。
- 最大输出电压: 20Vp-p/开放、10Vp-p/50 Ω
- 大量参数可变的标准波形: 正弦波、方波(可变占空比)、脉冲波(可变脉宽/占空比、超前边沿时间、滞后边沿时间)、锯齿波(可变对称性)、CF控制正弦波(可变峰值因数)、阶梯状正弦波(可变阶跃数)、高斯脉冲(可变 σ)、 $\text{Sin}(x)/x$ (可变过零数)、指数上升/下降(可变时间常数)、衰减振荡(可变振荡频率和衰减时间常数)、脉冲浪涌(可变上升和持续时间)、梯形波(可变上升、下降和上底宽)等等
- 超大任意波形长度: 最大512K字、存储空间: 128个波形/400万字
- 频率改变或者频率扫描时, 相位和波形依然保持连续。
- 方波和脉冲波的占空比均为可变, 分辨率高达0.0001%。
- 脉冲波的超前边沿时间和滞后边沿时间可变。
- 多样化振荡模式
- 连续振荡
- 调制: FM、FSK、PM、PSK、AM、DC偏置调制、PWM
- 扫描: 频率、相位、振幅、DC偏置、占空比
- 突发振荡: 自动突发、触发突发、门控振荡、触发门控振荡
- 序列振荡: 可变波形/频率/相位/振幅/DC偏置/方波占空比、固定值/线性插值、跳转/重复/保持/分支
- 通过序列功能, 可轻松创建并修改测试波形。
与参数可变的标准波形组合以后, 可灵活创建波形。
可迅速更改频率、相位、振幅等数值并执行扫描。
- 高分辨率QVGA TFT彩色LCD屏让操作界面更直观
- 可两通道联动进行, 2相、固定频率差、固定频率比和差分输出。(仅限FG420)
- 每通道从机箱浮地, 以减少接地环路的影响。
- 将多台仪器同步后可以构建多相振荡器
- 带USB和GPIB接口
- 轻薄: 高约9cm、重约2.1kg

1.2 操作原理

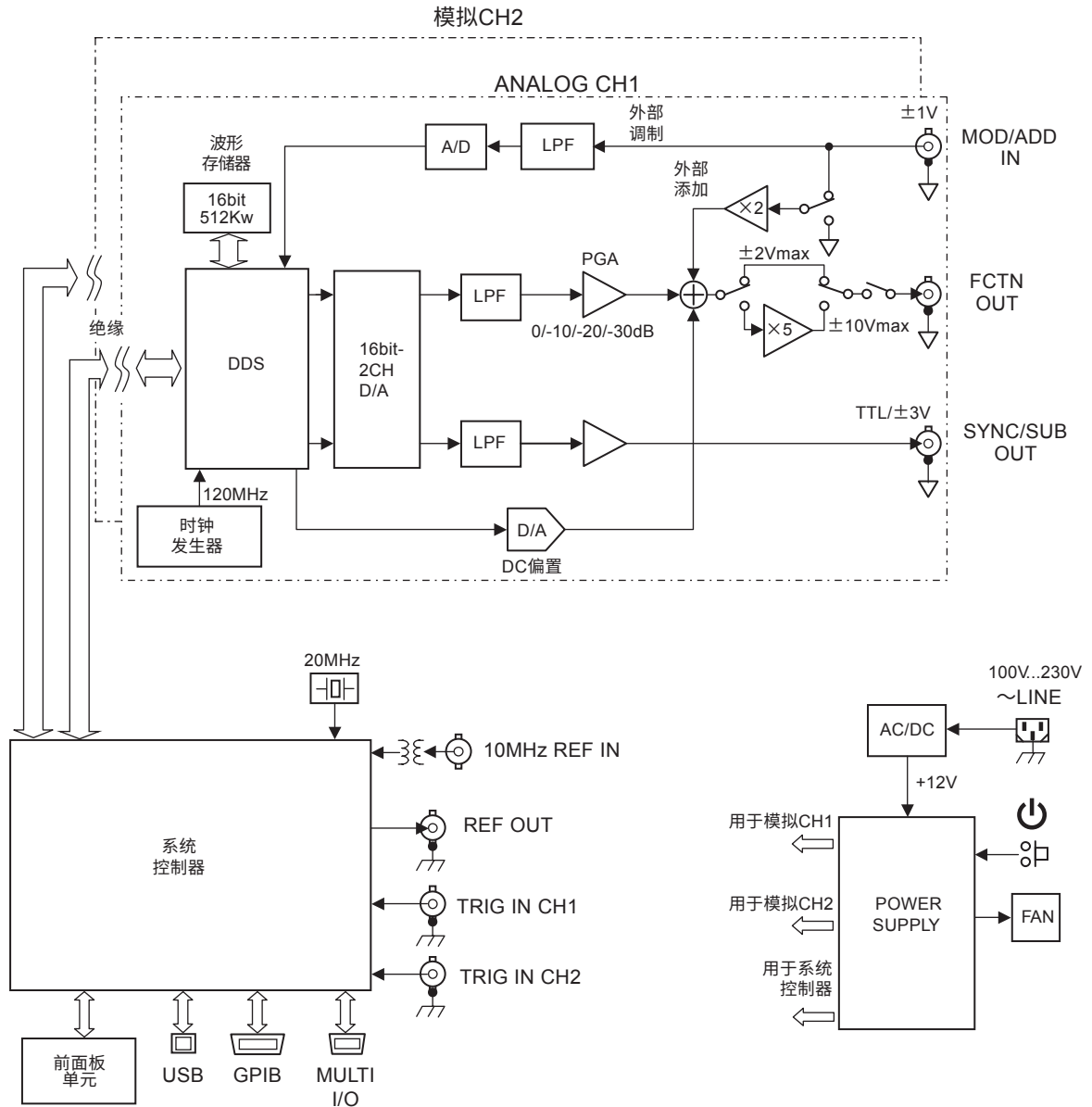
■ FG410构造图



■ 模拟部分

- DDS(直接数字频率合成器)利用120MHz的时钟输出各种振荡和波形。调制、扫描、突发和序列都在DDS内进行处理。
- DDS输出的数字波形被指定的极性(正/反)和振幅范围(-FS/0、±FS、0/+FS)控制，数字振幅调整后，信号被输入到D/A转换器(数字-模拟)。
- 被D/A转换成模拟信号的波形经由低通滤波器(LPF)后变得平滑，振幅由可编程增益放大器(PGA)控制，步进值为10dB。
- 外部加法运算信号和DC偏置被添加到PGA输出。输出电压需要超过±2V/开放时，输出将通过5倍放大器。
- 本仪器的最大输出电压为20Vp-p还是4Vp-p，取决于是否使用5倍放大器。与此联动，外部加法运算增益将为10倍或2倍。
- 外部调制信号通过LPF后经由A/D转换，最后被输入到DDS。

■ FG420构造图



- 模拟部分与机箱电位上的系统控制器绝缘。
- FG420的模拟部分有两个通道，这两个通道相互独立且与机箱电位绝缘。

■ 系统控制器部分

- 此部分对模拟部分进行控制，包括显示、面板键处理、远程控制(GPIB、USB)处理、触发输入处理、频率参考控制、DDS控制、振幅和DC偏置。
- 将20MHz的水晶振荡器用作DDS振荡器。
- 多台仪器同步信号发送到REF OUT(频率参考输出)，通道间同步(仅限FG420)信号发送到各通道的模拟部分。

■ 电源部分

- 直接连接到电源输入的AC/DC处于不断电状态。
- 利用电源开关操作对各个电源电路进行控制。

2. 使用前的准备

2.1 使用前的检查

a) 安全检查

为确保安全使用FG410/FG420，请先阅读操作手册的以下部分。

- 安全注意事项(本操作手册开始部分)
- 2.3 接地和电源连接

b) 外观和附件检查

瓦楞纸箱如有裂痕或凹陷等等，从箱内取出仪器时应仔细检查仪器是否受到影响。

打开瓦楞纸箱后，先检查箱内物品。

仪器如有裂痕或凹陷，或者附件丢失，请立即与横河公司联系。

• 型号

请查阅包装箱送货单上注明的型号名称和后缀码，确认收到的产品是否与订购的产品一致。仪器上未标明电源线后缀码。

型号	后缀	说明
FG410		任意波形/函数发生器：1通道, 30 MHz
FG420		任意波形/函数发生器：2通道, 30 MHz
电源线 ¹	-D -F -Q -R -H -N -T -B -U -Y	UL/CSA 标准电源线，最高额定电压：125 V VDE 标准电源线，最高额定电压：250 V BS 标准电源线，最高额定电压：250 V AS 标准电源线，最高额定电压：250 V GB 标准电源线，最高额定电压：250 V NBR 标准电源线，最高额定电压：250 V 台湾标准电源线，最高额定电压：125 V 印度标准电源线，最高额定电压：250 V B 型 IEC 插头电源线，最高额定电压：250 V 不含电源线。 ²

1 确保连接的电源线符合使用电源线所在国家和地区的指定标准。

2 请准备符合使用仪器所在国家或地区指定标准的电源线。

• 外观检查

检查面板、把手、接口等是否有裂痕或凹陷。

• 检查配置和附件

本仪器配有以下附件，请检查是否有缺失或伤痕。

主机	1
操作手册(基础篇IM FG410-01ZH)	1
查询 (PIM 113-01Z2)	1
FG410/FG420 任意波形/函数发生器 (IM FG410-92Z1)	1
CD(操作手册PDF版、应用软件)	1
操作手册PDF版:	
任意波形&函数发生器用户手册 (基础) .pdf	IM FG410-01ZH
任意波形&函数发生器用户手册 (应用) .pdf	IM FG410-02ZH
通信接口用户手册.pdf	IM FG410-17ZH
任意波形编辑器用户手册.pdf	IM FG410-61ZH
序列编辑软件用户手册.pdf	IM FG410-62ZH
LabVIEW 驱动程序软件用户手册.pdf	IM FG410-63ZH
传输与输出 DLM/DL/SL 系列波形数据.pdf	IM FG410-64ZH
应用软件:	
任意波形编辑软件、序列编辑软件、 LabVIEW驱动器	
电源线套装(2m、带3孔插头)	1

后缀	零件编号	规格和注释
-D	A1006WD	UL、CSA 和 PSE 标准
-F	A1009WD	VDE 标准
-Q	A1054WD	BS 标准
-R	A1024WD	AS 标准
-H	A1064WD	GB 标准
-N	A1088WD	NBR 标准
-T	A1100WD	台湾标准
-B	A1101WD	印度标准
-U	A1102WD	B 型 IEC 插头

确保所连接的电源线符合使用国家和地区的指定标准。如果后缀码为 -Y，则不含电源线。

• 切勿损坏电源线。

切勿在电源线上放置任何物品，并且电源线应远离任何热源。从电源插座拔出插头时，切勿拉扯电源线。拔电源线时，请抓住插头。如果电源线损坏，或者在电源规格不同的地方使用仪器，请购买与仪器使用地区规格相符的电源线。

警告

本仪器内部有高压部件，请勿打开外壳。

本产品的所有内部检查只能交由 Yokogawa Test & Measurement Corporation 合格的维修技术人员进行。

c) 改装

运输前改装仪器时，应使用有足够强度和容量并能承受仪器重量的包装箱，以确保仪器的安全。

d) 选件

本仪器提供以下选件，可以单独购买。

型号/零件编号	产品	说明
705928	多路输入/输出电缆线	用于扫描/顺序控制
751537-E2	机架安装套件	英制机架安装 (1 套)
751537-J2	机架安装套件	公制机架安装 (1 套)
751538-E2	机架安装套件	英制机架安装 (2 套)
751538-J2	机架安装套件	公制机架安装 (2 套)

- 多功能I/O线
使用位于后面板的多功能I/O接口时，需要此连接线。
2米长的多芯屏蔽线连接在Mini-Dsub15pin接口。相反侧已被切断，请根据连接对象对此侧进行处理。
关于接口针脚排列和连接线识别，详情请见 P19。
- 机架安装适配器
在19英寸IEC、EIA标准机架或JIS标准机架上安装仪器时，需要使用这些适配器。
分为1台主机型和2台主机型(并排安装)，一共四个型号。

2.2 放置

⚠ 注意 操作环境的限制
本仪器属于在工业环境中使用的A类产品。如在住宅区使用本仪器，将导致无线电干扰，请采取妥当措施予以防护。

a) 放置位置

请勿将仪器后面板朝下放置，否则将损坏接口并妨碍通风。
底部的4个橡胶垫脚和支架应处于桌面等水平的场所。

b) 放置场所的条件

- 本仪器使用风扇强制制冷，仪器侧面和背面各有进气孔和排气孔。为不妨碍空气流通，仪器背面和侧面与墙面至少要有10cm的距离。
- 请在符合以下温湿度的场所放置仪器。
操作条件: 0 ~ 40°C、5 ~ 85%RH
储藏条件: -10 ~ 50°C、5 ~ 95%RH
另外，请在无结露的环境中使用仪器。与绝对湿度相关的限制条件，详见操作手册的规格章节。
- 请勿在以下场所放置FG410/FG420。
 - 有可燃气体的场所
有发生爆炸的危险。请勿在这样的环境中放置或使用仪器。
 - 户外、阳光直射的场所、靠近火源或热源的场所
在这些场所中，仪器可能无法达到最佳性能，容易出现故障。
 - 有水或其他液体的场所
仪器容易发生故障。
 - 有腐蚀性气体、潮湿、灰尘或湿度高的场所
在这些场所中，仪器可能会被腐蚀或发生故障。
 - 靠近电磁场源、高压设备或电源线的场所
可能会导致仪器故障。
 - 振动多的场所
可能会导致仪器故障或操作失败。

- 操作环境和条件

本仪器在特定的操作环境和操作条件下符合 EMC 标准。如果安装、接线等操作不当，则可能不符合 EMC 标准。在这种情况下，将会要求用户采取适当的措施。

c) 面板和机箱的清洁

请使用柔软的抹布擦拭面板和机箱上的灰尘或污渍。如果污渍严重，请用中性洗涤剂将抹布打湿，拧干后再擦拭仪器。

请勿使用稀释剂和苯等易挥发性液体或经化学处理的抹布擦拭仪器，否则将导致外观变形或喷漆剥落。

d) 机架安装方法

安装机架安装适配器(选件)时，本仪器可以安装在19英寸IEC、EIA标准机架或JIS标准机架上。可以安装一台仪器，也可以并排安装2台仪器。

首先，将机架安装适配器安装到主机上，然后将主机放入机架内。机架适配器的安装方法详见适配器说明书。

将主机放入机架时，请遵守以下注意事项。

- 一定要将导轨安装在机架上，确保支撑设备。
- 将仪器安装在完全封闭的机架内，温度上升可能会导致故障。
一定要提供足够的通风口并用风扇为机架内部强制制冷。

机架安装尺寸具体如下：

英寸机架安装尺寸(1台) ☞ P147

英寸机架安装尺寸(2台) ☞ P148

毫米机架安装尺寸(1台) ☞ P149

毫米机架安装尺寸(2台) ☞ P150

2.3 接地和电源连接

a) 接地

仪器必须接地。



警告

本仪器使用了线路滤波器，请让仪器保持接地。否则将可能导致触电。为防止触电，要确保安全接地，接地电阻应为100Ω或更低。

将3孔电源插头插入带有保护接地接点的3孔电源插座时，本仪器将自动接地。

b) 电源条件

电压范围: 100VAC ~ 230VAC ± 10% (≤ 250V)

频率范围: 50Hz/60Hz

功耗: FG410: ≤ 50VA; FG420: ≤ 75VA

c) 电源连接步骤

- 1) 确保连接的市售电源的电压在仪器电压范围之内。
- 2) 将电源线连接到位于仪器后面板的电源接口上。
- 3) 将电源线插头插入3孔电源插座。



注意

使用正确的电源线和插头
为防止触电或火灾，必须使用本仪器的电源线。电源插头必须插入带接地保护端子的插座。切勿使用没有接地保护的延长线而失去接地保护。
此外，切勿将本电源线用于其他仪器。

本仪器可以使用 100 V 或 200 V 电源。最高额定电压视电源线类型而异。使用前，请检查仪器所使用电压是否小于或等于将要使用的电源线的最大额定电压。

2.4 校准

尽管使用环境和使用频度不同，还是推荐每年对仪器进行一次性能测试。另外，使用本仪器执行重要的测量和测试时，建议在执行测试测量之前先做性能测试。应由掌握测试仪器常规知识且有经验的操作人员来执行本仪器的性能测试。关于性能测试，详情请见操作手册应用篇“10. 维护”。

3. 面板和I/O端子

3.1 面板各部分名称及操作

本节介绍了前后面板上各种组件的名称和功能。

3.1.1 FG410前面板

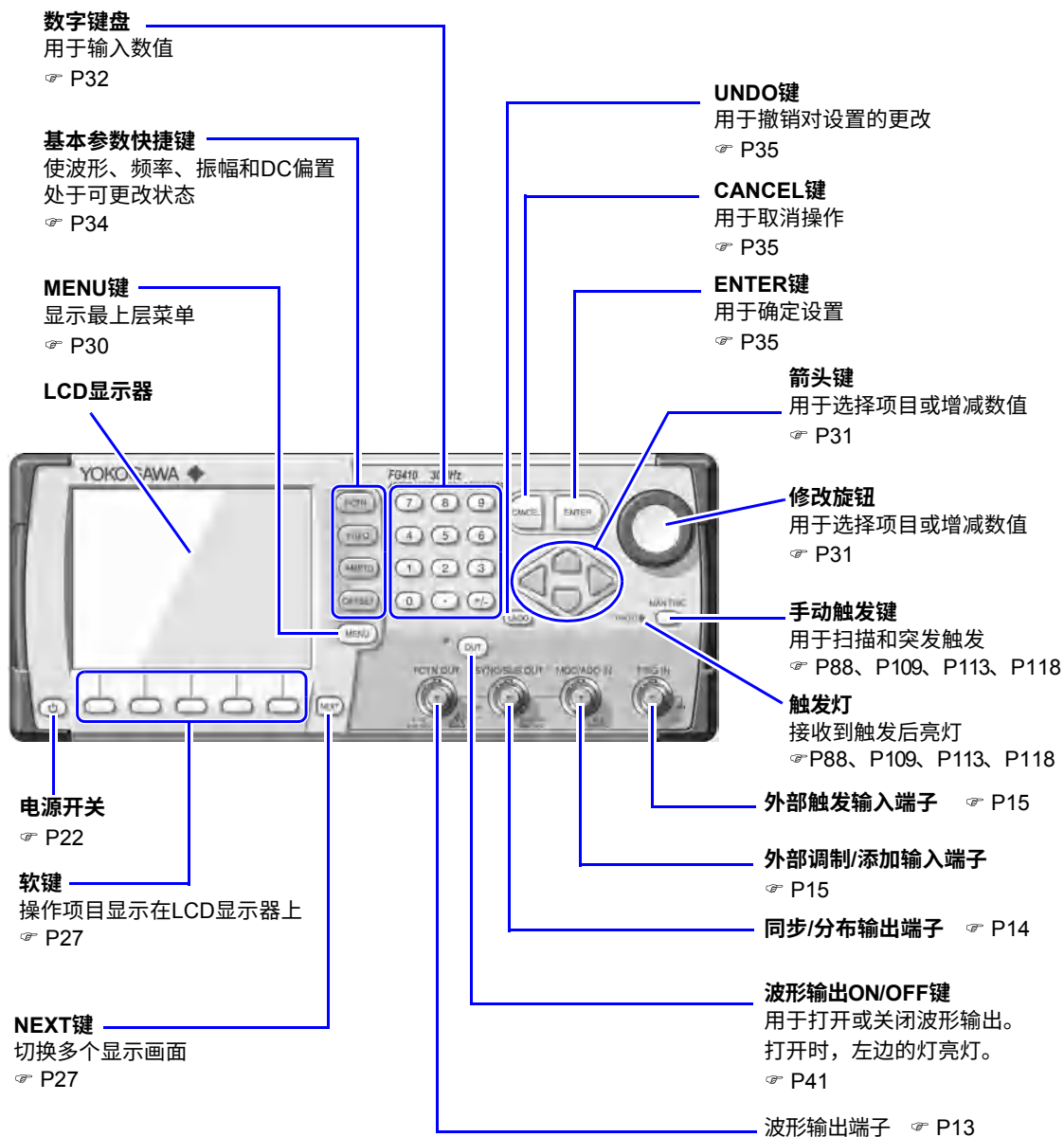


图3-1. FG410前面板

3.1.2 FG410后面板

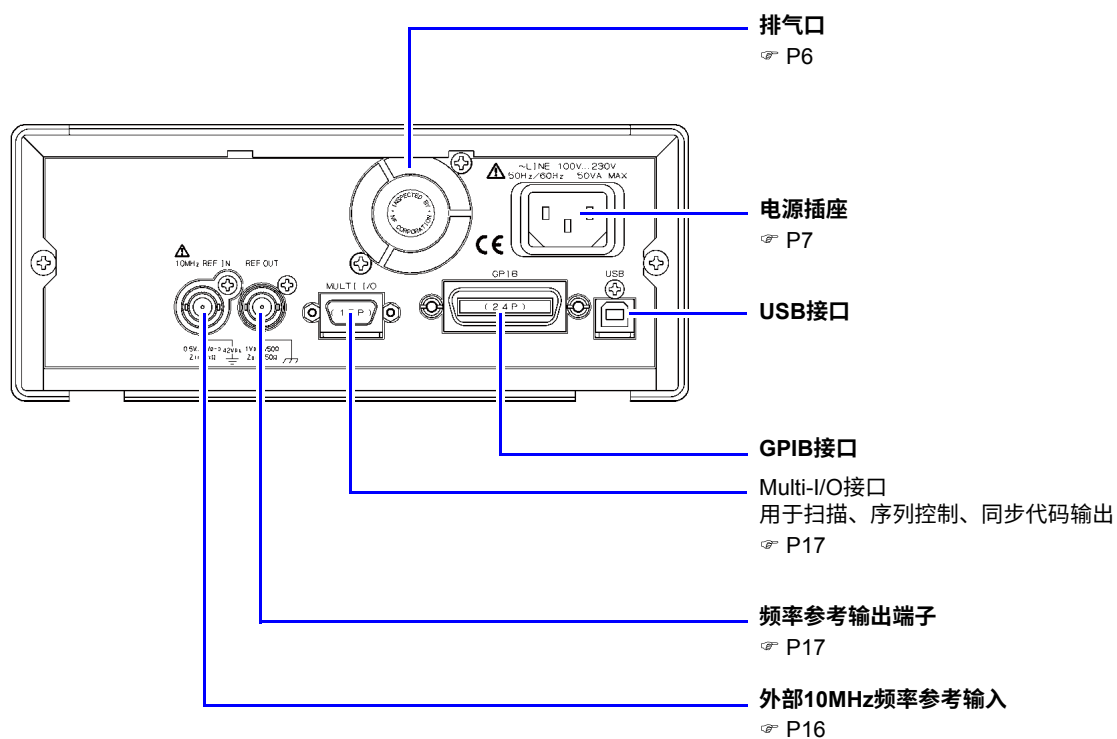


图3-2. FG410后面板

3.1.3 FG420前面板

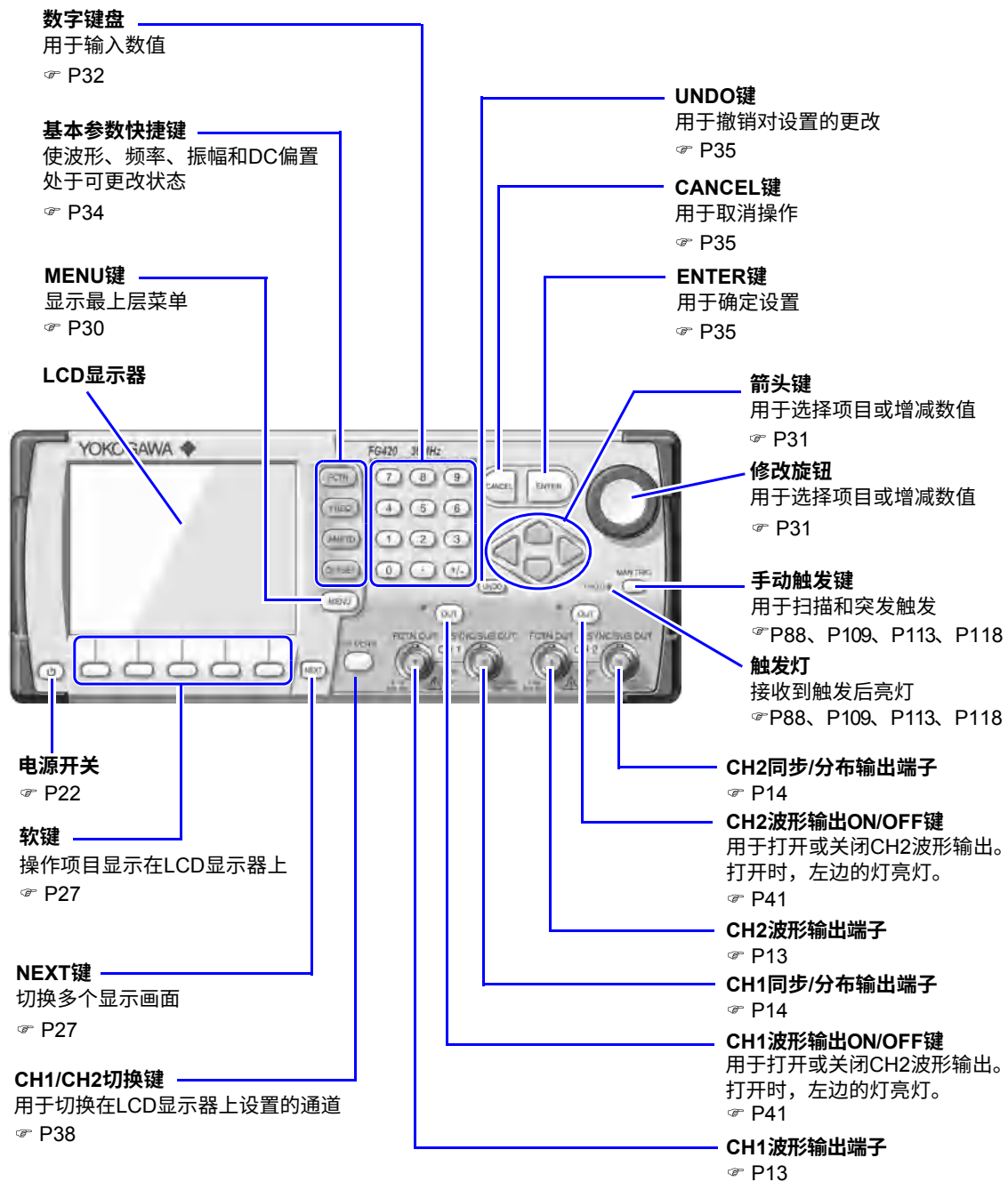


图3-3. FG420前面板

3.1.4 FG420后面板

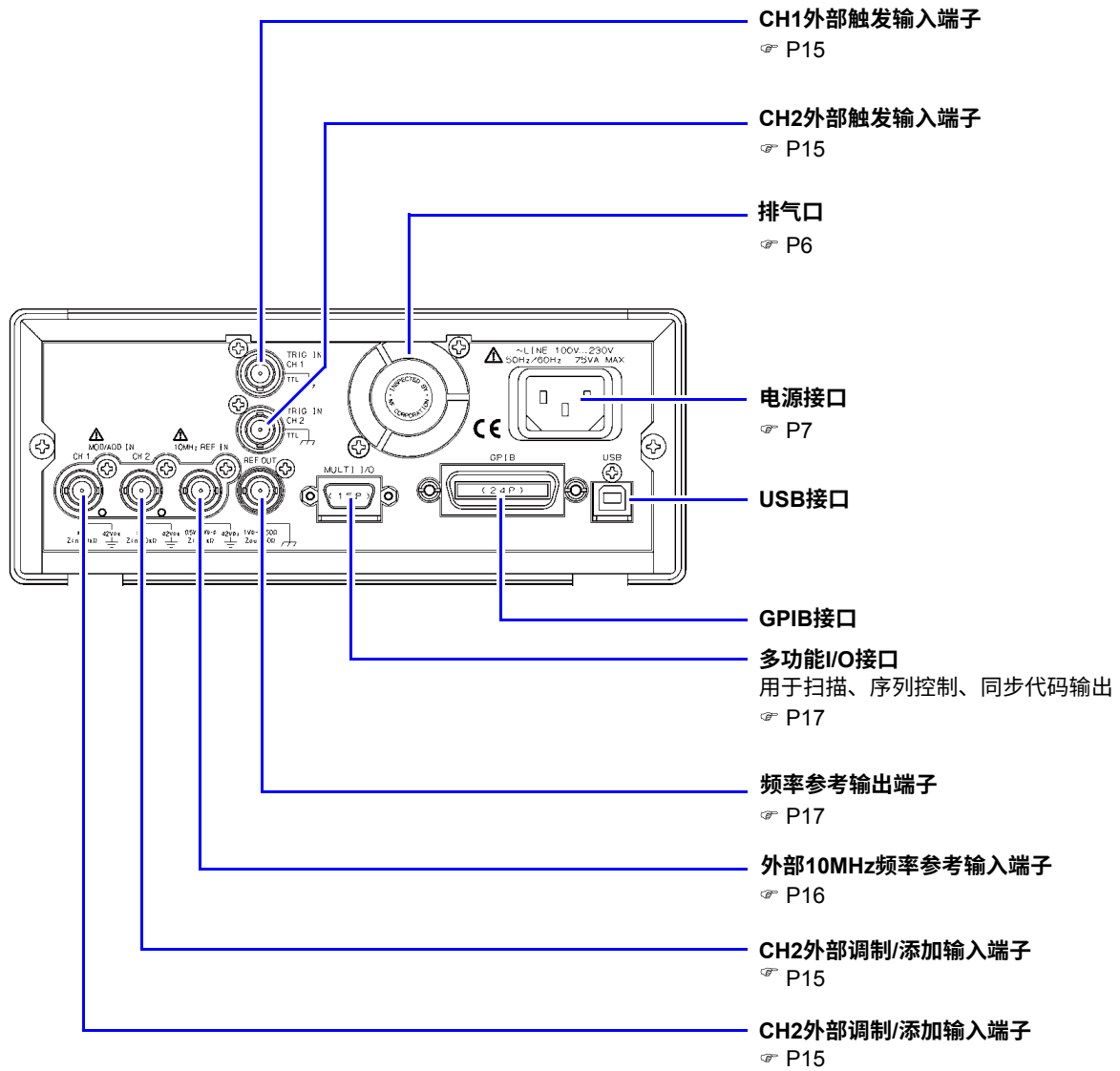


图3-4. FG420后面板

3.2 I/O端子

警告

为了防止触电，请勿在机箱和与机箱绝缘的BNC接口的接地之间施加超过42Vpk(DC+AC峰值)的电压。

同样，也请勿在与机箱绝缘的BNC接口组的接地之间施加超过42Vpk(DC+AC峰值)的电压。这里的“BNC连接组”是指，连接到共通接地的多个BNC接口。

如果超过此电压，内部电压限制单元将设法抑制工作电压。一旦电压过大，可能会烧坏仪器。

☞ P20

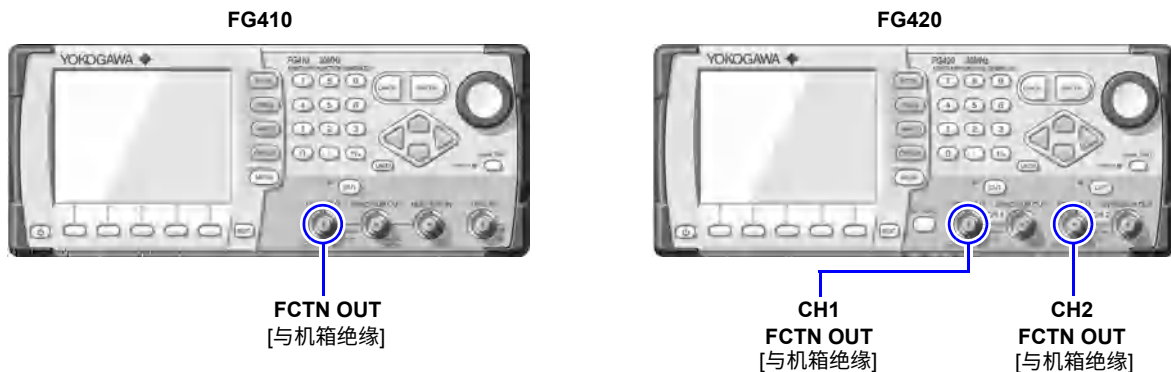
注意 请勿向输出端子施加外部电压，否则将可能损坏仪器。

注意 请勿向输入端子施加超过最大输入电平的电压，否则将可能损坏仪器。

注意 如果机箱和与机箱绝缘的BNC接口的接地之间存在电位差，请勿让BNC接口的HOT侧和机箱短路，否则将可能损坏仪器。

注意 如果BNC接口的接地之间存在电位差，请勿让BNC接口的接地间短路，否则将可能损坏仪器。

3.2.1 波形输出(FCTN OUT)

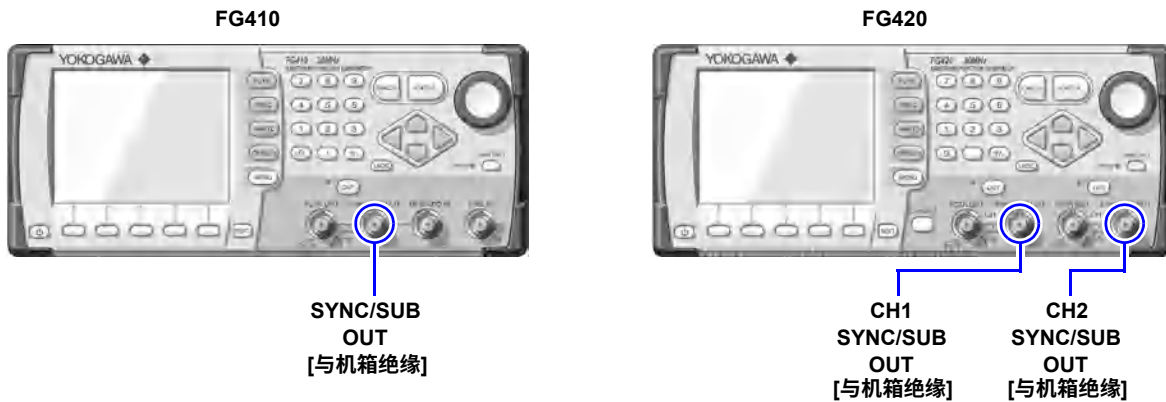


此处为主输出。

输出特性

输出电压	最大±10V/开放
输出阻抗	50Ω
负载阻抗	≥ 0Ω(有短路保护)
信号GND	与机箱绝缘(最大42Vpk)
	FG420: 通道间也绝缘(最大42Vpk)

3.2.2 同步/分步输出(SYNC/SUB OUT)



根据波形或振荡状态输出同步信号。此信号可以用作示波器的同步信号。如下表所示，可以根据振荡模式选择输出信号。

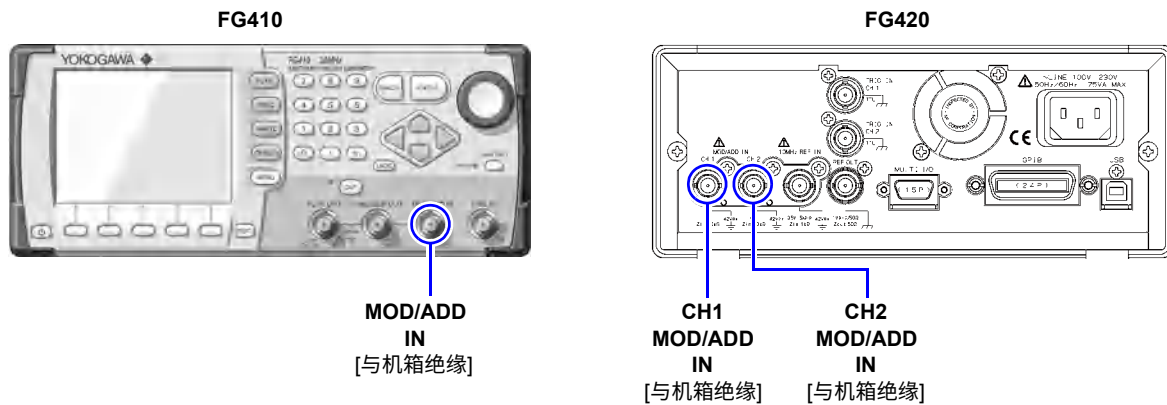
表3-1. 同步/分步输出的可选信号

振荡模式	可选择的输出信号
所有	在波形输出参考相位的零相位点上升的、占空比为50%的TTL电平逻辑信号(以下称为“参考相位同步信号”)。 可以更改与波形输出之间的相位关系。 ☞ P45
调制模式(使用内部调制源) ☞ P72	<ul style="list-style-type: none"> 参考相位同步信号 内部调制信号(-3V ~ +3V/开放) 与内部调制信号同步的TTL电平逻辑信号
扫描振荡模式 ☞ P90	<ul style="list-style-type: none"> 参考相位同步信号 扫描X驱动信号(0V ~ +3V/开放) 与扫描同步的TTL电平逻辑信号，可混入标记信号。
突发振荡模式 ☞ P106, 109, 113, 118	<ul style="list-style-type: none"> 参考相位同步信号 与突发振荡同步的TTL电平逻辑信号
序列振荡模式 ☞ 应用篇“6.2 基本项目”	<ul style="list-style-type: none"> 参考相位同步信号 与序列阶跃同步的TTL电平逻辑信号

■ 输出特性

输出电压	TTL电平(低: ≤ 0.4 ; 高: $\geq 2.7V$)、-3V ~ +3V/开放、0V ~ +3V/开放
输出阻抗	50Ω
负载阻抗	推荐 $\geq 50\Omega$
信号GND	在同一通道波形输出、同一电位下，与机箱绝缘。(最大42Vpk) FG420: 通道间也绝缘(最大42Vpk)

3.2.3 外部调制/加法运算输入(MOD/ADD IN)



在FSK和PSK以外的调制模式下，当调制源设为外部时，输入外部调制信号。调制模式为FSK和PSK时，外部触发输入可以用作外部调制信号输入。

不用作外部调制信号输入时，MOD/ADD IN可以用作外部加法运算信号输入。外部加法运算时的增益为2倍或10倍。

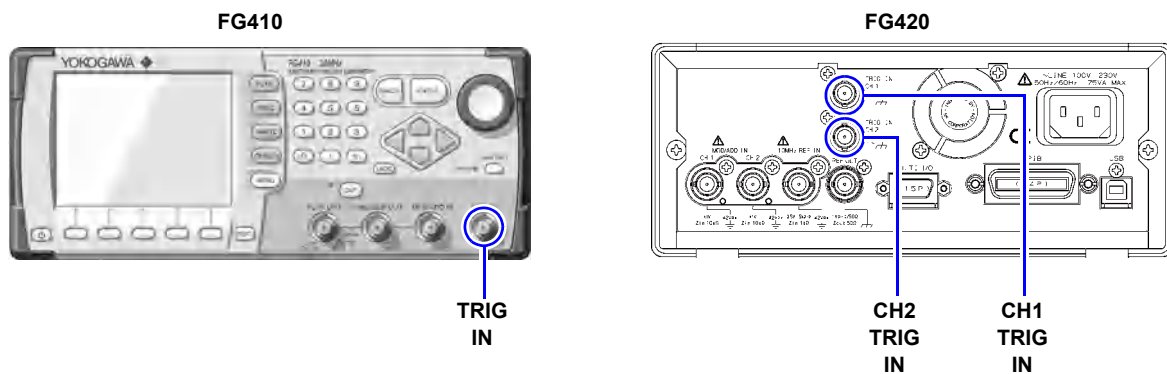
外部调制输入：☞ P72

外部添加输入：☞ P56

■ 输入规格

输入电压	±1V满刻度
最大允许输入	±2V
输入阻抗	10kΩ
输入频率	调制时: DC ~ 25kHz 加法运算时: DC ~ 10MHz(-3dB)
信号GND	在同一通道波形输出、同一电位下，与机箱绝缘。(最大42Vpk) FG420: 通道间也绝缘(最大42Vpk)

3.2.4 外部触发输入(TRIG IN)



在以下场合，TRIG IN可以用作外部触发输入。可以更改极性设置。

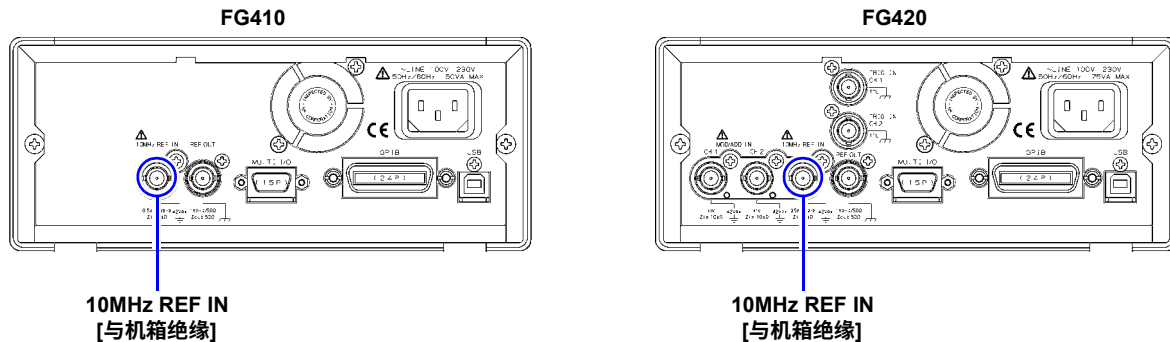
- 单次扫描的开始触发 ☞ P88
- 门控单次扫描的开始触发 ☞ P88
- 触发突发振荡的开始触发 ☞ P109
- 门控振荡的门控 ☞ P113
- 触发门控振荡的触发 ☞ P118
- 序列振荡的开始触发 ☞ 应用篇“6.2 基本项目”

TRIG IN也可以用作FSK和PSK的外部调制输入 ☞ P72

■ 输入特性

输入电压	TTL电平(低: $\leq 0.8\text{V}$; 高: $\geq 2.6\text{V}$)
最大允许输入	$-0.5\text{V} \sim +5.5\text{V}$
输入阻抗	$10\text{k}\Omega$ 、拉至 $+3.3\text{V}$
信号GND	与机箱电位相同

3.2.5 外部10MHz频率参考输入(10MHz REF IN)



10MHz REF IN可以用于以下目的。

■ 需要比本仪器频率精度规格更高的频率精度时，或者使用其他信号发生器的频率参考源时。

输入由外部频率标准器或其他信号发生器输入的10MHz参考信号。可以切换外部频率参考设置。

☞ 应用篇“5. 使用外部频率参考源”

■ 统一多台FG410和FG420的频率和相位

将多台仪器同步连接后的主机或者作为主机的FG410或FG420的频率参考输出连接到FG410或FG420的外部10MHz频率参考输入。

将每台仪器的频率设为同一值。

也可以更改从机的外部频率参考设置，并在主机执行相位同步。

☞ 应用篇“4. 多台仪器同步”

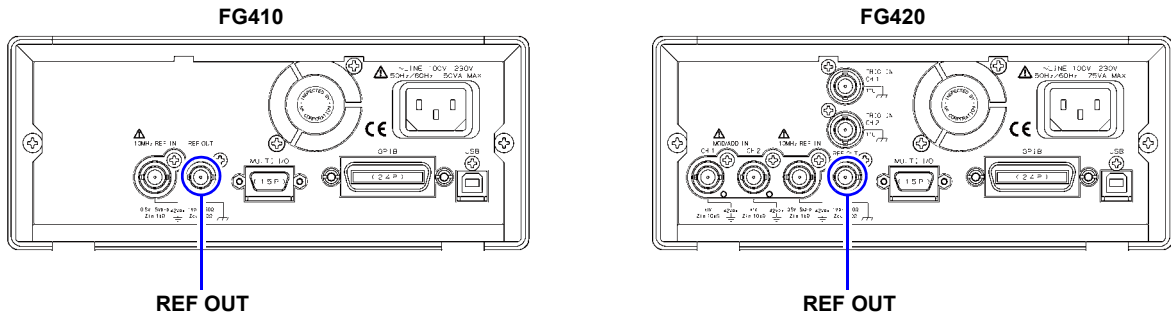
接好的FG410和FG420的频率精度均与主机相同。

外部频率标准器也可以用于主机。

■ 输入特性

输入电压	$0.5\text{Vp-p} \sim 5\text{Vp-p}$
最大允许输入	10Vp-p
输入阻抗	$1\text{k}\Omega$ 、AC耦合
输入频率	$10\text{MHz}(\pm 0.5\%)(\pm 50\text{kHz})$
输入波形	正弦波或方波($50 \pm 5\%$ 占空比)
信号GND	与机箱和各通道波形输出绝缘(最大 42Vpk)

3.2.6 频率参考输出(REF OUT)



用REF OUT统一多台FG410和FG420的频率和相位。
 将多台仪器同步连接后的主机或者作为主机的FG410或FG420的频率参考输出连接到FG410或FG420的外部10MHz频率参考输入。
 应用篇“4. 多台仪器同步”

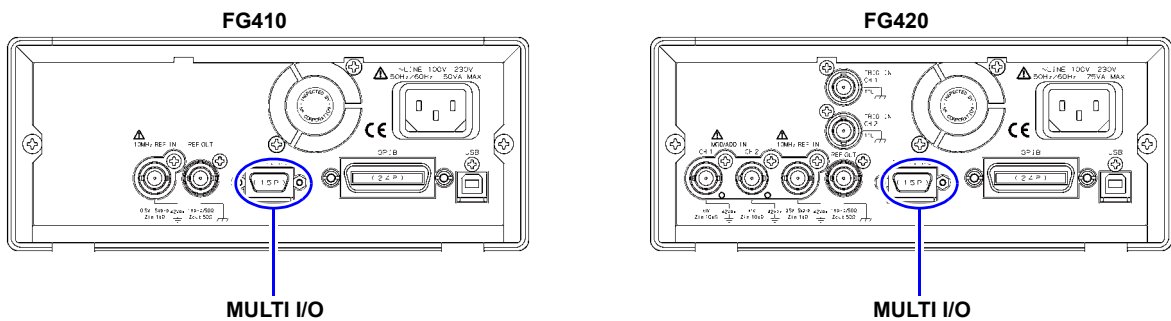
输出特性

输出电压	1Vp-p/50Ω
输出阻抗	50Ω、AC耦合
输出频率	10MHz
输出波形	方波
信号GND	与机箱电位差相同

确认

请勿将未经横河指定的FG410和FG420以外的仪器连接到频率参考输出。
 同步时此端子输出的特殊信号可能会导致连接仪器操作不稳定。

3.2.7 多功能I/O(MULTI I/O)



MULTI I/O可以用于扫描控制和序列控制，输出序列的阶跃同步代码。

■ 扫描振荡模式的控制输入

通过3位逻辑输入，可以对扫描振荡进行以下控制。

☞ P92

开始	下降输入时，从头开始扫描。 与外部触发输入之间是OR关系。
结束	下降输入时，结束扫描。
保持/恢复	在执行扫描期间，下降输入时，保持扫描。 在保持过程中，上升输入时，从保持的地方恢复扫描。

■ 序列振荡模式的控制输入

通过4位逻辑输入，可以对序列振荡进行以下控制。

☞ 应用篇“6.2 基本项目”

开始或状态分支	可以选择开始控制和状态分支。 在开始控制期间，下降输入时，从头开始执行序列。 与外部触发输入之间是OR关系。 在状态分支控制期间，阶跃结束后低电平输入时，序列分支到指定目的阶跃。
结束	下降输入时，结束序列。
保持/恢复	在执行序列期间，下降输入时，保持序列。 在保持过程中，上升输入时，从保持的地方恢复序列。
时间分支	下降输入时，序列分支到指定目的阶跃。

在序列振荡模式下，每个阶跃输出4位阶跃同步代码。

✓ 确认

不使用多功能I/O接口的控制输入时，推荐禁止使用控制输入，以防止外部噪声等引起的误操作。

☞ P92

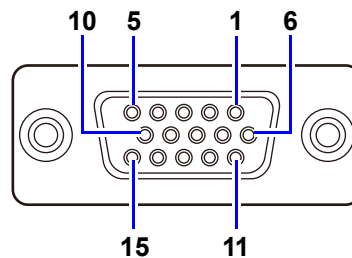


图3-5. 多功能I/O接口的Pin分配

表3-2. 多功能I/O接口功能分配

Pin No.	I/O	扫描振荡模式	序列振荡模式	选配连接线的颜色和标记
1	输出	未使用	阶跃同步代码D0 (LSB)	浅棕色 黑色 ■
2	输出	未使用	阶跃同步代码D1	浅棕色 红色 ■
3	输出	未使用	阶跃同步代码D2	黄色 黑色 ■
4	输出	未使用	阶跃同步代码D3 (MSB)	黄色 红色 ■
5	输出	未使用	未使用	浅绿色 黑色 ■
6	GND	-	-	浅绿色 红色 ■
7	GND	-	-	灰色 黑色 ■
8	GND	-	-	灰色 红色 ■
9	预约	不连接	不连接	白色 黑色 ■
10	GND	-	-	白色 红色 ■
11	输入	未使用	序列事件分支	浅棕色 黑色 ■■
12	输入	扫描保持/恢复	序列保持/恢复	浅棕色 红色 ■■
13	输入	扫描结束	序列结束	黄色 黑色 ■■
14	输入	扫描开始	序列开始或状态分支	黄色 红色 ■■
15	输入	未使用	未使用	浅绿色 黑色 ■■
Shell	-	-	-	浅绿色 红色 ■■

提示: Pin No.9在生产时用于测试目的的输出为+5V, 但并不是专为用户使用而设计的。请勿连接, 以免导致仪器操作不稳定。

■ I/O特性

输入电压	TTL电平(低: $\leq 0.8V$; 高: $\geq 2.6V$)
最大允许输入	-0.5V ~ +5.5V
输入阻抗	10k Ω 、提拉至+5V
输出电压	TTL电平(低: $\leq 0.4V$; 高: $\geq 2.7V$)
信号GND	与机箱电位相同
接口	Mini D-sub 15-pin

连接线为选件, 详情请与横河公司联系。

3.3 浮点接地连接时的注意事项

波形输出、同步/分步输出、外部调制/加法运算输入的BNC端子的信号接地是共通的。但与机箱(接地电位)之间是绝缘的,所以拥有不同电位的仪器可以相互连接。此外,安装到机架时也不受电位的影响。

FG420的上述BNC端子也是通道间相互绝缘。

外部10MHz频率参考输入的信号接地也与机箱绝缘,与频率标准器连接时,不受接地回路带来的噪声的影响。FG410或FG420多台同步连接时,也不受接地回路带来的噪声的影响。

但无论哪种情况下,浮地电压都应限制在42Vpk(DC+AC峰值)或以下,以防止触电。

其他信号接地均与机箱相连,机箱与保护接地端子相连。

警告

为了防止触电,请勿在机箱和与机箱绝缘的BNC接口的接地之间施加超过42Vpk(DC+AC峰值)的电压。

同样,也请勿在与机箱绝缘的BNC接口组的接地之间施加超过42Vpk(DC+AC峰值)的电压。这里的“BNC连接组”是指,连接到共通接地的多个BNC接口。

如果超过此电压,内部电压限制单元将设法抑制工作电压。一旦电压过大,可能会烧坏仪器。

注意

如果机箱和与机箱绝缘的BNC接口的接地之间存在电位差,请勿让BNC接口的HOT侧和机箱短路,否则将可能损坏仪器。

注意

如果BNC接口的接地之间存在电位差,请勿让BNC接口的接地间短路,否则将可能损坏仪器。

■ 浮点接地连接时的注意事项(FG410)

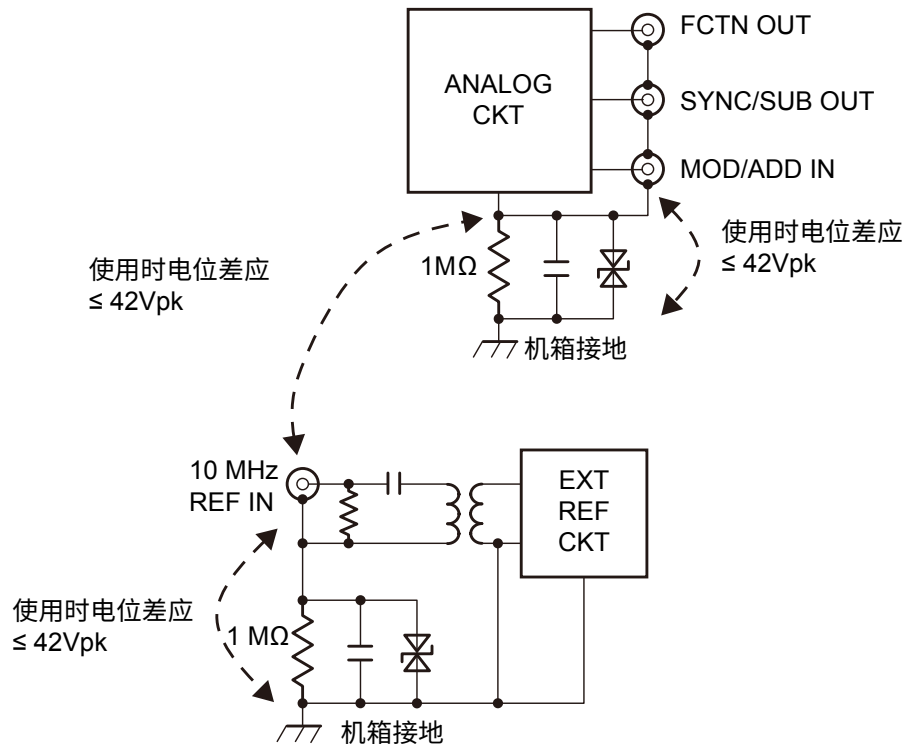


图3-6. 浮点接地连接时的注意事项(FG410)

■ 浮点接地连接时的注意事项(FG420)

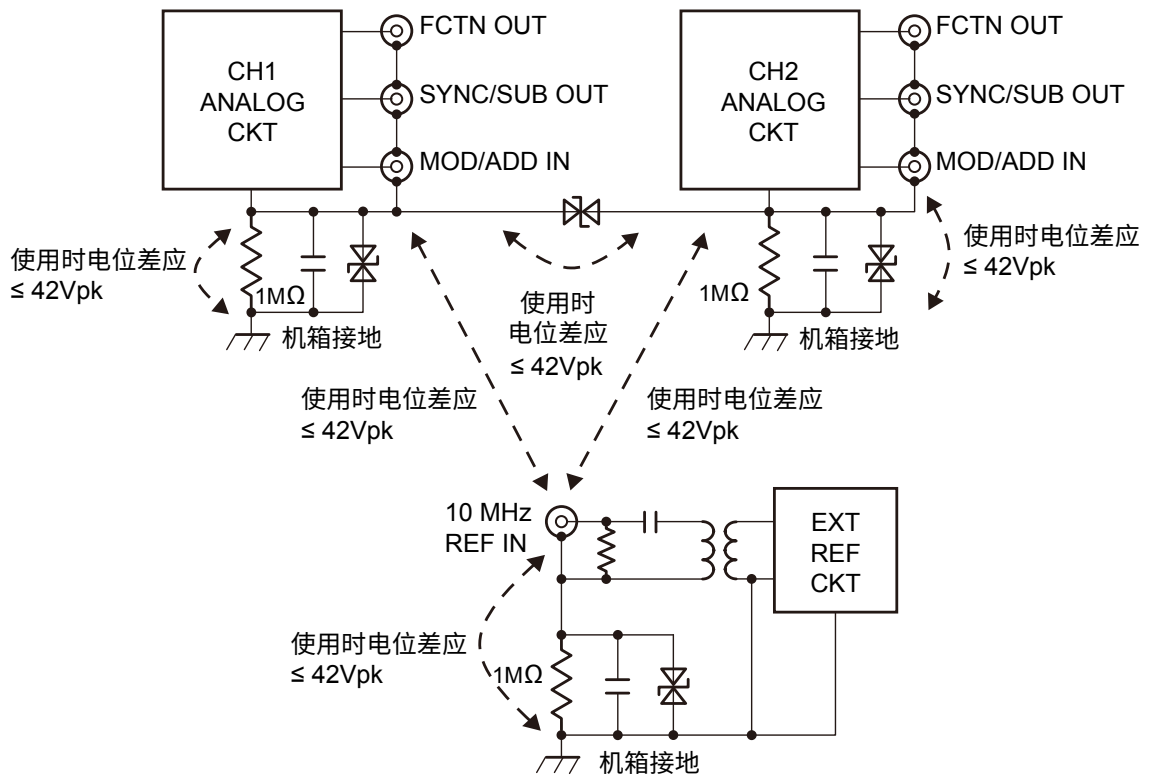


图3-7. 浮点接地连接时的注意事项(FG420)

4. 基本操作

4.1 开关机和设置恢复

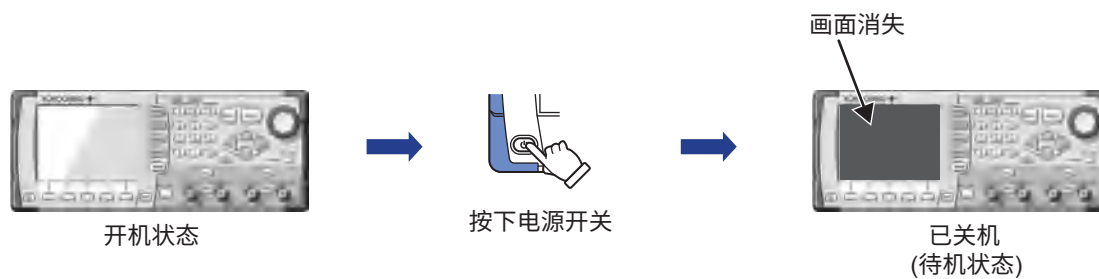
4.1.1 开关机方法

■ 开机步骤



打开电源后将自动执行自检，之后可以操作仪器。

■ 关机步骤

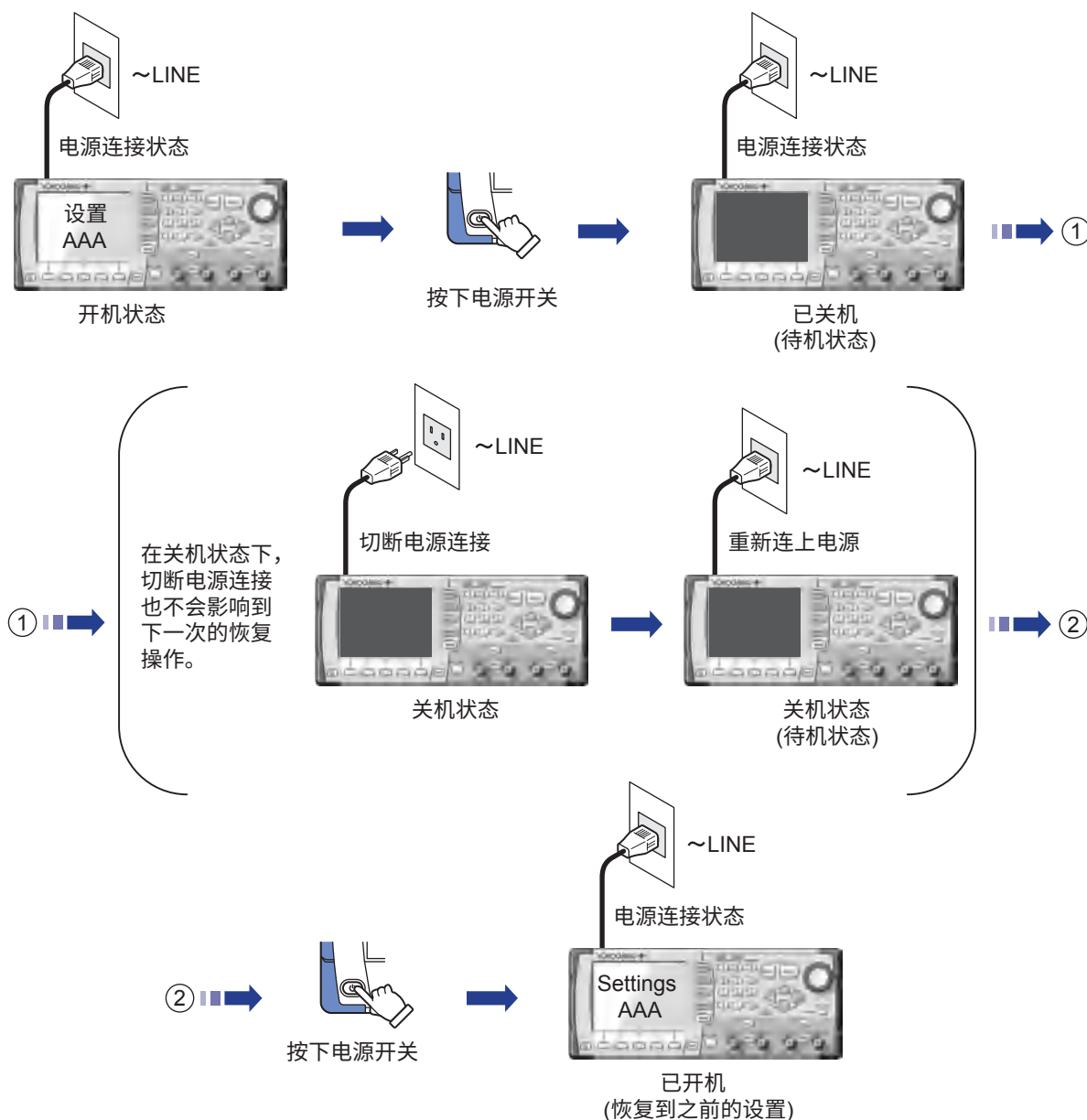


4.1.2 开机时的设置恢复

如果用电源开关打开或关闭电源，按下电源开关时，仪器将恢复到上次关机前的设置。开机时的输出ON/OFF设置可以在Utility画面进行设置。☞ P41
但在仪器开机状态下直接切断电源连接，重新开机后设置将恢复到设置存储1的内容。

a) 电源连接状态下打开或关闭电源开关时的设置恢复

最常见的例子如下所示。



在仪器电源关闭状态下，即使因拔下电源线或连接的断路器关闭而导致无法供电，也不会影响下次开机时恢复操作。

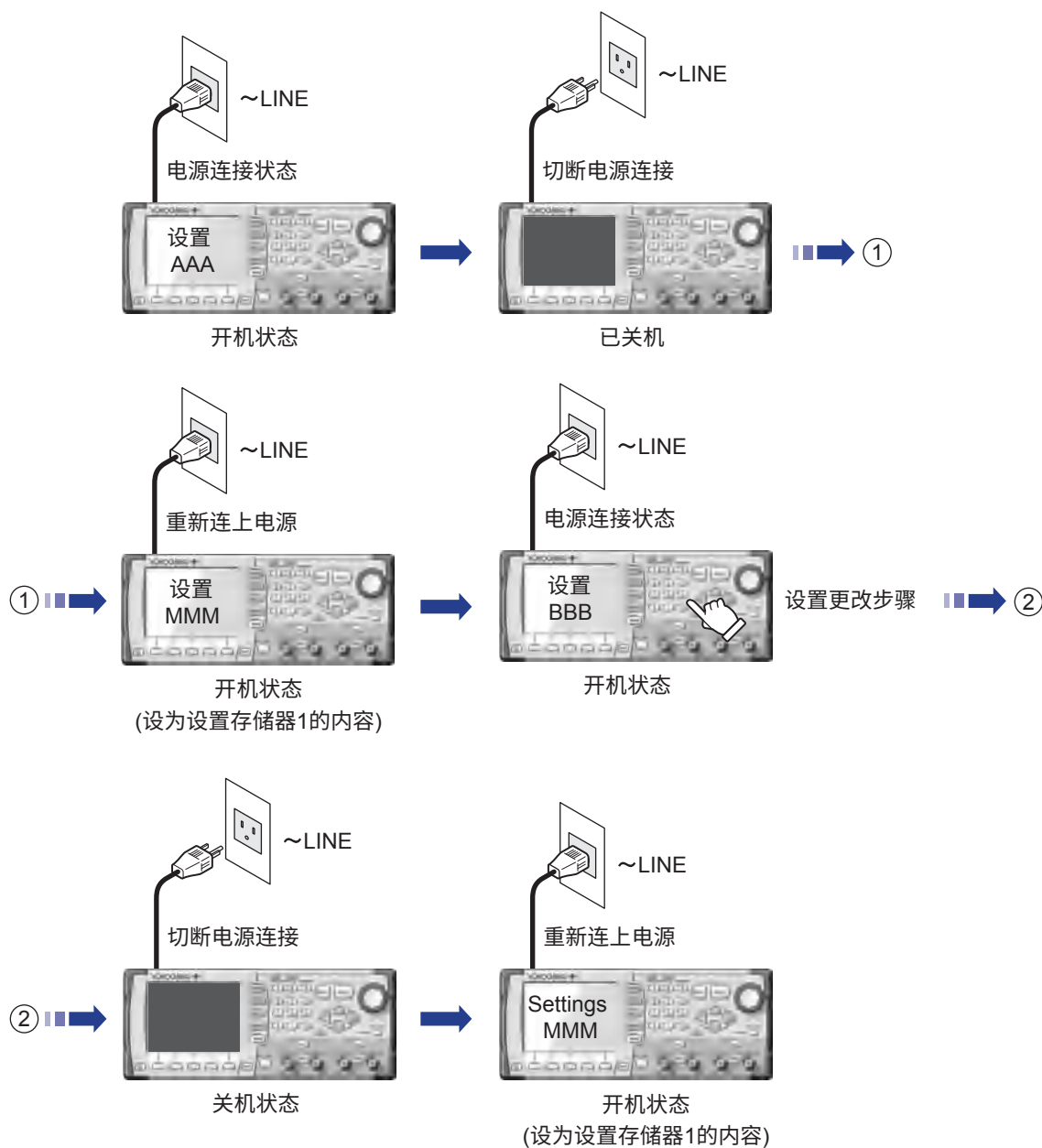
- 恢复到上次关机前的设置。
- 开机时的输出ON/OFF设置可以在Utility画面进行设置。 P41

 **确认**

用电源开关关机的情况下，才可以恢复之前的设置。

b) 打开或关闭电源时的设置恢复

当仪器安装在机架上并与其他设备一起打开或关闭电源时，此方法适用。
仪器开机状态下如果切断电源连接，下次连接电源后将自动开机。



- 不能恢复到关机前的设置。
- 设置将变为设置存储器1的内容。☞ P120
- 开机时的输出ON/OFF设置可以在Utility画面进行设置。☞ P41

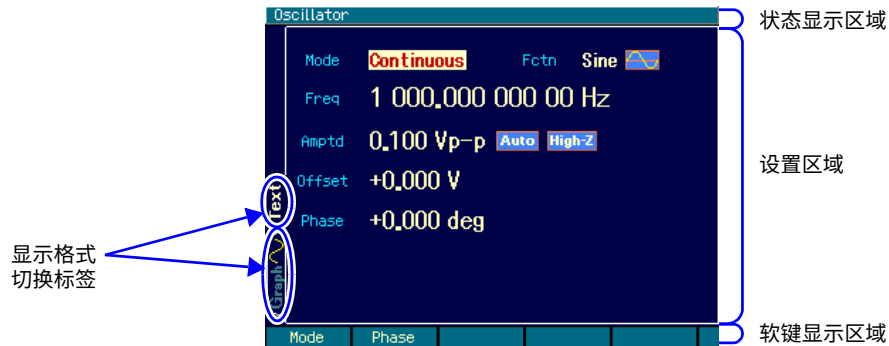
✓ **确认**

由于不能恢复到切断电源连接之前的设置，可以根据需要事先指定设置存储器1的内容。☞ P120

4.2 屏幕构成和操作方法

4.2.1 屏幕构成

屏幕由以下三个区域构成。



■ 状态显示区域

此区域显示仪器的状态。
显示项目如下所示：

- 未校准状态 **UCal**
因某些问题导致校准信息丢失，从而使仪器不能保持规定的性能时，显示此标记。这属于故障，请与横河公司联系。
- 过热状态 **Temp**
仪器内部温度变得异常高时，显示此标记。
在低于40°C的环境温度下使用仪器时，如果出现此标记，即表示仪器出现故障。请与横河公司联系。
- 远程状态 **USB**、**GPIB**
仪器通过USB或GPIB接口被控制时，显示此标记。
- 外部频率参考状态 **Ref**
外部频率参考可用时，显示是否输入有效信号。
- 序列状态/通道模式(仅限FG420)
显示选择序列振荡模式时的状态。
FG420在通道模式不为独立模式(2相、固定频率差、固定频率比、差分输出)时，显示此状态。
- 两通道同值(Both)设置(仅限FG420) **Both**
同时设置CH1和CH2，显示此标记。



■ 设置区域

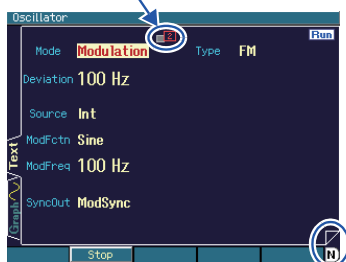
此区域用来显示并设置各种参数。

选择多个显示格式时，屏幕左端出现显示格式切换标记。 P28

调制、扫描、突发振荡时，设置参数数量较多，
设置画面通常有2-3页。
可以用NEXT键切换这些页面。



设置画面页码位置
显示标记



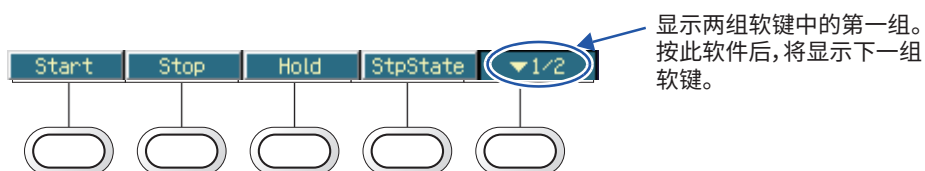
设置画面有多页时，在画面顶部中间位置上会出现显示页码的标记。
在左图中，设置画面共有两页，现在显示的是第二页。

表示设置画面有好几页，
可以用NEXT键切换显示页面。

■ 软键显示区域

根据具体状态，显示分配到各软键的功能。

如果软键数量超过5个，最右边的软件上方将显示“= n/m”。这表示当前设置画面上的
软键组共有m组，现在显示的是其中的第n组。按此软键后，将显示下一组软键。



4.2.2 用标签切换显示格式(显示波形图表)

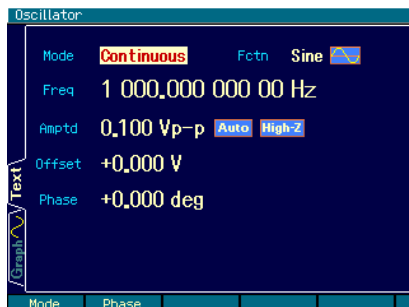
有多个显示格式可选时，屏幕左端出现显示格式切换标签。屏幕上显示图表标签时，可以一边确认输出波形图像，一边进行设置。

a) 显示格式类型

显示格式共有三种类型，具体如下。

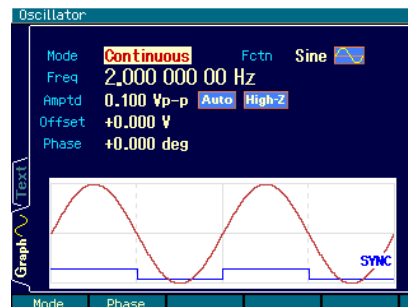
■ 文本显示[Text](FG410)或[Single](FG420)

用文本形式显示1个通道的设置内容。



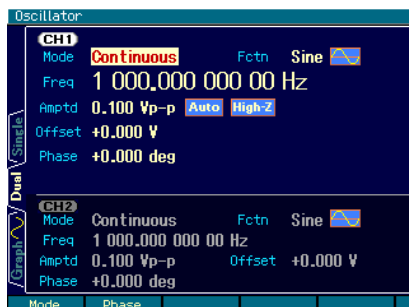
■ 图表显示[Graph]

同时用文本和图表显示1个通道的设置内容。可以确认输出波形图像。



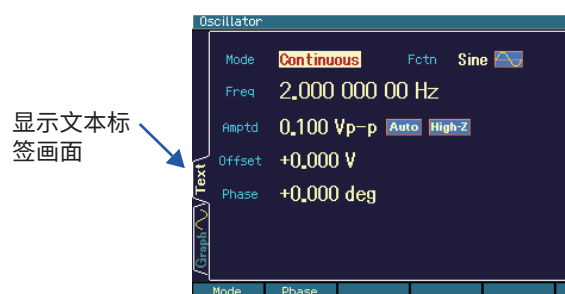
■ 两通道同步显示[Dual](仅限FG420)

用文本上下两屏显示通道1和通道2的设置内容。

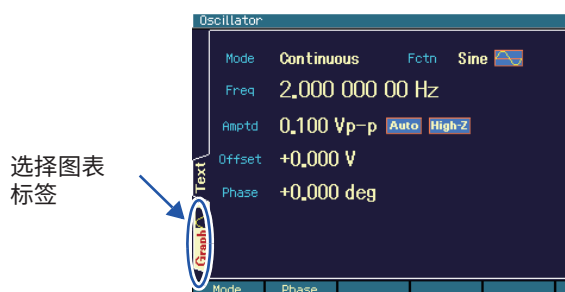


可以按CH1/CH2键切换要设置的通道。

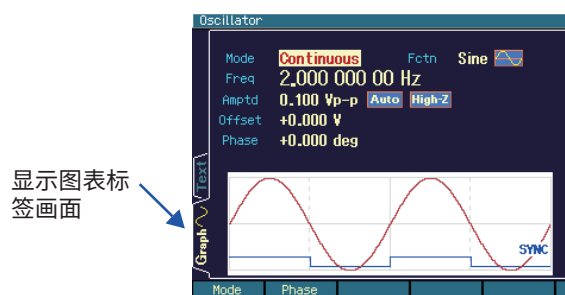
b) 切换显示格式



1. 左图显示的是文本标签画面。在此画面中,用文本显示设置内容。



2. 用箭头键或修改旋钮选择图表标签。



3. 按ENTER键切换图表标签画面显示。在此画面中,可以边确认输出波形图像,边进行设置。



✓ 确认

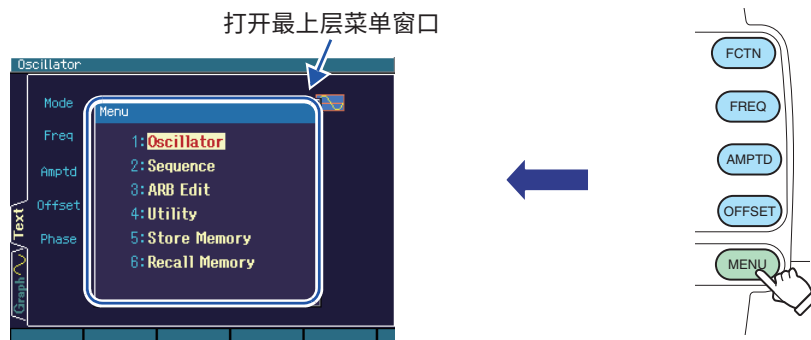
FG420可以切换显示通道1和通道2或者同时显示两通道。

4.2.3 主菜单

在主菜单上选择相应项目后，可以执行序列振荡、任意波形编辑、系统设置、设置的保存和调出等等。

a) 调出主菜单

按菜单键 **MENU**，调出下面的主菜单窗口。



用上下箭头键 或调节旋钮 选择需要的菜单项，按ENTER键 **ENTER** 后，显示菜单项的设置画面。

在主菜单窗口打开的状态下，用数字键盘 **0** ... **9** 输入数值就可以指定菜单项。背景灯熄灭，看不清显示内容时，长按菜单键 **MENU** 可以强制打开背景灯。

b) 可在主菜单上执行的操作

菜单项显示在各设置画面的左上方。
在各菜单项中，可以执行以下设置和操作。

■ Oscillator

除了任意波形编辑和序列振荡以外，基本上可以设置和操作所有项目。
打开电源开关后，会一直显示振荡器画面。



■ Sequence

可以执行序列振荡设置和操作。
☞ 应用篇 “6. 使用序列振荡”

■ ARB Edit

可以执行任意波形编辑。
☞ 应用篇 “2. 创建任意波形”

■ Utility

可对多个项目执行设置和操作。☞ P39

■ Store Memory

可以将设置保存到设置存储器。☞ P120

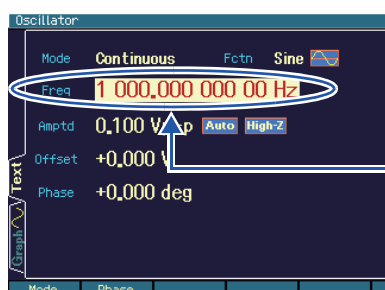
■ Recall memory

可以将设置从设置存储器中调出。☞ P122

4.3 基本设置方法和操作方法

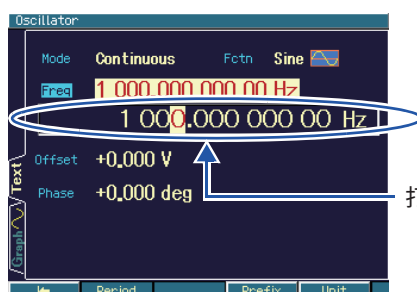
4.3.1 更改频率、振幅等数值

a) 用上下箭头键   或修改旋钮  更改数值



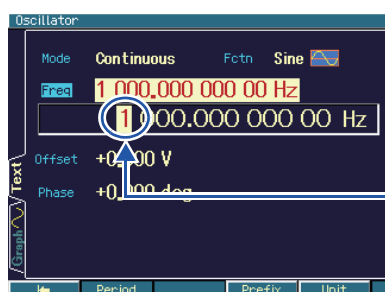
选择频率后显示当前频率

1. 用箭头键和修改旋钮选择需要的项目。左图选择的是频率[Freq]栏。



打开输入栏

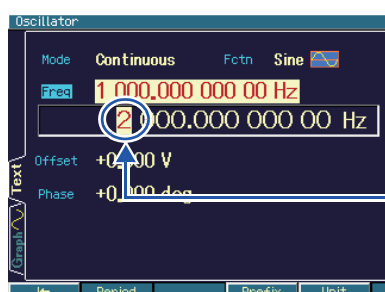
2. 按ENTER键后，打开所选项目的输入栏，该项目的当前值处于可更改状态。此时，也可以在数字键盘上输入数值。



更改位在1kHz的地方

3. 用左右箭头键将光标移到要更改数值的位置。在左图中，将光标移到了1kHz的位置。

移动光标



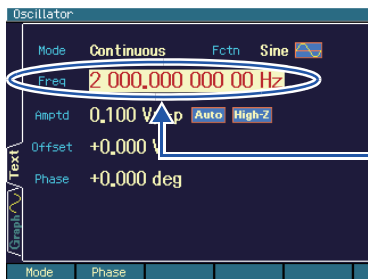
将1改为2

4. 用箭头键和修改旋钮增减数值。在左图中，将数值更改为2kHz。数值更改将立即反应在输出上。

增减数值



4.3 基本设置和操作



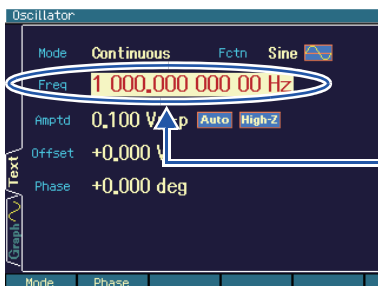
输入栏关闭

5. 按ENTER键关闭输入栏。



如果按的是CANCEL键而不是ENTER键，用修改旋钮改好的值将被删除，并返回到第1步的状态(更改前的设置)。

b) 用数字键盘 ① ... ⑨ 更改数值



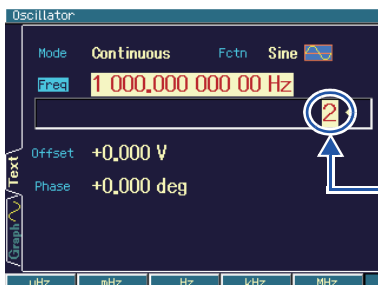
选择频率后显示当前频率

1. 用箭头键或修改旋钮选择需要的项目。
左图选择的是频率[Freq]栏。

项目选择



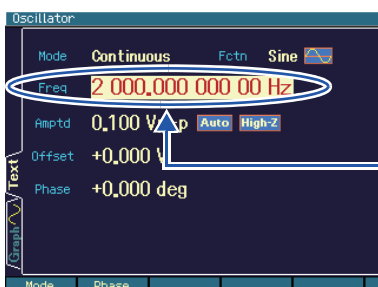
或



打开输入栏并输入数值

2. 按数字键盘后，所选项目下面的输入栏打开。在左图中，用数字键盘输入了2。输入数值时，左箭头键用作删除键，右箭头键用作零输入键。

输入数值

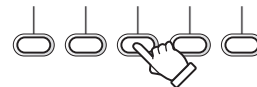


数值被更改后关闭输入栏

3. 按ENTER键或单位键(软键)确定输入的数值，并反映在输出上。然后，输入栏关闭。如果按ENTER键，将不显示k、m等单位。



或



如果按了CANCEL键而不是ENTER键，输入的数值将被删除，设置值不变。

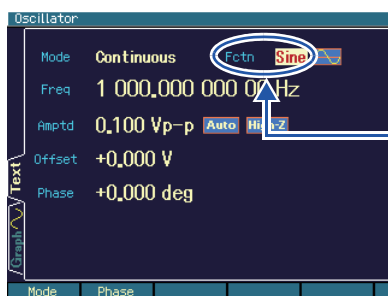
✓ 确认

输入数值时，左箭头键用作删除键，右箭头键用作零输入键。

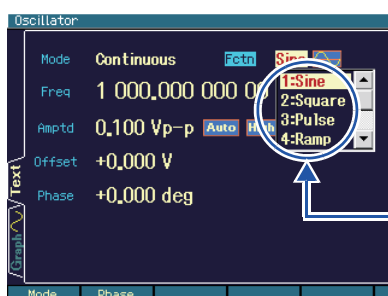
✓ 确认

如果设置项目显示在软键上，则可以用软键打开该项目的输入栏。

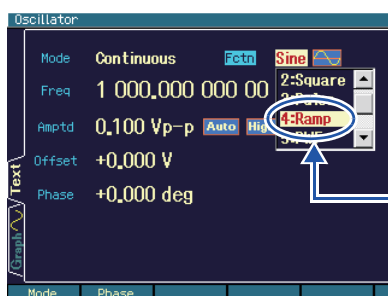
4.3.2 更改波形和振荡模式



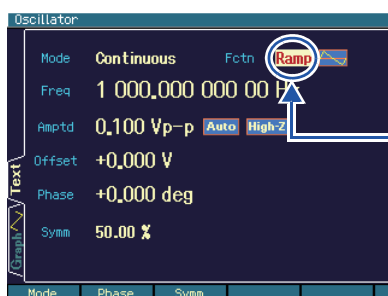
选择波形后显示当前波形



打开选择列表



选择“Ramp”



设置被更改并关闭选择列表

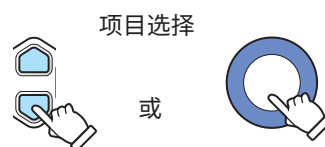
1. 用箭头键和修改旋钮选择需要的项目。左图选择的是波形[Fctn]栏。



2. 按ENTER键打开选择列表。



3. 用上下箭头键或修改旋钮滚动选择列表。此时，也可以通过在数字键盘上输入数值来选择需要的项目。



4. 按ENTER键确定选择的项目，并反映在输出上。然后，选择列表关闭。



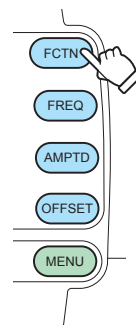
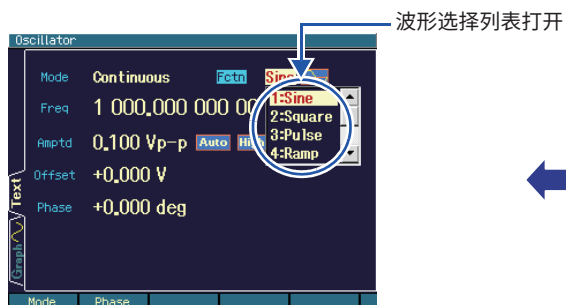
如果按的是CANCEL键而不是ENTER键，设置将保持不变，并返回到第1步的状态。

4.3.3 用快捷键更改基本参数

用基本参数快捷键可以立即打开波形、频率、振幅和DC偏置的选择列表或输入栏。

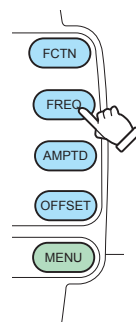
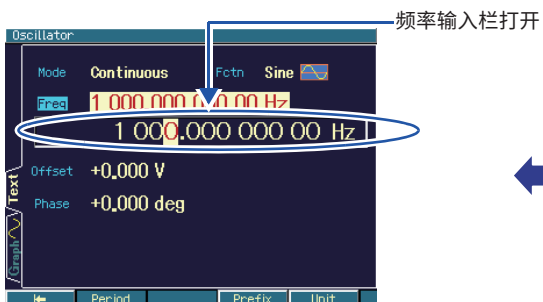
■ 波形

P44



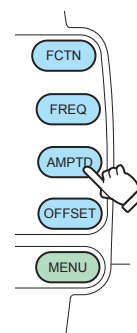
■ 频率

P44



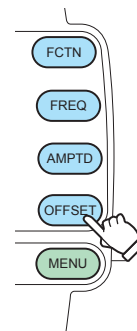
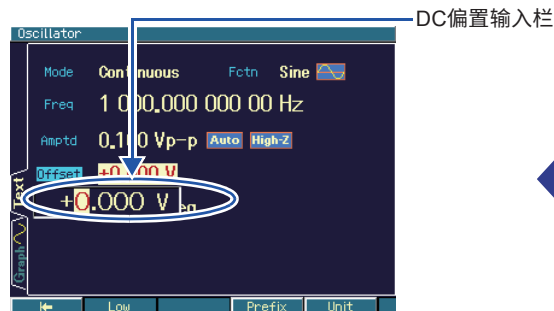
■ 振幅

P48



■ DC偏置

P50



4.3.4 ENTER键、CANCEL键和UNDO键操作

■ ENTER键操作

ENTER键用于执行以下操作。

- 打开所选项目的输入栏和选择列表。
- 确定软键盘输入的数值。
- 执行屏幕上显示的按钮的相应功能。

■ CANCEL键操作

CANCEL键用于执行以下操作。

一旦设置被更改，就无法返回之前的设置。
(可以通过下面的UNDO键撤销操作)

- 关闭输入栏和选择列表。
- 取消软键盘输入的数值。
- 让用调节旋钮更改的值返回之前的设置。
- 关闭设置窗口或对话框。

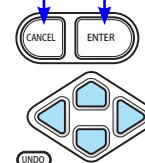
■ UNDO键操作

UNDO键可以让用ENTER键或调节旋钮更改的设置返回之前的设置。

因操作人员操作导致的自动设置更改，也可以返回之前的设置。

撤销之后立即按UNDO键，将返回撤销之前的设置。

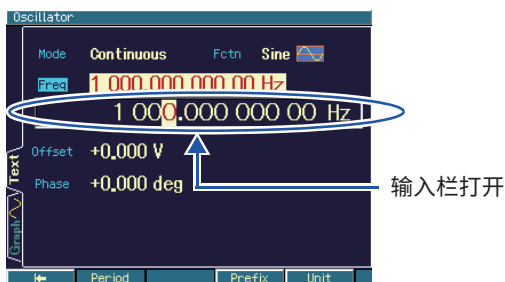
但撤销有时也可能无效。



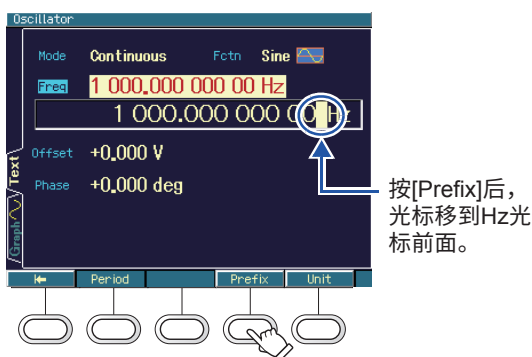
4.3.5 更改显示单位

a) 更改前缀(单位前缀: k、m、M等)

下图以频率为例。振幅和脉宽的更改方法也一样。

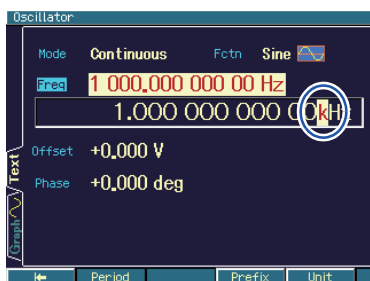
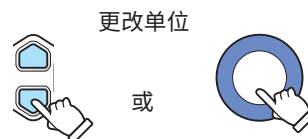


1. 选择频率,按ENTER键,打开输入栏。

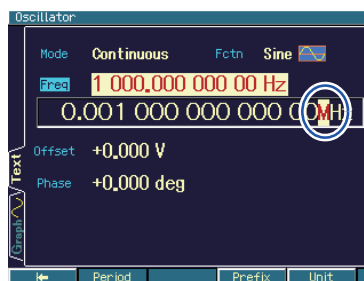


2. 按[Prefix]软键,光标将移到Hz的前面。也可以用右箭头键将光标移到Hz的前面。

3. 按上下箭头键或修改旋钮,可以将单位更改为MHz、kHz、Hz、mHz或uHz。即使显示单位和小数点位置被更改,设置值本身也不会发生变化。



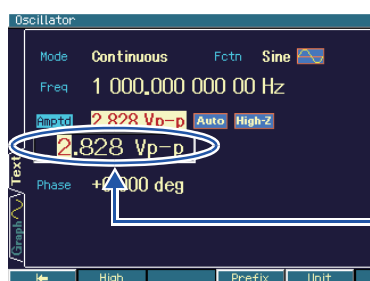
kHz显示



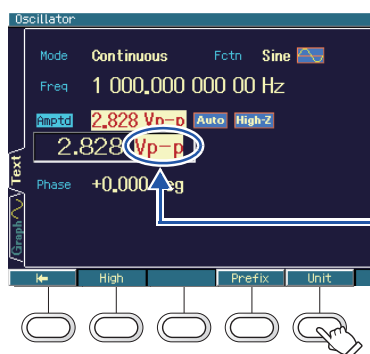
MHz显示

b) 更改Vp-p、Vrms和用户自定义单位等

下图以振幅为例。频率和脉宽的更改方法也一样。

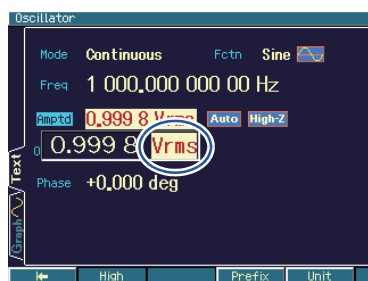
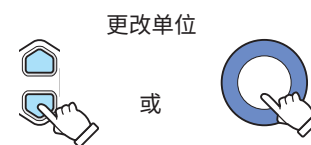


1. 选择频率,按ENTER键,打开输入栏。

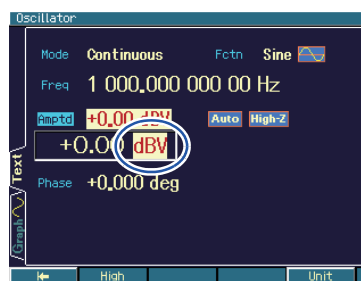


2. 按[Unit]软键,光标将移到Vp-p的前面。也可以用右箭头键将光标移到Vp-p的前面。

3. 按下上下箭头键或修改旋钮,可以将单位更改为Vrms、dBV或用户自定义单位(正弦波、负载阻抗High-Z时)。即使显示单位被更改,输出值本身也不会发生变化。



Vrms显示




dBV显示

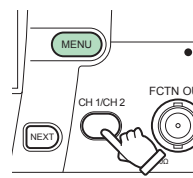
也请参考以下项目:

- 更改频率和周期设置 [P45](#)
- 更改振幅单位(Vp-p、Vpk、Vrms、dBm、dBV) [P48](#)
- 更改脉宽时间和占空比设置 [P60](#)
- 设置用户自定义单位 [应用篇“7. 使用用户自定义单位”](#)

4.3.6 CH1/CH2切换键和激活通道(仅限FG420)

每按一次CH1/CH2切换键，设置的通道就切换一次。
与通道无关的画面，此键无效。

被设置的通道在本仪器中被称为“激活通道”。在突发振荡等模式下， MAN TRIG键用于激活通道。即使画面变为与通道无关的画面，还是会保存此前的激活通道。

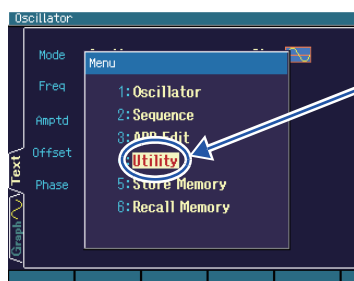


CH1/CH2切换键



4.3.7 Utility画面可以执行的操作

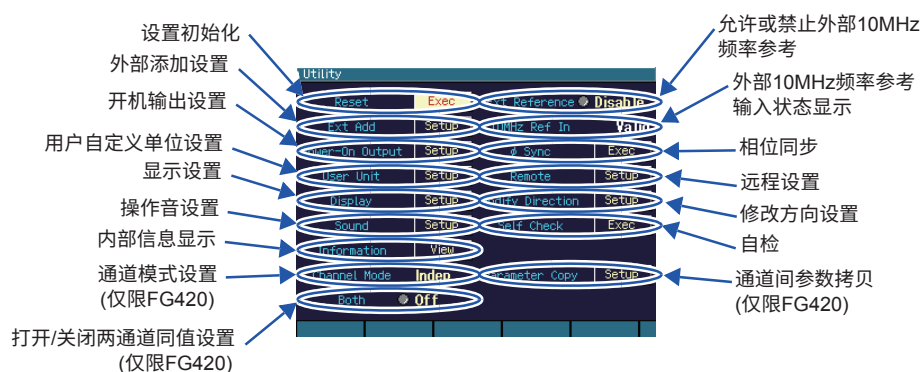
a) 显示Utility画面



在最上层菜单选择[Utility]，按ENTER键。

按菜单键 **(MENU)** 打开最上层菜单窗口。在此窗口选择[Utility]后，按ENTER键 **(ENTER)** 调出Utility画面。

b) Utility画面的构成



设置初始化[Reset]

初始化设置。返回初始设置后，处于连续振荡、正弦波、1kHz、0.1Vp-p/开放、输出关闭状态。

☞ P41

允许或禁止外部10MHz频率参考[Ext Reference]

允许或禁止使用外部10MHz频率参考。

☞ 应用篇 “5. 使用外部频率参考”

外部加法运算运算设置[Ext Add]

设置外部加法运算运算增益。可以选择OFF、2倍或10倍。

☞ P56

外部10MHz频率参考输入状态显示[10MHz Ref In]

显示外部10MHz频率参考输入是否有有效信号。

☞ 应用篇 “5. 使用外部频率参考”

开机输出设置[Power-On Output]

在开机时设置输出ON/OFF。

☞ P41

相位同步[φ Sync]

执行多台仪器同步连接时仪器间的同步操作和FG420通道间的同步操作。

☞ 应用篇 “3.3 通道间相位同步” 和 “4. 同步多台仪器”

用户自定义单位设置[User Unit]

设置用户自定义单位。

☞ 应用篇 “7. 使用用户自定义单位”

远程设置[Remote]

选择 GPIB/USB 和设置 GPIB 地址。也会显示 USB ID。

☞ 应用篇 “8.1 选择远程接口[Remote]”

显示器设置[Display]

设置显示器背光。

☞ 应用篇 “8.2 显示器设置[Display]”

背景灯熄灭，看不清显示内容时，长按菜单键 **MENU** 可以强制打开背景灯。

修改方向设置[Modify Direction]

设置旋转调节旋钮时的移动方向。

☞ 应用篇 “8.3 调节旋钮和旋转方向设置[Modify Direction]”

操作音设置[Sound]

设置操作音

☞ 应用篇 “8.4 操作音设置[Sound]”

自检[Self Check]

执行内部状态检查。

☞ 应用篇 “8.5 自检[Self Check]”

内部信息显示[Information]

显示固件版本和最新校准日期。

☞ 应用篇 “8.6 仪器信息显示[Information]”

通道模式设置[Channel Mode](仅限 FG420)

设置两通道联动操作的类型。可以选择独立、2相、固定频率差、固定频率比或者差分输出。

☞ 应用篇 “3.4 保持两通道频率同值(两通道联动操作、2相)”、“3.5 保持固定频率差(两通道联动操作、两音)”、“3.6 保持固定频率比(两通道联动操作、比率)”、“3.7 执行差分输出(两通道联动操作、差分)”

通道间参数拷贝[Parameter Copy](仅限 FG420)

在通道间拷贝设置。

☞ 应用篇 “3.1 通道间设置拷贝”

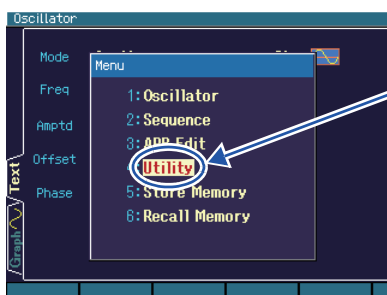
打开/关闭两通道同值[Both](仅限 FG420)

打开或关闭两通道同值设置。

☞ 应用篇 “3.2 统一两通道设置”

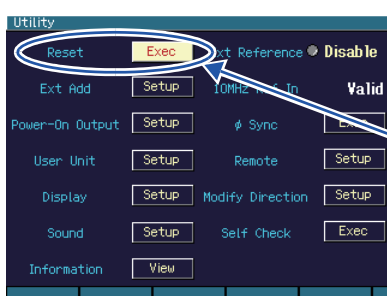
4.3.8 返回初始设置

在Utility画面执行操作后，可返回初始设置。
返回初始设置后，处于连续振荡、正弦波、1kHz、0.1Vp-p/开放、输出关闭状态。
初始设置列表请见 P124。



在最上层菜单选择[Utility]，按ENTER键。

1. 按菜单键 (MENU) 打开最上层菜单窗口。在此窗口选择 [Utility] 后，按ENTER键 (ENTER) 调出Utility画面。



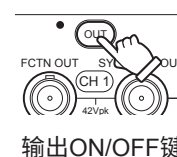
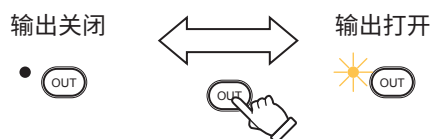
在Utility画面选择[Reset]后，按ENTER键。

2. 在Utility画面选择[Reset]后，按ENTER键 (ENTER)。设置被初始化调出Utility画面。

4.3.9 打开/关闭输出

a) 在面板上操作

每按一次波形输出ON/OFF键，波形输出就在打开和关闭之间切换一次。输出打开时，键左边的灯会亮灯。



输出ON/OFF键

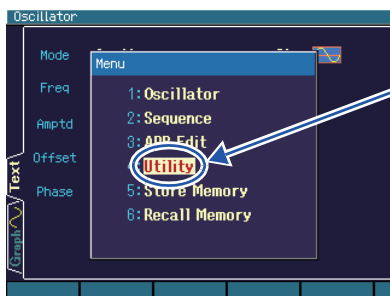
输出关闭时，输出端子将开放。输出打开时，输出阻抗是50Ω。同步/分步输出一直是打开的，与波形输出ON/OFF设置无关。

b) 开机时的设置

开机时的波形输出ON/OFF状态可以指定。
开机时的输出设置可以从以下三项中选择。

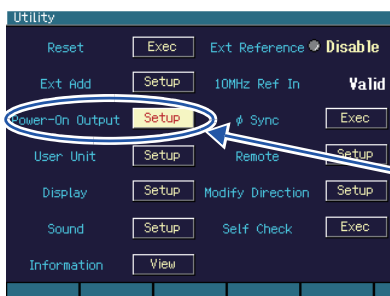
- 关闭[Off]
输出关闭。
- 打开[On]
输出打开。
- 返回之前设置[Last State]
具体操作取决于关机方法。
通过面板电源开关关机：
恢复到关机之前的设置。
通过拔下电源线关机：
输出会关闭。
这种场合是指仪器和其他设备一起安装在机架上，并且所有仪器同时打开或关闭电源。

操作在Utility画面进行。



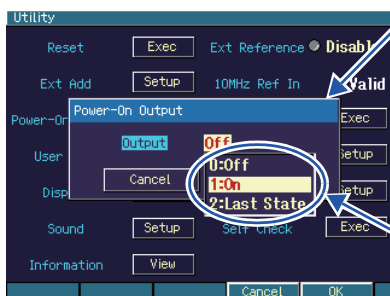
在最上层菜单选择[Utility]，按ENTER键。

1. 按菜单键 **MENU** 打开最上层菜单窗口。在此窗口选择[Utility]后，按ENTER键 **ENTER** 调出Utility画面。



在Utility画面选择[Power-On Output]后，按ENTER键。

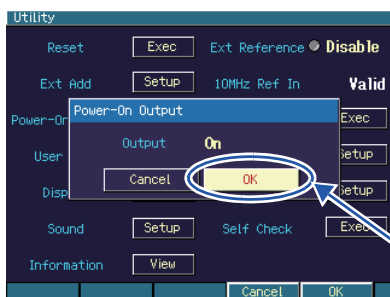
2. 在Utility画面选择[Power-On Output]后，按ENTER键 **ENTER**。



显示开机输出设置窗口。

设置输出设置条件

3. 显示开机输出设置窗口，选择需要的项目后按ENTER键 **ENTER**。显示输出设置条件选择列表，选择需要的项目后ENTER键 **ENTER**。



选择[OK]，按ENTER键。

4. 开机输出设置结束后，在窗口底部选择[OK]，按ENTER键 **ENTER**。开机输出设置更改生效，窗口关闭。不想改变开机输出设置时，在窗口底部选择[CANCEL]，按ENTER键 **ENTER** 或CANCEL键 **CANCEL**。

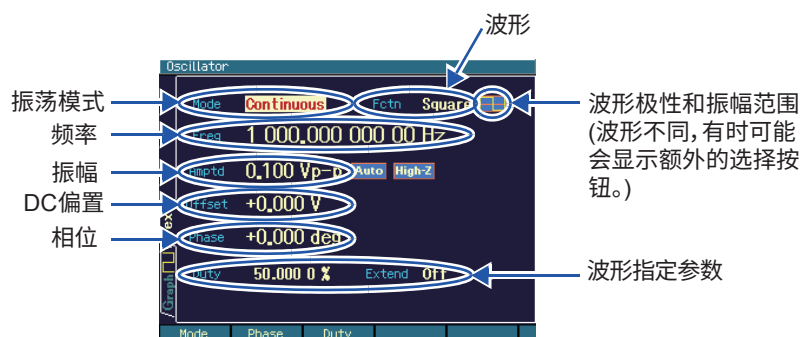
4.4 主要项目的设置方法

本节介绍振荡器设置画面中主要项目的设置方法。在振荡器设置画面的左上方显示“Oscillator”。如果显示其他画面，按菜单键 **(MENU)** 调出主菜单，选择[Oscillator]后，按ENTER键 **(ENTER)**。

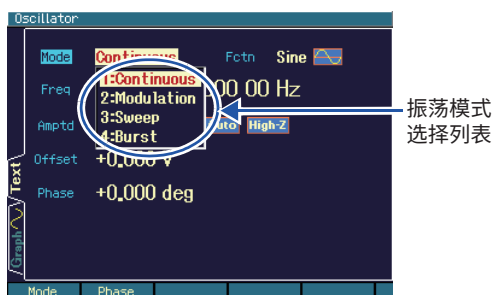
下面用连续振荡模式下的文本显示画面(1通道显示)为例进行说明。设置画面只有一页。

4.4.1 连续振荡模式下的文本显示画面构成

在以下画面对输出波形进行基本设置。



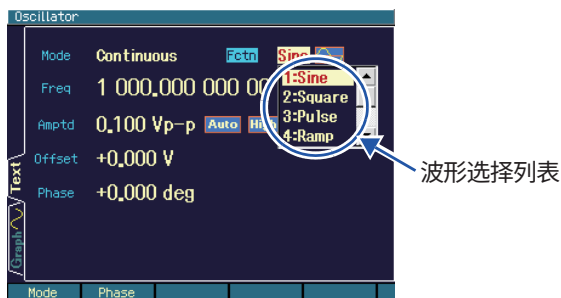
4.4.2 设置振荡模式



1. 选择[Mode]栏后按ENTER键 **(ENTER)**，调出振荡模式选择列表。有多个设置画面时，[Mode]栏显示在每个画面的左上方。

2. 从选择列表中选择想要的振荡模式后按ENTER键 **(ENTER)**，确定选择并反映在输出上。在数字键盘上输入选择列表中想要的振荡模式的编号后，确定选择并反映在输出上。选择[Mode]栏后(未显示选择列表)，从数字键盘输入编号后，也可以设置振荡模式。

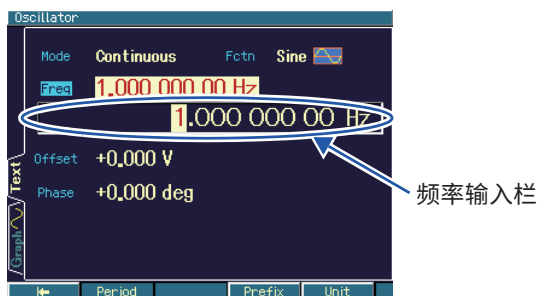
4.4.3 设置波形



1. 按FCTN快捷键 **(FCTN)** 调出波形选择列表, 或者选择[Fctn]栏, 按ENTER键 **(ENTER)** 打开选择列表。
有多个设置画面时, [Fctn]栏总是显示在第一页的右上方。

2. 从选择列表中选择想要的波形后按ENTER键 **(ENTER)**, 确定选择并反映在输出上。
在数字键盘上输入选择列表中想要的波形的编号后, 确定选择并反映在输出上。选择[Fctn]栏后(未显示选择列表), 从数字键盘输入编号后, 也可以设置想要的波形。

4.4.4 设置频率



1. 按FREQ快捷键 **(FREQ)** 调出频率输入栏, 或者选择[Freq]栏, 按ENTER键 **(ENTER)** 打开频率输入栏。
有多个设置画面时, [Freq]栏总是显示在第一页的左上方。
[Period]出现在[Freq]栏时, 显示周期或频率, 按FREQ快捷键 **(FREQ)** 或[Freq]软键可以切换频率显示。

2. 用左右箭头键 **(←→)** 选择要更改的数位, 用上下箭头键 **(↑↓)** 或修改旋钮 **(⊙)** 增减数值, 更改将立即反映在输出上。
也可以用数字键盘 **(0...9)** 输入数值。然后, 按ENTER键 **(ENTER)** 或任意一个单位键(软键L: [uHz] [mHz] [Hz] [kHz] [MHz]) 确定输入值并将数值反映在输出上。使用ENTER键时, 单位被设为Hz。

4.4.5 用周期设置

可以用周期代替频率进行设置。
将频率显示变为周期显示的方法有以下两种。


○ 用[Freq]或[Period]软键改为周期显示

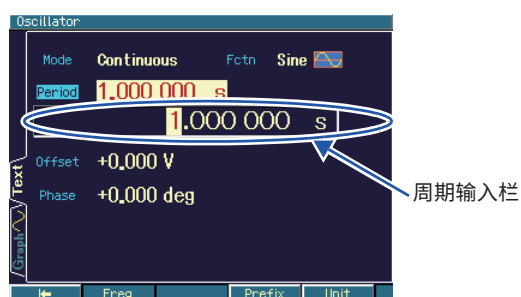
频率输入栏打开、显示当前频率时，出现[Period]软键。按此键打开周期输入栏，将显示项目从[Freq]更改到[Period]。

[Period]软键变为[Freq]。按[Freq]键后，频率输入栏再次打开。

○ 按两次FREQ键 改为周期显示

在频率输入栏没打开的状态下，按两次FREQ快捷键  打开周期输入栏。

频率或周期输入栏打开时，每按一次FREQ键 ，频率显示和周期显示就切换一次。



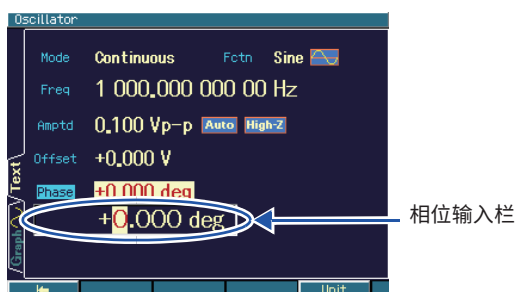
周期输入栏打开时，设置步骤与频率相同。
用数字键盘输入数值后，周期设置的单位键将显示为软键。


变为周期显示后，显示将发生以下变化。









项目名	: Freq	→	Period
单位显示	: Hz	→	s
软键	: Period	→	Freq

4.4.6 设置相位

a) 设置方法



1. 选择[Phase]栏，按ENTER键  打开相位输入框。
有多个设置画面时，[Phase]栏总是显示在上一页。

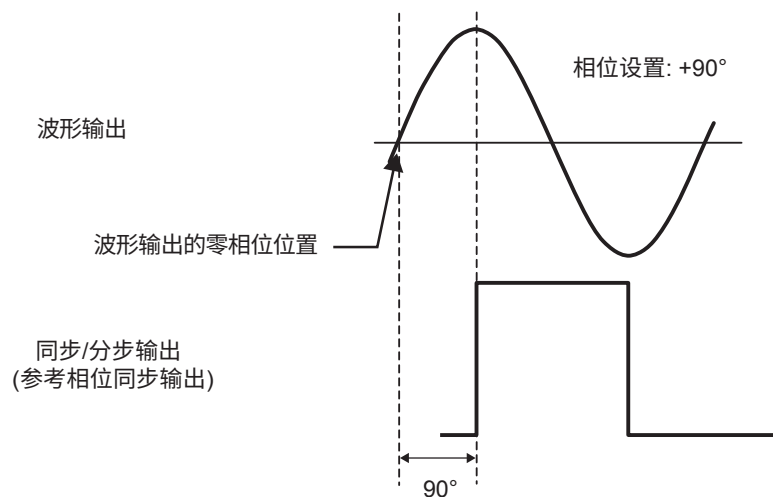
2. 用左右箭头键   选择要更改的数位，用上下箭头键   或修改旋钮  增减数值。更改将立即反映在输出上。
也可以用数字键盘  ...  输入数值。然后，按ENTER键  或 [deg] 单位键(软键)确定输入值并将数值反映在输出上。使用ENTER键时，单位也被设为 deg。

b) 在相位设置中更改项目

根据相位设置，可以更改以下项目。

■ 更改同步/分步输出的参考相位同步输出和波形输出之间的相位差

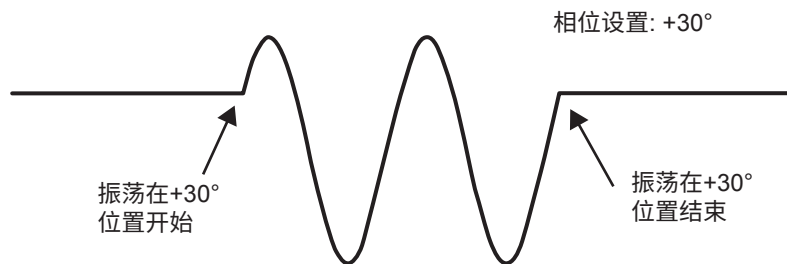
下图以相位设为 $+90^\circ$ 为例进行说明。此时，波形输出的零相位位置比参考相位同步输出的上升提前 90° 。



■ 更改突发振荡、门控单次扫描的振荡开始/结束相位

下图以振荡开始/结束相位设为 $+30^\circ$ 时的突发振荡为例进行说明。此时，从 $+30^\circ$ 位置开始振荡，同样在 $+30^\circ$ 位置结束振荡。

突发振荡: P103、门控单发扫描: P87

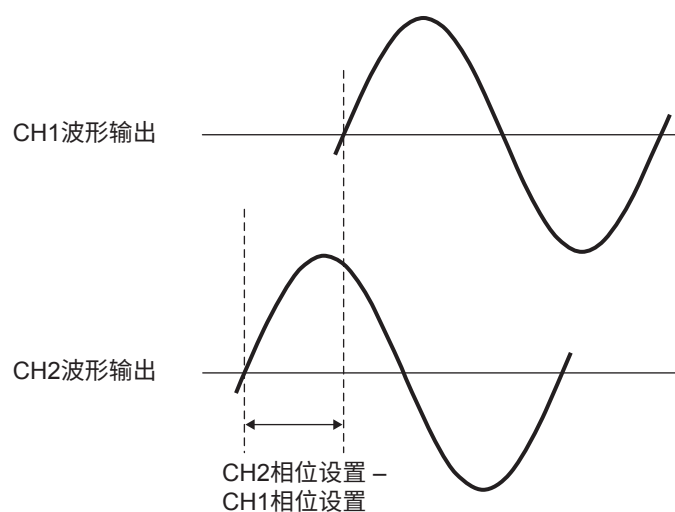


更改同步振荡和2相振荡时通道间的相位差(仅限FG420)

各通道相位设置之间的差就是通道间相位差。

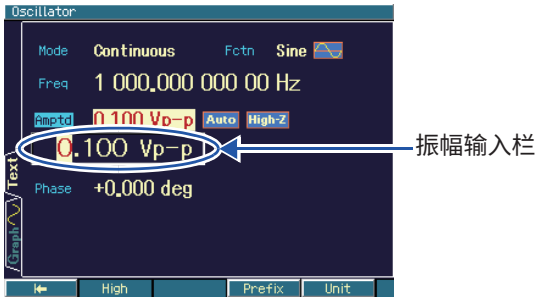
[CH2相位设置 - CH1相位设置]的结果为正式时，如下图所示，CH2波形将超前于CH1波形。

同步振荡和2相振荡详情请见 应用篇“3.3 通道间相位同步”、“3.4 保持两通道频率同值(两通道联动操作、2相)”。



4.4.7 设置振幅

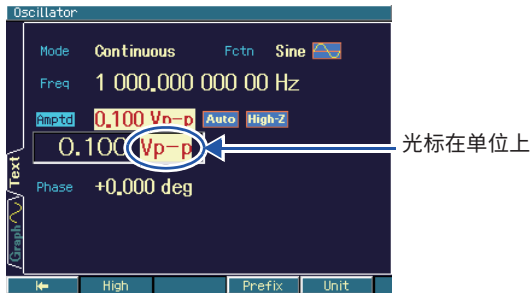
a) 设置方法



1. 按AMPTD快捷键 **AMPTD** 打开振幅输入栏, 或者选择[Amptd]栏, 按ENTER键 **ENTER** 打开振幅输入栏。
有多个设置画面时, [Amptd]栏总是显示在第一页。
[High]出现在[Amptd]栏时, 显示高电平而不显示振幅, 再按一次AMPTD键 **AMPTD**, 可以切换到振幅画面。

2. 用左右箭头键 **◀▶** 选择要更改的数位, 用上下箭头键 **⬆️⬇️** 或修改旋钮 **⦿** 增减数值。更改将立即反映在输出上。
也可以用数字键盘 **0...9** 输入数值。然后, 按ENTER键 **ENTER** 或任意单位键(软键)确定输入值并将数值反映在输出上。

b) 更改振幅单位(Vp-p、Vpk、Vrms、dBV、dBm、用户自定义单位)



1. 振幅输入栏打开时, 按[Unit]软键并将光标移到最右边的单位位置上。
2. 可以用上下箭头键 **⬆️⬇️** 或修改旋钮 **⦿** 更改单位(不显示不能使用的单位)。即使显示单位改变了, 实际输出值还是保持不变。

c) 可以使用的单位取决于波形

振幅单位可以设为Vp-p、Vpk、Vrms、dBV、dBm或用户自定义单位。
适用波形有以下限制(DC除外)。

单位	适用波形
Vp-p	振幅范围为±FS的标准波形和任意波形
Vpk	振幅范围为0/+FS、-FS/0的标准波形和任意波形
Vrms	正弦波和噪声
dBV	正弦波和噪声 1Vrms = 0dBV
dBm	正弦波和噪声 指定负载阻抗(☞ P55)时, 1mW电压设为0dBm。 例: 负载阻抗为50Ω时, 0dBm = 223.6mVrms/50Ω。 负载阻抗设为High-Z时不适用。
用户自定义单位	所有波形。 用户自定义单位详情请见 ☞ 应用篇“7. 使用用户自定义单位”。

d) AC+DC限制

[AC振幅 + DC偏置]的最大值被限制在 $\pm 10\text{V}$ /开放。

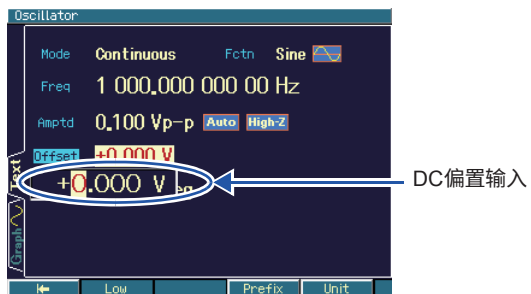
例如，如果AC振幅设为 $5\text{V}_{\text{p-p}}$ /开放，DC偏置范围将被限制在 -7.5V /开放到 $+7.5\text{V}$ /开放之间。

最大值取决于输出电压量程设置和外部加法运算输入设置。

☞ P54、P56

4.4.8 设置DC偏置

a) 设置方法



1. 按OFFSET快捷键 **OFFSET** 打开DC偏置输入栏, 或者选择[Offset]栏, 按ENTER键 **ENTER** 打开DC偏置输入栏。
有多个设置画面时, [Offset]栏总是显示在第一页。
[Low]出现在[Offset]栏时, 显示低电平而不显示偏置, 再按一次OFFSET键 **OFFSET**, 可以切换到DC偏置画面。

2. 用左右箭头键 **◀▶** 选择要更改的数位, 用上下箭头键 **⬆️⬇️⬆️** 或修改旋钮 **🌀** 增减数值。更改将立即反映在输出上。
也可以用数字键盘 **0...9** 输入数值。然后, 按ENTER键 **ENTER** 或任意单位键(软键)确定输入值并将数值反映在输出上。

b) AC+DC限制

[AC振幅 + DC偏置]的最大值被限制在±10V/开放。

例如, 如果AC振幅设为5Vp-p/开放, DC偏置范围将被限制在-、7.5V/开放到+7.5V/开放之间。

最大值取决于输出电压量程设置和外部设置。

☞ P54、P56

4.4.9 用高低限值设置输出电平

可以通过波形高低限值设置输出电平，不用设置振幅和DC偏置。

a) 振幅/DC偏置显示改为High/Low显示

如下所示，振幅/DC偏置显示改为High/Low显示的方法共有以下三种。



○ 用[High]或[Low]软键改为High/Low显示

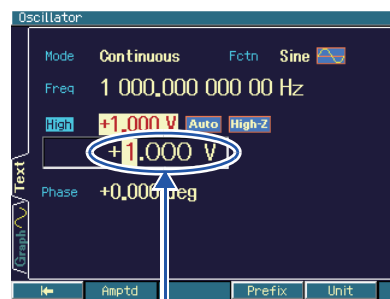
振幅或DC偏置输入栏打开、显示当前值时，出现[High]或[Low]软键。按此键打开高电平或低电平输入栏，项目显示分别由[Amptd]和[Offset]变为[High]和[Low]。[High]或[Low]软键变为[Amptd]或[Offset]。此时按[Amptd]或[Offset]软键，振幅或DC偏置输入栏打开。

○ 按两次AMPTD键 改为High/Low显示

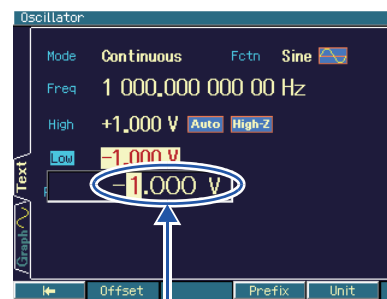
在振幅输入栏没打开的状态下，按两次AMPTD快捷键  打开高电平输入栏。如果高电平输入栏打开，每按一次AMPTD键 ，振幅/DC偏置显示和high/low显示就切换一次。

○ 按两次OFFSET键 改为High/Low显示

在DC偏置输入栏没打开的状态下，按两次OFFSET快捷键  打开低电平输入栏。如果低电平输入栏打开，每按一次OFFSET键 ，振幅/DC偏置显示和high/low显示就切换一次。



高电平输入栏



低电平输入栏

高电平栏或低电平栏打开后，设置步骤与DC偏置相同。
用数字键盘输入数值时，高低电平设置单位显示为软键。

变为高低电平显示后，显示将发生以下变化。

项目名称: Amptd → High, Offset → Low
单位显示: Vp-p, Vpk, Vrms, dBV, dBm, V → V
软键: High → Amptd, Low → Offset

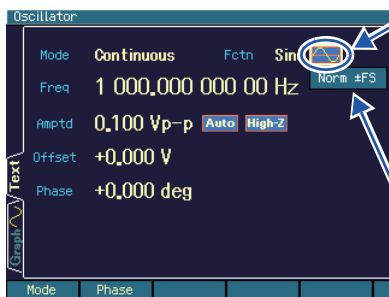
b) AC+DC限制

高低电平被限制在-10V/开放到+10V/开放之间。
最大值取决于输出电压量程设置和外部加法运算输入设置。

☞ P54、P56

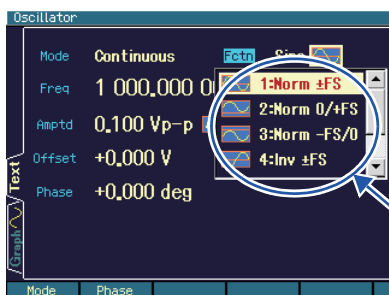
4.4.10 设置波形极性和振幅范围

a) 设置方法



选择极性或振幅范围图标, 然后按 NETER键。

选择极性或振幅范围图标后, 显示当前极性或振幅的范围。



极性和振幅范围选择列表

1. 选择波形名称右边的极性/振幅范围图标后, 当前极性/振幅范围设置显示在该图标下方。按ENTER键 (ENTER) 打开极性/振幅范围选择列表。
2. 从选择列表中选择需要的极性和振幅范围, 按ENTER键 (ENTER) 确定设置并反映在输出上。或者, 用数字键盘输入选择列表中相应的极性和振幅范围的编号, 确定设置并反映在输出上。

b) 极性和振幅范围定义

每个波形都可以反转极性并将振幅范围改为单极性。下图以正弦波为例进行说明。

极性	振幅范围		
	-FS/0	±FS	0/+FS
正常 [Norm]			
反转 [Inv]			

反转极性时, 只反转波形, 输出的DC偏置符号将保持不变。

✓ 确认

每个波形的极性和振幅范围设置是相互独立。

c) 振幅范围决定方法

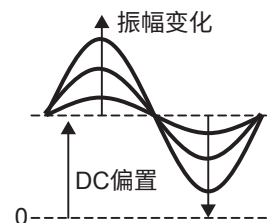
振幅更改后，根据观察波形变化情况决定振幅范围。

在初始设置中，两极间的波形振荡设为 $\pm FS$ ，单极间的波形振荡设为 $0/+FS$ 。

■ 以振幅范围为 $\pm FS$ 的正弦波为例

振幅更改后，以DC偏置位置为基准，波形振幅将 $+/-$ 对称变化。

对于以零点为中心在两极之间振荡的波形，将振幅范围设为 $\pm FS$ 通常较为方便。

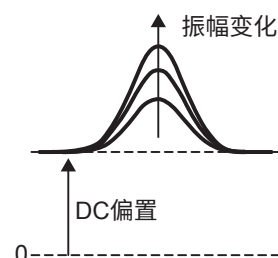


■ 以振幅范围为 $0/+FS$ 的高斯脉冲为例

振幅更改后，以DC偏置位置为基准，波形振幅只在正峰值处变化。振幅以波形底部为基准改变。对于单极性波形，将振幅范围设为 $0/+FS$ 或 $-FS/0$ 通常较为方便。

振幅范围设为 $-FS/0$ 时，振幅以波形顶部为基准改变。

(高斯脉冲包括在参数可变波形之内。)



d) 振幅范围的限制

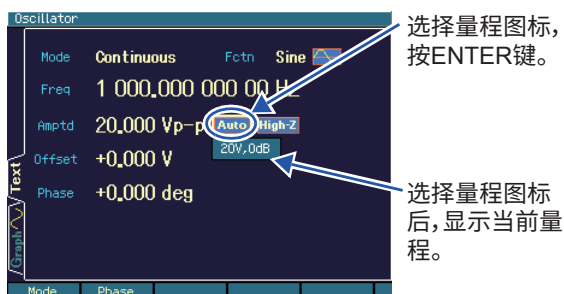
- 振幅范围设为 $-FS/0$ 或 $0/+FS$ 时，最大振幅将为 $\pm FS$ 的一半。
- 振幅范围设为 $-FS/0$ 或 $0/+FS$ 时，相当于只是用波形存储器的上半部分或下半部分。因此，振幅分辨率与 $\pm FS$ 相比，减少1位。
- 振幅范围为 $\pm FS$ 时的振幅设置为 V_{p-p} ，振幅范围为 $-FS/0$ 或 $0/+FS$ 时的振幅设置为 V_{pk} 。无论哪种情况下，振幅都是指波形峰-峰值的大小。

4.4.11 如何使用输出电压的自动量程/量程保持

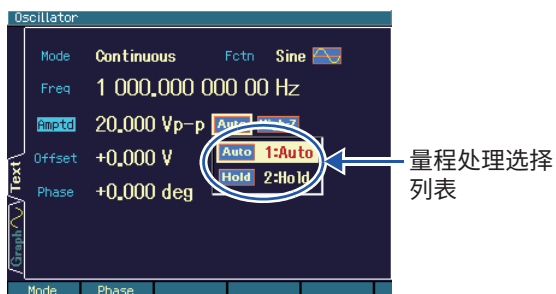
自动量程被设为初始设置的一部分，因此将根据振幅和DC偏置(包括用高低电平设置)自动选择最优量程。更改量程时将产生瞬态电压，但会控制电压不会过大。

如果不希望量程更改导致瞬态电压，可以将量程设为固定值。但是，如果在量程固定状态下减小振幅，将降低振幅精度和波形质量。

a) 设置方法



1. 选择振幅画面右侧的量程图标, 当前量程显示在图标下方。当前量程由最大输出电压Vp-p和振幅衰减组成。
按ENTER键(ENTER)打开量程处理选择列表。



2. 从选择列表选择[Auto]后, 变为自动量程。选择[Hold]后, 当时的量程将被固定。量程图标分别显示为“Auto”和“Hold”。选择需要的量程处理后, 按ENTER键(ENTER)。

b) 固定量程时振幅和DC偏置的最大值

量程被固定后, 振幅和DC偏置的最大值以及外部加法运算增益具体如下。

量程 (最大输出电压 Vp-p、振幅衰减)	振幅最大值 (负载开放值)	DC偏置最大值 (负载开放值)	AC+DC最大值 (负载开放值)	外部加法运算 运算增益 (额定±1V)
20V, 0dB	20Vp-p	±10V	±10V	×10或Off
20V, -10dB	6.325Vp-p	±10V	±10V	×10或Off
20V, -20dB	2Vp-p	±10V	±10V	×10或Off
20V, -30dB	0.6325Vp-p	±10V	±10V	×10或Off
4V, 0dB	4Vp-p	±2V	±2V	×2或Off
4V, -10dB	1.265Vp-p	±2V	±2V	×2或Off
4V, -20dB	0.4Vp-p	±2V	±2V	×2或Off
4V, -30dB	0.1265Vp-p	±2V	±2V	×2或Off

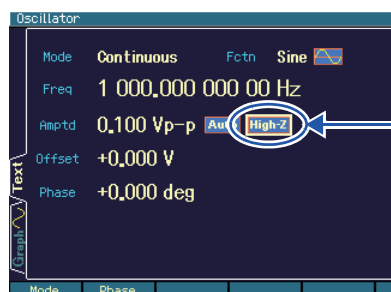
4.4.12 设置负载阻抗

负载阻抗设置值符合实际负载条件时，可以用负载端的电压值设置振幅和DC偏置(包括用高低电平设置)。

负载阻抗值可以在1Ω ~ 10kΩ、50Ω或开放(High-Z)这一范围中设置。

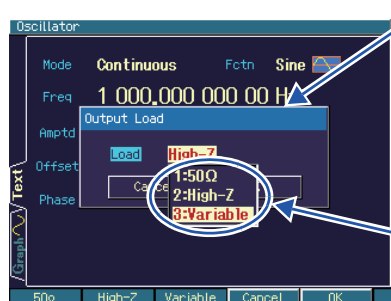
但是，即使改变负载阻抗设置值，改变的只是显示的振幅设置值和DC偏置设置值，负载开放时的电压将保持不变。

a) 设置方法



选择负载阻抗图标，按ENTER键。

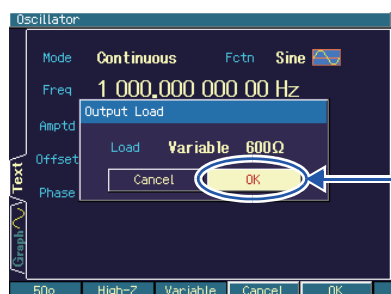
1. 选择量程图标右侧的负载阻抗图标，按ENTER键 **(ENTER)**。



负载阻抗设置窗口打开。

设置负载阻抗条件。

2. 负载阻抗设置窗口打开，再按一次ENTER键 **(ENTER)**。
负载阻抗条件选择列表打开，选择需要的负载阻抗条件，按ENTER键 **(ENTER)**。
选择[Variable]后，可以设置负载阻抗值。



选择[OK]，按ENTER键。

3. 负载阻抗设置结束后，选择窗口底部的[OK]，按ENTER键 **(ENTER)** 确定负载阻抗设置更改，关闭窗口。
不更改负载阻抗设置时，选择窗口底部的[Cancel]，按ENTER键 **(ENTER)** 或CANCEL键 **(CANCEL)**。

b) 换算式

按以下公式进行换算。

负载阻抗设置值: $R_{load}(\Omega)$

负载开放时的输出电压: V_{open}

输出电压设置值(负载端电压): V_{load}

$$V_{load} = \frac{R_{load}}{50 + R_{load}} \times V_{open}$$

✓ 确认

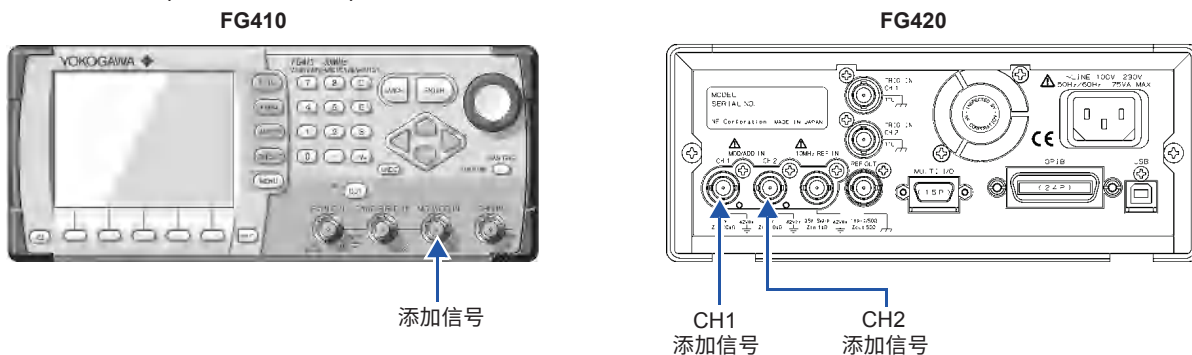
- 输出阻抗固定为50Ω。
- 不补偿输出阻抗误差和输出电压误差。输出电压精度规格是负载开放时的值。

4.4.13 添加外部信号

外部信号可以添加到本仪器的输出波形。

a) 连接加法运算加法运算信号

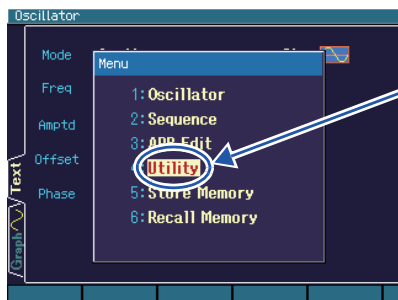
将加法运算信号分别连接到FG410前面板和FG420后面板上的外部调制/加法运算运算输入(MOD/ADD IN)BNC端子。



输入特性详情请见 P15。
此BNC端子与机箱绝缘，与同一通道输出波形的接地电位相同。
浮地电压详情请见 P20。

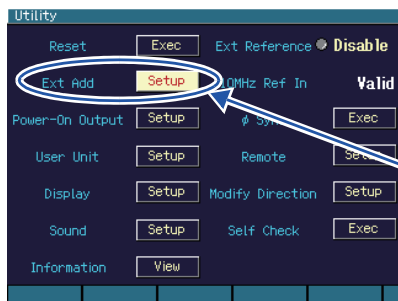
b) 如何让加法运算运算信号有效

外部加法运算运算设置在Utility画面执行。



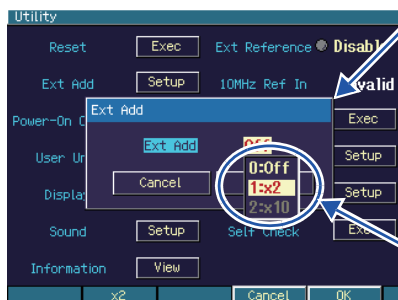
在最上层菜单中选择[Utility]，按ENTER键。

1. 按MENU键 **MENU** 打开最上层菜单窗口。选择[Utility]，按ENTER键 **ENTER** 调出Utility画面



在[Utility]画面选择[Ext Add]，按ENTER键。

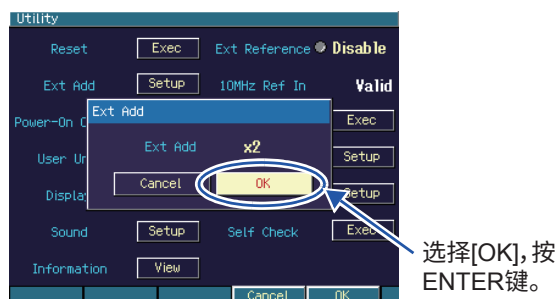
2. 在Utility画面选择[Ext Add]栏，按ENTER键 **ENTER**。



外部加法运算设置窗口打开

设置外部加法运算条件

3. 外部加法运算设置窗口打开，选择想要的项目，按ENTER键 **ENTER**。外部加法运算条件选择列表打开，选择需要的条件，按ENTER键 **ENTER**。[x2]和[x10]是指加法运算增益。



4. 外部加法运算设置结束后,选择窗口底部的[OK],按ENTER键 **ENTER** 确定外部加法运算设置更改,关闭窗口。
不更改外部加法运算设置时,选择窗口底部的[Cancel],按ENTER键 **ENTER** 或 CANCEL键 **CANCEL**。

c) 不能选择需要的外部加法运算条件时

■ 外部加法运算不能设为ON(×2、10设置)时

使用外部调制。

如要使用外部加法运算,需要将调制源改为内部源。

外部加法运算输入端子与外部调制输入端子是共用端子。因此,在FSK和PSK以外的调制振荡中指定外部调制源时,不能使用外部加法运算。此时,外部加法运算设置总为OFF。同样,使用外部加法运算时,也不能使用外部调制(FSK、PSK除外)。

■ 外部加法运算增益不能设为需要值时

外部加法运算增益由输出电压量程决定。

如要将外部加法运算增益设为×2,须将振幅和DC偏置设为输出电压量程为4V时的值。

如要将外部加法运算增益设为×10,须将振幅和DC偏置设为输出电压量程为20V时的值。

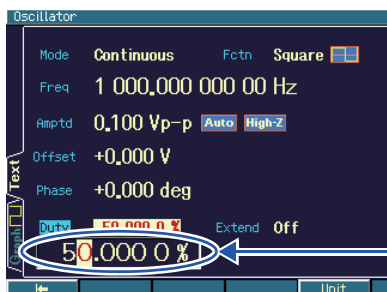
外部加法运算是在波形输出的最后一段进行(☞ P2),因此加法运算增益与输出电压量程关系密切。量程的最大输出电压为20V和4V时,加法运算增益分别固定为10倍和2倍。不能选择其他加法运算增益值。☞ P54

相反,使用外部加法运算时,量程的最大输出电压由加法运算增益决定,是固定值。尤其在加法运算增益为10倍时,输出电压最大值固定为20V,所以振幅降低时,振幅精度和波形质量可能会下降。

4.4.14 设置方波占空比

假设波形设为方波[Square]。波形设置方法详情请见 P44。
占空比设置单位只设为%，不能用时间设置或显示。

a) 占空比设置方法

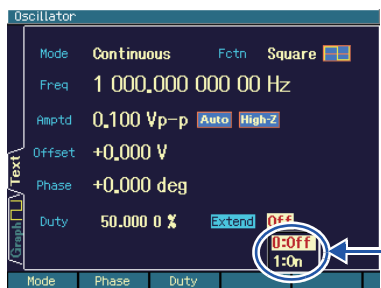


1. 选择[Duty]栏，按ENTER键 **ENTER** 打开占空比输入栏。
有多个设置画面时，[Duty]栏总是显示在首页。

2. 用左右箭头键 **◀▶** 选择要更改的数位，用上下箭头键 **⬆️⬇️** 或调节旋钮 **🕒** 增减数值。更改将立即反映在输出上。
也可以用数字键盘 **0** ... **9** 输入数值。然后，按ENTER键 **ENTER** 或单位键[%](软键)确定输入值并将数值反映在输出上。如果使用ENTER键，单位将设为%。

b) 占空比可变范围切换方法

通常设为OFF(常规范围)。



1. 选择[Extend]栏，按ENTER键 **ENTER** 打开占空比可变范围扩展ON/OFF选择列表。
有多个设置画面时，[Extend]栏总是显示在首页。

2. 从选择列表中选择需要的条件，按ENTER键 **ENTER** 确定设置并反映在输出上。
也可以用数字键盘输入选择列表中相应的编号，确定设置并反映在输出上。
选择[Extend]栏时(不显示选择列表时)，不从数字键盘输入编号也可以设置。

c) 标准和扩展占空比可变范围之间的差异

可变范围	特征
标准	设置范围: 0.0100% ~ 99.9900% <ul style="list-style-type: none"> • 可以在抖动较少、脉冲不消失的范围内更改占空比。 • 频率变高, 占空比设置范围将变窄。 • 频率为15MHz时, 占空比固定为50%。
扩展	设置范围: 0.0000% ~ 100.0000%(与频率无关) <ul style="list-style-type: none"> • 抖动为2.5ns rms或低于典型值时, 总是在0% ~ 100%之间更改占空比。 • 最高或最低脉宽低于8.4ns时, 脉冲可能会经常消失。但从平均来说, 占空比等于设置的占空比。 • 设为0%时, 波形固定在低侧。设为100%时, 波形固定在高侧。无论哪种情况下, 都会停止输出脉冲。

d) 标准占空比可变范围时的占空比和频率限制

占空比设置范围根据频率不同被限制在以下范围内。

$$\text{频率 (Hz)} / 300,000 \leq \text{占空比}(\%) \leq 100 - \text{频率 (Hz)} / 300,000$$

例如, 3MHz时的可变范围限制在10% ~ 90%。
因频率设置无法满足以上限制时, 占空比将被调制。

 **确认**

占空比可变范围为扩展时, 脉冲可能会经常消失, 所以频率有时会比设置频率低。如果应用需要频率必须保持一定, 请勿使用扩展可变占空比范围。

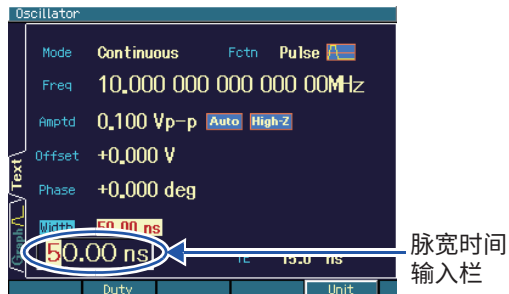
4.4.15 设置脉冲波的脉宽和前沿/后沿时间

假设波形设为脉冲波[Pulse]。波形设置方法详情请见 P44。

脉宽可以用时间设置，也可以用占空比设置。

前沿时间和后沿时间只能用时间进行设置。

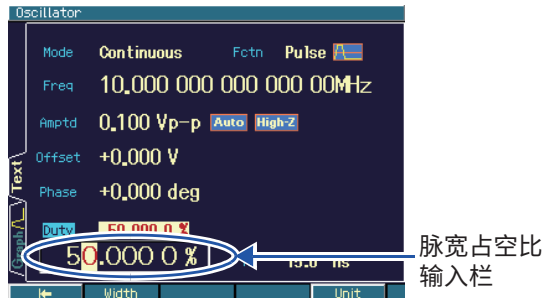
a) 脉宽时间设置方法



1. 选择[Width]栏，按ENTER键 打开脉宽时间输入栏。
有多个显示页面时，[Width]栏总是显示在第一页。
[Duty]出现在[Width]栏时，显示的是脉宽占空比，而不是脉宽时间。占空比输入栏打开时，按[Width]软键可以切换到脉宽时间显示。

2. 用左右箭头键 选择要更改的数位，用上下箭头键 或调节旋钮 增减数值。更改将立即反映在输出上。
也可以用数字键盘 输入数值。然后，按ENTER键 或单位键(软键)确定输入值并将数值反映在输出上。如果使用ENTER键，单位将设为s。

b) 脉宽占空比设置方法



1. 选择[Duty]栏，按ENTER键 打开脉宽占空比输入栏。
有多个显示页面时，[Duty]栏总是显示在第一页。
[Width]出现在[Duty]栏时，显示的是脉宽时间，而不是脉宽占空比。时间输入栏打开时，按[Duty]软键可以切换到脉宽占空比显示。

2. 用左右箭头键 选择要更改的数位，用上下箭头键 或调节旋钮 增减数值。更改将立即反映在输出上。
也可以用数字键盘 输入数值。然后，按ENTER键 或[%]单位键(软键)确定输入值并将数值反映在输出上。如果使用ENTER键，单位将设为%。

c) 切换脉宽时间和脉宽占空比

○ 脉宽时间 → 脉宽占空比

脉宽时间输入栏打开、显示当前脉宽时间时，出现[Duty]软键。按此键打开脉宽占空比输入栏，将项目显示从[Width]改为[Duty]。[Duty]软键变为[Width]。

○ 脉宽占空比 → 脉宽时间

脉宽占空比输入栏打开、显示当前脉宽占空比时，显示[Width]软键。按此键打开脉宽时间输入栏，将项目显示从[Duty]改为[Width]。[Width]软键变为[Duty]。

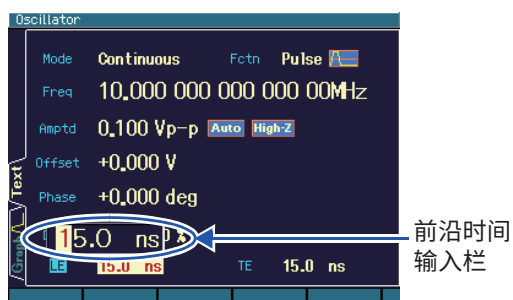
d) 脉宽时间设置和占空比设置之间的差异

根据用时间设置脉宽还是用占空比设置脉宽，以下操作将有所不同。



e) 前沿时间和后沿时间设置方法

前沿时间[LE]和后沿时间[TE]只根据时间进行设置。



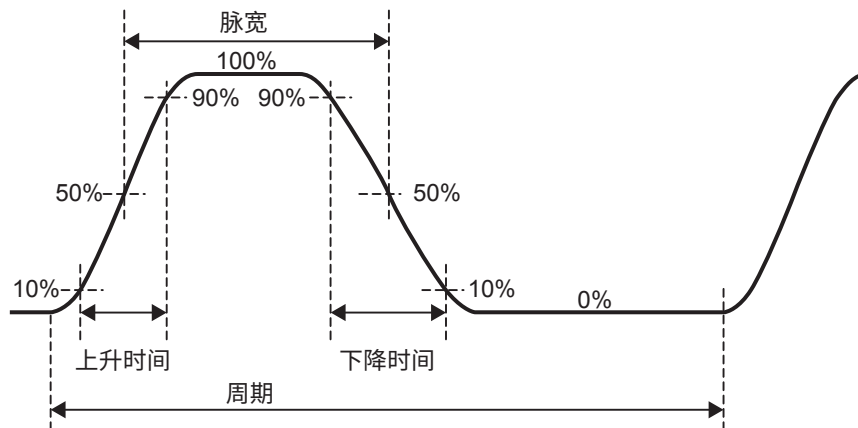
1. 设置前沿时间时，选择[LE]栏，按ENTER键 打开前沿时间输入栏。设置后沿时间时，选择[TE]栏，按ENTER键 打开后沿时间输入栏。有多个设置画面时，[LE]和[TE]栏总是显示在第一页。

2. 用左右箭头键 选择要更改的数位，用上下箭头键 或调节旋钮 增减数值。更改将立即反映在输出上。

也可以用数字键盘 ... 输入数值。然后，按ENTER键 或单位键(软键)确定输入值并将数值反映在输出上。如果使用ENTER键，单位将设为s。

f) 脉宽、前沿时间和后沿时间的定义和限制

脉宽、前沿时间和后沿时间的定义如下图所示。



但是，脉宽、前沿时间、后沿时间和频率的设置范围相互制约，具体如下图所示。根据频率或脉宽设置不同，如果以下限制无法满足，首先会调整前沿时间和后沿时间，然后调整脉宽。

■ 前沿时间和后沿时间的限制

前沿时间、后沿时间、频率或周期的范围将受到以下限制。

$$\begin{aligned} & \text{周期的}0.01\% \text{和}15\text{ns} \text{中的较大值} \leq \text{前沿时间} \\ & \text{周期的}0.01\% \text{和}15\text{ns} \text{中的较大值} \leq \text{后沿时间} \end{aligned}$$

例如，1kHz时的前沿时间和后沿时间将被限制在100ns或更高。

■ 脉宽、前沿时间和后沿时间的限制

脉宽时间、前沿时间、后沿时间、频率或周期的范围将受到以下限制。脉宽用占空比设置时，将换算成时间的值作为脉宽时间。

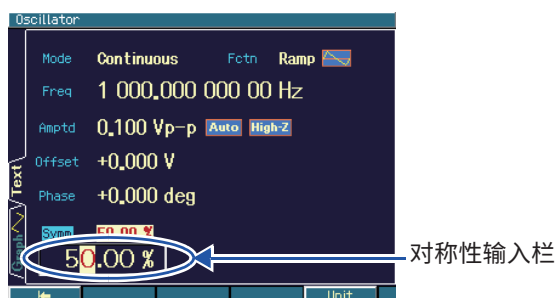
$$\left(\text{前沿时间} + \text{后沿时间} \right) \times 0.85 \leq \text{脉宽时间} \leq \text{周期} - \left(\text{前沿时间} + \text{后沿时间} \right) \times 0.85$$

例如，1kHz时的前沿时间和后沿时间分别设为100ns时，脉宽时间在170ns ~ 999.83μs 范围内变化。

4.4.16 设置锯齿波对称性

假设波形设为锯齿波[Ramp]。波形设置方法详情请见 P44。
对称性设置单位只设为%，不能用时间设置或显示。

a) 对称性设置方法

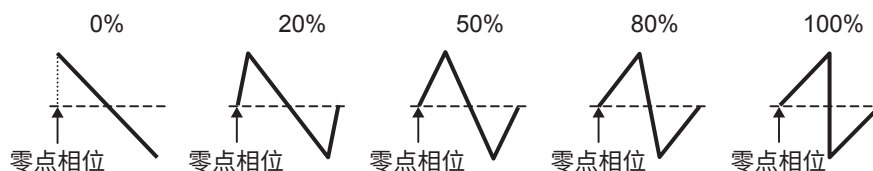


1. 选择[Symm]栏，按ENTER键 打开对称性输入栏。
有多个设置画面时，[Symm]栏总是显示在
第一页。

2. 用左右箭头键 选择要更改的数位，用上下箭头键 或调节旋钮 增减数值。更改将立即反映在输出上。
也可以用数字键盘 输入数值。然后，按ENTER键 或单位键[%](软
键)确定输入值并将数值反映在输出上。如果使用ENTER键，单位将设为%。

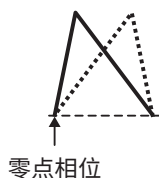
b) 对称性和波形之间的关系

一个周期的波形将根据对称性设置而发生变化，具体如下图所示。对称性是指最初上升和最后上升比例的合计。除了对称性为0%以外，零点相位定位在振幅的零中心点位置。



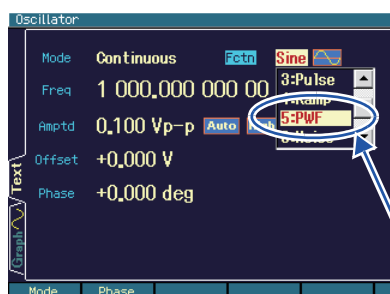
零点相位如下图所示在波形底部重合时，使用参数可变波形的底部参考锯齿波。
应用篇“1.2.7 其他波形组”

底部参考锯齿波对称性为20%和80%时



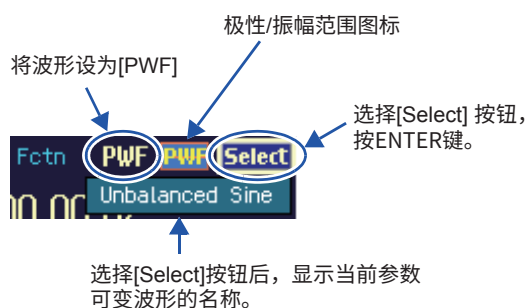
4.5 使用参数可变波形

a) 输出参数可变波形



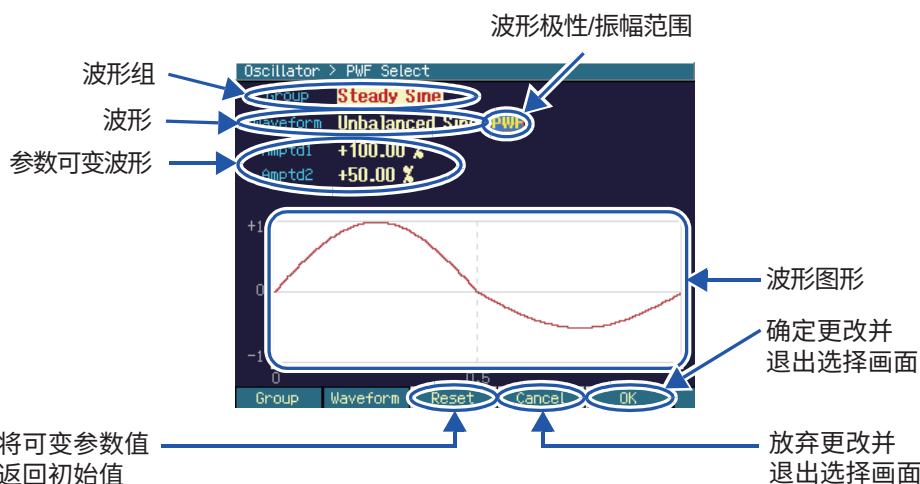
在[Fctn]栏选择参数可变波形[PWF], 按ENTER键 **ENTER**。
当前设置波形作为参数可变波形输出。
与其他波形相同, 也可以更改波形的极性和振幅范围。

b) 更改参数可变波形的波形



1. 将波形设为参数可变波形[PWF]后, 极性/振幅范围图标的右侧显示[Select]按钮。
选择此按钮后, 显示当前选择的参数可变波形的名称。按ENTER键 **ENTER**, 显示参数可变波形的选择画面。

2. 在参数可变波形选择画面中, 可以进行参数可变波形设置和参数设置。“Oscillator > PWF Select”显示在参数可变波形选择画面的左上方。



参数可变波形种类繁多, 可以分为几组。

首先, 在[Group]栏里选择波形组。

然后, 在[Waveform]栏中从波形组内各种波形中设置想要的波形。

用极性/振幅范围图标设置波形的极性和振幅范围。每个波形的相关设置都是相互独立的, 并且即使退出选择画面, 也可以进行更改。

每个波形最多可以执行5个可变参数, 并分别进行设置。

按[Reset]软键后, 可变参数值将返回初始值。

更改将立即反映在输出波形上, 设置波形的形状用图表显示。

可变参数详情请见 [应用篇 “1. 参数可变波形的详情”](#)

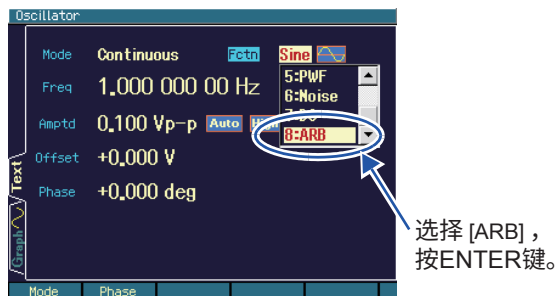
3. 如要确定更改并退出选择画面，按[OK]软键。
如要放弃更改并退出选择画面，按[Cancel]软键。
按基本参数快捷键后，将确定更改并退出选择画面。

✔ 确认

根据参数设置不同，波形有可能会消失。
如果不知道如何返回波形显示，按[Reset] 软键。各参数将返回出厂默认设置。极性和振幅范围不变。

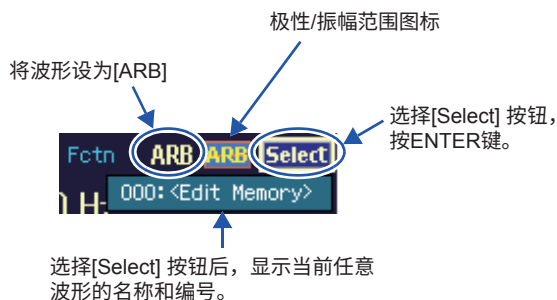
4.6 使用任意波形

a) 输出任意波形



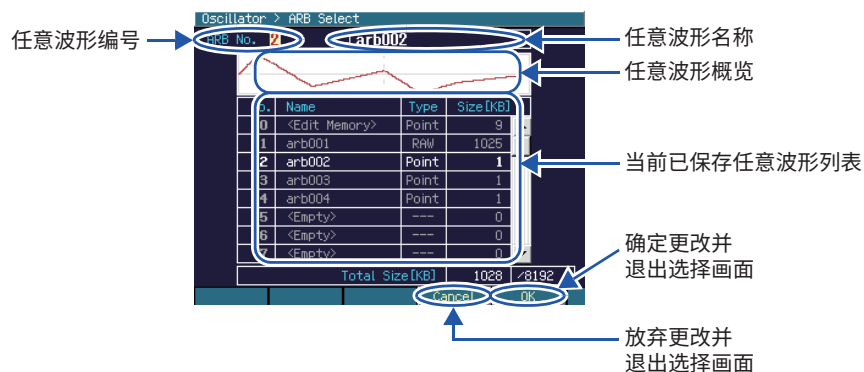
在[Fctn]栏选择任意波形[ARB]，按ENTER键 **ENTER**。
输出当前设置的任意波形。
与其他波形相同，也可以更改波形的极性和振幅范围。

b) 更改任意波形的波形



1. 将波形设为任意波形[ARB]后，[Select]按钮显示在极性/振幅图标的右侧。选择此按钮后，显示当前任意波形的名称。按ENTER按钮 **ENTER**，显示当前保存的任意波形的选择画面。

2. 在任意波形选择画面中，可以更改任意波形选择和名称。“Oscillator > ARB Select”显示在任意波形选择画面的左上方。在[ARB No.]栏设置波形编号。选择波形时，从易失性存储器中选择No.0，从非易失性存储器中选择No.1 ~ No.128。可以在图表显示中确认被选波形的概览。[Type]栏显示任意波形数据格式，[Size]栏显示用于保存数据的存储容量。



按[OK]软键后，更改才能反映到输出波形(操作与参数可变波形的不同)。在此画面中不能创建任意波形。

任意波形的创建、数据格式、存储容量详情请见 应用篇 “2. 创建任意波形”。名称的更改方法与设置存储器相同，最多可以设置20个字符。 P121

3. 如要确定更改并退出选择画面，按[OK]软键。
如要放弃更改并退出选择画面，按[Cancel]软键。
按基本参数快捷键(操作与参数可变波形选择画面不同)后，也可以放弃更改并退出选择画面。

4.7 调制设置和操作



4.7.1 调制类型

可以进行以下8种调制。

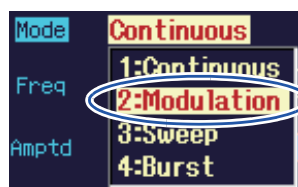
- FM: 频率调制 [☞ P73](#)
- FSK: 频移键控
 - 二进制频移调制。 [☞ P74](#)
- PM: 相位调制 [☞ P75](#)
- PSK: 相移键控
 - 二进制相移调制。 [☞ P76](#)
- AM: 振幅调制 [☞ P77](#)
- AM(DSB-SC): 振幅调制(双边带抑制载波)
 - AM不含载频成分。 [☞ P78](#)
- DC偏置调制: 偏置调制 [☞ P79](#)
- PWM: 脉宽调制 [☞ P80](#)

4.7.2 调制设置和操作画面


此节介绍调制振荡模式下的画面共通设置。

设置和操作在振荡器设置画面进行。振荡器设置画面的左上方显示“Oscillator”。如果显示其他画面，按MENU键  调出主菜单，选择[Oscillator]并按ENTER键 。

a) 将振荡模式设为调制

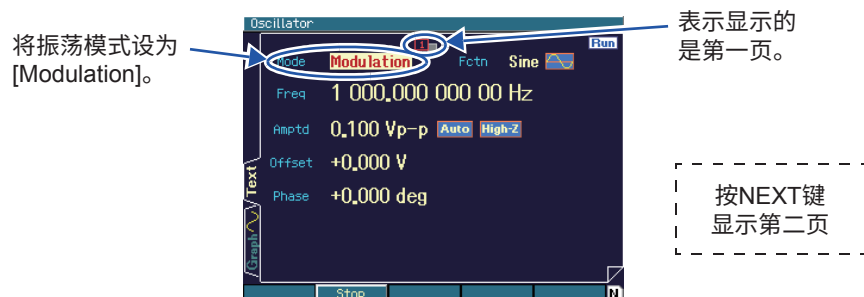


在[Mode]栏选择[Modulation]，按ENTER键。

在振荡器设置画面中，将振荡模式[Mode]设为[Modulation]。振荡模式切换到调制。在调制振荡模式下，设置画面共有两页，按NEXT键  可以切换页面。

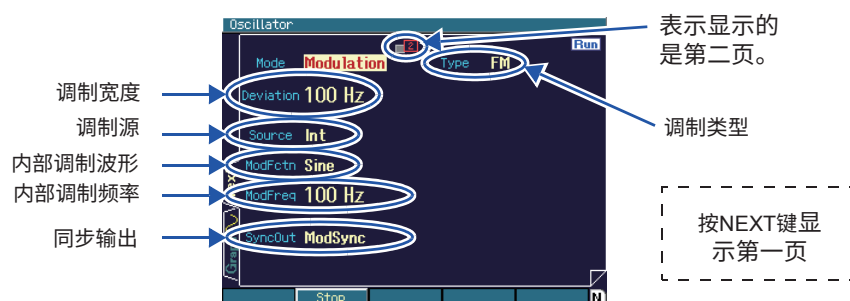
b) 设置画面第一页: 载波信号设置画面

下图是调制载波信号设置画面，所有振荡模式下此画面都相同。



c) 设置画面第二页: 调制设置画面

下图以调制类型设为FM为例进行说明。



调制类型[Type]

调制类型，可以从FM、FSK、PM、PSK、AM、AM(DSB-SC)、DC偏置调制和PWM中选择。☞ P71

调制宽度[Deviation, Depth, HopFreq]

调制宽度，项目名称取决于调制类型。☞ P71

调制源[Source]

可以选择内部调制源或外部调制源。☞ P71

内部调制波形[ModFctn]

内部调制源波形，可以从正弦波、方波、三角波、上升锯齿波、下降锯齿波、噪声和任意波形中选择。☞ P71

内部调制频率[ModFreq]

内部调制源的频率。☞ P71

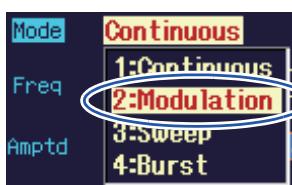
同步输出[SyncOut]

从同步/分布输出端子输出信号，可以从波形基本相位同步、内部调制同步和内部调制波形中选择。☞ P72

4.7.3 共通调制设置和操作

此节介绍所有调制类型共通的设置和操作。

a) 将振荡模式设为调制 → 振荡模式设置

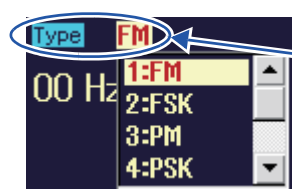


在[Mode]栏选择 [Modulation], 按 ENTER键。

在振荡器设置画面中, 将振荡模式[Mode]设为[Modulation]。模式切换到振荡调制模式。在调制振荡模式下, 设置画面共有两页, 按 NEXT键 (NEXT) 可以切换页面。

b) 选择调制类型 → 调制类型设置

可以在设置画面第二页的调制类型[Type]中选择以下8中类型。



调制类型

- FM[FM] ⓘ P73
- FSK[FSK] ⓘ P74
- PM[PM] ⓘ P75
- PSK[PSK] ⓘ P76
- AM[AM] ⓘ P77
- AM(DSB-SC)[AM(SC)] ⓘ P78
- DC偏置调制[OFSM] ⓘ P79
- PWM[PWM] ⓘ P80

c) 设置载波条件

在设置画面第一页设置载波信号的各种参数。

d) 设置调制宽度

调制宽度的设置在设置画面第二页进行。显示的项目名称可以是[Deviation]、[Depth]或 [HopFreq], 具体取决于调制类型。详情请见各调制类型的详细说明。

e) 通过内部信号源执行调制

将设置画面第二页的调制源[Source]设为内部[Int]。

需要设置内部调制波形[ModFctn]和内部调制频率[ModFreq]。

内部调制波形[ModFctn]可以从以下7种中选择。

- 正弦波[Sine]
- 方波(50%占空比)[Square]
- 三角波(50%对称性)[Triangle]
- 上升锯齿波[UpRamp]
- 下降锯齿波[DnRamp]
- 噪声[Noise]
- 任意波[ARB]

内部调制波形为噪声时, 不能设置内部调制频率。

调制类型为FSK或PSK时, 内部调制波形固定为占空比50%的方波, 不能选择内部调制波形。

内部调制波形为任意波形时, 如果是数组格式的任意波形, 将使用从最开始到4096点的波形数据。任意波形选择画面的[Type]栏显示[RAW]时, 任意波形为数组格式。[Size]栏的值大于等于17KB时, 原始波形大小将大于4096点。另一方面, [Type]栏显示[Point]时, 任意波形为控制点格式。这种格式的任意波形为了保留波形特性, 将尽量展开到4096点。任意波形的详情请见 ⓘ 应用篇 “2. 创建任意波形”。

f) 通过外部信号源执行调制

将设置画面第二页的调制源[Source]设为外部[Ext]。
外部调制信号输入端子取决于调制类型，具体如下。

■ 调制类型为FM、PM、AM、AM(SC)、OSFM或PWM时

将调制信号输入到外部调制/加法运算输入端子。调制宽度设置是信号电平为±1V时的值。如果输入电平小于±1V，应注意调制宽度低于指定的调制宽度。
外部调制/加法运算输入端子用于外部加法运算输入时，不能使用外部调制功能。

■ 调制类型为FSK或PSK时

将调制信号(TTL电平)输入到外部触发输入端子。
可以在画面上设置极性。

g) 开始调制 → 调制自动开始，按[Start]软键重新开始。

设为调制振荡模式后，调制振荡自动开始。

但如果调制设置不合适，调制振荡将不会开始(画面右上方显示[Conflict!])。按最左端的[?]软键后，将显示设置内容不合适的提示信息。改为合适的设置后，调制振荡开始。
暂停调制后，按[Start]软键可以重新开始调制。

h) 结束调制 → [Stop]软键

可以暂时停止调制。

在调制期间按[Stop]软键后，调制将停止，载波信号将在未调制的状态下被输出。振荡模式保持在调制振荡模式。

i) 输出调制同步信号和调制波形信号 → 同步输出设置

在设置画面第二页的同步输出[SyncOut]中执行同步输出设置。同步输出设置可以从以下三种中选择。

- 与波形参考相位同步的信号[Sync]
- 与内部调制波形同步的信号[ModSync]
- 内部调制波形[ModFctn]

■ 选择[Sync]时

在波形参考相位上升的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。

■ 选择[ModSync]时

与内部调制波形同步的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。此信号是在内部调制波形的零相位点上升的、占空比为50%的方波。如果内部调制波形是噪声，将固定在低电平。

用示波器等观测调制中的信号时，此信号可以用作示波器的触发信号。

■ 选择[ModFctn]时

内部调制波形从同步/分步输出端子输出。信号电平为±3V/开放。
调制类型为FSK或PSK时，不能选择[ModFctn]。

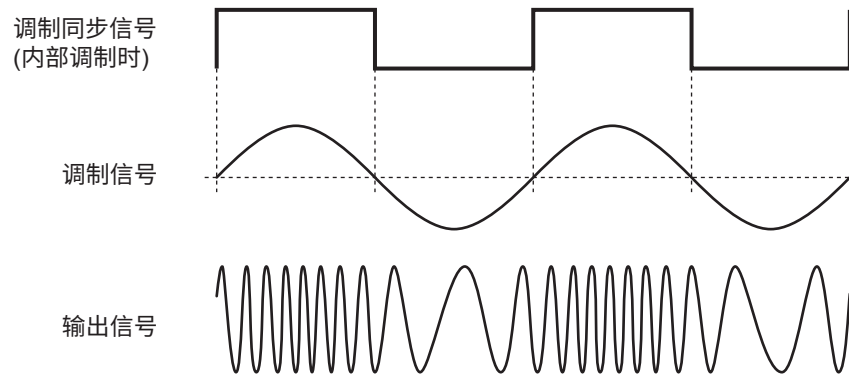
4.7.4 设置FM

输出频率取决于调制信号的瞬时值。

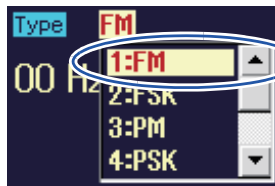
与调制设置画面共通的操作方法详情请见P69和P71。

a) FM实例

调制信号在正侧摆动时，输出信号的频移将变大。



b) 选择FM



在[Type]中选择[FM]，按ENTER键。

振荡模式[Mode]设为调制[Modulation]时，在设置画面第二页中将调制类型[Type]设为FM[FM]。

c) 不能执行FM的波形

噪声、脉冲波和DC不能执行FM。

d) FM需要的设置项目

在设置画面第一页设置载频[Freq]。

在设置画面第二页设置峰值频率偏差[Deviation]。

输出频率在载频±峰值频率偏差范围内变化。

调制源[Source]设为内部[Int]时，设置调制波形[ModFctn]和调制频率[ModFreq]。

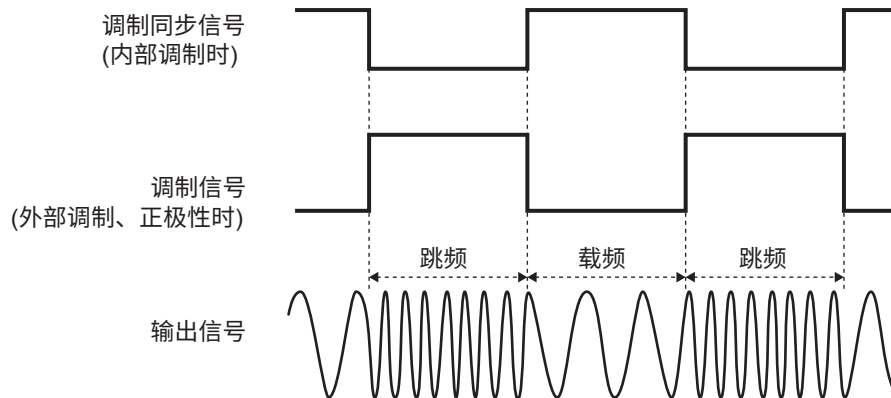
调制源[Source]设为外部[Ext]时，向外部调制/加法运算输入端子输入调制信号。±1V输入时，将显示规定的峰值频率偏差。

4.7.5 设置FSK

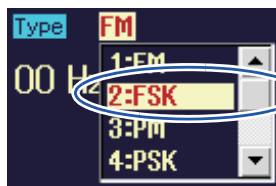
这种调制是输出频率根据调制信号切换载频和跳频的二进制频移调制。
与调制设置画面共通的操作方法详情请见P69和P71。

a) FSK实例

频率突然变化，输出信号的相位连续性将保持。



b) 选择FSK



在[Type]中选择 [FSK], 按ENTER 键。

振荡模式[Mode]设为调制[Modulation]时, 在设置画面第二页将调制类型[Type]设为 FSK[FSK]。

c) 不能执行FSK的波形

噪声、脉冲波和DC不能执行FSK。

d) FSK需要的设置项目

在设置画面第一页设置载频[Freq]。
在设置画面第二页设置跳频[Hop Freq]。
输出频率取决于载频和跳频。

调制源[Source]设为内部[Int]时, 设置调制波形[ModFctn]。
调制源[Source]设为外部[Ext]时, 设置触发极性, 将调制信号(TTL电平)输入到外部触发输入端子。极性设为正[High]时, 低电平输入时输出载频, 高电平输入时输出跳频。极性设为[Low]时相反。

4.7.6 设置PM

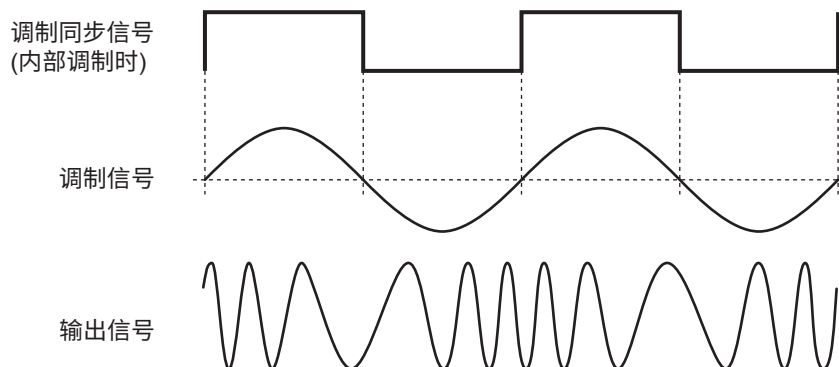
输出相位取决于调制信号的瞬时值。

与调制设置画面共通的操作方法详情请见P69和P71。

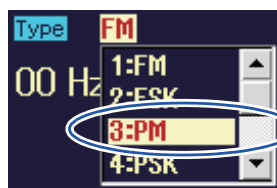
a) PM实例

调制信号在正侧摆动时，输出信号相移将变大。

相位随时间变化，瞬时频率也同时变化。



b) 选择PM



在[Type]中选择
[PM], 按ENTER
键。

振荡模式[Mode]设为调制[Modulation]时,
在设置画面第二页将调制类型[Type]设为
PM[PM]。

c) 不能执行PM的波形

噪声和DC不能执行PM。

d) PM需要的设置项目

在设置画面第二页设置峰值相位偏差[Deviation]。

输出相位在±峰值频率偏差范围内变化。

调制源[Source]设为内部[Int]时，设置调制波形[ModFctn]和调制频率[ModFreq]。

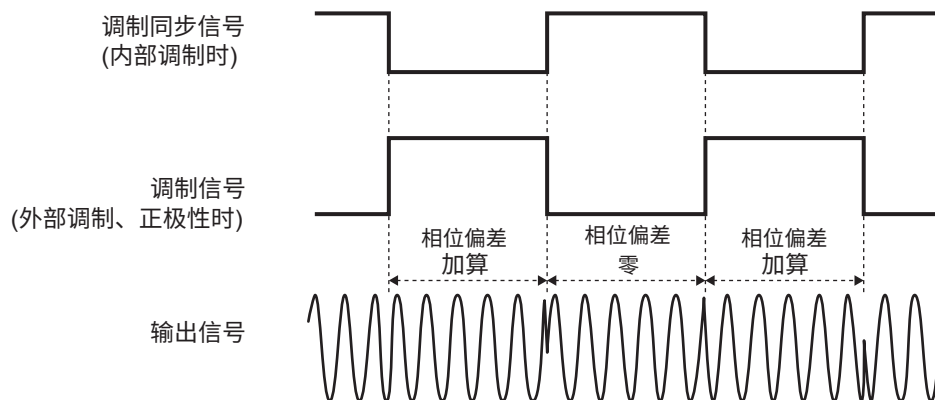
调制源[Source]设为外部[Ext]时，向外部调制/加法运算输入端子输入调制信号。±1V输入时，将显示规定的峰值频率偏差。

4.7.7 设置PSK

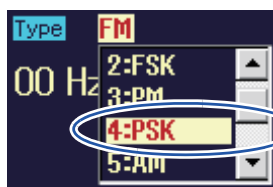
这种调制是输出频率根据调制信号切换载频和跳频的二进制频移调制。
与调制设置画面共通的操作方法详情请见P69和P71。

a) PSK实例

由于相位突然变化，输出信号波形会不连续。



b) 选择PSK



在[Type]中选择 [PSK], 按 ENTER键。

振荡模式[Mode]设为调制[Modulation]时, 在设置画面第二页中将调制类型[Type]设为PSK[PSK]。

c) 不能执行PSK的波形

噪声和DC不能执行PSK。

d) PSK需要的设置项目

在设置画面第二页设置相位偏差[Deviation]。
输出时，相位偏差零状态和指定相位偏差状态交替出现。
应注意相位与±相位偏差范围无关。

调制源[Source]设为内部[Int]时，设置调制频率[ModFreq]。
调制源[Source]设为外部[Ext]时，设置触发极性，将调制信号(TTL电平)输入到外部触发输入端子。极性设为正[High]时，低电平输入时相位偏差为零，高电平输入时输出指定的相位偏差，极性设为[Low]时相反。

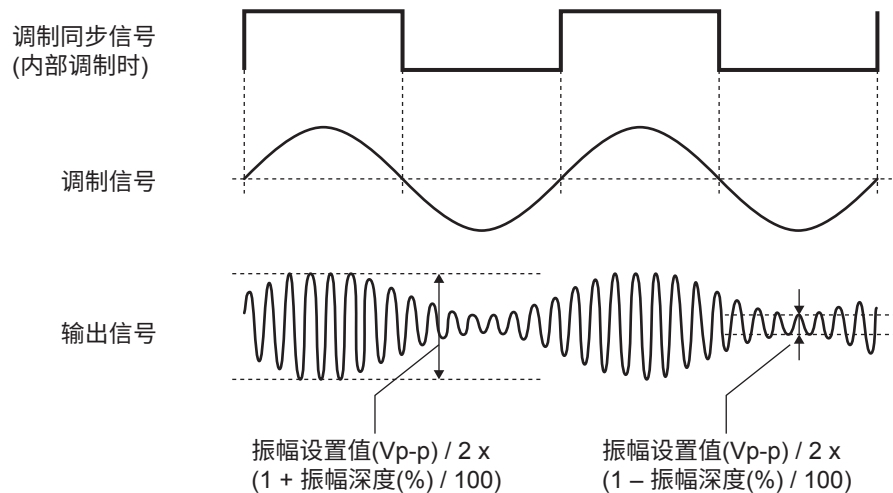
4.7.8 设置AM

输出振幅取决于调制信号的瞬时值。

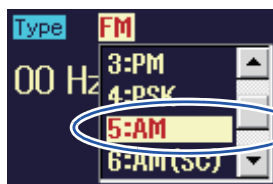
与调制设置画面共通的操作方法详情请见P69和P71。

a) AM实例

调制信号在正侧摆动时，输出信号的振幅将变大。



b) 选择AM



在[Type]中选择
[AM], 按ENTER
键。

振荡模式[Mode]设为调制[Modulation]时,
在设置画面第二页将调制类型[Type]设为
AM[AM]。

c) 不能执行AM的波形

DC不能执行PM。

d) AM需要的设置项目

在设置画面第一页设置载频[Amptd]。

在设置画面第二页设置调制深度[Depth]。

输出振幅在载波振幅设置值(Vp-p) / 2 × (1 ± 调制深度(%)) / 100范围内变化。

调制深度为0%或调制结束时，输出振幅变为连续振荡时的1/2。

调制深度为100%，输出振幅包络最大值等于载波振幅设置值。

调制源[Source]设为内部[Int]时，设置调制波形[ModFctn]和调制频率[ModFreq]。

调制源[Source]设为外部[Ext]时，向外部调制/加法运算输入端子输入调制信号。±1V输入时，将显示规定的调制深度。

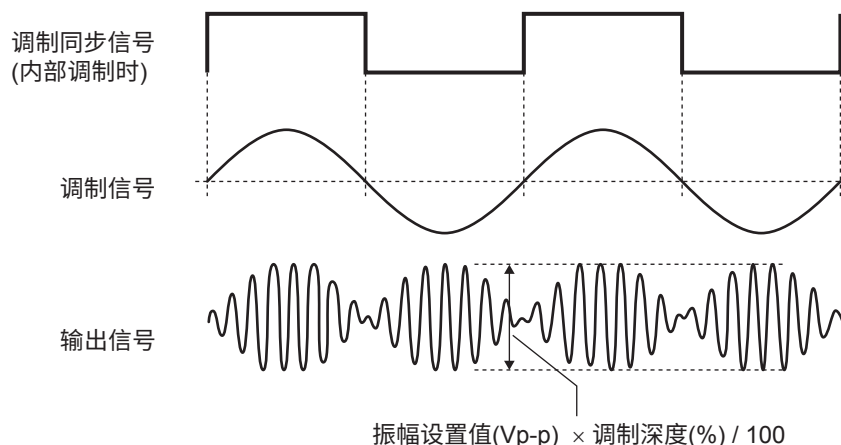
4.7.9 设置AM(DSB-SC)

输出振幅取决于调制信号的瞬时值。

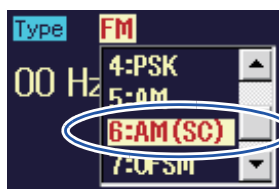
AM不含载波频率成分。DSB-SC是Double Side Band - Suppressed Carrier的缩写。与调制设置画面共通的操作方法详情请见P69和P71。

a) AM(DSB-SC)实例

调制信号振幅绝对值越大，输出信号的振幅也越大。调制信号值为负时，输出信号的极性将反转。



b) 选择AM(DSB-SC)



在[Type]中选择 [AM(SC)], 按 ENTER键。

振荡模式[Mode]设为调制[Modulation]时, 在设置画面第二页将调制类型[Type]设为 AM(DSB-SC)[AM(SC)]。

c) 不能执行AM(DSB-SC)的波形

DC不能执行AM(DSB-SC)。

d) AM(DSB-SC)需要的设置项目

在设置画面第一页设置载波振幅[Amptd]。

在设置画面第二页设置调制深度[Depth]。

输出振幅在载波振幅设置值(Vp-p) × 调制深度(%) / 100范围内变化。

调制深度为100%，输出振幅包络最大值等于载波振幅设置值。

调制源[Source]设为内部[Int]时，设置调制波形[ModFctn]和调制频率[ModFreq]。

调制源[Source]设为外部[Ext]时，向外部调制/加法运算输入端子输入调制信号。±1V输入时，将显示规定的调制深度。

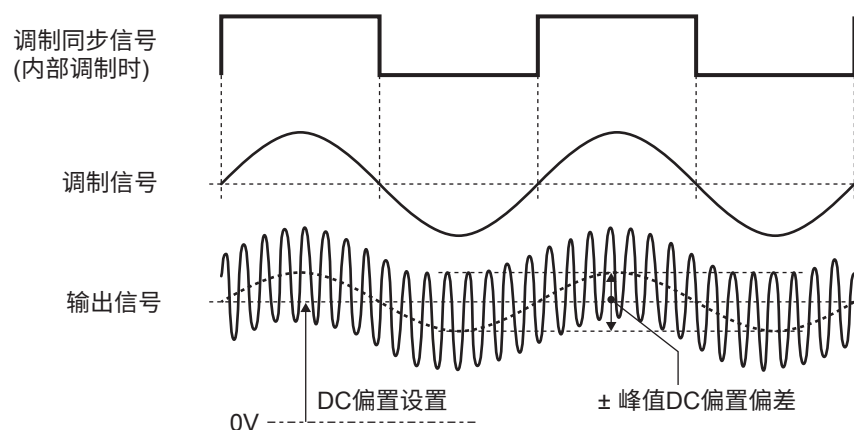
4.7.10 设置DC偏置调制

DC偏置取决于调制信号的瞬时值。

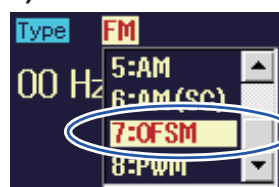
与调制设置画面共通的操作方法详情请见P69和P71。

a) DC偏置调制实例

调制信号在正侧摆动时，输出信号的DC偏置将变大。



b) 选择DC偏置调制



在[Type]中选择
[OFSM], 按
ENTER键。

振荡模式[Mode]设为调制[Modulation]时,
在设置画面第二页将调制类型[Type]设为
DC偏置调制[OFSM]。

c) 不能执行DC偏置调制的波形

无，所有波形都能执行DC偏置调制。

d) DC偏置调制需要的设置项目

在设置画面第一页设置载波DC偏置[Offset]。

在设置画面第二页设置峰值DC偏置 偏差[Deviation]。

输出DC偏置在载波DC偏置设置± 峰值DC偏置偏差范围内变化。

调制源[Source]设为内部[Int]时，设置调制波形[ModFctn]和调制频率[ModFreq]。

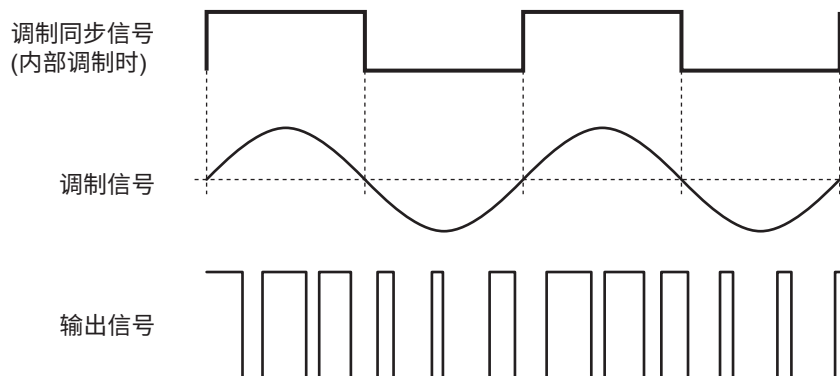
调制源[Source]设为外部[Ext]时，向外部调制/加法运算输入端子输入调制信号。±1V输入时，将显示规定的峰值DC偏置偏差。

4.7.11 设置PWM

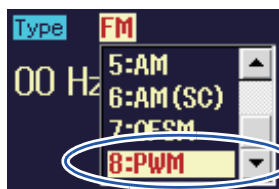
方波的占空比脉冲取决于调制信号的瞬时值。
与调制设置画面共通的操作方法详情请见P69和P71。

a) PWM实例

调制信号在正侧摆动时，输出信号的占空比将变大。



b) 选择PWM



在[Type]中选择 [PWM], 按 ENTER键。

振荡模式[Mode]设为调制[Modulation]时, 在设置画面第二页将调制类型[Type]设为 PWM[PWM]。

c) 不能执行PWM的波形

只有方波和脉冲波才能执行PWM。
其他波形不能执行PWM。

d) PWM需要的设置项目

在设置画面第一页设置载波占空比[Duty]。
在设置画面第二页设置峰值占空比偏差[Deviation]。
输出占空比在载波占空比± 峰值占空比偏差范围内变化。
使用脉冲波时，载波脉宽固定为占空比设置，不能用时间设置。

调制源[Source]设为内部[Int]时，设置调制波形[ModFctn]和调制频率[ModFreq]。
调制源[Source]设为外部[Ext]时，向外部调制/加法运算输入端子输入调制信号。±1V输入时，将显示规定的峰值占空比偏差。

4.8 扫描设置和操作



4.8.1 扫描类型

可以执行以下五种类型的扫描。

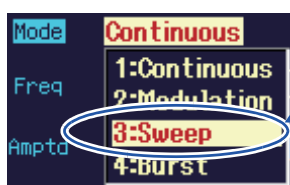
- 频率扫描 P93
- 相位扫描 P95
- 振幅扫描 P97
- DC偏置扫描 P99
- 占空比扫描 P101

4.8.2 扫描设置和操作画面


此节介绍扫描振荡模式下的共通画面设置。

设置和操作在振荡器设置画面进行。振荡器设置画面的左上方显示“Oscillator”。如果显示其他画面，按MENU键  调出主菜单，选择[Oscillator]并按ENTER键 。

a) 将振荡模式设为扫描

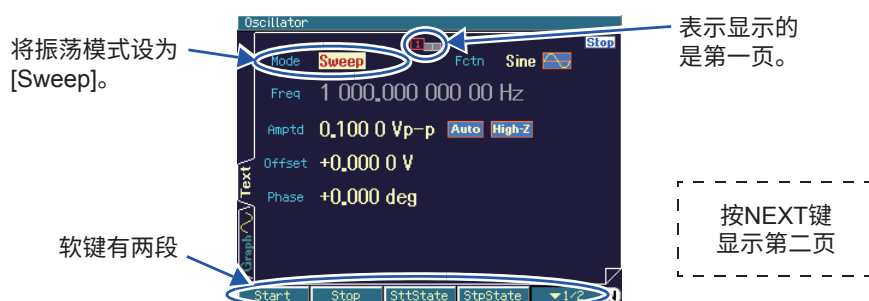


在[Mode]栏选择[Sweep]，按ENTER键。

在振荡器设置画面中，将振荡模式[Mode]设为[Sweep]。振荡模式切换到扫描。在扫描振荡模式下，设置画面共有三页，按NEXT键  可以切换页面。

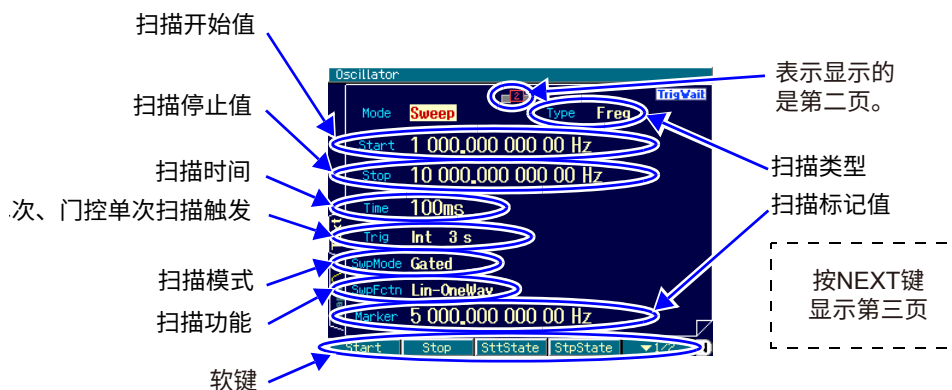
b) 设置画面第一页: 基本参数设置画面

以下是所有振荡模式下的共通设置项目。扫描类型不同，某些设置可能无效。



c) 设置画面第二页: 扫描主要设置画面

在下图举例中, 将扫描类型设为频率。



扫描类型[Type]

扫描类型可以从频率、相位、振幅、DC偏置和占空比中选择。☞ P84

扫描开始值[Start]

是指扫描的开始值。

扫描结束值[Stop]

是指扫描的结束值。

扫描时间[Time]

是指从开始值到结束值的推移时间。

扫描模式[SwpMode]

是指扫描振荡模式, 可以从连续扫描、单次扫描和门控单次扫描中选择。☞ P85

触发[Trig]

是指单次扫描和门控单次扫描的触发条件。

可以选择内部或外部触发源。☞ P88

扫描功能[SwpFctn]

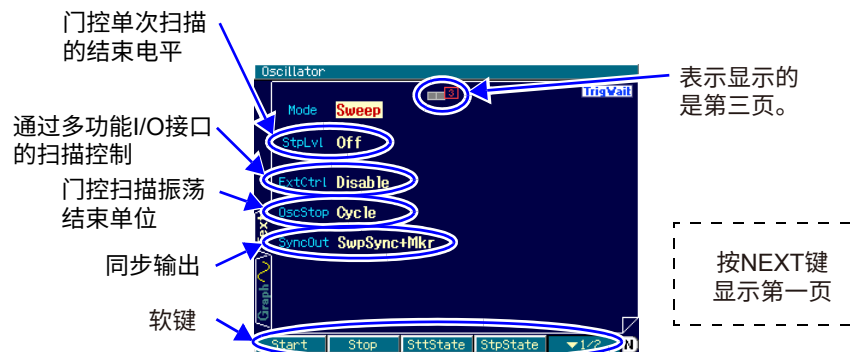
是指扫描形状, 可以选择单向或来回。扫描类型设为频率时候, 可以选择线性或对数。☞ P84

扫描标记值[Marker]

是指扫描标记值。☞ P90

d) 设置画面第三页: 扫描辅助设置画面

下图以扫描类型设为频率为例进行说明。



结束电平[StpLvl]

门控单次扫描振荡结束时的信号电平。设置电平时可以设为[Off]或[On]。通常设为[Off]。☞ P87

通过多功能I/O接口执行外部控制[ExtCtrl]

通过多功能I/O接口执行或禁止外部控制。☞ P92

门控单次扫描的振荡结束单位[OscStop]

是指门控单次扫描的振荡结束单位，可以从1周期和1/2周期中选择。通常设为1周期。☞ P87

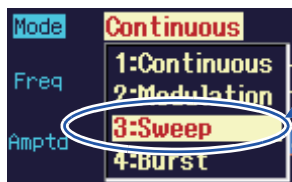
同步输出[SyncOut]

从同步/分步输出端子输出信号。可以从波形参考相位同步、扫描同步、扫描标记和扫描X驱动中选择。☞ P90

4.8.3 共通扫描设置和操作

此节介绍共通设置和操作，不限定扫描项目。

a) 将振荡模式设为扫描 → 振荡模式设置

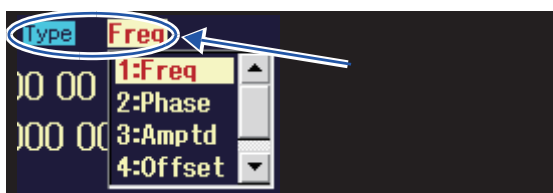


在[Mode]栏选择[Sweep]，按ENTER键。

在振荡器设置画面中，将振荡模式[Mode]设为[Sweep]。振荡模式切换到扫描。在扫描振荡模式下，设置画面共有三页，按NEXT键(NEXT)可以切换页面。

b) 选择要扫描的项目 → 扫描类型设置

在设置画面第二页扫描类型[Type]中，可以选择以下五个扫描项目。



- 频率扫描[Freq] ⌚ P93
- 相位扫描[Phase] ⌚ P95
- 振幅扫描[Amptd] ⌚ P97
- DC偏置扫描[Offset] ⌚ P99
- 占空比扫描[Duty] ⌚ P101

c) 设置扫描范围和时间

在设置画面第二页设置以下项目。

- 开始值[Start]
 - 结束值[Stop]
 - 扫描时间[Time]: 从开始值到结束值的时间
- 详情请见各扫描类型的介绍。

d) 用中心和跨度设置扫描范围

在设置画面第二页打开开始值或结束值输入栏、显示当前值时，出现[Center]或[Span]软键。按软键打开中心值或跨度值输入栏，显示项目分别从[Start]和[Stop]变为[Center]和[Span]。

[Center]或[Span]软键变为[Start]或[Stop]。此时如果按[Start]或[Stop]软键，将显示开始值或结束值输入栏。

中心值是开始值和结束值的平均值。跨度值是开始值和结束值之差的绝对值。即使选择频率对数扫描，中心值也是开始值和结束值的线性平均值。

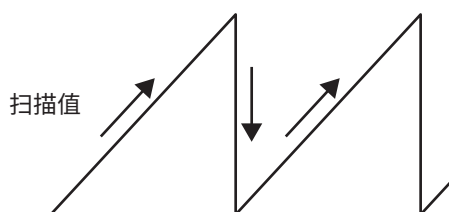
即使显示中心值和跨度值画面，也会保存开始值和结束值之间的大小关系。

e) 扫描锯齿波 → 单向扫描

在设置画面第二页将扫描功能[SwpFctn]设为[Lin-OneWay]。

频率扫描时，可以将斜率设为线性[Lin-OneWay]或对数[Log-OneWay]。

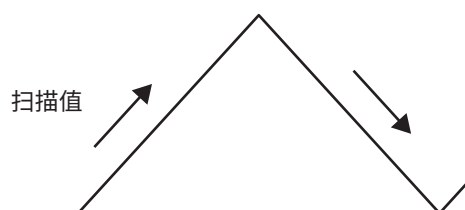
单向扫描



f) 扫描三角波 → 来回扫描

在设置画面第二页将扫描功能[SwpFctn]设为来回[Lin-Shuttle]。
频率扫描时，可以将斜率设为线性[Lin-Shuttle]或对数[Log-Shuttle]。

来回扫描



g) 改变扫描的上升/下降方向 → 开始值和结束值的大小

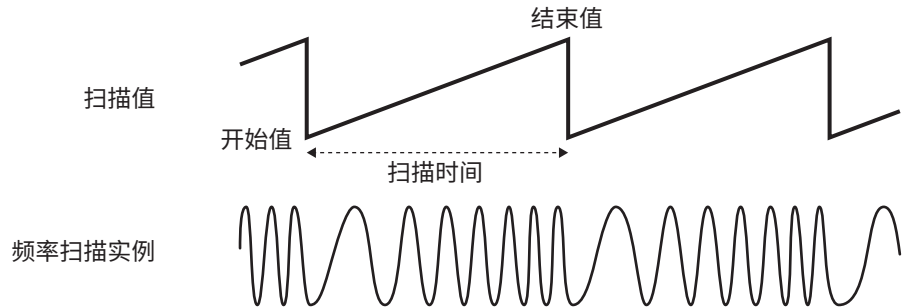
扫描锯齿波(单向扫描)时，从开始值向结束值方向直行扫描。如果开始值 < 结束值，扫描过程中数值上升。相反，如果开始值 > 结束值，扫描过程中数值下降。
如果按设置画面第二页软键第二行的[Stt ↔ Stp]软键(软键行最右端显示[= 2/2])，可以交换开始值和结束值。

h) 连续重复扫描 → 连续扫描

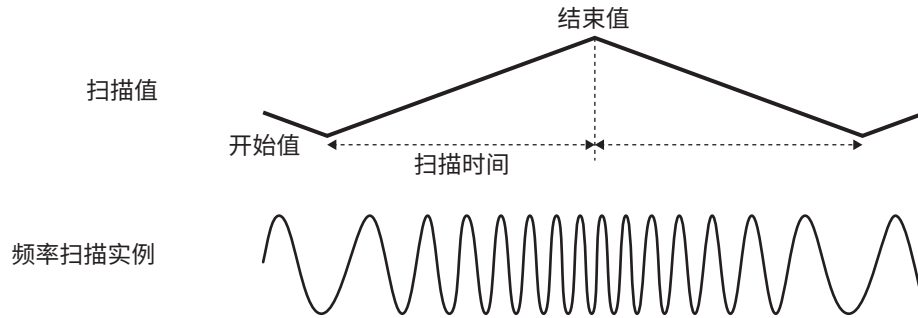
在设置画面第二页将扫描模式[SwpMode]设为连续[Cont]。
不需要触发信号。
从开始值到结束值的时间在第二页扫描时间[Time]中设置。

由于扫描时间是开始值到结束值的变化时间，当扫描功能设为来回时，重复周期将是扫描时间设置的两倍，具体如下图所示。

连续单向扫描



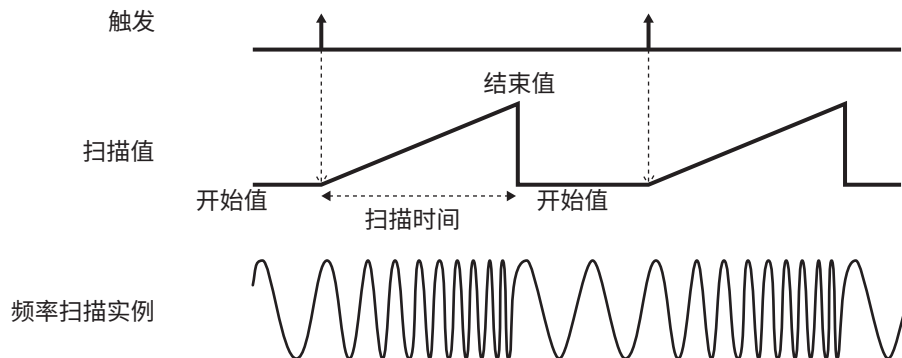
连续来回扫描



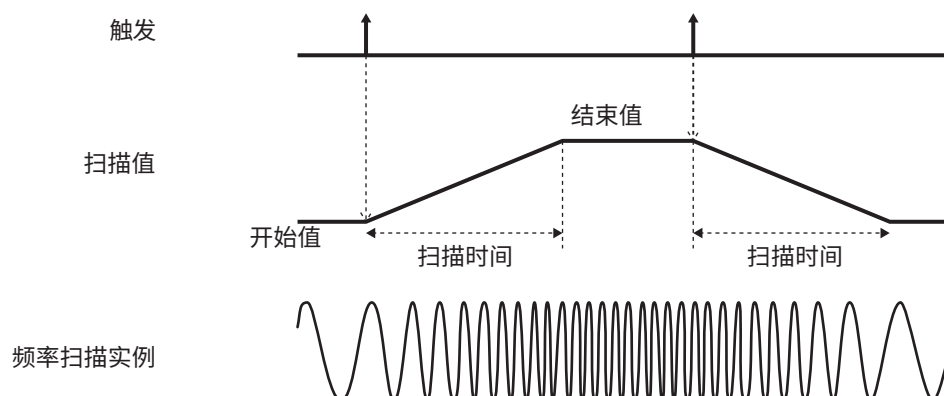
i) 与触发同步开始扫描→ 单次扫描

在设置画面第二页将扫描模式[SwpMode]设为单次[Single]。
 需要触发信号，触发信号可以在第二页的触发[Trig]中设置。
 触发设置步骤详见 P88。
 开始值到结束值的变化时间在第二页扫描时间[Time]中设置。
 单次扫描时，接收到触发信号就执行一次扫描。
 变化序列取决于扫描功能是设为单向还是来回，具体如下图所示。
 单向扫描时，扫描完成后马上返回开始值。
 来回扫描时，扫描完成后进入待机状态。

单次单向扫描



单次来回扫描



j) 只在执行扫描时输出波形 → 门控单次扫描

在设置画面第二页将扫描模式[SwpMode]设为门控单次[Gated]。此操作将门控振荡和扫描组合在一起，与触发同步执行扫描。

需要触发信号，触发信号可以在第二页的触发[Trig]中设置。

触发设置步骤详见 P88。

■ 振荡开始/结束相位

振荡开始/结束相位在设置画面第一页相位[Phase]中设置。

但在相位扫描过程中，开始相位设置是振荡开始相位，结束相位设置是振荡结束相位。

■ 结束电平(通常设为[Off])

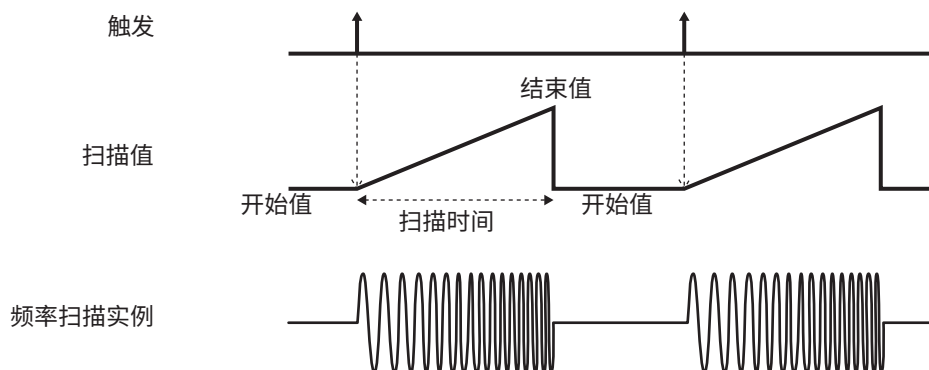
分别设置振荡结束时的电平和相位时，将设置画面第三页的结束电平[StpLvl]设为ON[On]，以振幅全刻度为参考将电平是为%值。通常设为OFF[Off]。选择[Off]时，振荡结束时的信号电平由在设置画面第一页[Phase]中设置的相位决定。结束电平详见 P110。

■ 振荡结束单位(通常设为1周期[Cycle])

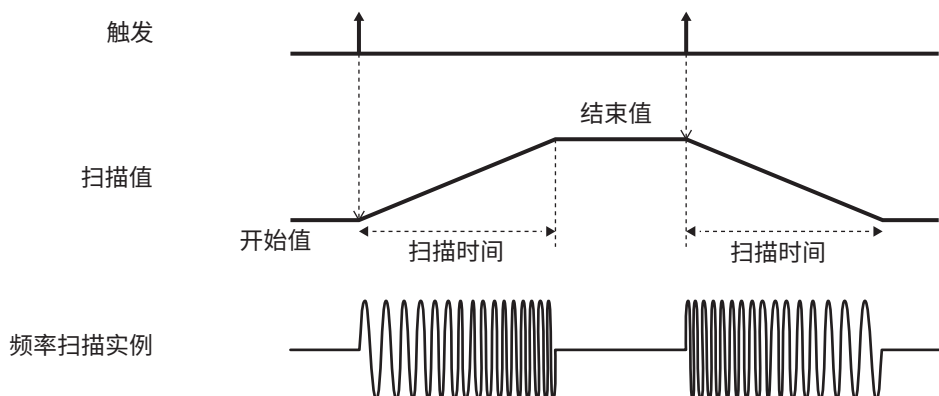
结束振荡以半周期为单位时，在设置画面第三页将振荡结束单位[OscStop]设为半周期[HalfCycle]。通常设为1周期[Cycle]。设为1周期[Cycle]时，将是整数周期振荡。

振荡结束时，根据振荡结束单位设置[OscStop]，振荡将会在1周期或半周期内结束，振荡时间通常比扫描时间设置长。

门控单次单向扫描



门控单次来回扫描



✓ 确认

相位扫描时，开始相位设置就是振荡开始相位，结束相位设置就是振荡停止相位。

k) 设置单次扫描和门控单次扫描的触发条件

触发可以从内部触发振荡器、外部信号、手动触发操作和远程触发操作中选择。接收到触发信号后，MAN TRIG键旁边的TRIG'D灯亮灯。触发条件在设置画面第二页的触发[Trig]中设置。

■ 触发源设置

触发源可以设为内部[Int]或外部[Ext]。

触发源设为内部[Int]时，可以设置触发周期。


触发源设为外部[Ext]时，可以设置触发极性。

如果触发源设为外部[Ext]，TTL电平触发信号输入到外部触发输入端子(TRIG IN)。

通过向多功能I/O接口输入逻辑信号，可以执行开始扫描或结束扫描，这与触发源设置是分别进行的。☞ P92

■ 手动触发和远程触发的用法

手动触发操作和远程触发操作一直有效，与触发源设置无关。

[Start]软键和MAN TRIG键  可以用于手动触发。

但FG420的MAN TRIG键只适用于显示激活的通道。

显示激活的通道，详情请见 P38。

只有手动触发操作和远程触发操作作用作触发时，才可以将触发源设为外部[Ext]。此外，为防止外部噪声导致误操作，建议将极性设为[Off]。

l) 开始扫描→[Start]软键或触发

连续扫描时，模式设为扫描振荡模式后，自动开始扫描。

但如果扫描设置不合适，扫描振荡不会开始(画面右上部分显示[Conflict!])。按最左端的[?]软键后，将显示设置内容不合适的提示信息。改为合适的设置后，扫描振荡开始。

如果扫描操作处于暂停状态，按[Start]软键可以开始操作。如果未显示[Start]键，按最右端的[=2/2]软键切换软键设置。

单次扫描和门控单次扫描时，接收到触发信号后扫描开始。

但如果扫描设置不合适，将接收不到触发信号(画面右上部分显示[Conflict!])。按最左端的[?]软键后，将显示设置内容不合适的提示信息。改为合适的设置后，可以接收触发信号。

[Start]软键和面板上的手动触发键  需要手动操作，与触发源设置无关。

m) 结束扫描→[Stop]软键

在扫描过程中按[Stop]软键后，扫描操作停止，进入扫描开始值输出状态(不是结束值输出状态)。如果未显示[Start]键，按最右端的[=2/2]软键切换软键设置。

但单次扫描或门控单次扫描时，接收到新的触发信号后，将会再次开始扫描。

n) 暂停扫描→[Hold]软键

在扫描过程中按[Hold]软键后，扫描操作暂停。如果按[Resume]软键，将从暂停的地方继续扫描操作。如果未显示[Hold]或[Resume]软键，按最右端的[=2/2]软键切换软键设置。

但单次扫描或门控单次扫描时，接收到新的触发信号后，将会从头开始扫描。

[Hold]和[Resume]软键显示在同一位置。扫描过程中显示[Hold]，暂停扫描时显示[Resume]。

o) 输出扫描开始值→[SttState]软键

按[SttState]软键，进入扫描开始值输出状态。

可以检查扫描开始值处的被测仪器状态。

扫描开始值输出状态或扫描结束值输出状态下，显示[SttState]软键。如果未显示[SttState]软键，按最右端的[=2/2]软键切换软键设置。

门控单次扫描时，状态就是开始值振荡状态。按[Stop]软键结束振荡。

p) 输出扫描结束值→[StpState]软键

按[StpState]软键，进入扫描结束值输出状态。

可以检查扫描结束值处的被测仪器状态。

在扫描模式下，一直显示[StpState]软键。如果未显示[StpState]软键，按最右端的[=2/2]软键切换软键设置。

门控单次扫描时，状态就是结束值的振荡状态。按[Stop]软键结束振荡。

q) 输出扫描同步信号、扫描标记信号、扫描X驱动信号 → 同步输出设置

此设置在设置画面第三页的同步输出[SyncOut]中进行。可以从以下4个设置中选择。

- 与波形参考相位同步的信号[Sync]
- 与扫描同步的信号[SwpSync]
- 标记信号和扫描同步信号的组合信号[SwpSync+Mkr]
- 扫描的X驱动信号[X-Drive]

■ 选择[Sync]时

在波形参考相位上升的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。

■ 选择[SwpSync]时

与扫描同步的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。

此信号在扫描开始时由高电平向低电平输出。

用示波器等观测扫描中的信号时，此信号可以用作示波器的触发信号。

■ 选择[SwpSync+Mkr]时

将扫描同步输出的上升边沿用作标记信号。在从扫描开始值到标记值的间隔中，扫描同步输出较低。来回扫描时，扫描同步输出将不会发生变化。

可以知道扫描过程中的信号通过标记值时的时间。

扫描同步输出为低电平时的时间宽度有以下限制。

- 时间宽度为扫描时间的0.05% ~ 99.95%。因此，标记值接近开始值或结束值时，即使改变标记值，时间宽度也不会发生变化。
- 时间宽度的分辨率为扫描时间的1/32768或8.33ns，取其中较大的值。因此，即使微调标记值，时间宽度也可能不发生变化。

■ 选择[X-Drive]时

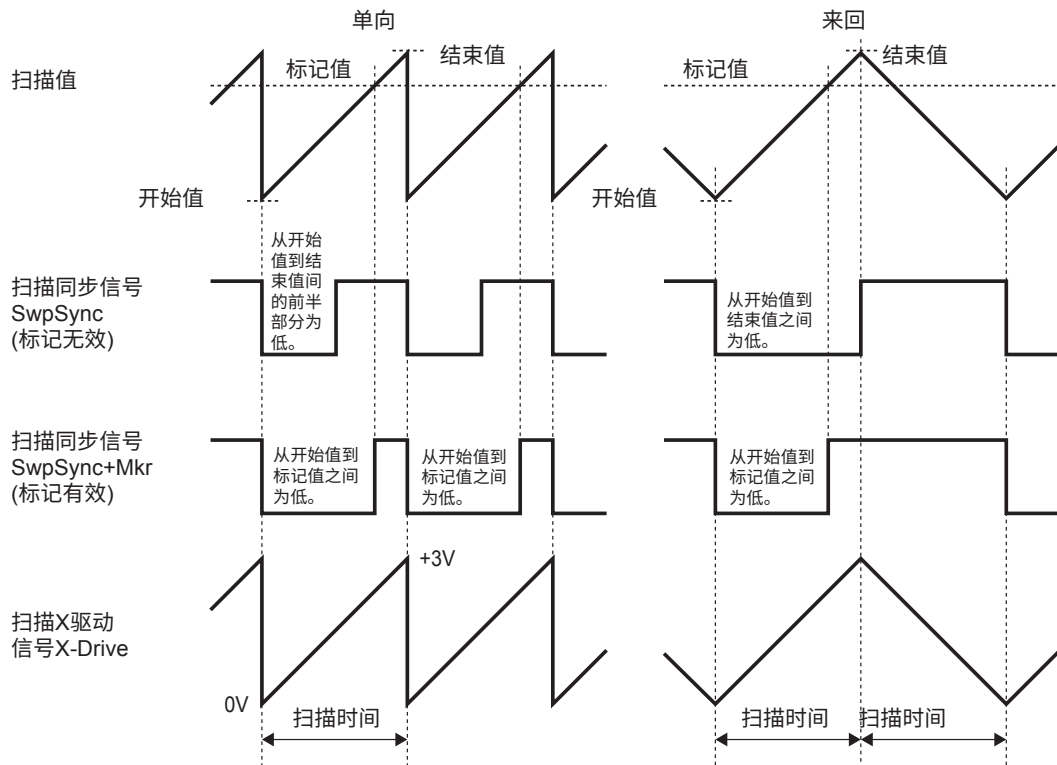
与扫描值对应的0 ~ +3V/开放的信号从同步/分步输出端子输出。电压呈线性变化，与扫描经过时间成正比。

在频率扫描过程中，扫描功能即使选择了[Log-OneWay]或[Log-Shuttle]作为对数，电压也呈线性变化，与扫描经过时间成正比。

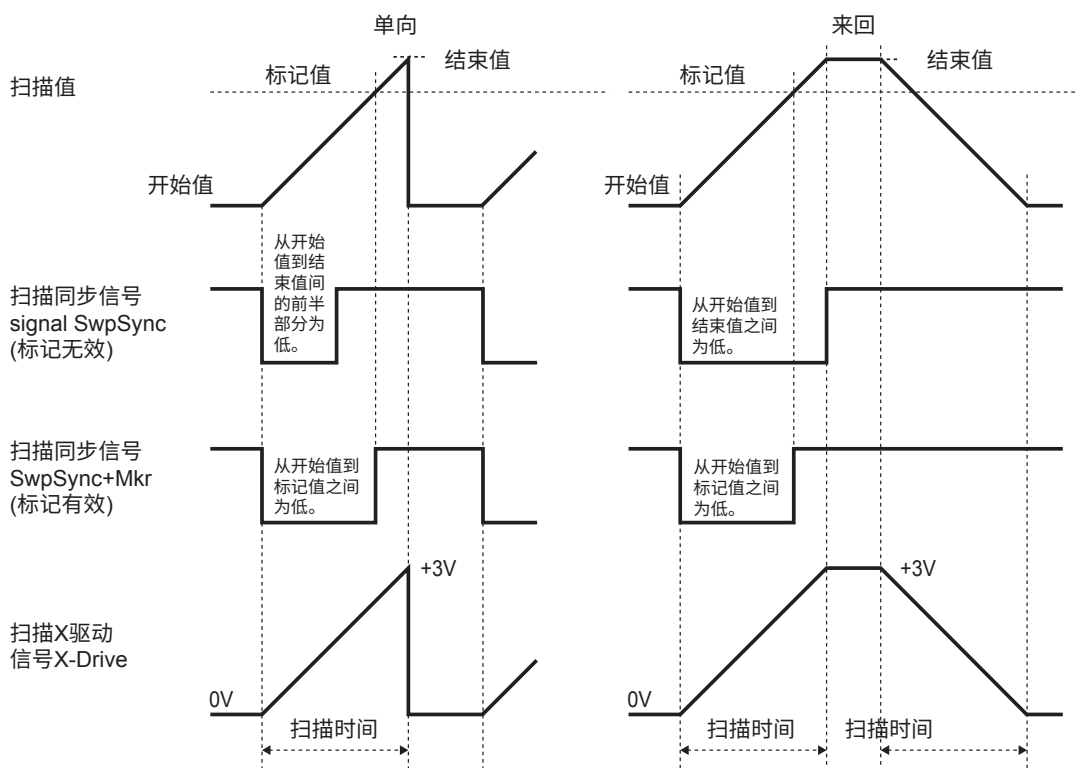
用X-Y显示的示波器或X-Y记录仪观测扫描中的信号时，此信号可以用作X轴信号。

扫描值和各信号之间的关系如下图所示。结束值 < 开始值时，扫描X驱动输出的斜率与此图相反。

连续扫描



单次扫描, 门控单次扫描



r) 将中心值代入标记值或将标记值代入中心值


在设置画面第二页按[Ctrl ⇒ Mkr]软键后，中心值被代入到标记值。按[Mkr ⇒ Ctrl]软键后，标记值被代入到中心值。

如果设置画面第二页未显示这些软键，按最右端的[=1/2]软键切换软键设置。

s) 用外部逻辑信号控制扫描开始、结束和暂停

在设置画面第三页将外部控制[ExtCtrl]设为[Enable]后，通过向后面板多功能I/O接口输入 TTL电平逻辑信号，可以执行扫描。此设置CH1和CH2相同。

为防止外部噪声导致误操作，不用外部信号进行控制时，建议设为无效[Disable]。

Pin分配详见  P19

可以执行以下操作。

■ 扫描开始

如果扫描处于停止状态，输入下降边沿后，将从头开始扫描。

如果正在执行扫描，输入下降边沿后，将从头重新扫描。

在单次扫描和门控单次扫描期间，接收到触发信号而非此信号后，将从头开始扫描。与设置触发源是OR关系。

■ 扫描结束

扫描过程中输入下降边沿后，扫描结束，进入扫描开始值输出状态。

但在单次扫描和门控单次扫描期间，接收到新触发信号后，将从头开始扫描。

■ 扫描保持/恢复

扫描过程中输入下降边沿后，扫描暂停。暂停时如果输入上升边沿，将从暂停的地方开始扫描。

在单次扫描和门控单次扫描期间，暂停时如果接收到新触发信号，将从头重新扫描。

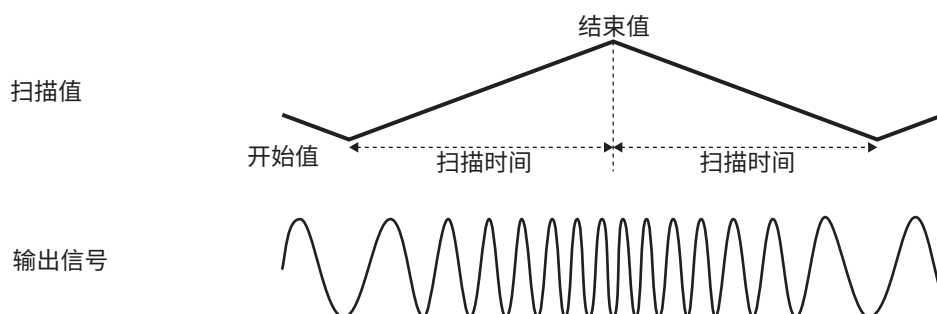
4.8.4 设置频率扫描

操作方法与扫描设置画面相同，请参考P81和P84。

a) 频率扫描实例

下图以连续线性来回扫描为例。

来回扫描



b) 选择频率扫描



在[Type]栏选择[Freq]，按ENTER键。

振荡模式[Mode]设为扫描[Sweep]时，在设置画面第二页将扫描类型[Type]设为频率[Freq]。

c) 不能执行频率扫描的波形

噪声、脉冲波和DC不能执行频率扫描。

d) 频率扫描需要的设置项目






在设置画面第二页设置以下项目。设置画面第一页的频率设置将无效。

- 开始频率[Start]
频率范围取决于波形。
- 结束频率[Stop]
频率范围取决于波形。
- 扫描时间[Time]
是指从开始值到结束值的推移时间。☞ P85
- 扫描模式[SwpMode]
可以从连续扫描、单次扫描和门控单次扫描中选择。☞ P85
- 扫描功能[SwpFctn]
可以从单向/来回、线性/对数中选择。☞ P84

除了开始频率和结束频率以外，还可以用中心频率[Center]和跨度频率[Span]来设置。
P84

扫描模式设为单次或门控单次时，必须要设置触发条件[Trig]。P88

根据需要设置以下项目。

- 标记频率[Marker](设置画面第二页)  P90
- 结束电平[StpLvl](设置画面第三页)  P89
此设置只能用于门控单次扫描。
- 通过多功能I/O接口进行外部控制[ExtCtrl](设置画面第三页)  P92
- 门控单次扫描的振荡结束单位[OscStop](设置画面第三页)  P89
此设置只能用于门控单次扫描。
- 同步输出[SyncOut](设置画面第三页)  P90

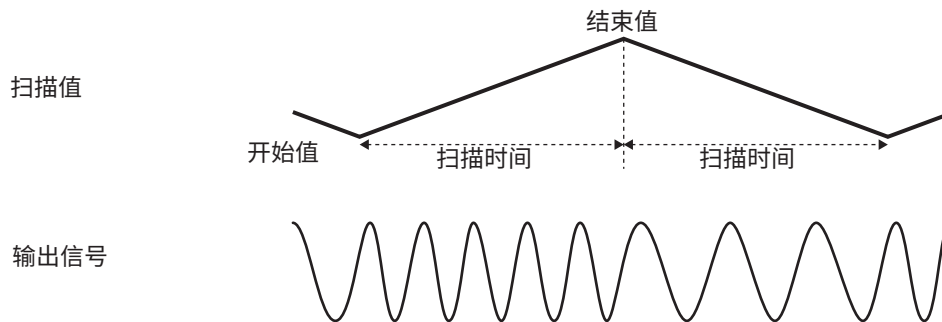
4.8.5 设置相位扫描

操作方法与扫描设置画面相同，请参考P81和P84。

a) 相位扫描实例

下图以连续线性来回扫描为例。

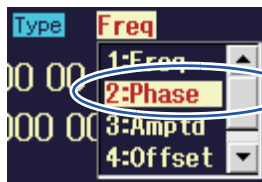
来回扫描



相位增加时，频率按下述值上升，相位减少时，频率按下述值下降。

$$\frac{|\text{结束相位(deg)} - \text{开始相位(deg)}|}{360} \times \frac{1}{\text{扫描时间(s)}}$$

b) 选择相位扫描



在[Type]栏选择
[Phase], 按
ENTER键。

振荡模式[Mode]设为扫描[Sweep]时, 在设置画面第二页将扫描类型[Type]设为相位[Phase]。

c) 不能执行相位扫描的波形

噪声和DC不能执行相位扫描。

d) 相位扫描需要的设置项目






在设置画面第二页设置以下项目。设置画面第一页的相位设置将无效。

- 开始相位[Start]
- 结束相位[Stop]
- 扫描时间[Time]
是指从开始相位到结束相位的推移时间。☞ P85
- 扫描模式[SwpMode]
可以从连续扫描、单次扫描和门控单次扫描中选择。☞ P85
- 扫描功能[SwpFctn]
可以从单向/来回、线性/对数中选择。☞ P84

除了开始相位和结束相位以外，还可以用中心相位[Center]和跨度相位[Span]来设置。
P84

扫描模式设为单次或门控单次时，必须要设置触发条件[Trig]。P88

根据需要设置以下项目。

- 标记相位[Marker](设置画面第二页)  P90
- 结束电平[StpLvl](设置画面第三页)  P89
此设置只能用于门控单次扫描。
- 通过多功能I/O接口进行外部控制[ExtCtrl](设置画面第三页)  P92
- 门控单次扫描的振荡结束单位[OscStop](设置画面第三页)  P89
此设置只能用于门控单次扫描。
- 同步输出[SyncOut](设置画面第三页)  P90

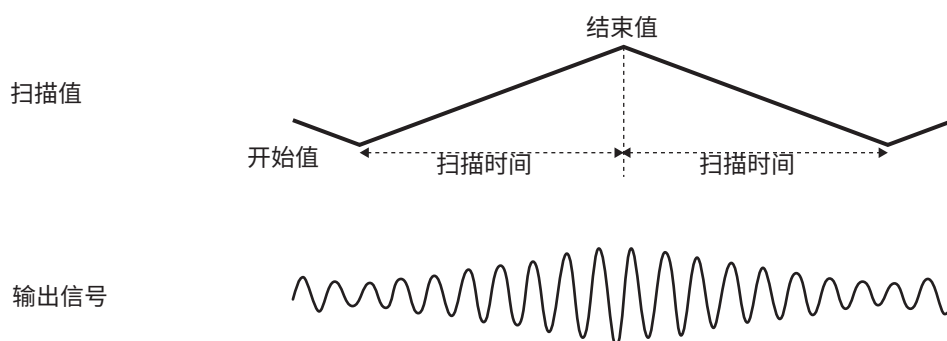
4.8.6 设置振幅扫描

操作方法与扫描设置画面相同，请参考P81和P84。

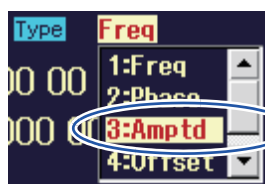
a) 振幅扫描实例

下图以连续线性来回扫描为例。

来回扫描



b) 选择振幅扫描



在[Type]栏选择
[Amptd], 按
ENTER键。

振荡模式[Mode]设为扫描[Sweep]时, 在设置画面第二页将扫描类型[Type]设为振幅[Amptd]。

c) 不能执行振幅扫描的波形

DC不能执行相位扫描。

d) 振幅扫描需要的设置项目






在设置画面第二页设置以下项目。设置画面第一页的振幅设置将无效。

- 开始振幅[Start]
- 结束振幅[Stop]
- 扫描时间[Time]
是指从开始振幅到结束振幅的推移时间。☞ P85
- 扫描模式[SwpMode]
可以从连续扫描、单次扫描和门控单次扫描中选择。☞ P85
- 扫描功能[SwpFctn]
可以从单向/来回中选择。☞ P84

除了开始振幅和结束振幅以外，还可以用中心振幅[Center]和跨度振幅[Span]来设置。
P84

扫描模式设为单次或门控单次时，必须要设置触发条件[Trig]。P88

根据需要设置以下项目。

- 标记振幅[Marker](设置画面第二页)  P90
- 结束电平[StpLvl](设置画面第三页)  P87
此设置只能用于门控单次扫描。
- 通过多功能I/O接口进行外部控制[ExtCtrl](设置画面第三页)  P92
- 门控单次扫描的振荡结束单位[OscStop](设置画面第三页)  P87
此设置只能用于门控单次扫描。
- 同步输出[SyncOut](设置画面第三页)  P90

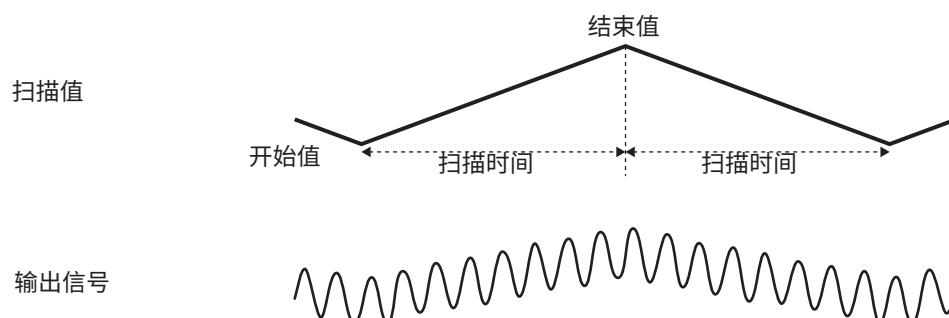
4.8.7 设置DC偏置扫描

操作方法与扫描设置画面相同，请参考P81和P84。

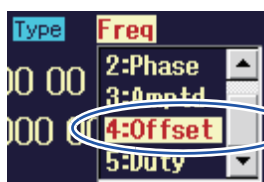
a) DC偏置扫描实例

下图以连续线性来回扫描为例。

来回扫描



b) 选择DC偏置扫描



在[Type]栏选择
[Offset], 按
ENTER键。

振荡模式[Mode]设为扫描[Sweep]时, 在设置画面第二页将扫描类型[Type]设为DC偏置[Offset]。

c) 不能执行DC偏置扫描的波形

无, 所有波形都能执行DC偏置扫描。但选择DC作为波形时, DC电平本身将成为扫描对象。而且, 选择DC作为波形时, 不能执行门控单次扫描。

d) DC偏置扫描需要的设置项目






在设置画面第二页设置以下项目。设置画面第一页的DC偏置设置将无效。

- 开始DC偏置[Start]
- 结束DC偏置[Stop]
- 扫描时间[Time]
是指从开始DC偏置到结束DC偏置的推移时间。☞ P85
- 扫描模式[SwpMode]
可以从连续扫描、单次扫描和门控单次扫描中选择。☞ P85
- 扫描功能[SwpFctn]
可以从单向/来回中选择。☞ P84

除了开始DC偏置和结束DC偏置以外, 还可以用中心DC偏置[Center]和跨度DC偏置[Span]来设置。P84

扫描模式设为单次或门控单次时, 必须要设置触发条件[Trig]。P88

根据需要设置以下项目。

- 标记DC偏置[Marker](设置画面第二页)  P90
- 结束电平[StpLvl](设置画面第三页)  P87
此设置只能用于门控单次扫描。
- 通过多功能I/O接口进行外部控制[ExtCtrl](设置画面第三页)  P92
- 门控单次扫描的振荡结束单位[OscStop](设置画面第三页)  P87
此设置只能用于门控单次扫描。
- 同步输出[SyncOut](设置画面第三页)  P90

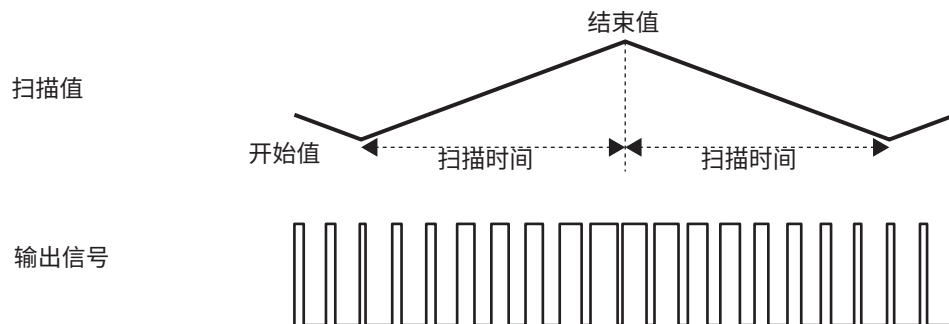
4.8.8 设置占空比扫描

操作方法与扫描设置画面相同，请参考P81和P84。

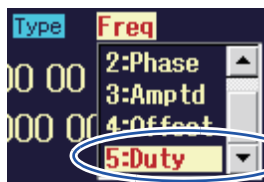
a) 占空比扫描实例

下图以连续线性来回扫描为例。

来回扫描



b) 选择占空比扫描



在[Type]栏选择[Duty], 按ENTER键。

振荡模式[Mode]设为扫描[Sweep]时, 在设置画面第二页将扫描类型[Type]设为占空比[Duty]。

c) 不能执行占空比扫描的波形

占空比扫描只适用于方波和脉冲波。

d) 占空比扫描设置项目






在设置画面第二页设置以下项目。设置画面第一页的占空比设置将无效。

- 开始占空比[Start]
占空比取决于频率。脉冲波时，也取决于前沿时间和后沿时间。☞ P59、P62
- 结束占空比[Stop]
占空比取决于频率。脉冲波时，也取决于前沿时间和后沿时间。☞ P59、P62
- 扫描时间[Time]
是指从开始占空比到结束占空比的推移时间。☞ P85
- 扫描模式[SwpMode]
可以从连续扫描、单次扫描和门控单次扫描中选择。☞ P85
- 扫描功能[SwpFctn]
可以从单向/来回中选择。☞ P84

除了开始占空比和结束占空比以外，还可以用中心占空比[Center]和跨度占空比[Span]来设置。P84

扫描模式设为单次或门控单次时，必须要设置触发条件[Trig]。P88

根据需要设置以下项目。

- 标记占空比[Marker](设置画面第二页)  P90
- 结束电平[StpLvl](设置画面第三页)  P87
此设置只能用于门控单次扫描。
- 通过多功能I/O接口进行外部控制[ExtCtrl](设置画面第三页)  P92
- 门控单次扫描的振荡结束单位[OscStop](设置画面第三页)  P87
此设置只能用于门控单次扫描。
- 同步输出[SyncOut](设置画面第三页)  P90

4.9 突发设置和操作

4.9.1 突发振荡类型

突发振荡共有以下4种。

- 自动突发
振荡和结束分别按指定的波数自动重复。不需要触发信号。☞ P104
- 触发突发
每当接收到触发信号，就按指定的波数振荡。☞ P107
- 门控振荡
门控设为ON时，以整数周期或半周期为单位振荡。☞ P111
- 触发门控振荡
此振荡是每当接收到触发信号就切换门控ON/OFF的门控振荡。☞ P116

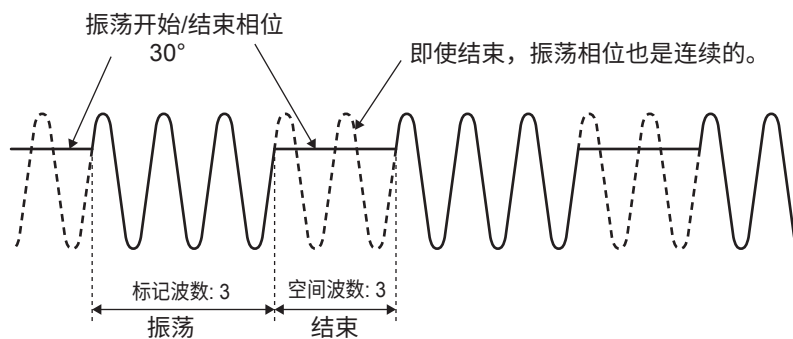
4.9.2 自动突发

振荡和结束分别按指定的波数自动重复。不需要触发信号。

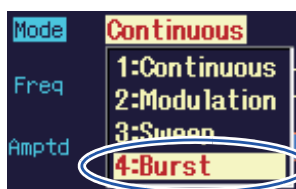
设置和操作都在振荡器设置画面进行。在振荡器设置画面的左上方显示“Oscillator”。如果显示其他画面，按菜单键 **MENU** 调出主菜单，选择[Oscillator]并按ENTER键 **ENTER**。

a) 自动突发实例

下图以标记波数(振荡波数) = 3、空间波数(振荡结束波数) = 2、振荡开始/结束相位 = 30°、结束电平 = off为例进行说明。

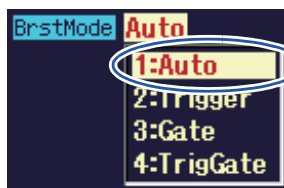


b) 将振荡模式设为自动突发



在[Mode]栏选择 [Burst], 按 ENTER键。

在振荡器设置画面中, 将振荡模式[Mode]设为[Burst]。振荡模式切换到突发振荡。在突发振荡模式下, 设置画面共有两页, 按NEXT键 **NEXT** 可以切换页面。



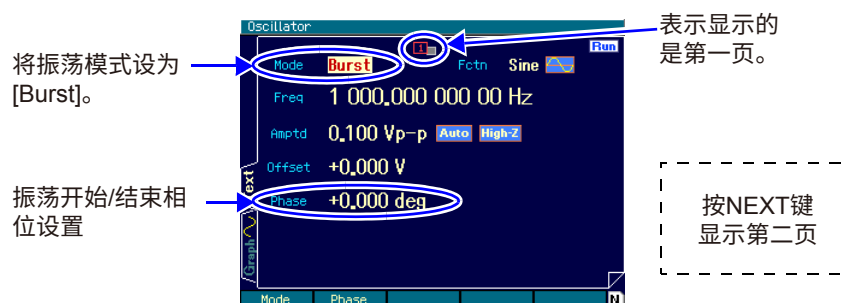
在[BurstMode]栏选择[Auto], 按 ENTER键。

然后, 在突发振荡模式设置画面第二页将突发模式[BurstMode]设为自动[Auto]。

c) 自动突发设置画面

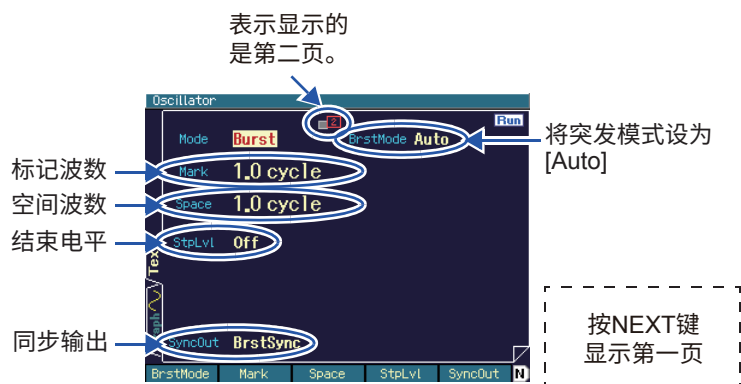
■ 第一页: 基本参数画面

以下是振荡模式下的共通设置项目。



振荡开始/结束相位[Phase]
是指振荡开始和结束时的相位。

■ 第二页: 自动突发设置画面



标记波数[Mark]

是指振荡波数。单位可以为0.5周期，但通常设为1周期。

空间波数[Space]

是指振荡结束波数。单位可以为0.5周期，但通常设为1周期。

结束电平[StpLvl]

是指振荡结束时的信号电平。可以为ON或OFF，通常设为OFF。☞ P106

同步输出[SyncOut]

是指从同步/分步输出端子输出信号。可以从波形参考相位同步和突发同步中选择。

☞ P106

d) 不能执行自动突发的波形

噪声和DC不能执行自动突发。

e) 自动突发需要的设置项目

在设置画面第一页设置振荡开始/结束相位[Phase]。

在设置画面第二页设置标记波数[Mark]和空间波数[Space]。

各波数通常设为整数值。

在设置画面第二页设置结束电平[StpLvl]，通常设为OFF[Off]。☞ P106

f) 开始自动突发 → 自动开始

自动突发模式下，将模式设为突发振荡模式后，自动开始突发。

但如果突发设置不合适，突发振荡不会开始(画面右上分部显示[Conflict!])。按最左端的[?]软键后，将显示设置内容不合适的提示信息。改为合适的设置以后，突发振荡开始。

g) 结束自动突发 → 不能执行

在自动突发模式下，不能结束振荡。

如要结束振荡，在设置画面第二页将突发模式[BrstMode]设为自动[Auto]以外的选项，然后设为无触发或门控信号输入的状态。☞ P109

如要设置连续振荡，将振荡模式[Mode]设为[Continuous]。

h) 输出突发同步信号: 同步输出设置

在设置画面第二页的同步输出[SyncOut]中设置突发同步信号。

可以选择以下两种设置。

- 与波形参考相位同步的信号[Sync]
- 与突发振荡同步的信号[BrstSync]

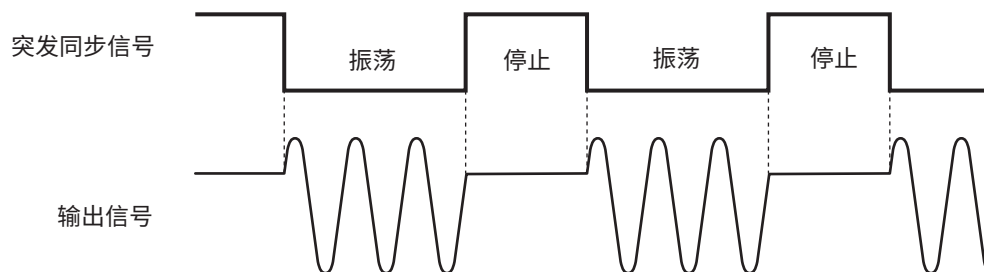
■ 选择[Sync]时

在波形参考相位上升的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。

■ 选择[BrstSync]时

与突发振荡同步的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。如下图所示，此信号在振荡过程中电平较低，在振荡结束时电平较高。

用示波器等观测突发中的信号时，此信号可以用作示波器的触发信号。

**i) 结束电平的法**

振荡结束时的电平通常用振荡开始/结束相位设置，但也可以单独用满刻度振幅的比率设置。

在设置画面第二页将结束电平[StpLvl]设为[On]，用百分比值设置电平。☞ P110

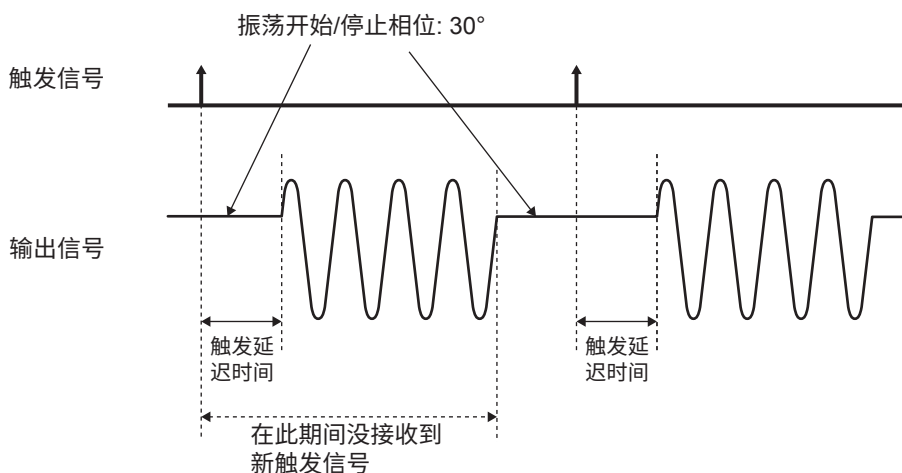
4.9.3 触发突发

每当接收到触发信号，就按指定波数振荡一次。

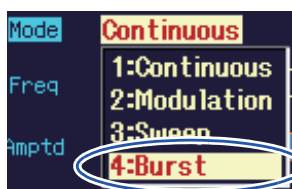
设置和操作都在振荡器设置画面进行。在振荡器设置画面的左上方显示“Oscillator”。如果显示其他画面，按菜单键 **MENU** 调出主菜单，选择[Oscillator]并按ENTER键 **ENTER**。

a) 触发突发实例

下图以标记波数(振荡波数) = 4、振荡开始/结束相位 = 30°、结束电平 = off为例进行说明。



b) 将振荡模式设为触发突发



在[Mode]栏选择[Burst]，按ENTER键。

在振荡器设置画面中，将振荡模式[Mode]设为[Burst]。振荡模式切换到突发振荡。在突发振荡模式下，设置画面共有两页，按NEXT键 **NEXT** 可以切换页面。



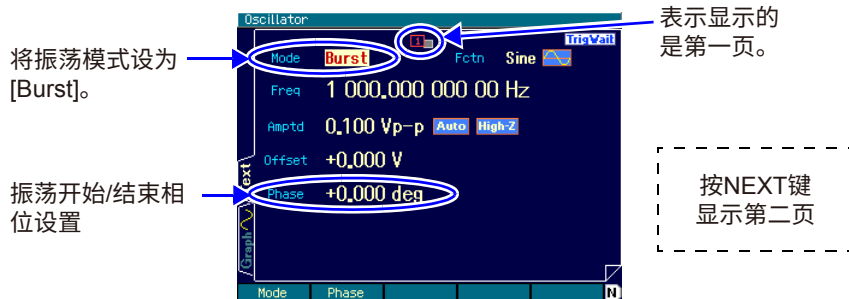
在[BrstMode]栏选择[Trigger]，按ENTER键。

然后，在突发振荡模式设置画面第二页中将突发模式[BrstMode]设为触发突发[Trigger]。

c) 触发突发设置画面

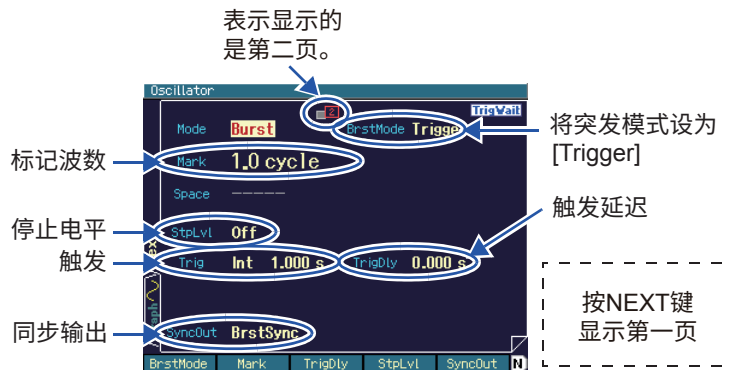
■ 第一页:基本参数画面

以下是振荡模式下的共通设置。



振荡开始/结束相位[Phase]
振荡开始和停止的相位。

■ 第二页: 触发突发设置画面



标记波数[Mark]

是每当接收到触发信号时的指振荡波数。单位可以设为0.5周期。

结束电平[StpLvl]

是指振荡结束时的信号电平。电平可以设为ON或OFF，通常设为OFF。☞ P110

触发[Trig]

是指触发条件。可以选择内部或外部作为触发源。☞ P109

触发延迟[TrigDly]

是指触发延迟时间。接收到触发信号，经过指定的时间后开始振荡。☞ P109

同步输出[SyncOut]

是指从同步/分步输出端子输出信号。可以从波形参考相位同步和突发同步中选择。

☞ P109

d) 不能执行触发突发的波形

噪声和DC不能执行自动突发。

e) 触发突发需要的设置项目

在设置画面第一页设置振荡开始/结束相位[Phase]。

在设置画面第二页设置标记波数[Mark]。通常设为整数值。

在设置画面第二页设置结束电平[StpLvl]，通常设为OFF[Off]。☞ P110
触发突发需要触发，请参考以下项目。


f) 触发突发的触发设置

触发可以从内部触发振荡器、外部信号、手动触发键操作和远程触发操作中选择。
触发后，MAN TRIG键旁边的TRIG'D灯亮灯。
触发源在设置画面第二页的触发[Trig]中设置。

■ 触发源设置

触发源可以选择内部[Int]或外部[Ext]。
触发源设为内部[Int]时，可以设置触发周期。
触发源设为外部[Ext]时，可以设置触发极性。
如果触发源设为外部[Ext]，可以向外部触发输入端子(TRIG IN)输入TTL电平触发信号。

■ 手动触发和远程触发的用法

手动触发操作和远程触发操作一直有效，与触发源设置有无关系。
MAN TRIG键  可以用于手动触发操作。
但FG420的MAN TRIG键只适用于显示激活的通道。
显示激活的通道详情请见☞ P38。
只有手动触发操作和远程触发操作作用作触发时，才可以将触发源设为外部[Ext]。此外，
为防止外部噪声导致误操作，建议将极性设为[Off]。

■ 触发延迟设置

在设置画面第二页触发延迟[TrigDly]中设置触发延迟时间。接收到触发信号，经过指定的时间后开始振荡。触发延迟时间设置对内部或外部触发源均有效。将内部触发源的触发延迟时间设为0。触发延迟时间设置对手动触发和远程触发无效。
触发延迟时间设为0时，仪器内部延迟最小，但实际输出波形时会包含延迟。☞ P138
触发后，在指定标记波数的振荡结束之前，将不接收新的触发信号。

g) 开始触发突发 → 触发

触发后，执行指定波数的振荡。
触发可以从内部触发振荡器、外部信号、手动触发键操作和远程触发操作中选择。

h) 输出突发同步信号 → 同步输出设置

在设置画面第二页的同步输出[SyncOut]中设置突发同步信号。可以选择以下两种设置。

- 与波形参考相位同步的信号[Sync]
- 与突发振荡同步的信号[BrstSync]

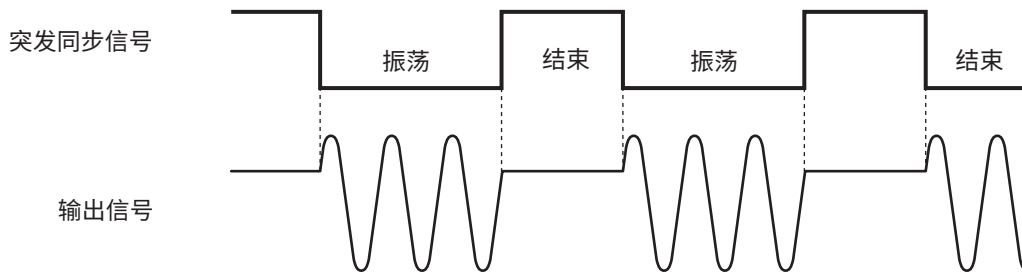
■ 选择[Sync]时

在波形参考相位上升的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。

■ 选择[BrstSync]时

与突发振荡同步的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。如下图所示，此信号在振荡过程中电平较低，在振荡结束时电平较高。

用示波器等观测突发中的信号时，此信号可以用作示波器的触发信号。

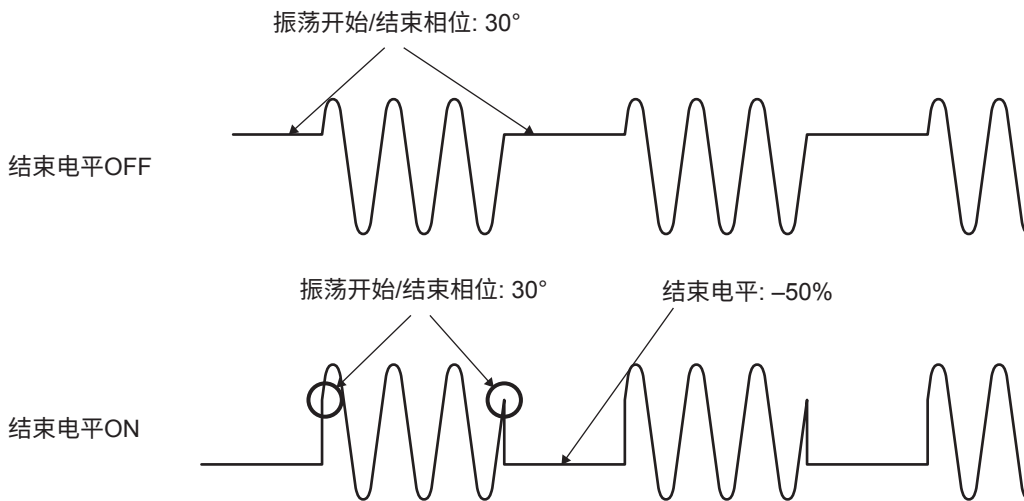


i) 结束电平的法

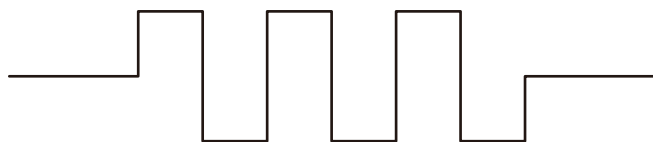
振荡结束时的电平通常用振荡开始/结束相位设置，但也可以单独用满刻度振幅的比率设置。

在设置画面第二页将结束电平[StpLvl]设为[On]，用百分比值设置电平。

下图以标记波数 = 3、振荡开始/结束相位 = 30°、结束电平 = off、on时为-50%为例进行说明。请注意，振荡开始/结束相位依然有效。



结束电平应用于方波时，如下图所示，可以输出3值方波。在下图中，结束电平设为0%、振荡开始/结束相位设为0°(可变占空比范围可以选择标准或扩展)。如果不应用结束电平，振荡结束时方波的电平则变为低电平或高电平。



4.9.4 门控振荡

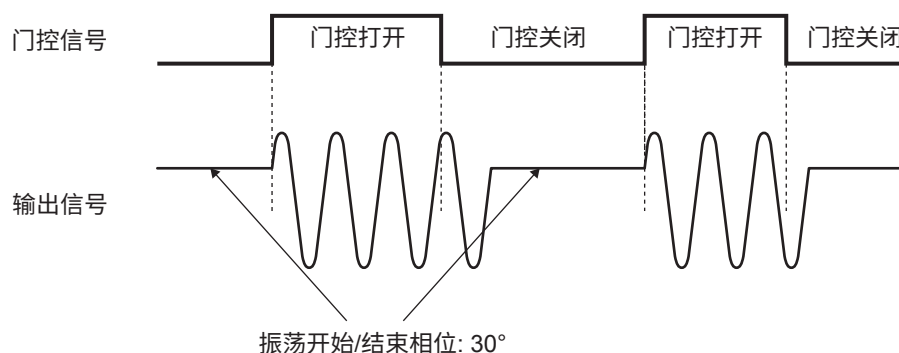
门控打开时，以整数周期或半整数周期振荡。

设置和操作都在振荡器设置画面进行。在振荡器设置画面的左上方显示“Oscillator”。如果显示其他画面，按菜单键 **MENU** 调出主菜单，选择[Oscillator]并按ENTER键 **ENTER**。

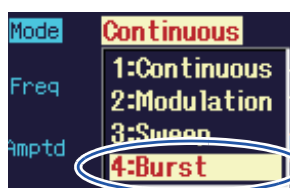
a) 门控振荡实例

下图以振荡开始/结束相位 = 30°、振荡结束单位 = 1周期、结束电平 = off为例进行说明。

门控信号关闭后，达到振荡开始/结束相位后振荡结束。

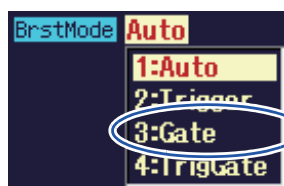


b) 将振荡模式设为门控振荡



在[Mode]栏选择 [Burst]，按ENTER键。

在振荡器设置画面中，将振荡模式[Mode]设为[Burst]。振荡模式切换到突发振荡。在突发振荡模式下，设置画面共有两页，按NEXT键 **NEXT**可以切换页面。



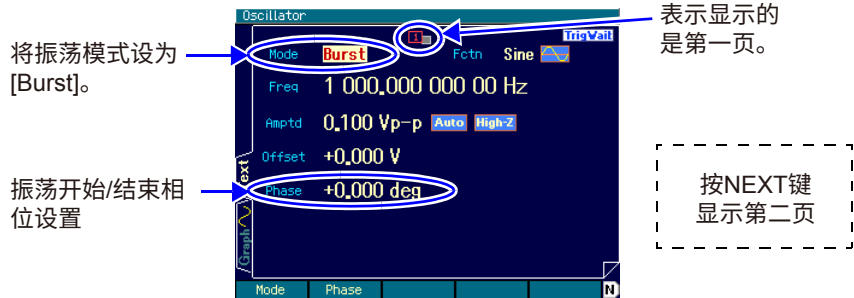
在[BurstMode]栏选择[Gate]，按ENTER键。

然后，在突发振荡模式设置画面的第二页将突发模式[BurstMode]设为门控振荡[Gate]。

c) 门控振荡设置画面

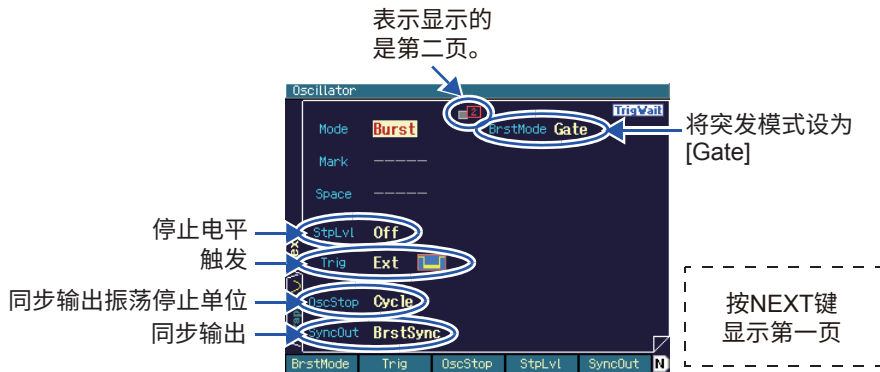
■ 第一页: 基本参数画面

以下是振荡模式下的共通设置。



振荡开始/结束相位[Phase]
是指振荡开始和结束时的相位。

■ 第二页: 门控振荡设置画面



结束电平[StpLvl]
是指振荡结束时的信号电平。电平可以设为ON或OFF，通常设为OFF。☞ P114

触发[Trig]
是指触发条件。可以选择内部或外部作为触发源。☞ P113

振荡结束单位[OscStop]
是指振荡结束单位。单位可以设为1周和0.5周期，但通常设为1周期。☞ P114

同步输出[SyncOut]
是指从同步/分步输出端子输出信号。可以从波形参考相位同步和突发同步中选择。
☞ P113

d) 不能执行门控振荡的波形

DC不能执行门控振荡。

噪声可以执行门控振荡，但操作不同于其他波形的门控振荡。☞ P115

e) 门控振荡需要的设置项目

在设置画面第一页设置振荡开始/结束相位[Phase]。

在设置画面第二页设置结束电平[StepLvl]，通常设为[Off]。☞ P114

在设置画面第二页将振荡结束单位[OscStop]设为1周期[Cycle]。☞ P114

门控振荡需要触发(门控)。请参考以下项目。

f) 门控振荡触发(门控)设置

触发(门控)可以从内部触发振荡器、外部信号、手动触发键操作和远程触发操作中选择。

门控信号打开时，MAN TRIG键旁边的TRIG' D亮灯。

触发源在设置画面第二页的触发[Trig]中设置。触发延迟固定为最小。

■ 触发源设置

触发源可以设为内部[Int]或外部[Ext]。


触发源设为内部[Int]时，可以设置触发周期。此时，门控信号是站空比为50%的方波。

触发源设为外部[Ext]时，可以设置触发极性。


如果触发源设为外部[Ext]，TTL电平触发信号输入到外部触发输入端子(TRIG IN)。

■ 手动触发和远程触发的用法

手动触发操作和远程触发操作一直有效，与触发源设置有无关系。

MAN TRIG键  可以用于手动触发操作。

但FG420的MAN TRIG键只适用于显示激活的通道。

显示激活的通道详情请见  P38。

只有手动触发操作和远程触发操作作用触发时，才可以将触发源设为外部[Ext]。此外，为防止外部噪声导致误操作，建议将极性设为[Off]。

g) 开始门控振荡 → 触发(门控信号)

接收到门控触发信号后，执行振荡。

触发可以从内部触发振荡器、外部信号、手动触发键操作和远程触发操作中选择。

h) 输出突发同步信号 → 同步输出设置

在设置画面第二页的同步输出[SyncOut]中执行同步输出设置。同步输出设置可以从以下两种中选择。

- 与波形参考相位同步的信号[Sync]
- 与突发振荡同步的信号[BrstSync]

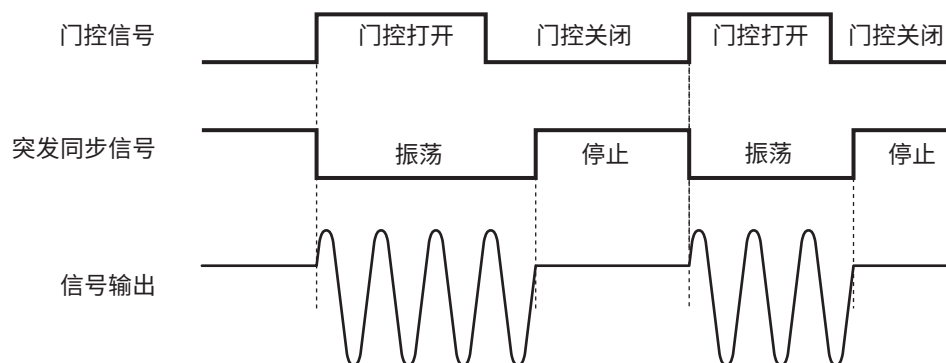
■ 选择[Sync]时

在波形参考相位上升的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。

■ 选择[BrstSync]时

与门控振荡同步的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。如下图所示，此信号在振荡过程中电平较低，在振荡结束时电平较高。与门控信号不同，请注意。

用示波器等观测突发中的信号时，此信号可以用作示波器的触发信号。



i) 为单位执行振荡 → 将振荡结束单位设为半周期

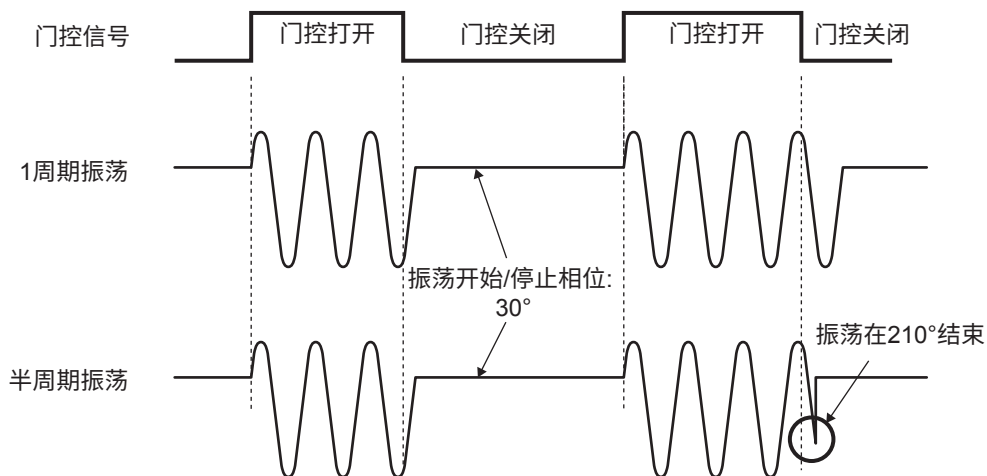
结束振荡以半周期为单位时，在设置画面第二页将振荡结束单位[OscStop]设为半周期[HalfCycle]。通常设为1周期[Cycle]。设为1周期[Cycle]时，将是整数周期振荡。

下图对振荡结束单位设为1周期和半周期时进行比较。

振荡开始/结束相位 = 30° ，结束电平 = off。

单位设为1周期时，门控关闭以后，达到振荡开始/结束相位后振荡结束。

单位设为半周期时，门控关闭以后，达到振荡开始/结束相位或[振荡开始/结束相位 + 180° (或 -180°)]时，振荡结束，然后转为振荡开始/结束相位。



j) 结束电平的用法

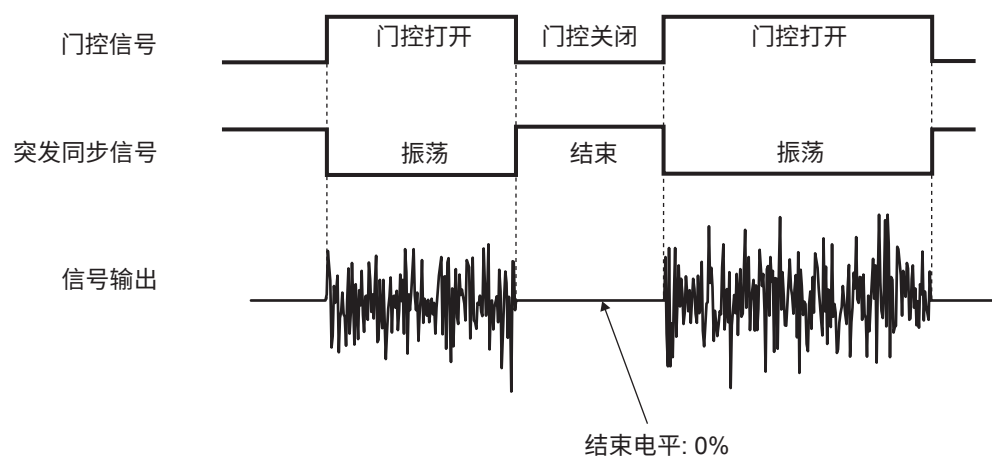
振荡结束时的电平通常用振荡开始/结束相位设置，但也可以单独用满刻度振幅的比率设置。

在设置画面第二页将结束电平[StpLvl]设为[On]，用百分比值设置电平。☞ P110

k) 噪声门控振荡

噪声没有周期，门控打开周期就是振荡周期，门控关闭周期就是振荡结束周期。此外，噪声没有相位，所以结束电平设置总是有效。

下图以结束电平为0%时的噪声门控振荡为例进行说明。



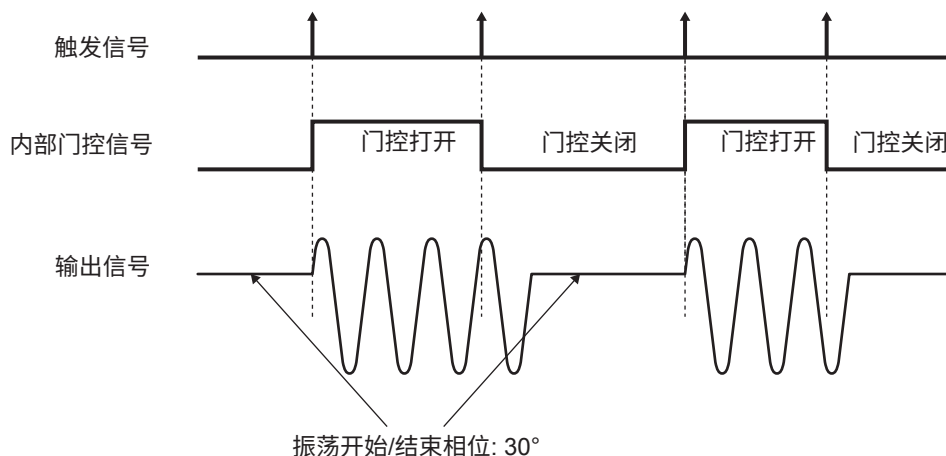
4.9.5 触发门控振荡

触发门控振荡是指每当接收到触发信号时门控打开或关闭时的门控振荡。
 设置和操作都在振荡器设置画面进行。在振荡器设置画面的左上方显示“Oscillator”。
 如果显示其他画面，按菜单键 **MENU** 调出主菜单，选择[Oscillator]并按ENTER键 **ENTER**。

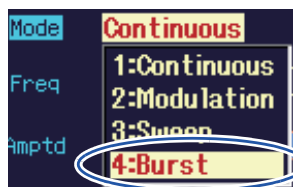
a) 触发门控振荡实例

下图以振荡开始/结束相位 = 30°、振荡结束单位 = 1周期、结束电平 = off为例进行说明。

门控信号关闭后，达到振荡开始/结束相位后振荡结束。

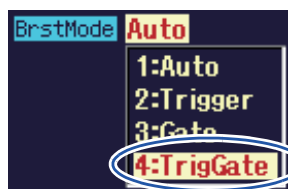


b) 将振荡模式设为触发门控振荡



在[Mode]栏选择 [Burst], 按 ENTER键。

在振荡器设置画面中，将振荡模式[Mode]设为[Burst]。振荡模式切换到突发振荡。
 在突发振荡模式下，设置画面共有两页，按NEXT键 **NEXT**可以切换页面。



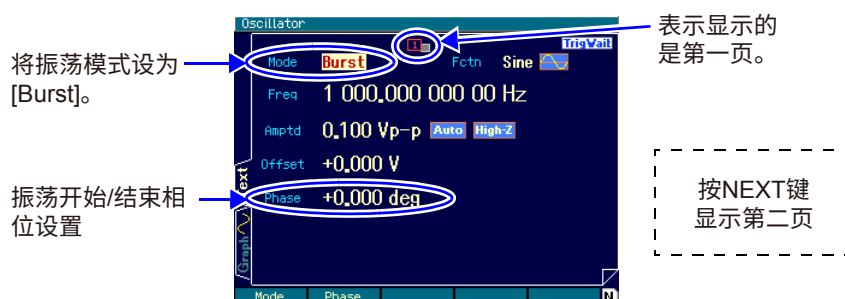
在[BrstMode]栏选择 [TrigGate], 按 ENTER键。

然后，在突发振荡模式设置画面第二页将突发模式[BrstMode]设为触发门控振荡 [TrigGate]。

c) 触发门控振荡设置画面

■ 第一页: 基本参数画面

以下是振荡模式下的共通设置。



振荡开始/结束相位[Phase]

是指振荡开始和结束时的相位。

■ 第二页: 触发门控振荡设置画面



结束电平[StpLvl]

是指振荡结束时的信号电平。电平可以设为ON或OFF，通常设为OFF。☞ P119

触发[Trig]

是指触发条件。可以选择内部或外部作为触发源。☞ P118

振荡结束单位[OscStop]

是指振荡结束单位。单位可以设为1周和0.5周期，但通常设为1周期。☞ P119

同步输出[SyncOut]

是指从同步/分步输出端子输出信号。可以从波形参考相位同步和突发同步中选择。

☞ P118

d) 不能执行触发门控振荡的波形

DC不能执行门控振荡。

噪声可以执行门控振荡，但操作不同于其他波形的门控振荡。☞ P119

e) 门控振荡需要的设置项目

在设置画面第一页设置振荡开始/结束相位[Phase]。

在设置画面第二页设置结束电平[StepLvl]，通常设为[Off]。☞ P119

在设置画面第二页将振荡结束单位[OscStop]设为1周期[Cycle]。☞ P119

触发门控振荡需要触发。请参考以下项目。

f) 触发门控振荡的触发设置


触发可以从内部触发振荡器、外部信号、手动触发键操作和远程触发操作中选择。触发后，MAN TRIG键旁边的TRIG'D灯亮灯。触发源在设置画面第二页的触发[Trig]中设置。触发延迟固定为最小。

■ 触发源设置

触发源可以设为内部[Int]或外部[Ext]。触发源设为内部[Int]时，可以设置触发周期。触发源设为外部[Ext]时，可以设置触发极性。如果触发源设为外部[Ext]，TTL电平触发信号输入到外部触发输入端子(TRIG IN)。

■ 手动触发和远程触发的用法

手动触发操作和远程触发操作一直有效，与触发源设置有无关系。

MAN TRIG键  可以用于手动触发操作。但FG420的MAN TRIG键只适用于显示激活的通道。显示激活的通道详情请见 P38。

只有手动触发操作和远程触发操作作用作触发时，才可以将触发源设为外部[Ext]。此外，为防止外部噪声导致误操作，建议将极性设为[Off]。

g) 开始触发门控振荡 → 触发

内部门控信号打开时，触发后，执行振荡。触发可以从内部触发振荡器、外部信号、手动触发键操作和远程触发操作中选择。

h) 输出突发同步信号 → 同步输出设置

在设置画面第二页的同步输出[SyncOut]中执行同步输出设置。同步输出设置可以从以下两种中选择。

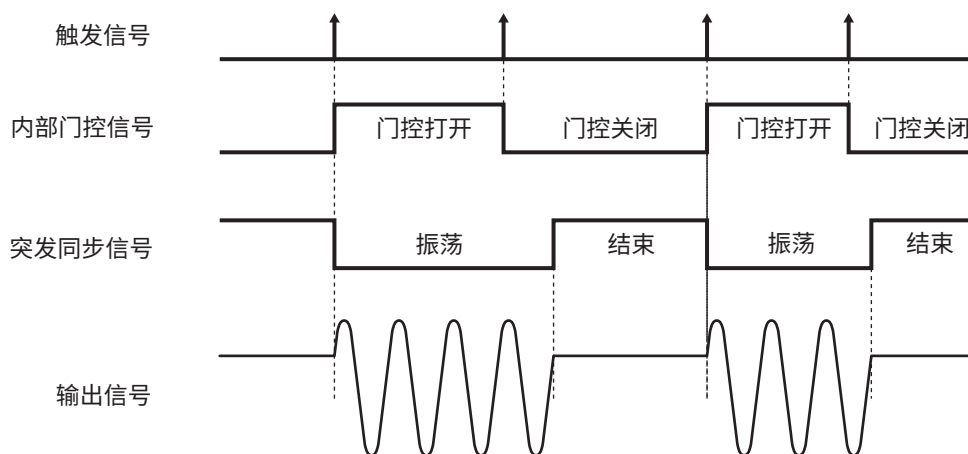
- 与波形参考相位同步的信号[Sync]
- 与突发振荡同步的信号[BrstSync]

■ 选择[Sync]时

在波形参考相位上升的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。

■ 选择[BrstSync]时

与门控振荡同步的TTL电平信号从同步/分步输出端子输出。如下图所示，此信号在振荡过程中电平较低，在振荡结束时电平较高。用示波器等观测突发中的信号时，此信号可以用作示波器的触发信号。



i) 为单位执行振荡 → 将振荡结束单位设为半周期

结束振荡以半周期为单位时，在设置画面第二页将振荡结束单位[OscStop]设为半周期[HalfCycle]。通常设为1周期[Cycle]。设为1周期[Cycle]时，将是整数周期振荡。☞ P114

j) 结束电平的法

振荡结束时的电平通常用振荡开始/结束相位设置，但也可以单独用满刻度振幅的比率设置。

在设置画面第二页将结束电平[StpLvl]设为[On]，用百分比值设置电平。☞ P110

k) 噪声触发门控振荡

噪声没有周期，门控打开周期就是振荡周期，门控关闭周期就是周期结束间隔。此外，噪声没有相位，所以结束电平设置总是有效。☞ P115

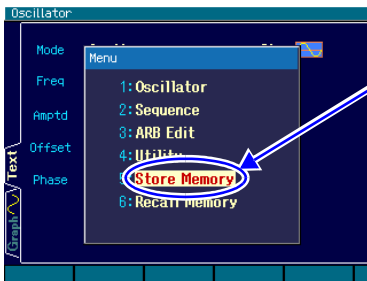
5. 保存与调出设置

5.1 保存设置

当前设置条件可以保存到设置存储器中，之后也可以调出使用。
设置保存操作在Store Memory画面完成。
关机或恢复时的设置被保存在设置存储器1中。

☞ P25

a) 设置保存步骤



在主菜单选择 [Store Memory]，然后按ENTER键。

1. 按MENU(MENU)键，打开主菜单窗口。在窗口中选择[Store Memory]后按ENTER(ENTER)键，显示Store Memory画面。

选择位于画面左上方的[Memory No.]，然后按ENTER键打开用于保存设置的设置存储器的编号输入框。



显示指定设置存储器内的大致内容。

2. 在Store Memory画面中，选择画面左上方的[Memory No.]后按ENTER(ENTER)键，打开用于保存设置的设置存储器的编号输入框。

高亮显示指定设置存储器的编号和设置名称。

3. 用向上键和向下键(▲▼)或调节旋钮(⊙)增加或减小设置存储器的编号。画面左侧指定设置存储器的编号和设置名称呈高亮显示，画面右侧则显示指定编号的设置存储器所保存的大致内容。



按[Store]软键，打开用于确认保存操作的对话框。

选择[OK]并按ENTER键保存设置。

4. 选择用于保存设置的设置存储器编号，然后按ENTER(ENTER)键关闭设置存储器编号的输入框。

5. 按[Store]软键，打开用于确认保存操作的对话框。要保存设置，请选择[OK]后按ENTER(ENTER)键。设置被保存，原先保存在该设置存储器编号内的内容被覆盖。

b) 将保存内容另存为初始化设置



与保存操作相同, 在设好设置存储器编号后, 按[Clear]软键。于是将出现用于确认初始化操作的对话框。

要执行初始化, 请选择[OK]后按ENTER(ENTER)键。执行初始化后, 原先保存在该设置存储器编号内的设置内容将被初始化设置内容覆盖。

c) 更改设置存储器的名称



1. 与保存操作相同, 在设好设置存储器编号后, 按[Rename]软键打开设置存储器的输入框。

- 用向左键/向右键(◀▶)选择要更改的数位, 然后用向上键/向下键(▲▼)或调节旋钮(⊙)更改数字。可以输入大小写的字母、数字、符号等。用(0)..(9)数字键盘可以直接输入数值。
按[Delete]软键删除光标位置上的字符后, 光标右侧的字符串将向左移动一位。
按[Insert]软键, 在光标位置插入一个空格。
按[CLR⇒]软键, 删除光标右侧的字符串(不含光标位置)。
按[Clear]软键删除所有字符。
设置名称最多可包含20个字符。
- 按[Apply]软键或ENTER(ENTER)软键, 确定更改的名称并关闭设置存储器名称的输入框。此时如果按CANCEL(CANCEL)键, 名称将保留不变, 设置存储器名称输入框关闭。

设置存储器名称同样可以通过Recall Memory画面进行修改。

✓ 确认

以下字符可供设置存储器名称使用。

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

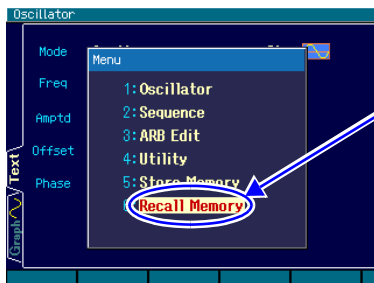
! # \$ % & ' () * + , - . / : ; < = > ? @ [\ ^ _ ` { | } ~

space

5.2 调出设置

保存在设置存储器内的设置条件可以被调出使用。
 设置调出操作在Recall Memory画面完成。
 仪器出厂时，相同的初始化内容被保存在所有设置存储器中。

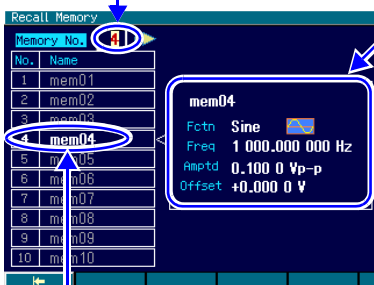
a) 设置调出步骤



在主菜单选择
[Recall Memory]，
然后按ENTER键。

1. 按MENU(MENU)键，打开主菜单窗口。在窗口中选择[Recall Memory]后按ENTER(ENTER)键，显示Recall Memory画面。

选择位于画面左上方的[Memory No.]，然后按ENTER键打开要调回的设置存储器的编号输入框。

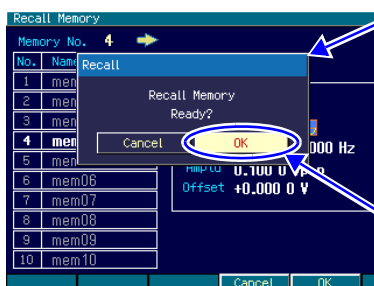


显示指定设置存储器内的大致内容。

2. 在Recall Memory画面中，选择画面左上方的[Memory No.]后按ENTER(ENTER)键，打开要调回的设置存储器的编号输入框。

高亮显示指定设置存储器的编号和设置名称。

3. 用向上键和向下键(↑↓)或调节旋钮(⊙)增加或减小设置存储器的编号。画面左侧指定设置存储器的编号和设置名称呈高亮显示，画面右侧则显示指定编号的设置存储器所保存的大致内容。

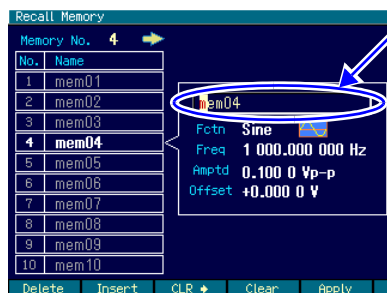


按[Recall]软键，
打开用于确认
调回操作的对话框。

选择[OK]后按
ENTER键执行
调回。

4. 选择要调回的设置存储器编号，然后按ENTER(ENTER)键关闭设置存储器编号的输入框。

5. 按[Recall]软键，打开用于确认调回操作的对话框。要执行调回，请选择[OK]后按ENTER(ENTER)键。设置被调回，当前设置内容被替换成调回的设置内容。

b) 更改设置存储器的名称

按[Rename]软键,
打开设置存储器
名称的输入框。

1. 与保存操作相同，在设好设置存储器编号后按[Rename]软键，打开设置存储器名称输入框。
2. 输入方法与Store Memory画面的相同。
☞ p. 121

6. 初始设置列表

在Utility画面执行设置初始化[Reset]后，将另存为以下内部设置。这些项目也是设置存储器的保存对象(输出ON/OFF设置除外)。

任意波形存储器、设置存储器、序列存储器、用户自定义单位的定义、开机输出设置、面板操作设置以及远程设置不能被初始化。虽然用户自定义单位的定义不能被初始化，但它可以作为保存目标存入设置存储器。

■ 输出设置

振荡模式	连续振荡
波形	正弦波
极性和振幅范围	正常、±FS
频率	1kHz
振幅	0.1Vp-p
DC偏置	0V
量程	自动
负载阻抗	打开
相位	0°
输出	OFF
同步/分步输出	参考相位同步

■ 波形

方波占空比	正常范围、50%
脉冲波占空比	50%
脉冲波前沿时间、后沿时间	1μs
锯齿波对称性	50%
参数可变波形	稳态正弦波组、不平衡正弦波

■ 调制

调制类型	FM
FM峰值偏差	100Hz
FSK跳频	1.1kHz
PM峰值偏差	90°
PSK偏差	90°
AM调制深度	50%
DC偏置调制峰值偏差	0.1V
PWM峰值偏差	10%
调制源	内部、正弦波、100Hz
FSK、PSK外部调制输入极性	正
同步/分步输出	内部调制同步

■ 扫描

扫描类型	频率
频率扫描范围	1kHz ~ 10kHz
相位扫描范围	-90° ~ 90°
振幅扫描范围	0.1Vp-p ~ 0.2Vp-p
DC偏置扫描范围	-0.1V ~ 0.1V
占空比扫描范围	40% ~ 60%
扫描时间	0.1s
扫描模式	连续
触发源	内部、1s
外部触发输入极性	负
扫描功能	单向、线性
标记值	5kHz、0°、0.15Vp-p、0V、50%
结束电平	OFF、0%
外部控制输入	禁用
门控单次时振荡结束单位	1周期
同步/分步输出	扫描同步、标记打开

■ 突发

突发模式	触发突发
标记波数	1周期
空间波数	1周期
触发源	内部、10ms
外部触发输入极性	负
触发延迟	0s
结束电平	OFF、0%
门控时振荡结束单位	1周期
同步/分步输出	突发同步

■ 两通道联动操作(仅限FG420)

通道模式	独立
频率差	0Hz
频率比	1:1
同值设置	OFF

■ 其他

使用用户自定义单位	解除
外部10MHz频率参考	禁用
外部加法	OFF

6. 初始化设置表

以下是出厂默认设置，即使执行初始化也不能进行更改。

■ 用户自定义单位的定义

单位名称	usr1 ~ usr6
计算公式	$(h+n)*m$
m	1
n	0

■ 开机输出设置和面板操作设置

开机输出设置	OFF
显示器	背光打开、暗色
修改方向	顺时针向下方向
操作音	ON

■ 远程设置

接口	USB
GPIB地址	2

以下是每次开机后都会执行初始化的设置。

■ 序列

开始阶跃	1
触发极性	OFF
外部控制输入	禁用
外部控制开始/状态分支	开始
同步/分步输出	阶跃同步
阶跃时间	1s
自动保持	OFF
跳转目的地	OFF
跳跃数	无限次
结束相位	OFF
状态分支	OFF
事件分支	OFF
阶跃结束点控制	进入下个阶跃
阶跃代码	LLLL
内部阶跃操作	恒定
通道参数	等于初始设置

7. 规格

带*1标记的值均为保证值，其他则为不受保证的标称值或典型值(typ.)。

除非另有说明，否则测量条

件如下：

连续振荡、负载50Ω、振幅设为10Vp-p/50Ω、DC偏置设为0V、自动量程、振幅范围±FS、外部加法关闭、AC电压是有效值。

7.1 振荡模式

连续、调制、扫描、突发、序列

7.2 波形

7.2.1 标准波形

类型	正弦波、方波、脉冲波、锯齿波、参数可变波形、噪声(高斯分布)、DC
极性	正、反(可选)(DC除外)
振幅范围	FS/0、±FS、0/+FS(可选) (DC除外)

7.2.2 任意波形

波形长度	4K~512K字(2^n , $n = 12\sim 19$)或 2~10,000个控制点(控制点之间线性插补)
总波形保存容量	最多可以将128条波形或400万字(通道1和2总和) 保存到非易失性存储器中。
波形数据的振幅分辨率	16位
采样率	120MS/s
极性	正、反(可选)
振幅范围	-FS/0、±FS、0/+FS(可选)
输出带宽	25MHz、-3dB

7.3 频率、相位

频率设置范围

振荡模式 波形	振荡模式		
	连续、调制、扫描(连续、单次)	扫描(门控单次)、突发	序列
正弦波	0.01μHz~30MHz	0.01μHz~10MHz	0.01μHz~10MHz
方波	0.01μHz~15MHz	0.01μHz~10MHz	0.01μHz~10MHz
脉冲波	0.01μHz~15MHz	0.01μHz~10MHz	不可用
锯齿波	0.01μHz~5MHz		0.01μHz~5MHz ^{*2}
参数可变波形	0.01μHz~5MHz		0.01μHz~5MHz ^{*2}
噪声	固定为26MHz等效带宽		
DC	频率设置无效		
任意波形	0.01μHz~5MHz		

*2: 转换成任意波形后使用。

频率设置分辨率	0.01μHz
按周期设置频率	根据设置周期的倒数设置
出厂时的频率精度 ^{*1}	±(设置的3ppm + 2pHz)
频率老化率 ^{*1}	±1ppm/年
相位设置范围	-1800.000°~ +1800.000°(分辨率0.001°)

7.4 输出特性

7.4.1 振幅

设置范围	0Vp-p ~ 20Vp-p/开放、0Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω 波形振幅与DC偏置的总峰值不得超过±10V/开放
设置分辨率	999.9mVp-p或以下 4位或0.1mVp-p 1Vp-p或以上 5位或1mVp-p
精度 ^{*1}	±(振幅设置[Vp-p的1%] + 2mVp-p)/开放 条件: 1kHz正弦波、振幅设置20mVp-p/开放或以上
设置单位	Vp-p、Vpk、Vrms、dBV、dBm
量程	自动、保持(可选) 最大输出电压范围: 20Vp-p、4Vp-p 振幅衰减器范围: 0dB、-10dB、-20dB、-30dB
波形振幅分辨率	约14位 条件: 36mVp-p/开放或以上

7.4.2 DC偏置

设置范围	±10V/开放、±5V/50Ω
设置分辨率	±499.9mV或以下 4位或0.1mV ±0.5V或以上 5位或1mV

精度 ¹	±(DC偏置设置[V]的1% + 5mV+振幅设置[Vp-p]的0.5%)/开放 条件: 输出10MHz或以下的正弦波时, 20°C~30°C。 超出20°C~30°C的温度范围时, 加1mV/°C(典型值)。
-----------------	---

7.4.3 负载阻抗设置

功能 设置范围	设置和显示指定负载条件下输出端电压的振幅和DC偏置 1Ω~10kΩ(1Ω分辨率)、50Ω、High-Z(负载开放)
------------	--

7.4.4 波形输出

输出打开/关闭控制	打开、关闭(可选)(关闭时, 输出针呈开放状态)
输出阻抗	50Ω、不平衡
短路保护	保护信号GND不短路
输出接口	前面板、BNC插口

7.4.5 同步/分步输出

输出信号	参考相位同步、内部调制同步、突发同步、扫描同步、 序列阶跃同步、内部调制信号、扫描X驱动(可选)
参考相位同步输出 波形	50%占空比在零位上升的方波 波形输出的参考相位(DDS振荡相位)
输出电压	同步信号: TTL电平(低电平0.4V/开放或以下、 高电平2.7V/开放或以上) 内部调制信号: -3V ~ +3V/开放 扫描X驱动: 0V ~ +3V/开放
输出阻抗	50Ω、不平衡
负载阻抗	50Ω或以上(推荐)
输出接口	前面板、BNC插口

7.5 信号特性

7.5.1 正弦波

振幅频率特性 ¹	
≤100kHz	±0.1dB
100kHz ~ 5MHz	±0.15dB
5MHz ~ 20MHz	±0.3dB
20MHz ~ 30MHz	±0.5dB(振幅设为≥2.8Vp-p/50Ω时, ±0.8dB)
	条件: 振幅设为50mVp-p ~ 10Vp-p/50Ω, 参考频率1kHz。
总谐波失真 ¹	
10Hz ~ 20kHz	≤0.2%
	条件: 振幅设为0.5Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω

7. 规格

谐波乱真 ^{*1}		
条件: 振幅设置	0.5Vp-p ~ 2Vp-p/50Ω	2Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω
≤1MHz	≤-60dBc	≤-60dBc
1MHz ~ 10MHz	≤-50dBc	≤-43dBc
10MHz ~ 30MHz	≤-40dBc	≤-30dBc
非谐波乱真 ^{*1}		
≤1MHz	≤-60dBc	
1MHz ~ 10MHz	≤-50dBc	
10MHz ~ 30MHz	≤-45dBc	
	条件: 振幅设为0.5Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω	

7.5.2 方波

占空比	
可变范围可选	正常、扩展(可选)
正常范围	在有细微抖动的范围内占空比可变, 并且脉冲不会丢失。频率越高, 占空比设置范围就越窄。
扩展范围	在2.5ns rms或以下的抖动(typ.)下, 占空比总是可以在最大范围内改变。在脉宽不超过8.4ns的情况下, 脉冲可能会丢失。平均时, 等于设置的占空比。
设置范围	
正常范围	0.0100% ~ 99.9900%(分辨率0.0001%) 上限(%): 100 - 频率(Hz)/300,000 下限(%): 频率(Hz)/300,000
扩展范围	0.0000% ~ 100.0000%(分辨率0.0001%)
占空比精度 ^{*1}	
≤100kHz	周期的±0.1%(占空比设为1% ~ 99%)
100kHz ~ 1MHz	周期的±1%(占空比设为5% ~ 95%)
1MHz ~ 3MHz	周期的±3%(占空比设为40%~60%)
上升/下降时间 ^{*1}	≤17ns 但是, 带结束电平设置的突发振荡、带结束电平设置的门控单次扫描以及序列振荡时, 约20ns。
过冲	≤5%(typ.)
抖动	正常可变占空比范围: ≤300ps rms(typ.) (≥100Hz) 扩展可变占空比范围: ≤2.5ns rms(typ.)

7.5.3 脉冲波

脉宽	
占空比设置范围	0.0170% ~ 99.9830%(分辨率0.0001%)
时间设置范围	25.50ns ~ 99.9830Ms(周期≤0.001%或分辨率0.01ns)

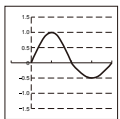
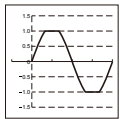
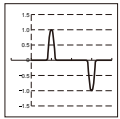
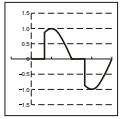
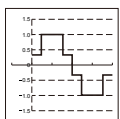
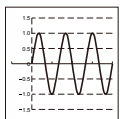
前沿时间、后沿时间 设置范围	15.0ns ~ 58.8Ms (分辨率: 3位或0.1ns) 可单独设置超前边沿/后沿时间
最小设置值	周期的0.01%和15ns中的较大值
脉宽、前沿时间、后沿时间限制	脉宽时间、前沿时间、后沿时间以及周期会受到以下公式制约。 占空比可以从(脉宽时间/周期)换算而来。 $(\text{前沿时间} + \text{后沿时间}) \times 0.85 \leq \text{脉宽时间}$ $\text{脉宽时间} \leq \text{周期} - (\text{前沿时间} + \text{后沿时间}) \times 0.85$
过冲	$\leq 5\%$ (typ.)
抖动	$\leq 500\text{ps rms}$ (typ.)($\geq 10\text{kHz}$) $\leq 2.5\text{ns rms}$ (typ.)(10kHz 以下)

7.5.4 锯齿波

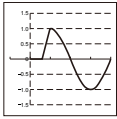
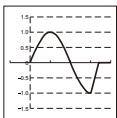
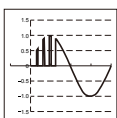
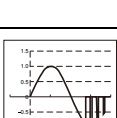
对称设置范围	0.00% ~ 100.00%(分辨率0.01%)
--------	---------------------------

7.5.5 参数可变波形

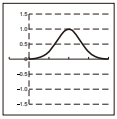
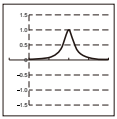
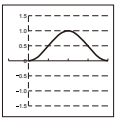
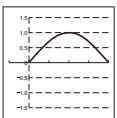
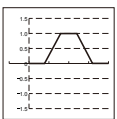
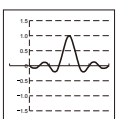
a) 稳态正弦波组

波形名称	波形实例	说明和可变参数
不平衡正弦波		正弦波前半周期和后半周期的振幅可进行独立调整的波形。 前半振幅(-100.00%~100.00%) 后半振幅(-100.00%~100.00%)
削峰正弦波		削去正弦波波峰和波谷后的波形。 削峰率(0.00%~99.99%)
CF控制正弦波		只抽取正弦波90°和270°附近的部分, 并将其振幅放大后的波形。 峰值因数(1.41~10.00)
导通角控制正弦波		只抽取正弦波各半周期前面或后面部分而得到的波形。 导通角(-180.00°~180.00°) 备注: 导通角为正时, 为后方导通角; 反之则为前方导通角。
阶梯状正弦波		呈阶梯状的正弦波。 阶跃数(2~100)
多周期正弦波		连续多个周期的正弦波波形。 周期数(0.01~50.00) 开始相位(-360.00°~360.00°)

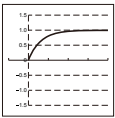
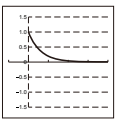
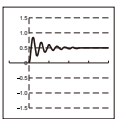
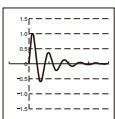
b) 瞬态正弦波组

波形名称	波形实例	说明和可变参数
导通相位控制正弦波		导通时伴有斜率的正弦波 导通相位(0.00°~360.00°) 导通斜率时间(基本周期的0.00%~50.00%)
切断相位控制正弦波		切断时伴有斜率的正弦波 切断相位(0.00°~360.00°) 切断斜率时间(基本周期的0.00%~50.00%)
震颤导通正弦波		导通时伴有震颤的正弦波 导通相位(0.00°~360.00°) 震颤数(0~3) 导通状态时间(基本周期的0.00%~20.00%) 切断状态时间(基本周期的0.00%~20.00%)
震颤切断正弦波		切断时伴有震颤的正弦波 切断相位(0.00°~360.00°) 震颤数(0~3) 导通状态时间(基本周期的0.00%~20.00%) 切断状态时间(基本周期的0.00%~20.00%)

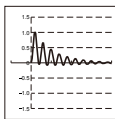
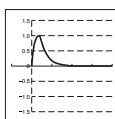
c) 脉冲组

波形名称	波形实例	说明和可变参数
高斯脉冲		高斯分布波形 标准偏差(基本周期的0.01%~100.00%)
洛伦兹脉冲		洛伦兹脉冲 宽度的半值(基本周期的0.01%~100.00%)
迭加正弦波		Sin ² 脉冲 宽度(基本周期的0.01%~100.00%)
半正弦波脉冲		半个正弦波周期脉冲 宽度(基本周期的0.01%~100.00%)
梯形脉冲		梯形脉冲 斜率宽度(基本周期的0.00%~50.00%) 上底宽(基本周期的0.00%~100.00%)
Sin(x)/x		Sin(x)/x波形 过零数(1~50)

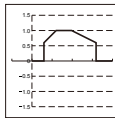
d) 瞬态响应组

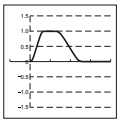
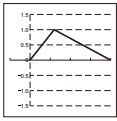
波形名称	波形实例	说明和可变参数
指数上升		1阶LPF的阶跃响应波形 时间常数(基本周期的0.01%~100.00%)
指数下降		1阶HPF的阶跃响应波形 时间常数(基本周期的0.01%~100.00%)
2阶低通滤波器阶跃响应		2阶LPF的阶跃响应波形 LPF固有频率(基本频率的1.00~50.00倍) LPF Q(0.50~50.00)
衰减振荡		以指数下降振幅震动波形 振荡频率(基本频率的0.01~50.00倍) 衰减时间常数(基本周期的-100.00%~100.00%) 备注: 衰减时间常数为负时, 以指数上升振幅震动波形。

e) 浪涌组

波形名称	波形实例	说明和可变参数
振荡浪涌		伴有衰减振荡的浪涌波形 振荡频率(基本频率的0.01~50.00倍) 衰减时间常数(基本周期的0.01%~100.00%) 滞后时间常数(基本周期的0.01%~100.00%)
脉冲浪涌		脉冲浪涌波形 上升时间(基本周期的0.01%~100.00%) 持续时间(基本周期的0.01%~100.00%) 备注: 上升时间是指上升沿从10%阈值到达90%阈值之前的时间。 持续时间是指从上升沿10%阈值到下个下降沿10%阈值之间的时间。

f) 其他波形组

波形名称	波形实例	说明和可变参数
有偏置的梯形波		振幅方向存在偏置的梯形波 超前延迟(基本周期的0.00%~100.00%) 上升斜率宽度(基本周期的0.00%~100.00%) 上底宽(基本周期的0.00%~100.00%) 下降斜率宽度(基本周期的0.00%~100.00%) 偏置(0.00%~100.00%)

波形名称	波形实例	说明和可变参数
半正弦边缘脉冲		上升和下降脉冲都是半正弦波形
		前沿时间(基本周期的0.00%~100.00%) 后沿时间(基本周期的0.00%~100.00%) 占空比(0.00%~100.00%)
底部参考锯齿波		以底部电平为参考的锯齿波
		对称性(0.00%~100.00%)

7.6 调制振荡模式

7.6.1 一般

调制类型	FM、FSK、PM、PSK、AM、DC偏置调制、PWM
调制源	内部、外部(可选)
内部调制波形	
FSK、PSK以外	正弦波、方波(占空比50%)、三角波(50%对称)、上升锯齿波、下降锯齿波、噪声、任意波形
FSK、PSK	方波(占空比50%)
内部调制频率	
FSK、PSK以外	0.1MHz ~ 100kHz(分辨率: 5位或0.1MHz)
FSK、PSK	0.1MHz ~ 1MHz(分辨率: 5位或0.1MHz)
内部调制同步输出	
输出波形	占空比50%的方波在内部调制波形的零点位置上升 内部调制波形为噪声时, 固定为零电平。
输出接口	与同步/分布输出接口共用
内部调制信号输出	
输出电压	-3V ~ +3V/开放
输出接口	与同步/分布输出接口共用
外部调制输入(FSK、PSK以外)	
输入电压范围	±1V满刻度
最大允许输入	±2V
输入阻抗	10kΩ、不平衡
输入频率	DC ~ 25kHz
输入接口	前面板(FG410)/后面板(FG420) BNC插口 与外部条件输入共用, 但不可与加法操作同时使用。
外部调制输入(FSK、PSK)	
极性	正、负(可选)
输入频率	DC ~ 1MHz

输入接口

使用外部触发输入。输入电压和输入阻抗遵循外部触发输入规格。

7.6.2 调制条件

■ FM

载波波形
峰值偏差设置范围

噪声、脉冲波、DC以外的标准波形和任意波形
0.00μHz ~ 15MHz以内(分辨率: 8位或0.01μHz)

■ FSK

载波波形
跳频设置范围

噪声、脉冲波、DC以外的标准波形和任意波形
在载波波形可设置频率范围以内(分辨率: 8位或0.01μHz)

■ PM

载波波形
峰值偏差设置范围

噪声、DC以外的标准波形和任意波形
0.000° ~ 180.000°(分辨率0.001°)

■ PSK

载波波形
偏差设置范围
备注

噪声、DC以外的标准波形和任意波形
-1800.00° ~ +1800.000°(分辨率0.001°)
PSK时正弦波振幅频率特性限制为25MHz、-3dB。

■ AM(non-DSB-SC)

载波波形
调制深度设置范围
备注

DC以外的标准波形和任意波形
0.0% ~ 100.0%(分辨率0.1%)
当调制深度为0%时, 振幅为设置值的1/2。

■ AM(DSB-SC)(Double Side Band - Suppressed Carrier)

载波波形
调制深度设置范围
备注

DC以外的标准波形和任意波形
0.0% ~ 100.0%(分辨率0.1%)
当调制深度为100%时, 最大振幅等于设置值。
DSB-SC时, 载波频率成分为零。

■ DC偏置调制

载波波形
峰值偏差设置范围

标准波形和任意波形
0V ~ 10V/开放

■ PWM

载波波形
峰值偏差设置范围

方波、脉冲波

方波

占空比可变范围(正常)

0.0000% ~ 49.9900%(分辨率0.0001%)

占空比可变范围(扩展)

0.0000% ~ 50.0000%(分辨率0.0001%)

脉冲波

0.0000% ~ 49.9000%(分辨率0.0001%)

7.7 扫描振荡模式

7.7.1 一般

扫描类型	频率、相位、振幅、DC偏置、占空比
扫描功能	单向(锯齿波状)、双向(三角波状)(可选) 线性、对数(仅限频率扫描)(可选)
扫描范围设置	开始值和结束值规格 中心值和跨度值规格
扫描时间设置范围	0.1ms ~ 10,000s(分辨率: 4位或0.1ms)
扫描模式	连续、单次、门控单次(可选) 门控单次过程中只有执行扫描时才会发生振荡。
操作	开始、结束、保持/恢复、开始值输出、结束值输出
触发源(用于单次扫描和门控单次扫描)	内部、外部(可选) 触发延迟设置无效。可进行手动触发。
用于扫描的内部触发振荡器 (用于单次扫描和门控单次扫描)	
周期设置范围	100.0μs ~ 10,000s(分辨率: 5位或0.1μs)
结束电平设置(用于门控单次扫描)	
功能	门控单次扫描过程中振荡结束时的信号电平规格
设置范围	振幅满刻度的-100.00% ~ +100.00%(0.01%分辨率)或 OFF
门控单次时振荡结束单位	1周期、0.5周期(可选)
扫描同步/标记输出	
标记关闭、单向扫描	从扫描开始值到扫描时间的一半时为低电平。 其他时间为高电平。
标记关闭、双向扫描	从扫描开始值到扫描结束值时为低电平。 其他时间为高电平。
标记打开	从扫描开始值到标记值时为低电平。 其他时间为高电平。
输出接口	与同步/分步输出接口共用
扫描X驱动输出	
输出电压	0V ~ +3V/开放 在扫描值上升过程中, 0V → +3V。 在扫描值下降过程中, +3V → 0V。 与同步/分步输出接口共用
输出接口	
扫描外部控制输入	
输入接口	使用输入输出多用接口的3-bit
控制项目	开始、结束、保持/恢复
扫描外部触发输入(用于单次扫描和门控单次扫描)	
极性	正、负、OFF(可选)
输入接口	使用外部触发输入。输入电压和输入阻抗遵循外部触发 输入规格。

7.7.2 扫描条件

■ 频率扫描

波形
开始、结束频率的设置范围

噪声、脉冲波、DC以外的标准波形和任意波形
0.01 μ Hz ~ 30MHz(分辨率0.01 μ Hz)

■ 相位扫描

波形
开始、结束相位的设置范围

噪声、DC以外的标准波形和任意波形
-1800.000°~ 1800.000°(分辨率0.001°)

■ 振幅扫描

波形
开始、结束振幅的设置范围

DC以外的标准波形和任意波形
0Vp-p ~ 20Vp-p/开放

■ DC偏置扫描

波形
开始、结束DC偏置的设置范围

标准波形和任意波形
-10V ~ +10V/开放

■ 占空比扫描

波形
开始、结束占空比的设置范围
方波
 可变占空比范围(正常)
 可变占空比范围(扩展)
脉冲波

方波、脉冲波

0.0100% ~ 99.9900%(分辨率0.0001%)
0.0000% ~ 100.0000%(分辨率0.0001%)
0.0170% ~ 99.9830%(分辨率0.0001%)

7.8 突发振荡模式

突发模式

自动突发

重复标记波数的振荡和空间波数的振荡结束。触发无效。

触发突发

与触发同步，执行标记波数的振荡。

门控

与门控信号同步执行整数周期或半周期整数倍的振动。但是，如果是噪声波形，将通过门控信号开关振荡。根据触发门控开关的门控振荡。

触发门控

目标波形

自动、触发突发

噪声、DC以外的标准波形和任意波形

门控、触发门控

DC以外的标准波形和任意波形

标记波数的设置范围

0.5周期 ~ 999,999.5周期，单位是0.5周期。

间隔波数的设置范围

0.5周期 ~ 999,999.5周期，单位是0.5周期。

门控时振荡结束单位

1周期，0.5周期(可选)

振荡开始/结束相位的设置范围

-1800.000°~ +1800.000°(分辨率0.001°)

备注: 与7.3节的相位设置值相同。

结束电平的设置范围	
功能	设置振荡结束时的信号电平。
设置范围	振幅满刻度的-100.00% ~ +100.00%(分辨率0.01%)或OFF。 当结束电平设为OFF时, 在设置振荡开始/结束相位时停止。
触发源(用于自动突发以外的场合)	内部、外部(可选)。可手动触发。
用于突发的内部触发振荡器(用于自动突发以外的场合)	
周期设置范围	1.0 μ s ~ 1,000s(分辨率: 5位或0.1 μ s)
触发延迟的设置范围	0.00 μ s ~ 100.00s(分辨率: 5位或0.01 μ s) 隐藏延迟为0.55 μ s。 仅适用于触发突发(门控、触发门控无效)。 适用于内部和外部触发源。手动触发无效。
触发抖动	≤ 1 ns rms(typ.)
突发同步输出	
极性	振动时为低电平, 除此之外为高电平。
输出接口	与同步/分布输出接口共用。

7.9 触发

外部触发输入	
用途	用于单次扫描、门控单次扫描、触发突发、门控、触发门控以及序列
输入电压	TTL电平(小于等于0.8V的低电平, 大于等于2.6V的高电平)
最大允许输入	-0.5V ~ +5.5V
极性	正、负、OFF(可选) FSK/PSK、扫描、序列(独立设置)
最小脉宽	50ns
输入阻抗	10k Ω (上拉至+3.3V)、不平衡
输入接口	前面板(FG410)/后面板(FG420) BNC插口 面板键操作
手动触发	
用途	用于单次扫描、门控单次扫描、触发突发、门控、触发门控
内部触发振荡器	扫描用与突发用独立。 请参照内部触发振荡器的各项内容。

7.10 序列

保存序列数	10个序列(保存在非易失性存储器中)
最大阶跃数	每个序列最多255步(不包括开始前状态的阶跃)
内部通道操作	在序列模式下, 两个通道均为序列模式。阶跃控制相同。
阶跃控制参数	阶跃时间、保持操作、跳转目的地、跳跃次数、阶跃结束相位、分支操作、阶跃终止控制、阶跃同步代码输出
Intra-step通道参数	波形、频率、相位、振幅、DC偏置、方波占空比
In-step操作	恒定、保持、线性插补(波形切换除外)
阶跃时间的设置范围	0.1ms ~ 1,000s(分辨率: 4位或0.01ms)
跳跃次数的设置范围	1 ~ 999或无限次
阶跃结束相位的设置范围	0.000° ~ 360.000°(CH1参考相位, 分辨率为0.001°)或无效。
分支操作	
状态分支	阶跃终止时确认来自输入输出多用接口的状态分支输入。检测到分支输入时, 分支到指定的目标阶跃。
事件分支	由事件分支操作或输入, 直接分支到指定的目标阶跃。
阶跃终止控制	序列终止或转到下个阶跃
阶跃同步代码输出	从输入输出多用接口输出每步4-bit代码。 可从同步/分步输出接口输出LSB。
可用波形	正弦波、方波、噪声、DC和任意波形 锯齿波和参数可变波形保存为任意波形后可用。
最大可用波形数量	128
阶跃开始相位	DC或噪声的下次阶跃(DC和噪声除外)从各通道的参考相位0°开始振荡。
序列操作	开始、结束、保持/恢复、事件分支
序列外部控制	
输入接口	使用4-bit输入输出多用接口
控制项目	开始或状态分支、结束、保持/恢复、事件分支
序列外部触发输入(开始触发)	
极性	正、负、OFF(可选)
输入接口	使用CH1的外部触发输入。输入电压和输入阻抗遵循外部触发输入规格。

7.11 其他输入/输出

外部10MHz频率参考输入	
选择频率参考	外部参考的利用/禁用(可选)
输入电压	0.5Vp-p ~ 5Vp-p
最大允许输入	10Vp-p
输入阻抗	1k Ω 、不平衡、AC耦合
输入频率	10MHz($\pm 0.5\%$ (± 50 kHz))
输入波形	正弦波或方波(50 $\pm 5\%$ 占空比)
输入接口	后面板、BNC插口
频率参考输出(同步多台FG410/FG420仪器)	
输出电压	1Vp-p/50 Ω 方波
输出阻抗	50 Ω 、AC耦合
输出频率	10MHz
输出接口	后面板、BNC插口
外部加法输入	
加法增益	$\times 2$ 、 $\times 10$ 、OFF(可选) $\times 2$ 时, 最大输入电压量程固定为4Vp-p; $\times 10$ 时, 固定为20Vp-p。 序列振荡时为OFF。
输入电压	-1V ~ +1V
最大允许输入	± 2 V
输入频率	DC ~ 10MHz(-3dB)
输入阻抗	10k Ω 、不平衡
输入接口	前面板(FG410)/后面板(FG420) BNC插口 与外部调制输入共用, 外部调制时不能使用。
多功能输入/输出	
用途	扫描控制、序列控制
输入电压	TTL电平(小于等于0.8V的低电平、大于等于2.6V的高电平。通过10k Ω 上拉至+5V)
最大允许输入	-0.5V ~ +5.5V(小于等于0.4V的低电平、大于等于2.7V/开放的高电平。)
接口	后面板、Mini-Dsub 15-pin多用接口

7.12 两通道联动操作(仅限FG420)

通道模式

通道模式	操作
独立	独立设置
2相	保持相同频率。频率扫描、内部频率调制及内部FSK时，控制并保持相同频率。 不能执行外部频率调制和外部FSK。 每个通道的相位可单独设置。
固定频率差	将频率差保持成常量。 频率扫描、内部频率调制及内部FSK时，控制并保持频率差。 不能执行外部频率调制和外部FSK。
固定频率比	将频率比保持成常量。 频率扫描、内部频率调制及内部FSK时，控制并保持频率比。 不能执行外部频率调制和外部FSK。
差分输出	相同的频率、振幅和DC偏置。反相波形。所有扫描和内部调制时控制并保持差分输出。 不能执行外部调制和外部加法。

2相、固定频率差、固定频率比以及差分输出时的相同制约条件

- 在相同振荡模式下振荡(调制振荡时相同的调制类型、扫描振荡时相同的扫描类型)
- 适用于噪声/DC以外的标准波形和任意波形
- 不能执行突发、门控单次扫描

同值设置、同一操作

是

频率差的设置范围

0.00 μ Hz ~ 30MHz以内(分辨率0.01 μ Hz)

CH2频率 - CH1频率

频率比N:M的设置范围

1 ~ 9,999,999(N和M)

N:M = CH2频率 : CH1频率

相位同步

通道模式切换时自动执行

2相时通道间的时差^{*1}

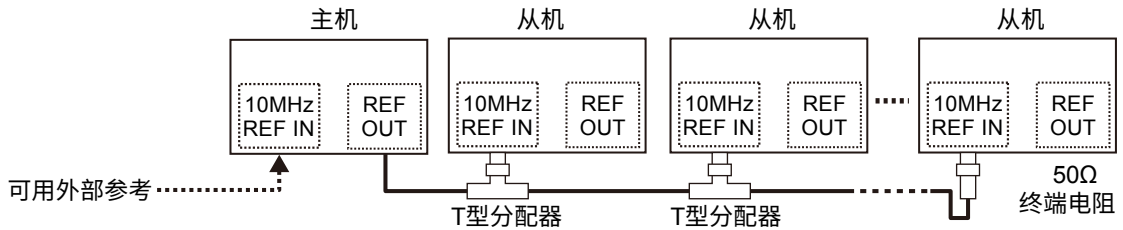
± 20 ns或以下(± 10 ns或以下, 典型值)

条件: 相同波形(正弦波或方波)

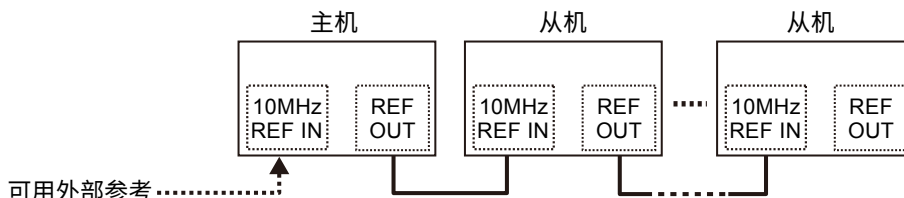
7.13 多台同步操作

连接图

方法1



方法2



连接线

电缆类型

线长

最大可连接台数

相位同步操作

仪器间的时差

相对主机各通道，第N台从机各通道的延迟($1 \leq N$)。

特性阻抗为50Ω的同轴线，带BNC插口(RG-58A/U等)
仪器间小于1米，总长不得超过3米。

连接方法1: 6台(含主机)

连接方法2: 4台(含主机)

手动操作

连接方法1:

$31\text{ns} + (N-1) \times 6\text{ns} \pm 25\text{ns}$ 或以下，典型值。

连接方法2:

$31\text{ns} + (N-1) \times 31\text{ns} \pm 25\text{ns}$ 或以下，典型值。

条件: 相同频率、相同相位、相同波形(正弦波或方波)、频率参考输出与外部频率参考输入间的连接线长度为1米(RG-58A/U)。

7.14 用户自定义单位

功能

设置对象

转换公式

单位字符串

根据指定的转换公式，可设置任意单位并进行显示。
频率(Hz)、周期(s)、振幅(Vp-p, Vpk)、DC偏置(V)、
相位(deg)、占空比(%)

$[(\text{设置目标值}) + n] \times m$ ，或
 $[\log_{10}(\text{设置目标值}) + n] \times m$ 。

指定转换公式、n和m的值。

最多可设置4个字符。

7.15 其他功能

设置保存容量
远程控制

10个设置(保存在非易失性存储器中)
GPIB、USBTCM(SCPI-1999, IEEE-488.2)

7.16 选件

705928 输入/输出多用电缆

连接到后面板输入/输出多用接口的电缆，一头附带接口。共2米长。一头切除。

7.17 一般特性

显示器 3.5英寸TFT彩色液晶显示器

* LCD 可能含有少量缺陷 (5 点或更少)。

LCD 可能含有一些始终亮或不亮的点。请注意，这些不是缺陷。

I/O接地

波形输出的信号接地(FCTN OUT)、同步/分步输出(SYNC/SUB OUT)和外部调制/加法输入(MOD/ADD IN)与外壳绝缘。这些信号在同一通道内共同接地。

外部10MHz参考输入(10MHz REF IN)的信号接地与外壳绝缘。

CH1、CH2以及外部10MHz REF IN频率参考输入的信号接地都是相互独立的。

被绝缘的信号接地间、外壳间的耐电压最大为42Vpk。(DC+AC峰值)

其他信号接地连接到外壳上。

建议校准周期

1 年

电源

电源电压范围

100V AC ~ 230V AC \pm 10%(不超过250V)

电源频率范围

50Hz/60Hz \pm 2Hz

功耗

FG410: \leq 50VA

FG420: \leq 75VA

过电压类型

II

环境温湿度范围

运行保证

0°C ~ +40°C、5%RH ~ 85%RH

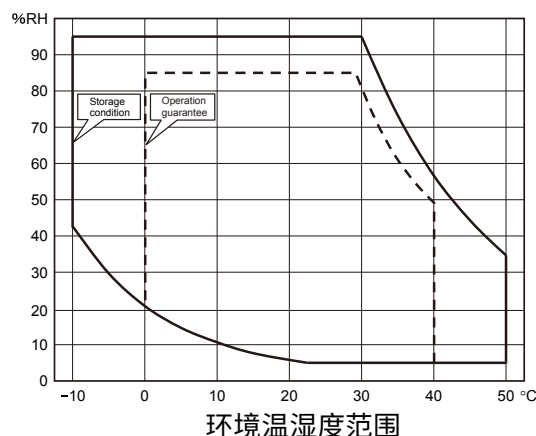
绝对湿度1g/m³ ~ 25g/m³，不结露。

某些规格的温度范围受到限制。

储存条件

-10°C ~ +50°C、5%RH ~ 95%RH

绝对湿度1g/m³ ~ 29g/m³，不结露。

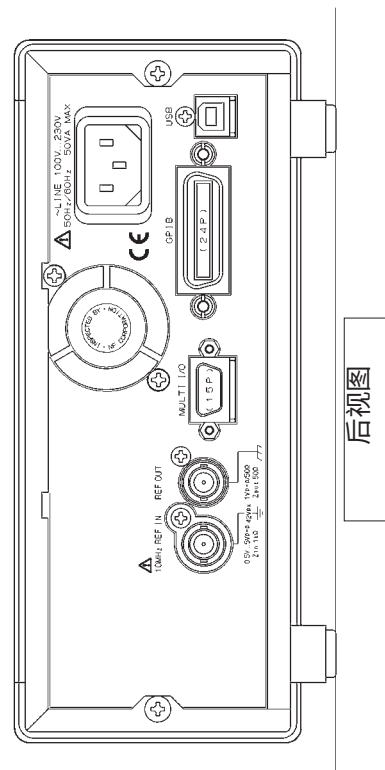
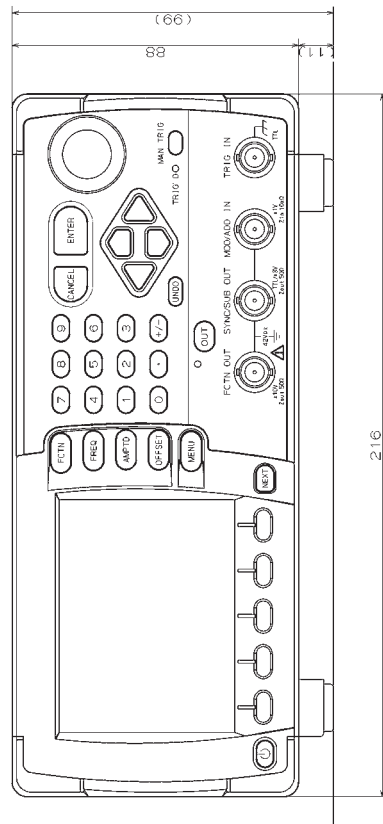
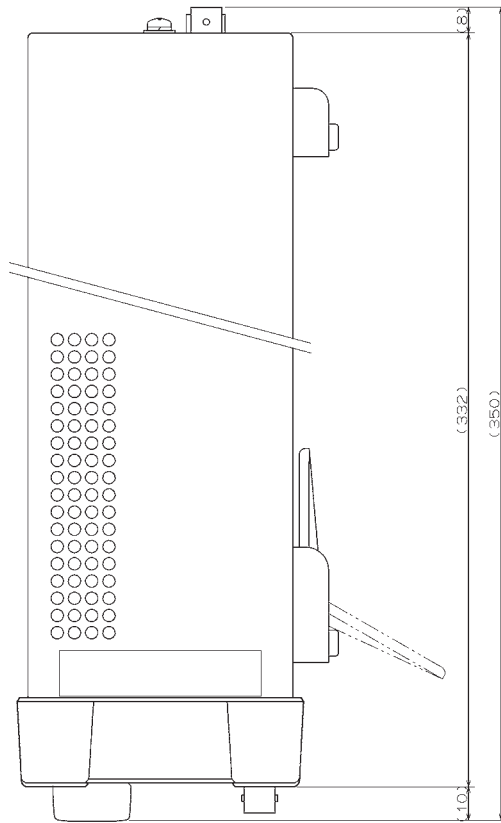


7. 规格

预热时间		至少30分钟，典型值。
污染等级		2
外部尺寸		216(W) × 88(H) × 332(D)mm(突出部分除外)
重量		约2.1kg(附件除外，仅为主机重量)
安全和EMC		
适用于后面板标注CE标识的机型		
安全		EN61010-1:2010
EMC	辐射	符合标准：EN 61326-1 Class A, EN 55011 Class A Group1 澳大利亚与新西兰 EMC 标准 EN55011 Class A, Group 1, 韩国电磁符合性标准 (한국 전자파적합성기준) 本产品为 A 类产品。在居民区使用本产品可能会引起电磁干扰，在这种情况下，将会要求用户纠正干扰。
	抗干扰	符合标准：EN 61326-1 Table2（针对生产场所） 抗干扰测试环境的影响：±10% 范围内
环境标志		符合标准：EN50581 监视和控制仪器

■ 外部尺寸(FG410)

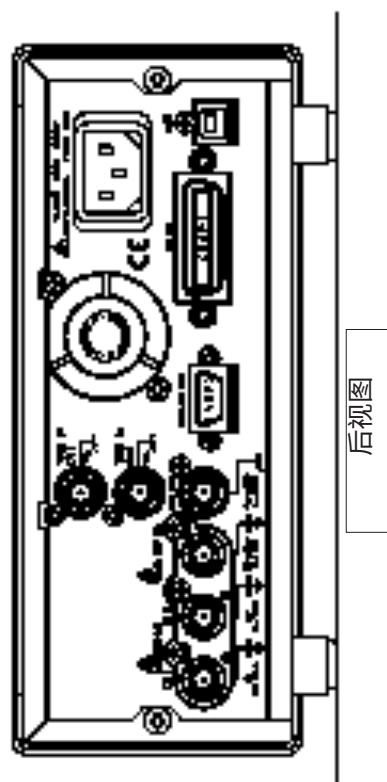
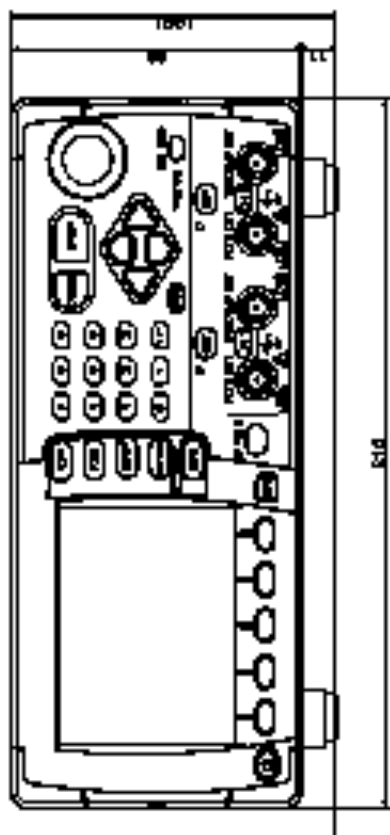
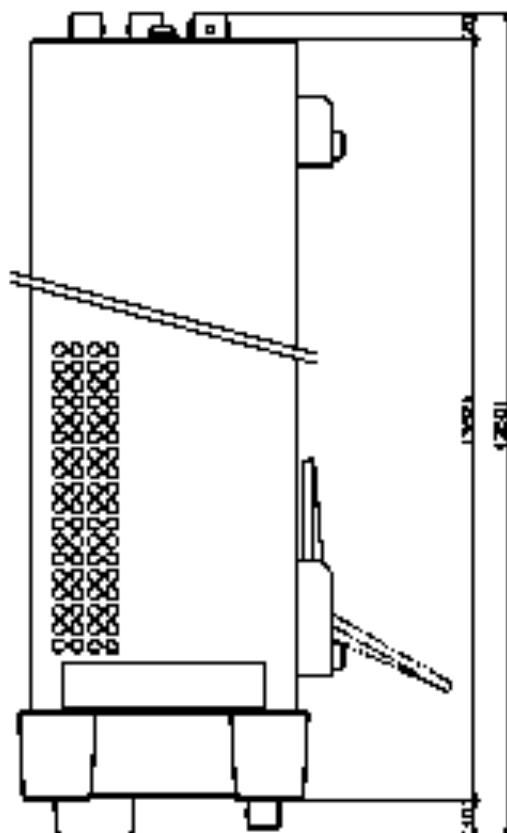
单位: mm



后视图

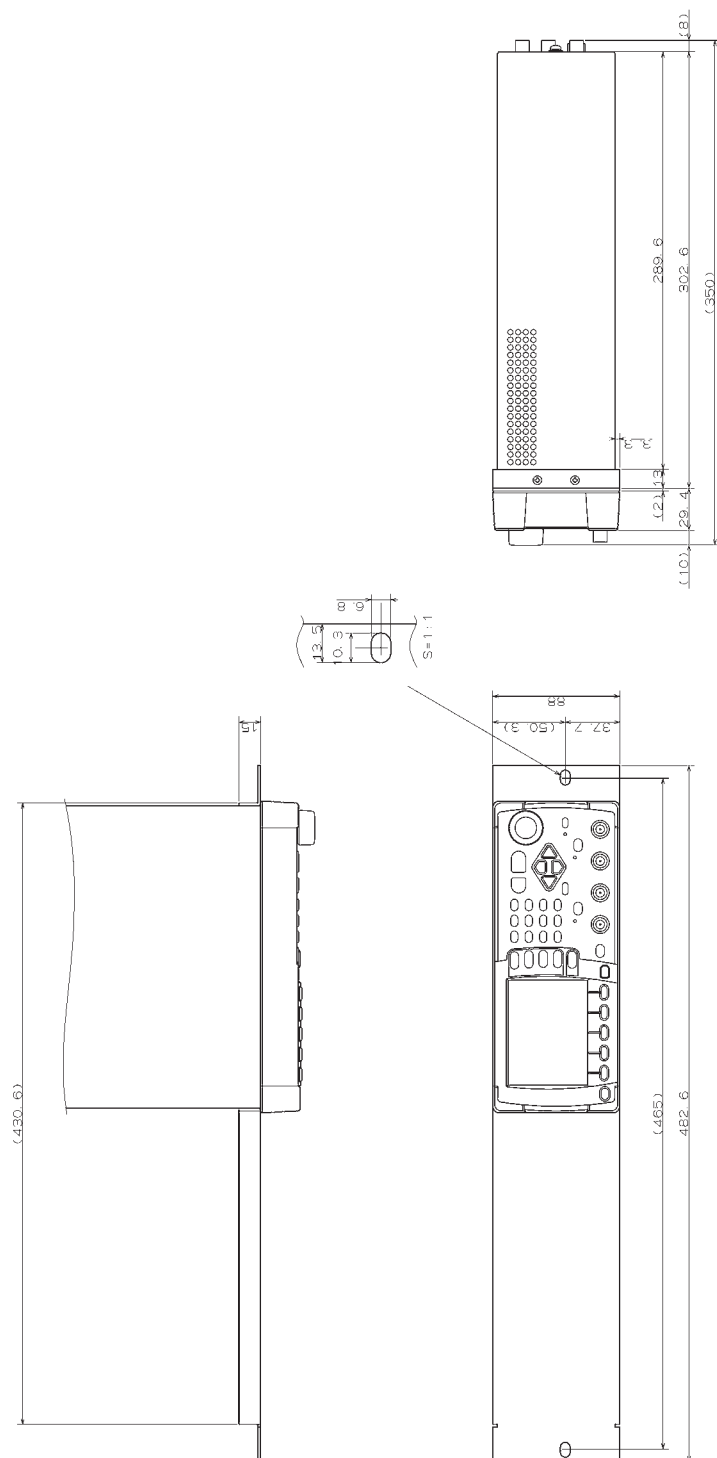
■ 外部尺寸(FG420)

单位: mm



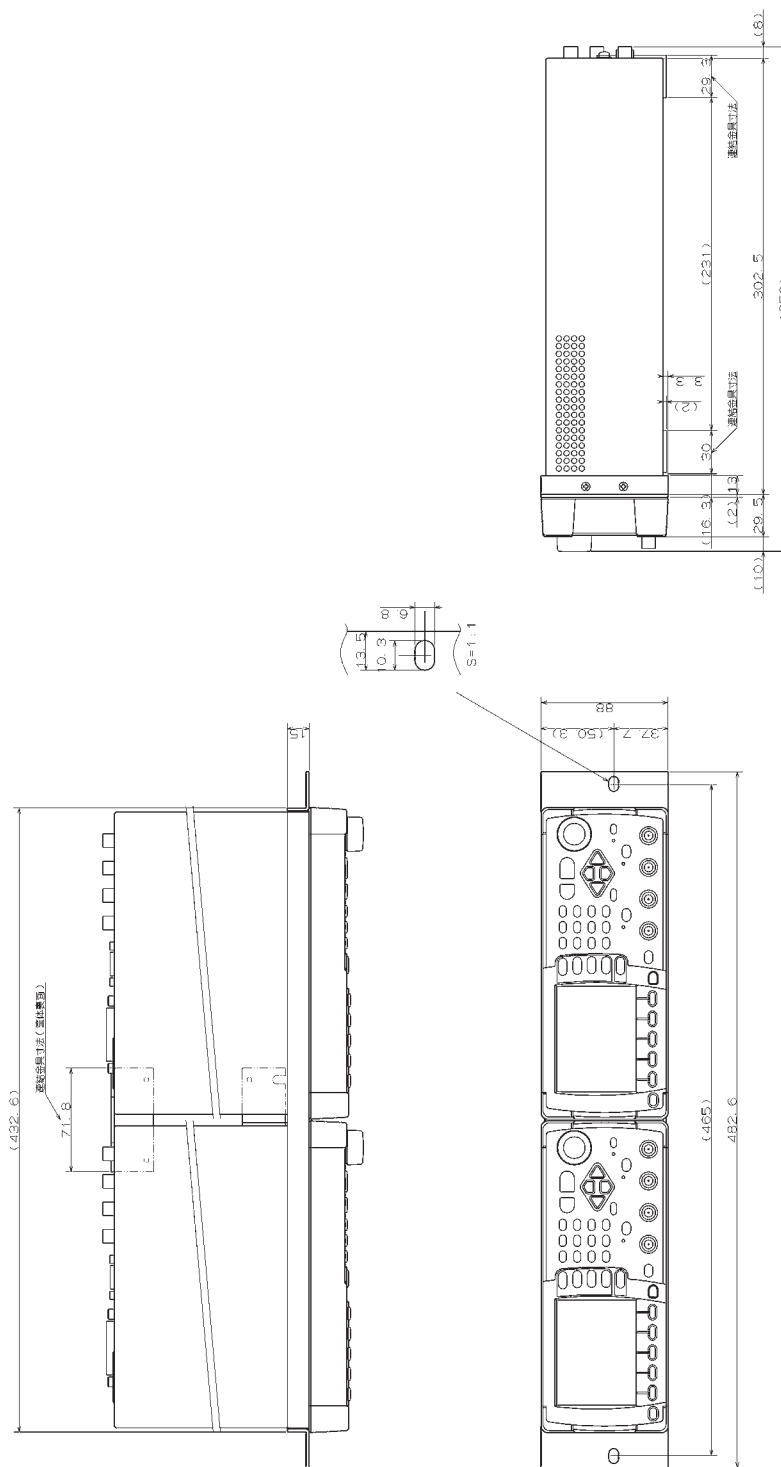
■ 英寸机架安装尺寸(1台)

单位: mm



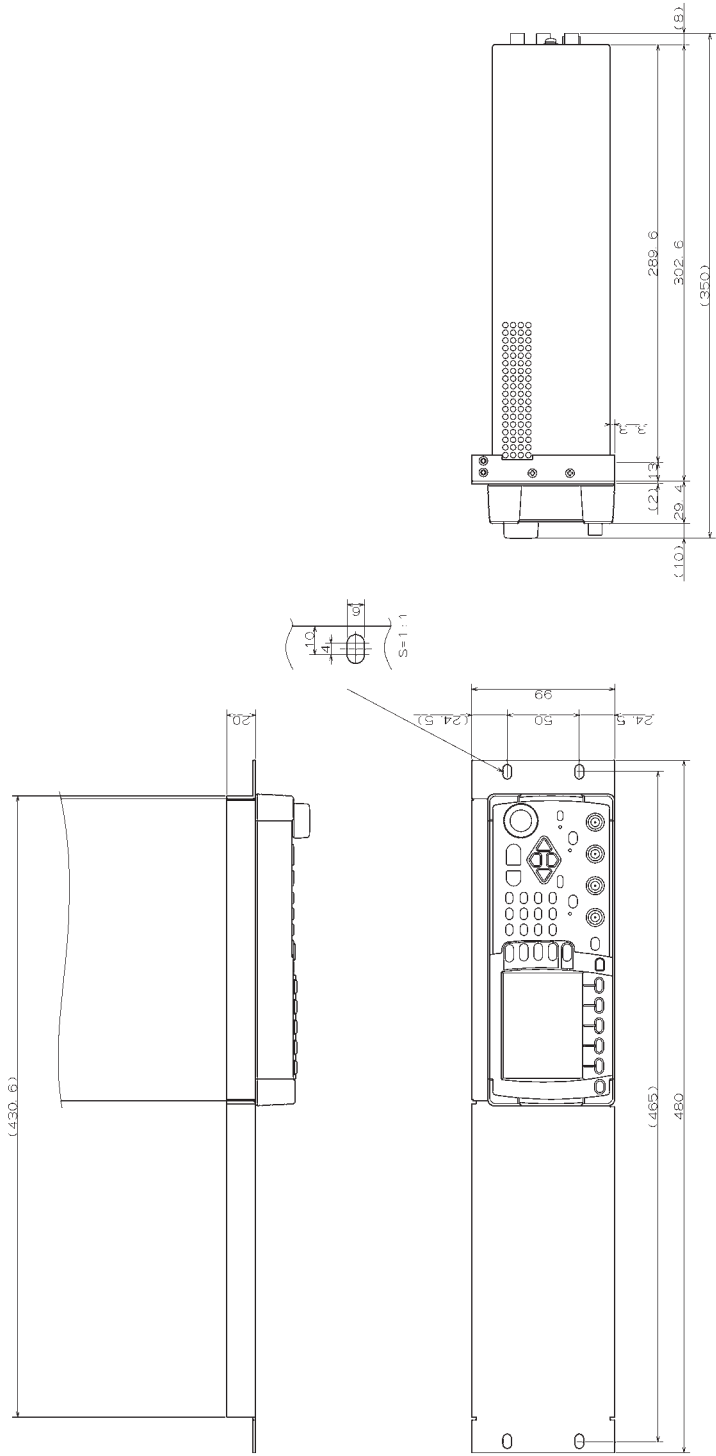
■ 英寸机架安装尺寸(2台)

单位: mm



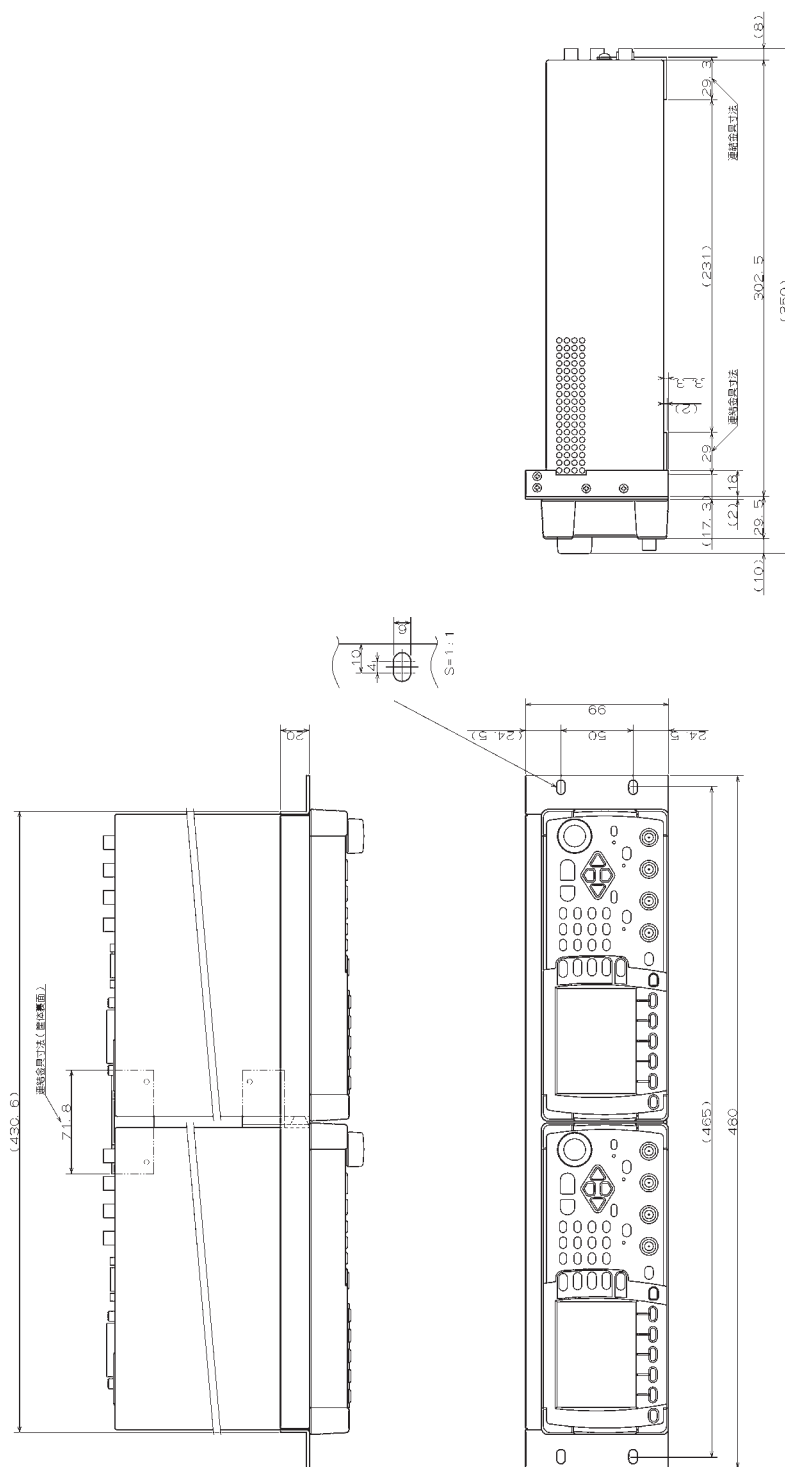
■ 毫米机架安装尺寸(1台)

单位: mm



■ 毫米机架安装尺寸(2台)

单位: mm



8. 建议更换零件

建议在以下所示时间过后更换以下零件。如需更换零件，请联络附近的YOKOGAWA经销商。

零件名	使用寿命
LCD 背景灯	正常使用条件下约 25,000 小时

以下是易耗零件。我们建议每隔一段时间更换一次。如需更换零件，请联络附近的YOKOGAWA经销商。

零件名	建议更换间隔
冷却风扇	3 年

索引

10MHz REF IN	16	FREQ键	44
42Vpk	V, 20	反转(波形极性).....	52
A		方波	58
AC+DC限制	49, 50, 51	标准和扩展占空比可变范围之间的差异	59
AMPTD键	51	标准占空比可变范围时的占空比	
安全检查	4	和频率限制	59
安全标记	V	占空比设置	58
安全注意事项	IV	放置	6
安装尺寸	147	废弃处理	V
安装方法	7	浮点接地连接	20
B		G	
Both	26, 40	改装	7
波形极性	52	更改设置存储器的名称	121, 123
波形振幅范围	52	更改显示单位	36
C		更改振幅单位	48
CANCEL键	35	规格	127
CH1/CH2键	38	构造图(FG410)	2
Conflict!	72, 89, 106	构造图(FG420)	3
参考相位	46	过热	26
操作原理	2	H	
触发门控振荡	116	恢复初始设置	41
半周期单位振荡	119	I	
标记波数	107, 108	I/O端子	13
触发突发	107	10MHz频率参考输入	16
触发突发的触发设置	109	波形输出	13
触发延迟设置	109	触发输入	15
初始设置列表	128	多功能I/O	17
结束电平	110, 119	频率参考输出	17
开始触发门控振荡	118	频率参考输入	16
开始触发突发	109	调制/加法运算输入	15
开始/结束相位	108, 117	同步/分步输出	14
手动触发	109, 118	外部10MHz频率参考输入	16
同步信号	109, 118	外部触发输入	15
噪声触发门控振荡	119	外部加法运算输入	15
		外部调制/加法运算输入	15
		外部调制输入	15
D		J	
dBm	48	基本篇	II
dBV	48	激活通道	38
打开/关闭输出	41	将保存内容另存为初始化设置	121
电源连接	7	校准	8
E		接地	7
ENTER键	35	检查附件	4
F		极性	52
FCTN键	44	锯齿波	63
FCTN OUT	13	对称性设置	63

K			
开关机方法.....	22	保持.....	89
开始/结束相位.....	46	触发条件设置.....	88
快捷键.....	34	单次扫描.....	86
		单向扫描.....	85
		功能.....	84
M		共通扫描设置和操作.....	84
MAN TRIG键.....	88, 109, 113, 118	将标记值代入中心值.....	92
MENU键.....	30	将中心值代入标记值.....	92
MOD/ADD IN.....	15	结束电平.....	87
MULTI I/O.....	17	结束扫描.....	89
脉冲波.....	60	结束值输出.....	89
后沿时间.....	60	锯齿波扫描.....	84
脉宽、前沿时间和后沿时间的		开始/结束相位.....	87
定义和限制.....	62	开始扫描.....	89
脉宽和前沿/后沿时间设置.....	62	开始值输出.....	89
前沿时间.....	60	来回扫描.....	85
切换脉宽时间和脉宽占空比.....	60	类型.....	84
面板		门控单次扫描.....	87
FG410前面板.....	9	模式.....	85, 86, 87
FG410后面板.....	10	扫描X驱动信号.....	90
FG420前面板.....	11	扫描标记信号.....	90
FG420后面板.....	12	扫描范围和时间.....	84
面板和机箱的清洁.....	7	扫描功能.....	84, 85
门控振荡.....	111	扫描类型.....	81, 84
半周期单位振荡.....	114	扫描模式.....	85, 86, 87
结束电平.....	114	扫描三角波.....	85
开始门控振荡.....	113	扫描设置和操作画面.....	81
开始/结束相位.....	112	上升/下降方向.....	85
门控振荡触发(门控)设置.....	113	时间.....	84
手动触发.....	113	设置DC偏置扫描.....	99
同步信号.....	113	设置频率扫描.....	93
噪声门控振荡.....	115	设置相位扫描.....	95
		设置占空比扫描.....	101
		设置振幅扫描.....	97
		手动触发.....	88
		同步信号.....	90
		同步信号、标记信号、X驱动信号.....	90
		外部逻辑控制.....	92
		选择要扫描的项目.....	84
		与触发同步开始扫描.....	86
		暂停扫描.....	89
		振荡结束单位.....	87
		只在执行扫描时输出波形.....	87
		中心和跨度.....	84
		设置DC偏置.....	50
		设置保存步骤.....	120
		设置波形.....	46
		设置波形极性和振幅范围.....	52
		设置调出步骤.....	122
		设置负载阻抗.....	55
		设置恢复.....	23
		设置振荡模式.....	43
		使用参数可变波形.....	64
		使用任意波形.....	66
N			
NEXT键.....	27		
O			
OFFSET键.....	50		
OUT键.....	41		
P			
屏幕构成.....	26		
Q			
切换显示格式.....	28		
R			
Ref.....	26, 39		
REF OUT.....	17		
软键显示.....	27		
S			
SYNC/SUB OUT.....	14		
扫描.....	81		

数字键盘	32
数值输入	32
T	
Temp	26
TRIG IN	15
TRIG'D灯	88, 109, 118
特点	1
调节旋钮	30
调制	68
共通调制设置和操作	71
结束调制	72
开始调制	72
类型	71
设置AM	77
设置AM(DSB-SC)	78
设置DC偏置调制	79
设置FM	73
设置FSK	74
设置PM	75
设置PSK	76
设置PWM	80
设置调制宽度	71
设置载波条件	71
调制波形信号	72
调制类型	68
调制类型选择	71
调制设置和操作画面	69
调制同步信号、调制波形信号	72
通过内部信号源执行调制	71
通过外部信号源执行调制	72
用任意波形调制	72
通道间相位差	47
突发	103
触发门控振荡	116
触发突发	107
类型	103
门控振荡	111
模式	104, 107, 111, 116
突发模式	104, 107, 111, 116
自动突发	104
U	
UCal	26
UNDO键	35
Utility画面	39
V	
Vpk	48, 53
Vp-p	48, 53
Vrms	48

W	
外部尺寸(FG410)	145
外部尺寸(FG420)	146
外部频率参考	26, 39
未校准	26
X	
选件	4
Y	
用高低限值设置输出电平	51
用户自定义单位	37
应用篇	II
远程控制	II
Z	
添加外部信号	56
振幅范围	50, 54
设置振幅	48
正常(波形极性)	52
用周期设置	45
周期显示	45
主菜单	30
状态显示区域	26
自动量程/量程保持	54
自动突发	104
标记波数	104, 105
间隔波数	104, 105
结束电平	106
结束自动突发	106
开始/结束相位	106
开始自动突发	105
同步输出设置	106

如有发现页码错误或页数缺少，我们将为您更换新的操作手册。请及时联系销售工程师。

版本信息

2014 年 4 月
2016 年 1 月
2017 年 10 月
2019 年 5 月

第 1 版
第 2 版
第 3 版
第 4 版

-
- 根据相关法律，不得复制本手册的内容。
 - 内容如有变更，恕不提前通知。
 - 我们努力确保本手册内容的准确性和可靠性
但是对于本手册内容相关的任何损害，我们概不承担责任。
 - 对于因本手册操作造成的影响，我们概不承担责任。
-

