

AV1476A

多制式射频信号源

用户手册



中电科仪器仪表有限公司

前 言

非常感谢您选择、使用中电科仪器仪表有限公司生产的 AV1476A 多制式射频信号源！本套产品集高、精、尖于一体，在同类产品中性价比最高。生产过程中始终贯彻 ISO9000 的标准，做到以顾客为中心，视质量为生命的质量方针。为方便您的使用，请您仔细阅读本手册。我们将以最大限度满足您的需求为己任，为您提供高品质的测量仪器，同时带给您一流的售后服务。我们的一贯宗旨是“质量优良，服务周到”，提供满意的产品和服务是我们对用户的承诺，我们衷心希望能为您的工作带来方便和快捷，我们竭诚欢迎您的垂询，垂询电话：

服务咨询 0532-86889847
技术支持 0532-86891085
质量监督 0532-86886614
传 真 0532-86889056
网 址 www.ei-electro.com
电子信箱 eibb@ei-electro.com
地 址 山东省青岛经济开发区香江路 98 号
邮 编 266555

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司生产的 AV1476A 多制式射频信号源的用途、性能特性、基本工作原理、使用方法、使用注意事项等，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。为更好的使用本产品，为您创造更高的经济效益，请仔细阅读本手册，并正确按照书中的指导进行操作。

由于时间紧迫、笔者水平有限，本手册的错误和疏漏之处在所难免，恳请各位用户批评指正！由于我们的工作失误给您造成的不便我们深表歉意。



声明：

本手册是 AV1476A 多制式射频信号源用户手册第一版。

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。本手册内容及所用术语解释权属于中电科仪器仪表有限公司。

本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本所授权，不得对本手册内容进行修改或篡改，并且不得以赢利为目的对本手册进行复制、传播，违者中电科仪器仪表有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

编者

2010 年 7 月 29 日

目 录

第一篇 使用说明	1
第一章 概述.....	2
第二章 仪器基本说明.....	5
第三章 操作指南.....	76
第四章 编程指南.....	89
第二篇 技术说明	99
第一章 概述.....	100
第二章 技术特性.....	100
第三章 工作原理.....	103
第四章 结构特征.....	109
第五章 使用和操作.....	111
第三篇 维修说明	116
第一章 维修和保养条件.....	117
第二章 维修和保养项目.....	118
第三章 维修和保养方法.....	119
第四章 保养周期与注意事项.....	120
第五章 故障分析与排除.....	121

第一篇 使用说明

第一章 概述

欢迎您使用中电科仪器仪表有限公司研制生产的 AV1476A 多制式射频信号源。

1 产品用途

电子战是现代军事战争的神经系统，是决定现代战争胜负的重要因素之一。而相应的测试技术则是电子战设备的支撑和基础，是电子战设备研制、生产、检测、维护过程中不可缺少的手段，正在发挥越来越重要的作用。

军事通信和雷达对抗又是现代电子战的重要组成部分。本机研制的意义在于电子对抗侦察（包括电子对抗情报侦察和电子对抗支援侦察）、电子信息侦察、电子技术侦察等，是现代信息作战的一个重要技术手段。而电子对抗侦察是电子对抗作战的一个重要方面，它主要实施对电磁信号进行侦收、截获、识别，以获取敌方无线电台通讯信号、雷达信号、导航信号、卫星通讯信号等，并可进一步分析敌方雷达、携带雷达的武器平台和雷达制导武器系统或无线通信系统的技术参数及军事部署情况，引导我军电子干扰装备对其实施电子干扰、电子欺骗和电子攻击，达到削弱、破坏敌方电子系统作战效能的目的。

电子对抗装备是现代战争的重要作战手段，在未来的军事斗争中，对夺取战场电磁权，进而掌握战争主动权具有重要的作用，因此，电子侦察设备在其中发挥着关键的作用。AV1476A 多制式射频信号源主要用于通信对抗、雷达对抗、导航对抗、卫星对抗等类型的侦察设备功能检测，还可为部队操作人员进行训练提供模拟信号。该设备主要具备的功能有：

- ◆ 扫频模式：数字步进。
- ◆ 多种模拟功能：天线扫描、脉冲抖动、脉冲参差、脉冲压缩、频率捷变和脉冲多普勒。
- ◆ 多种调制方式：模拟调制包括调幅、调频、调相、脉冲调制以及多种调制方式结合的组合调制；数字调制包括 QPSK、BPSK、MSK 和 4FSK…等等；内置任意波形发生器。
- ◆ 通过设备操作界面编辑、外接文本编辑方式随意编辑用户需要的信号文件，实现信号样式自定义组合编辑输出。
- ◆ 较大的存储容量，可预存编辑好的信号样式。通过前面板按钮操作或远程控制，快速调用预存的自定义信号文件。
- ◆ GPIB、USB、LAN 数据通信接口，可方便地实现远程控制操作。
- ◆ 一键操作功能键，可实现复杂功能的简易操作。

2 仪器构成

AV1476A 多制式射频信号源的基本组成如表 1-1 所示。

表 1-1 基本组成

项目	型号名称	数量
主机	AV1476A 多制式射频信号源	1
附件	RVV 双弯插头电源线	1
	保险丝管	1
	用户手册	1
	装箱清单	1

3 注意事项

请您开箱后按下面步骤检查、核对包装箱内物品，并在使用前阅读“加电前的注意事项”，以便尽早发现问题，防止意外事故的发生。当发现问题时，请与我们联系，我们将根据情况尽快予以解决。

3.1 拆箱检查

◆ 将仪器从包装箱中取出，检查是否在运输过程中出现损坏。

◆ 对照装箱清单核实所有附件及文件是否随仪器配齐。

确认仪器的设备标志为：

1) 型号： AV1476A

2) 名称：“多制式射频信号源”

3) 生产年月及序号：_____年____月____日 _____

4) 制造厂商名称：中电科仪器仪表有限公司

5) 制造厂厂址：山东省青岛市黄岛经济开发区香江路98号

◆ 检查包装箱是否损坏。

如果包装箱或箱内的减振材料有所损坏，首先检查内容物是否完整，然后方可对信号源进行机械或电气性能测试。

检查包装箱内必备的附件和文件包括：电源线（1根），保险丝管（1个，在仪器后面板的电源保险丝盒内），《AV1476A 多制式射频信号源用户手册》（1本）、《AV1476A 多制式射频信号源技术说明书》（1本）、《AV1476A 多制式射频信号源维修说明书》（1本）、装箱清单（1份）。

若仪器在运输过程中出现损坏或附件不全，请通知我们，我们将按您的要求进行迅速的维修或调换。请保留运输材料以备将来装箱运输时使用。联系方式参见前言。

3.2 检查电源和保险丝

本信号源使用 220V、50Hz 交流电，表 1-2 列出了仪器能正常工作对电源的要求。

为防止或减小由于多台设备通过电源产生的相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰可能造成信号源的毁坏，最好用 220V 交流稳压电源为仪器供电。

可编程多制式信号源配置了三芯电源线，以符合国际安全标准。当本仪器通电开机前，必须确信仪器的保护地线已经可靠接地，即将电源线插头插入标准的三芯插座中，浮地或接地不良都可能导致仪器毁坏，甚至造成人身伤害。千万不要使用没有保护地的电源线。

表 1-2 工作电源变化范围

电源参数	适应范围
输出电压	220V $\pm$ 10% 单相交流
最大功耗	200W
工作频率	50Hz $\pm$ 5%



警告：接地不良或错误可能导致仪器损坏，甚至造成人身伤害。在打开本仪器电源之前，一定要确保地线与供电电源的地线良好接触。

使用有保护地的电源插座。不要用外部电缆、电源线和不具有接地保护的自耦变压器代替接地保护线。如果使用自耦变压器，一定要把公共端连接到电源接头的保护地上。

我们推荐使用直径 5mm，长 20mm，额定电流 3A，额定电压 250V 并且由 IEC 认可的保险丝。保险丝位于后面板电源插座上边的小盒子里，里面还安放一个备用保险丝，检查保险丝时，用螺丝刀的尖部将小盒轻轻撬出既可。小盒是附着在组件上的，不能取下。

内侧的保险丝是正在使用的，若保险丝出现问题，可随时换上备用件。

3.3 静电防护

静电对电子元器件存在极大的破坏性，所需防静电的工作必须在防静电工作台上完成。通常我们使用两种防静电措施。

1) 导电桌垫及手腕组合。

2) 导电地垫及脚腕组合。

以上二者同时使用可提供良好的防静电保障。若单独使用，只有前者能提供保障。为确保用户

安全，防静电部件必须提供至少 $1\text{M}\Omega$ 的对地隔离电阻。



警告：上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合！

正确应用防静电技术减少元器件的损坏：

- ◆ 第一次将同轴电缆与本仪器连接之前，将电缆的内外导体分别与地短暂接触。
- ◆ 工作人员在接触接头芯线或做任何装配之前，必须佩带防静电手腕。
- ◆ 保证所有仪器正确接地，防止静电形成。

本手册分为三篇：

第一篇介绍了 AV1476A 多制式射频信号源的使用说明。

第二篇介绍了 AV1476A 多制式射频信号源的技术说明。

第三篇介绍了 AV1476A 多制式射频信号源的维修说明。

我们衷心希望中电科仪器仪表有限公司能为您工作带来方便和快捷，为您创造更高的效益，竭诚欢迎您与我们联系。

第二章 仪器基本说明

第一节 仪器外观

本产品的最大外形尺寸为 410mm×585mm×230mm，属台式机箱。前后框架由高强度铝合金型材连接成坚固的箱体。箱体内部由风机强迫风冷。仪器外表面采用静电喷塑，内部采用高磁导率并经严格热处理的铁镍合金作电磁屏蔽材料，保证仪器良好的电磁兼容性。仪器外观如图 2-1 所示。



图 2-1 AV1476A 多制式射频信号源外观图

RF 输出接头

AV1476A 多制式射频信号源给用户提供的 N 型接头。

第二节 初次加电说明



警告：在将本产品与电源相连之前，请先验证电源电压是否正常，并正确安装合适的保险管。以上任何一项验证错误都有可能造成设备毁坏。



警告：将仪器放在机柜中工作时，必须保证仪器内外空气对流通畅。机柜内每产生 100 瓦特的热功率就要求环境温度（机柜外）比仪器工作的最高温度低 4 摄氏度。若机柜内总热功率超过 800 瓦特，则必须采取强制通风措施。

本产品在出厂之前已完成全部安装和配置工作，用户初次使用时只需将本产品与交流电源相连即可，无需其他安装操作，下面是开机及预热步骤：

- 1) 先把后面板的整机电源开关打开，再按前面板的【工作/待机】开关接通工作电源。
 - 2) 本产品将花约 1 分钟时间执行一系列自检、调整、数据装载和系统初始化。
 - 3) 保证本产品开机预热 10 分钟以上再使用，如要确保指标测试的准确性和稳定性则需保证本产品预热 30 分钟以上。10MHz 参考时基要求预热至少 5 分钟。
-



请注意：本手册中出现的所有以黑色实心括号“【**】”框住的说明均为按键，对应前面板上已标注了具体功能说明的各个功能键，按键功能的标注位置均在各按键上或按键左方。

所有以黑色空心括号“[**]”框住的均为软菜单按键，对应软菜单区显示的各种功能和显示屏中列举的各项参数。

请用户在阅读到这两种标注时注意区分。

第三节 前面板说明

本产品前面板为仪器测量操作的主要区域，包括【工作/待机】开关、高亮度彩色 LCD 屏、部分输入输出接口、所有的功能按键和各种提示标志等等。

前面板示意图如图 2-2 所示。

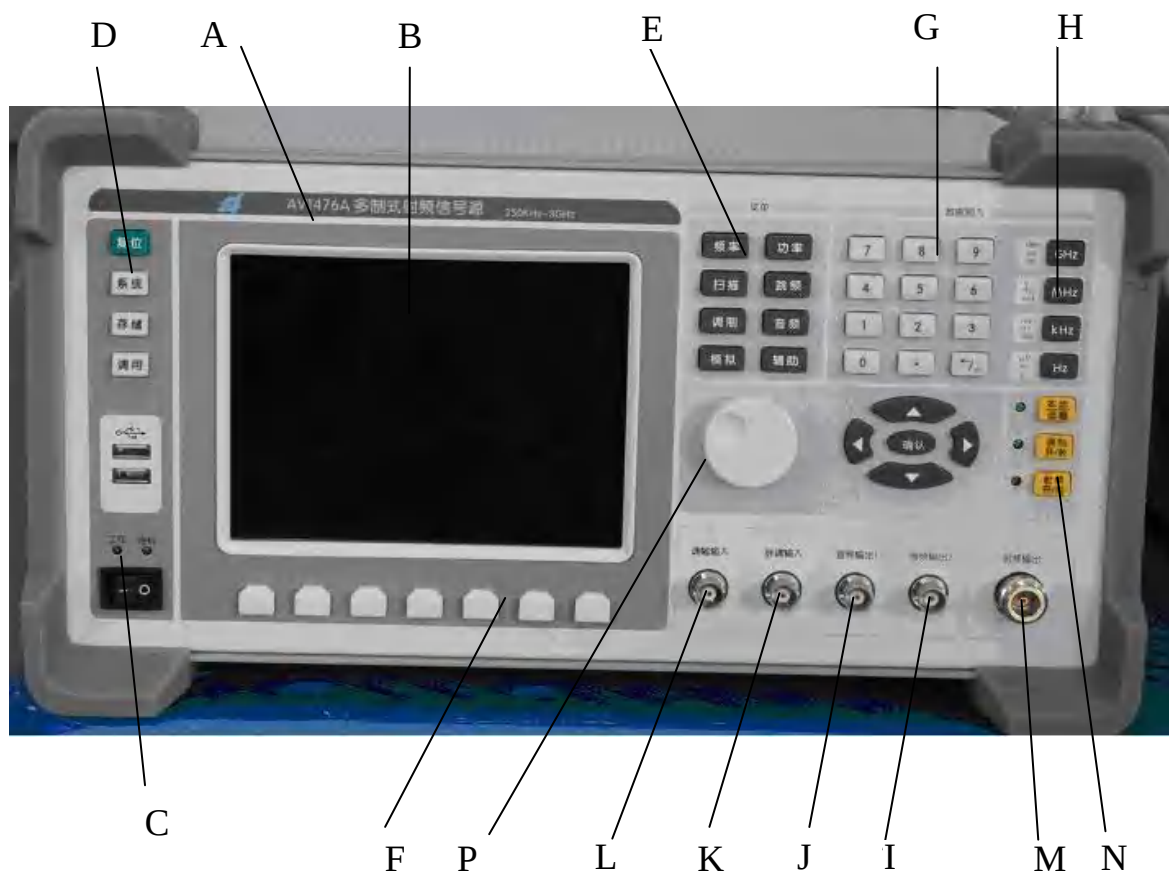
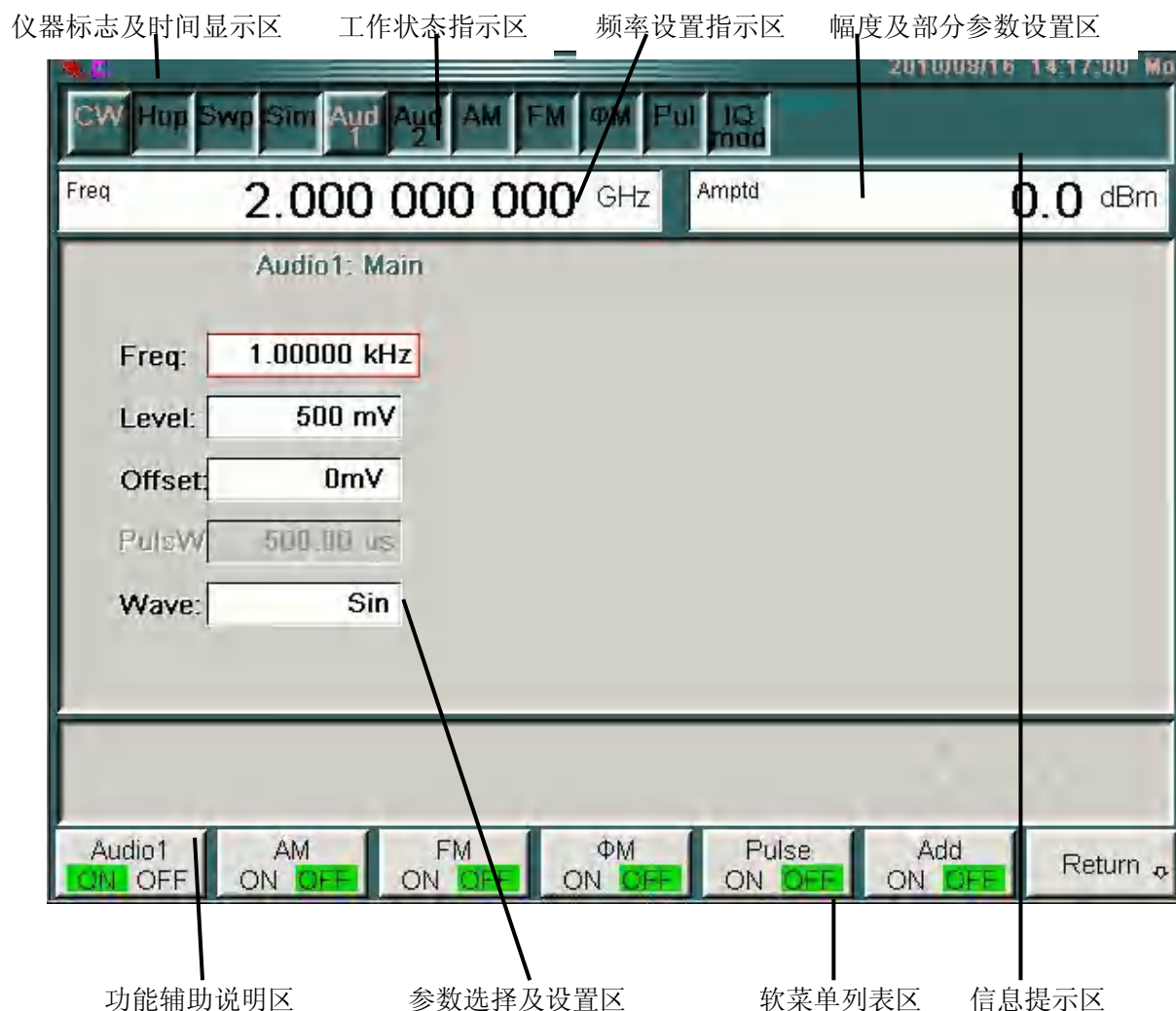


图 2-2 AV1476A 多制式射频信号源前面板示意图

前面板共分 15 个区域：

- A) **仪器名称区：**标注了仪器的型号、名称及输出信号的频率范围。
本仪器名称为“AV1476A 多制式射频信号源”

B) **显示区**：显示器为高亮度的彩色 LCD 屏，分辨率为 640×480，下面以一个典型界面来说明显示区内的各组成部分。

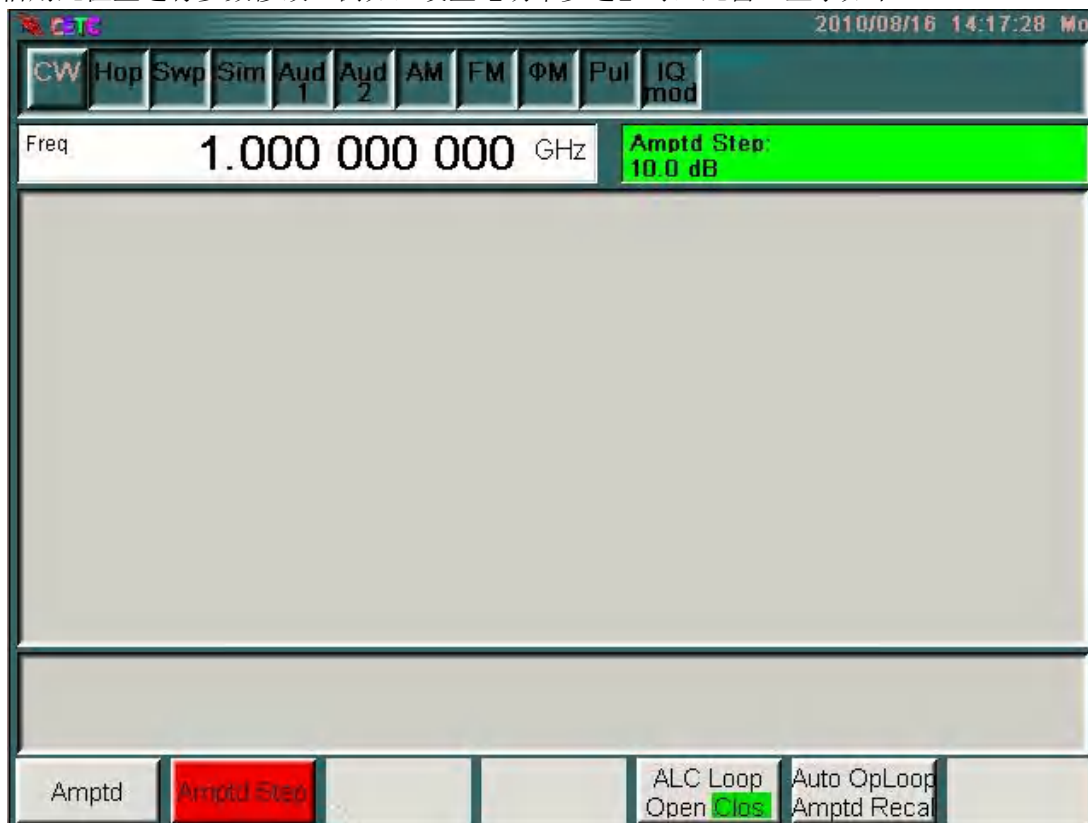


仪器标志及时间显示区：用来说明仪器的名称及当前所处的时间。

工作状态指示区：当仪器处于某种工作状态时，上方的一排功能指示方框中的对应框便会凸起，同时框内文字变为粉红色，用来说明仪器正处在相应工作状态。如上图显示，“点频”字样变黄表示此时仪器可以设置载波频率值。“调幅”和“调相”的标志变为黄色代表此时仪器正处于调幅和调相两种调制信号共同发生的状态。左边的“音频 1”和“音频 2”的方框变为黄色，其上附有红色的五角星标志“★”，表示此时两个内音频源都处于工作状态，且作为内调制源使用。（注意：如果没有“★”标志，表示音频源信号虽被使用，但正处于直接输出模式，输出接口对应前面板的“音频输出 1”和“音频输出 2”。）

频率设置指示区：显示当前仪器的载波频率值，此显示区也是部分功能的载波频率对话框。

功率及特殊参数设置区：通常情况下显示当前信号的功率值。但是还有部分功能的参数也需要借用此位置进行参数修改。例如，设置『功率步进』时，此窗口显示如下：

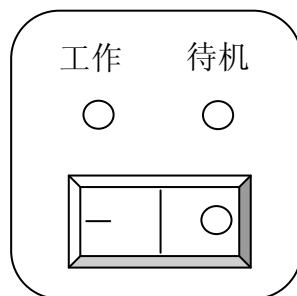


参数选择及设置区：此处一般会列举出大多数功能的参数。用户可在这里设置及修改参数值。

功能辅助说明区：用来辅助说明仪器的某一功能或某一工作状态。例如：当用户正在选择任意波时，此处会显示出任意波的波形；或者当仪器正处于数字步进扫描状态，此处会出现代表扫描进程的百分比状态条，且如果用户不终止扫描进程，此进度条的状态会循环出现。

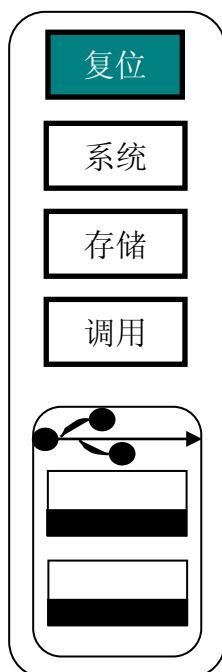
信息提示区：用来说明仪器处于何种状态，包括参考信息及连接端口等。例如：显示为“内参考”，表示仪器的 10MHz 参考信号为内部基准。当切换为外参考后，此信息提示区显示“外参考”。

C) 【工作/待机】开关及状态指示灯区：

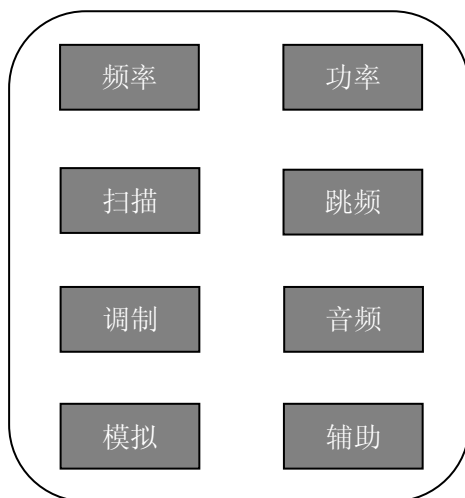


【工作/待机】开关用来开/关仪器。待机和工作指示灯表示了仪器是处于上电待机状态还是正常工作状态。当接好电源线，并打开后面板的总电源开关后，待机指示灯变为黄色高亮，表示此时仪器已通电，但没有工作，正处于待机模式。打开【工作/待机】开关后工作指示灯变为红色高亮，同时待机指示灯熄灭，表示此时仪器进入正常开机工作状态。

D) 控制键区：包括了对整机执行各种控制功能的操作键，包括：【复位】、【系统】、【存储】、【调用】和 2 个 USB 存储介质和控制介质接口。

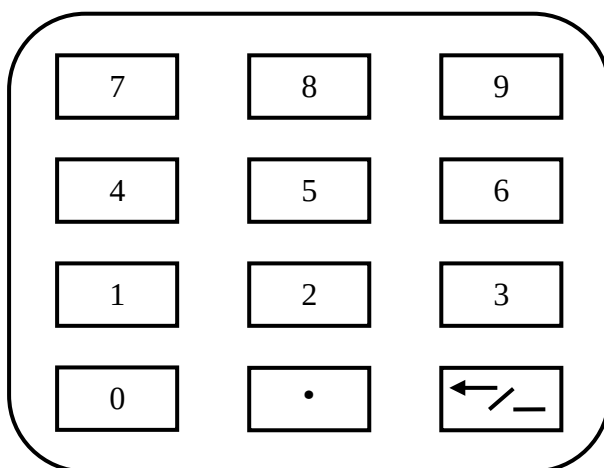


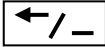
E) **功能键区**：包括了仪器所能发生的各种信号的功能键，共 8 个，分别是：**【频率】**、**【功率】**、**【扫描】**、**【跳频】**、**【调制】**、**【音频】**、**【模拟】**、**【辅助】**，每个键的具体功能会在下一节作详细介绍。



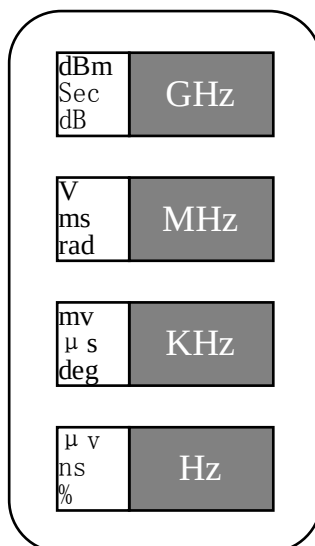
F) **软菜单功能键区**：7 个按键的功能并不固定，因而键上并未标注任何功能指示，具体功能取决于显示屏下方对应 7 个按键位置的标注。

G) **数字键区**：十进制数字的操作按键区。



数字键区的功能无特殊说明，需要注意的是右下角的  键，该键有两种功能，一是输入数值为正时，此键有后退消位的功能，每按一次都将消除最后输入的一位数；二是在输入负数值的时候，可以用来输入负号“—”。例如：当希望设置“—10dBm”的信号功率时，要先按此键置入负号“—”，再输入数值“10”，最后按**【确认】**键。不能在输入数据“10”后再用此键输入负号“—”，因为此时按键已恢复为移位功能。

H) 单位键区：各种信号参数的单位设置键区。



单位键区共有 4 个按键，但每个单位键均可设置 4 种单位，除了已经印在键上的频率单位外，还包括印在紧贴按键左方的 3 个单位。



请注意：单位键除了有设置单位的用处外，还可以在部分无量纲参数设置完后来执行确认功能。比如系统的颜色和时间设置。当设置完某项参数后，必须按单位键才能将修改结果保存下来。此时 4 个按键的功能相同。如果此时用户在更改了参数后按下的是【确认】键，那么仪器退回原参数对话框，刚刚被更改的参数值不能保存，仍为设置前状态。

I) 音频输出 2 BNC 阴头接口：



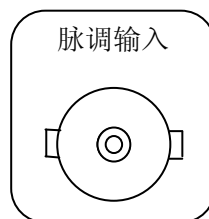
音频源 2 输出接头。

J) 音频输出 1 BNC 阴头接口：



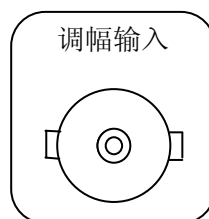
音频源 1 输出接头。

K) 脉调输入 BNC 阴头接口:



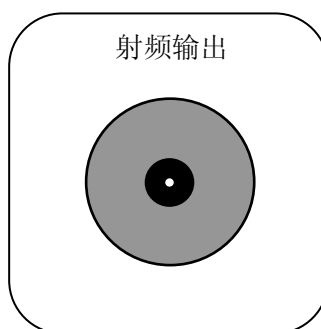
脉调信号输入接头。

L) 调幅输入 BNC 阴头接口:



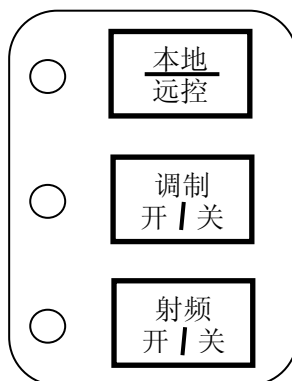
调幅信号输入接头。

M) 射频输出接口:



AV1476A 多制式射频信号源的信号输出接头为 N 型接头。

N) 输出控制键区:

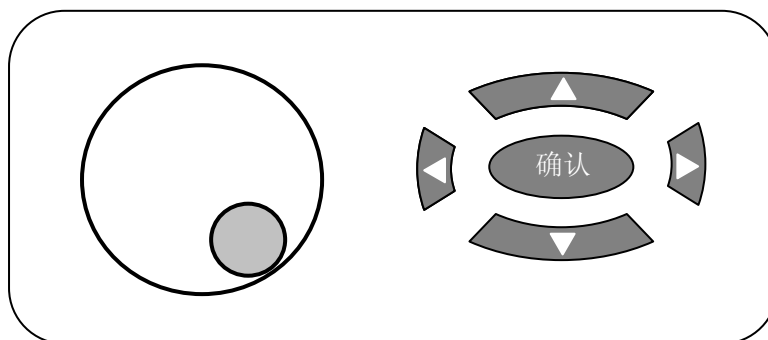


【本地/远控】: 切换本地控制方式与 GPIB 远程控制方式。按键左方指示灯为高亮绿色时表示仪器处于远程 GPIB 控制状态；指示灯熄灭表示仪器处于本地操作状态。

【调制 开/关】: 打开和关闭最近一次射频信号的调制方式。按键左方指示灯为高亮绿色时表示仪器的输出信号处于被调制状态；指示灯熄灭表示关闭调制信号。

【射频 开/关】: 开启和关闭标准 RF 信号的输出。按键左方指示灯为高亮绿色时表示仪器信号处于输出状态；指示灯熄灭表示没有 RF 信号输出。

P) 数据增减及操作确认键区:



左方的圆盘形旋钮为 RPG 旋转脉冲发生器，顺时针旋转使数据增大，逆时针旋转使数据减小。在某些界面，用户也可用此转轮选择不同的参数类型。

右方为方向键和操作确认键。方向键和【确认】键是参数选择、数据修改的重要按键。当进行参数选择时，可以通过【▲】、【▼】选中希望更改数值的各项参数，然后用【确认】键进入参数对话框；当处于参数修改状态时，【◀】、【▶】键可以选择需要修改参数的数位，【▲】、【▼】键可以对相应数位的值进行“+1”与“-1”操作。



请注意：当仪器的参数选择框为红色时，可选择参数种类，此时方向键用来更改参数项。为绿色时，表示正处于参数对话状态，方向键可以用来辅助修改参数。两种状态通过【确认】键进行切换。这可能是用户需要经常使用的功能！

第四节 后面板说明

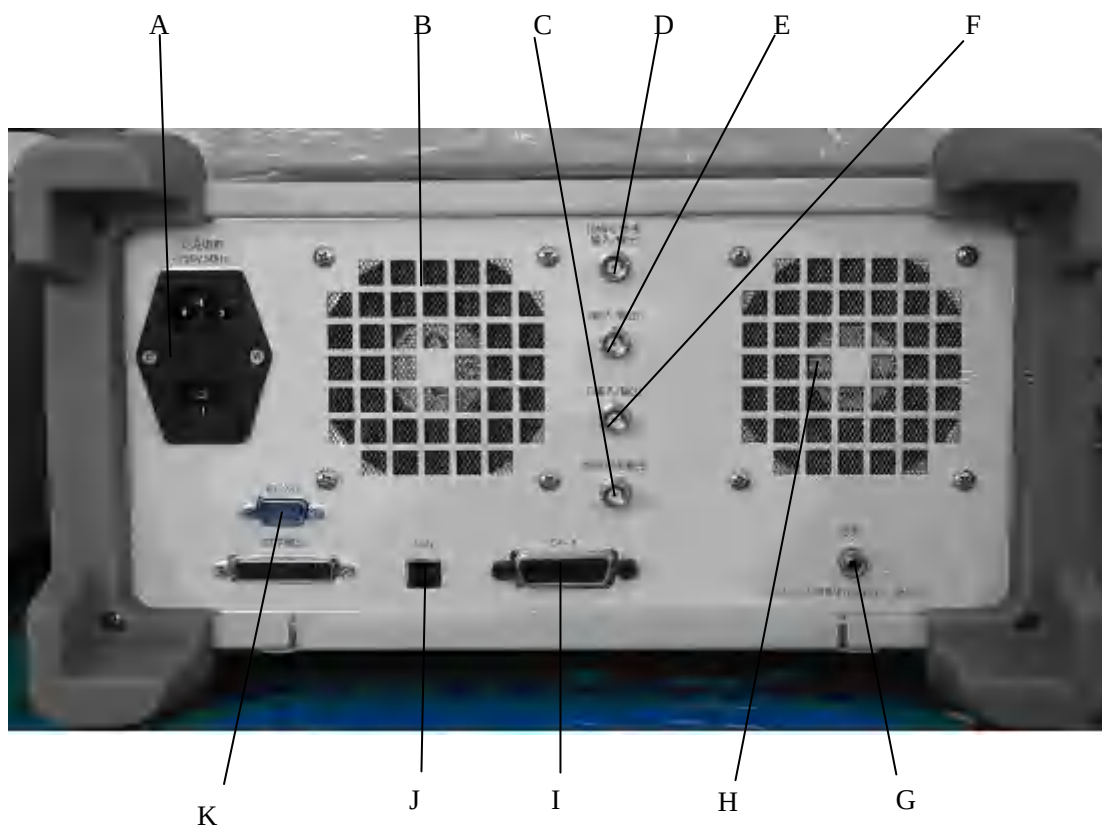


图 2-3 AV1476A 多制式射频信号源后面板示意图

后面板如图 2-3 所示，主要是电源及各种信号线及控制线的接口，共计 11 个部分：

- A) 电源输入滤波器及开关：要求 220V、50Hz 交流电输入。接好电源线后，打开此开关，仪器进入上电待机状态，前面板的待机指示灯变亮，同时 10MHz 参考时基预热和部分电路加电。打开前面板的【工作/待机】开关后，仪器进入正常开机工作状态。
- B) 通风口 1：安装于后面板的通风口，负责整机的散热工作。
- C) 跳频同步信号输入 BNC 阴头接口，50 Ω 阻抗连接器。
- D) 10MHz 输入/输出 BNC 阴头接口，50 Ω 阻抗连接器。输出 10MHz 参考时基的功率为 +8dBm；输入 10MHz 参考时基的功率要求为 0dBm ~ +10dBm。
- E) I 路输入/输出 BNC 阴头接口，50 Ω 阻抗连接器。
- F) Q 路输入/输出 BNC 阴头接口，50 Ω 阻抗连接器。
- G) 整机接地孔。
- H) 通风口 2：安装于后面板的通风口，负责电源的散热工作。
- I) GPIB 总线接口。
- J) LAN 接口。
- K) RS-232 接口。



请注意：当仪器正确连接了 LAN 或 GPIB 等电缆时，显示屏下方的信息提示区会自动显示“LAN”、“GPIB”等绿色字样，表明此时仪器处于 LAN 或 GPIB 通信状态。设置好 GPIB 地址后仪器便可工作于远程操作模式，如果仍想使用本地操作的话，可以用【本地/远程】键进行返回。指示灯为绿色高亮表示仪器处于远程控制方式，指示灯熄灭表示为本地操作。

第五节 功能菜单说明

AV1476A 多制式射频信号源拥有非常复杂的功能体系。为了便于用户的查找与索引，本节会对仪器前面板的所有控制键、功能键及各种参数对话框进行详细列举和说明，下面先从控制键区开始。

1 控制键区

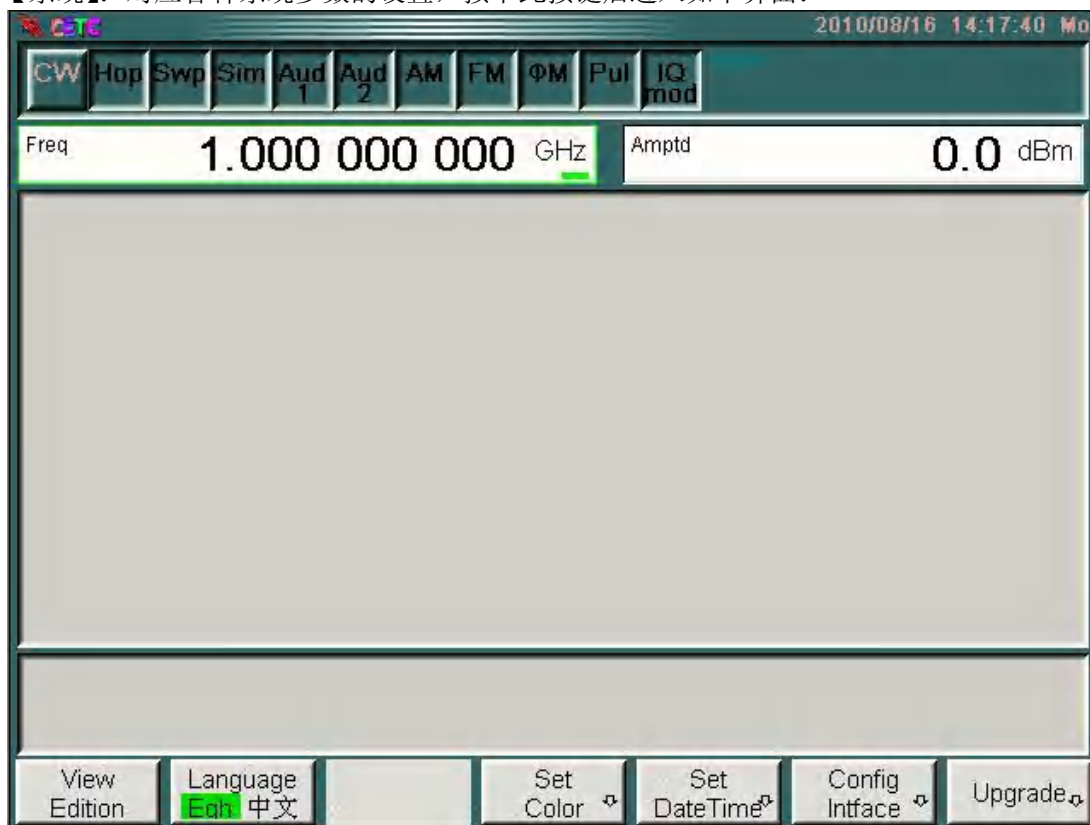
【复位】：完成整机的系统复位。按下此键后，系统软件将把仪器自动恢复为刚启动完成时的状态，此时仪器为频率设置界面，各种调制及信号模拟均不发生，射频输出为关闭状态。



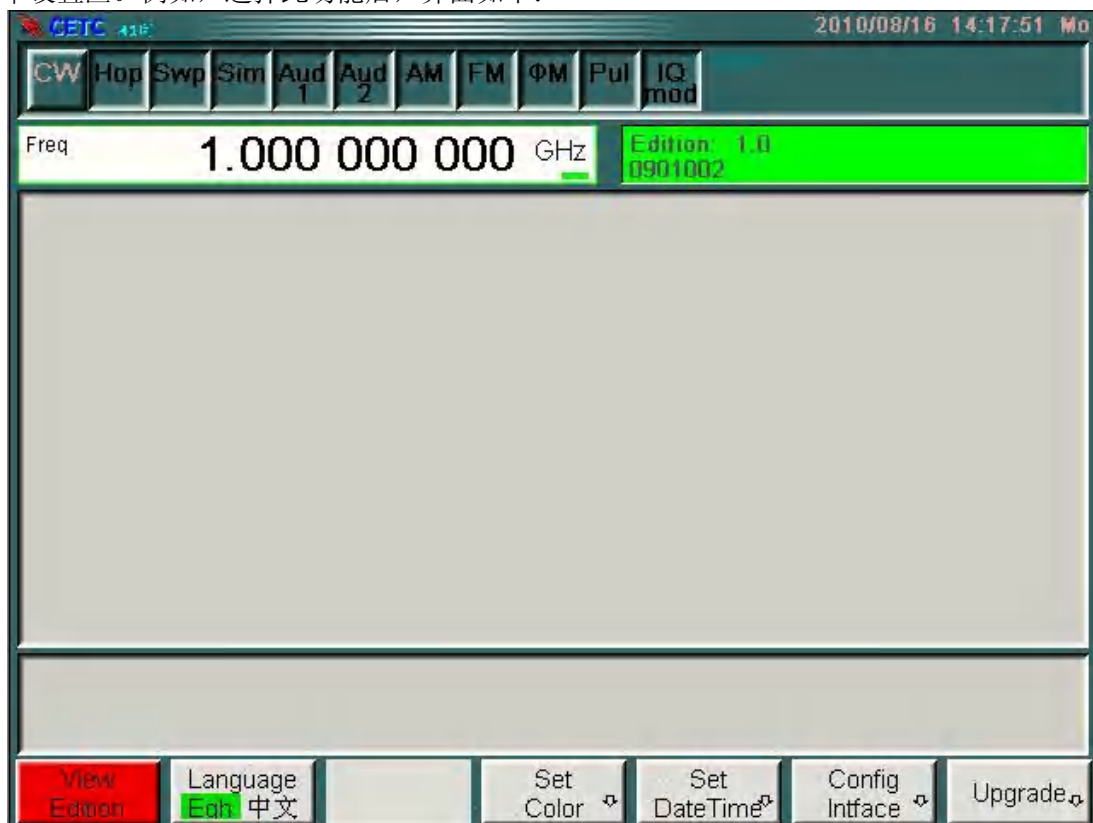
请注意：当仪器处于某种等待确认状态（例如正处于弹出的各种操作确认与取消的对话框时），【复位】键无效，仪器的复位功能不可用。

其实，当仪器处于以上两种状态时，各项功能均被禁止，在状态结束前，用户无法进行其他操作。

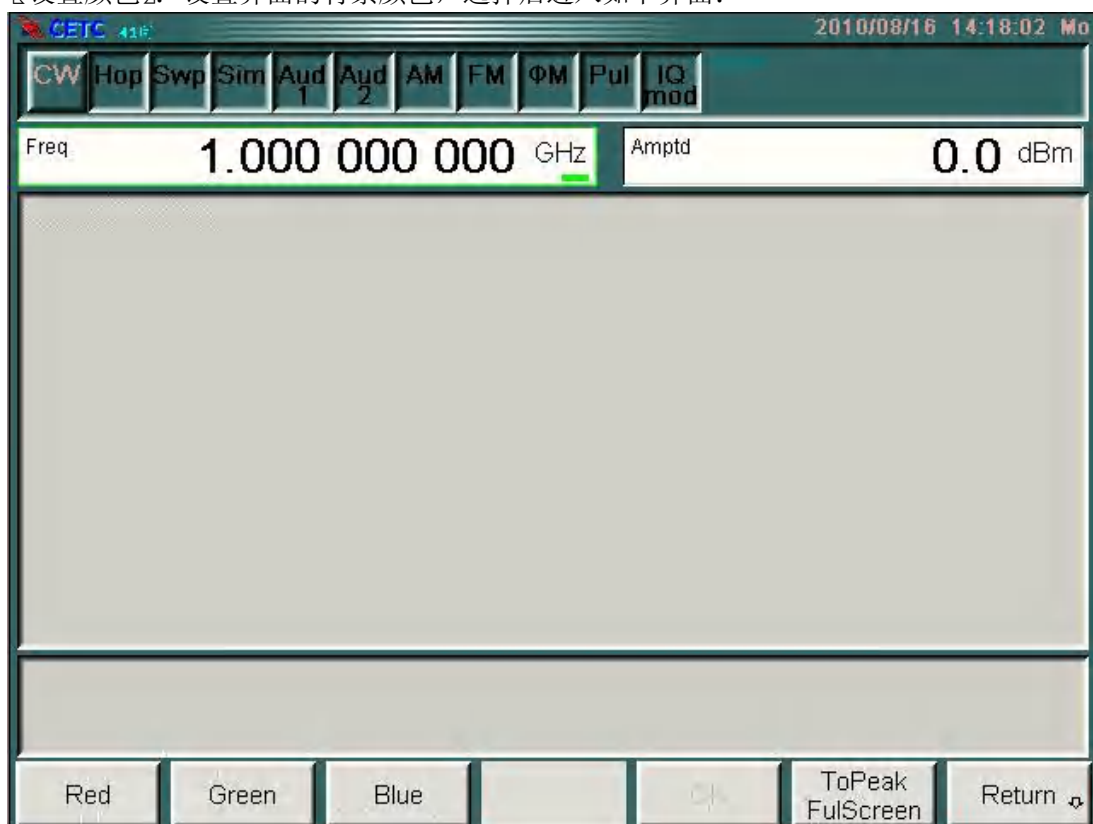
【系统】：对应各种系统参数的设置，按下此按键后进入如下界面：



【查看当前版本】：用来查看当前仪器工作软件的版本号和当前仪器的序列号，显示位置对应功率设置区。例如，选择此功能后，界面如下：

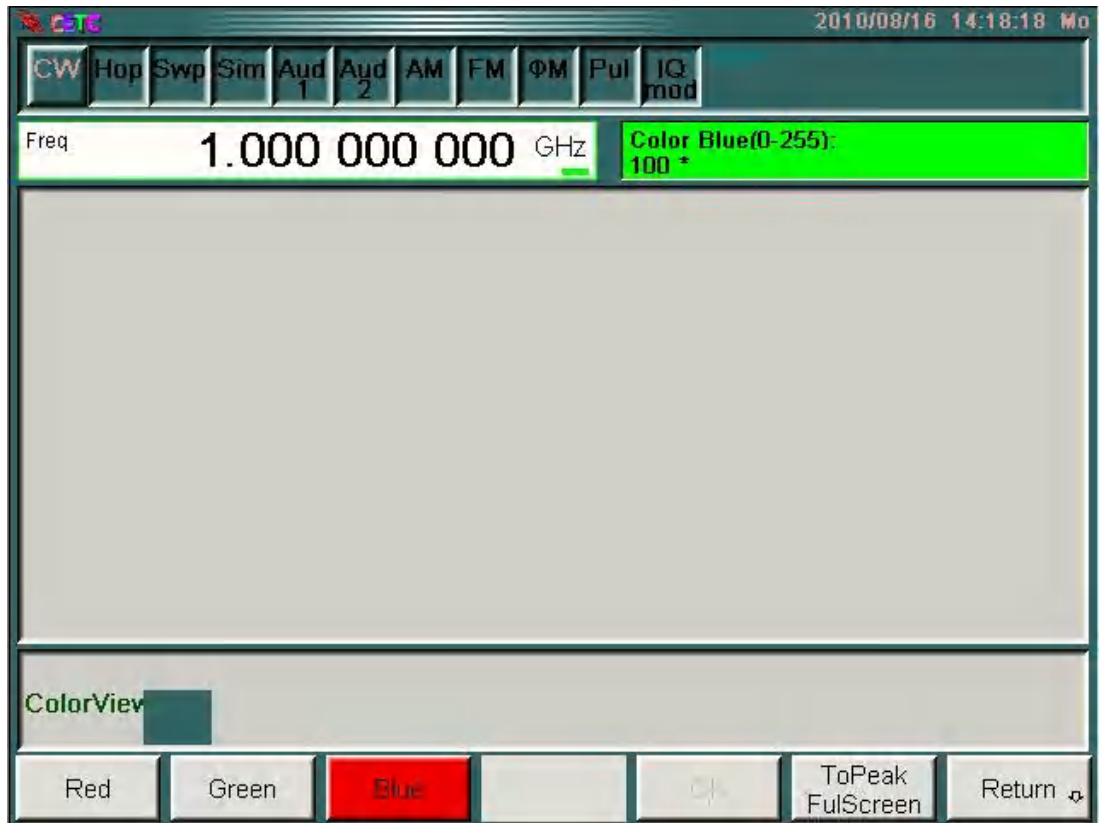


【设置颜色】：设置界面的背景颜色，选择后进入如下界面：

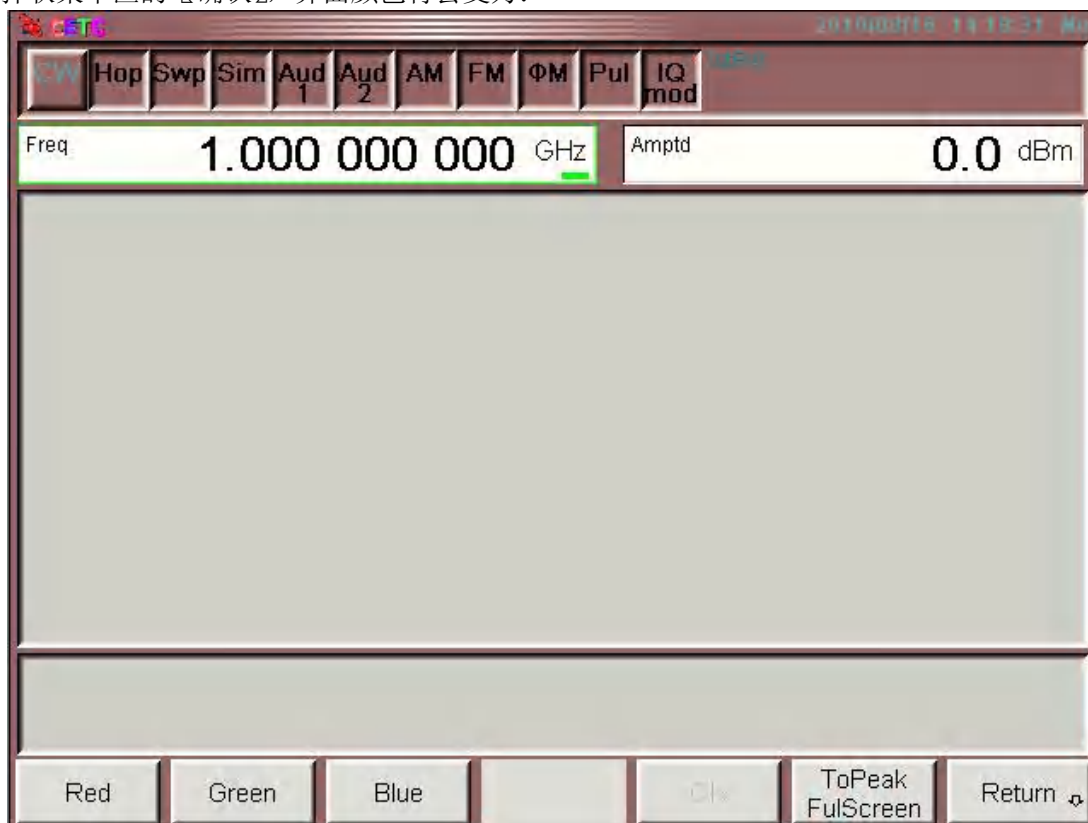


界面颜色为红、绿、蓝三种颜色的综合色，每种颜色按深浅划分为 256 段，用数字 0~255 表示，数字越小表示颜色越浅。用户可根据自己的喜好进行搭配。每修改完一种颜色的数值后，要按单位键（例如【Hz】键）保存修改结果，随后显示屏左下方的功能辅助提示区会以色块方式显示出当前颜色的组合效果，如果用户不满意可以再改，觉得合适时，选择软菜单的【确认】功能应用此效果。

例如，现在界面中红色值为 50，绿色 100，蓝色 100，效果如下：



现通过数字键区将红色更改为 150，绿色、蓝色值不变，按【Hz】键确认更改，再选择软菜单区的【确认】，界面颜色将会变为：



被应用的效果将成为默认值，关机后仍然可以保留下来，直到用户再次更改。

【界面显示至顶全屏】：此功能是用来将仪器的显示界面置为全屏范围的，通常情况下用户不需要此项功能。因为本仪器采用的是 WINDOWS CE 操作系统，当接入 USB 键盘等设备对仪器的系统进行操作时，可能会使 WINDOWS CE 主界面最下方的快捷方式一栏出现，这时显示屏最下方的信息提示区不可见，选择此功能可以让下方的快捷方式栏消失，使显示区恢复到完整状态。

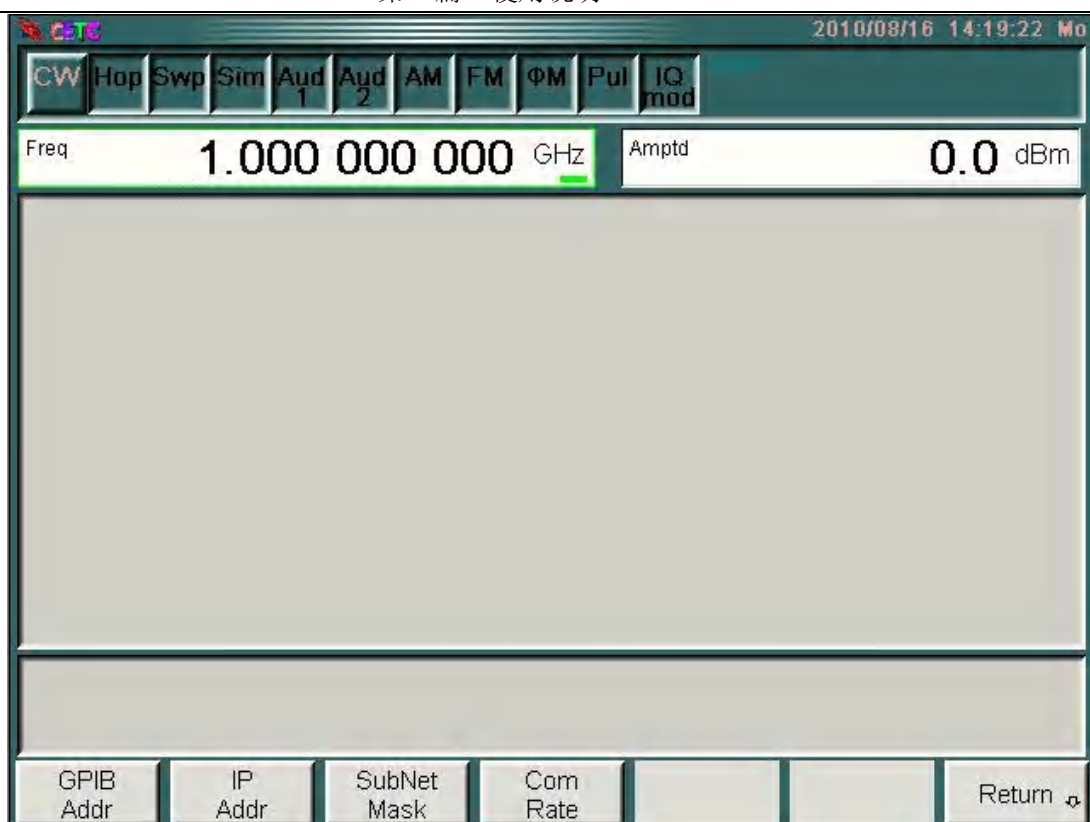
【设置日期时间】：设置系统时间，选择后进入如下界面：

The screenshot shows the CETC device interface. At the top, the status bar displays '2010/08/16 14:18:45 Mo'. Below this, there is a row of mode buttons: CW, Hop, Swp, Sim, Aud 1, Aud 2, AM, FM, PM, Pul, and IQ mod. The main display area shows 'Freq 1.000 000 000 GHz' and 'Amptd 0.0 dBm'. At the bottom, there is a row of buttons: Year, Month, Day, Hour, Minute, and Return.

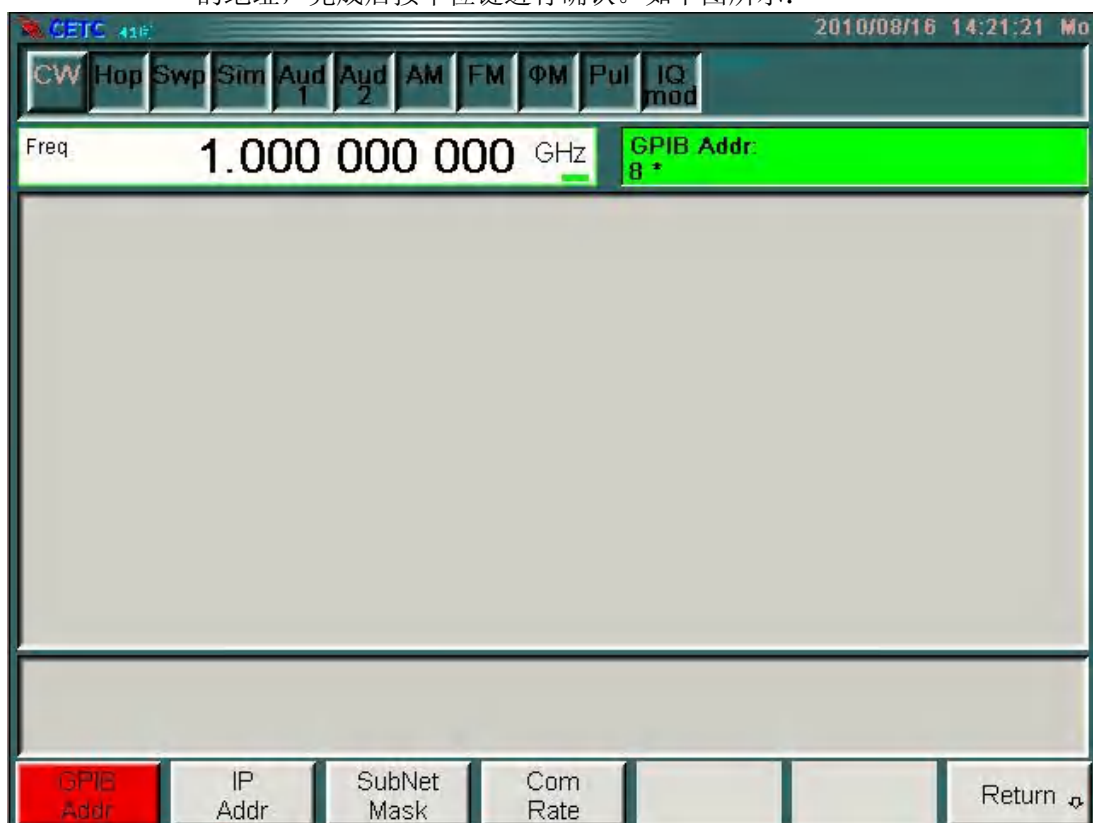
设置年、月、日、时、分的方法与功率的设置方法类似，设置位置对应功率设置对话框，只不过每一项的输入值只能是整数，且必须在正常范围内。如果输入不正确，系统将提示错误或者将多余的小数部分自动舍去。例如输入【月】的数值为 14.5，参数区将显示：

The screenshot shows the CETC device interface with an error message. The top status bar displays '2010/08/16 14:18:57 Mo'. Below this, there is a row of mode buttons: CW, Hop, Swp, Sim, Aud 1, Aud 2, AM, FM, PM, Pul, and IQ mod. The main display area shows 'Freq 1.000 000 000 GHz' and a red error message 'Date: 输入不匹配!'. At the bottom, there is a row of buttons: Year, Month, Day, Hour, Minute, and Return. The 'Month' button is highlighted in red.

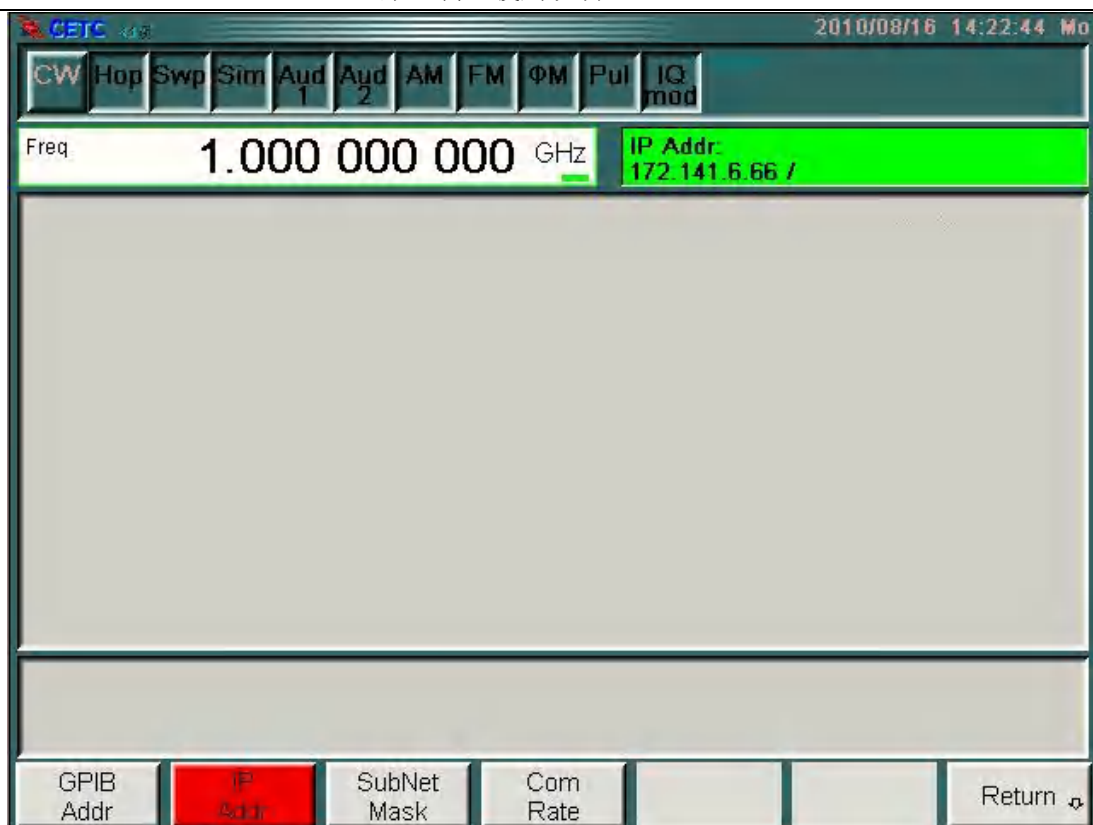
【配置接口】：设置仪器的通讯地址。选择此功能后进入如下界面：



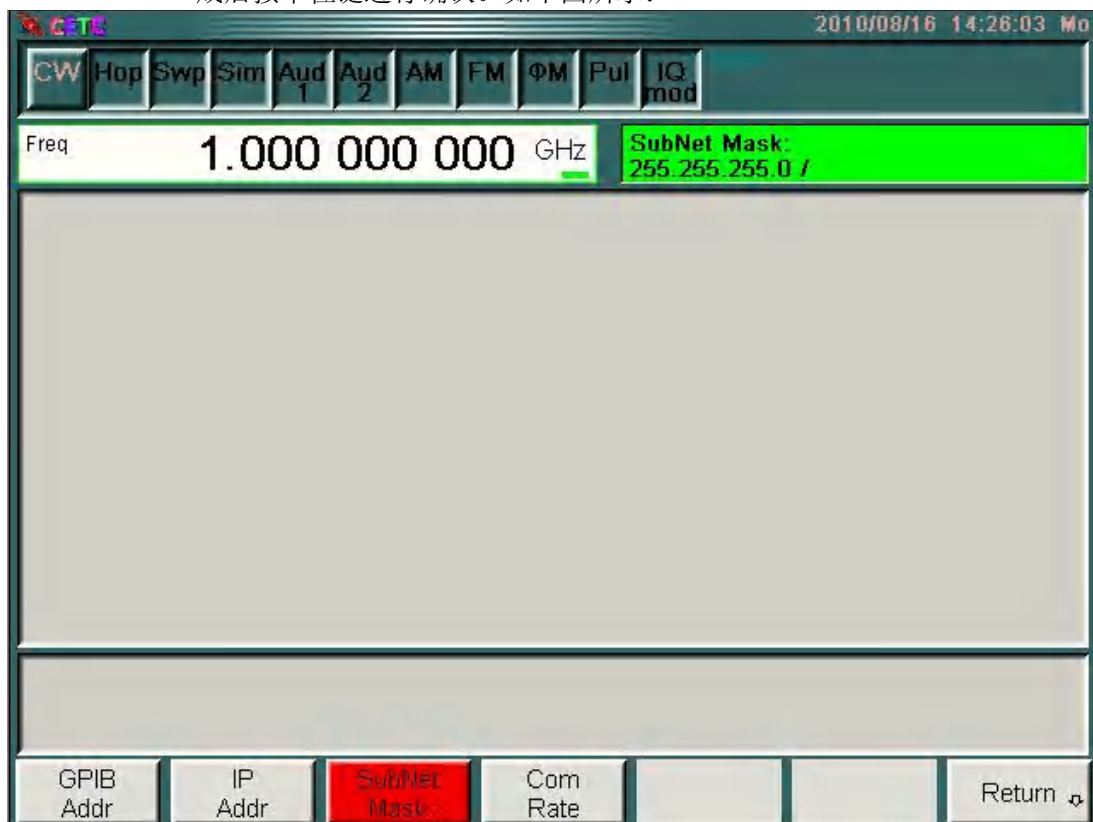
[[GPIB 地址]]: 设置仪器的 GPIB 通讯地址。选择此功能后, 可在功率设置端口输入 GPIB 的地址, 完成后按单位键进行确认。如下图所示:



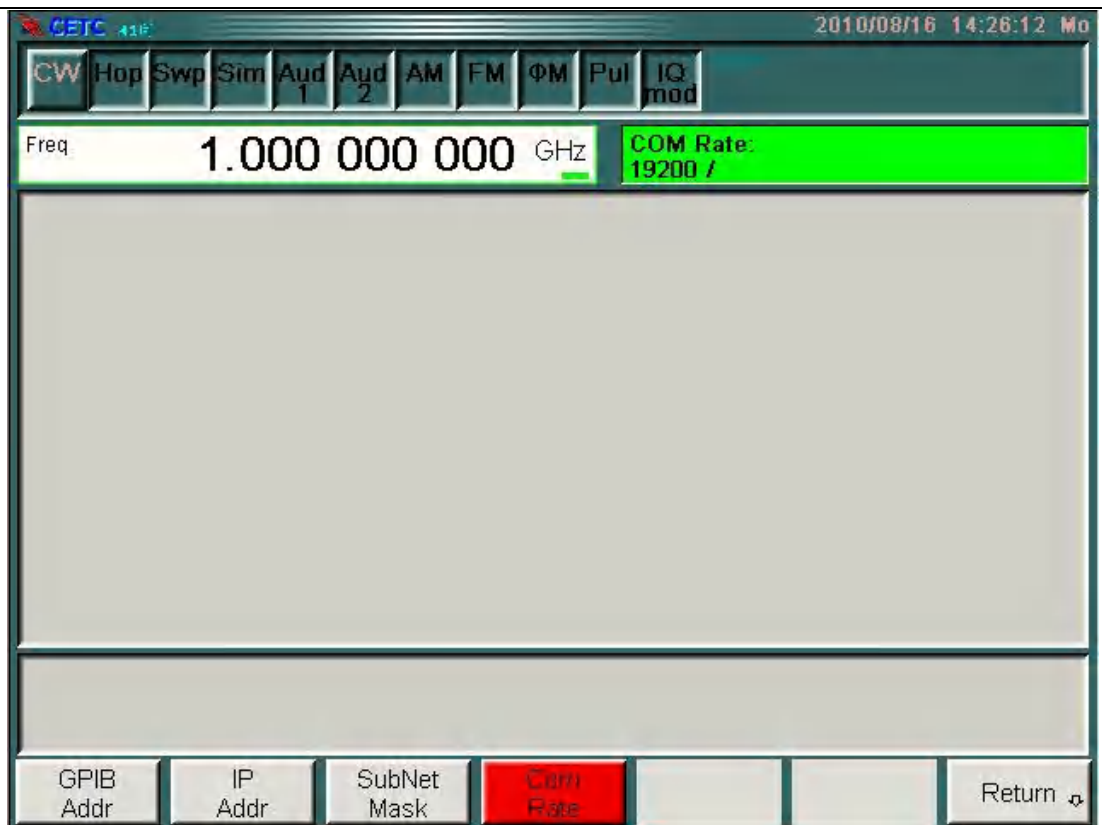
[[IP 地址]]: 设置仪器的 IP 通讯地址。选择此功能后, 可在功率设置端口输入地址, 完成后按单位键进行确认。如下图所示:



【子网掩码】：设置仪器的子网掩码。选择此功能后，可在功率设置端口输入子网掩码，完成后按单位键进行确认。如下图所示：

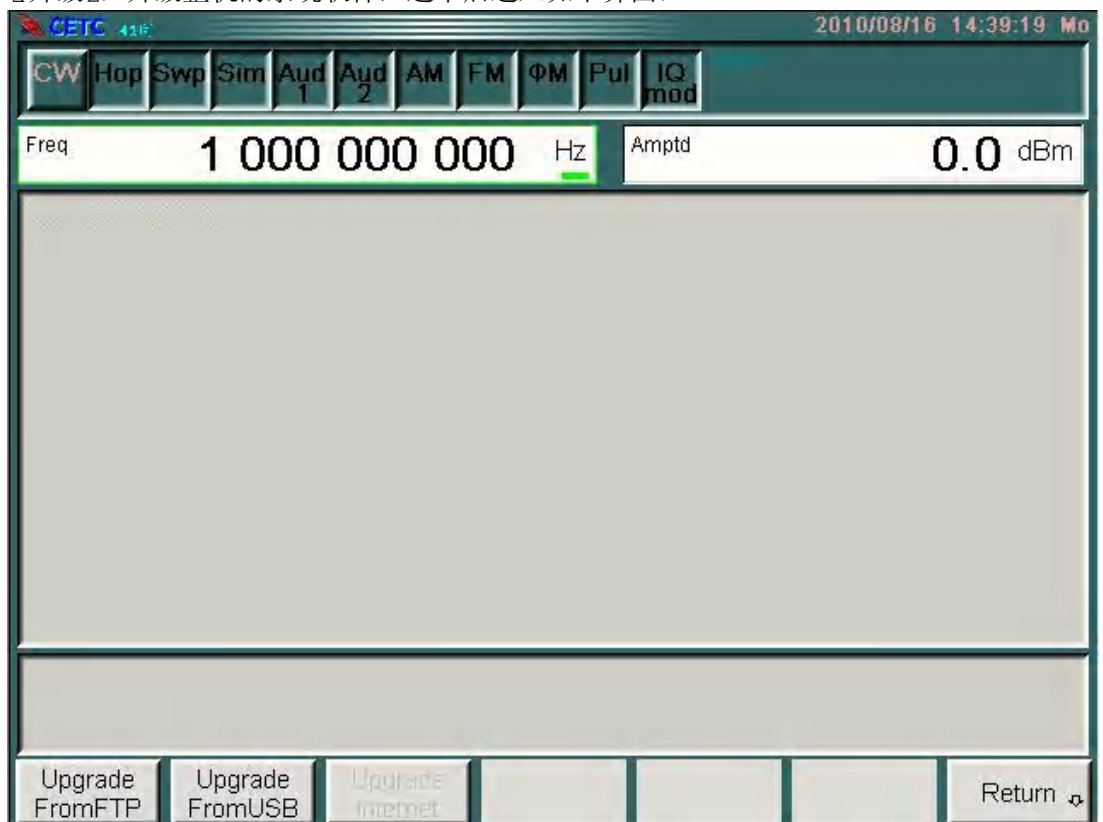


【串口比特率】：设置仪器串口的数据传输速率。选择此功能后，可在功率设置端口输入串口速率值，完成后按单位键进行确认。如下图所示：



【返回】：回到上一级菜单。

【升级】：升级整机的系统软件，选中后进入如下界面：



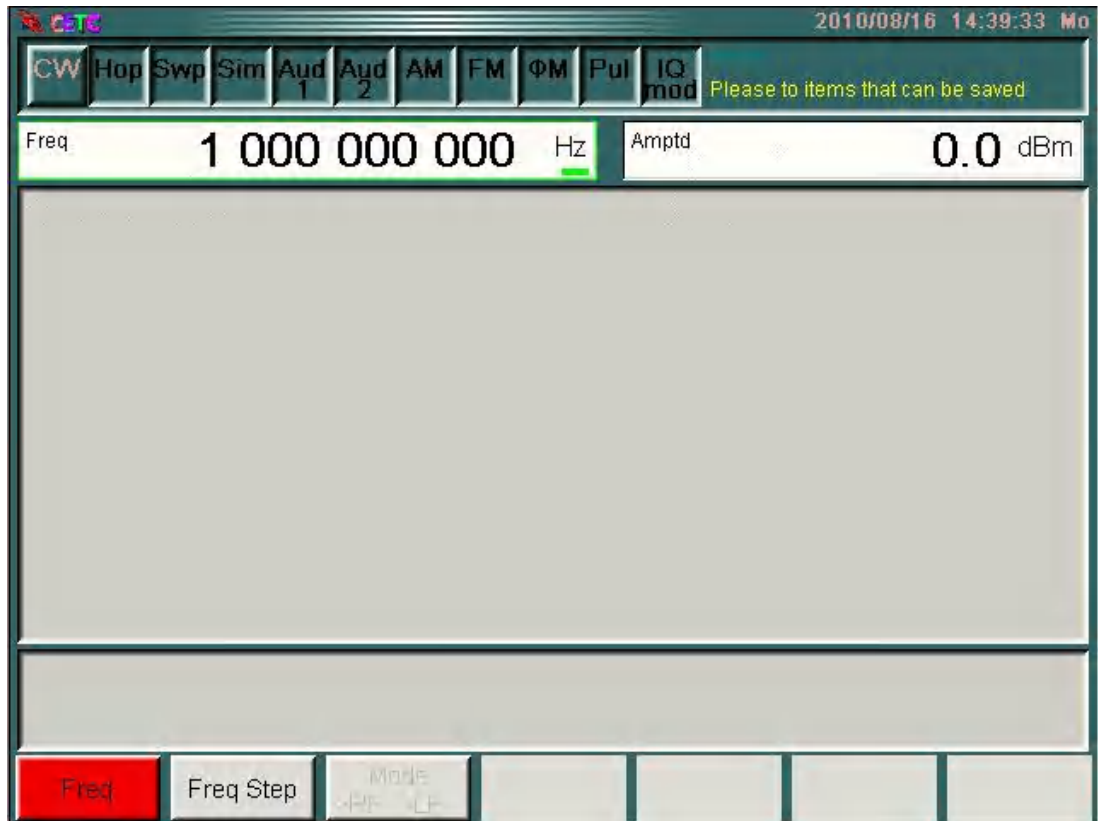
【从 FTP 升级】：此功能通过软件复制的方式进行升级。需要用网线将仪器与 PC 机连接起来，通过浏览器进入 FTP，将升级文件复制到 FTP 下，然后再选择此功能进行升级。

【从 USB 升级】：此功能通过自动调用升级文件进行升级。只要将具有升级文件的 USB 盘先插入仪器前面板的 USB 端口，待屏幕右上方的信息提示区出现绿色的

“USB”字样后，选择此功能，仪器就会执行升级。

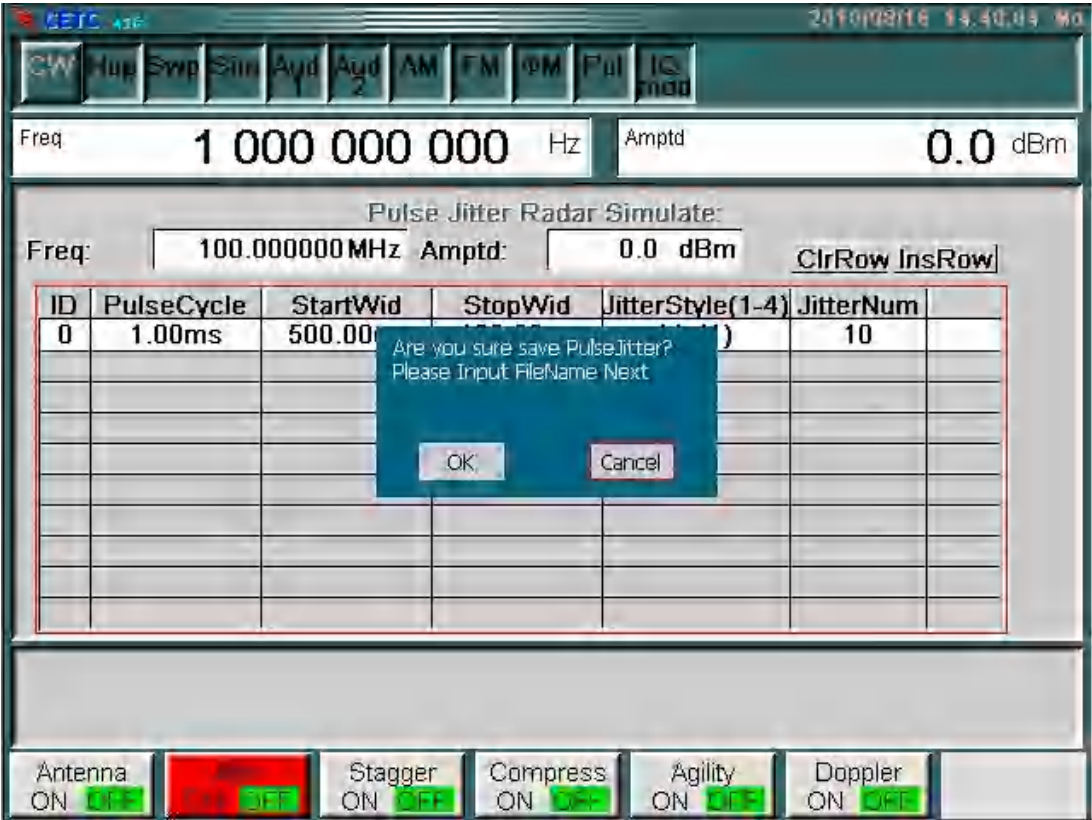
【返回】：回到上一级菜单。

【存储】：存储跳频及模拟信号参数，（注意：此键仅对【跳频】、【模拟】两种功能有效。）当处于其它功能项时，按下此键则进入如下界面：

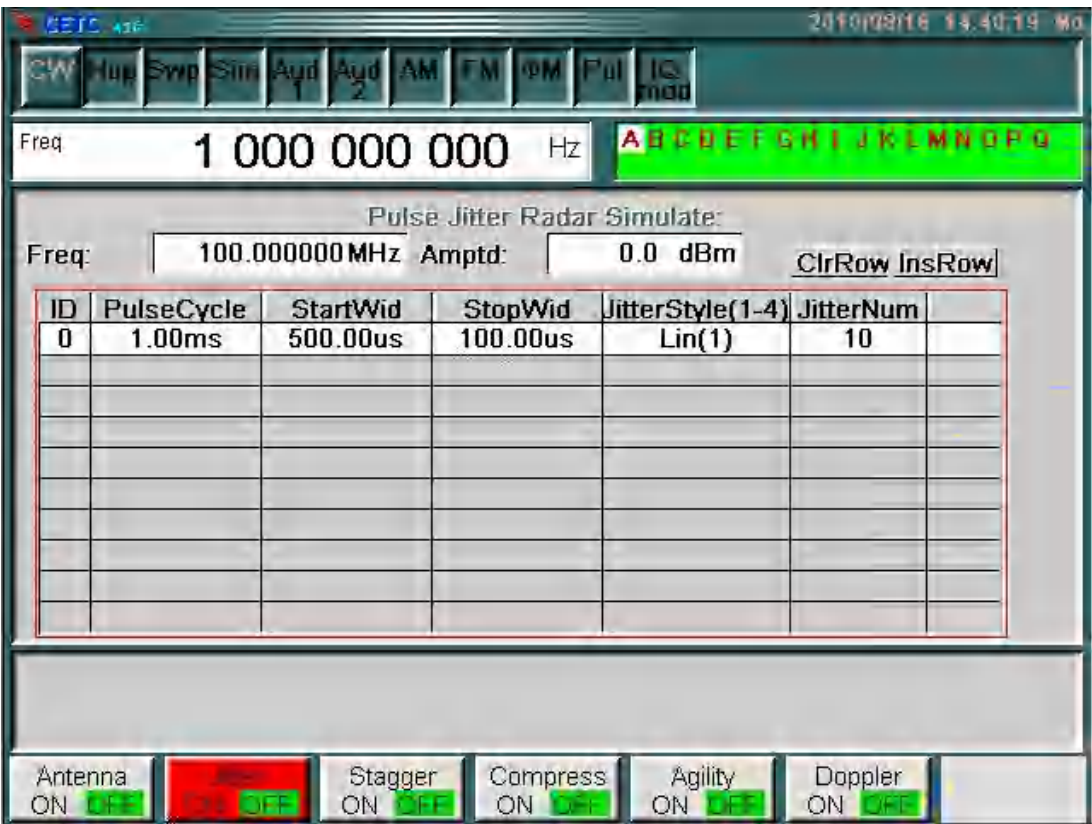


屏幕右上方的信息提示区会提示“请切换到可以存储的项”，表示此项功能的参数无法存储。

例如，现在我们进入雷达信号中的“脉冲抖动”，再按此键，则仪器弹出对话框“确定存储脉冲抖动吗？空文件名存储为下次开机状态，非空文件名存储至调用列表”，界面如下：

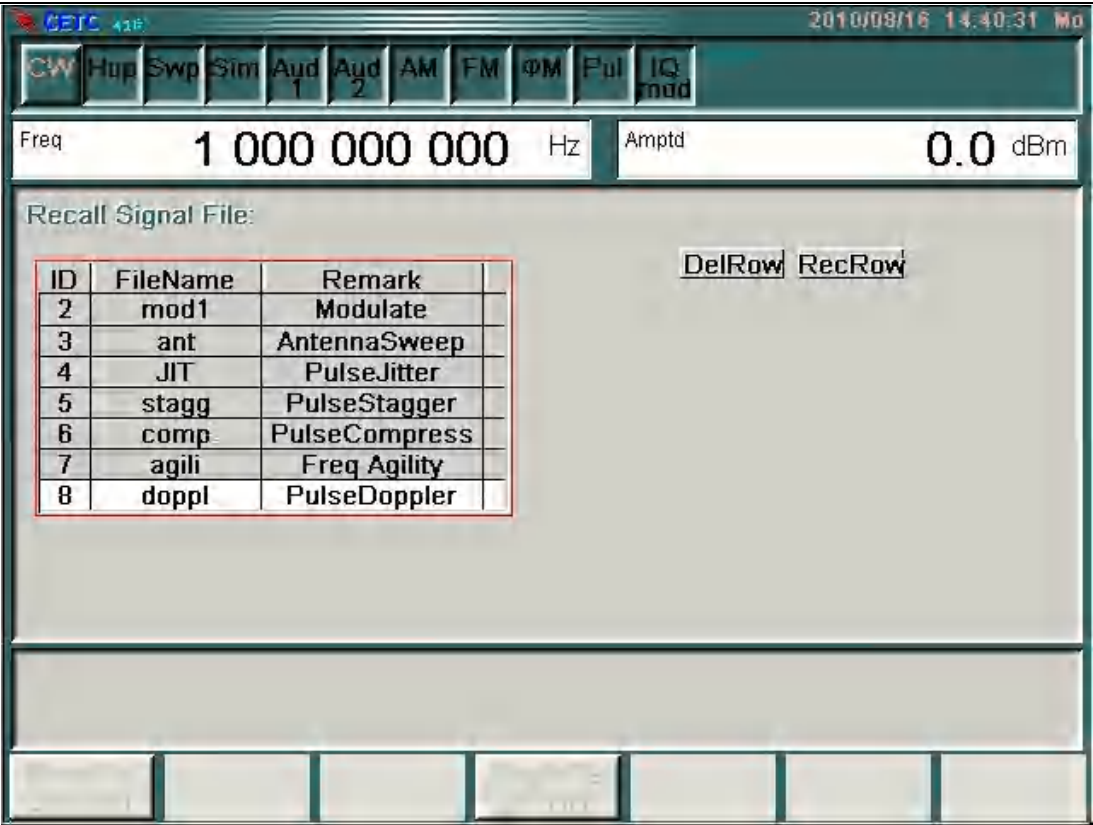


用方向键选择“确定”后，按【确认】键，进入文件名输入界面，如下：



功率参数设置区会给出 26 个大、小写英文字母及数字等，供用户选择。用户可以通过【◀】、【▶】方向键（或 RPG 旋转脉冲发生器）进行选择，用【▼】方向键进行输入，文件名输好后按单位键的任何一个即可完成文件的存储。

【调用】：加载已保存的各种扫描、跳频、调制、模拟信号文件，按下此键后进入如下界面：



显示屏左方为已保存的跳频文件列表。第 1 项“ID”标注了存储文件的序列号；第 2 项“信号文件名称”显示了用户已存储的文件名；第 3 项“备注”指明了存储文件的功能类型。

【删除行】：删除列表中被选中的一个跳频文件行。

【调用行】：调用列表中被选中的一个跳频文件行。

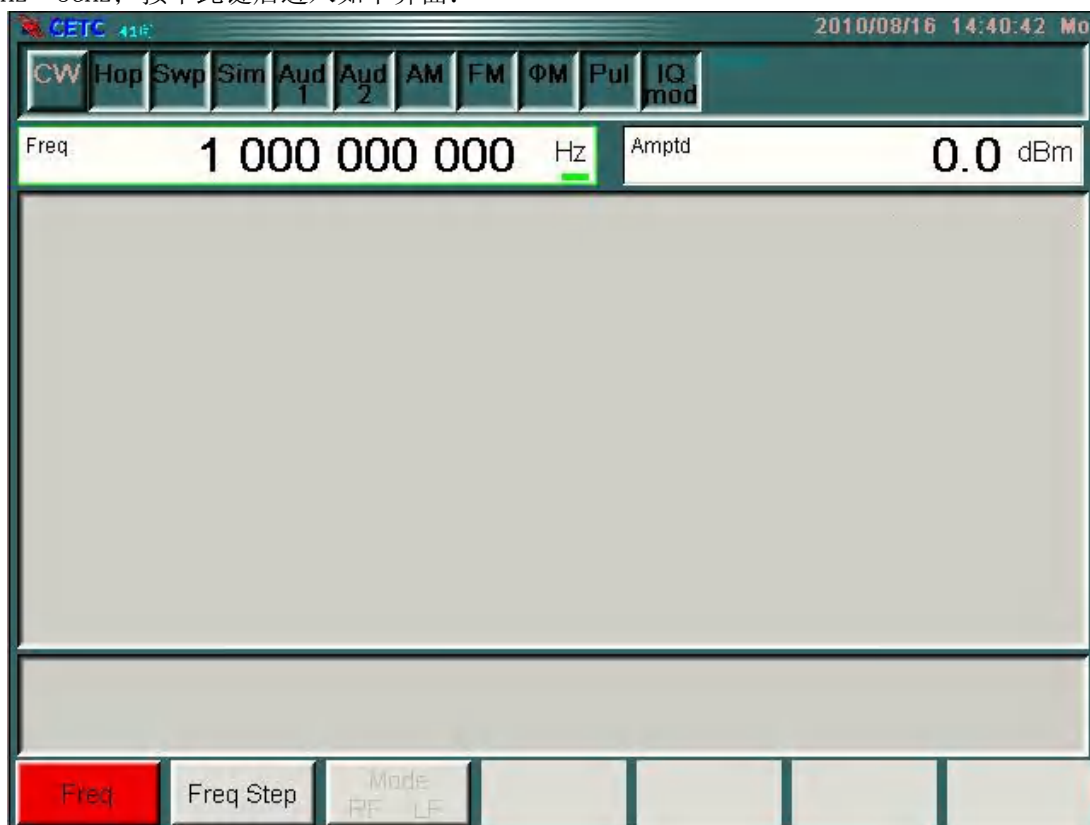
用户在执行以上两个功能操作时，需先用方向键选中调用信号文件列表，按【确认】键进入文件选择，用【▲】、【▼】键选中文件后，再次按【确认】键退出选择，选中【删除行】、【调用行】功能后，按【确认】键调用文件。

【 GPIB 地址】：设置 GPIB 通讯地址。选择此功能后即可在相应的对话框中输入本机的 GPIB 地址，正确连接后仪器显示屏下方的信息提示区会显示出绿色的“GPIB”字样，表示仪器正处于 GPIB 连接状态，此时仪器可通过 GPIB 口进行通信。

【返回】：回到上一级菜单。

2 功能键区

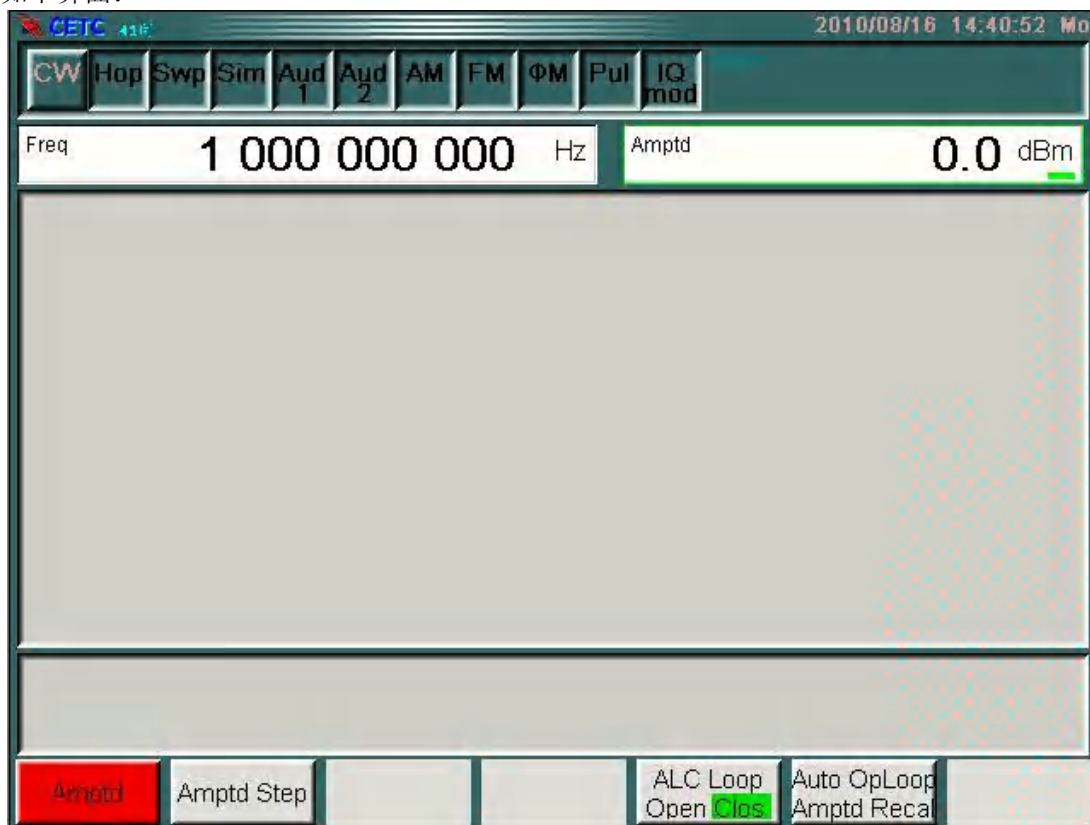
【频率】：设置信号源的中心频率。AV1476A 多制式射频信号源，可设置的频率范围是250KHz~3GHz；按下此键后进入如下界面：



【频率】：设置频率值，用户可以通过数字键及单位键来直接设置频率值，而用【◀】、【▶】、【▲】、【▼】键可以分别对频率值的任何一位进行“+1”、“-1”操作。事实上当仪器刚刚启动完成或者用复位键复位后，仪器正处于频率设置状态，此时用户想设置频率值的话无需再按此键。

【频率步进】：设置频率步进值。设置范围为1Hz~1GHz。设置方法是先选择【频率步进】，然后在功率设置窗口修改频率步进值。仪器的默认步进值为10MHz。以后将频率设置光标停在频率对话框的单位符号下面，用方向键的【▲】、【▼】对频率值进行步进操作的时候，频率上升、下降的步进值就是刚刚保存的值。

【功率】：设置输出信号的功率、功率步进，以及开环/闭环的输出功率校准。按下此键后进入如下界面：



软菜单功能介绍：

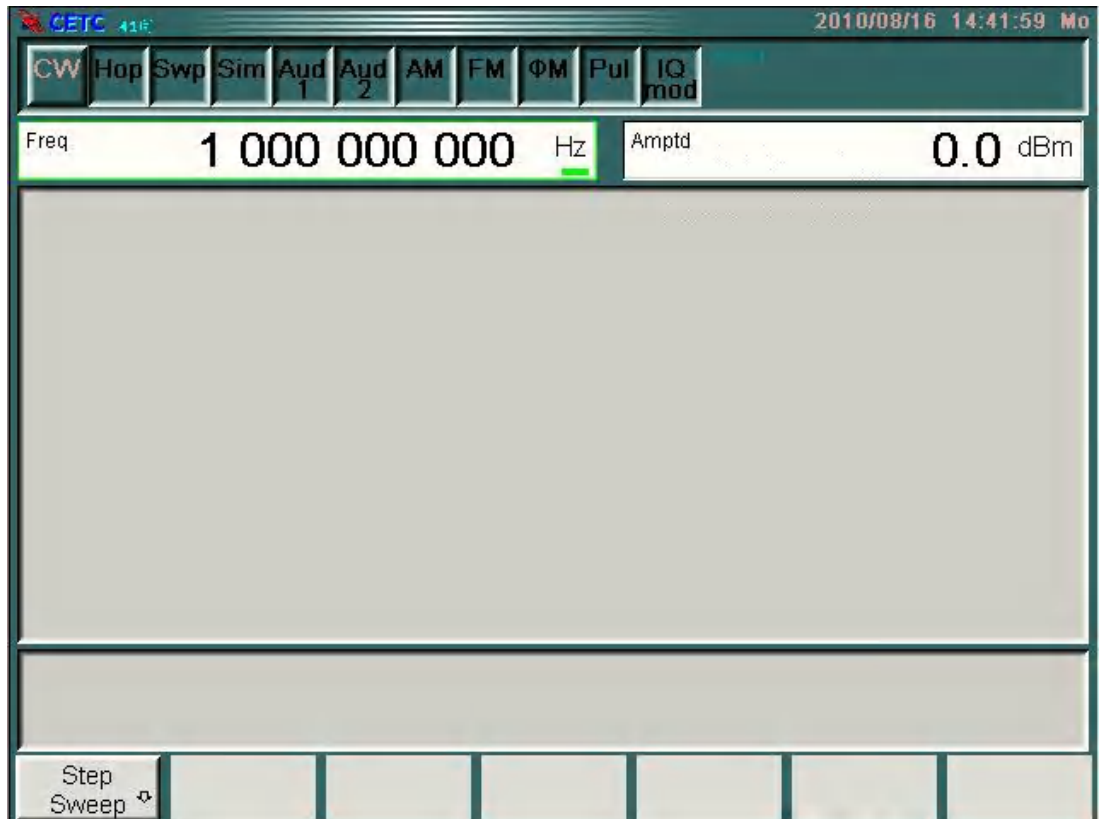
【功率】：更改功率大小，设置范围为-110~+10dBm。用户通过数字键及单位键区可以直接输入功率值、而通过方向键可以分别对功率数值的每一位进行“+1”、“-1”操作。

【功率步进】：改变功率步进值的大小，方法同功率设置。范围 0~20dBm。更改功率值时，用【◀】、【▶】键将更改功率值的光标停在功率单位下方，再用【▲】、【▼】键对功率执行增、减操作的时候，功率值便会按照刚刚保存的步进值进行上升和下降。（注意：功率步进不允许为负值）

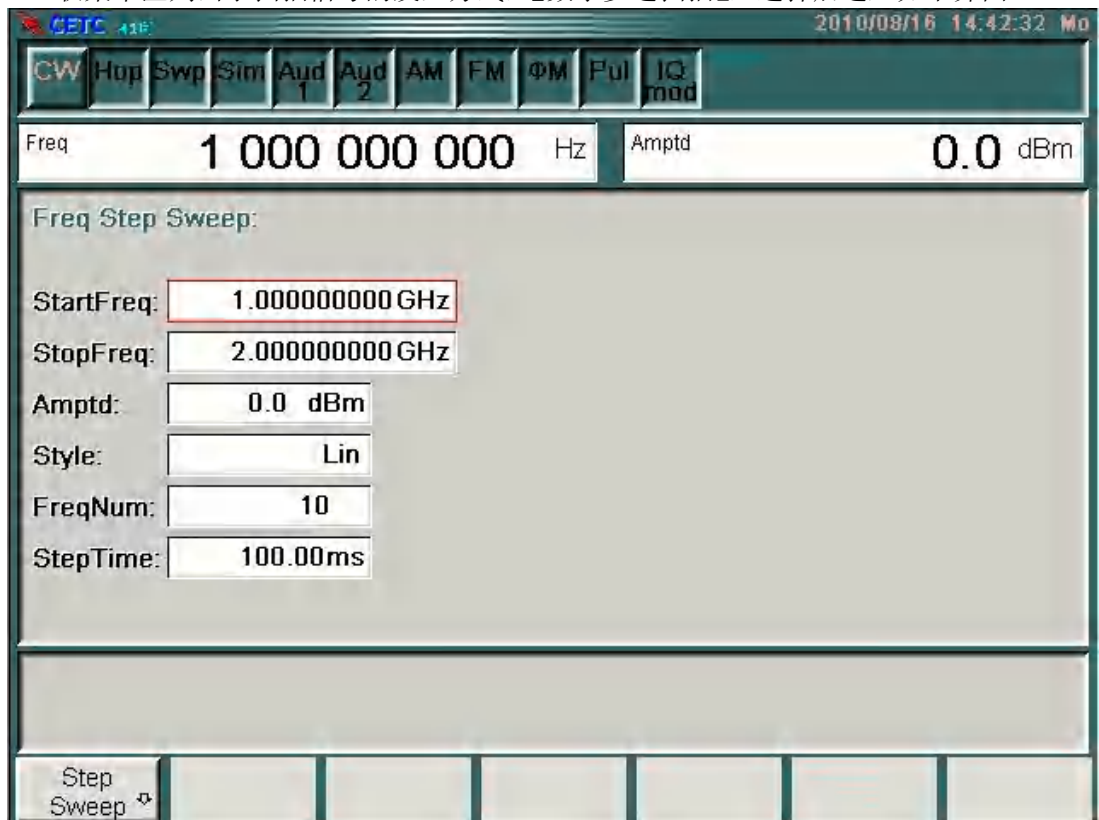
【ALC 开环/闭环】：稳幅控制板的稳幅方式，通常情况下使用默认的“闭环”状态即可。

【自动开环 幅度预选】：当用户发现信号的输出功率与设定值相差较大时，选择此项可对当前频率点的开环功率进行校准。

【扫描】：生成扫描信号。按下此键后进入如下界面：



软菜单区列出了扫描信号的发生方式，『数字步进扫描』，选择后进入如下界面：



6 项参数如下:

- ◆ 【起始频率】: 扫频范围起点。设置范围为 250kHz~3GHz;
- ◆ 【终止频率】: 扫频范围终点。设置范围为 250kHz~3GHz;

以上两个参数决定了扫频范围和扫频信号的发生方向。

- ◆ 【功率】: 扫频信号的功率设置范围为 -110dBm~+10dBm。
- ◆ 【方式】: 相邻扫频信号输出间隔的计算方式, 共有三种:

线性: 输出信号的相邻频率点间隔是严格的线性关系, 任何相邻频点间的距离都是相等的。

对数间隔减: 输出信号的频率间隔是对数关系, “减”表示对数扫描的间隔是不断减小的。举个例子: 当扫描范围是从 $F(1) \sim F(N)$, 共扫描 N 个点, 坐标轴上从 1 开始到 N 这 N 个点间的相邻距离均为 1, 系统先按公式 $T(M) = \text{Log}(M)$ ($M=1 \cdots N$), 依次求出各频率点 $F(M)$ 的系数 $T(M)$, 全部求完后把所有 $T(M)$ 相加求和 S , 再用公式 $F(M) = F(N) T(M) / S$ 算出各个扫频点的对应频率 $F(M)$, 最后再按照由起始频率至终止频率的方向依次执行扫描。在对数间隔“减”的方式中,

$$[T(M+1) - T(M)] < [T(M) - T(M-1)] \quad (M=2 \cdots N-1)$$

对数间隔增: 输出信号的频率间隔也是对数关系, “增”表示对数扫描的间隔是不断增加的。用公式说明, 在对数间隔“增”方式中,

$$[T(M+1) - T(M)] > [T(M) - T(M-1)] \quad (M=2 \cdots N-1)$$

其运算方式是将对数间隔“减”运算中求频率点系数的公式变为:

$$T(M) = (-1) \text{Log}(N-M) \quad (M=0 \cdots N-1) + \text{Log}(F(N)),$$

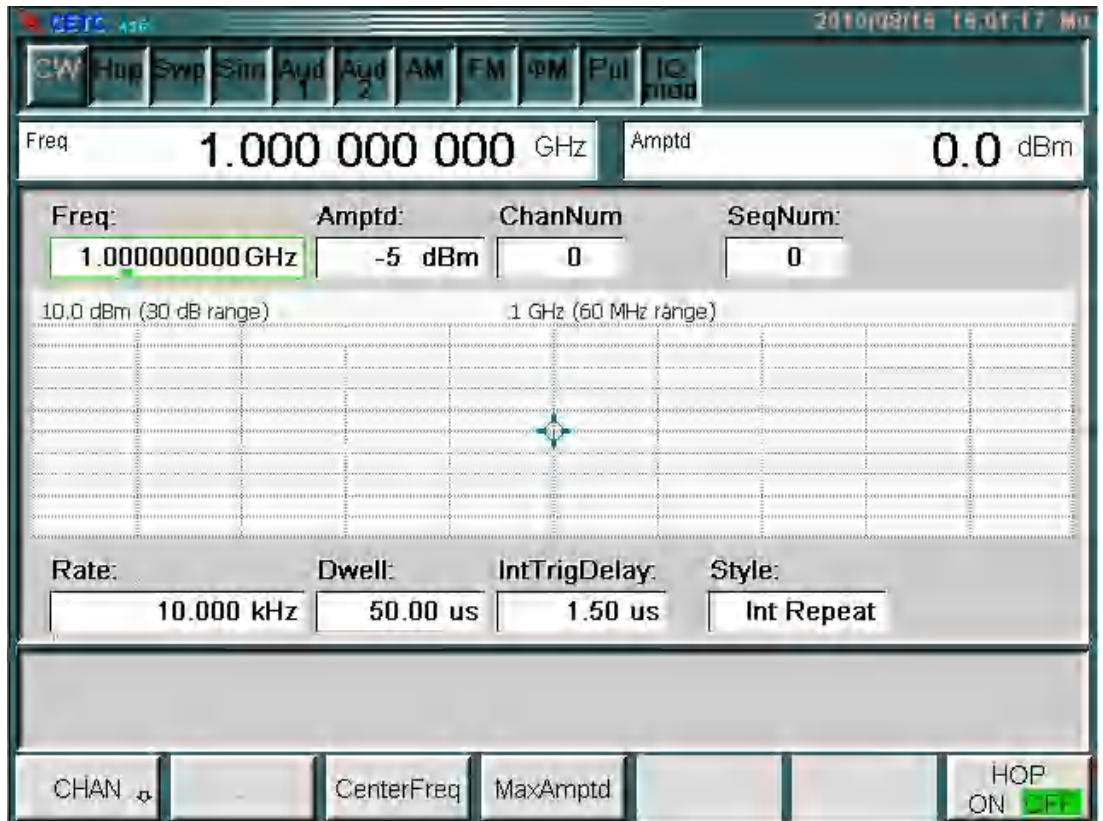
相当于将原对数曲线以 X 轴作对称, 再将所得曲线向上平移 $\text{Log}(F(N))$ 的距离得到, 所得的扫描频点顺序与“减”运算相反。

- ◆ 【频点数】: 扫描频率点的个数。设置范围为 2~1000 个。
- ◆ 【间隔时间】: 相邻频点间的间隔, 用于调节频点驻留时间。设置范围为 50ms~1s。

【扫描 开/关】: 在以上 6 个参数均设置完后, 将此功能置为“开”即开始扫频信号的输出。此时, 显示屏下方的功能辅助提示区会出现扫描进程条, 以百分比和色带填充来直观的显示扫描进程。

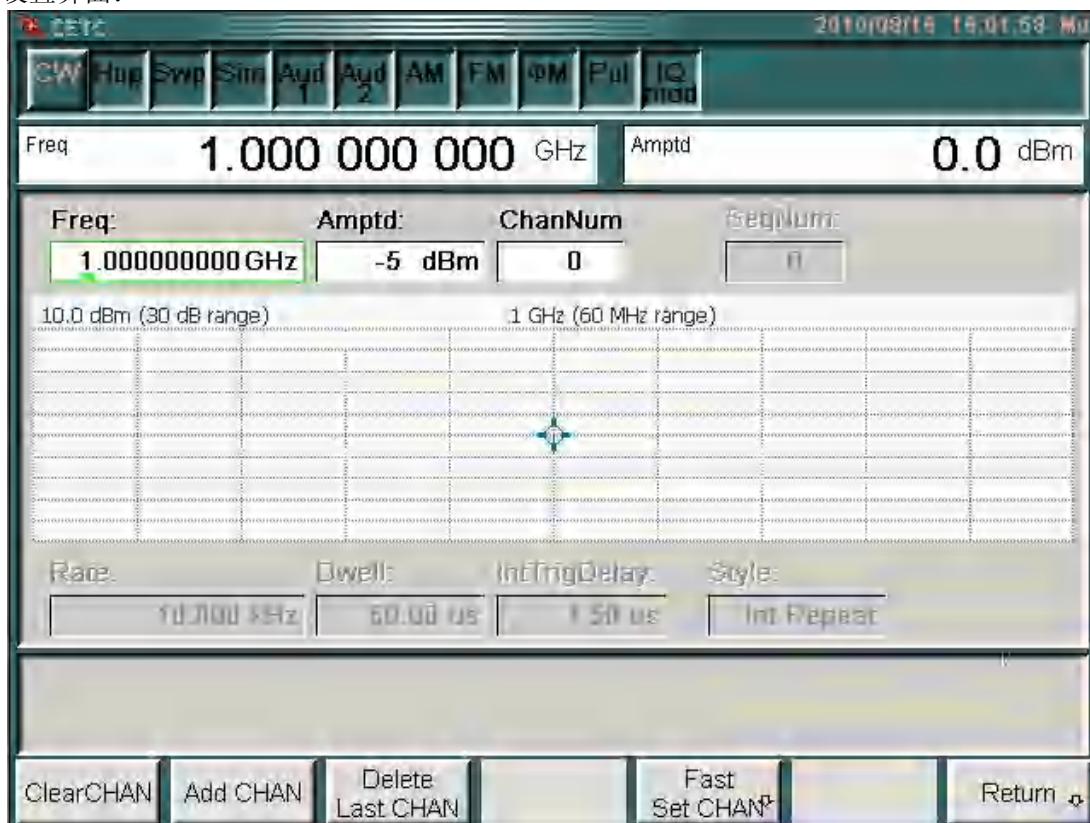
【返回】: 回到上一级菜单。

【跳频】：发生跳频信号。按下此键后进入如下界面：



软菜单区列出了跳频信号的各种参数。

【通道】：设置跳频通道参数，此项必须先设置，然后才能设置跳频序列。选择后进入跳频通道设置界面：



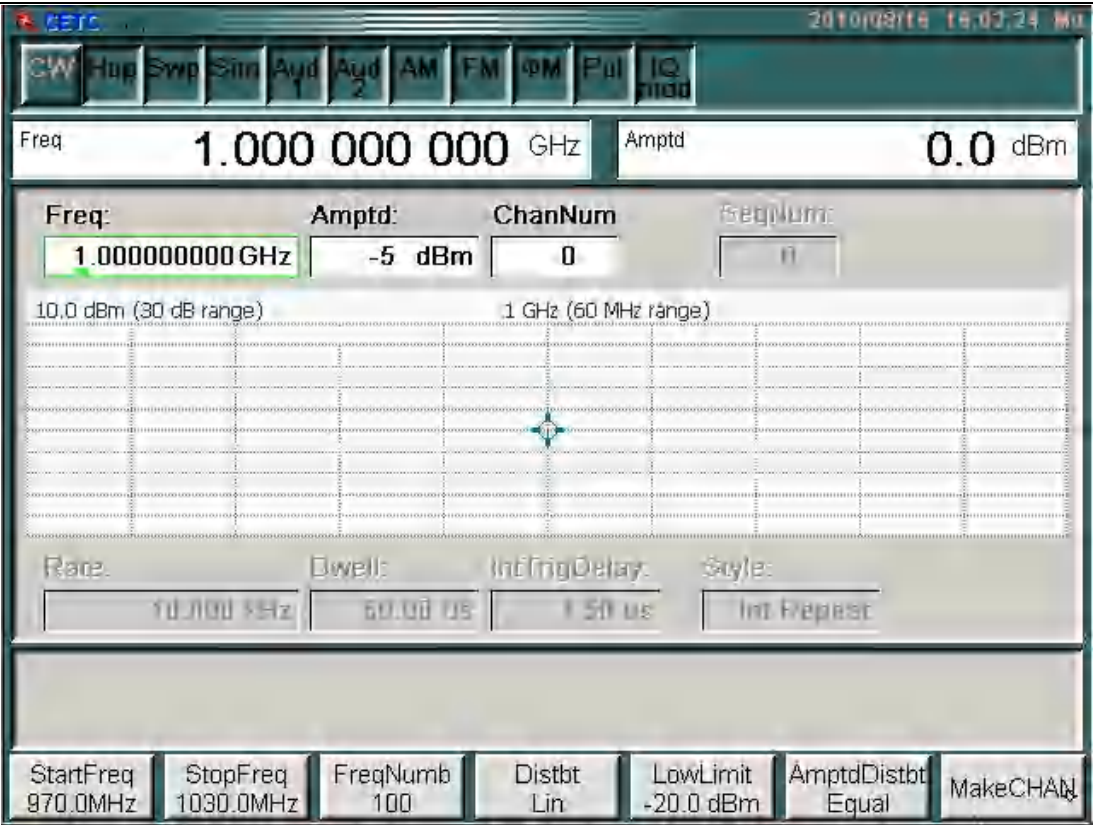
其中，中央显示区以坐标轴的方式给出了跳频的参数限制，一个跳频信号的频率动态范围是连续 60MHz，功率动态范围是连续 30dBm。

【清除通道】：清除一个跳频文件的所有已设置的通道。此项操作结束后，用户可以观察到【通道总数】已被置为 0，所有通道参数被清除。

【添加】：当设置好了一个跳频信道参数后，选择此功能将此跳频信道添加到当前的跳频文件中，同时栅格中会添加已编辑的通道。

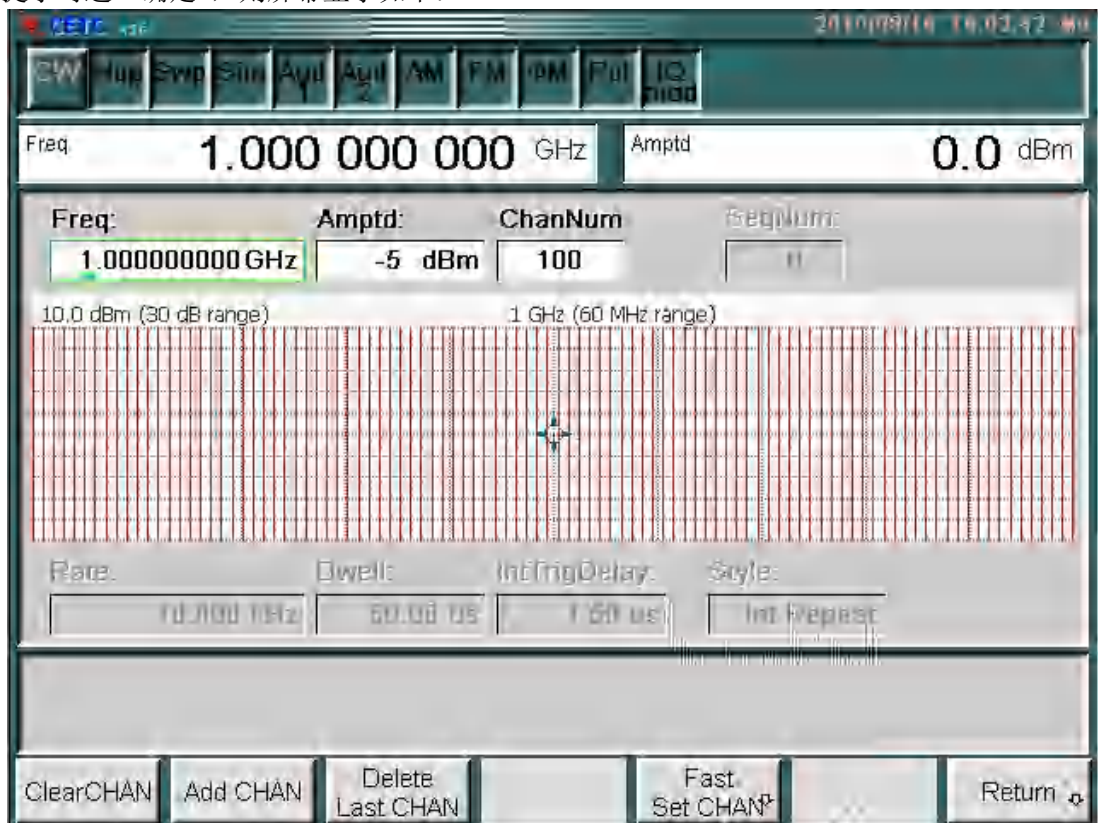
【删除最后】：删除用户最新编辑的一条跳频通道参数。

【快速设置】：快速生成跳频通道。选择此项功能后，进入如下界面：



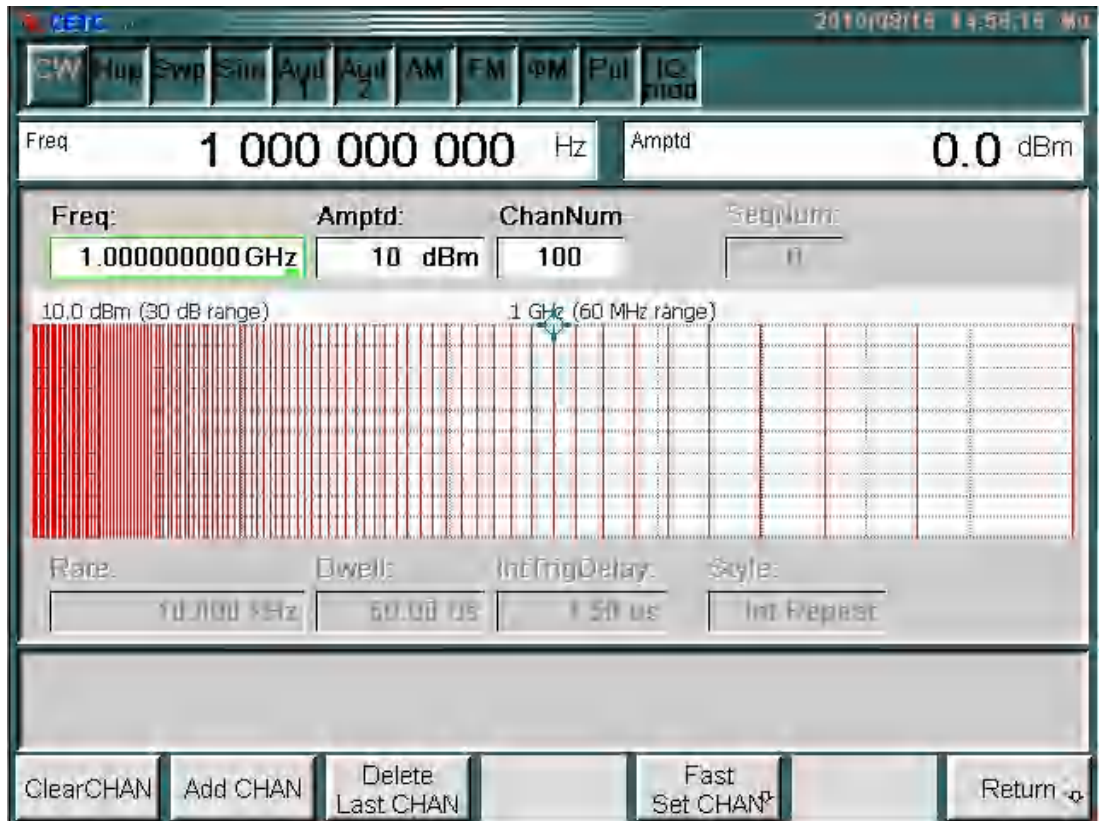
- 〔起始频率 XXXX〕：设置跳频起始频率。
- 〔终止频率 XXXX〕：设置跳频终止频率。
- 〔频率点数 XXXX〕：设置跳频点数。设置范围为 2~8000。
- 〔频率分布 XXXX〕：跳频的频率分布方式，共 4 种：线性、对数间隔减、对数间隔增、随机。

现通过屏幕截图对 4 种频率分布方式作介绍。将信号频段中心频率设为 1GHz，功率设为 10dBm，『频率点数』置为“100”，返回上一页，选择『快速设置』，选择『按分布生成通道』，出现提示时选“确定”，则屏幕显示如下：



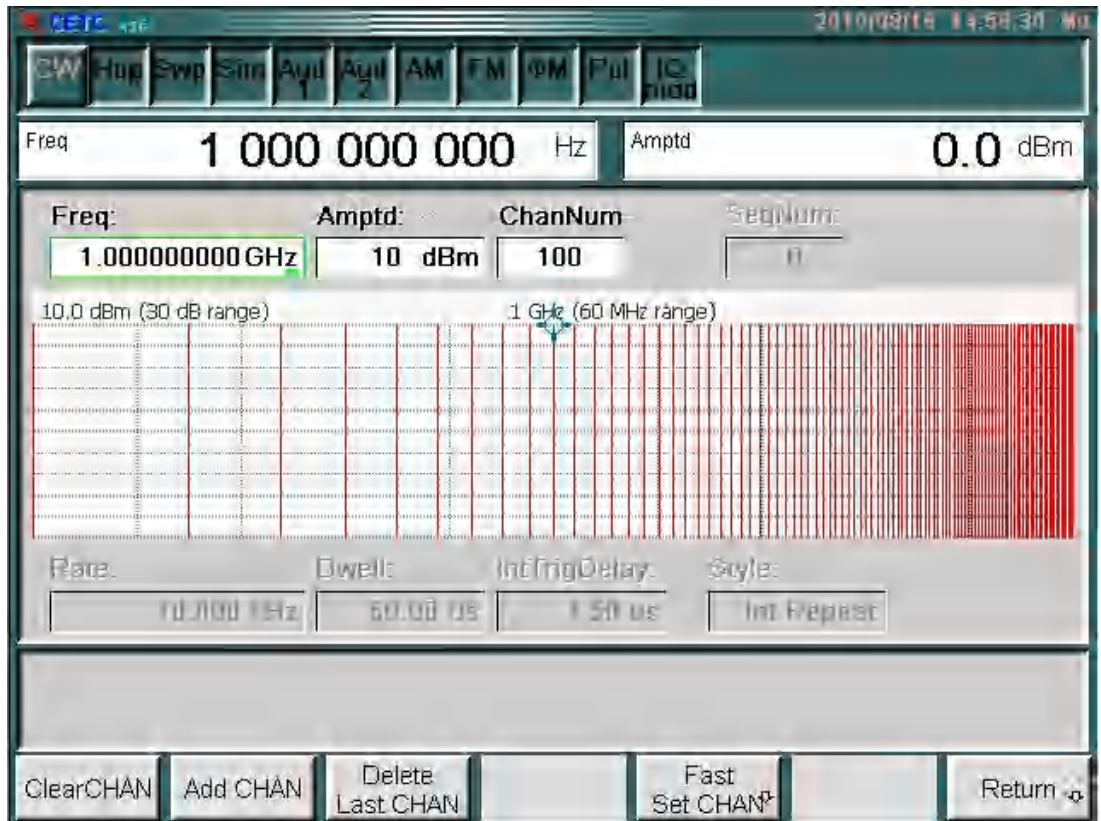
从栅格中的通道显示线可以看出，信号的频率间隔是相等的。

将频率分布置为“对数间隔增”，确认后屏幕显示如下：



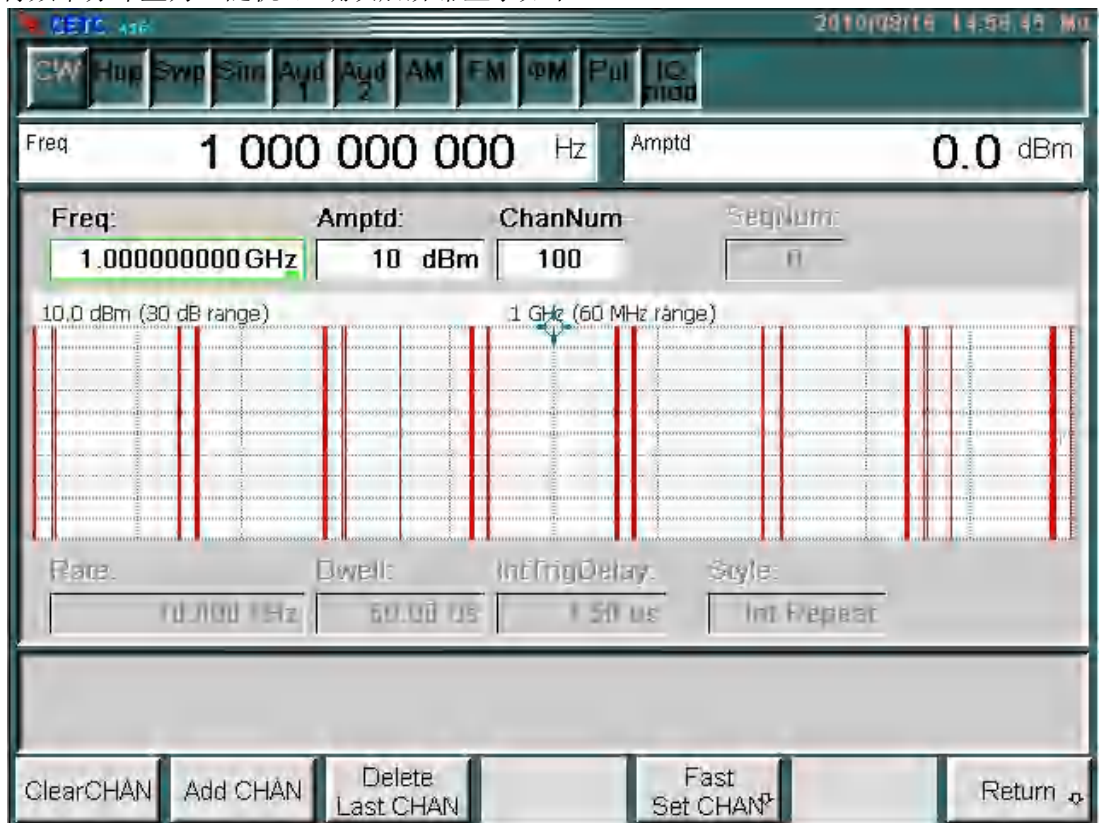
频率间隔以对数增大的方式变化。

将频率分布置为“对数间隔减”，确认后屏幕显示如下：



频率间隔以对数减小的方式变化。

将频率分布置为“随机”，确认后屏幕显示如下：

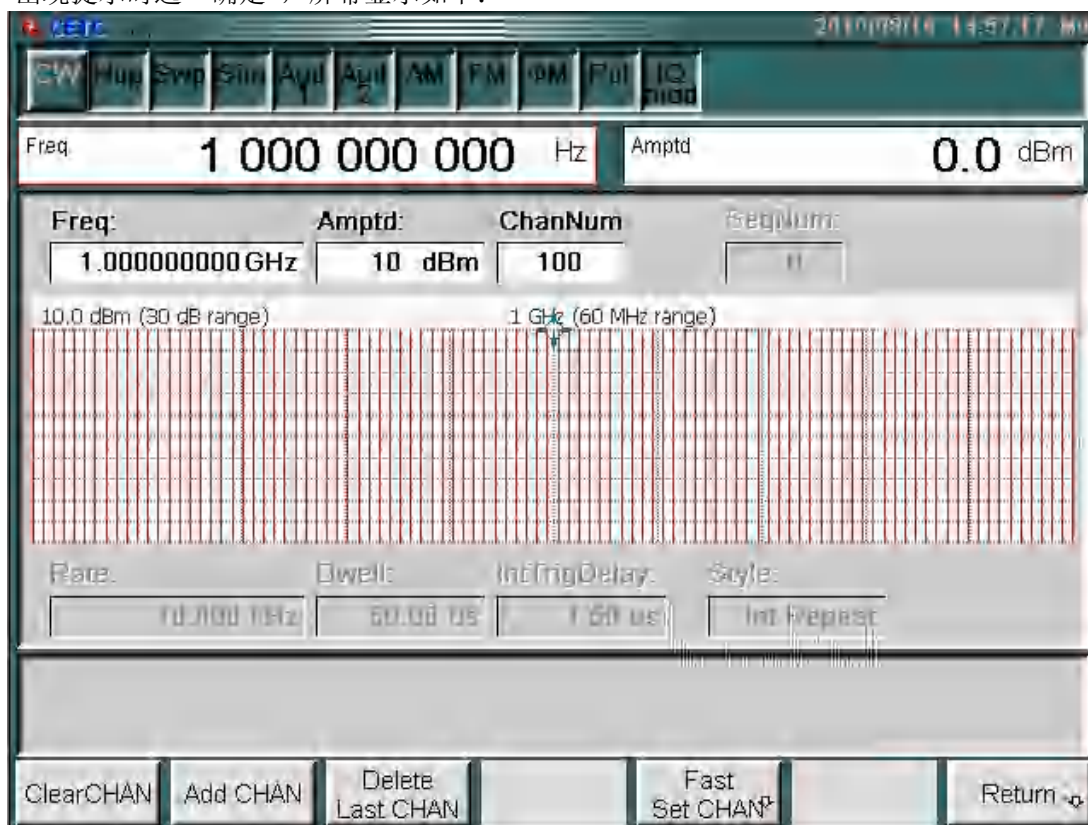


频率间隔不确定。

〔功率下限 XXXX〕:跳频功率的最小功率。设置范围为 -17dBm~10dBm。

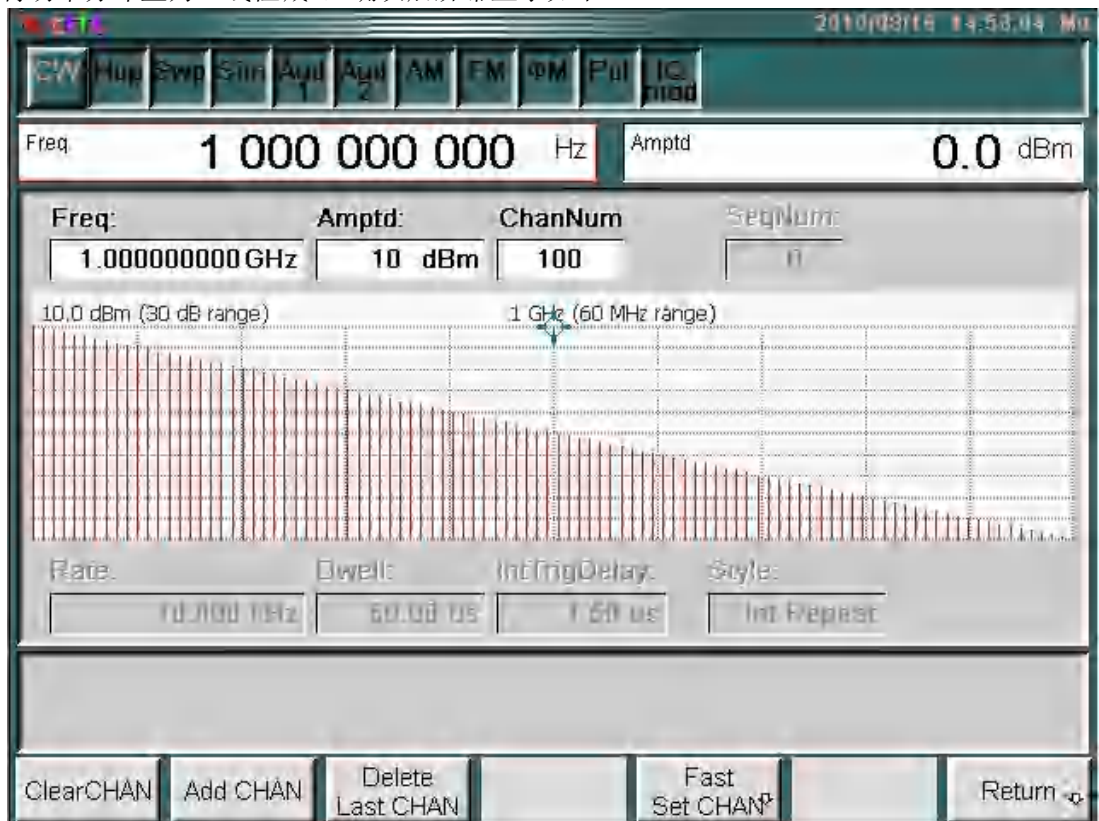
〔功率分布 XXXX〕: 跳频的功率分布方式，共 5 种：相等、线性减、线性加、指数减、指数加。

现通过屏幕截图对以上 5 种功率分布方式作介绍。将信号频段中心频率设为 1GHz，功率设为 10dBm，频率分布方式置为“线性”，再将功率分布置为“相等”。返回上一界面后，选择『按分布生成通道』，出现提示时选“确定”，屏幕显示如下：



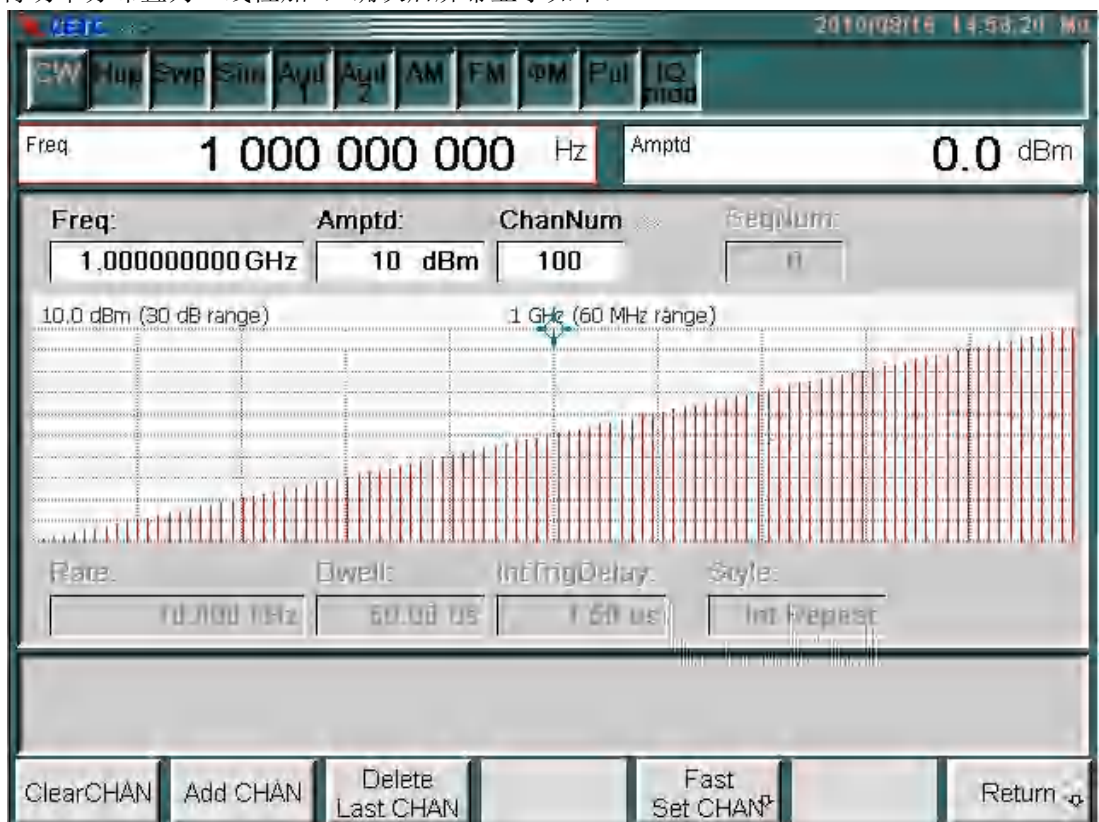
从屏幕显示可以看出，各频点的功率相等。

将功率分布为“线性减”，确认后屏幕显示如下：



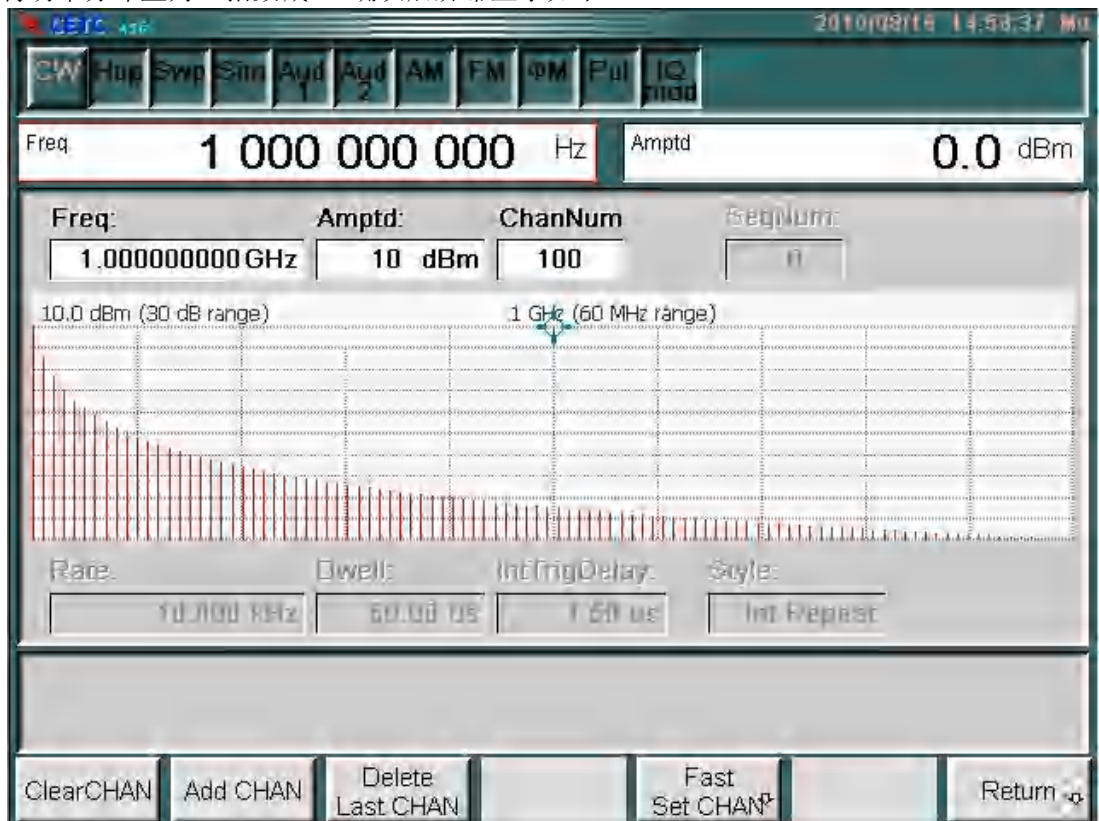
信号功率呈线性下降的规律变化。

将功率分布为“线性加”，确认后屏幕显示如下：



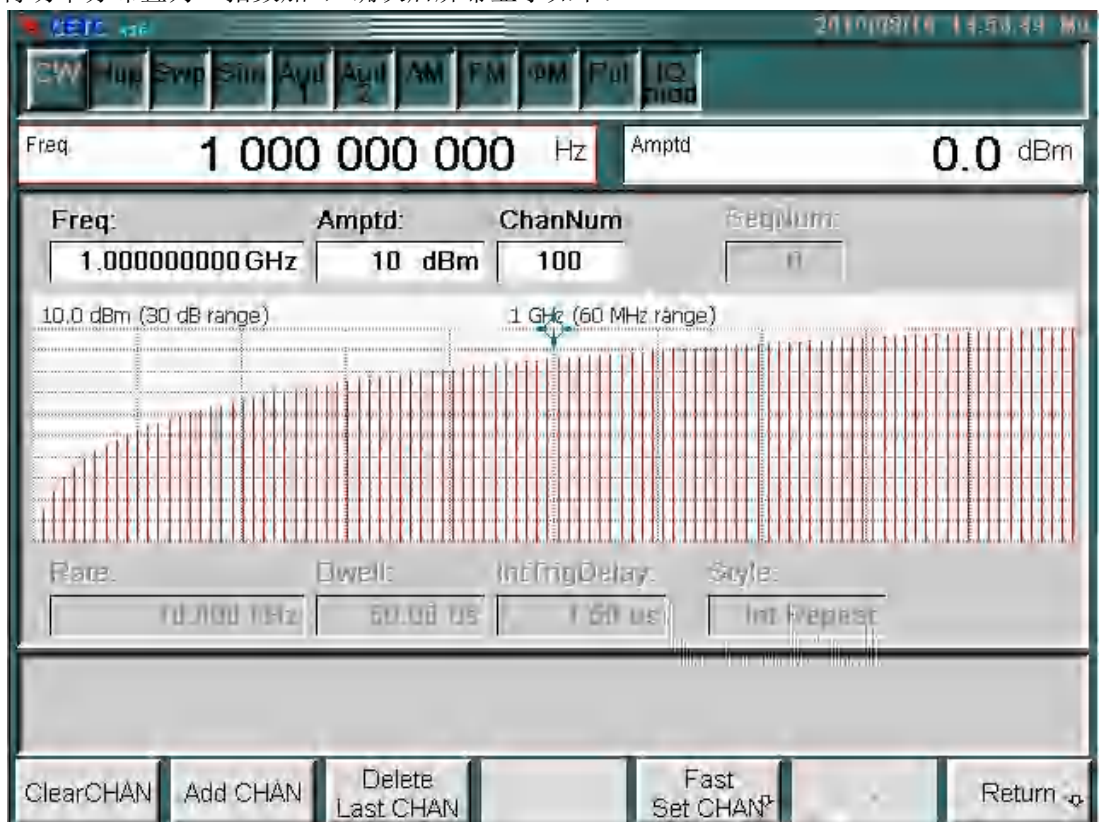
信号功率呈线性上升的规律变化。

将功率分布为“指数减”，确认后屏幕显示如下：



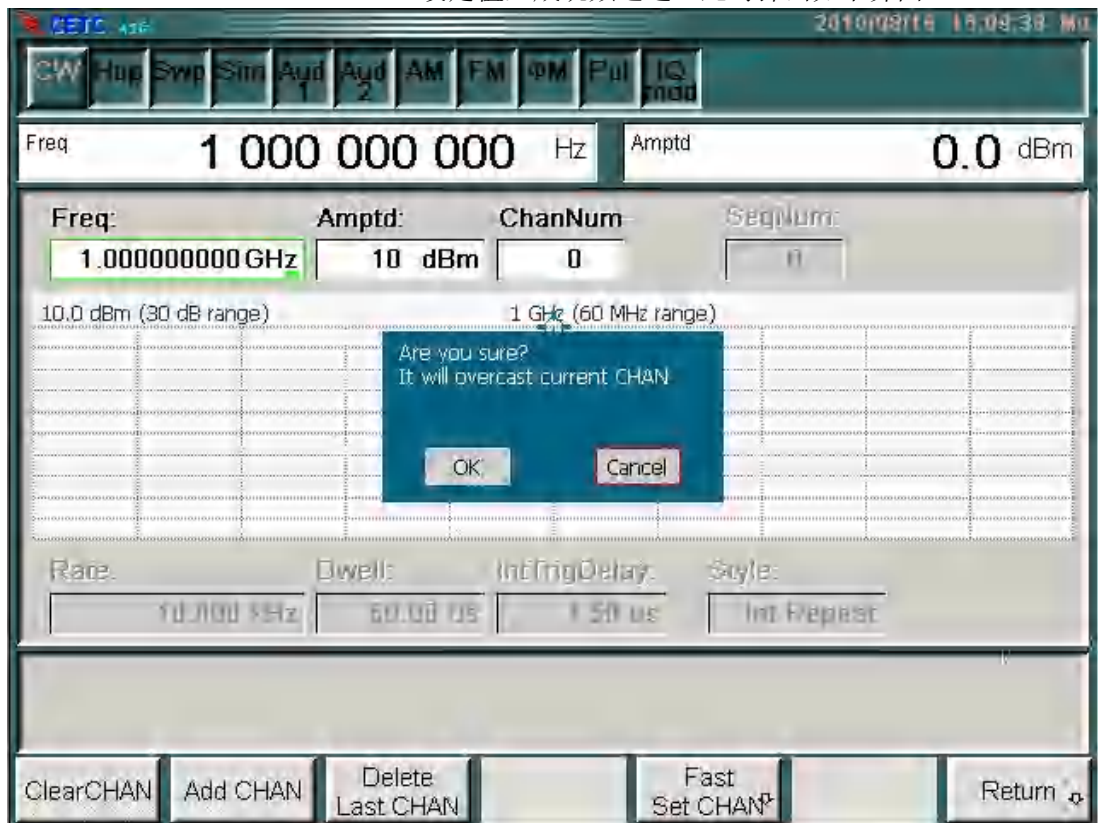
信号功率呈指数下降的规律变化。

将功率分布为“指数加”，确认后屏幕显示如下：



信号功率呈指数上升的规律变化。

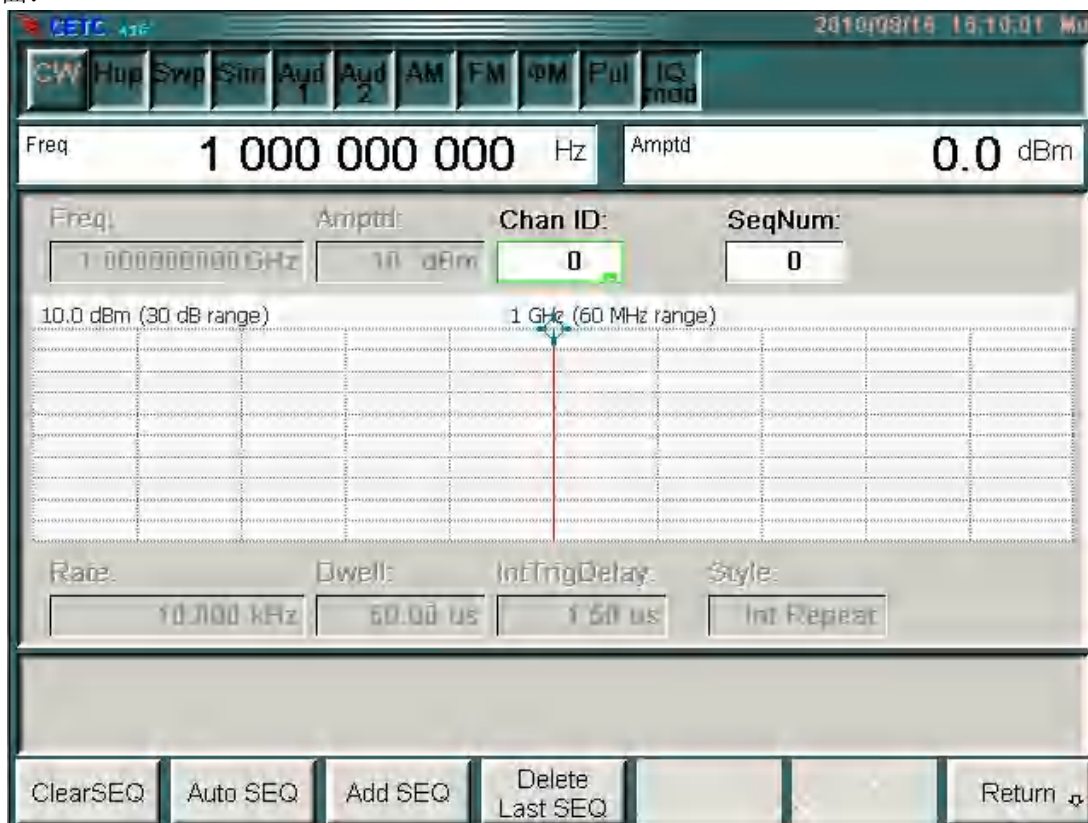
〔按分布生成通道〕: 当以上参数均设置完成后, 选择此项, 系统将自动按照设定值生成跳频通道。此时弹出如下界面:



选择〔确定〕, 系统将会用新生成的跳频文件覆盖旧的。

〔返回〕: 回到上一级菜单。

【序列】：必须在用户已经设置了至少一个通道后，此功能才可用。选择后进入跳频序列设置界面：



【清除序列】：清除当前跳频文件的所有序列。

【自动序列】：不需要进行任何设置，系统自动按通道数由小到大的顺序进行排序。

【添加】：选中一个通道后，选择此功能即可为此通道添加序列号，序列值按照从小到大的顺序逐一递增。

【删除最后】：删除用户最新设置的一个跳频序列号。

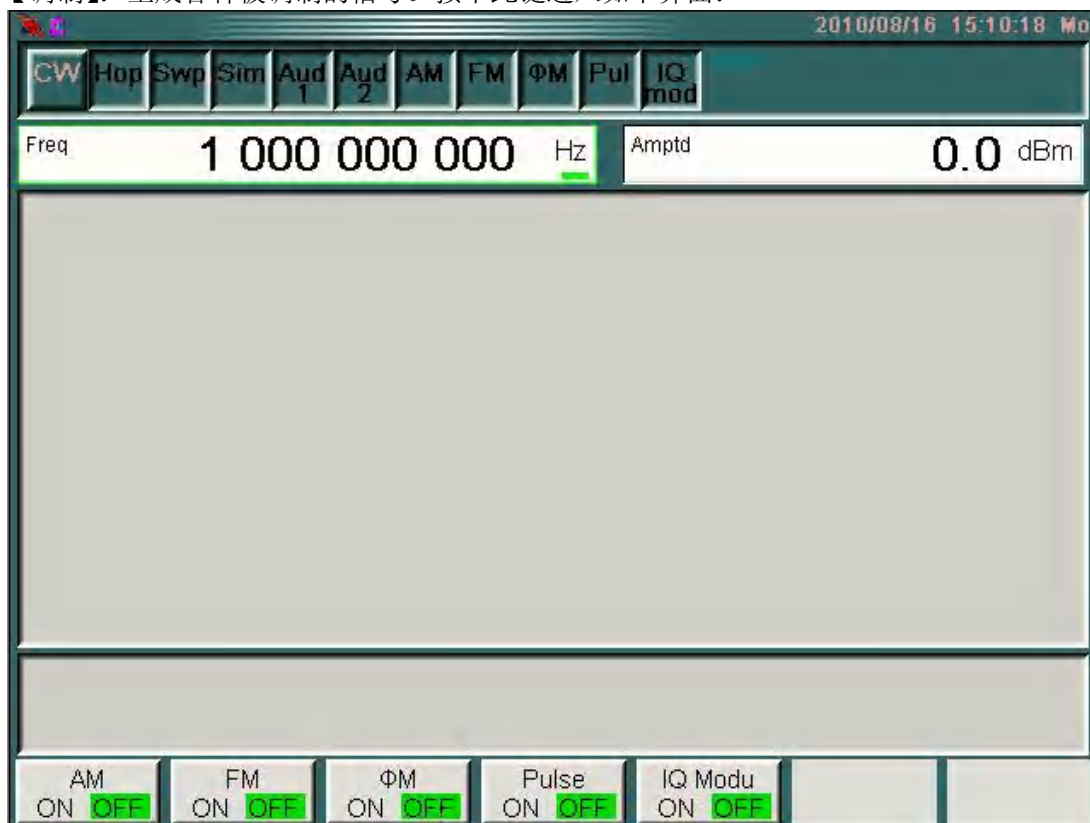
【返回】：回到上一级菜单。

【频段设置中心频率】：设置跳频段的中心频率点。设置范围为 30.25MHz~3GHz；

【频段设置最大功率】：设置跳频信号的最大功率。设置范围为 -85dBm~10dBm，连续 30dB。

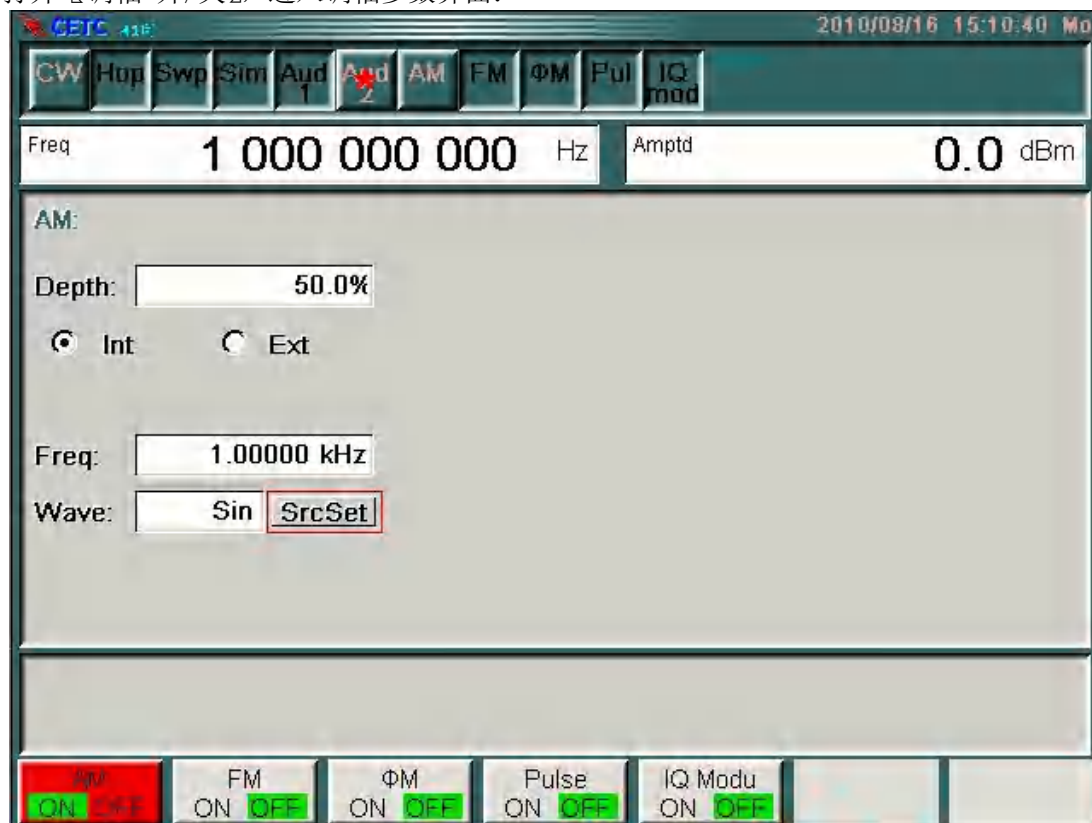
【跳频 开/关】：当以上参数均设置完成后，选择此功能发生跳频信号。

【调制】：生成各种被调制的信号。按下此键进入如下界面：



软菜单区列出了 5 种调制类别：『调幅』、『调频』、『调相』和『脉调』和『数字调制』。这时，5 种调制功能均处于关闭状态，用户需要将各种调制功能置为“开”状态以后，才可输出调制信号，更改调制参数。

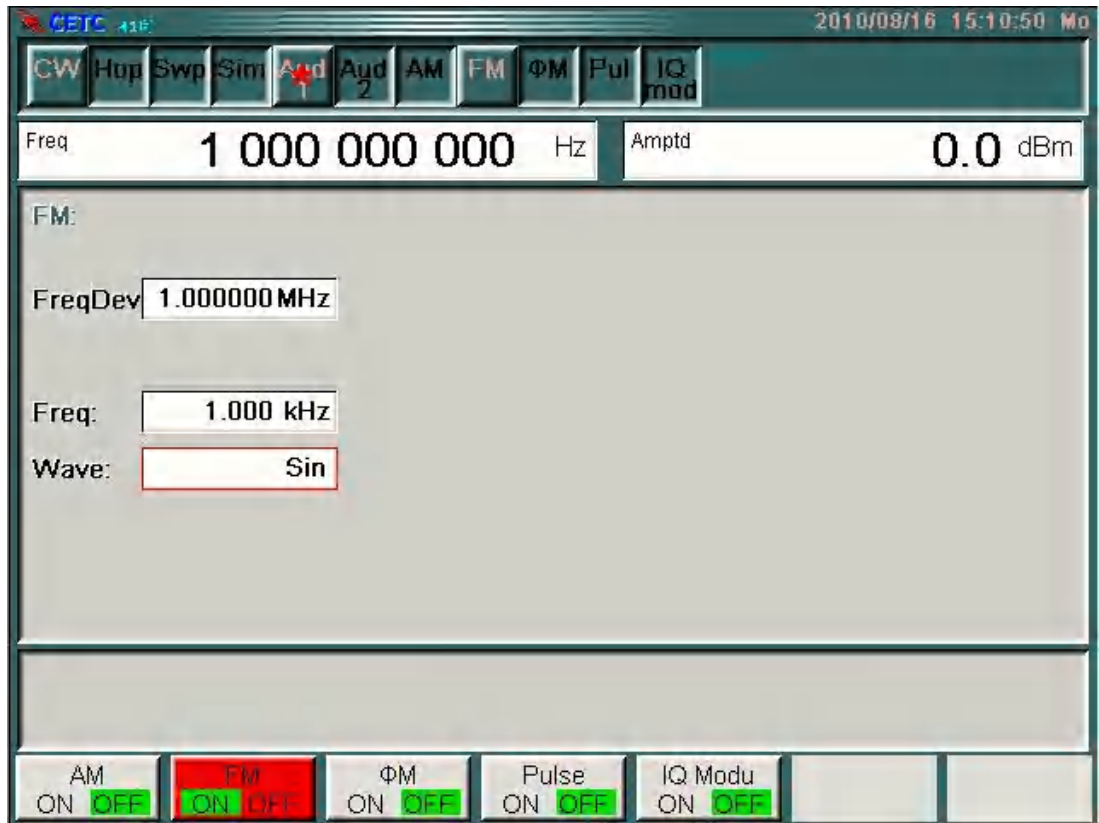
打开【调幅 开/关】，进入调幅参数界面：



4 项参数如下：

- ◆ 【深度】：调制信号相对于载波信号功率的深度。设置范围为 0~100%。
- ◆ 【☒内调制 ☐外调制】：切换内/外调制源，当切换到“外调制”时，需要将外调制源的信号通过 BNC 电缆接入仪器，此时内调制的三项参数将不可更改。
- ◆ 【调制率】：设置范围为 1Hz~100kHz。
- ◆ 【波形】：输出调制信号的波形。共 6 种：正弦、方波、三角、锯齿、直流、噪声。

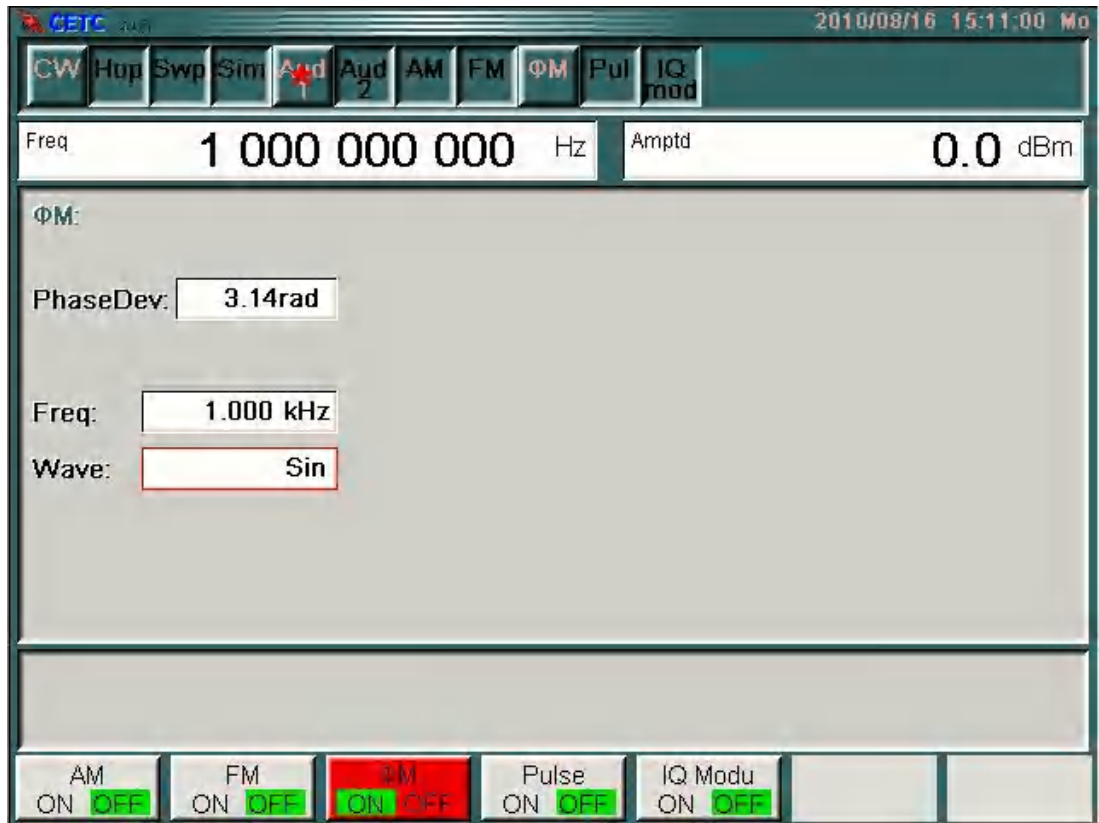
打开『调频 开/关』，进入调频参数界面：



3 项参数如下：

- ◆ 『频偏』：频率偏移。设置范围为 1Hz~1.953124MHz。
- ◆ 『调制率』：调制信号的频率。设置范围为 1Hz~50kHz。
- ◆ 『波形』：输出调制信号的波形。共 6 种：正弦、方波、三角、锯齿、直流、噪声。

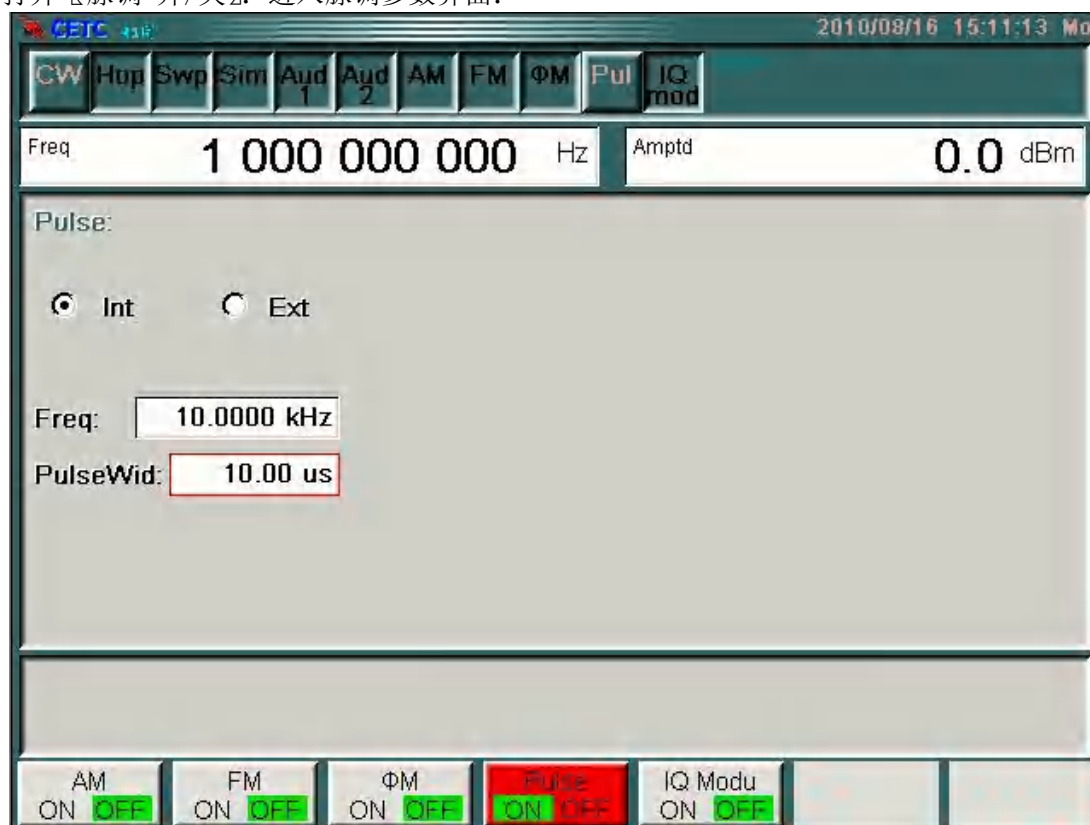
打开『调相 开/关』，进入调相参数界面：



3 项参数如下

- ◆ 『相偏』：相位偏移。设置范围为 0.00rad~3.14rad。
- ◆ 『调制率』：调制信号的频率。设置范围为 1Hz~10kHz。
- ◆ 『波形』：输出调制信号的波形。共 6 种：正弦、方波、三角、锯齿、直流、噪声。

打开【脉调 开/关】：进入脉调参数界面：



3 项参数如下：

- ◆ 【☒ 内调制 ☐ 外调制】：切换内/外调制源，当切换成外调制时，下面的两项内调制源参数不可调。
- ◆ 【频率】：脉冲频率。设置范围为 1Hz～300kHz。
- ◆ 【脉宽】：脉冲宽度。设置范围为 1 μ s～33.55ms。



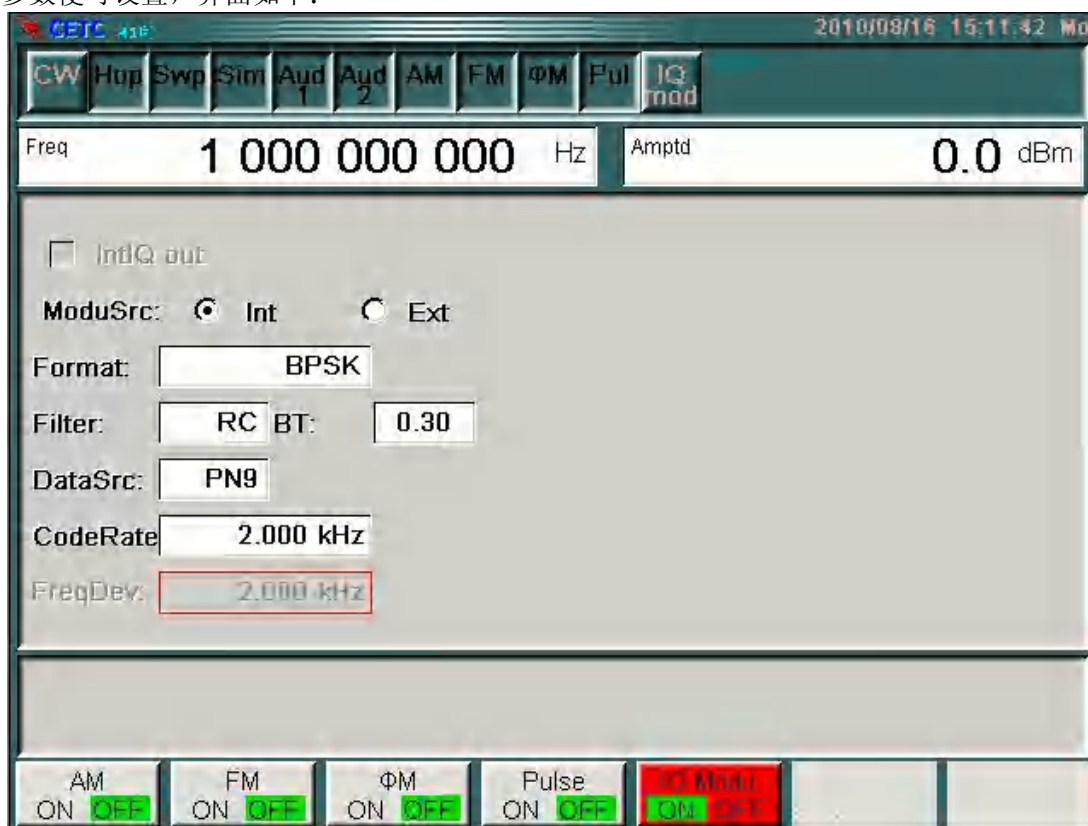
请注意：在 AV1476A 多制式射频信号源中，用户最多只能同时打开 4 种调制方式中的 3 种。调频与调相这两种相互冲突的调制选项不可同时打开。



请注意：本信号源的内调制信号是由两个音频源（音频 1 和音频 2）发生的。两个源均可生成各种调制信号。用户可以选择音频 1 音频 2 作为 4 种调制方式中某一种的信号发生源。对于用户来说，两种音频源所生成的调制信号在功能上没有区别，且指标均能达到要求。

〔数字调制〕：用来发生由基带部分生成的数字调制信号。

选择〔数字调制〕功能后，屏幕左方会给出〔内基带输出〕功能选项。按【确认】键选中后可以把内基带信号通过前面板的 I 与 Q 对应的 BNC 接口进行输出。此时，显示屏中间的各项基带参数便可设置，界面如下：

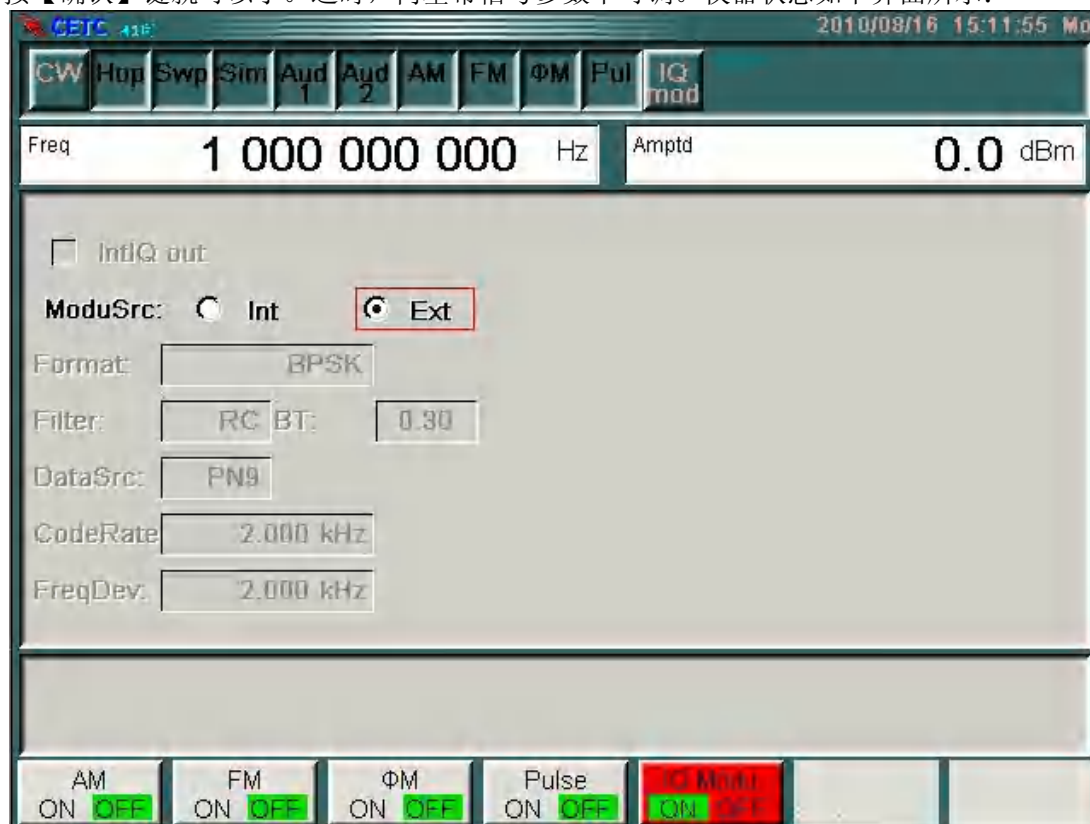


各项参数如下：

- ◆ 〔内基带输出〕：输出内基带信号。只有〔数字调制〕为“关”时才可以选择。
 - ◆ 〔调制格式〕：包括 BPSK、QPSK、OQPSK、16QAM、 $\pi/4$ DQPSK、2FSK、4FSK、MSK。
 - ◆ 〔滤波器〕：RRC（根升余弦滤波器）适用调制格式：BPSK、QPSK、OQPSK、 $\pi/4$ DQPSK。
RC（升余弦滤波器）：适用调制格式：BPSK、QPSK、 $\pi/4$ DQPSK。
GAUSS（高斯滤波器）：适用调制格式：2FSK、4FSK、MSK。
 - ◆ 〔数据源〕：PRBS 伪随机序列、全 0、全 1、01 交替。
 - ◆ 〔 α 因子〕：滤波因子。各种调制格式的 α 因子适用范围是：
RRC、RC： α 范围 0.20~0.8；
GAUSS：对于 MSK、2FSK 调制格式来说， α 范围 0.24~0.50；
对于 4FSK 调制格式来说， α 范围 0.32~0.50。
 - ◆ 〔码元速率〕：设置范围为 100Hz~2MHz。
- 当选择 BPSK、QPSK、OQPSK、 $\pi/4$ DQPSK 这四种调制格式的时候，推荐 RRC 和 RC 滤波器；
当选择 2FSK、4FSK、MSK 这三种调制格式的时候，推荐 GAUSS 滤波器。
- ◆ 〔频偏〕：范围[（码元速率/64）~（码元速率/4）]

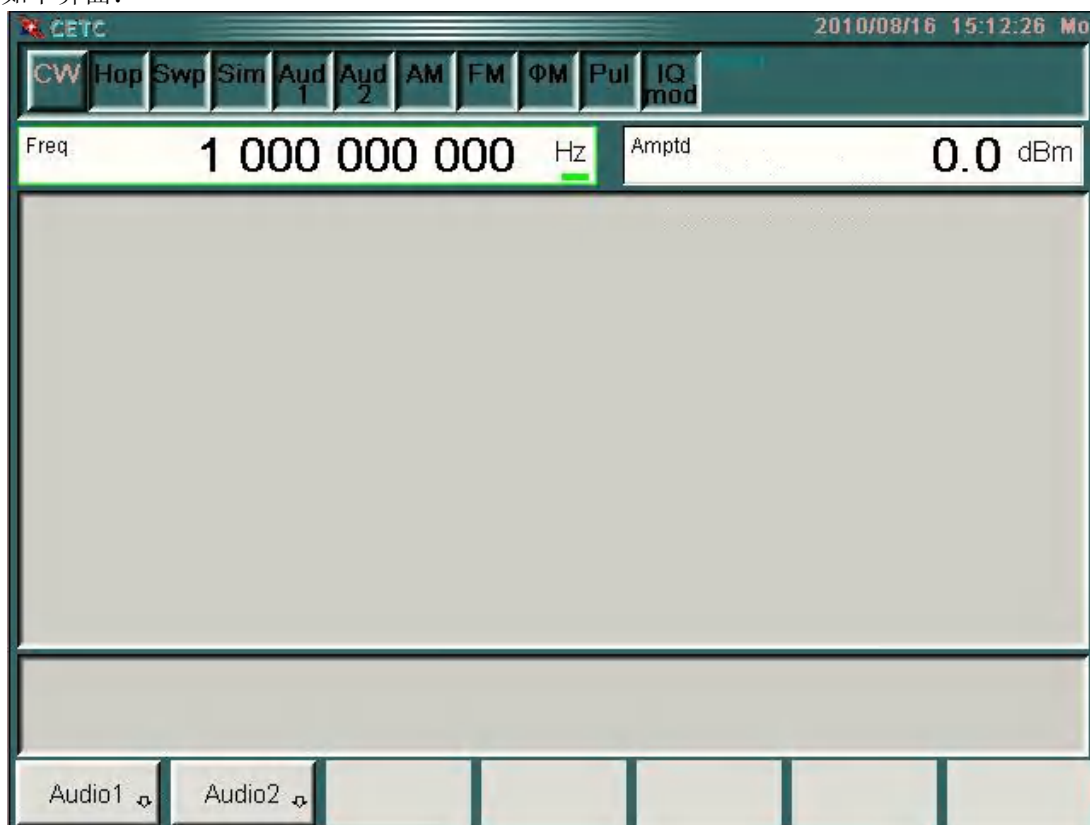
调制方式: ☒ 内调制 ☐ 外调制: 切换内/外数字调制信号, 当为内调制时, 使用内基带信号对信号源的载波进行调制, 或者将内基带信号输出; 当为外调制状态时, 使用外部输入的基带信号来调制信号源的载波。

在此状态下, 如果用户需要输入外基带调制信号, 只要将参数选择框选到 ☐ 外调制 上, 然后按【确认】键就可以了。这时, 内基带信号参数不可调。仪器状态如下界面所示:



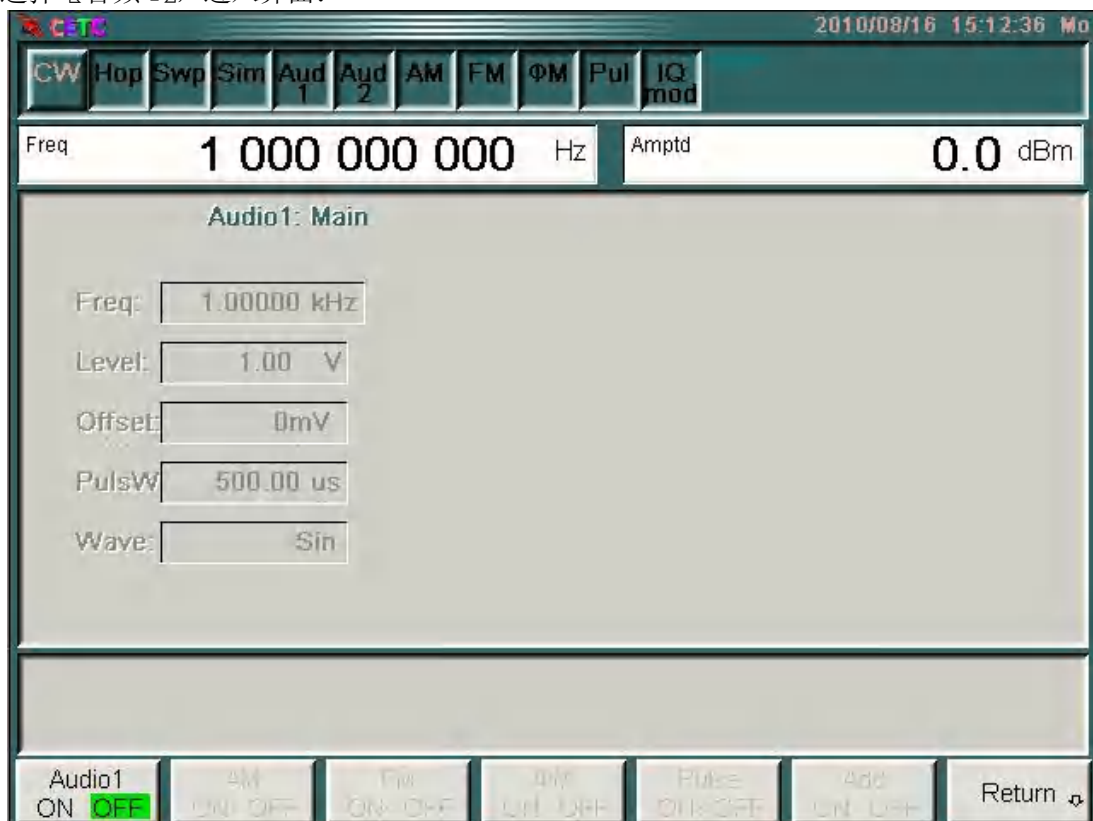
【返回】: 回到上一级菜单。

【音频】：设置 2 个内音频源参数，用户可通过此功能来更改内音频源参数并输出内音频源信号。使用此功能时，用户需将 BNC 电缆连到仪器前面板右方的音频输出接口上。按下此键后进入如下界面：

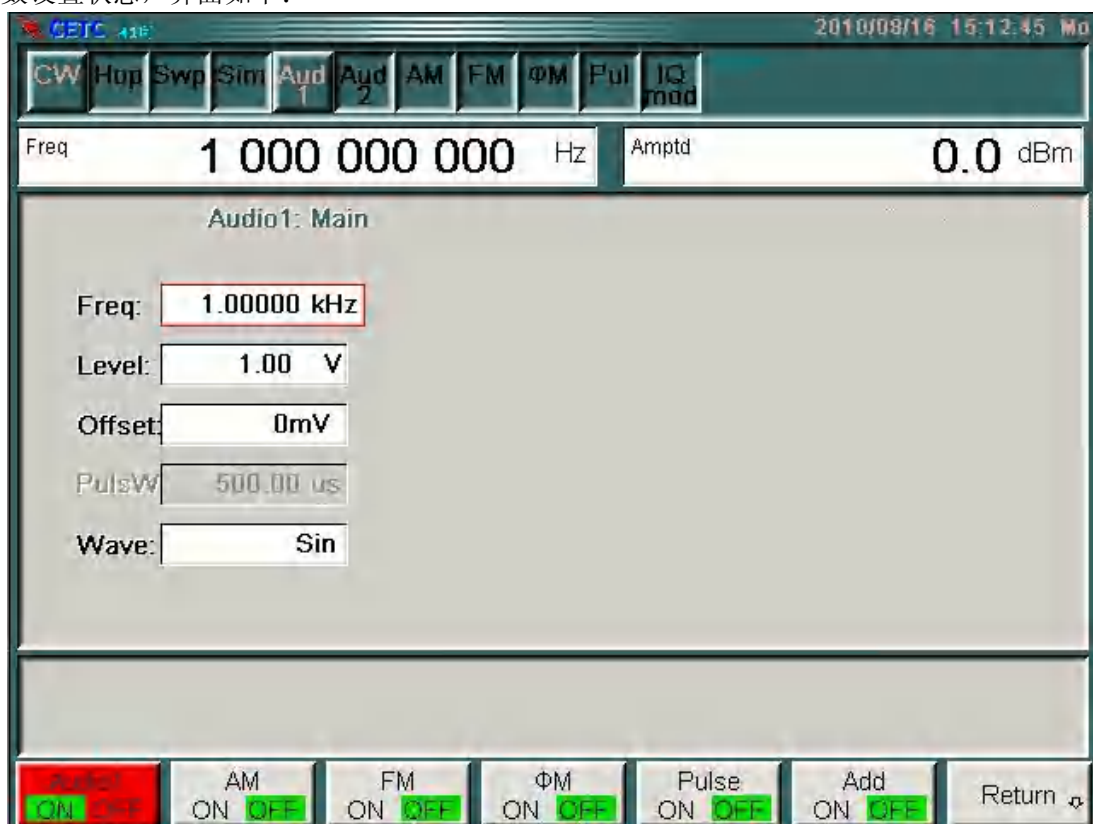


软菜单区列出了 2 个内音频源，【音频 1】和【音频 2】。

选择『音频 1』，进入界面：



此时，音频 1 的各项参数不可调，用户需要将『音频 1 开 关』设为“开”状态后才可进入参数设置状态，界面如下：



『音频 1 开/关』：音频 1 的各种参数设置的总开关，也是音频 1 信号的输出开关。音频 1 的主路信号共 5 项参数：

- ◆ 『频率』：主路信号的中心频率。设置范围为 0.05Hz~400kHz。当主路输出波形为直流或噪声时此项不可调。
- ◆ 『功率』：主路信号的功率，这里以电压单位伏特 V 来表示。设置范围为 0V~

2V。

- ◆ 【偏置】：主路信号的偏置电压。设置范围为 $-0.5V \sim +0.5V$ 。
- ◆ 【脉宽】：主路信号的脉冲宽度。设置范围为 $1\mu s \sim 10ms$ ，实际取值范围与主路频率值有关。且只有主路输出信号的波形为“脉冲”时，此项参数才可调。
- ◆ 【波形】：主路信号的输出波形。包括：正弦、方波、三角、锯齿、直流、噪声和脉冲。

【调幅】、【调频】、【调相】、【脉调】几种方式在模拟调制部分已经作过详细介绍。此处不再复述。需要提醒用户的是，调幅功能中的【深度】参数的范围与音频 1 主路的【功率】值是相互关联的，只有音频 1 主路信号的【功率】值在 1V 以下时，【深度】的设置范围才能达到 100%。当【功率】值超过 1V 时会使【深度】的设置范围减小，此时二者间的关系可以用如下公式表示：

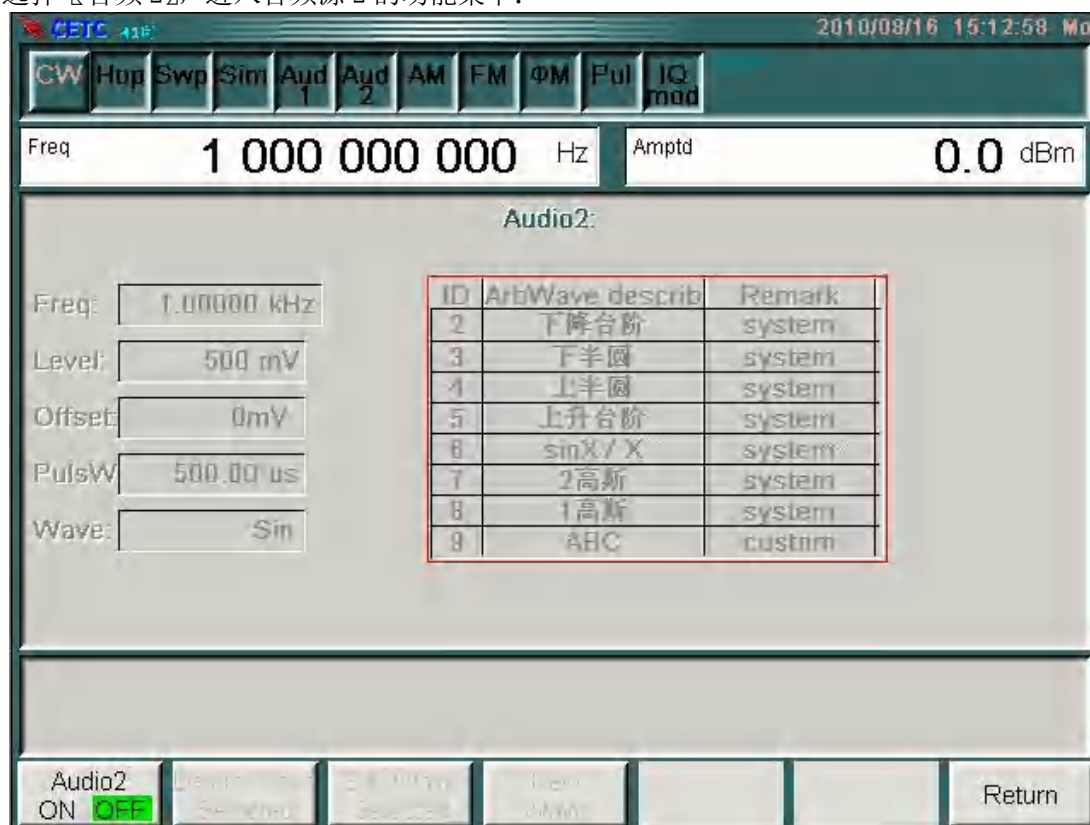
$$(2V - \text{功率值}) / \text{功率值} = \text{调幅深度上限} \quad (\text{功率值} > 1V)$$

【累加】：在主路信号上叠加一个额外的信号。此功能中的同名参数与主路【功率】值同样密切相关，二者之和的最大值为 2V，用公式表示如下：

$$2V - \text{主路功率值} = \text{累加功率值上限}$$

音频 1 的输出为实时工作，只要打开音频 1 就可输出信号，且用户只要更改任何一项参数，系统便会同步更新音频 1 的输出。

选择【音频 2】，进入音频源 2 的功能菜单：



【音频 2 开/关】：音频 2 信号输出开关，也是音频 2 的参数设置开关。打开后可进入音频 2 的设置界面。各项参数如下：

- ◆ 【频率】：音频信号的频率，设置范围为 $0.05Hz \sim 400kHz$ 。当音频 2 输出信号波形为“直流”和“噪声”时，此项参数不可调。
- ◆ 【功率】：音频 2 输出信号的功率，这里以电压单位伏特来表示。设置范围为 $0 \sim 2V$ 。
- ◆ 【偏置】：音频 2 输出信号的偏置电压，设置范围为 $-0.5V \sim +0.5V$ 。
- ◆ 【脉宽】：音频 2 输出信号的脉冲宽度。设置范围为 $1\mu s \sim 10ms$ ，实际取值范围与主路频率值有关。且只有音频 2 输出信号波形为“脉冲”时，此项参数才可调。
- ◆ 【波形】：输出调制信号的波形，共 7 种：正弦、方波、三角、锯齿、直流、

噪声和任意波。前 6 种属常见波形，不再详述，下面简单介绍一下对已编辑好的任意波形的选择和新任意波的编辑功能。

将『波形』设为“任意波”后，显示屏右边的各种任意波编辑菜单便可以使用，同时显示屏中间出现任意波波形列表，将参数选框移到此列表中，按【确认】键使选框变为绿色，即可用【▲】、【▼】键选择用户需要的波形，选中后按【确定】键，参数选框变为红色表示选中此波形，信号自动发送。菜单中显示了仪器中几种已存的波形。如表 2-1 所示：

表 2-1 任意波文件

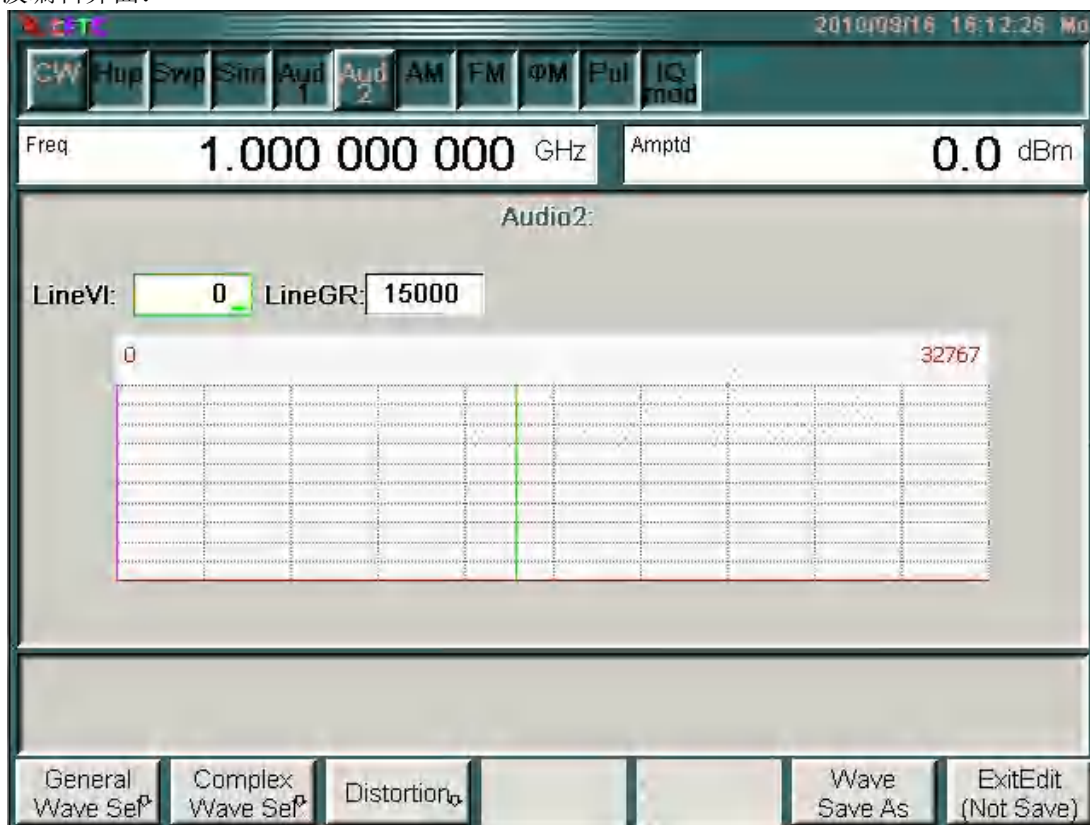
ID	任意波描述	备注
0	指数式衰减	系统
1	指数式增长	系统
2	下降台阶	系统
3	下半圆	系统
4	上半圆	系统
5	上升台阶	系统
6	$\sin(x)/x$	系统
7	2 高斯	系统
8	1 高斯	系统
9	ABC	自定义

其中，0~8 号为系统默认波形，不允许删除和编辑，从 9 开始为用户自定义波形。当用户未编辑并保存任意波文件时，序号大于 9 的文件不存在。且只有自定义波形才允许删除和编辑。当用户选择任意波文件时，显示屏下方的功能辅助提示区会自动显示出被选中文件的波形。

『删除当前任意波』：只有音频 2 的输出波形为任意波时，此项功能才可用。用来删除任意波列表中被选中的任意波文件。（注意：系统已编辑好的 9 种默认波形文件用户无法删除）

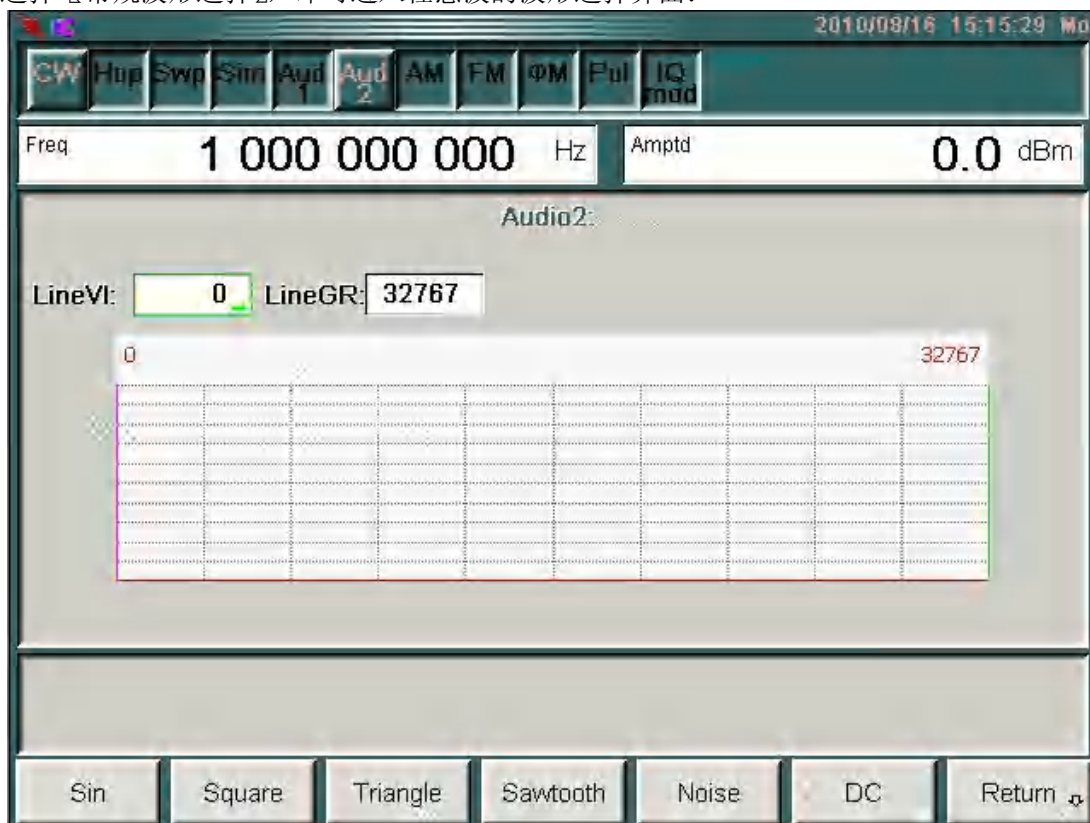
『编辑当前任意波』：只有音频 2 的输出波形为任意波时，此项功能才可用。可对用户编辑好的任意波文件参数继续进行修改。（注意：系统已编辑好的 9 种默认波形文件用户无法编辑）

『新建任意波』: 只有音频 2 的输出波形设为任意波时, 此项功能才可用。选择此功能进入任意波编辑界面:



下方的软菜单列出了波形的编辑功能: 『常规波形选择』、『非常规波形选择』和『变形』, 以及『波形另存为』、『退出编辑 不保存』等功能。

选择『常规波形选择』，即可进入任意波的波形选择界面：

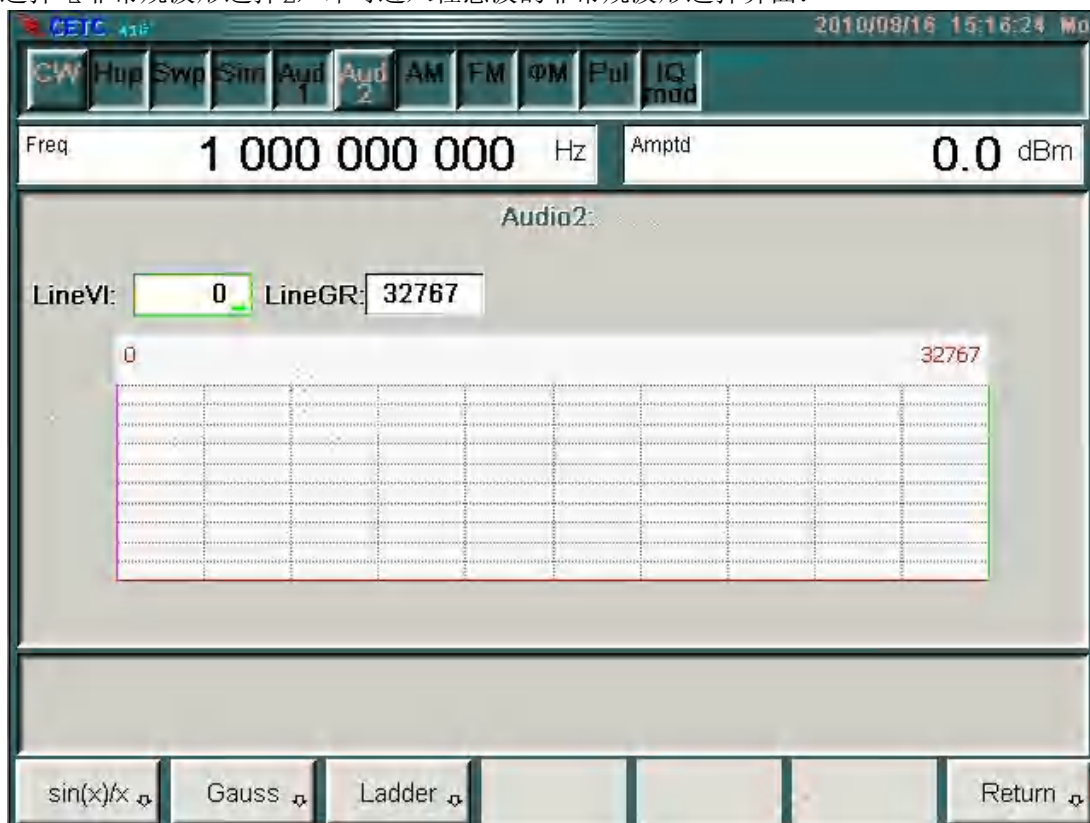


『波形选择』菜单列出了 6 种波形作为任意波的编辑参考，分别是：正弦、方波、三角、锯齿、噪声、直流。波形需要在设置完起始和终止时间坐标后选择。

为了使用户设置起来更方便，时间坐标轴刻度始终为用户所置信号周期 T （音频 2 所置频率的倒数）的 32766 等分后的离散值，即相邻点间的时间间隔等于 $T/32766$ ，时间坐标轴上从 0 刻度至 32766 刻度所代表的时间大小为 T 。

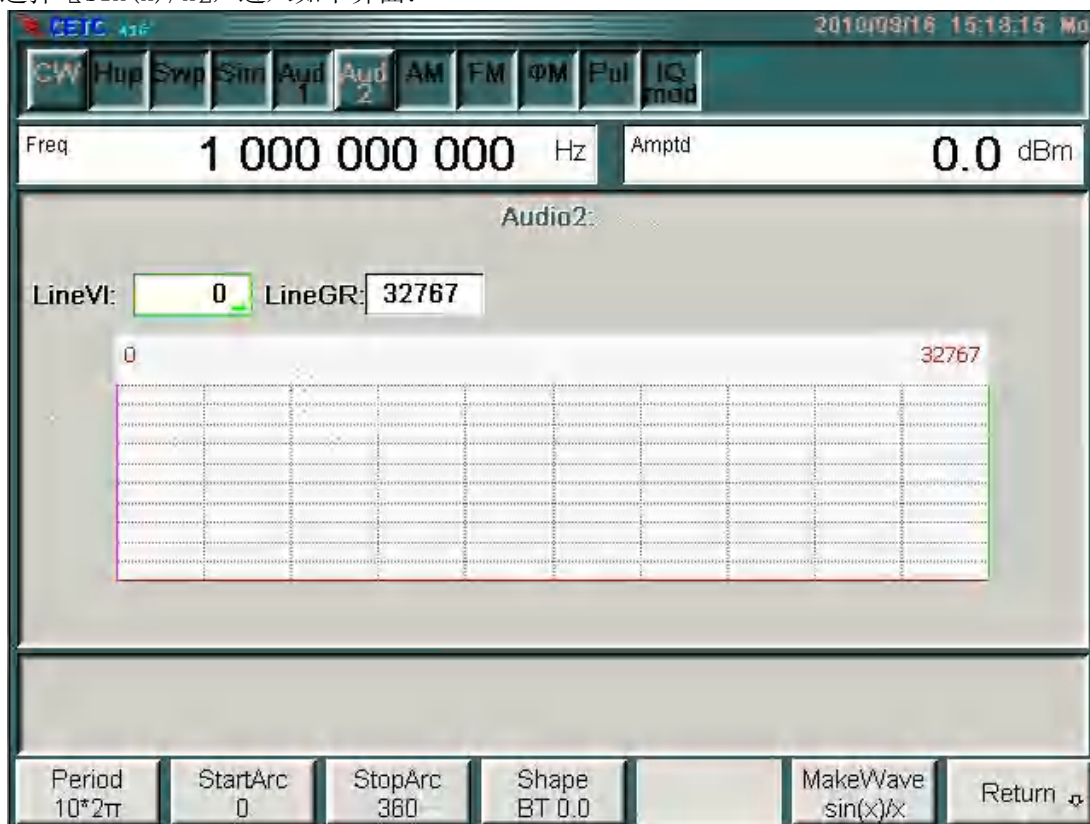
设置时间段的方法很简单，用户只要设定一段任意波的起始时间坐标和终止时间坐标就可以了。其中，绿色线代表一个任意波信号段的起始时间，最小值为 0；蓝色线表示一个任意波信号段的终止时间，最大值为 32766。例如用户已将频率值设为 10kHz，对应周期为 $100\mu\text{s}$ ，此时将绿色线值设为 0，蓝色线值设为 15000，此三角波的实际周期为 $15000 \times 100\mu\text{s} / 32766 \approx 46\mu\text{s}$ ，选择三角波形。（波形如上所示）再将绿色线值设为 15000，蓝色线值设为 32766，选择正弦，此正弦波的实际周期为 $(32766 - 15000) \times 100\mu\text{s} / 32766 \approx 54\mu\text{s}$ ，二者的周期之和为 $100\mu\text{s}$ 。

选择『非常规波形选择』，即可进入任意波的非常规波形选择界面：



『常规波形选择』菜单列出了 3 种波形作为任意波的编辑参考，分别为 $\sin(x)/x$ 、高斯、阶梯。下面分别介绍这三种非常规波形：

选择『 $\sin(x)/x$ 』，进入如下界面：



下方的软菜单列出了『 $\sin(x)/x$ 』的 4 项参数：

『函数周期 XX.X 个 2π 』： $\sin(x)/x$ 信号的完整周期个数。范围为 2~20。

『起始角度 XXX.X』： $\sin(x)/x$ 信号的起始相位。范围为 0~360 度。

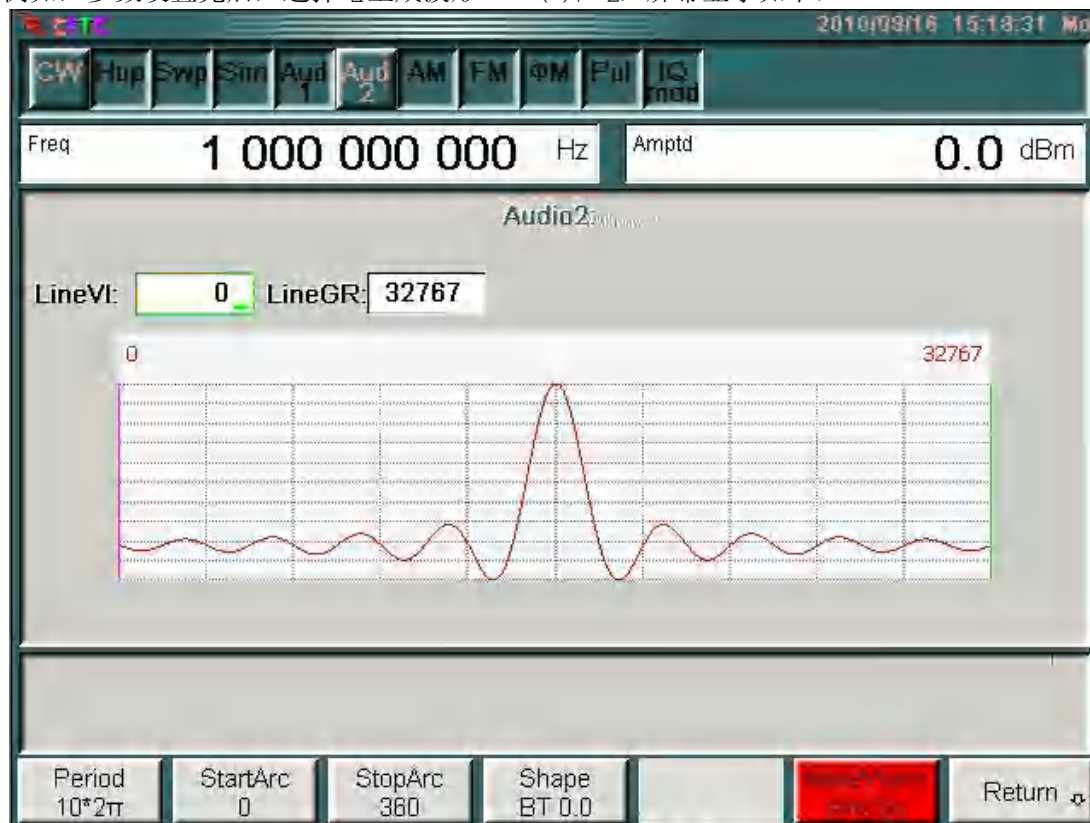
『终止角度 XXX.X』： $\sin(x)/x$ 信号的终止相位。范围为 0~360 度。

〔形状 BT 因子 X.X〕: $\sin(x)/x$ 信号的波形变换因子。范围为 0~1。

以上 4 项参数的设置窗口对应幅度设置区，精确到小数点后 1 位。

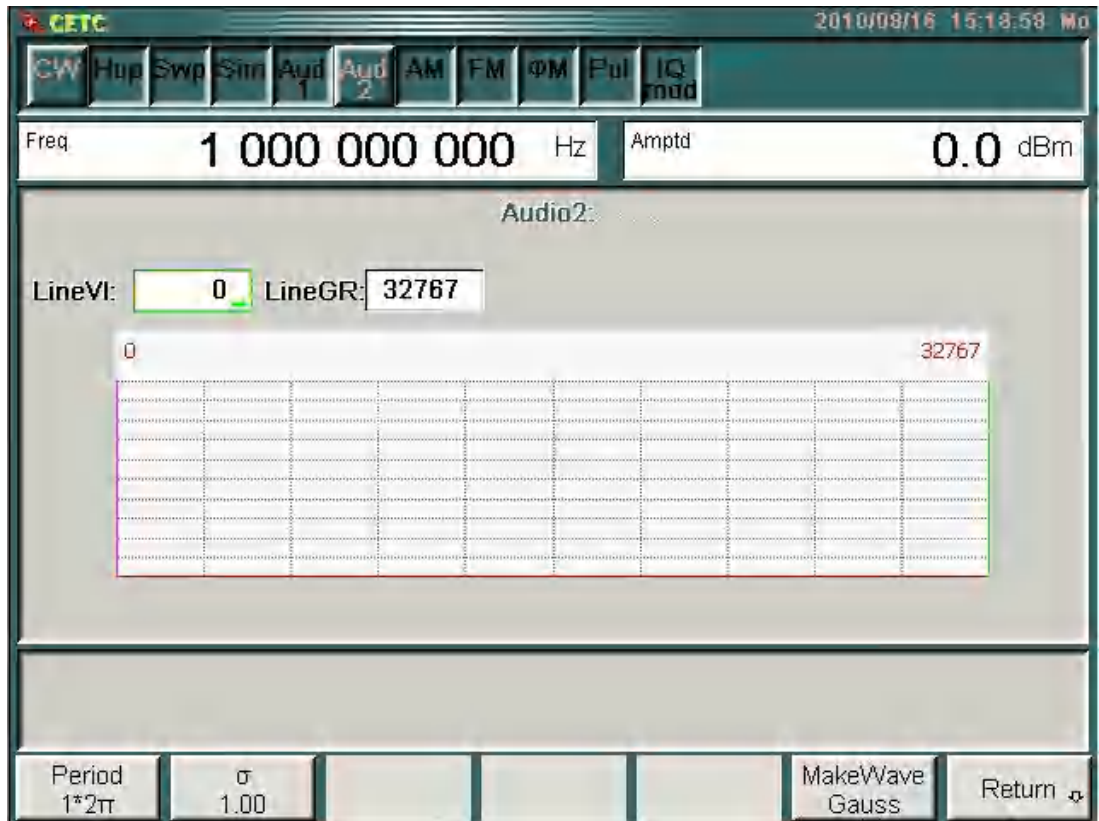
〔生成波形 $\sin(x)/x$ 〕: 设置完成以上参数后，选择此功能，仪器将会根据参数显示出发生的 $\sin(x)/x$ 波形。

例如，参数设置完后，选择〔生成波形 $\sin(x)/x$ 〕，屏幕显示如下：



〔返回〕: 回到上一级菜单。

选择『高斯』，进入如下界面：



下方的软菜单列出了『高斯』的两项参数：

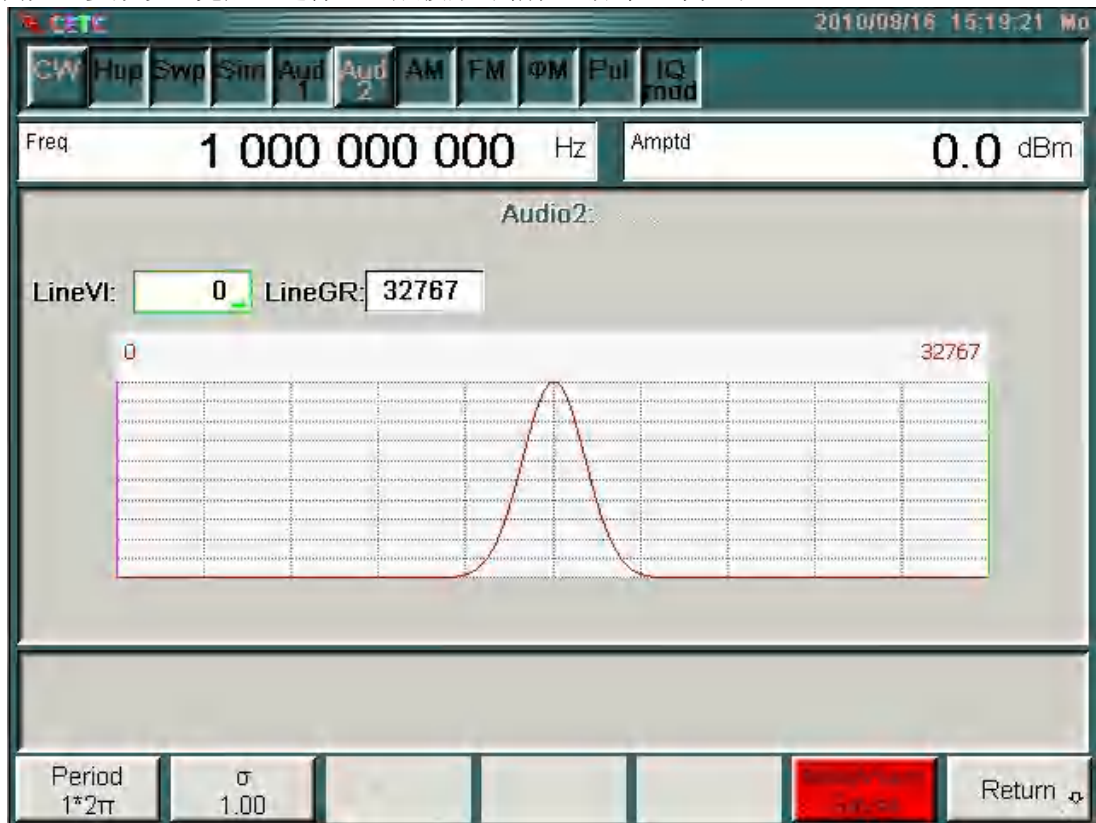
『函数周期 X 个 2π 』：高斯信号的完整周期个数。范围为 0.2~2，精确到小数点后 1 位。

『 σ 因子 X.XX』：高斯信号的 σ 因子。范围为 0.5~5，精确到小数点后 2 位。

以上参数的设置窗口对应幅度设置区。

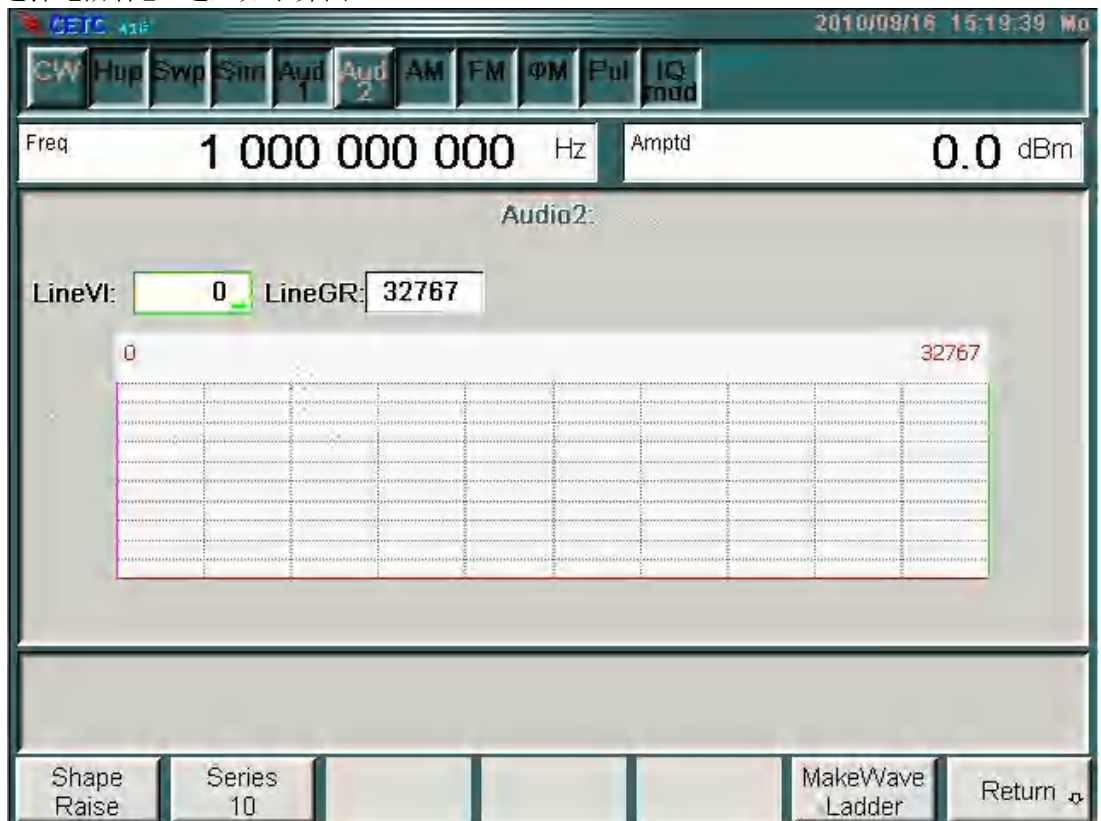
〔生成波形 高斯〕: 设置完成以上参数后, 选择此功能, 仪器将会根据参数显示出发生的高斯信号波形。

例如, 参数设置完后, 选择〔生成波形 高斯〕, 屏幕显示如下:



〔返回〕: 回到上一级菜单。

选择『阶梯』，进入如下界面：



下方的软菜单列出了『阶梯』的两项参数：

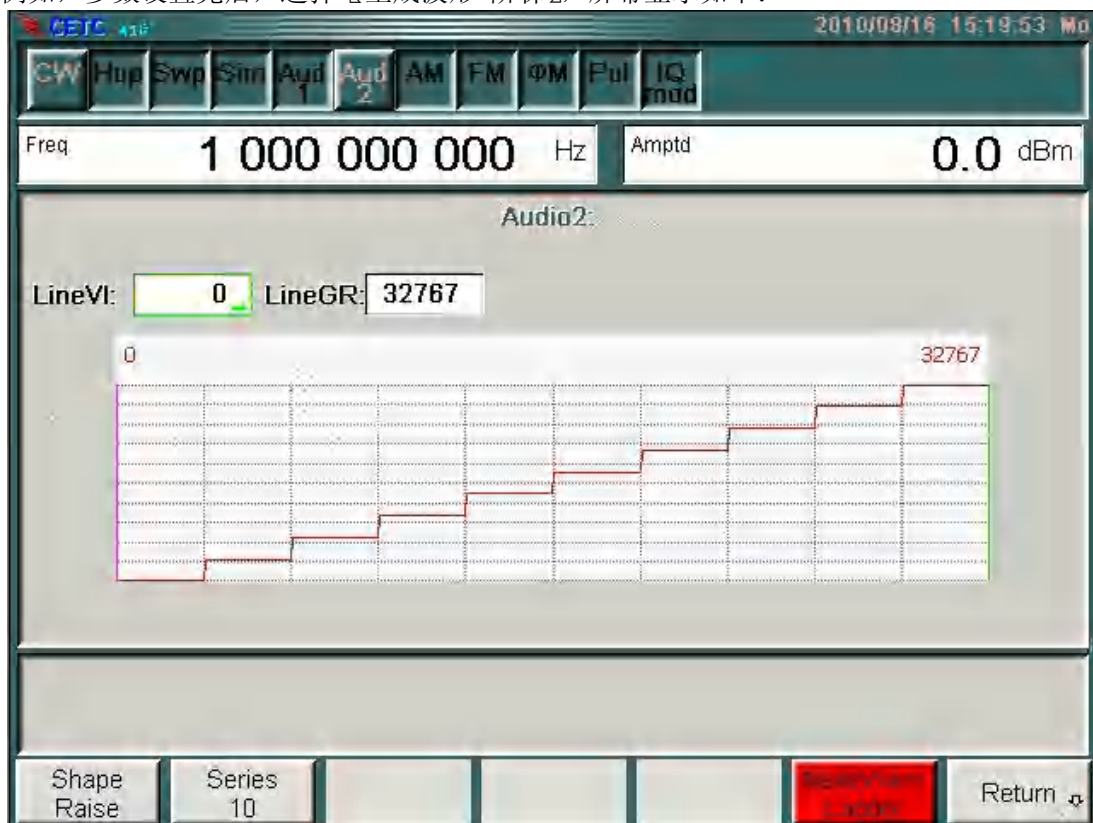
『形状 XXXX』：阶梯信号形状，共有 2 种：上升阶梯、下降阶梯。用【▲】、【▼】键进行选择。

『级数 XX』：阶梯信号的阶梯数。范围为 2~100。此项必须为正整数。

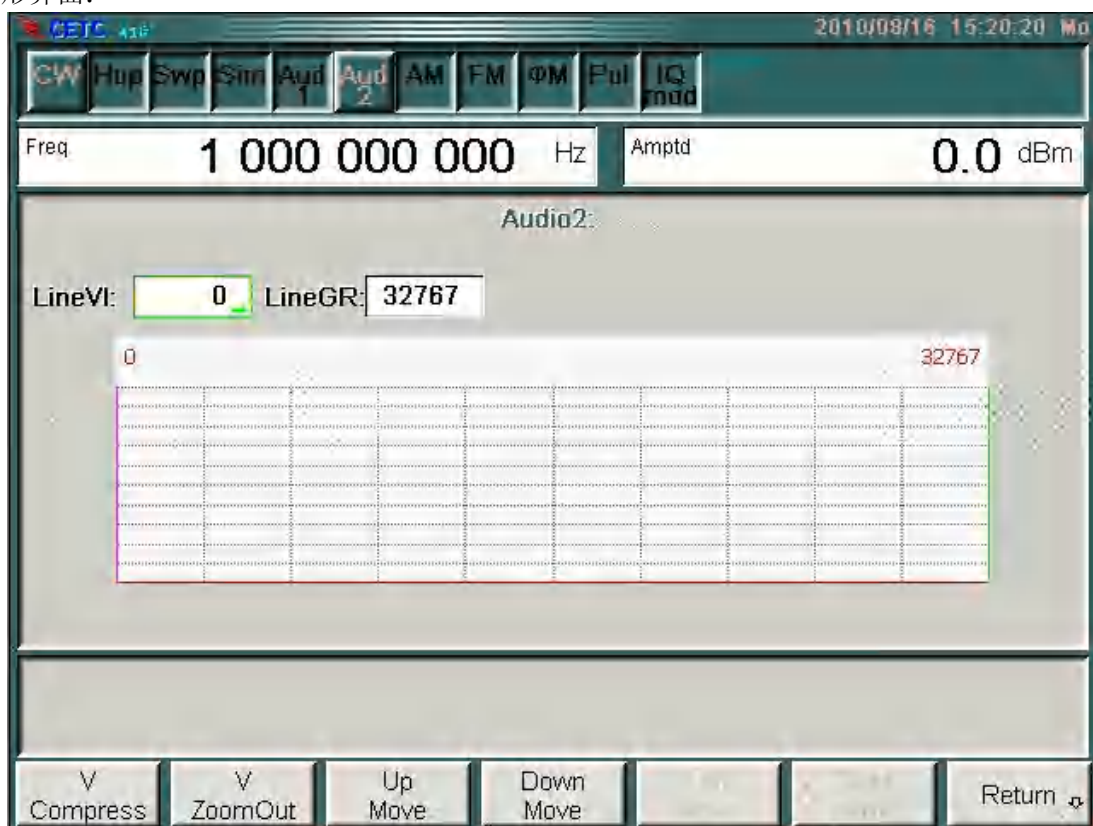
以上参数的设置窗口对应幅度设置区。

『生成波形 阶梯』：设置完成以上参数后，选择此功能，仪器将会根据参数显示出发生的阶梯信号波形。

例如，参数设置完后，选择『生成波形 阶梯』，屏幕显示如下：



『返回』：回到上一级菜单。选择完波形后，回到上一级菜单，选择『变形』功能，进入波形变形界面：



类似时间值的等分量化，变形功能对应功率值的等分量化。功率坐标轴的刻度始终为用户所置音频 2 信号功率值 A 被 16383 等分后的离散值，即相邻点间的功率间隔等于 $A/16383$ ，功率坐标轴上从 0 刻度至 16383 刻度所代表的实际功率大小为 A。

波形变换共有 6 种方式：

- ◆ 『纵向压缩』：每选择一次此操作，所选波形的功率被压缩为原来的一半。直至超

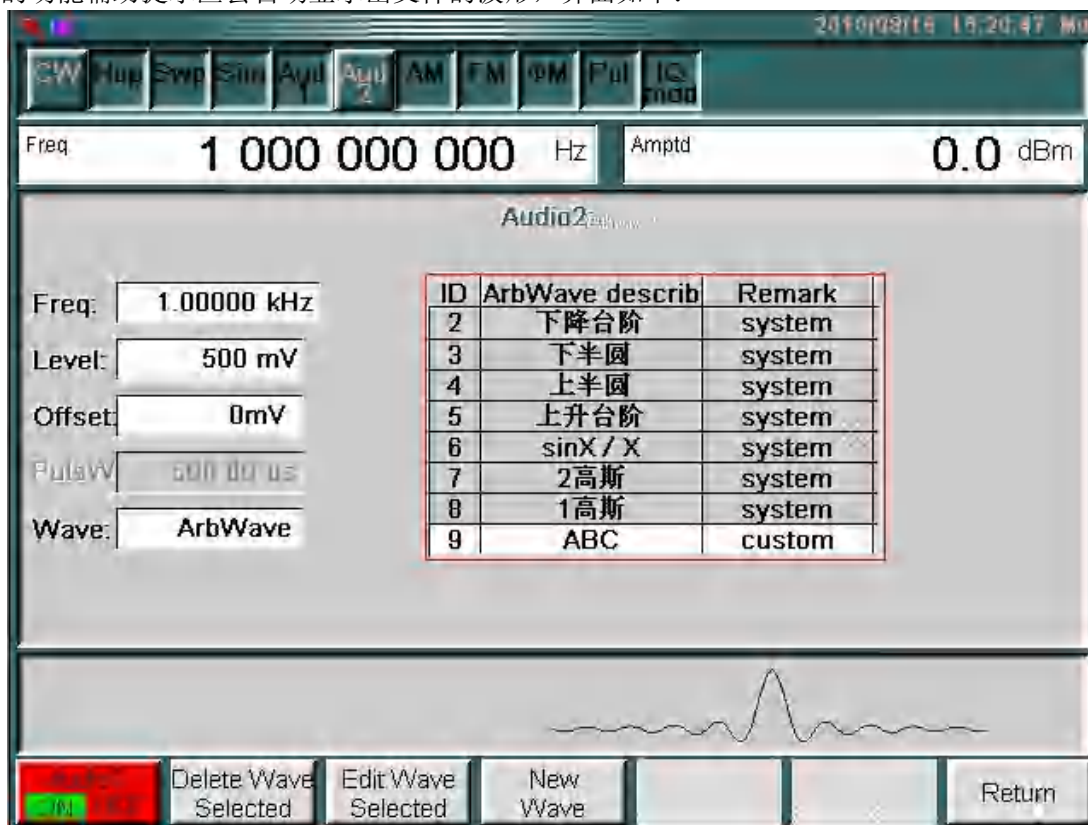
出仪器的纵向分辨率，成为直流信号。

- ◆ 【纵向放大】：每选择一次此操作，所选波形的功率被放大为原来的 2 倍。直至达到功率上限。
- ◆ 【上移】：将波形向上移动一段距离。
- ◆ 【下移】：将波形向下移动一段距离。

【波形另存为】：所有参数设置完后，选择此功能，信息提示区便会出现各种字母、数字和符号，用户可通过左、右方向键或 RPG 旋转脉冲发生器进行选择，然后用方向键下进行输入。完成后按单位键即可保存。

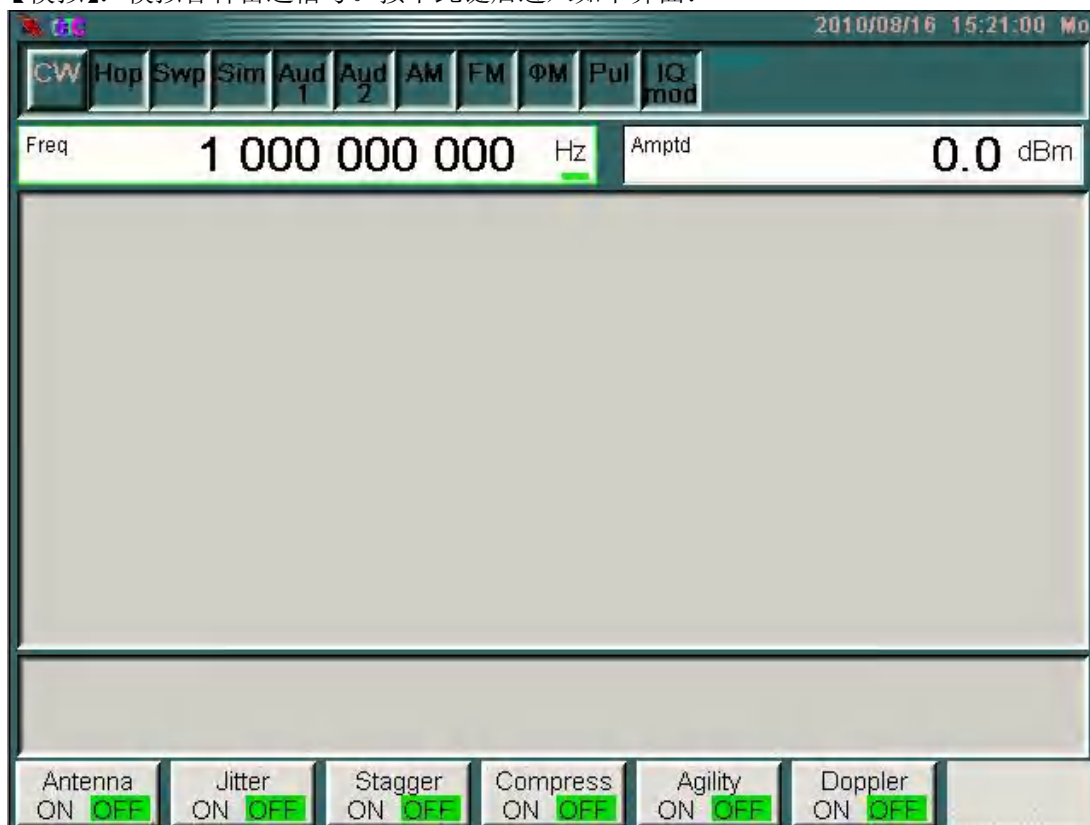
【退出编辑（不保存）】：离开当前的任意波编辑，不保存文件。

回到任意波文件选择界面，此时，如果选到刚刚保存的文件上（例如：文件名为“ABC”），下方的功能辅助提示区会自动显示出文件的波形，界面如下：



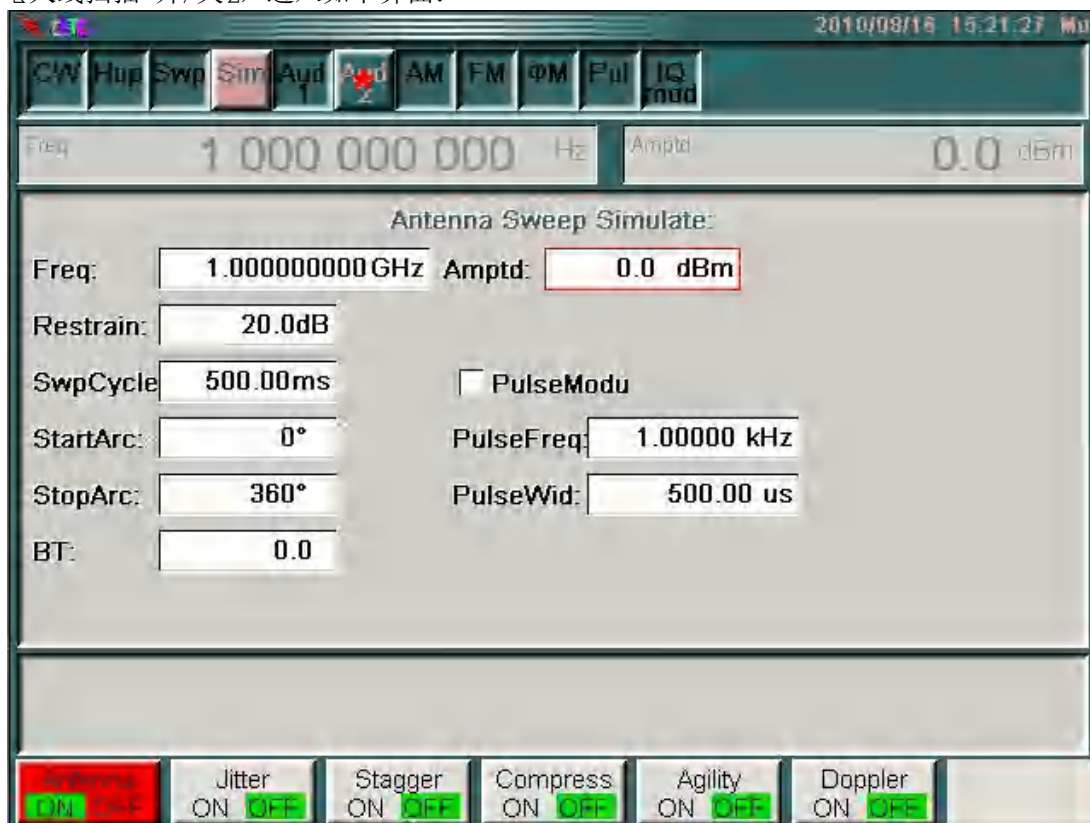
被选中的自定义文件会被自动调用，用户可通过前面板的音频输出接口获得输出信号。

【模拟】：模拟各种雷达信号。按下此键后进入如下界面：



软菜单区列举了模拟功能的 6 大部分：『天线扫描』、『脉冲抖动』、『脉冲参差』、『脉冲压缩』、『频率捷变』、『脉冲多普勒』。下面详细介绍各种模拟信号的功能及参数的设置方法。

打开【天线扫描 开/关】，进入如下界面：



7 项参数如下：

- ◆ 【载波频率】：载波信号频率值。设置范围为 250kHz~3GHz；
- ◆ 【功率】：设置范围为 -110dBm~10dBm。
- ◆ 【抑制比】：设置范围为 0dB~20dB。
- ◆ 【扫描周期】：设置范围为 100ms~20s。
- ◆ 【起始角度】：设置范围为 0~360 度。
- ◆ 【扫终角度】：设置范围为 0~360 度。
- ◆ 【 α 因子】：设置范围为 0~5。精确到小数点后 1 位。

此功能还可在信号上附加脉冲调制，当需要脉调时，将右方的脉冲调制选项勾上，此时可以设置下面的两项脉调参数。

- ◆ 【脉冲频率】：设置范围为 0.05Hz~300kHz。
- ◆ 【脉冲宽度】：设置范围为 1 μ s~10ms。

上面这两项参数在用户设置时是互动的，其中，脉冲频率的倒数必须始终大于脉冲宽度。当用户设置的脉冲频率过低或过高时，系统会自动调整脉冲宽度的值，使二者始终保持在一定范围内，反过来也是一样。



请注意：用户只要打开任何一种模拟功能，该功能所对应的模拟信号会立即输出，不需要按任何键确认。如果用户需要更改模拟信号参数，需在更改完后选择【设置确认重新模拟】重新生成模拟信号，否则新信号不会被发生。

打开『脉冲抖动 开/关』，进入如下界面：

2010/09/16 15:21:41 Mo

CW Hup Swp Sim Aud 1 Aud 2 AM FM PM Pul IQ mod

Freq: 1 000 000 000 Hz Amplitude: 0.0 dBm

Pulse Jitter Radar Simulate:

Freq: 100.000000MHz Amplitude: 0.0 dBm CtrRow InsRow

ID	PulseCycle	StartWid	StopWid	JitterStyle(1-4)	JitterNum
0	1.00ms	500.00us	100.00us	Lin(1)	10

Antenna ON OFF Jitter ON OFF Stagger ON OFF Compress ON OFF Agility ON OFF Doppler ON OFF

9 项参数如下：

- ◆ 『载波频率』：载波信号频率值。设置范围为 250kHz～3GHz；
- ◆ 『载波功率』：设置范围为 -110dBm～10dBm。
- ◆ 『脉冲周期』：设置范围为 3μs～2s。
- ◆ 『起始脉宽』：设置范围为 1μs～2s。
- ◆ 『终止脉宽』：设置范围为 1μs～2s。
- （注意：起始脉宽和终止脉宽不得超出脉冲周期的范围。）
- ◆ 『抖动方式』：共 4 种：线性（1）、对数间隔增（2）、对数间隔减（3）、随机（4）。4 种方式均采用数字键输入，对应数字为括号内的值。选择对应数字后再按单位键即可选中。
- ◆ 『抖动个数』：设置范围为 2～100。
- ◆ 『清除行』：删除选中的一行脉冲抖动参数。
- ◆ 『插入行』：插入一行脉冲抖动参数。

打开『脉冲参差 开/关』，进入如下界面：

2010/9/16 15:21:52 Mo

CW Hup Swp **Sim** Aud 1 Aud 2 AM FM PM Pul IQ mod

Freq: 1 000 000 000 Hz Amplitude: 0.0 dBm

Pulse Stagger Radar Simulator:

Freq: 100.000000MHz Amplitude: 0.0 dBm ClrRow InsRow

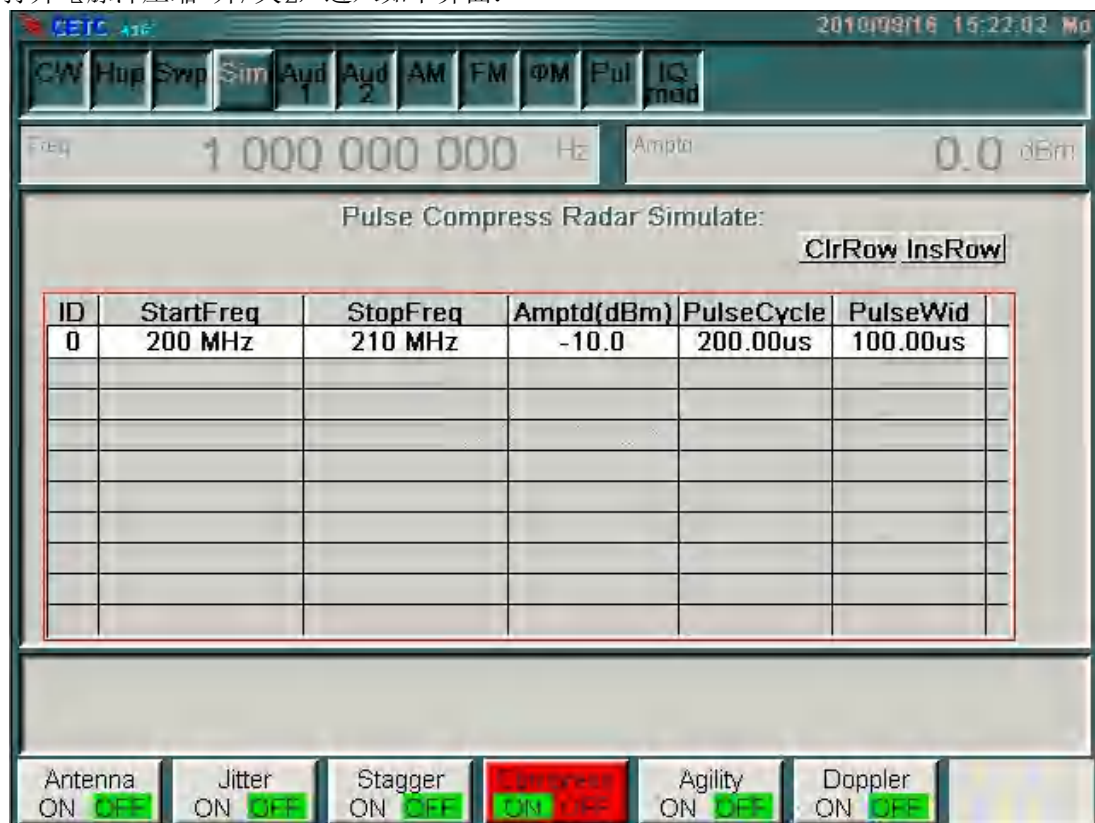
ID	PulseCycle	PulseWid	RepeatNum
0	100.00us	10.00us	1
1	200.00us	20.00us	2

Antenna ON OFF Jitter ON OFF **Pulse Stagger ON OFF** Compress ON OFF Agility ON OFF Doppler ON OFF

7 项参数如下：

- ◆ 『载波频率』：载波信号频率值。设置范围为 250kHz～3GHz；
- ◆ 『载波功率』：设置范围为 -110dBm～10dBm。
- ◆ 『脉冲周期』：设置范围为 3μs～2s。
- ◆ 『脉宽』：设置范围为 1μs～2s。
(注意：脉宽不得超出脉冲周期的范围。)
- ◆ 『重复次数』：设置范围为 1～10。
- ◆ 『清除行』：删除选中的一行脉冲参差参数。
- ◆ 『插入行』：插入一行脉冲参差参数。

打开『脉冲压缩 开/关』，进入如下界面：



7 项参数如下：

- ◆ 『起始』：设置范围为 250kHz~3GHz。
- ◆ 『终止』：设置范围为 250kHz~3GHz。
(注意：起始和终止频率的差值的绝对值必须 $\leq 60\text{MHz}$ ，当其中一个频率变化很大时。另一个值将会自动改变，以保证范围。)
- ◆ 『功率』：设置范围为 $-110\sim 10\text{dBm}$ 。
- ◆ 『脉冲周期』：设置范围为 $3\mu\text{s}\sim 2\text{s}$ 。
- ◆ 『脉宽』：设置范围为 $1\mu\text{s}\sim 2\text{s}$ 。
(注意：脉宽不得超出脉冲周期的范围。)
- ◆ 『清除行』：删除选中的一行脉冲压缩参数。
- ◆ 『插入行』：插入一行脉冲压缩参数。

打开【频率捷变 开/关】，进入如下界面：



2010/08/16 15:22:15 Mo

CW Hup Swp Sim Aud 1 Aud 2 AM FM PM Pul IQ mod

Freq 1 000 000 000 Hz Ampld 0.0 dBm

Freq Agility Radar Simulate: ClrRow InsRow

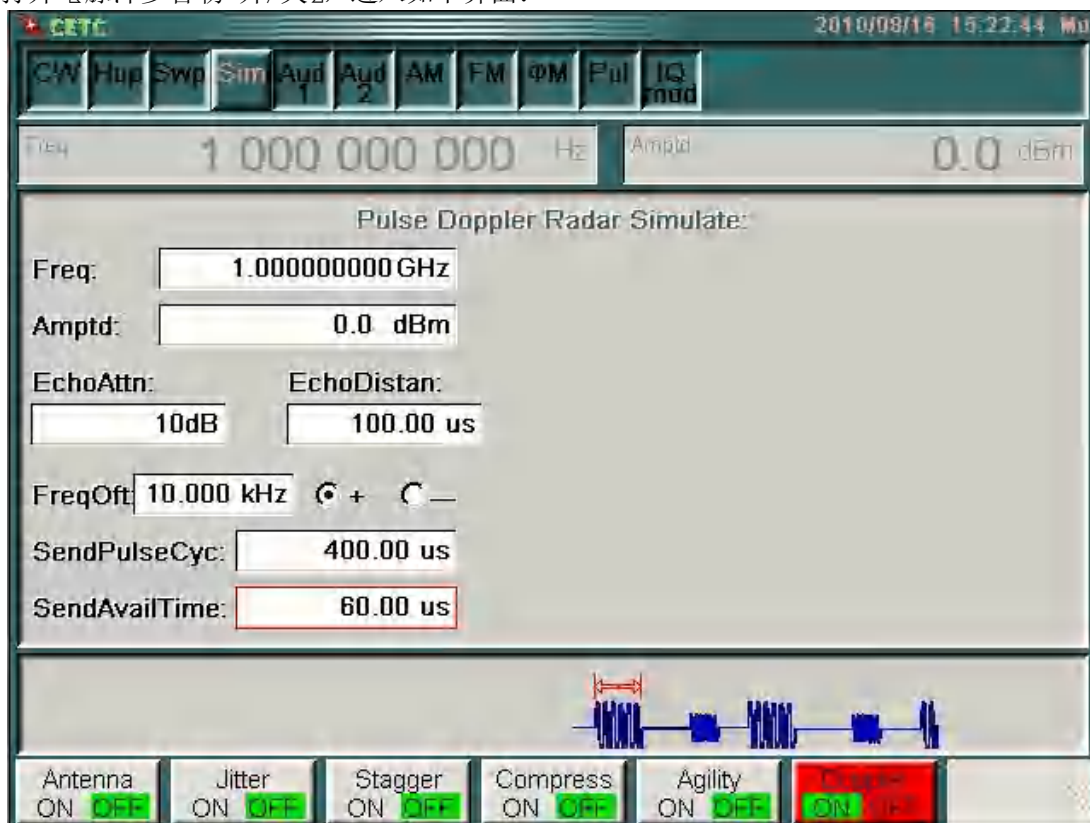
ID	Freq	Ampltd(dBm)	PulseHigh Wid	PulseLow Wid
0	1 GHz	0.0	100.00us	50.00us

Antenna ON OFF Jitter ON OFF Stagger ON OFF Compress ON OFF Agility ON OFF Doppler ON OFF

7 项参数如下：

- ◆ 【频率点】：设置范围为 250kHz~3GHz。
- ◆ 【功率】：设置范围为 -110~10dBm。
- ◆ 【高脉冲宽】：设置范围为 1μs~2s。。
- ◆ 【低脉冲宽】：设置范围为 1μs~2s。
- （注意：高脉宽与低脉冲宽插值的绝对值不得小于 2μs。）
- ◆ 【清除行】：删除选中的一行频率捷变参数。
- ◆ 【插入行】：插入一行频率捷变参数。

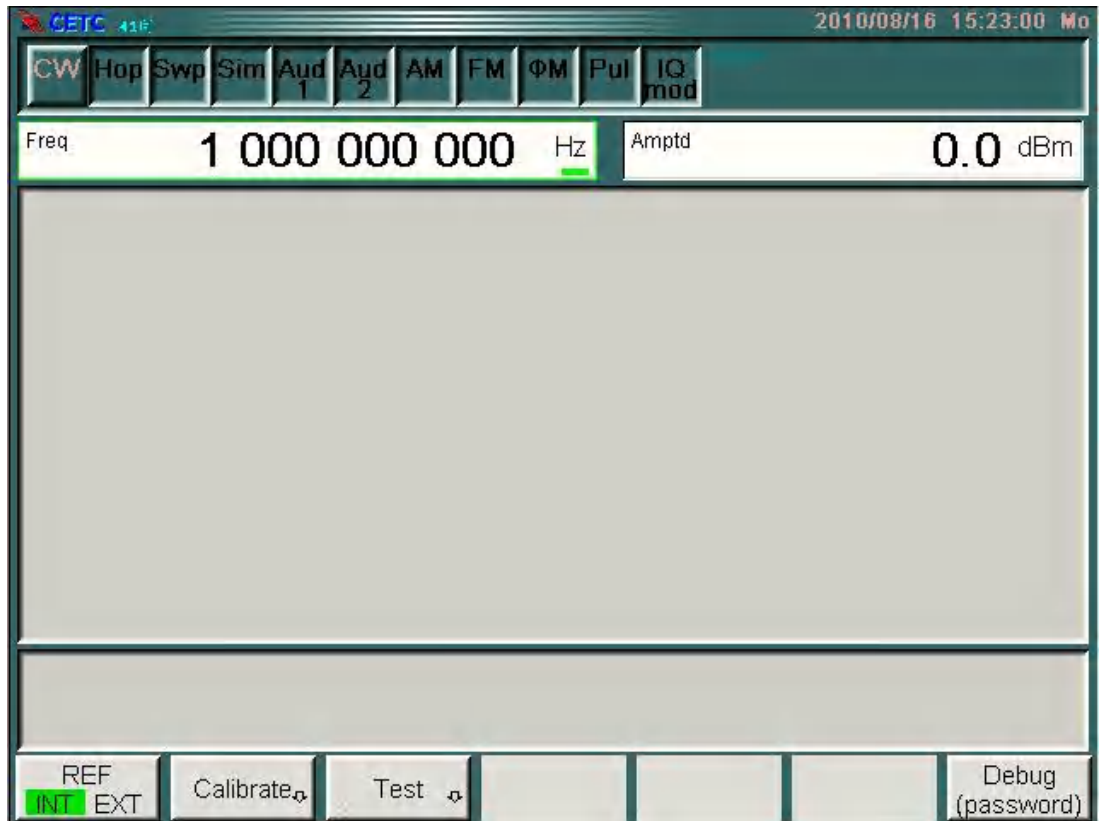
打开『脉冲多普勒 开/关』，进入如下界面：



7 项参数如下：

- ◆ 『载波频率』：载波信号频率值。设置范围为 250kHz~3GHz；
- ◆ 『载波功率』：载波信号功率值。设置范围为 -110dBm~10dBm。
- ◆ 『回波衰减』：设置范围为 0dB~30dB。
- ◆ 『回波距离』：设置范围为 3 μ s~2.181s。
- ◆ 『频移』：设置范围为 1Hz~50kHz。可选“正”、“负”。
“正”表示移动目标正在靠近雷达方向。
“负”表示移动目标正在远离雷达方向。
- ◆ 『发射脉冲周期』：设置范围为 6 μ s~4.322s。
- ◆ 『发射有效期』：设置范围为 1 μ s~33.55ms。

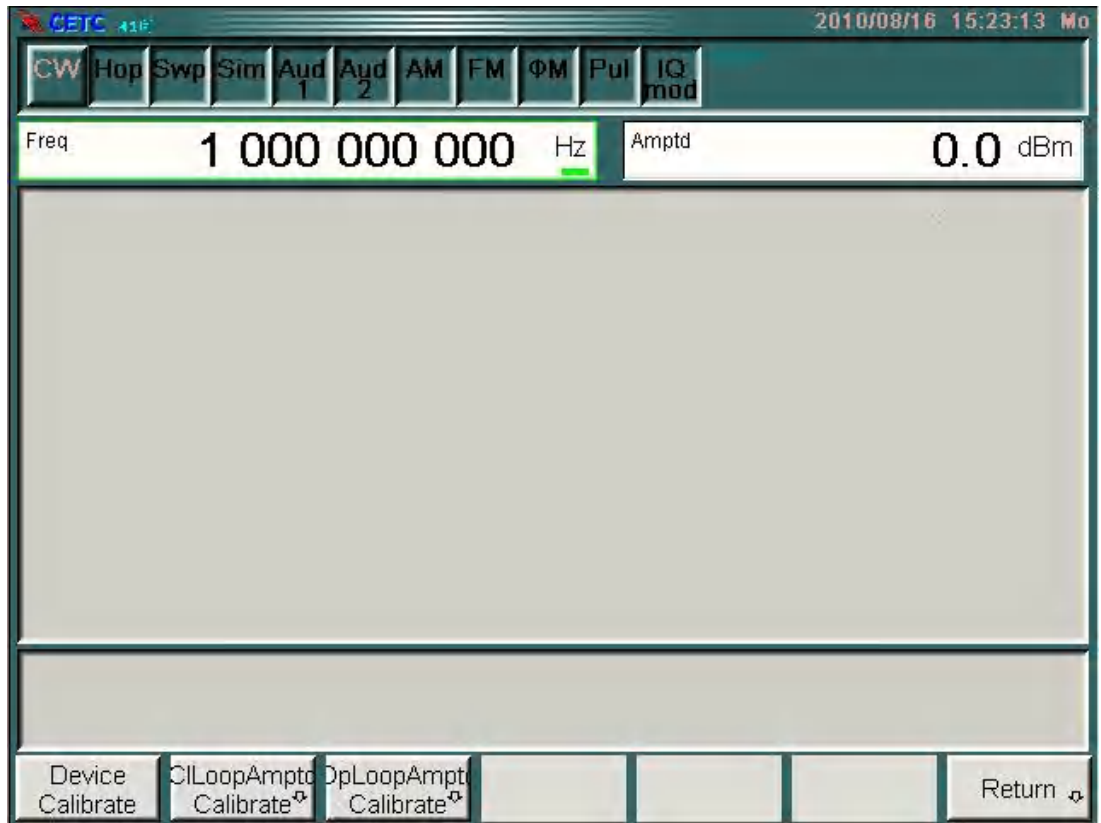
【辅助】：仪器的各种辅助功能。按此键后进入如下界面：



软菜单功能介绍：

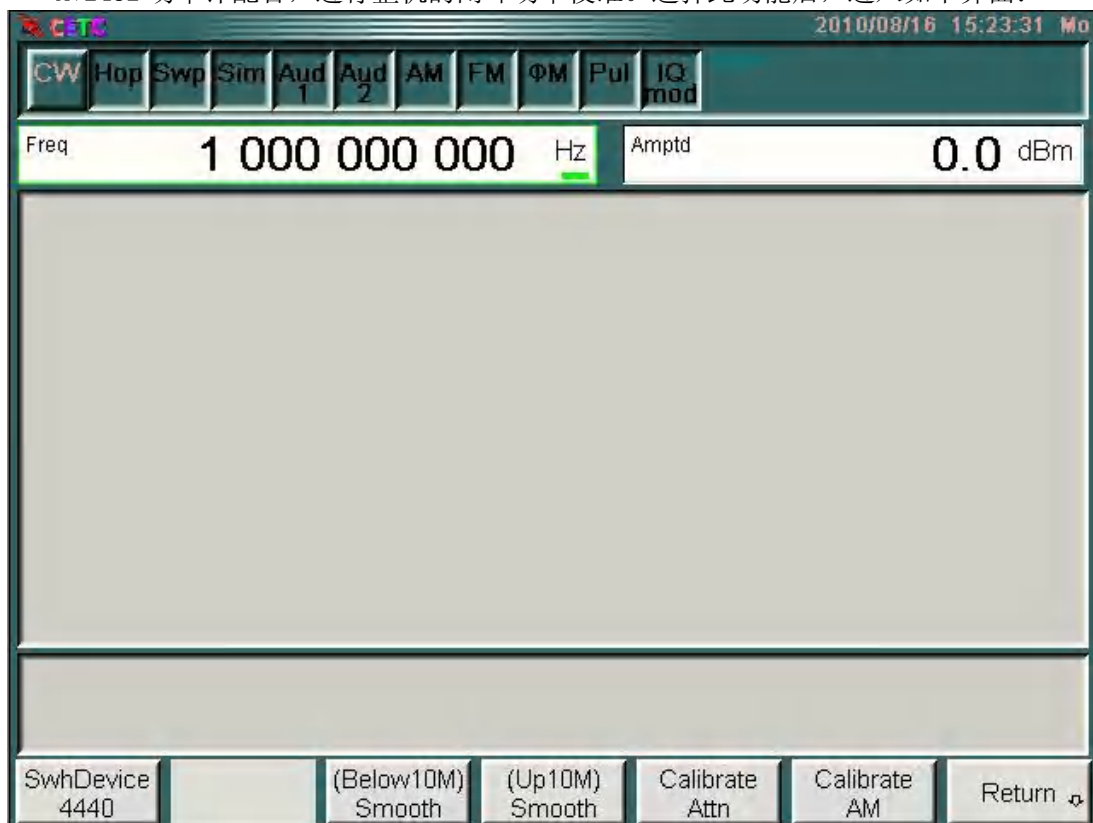
【参考 内/外】：切换射频本振环内、外 10MHz 参考时基。仪器默认状态为“内”，当需要使用外部的 10MHz 参考做本仪器的参考时基时，先将外参考信号通过 BNC 电缆接到仪器后面板的 10MHz 输入/输出接口（输入信号的功率范围在 0dBm~+10dBm），再将【参考 内/外】的状态置为“外”，仪器便会以外部输入的 10MHz 信号作为射频本振板锁相环的参考时钟进行工作。

【校准】，选择此功能后进入校准菜单：



【整机校准】：此功能无需外接仪器。选择后仪器将自动校准仪器整个频率范围内的功率。

【闭环功率 需外仪器】：此功能需外接仪器。通过后面板的 GPIB 接口与外部的 AV2432 功率计配合，进行整机的闭环功率校准。选择此功能后，进入如下界面：



【切换校准仪器】：用来切换对本信号源进行指标校准的外部仪器。每按一次键切换一种仪器。

【校准 10M 下 射频频响】：需外接 AV4440 频谱仪，并用 GPIB 连接电缆将两台仪器的 GPIB 接口连好，并将两台仪器的射频头连接起来。全部连接完后，选择此功能，弹出对话框“确定吗？”，选【确定】，仪器将校准 10MHz 以下的频率响应。

【校准 10M 上 射频频响】：需外接 AV2432 功率计，并用 GPIB 连接电缆将两台仪器的 GPIB 接口连好，并把功率计探头接到仪器前面板的 RF 射频信号输出接头。全部连接完后，选择此功能，弹出对话框“确定吗？”，选【确定】，仪器将校准 10MHz 以上频率响应。

【校准 射频衰减】：需外接 AV2432 功率计，并用 GPIB 连接电缆将两台仪器的 GPIB 接口连好，并把功率计探头接到仪器前面板的 RF 射频信号输出接头。全部连接完后，选择此项功能，弹出对话框“要校准衰减吗？需时：射频 1 分钟、微波 8 分钟”，选【确定】，仪器将校准 10MHz 以上频率的射频衰减。

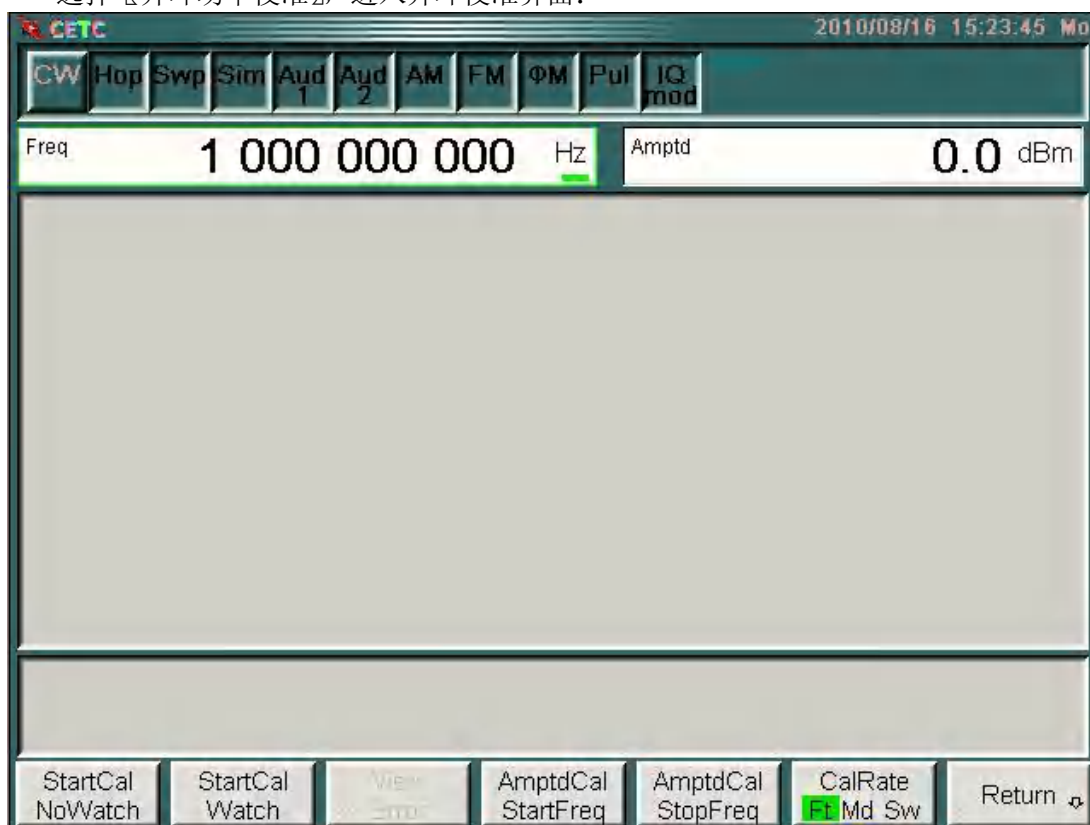
【校准 调幅】：需要 AV4033 频谱仪，并用 GPIB 连接电缆将两台仪器的 GPIB 接口连好，并把信号源的 RF 射频输出接口与频谱仪的输入接口连好。全部连接完后，选择此功能，弹出对话框“要校准调幅吗？需时约 5 分钟”，选“确定”，仪器将校准调幅。

【返回】：回到上一级菜单。



请注意：闭环功率校准需外部仪器，具体型号可通过【切换校准仪器】功能查看。已列出的校准仪器不可用其他型号的产品替代，而且校准时必须保证校准用的仪器功能及指标均正常，否则可能会导致信号源的输出不正常，严重时甚至损坏仪器。

选择『开环功率校准』，进入开环校准界面：



『开始校准 不带监视』：此功能无需任何外接仪器，选择后出现对话框“要校准开环吗？需时：射频 10 分钟、微波 40 分钟”，选择“确定”，仪器便开始执行校准。

『开环校准 带监视』：需外接 AV2432 功率计，并用 GPIB 连接电缆将两台仪器的 GPIB 接口连好，并把功率计探头接到仪器前面板的射频信号输出接头。全部连接完后，选择此项功能，弹出对话框“要校准开环吗？需时：射频 10 分钟、微波 40 分钟”，选择“确定”，仪器将对开环 10MHz 以上频率的进行校准，10MHz 以下频率无此校准功能。

『查看 错误频点』：当仪器在校准过程中出现频点错误，校准结束后可用此功能查看错误频点的值。

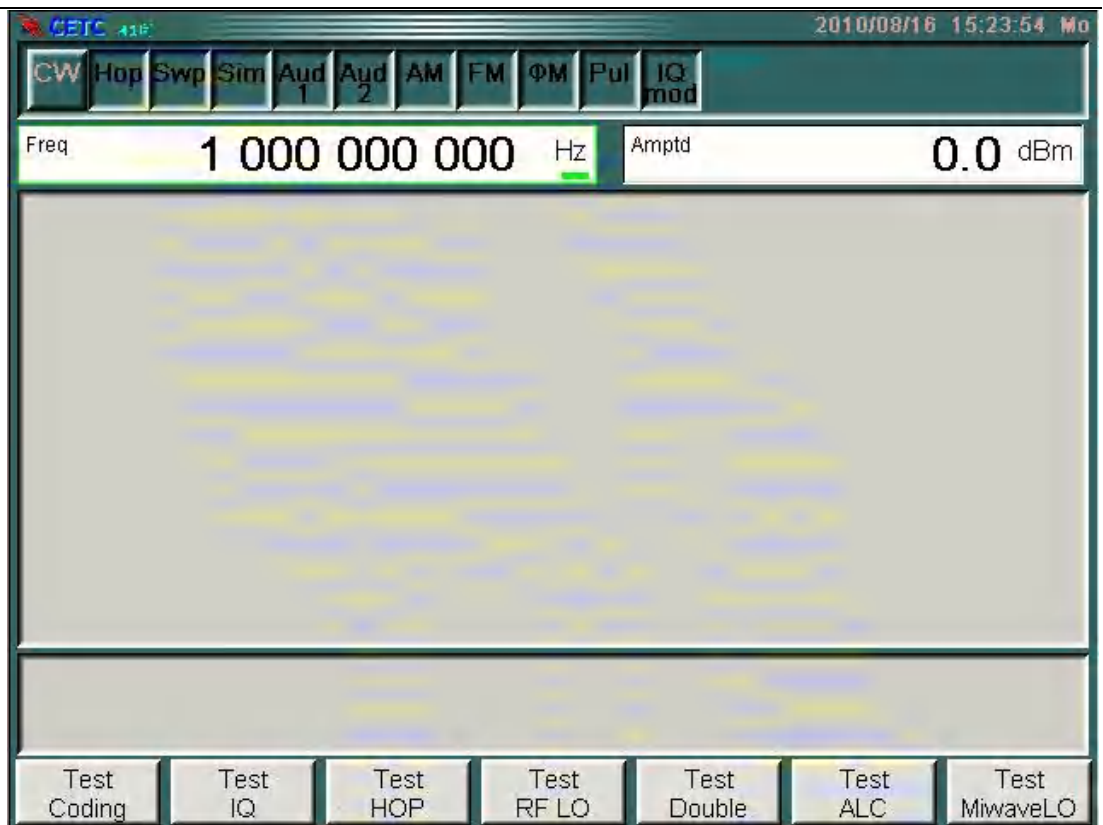
『功率校准 起始频率』：用户手动设置的校准频率段的起始位置。
可设置范围 250kHz～3GHz。

『功率校准 终止频率』：用户手动设置的校准频率段的终止位置。
设置范围为 250kHz～3GHz；

『校准频率 快/中/慢』：选择校准速度。如果速度选择“快”，在校准时可能会出现较多的错误频点。

『返回』：回到上一级菜单。

选择『自测试』，进入自测试界面：



[[测试 数据编码板]]: 对数据编码板进行校准。

[[测试 I/Q 调制板]]: 对 I/Q 调制板进行校准。

以上两个模块为射频信号源特有功能模块，微波信号源无对应的校准功能。

[[测试 捷变合成板]]: 对捷变合成板进行校准。

[[测试 本振变频板]]: 对本振变频板进行校准。

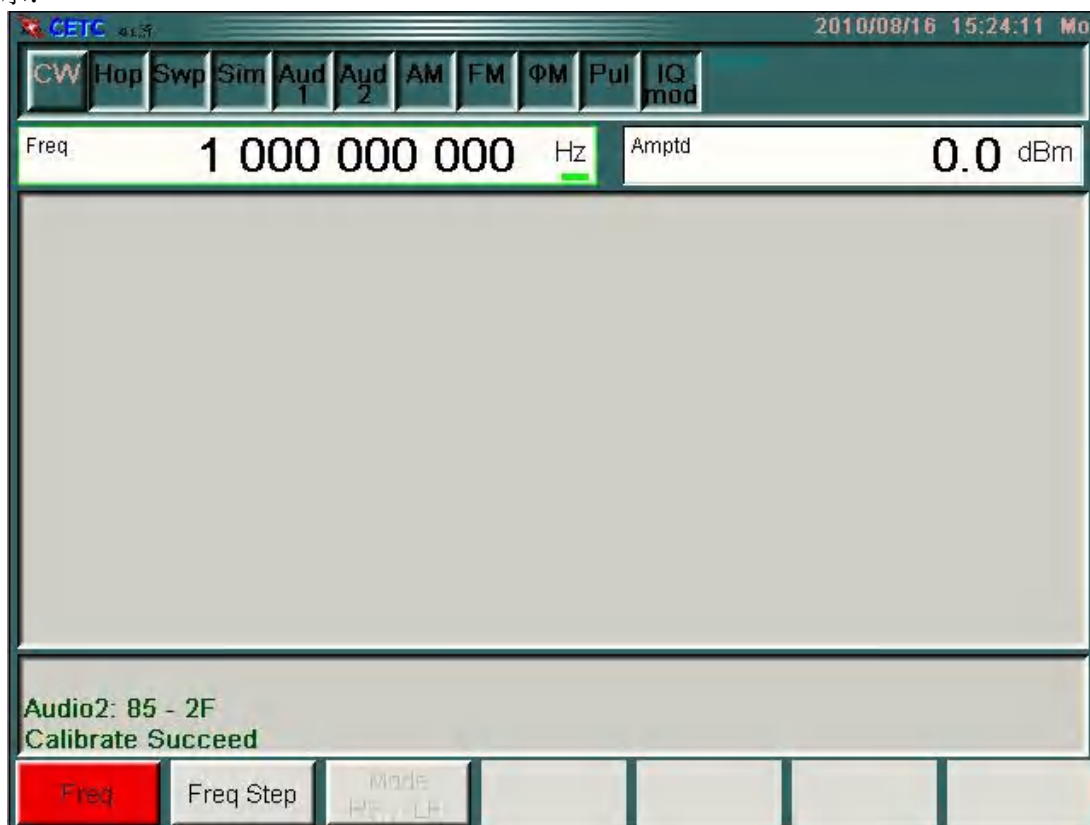
[[测试 倍频滤波板]]: 对倍频滤波板进行校准。

[[测试 稳幅控制板]]: 对稳幅控制板进行校准。

[[测试 微波本振板]]: 对微波本振板进行校准。

微波本振板模块为微波信号源特有功能模块，射频信号源无对应的校准功能。

选择其中一项后，系统会校准对应的功能模块。例如，选择『测试 捷变合成板』后，经过几秒钟的校准，显示屏左下角的功能辅助提示区会显示“音频 2：87-1 校准成功”的字样。如下所示：



『调试（需密码）』：此项内容属于调试人员的操作范围，用来对各个功能模块进行细调，一般用户不需要操作。

小结：本章介绍了仪器的外观、各种功能按键和输入输出接口，在涉及到仪器的信号发生功能时给出了对应功能的参数种类、参数设置方式和取值范围，主要是让用户对仪器的功能构成有一个较为详细的了解。如果用户想了解仪器各种信号发生方法的详细步骤，请翻阅下一章节的内容。

第三章 操作指南

本章介绍仪器各种信号的发生方法以及各种信号文件的编辑和保存操作。在设置输出频率、功率，频率扫描范围、时间，跳频，各种调制方式，数字调制及控制方式时，会涉及到以下几个方面的内容：

- 1) 信号频率范围从 250kHz~3GHz；
- 2) 各种调制方式：调幅、调频、调相、脉调以及数字调制。
- 3) 跳频文件编辑。
- 4) 任意波信号编辑。
- 5) 各种模拟信号的发生。

第一节 典型使用操作

1 简介

本节介绍一个快速而简便的操作 AV1476A 多制式射频信号源的方法，假如你是第一次使用本信号源，建议你先花几分钟仔细阅读本节内容，然后再进行后面的操作。

以下列出本次操作推荐使用仪器，这只是我们的建议，假如你使用的不是我们推荐的仪器，可能会看到不同的显示效果：

表 3-1 实验仪器

仪器	推荐型号	数量
频谱分析仪	AV4033	1 台

2 操作过程

进行 AV1476A 多制式射频信号源频率及功率输出操作，需要 AV1476A 多制式射频信号源和 AV4033 频谱分析仪各一台。如图 3-1 连接仪器，开机并调整频谱仪设置：中心频率 1GHz，扫宽 10MHz，参考功率 10dBm。

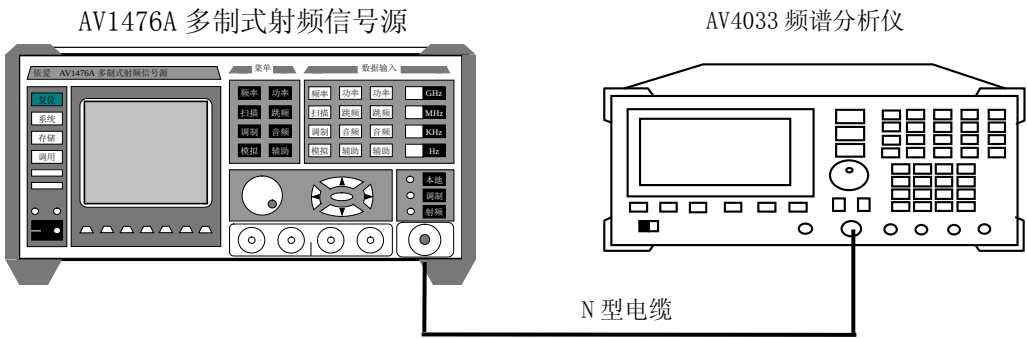


图 3-1 连接图

以下操作演示了一个简单的射频信号输出过程。

3 操作步骤

- 1) 打开后面板总电源执行完初次加电后，按下位于前面板左下方的【工作 待机】开关，指示灯为红色高亮表示信号源处于正常工作状态。



请注意：如果你已使用过本仪器，并更改过部分参数，仪器会保留一些参数设置，按【复位】键，然后再进行后面的操作。
当选中参数对话框的时候，会出现一个带颜色的方框，如果方框为红色，表示系统处于参数种类选择状态，此时，可通过方向键选择不同的参数；选中某一参数项后，按【确认】，方框变为绿色，此时进入参数修改状态，参数的修改及设置方式会在后面进行详细说明。

- 2) 按【频率】键，仪器处于频率设置状态，此时可以在前面板的数字键区及单位键区自由设置点频信号的频率值，把频率值设为 1.5GHz。
-



请注意：设置频率的方式有三种，除了刚才的直接设置以外，你还可以用控制面板区下方的方向键和 RPG 旋转脉冲发生器进行调节。方向键是按照常规操作思路设计的，【◀】、【▶】键可改变频率设置的数位，【▲】、【▼】键则对应着频率值的增、减。而 RPG 旋转脉冲发生器起改变数值的作用，顺时针旋转使数值增加，逆时针则相反。本仪器对 RPG 旋钮的响应速度比较快。

- 3) 功率设置：按【功率】键，仪器处于功率设置状态，此时可以在前面板的数字键区及单位键区自由设置点频信号的功率值，设置方法与频率设置方法基本相同。我们再将功率置为 10dBm。完成了以上两个操作，把频谱仪设置成中心频率在 1.5GHz，功率为 20dBm，扫宽 10MHz，频谱分析仪就会显示出相应的频谱。
-



请注意：如果频谱仪的视窗内没有 1500MHz、10dBm 的信号显示，检查你的频谱仪设置，如果有错误，请重新按照以上参数设置一遍。

这样，我们就完成了一个最简单的信号输出操作。

小结：本节只是简单熟悉一下仪器最基本的信号发生及输出功能，如果您想对仪器各种信号的发生方式有全面的了解，请继续翻阅下一节的内容。

第二节 扫描操作

扫描就是输出各种扫频信号。AV1476A 多制式射频信号源只有 1 种扫频方式：数字步进。这里给出一个操作示例。

1 数字步进扫描

仪器连接好以后，打开并预热 30 分钟以上再进行下面的操作。

按【复位】键→按【扫描】键→选择『数字步进扫描』，进入参数设置界面→选到『起始频率』，将参数置为 1GHz→选到『终止频率』，置为 2GHz→选到『功率』，将功率置为-5dBm→选到『方式』，置为“线性”→选到『频点数』，把频率点设为 100→选到『间隔时间』，置为 0.1s。此时，全部参数设置完成→打开【扫描 开/关】，输出信号。

小结：扫描是信号源的一项基本功能，以上的三项操作示例可以使用户对 AV1476A 多制式射频信号源的扫描功能及基本操作方式有了一个初步了解和掌握，用户可以自己再尝试着更改扫描参数，方法与示例相同。

第三节 跳频操作

跳频是 AV1476A 多制式射频信号源的一个重要功能，既可在仪器内进行跳频文件的编辑，也可通过 USB 接口把编辑好的跳频文件传送到仪器中。当然，仪器也可以把内部编辑好的跳频文件保存到 USB 外设中去。这里一共给出两个操作示例：1) 调用仪器已存跳频文件；2) 编辑跳频文件。

1 调用仪器已存跳频文件

按【复位】键→按【调用】键，选择软菜单区的『调用跳频信号』，在显示屏出现的跳频文件菜单中用【▲】、【▼】键选到“1G8000 点”的文件，（注意：当文件选框为红色时，要按一次【确定】键，使选框变为绿色，这样才能选择跳频文件）选中后按【确定】键→在弹出的对话框中选择『确定』。此时，跳频文件的信息会被加载到仪器内，系统自动切换到跳频界面→选择软菜单区的『跳频』功能，仪器将自动装载跳频文件的参数发生跳频信号→打开【射频 开/关】，输出信号。

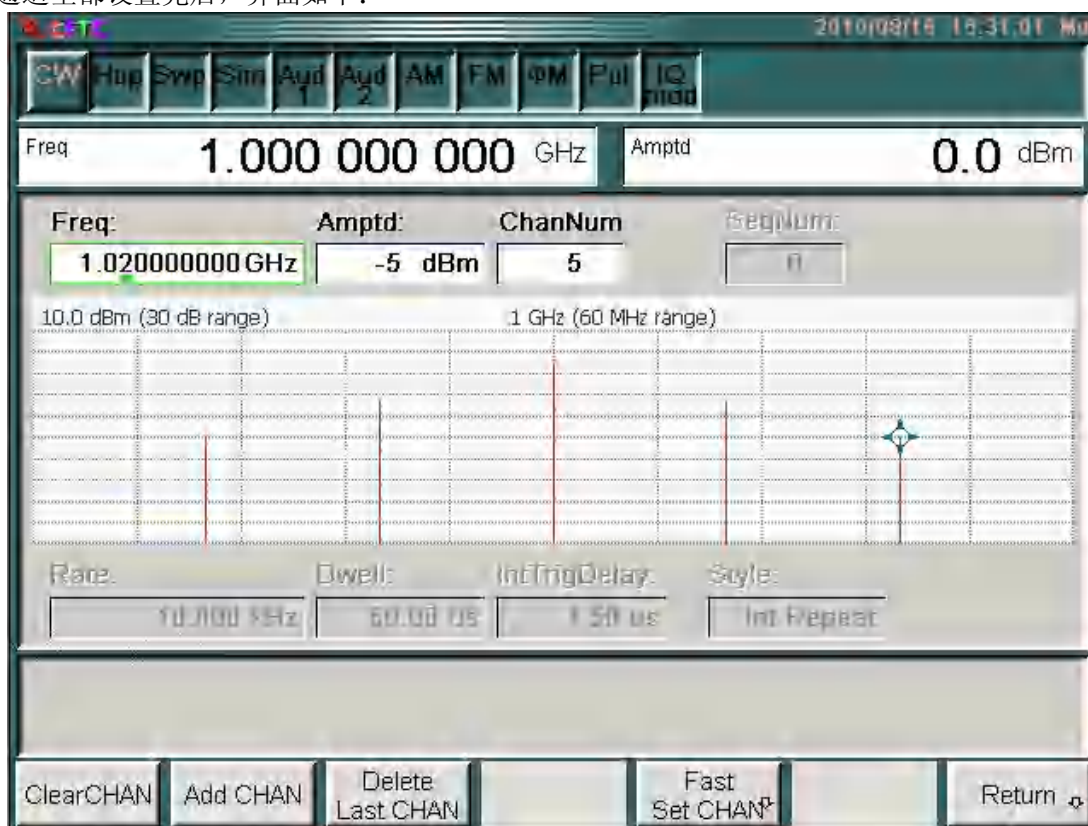
2 编辑跳频文件

按【复位】键，使仪器恢复到刚启动时的默认状态→按【跳频】键→选择软菜单区的【通道】功能→将参数选框选到【频率】参数上，将频率值设为 0.98GHz→选择【功率】，设为-5dBm→进入【通道】，选择【添加】功能，此时，0 通道的点频信号设置完毕→选择【返回】，继续选择【频率】参数，将频率值设为 0.99GHz→选择【功率】，设为-0dBm→进入【通道】，选择【添加】功能，此时，1 通道的点频信号设置完毕。依此类推，共设置 5 个通道，通道参数如下表 3-2 所示：

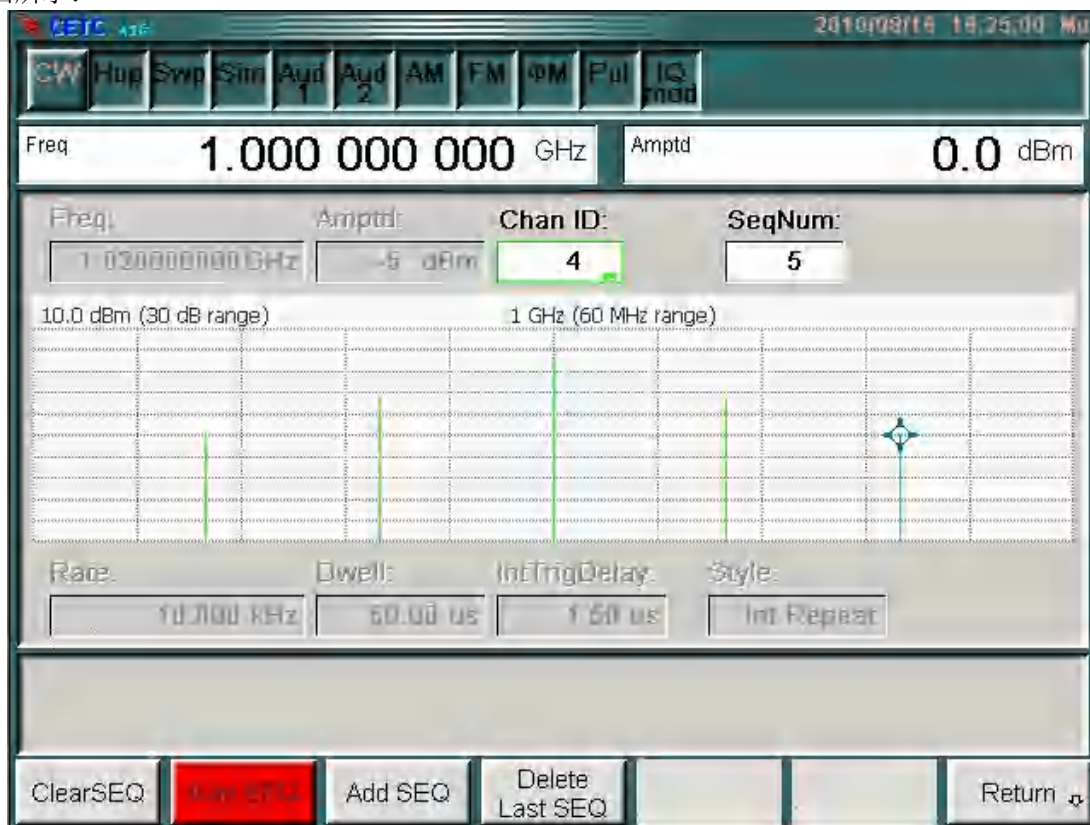
表 3-2 通道参数

通道号	参数项	频率 (GHz)	功率 (dBm)
0		0.98	-5
1		0.99	0
2		1	+5
3		1.01	0
4		1.02	-5

5 个通道全部设置完后，界面如下：



选择软菜单区的【返回】功能，回到跳频功能菜单→选择【序列】，开始设置跳频通道顺序（注意：如果用户不想手动设置跳频通道的输出序列，可以选择软菜单区的【自动序列】功能，系统按通道号由小到大的顺序自动排列跳频顺序。）这里介绍手动编辑步骤：将参数选框停到【当前通道】上，将通道号用【▲】、【▼】键选为 0→选择【添加】功能，此时，通道 0 为第 1 跳频序列（已被设置了序列的通道在图形表示方式中会变为绿色）→继续用【▲】、【▼】键将当前通道号选为 1→选择【添加】功能，此时，通道 1 为第 2 跳频序列。依此类推，将 5 个通道的跳频序列全部设置完毕，如下图所示：



选择软菜单区的【返回】，继续选择【参数设置】，设置跳频参数→选择【速率】，设为 10kHz→选择【驻留】，设为 20ms→选择【触发延时】，设为 2μs→选择【方式】，设为“内重复”。至此，所有的跳频参数设置完成，选择菜单中的【跳频】功能，发生跳频信号→打开【射频 开/关】，输出信号。

如果用户想保存此跳频文件，先按前面板的【存储】键，再选择软菜单区的保存功能即可。

小结：以上两个操作示例向用户说明了 AV1476A 多制式射频信号源发生跳频信号的基本操作方法，用户可以再尝试着设置几个不同的跳频通道、跳频序列、跳频参数等，编辑出自己需要的跳频文件，方法与示例相同。

第四节 模拟调制操作

调制是 AV1476A 多制式射频信号源的一个最基本也是最重要的功能，分为两大部分：模拟调制和数字调制。数字调制的操作将在下一节介绍。

本节给出模拟调制部分的 5 个操作示例。5 个示例分为两部分，第一部分给出 4 种单项调制的操作示例，第二部分给出 1 种组合调制的操作示例。

1 单项调制

本仪器共 4 种单项调制方式，分别是：调幅、调频、调相、脉调。

1.1 调幅

按【复位】键 → 按【频率】键，将中心频率设为 1GHz → 按【功率】键，把信号功率设为 5dBm → 按【调制】键，选择【模拟调制】功能 → 把【调幅 开/关】置为“开”状态，进入调幅参数对话框 → 选择【深度】对话框，将调幅深度置为 50% → 选择【⊙内调制】方式 → 选择【调制率】，设为 10kHz → 选择【波形】菜单，选“正弦”。至此参数全部设置完毕 → 打开【射频 开/关】，输出调幅信号。

1.2 调频

按【复位】键 → 按【频率】键，将中心频率设为 1GHz → 按【功率】键，把信号功率设为 5dBm → 按【调制】键 → 选择【模拟调制】功能 → 把【调频 开/关】置为“开”状态，进入调频参数对话框 → 选择【频偏】对话框，置为 100kHz → 选择【调制率】，置为 10kHz → 选择【波形】，选“正弦”。至此参数全部设置完毕 → 打开【射频 开/关】，输出调频信号。

1.3 调相

按【复位】键 → 按【频率】键，将中心频率设为 1GHz → 按【功率】键，把信号功率设为 5dBm → 按【调制】键，选择【模拟调制】 → 把【调相 开/关】置为“开”状态，进入调相参数对话框 → 选择【相偏】，置为 3.14rad → 选择【调制率】，置为 10kHz → 选择【波形】，选“正弦”。至此，参数全部设置完毕 → 打开【射频 开/关】，输出调相信号。

1.4 脉调

按【复位】键 → 按【频率】键，将中心频率设为 1GHz → 按【功率】键，把信号功率设为 5dBm → 按【调制】键，选择【模拟调制】功能 → 把【脉调 开/关】置为“开”状态，打开脉冲调制对话框 → 选择【内调制】方式 → 选择【频率】，设为 10kHz → 选择【脉宽】，设为 5 μs。至此，参数全部设置完毕 → 打开【射频 开/关】，输出脉调信号。

至此，4 种单项调制的典型操作示例结束。这 4 个操作示例是让用户对 AV1476A 多制式射频信号源的各种调制信号的操作有一个基本而直观的了解。

2 组合调制

组合调制指的是同时打开 4 种调制方式中几种调制方式的操作。AV1476A 多制式射频信号源支持最多 3 种调制方式的同时输出。但是调频与调相同时发生是不允许的。

下面的示例是在完成了前 4 个操作基础上的一个综合。

调幅/调频

按【复位】键 → 按【频率】键，将中心频率设为 1GHz → 按【功率】键，把信号的功率设为 5dBm → 按【调制】键，选择『模拟调制』功能 → 把『调幅 开/关』置为“开”状态，打开调幅参数对话框 → 选择『深度』对话框，设为 50% → 选择『内调制』状态 → 选择『调制率』，设为 1kHz → 选择『波形』，选“方波” → 把『调频 开/关』置为“开”状态，打开调频参数对话框 → 选择『频偏』，设为 100kHz → 选择『调制率』，设为 10kHz → 选择『波形』，选择“正弦”。至此，参数全部设置完毕 → 打开【射频 开/关】，输出组合调制信号。

小结：调制是 AV1476A 多制式射频信号源的一项重要功能，这里的 5 个操作示例教给用户基本的调制信号发生方法。在完成了这些实验后，用户可以尝试着更改调制参数和种类，设置自己需要的输出信号，方法与示例相同。

第五节 数字调制操作

数字调制是 AV1476A 多制式射频信号源的一个重要功能。数字调制信号是通过数字信号的离散取值特点进行键控载波来实现的。本节提供 3 种调制格式的操作示例。3 种调制格式为：QPSK，MSK 和 4FSK。

1 QPSK 格式

按【复位】键→按【频率】键，将中心频率设为 1.5GHz→按【功率】键，将功率设成 5dBm→按【调制】键，选择【数字调制】功能→把【数字调制 开/关】置为“开”状态→选择【内调制】→【调制格式】项选择 QPSK→【滤波器】项选择 RRC→【数据源】项选择“PN15”→【 α 因子】设成 0.25→【码元速率】设为 500kHz。此时，参数全部设置完成，信号输出。

2 MSK 格式

按【复位】键→按【频率】键，将中心频率设为 1.5GHz→按【功率】键，将功率设成 5dBm→按【调制】键，选择【数字调制】功能→把【数字调制 开/关】置为“开”状态→选择【内调制】→把【调制格式】改为 MSK→【滤波器】选为 GAUSS→【数据源】项选择“PN9”→【 α 因子】设成 0.25→【码元速率】设为 500kHz→【频偏】设为 125kHz。此时，参数全部设置完成，信号输出。

3 4FSK 格式

按【复位】键→按【频率】键，将中心频率设为 1.5GHz→按【功率】键，将功率设成 5dBm→按【调制】键，选择【数字调制】功能→把【数字调制 开/关】置为“开”状态→选择【内调制】→把【调制格式】改为 4FSK→【滤波器】选为 GAUSS→【 α 因子】设成 0.5→【数据源】项选择“01 交替”→【码元速率】设为 500kHz→【频偏】设为 125kHz。此时，参数全部设置完成，信号输出。

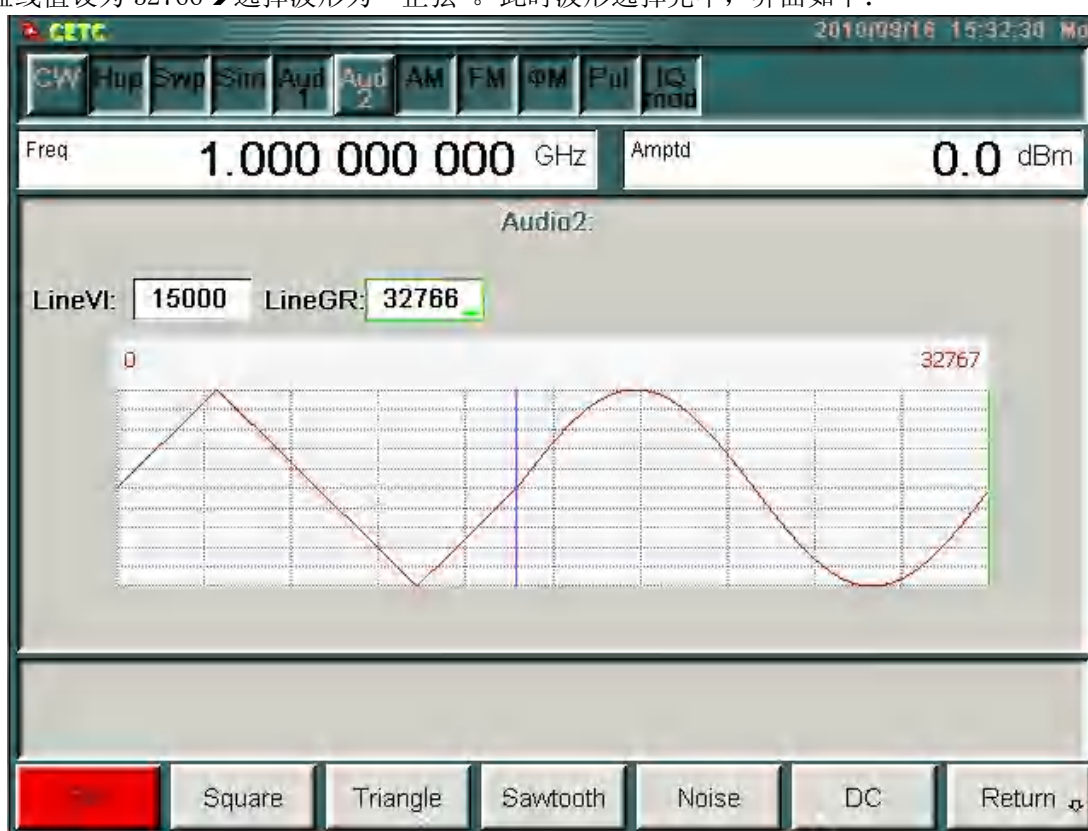
小结：数字调制是区别于模拟调制的一种重要的调制方式，此处的 3 个操作示例向用户提供了基本的数字信号发生方法。在完成了这些实验后，用户可以尝试着更改数字调制格式和参数，设置自己需要的基带信号，方法与示例相同。

第六节 音频操作

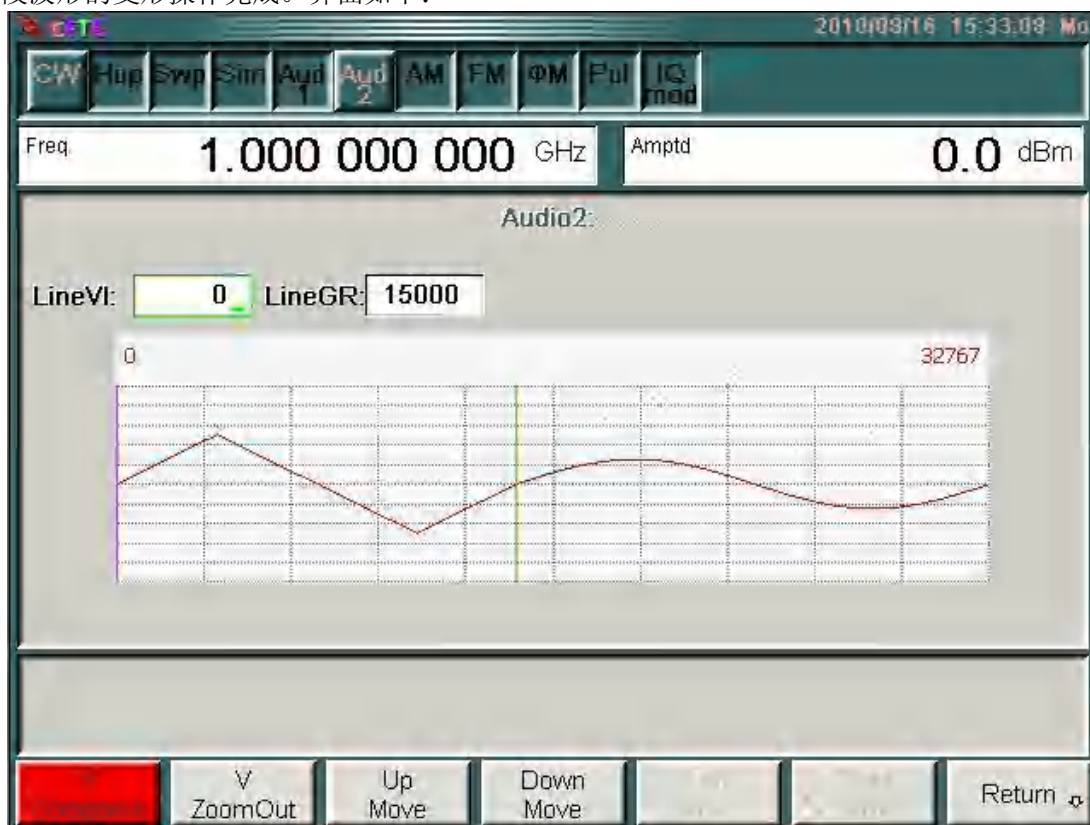
音频源的信号输出功能同样是 AV1476A 多制式射频信号源必不可少的重要部分。接下来进入音频操作示例。因音频 1 的操作与调制部分类似，这里不再复述，只给出音频 2 的任意波编辑操作示例。

任意波的编辑方式较为复杂，建议用户先熟悉了音频 1 的全部调制方式及音频 2 的各种已经编辑好的任意波再进行以下的操作。

按【复位】键→按【音频】键→选择软菜单区的【音频 2】→把【音频 2 开/关】置为“开”状态→选择【频率】，设为 100kHz→选择【功率】，设为 0.5V→选择【偏置】，设为 0.2V→选择【波形】，用上、下键置为“任意波”，此时任意波编辑菜单变为可用→选择软菜单区的【任意波编辑】功能，进入任意波编辑界面→设置时间段 1 的波形：将时间坐标轴的绿线值设为 0，蓝线值设为 15000→选择【波形选择】功能，选中“三角”→设置时间段 2 的波形：将时间坐标轴的绿线值设为 15000，蓝线值设为 32766→选择波形为“正弦”。此时波形选择完毕，界面如下：



选择〔返回〕, 再选择〔变形〕功能→先对时间段 2 的波形进行变形操作, 选择 2 次〔纵向压缩〕→再将时间段设回 1: 将时间坐标轴的绿线值设为 0, 蓝线值设为 15000→选择 1 次〔纵向压缩〕。此时, 两段波形的变形操作完成。界面如下:



任意波编辑完毕后, 选择〔返回〕, 回到上一级菜单→选择〔波形另存为〕, 信息提示区出现各种字母、数字及符号, 用户可用方向键左、右选择符号, 用方向键下进行输入, 完成后按单位键即可保存文件。今后, 在任意波文件列表中选择被保存的文件, 系统便会自动生成被编辑的任意波信号, 信号输出接口对应前面板的“音频输出”。

小结: 音频源是信号源的一个重要组成部分, 本仪器所有的调制信号都是音频源发生的。音频源 2 还有编辑任意波形的功能。本节给出了 1 个对音频源 2 进行任意波编辑的操作示例。用户在熟悉了以上操作后, 可以按上面的方法编辑自己需要的任意波。

第七节 模拟信号发生操作

模拟功能是用来生成各种模拟信号的，分为 6 大类：天线扫描信号、脉冲抖动、脉冲参差、脉冲压缩、频率捷变、脉冲多普勒。这里根据信号种类给出 6 个操作示例：1、天线扫描信号模拟；2、脉冲抖动模拟；3、脉冲参差模拟；4、脉冲压缩模拟；5、频率捷变模拟；6、脉冲多普勒模拟。

1 天线扫描模拟

按【复位】键→按【模拟】键→选择【天线扫描】，进入天线扫描编辑对话框→选择【载波频率】，设为 1GHz→选择【功率】，设为 0dBm→选择【抑制比】，设为 20dB→选择【扫描周期】，设为 500ms→选择【起始角度】，设为 0 度→选择【终止角度】，设为 360 度→选择【 α 因子】，设为 0.2。此时，参数设置完成。(如果用户需要使用脉冲调制，将参数选框移到【脉冲调制】上，按【确认】键，然后再设置脉调参数→打开【天线扫描 开/关】，输出信号。

2 脉冲抖动模拟

按【复位】键→按【模拟】键→选择【脉冲抖动】，进入参数界面→选择【载波频率】，设为 1GHz→选择【载波功率】，设为 5dBm→选择【脉冲周期】，设为 1ms→选择【起始脉宽】，设为 10 μ s→选择【终止脉宽】，设为 50 μ s→选择【抖动方式】，设为“线性(1)”→选择【抖动个数】，设为 100 个→选择【插入行】，保存参数。此时，ID “0” 的模拟信号设置完成→选择【脉冲周期】，设为 2ms→选择【起始脉宽】，设为 50 μ s→选择【终止脉宽】，设为 100 μ s→选择【抖动方式】，设为“对数间隔增(2)”→选择【抖动个数】，设为 100 个。此时，ID “1” 的模拟信号设置完成→打开【脉冲抖动 开/关】，输出信号。

3 脉冲参差模拟

按【复位】键→按【模拟】键→选择【脉冲参差】，进入参数界面→选择【载波频率】，设为 1GHz→选择【载波功率】，设为 0dBm→选择【脉冲周期】，设为 100 μ s→选择【脉宽】，设为 50 μ s→选择【重复次数】，设为“5 次”→选择【插入行】，保存参数。此时，ID “0” 的模拟信号设置完成→选择【脉冲周期】，设为 200 μ s→选择【脉宽】，设为 100 μ s→选择【重复次数】，设为“5 次”。此时，ID “1” 的模拟信号设置完成→打开【脉冲参差 开/关】，输出信号。

4 脉冲压缩模拟

按【复位】键→按【模拟】键→选择【脉冲压缩】，进入参数界面→选择【起始】，设为 1GHz→选择【终止】，设为 1.06GHz→选择【功率】，设为 5dBm→选择【脉冲周期】，设为 100 μ s→选择【脉宽】，设为 50 μ s→此时，ID “0” 的模拟信号设置完成，选择【插入行】，保存参数→继续选择 ID “1” 的【起始】，设为 1.06GHz→选择【功率】，设为 0dBm→选择【脉冲周期】，设为 200 μ s→选择【脉宽】，设为 100 μ s→此时，ID “1” 的模拟信号设置完成→打开【脉冲压缩 开/关】，输出信号。

5 频率捷变模拟

按【复位】键→按【模拟】键→选择【频率捷变】，进入参数界面→选择【射频点】，设为 1GHz→选择【功率】，设为 -10dBm→选择【高脉冲宽】，设为 100 μ s→选择【低脉冲宽】，设为 50 μ s→打开【频率捷变 开/关】，输出信号。

6 脉冲多普勒模拟

按【复位】键→按【模拟】键→选择〔脉冲多普勒〕，进入参数界面→选择〔载波频率〕，设为 1GHz→选择〔载波功率〕，设为 0dBm→选择〔回波衰减〕，设为 10dB→选择〔回波距离〕，设为 500μs→选择〔频移〕，设为 10kHz，方向为“正”→选择〔发射脉冲周期〕，设为 1ms→选择〔发射有效期〕，设为 100μs。此时，参数设置完成→打开〔脉冲多普勒 开/关〕，输出信号。

小结：模拟信号是通过软件算法方式模仿真实信号源的发射信号。这一节提供给用户的 6 个示例，几乎涵盖了模拟信号部分的全部功能，如果用户想更改信号的各种参数，可自己尝试着设置，方法与上述类似。

第四章 编程指南

控制设备的安装

A.1 GPIB 连接

- 1) 用 GPIB 电缆连接计算机、信号源和其它的外围设备。在安装和卸下任何选件前，都要先关闭信号源，包括后面板的整机电源。
- 2) 接好 GPIB 电缆后，要复位所有与总线连接的设备（如果您不能确定如何复位这些设备，可以直接关闭电源，然后再打开即可。）
- 3) 按信号源前面板上的【系统】键，选择〔GPIB 地址〕，可以设置信号源 GPIB 地址。在本章的示例中，GPIB 地址设置为默认值 8。
- 4) 读参数时，在相应的 GPIB 命令后加“？”（不用加参数），写入信号源后，读出相应的参数。
例如：读载波频率时，先发送命令：FREQ?

读：返回载波频率值

读出的频率参数单位均为 Hz，读出的射频/微波的幅度参数单位均为 dBm，读出的时间参数单位均为 ms，读出的音频幅度参数单位均为 mV。

A.2 网口连接

- 1) 用网线通过以太网交换机连接计算机、信号源和其它的外围设备。
- 2) 口传输支持符合 window 标准的 socket 编程连接。
- 3) 信号源的网络 IP 地址默认值 172.141.6.66 端口为 8000。

附表 AV1476A/AV1476B 按功能索引的程控指令

功能类别	命令 对应按键 / 功能描述	
系统	*RST	
	[复位]	复位
	*IDN?	
		查询仪器名
	REF INT EXT	
	[参考 内 外]	设置内外参考 INT：内参考 EXT：外参考
	FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
	[频率]	设置载波频率（支持读命令）
	FREQ:STEP ***GHz MHz kHz Hz	
	[频率步进]	设置载波频率设置步进（支持读命令）
	AMPL ON OFF	
	[射频 开/关]	射频输出开关 ON：开 OFF：关（支持读命令）
	AMPL ***dBm mV V	
	[幅度]	设置载波幅度（支持读命令）
	AMPL:STEP ***dB	
	[幅度步进]	设置载波幅度设置步进（支持读命令）
	HOP ON OFF	

跳频	[跳频 开 关]	跳频开关 ON: 开 OFF: 关 (支持读命令)
	HOP:ADDC ***,***GHz MHz kHz Hz,***dBm	
		增加跳频通道, 依次为通道 ID、通道频率和通道幅度, 通道 ID 取值范围为 0—7999。通道 ID 超出当前通道数时无效, 等于当前通道数时就为添加新通道, 小于当前通道数时更改已设置对应通道中的频率幅度。
	HOP: FAST ***GHz MHz kHz Hz,***GHz MHz kHz Hz,***,***,***dBm,***	
	[通道 快速设置]	快速设置通道命令, 后面跟有参数依次为起始频率、终止频率、频点个数、频率分布方式、幅度下限、幅度分布方式。此命令首先会清空此前的通道, 再根据参数重新生成新通道。其中, 频率分布方式取值为: 1: 线性 2: 对数间隔增加 3: 对数间隔减 4: 随机。幅度分布方式取值为: 5: 相等 6: 指数加 7: 指数减 8: 线性加 9: 线性减
	HOP:CLRC	
	[通道 清除通道]	清除所有上次通道
	HOP:DELC	
	[通道 删除最后]	删除已设置通道中的最后一个通道
	HOP:ADDS ***,***	
		增加跳频序列, 依次为序列 ID、通道号, 序列 ID 取值范围为 0—7999。序列 ID 超出当前序列数时无效, 等于当前序列数时就为添加新序列, 小于当前序列数时更改已设置对应序列中的通道号。
	HOP:CLRS	
	[序列 清除序列]	清除所有序列
	HOP:AUTS	
	[序列 自动序列]	自动序列
	HOP:DELS	
	[序列 删除最后]	删除已设置序列中的最后一个序列
	HOP:CF ***GHz MHz kHz Hz	
	[频段设置中心频率]	设置跳频中心频率, 对应 AV1476 中在跳频设置时屏幕显示出的中心频率 (支持读命令)
	HOP:MAML ***dBm	
	[频段设置最大幅度]	设置跳频最大幅度, 对应 AV1476 中在跳频设置时屏幕显示出的幅度上限 (支持读命令)

	HOP:RATE ***GHz MHz kHz Hz	
		设置跳频速率（支持读命令）
	HOP:DWELL ***s ms us ns	
		设置驻留时间（支持读命令）
	HOP:DELY ***s ms us ns	
		设置触发延时（支持读命令）
	HOP:STYE INTCTN EXTTRG EXTBUS	
		设置触发方式 INTCT:内重复 EXTTRG:外触发 EXTBUS:外触发外总线 （支持读命令）
	备注：当跳频通道或序列改变后，必须先调用 HOP OFF 再调用 HOP ON 才起作用	
频率 步进 扫描	SWEEP ON OFF	
	[扫描 开 关]	频率步进扫描开关 ON:开 OFF:关(支持读命令)
	SWEEP:START ***GHz MHz kHz Hz	
		设置起始频率（支持读命令）
	SWEEP:STOP ***GHz MHz kHz Hz	
		设置终止频率（支持读命令）
	SWEEP:AMPL ***dBm	
		设置幅度（支持读命令）
	SWEEP:STYLE LOGADD LOGSUB LIN	
		设置扫描方式 LOGADD:对数间隔增 LOGSUB:对数间隔减 LIN:线性（支持读命令）
	SWEEP:NUM ***	
调幅		设置扫描频点数（一个完整周期中）(支持读命令)
	SWEEP:STEPTIME ***s ms us ns	
		设置每个频率点切换间隔时间（支持读命令）
	AM ON OFF	
	[调幅 开 关]	调幅开关 ON:开 OFF:关(支持读命令)
	AM:WAVE 0 1 2 3 5 6 7	
		设置调制波形 0:正弦 1:方波 2:三角 3:锯齿 5: 噪声 6:任意波 7: 直流（支持读命令）
	AM:DEPTH ***%	

	设置调幅深度（支持读命令）	
	AM:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
	设置调制率（支持读命令）	
	AM:STYLE INT EXT	
调频	FM ON OFF	
	[调频 开 关]	调频开关 ON: 开 OFF: 关（支持读命令）
	FM:DEV ***GHz MHz kHz Hz	
	设置调频频偏（支持读命令）	
	FM:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
	设置调制率（支持读命令）	
	FM:WAVE 0 1 2 3 5 7	
	设置调制波形 0: 正弦 1: 方波 2: 三角 3: 锯齿 5: 噪声 7: 直流（支持读命令）	
调相	PHASE ON OFF	
	[调相 开 关]	调相开关 ON: 开 OFF: 关（支持读命令）
	PHASE:DEV ***rad	
	设置相偏（支持读命令）	
	PHASE:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
	设置调制率（支持读命令）	
	PHASE:WAVE 0 1 2 3 5 7	
	设置调制波形 0: 正弦 1: 方波 2: 三角 3: 锯齿 5: 噪声 7: 直流（支持读命令）	
脉冲调制	PULSE ON OFF	
	[脉调 开 关]	脉调开关 ON: 开 OFF: 关（支持读命令）
	PULSE:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
	设置调制率（支持读命令）	
	PULSE:PULSEWID ***s ms us ns	
	设置调制脉冲宽度（支持读命令）	
	PULSE:STYLE INT EXT	
	内外调制源选择（支持读命令）	
数字	IQ ON OFF	
	[数字调制 开 关]	数字调制开关 ON: 开 OFF: 关（支持读命令）

调制	IQ:OUTPUT ON OFF	
		内基带输出开关 ON: 输出 OFF: 不输出 (支持读命令)
	IQ:STYLE INT EXT	
		内外基带源选择 INT: 内 EXT: 外 (支持读命令)
	IQ:FMT BPSK QPSK OQPS 14DQPSK 2FSK 4FSK MSK 16QAM	
		设置调制格式 (支持读命令)
	IQ:FIR RC RRC GAUSS	
		设置滤波器 (支持读命令)
	IQ:BT ***	
		设置滤波器 BT 因子 (支持读命令)
	IQ:DATA PN9 PN15 0 1 01	
		设置数据源 (支持读命令)
	IQ:RATE ***GHz MHz kHz Hz	
		设置码元速率 (支持读命令)
	IQ:FREQDEV ***GHz MHz kHz Hz	
		设置频偏 (支持读命令)
音频 1	AUDIO1 ON OFF	
	[音频 1 开 关]	音频 1 开关 (支持读命令)
	AUDIO1:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置音频 1 主路频率 (支持读命令)
	AUDIO1:LEVEL ***V mV uV	
		设置音频 1 主路幅度 (支持读命令)
	AUDIO1:OFFSET ***V mV uV	
		设置音频 1 主路幅度偏置 (支持读命令)
	AUDIO1:PULSEWID ***s ms us ns	
		设置音频 1 主路脉冲宽度 (支持读命令)
	AUDIO1:WAVE 0 1 2 3 4 5 7	
		设置音频 1 主路波形 0:正弦 1:方波 2:三角 3:锯齿 4:脉冲 5:噪声 7:直流 (支持读命令)
	AUDIO1:AM ON OFF	
	[音频 1 调幅 开 关]	音频 1 调幅开关 (支持读命令)
	AUDIO1:AM:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置音频 1 调幅频率 (支持读命令)
	AUDIO1:AM:DEPTH ***%	

音频 1 调幅		设置音频 1 调幅调幅深度(支持读命令)
	AUDIO1:AM:PHASE ***	
		设置音频 1 调幅相位 (支持读命令)
	AUDIO1:AM:PULSEWID ***s ms us ns	
		设置音频 1 调幅脉冲宽度(支持读命令)
	AUDIO1:AM:WAVE 0 1 2 3 4 5 7	
音频 1 调频		设置音频 1 调幅波形 0:正弦 1:方波 2:三角 3:锯齿 4:脉冲 5:噪声 7: 直流 (支持读命令)
	AUDIO1:FM ON OFF	
	[音频 1 调频 开 关]	音频 1 调频开关 (支持读命令)
	AUDIO1:FM:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置音频 1 调频频率 (支持读命令)
	AUDIO1:FM:DEV ***GHz MHz kHz Hz	
		设置音频 1 调频频偏 (支持读命令)
	AUDIO1:FM:PHASE ***	
		设置音频 1 调频相位 (支持读命令)
	AUDIO1:FM:PULSEWID ***s ms us ns	
		设置音频 1 调频脉冲宽度(支持读命令)
	AUDIO1:FM:WAVE 0 1 2 3 4 5 7	
音频 1 调相		设置音频 1 调频波形 0:正弦 1:方波 2:三角 3:锯齿 4:脉冲 5:噪声 7: 直流 (支持读命令)
	AUDIO1:PHASE ON OFF	
	[音频 1 调相 开 关]	音频 1 调相开关 (支持读命令)
	AUDIO1:PHASE:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置音频 1 调相频率 (支持读命令)
	AUDIO1:PHASE:DEV ***°	
		设置音频 1 调相相偏 (支持读命令)
	AUDIO1:PHASE:PHASE ***	
		设置音频 1 调相相位 (支持读命令)
	AUDIO1:PHASE:PULSEWID ***s ms us ns	
		设置音频 1 调相脉冲宽度(支持读命令)
	AUDIO1:PHASE:WAVE 0 1 2 3 4 5 7	
		设置音频 1 调相波形 0:正弦 1:方波 2:三角 3:锯齿 4:脉冲 5:噪声 7: 直流 (支持读命令)

音频 1 脉调	AUDIO1:PULSE ON OFF	
	[音频 1 脉调 开 关]	音频 1 脉调开关（支持读命令）
	AUDIO1:PULSE:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置音频 1 脉调频率（支持读命令）
	AUDIO1:PULSE:LEVEL ***V mV uV	
		设置音频 1 脉调幅度（支持读命令）
	AUDIO1:PULSE:PHASE ***	
		设置音频 1 脉调相位（支持读命令）
	AUDIO1:PULSE:PULSEWID ***s ms us ns	
		设置音频 1 脉调脉冲宽度（支持读命令）
	AUDIO1:PULSE:WAVE 0 1 2 3 4 5 7	
		设置音频 1 脉调波形 0:正弦 1:方波 2:三角 3:锯齿 4:脉冲 5:噪声 7:直流（支持读命令）
音频 1 累加	AUDIO1:ADD ON OFF	
	[音频 1 累加 开 关]	音频 1 累加开关（支持读命令）
	AUDIO1:ADD:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置音频 1 累加频率（支持读命令）
	AUDIO1:ADD:LEVEL ***V mV uV	
		设置音频 1 累加幅度（支持读命令）
	AUDIO1:ADD:PHASE ***	
		设置音频 1 累加相位（支持读命令）
	AUDIO1:ADD:PULSEWID ***s ms us ns	
		设置音频 1 累加脉冲宽度（支持读命令）
	AUDIO1:ADD:WAVE 0 1 2 3 4 5 7	
		设置音频 1 累加波形 0:正弦 1:方波 2:三角 3:锯齿 4:脉冲 5:噪声 7:直流（支持读命令）
音频 2	AUDIO2 ON OFF	
	[音频 2 开 关]	音频 2 开关（支持读命令）
	AUDIO2:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置音频 2 频率（支持读命令）
	AUDIO2:LEVEL ***V mV uV	
		设置音频 2 幅度（支持读命令）
	AUDIO2:OFFSET ***V mV uV	

		设置音频 2 幅度偏置（支持读命令）
	AUDIO2:PULSEWID ***s ms us ns	
		设置音频 2 脉冲宽度（支持读命令）
	AUDIO2:WAVE 0 1 2 3 4 5 6 7	
		设置音频 2 波形 0:正弦 1:方波 2:三角 3:锯齿 4:脉冲 5:噪声 6:任意波 7:直流（支持读命令）
天线 扫描 模拟	ANTENNA ON OFF	
	[天线扫描 开 关]	天线扫描模拟开关（支持读命令）
	ANTENNA:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置载波频率（支持读命令）
	ANTENNA:AMPL ***dBm	
		设置载波幅度（支持读命令）
	ANTENNA:ATT ***dB	
		设置抑制比（支持读命令）
	ANTENNA:START ***	
		设置起始角度（支持读命令）
	ANTENNA:STOP ***	
		设置终止角度（支持读命令）
	ANTENNA:BT ***	
		设置 $\sin(x)/x$ 形状 BT 因子（支持读命令）
	ANTENNA:TIME ***s ms us ns	
		设置扫描时间（支持读命令）
	ANTENNA:PUL ON OFF	
		设置脉冲开关（支持读命令）
	ANTENNA:PULFREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置脉冲频率（支持读命令）
	ANTENNA:PULWID ***s ms us ns	
		设置脉冲宽度（支持读命令）
脉冲 多普勒 信号	DPL ON OFF	
	[脉冲多普勒 开 关]	脉冲多普勒信号模拟开关（支持读命令）
	DPL:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置载波频率（支持读命令）
	DPL:AMPL ***dBm	
		设置载波幅度（支持读命令）

模拟	DPL:OFT ***GHz MHz kHz Hz	
		设置频移（支持读命令）
	DPL:STYLE ADD SUB	
		设置频移方向 ADD: 频移为正 SUB: 频移为负（支持读命令）
	DPL:ATT ***dB	
		设置回波衰减（支持读命令）
	DPL:DISTAN ***s ms us ns	
		设置回波距离（支持读命令）
	DPL:PULSET ***s ms us ns	
		设置发射脉冲周期（支持读命令）
	DPL:SENDT ***s ms us ns	
		设置发射信号有效期（支持读命令）
脉冲 抖动 信号 模拟	JITTER ON OFF	
	[脉冲抖动 开 关]	脉冲抖动信号模拟开关（支持读命令）
	JITTER:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置载波频率（支持读命令）
	JITTER:AMPL ***dBm	
		设置载波幅度（支持读命令）
	JITTER:ADD ***,***s ms us ns,***s ms us ns,***s ms us ns,***,***	
		在列表尾部增加一行，参数依次为：行号、脉冲周期、起始脉宽、终止脉宽、抖动方式、抖动个数。其中，抖动方式取值为：1: 线性 2: 对数间隔增加 3: 对数间隔减 4: 随机。行号超出当前列表中行数时无效，等于当前行数时即为添加新行，小于当前行数时更改对应行中的参数。
	JITTER:DEL	
		删除列表最后一行，只剩一行时无效
	JITTER:CLR	
		删除列表中所有行，但是保留一行
脉冲 参差	STAGGER ON OFF	
	[脉冲参差 开 关]	脉冲参差信号模拟开关（支持读命令）
	STAGGER:FREQ ***GHz MHz kHz Hz	
		设置载波频率（支持读命令）
	STAGGER:AMPL ***dBm	
		设置载波幅度（支持读命令）

信号 模拟	STAGGER: CLEAR	
		删除列表中所有行, 但是保留一行
	STAGGER: ADD ***, ***s ms us ns, ***s ms us ns, ***	
		在列表尾部增加一行, 参数依次为: 行号、脉冲周期、脉冲宽度和重复次数。行号超出当前列表中行数时无效, 等于当前行数时就为添加新行, 小于当前行数时更改对应行中的参数。
频率 捷变 信号 模拟	AGILITY ON OFF	
	[频率捷变 开 关]	频率捷变雷达模拟开关 (支持读命令)
	AGILITY: CLEAR	
		删除列表中所有行, 但是保留一行
	AGILITY: ADD ***, ***GHz MHz kHz Hz, ***dBm, ***s ms us ns, ***s ms us ns	
		在列表尾部增加一行, 参数依次为: 行号、频率、幅度、高脉冲宽和低脉冲宽。行号超出当前列表中行数时无效, 等于当前行数时就为添加新行, 小于当前行数时更改对应行中的参数。
脉冲 压缩 信号 模拟	COMPRESS ON OFF	
	[脉冲压缩 开 关]	脉内线性调频(脉冲压缩)雷达开关 (支持读命令)
	COMPRESS: CLEAR	
		删除列表中所有行, 但是保留一行
	COMPRESS: ADD ***, ***GHz MHz kHz Hz, ***GHz MHz kHz Hz, ***dBm, ***s ms us ns, ***s ms us ns	
		增加压缩频点, 参数依次为: 行号、起始频率、终止频率、幅度、脉冲周期、脉宽。行号超出当前列表中行数时无效, 等于当前行数时就为添加新行, 小于当前行数时更改对应行中的参数。

第二篇 技术说明

第一章 概述

AV1476A 多制式射频信号源为军用电子测量仪器，主要应用于现代电子战装备的检测维护和训练保障，它具有的多种调制体制不仅可作为普通信号源使用，还可实现通信、雷达、导航等各种复杂信号的模拟生成，并可根据实际需要编辑产生特定的信号样式，以适用于更多的场合。为了操作的便利性和灵活性，还特别设计了特殊功能的快捷键。

该多制式射频信号源具有自检和校准功能；具有存储调用功能使特定功能按钮实现复杂操作简易化；具有组合调制和功率输出控制功能，有 CW、调幅、调频、调相、脉冲调制、频率捷变输出功能，可模拟多种雷达、导航等常规和特殊体制信号，有脉冲调制、脉间捷变、重频抖动、重频参差等多种特殊体制雷达信号模拟输出能力；具有 GPIB、USB、LAN、RS232 远程控制接口以便可以灵活地进行配置设置、功能优化和产品升级，更好的适应用户需求。

整机硬件包括三大部分，主机接口部分、数字基带部分和射频部分。主机接口部分包括主控接口、键盘、显示、电源和通讯接口五部分，以中央处理器为主完成自检、I/O 控制、数据补偿、键盘处理、同步协调和显示，一些复杂的数据处理如基带信号发生、波形模拟、脉冲信号图案发生、频率捷变和跳频等；数字基带部分包含数字基带发生模块和正交调制模块两部分；射频部分包括捷变合成模块、射频本振变频模块、可调滤波模块、射频输出模块等四部分。射频部分的捷变合成模块 300MHz 信号与数字基带模块产生的基带信号加至正交调制模块上，完成数字调制后输出至射频本振变频模块，进行上下混频后输出至可调滤波模块进行 300MHz 本振和镜像抑制，最后至射频输出模块进行稳幅控制后输出。

第二章 技术特性

AV1476A 多制式射频信号源一般特性如表 1 所示。

表 1 AV1476A 多制式射频信号源一般特性

结构与外观	结构形式：标准台式机箱 颜色：面板灰白色、机身浅灰色
设备标志	a) 型号：AV1476A b) 名称：多制式射频信号源 c) 生产年月及编号 d) 制造厂商名称：中电科仪器仪表有限公司 e) 制造厂厂址：山东省青岛市黄岛开发区香江路 98 号 包装、贮运图示标志应符合 GB/T191-2000 的规定。
机械特性	最大重量：AV1476A 多制式射频信号源：25kg 装机尺寸：宽×深×高（mm×mm×mm）：360×515×177 最大外型尺寸：宽×深×高（mm×mm×mm）：410×580×230 机械稳定性：仪器在正常操作和工作时不应翻转。

第二篇 技术说明

电源	供电方式：外部交流 220V±10%，50Hz±5%，最大功耗：200W
安全性	应符合 GJB3947-2000 中 3.10 的规定，设施类别为“Ⅰ”。 交流有效值为 1.5kV、1min、10mA，应无飞弧、无击穿。 输入电压交流 242V 下，泄漏电流应≤3.5mA。
环境适应性	除非工作温度外，其余满足 GJB3947-2000 中三级环境设备的要求。 非工作温度：-20℃～70℃；由于采用液晶显示器，其非工作温度要求最低-20℃，超过可能会对其造成不可逆的损伤。
可靠性	MTBF (θ_0) ≥3000h
电磁兼容	应符合 GJB3947-2000 中 3.9 条要求
维修性	应符合 GJB3947-2000 中 3.13.1～3.13.2 条的规定，具体要求如下： a) 仪器分为 LCD 显示器、开关电源、主控板、控制接口板、母板、键盘板、通讯接口板、捷变合成板、射频本振板、射频滤波板、稳幅控制板、10MHz 高稳时基、70dB 程控步进衰减器等 15 个单元组成； b) 根据各单元功能不同，实现单元级维修； c) MTTR 小于 90min。

2.1 主要功能

- 自检和校准功能
- 存储和调用功能
- 组合调制和功率输出控制功能
- 具有 GPIB、USB、LAN、RS232 远程控制接口

2.2 主要技术指标

2.2.1 频率范围

250kHz～3GHz

2.2.2 频率分辨率

1Hz

2.2.3 时基

稳定度：优于 1×10^{-8} /天

2.2.4 相位噪声

-90dBc/Hz (1GHz, 20kHz 频偏)

2.2.5 输出功率

输出功率范围：-110dBm～+10dBm

输出功率准确度：±1.2dB (-10dBm～+10dBm)

$\pm 1.4\text{dB}$ ($-30\text{dBm} \sim -10\text{dBm}$)

$\pm 1.8\text{dB}$ ($-50\text{dBm} \sim -30\text{dBm}$)

$\pm 2.2\text{dB}$ ($-70\text{dBm} \sim -50\text{dBm}$)

$\pm 2.6\text{dB}$ ($-90\text{dBm} \sim -70\text{dBm}$)

$\pm 2.8\text{dB}$ ($-100\text{dBm} \sim -90\text{dBm}$)

输出信号功率平坦度: $\pm 1\text{dB}$ (0dBm , $25^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$)

输出信号类型: 连续波、调频、调幅、调相、脉冲调制、跳频、PSK、MSK、FSK、频率捷变。

2.2.6 数字调制

载频范围: $250\text{kHz} \sim 3\text{GHz}$

调制格式: BPSK、QPSK、2FSK、4FSK和MSK

码元速率: $1\text{kHz} \sim 2\text{MHz}$

误差矢量幅度EVM: $< 3\%$ rms

相位误差: $< 1.5^\circ$ rms

2.2.7 幅度调制

调制深度: $0 \sim 100\%$

调制率: $\text{DC} \sim 10\text{kHz}$

2.2.8 频率调制

最大频偏: 1MHz

调制率: $\text{DC} \sim 10\text{kHz}$

2.2.9 相位调制

调制率: $\text{DC} \sim 10\text{kHz}$

2.2.10 脉冲调制

脉冲重复频率: $50\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$

脉冲宽度: $1\mu\text{s} \sim 1\text{s}$

脉冲重频抖动: $1\% \sim 10\%$

2.2.11 天线扫描模拟

扫描周期: $300\text{ms} \sim 20\text{s}$

天线波束: $\sin x/x$ 函数形状

2.2.12 频率跳变

跳变速率: 2000跳/秒

跳变间隔: $\leq 60\text{MHz}$

跳变范围: 最大 60MHz

2.2.13 频率捷变

频率捷变形式: 脉间捷变

频率转换时间: $< 100\mu\text{s}$

频率捷变范围：最大60MHz

捷变频率集：>2000点

2.2.14 函数发生

最大采样率：20Msa/s

点数：2~1000

波形样式：正弦波，三角波，锯齿波，方波

2.2.15 数字输出

输出码速率：100Hz~2MHz（按照1-2-5步进）

输出逻辑电平：3.3V LVTTTL

第三章 工作原理

3.1 整机总体框图

本多制式信号源方案的设计拟遵循性能适用、扩展灵活、使用方便、经济合理的原则。在整机设计时着重于结构模块化、功能整件化、产品系列化和电磁兼容设计，以便可以灵活的进行配置设

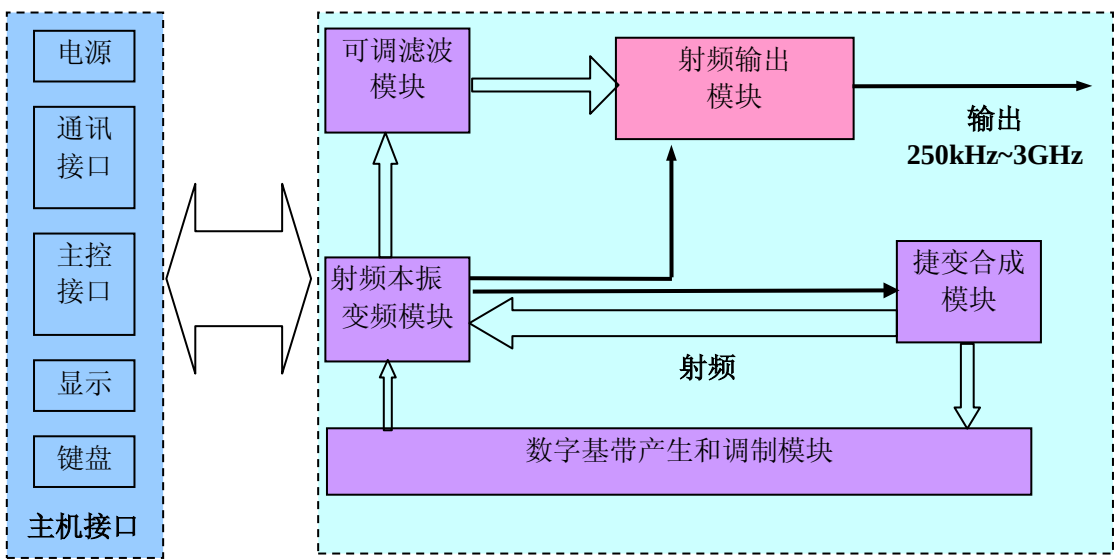


图1 AV1476A 多制式射频信号源总体框图

置、功能优化和产品升级，更好的适应用户需求。整机框图如图1。

整机硬件包括三大部分，主机接口部分、数字基带部分和射频部分。主机接口部分包括主控接口、键盘、显示、电源和通讯接口五部分，以中央处理器为主完成自检、I/O 控制、数据补偿、键盘处理、同步协调和显示，一些复杂的数据处理如基带信号发生、波形模拟、脉冲信号图案发生、频率捷变和跳频等；数字基带部分包含数字基带发生模块和正交调制模块两部分；射频部分包括捷变合成模块、射频本振变频模块、可调滤波模块、射频输出模块等四部分。射频部分的捷变合成模块 300MHz 信号与数字基带模块产生的基带信号加至正交调制模块上，完成数字调制后输出至射频本振变频模块，进行上下混频后输出至可调滤波模块进行 300MHz 本振和镜像抑制，最后至射频输出模

块进行稳幅控制后输出。

3.2 整机原理分析

图 2 所示为原理框图。捷变合成模块产生基本的载波信号，然后进行模拟或正交数字调制。射频合成本振产生 1100~2700MHz 的信号，将 300MHz 的具有复杂调制信息的低载波信号上变频。滤波后的变频信号为 800~3000MHz，频率范围为 800~3000MHz 的射频信号通过快衰减进行快速幅度控制后分两路输出到幅度控制部分，一路直通，另一路下变频，实现 250kHz~3GHz 的射频输出范围。250kHz~3GHz 的射频输出到程控衰减器，最后实现 250kHz~3GHz 的宽幅度范围输出。

仪器的组合信号功能主要通过生成列表来实现。列表中将详细给出载波频率、载波功率、调制方式、波形序列、驻留时间等参数，然后以文件形式存贮。利用列表方式可以实现复杂的跳频、线性调频等信号模拟功能。列表的功能组合还可以定义到用户自定义键中，实现简捷的一键操作。

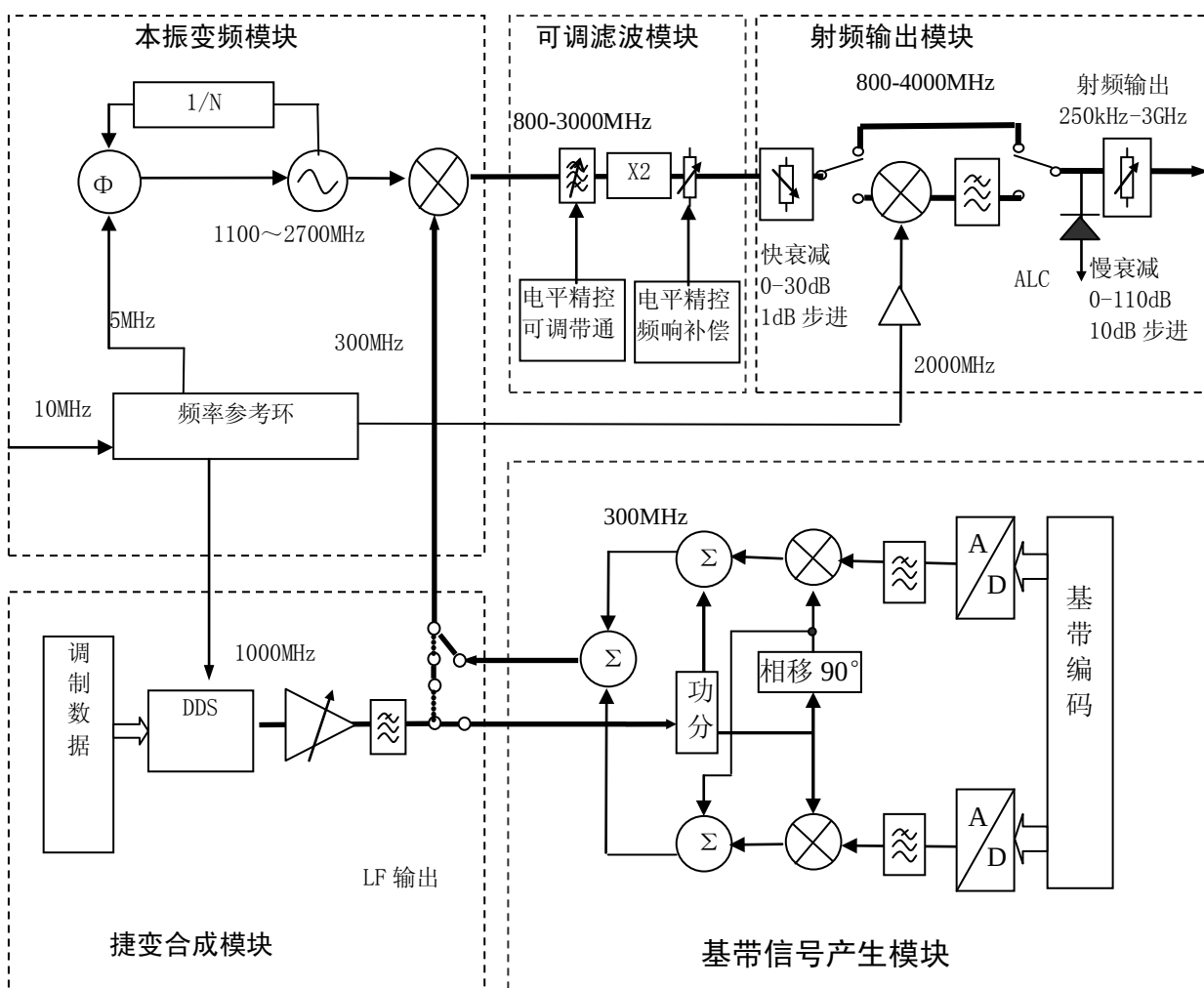


图 2 AV1476A 多制式射频信号源原理框图

射频输出信号在第一次变频之前已经具备完整的调制信息，通过通道的变频滤波后需要进行相应的补偿，以保证调制信息能够线性地变换到射频输出端。下式即为输出信号的数学表达式：

$$S_0(t) = FLC(t) \cdot P(t) \cdot A(t) \cdot \sin\left[2\pi \int f_c(t) + 2\pi \int f_m(t) + \phi(t)\right] \quad (1)$$

式中， $S_0(t)$ 为系统射频输出信号；

FLC(t) 为改变快衰减的快速电平控制设置;

P(t) 为脉冲调制 (0 或 1);

A(t) 为幅度调制 (-1 到+1);

$f_c(t)$ 为载波频率, 它由捷变载波频率和各次变频组成;

$f_m(t)$ 为频率调制 (-25MHz 到+25MHz);

P(t) 为相位调制 (-180° 到+180°)。

基带信号发生模块和正交调制模块主要实现数字调制功能。捷变合成模块主要完成具有复杂调制的低载波信号。包括调频、调相、频率跳变及保证频率分辨率。本振变频模块和可调带通模块及射频输出模块主要完成频率覆盖及幅度脉冲调制。

3.3 捷变合成模块

普通调制信号的时域表达式:

$$S(t) = \alpha(t) \cos(\Omega_0 t + \theta(t)) \quad (2)$$

式中 $\Omega_0 = 2\pi f_0$ 称为角载频, $\alpha(t)$ 和 $\theta(t)$ 分别是幅度调制函数和相位调制函数, 一般情况下, 他们都是相对于 $\cos(\Omega_0 t)$ 的时间慢变函数。

对于一个复杂信号, 式中 $\cos(\Omega_0 t)$ 作为高频载波信号, 以正弦波为主, 其频率相位和幅度应该可以快速跳变。 $\alpha(t)$ 和 $\theta(t)$ 作为调制函数, 其波形、频率、相位和幅度都应该可变, 甚至是一个低频的任意波。

如果通过数字直接合成的方式直接生成如 $S(t)$ 的复杂信号, 以 1GHz 的采样率, 16 位的数据宽度为例, 如使用实时数据处理, 传输带宽需 $16 \times 1000M = 16000$ (MBPS)。数据存储深度为 $16 \times 1000M = 16GB/S$ 。所以使用直接生成 $S(t)$ 复杂信号方案, 硬件复杂, 且成本高。如图 3 所示, 本文对高频的载波信号和低频的调制信号分别模拟后进行叠加, 高频的载波信号 $\cos(\Omega_0 t)$ 使用高性能的 DDS 芯片 AD9858 和 FPGA 控制来模拟, $\alpha(t)$ 和 $\theta(t)$ 双路低频的调制信号全部在 FPGA 中实现。模拟出的调制信号相位频率调制函数直接输出数字信号至 AD9858 的控制 FPGA, 通过控制 AD9858 的频率相位字实现调制, 幅度脉冲调制函数信号通过数字模拟转换器 (ADC) 后加至自动增益控制 (AGC) 电路实现调制, 这样大大降低了对硬件的要求, 同时也减少了软件的计算量。

本设计 AD9858 参考时钟使用 1GHz, 使用并口方式读写数据, 即设置 AD9858 外部串并选择信号 (SPSELECT) = 1。最高输出频率达到 350MHz, 对于 350MHz 以上通过混频方式上变频。

频率控制通过 FPGA 及中央处理单元实现。连续波可以直接对 AD9858 的频率字寄存器写入 32 位 FTW, 该频率控制字可以通过公式 2 算得。式中 SYSCLK 为参考时钟。

$$FTW = (F_0 \times 2^N) / \text{SYSCLK} \quad (3)$$

高频载波不只是单纯连续波输出, 还要利用 AD9858 实现频率捷变、频率相位调制和频率扫描功能, 才能实现复杂信号的模拟。

频率捷变和频率相位调制通过快速改变 AD9858 频率相位字实现, AD9858 每个频率字为 32bit,

相偏字为 14bit，采用并口方式送数，每改变频率相位需要对 AD9858 操作 6 次。每个送数周期最短为 12ns，送数时间最少 72ns。到频率改变，需要经过 83 个系统参考时钟周期（1ns），因此需要时间为 83ns。这样从频率触发到频率输出需要的时间为送数时间和芯片内部转换需要时间总和，即 155ns。我们要控制频率转换时间在 100ns 以内，所以使用 AD9858 内部的两个频率字寄存器，先对第一个频率字寄存器送数，当第一个频率触发信号到来时送 PS0、PS1 信号，选择第一个频率字寄存器数据，同时对第二个频率字寄存器送数；第二个频率触发信号到来时送 PS0、PS1 信号，选择第二个频率字寄存器数据，同时对第一个频率字寄存器送数，依次循环。频率触发信号经过处理后控制 AGC 电路，可以控制每个频率点的驻留时间。由于对 AD9858 写数据的速度快，且时序要求高，不能通过中央处理单元直接送数，因此采用外接 RAM 的方式，中央处理单元根据设置的频率点计算出各点的频率字，生成一个序列表存入与 AD9858 控制 FPGA 连接的 RAM，然后由高速 FPGA 从 RAM 中自动读数并自动写入 AD9858。

频率扫描功能直接使用 AD9858 的扫描功能，置 AD9858 控制功能寄存器的频率扫描使能（FreqSweepEnable）控制位为 1，并使用 AD9858 的扫描自动清除频率累加功能，置 AD9858 控制功能寄存器的自动清除频率累加（AutoClrFreqAccum）控制位为 1，再对 AD9858 送频率扫描数据，当第一个 FUD 上升沿到来时，开始从起始频率扫描，同时送第二个扫描周期的数据，当第二个 FUD 到来时，先清除上次的频率累加寄存器，再按第二次设置的扫描数据扫描。

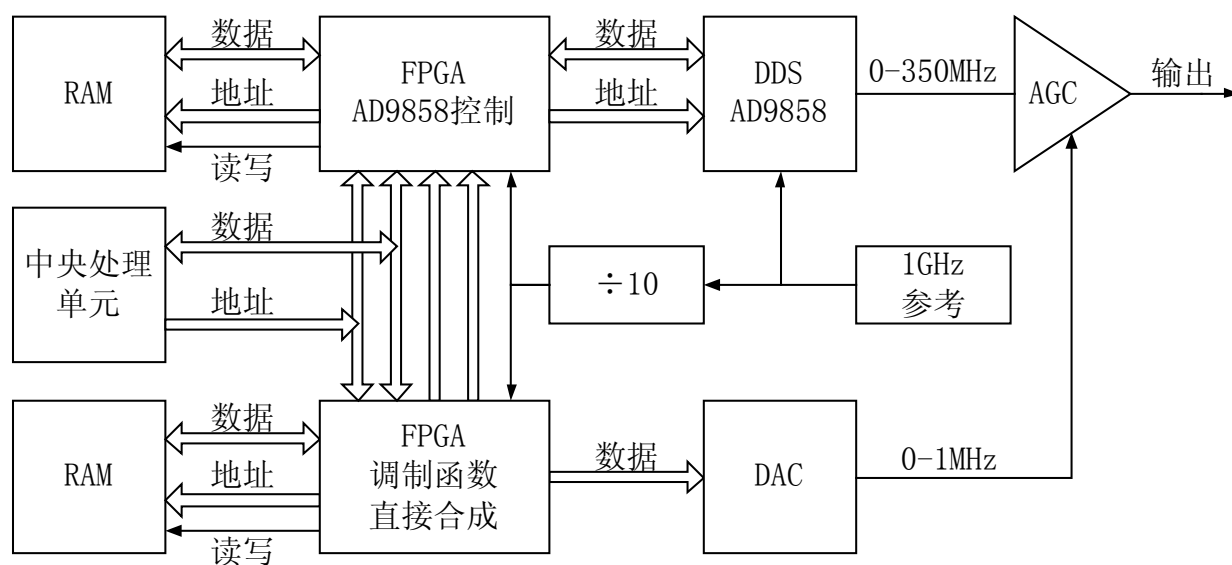


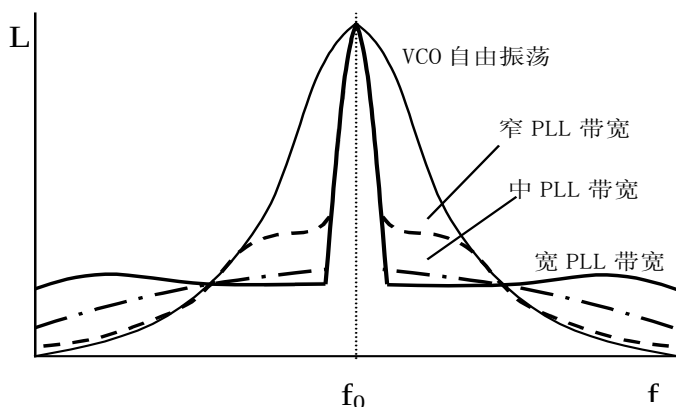
图 3 捷变合成模块原理框图

3.4 射频本振变频模块

射频频率合成本振将捷变频率合成模块产生的具有各种调制信息的信号上变频为射频输出信号。本振性能的好坏直接影响频率准确度、噪声边带和宽带跳频时间等重要指标。通常情况下，由于压控振荡器的边带噪声随着带宽的增大而变差，并且过大的调谐灵敏度易受噪声干扰调制，因此此设计中本振频率范围选择为 1100MHz~2700MHz，如图 4 所示。

为了得到高频谱纯度的输出信号，减小变频对调制信息的影响，本振的相位噪声是需要重点考虑的指标。相位噪声通常是指相对载波电平的单边带相位噪声，它是频偏的函数。本振输出信号的相位噪声特性与参考、环路带宽和 VCO 的选择有关，相应的影响表现在曲线的不同区域。在接近载波的区域（频偏约小于 1kHz），主要受参考信号的倍频效应影响，可由下式进行计算：

其中 LLO (f_{off}) 为本振信号的相位噪声, LREF (f_{off}) 为参考信号的相位噪声, n 为倍频数。再向外扩展到环路带宽以内的区域, 相位噪声受参考倍频、分频器以及鉴相等的影响; 环路带宽以外的区域则主要由振荡器本身的相位噪声来确定, 它以 20dB 每十倍频程下降。图 5 所示为不同带宽情况的相位噪声曲线。由此可见, 在器件确定后, 参考频率和 PLL 环路带宽的选择对噪声边带影响很大。此设计参考频率选择 5MHz, 本振的频率分辨率为 5MHz, 这样避免了小数分频带来的尾数调制, 提高本振的相噪。1Hz 的频率分辨率由加至混频器的中频信号产生。因为该中频使用数字直接合成的方式产生, 比较容易实现。混频之后的信号直接输出至可调带通滤波模块。



该模块除了本振合成混频之外，还包括一个参考环，是一个固定的 2000MHz 振荡器，再经过分频为 1000MHz 信号。一路 2000MHz 信号输出至射频输出模块作为下混频本振，一路 1000MHz 信号输出至基带信号发生模块作为基带参考，一路 1000MHz 信号输出至捷变合成模块作为 DDS 参考。

3.5 可调带通模块

从图 2 所示的多制式射频信号源的原理框图可以看出，捷变合成模块产生的信号在上变频过程中，除了受本振性能的影响外，对输出滤波器的性能要求也至关重要。射频本振和 300MHz 信号进行混频，在输出的混频产物中除需要的成分外，还包括镜像频率、本振泄漏、高阶交调等各种成分存在，因此后面的带通滤波器必须对这些信号具有足够的抑制。另外，为了保证信号在变频滤波后不产生较大失真，就要求滤波器的通带纹波、群时延、带内插损要足够小，滤波之后也要有响应的时延均衡网络。由于输出信号具有很宽的频段，这就要求该滤波器具有跟踪调谐特性，并具备较高的响应速度。综上所述，该模块拟采用变容管调谐的带通滤波器进行设计。

射频本振变频模块输出有上下变频，800MHz~1600MHz 通过下混频实现，1600MHz~3000MHz 通过上混频实现，下混频主要需要抑制本振泄漏和上混信号，上混频主要需要抑制本振泄漏和下混信号，此处可调谐带通滤波器再分成两个段分别进行滤波，第一波段 1600MHz~2150MHz，第二波段 2150MHz~3000MHz，总的输出为 800MHz~3000MHz，相应的开关可调谐带通滤波器也分为三段，该滤波器是整机关键之一，其组合方式框图如图 6 所示。

根据对混频信号的分析，第一波段 800MHz~1600MHz，下混本振和镜像频率高于要求频率，由三级低通和一级高通组合。第二波段 1600MHz~2150MHz，上混本振和镜像频率低于要求频率，由三级带阻和一级低通组合；第三波段 2150MHz~3000MHz，上混本振和镜像频率低于要求频率，由三级带阻和一级低通组合。

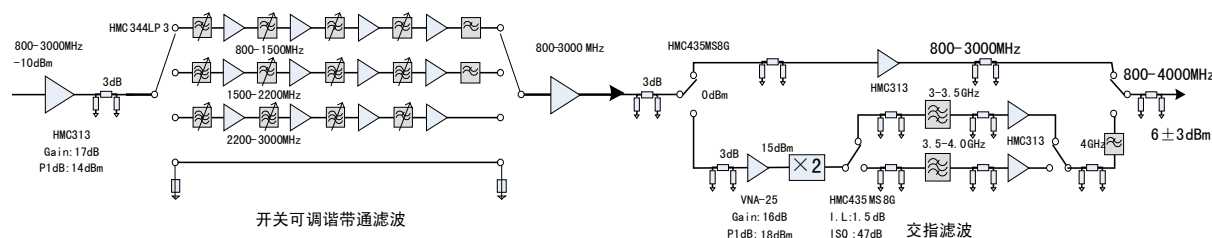


图 6 可调带通模块原理框图

3.6 射频输出模块

射频输出模块主要包括：

- 用于捷变幅度控制的 30dB 快衰减；
- 下变频产生低于 750MHz 的载波信号；
- 检波处理；
- 调幅和脉冲调制驱动；
- 电平列表控制、取样保持控制；
- 步进衰减器驱动电路。

总的来说，该模块就是对信号源的所有幅度相关的控制，如图 7 所示。由于该信号源的捷变功能，幅度控制增加了快衰减，快衰减选择 1 片单片集成衰减器 HMC307QS16g，5bit 控制，31dB 范围，1dB 步进，响应时间 160ns。频率跳变时由捷变合成板输出快衰减控制信号。下变频产生低于 750MHz

的载波信号在线性调制之后，使得 50MHz~3000MHz 使用一个稳幅环路，降低设计复杂度。稳幅环路中的线性调制进行调幅控制，环路中增加两个开关进行脉冲调制，两个开关是为了实现大于 60dBc 的开关比。由于环路检波在脉冲调制开关之后，所以稳幅环路可以开环，开环参考电压值通过调用频率相关的开环电平列表。步进衰减器驱动电路相对独立，使输出功率最小达到-110dBm。

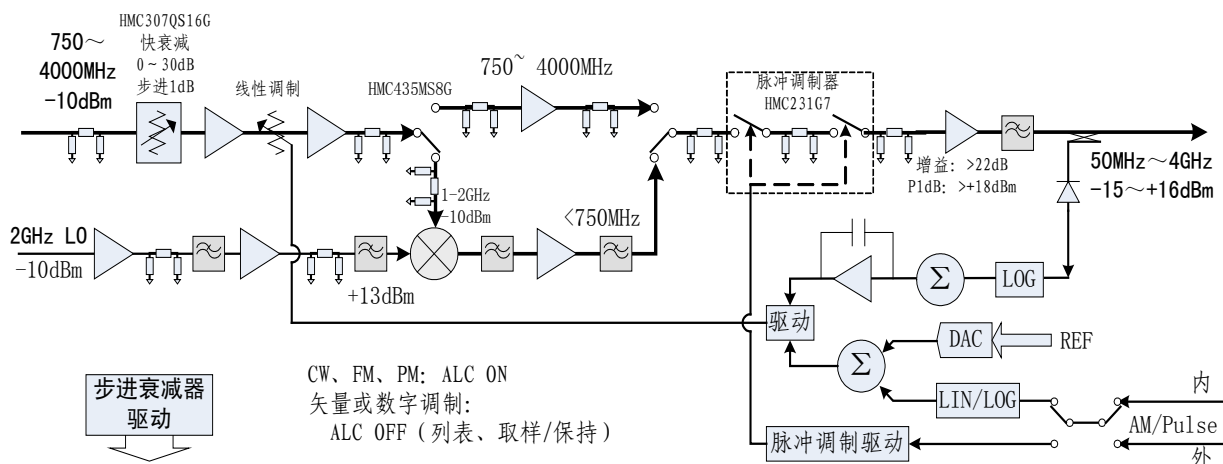


图 7 射频输出模块原理框图

第四章 结构特征

4.1 机箱

AV1476A 多制式射频信号源的机箱装机尺寸：宽×深×高（mm×mm×mm）：360×515×177，最大外型尺寸：宽×深×高（mm×mm×mm）：410×580×230，属台式机箱。前后框架由高强度铝合金型材连接成坚固的箱体。内部采用高磁导率并经严格热处理的铁镍合金作电磁屏蔽材料，外壳使用套筒式结构，保证仪器良好的电磁兼容性。

仪器右侧有一个风扇向机箱内送风，后面板有一个风扇向机箱外抽风，结合整机内部布局和箱体风道的设置，使整机和电源有良好的散热并能达到防尘效果。

仪器外表面采用静电喷塑，三防效果良好，装饰性好。底部和后面板垫脚保证仪器在卧式和立式使用时，有良好的缓冲减振效果。仪器外形如图 8 所示：



图 8 仪器外形示意图

4.2 前面板

AV1476A 多制式射频信号源前面板显示器使用夏普 6.4" TFT LCD-LQ064V3DG01, 电源开关为机械按压式, 按键为导电橡胶, 字符为黑体。如图 9 所示:



图 9 前面板示意图

4.3 后面板

AV1476A 多制式射频信号源后面板如图 10 所示, 包括各种输入/输出信号接口、控制接口、电源插座及通风口等。

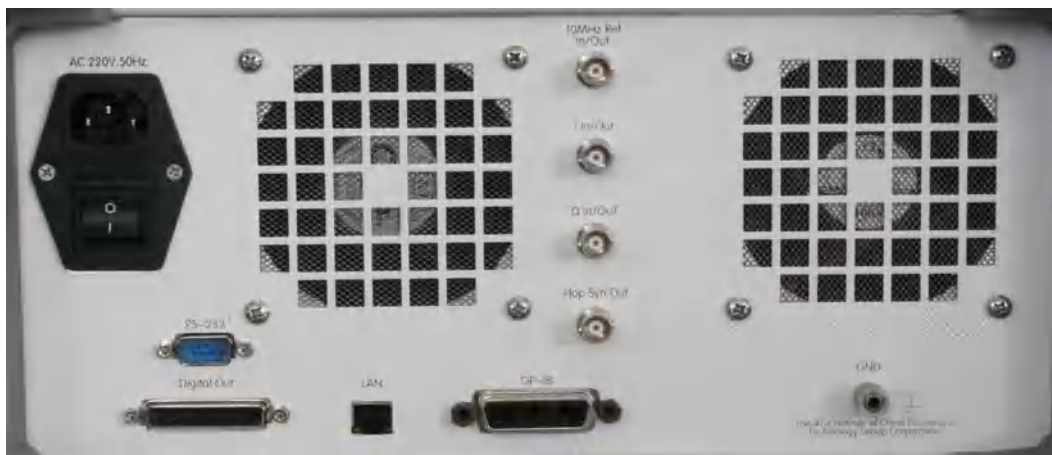


图 10 后面板示意图

4.4 内部结构

AV1476A 多制式射频信号源采用框架插槽方式, 机框铝板使用 2mm 板材, 边角 90° 折弯前后到头, 内部一块 2mm 钢隔板, 固定到前后框架铝板上, 增加强度, 模块仓上加铝盖板, 固定印制板并连接左右机框, 增大机械强度和辐射抑制。顶视图分别如图 11 所示。

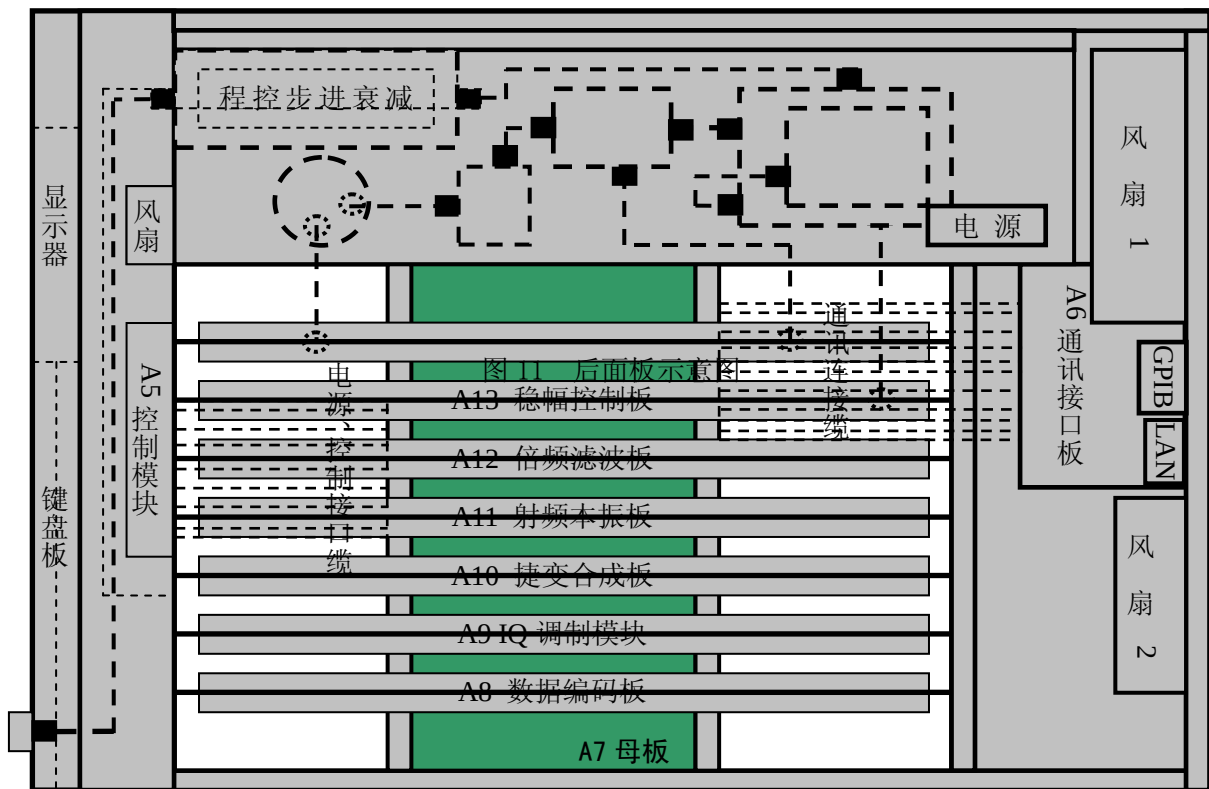


图 11 内部结构顶视图

第五章 使用和操作

5.1 初次加电说明

5.1.1 加电前检查

AV1476A 多制式射频信号源使用 220V、50Hz 交流电，表 2 列出了仪器能正常工作对电源的要求。

表 2 工作电源变化范围

电源参数	适应范围
输出电压	220V $\pm$ 10% 单相交流
额定输出电流	>2.3A
最大功耗	200W
工作频率	50Hz $\pm$ 5%

为防止或减小由于多台设备通过电源产生的相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰可能造成 AV1476A 多制式射频信号源的毁坏，最好用 220V 交流稳压电源为仪器供电。

AV1476A 多制式射频信号源配置了三芯电源线，符合国际安全标准。当本仪器通电开机前，必须确信仪器的保护地线已可靠接地，即将电源线插头插入标准的三芯插座中，浮地或接地不良都可

能导致仪器毁坏，甚至造成人身伤害。千万不要使用没有保护地的电源线。



警告：接地不良或错误可能导致仪器损坏，甚至造成人身伤害。在打开 AV1476A 多制式射频信号源电源之前，一定要确保地线与供电电源的地线良好接触。

使用有保护地的电源插座。不要用外部电缆、电源线和不具有接地保护的自耦变压器代替接地保护线。如果使用自耦变压器，一定要把公共端连接到电源接头的保护地上。

5.1.2 加电步骤



警告：在将本产品与电源相连之前，请先验证电源电压是否正常，并正确安装合适的保险管。以上其中任何一项验证错误都有可能造成设备毁坏。



警告：将仪器放在机柜中工作时，必须保证仪器内外空气对流通畅。机柜内每产生 100 瓦特的热功率就要求环境温度（机柜外）比仪器工作的最高温度低 4 摄氏度。若机柜内总热功率超过 800 瓦特，则必须采取强制通风措施。

本产品在出厂之前已完成全部安装和配置工作，用户初次使用时只需将本产品与交流电源相连即可，无需其他安装操作，下面是开机及预热步骤：

- a) 按后面板开关打开待机电源，前面板黄色待机指示灯亮，再按前面板 **【电源】** 键开通电源，黄色待机指示灯熄灭，绿色工作指示灯亮。
- b) 本产品将花约 1 分钟时间执行一系列自检、调整、数据装载和初始化程序。
- c) 保证本产品预热 10 分钟以上，如若确保指标测试的准确性和稳定性则需保证本产品预热 30 分钟以上。
- d) 如果是初次使用本产品，请按**【辅助】**键，选择**【校准】**，在**【校准】**的子菜单中选择**【整机校准】**，执行仪器自校准程序，使仪器提供最佳工作状态。时间大概持续 7 分钟左右。

5.2 典型使用操作

5.2.1 简介

本节介绍一个快速而简便的操作 AV1476A 多制式射频信号源的方法，假如你是第一次使用 AV1476A 多制式射频信号源，建议你先花 15 分钟仔细阅读本节内容，设置一下想要输出的频率、功率以及调制方式，然后再进行其他操作。

以下列出本次操作推荐使用仪器，这只是我们的建议，假如你使用的不是我们所推荐的仪器，可能会看到不同的显示效果：

表 3 推荐使用仪器列表

仪器	推荐型号	数量
频谱分析仪	AV4033	1 台
数字存储示波器	AV4445	1 台
射频信号源	AV1487	1 台

在设置输出频率、功率，频率扫描范围、时间，跳频，各种调制方式，数字调制及控制方式时，会涉及到以下几个方面的内容：

- 信号频率范围从 250kHz~3000MHz。
- 1000Hz 到 1000kHz 的数字合成音频源。
- 调制方式：调幅、调频、调相、脉冲调制以及频率捷变。
- 组合信号的调制以及功率输出控制。
- 通过前面板按键、前面板的 USB 接口相连的键盘以及后面板的 GPIB、LAN 接口对仪器进行操作以及远程控制。

5.2.2 操作过程

5.2.2.1 说明

进行 AV1476A 多制式射频信号源频率及功率输出操作，需要 AV1476A 和 AV4033 频谱分析仪各一台。如图 12 连接仪器，开机并如下调整频谱仪设置：

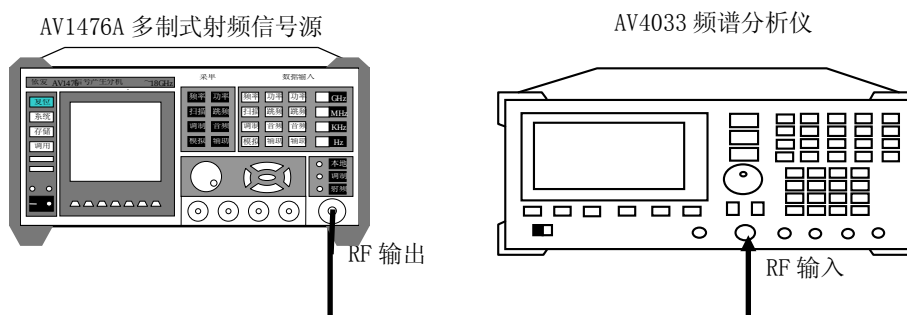


图 12 AV1476A 和 AV4033 连接图

中心频率.....1000MHz
 扫宽.....10MHz
 参考幅度.....10dBm

以下操作演示了一个简单的射频信号输出过程, 包括调幅、调相、调频和脉冲调制控制。

5.2.2.2 操作步骤

首先让我们来完成一个最简单的信号输出：

- 初次加电后，打开位于前面板右下方的【射频】开关，指示灯为绿色高亮表示信号源处于射频输出状态，此时频谱仪将显示如图 13 所示画面，频率 1000MHz，功率为 0.0dBm，各种调制方式均为关闭。

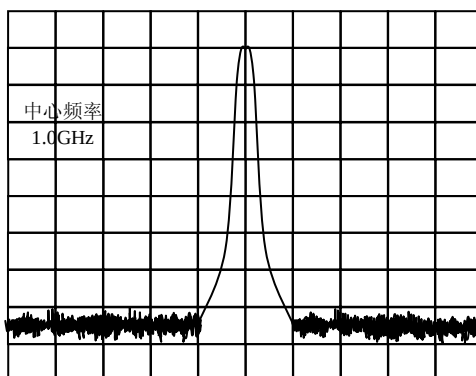


图 13 频率 1.0GHz, 幅度 0dBm



注意：如果你已使用过本仪器，仪器会保留一些参数设置，按【复位】键，然后再进行下面的操作。

当选中参数对话框的时候，会出现一个带颜色的方框，如果方框为红色，表示系统处于参数选择状态，此时，可通过方向键选择不同的参数种类；选中某一参数项后，按【确认】，方框变为绿色，此时进入参数修改状态，参数的修改及设置方式会在后面进行详细说明。

- b) 点频输出：按【频率】键，仪器处于频率设置状态，此时可以在前面板的数字键区及单位区自由设置点频信号的频率值（注意：频率范围从 250kHz~3GHz；而设置频率的方式有三种，除了刚才的直接设置以外，你还可以用控制面板区下方的方向键和滚轮进行调节。方向键是按照常规操作思路设计的，【功率】键可改变频率设置的数位，【▲】、【▼】键则对应着频率值的增、减。而滚轮只能改变频率值，顺时针旋转使频率增加，逆时针则相反。该射频信号源对滚轮的响应速度比对按键的响应速度快，具体使用那种方式由操作者决定）。无论采用那种方式，现在将频率设置为 1.5GHz。
- c) 功率设置：按【功率】键，仪器处于功率设置状态，此时可以在前面板的数字键区及单位区自由设置点频信号的功率值，设置方法与频率值的设置方法基本相同。我们再将功率置为 10dBm。
- d) 完成了以上两个操作，把频谱仪设置成中心频率在 1.5GHz，幅度为 20dBm，扫宽 10MHz，此时频谱仪将显示如图 14 所示画面，频率 1500MHz，功率为 10.0dBm，各种调制方式均为关闭。

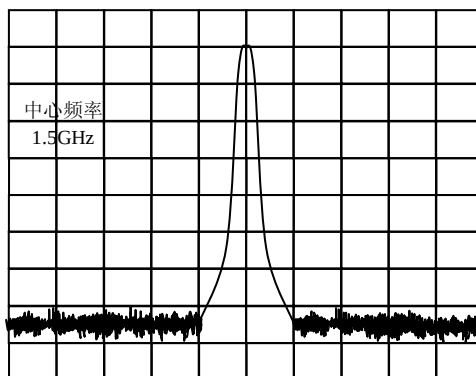


图 14 频率 1.5GHz, 幅度 10dBm



注意：如果频谱仪的视窗内没有 1500MHz、10dBm 的信号显示，检查你的频谱仪设置，如果有错误，请重新按照以上参数设置。

这样，我们就完成了一个最简单的频率输出操作。

第三篇 维修说明

第一章 维修和保养条件

1.1 维修人员要求

- 1) 维修人员应熟练掌握模拟电路相关技术;
- 2) 维修人员应熟练掌握数字电路相关技术;
- 3) 维修人员应掌握简单的电子装联技术和示波器及万量表的使用;
- 4) 维修人员应经过该仪器的操作培训, 熟练掌握该仪器的各项性能指标和操作使用方法。

1.2 维修所需设备

维修所需仪器设备如表 1 所示。

表1 维修用仪器设备

序号	仪器名称	主要技术指标	推荐型号
1	微波频率计	频率范围: 10Hz~20GHz	HP5350B
2	矢量信号分析仪	频率范围: 20Hz~26.5GHz 相位噪声: -123dBc/Hz (1GHz, 偏离 10kHz)	FSQ26 或 AV5261
3	功率计	频率范围: 10MHz~20GHz 幅度范围: -60dBm~+20dBm 功率探头: 频率范围: 50MHz~18GHz	HP437B (探头 HP8485A 和 HP8487D) 或 AV2432 (探头 AV23211)
4	测量接收机及探头	频率范围: 250kHz~1300MHz 功率范围: -127dBm~+17dBm 幅度调制: 速率: 20Hz~100kHz 深度: (0~90) % 准确度: $\pm 2\%$ (1kHz) 频率调制: 速率: 20Hz~200kHz 频偏: 0kHz~400kHz 准确度: $\pm 3\%$ (1kHz)	HP8902A HP11722A
5	频谱分析仪	频率范围: 30Hz~26.5GHz	AV4033
6	合成信号发生器	频率范围: 10MHz~20GHz 单边带相位噪声: <-110dBc/Hz (10GHz, 偏离 20kHz)	AV1487B
7	调制域分析仪	通道 A: 10Hz~200MHz 通道 B: 10Hz~100MHz 通道 C: 50MHz~2.5GHz	HP53310A
8	脉冲发生器	频率范围: 0~240MHz 采样率: 2GS/s 输出电平: TTL 电平(阻抗 50 Ω)	AFG3252
9	示波器	垂直灵敏度: 0.01mV/格 带宽: 100MHz 时间灵敏度: 0.01 μ s 双通道	AV4445

10	混频器	频率范围：2GHz～20GHz 本振输入：+10dBm 频率范围：5MHz～4200MHz 本振输入：+10dBm	M50AC ZX05-42MH
11	检波器	频率范围：10MHz～18GHz 电压灵敏度：0.4mV/μW 最大承受功率：+20dBm	AV10318
12	低通滤波器	截止频率：70MHz	SLP-90
13	负 载	阻抗：50Ω	SMA-50

1.3 维修所需工具

维修所需工具如表 2 所示。

表 2 维修用工具设备

名 称	主要指标	数量	推荐型号
十字螺丝刀		1 把	
内六角起子		1 把	
小扳手		1 把	

1.4 维修备件

维修备件如表 3 所示。

表 3 维修备件

名称	型号	厂家	数量	备注
保险丝	51NM-250V-3A	好利来公司	1	

1.5 维修环境条件

建议该仪器的维修环境条件为：

环境温度：0℃～50℃

环境湿度：45%RH～75%RH

大气压力：86～106kPa

第二章 维修和保养项目

2.1 日常保养

本产品属于精密仪器，在使用过程中应严格按程序操作，注意警告信息。仪器外壳应保持清洁，可以经常用干净的软布擦拭，避免细小的物品通过通风孔掉入仪器内部。仪器使用时，应避免有物

品遮挡住仪器通风孔，在不使用时，尽量用合适的布将仪器盖住，以免仪器落灰。

仪器在不使用时应遮住端口，清洁的端口能够提供精确的数据，可用吹气球经常清洁测量端口的灰尘。在测试过程中旋转测试端口时，要小心轻旋，避免损伤端口。

2.2 仪器单元模块维修

仪器应符合 GJB3947-2000 中 3.13.1~3.13.2 条的规定，具体要求如下：

- a) 仪器分为 LCD 显示器、开关电源、主控板、控制接口板、母板、键盘板、通讯接口板、数据编码板、I/Q 调制板、捷变合成板、射频本振板、射频滤波倍频板、稳幅控制板、10MHz 高稳时基、110dB 程控步进衰减器等 15 个单元组成；
- b) 根据各单元功能不同，实现单元级维修；
- c) MTTR 小于 90min。

2.3 仪器电源保养

电源使用不当会导致仪器损坏，甚至造成人员伤害，危害结果严重。因此，仪器上电之前必须对电源进行认真检查，并按照用户手册的说明慎重使用。然而静电防护是常被用户忽略的问题，它对仪器造成的伤害时常不会立即表现出来，但会大大降低仪器的可靠性。因此，有条件的情况下应尽可能采取静电防护措施，并在日常工作中正确运用防静电措施。

为防止或减小由于多台设备通过电源产生的相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰可能造成仪器硬件的毁坏，最好用 220V 交流稳压电源为仪器供电。

本产品使用三芯电源线，符合国际安全标准。当接上合适电源插座时，电源线将仪器的机壳接地。电源线的额定电压值应为 250V，额定电流应大于等于 2A。

保险丝的参数：

尺寸	$\phi 5 \times 20\text{mm}$
额定电压	250V
额定电流	3A

接地不良或错误可能导致仪器损坏，甚至造成人身伤害。在打开 AV1476A 多制式射频信号源电源之前，一定要确保地线与供电电源的地线良好接触。

使用有保护地的电源插座。不要用外部电缆、电源线和不具有接地保护的自耦变压器代替接地保护线。如果使用自耦变压器，一定要把公共端连接到电源接头的保护地上。

第三章 维修和保养方法

主要介绍本产品在使用过程中可能出现的问题和用户可以采取的一些措施，尽量为用户提供方便。

3.1 仪器可能出现的故障及解决措施

3.1.1 黑屏

如果屏幕不亮，请按下面所列步骤进行检查：

电源插座是否通电，电源是否符合本产品工作要求。

电源保险丝是否良好。

仪器的电源开关是否处于开状态。

检查风扇运转情况。

如果上述检查都正常，则可能是仪器内部出现了问题，请不要擅自打开仪器机箱。

3.1.2 启动不正常

如果开机后，仪器不能进入正常工作状态，请关闭仪器，然后重新打开。当然，请不要擅自打开仪器机箱。

3.1.3 电池

我们使用充电电池为动态 RAM 提供不间断电源。在开机时自动为电池充电，用户长时间不开机，可能导致电池电量不足，用户存储的自定义信息、校准数据、状态数据将会丢失。导致开机自动执行校准程序，为正常现象。

3.1.4 硬件故障

本仪器设有整机自校准和各单板自检测功能，在自校准后有错误码出现，应判断为仪器故障，故障原因可能是多方面的，由于本产品电路复杂度高，建议用户不要拆机，特别是保修期内的产品。严禁用户私自拆机。尽快与我们联系，我们一定会及时为您提供服务。

3.2 仪器的返修

当您的 AV1476A 多制式射频信号源工作出现难以解决的问题时，我们可以通过电话或传真向您提供咨询。当确定是 AV1476A 多制式射频信号源硬件损坏需要返修时，请您用原先的材料或商业上使用的别的材料包装仪器，并按下面的步骤进行包装：

写一份有关仪器故障现象的详细说明，同仪器一起放入包装箱。

用防静电塑料袋包装仪器，以减少可能的静电放电损坏。

在外包装纸箱四角摆放好泡沫衬垫，将仪器放入外包装箱，并在四周空隙内填充泡沫板。

用胶带密封好包装箱口，并用尼龙带加固包装箱。

在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放！”字样。

请按精密仪器进行托运。

保留所有的运输单据的副本。



注意：使用别的材料封装 AV1476A 多制式射频信号源，可能会损坏仪器。不要使用任何大小的聚苯乙烯小球作为包装材料。它们不能充分地垫住仪器，也不能在运输时为放在箱子中的仪器提供保护。它们可能会产生静电并被吸入风扇中，使仪器出现故障。

第四章 保养周期与注意事项

4.1 保养周期

本产品属于精密仪器，在使用过程中应严格按程序操作，应长期保养。

在不使用时，尽量用合适的布将仪器盖住，以免仪器落灰。注意警告信息。仪器外壳应保持清

洁，可以经常用干净的软布擦拭，避免细小的物品通过通风孔掉入仪器内部。

仪器使用时，应避免有物品遮挡住仪器通风孔。

4.2 注意事项

- a) 第一次使用时请您开箱后按厂家提示步骤检查、核对包装箱内物品，并在使用前阅读“加电前的注意事项”，以便尽早发现问题，防止意外事故的发生。当发现问题时，请与我们联系，我们将根据情况尽快予以解决。
- b) 如果包装箱或箱内的减振材料有所损坏，首先检查内容物是否完整，然后方可对仪器进行机械或电气性能测试。
- c) 若仪器在运输过程中出现损坏或附件不全，请通知我们，我们将按您的要求进行迅速的维修或调换。请保留运输材料以备将来装箱运输时使用。联系方式参见前言。
- d) 本信号源使用 220V、50Hz 交流电，产品说明书列出了仪器能正常工作对电源的要求。为防止或减小由于多台设备通过电源产生的相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰可能造成信号源的毁坏，最好用 220V 交流稳压电源为仪器供电。配置了三芯电源线，以符合国际安全标准。当本仪器通电开机前，必须确信仪器的保护地线已经可靠接地，即将电源线插头插入标准的三芯插座中，浮地或接地不良都可能导致仪器毁坏，甚至造成人身伤害。千万不要使用没有保护地的电源线。
- e) 注意静电防护措施。

第五章 故障分析与排除

5.1 仪器可能出现的故障及解决措施

5.1.1 黑屏

如果屏幕不亮，请按下面所列步骤进行检查：

- a) 电源插座是否通电，电源是否符合本产品工作要求。
- b) 电源保险丝是否良好。
- c) 仪器的电源开关是否处于开状态。
- d) 检查风扇运转情况。
- e) 按前面板控制区按键，看显示器是否显示子功能软键。

如果上述检查都正常，则可能是仪器工控板出了故障；风扇不转，则可能是仪器电源出了故障；控制区按键没反应，则可能是显示器或者显示接口板坏了。

5.1.2 意外现象

产生意外现象的原因很多。执行下面的检测步骤，通常这些检测就能完全解决问题或得到清楚的原因。如果确定是硬件问题，请参照“硬件故障”处理。

- a) 如果在本产品上有别的设备、电缆和连接器，确定这些组件连接是否正确合适。
- b) 常见的问题可以在问题发生时，重复以前的步骤解决。

- c) 出现意外现象时，回顾做过的处理，确定所有的设置都正确。
- d) 所有的设置是否完成，设置内容是否符合本产品的性能和指标。参照本产品的指标性能说明。

表 4 现象和可能的原因

现象	检测内容
没有输出	射频开关是否打开。 幅度设置是否正确。
不能跳频	是否在跳频方式 通道存储是否正确
按键没应答	关机并重新开机
频率准确度差	是否共时基测量

5.2 硬件故障

通过上述检测，仪器仍然不能正常工作，或仪器指标下降，应判断为仪器故障，故障原因可能是多方面的，由于本产品电路复杂度非常高，建议用户不要拆机，特别是保修期内的产品，严禁用户私自拆机，应尽快与我们联系。我们将为您提供及时的服务。