

How can you replicate real world signals? Precisely

FG400系列 任意波形函数发生器

- 0.01 μ Hz至30MHz、20Vp-p、单通道或两通道
- 3.5英寸LCD显示屏，操作直观明了。
- 最多可让6台仪器同步，输出可达12路。
- 扫描和调制兼备，功能丰富。

特点和优势

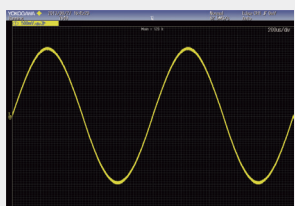
轻松输出基本波形、特定应用波形和任意波形

FG400任意波形函数发生器标配了多样化的波形,可以简单轻松地输出信号。

FG400提供两种机型,分别是单通道型和两通道型。由于输出通道之间绝缘,FG400也可以用于悬浮电路(最大42V)的开发。

基本波形

正弦波



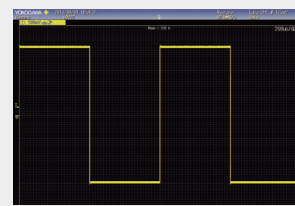
0.01μHz ~ 30MHz

DC

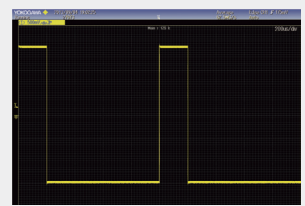


±10V/开放

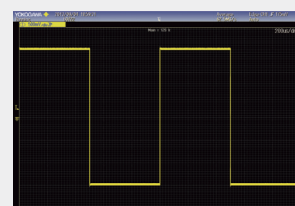
方波



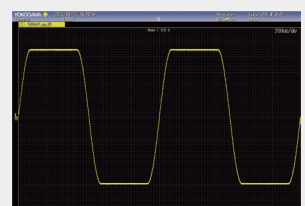
0.01μHz ~ 15MHz、占空比可变



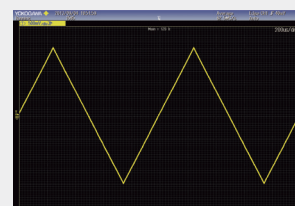
脉冲波



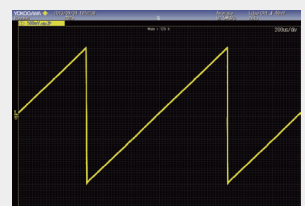
0.01μHz ~ 15MHz、超前/滞后边沿时间可变



锯齿波

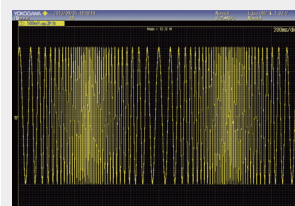


0.01μHz ~ 5MHz、对称性可变



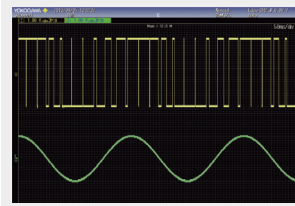
先进功能

扫描&调制



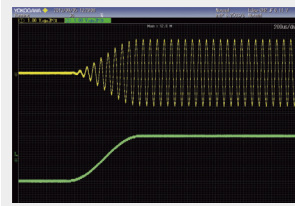
频率扫描

设置项目
开始/停止频率、时间、模式(连续、单次、门控单次)、函数(单向/双向、线性/对数)



PWM

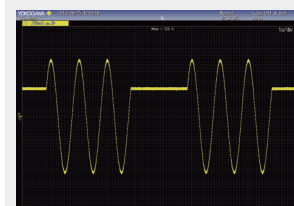
设置项目
载波占空比、峰值占空比偏差
输出占空比
范围:
载波占空比±峰值占空比偏差



AM

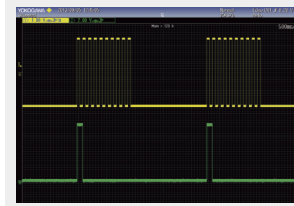
设置项目
载波振幅、调制深度
输出放大
范围:
 $amp./2 \times (1 \pm mod. Depth/100)$

突发



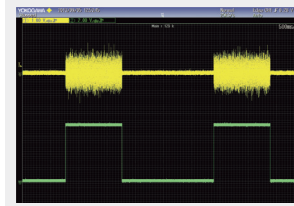
自动

根据指定的周期数自动重复振荡或停止振荡。



触发

每触发一次,就按指定的周期数振荡一次。

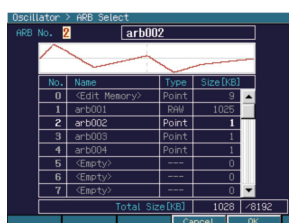


门控

打开门控后,在整数周期或半周期内完成振荡。

故障排除

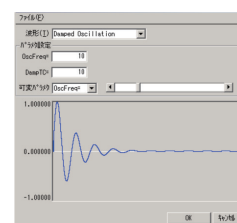
FG400可以输出振幅精度为16-bit的任意波形，每条波形最大至512K字。最多可以将128条波形保存到400万字容量的非易失性存储器中。此外，还可以从显示列表中选择波形。通过FG400或编辑软件，可以创建波形。



任意波形列表



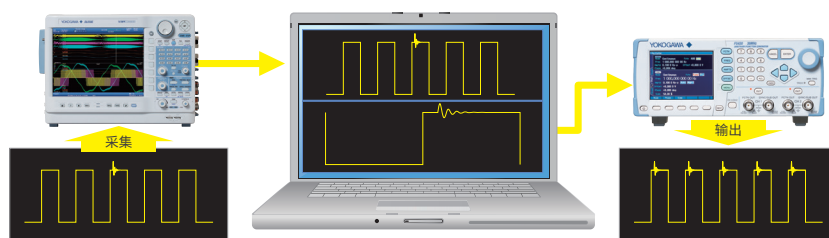
FG400的编辑画面



编辑器软件的编辑画面

在实验室中再现现场捕捉到的信号噪声

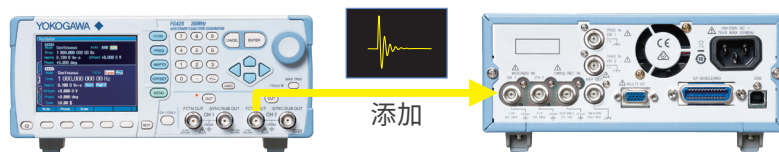
FG400可以输出由波形测量仪器捕捉到的任意波形信号。即使再难再现的波形，FG400都可以输出，这让故障排除工作变得更加轻松、简单。以只在现场出现的噪声为例，通过使用XviewerLITE软件(免费)，可以在PC上对YOKOGAWA DL950或者DLM5000采集到的波形(二进制数据)进行分析，并找出异常波形。随后，可以通过FG400对捕捉到的异常波形进行裁剪、保存和输出。



[应用]

将异常信号裁剪出来，添加到正常信号输出。

将通道2的裁剪异常信号输出连接到通道1的添加输入端子上，然后按下手动触发键。这样，异常信号就被添加到了通道1所设置的正常脉冲波形上。



特点和优势

标配特定应用波形

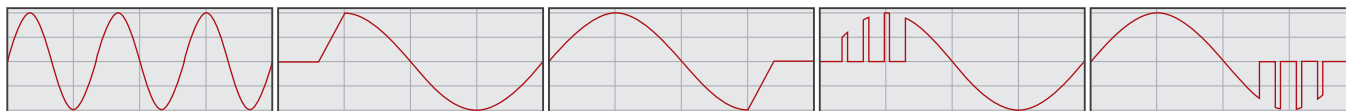
参数可变频形

在评价机电电路的响应特性、模拟电源回路等场合，工程师们需要用到特定应用波形。FG400标配了25种不同类型的波形。由于特定应用波形的各种参数可以像基本波形那样进行更改，因此波形输出更快、更方便。

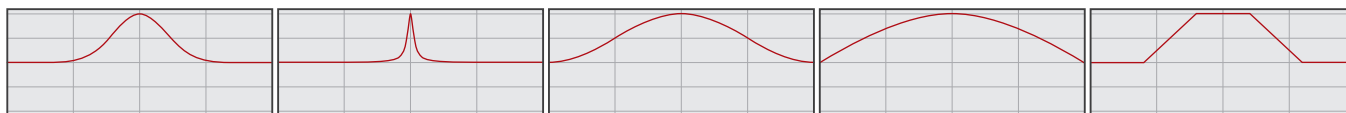
波形名称
• 可变参数



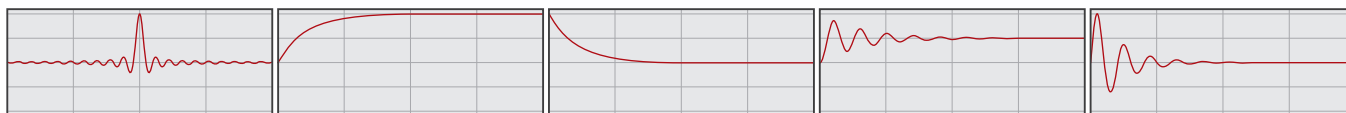
- ① 不平衡正弦波
 - 上半个振幅
 - 下半个振幅
- ② 削峰正弦波
 - 削峰率
- ③ CF控制正弦波
 - 峰值因数
- ④ 导通角控制正弦波
 - 导通角
- ⑤ 阶梯状正弦波
 - 阶跃数



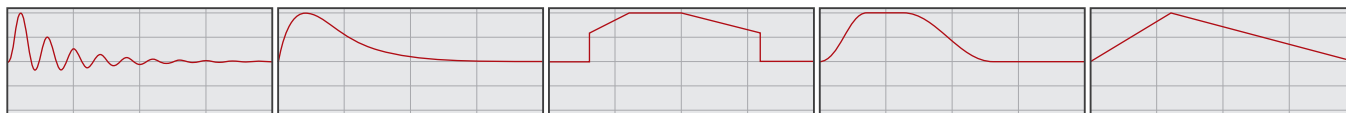
- ⑥ 多周期正弦波
 - 周期数
 - 开始相位
- ⑦ 导通相位控制正弦波
 - 导通相位
 - 导通斜率时间
- ⑧ 切断相位控制正弦波
 - 切断相位
 - 切断斜率时间
- ⑨ 震颤导通正弦波
 - 导通相位
 - 震颤数
 - 导通状态时间
 - 切断状态时间
- ⑩ 震颤切断正弦波
 - 切断相位
 - 震颤数
 - 导通状态时间
 - 切断状态时间



- ⑪ 高斯脉冲
 - 标准偏差
- ⑫ 洛伦兹脉冲
 - 宽度的半值
- ⑬ 迭加正弦波
 - 宽度
- ⑭ 半正弦波脉冲
 - 宽度
- ⑮ 梯形脉冲
 - 斜率宽度
 - 上底宽



- ⑯ Sin(x)/x
 - 过零数
- ⑰ 指数上升
 - 时间常数
- ⑱ 指数下降
 - 时间常数
- ⑲ 2阶低通滤波器(LPF)阶跃响应
 - LPF固有频率
 - LPF Q
- ⑳ 衰减振荡
 - 振荡频率
 - 衰减时间常数



- ㉑ 振荡浪涌
 - 振荡频率
 - 衰减时间常数
 - 滞后时间常数
- ㉒ 脉冲浪涌
 - 上升时间
 - 持续时间
- ㉓ 有偏置的梯形波
 - 超前延迟
 - 上升斜率宽度
 - 上底宽
 - 下降斜率宽度
 - 偏置
- ㉔ 半正弦边缘脉冲
 - 超前边沿时间
 - 滞后边沿时间
 - 占空比
- ㉕ 底部参考锯齿波
 - 对称性

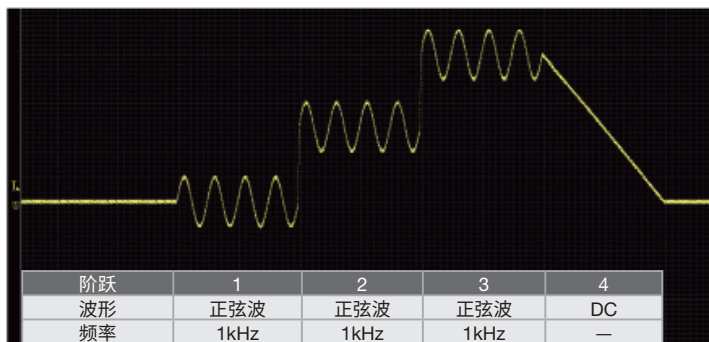
5 手动输出波形

序列功能

不同波形类型的序列可以通过设置参数来实现，而复杂的序列则可以利用“序列编辑软件”来完成。

可设置的参数包括：

波形、频率、相位、振幅、DC偏置、方波占空比、阶跃时间、保持操作、跳转目的地、跳转次数、阶跃结束相位、分支操作、阶跃终止控制、阶跃同步代码输出

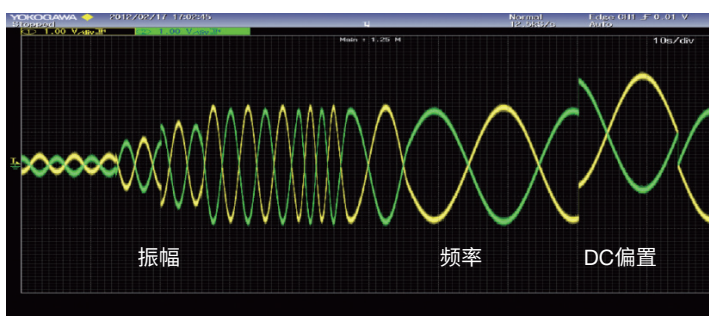


两通道联动时(仅限FG420)

FG420的两个输出通道可以联动。

在联动模式下，无论调整哪个通道，另一个通道的输出信号也会跟着变化。

- 独立：单独设置
- 2相：保持相同频率
- 固定频率差：将频率差保持为常量
- 固定频率比：将频率比保持为常量
- 差分输出：
在相同的频率、振幅和DC偏置下反转波形



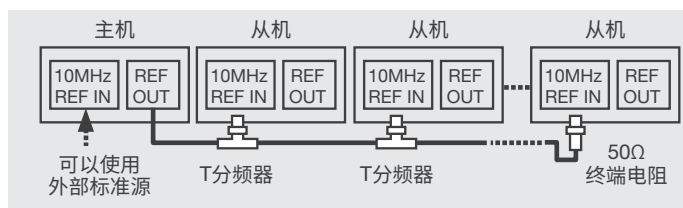
差分输出示例

需要两个以上通道时

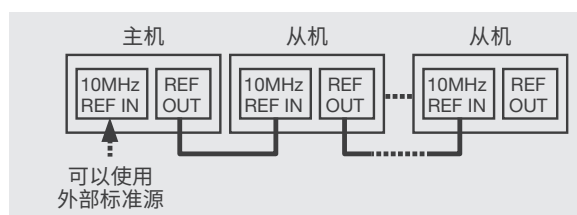
通过同步多台FG410和FG420，可以创建多达12相(使用6台FG420时)的信号发生器。每个通道的相位跟主机同步，并且可以进行单独调整。

更高精度、更高稳定性

FG400拥有外部输入端子，可用于连接外部频率参考源来提高频率精度和稳定性。选择的外部频率参考源的精度要高于内置参考源，例如铷原子频率标准器等。



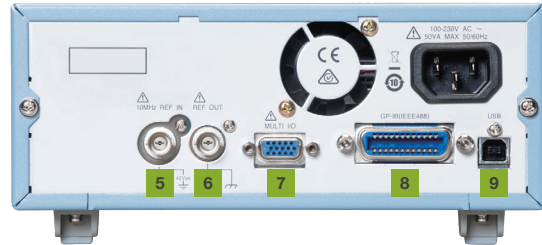
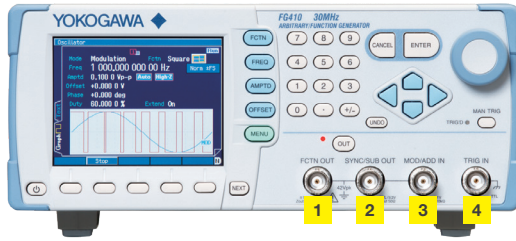
连接方法1(最多连接6台)



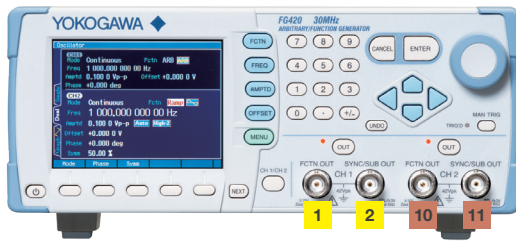
连接方法2(最多连接4台)

输入/输出端子

FG410(1ch)



FG420(2ch)



CH1 I/O端子

- 1 波形输出
- 2 同步/分步输出
- 3 外部调制/添加输入
- 4 外部触发输入

通用I/O端子

- 5 外部10MHz频率参考输入
- 6 频率参考输出
- 7 多功能I/O接口
- 8 GPIB接口
- 9 USB接口

CH2 I/O端子

- 10 波形输出
- 11 同步/分步输出
- 12 外部调制/添加输入
- 13 外部触发输入

FG400规格

输出和振荡模式

通道数	FG410: 1通道	FG420: 2通道
输出波形	正弦波、方波、脉冲波、锯齿波、参数可变形、噪声(高斯分布)、DC、任意波形	
振荡模式	连续、调制、扫描、突发、序列	

频率

	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		
频率设置分辨率	0.01μHz		
频率精度 ¹	±(设置的3ppm+2pHz)、老化率 ¹ ±1ppm/年		
相位设置范围	-1800.000° ~ +1800.000°		

输出特性

振幅	设置范围	0Vp-p ~ 20Vp-p/开放, 0Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω
	设置分辨率	999.9mVp-p或以下、4位/0.1mVp-p 1Vp-p以上、5位/1mVp-p
	精度 ^{1,4}	±(振幅设置[Vp-p]的1%+2mVp-p)/开放
	设置单位	Vp-p、Vpk、Vrms、dBV、dBm
DC偏置	设置范围	±10V/开放, ±5V/50Ω
	分辨率	±499.9mV或以下、4位/0.1mV ±0.5V或以上、5位/1mV
	精度 ¹	±(DC偏置设置[V])的1%+5mV+振幅设置[Vp-p]的0.5%/开放(输出10MHz或以下的正弦波时: 20°C ~ 30°C)
输出阻抗	50Ω、不平衡	

同步/分步输出	输出电压	同步信号: 内部调制信号: 扫描X驱动:	TTL电平 -3V ~ +3V/开放 0V ~ +3V/开放
---------	------	----------------------------	--------------------------------------

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(2.8Vp-p/50Ω或以上: ±0.8dB) (50mVp-p ~ 10Vp-p/50Ω, 参考频率1kHz)
总谐波失真因数 ¹	10Hz ~ 20kHz: ≤ 0.2%(0.5Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω)
谐波失真 ¹	≤ 1MHz: 0.5Vp-p ~ 2Vp-p/50Ω, 2Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω 1MHz ~ 10MHz: ≤ -60dBc, ≤ -43dBc 10MHz ~ 30MHz: ≤ -40dBc, ≤ -30dBc
非谐波失真 ¹	≤ 1MHz: ≤ -60dBc 1MHz ~ 10MHz: ≤ -50dBc 10MHz ~ 30MHz: ≤ -45dBc (0.5Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω)

方波

占空比	正常范围	0.0100% ~ 99.9900% 上限(%): 100 - 频率(Hz)/300,000 下限(%): 频率(Hz)/300,000 抖动: ≤ 300ps rms(typ.)
	扩展范围	0.0000% ~ 100.0000% 抖动: ≤ 2.5ns rms(typ.)
上升/下降时间 ¹	≤ 17ns	
过冲	≤ 5%(typ.)	

脉冲波

脉宽	占空比设置范围:	0.0170% ~ 99.9830%
	时间设置范围:	25.50ns ~ 99.9830ms
前沿/后沿时间	设置范围	15.0ns ~ 58.8ms(分辨率3位或0.1ns) 可单独设置前沿/后沿时间
	最小设置值	周期的0.01%和15ns中较大的值
过冲	≤ 5%(typ.)	
抖动	≤ 500ps rms(typ.)(10kHz或以上), ≤ 2.5ns rms(typ.)(10kHz以下)	

锯齿波

对称设置范围	0.00% ~ 100.00%
--------	-----------------

参数可变频	
波形种类	波形名称
稳态正弦波组	不平衡正弦波、削峰正弦波、CF控制正弦波、导通角控制正弦波、阶梯状正弦波、多周期正弦波
瞬态正弦波组	导通相位控制正弦波、切断相位控制正弦波、震颤导通正弦波、震颤切断正弦波
脉冲组	高斯脉冲、洛仑兹脉冲、迭加正弦波、半正弦波脉冲、梯形脉冲、Sin(x)/x
瞬态响应组	指数上升、指数下降、2阶低通滤波器阶跃响应、衰减振荡
浪涌组	振荡浪涌、脉冲浪涌
其它波形组	有偏置的梯形波、半正弦边缘脉冲、底部参考锯齿波

任意波形	
波形长度	4K ~ 512K字(2 ⁿ , n=12 ~ 19)或2 ~ 10,000控制点(控制点之间的线性插值)
波形保存总空间	最多可以将128个波形或400万字(通道1和2)保存到非易失性存储器
振幅分辨率	16位
采样率	120MS/s

调制			
类型	FM	载波波形: 噪声、脉冲波、DC和任意波形以外的标准波形 峰值偏差: 0.00μHz ~ 15MHz以内	
	FSK	载波波形: 噪声、脉冲波、DC和任意波形以外的标准波形 Hop 频率: 在载波波形可设置频率范围以内	
PM	载波波形: 噪声、DC和任意波形以外的标准波形 峰值偏差: 0.000° ~ 180.000°		
	PSK	载波波形: 噪声、DC和任意波形以外的标准波形 偏差: -1800.000° ~ +1800.000°	
AM	载波波形: DC和任意波形以外的标准波形 调制深度: 0.0% ~ 100.0%		
	DC offset	载波波形: 标准波形和任意波形 峰值偏差: 0V ~ 10V/开放	
PWM	载波波形: 方波和脉冲波		
	峰值偏差	方波: 正常可变占空比范围 0.0000% ~ 49.9900% 扩展可变占空比范围 0.0000% ~ 50.0000% 脉冲波: 0.0000% ~ 49.9000%	
	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、任意波形方波(占空比50%) FSK、PSK: 0.1MHz ~ 100kHz(5位或0.1MHz) 0.1MHz ~ 1MHz(5位或0.1MHz)	

扫描	
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(三角波形状)(可切换) 线性、对数(仅限频率扫描)(可切换)
扫描范围设置	开始值和结束值或中心值和跨度值
扫描时间设置范围	0.1ms ~ 10,000s(4位或0.1ms)
扫描模式	连续、单次、门控单次(可切换) 选择门控单次时,只有执行扫描时会发生振荡。
触发源	内部或外部(可切换)
内部触发振荡器	周期设置范围: 100.0μs ~ 10,000s(5位或0.1μs)
结束电平设置	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%或OFF
扫描/I/O	扫描同步/标记输出、扫描X驱动输出、扫描外部控制输入、扫描外部触发输入

突发	
突发模式	自动突发、触发突发、门突发 触发门(按照触发打开或关闭门振荡)
标记/空间数	0.5周期 ~ 999,999.5周期(0.5周期单位)
门控时振荡结束单位	1周期、0.5周期(可切换)
相位设置范围	-1800.000° ~ +1800.000°
结束电平	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%或OFF 结束电平设为OFF时,在设置振荡开始/结束相位时结束。
触发源	内部、外部(可切换),也可以手动触发。
内部触发振荡器	1.0μs ~ 1,000s(5位或0.1μs)
触发延迟	0.00μs ~ 100.00s(5位或0.01μs) 0.55μs的隐藏延迟只适用于触发突发。
外部触发输入	TTL电平 输入阻抗10kΩ(拉至+3.3V)、不平衡
手动触发	面板键操作

序列	
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
可用波形	- 正弦波、方波、噪声、DC和任意波形 - 锯齿波和参数可变频波形保存为任意波形后可用
最大可用波形数量	128
保存序列数	10个序列(保存在非易失性存储器中)
阶跃数	每个序列最多255步
阶跃时间	0.1ms ~ 1,000s(4位或0.01ms)
In-step操作	恒定、保持、线性插值(波形切换除外)
跳转次数	1 ~ 999或无限次
分支操作	分支输入时,分支到指定的目标阶跃。

两通道联动操作(仅限FG420)	
通道模式	单独、2相(保持相同频率)、固定频率差、固定频率比、差分输出(相同频率、振幅、DC偏置、反相波形)
同一操作、同值设置	同时设置两个

频率差设置范围	0.00μHz ~ 30MHz以内(分辨率0.01μHz) CH2频率 - CH1频率
频率比N:M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

其它功能		
输入外部10MHz频率参考	电压/波形 0.5Vp-p ~ 5Vp-p、正弦波或方波	
输出频率参考	用于多台FG410、FG420同步 电压/波形 1Vp-p/50Q、方波、10MHz	
外部添加输入	将外部信号加到波形输出信号	
	添加增益	×2/×10/OFF(可切换) 最大输出电压范围固定为4Vp-p(×2)或20Vp-p(×10)
	电压/波形	-1V ~ +1V、DC ~ 10MHz(-3dB)
	输入阻抗 10kΩ、不平衡	
多输入/输出	适用于扫描和序列控制	
多台同步	可以实现同步操作。利用频率参考输出和外部10MHz频率参考输入功能,采用主从机连接的方式,用BNC线将6台仪器(最多)连接起来。	
用户自定义单位	通过指定转换公式,设置并显示任意单元的值。	
	设置目标	频率、周期、振幅、DC偏置、相位和占空比
	转换公式	[(设置目标值+n)×m或(log ₁₀ (设置目标值)+n)×m 转换公式的规格和N/M值
	单位字符串 最多4个字符	
设置保存容量	10个设置(保存到非易失性存储器)	
接口	GPiB、USB/TMC(SCPI-1999、IEEE-488.2)	

一般规格	
显示器	3.5英寸TFT彩色液晶显示器*
输入/输出接地	- 波形输出的信号接地、同步/分步输出和外部调制/添加输入与外壳绝缘。(最大42Vpk,这些信号在同一通道内共同接地。) - 外部10MHz频率参考输入的信号接地与外壳绝缘。(最大42Vpk) - CH1、CH2以及外部10MHz频率参考输入的信号接地都是相互独立的。
电源	AC 100V ~ 230V ± 10%(最大250V) 50Hz/60Hz ± 2Hz
功耗	FG410:50VA FG420:75VA
工作温度范围	0°C ~ +40°C, 5%RH ~ 85%RH (绝对湿度为1g/m ³ ~ 25g/m ³ 时,不结露。)
重量	约2.1kg(只含主机,配件除外。)
尺寸	216(W)×88(H)×332(D)mm(不含凸出部分)

序列编辑器	
编辑功能	<ul style="list-style-type: none"> 初始化、复制、粘贴、插入和删除步数 从文件阅读序列数据、或将序列数据保存至文件 无需连接设备便可编辑序列
显示功能	<ul style="list-style-type: none"> 编辑画面:列出每步参数 序列浏览画面:最多5个参数的图像变化
传输功能	<ul style="list-style-type: none"> 从设备阅读序列数据、或将序列数据传输到设备 将任意波形按顺序传输到设备
设备控制功能	<ul style="list-style-type: none"> 打开/关闭输出 开始、结束和保持序列 可以监视序列执行状态
操作环境	<ul style="list-style-type: none"> Windows 8.1/10 USB接口 NI-VISA(NI公司USB驱动)(必须)

任意波形编辑器	
编辑功能	<ul style="list-style-type: none"> 生成(标准波形和公式) 插补(直线、样条、连续样条) 运算操作(波形的加、减、乘、除) 剪切、复制和粘贴波形的某个部位 撤销功能 从文件阅读任意波形数据、或将任意波形数据保存至文件 无需连接设备便可编辑波形
显示功能	<ul style="list-style-type: none"> 缩小/放大 滚动 显示单位(坐标)可选 光标(A、B)
传输功能	<ul style="list-style-type: none"> 从设备阅读任意波形数据,或者将任意波形数据传输到设备。
设备控制功能	<ul style="list-style-type: none"> 主要参数设置
操作环境	<ul style="list-style-type: none"> 与序列编辑器的操作环境相同。

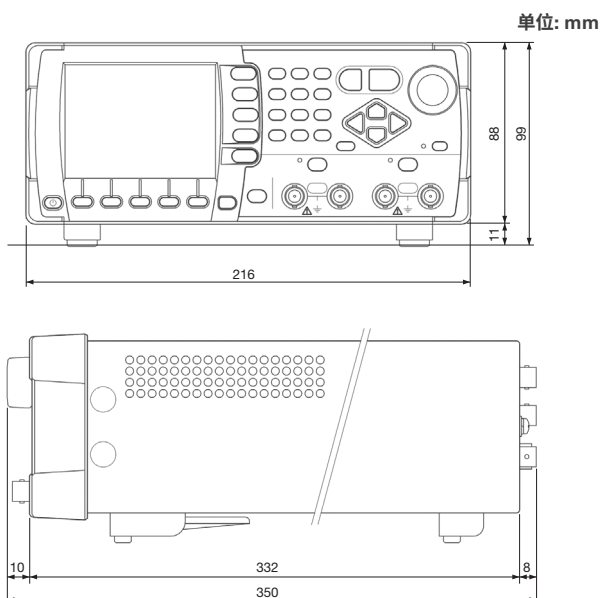
XviewerLITE*	
功能	<ul style="list-style-type: none"> 阅读波形数据(WVF/WDF格式) 显示波形(主波形、缩放波形、历史波形和X-Y波形) 以ASCII码和文本格式保存波形数据 显示波形参数值 光标
操作环境	<ul style="list-style-type: none"> Windows 8.1/10 USB接口(USB驱动)

• 除非另有声明,否则上述值的测量条件如下。
连续振荡、负载50Ω、DC偏置设为0V、自动量程、振幅范围±FS、外部添加关闭、AC电压是有效值。
*1: 保证值。其他数值则属于标称值或典型值(Typ.)。
*2: 转换成任意波形后使用。
*3: 可从网站下载。
*4: 条件:1kHz正弦波、振幅设置:≥20mVp-p/开放。
*5: LCD可能会有部分坏点(不超过5个)。

型号	后缀代码	说明
FG410		任意波形函数发生器: 1通道、30MHz
FG420		任意波形函数发生器: 2通道、30MHz
电源线	-D	UL/CSA标准、PSE
	-F	VDE标准
	-R	AS标准
	-Q	BS标准
	-H	GB标准
	-N	NBR标准

标准配件:
电源线(1套)、操作手册和应用软件(1套)

型号/部件编号	产品名	说明
705928	多输入输出电缆	用于扫描和序列控制
751537-E2	机架安装套件	英寸机架安装(1台主机)
751537-J2	机架安装套件	毫米机架安装(1台主机)
751538-E2	机架安装套件	英寸机架安装(2台主机)
751538-J2	机架安装套件	毫米机架安装(2台主机)



相关产品

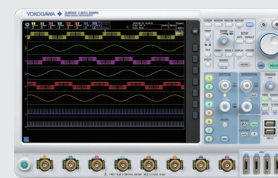
示波记录仪 DL950

- 用于不同测量信号的各种模块。
- 高速200MS/s、14-Bit绝缘模块
- 6-CH温度/电压输入模块
- CAN/CAN FD监视模块等
- 最多160通道的多设备同步操作
- 多达8G点的大存储容量
- 实时运算



混合信号示波器 DLM5000

- 8模拟通道+16位逻辑
- 350MHz、500MHz模拟带宽
- 12.1英寸大型带触屏LCD显示器
- 长存储: 最大500M点
- 双设备连接功能“DLMsync”



混合信号示波器 DLM3000

- 轻便紧凑
- 4模拟通道/3模拟通道+8位逻辑
- 200MHz、350MHz、500MHz模拟带宽
- 8.4英寸带触屏LCD显示器
- 长存储: 最大500M点



注意

- 操作本仪器之前请仔细阅读操作手册, 以保障操作正确与安全。
- 如果本仪器用于需要保障并且直接涉及人身安全的系统, 请于横河公司联系。

本仪器属于在工业环境中使用的A类产品, 符合辐射标准EN61326-1。
如在住宅区使用本仪器, 可能会导致无线电干扰, 请为由此引起的任何干扰负责。

本文中出现的公司名和产品名均属于各自公司的商标或注册商标。本仪器的操作手册包含在随机附带的CD盘中。

YOKOGAWA

横河测量技术(上海)有限公司

上海市长宁区天山西路799号603室

北京分公司 北京市东城区崇文门外大街8号院1号楼哈德门中心西塔1204室

深圳分公司 深圳市福田区益田路6009号新世界中心1405室

技术支持与服务热线: 400 820 0372

电话: 021-22507676

电话: 010-85221699

电话: 0755-83734456



关注官方微信公众号