

DDS 函数信号发生器

一、设备名称:

DDS 函数信号发生器

二、型号/规格:

TFG3150

三、生产厂家:

石家庄市无线电四厂
石家庄数英电子科技有限公司

四、操作面板:



图 1 函数发生器 TFG3150 操作面板

五、功能说明:

TFG3150 DDS 函数信号发生器采用直接数字合成 (DDS) 技术, 具有快速、高性能和多功能的特性。前面板操作简单而功能明晰, 5.7 寸显示屏显示仪器全部工作状态和设置相应的参数。

主要功能:

- 1、产生正弦波, 方波, 三角波, 锯齿波, 阶梯波等 11 种波形。
- 2、产生 AM、FM、FSK、PSK 调制信号, 猝发信号。
- 3、产生频率扫描信号和幅度扫描信号。
- 4、产生 TTL 数字逻辑信号。
- 5、产生相位差 0-360°可调的 A、B 两个信号。
- 6、频率测量 0.1Hz~100MHz、输入幅度: 50mVrms(频率 1Hz~100MHz)。

六、参数指标:

6.1 A 路技术指标

波形特性

波形种类: 正弦波, 方波, 直流 (方波最高频率 $\leq 40\text{MHz}$)

波形长度: 4~16000 点

波形幅度分辨率: 14 bits

采样速率: 400 MSa/s

杂波谐波抑制度: $\geq 50\text{dBc}$ ($F < 1\text{MHz}$) $\geq 40\text{dBc}$ ($1\text{MHz} < F < 20\text{MHz}$)

正弦波总失真度: $\leq 0.1\%$ (20Hz~200kHz)

方波升降时间: $\leq 20\text{ns}$

频率特性

频率范围: 0Hz~150MHz (最大)

频率分辨率: 100mHz

频率准确度: $\pm (5 \times 10^{-5} + 100\text{mHz})$

频率稳定度: $\pm 5 \times 10^{-6} / 3$ 小时

幅度特性

幅度范围: 2mV p-p~20V p-p (高阻, 频率 $< 40\text{MHz}$)

6V p-p (高阻, 频率 $> 40\text{MHz}$)

分辨率: 20mV p-p ($A > 2\text{V}$), 2mV p-p ($0.2\text{V} < A < 2\text{V}$),

0.2mV p-p ($A < 0.2\text{V}$)

幅度准确度: $\pm (1\% + 2\text{mV})$ (高阻, 有效值, 频率 1kHz)

幅度稳定度: $\pm 0.5\% / 3$ 小时

幅度平坦度: $\pm 5\%$ ($F < 1\text{MHz}$), $\pm 10\%$ ($1\text{MHz} < F < 10\text{MHz}$)

输出阻抗: $50\ \Omega$

偏移特性 (衰减 0dB 时)

偏移范围: $\pm 4V$ (高阻 $A < 4V$) $\pm (0 \sim 10V - \text{峰峰值}/2)$ (高阻 $A > 4V$)

分辨率: 20mV

偏移准确度: $\pm (1\% + 10mV)$

幅度调制

AM: 调制信号: 内部 B 路信号或外部信号, 调制深度: 0%~100% 以上

外输入信号幅度 2Vp-p (-1V~+1V)

ASK、OSK: 载波幅度和跳变幅度任意设定, 交替速率: 0.1ms~1000s

控制方式: 内部或外部

频率调制

FM: 调制信号: 内部 B 路信号或外部信号, 调制频偏最大 100kHz (载波频率 > 5MHz),
外调制输入信号电压 2Vp-p (-1V~+1V)

FSK: 载波频率和跳变频率任意设定, 交替速率: 0.1ms~1000s

种类: 2FSK、4FSK

控制方式: 内部或外部

相位调制:

PSK: 相移范围: $0 \sim 360^\circ$, 分辨率: 0.1° , 交替速率: 0.1ms~1000s

种类: 2PSK、4PSK

控制方式: 内部或外部

猝发调制 (猝发信号频率 < 40kHz)

猝发计数: 1~10000 个周期

猝发信号间隔时间: 0.1ms~1000s

猝发方式: 连续猝发, 单次猝发

控制方式: 内部或外部

扫描特性

频率或幅度线性扫描

扫描范围: 扫描起始点和终止点任意设定

扫描步进量: 大于分辨率的任意值

扫描间隔时间: 0.1ms~1000s

扫描方式: 正向扫描, 反向扫描, 单次扫描, 往返扫描

控制方式: 内部或外部

存储特性

存储参数: 仪器当前工作状态

存储容量: 10 组状态

重现方式: 全部存储状态在相应存储位置调出

6.2 B 路技术指标

波形特性 :

波形种类: 正弦波, 方波, 三角波, 锯齿波, 阶梯波等 11 种波形

波形长度: 4096 点

波形幅度分辨率: 10 bits

频率特性 :

频率范围: 正弦波 $10\mu\text{Hz} \sim 5\text{MHz}$

其它波形: $10\mu\text{Hz} \sim 500\text{kHz}$

分辨率: $10\mu\text{Hz}$

频率准确度: $\pm(5 \times 10^{-5} + 10\mu\text{Hz})$

幅度特性 :

幅度范围: $10\text{mV p-p} \sim 20\text{V p-p}$ (高阻)

分辨率: 20mV p-p ($>2\text{V}$), 2mV p-p ($<2\text{V}$),

输出阻抗: 50Ω

6.3 同步输出

波形特性 : A 路、B 路都为正弦波

频率范围 : $<1\text{MHz}$ (谐波波次数为 1 时); $<150\text{kHz}$ (谐波次数 >1 时)

A 路、B 路相位差 : $0 \sim 360^\circ$

相位分辨率 : 0.1°

谐波次数: 最大 10 次

6.4 TTL 输出

波形特性 : 方波, 上升下降时间 $\leq 20\text{nS}$

频率特性 : 同输出 A (最高不大于 40MHz)

幅度特性 : TTL 兼容, 低电平 $< 0.3\text{V}$, 高电平 $> 4\text{V}$

6.5 计数器

频率测量范围: $0.1\text{Hz} \sim 100\text{MHz}$

输入信号幅度: 最小电压: 50mVrms (频率 $1\text{Hz} \sim 100\text{MHz}$)

150mVrms (频率 $0.1\text{Hz} \sim 1\text{Hz}$)

最大电压: 20Vp-p

闸门时间: $10\text{ms} \sim 10\text{s}$ 连续可调

计数最大值: 4.29×10^9

6.6 通用特性

操作特性: 按键输入, 菜单显示, 旋钮调节

电源条件: 电压: $\text{AC}220\text{V}$ ($1 \pm 10\%$) 频率: 50Hz ($1 \pm 5\%$)

功耗: $<30\text{VA}$

环境条件: 温度: $0 \sim 40^\circ\text{C}$ 湿度: 80%

机箱尺寸：329 mm×283 mm×155 mm

重量：3 kg

显示方式：5.7 寸蓝色液晶显示屏，中文菜单，显示清晰，亮度高

制造工艺：使用表面贴装工艺和大规模集成电路，可靠性高，体积小，寿命长。

6.6 技术指标（选件）

程控接口：GPIB（IEEE-488）测量仪器标准接口

RS232 串行接口

USB 接口

频率基准：温补晶振：稳定度 $\pm(5\times10^{-7})/\text{日}$

标频输入接口：输入频率：1MHz、5MHz、10MHz、20MHz

输入幅度： $>500\text{mVp-p}$

七、基本使用：

- 1、[开机与复位](#)
- 2、[A 路数据设定](#)
- 3、[A 路频率周期设定](#)
- 4、[A 路幅度设定](#)
- 5、[A 路输出波形选择](#)
- 6、[A 路偏移设定](#)
- 7、[扫描功能设定](#)
- 8、[调制功能设定](#)
- 9、[猝发功能设定](#)
- 10、[键控功能设定](#)
- 11、[外测功能设定](#)
- 12、[B 路使用指南](#)
- 13、[同步功能设定](#)
- 14、[校准功能设定](#)
- 15、[系统功能设定](#)

7.1 开机与复位

按下面板上的电源按钮，电源接通。首先显示“系统初始化请等待”，最后进入复位初始化状态，显示 A 路和 B 路的工作状态。在任何时候只要按[复位]即可回到复位初始化状态。

7.2 A 路数据设定

数字键输入:

十个数字键用来向显示区写入数据。写入方式为由右至左顺序写入，超过十位后继续输入的数字将丢失。符号键 $[-/mVrms]$ 具有负号和单位两种功能，在“偏移”功能时，按此键可以写入负号。当数据区已经有数字时，按此键则表示数据输入结束，执行单位键功能。使用数字键只是把数字写入显示区，这时数据并没有生效，所以如果写入有错，可以按当前功能键后重新写入，也可以按 $[C]$ 键逐位清除，对仪器工作没有影响。等到确认输入数据完全正确之后，按一次单位键 ($[MHz/dBm]$ 、 $[kHz/Vrms]$ 、 $[Hz/s/Vp-p]$ 、 $[mHz/ms/mVp-p]$ 、 $[-/mVrms]$)，这时数据开始生效，仪器将显示区数据根据功能送入相应的存储区和执行部份，使仪器按照新的参数输出信号。数据的输入可以使用小数点和单位键任意搭配，仪器都会按照相应的单位格式将数据显示出来。

例如输入 1.5Hz，或 0.0015kHz，或 1500mHz，数据生效之后都会显示为 1.50000000Hz。

例如输入 3.6MHz，或 3600kHz，或 3600000Hz，数据生效之后都会显示为 3.60000000MHz。

虽然不同的物理量有不同的单位，频率用 Hz，幅度用 V，时间用 s，计数用个，相位用°，但在数据输入时，只要指数相同，都使用同一个单位键。即：

$[MHz]$ 键等于 10^6 ， $[kHz]$ 键等于 10^3 ， $[Hz]$ 键等于 10^0 ， $[mHz]$ 键等于 10^{-3} 。输入数据的末尾都必须用单位键作为结束，因为按键面积较小，单位“个”“°”“%”“dB”没有标注，都使用“Hz”键作为结束。随着菜单选择为频率，电压和时间等，仪器会显示出相应的单位：MHz，kHz，Hz，V，mV，s，ms，dBm，%，°，dB，菜单选择为“波形”“计数”时没有单位显示。

旋钮输入:

在实际应用中，有时需要对信号进行连续调节，这时可以使用数字旋钮输入方法。按位移键 $[<]$ 、 $[>]$ ，可以使数据显示中的反亮数字位左移或右移，顺时针转动旋钮，可使光标位数字连续加一，并能向高位进位。逆时针转动旋钮，可使光标位数字连续减一，并能向高位借位。使用旋钮输入数据时，数字改变后即刻生效，不用再按单位键。反亮数字位向左移动，可以对数据进行粗调，向右移动则可以进行细调。

旋钮输入可以在多种项目选择时使用，当不须要使用旋钮时，可以用位移键 $[<]$ 、 $[>]$ 取消光标数字位，旋钮的转动就不再有效。

数据输入方式选择:

对于已知的数据，使用数字键输入最为方便，而且不管数据变化多大都能一次到位，没有中间过渡性数据产生，这在一些应用中是非常必要的。对于已经输入的数据进行局部修改，或者需要输入连续变化的数据进行搜索观测时，使用旋钮最为方便。对于一系列等

间隔数据的输入则使用步进键最为方便。操作者可以根据不同的应用要求灵活地选用最合适的输入方式。

7.3 A 路频率周期设定:

仪器开机后为“单频”功能，按功能区的功能选择键可以选择“单频”，“扫描”，“调制”，“猝发”，“键控”，“外测”六种基本输出功能，选择“系统”、“校准”两种仪器设置功能。下面叙述“单频”功能状态。

按[单频]、[频率]键，选中“A 路频率”，可用数字键或旋钮输入频率值，在“输出 A”端口即有该频率的信号输出。

A 路信号也可以用周期值的形式进行显示和输入，[周期]键，显示出当前周期值，用数字键或旋钮输入周期值。但是仪器仍然是使用频率合成方式，只是在数据输入时进行了换算。由于受频率分辨率的限制，在周期较长时，所能给出的周期分辨率比较低，因此输出信号的实际周期值可能与输入值有些差异。

7.4 A 路幅度设定:

按[幅度]键，选中“A 路幅度”，可用数字键或旋钮输入幅度值，“输出 A”端口即有该幅度的信号输出。

幅度值的格式:

A 路幅度值的输入和显示在单频功能下有三种格式：按[Vp-p]键选择峰峰值格式 Vp-p，按[Vrms]键选择有效值格式 rms，按[dBm]键选择功率电平格式 dBm。随着幅度值格式的转换，幅度的显示值也相应地发生变化。在其它功能下仅有峰峰值格式 Vp-p。

幅度衰减器:

按[衰减]可以选择 A 路幅度衰减方式，开机或复位后为自动方式，仪器根据幅度设定值的大小，自动选择合适的衰减比例。在选择自动方式时输出幅度在 0.2V，0.02V 和 0.002V 时仪器自动进行衰减切换，这时不管信号幅度大小都可以得到较高的幅度分辨率和信噪比，波形失真也较小。但是在衰减切换时，输出信号会有瞬间的跳变，这种情况在有些应用场合可能是不允许的。因此仪器设置有固定衰减方式。[衰减]后，用数字键输入衰减值，再按[Hz]键，可以设定的衰减值有 0db，20 dB，

40dB 和 60dB 四档, 输入衰减值大于 60dB 时选择为自动方式。选择固定方式可以使输出信号在全部幅度范围内变化都是连续的, 但在幅度设定值较小时, 信号幅度分辨率低, 波形失真, 信噪比可能较差。

输出负载:

幅度设定值是在输出端开路时校准的, 输出负载上的实际电压值为幅度设定值乘以负载阻抗与输出阻抗的分压比, 仪器的输出阻抗为 50Ω , 当负载阻抗足够大时, 分压比接近于 1, 输出阻抗上的电压损失可以忽略不计。但当负载阻抗较小时, 输出阻抗上的电压损失已不可忽略, 负载上的实际电压值与幅度设定值是不相符的, 这点应予以注意。

7.5 A 路输出波形选择:

仪器开机默认 A 路输出为输出状态, 当仪器处于设置 A 路状态时, 按 **输出** 键, A 路输出关闭, 再次按 **输出** 键, A 路开始输出。

A 路具有两种波形, 在输出选择为 A 路时, 可以按 **波形** 键选择“波形”, 按键 **◀**、**▶** 或转动旋钮选择正弦波或方波。

7.6 A 路偏移设定:

在有些应用中, 需要使输出的交流信号中含有一定的直流分量, 使信号产生直流偏移。在“单频”功能时, 按 **偏移** 键选中“A 路偏移”。可用数字键或旋钮输入偏移值, A 路输出信号便会产生设定的直流偏移。

衰减器设为手动时:

输出信号峰峰值	直流偏移绝对值
4.0001Vp-p-20Vp-p	0-10V-峰峰值/2
0Vp-p-4Vp-p	0-4V

上面表中的直流偏移绝对值为衰减器设置为 0dB 时的值, 若衰减器不是 0dB 则直流偏移绝对值也相应衰减。例如衰减器设置为 20dB, 则偏移值也衰减 20dB。

衰减器设为自动时:

下面是输出信号峰峰值和直流偏移绝对值的取值对应关系。

输出信号峰峰值	直流偏移绝对值
4.0001Vp-p-20Vp-p	0-10V-峰峰值/2
0.2001Vp-p-4Vp-p	0-4V
0.0201Vp-p-0.2Vp-p	0-0.4V
0.0021Vp-p-0.02Vp-p	0-0.04V
0Vp-p-0.0020Vp-p	0-0.004V

直流电压输出：

如果幅度衰减选择为固定 0 dB 时，输出偏移值即等于偏移设定值，与幅度大小无关。如果将幅度设定为 0V，那么偏移值可在 $\pm 4V$ 范围内任意设定，仪器就变成一台直流电压源。可以输出设定的直流电压信号。

零点调整：

对输出信号进行零点调整时，使用旋钮调整直流偏移量，比使用数字键要方便得多，顺时针转动旋钮直流电平上升，逆时针转动旋钮直流电平下降，经过零点时正负号能够自动变化。

7.7 扫描功能：

按扫描键选中“扫描”，进入扫描状态。输出信号的扫描采用步进方式，每隔一定的时间，输出信号自动增加或减少一个步长值。扫描始点值、终点值、步长值和每步间隔时间都可由操作者来设定。

下面以频率扫描为例介绍扫描参数的设定。

扫描起止点：

扫描区间的低端为始点频率，高端为终点频率。按 **始点频率** 键选中“始点”，可用数字键或旋钮设定始点频率值，按 **终点频率** 键选中“终点”，设定终点频率值。

扫描步长：

扫描区间设定之后，扫描步长的大小应根据测量的粗细程度而定。扫描步长越大，扫描点数越少，测量越粗糙，但扫描周期所需要的时间也越短。扫描步长越小，扫描点数越多，测量越精细，但扫描周期所需要的时间也越长。按 **步长频率** 键选中“步长”，可用数字键或旋钮设定步长频率值。

间隔时间：

在扫描区间和步长设定之后，每步间隔时间可以根据扫描速度的要求来设定。每步间隔时间越小，扫描速度越快。

按 $\boxed{\text{时间}}$ 键选中“时间”，可用数字键或旋钮设定间隔时间值。

扫描幅度：

按 $\boxed{\text{幅度}}$ 键选中“幅度”，可用数字键或旋钮设定扫描信号的幅度值。

扫描方式：

按 $\boxed{\text{方式}}$ 键选中“方式”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或旋钮改变扫描方式，主显示区对应扫描方式将反亮显示，扫描信号按设定方式开始扫描。

扫 描 方 式 编 码 表

提 示	扫 描 方 式
升降	从始点开始，步进增加到达终点，再步进减少到达始点，循环往返
升	从始点开始，步进增加到达终点，再返回始点重复扫描
降	从终点开始，步进减少到达始点，再返回终点重复扫描

扫描触发源：

按 $\boxed{\text{触发源}}$ 键选中“触发源”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键使“内”或“外”反亮显示则相应由内部或外部触发，选择外触发时外触发信号由外触发输入 1 输入。

幅度扫描：

在“扫描”功能时，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“幅度扫描”反亮显示则进行幅度扫描。各项扫描参数的定义和设定方法，扫描过程的显示，都与频率扫描相类同。

扫描举例：

频率扫描：在 1kHz 至 100kHz 区间内，以步长 0.1kHz，间隔时间 20ms，进行频率降扫描，按键顺序如下：

按 $\boxed{\text{扫描}}$ 键选中“扫描”

按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮选中“频率扫描”

按 $\boxed{\text{始点频率}}$ 键选中“始点”，按 $\boxed{1}$ 、 $\boxed{\text{kHz}}$

按 $\boxed{\text{终点频率}}$ 键选中“终点”，按 $\boxed{1}$ 、 $\boxed{0}$ 、 $\boxed{0}$ 、 $\boxed{\text{kHz}}$

按 $\boxed{\text{步长频率}}$ 键选中“步长”，按 $\boxed{0}$ 、 $\boxed{.}$ 、 $\boxed{1}$ 、 $\boxed{\text{kHz}}$

按 $\boxed{\text{更多}}$ 键三级菜单翻页

按 $\boxed{\text{时间}}$ 键选中“时间”，按 $\boxed{2}$ 、 $\boxed{0}$ 、 $\boxed{\text{ms}}$

按 $\boxed{\text{方式}}$ 键选中“方式”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮选中“降”

幅度扫描：在 1V 至 5V 区间内，以步长 20mV，间隔时间为 30ms，进行幅度升扫描，按键顺序如下：

按 $\boxed{\text{扫描}}$ 键选中“扫描”

按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮选中“幅度扫描”

按 $\boxed{\text{始点幅度}}$ 键选中“始点”，按 $\boxed{1}$ 、 $\boxed{\text{V}}$

按 $\boxed{\text{终点幅度}}$ 键选中“终点”，按 $\boxed{5}$ 、 $\boxed{\text{V}}$

按 $\boxed{\text{步长幅度}}$ 键选中“步长”，按 $\boxed{2}$ 、 $\boxed{0}$ 、 $\boxed{\text{mV}}$

按 $\boxed{\text{更多}}$ 键三级菜单翻页

按 $\boxed{\text{时间}}$ 键选中“时间”，按 $\boxed{3}$ 、 $\boxed{0}$ 、 $\boxed{\text{ms}}$

按 $\boxed{\text{方式}}$ 键选中“方式”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮选中“升”

7.8 调制功能：

按【调制】键，选中“调制”，即启动调制过程。在调制功能时，A 路为载波信号，B 路为调制信号。一般来说载波频率应该比调制频率高十倍以上。

频率调制或幅度调制：

按“调制”键，选中“调制”，按<、>键或转动旋钮使“频率调制”或“幅度调制”反亮显示，则相应进行频率调制或幅度调制。

载波频率：

在幅度调制时载波频率与“单频”功能时相同，但在频率调制时，DDS 合成器时钟由晶体振荡器切换为压控振荡器，载波频率（A 路频率）的频率准确度和稳定度有所降低。

载波幅度：

按载波幅度键选中“载波幅度”，可用数字键或旋钮改变载波信号信号的幅度。

调制频偏：

在频率调制时，按调制频偏键选中“频偏”，可用数字键或旋钮设定调制频偏值。

调制深度：

在幅度调制时，按调制深度键选中“深度”，可用数字键或旋钮设定调制深度值，调制深度表示载波幅度的变化量，例如 100%的调制深度表示已调制波包络的最大幅度为设定值的 100%，最小幅度为设定值的 0%，即 $100\% - 0\% = 100\%$ ，0%的调制深度表示已调制波包络的最大和最小幅度都为设定值的 50%，即 $50\% - 50\% = 0\%$ ，同样 120%的调制深度为 $110\% - (-10\%) = 120\%$ 。调制深度的另一种表示方法是：如果已调制波包络的最大幅度为 A，最小幅度为 B，则：

调制深度% = $100(A-B) / (A+B)$

这种形式的调制叫作双边带调制，是大多数无线电台使用的调制方式。

载波波形：

按载波波形键选中“载波波形”，可用<、>键或旋钮改变载波信号信号的波形。

调制频率：

按调制频率键选中“调制频率”，可用数字键或旋钮设定调制信号频率值。

调制波形：

按调制波形键选中“调制波形”，可用<、>键或旋钮改变调制信号的波形。

调制源选择:

按调制源键选中“调制源”，按<、>键或旋钮使“内”或“外”反亮显示，则调制信号相应由内部或外部提供。幅度调制和频率调制都可以使用外部调制信号，仪器后面板上有一个“调制输入”端口，可以引入外部调制信号。外部调制信号的频率应该和载波信号的频率相适应，外部调制信号的幅度应根据调制深度或调制频偏的要求来调整。

7.9 猝发功能:

按 $\boxed{\text{猝发}}$ 键选中“猝发”，仪器即进入猝发输出状态，可以输出一定周期数的脉冲串。猝发功能没有二级菜单。

猝发频率设定:

按 $\boxed{\text{频率}}$ 键选中“频率”，可用数字键或旋钮设定输出信号频率值。

猝发幅度设定:

按 $\boxed{\text{幅度}}$ 键选中“幅度”，可用数字键或旋钮设定输出信号幅度值。

猝发计数设定:

按 $\boxed{\text{脉冲个数}}$ 键选中“个数”，可用数字键或旋钮设定每组输出信号的脉冲个数。

间隔时间设定:

按 $\boxed{\text{时间}}$ 键选中“时间”，可用数字键或旋钮设定各组输出之间的间隔时间。

猝发波形设定:

按 $\boxed{\text{波形}}$ 键选中“波形”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“正弦”或“方波”反亮，则相应输出正弦或方波信号。

单次猝发：

按 $\boxed{\text{单次}}$ 键选中“单次”，可以输出单次猝发信号，每按一次 $\boxed{\text{单次}}$ 键，输出一次设定数目的脉冲串波形。

触发源选择：

按 $\boxed{\text{触发源}}$ 键选中“触发源”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“内”或“外”反亮，则相应由内部或外部触发。外触发信号由外触发输入 1 输入。

举例：

例如：要对频率 1kHz 幅度 2V 的信号进行猝发输出，每组输出 5 个波形，各组波形之间间隔为 5ms，触发源选择内触发。按键顺序如下：

按 $\boxed{\text{猝发}}$ 键选中“猝发”

按 $\boxed{\text{频率}}$ 键选中“频率”按 $\boxed{1}$ 、 $\boxed{\text{kHz}}$

按 $\boxed{\text{幅度}}$ 键选中“幅度”，按 $\boxed{2}$ 、 $\boxed{\text{V}}$

按 $\boxed{\text{脉冲个数}}$ 键选中“个数”，按 $\boxed{5}$ 、 $\boxed{\text{Hz}}$

按 $\boxed{\text{时间}}$ 键选中“时间”，按 $\boxed{5}$ 、 $\boxed{\text{ms}}$

按 $\boxed{\text{更多}}$ 键使三级菜单翻页

按 $\boxed{\text{触发源}}$ 键选中“触发源”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮选中“内”

7.10 键控功能：

在数字通信或遥控遥测系统中，对数字信号的传输通常采用频移键控（FSK）或相移键控（PSK）的方式，对载波信号的频率或相位进行编码调制，在接收端经过解调器再还原成原来的数字信号。按 $\boxed{\text{键控}}$ 键选中“键控”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮，二级菜单的菜单相循环反亮显示，仪器相应输出 FSK 、PSK 、ASK、OSK 调制信号。

频移键控输出：

二级菜单选中“2FSK”或“4FSK”，则“FSK”已启动。按 $\boxed{\text{频率1}}$ 键选中“频率1”，设置频率1。按 $\boxed{\text{频率2}}$ 键选中“频率2”，设置频率2。按 $\boxed{\text{频率3}}$ 键选中“频率3”，设置频率3。按 $\boxed{\text{频率4}}$ 键选中“频率4”，设置频率4。按【幅度】键选中“幅度”，设置输出信号幅度。按 $\boxed{\text{时间}}$ 键选中“时间”，设置相邻两个频率的交替时间间隔。按 $\boxed{\text{波形}}$ 键选中“波形”，设置输出信号的波形。按 $\boxed{\text{触发源}}$ 键选中“触发源”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“内”或“外”反亮显示，则相应由内部或外部触发。当“2FSK”时没有频率3和频率4的选择。当选择“4FSK”“外触发时”时，在外触发输入1、2同时有触发信号才能实现4FSK功能。

相移键控输出：

二级菜单选中“2PSK”或“4PSK”，则“PSK”已启动。按 $\boxed{\text{频率}}$ 键选中“频率”，设置输出信号频率。按 $\boxed{\text{幅度}}$ 键选中“幅度”，设置输出信号幅度。按 $\boxed{\text{相位1}}$ 键选中“相位1”，设置相位1。按 $\boxed{\text{相位2}}$ 键选中“相位2”，设置相位2。按 $\boxed{\text{相位3}}$ 键选中“相位3”，设置相位3。按 $\boxed{\text{相位4}}$ 键选中“相位4”，设置相位4。按 $\boxed{\text{时间}}$ 键选中“时间”，设置两个相位的交替时间间隔。按 $\boxed{\text{波形}}$ 键选中“波形”，设定置输出信号的波形。按 $\boxed{\text{触发源}}$ 键选中“触发源”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“内”或“外”反亮显示，则相应由内部或外部触发。当“2PSK”时没有相位3和相位4的选择。当选择“4PSK”“外触发时”时，在外触发输入1、2同时有触发信号才能实现4PSK功能。

相移键控的观测：

由于相移键控信号不断地改变相位，在模拟示波器上不容易同步，不能观测到稳定的图形，如果把B路频率和相移键控时的A路频率值设置为相同的值，在双踪示波器上用B路信号作同步触发信号，即可观测到稳定的相移键控信号波形。

幅移键控输出：

二级菜单选中“2OSK”或“2ASK”，则“2OSK”或“2ASK”已启动。按 $\boxed{\text{频率}}$ 键选中“频率”，设置输出信号频率值。按 $\boxed{\text{幅度2}}$ 键选中“幅度2”，设定幅度2。按 $\boxed{\text{时间}}$ 键选中“时间”，设置两个幅度的交替时间间隔。按 $\boxed{\text{波形}}$ 键选中“波形”，设置输出信号的波形。按 $\boxed{\text{触发源}}$ 键选中“触发源”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“内”或“外”反亮显示，则相应由内部或外部触发。在幅移键控时仪器将“幅度1”设置为0，不能更改。

7.11 外测功能：

可以对外部信号进行频率测量或计数。将外部被测信号从后面板“外测输入”端口接入，被测信号可以是任意波形的周期性信号，信号幅度应大于50mVrms，小于7Vrms。对于低频信号，如果信号中含有高频噪声，应加低通滤波器，否则会有由噪声引起的触发误差，使测量结果可能不够精确。对于方波信号，则没有触发误差的影响。

频率测量：

按 $\boxed{\text{外测}}$ 键选中“外测”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮选中二级菜单中的“测频”，此时仪器按默认参数开始工作。按 $\boxed{\text{闸门}}$ 键，选中“闸门”，设置测频时的闸门时间。按 $\boxed{\text{衰减器}}$ 键，选中“衰减器”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“开”或“关”反亮显示，则衰减器工作或关闭。按 $\boxed{\text{低通}}$ 键，选中“低通滤波器”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“开”或“关”反亮显示，则低通滤波器工作或关闭。在测量过程中如果改变闸门时间则测频停止，等闸门时间改变完成后自动启动测频。改变衰减器或低通滤波器时测频工作不停止。

计数测量：

按 $\boxed{\text{外测}}$ 键选中“外测”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮选中二级菜单中的“计数”。按 $\boxed{\text{闸门}}$ 键，选中“闸门”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“手动”或“外闸门”反亮显示，此时计数相应由手动或外闸门控制，当闸门设为手动控制时，三级菜单显示区有一按

键`开始/停止`用来启动或停止计数功能。当闸门设置为外闸门时，计数的启动停止由外闸门控制。按`衰减器`键，选中“衰减器”，按`↵`、`↵`键或转动旋钮使“开”或“关”反亮显示，则衰减器工作或关闭。按`低通`键，选中“低通滤波器”，按`↵`、`↵`键或转动旋钮使“开”或“关”反亮显示，则低通滤波器工作或关闭。按`清零`键，则当前计数值清零。

7.12 B 路使用指南

在单频、键控、扫描、猝发、外测五种功能时，按`A/B`键，可选择设置 B 路工作状态。

频率设定：

按`频率`键选中“B 路频率”，可用数字键或旋钮输入频率值，在“输出 B”端口即有该频率的信号输出。

幅度设定：

按`幅度`键，选中“B 路幅度”，可用数字键或旋钮输入幅度值，“输出 B”端口即有该幅度的信号输出。

幅度格式：

当 B 路输出波形为正弦、方波、三角波、降锯齿波、升锯齿波时，B 路幅度值的输入和显示在单频功能时有三种格式：`Vp-p`选择峰峰值格式 p-p，按`Vrms`选择有效值格式 rms，`dBm`选择功率电平格式 dBm。随着幅度值格式的转换，幅度的显示值也相应地发生变化。当 B 路为其他波形或功能时只有峰峰值格式。如果输出波形为方波，只有在占空比为 50% 时，幅度有效值和功率电平值的显示才是正确的，如果占空比不是 50%，则方波有效值和功率电平值的显示是不正确的。

幅度衰减器：

B 路有一固定输出衰减器，随输出幅度变换自动衰减，用户不能通过键盘控制。

波形选择：

B 路具有 11 种波形，按 **波形** 键选中“B 路波形”，按 **◀**、**▶** 键或转动旋钮可以对 B 路输出波形进行选择。

B 路 11 种波形表

序号	波 形	提示	序号	波 形	提示
00	正弦波	SINE	06	对数函数	LOG
01	方波	SQUARE	07	Sinx/x 函数	SINX/X
02	三角波	TRIANG	08	阶梯波	STAIR
03	降锯齿波	D-RAMP	09	任意波	Arb
04	升锯齿波	U-RAMP	10	直流	DC
05	指数函数	EXP			

输出设定：

仪器开机默认 B 路输出为打开状态，当仪器处于设置 B 路状态时，按 **输出** 键，B 路输出关闭，再次按 **输出** 键，B 路输出。

输出负载：

幅度设定值是在输出端开路时校准的，输出负载上的实际电压值为幅度设定值乘以负载阻抗与输出阻抗的分压比，仪器的输出阻抗约为 50Ω ，当负载阻抗足够大时，分压比接近于 1，输出阻抗上的电压损失可以忽略不计。但当负载阻抗较小时，输出阻抗上的电压损失已不可忽略，负载上的实际电压值与幅度设定值是不相符的，这点应予以注意。

7.13 同步功能

同步功能是 A 路、B 路输出两个正弦波，A 路为基波，B 路为 A 路的谐波信号，谐波次数最大为 10 次。按 **单频** 键选中“单频”，进入单频状态，按 **◀**、**▶** 键或转动旋钮选中“A/B 同步”，进入同步菜单，此时仪器自动将两路输出设为正弦波，两路的幅度保持原值不变。按 **谐波** 键，选中“谐波”，可用数字键或旋钮输入谐波次数值，B 路为 A 路的谐波信号。按 **频率** 键，选中“频率”，可用数字键或旋钮输入频率值，

A 路、B 路频率同时改变。按 **A 路幅度** 键，选中“A 路幅度”，可用数字键或旋钮输入幅度值。按 **B 路幅度** 键，选中“B 路幅度”，可用数字键或旋钮输入幅度值。

按 **相位差** 键，选中“相位差”，当 A、B 两路频率完全相同时，可用数字键或旋钮输入 A、B 两路的相位差值，当 A、B 两路频率不相同时，不存在相位差的关系，此时调节的是 A 路当前时刻对前一时刻相位的变化量。仪器进入同步状态后改变频率或幅度值不影响同步。

7.14 校准功能

仪器在出厂前已完成了校准。技术指标中给出的参数误差为出厂时的指标，经过长期使用或者温度变化较大时误差可能会增大。在用作精密测量时，应该对仪器进行校准。校准时需要一些必备的仪器设备，不具有必备的仪器设备时请不要随意校准。按 **校准** 键进入校准功能时主菜单和二级菜单显示内容不变化，三级菜单显示区显示可校准的项目。

A 路频率：

按 **A 路频率** 键选中“A 路频率”，此时 A 路输出频率标称值为 1MHz 的正弦信号，按 $\leftarrow$ 、 $\rightarrow$ 键移动光标，转动旋钮输出频率会随之变化，用外接计数器监测输出信号频率值，即可校准 A 路频率值。

A 路零位：

按 **A 路零位** 键选中“A 路零位”，此时 A 路输出一标称值为 0V 的直流电平，按 $\leftarrow$ 、 $\rightarrow$ 键移动光标，转动旋钮输出直流电平会随之变化，用外接示波器或数字电压表监测，即可校准 A 路直流零位。

A 路偏移：

按 **A 路偏移** 键选中“A 路偏移”，此时 A 路输出标称值为 3V 直流电平，按 $\leftarrow$ 、 $\rightarrow$ 键移动光标，转动旋钮输出直流电平会随之变化，用外接示波器或数字电压表监测，即可校准 A 路偏移。

B 路频率：

按 **B 路频率** 键选中“B 路频率”，此时 B 路输出频率标称值为 100kHz 的正弦信号，按 、 键移动光标，转动旋钮输出频率会随之变化，用外接计数器监测输出信号频率值，即可校准 B 路频率值。

B 路幅度：

按 **B 路幅度** 键选中“B 路幅度”，此时 B 路输出频率标称值 1kHz、幅度标称值 1Vrms 的正弦信号，按 、 键移动光标，转动旋钮输出幅度会随之变化，用外接示波器或数字电压表监测，即可校准 B 路幅度值。

载波频率：

按 **载波频率** 键选中“载波频率”，此时 A 路输出频率标称值为 5MHz 的正弦信号，此时后面板调制输入端不允许输入信号，按 、 键移动光标，转动旋钮输出频率会随之变化，用外接计数器监测输出信号频率值，即可校准载波频率值。

调制频偏：

按 **调制频偏** 键选中“调制频偏”，此时 A 路输出载波频率标称值为 5MHz、调制频偏标称值为 50kHz、调制频率标称值为 1kHz 的频率调制信号，按 、 键移动光标，转动旋钮输出信号的调制频偏会随之变化，用外接调制度测量仪监测，即可校准调制频偏值。

调制深度：

按 **调制深度** 键选中“调制深度”，此时 A 路输出载波频率标称值为 5MHz、调制深度标称值为 100%、调制频率标称值 1kHz 的幅度调制信号，按 、 键移动光标，转动旋钮输出信号的调制深度会随之变化，用外接调制度测量仪监测，即可校准调制深度值。

存储校准数据：

校准数据有两个存储位置，一是用户存储区，用来存储用户的校准数据。二是出厂设置存储区，用来存储出厂校准数据，存储在“出厂设置”中的数据是用来恢复校

准数据的，因此用户不能将校准数据存入，所以未提供给用户密码。当校准完成后需将校准数据存储，按 $\boxed{\text{校准}}$ 键数据存储到用户存储区，并提示“已保存到用户校准区 存储到出厂设置？用户不能设置”，三级菜单显示区有“是”和“否”提示，按 $\boxed{\text{否}}$ 键则退出校准菜单回到单频菜单，按 $\boxed{\text{是}}$ 键提示输入密码，如果输入密码正确则将校准数据存入出厂设置位置，然后退出校准菜单回到单频菜单，如果输入密码错误则退出校准菜单回到单频菜单。如果不想存储校准数据，按 $\boxed{\text{校准}}$ 和 $\boxed{\text{A/B}}$ 键以外的功能键就会退出校准菜单，校准数据不保存。

从出厂设置恢复校准数据。

7.15 系统功能

系统功能主要用来设置仪器的系统工作状态、程控接口、存储功能。按 $\boxed{\text{系统}}$ 键进入系统设置，此时主菜单和二级菜单显示内容不变化。系统功能通过旋钮和 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键设置，此数字键盘不起作用。

蜂鸣器设置：

按 $\boxed{\text{蜂鸣器}}$ 键选中“蜂鸣器”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“开”或“关”反亮显示，蜂鸣器相应打开或关闭。

外标频设置：

按 $\boxed{\text{外标频}}$ 键选中“外标频”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮使“开”或“关”反亮显示，外标频相应打开或关闭。只有仪器具有外标频功能时，此菜单项才能设置为开，如果外标频已连接请将此菜单项设为开，如果外标频未连接请将此菜单项设为关，否则仪器输出频率值可能不正确。

对比度设置：

按 $\boxed{\text{对比度}}$ 键选中“对比度”，按 $\boxed{\leftarrow}$ 、 $\boxed{\rightarrow}$ 键或转动旋钮，主显示区“增加”或“减少”会相应反亮显示，对比度会逐渐增大或减小。显示屏的对比度随环境温度的变

化会有变化，如感觉显示效果不好时请适当调节对比度。

开机状态设置：

按 **开机状态** 键选中“开机状态”，按 、 键或转动旋钮，主显示区“默认”或“关机前”会相应反亮显示，则选中默认状态或关机前的状态。仪器的开机状态有两种：一是默认状态，二是关机前的状态。“默认”状态指开机进入“单频”菜单，参数设置按默认参数。“开机前”指开机进入关机前的菜单，参数设置恢复关机前的参数。开机可以恢复的菜单包括“单频”、“调制”、“键控”、“扫描”、“猝发”、“外测”，属于有效菜单。开机不可以恢复的菜单包括“校准”、“系统”，属于无效菜单。若关机前菜单为无效菜单，则开机后进入最后设置的有效菜单，如果关机前为“校准”菜单，则开机后 A 路、B 路某些参数不确定。

程控方式：

按 **程控方式** 键选中“程控方式”，按 、 键或转动旋钮选中相应的程控方式。

程控地址：

按 **程控地址** 键选中“程控地址”，转动旋钮设置仪器的程控地址。程控地址设定之后，只要不重新修改，则程控地址将永久保持不变。

进入程控：

按 **进入程控** 键仪器进入程控状态，在程控状态下返回本地，可以用程控命令（BACK）返回，也可以逆时针转动旋钮返回，此时仪器会有一长鸣提示音。

存储功能

在应用中，会重复使用某种设置，反复设置显然非常麻烦，这时使用仪器的存储和调出功能就非常方便。仪器有 10 个存储位置可以将设置好的 A 路、B 路的工作状态存储起来，需要时直接调出即可。

存储位置：

按 **存储位置** 键选中“存储位置”，转动旋钮选择存储位置号。

存储:

设置好仪器工作状态后,按[系统]键进入系统设置,选择存储位置号后,按[存储]键将仪器工作状态存入对应位置号。仪器显示“已存储”,约 1 秒后“已存储”自动消隐。

调出:

选择存储位置号后,按[调出]键调出该存储位置的存储数据,并据此数据设置仪器工作状态。

出厂设置:

出厂设置位置存储了仪器的校准数据,该位置不能存储用户设置的任何数据,当用户因为校准使仪器不正常时,可以从此位置调出出厂设置覆盖用户的校准数据恢复仪器正常功能。按[系统]键进入系统设置,按[存储位置]键选中“存储位置”,转动旋钮选择“出厂设置”,按[调出]键调出仪器测出厂设置,此时仪器提示“已调出出厂设置”,一秒钟后提示自动清除。