

# How can you replicate real world signals? Precisely

## FG400系列 任意波形函数发生器

- 0.01 $\mu$ 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



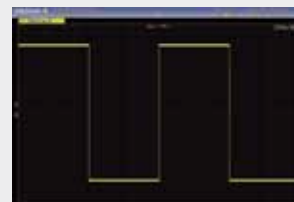
± 10V/开放

方波



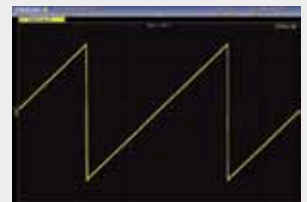
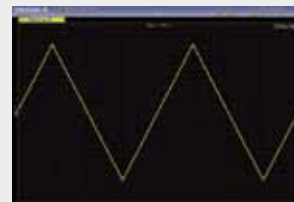
0.01μHz ~ 15MHz、占空比可变

脉冲波



0.01μHz ~ 15MHz、超前/滞后边沿时间可变

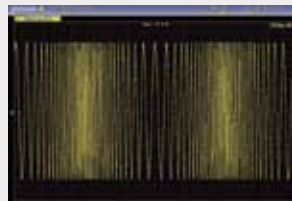
锯齿波



0.01μHz ~ 5MHz、对称性可变

### 先进功能

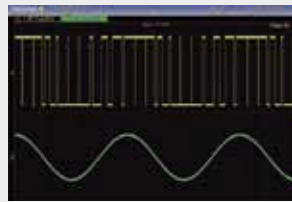
扫描&调制



频率扫描

设置项目

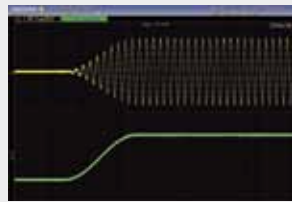
开始/停止频率、时间、模式(连续、单次、门控单次)、函数(单向/双向、线性/对数)



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。

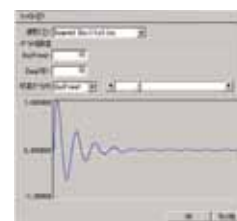
通过FG400或编辑软件，可以创建波形。



任意波形列表



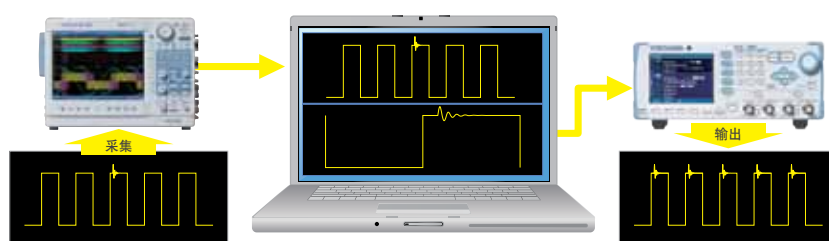
FG400的编辑画面



编辑器软件的编辑画面

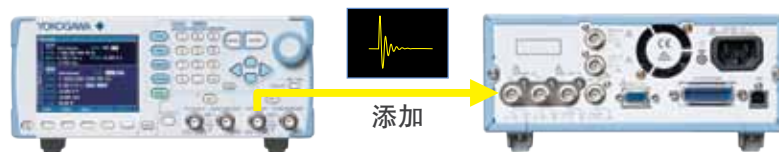
### 在实验室中再现现场捕捉到的信号噪声

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 DL850E或者DLM4000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。

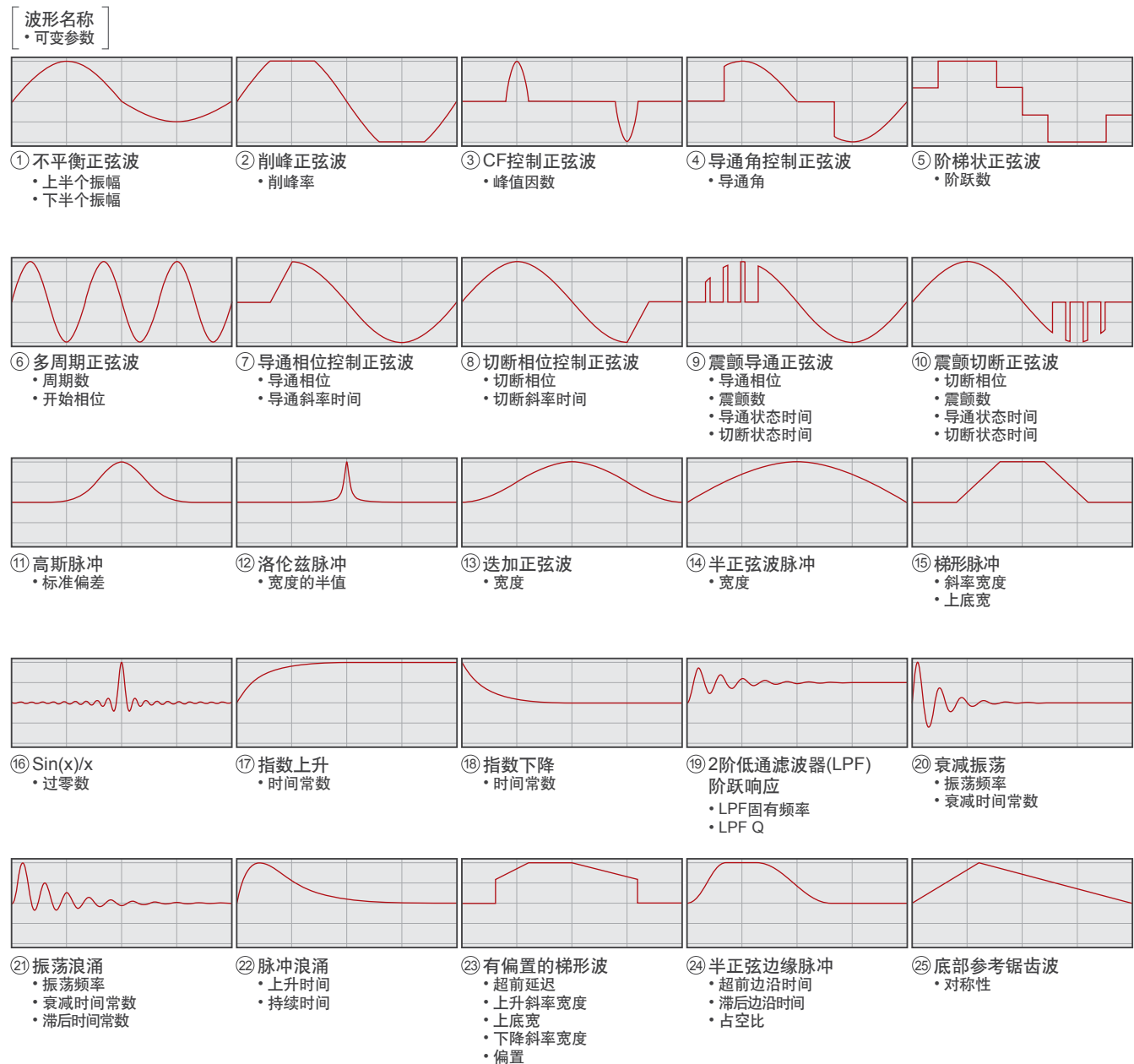


# 特点和优势

## 标配特定应用波形

### 参数可变波形

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。



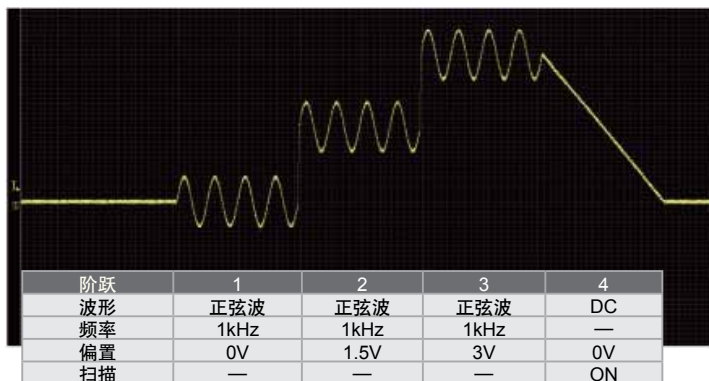
## 5 手动输出波形

### 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

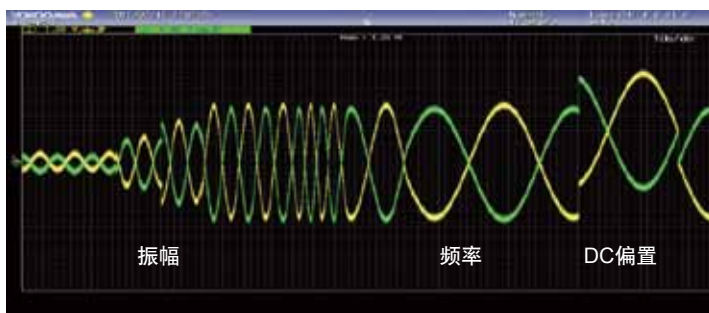


### 两通道联动时(仅限FG420)

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



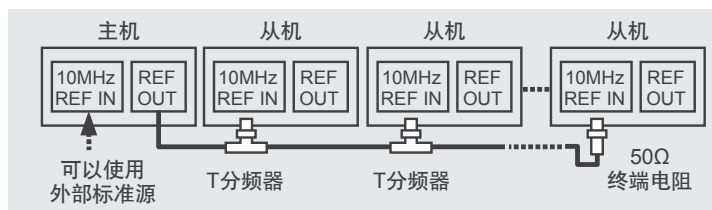
差分输出示例

### 需要两个以上通道时

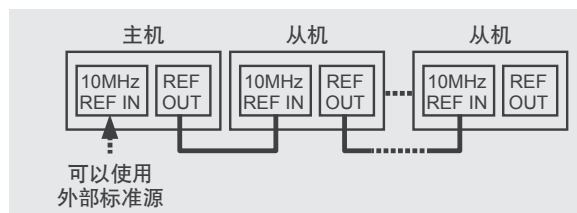
通过同步多台FG410和FG420，可以创建多达12相(使用6台FG420时)的信号发生器。每个通道的相位跟主机同步，并且可以进行单独调整。

#### 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。



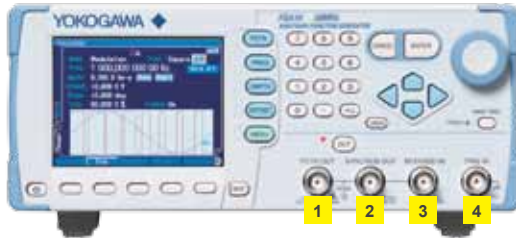
连接方法1(最多连接6台)



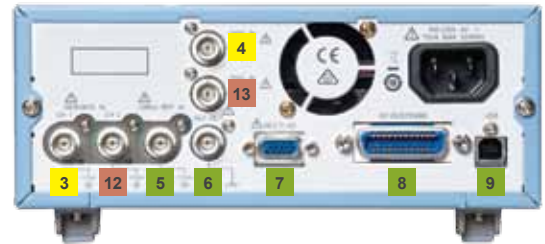
连接方法2(最多连接4台)

# 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、参数可变波形、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 <sup>2</sup>
参数可变波形	0.01μHz ~ 5MHz		0.01μHz ~ 5MHz <sup>2</sup>
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 <sup>1)</sup>	±(设置的3ppm+2pHz)、老化率 <sup>1)</sup> ± 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 AC+DC ≤ ±10V/开放
	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 <sup>1)4)</sup>	±(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	分辨率	约14位(36mVp-p或以上)/开放
	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 <sup>1)</sup>	±( DC偏置设置[V] 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 <sup>1)</sup>	≤ 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 <sup>1)</sup>	10Hz ~ 20kHz: ≤ 0.2%(0.5Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω)		
谐波失真 <sup>1)</sup>		0.5Vp-p ~ 2Vp-p/50Ω	2Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω
	≤ 1MHz	≤ -60dBc	≤ -60dBc
	1MHz ~ 10MHz	≤ -50dBc	≤ -43dBc
	10MHz ~ 30MHz	≤ -40dBc	≤ -30dBc
非谐波失真 <sup>1)</sup>	≤ 1MHz	≤ -60dBc	}{(0.5Vp-p ~ 10Vp-p/50Ω)
	1MHz ~ 10MHz	≤ -50dBc	
	10MHz ~ 30MHz	≤ -45dBc	

**方波**

占空比	正常范围	0.0100% ~ 99.9900%
	扩展范围	0.0000% ~ 100.0000%
上升/下降时间 <sup>1)</sup>	≤ 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 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%
--------	-----------------

参数可变化波形	
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、震源导通正弦波、震源切断正弦波
脉冲组	高斯脉冲、洛仑兹脉冲、选加正弦波、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 <sup>n</sup> , 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
分辨率	16位
采样率	120MS/s

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

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 - 锯齿波和参数可变化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	单触、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/50Ω、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 <sub>10</sub> (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	FG410s:50VA FG420s:75VA
工作温度范围	0°C ~ +40°C、5%RH ~ 85%RH (绝对湿度为1g/m <sup>3</sup> ~ 25g/m <sup>3</sup> 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	• 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	• 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	• 从设备阅读序列数据, 或将序列数据传送到设备 • 将任意波形按顺序传输到设备
设备控制功能	• 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	• Windows XP/7 • USB接口 • NI-VISA(NI公司USB驱动)(必须)

任意波形编辑器	
编辑功能	• 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	• 缩小/放大 • 滚动 • 显示单位(坐标)可选 • 光标(A、B)
传输功能	• 从设备阅读任意波形数据, 或者将任意波形数据传送到设备。
设备控制功能	• 主要参数设置
操作环境	• 与序列编辑器的操作环境相同。

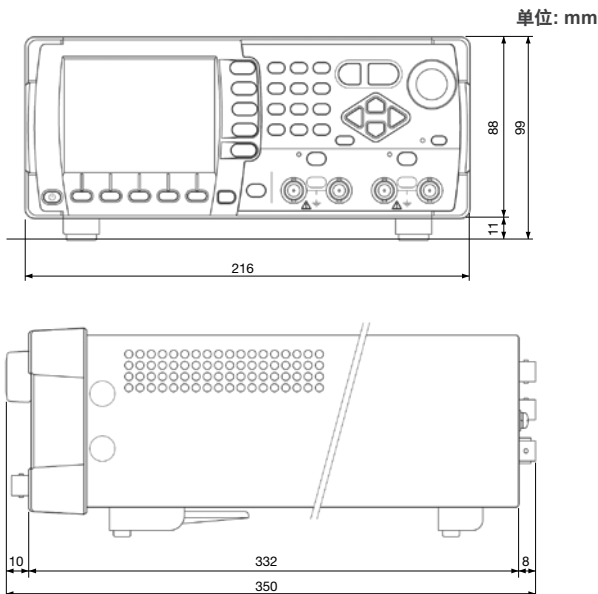
XviewerLITE <sup>3</sup>	
功能	• 阅读波形数据(WVF/WDF格式) • 显示波形(主波形、缩放波形、历史波形和X-Y波形) • 以ASCII码和文本格式保存波形数据 • 显示波形参数值 • 光标
操作环境	• Windows XP/Vista/7 • USB接口(USB驱动)

• 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

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 DL850E/DL850EV

- 17种插拔模块(电压、温度、应变、加速度、频率、逻辑、CAN、LIN)
- 高速(高达100MS/s)  
高分辨率(高达16位)  
绝缘(高达1kV)
- 128CH电压/温度  
128位逻辑测量



### 混合信号示波器 DLM4000

- 8模拟通道/7模拟通道+ 8位逻辑
- 350MHz、500MHz模拟带宽
- 12.1英寸大型LCD显示器
- 长存储: 最大125M点



### 混合信号示波器 DLM2000

- 轻便紧凑
- 200MHz、350MHz、500MHz模拟带宽
- 4模拟通道/3模拟通道+8位逻辑
- 长存储: 最大125M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号舜元科创大厦603室

北京分公司 北京市东城区祈年大街18号院1号楼兴隆国际大厦A座4楼

广州分公司 广州市越秀区环市东路362-366号好世界广场1610室

深圳分公司 深圳市福田区益田路6009号新世界商务中心2810室

电话: 021-62396363 传真: 021-68804987

电话: 010-85221699 传真: 010-85221677

电话: 020-28849908 传真: 020-28849937

电话: 0755-83734456 传真: 0755-83734457

技术支持与服务热线: 400 820 0372



关注官方微信公众号