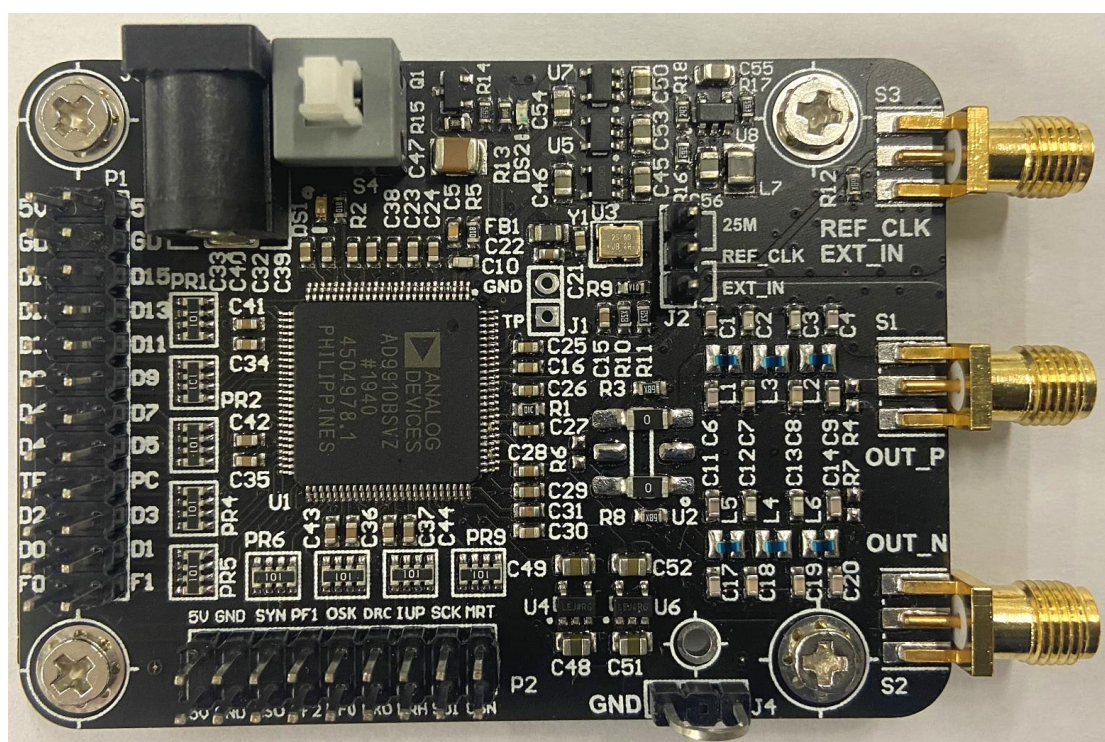


AD9910 DDS 模块

简易测试说明 V1.0



淘宝官网: <http://fzlzdz.taobao.com>

专注仪器仪表 20 年，一定带给您更多的方便与惊喜！



2020 年 07 月

官方店铺: <http://fzlzdz.taobao.com>

凌智电子  力作

目 录

1	模块简介	1
1.1	模块实物与框图	1
1.2	模块主要特性	1
2	模块使用注意事项	2
3	模块连接方法	3
4	模块测试结果	5
4.1	测试仪器和测试开发板	5
4.2	测试设置参考	5
4.2.1	初始测试界面，选择测试模式	6
4.2.2	单频模式设置	6
4.2.3	RAM 模式设置	7
4.2.4	数字斜波调制模式设置	7
4.2.5	并行数据端口调制模式设置	9
4.3	测试结果	10
4.3.1	单频信号测试波形图（1GHz 示波器输入 1M Ω 模式）	11
4.3.2	调制测试波形图（示波器输入 50 Ω 模式）	15
4.3.3	方波和三角波测试波形图	18
5	模块版本历史	19

1 模块简介

1.1 模块实物与框图

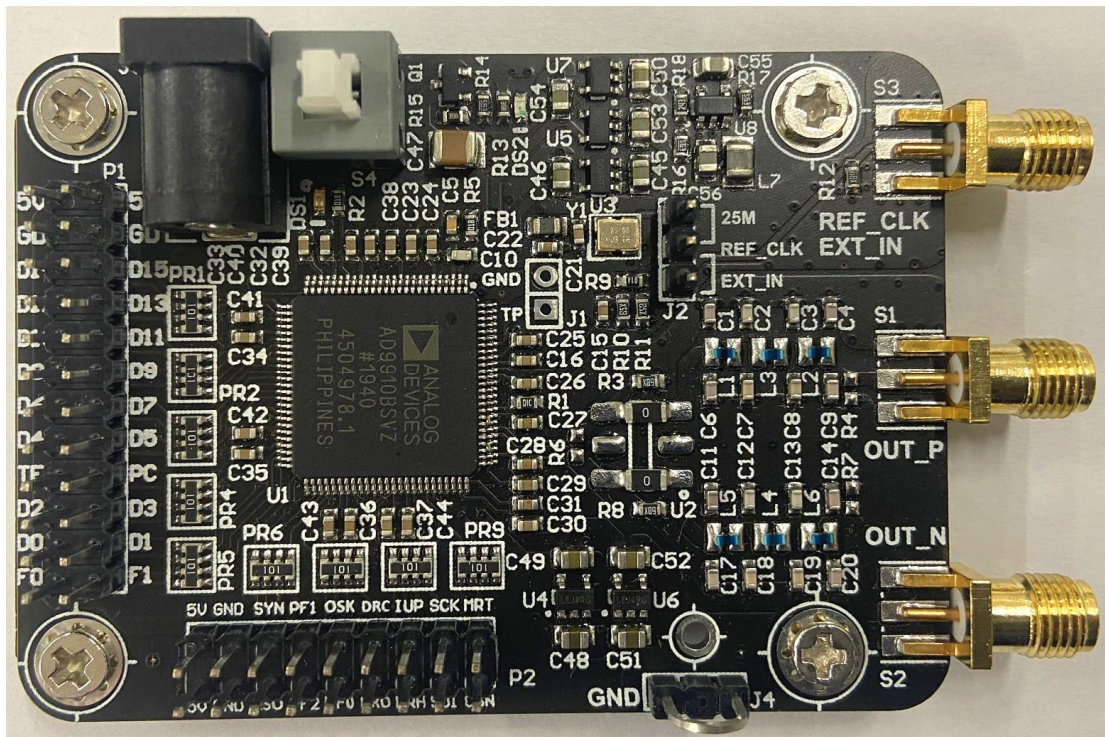


图 1.1.1 AD9910 模块实物图

AD9910 是一款内置 14 bit DAC 的直接数字频率合成器 (DDS)，支持高达 1 GSPS 的采样速率。DDS/DAC 组合构成数字可编程的高频模拟输出频率合成器，能够在高达 400 MHz 的频率下生成频率捷变正弦波形。

通过设置芯片内部寄存器值，**可以控制 DDS 输出信号参数**，包括：**频率、相位与幅度**。AD9910 利用 32 bit 累加器提供快速跳频和频率调谐分辨率。在 1 GSPS 采样速率下，调谐分辨率的理论值约为 0.23 Hz。这款 DDS 还实现了快速相位与幅度切换功能。

用户可通过串行 I/O 端口对 AD9910 的内部控制寄存器进行编程，以实现对其控制。AD9910 集成了静态 RAM，可支持频率、相位或幅度调制的多种组合。AD9910 还支持用户定义的数控数字斜坡工作模式。在这个模式下，频率、相位或幅度随时间呈线性变化。AD9910 内置的高速并行数据输入端口能实现频率、相位、幅度或极点的直接调制，以支持更高级的调制功能。

AD9910 可在扩展的工业温度范围内工作，适合捷变本振 (LO) 频率合成、可编程时钟发生器、雷达和扫描系统的 FM 调频源、声光设备驱动器、极化调制器、快速跳频、测试和测量设备等应用。

1.2 模块主要特性

模块的主要特性如下：

官方店铺：<http://fzlzdz.taobao.com>

凌智电子 力作

模块主要性能指标			
序号	指标名称	指标	备注
1	功能	DDS	输出两路频率、幅度、相位可调的波形信号，实现正弦波、三角波和方波输出，进行扫频、扫幅和扫相等功能
2	主频	1GHz (max)	板载25M有源晶振，程序默认倍频40倍。时钟也可以外部输入
3	输出信号类型	多种	正弦波、OSK、扫频、扫幅、扫相等信号，任意波以方波和三角波为例
4	输出通道	2	两路信号互为反相
5	输出信号特点	输出无交流耦合	输出信号带直流偏移，输出单极性正信号
6	频率	1Hz-420MHz	1G主频下输出正弦波最大频率为420MHz
7	幅度	780mVpp (max)	负载50Ω情况下，最大输出约390mVpp；负载高阻情况下，最大输出约780mVpp；随着频率增加幅度减少，负载50Ω匹配情况下，输出幅度平坦度更好。
8	相位	0° -360°	
9	输出阻抗	50Ω	
10	供电电源	正5V@1A直流电源	模块供电带防反接保护
11	供电接口	DC座或插针	设计有地测试环/测试孔，方便用户测试
12	功耗	1W (max)	两通道同时带50Ω负载输出的最大功耗；低功耗电路设计，适合项目和产品应用
13	信号和控制接口		信号输出和外部时钟输入采用SMA接口，控制使用XH2.54双排插针接口
14	尺寸	7cm×5cm	长×宽
15	参考程序	STM32F103 KEIL5	包含了AD9910所有调制信号模式：单频、RAM、数字斜坡和并行数据端口调制模式。

2 模块使用注意事项

(1) 模块最大功耗大概 1W 左右，使用 5V 电源供电时，电源电流至少为 0.2A。如果供电电源功率不足，模块将无法正常工作。

(2) 模块的输出端口默认输出阻抗 50Ω，和外部电路配合使用时注意考虑阻抗匹配问题。

(3) 以下测试结果和测试仪器也有关系，不同测试仪器结果有点偏差属于正常现象。

3 模块连接方法

输出接口采用 SMA 接口，模块各接口示意如图 3.1 所示，模块与单片机连接的示意简图如图 3.2 和图 3.3 所示，图 3.2 是单频、RAM 和数字斜波调制模式的连接，图 3.3 是单频、RAM、数字斜波调制和并行数据端口调制模式的连接。配合本店单片机核心板、电源模块等，模块连接示意如图 3.4 和图 3.5 所示。

注意：更具体连线请参考本店提供的程序！

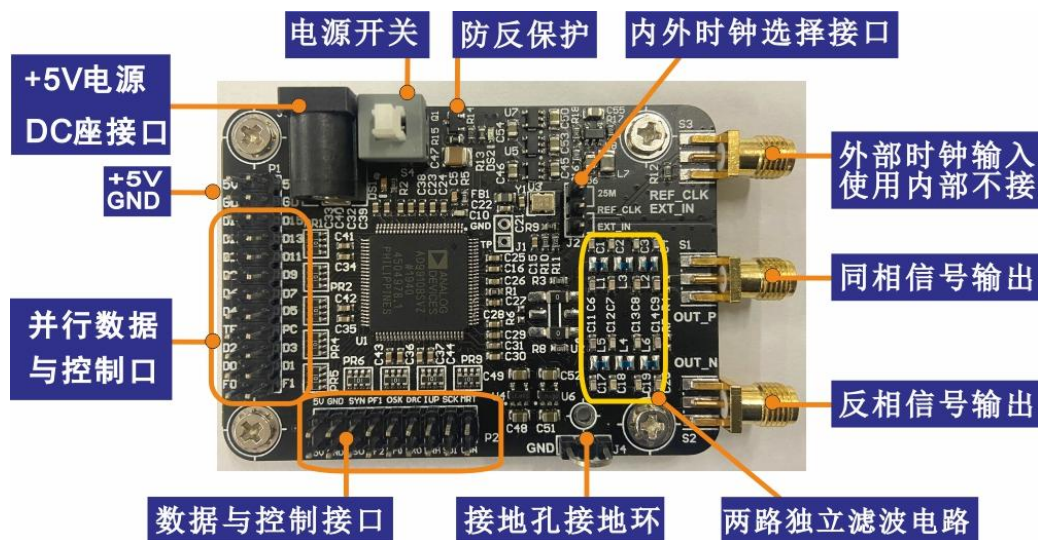


图 3.1 模块接口示意图

AD9910模块

本店STM32F103核心板

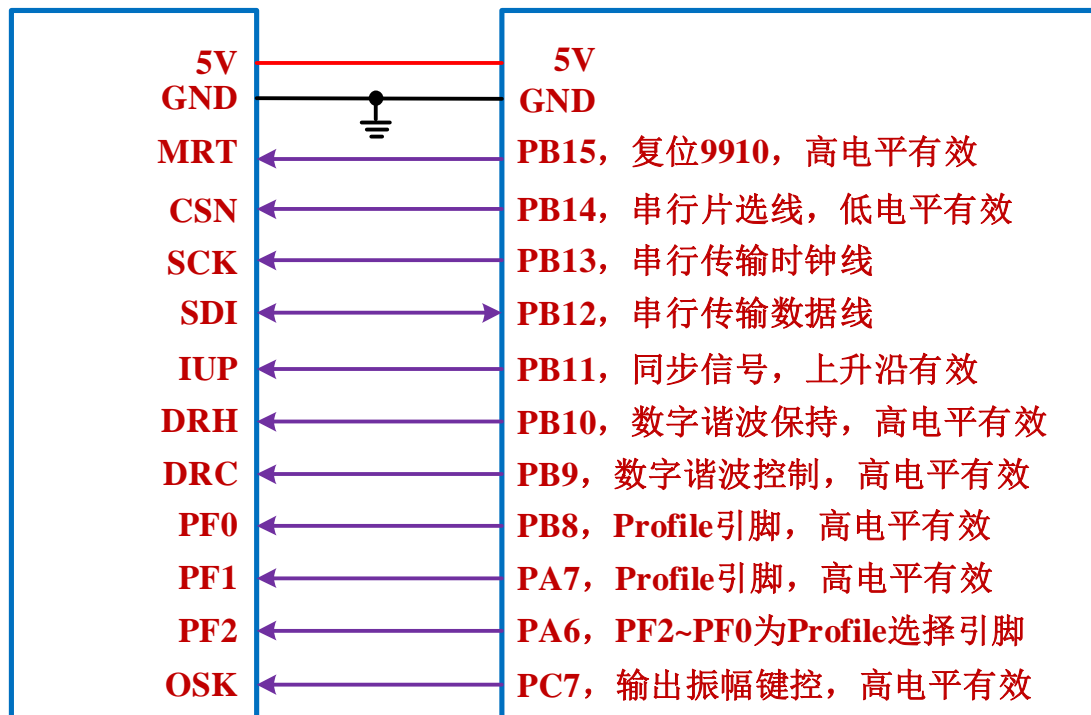


图 3.2 模块与单片机连接的示意简图——
单频、RAM 和数字斜波调制模式

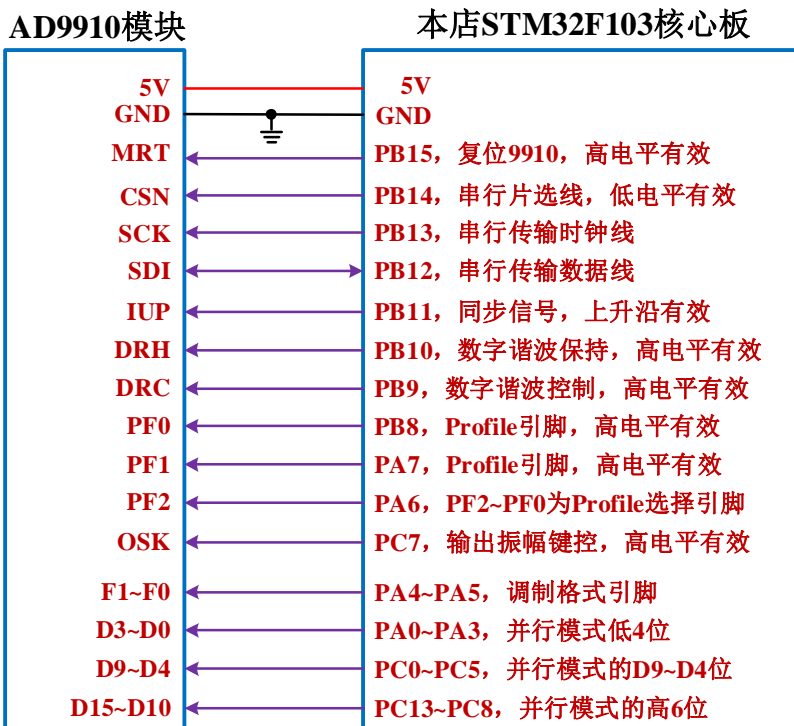


图 3.3 模块与单片机连接的示意简图——
单频、RAM、数字斜波调制和并行数据端口调制模式

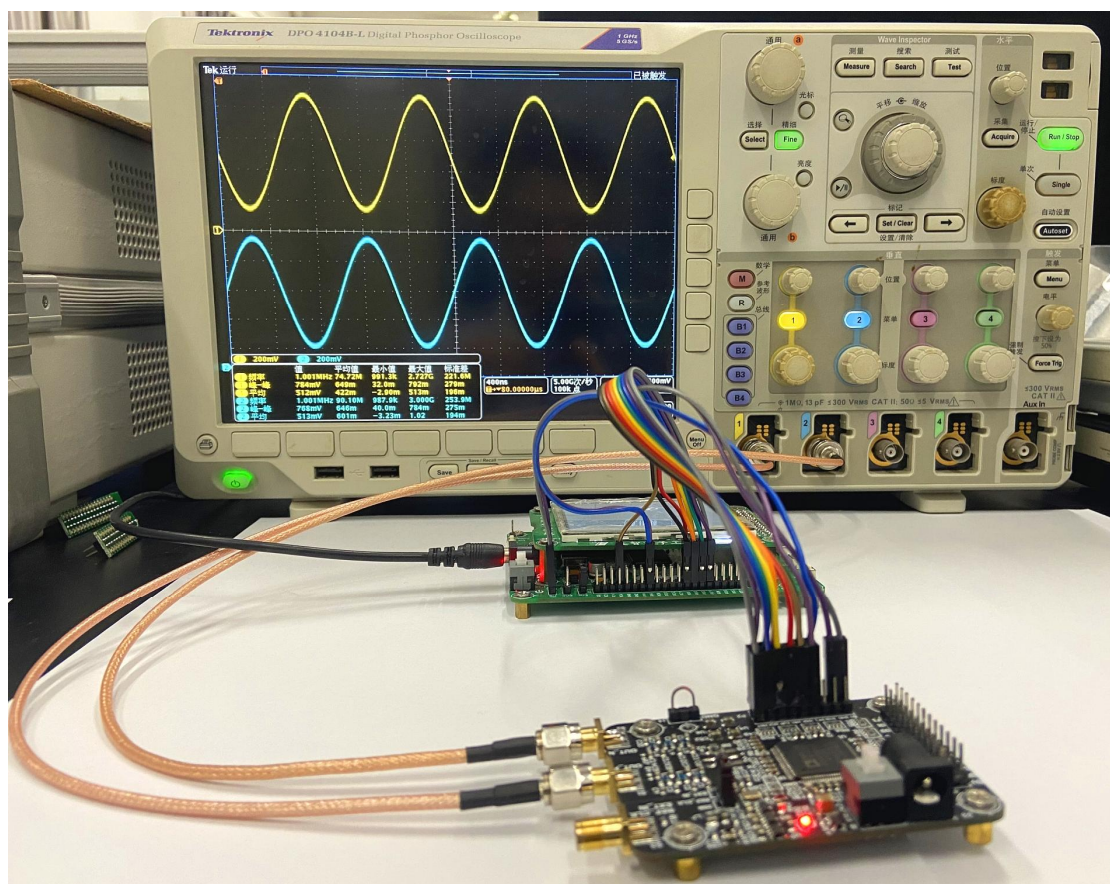


图 3.4 配合本店单片机、电源等模块，本模块单频、RAM 和数字斜波调制模式
输出连接示意图

官方店铺: <http://fzldz.taobao.com>

凌智电子 力作

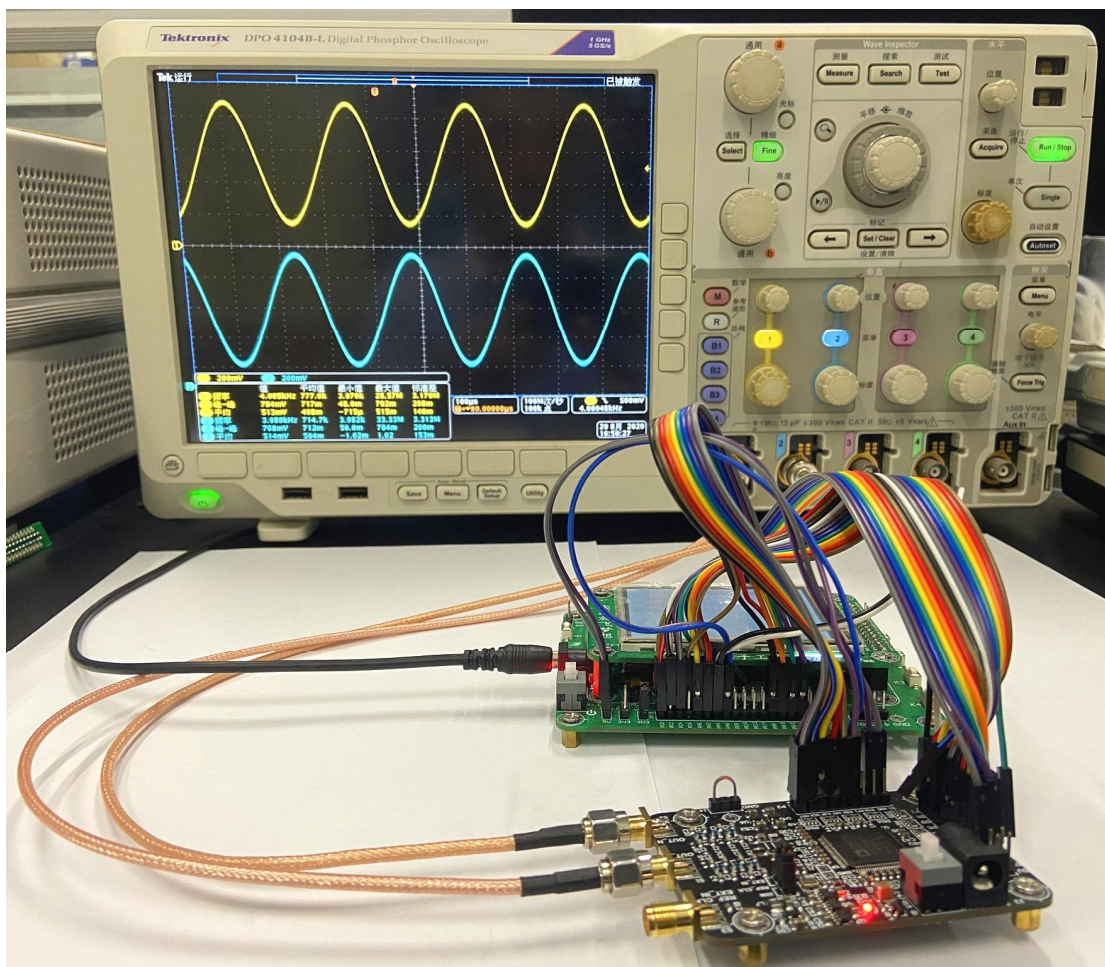


图 3.5 配合本店单片机、电源等模块，本模块单频、RAM 和数字斜坡调制模式输出连接示意图

4 模块测试结果

4.1 测试仪器和测试开发板

示波器：Tektronix DPO4104B 1GHz

万用表：VICTOR VC980+

测试开发板：凌智电子 STM32F103 核心板以及 2.8 寸液晶

测试程序：**测试程序基于凌智 STM32F103 核心板的，大家如果使用自己的开发板，请务必消化 AD9910 的数据书册和我们提供的测试程序，再移植到自己的开发板！**

4.2 测试设置参考

AD9910 的功能确实强大，操作过程也确实复杂，需要大家耐心消化 AD9910 数据手册。测试程序使用我们店铺的 STM32F103 核心板控制，为了帮助大家了解操作过程，下面给出其中一部分的操作界面。在每个界面最下面有操作提示，界面中箭头表示当前选中的选项。

官方店铺：<http://fzlzdz.taobao.com>

凌智电子 力作

4.2.1 初始测试界面，选择测试模式



初始测试界面，进行功能选择

4.2.2 单频模式设置



单频信号输出设置界面，K1 变大设置值，K2 减小设置值，K3 确定，K4 退出单频模式

单频中的频率的设置	(1Hz--450MHz)
单频中的幅度设置	(0x0000--0x3FFF)
单频中的相位设置	(0--360°)

```

peripheralInit.c  AD9910.c  main.c
// 显示数组
int i; // 循环标志位（验证用的）

// 初始化的单频频率
uint32_t freq_data[] = {0, 1, 10, 100, 500, 1000, 5000, 10000, 50000, 100000, 500000, 1000000};
// 初始化的单频幅度
int amp_data[] = {0, 1023, 2047, 4095, 8191, 9215, 10239, 11263, 12287, 13311, 14335, 15359, 16383};
// 初始化的单频相位
int pha_data[] = {0, 90, 180, 270, 360};
    
```

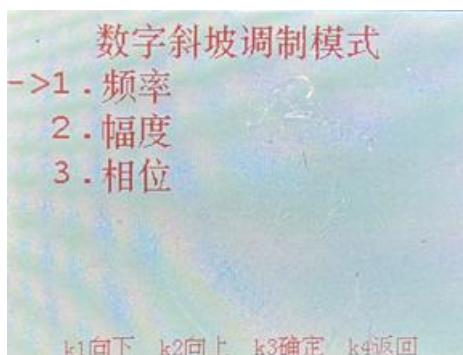
单频信号各设置值范围，十进制显示，测试程序值不能随机设置，大家自己可预设需要的值

4.2.3 RAM 模式设置



RAM 模式设置，选择对应功能确定

4.2.4 数字斜坡调制模式设置



数字斜坡模式设置，K3 分别进入频率、幅度和相位的设定



上限频率	1Hz---450M	(上限频率要大于下限频率)
下限频率	1Hz---450M	
频率加步进	1Hz---450M	
频率减步进	1Hz---450M	
频率加的速率(时间)	0x0000----0xffff	
频率减的速率(时间)	0x0000----0xffff	

频率设定，十进制显示，上升下降步进大以及上升下降步进时间小，则就很不容易观察到输出信号频率的变化过程了，建议上升下降步进小以及上升下降步进时间大，以方便大家观察波形频率的变化过程



上限幅度	0x00000000-----0xFFFFFC00	幅度值取高14位
下限幅度	0x00000000-----0xFFFFFC00	(上限幅度要大于下限幅度)
幅度加步进	0x00000000-----0xFFFFFC00	
幅度减步进	0x00000000-----0xFFFFFC00	
幅度加的速率(时间)	0x0000----0xffff	
幅度减的速率(时间)	0x0000----0xffff	

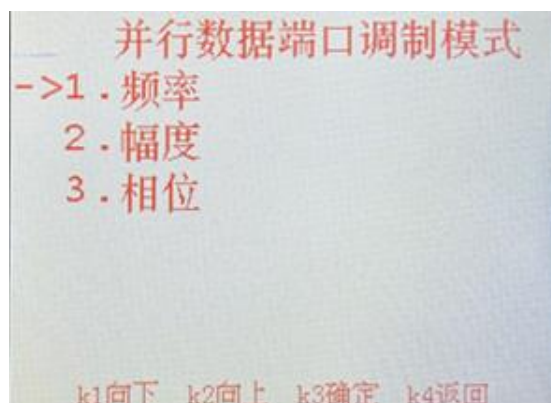
频率设定，十进制显示，上升下降步进大以及上升下降步进时间小，则就很不容易观察到输出信号幅度的变化过程了，建议上升下降步进小以及上升下降步进时间大，以方便大家观察波形幅度的变化过程



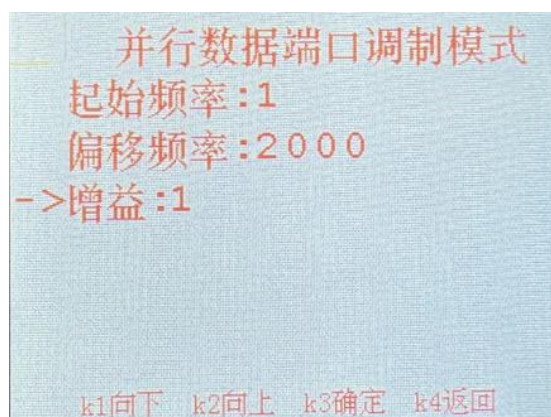
上限相位	0~360°	
下限相位	0~360°	(上限频率要大于下限频率)
相位加步进	0~360°	
相位减步进	0~360°	
相位加的速率(时间)	0x0000----0xffff	
相位减的速率(时间)	0x0000----0xffff	

频率设定，十进制显示，上升下降步进大以及上升下降步进时间小，则就很不容易观察到输出信号相位的变化过程了，建议上升下降步进小以及上升下降步进时间大，以方便大家观察波形相位的变化过程。另外特别注意，相位变化是相对的，所以需要测试相位变化都要有一个相对的源比较，比如从信号源输出一个同频比如 1M 的正弦波信号，接到示波器，这样就可以观察到相位的变化过程了

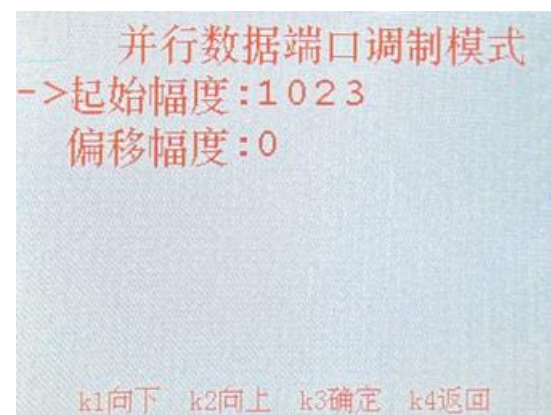
4.2.5 并行数据端口调制模式设置



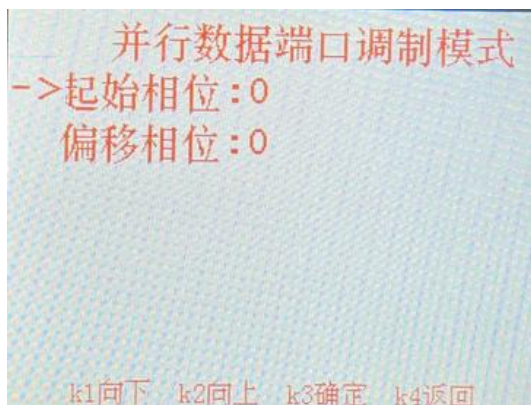
并行数据端口模式设置，K3 分别进入频率、幅度和相位的设定



并行数据端口模式下频率调制设置



并行数据端口模式下幅度调制设置



并行数据端口模式下相位调制设置

```
// 初始化的单频频率
uint32_t fre_data[] = {0, 1, 10, 100, 500, 1000, 5000, 10000, 50000, 100000, 500000,
// 初始化的单频幅度
int amp_data[] = {0, 1023, 2047, 4095, 8191, 9215, 10239, 11263, 12287, 13311, 14335, 15359, 1638
// 初始化的单频相位
int pha_data[] = {0, 90, 180, 270, 360};

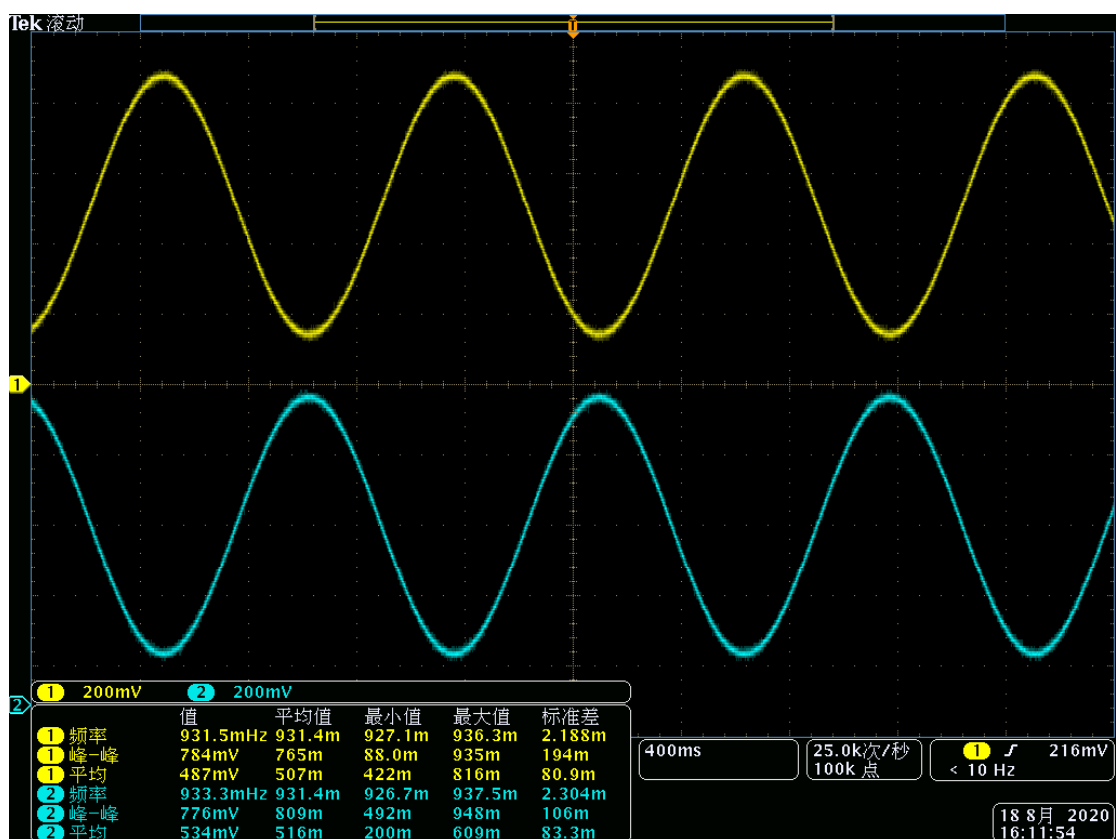
// 并口的偏移量
int offset_fre[64] = {0, 1000, 2000, 4000, 8000, 10000, 20000, 40000, 60000};
// 并口的增益
int gain[64] = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15};
```

频率、幅度和相位调制值都以十进制显示，频率调制的增益不好理解，大家看 AD9910 的数据手册的 P20

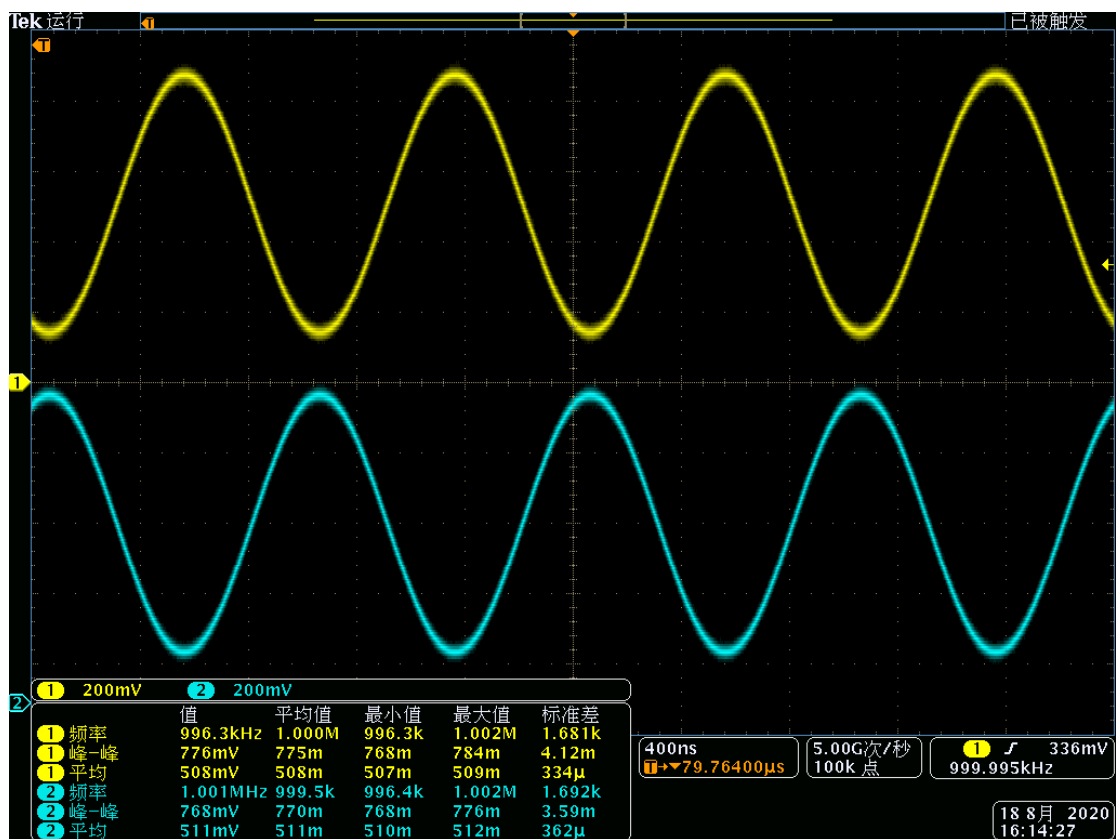
4.3 测试结果

由于扫频、扫相、OSK 等信号输出使用图片形式显示不直观，以下仅提供部分输出波形效果图。

4.3.1 单频信号测试波形图 (1GHz 示波器输入 1M Ω 模式)



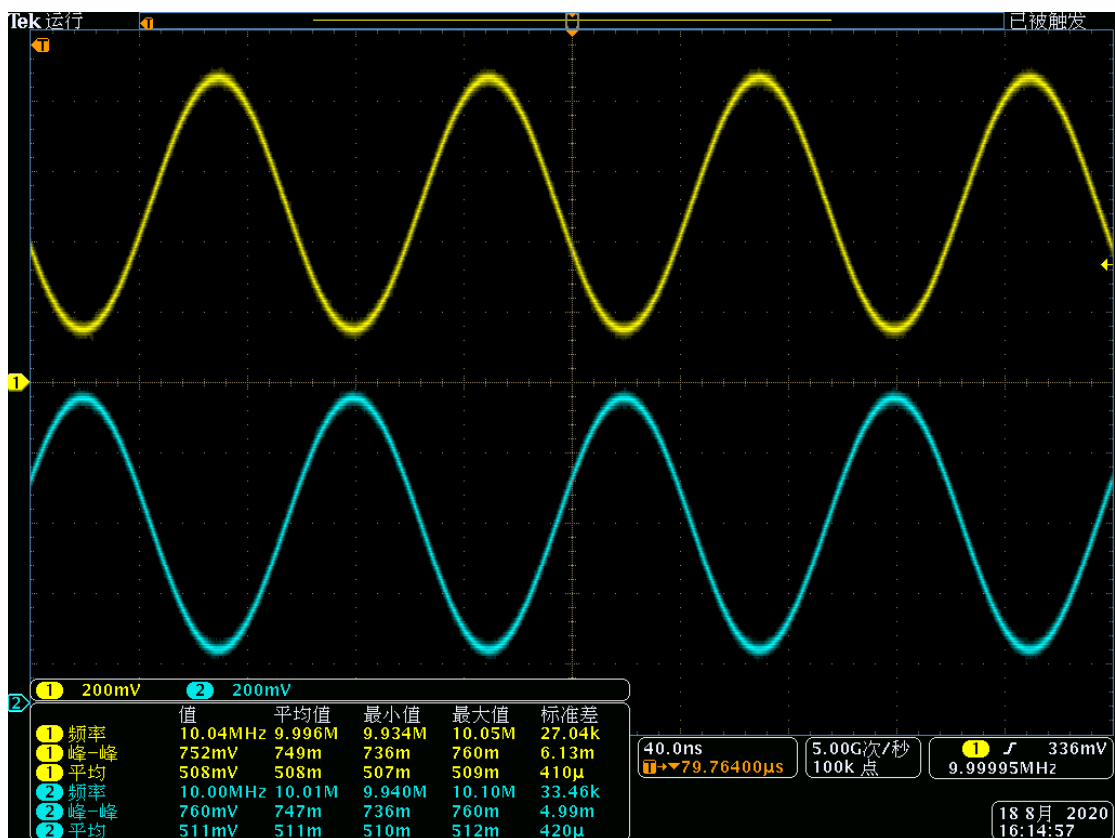
1Hz 单频信号输出 (1GHz 示波器输入 1M Ω 模式)



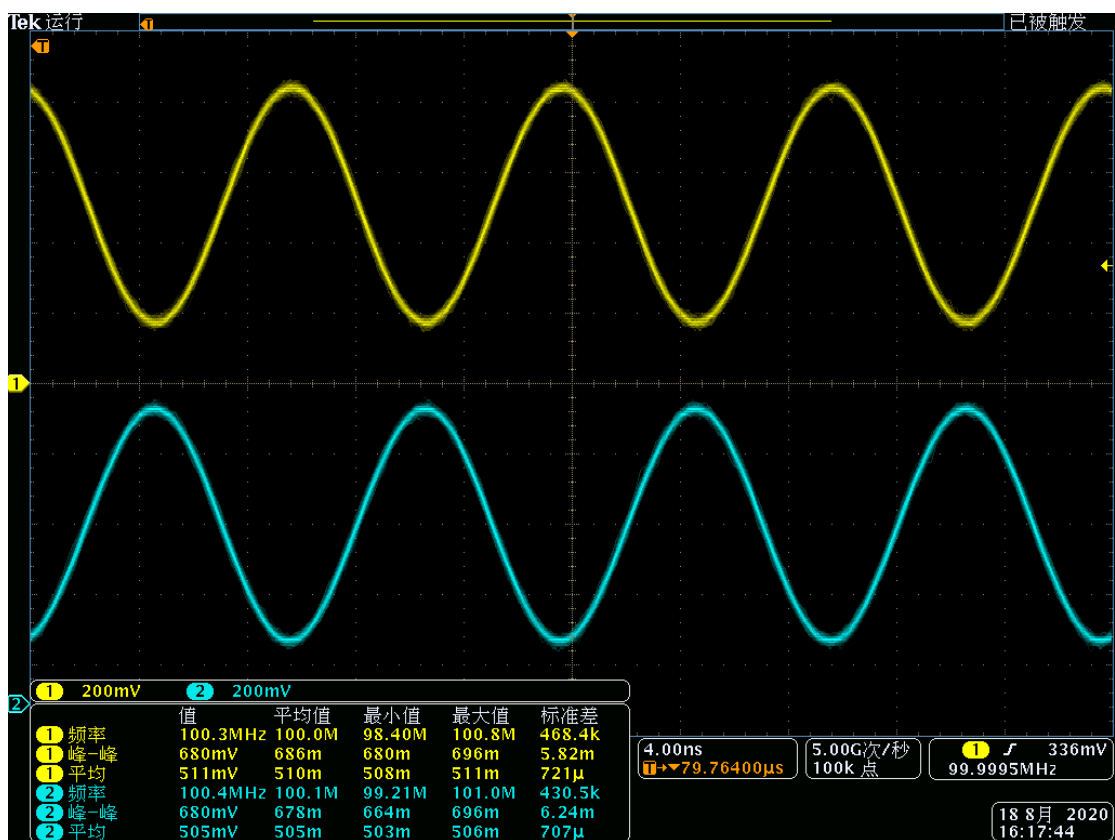
1MHz 单频信号输出 (1GHz 示波器输入 1M Ω 模式)

官方店铺: <http://fzldz.taobao.com>

凌智电子 力作



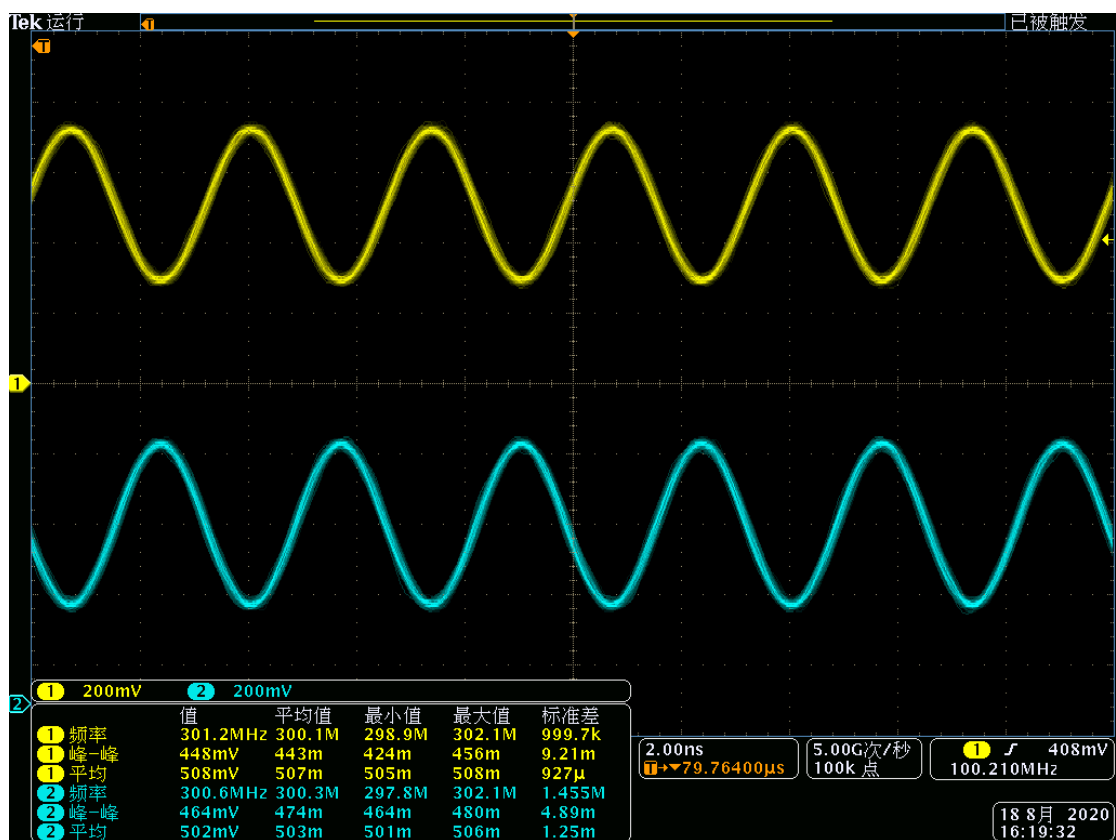
10MHz 单频信号输出 (1GHz 示波器输入 1MΩ 模式)



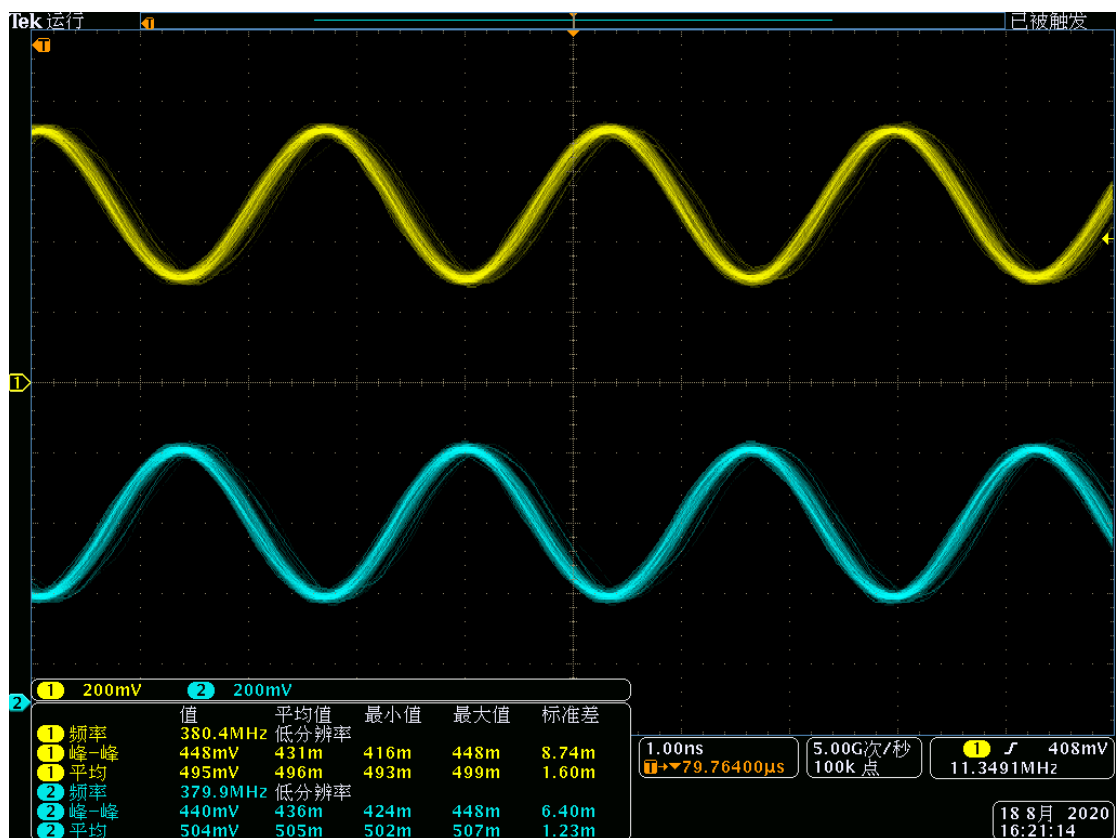
100MHz 单频信号输出 (1GHz 示波器输入 1MΩ 模式)



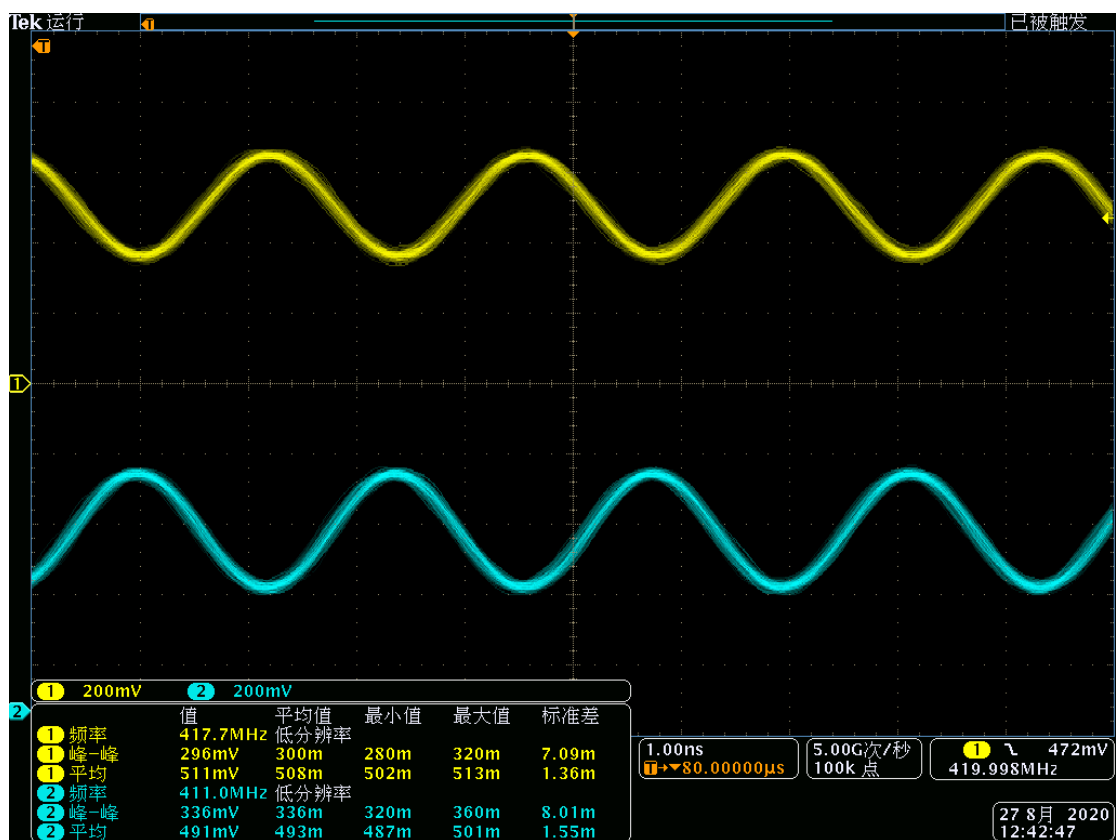
200MHz 单频信号输出（1GHz 示波器输入 1MΩ 模式）



300MHz 单频信号输出（1GHz 示波器输入 1MΩ 模式）

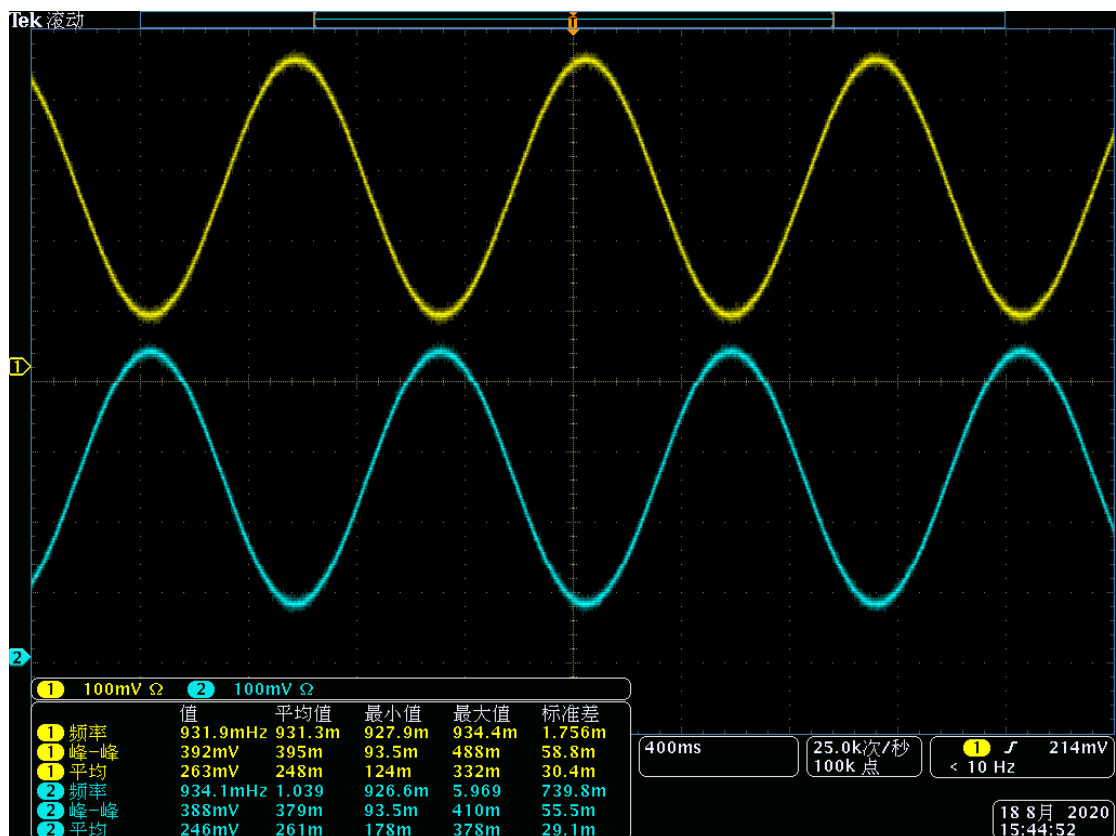


380MHz 单频信号输出 (1GHz 示波器输入 1MΩ 模式)

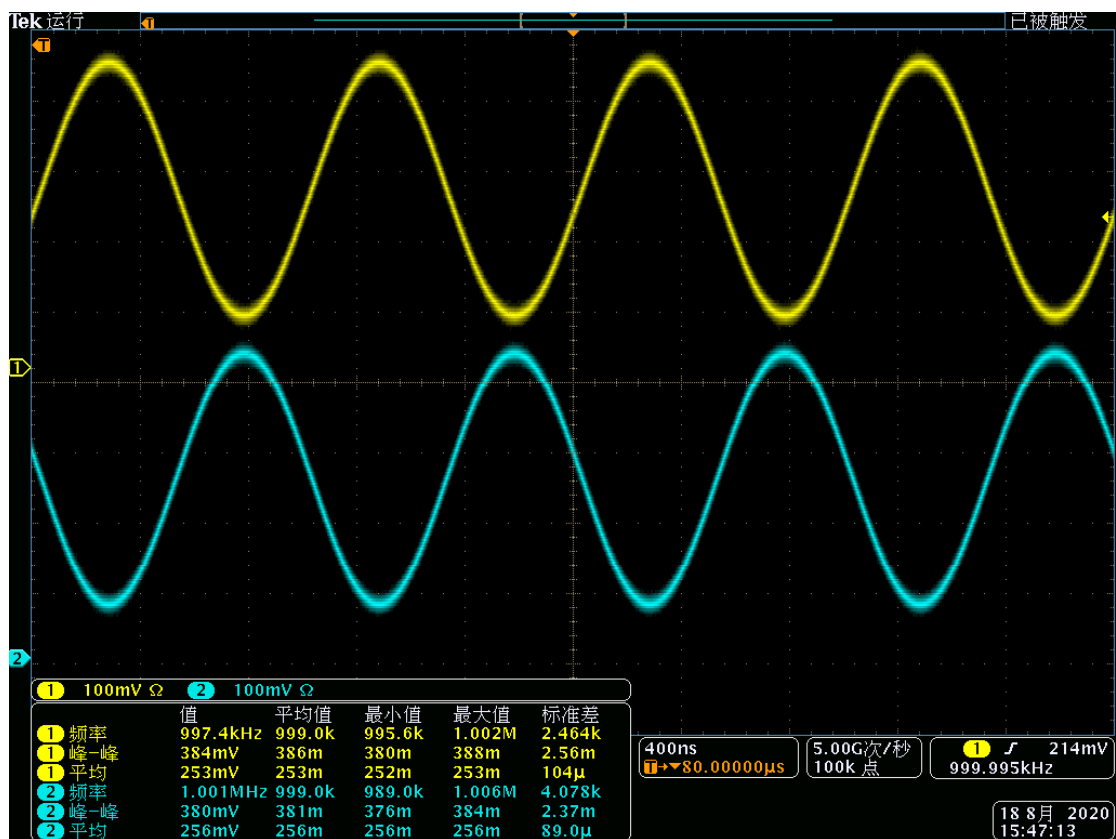


420MHz 单频信号输出 (1GHz 示波器输入 1MΩ 模式)

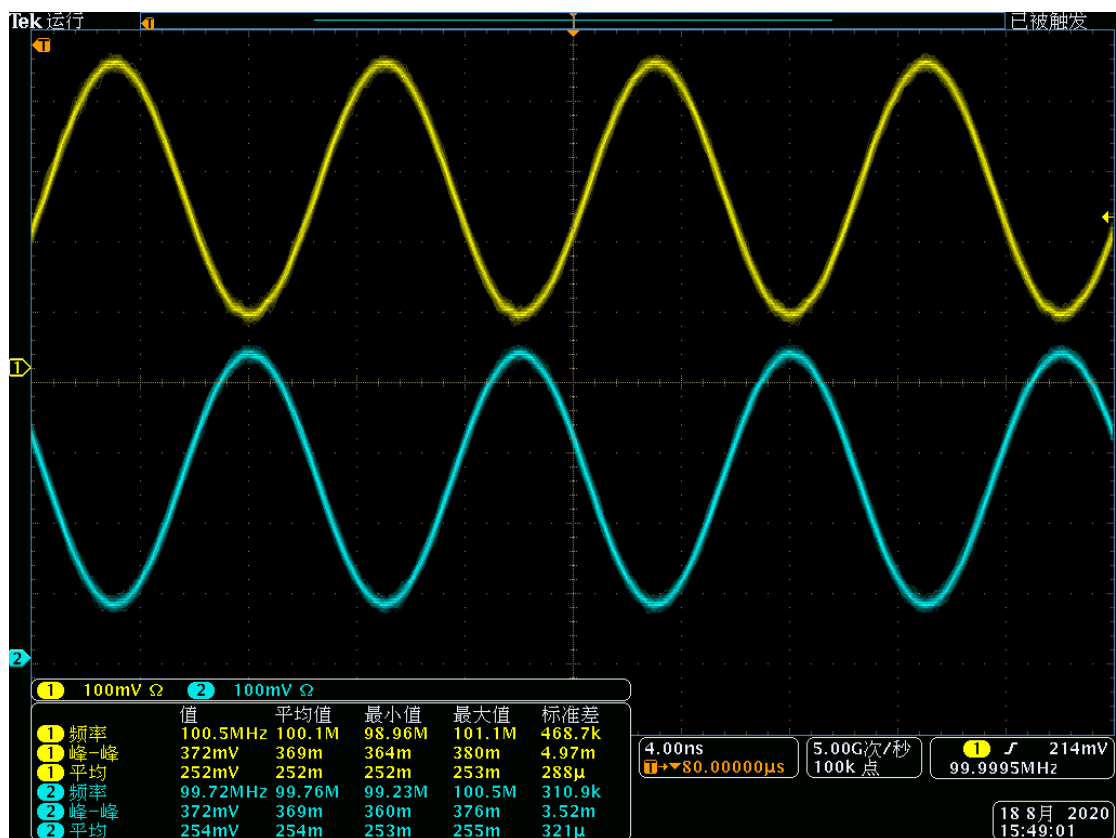
4.3.2 调制测试波形图（示波器输入 50 Ω 模式）



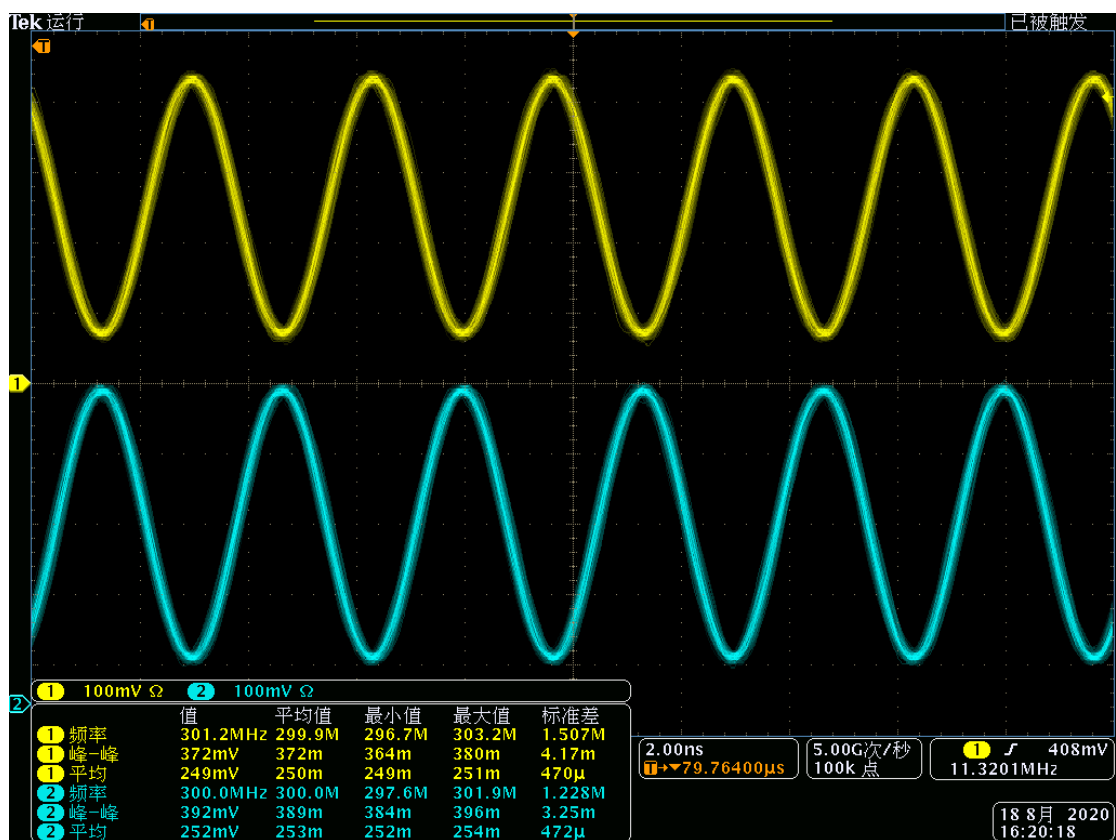
1Hz 单频信号输出（1GHz 示波器输入 50 Ω 模式）



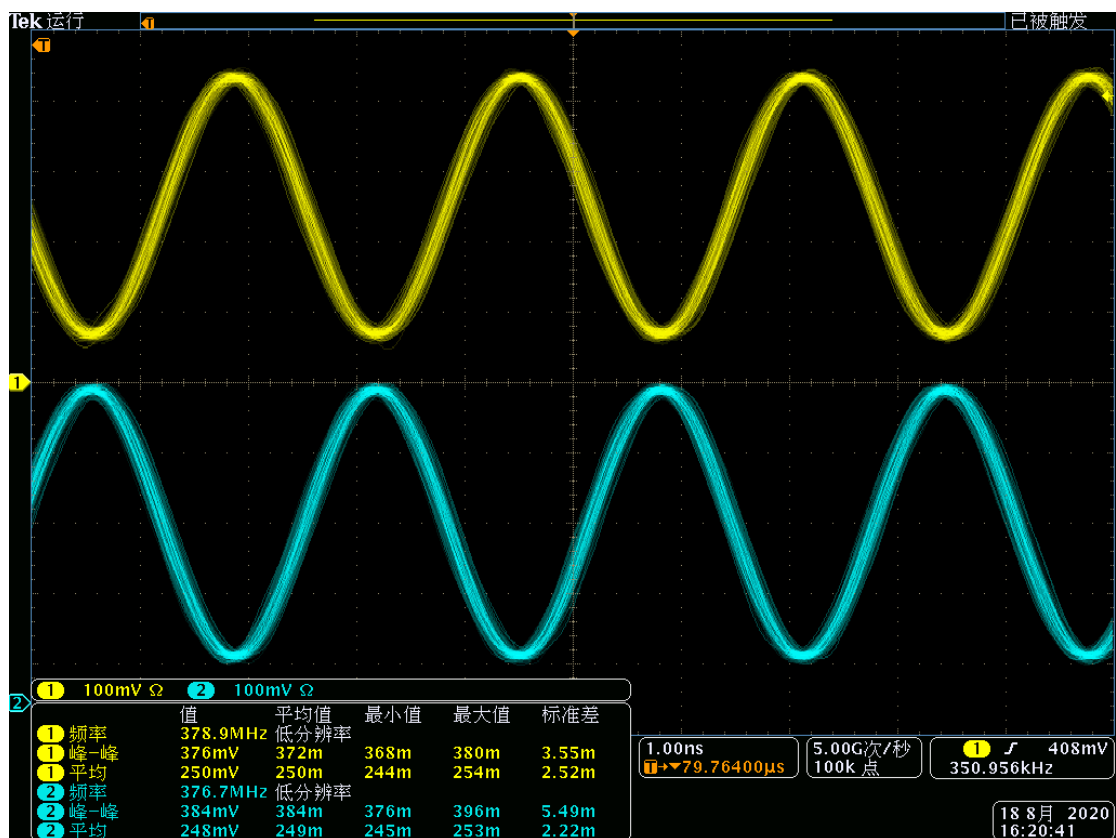
1MHz 单频信号输出（1GHz 示波器输入 50 Ω 模式）



100MHz 单频信号输出（1GHz 示波器输入 50Ω 模式）



300MHz 单频信号输出（1GHz 示波器输入 50Ω 模式）

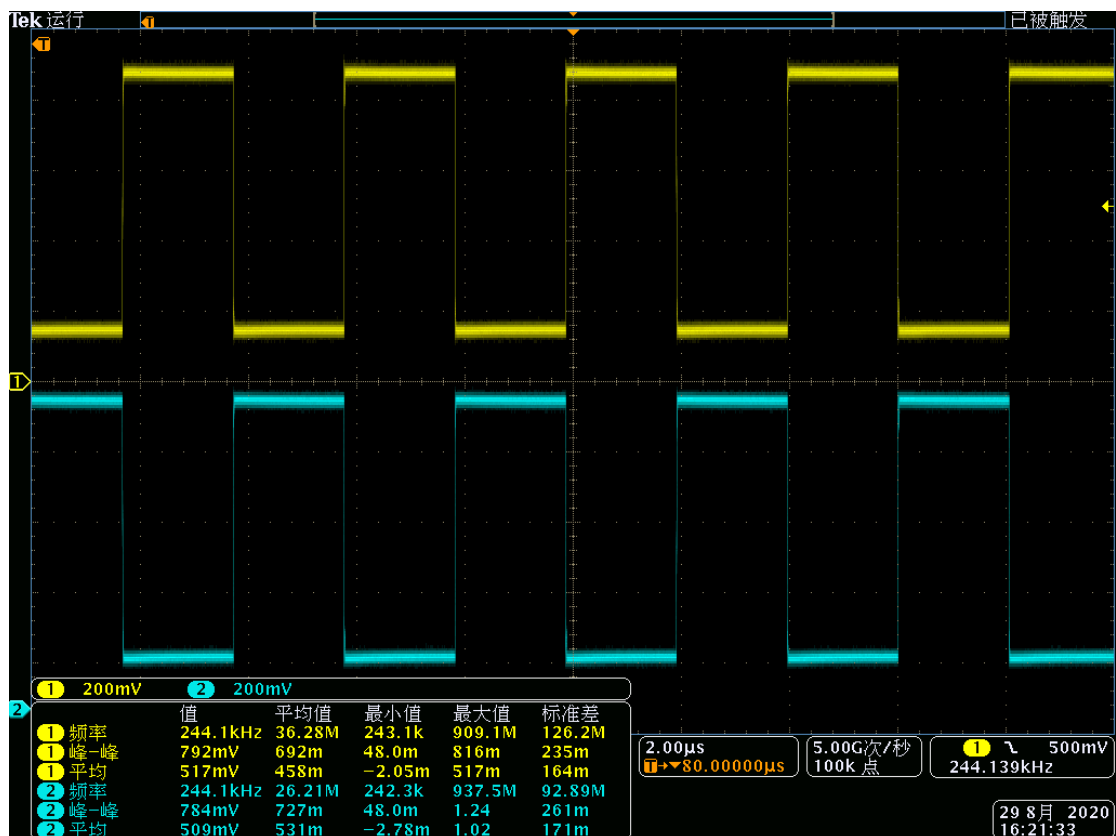


380MHz 单频信号输出 (1GHz 示波器输入 50Ω 模式)

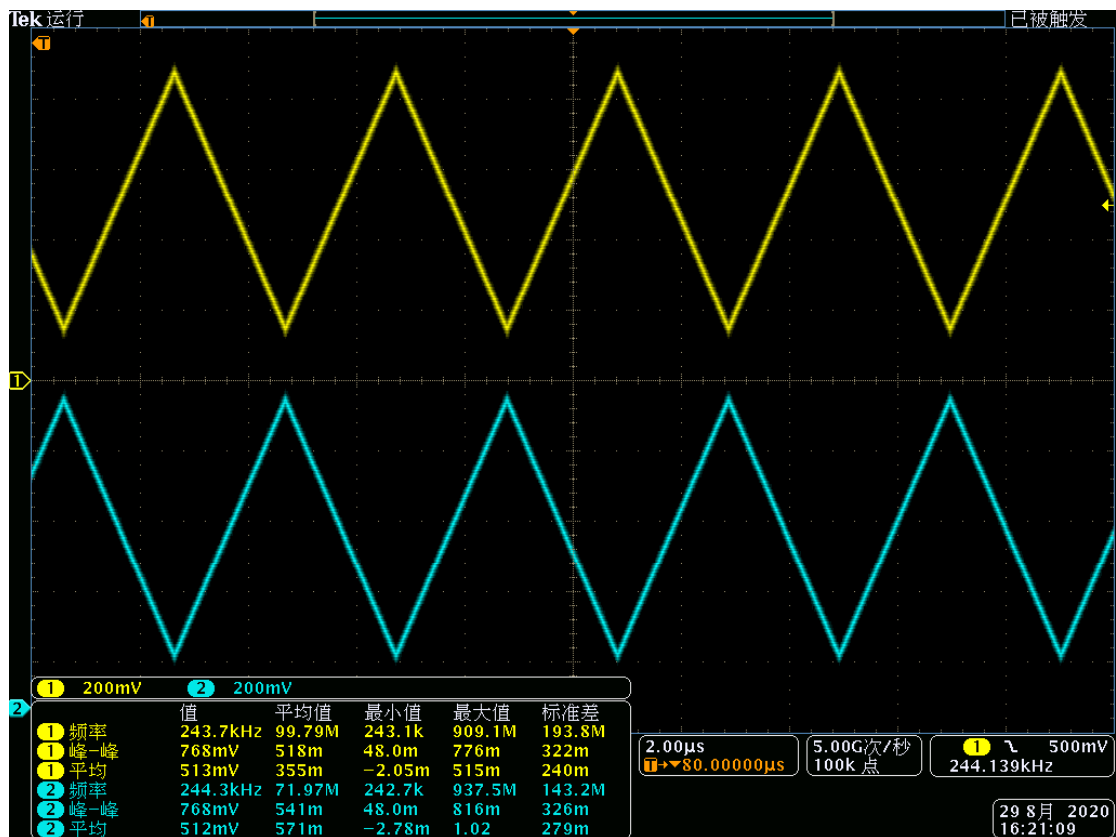


420MHz 单频信号输出 (1GHz 示波器输入 50Ω 模式)

4.3.3 方波和三角波测试波形图



方波输出



三角波输出

官方店铺: <http://fzlzdz.taobao.com>

凌智电子 力作

参考程序里，方波和三角波为 RAM 模式下任意波的产生提供了方法，但确实比较复杂，需要大家慢慢消化。

5 模块版本历史

版本号	修改时间	修改内容
V1.0	2020.07.26	定稿