Ceyear 思仪

1435 系列

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，基于固件版本 Version 1.0 及以上。

- 1435A 信号发生器（9kHz～3GHz）
- 1435B 信号发生器（9kHz～6GHz）
- 1435C 信号发生器（9kHz～12GHz）
- 1435D 信号发生器（9kHz～20GHz）
- 1435F 信号发生器（9kHz～40GHz）
- 1435K 信号发生器（100kHz～53GHz）
- 1435L 信号发生器（100kHz～67GHz）
- 1435A-V 信号发生器（9kHz～3GHz）
- 1435B-V 信号发生器（9kHz～6GHz）
- 1435CV 信号发生器（9kHz～13GHz）
- 1435DV 信号发生器（9kHz～20GHz）
- 1435GV 信号发生器（9kHz～45GHz）

版　　本：　D.2　2026年4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：　400-1684191
质量监督：　0532-86886614
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 1435 系列信号发生器！本司产品集高、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

YQ2.827.1993SS

版本

D.2　2026.4

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所授权，不得对本手册内容进行修改，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 ISO 9001 和 ISO 14001 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，则可能引起仪器损坏或丢失重要数据。在完全理解和满足条件之后，才可进行下一步操作。

目 录

1 手册导航 6
1.1 关于手册 6
1.2 关联文档 2
2 概述 5
2.1 产品综述 5
2.1.1 产品特点 5
2.1.2 典型应用 12
2.2 安全使用指南 13
2.2.1 安全标识 13
2.2.2 操作状态和位置 14
2.2.3 用电安全 15
2.2.4 操作注意事项 16
2.2.5 维护 16
2.2.6 电池或电源模块 16
2.2.7 运输 17
2.2.8 废弃处理/环境保护 17
3 使用入门 20
3.1 准备使用 20
3.1.1 操作前准备 20
3.1.2 操作系统配置 31
3.1.3 例行维护 37
3.2 前、后面板说明 39
3.2.1 前面板说明 39
3.2.2 后面板说明 40

目 录

3.3 基本配置方法 42
3.3.1 基本设置说明 42
3.3.2 操作示例 48
3.3.3 主要配置场景说明 59
3.4 数据管理 74
3.4.1 存储/调用工作状态 74
3.4.2 文件管理 76
3.4.3 打印/存储屏幕快照 79
4 操作指南 82
4.1 基本操作指南 82
4.1.1 数字调制 82
4.1.2 模拟调制与脉冲调制 83
4.1.3 扫描 87
4.2 高级操作指南 90
4.2.1 配置多音 91
4.2.2 配置任意波 92
4.2.3 选择 ALC 带宽 99
4.2.4 信号发生器外稳幅 100
4.2.5 用混频器方式工作/反向功率影响 101
4.2.6 创建和应用用户平坦度校准阵列 102
4.2.7 脉冲调制输入选择 104
4.2.8 基带触发功能配置 108
4.2.9 任意波触发功能配置 112
4.2.10 线性调频功能配置 117
5 菜 单 120
5.1 菜单结构及参数设置 120
5.1.1 频 率 120
5.1.2 功 率 122

5.1.3 扫 描 125
5.1.4 调 制 127
5.1.5 基 带 133
5.1.6 I/Q 136
5.1.7 任意波 138
5.1.8 双/多音 140
5.1.9 AWGN 142
5.1.10 线性调频 144
5.1.11 系统 144
5.1.12 存储/调用 148
5.1.13 校准 150
5.2 菜单说明 151
5.2.1 频 率 152
5.2.2 功 率 156
5.2.3 扫 描 161
5.2.4 调 制 168
5.2.5 基 带 174
5.2.6 I/Q 179
5.2.7 任意波 184
5.2.8 双/多音 191
5.2.9 AWGN 194
5.2.10 线性调频 197
5.2.11 系统 198
5.2.12 存储/调用 200
5.2.13 校准 201
6 远程控制 204
6.1 远程控制基础 204
6.1.1 程控接口 204
6.1.2 消息 207
6.1.3 SCPI 命令 208

目 录

6.1.4 命令序列与同步 216
6.1.5 状态报告系统 217
6.1.6 编程注意事项 220
6.2 仪器程控端口与配置 220
6.2.1 LAN 220
6.2.2 GPIB 221
6.3 VISA 接口基本编程方法 222
6.3.1 VISA 库 222
6.3.2 初始化和设置默认状态 223
6.3.3 发送设置命令 224
6.3.4 读取配置仪器状态 225
6.3.5 命令同步 225
6.4 I/O 库 226
6.4.1 I/O 库概述 226
6.4.2 I/O 库安装与配置 227
7 故障诊断与返修 230
7.1 工作原理 230
7.1.1 整机工作原理和硬件原理框图 230
7.2 故障诊断与排除 231
7.2.1 系统问题 231
7.2.2 硬件失锁 232
7.2.3 不稳幅 233
7.2.4 射频输出功率问题 234
7.2.5 射频输出端口无调制 234
7.2.6 扫描问题 235
7.2.7 数据存储问题 235
7.2.8 前面板按键不响应 236
7.2.9 远程控制问题 236

7.3 错误信息 236
7.3.1 错误信息文件 236
7.3.2 错误信息说明 237
7.4 返修方法 238
7.4.1 联系我们 238
7.4.2 包装与邮寄 239
8 技术指标和测试方法 240
8.1 声明 240
8.2 产品特征 240
8.3 技术指标 241
8.4 补充信息 254
8.4.1 通用信息 254
8.5 性能特性测试 256
8.5.1 推荐测试方法 256
8.5.2 性能特性测试记录表 272
8.5.3 性能特性测试推荐仪器 283
附 录 286
附录 A 术语说明 286
频率准确度 286
频率稳定度 287
失真度（Harmonic Distortion）与频谱纯度 287
I/Q 调制 287
语音编码 287
信道编码 288
数字调制 288
数字调制信号的频带利用率 289

目 录

二进制频移键控 2FSK 289
二进制相移键控 BPSK 290
四相相移键控 QPSK 290
八相相移键控 8PSK 291
正交幅度调制 QAM 291
差分调制方式 π/4DQPSK 292
QPSK 调制方式 293
恒包络数字调制 MSK（最小移频键控） 293
3π/8 旋转 8PSK 调制（EDGE） 294
Nyquist 滤波器 294
Nyquist 滤波器系数 α 295

附录 B SCPI 命令速查表 296

附录 C 错误信息速查表 312

附录 D 功能配置窗口 PC 键盘快捷键速查表 313

1 手册导航

本章介绍了 1435 系列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 6
- 关联文档 2

1.1 关于手册

本手册介绍了 1435 系列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、配置操作指南、菜单、远程控制、维护及技术指标和测试方法等内容，以帮

助用户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，然后按照手册指导正确操作。

用户手册共包含的章节如下：

- **概述**

概括地介绍了1435系列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。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1435系列信号发生器的操作前检查、仪器浏览、基本配置方法、配置窗口使用说明及数据存储等。以便用户初步了解仪器本身和配置过程，并为后续全面介绍仪器配置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**

详细介绍仪器各种配置功能的操作方法，包括：配置仪器、启动配置过程和获取配置结果等。主要包括两部分：基本操作指南和高级操作指南。功能操作指南部分针对不熟悉1435系列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，如设置连续波、功率、调制等。高级操作指南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，指导用户实施操作过程。例如：步进扫频和列表扫频的列表配置、矢量信号产生等。

- **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。

- **远程控制**

概述了仪器远程控制操作方法，使用户可以对远程控制操作快速上手。分四部分介绍：程控基础，介绍与程控有关的概念、软件配置、程控端口、SCPI命令等；仪器端口配置方法，介绍1435系列信号发生器程控端口的连接方法和软件配置方法；VISA接口基本编程方法，以文字说明和示例代码的方式给出基本编程示例，使用户快速掌握程控编程方法；I/O函数库，介绍仪器驱动器基本概念及IVI-COM/IVI-C驱动的基本安装配置说明。

- **故障诊断和返修**

包括整机工作原理介绍、故障判断和解决方法、错误信息说明及返修方法。

- **技术指标和测试方法**

介绍了1435系列信号发生器的产品特征、主要技术指标以及推荐用户使用的测试方法。

- **附录**

列出与1435系列信号发生器有关的参考信息，包括：术语说明、程控命令速查表、错误信息速查表。

1.2 关联文档

1435 系列信号发生器的产品文档包括：

- 快速使用指南
- 在线帮助
- 用户手册
- 程控手册

快速使用指南

介绍了仪器的配置和启动配置的基本操作方法，目的是：使用户快速了解仪器的特点、掌握基本设置和基础的本地、程控操作方法。包含的主要章节是：

- 准备使用
- 典型应用
- 获取帮助

用户手册

详细介绍了仪器的功能和操作使用方法，包括：配置、程控和维护等信息。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。包含的主要章节有：

- 手册导航
- 概述
- 使用入门
- 操作指南
- 菜单
- 远程控制
- 故障诊断与返修
- 技术指标和测试方法
- 附录

程控手册

本手册详细介绍了程控编程基础、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。包含的主要章节有：

- 远程控制
- 程控命令

- 编程示例
- 错误说明
- 附录

在线帮助

在线帮助集成在仪器产品中，提供快速的文本导航帮助，方便用户本地和远控操作。仪器前面板按键或用户界面工具条都有对应的快捷键激活该功能。包含的主要章节同用户手册。

1.2 关联文档

2 概述

本章介绍了1435系列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 …… 5
- 安全使用指南 …… 13

2.1 产品综述

1435系列信号发生器基于创新的技术实现了性能、经济性和体积重量的平衡设计。该款信号发生器频率范围覆盖9kHz～40GHz/100kHz～67GHz，其具有优良的频谱纯度，单边带相位噪声1GHz载波@10kHz频偏达到-136dBc/Hz，10GHz载波@10kHz频偏达到-118dBc/Hz；具有高功率输出和大动态范围，最大输出功率可达20dBm@20GHz，动态范围大于150dB；可实现快速频率切换，频率切换时间1ms（典型值），缩短测试时间提高测试效率，满足海量数据测试需求；具有性能优异的模拟调制、脉冲调制功能。采用先进的频率合成和射频通道信号处理技术，获得高性能的同时降低了成本。其中，1435-V系列信号发生器频率范围覆盖9kHz～45GHz，120MHz/200MHz/500MHz/800MHz内部调制带宽和齐全的数字调制样式，可满足各种宽带数字调制信号的模拟需求。支持多种下载数据格式的任意波调制，可以根据用户需要编辑、下载配置所需的波形，完成各种信号模拟，满足各种复杂信号的测试需求；其基带信号发生器设置简单、性能优异，支持PSK、QAM、FSK、MSK等超过20种格式的通用数字调制信号的实时发生。该系列信号发生器具有7寸高灵敏度触摸LED屏、同时支持触摸屏、面板按键、旋转按钮、外接鼠标键盘等多种操作方式，操作体验全面升级，支持USB功率计进行测量显示及功率平坦度校准补偿；3U便携式机箱结构，体积小重量轻，便于携带。该系列信号发生器在紧凑的空间内实现优异的性能，既可以满足设备研发阶段对高性能测试需求，也可以满足生产阶段对高效率测试需求。

- 产品特点 …… 5
- 典型应用 …… 12

2.1.1 产品特点

2.1.1.1 基本功能

中电科思仪科技股份有限公司研制的 1435 系列信号发生器主要性能特点是：

1) 宽频率覆盖

1435A/B/C/D/F/K/L信号发生器的频率覆盖范围分别为9kHz～3GHz/6GHz/12GHz/20GHz/40GHz，100kHz～53GHz/67GHz，1435A-V/B-V/CV/DV/GV矢量信号发生器的频率覆盖范围分别为9kHz～3GHz/6GHz/13GHz/20GHz/45GHz，系列化最低频率低至9kHz，最高频率高达67GHz，可满足宽频段测试需求。

2.1 产品综述

2) 高功率输出

通过选配H08大功率输出选件，1435A/B/C/D全频段功率实测值均在20dBm以上，1435F全频段功率实测值在17dBm以上，1435A-V/B-V全频段输出功率实测值均在20dBm以上，在需要大功率激励信号的测试场合，使用1435无需外接放大器，即可得到所需测试信号。

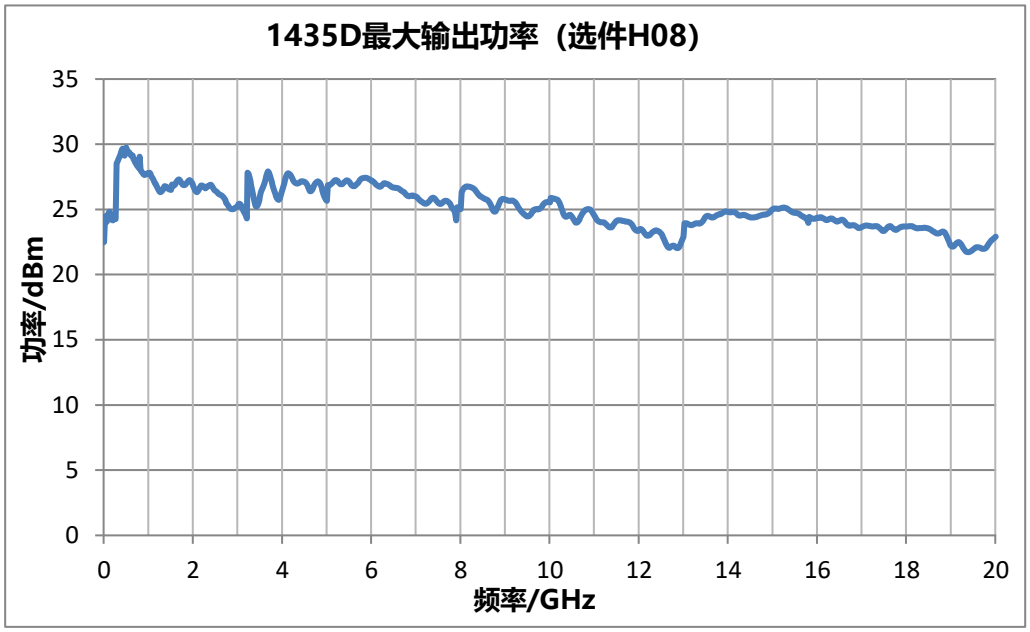


图 2.1 1435D 最大输出功率

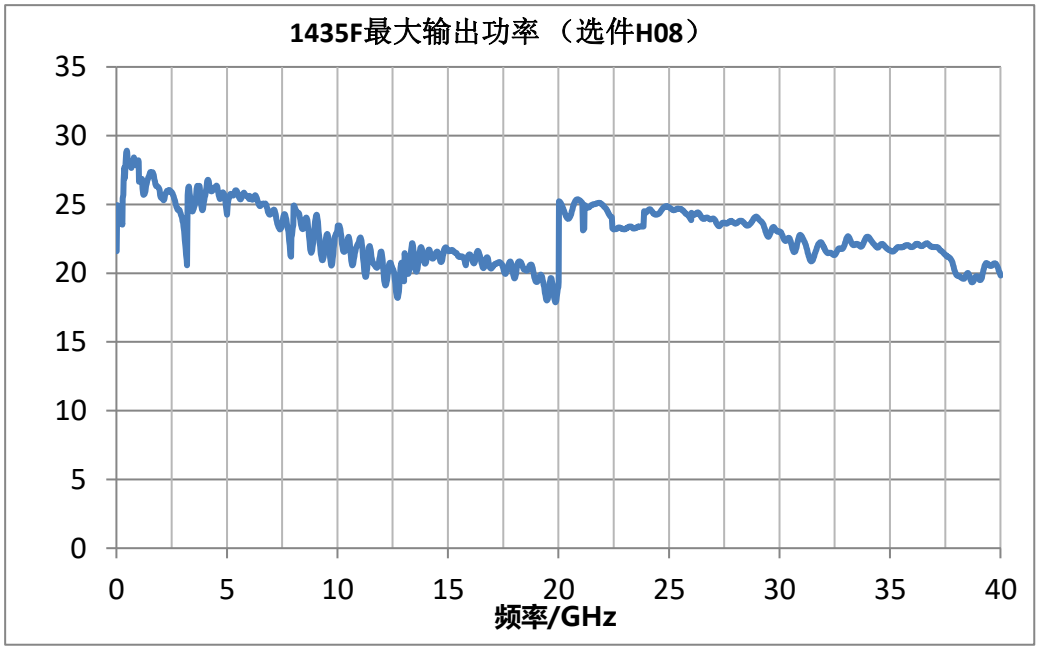


图 2.2 1435F 最大输出功率

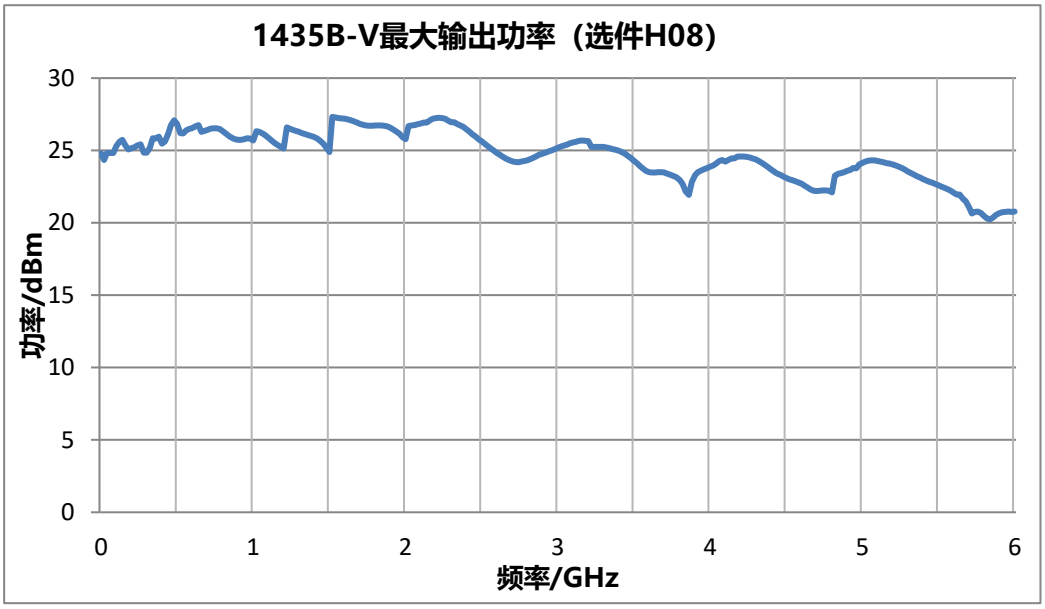


图 2.3 1435B-V 最大输出功率

3) 优良的单边带相位噪声

1435 系列信号发生器提供两档相位噪声供用户选择。其中，模拟系列信号源标配单边带相位噪声实测-101dBc/Hz（10GHz@10kHz），选用低相位噪声选件，单边带相位噪声低至-118dBc/Hz（10GHz@10kHz）；矢量系列信号源标配单边带相位噪声实测-101dBc/Hz（1GHz@10kHz），选用低相位噪声选件，单边带相位噪声低至-136dBc/Hz（1GHz@10kHz）。用户可根据实际需求选择相位噪声档，实现最优性价比。

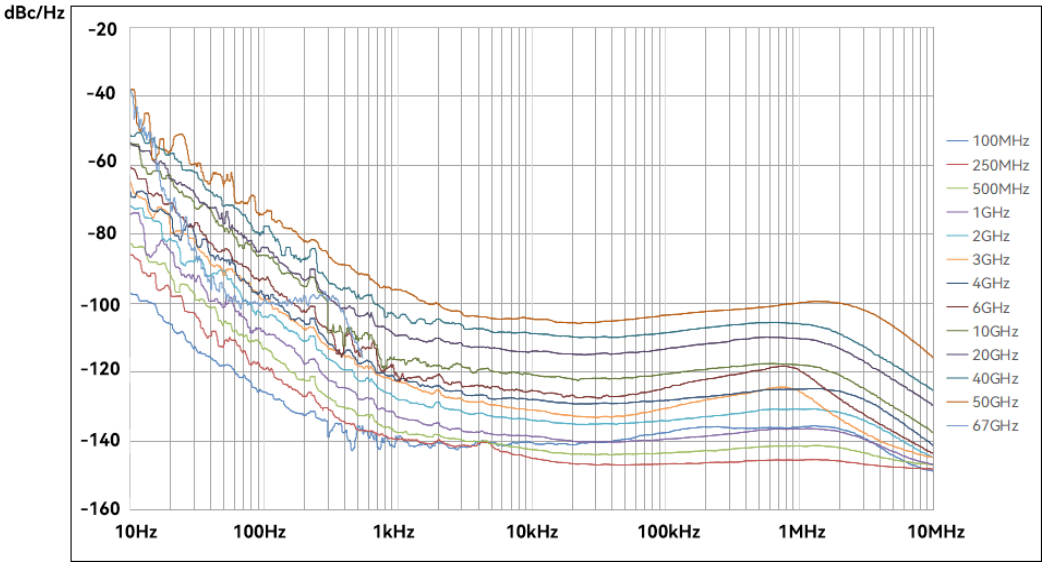


图 2.4 单边带相位噪声（非-V）

2.1 产品综述

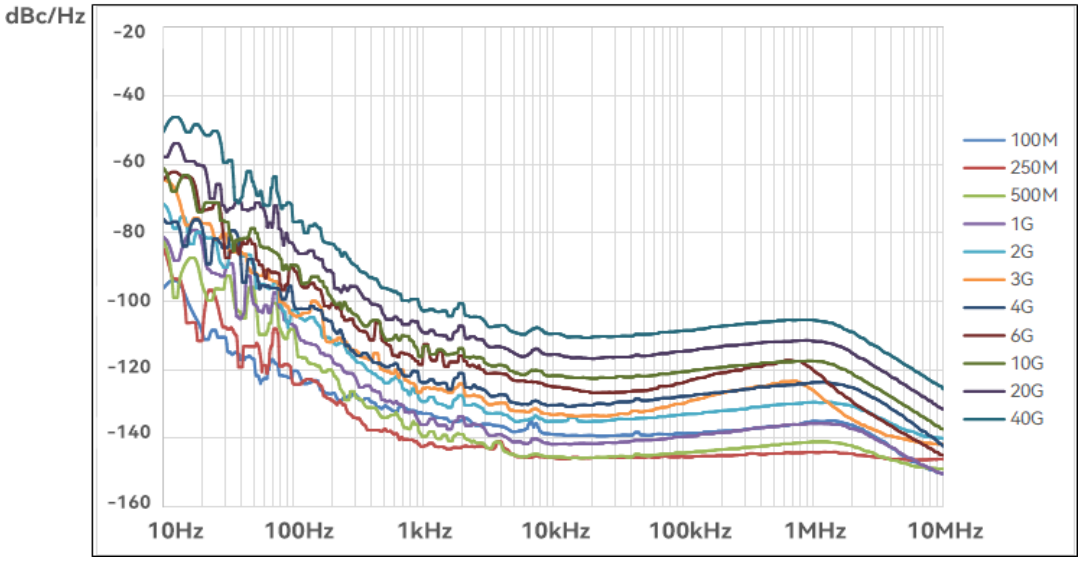


图 2.5 单边带相位噪声（-V）

4) 快速频率切换

1435 可在全频段内实现快速频率切换，实测频率切换时间 0.67ms，可满足高速测试需求。

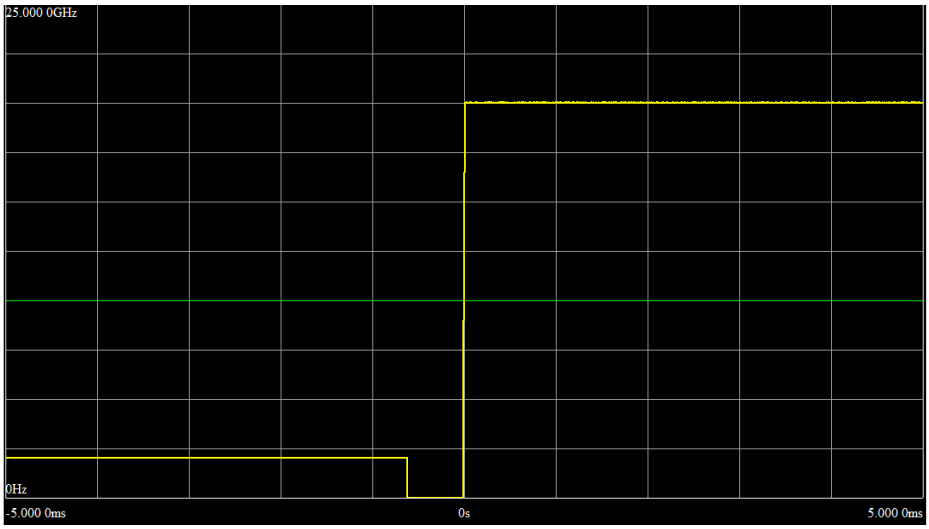


图 2.6 频率切换时间

5) 高性能脉冲调制

脉冲开关比大于 80dB，上升下降时间小于 10ns，选用窄脉冲选件 H04，最小脉宽 20ns，脉宽范围 20ns～42s-10ns，步进 10ns，支持门控、外部等多种触发方式，具备雷达测试所需要的脉冲串功能。

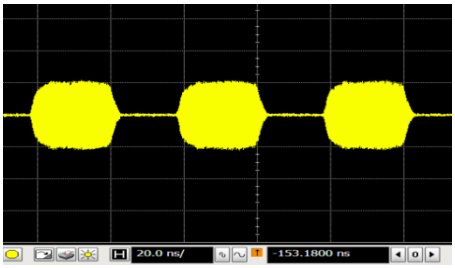


图 2.7 脉宽 20ns

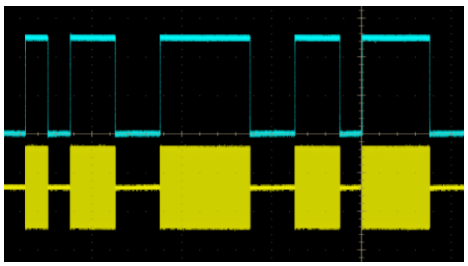


图 2.8 脉冲串（5 个）

2.1.1.2 高性能

1） 内置多功能函数发生器

多功能函数发生器由 7 个波形发生器组成，用于产生 AM/FM/ΦM 的调制信号和低频输出信号。2 个波形发生器可以通过内部相加生成双音调制信号，用于 AM/FM/ΦM。这 7 个波形发生器中包含有 2 个标准函数发生器、1 个双函数发生器、1 个扫描函数发生器、2 个噪声发生器和 1 个直流发生器，直流发生器产生直流电平，仅能用于低频输出，波形发生器正弦波频率范围 0.1Hz～10MHz，三角波、方波、锯齿波、脉冲的频率范围 0.1Hz 至 1MHz，频率分辨率 0.1Hz。

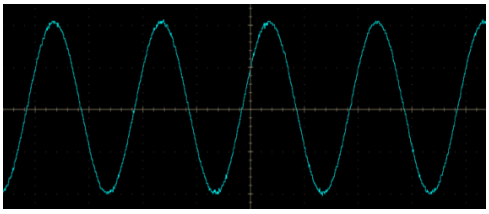


图2.9 正弦波

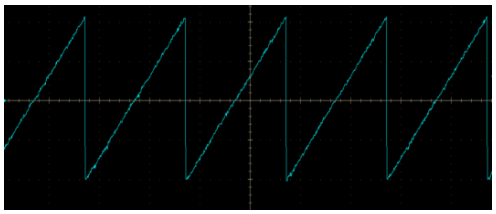


图2.10 锯齿波

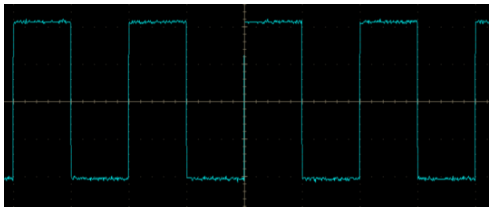


图2.11 方波

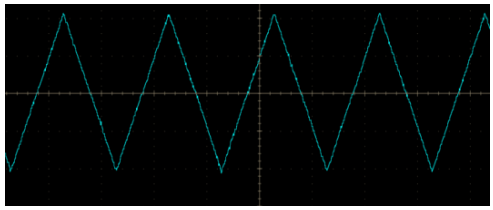


图2.12 三角波

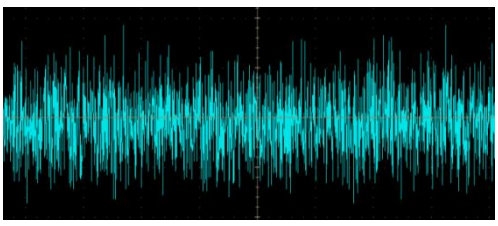


图2.13 噪声

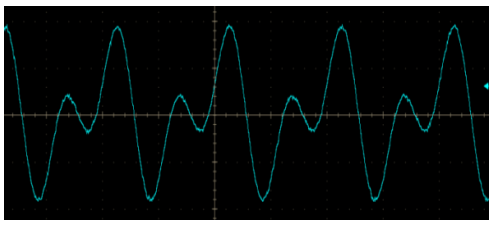


图2.14 双正弦

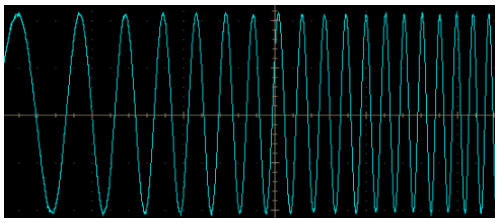


图 2.15 扫频正弦

2) 高兼容性任意波数据格式下载

1435-V 系列信号发生器支持 Mat-File 5、ASCII、Binary、cap、csv 这 5 种存储格式的任意波数据直接下载播放，具备 2G 样点的存储深度。

3) 齐全的通用数字调制样式

1435-V 系列信号发生器可支持涵盖 PSK、QAM、FSK、MSK 等超过 20 种格式的通用数字调制信号的实时发生。

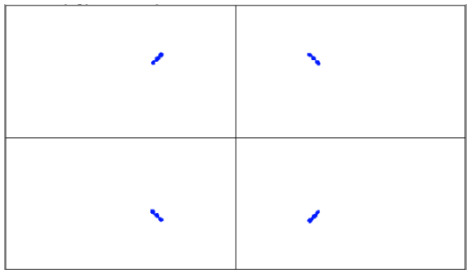


图 2.16 MSK

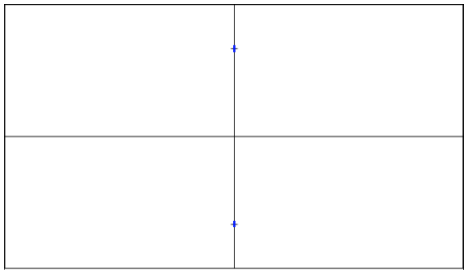


图 2.17 2FSK



图 2.18 QPSK

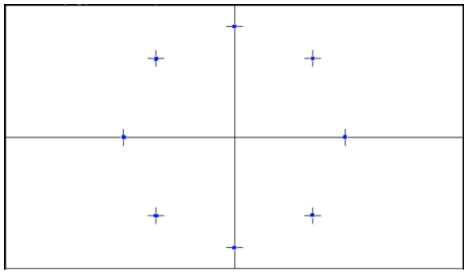


图 2.19 8PSK

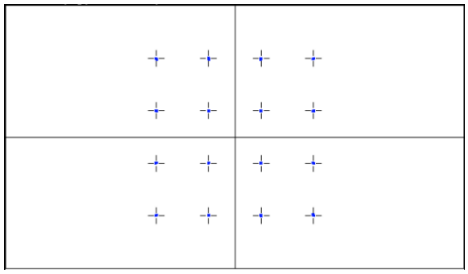


图 2.20 16QAM

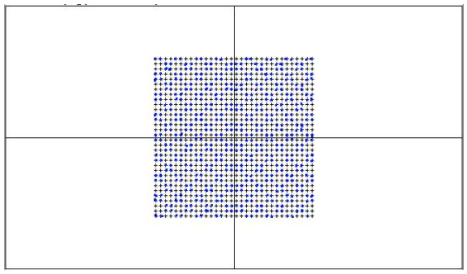


图 2.21 1024QAM

2.1.1.3 灵活性

1) 体积小重量轻

采用 3U 高便携式机箱设计，重量和体积相比台式仪器大大减小，全系列最重机型不超过 15kg，最轻机型 7.4kg。

2) 灵敏度LED触屏

7 寸宽 LED 显示器，800×480 像素分辨率，清晰地展现仪器状态信息，电容屏配合量身定制的窗口界面，触控灵敏准确。除了触屏，还可以通过面板按键、带回车功能的旋转按钮、外接键盘鼠标等方式对仪器进行操作，方便快捷任您选择。



图 2.22 实际操作界面截图

3) 丰富的程控接口

1435 系列信号发生器提供了 GPIB 接口、网络接口等程控接口，任您自由选择，可以方便地实现远程控制及网络升级功能。

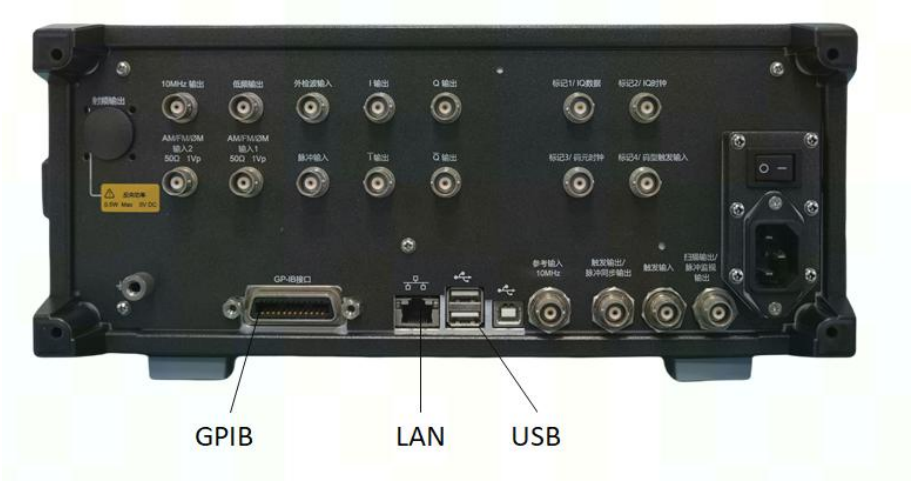


图 2.23 1435 系列信号发生器程控接口

2.1.2 典型应用

1) 通用测试

1435 系列信号发生器功能齐全，频率范围宽达 9kHz～67GHz，支持 AM、FM、ΦM 和 PM 模拟调制功能，支持步进扫描和列表扫描，并且具有出色的性能。通过性能、经济性和体积重量的平衡设计，多种选件自由配置，使得 1435 应用广泛，成本上既可以用于教学测试，性能上也可以用于实验室测试。

2) 国防测试

1435 具有高性能脉冲调制，脉冲调制开关比大于 80dB，上升下降时间小于 10ns，最小脉宽 20ns，具备重频参差、重频抖动、脉冲串等多种脉冲样式，适用于雷达系统测试。优异的相位噪声性能可用于接收机测试。体积小巧，携带方便，适用于外场测试。

3) 产线测试

1435 系列信号发生器的频率切换时间 1ms，测试速度快，缩短测试时间提高测试效率，满足海量数据测试需求；功率输出高，无需外接功率放大器使用，节省空间和成本；支持 LAN、GPIB 等多种控制接口，方便组成自动测试系统。适合产线测试。

4) 通信系统测试

1435 具有优异的数字调制性能，齐全的数字调制样式，支持涵盖 PSK、QAM、FSK、MSK 等超过 20 种格式的通用数字调制信号及用户自定义调制信号的实时发生，适用于通信系统误码率等指标测试。

5) 数字解调接收机测试

高兼容性任意波数据格式，可以方便的播放用户自定义的波形数据文件，同时具有高达 150dB 功率动态范围，适用于数字解调接收机的灵敏度、信噪比等指标测试。

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，以免造成人员伤害或财产损害。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 …… 13
- 操作状态和位置 …… 14
- 用电安全 …… 15
- 操作注意事项 …… 16
- 维护 …… 16
- 电池或电源模块 …… 16
- 运输 …… 17
- 废弃处理/环境保护 …… 17

2.2.1 安全标识

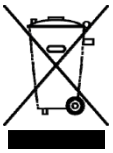
2.2.1.1 产品相关

产品上的安全警告标识如下（表 2.1）：

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

符号	意义	符号	意义
	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　危险标识，若不避免，会带来人身和设备伤害。

警 告　警告标识，若不避免，会带来人身和设备伤害。

小 心　小心标识，若不避免，会导致轻度或中度的人身和设备伤害。

注 意　注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。

提 示　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，1435 系列信号发生器的操作环境需满足，符合 GJB3947A-2009 中 3 级环境级别要求。非工作温度：-40°C～ +70°C；工作温度：0°C～50°C；相对湿度：（5%～95%）±5%RH；随机振动：频率 5～100Hz，功率谱密度 0.015g^2/Hz；频率 100～137Hz，斜率-6dB；频率 137～350Hz，功率谱密度 0.0075g^2/Hz；频率 350～500Hz，斜率-6dB；频率 500Hz，功率谱密度 0.0039g^2/Hz；功能冲击：20g 半正弦冲击；倾斜跌落：用一个边做支点，将底座的对边抬起，高度 10cm，让底座自由跌落到试验台。

2) 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。

4) 仪器预热，仪器冷启动需预热 30min，在稳定的环境温度下预热 2h 后达到内部温度平衡。仪器在环境温度下存放 2h，预热并进行全部用户校准后，满足各项指标性能。

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。

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) 保持插座整洁干净，插头与插座应接触良好、插牢。

7) 插座与电源线不应过载，否则会导致火灾或电击。

8) 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。

9) 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。

10) 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。

11) 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。

12) 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。

13) 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) 电磁兼容等级应符合 GJB3947A-2009 中 3.9.1 规定的要求。

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 电池或电源模块

1) 仪器的电源最大功耗为 300W，供电电源为 50Hz～60Hz、单相 110V 或 220V 自适应，电源稳态条件符合 GJB3947A-2009 中 3.5.1.3 的要求，稳态电压允许范围是额定值的±10%，稳态频率允许范围是额定值的±5%。此时，要求电源的波形

特性满足以下要求：波形偏差系数不超出±10%；总谐波不超出±10%；单次谐波不超出±5%；波峰因数为 1.27～1.56。

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
4) 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。

2.2 安全使用指南

3 使用入门

本章介绍了 1435 系列信号发生器的使用前注意事项、前后面板浏览、常用基本配置方法及数据文件管理等。以便用户初步了解仪器本身和配置过程。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 20
- 前、后面板说明 39
- 基本配置方法 42
- 数据管理 74

3.1 准备使用

- 操作前准备 20
- 操作系统配置 31
- 例行维护 37

3.1.1 操作前准备

本章介绍了 1435 系列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配置设置会损伤仪器或其连接的仪器。仪器加电前请注意：

- 风扇叶片未受阻及散热孔通畅，仪器距离墙至少 10cm；
- 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：

电磁干扰会影响配置结果，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 …… 21
- 环境要求 …… 22
- 开/关电 …… 23
- 正确使用连接器 …… 27
- 用户检查 …… 30

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 1435 随箱物品清单

名 称	数 量	功 能
主机：		
✧ 1435	1	—
标配：		
✧ 三芯电源线	1	
✧ 用户手册	1	—
✧ 程控手册	1	—
✧ 装箱清单	1	—
✧ 产品合格证	1	—

3.1.1.2 环境要求

1435 系列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 1435 操作环境要求

温 度	0°C ~ 50°C
湿 度	<+29 °C 时，湿度计测量值范围：20% ~ 80% (未冷凝)
海拔高度	0 ~ 2,000 米 (0 ~ 6,561 英尺)
振 动	最大 0.21 G，5 Hz ~500 Hz

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。

2) 散热要求

为了保证仪器的工作环境温度在操作环境要求的温度范围内，应满足仪器的散热空间要求如下：

表 3.3 1435 散热要求

仪器部位	散热距离
左右侧	≥180 mm

3) 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 1MΩ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。
- 将同轴电缆与仪器连接之前，应将电缆的内外导体分别与地短暂接触。
- 工作人员在接触接头、芯线或做任何装配操作以前，必须佩带防静电手腕或采取其他防静电措施。

⚠ 警 告

电压范围

上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合。

3.1.1.3 开/关电

1) 加电前注意事项

仪器加电前应注意检查如下事项：

a) 确认供电电源参数

1435 系列信号发生器内部电源模块配备 110V/220V 自适应交流电源模块，可以使用 110V 交流或 220V 交流电源供电，此时内部交流电源模块采用自适应工作方式，根据外部交流供电电源的电压自动切换工作状态。因此，请您在使用信号发生器前仔细查看仪器后面板的电源要求，表 3.4 列出了信号发生器正常工作时对外部供电电源的要求。

表 3.4 1435 工作电源参数要求

电源参数	适应范围	
电压、频率	220V±10%，50 ~ 60Hz	110V±10%，50 ~ 60Hz/360 ~ 440Hz
额定输出电流	> 3A	> 6A
功耗(开机)	< 300W	< 300W
功耗(待机)	< 20W	< 20W

提 示

防止电源互扰

为防止由于多台设备之间通过电源产生相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰对仪器硬件的毁坏，建议使用 220V 或 110V 的交流稳压电源为信号发生器供电。

b) 确认及连接电源线

1435 系列信号发生器采用三芯电源线接口，符合国家安全标准。在信号发生器加电前，必须确认信号发生器的电源线中的**保护地线已可靠接地**，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。严禁使用不带保护地的电源线。当接上合适电源插座时，电源线将仪器的机壳接地。电源线的额定电压值应大于等于 250V，额定电流应大于等于 6A。

仪器连接电源线时：

步骤 1. 确认工作电源线未损坏；

步骤 2. 使用电源线连接仪器后面板供电插头和接地良好的三芯电源插座。

⚠ 警 告

接地

接地不良或接地错误很可能导致仪器损坏，甚至对人身造成伤害。信号发生器加电开机之前，需要确保地线与供电电源的地线良好接触。

请使用有保护地的电源插座。不要使用外部电缆、电源线和不具有接地保护的自耦变压器代替接地保护线。如果一定需要使用自耦变压器，需要把公共端连接至电源接头的保护地。

2) 初次加电

仪器开/关电方法和注意事项如下：

a) 连接电源

初次加电前，请确认供电电源参数及电源线，具体可参考用户手册中的章节“3.1.1.3 加电前注意事项”部分。

步骤 1. **连接电源线**：用包装箱内与信号发生器配套的电源线或符合要求的三芯电源线。一端接入信号发生器的后面板电源插座（如图 3.1），（电源插座旁标注信号发生器要求的电压参数指标，提醒用户使用的电压应该符合要求），另一端连接符合要求的交流电源。

步骤 2. **打开后面板电源开关**：如图 3.2，观察前面板电源开关（如图 3.3）上方待机指示灯变亮为黄色。

步骤 3. **打开前面板电源开关**： 如图 3.3，开机前请先不要连接任何设备到信号发生器。若一切正常，可以开机，开机后前面板电源开关上方的指示灯会变为绿色。







图 3.1 1435 电源插座图　3.2 1435 后面板电源开关　图 3.3 1435 前面板电源开关

b) 开/关电

i. 开机

步骤 1. 打开后面板电源开关（“|”）；

步骤 2. 打开前面板左下角电源开关（如图 3.3），此时电源开关上方电源指示灯颜色由黄色变为绿色。

步骤 3. 信号发生器前面板用户界面将逐步显示仪器启动过程的相关信息：首先短暂显示制造商信息，随后进入操作系统选单。选单中有两个选项，正常使用时，用户无需操作选单。计时器到 0 后 Windows 7 自动启动。

步骤 4. Windows 7 启动成功后，系统自动运行信号发生器的初始化程序，显示信号发生器的操作主界面。

仪器进入可操作状态。

提 示

时基及预热

1435 系列信号发生器冷启动时，为使信号发生器的时基处于操作温度，需预热一段时间。信号发生器从待机状态启动工作时，不需要预热。本机指标测试时，仪器需预热 0.5 小时。(具体请参考技术指标中相关说明)。

提 示

衰减器初始化

进入主机程序后，因初始化设置衰减器时，会产生衰减器设置档位的声音，此时，不要误以为信号发生器出错。

注 意

系统启动

本仪器使用了 Windows + x86 计算机的控制平台，在 BIOS 自检和 Windows 装载过程中，用户无需干预，勿中途断电，也不要修改 BIOS 中的设置选项。

ii. **关机**

步骤 1. 关闭前面板左下角电源开关（如图 3.3），此时，仪器进入关机过程（软硬件需要经过一些处理后才能关闭电源），经过十几秒后，仪器断电，此时电源开关上方电源指示灯颜色由绿色变为黄色。

步骤 2. 关闭后面板电源开关（“**O**”），或者断开仪器电源连接。

仪器进入关机状态。

注 意

仪器断电

仪器在正常工作状态时，只能通过操作前面板电源开关实现关机。**不要直接关闭后面板电源开关或直接断开与仪器的电源连接**，否则，仪器不能进入正常的关机状态，会损伤仪器，或丢失当前仪器状态/配置数据。**请采用正确的方法关机。**

c) 切断电源

如遇紧急情况，为了避免人身伤害，需要信号发生器立即断电。只需拔掉电源线（从交流电插座或从仪器后面板电源插座）。因此，操作仪器时应当预留足够的操作空间，以满足必要时直接切断电源的操作。

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，尽管校准件、测试电缆和分析仪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：

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

⚠ 小 心

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。

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 3.4，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 3.4 互连器件的轴心在一条直线上

步骤 2. 如图 3.5，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。

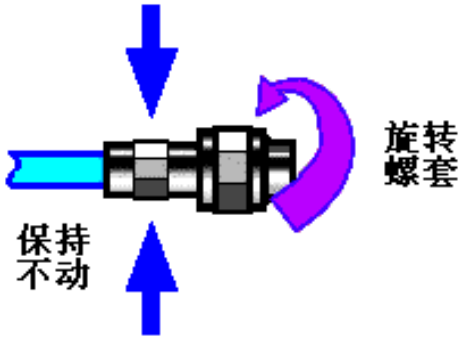


图 3.5 连接方法

步骤 3. 如图 3.6，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。

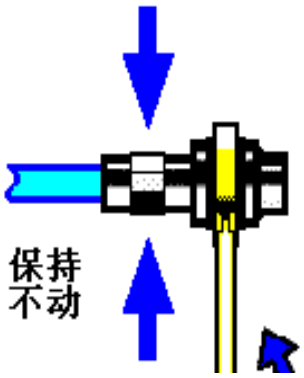


图 3.6 使用力矩扳手完成最后连接

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 3.7 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。

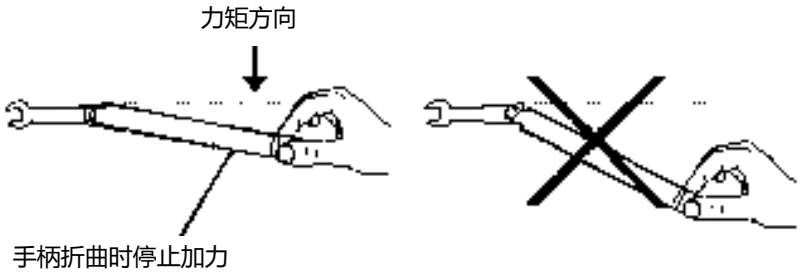


图 3.7 力矩扳手的使用方法

5) 连接器的使用和保存

1) 连接器不用时应加上保护套；
2) 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；
3) 使连接器和分析仪保持相同的温度，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；
4) 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；
5) 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；
6) 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：

1) 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；
2) 用异丙基酒精浸湿（但不浸透）不起毛的棉签；
3) 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；

4) 让酒精挥发，然后使用压缩空气将表面吹干净；
5) 检查连接器，确认没有颗粒和残留物；
6) 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

当分析仪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接，另外即使分析仪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。将适配器连接到分析仪的测量端口前应对其进行仔细的检查和清洁，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

微波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。

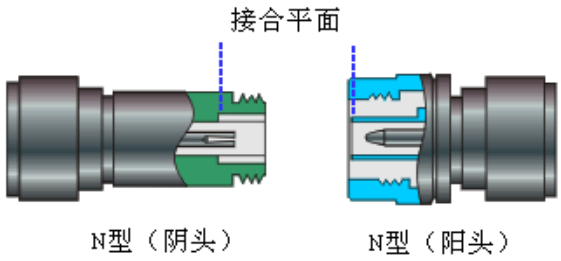


图 3.8 校准平面

3.1.1.5 用户检查

1435 系列信号发生器初次加电后，需要检查仪器是否工作正常，以备后续配置操作。

提 示

前面板硬按键和菜单软按键说明

前面板按键在以下内容中的描述形式为：【频率】，其中频率为按键名称；

若按键对应多种状态，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]，表示扫描时间手动选项有效。

1) 自测试

将 1435 系列信号发生器连接电源，观察前面板左下角电源开关上方的电源指示灯为黄色，表示待机电源工作正常。轻触前面板电源开关，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，显示开机状态界面。

预热 10 分钟后，如下设置信号发生器：

步骤 1. 按前面板按键【系统】键或触屏点击界面上的[系统]功能区，进入系统菜单；

步骤 2. 选择自测试选项中的[整机自测试]；

步骤 3. 在弹出自测试配置窗口中，选择自测试项目，选择[开始测试]，观察测试结果：若成功，显示“全部通过自测试”，表明仪器工作正常；若失败，显示“自测试失败，失败 XX 项”，表明仪器工作不正常。此时，请根据本手册中的封面二 或者 “7.4 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。

2) 功能验证

将 1435 系列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. 按前面板【功率】按键或触屏点击界面上的[功率]功能区，进入功率菜单，并弹出功率参数设置对话框，设置功率 0dBm；

步骤 2. 按前面板【频率】按键或触屏点击界面上的[频率]功能区，进入频率菜单，并弹出频率参数设置对话框，设置连续波 100MHz；

步骤 3. 按前面板【射频 开/关】按键或触屏点击界面上的[射频]功能区，打开信号发生器射频输出；

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 “7.4 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 操作系统配置

本章介绍了 1435 系列信号发生器的操作系统，及其配置和维护等方法。为了保证仪器软件功能的正常运行，请参照下面有关信号发生器操作系统的注意事项：

- 仪器软件说明……32
- Windows 7使用……32
- Windows 7配置……32
- Windows 7系统安全和维护……36
- 系统备份恢复……37

3.1.2.1 仪器软件说明

1435 系列信号发生器的主机软件运行的操作系统是 Windows 7，已经按照信号发生器的特性需求安装配置完成。1435 系列信号发生器主机软件基于 Windows 7 操作系统，在仪器出厂前都已安装完毕。

3.1.2.2 Windows 7 使用

使用管理员帐户可以进行以下操作：

- 安装第三方软件；
- 配置网络和打印机；
- 读写硬盘上的任意文件；
- 增加、删除用户帐户和密码；
- 重新配置 Windows 设置；
- 运行其它应用程序。

注 意

第三方软件影响仪器性能

1435 系列信号发生器采用的是开放式的 Windows 环境，安装其它的第三方软件，可能会影响信号发生器性能。只能运行经过厂家测试并与主机软件兼容的软件。

3.1.2.3 Windows 7 配置

在仪器出厂前，1435 系列信号发生器的操作系统已配置为最佳状态，任何操作系统设置更改都有可能造成仪器配置性能的下降。通常情况下，Windows 操作系统的设置不需要做任何更改。

注 意

更改系统配置导致问题

一旦由于更改系统配置产生仪器使用问题或者系统崩溃，可以使用仪器的系统恢复工具恢复操作系统和应用软件，或者根据本手册前言部分的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系，我们将尽快予以解决。

注 意

BIOS 设置不可修改

BIOS 中已经对信号发生器做了针对性设置，用户不要修改 BIOS 中的设置，否则会引起仪器启动和工作异常。

但是，为了方便用户的测量报表及系统集成，以下列出的各项，用户可以根据需要自行更改。

- 配置USB设备 …… 33
- 配置GPIB …… 34
- 配置网络 …… 35

1) 配置 USB 设备

1435 系列信号发生器的前面板和后面板提供 USB 接口，用户可直接连接 USB 设备。若端口数量不足，可通过 USB 接口外接 USB 集线器以满足需求。信号发生器可连接的 USB 设备是：

- 可直接从计算机插拔的 USB 存储器，便于数据更新；
- CD-ROM 驱动器，便于安装固件程序；
- 键盘、鼠标，便于编辑数据、操作仪器；
- 打印机，便于输出测量结果。

Windows 7 操作系统支持即插即用设备，因此安装 USB 设备十分方便，当设备连接到 USB 端口时，Windows 7 会自动搜寻匹配的设备驱动程序。若未找到，系统会提示自行查找驱动程序目录完成安装。

若 USB 设备从 USB 端口移除，Windows 7 会自动检测到硬件配置发生变化，并卸载相关驱动程序。USB 设备的插拔，不影响信号发生器的工作状态。

连接 USB 设备的方法如下说明：

a) 连接存储器或 CD-ROM 驱动器

若存储器或 CD-ROM 驱动器安装成功，Windows 7 会提示：“设备安装成功，可以使用”，并自动显示路径名称和提示符（例如：“F:”）。

b) 连接键盘

Windows 7系统会自动检测连接到仪器的USB键盘，输入语言默认为 “中文(中国) - 简体中文 - 美式键盘”，可通过 “开始 > 控制面板 > 时钟、语言和区域 > 区域和语言> 更改键盘或其他输入法” 配置键盘属性。

c) 连接鼠标

Windows 7 系统会自动检测连接到仪器的鼠标，可通过“开始 > 控制面板 > 硬件和声音 > 设备和打印机 > 鼠标”配置鼠标属性。

d) 打印机

使用 Windows 的控制面板可以进行打印机配置。使用外接的 USB 鼠标和键盘可以使打印机配置工作更容易进行。如果需要安装一个新的打印机，则只需要安装该打印机的驱动程序。打印机的制造商会提供打印机的驱动安装程序。可以通过外接的 USB 光驱安装驱动程序。

2) 配置 GPIB

用户在利用信号发生器搭建系统时，可能需要修改 GPIB 地址，本机的 GPIB 地址默认为 19。

更改 GPIB 地址的方法如下：

按前面板【系统】键或触屏点击[系统]功能区，选择[GPIB 接口]，进入如图 3.9 所示的界面，就可以在配置窗口上，利用前面板数字键或采用触屏操作方式，在 GPIB 地址栏进行更改。



图 3.9 GPIB 端口设置

3) 配置网络

a) 更改主机名称

1435 系列信号发生器主机名称（计算机名）在出厂前已经被预置为“41-PC”。为了避免出现网络重名现象，对于一个网络连接多台 1435 的情况，用户可自行更改主机名。更改主机名称的具体操作步骤如下：（或 可以参考 Microsoft Windows 7 帮助文档。）

步骤 1. 按【系统】键或触屏点击[系统]功能区，选择[LAN 接口]，进入如图 3.10 所示的网络属性设置页面，页面中显示当前 LAN “本机名称”；

步骤 2. 编辑键入新的主机名称，并关闭当前对话框。



图 3.10 Lan 端口配置

b) 配置 IP 地址、子网掩码和默认网关

IP 地址和网关在出厂前被预置为自动获得 IP 地址。IP 地址、子网掩码与网关均可以手动更改。图 3.10 所示窗口中可更改 IP 地址、子网掩码与默认网关，具体操作可以参考上面“a) 更改主机名称”的步骤，也可以参考 Microsoft Windows 7 帮助文档。

c) 改变系统防火墙设置

防火墙用于防止未授权用户从远程操作仪器。因此，厂家建议打开防火墙保护。1435 系列信号发生器出厂时已经使能系统和所有远程操作相关的端口连接的防火墙保护。

管理员具备唯一的改变防火墙设置权限。

3.1.2.4 Windows 7 系统安全和维护

1) 防病毒软件

安装防病毒软件可能会对仪器性能产生一些负面影响，强烈建议用户不要将仪器做为浏览网页或者传递文件的普通计算机使用，以免感染病毒。

在使用各种 USB 移动存储设备之前，应首先基于安装了最新防病毒软件的计算机对这些移动设备进行杀毒处理，确保其不会成为病毒携带介质。

一旦信号发生器系统平台感染病毒，将会对其运行和用户的使用带来负面影响，此时建议用户进行系统恢复操作。系统恢复操作参见本节“2）系统维护”的相关内容。

2) 系统维护

a) Windows 7 备份

建议用户定期地进行系统备份工作，使用本仪器的“系统恢复工具”可以完整地备份仪器数据和系统，具体操作请参考“系统备份恢复”。

建议在将仪器用于常规用途之外的其它用途之前，比如长期接入 Internet、安装第三方软件等，为避免意外中毒和其它危害仪器系统的操作，仪器需要先进行系统备份。

Windows 7 操作系统同样具有数据备份功能，可以备份仪器上所有数据，并创建可以在出现严重故障的情况下用来还原 Windows 的系统磁盘。可以参考 Windows 7 的帮助和参考来获得更多信息。同时，也可以使用第三方的备份软件，但是需要确保第三方备份软件与仪器系统软件互不冲突。建议将系统数据备份在外接的设备上，比如网络硬盘或者 USB 硬盘等。

b) Windows 7 系统恢复

Windows 7 具备系统恢复功能，可以将系统还原为此前某个时刻的状态。然而，Windows 自带的系统备份恢复并不总是能够成功，所以，不推荐使用这种备份方案。

3) 硬盘分区和使用

硬盘分为 2 个分区：“本地磁盘 C:”和“本地磁盘 D:”。

C 盘为系统盘，装有 Windows 7 操作系统。

D 盘存储仪器应用程序和数据。也可以安装第三方软件到 D 盘。D 盘是备份程序和恢复的唯一盘符。 同时 D 盘还用作数据备份存储。包括 C 盘系统数据、D 盘仪器数据和用户存储的软件数据备份。可以把 D 盘上的备份数据拷贝至外接的存储介质上，这样即使需要更换硬盘，也只需要把备份数据恢复到新硬盘上即可。

3.1.2.5 系统备份恢复

1) 硬盘操作系统或者数据恢复

信号发生器硬盘恢复系统用来修复 C 盘错误（可能是由于系统文件或者数据的丢失造成的），或者恢复原始的出厂数据。

恢复原始出厂数据会对以下条目产生影响：

- 用户自定义的 Windows 7 设置。例如新增加的用户帐户。系统恢复以后，这些新配置需要重新设置；
- 用户安装的其它的第三方软件，系统恢复以后，这些软件需要重新安装。

用户在配置过程中产生自定义数据，应存放在 D 盘中，并建议用户定期将这些数据通过局域网络连接传送到计算机或者其它存储介质上保存。

2) 如何使用仪器恢复程序

步骤 1. 确认仪器处于关闭状态。

步骤 2. 从仪器后面板 USB 接口插入标准键盘。

步骤 3. 打开仪器，在制造商信息显示之后，会出现带计时器的操作系统选单：
系统恢复工具在计时器到 0 之前，使用标准键盘上的上下箭头移动高亮选择“系统恢复工具”，选中后按确认键。

步骤 4. 进入恢复程序界面后，按照如下步骤进行恢复操作：

1) 选择运行 GHOST 8.2 向导工具盘，等待进入下一个操作提示界面。
2) 选择第 5 项启动 GHOST 8.2 版手动操作，等待进入 GHOST 8.2 操作界面，并在出现带 OK 按钮的对话框时按回车键。
3) 选择 Local→Partition→From Image；在打开文件对话框中通过 Tab 按键激活“File name”输入框，输入 d:\system.gho。
4) 在弹出的选择源分区选择文件对话框中用 Tab 键切换至点选 OK 并回车。在此后弹出的选择目的设备的对话框中用 Tab 切换至点选 OK 并回车。在此后弹出的选择目的分区的对话框中选择第 1 分区，用 Tab 切换至点选 OK 并回车。
5) 在警告和确认对话框中选择 Yes 并回车。
6) 等待系统恢复进度完毕，根据提示选择重启。

步骤 5. 恢复完成仪器重新启动后，系统进入到上次备份的系统状态。

步骤 6. 系统恢复后，建议用户在开机 30 分钟后仪器工作稳定状态下，进行仪器自测试，检查是否有错误产生。

3.1.3 例行维护

该节介绍了 1435 系列信号发生器的日常维护方法。

- 清洁方法 38
- 测试端口维护 38

3.1.3.1 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 LED 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，轻轻擦试显示面板。

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，否则可能渗入仪器内部，损坏仪器。

3.1.3.2 测试端口维护

1435系列信号发生器前面板有一个N型（阴头）或3.5mm/2.4mm（阳头）端口和多个BNC端口（阴头）。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

1435系列信号发生器前面的射频端口是50Ω N型（阴头）或3.5mm/2.4mm（阳头）接头。若连接不匹配阻抗连接器会损伤该接头。

3.2 前、后面板说明

该章节介绍了 1435 系列信号发生器的前、后面板组成及其功能。

- 前面板说明……39
- 后面板说明……40

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 1435 系列信号发生器的前面板组成及功能，前面板如下（图 3.11），列项说明如表 3.5：



图 3.11 仪器前面板

1. 显示区
2. 功能区
3. 输入区
4. 射频开关
5. 调制开关
6. 射频输出
7. USB 接口
8. 电源开关
9. 复位按键
10. I 输入
11. Q 输入

表 3.5 仪器前面板说明

序 号	名 称	说 明
1	显示区	LED 显示器，用于显示所有测量结果、状态和设置信息，并允许不同测量任务间的切换。具体操作界面说明请参考章节 “3.3.1.1 操作

		界面主要特征”。
2	功能区	由前面板功能硬按键组成，选择其中的按键可执行仪器的频率、功率、扫描、调制、基带模式、IQ、校准、显示、触发、确认、退出、菜单、系统、存储调用、文件、打印、复位及本地等功能。
3	输入区	包括方向键、旋钮、←/–(退格键/负号)、数字键。所有的输入都可由输入区的按键和旋钮改变。
4	射频开关	输出阻抗 50Ω，反向功率 0.5 W，选件 H92 该接头在后面板。 1435A/B/C：N 型阴头； 1435A-V/B-V/CV：N 型阴头； 1435D：3.5mm 阳头（选件 H91：N 型阴头）； 1435DV：3.5mm 阳头（选件 H91：N 型阴头）； 1435F：2.4mm 阳头； 1435GV：2.4mm 阳头； 1435K/L:1.85mm 阳头；
5	调制开关	打开/关闭调制功能，可打开调制窗口，按需设置相应调制参数。
6	射频输出	信号发生器的信号输出端口，输出阻抗 50Ω，反向功率 0.5W。
7	USB 接口	用于连接鼠标、键盘、进行系统软件升级及备份数据。
8	电源开关	当仪器处于“待机”状态时，电源开关上面左侧黄色指示灯亮；按一下电源开关，其上右侧绿色指示灯亮，表示仪器处于“工作”状态。
9	复位按键	单击按键，仪器重新启动、自检，初始化后进入厂家或者用户设置状态。
10	I 输入	BNC 阴头，接收 I/Q 调制的“I”输入，输入阻抗 50Ω。
11	Q 输入	BNC 阴头，接收 I/Q 调制的“Q”输入，输入阻抗 50Ω。

3.2.2 后面板说明

本节介绍了 1435 系列信号发生器的后面板组成及功能，后面板如下图（图 3.12）,列项说明如表 3.6。

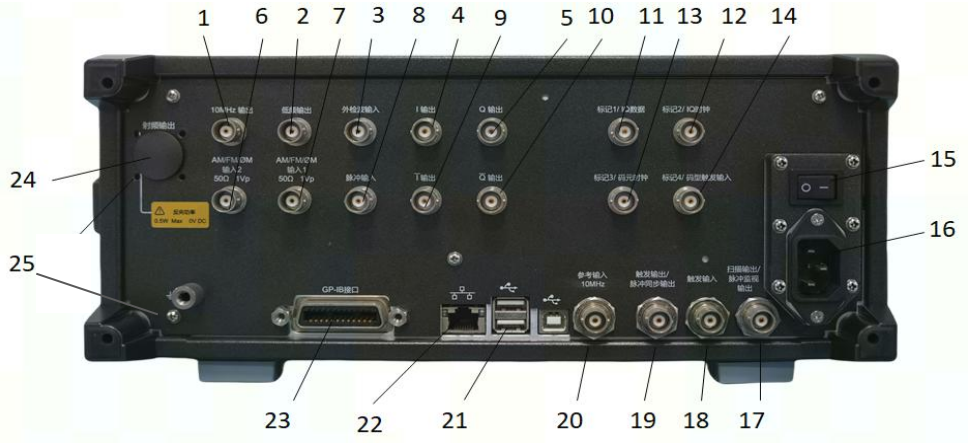


图 3.12 仪器后面板

1. 10MHz 输出
2. 低频输出
3. 外检波输入
4. I 输出
5. Q 输出
6. AM/FM/调相 ΦM 2
7. AM/FM/调相 ΦM 1
8. 脉冲输入
9. $\overline{I}$输出
10. $\overline{Q}$ 输出
11. 标记 1/IQ 数据
12. 标记 2/IQ 时钟
13. 标记 3/码元时钟
14. 标记 4/IQ 码型触发输入
15. 电源开关
16. 电源接口
17. 扫描输出/脉冲监视输出
18. 触发输入
19. 触发输出/脉冲同步输出
20. 参考输入 1～50MHz
21. USB
22. LAN
23. GPIB
24. 射频输出
25. 接地端子

表 3.6 仪器后面板说明

序号	名 称	说 明
1	10MHz 输出	BNC 阴头，信号电平 > +4dBm，典型输出阻抗 50Ω。
2	低频输出	BNC 阴头，信号电平 > +4dBm，典型输出阻抗 50Ω。
3	外检波输入	BNC 阴头，用于负电平外检波或功率计稳幅，典型输入阻抗 1kΩ，损坏电平≥+15V 或≤-15V。
4	I 输出	BNC 阴头，内部基带信号发生器 I 路输出。
5	Q 输出	BNC 阴头，内部基带信号发生器 Q 路输出。
6	AM/FM/ Φ M 2	BNC 阴头，输入固定的±1Vp，实现外部调幅/调频/调相功能。
7	AM/FM/ Φ M 1	BNC 阴头，输入固定的±1Vp，实现外部调幅/调频/调相功能。
8	脉冲输入	BNC 阴头，输出正比于扫频频率的电压输出，0V 对应于扫描起始频率，10V 对应于扫描终止频率(CW 工作模式下 0～10V 对应于整机频率范围)。
9	$\overline{I}$输出	BNC 阴头，内部基带信号发生器$\overline{I}$路输出。
10	$\overline{Q}$ 输出	BNC 阴头，内部基带信号发生器$\overline{Q}$路输出。
11	标记 1/IQ 数据	BNC 阴头，任意波调制时，输出任意波设置的标记 1；基带模式下，数据源为外部时，IQ 串行数据输入。
12	标记 2/IQ 时钟	BNC 阴头，任意波调制时，输出任意波设置的标记 2；基带模式下，数据源为外部时，IQ 串行时钟输入。
13	标记 3/码元时钟	BNC 阴头，任意波调制时，输出任意波设置的标记 3；基带模式下，数据源为外部时，码元时钟输入。
14	标记 4/IQ 码型触发输入	BNC 阴头，任意波调制时，输出任意波设置的标记 4；基带及任意波模式下的外部码型触发输入。
15	电源开关	仪器总电源控制开关。

16	电源接口	仪器电源插头，参数要求：220V（±10%），50Hz（±5%），300W。
17	扫描输出/脉冲监视输出	BNC 阴头，输出正比于扫频频率的电压输出，0V 对应于扫描起始频率，10V 对应于扫描终止频率(CW 工作模式下 0-10V 对应于整机频率范围)；。
18	触发输入	BNC 阴头，TTL 上升沿有效，用于外触发步进及列表扫描模式下的跳频。
19	触发输出/脉冲同步输出	在扫频模式下对应于每次频率转换输出 1μs 宽 TTL 低脉冲；。
20	参考输入 1～50MHz	BNC 阴头，从外时基接收 1-50MHz，步进 1Hz，0～+7dBm 的频率参考信号。
21	USB	用于连接鼠标、键盘、进行系统软件升级及备份数据。
22	LAN	用于软件升级、控制等。
23	GPIB	标准 IEEE488 接口，支持 SCPI 语言。
24	射频输出	信号发生器的后面板信号输出端口。
25	接地端子	信号发生器的接地端，可防止静电的产生。

3.3 基本配置方法

本节介绍了1435系列信号发生器的基本的设置和基本的配置方法，包括：

- 基本设置说明……42
- 操作示例……48
- 主要配置场景说明……59

3.3.1 基本设置说明

本节介绍了 1435 系列信号发生器的用户操作界面主要特征及基本配置设置方法，后续的不同配置任务都会用到这些基本的配置设置方法。本节包括：

- 操作界面主要特征……42
- 公用配置设置方法……43

3.3.1.1 操作界面主要特征

前面板LED显示器用于显示用户操作界面，采用新型直观的图形用户界面，能够清晰的显示信号输出的整个过程。整个仪器操作界面按照功能模块划分为不同的区域，可同时操作多个功能模块，显示所有的配置任务的状态、参数设置和配置结果。本节主要介绍了信号发生器用户操作界面的分区组成及功能。操作界面如下图（图3.13）,列项说明如表3.7：



图 3.13 1435 操作界面

表 3.7 操作界面说明

序号	名 称	说 明
1	主信息区	显示主要参数值：频率、功率、调制开关状态、射频开关状态及调制状态等。对应图 3.13 中的频率显示、功率显示、调制开关以及射频开关。
2	功能区	当采用触屏方式点击功能区对应功能，或者按下前面板功能键时，该区域显示对应的菜单。该区域对应图3.13中的功能区。
3	状态指示区	用于显示仪器工作模式、工作状态以及当前最新告警/错误信息。该区域对应图3.13中的调制指示。

3.3.1.2 公用配置设置方法

提 示

支持触屏和前面板操作

1435 系列信号发生器的图形用户界面支持触屏操作和仪器前面板操作，下面具体介绍信号发生器的几种公共设置操作。其中，方法 1 为触屏操作，方法 2 为仪器前面板操作。

1) 【射频 开/关】操作

方法 1：触屏单击主信息显示区域的[射频]功能区

，射频开，再单击该按钮，射频关。

方法 2：按仪器前面板【射频 开/关】键，切换射频开关状态。

2) 设置连续波频率

方法 1：触屏单击配置信息显示区域的[频率]功能区

，打开频率配置窗口；触屏单击[连续波]编辑框，编辑框为选定状态，输入数值并按单位键后结束操作。

方法 2：按仪器前面板【频率】键，打开频率配置窗口，旋转仪器前面板上的旋钮（RPG）来选择输入项，【连续波】选项有黄线框时，表明已选中该输入项。



向下按旋钮（RPG）【连续波】选项进入编辑状态。



通过前面板按键输入数值按单位键后结束操作。

注意：仪器所有数值输入后必须通过按单位键或者回车键来结束输入。

3) 设置连续波频率输出递增（减）变化

连续波频率可以通过设置固定数值后输出，也可以通过方向键（旋钮）来实现某一位上数值的递增（减）。例如，连续波选项，通过左右方向键移动光标来选中要改变的某一位，通过上下方向键或者旋钮来改变当前选中位的数值，从而达到快速步进切换频率的目的。



此外，对于连续波选项，移动光标到最左侧，光标消失后，此时，按上下方向键或者旋钮，连续波输入会以设置的步进值来递增或递减。

4) 选择配置窗口

方法 1：触屏单击仪器配置区域的相应按钮，打开对应的配置窗口。例如，单击[功率] 功能区，打开功率配置窗口。有关设置功率的操作均可在此窗口中操作。

方法 2：按仪器前面板相应的按键，打开仪器对应的配置窗口。例如，按仪器前面板【功率】按键，即可打开功率配置窗口。

5) 开关按钮操作

以“频率参考开关”为例进行说明：

方法 1：触屏单击该按钮切换频率参考开、关状态。

方法 2：旋转仪器前面板旋钮，当该按钮处于选定状态时，按下旋钮，即可进行频率参考开、关切换。





蓝色方块位置标示当前所选状态。

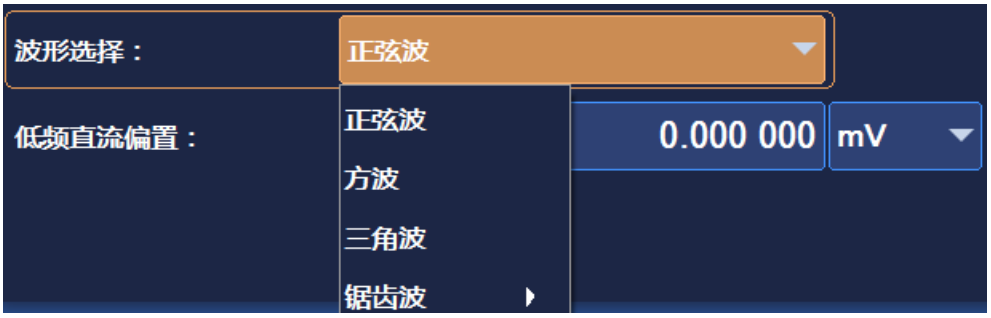
6) 下拉框操作

方法 1：触屏下单击下拉框控件，控件处于下拉框展开状态，通过触摸输入可选择输入项。

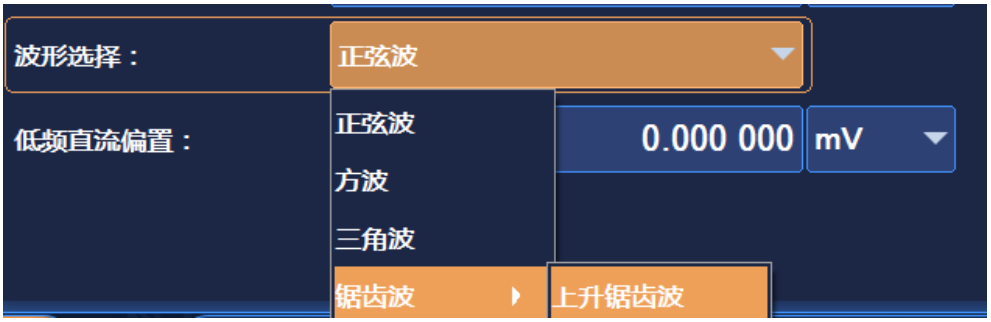
方法 2：旋转仪器前面板 RPG，置下拉框控件处于选定状态时：



向下按 RPG，展开下拉框。



旋转 RPG 或者通过方向键，选择要选中的项。



按下 RPG 键或者回车键完成编辑。

7) 编辑数据

数据输入由两部分组成，分别是数据输入及单位选择。选择不同单位，数据会以不同的单位精度显示。



操作数据可以通过触摸屏或者仪器前面板数字按键输入。

方法 1：触屏单击“起始频率”数据输入框区域，频率处于“编辑状态”，此时可输入数据进行编辑。



方法 2：旋转仪器前面板旋钮，当“起始频率”数据输入框处于选定状态时，按下旋钮，设置该数据输入框为编辑状态，输入数据并编辑。编辑完毕，再次按下旋钮，设置数据输入框为选定状态，通过旋转旋钮，操作其它控件。

提 示

输入框焦点顺序

为方便用户输入，数据输入框焦点顺序位于当前配置窗口的所有控件的焦点顺序的首位，即打开某一配置窗口时，数据输入框可以直接进行编辑。

8) 编辑列表

1435 具备列表编辑功能，此时需要用户手动编辑列表信息。列表如图 3.14 所示。列表内嵌输入控件、开关控件。下拉框控件、按钮控件。

方法 1：通过触屏单击表格中某格进行编辑，该格可以是输入框控件、开关控件。下拉框控件、按钮控件。各个控件的编辑方法同 1）-7）。

方法 2：旋转前面板 RPG 选定列表。

序号	频率(MHz)	偏置(dB)	时间(ms)
0	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
1	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
2	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
3	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
4	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
5	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000

按下旋钮，即可选中某行进行编辑，旋转旋钮或者按方向键，可依次选中每行。

序号	频率(MHz)	偏置(dB)	时间(ms)
0	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
1	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
2	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
3	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
4	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000
5	10 000.050 000 000	0.00	10.000 000

按左右方向键，可依次选中某格。在某格为可编辑控件时，会有黄线框，此时按下旋钮，可以按上述 1）-7）编辑此控件。



图 3.14 1435 表格编辑示意

9) 快捷操作

主界面提供调制方式开关及工作模式的快捷操作。通过触摸操作，可以快速切换仪器状

态。在每个功能模块左侧有当前状态信息的提示显示，如图 3.15 所示。



图 3.15(a) 1435 快捷操作示意



图 3.15(b) 1435 快捷操作示意

3.3.2 操作示例

本节通过示例按步骤详细介绍了 1435 系列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、掌握基本配置方法。

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. 操作主界面无任何错误信息提示后，再开始下面的操作。

提 示

下面的操作指导均以仪器前面板操作以及触屏操作为示例。

3.3.2.1 设置连续波 RF 输出

1) 设置 RF 输出频率

举例：RF 输出频率设为 500MHz，以步进 1 MHz 递增或递减输出频率。

操作步骤：

步骤 1. 复位。

按【复位】键，设置信号发生器为出厂指定状态。

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。具体参见章节“3.4.1.1 仪器复位状态”。

步骤 2. 射频 开。

按【射频 开/关】或触屏点击[射频]功能区，切换到 射频 开，输出射频信号。此时前面板操作界面的射频开关状态区显示“射频 ON”。

步骤 3. 设置连续波 500MHz。

- **编辑频率；**

按【频率】或触屏点击[频率]功能区，弹出频率配置窗口；
顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定频率输入框，按下旋钮，频率输入框处于编辑状态；或触屏点击频率输入框，使频率输入框处于编辑状态。当前编辑框显示的频率值为系统默认值或上次连续波操作设置的频率值。此时键入 500MHz，结束输入，主信息显示区显示频率会同步刷新。

步骤 4. 设置频率步进 1MHz。

- **编辑频率步进。**

顺时针（或 逆时针）旋转前面板旋钮，选定频率设置部分的频率步进编辑框，按下旋钮，频率步进编辑框处于编辑状态；或触屏点击频率步进编辑框，使频率步进编辑框处于编辑状态。此时键入 1MHz，结束输入。

步骤 5. 进行递增操作

- **按方向键实现步进。**

顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG 或通过触屏点击，选定连续波输入框。将编辑框光标移动到最左端，按方向键上、下或虚拟键盘上、下，可实现连续波按 1MHz 步进。或者将输入框光标定位到 MHz 位，按方向键上、下或虚拟键盘上、下，也可实现连续波按 1MHz 步进。此时，射频输出端口以 1MHz 步进输出连续波信号。



图 3.16 设置连续波 500MHz，频率步进 1MHz，步进频率

提 示

连续波/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，连续波/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 RPG 或方向键步进改变输入的参数值。

2) 设置频率参考和频率偏置

打开频率参考时，频率相关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 RF 输出频率与频率参考值的差值。

举例：频率参考设为 500MHz，频率偏置 100MHz。

操作步骤：

步骤 1. 复位。

按【复位】键，设置信号发生器为出厂指定状态。

步骤 2. 设置连续波为 1.5GHz，频率参考为 500MHz

- **编辑频率值为 1.5GHz;**

按【频率】键或触屏点击[频率]功能区，用户界面弹出频率配置窗口；设置连续波为 1.5GHz。

- **编辑频率参考为 500MHz;**

顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定频率参考开关，按下旋钮，设置频率参考 开或通过触屏方式设置频率参考 开。顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定频率参考输入框。按下旋钮，频率参考输入框处于编辑状态或通过触屏方式使频率参考输入框处于编辑状态；当前编辑框显示的频率参考值为系统默认值或上次频率参考操作设置的频率参考值。此时键入 500MHz，结束输入，主信息显示区显示频率是实际 RF 输出频率减去频率参考值（1GHz = 1.5GHz - 500MHz），主信息显示区频率显示前有“参考”标示，此时“频率参考 关 开”设置为“开”。
若关闭频率参考，那么主信息显示区显示频率是实际 RF 输出频率值。



图 3.17 设置频率参考 500MHz

步骤 3. 射频 开。

按【射频 开/关】或触屏点击[射频]功能区，切换到 射频 开，输出射频信号。此时，前面板操作界面的射频开关状态区显示“射频 ON”。

步骤 4. 设置频率偏置 100MHz。

- **编辑频率偏置为 100MHz;**

顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定频率偏置编辑框。按下旋钮，频率偏置编辑框处于编辑状态，或通过触屏方式使频率偏置编辑框处于编辑状态，键入 100MHz，将频率偏置设置为 100MHz。此时，主信息显示区显示频率值是 1.1GHz（输出频率（1.5GHz）- 频率参考（500MHz）+ 频率偏置（100MHz））。此时，RF 输出频率仍然是 1.5GHz。



图 3.18 设置频率偏置 100MHz

提 示

频率前标识“偏置”
若打开频率参考或者频率偏置不为 0，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 RF 输出频率。

3) 设置 RF 输出功率

1435 系列信号发生器在连续波、扫频方式下提供稳幅功率输出，功率设置范围可以从-20dBm 覆盖+30dBm（带选件步进衰减器输出的信号发生器可以从-130dBm 覆盖到+30dBm）。

举例：设置功率电平 0dBm。

操作步骤：

步骤 1. 复位。

按【复位】键，设置信号发生器为出厂指定状态。

步骤 2. 射频 开。

按【射频 开/关】或触屏点击[射频]功能区，切换到 射频 开，输出射频信号。此时，前面板操作界面的射频开关状态区显示“射频 ON”。

步骤 3. 设置功率 0dBm。

- **编辑功率值为 0dBm；**

按【功率】键或触屏点击[功率]功能区，操作界面弹出功率配置窗口，如图 3.19 所示；
顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定功率输入框，按下旋钮，使功率输入框处于编辑状态或通过触屏方式，使功率输入框处于编辑状态；当前显示功率值为系统默认值或上次功率电平操作设置的功率值。输入框键入 0dBm，结束输入。主信息显示区显示功率值设置为新输入值。

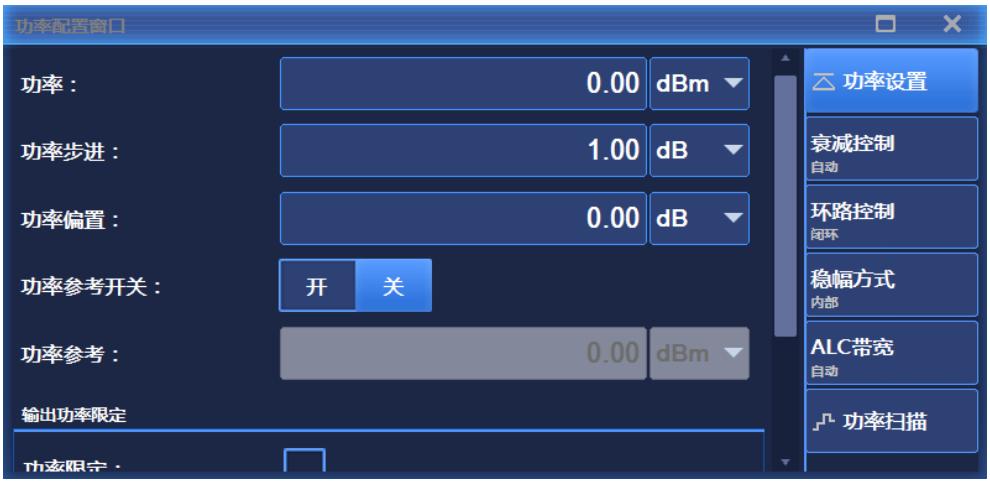


图 3.19 功率电平 0dBm

提 示

输入的功率电平值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。

4) 设置功率参考和功率偏置

打开功率参考时，功率相关参数均是基于当前设置功率参考值的相对值。例如：主信息显示区显示功率是 RF 输出功率与功率参考值的差值。

举例：设置功率参考 10dBm，功率偏置 5dB。

操作步骤：

步骤 1. 复位。

按【复位】，设置信号发生器为出厂指定状态。

步骤 2. 设置功率 0dBm。

按【功率】键，旋转前面板 RPG 选择功率输入框或触屏点击[功率]功能区，使功率输入框处于编辑状态；输入功率值为 0dBm；

步骤 3. 设置功率参考为 10dBm。

- **编辑功率参考 10dBm**；

顺时针（或逆时针）旋转前面板 RPG，选定频率参考开关，按下旋钮，设置功率参考 开或通过触屏点击选择功率参考 开。
顺时针（或逆时针）旋转前面板 RPG，选定功率参考输入框。按下旋钮，功率参考输入框处于编辑状态；当前编辑框显示的功率参考值为系统默认值或上次功率参考操作设置的功率参考值。此时键入 10dBm，结束输入，主信息显示区显示功率是实际 RF 输出功率减去功率参考值-10dBm(RF 输出功率(0dBm) - 功率参考（10dBm）），并指示功率参考 开，如图 3.20 所示。
若关闭功率参考，那么主信息显示区显示功率是实际 RF 输出功率值。



图 3.20 功率电平 0dBm，功率参考 10dBm

步骤 4. 射频 开。

按【射频 开/关】键，切换到 射频 开，输出射频信号。
此时，前面板操作界面的射频开关状态区显示“射频 ON”。

步骤 5. 设置功率偏置 5dB。

- **编辑功率偏置 5dB；**

顺时针（或 逆时针）旋转前面板旋钮，选定功率设置部分的功率偏置编辑框，按下旋钮，功率偏置编辑框处于编辑状态；或通过触屏方式使功率偏置编辑框处于编辑状态。此时键入 5dB，功率偏置设置为 5dB。
此时，主信息显示区显示功率值是-5dBm（RF 输出功率（0dBm）- 功率参考（10dBm）+ 功率偏置（5dB））。RF 实际输出功率仍是 0dBm。如图 3.21 所示。

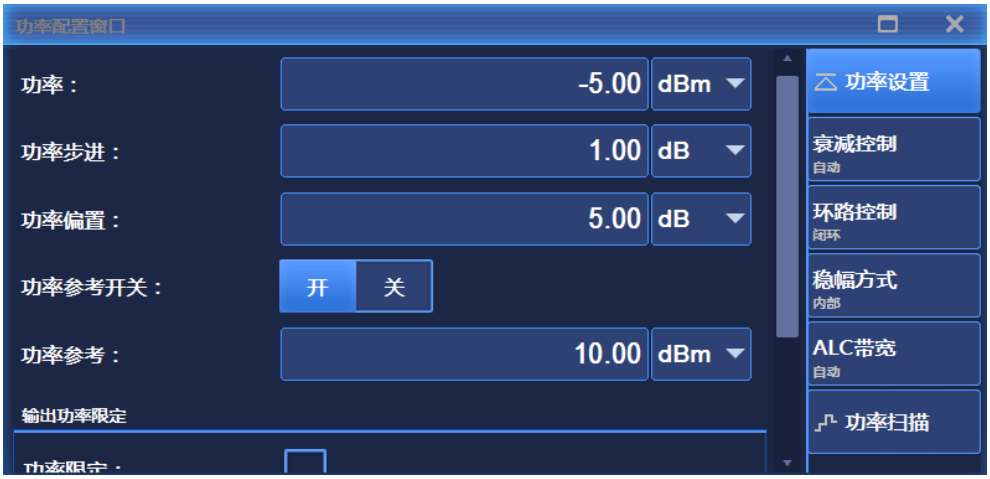


图 3.21 功率偏置 5dB

提 示

功率前标识“偏置”
若打开功率参考或者功率偏置不为 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 RF 输出功率。

3.3.2.2 调制信号

1435 系列信号发生器的调制脉冲具备调幅、调频/调相、脉冲调制这四种调制功能。本节以调幅和脉冲调制为例，介绍如何打开并设置调制信号。

1） 调幅

举例：在通道 1 产生本振频率 3.5GHz，功率 0dBm，调制率 0.001MHz，调幅深度 30%的调幅信号。

操作步骤：

步骤 1. 设置信号发生器 RF 输出信号：

设置连续波 3.5GHz，功率电平 0dBm。

步骤 2. 激活调幅配置窗口：

按【调制】键，顺时针（或逆时针）旋转旋钮选择[模拟调制]下的[幅度调制]，或触屏点击[模拟调制]下的[幅度调制]，操作界面弹出调幅配置窗口。或者选择【调制 开/关】键，打开调制配置窗口并切换到调幅配置窗口。

步骤 3. 选择通道：

选择幅度调制窗口的[调幅设置]选项，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，按下旋钮，选定通道 1 选项；或触屏选择调幅类型“通道 1”选项。

步骤 4. 设置调幅波形：

顺时针（或逆时针）旋转旋钮，选择波形选择组合框，按下旋钮，激活选项，按上下按键，选择“正弦波”选项；或通过触屏方式在波形选择组合框中选择“正弦波”选项。

步骤 5. 设置调幅类型：

选择幅度调制窗口的[调幅设置]选项，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，按下旋钮，选择调幅类型“线性”选项；或触屏选择调幅类型“线性”选项。

步骤 6. 设置调幅源：

选择幅度调制窗口的[调幅源]选项，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，按下旋钮，选择调幅源“内部”选项；或触屏选择调幅源“内部”选项。

步骤 7. 设置深度调幅：

选择幅度调制窗口的[深度调幅]选项，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，按下旋钮，选择深度调幅“关”选项；或触屏选择调幅深度“关”选项。

步骤 8. 设置调制率：

选择幅度调制窗口的[调幅设置]选项，选定通道 1 选项，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，选定调制率输入框，按下旋钮，使调制率输入框处于编辑状态；或触屏选择调制率输入框，使其处于编辑状态。输入 0.001 MHz，结束输入。

步骤 9. 设置调幅深度：

选择幅度调制窗口的[调幅设置]选项，选定通道 1 选项，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，选定调幅深度输入框，按下旋钮，使调幅深度输入框处于编辑状态；或触屏选择调幅深度输入框，使其处于编辑状态。输入 30%，结束输入。

步骤 10. 射频 开:

按【射频 开/关】，或者触屏点击[功率]功能区，切换到 射频 开，输出射频信号。此时，前面板操作界面的射频开关状态区显示“射频 ON”。

步骤 11.打开调幅:

选择幅度调制窗口的[调幅设置]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定幅度调制开关选项，按下旋钮，打开幅度调制开关；或触屏点击幅度调制开关选项，打开幅度调制开关。

此时，主信息显示区调制指示区，显示AM指示，同时文本信息区以列表的方式显示调幅的分量信息。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。



图 3.22 设置调幅信号

提 示

幅度调制功能具有通道 1 以及通道 2 共两个信号输出通道，用户可根据自身需要选择通道 1 或通道 2；当调幅源为内部时，用户可同时选择通道 1 与通道 2。

2) 脉冲调制

1435 系列信号发生器的调制脉冲具备重频抖动、重频参差和重频滑变功能，可以产生

复杂的脉冲调制射频信号。

举例：产生本振频率 3.5GHz，功率 0dBm，脉宽 50μs，周期 1ms 的脉冲调制信号。

操作步骤：

步骤 1. 设置信号发生器 RF 输出信号：

设置连续波 3.5GHz，功率电平 0dBm，【射频 开/关】开。

步骤 2. 激活脉冲调制配置窗口：

按【调制】键选择脉冲调制或触屏点击[脉冲]功能区，在用户界面弹出脉冲调制配置窗口。

步骤 3. 设置脉冲源：

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选择脉冲源组合框中的“自动”选项，按下旋钮，选定“自动”选项；或者触屏点击脉冲源组合框，选择“自动”选项。

步骤 4. 设置脉宽：

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定脉宽输入框，按下旋钮，使脉宽输入框处于编辑状态；或者触屏点击脉宽输入框，使其处于编辑状态。输入 50μs，结束输入。

步骤 5. 设置周期：

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定周期输入框，按下旋钮，使周期输入框处于编辑状态；或者触屏点击周期输入框，使其处于编辑状态。输入 1ms，结束输入。

步骤 6. 打开脉冲调制：

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定脉冲调制开关选项，按下旋钮，打开脉冲调制开关；或者触屏点击脉冲调制开关，打开脉冲调制。脉冲配置窗口其它选项值默认。

此时，主信息显示区调制指示区，显示 PULSE 指示，同时文本信息区以列表的方式显示脉冲调制的分量信息。



图 3.23 设置脉冲调制信号

3.3.3 主要配置场景说明

1435 信号发生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 …… 59
- 功 率 …… 60
- 扫 描 …… 62
- 模拟调制 …… 63
- 基 带 …… 65
- I/Q调制 …… 66
- 任意波 …… 66
- 双（多）音 …… 71
- AWGN …… 72
- 线性调频 …… 73
- 系 统 …… 73

功能配置窗口的键盘快捷键参见“附录 D”。

3.3.3.1 频率

频率窗口用来设置 RF 输出频率参数，主要包括：连续波、频率步进、频率偏置、频率参考等参数。为方便用户输入，连续波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，即首次打开频率配置窗口时，连续波输入框自动处于编辑状态。按前面板【频

率】键，或者触屏点击[频率]功能区，用户界面弹出频率配置窗口，如下图 3.24、3.25。



图 3.24 频率配置窗口



图 3.25 频率配置窗口（其他设置）

由上图: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，Enter（回车）键作为终止键接收当前显示数值和单位。

频率部分的设置参数项包括:连续波、相对频率模式 开/关、相对频率参考、频率偏置、倍频系数、设置低频信号发生器、相位参考、相位调节等菜单。

3.3.3.2 功率

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。按前面板【功率】键或者点击[功率]功能区，用户界面弹出功率配置窗口，如图 3.26、3.27 所示。数据输入完成后需要确定相应的单位,完成输入确认。功率窗口设置项主要包括:功率电平、相对功率模式 开/关、相对功率参考设置、衰减控制、功率偏置、功率步进、ALC 环路状

态 开/关、搜索方式 手动/自动、功率搜索参考、执行功率搜索、搜索时输出 正常/最小、稳幅方式、ALC 带宽 手动/自动、外检波耦合系数，输出消隐 开/关等。

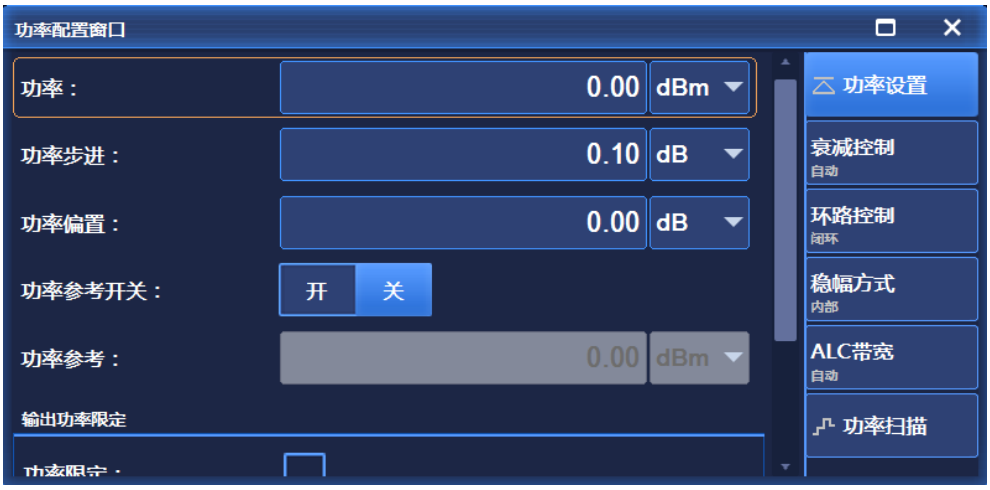
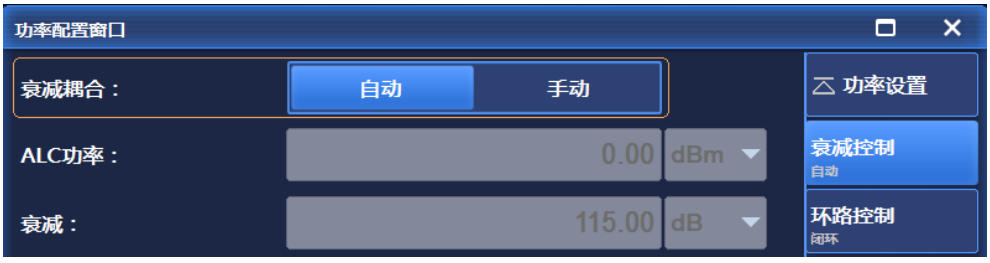


图 3.26 功率配置窗口





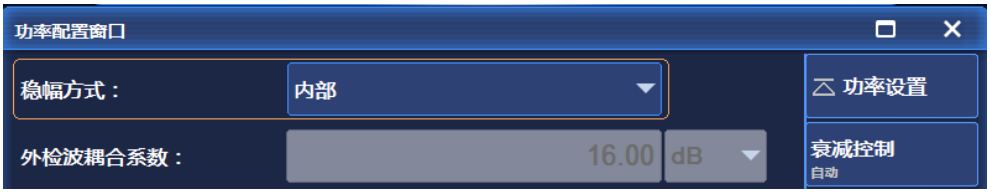




图 3.27 功率配置窗口（其他设置）

3.3.3.3 扫描

此款信号发生器共有步进和列表两种扫描方式。按前面板【扫描】键或者触屏点击[扫描]功能区，弹出如图 3.28 扫描配置窗口。选择频率发生方式选择“步进扫描”或者“列表扫描”时，单击窗口上方的相应选项，弹出列步进/列表扫描配置窗口如图 3.29、3.30 所示。用户可编辑设置起始频率、终止频率、扫描点数及驻留时间等扫描参数。

扫描部分配置包括：频率发生方式、步进扫描详细配置、列表扫描详细配置、扫描模式「单次/连续」、起始扫描触发等菜单。



图 3.28 扫描配置窗口



图 3.29 步进扫描配置窗口



图 3.30 列表扫描配置窗口

3.3.3.4 模拟调制以及脉冲调制

信号发生器可以实现基本的模拟调制，包括幅度调制、频率调制、相位调制。此外，信号发生器还可以实现脉冲调制，可以通过内调制信号发生器上的数字及模拟开关选择用内部还是外部信号进行调制。按前面板【调制】键，顺时针（或逆时针）旋转旋钮选择[模拟调制]下的[幅度调制]、[频率调制]、[相位调制]选项以及[脉冲]下的[脉冲调制]，或者触屏点击[模拟调制]功能区下的[幅度调制]、[频率调制]、[相位调制]，以及[脉冲]功能区，分别可以弹出幅度调制、频率调制、相位调制以及脉冲调制的窗口，如图 3.31、3.32、3.33 以及 3.34 所示。提供的标准内部波形包括正弦、双正弦、扫描正弦、三角波、锯齿、方波、噪声。脉冲调制窗口配置项主要包括：脉冲调制开关、脉冲源、脉宽、周期、重频、延迟、输入反相「开/关」等。

3.3 基本配置方法



图 3.31 幅度调制配置窗口



图 3.32 频率调制配置窗口



图 3.33 相位调制配置窗口



图 3.34 脉冲调制配置窗口

3.3.3.5 基带



图 3.35 基带配置窗口

信号发生器具有实时基带信号输出功能。按前面板【调制】键选择“基带”功能或触屏点击[实时基带]功能区，弹出图 3.35 所示配置窗口。定制实时基带可以产生单载波，进行实时数据调制，并可实时控制数字调制信号的所有参数。通过应用各种数据码型、滤波、码速率、调制类型和突发形状，可以改变产生的矢量调制信号特性。基带支持的数据源及调制类型分别如图 3.36、3.37 所示。实时基带菜单主要包括：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。



图 3.36 数据源列表

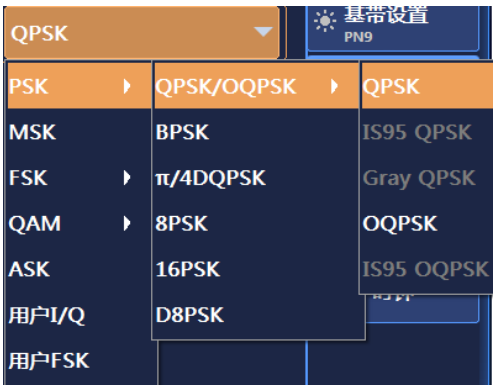


图 3.37 调制类型列表

3.3.3.6 I/Q 调制

1435 系列信号发生器可以实现 I/Q 调制。按前面板 【I/Q】键或者触屏点击[I/Q]功能区，弹出图 3.38 所示配置窗口。用户可以实现选择内部以及外部 50Ω 数据源，可选择外部宽带输入，还能够对调理通道参数进行设置，达到用户需求。具体设置参数请参见章节“5.2 菜单说明”中“5.2.6 I/Q”部分。



图 3.38 I/Q 设置界面

3.3.3.7 任意波

选配任意波选件后，1435 系列信号发生器具有序列和任意波播放功能。触屏点击[信号模拟]，选择“任意波”功能，弹出图 3.39 所示配置窗口。任意波功能有两种工作模式，序列模式和任意波模式。序列模式下，用户可以根据需要生成波形段文件，并可将波形段任意组合成序列进行播放；任意波模式下，用户可将自定义格式的任意波数据文件加载后进行播放。信号发生器中的基带、任意波、双（多）音、AWGN（白噪声功能）功能是互斥的。

任何一个开，其它功能将自动关闭。这些功能将自动打开 IQ 调制开关。其主要功能说明如下：

- 提供两种工作模式，序列模式和任意波模式。
- 支持用户自定义任意波数据文件的播放。支持以下五种任意波文件格式的自定义采样率播放：Mat-File 5、ASCII、Binary、cap、csv。
- 支持用户自定义任意波标记文件的播放。
- 灵活的序列编辑及播放模式。可添加任意调制格式、不同采样率的波形段到序列中，采用列表的编辑样式，灵活改变播放次序及重复次数。
- 序列支持“不变”、“最高”、“自定义”三种变采样率的播放模式，满足用户测试需求。注意，此处所述变采样率播放是由软件自动插值实现，硬件端以固定采样率进行播放。
- 支持已编辑序列的存储、调用功能，实现参数的快速配置。
- 支持灵活的图形化标记的编辑和播放功能。
- 支持用户自定义调制格式的波形段生成功能。
- 序列模式提供丰富的触发模式及触发源配置。
- 提供外部采样时钟输入，用于与被测对象时钟同步。



图 3.39 序列配置窗口

3.3 基本配置方法



图 3.40 任意波配置窗口

信号发生器支持播放多个波形段组成的序列。用户可在任意波配置窗口中选择“定制波形段”选项，弹出定制波形段窗口(如图 3.41)，设置参数后，生成波形段文件（.seq)，生成完毕后将波形段添加到序列列表中进行播放，用户可自定义播放顺序、重复次数、标记、播放时钟类型等。



图 3.41 定制波形段窗口

用户可以为该波形段设置标记 (标记 1 ~ 标记 4，如图 3.42)，用来监视波形段播放。其中，标记 1、标记 2、标记 3、标记 4 通过仪器后面板 BNC 输出。



图 3.42 波形段标记编辑配置示意图

信号发生器支持用户自定义任意波数据文件的播放。目前信号发生器支持以下 5 种文件格式的转换：Mat-File 5、ASCII、Binary、cap、csv。信号发生器可将以上 5 种格式的数据文件转换为信号发生器内部使用的波形数据文件.seg（16 位数据）和标记文件.mrk 进行播放。5 种文件格式如下：

- **Mat-File 5 文件格式**

  Mat-File 5 格式的文件，必须存储 I/Q 数据，同时还可以存储 Markers（标记）数据，其后缀为.mat。mat 文件中的数据以数据矩阵的形式分块存储。
  用户生成 mat 文件时的格式要求如下：

  1) 数据内容要求：mat 文件中必须存储 I/Q 数据（即 I 数据矩阵和 Q 数据矩阵或者 I+jQ 数据矩阵（复数矩阵，实部是 I 数据，虚部是 Q 数据）），还可以存储 Markers（标记）数据矩阵。
  2) 数据类型要求：I、Q 数据矩阵的数据类型支持 double 类型（8 字节）、int16 类型（2 字节）和 int32 类型（4 字节）。I 数据矩阵和 Q 数据矩阵类型必须一致。Markers（标记）数据矩阵的类型为 INT8 类型（1 字节，高四位系统保留，低四位依次表示 Marker1、Marker2、Marker3、Marker4）。
  3) 数据范围要求：整型 int16、int32 为 DA 值，取值范围为±(2^（15/31）-1)；double 型为绝对电压值，电压存储单位为 uV。取值范围与电压的单位选择有关，当数据单位选择 V 时，取值范围为±(2^（63-1)/1000000，当数据单位选择 mV 时，取值范围为±(2^63-1)/1000，当数据单位选择 uV 时，取值范围为±(2^63-1)。
  4) 数据矩阵的大小要求：I 数据矩阵的大小与 Q 数据矩阵的大小必须一致，且 Markers 数据矩阵的大小也要求一致。
  5) 数据矩阵的名称要求：mat 文件中，数据矩阵的名称必须小于 64 个字节。

- **ASCII（文本）文件格式**

  ASCII（文本）格式的文件，必须存储 I/Q 数据，同时还可以存储 Markers（标记）

数据，其后缀为.txt。txt 文件中的数据按行存储，数据间用空格间隔。

用户生成 ASCII（文本）文件时的格式要求如下：

1) 数据内容要求：ASCII 文件中的每一行必须存储 I 数据、Q 数据矩阵，还可存储 Markers（标记）数据。格式“I 数据 Q 数据 Marker1 Marker2 Marker3 Marker4”，数据之间用空格相间隔。例如“1025 502 1 0 0 1”，其中 I 数据为 1025，Q 数据为 502，Mark1 为 1，Mark2 为 0，Mark3 为 0，Mark4 为 1。格式“I 数据 Q 数据”即缺省 Mark 数据时，自动将 Mark 设置为 0。
2) 数据类型要求：ASCII 文件中 I、Q 数据矩阵的数据类型支持单精度浮点型 float 类型（4 字节）、整型 int16（2 字节）、整型 int32（4 字节）、double（8 字节）；, I 数据和 Q 数据的类型必须一致；Markers（标记）数据类型为 char（‘0’表示低，‘1’表示高）。
3) 数据范围要求：整型 int16 和整型 int32 为 DA 值，取值范围设置为±(2^（15/31）-1)；float 和 double 类型为绝对电压值，电压存储单位为 uV。取值范围与电压的单位选择有关，当数据单位选择 V 时，取值范围为±(2^63-1)/1000000，当数据单位选择 mV 时，取值范围为±(2^63-1)/1000，当数据单位选择 uV 时，取值范围为±(2^63-1)。

- **二进制文件格式**

二进制格式的任意波数据文件，后缀为.bin 或者.dat。其中.dat 是中国电科第四十一研究所频谱分析仪 4051 存储采集到的 I/Q 数据的一种文件格式，.dat 后缀任意波数据文件的开头为 176 个字节的文件头信息，存储了对应的 I/Q 数据的统计信息。

用户生成.bin 二进制文件时的格式要求如下：

1) 数据内容要求：二进制文件中存储 I 数据和 Q 数据，I/Q 数据交替存储（DA 值）。
2) 数据类型要求：二进制文件文件中 I、Q 数据的数据类型支持整型类型（2 字节），每一个 I 数据和 Q 数据占两个字节（16 位），即每一个采样点占 4 个四个字节。
3) 数据范围要求：±(2^15-1)

用户生成.dat 二进制文件时的格式要求如下：

1) 数据内容要求：.dat 二进制文件中存储 I 数据和 Q 数据，I/Q 数据交替存储（DA 值），文件中前 176 个字节为文件头统计信息（非数据部分）。
2) 数据类型要求：.dat 二进制文件文件中 I、Q 数据的数据类型支持整型类型（2 字节），每一个 I 数据和 Q 数据占两个字节（16 位），即每一个采样点占 4 个四个字节。
3) 数据范围要求：±(2^15-1)

- **CAP 文件格式**

CAP 格式的文件，是 Keysight 公司频谱分析仪中存储采集到的 I/Q 数据的一种文件格式，存储 I/Q 数据，文件中 I/Q 数据交替存储（DA 值）,其后缀为.cap。CAP 文件的开头 512 个字节为文件头信息，存储了对应的 I/Q 数据的统计信息。

- **CSV 文件格式**

CSV 格式的文件，是 Keysight 公司频谱分析仪中存储采集到的 I/Q 数据的一种文件格式，存储 I/Q 数据，其后缀为.csv。csv 文件中的数据按行存储，每一行数据分为 I 数据列、Q 数据列、Mark1 数据列、Mark2 数据列、Mark3 数据列、Mark4 数据列，文件头信息由 13 行数据组成。

用户生成 CSV 文件时的格式要求如下：

1) 数据内容要求：CSV 文件中前十三行为文件头信息，数据内容从第十四行开始，。每一行数据存储 I 数据、Q 数据，还可以存储 Mark 数据。格式：“I 数据|Q 数|Marker1|Marker2|Marker3|Marker4”，“|”表示列分割。例如“1025|502|1|0|0|1”，其中 I 数据为 1025，Q 数据为 502，Mark1 为 1，Mark2 为 0，Mark3 为 0，Mark4 为 1。格式“I 数据|Q 数据”即缺省 Mark 数据时，自动将 Mark 设置为 0。
2) 数据类型要求：CSV 文件中 I、Q 数据矩阵的数据类型支持单精度浮点型 float 类型（4 字节）、整型 int16（2 字节）、整型 int32（4 字节）、double（8 字节），I 数据和 Q 数据的类型必须一致。Markers（标记）数据类型为 char（‘0’表示低，‘1’表示高）。
3) 数据范围要求：整型 int16 和整型 int32 为 DA 值，取值范围设置为±(2^（15/31）-1)；float 和 double 类型为绝对电压值，电压存储单位为 uV。取值范围与电压的单位选择有关，当数据单位选择 V 时，取值范围为±(2^63-1)/1000000，当数据单位选择 mV 时，取值范围为±(2^63-1)/1000，当数据单位选择 uV 时，取值范围为±(2^63-1)。

具体设置参数请参见章节“5.2 菜单说明”中“5.2.7 任意波”部分。

3.3.3.8 双（多）音

1435 系列信号发生器具有双（多）音调制功能。点击[多音/双音]功能区，分别选择[多音]或[双音]选项，可弹出图 3.43 或图 3.44 所示配置窗口。信号发生器中的基带、任意波、双（多）音、AWGN（白噪声功能）功能是互斥的。任何一个开，其它功能将自动关闭。这些功能将自动打开 IQ 调制开关。具体设置参数请参见章节“5.2 菜单说明”中“5.2.8 双/多音”部分。



图 3.43 双音配置窗口



图 3.44 多音配置窗口

3.3.3.9 AWGN

AWGN 模块适用于任意波模式和实时 I/Q 基带模式。AWGN 模块作为 1435 选件，为一项独立的功能模块，具有三种工作模式：加性噪声、纯噪声、连续波干扰。

- 加性噪声。该模式与实时基带、任意波、双/多音等功能下使用，对生成的基带信号、任意波信号、双/多音信号进行可控加噪后输出。只有实时基带、任意波、双/多音开时，该加噪模式有效。
- 连续波干扰。该模式可在实时基带、任意波、双/多音等功能下使用，对生成的基带信号、任意波信号、双/多音信号进行连续波干扰后输出，此时的干扰信号为一定频率的正弦信号。只有实时基带、任意波、双/多音开时，该噪声模式有效。
- 纯噪声。该模式产生白噪声信号，该模式与实时基带、任意波、双/多音等功能互斥。只有实时基带、任意波、双/多音关时，该工作模式有效。该模式为开机默认状态。信号发生器中的基带、任意波、双（多）音、AWGN（纯噪声功能）功能是互斥的。任何一个开，其它功能将自动关闭。这些功能将自动打开 IQ 调制开关。

具体设置参数请参见章节“5.2 菜单说明”中“5.2.9 AWGN”部分。

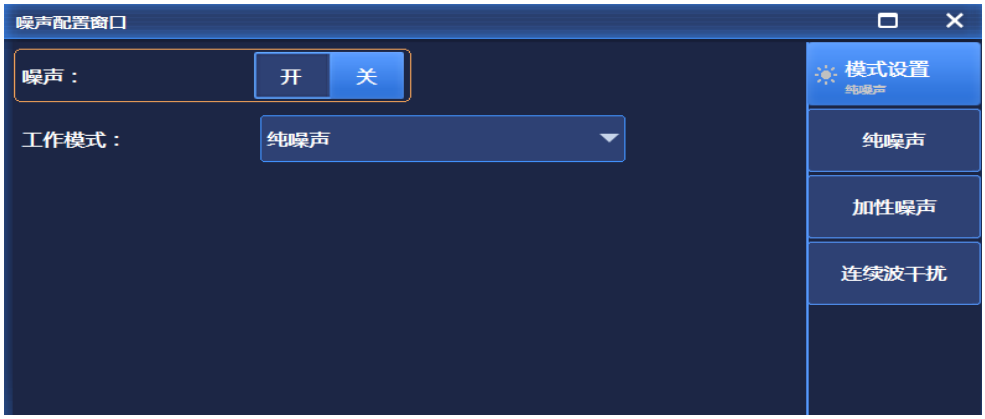


图 3.45 AWGN 配置窗口

3.3.3.10 线性调频

1435 系列信号发生器具有线性调频功能。点击[信号模拟]功能区，选择[线性调频]选项，可弹出图 3.46 所示配置窗口。打开线性调频开关后，IQ 开关和脉冲开关会自动打开。脉冲信号的脉宽和周期可以直接在线性调频界面进行设置，如需对脉冲进行详细配置可在[脉冲]选项下进行设置。具体设置参数请参见章节“5.2 菜单说明”中“5.2.8 线性调频”部分。



图 3.46 线性调频配置窗口

3.3.3.11 系统

系统配置窗口对仪器的基本功能进行配置，按前面板【系统】键或触屏点击[系统]功能区，弹出系统配置窗口（图 3.47），该窗口包括仪器基本配置、GPIB 接口、LAN 接口、整机自测试、手动测试等菜单。



图 3.47 系统配置窗口

3.4 数据管理

本节介绍了 1435 系列信号发生器的工作状态存储/调用、文件管理、及打印/存储屏幕快照方法。

- 存储/调用工作状态……74
- 文件管理……76
- 打印/存储屏幕快照……79

3.4.1 存储/调用工作状态

- 仪器复位状态……74
- 存储/调用用户状态……75

3.4.1.1 仪器复位状态

1435系列信号发生器提供给用户加电复位状态的选项（厂家、用户和上次状态），作为开机配置时初始状态。通常仪器配置出错时，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. 激活系统配置窗口：

按【系统】键或者触屏点击[系统]功能区，用户界面弹出系统配置窗口，选择复位状态选项，如图 3.48 所示。

步骤 2. 设置复位选项：

顺时针（或 逆时针）旋转 RPG，选择复位状态组合框，按下旋钮，激活选项，按上下按键，或者采用触屏操作方式，在“厂家”|“用户”|“上次状态”选项中切换，选择信号发生器复位时的设置状态。

- 选择“厂家”：按【复位】按键，或者重新开机仪器启动后仪器进入厂家默认状态；
- 选择“用户”，并单击“保存用户状态”按钮：仪器自动保存当前配置，按【复位】按键，或者重新开机仪器启动后，初始化为上次用户保存的设置状态；
- 选择“上次状态”：按【复位】按键，或者重新开机仪器启动后进入上次关机前自动存储的状态。



图 3.48 设置复位状态

3.4.1.2 存储/调用用户状态

1435 系列信号发生器提供存储和调用仪器设置状态功能，方便用户还原已保存的设置状态，减少操作的繁琐，以及再次观测评估、存储需要的测量数据。具体设置参数请参见章节“5.2 菜单说明”中“5.2.12 存储/调用”部分。

步骤 1. 打开 存储/调用 配置窗口：

按【文件】键，用户界面弹出文件操作，如图 3.49 所示。

步骤 2. 设置存储/调用文件号：

顺时针（或 逆时针）旋转 RPG，或者采用触屏操作方式，选定“选择存储/调用文件号”输入框，按下旋钮，使输入框处于编辑状态。输入 0—99 范围内的数字，按前面板 Enter 键结束输入。存储后，需要等待几秒钟，完成存储过程；调用后，需要等待十几秒钟，以便信号发生器按照选择的仪器状态重新完成软硬件设置。

3.4 数据管理

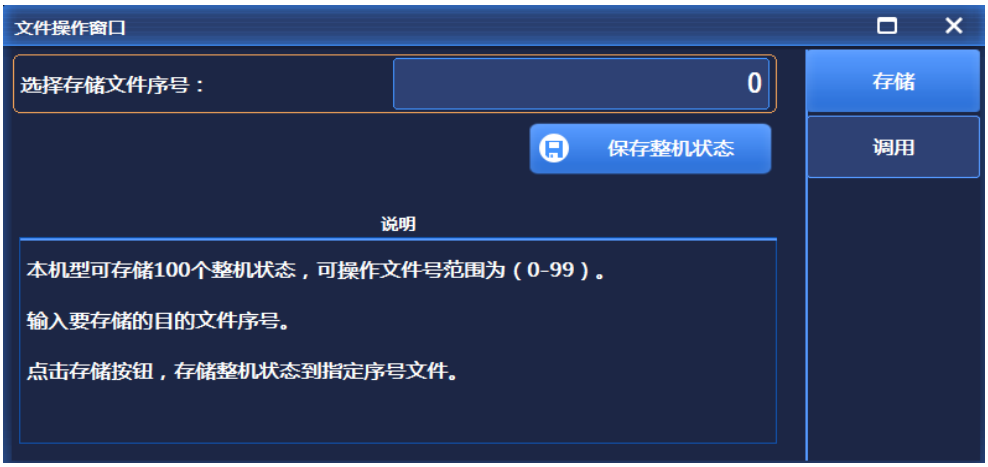


图 3.49(a) 文件操作窗口

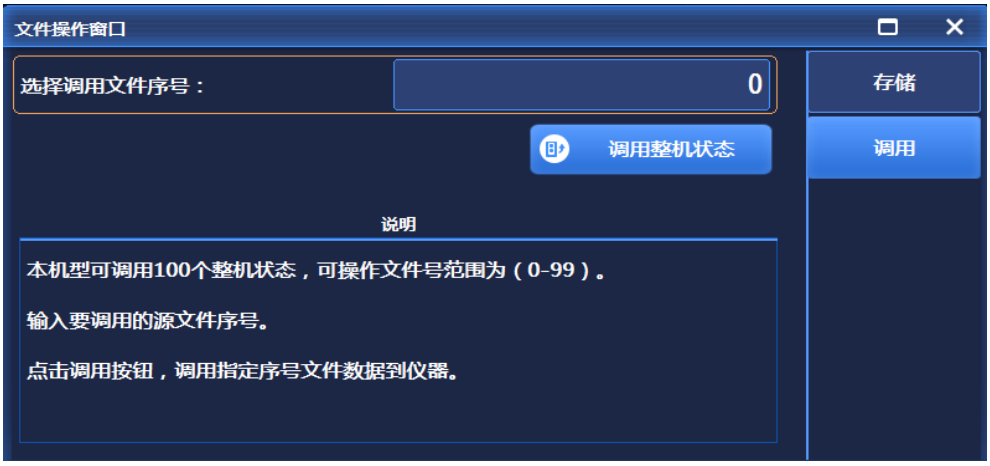


图 3.49(b) 文件操作窗口

提 示

存储/调用的最多仪器状态数目

1435 系列信号发生器，最多能存储/调用的仪器状态为 100，状态文件序号范围：0 ~ 99。

3.4.2 文件管理

1435 系列信号发生器具备文件管理功能，提供：文件输入/输出功能、文件浏览及目录（文件）的复制、剪切、粘贴和删除操作。数据文件可通过前面板按键、触屏、鼠标或者远程控制访问操作（具体请参考 1435 系列信号发生器程控手册）。

- 用户数据文件类型……77
- 文件输入/输出方法……78

- 文件格式说明……78

3.4.2.1 用户数据文件类型

文件管理相关的用户数据文件类型如表 3.8 所示：

表 3.8 数据文件类型表

数据文件类型	存储数据说明	文件默认存储目录及后缀
用户仪器状态	存储用户保存的仪器状态数据（仪器操作状态参数例如：频率、幅度、扫描和调制等）。在用户复位、上次状态复位、存储仪器状态时自动存储于固定目录。	D:\1435data\user\urset.dat
用户列表扫描	存储用户配置的列表扫描数据（例如：列表点的频率、功率和驻留时间等）。在用户复位、上次状态复位、存储仪器状态时自动存储于固定目录。	D:\1435data\user\ulist.dat
用户脉冲串	存储用户设置的脉冲串数据，包括脉冲个数、脉冲的宽度、周期等。在用户复位、上次状态复位、存储仪器状态时自动存储于固定目录。	D:\1435data\user\pulsetrain.dat
用户自定义数据源	存储实时基带时用户自定义的数据源数据。仪器提供窗口进行该数据的编辑。用户可以自定义文件名称和目录存储。	D:\1435data\user\DataSrc *.src
用户 FSK 数据	存储用户自定义FSK调制映射数据。用户可以自定义文件名称和目录存储。	D:\1435data\user\Fsk *.fsk
用户 FIR 数据	存储用户自定义FIR滤波器系数。用户可以自定义文件名称和目录存储。	D:\1435data\user\Fir *.fir
用户波形段数据	存储用户自定义波形段数据。用户可以自定义文件名称和目录存储。	D:\1435data\user\Wav *.seg
用户序列配置数据	存储当前编辑的序列列表数据。序列中波形段个数，重复次数，标记开关等。用户可以自定义文件名称和目录存储。	D:\1435data\user\Squence *.config_seg
用户标记数据	存储用户编辑的波形段的标记数据。标记1～标记4存储一个文件中。用户可以自定义文件名称和目录存储。	D:\1435data\user\Mark *.mrk

警 告

请勿 移动/删除/重命名 厂家数据文件

所有 D:\1435data\sys\目录下的厂家数据文件用户不能移动、删除、重命名。否则，由于仪器输出错误造成的严重后果厂家概不负责。如果用户误删，只能通过系统还原或者返回厂家进行重新校准。

所有 D:\1435data\user\目录下的用户数据文件用户可以操作，但请谨慎操作，误删后用户保存的数据将不能恢复。

3.4.2.2 文件输入/输出方法

1435 系列信号发生器提供了数据文件输入/输出功能，文件输入是指打开选择的数据文件，刷新控件（列表等）参数显示信息，方便用户观测评估；文件输出是将配置数据按照约定的格式存储到文件中（例如：ASCII，*.dat）。信号发生器提供调试信息文件文件输入/输出，用户只需进入到对应的菜单，弹出对话框，选择对话框按键或菜单项实现文件操作。

1435 系列信号发生器具备整机调试功能，这部分不对用户开放，便于厂家维护仪器功能。重要的调试数据信息包括：功率平坦度数据、IQ 调制校准数据和基准频响校准数据，为便于观测可调用相关信息文件以列表的方式显示参数分量信息，同时也可将这些调试信息数据存储到默认的文件中。

3.4.2.3 文件格式说明

下面介绍信号发生器存储的文件格式，方便用户分析配置数据。信号发生器存储的文件格式分为两类：直接存储、附加文件头信息存储。

1) 直接存储

该类文件存储时直接将配置结果数据结构存储到文件（*.dat）中，例如整机调试信息等。这类文件直接打开后，可读性差，不作为用户参考分析的手段。一般通过文件输入/输出功能，还原到控件查看。

2) 附加文件头信息存储

根据设计需要，有些文件需要附加文件头，文件头占据 256Byte，存储关联的参数信息。例如：任意波形段数据文件，存储时先根据约定的格式存储关联的参数信息，包括：码元长度、采样时钟、厂家标识等信息，后续存储波形数据。涉及的有关附加文件头信息的用户文件如下表（表 3.9）：

表 3.9 附加文件头文件存储格式

波形段文件(.seg)

文件头组成	描述
公司名称（Byte0 ~ Byte3）	EI41。
保留（Byte4 ~ Byte7）	
采样率（Byte8 ~ Byte15）	INT64类型。 采样率 = 码元速率 × 过采样点数。
码元长度（Byte16 ~ Byte23）	INT64类型。保存当前波形段码元的个数。
过采样点数（Byte24 ~ Byte31）	INT64类型。变采样率播放时的插值点数。
周期（Byte32 ~ Byte40）	INT64类型。波形段的播放时长。 周期 = 码元长度 × 码元速率。
波形长度（Byte41 ~ Byte47）	INT64类型。即采样点个数。 波形长度 = 码元长度 × 过采样点数。
保留扩充（Byte48 ~ Byte255）	
波形段数据（Byte256～ ...）	I、Q数据交替存储，各占16Bit。
标记文件(.mrk)	
文件头组成	**描述**
公司名称（Byte0 ~ Byte3）	EI41。
保留（Byte4 ~ Byte7）	
采样点数（Byte8 ~ Byte15）	INT64类型。采样点个数。
周期（Byte16 ~ Byte23）	保留未用。
保留扩充（Byte48 ~ Byte255）	
标记数据（Byte256～ ...）	存储有4个标尺(mark1、mark2、mark3、mark4)对应的数据，表示对应采样点处标尺的高低电平（0是低电平，1为高电平）。每一个采样点包含四个标记数据，一个采样点占一个字节。
用户数据源文件（.src)	
文件头组成	**描述**
公司名称（Byte0 ~ Byte3）	EI41。
保留（Byte4 ~ Byte7）	
数据长度（Byte8 ~ Byte15）	INT64类型。
保留扩充（Byte48 ~ Byte255）	
数据源数据（Byte256～ ...）	存储0、1序列，其中：每一个0或者1占一个数据位，一个字节包含8个数据。

3.4.3 打印/存储屏幕快照

1435系列信号发生器提供了存储屏幕快照到图形文件（bmp或jpg）及打印屏幕快照功能。

- 存储屏幕（到文件）……80
- 打印屏幕……80

3.4.3.1 存储屏幕（到文件）

操作步骤：

步骤 1. 若信号发生器未连接打印机，按前面板【打印】按键，弹出“另存为”对话框，输入屏幕快照图形文件名称（*.bmp），单击保存，完成存储屏幕到文件的操作。

3.4.3.2 打印屏幕

提 示

安装打印机驱动程序

打印前，1435 系列信号发生器需要先安装配套的打印机驱动程序。

提 示

屏幕快照存储到剪切板

按前面板存储屏幕快照按键，屏幕快照同时存储到剪切板，打印/存储完成后剪切板图形清空。

4 操作指南

本章介绍了 1435 系列信号发生器的不同配置功能的操作方法，详细介绍了配置步骤。

- 基本操作指南 82
- 高级操作指南 90

4.1 基本操作指南

这部分介绍了 1435 系列信号发生器的基本设置功能的操作方法，包括：调制、扫描等。以示例具体说明设置步骤。

- 数字调制 82
- 模拟调制 83
- 扫描 87

4.1.1 数字调制

1435 系列信号发生器具有配置实时数字调制信号输出的功能。

举例：产生数据源为 PN9，调制格式为 QPSK，码元速率为 4Msps 的实时基带信号。

操作步骤：

步骤 1. 激活基带配置窗口：

按【调制】键选择“基带”功能或触屏点击[实时基带]功能区，操作界面弹出基带配置窗口（图 4.1）。

步骤 2. 选择数据源：

选择基带配置窗口的[基带配置]选项，顺时针（或 逆时针）旋转 RPG，移动焦点到数据源选择组合框，单击按下旋钮，显示待选数据源选项；或者触屏选择数据源选择组合框，显示待选数据源选项。待选数据源选项包括：[PN 序列]、[固定四位码型]、[等量 1 0 码型]及[文件码流]，选择[PN 序列]下的[PN9]选项。

步骤 3. 选择调制类型：

选择基带配置窗口的[调制类型]选项，显示当前选择的调制类型，选择调制类型“QPSK”，或者使用触屏方式选择[调制类型选择]下的[PSK]选项—>再选择[PSK]选项下的[QPSK/OQPSK]选项，最后选择[QPSK/OQPSK]选项下的[QPSK]选项。

步骤 4. 设置码元速率：

选择基带配置窗口的[基带配置]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定码

元速率输入框，按下旋钮，或者使用触屏方式选择 [码元速率]，使码元速率输入框处于编辑状态；或者触屏选择码元速率输入框，使其处于编辑状态。输入 4 Msps，结束输入。

步骤 5. 选择滤波器类型：

选择基带配置窗口的[滤波器]选项，顺时针（或 逆时针）旋转 RPG，移动焦点到滤波器选择组合框，按下旋钮选择“根乃奎斯特”；或者使用触屏方式选择[滤波器]选项下的[滤波器选择]选项，显示待选滤波器选项，选择[根乃奎斯特]选项。

步骤 6. 打开基带:

配置好基带参数后，选择基带配置窗口的[基带设置]选项，顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定实时基带开关，按下旋钮，打开基带；或者使用触屏方式选择 [实时基带 开/关]，切换选项激活基带输出。此时，主信息显示区调制指示区会相应的显示 IQ BASE 指示。



图 4.1 基带配置窗口

提 示

固定四位码型及滤波器说明

数据源如果选择为“固定四位码型”，则需要输入码型数据，码型数据范围为 0000（二进制）～ 1111（二进制），配置窗口中以 10 进制显示和输入，输入数值范围为 0 ～ 15。

调制类型选择 FSK（2FSK，4FSK，8FSK，16FSK）、MSK 时，为了得到更好的输出，滤波器应选择“高斯”。

4.1.2 模拟调制与脉冲调制

- 调 幅 …… 84

- 调频 84
- 调相 85
- 脉冲调制 87

4.1.2.1 调幅

具体请参考“3 使用入门”部分的“3.3.2.2 调制信号”章节说明。

4.1.2.2 调频

举例：在通道 1 产生本振频率 3.5GHz，功率 0dBm，调制率 0.001MHz，调频频偏 1MHz 的调频信号。

操作步骤：

步骤 1. 设置信号发生器 RF 输出信号：

设置连续波 3.5GHz，功率电平 0dBm，【射频 开/关】开。

步骤 2. 激活调频配置窗口：

按【调制】键，顺时针（或逆时针）旋转旋钮选择[模拟调制]下的[频率调制]，或触屏点击[模拟调制]功能区下的[频率调制]功能区，操作界面弹出调频配置窗口（图 4.2）。或者选择【调制 开/关】键，打开调制配置窗口并切换到调频配置窗口。

步骤 3. 选择通道：

选择频率调制窗口的[调频设置]选项，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，按下旋钮，选定通道 1 选项；或触屏选择调频类型“通道 1”选项。

步骤 4. 设置调频波形：

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选择调频波形组合框，按下旋钮，激活选项，按上下按键，选择[正弦波]选项；或者通过触屏选择调频波形组合框，选择[正弦波]选项。

步骤 5. 设置调频源：

选择频率调制窗口的[调频源]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，按下旋钮，选择调频源[内部]选项；或者通过触屏选择[调频源]选项下的[内部]选项。

步骤 6. 设置调制率：

选择频率调制窗口的[调频设置]选项，选定通道 1 选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定调制率输入框，按下旋钮，使调制率输入框处于编辑状态；或者触屏选择调制率输入框，使其处于编辑状态。输入 0.001MHz，结束输入。

步骤 7. 设置调频频偏：

选择频率调制窗口的[调频设置]选项，选定通道 1 选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定调频频偏输入框，按下旋钮，使调频频偏输入框处于编辑状态。输入 1MHz，结束输入。

步骤 8. 射频 开：

按【射频 开/关】，打开射频开关。此时操作界面的射频开关状态区显示“射频 ON”。

步骤 9. 打开调频：

选择频率调制窗口的[调频设置]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定[频率调制开关选项，按下旋钮，打开频率调制开关；或者触屏选择[频率调制开关]选项，打开频率调制开关。

此时，主信息显示区调制指示区，显示指示FM，说明已经启动频率调制，信号发生器正在从射频输出连接器输出频率调制信号。



图 4.2 设置调频信号

提 示

频率调制功能具有通道 1 以及通道 2 共两个信号输出通道，用户可根据自身需要选择通道 1、通道 2；当调频源为内部时，用户可同时选择通道 1 与通道 2。

4.1.2.3 调相

举例：在通道 1 产生本振频率 3.5GHz，功率 0dBm，调制率 0.001MHz，调相相偏

1rad 的调相信号。

操作步骤：

步骤 1. 设置信号发生器 RF 输出信号：

连续波 3.5GHz，功率电平 0dBm，【射频 开/关】开。

步骤 2. 激活调相配置窗口：

按【调制】键，顺时针（或逆时针）旋转旋钮选择[模拟调制]下的[相位调制]，或触屏点击[模拟调制]功能区下的[相位调制]功能区，操作界面弹出调相配置窗口（图 4.3）。或者选择【调制 开/关】键，打开调制配置窗口并切换到调相配置窗口。

步骤 3. 选择通道：

选择相位调制窗口的[调相设置]选项，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，按下旋钮，选定通道 1 选项；或触屏选择调相类型“通道 1”选项。

步骤 4. 设置调相波形：

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选择调相波形组合框，按下旋钮，激活选项，按上下按键，选择[正弦波]选项；或者触屏选择调相波形组合框，选择[正弦波]选项。

步骤 5. 设置调相源：

选择调相调制窗口的[调相源]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，按下旋钮，选择调相源 [内部]选项；或者触屏选择[调相源]选项下的[内部]选项。

步骤 6. 设置调制率：

选择调相调制窗口的[调相设置]选项，选定通道 1 选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定调制率输入框，按下旋钮，使调制率输入框处于编辑状态；或者触屏选择调制率输入框，使其处于编辑状态。输入 0.001MHz，结束输入。

步骤 7. 设置调相相偏：

选择调相调制窗口的[调相设置]选项，选定通道 1 选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定调相相偏输入框，按下旋钮，使调频频偏输入框处于编辑状态；或者触屏选择调相相偏输入框，使其处于编辑状态。输入 1，单位默认 rad，按前面板 Enter 键结束输入。

步骤 8. 射频 开。

按【射频 开/关】键或触屏点击[射频开关]功能区，打开射频开关。此时操作界面的射频开关状态区显示“射频 ON”。

步骤 9. 打开调相：

选择调相调制窗口的[调相设置]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定[相位调制开关]选项，按下旋钮，打开相位调制开关；或者触屏点击[相位调制开关]选项，打开频率调制开关。



图 4.3 设置调相信号

提 示

相位调制功能具有通道 1 以及通道 2 共两个信号输出通道，用户可根据自身需要选择通道 1、通道 2；当调幅源为内部时，用户可同时选择通道 1 与通道 2。

4.1.2.4 脉冲调制

具体请参考“3 使用入门”部分的“3.3.2.2 调制信号”章节说明。

提 示

调制的互斥关系

调幅、调频、调相与低频输出互斥，每次只能输出一种信号。

调频与调相互斥，每次只能输出一种信号。

当模拟调制开时，除在主信息显示区显示关联的调制方式指示，在仪器状态配置区同步显示信号流图指示说明。

4.1.3 扫描

扫描功能是信号发生器许多重要功能之一，1435 系列信号发生器主要提供了步进扫描

4.1 基本操作指南

和列表扫描两种扫描方式，下面具体说明步进以及列表扫描方式的配置与实现方法。

- 步进扫描 88
- 列表扫描 89

4.1.3.1 步进扫描

举例：输出步进扫描信号，起始频率 1GHz，终止频率 10GHz，步进点数 10，步进驻留时间 10ms，步进触发方式“自动”，步进方式“线性”。

操作步骤：

步骤 1. 激活扫描配置窗口：

按【扫描】键或触屏点击[扫描]功能区，操作界面弹出扫描配置窗口（图 4.4）。

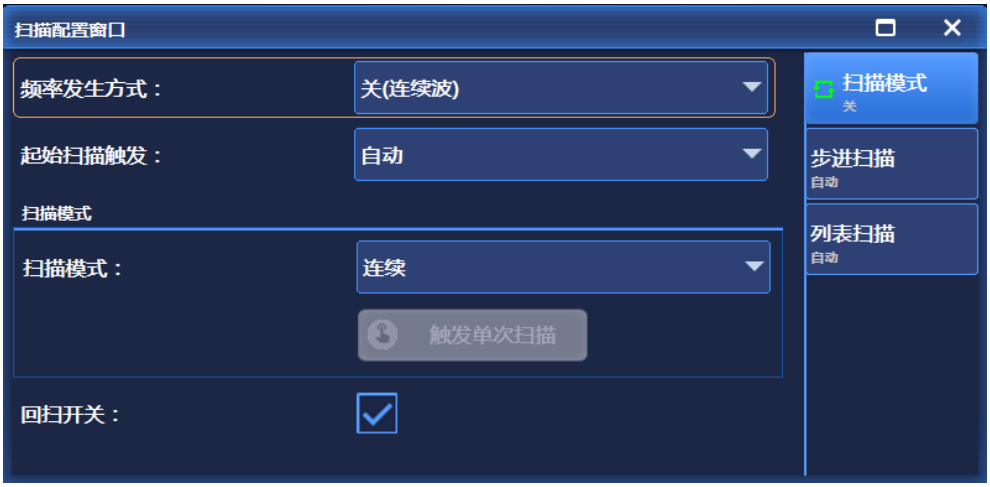


图 4.4 扫描配置窗口

步骤 2. 激活步进扫描配置窗口：

- **选择[步进扫描]。**

选择扫描配置窗口的[扫描模式]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定[频率发生方式]选项，按下旋钮，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定[步进扫描]选项，打开步进扫描方式；或者触屏点击[频率发生方式]选项下的[步进扫描]选项，打开步进扫描方式。此时，仪器自动以当前配置参数进行步进扫描。

步骤 3. 配置步进扫描参数：

选择扫描配置窗口的[步进扫描]选项，如图 4.5 所示，在步进扫描配置窗口中，设置起始频率 1GHz，终止频率 10GHz，步进点数 10，步进驻留时间 10ms，步进触发方式“自动”，步进方式“线性”。

设置完毕后，按键或者连续按【返回】键关闭当前窗口。



图 4.5 步进扫描配置窗口

步骤 4. 仪器状态显示：

激活步进扫描后，操作界面主信息显示区域显示步进起始频率、终止频率参数信息。

4.1.3.2 列表扫描

举例：输出列表扫描信号，10 个列表扫描点，第一个列表点 1GHz 第二个列表点 2GHz，依次递增，每个列表点功率偏置 0.00dBm，驻留时间 10ms，列表触发方式“自动”，扫描方向“正向”。

操作步骤：

步骤 1. 激活扫描配置窗口：

按【扫描】键或触屏点击[扫描]功能区，操作界面弹出扫描配置窗口（图 4.4）。

步骤 2. 激活列表扫描配置窗口：

- **选择[列表扫描]。**

选择扫描配置窗口的[扫描模式]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定[频率发生方式]选项，按下旋钮，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定[列表扫描]选项，打开列表扫描方式；或者触屏点击[频率发生方式]选项下的[列表扫描]选项，打开列表扫描方式。此时，仪器自动以当前配置参数进行列表扫描。

步骤 3. 配置列表扫描参数：

选择扫描配置窗口的[列表扫描]选项，如图 4.6 所示。在列表扫描配置窗口中，有两种方式进行配置。

方式一：手动插入列表点。

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定[编辑列表]选项，按下旋钮，选择“插入频率点”，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮选择待设置参数，使其处于编辑状态；或者触屏选择[编辑列表]选项下的待设置参数，使其处于编辑状态。列表扫描参数包括：当前频率连续波率、偏置、驻留时间。继续插入频率点，直至编辑完成扫描列表。

方式二：自动填充。

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定起始频率输入框，按下旋钮，使起始频率输入框处于编辑状态，输入 1GHz；同样操作方法，设置终止频率为 10GHz，设置插入点数为 10，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定[自动填充]选项，按下旋钮，扫描列表自动填充；或者触屏选择起始频率输入框，使起始频率输入框处于编辑状态，输入 1GHz，同样操作方法，设置终止频率为 10GHz，设置插入点数为 10，触屏点击[自动填充]选项。
所有电功率偏置为 0dBm，所有点驻留时间为 10ms，列表触发设置为自动，扫描方式设置为正向。
自动填充后，也可在编辑列表中对其中的参数进行手动编辑。
设置完毕后，按 键或者连续按【返回】键关闭当前窗口。



图 4.6 列表扫描配置窗口

步骤 4. 仪器状态显示：

激活列表扫描后，操作界面主信息显示区域显示列表扫描：最低频率、最高频率参数信息。

4.2 高级操作指南

这部分介绍了 1435 系列信号发生器相对复杂一些的配置操作过程。

- 配置多音……91
- 配置任意波……92
- 选择ALC带宽……99
- 信号发生器外稳幅……100
- 用混频器方式工作/反向功率影响……101
- 创建和应用用户平坦度校准阵列……102
- 脉冲调制输入选择……104
- 基带触发功能配置……108
- 任意波触发功能配置……112
- 线性调频功能配置……117

4.2.1 配置多音

信号发生器具备配置双音、多音信号输出的功能。

举例：产生音调个数为 6，频率间隔 10MHz，每个音调衰减 0dB 的多音信号。

操作步骤：

步骤 1. 激活双音/多音配置窗口：

触屏点击[多音/双音]功能区下的[多音]选项，操作界面弹出多音配置窗口（图 4.7）。

步骤 2. 设置音调数目：

选择多音配置窗口的[多音设置]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定“音调数目”输入框，按下旋钮，使该输入框处于编辑状态；或者触屏点击“音调数目”输入框，使其处于编辑状态。此时输入 6，按前面板 Enter 键结束输入，实现多音列表中自动添加 6 个音调。

步骤 3. 设置频率间隔

选择多音配置窗口的[多音设置]选项，顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定“频率间隔”输入框，按下旋钮，使该输入框处于编辑状态；或者触屏点击“音调数目”输入框，使其处于编辑状态。此时输入 10，按前面板 Enter 键结束输入。多音列表中自动更改频率偏置。目前多音设置范围是（2 ~ 64），频率间隔不能超过 80MHz。

步骤 4. 打开多音

配置完成多音参数后，顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定多音调制开关，按下旋钮，打开多音；或者触屏点击多音调制开关，打开多音。此时，主信息显示区调制指示区，显示 IQ M-T 指示。



图 4.7 双音/多音配置窗口

提 示

多音列表中的衰减功率和相位

多音列表中的衰减功率是指音调功率的衰减值，每个音调可以设定不同的衰减值，衰减值范围为 -100dB ~ 0dB。目前硬件系统可测得的衰减值为-40dB。

相位指每个音调的初始相位值，可以设定初始相位为随机或者固定。

提 示

多音与双音互斥

多音调制与双音调制互斥。当用户打开某一调制时，另一种自动关闭。

4.2.2 配置任意波

任意波功能有两种工作模式，序列模式和任意波模式。1435 系列信号发生器可以实现序列和任意波播放功能。

序列模式下，用户可以根据需要生成波形段文件，并可将波形段任意组合成序列进行播放；任意波模式下，用户可将自定义格式的任意波数据文件加载进来进行播放。

举例 1：生成波形段文件 example.seg ，数据源为 PN9，调制格式为 QPSK，样点个数为 40000，采样时钟为 4MHz，并且给该波形段文件的开始和结束设置标记。

操作步骤：

步骤 1. 激活任意波配置窗口：

触屏点击[信号模拟]，选择“任意波”功能，操作界面弹出任意波序列配置窗

口（图 4.8）。



图 4.8 任意波序列配置窗口

步骤 2. 工作模式选择：

顺时针（或 逆时针）旋转 RPG，移动焦点到“工作模式”组合框，按下旋钮，选择“序列”；或者触屏点击“工作模式”选项框，设置工作模式为序列。

步骤 3. 定制波形段：

选择“定制波形段”按钮，弹出“定制波形段”窗口（图 4.9）。



图 4.9 定制波形段窗口

步骤 4. 设置波形段名称：

生成波形段前，先要指定生成的波形段的名称。选择“输出文件名称...”按钮，弹出“另存为”对话框(图 4.10)，在对话框中输入待生成的波形段名称 example，文件后缀为 seg，该波形段文件自动存储在文件夹 wav 中。关闭对话框，返回定制波形段窗口，按照下面的步骤继续设置波形段参数。

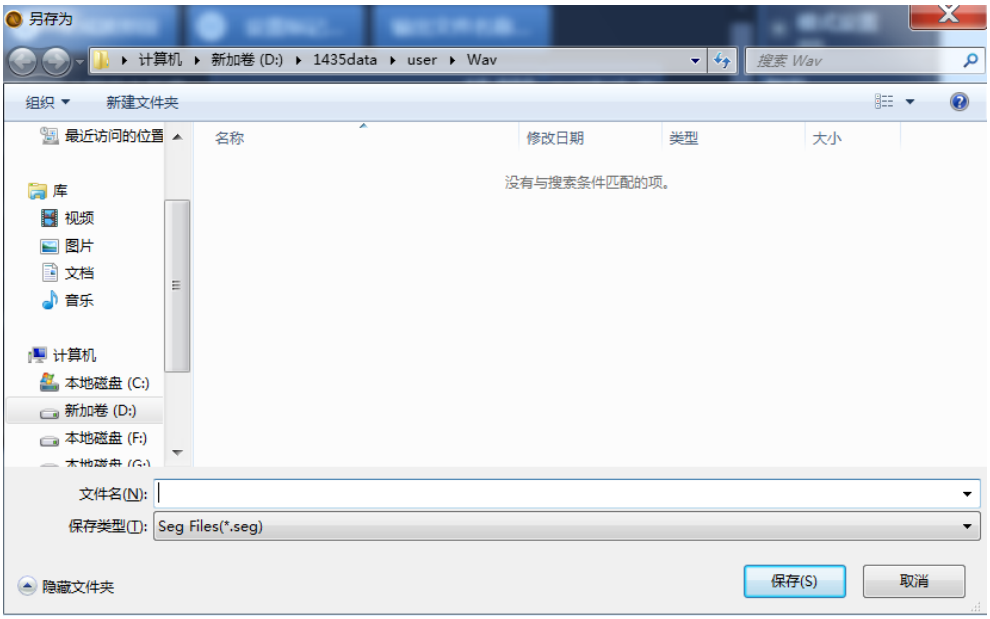


图 4.10 波形段输出文件“另存为”窗口

步骤 5. 设置波形段滤波参数：

要生成样点个数为 40000 的波形段文件，根据公式：样点个数=波形段（码元）长度×过采样点数，其中，过采样点数是指每个码元在成形滤波时的内插个数。软件默认过采样点数为自动计算，过采样点数为最大值 32；在目前型号的 1435 中，每个样点占用 4 个字节（I 路数据占用 16 位，Q 路数据占用 16 位），基带板最大存储容量为 4GByte（8GByte 选件），因此最大样点个数为 1GSample（2GSample 选件）。

软件根据当前基带存储容量自动限定输入的码元长度和过采样点数的大小。过采样点数越大，生成波形段耗费的时间越长。推荐将过采样点数自动计算关闭，设置过采样点数置为 4。

在该示例中，要求生成的样点个数为 40000，过采样点数置为 4，波形段（码元）长度置为 10000。要求生成的波形段采样时钟为 4MHz，采样时钟=过采样点数×码元速率；置码元速率为 4Msps。

步骤 6. 选择数据源：

顺时针（或 逆时针）旋转 RPG，移动焦点到“数据源选择”组合框，按下旋钮，选择 PN9。或者触屏点击“数据源选择”选项框，选择 PN9。

步骤 7. 设置波形段调制参数：

调制类型组合框显示当前选择的调制类型，选择调制类型“QPSK”；或者触屏点击“调制类型选择”组合框，依次选择 [PSK]—>[QPSK/OQPSK]—>[QPSK]。选择默认滤波器。

步骤 8. 设置波形段标记：

选择“编辑标记...”按钮，打开标记编辑对话框（图 4.11）。在该对话框中用户可以编辑 4 个相互独立的标记。

标记编辑对话框的坐标系长度为前面所编辑的样点个数 40000，通过鼠标选定标记，在指定索引处双击鼠标左键，当标记线为高电平时设定标记输出，低电平时设定标记不输出。

示例要求在波形段的开始和结束设置标记，鼠标定位于标记 1 的开始端，当前索引显示为 0，双击鼠标左键，将标记线置为高电平，鼠标定位于索引 100 的位置，双击鼠标左键，将标记线置为低电平，此时索引 0 到索引 100 为高电平，索引 100 到索引 40000 为低电平，同样，在索引 39900 到索引 40000 间将标记线置为高电平。

为方便用户鼠标选择标记索引，用户可以通过修改“放大范围”项的值，然后选择“放大”选项，修改后以当前索引为中心，以放大范围值显示坐标尺。这样在波形段播放过程中，当播放到第 0 到第 100 个样点和第 39900 到第 40000 个样点时，标记 1 端口输出高电平。编辑完成后，点击“生成标记文件”钮，在 wav 文件夹和波形段同一目录下生成 example.mrk 标记文件。



图 4.11 设置波形段标尺窗口

提 示

标记使用说明：

- 当用户没有选定波形段输出文件名称时，标记编辑对话框中的“生成标记文件..”按钮是无效的。只有设定了波形段文件的名称，才能生成与波形段同名的标记文件。
- 标记 1、标记 2、标记 3、标记 4 的输出端均为后面板的 SMA 插头。
- 在标记编辑对话框中，用户可以通过“保存编辑图形..”按钮将编辑好的标记存储成用户指定的文件名，通过“打开编辑图形..”按钮调用上次编辑好的标记文件。默认存储目录为 Mark 文件夹。
- 为使编辑的标记有效，在序列列表中将波形段的标记开关设置为开。

步骤 9. 生成波形段：

关闭标记编辑对话框，返回“定制波形段”对话框，选择“生成波形段”按钮，波形段生成完毕。

举例 2：序列播放功能，演示灵活的序列编辑、播放功能。

操作步骤：

步骤 1. 设置频率：

- **编辑频率、功率，打开射频。**

  设置频率为 10GHz，功率为 0dBm，设置射频开。

步骤 2. 激活任意波配置窗口：

- **打开任意波配置窗口。**

  触屏点击[信号模拟]功能区下的[任意波]选项，操作界面弹出任意波配置窗口（图 4.8）。

步骤 3. 设置参数

- **设置工作模式：序列。**

  顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定“工作模式”选项框，按下旋钮，设置工作模式为序列；或者触屏点击“工作模式”选项框，设置工作模式为序列。

- **设置时钟类型：不改变。**

  顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定“时钟类型”选项框，按下旋钮，设置时钟类型为不改变；或者触屏点击“时钟类型”选项框，设置时钟类型为不改变。

该时钟类型表明：基带对每个波形段进行变采样率播放，序列中的两个波形段按照其默认的时钟频率进行播放。

步骤 4. 添加波形段

- **按需求添加波形段。**

  顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG 或通过触屏方式，选择“添加波形段”，在弹出的窗口中选择波形段示例文件 400KSin_16MClk.seg，添加到序列表中；之后再次选择 “添加波形段”，添加波形段示例文件 400KTri_16MClk.seg 到序列表中。

提 示

波形段示例文件说明

- 波形段示例文件 400KSin_16MClk 的基带输出为的正弦波(时钟频率 16MHz，播放时长 25ms)。通过连接仪器后面板的 I 路输出 (或者 Q 路输出) 至示波器，可看到正弦波输出。
- 400KTri_16MClk 的基带输出为 16M 三角波（时钟频率 16MHz，播放时长 25ms)。通过连接仪器后面板的 I 路输出（或者 Q 路输出）至示波器，可看到三角波输出。

步骤 5. 打开任意波

- **选择“任意波序列开” 开。**

  配置完成任意波参数后，顺时针（或 逆时针）旋转前面板旋钮，选定任意波序列开关，按下旋钮，打开任意波序列；或者使用触屏点击任意波开关，打开任意波序列。此时，仪器将自动下载播放序列。

关联序列播放示例如下表（表 4.1）：

表 4.1 序列播放扩展示例表

序号	说 明
1	将400KSin_16MClk的重复次数设为2，勾选任意波序列开，重新进行下载，通过示波器可看到两个正弦波和一个三角波循环播放。
2	将时钟类型改为“最高”，勾选任意波序列开，则两个波形段以其中最高的时钟频率进行播放，这里以32MHz时钟频率进行播放，通过示波器可看到输出波形。
3	将时钟类型改为“自定义”，在时钟频率中设为32MHz，勾选任意波序列开，则两个波形段以自定义时钟进行播放。
4	删除所有波形段，添加波形段2MSin_8MClk.seg，添加波形段2MQPSK_8MClk，勾选任意波序列开，时钟类型为“不变”，载波设为10GHz，射频输出端口连接至信号分析仪，设置信号分析仪：中心频率 10GHz，扫宽 5MHz，可以观察到QPSK

	及正弦波的频谱。

注意，此处所述变采样率播放是由软件自动插值实现，硬件端以固定采样率进行播放。

举例 3：任意波播放功能

操作步骤：

步骤 1. 设置频率：

- **编辑频率、功率，打开射频。**

  设置频率为 10GHz，功率为 0dBm，设置射频开。

步骤 2. 激活任意波配置窗口：

- **打开任意波配置窗口。**

  触屏点击[信号模拟]功能区下的[任意波]选项，操作界面弹出任意波配置窗口（图 4.8）。

步骤 3. 设置参数

- **设置工作模式：任意波。**

  顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定“任意波序列”选项框，按下旋钮，打开任意波序列；或者触屏点击“任意波序列”选项框，打开任意波序列。

- **设置时钟频率：100MHz。**

  顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定“时钟频率”输入框，按下旋钮，使其处于编辑状态；或者触屏点击“时钟频率”选项框，使其处于编辑状态。

步骤 4. 添加任意波文件

- **按需求加载任意波。**

  选择“加载任意波”，在弹出的窗口中选择文件类型 Mat-File，选择示例文件 1MSin.mat，添加到列表中。

步骤 5. 设置文件格式

- **按“文件格式配置...”，设置矩阵列表数据类型。**

  顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG 或通过触屏方式，选择“文件格式配置...”选项框，自动读取当前 mat 文件中的矩阵列表。I 矩阵下拉列表中选择 Idata_Int16，Q 矩阵下拉列表选择 Qdata_Int16，Marker 矩阵下

拉列表选择 MarkerData_int8。数据类型默认。关闭文件格式配置对话框，返回任意波序列配置窗口。

步骤 6. 设置标记开关

- **设置列表中标记 1 ~ 标记 4 为开。**

步骤 7. 打开任意波

- **选择“任意波序列开” 开。**

  仪器自动进行下载、播放。连接仪器后面板的 I 路输出（或者 Q 路输出）至示波器，可看到三角波输出。连接仪器后面板标记 1 ~ 2 输出至示波器，可看到编辑的标记输出。

提 示

支持用户自定义任意波数据文件格式

信号发生器支持用户自定义任意波数据文件的播放。

目前信号发生器支持以下五种文件格式的转换：Mat-File 5、ASCII、Binary、cap、csv。信号发生器可将以上 5 种格式数据文件转换为信号发生器内部使用的波形数据文件.seg（16 位数据）和标记文件.mrk 后，进行播放。

4.2.3 选择 ALC 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 带宽共有五个选项：自动、100Hz、1kHz、10kHz 和 100kHz。

自动模式下(复位选项)，信号发生器根据配置和设置自动选择 ALC 带宽；当频率小于 1MHz 或者矢量调制开启时，带宽为 100Hz，频率大于 1MHz 小于 10MHz，带宽为 1kHz；大于 10MHz 时，如果调幅开且脉冲调制关时，带宽为 100kHz；其它情况带宽设置为 10kHz。ALC 带宽非自动模式下，依据用户选择设置带宽。

操作步骤：

步骤 1. 打开 ALC 带宽

按【功率】键或触屏点击[功率]功能区，选择功率配置窗口的[ALC 带宽]选项，设置“ALC 带宽手动”为开；

步骤 2. 选择带宽值

带宽选项：100Hz，1kHz，10kHz，100kHz，根据需要选择带宽值；
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。

4.2.4 信号发生器外稳幅

4.2.4.1 外稳幅说明

在外稳幅方式下，信号发生器的输出功率由外部探头检测，检波电压送回到信号发生器的稳幅电路，输出功率自动校正使功率在检测点上保持恒定。

4.2.4.2 用检波器/耦合器/功分器稳幅

1) 测量框图

图 4.12 介绍了外稳幅的一种典型设置。外稳幅时，功率电平从外部的负电压输出检波器反馈回来，而不是从内部检波器过来。反馈电压控制 ALC 系统从而控制了输出功率。

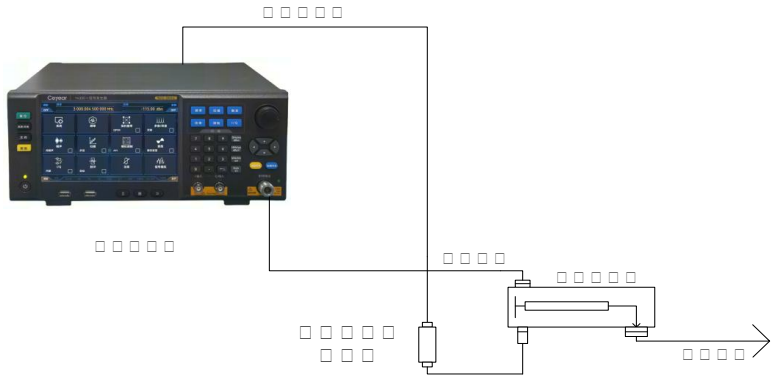


图 4.12 ALC 电路外部稳幅测量连接框图

2) 测量步骤

步骤 1. 设置外稳幅:

1) 按照图 4.12 连接仪器;
2) 按【功率】键或触屏点击[功率]功能区下的[稳幅方式]选项;
3) 选择“稳幅方式”：外部。

步骤 2. 设置耦合参数:

编辑输入“外检波耦合系数”为 20dB(定向耦合器的耦合度是 20dB)。

提 示

功分器的耦合度是 0dB。

4.2.5 用混频器方式工作/反向功率影响

衰减器手动用于混频器测试。图 4.13 给出的例子中信号发生器的输出功率是-8dBm，在内部稳幅方式下，衰减器衰减设置为 0dB。ALC 功率电平设置为-8dBm。混频器的本振（LO）驱动是+10dBm。本振（LO）到信号发生器的射频输出的隔离度是 15dB。LO 馈通到信号发生器输出端的功率是-5dBm，无损耗地通过衰减器，到达内部检波器。

对某些频率来说，这个能量的绝大部分能进入检波器。但检波器的输入响应与频率没有关系，这个能量使信号发生器的稳幅电路减小功率输出。在这个例子中，反向功率实际上大于 ALC 功率电平，因此，信号发生器的功率输出实际上被关掉了。

图 4.14 给出的例子中，用衰减器手动产生-8dBm 的功率输出。例中，衰减 10dB，ALC 功率电平+2dBm，混频器的本振功率是 10dBm。衰减器 10dB 衰减本振的反向功率，而本振的反向功率是-5dBm，这样只有-15dBm 的反向功率通过检波器，检波器就通过了需要的+2dBm 的 ALC 电平和不需要的-15dBm 的反向功率。17dB 的差值导致信号发生器输出电平有 0.1dB 的漂移。以衰减器手动方式设置信号发生器：

操作步骤：

步骤 1. 打开功率配置窗口

按【功率】键或触屏点击[功率]功能区，打开功率配置窗口。

步骤 2. 将 ALC 系统中衰减器的工作模式设为手动方式，设置衰减器的值

选择功率配置窗口的[衰减控制]选项，顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定 “衰减器耦合”选项框，按下旋钮，选择手动模式，再旋转前面板 RPG，选定 “衰减”输入框，按下旋钮，使其处于编辑状态；或者触屏点击“衰减器耦合”选项框，选择手动模式。再触屏点击“衰减”输入框，使其处于编辑状态。之后设置衰减为 10 dB。

步骤 3. 设置 ALC 功率

选择功率配置窗口的[衰减控制]选项，顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定 “ALC 功率”输入框，按下旋钮，使其处于编辑状态；或者触屏选择“ALC 功率”输入框，使其处于编辑状态。此时，输入 ALC 功率为 2dBm。

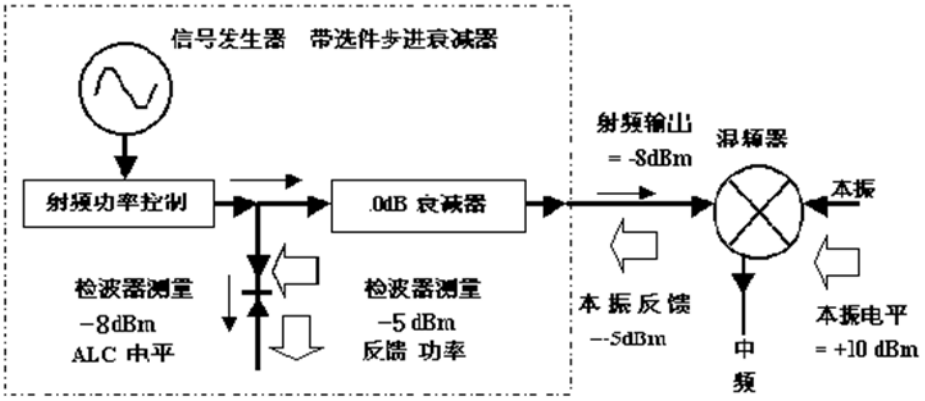


图 4.13 反向功率影响，-8dBm 耦合输出

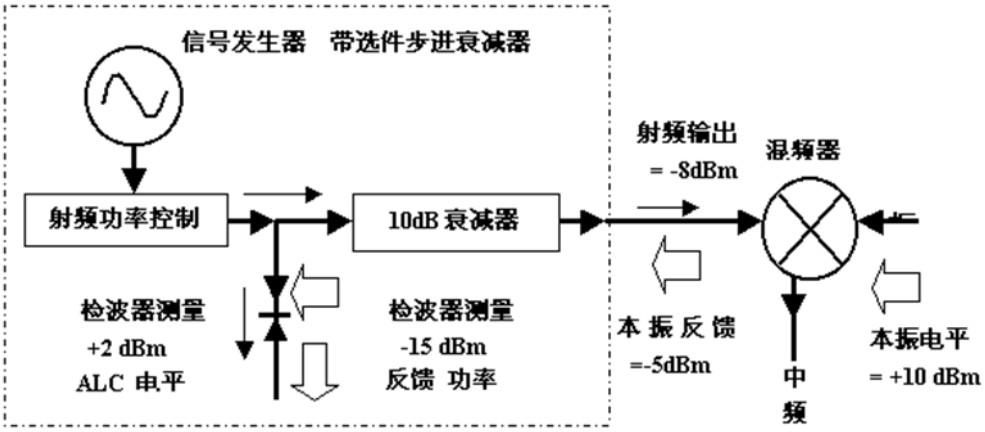


图 4.14 反向功率影响，-8dBm 非耦合输出

4.2.6 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是通过 GPIB 接口连接功率计实现校准。下面举例来说明用户平坦度校准功能。

举例：使用 2432 功率计实现 4GHz 到 7GHz 扫描信号的自动平坦度校准。在这个例子中，对 4GHz～7GHz 进行平坦度校准，1GHz 的间隔，信号发生器通过接口总线控制 2432 功率计，产生校准数据阵列。

操作步骤：

步骤 1. 如图 4.15 连接仪器。

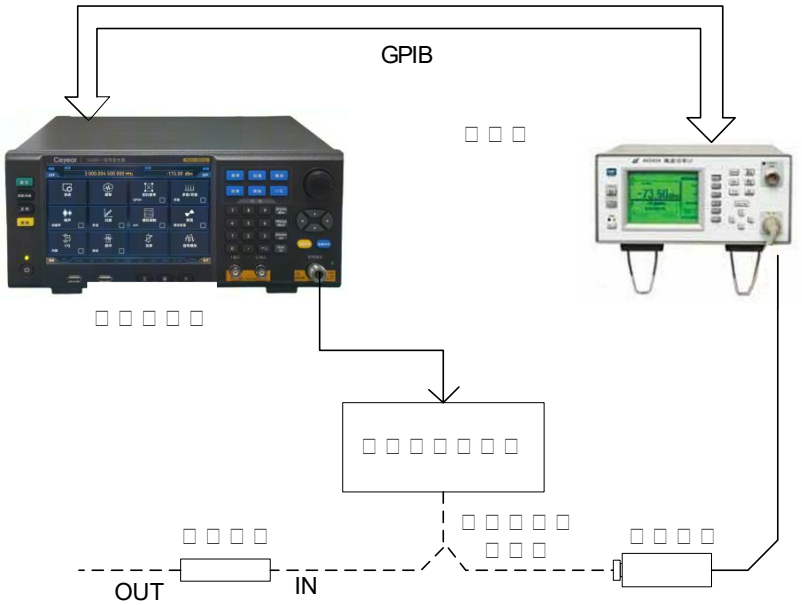


图 4.15 用户平坦度校准

步骤 2. 设置功率计，功率计/探头校零。

步骤 3. 功率计设置适当的功率探头校准参数。

步骤 4. 功率计/探头校准参数系列使能。

关于 2432 功率计的具体使用方法请参照仪器手册。

步骤 5. 连接功率探头到待校准的功率输出连接器。

步骤 6. 设置信号发生器，按【复位】键。设置功率电平 0dBm，设置[用户平坦度 开 关]。

步骤 7. 按【校准】键，选择[功率平坦度]选项,弹出“用户校准窗口”。

步骤 8. “用户校准窗口”中，选择[删除所有点]选项，这一步确保校准数据清零。

步骤 9. 输入待校准的频率点：按照 1GHz 步进手动输入频率点，或者自动生成频率点。

例中，采用自动填充方式：

1) 选择[自动填充]选项下的[起始填充频率]，输入 4GHz；
2) 选择[终止填充频率]选项，输入 7GHz；
3) 选择[填充频率间隔]选项，输入 1GHz；
4) 选择[确认填充]选项。

频率列表自动填充：起始频率 4GHz，终止频率 7GHz，1GHz 递增，输入校准数据，如下图 4.16。



图 4.16 用户平坦度校准列表

步骤 10. 设置好参数后，开始校准。

确认信号发生器与功率计通过 GPIB 电缆连接，选择[系统]选项下的[GPIB 接口]选项，设置 GPIB 地址、程控语言以及功率计选择。
选择[校准所有点]选项，启动校准，功率计受控于信号发生器，按照校准列表连续执行频率点校准。校准完成后，校准数据自动存储。

4.2.7 脉冲调制输入选择

4.2.7.1 脉冲调制开时 ALC 工作状态的选择

受限于信号发生器本身 ALC 环路的跟踪速度，脉冲调制开且脉冲宽度小于 1μs 时，ALC 环路应设置在开环或搜索模式下。

4.2.7.2 脉冲输入选择

1) 脉冲输入“标网”

按【脉冲】键或触屏点击[脉冲]功能区，操作界面弹出脉冲调制配置窗口，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，选定“脉冲源”选项框，按下旋钮，选择[标网]选项；或者触屏点击“脉冲源”选项框，选择[标网]选项。

激活脉冲调制并使仪器内部脉冲发生器产生 27.8kHz 的方波（18 微秒脉宽，36 微秒周期，图 4.17），射频包络的上升和下降时间约 0.2 微秒。这种脉冲被用于标量网络分析仪的交流检波方式。

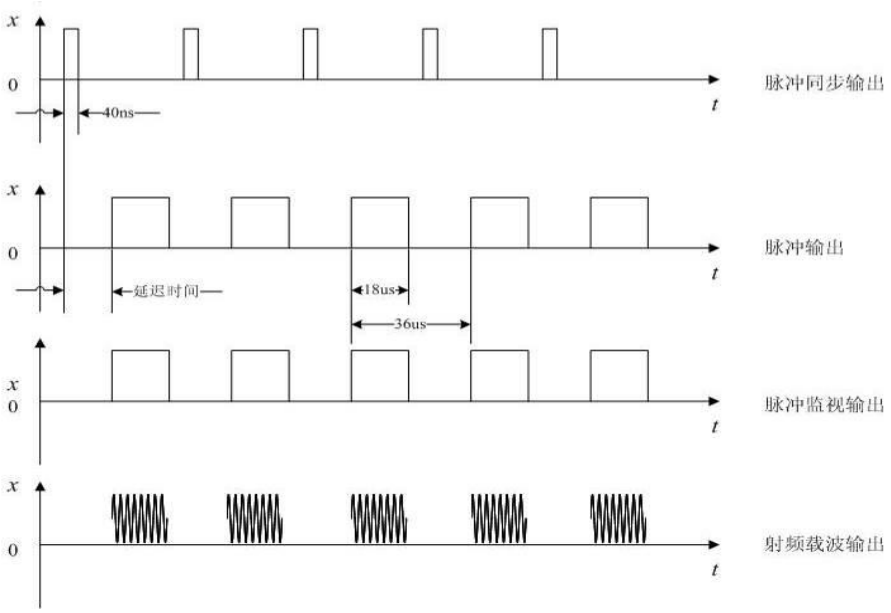


图 4.17 内部标网脉冲

2) 脉冲输入“自动”

按【脉冲】键或触屏点击[脉冲]功能区，操作界面弹出脉冲调制配置窗口，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，选定“脉冲源”选项框，按下旋钮，选择[自动]选项；或者触屏点击“脉冲源”选项框，选择[自动]选项。

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（图 4.18），不需要外部连接脉冲信号。同时激活内部脉冲自动触发模式，不与其他触发信号同步。脉冲信号的参数，用户可通过调制配置窗口设置（图 3.22）。

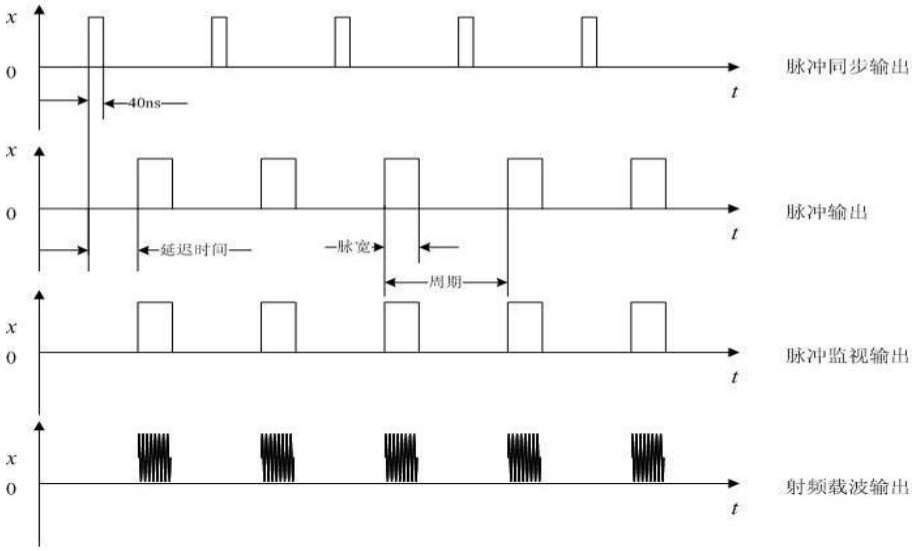


图 4.18 内部自动模式

3) 脉冲输入“触发”

按【脉冲】键或触屏点击[脉冲]功能区，操作界面弹出脉冲调制配置窗口，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，选定“脉冲源”选项框，按下旋钮，选择[触发]选项；或者触屏点击“脉冲源”选项框，选择[触发]选项。

在脉冲配置窗口中，选择“延迟”输入框，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（图 4.19）。

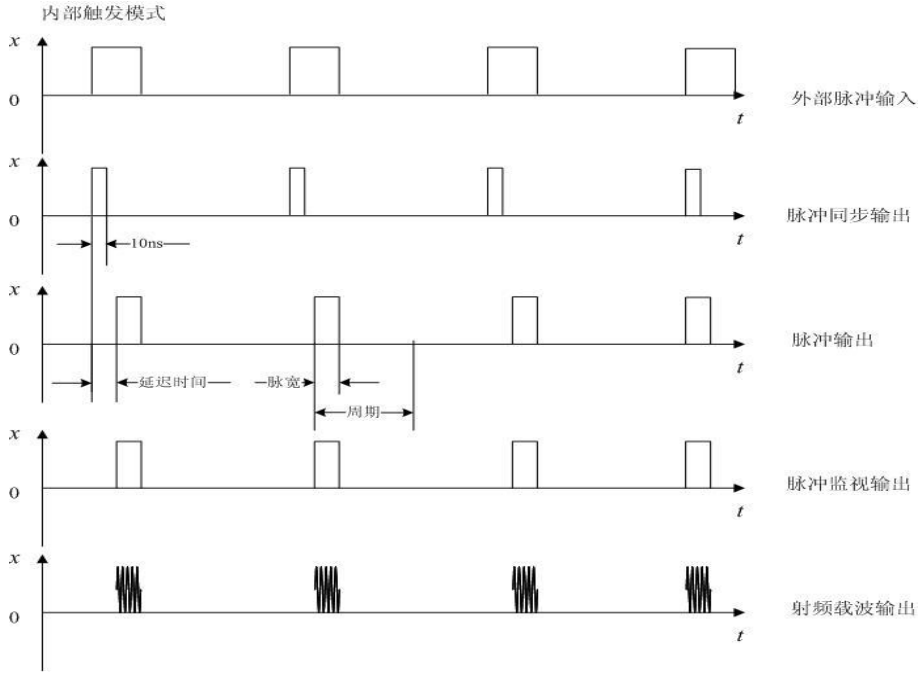


图 4.19 内部触发模式

4) 脉冲输入“门控”

按【脉冲】键或触屏点击[脉冲]功能区，操作界面弹出脉冲调制配置窗口，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，选定“脉冲源”选项框，按下旋钮，选择[门控]选项；或者触屏点击“脉冲源”选项框，选择[门控]选项。

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（图 4.20）。

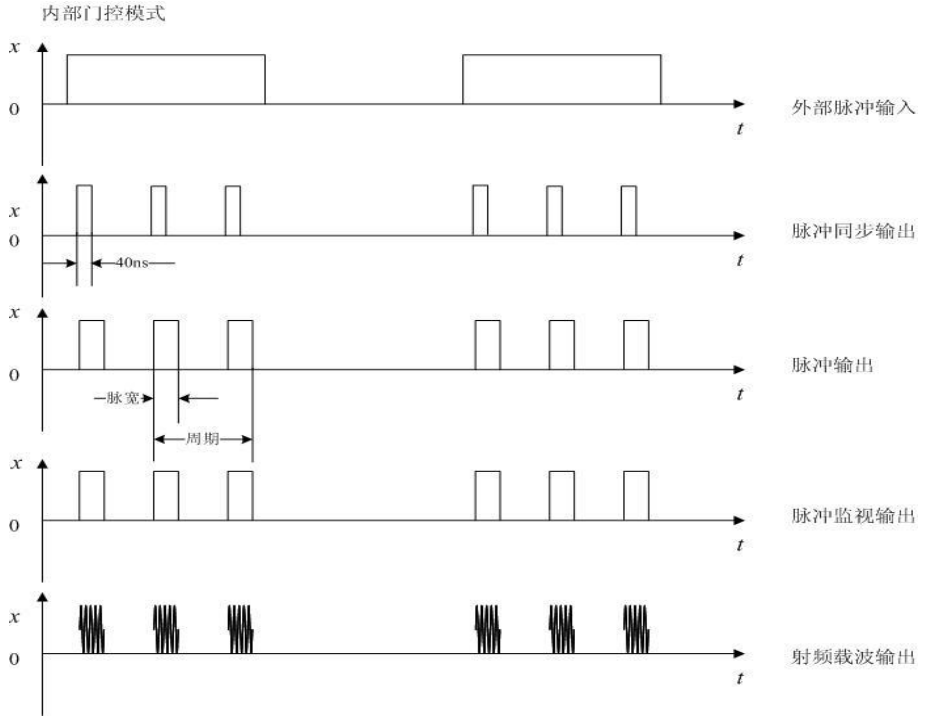


图 4.20 内部门控模式

5) 脉冲输入“双脉冲”

按【脉冲】键或触屏点击[脉冲]功能区，操作界面弹出脉冲调制配置窗口，顺时针（或逆时针）旋转旋钮，选定“脉冲源”选项框，按下旋钮，选择[多脉冲]选项下的[双脉冲]选项；或者触屏点击“脉冲源”选项框，选择[多脉冲]选项下的[双脉冲]选项。

激活双脉冲触发模式（图 4.21）。

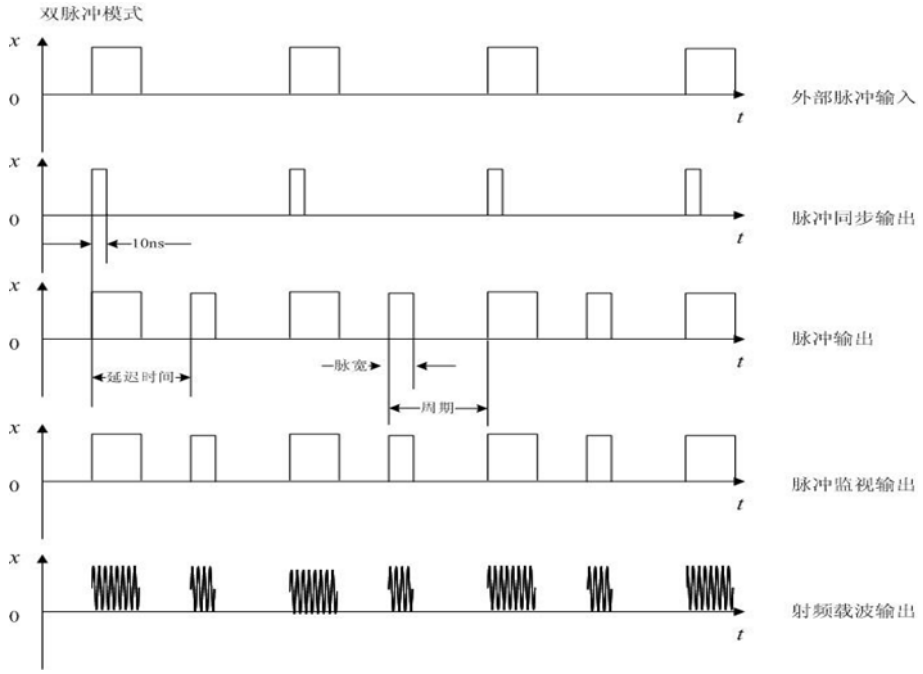


图 4.21 双脉冲模式

4.2.8 基带触发功能配置

1435 系列信号发生器实时基带的触发模式包括：连续、单次和门控共三种；基带触发的触发源包括：触发键（Key）、外部（Ext）和总线（Bus）。具体功能请参见章节“5.1 菜单说明”中的“5.1.5 基带”部分。

举例 1：实时基带模式。数据源：PN9，码元速率：4Mbps，调制类型：QPSK，触发模式：单次，触发源：外部，极性：正，延时：关。

操作步骤：

步骤 1. 如图 4.22 连接仪器。

将仪器后面板 I、Q 输出信号用 BNC 电缆连接至示波器的两个输入端口，另一台信号发生器设置为脉冲调制输出，作为外部触发源，脉宽设置为 50us，周期 200us。将该信号发生器的“监视输出”通过 BNC 三通后一端连接至被测 1435 系列信号发生器后面板的“码型触发输入”， 另一端连接至示波器第三个输入端口。

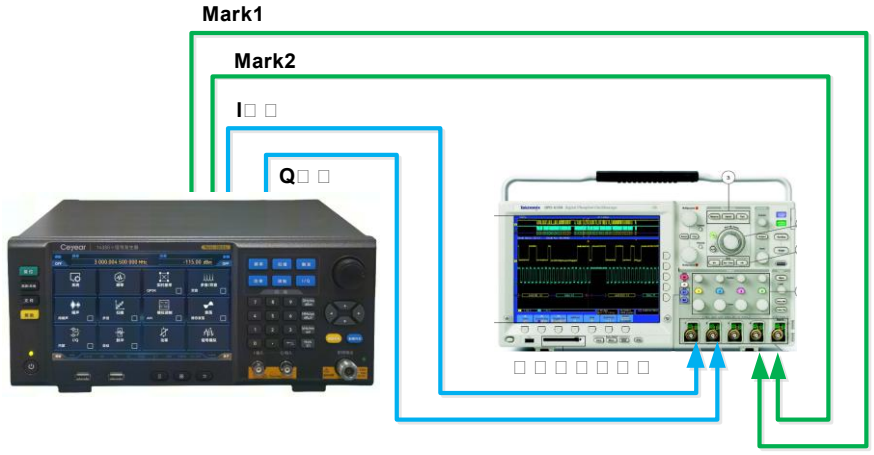


图 4.22 触发测试

步骤 2. 按【调制】键或触屏点击[实时基带]选项，打开基带配置窗口（图 4.1）。

步骤 3. 设置参数：

1) 设置数据源：PN9，码元速率：4Mbps，调制类型：QPSK；
2) 选择[触发]选项，设置触发模式：连续（单次），触发源：外部，外部触发极性：正，延时：关；

步骤 4. 设置“实时基带开”为开。

步骤 5. 此时观察示波器测量轨迹。

如图 4.23 所示：信号 1：外部触发信号，信号 2：I 路输出，信号 3：Q 路输出。每次脉冲上升沿到来后，基带信号被触发播放一次。数据源为 PN9 时按照 4Mbps 基带信号播放一次需 60us，观察示波器测试结果，可验证该功能正确性。

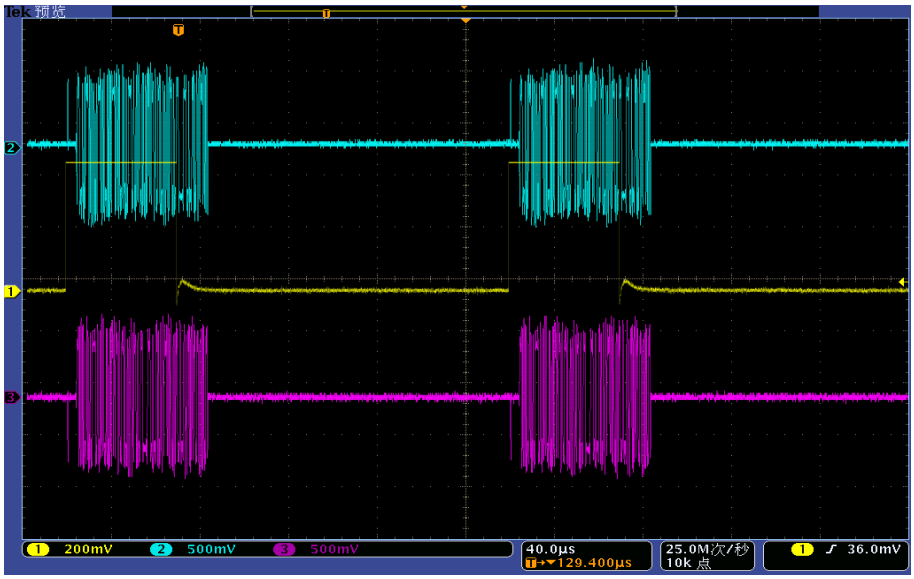


图 4.23 基带触发示意图（连续 单次）

举例 2：触发模式：门控（高有效），数据源：PN9，码元速率：4Mbps，调制类型：QPSK。

操作步骤：

步骤 1. 如图 4.22 连接仪器。

将仪器后面板 I、Q 输出信号用 BNC 电缆连接至示波器的两个输入端口，另一台信号发生器设置为脉冲调制输出，作为外部触发源，脉宽设置为 50ms，周期 200ms。将该信号发生器的“监视输出”通过 BNC 三通后一端连接至被测 1435 系列信号发生器后面板的“码型触发输入”， 另一端连接至示波器第三个输入端口。

步骤 2. 按【调制】键或触屏点击[实时基带]选项，打开基带配置窗口（图 4.1）。

步骤 3. 设置参数：

1) 设置数据源：PN9，码元速率：4Mbps，调制类型：QPSK；
2) 选择[触发]选项，设置触发模式：门控（高有效），触发源：外部，极性：正，延时：关；

步骤 4. 设置“实时基带”开关为开。

步骤 5. 此时观察示波器测量轨迹。

如图 4.24 所示：信号 1：外部触发信号，信号 2：I 路输出，信号 3：Q 路输出。外部脉冲信号作为门控信号输入下，高电平，基带信号有输出，低电平，基带信号没有输出。

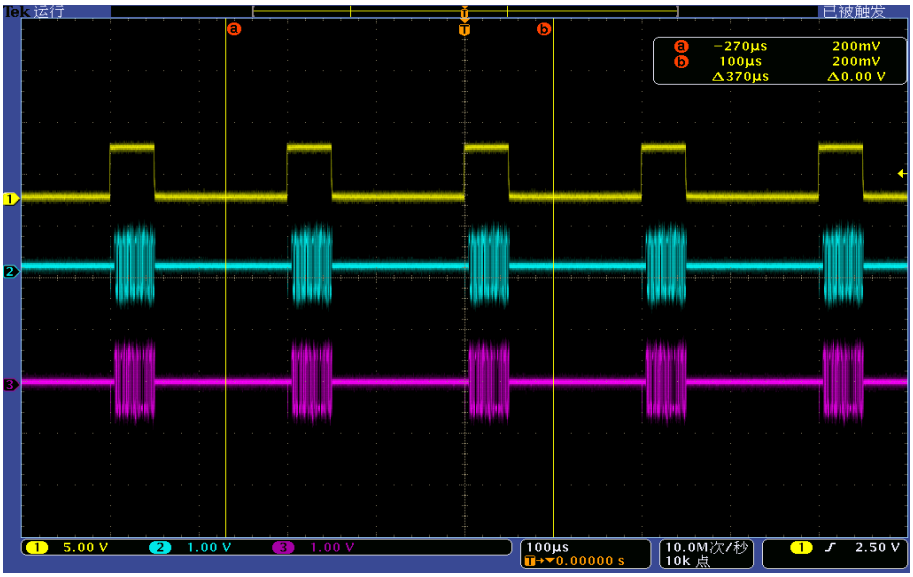


图 4.24 基带触发示意图（门控 高有效）

举例 3：触发模式：门控（低有效），数据源：PN9，码元速率：4Mbps，调制类型：QPSK。外部触发源：脉宽：50ms，周期 200ms。

操作步骤同“举例 2”，触发模式改为门控低有效，示波器测量结果如图 4.25 所示。

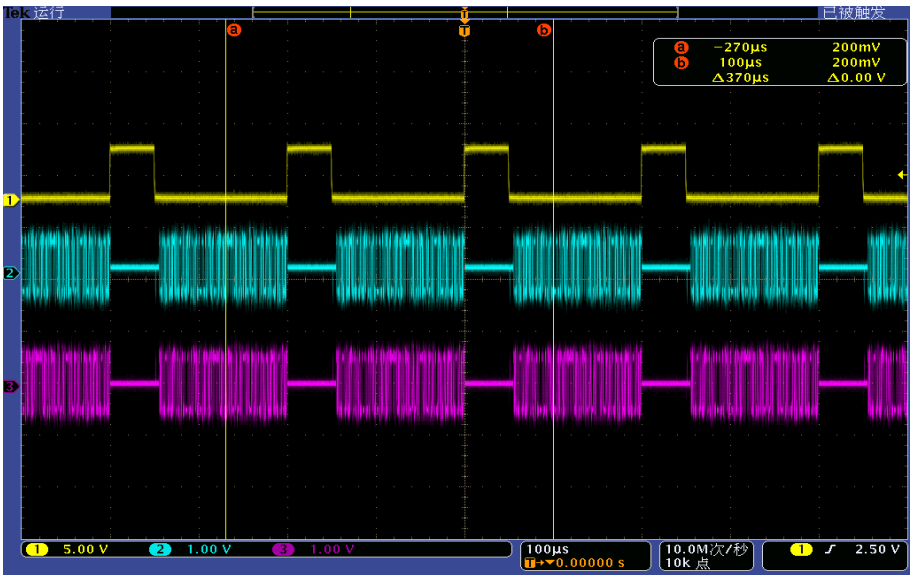


图 4.25 基带触发示意图（门控 低有效）

提 示

基带触发模式为“门控”时，信号发生器工作状态

触发源自动设置为外部，且极性根据门控状态改变。门控状态下基带信号连续播放。

4.2.9 任意波触发功能配置

任意波触发的触发源包括：触发键（Key）、外部（Ext）、总线（Bus）及内部。具体请参考章节“5.2 菜单说明”中的“5.2.7 任意波”部分。

举例 1：工作模式：序列，添加示例波形段：4KTri_2MClk（正弦波），时钟：自定义 200MHz，触发模式：连续（实时），触发源：外部，外部详细配置窗口：极性：正。

操作步骤：

步骤 1. 如图 4.22 连接仪器。

将仪器后面板 I、Q 输出信号用 BNC 电缆连接至示波器的两个输入端口，另一台信号发生器设置为脉冲调制输出，作为外部触发源，脉宽设置为 200ns，周期 4us。将该信号发生器的“监视输出”通过 BNC 三通后一端连接至被测信号发生器后面板的“码型触发输入”，另一端连接至示波器第三个输入端口。

步骤 2. 选择[信号模拟]功能区下的[任意波]选项,打开任意波序列配置窗口(图 4.8)。

步骤 3. 设置参数：

1) 工作模式：序列，添加示例波形段 4KTri_2MClk(正弦波)，时钟：自定义 200MHz；
2) 选择[触发]选项，设置触发模式：连续（实时），触发源：外部，外部详细配置窗口，极性：正，延时：关；

步骤 4. 设置“任意波序列开”为开。

步骤 5. 此时观察示波器测量轨迹。

如图 4.26 所示：信号 1：外部触发信号，信号 2：I 路输出，信号 3：Q 路输出。每次外部触发到来，波形段开始播放，当下一个触发到来时，波形段实时响应重新播放。

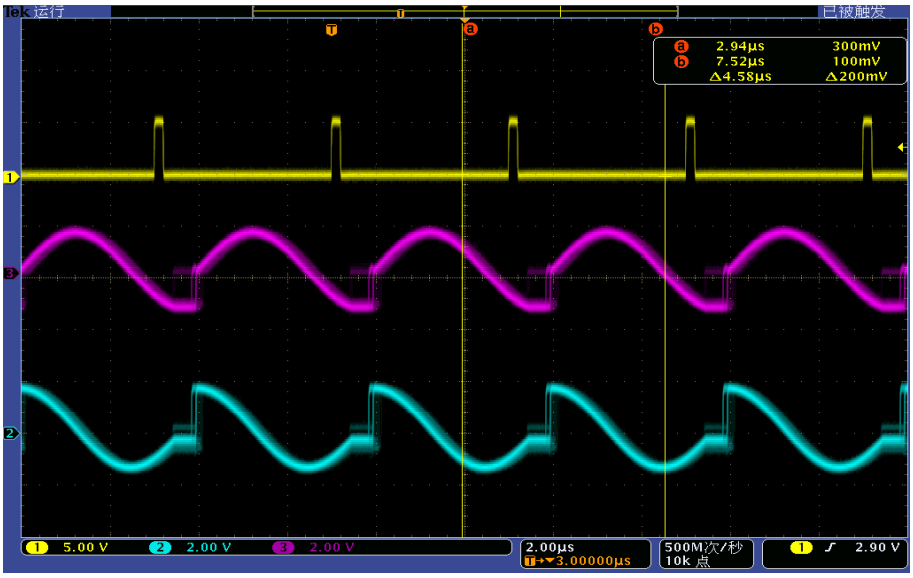


图 4.26 任意波触发示意图（连续 实时）

举例 2：工作模式：序列，添加示例波形段：4KTri_2MClk（正弦波），时钟：自定义 200MHz，触发模式：单次（忽略重复触发），触发源：外部；极性：正。

操作步骤同上，触发模式改为单次（忽略重复触发），示波器测量结果如图 4.27 所示。如图：第二个脉冲到来，触发一次播放，在播放过程中，下一个触发到来时，忽略触发。

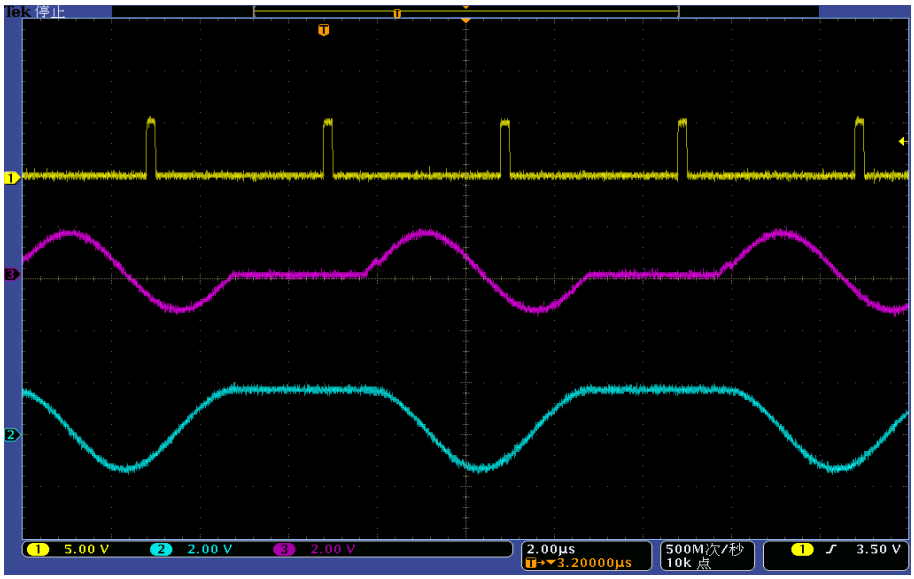


图 4.27 任意波触发示意图（单次 忽略重复触发）

举例 3：工作模式：序列模式，添加示例波形段：4KTri_2MClk（正弦波），时钟：自定义 200MHz，触发模式：单次（缓冲重复触发），触发源：外部；极性：正。

操作步骤：

步骤 1. 如图 4.22 连接仪器。

将仪器后面板 I、Q 输出信号用 BNC 电缆连接至示波器的两个输入端口，另一台信号发生器设置为脉冲调制输出，作为外部触发源，脉冲源设置为脉冲串，并产生三种脉冲：脉宽 0.2us，周期分别是 4us，10us，20us。将该信号发生器的“监视输出”通过 BNC 三通后一端连接至被测信号发生器后面板的“码型触发输入”， 另一端连接至示波器第三个输入端口。

步骤 2. 选择[信号模拟]功能区下的[任意波]选项，打开任意波序列配置窗口(图 4.8)。

步骤 3. 设置参数：

1) 工作模式：序列，添加示例波形段 4KTri_2MClk(正弦波)，时钟：自定义 200MHz；
2) 选择[触发]选项，设置触发模式：连续（实时），触发源：外部，极性：正，延时：关；

步骤 4. 触发模式改为单次（缓冲重复触发）。

步骤 5. 设置“任意波序列开”为开。

步骤 6. 此时观察示波器测量轨迹。

如图 4.28 所示：信号 1：外部触发信号，信号 2：I 路输出，信号 3：Q 路输出。第一个脉冲到来，触发波形段播放，播放过程中，下一个触发到来，记录这个触发，在上次波形段播放完成后触发播放。

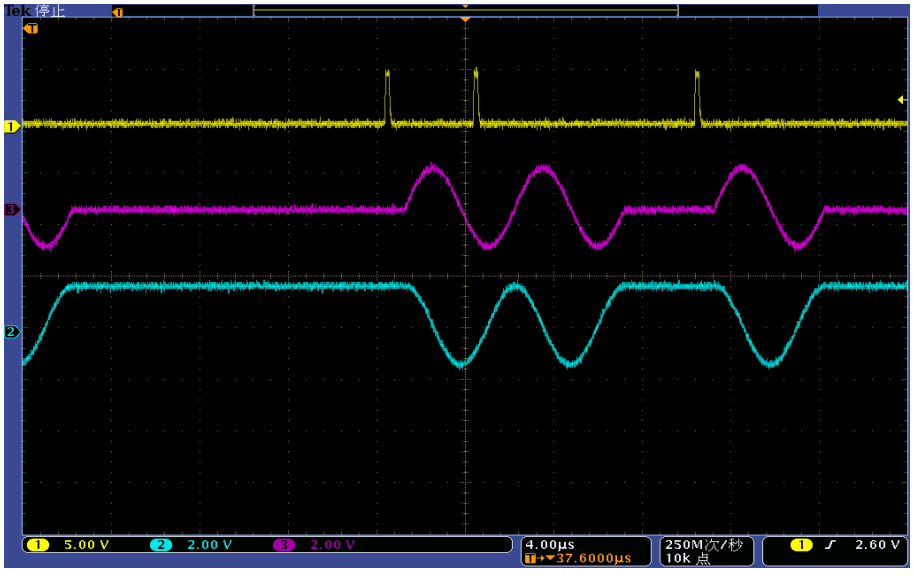


图 4.28 任意波触发示意图（单次 缓冲重复触发）

举例 4：工作模式：序列模式，添加示例波形段：4KTri_2MClk（正弦波），时钟：自定义 200MHz，触发模式：单次（实时重复触发），触发源：外部；极性：正。

操作步骤同上，触发模式改为单次（实时重复触发），示波器输出如图 4.29 所示。

如图，信号 1：外部触发信号，信号 2：I 路输出，信号 3：Q 路输出。

第一个脉冲到来，触发波形段播放，播放过程中，下一个触发到来，终止当前波形段播放，重新开始播放。

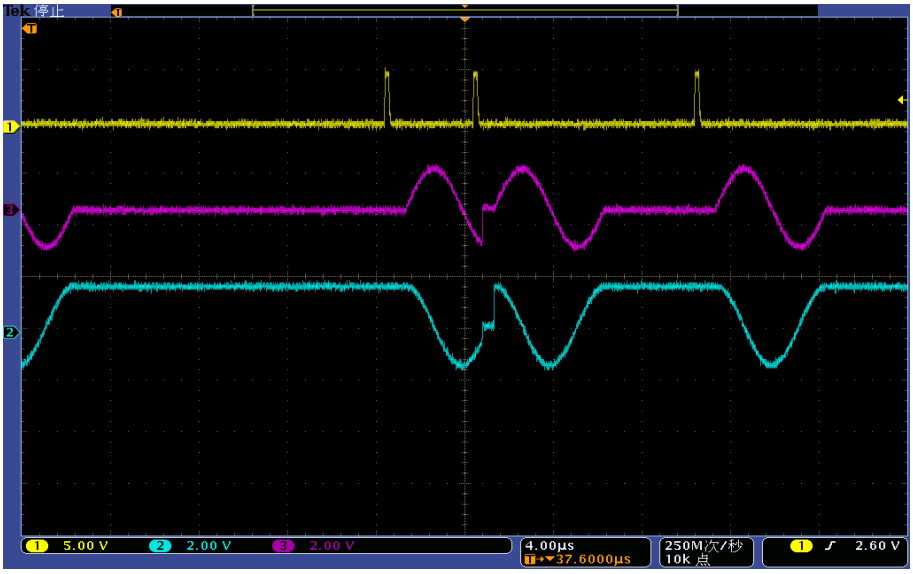


图 4.29 任意波触发示意图（单次 实时重复触发）

举例 5：工作模式：序列，添加示例波形段：4KSin_2MClk、4kTir_2MClk，时钟：自定义 200MHz，触发模式：波形段（单次），触发源：外部，极性：正。

操作步骤：

步骤 1. 如图 4.22 连接仪器。

将仪器后面板 I、Q 输出信号用 BNC 电缆连接至示波器的两个输入端口，另一台信号发生器设置为脉冲调制输出，作为外部触发源，其脉宽设为 200ns，周期 8us。将该信号发生器的“监视输出”通过 BNC 三通后一端连接至被测信号发生器后面板的“码型触发输入”，另一端连接至示波器第三个输入端口。

步骤 2. 选择[信号模拟]功能区下的[任意波]选项,打开任意波序列配置窗口(图 4.8)。

步骤 3. 设置参数：

1) 工作模式：序列，添加示例波形段 4KTri_2MClk、4KSin_2MClk，时钟：自定义 200MHz；
2) 选择[触发]选项，设置触发模式：波形段（单次），触发源：外部，极性：正，延时：关；

步骤 4. 设置“任意波序列开”为开。

步骤 5. 此时观察示波器测量轨迹。

如图 4.30 所示：信号 1：外部触发信号，信号 2：I 路输出，信号 3：Q 路输出。每次脉冲到来，触发一次波形段播放。每次播放不同的波形段。

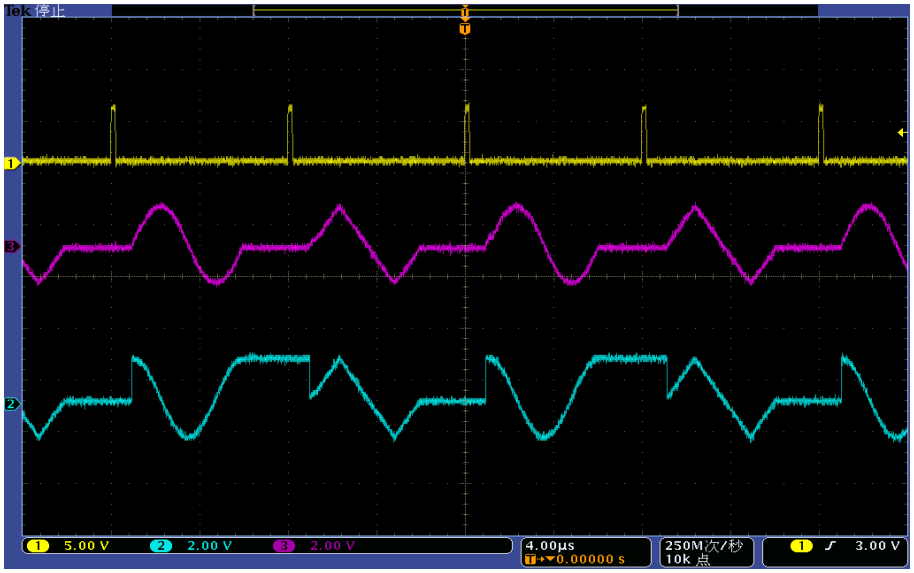


图 4.30 任意波触发示意图（波形段 单次）

举例 6:工作模式:序列,添加示例波形段:4kTir_2MClk,时钟类型:自定义 200MHz,触发模式：门控（高有效），触发源：外部，极性：正。外部触发源：脉宽：10us，周期 15us。

操作步骤同上，触发模式改为门控（高有效），示波器输出如图 4.31 所示。
如图，信号 1：外部触发信号，信号 2：I 路输出，信号 3：Q 路输出。
在输入高电平处，顺序播放连个波形段，在输入低电平处，停止播放。

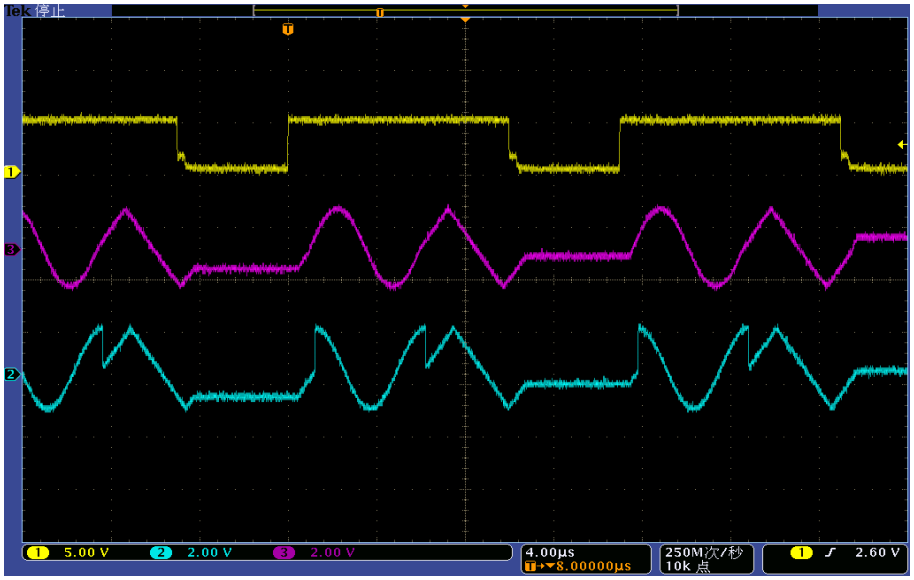


图 4.31 任意波触发示意图（门控 高有效）

4.2.10 线性调频功能配置

1435 系列信号发生器具备线性调频的功能。

举例：产生脉宽为 10ms，周期为 50ms，带宽为 100MHz，调频方向为“增加”的线性调频信号。

操作步骤：

步骤 1. 激活线性调频配置窗口：

触屏点击[信号模拟]功能区下的[线性调频]选项，操作界面弹出线性调频配置窗口（图 4.32）。

步骤 2. 设置脉宽和周期：

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定“脉宽”输入框，按下旋钮，使该输入框处于编辑状态；或者触屏点击“脉宽”输入框，使其处于编辑状态。此时输入 10，按前面板 Enter 键结束输入，此时设置脉宽为 10ms。“周期”设置方法与“脉宽”设置方法一致，用同样的方法设置周期为 50ms。

步骤 3. 设置带宽

顺时针（或 逆时针）旋转旋钮，选定“带宽”输入框，按下旋钮，使该输入框处于编辑状态；或者触屏点击“带宽”输入框，使其处于编辑状态。此时输入 100，按前面板 Enter 键结束输入，此时设置带宽为 100MHz。目前带宽设置范围是（0 ~ 200MHz）。

步骤 4. 设置调频方向

顺时针（或 逆时针）旋转 RPG，移动焦点到“调频方向”组合框，按下旋钮，选择“增加”；或者触屏点击“调频方向”组合框下的“增加”选项，设置调频方向为增加。线性调频方向为“增加”时，信号发生器的线性调频信号从负最大频偏扫频至正最大频偏；反之则从正最大频偏扫频至负最大频偏（最大频偏为调频带宽的二分之一）。

步骤 5. 打开线性调频

配置完成线性调频参数后，顺时针（或 逆时针）旋转前面板 RPG，选定线性调频开关，按下旋钮，打开线性调频；或者触屏点击线性调频开关，打开线性调频（当调制开关选择开且射频开关为开时，整机输出线性调频信号）。

4.2 高级操作指南



图 4.32 线性调频配置窗口

5 菜 单

1435 系列信号发生器主要的菜单包括：频率、功率、扫描、调制、基带、AWGN、IQ、任意波、线性调频、系统、存储/调用以及校准等功能。由于 1435 系列信号发生器前面板菜单软按键数目有限，厂家默认开机菜单显示常用功能菜单，满足用户常用功能的操作要求，主要包括：频率、功率、扫描、调制、基带、IQ、射频 开/关、调制 开/关等功能。同时 1435 系列信号发生器也支持触屏操作，可以对信号发生器进行全面的设置，用以满足用户的详细设置要求。本章详细介绍了 1435 系列信号发生器主要的功能菜单结构及参数设置和菜单说明。

- 菜单结构及参数设置……120
- 菜单说明……151

5.1 菜单结构及参数设置

- 频 率……120
- 功 率……122
- 扫 描……125
- 调 制……127
- 基 带……133
- I/Q……136
- 任意波……138
- 双/多音……140
- AWGN……142
- 线性调频……144
- 系 统……144
- 存储/调用……148
- 校 准……150

5.1.1 频 率

按前面板按键【频率】或者单击用户界面菜单项[频率]，弹出与频率相关的菜单，用于设置与频率相关的具体参数。其中主要的操作界面如下：

5.1.1.1 频率设置



图 5.1 频率设置界面

频率设置界面如图 5.1 所示，该界面主要设置连续波、频率步进、频率偏置、频率参考开关、频率倍乘以及当频率参考打开时频率参考值等参数。

5.1.1.2 低频输出



图 5.2 低频输出界面

低频输出界面如图 5.2 所示，该界面主要设置包括低频输出开关、低频频率、低频幅度、低频波形类型选择、以及低频直流偏置等参数。其中，低频波形主要有正弦波、方波、三角波、锯齿波（包括上升锯齿波和下降锯齿波）、函数发生器（包括函数发生器 1、函数发生器 2、双函数发生器、扫频信号发生器、噪声发生器 1、噪声发生器 2 以及直流）。

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。

5.1.2 功 率

按前面板按键【功率】或者单击用户界面菜单项[功率]，弹出与功率相关的菜单，用于设置与频率相关的参数。主要的操作界面如下：

5.1.2.1 功率设置



图 5.3 功率设置界面

功率设置界面如图 5.3 所示，该界面主要设置功率、功率步进、功率偏置、功率参考以及输出功率限定等参数。

5.1.2.2 衰减控制



图 5.4 衰减控制界面

衰减控制界面如图 5.4 所示，该界面主要设置衰减耦合、ALC 功率以及衰减值等相关参数。

5.1.2.3 环路控制



图 5.5 环路控制界面

环路控制界面如图 5.5 所示，该界面主要设置 ALC 环路状态、搜索方式、搜索输出、搜索消隐以及执行搜索开关等相关参数。

5.1.2.4 稳幅方式

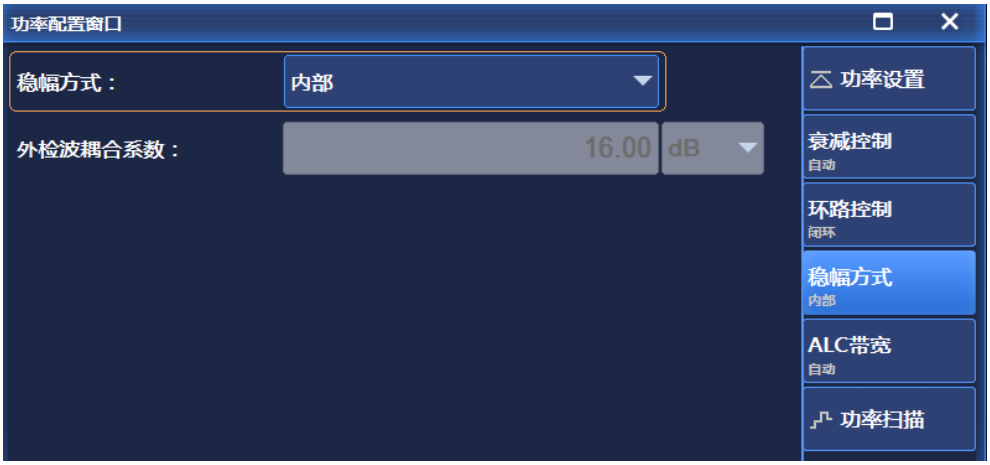


图 5.6 稳幅方式界面

稳幅方式界面如图 5.6 所示，该界面主要对稳幅方式进行设置，具体有内部稳幅和外部稳幅 2 种，当为外部稳幅时可设置外检波耦合参数。

5.1.2.5 ALC 带宽



图 5.7 ALC 带宽界面

ALC 带宽界面如图 5.7 所示，该界面主要对 ALC 带宽进行设置，具体有手动和自动 2 种，当为手动模式时可选择具体的带宽值。

5.1.2.6 功率扫描

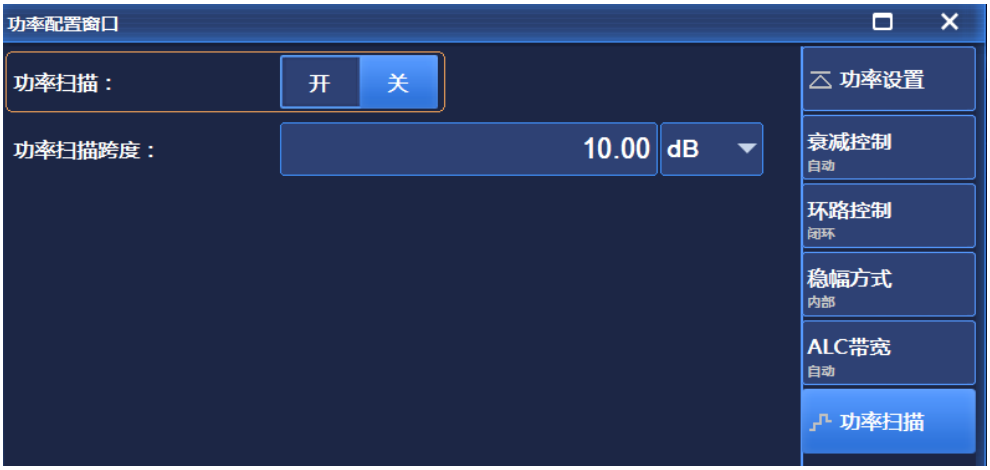


图 5.8 功率扫描界面

功率扫描界面如图 5.8 所示，该界面主要设置功率扫描的相关参数，包括功率扫描开关以及功率扫描跨度。

5.1.3 扫 描

按前面板按键【扫描】或者单击用户界面菜单项[扫描]，弹出与扫描相关的菜单，用于设置与频率相关的参数。主要的操作界面如下：

5.1.3.1 扫描模式

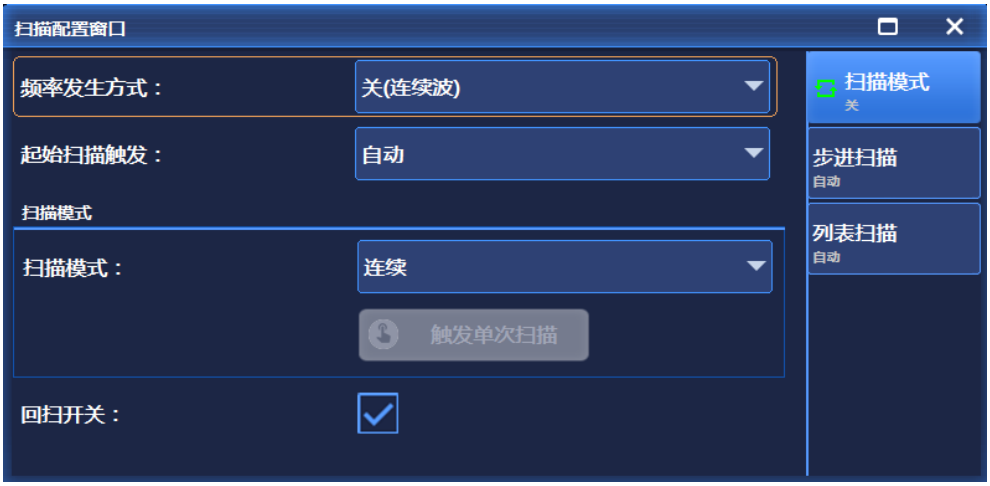


图 5.9 扫描模式界面

5.1 菜单结构及参数设置

扫描模式界面如图 5.9 所示，该界面主要设置频率发生方式、起始扫描触发、扫描模式以及回扫开关等参数。其中，频率发生方式主要有关（连续波）、步进扫描以及列表扫描，起始扫描触发主要有自动、总线、外部以及触发键，扫描模式主要有连续和单次两种。

5.1.3.2 步进扫描



图 5.10 步进扫描界面

步进扫描界面如图 5.10 所示，该界面主要对步进扫描参数进行设置，包括起始频率、终止频率、步进点数、步进驻留时间、步进触发、步进方式以及扫描方向等参数。其中，步进方式分为线性和对数两种，扫描方向有正向和反向两种。

5.1.3.3 列表扫描



图 5.11 列表扫描界面

列表扫描界面如图 5.11 所示，该界面主要对列表扫描参数进行设置，包括起始频率、终止频率、插入点数、所有点驻留时间、所有点功率偏置、触发列表以及扫描方向等相关参数。

5.1.4 调 制

5.1.4.1 幅度调制

按前面板按键【调制】键，顺时针（或逆时针）旋转旋钮选择[模拟调制]下的[幅度调制]；或者单击用户界面菜单项[模拟调制]下的[幅度调制]，弹出与幅度调制相关的菜单，用于设置与幅度调制相关的参数。主要的操作界面如下：

1) 调幅设置



图 5.12 调幅设置界面

调幅设置界面如图 5.12 所示，该界面主要设置幅度调制的幅度调制开关、调幅类型以及通道选择。其中，通道选择包括通道 1 和通道 2，每个通道的设置包括通道开关、调制率、波形选择以及调制深度，波形选择包括正弦波、方波、三角波、锯齿波（包括上升锯齿波和下降锯齿波）、函数发生器（包括函数发生器 1、函数发生器 2、双函数发生器、扫频信号发生器、噪声发生器 1 以及噪声发生器 2）。

2) 深度调幅

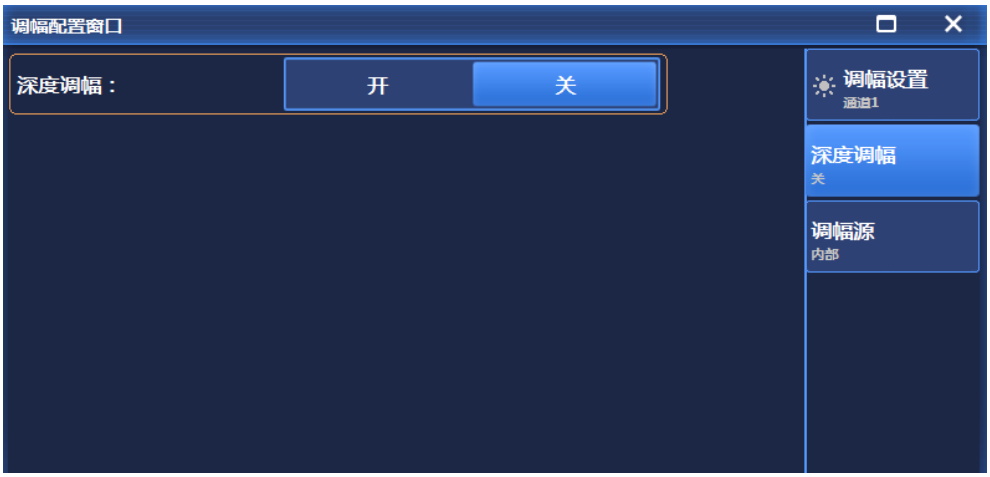


图 5.13 深度调幅界面

深度调幅界面如图 5.13 所示，该界面主要对深度调幅的开关进行设置。

3) 调幅源



图 5.14 调幅源界面

调幅源界面如图 5.14 所示，该界面主要对调幅源类型、外部输入耦合方式以及外部输入通道进行相关设置。其中，调幅源分为内部、外部（输入阻抗 50Ω）、外部（输入阻抗 600Ω）、外部（输入阻抗 1MΩ）。外部输入耦合方式分为交流耦合和直流耦合两种。外部输入通道包括外部 1 和外部 2 两种。

5.1.4.2 频率调制

按前面板按键【调制】键，顺时针（或逆时针）旋转旋钮选择[模拟调制]下的[频率调制]；或者单击用户界面菜单项[模拟调制]下的[频率调制]，弹出与频率调制相关的菜单，用于设置与频率调制相关的参数。主要的操作界面如下：

1) 调频设置

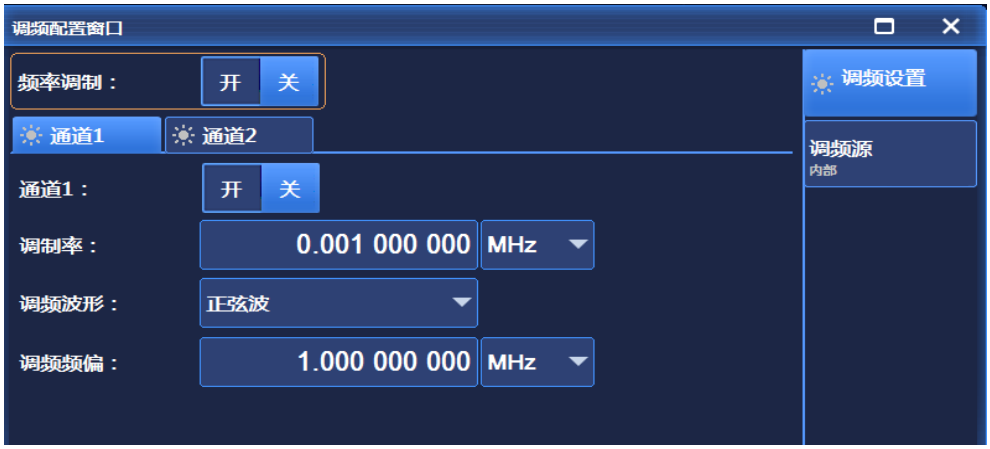


图 5.15 调频设置界面

调频界面如图 5.15 所示，该界面主要设置频率调制的频率调制开关以及通道选择。其中，通道选择包括通道 1 和通道 2，每个通道的设置包括通道开关、调制率、调频波形选择以及调频频偏，波形选择包括正弦波、方波、三角波、锯齿波（包括上升锯齿波和下降锯齿波）、函数发生器（包括函数发生器 1、函数发生器 2、双函数发生器、扫频信号发生器、噪声发生器 1 以及噪声发生器 2）。通道 1 和通道 2 同时开时，调频源只能选择内部。

2) 调频源



图 5.16 调频源界面

5.1 菜单结构及参数设置

调频源界面如图 5.16 所示，该界面主要对调频源类型、外部输入耦合方式以及外部输入通道进行相关设置。其中，调频源分为内部、外部（输入阻抗 50Ω）、外部（输入阻抗 600Ω）、外部（输入阻抗 1MΩ）。外部输入耦合方式分为交流耦合和直流耦合两种。外部输入通道包括外部 1 和外部 2 两种。

5.1.4.3 相位调制

按前面板按键【调制】键，顺时针（或逆时针）旋转旋钮选择[模拟调制]下的[相位调制]；或者单击用户界面菜单项[模拟调制]下的[相位调制]，弹出与相位调制相关的菜单，用于设置与相位调制相关的参数。主要的操作界面如下：

1) 调相设置

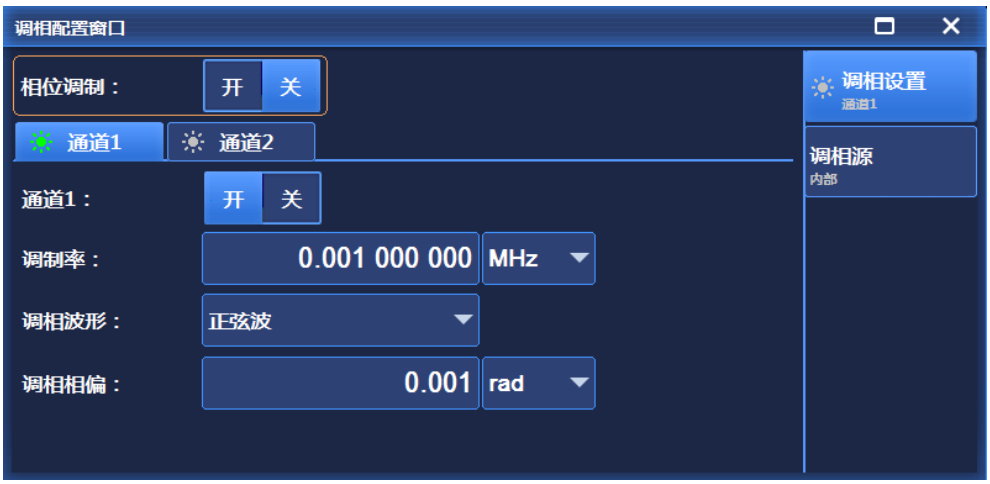


图 5.17 调相设置界面

调相设置界面如图 5.17 所示，该界面主要设置相位调制的相位调制开关以及通道选择。其中，通道选择包括通道 1 和通道 2，每个通道的设置包括通道开关、调制率、调相波形选择以及调相相偏，调相波形包括正弦波、方波、三角波、锯齿波（包括上升锯齿波和下降锯齿波）、函数发生器（包括函数发生器 1、函数发生器 2、双函数发生器、扫频信号发生器、噪声发生器 1 以及噪声发生器 2）。

2) **调相源**



图 5.18 调相源界面

调相源界面如图 5.18 所示，该界面主要对调相源类型、外部输入耦合方式以及外部输入通道进行相关设置。其中，调相源分为内部、外部（输入阻抗 50Ω）、外部（输入阻抗 600Ω）、外部（输入阻抗 1MΩ）。外部输入耦合方式分为交流耦合和直流耦合两种。外部输入通道包括外部 1 和外部 2 两种。

5.1.4.4 脉冲调制

按前面板按键【调制】或者单击用户界面菜单项[脉冲]，弹出与脉冲调制相关的菜单，用于设置与脉冲调制相关的参数。主要的操作界面如下：

1) **脉冲设置**



图 5.19 脉冲设置界面

脉冲设置界面如图 5.19 所示，该界面主要设置脉冲调制开关、脉冲源类型、脉宽、延

迟、周期以及重频等参数。

2) 脉冲串



图 5.20 脉冲串界面

脉冲串界面如图 5.20 所示，该界面主要对编辑脉冲串以及脉冲串自动填充功能的脉宽、周期以及填充点数进行相关设置。

3) 重频参差



图 5.21 重频参差界面

重频参差界面如图 5.21 所示，该界面主要对编辑参差列表以及重频参差自动填充功能的脉宽、周期以及填充点数进行相关设置。

4) 重频抖动



图 5.22 重频抖动界面

重频抖动界面如图 5.22 所示，该界面主要对脉冲的重频抖动方式、抖动百分比、脉宽以及周期进行相关设置。其中，抖动方式分为随机和高斯两种。

5) 重频滑变



图 5.23 重频滑变界面

重频滑变界面如图 5.23 所示，该界面主要对脉冲的重频滑变步进、脉宽、周期以及滑变点数进行相关设置。

5.1.5 基 带

按前面板按键【调制】或者单击用户界面菜单项[实时基带]，弹出与基带相关的菜单，

5.1 菜单结构及参数设置

用于设置与基带相关的参数。主要的操作界面如下：

5.1.5.1 基带设置



图 5.24 基本配置界面

基带设置界面如图 5.24 所示，该界面主要设置实时基带开关、数据源类型、码元速率、相位极性以及差分编码等参数。数据源类型主要有 PN 序列、固定四位码型、等量 1 0 码型、文件码流以及外部五种，相位极性分为正常和翻转两种。

5.1.5.2 调制类型



图 5.25 调制类型界面

调制类型界面如图 5.25 所示，该界面主要对调制类型参数进行设置，包括调制类型选择以及恢复默认调制类型等参数。其中，调制类型主要有 PSK、MSK、FSK、QAM、ASK、

用户 I/Q、用户 FSK 等。

5.1.5.3 滤波器

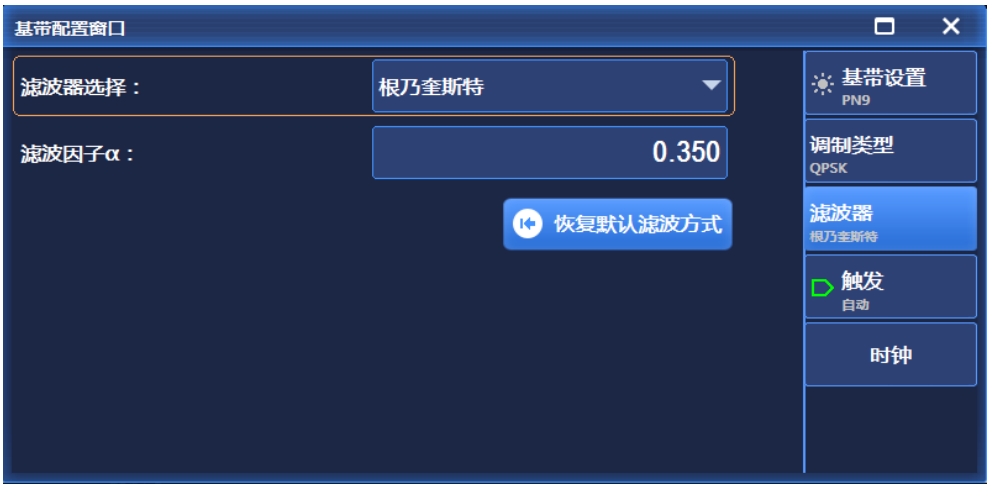


图 5.26 滤波器界面

滤波器界面如图 5.26 所示，该界面主要设置滤波器类型以及滤波因子大小等相关参数。其中，滤波器类型主要有根乃奎斯特、乃奎斯特、高斯以及矩形四种。

5.1.5.4 触发

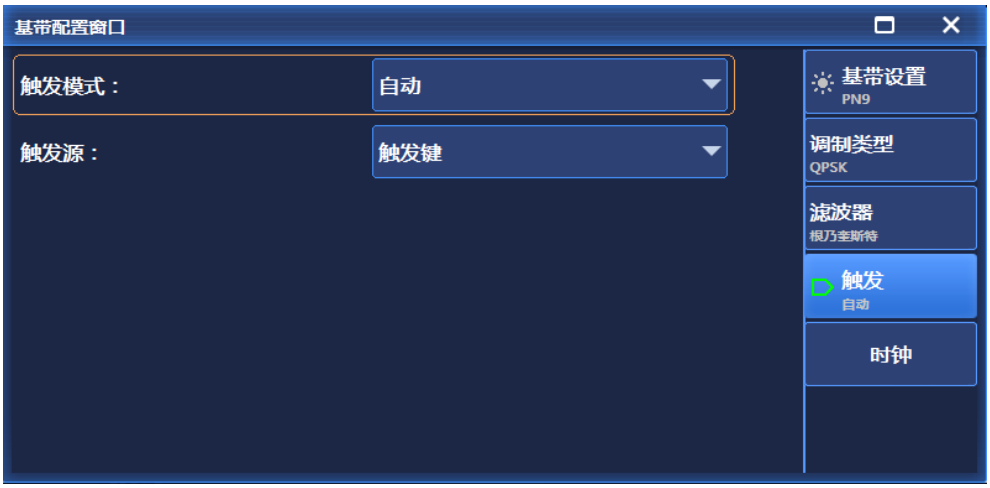


图 5.27 触发界面

触发界面如图 5.27 所示，该界面主要设置触发模式以及触发源类型等相关参数。其中，触发模式主要有连续（自动、触发、实时）、单次以及门控（高有效、低有效）三种。触发源主要有触发键、总线以及外部三种。

5.1.5.5 时钟



图 5.28 时钟界面

时钟界面如图 5.28 所示，该界面主要设置基带采样时钟类型等相关参数。基带采样时钟分为外部和内部两种。

5.1.6 I/Q

按前面板按键【I/Q】或者单击用户界面菜单项[I/Q]，弹出与 I/Q 相关的菜单，用于设置与 I/Q 相关的参数。主要的操作界面如下：

5.1.6.1 I/Q 配置



图 5.29 基本配置界面

I/Q 配置界面如图 5.29 所示，该界面主要设置实时 I/Q 调制开关、数据源类型以及外部宽带 I/Q 输入开关等参数。其中，数据源类型主要有外部 50Ω 和内部两种。

5.1.6.2 I/Q 输入调理



图 5.30 I/Q 输入调理界面

I/Q 输入调理界面如图 5.30 所示，该界面主要设置 I/Q 调理开关、增益平衡、I 偏置、Q 偏置以及正交偏置等参数。

5.1.6.3 衰减控制

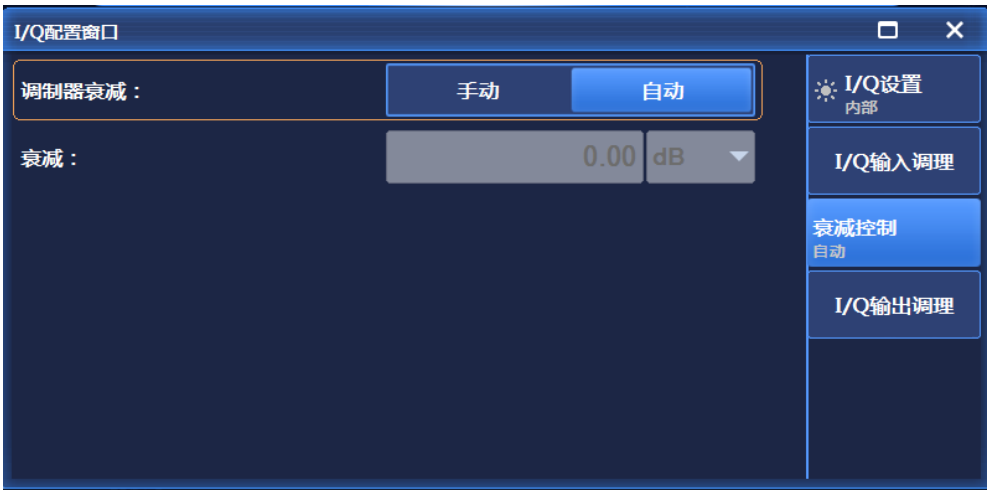


图 5.31 衰减控制界面

衰减控制界面如图 5.31 所示，该界面主要包括调制器衰减类型，当为手动时，可以在此设置衰减值。

5.1.6.4 I/Q 输出调理



图 5.32 I/Q 输出调理界面

I/Q 输出调理界面如图 5.32 所示，该界面主要设置 I/Q 输出调理开关、衰减值、增益平衡、I 偏置、I/偏置、Q 偏置、Q/偏置、正交偏离等相关参数。

5.1.7 任意波

单击用户界面菜单项[信号模拟]下的[任意波]选项，弹出与任意波相关的菜单，用于设置与任意波相关的参数。主要的操作界面如下：

5.1.7.1 模式设置



图 5.33 模式设置界面

模式设置界面如图 5.33 所示，该界面主要设置任意波序列开关、工作模式以及对任意波波形段的添加、删除等进行操作。

5.1.7.2 触发



图 5.34 触发界面

触发界面如图 5.34 所示，该界面主要设置任意波的触发模式、触发源、采样时钟模式等。其中，触发模式主要有连续（分为自动、触发、实时）、单次（分为忽略重复触发、缓冲重复触发、实时重复触发）、波形段（分为单次、连续）、门控（分为低有效、高有效），触发源主要有触发键、总线、外部以及内部四种，采样时钟分为外部以及内部两种。

5.1.7.3 定制波形段



图 5.35 定制波形段界面

定制波形段界面如图 5.35 所示，该界面主要是生成用户定制的波形段，主要的设置选

项包括波形段（码元）长度、过采样点数自动开关、数据源、码元速率、调制类型、滤波器选择等选项。其中，数据源选项包括 PN 序列、固定四位码型、等量 1 0 码型，调制类型包括 PSK、MSK、FSK、QAM 以及 ASK，滤波器选项包括根乃奎斯特、乃奎斯特、高斯以及矩形等。

5.1.8 双/多音

5.1.8.1 双音

单击用户界面菜单项[多音/双音]下的[双音]，弹出与双音相关的菜单，用于设置与双音相关的参数。主要的操作界面如下：

1) 双音配置



图 5.36 双音配置界面

双音配置界面如图 5.36 所示，该界面主要设置双音模式，包括双音调制开关、频率间隔以及双音偏移等参数。其中，双音偏移分为左边、中间以及右边三种。

5.1.8.2 多音

单击用户界面菜单项[多音/双音]下的[多音]，弹出与多音相关的菜单，用于设置与多音相关的参数。主要的操作界面如下：

1) 基本设置



图 5.37 基本设置界面

基本设置界面如图 5.37 所示，该界面主要对设置多音模式，主要包括多音调制开关、初始相位、音调数目、音间相位关系、频率间隔以及初始相位等参数。其中，初始相位分为随机和固定两种，音间相位关系分为随机和相同两种。

2) 采样时钟



图 5.38 采样时钟界面

采样时钟界面如图 5.38 所示，该界面主要设置采样时钟的模式以及当为外部模式时外部时钟频率。

5.1.9 AWGN

单击用户界面菜单项[噪声]，弹出与噪声相关的菜单，用于设置与噪声相关的参数。主要的操作界面如下：

5.1.9.1 模式设置



图 5.39 模式设置界面

模式设置界面如图 5.39 所示，该界面主要对噪声开关以及工作模式进行相关设置。其中，工作模式分为纯噪声、加性噪声以及连续波干扰三种。

5.1.9.2 纯噪声

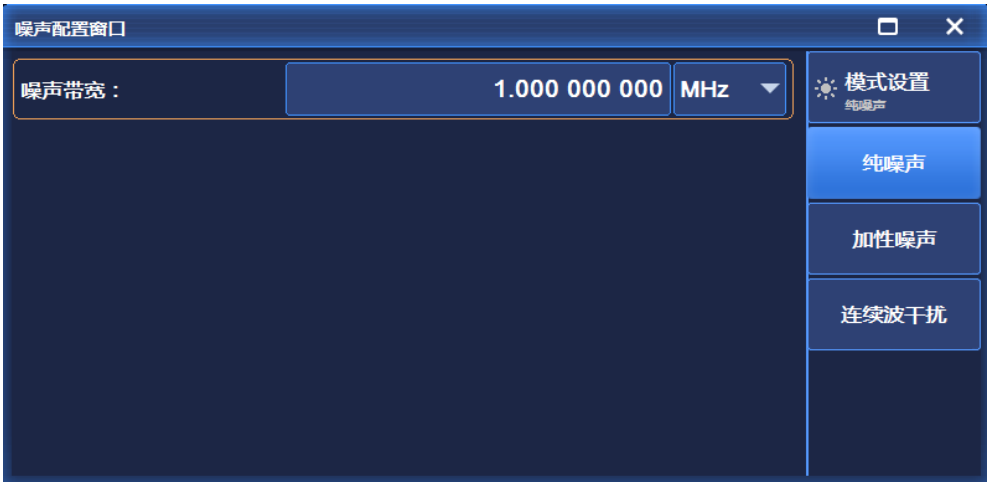


图 5.40 纯噪声界面

纯噪声界面如图 5.40 所示，该界面主要设置当工作模式为纯噪声模式时，噪声带宽的具体值。

5.1.9.3 加性噪声

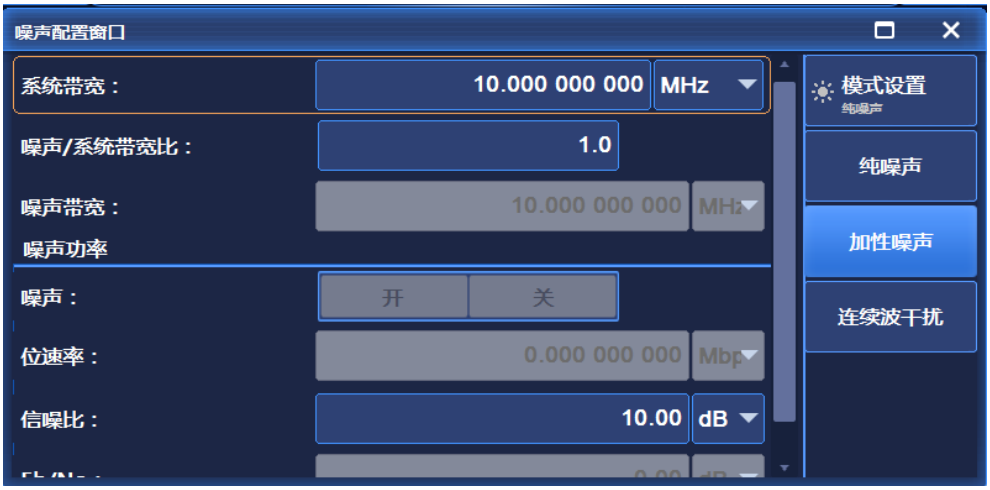


图 5.41 加性噪声界面

加性噪声界面如图 5.41 所示，该界面主要设置当工作模式为加性噪声模式时，系统带宽、噪声/系统带宽比、噪声带宽以及噪声功率等相关参数。

5.1.9.4 连续波干扰

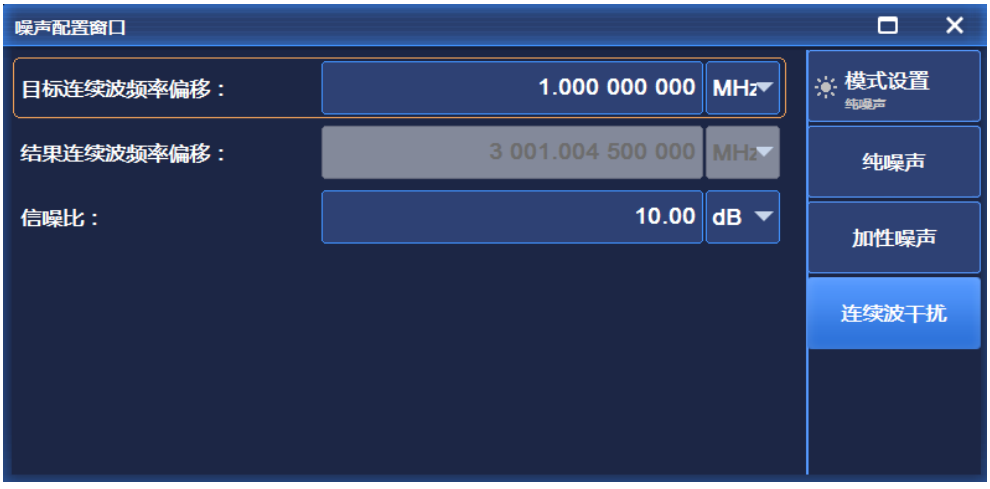


图 5.42 连续波干扰界面

连续波干扰界面如图 5.42 所示，该界面主要设置当工作模式为连续波干扰模式时，目标连续波频率偏移、结果连续波频率偏移以及信噪比等相关参数。

5.1.10 线性调频

按前面板按键【信号模拟】或者单击用户界面菜单项[线性调频]，弹出与线性调频相关的菜单，用于设置与线性调频相关的具体参数。其中主要的操作界面如下：



图 5.43 线性调频设置界面

线性调频设置界面如图 5.43 所示，该界面主要设置线性调频相关的功能，包括线性调频开关、带宽、调频方向、脉宽以及周期等功能项。

当线性调频开时，相应的 IQ 调制和脉冲调制开关自动开。

5.1.11 系统

按前面板按键【系统】或者单击用户界面菜单项[系统]，弹出与系统相关的菜单，用于设置与系统相关的参数。主要的操作界面如下：



图 5.44 系统界面

系统界面如图 5.44 所示，该界面包括系统设置、端口设置、自测试以及整机测试等主要的设置模块。

5.1.11.1 系统设置

1) 参考设置



图 5.45 参考设置界面

参考设置界面如图 5.45 所示，该界面主要包括参考选择开关、内参考准确度、当参考选择为手动时的参考手动设置、当参考选择为外部时的外部参考频率以及恢复厂家默认值选项。

2) 复位状态



图 5.46 复位状态界面

复位状态界面如图 5.46 所示，该界面主要包括复位类型选择以及用户设置后的保存用户状态选项。其中，复位类型主要有厂家、用户以及上次状态三种。

3) 语言

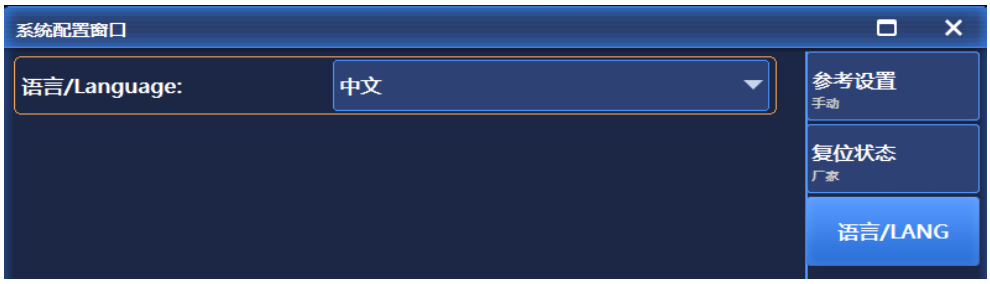


图 5.47 语言界面

语言界面如图 5.47 所示，该界面主要设置系统的语言类型，本系统支持的语言主要有中文和英语两种，可根据用户的不同需求进行切换。

5.1.11.2 端口设置

1) GPIB



图 5.48 GPIB 设置界面

GPIB 设置界面如图 5.48 所示，该界面主要本机 GPIB 地址、功率计 GPIB 地址、结束符类型以及功率计类型等选项。其中，结束符分为 CR、LF、EOL 三种，功率计类型主要有 N191X 系列、2434/36/38 系列、2432 系列三种。

2) LAN

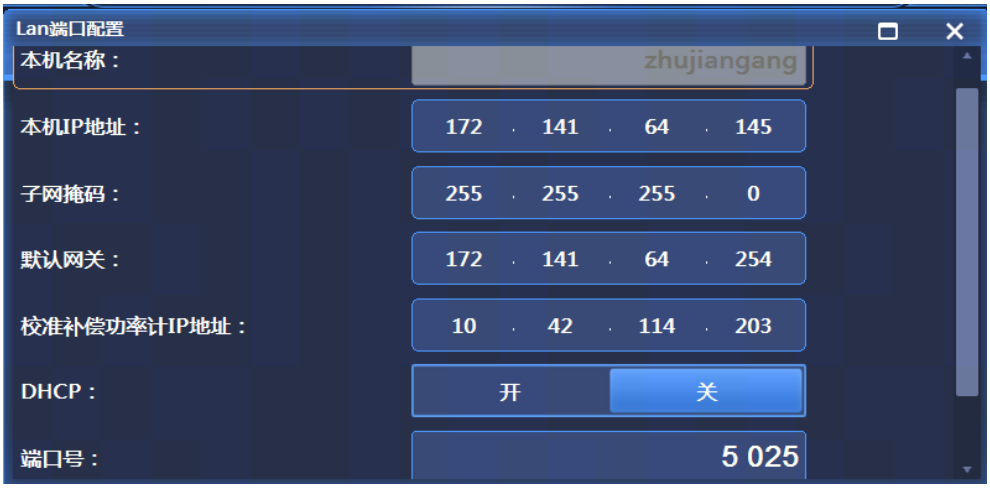


图 5.49 LAN 界面

LAN 设置界面如图 5.49 所示，该界面主要设置本机名称、本机 IP 地址、子网掩码、默认网关、校准补偿功率计 IP 地址、DHCP 开关、端口号以及应用网络配置等选项。其中，端口号默认值为 5025，范围 1024～65535，且配置完毕后即起作用。端口号更改后，仪器会自动保存至配置文件中，下次开机已前一次的设置为准，不受复位类型的影响。

5.1.11.3 自测试

整机自测试/手动测试

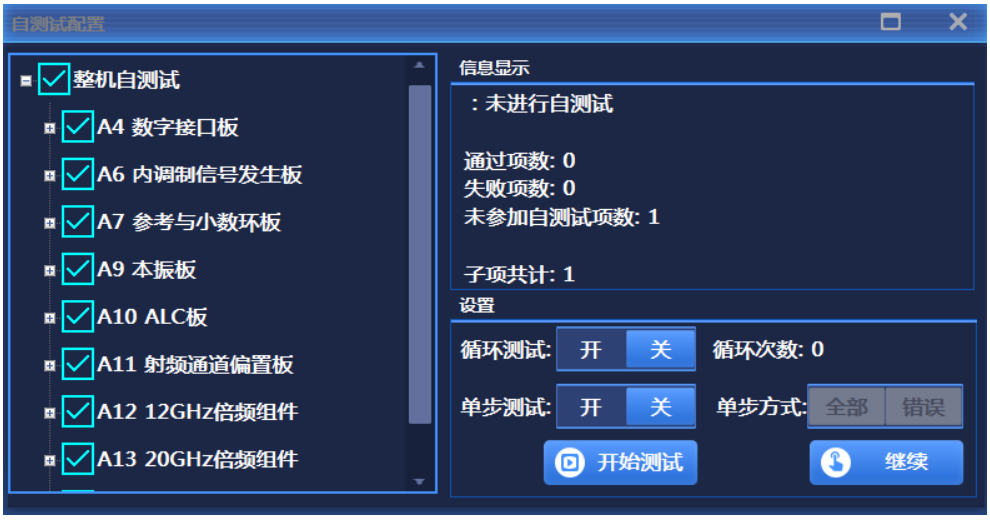


图 5.50 自测试界面

自测试界面如图 5.50 所示，该界面主要对整机进行自测试，主要有整机自测试以及手动测试 2 种模式。其中整机自测试对整机所有模块进行自测试，手动测试可以自主选择自测试模块进行自测试。该界面还包括循环测试开关、单步测试开关以及开始测试按钮。

5.1.11.4 整机测试

1) 调试及校准

本部分主要包括厂家调试所需相关设置界面。

5.1.12 存储/调用

按前面板按键【文件】，弹出与存储/调用相关的菜单，用于设置与存储/调用相关的参数。主要的操作界面如下：

5.1.12.1 存储

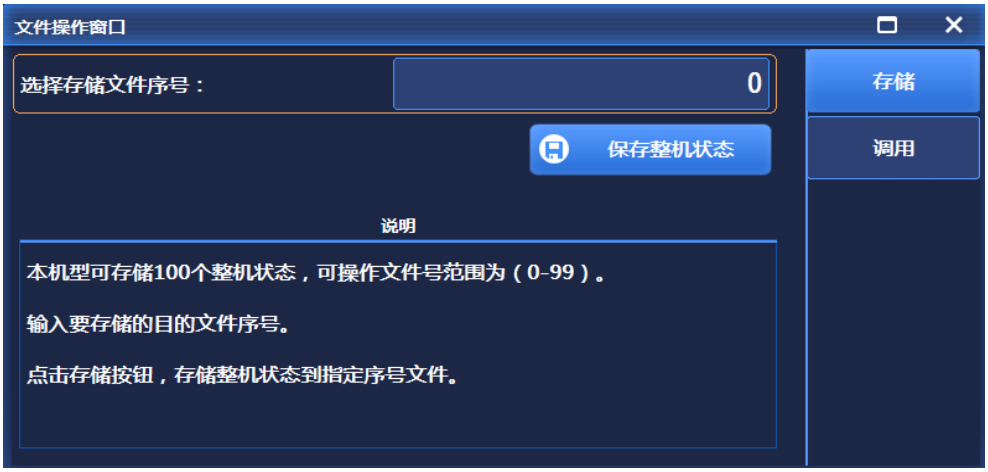


图 5.51 存储界面

存储界面如图 5.51 所示，该界面主要对信号发生器的整机状态进行存储，包括选择存储文件序号以及保存整机状态选项，本信号发生器可存储 0-99 个整机状态。

5.1.12.2 调用



图 5.52 调用界面

调用界面如图 5.52 所示，该界面主要对信号发生器的整机状态进行调用，包括选择存储文件序号以及调用整机状态选项，本信号发生器可对已存储 0-99 个整机状态进行任意的调用。

5.1.13 校准

本信号发生器为用户提供功率准确度校准、IQ 调制校准及 IQ 调制一键校准功能。当用户使用的仪器功率准确度指标和 IQ 调制指标下降时，可使用本校准功能来提高仪器性能。按前面板按键【校准】，选择校准类型，弹出与系校准相关的菜单，用于设置与校准相关的参数。

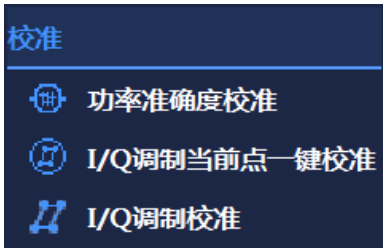


图 5.53 用户校准功能选择界面

5.1.13.1 功率准确度校准



图 5.54 功率准确度界面

功率准确度界面如图 5.54 所示，该界面主要设置功率准确度校准功能，包括频率跟随开关、功率计连接方式、插入频率点以及自动填充编辑等选项。其中，自动填充编辑包括起始填充频率、终止填充频率、填充频率间隔、填充点数以及确认填充选项等。填充完毕后，还可对每个填充的点进行诸如删除、校准以及存储等操作。

5.1.13.2 IQ 调制校准



图 5.55 IQ 调制校准界面

IQ 调制校准界面如图 5.55 所示，该界面主要设置 IQ 调制校准功能，包括频率跟随开关、校准起始/终止频率、确认填充按钮。设置好起始/终止频率后点击[确认填充]，频率会以 10MHz 的步进填充进校准表里。通过校准表下方的几个按钮就可以对填充的校准点进行编辑后执行 IQ 调制校准。

5.1.13.3 IQ 调制当前点一键校准

该功能可对仪器当前设置的频率进行 IQ 校准以提高当前频率点的 IQ 调制性能。对于其他频率本校准数据不起作用，并且频率切换后，本校准数据不丢失。但对其他频率点不起作用。校准完成后，在不关机的情况下，仪器会始终保存当前频率的校准数据，关机后，本次校准数据丢失。

5.2 菜单说明

本节主要介绍菜单项功能的程控命令，主要介绍了一些常用功能的程控命令，关于 1435 系列信号发生器详细的程控命令介绍请参考相关的程控命令手册。

- 频 率 152
- 功 率 156
- 扫 描 161
- 调 制 168
- 基 带 174
- I/Q 179
- 任意波 184

- 双/多音……191
- AWGN……193
- 线性调频……197
- 系 统……198
- 存储/调用……200
- 校 准……201

5.2.1 频 率

5.2.1.1 连续波

功能描述: 该命令在连续波模式下设置信号发生器输出频率。
设置格式: [:SOURce]:FREQuency[:CW] <val>
查询格式: [:SOURce]:FREQuency[:CW]?
参数说明:
<Frequency> 连续波模式下的输出频率。

型号	范围
1435A	[9kHz ~ 3GHz]
1435A-V	[9kHz ~ 3GHz]
1435B	[9kHz ~ 6GHz]
1435B-V	[9kHz ~ 6GHz]
1435C	[9kHz ~ 12GHz]
1435CV	[9kHz ~ 13GHz]
1435D	[9kHz ~ 20GHz]
1435DV	[9kHz ~ 20GHz]
1435F	[9kHz ~ 40GHz]
1435GV	[9kHz ~ 45GHz]
1435K	[100kHz ~ 53GHz]
1435L	[100kHz ~ 67GHz]

举例: [:SOURce]:FREQuency 10GHz 设置信号发生器点频频率为10GHz。

5.2.1.2 频率发生模式

功能描述: 设置信号发生器的频率发生模式。
设置格式: [:SOURce]:FREQuency:MODE FIXed|CW|STEP|LIST
查询格式: [:SOURce]:FREQuency:MODE?
参数说明:
<Mode> 离散数据，待配置的频率发生模式。取值如下:
FIXed|CW 这两个离散量参数的设置，在本信号发生器意义是相同的，即控制信号发生器输出连续波（点频）信号，该模式会终止仪器当前输出的频率扫描信号。

STEP　　该参数设置当前频率发生模式为步进扫描模式。
LIST　　设置频率发生为列表模式，若当前列表为空，则信号发生器会提示列表为空，列表中至少存储一个扫描点，信号发生器才能启动扫描。

举例： :FREQuency:MODE LIST　设置信号发生器为列表扫描模式。

5.2.1.3 频率偏置

功能描述： 当设置频率偏置不为零时，偏置指示符“偏置”在频率显示区域上方显示，显示值变为加上偏置后频率值，此时，显示频率值 = 射频输出频率值 × 倍乘因子 + 频率偏置，但此时真实的频率输出仍然为未加倍乘因子及频率偏置前的频率，当频率偏置设为零时，指示符消失。
设置格式： [:SOURce]:FREQuency:OFFSet <val>
查询格式： [:SOURce]:FREQuency:OFFSet?
参数说明：
<FreqOffs>　　频率偏置。
范围：0Hz[-325GHz，+325GHz]。
举例： :FREQuency:OFFSetr 10GHz　信号发生器频率偏置为10GHz。

5.2.1.4 频率参考开关

功能描述： 该命令设置频率参考开关是否开启。当打开频率参考后，改变信号发生器连续波频率时，频率参考指示符“参考”在频率显示区域上方显示，在频率显示区域显示的频率数值是以该频率参考为基准，当开关未开启时，频率显示区域显示的频率数值为信号发生器实际的连续波频率。
设置格式： [:SOURce]:FREQuency:REFerence:STATe ON|OFF|1|0
查询格式： [:SOURce]:FREQuency:REFerence:STATe?
参数说明：
<State>　　布尔型数据，取值如下：
ON | 1：　频率参考开启，
OFF | 0：频率参考关闭。
举例： :FREQuency:REFerence:STATe 1　信号发生器频率参考 开。

5.2.1.5 频率参考

功能描述： 该命令设置频率参考功能，该设置值在频率参考开关开启的情况下可正常使用。此时设置的任何连续波输出信号都将减去频率参考数值。例如：当前连续波输出频率为1GHz，如果设置该频率参考为1GHz，此时显示的连续波输出频率将以该频率参考为0Hz基准，所以频率显示区域将显示为0Hz，实际信号发生器输出频率为1GHz，如将连续波频率设为1MHz，此时频率显示区域将显示为1MHz，实际输出频率为1.001GHz。

设置格式： [:SOURce]:FREQuency:REFerence <val>
查询格式： [:SOURce]:FREQuency:REFerence?
参数说明：
<FreqRef> 频率参考。

型号	范围
1435A	[9kHz～3GHz]
1435A-V	[9kHz～3GHz]
1435B	[9kHz～6GHz]
1435B-V	[9kHz～6GHz]
1435C	[9kHz～12GHz]
1435D	[9kHz～20GHz]
1435F	[9kHz～40GHz]

举例： :FREQuency:REFerence 10GHz 此示例表示设置信号发生器相对频率为

10GHz

5.2.1.6 倍频系数

功能描述： 该命令为信号源频率设置倍乘因子。当设置频率倍乘为大于1的数值时，倍乘指示符“倍乘”显示在频率显示区域上方，此时，显示频率值 = 射频输出频率值 × 倍乘因子，但此时真实的频率输出仍然为未加倍乘因子前的频率，当频率倍乘设为1时，指示符号消失。
设置格式： [:SOURce]:FREQuency:MULTiplier <val>
查询格式： [:SOURce]:FREQuency:MULTiplier?
参数说明：
<FreqMult> 倍乘因子。
范围：1[1，36]。
举例： :FREQuency: MULTiplier 8 信号发生器倍频系数为8。

5.2.1.7 设置低频发生器

该菜单用于设置信号发生器的低频发生器。单击菜单进入下级菜单

1) 低频输出开关

功能描述： 该命令设置信号发生器低频输出开关。
设置格式： [:SOURce]:LFOutput:STATe ON|OFF|1|0
查询格式： [:SOURce]:LFOutput:STATe?
参数说明：
<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1： 低频输出开，打开低频信号输出。
OFF | 0：低频输出关，关闭低频信号输出。
举例： :LFOutput:STATe OFF 关闭低频信号输出。

2) 低频频率

功能描述： 该命令设置低频输出频率。
设置格式： [:SOURce]:LFOutput:FREQuency <val>
查询格式： [:SOURce]:LFOutput:FREQuency?
参数说明：
<Frequency> 低频输出信号频率。
范围：400Hz[0.01Hz，10MHz]。
举例： :LFOutput:FREQuency 1MHz 设置低频输出信号频率 1MHz。

3) 低频幅度

功能描述： 该命令设置从信号发生器低频输出BNC接头输出的信号幅度
设置格式： [:SOURce]:LFOutput:AMPLitude <val>（unit:Vpp|Mvpp|VRMS）
查询格式： [:SOURce]:LFOutput:AMPLitude?
参数说明：
<Ampl> 低频输出信号幅度。
范围：2.000Vpp[0.002Vpp，5.000Vpp]。
举例： :LFOutput:AMPLitude 1VPP 设置低频输出信号幅度 1VPP。

4) 波形选择

功能描述： 该命令设置低频信号输出波形，用户可以选择正弦、方波、三角波、锯齿波。
设置格式： [:SOURce]:LFOutput:SHAPe
SINE|SQUare|TRIangle|RAMP|FUNCtion[1]|FUNCtion2|DUAL|SWEep|NOISe[1]|NOISe2|DC
查询格式： [:SOURce]:LFOutput:SHAPe?
参数说明：
<Mode> 离散型数据。低频信号输出波形类型，取值如下：
SINE 正弦，
SQUare 方波，
TRIangle 三角波，
RAMP 锯齿波，
FUNCtion[1] 函数发生器1
FUNCtion2 函数发生器2
DUAL 双函数发生器
SWEep 扫频函数发生器
NOISe[1] 噪声发生器1
NOISe2 噪声发生器2

DC 直流

举例： :LFOutput:SHAPe TRIangle 低频信号发生器波形为三角波。

5.2.2 功 率

5.2.2.1 功率

功能描述： 该命令设置信号发生器的输出功率电平。

设置格式： [:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <value>

查询格式： [:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]?

参数说明：

<Ampl> 功率电平值。

范围：-135dBm [-135dBm，+30dBm]。

举例： :POWer 0dBm 功率输出电平为0dBm。

5.2.2.2 功率偏置

功能描述： 该命令为信号发生器的实际输出功率偏置值，该值非零时功率显示区上方会显示“偏置”两字，功率显示值为实际输出功率加上功率偏置，该功率偏置值并不改变信号发生器的实际输出功率，仅仅改变显示的功率值。

设置格式： [:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate]:OFFSet <value>

查询格式： [:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate]:OFFSet?

参数说明：

<PowOffset> 功率偏置值。

范围：0dB [-100dB，+100dB]。

举例： :POWer:OFFS -10dB 功率偏置值为-10dB。

5.2.2.3 功率参考开关

功能描述： 该命令设置功率参考开关状态。功率参考开，且功率参考值非零时，改变信号发生器功率电平时，功率显示区显示的功率数值是以该功率参考为基准的。功率参考关时，功率显示区显示的功率数值为实际的信号发生器连续波输出功率。

设置格式： [:SOURce]:POWer:REFerence:STATe ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:POWer:REFerence:STATe?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1： 功率参考开，

OFF | 0：功率参考关。

举例： :POWer:REFerence:STATe 1 功率参考开。

5.2.2.4 功率参考

功能描述： 功率参考开时，可设置功率参考值。功率参考开时，功率显示区显示指示符“*”，功率显示值 = 实际输出功率 - 功率参考数值。
例如：当前连续波输出功率为1dBm，此时如果设置该功率参考为1dBm，此时显示的连续波输出功率将以该功率参考为基准，所以功率显示区域将显示为0dBm，实际信号发生器输出频率仍为1dBm。
设置格式： [:SOURce]:POWer:REFerence <value>
查询格式： [:SOURce]:POWer:REFerence?
参数说明：
<PowRef> 功率参考值。
范围：0dBm [-135dBm，+30dBm]。
举例： :POWer:REFerence -10dBm 功率参考为-10dBm。

5.2.2.5 衰减控制

1) ALC 功率

功能描述： 该命令在衰减器设为手动时，设置ALC电平值。
设置格式： [:SOURce]:POWer:ALC:LEVel <value>
查询格式： [:SOURce]:POWer:ALC:LEVel?
参数说明：
<AlcLevel> ALC电平。
范围：0dBm[-20dBm，+30dBm]。
举例： :POWer:ALC:LEVel 5dBm ALC电平为5dBm。

2) 衰减耦合手动

功能描述： 该命令设置内部程控步进衰减器的控制状态：自动或者手动模式。自动模式时，信号发生器会根据当前输出功率自动设置功率衰减器的数值；手动模式时，当前衰减器的功率衰减值在改变功率输出电平的过程中不会发生改变。
设置格式： [:SOURce]:POWer:ATTenuation:AUTO ON|OFF|1|0
查询格式： [:SOURce]:POWer:ATTenuation:AUTO?
参数说明：
<State> 布尔型数据，取值如下：
ON | 1： 衰减自动，
OFF | 0：衰减手动。
举例： :POWer:ATTenuation:AUTO 0 衰减器状态为手动。

3) **设置衰减**

功能描述： 该命令用来设置信号发生器机械衰减器的功率衰减值，只有衰减器保持在手动状态时，该命令设置数值才可起作用。
该命令设置的最小衰减步进量为5dB，即用户只可设置衰减值为0dB、5dB、10dB、15dB，以5dB为步进量。设置衰减值后，信号发生器输出功率为当前ALC功率减去当前设置的衰减值。
设置格式： [:SOURce]:POWer:ATTenuation <value>
查询格式： [:SOURce]:POWer:ATTenuation?
参数说明：
<Atten> 功率衰减值。
范围：115dB[0dB，115dB]。
举例： :POWer:ATTenuation 15dB 衰减值为15dB。

5.2.2.6 功率步进

功能描述： 设置功率每次的步进数值。
设置格式： [:SOURce]:POWer:STEP <value>
查询格式： [:SOURce]:POWer:STEP?
参数说明：
<PowStep> 功率参考值。
范围：0.10dB [0.01dB，20dB]。
举例： :POWer:STEP 1dB 功率步进为1dB。

5.2.2.7 环路控制

1) **ALC 开环**

功能描述： 该命令用来开启或关闭ALC环路。ALC环路的功能主要是校正功率漂移，并使信号发生器输出功率电平不随时间以及温度而改变。
设置格式： [:SOURce]:POWer:ALC[:STATe] ON|OFF|1|0
查询格式： [:SOURce]:POWer:ALC[:STATe]?
参数说明：
<State> 布尔型数据，取值如下：
ON | 1： ALC环路闭环，
OFF | 0：ALC环路开环。
举例： :POWer:ALC 1 此示例表示设置ALC环路为闭环状态

2) **搜索方式 [手动/自动]**

功能描述: 该命令在信号发生器处于ALC开环的状态下，激活或关闭信号发生器内部功率自动搜索，功率搜索将会使功率在ALC环路断开的情况下将信号发生器稳幅在用户选定的输出功率上，并保持对内部调制器的驱动状态。
设置格式: [:SOURce]:POWer:ALC:SEARch ON|OFF|1|0|ONCE
查询格式: [:SOURce]:POWer:ALC:SEARch?
参数说明:
<Mode> 离散型数据。功率自动搜索状态，取值如下:
OFF | 0：该命令终止功率自动搜索，搜索方式为手动。
ON | 1：功率随着射频输出功率或频率的变化而自动进行搜索，搜索方式为自动
ONCE 在当前射频输出频率下执行一次功率搜索。
举例: :POWer:ALC:SEARch 1 功率搜索为自动搜索状态。

3) **执行功率搜索**

功能描述:

选择执行功率搜索。

4) **搜索时输出 [正常/最小]**

功能描述: 设置搜索时的输出方式为正常或最小。

设置格式: [:SOURce]:POWer:PROTection <State>
查询格式: [:SOURce]:POWer:PROTecyion?
参数说明:
<State> 布尔型数据，取值如下：。
ON|1: 搜索输出最小
OFF|0: 搜索输出正常

举例: :POWer:PROTection ON 搜索输出为最小。

5.2.2.8 稳幅方式

功能描述: 该命令允许用户根据合适的情况选择信号发生器所采用的ALC功率稳幅方式，包括内部、外部两种方式
设置格式: [:SOURce]:POWer:ALC:SOURce INTernal|EXTernal
查询格式: [:SOURce]:POWer:ALC:SOURce?

参数说明：

<State > 离散型数据。功率稳幅方式，取值如下：

INTernal ：功率稳幅方式为内部，

EXTernal：功率稳幅方式为外部二极管检波稳幅模式，

举例： :POWer:ALC:SOURce INT 信号发生器稳幅方式为内部。

5.2.2.9 ALC 带宽

1) ALC 带宽模式

功能描述： 该命令设置ALC（automatic leveling control）环路带宽选择模式，自动时，信号发生器自动选择适合的ALC环路带宽；手动时，ALC环路带宽为用户设置值。

设置格式： [:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth:AUTO ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth:AUTO?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1： ALC环路带宽自动，

OFF | 0：ALC环路带宽手动。

举例： [:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth:AUTO 1 ALC带宽状态为自动。

2) ALC 带宽选择

功能描述： 该命令设置ALC（automatic leveling control）环路带宽，适用于信号发生器输出不同频段，不同状态下的自动电平控制环路的不同带宽设置，用户可以选择100Hz、1kHz、10kHz及100kHz四种状态。

需要注意的是：

1、ALC带宽选择自动时，若选择不当ALC带宽时，设置无效；

2、仪器内部基带开时，带宽选择无效，需由基带选择适合的带宽。

设置格式： [:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth 100Hz|1kHZ|10kHz|100kHz

查询格式： [:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth?

参数说明：

<AlcBandWidth > 离散型数据。ALC环路带宽，取值如下：

100Hz | 0：环路带宽100Hz，

1kHz | 1：环路带宽1kHz，

10kHz | 2：环路带宽10kHz，

100kHz | 3：环路带宽100kHz。

举例： [:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth 100Hz ALC环路带宽为100Hz。

5.2.2.10 外检波耦合系数

功能描述： 该命令设置外部检波耦合系数，当功率稳幅方式为外部二极管检波时，该命令用来设置外部稳幅需使用的耦合因子。
设置格式： [:SOURce]:POWer:ALC:SOURce:EXTernal:COUPling <value>
查询格式： [:SOURce]:POWer:ALC:SOURce:EXTernal:COUPling?
参数说明：
<CouplingValue> 外部检波耦合系数。
范围：16dB[-90dB，+90dB]。
举例： :POWer:ALC:SOURce:EXTernal:COUPling 16dBm 外稳幅功率耦合因子为16dBm。

5.2.3 扫 描

5.2.3.1 频率发生方式

功能描述： 设置信号发生器的频率发生模式。
设置格式： [:SOURce]:FREQuency:MODE FIXed|CW|STEP|LIST
查询格式： [:SOURce]:FREQuency:MODE?
参数说明：
<Mode> 离散数据，待配置的频率发生模式。取值如下：
FIXed|CW 这两个离散量参数的设置，在本信号发生器意义是相同的，即控制信号发生器输出连续波（点频）信号，该模式会终止仪器当前输出的频率扫描信号。
STEP 该参数设置当前频率发生模式为步进扫描模式。
LIST 设置频率发生为列表模式，若当前列表为空，则信号发生器会提示列表为空，列表中至少存储一个扫描点，信号发生器才能启动扫描。
举例： :FREQuency:MODE LIST 设置信号发生器为列表扫描模式。

5.2.3.2 步进扫描详细配置

1) 起始频率

功能描述： 该命令设置仪器步进扫描的起始频率。
设置格式： [:SOURce]:FREQuency:STARt <val>
查询格式： [:SOURce]:FREQuency:STARt?
参数说明：
<StartFreq> 扫描起始频率。

型号	范围
1435A	[9kHz ~ 3GHz]
1435A-V	[9kHz ~ 3GHz]
1435B	[9kHz ~ 6GHz]
1435B-V	[9kHz ~ 6GHz]
1435C	[9kHz ~ 12GHz]
1435CV	[9kHz ~ 13GHz]
1435D	[9kHz ~ 20GHz]
1435DV	[9kHz ~ 20GHz]
1435F	[9kHz ~ 40GHz]
1435GV	[9kHz ~ 45GHz]
1435K	[100kHz ~ 53GHz]
1435L	[100kHz ~ 67GHz]

举例： :FREQuency:STARt 1MHz 信号发生器步进扫描起始频率为 1MHz。

2) 终止频率

功能描述： 该命令设置仪器步进扫描的终止频率。
设置格式： [:SOURce]:FREQuency:STOP <val>
查询格式： [:SOURce]:FREQuency:STOP?
参数说明：
<StopFreq> 扫描终止频率。

型号	范围
1435A	[9kHz ~ 3GHz]
1435A-V	[9kHz ~ 3GHz]
1435B	[9kHz ~ 6GHz]
1435B-V	[9kHz ~ 6GHz]
1435C	[9kHz ~ 12GHz]
1435CV	[9kHz ~ 13GHz]
1435D	[9kHz ~ 20GHz]
1435DV	[9kHz ~ 20GHz]
1435F	[9kHz ~ 40GHz]
1435GV	[9kHz ~ 45GHz]
1435K	[100kHz ~ 53GHz]
1435L	[100kHz ~ 67GHz]

举例： :FREQuency:STOP 100MHz 信号发生器步进扫描终止频率为 100MHz。

3) 步进点数

功能描述： 该命令设置当前步进扫描的点数。

设置格式： [:SOURce]:SWEep:POINts <val>
查询格式： [:SOURce]:SWEep:POINts?
参数说明：
<Num> 步进扫描点数。
范围：11[2，801]。
举例： :SWEep:POINts 101 设置步进扫描点数为 101。

4) 步进驻留时间

功能描述： 该命令设置步进扫描的驻留时间，驻留时间是指在当前步进频率点扫描过程中暂停的时间，用户设置的驻留时间在步进扫描触发源选择为自动的模式下起作用。
设置格式： [:SOURce]:SWEep:DWELl <value>
查询格式： [:SOURce]:SWEep:DWELl?
参数说明：
<Val> 步进扫描驻留时间。
范围：10.000ms[100us，100s]。
举例： :SWEep:DWELl 1s 设置步进扫描所有点的驻留时间为 1s。

5) 步进触发

功能描述： 该命令设置启动步进扫描的触发源，触发源共有自动、总线、外部、触发键四种方式。
设置格式： [:SOURce]:SWEep:TRIGger:SOURce IMMediate|BUS|EXTernal|KEY
查询格式： [:SOURce]:SWEep:TRIGger:SOURce?
参数说明：
<Mode> 离散型数据。步进扫描触发源类型，取值如下：
IMMediate 自动，触发信号总为真，当一次扫描完成后，系统自动触发下一次扫描。
BUS 总线，触发源来自GPIB的群执行触发，或者受到*TRG命令时触发。
EXTernal 外部，触发信号源来自后面板的触发输入连接器。
KEY |触发键，触发信号源来自前面板的触发键。
举例： :SWEep: TRIGger:SOURce BUS 设置步进扫描触发方式为总线触发。

5.2.3.3 步进方式[线性/对数]

功能描述： 设置步进扫描方式。
设置格式： [:SOURce]:SWEep:TYPE LINEar|LOGarithm
查询格式： [:SOURce]:SWEep:TYPE?
参数说明：
<Mode> 离散型数据，取值如下：
LINEar： 线性。

LOGarithm：对数。

举例： :LIST:SWEep:TYPE LINEar 设置步进扫描方式为线性。

5.2.3.4 扫描方向[正向/反向]

功能描述： 该命令设置步进扫描方向，包括：正向和反向两种方式。正向表示步进扫描从起始频率扫描到终止频率，反向标识从终止频率扫描至起始频率。

设置格式： [:SOURce]:SWEep:DIRection UP|DOWN

查询格式： [:SOURce]:SWEep:DIRection?

参数说明：

<Direction> 离散型数据。步进扫描方向，取值如下：

UP | 正向，

DOWN | 反向。

举例： :SWEep:DIRection DOWN 步进扫描开始反向扫描。

5.2.3.5 列表扫描详细配置

1) 起始频率

功能描述： 该命令设置列表扫描起始频率，与列表中终止频率、列表点数配合使用，用于生成列表扫描点。

设置格式： [:SOURce]:LIST:FILL:STARt <val>

查询格式： [:SOURce]:LIST:FILL:STARt?

参数说明：

<FreqStart> 列表扫描起始频率。

型号	范围
1435A	[9kHz ~ 3GHz]
1435A-V	[9kHz ~ 3GHz]
1435B	[9kHz ~ 6GHz]
1435B-V	[9kHz ~ 6GHz]
1435C	[9kHz ~ 12GHz]
1435CV	[9kHz ~ 13GHz]
1435D	[9kHz ~ 20GHz]
1435DV	[9kHz ~ 20GHz]
1435F	[9kHz ~ 40GHz]
1435GV	[9kHz ~ 45GHz]
1435K	[100kHz ~ 53GHz]
1435L	[100kHz ~ 67GHz]

举例： :LIST:FILL:STARt 300MHz 设置列表扫描起始频率为 300MHz。

2) **终止频率**

功能描述： 该命令设置列表扫描终止频率，与列表中起始频率、列表点数配合使用，用于生成列表扫描点，设置列表起始频率和扫描点数。

设置格式： [:SOURce]:LIST:FILL:STOP <val>

查询格式： [:SOURce]:LIST:FILL:STOP?

参数说明：

<FreqStop> 列表扫描终止频率。

型号	范围
1435A	[9kHz ~ 3GHz]
1435A-V	[9kHz ~ 3GHz]
1435B	[9kHz ~ 6GHz]
1435B-V	[9kHz ~ 6GHz]
1435C	[9kHz ~ 12GHz]
1435CV	[9kHz ~ 13GHz]
1435D	[9kHz ~ 20GHz]
1435DV	[9kHz ~ 20GHz]
1435F	[9kHz ~ 40GHz]
1435GV	[9kHz ~ 45GHz]
1435K	[100kHz ~ 53GHz]
1435L	[100kHz ~ 67GHz]

举例： :LIST:FILL:STOP 1GHz 设置列表扫描终止频率为 1GHz。

3) **列表点数**

功能描述： 该命令设置要生成的列表点数。

设置格式： [:SOURce]:LIST:FILL:POINts <num>

查询格式： [:SOURce]:LIST:FILL:POINts?

参数说明：

<Num> 列表扫描点数。

范围：3[2，801]。

举例： :LIST:FILL:POINts 100 设置列表 100 个频率点。

4) **所有点驻留时间**

功能描述： 该命令设置当前列表中每个扫描点的驻留时间。如果用户需要设置不同的驻留时间，就必须为列表中每一个点输入对应的驻留时间，只需依次输入列表扫描点的驻留时间参数值，中间以逗号隔开，若用户输入点数小于当前列表点数，则未输入驻留时间的点数使用当前默认值。注意在设置前需要先填充列表，确保列表不为空，为空时则设置查询程序无响应。

设置格式： [:SOURce]:LIST:DWELl <val>{,{val}}

查询格式： [:SOURce]:LIST:DWELl?

参数说明：

<Val> 列表扫描点驻留时间。

范围：10ms [100us，100s]。

举例： :LIST:DWELl 30ms，20ms 设置列表中第一个点的驻留时间为 30ms,第二个点的驻留时间为 20ms。

5) 所有点功率偏置

功能描述： 该命令设置当前列表中每个扫描点的功率，如果用户需要为每一个列表点设置不同的偏置，就必须为列表中每一个点输入相应的偏置值，只需依次输入列表扫描点的功率偏置值，中间以逗号隔开。若用户输入点数小于当前列表点数，则未输入列表偏置功率的点数使用当前默认值。注意在设置前需要先填充列表，确保列表不为空，为空时则设置查询程序无响应。

设置格式： [:SOURce]:LIST:POWer <val>{,{val}}

查询格式： [:SOURce]:LIST:POWer?

参数说明：

<Val> 列表扫描点功率偏置。

范围：0dBm [-100dB，+100dB]。

举例： :LIST:POWer 1dB，0.2dB，1.3dB，2.5dB，-3.6dB

设置列表中功率偏置依次设置为 1dB，0.2dB，1.3dB，2.5dB，-3.6dB。

6) 列表触发[自动/总线/外部/触发键]

功能描述： 该命令设置启动列表扫描的触发源，触发源共有自动、总线、外部、触发键四种方式。

设置格式： [:SOURce]:LIST:TRIGger:SOURce IMMediate|BUS|EXTernal|KEY

查询格式： [:SOURce]:LIST:TRIGger:SOURce?

参数说明：

<Source> 离散型数据。列表扫描触发源，取值如下：

IMMediate 自动，触发信号总为真，当一次扫描完成后，系统自动触发下一次扫描。

BUS 总线，触发源来自GPIB的群执行触发，或者受到“*TRG”命令时才触发。

EXTernal 外部，触发信号来自后面板的触发输入连接器。

KEY 触发键，触发信号来自前面板的触发键。

举例： :LIST:TRIGger:SOURce BUS 设置列表扫描触发源为总线。

7) 扫描方向[反向/正向]

功能描述： 该命令设置列表扫描方向，用户可以选择正向和反向两种方式：正向表示

从列表中第一个点开始扫描至列表中最后一个点，反向则从列表中最后一个点开始扫描直至当前列表中第一个点。

设置格式： [:SOURce]:LIST:DIRection UP|DOWN

查询格式： [:SOURce]:LIST:DIRection?

参数说明：

<Direc> 离散型数据。扫描方向，取值如下：

UP 从列表第一个点开始正向扫描，

DOWN 从列表最后一个点开始反向扫描。

举例： :LIST:DIRection UP 设置列表扫描为正向扫描。

5.2.3.6 单次扫描

功能描述： 执行单次扫描方式。

设置格式： :INITiate[:IMMediate][:ALL]

举例： :INITiate[:IMMediate][:ALL]

5.2.3.7 起始扫描触发

1) 自动

功能描述：

选择扫频时触发模式为自动触发。选择菜单[扫描模式 单次|连续]，切换（单次）或（连续）时，仪器自动触发扫频。缺省设置为（自动）。

2) 总线

功能描述：

选择扫频时触发模式为总线触发。选择菜单[扫描模式 单次|连续]，切换（单次）或（连续）时，仪器接收到 GPIB、LAN 的触发信号时，启动扫频。

3) 外部

功能描述：

选择扫频时触发模式为外部触发。选择菜单[扫描模式 单次|连续]，切换（单次）或（连续）时，仪器接收到从外部触发输入的上升沿触发信号时，启动扫频。

4) 触发键

功能描述:
选择扫频时触发模式为手动触发。选择菜单[扫描模式 单次|连续]，切换（单次）或（连续）时，仪器接收到从外部触发输入的上升沿触发信号时，启动扫频。

5.2.4 调 制

5.2.4.1 脉冲调制开/关

功能描述: 该命令设置信号发生器的脉冲调制信号是否输出。
设置格式: [:SOURce]:PULM:STATe ON|OFF|1|0
查询格式: [:SOURce]:PULM:STATe?
参数说明:
<State> 布尔型数据，取值如下:
ON | 1: 脉冲调制开，
OFF | 0: 脉冲调制关。
举例: :PULM:STATe 1 脉冲调制状态为开。

5.2.4.2 脉冲源

功能描述: 该命令设置脉冲调制的脉冲源模式，包括: 外部、标网、内部自动、方波、双脉冲、脉冲串、门控、触发、重频抖动、重频参差和重频滑变模式。其中标网模式时，不允许改变关联的脉冲参数，信号发生器将自动输出18微秒脉宽、36微秒周期的脉冲信号。
设置格式: [:SOURce]:PULM:SOURce
EXTernal|SCALar|INTernal|SQUare|DOUBlet
|PTRain|GATEd|TRIGgered|JITTered|STAGger|SLIDing
查询格式: [:SOURce]:PULM:SOURce?
参数说明:
<Mode> 离散型数据。脉冲源模式，取值如下:

EXTernal	脉冲源为外部。
SCALar	脉冲源为标网，输出27.8kHz方波。
INTernal	脉冲源为内部自动。
SQUare	脉冲源为方波。
DOUBlet	脉冲源为双脉冲。
PTRain	脉冲源为脉冲串。
GATEd	脉冲源为门控。
TRIGgered	激活内部脉冲自动触发模式，此模式下周期为外部同步脉冲的周期，脉宽则为本机设置的脉宽。

JITTered 脉冲源为抖动。
STAGger 脉冲源为参差。
SLIDing 脉冲源为滑变。

举例： :PULM:SOURce SQUare 设置脉冲源为方波模式。
复位状态： INT
按键路径： 【模拟调制】—>[脉冲调制]—>[脉冲设置]—>[脉冲源]

5.2.4.3 脉宽

功能描述： 该命令设置信号发生器内部产生的脉冲信号的脉冲宽度，若设置的脉冲宽度数值大于等于当前脉冲周期，脉冲周期将自动调整为大于当前脉冲周期的数值。此外，若设置的脉冲宽度小于1us时，建议执行功率搜索功能。脉冲源为脉冲参差模式时，参差列表中脉冲宽度为统一数值，也需通过此命令更改参差列表中脉冲宽度，。
设置格式： [:SOURce]:PULM:INTernal:PWIDth <val>
查询格式： [:SOURce]:PULM:INTernal:PWIDth?
参数说明：
<PWidth> 脉冲信号宽度。
范围：50.000us [20ns，41.999999990s]。
举例： :PULM:INTernal:PWIDth 10us 设置脉冲信号宽度为 10us。

5.2.4.4 周期

功能描述： 该命令设置信号发生器内部产生的脉冲信号的周期。若设置的周期小于等于当前脉冲宽度，脉冲宽度将自动调整为小于脉冲周期。
设置格式： [:SOURce]:PULM:INTernal:PERiod <value>
查询格式： [:SOURce]:PULM:INTernal:PERiod?
参数说明：
<Percent> 脉冲周期。
范围：1.000000ms[40ns，42.000000000s]。
举例： : PULM:INTernal:PERiod 10ms 脉冲信号周期为 10ms。

5.2.4.5 延迟

功能描述： 该命令设置脉冲调制的脉冲延迟，脉冲延迟的实际能设置的最大值取决于用户当前设置的脉冲周期，此外，需要注意的是只有在脉冲源选为自动、方波、双脉冲、触发模式时，脉冲延迟的设置才能起作用，且在选择触发模式时，脉冲延迟有100ns的固有延迟。
设置格式： [:SOURce]:PULM:INTernal:DELay <val>
查询格式： [:SOURce]:PULM:INTernal:DELay?
参数说明：

<DelayTime> 脉冲调制的脉冲延迟时间。
范围：非触发模式：0s[0ns，42.000000000s]，
触发模式： 0s[100ns，42.000000000s]。
举例： :PULM:INTernal:DELay 1ms 设置脉冲延迟为 1ms

5.2.4.6 重频

功能描述： 该命令设置脉冲调制重频。脉冲源选择方波时，脉冲信号输出占空比50%的信号，该命令可改变方波信号的频率。
设置格式： [:SOURce]:PULM:INTernal:FREQuency <val>
查询格式： [:SOURce]:PULM:INTernal:FREQuency?
参数说明：
<Frequency> 脉冲调制重频频率。
范围：1kHz [0.023Hz，25MHz]
举例： :PULM:INTernal:FREQuency 1MHz 设置脉冲重频为 1MHz。

5.2.4.7 延迟扫描

功能描述：暂未实现

5.2.4.8 调幅[开/关]

功能描述： 该命令设置信号发生器调幅通道1或2的开关状态。只有通道开关、幅度调制开关、调制开关三者都开时才有调幅信号输出。
设置格式： [:SOURce]:AM[1]|2:STATe ON|OFF|1|0
查询格式： [:SOURce]:AM[1]|2:STATe?
参数说明：
<State> 布尔型数据，取值如下：
ON | 1： 通道输出开，
OFF | 0：通道输出关。
举例： :AM:STATe 1 通道 1 输出开。

5.2.4.9 调幅（调频、调相）波形

功能描述： 该命令设置调幅（调频、调相）信号输出波形，包括：正弦、方波、三角波、锯齿波。
设置格式： [:SOURce]:AM(FM、PM)[1]|2:INTernal:SHAPe SINE|SQUare|TRIangle|RAMP|NOISe|SWEPtsine|DUALsine
查询格式： [:SOURce]:AM(FM、PM):INTernal:SHAPe?
参数说明：

<Mode>　离散型数据。调幅（调频、调相）信号输出波形类型，取值如下：
SINE　正弦，
SQUare　方波，
TRIangle　三角波，
RAMP　锯齿波，

举例： :AM(FM、PM):INTernal:SHAP RAMP　设置通道 1 调幅 (调频、调相) 信号波形为锯齿波。

5.2.4.10 调幅[指数/线性]

功能描述： 该命令选择信号发生器调幅类型是指数调幅还是线性调幅，用户选择指数调幅时，调幅深度数值将以dB为单位；用户选择线性调幅时，调幅深度数值将以百分比为单位。

设置格式： [:SOURce]:AM:TYPE EXPonential|LINear

查询格式： [:SOURce]:AM:TYPE?

参数说明：

<Mode>　离散型数据。调幅类型，取值如下：
EXPonential　指数调幅方式，
LINear　线性调幅方式。

举例： :AM:TYPE EXP　指数调幅方式。

5.2.4.11 调幅（调频、调相）源

功能描述： 该命令选择幅度（频率、相位）调制源选择，包括：内部与外部50Ω、外部600Ω、外部1MΩ四种方式，选择外部方式时，需要将外部调幅 (频率、相位）信号连接到信号发生器后面面板调幅输入接口。

设置格式： [:SOURce]:AM(FM、PM)[1]|2:SOURce INTernal

查询格式： [:SOURce]:AM(FM、PM)[1]|2:SOURce?

参数说明：

<Mode>　离散型数据。幅度（频率、相位）调制源模式，取值如下：
INTernal　内部调幅。
EXT50　外部50Ω
EXT600　外部600Ω
EXT1M　外部1MΩ

举例： :AM(FM、PM):SOURce INT　调幅（调频、调相）源为内部方式。

5.2.4.12 深度调幅[开/关]

功能描述： 该命令设置幅度调制模式。选择DEEP模式时，信号发生器幅度调制深度要比通常ALC闭环时的调制深度有更大的动态范围，且幅度调制指标会优于数据手册指标；而选择NORMal模式时，幅度调制指标与数据手册中

指标相同，请参考1435系列信号发生器数据指标。

设置格式： [:SOURce]:AM:MODE DEEP|NORMal

查询格式： [:SOURce]:AM:MODE?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。幅度调制模式，取值如下：

DEEP 深度调幅开，

NORMal 深度调幅关。

举例： :AM:MODE NORM 深度调幅关。

5.2.4.13 调制率（调幅、调频、调相）

功能描述： 该命令设置信号发生器调幅（调频、调相）通道调幅（调频、调相）内部调制率。

设置格式： [:SOURce]:AM(FM、PM) [1]|2:INTernal:FREQuency <val>

查询格式： [:SOURce]:AM(FM、PM) [1]|2:INTernal:FREQuency?

参数说明：

<Frequency> 调幅（调频、调相）调制率。

范围：

调幅：正弦波 ：[0.001Hz，1.000000000MHz]，

方波： [0.001Hz，1.000000000MHz]，

三角波： [0.001Hz，1.000000000MHz]，

锯齿波： [0.001Hz，1.000000000MHz]。

调频：正弦波： [0.001Hz，7.000000000MHz]，

方波： [0.001Hz，1.000000000MHz]，

三角波： [0.001Hz，1.000000000MHz]，

锯齿波： [0.001Hz，1.000000000MHz]。

调相：正弦波 ：[0.001Hz，1.000000000MHz]，

方波： [0.001Hz，1.000000000MHz]，

三角波： [0.001Hz，1.000000000MHz]，

锯齿波： [0.001Hz，1.000000000MHz]。

举例： :AM(FM、PM):INTernal:FREQuency 100kHz 设置通道 1 幅度(频率、相位）调制的内部调制率为 100kHz。

5.2.4.14 调幅深度

功能描述： 调幅类型为指数时，设置调幅通道1或调幅通道2的调幅信号调幅深度，以dB为单位。

设置格式： [:SOURce]:AM[1]|2:DEPTh:EXPonential <.val>

查询格式： [:SOURce]:AM[1]|2:DEPTh:EXPonential?

参数说明：

<AmDepthExp> 调幅深度（指数）。

范围：0.00dB[0.00dB，40.00dB]。

举例： :AM2:DEPTh:EXPonential 10dB 设置调幅通道 2 的调幅深度为 10dB。

5.2.4.15 调制方式[调频/调相]

功能描述：

设置调制方式为调频或者调相。两者互斥。

5.2.4.16 调频[开/关]

功能描述： 该命令设置信号发生器调频通道1或2的开关状态。只有通道开关、频率调制开关、调制开关三者都开时才有调频信号输出。

设置格式： [:SOURce]:FM[1]|2:STATe ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:FM[1]|2:STATe?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1： 通道输出开，

OFF | 0：通道输出关。

举例： :FM:STATe 1 通道 1 输出开。

5.2.4.17 调频频偏

功能描述： 该命令设置信号发生器调频通道1或通道2调频频偏，需要注意的是，不同频段设置调频频偏时，对应不同的频偏范围。

设置格式： [:SOURce]:FM[1]|2:DEViation <val>

查询格式： [:SOURce]:FM[1]|2:DEViation?

参数说明：

<Deviation> 当前频率与调频频偏的关系如下：

1435

当前频率	调频频偏
9kHz – 250MHz	0 – 4MHz
250MHz – 375MHz	0 – 1MHz
375MHz – 750GHz	0 – 2MHz
750MHz – 1.5GHz	0 – 4MHz
1.5GHz – 3GHz	0 – 8MHz
3GHz – 6GHz	0 – 16MHz
6GHz – 12GHz	0 – 32MHz
12GHz – 24GHz	0 – 64MHz
24GHz – 48GHz	0 – 128MHz
48GHz – 67GHz	0 – 256MHz

举例： :FM:DEViation 500kHz 设置调频通道 1 调频信号调频频偏为 500kHz。

5.2.4.18 调相[开/关]

功能描述： 该命令设置信号发生器调相通道1或2的开关状态。只有通道开关、相位调制开关、调制开关三者都开时才有调相信号输出。

设置格式： [:SOURce]:PM[1]|2:STATe ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:PM[1]|2:STATe?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1： 通道输出开，

OFF | 0：通道输出关。

举例： :PM:STATe 1 通道 1 输出开。

5.2.4.19 调相相偏

功能描述： 该命令设置信号发生器调相通道1或通道2相偏，需要注意的是，不同频段设置调相相偏时，对应不同的相偏范围。

设置格式： [:SOURce]:PM[1]|2:DEViation <val>

查询格式： [:SOURce]:PM[1]|2:DEViation?

参数说明：

<Deviation> 调相相偏范围与调相带宽的关系如下：

1435

当前频率	调相相偏
9kHz – 250MHz	0 – 4.000rad
250MHz – 375MHz	0 – 1.000rad
375MHz – 750GHz	0 – 2.000rad
750MHz – 1.5GHz	0 – 4.000rad
1.5GHz – 3GHz	0 – 8.000rad
3GHz – 6GHz	0 – 16.000rad
6GHz – 12GHz	0 – 32.000rad
12GHz – 24GHz	0 – 64.000rad
24GHz – 48GHz	0 – 128.000rad
48GHz – 67GHz	0 – 256.000rad

举例： :PM2:DEViation 3rad 设置调相通道 2 调相相偏为 3rad。

5.2.5 基 带

5.2.5.1 基带[开/关]

功能描述： 该命令使能信号发生器实时基带功能开关。开启基带开关后，信号发生器用户界面主信息显示区将显示基带与IQ调制的指示。

设置格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:STATe ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:STATe?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：
ON | 1： 基带开，
OFF | 0：基带关。

举例： :RADio:CUSTom:STATe 1 开启实时基带。

5.2.5.2 数据源

功能描述： 该命令设置信号发生器基带调制信号的数据源，用户可以选择PN9、PN11、PN15、PN16、PN20、PN21、PN23、FIX4、P4、P8、P16、P32、P64、PRAM以及EXT（暂不支持）等15种数据源。

设置格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:DATA PN9|PN11|PN15|PN16|PN20|PN21|PN23|FIX4|P4|P8|P16|P32|P64PRAM

查询格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:DATA?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。基带调制信号的数据源类型，具体请参考设置命令格式。

举例： :RADio:CUSTom:DATA FIX4
基带数据源选择为固定四位码型。

5.2.5.3 码元速率

功能描述： 该命令设置信号发生器基带信号码元速率，码元速率以sps、ksps、Msps及Gsps为单位。

设置格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:SRATe <val>

查询格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:SRATe?

参数说明：

<Val> 基带信号码元速率。
基带调制类型、码元位数与码元速率范围之间的关系如下：

调制格式	码元位数	码元速率范围（若带 H09 选件）
BPSK	1	0.00005Msps – 75Msps（125Msps）
MSK	1	0.00005Msps – 75Msps（125Msps）
2FSK	1	0.00005Msps – 75Msps（125Msps）
OQPSK	2	0.00005Msps – 75Msps（125Msps）
QPSK	2	0.00005Msps – 75Msps（125Msps）
8FSK	3	0.00005Msps – 75Msps（125Msps）
QAM16	4	0.00005Msps – 75Msps（125Msps）

举例： :RADio:CUSTom:SRATe 3Msps 码元速率为 3Msps。

5.2.5.4 调制类型

功能描述： 该命令设置基带的调制格式。

设置格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:MODulation[:TYPE] BPSK|QPSK |IS95QPSK|GRAYQPSK|OQPSK|IS95OQPSK|P4DQPSK|8PSK |16PSK|D8PSK|MSK|2FSK|4FSK|8FSK|16FSK|C4FM|4QAM |16QAM|32QAM|64QAM|128QAM|256QAM|512QAM|1024QAM|ASK

查询格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:MODulation[:TYPE]?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。基带的调制类型，具体请参考设置命令格式：

举例： :RADio:CUSTom:MODulation 8PSK
基带调制类型为 8PSK。

5.2.5.5 滤波器选择

功能描述： 该命令选择信号发生器基带预调制滤波器类型，包括：RNYQuist、NYQuist、GAUSsian、RECTangle四种类型，其中RECTangle适用于数字调频信号，例如FSK、MSK。

设置格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:FILTer RNYQuist|NYQuist |GAUSsian|RECTangle

查询格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:FILTer?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。基带预调制滤波器类型，取值如下：
RNYQuist 根耐奎斯特滤波器，
NYQuist 耐奎斯特滤波器，
GAUSsian 高斯滤波器，
RECTangle 矩形滤波器。

举例： :RADio:CUSTom:FILTer RNYQuist
基带预调制滤波器类型为根耐奎斯特滤波器。

5.2.5.6 优化滤波器

功能描述：该功能暂不支持。

5.2.5.7 触发模式

功能描述： 该命令设置控制数据传输的基带信号触发模式，包括：连续、单次及门控三种模式。

设置格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:TYPE CONTinuous|SINGle|GATE

查询格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:TYPE?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。基带信号触发模式，取值如下：

CONTinuous | 0：基带触发模式设为连续触发，

SINGle | 1：基带触发模式设为单次触发，

GATE | 2：基带触发模式设为门控触发。

举例： [:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:TYPE SING

基带触发模式为单次触发。

5.2.5.8 触发源

功能描述： 该命令设置信号发生器基带信号触发源，包括：KEY、BUS以及EXT三种方式。

设置格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:SOURce KEY|BUS|EXT

查询格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:SOURce?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。基带信号触发源，取值如下：

KEY | 0：触发源来自仪器前面板的触发键，

BUS | 1：触发源来自GPIB的群执行触发，或者当“*TRG”命令被收到时才发生触发；

EXT | 2：触发源来自仪器后面板接口的触发输入。

举例： [:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:SOURce BUS

基带信号触发源为总线。

5.2.5.9 同步输出

暂不支持。

5.2.5.10 突发形状配置

暂不支持。

5.2.5.11 I/Q 消波系数

暂不支持。

5.2.5.12 相位极性

功能描述： 该命令设置基带信号相位旋转方向，包括：正常和翻转两种方式，选择正常方式，信号正常调制；选择翻转方式时，翻转Q路信号以完成载波信号的反转。

设置格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:POLarity[:ALL] NORMal|INVert

查询格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:POLarity[:ALL]?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。基带信号相位旋转模式，取值如下：

NORMal | 0：正常，

INVert | 1：翻转。

举例： [:SOURce]:RADio:CUSTom:POLarity[:ALL] INV

翻转基带信号相位。

5.2.5.13 差分编码

功能描述： 该命令使能差分编码开关。差分编码开启时，在数据位与其之前的位不同的情况下，调制位会设为1；若数据位相同，调制位会设置为0。例如，数据位为1010时，差分编码开启的情况下，调制位为1111。

设置格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:DENCode ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:RADio:CUSTom:DENCode?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1： 开启差分编码开关，

OFF | 0：关闭差分编码开关。

举例： [:SOURce]:RADio:CUSTom:DENCode 1 差分编码开关 开。

5.2.5.14 硬件设置

1) **基带采样时钟[内部/外部]**

功能描述： 暂不支持

2) **外部采样时钟频率**

功能描述： 暂不支持

3) **基带数据时钟[内部/外部]**

功能描述： 暂不支持

4) **外部数据时钟频率**

功能描述：暂不支持

5.2.6 I/Q

5.2.6.1 I/Q 调制[开/关]

功能描述： 该命令使能内部I/Q调制器开关。
设置格式： [:SOURce]:DM:STATe ON|OFF|1|0
查询格式： [:SOURce]:DM:STATe?
参数说明：
<State> 布尔型数据，取值如下：
ON | 1： I/Q调制输出开，
OFF | 0：I/Q调制输出关。
举例： :DM:STATe 1 开启 I/Q 调制器。

5.2.6.2 I/Q 调制源

功能描述： 该命令选择信号发生器进入IQ调制器的I/Q调制源，用户可以选择EXTernal、INTernal两种方式。
设置格式： [:SOURce]:DM:SOURce EXTernal| INTernal
查询格式： [:SOURce]:DM:SOURce?
参数说明：
<Mode> 离散型数据。I/Q滤波器手动方式时，滤波器选择，取值如下：
EXTernal | 0：外部50欧姆阻抗匹配的I/Q信号输入，
INTernal | 1：内部I/Q信号输入I/Q调制器，
举例： [:SOURce]:DM:SOURce EXT 选择 I/Q 调制源为外部。

5.2.6.3 外部宽带 I/Q 输入

功能描述： 该命令设置外部宽带I/Q输入开关状态。
设置格式： [:SOURce]:DM:EXTernal:BWIDth[:STATe] ON|OFF|1|0
查询格式： [:SOURce]:DM:EXTernal:BWIDth[:STATe]?
参数说明：
<State> 布尔型数据，取值如下：
ON | 1： 外部宽带I/Q输入开，
OFF | 0：外部宽带I/Q输入关。
举例： :DM:EXT:BWID:STATe 1 外部宽带 I/Q 输入开。

5.2.6.4 调制器衰减手动

功能描述： 该命令设置信号发生器I/Q通道衰减器的手动状态。手动状态开启时，保持当前衰减量；关闭手动状态后，用户无法改变衰减量，信号发生器会自动优选最适信号发生器当前状态的衰减值。

设置格式： [:SOURce]:DM:MODulation:ATTenuation:AUTO ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:DM:MODulation:ATTenuation:AUTO?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1：调制器衰减控制为手动，

OFF | 0：调制器衰减控制为自动。

举例： :DM:MODulation:ATTenuation:AUTO 1

调制器衰减控制为手动状态。

5.2.6.5 调制器衰减

功能描述： 该命令设置通过信号发生器RF通道被调制的I/Q信号的衰减量，该输出衰减量的输出在衰减器状态为手动时可设置，即使此时关闭I/Q调理功能，衰减值仍有效。

设置格式： [:SOURce]:DM:MODulation:ATTenuation <val>

查询格式： [:SOURce]:DM:MODulation:ATTenuation?

参数说明：

<Atten> I/Q调制器衰减。

范围：12.00dB[0.00dB，40.00dB]。

举例： :DM:MODulation:ATTenuation 10dB I/Q 调制器衰减为 10dB。

5.2.6.6 I/Q 调制

1) **I/Q 调理开**

功能描述： 该命令设置I/Q调理使能开关。该功能开启后，I/Q调理的参数：增益平衡、I偏置、Q偏置、正交偏离等参数值都会被迭加到调理电路中；关闭该功能后，上述各种参数值不会被使用，但调制器衰减值不受I/Q调理开关影响。

设置格式： [:SOURce]:DM:IQADjustment[:STATe] ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:DM:IQADjustment[:STATe] ?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1： I/Q调理开，

OFF | 0：I/Q调理关。

举例： :DM:IQADjustment 1 开启 I/Q 调理功能。

2) **增益平衡**

功能描述: I/Q调理开时，设置信号发生器I信号相对于Q信号的增益。
设置格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:GAIN <val>
查询格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:GAIN?
参数说明:
<Gain> I/Q信号增益平衡。
范围：0dB[-4.00dB，+4.00dB]。
举例: :DM:IQADjustment:GAIN 0dB
设置 I 和 Q 信号增益平衡为 0dB。

3) **I 偏置**

功能描述: I/Q调理开时，设置信号发生器I通道的偏置值，设置的参数以百分比为单位，最大值对应1.5V的直流，最小分辨率是0.025%。该参数完成抑制载波泄漏信号，用户在完成其它调理工作，例如调理正交度、调制器衰减等后，会增加载波泄漏，因此在完成其它调理工作后，仍需对直流偏置进行调理。
设置格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:IOFFset <val>
查询格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:IOFFset?
参数说明:
<Offset> I/Q信号I偏置。
范围：0 [-50，+50]。
举例: :DM:IQADjustment:IOFfset 30
设置 I 偏置为 30%。

4) **Q 偏置**

功能描述: 该命令设置信号发生器Q通道的偏置值，设置的参数以百分比为单位，最大值对应1.5V的直流，最小分辨率是0.025%。该参数完成抑制载波泄漏信号，用户在完成其它调理工作，例如调理正交度、调制器衰减等后，会增加载波泄漏，因此在完成其它调理工作后，仍需对直流偏置进行调理。
设置格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:QOFFset <val>
查询格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:QOFFset?
参数说明:
<Offset> I/Q信号Q偏置。
范围：0 [-50，+50]。
举例: :DM:IQADjustment:QOFFset 30
设置 Q 偏置为 30%。

5) **正交偏离**

功能描述: I/Q调理开时，该命令通过增加或减少I或Q的相位角度来调整I和Q向量之间的相位角度如果当前载波频率超过3.2GHz，正交偏离的误差可能会超

过1435系列信号发生器产品样本指标的规定。

设置格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:QSKew <val>

查询格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:QSKew?

参数说明:

<Offset> I/Q调理正交偏离。

范围：0deg [-10.00deg，+10.00deg]。

举例: :DM:IQADjustment:QSKew 30deg

设置 I/Q 调理正交偏离为 30deg。

5.2.6.7 外部输出源

功能描述: 该命令选择信号发生器进入IQ调制器的I/Q调制源，用户可以选择EXTernal、INTernal两种方式。

设置格式: [:SOURce]:DM:SOURce EXTernal| INTernal

查询格式: [:SOURce]:DM:SOURce?

参数说明:

<Mode> 离散型数据。I/Q滤波器手动方式时，滤波器选择，取值如下：

EXTernal | 0：外部50欧姆阻抗匹配的I/Q信号输入，

INTernal | 1：内部I/Q信号输入I/Q调制器，

举例: [:SOURce]:DM:SOURce EXT 选择 I/Q 调制源为外部。

5.2.6.8 输出调理

1) 输出调理开/关

功能描述: 该命令设置I/Q输出调理开关状态。

设置格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut[:STATe] ON|OFF|1|0

查询格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut [:STATe]?

参数说明:

<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1： I/Q输出调理开，

OFF | 0：I/Q输出调理关。

举例: DM:IQADjustment:OUTPut 1 I/Q 输出调理开。

2) 输出衰减

功能描述: 该命令设置I/Q输出调理的衰减值，当I/Q输出调理为开时，该命令起作用。

设置格式: [:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:ATTen <val>.

查询格式: [:SOURce] :DM:IQADjustment:OUTPut:ATTen?

参数说明:

<Atten> I/Q输出调理衰减值。

范围：0dB [0dB，94.5dB]。

举例： :DM:IQADjustment:OUTPut:ATTen 10dB 设置 I/Q 输出衰减值为10dB。

3) **增益平衡**

功能描述： 该命令设置I/Q输出调理的增益平衡，当I/Q输出调理为开时，该命令起作用。

设置格式： [:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:GAIN <val>.

查询格式： [:SOURce] :DM:IQADjustment:OUTPut:GAIN?

参数说明：

<Gain> I/Q输出调理增益平衡值。

范围：0dB [-4dB，4dB]。

举例： :DM:IQADjustment:OUTPut:GAIN 2dB 设置 I/Q 输出增益平衡为2dB。

4) **I 偏置**

功能描述： 该命令设置I/Q输出调理的I偏置，当I/Q输出调理为开时，该命令起作用。

设置格式： [:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:IOFFset <val>.

查询格式： [:SOURce] :DM:IQADjustment:OUTPut: IOFFset?

参数说明：

<offset> I/Q输出调理I偏置值。

范围：0V [-1V，1V]。

举例： :DM:IQADjustment:OUTPut:IOFFset 1V 设置I/Q输出I偏置值为1V。

5) **I/偏置**

功能描述： 该命令设置I/Q输出调理的I/偏置，当I/Q输出调理为开时，该命令起作用。

设置格式： [:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:UIOFfset <val>.

查询格式： [:SOURce] :DM:IQADjustment:OUTPut:UIOFfset?

参数说明：

<offset> I/Q输出调理I/偏置值。

范围：0V [-1V，1V]。

举例： :DM:IQADjustment:OUTPut:UIOFfset 1V 设置 I/Q 输出 I/偏置值为1V。

6) **Q 偏置**

功能描述： 该命令设置I/Q输出调理的Q偏置，当I/Q输出调理为开时，该命令起作用。

设置格式： [:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:QOFFset <val>.

查询格式： [:SOURce] :DM:IQADjustment:OUTPut:QOFFset?

参数说明：

<offset> I/Q输出调理Q偏置值。

范围：0V [-1V，1V]。

举例： :DM:IQADjustment:OUTPut:QOFFset 1V 设置 I/Q 输出 Q 偏置值为 1V。

7) Q/偏置

功能描述： 该命令设置I/Q输出调理的Q/偏置，当I/Q输出调理为开时，该命令起作用。

设置格式： [:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:UQOFfset <val>.

查询格式： [:SOURce] :DM:IQADjustment:OUTPut:UQOFfset?

参数说明：

<offset> I/Q输出调理Q/偏置值。

范围：0V [-1V，1V]。

举例： :DM:IQADjustment:OUTPut:UQOFfset 1V 设置 I/Q 输出 I/偏置值为 1V。

8) 正交偏离

功能描述： 该命令设置I/Q输出调理的正交偏离，当I/Q输出调理为开时，该命令起作用。

设置格式： [:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:SKEW <val>.

查询格式： [:SOURce] :DM:IQADjustment:OUTPut:SKEW?

参数说明：

<skew> I/Q输出调理正交偏离。

范围：0V [-10deg，10deg]。

举例： :DM:IQADjustment:OUTPut:SKEW 1deg 设置 I/Q 输出正交偏离为 1deg。

5.2.7 任意波

5.2.7.1 任意波序列开

功能描述： 该命令使能信号发生器任意波形发生器状态，任意波模式开启时，信号发生器用户界面主信息显示区将显示指示。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:STATe ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:STATe?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：

ON | 1： 任意波开，

OFF | 0：任意波关。

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:STATe 1 开启任意波。

5.2.7.2 工作模式

功能描述： 该命令设置任意波模式，用户可以选择任意波和序列两种模式，在ARB模式下，用户可将自定义格式的任意波数据文件加载进行播放；在SEQuence模式下，用户可以根据需要生成波形段文件，并可将波形段组合成序列播放。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:MODE ARB|SEQuence

查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:MODE?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。任意波模式，取值如下：

ARB | 0：任意波模式，

SEQuence | 1：序列模式。

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:MODE SEQ 任意波工作模式为序列方式。

5.2.7.3 时钟类型

功能描述： 该命令设置信号发生器任意波模式下的采样时钟类型。其中任意波工作模式下，只允许用户使用CUSTom模式，无法设置其它模式；在序列模式下，用户可以选择CURRent、HIGH及CUSTom三种模式。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:SEQuence:CLOCk CURRent|HIGH|CUSTom

查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:SEQuence:CLOCk?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。任意波模式下的采样时钟类型，取值如下：

CURRent | 0：序列下播放波形段文件，以每个波形段的采样率进行播放；

HIGH | 1：序列下播放波形段文件，以波形段中最高采样率进行播放；

CUSTom | 2：序列下播放波形段文件，以当前信号发生器设定的时钟频率进行播放。

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:SEQuence:CLOCk HIGH

设置采样时钟类型为最高。

5.2.7.4 时钟频率

功能描述： 该命令设置任意波信号采样率，该命令设置值只在时钟类型为自定义时有效。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:SCLock:RATE <val><freq unit>

查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:SCLock:RATE?

参数说明：

<ClockRate> I/Q信号Q偏置。

范围：100MHz[0.01MHz，250MHz]。

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:SCLock:RATE 50MHz 任意波时钟频率为50MHz。

5.2.7.5 新建序列

功能描述：

在序列模式下清空当前序列表，新建空表。序列模式下该功能有效。

5.2.7.6 加载序列

功能描述： 该命令表示加载一个波形序列，波形序列可由多个波形段组成，参数由file_name、waveform、reps及M1M2M3M4组成，其中file_name是指存放波形段文件的文件夹，用户指定的文件夹只能是相对路径下的文件夹，在该参数中，用户无权指定绝对路径，例如用户给file_name命名“D:\\USER\\SEQ”，并不能在D盘下创建这些文件夹，而只会认为是错误文件名；waveform是指具体的波形段文件，此命令支持的最大波形段文件数目为64个；reps是指每个波形段循环播放次数，一个波形段文件最多循环播放65535次；M1M2M3M4是指每个波形段文件的标记开关，例如：用户不希望波形段有标记输出，则选择NONE，希望该波形段文件所有的标记输出，则可以选择ALL。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:SEQuence
<file_name>,<waveform>,<reps>,NONE
|M1|M2|M3|M4|M1M2|M1M3|M1M4|M2M3|M2M4
|M3M4|M1M2M3|M1M2M4|M1M3M4|M2M3M4|ALL,{
<waveform2>,<reps>,NONE|M1|M2|M3|M4
|M1M2|M1M3|M1M4|M2M3|M2M4|M3M4|M1M2M3
|M1M2M4|M1M3M4|M2M3M4|ALL

参数说明：

<FileName>字符串类型。
存放波形段文件的文件夹，用户指定的文件夹只能是相对路径下的文件夹。

<WaveForm> 字符串类型。
波形段文件名称，此命令支持的最大波形段文件数目为64个。

<Reps> 整型。每个波形段循环播放次数。
范围：1[1，65535]。

<Marks> 离散数据类型，每个波形段文件的标记开关，具体选项如命令格式。

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:SEQuence “Seq1，waveform1，12，NONE，vaveform2，300，M1M2”
加载一个波形序列，该序列位于 Seq1 文件夹下，内有 waveform1 和

waveform2 两个波形段文件，其中 waveform1 循环播放 12 次，在播放期间没有标记输出，waveform2 循环播放 300 次，且每个码元的标记 1 与标记 2 输出。

5.2.7.7 保存序列

功能描述：

保存用户存储在硬盘中的已配置好的序列（任意波）文件，文件后缀为.config_seg，默认序列配置文件目录为 d:\\1435data\\user\\sequence。用户保存序列（任意波）文件，方便实现快速加载配置。

5.2.7.8 触发模式

功能描述： 该命令设置控制波形播放时的触发模式，用户可以选择CONTinuous、SINGle、GATE、SADVance四种模式。单次触发功能必须等待当前码型序列播放完成后，系统才可接收有效触发事件。此外CONTinuous、SINGle、GATE和SADVance模式都有多种状态，参见
":RADio:ARB:TRIGger:TYPE:CONTinuous"、
":RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SINGle"、
":RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SADVance:TYPE"、
":RADio:ARB:TRIGger:TYPE:GATE:ACTive"。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE CONTinuous|SINGle|SADVance|GATE

查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。任意波模式下，控制波形播放时的触发模式，取值如下：

CONTinuous | 0： 选择触发模式为连续触发，仪器接收到有效触发事件后，重复播放波形序列；

SINGle | 1：选择触发模式为单次触发，仪器接收到有效触发事件后，只播放一次波形序列；

SADVance | 2：选择触发模式为波形段触发，仪器每接收到一个有效的触发事件，播放一个波形段；

GATE | 3：选择触发模式为门控触发，门控信号有效时间段内，连续播放波形序列。

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE SING 触发模式为单次。

1) 连续

功能描述： 该命令设置任意波连续触发/单次触发模式下，序列文件响应触发信号的方式，用户可选择FREE、TRIGger和RESet三种模式。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:CONTinuous

FREE|TRIGger|RESet

查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:CONTinuous?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。任意波连续触发模式下，序列文件响应触发信号的方式，取值如下：

FREE | 0：选择自动模式，序列波形数据下载完毕后，自动触发序列开始播放，且在播放过程中，忽略所有触发事件

TRIGger | 1：选择触发模式，在触发模式下，系统在接收到有效的触发事件前不播放当前波形序列。当接收到有效的触发事件后，系统开始播放当前波形序列。序列播放完毕后，继续等待有效触发事件后再重新播放当前波形序列

RESet | 2：选择实时模式，系统在接收到有效的触发事件前不产生调制源数据，也就不产生码型信号；当接收到有效的触发事件后，系统开始产生选定的调制源数据，进而产生对应的码型数据和信号。当前源数据产生完毕后，系统将自动重新开始产生当前设定的调制源数据。调制源数据产生过程中，如果接收到有效的触发事件，系统将立即中止当前正在产生的调制源数据，从头开始重新产生设定的调制源数据

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:CONTinuous TRIG

任意波连续触发模式下，设置序列文件响应触发信号的方式为触发。

2) 单次

功能描述： 该命令设置任意波单次触发模式下，序列文件响应触发信号的方式，用户可选择FREE、TRIGger和RESet三种模式。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SINGle FREE|TRIGger|RESet

查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SINGle?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。任意波单次触发模式下，序列文件响应触发信号的方式，取值如下：

FREE | 0：选择自动模式，序列波形数据下载完毕后，自动触发序列开始播放，且在播放过程中，忽略所有触发事件

TRIGger | 1：选择触发模式，在触发模式下，系统在接收到有效的触发事件前不播放当前波形序列。当接收到有效的触发事件后，系统开始播放当前波形序列。序列播放完毕后，继续等待有效触发事件后再重新播放当前波形序列

RESet | 2：选择实时模式，系统在接收到有效的触发事件前不产

生调制源数据，也就不产生码型信号；当接收到有效的触发事件后，系统开始产生选定的调制源数据，进而产生对应的码型数据和信号。当前源数据产生完毕后，系统将自动重新开始产生当前设定的调制源数据。调制源数据产生过程中，如果接收到有效的触发事件，系统将立即中止当前正在产生的调制源数据，从头开始重新产生设定的调制源数据

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SINGle TRIG
任意单次触发模式下，设置序列文件响应触发信号的方式为触发。

3) 波形段

功能描述： 该命令设置任意波波形段触发模式下，序列文件响应触发信号的方式，用户可选择SINGle和CONTinuous两种模式，波形段播放触发功能不是针对整个波形序列，而是序列中单个波形段而言。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SADVance:TYPE SINGle|CONTinuous

查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SADVance:TYPE?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。任意波波形段触发模式下，序列文件响应触发信号的方式，取值如下：
SINGle | 0：单次波形段触发，
CONTinuous | 1：连续波形段触发。

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SADVance:TYPE SING
任意波波形段触发模式下，设置序列文件响应触发信号的方式为单次。

4) 门控

功能描述： 该命令设置任意波门控触发模式下，序列文件响应触发信号的方式，用户可选择低有效和高有效两种模式。

设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:GATE:ACTive LOW|HIGH

查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:GATE:ACTive?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。任意波门控触发模式下，序列文件响应触发信号的方式，取值如下：
LOW | 0：低有效，
HIGH | 1：高有效。

举例： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:GATE:ACTive LOW
任意波门控触发模式下，设置序列文件响应触发信号的方式为低有效。

5.2.7.9 触发源

功能描述： 该命令设置任意波触发源。
设置格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:SOURce KEY|BUS|EXT|INT
查询格式： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:SOURc e?
参数说明：
<Mode> 离散型数据。任意波触发源，
取值如下：
KEY：触发键，
BUS：总线，
EXT：外部，
INT： 内部。
举例： [:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:SOURce BUS
将触发源设置为总线。

5.2.7.10 采样时钟[内部/外部]

功能描述： 暂不支持

5.2.7.11 外部时钟频率

功能描述： 暂不支持 。

5.2.7.12 波形定标

功能描述： 暂不支持。

5.2.7.13 波形实时定标

功能描述： 暂不支持。

5.2.7.14 消波

功能描述： 暂不支持。

5.2.7.15 频标极性

功能描述：暂不支持。

5.2.7.16 频标功能

功能描述：暂不支持。

5.2.8 双/多音

5.2.8.1 多（双）音调制开

功能描述： 该命令设置信号发生器多音开关状态，多音开时，信号发生器用户界面主信息显示区域将显示IQ调制与多音指示。
设置格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:STATe ON|OFF|1|0
查询格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:STATe?
参数说明：
<State> 布尔型数据。多音调制开关状态，取值如下：
ON | 1： 多音调制开，
OFF | 0：多音调制关。
举例： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:STATe 1 开启多音调制。

5.2.8.2 初始相位（[固定]/[随机]）

功能描述： 该命令初始化多音调制列表中初始相位模式，包括：随机和固定两种模式，固定模式时，多音列表中所有音调相位将被设置为固定值0度；选择随机模式，多音列表中所有音调相位将基于随机种子设置不同的随机值。
设置格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:PHASe:INITialize RANDom|FIXed
查询格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:PHASe:INITialize?
参数说明：
<Mode> 离散型数据。多音调制列表中初始相位模式，取值如下：
RANDom ：设置所有音调为随机值，
FIXed ：设置所有音调为固定值。
举例： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:PHASe:INITialize FIX
设置多音列表中音调相位为固定值。

5.2.8.3 音间相位关系（[相同]/[随机]）

功能描述： 该命令设置多音调制音间相位关系，包括：随机和相同两种模式。
设置格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:PHASe:INITialize:SEED RANDom|FIXed
查询格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:PHASe:INITialize:SEED?
参数说明：
<Mode> 离散型数据。多音调制音间相位关系方式，取值如下：
RANDom：音间相位关系为随机，
FIXed ：音间相位关系为相同。
举例： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:PHASe:INITialize:SEED FIX 设置音间相位关系为相同。

5.2.8.4 频率间隔

功能描述： 该命令设置多音音调之间的频率间隔，该命令设置只有在多音调制打开后才可生效。
设置格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:FSPacing <val><freq unit>
查询格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:FSPacing?
参数说明：
<FreqSpacing>多音音调之间的频率间隔。
范围：1MHz[100Hz，200MHz]。
举例： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:FSPacing 200kHz
设置多音列表频率间隔为 200kHz。

5.2.8.5 双音偏移（[左边]/[中间]/[右边]）

功能描述： 该命令设置双音信号偏移位置，包括：左边、中间和右边三种模式，该命令设置只有在双音调制打开后生效。
设置格式： [:SOURce]:RADio:TTONe:ARB:ALIGnment LEFT|CENTer|RIGHt
查询格式： [:SOURce]:RADio:TTONe:ARB:ALIGnment?
参数说明：
<Mode> 离散型数据。双音信号偏移位置，取值如下：
LEFT | 0：左边，
CENTer | 1：中间，
RIGHt | 2：右边。
举例： [:SOURce]:RADio:TTONe:ARB:ALIGnment RIGHt
设置双音信号偏移到载波右侧显示。

5.2.8.6 文件加载

功能描述： 该命令选择多音文件并加载到信号发生器内存中播放，命令参数只需设置多音文件名即可，不需指定绝对路径。

设置格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup <file_name>

参数说明：

<FileName>字符串类型，多音文件名称。

举例： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup “mtone1.mtn”

加载 mtone1.mtn 文件到信摄制号发生器内存中。

5.2.8.7 存储文件

功能描述： 该命令存储当前多音列表中波形数据到信号发生器多音文件中，命令参数只需设置多音文件名即可，不需指定绝对路径。

设置格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:STORe <file_name>

参数说明：

<FileName>字符串类型，多音文件名称。

举例： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:STORe “mtone1.mtn”

存储多音列表到信号发生器多音文件 mtone1.mtn。

5.2.8.8 多音表编辑

功能描述： 该命令创建并配置一个多音波形，该命令参数包括：<freq_offset>、<num_tones>、<pow>、<phase>和<state>。<Freq_offset>，该参数受限于基带200M带宽和多音列表中音调数目限制，该参数值在音调之间和频率间隔是相同的。

设置格式： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe <freq_spacing>,<num_tones>,{<pow>,<phase>,<state>…}

参数说明： 字符串类型参数

<FreqSpacing>多音音调之间的频率间隔。

范围：1MHz[100Hz，200MHz]。

<NumTones> 音调数目。

范围：2[2，64]。

<Pow> 功率衰减。

范围：0dB[-100dB，0dB]。

<Phase> 初始相位。

范围：0deg[0deg，359deg]。

<State> 状态。布尔型数据，取值如下：

1： 开，

0： 关。

举例： [:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe “1000000，3，-10，

90，0，-20，0，1，-30，45，1”
此示例表示设置多音调制频率间隔为 1MHz，音调有 3 个，第一个音调功率衰减值为 10dB，相位为 90 度，状态为关闭；第二个音调功率衰减值为 20dB，相位为 0 度，状态开启；第三个音调功率衰减值为 30dB，相位为 45 度，状态开启。

5.2.9 AWGN

5.2.9.1 AWGN[开/关]

功能描述： 该命令设置噪声开关。
设置格式： RADio:AWGN:ARB ON|OFF|1|0
查询格式： RADio:AWGN:ARB?
参数说明：
<State> 布尔型数据，取值如下：
ON | 1： 噪声开启，
OFF | 0：噪声关闭。
举例： RADio:AWGN:ARB 1 设置信号发生器噪声功能开启。

5.2.9.2 工作模式

功能描述： 该命令设置噪声工作模式,当基带或任意波或双音或多音开关都为关时，仅能设置噪声工作模式为纯噪声，当上述开关有一个为开时则噪声工作模式仅可以设置为加性噪声或连续波干扰。
设置格式： RADio:AWGN:ARB:MODE ADDNoise|PURenoises|CWDisturb
查询格式： RADio:AWGN:ARB?
参数说明：
<MODE> 离散型数据，取值如下：
ADDNoise： 加性噪声，
PURenoise： 纯噪声，
CWDisturb： 连续波干扰
举例： RADio:AWGN:ARB:MODE ADDN 设置信号发生器噪声工作模式为加性噪声。

5.2.9.3 噪声带宽

功能描述： 该命令设置纯噪声工作模式下的噪声带宽。
设置格式： RADio:AWGN:ARB:BWIDth <val>
查询格式： RADio:AWGN:ARB:BWIDth?
参数说明：

<Frequency> 噪声带宽
取值范围：[1kHz,160MHz]
举例： RADio:AWGN:ARB:BWIDth 80MHz 设置信号发生器纯噪声带宽为200MHz。

5.2.9.4 位速率

功能描述： 该命令仅查询加性噪声模式下的位速率。
查询格式： [:SOURce]:AWGN:BRATe?
举例： [:SOURce]:AWGN:BRATe? 查询加性噪声模式下的位速率值。

5.2.9.5 系统带宽

功能描述： 该命令设置纯噪声工作模式下的系统带宽，仅当任意波开关为开时才可设置该参数，当实时基带开关或双音开关或多音开关为开时该参数不可设置。
设置格式： AWGN:BWIDth <val>
查询格式： AWGN: BWIDth?
参数说明：
<Frequency> 系统带宽
取值范围：[1kHz,160MHz]
举例： AWGN:BWIDth 80MHz 设置信号发生器加性噪声模式下系统带宽为80MHz。

5.2.9.6 噪声/系统带宽比

功能描述： 该命令设置加性噪声工作模式下的噪声/系统带宽比。
设置格式： AWGN:BWIDth:RATio <val>
查询格式： AWGN: BWIDth:RATio?
参数说明：
<val> 噪声/系统带宽比
取值范围：[0,160],该参数取值与系统带宽值有关，要保证系统带宽与该参数的乘积不大于160MHz
举例： AWGN:BWIDth:RATio 0.8MHz 设置性噪声模式下噪声/系统带宽比为0.8。

5.2.9.7 信噪比

功能描述： 该命令设置加性噪声或连续波干扰工作模式下的信噪比，跟当前选择的噪声模式有关，在加性噪声模式下仅当噪声功率计算方式为C/N方式时，该参数才可设置，在Eb/No方式下该参数不可设置。
设置格式： AWGN:CNRatio <val>

查询格式： AWGN:CNRatio?

参数说明：

<val> 信噪比，取值范围：
加性噪声模式： [0,60dB]
连续波干扰模式：[-50dB,40dB]

举例： AWGN:CNRatio 30dB 设置信噪比为30dB。

5.2.9.8 Eb/No 值

功能描述： 该命令设置加性噪声工作模式下的Eb/No值，当噪声功率计算方式为Eb/No时该参数才可设置。

设置格式： AWGN:ENRatio <val>

查询格式： AWGN:ENRatio?

参数说明：

<val> Eb/No，取值范围：
[-33.75dB,40.5dB]

举例： AWGN:ENRatio 30dB 设置Eb/No为30dB。

5.2.9.9 目标连续波频率偏移值

功能描述： 该命令设置连续波工作模式下的目标连续波频率偏移值。

设置格式： AWGN:FREQuency:TARGet <val>

查询格式： AWGN:FREQuency:TARGet?

参数说明：

<val> 目标连续波频率偏移，取值范围：
[-80MHz,80MHz]

举例： AWGN:FREQuency:TARGet 10MHz 设置目标连续波频率偏移为10MHz。

5.2.9.10 噪声功率计算方式

功能描述： 该命令设置加性噪声工作模式下的噪声功率计算方式。

设置格式： AWGN:POWer:MODE EN|CN

查询格式： AWGN: POWer:MODE?

参数说明：

<val> 离散型变量，取值：
EN: 表示Eb/No方式
CN: 表示C/N方式

举例： AWGN: POWer:MOD EN 设置噪声功率计算方式为Eb/No方式。

5.2.10 线性调频

5.2.10.1 调频开关

功能描述： 该命令设置脉冲线性调频开关。线性调频开，信号发生器将自动开启脉冲调制和IQ调制。关闭线性调频后，无需用户设置，仪器自动关闭脉冲调制和IQ调制。

设置格式： [:SOURce]:PULM:LFM:STATe ON|OFF|1|0

查询格式： [:SOURce]:PULM:LFM:STATe?

参数说明：

<State> 布尔型数据，取值如下：
ON | 1： 线性调频开，
OFF | 0：线性调频关。

举例： [:SOURce]:PULM:LFM:STATe 1 脉冲线性调频状态开启。

5.2.10.2 带宽

功能描述： 该命令设置脉冲线性调频带宽。设置后，输出信号以信号发生器输出载波频率为中心，调频范围为载波频率加减二分之一带宽。

设置格式： [:SOURce]:PULM:LFM:BWIDth <val><freq unit>

查询格式： [:SOURce]:PULM:LFM:BWIDth?

参数说明：

<LfmBwidth> 脉冲线性调频带宽。
范围：4MHz[0Hz，200MHz]。

举例： [:SOURce]:PULM:LFM:BWIDth 20MHz 脉冲线性调频带宽为 20MHz。

5.2.10.3 调频方向

功能描述： 该命令设置脉冲线性调频方向。线性调频方向为增加时，信号发生器的调频信号输出从负带宽连续增加到正带宽；反之则从正带宽连续变化到负带宽。关闭线性调频后，无需用户设置，仪器自动关闭脉冲调制和IQ调制。

设置格式： [:SOURce]:PULM:LFM:DIRection POSitive|NEGative

查询格式： [:SOURce]:PULM:LFM:DIRection?

参数说明：

<Mode> 离散型数据。脉冲线性调频方向，取值如下：
POSitive | 0：增加，
NEGative | 1：减少。

举例： [:SOURce]:PULM:LFM:DIRection POS 脉冲线性调频方向为增加。

5.2.11 系统

5.2.11.1 内参考准确度

功能描述： 该命令利用设置内部校准参数调节信号发生器内部参考，使得频率输出准确度更加精准。需要注意的是，在信号发生器开机2小时内，仪器需要预热时间，请勿轻易改动内参考数值。更详细的信息请参考1435系列信号发生器用户手册。

设置格式： [:SOURce]:ROSCillator:REFerence <val>

查询格式： [:SOURce]:ROSCillator: REFerence?

参数说明：

<Val> 内部校准参数数据。
范围：[0，65535]。

举例： :ROSCillator: REFerence 30000
调节内部参考准确度数值为 30000。

5.2.11.2 复位设置

1) **厂家**

功能描述：

设置厂家复位后，按【复位】键，仪器恢复为仪器出厂时设置状态。

程控命令：

*RST

程控示例:

*RST

2) **用户**

功能描述：

设置用户复位后，并点击保存用户状态，按【复位】键，仪器恢复为用户保存的设置状态。

3) **上次状态**

功能描述：

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。

程控命令：

暂不支持

程控示例:

无

4) **保存用户状态**

功能描述：

用户复位模式时保存用户状态。

程控命令：

暂不支持

程控示例：

无

5.2.11.3 远控端口配置

1) **GPIB 端口配置**

功能描述：

GPIB 端口设置，具体操作请参考章节“6.2.2 GPIB”说明。

2) **LAN 端口配置**

功能描述：

LAN 端口设置，具体操作请参考章节“6.2.1 LAN”说明。

5.2.11.4 整机自测试

1) **自测试[开始自测试]**

功能描述：

对用户选定的自测试项启动自测试。

2) **循环测试[开/关]**

功能描述:

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。缺省设置为（关)。

3) **显示测试结果 [全部/错误]**

功能描述:

自测试时显示全部还是错误的测试数据。缺省设置为（关)。

5.2.11.5 调试密码

功能描述:

设置或更改进入调试窗口的口令。仪器出厂前会设定默认调试密码，用户如有特殊需求请联系厂家。

5.2.12 存储/调用

5.2.12.1 选择存储文件号

功能描述:

仪器可以存储序号为 0 ~ 99 的一百种状态，选择要存储的仪器状态文件序号，按回车键后存储。

功能描述:

0 [0，99]

程控命令:

*SAV

程控示例:

*SAV 8

5.2.12.2 选择调用文件号

功能描述:

仪器可以调用序号为 0 ~ 99 的一百种状态，选择要调用的仪器状态序号，按回车键后调用。

功能描述:

0 [0，99]

程控命令:

*RCL

程控示例:

*RCL 8

5.2.13 校准

目前只提供用户功率平坦度校准。

5.2.13.1 索引

功能描述:

根据当前索引值定位到列表中某一项进行编辑。

5.2.13.2 插入频率点

功能描述:

在当前用户校准列表种插入以频率点。

5.2.13.3 频率跟随[开/关]

功能描述:

功能暂不支持。

5.2.13.4 自动填充

1) **起始填充频率**

功能描述:

设置自动填充的起始填充频率。

2) **终止填充频率**

功能描述：

设置自动填充的终止填充频率。

3) **填充频率间隔**

功能描述：

设置自动填充的频率间隔。

4) **填充点数**

功能描述：

设置自动填充的填充点数。

5) **确认填充**

功能描述：

编辑完成后确认填充。

5.2.13.5 编辑列表

1) **修改频率补偿**

功能描述：

修改当前用户校准列表中频率点的频率。

2) **修改功率偏置**

功能描述：

修改当前用户校准列表中频率点的功率偏置。

3) **存储**

功能描述：

当自动校准或者用户手动修改完毕后存储校准值。

4) **调用**

功能描述：

调用已存储的校准值显示在校准列表中。

5) **删除**

功能描述：

删除校准列表中的校准值。

5.2.13.6 校准所有点

功能描述：

校准列表中所有频率点。

5.2.13.7 校准未定义点

功能描述：

校准列表中所有功率偏置未定义点。

5.2.13.8 校准当前点

功能描述：

校准列表中当前选择点。

6 远程控制

本章简要的介绍了1435系列信号发生器的程控基础、程控接口与配置方法及基本VISA接口编程方法，并简要的介绍了I/O仪器驱动库的概念及分类。以方便用户起步实现远程控制操作。具体内容包括：

- 远程控制基础……204
- 仪器程控端口与配置……220
- VISA接口基本编程方法……222
- I/O库……226

6.1 远程控制基础

- 程控接口……204
- 消息……207
- SCPI命令……208
- 命令序列与同步……216
- 状态报告系统……217
- 编程注意事项……220

6.1.1 程控接口

1435 系列信号发生器支持 2 种远程控制接口：LAN 与 GPIB。
如下表说明：

表 6.1 远程控制接口类型和 VISA 寻址字符串

程控接口	VISA 寻址字符串	说 明
LAN (Local Area Network)	**VXI-11协议:** TCPIP::host_address[::LAN_device_name][::INSTR] **原始套接字协议:** TCPIP::host_address::port::SOCKET	控者通过仪器后面板网络端口连接仪器实现远程控制。具体协议请参考：“6.1.1.1 LAN 接口”

GPIB (IEC/IEEE Bus Interface)	GPIB::primary address[::INSTR]	控者通过仪器后面板端口连接仪器实现远程控制。遵守IEC 625.1/IEEE 418总线接口标准。具体请参考：“6.1.1.2 GPIB 接口”

- LAN接口……205
- GPIB接口……207

6.1.1.1 LAN 接口

信号发生器可通过 10Base-T 和 100Base-T 局域网内计算机进行远程控制，各种仪器在局域网内组合成系统，并统一由网内计算机控制。信号发生器为实现局域网内远程控制，需事先安装端口连接器、网卡和相关网络协议，并配置相关的网络服务，同时网内控者计算机也需事先安装仪器控制软件和 VISA 库。网卡的三种工作模式是：

- 10Mbit/s 以太网 IEEE802.3；
- 100Mbit/s 以太网 IEEE802.3u；
- 1Gbit/s 以太网 IEEE802.3ab。

控者计算机和信号发生器需通过网口连接到共同的 TCP/IP 协议网络上。连接计算机和信号发生器之间的电缆是商用 RJ45 电缆（带屏蔽或无屏蔽的 5 类双绞线）。数据传输时，采用数据分组传输方式，LAN 传输速度较快。通常，计算机和信号发生器之间的电缆长度不应超过 100 米（100Base-T 和 10Base-T）。关于 LAN 通信的更多信息，请参考：http://www.ieee.org。下面介绍 LAN 接口相关知识：

1) IP 地址

通过局域网对信号发生器进行远程控制时，应保证网络的物理连接畅通。通过信号发生器的菜单“本机 IP”将地址设置到主控计算机所在的子网内即可。例如：主控计算机的 IP 地址是 192.168.12.0，则信号发生器的 IP 地址应设为 192.168.12.XXX，其中 XXX 为 1 ~ 255 之间的数值。

6.1 远程控制基础

建立网络连接时只需IP地址，VISA寻址字符串形式如下：

TCPIP::host address[::LAN device name][::INSTR] 或

TCPIP::host address::port::SOCKET

其中：

- TCPIP 表示使用的网络协议；
- host address 表示仪器的IP地址或者主机名称，用于识别和控制被控仪器；
- LAN device name 定义了协议和子设备的句柄号（该项可选）；
  - 0号设备选择VXI-11协议；
  - 0号高速LAN仪器选择较新的高速LAN仪器协议；
- INSTR 表示仪器资源类型（该项可选）；
- port 标识套接字端口号；
- SOCKET 表示原始网络套接字资源类。

举例：

- 仪器的IP地址是192.1.2.3，VXI-11协议的有效资源字符串是：
  TCPIP::192.1.2.3::INSTR
- 建立原始套接字连接时可使用：
  TCPIP::192.1.2.3::5025::SOCKET

提 示

程控系统中多仪器识别方法

若网络中连接多台仪器，采用仪器单独的IP地址和关联的资源字符串区分。主控计算机使用各自的VISA资源字符串识别仪器。

2) VXI-11 协议

VXI-11 标准基于 ONC RPC(Open Network Computing Remote Procedure Call)协议，它是 TCP/IP 协议的网络/传输层。TCP/IP 网络协议和相关的网络服务被预先配置好，通信时，这种面向连接的通讯，即遵循按序交换并能识别连接的中断，保证了不丢失信息。

3) 套接字通信

TCP/IP 协议通过局域网套接字在网络中连接信号发生器。套接字是计算机网络编程中使用的一个基本方法，它使得使用不同硬件和操作系统的应用程序得以在网络中进行通信。这种方法通过端口（port）使信号发生器与计算机实现双向通信。

套接字是专门编写的一个软件类，里面定义了 IP 地址、设备端口号等网络通信所必需的信息，整合了网络编程中的一些基本操作。在操作系统中安装了打包的库就可以使用套接字。两个常用的套接字库是 UNIX 中应用的伯克利（Berkeley）套接字库和 Windows 中应用的 Winsock 库。

信号发生器中的套接字通过应用程序接口（API）兼容 Berkeley socket 和 Winsock。此外，还兼容其他标准套接字 API。通过 SCPI 命令控制信号发生器时，程序中建立的套接字程序发出命令。在使用局域网套接字之前，必须先设置信号发生器的套接字端口号。信号发生器的套接字端口号为 5025。

6.1.1.2 GPIB 接口

GPIB 接口是目前仍被广泛的使用的仪器程控接口，通过 GPIB 电缆连接不同种类仪器，与主控计算机组建测试系统。为实现远程控制，主控计算机需要事先安装 GPIB 总线卡，驱动程序以及 VISA 库。通信时，主控计算机首先通过 GPIB 总线地址寻址被控仪器，用户可设置 GPIB 地址和 ID 查询字符串，GPIB 通信语言可默认为 SCPI 命令形式。

GPIB 及其相关接口操作在 ANSI/IEEE 标准 488.1-1987 和 ANSI/IEEE 标准 488.2-1992 中有详细的定义和描述。具体标准细节请参考 IEEE 网站：http://www.ieee.org。

GPIB 以字节为单位来处理信息，数据传输速率能够达到 8MBps，因此 GPIB 的数据传输比较快。因数据传输速度受限于设备/系统与计算机之间的距离，GPIB 连接时，需注意以下几点：

- 通过 GPIB 接口最多可组建 15 台仪器；
- 传输电缆总长度不超过 15 米，或者不超过系统中仪器数量的两倍。通常，设备间传输电缆最大长度不能超过 2 米。
- 若并行连接多台仪器，需要使用“或”连接线。
- IEC总线电缆的终端应该连接仪器或控者计算机。

6.1.2 消息

数据线上传输的消息分为以下两类：

1) 接口消息

仪器与主控计算机间通信时，首先需要拉低attention线，然后接口消息才能通过数据线传送给仪器。只有具备GPIB总线功能的仪器才能发送接口消息。

2) 仪器消息

有关仪器消息的结构和语法，具体请参考章节“6.1.3 SCPI命令”。根据传输方向的不同，仪器消息可分为命令和仪器响应。如不特别声明，所有程控接口使用仪器消息的方法相同。

a) 命令：

命令（编程消息）是主控计算机发送给仪器的消息，用于远程控制仪器功能并查询状态信息。命令被划分为以下两类：

- 根据对仪器的影响：
  — 设置命令：改变仪器设置状态，例如：复位或设置频率等。
  — 查询命令：查询并返回数据，例如：识别仪器或查询参数值。查询命令以后缀问号结束。
- 根据标准中的定义：
  — 通用命令：由IEEE488.2定义功能和语法，适用所有类型仪器（若实现）
  用于实现：管理标准状态寄存器、复位和自检测等。
  — 仪器控制命令：仪器特性命令，用于实现仪器功能。例如：设置频率。语法同样遵循SCPI规范。

b) 仪器响应：

仪器响应（响应消息和服务请求）是仪器发送给计算机的查询结果信息。该信息包括测量结果、仪器状态等。

6.1.3 SCPI 命令

- SCPI命令简介……208
- SCPI命令说明……209

6.1.3.1 SCPI 命令简介

SCPI(Standard Commands for Programmable Instruments——可程控设备的标准命令)是一个基于标准 IEEE488.2 建立的，适合所有仪器的命令集。其主要目的是为了使相同功能具有相同的程控命令，以实现程控命令的通用性。

SCPI 命令由命令头和一个或多个参数组成，命令头和参数之间由空格分开，命令头包含一个或多个关键字段。命令直接后缀问号即为查询命令。命令分为通用命令和仪器专用命令，它们的语法结构不同。SCPI 命令具备以下特点：

1) 程控命令面向测试功能，而不是描述仪器操作；
2) 程控命令减少了类似测试功能实现过程的重复，保证了编程的兼容性；
3) 程控消息定义在与通信物理层硬件无关的分层中。
4) 程控命令与编程方法和语言无关，SCPI 测试程序易移植。
5) 程控命令具有可伸缩性，可适应不同规模的测量控制。

SCPI 的可扩展性，使其成为“活”标准。

如果有兴趣了解更多关于 SCPI 的内容，可参考：

IEEE Standard 488.1-1987, IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation. New York, NY, 1998。

IEEE Standard 488.2-1987, IEEE Standard Codes, Formats, Protocols and Comment

Commands for Use with ANSI/IEEE Std488.1-1987. New York, NY, 1998

Standard Commands for Programmable Instruments(SCPI) VERSION 1999.0.

1435 系列信号发生器的程控命令集合、分类及说明，具体请参考：

1) 本手册“附录 B SCPI 命令速查表”；
2) 程控手册“3 程控命令”；
3) 程控手册“附录 A SCPI 命令按子系统分类速查表”；
4) 程控手册“附录 B SCPI 命令按菜单分类速查表”。

6.1.3.2 SCPI 命令说明

- 通用术语 …… 209
- 命令类型 …… 210
- 仪器专用命令语法 …… 210
- 命令树 …… 212
- 命令参数和响应 …… 212
- 命令中数值的进制 …… 215
- 命令行结构 …… 216

1) 通用术语

下面这些术语适用本节内容。为了更好的理解章节内容，您需要了解这些术语的确切定义。

控制器

控制器是任何用来与 SCPI 设备通讯的计算机。控制器可能是个人计算机、小型计算机或者卡笼上的插卡。一些人工智能的设备也可作为控制器使用。

设备

设备是任何支持 SCPI 的装置。大部分的设备是电子测量或者激励设备，并使用 GPIB 接口通讯。

程控消息

程控消息是一个或者多个正确格式化过的 SCPI 命令的组合。程控消息告诉设备怎样去测量和输出信号。

响应消息

响应消息是指定 SCPI 格式的数据集合。响应消息总是从设备到控制器或者侦听设备。响应消息告诉控制器关于设备的内部状态或测量值。

命令

6.1 远程控制基础

命令是指满足 SCPI 标准的指令。控制设备命令的组合形成消息。通常来说，命令包括关键字、参数和标点符号。

事件命令

事件型程控命令不能被查询。一个事件命令一般没有与之相对应的前面板按键设置，它的功能就是在某个特定的时刻触发一个事件。

查询

查询是一种特殊类型的命令。查询控制设备时，返回适合控制器语法要求的响应消息。查询语句总是以问号结束。

2) 命令类型

SCPI 命令分为两种类型：通用命令和仪器专用命令。图 5.2 显示了两种命令的差异。通用命令由 IEEE 488.2 定义，用来管理宏、状态寄存器、同步和数据存储。因通用令均以一个星号打头，因此很容易辨认。例如*IDN？、*OPC、*RST 都是通用命令。通用命令不属于任何仪器专用命令，仪器采用同一种方法解释该类命令，而不用考虑命令的当前路径设置。

仪器专用命令因包含冒号（:），因此容易辨认。冒号用在命令表达式的开头和关键字的中间，例如：FREQuency[:CW？]。根据仪器内部功能模块，将仪器专用命令划分为对应的子系统命令子集合。例如，功率子系统（:POWer）包含功率相关命令，而状态子系统（:STATus）包含状态控制寄存器的命令。

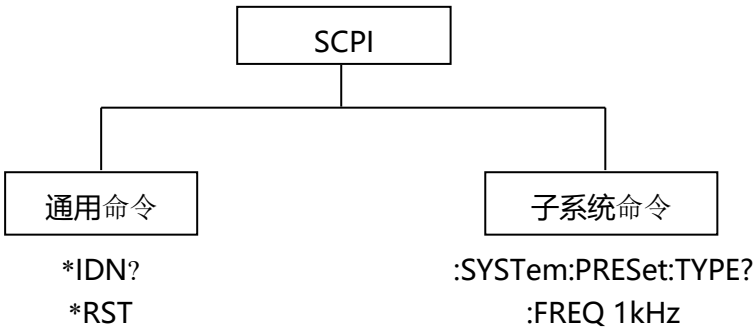


图 6.1 SCPI 命令类型

3) 仪器专用命令语法

一个典型的命令是由前缀为冒号的关键字构成。关键字后面跟着参数。下面是一个语法声明的例子。

[:SOURce]:POWer[:LEVel] MAXimum|MINimum

在上面的例子中，命令中的[:LEVel]部分紧跟着:POWer，中间没有空格。紧跟着[:LEVel]的部分：MINimum|MAXimum 是参数部分。在命令与参数之间有一个空格。语法表达式的其它部分说明见表 6.2 和 6.3。

表 6.2 命令语法中的特殊字符

符号	含义	举例
|	在关键字和参数之间的竖号代表多种选项。	[:SOURce]:AM: SOURce EXTernal|INTernal EXTernal 和 INTernal 是选项
[]	方括号表示被包含的关键字或者参数在构成命令时是可选的。这些暗含的关键字或者参数甚至在它们被忽略时命令也会被执行。	[:SOURce]:AM[:DEPTh]:E7onential? SOURce 和 DEPTh 是可选项。
< >	尖括号内的部分表示在命令中并不是按照字面的含义使用。它们代表必需包含的部分。	[:SOURce]:FREQ:STOP <val><unit> 该命令中，<val>和<unit>必须用实际的频率和单位替代。 例如：:FREQ:STOP 3.5GHz
{ }	大括号内的部分表示其中的参数可选。	[:SOURce]:LIST:POWer <val>{,<val>} 例如：LIST:POWer 5

表 6.3 命令语法

字符、关键字和语法	举例
大写的字符代表执行命令所需要的最小字符集合。	[:SOURce]:FREQuency[:CW]?, FREQ 是命令的短格式部分。
命令的小写字符部分是可选择的；这种灵活性的格式被称为“灵活地听”。更多信息请参照“命 令参数和响应”部分。	:FREQuency :FREQ,:FREQuency 或者:FREQUENCY, 其中任意一个都是正确的。
当一个冒号在两个命令助记符之间，它将命令树中的当前路径下移一层。更多消息请参照“命令树”的命令路径部分。	:TRIGger:OUTPut:POLarity? TRIGger 是这个命令的最顶层关键字。
如果命令包含多个参数，相邻的参数间由逗号分隔。参数不属于命令路径部分，因此它不影响路径层。	[:SOURce]:LIST:DWELl <val>{,<val>}
分号分隔相邻的 2 条命令，但不影响当前命令路径。	:FREQ 2.5GHZ; :POW 10DBM
空白字符，例如<space>或者<tab>，只要不	:FREQ uency 或者:POWer :LEVel6.2

出现 在关键字之间或者关键字之中，通常是被忽略的。然而，你必须用空白字符将命令和参数分隔开来，且不影响当前路径。	是不允许的。 在:LEVel和6.2之间必须由空格隔开。 即 :POWer:LEVel 6.2

4) 命令树

大部分远程控制编程会使用仪器专用命令。解析该类命令时，SCPI 使用一个类似于文件系统的结构，这种命令结构被称为命令树，如图 6.2 所示：

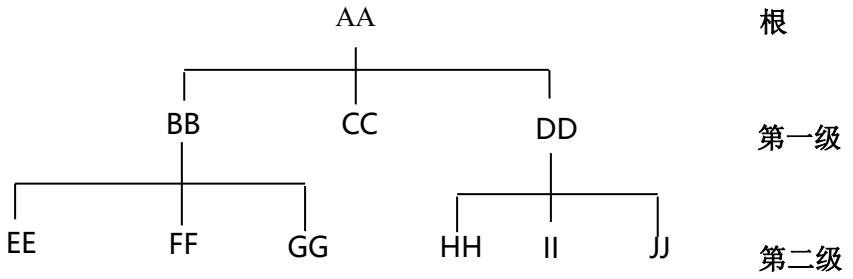


图 6.2 简化的命令树示意图

顶端命令是根命令，简称“根”。命令解析时，依据树结构遵循特定的路径到达下一层命令。例如：:POWer:ALC:SOURce？，其中，:POWer 代表 AA，:ALC 代表 BB，:SOURce 代表 GG，整个命令路径是（:AA:BB:GG）。

仪器软件中的一个软件模块——**命令解释器**，专门负责解析每一条接收的 SCPI 命令。命令解释器利用一系列的分辨命令树路径的规则，将命令分成单独的命令元。解析完当前命令后，保持当前命令路径不变，这样做的好处是，因为同样的命令关键字可能出现在不同的路径中，更加快速有效的解析后续命令。开机或*RST（复位）仪器后，重置当前命令路径为根。

5) 命令参数和响应

SCPI 定义了不同的数据格式在程控和响应消息的使用中以符合“**灵活地听**”和“**精确地讲**”的原则。更多的信息请参照 IEEE488.2。“**灵活地听**”指的是命令和参数的格式是灵活的。

例如信号发生器设置频率偏移状态命令 :FREQuency:OFFSet:STATe ON|OFF|1|0，

以下命令格式都是设置频率偏移功能开：

:FREQuency:OFFSet:STATe ON，:FREQuency:OFFSet:STATe 1，

:FREQ:OFFS:STAT ON，:FREQ:OFFS:STAT 1

不同参数类型都有一个或多个对应的响应数据类型。查询时，数值类型的参数将返回一种数据类型，响应数据是精确的，严格的，被称为“**精确地讲**”。

例如，查询功率状态（:POWer:ALC:STATe?），当其为开时，不管之前发送的设置命令是:POWer:ALC:STATe 1 或者 :POWer:ALC:STATe ON，查询时，返回的响应数据总是 1。

表 6.4 SCPI 命令参数和响应类型

参数类型	响应数据类型
数值型	实数或者整数
扩展数值型	整数
离散型	离散型
布尔型	数字布尔型
字符串	字符串
块	确定长度的块
	不确定长度的块
非十进制的数值类型	十六进制
	八进制
	二进制

数值参数

仪器专用命令和通用命令中都可使用数值参数。数值参数接收所有的常用十进制计数法，包括正负号、小数点和科学记数法。如果某一设备只接收指定的数值类型，例如整数，那么它自动将接收的数值参数取整。

以下是数值类型的例子：

0	无小数点
100	可选小数点
1.23	带符号位
4.56e<space>3	指数标记符 e 后可以带空格
-7.89E-01	指数标记符 e 可以大写或小写
+256	允许前面加正号
5	小数点可先行

扩展的数值参数

大部分与仪器专用命令有关的测量都使用扩展数值参数来指定物理量。扩展数值参数接收所有的数值参数和另外的特殊值。所有的扩展数值参数都接收 MAXimum 和 MINimum 作为参数值。其它特殊值，例如：UP 和 DOWN 是否接收由仪器解析能力决定，其 SCPI 命令表中会列出所有有效的参数。

注意：扩展数值参数不适用于通用命令或是 STATus 子系统命令。

扩展数值参数举例：

101	数值参数
1.2GHz	GHz 可以被用作指数（E009）
200MHz	MHz 可以被用作指数（E006）
-100mV	-100 毫伏
10DEG	10 度

MAXimum	最大的有效设置
MINimum	最小的有效设置
UP	增加一个步进
DOWN	减少一个步进

离散型参数

当需要设置的参数值为有限个时，使用离散参数来标识。离散参数使用助记符来表示每一个有效的设置。象程控命令助记符一样，离散参数助记符有长短两种格式，并可使用大小写混合的方式。

下面的例子，离散参数和命令一起使用。

:TRIGger[:SEQuence]:SOURce BUS|IMMediate|EXTernal

BUS	GPIB,LAN,RS-232 触发
IMMediate	立刻触发
EXTernal	外部触发

布尔型参数

布尔参数代表一个真或假的二元条件，它只能有四个可能的值。

布尔参数举例：

ON	逻辑真
OFF	逻辑假
1	逻辑真
0	逻辑假

字符串型参数

字符串型参数允许 ASCII 字符串作为参数发送。单引号和双引号被用作分隔符。

下面是字符串型参数的例子。

'This is Valid'　　"This is also Valid"　　'SO IS THIS'

实型响应数据

大部分的测试数据是实数型，其格式可以为基本的十进制计数法或科学计数法，大部分的高级程控语言均支持这两种格式。

实数响应数据举例：

1.23E+0
-1.0E+2
+1.0E+2
0.5E+0
0.23
-100.0
+100.0

0.5

整型响应数据

整数响应数据是包括符号位的整数数值的十进制表达式。当对状态寄存器进行查询时，大多返回整数型响应数据。

整数响应数据事例：

0	符号位可选
+100	允许先行正号
-100	允许先行负号
256	没有小数点

离散响应数据

离散型响应数据和离散型参数基本一样，主要区别是离散型响应数据的返回格式只为大写的短格式。

离散响应数据示例：

INTernal	稳幅方式为内部
EXTernal	稳幅方式为外部
MMHead	稳幅方式为毫米波源模块

数字布尔型响应数据

布尔型的响应数据返回一个二进制的数值 1 或者 0。

字符串型响应数据

字符串响应数据和字符串参数是同样的。主要区别是字符串响应数据的分隔符使用双引号，而不是单引号。字符串响应数据还可嵌入双引号，并且双引号间可以无字符。下面是一些字符串型响应数据的例子：

“This is a string”

“one double quote inside brackets: (“”)”

6) 命令中数值的进制

命令的值可以用二进制，十进制，十六进制或者八进制的格式输入。当用二进制，十六进制或者八进制时，数值前面需要一个合适的标识符。十进制（默认格式）不需要标识符，当输入一个数值前面没有表示符时，设备会确保其是十进制格式。下面的列表显示了各个格式需要的表示符：

- #B 表示这个数字是一个二进制数值。
- #H 表示这个数字是一个十六进制数值。
- #Q 表示这个数字是一个八进制数值。

下面是 SCPI 命令中十进制数 45 的各种表示：

#B101101

#H2D

#Q55

下面的例子用十六进制数值 000A 设置 RF 输出功率为 10dBm（或者当前选择单位的等数值的值，如 DBUV 或者 DBUVEMF）。

:POW #H000A

在使用非十进制格式时，一个测量单位，如 DBM 或者 mV，并没有和数值一起使用。

7) 命令行结构

一条命令行或许包含多条SCPI命令，为表示当前命令行结束，可采用下面的方法：

- 回车；
- 回车与EOI；
- EOI与最后一个数据字节。

命令行中的命令由分号隔开，属于不同子系统的命令以冒号开头。例如：

MMEM:COPY "Test1", "MeasurementXY";:HCOP:ITEM ALL

该命令行包含两条命令，第一条命令属于MMEM子系统，第二条命令属于HCOP子系统。若相邻的命令属于同一个子系统，命令路径部分重复，命令可缩写。例如：

HCOP:ITEM ALL;:HCOP:IMM

该命令行包含两条命令，两条命令均属于HCOP子系统，一级相同。所以第二条命令可从HCOP的下级开始，并可省略命令开始的冒号。可以缩写为如下命令行：

HCOP:ITEM ALL;IMM

6.1.4 命令序列与同步

IEEE488.2 定义了交迭命令和连续命令之间的区别：

- 连续命令是指连续执行的命令序列。通常各条命令执行速度较快。
- 交迭命令是指下条命令执行前，前条命令未自动执行完成。通常交迭命令的处理时间较长并允许程序在此期间可同步处理其它事件。

即使一条命令行中的多条设置命令，也不一定按照接收的顺序依次执行。为了保证命令按照一定的顺序执行，每条命令必须以单独的命令行发送。

举例：命令行包含设置和查询命令

一条命令行的多条命令若包含查询命令，查询结果不可预知。下面的命令返回固定值：

:FREQ:STAR 1GHZ;SPAN 100;:FREQ:STAR?

返回值：1000000000（1GHz）

下面的命令返回值不固定：

:FREQ:STAR 1GHz;STAR?;SPAN 1000000

返回结果可能是该条命令发送前仪器当前的起始频率值，因为主机程序会接收完毕命令消息后，才逐条执行命令。若主机程序接收命令后执行，返回结果也可能是1GHz。

提 示

设置命令与查询命令分开发送

一般规则：为保证查询命令的返回结果正确，设置命令和查询命令应在不同的程控消息中发送。

6.1.4.1 防止命令交迭执行

为了防止命令的交迭执行，可采用多线程或者命令：*OPC、*OPC?或者*WAI，只有硬件设置完成后，才执行这三种命令。 编程时，计算机可强制等待一段时间以同步某些事件。下面分别予以说明：

- **控者程序使用多线程**
  多线程被用于实现等待命令完成和用户界面及程控的同步，即单独的线程中等待*OPC? 完成，而不会阻塞GUI 或程控线程的执行。

- **三种命令在同步执行中的用法如下表**：

表 6.5 命令语法

方法	执行动作	编程方法
*OPC	命令执行完后，置位 ESR 寄存 器中的操作完成位。	置位 ESE BIT0； 置位 SRE BIT5； 发送交迭命令和*OPC； 等待服务请求信号（SRQ） 服务请求信号代表交迭命令执行完成。
*OPC?	停止执行当前命令，直到返回 1。只有 ESR 寄存器中的操作完成位置位时，该命令才返回，表明前面命令处理完成。	执行其它命令前终止当前命令的处理，在当前命令后直接发送该命令。
*WAI	执行*WAI 前，等待发送完所有命令，再继续处理未完成的命令。	执行其它命令前终止当前命令的处理，在当前命令后直接发送该命令。

6.1.5 状态报告系统

状态报告系统存储当前仪器所有的操作状态信息及错误信息。它们分别存储在状态寄存器和错误队列中，并可通过程控接口查询。

- 状态寄存器组织结构……217
- 状态报告系统的应用……219

6.1 远程控制基础

6.1.5.1 状态寄存器组织结构

请参考下面的状态寄存器的等级结构图：

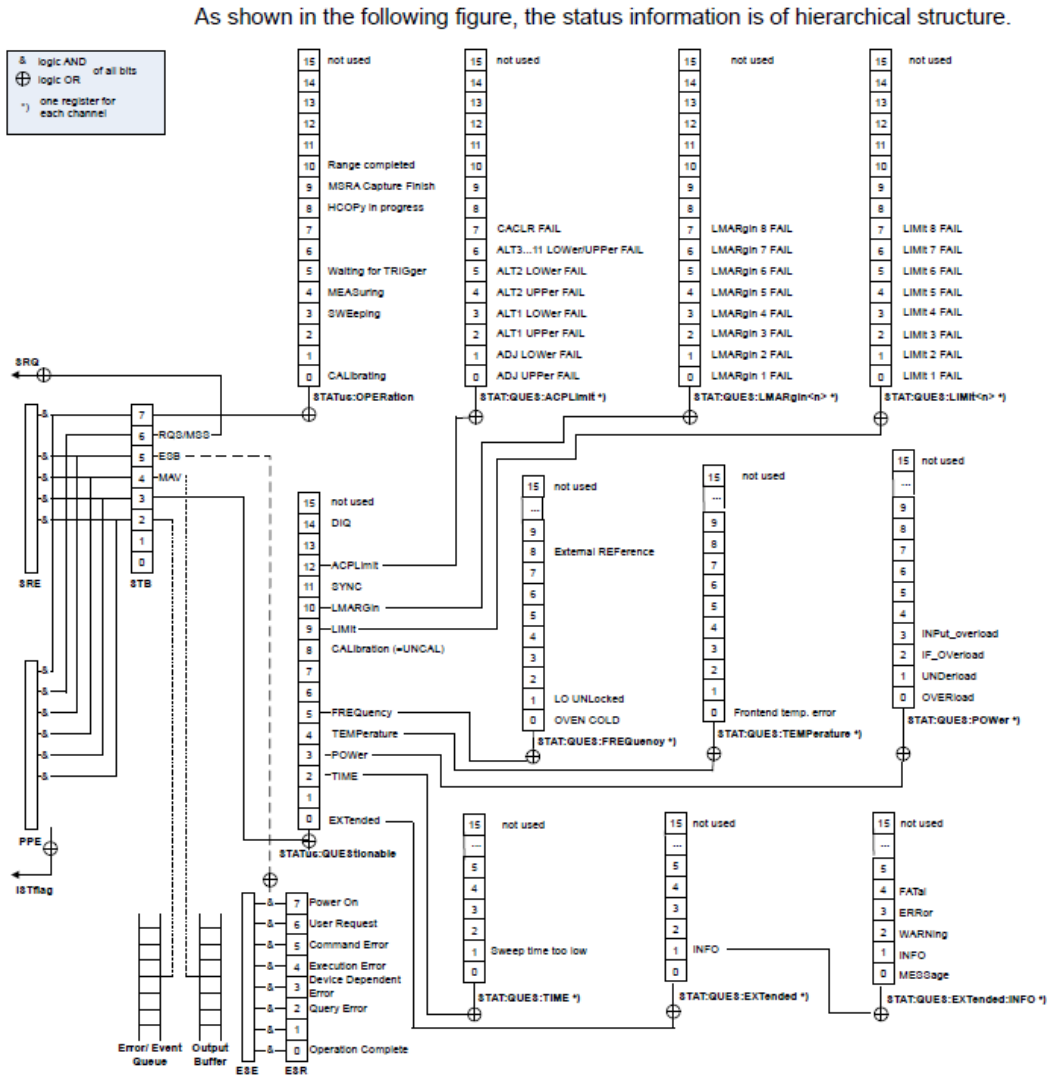


图 6.3 状态寄存器分层结构图

寄存器分类说明如下：

1) STB, SRE

状态字节（STB）寄存器和与之关联的屏蔽寄存器——服务请求使能寄存器（SRE）组成了状态报告系统的最高层寄存器。STB通过收集低层寄存器信息，保存了仪器的大致工作状态。

2) ESR, SCPI状态寄存器

STB接收下列寄存器的信息：

- 事件状态寄存器（ESR）与事件状态使能（ESE）屏蔽寄存器两者相与的值。
- SCPI状态寄存器包括：STATus:OPERation 与 STATus:QUEStionable 寄存器

（SCPI定义），它们包含仪器的具体操作信息。所有的SCPI状态寄存器具备相同的内部结构（具体请参考程控手册2.1.5.2 “SCPI状态寄存器结构”章节部分）。

3) IST,PPE

类似SRQ，IST标志（“Individual STatus”）单独的一位，由仪器全部状态组合而成。关联的并行查询使能寄存器（PPE（parallel poll enable register））决定了STB的哪些数据位作用于IST标志。

4) 输出缓冲区

存储了仪器返回给控者的消息。它不属于状态报告系统，但是决定了STB的MAV位的值。

以上寄存器具体说明请参考程控手册 “2.1.5 状态报告系统”章节部分。

提 示

SRE, ESE

服务请求使能寄存器 SRE 可被用作 STB 的使能部分。同理，ESE 可被用作 ESR 的使能部分。

6.1.5.2 状态报告系统的应用

状态报告系统用于监测测试系统中的一个或多个仪器状态。为了正确实现状态报告系统的功能，测试系统中的控者必须接收并评估所有仪器的信息，使用的标准方法包括：

1) 仪器发起的服务请求（SRQ）；
2) 串行查询总线系统中的所有的仪器，由系统中的控者发起，目的是找到服务请求发起者及原因。
3) 并行查询所有仪器；
4) 程控命令查询特定仪器状态；

具体使用方法请参考程控手册“2.1.5.4 状态报告系统的应用”章节部分。

6.1.6 编程注意事项

1) 改变设置前请初始化仪器状态

远程控制设置仪器时，首先需要初始化仪器状态（例如发送”*RST”），然后再实现需要的状态设置。

2) 命令序列

一般来说，需要分开发送设置命令和查询命令。否则，查询命令的返回值会根据当前仪器操作顺序而变化。

3) 故障反应

服务请求只能由仪器自己发起。测试系统中的控者程序应指导仪器在出现错误时主动发起服务请求，进而进入相应的中断服务程序中进行处理。

4) 错误队列

控者程序每次处理服务请求时，应查询仪器的错误队列而不是状态寄存器，来获取更加精确的错误原因。尤其在控者程序的测试阶段，应经常查询错误队列以获取控者发送给仪器的错误命令。

6.2 仪器程控端口与配置

- LAN 220
- GPIB 221

6.2.1 LAN

注 意

前面板 USB 主控端口连接器的使用

前面板的 Type-A 连接器是 USB 主控端口连接器，在 1435 系列信号发生器中，该端口用来连接 USB 接口的闪存盘，以实现仪器驻机软件的升级，也可以连接 USB 键盘和鼠标对信号发生器进行控制。不能通过该端口程控仪器。

- 建立连接 221
- 接口配置 221

6.2.1.1 建立连接

使用网线将1435发生器与外部控者（计算机）连接到局域网，如图6.4所示：

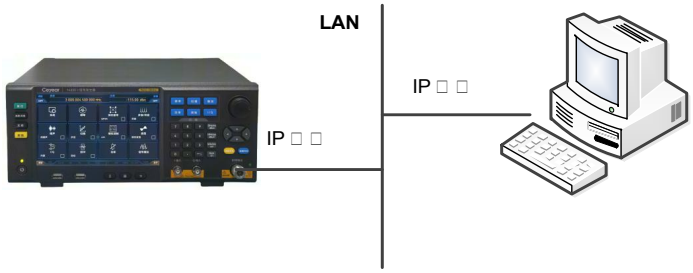


图 6.4 LAN 接口连接图

6.2.1.2 接口配置

通过局域网对信号发生器进行远程控制时，应保证网络的物理连接畅通。由于不支持DHCP、域名访问以及广域网络连接，因此信号发生器的网络程控设置相对简单，在系统菜单中将其中“IP 地址”，“子网掩码”，“默认网关”设置到主控制器所在的子网内即可。

注 意

确保信号发生器通过 10Base-T LAN 或 100Base-T LAN 电缆物理连接正常

由于该信号发生器只支持单一局域网络控制系统的搭建，且只支持静态 IP 地址的设置，不支持 DHCP，也不支持通过 DNS 和域名服务器访问主机，因此不需要用户修改子网掩码，仪器内将其固定设置为：255.255.255.0。

6.2.2 GPIB

- 建立连接 221
- 接口配置 222

6.2.2.1 建立连接

使用 GPIB 电缆连接 1435 系列信号发生器与外部控者（计算机），如图 6.5 所示：

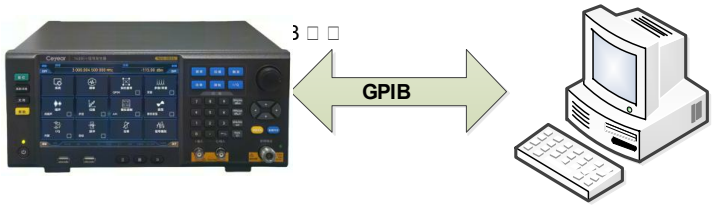


图 6.5 GPIB 接口连接图

6.2.2.2 接口配置

GPIB 接口的设置包括两部分：GPIB 地址的设置和程控语言的设置。GPIB 地址的设置通过菜单“GPIB 地址设置”来实现，该菜单下有“本机”和“功率计”两个菜单项，其中“本机”为信号发生器的地址设置软键，通常设置为 19，通过数字键、箭头键以及旋钮可实现本机 GPIB 地址的设置（关于信号发生器的编辑数值的操作方法可参见本手册中的章节“3.3.1.2 公用配置设置方法”中的“7）编辑数据”部分。）

程控语言的设置通过菜单“程控语言设置”来实现，该菜单下有“SCPI”和“分析仪”两个菜单项，其中“分析仪”语言为厂家调试时使用。在搭建自动测试系统时，信号发生器的程控语言应设置为“SCPI”。

6.3 VISA 接口基本编程方法

下面举例说明如何使用 VISA 库实现仪器程控编程的基本方法。以 C++语言为例。

- VISA库……222
- 初始化和设置默认状态……223
- 发送设置命令……224
- 读取配置仪器状态……225
- 命令同步……225

6.3.1 VISA 库

VISA 是标准的 I/O 函数库及其相关规范的总称。其中，VISA 库函数是一套可方便调用的函数，其核心函数能够控制各种类型器件，无需考虑器件的接口类型和不同 I/O 接口软件的使用方法。这些库函数用于编写仪器的驱动程序，完成计算机与仪器间的命令和数据传输，以实现对仪器的程控。通过初始化寻址字符串（“VISA 资源字符串”），可建立具备程控端口（LAN、USB 及 GPIB 等）的仪器的连接。

为实现远程控制首先需要安装 VISA 库。其中，VISA 库封装了底层的 VXI、GPIB、LAN 及 USB 接口的底层传输函数，方便用户直接调用。信号发生器支持的编程接口为：GPIB 和 LAN。这些接口与 VISA 库和编程语言结合使用可以远程控制信号发生器。目前常使用

Agilent 公司为用户提供的 Agilent I/O Library 作为底层 I/O 库。

图 6.6 以 GPIB 接口为例显示了程控接口、VISA 库、编程语言和信号发生器之间的关系。

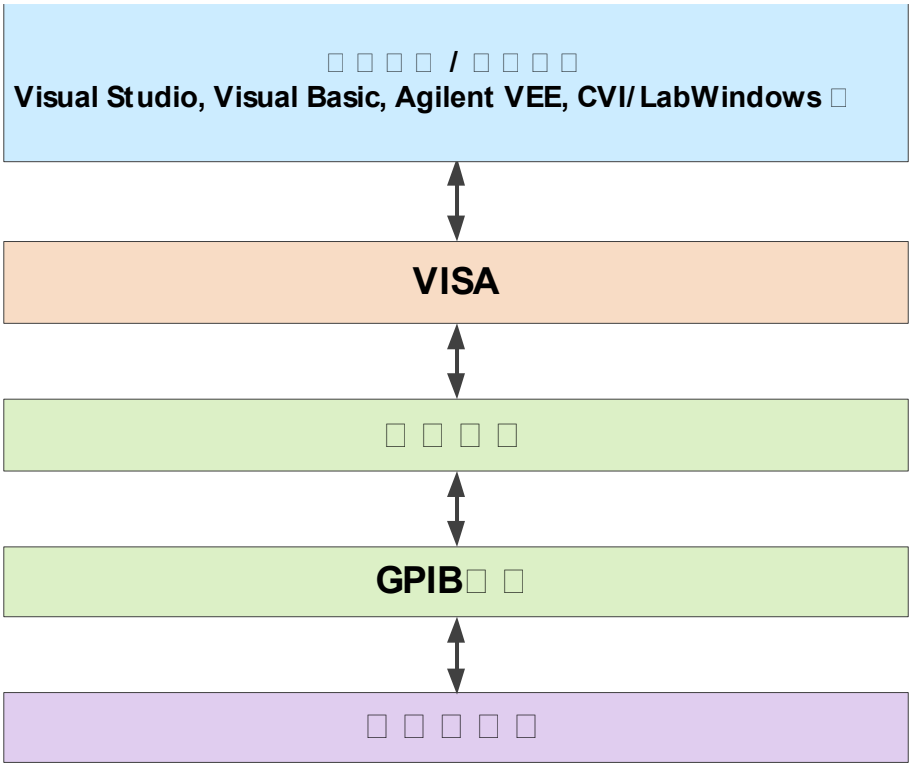


图6.6 程控软硬件层

6.3.2 初始化和设置默认状态

程序开始时首先需要初始化VISA资源管理器，打开并建立VISA库与仪器的通信连接。具体步骤如下：

6.3.2.1 生成全局变量

首先生成其它程序模块需要调用的全局变量，例如：仪器句柄变量。以下示例程序需要包含下面的全局变量：

Global ViSession analyzer;
Global ViSession defaultRM;
Const char analyzerString [VI_FIND_BUFLEN] = "GPIB0::20::INSTR";
Const analyzerTimeout = 10000;

其中，常量analyzerString代表仪器描述符，“GPIB0”代表控者，“20”代表连接到控者的仪器。若假设仪器连接到LAN，IP地址是“192.168.1.1”，那么该变量值是：

Const char analyzerString [VI_FIND_BUFLEN] = " TCPIP::192.168.1.1::INSTR ";

6.3.2.2 初始化控者

下面的示例说明了如何打开并建立VISA库与仪器（仪器描述符指定）的通信连接。

```
//初始化控者：打开默认资源管理器并且返回仪器句柄analyzer
void InitController()
{
    ViStatus status;
    status = viOpenDefaultRM(&defaultRM);
    status = viOpen(defaultRM, analyzerString, VI_NULL, VI_NULL, &analyzer);
}
```

6.3.2.3 初始化仪器

下面的示例初始化仪器默认状态，并且清空状态寄存器。

```
void InitDevice()
{
    ViStatus status;
    long retCn;
    status = viWrite(analyzer, "*CLS", 4, &retCnt); //复位状态寄存器
    status = viWrite(analyzer, "*RST", 4, &retCnt); //复位仪器
}
```

6.3.3 发送设置命令

下面的示例说明如何设置1435系列信号发生器的连续波，幅度。

```
void SimpleSettings()
{
    ViStatus status;
    long retCn;
    //设置连续波128MHz
    status = viWrite(analyzer, "FREQENCY:CW 128MHz", 22, &retCnt);
    //设置幅度-10dBm
    status = viWrite(analyzer, "POW -10dBm", 23, &retCnt);
```

```
}
```

6.3.4 读取配置仪器状态

下面的示例说明了如何读取仪器的设置状态。

```
void ReadSettings()
{
    ViStatus status;
    long retCn;
    char rd_Buf_CW[VI_READ_BUFLEN]; // #define VI_READ_BUFLEN 20
    char rd_Buf_LVL[VI_READ_BUFLEN];

    //查询连续波
    status = viWrite(analyzer, "FREQ:CW?", 10, &retCnt);
    Sleep(10);
    status = viRead(analyzer, rd_Buf_CW, 20, &retCnt);
    //查询幅度
    status = viWrite(analyzer, "POW?", 12, &retCnt);
    Sleep(10);
    status = viRead(analyzer, rd_Buf_LVL, 20, &retCnt);
    //打印调试信息
    sprint("Cw is %s", rd_Buf_CW);
    sprint("POW is %s", rd_Buf_ LVL);
}
```

6.3.5 命令同步

下面以扫描过程为例说明了命令同步的方法。

```
void SweepSync()
{
    ViStatus status;
    long retCn;
    ViEventType etype;
    ViEvent eevent;
    int stat;
    char OpcOk [2];
    /*********************************************************************/
    /* 命令INITiate[:IMMediate]启动单次扫描（连续扫描关闭时INIT:CONT OFF）
    */
    /* 单次扫描结束时，才能执行命令缓冲区中的下一条命令                    */
    /*********************************************************************/
```

```
        status = viWrite(analyzer, "INIT:CONT OFF", 13, &retCnt);
        //等待扫描结束的方法1：使用 *WAI
        status = viWrite(analyzer, "ABOR;INIT:IMM;*WAI", 18, &retCnt);

        //等待扫描结束的方法2：使用 *OPC?
        status = viWrite(analyzer, "ABOR;INIT:IMM; *OPC?", 20, &retCnt);
        status = viRead(analyzer, OpcOk, 2, &retCnt); //等待*OPC返回 “1”

        //等待扫描结束的方法3：使用 *OPC
        //为了使用GPIB服务请求，设置"Disable Auto Serial Poll"为"yes"
        status = viWrite(analyzer, "*SRE 32", 7, &retCnt);
        status = viWrite(analyzer, "*ESE 1", 6, &retCnt); //使能服务请求ESR
        //设置事件使能位，操作完成
        status = viEnableEvent(analyzer, VI_EVENT_SERVICE_REQ, VI_QUEUE,
        VI_NULL);
        //使能SRQ事件
        status = viWrite(analyzer, "ABOR;INIT:IMM;*OPC", 18, &retCnt);
        //与OPC同步启动扫描
        status = viWaitOnEvent(analyzer, VI_EVENT_SERVICE_REQ, 10000, &etype,
        &eevent)
        //等待服务请求
        status = viReadSTB(analyzer, &stat);
        status = viClose(eevent); //关闭事件句柄
        //禁止SRQ事件
        status = viDisableEvent(analyzer, VI_EVENT_SERVICE_REQ, VI_QUEUE);
        //主程序继续……
    }
```

6.4 I/O 库

- I/O库概述……226
- I/O库安装与配置……227

6.4.1 I/O 库概述

I/O 库是为仪器预先编写的一些软件程序库被称为仪器驱动程序，即：仪器驱动器（Instrument driver），它是介于计算机与仪器硬件设备之间的软件中间层，由函数库、实用程序、工具套件等组成，是一系列软件代码模块的集合，该集合对应于一个计划的操作，如配置仪器、从仪器读取、向仪器写入和触发仪器等。它驻留在计算机中，是连接计算机和仪器的桥梁和纽带。通过提供方便编程的高层次模块化库，用户不再需要学习复杂的针对某个仪器专用的低层编程协议，采用仪器驱动器是快速开发测试测量应用的关键。

从功能上看，一个通用的仪器驱动器一般由功能体、交互式开发者接口、编程开发者接口、子程序接口和 I/O 接口五部分组成，如图 6.7 所示。

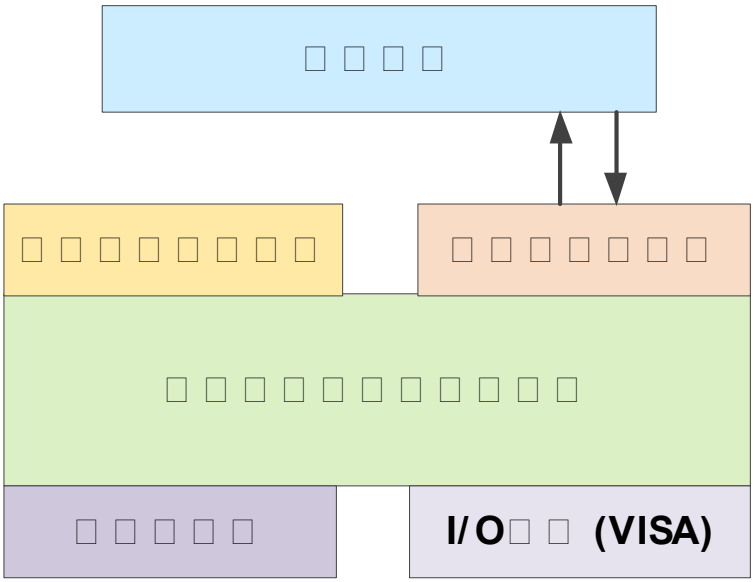


图 6.7 仪器驱动器结构模型

具体说明如下：

1) 功能体。这是仪器驱动器的主功能部分，可以理解为仪器驱动器的框架程序。。
2) 交互开发者接口。为方便用户使用，支持仪器驱动器开发的应用开发环境通常提供图形化的交互开发接口。例如，Labwindows/CVI 中，函数面板就是一种交互开发接口。函数面板中，仪器驱动器函数的各个参数都是以图形化的控件形式表示。
3) 编程开发者接口。它是应用程序调用仪器驱动器函数的软件接口，例如 Windows 系统下仪器驱动器的动态链接库文件.dll。
4) I/O 接口。它完成仪器驱动器与仪器间的实际通信。可以使用总线专用 I/O 软件，如 GPIB；也可以使用跨多个总线使用的通用的标准 I/O 软件：VISA I/O。
5) 子程序接口。它是仪器驱动器访问其它一些支持库的软件接口，例如数据库、FFT 函数等。当仪器驱动器为完成其任务而需调用其它软件模块、操作系统、程控代码库及分析函数库时，将用到子程序接口。

6.4.2 I/O 库安装与配置

伴随着测试领域的应用经历了从传统仪器到虚拟仪器等不同的发展阶段，并且为了解决自动测试系统中仪器可互换性和测试程序的可重用性，仪器驱动程序经历了不同的发展过程。目前比较流行通用的驱动器是 IVI（Interchangeable Virtual Instruments）仪器驱动器，它基于 IVI 规范，定义了新的仪器编程接口，以及插入类驱动程序和 VPP 架构到 VISA 上，使测试应用程序与仪器硬件完全独立，并增加了独有的仪器仿真、范围检测、状态缓存等功能，提高了系统运行的效率与真正实现了仪器互换。

IVI 驱动分为两种类型：IVI-C 与 IVI-COM，IVI-COM 基于微软组件对象模型（COM）技术，采用 COM API 的形式；IVI-C 基于 ANSI C，采用 C API 的方式。这两种驱动类

型都是遵照 IVI 规范定义的仪器类来设计的，它们的应用开发环境也都相同，包括 Visual Studio，Visual Basic，Agilent VEE，LabVIEW，CVI/ LabWindows 等。

为满足不同用户在不同开发环境下的需求，目前需要提供两种驱动形式。信号发生器的IVI驱动利用Nimbus Driver Studio开发，直接生成IVI-COM与IVI-C驱动及程序安装包，具体安装配置请参阅您所选择的控制卡及 I/O 库的随机文档资料。

安装后的 IVI 驱动分为：IVI 固有功能组与仪器类功能组（基本功能组和扩展功能组）。具体功能分类、函数和属性说明可参考驱动自带的帮助文档。

提 示

配置端口以及安装 IO 库

在使用计算机控制信号发生器之前，请确认您已正确安装且配置必要的端口和 I/O 库。

7 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 1435 系列信号发生器，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，本所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发生器进行免费维修；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……230
- 故障诊断与排除……231
- 错误信息……236
- 返修方法……238

7.1 工作原理

为了便于用户了解 1435 系列信号发生器的功能，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。

7.1.1 整机工作原理和硬件原理框图

1435 系列信号发生器采用基于现代计算机技术的智能化仪器硬件平台，选用 Windows 7 多任务操作系统，在设计中遵循模块化选项化的设计理念，把整机硬件和软件分成多个功能相对独立的模块。系统主要包括整机主控平台、频率合成、矢量信号发生、射频信号调理、基带信号发生及调理等模块。详细的整机硬件总体方案框图如图 7.1 所示。

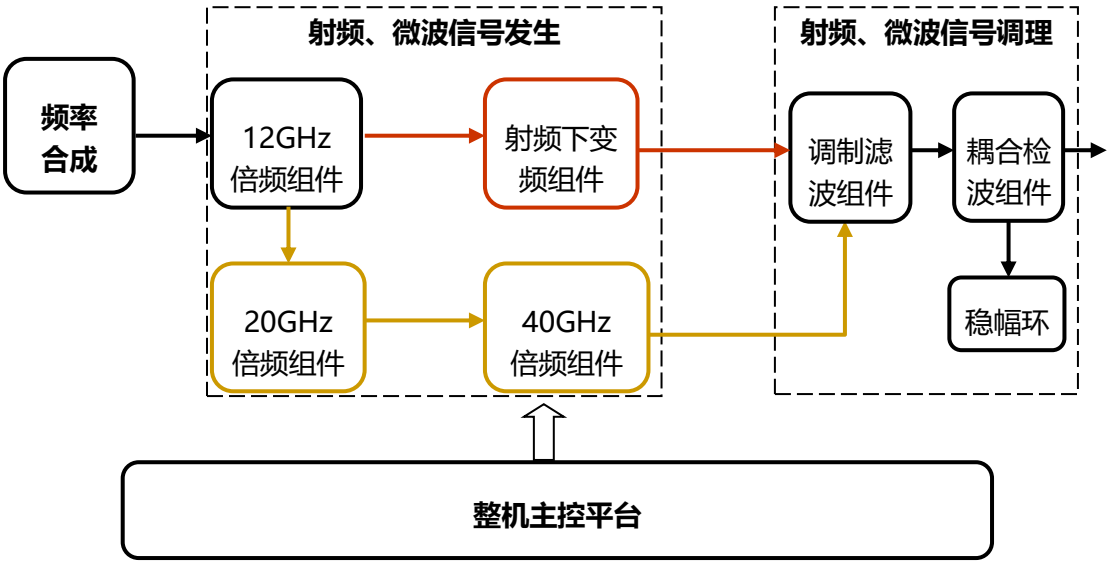


图 7.1 整机硬件总体方案框图

整机主控平台为所有整机功能单元提供工作环境支撑。

频率合成单元利用多环频率合成技术产生高纯连续波射频信号。

矢量信号发生单元将频率合成单元产生的射频信号分频、混频后，进入射频矢量调制组件进行矢量调制获得射频矢量调制信号。

射频信号调理单元完成对信号的滤波，以及稳幅、脉冲调制、程控衰减等幅度控制功能，并输出信号到射频输出端口。

7.2 故障诊断与排除

提 示

故障诊断与指导

本部分是指导您当 1435 系列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。

下面按照功能类型，分类列出故障现象和排除方法。

- 系统问题 …… 231
- 硬件失锁 …… 232
- 不稳幅 …… 233
- 射频输出功率问题 …… 234
- 射频输出端口无调制 …… 234
- 扫描问题 …… 235
- 数据存储问题 …… 235
- 前面板按键不响应 …… 236
- 远程控制问题 …… 236

7.2.1 系统问题

- 待机灯不亮 …… 231
- 开机后风扇不转 …… 232

7.2.1.1 待机灯不亮

检查信号发生器 220V 交流电输入是否正常，最大允许偏差 220V±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。如果是仪器本身电源引起的，则需将产品发回厂家维修或更换电源。

7.2.1.2 开机后风扇不转

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。

7.2.2 硬件失锁

- 参考环失锁……232
- 本振环失锁……232
- VCO环失锁……233
- 小数环失锁……232

7.2.2.1 参考环失锁

用户界面状态指示区出现告警信息：“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，若此时不与理会，告警信息应在开机 10 分钟后自行消失，否则是故障。当出现故障时，请执行以下操作予以排除：

操作步骤：

步骤 1. 按前面板【系统】按键，激活系统配置窗口。

步骤 2. 选择[整机自测试]，启动自测试窗口，自动启动整机自测试过程。

步骤 3. 用上、下方向键找到并选中失败的自测试，继续执行以下操作：

步骤 4. 选择[单步测试 开 关]为开；

步骤 5. 选择[单步方式 全部 错误]为错误；

步骤 6. 选择[开始测试]；

步骤 7. 若某项自测试包含多步，请按[继续]，直到该项自测试完成。

步骤 8. 请记录每步配置值并返回厂家。

7.2.2.2 本振失锁

若用户界面状态指示区出现“本振失锁”，请执行以下操作：

操作步骤：

步骤 1. 按前面板【系统】按键，激活系统配置窗口。

步骤 2. 选择[整机自测试]，启动自测试窗口，自动启动整机自测试过程。

步骤 3. 用上、下方向键找到并选中 A8 低噪声频率合成板，继续执行以下操作：

步骤 4. 选择[单步测试 开 关]为开；

步骤 5. 选择[单步方式 全部 错误]为错误；

步骤 6. 选择[开始测试]；

步骤 7. 若某项自测试包含多步，请按[继续]键，直到此项自测试完成。

步骤 8. 请记录每步配置值并返回厂家。

7.2.2.3 VCO 环失锁

若用户界面状态指示区出现“VCO环失锁”，请执行以下操作：

操作步骤：

步骤 1. 按前面板【系统】按键，激活系统配置窗口。

步骤 2. 选择[整机自测试]，启动自测试窗口，自动启动整机自测试过程。

步骤 3. 用上、下方向键找到并选中 A7 参考与小数频率合成板、A8 低噪声频率合成板，继续执行以下操作：

步骤 4. 选择[单步测试 开 关]为开；

步骤 5. 选择[单步方式 全部 错误]为错误；

步骤 6. 选择[开始测试]；

步骤 7. 若某项自测试包含多步，请按[继续]键，直到此项自测试完成。

步骤 8. 请记录每步配置值并返回厂家。

注 意

环路失锁处理顺序

本振失锁会引起VCO环失锁，因此当两个告警指示同时出现时，应先解决本振失锁，再解决VCO环失锁问题。

7.2.2.4 小数环失锁

若用户界面状态指示区出现“小数环失锁”，请执行以下操作：

操作步骤：

步骤 1. 按前面板【系统】按键，激活系统配置窗口。

步骤 2. 选择[整机自测试]，启动自测试窗口，自动启动整机自测试过程。

步骤 3. 用上、下方向键找到并选中失败的自测试，继续执行以下操作：

步骤 4. 选择[单步测试 开 关]为开；

步骤 5. 选择[单步方式 全部 错误]为错误；

步骤 6. 选择[开始测试]；

步骤 7. 若某项自测试包含多步，请按[继续]，直到该项自测试完成。

步骤 8. 请记录每步配置值并返回厂家。

7.2.3 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。

7.2 故障诊断与排除

若用户界面状态指示区出现“不稳幅”，请执行以下操作：

操作步骤：

步骤 1. 按前面板【系统】按键，激活系统配置窗口。

步骤 2. 选择[整机自测试]，启动自测试窗口，自动启动整机自测试过程。

步骤 3. 用上、下方向键找到并选中失败的自测试，继续执行以下操作：

步骤 4. 选择[单步测试 开 关]为开；

步骤 5. 选择[单步方式 全部 错误]为错误；

步骤 6. 选择[开始测试]；

步骤 7. 若某项自测试包含多步，请按[继续]键，直到此项自测试完成。

步骤 8. 请记录每步配置值并返回厂家。

7.2.4 射频输出功率问题

- 射频输出功率过低……234
- 使用混频器带来的射频输出信号损耗……234

7.2.4.1 射频输出功率过低

查看前面板用户界面的功率显示区域，是否有功率偏置指示，如果有功率偏置指示，说明已经设置了功率偏置。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】键或触屏点击[功率]功能区，设置[功率偏置]为0dB，功率显示区域的功率偏置指示消失，此时功率偏置功能被取消。

7.2.4.2 使用混频器带来的射频输出信号损耗

在信号发生器与没有预选取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 端口输出不准确。某些频谱分析仪在某些频率点，导致 RF 输入端口产生高达 +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。可通过使用下面两种 ALC 工作模式之一解决反向功率的影响，一是设置 ALC 环路状态为开环，二是设置 ALC 工作在手动功率搜索模式下。

7.2.5 射频输出端口无调制

检查前面板用户界面的射频输出指示，如果射频输出关，按【射频开关】键，使射频输出。如果仍然没有输出，请检查连续波状态下是否有输出。再依次测试模拟调制及数字调制输出，如果问题仍未解决，请联系厂家。

7.2.6 扫描问题

- 扫描停止……235
- 无法停止扫描……235
- 列表扫描时驻留时间不正确……235

7.2.6.1 扫描停止

当前扫描状态在仪器底部的状态栏中显示，可观察进度条，确定扫描是否正在进行。如果扫描已经停止，请进行以下检查：

1) 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一次扫描控制中的单次扫描软键。
2) 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扫描停止。
3) 驻留时间是否适当，设置驻留时间为 1s，确定驻留时间是不是设置的太长或者太短，导致观察不到驻留时间。
4) 步进扫描或列表扫描中是否至少有两个点。

7.2.6.2 无法停止扫描

仪器在步进扫描、列表扫描、状态下如果需要停止扫描状态，需要在扫描配置窗口下的[频率发生方式]选项中选择[关（连续波）]。

7.2.6.3 列表扫描时驻留时间不正确

目前仪器通过软件中断定时方式设置驻留时间，存在偏差。请联系厂家解决此问题。

7.2.7 数据存储问题

- 存储的仪器状态为空……235

提 示

存储/调用的最多仪器状态数目

1435 系列信号发生器，最多能存储/调用的仪器状态为 100，寄存器序号范围：0～99。若输入的序号大于 99，那么状态自动存储到第 99 号寄存器中。

7.2.7.1 存储的仪器状态为空

存储/调用仪器状态文件默认存储在“D:\1435data\user”文件夹下，对于user文件夹

下的用户文件，系统不提供备份及恢复功能。如果因掉电或者非法操作导致文件的丢失，请根据本手册中的封面二 或者 “7.4 返修方法”中提供的联系方式与我所服务咨询中心联系，协商解决。

7.2.8 前面板按键不响应

如果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程控制模式(在远程控制模式下，显示屏上会出现远控指示)。要退出远控控制模式，按前面板【本地】键将信号发生器由远控状态切换到本地控制。

7.2.9 远程控制问题

- 命令通道阻塞……236

7.2.9.1 命令通道阻塞

远程控制模式下，若信号发生器接受一系列 SCPI 程控命令，执行失败超时，例如：触发扫描模式下，一直未接收到触发信号导致控者等待超时，控者与信号发生器之间的远控通道（GPIB, LAN 或其它接口）阻塞，无法接收其它命令。此时，必须中断当前的远控配置过程，以使得控者重新获取远程通道的控制权，具体步骤如下：

步骤 1. 控者发送“清除仪器”命令，使得信号发生器清除当前所有处于工作状态的远控通道上的命令，以便接收新的程控命令。根据接口和协议类型发送命令：

- Visa: viClear();
- GPIB: ibclr();
- RSIB: RSDLLibclr().

步骤 2. 程控配置过程中，发送 SCPI 命令“ABORt”，取消当前配置并复位触发系统。

7.3 错误信息

信号发生器采用两种途径记录配置过程中出现的错误：前面板显示错误信息队列和 SCPI（远程控制模式）错误信息队列，两种错误信息队列分别存储管理。

- 错误信息文件……236
- 错误信息说明……237

7.3.1 错误信息文件

在目前版本的1435系列信号发生器中，不提供错误信息文件查看功能。

7.3.2 错误信息说明

- 本地错误信息.....237
- 程控错误信息.....237

7.3.2.1 本地错误信息

1) 错误信息查看

通过界面操作方法:

如果使用过程中在信号发生器的右下脚显示有错误提示信息,则说明信号发生器软件运行或硬件出现问题。您根据错误代码可以大致判断问题类型，并采取相应措施排除故障。

信号发生器错误显示区只能显示一条错误提示信息。由于仪器可能同时存在若干问题，信号发生器依次显示各个错误。

7.3.2.2 程控错误信息

- 错误信息格式及说明.....237
- 错误信息类型.....238

1) 错误信息格式及说明

远程控制模式下，错误信息记录在状态报告系统中的错误/事件队列中，可由命令“SYSTem:ERRor[:NEXT]?”查询错误信息，格式如下：

“<错误代码>,"<错误队列中错误信息>;<详细错误信息描述>”

举例:

“-135,"数据超界； 输入参数超出下界。”

程控错误信息包括两种类型：

- SCPI标准定义的负值错误代码，该类错误信息在此不做具体说明，请查看“附录C 错误信息速查表”。
- 仪器特性正值错误代码，具体说明如下表：

表7.1 仪器特性错误信息说明列表

错误代码	错误说明
1052	数据错误。只针对数字基波段接口：数字IQ输入数据错误。

1053	FIFO 过载。只针对数字基波段接口：外部输入采样率过高。
1054	输入过载。RF输入端口的信号功率超过规定范围。

2) 错误信息类型

错误事件只对应一种错误信息，下面分类说明错误信息类型：

- 查询错误 (–499 to –400)：表明仪器的输出队列控制检测到 IEEE 488.2, Chapter 6 中描述的消息交换协议错误。此时，事件状态寄存器的查询错误位（bit2）置位（具体请参阅 IEEE 488.2, 6.5。）此时不能成功从输出队列中读取数据。
- 仪器特性错误（399 to –300, 201 to 703, and 800 to 810）：表明仪器操作未成功，原因可能是不正常的硬件或固件状态，该类错误代码常用于仪器自检测操作。此时，事件状态寄存器的仪器特性错误位（bit3）置位。
- 执行错误（-299 to –200）：表明仪器执行配置过程中检测到错误。此时，事件状态寄存器的执行错误位（bit4）置位。
- 命令错误（-199 to –100）：表明仪器命令解析过程中检测到的语法错误，一般是错误的命令格式导致。此时，事件状态寄存器的命令错误位（bit5）置位。

7.4 返修方法

- 联系我们 238
- 包装与邮寄 238

7.4.1 联系我们

若1435系列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“7.2 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所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： 400-1684191

网　　址： www.ceyear.com

电子信箱： techbb@ceyear.com

邮　　编： 266555

地　　址： 中国山东省青岛市黄岛区香江路98号

7.4.2 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地保护仪器，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（例如，因发货期间的损坏）时，请严格遵守章节“3.1.1.1 开箱”中描述的注意事项。

8 技术指标和测试方法

本章介绍 1435 系列信号发生器的技术指标和主要测试方法。

- 声明……240
- 产品特征……240
- 技术指标……241
- 补充信息……254
- 性能特性测试……256

8.1 声明

除非特别声明，所有的指标测试条件是：温度范围是：23°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0°C至50°C的工作温度范围内放置至少两小时，再经过30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。需要注意的是，该数据并非保证数据，并且是在室温（约 25°C）条件下测得。

8.2 产品特征

表8.1 产品特征

一般特性		
远程控制	**接 口**	GPIB IEEE-488.2, 1987 听和写
		LAN 1000BaseT LAN 接口
	程控语言	SCPI 版本 1997.0
显示屏		LED 显示屏
操作界面语言		中文/英文

电源要求	电源最大功耗小于 300W，供电电源为 50Hz～60Hz、单相 110V 或 220V 自适应，稳态电压允许范围是额定值±10%，稳态频率允许范围是额定值±5%
操作温度范围	0°C ～ +50°C
存储温度范围	-40°C ～ +70°C
相对湿度	（5%～95%）±5%RH
海拔高度	0 ～ 4600 m
存 储	存储仪器状态、用户数据文件、扫描列表文件、波形序列及其它文件。
	32GB存储空间
	4GBRAM存储空间
	最大存储100个仪器状态
自检测	信号发生器复位时，自动检测大部分模块，若模块的检测点电压正常，则无需检测。
重量	＜15kg
外形尺寸（宽×高×深）	420mm×147mm×495mm（包括把手和防护底角） 330mm×147mm×445mm（不包括把手和防护底角）
振动	随机振动：频率 5 ～ 100Hz，功率谱密度 0.015g2/Hz；频率 100 ～ 137Hz，斜率-6dB；频率 137 ～ 350Hz，功率谱密度 0.0075g2/Hz；频率 350 ～ 500Hz，斜率-6dB；频率 500Hz，功率谱密度 0.0039g2/Hz。
安全性要求	符合GJB 3947A-2009中3.10.2的要求，具体要求如下： a）仪器的绝缘电阻在试验用标准大气条件下应不小于100MΩ，在潮湿环境条件下应不小于2MΩ。 b）仪器的介电强度试验电压为1500V，在试验时不应出现击穿、飞弧和闪烁等现象。鉴定试验时，施加测试点上的试验电压应保持1min以上，质量一致性检验时，施加在测试点上的试验电压应保持（2 ～ 5）s以上。 c）仪器工作期间，泄漏电流应不大于 3.5mA。
可靠性要求	仪器应符合 GJB3947A-2009 中 3.12 的要求， MTBF（θ_0）≥ 5000h
电磁兼容性要求	仪器应符合 GJB 3947A-2009 中 3.9.1 的要求。
维修性要求	仪器应符合 GJB3947A-2009 中 3.13 规定要求。

8.3 技术指标

表 8.2 1435 （非-V）系列技术指标 [1]

频率特性			
频率范围	1435A:9kHz ～ 3GHz	频率	N（内部谐波次数）

8.3 技术指标

	1435B:9kHz ~ 6GHz 1435C:9kHz ~ 12GHz 1435D:9kHz ~ 20GHz 1435F:9kHz ~ 40GHz 1435K : 100kHz~53GHz 1435L : 100kHz~67GHz	9kHz≤f < 250MHz	1/4
		250MHz≤f≤375MHz	1/16
		375MHz < f≤750MHz	1/8
		750MHz < f≤1.5GHz	1/4
		1.5GHz < f≤3GHz	1/2
		3GHz < f≤6GHz	1
		6GHz < f≤12GHz	2
		12GHz < f≤24GHz	4
		24GHz < f≤48GHz	8
		48GHz < f≤67GHz	16
频率分辨率	0.001Hz		
频率切换时间	≤1ms（测量值 [2]）		
时基老化率（典型值）	标配： 高稳时基选件 H10：	±5×10^{-7}/年(连续通电 30 天后) ±5×10^{-8}/年(连续通电 30 天后) ±5×10^{-10}/天(连续通电 30 天后)	
参考输出	频率	10MHz	
	功率	＞+4dBm，至 50Ω 负载	
参考输入	频率	1MHz～50MHz，步进 1Hz	
	功率	0dBm～+7dBm，阻抗 50Ω	
扫描特性			
扫描模式	步进扫描　列表扫描		
扫描驻留时间	100μs～100s		
功率特性			
最小功率	标配		选件 H01
	-15dBm（可设置-20dBm）		-110dBm（可设置-135dBm）
最大功率 [3]（25±10°C）	频率范围	标配	大功率输出选件 H08
	1435A/B		
	9kHz≤f≤3GHz	18dBm	22dBm
	3GHz < f≤5GHz	16dBm	20dBm
	5GHz < f≤6GHz	15dBm	18dBm
	1435C/D		
	9kHz≤f≤3GHz	16dBm	21dBm
	3GHz < f≤20GHz	15dBm	20dBm
	1435F		
	9kHz≤f≤3GHz	14dBm	20dBm
	3GHz < f≤17GHz	13dBm	17dBm
	17GHz < f≤40GHz	11dBm	15dBm

	1435K/L			
	9kHz≤f≤3GHz	14dBm	20dBm	
	3GHz < f≤30GHz	8dBm	13dBm	
	30GHz < f≤67GHz	4dBm	8dBm	
功率准确度（25±10°C）	标配			
	频率 / 功率（dBm）	10 ~ 最大功率	-10 ~ 10	-15 ~ -10
	9kHz≤f≤2GHz	±0.8dB	±0.6dB	±1.5dB
	2GHz < f≤20GHz	±0.9dB	±0.7dB	±1.5dB
	20GHz < f≤40GHz	±0.9dB	±0.8dB	±1.8dB
	40GHz < f≤67GHz	±1.5dB	±1.5dB	±2.0dB
	H01/H01-90/H01-E 程控步进衰减器选件			
	频率 / 功率（dBm）	10 ~ 最大功率	-10 ~ 10	-70 ~ -10	-90 ~ -70
	9kHz≤f≤2GHz	±0.8dB	±0.6dB	±0.7dB	±1.4dB
	2GHz < f≤20GHz	±0.9dB	±0.7dB	±0.7dB	±1.6dB
	20GHz < f≤40GHz	±0.9dB	±0.8dB	±1.1dB	±2.0dB
	40GHz < f≤67GHz	±1.5dB	±1.5dB	±1.8dB	±3.0dB
功率分辨率	0.01dB			
输出阻抗	50Ω（额定值 [4]）			
源驻波比 VSWR（内稳幅）（测量值）	9kHz≤f≤3GHz	< 1.7		
	3GHz < f≤13GHz	< 1.6		
	13GHz < f≤20GHz	< 1.8		
	20GHz < f≤40GHz	< 1.6		
	40GHz < f≤67GHz	< 2.0		
最大反向功率	0.5W（0V DC）（额定值）			
频谱纯度 [5]				
谐波（在+10dBm 处）	9kHz≤f≤10MHz	< -23dBc		
	10MHz < f≤2GHz	< -30dBc		
	2GHz < f≤6GHz（1435B）	< -30dBc		
	2GHz < f≤20GHz	< -55dBc		
	20GHz < f≤67GHz	< -50dBc（典型值）		
分谐波（在+10dBm 处）	9kHz≤f≤6GHz		无	
	6GHz < f≤12GHz		< -60dBc	
	12GHz < f≤24GHz		< -55dBc	
	24GHz < f≤67GHz		< -50dBc	
非谐波（在 0dBm 处，10kHz 频偏以远）	频率	标配	低相位噪声选件（括号内测量值）	
	9kHz≤f < 250MHz	< -54dBc	< -58dBc（-65dBc）	
	250MHz≤f≤3GHz	< -62dBc	< -77dBc（-86dBc）	

8.3 技术指标

	3GHz < f≤6GHz	< -56dBc	< -71dBc（-80dBc）
	6GHz < f≤12GHz	< -50dBc	< -65dBc（-74dBc）
	12GHz < f≤24GHz	< -44dBc	< -59dBc（-68dBc）
	24GHz < f≤48GHz	< -38dBc	< -53dBc（-62dBc）
	48GHz < f≤67GHz	< -32dBc	< -47dBc（-56dBc）

单边带相位噪声（dBc/Hz，在+10dBm 处）	标配				
	频率 \ 频偏	100Hz	10kHz		
	100MHz	-83	-115		
	250MHz	-93	-127		
	500MHz	-89	-121		
	1GHz	-83	-115		
	2GHz	-77	-109		
	3GHz	-74	-105		
	4GHz	-71	-103		
	6GHz	-68	-99		
	10GHz	-63	-95		
	20GHz	-57	-89		
	40GHz	-51	-83		
	50GHz	-45	-77		
	67GHz	-45	-77		
	低相位噪声选件				
	频率 \ 频偏	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz
	100MHz	-83	-122	-136	-131
	250MHz	-93	-133	-142	-139
	500MHz	-89	-129	-139	-135
	1GHz	-83	-123	-136	-132
	2GHz	-77	-117	-132	-126
	3GHz	-74	-114	-126	-121
	4GHz	-71	-111	-125	-120
	6GHz	-68	-108	-122	-115
	10GHz	-63	-103	-118	-113
	20GHz	-57	-97	-112	-107
	40GHz	-51	-91	-106	-101
	50GHz	-45	-85	-100	-95
	67GHz	-45	-85	-100	-95
调制特性					
频率调制 [6]（选件 H02）	最大频偏：N×16MHz（N 为基波谐波次数） 准确度(1kHz 调制率,频偏 N×500kHz)：±(2%×设置频偏+20Hz) 调制率（3dB 带宽，频偏 N×500kHz）：DC-7MHz 失真（1kHz 速率，频偏 N×500kHz）：＜0.4%				

相位调制 [6] （选件 H02）	最大相偏：N×16rad（N 为基波谐波次数） 准确度(1kHz 调制率, 相偏 N×8rad) : ± (2%×设置相偏+0.01rad) 调制率（3dB 带宽，相偏 N×8rad）：DC-1MHz 失真（1kHz 调制率，相偏 N×8rad）：＜0.4%	
幅度调制 [6] （选件 H02）	最大深度：＞90% 准确度（1kHz 调制率，30%调制深度）：±（4%×设置深度+1%） 调制率（3dB 带宽，30%调制深度，频率测试点：1GHz、5GHz、20GHz、40GHz）：DC～100kHz 失真（1kHz 调制率，线性方式，总谐波失真，30%调制深度）：＜2%	
脉冲调制 [7] （选件 H03）	开关比	＞80dB
	上升下降时间	＜10ns
	内稳幅最小脉宽	1μs
	非稳幅最小脉宽	100ns
窄脉冲调制 [7] （选件 H04）	开关比	＞80dB
	上升下降时间	＜10ns
	内稳幅最小脉宽	1μs
	非稳幅最小脉宽	20ns
内部模拟调制信号发生器（需配选件 H02）	提供 3 路独立的信号分别用于频率/相位调制、幅度调制和低频输出信号 波形：正弦波，方波，三角波，锯齿波 频率范围：正弦波 0.1Hz～10MHz 方波，三角波，锯齿波 0.1Hz～1MHz 频率分辨率：0.1Hz 低频输出：幅度 0～5Vpeak（额定值），至 50Ω 负载	
内部脉冲发生器 (需配选件 H03 或 H04)	脉冲宽度：100ns～（42s-10ns）（选件 H03，额定值） 20ns～（42s-10ns）（选件 H04，额定值） 脉冲周期：120ns～42s （选件 H03，额定值） 40ns～42s （选件 H04，额定值） 分辨率：10ns	
多功能函数发生器 (选件 H05)	多功能发生器由 7 个波形发生器组成,通过使用 AM、FM/ΦM 和低频输出中的复合调制特性,可分别对发生器进行设置或是同时设置 5 个发生器 波形： 函数发生器 1：正弦波、三角波、方波、锯齿波、脉冲 函数发生器 2：正弦波、三角波、方波、锯齿波、脉冲 双函数发生器：音频 2 的正弦波、三角波、方波、锯齿波、脉冲相位偏置和幅度比，相对于音频 1 扫描函数发生器：正弦波、三角波、方波、锯齿波 噪声发生器 1：均匀、高斯 噪声发生器 2：均匀、高斯	

8.3 技术指标

	直流：仅限 LF 输出 频率参数： 正弦波：0.1Hz 至 10MHz 三角波、方波、锯齿波、脉冲：0.1Hz 至 1MHz 分辨率：0.1Hz
一般特性	
射频输出端口	1435A/B/C：N 型（阴），阻抗 50Ω 1435D：3.5mm（阳），N 型（阴）（选件 H91），阻抗 50Ω 1435F：2.4mm（阳），阻抗 50Ω 1435K/L:1.85mm（阳），阻抗 50Ω
最大外形尺寸 （宽×高×深）	1435A/B/C/D/F: 319.3mm×132.5mm×351mm（不含把手、侧提带、底脚、垫脚、接地柱、后镶条、旋钮、接头等突出物） 420mm×147mm×445mm（不含把手、侧提带、底脚、垫脚、接地柱、后镶条、旋钮、接头等突出物） 1435K/L: 319.3mm×132.5mm×401mm（不含把手、侧提带、底脚、垫脚、接地柱、后镶条、旋钮、接头等突出物） 420mm×147mm×495mm（不含把手、侧提带、底脚、垫脚、接地柱、后镶条、旋钮、接头等突出物）
重量	＜15 千克（型号、选件配置不同，重量不同）
电源	100～120VAC，50～60Hz；或 200～240VAC，50～60Hz（自适应）
功耗	小于 300W
温度范围	工作温度：0℃～+50℃；存储温度：-40℃～+70℃

表 8.3 1435-V 系列技术指标 [1]

频率特性			
频率范围	1435A-V：9kHz~3GHz 1435B-V：9kHz~6GHz 1435B-V+ 选件 H20：9kHz~7.5GHz 1435CV：9kHz~13GHz 1435DV：9kHz~20GHz	频率	N（内部基波谐波次数）
		9kHz≤f＜250MHz	1/4
		250MHz≤f≤375MHz	1/16
		375MHz＜f≤750MHz	1/8
		750MHz＜f≤1.5GHz	1/4
		1.5GHz＜f≤3GHz	1/2
		3GHz＜f≤6GHz	1

	1435GV：9kHz~45GHz	6GHz < f≤12GHz	2
		12GHz < f≤24GHz	4
		24GHz < f≤45GHz	8
频率分辨率	0.001Hz		
频率切换时间	≤1ms（测量值注 2）		
时基老化率（典型值注 3）	标配： 高稳时基选件 H10：	±5×10-7/年（连续通电 30 天后） ±5×10-8/年（连续通电 30 天后） ±5×10-10/天（连续通电 30 天后）	
参考输出	频率	10MHz	
	功率	>+4dBm，至 50Ω负载	
参考输入	频率	1MHz～50MHz，步进 1Hz	
	功率	0dBm～+7dBm，阻抗 50Ω	
扫描特性			
扫描模式	步进扫描 列表扫描		
扫描驻留时间	100μs～100s		
功率特性			
最小功率	型号	标配	程控步进衰减器选件 H01/H01-E
	1435A-V/B-V	-15dBm（可设置-20dBm）	H01：-110dBm（可设置-135dBm） H01-E：-90dBm（可设置-110dBm）
	1435CV/DV/GV	-15dBm（可设置-20dBm）	H01：-110dBm（可设置-135dBm）
最大功率注 4（25±10°C）	1435A-V/B-V		
	频率范围	标配	大功率输出选件 H08
	9kHz≤f≤3GHz	≥18dBm	≥22dBm
	3GHz < f ≤ 5GHz	≥16dBm	≥20dBm
	5GHz < f ≤ 6GHz	≥15dBm	≥18dBm
	6GHz < f ≤ 7.5GHz（选件 H20）	≥14dBm	≥17dBm
	1435CV/DV		
	频率范围	标配	大功率输出选件 H08
	9kHz≤f≤3GHz	≥16dBm	≥21dBm
	3GHz < f ≤ 20GHz	≥15dBm	≥20dBm

8.3 技术指标

	1435GV				
	频率范围	标配	大功率输出选件 H08		
	9kHz≤f≤3GHz	≥14dBm	≥19dBm		
	3GHz < f ≤ 17GHz	≥13dBm	≥17dBm		
	17GHz < f ≤ 40GHz	≥11dBm	≥15dBm		
	40GHz < f ≤ 45GHz	≥7dBm	≥10dBm		
功率准确度（25±10°C）	标配				
	功率(dBm) / 频率	10～最大功率	-10～10	-15～-10	
	9kHz≤f≤2GHz	±0.8dB	±0.6dB	±1.5dB	
	2GHz < f≤ 20GHz	±0.9dB	±0.7dB	±1.5dB	
	20GHz < f≤ 40GHz	±0.9dB	±0.8dB	±1.8dB	
	40GHz < f≤ 45GHz	±1.5dB	±1.5dB	±2.0dB	
	H01 程控步进衰减器选件				
	功率(dBm) / 频率	10～最大功率	-10～10	-70～-10	-90～-70
	9kHz≤f≤2GHz	±0.8dB	±0.6dB	±0.7dB	±1.4dB
	2GHz < f≤ 20GHz	±0.9dB	±0.7dB	±0.7dB	±1.6dB
	20GHz < f≤ 40GHz	±0.9dB	±0.8dB	±1.1dB	±2.0dB
	40GHz < f≤ 45GHz	±1.5dB	±1.5dB	±1.8dB	±3.0dB
功率准确度（25±10°C）	H01-E 电子衰减器选件				
	功率(dBm) / 频率	10～最大功率	-10～10	-70～-10	-90～-70
	9kHz≤f≤2GHz	±0.8dB	±0.6dB	±0.7dB	±1.4dB
	2GHz < f≤ 6GHz	±0.9dB	±0.7dB	±0.7dB	±1.6dB

	6GHz < f ≤ 7.5GHz (选件 H20)	±0.9dB	± 0.7dB	± 0.7dB	± 1.6dB
功率分辨率	0.01dB				
输出阻抗	50Ω（额定值注 5）				
源驻波比 VSWR（内稳幅）（测量值注 2）	9kHz≤f≤3GHz	< 1.7			
	3GHz < f≤13GHz	< 1.6			
	13GHz < f≤20GHz	< 1.8			
	20GHz < f≤40GHz	< 2.0			
	40GHz < f≤45GHz	< 2.0			
最大反向功率	0.5W（0V DC）（额定值注 5）				
频谱纯度注 6					
谐波 (在+10dBm 处)	频率	标配			
	9kHz≤f≤10MHz	< -23dBc			
	10MHz < f≤3GHz (1435A-V)	< -30dBc			
	10MHz < f≤6GHz (1435B-V)	< -30dBc			
	10MHz < f ≤ 7.5GHz (1435B-V+选件 H20)	< -30dBc			
	10MHz < f ≤ 4GHz (1435CV/DV/GV)	< -30dBc			
	4GHz < f ≤ 20GHz (1435CV/DV/GV)	< -55dBc			
	20GHz < f≤45GHz (1435GV)	< -50dBc			
分谐波（在+10dBm 处)	9kHz≤f≤6GHz	无			
	6GHz < f≤12GHz	< -60dBc			
	12GHz < f≤24GHz	< -55dBc			
	24GHz < f≤45GHz	< -50dBc			
非谐波 (在 0dBm 处, 10kHz 频偏以远)	频率	标配	低相位噪声选件(H06)（括号内测量值注 2）		
	9kHz≤f < 250MHz	< -54dBc	< -58dBc（-65dBc）		
	250MHz≤f≤ 3GHz	< -62dBc	< -77dBc（-86dBc）		
	3GHz < f≤6GHz	< -56dBc	< -71dBc（-80dBc）		
	6GHz < f≤12GHz	< -50dBc	< -65dBc（-74dBc）		
	12GHz < f≤ 24GHz	< -44dBc	< -59dBc（-68dBc）		

8.3 技术指标

	24GHz < f≤ 45GHz	< -38dBc	< -53dBc（-62dBc）	
单边带相位噪声（dBc/Hz，在+10dBm 处）	标配			
	频偏 / 频率	100Hz	10kHz	
	100MHz	< -83	< -115	
	250MHz	< -93	< -127	
	500MHz	< -89	< -121	
	1GHz	< -83	< -115	
	2GHz	< -77	< -109	
	3GHz	< -74	< -105	
	4GHz	< -71	< -103	
	6GHz	< -68	< -99	
	10GHz	< -63	< -95	
	20GHz	< -57	< -89	
	40GHz	< -51	< -83	
	低相位噪声选件 H06			
	频偏 / 频率	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz
	100MHz	< -83	< -122	< -136	< -131
	250MHz	< -93	< -133	< -142	< -139
	500MHz	< -89	< -129	< -139	< -135
	1GHz	< -83	< -123	< -136	< -132
	2GHz	< -77	< -117	< -132	< -126
	3GHz	< -74	< -114	< -126	< -121
	4GHz	< -71	< -111	< -125	< -120
	6GHz	< -68	< -108	< -122	< -115
	10GHz	< -63	< -103	< -118	< -113
	20GHz	< -57	< -97	< -112	< -107
	40GHz	< -51	< -91	< -106	< -101
调制特性				
频率调制注 7（选件 H02）	最大频偏：N×16MHz（N 为基波谐波次数） 准确度（1kHz 调制率，频偏 N×500kHz）：±（2%×设置频偏+20Hz） 调制率（3dB 带宽，频偏 N×500kHz）：DC~7MHz 失真（1kHz 速率，频偏 N×500kHz）：<0.4%			
相位调制注 7（选件 H02）	最大相偏：N×16rad（N 为基波谐波次数） 准确度（1kHz 调制率，相偏 N×8rad）：±（2%×设置相偏+0.01rad） 调制率（3dB 带宽，相偏 N×8rad）：DC~1MHz 失真（1kHz 调制率，相偏 N×8rad）：<0.4%			
幅度调制注 7	最大深度：>90%			

（选件 H02）	调幅准确度：（1kHz 调制率，30%调制深度）：±（4%×设置深度+1%） 调幅失真：（1kHz 调制率，线性方式，总谐波失真，30%调制深度）：＜2%； 调幅带宽：（3dB 带宽，30%调制深度，频率测试点：1GHz、5GHz、20GHz、40GHz）：DC～100kHz。	
脉冲调制注 8（选件 H03）	开关比	＞80dB
	上升下降时间	＜10ns
	内稳幅最小脉宽	1μs
	非稳幅最小脉宽	100ns
窄脉冲调制注 8（选件 H04）	开关比	＞80dB
	上升下降时间	＜10ns
	内稳幅最小脉宽	1μs
	非稳幅最小脉宽	20ns
内部模拟调制信号发生器（需配选件 H02）	提供 3 路独立的信号分别用于频率/相位调制、幅度调制和低频输出信号 波形：正弦波，方波，三角波，锯齿波 频率范围：正弦波 0.1Hz～10MHz 方波，三角波，锯齿波 0.1Hz～1MHz 频率分辨率：0.1Hz 低频输出：幅度 0～5 Vpeak（额定值注 5），至 50Ω负载	
内部脉冲发生器(需配选件 H03 或 H04)	脉冲宽度：100ns～（42s-10ns）（选件 H03，额定值注 5） 20ns～（42s-10ns）（选件 H04，额定值注 5） 脉冲周期：120ns～42s （选件 H03，额定值注 5） 40ns～42s （选件 H04，额定值注 5） 分辨率：10ns	
多功能函数发生器(选件 H05)	多功能发生器由 7 个波形发生器组成,通过使用 AM、FM/ΦM 和低频输出中的复合调制特性， 可分别对发生器进行设置或是同时设置 5 个发生器。 波形： 函数发生器 1：正弦波、三角波、方波、锯齿波、脉冲； 函数发生器 2：正弦波、三角波、方波、锯齿波、脉冲； 双函数发生器：音频 2 的正弦波、三角波、方波、锯齿波、脉冲、相位偏置和幅度比，相对 于音频 1； 扫描函数发生器：正弦波、三角波、方波、锯齿波； 噪声发生器 1：均匀、高斯； 噪声发生器 2：均匀、高斯； 直流：仅限 LF 输出； 频率参数： 正弦波：0.1Hz 至 10MHz； 三角波、方波、锯齿波、脉冲：0.1Hz 至 1MHz； 分辨率：0.1Hz；	

8.3 技术指标

<table>
<tr><td rowspan="11">矢量调制精度 (校准后，
25℃±10℃)</td><td colspan="3">通用调制格式（码元速率 4Msps，根奈奎斯特滤波器，α=0.3，QPSK 格式，0dBm)</td></tr>
<tr><td>50MHz～6GHz</td><td rowspan="2">标配</td><td>EVM（RMS%）
<1.8%</td></tr>
<tr><td>6GHz～7.5GHz</td><td>EVM（RMS%）
<2.0%</td></tr>
<tr><td>50MHz～7.5GHz</td><td>低相位噪声选件 H06</td><td>EVM （ RMS% ）
<1.0%</td></tr>
<tr><td>7.5GHz～20GHz</td><td>低相位噪声选件 H06（必选）：</td><td>EVM（RMS%）
<1.2%</td></tr>
<tr><td>20GHz～30GHz</td><td>低相位噪声选件 H06（必选）：</td><td>EVM（RMS%）
<1.4%</td></tr>
<tr><td>30GHz～45GHz</td><td>低相位噪声选件 H06（必选）：</td><td>EVM（RMS%）
<1.6%
（典型值 1.4%）</td></tr>
<tr><td colspan="3">5GNR（FR1，Test Model 3.1a，FDD，100MHz，30kHz SCS，256QAM)</td></tr>
<tr><td>3.5GHz</td><td colspan="2"><1.0%</td></tr>
<tr><td colspan="3">5GNR（FR2，Test Model 3.1a，TDD，100MHz，60kHz SCS，256QAM)</td></tr>
<tr><td colspan="2">10GHz：<1.2%（低相位噪声选件 H06 必选)</td><td>28GHz：<1.5%（低相位噪声选件 H06 必选)</td></tr>
<tr><td>邻道抑制比（ACLR，校准后，25℃±10℃，)</td><td colspan="3">WCDMA：(码元速率 3.84Msps，根奈奎斯特滤波器，α=0.22，QPSK 格式，0dBm)
＞60dB (2GHz)
5GNR:
＞50dB (3.5GHz，FR1，Test Model 3.1a，FDD，100MHz，30kHz SCS，256QAM，0dBm)
＞47dB (10GHz，FR2，Test Model 3.1a，TDD，100MHz，60kHz SCS，256QAM，0dBm)
＞46dB (28GHz，FR2，Test Model 3.1a，TDD，100MHz，60kHz SCS，256QAM，0dBm)</td></tr>
<tr><td>内部调制带宽</td><td colspan="3">（载波 900MHz、2.6GHz、3.5GHz、10GHz、28GHz、42.5GHz）
标配:
120MHz（多音，音调数量 51，载波≥240MHz，频率间隔 2.4MHz，±3.0dB 带宽）；
H09 大调制带宽选件:
200MHz（多音，音调数量 51，载波≥400MHz，频率间隔 4MHz，±3.0dB 带宽）；
H09-500　500MHz 调制带宽选件:
500MHz(多音，音调数量 101，载波≥1GHz，频率间隔 5MHz，±3.0dB 带宽）；</td></tr>
</table>

	H09-800　800MHz 调制带宽选件： 800MHz（多音，音调数量 101，载波≥1.6GHz，频率间隔 8MHz，±3.0dB 带宽）。
外部调制带宽	（载波 2.6GHz、3.5GHz、10GHz、28GHz、42.5GHz） 800MHz（载波≥1.6GHz，稳幅开环，I 通道输入 100mVrms 正弦波，±4dB 带宽）
内部基带信号发生器	通道数：2（I 和 Q） 最大码元速率： 标配：75Msps 选件 H09：125Msps 选件 H09-500：156.25Msps 选件 H09-800：250Msps 基带波形内存： 标配：1G 样点 选件 H32：2G 样点
	实时基带模式： 调制格式： PSK：BPSK、QPSK、OQPSK、π/4 DQPSK、D8PSK、16PSK QAM：4、16、32、64、128、256、512、1024、2048、4096 FSK：2、4、8、16 ASK、MSK，任意波（选件 S01） EVM：<1.0%（典型值注 3）（RMS%，码元速率 4Msps，根奈奎斯特滤波器，α=0.3，QPSK 格式） 双音模式最大频率间隔： 标配：120MHz; H09 大调制带宽选件：200MHz; H09-500　500MHz 调制带宽选件：500MHz; H09-800　800MHz 调制带宽选件：800MHz 任意波模式： 数据格式：Binary。 触发： 触发类型：连续、单次、门控; 触发源：键触发、外部触发、总线触发（GPIB、LAN）； 触发模式：自动播放、触发播放、实时播放、单次、门控（高有效、低有效）；
AWGN (选件 S03)	加噪类型：纯噪声、连续波干扰、加性噪声 噪声带宽：120/200MHz/500MHz/800MHz 信噪声设置范围：0~40dB

8.4 补充信息

一般特性	
射频输出端口	1435A-V/B-V：N 型（阴），阻抗 50Ω 1435CV：3.5mm（阳），阻抗 50Ω 1435DV：3.5mm（阳），N 型（阴）（选件 H91），阻抗 50Ω 1435GV：2.4mm（阳），阻抗 50Ω
程控接口	LAN、GPIB
最大外形尺寸（宽×高×深）	公称尺寸（不含把手、侧提带、底脚、垫脚、接地柱、后镶条、旋钮、接头等突出物）： 1435A-V/B-V：(319.3±1.20)mm×(132.5±1.2)mm×(351±1.2)mm 1435CV/DV/GV： (319.3 ± 1.20)mm × (132.5 ± 1.2)mm × (401 ± 1.2)mm
重量	＜15 千克（型号、选件配置不同，重量不同）
电源	110±10%VAC，50±5%Hz，60±5%Hz；或 220±10%VAC，50±5%Hz，60±5%Hz（自适应）
功耗	小于 300W
温度范围	工作温度：0℃～+50℃；存储温度：-40℃～+70℃

注：1、1435 系列矢量信号发生器在环境温度下存放 2h，频率设置 1GHz，射频开，预热 30min 后，衰减器自动耦合（或者 ALC 功率大于-5dBm），在给定工作范围内，满足各项指标性能。

2、测量值为某台仪器的实测数据，具有一定代表性、仅供用户参考，不做考核。

3、典型值是指不在产品“保证指标”范围之内的其它产品性能信息，大约 80%的仪器在 20℃～30℃的温度范围内可达到的性能指标。典型值不包括测量过程中的不确定性因素。

4、选配射频输出移到后面板选件（H92），1435A/B/C/D/F/A-V/B-V/CV/DV/GV 最大功率降低 2dB，1435K/L 最大功率降低 7dB。

5、额定值是指预计的性能，或描述在产品中有用但不包含在产品担保范围内的产品性能。

6、频谱纯度指标为点频无调制模式。

7、频率调制、相位调制和幅度调制技术指标适用于大于 10MHz 的频率。

8、脉冲调制和窄脉冲调制技术指标适用于 50MHz 以上的频率。

8.4 补充信息

- 通用信息……254

8.4.1 通用信息

- 前面板端口……255

● 后面板端口……255

8.4.1.1 前面板端口

表8.4 前面板端口

前面板端口					
射频输出端口	1435A/B/C/A-V/B-V	1435CV	1435D/DV	1435F/GV	1435K/L
	N 型（阴）	3.5mm（阳）	3.5mm(阳)选件 H91：N 型（阴）	2.4mm（阳）	1.85mm（阳）
I 输入	I 输入：接收 I/Q 调制的“I”输入，输入阻抗 50Ω。				
Q 输入	Q 输入：接收 I/Q 调制的“Q”输入，输入阻抗 50Ω。				
USB 接口	用于连接鼠标、键盘、进行系统软件升级及备份数据等。				

8.4.1.2 后面板端口

表8.5 后面板端口

后面板端口	
AM/FM/ΦM 输入 1	输入固定的±1Vp，实现外部调幅/调频/调相功能。
AM/FM/ΦM 输入 2	输入固定的±1Vp，实现外部调幅/调频/调相功能。
低频输出	通过设置能够输出频率为 0.01Hz～10MHz、幅度为 40mVp～4Vp、输出阻抗为 50Ω 的低频信号。
脉冲输入	兼容 TTL 电平的脉冲信号输入信号，输入阻抗 50Ω。
脉冲同步输出	与触发输出复用，默认为脉冲同步输出，输出一个同步的、在内部和触发脉冲调制过程中额定值宽 20ns、兼容 TTL 的脉冲信号，额定源阻抗是 50Ω。
脉冲监视输出	与兼容 TTL 电平的脉冲信号，其在所有脉冲模式下都输出与调制包络一致的脉冲信号，额定源阻抗是 50Ω。
扫描输出	输出正比于扫频频率的电压输出，0V 对应于扫描起始频率，10V 对应于扫描终止频率(CW 工作模式下 0～10V 对应于整机频率范围)。
外检波输入	实现外部检波稳幅。
网络口	可用于软件升级、控制。
参考输入 1～50MHz	从外时基接收 1-50MHz，步进 1Hz，0～+7dBm 的频率参考信号。

8.5 性能特性测试

10MHz 输出	信号电平 > +4dBm，典型输出阻抗 50Ω。
触发输出	与脉冲同步输出复用，可通过设置实现触发输出，扫描模式下使用，信号在驻留开始或手动扫描模式下等待点触发时为高电平，在驻留结束或接收到点触发后为低电平。
触发输入	用于外触发步进及列表扫描模式下的跳频。
GPIB 接口	标准 IEEE488 接口，支持 SCPI 语言。
USB 接口	用于连接鼠标、键盘、进行系统软件升级及备份数据。
1435A-V/B-V/CV/DV/GV	
I 输出	内部基带信号发生器 I 路输出。
$\bar{I}$输出	内部基带信号发生器$\bar{I}$路输出。
Q 输出	内部基带信号发生器 Q 路输出。
$\bar{Q}$输出	内部基带信号发生器$\bar{Q}$路输出。
标记 1/IQ 数据	任意波调制时，输出任意波设置的标记 1；基带模式下，数据源为外部时，IQ 串行数据输入。
标记 2/IQ 时钟	任意波调制时，输出任意波设置的标记 2；基带模式下，数据源为外部时，IQ 串行时钟输入。
标记 3/码元时钟	任意波调制时，输出任意波设置的标记 3；基带模式下，数据源为外部时，码元时钟输入。
标记 4/IQ 码型触发输入	任意波调制时，输出任意波设置的标记 4；基带及任意波模式下的外部码型触发输入。

8.5 性能特性测试

- 推荐测试方法……256
- 性能特性测试记录表……272
- 性能特性测试推荐仪器……283

8.5.1 推荐测试方法

- 频率特性……257
- 功率特性……262
- 调制特性……264
- 源电压驻波比测试……269

8.5.1.1 频率特性

1) 频率范围

a) 项目说明

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。本测试是验证信号发生器的频率范围是否合格。

b) 测试设备及测试框图

推荐测试设备：

微波频率计 3212D	1 台
射频同轴电缆	1 根

测试框图：



图 8.1 频率范围的测试

c) 测试步骤

1) 按图 8.1 连接设备。
2) 开机复位，预热至少 30min。
3) 将被测信号发生器设置为点频模式。
4) 设置信号发生器输出频率为下限频率 9kHz，功率+10dBm，用微波频率计测试，记录测量结果。如测试结果在 9kHz±1Hz 以内，则输出频率下限检验合格，否则，检验不合格。
5) 设置信号发生器输出频率为上限频率，功率+10dBm，用微波频率计测试，记录测量结果。1435A 测试结果在 3GHz±150Hz 以内，1435B 测试结果在 6GHz±300Hz 以内，1435C 测试结果在 12GHz±600Hz 以内，1435D 测试结果在 20GHz±1kHz 以内，1435F 测试结果在 40GHz±2 kHz 以内，则输出频率上限检验合格，否则，检验不合格。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

2) 频率分辨率

a) 项目说明

频率分辨率是宽带信号发生器能够精确控制的输出频率间隔。将宽带信号发生器点频频率变化 0.001Hz，利用频率计（频率比较器）观测信号频率是否变化 0.001Hz，如果观测到的信号变化 0.001Hz，则宽带信号发生器的频率分辨率为 0.001Hz。

b) 测试设备及测试框图

推荐测试设备：

频率计 Agilent53230A	1 台
射频同轴电缆	1 根
BNC 电缆	1 根

测试框图：



图 8.2 频率分辨率的测试

c) 测试步骤

1) 按图 8.2 连接设备，开机预热至少 30min。
2) 如下设置被测信号发生器:
   【频率】 1.000 000 001MHz
   【功率】 0dBm
3) 设置频率计工作在通道 1 模式，分辨率到 1mHz
4) 改变被测信号发生器的输出频率 1mHz，观察频率计的测试值是否改变了 1mHz。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

3) 内部时基老化率

a) 项目说明

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 ti 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。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±2℃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。

b) 测试设备及测试框图

推荐测试设备：

频率标准 HP5061/CH-47	1 台
频率比较器 CH7-45	1 台
BNC 电缆	2 根

测试框图：

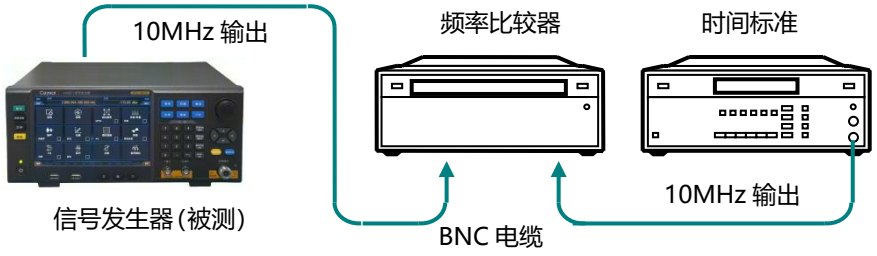


图 8.3 内部时基老化率测试

c) 测试步骤

1)按图 8.3 连接设备。
2)开机复位，将仪器按规定要求预热。
3)将被测信号发生器设置为点频 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：

$$A=\frac{2\sum_{i=1}^{N}\left(Y_i-Y_P\right)\left(t_i-t_p\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(t_i-t_p\right)^2}$$

式中：

Yi ——为第 i 次测量的频率值，单位为 Hz；
YP ——为 N 次测量的平均频率值，单位为 Hz；
ti——为第 i 次测量时的时间，单位为 h；
tp——为第 N 次测量的时间，单位为 h；
N——为测量次数。

4) 谐波寄生

a) 项目说明

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。本次测试中，将信号发生器的输出功率设置为+10dBm 或与最大输出功率的较小者，在指标频率范围内手动调节输出频率，同时用频谱仪测试并找出谐波最差的点。

b) 测试设备及测试框图

推荐测试设备：

频谱分析仪 4051	1 台
射频同轴电缆	1 根

测试框图

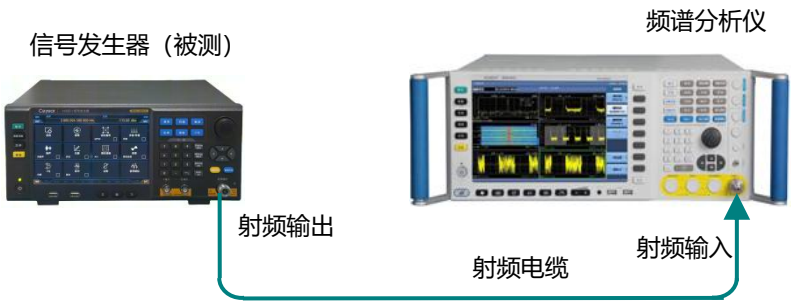


图 8.4 使用频谱仪连接示意图

c) 测试步骤

1)按 8.4 连接设备，开机预热至少 30min。
2)将信号发生器设置为点频模式，功率电平为+10dBm 与最大输出功率的较小者。
3)在信号发生器指标范围内调整输出频率直到 33.5GHz，用频谱仪测试并找出谐波最差的点。在测试时，应对信号发生器分段测试（分段点 3.2GHz），并根据信号发生器输出频率的变化适当调整频谱分析仪的扫宽。测试时，分段点以前信号发生器的频率步进为 10MHz，分段点以后的频率步进为 100MHz。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

5) 非谐波寄生

a) 项目说明

本次测试验证信号发生器整个频率范围内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 CW 输出频率，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) 测试设备及测试框图

测试设备与测试框图同谐波测试。

c) 测试步骤

1)按图 8.4 连接设备，开机预热至少 30min。
2)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。
3)将频谱仪的参考电平设为+10dBm，扫宽 50kHz，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。
4)用频谱仪测量偏离载波 10kHz 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 和 5MHz，重复步骤 4)。
6)分别设置信号发生器的输出频率为 3GHz、6GHz、12GHz、20GHz、40GHz、67GHz，重复步骤 4)、5)。
7)测试记录与数据处理

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

8.5.1.2 功率特性

1) 最大稳幅输出功率测试

a) 项目说明

测试信号发生器最大稳幅输出功率满足指标要求。

b) 测试设备及测试框图

推荐测试设备：

功率计 N1914A	1 台
功率计探头 N8488A	1 只
功率计探头 E9304A	1 只
衰减器 AV71515A	1 只

测试框图：



图 8.5 功率的测试

c) 测试步骤

1)如 8.5 连接设备，功率计探头选择 E9304A，开机预热至少 30min。
2)设置信号发生器为点频模式，输出频率为 9kHz，输出功率为最大指标功率之上 3dB，射频开。
3)当信号发生器上无“不稳幅”指示时，利用功率计测量出此时的功率值并填入测试记录表。当信号发生器上出现“不稳幅”指示时，以 0.1dB 为步进逐步减小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。
4)将信号发生器的输出频率分别设置为 10MHz、250MHz、3GHz、6GHz、9GHz、12GHz、20GHz、30GHz、40GHz、67GHz，直到最高频率为止，当频率超过 6GHz 时，功率计探头更换成 N8488A，,重复步骤 3)。

d) 数据记录与测试结论

在记录表中记录测试数据与结论。

2) 最小稳幅输出功率测试

a) 项目说明

本测试是验证信号发生器的最小稳幅输出功率是否合格。

b) 测试设备及测试框图

推荐测试设备：

功率计 N1914A	1 台
功率计探头 N8488A	1 只
频谱分析仪 FSW67	1 台

测试框图：

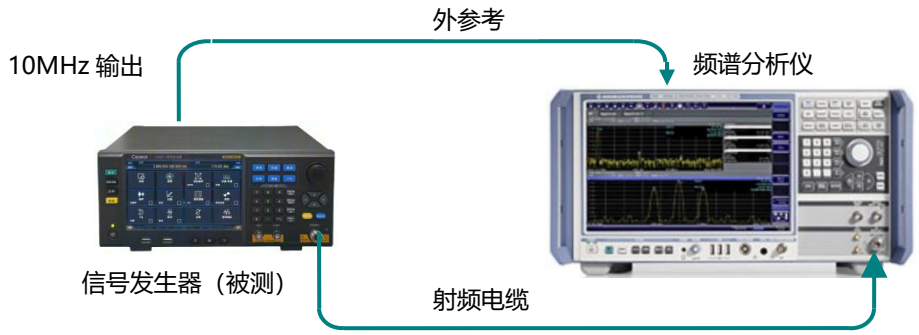


图 8.6 小功率测试

c) 测试步骤

1)如 8.5 连接仪器，设置信号发生器频率 9kHz，功率 0dBm，记录功率计读数 P1。
2)如 8.6 连接频谱分析仪至信号发生器，信号发生器设置功率为 0dBm，将此电平设置为参考电平，用频谱分析仪相对测量模式，将信号发生器功率值设置为最小稳幅功率，用频谱分析仪测试其最小稳幅功率相对于 0dBm 时的相对差值 P2，P1+P2 为最小稳幅输出功率实测值，记录测量值至测试记录表。
3)不带衰减器时，如果最小稳幅输出功率实测值在功率准确度指标之内则最小稳幅范围合格，带衰减器时，对于 1435A/B/C/D/F 实测最小稳幅输出功率误差在±3.5dB 之内则最小稳幅范围合格。
4) 将信号发生器的输出频率分别设置为 10MHz、1GHz、3/6/12GHz、20GHz、40GHz、67GHz，重复步骤 1)～3)。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试数据与结论。

3) 功率准确度

a) 项目说明

本测试是利用测量接收机检查信号发生器的功率准确度指标是否满足要求。将信号发生器频率分别设置为 9kHz、10MHz、1GHz、3/6/12GHz、20GHz、40GHz，功率输出从最大指标输出功率开始逐步减小到最小指标功率（不带衰减器时为-20dBm，带衰减器时根据不同的衰减器选择相应的指标），用测量接收机测量输出功率准确度是否合格。

本次测试是用功率计和频谱分析仪在几个频率点检查信号发生器的功率准确度指标是否满足要求。将信号发生器频率分别设置为 9kHz、10MHz、500MHz、3/6/12GHz、20GHz、40GHz、67GHz，功率输出从最大指标输出功率开始逐步减小到最小指标功率（不带衰减器时为-20dBm，带衰减器时根据不同的衰减器选择相应的指标），用功率计和频谱分析仪测量输出功率准确度是否合格。

b) 测试设备及测试框图

测试设备及框图同稳幅输出功率范围的测试。

c) 测试步骤

1)如 8.5 连接设备，开机预热至少 30min。
2)设置信号发生器输出频率为 9kHz，最大指标输出功率电平，射频开。
3)连接功率计，设置功率计频率为 9kHz。然后以 1dB 为步进，设置信号发生器输出功率直到-10dBm。记录测量值至测试记录表。
4)设置信号发生器功率为 0dBm，记录功率计读数 P1。
5)如 8.6 连接频谱分析仪至信号发生器,信号发生器设置功率为 0dBm，以 10dB 步进衰减至最小指标功率 P2，用频谱分析仪测试其各频率点功率相对于 0dBm 的相对差值 P3，
6)功率准确度误差为：Δ=P3-P1-P2,填入测试记录表。
7)将信号发生器的输出频率分别设置为 10MHz、1GHz、3/6/12GHz、20GHz、40GHz、67GHz，重复步骤 3)、4)。

d) 数据记录与测试结论

在记录表中记录测试数据与结论。

8.5.1.3 调制特性

1) 脉冲调制上升下降时间测试

a) 项目说明

本测试是验证信号发生器的脉冲调制上升下降时间是否合格。用示波器测试脉冲信号的上升下降时间是否满足指标要求。

b) 测试设备及测试框图

测试设备：

数字示波器 TDS4054	1 台
同轴检波器	1 只

测试框图：

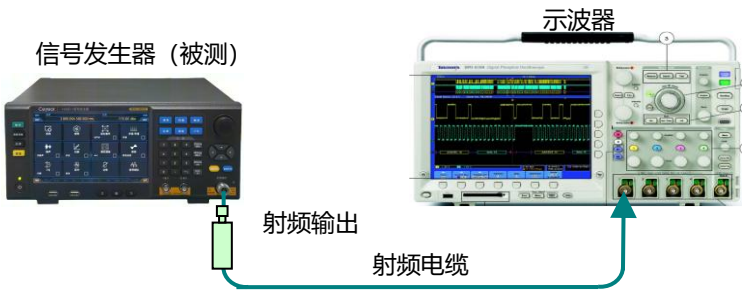


图 8.7 脉冲上升下降时间测试

c) 测试步骤

1)按图 8.7 连接设备，开机预热至少 30min。
2)如下设置被测信号发生器：
点频 3GHz，功率电平 0 dBm
3)如下设置信号发生器进行脉冲调制：脉冲调制，脉冲源自动，脉冲宽度 5μs，脉冲周期 10μs，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)1435C/D/F 按上述步骤，测试被测信号发生器 10GHz 时的脉冲调制上升、下降时间。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

2) 脉冲调制开关比测试

a) 项目说明

脉冲调制开关比主要反映脉冲调制关时信号泄漏。将脉冲调制开、关，测量这两种情况

信号功率的差值即为脉冲调制开关比。

b) 测试设备及测试框图

推荐测试设备：

频谱分析仪 4051	1 台
射频同轴电缆	1 根

测试框图同谐波测试。

c) 测试步骤

1)按图 8.4 连接设备，开机预热至少 30min。
2)将信号发生器设置为点频 50MHz，功率电平 0dBm。
3)如下设置频谱分析仪：
中心频率 50MHz
扫宽 200kHz
参考电平 5dBm
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 频标 峰值 频标差值开
5)如下设置信号发生器进行脉冲调制：
调制 脉冲调制 脉冲源 外部 脉冲调制开 调制开关 开
6)在频谱仪上观察并记录此时的开关比。
7)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
8)分别在 500MHz、1GHz、3GHz、6/12GHz、15GHz、20GHz、25GHz、35GHz、40GHz、67GHz 测试信号发生器的脉冲调制开关比，并将最差的测试结果记入性能测试记录中。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

3) EVM 和原点偏移测试

a) 项目说明

本测试是验证矢量信号发生器的 EVM 和原点偏移是否满足要求。

b) 测试设备及测试框图

推荐测试设备：

矢量信号分析仪 FSQ40	1 台

测试框图：

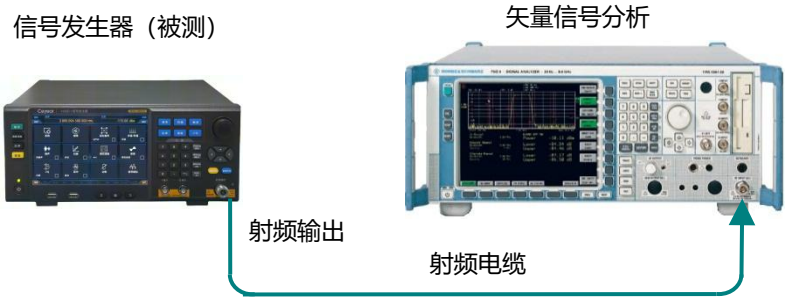


图 8.8 EVM 和原点偏移的测试

c) 测试步骤

1)按图 8.8 连接设备，开机预热至少 30 分钟。
2)如下设置被测信号发生器：
点频 900MHz，功率电平 0 dBm
3)如下设置被测信号发生器：
基带 基带开
调制格式 QPSK
码元速率 4Msym/s
滤波器 根奈奎斯特 α=0.3
I/Q I/Q 调制源 内部
I/Q 调制开
4)如下设置信号分析仪测量 EVM 和原点偏移：
频率 900MHz
码元速率 4MHz
调制格式 QPSK
调制滤波器 发射机滤波器 RRC 接收机滤波器 RRC
测量滤波器 RRC ALFA/BT 0.3
信号分析仪显示的 EVM 和 Original OFFSET 即为所测试 EVM 和原点偏移。
5)按上述步骤，测试被测信号发生器 1.8GHz、2.4GHz、6GHz、10GHz、28GHz 时的 EVM 和原点偏移。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

4) 内部调制带宽测试

a) 项目说明

本测试是验证矢量信号发生器的内部调制带宽是否满足要求。

b) 测试设备及测试框图

8.5 性能特性测试

测试设备及测试框图同 EVM 和原点偏移的测试。

c) 测试步骤

1)按图 8.8 连接设备，开机预热至少 30 分钟。
2)如下设置被测矢量信号发生器：
点频 900MHz，功率电平 0 dBm
3)如下设置被测矢量信号发生器：
多音 多音开
音调数量 51 频率间隔 2.4MHz(选件 H31：4MHz)
I/Q I/Q 调制开
4)如下设置信号分析仪
中心频率 900MHz
扫宽 300MHz
幅度 0dBm
幅度每格 1dB
轨迹最大保持开
利用信号分析仪的 delta 频标功能，功率最大与最小点的功率差除以 2 即为调制频响。

按上述步骤，测试被测矢量信号发生器 1.8GHz、2.4GHz、6GHz、10GHz、28GHz 时的频响。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

5) 外部调制带宽测试

a) 项目说明

本测试是验证信号发生器的外部调制带宽是否满足要求。矢量信号发生器的 I 路输入一扫频信号，I/Q 调制产生双边带调制信号，用信号分析仪观察双边带信号频响。测试时，信号发生器设置为 ALC 开环。扫频信号发生器扫频时间设置为 50s。

b) 测试设备及测试框图

推荐测试设备：

矢量信号分析仪 FSQ40	1 台
1435D 信号发生器	1 台

测试框图：

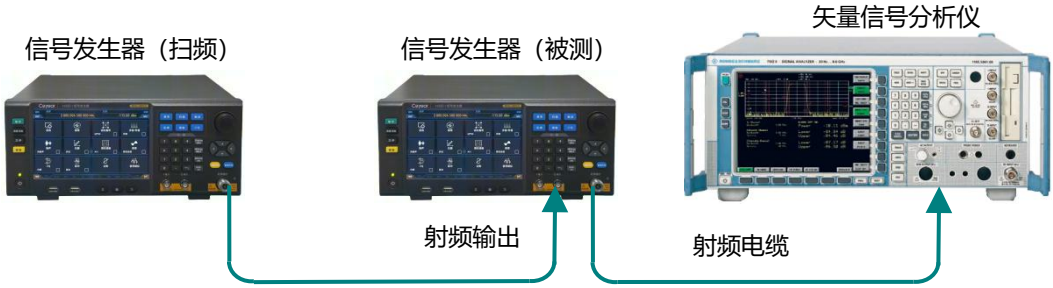


图 8.9 外部调制频响的测试

c) 测试步骤

1)按图 8.9 连接设备，开机预热至少 30 分钟。
2)如下设置被测矢量信号发生器：
点频 900MHz,功率电平 0 dBm
功率 ALC 环路状态 开环 功率搜索
I/Q I/Q 调制源 外部 50 欧 I/Q 调制开
3)如下设置扫频信号发生器：
步进扫描 起始频率 1MHz 终止频率 100MHz 步进点数 100 步进驻留时间 50ms
功率电平 0dBm
4)如下设置信号分析仪：
中心频率 900MHz
扫宽 300MHz 幅度每格 1dB
轨迹 最大保持
观察信号分析仪迹线功率最大和功率最小点的功率差，功率差除 2 即为频响。
5)按上述步骤，测试被测矢量信号发生器 1.8GHz、2.4GHz、6GHz 时的外部调制带宽频响。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

8.5.1.4 源电压驻波比测试

a) 项目说明

输出端口驻波比是指由于外接负载特性变化而引起的射频输出端口驻波电压最大值和驻波电压最小值之比，它反映了信号发生器输出阻抗偏离标称阻抗的程度。对于具有自动电平控制功能的信号发生器，其主要由内部使用的定向耦合器的方向性来决定。本测试给出了一种通用的测试方法，利用频谱分析仪、另外一台信号发生器、定向耦合器和衰减器来测试输出端口驻波比。

b) 测试设备及测试框图

8.5 性能特性测试

测试设备：

信号发生器	1 台
频谱分析仪	1 台
定向耦合器（方向性 > 30）	1 个
6dB 衰减器	1 个

测试框图：

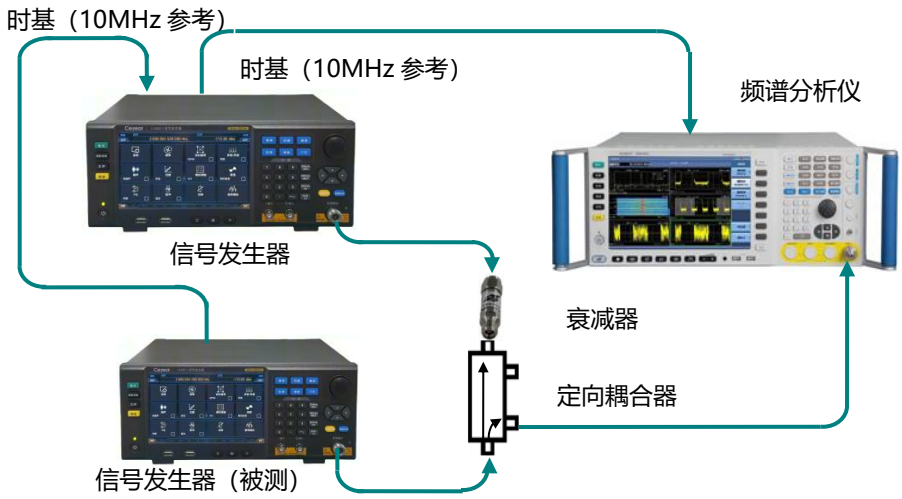


图 8.10 输出端口源驻波比测试连接图

c) 测试步骤

1)按图 8.10 连接测试设备。被测信号发生器设置为内稳幅连续波输出状态，频率 2GHz，输出功率为 0dBm。

2)设置频谱分析仪：外部 10MHz 参考，中心频率为测试频率，扫宽 0Hz，幅度为测试功率值，分辨率与视频带宽 10kHz，线性电平刻度，扫描时间 20ms。

3)设置第二台（非被测）信号发生器：外部 10MHz 参考，连续波输出频率为测试频率-100Hz，功率为最小输出功率。

4)调节频谱分析仪参考电平，使得测试信号显示在屏幕中间，测出信号的电压值 Vref。

5)将被测信号发生器的连接电缆断开，使测试端口开路。调节第二台（非被测）信号发生器的功率，直到频谱分析仪显示信号电压值为 Vref±0.5%。

6)重新连接被测信号发生器。

7)此时频谱分析仪所测信号电压为正弦曲线，测量波峰电压值 Vmax 与波谷电压值 Vmin，计算源驻波比：VSWR = Vmax/Vmin

8)将被测信号发生器的输出频率分别设置为 3GHz、6GHz、12GHz、15GHz、20GHz、31GHz、40GHz、67GHz，重复步骤 2) ~ 6)。

d) 测试记录与数据处理

在记录表中记录测试结果。

8.5.2 性能特性测试记录表

测试地点：_____ 测试环境：_____ 测试时间：_____

被测机号：_____ 测试人员：_____

表 8.6 外观与结构、功能正常性测试记录表

检验项目	要求	检验结果
外观与结构	外观整洁、表面应无锈蚀、霉斑、污迹、镀涂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、标志和各种显示应清晰、牢固。结构件及控制件应完整、无机械损伤；各控制件均需安装正确、牢固可靠，操作灵活。	
功能正常性	本地功能检查：信号发生器开机启动后，应正常显示测量界面，无错误提示；操作前面板键盘按键，应能正常响应。	
	程控功能检查:外置主控计算机,连接 GPIB 电缆和 LAN 电缆，主控计算机分别通过 GPIB 和网口发送“*IDN?;”命令，功能正常情况下应返回“CETC41,1435,XXXXXXX,Y.Y.Y”信息，其中“XXXXXXX”代表产品批次号，“Y.Y.Y”代表产品软件版本号。	

测试地点：_____ 测试环境：_____ 测试时间：_____

被测机号：_____ 测试人员：_____

表 8.7 指标测试记录表

序号	测 试 内 容		技术指标			实测值
1	结构及外观	/	表面应光洁、无毛刺、无明显机械损伤和涂覆破坏现象，结构应完整，控制件应安装正确、可靠，操作灵活。			
2	安全性	MΩ	仪器的绝缘电阻在试验用标准大气条件下应不小于 100MΩ；			
		MΩ	仪器的绝缘电阻在潮湿环境条件下应不小于 2MΩ；			
		/	AC1.5kV/15mA/1min，无飞弧、无击穿；			
		mA	电压 242V，1min，漏电流≤3.5。			
3	功能正常性	/	仪器通电后，仪器电源开关附近指示灯由待机时的黄色变为绿色，显示器有显示，按键操作灵活，前面板显示在指标范围内无失锁、不稳幅指示。			
4	频率范围		1435A/A-V	9kHz～3GHz		
			1435B/B-V	9kHz～6GHz		
			1435C	9kHz～12GHz		
			1435CV	9kHz～13GHz		
			1435D	9kHz～20GHz		
			1435DV	9kHz～20GHz		
			1435F	9kHz～40GHz		
			1435GV	9kHz～45GHz		
			1435K	100kHz～53GHz		
			1435L	100kHz～67GHz		
5	频率分辨率		0.001Hz			
6	频率切换时间		≤1ms			
7	扫描驻留时间		100μs～100s			
8	最大稳幅输出功率	1435A/B	标配	9kHz≤f≤3GHz	≥+18dBm	
				3GHz＜f≤5GHz	≥+16dBm	
				5GHz＜f≤6GHz	≥+15dBm	
			大功率选件 H08	9kHz≤f≤3GHz	≥+22dBm	
				3GHz＜f≤5GHz	≥+20dBm	
				5GHz＜f≤6GHz	≥+18dBm	

表 8.7（续 1）

序号	测 试 内 容		技术指标			实测值
8	最大稳幅输出功率	1435C/D	标配	9kHz≤f≤3GHz	≥ +16dBm	
				3GHz < f≤20GHz	≥ +15dBm	
			大功率选件 H08	9kHz≤f≤3GHz	≥ +21dBm	
				3GHz≤f≤20GHz	≥ +20dBm	
		1435F	标配	9kHz≤f≤3GHz	≥ +14dBm	
				3GHz < f≤17GHz	≥ +13dBm	
				17GHz < f≤40GHz	≥ +11dBm	
			大功率选件 H08	9kHz < f≤3GHz	≥ +20dBm	
				3GHz < f≤17GHz	≥ +17dBm	
				17GHz < f≤40GHz	≥ +15dBm	
		1435K/L	标配	9kHz≤f≤3GHz	≥14dBm	
				3GHz < f≤30GHz	≥13dBm	
				30GHz < f≤67GHz	≥4dBm	
			大功率选件 H08	9kHz≤f≤3GHz	≥20dBm	
				3GHz < f≤30GHz	≥13dBm	
				30GHz < f≤67GHz	≥8dBm	
9	最小稳幅输出功率		标配		-15dBm	
			程控步进衰减器选件 H01		-110dBm	
10	功率分辨率		0.01dB			
11	功率准确度	标配				
		9kHz ≤ f ≤ 2GHz	+10dBm < P≤最大稳幅功率		±0.8dB	
			- 10dBm < P≤ +10dBm		±0.6dB	
			- 15dBm≤P≤ - 10dBm		±1.5dB	
		2GHz < f ≤ 20GHz	+10dBm < P≤最大稳幅功率		±0.9dB	
			- 10dBm < P≤ +10dBm		±0.7dB	
			- 15dBm≤P≤ - 10dBm		±1.5dB	

		20GHz < f ≤ 40GHz	+10dBm < P≤最大稳幅功率	±0.9dB	
			- 10dBm < P≤+10dBm	±0.8dB	
			- 15dBm≤P≤ - 10dBm	±1.8dB	
		40GHz < f ≤ 67GHz	+10dBm < P≤最大稳幅功率	±1.5dB	
			- 10dBm < P≤+10dBm	±1.5dB	
			- 15dBm≤P≤ - 10dBm	±2.0dB	
		带程控步进衰减器选件 H01			
		9kHz ≤ f ≤ 2GHz	+10dBm < P≤最大稳幅功率	±0.8dB	
			- 10dBm < P≤+10dBm	±0.6dB	
			- 70dBm < P≤-10dBm	±0.7dB	
			- 90dBm≤P≤-70dBm	±1.4dB	

表 8.7（续 2）

序号	测 试 内 容		技术指标		实测值
11	功率准确度	2GHz < f ≤ 20GHz	+10dBm < P≤最大稳幅功率	±0.9dB	
			- 10dBm < P≤+10dBm	±0.7dB	
			- 70dBm < P≤-10dBm	±0.7dB	
			- 90dBm≤P≤-70dBm	±1.6dB	
		20GHz < f ≤ 40GHz	+10dBm < P≤最大稳幅功率	±0.9dB	
			- 10dBm < P≤+10dBm	±0.8dB	
			- 70dBm < P≤-10dBm	±1.1dB	
			- 90dBm≤P≤-70dBm	±2.0dB	
		40GHz < f ≤ 67GHz	+10dBm < P≤最大稳幅功率	±1.5dB	
			- 10dBm < P≤+10dBm	±1.5dB	
			- 70dBm < P≤-10dBm	±1.8dB	
			- 90dBm≤P≤-70dBm	±3.0dB	
12	谐波寄生		9kHz≤f≤10MHz	< -23dBc	
			10MHz < f≤2GHz	< -30dBc	
			2GHz < f≤6GHz (1435B、1435B-V)	< -30dBc	
			2GHz < f≤20GHz	< -55dBc	
			20GHz < f≤67GHz	< -50dBc	
13	非谐波寄生	标配	9kHz≤f < 250MHz	< -54dBc	
			250MHz≤f≤3GHz	< -62dBc	

8.5 性能特性测试

			3GHz < f≤6GHz	< -56dBc	
			6GHz < f≤12GHz	< -50dBc	
			12GHz < f≤24GHz	< -44dBc	
			24GHz < f≤48GHz	< -38dBc	
			48GHz < f≤67GHz	< -32dBc	
		低噪声选件	9kHz≤f < 250MHz	< -58dBc	
			250MHz≤f≤3GHz	< -77dBc	
			3GHz < f≤6GHz	< -71dBc	
			6GHz < f≤12GHz	< -65dBc	
			12GHz < f≤24GHz	< -59dBc	
			24GHz < f≤40GHz	< -53dBc	
			48GHz < f≤67GHz	< -47dBc	
14	分谐波寄生		9kHz≤f≤6GHz	无	
			6GHz < f≤12GHz	< -60dBc	
			12GHz < f≤24GHz	< -55dBc	
			24GHz < f≤67GHz	< -50dBc	

表 8.7（续 3）

序号	测 试 内 容		技术指标		实测值
15	单边带相位噪声	标配			
		100MHz	100Hz 频偏	< –83dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< –115dBc/Hz	
		250MHz	100Hz 频偏	< –93dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< –127dBc/Hz	
		500MHz	100Hz 频偏	< –89dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< –121dBc/Hz	
		1GHz	100Hz 频偏	< –83dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< –115dBc/Hz	
		2GHz	100Hz 频偏	< -77dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -109dBc/Hz	
		3GHz	100Hz 频偏	< -74dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -105dBc/Hz	
		4GHz	100Hz 频偏	< -71dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -103dBc/Hz	
		6GHz	100Hz 频偏	< -68dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -99dBc/Hz	
		10GHz	100Hz 频偏	< -63dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -95dBc/Hz	
		20GHz	100Hz 频偏	< -57dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -89dBc/Hz	

		40GHz	100Hz 频偏	< -51dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -83dBc/Hz	
		50GHz	100Hz 频偏	< -45dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -77dBc/Hz	
		67GHz	100Hz 频偏	< -45dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -77dBc/Hz	
		低噪声选件			
		100MHz	100Hz 频偏	< -83dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< -122dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -136dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< -131dBc/Hz	
		250MHz	100Hz 频偏	< -93dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< -133dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -142dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< -139dBc/Hz	
		500MHz	100Hz 频偏	< -89dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< -129dBc/Hz	

表 8.7（续 4）

序号	测 试 内 容		技术指标		实测值
15	单边带相位噪声	低噪声选件			
		500MHz	10kHz 频偏	< -139dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< -135dBc/Hz	
		1GHz	100Hz 频偏	< -83dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< -123dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -136dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< -132dBc/Hz	
		2GHz	100Hz 频偏	< -77dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< -117dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -132dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< -126dBc/Hz	
		3GHz	100Hz 频偏	< -74dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< -114dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< -126dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< -121dBc/Hz	
		4GHz	100Hz 频偏	< –71dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< –101dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< –125dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< –	

				120dBc/Hz	
		6GHz	100Hz 频偏	< –68dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< –98dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< –122dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< –115dBc/Hz	
		10GHz	100Hz 频偏	< –63dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< –93dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< –118dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< –113dBc/Hz	
		20GHz	100Hz 频偏	< –57dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< –87dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< –112dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< –107dBc/Hz	
		40GHz	100Hz 频偏	< –51dBc/Hz	
			1kHz 频偏	< –81dBc/Hz	
			10kHz 频偏	< –106dBc/Hz	
			100kHz 频偏	< –101dBc/Hz	

表 8.7（续 5）

序号	测 试 内 容		技术指标			实测值
15	单边带相位噪声	50GHz	100Hz 频偏		< –45dBc/Hz	
			1kHz 频偏		< –85dBc/Hz	
			10kHz 频偏		< –100dBc/Hz	
			100kHz 频偏		< –95dBc/Hz	
		67GHz	100Hz 频偏		< –45dBc/Hz	
			1kHz 频偏		< –85dBc/Hz	
			10kHz 频偏		< –100dBc/Hz	
			100kHz 频偏		< –95dBc/Hz	
16	脉冲调制(选件 H03)	开关比	50MHz≤f≤67GHz		> 80dB	
		上升下降时间	50MHz≤f≤67GHz		< 10ns	
		最小脉冲宽度	50MHz≤f≤67GHz	稳幅	1μs	
			50MHz≤f≤67GHz	非稳幅	100ns	
17	窄脉冲调	开关比	50MHz≤f≤67GHz		> 80dB	

	制(选件H04)	上升下降时间	50MHz≤f≤67GHz		< 10ns	
		最小脉冲宽度	50MHz≤f≤67GHz	稳幅	1μs	
			50MHz≤f≤67GHz	非稳幅	20ns	
18	频率调制(选件H02)	最大频偏	16MHz×N（N 为谐波次数）			
		调频带宽	DC - 7MHz			
		调频准确度	±（2%×设置频偏+20Hz)（1kHz 调制率，频偏 N×500kHz)			
		调频失真	< 0.4%（1kHz 调制率，频偏 N×500kHz)			
19	相位调制(选件H02)	最大相偏	16rad×N（N 为谐波次数）			
		调相带宽	DC～1MHz			
		调相准确度	±(2%×设置相偏+0.01rad)（1kHz 调制率，相偏 N×8rad)			
		调相失真	< 0.4%（1kHz 调制率，相偏 N×8rad)			
20	幅度调制(选件H02)	最大调制深度	线性方式		> 90%	
		调幅带宽	DC～100kHz，可用到 1MHz，(3dB 带宽，30%调制深度，1GHz 、5GHz、20GHz、40GHz)			
		调幅准确度	线性方式	±（4%×设置深度+1%）(1kHz 调制率，30%调制深度)		
		调幅失真	< 2%（1kHz 调制率，线性方式，30%调制深度）			

表 8.7（续 6）

序号	测 试 内 容		技术指标		实测值
21	多功能函数发生器频率范围(选件H05)	正弦波	0.1Hz～10MHz		
		方波	0.1Hz～1MHz		
22	源驻波比 VSWR		9kHz≤f≤3GHz	< 1.7	
			3GHz < f≤13GHz	< 1.6	
			13GHz < f≤20GHz	< 1.8	
			20GHz < f≤40GHz	< 2.0	
			40GHz < f ≤ 67GHz	< 2.0	

23	矢量调制	EVM	50MHz～6GHz	＜1.8%（RMS%，码元速率 4Msps，根奈奎斯特滤波器，α=0.3，QPSK 格式，标配）	
			6GHz～7.5GHz	＜2.0%（RMS%，码元速率 4Msps，根奈奎斯特滤波器，α=0.3，QPSK 格式，低相位噪声选件 H06）	
			50MHz～7.5GHz	＜1.0%（RMS%，码元速率 4Msps，根奈奎斯特滤波器，α=0.3，QPSK 格式，低相位噪声选件 H06）	
			7.5GHz～20GHz	＜1.2%（RMS%，码元速率 4Msps，根奈奎斯特滤波器，α=0.3，QPSK 格式，低相位噪声选件 H06）	
			20GHz～30GHz	＜1.4%（RMS%，码元速率 4Msps，根奈奎斯特滤波器，α=0.3，QPSK 格式，低相位噪声选件 H06）	

表 8.7（续 7）

序号	测 试 内 容		技术指标		实测值
23	矢量调制	EVM	30GHz～45GHz	＜1.6%（RMS%，码元速率 4Msps，根奈奎斯特滤波器，α=0.3，QPSK 格式，低相位噪声选件 H06）	

			3.5GHz	<1.0%（5GNR（FR1，Test Model 3.1a，FDD，100MHz，30kHz SCS，256QAM）	
			10GHz	<1.2%（5GNR（FR2，Test Model 3.1a，TDD，100MHz，60kHz SCS，256QAM）	
			28GHz	<1.5%（5GNR（FR2，Test Model 3.1a，TDD，100MHz，60kHz SCS，256QAM）	
		内部调制带宽	标配：120MHz（±3dB 带宽）		
			选件 H09：200MHz（±3dB 带宽）		
			选件 H09：500MHz（±3dB 带宽）		
			选件 H09：800MHz（±3dB 带宽）		
		外部调制带宽	200MHz（±4dB 带宽）		
24	前后面板输入输出接口	前面板	USB 接口	用于连接鼠标、键盘、进行系统软件升级及备份数据；	
			-V 系列 I 输入	接收 I/Q 调制的“I”输入，输入阻抗 50Ω	
			-V 系列 Q 输入	接收 I/Q 调制的“Q”输入，输入阻抗 50Ω	

表 8.7（续 8）

序号	测 试 内 容		技术指标		实测值
24	前后面板输入输出接	后面板	AM/FM/ΦM 输入 1	输入固定的±1Vp，实现外部调幅/调频/调相功能	

	口		AM/FM/ΦM 输入 2	输入固定的±1Vp，实现外部调幅/调频/调相功能	
			低频输出	过设置能够输出频率为 0.01Hz～10MHz、幅度为 40mVp～4Vp、输出阻抗为 50Ω 的低频信号	
			脉冲输入	兼容 TTL 电平的脉冲信号输入信号，输入阻抗 2kΩ	
			脉冲同步输出	与触发输出复用，默认为脉冲同步输出，输出一个同步的、在内部和触发脉冲调制过程中额定值宽 20ns、兼容 TTL 的脉冲信号，额定源阻抗是 50Ω	
			脉冲监视输出	与兼容 TTL 电平的脉冲信号，其在所有脉冲模式下都输出与调制包络一致的脉冲信号，额定源阻抗是 50Ω	
			扫描输出	输出正比于扫频频率的电压输出，0V 对应于扫描起始频率，10V 对应于扫描终止频率(CW 工作模式下 0-10V 对应于整机频率范围)	
			参考输入 1-50MHz	从外时基接收 1～50MHz，步进 1Hz，0～+7dBm 的频率参考信号	

表 8.7（续 9）

序号	测 试 内 容		技术指标		实测值
24	前后面板输入输出	后面板	10MHz 输出	信号电平＞+4dBm，典型输出阻抗 50Ω	

	接口		触发输出		与脉冲同步输出复用，可通过设置实现触发输出，扫描模式下使用，信号在驻留开始或手动扫描模式下等待点触发时为高电平，在驻留结束或接收到点触发后为低电平	
			触发输入		BNC阴头，TTL上升沿有效，用于外触发步进及列表扫描模式下的跳频	
			外检波输入		实现外部检波稳幅	
			网络口		可用于软件升级、控制	
			GPIB 接口		标准 IEEE488 接口，支持 SCPI 语言。	
			USB 接口		用于连接鼠标、键盘、进行系统软件升级及备份数据	
			-V 系列	I 输出	内部基带信号发生器 I 路输出；	
				/I 输出：	内部基带信号发生器/I 路输出	
				Q 输出	内部基带信号发生器 Q 路输出；	
				/Q 输出	内部基带信号发生器/Q 路输出	

8.5.3 性能特性测试推荐仪器

表 8.8 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

8.5 性能特性测试

1	频率计	频率范围：9kHz～40GHz 频率分辨率：1Hz/0.001Hz	Agilent53152A Agilent53230A 3212D
2	频率比较器	/	CH7-45
3	时间标准	频率稳定度： $<1\times10^{-10}$/day	HP5061 或 CH-47
4	信号发生器	频率范围：9kHz～40GHz 频率分辨率：0.001Hz	1435 N5183B
5	数字存储示波器	可事件(计数延迟)触发 带宽: DC ～ 500MHz 输入阻抗: 50Ω 及 1MΩ 垂直分辨率: ≤5mV/Div 水平分辨率: 10ns/Div	TDS4054 DPO4054
6	频谱分析仪	频率范围: 1kHz～ 67GHz	4051F N9030A FSW67
7	矢量信号分析仪	频偏范围 1kHz～6GHz	FSW26.5 N9040B
8	信号源分析仪	频率范围：1MHz～50GHz	E5052B FSUP50
9	测量接收机	频率范围：20Hz～50GHz	FSMR 50
10	测量接收机探头	频率范围：20Hz～50GHz	NRP - Z55
11	功率计	频率范围: 0.01 ～ 40GHz 功率范围: 1μW ～ 10W	2438L 2434 N1914A 2436A
12	功率探头	频率范围: 9kHz ～ 40GHz	N8488A 81702 E9304A
13	峰值功率探头	频率范围：500MHz～40GHz	81702
14	基波混频器	本振 射频: 26-40GHz	80713
15	SMA 同轴检波器	频率范围：2-40GHz 视频带宽 >500kHz	2.984.1005

表 8.8 （续）

序号	仪器名称	主要技术指标	推荐型号

16	函数发生器	频率范围：1Hz-10MHz	HP3325B HP33250A
17	定向耦合器	频率范围：2-40GHz 耦合度 10dB 方向性 ＞12dB	2.969.504
18	泄漏电流耐压测试仪	漏电流 0.5 mA ~ 20mA，电压 242V、3kV、5kV	CJ2673
19	变频电源	频率 47Hz ~ 400Hz，电压 0 ~ 3000V	AFC-1kW
20	高低温交变湿热箱	温度-70℃ ~ +150℃，湿度 25 ~ 98%RH	ESL-10P
21	高低温湿热交换箱	温度-70℃ ~ +80℃， 湿度 （50 ~ 98）%RH	Y751C
22	碰撞试验台	最大负载 100kg，加速度（50 ~ 400）m/s2	P-100
23	电动振动台	垂直台：最大位移 25mm，最大频率 3000Hz，最小频率 5Hz，最大负载 200kg；水平台：最大位移 25mm，频率 范围 5 Hz ~ 1000Hz，最大负载 100kg	D-600-3

附 录

- 附录A 术语说明……286
- 附录B SCPI命令速查表……296
- 附录C 错误信息速查表……312
- 附录D 功能配置窗口PC键盘快捷键速查表……313

附录 A 术语说明

- 频率准确度……286
- 频率稳定度……287
- 失真度与频谱纯度……287
- I/Q调制……287
- 语音编码……287
- 信道编码……288
- 数字调制……288
- 数字调制信号的频带利用率……289
- 二进制频移键控2FSK……289
- 二进制相移键控BPSK……290
- 四相相移键控QPSK……290
- 八相相移键控8PSK……291
- 正交幅度调制QAM……291
- 差分调制方式π/4DQPSK……292
- QPSK调制方式……293
- 恒包络数字调制MSK……293
- 3π/8旋转8PSK调制……294
- Nyquist滤波器……294
- Nyquist滤波器系数α……295

频率准确度

信号发生器显示的频率值与真值之间的偏差,通常用相对误差表示:

$$\alpha = \frac{f - f0}{f0} = \frac{\Delta f}{f0} \times 100\%$$

其中，f_0为信号发生器刻度值，f为真值。

低档信号发生器的频率准确度只有1%，而采用内部高稳晶体振荡器的频率准确度可以达到10^{-8} ~ 10^{-10}。

频率稳定度

频率稳定度是指在外界条件,环境不变的情况下,在规定时间内,信号发生器输出频率相对于设置读数的偏差值的大小。

失真度（Harmonic Distortion）与频谱纯度

理想的正弦波应该是单一频率，由于信号发生器内部的非线形元件造成信号产生非线形失真和谐波分量，通常用信号失真度来表示信号接近理想正弦波的程度，并用失真系数γ表示：

$$\gamma = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \ldots\ldots + U_n^2}}{U_1} \times 100\%$$

其中：U1为基波有效值，U2,U3,...为各次谐波有效值，也叫总谐波失真（THD），通常在给定输出功率和特定信号频率下进行测量。

I/Q 调制

I/Q调制器的功能是完成将 I 与 Q 两路信号装载到载波上。I/Q调制器由符号建立器、载波本振、混频器、90° 移相器及线性叠加器等几个部分组成。符号建立器(symbol builder)负责将输入的调制基带信号通过串-并变换，转换成奇偶两路信号。因此，数字发射机中调制方式实际由其符号建立器决定。有的文献将信息与承载信号之间存在的对应关系称为“映射”。接收端根据事先约定的映射关系从接收信号中提取发送的信息的。

信息与信号间的映射方式有很多种，不同的调制技术就在于它们所采用的映射方式不同。数字调制的主要目的在于控制传输效率，不同的数字调制技术正是由其映射方式区分的，其性能也是由映射方式决定的。这种映射关系由符号建立器来实现。同相I与正交Q两个混频器分别由两个本地振荡器LO信号激励。下面混频器本振信号与上面混频器本振信号正交，即混频器的本振载波相互正交。然后这两个混频器的输出混合。

注意，I/Q调制器采用模拟技术(射频混频器和射频合成器)和单片微波集成电路MMIC，甚至在DSP中实现。I/Q调制器把信号相位的控制问题转换成两路正交分量电压的控制问题。I/Q表示了对调制信号的正交变换，Q 分量信号相对于载波90度相移，如果仅用 I 通道检测，由于Cos(90°) =0，虽然 Q 输入信号存在，但 I 路输出为0V， 则 I 路无输出信号。所以，通过线性叠加信号同相和正交分量，就可以产生矢量调制信号而不用担心I和Q分量互相干扰。为了进行无线传输，还应将其相加(Σ) 后在变成合成后送出去。

语音编码

语音编码是无线通信系统中最重要的信源编码，因为语音传输是无线通信系统的基本业务。语音编码的目的应是在保持一定算法复杂程度和通信时延的前提下，运用尽可能少的信道带宽，传送尽可能高的语音质量。

附录 A 术语说明

语音编码可以分为三类：

1) 波形编码，如脉冲编码调制PCM就属于波形编码，其传输的信源数据为语音信号波形的采样量化值。波形编码真实反映语音信号的波形变化，保留语音的所有内在特征，因而可懂度和自然度都很好。但由于语音波形中包含大量冗余成分，所以波形编码的码率较高，频带利用率差。
2) 参量编码，如线性预测编码LPC就属于参量编码，其传输的信源数据并不是语音波形，而是通过线性预测算法提取的语音的特征参量。参量编码将人类的声音系统等效为激励和线性滤波模型，通过不断更新的模型参量表征语音的变化。参量编码可以大大降低传输码率，频带利用率极高，但单纯的参量编码受到特征提取算法的限制，可以达到一定的可懂度，但语音自然度较差。
3) 混合编码，即综合波形编码和参量编码的算法，这样既降低了码率，又提高了合成语音的自然度，是目前无线通信中普遍采用的信源编码方法。如GSM系统中使用的RPE-LTP算法，CDMA中采用的CELP算法。目前较为常用的语音编码形式有：脉冲编码调制(PCM)、差分脉冲编码调制(DPCM)、自适应差分脉冲编码调制(ADPCM)、增量调制(DM)、连续可变斜率增量调制(CVSDM)、自适应预测编码(APC)、自带编码(SBC)、码激励线性预测编码等等。

信道编码

在实际信道传输数字信号的过程中，引起传输差错的原因在于信道内存在的噪声以及信道传输特性不理想所造成的码间串扰。为了提高数字传输系统的可靠性，降低信息传输的差错率，可以利用均衡技术消除码间串扰、选择好的调制制度和解调方法、加强天线的方向性等措施，提高数字传输系统的抗噪性能。

信道编码分为检错码和纠错码。检错码仅能检测误码，例如，在计算机串口通信中常用到的奇偶校验码等。要进一步提高数字传输系统的可靠性，就需要采用差错控制编码，对可能或已经出现的差错进行控制。

数字调制

模拟调制中，载波参量的改变是按连续的模拟信息。在数字调制中，这些载波参数（幅度，频率和相位）的变化由离散的数字信号决定。

从这个意义上讲，数字调制和模拟调制并无本质区别。数字调制信号只须表示离散的调制状态，这些离散状态在矢量图上称为符号点(symbol point)，符号点的组合称为星座图(constellation)。

1) **比特（Bit）**：是通信系统传输信息的单位，一般指通信系统中传输的有用信息。比特率Bit Rate：是比特的传输速率，也就是通信系统时间内的信息传输速率，单位是比特 / 秒(bit/s)。
2) **符号（Symbol）**：是信息调制载波的离散状态，也就是矢量，是与载波和调制方式紧密联系在一起的概念。模拟调制也可以说有符号，只是符号数量无穷多，无法直接分析和观察。因此只在数字调制中讨论符号，其符号数目是有限个。符号并不是信息，但信息是通过数字调制映射为载波状态即符号来传输的。

3) **码元速率或符号率（Symbol Rate）：**载波调制符号的转换速率，实际上是载波状态的变化速率。符号率越高，相应信息传输速率也越高，但信号中包含的频谱成分也越高，占用频带越宽。单位是波特(Baud)。
4) **星座图（Constellation）：**调制信号在I/Q平面上的所有符号点的组合。星座图定义调制技术的信号分布与调制数字比特之间的映射关系。一种调制技术的特性可由信号分布和映射完全定义，即可由星座图来完全定义。
5) **矢量图（Vector Diagram）：**调制信号在符号点间变化的过程描述。矢量图不仅显示星座点，而且显示星座点之间的转换过程。
6) **眼图（Eye Diagram）：**检查数字信号传输畸变的一种形象直观方法。它是解调后在低通滤波器输出未经再生的基带信号，在示波器上用位定时作为外同步时重复扫描显示的波形。

数字调制信号的频带利用率

信息数据传输的速率，但它与调制方式无关，不同的通信系统传送相同速率的数据业务可以使用不同的调制方式，因此比特率不能决定调制信号所占用的频带宽度。

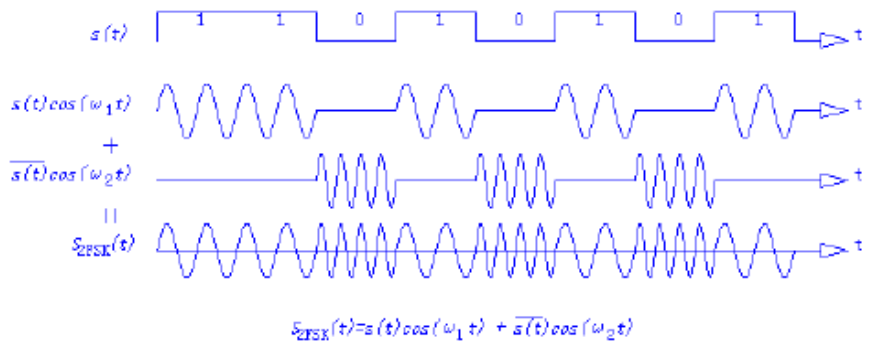
符号率是载波调制状态变化的速率，它决定了调制符号变化的快慢，也就决定了调制信号的频带宽度，有时也称为波特率。符号率与比特率的对应关系是由数字调制的形式决定的。数字调制的形式决定了载波离散状态的数目，也就决定了每个符号所能代表的二进制比特的数目。符号率就等于比特率除每符号代表的比特数：

符号速率(Symbol Rate) =比特速率(Bit Rate) / 每符号代表比特数。

由此可见，数字调制的形式决定了调制的效率，即单位带宽（符号率）下传输的信息量（比特）。调制越复杂，调制符号越多，调制效率越高。

二进制频移键控 2FSK

数字频率调制又称频移键控(FSK)，二进制频移键控记作2FSK。数字频移键控是用改变载波频率的方法来传送二进制符号的，即用所传送的数字消息控制载波的频率。2FSK信号是符号“1”对应于载频f1，而符号“0”对应于与f1不同的另一载频f2的已调波形。这时其频谱可以看成码列对低频载波的开关键控，加上码列的反码对高频载波的开关键控。

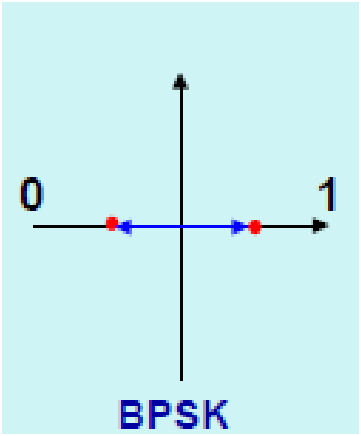


附图1 2FSK示意图

二进制相移键控 BPSK

二进制相移键控BPSK (Binary Phase Shift Keying)用相位0和π来分别表示“0”或“1”。这时在比特周期的边缘出现相位的跳变。但在间隔中部保留了相位信息。收端解调通常在其中心点附近进行。一般来说，PSK系统的性能要比开关键控FSK系统好。

V(t) = ACosSin(2πfc t + φ) 0 ≤t≤ T式中相位φ = 2 (n -1) π/ n，对于BPSK，n =1与2，即φ = 0，π。BPSK调制信号可以利用传统模拟调制方法（用NRZ信号双边带DSB调幅）产生，也可以用键控法产生。在现代通信设备中，通常使用I/Q调制器产生。



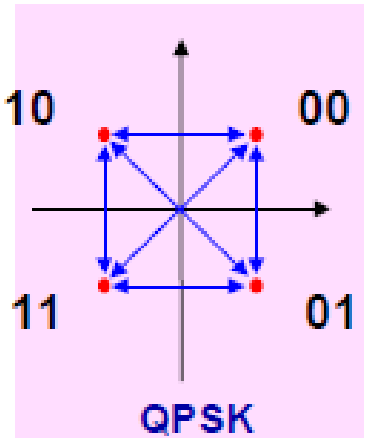
附图2 BPSK示意图

四相相移键控 QPSK

最常见的数字调制为四相相移键控QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)。四相相移调制是利用载波的四种不同相位差来表征输入的数字信息，四种载波相位分别为45°，135°，225°，275°。

调制器输入的数据是二进制数字序列，为了能和四进制的载波相位配合起来，则需要把二进制数据变换为四进制数据，这就是说需要把二进制数字序列中每两个比特分成一组，共有四种组合，即00，01，10，11，其中每一组称为双比特码元。每一个双比特码元是由两位二进制信息比特组成，它们分别代表四进制四个符号中的一个符号。

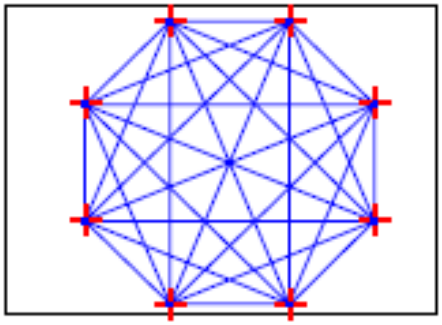
QPSK中每次调制可传输2个信息比特，这些信息比特是通过载波的四种相位来传递的。解调器根据星座图及接收到的载波信号的相位来判断发送端发送的信息比特。



附图3 QPSK示意图

八相相移键控 8PSK

在无线通信中常用BPSK和QPSK，还可以扩展到8PSK，甚至16PSK。不过由于16PSK的I/Q平面利用率很低，符号点相位差很小，则很少使用。由8PSK的矢量图的转换过程可以看出，调制过程中出现180度符号相位变化，会造成信号轨迹穿越原点，其高的峰均比不利于传输。而且， 8PSK属于绝对相位调制而存在相位模糊问题，因此直接应用较少。



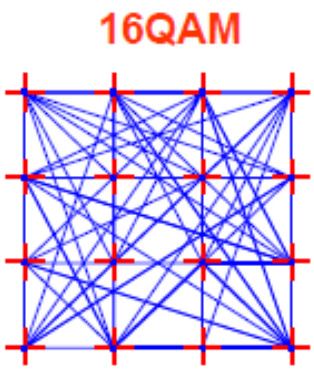
附图4 8PSK示意图

正交幅度调制 QAM

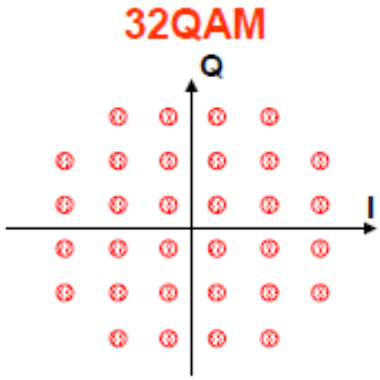
QAM是用两路独立的基带信号对两个相互正交的同频载波进行抑制载波双边带调幅，利用这种已调信号的频谱在同一带宽内的正交性，实现两路并行的数字信息的传输。该调制方式有4QAM（即QPSK），l6QAM, 32QAM, 64QAM… ，星座图分别有4、16、32、64…个矢量端点。

附录 A 术语说明

对于4QAM，当两路信号幅度相等时，其产生、解调、性能及相位矢量均与QPSK相同。显然，当符号点大于等于16时，相同符号数条件下，QAM的符号点之间距离要大于PSK。由于QAM系统的频带利用率高于QPSK，因此，在频带受限系统中，它是一种很有发展前途的调制方式，已在通信系统中已经使用，不过其性能不如QPSK系统。现在，数字电视系统中已使用了128QAM和256QAM，16QAM和32QAM的星座图如下图（附图5、6）。



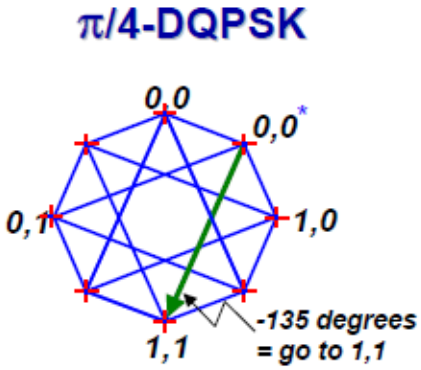
附图5 16QAM星座图



附图6 32QAM星座图

差分调制方式π/4DQPSK

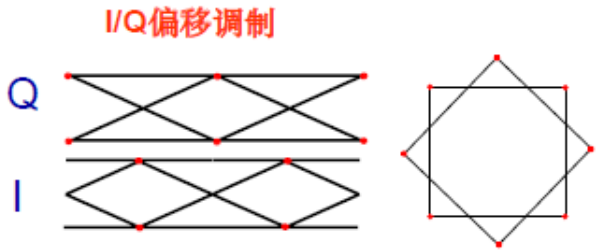
前面讨论过 QPSK 信号，它的频带利用率较高。但当码组 00 跳至 11，或 01 跳至 10 时，会产生 180° 的载波相位跳变。因为这种相位跳变会穿越原点，从而引起大的包络起伏。当通过非线性部件后，时域波形的失真会导致频域的畸变，使已经滤除的带外分量又被恢复出来，扩展的频谱导致对相邻波道产生干扰。为了消除 180° 的相位跳变，在 QPSK 基础上进行修正，得到一种称为 π/4-DQPSK 的调制方式。π/4-DQPSK 是属于差分调制，附图 7 是合成星座图。差分调制并不是用绝对相位符号表示”0”或”1”的比特数据，而是采用相位的相对变化。这里的偶符号点在 I/Q 轴上，奇符号点（带*号）在偏离 I/Q 轴 45° 位置上。可看到最大相位跳变被限制到 135 度。π/4-DQPSK 存在四种相位变化，分别是 45°, 135°, −45°, −135°。由于使用了两个具有 45° 偏移的 QPSK 星座，每个符号总是存在相位改变，这样不仅避免了 180° 的相位变化，其矢量图轨迹不通过零点。



附图7 合成星座图

QPSK 调制方式

QPSK调制I和Q比特流是在同一时刻变换的，即两路符号时钟是同步提供的。OQPSK调制是另外一种克服矢量过零点的方案，已在窄带CDMA系统中采用。OQPSK称为交错四相相移键控(Offset-QPSK)，是QPSK的改进型，也称偏移四相相移键控。它与QPSK有同样的相位关系，也是把输入码流分成两路，然后进行正交调制。不同点在于它将同相和正交两支路的码流在时间上错开了半个码元周期Tb/2 。由于两支路码元半周期的偏移，每次只有一路可能发生极性翻转，不会发生两支路码元极性同时翻转的现象。除此之外，其它实现方法均与QPSK作用相同。



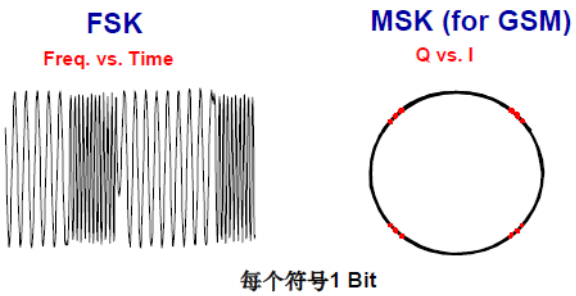
附图8 QPSK调制方式

恒包络数字调制 MSK（最小移频键控）

FSK调制不像QAM和PSK那样包络变化大，但FSK在符号变化时存在相位突变，也会造成幅度突变和频谱再生。最小移频键控MSK是在FSK基础上发展起来的一种恒包络数字调制技术。最小移频键控MSK是一种连续相位的FSK调制CPFSK。连续相位保证了信号具有较小的调制带宽。MSK调制的频偏Δf 及其频差2Δf 满足下式：

$$2\Delta f = \frac{1}{2Tb}$$

由式可见，频偏Δf 等于码元速率1/Tb的四分之一，即频差2Δf 等于码元速率之半，这种特殊选择称为最小频移键控MSK。

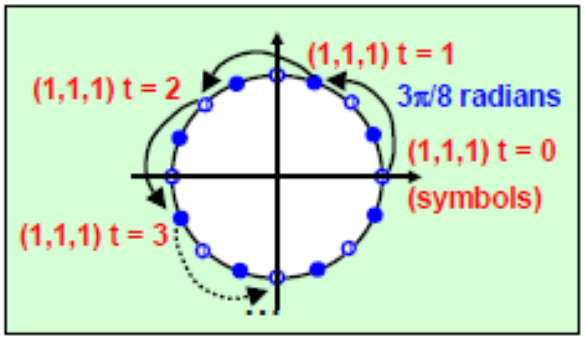


附图9 MSK调制方式

3π/8 旋转 8PSK 调制（EDGE）

3π/8旋转8PSK是在EDGE系统中使用的数字调制方式。EDGE系统是欧洲发展的升级GSM的技术，主要用于提高GSM系统的空中接口传输速率。由于原来的GSM系统限定了调制符号率和频带宽度，EDGE系统就利用8PSK实现更高效率的调制，在调制符号率和频带宽度不变的情况下，达到3倍的传输数据速率。我们已经知道，8PSK存在信号包络起伏大，对系统线性要求高，抗干扰性能差等缺点。所以需要采用类似π/4-DQPSK的方式解决这个问题。

3π/8旋转8PSK是在原8PSK星座图的基础上，每次符号变化时，星座图首先旋转3π/8，然后符号点再过渡到新的星座点。这样相当于有8种符号相位变化，分别是π/8、3π/8、5π/8、7π/8、−π/8、−3π/8、−5π/8、−7π/8，即实现差分调制的8PSK。由于使用了3π/8的偏移，每个符号总存在相位改变，这样不仅可以避免180°的相位变化，其矢量图轨迹不通过



零点。

附图10 EDGE矢量图

Nyquist 滤波器

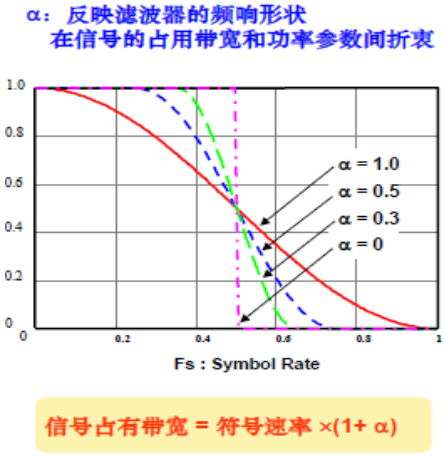
传输基带信号受到约束的主要因素是系统的频率特性。如果有意地加宽传输频带使这种干扰减小到任意程度，却会导致不必要地浪费带宽。如果频带展宽得太多还会使系统引入过大的噪声。因此，必须合适的设计信号波形，或采用理想的传输滤波器，以便在最小传输带宽的条件下减小或消除这种干扰。

奈奎斯特(Nyquist)第一准则解决了这个问题，并指出了信道带宽fN与符号速率RS的基本关系。即：理想信道的低通截止带宽fN = RS。也就是说，这种Nyquist滤波器，既可以限制信号带宽，又可以消除符号间的干扰。从上图可以看到，这种符合奈奎斯特准则的升余弦滤波器，其时域冲激响在相邻比特t时刻的符号能量为0，因此不会引起符号间串扰。

具有矩形频率响应的滤波器在现实中是不可能存在的，无限陡削响应的滤波器需要无穷多极点数。但是，我们可以采用升余弦滤波器Raised cosine Filter(RCF)，来完成过零的Nyquist判据。使用这些滤波器时，通带和止带间的滚降为余弦波函数。放置滤波器的解决方案是在发射机中放“一半”，在接收机中放另“一半”。这样，就能从发射机和接收机同时使用的根升余弦滤波器Root RCF上得到整个升余弦响应。接收机除了可以滤除噪声之外，还可以使用RCF 在最大信噪比处进行判决，这就是匹配滤波器对的特性。

Nyquist 滤波器系数α

具有理想低通特性的信道是难以实现的，而实际应用的是具有滚降特性的信道。其信道带宽比奈奎斯特带宽增加的程度：滚降系数α (Roll-off factorAlpha)。可以表示为α = (BW − f N)/ f N其中BW信道的带宽， f N是奈奎斯特带宽。α 是在0到1之间的数值，1+α表示滤波器发送无ISI信号所需的额外的带宽。α也称为“超额带宽因子”，它表示在相同符号速率下，所需占用带宽超过理想占用带宽的大小。采用RCF滤波后的信号占用带宽近似为(1+α)Rs，这里Rs是符号率。如附图10当α =0时占用带宽BW为Rs（因为Fs＝0.5Rs，BW＝2Fs）；当α =1时占用带宽为2Rs，通常α的典型值为0.35 ～ 0.5。上图示出了不同滚降系数α时的RCF的频率特性。滚降系数α越小，滤波特性就越陡削，但是脉冲产生的边瓣电平越大，造成对采样定时容差要求越高。这些滤波器通常用某些DSP中的有限激冲响应(FIR)滤波器实现。由于升余弦滚降滤波特性可使传输信号具有较大的功率，且收敛快而减少符号间干扰，故已得到了广泛的应用。可以看出，Nyquist滤波器要求占用带宽大于符号率Rs ，其频带利用率不再是最佳。在GSM系统中，没有采用Nyquist滤波器，而是Gaussian高斯滤波器。相对应的“超额带宽因子”是BT（带宽时间因子）， BT值通常选为0.3-0.5。GSM的调制符号率为270.833KHz，信道带宽为200KHz，其信道带宽小于调制符号率。



附图11 信道带宽与α之间的关系示意图

附录 B SCPI 命令速查表

附表 1 1435 SCPI 命令速查表（按子系统分类速查表）

索引	命令	功能
1	*IDN?	通用指令
2	*RCL	通用指令
3	*RST	通用指令
4	*SAV	通用指令
5	*CLS	通用指令
6	*ESE	通用指令
7	*ESR?	通用指令
8	*STB?	通用指令
9	*TRG	通用指令
10	*TST?	通用指令
11	:OUTPut[:STATe](?)	设置射频输出开关
12	:OUTPut:MODulation[:STATe](?)	设置调制总开关
13	[:SOURce]:FREQuency[:CW|FIXed](?)	设置信号发生器输出频率
14	[:SOURce]:FREQuency:MODE(?)	设置频率发生模式
15	[:SOURce]:FREQuency:MULTiplier(?)	设置频率倍乘
16	[:SOURce]:FREQuency:OFFSet(?)	设置频率偏置
17	[:SOURce]:FREQuency:REFerence(?)	设置相对频率
18	[:SOURce]:FREQuency:REFerence:STATe(?)	设置相对频率开关
19	[:SOURce]:FREQuency:STEP(?)	设置频率步进
20	[:SOURce]:FREQuency:STARt(?)	设置步进扫起始频率
21	[:SOURce]:FREQuency:STOP(?)	设置步进扫终止频率
22	[:SOURce]:POWer:ALC:LEVel(?)	设置 ALC 电平值
23	[:SOURce]:POWer:ALC:SEARch(?)	设置功率搜索方式
24	[:SOURce]:POWer:ALC:SOURce(?)	设置功率稳幅方式
25	[:SOURce]:POWer:ALC:SOURce:EXTernal:COUPling(?)	设置外检波耦合系数
26	[:SOURce]:POWer:REFerence:STATe(?)	设置 ALC 环路状态
27	[:SOURce]:POWer:ATTenuation(?)	设置功率衰减量
28	[:SOURce]:POWer:ATTenuation:AUTO(?)	设置功率衰减开关
29	[:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude](?)	设置功率电平
30	[:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate]:OFFSet(?)	设置功率偏置
31	[:SOURce]:POWer:REFerence(?)	设置相对功率

32	[:SOURce]:POWer:REFerence:STATe(?)	设置相对功率开关
33	[:SOURce]:POWer:STEP(?)	设置功率步进
34	[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth	设置 ALC 环路带宽
35	[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth:AUTo	设置 ALC 环路带宽选择模式
36	[:SOURce]:POWer:SWEep[:STATe]	设置功率扫描开关
37	[:SOURce]:LIST:DIRection(?)	设置列表扫描方向
38	[:SOURce]:LIST:DWELl	设置所有点驻留时间
39	[:SOURce]:LIST:FREQuency	设置列表扫描频率
40	[:SOURce]:LIST:FILL:POINts(?)	设置列表扫描点数
41	[:SOURce]:LIST:FILL:STARt(?)	设置列表扫描起始频率
42	[:SOURce]:LIST:FILL:STOP(?)	设置列表扫描终止频率
43	[:SOURce]:LIST:FILL:POWer(?)	设置列表扫描功率
44	____	设置列表扫描触发源
45	[:SOURce]:LIST:FILL:POWer(?)	设置列表所有点功率偏置
46	[:SOURce]:LIST:FILL:DWELl(?)	设置列表所有点驻留时间
47	[:SOURce]:LIST:FILL:EXECute	完成列表填充
48	[:SOURce]:LIST:DELete	删除列表点
49	[:SOURce]:LFOutput:AMPLitude(?)	设置低频幅度
50	[:SOURce]:LFOutput:FREQuency(?)	设置低频频率
51	[:SOURce]:LFOutput:RAMP(?)	设置低频锯齿波波形方向
52	[:SOURce]:LFOutput:SHAPe(?)	设置低频波形
53	[:SOURce]:LFOutput:STATe(?)	设置低频开关
54	[:SOURce]:LFOutput:OFFSet(?)	设置低频幅度偏置值
55	[:SOURce]:LFOutput:DUAL:FUNCtion:AMPLitude:PERCent?	设置双函数发生器中相对音频 1 幅度比
56	[:SOURce]:LFOutput:DUAL: FUNCtion[1]|2:FREQuency?	设置双函数发生器中频率 1（默认）或频率 2 的值
57	[:SOURce]:LFOutput:DUAL:FUNCtion[1]|2:PERCent?	设置双函数发生器中音频 1（默认）或音频 2 脉冲占空比

58	[:SOURce]:LFOutput:DUAL:FUNCtion: POFFset?	设置双函数发生器中相对于音频 1 相位偏置
59	[:SOURce]:LFOutput:DUAL:FUNCtion:SHAPe?	设置双函数发生器中输出波形
60	[:SOURce]:LFOutput:DUAL:FUNCtion:SHAPe:RAMP?	设置双函数发生器中输出波形为锯齿波时的信号输出类型
61	[:SOURce]:LFOutput:FUNCtion[1]|2:FREQuency?	设置函数发生器 1|2 输出频率
62	[:SOURce]:LFOutput:FUNCtion[1]|2:PERCent?	设置函数发生器 1|2 脉冲占空比
63	[:SOURce]:LFOutput:FUNCtion[1]|2:SHAPe?	设置函数发生器 1|2 中输出波形
64	[:SOURce]:LFOutput:FUNCtion[1]|2:SHAPe:RAMP?	设置函数发生器 1|2 中输出波形为锯齿波时的信号输出类型
65	[:SOURce]:LFOutput:NOISe[1]|2:TYPe?	设置噪声发生器 1|2 中的噪声类型
66	[:SOURce]:LFOutput:SWEep:FUNCtion:FREQuency:STARt?	设置扫描函数发生器的起始频率
67	[:SOURce]:LFOutput:SWEep:FUNCtion:FREQuency:STOP?	设置扫描函数发生器的终止频率
68	[:SOURce]:LFOutput:SWEep:FUNCtion:SHAPe?	设置扫描函数发生器中输出波形
69	[:SOURce]:LFOutput:SWEep:FUNCtion:SHAPe:RAMP?	设置扫描函数发生器中输出波形为锯齿波时的信号输出类型
70	[:SOURce]:LFOutput:SWEep:FUNCtion:TIME?	设置扫描函数发生器扫描时间
71	[:SOURce]:LFOutput:SWEep:FUNCtion:TRIGger:MODE?	设置扫描函数发生器触发模式
72	[:SOURce]:LFOutput:SWEep:FUNCtion:TRIGger: PERiod?	设置扫描函数发生器扫描定时器周期
73	[:SOURce]:LFOutput:SWEep:FUNCtion:TRIGger:TYPE?	设置扫描函数发生器触发类型
74	[:SOURce]:SWEep:DIRection(?)	设置步进扫描方向
75	[:SOURce]:SWEep:DWELl(?)	设置步进驻留时间
76	[:SOURce]:SWEep:POINts(?)	设置步进扫描点数

77	[:SOURce]:SWEep:TRIGger:SOURce(?)	设置步进扫描触发源
78	[:SOURce]:SWEep:RETRace(?)	设置回扫开关
79	[:SOURce]:SWEep:STEP:TYPE(?)	设置步进扫描方式
80	[:SOURce]:SWEep:STARt:TRIGger(?)	设置起始扫描触发类型
81	[:SOURce]:SWEep:MODE(?)	设置扫描模式
82	[:SOURce]:PULM:EXTernal:POLarity(?)	脉冲输入反向开关
83	[:SOURce]:PULM:INTernal:DELay(?)	设置脉冲延迟
84	[:SOURce]:PULM:INTernal:FREQuency(?)	设置脉冲重频
85	[:SOURce]:PULM:INTernal:PERiod(?)	设置脉冲调制周期
86	[:SOURce]:PULM:INTernal:PWIDth(?)	设置脉冲调制脉宽
87	[:SOURce]:PULM:SOURce(?)	设置脉冲源
88	[:SOURce]:PULM:STATe(?)	设置脉冲调制开关
89	[:SOURce]:PULM:INTernal:JITTered:MODE(?)	设置脉冲周期抖动方式
90	[:SOURce]:PULM:INTernal:JITTered:PERCent(?)	设置脉冲重频抖动百分比
91	[:SOURce]:PULM:INTernal:PTRain:DATA	设置脉冲串点
92	[:SOURce]:PULM:INTernal:PTRain:DELete	删除脉冲串列表中任一索引点
93	[:SOURce]:PULM:INTernal:PTRain:POINts	查询当前脉冲串点数
94	[:SOURce]:AM[1]|2[:DEPTh]:EXPonential(?)	设置通道 1 或通道 2 信号调幅深度
95	[:SOURce]:AM[1]|2[:DEPTh][:LINear](?)	设置通道 1 或通道 2 以百分比为单位的调幅信号深度
96	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:FREQuency(?)	设置通道 1 或通道 2 调幅内部调制率
97	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:RAMP(?)	设置通道 1 或通道 2 调幅波形为锯齿波时的信号输出类型
98	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:SHAPe(?)	该命令设置调幅信号输出波形
99	[:SOURce]:AM[1]|2:STATe(?)	设置信号发生器调幅通道 1 或 2 的开关状态
100	[:SOURce]:AM:MODE(?)	设置深度调幅开关
101	[:SOURce]:AM:SOURce(?)	设置调幅输入选择

附录 B SCPI 命令速查表

102	[:SOURce]:AM:MODulation:STATe(?)	设置信号发生器调幅信号输出状态
103	[:SOURce]:AM:TYPE(?)	设置调幅类型
104	[:SOURce]:AM:EXTernal:COUPling(?)	设置调幅外部输入耦合方式
105	[:SOURce]:AM:EXTernal:PATH(?)	设置调幅外部输入通道
106	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion:AMPlitude:PERCent?	设置双函数发生器相对于音频 1 幅度占比
107	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion[1]|2:FREQuency?	设置调幅通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器音频 1 频率
108	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion[1]|2:PERCent?	设置调幅通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器音频 1 脉冲占空比
109	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:DUAL: FUNCtion:POFFset?	设置调幅通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器相对于音频 1 相偏
110	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion:SHAPe?	设置调幅通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器输出波形
111	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion:SHAPe:RAMP?	设置调幅通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器中输出波形为锯齿波时的信号输出类型
112	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:FREQuency?	设置调幅通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的输出频率
113	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:PERCent?	设置调幅通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发

		生器 1|2 的脉冲占空比
114	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:SHAPe?	设置调幅通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的输出波形
115	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:SHAPe:RAMP?	设置调幅通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的输出波形为锯齿波时的信号输出类型
116	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:NOISe:FUNCtion[1]|2:TYPE?	设置调幅通道 1 或 2 波形为噪声发生器 1|2 时，噪声发生器 1|2 的噪声类型
117	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:FREQuency:STARt?	设置调幅通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，扫描发生器的起始频率
118	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:FREQuency:STOP?	设置调幅通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，扫描发生器的终止频率
119	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:SHAPe?	调幅通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，扫描发生器的扫描类型
120	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:SHAPe:RAMP?	设置调幅通道 1 或 2 波形为扫描发生器时且扫描类型为锯齿波时的信号输出类型
121	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TIME?	设置调幅通道 1 或 2 波形为扫描发生器时扫描函数发生器的扫描时间
122	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TRIGger:MODE?	设置调幅通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，该命令设置

		扫描函数发生器触发模式
123	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TRIGger:PERiod?	设置调幅通道 1 或 2 波形为扫描发生器且触发类型为定时触发时，该命令设置扫描函数发生器扫描定时器周期
124	[:SOURce]:AM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TRIGger:TYPE?	设置调幅通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，该命令设置扫描函数发生器触发类型
125	[:SOURce]:FM[1]|2:DEViation(?)	设置信号发生器调频通道 1 或通道 2 调频频偏
126	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:FREQuency(?)	置信号发生器调频通道 1 或通道 2 内部调制率
127	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:RAMP(?)	设置通道 1 或通道 2 调频波形为锯齿波时锯齿波类型
128	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:SHAPe(?)	设置通道 1 或通道 2 调频信号输出波形
129	[:SOURce]:FM[1]|2:STATe(?)	设置信号发生器调频通道 1 或 2 的开关状态
130	[:SOURce]:FM:SOURce(?)	设置调频源
131	[:SOURce]:FM:MODulation:STATe(?)	设置调频开关
132	[:SOURce]:FM:EXTernalL:COUPling (?)	设置调频外部输入耦合方式
133	[:SOURce]:FM:EXTernal:PATH (?)	设置调频外部输入通道
134	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion:AMPlitude:PERCent?	设置调频通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器相对于音频 1 幅度占比
135	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion[1]|2:FREQuency?	设置调频通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发

		生器音频 1 频率
136	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion[1]|2:PERCent?	设置调频通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器音频 1 脉冲占空比
137	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:DUAL: FUNCtion:POFFset?	设置调频通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器相对于音频 1 相偏
138	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion:SHAPe?	设置调频通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器输出波形
139	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion:SHAPe:RAMP?	设置调频通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器中输出波形为锯齿波时的信号输出类型
140	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:FREQuency?	设置调频通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的输出频率
141	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:PERCent?	设置调频通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的脉冲占空比
142	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:SHAPe?	设置调频通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的输出波形
143	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:SHAPe:RAMP?	设置调频通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的输出波形为锯齿波时的信号输出类型

144	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:NOISe:FUNCtion[1]|2:TYPE?	设置调频通道 1 或 2 波形为噪声发生器 1|2 时，噪声发生器 1|2 的噪声类型
145	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:FREQuency:STARt?	设置调频通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，扫描发生器的起始频率
146	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:FREQuency:STOP?	设置调频通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，扫描发生器的终止频率
147	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:SHAPe?	调频通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，扫描发生器的扫描类型
148	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:SHAPe:RAMP?	设置调频通道 1 或 2 波形为扫描发生器时且扫描类型为锯齿波时的信号输出类型
149	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TIME?	设置调频通道 1 或 2 波形为扫描发生器时扫描函数发生器的扫描时间
150	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TRIGger:MODE?	设置调频通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，该命令设置扫描函数发生器触发模式
151	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TRIGger:PERiod?	设置调频通道 1 或 2 波形为扫描发生器且触发类型为定时触发时，该命令设置扫描函数发生器扫描定时器周期
152	[:SOURce]:FM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TRIGger:TYPE?	设置调频通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，该命令设置扫描函数发生器触发类型

153	[:SOURce]:PM[1]|2:DEViation(?)	设置信号发生器调相通道 1 或通道 2 相偏
154	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:FREQuency(?)	设置信号发生器调相通道 1 或通道 2 内部调制率
155	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SHAPE:RAMP(?)	设置调相调相通道 1 或 2 波形为锯齿波时，锯齿波方向
156	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SHAPe(?)	设置调相信通道 1 或 2 输出波形
157	[:SOURce]:PM[1]|2:STATe(?)	设置信号发生器调相通道 1 或 2 的开关状态
158	[:SOURce]:PM:SOURce(?)	设置调相源
159	[:SOURce]:PM:MODulation:STATe(?)	设置信号发生器调相信号输出状态
160	[:SOURce]:PM:EXTernal:COUPling(?)	设置调相外部输入耦合方式
161	[:SOURce]:PM:EXTernal:PATH(?)	设置调相外部输入通道
162	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion:AMPlitude:PERCent?	设置调相通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器相对于音频 1 幅度占比
163	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion[1]|2:FREQuency?	设置调相通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器音频 1 频率
164	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion[1]|2:PERCent?	设置调相通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器音频 1 脉冲占空比
165	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:DUAL: FUNCtion:POFFset?	设置调相通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器相对于音频 1 相偏
166	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion:SHAPe?	设置调相通道 1 或 2 波形为双函数发

		生器时，双函数发生器输出波形
167	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:DUAL:FUNCtion:SHAPe:RAMP?	设置调相通道 1 或 2 波形为双函数发生器时，双函数发生器中输出波形为锯齿波时的信号输出类型
168	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:FREQuency?	设置调相通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的输出频率
169	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:PERCent?	设置调相通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的脉冲占空比
170	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:SHAPe?	设置调相通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的输出波形
171	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:FUNCtion[1]|2:SHAPe:RAMP?	设置调相通道 1 或 2 波形为函数发生器 1|2 时，函数发生器 1|2 的输出波形为锯齿波时的信号输出类型
172	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:NOISe:FUNCtion[1]|2:TYPE?	设置调相通道 1 或 2 波形为噪声发生器 1|2 时，噪声发生器 1|2 的噪声类型
173	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:FREQuency:STARt?	设置调相通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，扫描发生器的起始频率
174	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:FREQuency:STOP?	设置调相通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，扫描发生器的终止频率

175	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:SHAPe?	调相通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，扫描发生器的扫描类型
176	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:SHAPe:RAMP?	设置调相通道 1 或 2 波形为扫描发生器时且扫描类型为锯齿波时的信号输出类型
177	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TIME?	设置调相通道 1 或 2 波形为扫描发生器时扫描函数发生器的扫描时间
178	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TRIGger:MODE?	设置调相通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，该命令设置扫描函数发生器触发模式
179	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TRIGger:PERiod?	设置调相通道 1 或 2 波形为扫描发生器且触发类型为定时触发时，该命令设置扫描函数发生器扫描定时器周期
180	[:SOURce]:PM[1]|2:INTernal:SWEep:FUNCtion:TRIGger:TYPE?	设置调相通道 1 或 2 波形为扫描发生器时，该命令设置扫描函数发生器触发类型
181	[:SOURce]:DM:IQADjustment::GAIN(?)	设置内部 IQ 增益平衡
182	[:SOURce]:DM:IQADjustment:IOFFse(?))	设置 I 通道偏置值
183	[:SOURce]:DM:IQADjustment:QOFFse(?)	设置 Q 通道偏置值
184	[:SOURce]:DM:IQADjustment:QSKew(?)	设置 IQ 向量间相位角度
185	[:SOURce]:DM:IQADjustment[:STATe](?)	设置 IQ 调理开关
186	[:SOURce]:DM:MODulation:ATTenuation(?)	设置 IQ 信号衰减量
187	[:SOURce]:DM:MODulation:ATTenuation:AUTO(?)	设置 IQ 信号衰减开关状态
188	[:SOURce]:DM:STATe(?)	设置 IQ 调制开关
189	[:SOURce]:DM:EXTernal:BWIDth[:STATe](?)	设置外部宽带 I/Q 输入开关状态

附录 B SCPI 命令速查表

190	[:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut[:STATe](?)	设置 I/Q 输入调理开关
191	[:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:ATTen(?)	设置 I/Q 输出调理衰减值
192	[:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:GAIN (?)	设置 I/Q 输出调理增益平衡
193	[:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:IOFFset(?)	设置 I/Q 输出调理 I 偏置
194	[:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:UIOFfset(?)	设置 I/Q 输出调理 I/偏置
195	[:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:QOFFset(?)	设置 I/Q 输出调理 Q 偏置
196	[:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:UQOFfset(?)	设置 I/Q 输出调理 Q/偏置
197	[:SOURce]:DM:IQADjustment:OUTPut:SKEW(?)	设置 I/Q 输出调理正交偏离
198	[:SOURce]:RADio:CUSTom:ALPHa(?)	设置基带滤波器因子
199	[:SOURce]:RADio:CUSTom:DATA(?)	设置基带调制信号数据源
200	[:SOURce]:RADio:CUSTom:DATA:PRAM	选择用于选择文件码流文件
201	[:SOURce]:RADio:CUSTom:FILTer(?)	设置基带滤波器类型
202	[:SOURce]:RADio:CUSTom:DATA:FIX4?	设置数据源选择为固定四位码型时，码型数据的值
203	[:SOURce]:RADio:CUSTom:IQData	传输 IQ 数据对到基带内存中
204	[:SOURce]:RADio:CUSTom:MODulation:FSK[:DEViation](?)	设置基带调制类型为 FSK 模式时调频频偏
205	[:SOURce]:RADio:CUSTom:MODulation:MSK:PHASe(?)	设置基带调制类型为 MSK 模式时调相相偏
206	[:SOURce]:RADio:CUSTom:MODulation[:TYPE](?)	设置基带调制格式
207	[:SOURce]:RADio:CUSTom:MODulation:ASK:DEPTh:PERCent?	设置基带调制类型为 ASK 模式时，ASK 的调制深度
208	[:SOURce]:RADio:CUSTom:MODulation:UFSK	设置基带调制类型为用户 FSK 模式时文件

209	[:SOURce]:RADio:CUSTom:MODulation:UIQ	设置基带调制类型为用户 IQ 模式时文件
210	[:SOURce]:RADio:CUSTom:SRATe(?)	设置基带码元速率
211	[:SOURce]:RADio:CUSTom:STATe(?)	设置基带开关
212	[:SOURce]:RADio:CUSTom:POLarity[:ALL](?)	设置基带信号相位极性
213	[:SOURce]:RADio:CUSTom:DENCode(?)	设置命令差分编码开关
214	[:SOURce]:RADio:CUSTom:VCO:CLOCk(?)	设置基带采样时钟类型
215	[:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:EXTernal:SOURce(?)	设置基带触发源外部源
216	[:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:EXTernal:SOURce:DELay(?)	设置触发源外部延迟时间
217	[:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:EXTernal:SOURce:DELay:STATe(?)	设置外部触发源延迟开关状态
218	[:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:EXTernal:SOURce:SLOPe(?)	设置外部触发源触发极性
219	[:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:SOURce(?)	设置基带触发源类型
220	[:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:TYPE(?)	设置基带触发源触发模式
221	[:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:TYPE:CONTinuous:TYPE (?)	设置基带连续下触发类型
222	[:SOURce]:RADio:CUSTom:TRIGger:TYPE:GATE:ACTive(?)	设置基带控触发模式类型
223	[:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup	选择多音文件加载
224	[:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:STORe	存储多音文件
225	[:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe	配置多音波形序列
226	[:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:FSPacing(?)	设置多音频率间隔
227	[:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:NTONes(?)	设置多音数目
228	[:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:PHASe:INITialize(?)	设置多音初始相位类型
229	[:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:PHASeINITialize:SEED(?)	设置多音音间相位关系
230	[:SOURce]:RADio:MTONe:ARB:SETup:TABLe:ROW(?)	设置多音调制列表中某一行多音参数
231	[:SOURce]:RADio:MTONe:ARB[:STATe](?)	设置多音开关
232	[:SOURce]:RADio:TTONe:ARB:ALIGnment(?)	设置双音信号偏移位置

233	[:SOURce]:RADio:TTONe:ARB:FSPacing(?)	设置双音频率间隔
234	[:SOURce]:RADio:TTONe:ARB[:STATe](?)	设置双音开关
235	[:SOURce]:RADio:ARB:MODE(?)	设置任意波模式
236	[:SOURce]:RADio:ARB[:STATe] (?)	设置任意波开关
237	[:SOURce]:RADio:ARB:SEQuence	加载任意波文件
238	[:SOURce]:RADio:ARB:SEQuence:CLOCk(?)	设置任意波时钟类型
239	[:SOURce]:RADio:ARB:SCLock:RATE(?)	设置任意波时钟频率
240	[:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE(?)	设置任意波触发模式
241	[:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:CONTinuous[:TYPE](?)	设置任意波连续触发模式
242	[:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SINGle(?)	设置任意波单次触发模式
243	[:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:SADVance[:TYPE](?)	设置任意波波形段触发模式
244	[:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:TYPE:GATE:ACTive(?)	设置任意波门控触发模式
245	[:SOURce]:RADio:ARB:TRIGger:SOURce (?)	设置任意波触发源
246	[:SOURce]:RADio:ARB:VCO:CLOCk(?)	设置任意波触发采样时钟
247	[:SOURce]:RADio:ARB:EXTernal:CLOCk:RATE(?)	设置任意波触发外部时钟频率
248	:MEMory:COPY:NAME	复制信号发生器中文件
249	:MEMory:DLEete:NAME	删除用户文件
250	:MEMory:MOVE	重命名信号发生器文件名称
251	:MEMory:DATA	传输数据文件
252	:ROSCillator:ADJust:REFerence(?)	设置信号发生器内部参考
253	:DIAGnostic:INFormation:CCOunt:PON?	该命令查询仪器累计开机次数
254	:DIAGnostic:INFormation:OTIMe?	该命令查询仪器固件日期及时间戳
255	:DIAGnostic:SNUM?	读取信号发生器系统序列号
256	:SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess(?)	设置信号发生器 GPIB 地址
257	:SYSTem:COMMunicate:GTLocal	设置信号发生器为

		本地模式

附录 C 错误信息速查表

附表 3 本地错误信息表

错误关键字段	错误说明
不稳幅	针对功率过大或无功率情况
参考环失锁	信号发生器内部参考环路信号失锁
小数环失锁	信号发生器内部小数环路信号失锁
本振环失锁	信号发生器本振环环路信号失锁
VCO环失锁	信号发生器内部VCO环路信号失锁
外参考	信号发生器处于使用外部参考状态，并非错误

附录 D 功能配置窗口 PC 键盘快捷键速查表

PC键盘符号	对应功能配置窗口名称
A	频率配置窗口
B	功率率配置窗口
C	扫描配置窗口
E	用户校准窗口
F	系统配置窗口
H	帮助窗口
I	存储/调用窗口
K	复位
N	射频开关
P	调制开关
T	调制配置窗口