



1451 系列捷变信号发生器
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研制、生产的 1451 系列捷变信号发生器捷变信号发生器。本所产品集高、精、尖于一体，在同类产品中有较高的性价比。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，我们竭诚欢迎您的垂询，联系方式：

服务咨询：0532-86889847

技术支持：0532-86891085

传 真：0532-86889056

网 址：<http://www.ceyear.com>

电子信箱：eiqd@ceyear.com

地 址：山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号

邮 编：266555

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 1451 系列捷变信号发生器，请仔细阅读本手册，并按照书中指导进行正确操作。由于时间紧迫和笔者水平有限，本手册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。

本手册是 1451 系列捷变信号发生器用户手册的第一版，版本号是 A1。

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。

声明：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，中国电子科技集团公司第四十一研究所保留对侵权者追究法律责任的权利。

编者：

2019 年 3 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 1451 系列捷变信号发生器简介	1
第二节 注意事项	3
第二章 用户检查	5
第一节 初步检查	5
第二节 详细检查	6
第三章 前、后面板说明	7
第一节 前面板说明	7
第二节 后面板说明	9
第四章 操作指导	11
第一节 初级操作指导	11
第二节 高级操作指导	15
第五章 菜单说明	17
第一节 整机原理框图及说明	17
第二节 模式	18
第三节 频率	20
第四节 功率	22
第五节 序列	24
第六节 下载播放	28
第七节 脉冲调制	29
第八节 调频	31
第九节 调相	33
第十节 调幅	35
第十一节 IQ	37
第十二节 基带	38
第十三节 系统	42
第六章 性能特性测试	45
第一节 频率范围的测试	46
第二节 频率分辨率的测试	47
第三节 内部时基老化率的测试	48
第四节 频率捷变时间	50
第五节 谐波寄生	51
第六节 非谐波寄生	52

第七节 单边带相位噪声.....	53
第八节 最大输出功率.....	54
第九节 最小输出功率.....	55
第十节 功率分辨率.....	56
第十一节 功率准确度.....	57
第十二节 功率捷变范围.....	58
第十三节 功率捷变分辨率.....	59
第十四节 功率捷变时间.....	60
第十五节 频率调制.....	61
第十六节 相位调制.....	62
第十七节 幅度调制.....	63
第十八节 脉冲调制.....	64
第十九节 矢量调制.....	67
第二十节 复杂电磁信号模拟仿真平台特性.....	68
第七章 故障信息说明及返修方法.....	75
第一节 故障查询及错误信息说明.....	75
第二节 返修方法	76

第一章 概述

1451 系列捷变信号发生器产品具有覆盖 10MHz~3GHz、10MHz~20GHz、10MHz~40GHz、频率捷变时间<150ns、调制带宽 200MHz，实现大调制带宽复杂多调制频率和功率捷变、多参数编辑及播放等功能，可为先进武器装备的研制提供验证、评估手段，预定用于我军捷变频雷达、电子侦察与干扰、扩跳频通信、反辐射导弹等武器装备的研制、制造、维修和保障中。为先进武器装备提供研制生产、性能维护等各时期的测试条件，评估和检测其真实作战效能。



第一节 1451 系列捷变信号发生器简介

1451 系列捷变信号发生器具备以下主要功能：

- a) 0.01~40GHz 超宽带频率捷变覆盖；
- b) 全频段任意频率间<150ns 捷变信号输出；
- c) 提供调频、调相、调幅、矢量调制、脉内线性调频、脉冲重频、脉间捷变、加噪等功能，实时调制带宽 500MHz；
- d) 外部干扰设备的直接频率控制；
- e) 外部模拟平台直接序列控制；
- f) 支持外部电磁信号加载到仿真平台的信号模拟回放功能。

1451 系列捷变信号发生器主要技术指标如下：

- a) 频率范围：10MHz~40GHz；
- b) 频率分辨率：1Hz；
- c) 内部时基老化率： 1×10^{-9} /天（连续通电 30 天后）；
- d) 频率捷变时间：<150ns（全频段）；
- e) 谐波寄生（最大功率输出时）：
 - <-35dBc (≤ 3 GHz)；
 - <-45dBc (> 3 GHz)；
- f) 非谐波寄生：<-45dBc (≤ 20 GHz)；
- g) 单边带相位噪声（载波 10GHz）：
 - <-85dBc/Hz（100Hz 频偏）；
 - <-95dBc/Hz（1kHz 频偏）；
 - <-105dBc/Hz（10kHz 频偏）；
 - <-107dBc/Hz（100kHz 频偏）；
 - <-120dBc/Hz（1MHz 频偏）；
 - <-120dBc/Hz（10MHz 频偏）。
- h) 输出功率范围：
 - 100dBm~ +10dBm (≤ 20 GHz)；
 - 100dBm~ +10dBm (> 20 GHz)；

- i) 功率分辨率: $0.5\text{dB} \pm 0.2\text{dB}$;
- j) 功率准确度:
 - $\pm 1.5\text{dB}$: $0\text{dBm} < P \leq +10\text{dBm}$
 - $\pm 2.0\text{dB}$: $-20\text{dBm} < P \leq 0\text{dBm}$
 - $\pm 2.5\text{dB}$: $-60\text{dBm} < P \leq -20\text{dBm}$
 - $\pm 3.0\text{dB}$: $-100\text{dBm} \leq P \leq -60\text{dBm}$
- k) 功率捷变范围: $\geq 60\text{dB}$;
- l) 功率捷变分辨率: $0.5\text{dB} \pm 0.2\text{dB}$;
- m) 功率捷变时间: $< 200\text{ns}$;
- n) 频率调制:
 - 调频带宽: $10\text{Hz} \sim 6\text{MHz}$ (载波 1GHz);
 - 最大频偏: $8\text{MHz} \pm 1\text{MHz}$;
- o) 相位调制:
 - 调相带宽: $10\text{Hz} \sim 6\text{MHz}$ (载波 1GHz);
 - 最大相偏: $180^\circ \pm 20^\circ$;
- p) 幅度调制:
 - 调幅带宽: $10\text{Hz} \sim 6\text{MHz}$ (载波 1GHz);
 - 最大调幅深度: $95 \pm 10\%$;
- q) 脉冲调制:
 - 脉冲开关比: $> 80\text{dB}$;
 - 上升下降时间: $< 15\text{ns}$;
 - 脉内线性调频: 带宽 $200\text{MHz} \pm 20\text{MHz}$;
 - 脉间频率捷变: 捷变时间 $< 150\text{ns}$;
- r) 矢量调制:
 - 矢量精度 EVM (%RMS) : $< 3\%$
(功率 $< 5\text{dBm}$, IQ 校准后且在校准温度 $\pm 5^\circ\text{C}$ 以内, 码元速率 4Msps , 根奈奎斯特滤波器, $\alpha=0.3$, QPSK 格式);
 - 内部基带调制格式: PSK、MSK、QAM、FSK;
 - 内部基带码元速率: 最高 10Msps ;

第二节 注意事项

型号确认

当您打开包装箱后，您会看到以下物品：

- | | |
|-------------------|-----|
| a) 1451 系列捷变信号发生器 | 1 台 |
| b) 三芯电源线 | 1 根 |
| c) 用户手册 | 1 套 |
| d) 装箱清单 | 1 份 |

请您根据订货合同和装箱清单仔细核对以上物品是否有误，如有问题，请根据前言中的联系方式与我所经营中心联系，我们将尽快予以解决。

声明 **因仪器和包装箱较重，移动时，应有两人合力搬移，并轻放。**

外观检查

仔细观察仪器在运输过程中是否有损伤，当仪器有明显损伤时，严禁通电开机！请根据前言中的联系方式与我所经营中心联系。我们将根据情况进行迅速地维修或调换。

运行环境

参考本说明书技术指标部分的环境适应性部分。另外需特别注意以下要求：

- a) 电源：220Vrms (±10%) ,50Hz (±5%) ;110Vrms (±10%) ,60Hz (±5%) ,300W。
- b) 电源插座：使用三芯电源插座，必须严格接地。
- c) 仪器电源线：使用装箱三芯电源线。
- d) 电源保险丝：长 20mm，直径 5mm，额定电流 3A，额定电压 250V。
- e) 为确保用户安全，防静电附件必须提供至少 1M 的与地隔离电阻。

警告 **在将信号发生器与电源相连之前，请先仔细验证供电电源电压及仪器上的电源保险丝是否正常，否则极有可能造成仪器损坏！**

注意 **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，可能造成的信号发生器内部硬件的毁坏，请最好用220V 交流稳压电源为信号发生器供电。**

警告 **电源接地不良或错误可能导致仪器损坏，甚至造成人身伤害。必须使用信号发生器规定的三相电压，确保电源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，不要用外部电缆代替接地保护线。**

静电防护

静电对电子元器件和设备存在极大的破坏性，所需防静电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：导电桌垫与手腕组合；导电地垫与脚腕组合。两者同时使用时可提供良好的防静电保障。若单独使用，只有前者可以提供保障。为确保用户安全，防静电部件必

须提供至少 $1\text{M}\Omega$ 的与地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏：

- a) 保证所有仪器正确接地，防止静电生成。
 - b) 工作人员在接触接头、芯线或做任何装配操作以前，必须佩带防静电手腕。
-

注意 **上述防静电措施不可用于超过500V 电压的场合！**

清洗仪器前面板显示器

在使用一段时间后，如要清洁您的显示面板，请按照下面的步骤操作：

- a) 关机，拔掉电源线。
 - b) 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦拭显示面板。
 - c) 再用干净柔软的棉布将显示面板擦干。
 - d) 待清洗剂干透后方可接上电源线。
-

注意 **显示屏表面有一层防静电涂层，切勿使用含有氟化物、酸性、碱性的清洗剂。切勿将清洗剂直接喷到显示面板上，否则可能渗入机器内部，损坏仪器。**

第二章 用户检查

第一节 初步检查

将 1451 系列捷变信号发生器接上电源，观察此时前面板黄色的“待机”电源指示灯亮，表示待机电源工作正常。将前面板电源开关打到“工作”位置，观察前面板绿色电源指示灯点亮，显示器背光灯点亮，显示启动过程大约需等待 30 秒，显示开机（或复位）状态界面。

预热 10 分钟后，如下设置信号发生器：

- a) 按【复位】键。
- b) 信号发生器重新启动。
- c) 应无任何告警指示。

第二节 详细检查

- a) 将 1451 系列捷变信号发生器开机并预热至少 30 分钟，射频输出端加上匹配负载。
- b) 如下设置信号发生器：
 - 【工作模式】连续波
 - 【功率】0 【dBm】
 - 【频率】100 【MHz】
- c) 按信号发生器【射频开/关】键，打开信号发生器输出。
- d) 使用方向键设置信号发生器频率以 100MHz 为间隔向上步进，直到最大频率，注意观测前面板显示器告警指示区，应无任何告警指示。

第三章 前、后面板说明

第一节 前面板说明



图 3.1 前面板说明

1 显示区

显示区在仪器执行不同功能时，具有以下显示功能：显示仪器当前所处的状态，如：合成源、内部序列等；显示仪器内部序列状态下的序列信息：包括载波频率、载波功率、捷变衰减、驻留时间以及各种调制状态；显示仪器合成源状态下的频率和功率信息；在需要输入频率和功率等数据时显示当前输入的数据；显示系统当前工作时间；显示系统在执行某个功能菜单时的当前状态参数；显示直接对应显示区右面软键行的名称；软键行对应键的字体改变颜色且背景色改变表示选择其状态；显示系统当前状态下的其它信息，包括调制状态信息、参考失锁信息等。

2 软键区

当按下某一个软键时，显示区将显示直接对应软键左侧的名称，被选中的软键对应的字体颜色及背景色会发生相应改变。

3 功能区

分别执行仪器的复位、系统配置、文件、保存、打印、帮助、模式选择、菜单、显示、校准、工具、频率/功率/序列输入、序列下载/播放、手动触发、射频开关。

4 复位键

执行复位功能。

5 外部输入

I/Q 输入，BNC 阴头，中频输入，3GHz 输入，SMA 阴头。

6 输入区

输入区包括方向键、旋钮、单位键、←/-(退格键/负号)、数字键。所有的输入都可通过输入区的按键和旋钮改变。

7 射频开关

按这个硬键可以设置射频输出连接器上是否输出信号。无论射频开关处于何种状态，用户可以设置和启动各种频率、功率和调制状态，但只有在射频开关设为开时，射频输出连接器上才会出现输出信号。

8 电源开关

当仪器处于“待机”状态时，电源开关上面黄色指示灯亮；按一下电源开关，其上绿色指示灯亮，表示仪器处于“工作”状态。

9 射频输出

信号发生器的输出由此输出，3.5mm 阳头，输出阻抗 50Ω 。反向功率损坏电平是 0 Vdc、0.5 W(额定值)。

10 USB 接口

用于系统软件升级及备份数据等。

第二节 后面板说明

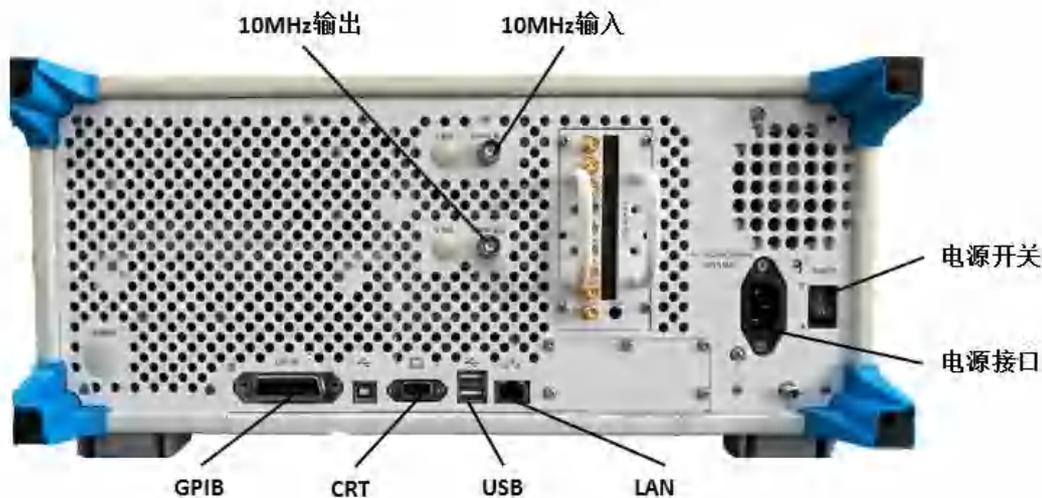


图 3.2 后面板说明

1 10MHz 输出

BNC 阴头连接器，信号电平 $0\text{dBm} \pm 3\text{dB}$ ，典型输出阻抗 50Ω 。

2 10MHz 输入

BNC 阴头连接器，从外时基接收 $10\text{MHz} \pm 100\text{Hz}$ ， $0 \sim +10\text{dBm}$ 的频率参考信号。典型输入阻抗 50Ω ，损坏电平 $\geq +10\text{V}$ ， $\leq -5\text{V}$ 。

3 电源开关

当此开关处于打开状态时，前面板开关控制才有效。当此开关处于断开状态，则前面板开关控制无效。

4 电源接口

$220\text{Vrms} (\pm 10\%)$ ， $50\text{Hz} (\pm 5\%)$ ， 300W 。

5 LAN

用于软件升级、控制等。

6 USB

用于系统软件升级及备份数据等。

7 CRT

用于扩展输出，外接屏幕显示，接口为 VGA 接口。

8 GPIB 接口

标准 IEEE488 接口，支持 SCPI 语言。

第四章 操作指导

第一节 初级操作指导

本系列信号源采用直观的新型图形化用户界面，清晰地显示信号输出的整个过程。整个仪器划分为几个功能模块，实现了快速、直观操作的现代化图形用户界面，该界面对一些基本功能可实现快速操作，经过改进的窗口式界面信号配置简洁明了，具有很好的实用性。用户既可以通过鼠标方便地进行操作，也可以通过仪器前面板按键进行操作。下面将以本信号源中的“内部序列”模式进行示例，主屏幕显示区域划分如下：

(1).仪器菜单工具栏区域，如图 4-1 所示。



图 4.1 菜单工具栏显示区域（内部序列状态）

(2).仪器主信息显示区域，如图 4-2 所示。

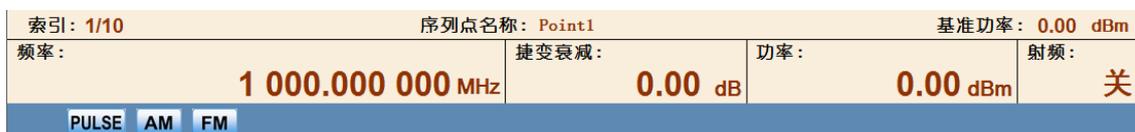


图 4.2 主信息显示区域（内部序列状态）

(3).仪器列表信息配置区域，如图 4-3 所示。

索引	开始时间(ms)	载波频率(MHz)	捷变衰减(dB)	驻留时间(ms)	循环次数	触发方式	Pulse	AM	FM/ΦM	I/Q	基带
1	0.000000	1000.000000	0.00	2.000000	1	自动	开	开	FM	关	关
2	2.000000	2000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
3	4.000000	3000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
4	6.000000	4000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
5	8.000000	5000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
6	10.000000	6000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
7	12.000000	7000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
8	14.000000	8000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
9	16.000000	9000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
10	18.000000	10000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关

图 4.3 列表信息配置区域（内部序列状态）

(4).仪器实时信息显示区域，如图 4-4 所示。



图 4.4 实时信息显示区域（内部序列状态）

(5).仪器软菜单操作区域，如图 4-5 所示。



图 4.5 软菜单操作区域（内部序列状态）

典型操作指导如下：

说明 图形界面系列信号源支持鼠标操作或仪器前面板操作，下面就该系列信号源几种典型操作进行说明。

(1).【射频开关】操作

操作方法：

按仪器前面板【射频开/关】键。

(2).模式状态切换

操作方法：

方法 1：使用鼠标操作，菜单-工作模式-选择相应的工作模式点击进入。

方法 2：按仪器前面板【模式】键，通过软菜单按键选择相应的工作模式进入。

(3).打开配置窗口

操作方法：

方法 1：鼠标点击仪器配置区域的相应按钮，则打开对应的配置窗口（连续波模式下）。或者鼠标在菜单下选择配置窗口点击。例如，点击“频率”按钮或者频率配置菜单，打开频率配置窗口。有关设置频率的操作均可在此窗口中操作。

方法 2：按仪器前面板【频率】键，打开频率配置窗口。

(4).开关按钮操作

操作方法：以 相对频率 为例进行说明。

方法 1：鼠标点击该按钮进行相对频率开、关切换。

方法 2: 旋转仪器前面板 RPG, 当该按钮处于选定状态 **相对频率** 时, 点击【select】键, 进行相对频率开、关切换。

方法 3: 在右侧软菜单中按该按钮对应的菜单项进行状态切换。

(5). 单选按钮操作

操作方法: 以 **开环** 为例进行说明。

方法 1: 鼠标点击该按钮进行开环选择操作。

方法 2: 旋转仪器前面板 RPG, 当该按钮处于选定状态 **开环** 时, 点击【select】键, 选择开环。

方法 3: 在右侧软菜单中按该按钮对应的菜单项进行选择。

(6). 数据输入框

操作方法:

数据输入框有两种状态, “选定”状态 和“编辑”状态 。当数据输入框处于选定状态时, 用户无法输入数据, 此时旋转 RPG 进行控件切换。当数据输入框处于编辑状态时, 光标出现, 用户可编辑此数据。左右方向键移动光标位置。上下方向键增大或减少光标指示处数据值。此时旋转 RPG 也可增大(顺时针)或减少(逆时针)光标指示处数据值。以“载波”输入框为例进行说明。

方法 1: 鼠标点击“载波”数据输入框控件, 控件处于“编辑”状态, 可输入数据进行编辑。

方法 2: 旋转仪器前面板 RPG, 当“载波”数据输入框控件处于选定状态时, 点击【select】键, 置此控件为编辑状态, 输入数据进行编辑。编辑完毕, 再次点击【select】键, 置控件处为选定状态, 通过旋转 RPG, 操作其它控件。也可以直接按右侧软菜单中该数据输入框的对应菜单项, 将数据输入框置为编辑状态进行操作。

注意 为方便用户输入, 当打开某一配置窗口, 数据输入框位于所有控件选定顺序的第一位时, 该数据输入框可以直接进行编辑。

(7). 下拉列表框

操作方法:

下拉列表框有两种状态, “选定”状态 和“编辑选择状态” 。当下拉框处于选定状态时, 用户无法输入数据, 此时旋转 RGP 进行控件切换。点击【select】键可以切换两种状态。当初编辑选择状态时, 通过方向键选定某项, 点击【select】就可以选定这项。

(8). 列表编辑框

索引	开始时间(ms)	载波频率(MHz)	捷变衰减(dB)	驻留时间(ms)	循环次数	触发方式	Pulse	AM	FM/ΦM	I/Q	基带
1	0.000000	1000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
2	2.000000	2000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
3	4.000000	3000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
4	6.000000	4000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
5	8.000000	5000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
▶ 6	10.000000	6000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
7	12.000000	7000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
8	14.000000	8000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
9	16.000000	9000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关
10	18.000000	10000.000000	0.00	2.000000	1	自动	关	关	关	关	关

操作方法: 以内部序列编辑框为例进行说明。

方法 1: 鼠标点击, 选定某行, 再次点击该行相应项进行编辑, 完成后点击其它, 结束编辑。

方法 2: 在右侧软菜单中可以看到对列表的所有操作, 选择相应的菜单项进行编辑。通过方

向键可以选定某行。

第二节 高级操作指导

内部序列模式下配置 1GHz, 2GHz, 3GHz 三个频率点跳变, 驻留时间为 1.5ms, 基准功率为 0dBm, 捷变功率分别为 1dB, 2dB, 3dB。

捷变频信号发生器默认工作在内部序列模式下。在内部序列模式下可以实现最多 1024 个序列点的跳变。每一个序列点可以单独设置频率、驻留时间、捷变功率、模拟调制、数字调制等信息。

- 1) 按【模式】键, 在右侧软菜单中选择【内部序列】。
- 2) 内部序列模式下默认为两个序列点, 选择【插入序列点】。
- 3) 顺时针(逆时针)旋转 RPG, 或者按【方向键】, 使内部序列窗口中的第一个序列点处于选中状态。
- 4) 按【功率】键, 打开功率配置窗口, 在右侧软菜单中选择【基准功率】, 输入 0.00dBm。此时, 在主信息显示窗口实时更新当前序列点的端口功率。
- 5) 右侧软菜单选择【当前点频率】, 数字键编辑当前点频率为 1GHz, 选择【当前点捷变衰减】, 输入 1dB, 选择【当前点驻留时间】, 输入 1.5ms。所有输入信息在主信息显示窗口中将实时更新。
- 6) 顺时针(逆时针)旋转 RPG, 或者按【方向键】, 选择其它连个序列点, 按步骤 5) 顺序输入当前点频率、捷变衰减, 驻留时间。
- 7) 按【射频】键, 将射频开关打开。
- 8) 按【下载/播放】键, 自动运行下载播放功能。

配置连续波模式下 QPSK 输出, 码元速率为 400ksps

无论在连续波模式下还是内部序列模式下, 捷变频信号发生器具有配置实时基带的功能。以配置连续波模式下 QPSK 为例进行说明。

- 1) 按【模式】键, 在右侧软菜单中选择【连续波】。
- 2) 按【基带】键, 打开基带有关的配置窗口。
- 3) 在基带配置窗口下的数据源选择组合框中实时的显示当前所选择的数据源类型, 此时选定 **数据源选择:** 按钮, 按【select】键打开数据源配置窗口, 或者通过右侧软菜单进行选择, 可选择[PN 序列]、[固定 4 位码型]、[等量 10 码型]等。此处选择 PN9。
- 4) 在基带配置窗口下的调制类型选择组合框中实时的显示当前所选择的调制类型, 此时选定 **调制类型选择:** 按钮, 按【select】键打开调制类型配置窗口, 或者通过右侧软菜单进行选择, 可选择[PSK]、[MSK]、[FSK]、[QAM]、[ASK]等调制类型。此处选择 QPSK。
- 5) 码元速率输入框设置当前基带的码元速率为 400ksps。
- 6) 配置好基带后, 设置基带为开。
- 7) 按【射频】键, 将射频开关打开。

第五章 菜单说明

第一节 整机原理框图及说明

1451 系列捷变频信号发生器由通用平台、基带发生&数据发生、直接模拟上变频三大部分组成：

通用平台包括硬件平台、软件平台和结构平台。硬件平台由主控计算机、电源、前后面板接口等组成。软件平台包括统一的顶层架构、统一的界面风格、统一的接口驱动。结构平台包括统一的机箱设计、统一的整件布局、统一的电磁兼容和散热方式等。

基带发生&数据发生部分，负责存储和生成数字化的基带以及调制数据，实现数字到模拟的转换，生成基带信号和实时控制数据。数字信号处理器接收来自主控计算机的数字调制数据和载波数据，然后经过相应处理后，存入存储器中。数据调理电路在数字信号处理器和外部控制信号的共同作用下按一定序列将 RAM 中数据转换为数字已调基带数据和上变频实时控制数据。已调基带数据进行 DA 转换和信号调理后产生已调基带载波信号。上变频控制数据分别送入各个上变频器中控制各个上变频器的变频状态和功率衰减量。

直接模拟上变频部分由捷变本振、射频上变频、微波上变频等 3 部分组成，采用直接模拟频率合成体制将已调基带信号变换到射频频段。

捷变本振提供上变频所需的捷变本振信号。

捷变频射频上变频器将来自捷变频基带合成模块的 100MHz 带宽的已调信号进行滤波并上变频到 3000MHz。

捷变频微波上变频器，采用直接模拟频率合成体制将射频信号扩展到 20GHz。

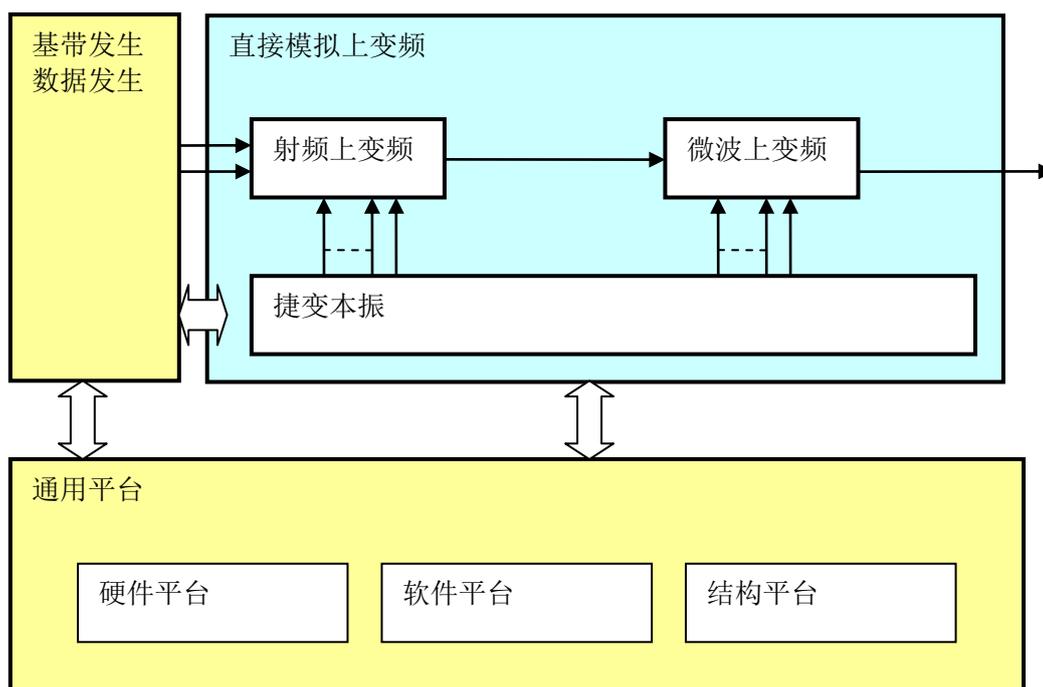


图 5.1 总体技术方案框图

按照总体设计原理，本项目整机各单元电路主要分为电源模块、显示模块、接口板、功率补偿板、射频捷变本振、低噪声发生板、电磁信号射频上变频、微波毫米波调制滤波组件、电磁信号微波上变频、微波捷变本振、电磁信号毫米波上变频、电磁信号合成及基带发生板、总线及捷变控制母板等 15 个部分。

第二节 模式



图 5.2 模式菜单示意图

捷变信号发生器系列支持连续波、内部序列、外部直接序列控制、外部直接频率控制四种模式及上变频模式下的这四种状态。通过模式菜单，可以任意切换当前工作模式。

1 连续波

激活当前仪器状态为连续波输出状态。

2 内部序列

激活当前仪器状态为内部序列状态。

3 外部直接序列控制

激活当前仪器状态为外部直接序列控制状态。

4 外部直接频率控制

激活当前仪器状态为外部直接频率控制状态。

5 中频选择【83±50M 3G±50M】

上变频模式时选择外部中频输入的种类。

6 连续波上变频

激活当前仪器状态为连续波上变频状态。

7 内部序列上变频

激活当前仪器状态为内部序列上变频状态。

8 外部直接序列控制上变频

激活当前仪器状态为外部直接序列控制上变频状态

9 外部直接频率控制上变频

激活当前仪器状态为外部直接频率控制上变频状态。

第三节 频率



图 5.3 频率菜单示意图

所有频率功能，都接受以赫兹（Hz）为单位的参数。所以数字输入以四个频率单位（GHz、MHz、kHz 或 Hz）作为终止键，确认（回车）键以当前显示单位作为终止键。在连续波模式下或者序列模式下都用同一个频率菜单，连续波模式下频率菜单设置的是当前连续波的频率有关项，序列模式下频率菜单设置的是当前所选序列点的频率有关项。

频率部分的设置项内容包括：设置点频（载波）、相对频率模式 开/关、相对频率参考设置、频率偏置、倍频系数、设置频率切换模式、相位参考、相位调节等菜单。下面将对设置项进行具体介绍。

1 点频（载波）

在连续波状态下激活点频频率，在序列状态下激活当前序列点载波频率。

2 相对频率模式【开/关】

设置是否打开频率参考。此开关为开，频率参考输入项可编辑，否则不可编辑。该选项左侧方框内选定标示开关为开。频率参考开关打开，主信息显示区频率显示前有“*”标示。

3 设置相对频率参考

设置相对频率参考，范围为-325GHz 到+325GHz。此操作不改变仪器的射频输出功率。它们的关系显示满足下面的等式：显示的输出频率 = 实际输出频率 — 参考。

4 频率偏置

设置频率偏置，可用于所有有关的频率参数。范围为-325GHz 到+325GHz。此操作不改变仪器的射频输出功率。它们的关系显示满足下面的等式：显示的输出频率 = 实际输出频率 + 偏置。频率偏置不为零时，主信息显示区频率显示前有“*”标示。

5 倍频系数

设置频率倍频因子，可用于所有频率参数。频率偏置等于实际输出频率与倍频系数的乘积，倍频系数之间的整数值。缺省设置的频率倍频因子值为 1。频率倍频因子不为 1 时，主信息显示区频率显示前有“*”标示。

6 频率切换模式

设置频率切换模式为相位相干模式或者相位连续模式。

7 相位参考（暂不支持）

8 相位调节（暂不支持）

第四节 功率



图 5.4 功率菜单示意图

捷变频信号发生器功率配置窗口用以完成对该信号发生器功率特性相关参数的设置。所有数字输入不会自动给出单位，必须在数据输入完成后按相应的单位键输入所用的单位，以对输入进行确认。功率窗口设置项针对连续波和序列点，在不同的模式下设置项有所不同。在连续波模式下或者序列模式下都用同一个功率菜单，连续波模式下功率菜单设置的是当前连续波的功率有关项，序列模式下功率菜单设置的是当前所选序列点的功率有关项。下面将对设置项进行具体介绍。

1 基准功率（预置功率）

设置信号发生器基准功率或者预置功率（衰减为手动）。单位为 dBm。在序列模式下，所有序列点的基准功率（预置功率）一致。

2 功率偏置

设置相对功率偏置。此操作不改变仪器的射频输出频率。它们的关系显示满足下面的等式：显示的输出功率 = 实际输出功率 + 偏置。功率偏置不为零时，主信息显示区频率显示前有“*”标示。

3 相对功率模式【开/关】

设置是否打开功率参考。此开关为开，功率参考输入项可编辑，否则不可编辑。该选项左侧方框内选定标示开关为开。功率参考开关打开，主信息显示区功率显示前有“*”标示。

4 设置功率参考设置

设置相对功率参考，此操作不改变仪器的射频输出频率。它们的关系显示满足下面的等式：显示的输出功率 = 实际输出功率 — 参考。

5 衰减控制

1 衰减耦合【自动/手动】

设置衰减保持为开或关。默认为关。

2 基准衰减

手动设置衰减器的值，范围从 0~115dB（或 0~90dB，取决于机内衰减器的选项），以 5 dB 为步进（如果选择 90dB 衰减器选件，则以 10 dB 为步进）。设置衰减值同时使衰减器起作用。

6 捷变衰减

设置序列点的捷变衰减值，范围从 0~70dB，以 0.5dB 为步进。连续波模式下不可编辑。

7 当前点（序列）基准功率自校准

当输出功率因温差不稳定或发生飘移时，通过此操作进行当前点（连续波模式）或者序列（序列模式）基准功率校准。

8 用户平坦度【开/关】

是否使用用户功率平坦度补偿数据。

第五节 序列

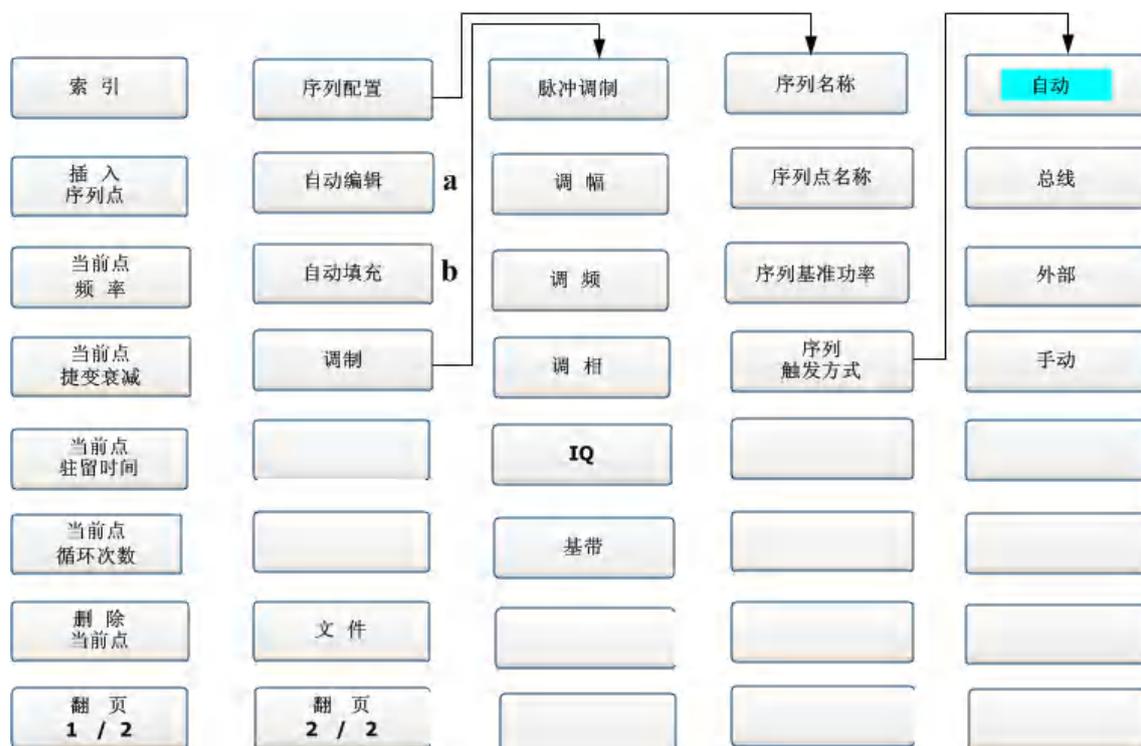


图 5.5 序列菜单示意图



图 5.6 序列菜单示意图



图 5.7 序列菜单示意图

序列菜单在序列模式下使用，连续波模式下无效。序列菜单用来完成有关序列的所有操作。

1 索引

序列编辑时用来选择要序列的索引号。输入索引，按回车键，自动定位到索引指定的序列点。

2 插入序列点

在序列中当前选定行后插入新的序列点。序列点的初始值为系统默认初始值。

3 当前点频率

设置当前选定序列点的载波频率。

4 当前点捷变衰减

设置当前选定序列点的捷变衰减。

5 当前点循环次数

设置当前选定序列点的循环次数。

6 删除当前点

删除当前选定的序列点。

7 序列配置

1 序列名称

设置当前编辑的序列名称。待以后扩充场景、项目时使用。目前暂不支持。

2 序列点名称

设置当前选定序列点的名称。

3 序列基准功率

设定序列的基准功率。序列基准功率也可以在功率菜单中中设置。

4 序列触发方式

自动：暂不支持。

总线：暂不支持。

外部：暂不支持。

手动：暂不支持。

8 自动编辑

自动编辑菜单可以对当前显示的序列的载波频率、捷变衰减、驻留时间、循环次数进行编辑，下面已自动编辑载波频率为例进行说明。其它与之相似。

1 编辑范围【全局/块】

指定序列编辑的范围是全局序列或者通过起始行和终止行指定某块序列。

2 起始行

编辑范围为块时有效，指定序列块的起始行。

3 终止行

编辑范围为块时有效，指定序列块的终止行。

4 起始频率

按指定方式编辑频率时的起始频率。中心频率随之更改。

5 终止频率

按指定方式编辑频率时的起始频率。中心频率随之更改

6 中心频率

按指定方式编辑频率时的中心频率。起始、终止频率随之更改。

7 跨度

按指定方式编辑频率时的频率跨度。起始、终止频率随之更改。

8 步进方式

等间距：按等间距步进方式将起始频率和终止频率间的频率点填充到指定块。

匀加速暂不支持

指数：暂不支持

对数：暂不支持

升余弦：暂不支持

随机：暂不支持

9 自动填充

1 点数

设置自动填充点数

2 起始频率

设置自动填充序列点的起始频率。

3 终止频率

设置自动填充序列点的终止频率。

4 驻留时间

设置自动填充序列点的驻留时间。填充时所有序列点的驻留时间相同。

5 步进方式

等间距：按频率等间距步进方式填充序列点的频率。

匀加速：暂不支持。

指数：暂不支持。

对数：暂不支持。

升余弦：暂不支持。

6 随机

M 序列：序列点频率按 M 序列随机方式填充。

m 序列：序列点频率按 m 序列随机方式填充。

高斯：暂不支持

10 调制

1 脉冲调制

进入当前序列点的脉冲调制菜单。同时，脉冲调制窗口打开。

2 调幅

进入当前序列点的调幅菜单。同时，调幅窗口打开。

3 调频

进入当前序列点的调频菜单。同时，调频窗口打开。

4 调相

进入当前序列点的调相菜单。同时，调相窗口打开。

5 IQ

进入当前序列点的 IQ 调制菜单。同时，IQ 调制窗口打开。

6 基带

进入当前序列点的基带菜单。同时，基带窗口打开。

11 文件

暂不支持。

第六节 下载播放



图 5.8 下载播放菜单示意图

下载播放菜单在序列模式下使用，连续波模式下无效。序列编辑完成后，通过下载播放菜单实现序列的下载和播放。

1 下载

序列文件编辑完成后，通过按键设置将计算好的波形文件下载到仪器内存中。

2 播放

将下载到仪器内存中的波形文件播放。整机实时状态显示区显示当前序列状态。

3 下载&播放

按【下载/播放】硬按键后自动进行此操作，下载并且播放。整机实时状态显示区显示当前序列状态。

4 停止

停止当前序列的播放。整机实时状态显示区显示当前序列状态。

第七节 脉冲调制



图 5.9 脉冲调制菜单示意图

脉冲调制菜单用来设置连续波（连续波状态）或者当前选定序列点（序列状态）的脉冲调制。

1 脉冲调制【开/关】

设置脉冲调制开或关。设置后在屏幕主信息显示区域有状态显示。缺省设置为（关）。

2 脉冲源

1 外部

设置脉冲源为外部。使用外部输入的脉冲源进行脉冲调制。调制脉冲源从前面板脉冲输入接头（BNC 连接器）输入，并通过缓冲电路加到脉冲调制器上。当脉冲调制时，射频输出的开（提供设定功率）关（60dB 衰减）取决于输入的调制脉冲。

2 自动

设置脉冲源为自动。厂家初始化为该值。激活脉冲调制并设置仪器内部的脉冲发生器为脉冲调制源。不需要外部连接。脉冲的参数由用户设定。并且激活内部脉冲自动触发模式，不与其他触发信号同步。

3 方波

设置脉冲源为方波。

4 重频抖动

暂不支持。

5 重频参差

暂不支持。

6 重频滑变

暂不支持。

7 脉冲串

暂不支持。

3 脉宽

设置内部脉冲发生器的脉冲宽度。脉宽范围从 40ns 到 42s，步进为 20ns。缺省值为 50us。此项功能激活时，脉宽当前值被显示，并可以对其进行更改设置。

4 周期

设置内部脉冲发生器的输出脉冲周期。脉冲周期范围从 100ns 到 42s，步进为 20ns。缺省设置为 100us。此项功能激活时，当前值被显示，并可以对其进行更改设置。

5 重频

设置内部脉冲发生器的输出脉冲重频。

6 延迟

设置内部脉冲发生器的脉冲延时值。用脉冲同步输出信号前沿延时内部脉冲发生器的脉冲输出。范围从 0 到 42s。缺省设置为 0。此项功能激活时，当前值被显示，并可以对其进行更改设置。

第八节 调频

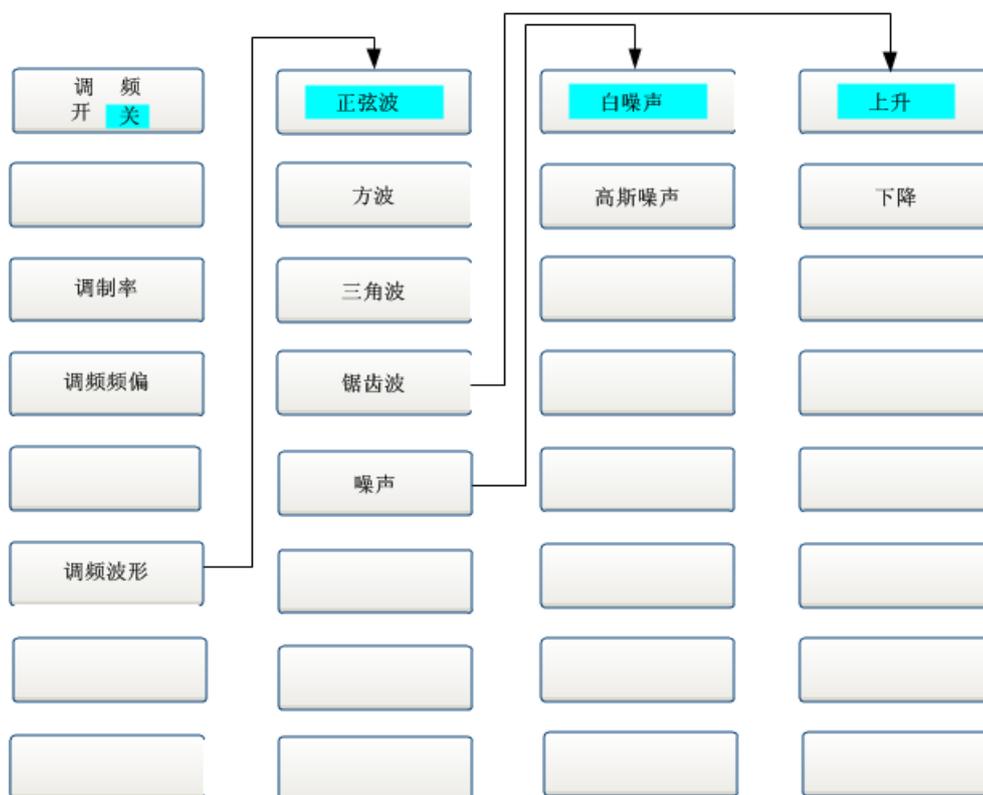


图 5.10 调频菜单示意图

调频菜单用来设置连续波（连续波状态）或者当前选定序列点（序列状态）的频率调制。

1 调频【开/关】

打开/关闭频率调制。缺省设置为（关）。

2 调制率

设置内部调频的调制信号频率。当调制源选择为内部时，此项方可被激活。可使用方向键、数值键或旋钮改变其值。

3 调频频偏

设置调频的调频频偏，即调频信号发生器产生的调频信号的幅度。可使用方向键、数值键或旋钮改变其值。

4 调频波形

执行选择内部调频波形选择的菜单。

1 正弦波

设置内部调频波为正弦波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

2 方波

设置内部调频波为方波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

3 锯齿波

上升：设置内部调频波为上升锯齿波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

下降：设置内部调频波为下降锯齿波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

4 噪声

白噪声：设置内部调频波为白噪声。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

高斯噪声：设置内部调频波为高斯噪声。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

第九节 调相

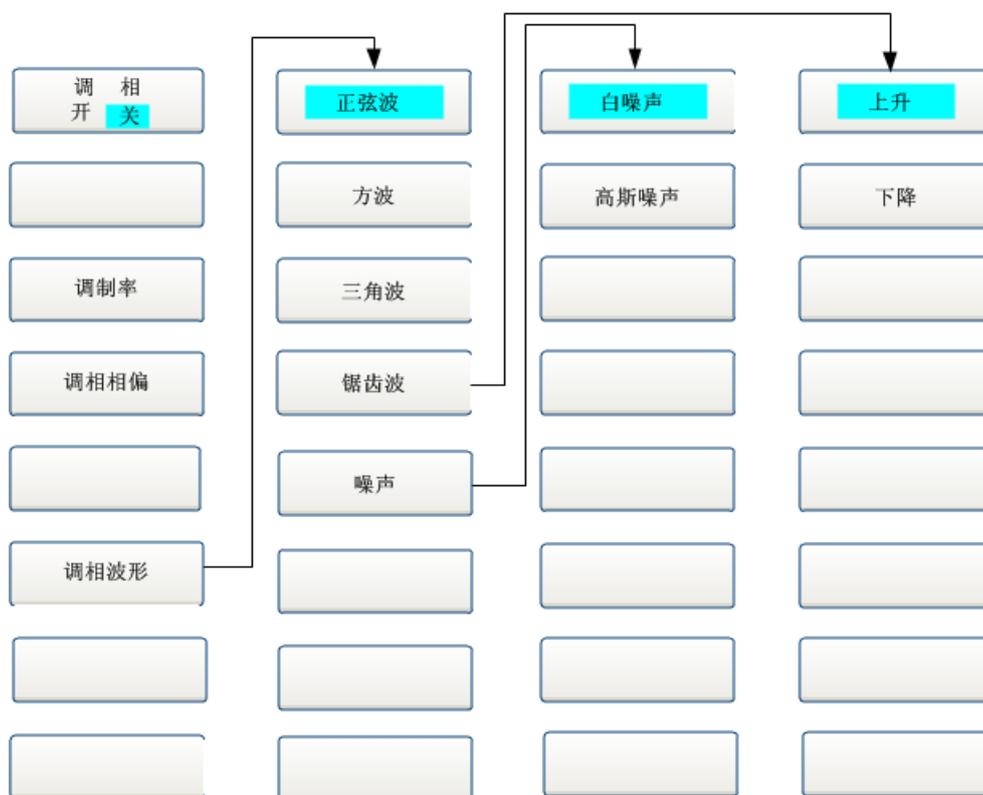


图 5.11 调相菜单示意图

调相菜单用来设置连续波（连续波状态）或者当前选定序列点（序列状态）的相位调制。

1 调相【开/关】

打开/关闭相位调制。缺省设置为（关）。

2 调制率

设置内部调相的调制信号频率。当调制源选择为内部时，此项方可被激活。可使用方向键、数值键或旋钮改变其值。

3 调相相偏

设置调相的调相相偏，即调频信号发生器产生的调频信号的幅度。可使用方向键、数值键或旋钮改变其值。

4 调相波形

执行选择内部调相波形选择的菜单。

1 正弦波

设置内部调相波为正弦波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

2 方波

设置内部调相波为方波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

3 锯齿波

上升：设置内部调相波为上升锯齿波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

下降：设置内部调相波为下降锯齿波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

4 噪声

白噪声：设置内部调相波为白噪声。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

高斯噪声：设置内部调相波为高斯噪声。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

第十节 调幅



图 5.12 调幅菜单示意图

调幅菜单用来设置连续波（连续波状态）或者当前选定序列点（序列状态）的幅度调制。

1 调幅【开/关】

打开/关闭幅度调制。缺省设置为（关）。

2 调制率

设置内部调幅的调制信号频率。当调制源选择为内部时，此项方可被激活。可使用方向键、数值键或旋钮改变其值。

3 调幅深度

设置调幅深度。可使用方向键、数值键或旋钮改变其值。

4 调幅波形

执行选择内部调幅波形选择的菜单。

1 正弦波

设置内部调幅波为正弦波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

2 方波

设置内部调幅波为方波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

3 锯齿波

上升：设置内部调幅波为上升锯齿波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

下降：设置内部调幅波为下降锯齿波。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

4 噪声

白噪声：设置内部调幅波为白噪声。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

高斯噪声：设置内部调幅波为高斯噪声。软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。

第十一节 IQ

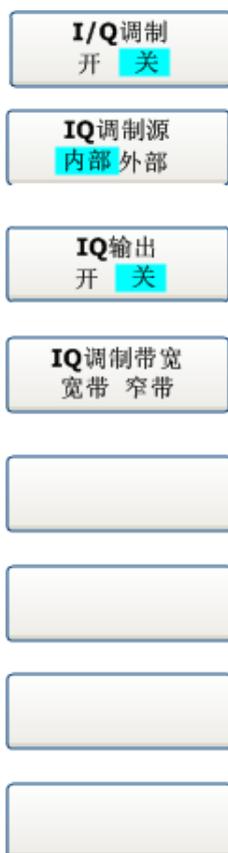


图 5.13 IQ 菜单示意图

IQ 菜单用来设置连续波（连续波状态）或者当前选定序列点（序列状态）的 IQ 调制。

1 IQ 调制【开/关】

打开或关闭 I/Q 调制，通过 I/Q 调制信号参数设置输出信号。缺省设置为（关）。

2 IQ 调制源【内部/外部】

选择 I/Q 调制器调制源为内部或者外部。默认选项为“内部”。

3 IQ 输出【开/关】

设置 IQ 输出模式。

4 IQ 调制带宽【宽带/窄带】

设置 IQ 调制带宽。

第十二节 基带



图 5.14 基带菜单示意图

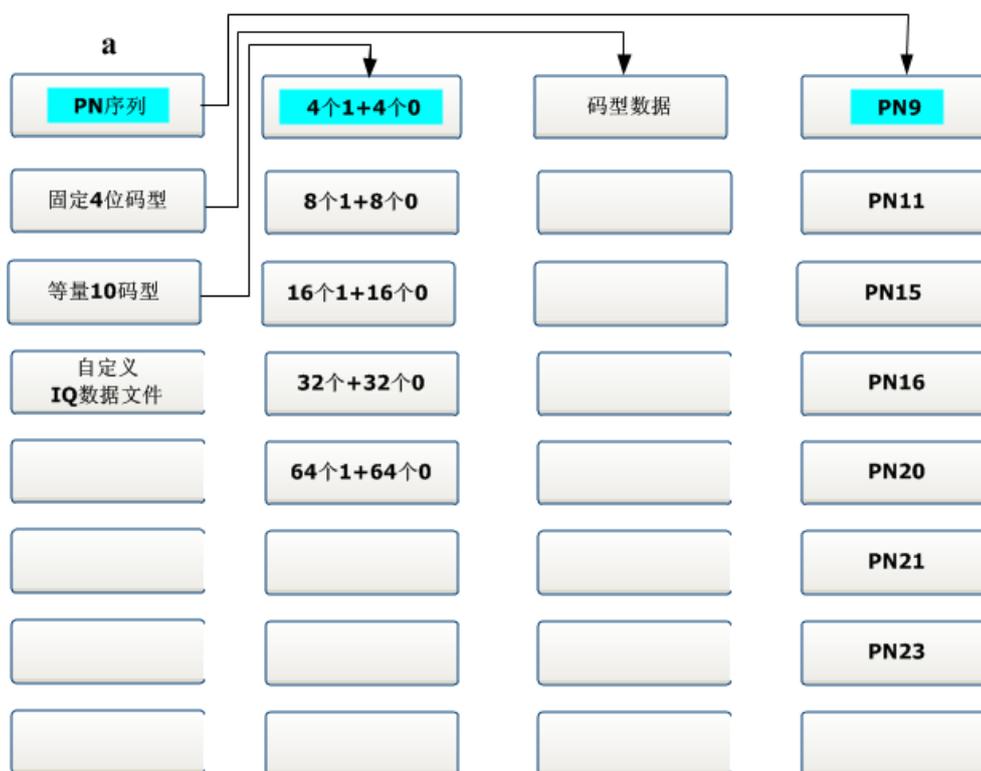


图 5.15 基带菜单示意图

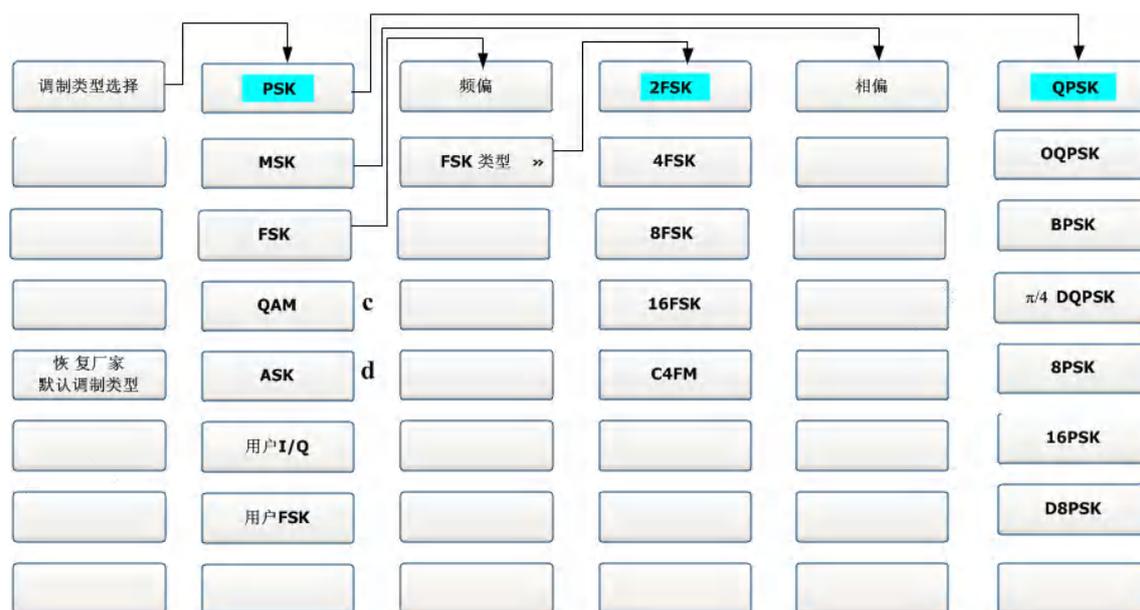


图 5.16 基带菜单示意图



图 5.17 基带菜单示意图

基带菜单可以设置连续波（连续波状态）或者当前选定序列点（序列状态）的基带配置。

基带菜单主要包括：基带开/关、数据源、码元速率、调制类型、滤波因子、滤波器选择等设置项。下面将对设置项进行具体介绍。

1 基带【开/关】

执行基带输出功能。该选项左侧方框内选定表示基带输出开，否则为关。缺省设置为关。

2 滤波器

1 滤波器选择

选择当前滤波器类型。其中，
根耐奎斯特：选择当前滤波器类型为根耐奎斯特。
耐奎斯特：选择当前滤波器类型为根耐奎斯特。
高斯：选择当前滤波器类型为根耐奎斯特。
矩形：选择当前滤波器类型为矩形。
用户定义 FIR：暂不支持。

2 编辑用户 FIR

暂不支持。

3 滤波因子 α /BbT

设置滤波因子。

4 FIR 优化【EVM/ACP】

暂不支持。

5 恢复厂家默认滤波

恢复为厂家默认滤波模式。

3 码元速率

1 码元速率

设定数据输出码元速率。当码元速率输入框处于编辑状态时可使用方向键、数值键或旋钮改变其值。

2 恢复默认码元速率

恢复厂家默认码元速率。

4 多音

暂不支持。

5 双音

暂不支持。

6 线程调频

暂不支持。

7 内部数据源

选择基带输出数据源。当前可选择项为 PN 序列、固定四位码型、等量 10 码型。该选项左侧圆点实心表示选择其状态。

1 PN 序列

选择数据源为 PN 序列，PN9~PN23。

2 固定 4 位码型

码型数据：设定固定四位码型数据。

3 等量 10 码型

选定等量 10 码型的类型。

8 调制类型

1 PSK

设定调制类型为 PSK。包括 QPSK, OQPSK, 8PSK, $\pi/4$ DQPSK, 8PSK, 16PSK, D8PSK。

2 MSK

设定 MSK 相偏。

3 FSK

设定调制类型为 FSK。包括 2FSK, 4FSK, 8FSK, 16FSK, C4FM。

4 QAM

设定调制类型为 QAM。包括 4QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM, 512QAM。

5 ASK

设定调制类型为 ASK, 设定 ASK 深度。

6 用户 IQ

暂不支持。

7 用户 FSK

暂不支持。

9 恢复厂家默认调制类型

恢复为厂家默认调制类型。

第十三节 系统

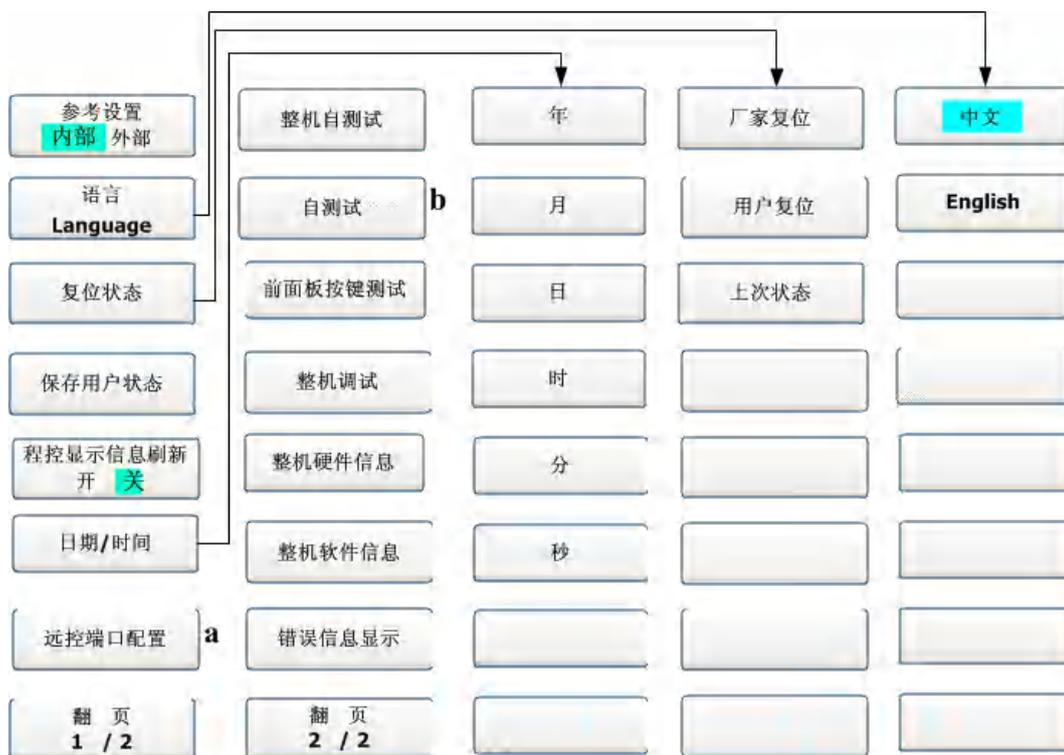


图 5.18 系统菜单示意图

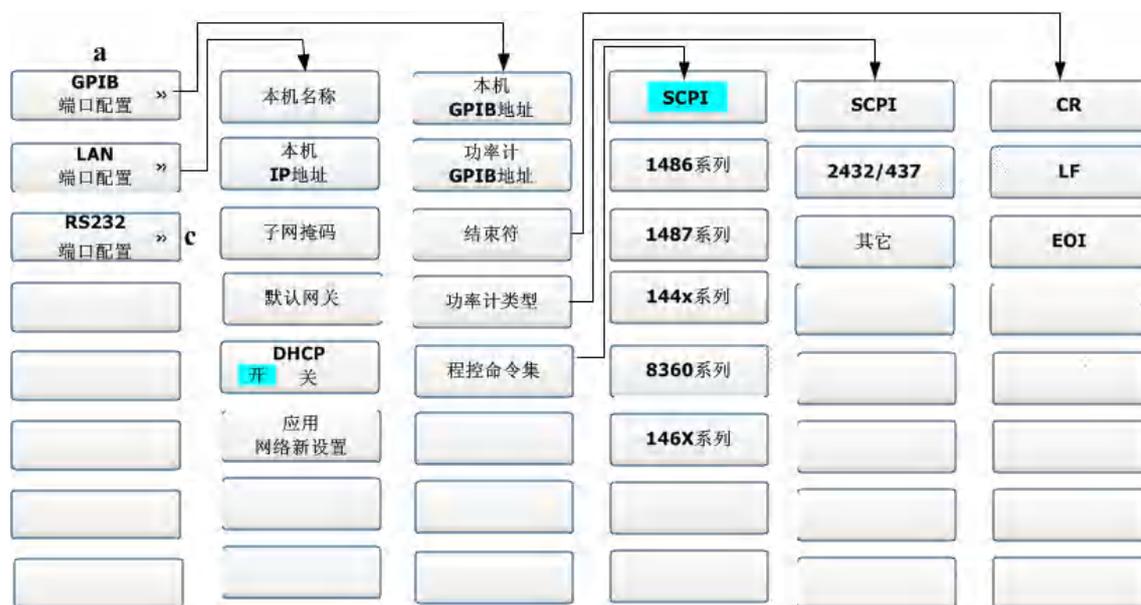


图 5.19 系统菜单示意图



图 5.20 系统菜单示意图



图 5.21 系统菜单示意图

系统菜单主要是对整机有关系统参数进行设置，与整机运行的状态无关。下面将对配置项进行具体介绍。

1 参考设置【内部/外部】

选择[内部]时：选择内部 10MHz 振荡器作为仪器的频率参考。选择[外部]时：选择外部 10MHz 信号作为仪器的频率参考。外部信号必须从后面板的 10MHz 参考输入接头（BNC 连接器）输入。

2 语言/Language

切换语言设置。

3 复位状态

1 厂家复位

2 用户复位

3 上次状态

设定复位状态为厂家复位或用户复位或上次状态。设置厂家复位后，按【复位】键，仪器恢复厂家出场时状态，设置用户复位后，按【复位】键，仪器恢复为用户保存的状态。设置上次状态后，仪器再次启动后恢复为上次关机时的状态。

4 保存用户状态

保存当前仪器的设置状态。

5 程控显示信息刷新【开/关】

控制程控时是否刷新主信息显示。

6 日期/时间

设置系统日期和时间。

7 自测试

进入整机自测试窗口。

8 前面板按键测试

暂不支持。

9 整机调试

仪器出厂生产时厂家调试用。需密码进入。

10 整机硬件信息

11 整机软件信息

12 错误信息显示

13 远控端口配置

1 GPIB 端口配置

本机 GPIB 地址：设置本机 GPIB 地址。

功率计 GPIB 地址：设置功率计 GPIB 地址。

结束符：设置 GPIB 结束符。包括 CR、LF、EOI。

功率计类型：设置功率计类型，包括 SCPI，2432/437，其它。

程控命令集：设置仪器支持的程控命令。

2 LAN 端口配置

设置 LAN 有关参数，包括本机名称，IP 地址，子网掩码，默认网关，DHCP。

第六章 性能特性测试

声明 下列各个指标测试时的具体操作步骤是根据图示中的测试仪器编写的，当采用同等性能特性的其它测试仪器时，具体操作方法应参照该仪器的使用说明书进行。测试步骤中提到的复位仪器，均指厂家复位模式，如设备处于用户定义复位状态，应改为厂家复位状态并进行再次复位，以保证设备初始状态处于已知状态。

表 6-1 1451 系列捷变信号发生器推荐使用仪器设备 *

序号	设备名称	主要技术指标	推荐型号 ¹
1	频率计	频率范围: 0.01~20GHz 频率分辨率: 1Hz	HP5361B、AV3221
2	数字存储示波器	带宽: DC~2500MHz 输入阻抗: 50Ω 及 1MΩ 垂直分辨率: ≤5mV/Div 水平分辨率: 10ns/Div	DSA90304、DSO90254、配 89600 软件、TDS3054
3	频谱分析仪	频率范围: 0.01~40GHz	AV4038、AV4036、E4448A
4	功率计	功率范围: 1μW~100mW	AV2434、HP437B、ML2437A
5	功率探头	频率范围: 0.01~40GHz	HP8487A、HP8487D、MA2475A
6	微波合成信号发生器	1~40GHz >+10dBm	AV1463、AV148、E8257D-540
7	相位噪声测试系统	频率范围: 5MHz~75GHz	E5505A
8	测量接收机	频率范围: 20Hz~40GHz	FSMR 50、AV3923
9	测量接收机探头	频率范围: 20Hz~40GHz	NRP-Z55
10	混频器	本振 射频: 1~20GHz 中频: 500MHz	M9-0950ES
11	2.4mm 同轴检波器	1~40GHz 视频带宽 >500kHz	AV2.984.1005
12	2.4mm 双阴转接器 (2 个)	DC~40GHz	AV2.966.1066
13	2.4-3.5mm 双阴转接器 (2 个)		AV2.966.1017
14	低噪声放大器	频率范围: 1MHz~3GHz	AV3862A

注 1: 可用同等性能特性的测试设备代替。

*: 可用同等性能特性的测试设备代替。

测试用设备及测试条件应符合 GB/T6592-2010 和本规范的规定，各个指标测试时的具体操作步骤是根据图示中的测试仪器编写的，当采用同等性能的其它测试仪器时，具体操作方法应参照该仪器的使用说明书进行。

第一节 频率范围的测试

描述：本测试是验证复杂电磁信号模拟仿真平台的频率范围是否合格。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

微波频率计（推荐 AV3212）

本振信号发生器（推荐 AV1464）1 台

混频器 1 个

射频同轴电缆及 BNC 电缆

测试框图：见图 6.1

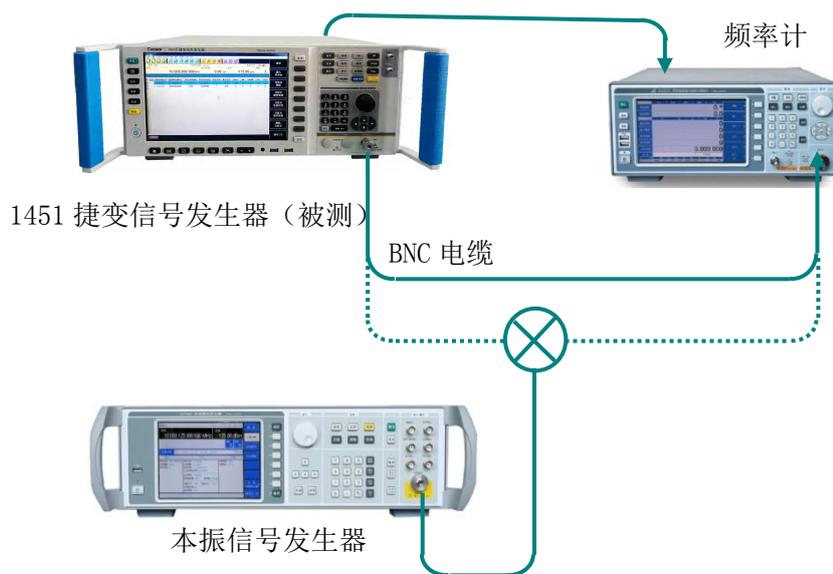


图 6.1 频率范围和分辨率测试

b)测试步骤

- 1) 按图 6.1 连接设备。
- 2) 开机预热至少 30min。
- 3) 将被测复杂电磁信号模拟仿真平台设置为电磁信号点频模式，功率 0dBm。
- 4) 按附录 A 性能测试记录表中要求，在复杂电磁信号模拟仿真平台指标范围内调整输出频率，设置本振信号发生器为合适频率，使得混频输出频率落在频率计数范围内，用微波频率计测试并记录测试结果。

第二节 频率分辨率的测试

描述：频率分辨率是测试复杂电磁信号模拟仿真平台能够精确控制的输出频率间隔。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

微波频率计（推荐 AV3212）

射频同轴电缆及 BNC 电缆

测试框图：见图 6.1

b)测试步骤

- 1) 按图 6.1 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 将复杂电磁信号模拟仿真平台设置为电磁信号点频模式，功率 0dBm，频率 10.000 001MHz。
- 3) 用微波频率计测试并在附录 A 中记录测试结果。

第三节 内部时基老化率的测试

描述：本次测试检查内部时基的日老化率指标。在满足规定的预热时间和环境条件下，用标准时基和频率比较器对仪器内部时基的频率漂移进行测量，每隔 12h 测量一次，连续测 3 个数，取算术平均值作为 t_i 时刻的测量结果，连续测量 7 天以上，其平均频率漂移即为内部时基老化率。内部时基老化率指标由时基生产厂家测试，主要用来表示频率标准的长期漂移。本规范中不做具体测试，但下面给出了一般的验证方法。

在进行测试前，应对内部时基进行充分的预热，仪器从交流电源断开 2h 后，需预热 30 天才能达到规定的时基老化率指标。对如果内部时基和频率标准在频率上相差很大，应首先进行“10MHz 标准调试”，调整内部时基的频率准确度与标准时基一致。

因测试环境的影响对内部时基准确度的影响较大，因此测试应保证：

- 1) 环境温度变化在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 内。
- 2) 仪器保持和地球磁场一致的方向。
- 3) 仪器处于同样的高度。
- 4) 仪器不能受到任何机械撞击。

a) 测试设备及测试框图

测试设备：

频率标准（推荐 HP5061/CH-47）1 台

频率比较器（推荐 CH7-45）1 台

BNC 电缆

测试框图：见图 6.2

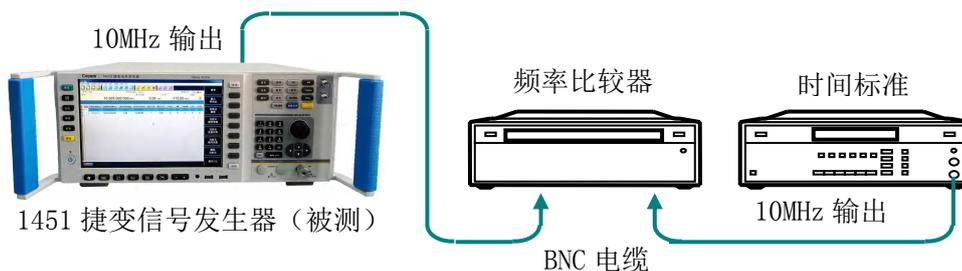


图 6.2 内部时基老化率测试

b) 测试步骤

- 1) 按图 6.2 连接设备。
- 2) 开机，将仪器按规定要求预热。
- 3) 将被测信号发生器设置为电磁信号点频 10GHz，功率 0dBm。
- 4) 每隔 12 小时测量一组数据，每组连续取样三次以上，取样时间等于或大于 10s，计算一组数据的算术平均值作为一个测量数据（每天测量 $n=2$ 次）。连续测量 7 天，共得 15 个测量数据。

5) 按下式计算老化率 A：

$$A = \frac{2 \sum_{i=1}^N (Y_i - Y_p)(t_i - t_p)}{\sum_{i=1}^N (t_i - t_p)^2} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

Y_i ——为第 i 次测量的频率值，单位为 Hz；

Y_p ——为 N 次测量的平均频率值，单位为 Hz；

t_i ——为第 i 次测量时的时间，单位为 h；

t_p ——为第 N 次测量的时间，单位为 h；

N——为测量次数。

第四节 频率捷变时间

描述：本测试是验证全频段任意频率间捷变时间均应满足指标要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

数字存储示波器（推荐 DSA91304+89600 软件）1 台

本振信号发生器（推荐 AV1464）1 台

混频器 1 个

射频同轴电缆及 BNC 电缆

测试框图：见图 6.3

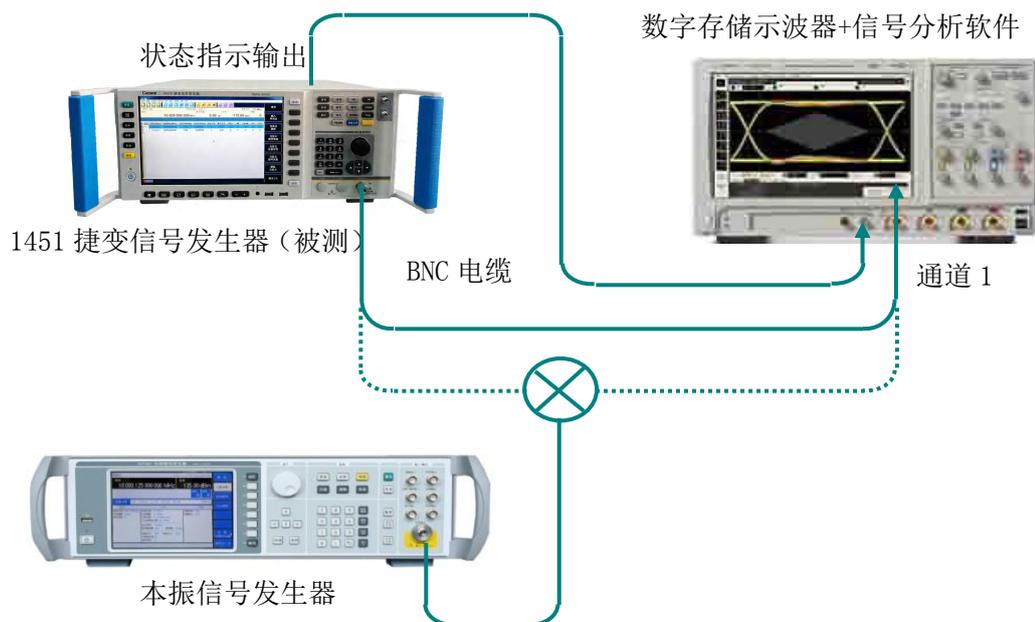


图 6.3 频率捷变时间测试

b)测试步骤

1) 按图 6.3 直通（非混频）方式连接设备。

2) 开机预热至少 30min。

3) 将被测复杂电磁信号模拟仿真平台设置为电磁信号序列模式，载波数 2，载波频率为 1GHz 和 2GHz，基准功率 0dBm，驻留时间 2 μ s，射频开，下载播放。

4) 设置示波器为调制域测试模式，观察两次稳态频率之间的切换时间即为两个频率点的捷变时间。

5) 按附录 A 性能测试记录表中要求，改变序列点频率为 3GHz 和 5GHz、6GHz 和 10GHz、4GHz 和 12GHz、10MHz 和 20GHz、20GHz 和 40GHz，以及随机选取点 22.5GHz 与 39.5GHz，并根据需要在 20GHz 和 40GHz 时设置本振信号发生器频率并连接混频器，利用数字存储示波器分别测试出频率捷变时间。

第五节 谐波寄生

描述：本测试是验证复杂电磁信号模拟仿真平台的谐波指标是否合格，谐波是信号发生器输出频率的整数倍。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

频谱分析仪（推荐 AV4036）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.4



图 6.4 谐波寄生、非谐波寄生测试

b)测试步骤

- 1) 按图 6.4 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 将复杂电磁信号模拟仿真平台设置为电磁信号点频模式，频率 10MHz，功率为最大指标输出，射频开。
- 3) 在复杂电磁信号模拟仿真平台指标范围内以 100MHz 步进，调整输出频率直到可测试频率，用频谱仪测试并找出谐波最差的点。
- 4) 在附录 A 记录表中记录测试结果。

第六节 非谐波寄生

描述：本测试验证复杂电磁信号模拟仿真平台整个频率范围内的非谐波指标是否合格。非谐波是频率合成部分产生的不希望寄生或剩余信号，表现为固定的或具有一定频偏的信号输出。

a)测试设备及测试框图

测试设备及测试框图同谐波寄生测试。

b)测试步骤

- 1) 按图 6.4 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 将复杂电磁信号模拟仿真平台设置为电磁信号点频模式，频率 1GHz，功率 0dBm，射频开。
- 3) 将频谱仪的参考电平设为 0dBm，扫宽 50kHz，分辨率带宽和视频带宽自动，中心频率为复杂电磁信号模拟仿真平台输出频率。
- 4) 用频谱仪测量偏离载波 3kHz 以远的非谐波寄生偏离载波的电平 dBc 并记入测试记录，如看不到非谐波寄生，则不记录。
- 5) 将频谱仪扫宽分别设置为 500kHz、5MHz、500MHz，重复步骤 4)。
- 6) 分别设置复杂电磁信号模拟仿真平台输出频率为 5GHz、10GHz、20GHz、40GHz，重复步骤 3) ~4)。
- 7) 在附录 A 记录表中记录测试结果。

第七节 单边带相位噪声

描述：本测试是利用信号源分析仪测试复杂电磁信号模拟仿真平台的单边带相位噪声是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

信号源分析仪（推荐 FSUP）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.5

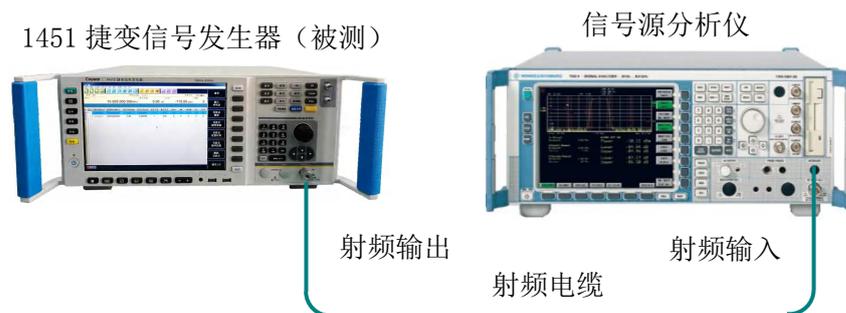


图 6.5 单边带相位噪声测试

b)测试步骤

- 1) 如图 6.5 连接设备，开机复位，预热至少 30min。
- 2) 将复杂电磁信号模拟仿真平台设置为电磁信号点频模式，频率 3GHz，功率 10dBm，射频开。
- 3) 用相位噪声测试功能测量并记录各个频偏处的相位噪声。
- 4) 按照上述步骤将载波频率依次改为 10GHz、40GHz 进行相位噪声测试。
- 5) 在附录 A 中记录测试结果。

第八节 最大输出功率

描述：测试复杂电磁信号模拟仿真平台输出功率范围满足指标要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

测量接收机（推荐 AV3923）1 台

测试框图：见图 6.6



图6.6 最大输出功率、最小输出功率和功率准确度等测试

b)测试步骤

- 1) 如图 6.6 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，输出频率为 10MHz，输出功率为最大指标功率之上 3dB，射频开。
- 3) 设置测量接收机的工作模式为接收机，测量模式为调谐射频功率测量，在测量接收机上输入载波频率为当前被测信号发生器的输出频率，进行测量。
- 4) 利用测量接收机测量出此时的功率值并填入附录 A。
- 5) 将复杂电磁信号模拟仿真平台的输出频率分别设置为 1GHz、5GHz、10GHz、20GHz、40GHz，重复步骤 3)~4)。

第九节 最小输出功率

描述：测试复杂电磁信号模拟仿真平台输出功率范围满足指标要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

测量接收机（推荐 AV3923）1 台

测试框图：见图 6.6

b)测试步骤

1) 如图 6.6 连接设备，开机预热至少 30min。

2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，输出频率为 10MHz，输出功率为最大指标功率之上 3dB，射频开。

3) 设置测量接收机的工作模式为接收机，测量模式为调谐射频功率测量，在测量接收机上输入载波频率为当前被测信号发生器的输出频率进行测量。

4) 以 10dB 为步进将复杂电磁信号模拟仿真平台输出功率值设置为最小指标功率之下 10dB。利用测量接收机测量出此时功率值并填入附录 A。注意：当测量接收机上出现校准提示时校准测量接收机。

5) 将复杂电磁信号模拟仿真平台的输出频率分别设置为 1GHz、5GHz、10GHz、20GHz、40GHz，重复步骤 3)~4)。

第十节 功率分辨率

描述：本测试是利用测量接收机测量复杂电磁信号模拟仿真平台的基准功率调整最小步进。

a) 测试设备及测试框图

测试设备：

测量接收机（推荐 AV3923）1 台

测试框图：见图 6.6

b) 测试步骤

- 1) 如图 6.6 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，输出频率为 1GHz，输出功率为 0dBm，射频开。
- 3) 设置测量接收机的工作模式为接收机，测量模式为调谐射频功率测量，在测量接收机上输入载波频率为当前被测信号发生器的输出频率，进行测量。
- 4) 利用测量接收机测量出此时的功率值并填入附录 A。
- 5) 将复杂电磁信号模拟仿真平台的输出功率设置为 0.5dBm，重复步骤 3)~4)。
- 6) 计算二次测量值之差即为功率分辨率，记入附录 A 中。

第十一节 功率准确度

描述：本测试是利用测量接收机测试复杂电磁信号模拟仿真平台输出基准功率准确度。

a) 测试设备及测试框图

测试设备：

测量接收机（推荐 AV3923）1 台

测试框图：见图 6.6

b) 测试步骤

1) 如图 6.6 连接设备，开机预热至少 30min。

2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，频率为 10MHz，输出功率为最大指标功率，射频开，执行当前点功率自动校准。

3) 设置测量接收机的工作模式为接收机，测量模式为调谐射频功率测量，在测量接收机上输入载波频率为当前被测信号发生器的输出频率，测量当前功率准确度。

4) 利用测量接收机测量出此时的功率值并填入附录 A，再以 1dB 步进减小输出功率直到 -10dBm，当测量范围 $\leq -10\text{dBm}$ 时，以 10dB 步进逐步减小合成信号发生器输出功率直到最小指标功率，测量功率范围 $\leq -60\text{dBm}$ 时，设置测量接收机测量平均次数为自动模式。用测量接收机测量并记录被测复杂电磁信号模拟仿真平台的最大误差。注意：当测量接收机上出现校准提示时校准测量接收机。

5) 将复杂电磁信号模拟仿真平台的输出频率分别设置为 1GHz、5GHz、10GHz、20GHz、40GHz，每更改一次频率点，请执行当前点功率自动校准，之后重复步骤 3)~4)。

第十二节 功率捷变范围

描述：本项测试复杂电磁信号模拟仿真平台在电磁信号序列模式下，功率捷变范围是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

测量接收机（推荐 AV3923）1 台

测试框图：见图 6.6

b)测试步骤

1) 如图 6.6 连接设备，开机预热至少 30min。

2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号序列模式，序列点数 2，输出频率均为 1GHz，输出基准功率为 0dBm，捷变衰减分别为 0dB、60dB 和随机选取捷变衰减 10dB、30dB，驻留时间 5s，射频开，下载播放。

3) 设置测量接收机的工作模式为接收机，测量模式为调谐射频功率测量，在测量接收机上输入载波频率为当前被测信号发生器的输出频率，校准测量接收机。

4) 利用测量接收机测量出此时的功率值并填入附录 A。

第十三节 功率捷变分辨率

描述：测试复杂电磁信号模拟仿真平台功率捷变时，功率所能调整的最小步进。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

功率计（推荐 AV2434）或者测量接收机（推荐 AV3923）1 台

测试框图：见图 6.6

b)测试步骤

- 1) 如图 6.6 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号序列模式，序列点数 2，输出频率均为 1GHz，输出基准功率为 0dBm，捷变衰减分别为 0dB、0.5dB，驻留时间 5s，射频开，下载播放。
- 3) 设置测量接收机的工作模式为接收机，测量模式为调谐射频功率测量，在测量接收机上输入载波频率为当前被测信号发生器的输出频率，校准测量接收机。
- 4) 利用测量接收机测量出此时的功率值并填入附录 A。

第十四节 功率捷变时间

描述：测试复杂电磁信号模拟仿真平台功率捷变时，功率从一个稳态改变到另一个稳态时所需要的时间。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

峰值功率分析仪（推荐 AV2441+AV81702 探头）1 台

测试框图：见图 6.7



图6.7 功率捷变时间测试

b)测试步骤

- 1) 如图 6.7 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号序列模式，序列点数 2，输出频率均为 1GHz，输出基准功率为 10dBm，捷变衰减分别设置为 0dB、16dB 和随机选取捷变衰减 10dB、30dB，驻留时间 10us，射频开，下载播放。
- 3) 利用峰值功率分析仪测量出两点间的切换时间，即为功率捷变时间，填入附录 A。

第十五节 频率调制

描述：利用频谱分析仪验证复杂电磁信号模拟仿真平台最大调频频偏和调制率范围是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

信号分析仪（推荐 FSQ40）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.8



图 6.8 调制测试

b)测试步骤

- 1) 如图 6.8 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，频率 1GHz，功率 0dBm，射频开。
- 3) 频率调制开，调制率 100kHz，调频频偏 1MHz。
- 4) 设置接收机为频率解调模式，中心频率 1GHz，测试频率调制准确度，填入附录 A 中。
- 5) 信号发生器调制率改为 10Hz，频偏改为 8MHz，重复步骤 4)。
- 6) 信号发生器调制率改为 10MHz，频偏为 8MHz，利用频谱分析仪的频标功能测量最大频偏下的最大调制率，结果填入附录 A 中。

第十六节 相位调制

描述：利用测量接收机验证复杂电磁信号模拟仿真平台相位调制时最大调相相偏和调制率范围是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

信号分析仪（推荐 FSQ40）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.8

b)测试步骤

- 1) 如图 6.8 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，频率 1GHz，功率 0dBm，射频开。
- 3) 相位调制开，调制率 100kHz，相偏 90°。
- 4) 设置测量接收机为调相解调模式，载波频率 1GHz，测量相偏值，填入附录 A 中。
- 5) 信号发生器调制率改为 10Hz，相偏改为 180°；重复步骤 4)。
- 6) 信号发生器调制率改为 10MHz，相偏为 180°，利用频谱分析仪的频标功能测量最大调制率，结果填入附录 A 中。

第十七节 幅度调制

描述：利用测量接收机验证复杂电磁信号模拟仿真平台幅度调制时调制率范围和最大调制深度是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

测量接收机（推荐 AV3923）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.8

b)测试步骤

- 1) 如图 6.8 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，频率 1GHz，功率 0dBm，射频开。
- 3) 幅度调制开，调制率 100kHz，调幅深度 30%。
- 4) 设置测量接收机为幅度解调模式，载波频率 1GHz，测量调幅深度值，填入附录 A 中。
- 5) 复杂电磁信号模拟仿真平台调制率分别改为 10Hz、1MHz，调幅深度改为 95%，重复步骤 4)。

第十八节 脉冲调制

1 脉冲调制开关比

描述：利用频谱仪验证复杂电磁信号模拟仿真平台脉冲调制时脉冲开关比是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

频谱分析仪（推荐 AV4036）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.4

b)测试步骤

1) 如图 6.4 连接设备，开机预热至少 30min。

2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，频率 1GHz，功率 10dBm，射频开。

3) 如下设置频谱分析仪：中心频率 1GHz，频宽 200kHz，参考电平+15dBm。

4) 在频谱仪上用频标和频标差值功能测量脉冲调制开关比：频标，峰值，频标差值开。

5) 如下设置复杂电磁信号模拟仿真平台脉冲调制：脉冲调制 脉冲输入选择 外部 脉冲调制开。

6) 在频谱仪上观察并记录此时的开关比。分别在 1GHz、5GHz、10GHz、15GHz 测试复杂电磁信号模拟仿真平台的脉冲调制开关比，并将测试结果记入附录 A 中。

2 脉冲调制上升下降沿时间

描述：利用示波器测试复杂电磁信号模拟仿真平台脉冲调制时上升下降沿时间是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

数字示波器（推荐 DSA91304）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.9

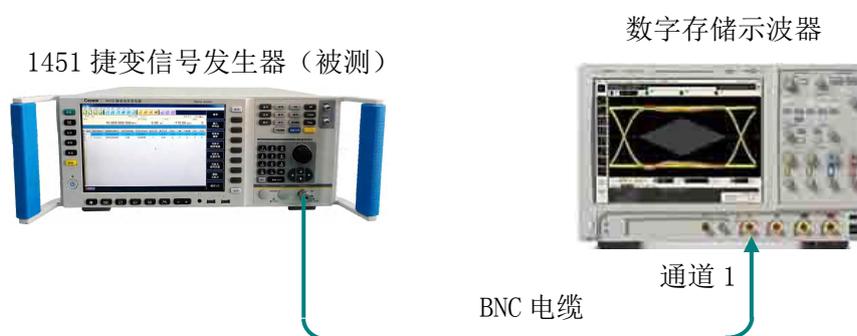


图6.9 脉冲调制上升下降沿测试

b)测试步骤

1) 如图 6.9 连接设备，开机预热至少 30min。

2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，频率 1GHz，功率 10dBm，射频开。

3) 如下设置复杂电磁信号模拟仿真平台进行脉冲调制：脉冲调制，脉冲源自动，脉冲宽度 5 μ s，脉冲周期 10 μ s，脉冲调制开。

4) 调节数字存储示波器时基延迟，使示波器显示至少一个周期的信号，测量脉冲调制上升下降时间。

5) 采用示波器的测量功能【MEASURE】中的上升时间、下降时间测量选择，示波器自动测量脉冲上升、下降时间，填入附录 A 中。

6) 按上述步骤。测试被测复杂电磁信号模拟仿真平台 10GHz 时的脉冲调制上升、下降时间。

3 脉冲周期

描述：利用示波器测试复杂电磁信号模拟仿真平台脉冲调制周期是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

数字示波器（推荐 DSA91304）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.9

b)测试步骤

- 1) 如图 6.9 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，频率 1GHz，功率 0dBm，射频开。
- 3) 如下设置复杂电磁信号模拟仿真平台进行脉冲调制：脉冲调制，脉冲源自动，脉冲宽度 1s，脉冲周期 10s，脉冲调制开。
- 4) 调节数字存储示波器时基延迟，测量脉冲调制周期时间，填入附录 A 中。
- 5) 按上述步骤，设置脉冲宽度 500ns，脉冲周期 1 μ s，调节数字存储示波器时基延迟，测量脉冲调制周期时间，填入附录 A 中。

4 脉冲重频

描述：利用示波器测试复杂电磁信号模拟仿真平台脉冲调制重频是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

数字示波器（推荐 DSA91304）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.9

b)测试步骤

- 1) 如图 6.9 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，频率 1GHz，功率 0dBm，射频开。
- 3) 如下设置复杂电磁信号模拟仿真平台进行脉冲调制：脉冲调制，脉冲源自动，脉冲宽度 500ns，脉冲重频 1MHz，脉冲调制开。
- 4) 调节数字存储示波器时基延迟，利用示波器测频功能测量脉冲调制重频，填入附录 A 中。

5 脉内线性调频

描述：利用频谱分析测试复杂电磁信号模拟仿真平台脉冲调制脉内线性调频是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

信号分析仪（推荐 FSQ40）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.8

b)测试步骤

- 1) 如图 6.8 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号点频模式，频率 1GHz，功率 0dBm，射频开。
- 3) 如下设置复杂电磁信号模拟仿真平台进行脉冲调制：脉冲调制，脉冲宽度 10ms，脉冲周期 20ms，脉冲源选择线性调频，调频带宽 200MHz，脉冲调制开。
- 4) 设置信号分析仪为频谱分析模式，参考电平 0dBm，中心频率 1GHz，扫宽 500MHz，利用 marker 功能测试并记录调制带宽，填入附录 A 中。

6 脉间捷变时间

描述：利用示波器结合调制域分析软件测试复杂电磁信号模拟仿真平台脉冲调制脉间捷变是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

调制域分析仪（推荐 DSA91304+89600 软件）1 台

射频同轴电缆及 BNC 电缆

测试框图：见图 6.11

b)测试步骤

1) 如图 6.11 连接设备，开机预热至少 30min。

2) 将被测复杂电磁信号模拟仿真平台设置为电磁信号序列模式，载波数 2，载波频率为 1GHz 和 2GHz，基准功率 0dBm，驻留时间 500ns，两个载波点同时设置为脉冲调制开（脉冲周期 590ns，脉宽 500ns），射频开，下载播放。

3) 设置示波器为调制域测试模式，观察两次稳态频率之间的切换时间即为两个频率点的脉间捷变时间，填入附录 A 中。

第十九节 矢量调制

描述：利用矢量解调功能测试复杂电磁信号模拟仿真平台矢量调制时，矢量精度 EVM 是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

信号分析仪（推荐 FSQ40）1 台

射频同轴电缆

测试框图：见图 6.10

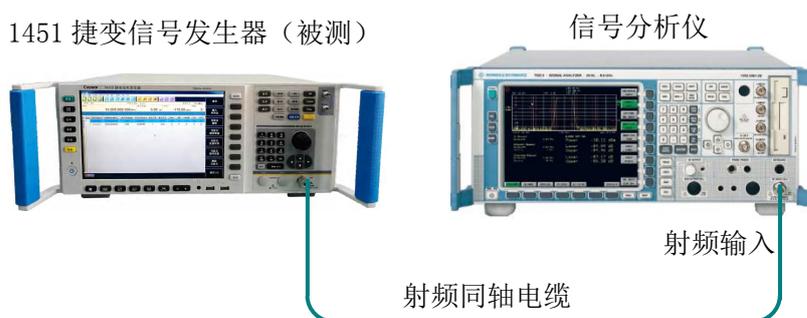


图6.10 I/Q矢量调制功能测试

b)测试步骤

- 1) 如图 6.10 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为电磁信号序列模式，频率 1GHz，功率 0dBm，基带开，射频开。
- 3) 如下设置复杂电磁信号模拟仿真平台的矢量调制功能：
 - 调制格式 QPSK
 - 码元速率 4M
 - 滤波器 根奈奎斯特 $\alpha=0.3$
 - 下载播放
- 4) 相应的设置信号分析仪各解调参数，记录信号源分析仪中显示的 EVM 的值。
- 5) 将测试结果记入附录 A 中。

第二十章 复杂电磁信号模拟仿真平台特性

描述：验证复杂电磁信号模拟仿真平台捷变电磁信号序列列表的编辑及发生功能，同时验证序列点数、驻留时间、触发方式及加噪等功能是否满足要求。

a)测试设备及测试框图

测试设备：

调制域分析仪（推荐 DSA91304+89600 软件）1 台

射频同轴电缆及 BNC 电缆

测试框图：见图 6.11



图6.11 模拟仿真平台特性测试

b)测试步骤

- 1) 如图 6.11 连接设备，开机预热至少 30min。
- 2) 设置复杂电磁信号模拟仿真平台为序列模式，基准功率 0dBm，射频开。
- 3) 利用自动填充菜单编辑序列列表：
 - 步进方式 等间距
 - 点数 2
 - 起始频率 1GHz
 - 终止频率 2GHz
 - 驻留时间 200ns
 - 下载播放
- 4) 利用调制域观察序列列表中频率输出，应依次为序列列表所编辑频率点。
- 5) 将自动填充列表中驻留时间改为 100s，利用频域模式观察频率输出，应满足要求。
- 6) 利用自动填充菜单编辑序列列表：
 - 步进方式 等间距
 - 点数 65535
 - 起始频率 1GHz
 - 终止频率 40GHz
 - 驻留时间 200ns
 - 下载播放
- 7) 利用调制域功率瀑布图方式测试序列列表中频率输出，可观察到所编辑伪随机序列列表的频率点输出。
- 8) 利用自动填充菜单编辑序列列表：
 - 步进方式 等间距
 - 点数 2
 - 起始频率 1GHz
 - 终止频率 2GHz
 - 驻留时间 200ns
 - 触发方式 波形段

下载播放

9) 点击触发按钮，利用调制域观察应为输出所编辑的 2 个频率点后停止；当改为序列点触发方式时，每点击一次触发，输出一个频率点。

10) 利用自动填充菜单编辑序列表：

步进方式 等间距

点数 2

起始频率 1GHz

终止频率 2GHz

驻留时间 200ns

1GHz 频率点依次选择：瑞利、韦泊、高斯噪声加噪方式

下载播放

11) 利用调制域功率瀑布图方式测试序列表中频率输出，可观察到带有噪声的 1GHz 与无噪声的 2GHz 频率点输出。

12) 将测试结果记入附录 A 中。

性能特性测试

附录 A: 1451 系列捷变信号发生器性能测试记录

测试地点: 测试环境: 测试时间:

被测机号: 测试人员:

序号	测试内容	技术指标		实测值	合格判定
1	频率范围:	10MHz~40GHz			
2	频率分辨率	1Hz			
3	频率捷变时间	<150ns			
4	输出功率 (带 115dB 衰减器)	≤20GHz	-100dBm~+10dBm		
		>20GHz	-100dBm~+10dBm		
5	功率分辨率	0.5dB	±0.2dB		
6	功率准确度 (+20℃~+30℃)	0dBm~+10dBm	±1.5dB		
		-20dBm~0dBm	±2.0dB		
		-60dBm~-20dBm	±2.5dB		
		-100dBm ~-60dBm	±3.0dB		
7	功率捷变范围	≥60dB			
8	功率捷变分辨率	0.5dB±0.2dB			
9	功率捷变时间	<200ns			
10	谐波寄生	10MHz≤f≤3GHz	<-35dBc		
		3GHz<f≤20GHz	<-45dBc		
11	非谐波寄生	<-45dBc			
12	单边带相位噪声	100Hz	<-85dBc/Hz		
		1kHz	<-95dBc/Hz		
		10kHz	<-105dBc/Hz		
		100kHz	<-107dBc/Hz		
		1MHz	<-120dBc/Hz		
		10MHz	<-120dBc/Hz		
13	脉冲调制开关比	开关比	>80dB		
		上升下降时间	<15ns		
		脉内线性调频	带宽 500MHz		
		脉间频率捷变	捷变时间<150ns		
14	幅度调制	调幅带宽	10Hz~6MHz		
		调幅深度	95%		
15	频率调制	调频带宽	10Hz~6MHz		
		最大频偏	8MHz		
16	相位调制	调相带宽	10Hz~6MHz		
		最大相偏	180°		
17	矢量调制	矢量精度	<3%		

表 A.1 频率范围测试

信号发生器设置	技术指标	实测值	合格判定
10MHz	10MHz±10Hz		
40GHz	40GHz±50kHz		

表 A.2 频率分辨率测试

信号发生器设置	技术指标	实测值	合格判定
10.000 001 MHz	10.000 001 MHz		

表 A.3 频率捷变时间测试

序号	信号发生器频率		技术指标	实测值	合格判定
1	频率 1	1GHz	<100ns		
	频率 2	2GHz			
2	频率 1	3GHz			
	频率 2	5GHz			
3	频率 1	6GHz			
	频率 2	10GHz			
4	频率 1	4GHz			
	频率 2	12GHz			
5	频率 1	10MHz			
	频率 2	20GHz			
6	频率 1	20GHz			
	频率 2	40GHz			
7	频率 1	22.5GHz			
	频率 2	39.5GHz			

表 A.4 谐波寄生测试

信号发生器设置	技术指标	实测值	合格判定
<3GHz	<-35dBc		
≥3GHz	<-45dBc		

表 A.5 非谐波寄生测试

测试频率	技术指标	实测值 (-dBc)	合格判定
1GHz	<-45dBc		
5GHz			
10GHz			
20GHz			
40GHz			

表 A.6 单边带相位噪声测试

频偏	指标	实测值 (dBc/Hz)			合格判定
		载波 3GHz	载波 10GHz	载波 40GHz	
100Hz	<-85 dBc/Hz				
1kHz	<-95 dBc/Hz				
10kHz	<-105 dBc/Hz				
100kHz	<-107 dBc/Hz				
1MHz	<-120 dBc/Hz				
1MHz	<-120 dBc/Hz				

表 A.7 最大输出功率测试

信号发生器设置	技术指标	实测值	合格判定
10MHz	> +10dBm		
1GHz			
5GHz			
10GHz			
20GHz			
40GHz			

表 A.8 最小输出功率测试

信号发生器设置	技术指标	实测值	合格判定
10MHz	< -100dBm		
1GHz			
5GHz			
10GHz			
20GHz			
40GHz			

表 A.9 功率分辨率测试

信号发生器设置	技术指标	实测值	合格判定
1GHz	0.5dB ±0.2dB		

表 A.10 功率准确度测试

功率范围	测试频率	功率准确度	实测值	合格判定
0dBm ~ +10dBm	10MHz	±1.5dB		
	1GHz			
	5GHz			
	10GHz			
	20GHz			
	40GHz			
-20dBm ~ 0dBm	10MHz	±2.0dB		
	1GHz			
	5GHz			
	10GHz			
	20GHz			
	40GHz			
-60dBm ~ -20dBm	10MHz	±2.5dB		
	1GHz			
	5GHz			
	10GHz			
	20GHz			
	40GHz			
-100dBm ~ -60dBm	10MHz	±3.0dB		
	1GHz			
	5GHz			
	10GHz			
	20GHz			
	40GHz			

表 A.11 功率捷变范围测试

信号发生器设置	捷变衰减设置		实测值 (Δ)	合格判定
1GHz	0dB	60dB		
	10dB	30dB		

表 A.12 功率捷变分辨率测试

信号发生器设置	技术指标	实测值	合格判定
1GHz	0.5dB ±0.2dB		

表 A.13 功率捷变时间测试

信号发生器设置	技术指标		实测值	合格判定
	捷变衰减设置	捷变时间		
1GHz	0dB	16dB		
	10dB	30dB		
		< 150ns		

表 A.14 频率调制性能测试

信号发生器设置			技术指标	实测值	合格判定
载波	调频频偏	调制率			
1GHz	1MHz	100kHz	1MHz ±100kHz		
	8MHz	10Hz	8MHz ±1MHz		
		10MHz			

表 A.15 相位调制性能测试

信号发生器设置			技术指标	实测值	合格判定
载波	调相相偏	调制率			
1GHz	90° (1.571rad)	100kHz	90° ±10°		
	180° (3.142rad)	10Hz	180° ±20°		
		10MHz			

表 A.16 幅度调制性能测试

信号发生器设置			技术指标	实测值	合格判定
载波	调幅深度	调制率			
1GHz	30%	100kHz	30% ±5%		
	95%	10Hz	95% ±10%		
		1MHz			

表 A.17 脉冲调制性能测试

载波	开关比技术指标		实测值	合格判定
1GHz	> 80dB			
5GHz				
10GHz				
15GHz				
载波	上升下降时间技术指标	实测值		合格判定
1GHz	< 15ns	上升沿		

性能特性测试

		下降沿		
10GHz		上升沿		
		下降沿		
脉冲性能		载波	实测值	合格判定
脉内线性调频	带宽 500MHz	1GHz		
脉间频率捷变	<150ns			

表 A.18 矢量调制性能测试

信号发生器设置			EVM	实测值	合格判定
调制格式	载波	码元速率			
QPSK	1GHz	4MHz	<3%		

第七章 故障信息说明及返修方法

第一节 故障查询及错误信息说明

说明 本部分是指导您当1451系列捷变信号发生器出现故障时如何进行简单的判断和处理，如果必要请尽可能准确地把问题返回厂家，以便我们尽快为您解决。

1 待机灯不亮

检查信号发生器 220V 交流电输入是否正常（如果仪器明确配备有 110V 电源选项，也可采用 110V 交流电供电），最大允许偏差±10%，如果太高或太低都可能使仪器不能正常工作。如果不正常，检查外部线路，找出故障，排除后，重新给仪器上电，开机。

2 开机风扇不转

若开机风扇不转，请检查风扇是否有物体阻挡或是灰尘太多，此时应关机除掉障碍物或清理风扇。然后重新开机上电，如果风扇还不转就需返回厂家维修或更换风扇。

3 参考环失锁

如果信号发生器是从非待机状态下开机即冷启动时，可能会出现短暂的参考环失锁，此时前面板会出现告警指示“时基未热”，此时不予理会，告警信息应在开机 10 分钟后自行消失。如果显示屏告警指示区出现“参考环失锁”，则是故障。

第二节 返修方法

如果仪器需送返我所进行维修，请根据前言中的联系方式与我所服务咨询中心联系。并将仪器故障现象和错误信息的详细资料或将仪器测试报告的复印件附送给我们，请用原仪器的包装箱打包运送。

如果没有原包装箱，您可以用以下所列举的，商业上一些通用步骤对仪器进行再包装：

- 1) 为仪器附贴完整的服务标记。
- 2) 为仪器装上面板保护罩，如果没有面板保护罩，用厚纸板保护控制面板。
- 3) 为防止静电损坏，将仪器装入防静电袋内。
- 4) 使用坚固的运输箱。如双层褶皱硬纸板箱，强度为 159kg。纸箱必须足够大、足够结实，纸箱与仪器的各面至少要留有 3~4 英寸的空隙来填充包装材料。
- 5) 用强力尼龙胶带加固运输箱。在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放”等字样。
- 6) 保留所有运输单据的副本。