

文档编号： AV2.827.1073SS

版本号：

技术状态标识：

密级： 非密

1431A 手持式射频信号发生器 使用说明书

拟制：

审核：

标准化：

会签：

批准：

中电科思仪科技股份有限公司

2023年7月

Ceyear 思仪

1431A

手持式射频信号发生器

用户手册



中电科思仪科技股份有限公司

该手册适用下列型号信号发生器。

- 1431A 手持式射频信号发生器

版 本: D.2 2023年7月, 中电科思仪科技股份有限公司
地 址: 山东省青岛市黄岛区香江路98号
服务咨询: 0532-86889847 400-1684191
技术支持: 0532-86880796
质量监督: 0532-86886614
传 真: 0532-86889056
网 址: www.ceyear.com
电子信箱: techbb@ceyear.com
邮 编: 266555
网 址: www.ceyear.com
电子信箱: techbb@ceyear.com
邮 编: 266555

前 言

非常感谢您选择使用中电科思仪科技股份有限公司研制、生产的 1431A 手持式射频信号发生器! 该产品集高、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。

手册编号

AV2.827.1073SS

版本

D.2 2023.7

中电科思仪科技股份有限公司

手册授权

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最终解释权属于中电科思仪科技股份有限公司。

本手册版权属于中电科思仪科技股份有限公司, 任何单位或个人非经本公司授权, 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, 中电科思仪科技股份有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

产品质保

本产品从出厂之日起保修期为 18 个月。质保期内仪器生产厂家会根据用户要求及实际情况维修或替换损坏部件。具体维修操作事宜以合同为准。

产品质量证明

本产品从出厂之日起确保满足手册中的指标。校准测量由具备国家资质的计量单位予以完成, 并提供相关资料以备用户查阅。

质量/环境管理

本产品从研发、制造和测试过程中均遵守质量和环境管理体系。中电科思仪科技股份有限公司已经具备资质并通过 ISO9001 和 ISO14001 管理体系。

安全事项



警告标识表示存在危险。它提示用户注意某一操作过程、操作方法或者类似情况。若不能遵守规则或者正确操作, 则可能造成人身伤害。在完全理解和满足所指出的警告条件之后, 才可继续下一步。



注意标识代表重要的信息提示, 但不会导致危险。它提示用户注意某一操作过程、操作方法或者类似情况。若不能遵守规则或者正确操作, 则可能引起的仪器损坏或丢失重要数据。在完全理解和满足所指出的小心条件之后, 才可继续下一步。

目 录

| | |
|---------------------|----|
| 使用说明书 | 1 |
| 1 手册导航 | 1 |
| 1.1 关于手册 | 1 |
| 1.2 关联文档 | 2 |
| 2 概述 | 3 |
| 2.1 产品综述 | 3 |
| 2.2 安全使用指南 | 7 |
| 3 使用入门 | 13 |
| 3.1 准备使用 | 13 |
| 3.2 前面板和顶部说明 | 24 |
| 3.3 基本测量方法 | 29 |
| 3.4 存储/调用工作状态 | 36 |
| 4 操作指南 | 37 |
| 4.1 功能操作指南 | 37 |
| 4.2 高级操作指南 | 41 |
| 5 菜单 | 45 |
| 5.1 频率 | 45 |
| 5.2 功率 | 47 |

目 录

| | |
|------------------|----|
| 5.3 扫 描..... | 53 |
| 5.4 调 制..... | 67 |
| 5.5 系 统..... | 74 |
| 5.6 帮 助..... | 83 |
| 6 故障诊断与返修..... | 85 |
| 6.1 工作原理..... | 85 |
| 6.2 故障诊断与排除..... | 85 |
| 6.3 返修方法..... | 88 |
| 7 技术指标与测试方法..... | 90 |
| 7.1 声明..... | 90 |
| 7.2 产品特征..... | 90 |
| 7.3 技术指标..... | 91 |
| 7.4 接口..... | 93 |
| 7.5 性能特性测试..... | 94 |

1 手册导航

本章介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的用户手册功能、章节构成和主要内容，并介绍了提供给用户使用的仪器关联文档。

- [关于手册](#) 1
- [关联文档](#) 2

1.1 关于手册

本手册介绍了中电科思仪科技股份有限公司所生产的 1431A 手持式射频信号发生器的基本功能和操作使用方法。描述了仪器产品特点、基本使用方法、测量配置操作指南、菜单、维护及技术指标和测试方法等内容，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。为方便您熟练使用该仪器，请在操作仪器前，仔细阅读本手册，然后按手册指导正确操作。

用户手册共包含的章节如下：

- **概述**

概括地讲述了1431A手持式射频信号发生器的主要性能特点、典型应用示例及操作仪器的安全指导事项。目的使用户初步了解仪器的主要性能特点，并指导用户安全操作仪器。

- **使用入门**

本章介绍了1431A手持式射频信号发生器的操作前检查、例行维护、前面板和顶部说明、基本测量方法、存储/调用工作状态等。以使用户初步了解仪器本身和测量过程，并为后续全面介绍仪器测量操作指南做好前期准备。该章节包含的部分内容与快速使用指南手册相关章节一致。

- **操作指南**

详细介绍仪器各种测量功能的操作方法，主要包括两部分：功能操作指南和高级操作指南。功能操作指南部分针对不熟悉1431A手持式射频信号发生器使用方法的用户，系统、详细地介绍、列举每种功能，使用户理解掌握信号发生器的一些基本用法，如设置点频、功率、调制等。高级操作指导部分针对已具备基本的信号发生器使用常识，但对一些特殊用法不够熟悉的用户，介绍相对复杂的测试过程、高阶的使用技巧、指导用户实施测量过程。例如：选择环路带宽、创建和应用用户平坦度校准阵列等。

- **菜单**

按照功能分类介绍菜单结构和菜单项说明，方便用户查询参考。

- **故障诊断与返修**

包括整机工作原理介绍、故障诊断与排除及返修方法。

- **技术指标与测试方法**

介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的产品特征和主要技术指标以及推荐用户使

用的测试方法指导说明。

1.2 关联文档

1431A 手持式射频信号发生器的产品文档包括：

- 用户手册
- 程控手册

用户手册

本手册详细介绍了仪器的功能和操作使用方法，包括：配置、测量和维护等信息。目的是：指导用户如何全面的理解产品功能特点及掌握常用的仪器测试方法。包含的主要章节是：

- 手册导航
- 概述
- 使用入门
- 操作指南
- 菜单
- 故障诊断与返修
- 技术指标与测试方法

程控手册

本手册详细介绍了远程编程基础、SCPI 基础、SCPI 命令、编程示例和 I/O 驱动函数库等。目的是：指导用户如何快速、全面的掌握仪器的程控命令和程控方法。包含的主要章节是：

- 远程控制
- 程控命令
- 编程示例
- 错误说明
- 附录

2 概述

本章介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的主要性能特点、主要用途范围及主要技术指标。同时说明了如何正确操作仪器及用电安全等注意事项。

- [产品综述](#).....3
- [安全使用指南](#).....7

2.1 产品综述

1431A手持式射频信号发生器，具有连续波信号输出功能，频率、幅度、脉冲等多种调制功能，大动态范围幅度精细调节功能，步进、列表扫描功能，同时采用大屏幕高亮液晶以及大字体显示，多种显示模式提高了显示清晰度和操作便捷性，具有内置电池、小巧便携、环境适应性强等特点，还提供外部时基同步和远程程控能力，主要用于电子综合系统故障诊断、接收机性能测试和元器件参数测试等方面，适用于电子对抗、通信以及导航设备等众多领域的安装、调试以及日常维护保障工作。

- [产品特点](#).....3
- [产品功能](#).....5
- [典型应用](#).....6

2.1.1 产品特点

2.1.1.1 基本功能

1431A 手持式射频信号发生器主要性能特点是：

- 1) 提供了三种基本样式的信号输出：连续波(CW)信号、扫描信号和模拟调制信号。
 - **连续波 (CW) 信号**
在这种模式下，信号发生器生成一个连续波正弦信号，信号的频率和功率电平由用户设定。
 - **扫描信号**
在这种模式下，信号发生器的输出信号在一定的频率和功率范围内扫描，具有步进扫描和列表扫描两种扫描方式。
 - **模拟调制信号**
在这种模式下，信号发生器使用模拟信号调制连续波 (CW) 信号，提供了脉冲调制、幅度调制和频率调制三种调制方式，部分调制可以一起使用。
- 2) 信号发生器具备不稳幅告警功能，在仪器出现不稳幅时，可以使您第一时间获取到告警信息，方便问题的排查；

2 概述

2.1 产品综述

- 3) 信号发生器具有 LAN 及 USB 接口，可以通过上述接口对仪器进行远程控制，方便您采用多种方式对仪器进行远程控制；
- 4) 10MHz 参考信号输入/输出；

2.1.1.2 高性能

1) 宽频率覆盖范围

手持式射频信号发生器: 250kHz ~ 4GHz。

2) 频率分辨率高

手持式射频信号发生器: 1Hz。

3) 宽带大动态范围功率输出

手持式射频信号发生器: -120dBm~+5dBm。

4) 多种调制功能

频率、幅度、脉冲、相位调制功能。

2.1.1.3 灵活性

1) 中/英文操作界面，大屏幕显示屏显示

1431A 手持式射频信号发生器为全自主设计软件，采用大屏幕、中英文操作界面，当前状态信息尽收眼底。大屏幕高亮液晶以及大字体显示，可根据不同用途及场合设置为英文，方便您的使用。



图 2.1 实际操作界面截图

2) 丰富的测试接口

10MHz 参考输入/输出接口、脉冲输入、同步输出、监视输出接口等。

3) 丰富的程控接口

1431A 手持式射频信号发生器提供了 USB 接口、LAN 接口等附加扩展接口，任您自由选择，可以方便地实现远程控制功能。

- 4) 工作温度范围为 0°C ~ 50°C
- 5) 可通过电池或适配器供电

2.1.2 产品功能

1431A 手持式射频信号发生器具有丰富的测量功能，主要包含如下：

1) 连续波信号输出功能

1431A 手持式射频信号发生器具有连续波信号输出功能。

2) 频率、幅度、脉冲、相位等多种调制功能

1431A 手持式射频信号发生器具有频率、幅度、脉冲、相位等多种调制功能，可实现频率、幅度、脉冲、相位调制信号输出。

3) 大动态范围幅度精细调节功能

1431A 手持式射频信号发生器具有大动态范围幅度精细调节功能。

4) 自我诊断及状态自测试

1431A 手持式射频信号发生器具有自我诊断及状态自测试，可实现自动测试并把测试结果在界面中显示。

5) 不稳幅、失锁告警功能

1431A 手持式射频信号发生器具有不稳幅、失锁告警功能，当设备产生不稳幅或失锁现象时，会在设备界面中给用户提提供告警提示功能。

6) 嵌入式操作说明，在线帮助功能

1431A 手持式射频信号发生器具有嵌入式操作说明，在线帮助功能，可通过内置的嵌入式操作说明获取仪器的使用方法。

7) 支持 LAN 和 USB 接口远程控制功能

1431A 手持式射频信号发生器支持 LAN 和 USB 接口远程控制功能，可通过 LAN 口、USB 实现对仪器的远程控制功能。

8) 内置电池，自动充放电管理功能

1431A 手持式射频信号发生器具有内置电池，自动充放电管理功能，当仪器处于电池供电、电池充电等情况时，界面中可以显示电池的充放电状态。

9) 步进、列表等扫描功能

1431A 手持式射频信号发生器具有步进、列表等扫描功能。

2.1.3 典型应用

1) 电子系统抗干扰性能测试

由于 1431A 手持式射频信号发生器频率范围宽、功率范围宽以及多种模拟调制功能，可在电子系统抗干扰性能测试过程中模拟产生实战环境下的干扰信号,用于电子系统抗干扰性能测试。

2) 外场电子系统性能综合评估

作为具备业界领先的手持式射频信号发生器产品，1431A 可在 250KHz~4GHz 的频率范围产生大动态范围高质量模拟仿真信号,用于通信装备等电子系统综合性能评估中，解决带宽、灵敏度、动态范围等系统指标测试问题。



图 2.2 1431A 在电子系统性能评估中的应用

3) 接收机性能检测

1431A 手持式射频信号发生器输出频率范围宽，动态范围大，可输出幅度调制、频率调制和脉冲调制信号，用于各种电子设备生产、安装调试过程中提供激励信号，通信装备中的接收机故障检测，定位故障点，方便测试。

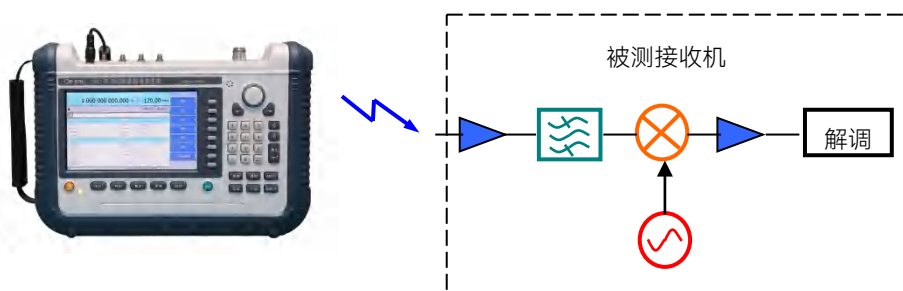


图 2.3 1431A 在高性能接收机测试中的应用

2.2 安全使用指南

请认真阅读并严格遵守以下注意事项!

我们将不遗余力的保证所有生产环节符合最新的安全标准, 为用户提供最高安全保障。我们的产品及其所用辅助性设备的设计与测试均符合相关安全标准, 并且建立了质量保证体系对产品质量进行监控, 确保产品始终符合此类标准。为使设备状态保持完好, 确保操作的安全, 请遵守本手册中所提出的注意事项。如有疑问, 欢迎随时向我们进行咨询。

另外, 正确的使用本产品也是您的责任。在开始使用本仪器之前, 请仔细阅读并遵守安全说明。本产品适合在工业和实验室环境或现场测量使用, 切记按照产品的限制条件正确使用, 以免造成人员伤亡或财产损害。如果产品使用不当或者不按要求使用, 出现的问题将由您负责, 我们将不负任何责任。**因此, 为了防止危险情况造成人身伤害或财产损坏, 请务必遵守安全使用说明。**请妥善保管基本安全说明和产品文档, 并交付到最终用户手中。







- [安全标识.....7](#)
- [操作状态和位置.....9](#)
- [用电安全.....9](#)
- [操作注意事项.....10](#)
- [维护.....11](#)
- [电池与电源模块.....11](#)
- [运输.....12](#)
- [废弃处理/环境保护.....12](#)

2.2.1 安全标识


2.2.1.1 产品相关

产品上的安全警告标识如下:

表2.1 产品安全标识

| 符号 | 意义 | 符号 | 意义 |
|---|----------------------------------|---|----------|
|  | 注意, 特别提醒用户注意的信息。提醒用户应注意的操作信息或说明。 |  | 开/关 电源 |
|  | 注意, 搬运重型设备。 |  | 待机指示 |
|  | 危险! 小心电击。 |  | 直流电 (DC) |

2.2 安全使用指南

| | | | |
|--|---|---|--|
|  | 警告！小心表面热。 |  | 交流电 (AC) |
|  | 防护导电端 |  | 直流/交流电 (DC/AC) |
|  | 地 |  | 仪器加固绝缘保护 |
|  | 接地端 |  | 电池和蓄电池的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第1项。 |
|  | 注意，小心处理经典敏感器件。 |  | 单独收集电子器件的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第2项。 |
|  | 警告！辐射。 具体说明请参考本节“2.2.4 操作注意事项”中的第7项。 | | |

2.2.1.2 手册相关

为提醒用户安全操作仪器及关注相关信息，产品手册中使用了以下安全警告标识，说明如下：



危险标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



警告标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



小心标识，若不可避免，会导致轻度或中度的人身和设备伤害。



注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。



提示标识，仪器及操作仪器的信息。

2.2.2 操作状态和位置

操作仪器前请注意：

- 1) 除非特别声明，1431A 手持式射频信号发生器的操作环境需满足：平稳放置仪器，室内操作。操作仪器时所处的海拔高度最大不超过 4600 米，运输仪器时，海拔高度最大不超过 4500 米。实际供电电压允许在标注电压的 $\pm 10\%$ 范围内变化，供电频率允许在标注频率的 $\pm 5\%$ 范围内变化。
- 2) 除非特别声明，仪器未做过防水处理，请勿将仪器放置在有水的表面、车辆、橱柜和桌子等不固定及不满足载重条件的物品上。请将仪器稳妥放置并加固在结实的物品表面（例如：防静电工作台）。
- 3) 请勿将仪器放置在容易形成雾气的环境，例如在冷热交替的环境移动仪器，仪器上形成的水珠易引起电击等危害。
- 4) 请勿将仪器放置在散热的物品表面（例如：散热器）。操作环境温度不要超过产品相关指标说明部分，产品过热会导致电击、火灾等危险。
- 5) 请勿随便通过仪器外壳上的开口向仪器内部塞入任何物体，或者遮蔽仪器上的槽口或开口，因为它们的作用在于使仪器内部通风、防止仪器变得过热。

2.2.3 用电安全

仪器的用电注意事项：

- 1) 仪器加电前，需保证实际供电电压需与仪器标注的供电电压匹配。若供电电压改变，需同步更换仪器保险丝型号。
- 2) 参照仪器后面板电源要求，采用三芯电源线，使用时保证电源地线可靠接地，浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏，甚至对操作人员造成伤害。
- 3) 请勿破坏电源线，否则会导致漏电，损坏仪器，甚至对操作人员造成伤害。若使用外加电源线或接线板，使用前需检查以保证用电安全。
- 4) 若供电插座未提供开/关电开关，若需对仪器断电，可直接拔掉电源插头，为此需保证电源插头可方便的实现插拔。
- 5) 请勿使用损坏的电源线，仪器连接电源线前，需检查电源线的完整性和安全性，并合理放置电源线，避免人为因素带来的影响，例如：电源线过长绊倒操作人员。
- 6) 仪器需使用 TN/TT 电源网络，其保险丝最大额定电流 16A（若使用更大额定电流的保险丝需与厂家商讨确定）。
- 7) 保持插座整洁干净，插头与插座应接触良好、插牢。
- 8) 插座与电源线不应过载，否则会导致火灾或电击。
- 9) 若在电压 $V_{rms} > 30\text{ V}$ 的电路中测试，为避免仪器损伤，应采取适当保护措施（例如：使用合适的测试仪器、加装保险丝、限定电流值、电隔离与绝缘等）。
- 10) 仪器需符合 IEC60950-1/EN60950-1 或 IEC61010-1/EN 61010-1 标准，以满足连接 PC 机或工控机。

2.2 安全使用指南

- 11) 除非经过特别允许, 不能随意打开仪器外壳, 这样会暴露内部电路和器件, 引起不必要的损伤。
- 12) 若仪器需要固定在测试地点, 那么首先需要具备资质的电工安装测试地点与仪器间的保护地线。
- 13) 采取合适的过载保护, 以防过载电压 (例如由闪电引起) 损伤仪器, 或者带来人员伤害。
- 14) 仪器机壳打开时, 不属于仪器内部的物体, 不要放置在机箱内, 否则容易引起短路, 损伤仪器, 甚至带来人员伤害。
- 15) 除非特别声明, 仪器未做过防水处理, 因此仪器不要接触液体, 以防损伤仪器, 甚至带来人员伤害。
- 16) 仪器不要处于容易形成雾气的环境, 例如在冷热交替的环境移动仪器, 仪器上形成的水珠易引起电击等危害。

2.2.4 操作注意事项

- 1) 仪器操作人员需要具备一定的专业技术知识, 以及良好的心理素质, 并具备一定的应急处理反映能力。
- 2) 移动或运输仪器前, 请参考本节“2.2.7 运输”的相关说明。
- 3) 仪器生产过程中不可避免的使用可能会引起人员过敏的物质 (例如: 镍), 若仪器操作人员在操作过程中出现过敏症状 (例如: 皮疹、频繁打喷嚏、红眼或呼吸困难等), 请及时就医查询原因, 解决症状。
- 4) 拆卸仪器做报废处理前, 请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”的相关说明。
- 5) 射频类仪器会产生较高的电磁辐射, 此时, 孕妇和带有心脏起搏器的操作人员需要加以特别防护, 若辐射程度较高, 可采取相应措施移除辐射源以防人员伤害。
- 6) 若发生火灾, 损坏的仪器会释放有毒物质, 为此操作人员需具备合适的防护设备 (例如: 防护面罩和防护衣), 以防万一。
- 7) 激光产品上需根据激光类别标识警告标志, 因为激光的辐射特性及此类设备都具备高强度的电磁功率特性, 会对人体产生伤害。若该产品集成了其它激光产品 (例如: CD/DVD 光驱), 为防止激光束对人体的伤害, 除产品手册描述的设置和功能外, 不会提供其他功能。
- 8) 电磁兼容等级 (符合 EN 55011/CISPR 11、EN 55022/CISPR 22 及 EN 55032/CISPR 32 标准)
 - A 级设备:

除住宅区和低压供电环境外, 该设备均可使用。

注: A 级设备适用于工业操作环境, 因其对住宅区产生无线通信扰动, 为此操作人员需采取相关措施减少这种扰动影响。
 - B 级设备:

适用于住宅区和低压供电环境的设备。

2.2.5 维护

- 1) 只有授权的且经过专门技术培训的操作人员才可以打开仪器机箱。进行此类操作前，需断开电源线的连接，以防损伤仪器，甚至人员伤害。
- 2) 仪器的修理、替换及维修时，需由厂家专门的电子工程师操作完成，且替换维修的部分需经过安全测试以保证产品的后续安全使用。

2.2.6 电池与电源模块

电池与电源模块使用前，需仔细阅读相关信息，以免发生爆炸、火灾甚至人身伤害。某些情况下，废弃的碱性电池（例如：锂电池）需按照 EN 62133 标准进行处理。关于电池的使用注意事项如下：

- 1) 请勿损坏电池。
- 2) 勿将电池和电源模块暴露在明火等热源下；存储时，避免阳光直射，保持清洁干燥；并使用干净干燥的柔软棉布清洁电池或电源模块的连接端口。
- 3) 请勿短路电池或电源模块。由于彼此接触或其它导体接触易引起短路，请勿将多块电池或电源模块放置在纸盒或者抽屉中存储；电池和电源模块使用前请勿拆除原外包装。
- 4) 电池和电源模块请勿遭受机械冲撞。
- 5) 若电池泄露液体，请勿接触皮肤和眼睛，若有接触请用大量的清水冲洗后，及时就医。
- 6) 请使用厂家标配的电池和电源模块，任何不正确的替换和充电碱性电池（例如：锂电池），都易引起爆炸。
- 7) 废弃的电池和电源模块需回收并与其它废弃物品分开处理。因电池内部的有毒物质，需根据当地规定合理丢弃或循环利用。

2.2.7 运输

- 1) 若仪器较重请小心搬放，必要时借助工具（例如：起重机）移动仪器，以免损伤身体。
- 2) 仪器把手适用于个人搬运仪器时使用，运输仪器时不能用于固定在运输设备上。为防止财产和人身伤害，请按照厂家有关运输仪器的安全规定进行操作。
- 3) 在运输车辆上操作仪器，司机需小心驾驶保证运输安全，厂家不负责运输过程中的突发事件。所以请勿在运输过程中使用仪器，且应做好加固防范措施，保证产品运输安全。

2.2.8 废弃处理/环境保护

- 1) 请勿将标注有电池或者蓄电池的设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集，且在合适的收集地点或通过厂家的客户服务中心进行废弃处理。
- 2) 请勿将废弃的电子设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集。厂家有权利和责任帮助最终用户处置废弃产品，需要时，请联系厂家的客户服务中心做相应处理以免破坏环境。
- 3) 产品或其内部器件进行机械或热再加工处理时，或许会释放有毒物质（重金属灰尘例如：铅、铍、镍等），为此，需要经过特殊训练具备相关经验的技术人员进行拆卸，以免造成人身伤害。
- 4) 再加工过程中，产品释放出来的有毒物质或燃油，请参考生产厂家建议的安全操作规则，采用特定的方法进行处理，以免造成人身伤害。

3 使用入门

本章介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的使用前注意事项、前面板和顶部说明、常用基本测量方法及存储/调用工作状态等。以使用户初步了解仪器本身和测量过程。该章节包含的内容与快速入门手册相关章节一致。

- [准备使用](#) 13
- [前面板和顶部说明](#) 24
- [基本测量方法](#) 29
- [存储/调用工作状态](#) 36

3.1 准备使用

- [操作前准备](#) 13
- [例行维护](#) 23

3.1.1 操作前准备

本章介绍了 1431A 手持式射频信号发生器初次设置使用前的注意事项。

警告

防止损伤仪器

为避免电击、火灾和人身伤害：

- 请勿擅自打开机箱。
- 请勿试图拆开或改装本手册未说明的任何部分。若自行拆卸，可能会导致电磁屏蔽效能下降、机内部件损坏等现象，影响产品可靠性。若产品处于保修期内，我方不再提供无偿维修。
- 认真阅读本手册“[2.2 安全使用指南](#)”章节中的相关内容，及下面的操作安全注意事项，同时还需注意数据页中涉及的有关特定操作环境要求。

注意

静电防护

注意工作场所的防静电措施，以避免对仪器带来的损害。具体请参考手册“[2.2 安全使用指南](#)”章节中的相关内容。

注意

操作仪器时请注意：

不恰当的操作位置或测量设置会损伤仪器或其连接的仪器。仪器加电前请注意：

- 为保证风扇叶片未受阻及散热孔通畅，仪器距离墙壁至少 10cm，并确保所有风扇通风口均畅通无阻；
- 保持仪器干燥；
- 平放、合理摆放仪器；
- 环境温度符合数据页中标注的要求；
- 端口输入信号功率符合标注范围；
- 信号输出端口正确连接，不要过载。

提示

电磁干扰（EMI）的影响：

电磁干扰会影响测量结果，为此：

- 选择合适的屏蔽电缆。例如，使用双屏蔽射频/网络连接电缆；
- 请及时关闭已打开且暂时不用的电缆连接端口或连接匹配负载到连接端口；
- 参考注意数据页中的电磁兼容（EMC）级别标注。

| | |
|-----------------|----|
| ● 开箱..... | 14 |
| ● 环境要求..... | 15 |
| ● 初次加电..... | 17 |
| ● 正确使用连接器..... | 17 |
| ● 电池的安装与更换..... | 20 |
| ● 用户检查..... | 22 |

3.1.1.1 开箱

1) 外观检查

步骤 1. 检查外包装箱和仪器防震包装是否破损，若有破损保存外包装以备用，并按照下面的步骤继续检查。

步骤 2. 开箱，检查主机和随箱物品是否有破损；

步骤 3. 按照表 3.1 仔细核对以上物品是否有误；

步骤 4. 若外包装破损、仪器或随箱物品破损或有误，严禁通电开机！请根据封面中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

注意

搬移：因仪器和包装箱较重，移动时，应由两人合力搬移，并轻放。

2) 型号确认

表 3.1 1431A 随箱物品清单

| 名称 | 数量 | 功能 |
|--------------------|----|----------------|
| 主机： | | |
| ◇ 1431A 手持式射频信号发生器 | 1 | — |
| 标配： | | |
| ◇ 标准三相电源线 | 1 | — |
| ◇ 电源适配器 | 1 | — |
| ◇ 用户手册 | 2 | — |
| ◇ 装箱清单 | 1 | — |
| 选件： | | |
| ◇ 英文选件 | 1 | 英文菜单、软按键等，用于出口 |
| ◇ USB 功率测量功能选件 | 1 | 实现 USB 功率计测量功能 |
| ◇ 内置可充电锂离子电池 | 1 | 可充电电池 |
| ◇ 功能背包 | 1 | 用于仪器携带 |
| ◇ 安全仪器运输箱 | 1 | 用于仪器安全运输 |

3.1.1.2 环境要求

1431A 手持式射频信号发生器的操作场所应满足下面的环境要求：

1) 操作环境

操作环境应满足下面的要求：

表 3.2 1431A 操作环境要求

| | |
|-----------|--------------|
| 工作温度范围 | 0°C ~ 50°C |
| 存储温度范围 | -40°C ~ 70°C |
| 低气压（海拔高度） | 0 ~ 4,600 米 |

注意

上述环境要求只针对仪器的操作环境因素，而不属于技术指标范围。



由于整机配备电池存储温度范围为 $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，因此整机在高温带电池时不要长时间连续工作，以免内部温度过高带来危险，建议采用适配器供电。

2) 电源线的选择

1431A 手持式射频信号发生器采用符合国际安全标准的三芯电源线。使用时，插入带有保护地的合适电源插座，以便电源线将仪器的机壳接地。推荐使用随机携带的电源线。在更换电源线时，建议使用同类型的 250V/10A 电源线。

3) 供电要求

1431A 手持式射频信号发生器可采用三种方式供电：

a) 交流电源、适配器供电

采用交流供电时必须使用随机配备的 AC-DC 适配器。适配器的输入为 100 ~ 240V、50/60Hz 交流电。

在用背包运输和携带过程中，为了避免仪器过热，请不要将 AC-DC 适配器与测试仪相连。

AC-DC 适配器电压输入范围较宽，使用时请确保供电电压在下表要求的范围以内。

表 3.3 电源要求

| 电源参数 | 适应范围 |
|---------|-------------|
| 输入电压 | 100V~240VAC |
| 额定输入电流 | 1.7A |
| 工作频率 | 50/60Hz |
| 输出电压/电流 | 15.0V/4.0A |

b) 直流电源供电

电压：15V

电流：3A（最小）

c) 内置电池供电

可使用可充电锂离子电池进行供电。电池如果长时间闲置不用，自身会放电，再次使用前须先对电池充电。随机配装电池的基本参数如下：

标称电压：10.8V

标称容量： $\geq 8800\text{mA}$

4) 静电防护

静电对电子元器件和设备有极大的破坏性，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 $1\text{M}\Omega$ 的对地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏：

- 保证所有仪器正确接地，防止静电生成；
- 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或采取其他防静电措施。
- 将电缆连接到仪器进行测试之前，一定要使电缆的中心导体首先接地。可以通过以下步骤来实现：在电缆的一端连上短路器使电缆的中心导体和外导体短路，当佩带防静电腕带时，抓紧电缆连接器的外壳，连好电缆的另一端，然后去掉短路器。

5) 输出端口保护

1431A 手持式射频信号发生器射频端口标准阻抗是 50Ω ，因此使用过程中应严格按照端口要求端接合适的负载阻抗，防止损坏后级电路。

3.1.1.3 初次加电

将 1431A 使用电源适配器外接供电，观察此时前面板的电源指示灯为黄色，表示待机电源工作正常。将前面板软电源开关轻按 3 秒钟以上，观察前面板电源指示灯变为绿色，显示器背光灯点亮，显示启动过程大约需等待 30 秒，显示正常开机状态界面。开机预热 10 分钟后，显示界面内应无任何告警指示。

注：指示灯“闪烁”表示内部电池电量未满，正在充电。

3.1.1.4 正确使用连接器

在信号发生器进行各项测试过程中，经常会用到连接器，尽管测试电缆和信号发生器测量端口的连接器都是按照最高的标准进行设计制造，但是所有这些连接器的使用寿命都是有限的。由于正常使用时不可避免的存在磨损，导致连接器的性能指标下降甚至不能满足测量要求，因此正确的进行连接器的维护和测量连接不但可以获得精确的、可重复的测量结果，还可以延长连接器的使用寿命，降低测量成本，在实际使用过程中需注意以下几个方面：

1) 连接器的检查

在进行连接器检查时，应该佩带防静电腕带，建议使用放大镜检查以下各项：

- a) 电镀的表面是否磨损，是否有深的划痕；
- b) 螺纹是否变形；
- c) 连接器的螺纹和接合表面上是否有金属微粒；
- d) 内导体是否弯曲、断裂；
- e) 连接器的螺套是否旋转不良。



连接器检查防止损坏仪器端口

任何已损坏的连接器即使在第一次测量连接时也可能损坏与之连接的良好连接器，为保护信号发生器本身的各个接口，在进行连接器操作前务必进行连接器的检查。

3.1 准备使用

2) 连接方法

测量连接前应该对连接器进行检查和清洁，确保连接器干净、无损。连接时应佩带防静电腕带，正确的连接方法和步骤如下：

步骤 1. 如图 3.1，对准两个互连器件的轴心，保证阳头连接器的插针同心地滑移进阴头连接器的接插孔内。



图 3.1 互连器件的轴心在一条直线上

步骤 2. 如图 3.2，将两个连接器平直地移到一起，使它们能平滑接合，旋转连接器的螺套（注意不是旋转连接器本身）直至拧紧，连接过程中连接器间不能有相对的旋转运动。

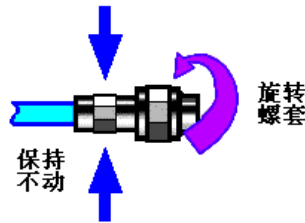


图 3.2 连接方法

步骤 3. 如图 3.3，使用力矩扳手拧紧完成最后的连接，注意力矩扳手不要超过起始的折点，可使用辅助的扳手防止连接器转动。

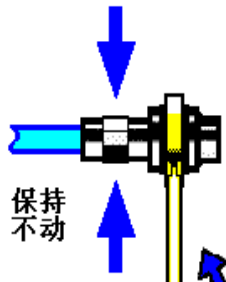


图 3.3 使用力矩扳手完成最后连接

3) 断开连接的方法

- 步骤 1.** 支撑住连接器以防对任何一个连接器施加扭曲、摇动或弯曲的力量；
- 步骤 2.** 可使用一支开口扳手防止连接器主体旋转；
- 步骤 3.** 利用另一支扳手拧松连接器的螺套；
- 步骤 4.** 用手旋转连接器的螺套，完成最后的断开连接；
- 步骤 5.** 将两个连接器平直拉开分离。

4) 力矩扳手的使用方法

力矩扳手的使用方法如图 3.4 所示，使用时应注意以下几点：

- 使用前确认力矩扳手的力矩设置正确；
- 加力之前确保力矩扳手和另一支扳手（用来支撑连接器或电缆）相互间夹角在 90° 以内；
- 轻抓住力矩扳手手柄的末端，在垂直于手柄的方向上加力直至达到扳手的折点。

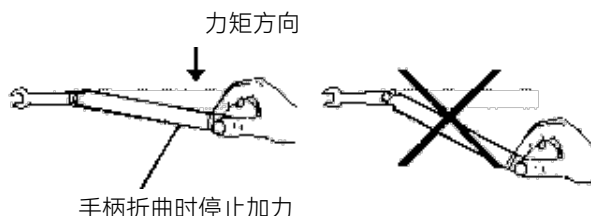


图 3.4 力矩扳手的使用方法

5) 连接器的使用和保存

- a) 连接器不用时应加上保护护套；
- b) 不要将各种连接器、空气线和校准标准散乱的放在一个盒子内，这是引起连接器损坏的一个最常见原因；
- c) 使连接器和信号发生器保持相同的温度，用手握住连接器或用压缩空气清洁连接器都会显著改变其温度，应该等连接器的温度稳定下来后再使用它进行校准；
- d) 不要接触连接器的接合平面，皮肤的油脂和灰尘微粒很难从接合平面上去除；
- e) 不要将连接器的接触面向下放到坚硬的台面上，与任何坚硬的表面接触都可能损坏连接器的电镀层和接合表面；
- f) 佩带防静电腕带并在接地的导电工作台垫上工作，这可以保护分析仪和连接器免受静电释放的影响。

6) 连接器的清洁

清洁连接器时应该佩带防静电腕带，按以下步骤清洁连接器：

- a) 使用清洁的低压空气清除连接器螺纹和接合平面上的松散颗粒，对连接器进行彻底检查，如果需要进一步的清洁处理，按以下步骤进行；
- b) 用异丙基酒精浸湿（但不浸透）不起毛的棉签；
- c) 使用棉签清除连接器接合表面和螺纹上的污物和碎屑。当清洁内表面时，注意不要对中心的内导体施加外力，不要使棉签的纤维留在连接器的中心导体上；
- d) 让酒精挥发，然后使用压缩空气将表面吹干净；
- e) 检查连接器，确认没有颗粒和残留物；
- f) 如果经过清洁后连接器的缺陷仍明显可见，表明连接器可能已经损坏，不应该再使用，并在进行测量连接前确认连接器损坏的原因。

7) 适配器的使用

当信号发生器的测量端口和使用的连接器类型不同时，必须使用适配器才能进行测量连

3.1 准备使用

接, 另外即使信号发生器的测量端口和被测件端口的连接器类型相同, 使用适配器也是一个不错的主意。这两种情况都可以保护测量端口, 延长其使用寿命, 降低维修成本。将适配器连接到信号发生器的测量端口前应对其进行仔细的检查 and 清洁, 应该使用高质量的适配器, 减小失配对测量精度的影响。

8) 连接器的接合平面

1431 测量中的一个重要概念是参考平面, 对于分析仪来说, 它是所有测量的基准参考面。在进行校准时, 参考平面被定义为测量端口和校准标准接合的平面, 良好连接和校准取决于连接器间在接合面的各点上是否可以完全平直的接触。

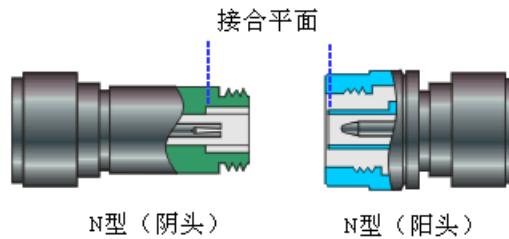


图 3.5 校准平面

3.1.1.5 电池的安装与更换

1) 电池说明

1431A 手持式射频信号发生器配备了一块大容量可充电锂离子电池, 1431A 续航能力可达 3 小时以上。为便于长时间外场测试, 避免电池电量不足导致测试中断, 用户还可以购买备用电池, 建议购买与随机电池同一型号电池。

注意

电池维护

为了保证电池寿命, 在运输和长时间存放时, 应将电池从电池仓中取出, 并且尽量不要使电池电量 $<5\%$, 否则可能会导致电池无法充电。

2) 电池安装与更换

1431A 手持式射频信号发生器配备了一块大容量可充电锂离子电池, 续航能力可达 3 小时以上。用户还可以再购买备用电池, 以备长时间外场测试, 避免电池电量不足导致测试中断。为了保证电池寿命, 在运输和长时间存放时, 应将电池从电池仓中取出。电池仓在信号发生器的底部, 电池盖在机身右下侧面位置, 电池的安装和更换请按照以下步骤进行。

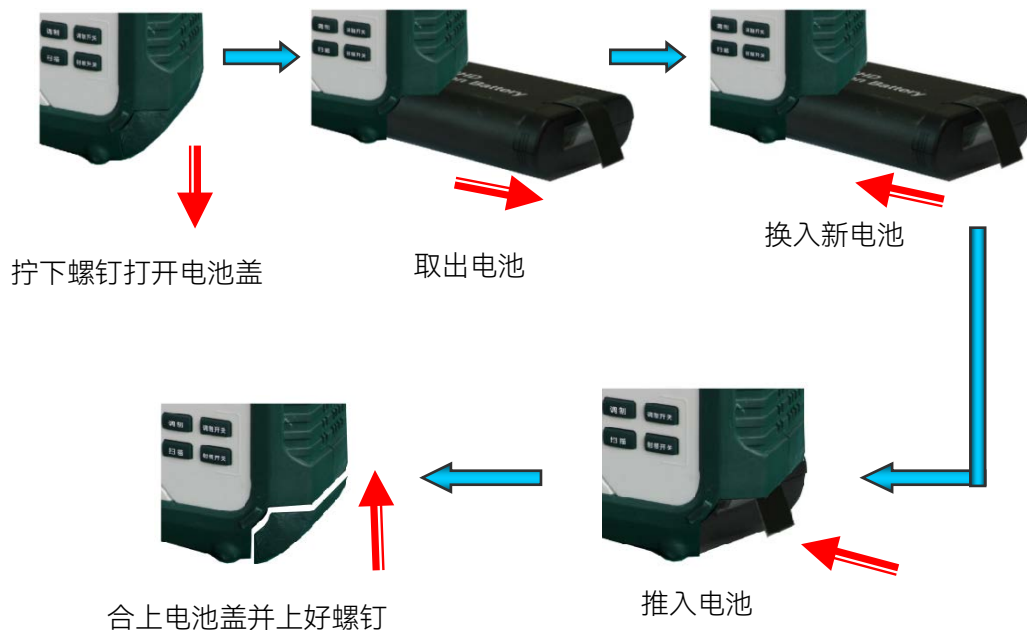


图 3.6 1431A 手持式射频信号发生器电池更换图解

3) 查看电池状态

1431A 手持式射频信号发生器随机提供电池一块，其满电量的电池 1431A 续航能力约为 3 小时。用户可按下面任一种方式查看电池状态：

- 查看系统状态栏上电池图标，大致查看出电池电量，在电池图标还剩 15% 时，请及时更换电池或进行充电。
- 取出电池，按压电池尾端白点处按钮，按钮上方指示灯将点亮以指示当前剩余电量。在指示灯还剩 1 盏亮时，请及时为电池充电。

4) 电池充电

1431A 手持式射频信号发生器在关机或工作情况下，均可为电池充电。充电步骤如下：

- 首先待充电电池装入机器中。
- 使用随机 AC-DC 适配器接通外部电源。
- 若在关机状态下充电，机器前面板左下角电源指示灯呈黄色并闪烁，表示电池正在充电，充电完成后指示灯呈黄色常亮状态；若在开机工作状态下充电，电源指示灯呈绿色并闪烁，表示电池正在充电，充电完成后指示灯呈绿色常亮状态。此时，仪器显示屏系统状态栏右侧电池图标将显示为满格。

此外，对于电量 > 5% 的电池，关机状态充电时间为 6 小时左右。

注意

电源指示灯

电源指示灯位于黄色电源开机键右下角。

3.1.1.6 用户检查

1431A 手持式射频信号发生器初次加电后，需要检查仪器是否工作正常，以备后续测量操作。

提示

前面板硬按键和菜单软按键说明

前面板硬按键和菜单软按键，在以下内容中的描述形式为：

- 1) 硬键描述形式：【XXX】，XXX 为硬键名称；
- 2) 软键描述形式：[XXX]，XXX 为软键名称。

若软键包括两种状态，那么被选中的数值的字体颜色改变且背景色加深的选项表示其状态有效。例如：[扫描时间 **手动** 自动]，表示扫描时间手动有效。

1) 信号发生器开机

将 1431A 手持式射频信号发生器使用电源适配器外接供电，观察此时前面板的电源指示灯为黄色，表示待机电源工作正常。将前面板软电源开关轻按 3 秒钟以上，观察前面板电源指示灯变为绿色，显示器背光灯点亮，显示启动过程大约需等待 30 秒，显示正常开机状态界面。开机预热 10 分钟后，显示界面内应无任何告警指示。

注：指示灯“闪烁”表示内部电池电量未满，正在充电。

2) 信号发生器关机

按下信号发生器前面板左下角的黄色电源开关键三秒钟左右，信号发生器将自动退出测量应用程序，关闭电源。

3) 初步检查

将 1431A 手持式射频信号发生器使用外接电源适配器供电，观察此时前面板的电源指示灯为黄色，表示待机电源工作正常。将前面板软电源开关轻按 3 秒钟以上，观察前面板电源指示灯变为绿色，显示器背光灯点亮，显示启动过程大约需等待 30 秒，显示正常开机状态界面。开机预热 10 分钟后，显示界面内应无任何告警指示。

注：指示灯“闪烁”表示内部电池电量未满，正在充电。

4) 详细检查

将 1431A 手持式射频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。如下设置仪器：

步骤 1. 按【频率】键进入频率配置窗口，此时频率输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值。键入 1，在输入数据完毕后，按右侧软键[GHz]结束输入，主频率参数显示区显示的参数会相应发生变化。也可以用旋钮和方向键改变输入的频率值；

步骤 2. 按【功率】键进入功率配置窗口，此时功率输入框会得到输入焦点，并显示当

前功率值。键入 0 后，显示区右侧会显示出功率的单位，按[dBm]结束输入，主功率参数显示区显示的参数会相应发生变化；

步骤 3. 按【射频开关】。在射频开关连接器上有射频信号之前，必须按【射频开关】键，确认射频开关指示从[射频关]变成[射频开]。如果输入的功率电平超出了信号发生器的稳幅功率范围，仪器右下角状态信息区域会显示不稳幅信息；

步骤 4. 按前面板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，若无任何告警指示，表明仪器工作正常；若有告警信息，表明仪器工作不正常，此时，请根据本手册中的封面二或者“6.3 返修方法”中提供的联系方式与我所服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

3.1.2 例行维护

该节介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的日常维护方法。

- 清洁方法.....23
- 测试端口维护.....24

3.1.2.1 清洁方法

1) 清洁仪器表面

清洁仪器表面时，请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机，断开与仪器连接的电源线；

步骤 2. 用干的或稍微湿润的软布轻轻擦拭表面，禁止擦拭仪器内部。

步骤 3. 请勿使用化学清洁剂，例如：酒精、丙酮或可稀释的清洁剂等。

2) 清洁显示器

使用一段时间后，需要清洁显示液晶显示器。请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机，断开与仪器连接的电源线；

步骤 2. 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦拭显示面板；

步骤 3. 再用干净柔软的棉布将显示擦干；

步骤 4. 待清洗剂干透后方可接上电源线。

注意

显示器清洁

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。

3.2 前面板和顶部说明

3.1.2.2 测试端口维护

1431A手持式射频信号发生器顶部有一个射频N型接口和四个SMA接头。若该接头损伤或内部存在灰尘会影响射频波段测试结果，请按照的下面的方法维护该类接头：

- 接头应远离灰尘，保持干净；
- 为防止静电泄露（ESD），不要直接接触接头表面；
- 不要使用损伤的接头；
- 请使用电吹风清洁接头，不要使用例如砂纸之类的工具研磨接头表面。

注意

端口阻抗匹配

1431A手持式射频信号发生器射频端口是N型接口。若连接不匹配阻抗连接器会损伤该接头。

3.2 前面板和顶部说明

该章节介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的前面板和顶部及操作界面的元素组成及其功能。

- [前面板说明](#) 24
- [顶部说明](#) 26

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的前面板组成及功能，前面板如下图所示：



图 3.7 前面板说明图

- 显示区.....25
- 数字键区.....24
- 功能键区.....26
- 复位键.....24
- 电源开关.....27
- 软键区.....27

3.2.1.1 显示区

显示区在仪器执行不同功能时，具有以下显示功能：显示仪器频率和功率信息；显示仪器的工作状态信息；在需要输入频率和功率等数据时显示当前输入的数据；显示系统设置信息及系统时间；显示仪器在扫描状态下的扫描进程；显示电池工作状态；具体介绍如下图所示：

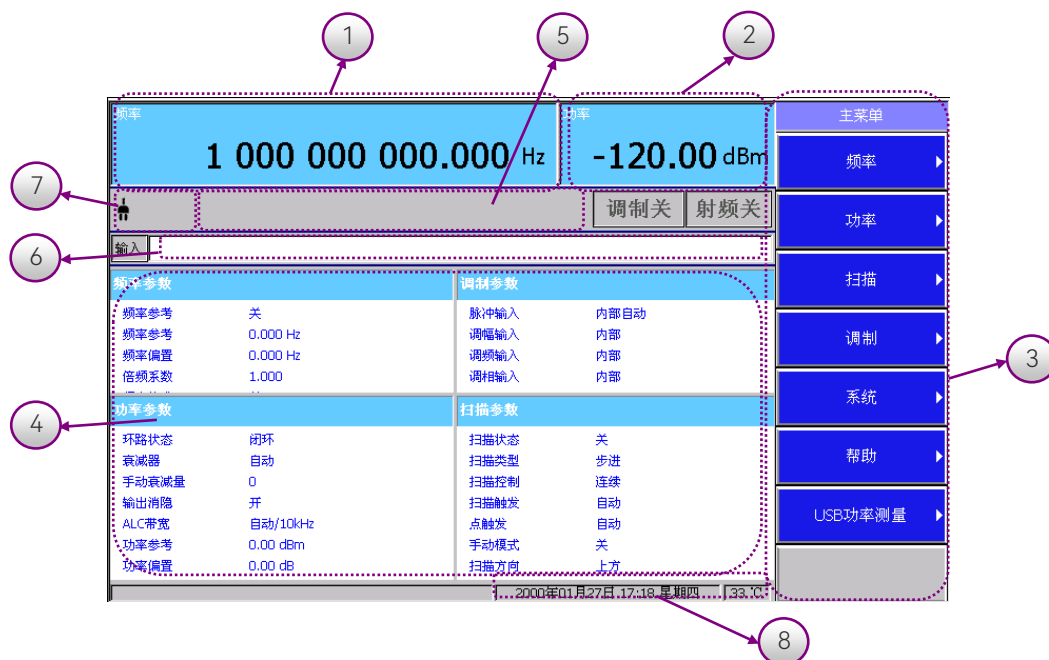


图 3.8 显示区

按照信息在屏幕上的位置，可以分为 8 个区域。其中，各个区域的功能介绍如下表所示。

3.4 显示屏显示区功能说明

| 序号 | 名称 | 说明 |
|----|------|---|
| 1 | 频率区域 | 显示当前频率设置。在使用频率偏置或倍频系数、打开频率参考时，这个区域中会给出提示。 |
| 2 | 幅度区域 | 显示当前功率电平设置。在使用功率偏置、打开幅度参考时，这个区域会给出提示。 |

3.4 (续 1) 显示屏显示区功能说明

| 序号 | 名称 | 说明 |
|----|----------|--|
| 3 | 软键菜单区域 | 该区域中的菜单定义了位于菜单右边的按键的功能。根据选择的功能，软键菜单会相应变化。 |
| 4 | 文字区域 | 显示信号发生器的状态信息。 |
| 5 | 状态信息区域 | 该区域显示简短的状态信息，如失锁、不稳幅、扫描、调幅、调频、脉冲等信息。 |
| 6 | 活动输入区域 | 该区域显示当前正在活动的功能。例如，如果频率是活动的功能，那么在这里将显示当前频率设置。 |
| 7 | 电源状态显示区域 | 该区域显示手持式射频信号发生器使用电源的工作状态以及电量的实时提醒。 |
| 8 | 时间温度显示区 | 该区域显示的是当前时间和手持式射频信号发生器机箱内部的实时温度，正确的时间可以在系统菜单下进行校准设置。 |

3.2.1.2 数字键区

数字键区包括方向键、旋钮、数字键、退格键、取消键和确认键。所有的输入都可由数字键区的按键和旋钮改变。其中，数字键区各按键的功能介绍如下表所示。

3.5 数字键区功能说明

| 序号 | 名称 | 说明 |
|----|-----|--|
| 1 | 方向键 | 上/下键用来增大或减小数值，该处没有左右键，上下键的步进值与每个参数的步进量相对应。 |
| 2 | 旋钮 | 用来增大或减小数值。旋钮顺时针转动变量增大，反之减小。旋钮可以和上/下键一起改变数值的大小，旋钮的步进量与上/下键相同。 |
| 3 | 数字键 | 置入数字（含负号）。 |
| 4 | 退格键 | 根据置数状态可以逐位撤消最后置入的数据。 |
| 5 | 取消键 | 取消当前置入的未生效的数据。 |
| 6 | 确认键 | 确认当前参数设置。 |

3.2.1.3 功能键区

功能键区位于屏幕下方，用于改变测量的参数设置，包括频率、功率、调制、扫描、调制开关和射频开关共六个按键，其中，功能键区各按键的功能介绍如下表所示。

表 3.6 功能键区功能说明

| 序号 | 名称 | 说明 |
|----|----|----------------|
| 1 | 频率 | 按下此键后进入频率配置窗口。 |
| 2 | 功率 | 按下此键后进入功率配置窗口。 |
| 3 | 调制 | 按下此键后进入调制配置窗口。 |
| 4 | 扫描 | 按下此键后进入扫描配置窗口。 |

表 3.6 (续 1) 功能键区功能说明

| 序号 | 名称 | 说明 |
|----|------|------------------|
| 5 | 调制开关 | 按下此键可以打开/关闭调制开关。 |
| 6 | 射频开关 | 按下此键可以打开/关闭射频开关。 |

3.2.1.4 复位键

按下此键后可以复位仪器，使仪器恢复到初始开机状态。

3.2.1.5 电源开关

用于信号发生器的开机和关机。使用外接电源适配器供电时，当仪器处于“待机”状态，电源开关附近黄色指示灯亮；长按电源开关 3 秒以上，指示灯变为绿色，表示仪器处于“工作”状态。工作状态下，长按电源开关 3 秒以上信号源关机。

注：指示灯“闪烁”，表示当前电池电量未滿，正在充电。

3.2.1.6 软键区

当按下某一个软键时，显示区将显示直接对应在软键左侧的软菜单名称，被选中的软键对应的字体颜色及背景色会以高亮显示。

3.2.2 顶部说明

本节介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的顶部组成及功能，1431A 手持式射频信号发生器的外围接口主要集中在顶层面板上，如下图所示，可分为电源接口、测试端口及数字接口三部分。顶部组成如下图所示。



图 3.9 顶部说明图

- 电源接口 28

3.2 前面板和顶部说明

- 测试端口28
- 数字接口28

3.2.2.1 电源接口

仪器供电接口，可通过利用 AC-DC 适配器的直流输出或外部直流电源为信号发生器供电。

外部电源接口内导体为正极，外导体接地。

3.2.2.2 测试端口

测试端口包括射频输出端口、脉冲输入、同步输出、监视输出、10MHz 输入/输出。其中，各测试端口的功能介绍如下表所示。

表 3.7 测试端口说明

| 序号 | 名称 | 说明 |
|----|-------------|--|
| 1 | 射频输出端口 | 用于信号的输出，1431A 的输出阻抗为 50Ω，接头形式为 N 型阴头。 |
| 2 | 脉冲输入 | 信号发生器的外部脉冲信号输入接口，SMA 阴头连接器，兼容 LVTTTL 电平。 |
| 3 | 同步输出 | 信号发生器的同步输出接口，SMA 阴头连接器，输出一个同步的、在内部和触发脉冲调制过程中额定值宽 40ns 的 TTL 的脉冲信号。 |
| 4 | 监视输出 | 信号发生器的监视输出接口，SMA 阴头连接器，输出 TTL 电平的脉冲信号。 |
| 5 | 10MHz 输入/输出 | 信号发生器的 10MHz 参考接口，SMA 阴型连接器，可外接其它设备的 10MHz 信号作为信号发生器的参考信号；也可将信号发生器内部 10MHz 参考信号输出，供外部设备使用。 |

3.2.2.3 数字接口

数字接口包括 USB 主口、USB 从口、LAN 接口。其中，各数字接口的功能介绍如下表所示。

表 3.8 数字接口说明

| 序号 | 名称 | 说明 |
|----|--------|--|
| 1 | USB 从口 | 信号发生器提供一个 B 型连接器（内嵌 4 触点：触点 1 在左边）用于连接 USB 主设备，如连接外部计算机，用于搭建系统的程控接口。 |

表 3.8 (续 1) 数字接口说明

| 序号 | 名称 | 说明 |
|----|--------|--|
| 2 | USB 主口 | 信号发生器提供两个A型连接器（内嵌4触点：触点1在左边）连接USB从设备，如USB存储设备、USB鼠标、键盘等，用于系统软件升级及备份数据等。 |
| 3 | LAN 接口 | 为一个10/100Mbps网络接口，可通过网线连接计算机（PC机），PC机通过程控指令或程控函数库对1431A信号发生器进行远程控制或数据传输。 |

3.3 基本测量方法

本节介绍了1431A手持式射频信号发生器的基本的设置和测量方法，包括：

- [基本设置说明](#)29
- [操作示例](#)30
- [主要配置场景说明](#)34

3.3.1 基本设置说明

本节介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的基本测量设置方法，后续的不同测量任务都会用到这些基本的测量设置方法。

1) 设置频率

把频率设为 1.234567GHz。

操作步骤：

- a) 按【频率】键进入频率配置窗口，此时频率输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值。键入 1.234567，在输入框输入数据完毕后，按右侧软键[GHz]结束输入，主频率参数显示区显示的参数会相应发生变化。也可以用旋钮和方向键改变输入的频率值。
- b) 按【射频开关】调制、射频快捷开关[射频关]。此时射频开关打开并且仪器显示区射频状态显示为[射频开]。在射频开关连接器上有射频信号之前，必须按【射频开关】键，确认射频开关指示从[射频关]变成[射频开]。

2) 设置功率

把功率设为 0dBm。

操作步骤：

- a) 按【功率】键进入功率配置窗口，此时功率输入框会得到输入焦点，并显示当前功率值。键入 0 后，显示区右侧会显示出功率的单位，按[dBm]结束输入，主功率参数显示区显示的参数会相应发生变化。也可以用旋钮和方向键改变输入的频率值。

3.3 基本测量方法

- b) 按【射频开关】调制、射频快捷开关 [射频关]。此时射频开关打开并且仪器显示区射频状态显示为[射频开]。在射频开关连接器上有射频信号之前，必须按【射频开关】键，确认射频开关指示从[射频关]变成[射频开]。

注：如果输入的功率电平超出了信号发生器的稳幅功率范围，仪器右下角状态信息区域会显示不稳幅信息。

3.3.2 操作示例

本节通过示例按步骤详细介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的一些常用且重要的基本设置和功能，目的是使用户快速了解仪器的特点、掌握基本测量方法。

首先，信号发生器按照下面的步骤完成操作前预准备工作：

- 步骤 1. 加电开机；
- 步骤 2. 进入系统后初始化设置；
- 步骤 3. 预热 10 分钟后；
- 步骤 4. 前面板操作主界面无任何错误信息提示后，再开始下面的操作。

基本的测量，主要包括：通过操作信号发生器的前面板用户界面，完成连续波射频信号的设置和输出，以及调制信号的设置和输出。按以下步骤信号发生器前面板射频输出端口即可输出相应的射频信号，并利用系统配置窗口保存用户状态。

- 步骤 1. 设置连续波射频信号的频率和功率参数。
- 步骤 2. 设置载波的调制参数。
- 步骤 3. 存储用户状态。

- [设置连续波射频输出.....30](#)
- [设置调制信号.....33](#)



3.3.2.1 设置连续波射频输出

- 1) 设置连续波射频输出频率为 1GHz，功率电平 0dBm

提示

仪器复位状态

根据用户需求可以把信号发生器复位条件设为用户指定的状态。但在以下实例中，使用出厂指定的复位状态。

- 步骤 1.  按【复位】，设置信号发生器为出厂指定状态。
- 步骤 2.  按【射频开关】→ 切换到 射频 开，输出射频信号。

步骤 3. 设置点频 1GHz，点频步进 1MHz:

- 按【频率】键进入频率配置窗口，此时频率输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值。键入 1，在输入框输入数据完毕后，按右侧软键[GHz]结束输入。
- 按【频率】键进入频率配置窗口，此时频率输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值，键入 1，在输入框输入数据完毕后，按右侧软键[MHz]结束输入。

步骤 4. 设置功率 0dBm，步进 1dB:

- 按【功率】键进入功率配置窗口，此时功率输入框会得到输入焦点，并显示当前功率值。键入 0 后，显示区右侧会显示出功率的单位，按[dBm]结束输入。
- 按【功率】键进入功率配置窗口，此时功率输入框会得到输入焦点，并显示当前功率值，然后点击功率步进输入框，键入 1 后，显示区右侧会显示出功率的单位，按[dB]结束输入。

提示**点频/功率输入框焦点顺序**

为方便用户输入，打开频率/功率配置窗口时，点频/功率输入框自动处于编辑状态。

提示**步进改变输入框参数**


输入框处于编辑状态时，也可以通过前面板旋轮或方向键步进改变输入的参数值。

提示**输入的功率电平超出了信号发生器的功率设置范围**


功率输入框自动限定其范围，显示最接近输入值的上下限值。如果输入的功率电平超出了信号发生器能产生的稳幅功率范围，状态指示区会显示“不稳幅”告警信息。

2) 设置连续波射频频率参考 1GHz，频率偏置 1MHz

打开频率参考时，频率类参数均是基于当前设置频率参考值的相对值。例如：主信息显示区显示频率是射频输出频率与频率参考值的差值。设置频率参考和频率偏置的步骤如下：

步骤 1. 

- 按【复位】，设置信号发生器为出厂指定状态。

步骤 2. 

- 按【射频开关】→ 切换到射频开，输出射频信号。

步骤 3. 设置点频 1GHz，频率步进 1MHz，步进增加输出频率 1MHz:

3.3 基本测量方法

- 按【频率】键进入频率配置窗口，此时频率输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值。键入 1，在输入框输入数据完毕后，按右侧软键[GHz]结束输入。
- 按【频率】键进入频率配置窗口，此时频率输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值，然后点击[点频步进]输入框，键入 1，在输入框输入数据完毕后，按右侧软键[MHz]结束输入。
- 按向上方向键步进增加输出频率 1MHz。
此时，主信息显示区显示功率值是 1.001 000 000 GHz。

步骤 4. 设置频率参考为 1GHz，频率偏置 1MHz：

- 按【频率】键进入频率配置窗口，此时频率输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值，然后点击[频率参考]输入框，键入 1，在输入框输入数据完毕后，按右侧软键[GHz]结束输入，然后点击[参考 开关]，切换到参考开。
- 点击[频率偏置]输入框，键入 1，在输入框输入数据完毕后，按右侧软键[MHz]结束输入，此时，主信息区显示频率值是 2.000 000 000MHz（输出频率（1GHz + 1MHz）减去频率参考（1GHz）加上频率偏置（1MHz））。

提示

频率上方标识“参考”“偏置”

若打开频率参考时，主信息区显示频率值上方标识“参考”。

若频率偏置值不为 0 时，主信息区显示频率值上方标识“偏置”。

若关闭频率参考或者频率偏置为 0，主信息区显示频率值是实际射频输出频率。

3) 设置连续波射频功率参考 0dBm，功率偏置 10dB

打开功率参考时，功率类参数均是基于当前设置功率参考值的相对值。例如：主信息区显示功率是射频输出功率与功率参考值的差值。

步骤 1.

- 按【复位】，设置信号发生器为出厂指定状态。

步骤 2.

- 按【射频开关】→ 切换到 射频 开，输出射频信号。

步骤 3. 设置功率 0dBm，功率步进 10dB，步进增加输出功率 10dB：

- 按【功率】键进入功率配置窗口，此时功率输入框会得到输入焦点，并显示当前功率值。键入 0 后，显示区右侧会显示出功率的单位，按[dBm]结束输入。
- 按【功率】键进入功率配置窗口，此时功率输入框会得到输入焦点，并显示当前功率值，然后点击功率步进输入框，键入 10 后，显示区右侧会显示出功率的单位，按[dB]结束输入。
- 按向上方向键步进增加输出功率 10dB。
此时，主信息显示区显示功率值是 10.00dBm。

步骤 4. 设置功率参考为 0dBm，功率偏置 10dB：

3.3 基本测量方法

- 按【功率】键进入功率配置窗口，此时功率输入框会得到输入焦点，并显示当前功率值，然后点击[功率参考]输入框，键入 0 后，显示区右侧会显示出功率的单位，按[dBm]结束输入，然后点击[参考 开 关]，切换到参考开。
- 点击[功率偏置]输入框，键入 10 后，显示区右侧会显示出功率的单位，按[dB]结束输入。此时，主信息显示区显示功率值是 20.00dBm (输出功率 (10dBm) 减去功率参考 (0dBm) 加上功率偏置 (10dB))。

提示

功率上方标识“参考”“偏置”

若打开功率参考，主信息区显示功率值上方标识“参考”。

若功率偏置不为 0，主信息区显示功率值上方标识“偏置”。

若关闭功率参考或者功率偏置为 0，主信息区显示功率是实际射频输出功率。

3.3.2.2 设置调制信号

1431A 手持式射频信号发生器具备幅度调制、频率调制、脉冲调制、相位调制这四种调制功能。本节以幅度调制和脉冲调制为例，介绍如何打开并设置调制信号。

1) 产生幅度调制信号

本振频率 3GHz，调制率 10kHz，调幅深度 90%

步骤 1. 设置信号发生器射频输出信号：

- 设置点频 3GHz，功率电平 0 dBm，【射频开关】开。

步骤 2. 设置调幅参数：

- 按【调制】键；
- 按[幅度调制]键；
- 按[线性调制深度]，输入 90 并按【确认】键确认；
- 按[调制率]，输入 10kHz；
- 信号发生器现在配置成以 3GHz 输出一个 0 dBm 的调幅载波，调幅深度设为 90%，调幅速率设为 10 kHz，波形形状为正弦波。

步骤 3. 启动幅度调制：

- 按[幅度调制 开/关]软键到开；
- 按前面板【射频开关】键到射频开状态；
- 按前面板【调制开关】键到调制开状态；
- 显示器状态显示区显示调制开、调幅和射频开指示，说明已经启动幅度调制，信号发生器正在从射频输出连接器输出幅度调制信号。

3.3 基本测量方法

2) 产生脉冲调制信号

本振频率 3GHz, 脉冲宽度 50us, 脉冲周期 100us

步骤 1. 设置信号发生器射频输出信号:

- 按【复位】硬键
- 设置点频 3GHz, 功率电平 0 dBm, 【射频开关】开。

步骤 2. 设置脉冲调制参数:

- 按【调制】键;
- 按[脉冲调制]软键;
- 设置脉冲宽度: 50us;
- 设置脉冲周期: 100us;
- 显示器状态显示区显示调制开、脉冲和射频开指示, 说明已经激活脉冲调制, 信号发生器正在从射频输出连接器输出脉冲调制信号。

3.3.3 主要配置场景说明

1431A 手持式射频信号发生器的功能配置模块对应各自的配置窗口, 集中管理相关的参数信息, 方便用户设置、编辑参数实现特定功能。功能配置窗口包括:

- [频率](#).....34
- [功率](#).....35

3.3.3.1 频率

频率窗口用来设置射频输出频率参数, 主要包括: 设置点频、点频步进、频率偏置、频率参考等参数。为方便用户输入, 设置点频输入框的选定顺序位于频率配置窗口所有控件的选定顺序的首位。按前面板【频率】键, 用户界面进入频率配置窗口。

所有频率功能, 接受赫兹 (Hz) 为单位的参数, 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。

本机在步进扫频方式下只能向上扫, 所以终止频率不能小于起始频率。如果输入的起始频率大于终止频率, 那么终止频率将自动调整为等于起始频率; 如果输入的终止频率小于起始频率, 那么起始频率将自动调整为与终止频率相同。

频率部分的设置参数项包括: 设置点频、点频步进、频率参考、参考开关、频率偏置、倍频系数等菜单。下面具体介绍各参数项意义及功能。

1) 设置点频

激活点频状态并允许设置点频频率。

2) 点频步进

设置频率步进值。点频输入框处于编辑状态时, 顺时针 (逆时针) 旋转旋钮, 按频率步进值增大 (减小) 点频。

3) 频率参考开关设置

设置是否打开频率参考。频率参考开关打开, 主信息显示区频率上方显示有“参考”标示。

4) 频率参考设置

设置相对频率参考, 范围为 XXXGHz 到 XXXGHz。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: 显示的输出频率 = 实际输出频率 - 参考。

5) 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 XXXHz 到 XXXGHz。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, 主信息显示区频率上方显示有“偏置”标示。

6) 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。缺省设置的频率倍频因子值为 1。频率倍频因子不为 1 时, 主信息显示区频率上方显示有“倍频”标示。

3.3.3.2 功率

功率窗口用来设置射频输出功率参数, 主要包括: 功率、功率步进、功率参考、功率偏置等参数。为方便用户输入, 功率输入框的选定顺序位于功率配置窗口所有控件的选定顺序的首位。按前面板【功率】键, 用户界面进入功率配置窗口。

功率部分的设置参数项包括: 功率、功率步进、功率参考、参考开关、功率偏置等菜单。下面具体介绍各参数项意义及功能。

1) 功率

功率编辑框, 激活功率状态并允许设置功率。

2) 功率步进

设置功率步进值。功率输入框处于编辑状态时, 顺时针(逆时针)旋转旋钮, 按功率步进值增大(减小)点频。

3) 功率参考开关设置

设置是否打开功率参考。功率参考开关打开, 主信息显示区功率上方显示有“参考”标示。

4) 功率参考设置

设置相对功率参考, 范围为 XXXdBm 到 XXXdBm。此操作不改变仪器的射频输出功率。

3.4 存储/调用工作状态

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) 功率偏置

设置功率偏置，可用于所有有关的功率参数。范围为 XXXdBm 到 XXXdBm。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：显示的输出功率 = 实际输出功率 + 偏置。功率偏置不为零时，主信息显示区功率上方显示有“偏置”标示。

3.4 存储/调用工作状态

本节介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的工作状态存储/调用。

- [仪器复位及状态保存.....36](#)

3.4.1 仪器复位及状态保存

1431A手持式射频信号发生器提供给用户加电复位状态的选项，作为开机测量时初始状态。通常仪器测量出错时，通过复位仪器状态还原仪器正常工作时初始状态。信号发生器复位状态的设置如下：

步骤 1. 按【系统】键。

步骤 2. 按[复位设置]。

步骤 3. 按[存储用户状态]。可将当前仪器状态保存至存储器。

步骤 4. 按[复位模式 厂家 用户]。如果厂家状态有效，信号发生器复位或重新启动时会调入厂家默认复位参数；如果用户状态有效，信号发生器复位或重新启动时会调入用户保存的参数。

4 操作指南

本章介绍了 1431A 手持式射频信号发生器的不同测量功能的操作方法，详细介绍了测量步骤。

- 功能操作指南.....37
- 高级操作指南.....41

4.1 功能操作指南

这部分介绍了 1431A 的基本设置功能的操作方法，包括：频率、功率、扫描、调制等。以示例具体说明设置步骤。

- 频率.....37
- 功率.....37
- 扫描.....38
- 调制.....39

4.1.1 频率

1431A 手持式射频信号发生器频率设置为 1.234567GHz。

步骤 1. 设置频率：

- 按【频率】键进入频率配置窗口，此时频率输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值。键入 1.234567，在输入框输入数据完毕后，按右侧软键[GHz]结束输入，主频率参数显示区显示参数会相应发生变化。也可以用旋钮和方向键改变输入的频率值。

步骤 2. 打开射频开关：

- 按【射频开关】。此时射频开关打开并且仪器显示区射频状态显示为[射频开]。在射频开关连接器上有射频信号之前，必须按【射频开关】硬键，确认射频开关指示从[射频关]变成[射频开]。

4.1.2 功率

1431A 手持式射频信号发生器功率设置为 0dBm。

步骤 1. 设置功率：

- 按【功率】键进入功率配置窗口，此时功率输入框会得到输入焦点，并显示当前功率值。键入 0 后，显示区右侧会显示出功率的单位，按[dBm]结束输入，主功率参数显示区显示参数会相应发生变化。也可以用旋钮和

4.1 功能操作指南

方向键改变输入的频率值。

步骤 2. 打开射频开关:

- 按【射频开关】。此时射频开关打开并且仪器显示区射频状态显示为[射频开]。在射频开关连接器上有射频信号之前，必须按【射频开关】硬键，确认射频开关指示从[射频关]变成[射频开]。

注：如果输入的功率电平超出了信号发生器的稳幅功率范围，仪器右下角状态信息区域会显示不稳幅信息。

4.1.3 扫描

扫描功能是信号发生器重要功能之一，1431A 手持式射频信号发生器中提供了两种扫描方式：步进扫描与列表扫描。下面举例依次说明步进和列表扫描方式的配置与实现方法。

- [步进扫描.....38](#)
- [列表扫描.....39](#)

4.1.3.1 步进扫描

扫描功能是信号发生器许多重要功能中的一种。在本信号发生器中提供了步进扫描和列表扫描两种扫描方式。

步骤 1. 设置扫描类型:

- 按【扫描】键；
- 按[扫描类型]软键，选择步进扫描选项；
- 按 [扫描] 软键，可选择频率扫，功率扫或频率功率扫；
- 此时系统工作在步进扫描状态，重复的进行从起始频率到终止频率的扫描。

步骤 2. 配置步进扫描参数:

- 按【扫描】键；
- 按[翻页]软键；
- 按[配置步进扫]软键；
- 可设置扫描的起始频率、终止频率、起始功率、终止功率、驻留时间、扫描点数。

步骤 3. 启动扫描:

- 按【扫描】键；
- 按 [扫描控制 单次 连续] 软键，激活(单次)软键；
- 此时信号发生器中断当前正在进行的连续扫，切换到单次扫描方式，按[执行单次扫描]软键，如果扫描触发和点触发都是自动状态，则执行一次完整的单次扫描。

4.1.2.2 列表扫描

步骤 1. 设置扫描类型:

- 按【扫描】键;
- 按[扫描类型]软键, 选择列表扫描;
- 按 [扫描] 软键, 可选择频率扫, 功率扫或频率功率扫;
- 此时系统工作在列表扫描状态, 重复地进行列表扫描。

步骤 2. 配置列表扫描参数:

- 按【扫描】键;
- 按[翻页]软键;
- 按[配置列表扫]软键;
- 按 [插入行] 软键可设置扫描的起始频率、终止频率、起始功率、终止功率、起始驻留时间、终止驻留时间、插入点数, 按[应用], 可插入列表项。

步骤 3. 启动扫描:

- 按【扫描】键;
- 按 [扫描控制 单次 连续] 软键, 激活(单次)软键;
- 此时信号发生器中断当前正在进行的连续扫, 切换到单次扫描方式, 按[执行单次扫描]软键, 如果扫描触发和点触发都是自动状态, 则执行一次完整的单次扫描。

4.1.4 调制

1431A 手持式射频信号发生器具备幅度调制、频率调制、脉冲调制、相位调制这四种调制功能。本节介绍如何打开并设置调制信号。

| | |
|-------------|----|
| ● 幅度调制..... | 39 |
| ● 频率调制..... | 40 |
| ● 脉冲调制..... | 40 |
| ● 相位调制..... | 41 |

4.1.4.1 幅度调制

产生幅度调制信号: 本振频率 3GHz, 调制率 10kHz, 调幅深度 90%。

步骤 1. 设置信号发生器射频输出信号:

- 按复位键, 设置点频 3GHz, 功率电平 0 dBm, 【射频开关】开。

步骤 2. 设置幅度调制深度和速率:

- 按【调制】键;
- 按[幅度调制]键;
- 按[线性调制深度], 输入 90 并按【确认】键确认;
- 按[调制率], 输入 10kHz。

4.1 功能操作指南

步骤 3. 打开调幅:

- 按[幅度调制 开/关]软键到开;
- 按前面板【射频开关】键到射频开状态;
- 按前面板【调制开关】键到调制开状态;
- 显示器状态显示区显示调制开、调幅和射频开指示,说明已经启动幅度调制,信号发生器正在从射频输出连接器输出幅度调制信号。

4.1.4.2 频率调制

产生频率调制信号:本振频率 3GHz,调制率 10kHz,调频频偏 100kHz

步骤 1. 设置信号发生器射频输出信号:

- 按复位键,设置点频 3GHz,功率电平 0 dBm,【射频开关】开。

步骤 2. 设置调频参数:

- 按【调制】键;
- 按[频率调制]键;
- 按[调频偏移]键,输入 100kHz;
- 按[调制率]键,输入 10kHz。

步骤 3. 打开调频:

- 按[频率调制 开/关]到开;
- 按【射频开关】键到射频开状态;
- 按前面板【调制开关】键到调制开状态;
- 显示器状态显示区显示调频、调制开和射频开指示,说明已经激活频率调制,信号发生器正在从射频输出连接器输出频率调制信号。

4.1.4.3 脉冲调制

产生脉冲调制信号:本振频率 3GHz,脉冲宽度 50 μ s,脉冲周期 100 μ s

步骤 1. 设置信号发生器射频输出信号:

- 按复位键,设置点频 3GHz,功率电平 0 dBm,【射频开关】开。

步骤 2. 设置脉冲调制参数:

- 按【调制】键;
- 按[脉冲调制]软键;
- 按[脉冲周期],输入 100 μ s;
- 按[脉冲宽度],输入 50 μ s。

步骤 3. 打开脉冲调制:

- 按[脉冲调制 开/关]到开状态;
- 按【射频开关】到射频开状态;
- 按【调制开关】键到调制开状态;
- 显示器状态显示区显示调制开、脉冲和射频开指示,说明已经激活脉冲调

制，信号发生器正在从射频输出连接器输出脉冲调制信号。

4.1.4.4 相位调制

产生相位调制信号：本振频率 3GHz，频偏为 10rad，速率为 10 kHz。

步骤 1. 设置信号发生器射频输出信号：

- 按复位键，设置点频 3GHz，功率电平 0 dBm，【射频开关】开。

步骤 2. 设置相位调制参数：

- 按【调制】键；
- 按[相位调制]键；
- 按[调相偏移]键，输入 10rad；
- 按[调制率]键，输入 10kHz。

步骤 3. 打开相位调制：

- 按[相位调制 开/关]到开；
- 按【射频开关】键到射频开状态；
- 按前面板【调制开关】键到调制开状态；
- 显示器状态显示区显示调相、调制开和射频开指示，说明已经激活相位调制，信号发生器正在从射频输出连接器输出相位调制信号。

4.2 高级操作指南

这部分介绍了 1431A 手持式射频信号发生器相对复杂一些的测量操作过程。

- [选择环路带宽.....41](#)
- [创建和应用用户平坦度校准阵列.....41](#)

4.2.1 选择环路带宽

在内部稳幅方式下，信号发生器在 RF 输出前采用自动电平控制(ALC)电路。ALC 带宽共有四个选项：1kHz,10kHz, 100kHz 和自动。在自动模式下，信号发生器根据配置和设置自动选择 ALC 带宽。

按【功率】> [翻页]> [ALC 带宽]，可选择 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz，使用特定选择替代信号发生器的自动 ALC 带宽选择。有限带宽或窄带宽会加长 ALC 取样时间，更精确地表示信号的 RMS 值。

4.2.2 创建和应用用户平坦度校准阵列

创建平坦度校准阵列的基本操作方法有两个。第一个方法是用支持程控接口的计算机运行外控程序，连接功率计和信号发生器进行校准。第二个方法是手动输入校准值。下面用例子来说明用户平坦度校准功能。

4.2 高级操作指南

步骤 1. 自动执行用户平坦度校准:

- 完成功率计/探头校准、校零后，如图 4.1 连接仪器。
- 在外控计算机上执行虚拟面板程序，点击虚拟按键进入用户功率平坦度校准界面，如图 4.2。
- 编辑起始频率、终止频率、步进频率，然后点击“生成列表”可按照设置生成列表。校准设置选择测量功率和功率计，然后点击“开始校准”实现列表数据的校准并将结果显示在列表中，点击“发送列表”实现发送校准结果到仪器。

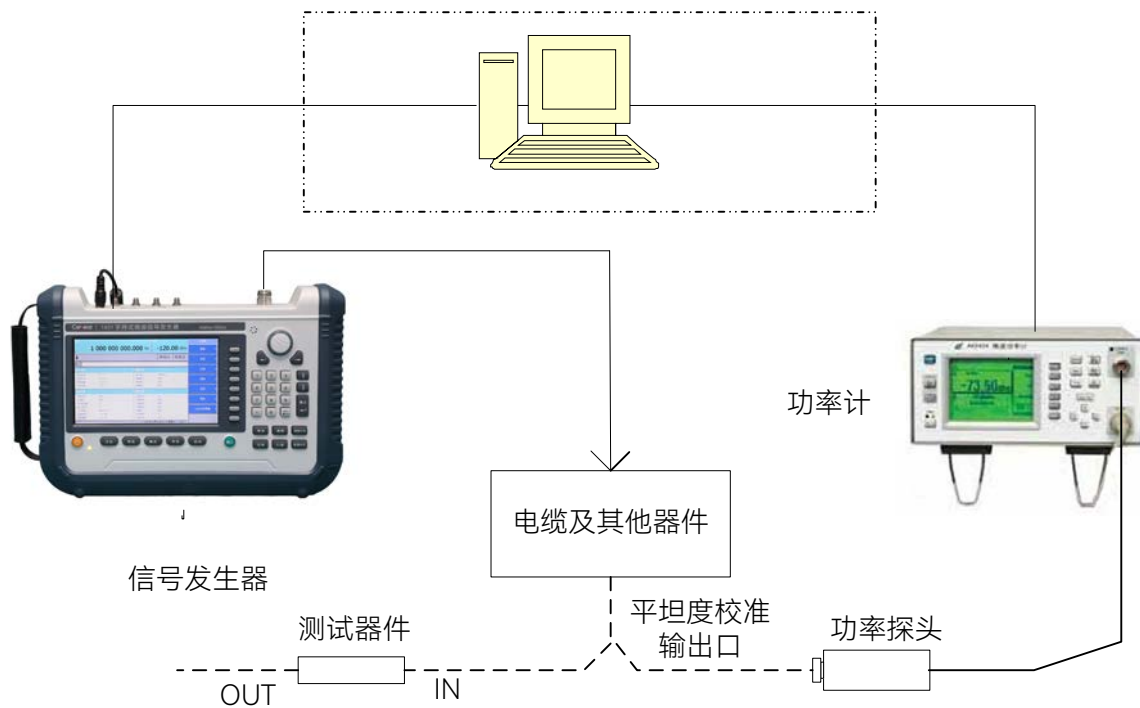


图 4.1 用户平坦度自动校准

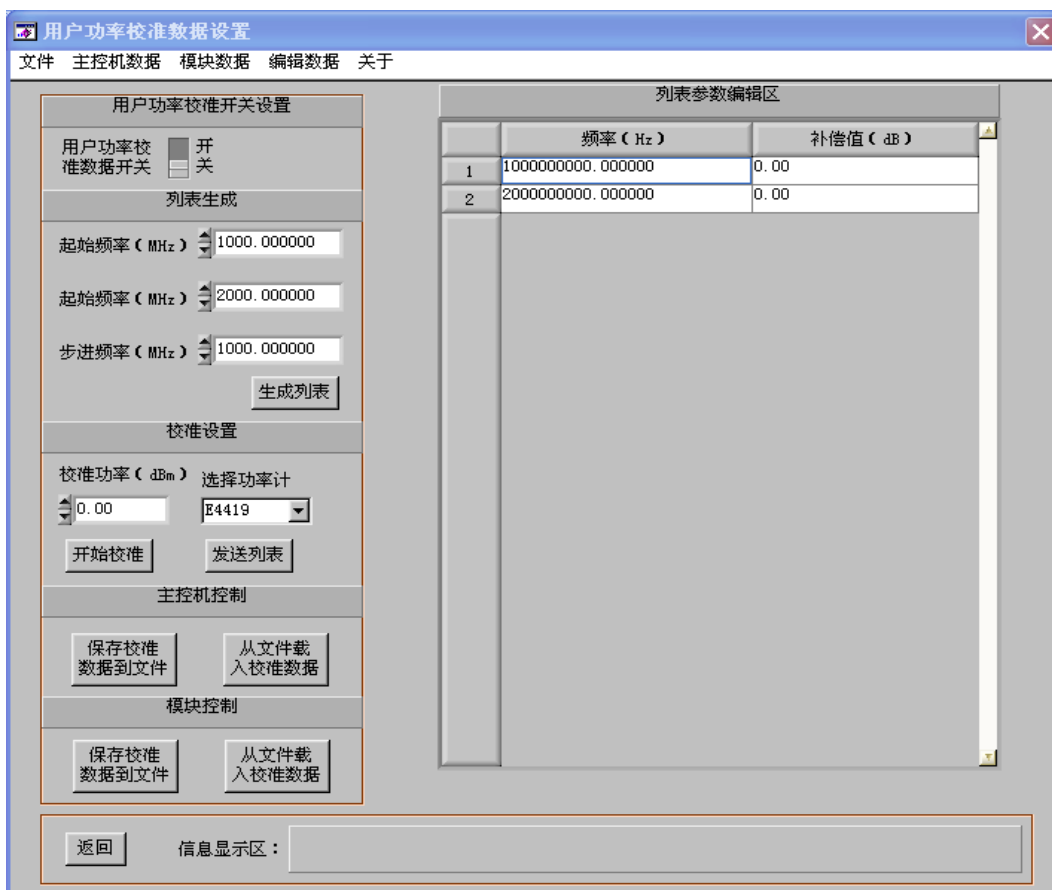


图 4.2 用户功率校准面板

步骤 2. 手动输入用户平坦度校准值:

- 按【功率】键，[翻页]，选择[用户校准]软键
- 按[插入行] > [起始频率] > [1][GHz]，[终止频率] > [2][GHz]，[起始功率偏置] > [2][dB]，[终止功率偏置] > [2][dB]，[插入点数] > [5][确定]，[应用]。
- 这样就得到一个有 5 个校准点的列表
- 索引 频率 功率偏置
- 0 1000000000.000 2.00
- 1 1250000000.000 2.00
- 2 1500000000.000 2.00
- 3 1750000000.000 2.00
- 4 2000000000.000 2.00
- 按【返回】 > [平坦度数据 关 开]，用户平坦度校准使能，处于激活状态。
- 如果要对校准阵列进行修改，继续执行【功率】 > [翻页 1/2] > [用户校准] 下[设置行]，[插入行]，[删除行]，[填充列]菜单下相应功能。
- 按【功率】 > [翻页 1/2] > [用户校准] > [存储数据]，存储用户校准阵列。下次开机后可以执行【功率】 > [翻页 1/2] > [用户校准] > [调用数据]恢复校准阵列。

5 菜单

1431A 手持式射频信号发生器软件操作界面的菜单部分包含 6 组菜单功能,分别是:“频率”、“功率”、“调制”、“扫描”、“系统”以及“帮助”。本章依次说明每组菜单结构和各功能项。

注:由于功率测量只有外接 USB 功率探头时才可以使⤵用,当探测到 USB 功率探头接入时,显示界面会显示功率测量窗口,通过 USB 功率测量菜单可以设置[频率]、[平均]、[校零]等功率测量参数。

本节详细介绍菜单项功能,参数等信息。

| | |
|------|----|
| ● 频率 | 45 |
| ● 功率 | 47 |
| ● 扫描 | 56 |
| ● 调制 | 67 |
| ● 系统 | 74 |
| ● 帮助 | 83 |

5.1 频率

频率部分的主菜单内容包括:设置点频、频率参考、频率参考 关/开、倍频系数、频率偏置频率校准、频率校准 关/开。显示频率和实际输出频率、频率参考、倍频系数、频率偏置满足如下关系式:

频率参考开: $\text{显示频率} = \text{输出频率} * \text{频率倍乘} + \text{频率偏置} - \text{频率参考}$

频率参考关: $\text{显示频率} = \text{输出频率} * \text{频率倍乘} + \text{频率偏置}$

设置频率参考、倍频系数、频率偏置参数时,会修改列表扫或用户校准列表数据,当列表扫、用户校准列表项数较多时,会影响界面响应速度,当计算修改完成后,界面响应会恢复正常。

频率校准设置方法见第七章首页注 2

菜单结构和菜单项说明具体如下:



图 5-1 频率菜单结构

提示

频率单位

所有频率参数，都接受以赫兹（Hz）为单位的参数。所以数字输入必须以四个频率单位（GHz、MHz、kHz 或 Hz）作为终止键。当输入结束后，自动以合适的单位显示出新的频率值。

注意

终止频率不能超过起始频率

本机在步进扫频方式下只能向上扫，所以终止频率不能小于起始频率。如果输入的起始频率大于终止频率，那么终止频率将等于起始频率；如果输入的终止频率小于起始频率，那么起始频率将自动调整为与终止频率相同的频率值。

5.1.1 设置点频

功能说明：

激活点频状态并允许设置点频频率。

有效范围：

1431A 射频型：250kHz~4GHz。

默认值：

1GHz。

5.1.2 频率参考

功能说明：

设置点频模式下的频率参考值。

有效范围：

-500GHz ~ 500GHz

默认值：

0Hz。

5.1.3 参考开关

功能说明：

设置点频模式下的频率参考开关。

默认值：

关。

5.1.4 倍频系数

功能说明:

设置频率倍频因子。

有效范围:

[-100, +100], 不包括(-0.001,0.001)。

默认值:

1。

5.1.5 频率偏置

功能说明:

设置频率偏置。

有效范围:

-500GHz ~ 500GHz 。

默认值:

0Hz。

5.1.6 频率校准

功能说明:

设置频率校准打开时的值。

默认值:

当前设置频率值。

5.2 功率

按【功率】键或[功率]键进入功率配置窗口，功率键用以完成对该信号发生器功率特性相关参数的设置。功率部分菜单主要包括：功率电平、环路状态 开环/闭环、衰减器 手动/自动、衰减器、输出消隐 开/关、功率搜索 手动/自动、执行功率搜索、ALC 带宽、功率参考、功率参考 开/关、功率偏置、用户校准。

显示功率和实际输出功率、功率参考、功率偏置满足如下关系式：

功率参考开：显示功率=输出功率+功率偏置-功率参考

功率参考关：显示功率=输出功率+功率偏置

设置功率参考、功率偏置参数时，会修改列表扫列表数据，当列表扫项数较多时，会影响界面响应速度，当计算修改完成后，界面响应会恢复正常。

菜单结构和菜单项具体如下说明：

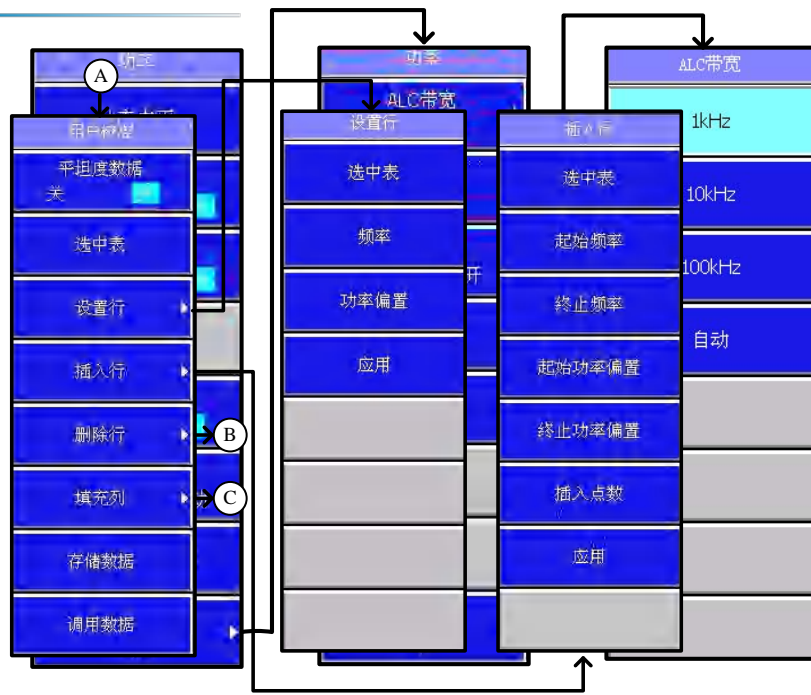


图 5.2 功率菜单结构-1

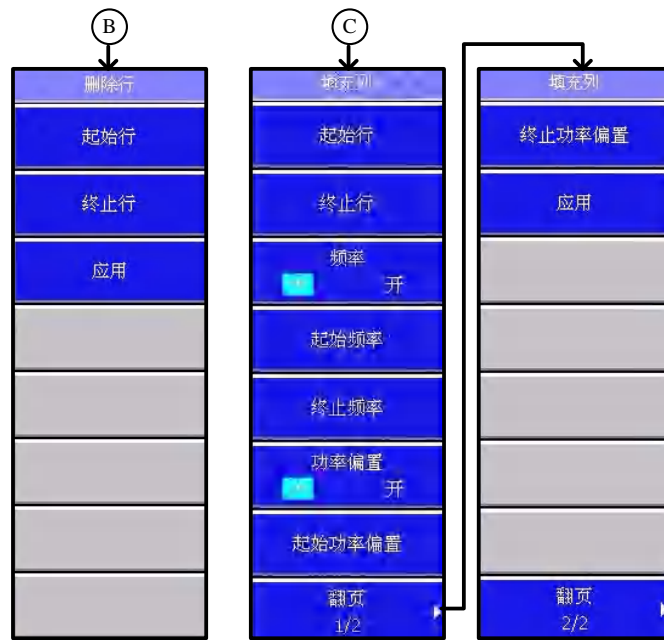


图 5-3 功率菜单结构-2

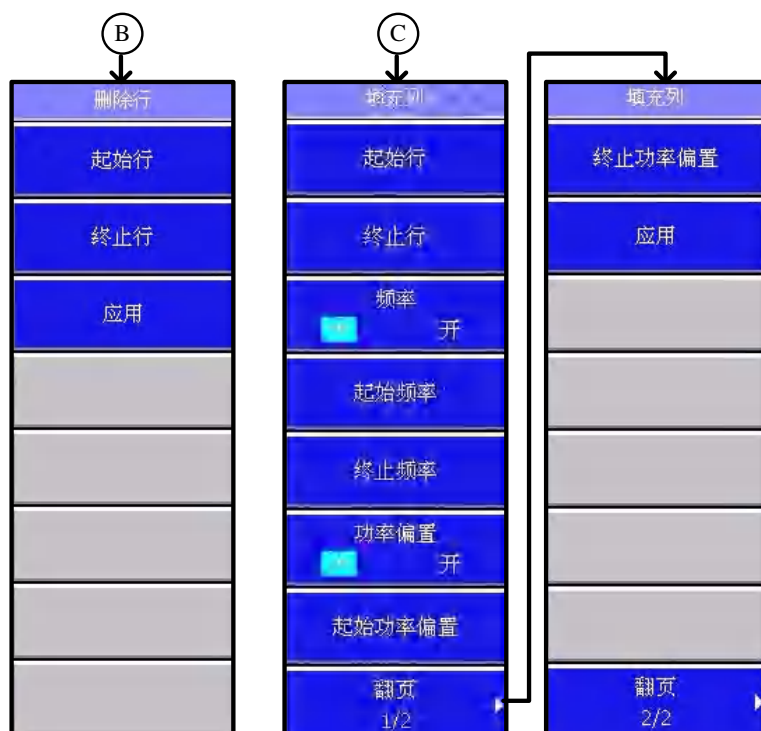


图 5-4 功率菜单结构-3

5.2.1 功率电平

功能说明:

设置信号发生器稳幅输出功率电平。单位为 dBm。

有效范围:

1431A射频频型[-130dBm, +25dBm]。

默认值:

-120dBm。

5.2.2 环路状态

功能说明:

设置环路状态，闭环时，信号发生器处于正常的持续稳幅方式。开环时，取消 ALC 稳幅功能。

有效范围:

开环 | 闭环

默认值:

闭环

5.2.3 衰减器

功能说明:

设置衰减器状态，手动时，手动设置衰减器的值，范围从 0dB ~ 110dB，以 10 dB 为步进。自动时，信号发生器自动选择衰减器的值。

有效范围:

手动 | 自动

默认值:

自动

5.2.4 输出消隐

功能说明:

设置信号发生器在仪器状态切换期间的功率输出状态。

有效范围:

关 | 开

默认值:

关

5.2.5 功率搜索

功能说明:

设置功率搜索方式。自动时，用户改变仪器工作状态后自动进行功率搜索。手动时，只有用户点击[**执行功率搜索**]才会进行功率搜索。

有效范围:

手动 | 自动

默认值:

手动

5.2.6 执行功率搜索

功能说明:

手动执行一次功率搜索。使信号发生器开环输出功率跟闭环输出功率一致。

5.2.7 ALC 带宽

功能说明:

执行选择 ALC 带宽菜单，可以选择 1kHz 、 10kHz 、 100kHz 和自动方式，缺省设置为自动。

有效范围:

自动 | 1kHz | 10kHz | 100kHz

默认值:

自动

5.2.7.1 自动

功能说明:

按下此菜单，自动设置 ALC 带宽。

5.2.7.2 1kHz

功能说明:

按下此菜单，设置 ALC 带宽为 1kHz。

5.2.7.3 10kHz

功能说明:

按下此菜单，设置 ALC 带宽为 10kHz。

5.2.7.4 100kHz

功能说明:

按下此菜单，设置 ALC 带宽为 100kHz。

5.2.8 功率参考

功能说明:

设置点频模式下的功率参考开关。

有效范围:

关 | 开

默认值:

关。

5.2.9 功率偏置

功能说明:

设置功率偏置值。

5.2 功率

有效范围:

-500dB ~ 500dB

默认值:

0dB

5.2.10 用户校准

功能说明:

设置用户校准数据。

5.2.10.1 平坦度数据

功能说明:

用户平坦度校准开关。

有效范围:

关 | 开

默认值:

关

5.2.10.2 选中表

功能说明:

选中列表。

5.2.10.3 设置行

功能说明:

设置列表中的一行。

有效范围:

选中表 | 频率 | 功率偏置 | 应用

5.2.10.4 插入行

功能说明:

向列表中插入一行。

有效范围:

选中表 | 起始频率 | 终止频率 | 起始功率偏置 | 终止功率偏置 | 插入点数 | 应用

5.2.10.5 删除行

功能说明:

删除列表中的行。

有效范围:

起始行| 终止行|应用

5.2.10.6 填充列

功能说明:

向列表中填充一列。

有效范围:

起始行| 终止行|频率 |起始频率|终止频率|功率偏置|起始功率偏置|终止功率偏置|应用

5.2.10.7 存储列表

功能说明:

存储用户配置的列表数据。

5.2.10.8 调用列表

功能说明:

调用用户配置的列数数据。

5.3 扫描

选择操作界面右侧对应按键或前面板的【扫描】按键，进入“扫描”菜单。支持步进和列表两种扫描方式。在扫描方式下，每个扫描周期的总时间取决于所选择的触发方式，所需的波段开关数和每个开关所需的时间。另外，还有手动扫描方式，在该扫描方式下，扫描位置可由前面板按键在已设定的起始扫描、终止扫描范围内连续的调整。

扫描菜单主要包括: 扫描、扫描类型 步进/列表、扫描控制 单次/连续、执行单次扫描、扫描触发、点触发、手动模式 开/关、手动点、扫描方向 正向/反向、配置步进扫、配置列表扫等菜单。菜单结构和菜单项具体说明如下:

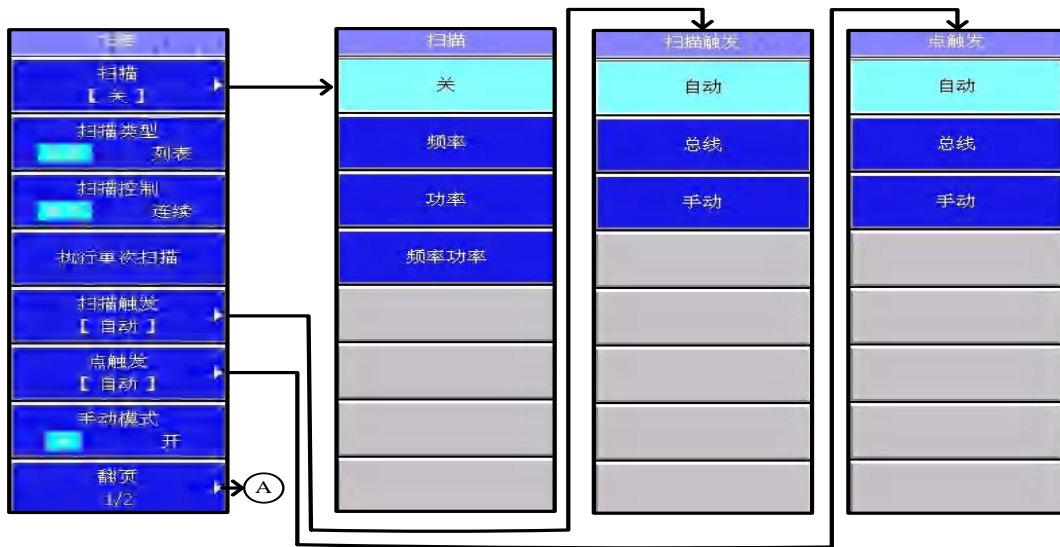


图 5-5 扫描菜单结构-1

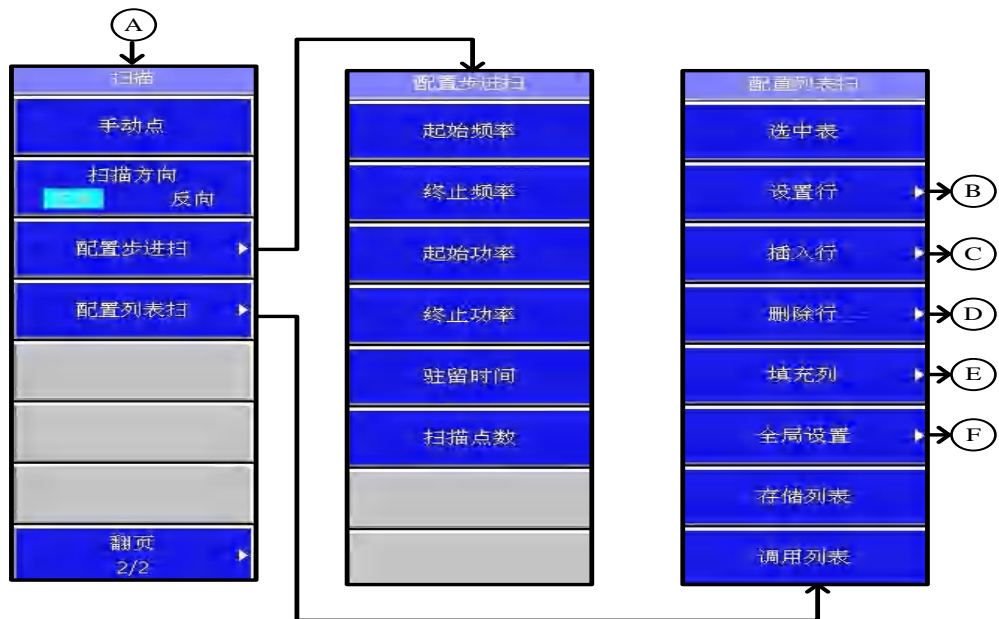


图 5-6 扫描菜单结构-2

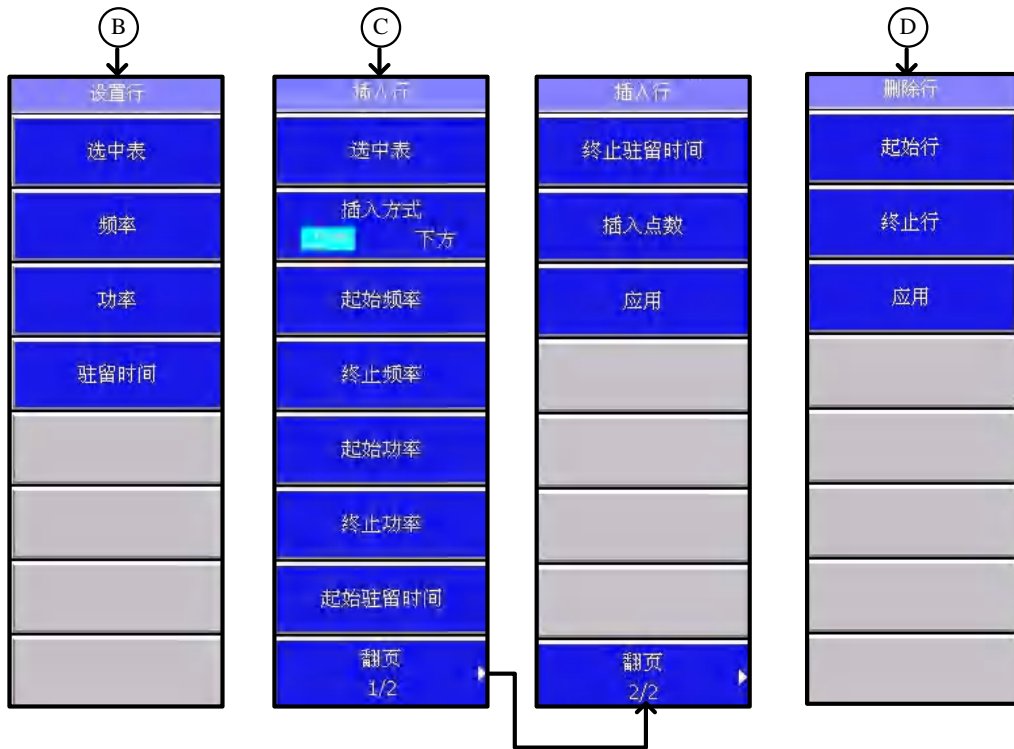


图 5-7 扫描菜单结构-3

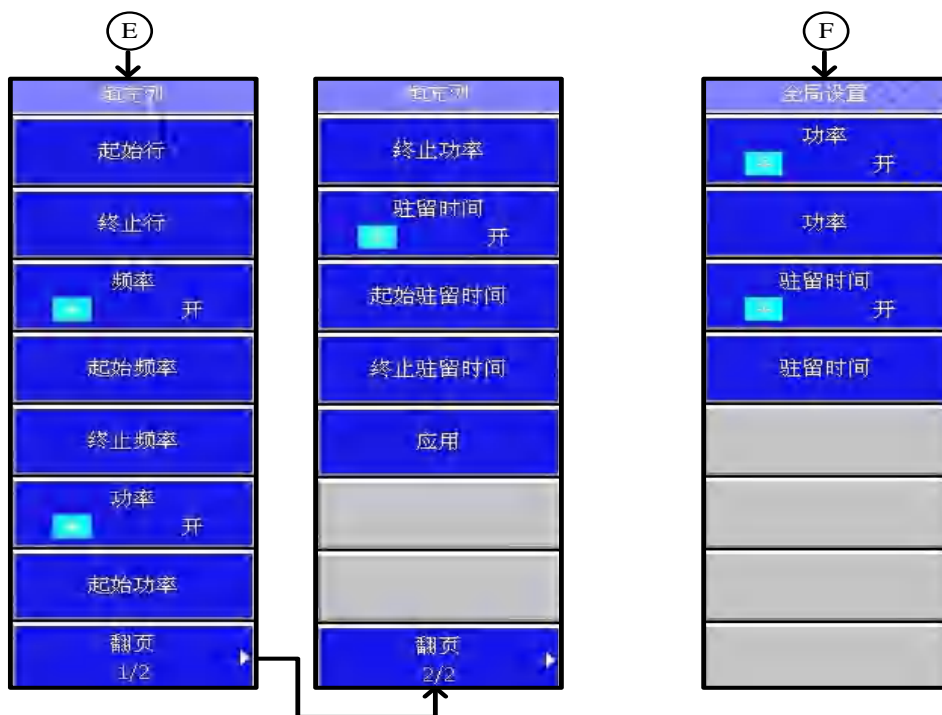


图 5-8 扫描菜单结构-4

5.3 扫描

5.3.1 扫描

功能说明:

设置扫描方式。

有效范围:

关|频率|功率|频率功率

默认值:

关

5.3.1.1 关

功能说明:

扫描关。

5.3.1.2 频率

功能说明:

设置扫描对象为频率。

5.3.1.3 功率

功能说明:

设置扫描对象为功率。

5.3.1.4 频率功率

功能说明:

设置扫描对象为频率功率。

5.3.2 扫描类型

功能说明:

设置扫描类型为步进或列表。

有效范围:

步进|列表

默认值:

步进

5.3.3 扫描控制

功能说明:

设置扫描控制为单次或连续扫频模式。

有效范围:

单次|连续

默认值:

单次

5.3.4 执行单次扫描

功能说明:

开始单次扫频，选择单次扫频模式会终止正在进行的扫频。

5.3.5 扫描触发

功能说明:

设置扫描触发模式为自动，总线，外部或手动。

有效范围:

自动|总线|手动

默认值:

自动

5.3.5.1 自动

功能说明:

选择扫频时触发模式为自动触发。当有[扫描控制]下(单次)或(连续)键按下时，仪器自动触发扫频。缺省设置为(自动)。

5.3.5.2 总线

功能说明:

选择扫频时触发模式为总线触发。当有[扫描控制]下(单次)或(连续)键按下时，仪器接收到程控总线的触发信号才开始扫频。

5.3.5.3 手动

功能说明:

5.3 扫描

选择扫频时触发模式为手动触发。当有[扫描控制]下（单次）或（连续）键按下时，仪器接收到手动触发信号才开始扫频。

5.3.6 点触发

功能说明：

设置点触发模式为自动，总线，外部或手动。

有效范围：

自动|总线|手动

默认值：

自动

5.3.6.1 自动

功能说明：

选择点触发模式为自动触发。信号发生器自动扫至下一个频率点。两点的时间间隔等于驻留时间加锁相时间。

5.3.6.2 总线

功能说明：

选择点触发模式为总线触发。信号发生器从程控总线收到触发信号(*TRG, (GET))时，即扫至下一个频率点。

5.3.6.3 手动

功能说明：

选择点触发模式为手动触发。信号发生器接收来自用户的手动触发信号时，跳到下一个频率点。

5.3.7 手动点

功能说明：

设置手动点数。

有效范围：

[0, 1601]。

默认值：

1

5.3.8 扫描方向

功能说明:

设置扫描方向为正向或反向。

有效范围:

正向|反向

默认值:

正向

5.3.9 配置步进扫

功能说明:

设置步进扫描的相关参数。

5.3.9.1 起始频率

功能说明:

设置步进扫频起始点的频率。

有效范围:

1431A射频型[250kHz, 4GHz]。

默认值:

1431A射频型250kHz。

5.3.9.2 终止频率

功能说明:

设置步进扫频终止点的频率。

有效范围:

1431A射频型[250kHz, 4GHz]。

默认值:

1431A射频型4GHz。

5.3.9.3 起始功率

功能说明:

设置步进扫频起始点的功率。

有效范围:

1431A 射频型[-130dBm, 25dBm]。

5.3 扫描

默认值:

-120dBm。

5.3.9.4 终止功率

功能说明:

设置步进扫频终止点的功率。

有效范围:

1431A 射频型[-130dBm, 25dBm]。

默认值:

-120 dBm。

5.3.9.5 驻留时间

功能说明:

设置步进扫频中每个频率点的驻留时间。步进扫频时两点的时间间隔等于驻留时间加锁相时间。

有效范围:

[1000ns, 60s]。

默认值:

10ms。

5.3.9.6 扫描点数

功能说明:

设置步进扫频的频率点数。

有效范围:

[2, 1601]。

默认值:

2

5.3.10 配置列表扫

功能说明:

设置列表扫描的相关参数。

5.3.10.1 选中表

功能说明:
选中列表。

5.3.10.2 设置行

功能说明:
设置列表中的一行。

5.3.10.3 设置行→频率

功能说明:
设置列表中一行的频率值。
有效范围:
1431A射频型[250kHz, 4GHz]。
默认值:
1GHz。

5.3.10.4 设置行→功率

功能说明:
设置列表中一行的功率值。
有效范围:
1431A射频型[-130dBm, 25dBm]。
默认值:
-120dBm。

5.3.10.5 设置行→驻留时间

功能说明:
设置列表中一行的驻留时间值。
有效范围:
[1us, 60s]。
默认值:
10ms。

5.3.10.6 插入行

功能说明:

向列表中插入一行。

5.3.10.7 插入行→选中表

功能说明:

选中列表。

5.3.10.8 插入行→插入方式

功能说明:

选择新插入行的位置。

有效范围:

上方/下方

5.3.10.9 插入行→起始频率

功能说明:

设置列表扫频起始点的频率。

有效范围:

1431A射频型[250kHz, 4GHz]。

默认值:

1431A射频型250kHz。

5.3.10.9 插入行→终止频率

功能说明:

设置列表扫频终止点的频率。

有效范围:

1431A射频型[250kHz, 4GHz]。

默认值:

1431A射频型4GHz。

5.3.10.10 插入行→起始功率

功能说明:

设置列表扫频起始点的功率。

有效范围:

1431A射频频型[-130dBm, 25dBm]。

默认值:

-120 dBm。

5.3.10.11 插入行→终止功率

功能说明:

设置列表扫频终止点的功率。

有效范围:

1431A射频频型[-130dBm, 25dBm]。

默认值:

-120 dBm。

5.3.10.12 插入行→驻留时间

功能说明:

设置列表中一行的驻留时间值。

有效范围:

[1us, 60s]。

默认值:

10ms。

5.3.10.13 插入行→插入点数

功能说明:

设置列表扫频的频率点数。

有效范围:

[0, 1600]。

默认值:

1。

5.3.10.14 插入行→应用

功能说明:

应用列表扫频参数设置，在列表中插入行。

5.3.10.15 删除行

功能说明:

删除列表中的行。

5.3.10.16 删除行→起始行

功能说明:

设置列表中要删除行的起始行。

5.3.10.17 删除行→终止行

功能说明:

设置列表中要删除行的终止行。

5.3.10.17 删除行→应用

功能说明:

执行删除操作。

5.3.10.18 填充列

功能说明:

向列表中填充一列。

5.3.10.19 填充列→起始行

功能说明:

设置填充列的起始行。

5.3.10.20 填充列→终止行

功能说明:

设置填充列的终止行。

5.3.10.21 填充列→频率

功能说明:

设置频率状态。

有效范围:

关|开

5.3.10.22 填充列→起始频率

功能说明:

设置填充列的起始点频率。

有效范围:

1431A射频型[250kHz, 4GHz]。

默认值:

1431A射频型250kHz。

5.3.10.23 填充列→终止频率

功能说明:

设置填充列的终止点频率。

有效范围:

1431A射频型[250kHz, 4GHz]。

默认值:

1431A射频型4GHz。

5.3.10.24 填充列→功率

功能说明:

设置功率状态。

有效范围:

关|开

5.3.10.25 填充列→起始功率

功能说明:

设置填充列的起始点功率。

有效范围:

1431A射频型[-130dBm, 25dBm]。

默认值:

-120 dBm。

5.3.10.26 填充列→终止功率

功能说明:

设置填充列的终止点功率。

有效范围:

1431A 射频型[-130dBm, 25dBm]。

默认值:

-120 dBm。

5.3.10.27 填充列→驻留时间

功能说明:

设置功率状态。

有效范围:

关|开

5.3.10.28 填充列→起始驻留时间

功能说明:

设置列表扫频起始点的驻留时间。

有效范围:

[1us, 60s]。

默认值:

10ms。

5.3.10.29 填充列→应用

功能说明:

执行填充操作。

5.3.10.30 全局设置

功能说明:

设置全局参数。

5.3.10.31 全局设置→功率

功能说明:

设置功率状态。

有效范围：
关|开

5.3.10.32 全局设置→功率

功能说明：
设置全局的功率参数。
有效范围：
1431A 射频型[-130 dBm, 25 dBm]。
默认值：
-120 dBm。

5.3.10.33 全局设置→驻留时间

功能说明：
设置驻留时间状态。
有效范围：
有效范围：[1us, 60s]。
默认值：
10ms。

5.3.10.34 存储列表

功能说明：
存储用户配置的列表数据。

5.3.10.35 调用列表

功能说明：
调用用户配置的列表数据。

5.4 调制

本机内置调制信号发生器，可以实现脉冲调制、幅度调制、频率调制和相位调制，并且脉冲调制可以通过开关选择用内部还是外部信号进行调制。

5.4 调制

调制部分菜单主要包括：脉冲调制、幅度调制、频率调制、相位调制。菜单结构和菜单项具体说明如下：

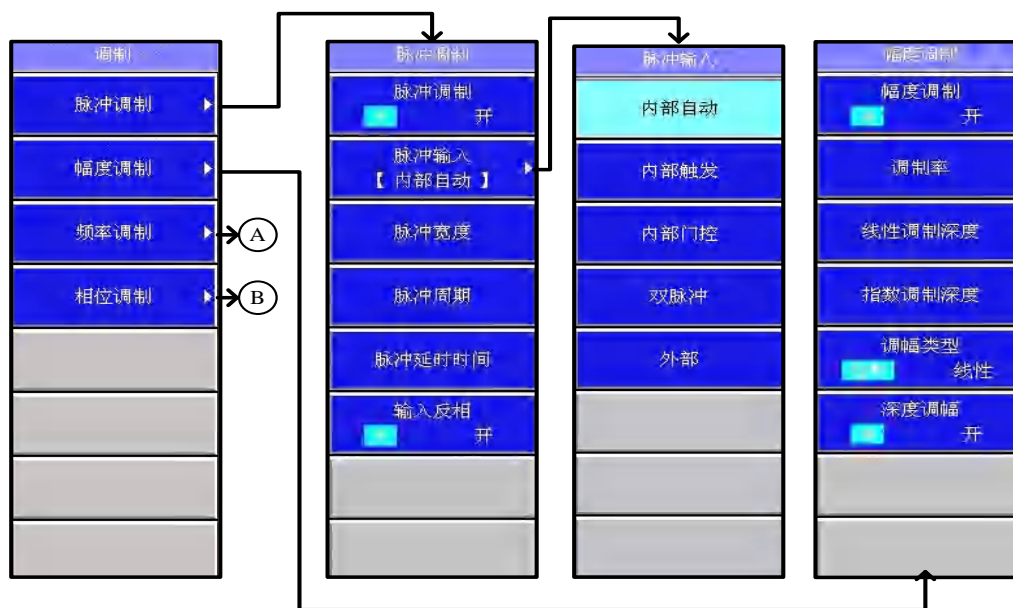


图 5-9 调制菜单结构-1



图 5-10 调制菜单结构-2

5.4.1 脉冲调制

执行外部、内部脉冲调制。可以通过调制菜单设置或改变内部脉冲发生器的参数。

5.4.1.1 调制开关

功能说明:

打开/关闭脉冲调制。

有效范围:

开 | 关

默认值:

关

5.4.1.2 脉冲输入

功能说明:

设置脉冲输入。

5.4.1.3 脉冲输入→内部自动

功能说明:

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，不与其它触发信号同步。缺省设置为[内部自动]。

5.4.1.4 脉冲输入→内部触发

功能说明:

设置内部脉冲发生器的脉冲延时值。用外部脉冲输入信号前沿延时内部脉冲发生器的脉冲输出。

5.4.1.5 脉冲输入→内部门控

功能说明:

激活内部脉冲门控触发模式，使内部脉冲发生器与外部输入的脉冲信号进行逻辑求与。

5.4.1.6 脉冲输入→双脉冲

功能说明:

激活双脉冲触发模式。

5.4.1.7 脉冲输入→外部

功能说明:

使用外部输入的脉冲源进行脉冲调制。调制脉冲源从脉冲输入接头（SMA 连接器）输入,并通过缓冲电路加到脉冲调制器上。当脉冲调制打开时,射频输出的开(提供设定功率)、关(大于 60dB 衰减)取决于输入的调制脉冲。

5.4.1.8 脉冲宽度

功能说明:

设置内部脉冲发生器的脉冲宽度。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。

有效范围:

[90ns, 60s-10ns]。

默认值:

10us。

5.4.1.9 脉冲周期

功能说明:

设置内部脉冲发生器的输出脉冲周期。此项功能激活时,当前值被显示,并可以对其进行更改设置。

有效范围:

[100ns, 60s]。

默认值:

20us。

5.4.1.10 脉冲延时时间

功能说明:

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。

有效范围:

[-60s, 60s]。

默认值:
0。

5.4.1.11 输入反向

功能说明:
对外部输入脉冲信号进行逻辑翻转。
有效范围:
开 | 关
默认值:
关

5.4.2 幅度调制

执行内部幅度调制。并通过调制菜单设置或改变内部调幅信号的参数。

5.4.2.1 调制开关

功能说明:
打开/关闭幅度调制功能。
有效范围:
开 | 关
默认值:
关

5.4.2.2 调制率

设置内部调幅的调幅信号频率。当调制源选择为内部时，此项方可被激活。
有效范围:
0Hz ~ 10kHz
默认值:
1kHz

5.4.2.3 线性调制深度

设置内部调制为线性调制深度。
有效范围:
0% ~ 100%

5.4 调制

默认值:

30%

5.4.2.4 指数调制深度

设置内部调制为指数调制深度。

有效范围:

0dB ~ 40dB

默认值:

10dB

5.4.2.5 调幅类型

功能说明:

线性调幅。射频输出幅度随调幅信号幅度作线性变化。指数调幅。射频输出幅度随调幅信号幅度作指数变化。

有效范围:

指数 | 线性

默认值:

线性

5.4.2.6 深度调幅

功能说明:

选择是否执行深度调幅。

有效范围:

开 | 关

默认值:

关

5.4.3 频率调制

执行调频功能。可以设定内调频的调制率和调制频偏。

5.4.3.1 调制开关

功能说明:

打开/关闭频率调制功能。

有效范围:

开 | 关

默认值:

关

5.4.3.2 调制率

设置内部调频的调制信号频率。

有效范围:

0Hz ~ 10kHz

默认值:

1kHz

5.4.3.3 调频偏移

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。

有效范围:

0Hz ~ 800kHz

默认值:

100kHz

5.4.4 相位调制

执行调相功能，可以设定内调相调制率和调相频偏。

5.4.4.1 相位调制

功能说明:

打开/关闭调相功能。

有效范围:

开 | 关

默认值:

关

5.4.4.2 调制率

设置内部调相的调制信号频率。

有效范围:

5.5 系统

0Hz ~ 10kHz

默认值:

1kHz

5.4.4.3 相位偏移

设置调相的调相频偏，即调相信号发生器产生的调相信号的幅度。

有效范围:

[0, 10rad]。

默认值:

1rad。

5.5 系统

系统菜单部分主要包含：参考选择、程控、自测试、信息、复位设置、省电设置、安全保密、语言、日期时间。菜单结构和菜单项具体说明如下：

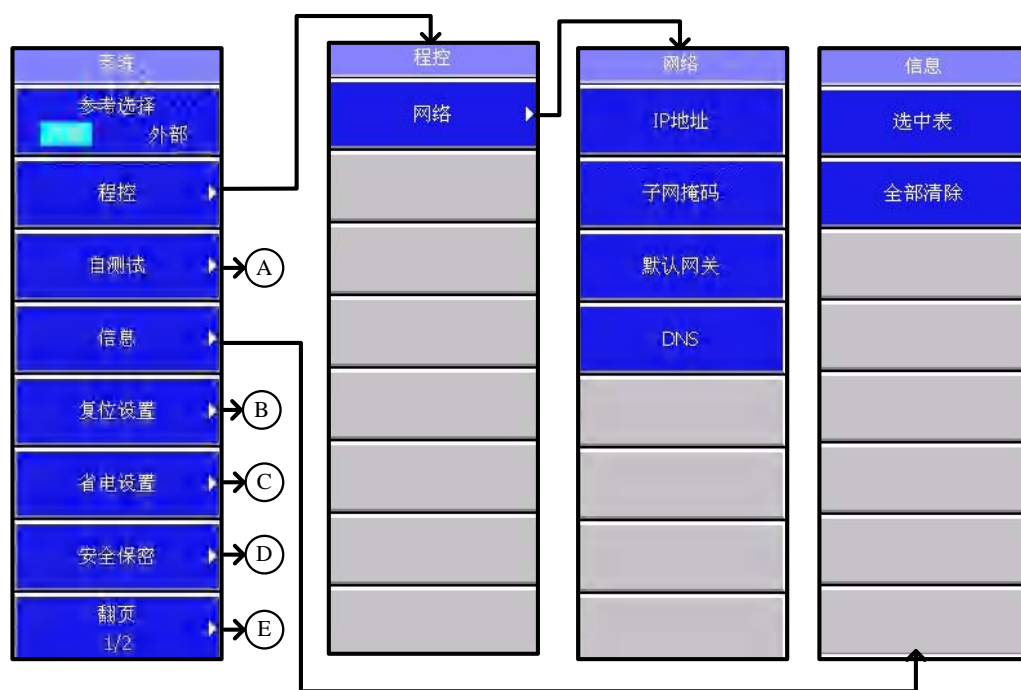


图 5-11 系统菜单结构-1

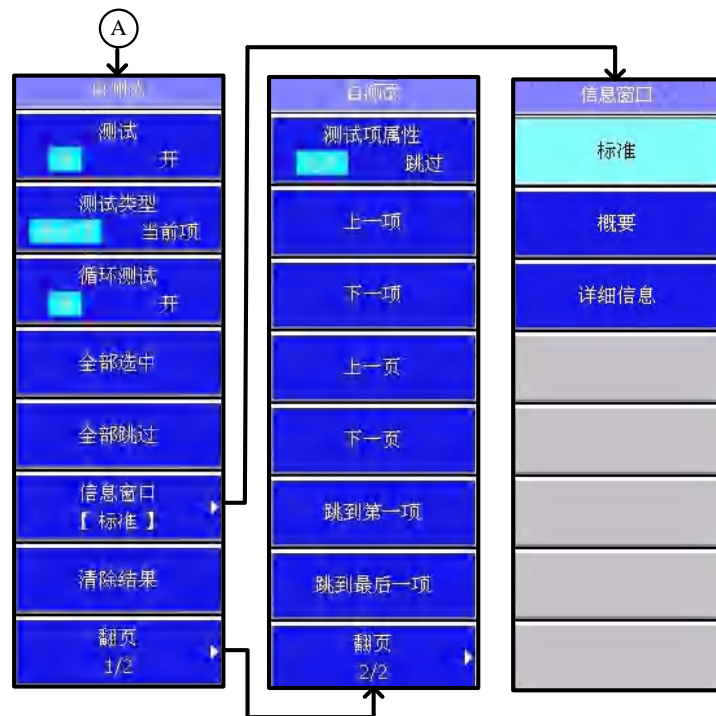


图 5-12 系统菜单结构-2

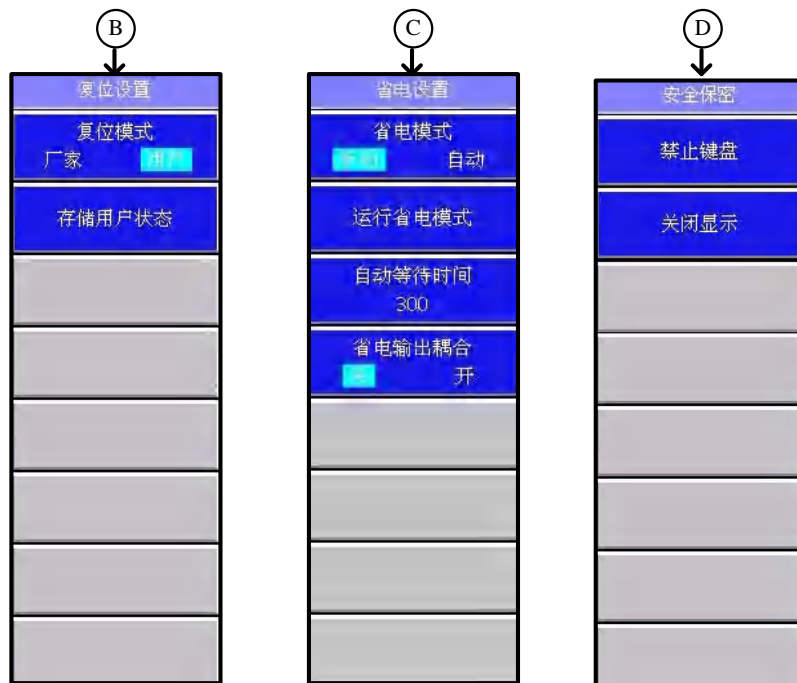


图 5-13 系统菜单结构-3

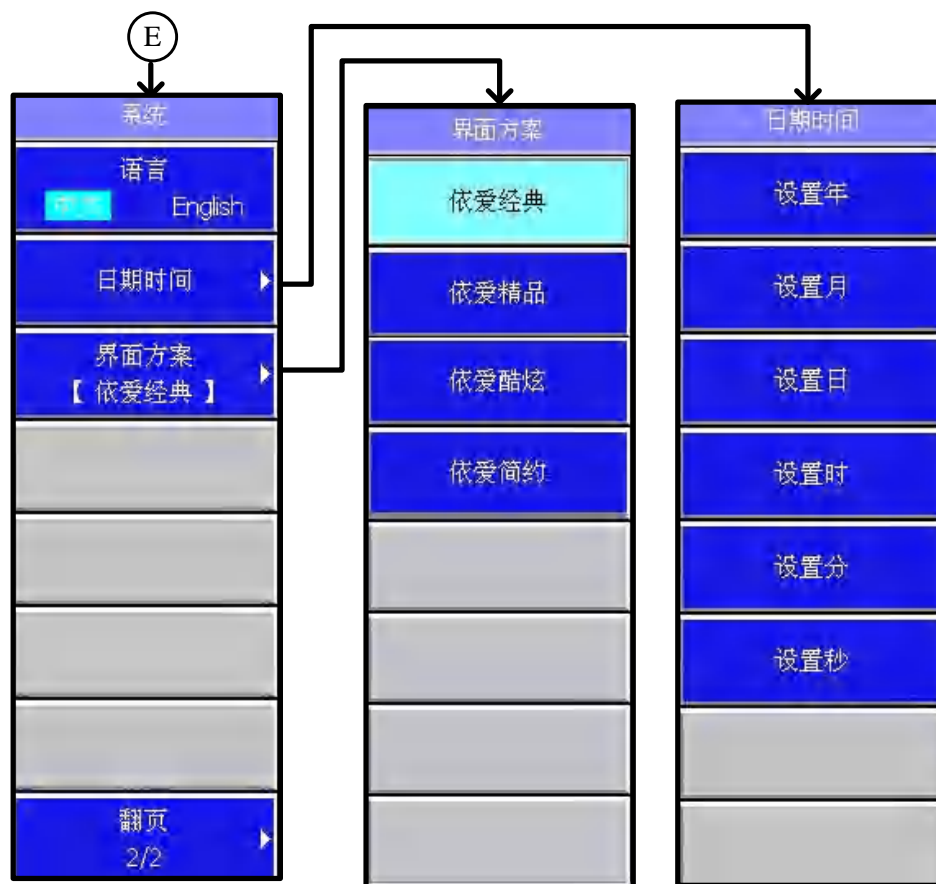


图 5-14 系统菜单结构-4

5.5.1 参考选择

设置系统所使用的频率参考。选择内部 10MHz 振荡器作为仪器的频率参考或选择外部 10MHz 信号作为仪器的频率参考。外部信号必须从面板的 10MHz 参考输入接头（SMA 连接器）输入。

5.5.2 程控

设置程控参数。

5.5.2.1 网络

功能说明：

设置网络参数。

5.5.2.2 网络→IP 地址

功能说明：

设置 IP 地址。

5.5.2.3 网络→子网掩码

功能说明：

设置子网掩码。

5.5.2.4 网络→默认网关

功能说明：

设置默认网关。

5.5.2.5 网络→DNS

功能说明：

设置 DNS。

5.5.3 自测试

进入自测试菜单参数。

5.5.3.1 测试

功能说明：

设置测试状态。

有效范围：

关 | 开

默认值：

关。

5.5.3.2 测试类型

功能说明：

5.5 系统

设置测试对象为选中项或当前项。

有效范围:

选中项 | 当前项

5.5.3.3 循环测试

功能说明:

打开/关闭对用户选定的自测试项作循环测试，打开时所作自测试一直循环到用户中断为止。

有效范围:

关 | 开

5.5.3.4 全部选中

功能说明:

选中所有测试项。

5.5.3.5 全部跳过

功能说明:

跳过所有测试项。

5.5.3.6 信息窗口

功能说明:

设置测试结果显示状态。

5.5.3.7 清除结果

功能说明:

清除测试结果。

5.5.3.8 测试项属性

功能说明:

设置自测试项属性是禁止状态还是允许状态，每按一下此键，改变一次状态。

5.5.3.9 上一项

功能说明：

移动光标选择上一测试项。

5.5.3.10 下一项

功能说明：

移动光标选择下一测试项。

5.5.3.11 跳到第一项

功能说明：

直接跳转到第一项测试项。

5.5.3.12 跳到最后一项

功能说明：

直接跳转到最后一项测试项。

5.5.4 信息

它包含下一级菜单，选中表和全部清除。菜单项分别说明如下：

5.5.4.1 选中表

功能说明：

选中信息列表。

5.5.4.2 全部清除

功能说明：

清除信息列表。

5.5.5 复位设置

它包含下一级菜单，包含菜单项有：“复位模式”和“存储用户状态”，选择复位设置菜单，用户可根据需要存储测量参数状态。菜单项分别说明如下：

5.5.5.1 复位模式

功能说明：

设置复位设置状态是厂家还是用户，每按一下此键，改变一次状态。

有效范围：

厂家 | 用户

默认值：

厂家。

5.5.5.2 存储用户状态

功能说明：

用户可根据自身需要进行仪器测量状态参数的选择，设置复位模式为厂家，仪器复位或加电重启后恢复为厂家默认状态。设置复位模式为用户，仪器复位或加电重启后恢复为用户设置的测量参数状态

5.5.6 安全保密

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可管理实现仪器禁止键盘和关闭显示功能。包含菜单项有：“禁止键盘”和“关闭显示”。菜单项分别说明如下：

5.5.6.1 禁止键盘

功能说明：

弹出对话框提示用户，“关闭键盘后，只有关机和复位才能重新有效！”用户可根据自身需要进行选择，选择“YES”后，禁止仪器对键盘响应。选择“NO”，取消操作。

5.5.6.2 关闭显示

功能说明：

弹出对话框提示用户，“关闭显示后，只有关机和复位才能重新有效！”用户可根据自身需要进行选择，选择“YES”后，仪器将关闭显示器。选择“NO”，取消操作。

5.5.7 省电模式

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可管理实现仪器省电模式设置。菜单项分别说明如下：

5.5.7.1 省电模式

功能说明：

设置省电模式为手动或自动。

有效范围：

手动| 自动

5.5.7.2 运行省电模式

功能说明：

运行省电模式。

5.5.7.3 省电输出耦合

功能说明：

设置省电输出耦合状态为开或关。

有效范围：

开| 关

5.5.7.4 自动等待时间

功能说明：

设置自动省电模式的等待时间。

5.5.8 日期时间

设置日期时间。

5.5.8.1 设置年

功能说明：

设置年份。

5.5.8.2 设置月

功能说明：
设置月份。

5.5.8.3 设置日

功能说明：
设置日期。

5.5.8.4 设置时

功能说明：
设置小时。

5.5.8.5 设置分

功能说明：
设置分钟。

5.5.8.6 设置秒

功能说明：
设置秒钟。

5.5.9 界面方案

设置界面方案。

5.5.9.1 依爱经典

功能说明：
选择界面方案为依爱经典。

5.5.9.2 依爱精品

功能说明:

选择界面方案为依爱精品。

5.5.9.3 依爱酷炫

功能说明:

选择界面方案为依爱酷炫。

5.5.9.4 依爱简约

功能说明:

选择界面方案为依爱简约。

5.5.10 语言

设置实现语言。

5.6 帮助

显示信号发生器软件使用帮助信息。菜单结构和菜单项具体说明如下：



图 5-15 帮助菜单结构

5.6.1 窗口切换

功能说明:

设置窗口切换功能。

有效范围:

索引 正文

5.6.2 关于

功能说明:

显示程序版本和版权信息等。

6 故障诊断与返修

本章将告诉您如何发现问题并接受售后服务。并说明信号发生器出错信息。

如果您购买的 1431A 手持式射频信号发生器，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买信号发生器相关部件或附件，将提供完善的售后服务。

通常情况下，产生问题的原因来自硬件、软件或用户使用不当，一旦出现问题请您及时与我们联系。如果您所购买的信号发生器处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的信号源进行免费维修；如果超过保修期，具体维修费用按照合同要求收取。

- [工作原理](#)85
- [故障诊断与排除](#)85
- [返修方法](#)88

6.1 工作原理

为了便于用户了解 1431A 手持式射频信号发生器的功能，更好的解决操作过程中遇到的问题，本节介绍信号发生器的基本工作原理及硬件原理框图。

6.1.1 整机工作原理和硬件原理框图

频率锁相单元产生 2 ~ 4GHz 的宽带合成扫频信号和一个 1GHz 的点频信号，送入通道处理单元，采用直通/分频与下混频组合方案实现 250kHz ~ 4GHz 射频输出信号的合成。通道处理部分包括分频器、混频器、开关滤波器、快速 ALC 以及衰减器，实现 250kHz ~ 4000MHz 的频率覆盖及全频段内的稳幅调制输出。

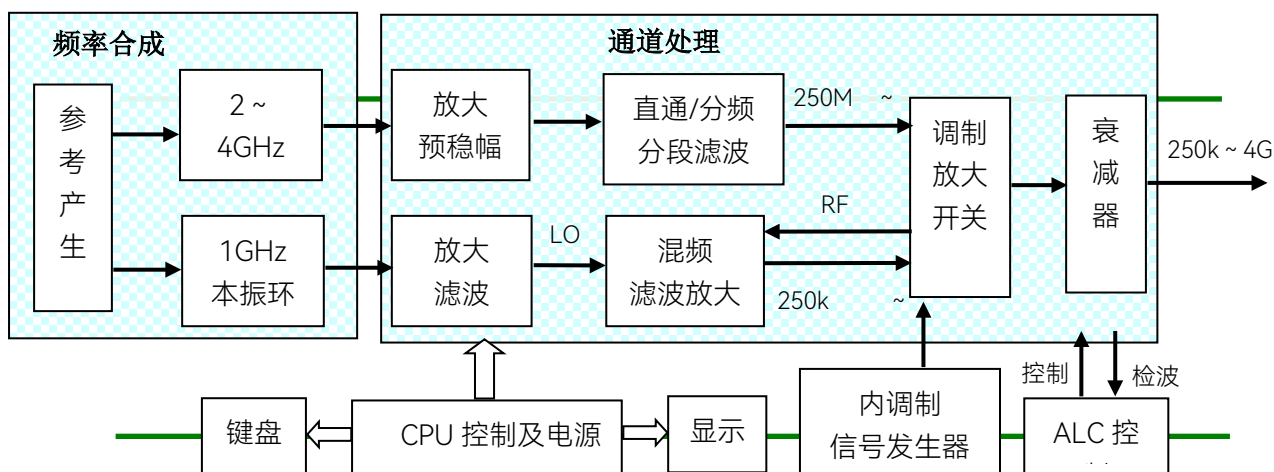


图 6-1 射频信号发生器整机实现方案框图

6.2 故障诊断与排除

提示

故障诊断与指导

本部分是指导您当 1431A 信号发生器出现故障时如何进行简单的判断和处理，如果必要请您尽可能准确的把问题反馈给厂家，以便我们尽快为您解决。

若信号发生器用户界面的状态指示区出现错误信息提示，请查看菜单“系统—>日志”，以了解具体错误信息说明。

下面按照功能类型，分类列出故障现象和排除方法。

- 待机灯不亮（带适配器情况下）86
- 风扇不转86
- 失锁86
- 不稳幅87
- RF输出功率问题87
- RF输出上没有调制87
- 扫描停止88
- 信号发生器对前面板按键不响应88

6.2.1 待机灯不亮（带适配器情况下）

检查适配器输入 220V 交流电是否正常，最大允许偏差±10%，如果太高或太低都可能使适配器不能正常工作。如果不正常，检查外部线路，找出故障，排除后，重新连接适配器。如果交流电输入正常，检查适配器输出电压是否在 12~18V 之间，否则需更换正常的适配器。如果适配器输出正常，则可能是仪器本身电源引起的，需拿回厂家维修或更换。

6.2.2 风扇不转

若开机自动状态下，开机整机温度超过 55°C时风扇不转，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。然后重新加电开机，如果风扇还不转就需返回厂家维修或更换风扇。

6.2.3 失锁

显示屏告警指示区出现”失锁”。如果信号发生器是从非待机状态下开机即冷启动时，可能会出现短暂的失锁，此时不予理会，但告警信息应在开机 10 分钟后自行消失，否则即是故障。当出现故障时，请执行以下操作：

- a) 【系统】
- b) [信息]

c) 请记录具体失锁指示信息返回厂家。

6.2.4 不稳幅

注意

不稳幅指示

当信号发生器的功率电平设置超出指标范围时，可能会出现“不稳幅”指示，此指示为正常现象，提示用户此时信号发生器输出功率不确定。

显示屏告警指示区出现“不稳幅”，请执行以下操作：

- a) 【系统】
- b) [信息]
- c) 请记录具体失锁指示信息返回厂家。

6.2.5 RF 输出功率问题

检查前面板显示屏上的射频开关指示器，如果显示射频关，按【射频开关】键，使射频输出指示显示为射频开。

1) RF 输出功率不对

查看前面板显示屏上的功率显示区域，是否有功率偏置指示，如果有功率偏置或功率参考指示，说明已经设置了功率偏置或者功率参考。功率偏置会改变显示屏功率区域显示的值，但不会影响输出功率，显示的功率等于信号发生器实际输出功率加上偏置值。

进行下面操作，取消功率偏置：

按【功率】>【翻页】[功率参考 开 关]，当功率参考菜单中的“关”高亮显示时，功率显示区域的功率偏置指示消失，再确认“功率偏置”设为 0dB，此时功率参考功能和偏置功能被取消。

如果输出功率仍不正常，请返回厂家维修。

2) 在使用频谱分析仪时测不到信号

在手持式射频信号发生器与没有预选器功能的频谱分析仪一起使用时，反向功率效应可能会导致信号发生器 RF 输出有问题。某些频谱分析仪在某些频率上 RF 输入端口上会有高达+5dBm 的本振馈通，如果本振馈通和 RF 载波之间的频率差低于信号发生器的 ALC 带宽，那么本振的反向功率可能会对信号发生器的 RF 输出进行调幅。可通过设置 ALC 环路状态为开环解决反向功率的影响。

6.2.6 RF 输出上没有调制

检查前面板显示屏上的调制开关指示器，如果显示调制关，按【调制开关】键，使调制输出指示显示为调制开。虽然在调制关时可以设置和启动各种调制，但只有在把调制开关设

6.3 返修方法

为开时，才能调制 RF 载波。

6.2.7 扫描停止

当设置扫描指示为开时，扫描状态在进度条中用带阴影的矩形表示，可以观察进度条，确定扫描是否正在进行。如果扫描已经停止，进行下述检查：

确定是否已经启动扫描，扫描是否处于连续扫描模式，如果扫描处于单次扫描模式，确定在前一个扫描完成后至少已经按过扫描控制中的单次扫描软键一次。

手持式射频信号发生器是否收到适当的扫描触发信号，把扫描触发方式设成自动，确定是不是漏掉的扫描触发信号使得扫描停住了。

驻留时间是否适当，试着把驻留时间设成一秒，确定驻留时间是不是设得太慢了或太快了，以致看不到驻留时间。

步进扫描或列表扫描中是否至少有两个点。

6.2.8 信号发生器对前面板按键不响应

如果手持式射频信号发生器对前面板按键不响应，检查信号发生器是否处于远控模式（在远控模式下，显示屏上会出现远控指示）。要退出远控模式，按前面板【本地】键把信号发生器由远控状态切换到本地控制。

6.3 返修方法

- [联系我们](#).....88
- [包装与邮寄](#).....89

6.3.1 联系我们

若1431A手持式射频信号发生器出现问题，首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考章节“6.2 故障诊断与排除”中提供的方法，予以先期排查解决问题。若未解决，请根据下面的联系方式与我公司服务咨询中心联系并提供收集的错误信息，我们将以最快的速度协助您解决问题。

联系方式：

服务咨询： 0532-86889847 400-1684191
技术支持： 0532-86880796
质量监督： 0532-86886614
传 真： 0532-86889056
网 址： www.ceyear.com
电子信箱： techbb@ceyear.com
邮 编： 266555

地 址： 山东省青岛市黄岛区香江路98号

6.3.2 包装与邮寄

当您的信号发生器出现难以解决的问题时，可通过电话或传真与我们联系。如果经联系确认是信号发生器需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装信号发生器，并按下面的步骤进行包装：

- 1) 写一份有关信号发生器故障现象的详细说明，与信号发生器一同放入包装箱。
- 2) 用原包装材料将信号发生器包装好，以减少可能的损坏。
- 3) 在外包装纸箱四角摆放好衬垫，将仪器放入外包装箱。
- 4) 用胶带密封好包装箱口，并用尼龙带加固包装箱。
- 5) 在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放！”字样。
- 6) 请按精密仪器进行托运。
- 7) 保留所有运输单据的副本。

注 意

包装信号发生器需注意

使用其它材料包装信号发生器，可能会损坏仪器。禁止使用聚苯乙烯小球作为包装材料，它们一方面不能充分保护仪器，另一方面会被产生的静电吸入仪器风扇中，对仪器造成损坏。

提 示

仪器的包装和运输

运输或者搬运本仪器时，请严格遵守章节“3.1.1.1 开箱”中描述的注意事项。

7 技术指标与测试方法

本章介绍 1431A 手持式射频信号发生器的技术指标和主要测试方法。

| | |
|----------|----|
| ● 声明 | 90 |
| ● 产品特征 | 90 |
| ● 技术指标 | 91 |
| ● 接口 | 91 |
| ● 性能特性测试 | 94 |

7.1 声明

除非特别声明，所有的指标测试条件是：温度范围是：25°C±5°C，开机半小时后。仪器补充信息是帮助用户更加了解仪器性能，而不属于技术指标范围内的信息。重要词条说明如下：

技术指标 (spec): 除非另行说明，已校准的仪器在-10°C至55°C 的工作温度范围内放置至少两小时，再经过45分钟预热之后，可保证性能；其中包括测量的不确定度。对于本文中的数据，如无另行说明均为技术指标。

典型值 (typ): 表示80%的仪器均可达到的典型性能，该数据并非保证数据，并且不包括测量过程中的不确定性因素，只在室温（约25°C）条件下有效。

额定值 (nom): 表示预期的平均性能、设计的性能特征或受限测试手段无法测试的性能，比如50 Ω 连接器等。标注为额定值的产品性能不包含在产品质量保证范围内，在室温（大约25°C）条件下测得。

测量值 (meas): 表示为了和预期性能进行比较，在设计阶段所测得的性能特征，比如幅度漂移随时间的变化。该数据并非保证数据，并且是在室温（约 25°C）条件下测得。

7.2 产品特征

表7.1 产品特征

| 一般特性 | | |
|--------|------------|---|
| 远程控制 | 接口 | USB 接口 LAN 接口 |
| | 程控语言 | SCPI 版本 1997.0 |
| 显示屏 | | 8.4 寸液晶屏 |
| 操作界面语言 | | 中文 |
| 电源要求 | 交流电源、适配器供电 | 输入电压：100 ~ 240VAC；额定输入电流：1.7A；工作频率：50/60Hz；输出电压/电流：15.0V/4.0A |
| | 直流电源供电 | 电压：15V；电流：3A（最小） |

表7.1 (续1) 产品特征

| 一般特性 | | |
|--------------|--------|---|
| 电源要求 | 内置电池供电 | 标称电压: 10.8V; 标称容量: ≥8800mAh |
| 操作温度范围 | | 0°C ~ +50°C |
| 存储温度范围 | | -50°C ~ +70°C |
| 工作湿度 (额定值) | | 温度低于 10°C时, 湿度不加控制; 温度范围 10°C ~ 30°C时, 相对湿度为(5 ~ 95)%; 温度范围 30°C ~ 40°C时, 相对湿度为(5 ~ 75)%; 温度为 40°C以上时, 相对湿度为(5 ~ 45)%。 |
| 海拔高度 | | 0 ~ 4600 m |
| 最大重量 | | 约 5kg |
| 外形尺寸 (宽×高×深) | | (330±2.5) mm× (230±2.5) mm× (85±1.5) mm (不含把手、垫脚和支架) |

7.3 技术指标

1431A 手持式射频信号发生器在环境温度下存放 2h, 并在环境温度为 20°C ~ 30°C时开机预热 30min 以上, 环境温度为 0°C ~ 50°C时开机预热 60min 以上。由于部分指标受频率范围限制, 部分型号只测试到对应型号的最高频率上限。

7.3.1 频率范围

1431A: 250KHz ~ 4GHz

7.3.2 频率分辨率

1431A: 1Hz

7.3.3 内部时基

初始频率准确度: $\pm 1 \times 10^{-6}$
老化率: $\pm 1 \times 10^{-8}/\text{天}$

7.3.4 扫描特性

频扫描模式: 步进、列表
点数: 2 ~ 1601

7.3 技术指标

驻留时间: $1\mu\text{s}-60\text{s}$
触发方式: 自动、手动、总线
注: 扫描特性由软件设计保证, 可不作测试。

7.3.5 稳幅输出功率范围($25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$)

1431A: $-120\text{dBm} \sim +5\text{dBm}$

7.3.6 功率准确度($25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$)

1431A:
 $-5\text{dBm} < P \leq +5\text{dBm}$ $\leq \pm 1.5\text{dB}$
 $-60\text{dBm} < P \leq -5\text{dBm}$ $\leq \pm 2.5\text{dB}$
注: P 代表信号发生器的功率输出设置值

7.3.7 谐波寄生

谐波寄生: $\leq -30\text{dBc}$

7.3.8 非谐波寄生 (偏离载波 50kHz 以远)

非谐波寄生: $\leq -30\text{dBc}$

7.3.9 单边带相位噪声

1431A:
 $\leq -84\text{dBc/Hz}$ $250\text{kHz} \leq f \leq 250\text{MHz} @20\text{kHz}$
 $\leq -96\text{dBc/Hz}$ $250\text{MHz} < f \leq 500\text{MHz} @20\text{kHz}$
 $\leq -90\text{dBc/Hz}$ $500\text{MHz} < f \leq 1\text{GHz} @20\text{kHz}$
 $\leq -84\text{dBc/Hz}$ $1\text{GHz} < f \leq 2\text{GHz} @20\text{kHz}$
 $\leq -78\text{dBc/Hz}$ $2\text{GHz} < f \leq 4\text{GHz} @20\text{kHz}$

7.3.10 脉冲调制性能

脉冲调制开关比: $\geq 60\text{dB}$
脉冲调制上升下降时间: $\leq 40\text{ns}$

7.3.11 幅度调制性能

| | |
|---------------|---|
| 调制方式: | 线性方式, 指数方式 |
| 调制率 (3dB 带宽): | DC ~ 10kHz |
| 最大深度: | 线性方式闭环 $\geq 90\%$ 指数方式闭环 $\geq 20\text{dB}$ |
| 准确度: | 线性方式 $\pm (6\% \times \text{设置深度} + 2\%)$ (调制率 1 kHz) 指数方式 $\pm (5\% \times \text{设置深度} + 1\text{dB})$ (调制率 1 kHz) |

7.3.12 频率调制性能

| | |
|---------------|----------------------------------|
| 1431A: | |
| 调制率 (3dB 带宽): | DC ~ 10kHz |
| 最大频偏: | $N \times 800\text{kHz}$ |
| 调制误差: | $\leq 6\%$ (1kHz 调制率, 100kHz 频偏) |

7.3.13 相位调制性能

| | |
|---------------|--------------------------------------|
| 1431A: | |
| 调制率 (3dB 带宽): | DC ~ 10 kHz |
| 最大相偏: | $N \times 80 \text{ rad}$ |
| 准确度: | $\leq \pm 6\%$ (1kHz 调制率, 相偏 10 rad) |

7.4 接口

表7.2 接口

| 顶部接口 | |
|-------------|--------------------------|
| 射频输出端口 | N 型接口 |
| USB 接口 | A 型, 2 个; B 型, 1 个 |
| LAN 接口 | 标准 RJ-45 型 |
| 脉冲输入 | SMA 阴头 |
| 同步输出 | SMA 阴头 |
| 监视输出 | SMA 阴头 |
| 10MHz 输入/输出 | 50 Ω 阻抗、SMA 阴型转接器 |

7.5 性能特性测试

- 推荐测试方法 94
- 性能特性测试记录表 108
- 性能特性测试推荐仪器 111

7.5.1 推荐测试方法

- 频率特性 94
- 功率特性 98
- 扫描特性 100
- 脉冲调制特性 101
- 幅度调制特性 103
- 频率调制特性 105
- 相位调制特性 106

7.5.1.1 频率特性

1) 频率范围和频率准确度

a) 测试说明

频率范围也称频率覆盖，即信号发生器能提供合格信号的频率范围，通常用其上、下限频率说明。频率准确度反映的是频率精度，取决于参考时钟的准确度、老化率和温度、电源影响，本测试是验证信号发生器的频率范围和频率准确度是否合格。1431A 手持式射频信号发生器的频率范围为 250kHz ~ 4GHz。

b) 测试框图

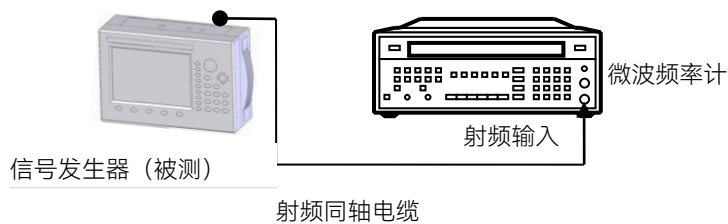


图 7.1 频率范围测试框图

c) 测试设备

微波频率计（推荐型号：HP5361B） 1 台

d) 测试步骤

- 步骤 1.** 按上图连接设备。
- 步骤 2.** 开机复位，按测试仪器要求时间预热。
- 步骤 3.** 将被测信号发生器设置为点频模式，功率 0dBm。
- 步骤 4.** 将被测信号发生器的输出频率设置为低端 250kHz，直接利用频率计测量被测信号发生器的输出频率，如测试结果在 $250\text{kHz} \pm 1\text{Hz}$ 以内，则此频率点检验合格，否则，检验不合格。
- 步骤 5.** 将被测信号发生器的输出频率设置为 4GHz，如测试结果在 $4\text{GHz} \pm 4\text{kHz}$ 以内，则此频率点检验合格，否则，检验不合格。
- 步骤 6.** 如果以上两个频率点均检验合格，则此项检验合格，否则此项检验不合格。
- 步骤 7.** 将测试结果记录到性能测试记录表附表中。

2) 频率分辨率

a) 测试说明

频率分辨率是信号发生器能够精确控制的输出频率间隔。本次测量采用共时基方式验证信号发生器的频率分辨率是否合格。1431A 手持式射频信号发生器的频率分辨率为 1Hz。

b) 测试框图

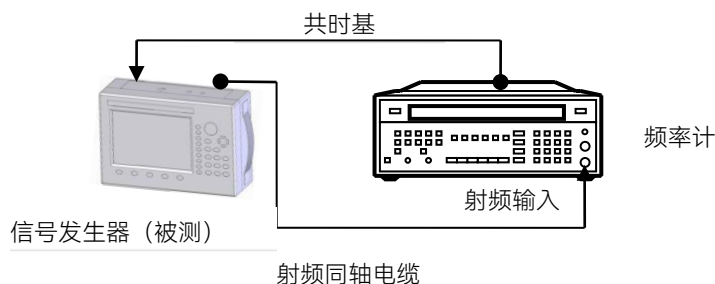


图 7.2 频率分辨率测试框图

c) 测试设备

微波频率计（推荐型号：HP5361B） 1 台

d) 测试步骤

- 步骤 1.** 按上图连接设备。
- 步骤 2.** 开机复位，按测试仪器要求时间预热。
- 步骤 3.** 设置被测信号发生器输出频率为 10 000 000 Hz，输出功率为 0dBm，选择外部参考；利用频率计测量被测信号发生器的输出频率 f_1 。
- 步骤 4.** 将被测信号发生器输出频率增加 1Hz，利用频率计测量被测信号发生器的输出频率 f_2 ；
- 步骤 5.** 计算信号发生器的最小步进量 $\Delta f = f_2 - f_1$ 。
- 步骤 6.** 设置被测信号发生器输出频率为 1GHz 和 4GHz，重复步骤步骤 3~5。

7.5 性能特性测试

步骤 7. 将结果 Δf 记入测试记录表附表中。如果 Δf 在 $1\text{Hz}\pm 0.5\text{Hz}$ 以内，则在性能测试记录表中记录合格，否则记录不合格。

3) 谐波寄生

a) 测试说明

本次测试验证信号发生器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。1431A 手持式射频谐波寄生指标为： $\leq -30\text{dBc}$

b) 测试框图

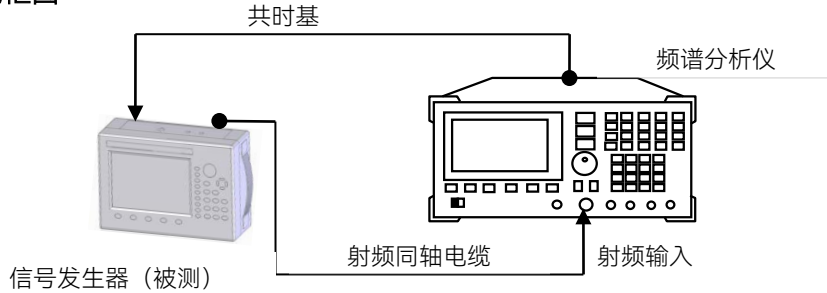


图 7-3 谐波寄生测试

c) 测试设备

频谱分析仪（推荐型号：4036） 1 台

d) 测试步骤

- 步骤 1. 按上图连接设备。
- 步骤 2. 开机复位，按测试仪器要求时间预热。
- 步骤 3. 将信号发生器设置为点频模式，功率电平为最大指标功率。
- 步骤 4. 在信号发生器指标范围内调整输出频率，用频谱仪观察并找出谐波最差的点；
- 步骤 5. 在性能测试记录表中记录测试结果。

4) 非谐波寄生

a) 测试说明

本次测试验证信号发生器的非谐波指标是否合格。非谐波是由频率合成部分产生的不希望的寄生或剩余信号，表现为固定的或具有一定频偏的信号输出。将信号发生器设置到一系列最容易产生非谐波的输出频率点，并把频谱仪调谐到相应寄生信号上进行测量并找出非谐波最差的点。

b) 测试框图

同图 7.3

c) 测试设备

频谱分析仪（推荐型号：4036） 1 台

d) 测试步骤

步骤 1. 按上图连接设备。

步骤 2. 开机复位，按测试仪器要求时间预热。

步骤 3. 在点频工作模式下，设置信号发生器的输出频率为 100MHz，功率电平 0dBm。

步骤 4. 将频谱仪的参考电平设为 0dBm，扫宽 500kHz，分辨率带宽和视频带宽自动，中心频率为信号发生器输出频率。

步骤 5. 用频谱仪观察偏离载波 50kHz 以远的非谐波寄生，如有则测量其与载波的幅度差值并记入测试记录，如看不到非谐波寄生，则不记录。

步骤 6. 逐渐加宽频谱仪的扫宽至 5MHz，重复步骤 5。

步骤 7. 分别设置信号发生器的输出频率为 1GHz、2GHz、4GHz，重复步骤 5~6。

步骤 8. 将测试结果记录到性能测试记录表中。

5) 单边带相位噪声

a) 测试说明

本测试是采用频谱分析仪的相位噪声测试功能验证信号发生器的单边带相位噪声是否合格。1431A 手持式射频信号发生器的单边带相位噪声指标为：

| | |
|-------------------------|---|
| $\leq -84\text{dBc/Hz}$ | $250\text{kHz} \leq f \leq 250\text{MHz} @20\text{kHz}$ |
| $\leq -96\text{dBc/Hz}$ | $250\text{MHz} < f \leq 500\text{MHz} @20\text{kHz}$ |
| $\leq -90\text{dBc/Hz}$ | $500\text{MHz} < f \leq 1\text{GHz} @20\text{kHz}$ |
| $\leq -84\text{dBc/Hz}$ | $1\text{GHz} < f \leq 2\text{GHz} @20\text{kHz}$ |
| $\leq -78\text{dBc/Hz}$ | $2\text{GHz} < f \leq 4\text{GHz} @20\text{kHz}$ |

b) 测试框图



7.4 单边带相位噪声测试框图

c) 测试设备

频谱分析仪（推荐型号：4036） 1 台

7.5 性能特性测试

d) 测试步骤

- 步骤 1. 按上图连接设备。
- 步骤 2. 开机复位，按测试仪器要求时间预热。
- 步骤 3. 将信号发生器设置为点频 1GHz，输出功率为 0dBm。
- 步骤 4. 如下设置频谱分析仪：
中心频率为信号发生器输出频率。
扫宽为 50kHz。
- 步骤 5. 用相位噪声测试功能测量并记录 20kHz 频偏处的相位噪声。
- 步骤 6. 将信号发生器输出频率分别改为 2GHz、4GHz，重复 4~5。
- 步骤 7. 将测试结果记录到性能测试记录表中。

7.5.1.2 功率特性

1) 稳幅输出功率范围(25°C±5°C)

a) 测试说明

本次测试是验证1431A手持式射频信号发生器的稳幅输出功率范围是否合格。将被测信号发生器的输出功率分别设置为最大指标输出功率之上3dB和最小可置功率，在被测信号发生器整个输出频率范围内检查稳幅输出功率范围是否合格。1431A手持式射频信号发生器的稳幅输出功率范围为-120dBm ~ +5dBm。

b) 测试框图

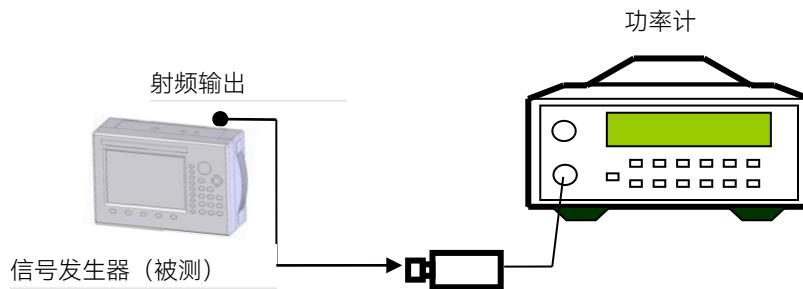


图 7.5 稳幅输出功率范围测试框图

c) 测试设备

| | |
|----------------------|-----|
| 功率计 (推荐型号: HP437B) | 1 台 |
| 功率探头 (推荐型号: HP8487A) | 1 个 |

d) 测试步骤

- 步骤 1. 校准功率计，按上图连接设备。
- 步骤 2. 开机复位，按测试仪器要求时间预热。

7.5 性能特性测试

- 步骤 3.** 设置信号发生器输出功率电平为最大指标功率之上 3dB，射频开关打开。
- 步骤 4.** 设置信号发生器输出频率为最小可置频率（射频型：250kHz）。被测信号发生器以 100MHz 步进，逐步增加到最大可置输出频率（射频型：4GHz）。
- 步骤 5.** 当信号发生器上无“不稳幅”指示时，记录功率计测量的最小读数并填入测试记录表。当信号发生器上出现“不稳幅”指示时，设置功率计在当前频率点的校准参数，以 0.1dB 为步进逐步减小被测信号发生器输出功率，当“不稳幅”指示刚好消失时，记录此时的功率计读数并填入测试记录表。当有多个频点有不稳幅提示时，记录最小点的功率计读数。
- 步骤 6.** 将信号发生器输出功率值改为最小可置功率，射频开关开。
- 步骤 7.** 设置信号发生器输出频率为最小可置频率（射频型：250kHz）。被测信号发生器以 100MHz 步进，逐步增加到最大可置输出频率（射频型：4GHz）。当信号发生器上无“不稳幅”指示时，使用测量接收机测量并记录最小可置功率符合规范要求。否则判为此项不合格。
- 步骤 8.** 将测试结果记录到性能测试记录表中。

2) 功率准确度(25°C±5°C)

a) 测试说明

1431A 信号发生器的功率准确度指标为：

$$\begin{aligned} -5\text{dBm} < P \leq +5\text{dBm} & \leq \pm 1.5\text{dB} \\ -60\text{dBm} < P \leq -5\text{dBm} & \leq \pm 2.5\text{dB} \end{aligned}$$

b) 测试框图

同图 7.5

c) 测试设备

| | |
|--------------------|-----|
| 功率计（推荐型号：HP437B） | 1 台 |
| 功率探头（推荐型号：HP8487A） | 1 个 |

d) 测试步骤

- 步骤 1.** 校准功率计，按上图连接设备。
- 步骤 2.** 开机复位，按测试仪器要求时间预热。
- 步骤 3.** 设置信号发生器输出频率为 1GHz，射频开关打开。
- 步骤 4.** 将信号发生器的输出功率设置为最大指标功率，以 1dB 为步进逐步减小信号发生器输出功率直到 -5dBm，当测量功率范围 $\leq -5\text{dBm}$ 时，以 10dB 步进逐步减小信号发生器输出功率直到最小功率值，同时用功率计测量并记录信号发生器各个功率范围内实测功率的最大误差。
- 步骤 5.** 将信号发生器的输出频率分别设置为 100MHz、4GHz，重复步骤 3 ~ 4。
- 步骤 6.** 将测试得到的最大误差结果记录到性能测试记录表附表中。

7.5.1.3 扫描特性测试

扫描特性

测试说明

1431A 手持式射频信号发生器具备步进扫描和列表扫描功能。本项测试即验证 1431A 手持式射频信号发生器的扫描功能。将信号发生器分别设置在步进、列表模式下，通过频谱仪验证信号发生器的输出应该符合相应规律。

测试框图

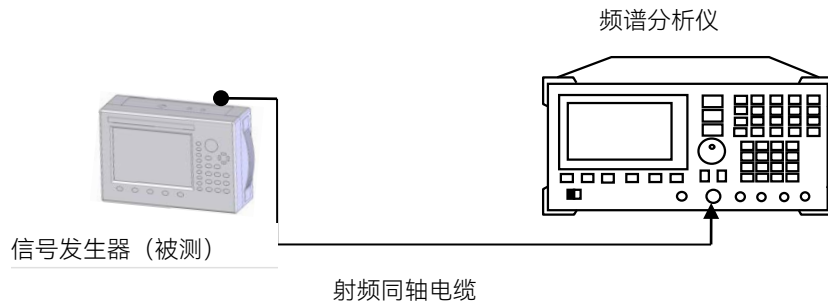


图 7.6 扫描特性测试框图

测试设备

频谱分析仪（推荐型号：4036） 1 台

测试步骤

- 步骤 1.** 按上图连接设备。
- 步骤 2.** 开机复位，按测试仪器要求时间预热。
- 步骤 3.** 将信号发生器设置为步进扫描模式，功率 0dBm，起始频率 250kHz，终止频率为 4GHz，扫描点数 101，驻留时间 1s，输出消隐打开，触发方式自动，用频谱分析仪验证信号发生器的输出如果从起始频率均匀变化到终止频率，然后回到起始频率再均匀变化到终止频率，如此循环进行，则本项检验合格，否则不合格。
- 步骤 4.** 在被测信号发生器的频率范围内任意选择 2 个以上频率点输入频率列表，每个频率点的驻留时间 1s，触发方式自动，将信号发生器设置为列表扫描模式，功率 0dBm，用频谱分析仪验证信号发生器的输出如果在频率列表中的各个频率点间往复跳变，则本项检验合格，否则不合格。
- 步骤 5.** 如以上扫描状态均正常工作，则此项检验合格。否则，检验不合格。
- 步骤 6.** 将每一种扫描类型的测试结果记录到性能测试记录表中。

7.5.1.4 脉冲调制特性

1) 脉冲调制开关比

a) 测试说明

利用频谱仪测量信号发生器在脉冲调制开和关两种情况下的输出功率,二者之差即脉冲调制开关比。1431A 手持式射频信号发生器的脉冲调制开关比指标均为: >60dB。

b) 测试框图

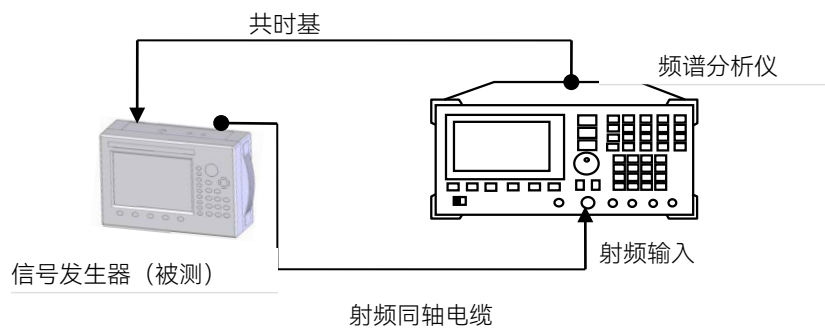


图 7.7 脉冲调制开关比测试框图

c) 测试设备

频谱分析仪（推荐型号：4036） 1 台

d) 测试步骤

步骤 1. 按上图连接设备。

步骤 2. 开机复位，按测试仪器要求时间预热。

步骤 3. 将信号发生器设置为点频 500MHz，功率电平 0dBm。

步骤 4. 如下设置频谱分析仪：

中心频率 500MHz

扫宽 200kHz

参考电平 5dBm

步骤 5. 利用频谱仪测量并记录出此时信号的功率 $P_{开}$ =dBm，此功率值等于脉冲调制输入为高时即“脉冲开”的功率值。

步骤 6. 设置被测信号发生器的调制方式为脉冲调制，并将调制功能打开，脉冲输入选择外部，并将外部脉冲调制输入接地或悬空，即“脉冲关”的状态。利用频谱仪测量并记录此时信号的泄漏功率 $P_{关}$ =dBm。

步骤 7. 将“脉冲开”和“脉冲关”时分别测到的功率相减，得到被测频率点的脉冲调制开关比实测值。

步骤 8. 如下设置信号发生器取消脉冲调制：

调制 脉冲调制 脉冲调制关

7.5 性能特性测试

步骤 9. 分别在 1GHz、4GHz 各测试点测试信号发生器的脉冲调制开关比。

步骤 10. 将测试结果记录到性能测试记录表附表中。

2) 脉冲调制上升下降时间

a) 测试说明

1431A手持式射频信号发生器的脉冲调制上升下降时间指标均为：<40ns。

b) 测试框图

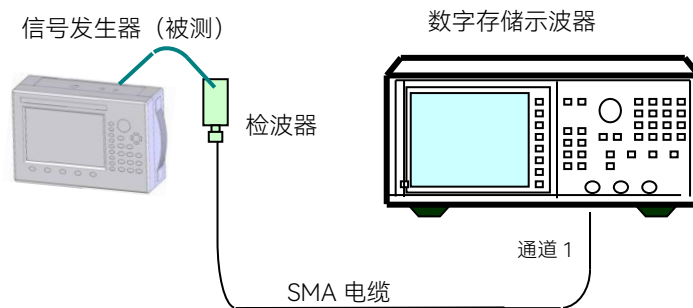


图 7.8 脉冲调制上升下降时间测试框图

c) 测试设备

| | |
|-------------------------|-----|
| 数字存储示波器 (推荐型号: TDS3054) | 1 台 |
| SMA 同轴检波器 | 1 个 |

d) 测试步骤

步骤 1. 按上图连接设备。

步骤 2. 开机复位, 按测试仪器要求时间预热。

步骤 3. 设置被测信号发生器的输出频率 500MHz, 输出功率 0dBm。

步骤 4. 如下设置被测信号发生器:

脉冲输入选择内部自动

脉冲宽度 5 μ s

脉冲周期 10 μ s

脉冲调制开

调制开关开

射频开关开

步骤 5. 如下设置数字存储示波器测量脉冲调制上升下降时间:

通道 1 开直流耦合 10mV/格反相开启探头 1X 阻抗 50 Ω

触发触发源通道 1 触发耦合直流 触发模式自动 边沿触发

触发电平 10mV 触发沿上升沿

时基 1 μ s/格

调节合适的时基大小, 使示波器显示完整的上升包络。

采用示波器的频标测量功能测量并记录调制包络的上升时间（调制包络从包络幅度的 10% 上升到 90% 所需要的时间）。

步骤 6. 将示波器的触发沿改为下降沿，采用示波器的频标测量功能测量并记录调制包络的下降时间（90%-10%）。

步骤 7. 将测试结果记录到性能测试记录表附表中。

7.5.1.5 幅度调制特性

1. 调幅频响

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的调幅频响是否合格。调制信号频率从 500Hz ~ 10kHz 变化，调幅平坦度要在 3dB 以内才满足指标要求。

b) 测试框图



图 7.9 调幅频响测试

c) 测试设备

| | |
|---------------------------|-----|
| 测量接收机（推荐型号：FSMR50/E5531S） | 1 台 |
| 测量接收机探头（推荐型号：NRP-Z37） | 1 台 |

d) 测试步骤

步骤 1. 按上图连接设备。被测信号发生器射频输出连接到测量接收机探头输入，测量接收机 10MHz 时基输出接到被测信号发生器时基输入。

步骤 2. 开机复位，按测试仪器要求时间预热。

步骤 3. 如下设置被测信号发生器：

- 点频 1 GHz，功率电平 0 dBm
- 幅度调制 开
- 调幅类型 线性
- 调幅深度 30%

7.5 性能特性测试

调制开关 开

射频开关 开

步骤 4. 设置测量接收机此时测得的调幅深度为参考深度, 打开测量接收机调幅准确度测试的差值功能, 并设置成以 dB 的形式显示。

步骤 5. 在 500Hz ~ 10kHz 范围内, 以 1kHz 步进改变调制率, 记录调幅深度最大值和最小值, 最大值和最小值之差就是当前频率的带内调幅平坦度。

步骤 6. 依次改变被测信号发生器和测量接收机的频率为 500MHz、4GHz, 测量调幅平坦度。

步骤 7. 将测试结果记录到性能测试记录表附表中。

2. 调幅准确度

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的线性调幅准确度和灵敏度是否合格。1431A 手持式射频信号发生器的调幅准确度指标详见第一章主要技术指标说明。

b) 测试框图

同图 7.9

c) 测试设备

测量接收机 (推荐型号: FSMR50/E5531S) 1 台

测量接收机探头 (推荐型号: NRP-Z37) 1 台

d) 测试步骤

步骤 1. 按上图连接设备。被测信号发生器射频输出连接到测量接收机探头输入, 测量接收机 10MHz 时基输出接到被测信号发生器时基输入。

步骤 2. 开机复位, 按测试仪器要求时间预热。

步骤 3. 如下设置被测信号发生器:

点频 1GHz, 功率电平 0dBm

幅度调制 开

调幅类型 线性

调幅深度 30%

调制开关 开

射频开关 开

步骤 4. 如下设置测量接收机:

测量模式 接收机

解调类型 AM

载波频率 1GHz

打开调幅深度测量功能

记录调幅深度的测量值和设置值的差即体现调幅准确度, 将结果填入性能测试记录附表。

步骤 5. 将信号发生器输出频率改为 500MHz、4GHz, 重新测量调幅的调制度误差。

7.5.1.6 频率调制特性

a) 测试说明

利用测量接收机测试信号发生器的调频频偏准确度是否满足指标要求。1431A 手持式射频信号发生器的调频频偏准确度指标均为： $\leq \pm 6\%$ (1kHz 调制率，频偏 100 kHz)

b) 测试框图



图 7.10 频率调制测试

c) 测试设备

| | |
|-----------------------------|-----|
| 测量接收机 (推荐型号: FSMR50/E5531S) | 1 台 |
| 测量接收机探头 (推荐型号: NRP-Z37) | 1 台 |

d) 测试步骤

步骤 1. 按上图连接设备。被测信号发生器射频输出连接到测量接收机探头输入，测量接收机 10MHz 时基输出接到被测信号发生器时基输入。

步骤 2. 开机复位，按测试仪器要求时间预热。

步骤 3. 如下设置被测信号发生器：

- 点频 1 GHz，功率电平 0 dBm
- 幅度调制 开
- 调幅类型 线性
- 调幅深度 30%
- 调制开关 开
- 射频开关 开

步骤 4. 如下设置测量接收机：

- 测量模式 接收机
- 解调类型 FM
- 解调带宽为 0.3 ~ 3kHz
- 载波频率 1 GHz

7.5 性能特性测试

打开调频频偏测量功能

记录调频频偏的测量值和设置值的差即体现调频准确度，将结果填入性能测试记录附表。

步骤 5. 将信号发生器输出频率改为 500MHz、4GHz，重新测量调频准确度。

7.5.1.7 相位调制特性

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器相位调制性能中调相相偏准确度指标。1431A 手持式射频信号发生器的调相相偏准确度指标为： $\leq \pm 6\%$ (1kHz 调制率，相偏 10rad)

b) 测试框图



图 7.11 频率调制测试

c) 测试设备

| | |
|-----------------------------|-----|
| 测量接收机 (推荐型号: FSMR50/E5531S) | 1 台 |
| 测量接收机探头 (推荐型号: NRP-Z37) | 1 台 |

d) 测试步骤

步骤 1. 按上图连接设备。被测信号发生器射频输出连接到测量接收机探头输入，测量接收机 10MHz 时基输出接到被测信号发生器时基输入。

步骤 2. 开机复位，按测试仪器要求时间预热。

步骤 3. 如下设置被测信号发生器：

- 点频 1 GHz，功率电平 0 dBm
- 幅度调制 开
- 调幅类型 线性
- 调幅深度 30%
- 调制开关 开
- 射频开关 开

步骤 4. 如下设置测量接收机：

测量模式 接收机

解调类型 PM

解调带宽为 0.3 ~ 3kHz

载波频率 1 GHz

打开相位偏移测量功能

记录相位偏移，测量值和设置值的差即体现相偏准确度，将结果记入表格。

步骤 5. 将信号发生器输出频率改为 500MHz、4GHz，重复测试此时的调相相偏准确度，将结果填入性能测试记录附表。

7.5 性能特性测试

7.5.2 性能特性测试记录表

表7.3 性能特性测试记录表

仪器编号: _____ 测试人员: _____
 测试条件: _____ 测试人员: _____

| 序号 | 检验项目 | 单位 | 标准要求 | | 测试结果 |
|------------|------|----|--|-------------------------------|------|
| 1 | 接口 | / | 射频接口 | N 型接口 | |
| | | | USB 接口 | A 型/B 型 USB | |
| | | | LAN 接口 | 标准 RJ-45 型 | |
| | | | 10MHz 输入/输出 | SMA 阴头 | |
| | | | 脉冲输入 | SMA 阴头 | |
| | | | 同步输出 | SMA 阴头 | |
| | | | 监视输出 | SMA 阴头 | |
| 2 | 安全性 | MΩ | 设备的电源输入端与机壳之间的绝缘电阻在试验用标准大气条件下应不小于 100M | | |
| | | | 设备的电源输入端与机壳之间的绝缘电阻在潮湿环境条件下应不小于 2M | | |
| | | / | 抗电强度 | AC 1500V, 10mA/1min; 无击穿、无飞弧。 | |
| | | mA | 泄漏电流 | 电压 242V, 泄漏电流: ≤3.5mA, 1min。 | |
| 3 | 外观 | / | 外观应整洁、表面应无锈蚀、霉斑、污迹、镀层剥落及明显的划痕、毛刺; 塑料件应无起泡、开裂、变形; 文字、符号、标识和各种显示应清晰、牢固。结构件及控制件应完整、无机械损伤。 | | |
| 4 | 颜色 | / | 白色、蓝黑色 | | |
| 5 | 功能 | / | 连续波信号输出功能 | | |
| | | | 频率、幅度、脉冲、相位等多种调制功能 | | |
| | | | 大动态范围幅度精细调节功能 | | |
| | | | 自我诊断功能及状态自测试 | | |
| | | | 不稳幅、失锁告警功能 | | |
| | | | 嵌入式操作说明, 在线帮助功能 | | |
| | | | 支持 LAN 和 USB 接口远程控制功能 | | |
| | | | 内置电池组, 自动充放电管理功能 | | |
| 步进、列表等扫描功能 | | | | | |

表7.3 (续1) 性能特性测试记录表

| 序号 | 检验项目 | 单位 | 标准要求 | | 测试结果 |
|----|-----------------------|------------|---------------------|----------------------------|------|
| 6 | 频率范围 | / | 频率下限(1431A) | 250KHz±1Hz | |
| | | | 频率上限(1431A) | 4GHz±1Hz | |
| 7 | 频率分辨率 | Hz | 1431A | 1 | |
| 8 | 扫描特性 | / | 步进扫描 | 250KHz ~ 4GHz | |
| | | | 列表扫描 | 2 个以上频率点 | |
| 9 | 稳幅输出功率范围 | dBm | 最大稳幅输出功率 | ≥+5 | |
| | | | 最小可置功率 | ≤-120(1431A) | |
| 10 | 功率准确度 | dB | 1431A | -5dBm < P ≤ 最大功率 ±1.5 | |
| | -60dBm ~ 最大功率 | | 1431A | -60dBm < P ≤ -5dBm ±2.5 | |
| 11 | 谐波寄生 | dBc | 250KHz ≤ f ≤ 4GHz | ≤ -30 | |
| 13 | 单边带相位噪声 (20kHz 频偏) | dBc/ Hz | 250kHz ≤ f ≤ 250MHz | ≤ -84 | |
| | | | 250MHz < f ≤ 500MHz | ≤ -96 | |
| | | | 500MHz < f ≤ 1GHz | ≤ -90 | |
| | | | 1GHz < f ≤ 2GHz | ≤ -84 | |
| | | | 2GHz < f ≤ 4GHz | ≤ -78 | |
| 14 | 脉冲调制开关比 | dB | 1431A | ≥ 60 | |
| 15 | 脉冲调制上升下降时间 | ns | 1431A | 上升时间 ≤ 40 | |
| | | | | 下降时间 ≤ 40 | |
| 16 | 调幅调制率 (3dB 带宽) | kHz | 1431A | DC ~ 10 | |

7.5 性能特性测试

表7.3 (续2) 性能特性测试记录表

| 序号 | 检验项目 | 单位 | 标准要求 | | 测试结果 |
|----|---|-----|-------|---|------|
| 17 | 调幅准确度 (1kHz 调制率) | % | 线性调幅 | $\pm (6\% \times \text{设置深度} + 2\%)$ | |
| | | | 指数调幅 | $\pm (5\% \times \text{设置深度} + 1\text{dB})$ | |
| 18 | 调频调制率 (3dB 带宽) | kHz | 1431A | DC ~ 10 | |
| 19 | 最大调频频偏 | kHz | 1431A | N×800 | |
| 20 | 调频误差 (1kHz 调制率, 100kHz 频偏) | % | 1431A | ≤6 | |
| 21 | 相位调制调制率 (3dB 带宽) | kHz | 1431A | DC ~ 10 | |
| 22 | 相位调制最大相偏 | rad | 1431A | N×10 | |
| 23 | 相位调制准确度 (1kHz 调制率, 100kHz 频偏) | % | 1431A | ≤±6 | |
| 说明 | 1.打“√”表示功能正常或符合要求；打“X”表示功能不正常或不符合要求； 2.打“/”表示本机无此测试项。 | | | | |
| | 综合判定：合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | | | |

7.5.3 性能特性测试推荐仪器

表7.4 性能特性测试推荐仪器

| 序号 | 仪器名称 | 主要技术指标 | 推荐型号 |
|----|-----------|--|-------------------------------|
| 1 | 频率计 | 频率范围: 250kHz-18GHz 频率分辨率: 1Hz | HP5361B EIP598A |
| 2 | 功率计 | 功率范围: 1 μ W ~ 100mW | HP437B、HP E4416A、HP E4419A |
| 3 | 功率探头 | 频率范围: 250kHz ~ 18GHz | HP8487A、HP E4413、 E9304A |
| 4 | 频谱分析仪 | 频率范围: 10MHz ~ 40GHz | HP8563E、4036、Agilent E4448 |
| 5 | 测量接收机 | 频率范围: 10MHz ~ 20GHz | F5MR50/E5531S |
| 6 | 测量接收机探头 | 频率范围: 10MHz ~ 20GHz | NRP-Z37 |
| 7 | 数字存储示波器 | 带宽: DC ~ 500MHz 输入阻抗: 50 Ω 及 1M Ω 垂直分辨率: \leq 5mV/Div 水平分辨率: 10ns/Div | TDS3054 |
| 8 | SMA 同轴检波器 | 0.01-20GHz;视频带宽 >500kHz | / |
| 9 | 泄漏电流耐压测试仪 | 漏电流 0.5mA ~ 20mA, 电压 242V、 3kV、5kV | CJ2673 漏电流耐压测试仪 |
| 10 | 变频电源 | 频率 47Hz ~ 400Hz, 电压 0 ~ 3000V | AFC-1kW 变频电源 |
| 11 | 高低温交变湿热箱 | 温度-70 $^{\circ}$ C ~ +150 $^{\circ}$ C, 湿度 25 ~ 98%RH | ESL-10P 高低温交变湿热箱 |
| 12 | 碰撞试验台 | 最大负载 100kg, 加速度 (50 ~ 400) m/s ² | P-100 碰撞试验台 |
| 13 | 电动振动台 | 最大负载 500kg, 最大位移 51mm (p-p) 额定推力 31.36kN, 频率范围 5 ~ 2500Hz | DC-3200-36 电动振动台 |
| 14 | 数显兆欧表 | | FLUKE 1508 数显兆欧表 |
| 15 | 游标卡尺 | 0 ~ 1000mm | 41-A-54 |
| 16 | 案秤 | 最小分度值 \geq 5g | 案秤 |
| 17 | 计算机 | 操作系统: Windows7.0 内存: 1G 硬 盘: 100G | |