

Ceyear 思仪

1441 系列 信号发生器 用户手册



中电科仪器仪表有限公司

该手册适用下列型号信号发生器，基于固件版本 Version 1.0.2 及以上。

- 1441 系列信号发生器

除标准配件外的选件如下：

- 英文选件：英文菜单、英文面板等，出口使用。

版本：C.1 2017年12月，中电科仪器仪表有限公司
地 址：中国山东青岛经济技术开发区香江路98号
免费客服电话：800-868-7041
技术支持： 0532-86889847 86897262
传 真： 0532-86889056 86897258
网 址： www.ei41.com
电子信箱： eiqd@ei41.com
邮 编： 266555

前言

非常感谢您选择使用中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 1441 系列信号发生器！本公司产品集高、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

AV2.827.1075SSC

版本

C.1 2017.12

中电科仪器仪表有限公司

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仪器仪表有限公司。

本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本公司授权，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，中电科仪器仪表有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

产品质保

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

产品质量证明

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

质量/环境管理

本产品从研发、制造和测试过程中均遵守质量和环境管理体系。中电科仪器仪表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，则可能引起的仪器损坏或丢失重要数据。在完全理解和满足所指出的小心条件之后，才可继续下一步。

目 录

1 手册导航.....	7
1.1 关于手册.....	7
1.2 关联文档.....	8
2 概述.....	11
2.1 产品综述.....	11
2.1.1 产品特点.....	11
2.1.2 典型应用.....	16
2.2 安全使用指南.....	17
2.2.1 安全标识.....	17
2.2.2 操作状态和位置.....	19
2.2.3 用电安全.....	19
2.2.4 操作注意事项.....	20
2.2.5 维护.....	20
2.2.6 电源模块.....	20
2.2.7 运输.....	20
2.2.8 废弃处理/环境保护.....	21
3 使用入门.....	22
3.1 准备使用.....	22
3.1.1 操作前准备.....	22
3.1.2 操作系统配置.....	31
3.1.3 例行维护.....	34
3.2 前、后面板及操作界面说明.....	35
3.2.1 前面板说明.....	36
3.2.2 后面板说明.....	37
3.2.3 操作界面说明.....	38
3.2.4 操作示例.....	39
4 操作指南.....	43
4.1 基本操作指南.....	43
4.1.1 调制.....	43

目 录

4.1.2 扫描	43
4.2 高级操作指南.....	44
4.2.1 选择 ALC 带宽	45
4.2.2 用混频器方式工作/反向功率影响	45
4.2.3 创建和应用用户平坦度校准阵列	46
4.2.4 改变复位参数	48
4.2.5 脉冲输入选择	48
5 菜单.....	51
5.1 菜单结构.....	51
5.1.1 频率	51
5.1.2 功率	52
5.1.3 扫描	54
5.1.4 调制	56
5.1.5 系统	58
5.2 菜单说明.....	60
5.2.1 频率	60
5.2.2 功率	63
5.2.3 扫描	70
5.2.4 调制	78
5.2.5 系统	83
6 远程控制.....	89
6.1 远程控制基础.....	89
6.1.1 程控接口	89
6.1.2 消息	91
6.1.3 SCPI 命令	92
6.1.4 命令序列与同步	99
6.1.5 状态报告系统	101
6.1.6 编程注意事项	109
6.2 仪器程控端口与配置.....	109
6.2.1 LAN	109
6.2.2 GPIB	111

6.3 I/O 库.....	112
6.3.1 I/O 库概述	112
6.3.2 I/O 库安装与配置	113
7 故障诊断与返修	115
7.1 工作原理.....	115
7.2 故障诊断与排除.....	116
7.2.1 系统问题	116
7.2.2 失锁	116
7.2.3 不稳幅	117
7.2.4 射频输出功率问题	117
7.2.5 射频输出端口无调制	117
7.2.6 扫描问题	118
7.2.7 前面板按键不响应	118
7.3 错误信息.....	118
7.3.1 本地错误信息	118
7.3.2 程控错误信息	119
7.4 返修方法.....	120
7.4.1 联系我们	120
7.4.2 包装与邮寄	120
8 技术指标与测试方法	122
8.1 声明.....	122
8.2 产品特征.....	123
8.3 技术指标.....	124
8.4 补充信息.....	125
8.4.1 前面板端口	125
8.4.2 后面板端口	125
8.4.3 EMC 和安全	126
8.5 性能特性测试.....	127
8.5.1 推荐测试方法	127
8.5.2 性能特性测试记录表	141
8.5.3 性能特性测试推荐仪器	146

目 录

附 录.....	147
附录 A 术语说明.....	147
频率准确度	147
频率稳定度	147
附录 B SCPI 命令速查表.....	147
附录 C 错误信息速查表.....	151

1 手册导航

本章介绍了 1441 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](#).....7
- [关联文档](#).....8

1.1 关于手册

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司生产的 1441 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、测量配置操作指南、菜单、远程控制、维护及技术指标和测试方法等内容，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。为方便您熟练使用该仪器，请在操作仪器前，仔细阅读本手册，然后按手册指导正确操作。

用户手册共包含的章节如下：

- **概述**

概括地讲述了1441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。目的使用户初步了解仪器的主要性能特点，并指导用户安全操作仪器。

- **使用入门**

本章介绍了1441系列信号发生器的操作前检查、仪器浏览、基本测量方法、测量窗口使用说明及数据存储等。以使用户初步了解仪器本身和测量过程，并为后续全面介绍仪器测量操作指南做好前期准备。该章节包含的部分内容与快速使用指南手册相关章节一致。

- **操作指南**

详细介绍仪器各种测量功能的操作方法，包括：配置仪器、启动测量过程和获取测量结果等。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1441系列信号发生器使用方法的用户，使用户理解掌握信号发生器的一些基本用法，如设置点频、功率、调制等。高级操作指导部分针对已具备基本的信号发生器使用常识，但对一些特殊用法不够熟悉的用户，介绍相对复杂的测试过程、高阶的使用技巧、指导用户实施测量过程。

- **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，用户可以对远程控制操作快速上手。分三部分介绍：远程控制基础，介绍与程控有关的概念、软件配置、程控端口、SCPI 命令等；仪器程控端口与配置，介绍 1441 系列信号发生器程控端口的连接方法和软件配置方法； I/O 库，介绍仪器驱动器基本概念及 IVI-C 驱动的基本安装配置说明。

- **故障诊断与返修**

1.2 关联文档

包括整机工作原理介绍、故障判断和解决方法及返修方法。

- **技术指标与测试方法**

介绍了 1441 系列信号发生器的产品特征和主要技术指标以及推荐用户使用的测试方法指导说明。

- **附录**

列出1441系列信号发生器的必要的参考信息,包括:术语说明、程控命令速查表等。

1.2 关联文档

1441 系列信号发生器的产品文档包括:

- 快速使用指南
- 用户手册
- 程控手册
- 在线帮助

快速使用指南

本手册介绍了仪器的配置和启动测量的基本操作方法,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

本手册详细介绍了仪器的功能和操作使用方法,包括:配置、测量、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。包含的主要章节是:

- 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
- 技术指标与测试方法
- 附录

程控手册

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

- 远程控制
- 程控命令
- 编程示例

- 错误说明
- 附录

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。仪器前面板硬键有对应的快捷键激活该功能。

2 概述

本章介绍了 1441 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](#).....11
- [安全使用指南](#).....17

2.1 产品综述

1441系列信号发生器为中电科仪器仪表有限公司研制、生产的便携式仪器产品，频率范围最低可到9kHz，采用便携式机箱结构设计，体积小，操作方便；具有大动态范围可调功率输出；标配内部调制信号发生器，能为您提供全面的幅度调制（AM）、频率调制（FM）和脉冲（Pulse）调制功能；列表和步进两种扫描方式可使您的测试应用更加灵活；采用中/英文操作界面，LED大屏幕真彩液晶显示。

- [产品特点](#).....11
- [典型应用](#).....16

2.1.1 产品特点

2.1.1.1 基本功能

中电科仪器仪表有限公司研制的 1441 系列信号发生器主要性能特点是：

- 1) 提供了三种基本样式的信号输出：连续波(CW)信号、扫描信号和模拟调制信号。
 - **连续波（CW）信号**
在这种模式下，信号发生器生成一个连续波正弦信号，信号频率和功率电平由用户设定。
 - **扫描信号**
在这种模式下，信号发生器的输出信号在一定的频率和功率范围内扫描，具有步进扫描和列表扫描两种扫描方式。
 - **模拟调制信号**
在这种模式下，信号发生器提供脉冲调制、幅度调制和频率调制三种调制方式，并可以组合使用。
- 2) 便携式机箱设计，重量轻，便于携带；
- 3) 频率范围 9kHz~3GHz/6GHz；
- 4) -127 dBm~+10 dBm 大动态范围功率输出；
- 5) 标配内部调制发生器，全面的幅度调制、频率调制和脉冲调制功能；

2 概述

2.1 产品综述

- 6) 步进、列表两种扫描方式;
- 7) 中/英文操作界面, LED 大屏幕真彩液晶显示;
- 8) 宽范围交流电源输入;
- 9) 提供 GPIB 和 LAN 接口, 实现程控操作。

2.1.1.2 高性能

1) -127~+10dBm大动态范围功率输出

本信号发生器内置程控步进衰减器, 1441系列信号发生器可提供最低功率电平-127dBm的信号输出, 最大输出功率大于+10dBm。

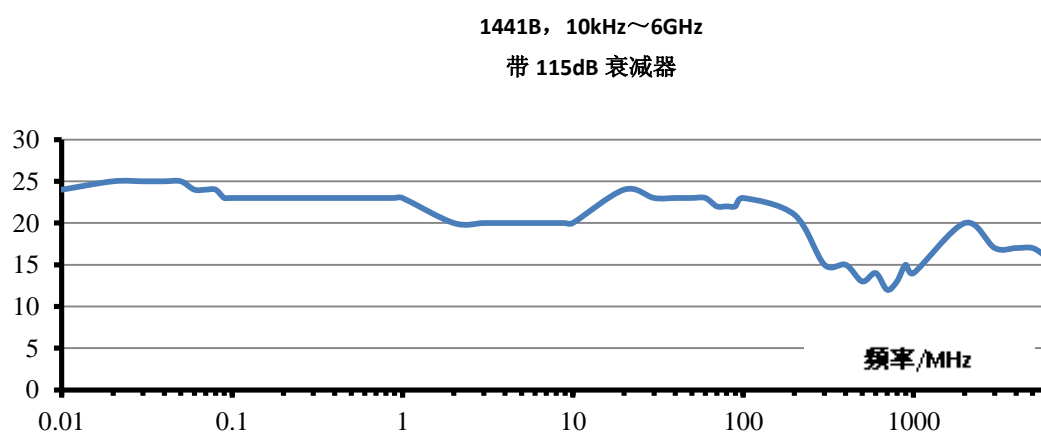


图 2.1 1441B 最大输出功率实测值

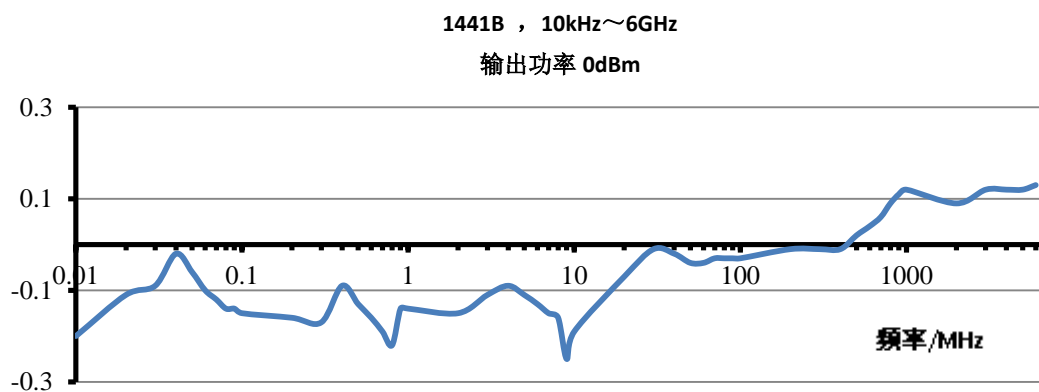


图 2.2 1441B 输出功率 0dBm 实测值

2) 内部调制信号发生器和脉冲发生器 (标配)

1441系列信号发生器标配内部调制信号发生器,采用直接数字波形合成技术产生高质量调制信号,频率范围DC-100kHz,分辨率1Hz,可为您提供全面的信号模拟能力。

标配内部脉冲发生器,步进10ns,可满足您对高性能脉冲源的测试需求。



图 2.3 调制信号发生器

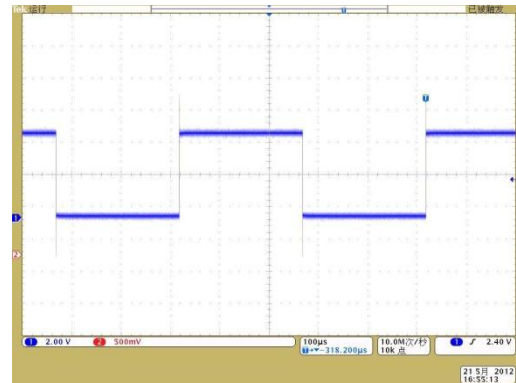


图 2.4 脉冲信号发生器

3) 优异的模拟调制 (标配)

1441系列信号发生器标配优异的模拟调制能力,具有AM、FM功能。幅度调制深度范围0%~90%,可为您提供高质量模拟信号发生提供全面的解决手段。

点频 1GHz 调制率 10kHz 频偏 1MHz

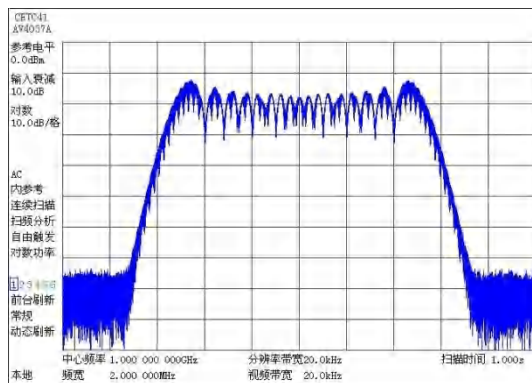


图 2.5 调频频谱

点频 3GHz

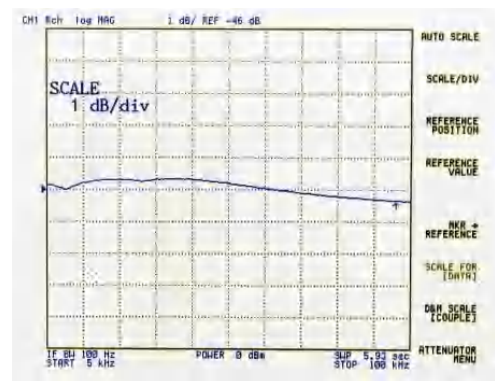


图 2.6 调幅频响

2 概述

2.1 产品综述

4) 高性能脉冲调制（标配）

1441系列信号发生器标配有高性能的脉冲调制功能，开关比大于60dB，最小脉宽2us，可为您进行脉冲调制信号模拟提供灵活方便的解决手段。

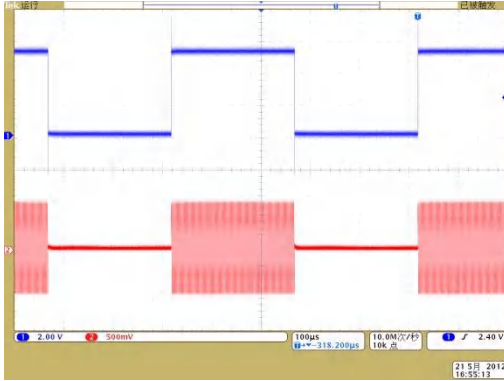


图 2.7 脉冲调制波形（时域）

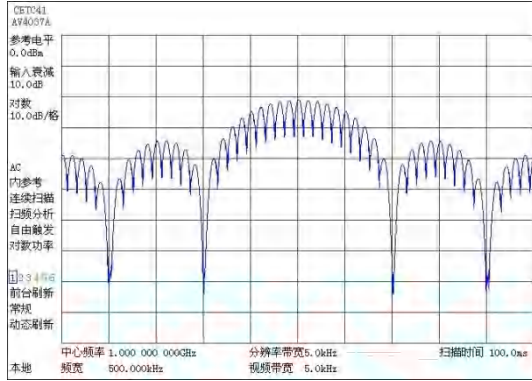


图 2.8 脉冲调制波形（频域）

5) 中/英文操作界面，LED大屏幕真彩液晶显示

1441系列信号发生器采用大屏幕、中文操作界面，状态信息显示直观、全面。操作界面可以进行中英文切换，方便您的使用。



图 2.9 实际操作界面截图

6) 丰富的接口

1441系列信号发生器提供GPIB接口和LAN接口用于程控控制操作，并提供USB接口、LAN等附加扩展接口，提供参考输入/输出接口、脉冲输入、脉冲监视输出和同步输出接口。



图 2.10 正面接口图示

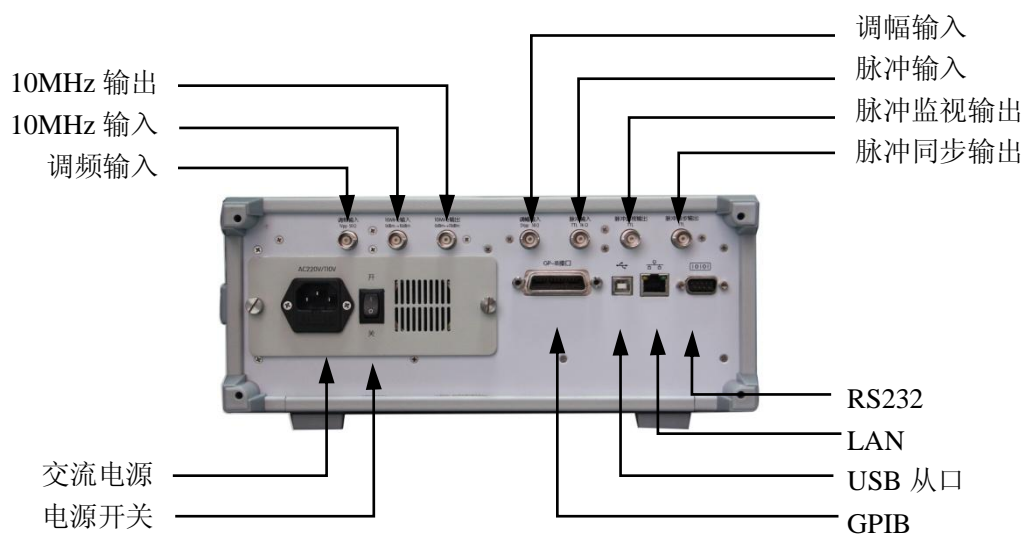


图 2.11 背面接口图示

2 概述

2.1 产品综述

2.1.2 典型应用

1) 接收机性能检测

1441 系列信号发生器具有大于 130dB 的输出动态范围，频率分辨率 0.01Hz，可输出调幅、调频和脉冲调制信号，可用于雷达、电子战、通信装备中的接收机性能检测，定位故障点，方便测试。

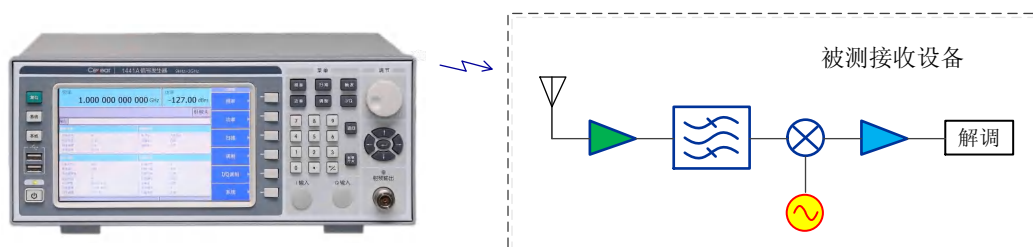


图 2.12 接收机性能检测使用示意图

2) 本振替代

1441 系列信号发生器输出频率范围宽，可做为本振源替代发射机、接收机等被测设备中的本振，间接检测本振信号性能指标的正常性。

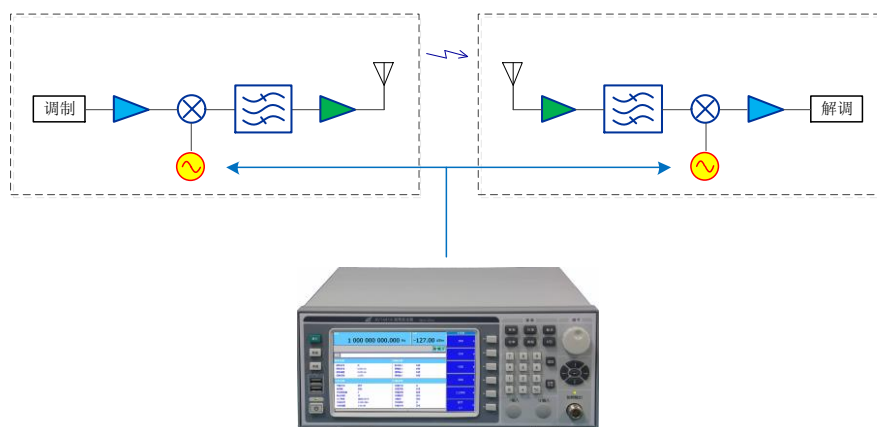


图 2.13 本振替代使用示意图

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](#).....17
- [操作状态和位置](#).....19
- [用电安全](#).....19
- [操作注意事项](#).....20
- [维护](#).....20
- [电源模块](#).....20
- [运输](#).....20
- [废弃处理/环境保护](#).....21

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）
	警告！小心表面热。		交流电（AC）

2.2 安全使用指南



防护导电端



直流/交流电 (DC/AC)



地



仪器加固绝缘保护



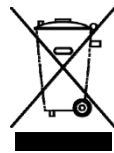
接地端



电池和蓄电池的EU标识。
具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第1项。



注意，小心处理经典敏感器件。



单独收集电子器件的EU标识。
具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第2项。



警告！辐射。
具体说明请参考本节“2.2.4 操作注意事项”中的第7项。

2.2.1.2 手册相关

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



危险标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



警告标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



小心标识，若不可避免，会导致轻度或中度的人身和设备伤害。



注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。



提示标识，仪器及操作仪器的信息。

2.2.2 操作状态和位置

操作仪器前请注意：

- 1) 除非特别声明，1441 系列信号发生器的操作环境需满足：平稳放置仪器，室内操作。操作仪器时所处的海拔高度最大不超过 2000 米，运输仪器时，海拔高度最大不超过 4500 米。实际供电电压允许在标注电压的 $\pm 10\%$ 范围内变化，供电频率允许在标注频率的 $\pm 5\%$ 范围内变化。超压级别是 2，污染强度是 2。
- 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。

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。

2.2 安全使用指南

- 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) 电磁兼容等级符合 GJB3947A-2009 中 3.9.1 规定的电磁兼容性要求。

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 电源模块

电源模块使用前，需仔细阅读相关信息，以免发生爆炸、火灾甚至人身伤害。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 $\pm 10\%$ ，稳态频率允许范围是额定值的 $\pm 5\%$ 。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 $\pm 10\%$ ；总谐波不超出 $\pm 10\%$ ；单次谐波不超出 $\pm 5\%$ ；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) 仪器侧带适用于个人搬运仪器时使用，运输仪器时不能用于固定在运输设备上。为防止财产和人身伤害，请按照厂家有关运输仪器的安全规定进行操作。

- 3) 在运输车辆上操作仪器，司机需小心驾驶保证运输安全，厂家不负责运输过程中的突发事件。所以请勿在运输过程中使用仪器，且应做好加固防范措施，保证产品运输安全。

2.2.8 废弃处理/环境保护

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

3 使用入门

本章介绍了 1441 系列信号发生器的使用前注意事项、后后面板浏览、常用基本测量方法及数据文件管理等。以使用户初步了解仪器本身和测量过程。

- [准备使用](#).....222
- [前、后面板及操作界面说明](#).....35

3.1 准备使用

- [操作前准备](#).....22
- [操作系统配置](#).....31
- [例行维护](#)34

3.1.1 操作前准备

本章介绍了 1441 系列信号发生器初次设置使用前的注意事项。



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。



静电防护

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

注意

操作仪器时请注意：

不恰当的操作位置或测量设置会损伤仪器或其连接的仪器。仪器加电前请注意：

- 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：

电磁干扰会影响测量结果，为此：

- 选择合适的屏蔽电缆。例如，使用双屏蔽射频连接电缆；
- 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.....	23
● 环境要求.....	24
● 开/关电.....	25
● 正确使用连接器.....	28
● 用户检查.....	31

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本公司服务咨询中心联系，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。

3.1 准备使用

2) 型号确认

表 3.1 1441 信号发生器随箱物品清单

名称	数量	功能
主机:		
◇ 1441A/B	1	—
标配:		
◇ 三芯电源线	1	
◇ 用户手册	2	—
◇ 程控手册	2	—
◇ 装箱清单	1	—
◇ 产品合格证	1	—

3.1.1.2 环境要求

1441 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 1441 操作环境要求

温度	0°C ~ 50°C
误差调整时温度范围	23°C ± 5°C (误差调整时允许温度偏差 <1°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 1441 散热要求

仪器部位	散热距离
后侧	≥180 mm
左右侧	≥60 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 $1M\Omega$ 的对地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏：

- 保证所有仪器正确接地，防止静电生成；
- 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

1441 系列信号发生器内部配备 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，根据外部交流电源的电压自动切换工作状态。请您在使用信号发生器前请仔细查看仪器后面板的电源要求。

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

1441 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。

3.1 准备使用

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。在给信号发生器加电开机之前，一定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，一定要把公共端连接到电源接头的保护地上。

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 中的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。电源线的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 3.1，观察前面板电源开关（如图 3.2）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 3.2，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，开机后面板电源开关上方的指示灯会变为绿色。



图 3.1 后面板电源插座及开关



图 3.2 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，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。

步骤 4. Windows CE 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

100MHz 时基及预热

1441 系列信号发生器冷启动时, 为使信号发生器的 100MHz 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, 不需要预热时间。测试指标时, 仪器需预热两小时。(具体请参考数据页中相关说明)。

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 CE + ARM 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。

ii. 关机

步骤 1. 关闭前面板左下角电源开关。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。**不要直接操作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/测量数据。**请采用正确的方法关机。**

3.1 准备使用

c) 切断电源

非正常情况下，为了避免人身伤害，需要信号发生器紧急断电。此时，只需拔掉电源线（从交流电插座或从仪器后面板电源插座）。为此，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 3.3，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 3.3 互连器件的轴心在一条直线上

步骤 2. 如图 3.4，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。

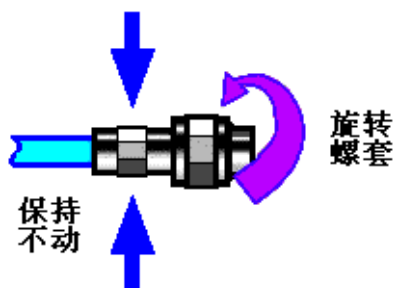


图 3.4 连接方法

步骤 3. 如图 3.5，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。

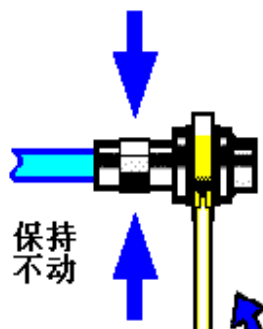


图 3.5 使用力矩扳手完成最后连接

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 3.6 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。

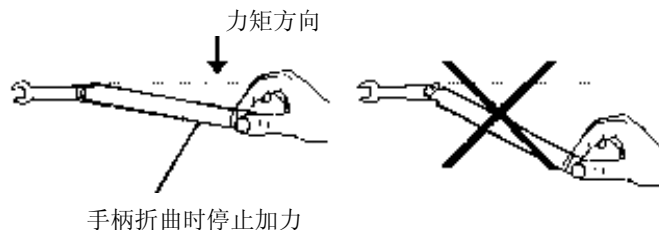


图 3.6 力矩扳手的使用方法

3.1 准备使用

5) 连接器的使用和保存

- 1) 连接器不用时应加上保护护套；
- 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) 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。

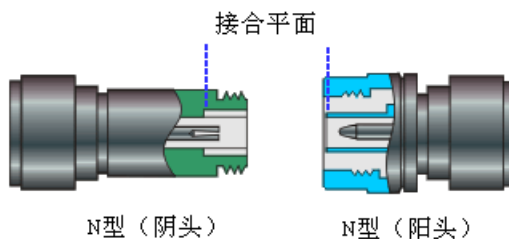


图 3.7 校准平面

3.1.1.5 用户检查

1441 系列信号发生器初次加电后，需要检查仪器是否工作正常，以备后续测量操作。

提示

前面板硬按键和菜单软按键说明

前面板硬按键和菜单软按键，在以下内容中的描述形式为：

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

若软键数值对应多种状态，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) 初步检查

将 1441 系列信号发生器接上电源，前面板电源开关上方电源指示灯为黄色，表示待机电源工作正常。将前面板软电源开关轻按，电源指示灯由黄色变为绿色，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（或复位）状态界面。

预热 10 分钟后，如下设置信号发生器：

- 步骤 1. 按【复位】键。
- 步骤 2. 信号发生器复位大厂家或用户设置状态。
- 步骤 3. 应无任何告警指示。

2) 详细检查

步骤 1. 将 1441 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。

步骤 2. 如下设置信号发生器：

【功率】 +5【dBm】
【频率】 100【MHz】

步骤 3. 按信号发生器【射频开关】键，打开信号发生器输出。

步骤 4. 使用方向键设置信号发生器频率以 100MHz 为间隔向上步进，直到最大频率，注意观测前面板显示器告警指示区，应无任何告警指示。

步骤 5. 设置信号发生器

【功率】 -127【dBm】

步骤 6. 注意观测前面板显示器告警指示区，应无任何告警指示。

3.1.2 操作系统配置

本章介绍了 1441 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 CE配置.....32

3.1 准备使用

3.1.2.1 仪器软件说明

1441 系列信号发生器的主机软件运行的操作系统是 Windows CE，已经按照信号发生器的特性需求安装配置完成。1441 系列信号发生器主机软件基于 Windows CE 操作系统，在仪器出厂前都已安装完毕。

3.1.2.2 Windows CE 配置

在仪器出厂前，1441 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测量性能的下降。通常情况下，WindowsCE 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，请根据本手册前言部分的服务咨询热线与我公司服务咨询中心联系，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.....32](#)
- [配置GPIB.....33](#)
- [配置网络.....33](#)

1) 配置 USB 设备

1441 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。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；
- 键盘、鼠标，便于编辑数据；

连接 USB 设备的方法如下说明：

a) 连接存储器

Windows CE 系统会自动检测连接到仪器的 USB 存储器。

b) 连接键盘

Windows CE系统会自动检测连接到仪器的USB键盘。

c) 连接鼠标

Windows CE 系统会自动检测连接到仪器的鼠标。

2) 配置 GPIB

GPIB 地址的设置通过菜单“GPIB 地址”来实现，其中“GPIB 地址”即为信号发生器的地址设置软键，通常设为 19，通过数字键、箭头键、旋钮及单位键可实现本机 GPIB 地址的设置。关于信号发生器中数字量的设置操作方法可参见用户手册中的相关内容。

菜单及操作方法参见图 3.8。

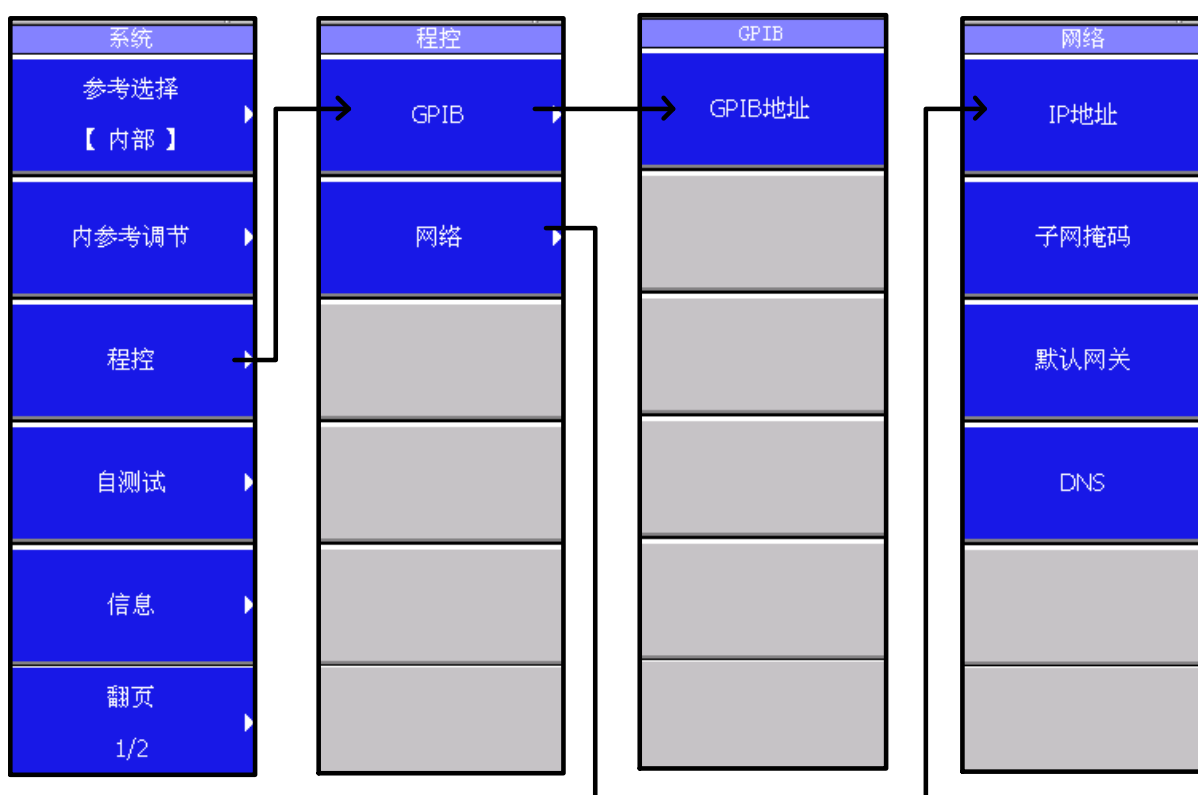


图 3.8 GPIB 接口设置

3) 配置网络

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，通过图 3.9 所示的菜单，将其中的“IP 地址”设置到主控制器所在的子网内即可。例如主控制器的 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。

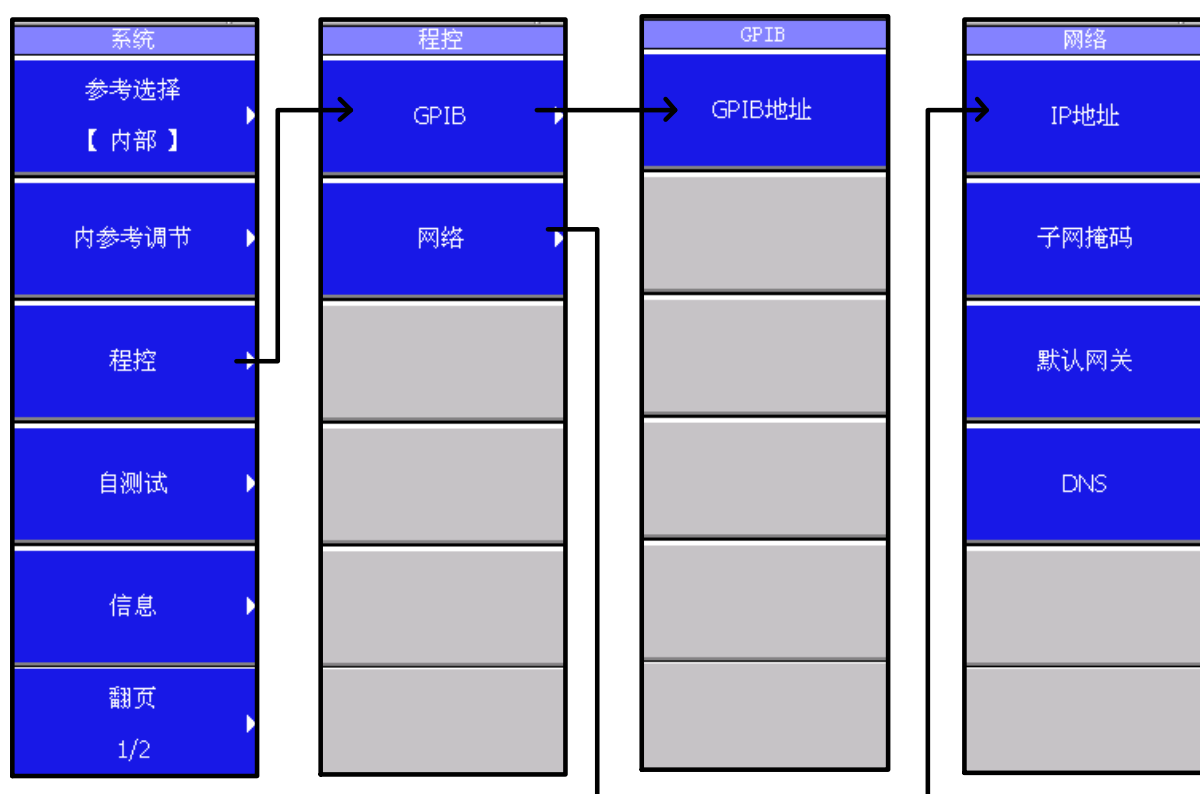


图 3.9 LAN 接口设置

3.1.3 例行维护

本节介绍了 1441 系列信号发生器的日常维护方法。

- [清洁方法](#).....34
- [测试端口维护](#).....35

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 LCD 显示器。请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机，断开与仪器连接的电源线；

步骤 2. 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦拭显示面板；

步骤 3. 再用干净柔软的棉布将显示擦干；

步骤 4. 待清洗剂干透后方可接上电源线。

注意

显示器清洁

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

3.1.3.2 测试端口维护

1441系列信号发生器前面板有一个N型端口（阴头）和一个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；
- 请使用电吹风清洁接头，不要使用例如砂纸之类的工具研磨接头表面。

注意

端口阻抗匹配

1441系列信号发生器前面的射频端口是50 Ω N型接头（阴头）。若连接不匹配连接器会损伤该接头。

3.2 前、后面板及操作界面说明

该章节介绍了 1441 系列信号发生器的前、后面板及操作界面的元素组成及其功能。

- [前面板说明](#).....36
- [后面板说明](#).....37
- [操作界面说明](#).....38

3 使用入门

3.2 前、后面板及操作界面说明

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 1441 系列信号发生器的前面板组成及功能，前面板如下（图 3.10），列项说明如表 3.4：

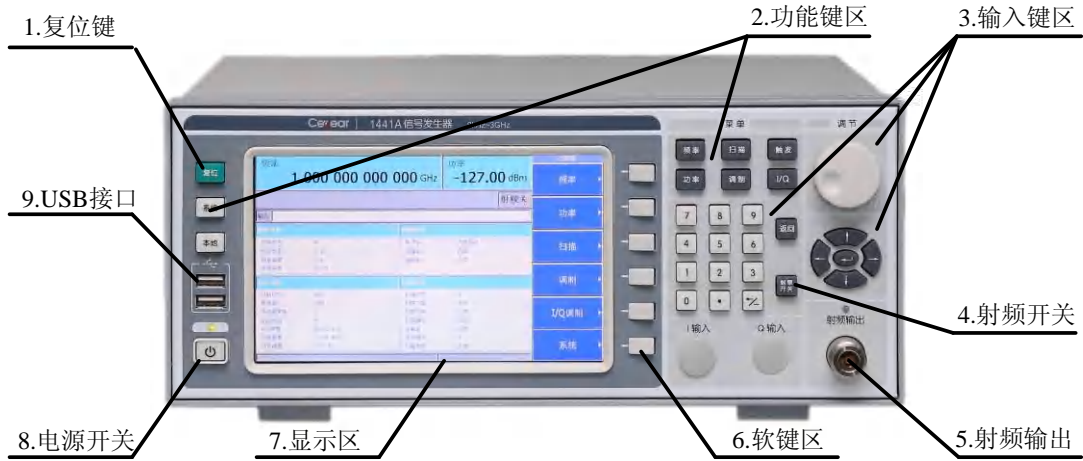


图 3.10 1441 系列信号发生器前面板

表 3.4 前面板说明

序号	名称	说明
1	复位键	单击按键，仪器进入重新启动、自检、初始化后进入厂家或者用户设置状态。
2	功能键区	由前面板功能硬按键组成，选择其中的按键分别执行仪器的复位、系统、本地、频率、功率、扫描、调制、返回、触发。
3	输入键区	包括方向键、旋钮、单位键、←/-(退格键/负号)、数字键。所有的输入都可通过输入区的按键和旋钮改变。
4	射频开关	打开/关闭射频输出。当它作用时，键右侧绿灯点亮，表示射频打开，否则，表示射频被关闭。
5	射频输出	信号发生器的输出由此输出，输出阻抗 50Ω。
6	软键区	当按下某一个软键时，显示区将显示直接对应应在软键左侧的菜单名称，选择某一软按键，相当于选择相应的菜单项。
7	显示区	LCD 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。
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	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。

3.2.2 后面板说明

本节介绍了 1441 系列信号发生器的后面板组成及功能，后面板如下图（图 3.11），具体列项说明如表 3.5。



图 3.11 1441 后面板

表 3.5 后面板说明

序号	名称	说明
1	电源开关	仪器总电源控制开关。
2	电源输入	仪器电源插头。
3	10MHz 输入	外部 10MHz 参考信号输入接口, BNC 阴头, 典型输入阻抗 50Ω, 输入信号幅度 0~+10dBm。
4	调频输入	外部频率调制信号输入, 50Ω 输入阻抗 (额定值), 标称幅度 1Vp-p。
5	10MHz 输出	仪器内部 10MHz 时基信号输出, 幅度 0~+10dBm。
6	调幅输入	外部频率调制信号输入, 50Ω 输入阻抗 (额定值), 标称幅度 2Vp-p。
7	脉冲输入	外部脉冲信号输入接口, 兼容 TTL 电平的脉冲信号输入信号, 输入阻抗 2kΩ。
9	脉冲同步输出	脉冲同步输出接口, 输出一个同步的、在内部和触发脉冲调制过程中额定值宽、兼容 TTL 的脉冲信号。额定源阻抗是 50Ω。
8	脉冲监视输出	脉冲监视信号输出接口, 输出兼容 TTL 电平的脉冲信号。
10	RS-232	保留接口。
11	LAN	10/100Mbps 以太网连接器, 具有标准 8 针结构, 可在两种数据速率中自动进行选择, 用于软件升级、控制等。
12	USB 从口	保留接口。
13	GPIB	标准 IEEE488 接口, 支持 SCPI 语言。

3.2.3 操作界面说明

1441系列信号发生器采用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，屏幕右侧为仪器菜单显示区域，用户可通过鼠标或者前面板按键进行操作。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。

1441系列信号发生器用户界面能够清晰的显示信号输出的状态。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3.12），列项说明如表3.6：



图3.12 1441操作界面

表 3.6 操作界面说明

序号	名称	说明
1	文字区域	显示信号发生器的状态信息。
2	活动输入区域	显示当前正在活动的功能。例如，如果频率是活动的功能，那么在这里将显示当前频率设置。
3	状态信息区域	显示简短的状态信息，如失锁、不稳幅、扫描、调幅、调频、脉冲调制等信息。
4	频率区域	显示当前频率设置。在使用频率偏置或倍频器、打开频率参考时，这个区域中会给出提示。
5	幅度区域	显示当前功率电平设置。在使用功率偏置、打开幅度参考时，这个区域会给出提示。
6	软键菜单标示区域	该区域中的菜单定义了位于菜单右边的按键的功能。根据选择的功能，软键菜单可能会变化。

3.2.4 操作示例

本节通过示例按步骤详细介绍了 1441 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、掌握基本测量方法。

首先，信号发生器按照下面的步骤完成操作前预准备工作：

步骤 1. 加电开机；

步骤 2. 进入系统后初始化设置；

步骤 3. 预热 10 分钟后；

步骤 4. 前面板操作主界面无任何错误信息提示后，再开始下面的操作。

基本的测量，主要包括：通过操作信号发生器的前面板用户界面，完成连续波 RF 信号的设置和输出，以及调制信号的设置和输出。按以下步骤信号发生器前面板 RF 输出端口即可输出相应的 RF 信号。

步骤 1. 设置连续波 RF 信号的频率和功率参数。

步骤 2. 设置载波的调制参数。

- [设置连续波RF输出.....39](#)
- [调制信号.....41](#)

3.2.4.1 设置连续波 RF 输出

1) 设置连续波 RF 输出频率为 500MHz，功率电平 0dBm

提示

仪器复位状态

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

步骤 1. 。

- 按【复位】，设置信号发生器为出厂指定状态。

步骤 2. 。

- 按【射频开关】→ 切换到 射频 开，输出射频信号。

步骤 3. 设置点频 500MHz：

- 按【频率】键，此时输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值。

键入 500，在输入框输入数据后，菜单按钮会显示出频率的单位，按菜单【MHz】结束输入，主频率参数显示区显示的参数会相应发生变化。也可以用旋钮和方向键改变输入的频率值。

3.2 前、后面板及操作界面说明

步骤 4. 设置功率 0dBm:

- 按【功率】键，此时输入框会得到输入焦点，并显示当前功率值。
键入 0 后，菜单按钮会显示出功率的单位，按菜单 [dBm] 结束输入，主功率参数显示区显示的参数会相应发生变化。

提示

输入的功率电平超出了信号发生器的功率设置范围

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

2) 设置连续波 RF 频率参考 500MHz，频率参考 1MHz

设置为频率参考时，频率类参数均是基于当前设置频率参考值的相对值。例如：主信息显示区显示频率是 RF 输出频率与频率参考值的差值。设置频率参考的步骤如下：

步骤 1. 。

- 按【复位】，设置信号发生器为出厂指定状态。

步骤 2. 。

- 按【射频开关】→ 切换到 射频 开，输出射频信号。

步骤 3. 设置点频 500MHz:

- 按【频率】键，此时输入框会得到输入焦点，并显示当前频率值。
键入 500，在输入框输入数据后，菜单按钮会显示出频率的单位，按菜单 [MHz] 结束输入，主频率参数显示区显示的参数会相应发生变化。
也可以用旋钮和方向键改变输入的频率值。

步骤 4. 设置频率参考 1MHz:

- 按【频率】→ [频率参考] → 编辑频率参考；
键入 1，在输入框输入数据后，菜单按钮会显示出频率的单位，按菜单 [MHz] 结束输入，主频率参数显示区显示的参数会相应发生变化。
也可以用旋钮和方向键改变输入的频率值。

步骤 4. 设置频率参考开:

- 按【频率】→ [频率参考] → 编辑频率 开。

3.2.4.2 设置调制信号

1441 系列信号发生器具备调幅、调频、脉冲调制这三种调制功能。本节以调幅、调频和脉冲调制为例，介绍如何打开并设置调制信号。

1) 产生调幅信号：载波频率 1GHz，调制率 1kHz，调幅深度 30%

步骤 1. 设置信号发生器 RF 输出信号：

- 设置点频 1 GHz，功率电平 0 dBm，【射频开关】开。

步骤 2. 设置调幅参数：

- 选择菜单【调制】—> [幅度调制]；
- 设置[幅度调制]：开；
- 设置[调幅输入]：内部；
- 设置[调制率]：1kHz；
- 设置[深度调幅]：关；
- 设置[线性调制深度]：30%

2) 产生调频信号：载波频率 1GHz，调制率 1kHz，调频频偏

步骤 1. 设置信号发生器 RF 输出信号：

- 设置点频 1 GHz，功率电平 0 dBm，【射频开关】开。

步骤 2. 设置调幅参数：

- 选择菜单【调制】—> [频率调制]；
- 设置[频率调制]：开；
- 设置[调频输入]：内部；
- 设置[调制率]：1kHz；
- 设置[调频频偏]：100kHz；
- 设置[调频带宽]：DC-18kHz。

3) 产生脉冲调制信号：载波频率 1GHz，脉宽 50us，周期 1ms

步骤 1. 设置信号发生器 RF 输出信号：

- 设置点频 1 GHz，功率电平 0 dBm，【射频开关】开。

3.2 前、后面板及操作界面说明

步骤 2. 设置脉冲调制参数:

- 选择菜单【调制】 → [脉冲调制] ;
- 设置[脉冲调制]: 开;
- 设置[脉冲输入]: 内部;
- 设置[脉冲宽度]: 50us;
- 设置[脉冲周期]: 1ms;

4 操作指南

本章介绍了 1441 系列信号发生器的不同测量功能的操作方法，详细介绍了测量步骤。

- [基本操作指南](#).....43
- [高级操作指南](#).....44

4.1 基本操作指南

这部分介绍了 1441 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。

- [调制](#).....43
- [扫描](#).....43

4.1.1 调制

- [调幅](#).....43
- [调频](#).....43
- [脉冲调制](#).....43

4.1.1.1 调幅

具体请参考“3 使用入门”部分的“3.2.4.2 调制信号”章节说明。

4.1.1.2 调频

具体请参考“3 使用入门”部分的“3.2.4.2 调制信号”章节说明。

4.1.1.3 脉冲调制

具体请参考“3 使用入门”部分的“3.2.4.2 调制信号”章节说明。

4.1.2 扫描

扫描功能是信号发生器许多重要功能之一。在本信号发生器中提供了步进扫描、列表扫描两种扫描方式。

4.1.2.1 步进扫描

步骤 1: 配置步进扫描选项

- 按【扫描】键
- 按[翻页]软键

4.2 高级操作指南

- 按[配置步进扫]软键

可设置扫描的起始频率、终止频率、起始功率、终止功率、驻留时间、扫描点数

步骤 2: 设置扫描发生方式:

- 按【扫描】键
- 按[扫描类型]软键，选择步进扫描选项
- 按[扫描]软键，可选择频率扫，功率扫或频率功率扫

此时系统工作在步进扫描状态，重复的进行从起始频率到终止频率的扫描

4.1.2.2 列表扫描

步骤 1: 配置列表扫描选项

- 按【扫描】键
- 按[翻页]软键
- 按[配置列表扫]软键
- 按[插入行]

软键可设置扫描的起始频率、终止频率、起始功率、终止功率、起始驻留时间、终止驻留时间、插入点数，按[应用]，可插入列表项。

步骤 2: 设置扫描发生方式，启动扫描

- 按[扫描类型]软键，选择列表扫描
- 按[扫描]软键，可选择频率扫，功率扫或频率功率扫

此时系统工作在列表扫描状态，重复地进行列表扫描

4.2 高级操作指南

这部分介绍了 1441 系列信号发生器相对复杂一些的测量操作过程。

- [选择ALC带宽.....45](#)
- [用混频器方式工作/反向功率影响.....45](#)
- [创建和应用用户平坦度校准阵列.....46](#)
- [改变复位参数.....48](#)
- [脉冲输入选择.....48](#)

4.2.1 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：100Hz，1kHz，10kHz，100kHz 和自动。在自动模式下，信号发生器根据配置和设置自动选择 ALC 带宽。

步骤 1. 功率配置窗口：

- 按【功率】。

步骤 2. 选择 ALC 带宽：

- 选择[翻页 1/2] —>选择[ALC 带宽]—> 选择 “100Hz|1kHz|10kHz|100kHz 自动”；
- 默认为“ALC 自动”；

4.2.2 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 4.1 给出的例子中信号发生器的输出功率是-4dBm，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-4dBm。混频器的本振(LO)驱动是+10dBm，本振到信号发生器的射频输出的隔离度是 13dB。本振馈通到信号发生器输出端的功率是-3dBm，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多大关系，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，从而使信号发生器的功率输出实际上被关掉了。

图 4.2 给出的例子中，用衰减器保持产生-4dBm 的功率输出。此例中，衰减设置为 10dB，ALC 功率电平设置为+6dBm，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-3dBm，这样只有-13dBm 的反向功率通过检波器，检波器就通过了需要的+6dBm 的 ALC 电平和不需要的-13dBm 的反向功率。19dB 的差值将仅仅导致信号发生器输出电平有 0.1dB 的漂移。以衰减器保持方式设置信号发生器：

步骤 1: 按【功率】键。

选择[衰减器设置 手动 自动]，选择手动

步骤 2: 选择[衰减器]，激活输入框，输入[10] [确定]。

选择[功率电平]软键，输入[-4] [dBm]。

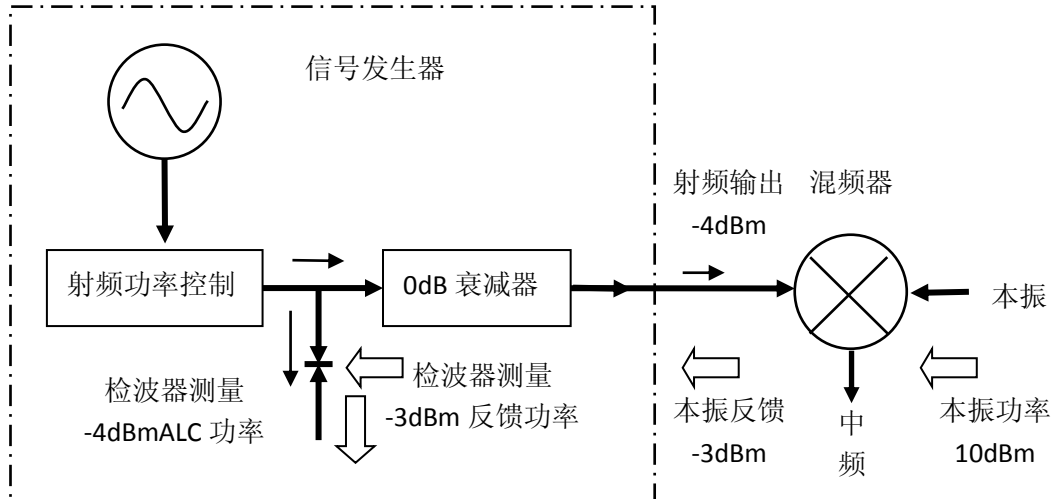


图 4.1 反向功率影响，衰减器衰减设置为 0dB

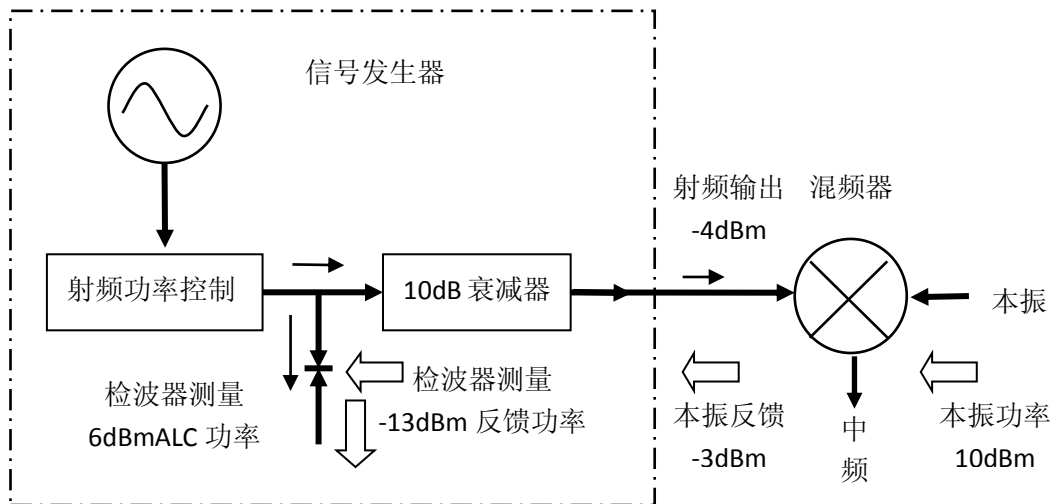


图 4.2 反向功率影响，衰减器衰减设置为 10dB

4.2.3 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对 GPIB 接口连接功率计实现校准。

按【功率】>【翻页 1/3】>【翻页 2/3】>【用户校准】，可以看到[设置行]，[插入行]，[删除行]，[填充列]等菜单项。这些菜单项下还都有各自的子菜单，通过这些菜单，可以定义一个用户校准阵列，在该校准阵列中，可以对校准频率和功率校准值进行定制。定制的校准阵列可以进行保存及调用操作。对每个测试频率，必须保证功率电平在 ALC 范围之内，否则会出现不稳幅提示。下面举例来说明用户平坦度校准功能。

举例：使用 AV2432 功率计实现 1GHz 到 2GHz 扫描信号的自动平坦度校准。在这个例子中，对 1GHz~2GHz 进行平坦度校准，信号发生器通过接口总线控制 AV2432 功率计，产生校准数据阵列。

操作步骤：

步骤 1：如图 4.3 连接仪器。（假设电缆和其他器件的差损是 2dB）

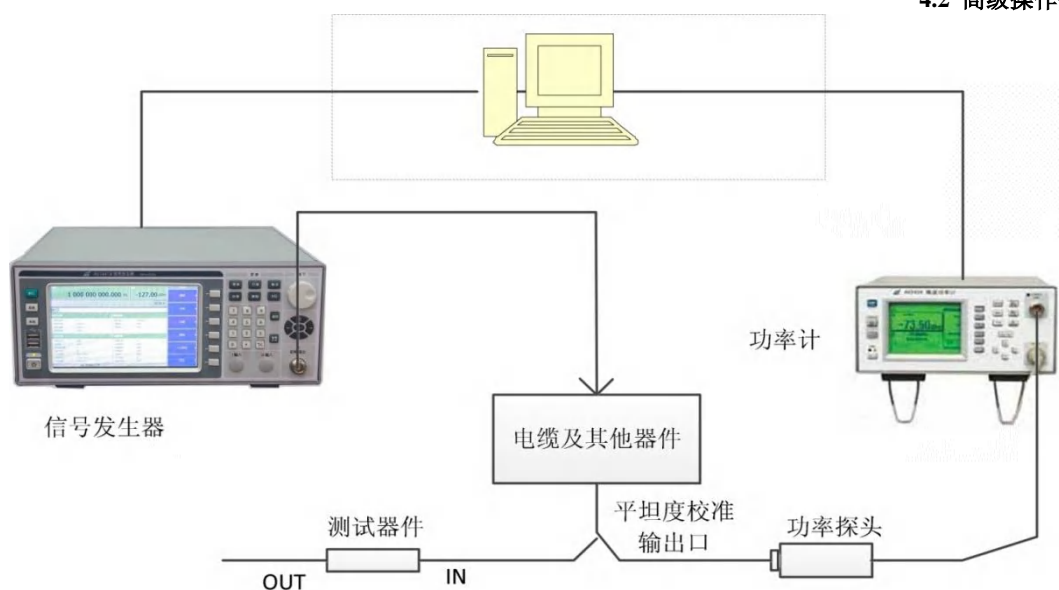


图 4.3 用户平坦度校准

步骤 2: 设置功率计，功率计/探头校零。

把功率探头连到要校准的功率输出连接器上。

步骤 3: 设置信号发生器

按【复位】键。

按【功率】> [功率电平]输入[5] [dBm]。

按【功率】键，[翻页 1/3]> [翻页 2/3]> [用户校准]

按[插入行]> [起始频率]>[1][GHz]，[终止频率]>[2][GHz]，

[起始功率偏置]>[2][dB]，[终止功率偏置]>[2][dB]，

[翻页 1/2]> [插入点数]>[5][确定]，[应用]。

这样就得到一个有 5 个校准点的列表

索引	频率	功率偏置
0	1000000000.000	2.00
1	1250000000.000	2.00
2	1500000000.000	2.00
3	1750000000.000	2.00
4	2000000000.000	2.00

步骤 4: 按【返回】> [校准数据 关 开]，用户功率校准使能，处于激活状态。

如果要对校准阵列进行修改，继续执行【功率】> [翻页 1/3]> [翻页 2/3]> [用户校准]下[设置行]，[插入行]，[删除行]，[填充列]菜单下相应功能。

按【功率】> [翻页 1/3]> [翻页 2/3]> [用户校准]> [翻页 1/2]> [存储数据]，

4.2 高级操作指南

存储用户校准阵列。下次开机后可以执行【功率】>[翻页 1/3]>[翻页 2/3]>[用户校准]>[翻页 1/2]>[调用数据]恢复校准阵列。

4.2.4 改变复位参数

步骤 1: 按照要求设置信号发生器的复位状态。

步骤 2: 按【系统】键。

按[翻页 2/3 复位设置]。

按[存储用户状态]。

按[复位模式 厂家 用户]。

无论何时按下复位键，信号发生器将回到设置并存储的状态；如果按下[复位模式 厂家 用户]软键，每次按下复位键后，信号发生器都以厂家复位模式复位。

4.2.5 脉冲输入选择

1) 脉冲输入选择“内部自动”

激活脉冲调制并设置仪器内部的脉冲发生器为脉冲调制源。不需要外部连接。脉冲的参数由用户设定。并且激活内部脉冲自动触发模式，不与其它触发信号同步。

脉冲输入菜单中软键行对应软键的字体被点亮表示选择其状态。缺省设置为[内部自动]。

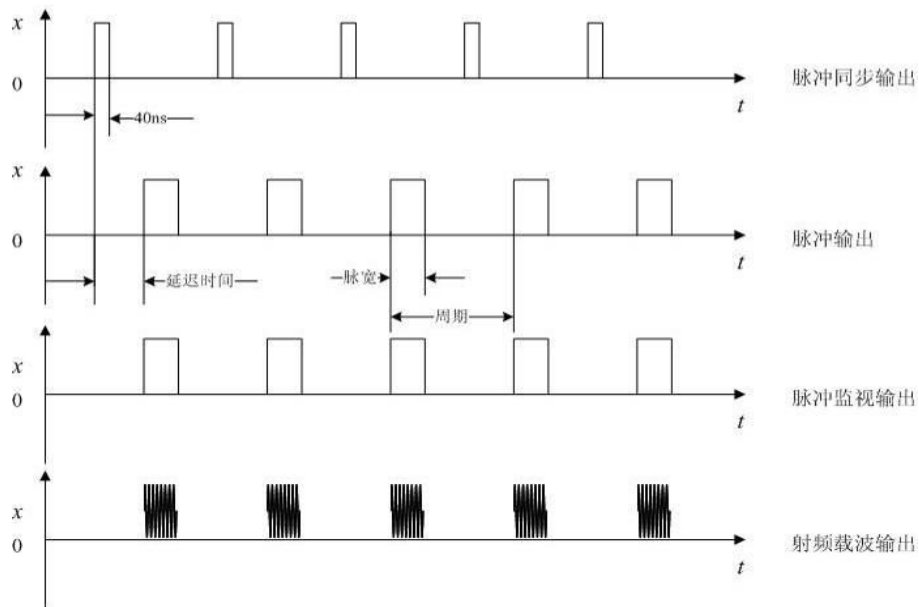


图 4.4 内部自动模式

2) 脉冲输入选择“内部触发”

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。

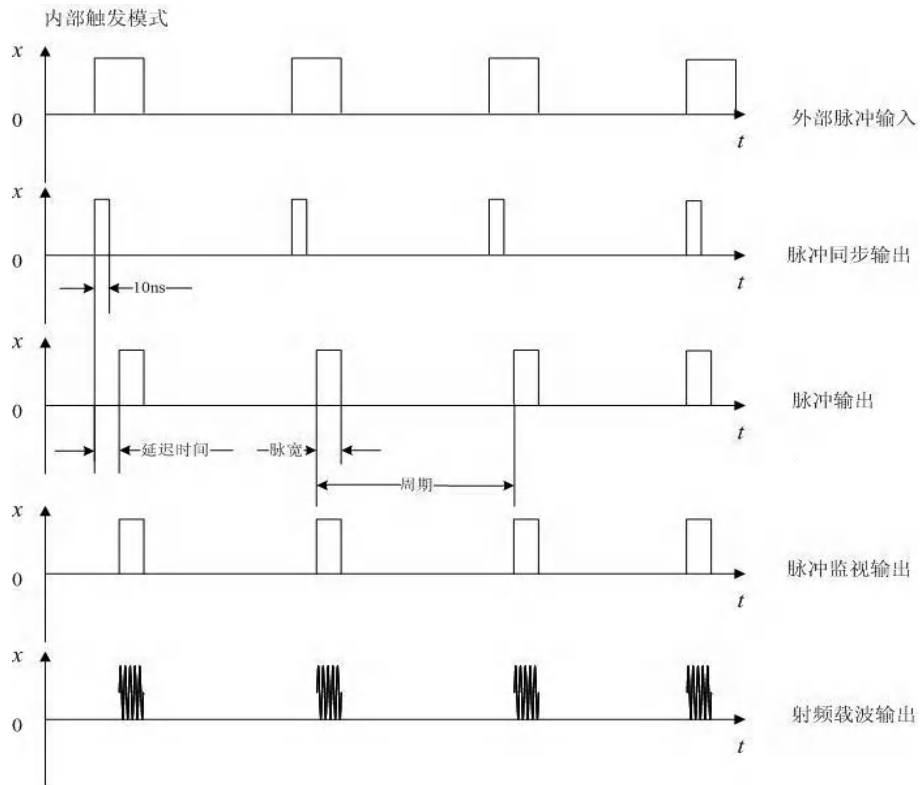


图 4.5 内部触发模式

3) 脉冲输入选择“内部门控”

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。

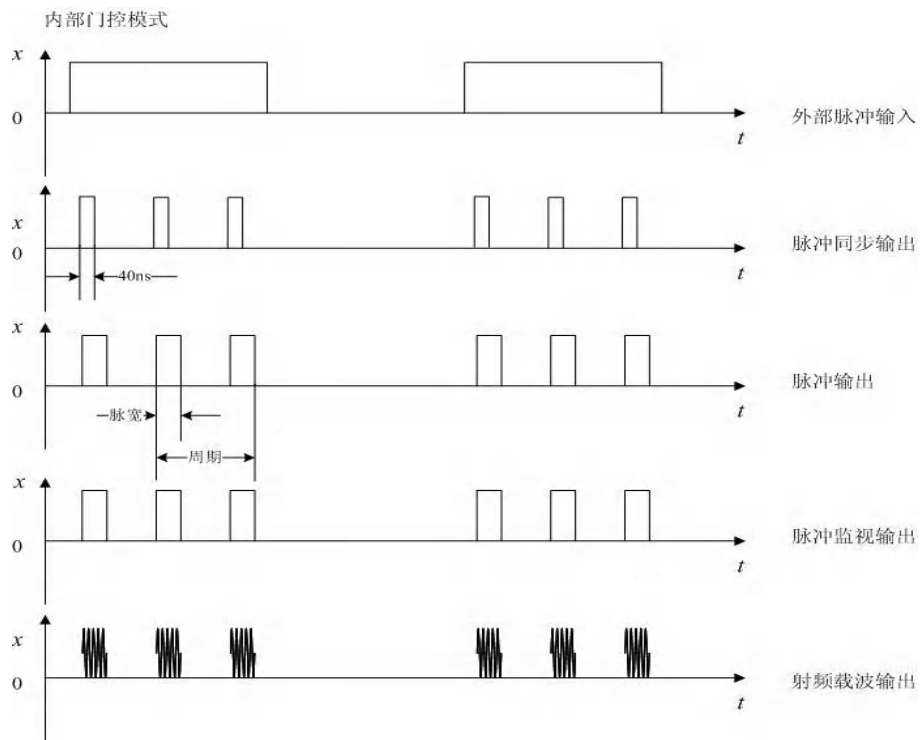


图 4.6 内部门控模式

4) 脉冲输入选择“双脉冲”

激活双脉冲触发模式。

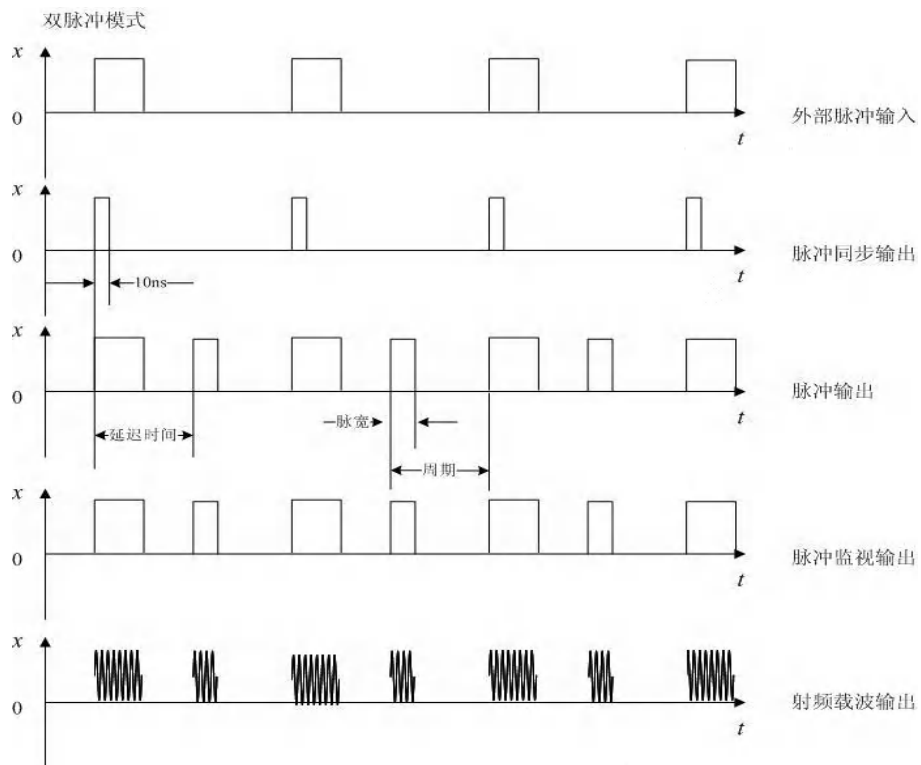


图 4.7 双脉冲模式

5 菜单

1441 系列信号发生器软件操作界面的菜单部分包含 6 组菜单功能，分别是：频率、功率、扫描、调制、系统。下面将依次列出信号发生器包含的所有菜单结构及其详细菜单说明。

- 菜单结构.....51
- 菜单说明.....60

5.1 菜单结构

- 频率.....51
- 功率.....52
- 扫描.....54
- 调制.....56
- 系统.....58

5.1.1 频率



图 5.1 频率菜单结构

5.1 菜单结构

5.1.2 功率

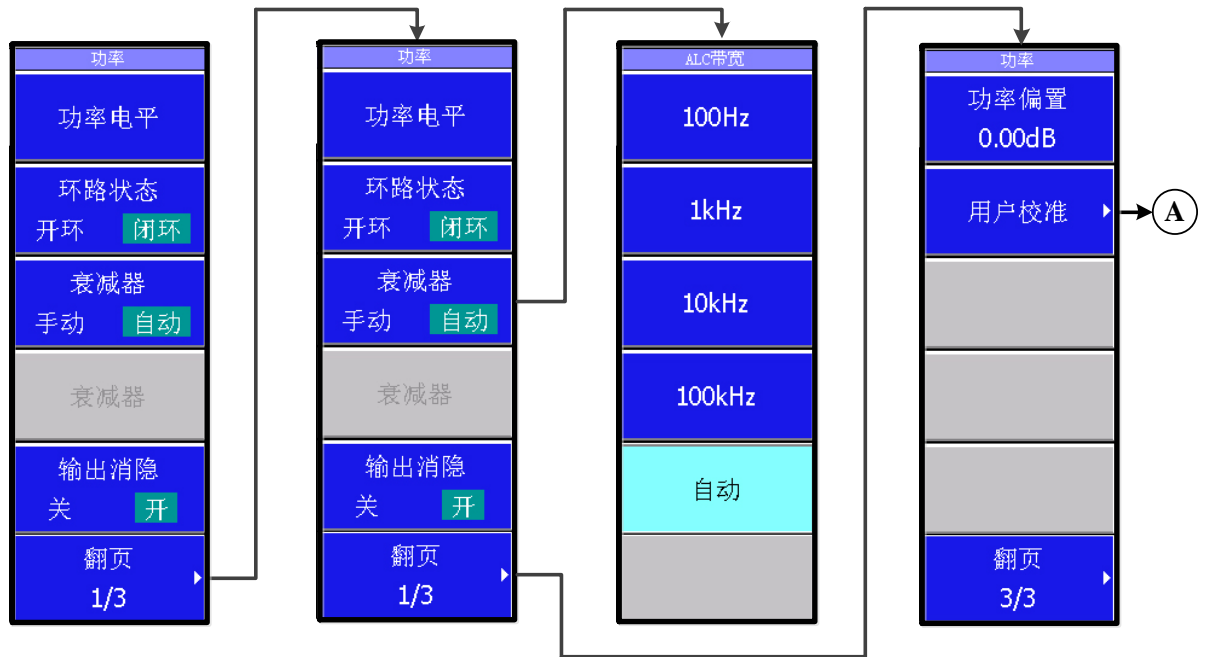


图 5.2-1 功率菜单结构-1

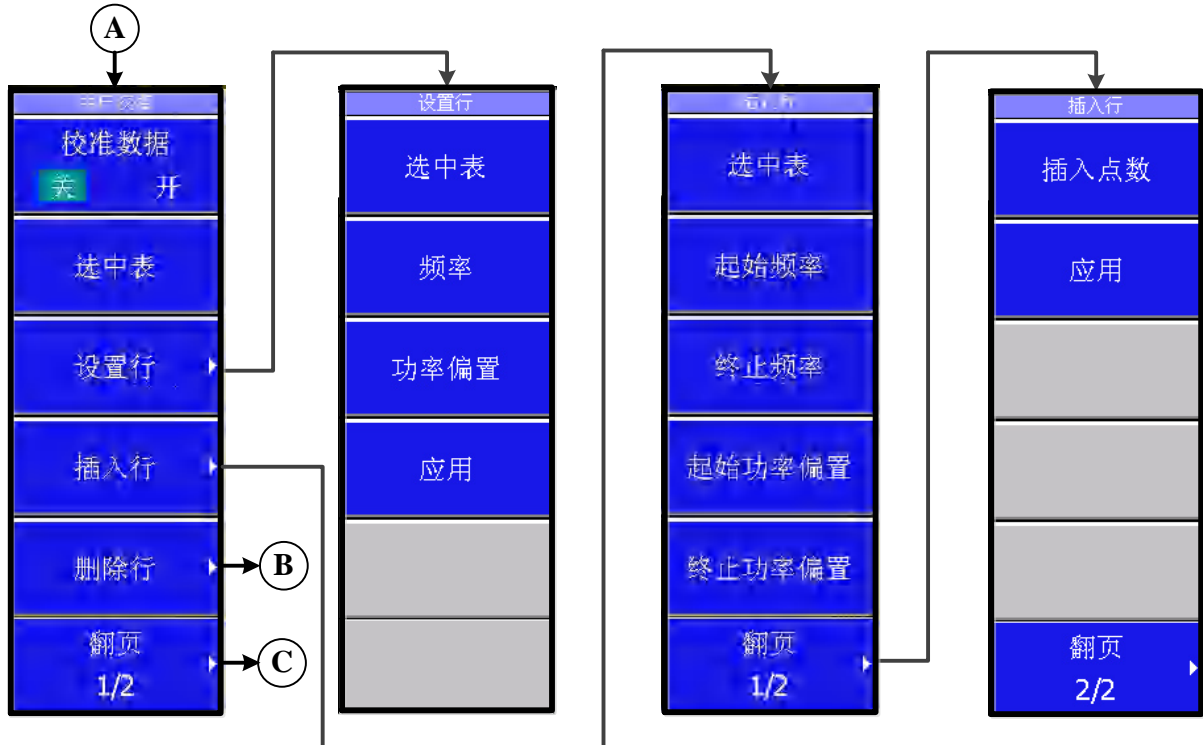


图 5.2-2 功率菜单结构

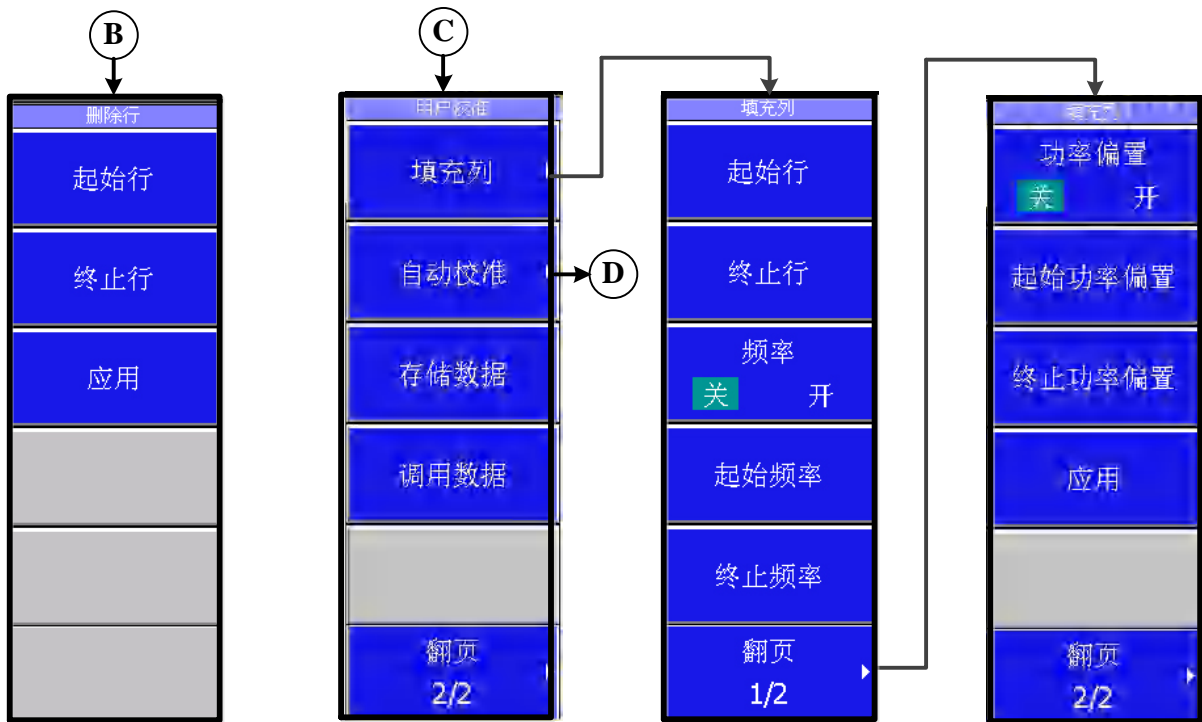


图 5.2-3 功率菜单结构

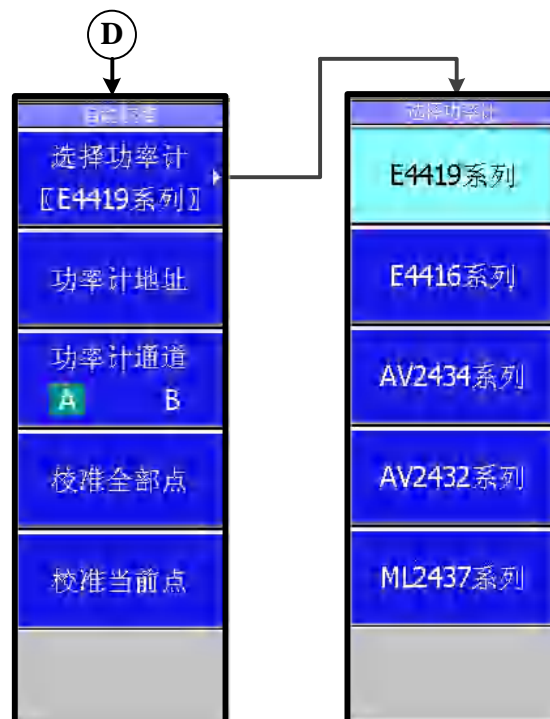


图 5.2-4 功率菜单结构

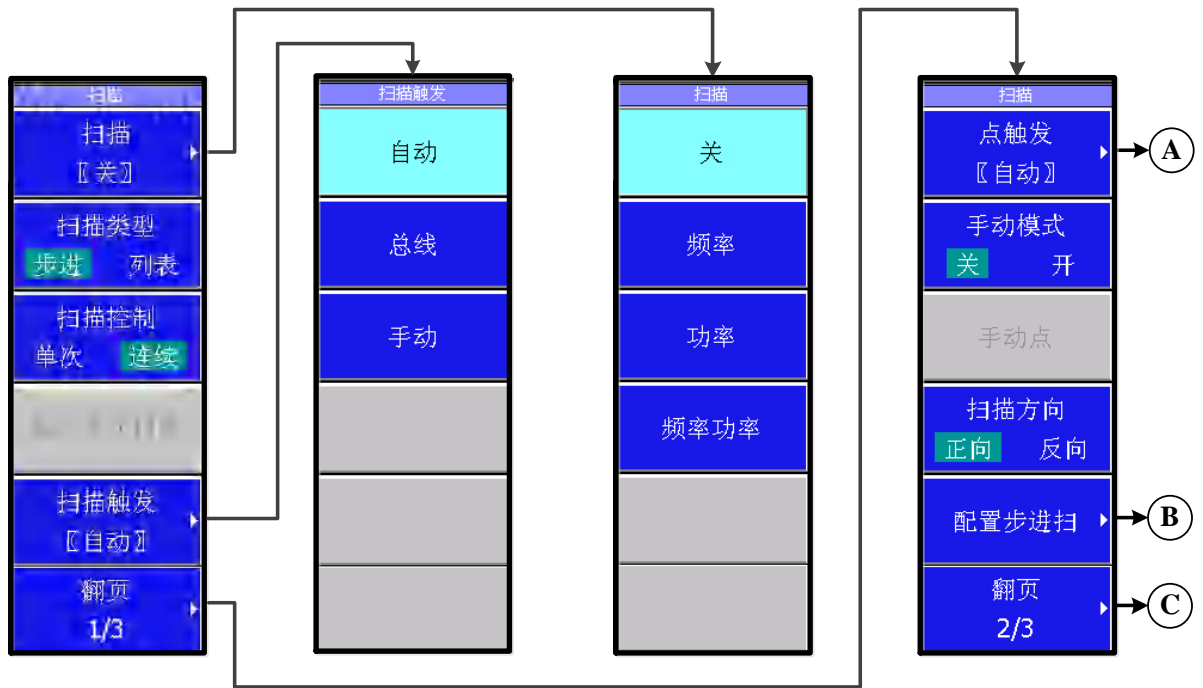


图 5.3-1 扫描菜单结构

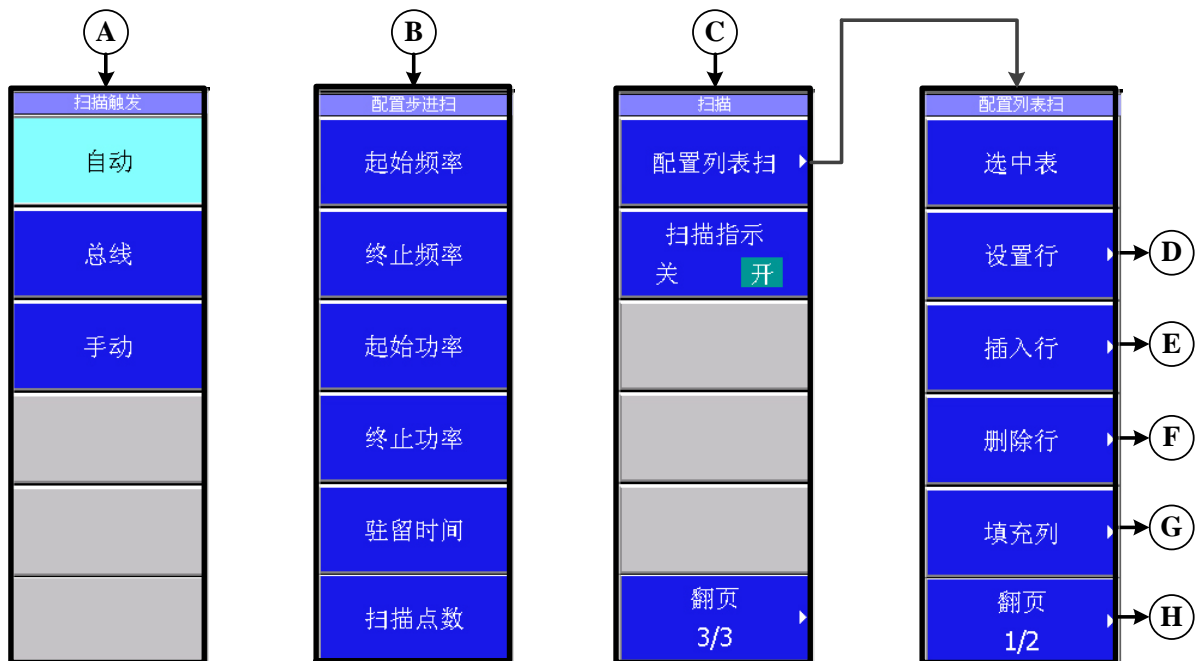


图 5.3-2 扫描菜单结构

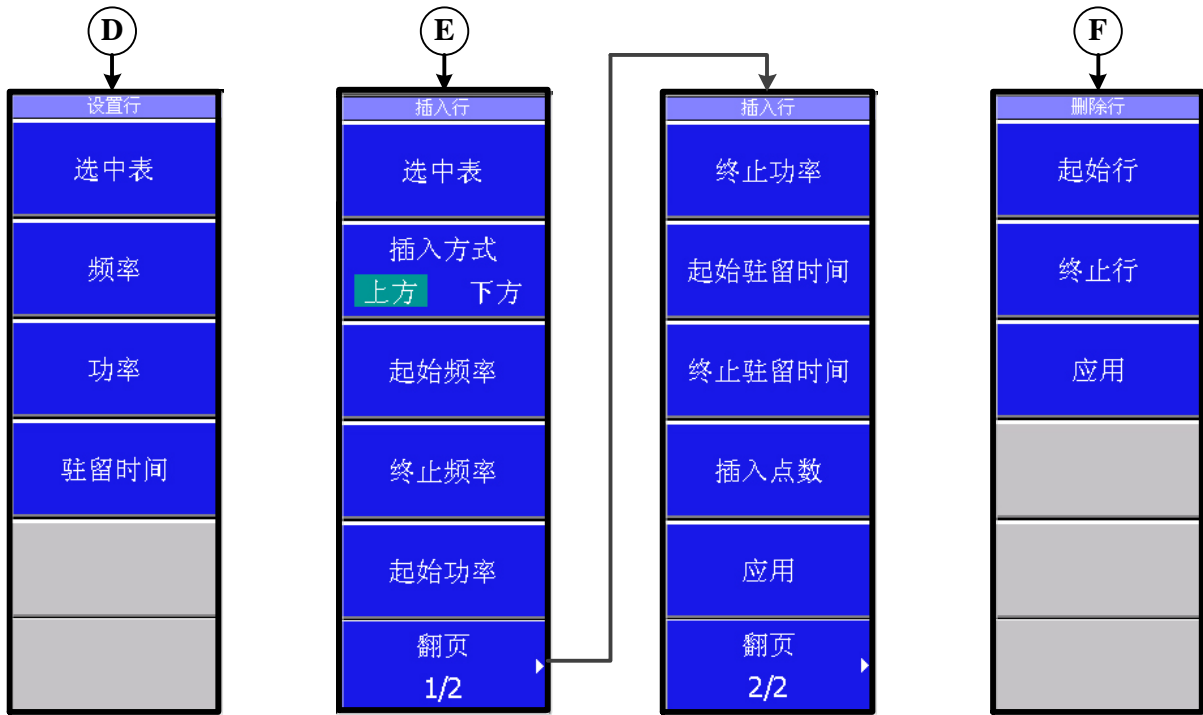


图 5.3-3 扫描菜单结构

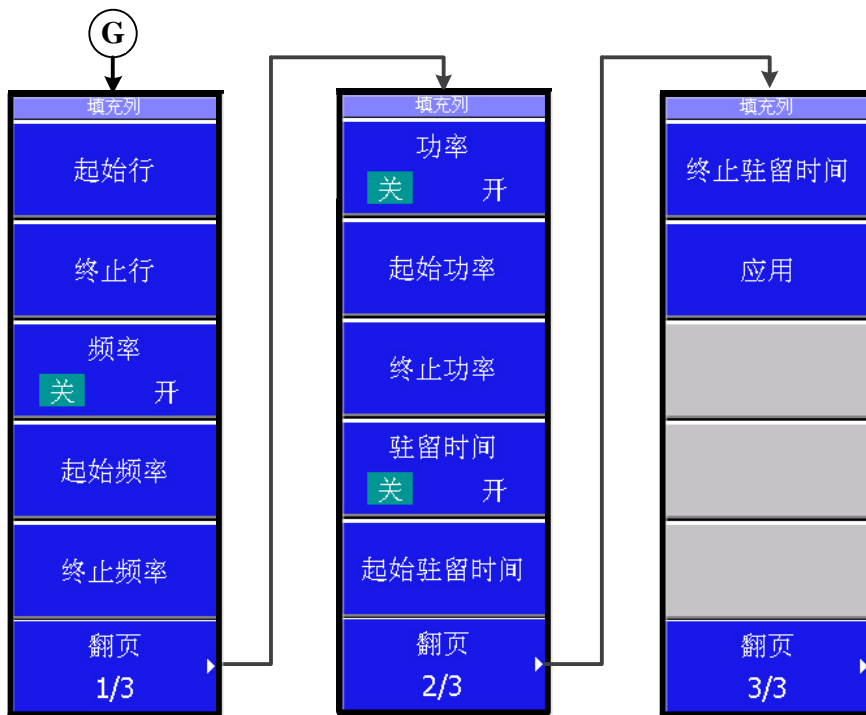


图 5.3-4 扫描菜单结构

5.1 菜单结构



图 5.3-5 扫描菜单结构

5.1.4 调制

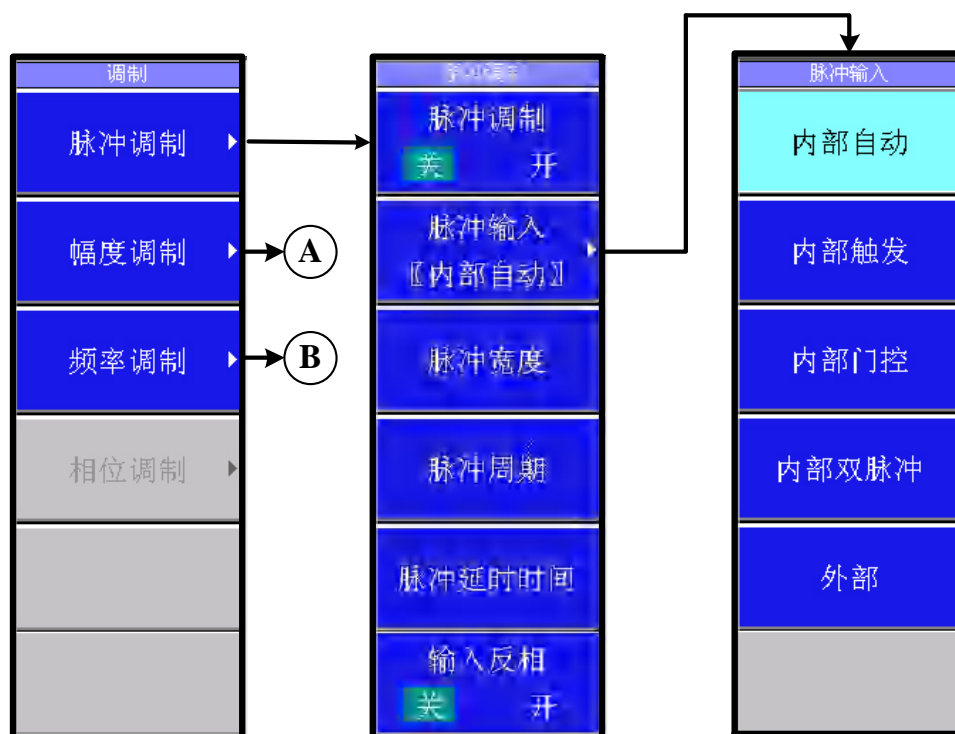


图 5.4-1 调制菜单结构



图 5.4-2 调制菜单结构

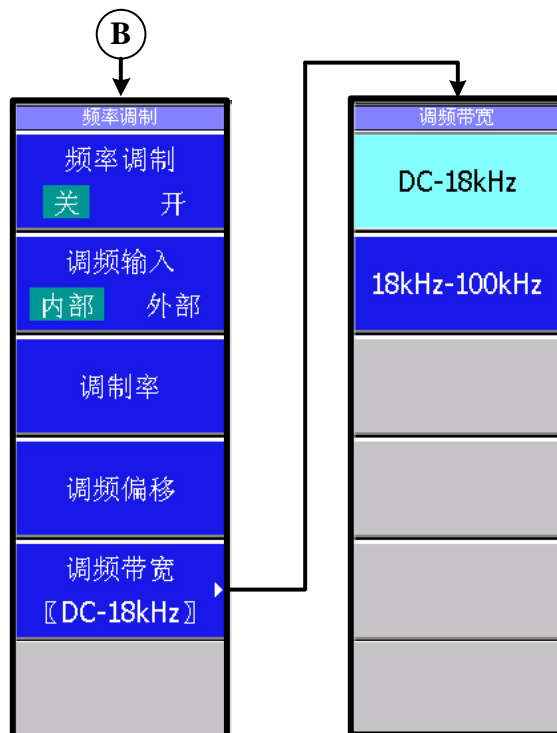


图 5.4-3 调制菜单结构

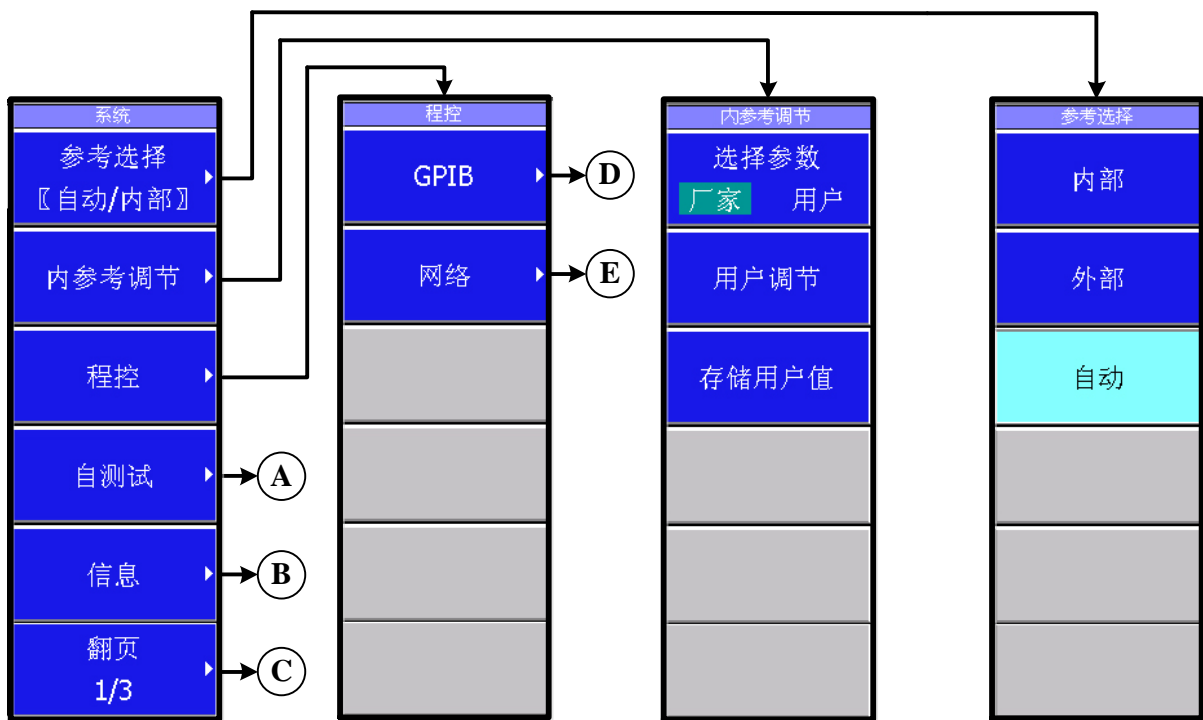


图 5.5-1 系统菜单结构

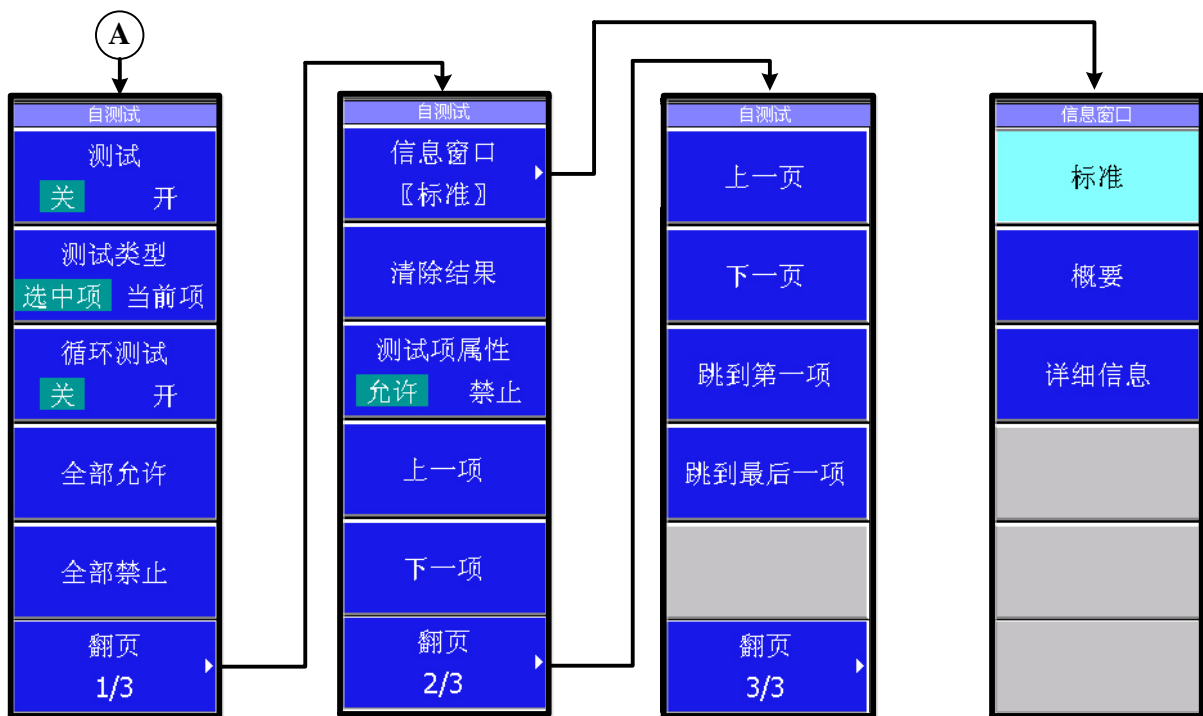


图 5.5-2 系统菜单结构

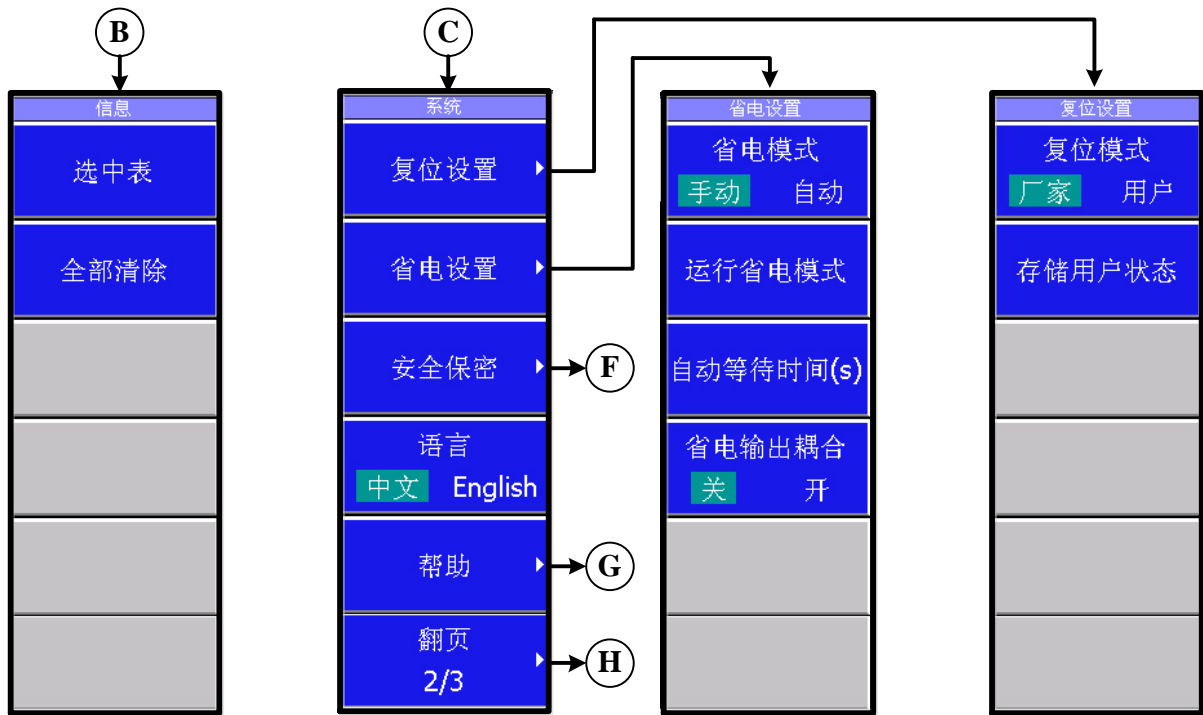


图 5.5-3 系统菜单结构

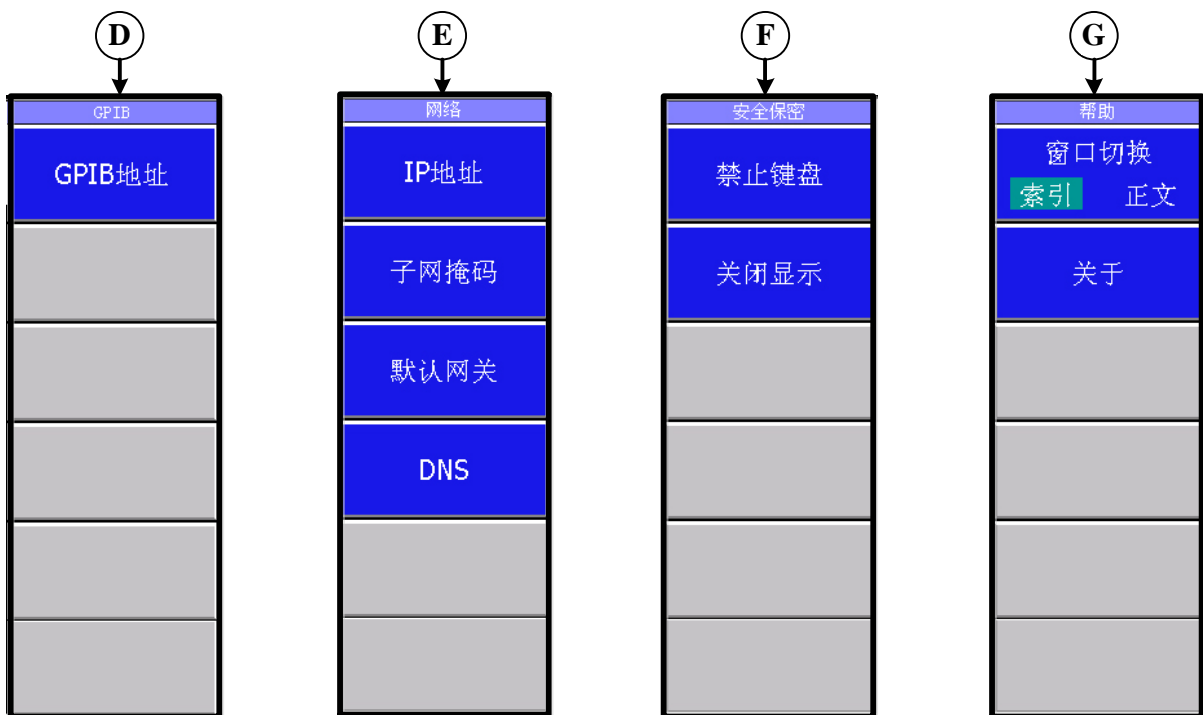


图 5.5-4 系统菜单结构

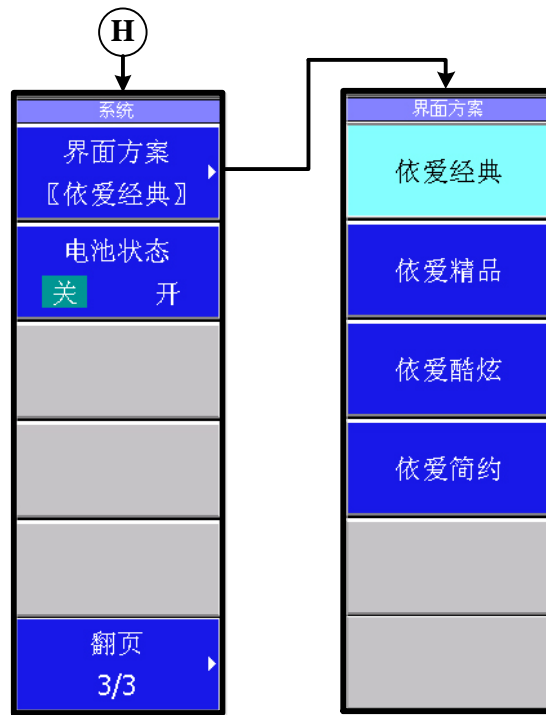


图 5.5-5 系统菜单结构

5.2 菜单说明

本节详细介绍菜单项功能，参数等信息。

- 频率.....60
- 功率.....63
- 扫描.....70
- 调制.....78
- 系统.....83

5.2.1 频率

按前面板按键【频率】或者单击用户界面右侧菜单项[频率]，弹出与频率相关的菜单，用于设置与频率相关的参数，具体包括：[点频]、[频率步进]、[频率偏置]、[频率参考 开关]、[频率参考]、[倍频系数]、[设置低频发生器>>]和[翻页 1/2]。

选择前面板的【频率】按键，进入[频率]菜单。频率部分的主菜单内容包括：设置点频、频率参考、频率参考 关/开、倍频系数、频率偏置、锁相带宽 宽带/窄带。显示频率和实际输出频率、频率参考、倍频系数、频率偏置满足如下关系式：

频率参考开：显示频率=输出频率×倍频系数+频率偏置-频率参考

频率参考关：显示频率=输出频率×倍频系数+频率偏置

设置频率参考、倍频系数、频率偏置参数时，会修改列表扫或用户校准列表数据，当列

表扫、用户校准列表项数较多时，会影响界面响应速度，当计算修改完成后，界面响应会恢复正常。

菜单项说明如下：

提示

频率单位

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

注意

终止频率不能超过起始频率

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

5.2.1.1 设置点频

功能说明：

激活点频状态并允许设置点频频率。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明：

1GHz [9kHz, 6GHz]，参数范围根据机型设定。

程控命令：

```
[ :SOURce]:FREQuency[:CW|FIXed] <val><freq unit>
```

```
[ :SOURce]:FREQuency[:CW|FIXed]?
```

程控示例：

```
:FREQ:CW 1 GHz
```

5.2.1.2 频率参考

功能说明：

激活点频状态并允许设置点频频率。可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

该菜单项关联菜单项“频率参考 开关”：“频率参考 开”时，才可编辑频率参考值。

频率参考用于所有关联频率参数的计算，但不改变实际输出射频频率。满足关系：显示输出频率 = 实际输出频率 - 频率参考。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。

参数说明：

0Hz [-500GHz ~ 500GHz]。

程控命令：

5.2 菜单说明

```
[:SENSe]:FREQuency:REFeRence <frequency>
```

```
[:SENSe]:FREQuency:REFeRence?
```

程控示例:

```
:FREQ:REF 1MHz
```

5.2.1.3 频率参考开关

功能说明:

单击菜单，切换频率参考开关状态。菜单选项值点亮部分表示选择其状态。

该菜单项关联菜单项“频率参考”：“频率参考 关”时，“频率参考”不使能；“频率参考 开”时，“频率参考”使能，可编辑频率参考参数值，主信息显示区频率显示前有“参考”标示。

参数说明:

关 [关 | 开]。

程控命令:

```
[:SENSe]:FREQuency:REFeRence:STATe 0|1|OFF|ON
```

```
[:SENSe]:FREQuency:REFeRence:STATe?
```

程控示例:

```
:FREQ:REF ON
```

5.2.1.4 倍频系数

功能说明:

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

参数说明:

1[-100, 100]

程控命令:

```
[:SOURce]:FREQuency:MULTiplier<val>
```

```
[:SOURce]:FREQuency:MULTiplier?
```

程控示例:

```
FREQ:MULT 3
```

5.2.1.5 频率偏置

功能说明:

设置频率偏置，可用于所有有关的频率参数。范围为-500GHz 到+500GHz。该操作不改变仪器的射频输出功率。它们的关系显示满足下面的等式：显示的输出频率=实际输出频率+偏置。频率偏置不为零时，操作界面主信息显示区频率显示前有“偏置”标示。

参数说明:

0.00Hz [-500GHz, +500GHz]

程控命令:

```
[:SOURce]:FREQuency:OFFSet <val><freq unit>
```


[[:SOURce]:FREQuency:OFFSet?

程控示例:

:FREQuency:OFFSet 5GHz

5.2.1.6 锁相带宽

功能说明:

设置锁相环路的带宽。

参数说明:

窄带[宽带 | 窄带]

程控命令:

[[:SOURce]:FREQuency:PLL:BWIDth WIDth|NARRow

[[:SOURce]:FREQuency:PLL:BWIDth?

程控示例:

:FREQuency:PLL:BWIDth WIDth

5.2.2 功率

5.2.2.1 功率电平

功能说明:

设置信号发生器稳幅输出功率电平，单位为 dBm。

参数说明:

-127dB [-127dB, +25dB]

程控命令:

[[:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <val><pow unit>

[[:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]?

程控示例:

POW 10dB.

5.2.2.2 环路状态

功能说明:

通过用户选定的稳幅方式，使信号发生器处于正常的持续稳幅方式。左侧方框选定表示 ALC 开环，非选定表示 ALC 闭环。ALC 开环后在主信息显示区域显示<开环>标示。缺省设置为（闭环）。ALC（闭环）设置取消 ALC 稳幅功能。通过对内部线性调制器和步进衰减器的直接控制提供未校准的功率。通过选择菜单【功率】—>[衰减控制>>]—>[设置衰减]，设置步进衰减器。

参数说明:

闭环 [关环 | 开环]

程控命令:

[[:SOURce]:POWer:ALC[:STATe] ON|OFF|1|0

[[:SOURce]:POWer:ALC[:STATe]?

程控示例:

POW:ALC:STAT 0

5.2 菜单说明

5.2.2.3 设置衰减器

功能说明：

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

参数说明：

115dB [0dB, 115dB]

程控命令：

[[:SOURce]:POWer:ATTenuation<val><power unit>

[[:SOURce]:POWer:ATTenuation?

程控示例：

:POW:ATT 10dB

5.2.2.4 输出消隐[开/关]

功能说明：

设置信号发生器在频率进行切换时功率的开关状态，默认设置为开。

参数说明：

关[关|开]

程控命令：

:OUTPut:BLANking[:STATe] ON|OFF|1|0

:OUTPut:BLANking[:STATe]?

程控示例：

OUTP:BLAN ON

5.2.2.5 功率搜索参考 [固定/调制]

功能说明：

选择功率搜索参考为固定或调制。默认为固定。

参数说明：

自动 [自动 | 手动]

程控命令：

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

[[:SOURce]:POWer:REFerence:STATe?

程控示例：

:POWer:REFerence:STATe ON

5.2.2.6 执行功率搜索

功能说明：

选择执行功率搜索。

程控命令：

[[:SOURce]:POWer:ALC:SEARch ONCE

程控示例：

:POWer:ALC:SEARCh ONCE

5.2.2.7 ALC 带宽

1) ALC 带宽[100Hz]

功能说明:

ALC 带宽手动时, 设置 ALC 带宽为 100Hz。

参数说明:

100HZ

程控命令:

[[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDTH100HZ|1KHZ|10KHZ|100KHZ

[[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDTH?

程控示例:

POW:ALC:BAND 100Hz

2) ALC 带宽[1kHz]

功能说明:

ALC 带宽手动时, 设置 ALC 带宽为 1kHz。

参数说明:

1kHz

程控命令:

[[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDTH 100HZ|1KHZ|10KHZ|100KHZ

[[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDTH?

程控示例:

POW:ALC:BAND 1KHz

3) ALC 带宽[10kHz]

功能说明:

ALC 带宽手动时, 设置 ALC 带宽为 10kHz。

参数说明:

10kHz

程控命令:

[[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDTH 100HZ|1KHZ|10KHZ|100KHZ

[[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDTH?

程控示例:

POW:ALC:BAND 10KHz

4) ALC 带宽[100kHz]

功能说明:

ALC 带宽手动时, 设置 ALC 带宽为 100kHz。

参数说明:

5.2 菜单说明

100kHz

程控命令:

[[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth 100HZ|1KHZ|10KHZ|100KHZ

[[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth?

程控示例:

POW:ALC:BAND 100KH

5) ALC 带宽自动

功能说明:

选定表示 ALC 带宽自动, 非选定表示 ALC 带宽手动。

参数说明:

自动

程控命令:

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

[[:SOURce]:POWer:ALC:BANDwidth|BWIDth:AUTO?

程控示例:

POW:ALC:BAND:AUTO 1

5.2.2.8 功率参考

功能说明:

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

参数说明:

0dBm [-127dBm, +25dBm]

程控命令:

[[:SOURce]:POWer:REFerence <val><Pow unit>

[[:SOURce]:POWer:REFerence?

程控示例:

POW:REF 10dBm

5.2.2.9 功率参考开关

功能说明:

设置是否打开功率参考。开时, 功率参考输入项可编辑, 否则不可编辑。选定该选项左侧方框表示开关为开。功率参考开时, 操作界面主信息显示区功率显示前有“参考”标示。

参数说明:

关[关 | 开]

程控命令:

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

[[:SOURce]:POWer:REFerence:STATe?

程控示例:

POW:REF:STAT ON

5.2.2.10 功率偏置

功能说明：

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

参数说明：

0dB [-100dB, +100dB]

程控命令：

[[:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate]:OFFSet <val><pow unit>

[[:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate]:OFFSet?

程控示例：

POW:OFFS 25dB

5.2.2.11 用户校准

1) 校准数据 关 开

功能说明

用户功率校准开关。

参数说明：

关[关 | 开]

程控命令：

[[:SOURce]:CORRection[:STATe] ON|OFF|1|0

[[:SOURce]:CORRection[:STATe]?

程控示例：

:CORRection ON

2) 选中表

功能说明

选中列表。

3) 设置行

功能说明

设置用户指定行的频率与功率值，其中列表按频率值大小自动排序。

参数说明：

[选中表]：选中列表。

[频率]：设置列表中一行的频率值，
1GHz[9kHz, 6GHz]，参数范围根据机型设定。

[功率偏置]：设置列表中一行的功率值，
0dBm [-10dBm, +10dBm]。

5.2 菜单说明

[应用]: 应用参数设置, 列表按频率值大小自动排序。

4) 插入行

功能说明

向列表中插入一行。

参数说明:

[选中表]: 选中列表。

[起始频率]: 设置起始点的频率,
1GHz [9kHz, 6GHz], 参数范围根据机型设定。

[终止频率]: 设置终止点的频率,

3GHz [9kHz, 3GHz], 1441A

6GHz [9kHz, 6GHz], 1441B

[起始功率偏置]: 设置起始点的功率值,

0dB [-10dBm, +10dBm]。

[终止功率偏置]: 设置终止点的功率偏置值,

0dB [-10dBm, +10dBm]。

[插入点数]: 设置插入点数。

[应用]: 应用参数设置, 在列表中插入行。

5) 删除行

功能说明

删除列表中的行。

参数说明:

[起始行]: 设置列表中要删除行的起始行。

[终止行]: 设置列表中要删除行的终止行。

[应用]: 执行删除操作。

6) 填充列

功能说明

向列表中填充一列。

参数说明:

[起始行]: 设置填充列的起始行。

[终止行]: 设置填充列的终止行。

[频率 关 开]: 设置频率状态。

[起始频率]: 设置填充列的起始点频率,
1GHz [9kHz, 6GHz] 参数范围根据机型设定。

[终止频率]: 设置填充列的终止点频率,

1441A: 3GHz [9kHz, 3GHz],

1441B: 6GHz [9kHz, 6GHz]。

[功率偏置 关 开]: 设置功率状态。

[起始功率偏置]: 设置填充列的起始点功率值,
0dB [-10dBm, +10dBm]。

[终止功率偏置]: 设置填充列终止点功率值,
0dBm [-10dBm, +10dBm]。
[应用]: 执行填充操作。

7) 自动校准

功能说明:

设置自动校准数据。

参数说明:

[选择功率计]: 选择功率计。

E4419 系列 [E4419 系列, AV2434 系列, AV2432 系列, ML2437 系列]

程控命令:

```
:SYSTem:COMMunicate:PMETer:MODEl PM1|PM2|PM3|PM4|PM5
```

```
:SYSTem:COMMunicate:PMETer:MODEl?
```

程控示例:

```
:SYSTem:COMMunicate:PMETer:MODEl PM1
```

[功率计地址]: 设置功率计地址。

程控命令:

```
:SYSTem:COMMunicate:PMETer:ADDRess <val>
```

```
:SYSTem:COMMunicate:PMETer:ADDRess?
```

程控示例:

```
:SYSTem:COMMunicate:PMETer:ADDRess 13
```

[功率计通道 A B]: 选择功率计通道。

A[A, B]

程控命令:

```
:SYSTem:COMMunicate:PMETer:CHANnel A|B
```

```
:SYSTem:COMMunicate:PMETer:CHANnel?
```

程控示例:

```
:SYSTem:COMMunicate:PMETer:CHANnel A
```

[校准全部点]: 校准全部点。

```
[:SOURce]:CORRection:FLATness:AUTO
```

[校准当前点]: 校准当前点。

[存储列表]: 存储用户配置的列表数据。

程控命令:

```
[:SOURce]:CORRection:FLATness:STORE
```

程控示例:

```
:CORRection:FLATness:STORE
```

```
[:SOURce]:CORRection:FLATness:STORE
```

[调用列表]: 调用用户配置的列数数据。

程控命令:

```
[:SOURce]:CORRection:FLATness:LOAD
```

5.2 菜单说明

程控示例:

:CORRection:FLATness:LOAD

5.2.3 扫描

5.2.3.1 扫描开关

1) 关 (连续波)

功能说明:

关闭连续波扫频模式。自动进入点频输出模式。在仪器左下角显示仪器当前工作状态。

参数说明:

程控命令:

[:SOURce]:FREQuency:MODE CW

[:SOURce]:POWer:MODE FIXed

程控示例:

:FREQuency:MODE CW

:POWer:MODE FIXed

2) 频率

功能说明:

设置扫描对象为频率并开始扫描。

程控命令:

[:SOURce]:FREQuency:MODE LIST

[:SOURce]:POWer:MODE FIXed

[:SOURce]:FREQuency:MODE CW|SWEep|LIST

[:SOURce]:FREQuency:MODE

程控示例:

FREQ:MODE CW

3) 功率

功能说明:

设置扫描对象为功率并开始扫描。

程控命令:

[:SOURce]:FREQuency:MODE LIST

[:SOURce]:POWer:MODE FIXed

程控示例:

:FREQuency:MODE LIST

:POWer:MODE FIXed

4) 频率功率

功能说明:

设置扫描对象为频率功率并开始扫描。

程控命令:

[[:SOURce]:FREQuency:MODE LIST

[[:SOURce]:POWer:MODE LIST

程控示例:

:FREQuency:MODE LIST

:POWer:MODE LIST

5.2.3.2 扫描类型

功能说明:

设置扫描类型为步进或列表。

参数说明:

步进[步进 | 列表]

程控命令:

[[:SOURce]:LIST:TYPE STEP|LIST

[[:SOURce]:LIST:TYPE?

程控示例:

:LIST:TYPE STEP

5.2.3.3 扫描控制

功能说明:

设置扫描类型为步进或列表。

参数说明:

连续[单次 | 连续]

程控命令:

:INITiate:CONTInuous[:ALL] ON|OFF|1|0

:INITiate:CONTInuous[:ALL]?

程控示例:

:INITiate:CONTInuous 1

5.2.3.4 执行单次扫描

功能说明:

选择单次扫描模式会终止正在进行的扫描，开始单次扫描。。

程控命令:

:INITiate[:IMMEDIATE][:ALL]

程控示例:

:INITiate

5.2 菜单说明

5.2.3.5 扫描触发

功能说明:

设置扫描触发模式为自动，总线或手动。选择扫描时触发模式为自动触发。当有[扫描控制]下(单次)或(连续)键按下时，仪器自动触发扫描。缺省设置为(自动)。选择扫描时触发模式为总线触发。当有[扫描控制]下(单次)或(连续)键按下时，仪器接收到程控总线的触发信号才开始扫描。选择扫描时触发模式为手动触发。当有[扫描控制]下(单次)或(连续)键按下时，仪器接收到手动触发信号才开始扫描。

参数说明:

自动[自动|总线|手动]

程控命令:

:TRIGger[:SEquence]:SOURce IMMEDIATE|BUS|KEY

:TRIGger[:SEquence]:SOURce?

程控示例:

:TRIGger:SOURce IMMEDIATE

5.2.3.6 点触发

功能说明:

设置点触发模式为自动，总线或手动。选择点触发模式为自动触发。信号发生器自动扫至下一个频率点。两点的的时间间隔等于驻留时间加锁相时间。选择点触发模式为总线触发。信号发生器从程控总线收到触发信号(*TRG, (GET))时，即扫至下一个频率点。选择点触发模式为手动触发。信号发生器接收来自用户的手动触发信号时，跳到下一个频率点。

参数说明:

自动[自动|总线|手动]

程控命令:

[:SOURce]:LIST:TRIGger:SOURce IMMEDIATE|BUS|KEY

[:SOURce]:LIST:TRIGger:SOURce?

程控示例:

:LIST:TRIGger:SOURce IMM

5.2.3.7 手动模式开关

功能说明:

设置手动模式开关。

参数说明:

关[关 | 开]

程控命令:

[:SOURce]:LIST:MODE AUTO|MANual

[:SOURce]:LIST:MODE?

程控示例:

:LIST:MODE AUTO

5.2.3.8 手动点

功能说明：

设置手动点数。

参数说明：

1[1, 2]

程控命令：

[[:SOURce]:LIST:MANual <val>

[[:SOURce]:LIST:MANual?

程控示例：

:LIST:MANual 10

5.2.3.9 扫描方向

功能说明：

设置扫描方向为正向或反向。

参数说明：

正向[正向 | 反向]

程控命令：

[[:SOURce]:LIST:DIRection UP|DOWN

[[:SOURce]:LIST:DIRection?

程控示例：

:LIST:DIRection UP

5.2.3.10 步进扫描详细配置

1) 起始频率

功能说明：

设置步进扫描的起始频率

参数说明：

9kHz[250kHz, 6GHz] 参数范围根据机型设定。

程控命令：

[[:SOURce]:FREQuency:STARt<val><freq_unit>

[[:SOURce]:FREQuency:STARt?

程控示例：

FREQ:STAR 1GHz

2) 终止频率

功能说明：

设置步进扫描的终止频率

参数说明：

1441A: 3GHz [9kHz, 3GHz]

1441B: 6GHz [9kHz, 6GHz]

5.2 菜单说明

程控命令:

[[:SOURce]:FREQuency:STOP<val><freq_unit>

[[:SOURce]:FREQuency:STOP?

程控示例:

FREQ:STOP 3GHz

3) 起始功率

功能说明:

设置步进扫描的起始功率

参数说明:

-127dBm [-127dBm, +25dBm]

程控命令:

[[:SOURce]:POWer:STARt <val><freq unit>

[[:SOURce]:POWer:STARt?

程控示例:

:POWer:STARt 0dB

4) 终止功率

功能说明:

设置步进扫描的终止功率

参数说明:

-127dBm [-127dBm, +25dBm]

程控命令:

[[:SOURce]:POWer:STOP <val><freq unit>

[[:SOURce]:POWer:STOP?

程控示例:

:POWer:STOP 10dB

5) 驻留时间

功能说明:

设置步进扫描的驻留时间, 设置步进扫描中每个频率点的驻留时间, 步进扫描时两点的
时间间隔等于驻留时间加锁相时间。

参数说明:

10.000ms[1000.0ns, 60s]。

程控命令:

[[:SOURce]:SWEep:DWELl<val><Time_unit>

[[:SOURce]:SWEep:DWELl?

程控示例:

SWE:DWEL 2s

6) 步进点数

功能说明:

设置步进扫描的步进点数

参数说明:

2 [2, 1601]。

程控命令:

[[:SOURce]:SWEep:POINts<val>

[[:SOURce]:SWEep:POINts?

程控示例:

SWE:POIN 200

5.2.3.11 配置列表扫

1) 选中表

功能说明:

选中列表

2) 设置行

功能说明:

设置列表中的一行

参数说明:

[频率]: 设置列表中一行的频率值

[功率]: 设置列表中一行的功率值

[驻留时间]: 设置列表中一行的驻留时间值

3) 插入行

功能说明:

向列表中插入行

参数说明:

[插入方式]: 插入到选中行的上方或下方

[起始频率]: 设置插入列表的起始频率

[终止频率]: 设置插入列表的终止频率

[起始功率]: 设置插入列表的起始功率

[终止功率]: 设置插入列表的终止功率

[起始驻留时间]: 设置列表扫描起始点的驻留时间

[终止驻留时间]: 设置列表扫描终止点的驻留时间

[插入点数]: 设置列表扫描的频率点数

[应用]: 应用列表扫描参数设置，在列表中插入行

5.2 菜单说明

4) 删除行

功能说明:

删除列表中的行。

参数说明:

[起始行]: 设置列表中要删除行的起始行
[终止行]: 设置列表中要删除行的起始行
[应用]: 执行删除操作

5) 填充列

功能说明:

向列表中填充列

参数说明:

[起始行]: 设置填充列的起始行
[终止行]: 设置填充列的终止行
[频率开关]: 设置频率状态
[起始频率]: 设置填充列的起始点频率
[终止频率]: 设置填充列的终止点频率
[功率开关]: 设置功率偏置状态
[起始功率]: 设置填充列的起始点功率
[终止功率]: 设置填充列的终止点功率
[驻留时间开关]: 设置驻留时间状态
[起始驻留时间]: 设置列表扫描起始点的驻留时间
[终止驻留时间]: 设置列表扫描终止点的驻留时间值
[应用]: 执行填充操作

6) 所有点功率偏置

功能说明:

设置列表扫描全局参数。

参数说明:

[功率开关]: 设置功率状态。
[功率]: 设置全局的功率参数。
[驻留时间开关]: 设置驻留时间状态。
[驻留时间]: 设置全局驻留时间参数。

7) 全局设置/功率 关 开

功能说明:

参数说明: 关 开

程控命令:

[SOURce]:LIST:UNIFORM:POWer:STATe ON|OFF|1|0
[SOURce]:LIST:UNIFORM:POWer:STATe?

程控示例:

:LIST:UNIFORM:POWER:STATE ON

8) 全局设置/功率

功能说明:

参数说明: 关 开

程控命令:

[:SOURce]:LIST:UNIFORM:POWER <val><pow unit>

[:SOURce]:LIST:UNIFORM:POWER?

程控示例:

:LIST:UNIFORM:POWER 10dB

9) 全局设置/驻留时间 关 开

功能说明:

参数说明: 关 开

程控命令:

[:SOURce]:LIST:UNIFORM:DWELL:STATE ON|OFF|1|0

[:SOURce]:LIST:UNIFORM:DWELL:STATE?

程控示例:

:LIST:UNIFORM:DWELL:STATE ON ON

10) 全局设置/驻留时间

功能说明:

参数说明: 关 开

程控命令:

[:SOURce]:LIST:UNIFORM:DWELL <val><time unit>

[:SOURce]:LIST:UNIFORM:DWELL?

程控示例:

:LIST:UNIFORM:DWELL 10s

11) 存储列表

功能说明:

存储用户配置的列表数据

参数说明: 无

程控命令:

:MEMory:STORe:LIST

程控示例:

:MEMory:STORe:LIST

5.2 菜单说明

12) 调用列表

功能说明:

调用用户配置的列表数据。

参数说明: 无

程控命令:

:MEMory:LOAD:LIST

程控示例:

:MEMory:LOAD:LIST

13) 扫描指示

功能说明:

设置扫描指示状态开关

参数说明:

开[关 | 开]

程控命令:

[:SOURce]:SWEep:INDicator ON|OFF|1|0

[:SOURce]:SWEep:INDicator?

程控示例:

:SWEep:INDicator ON

5.2.4 调制

5.2.4.1 脉冲调制开/关

功能说明:

打开/关闭脉冲调制。该选项左侧方框内选定表示开关为开。缺省设置为（关）。

参数说明:

关[关 | 开]

程控命令:

[:SOURce]:PULM:STATe ON|OFF|1|0

[:SOURce]:PULM:STATe?

程控示例:

PULM:STAT 1

5.2.4.2 脉冲输入

1) 内部自动

功能说明:

激活脉冲调制并设置仪器内部的脉冲发生器为脉冲调制源。不需要外部连接。脉冲的参数由用户设定。并且激活内部脉冲自动触发模式，不与其它触发信号同步。缺省设置为

[内部自动]

参数说明: 无

程控命令:

[[:SOURce]:PULM:INternal:MODE AUTO|TRIG|GATE|DPULse
[:SOURce]:PULM:INternal:MODE?

程控示例:

:PULM:INternal:MODE AUTO

2) 内部触发

功能说明:

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

参数说明: 无

程控命令:

[[:SOURce]:PULM:INternal:MODE AUTO|TRIG|GATE|DPULse
[:SOURce]:PULM:INternal:MODE?

程控示例:

:PULM:INternal:MODE TRIG

3) 内部门控

功能说明:

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

参数说明: 无

程控命令:

[[:SOURce]:PULM:INternal:MODE AUTO|TRIG|GATE|DPULse
[:SOURce]:PULM:INternal:MODE?

程控示例:

:PULM:INternal:MODE GATE

4) 内部双脉冲

功能说明:

激活双脉冲触发模式。

参数说明: 双脉冲

程控命令:

[[:SOURce]:PULM:INternal:MODE AUTO|TRIG|GATE|DPULse
[:SOURce]:PULM:INternal:MODE?

程控示例:

:PULM:INternal:MODE DPULse

5) 外部

功能说明:

使用外部输入的脉冲源进行脉冲调制。调制脉冲源从后面板脉冲输入接头（BNC连接器）输入，并通过缓冲电路加到脉冲调制器上。当脉冲调制时，射频输出的开（提供设

5.2 菜单说明

定功率)关(60dB 衰减)取决于输入的调制脉冲。

参数说明: 无

程控命令:

[[:SOURce]:PULM:SOURce EXTeRnal|INTeRnal

[[:SOURce]:PULM:SOURce?

程控示例:

[[:SOURce]:PULM:SOURce EXTeRnal

5.2.4.3 脉冲宽度

功能说明:

设置内部脉冲发生器的脉冲宽度。脉宽范围从 10ns 到 60s。缺省值为 10us。此项功能激活时,脉宽当前值被显示,并可以对其进行更改设置。

参数说明:

50.000us [10ns, 59.99999999s]

程控命令:

[[:SOURce]:PULM:INTeRnal:PWIDth <num>[<time unit>]

[[:SOURce]:PULM:INTeRnal:PWIDth?

程控示例:

PULM:INT:PWID 20s

5.2.4.4 脉冲周期

功能说明:

设置内部脉冲发生器的输出脉冲周期。脉冲周期范围从 20ns 到 60s,步进为 20us。缺省设置为 20us。此项功能激活时,当前值被显示,并可以对其进行更改设置。

参数说明:

20us [00ns, 60s]

程控命令:

[[:SOURce]:PULM:INTeRnal:PERiod <val>[<time unit>]

[[:SOURce]:PULM:INTeRnal:PERiod?

程控示例:

PULM:INT:PER 20s

5.2.4.5 脉冲延迟时间

功能说明:

设置内部脉冲发生器的脉冲延时值。用脉冲同步输出信号前沿延时内部脉冲发生器的脉冲输出。范围从-60 到 60s。缺省设置为 0。可使用方向键、数值键或旋钮改变其值。此项功能激活时,当前值被显示,并可以对其进行更改设置。

参数说明:

0 [-60s, 60s]

程控命令:

[[:SOURce]:PULM:INTeRnal:DELay <num>[tmie unit]

[[:SOURce]:PULM:INTeRnal:DELay?

程控示例:

PULM:INT:DEL 1s

5.2.4.6 输入反相[开/关]

功能说明:

对外部输入脉冲信号进行逻辑翻转。缺省设置为（关）

参数说明:

关[关|开]

程控命令:

[[:SOURce]:PULM:EXTernal:POLarity INVerted|NORMal

[[:SOURce]:PULM:EXTernal:POLarity?

程控示例:

PULM:EXT:POL INV

5.2.4.7 幅度调制[开/关]

功能说明:

打开/关闭幅度调制功能。

参数说明:

关[关|开]

程控命令:

[[:SOURce]:AM:STATe ON|OFF|1|0

[[:SOURce]:AM:STATe?

程控示例:

AM:STAT 1

5.2.4.8 调幅输入

功能说明:

内部：不需要外部调制源，利用内部调制信号实现幅度调制。缺省设置为（内部）。

外部：调幅信号通过后面板外部输入（BNC 连接器）输入。在外调幅时，射频输出由外部输入的调制信号调幅。

参数说明:

内部[内部|外部]

程控命令:

[[:SOURce]:AM:SOURce EXTernal|INTernal

[[:SOURce]:AM:SOURce?

程控示例:

:AM:SOURce INT

5.2.4.9 调制率（调幅、调频）

功能说明:

设置内部调幅（调频）的信号频率。当调制源选择为内部时，此项方可被激活。可使用

5.2 菜单说明

方向键、数值键或旋钮改变其值。

参数说明：

1kHz[0Hz, 100kHz]

程控命令：

[[:SOURce]:AM(FM、PM):INTernal:FREQuency<val><freq unit>

[[:SOURce]:AM(FM、PM):INTernal:FREQuency?

程控示例：

AM(FM、PM):INT:FREQ 10kHz

5.2.4.10 线性调幅深度

功能说明：

设置内部调幅的调幅深度。可使用方向键、数值键或旋钮改变其值。

参数说明：

调幅类型为线性时

30 [0 - 90]

程控命令：

调幅类型为指数时

[[:SOURce]:AM:DEPTTh:EXPOnential <val><pow unit>

[[:SOURce]:AM:DEPTTh:EXPOnential?

调幅类型为线性时

[[:SOURce]:AM:DEPTTh[:LINear] <val><unit >

[[:SOURce]:AM:DEPTTh[:LINear]?

程控示例：

AM:DEEP:EXP 25dB

AM:DEEP 45

5.2.4.11 调频[开/关]

功能说明：

打开/关闭频率调制功能。

参数说明：

关[关|开]

程控命令：

[[:SOURce]:FM:STATe ON|OFF|1|0

[[:SOURce]:FM:STATe?

程控示例：

FM:STAT 1

5.2.4.12 调频输入[内部/外部]

功能说明：

内部：使用内部信号发生器进行调频，不需外部调制信号。缺省设置为[内部]。

外部：使用外部输入的信号进行调频，输入信号通过面板外部输入接头输入。

参数说明：

内部[内部|外部]

程控命令:

[[:SOURce]:FM:SOURce EXTernal|INTernal

[[:SOURce]:FM:SOURce?

程控示例:

:FM:SOURce EXT

5.2.4.13 调频频偏

功能说明:

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

参数说明:

9kHz ~ 250MHz 0 ~ 0.400000000MHz

250MHz ~ 400MHz 0 ~ 0.100000000MHz

400MHz ~ 800MHz 0 ~ 0.200000000MHz

800MHz ~ 1600MHz 0 ~ 0.400000000MHz

1600MHz ~ 3200MHz 0 ~ 0.800000000MHz

3200MHz ~ 6000MHz 0 ~ 1.600000000MHz

程控命令:

[[:SOURce]:FM:DEViation <val><freq unit>

[[:SOURce]:FM:DEViation?

程控示例:

FM:DEV 1MHz

5.2.4.14 调频带宽

功能说明:

设置频率调制信号的工作频率范围,调制信号频率应在 DC—18kHz 之间。

参数说明:

[DC-18kHz]: 调制信号频率应在 DC-18kHz 之间

[18kHz-100kHz]: 调制信号频率应在 18kHz—100kHz 之间

程控命令:

[[:SOURce]:FM:FREQuency:BANDwidth|BWIDth DC|AC

[[:SOURce]:FM:FREQuency:BANDwidth|BWIDth?

程控示例:

:FM:FREQuency:BAND DC

5.2.5 系统

5.2.5.1 参考选择自动[开/关]

功能说明:

该选项左侧方框内选定表示参考选择手动,否则为自动。

自动时,仪器自动选择频率参考,如果有外部频率参考则选其为仪器的频率参考;如果

5.2 菜单说明

没有外部频率参考则选内部参考为仪器的频率参考。缺省设置为[自动]。

5.2.5.2 内参考调节

功能说明：

当内参考不准确时，用户设置内参考准确度。

参数说明：

2048 [0, 4095]

程控命令：

[[:SOURce]:ROSCillator:REFerence <val>

[[:SOURce]:ROSCillator:REFerence?

程控示例：

ROSC:REF 1000

5.2.5.3 程控

1) 网络程控

功能说明：

LAN 端口设置，具体操作请参考章节“6.2.1LAN”说明。

2) GPIB 程控

功能说明：

GPIB 端口设置，具体操作请参考章节“6.2.2 GPIB”说明。

5.2.5.4 整机自测试

1) 测试

功能说明：

对用户选定的自测试项启动自测试。

2) 测试类型

功能说明：

设置测试对象为选中项或当前项

3) 循环测试

功能说明：

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

4) 全部允许

功能说明：

选中所有测试项

5) 全部禁止

功能说明：

跳过所有测试项。

6) 信息窗口

功能说明：

设置测试结果显示状态。可选择以标准格式显示测试结果、以概要格式显示测试结果、以详细格式显示测试结果。

7) 清除结果

功能说明：

清除测试结果。

8) 测试项属性

功能说明：

设置测试对象为允许或跳过。

9) 上一项

功能说明：

选择上一项

10) 下一项

功能说明：

选择下一项

11) 上一页

功能说明：

选择上一页

12) 下一页

功能说明：

选择下一页

5.2 菜单说明

13) 跳到第一项

功能说明：
跳到第一项

14) 跳到最后一项

功能说明：
跳到最后一项

5.2.5.5 复位设置

复位设置[厂家 用户]

功能说明：

选择复位设置菜单，用户可根据需要存储测量参数状态。菜单项分别说明如下：

程控命令：

:SYSTem:PRESet:TYPE NORMal|USER

:SYSTem:PRESet:TYPE?

程控示例：

:SYSTem:PRESet:TYPE NORM

存储用户状态

功能说明：

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

程控命令：

:SYSTem:PRESet[:USER]:SAVE

程控示例：

:SYSTem:PRESet:SAVE

5.2.5.5 省电设置

省电模式[自动 手动]

功能说明：

设置仪器省电模式。

程控命令：

:SYSTem:PSAVe MANual|AUTO

程控示例：

:SYSTem:PSAVe MAN

执行省电模式

功能说明：

运行省电模式。

程控命令：

:SYSTem:PSAVe:RUN

程控示例:

:SYSTem:PSAVe:RUN

自动等待时间

功能说明:

设置自动省电模式开始运行的等待时间。

程控命令:

:SYSTem:PSAVe:TIME:WAIT <val>

:SYSTem:PSAVe:TIME:WAIT?

程控示例:

:SYSTem:PSAVe:TIME:WAIT 10s

省电输出耦合

功能说明:

设置省电输出耦合状态为开或关。

程控命令:

:SYSTem:PSAVe:OUTPut:COUPling OFF|ON|0|1

程控示例:

:SYSTem:PSAVe:OUTPut:COUPling OFF

5.2.5.5 安全保密

禁止键盘

功能说明:

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

程控命令:

:SYSTem:SECurity:KB OFF|0

程控示例:

:SYSTem:SECurity:KB OFF

关闭显示

功能说明:

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

程控命令:

:SYSTem:SECurity:DISPlay OFF|0

程控示例:

:SYSTem:SECurity:DISPlay OFF

5 菜单

5.2 菜单说明

5.2.5.5 语言

功能说明:

设置软件界面语言。

程控命令:

:SYSTem:PANEI:LANGuage CHinese|English

:SYSTem: PANEI:LANGuage?

程控示例:

:SYSTem:PANEI:LANGuage CH

5.2.5.5 界面方案

功能说明:

用户可根据使用习惯选择不同的界面显示风格。

程控命令:

:SYSTem:UI UI1|UI2|UI3|UI4

:SYSTem:UI?

程控示例:

:SYSTem:UI UI1

6 远程控制

本章介绍了 1441 系列信号发生器的程控基础、程控接口与配置方法，并简要的介绍了 I/O 仪器驱动库的概念及分类。方便用户实现远程控制操作。具体内容包括：

- 远程控制基础.....89
- 仪器程控端口与配置.....109
- I/O库.....112

6.1 远程控制基础

- 程控接口.....89
- 消息.....91
- SCPI 命令.....92
- 命令序列与同步.....99
- 状态报告系统.....101
- 程控注意事项.....109

6.1.1 程控接口

1441 系列信号发生器支持 LAN 和 GPIB 的程控接口。程控接口及关联 VISA 寻址字符串说明，如下表：

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)	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

6.1.1.1 LAN 接口

1441 系列信号发生器可通过 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。1441 系列信号发生器为实现局域网内远程控制，已经安装端口连接器、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;

6.1 远程控制基础

- 100Mbit/s 以太网 IEEE802.3u;

连接计算机和 1441 系列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“系统>程控->网络->IP 地址”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，**信号发生器通信默认使用的网络端口号是 5000**。

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::5000::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) 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 5000。

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 地址和查询 ID 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“5.1.4 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。

6.1 远程控制基础

— 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](#).....92
- [SCPI命令说明](#).....92

6.1.3.1 SCPI 命令简介

SCPI(Standard Commands for Programmable Instruments——可编程设备的标准命令)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。
- 6) 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.

1441 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) 程控手册“3 程控命令”；
- 2) 程控手册“附录 A SCPI 命令按子系统分类速查表”；
- 3) 程控手册“附录 B SCPI 命令按菜单分类速查表”；
- 4) 本手册“附录 B SCPI 命令速查表”。

6.1.3.2 SCPI 命令说明

- [通用术语](#).....92
- [命令类型](#).....93
- [仪器专用命令语法](#).....94
- [命令树](#).....95
- [命令参数和响应](#).....96

- [命令中数值的进制.....98](#)
- [命令行结构.....99](#)

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

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 6.1 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。因通用命令均以星号打头，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。

6.1 远程控制基础

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。

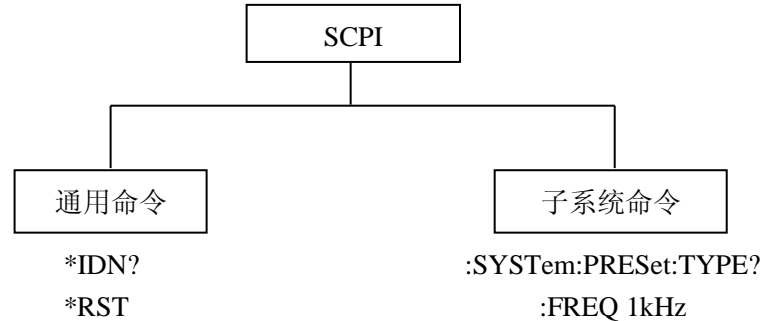


图 6.1 SCPI 命令类型

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]:EXPonential? 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。	<code>[:SOURce]:FREQuency[:CW]?</code> , FREQ 是命令的短格式部分。
命令的小写字符部分是可选的；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。	<code>:FREQuency</code> <code>:FREQ,:FREQuency</code> 或者 <code>:FREQUENCY</code> , 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。更多信息请参照“命令树”的命令路径部分。	<code>:TRIGger[:SEQuence]:SOURce?</code> 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。	<code>[:SOURce]:LIST:DWELl <val>{,<val>}</code>
分号分隔相邻的 2 条命令，但不影响当前命令路径。	<code>:FREQ 2.5GHZ; :POW 10DBM</code>
空白字符，例如<space>或者<tab>，只要不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。	<code>:FREQ uency</code> 或者 <code>:POWer :LEVel6.2</code> 是不允许的。 在 <code>:LEVel</code> 和 <code>6.2</code> 之间必须由空格隔开。 即 <code>:POWer:LEVel 6.2</code>

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：

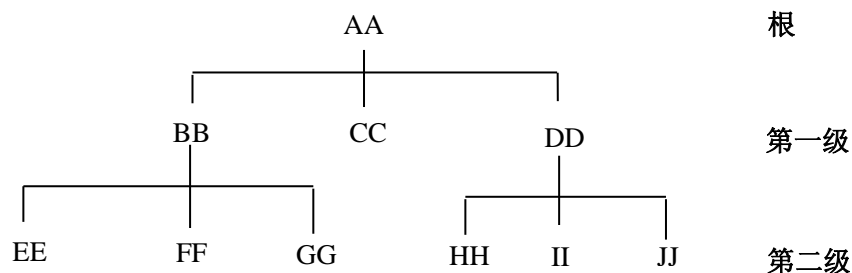


图 6.2 简化的命令树示意图

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。

6.1 远程控制基础

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参考状态命令 :FREQuency:REFeRence:STATe ON|OFF|1|0, 以下命令格式都是设置频率参考功能开:

```
:FREQuency:REFeRence:STATe ON, :FREQuency:REFeRence:STATe 1,
:FREQ:REF:STAT ON, :FREQ:REF: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。

布尔参数示例：

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。

实数响应数据示例：

6.1 远程控制基础

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。

整数响应数据示例：

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：

```
MEM:COPY:NAME Test1, MeasurementXY; FREQ:CW 5GHz.
```

该命令行包含两条命令，第一条命令属于 MEM 子系统，第二条命令属于 FREQ 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：

```
FREQ:CW 5GHz;FREQ:OFFSet 3GHz
```

该命令行包含两条命令，两条命令均属于 FREQ 子系统，一级相同。所以第二条命令可从 FREQ 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：

```
FREQ:CW 5GHz;OFFS 3GHz
```

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;STOP 100;:FREQ:STAR?
```

返回值：1000000000 (1GHz)

下面的命令返回值不固定：

```
:FREQ:STAR 1GHz;STAR?;STOP 1000000
```

返回结果可能是当前的起始频率值，因为主机程序会推迟执行命令。若主机程序接收命

6.1 远程控制基础

令后执行，返回结果也可能是1GHz。本信号发生器暂未支持交迭命令。

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的正确性，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
<code>*OPC</code>	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 <code>*OPC</code> ； 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。
<code>*OPC?</code>	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。
<code>*WAI</code>	执行 <code>*WAI</code> 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。

对于交迭命令的处理时间较短情况，可采用交迭命令后使用命令`*WAI`或`*OPC`以实现命令同步。为了实现计算机或仪器等待交迭命令执行完成时，同步执行其它任务，可采用下面的同步技术：

- **OPC与服务请求**
 - 1) 设置ESE的OPC屏蔽位（bit0）：`*ESE 1`；
 - 2) 设置SRE的bit5：`*SRE 32` 使能ESB服务请求；
 - 3) 发送交迭命令和`*OPC`；
 - 4) 等待服务请求信号。

服务请求信号代表交迭命令执行完成。

➤ OPC? 与服务请求

- 1) 设置SRE的bit4: *SRE 16 使能MAV服务请求;
- 2) 发送交迭命令和*OPC? ;
- 3) 等待服务请求信号。

服务请求信号代表交迭命令执行完成。

➤ 事件状态寄存器 (ESE)

- 1) 设置ESE的OPC屏蔽位 (bit0) : *ESE 1;
- 2) 只发送交迭命令, 不发送*OPC、*OPC或*WAI;
- 3) 在定时器中发送“*OPC;*ESR?”循环查询操作完成状态。

返回值 (LSB) 等于1表示交迭命令执行完成。

➤ *OPC?与短超时

- 1) 只发送交迭命令, 不发送*OPC、*OPC或*WAI
- 2) 在定时器中发送“<short timeout>; *OPC?”循环查询操作完成状态;
- 3) 返回值 (LSB) 等于1表示交迭命令执行完成。超时, 操作过程中。
- 4) 复位超时值到旧值;
- 5) 发送命令“SYStem:ERRor?”清除错误队列, 并删除“-410, 查询中断”信息。

返回值 (LSB) 等于1表示交迭命令执行完成。

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, 包括错误信息。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	101
● SCPI状态寄存器结构	103
● 状态寄存器说明	104
● 状态报告系统的应用	107
● 复位状态报告系统	108

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:

Data Questionable Status Group

0	Unused
1	Unused
2	Unused
3	POWER
4	TEMPerature
5	Frequency
6	Unused
7	MODulation
8	CALibration
9	Selftest
10	Unused
11	Unused
12	Unused
13	Unused
14	Unused
15	Always Zero(0)

Standard Event Status Group

0	Oper.Complete
1	Req. Bus Control
2	Query Error
3	Dev. Dep. Error
4	Execution Error
5	Command Error
6	User Request
7	Power On

Operation Status Group

0	CALibrating
1	Setting
2	Unused
3	Sweeping
4	MEASuring
5	Waiting for TRIG
6	Unused
7	Unused
8	Unused
9	DCFM
10	Unused
11	Unused
12	Unused
13	Unused
14	Unused
15	Always Zero(0)

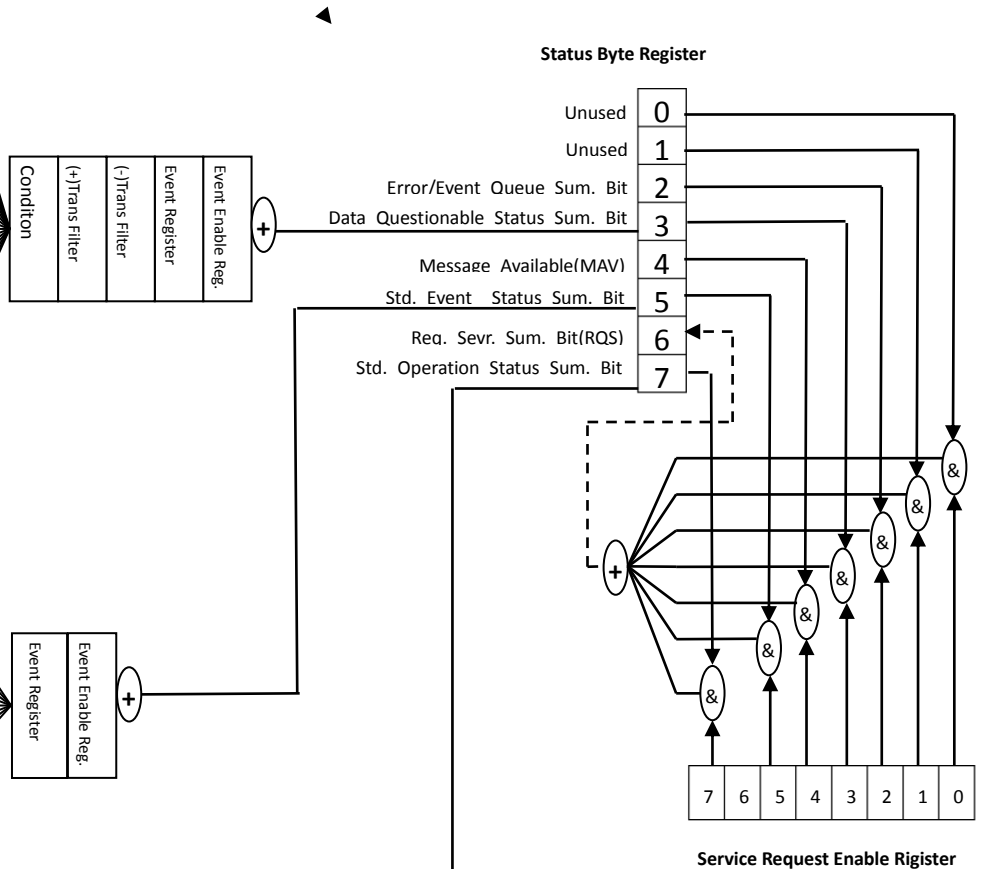


图 6.3 状态寄存器分层结构图

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) 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 SCPI 状态寄存器结构

每一个标准的 SCPI 寄存器包括 5 部分。每部分包含 16 个数据位并功能独立。例如：每个硬件状态分配一个数据位，该数据位对寄存器的所有 5 部分均有效。Bit15 若设置为 0，说明该寄存器的数值是正整型数据。

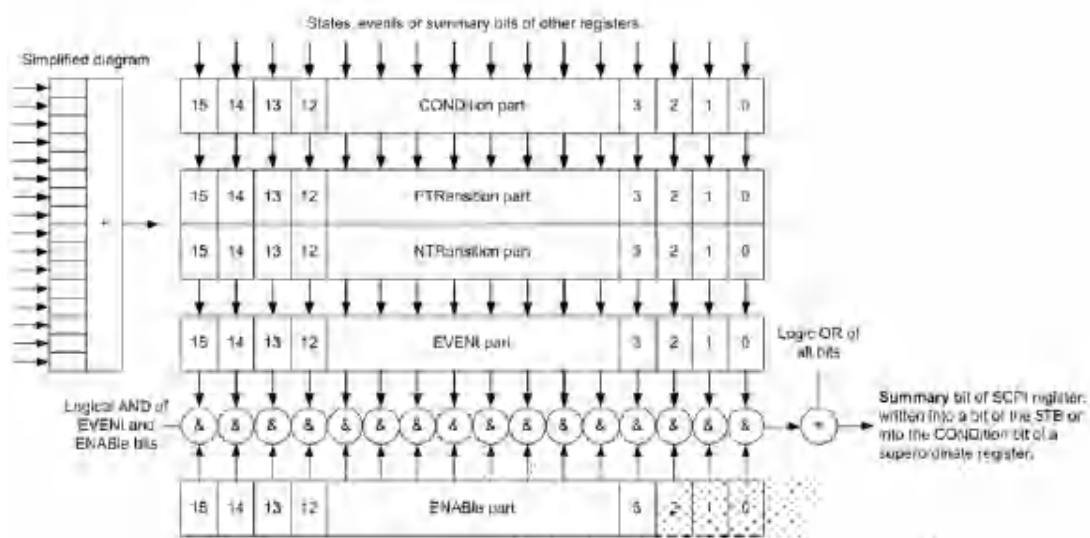


图 6.4 状态寄存器结构

由上图看出状态寄存器由 5 部分组成，分别说明如下：

➤ 条件寄存器

该部分由硬件或者低级寄存器的数位和直接写入，反映了当前仪器的工作状态。该寄存器只读，不能写，读取不清除数值。

➤ 正负转换寄存器

两个转移寄存器定义了存储在事件寄存器中的条件寄存器的状态转移位。

正转换寄存器类似于转换滤波器，当条件寄存器的某数据位从 0 变换到 1，相关的 PTR 位决定事件位是否设置为 1，说明如下：

—PTR 位=1：设置事件位。

—PTR 位=0：不设置事件位。

正转换寄存器可读可写，并且读取不清除数值。

负转换寄存器类似于转换滤波器，当条件寄存器的某数据位从 1 变换到 0，相关的 NTR 位决定事件位是否设置为 1，说明如下：

—NTR 位=1：设置事件位。

—NTR 位=0：不设置事件位。

正转换寄存器可读可写，并且读取不清除数值。

➤ 事件寄存器

该部分表明从上次读取后该事件是否发生，存储了条件寄存器的内容。它仅代表经转移寄存器传递的事件，只能由仪器改变，由用户读取，读取后清除数值。该部分的值常等于整个寄存器的值。

➤ 使能寄存器

该部分决定了关联的事件位是否作用于最终的数据和。每一个使能部分的数据位与关联的使能位相与。该部分的逻辑操作结果与数据和位相或。

—使能位=0：关联的事件位不作用于数据和。

—使能位=1：关联的事件位作用于数据和。

该部分可读可写，并且读取不清除。

➤ 数据位和

每个寄存器的数据和位由事件和使能部分组成。结果进入高位寄存器的条件部分。仪器自动产生每个寄存器的数据和位，这样事件可引起不同层次的服务请求。

6.1.5.3 状态寄存器说明

下面依次详细介绍各状态寄存器，说明如下：

1) 状态字节 (STB) 和服务请求使能寄存器 (SRE)

IEEE488.2 中定义了状态字节(STB)，通过采集低位寄存器的信息反映粗略的仪器状态。其中 bit6 等于其它状态字节位的数据和。状态字节与 SCPI 寄存其中的条件部分比较后的结果可假设为 SCPI 层次中的最高层。通用命令“*STB?”或者串行查询可读取状态字节数值。

状态字节连接到服务请求使能寄存器 (SRE)。状态字节的每一个数据位对应 SRE 中的一位。SRE 的 bit6 忽略不用。若 SRE 其中的某数据位设置后，且关联的 STB 位从 0 变化到 1，就会产生一个服务请求 (SRQ)。通用命令“*SRE”用于设置 SRE，通用命令“*SRE?”用

于读取 SRE。状态字节说明，具体如下表 6.6 状态字节说明：

表 6.6 状态字节说明

数据位	意义
0..1	未使用。
2	错误队列非空 若错误队列插入新的错误，设置该位。若关联的 SRE 位使能该位，错误队列中产生新的错误时，产生一次服务请求，这样可识别错误并查询错误信息。这种方法有效的减少了程控中的错误。
3	询问状态寄存器数据和位 若设置询问状态寄存器的事件位以及关联的使能位设置为 1，才能够设置该位。该位代表一个可查询的的仪器状态，可通过查询状态寄存器的询问状态寄存器得到具体的仪器状态信息。
4	MAV 位 (message available) 若输出队列的信息可读时设置该位。控者查询仪器信息时使用该位。
5	ESB 位 事件状态寄存器的数据和位。若设置了事件状态寄存器中的其中的一位并且使能事件状态使能寄存器中的相应位，可设置该位。该位置位为 1 表明仪器出现了严重错误，并可通过查询事件状态寄存器获取具体错误信息。
6	MSS 位 (master status summary bit) 若仪器触发了服务请求设置该位。
7	操作状态寄存器数据和位 若设置操作状态寄存器的事件位且对应的使能位设置为 1，则可设置该位。该位表明仪器执行了一个操作，具体操作类型可通过查询操作状态寄存器获取。

2) 事件状态寄存器 (ESR) 和事件状态使能寄存器 (ESE)

IEEE488.2 定义了 ESR。读取事件状态寄存器 (ESR (event status register)) 可通过命令 “*ESR?”。ESE 属于 SCPI 寄存器的使能部分，若其中的一位置 1 并且响应的 ESR 其中的某个数据位从 0 变化到 1，那么 STB 的 ESB 位设置为 1。设置 ESE 可通过命令 “*ESE”，可通过命令 “*ESE?” 读取 ESE。

表 6.7 事件状态字节说明

数据位	意义
0	操作完成 当前面的命令都已执行完成且收到了命令 *OPC，设置该位。
1	未使用。
2	查询错误 若控者未发送查询命令就读取仪器数据，或者还未读取查询数据就发送了新的命令时，设置该位。表明产生了错误的查询而不能执行查询。
3	仪器产生的错误

6.1 远程控制基础

	若产生了仪器错误，设置该位。错误代码范围：-300~-399，或者正的错误代码。具体错误信息可查询错误队列中的相关信息。
4	执行错误 若收到语法正确的命令但是不能执行设置该位。同时错误队列中生成一个错误代号属于范围-200~-300 的错误。
5	命令错误 若接收的命令语法错误，设置该位。错误代号范围：-100~-200，具体错误信息可查询错误队列中的相关信息。
6	用户请求 若仪器切换到手动控制模式时，设置该位。
7	电源开 打开仪器电源时，设置该位。

3) 状态:询问寄存器

该寄存器包含不符合规范要求的仪器状态。可通过命令“STAT:QUES:COND”或“STAT:QUES:EVEN”，查询该寄存器数值。寄存器说明如下表6.8。

表6.8 状态：询问寄存器说明

数据位	意义
0-2	未使用。
3	若本地功率设置出错，设置该位
4	时基未热，设置该位
5	若本地振荡器频率出错或者任意活动通道的参考频率出错时，设置该位。
6	未使用。
7	若本地调制设置出错，设置该位
8	若仪器未校准（界面显示“未校准”提示信息），设置该位。
9	自测试出错，设置该位
10..14	未使用
15	该位始终为 0。

提示

查询寄存器

状态：询问寄存器集合了所有低层子寄存器的信息（例如：其中的 bit2 集合了所有与时间相关的信息）。其中，因为每个通道对应单独的子寄存器，因此，若询问寄存器的一个状态位指示有错误，那么需要回溯通道的子寄存器中，检查具体的错误源头。默认状态下，查询的子寄存器状态属于当前选择的通道。

6.1.5.4 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；
- 5) 查询错误队列。

1) 服务请求

某些情况下，仪器为获取控者的服务，向控者发送服务请求 (SRQ)，控者发起一个中断进入相应的中断处理程序。从图 6.4 得知，一个 SRQ 通常由一个或多个状态字节及关联使能寄存器 (SRE) 的第 2, 3, 4, 5 或 7 位发起。这些数据位又进一步组成了高级寄存器、错误队列或输出缓冲区。为了尽可能的使用所有的服务请求，使能寄存器 SRE 和 ESE 的所有数据位需要设置为 1。

举例：使用命令*OPC 在扫描结束后，产生 SRQ 信号。

- a) 调用写函数 InstrWrite 写命令“*ESE 1”，设置 ESE bit0 (操作完成)。
- b) 调用写函数 InstrWrite 写命令“*SRE 32”，设置 SRE bit5 (ESB)。
- c) 调用写函数 InstrWrite 写命令“*INIT;*OPC”，操作完成后产生 SRQ 信号。

仪器设置完成后，仪器产生一次 SRQ。

SRQ 只能由仪器本身发起，控者程序应允许在仪器产生错误时，向其发起服务请求，并由专门的中断服务程序处理。

2) 串行查询

类似于命令*STB，串行查询用来查询仪器的状态字节。串行查询采用接口消息的方式，因此查询速度较快。IEEE 488.2 定义了串行查询的具体方法。该方法主要用于快速获取测试系统中与控者连接的一个或多个仪器的状态。

3) 查询仪器状态

可采用下面两种命令，查询状态寄存器的每一部分：

- 命令*ESR?, *IDN?, *STB?查询高级寄存器；
- 状态系统命令查询 SCPI 寄存器 (例如：STATus:QUESTionabl...)

被查询的寄存器的返回值通常为十进制格式，由控者程序检测使用。为获取更加详细产生 SRQ 的原因，通常 SRQ 后才进行并行查询。

响应数据位说明

STB 与 ESR 寄存器包含 8 位，SCPI 寄存器包含 16 位。查询状态寄存器的返回值采用十进制格式。该十进制数值等于各数据位与各自的权重运算，相加后的结果。

数据位与其权重的关系如下图：

6.1 远程控制基础

数据位	7	6	5	4	3	2	1	0
权重	128	64	32	16	8	4	2	1

图 6.5 数据位与权重关系图

4) 错误队列

仪器的每个错误状态对应错误队列中的一个入口，其中包含具体的错误信息文本，可通过错误日志查看，或者通过程控命令查询：`SYSTem:ERRor[:NEXT]?`。若错误队列中无错误，查询返回 0，“无错误”。

在控者服务请求处理程序中应查询错误队列，因为可得到比状态寄存器更加精确的错误原因描述。尤其在控者程序测试阶段，应经常查询错误队列，以明确控者发送给仪器的错误命令记录。

6.1.5.5 复位状态报告系统

下面的列表列出了复位状态报告系统的命令和事件。除了命令 `*RST` 和 `SYSTem:PRESet`，其它命令不改变仪器功能设置。同样，`DCL` 也不改变仪器设置状态。具体说明如下表：

表6.9 复位状态报告系统

事件 作用	电源开/关 (加电状态清除)		DCL, SDC (仪器清除, 选择 仪器清除)	*RST 或 SYSTem: PRESet	STATus: PRESet	*CLS
	0	1				
清除 STB, ESR	—	是	—	—	—	是
清除 SRE,ESE	—	是	—	—	—	—
清除 PPE	—	是	—	—	—	—
清除寄存器的事件部分	—	是	—	—	—	是
清除操作和询问寄存器中的使能部分。其它寄存器的使能部分填充 1。	—	是	—	—	是	—
正转移部分填充 1。清除负转移部分。	—	是	—	—	是	—
清除错误队列	是	是	—	—	—	是
清除输出缓冲区	是	是	是	—	—	—
清除命令处理和输入缓冲区	是	是	是	—	—	—

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.....109
- GPIB.....111

6.2.1 LAN

LAN（Local Area Network）程控系统采用SICL-LAN控制1441系列信号发生器。

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 1441 系列信号发生器中，该端口用来连接 USB 2.0 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.....109
- 接口配置.....110

6.2.1.1 建立连接

使用网线将1441系列信号发生器与外部控者（计算机）连接到局域网，如图6.6所示：

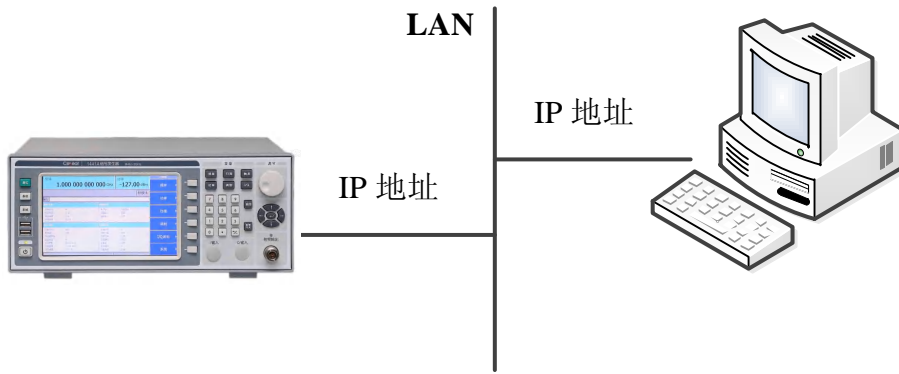


图 6.6 LAN 接口连接图

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。按【系统】[程控][网络]，进入如图 6.7 所示的界面，将其中“IP 地址”设置到主控制器所在的子网内即可。

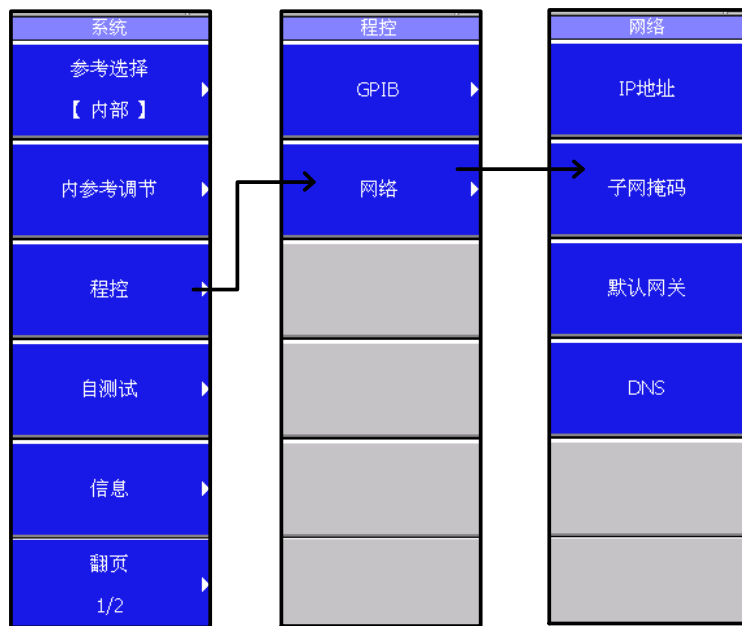


图 6.7 LAN 接口设置

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.....111
- 接口配置.....111

6.2.2.1 建立连接

使用 GPIB 电缆连接 1441 系列信号发生器与外部控者（计算机），如图 6.8 所示：

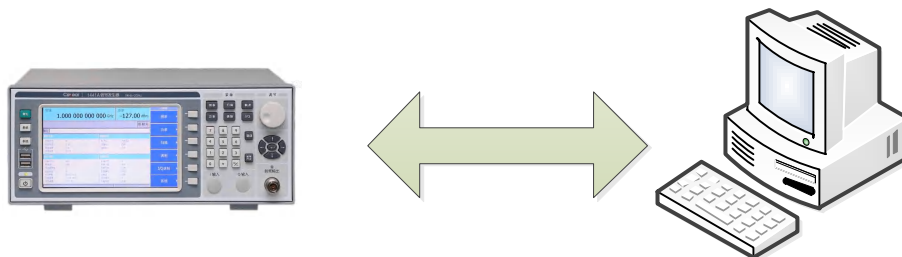


图 6.8 GPIB 接口连接图

6.2.2.2 接口配置

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【系统】[程控][GPIB]，进入如图 6.9 所示的界面，就可以利用前面板数字键在本机 GPIB 地址输入框进行更改。

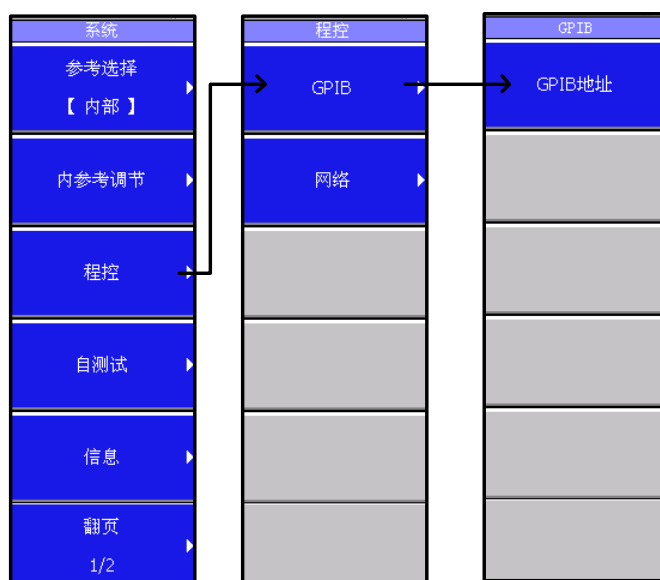


图 6.9 GPIB 接口设置

6.3 I/O 库

- I/O库概述.....112
- I/O库安装与配置.....113

6.3.1 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 6.12 所示。

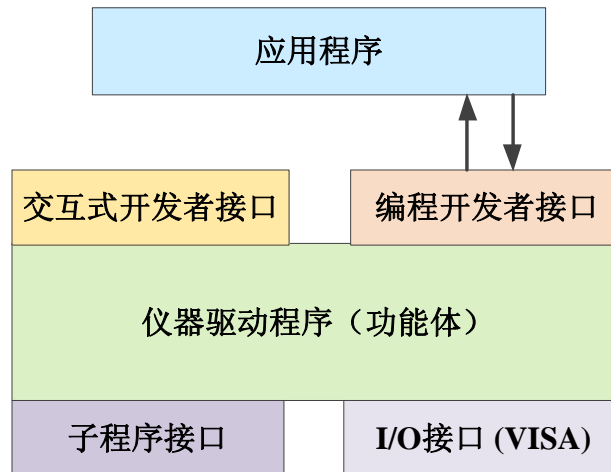


图 6.10 仪器驱动器结构模型

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。

6.3.2 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-C 基于 ANSI C,采用 C API 的方式。驱动类型都是遵照 IVI 规范定义的仪器类来设计的,它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,目前信号发生器的 IVI 驱动利用 Nimbus Driver Studio 开发,直接生成 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。

提示

I/O 库的使用

安装随机的 IVI-C 驱动程序安装包,会自动安装驱动函数面板、帮助文档及驱动函数的示例程序,方便用户开发集成程控功能。

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 1441 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，本公司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.....115
- 故障诊断与排除.....116
- 错误信息.....118
- 返修方法.....118

7.1 工作原理

为了便于用户了解 1441 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。

1441 系列信号发生器硬件方案框图如图 7.1 所示。

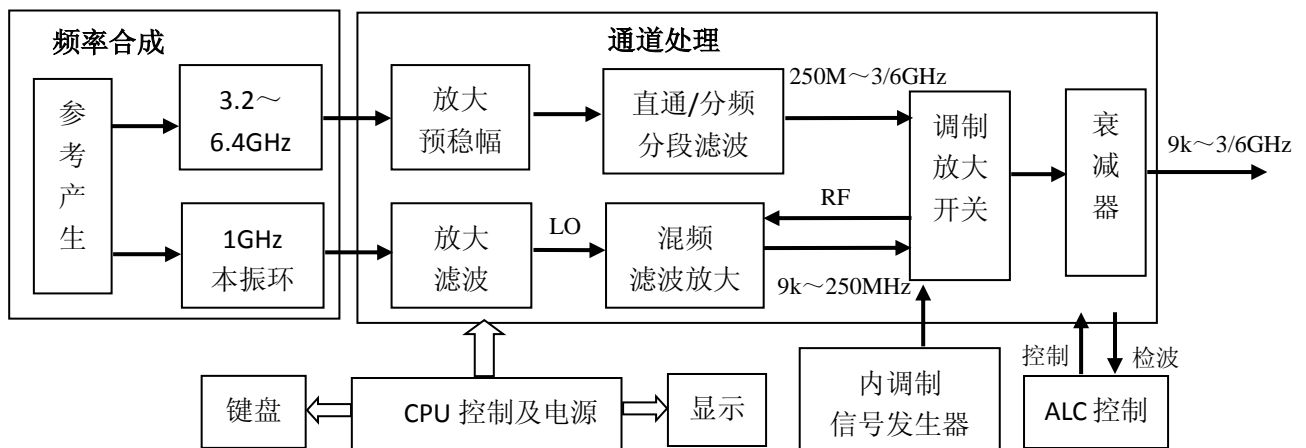


图 7.1 整机实现方案框图

频率锁相单元产生 3.2~6.4GHz 的宽带合成信号和一个 1GHz 的点频信号，送入通道处理单元，采用直通/分频与下混频组合方案实现 9kHz~3/6GHz 射频输出信号的合成。通道处理部分包括分频器、混频器、开关滤波器、快速 ALC 以及衰减器，实现 9kHz~3/6GHz 的频率覆盖，及全频段内的稳幅调制输出。

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 1441 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。

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

下面按照功能类型，分类列出故障现象和排除方法。

- [系统问题](#) 116
- [失锁](#) 116
- [不稳幅](#) 117
- [射频输出功率问题](#) 117
- [射频输出端口无调制](#) 117
- [扫描问题](#) 118
- [前面板按键不响应](#) 118

7.2.1 系统问题

- [待机灯不亮](#) 116
- [开机后风扇不转](#) 116

7.2.1.1 待机灯不亮

检查输入的交流电是否正常，最大允许偏差±10%，如果太高或太低都可能使仪器不能正常工作。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拿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 失锁

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

步骤 1: 按前面板【系统】按键，激活系统配置窗口。

步骤 2: 按[信息]，请记录具体失锁指示信息返回厂家。

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。

显示屏告警指示区出现“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：按[信息]，请记录具体失锁指示信息返回厂家。

7.2.4 射频输出功率问题

- 射频输出功率过低 117
- 使用混频器带来的射频输出信号损耗 117

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】→[功率偏置]，设置为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，请检查点频状态下是否有输出。再测试调制输出，如果问题仍未解决，请联系厂家。

7.3 错误信息

7.2.6 扫描问题

- [扫描停止](#).....118
- [无法停止扫描](#).....118

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】中选择[扫描 关]菜单。

7.2.7 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】键把信号发生器由远控状态切换到本地控制。

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。

7.3 错误信息

信号发生器采用两种途径记录测量过程中出现的错误：前面板操作界面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。

- [本地错误信息](#).....118
- [程控错误信息](#).....119

7.3.1 本地错误信息

7.3.1.1 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。

在一个时刻，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，执行下面的操作就可以看到所有错误提示信息：

- 步骤1. 按【系统】，然后按 [信息]。
- 步骤2. 提示信息会显示在窗口中。
- 步骤3. 选择[全部清除]按钮可以清除历史错误信息。

7.3.1.2 错误信息说明

信号发生器使用过程中若检测到错误，状态指示区右侧会显示告警或错误信息。

7.3.2 程控错误信息

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?”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：

“-110, 数据超界; 输入参数超出下界。”

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。

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：

- **仪器特性错误 (1 ~ 6)**：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运行过程中自动检测过程中。
- **执行错误 (20 to 117)**：表明仪器执行测量参数设置过程中配置参数错误。
- **命令错误 (-100 to -120)**：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.....120
- 包装与邮寄.....120

7.4.1 联系我们

若1441系列信号发生器出现问题，首先观察错误信息并记录，分析可能的原因并参考章节“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本公司服务咨询中心联系并提供收集的错误信息，我们将以最快的速度协助您解决问题。

联系方式:

免费客服电话: **800-868-7041**

技术支持: **0532-86889847 86897262**

传 真: **0532-86889056 86897258**

网 址: www.ei41.com

电子信箱: eiqd@ei41.com

邮 编: **266555**

地 址: **中国山东青岛经济技术开发区香江路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保护仪器，另一方面会被产生的静电吸入仪器风扇中，对仪器造成损坏。

提示

仪器的包装和运输

运输或者搬运本仪器时，请严格遵守章节“2.1.1 开箱”中描述的注意事项。

8 技术指标与测试方法

本章介绍 1441 系列信号发生器的技术指标和主要测试方法。

● 声明.....	122
● 产品特征.....	122
● 技术指标.....	123
● 补充信息.....	123
● 性能特性测试.....	127

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 45 分钟预热之后，可保证性能；其中包括测量的不确定度。对于本文中的数据，如无另行说明均为技术指标。

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

8.2 产品特征

表8.1 产品特征

一般特性		
远程控制	接口	ANSI/IEEE 标准 488.1-1987 和 ANSI/IEEE 标准 488.2-1992
		LAN 接口
		RS-232
	程控语言	SCPI 版本 1999.0
显示屏		TFT-LCD
操作界面语言		中文/英文
电源要求		电源最大功耗小于 260W，供电电源为 50Hz 单相 85VAC~264VAC，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
工作湿度（额定值）		40°C 时，0 ~ 80% 相对湿度
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。
最大重量		约 9kg
外形尺寸（宽×高×深）		323mm×152mm×392mm
振动		正弦振动：频率5~55Hz，振幅峰峰值0.33mm。 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。
安全性要求		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、飞狐和闪烁等现象。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		MTBF (θ_0) ≥3000h。
电磁兼容性要求		符合 GJB3947A-2009 中 3.9.1 规定的电磁兼容性要求
维修性要求		符合 GJB3947-2009 中 3.13 规定要求

8.3 技术指标

8.3 技术指标

表 8.2 技术指标

频率特性		频率	基波分频次数 N
频率范围	1441A: 9kHz ~ 3GHz 1441B: 9kHz ~ 6GHz	$9\text{kHz} \leq f \leq 250\text{MHz}$	4
		$250\text{MHz} < f \leq 400\text{MHz}$	16
		$400\text{MHz} < f \leq 800\text{MHz}$	8
		$800\text{MHz} < f \leq 1600\text{MHz}$	4
		$1600\text{MHz} < f \leq 3200\text{MHz}$	2
		$3200\text{MHz} < f \leq 6000\text{MHz}$	1
频率分辨率	0.01Hz		
时基老化率 (典型值)	5×10^{-9} /天 (连续通电 30 天后)		
功率特性 (连续波模式, 不加调制)			
最大稳幅输出功率 ($25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$)	$> +10\text{dBm}$		
功率准确度 ($25 \pm 5^\circ\text{C}$)	$\pm 1.5\text{dB}$ ($-50\text{dBm} \leq \text{输出功率} \leq +10\text{dBm}$) $\pm 2.0\text{dB}$ ($-110\text{dBm} \leq \text{输出功率} < -50\text{dBm}$) $\pm 3.0\text{dB}$ ($-120\text{dBm} \leq \text{输出功率} < -110\text{dBm}$)		
频谱特性			
谐波 (输出功率小于 $+5\text{dBm}$)	$< -30\text{dBc}$		
非谐波 (输出功率小于 $+5\text{dBm}$, 偏离载波 30kHz 以远)	$< -60\text{dBc}$		
单边带相位噪声 (测试时输出功率设置为 $+10\text{dBm}$ 或最大输出功率的较小值)	$< -98\text{dBc/Hz}$ 载波频率 6GHz, 频率偏移 20kHz $< -104\text{dBc/Hz}$ 载波频率 3GHz, 频率偏移 20kHz $< -112\text{dBc/Hz}$ 载波频率 1GHz, 频率偏移 20kHz $< -118\text{dBc/Hz}$ 载波频率 500MHz, 频率偏移 20kHz		
脉冲调制特性			
脉冲调制开关比	$9\text{kHz} \leq f \leq 3\text{GHz}$: $> 80\text{dB}$ $3\text{GHz} < f \leq 6\text{GHz}$: $> 60\text{dB}$		
上升下降时间	$< 25\text{ns}$, 输出频率 $> 250\text{MHz}$ $< 80\text{ns}$, 输出频率 $\leq 250\text{MHz}$		
最小脉冲宽度	$< 2 \mu\text{s}$ (稳幅环路闭环)		
频率调制特性			
最大调频频偏	$1.6\text{MHz} \div N$ (N 值含义为基波分频次数)		
调频带宽 (3dB)	20Hz ~ 100kHz		
调频频偏准确度	$< \pm 10\%$ (1kHz 调制率, $2\text{kHz} < \text{频偏} \leq 1.6\text{MHz} \div N$, 解调带宽 300Hz ~ 3kHz)		

幅度调制特性（输出频率 $\geq 100\text{MHz}$ 时）	
最大调幅深度	>90%
调幅带宽（3dB）	20Hz~80kHz
调幅准确度	< $\pm 10\%$ （1kHz 调制率，解调带宽 300Hz~3kHz，30% 调幅深度）

8.4 补充信息

- 前面板端口.....125
- 后面板端口.....124
- EMC与安全.....125

8.4.1 前面板端口

表8.3 前面板端口

前面板端口	
射频输出端口	N 型（阴）
USB 2.0 接口	用于连接鼠标、键盘、进行系统软件升级及备份数据等。

8.4.2 后面板端口

表8.4 后面板端口





后面板端口	
调频输入	BNC 阴头，外部频率调制信号输入，50 Ω 输入阻抗（额定值），标称幅度 $1V_{p-p}$ 。
10MHz 输入	外部 10MHz 参考信号输入接口，BNC 阴头，典型输入阻抗 50 Ω ，输入信号幅度 0~+10dBm。
10MHz 输出	BNC 阴头，信号电平 0~+10dBm，典型输出阻抗 50 Ω 。
调幅输入	BNC 阴头，外部幅度调制信号输入，50 Ω 输入阻抗（额定值），标称幅度 $2V_{p-p}$ 。
脉冲输入	BNC 阴头，外部脉冲信号输入接口，兼容 TTL 电平的脉冲信号输入信号，输入阻抗 2k Ω 。
脉冲监视输出	BNC 阴头，脉冲监视信号输出接口，输出兼容 TTL 电平的脉冲信号。
脉冲同步输出	BNC 阴头。脉冲同步输出接口，输出一个同步的、在内部和触发脉冲调制过程中额定值宽、兼容 TTL 的脉冲信号。额定源阻抗是 50 Ω 。
RS-232	保留接口。
LAN	10/100Mbps 以太网连接器，具有标准 8 针结构，可在两种数据速率中自动进行选择，用于软件升级、控制等
USB 从口	保留接口。


8.4 补充信息

 GPIB 	标准 IEEE488 接口，支持 SCPI 语言。
 电源开关 	仪器总电源控制开关。
 电源输入 	仪器电源插头

8.4.3 EMC 和安全

表8.5 EMC与安全

名称	描述信息
EMC	
	<p>欧委会规定： 89/336/EEC, 92/31/EEC, 93/68/EEC IEC 61326-1:1997 +A1:1998 +A2:2000/EN 61326-1:1997 +A1:1998 +A2:2001 CISPR 11:1997 +A1:1999/EN 55011:1998 +A1:1999 Group 1, Class A IEC 61000-4-2:1995 +A1:1998/EN 61000-4-2:1995 +A1:1998 4 kV CD / 8 kV AD IEC 61000-4-3:1995 +A1:1998/EN 61000-4-3:1996 +A1:1998 3 V/m, 80-1000 MHz, 80% AM IEC 61000-4-4:1995/EN 61000-4-4:1995 1 kV power / 0.5 kV Signal IEC 61000-4-5:1995/EN 61000-4-5:1995 0.5 kV Normal / 1 kV Common IEC 61000-4-6:1996/EN 61000-4-6:1996 3 V, 0.15-80 MHz, 80% AM IEC 61000-4-11:1994/EN 61000-4-11:1994 100% 1cycle European Council Directive</p>
 ICES/NMB-001 	该仪器遵守Canadian ICES-001:1998.
 N10149 	AS/NZS 2064.1/2 Group 1, Class A
安全	
	<p>欧委会规定： 73/23/EEC, 93/68/EEC IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001 测量级别 I, 污染度 2, 室内： IEC60825-1:1994 Class 1 LED</p>
 LR95111C 	CAN/CSA C22.2 No. 1010.1-92

环境	
	<p>该产品遵守WEEE（2002/96/EC）标注的规定。附注信息表明该电子产品不能作为室内垃圾丢弃。</p> <p>产品类别：参考WEEE规定附录I中的仪器类型，该产品属于“监测与控制仪器”类型。</p> <p>请不要将该产品作为室内垃圾丢弃。请联系当地安捷伦办事处，或通过查询网址www.agilent.com/environment/product/获取相关联系方式及具体的处理方法。</p>

8.5 性能特性测试

- 推荐测试方法.....127
- 性能特性测试记录表.....141
- 性能特性测试推荐仪器.....146

8.5.1 推荐测试方法

- 频率特性.....127
- 功率特性.....131
- 脉冲调制特性.....132
- 幅度调制特性.....133
- 频率调制特性.....138

8.5.1.1 频率特性

1) 频率范围

a) 测试说明

本测试利用频率计测量被测信号发生器的输出频率范围是否满足指标要求。

b) 测试框图

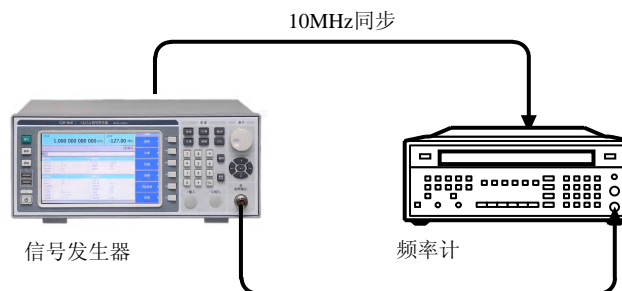


图 8.1 频率范围测试框图

8.5 性能特性测试

c) 测试设备

频率计 AV3212/EIP598A

1 台

d) 测试步骤

步骤 1. 开机复位，预热至少 30 分钟。

步骤 2. 按图 8.1 连接设备。

步骤 3. 将被测信号发生器设置为点频模式，功率-10dBm。

步骤 4. 在被测信号发生器指标范围内设置输出频率，用频率计验证输出频率满足规范要求,在性能测试记录中记录测试结果。

2) 频率分辨率

a) 测试说明

频率分辨率是信号发生器能够精确控制的输出频率间隔。将信号发生器点频频率变化 0.01Hz，利用频率计（频率比较器）观测信号频率是否变化 0.01Hz，如果观测到的信号变化 0.01Hz，则宽带信号发生器的频率分辨率为 0.01Hz。

b) 测试框图

测试框图同图 8.1。

c) 测试设备

频率计 Agilent53181A

1 台

d) 测试步骤

步骤 1. 开机复位，预热至少 30 分钟。

步骤 2. 按图 8.1 连接设备。

步骤 3. 设置信号发生器频率为 1.000000001MHz ， 功率 0dBm，射频开。

步骤 4. 设置频率计工作在通道 1 模式，分辨率到 0.001Hz。

步骤 5. 改变被测信号发生器输出频率为 0.01Hz，观察频率计的测试值是否改变了 0.01Hz。

步骤 6. 如果测试满足要求，在性能测试记录中记录测试结果。

3) 单边带相位噪声

a) 测试说明

本次测试验证信号发生器的单边带相位噪声指标是否合格，单边带相位噪声是衡量信号发生器输出信号短期稳定度的指标，通过信号源分析仪可直接测出信号发生器的单边带相位噪声指标。

b) 测试框图

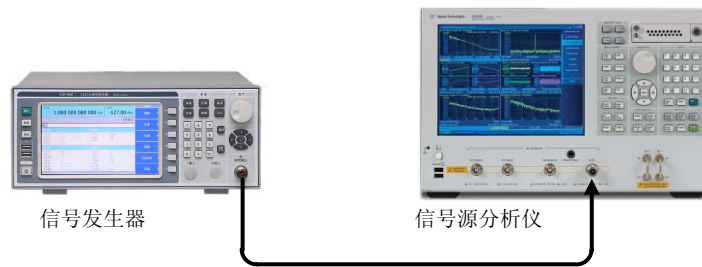


图 8.2 单边带相位噪声测试

c) 测试设备

信号源分析仪：E5052B

1 台

d) 测试步骤

步骤 1: 开机复位，预热至少 30 分钟。如图 8.2 连接设备。

步骤 2: 将信号发生器设置为点频模式，按测试记录表中所列值设置点频频率，功率电平 0dBm。

步骤 3: 如下设置信号源分析仪：

测量模式	相位噪声
频率范围	250MHz-7GHz
标记 1	20kHz
平均	开

步骤 4: 在信号源分析仪上读取 20k 频偏处的相位噪声，并在性能测试记录中记录测试结果。

步骤 5: 重复步骤 3) 的测试过程，完成全部测试点的测试。

4) 谐波寄生

a) 测试说明

本次测试验证信号发生器的谐波指标是否合格，谐波是信号发生器输出频率的整数倍。本次测试中，将信号发生器的输出功率设置为功率电平为+10dBm 或最大指标输出功率，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。

8.5 性能特性测试

b) 测试框图

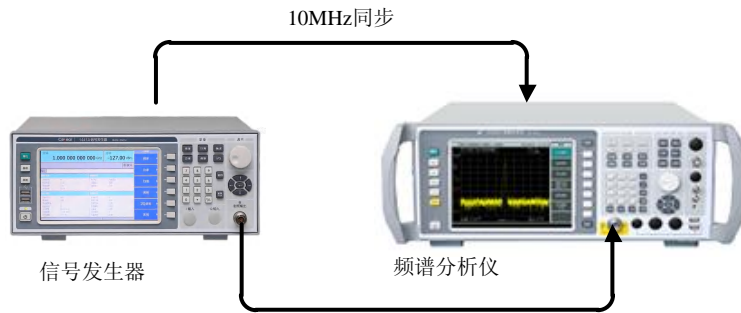


图 8.3 谐波寄生测试

c) 测试设备

频谱分析仪：AV4036 1 台

d) 测试步骤

步骤 1: 开机复位，预热至少 30 分钟。按图 8.3 连接设备。

步骤 2: 将信号发生器设置为点频模式，功率电平为+5dBm。

步骤 3: 在信号发生器指标范围内调整输出频率，用频谱分析仪观察并找出谐波最差点。

步骤 4: 在性能测试记录中记录测试结果。

5) 非谐波寄生

a) 测试说明

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) 测试框图

测试框图如图 8.3 所示。

c) 测试设备

频谱分析仪： AV4036 1 台

d) 测试步骤

步骤 1: 按图 8.3 连接设备。开机复位，预热至少 30 分钟。

步骤 2: 将信号发生器设置为点频模式，按测试记录表中所列频率值设置信号发生器频率功率电平+5dBm。

步骤 3: 用频谱分析仪在不同扫宽下观察并找出非谐波最差的点。

步骤 4: 重复步骤 3)，完成全部测试点上的测试。

步骤 5: 在性能测试记录中记录测试结果。

6) 最大稳幅输出功率 ($25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的稳幅输出功率范围是否合格。将被测信号发生器的输出功率分别设置为最大指标输出功率之上 3dB 和最小指标输出功率，在被测模拟信号发生器整个频率范围内选择不同频率点，利用测量接收机直接测试稳幅输出功率范围。

b) 测试框图



图 8.4 最大稳幅输出功率测试

c) 测试设备

频谱分析仪: AV4036	1 台
功率计: E4416A	1 台
功率探头: E9304	1 台
20dB 衰减器: KVARZ 1016-20	1 台

d) 测试步骤

步骤 1: 开机复位，预热至少 30 分钟。

步骤 2: 校准功率计，如图 8.4 所示连接功率计和信号发生器。

步骤 3: 设置信号发生器输出频率为 9kHz，功率+20dBm，射频开。

步骤 4: 以适当步进逐步增加信号发生器的输出频率到最高频率点，记录功率计指示的最小稳幅功率，填入测试记录表。

步骤 5: 测试时频率步进按如下原则设置：10kHz 以前信号发生器的频率步进为 1kHz，100kHz 以前为 10kHz，1MHz 以前为 100kHz，10MHz 以前为 1MHz，100MHz 以前为 10MHz，100MHz 以后为 100MHz。

8.5.1.2 功率特性

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

a) 测试说明

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某一值，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，用功率计测量输出功率准确度是否合格。测试过程中应根据信号幅度

8.5 性能特性测试

的大小改变频谱仪的扫宽，使信号能够稳定地在频谱仪屏幕上显示

b) 测试框图

测试框图同图 8.4。

c) 测试设备

频谱分析仪： AV4036	1 台
功率计： E4416A	1 台
功率探头： E9304	1 台
20dB 衰减器： KVARZ 1016-20	1 台

d) 测试步骤

- 步骤 1:** 开机复位，预热至少 30 分钟。校准功率计，首先按图 8.6 所示连接功率计和信号发生器，功率计校零。
- 步骤 2:** 设置信号发生器输出频率为测试记录表中所列频率值，输出功率-40dBm，射频开。
- 步骤 3:** 在功率计上设置对应频率的功率探头频率因子，以 10dB 为步进逐步增加信号发生器输出功率直到+10dBm，同时用功率计测量并记录不同指标段内实测功率的最大误差。
- 步骤 4:** 将信号发生器的输出频率设置为其它所列频率点，重复步骤 3)。
- 步骤 5:** 按测试记录表中所列频率值设置信号发生器频率，功率-40dBm。
- 步骤 6:** 功率计设置相应频率因子，记录功率计读数，记为 P1。
- 步骤 7:** 将信号发生器输出连接到频谱仪输入端，设置频谱仪中心频率与信号发生器频率相同，扫宽 200Hz，参考电平-35dBm，读频谱仪上信号峰值幅度，记为 P2，计算 $\Delta P=P1-P2$ 。
- 步骤 8:** 在该频率点上，从-40dBm 开始以 10dB 为步进向下降低功率，直到规定的最低输出功率，在每个测试点读频谱仪测量的信号峰值幅度，并加上 ΔP 作为测试结果，测试结果减去设置功率值最为测量误差，将不同指标段内的最大测量误差记入测试记录表中。
- 步骤 9:** 在其他测试频率点上重复步骤 7 和步骤 8。

8.5.1.3 脉冲调制特性

1) 脉冲调制开关比测试

a) 测试说明

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) 测试框图

测试框图同图 8.3。

c) 测试设备

频谱分析仪 AV4036

1 台

d) 测试步骤

步骤 1: 按图 8.3 连接设备。

步骤 2: 开机复位，预热至少 30 分钟。

步骤 3: 将信号发生器设置为点频 100MHz，功率电平 0dBm，射频输出开。

步骤 4: 如下设置频谱分析仪：

中心频率 100MHz

扫宽 10kHz

参考电平 5dBm

步骤 5: 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。

如下设置信号发生器进行脉冲调制：调制脉冲调制脉冲输入选择外部脉冲调制开，在频谱仪上观察并记录此时的开关比。

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。

步骤 7: 在测试记录表中其它频率点上测量信号发生器脉冲调制开关比，并将测试结果记入性能测试记录中。

2) 脉冲调制上升下降时间测试

a) 测试说明

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。将脉冲调制信号用检波器检波，用示波器观测检波出来的脉冲信号的上升下降时间是否满足指标要求。

b) 测试框图

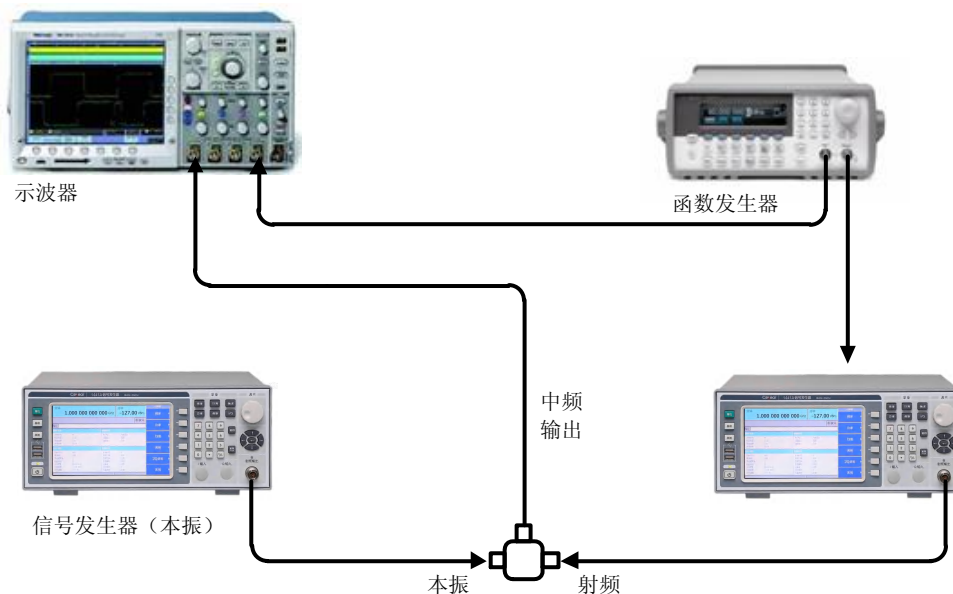


图 8.5 脉冲调制上升下降时间测试

8.5 性能特性测试

c) 测试设备

信号发生器: Agilent E4438C/N5182A	1 只
数字存储示波器: TDS3054/HP54502A	1 只
函数发生器: Agilent 33250	1 只
混频器: M85C	1 只

d) 测试步骤

步骤 1. 开机复位, 预热至少 30 分钟。

步骤 2. 按图 8.5 连接设备。

步骤 3. 如下设置函数发生器:

输出波形 方波

频率 200 kHz

幅度 2.5 V_{P-P}

偏置 1.25 V_{DC}

步骤 4. 如下设置本振信号发生器:

频率: 对应测试点频率+0.5GHz, 功率电平 +13dBm

步骤 5. 如下设置被测信号发生器:

频率: 测试点频率, 功率电平 0dBm

步骤 6. 如下设置被测信号发生器脉冲调制形式:

【调制】 [脉冲调制][脉冲输入 外部]

〔脉冲调制 开〕

步骤 7. 如下设置数字存储示波器测量脉冲调制上升下降时间:

通道 1 开 直流耦合 20mV/格

通道 4 开 直流耦合 2V/格

触发 触发源通道 4 触发耦合直流 触发模式正常 边沿触发

触发电平 2V 触发沿 上升沿

时基 20ns/格

调节通道 1 的灵敏度使中频的调制包络接近满刻度显示。

调节时基延迟使中频的调制包络的上升起始点在显示器中心。

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

步骤 8. 将示波器的触发沿改为下降沿, 采用示波器的频标测量功能测量并记录调制包络的下降时间 (90%~10%)。

步骤 9. 将被测信号发生器和本振信号发生器的输出频率分别改为其它测试点频率和相应测试点频率+0.5GHz, 测量并记录调制包络的上升、下降时间。

步骤 10. 将以上测试记录中最差的点记入性能测试记录中。

3) 最小脉宽

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的脉冲调制最小脉冲宽度是否合格。将脉冲调制信号用检波器检波, 用示波器观测检波出来的脉冲信号宽度是否满足指标要求。

b) 测试框图

测试框图同图 8.5。

c) 测试设备

信号发生器: Agilent E4438C/N5182A	1 只
数字存储示波器: TDS3054/HP54502A	1 只
函数发生器: Agilent 33250	1 只
混频器: M85C	1 只

d) 测试设备

步骤 1. 开机复位, 预热至少 30 分钟。按图 8.8 连接设备。

步骤 2. 如下设置本振信号发生器:

点频 2.5GHz, 功率电平 +13dBm

步骤 3. 如下设置被测信号发生器:

点频 2GHz, 功率电平 0dBm, 射频开

步骤 4. 如下设置被测信号发生器脉冲调制形式:

【调制】[脉冲调制][脉冲输入 外部]

[脉冲调制 开]

步骤 5. 如下设置函数发生器:

输出波形 脉冲

幅度 2.5 V_{PP}

偏置 1.25 V_{DC}

周期 5μs

脉宽 2.5μs

步骤 6. 如下设置数字存储示波器测量脉冲调制上升下降时间:

通道 1 开 直流耦合 20mV/格

通道 4 开 直流耦合 2V/格

触发 触发源通道 4 触发耦合直流 触发模式正常 边沿触发

触发电平 2V 触发沿 上升沿

时基 1μs/格

调节通道 1 的灵敏度使中频的调制包络接近满刻度显示。

调节时基延迟使中频的调制包络的上升起始点在显示器中心。

以 200ns 为步进逐渐降低脉冲信号的脉宽, 至少等待 5 分钟以上, 如果示波器上显示的脉冲调制包络信号仍不消失, 则认为信号发生器在稳幅状态下具有此时的脉冲宽度调制能力, 将最小的稳幅脉冲宽度记入测试记录表中。

步骤 7. 如下设置被测信号发生器为开环模式:

【功率】[环路状态 开环]

步骤 8. 如下设置函数发生器:

周期 2μs

脉宽 0.5μs

步骤 9. 如下设置数字存储示波器测量脉冲调制上升下降时间:

通道 1 开 直流耦合 20mV/格

通道 4 开 直流耦合 2V/格

8.5 性能特性测试

触发 触发源通道 4 触发耦合直流 触发模式正常 边沿触发
触发电平 2V 触发沿 上升沿
时基 500ns/格

调节通道 1 的灵敏度使中频的调制包络接近满刻度显示。

调节时基延迟使中频的调制包络的上升起始点在显示器中心。

以 100ns 为步进逐渐降低脉冲信号的脉宽，在示波器上测量信号发生器调制的最小脉冲宽度并记入测试记录表中。

8.5.1.3 幅度调制特性

1) 调幅深度范围

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的调幅深度范围是否合格。

b) 测试框图

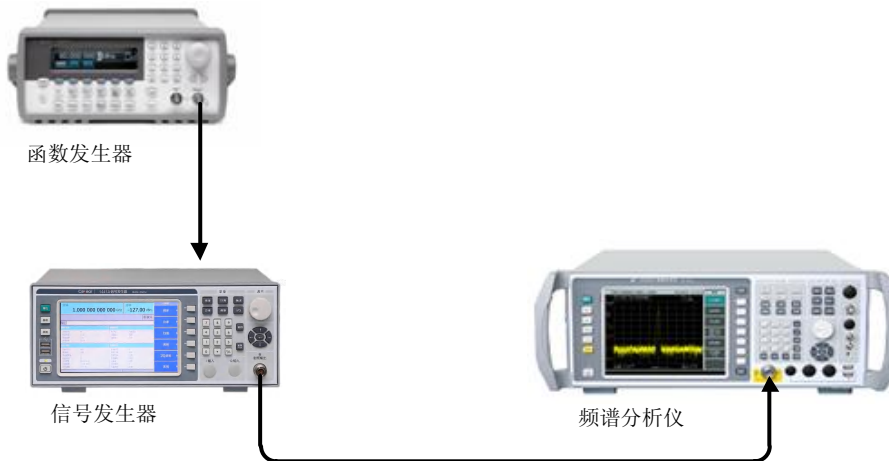


图 8.9 调幅深度范围测试

c) 测试设备

频谱分析仪: AV4036 1 台
函数发生器: Agilent 33250 1 台

d) 测试步骤

步骤 1. 开机复位，预热至少 30 分钟。按图 8.9 连接设备。

步骤 2. 设置信号发生器为点频 1GHz，功率电平 0 dBm。

步骤 3. 如下设置信号发生器调幅形式：

【调制】〔幅度调制〕〔调幅输入 外部〕

〔调幅深度〕 0%

〔调幅 开〕（显示“调幅”）

步骤 4. 设置函数发生器为正弦波，频率 1kHz，幅度 2V_{P-P}。

步骤 5. 设置频谱分析仪为中心频率 1GHz，扫宽 5kHz，参考电平+5dBm。

8.5 性能特性测试

步骤 6. 以 10% 为步进逐渐增加信号发生器的调幅深度到 100%，观察信号发生器面板是否有“不稳幅”指示（如果出现“不稳幅”指示，设置信号发生器为开环，重新从 0 开始改变调幅深度）。观察频谱分析仪测得的 1kHz 调制信号频谱的幅度应该随着调幅深度的增加逐渐增加，在性能测试记录中记录合格，否则记录不合格。

2) 调幅带宽

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的调幅带宽是否合格。

b) 测试框图

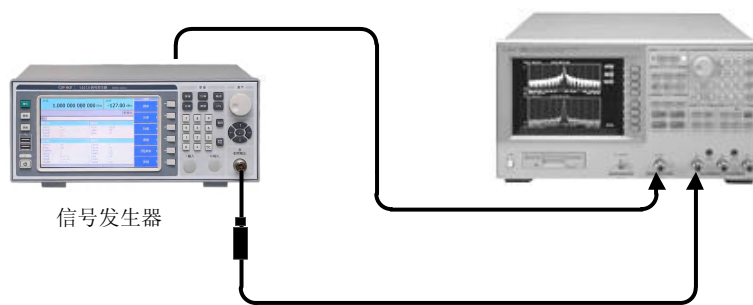


图 8.10 调幅带宽测试

c) 测试设备

频谱分析仪 HP3589A /Agilent4395A	1 台
同轴检波器（推荐型号：HP33330D）	1 台

d) 测试步骤

步骤 1. 开机复位，预热至少 30 分钟。

步骤 2. 按图 8.10 连接设备。

步骤 3. 如下设置信号发生器：

点频 100 MHz

功率电平 0 dBm

步骤 4. 设置信号发生器调幅形式：

【调制】〔幅度调制〕〔调幅输入 外部〕

〔调幅深度〕 30%

〔幅度调制 开〕

步骤 5. 如下设置频谱分析仪：

Start Frequency 1kHz

Stop Frequency 80kHz

Scale Log 1dB/Div

BW 100Hz

Source Amplitude 0dBm

Meas Type Swept

8.5 性能特性测试

Source ON

通过自动调整显示轨迹位置, 频谱分析仪上显示了从 1kHz 到 80kHz 的 AM 平坦度, 必要时改变参考电平, 使轨迹处在中间水平刻度上。

步骤 6. 最大值和最小值之差记录为调幅平坦度。

步骤 7. 在测试记录表中规定的频率点上测量带宽, 将测试结果记入性能测试记录表中。

3) 调幅准确度

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的调幅带宽是否合格。

b) 测试框图

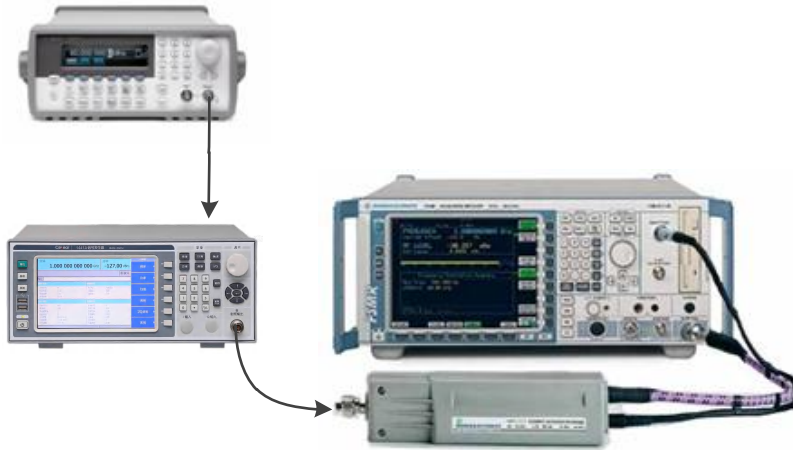


图 8.11 调幅准确度测试

c) 测试设备

- 测量接收机: FSMR50 1 台
- 测量接收机探头: ZRP-Z37 1 台
- 函数发生器: Agilent 33250 1 台

d) 测试步骤

- 步骤 1.** 开机复位, 预热至少 30 分钟。按图 8.11 连接设备。
- 步骤 2.** 设置信号发生器为点频 100MHz, 功率电平 0 dBm。
- 步骤 3.** 如下设置信号发生器调幅形式:
 - 【调制】 [幅度调制] [调幅输入 外部]
 - 【线性调制深度】 30%
 - 【幅度调制 开】
- 步骤 4.** 设置函数发生器为频率 1kHz, 幅度 2V_{P-P}。
- 步骤 5.** 设置测量接收机为 AM 测量方式, 解调带宽为 0.3~3kHz, 记录此时测量接收机测得的实际调幅深度, 计算调幅准确度误差。
- 步骤 6.** 按性能测试记录表中所列频率值改变信号发生器频率, 重新测量调幅准确度

误差。把调幅准确度误差填入性能测试记录。

8.5.1.4 频率调制特性

1) 调频频宽

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的调幅带宽是否合格。

b) 测试设备

测量接收机: FSMR50	1 台
测量接收机探头: ZRP-Z37	1 台
函数发生器: Agilent 33250	1 台

e) 测试框图

同图 8.11.

c) 测试步骤

步骤 1. 开机复位, 预热至少 30 分钟。按图 8.11 连接设备。

步骤 2. 设置信号发生器为点频 1.1 GHz, 功率电平 0dBm。

步骤 3. 设置函数发生器输出波形为正弦波, 频率为 1kHz, 幅度为 1V_{P-P}。

步骤 4. 如下设置信号发生器调频形式:

【调制】〔频率调制〕〔调频输入 外部〕

〔调频频偏〕 200kHz

〔调频带宽〕 DC~18kHz 或 18kHz~100 kHz

〔频率调制 开〕

步骤 5. 在 1kHz~18kHz 范围内改变函数发生器的频率, 调制频率到 18kHz 后, 改变调频带宽到〔18kHz~100kHz〕, 记录测试的频偏最大值 F_{max} 和最小值 F_{min}, 计算频率响应=20lg (F_{max}/F_{min}), 将结果记入测试记录表中。

2) 最大调频频偏

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的调幅带宽是否合格。

b) 测试设备

测量接收机: FSMR50	1 台
测量接收机探头: ZRP-Z37	1 台
函数发生器: Agilent 33250	1 台

c) 测试框图

同图 8.11.

8.5 性能特性测试

d) 测试步骤

步骤 1. 按图 8.11 连接设备。

步骤 2. 开机复位，预热至少 30 分钟。

步骤 3. 如下设置信号发生器：

- 【频率】 300 MHz
- 【功率】 0 dBm
- 【射频开关】 “射频开”变亮
- 【调制】 [频率调制] [调频输入 外部]
- [调频频偏] 100kHz
- [调频带宽] DC~18kHz
- [频率调制 开]

步骤 4. 设置函数发生器为频率 1kHz，幅度 1V_{P-P}。

步骤 5. 增大调频频偏设置直到最大，记入测试记录表中。

3) 调频准确度

a) 测试说明

本测试是验证信号发生器的调幅带宽是否合格。

b) 测试设备

测量接收机：FSMR50	1 台
测量接收机探头：ZRP-Z37	1 台
函数发生器：Agilent 33250	1 台

c) 测试框图

同图 8.11。

d) 测试步骤

步骤 1. 按图 8.11 连接设备。

步骤 2. 开机复位，预热至少 30 分钟。

步骤 3. 如下设置信号发生器：

- 【频率】 300 MHz
- 【功率】 0 dBm
- 【射频开关】 “射频开”变亮
- 【调制】 [频率调制] [调频输入 外部]
- [调频频偏] 100kHz
- [调频带宽] DC~18kHz
- [频率调制 开]

步骤 4. 设置函数发生器为频率 1kHz，幅度 1V_{P-P}。

步骤 5. 设置测量接收机为 FM 测量方式，解调带宽为 0.3~15kHz，记录测量接收机此时测得的实际调频频偏，计算调频准确度误差。

步骤 6. 将信号发生器输出频率改为测试记录表中的其它频率值，重新测量调频准确度误差。把调频准确度误差中较大的一个填入性能测试记录。

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：调制域分析仪开机启动后，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 “*ID N?;” 命令，功能正常情况下应返回 “CETC41,AV4151,XXXXXXXX,Y.Y.Y” 信息，其中 “XXXXXXXX” 代表产品批次号，“Y.Y.Y” 代表产品软件版本号。	

8.5 性能特性测试

测试地点：_____ 测试环境：_____ 测试时间：_____

被测机号：_____ 测试人员：_____

表 8.6 1441A 信号发生器功能正常性测试记录表

序号	测试内容		技术指标		实测值	合格判定
1	频率范围		9kHz ~ 3GHz			
2	频率分辨率		0.01Hz			
3	谐波寄生		< -30dBc			
4	非谐波寄生	3GHz		< -60dBc		
		2GHz				
		1GHz				
		100MHz				
5	单边带相位噪声	20kHz 频偏	0.5GHz	< -118dBc/Hz		
			1GHz	< -112dBc/Hz		
			3GHz	< -104dBc/Hz		
6	最大稳幅输出功率		$9\text{kHz} \leq f \leq 3\text{GHz}$	> +10dBm		
7	功率准确度	110MHz	$-50\text{dBm} \leq P \leq +10\text{dBm}$	± 1.5		
			$-110\text{dBm} \leq P < -50\text{dBm}$	± 2.0		
			$-120\text{dBm} \leq P < -110\text{dBm}$	± 3.0		
		1.05GHz	$-50\text{dBm} \leq P \leq +10\text{dBm}$	± 1.5		
			$-110\text{dBm} \leq P < -50\text{dBm}$	± 2.0		
			$-120\text{dBm} \leq P < -110\text{dBm}$	± 3.0		
		2.95GHz	$-50\text{dBm} \leq P \leq +10\text{dBm}$	± 1.5		
			$-110\text{dBm} \leq P < -50\text{dBm}$	± 2.0		
			$-120\text{dBm} \leq P < -110\text{dBm}$	± 3.0		
8	脉冲调制开关比	10MHz		> 80dB		
		300MHz				
		500MHz				
		800MHz				
		1.2GHz				
		2GHz				
		3GHz				
9	脉冲调制上升/下降时间	100MHz	上升时间	< 80ns		
			下降时间			
		1GHz	上升时间	< 25ns		
			下降时间			
		3GHz	上升时间			
			下降时间			
10	最小脉冲宽度		< 2us			
11	调幅深度范围		0~90%			

表 8.6 1441A 功能正常性测试记录表 (续表)

12	调幅带宽	100MHz		<3dB		
		300MHz				
		500MHz				
		800MHz				
		1.2GHz				
		2GHz				
		3GHz				
13	调幅准确度	100MHz	调制率 1kHz	<±10%		
		1GHz				
		3GHz				
14	调频带宽	调制率 50Hz~100kHz		<3dB		
15	最大调频频偏	300MHz		100±10kHz		
16	调频准确度	100MHz	调制率 1kHz	<±10		
		1GHz				
		3GHz				
综合判定						
备注		“√”表示符合要求; “×”表示不符合要求。				

8.5 性能特性测试

测试地点：_____ 测试环境：_____ 测试时间：_____

被测机号：_____ 测试人员：_____

表 8.7 1441B 信号发生器功能正常性测试记录表

序号	测试内容		技术指标		实测值	合格判定
1	频率范围		9kHz ~ 6GHz			
2	频率分辨率		0.01Hz			
3	谐波寄生		< -30dBc			
4	非谐波寄生	100MHz	< -60dBc			
		1GHz				
		2GHz				
		3GHz				
		6GHz				
5	单边带相位噪声	20kHz 频偏	500MHz	< -118dBc/Hz		
			1GHz	< -112dBc/Hz		
			3GHz	< -104dBc/Hz		
			6GHz	< -98dBc/Hz		
6	最大稳幅输出功率		9kHz ≤ f ≤ 6GHz	> +10dBm		
7	功率准确度	110MHz	-50dBm ≤ P ≤ +10dBm	±1.5		
			-110dBm ≤ P < -50dBm	±2.0		
			-120dBm ≤ P < -110dBm	±3.0		
		1.05GHz	-50dBm ≤ P ≤ +10dBm	±1.5		
			-110dBm ≤ P < -50dBm	±2.0		
			-120dBm ≤ P < -110dBm	±3.0		
		2.95GHz	-50dBm ≤ P ≤ +10dBm	±1.5		
			-110dBm ≤ P < -50dBm	±2.0		
			-120dBm ≤ P < -110dBm	±3.0		
		4.05GHz	-50dBm ≤ P ≤ +10dBm	±1.5		
			-110dBm ≤ P < -50dBm	±2.0		
			-120dBm ≤ P < -110dBm	±3.0		
5.95GHz	-50dBm ≤ P ≤ +10dBm	±1.5				
	-110dBm ≤ P < -50dBm	±2.0				
	-120dBm ≤ P < -110dBm	±3.0				
8	脉冲调制开关比	10MHz	> 80dB			
		300MHz				
		500MHz				
		800MHz				
		1.2GHz				
		2GHz				
		3GHz				
		5GHz				
		6GHz				

表 8.7 1441B 功能正常性测试记录表 (续表)

9	脉冲调制上升/ 下降时间	100MHz	上升时间	<80ns				
			下降时间					
		1GHz	上升时间	<25ns				
			下降时间					
		3GHz	上升时间					
			下降时间					
		6GHz	上升时间					
			下降时间					
10	最小脉冲宽度	<2us						
11	调幅深度范围	0~90%						
12	调幅带宽	100MHz		<3dB				
		300MHz						
		500MHz						
		800MHz						
		1.2GHz						
		2GHz						
		3GHz						
13	调幅准确度	100MHz	调制率 1kHz	<±10%				
		1GHz						
		3GHz						
14	调频带宽	调制率 50Hz~100kHz		<3dB				
15	最大调频频偏	300MHz		100±10kHz				
16	调频准确度	100MHz	调制率 1kHz	<±10				
		1GHz						
		3GHz						
综合判定								
备注		“√”表示符合要求; “×”表示不符合要求。						

8.5 性能特性测试

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
1	频率计	频率范围: 10MHz-20GHz 频率分辨率: 1Hz	HP5361B EIP598A
2	数字存储示波器	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	TDS3054
3	频谱分析仪	频率范围: 10MHz ~ 40GHz	HP8563E、AV4036、 Agilent E4448
4	功率计	功率范围: 1 μW ~ 100mW	HP437B HP E4416A, HP E4419A,
5	功率探头	频率范围: 10MHz ~ 20GHz	HP8487A HP E4413、E9304A
6	SMA 同轴检波器	0.01-20GHz 视频带宽 >500kHz	AV2.984.010
7	测量接收机	频率范围: 10MHz~20GHz	FSMR50/E5531S
8	测量接收机探头		NRP-Z37
9	函数发生器		Agilent 33250
*: 可用同等性能特性的测试设备代替。			

附录

- 附录A 术语说明.....147
- 附录B SCPI命令速查表.....147
- 附录C 错误信息速查表.....151

附录 A 术语说明

- 频率准确度.....147
- 频率稳定度.....147

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:

$$\alpha = \frac{f - f_0}{f_0} = \frac{\Delta f}{f_0} \times 100\%$$

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 $10^{-8} \sim 10^{-10}$ 。

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。

附录 B SCPI 命令速查表

附表 1 1441 SCPI 命令速查表

索引	命令	功能
1	<u>*CLS</u>	通用指令
2	<u>*ESE <Value></u>	通用指令
3	<u>*ESR?</u>	通用指令
4	<u>*IDN?</u>	通用指令
5	<u>*RST</u>	通用指令
6	<u>*OPC</u>	通用指令
7	<u>*OPC?</u>	通用指令
8	<u>*STB?</u>	通用指令

附录 B SCPI 命令速查表

9	<u>*SRE <Value></u>	通用指令
10	<u>*SRE?</u>	通用指令
11	<u>*TST?</u>	通用指令
12	<u>[[:SOURCE]:OUTPut[:STATe]</u>	设置射频输出开关
13	<u>[[:SOURCE]:OUTPut:MODulation[:STATe]</u>	设置调制开关
14	<u>[[:SOURCE]:OUTPut:BLANking[:STATe]</u>	设置输出消隐
15	<u>[[:SOURCE]:FREQuency[:CW FIXed] <Frequency></u>	设置信号发生器输出频率
16	<u>[[:SOURCE]:FREQuency:REFeRence <FreqRef></u>	设置相对频率
17	<u>[[:SOURCE]:FREQuency:REFeRence:STATe <State></u>	设置相对频率开关
18	<u>[[:SOURCE]:FREQuency:MULTiplier <FreqMult></u>	设置频率倍乘
19	<u>[[:SOURCE]:FREQuency:OFFSet</u>	设置频率偏置
20	<u>[[:SOURCE]:FREQuency:PLL:BWIDth</u>	设置锁相环路带宽
21	<u>[[:SOURCE]:FREQuency:STARt <StartFreq></u>	设置步进扫起始频率
22	<u>[[:SOURCE]:FREQuency:STOP <StopFreq></u>	设置步进扫终止频率
23	<u>[[:SOURCE]:FREQuency:MODE <Mode></u>	设置信号发生器的频率发生模式
24	<u>[[:SOURCE]:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <Ampl></u>	设置功率电平
25	<u>[[:SOURCE]:POWer:ATTenuation:AUTO <State></u>	设置功率衰减开关
26	<u>[[:SOURCE]:POWer:ATTenuation <Atten></u>	设置功率衰减量
27	<u>[[:SOURCE]:POWer:ALC[:STATe] <State></u>	设置 ALC 环路状态
28	<u>[[:SOURCE]:POWer:ALC:SEARCh <Mode></u>	设置功率搜索方式
29	<u>[[:SOURCE]:POWer:ALC:BANDwidth BWIDth <AlcBandWidth></u>	设置 ALC 环路带宽
30	<u>[[:SOURCE]:POWer:ALC:BANDwidth BWIDth:AUTO <State></u>	设置 ALC 环路带宽状态开关
31	<u>[[:SOURCE]:POWer:REFeRence<PowRef></u>	设置相对功率
32	<u>[[:SOURCE]:POWer:REFeRence:STATe</u>	设置相对功率开关
33	<u>[[:SOURCE]:POWer[:LEVel][:IMMediate]:OFFSet</u>	设置功率偏置
34	<u>[[:SOURCE]:POWer:STARt<StartPow></u>	设置步进扫起始功率
35	<u>[[:SOURCE]:POWer:STOP<StopPow></u>	设置步进扫终止功率
36	<u>[[:SOURCE]:POWer:MODE <Mode></u>	设置功率扫描模式
37	<u>[[:SOURCE]:CORRection:STATe <State></u>	设置用户平坦度补偿开关
38	<u>[[:SOURCE]:CORRection:FLATness:POINts</u>	查询用户平坦度校准点数
39	<u>[[:SOURCE]:CORRection:FLATness:PAIR <Freq>,<Corr></u>	添加频率和对应功率补偿值
40	<u>[[:SOURCE]:CORRection:FLATness:LOAD</u>	加载用户平坦度补偿数据
41	<u>[[:SOURCE]:CORRection:FLATness:STORE</u>	保存用户平坦度补偿数据
42	<u>[[:SOURCE]:CORRection:FLATness:PRESet</u>	复位厂家定义功率平坦度文件
43	<u>[[:SOURCE]:CORRection:FLATness:AUTO</u>	执行自动校准

44	[:SOURce]:LIST:TYPE <Mode>	设置扫描类型
45	[:SOURce]:LIST:TRIGger:SOURce<Source>	设置列表扫描触发源
46	[:SOURce]:LIST:MODE <Mode>	设置和查询手动模式状态
47	[:SOURce]:LIST:MANual	设置和查询手动点
48	[:SOURce]:LIST:DIRection<Direc>	设置列表扫描的方向
49	[:SOURce]:LIST:FREQuency<Val>{,{Val}}	设置当前列表中每个扫描点的连续波频率
50	[:SOURce]:LIST:FREQuency:POINts?	查询列表扫描频率点数
51	[:SOURce]:LIST:POWer<Val>{,{Val}}	设置和查询列表扫描功率值
52	[:SOURce]:LIST:POWer:POINts?	查询列表扫描功率点数
53	[:SOURce]:LIST:DWELl<Val>{,{Val}}	设置和查询列表扫描驻留时间
54	[:SOURce]:LIST:DWELl:POINts?	查询列表扫描驻留时间点数
55	[:SOURce]:LIST:UNIForm:DWELl:STATe	设置和查询列表扫描全局驻留时间开关
56	[:SOURce]:LIST:UNIForm:DWELl	设置和查询列表扫描全局驻留时间
57	[:SOURce]:LIST:UNIForm:POWer:STATe	设置和查询列表扫描全局功率偏置开关
58	[:SOURce]:LIST:UNIForm:POWer	设置和查询列表扫描功率值
59	[:SOURce]:SWEep:DWELl <DwellTime>	设置步进扫描的驻留时间
60	[:SOURce]:SWEep:POINts<Num>	设置当前步进扫描的点数
61	[:SOURce]:SWEep:INDicator(?)	设置和查询扫描进度条状态
62	[:SOURce]:PULM:STATe <State>	设置脉冲调制开关
63	[:SOURce]:PULM:SOURce <Mode>	设置脉冲源
64	[:SOURce]:PULM:INTernal:MODE <Mode>	设置和查询脉冲调制源
65	[:SOURce]:PULM:INTernal:PWIDTH <PWidth>	设置信号发生器内部产生的脉冲信号的脉冲宽度
66	[:SOURce]:PULM:INTernal:PERiod	设置信号发生器内部产生的脉冲信号的周期
67	[:SOURce]:PULM:INTernal:DELay <DelayTime>	设置脉冲调制的脉冲延迟
68	[:SOURce]:PULM:POLarity <Mode>	对外部输入脉冲信号进行逻辑翻转
69	[:SOURce]:AM:STATe <State>	设置幅度调制状态的开关
70	[:SOURce]:AM:SOURce <Mode>	设置调幅输入
71	[:SOURce]:AM:INTernal:FREQuency <Frequency> 错误!未定义书签。	设置内部调幅源的调制率

附录 B SCPI 命令速查表

72	[:SOURce]:AM[:DEPTH] <AmDepthLine>	设置调幅信号的深度
73	[:SOURce]:AM[:DEPTH]:EXponential<AmDepthExp>	当调幅类型为指数时, 设置以 dB 为单位的调幅信号的深度
74	[:SOURce]:AM:TYPE <Mode>	设置调幅类型
75	[:SOURce]:AM:MODE<Mode>	设置深度调幅开关
76		
77	[:SOURce]:FM:STATe <State>	设置调频状态的开关
78	[:SOURce]:FM:SOURce <Mode>	设置调频输入
79	[:SOURce]:FM:INTernal:FREQUency <Frequency>	设置内部调频的调制率
80	[:SOURce]:FM[:DEViation] <Deviation>	设置内部调频的调频频偏, 即内部调频信号发生器产生的调频信号的频偏
81	[:SOURce]:FM:FREQUency:BANDwidth BWIDth <Mode>	设置调频带宽
82	:MEMory:STORe:LIST	存储列表文件
83	:MEMory:LOAD:LIST	调用列表文件
84	[:SOURce]:ROSCillator:SOURce	设置和查询信号发生器的振荡源
85	[:SOURce]:ROSCillator:INTernal:ADJUsT:SOURce	设置和查询内参考调节参数。
86	[:SOURce]:ROSCillator:INTernal:ADJUsT	设置和查询用户调节。
87	[:SOURce]:ROSCillator:INTernal:ADJUsT:SAVE	存储用户值。
88	:SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess	设置 GPIB 地址。
89	:SYSTem:COMMunicate:LAN:IP	设置 IP 地址
90	:SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet	设置子网掩码
91	:SYSTem:COMMunicate:LAN:GATEway	设置网关
92	:SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS	设置 DNS
93	:SYSTem:COMMunicate:PMETer:MODEl	设置自动校准功率计
94	:SYSTem:COMMunicate:PMETer:ADDRess	设置自动校准功率计地址
95	:SYSTem:COMMunicate:PMETer:CHANnel	设置自动校准功率计通道
96	:SYSTem:PRESet:TYPE<Mode>	信号发生器复位到厂家或者用户定义的初始状态
97	:SYSTem:PRESet[:USER]:SAVE	把仪器的当前状态存入用户复位状态寄存器
98	:SYSTem:PSAVe	设置省电模式为手动或自动
99	:SYSTem:PSAVe:RUN	运行省电模式
100	:SYSTem:PSAVe:TIME:WAIT	设置自动等待时间
101	:SYSTem:PSAVe:OUTPut:COUPling	设置省电输出耦合开关
102	:SYSTem:SECurity:KB	禁止键盘

103	:SYSTem:SECurity:DISPlay	关闭显示
104	:SYSTem:PANEI:LANGuage	设置语言
105	:SYSTem:UI	设置和查询界面方案
106	:SYSTem:ERRor[:NEXT]?	查询错误队列中的当前错误信息
107	:SYSTem:VERSion?	查询仪器遵循的 SCPI 规范的版本号，返回结果如：1999.0
108	:STATus:QUEStionable:CONDition?	查询数据疑问条件寄存器
109	:STATus:QUEStionable:PTRansition<Val>	设置数据疑问正传输滤波器
110	:STATus:QUEStionable:NTRansition <Val>	设置数据疑问负传输滤波器
111	:STATus:QUEStionable[:EVENT]?	查询数据疑问事件寄存器
112	:STATus:QUEStionable:ENABle <Val>	设置数据疑问事件使能寄存器
113	:STATus:OPERation:CONDition?	查询标准操作事件寄存器
114	:STATus:OPERation:PTRansition	设置标准操作负传输滤波器
115	:STATus:OPERation:NTRansition	设置标准操作正传输滤波器
116	:STATus:OPERation[:EVENT]?	设置标准操作事件寄存器
117	:STATus:OPERation:ENABle <Val>	设置标准操作事件使能寄存器
118	:STATus:PRESet	复位状态寄存器
119	:INITiate:CONTinuous[:ALL]	设置连续扫描开关的状态
120	:INITiate[:IMMediate][:ALL]	触发一次扫描的初始化，主要是在的 INIT:CONT OFF 模式时有用（单次扫描）
121	:TRIGger[:SEQuence]:SOURce <Mode>	设置步进、列表开始扫描的触发源

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
功率高不稳幅	设置超出稳幅范围或硬件故障
功率低不稳幅	设置超出稳幅范围或硬件故障
反向功率保护	射频输出口反向输入功率过大

附录 C 错误信息速查表

小数环失锁	硬件故障
参考环失锁	硬件故障
固定本振失锁	硬件故障

附表 4 程控错误信息表

错误号	错误信息	可能的原因
-100	命令错	一般为命令串拼写错，或输入的命令不支持。
-100	命令错：命令串空	命令串空
-100	命令错：命令映射表错	参数转换出错
-220	参数错	一般为参数拼写错
-220	参数错：不支持该参数	一般为输入了不支持的离散参数。
-220	参数错：参数个数错	参数个数不满足要求。
-220	参数错：参数类型错	参数类型不满足要求。
20	参数文件大小错误	参数文件损坏
30	整机波段计算错误	配置参数错误
31	开环功率校准波段计算错误	配置参数错误
32	闭环功率校准波段计算错误	配置参数错误
33	调幅校准波段计算错误	配置参数错误
34	本振频率计算错误	配置参数错误
35	鉴相环路增益波段计算错误	配置参数错误
36	鉴相环路增益数据错误	配置参数错误
37	功率参考数据错误	配置参数错误
38	调幅增益数据错误	配置参数错误
39	调幅偏置数据错误	配置参数错误
40	ALC 环路偏置数据错误	配置参数错误
41	调制驱动偏置数据错误	配置参数错误
42	调频增益数据错误	配置参数错误
43	功率补偿数据索引越界	配置参数错误
44	ALC 环路带宽数据错误	配置参数错误
45	脉冲源数据错误	配置参数错误
46	自测试通道数据错误	配置参数错误
47	DAC 索引错误	配置参数错误
48	直流调频增益数据错误	配置参数错误
49	直流调频偏置数据错误	配置参数错误
50	交流调频增益数据错误	配置参数错误
51	直流调相增益数据错误	配置参数错误
52	直流调相偏置数据错误	配置参数错误
53	1MHz 交流调相增益数据错误	配置参数错误
54	100kHz 交流调相增益数据错误	配置参数错误

60	菜单类型错误	配置参数错误
61	菜单硬键索引错误	配置参数错误
70	输入数据类型错误	配置参数错误
71	输入精度参数错误	配置参数错误
100	打开 USB 设备失败	配置参数错误或硬件故障
101	关闭 USB 设备失败	配置参数错误或硬件故障
102	USB 接收数据失败	配置参数错误或硬件故障
103	USB 发送数据失败	配置参数错误或硬件故障
110	打开 TCP 失败	配置参数错误或硬件故障
111	关闭 TCP 失败	配置参数错误或硬件故障
112	TCP 接收数据失败	配置参数错误或硬件故障
113	TCP 发送数据失败	配置参数错误或硬件故障
114	打开网卡设备错误	配置参数错误或硬件故障
115	获得网卡名错误	配置参数错误或硬件故障
116	打开注册表错误	配置参数错误或硬件故障
117	重启网卡错误	配置参数错误或硬件故障